

平成13年度
生態系等にかかるモニタリング調査
手法検討業務報告書

平成14年（2002年）3月

環境省自然環境局 生物多様性センター

5-7. 両生類・爬虫類.....	128
5-8. 昆虫類.....	142
5-9. 底生動物.....	160
第IV章. 今後の課題.....	172
第1節. 全国の調査地点で実施するにあたって.....	172
1-1. 調査の目的と生態系の特徴に沿ったマニュアルの検討の必要性.....	172
1-2. 標本の保管、メンテナンスの体制づくり.....	172
1-3. 一般市民の調査への関わり方と調査の担い手の確保.....	173
第2節. 調査手法について.....	174
2-1. 指標生物の調査における事前調査と成果品.....	174
2-2. 人為的インパクト.....	174
2-3. 水環境.....	176
2-4. 植物群落.....	177
2-5. 哺乳類.....	178
2-6. 鳥類.....	178
2-7. 両生類・爬虫類.....	179
2-8. 昆虫類.....	180
2-9. 底生動物.....	180
第3節. 結果のとりまとめについて.....	181
V. 参考文献.....	182

参考資料

1-1. 第1回作業委員会資料.....	参考-1
1-2. 第1回作業委員会議事録.....	参考-21
2-1. 第2回作業委員会資料.....	参考-25
2-2. 第2回作業委員会議事録.....	参考-46
3-1. 第3回作業委員会資料.....	参考-56
3-2. 第3回作業委員会議事録.....	参考-129

はじめに

環境省が 1973 年より概ね 5 年に 1 度日本全国を対象に実施している自然環境保全基礎調査は、生物の分布等を中心に、日本の自然環境の変化を経年的に把握する、日本のナショナル・レベルでの自然環境のモニタリング調査として位置づけられている。

この自然環境保全基礎調査の一環として、生態系総合モニタリング調査が実施された。生態系総合モニタリング調査は、「主に二次的自然環境の地域において、その地域の無機的環境と生物群集が、そこに作用する人為的インパクト、特に都市化（住宅地化等）によって変化していく過程をモニタリングし、人為的インパクトと生態系の変化との関係を明らかにすること」を目的としていた。第 4 回自然環境保全基礎調査と第 5 回自然環境保全基礎調査では、全国 5 カ所（北海道、埼玉県、静岡県、兵庫県、沖縄県）で、環境省がそれぞれの調査地域を含む道県に委託して調査を実施した。

過去 2 回の調査により地域の気象、地形、地質、水系、土壌、動植物相等の自然環境の情報と、土地利用、人口、大規模開発の状況等といった人為的インパクトについての多くの情報を蓄積することができた。そこで平成 12 年度には 2 回の調査結果の集計・解析・とりまとめを行った。多くの調査項目の中でも特に植物群落の調査結果については詳細な解析を行うことができ、植物群落の変化からその地域における森林の管理状況の変化や湖沼の水位の変動等が起こったことが推測された。一方、モニタリング調査としての以下の問題点が浮かび上がった（参考文献 8 参照）。

- ・ 調査の目的と調査地設定について：調査の目的にあった調査地の設定ができない場所があり、陸域の河川、湿原、草原等の調査地が設定されなかったこと。
- ・ 調査内容（調査項目）ととりまとめ手法について：調査の目的を達成するために必要な調査内容（調査項目）が不足し、それらの調査結果についてのとりまとめができなかったこと。
- ・ 調査手法および調査要綱の問題：調査要綱に調査手法を定めたにも関わらず正確な調査ができなかったことや、調査要綱に調査時期等の詳細な記載がなかったため、調査手法が調査ごとに変わってしまったこと。
- ・ 調査実施体制について：長期間にわたるモニタリング調査で情報を正確に引き継いでいくために必要であり、当初設置を予定していた地域の自然に詳しい専門家からなる調査検討委員会が設置されなかったこと。また調査に関わる行政担当者や調査担当者等、関係者が情報を共有するための会議等の場が持たれなかったこと。
- ・ データ及び図面の取り扱いの問題：調査ごとに図面の作成方法が異なったことや、長期間にわたる図面の保存の必要性から、今後は GIS の活用が不可欠であること。

「環境庁自然環境保全基礎調査 生態系総合モニタリング分科会」でこれらの解析結果および問題点について議論したところ、第 4 回自然環境保全基礎調査および第 5 回自然環境保全基礎調査における生態系総合モニタリング調査の問題点を再整理し、その対策を立てることの必要性が指摘された。また、上記の 2 回の調査結果の解析を行ったところ、重点モニタリング地域における人為的インパクト調査が不足していることと、都市化だけでなく土地の管理の状況等により地域の生物相が影響を受けていること等が推測された。

そのため本検討では、特に都市化の人為的インパクトによる生態系への影響を捉えることを目的とした生態系総合モニタリング調査でなく、より広い意味で人為的インパクトによる生態系への影

響をモニタリングする調査を「生態系等にかかるモニタリング調査」とし、この調査手法及び解析方法等も含めて検討することを目的とした。そのため「生態系モニタリング調査手法検討作業委員会（以下、作業委員会とする）」を設置し、以下の内容について検討した。

- ・生態系総合モニタリング調査で明らかになった問題点の整理と対策の検討（第Ⅲ章第1節）
- ・生態系等のモニタリング調査に必要な調査項目（詳細）リストの作成（第Ⅲ章第3節）
- ・生態系等のモニタリング調査手法等に関する検討（第Ⅲ章第5節）

これらの検討結果をまとめた本報告書の構成のフローは図1の通りである。

第Ⅰ章にこれらの検討の目的および方法について、第Ⅱ章に作業委員会における主な検討内容について記載し、第Ⅲ章に上記の検討内容についての検討結果をとりまとめた。また第Ⅳ章には検討の中で今後更に検討すべき課題としてあげられた内容についてまとめた。

なお図1には示さなかったが、第Ⅴ章には本報告書を作成する上で使用した参考文献を、また参考資料として3回にわたる作業委員会の資料とその議事録を巻末に掲載した。

平成14年3月 環境省自然環境局生物多様性センター

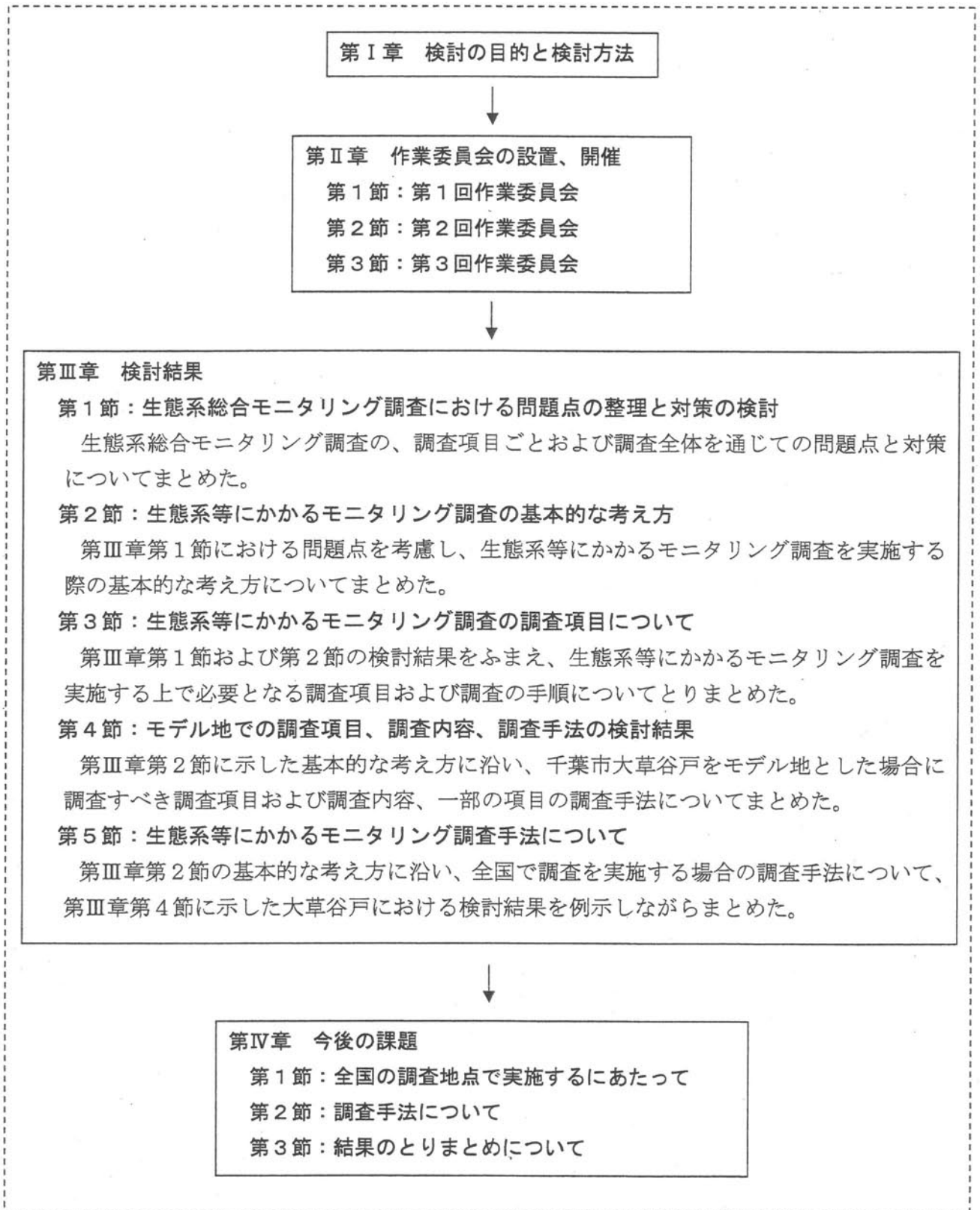


図1 本報告書の構成

第 I 章. 検討の目的と検討方法

第 1 節. 検討の目的

第 4 回自然環境保全基礎調査 (以下、4 回基礎調査とする) および第 5 回自然環境保全基礎調査 (以下、5 回基礎調査とする) において、「生態系総合モニタリング調査」を実施した。この調査は、主に二次的自然環境の地域において、その地域の無機的環境と生物群集が、そこに作用する人為的インパクト、特に都市化 (住宅地化等) によって変化していく過程をモニタリングし、人為的インパクトと生態系の変化との関係を明らかにすることを目的とした。

調査は全国 5 ヶ所 (北海道、埼玉県、静岡県、兵庫県、沖縄県) で、都道府県への委託の形で実施した。このような無機環境と生物群集の関係や、人為的インパクトとの関係、無機環境と生物群集の相互作用からなる生態系をどう捉え、その変化をどう把握し評価するか等、人も含めた生態系を総合的に捉えるモニタリング手法は、当時はもちろんのこと現在でも確立されているとは言い難い状況である。そのため 4 回基礎調査では (財) 日本自然保護協会「生態系モニタリング調査検討委員会」が、5 回基礎調査では「環境庁自然環境保全基礎調査 生態系総合モニタリング分科会」が調査手法について検討を進め、調査手法については今後も検討を重ね、改良を加えることを前提として調査要綱を作成し、各道県は調査要綱に沿って調査を実施した。

過去 2 回の調査により地域の気象、地形、地質、水系、土壌、動植物相等の自然環境の情報と、土地利用、人口、大規模開発の状況等の人為的インパクトについての多くの情報を蓄積することができた。しかし過去 2 回の調査の結果を比較したところ、調査地点のずれや調査手法が異なることによる比較の困難さ等、モニタリング調査としてのいくつかの問題点が浮かび上がった。またこのような問題により、当初の目的である「その地域の無機的環境と生物群集が、そこに作用する人為的インパクト、特に都市化 (住宅地化等) によって変化していく過程をモニタリングし、人為的インパクトと生態系の変化との関係を明らかにする」ための詳細な解析および考察ができなかった。

そこで本調査では、まず上記の 4 回基礎調査と 5 回基礎調査における生態系総合モニタリング調査の問題点を再整理し、その対策を立てることを目的とした。さらにその結果を踏まえて、今後の生態系等にかかるモニタリング調査に必要となる調査項目や調査手法、解析方法等について、具体的に検討することを目的とした。

第 2 節. 検討の方法

2-1. 作業委員会の設置

検討は、自然環境の研究およびモニタリングの専門家による作業委員会によった。作業委員会は作業委員 8 名からなり、3 回実施した。

作業委員の氏名および専門、所属と、作業委員会の開催状況は以下の通りである。

①作業委員の氏名・専門・所属 (50 音順、敬称略、以下同様とする)

青木 雄司	哺乳類、鳥類	神奈川県立宮ヶ瀬ビジターセンター
槐 真史	昆虫類	厚木市郷土資料館
北澤 哲弥	植生および植物相	東京大学大学院新領域創成学研究科 環境学専攻
倉西 良一	底生動物	千葉県立中央博物館

篠村 善徳 水質
豊田 剛己 土壌、土壌動物
長谷川 雅美 両生類・爬虫類、生態系
藤原 道郎 人為的インパクト

東京大学大学院新領域創成学研究科 環境学専攻
東京農工大学大学院生物システム応用化学研究科
東邦大学理学部
千葉県立中央博物館

②作業委員会の開催状況

第1回作業委員会

日時：2001年10月4日 10:00～12:00

場所：(財)日本自然保護協会 会議室

主な内容：生態系等にかかるモニタリング調査手法の検討に関する過去の経緯と今後の検討内容の説明。検討の手順、今後のスケジュール等。

第2回作業委員会

日時：2001年12月17日 13:00～19:00

場所：食糧会館 別A会議室

主な内容：生態系等にかかるモニタリング調査の調査内容の検討。

第3回作業委員会

日時：2002年2月11日 10:00～17:00

場所：アルカディア市ヶ谷 5F 赤城の間

主な内容：生態系等にかかるモニタリング調査の手法の検討。

2-2. 検討内容

①生態系総合モニタリング調査で明らかになった問題点の整理と対策の検討

過去2回実施された生態系総合モニタリング調査の調査結果の比較等により、生態系等にかかるモニタリング調査を実施する上での問題点について整理し、それぞれについて対策を検討した。

②生態系等にかかるモニタリングに必要な調査項目（詳細）リストの作成

生態系総合モニタリング調査で明らかになった問題点等をふまえ、生態系等にかかるモニタリング調査に必要な調査項目を抽出した。またそれぞれの環境要素について、人為的インパクトを含む環境の変化と、それによる特定の生物群集または種への影響等を想定し、人為的インパクトによる影響をとらえるために詳細な調査を行う指標生物の例を検討した。さらに指標生物の個体数や分布等の変化の原因を捉えるために必要な調査項目について、それぞれの環境要素だけでなく環境要素相互間で議論した。最終的には、生態系総合モニタリング調査で実施した調査項目も含め、調査者の熟練度等にも留意し、調査項目リストとしてとりまとめた。

③生態系等にかかるモニタリング調査の手法に関する検討

上記②のそれぞれの調査項目について把握するのに適する調査手法について、多くの環境情報の蓄積された千葉市大草谷戸をモデル地とし、具体的な調査手法等を検討した。なお調査項目としては、生態系総合モニタリング調査で既に検討されているもののうち、改良を要する項目も含めて検討し、それぞれの環境要素ごとにとりまとめた。

第Ⅱ章. 作業委員会の設置、開催

第1節. 第1回作業委員会の概要

出席委員：青木雄司、槐真史、篠村義徳、豊田剛己、長谷川雅美、藤原道郎

欠席委員：北澤哲弥、倉西良一

事務局：廣瀬光子、開発法子、小川有紀子

第1回作業委員会では、過去2回実施した生態系総合モニタリング調査における反省点をふまえ、主に本作業委員会での生態系等にかかるモニタリング調査の検討内容の確認と、今後の作業の進め方や作業分担等について議論した。検討内容の概要は以下の通りである。詳細については参考資料としての検討会資料および議事録に示した。

1-1. 生態系等にかかるモニタリング調査の検討について

過去2回実施した生態系総合モニタリング調査の経緯と問題点について、委員全員で共通認識した上で、本作業委員会での検討内容を確認し、決定した。主に作業委員会で検討する内容は以下の3つとした。

- ・生態系のとりまとめに関する検討
- ・生態系等にかかるモニタリング調査に必要な調査項目（詳細）リストの作成
- ・生態系等にかかるモニタリング調査手法等に関する検討

これらの検討内容については、過去に生物相等について詳細な調査が行われている千葉市大草谷戸をモデル地とし、具体的に調査地点や調査手法について検討することとした。

1-2. 検討の手順について

上記3つの内容について検討を進めるため、生態系等にかかるモニタリング調査における重要な要素である、人為的インパクトの考え方について藤原委員が提案し、全員で質疑応答を行い、人為的インパクトの基本的な捉え方をまとめた。過去2回実施した生態系総合モニタリング調査では、主に都市化の人為的インパクトについて着目したが、生態系等にかかるモニタリング調査では、都市化の人為的インパクトだけでなく、農耕地における耕起や水田への水入れ、雑木林の下草の管理等といった、人の生活・生業に関わるインパクトについて、それらの喪失による影響も捉えることとした。

次に生態系等にかかるモニタリング調査に必要な調査項目（詳細）リストの作成とも関連して、今回の検討における生態系の捉え方や、影響評価の考え方等、生態系等にかかるモニタリング調査全般の基本的な考え方や作業の進め方について、長谷川委員が提案した。その内容について全員で質疑応答し、出席全委員より了承を得た。

1-3. スケジュールについて

第2回作業委員会以降の検討のスケジュール等について事務局が提案し、全委員より了承を得た。

その結果、第2回作業委員会では各環境要素における調査内容について検討し、第3回作業委員会では、それぞれの調査内容についての調査手法を検討し、とりまとめることとした。

第2節. 第2回作業委員会の概要

出席委員：青木雄司、槐真史、北澤哲弥、倉西良一、篠村義徳、豊田剛己、長谷川雅美、藤原道郎

環境省生物多様性センター：笹岡達男、曾我部倫子、辻華欧利

事務局：廣瀬光子、開発法子、小川有紀子

オブザーバー：谷川正樹、小川絢子、山岸健

第2回作業委員会では、第1回作業委員会における検討の方針に沿い、具体的に千葉市大草谷戸をモデル地とした場合に、それぞれの環境要素についてどのような内容について調査すべきかを検討した。また全国での調査を実施するにあたって必要となる調査の実施体制や、設備等についても議論した。最後に第3回作業委員会において検討する内容について事務局より提案し、全員より了承を得た。

検討内容の概要は以下の通りである。詳細については参考資料としての検討会資料および議事録に示した。

2-1. 生態系モニタリング調査内容の検討について

第1回作業委員会でとりまとめた生態系等にかかるモニタリング調査の基本的な考え方に沿い、千葉市大草谷戸をモデル地として、各環境要素について各委員が調査内容を提案し、全員で議論した。調査内容の検討では、実際に全国で調査をする際に一般市民が調査に協力することを前提とし、専門家でなくても調査の精度が保てる調査内容について、データを長期的にとることによって、環境の変化について解析できるように留意した。また、過去2回実施した生態系総合モニタリング調査でも実施していた人為的インパクト、土壌、植生、哺乳類、鳥類、昆虫類の各環境要素については、過去の調査における問題点をふまえて調査内容を検討した。

人為的インパクトについては、大草谷戸地域において想定される人為的インパクトとその表示の方法について検討した。その他の調査項目については、大草谷戸で想定される人為的インパクトを考慮し、その影響を捉えるために調査すべき内容について個々に検討を行った。水環境は、流量、水温、pH、電気伝導度、硝酸態窒素濃度等を調査項目とした。また土壌は、生態系総合モニタリング調査でかなり調査に熟練を要する土壌の化学的性質を測定する項目が検討されていたため、より調査の容易な手法を使って、土壌の機能として土壌分解能と土壌生物相の豊かさについて調査することとした。水質と土壌を除く生物相については、調査地における全種的な調査を実施した後に、人為的インパクトによる影響を受けやすい種および種群を指標生物として詳細な調査を実施することとし、千葉市大草谷戸をモデル地とした場合の指標生物の選定について検討を行った。特に植物については、生態系総合モニタリング調査においてかなり手法が確立されていたこともあり、個々の種ではなく群落を一つの単位として調査することとし、指標生物としての植物群落の選定基準について検討した。

2-2. 次回作業委員会での検討内容について

上記のそれぞれの調査内容についての議論をふまえ、第3回作業委員会に向けて各委員が作成する資料の内容について確認した。各委員は、上記議論をふまえたそれぞれの調査内容について調査手法をまとめることとし、事務局は調査全体の時系列的なスケジュールの案を作成することとした。

第3節. 第3回作業委員会の概要

出席委員：青木雄司、槐真史、北澤哲弥、倉西良一、篠村義徳、豊田剛己、長谷川雅美、藤原道郎
環境省生物多様性センター：曾我部倫子、辻華欧利
事務局：廣瀬光子、開発法子

第3回作業委員会では、過去2回にわたる作業委員会の検討結果を受け、それぞれの調査内容についての調査手法を具体的に検討した。検討では千葉市大草谷戸をモデル地とした場合の調査内容をもとに、実際に全国で調査することも念頭に入れて、それぞれの調査手法について議論した。

最後に調査の時間的なスケジュールや調査体制等について事務局より提案し、全員より了承を得た。

検討内容の概要は以下の通りである。詳細については参考資料としての検討会資料および議事録に示した。

3-1. 生態系等にかかるモニタリング調査手法の検討について

第2回作業委員会で議論したそれぞれの調査内容についての調査手法を、環境要素ごとに委員が提案し、考え方について全員で議論した。

それぞれの調査内容についての調査手法の議論の中で、本格的な調査を実施する前の事前調査の必要性や、調査の労力の問題、調査にかけられる費用の問題等といった、調査を実施する際の具体的な内容についても検討した。また調査項目間についても、指標生物の調査を実施する調査地点の重ね合わせや、共有すべき情報等について議論を行い、可能な限り調査地点を重ねる等について検討した。

人為的インパクトについては、大草谷戸における人為的インパクトをとりまとめた人為的インパクト図とその対応表を元に調査手法を検討し、人為的インパクトの強度の表示方法や人為的インパクトを捉える時間的な間隔等についても議論した。水環境については、第2回作業委員会で提案した調査項目について、パックテストを使用する等一般の人でも調査しやすい調査手法を検討したが、その他必要と考えられる項目や調査地点の選び方等についても活発に議論された。土壌については、土壌の分解能を測定するリターバックによる調査と土壌の豊かさを調べるミミズの調査を検討した。植物については、植物群落について概ね生態系総合モニタリング調査と同様の調査手法により調査することとし、指標群落の選定基準等について議論した。哺乳類、鳥類、両生類・爬虫類、昆虫類、底生生物については、それぞれ第2回作業委員会で検討した指標生物について、詳細な調査手法を検討した。

最後に事務局から、これら全ての調査項目について、どのような調査内容をいつ、誰がやるべきかといった、調査のスケジュールと調査体制を含む調査の担当者等を提案し、全員の了承を得た。

3-2. 生態系のとりまとめの考え方について

上記の調査手法の検討が長引いたこともあり、全体のとりまとめの議論を深めることができなかった。ただし、それぞれの環境要素の議論の中で、ある1地点で様々な調査項目の調査を実施することにより、調査項目間の関係について考察することが可能となるという意見が出た。今後さらに生態系全体のとりまとめを検討するには、今回検討した調査手法を実際に試行し、調査結果の関連を比較・解析することが必要である。

第三章. 検討結果

第1節. 生態系総合モニタリング調査における問題点の整理と対策の検討

ここでは、4回基礎調査および5回基礎調査の一環として実施した、全国5箇所での生態系総合モニタリング調査において、個々の調査項目において得られた成果と問題点を整理し、さらに調査全体に通じる問題点を整理し、それぞれの対策についてとりまとめた。

生態系総合モニタリング調査では、地域の生物群集と無機的な環境が、そこに作用する人為的インパクトのうちでも特に都市化によって変化していく過程をモニタリングすることを目的とし、主に自然環境の概況と人為的インパクトを捉えるための広域モニタリング地域（1/25,000 地形図）と、生物相の情報など詳細な生態系の調査を行うための重点モニタリング地域（1/5,000 スケール）の、2つの調査地域を設定した。

4回基礎調査及び5回基礎調査において調査した内容と、それによって得られた成果と問題点について、表 1-1 に概要をとりまとめた。

表 1-1① 広域モニタリング地域調査における成果と問題点

項目	成果		問題点
	4回基礎調査	5回基礎調査	
植生	調査地域の植生について環境省の発行している植生図を利用して調査地域の相観植生図を作成し、植生の概況を把握した。	4回基礎調査以降に施工された開発計画等による植生の変化した地域を植生改変図にまとめ、植生の変化を把握した。	-
動物	動物分布図やビオトープ分布図により調査地域における動物の分布状況と、動物の生息空間となり得る自然環境（森林、湧水、河川敷等）及び動物の移動を阻害する人工構造物の分布を把握した。	-	5回基礎調査で調査していないため比較・解析ができなかった。
動植物相	文献調査により調査地域の動植物相を可能な限り把握した。	主に4回基礎調査以降に発行された文献についての文献調査により、調査地域の動植物相の情報を補完した。定点観測により猛禽類の生息種を把握した。	-
猛禽類 中・大型ほ乳類	-	主に猛禽類調査の定点周辺でフィールドサイドのライセンサスにより哺乳類の生息種を把握した。	-
海域生物環境	海域生物環境分布図を作成し、調査地域のサンゴ、干潟、藻場の分布状況を把握した。	-	5回基礎調査で調査していないため比較・解析ができなかった。
地形・地質	土壌分布図、地形分布図、地形改変図、表層地質図の作成により調査地域の土壌・地形・地質等を把握した。	-	5回基礎調査で調査していないため比較・解析ができなかった。
水理・気象等	水系図、水理地質図、公共用水域の水質データ、河川等の流量データ、気象データ、大気・降水に関する化学データの収集により、調査地域の水理・気象の概況を把握した。	-	5回基礎調査で調査していないため比較・解析ができなかった。
土地利用状況	調査地域の土地利用図を作成し、土地利用を把握した。	4回基礎調査同様、調査地域の土地利用図を作成し、土地利用を把握した。	土地利用図が作成されていない地域があり、さらに土地利用図の作成方法が異なるため比較・解析が困難。
大規模開発の状況	文献調査及び現地調査により、大規模開発分布図および開発の歴史年表を作成し、調査地域における開発計画の状況を過去にさかのぼって把握した。	4回基礎調査以降の開発計画について、4回基礎調査時と同様の手法により把握した。	-
人口の推移	文献調査により調査地域における人口の分布状況を人口分布図としてまとめ、把握した。	同様の手法により調査地域における人口の分布状況を把握すると共に、人口の変化を捉えた。	-
法律指定状況	都市計画法、公害対策基本法、自然環境保全法、自然公園法、都市緑地保全法、文化財保護法、鳥獣保護法等による指定地域および保安林、砂防指定地域等、法律による保護区等の指定状況を法制度指定状況図にまとめ、把握した。	4回基礎調査と同様の手法で、法制度による保護区等の指定状況を把握すると共に、2回の調査結果を比較することにより、指定状況の変化を捉えた。	-
森林の連続性	-	広域モニタリング地域の人為的インパクトのとりまとめとして、森林の連続性についてCON値を用いて把握した。	環境省発行の植生図を利用しているため、今後5年ごとと同様の手法で把握し、比較することは困難である。

*CON値 (CON=1~9) とは、ある森林グリッドの連続性指数であり、そのグリッドを中心とした3×3=9グリッドの範囲内の森林グリッド数である (参考文献 41 参照)。

表 1-1⑫ 重点モニタリング地域調査における成果と問題点

項目	成果		問題点
	4 回基礎調査	5 回基礎調査	
概要	調査地域の植生や土地利用等の概要を把握した。	4 回基礎調査と同様に調査地域の植生等の概要と共に、4 回基礎調査時以降に目立って変化した点等を把握した。	—
植生	調査地域の優占型に基づき 1/5,000 程度の植生図を作成し、植生の分布を把握した。また調査地域の典型的な植生において詳細調査を実施した。詳細調査では、木本種の高木と低木については生残木と枯死木を区別し、個体毎の位置、種名、胸高直径、樹高、葉群下高、健康度を測定した。また木本種の実生については種名と樹高、樹齢を、草本種については種名と被度、自然高を記録した。これらの結果の解析により、詳細調査を実施した植物群落の木本の優占種や林分構造、草本層の優占種等を把握した。	調査地の植生図は作成しなかった。また詳細調査では、木本種の高木と低木および草本種については 4 回基礎調査時と同様の手法により調査を実施した。一方木本種の実生については種名と樹高のみを記録することとした。4 回基礎調査の結果との比較により、埼玉県では調査地に法面が設置された影響を捉えることができず、また植生の変化から、北海道では調査地の水位の変動が、静岡県や兵庫県では管理放棄の状況が推察された。一方沖縄県では全く変化がないこと等、解析により多くの情報を得られた。	4 回基礎調査で木本種の実生の樹高を定義しなかったため、4 回基礎調査と 5 回基礎調査で実生調査の対象が異なり、データの比較が困難となった。2 回の調査結果の比較から植生の変化は捉えられたが、その原因として考えられる人為的インパクトや無機的環境の変化の影響については、データ不足のため十分な考察ができなかった。
土壌	土壌断面調査を行い、土壌断面図を作成した。また土壌表層と次表層からそれぞれサンプルを採取し、飽和透水計数、pH(H ₂ O、KCl)、置換酸度(yI)、電導度(EC)、交換性陽イオン(Ca、Mg)、陽イオン交換容量(CEC)を測定し、これらから土壌の概況と化学性を把握した。	4 回基礎調査同様、土壌断面調査を行い土壌断面図を作成した。土壌の化学性については、サンプルは表層のみからとり、調査項目は飽和透水計数、pH(H ₂ O、KCl)、置換酸度(yI)の 3 項目とした。4 回基礎調査との比較の結果、土壌断面については特に変化はなかったことがわかった。土壌の化学性の変化については、周辺環境との関係を考察した。	4 回基礎調査で測定して、5 回基礎調査で測定しなかった項目については調査結果の比較ができなかった。また、2 回の調査で調査地点がずれている地域があったため、比較が困難となった。さらに、調査地点が同じであっても、あまりに 4 回基礎調査と 5 回基礎調査で測定結果の差がある場合があり、調査精度が疑問視された。
土壌動物	土壌中の大型土壌動物を調査し、土壌動物のグループごとに評点をつけ、合計点を計算することによって土壌の豊かさの指標とし、土壌の豊かさの評価を行った。	4 回基礎調査と同じ手法により土壌の豊かさを把握した。4 回基礎調査との比較の結果、土壌の豊かさの变化と周辺環境との関係を考察した。	4 回基礎調査と 5 回基礎調査で調査地点の選定基準が異なったため、調査地点が変わってしまった調査地域があった。またあまりに 4 回基礎調査と 5 回基礎調査で評点の差がある調査地点があり、調査精度が疑問視された。
地形調査	空中写真の判読と現地調査により、1/5,000 の微地形分類図を作成し、調査地域の微地形を把握した。	—	5 回基礎調査で調査していないため比較・解析ができなかった。
動物相調査	調査地域の動物の生息状況について、哺乳類、鳥類、爬虫類、両生類および昆虫類を主とし、適宜他の分類群についても調査を実施し、動物相のリストを作成した。	—	5 回基礎調査では、中・大型哺乳類を広域モニタリング地域で調査し、また爬虫類、両生類等については調査を実施しなかった。そのため、動物相調査としての調査結果についての比較・解析はできなかった。
哺乳類	特に積雪地において、中・大型哺乳類を中心に、調査地域を踏査し、フィールドサインまたは個体の確認により調査地域の哺乳類相を把握した。	—	5 回基礎調査では広域モニタリング地域で調査を実施したため、結果の比較・解析ができなかった。

表 1-1③ 重点モニタリング地域調査における成果と問題点

項目	成果		問題点
	4回基礎調査	5回基礎調査	
鳥類	平成3年度は定点カウレントとラインセンサス調査により、平成4年度は調査地域をいくつかの区画に区分し、調査地域に無作為に設定したラインセンサス調査によって、調査地域を利用する鳥類群集の種構成を把握した。また、指標種としてシジュウカラを取り上げ、巣箱を設置して繁殖への利用状況を調査することによってシジュウカラの個体群動態を把握した。	平成4年度と同様の手法により調査地域における鳥類群集の種構成を把握したが、シジュウカラの個体群動態の調査は実施しなかった。鳥類群集の種構成については、4回基礎調査との比較の結果、調査地で確認されなくなった種や新たに確認された種等を把握した。	シジュウカラの個体群動態の調査については5回基礎調査で調査していないため比較・解析ができなかった。
昆虫類	動物相調査の一環として、一部の地域で調査を実施した。調査手法はライトトラップ法や任意採集法等調査地域により異なった。	植生の詳細調査地点において、ピットフォールトラップ法により土壌非餌性昆虫の種名、捕獲個体数等を記録し、調査地域における土壌非餌性昆虫の生息状況を把握した。	一部の調査地域で、4回基礎調査時にピットフォールトラップ法による昆虫類調査を行っていたが、ほとんどの場所ではライトトラップ法等別の手法により昆虫相を把握していたため、調査結果を比較・解析できなかった。
海域生物調査	海域生物の調査方法については調査要綱に未記載のまま調査を実施した。調査内容は調査地域の海底地形、サンゴと底生生物のライン調査およびコドラート調査で、これらによって調査地域の海底地形と、サンゴおよび底生生物の生息状況を把握した。	4回基礎調査と同様の調査項目について調査を実施した。調査結果の比較により、サンゴの優占種や分布面積の変化が把握され、サンゴ群集が4回基礎調査時は何らかの要因によりダメージを受け、その後5回基礎調査時までには回復してきることがわかった。	サンゴ群集の生息状況の変化が捉えられたが、4回基礎調査時のサンゴ群集の死滅の原因については全く調査されなかったため、環境の変化の影響については十分な考察ができなかった。
土地利用	人為的インパクトを捉えるための調査として、土地利用に関する調査を実施し、1/5,000程度の土地利用の状況について土地利用図を作成し、把握した。	—	5回基礎調査で調査していないため比較・解析ができなかった。
景観構成要素	—	人為的インパクトを捉えるための調査として、調査地域の土地利用、植生等に関する調査を行い、それらの状況をまとめた1/5,000の景観構成要素分類図を作成し、調査地の人為的インパクトとして景観構成要素の分布状況を把握した。	—
生物生息分布	—	人為的インパクトを捉えるための調査として、既存資料や現地調査により、調査地域における生物の生息上重要な地域および生物の移動等を促進または阻害する要素の位置を、1/5,000の地図に生物生息空間分布図としてまとめ、それらの状況を把握した。	—

1-1. 個々の調査項目で得られた成果と調査手法、解析手法に関する問題点とその対策

1. 広域モニタリング地域における自然環境調査について

1) 4回基礎調査で実施した項目について

4回基礎調査では、平成3年度生態系総合モニタリング調査実施要領（以下、3年度要領とする）により、広域モニタリング地域における自然環境調査として、植生、動物（動物の生息空間（ビオトープ）を含む）、植物相・動物相、海域生物環境、地形・地質、水理・気象等について調査した。また3年度要領では上記の項目の把握のため、以下の図面を作成し、データを収集した。

- ・ 植生：植生図、相観植生図
- ・ 動物：動物分布図、ビオトープ分布図
- ・ 植物相・動物相：植物相・動物相リスト
- ・ 海域生物環境：海域生物環境分布図
- ・ 地形・地質：土壌分布図、地形分類図、地形改変図、表層地質図
- ・ 水理・気象等：水系図、水理地質図、公共用水域の水質データ、河川等の流量データ、気象データ、大気・降水にかかる化学データ（観測所の観測データ）

調査地域によってはこれらのうちいくつかの項目について調査しない場合があったが、ほとんどの地域で多くの情報を得られた。これらは広域モニタリング地域の自然環境の基礎的な情報であるため、自然環境の概要を捉える上で非常に重要である。

また5回基礎調査では、上記の調査項目のうち植生と植物相・動物相の2つの項目は同様の手法により調査を実施したが、これらを除く項目は調査しなかった。5回基礎調査時に、植生調査では植生改変図の作成により植生の変化の傾向を捉えることができ、また植物相・動物相文献調査では調査地域の動植物相のデータを補完することができた。今後も同様な手法により植生や植物相・動物相を調査し、広範囲での自然環境の変化を把握する必要がある。

さらに上記2項目以外の調査項目についても、人為的インパクトにより様々な変化が予想されるため、可能な限りデータを積み重ねることが重要である。今後調査を実施する際には、毎回でなくとも数回に1回は、同様の調査により地域の自然環境のマクロな変化を捉える必要がある。

2) 5回基礎調査で初めて実施した項目について

5回基礎調査では、広域モニタリング地域において猛禽類と中・大型哺乳類調査を実施した。猛禽類調査は定点観測により年に6回4季をおさえ、全調査地点で猛禽類の生息が確認された。また哺乳類調査はラインセンサスによるフィールドサイン法または哺乳類の目視確認により調査を実施し、調査地における中・大型哺乳類相の把握と、調査地における中・大型哺乳類の重要な生息地等の情報を得た。これらは調査地域における生態系の上位に位置し、移動能力の大きい動物の情報を把握するための調査であり、今後も調査を継続すると共に、調査結果の解析手法についても検討する必要がある。

2. 広域モニタリング地域における社会環境調査について

4回基礎調査では、3年度要領により広域モニタリング地域における社会環境調査として、土地利用、開発の歴史・計画、土地利用・自然環境保全に関する法制度の状況、人口の推移について調査した。また3年度要領では上記の項目の把握のため、以下の図面や表を作成した。

- ・ 土地利用：土地利用現況図または土地利用図
- ・ 開発の歴史・計画：開発の歴史年表、大規模開発分布図
- ・ 土地利用・自然環境保全に係る法制度の状況：法制度指定状況図

- ・ 人口の推移：人口分布図

4回基礎調査では全ての調査地域でこれらの調査を実施し、5回基礎調査時にも同様の手法で調査した。これらの情報により広域モニタリング地域の人為的インパクトの概要が把握された。

ただし土地利用図は、地形図の上に手書きで色を塗ったもの、自治体の発行する土地利用図をそのまま使用したもの、GISで作成したもの等、4回基礎調査時と5回基礎調査時で図面の作成方法に差があり、2回の調査で共通の手法で図面が作成された地域はなかった。そのため土地利用の変化について面的に比較することができず、地域全体に占める土地利用の変化の概要しか把握できなかった。

今後調査を実施する際には、航空写真等を利用して土地利用図を作成する方法や凡例を統一すると共に、植生図と同様に土地利用の改変された部分に分かる土地利用改変図を作成する等して、土地利用の変化を可能な限り数値的に捉えるようにする必要がある。

また、広域モニタリング地域における人為的インパクトのとりまとめとして、森林の分断を評価する指標として森林の連続性を示すCON値（参考文献41参照）を用いて調査した。CON値とはある森林グリッドの連続性指数であり、そのグリッドを中心とした $3 \times 3 = 9$ グリッドの範囲内の森林グリッド数である（ $CON = 1 \sim 9$ ）。CON値を使って、調査地域と調査地域周辺 $10\text{km} \times 10\text{km}$ 、 $50\text{km} \times 50\text{km}$ 、地方全域（北海道、関東、中部、近畿、沖縄）における森林の分断状況を把握することにより、地方全体や調査地周辺から見たときの調査地域の森林の連続性を評価することができた。しかしこの手法は環境省発行の植生図を利用しているため、5年おきの調査ごとには用いられない。そのため今後も更に、広域モニタリング地域における人為的インパクトの状況を解析する手法を検討する必要がある。

3. 重点モニタリング地域における自然環境調査について

1) 植生調査（重点モニタリング調査）

①全国での一般的な分析

植生についての詳細調査は最も多くの解析をすることができた調査項目である。4回基礎調査時と5回基礎調査時で同じ植生調査地点で、木本層については全個体について個体の位置、種名、胸高直径、樹高、葉群下高、健康度を、木本実生については種名と樹高を、草本層については種名と被度、自然高を記録した。ただし4回基礎調査時には木本種の高木・低木と実生との区別の方法を定めなかったため、地域によって実生の取り扱いが異なった。例えば北海道では木本層は樹高 0.5m 以上、実生層は樹高 0.3m 以下としたが、他の地域ではまた異なった。そのため5回基礎調査では、木本種を樹高 1.5m 以上とし、実生は樹高 1.5m 未満と定義した。4回基礎調査と5回基礎調査で実生とする対象範囲が変わり、解析が困難となった調査地域もあったが、逆に調査要綱に指定されているにも関わらず、5回基礎調査でも4回基礎調査時と同様の定義で実生の調査を実施した調査地域もあった。

これらから解析が困難となる項目もあったが、基本的な調査手法は同じであったため、全国の調査地点における調査結果について以下の解析を行った。

- ・ 木本層調査：毎木調査のデータから、調査枠内の木本層に出現した全個体について生残木と枯死木を区別し、主幹と萌芽幹の胸高直径より幹の断面積、種ごとの合計値（ $BA\text{ cm}^2$: Basal Area 胸高断面積合計）を求めた。そして全個体のBAの総計に対する種ごとのBAの相対値（ $RBA\%$: Relative Basal Area 相対胸高断面積合計）を、その種の相対優占度（ RD : Relative Dominance）として求めた。このRBAから優占構成種法を用いて優占種を決定した。また調査地全体とそれぞれの種ごとに、単位面積あたりのBA（ m^2/ha ）、最大直径（ cm ）、平均直

径 (cm)、最大樹高 (m)、平均樹高 (m)、幹密度 (本/ha) 等を求めた。また個体追跡を行うために、素データに関して個体番号による判断を主要基準として、4回基礎調査と5回基礎調査の間で個体毎に対応をつけた。

- ・林分のサイズ構造解析：サイズ構造に関しては、直径階分布と樹高階分布を求めた。直径階分布は全出現個体および各種ごとに出現個体の胸高直径を 5cm のサイズクラスごとに区分し、各クラスの本数を描いた。樹高階分布も全出現個体および各種ごとに樹高を 2m のサイズクラスごとに区分し、クラスごとに出現本数を描いた。
- ・健康度解析：健康度については、重点モニタリング地域のうち埼玉の鎌北湖についてのみデータ解析を行った。調査枠内の全木本層構成個体の健康度をもとに、種ごとおよび休眠型別の平均値を求めた。健康度の記載がない個体については解析から除外した。
- ・実生層データ解析：実生層については、調査枠内の実生層に出現した全種の実生個体数を用いて、種ごとおよび全体の実生密度 (本/100 m²) を求め、全体の実生密度に対する各種の密度の構成百分率を相対優占度 (RD) として用いた。
- ・草本層データ解析：草本層については、全構成種の高さ (Hcm) ×被度 (C%) の総計値を全体の体積の近似値 (V) とみなし、全体に対する各種の V の構成百分率を種の相対優占度 (RD) とした。

これらの解析から、それぞれの植生調査地点における植生の変化を把握し、またその地域における人為的インパクトの変化や無機的環境の変化等が推察された。例えば北海道のウトナイ湖に接した C-1 植生調査地点では、非湿地性のイワノガリヤスと湿地性のヨシの両種の RD が減少したため、ウトナイ湖の水位変動幅の増大、刈り取り等の人為的インパクトによる影響が予測された。また隣接する C-2 植生調査地点では、ハンノキの最大直径や幹密度等が減少し、湿地性草本であるミカヅキグサやオオアゼスゲ等が新たに加入したため、ウトナイ湖の水位上昇等のような立地の水分条件に影響を及ぼす環境変動が推察された。また静岡県 of N-1 植生調査地点では、4回基礎調査時はアカマツが優占する群落であったが、5回基礎調査時にはアカマツの急激な枯死が起こり、今後タブノキが林冠を構成し下層にカクレミノやヒサカキ等を伴った常緑広葉樹林へと遷移が進行すると予測された。重点モニタリング地域の概要に調査地点周辺の農道があまり使用されずに荒れ始めている等の記述があることから、アカマツ林の管理が行われなくなったことが大きな要因であると予想された。その他、同じく静岡県の N-3 植生調査地域では、周辺に茶畑が広がっていることを反映して、鳥散布により侵入したと考えられるチャノキの実生が多く見られ、周辺の植生や鳥類相とのつながりについても示唆された。

このようなことから、今後も同様の手法により植生調査を実施すると共に、植生に影響を与えると考えられる無機的環境の変化や、人の手による管理の状況といった人為的インパクトについても同時に把握する重要性が示唆された。

②埼玉での詳細な分析

埼玉県は、4回基礎調査および5回基礎調査とともに(財)日本自然保護協会が調査を受託し、大学教授らの専門家と共に詳細な調査を実施した地域であり、他の調査地域では作成していない、調査区画内に分布する木本の位置図を作成した。また埼玉県2つの植生調査区画のうち「鎌北湖」調査区画では4回基礎調査から5回基礎調査の間に、自然公園の整備により調査区画の一部分が法面として削られ、これに伴って調査区画内の群落組成が大きく変化した。そこで公園整備による法面建設という人為的インパクトがアラカシを中心とした混交林に及ぼす影響を、他の調査地域より

さらに詳細に検討した。

解析ではまず、調査区画の5m×5mのメッシュを、大きく法面のメッシュ群、法面に接するメッシュ群、林内側のメッシュ群の3つに分けた。それぞれのメッシュ群について、位置図から木本の分布の状況、メッシュごとの組成の比較（デンドログラム化）、加入・消失率、健康度等について比較を行った。その結果、法面で木本が全て消失しただけでなく、法面に近接するメッシュ群では高木が消失すると共に、下層に落葉低木・高木種等の新規加入も見られ、健康度も大きく減少した。一番林内側のメッシュ群ではほとんど法面造成による影響は見られなかった。

これらの解析手法は、調査区画に直接的な人為的インパクトが及んだ場合の影響を捉える上で非常に有効であると考えられるため、今後も同様の手法によりより詳細な植生の変化の解析を行うことが重要である。

2) 土壌調査

土壌調査は4回基礎調査と5回基礎調査時で調査要綱に示される調査手法が異なった。4回基礎調査では、土壌表層と次表層からそれぞれサンプルを採取し、飽和透水計数、pH (H₂O、KCl)、置換酸度 (yl)、電導度 (EC)、交換性陽イオン (Ca、Mg)、陽イオン交換容量 (CEC) を測定したのに対し、5回基礎調査ではサンプルは表層のみから取り、調査項目は飽和透水計数、pH (H₂O、KCl)、置換酸度 (yl) の3項目とした。そのため、4回基礎調査で測定した次表層のサンプルと、表層についても電導度、交換性陽イオン、陽イオン交換容量については調査結果の比較ができなかった。今後土壌調査を実施する際には、可能であれば次表層についてもサンプルを採取し、電導度、交換性陽イオン、陽イオン交換容量も測定することが望ましい。

表層の飽和透水計数、pH、置換酸度の調査結果の比較から、それぞれの調査地点において表層土壌の酸化・アルカリ化や、飽和透水計数や置換酸度の変化が見られた。しかし例えば静岡県では、特にこれらの項目に影響を与えるインパクトが周辺で起きなかったにも関わらず、3つの調査地点で置換酸度が10倍以上に増加する等の急激な変化が記録され、再調査の必要性が指摘された。その他、沖縄県では同じ植生調査区画の中でも4回基礎調査と5回基礎調査で調査地点が異なっており、静岡県は土壌調査地点が明確に図化されていない等、調査地点のずれの問題も確認された。

これらから、今後調査する際は調査地点が次の調査時に分かるようにマーキングすると共に、調査関係者が密に連絡を取り合うこと等により、調査地点や調査手法の引継をきちんとする必要がある。また、土壌の化学性を測定するためにはかなりの技術が必要となるため、正確なデータをとるために、調査の事前に研修等を実施する必要がある。

3) 土壌動物調査

土壌動物調査は4回基礎調査と5回基礎調査で調査手法はほぼ同様だったが、調査地点数とサンプル数が異なった。4回基礎調査では1つの重点モニタリング地域につき5カ所調査地点を設け、サンプル数は決まっていなかったが、5回基礎調査では各重点モニタリング地域につき1カ所以上調査地点を設置し、調査地点ごとに3サンプル採取したためである。

また例えば埼玉県等では2つの重点モニタリング地域に設定した5つの調査地点のうち、1つだけが同じ調査地点で残り4つは異なる地点になる等、調査地点がずれた場所が多かった。そのため調査結果の比較では、5回基礎調査時の調査地点と同様の環境と考えられる4回基礎調査の調査地点と比較することとした。その結果、例えば兵庫県ではP-2重点モニタリング地域とP-3重点モニタリング地域において、土壌動物の評点が上がり、調査地点周辺で特に人為的インパクトによる攪乱もなかったため調査林分の土壌動物相が豊かになったことが示唆された。一方静岡県では4回基礎調査時と5回基礎調

査時で、評点が2倍以上に増加したり、特に調査地点周辺で人為的インパクトが確認されなかったにも関わらず評点が10以上減少したりしたため、調査精度の問題が指摘された。

これらから、今後土壌動物調査を実施する際には、5回基礎調査では調査を行わなかった4回基礎調査の調査地点についても継続的に調査を実施することが望ましい。また調査地点が次の調査時に分かるようにマーキングすると共に、調査関係者が密に連絡を取り合うこと等により、調査地点や調査手法の引継をきちんとする必要がある。さらに、土壌調査と同様に土壌動物の調査にはかなりの技術が必要となるため、正確なデータをとるためには、調査の事前に研修等を実施する必要がある。

4) 地形調査

地形調査は4回基礎調査で調査を実施したが、5回基礎調査では調査しなかった。4回基礎調査では1/5,000程度の縮尺の微地形分類図を重点モニタリング地域ごとに作成した。これらによって重点モニタリング地域の微地形を捉えた。5回基礎調査では調査しなかったが、重点モニタリング地域の微地形は生物の生息基盤として非常に重要であるため、ある一定間隔ごとに同様の手法によって把握する必要がある。

5) 鳥類調査

鳥類調査は4回基礎調査と5回基礎調査で行われたが、調査手法は4回基礎調査の平成3年度、平成4年度、そして5回基礎調査と、それぞれで異なった。

4回基礎調査では、鳥類群集の種構成に関する調査と巣箱によるシジュウカラ個体群動態調査を実施した。平成3年度調査では、鳥類群集の種構成に関する冬季の調査について、重点モニタリング地域の自然環境をふまえて全長約1.5km以上の調査コースを2本設置し、定点カウント調査とロードサイドカウント調査により実施することとしたが、平成4年度調査では、重点モニタリング地域を自然の境界、地図上の利用区分、道路等を参考にして区画に分け、調査地内を無作為に歩き回って鳥を確認し、確認した種と鳥のいた区画の番号を記入することとした。5回基礎調査では、平成4年度とほぼ同様の手法により調査したが、確認方法の凡例や調査の時間、備考欄の記入事項等を詳細に指定すると共に、調査票を設定することにより全国で統一的な調査を実施することが可能となった。

このように、鳥類群集の種構成に関する調査は年を追うごとに調査手法が改良され、より全国統一的な情報が得られるようになった反面、調査結果の比較が困難となった。比較が困難な中、比較できるデータのみを利用し、調査区画の景観構成要素と鳥類の確認種数を比較した結果、例えば兵庫県では森林、農地、裸地等の景観構成要素が複数混在する調査区画において、特に確認種数が多かったこと等が分かった。また4回基礎調査で確認された種と5回基礎調査で確認された種を比較した結果、埼玉県では4回基礎調査時に確認されたチョウゲンボウやハイタカ等の猛禽類が5回基礎調査時に確認できず、また5回基礎調査時には確認種に含まれる都市鳥の割合が増えつつあることが示唆された。

このように、鳥類群集の種構成について確認地点の環境と共に記録することで、鳥類の生息にとって重要な地域を解析することが可能となると共に、鳥類相の変化と周辺の人為的インパクトとの関わりについても考察することができた。今後は5回基礎調査と同様の手法またはそれに改良を加え、継続的に鳥類群集の種構成の調査を実施していく必要がある。

また、4回基礎調査で実施したシジュウカラ個体群動態調査は、5回基礎調査では実施しなかったため、シジュウカラ個体群の動態の変化については不明である。このような特定の種に着目した調査は、環境の指標性の高い種等を利用することによって、環境の変化との関係を考察することが可能となるため、今後調査対象とする種や調査手法等を検討する必要がある。

6) 昆虫類調査

昆虫類の調査は4回基礎調査と5回基礎調査で全く異なる手法で調査された。4回基礎調査では動物相調査の一環として調査され、調査手法が特に定められていなかったため、調査地域ごとに異なる方法で調査された。一方5回基礎調査では、重点モニタリング地域の植生調査方形区の近傍に1カ所以上調査地を設定し、ピットフォールトラップ法を用いて調査した。そのため4回基礎調査時にピットフォールトラップ法を用いなかった埼玉県、静岡県、沖縄県では調査結果の比較ができなかった。4回調査ではライトトラップ法や任意調査等により昆虫相を把握している地域があり、それらの情報は地域の生物相の基本情報として非常に重要である。

またピットフォールトラップ調査を実施した北海道でも、4回基礎調査の調査地点の位置や数、調査時期、詳細な調査手法が不明であり、捕獲した個体数が不明である等により比較が困難であった。兵庫県でも5回基礎調査の調査地点が不明であることや、4回基礎調査は夏期に調査したのに対して5回基礎調査では冬季に調査したといった、調査時期の差等から比較は困難であった。

これらから、ピットフォールトラップ法による調査を今後実施する際には、調査時期を明確にし、同一調査地点で調査するために調査地をマーキングすると共に、調査関係者が密に連絡を取り合うこと等により、調査地点や調査手法の引継をきちんとする必要がある。さらに昆虫相の調査としてはライトトラップ法や任意調査法、その他の各手法を用いて、地域の動物相として昆虫相の更なる把握に努める必要がある。

7) 動物相調査（鳥類、昆虫類を除く）

4回基礎調査では、重点モニタリング地域で哺乳類、爬虫類、両生類等の動物相調査を実施したが、5回基礎調査ではこれらの調査は実施しなかった。ただし5回基礎調査では哺乳類については広域モニタリング地域において、中・大型哺乳類調査を実施した。中・大型哺乳類の調査については、前述の通り移動能力が高い種が多いため、今後も継続的に広域モニタリング地域で調査する必要がある。

また、爬虫類、両生類については、埼玉県を除く4地域で調査が実施され、地域の爬虫類、両生類の情報が蓄積された。埼玉県では爬虫類、両生類相の調査は実施しなかったが、人為的インパクトの変化により影響を受けやすいアカガエル類を指標種とし、その卵塊数と共に、アカガエル類が産卵場所として利用する水田の管理の状況等の調査を実施した。その結果休耕田で開放水面が残されている谷戸田で多くの卵塊が確認されたが、圃場整備の実施された水田では全く卵塊が確認されなかった。これらからアカガエル類が圃場整備という人為的インパクトにより大きな影響を受けることが示唆された。

今後は、現地調査により両生類、爬虫類相を把握すると共に、アカガエルの卵塊調査のような種に着目した調査について、人為的インパクトと周辺環境の変化について考察する手法として、更に検討する必要がある。

8) 海域生物調査

海域生物調査は4回基礎調査と5回基礎調査で同じ調査地点で、同じ調査手法によって調査を実施したため、植物群落の詳細調査と同じく多くの解析をすることができた。調査項目は地形、サンゴ、大型底生生物の3項目である。

サンゴの調査は方形区の調査とライン調査を実施したが、方形区調査の結果については、方形区ごとのサンゴの被度や優占種等の変化を解析した。それによって4回基礎調査時にサンゴがオニヒトデやその他の攪乱要因により攪乱された状況にあり、その後順調に回復してきたことが推察された。またライン調査結果については、まず海底地形を礁池、前方礁原、礁原、礁嶺、礁斜面に分け、family単位のサンゴ群がどのような地形に特化して出現するか、またサンゴの生育形（塊状、葉状、板状、被覆状、

盤状、コリンボース状、指状、太枝状、細枝状) などのサンゴ群がどのような地形に特化して出現するかを解析することにより、調査地域のサンゴの生育状況の概要をとらえた。4回基礎調査と5回基礎調査の結果の比較では、ライン全体のサンゴの被度を比較することにより、4回基礎調査時以前に何らかの影響により攪乱されたサンゴ群落は、5回基礎調査時にはほぼ回復していることが示唆された。またライン全体で優占していた種を比較することにより、オニヒトデや赤土流出等により影響を受けやすいミドリイシ類が5回基礎調査時にはほぼ全域で優占していたことから、5回基礎調査時のサンゴ群落が健全な状態にあったことが示唆された。

大型底生生物についてもサンゴと同様にコドラート調査とライン調査を実施した。しかし大型底生生物の個体数の記録方法が、4回基礎調査と5回基礎調査で異なったため、個体数の比較が困難となった。コドラート調査で出現種の比較を行ったが、一定の傾向は見られなかった。一方ライン調査については全体的に種数が増加していることから、サンゴ群集の回復によって大型底生生物の生息環境が多様になり、確認種数が増加したことが示唆された。

このように、これまでの調査によりサンゴと大型底生生物についてはかなりの情報が蓄積され、環境の変化との関係も考察することができたため、今後も同様の手法により調査を継続する必要がある。また今後は更に、オニヒトデの発生状況や赤土の流出状況、海流の変化等、海域生物に影響を与えるインパクトの調査や、魚類や海草藻類等、その他の海域生態系における重要な項目についても調査の実施を検討する必要があると考えられる。

7. 重点モニタリング地域における人為的インパクト調査

1) 土地利用

重点モニタリング地域における人為的インパクトの調査として、4回基礎調査では土地利用の状況を調査し、北海道と沖縄を除く3地域では1/5,000程度の土地利用図を作成した。埼玉県では航空写真と現地調査により、1991年時点での土地利用現況を把握すると共に、1961年撮影の航空写真から当時の土地利用を把握し、1991年時との比較を行った。この比較により、鎌北湖重点モニタリング地域で、①二次林面積が減少し、植林地面積が大きく増加した、②尾根筋や山地斜面に所々分布していた耕作地の多くが植林地に転用された、③多くの湖畔の観光施設が作られた、等のことがわかった。

このように、過去に撮影された航空写真から当時の土地利用の状況を把握し、調査時の土地利用と比較することから、その地域における土地利用の変化に関わる人為的インパクトを把握することができた。その後更に調査手法を改良し、5回基礎調査では植生と土地利用の両方の観点から景観構成要素および生物生息分布として捉えることとなった。

2) 景観構成要素分類図の作成

5回基礎調査では、重点モニタリング地域の人為インパクト調査の一環として、景観構成要素分類図を作成した。これは4回基礎調査で実施した土地利用調査と共に植生も考慮して、重点モニタリング地域の景観構成要素について、1/5,000の分類図を作成するものであった。5回基礎調査では景観構成要素の凡例も定め、全国的に統一した手法で図面を作成したが、4回基礎調査で作成した土地利用図と凡例が異なったため比較できなかった。しかし、重点モニタリング地域における土地改変を伴う人為的インパクトの概要を捉えることができた。

生物相についての調査からは、重点モニタリング地域における森林や耕作地の管理の状況等による影響も大きいことが示唆されたため、今後は土地改変を伴う人為的インパクトだけでなく、土地の管理状況等のより詳細な人為的インパクトの調査が必要となると考えられる。

3) 生物生息分布図

5回基礎調査では、重点モニタリング地域の人為インパクト調査の一環として、兵庫県を除く4地域で生物生息分布図を作成した。これは、生物の生息上重要な地域（谷戸、ため池、湿地、湧水地、巨樹、洞穴等）および生物の移動等を促進（並木、防火植樹帯等）あるいは阻害する要素（ダム・堰、河川改修護岸、道路、鉄道等）の位置を1/5,000地図に記し、図にまとめたものである。しかし、調査地域によって凡例が異なり、調査した内容も異なっていた。例えば静岡県や沖縄県では生物の生息を促進する要素として森林をあげ、それ以外の湿地や湧水地、巨樹等の生物の生息上重要な地域を抑えておらず、この調査の意図する内容を十分に把握することはできなかった。一方生物の移動等を阻害する要因については凡例が限定され、土地利用図や景観構成要素分類図等により把握しやすかったため、ほとんどの地域で詳しく捉えられた。

今後は生物の生息にとって重要な地域についてもより詳細な情報を得るため、調査手法を改良すると共に、生物の移動を阻害する要因だけでなく、生物に対して影響を与える人為的インパクトを複合的に捉える方法を検討する必要がある。

1-2. 全体を通じての問題点とその対策

1. 調査地の選定

1) 調査の目的にあわせた調査地の選定について

過去に実施された生態系総合モニタリング調査では、その地域の生物群集と無機質な環境が、そこに作用する人為的インパクトのうちでも特に都市化によって変化していく過程をモニタリングすることを目的とした。また、主に自然環境の概況と人為的インパクトについて捉えるための 1/25,000 (広域モニタリング地域) スケールと、詳細な生態系の調査を行うための 1/5,000 (重点モニタリング地域) スケールの、2 つの調査地域を設定し、広域モニタリング地域は、重点モニタリング地域を含む 1/25,000 地形図とした。

しかし本来、広域モニタリング地域調査は、重点モニタリング地域の基本的な情報を捉えると共に、広域での人為的インパクトを捉えることを大きな目的としていた。広域モニタリング地域における人為的インパクトが重点モニタリング地域にどのような影響を与えるかを考慮するためには、広域モニタリング地域における、重点モニタリング地域の位置づけも重要である。

また調査を行った結果、広域モニタリング地域に設定した 5 地域では、その地域ごとに人為的インパクトの中身が大きく異なることがわかった。例えば全ての調査地域で見られた人口の増加等、間接的に人為的インパクトを増加する影響の他、北海道ではゴルフ場の建設、工業地帯の造成、農地整備等の土地改変を伴う直接的な人為的インパクトがあり、さらに水路の建設による河川や湖沼の水量への影響等のような、非生物的自然環境に対しての間接的な影響を与える人為的インパクトまで、様々な人為的インパクトを含んでいた。それぞれのインパクトが対象とする調査地域に与える影響は多岐にわたり、地域の生態系に大きな影響を与えるのは都市化のインパクトだけではないと考えられる。

そのため今後調査地を選定する際には、調査の目的とそれに即した調査地設定について、各調査地域で調査に携わる者が十分に理解し、適切な調査地域が選定されるよう、関係者で現地の再確認をする必要がある。また、過去 2 回の調査を実施した 5 箇所については、地域の特性を考慮した新たな目的設定を行い、引き続きモニタリングを実施することが重要である。

2) 調査対象とされていない重要な生態系があること

過去の調査における重点モニタリング地域は、ほとんどが陸域の森林地域であった。陸域の生態系としては、森林生態系以外にも水田生態系や河川生態系、湿原生態系等も重要な生態系として挙げられ、海域でも干潟生態系や藻場生態系、マングローブ生態系等が重要である。

人為的インパクトによる影響は、それぞれの生態系ごとに影響が異なることが予想される。そのため今後調査地を新たに設定する場合は、重点モニタリング地域として、上記の生態系等も対象とする必要がある。

2. 調査項目ととりまとめ手法

1) 重点モニタリング地域の人為的インパクトの調査不足

過去の調査により、重点モニタリング地域内の生物群集には、広域モニタリング地域での人為的インパクト以上に、重点モニタリング地域での人為的インパクトの影響が大きいことが予想された。過去 2 回の調査では、重点モニタリング地域の人為的インパクトは、土地利用図や景観構成要素分類図、生物生息分布図等により、生物の移動を促進する要因や生息を阻害する要因等として捉えようとした。しかしこれらの手法では、地域の生態系に直接影響を与えると考えられる、農耕地や里山の管理状況や放棄等の表現が困難であり、重点モニタリング地域の生物相の調査結果との関連が考察できなかった。

そこで重点モニタリング地域の人為的インパクトについては、土地利用の状況や開発によるインパクトだけでなく、土地の管理状況や耕作の状況等、より詳細なインパクトを捉える必要がある。

2) 生態系のタイプに沿った分類群の調査の不足

重点モニタリング地域では、生物的環境として植生、(中・大型)哺乳類、鳥類、昆虫類、土壤動物について2回の調査を通じて実施し、地域の生物群集についてかなりの知見を蓄積することができた。

しかしモニタリング手法を検討し始めた当初、調査の対象地域を主に都市近郊の二次的自然地域とし、湖沼や海域等を考慮していなかったため、特に湖沼が含まれる北海道のウトナイ湖や、沖縄の海域の重点モニタリング地域では、魚類の調査を実施しなかった。その他、ほとんどの地域で両生類、爬虫類の調査を行わなかったため、これらについては生息状況が把握できなかった。

そこで今後調査を行う際には、調査地域の生態系にあった調査項目を設定する必要がある。また陸水域や海域については、これまでに調査手法が検討されていないため、別途検討の場を設けて調査項目や手法の検討を行う必要がある。

3) 無機的環境についての調査不足

人為的インパクトにより生態系の中の無機的環境要素が変化すると、それが地域の生物相に対して影響を与える可能性がある。しかし過去の重点モニタリング地域調査では、無機的環境要素としては土壌の構造と土壌の化学性のみを調査し、同じく無機的環境要因であり、生物の生育・生息に影響を与えると考えられる、水環境(湧水や河川・湖沼の流量、水質、水温等)、大気環境(気温等)や、その他の土壌環境(土壌の分解機能、土壌温度等)等については調査を行わなかった。

これらについても、人為的インパクトによる生物への影響を考察する上で必要なデータとなるため、調査の内容および調査手法を検討すべきである。

4) 生態系としてのとりまとめ

生態系総合モニタリング調査では、広域モニタリング地域における人為的インパクトと、重点モニタリング地域を中心とした生物群集に関する知見については、ある程度の蓄積ができた。しかしこれらの調査結果について、地域の生態系としてとりまとめることができなかった。また本来の目的である、「地域の生物群集と無機的な環境が、そこに作用する人為的インパクトのうちでも特に都市化によって変化していく」状態については考察できなかった。この原因としては、調査を実施したそれぞれの調査項目間の関わりに着目して調査地点を選ばなかったことや、関係する情報を共有することができなかったこと等が考えられる。また、調査項目および調査手法、調査地点の検討時に、生態系の解析をし、最終的にどのようにまとめの考察を行うかということを念頭に置かなかったことも原因の一つとして考えられる。

そこで今後は、地域の生態系の人為的インパクトによる変化を、具体的にどのように捉えるか、またそれを捉えるための調査内容について、それぞれの調査項目間の関係についても考慮して調査を実施する方法について、検討する必要がある。

3. 調査手法および調査要綱の問題

1) 調査時期、調査地点等が異なり、結果の比較ができなかったこと

生態系総合モニタリング調査では、調査要綱により調査手法を定め、全国的に統一した調査内容および調査手法を目指した。しかし特に生物相の調査は、地域ごとに調査に適する時期が異なると考えられ、調査時期をマニュアルに明記しなかったため、2回の調査で異なる例が多く見られた。調査地点についても同様の理由からマニュアルに明記しなかったため、同じ場所で継続して実施することが望まし

い調査項目についても、異なる場所で調査が実施された地域があった。調査の時期、調査地点等の他、調査項目によってはサンプル数の差がある等、調査に関する基本的な条件が統一できなかった。調査結果を比較する場合、これらは同一であることが必要条件であり、これらの条件が異なったために環境の変化を十分に考察することができなかった。

モニタリング調査を行うためには、これらの調査に関する基本的な条件を盛り込んだ上で、それぞれの調査地域にあった、より詳細なマニュアルを作成する必要がある。

2) 長期間にわたるモニタリング調査手法が確立されていないこと

調査要綱は、4回基礎調査時と5回基礎調査時にそれぞれ作成したが、調査要綱により調査項目が異なり、同じ調査項目についても調査地点の数、サンプルの数、調査手法が異なる場合があった。

生態系総合モニタリングを開始した当初は、モニタリングを継続することによりモニタリング調査の手法を改良していくことも目的の一つとしていた。また重点モニタリング地域は、埼玉の例のように今後も開発に伴い変化し続け、その地域で起こる人為的インパクトも変化していくことが予想される。また調査を行うことにより、これまでに考慮されていなかったインパクトの影響等が把握されれば、生態系の **key species** についてのより詳細な調査が必要となることもあるだろう。

このようなことから、調査要綱は今後も改良し続けていくことが必要であるが、同じ調査項目でサンプル数や調査地点数等の調査の条件が変更されると結果の比較が困難となる。そのため、調査手法を改良していくと共に、調査結果の比較に必要な基本条件等については、ある程度詳細に設定する必要がある。

4. 調査の実施体制と調査の精度について

1) 地域の調査検討会を設置しなかったこと

環境省(庁)の自然環境保全基礎調査検討会 生態系総合モニタリング調査分科会における議論では、生態系総合モニタリング調査を開始した当初、調査を実施する前に、各調査地域周辺の博物館や自然科学関係の研究所、または大学等の各地域の研究施設等、その地域に詳しい専門的な有識者等からなる調査検討委員会を設置する必要性が強調されていた。その役割は、調査地域の選定と調査地域の特性を考慮した調査手法の検討、調査地点の選定、詳細な調査を行う対象種の選定、さらには調査結果の精度を向上し、調査の実施段階における問題点について定期的に確認する等、幅広い可能性がある。

過去の調査では、このような地域の調査検討会の設置を念頭に置いて調査計画を立てたにもかかわらず、実際には地域の調査検討会を設置しなかった。そのため、調査ミスと考えられる調査結果が出た場合のフィードバックや、調査の目的に添った調査地点の選定等がうまくできなかったと考えられる。

ある地域でモニタリング調査を実施する際に、その核となる地域の調査検討委員会の設置は必須である。今後はその立ち上げのために、地域の調査検討委員の候補として、各調査地域周辺の自然環境に詳しい専門的な有識者等の情報収集が必要である。

2) 調査の担当者が調査ごとにより、引継がうまくいかなかったこと

過去の調査は、環境省(庁)の委託により各広域モニタリング地域を含む道県が調査を実施したため、調査の担当者が調査ごとにより変わった地域があった。調査の担当者が調査ごとにより変わることで、調査目的の認識のずれや調査精度のずれ、調査地のずれ等、モニタリングに必要な基本的な条件が整わなくなる。調査担当者が変わる場合でも、これらの問題点が起きないようにきちんとした調査の引継を行うべきであるが、それらの引継が行われなかった地域があった。これは調査担当者だけの問題でなく、調査に関わる行政担当者、調査設計者(調査要綱の作成に携わった検討委員等)の連絡体制の不

備も原因の一つである。調査の結果不適切なデータが記録された場合も、これらの連絡体制が整っていないために、すぐに調査をやり直すといった対策がとれなかったと考えられる。

このような調査目的の認識のずれや、調査精度のずれ、調査地のずれを生じさせないためには、調査関係者のネットワークを作り、きちんとした引継を行う必要がある。そのためには、地域の調査検討委員会を核として、調査地域が位置する地方自治体を含め、地域の大学や博物館、地域に根づいた NGO や自然愛好家等、幅広い層の協力が必要である。調査を実施するにあたり不測の事態が起きた場合や、長期的な生態系総合モニタリング調査の目的と意義について共通理解を深めるためにも、調査に関わる行政担当者、現地調査の担当者や調査設計者（調査要綱の作成に携わった検討委員）等による調査会議を設置する必要がある。

さらに調査を全国展開するにあたっては、調査結果を相互に情報交換して検討を行うためにも、調査地域間での関係者の情報を交流する、より広い意味でのネットワークが必要となる。近年の環境保全への意識の高まりから、日本各地で地域の NGO や自然愛好家が自主的にモニタリング調査を実施している。このような調査の成果を調査地域間で情報交換することは、今後の生態系総合モニタリング調査に非常に役立つと思われる。

また生態系総合モニタリング調査で、地域のフロラやファウナの調査を実施していく上では、かなり高度な分類学的知識が必要な場合もある。そのような際に、調査地域間のネットワークが整備されていれば、標本をお互いに同定する等によって調査精度が上がることも期待される。

5. データ及び図面の取り扱いの問題

1) 図面を利用した変化の解析ができなかったこと

過去の調査では、各道県が調査結果の報告書の他、調査結果の A2 サイズの図面を作成した。そのうち土地利用図や植生図等は 2 回の調査を通じて作成されたが、手書きのもの、公共機関が発行した図面のコピー、GIS による自作の図面等作成の方法がそれぞれ異なった。そのため調査結果の比較が困難となり、変化の数値的な解析ができなかった。このような図面は、今後も調査を継続していくに従ってデータ量として増加するのに加え、紙面では保管も困難である。

そこでこのような位置情報を伴う図面の解析については、地理情報システム(GIS)の活用が不可欠である。GIS を使うことにより面積的な変化を数値として捉えることができ、今後の広域モニタリング地域の人為的インパクトを捉える上で、非常に重要な手法となると考えられる。

ただし、後述のとおり GIS を利用して解析を行うにはかなりの技術が必要であるため、どのように活用するかについては今後検討する必要がある。

2) 調査データの不確かさ

過去 2 回の調査では、それぞれの調査地域を含む道県が調査報告書を作成した。報告書に記載された生物相の調査結果には、その地域に生息する可能性の低い種の記録や、誤った種名等の記載があった。それらの調査結果については、標本の所在等が確認できなかったため調査結果の検証が行えず、調査結果の比較や解析が困難となった。その他、土壌動物や土壌の調査結果の一部では、調査結果に疑問が残る地域もあり、これらの結果については調査ミスだった可能性がある。また調査担当者が変わることによって、調査精度が異なることも考えられる。これらの問題については、今後調査要綱をどんなに詳細にしても解決は難しく、正確なデータをとれない場合や調査結果の比較が困難となる場合が考えられる。

長期的に正確なデータを取り、調査者の調査精度を向上するためには、現地調査の手法を学ぶための研修の場を設けることが望ましい。その際地域の現地調査の担当者だけでなく、調査地域の調査関係

者や全国の調査に関わる行政担当者、調査設計者等も参加し、調査についての共通認識を得ることが重要である。

また正確な生物相のデータをとるためには、必要最低限の標本の作成が不可欠である。今後蓄積される生物相の標本については、ある時期のデータの確証を残すという意味でも保管とメンテナンスが必要となる。調査によって作成された標本はその地域の博物館等に寄贈し、保管、メンテナンスを行ってもらうのが理想だが、地域によっては自然史博物館等がない場所もある。そのような場合は生物多様性センターの収蔵庫に保管することが望まれる。また、これらの標本については保管するための標本箱やメンテナンスの人件費等、そのための費用を予算で計上する必要がある。

第2節. 生態系等にかかるモニタリング調査の基本的な考え方

過去2回実施された生態系総合モニタリング調査は、主に都市近郊において、その地域の無機的环境(大気、水、土壌)と生物群集が、そこに作用する住宅地化等による都市化といった、不可逆的な人為的インパクトによって変化していく過程をモニタリングし、人為的インパクトが生態系に与える影響を明らかにすることを目的としていた(図2-1参照)。

無機的环境要因と生物群集の調査から、生態系の動態を総合的に予測するために、調査開始以前から生態系の研究手法に関する方法論、具体的な調査手法を検討し、調査実施以降も調査結果の解析、反省点の抽出から、調査手法を改良し続けてきた。平成12年度に作成した「第5回自然環境保全基礎調査 生態系総合モニタリング調査報告書」では、過去2回実施された生態系総合モニタリング調査で得られた結果を比較・解析し、4回基礎調査以降の環境の変化と、その変化に対する人為的インパクトによる影響の考察を試みた。2回の調査結果、調査地域における自然および人為的インパクトに関する情報が蓄積された一方、調査結果の比較・解析からモニタリング調査としての問題点が浮き彫りになった(本章第1節参照)。また当初の目的である「人為的インパクトが生態系に与える影響を明らかにすること」はできなかった。

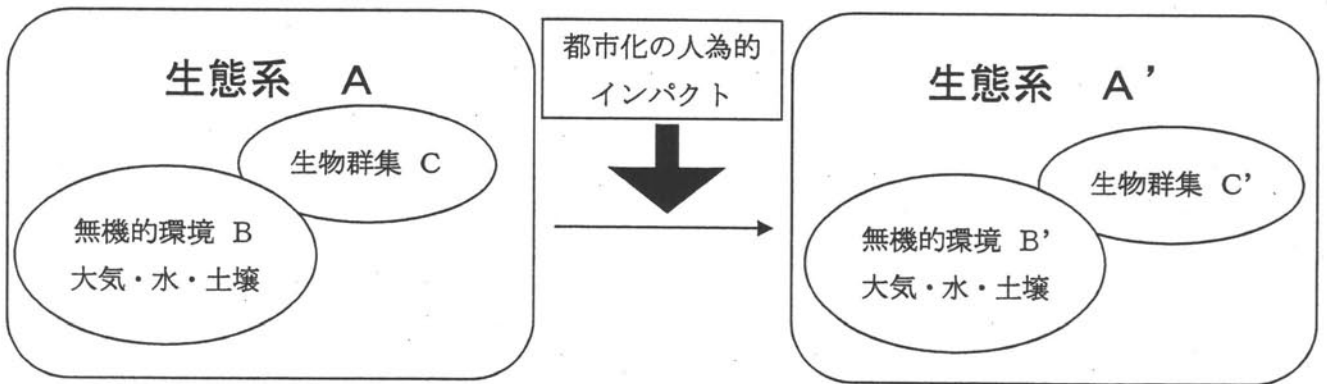


図2-1 生態系総合モニタリング調査における生態系の変化の捉え方

そこで作業委員会では、生態系総合モニタリング調査における反省点をふまえ、調査の目的を「ある地域の生物群集と無機的环境およびその相互作用が、都市化だけでなくそこに作用する多様な人為的インパクトによって変化していく過程をモニタリングする」こととし、このような調査を「生態系等にかかるモニタリング調査」と定義して、検討を行った。

さらにこの調査は、過去に実施した生態系総合モニタリング調査における「調査の担当者が調査ごとにより変わり、引継がうまくいかなかったこと」という反省点を考慮し、調査に地域住民やNGO等が参加することにより、可能な限り多くの地域で長期間、同じ担当者が調査に関わることを前提とした。そのため調査の考え方や手法については、一般の人でも調査の必要性を理解した上で調査の精度を保つために、できるだけわかりやすく、かつ実効性の高いものとするようにした。

本節では、生態系等にかかるモニタリング調査において、人為的インパクトによる生態系への影響をどのように捉えるかという基本的な考え方について、①生態系等にかかるモニタリング調査のねらいと考え方、②調査地の設定の考え方、③人為的インパクトの捉え方、④生態系の把握に必要な調査項目、⑤影響評価の考え方、の5項目にまとめた。

2-1. 生態系等にかかるモニタリング調査のねらいと考え方

生態系を構成する無機的環境や生物群集の間には複雑な相互作用がある。ある一つの人為的インパクトによって、無機的環境や生物群集は、直接的・間接的に多様な影響を受ける。例えば林の伐採は、生物群集の構成要素である木本植物に直接的な影響を与えるが、鳥や哺乳類等の移動能力の高い種に対しては、直接的な影響を与えることは少ない。その一方で伐採地の周辺では日照量の増加や、それに伴って土壌が乾燥するといった無機環境の変化が起こり、それによって草本植物や移動性が低く乾燥に弱い動物は死滅してしまう可能性がある。また移動性の高い動物についても、生息地の喪失や餌資源の減少等により生息個体数が減少する可能性がある。さらにこれらの変化によって引き起こされた生物群集の変化は、生物間相互作用を通じて他の生物を急激に増加、減少させることもあり得る。

たった1つの人為的インパクトを想定した場合でも、無機環境と生物群集に様々な影響が及ぶことになるが、現実にはある場所に様々な人為的インパクトが混在し、影響は更に複雑になる。そのため生態系を構成する無機環境と生物群集の全ての変化を捉えることは、現状ではあまりにも困難である。

1992年、ブラジルのリオ・デ・ジャネイロでの地球サミットで採択された「生物多様性条約」では、生物の多様性を「遺伝子」、「種」、「生態系」の3つのレベルで捉え、そのいずれも保全することの必要性が提唱された。日本では1995年に生物多様性国家戦略を作り、生物多様性の保全を進めている。生態系における変化のうち、生態系を構成する種や地域個体群の絶滅は、一度失われれば元には戻らない不可逆的な変化であり、それを回避することは生物多様性保全の観点から最も重要な課題である。そこで、生態系等にかかるモニタリング調査では、ある地域の生物群集と無機環境が、そこに作用する人為的インパクトによって変化していく過程をモニタリングし、最終的には生態系の変化を生態系構成種の生物多様性の変化として捉えることとする(図2-2参照)。

生態系等にかかるモニタリング調査では、まず地域の生態系に大きな影響を与える人為的インパクトについて、土地の分断化等の土地改変を伴うマクロな(大スケールでの)人為的インパクトと共に、林における下草刈りや水田における耕起等といった、土地の管理に関わる人為的インパクトの加入と喪失の両面を把握する。そしてこれらの人為的インパクトによって土壌、水環境、大気環境等の無機環境が変化する。このような無機環境の変化は、生物群集の動態に影響を与える要因の一つとして捉えることとする(図2-3参照)。最終的には生物多様性の変化を捉えるために、生物群集の動態を把握する。

ただし、哺乳類や両生類、爬虫類等の、分類学的にも知見が集積し、種数の限られた分類群は別としても、限られた予算と時間の中で地域に生育・生息する全ての生態系構成種の動態を捉えることは不可能に近い。

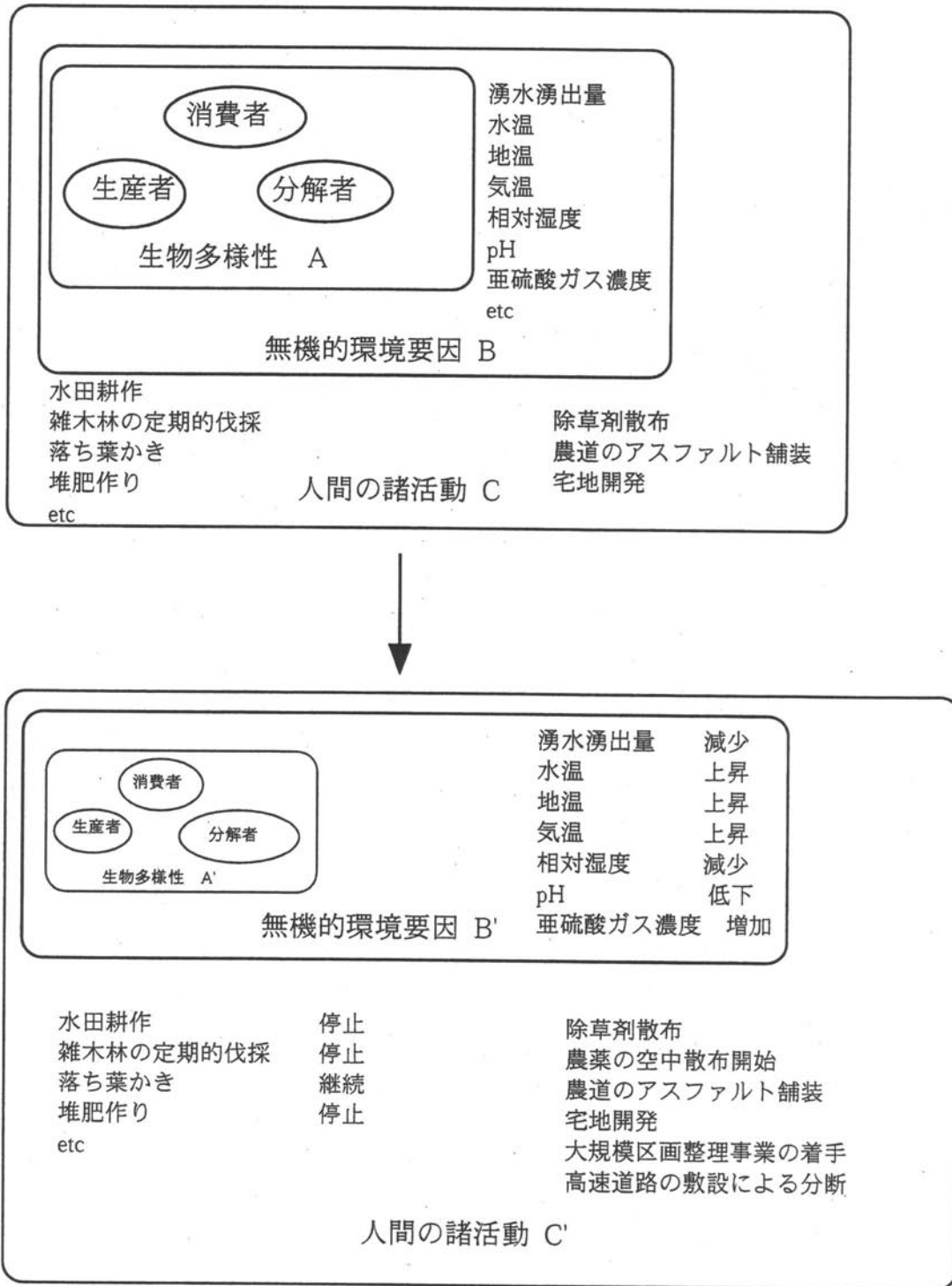


図 2-2 生態系等にかかるモニタリング調査における生態系の変化の捉え方

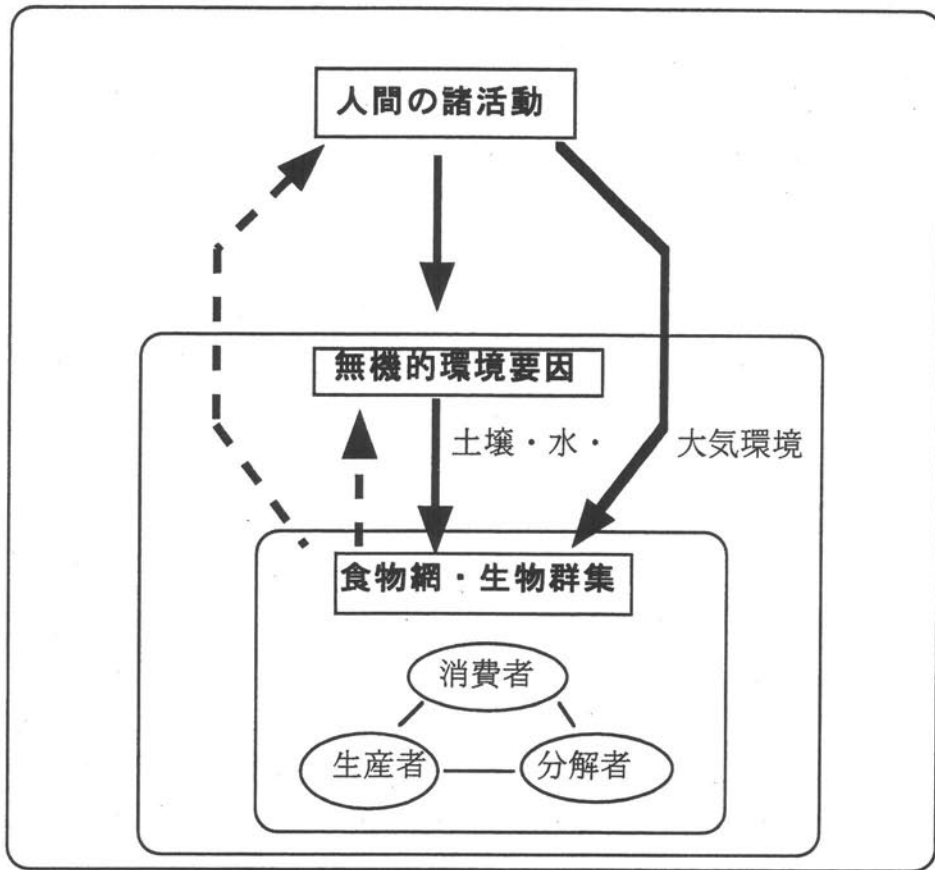


図 2-3 人間の諸活動、無機的环境要因、食物網・生物群集の捉え方
 → 作用 --→ 反作用

古くから、人は生物やその反応によって環境を測る方法「生物指標」を利用してきた。最も広く用いられたのは農事暦であったが、アメリカの生態学者クレメンツが生物指標の方法を学問的に確立し（参考文献 34 参照）、今では生態学的な調査等にも広く使用されている。例えばある植物を指標植物として利用し、耕地の肥沃度や土壌の酸性度を把握する方法等がある（参考文献 34 参照）。またよりマクロに植物群落という視点で見れば、標高や緯度による温度条件や谷・尾根等の地形、さらには土壌水分等によって、その立地に成立する植物群落が変化する（参考文献 14 参照）。例えば土壌の肥沃度が低く乾燥した尾根にはアカマツ林等が成立し、河原や池の周辺部等の土壌水分の多い湿地等には湿地特有の植生が発達することが明らかになっている。さらに都市化によって生物相が変化していくことを利用し、変化する生物を指標として、地域における都市化の程度を測ろうという試みが、タンポポやセミ、アシナガバチ等、いろいろな生物を用いて行われている（参考文献 34 参照）。このようなことから、都市化のみでなく広い意味での人為的インパクトによる生態系の変化について、指標生物を利用することにより、ある特定の種の動態を調査することで、生態系全体の変化を予測できる可能性がある。

そこで生物群集についての調査では、まず地域に生育・生息する動植物について、全種的な調査を実施することにより、地域の種レベルの生物多様性としての動植物相を可能な限り把握する。ここで、理想としては全ての生態系構成種の動態を把握することが望まれるが、分類群によっては全ての構成種についての動態の把握は困難であるため、まず地域の人為的インパクトを考慮した上で、確認された地域の動植物相の中から指標種および指標種群（以下、指標種と指標種群をあわせて指標生物とする）を抽出する（図 2-4 参照）。

全種調査に基づく種リスト

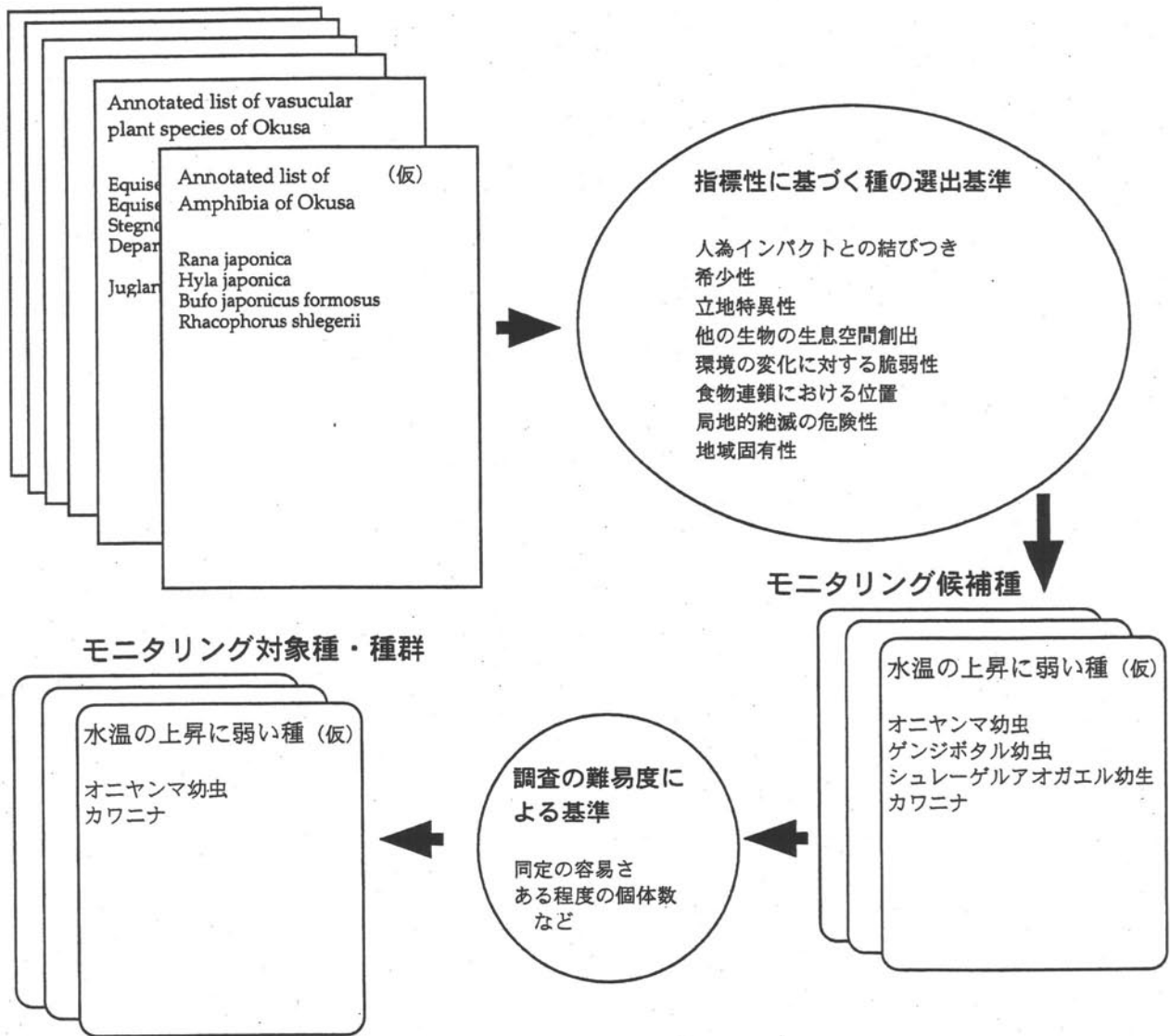


図 2-4 指標生物の選定

ここで指標生物として選ぶ種または種群は、ある特定の人為的インパクトによって直接・間接的に大きな影響を受け、個体数や種構成・種組成等が変化する可能性の高い種または種群とする。また生態系において生産者として重要な位置を占める植物については、重要な基礎情報である植物種の生育立地・動物の生息空間・人間の活動等を総合的に捉えるために、調査対象を個々の種ではなく指標種群としての植物群落とし、植物群落の構成種やその量、植物群落の構造等を調べることにより、変化を把握することとする。

最終的には指標生物の生育・生息個体数、生育・生息密度および種構成・種組成等をモニタリングすることにより、生態系全体の変化を捉えることとする。そして人為的インパクトによる影響については、生態系における生産者である植物の場合、調査対象とする植物群落の種組成や構造の変化等と共に、指標種となる植物の個体数の変化等も併せて考慮し、評価する。また生態系における消費者である動物については、指標生物の個体数の減少、増加や種構成の変化等から評価する。これらの指標生物の動態をモニタリングすることにより、人為的インパクトが直接的・間接的に生物群集に与える影響を捉える(図 2-5 参照)。

このようなモニタリングを継続することで、ある地域生態系が人為的インパクトによって変化していく状況を生物多様性という観点から把握し、地域における生物多様性の劣化に対する予防策に役立てたい。

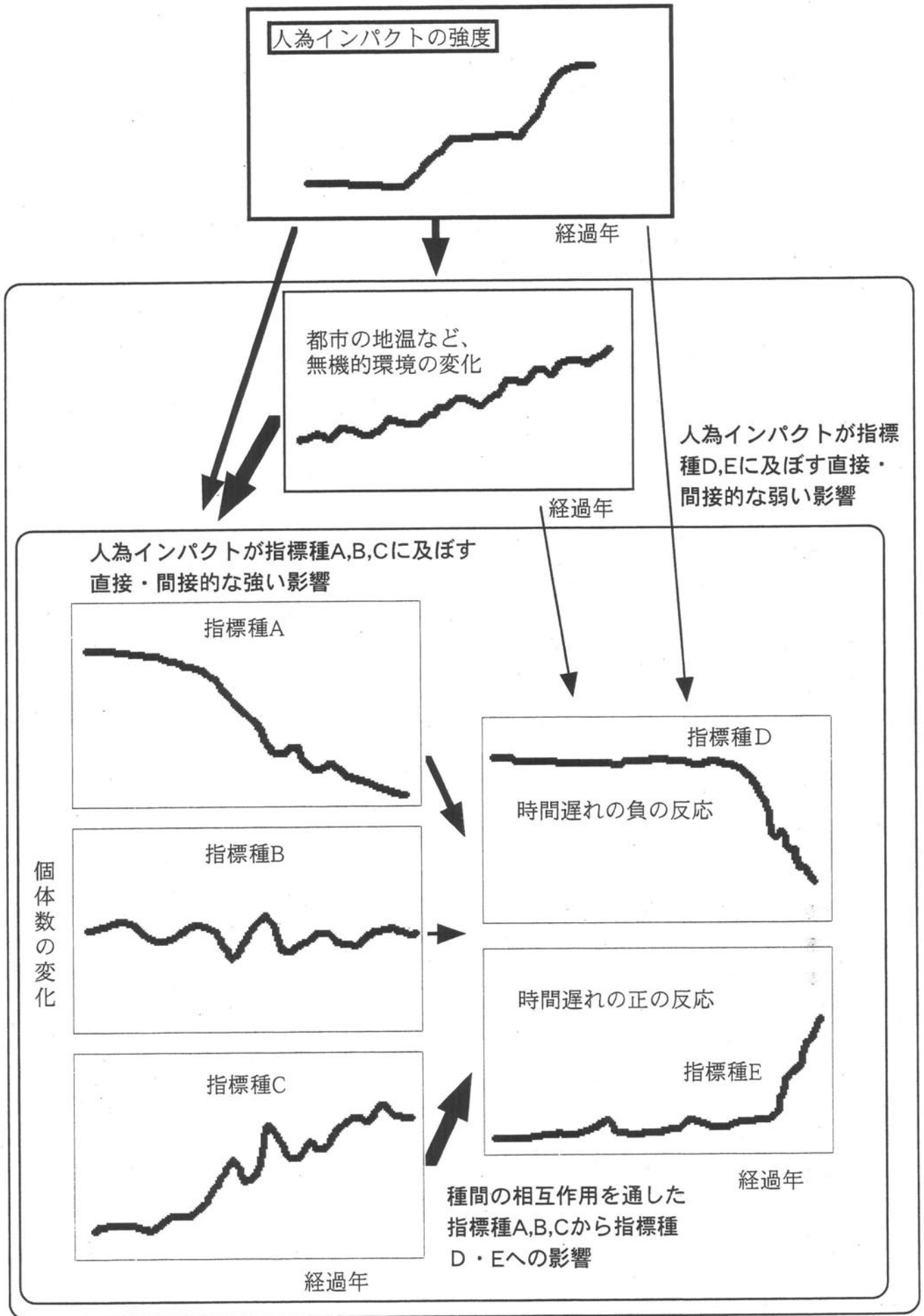


図 2-5 人為的インパクトによる指標生物への影響

2-2. 調査地の設定

1. 調査地選定に必要となる基礎情報

ある地域の生物群集と無機的環境が、そこに作用する人為的インパクトによって変化していく過程をモニタリングし、最終的には生態系の変化を生態系構成種の生物多様性の変化として捉え、そこで得られたデータを元に、地域における生物多様性の劣化を防止するためには、その地域の生物相や社会的な環境の状況等、多くの基礎データが必要となる。今後新たに生態系等にかかるモニタリング調査の調査地を設定する場合には、以下に示すようなデータが既に蓄積されているところを選ぶことにより、事前調査の期間の短縮、経費の削減等が期待できる。

1) 地域の生物多様性に関する基礎データ

- ・種の多様性に関するデータ（動植物相、その他生物相のリスト）
- ・種の生態学的属性に関するデータ（成熟齢、種子生産量、産卵数、生育・生息密度等）
- ・種の物理的環境変動に対する生理的反応のデータ（分布限界、活動体温、高温致死耐性等）
- ・生物間相互作用に関するデータ（捕食、種子散布、寄生等の数量的反応）
- ・種の生息場所に関するデータ（マイクロ、メソ、マクロな分布）

2) 人為的インパクトに関するデータ

- ・土地利用の状況（地域の発行する土地利用図等を参照とする）
- ・過去と現在の相観植生（過去と現在の航空写真等を参照とする）
- ・土地の管理状況（土地の所有者にヒアリングすることにより把握する）
- ・都市計画に関する既存の事業および計画されている事業

3) 社会的データ

- ・モニタリング対象地の土地区画分類のデータ（公図等を参照とする）
- ・人口、法律による地域指定状況等のデータ

ただしこのような情報は、都道府県レベルや市レベルでまとめられていても、より狭い範囲でとりまとめられているところは非常に少ない。

しかし環境省や林野庁、または県の自然保護課等により、詳細な自然環境の調査の行われている保護区等では、これらのデータが集積されていることがある。これらの過去のデータを生かすことも、今後の生態系等にかかるモニタリング調査では重要な視点である。

その他、ある地域の自然保護 NGO や自然観察団体が、普段自然観察のフィールドとしている場所の中には、保護区と同様にこれらの情報が蓄積されている場所もある。調査の担い手を確保する上でも、調査地の選定基準として考慮する必要がある。

2. 調査地域のスケールの設定

調査地を設定する上で、調査地域の空間スケールの問題を十分考慮する必要がある。ある地域の生態系構成種の中でも、昆虫類等の移動性の低い種はある程度の狭い範囲での詳細な調査が必要となる。一方移動能力の高い中型以上の哺乳類や鳥類等は活動範囲が非常に広いため、より広い範囲での調査が必要となる。また調査地域の基本的な情報については、ある程度広い範囲でなければ得られないものがある。

このようなことから、生態系等にかかるモニタリング調査では、主に動植物相調査や指標生物の調査といった詳細な現地調査を行う重点調査地域と、周辺の社会的環境、自然環境の概略的調査と、移動能力の高い動物の調査を行う広域調査地域を設けることとする。

3. 重点調査地域の生態学的な位置づけ

生態系等にかかるモニタリング調査を行う場合、人為的インパクトによる影響を見るために、調査地の設定には特定の生態学的な条件を考慮する必要がある。例えば陸域で調査地を設定する場合には、物質循環を考慮すれば集水域を単位とするのが良い（ただしこの場合、地下水の流れについては基礎データの収集されていない地域が多いため、ここでいう集水域とは地表流だけを考慮し、尾根と尾根に囲まれる小河川を中心とした谷地形を一つの単位とする。実際の集水域については調査の中で把握していく必要がある）。また、人為的インパクトによる分断の影響を考えるためには、幹線道路や住宅地等により、周囲から孤立した緑地等の地域を選定するのがよい（図 2-6 参照）。

このような考慮すべき生態学的な条件については、地域ごとに異なることが予想される。そのため、調査地域は地域特性を考慮した上で、生態学的な位置づけに基づいて設定する必要がある。

また人為的インパクトによってある生態系が受ける影響は、複数の調査地を比較することにより、より明確に把握することができる。そこで、例えばある集水域を1つの調査地域として設定した場合、同じ次数の河川が流れる谷地形の集水域で、人為的インパクトの種類や程度の異なる複数の調査地域を設定することにより、人為的インパクトと環境の変化との関係を把握することが可能となる。

同様な考え方で、幹線道路等により周囲から分断された調査地を複数設定し、調査地の面積や人為的インパクトの種類、程度等を比較することも可能である（図 2-7 参照）。また分断の程度の異なる隣接する調査地を重点調査地域に設定すると、空間配置や隣接する場所の状態によって、分断化された区画ごとの生態系相互の影響も考察することが可能になる（図 2-8 参照）。

4. 重点調査地域と広域調査地域の位置づけ

広域調査地域の調査の意義は、重点調査地域の周辺環境を把握するだけでなく、広域調査地域内における重点調査地域の生態学的な位置づけを行うことにある。それによって重点調査地域における人為的インパクトの影響が、広域調査地域全体に与える影響について考察することが可能となる。

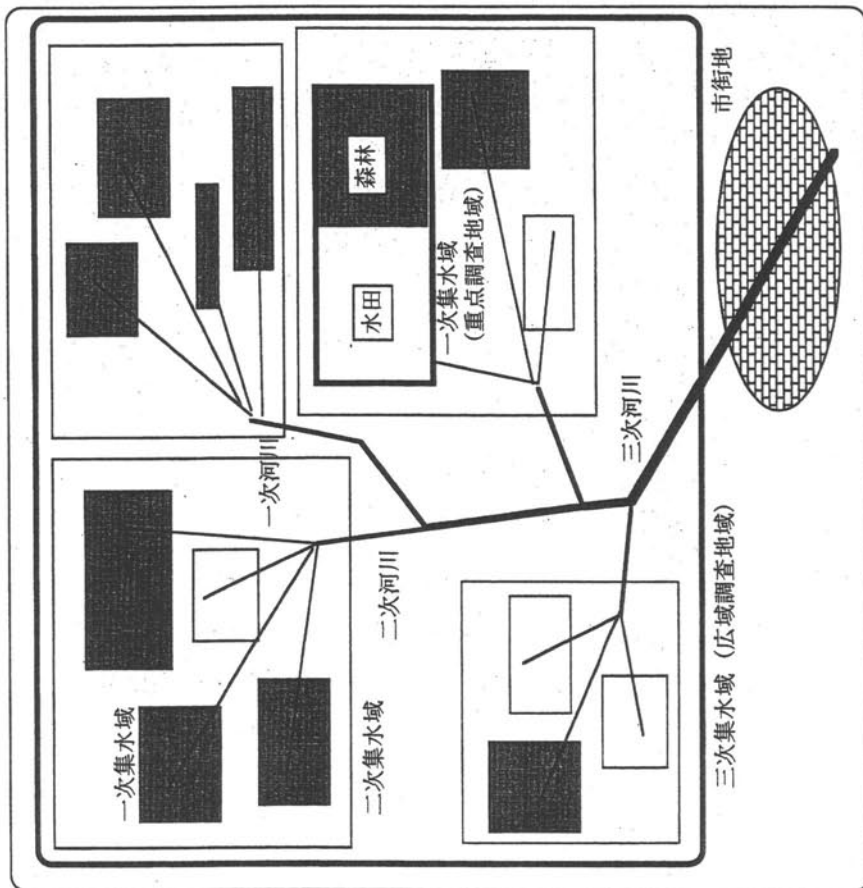
集水域は河川次数と共に入れ子式の階層構造をとっている。そこで例えばある1つの集水域を重点調査地域とした場合、1つ上の次数の河川の集水域を広域調査地域に選ぶことにより、広域調査地域での環境変動が、重点調査地域での生物多様性の動態に与える影響を考慮することができる。

また、ある広域調査地域において幹線道路等により分断された区画を区切り、それぞれの地域を重点調査地域として設定すれば、分断の度合いや人為的インパクトの差等による重点調査地域ごとの差が比較できるだけでなく、広域調査地域全体の人為的インパクトの影響も考察できることになる。ただし、広範囲に分断されない土地がつながって広がる北海道のような場所では、このような方法で重点調査地域を設定することが難しいため、他の方法を考慮する必要がある。

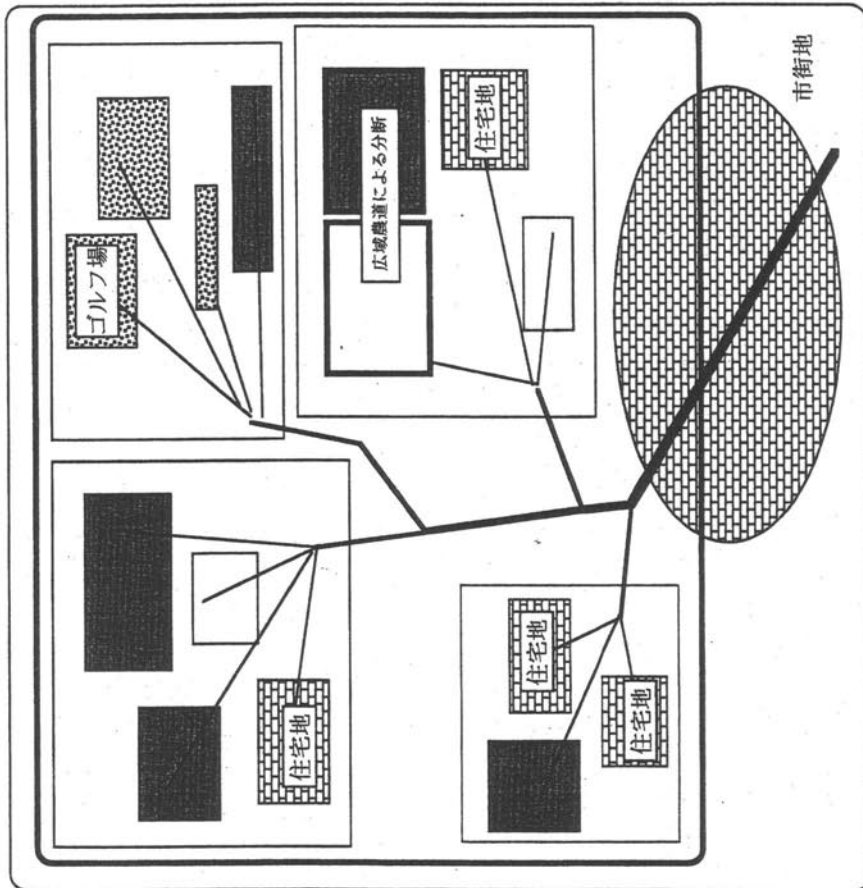
さらに、ある河川沿いに陸域から海域までを広域調査地域として設定すれば、ある河川を介して、陸域の人為的インパクトによる変化が、海域へも影響を及ぼすこと等を考慮することができる。

このように、ある調査地域における特定の人為的インパクトの影響を捉えるための切り口に沿って、重点調査地域と広域調査地域の関係性を位置づけることが重要である。

モニタリング開始時

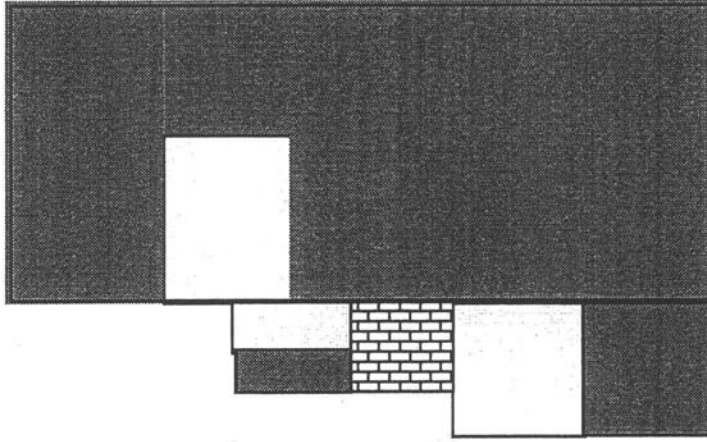


モニタリング開始10年後



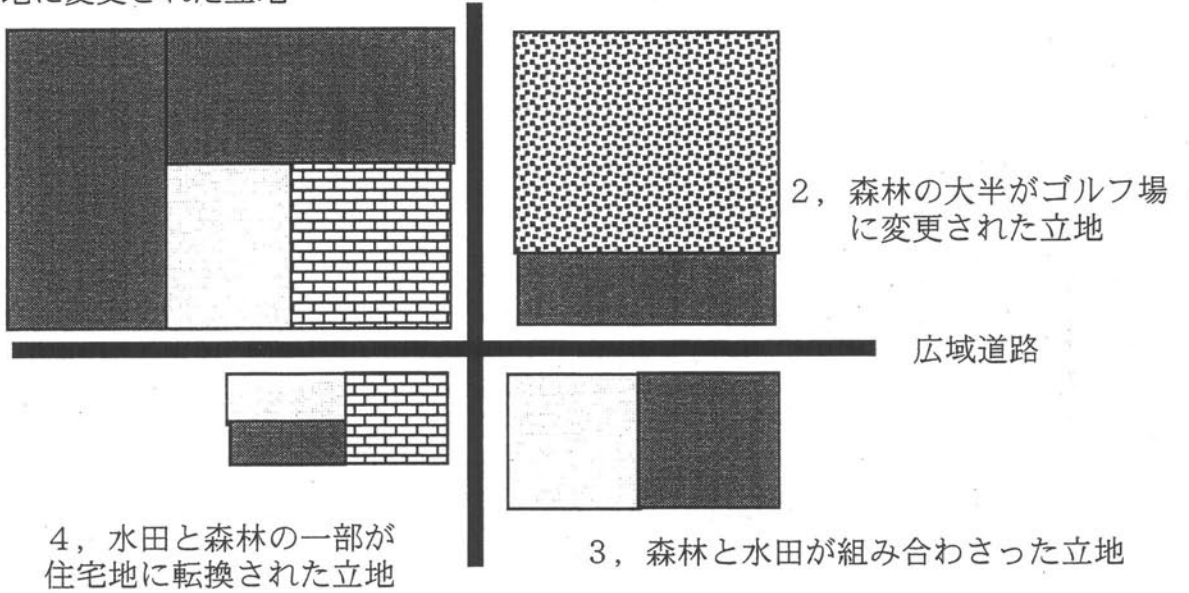
集水域の入れ子式空間構造を取り入れて、3-4 次の集水域を広域調査地域とし、その中の一次集水域 (太い実線で区画された水田と森林のセット) を重点調査地域とした。

図 2-6 集水域を利用した調査地域の位置づけ



集水域生態系の
占める空間が
住宅地や舗装道
などによって
分断化・縮小化
され、生物多様
性が劣化してい
く

1, 広い森林と谷津田の一部が
住宅地に変更された立地



2, 森林の大半がゴルフ場
に変更された立地

広域道路

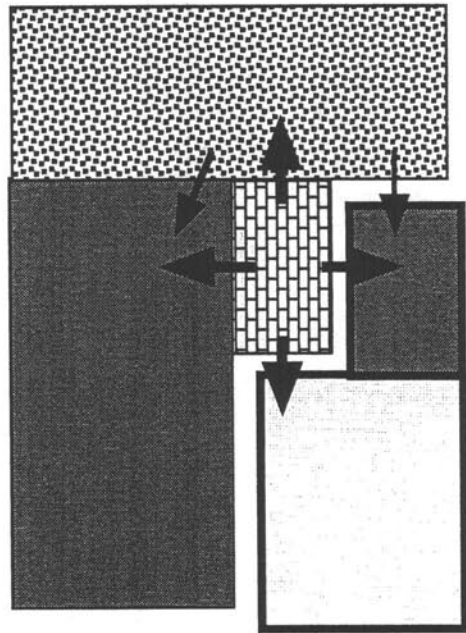
4, 水田と森林の一部が
住宅地に転換された立地

3, 森林と水田が組み合わさった立地

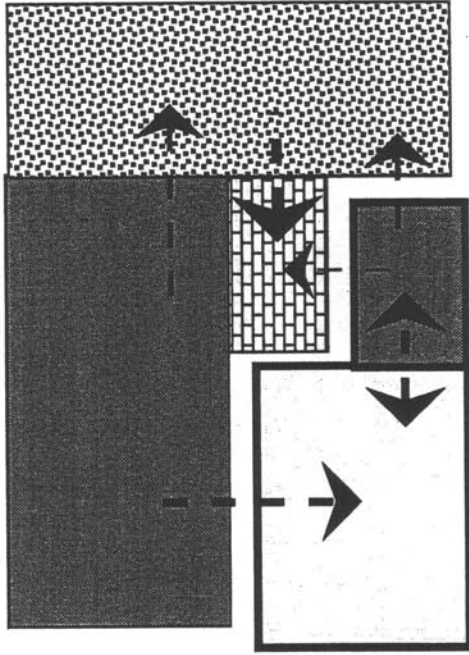


図 2-7 分断化による影響を複数の調査地を設定することにより捉える

劣化した環境から良好な環境への負の効果



良好な環境から劣化した環境への正の効果



分断された生態系の空間配置及び隣接する生態系の状態から、生態系相互の影響が見えてくる

図 2-8 分断化された区画ごとの生態系の相互作用

2-3. 人為的インパクトのとらえ方

過去に実施した生態系総合モニタリング調査は、人為的インパクトのうちでも特に都市化に注目して調査を計画した。4回基礎調査および5回基礎調査における調査結果の解析から、静岡県等では重点モニタリング地域の植生調査区としたアカマツ林が、管理が行われなくなったために落葉広葉樹林へと遷移しつつあることが推測されたが、そのような森林の管理状況という人為的インパクトについては調査を行わなかったため、植生の遷移との関係について十分な考察ができなかった。

生態系の構造を捉える上では、その生態系を維持してきた人間と自然との関わりという意味で、人為的インパクトを生態系の一つの構成要素として考慮する必要がある。日本全国を大きく都市域、農村域、原生自然域の3つに区分した場合、都市域での人為的インパクトは都市化による土地改変を含む土地利用の変化が大きい。これは過去の調査で考えられてきた「都市化」の人為的インパクトに当たる。農村域でもニュータウンが作られる等により農村が侵食され、農耕地自体がなくなる等といった、「都市化」による土地利用の変化もある。しかし近年はそれ以上に、以前行われていた農地の管理や林の管理が放棄され、放棄水田、放棄畑ができ、林が荒れることによる自然環境への影響が目立ち始めている。加えて原生自然域では、かつてはマタギ等によりその地域の自然環境を維持できる範囲での利用が行われていたが、近年はそのような利用も少なくなっている。

このようなことから、人為的インパクトを大きく分けると、「都市化」という土地改変や人工物の増設等を伴う人為的インパクトと、人が生きていくための生活、生業を行うためのインパクトが継続される、または放棄されるという、「土地の管理」の人為的インパクトの2つに分けられる。都市域、農村域での人為的インパクトの差は、いい方を変えれば土地の管理の人為的インパクトが減少し森林化が進行しているところが農村域であり、土地改変の人為的インパクトが強度に生じているのが都市域だといえる。

しかし、都市化の人為的インパクトと土地の管理の人為的インパクトは、ある一つの地域において、モザイク状に分布している。ある一つの調査地域には、都市化の人為的インパクトにより雑木林等が居住地に変化する場所と、水田や畑等が耕作されてそのまま利用される場所、また耕作されなくなり森林化していく場所等が、パッチモザイク状に分布すると考えられる。

そこで、人為的インパクトは植生図の比較等でわかる都市化の人為的インパクトと共に、その地域に住んでいる人々の生活、生業に影響される土地の管理という人為的インパクトについて、それが加わる場合と消失する場合の両面を捉えることとする。

今回の調査の対象となる都市域や農村域等で考えられる、都市化の人為的インパクトと土地の管理の人為的インパクトの例は以下の通りである。

○都市化の人為的インパクト（一方向的（不可逆的）環境改変）

- ・耕作放棄水田の埋立
- ・宅地造成
- ・水路の三面コンクリート護岸化
- ・斜面林の伐採と法面のコンクリート化
- ・フェンスの設置
- ・舗装道路による分断
- ・農道のアスファルト舗装
- ・外灯

○土地の管理の人為的インパクト（土地の管理方法及びその強度の変化）

- ・高木伐採
- ・低木伐採
- ・草本刈り取り
- ・落ち葉掻き
- ・水田の耕起
- ・水田への冬季の水入れ
- ・強度の立ち入り
- ・耕作放棄
- ・農薬、肥料の散布
- ・移入種の導入
- ・圃場整備

なお上記の人為的インパクトは一例であり、調査地によって全く異なることが予想される。例えば調査地の近隣に重金属鉱山や廃棄物処分場等がある場合等は、それらも人為的インパクトとして捉える必

要がある。

また近年絶滅が危惧される動植物の中には、人間による採集圧による影響が大きい種がある。特に昆虫や植物等は、採集圧による影響が無視できない。このような生業以外の人の利用による人為的インパクトについては、今回は取り扱わないこととしたが、今後はこれらのインパクトについても検討する必要がでてくる可能性もある。

2-4. 生態系を把握するために必要な調査項目

1. 考慮すべき無機的環境要素

生態系を構成する無機的環境要素としては、大きく分けて大気環境（気温、降水量、日照、風向・風速、大気質、騒音、振動、悪臭）、水環境（水象（水温、流量、流速等）、水質、底質）、土壌環境（土壌成分、土壌水分等の物理的条件、土壌の性質、土壌の機能等）、地形・地質環境（表層地形、表層地質、地下水等）がある。これらのうちでも、生物の生存に直接影響を与える要因としては、気温（特に高温）や水環境（湧水の水量、水底の底質、溶存酸素濃度、BOD、pH、有害物質の濃度等）、土壌環境（土壌温度、土壌水分、栄養状態、pH等）等が考えられる。

その他、個体群の存続に影響を与えるものとして、集水域の面積、生息地相互間の距離等があるが、これらは人為的インパクトの把握の中で捉えていくこととする。

2. 植物群落

1) 植物群落の調査の意義

植物はそれ自身が生態系の一員であるのに加え、生産者としての役割、さらに様々な種の個体、枝や幹等が集まることにより空間的な階層構造を作りだし、鳥や昆虫等多くの動物の住み場所としての役割を持つ。また枝葉が陰を作るように植物があることによって環境が変化し、ともに生育する植物間で相互作用が起こる。すなわち植物群落は単なる個体の集合ではなく、構造と機能を兼ね備えたユニットとして捉えることができる。

ある植物種の群落内での位置づけは、その種の個体群動態だけでなく、周囲の群落構成種との相対的な関わりによって決定されるものである。このようなことから植物種を指標生物として考慮する際には、種の動態と共に植物群落全体の動態も考慮しなければならない。また、植物群落は植物の種だけでなく、多くの動物の生息環境そのものを規定し、生息基盤として非常に重要な役割を持つ。植物群落が変化することで、そこに生息することのできる動物相も変化していく。

これらから、植物群落はそれ自体が地形・地質や水分条件等により影響を受ける生物群集であるだけでなく、動植物の生育・生息の基盤であると共に、その土地の人為的インパクトを把握するための総合的な指標ともなりえる（図 2-9 参照）ため、植物の指標種群として植物群落をモニタリングの対象とする。

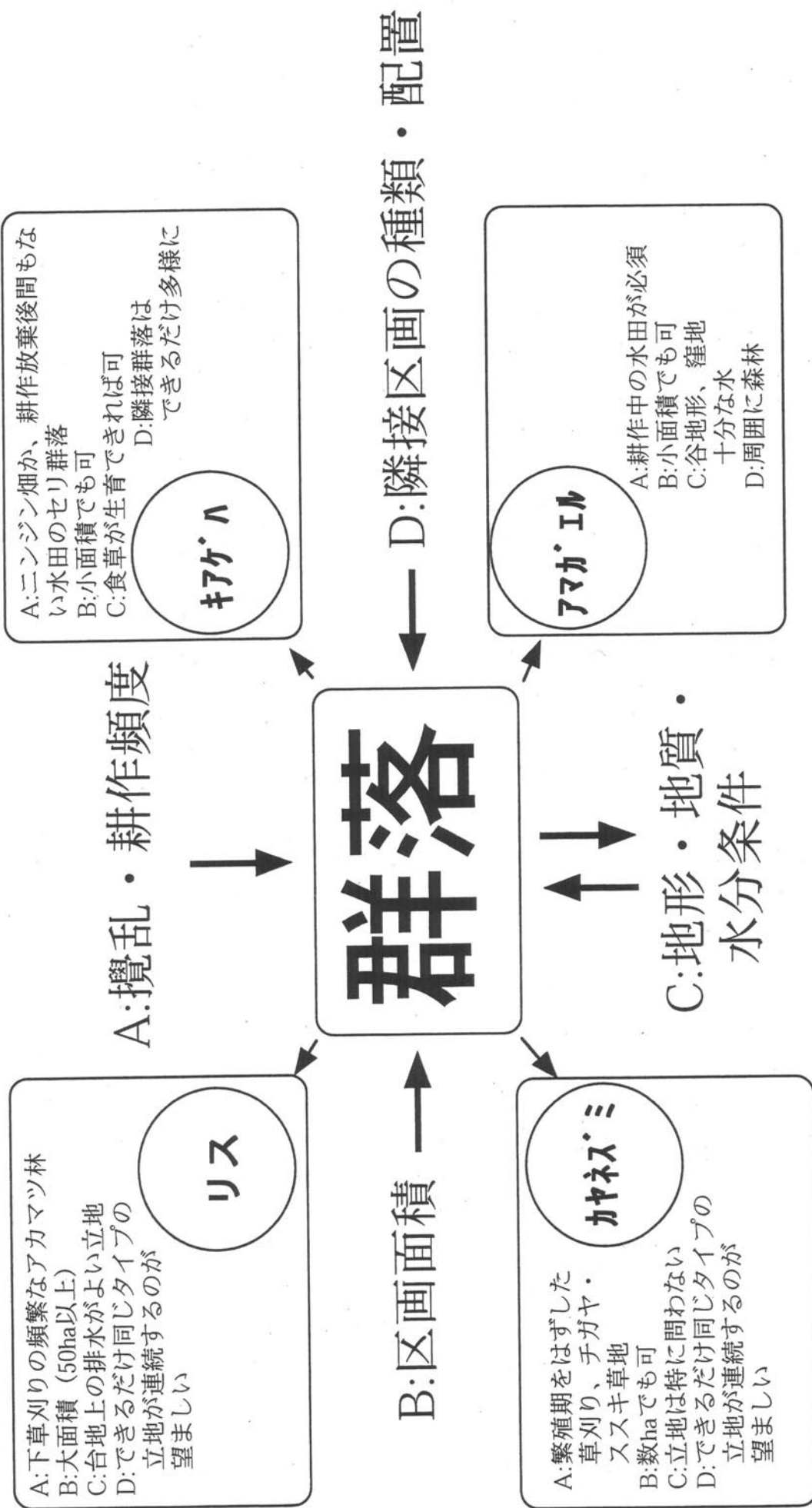


図 2-9 植物種の生育立地・動物の生息空間・人間の活動の総体としての植物群落

2) 植物群落の成立を規定する環境要因

ある場所に成立する群落を決定する要因として自然要因と人為要因の2つが考えられる。このうち自然要因としては気候要因と地形及び土壌要因が考えられる。地理学的スケールで見た場合に重要となるのが気候要因である。ある地域において長期間安定した環境が続く中生的立地では、その地域の気候要因（主に温度と降水量）により規定される気候的極相が成立する。一方中性的ではない特殊な立地、例えば尾根や谷、湿地、砂丘、石灰岩地等では、その特殊な地形や土壌が持つ無機的环境条件に対応した群落である土地的極相や地形的極相が成立する。これらの極相はともに安定した環境条件下で成立する平衡状態にある群落であり、その立地の環境条件の変化に対して敏感に反応すると考えられる。

しかし今現在、ほとんどの地域では人間による営みが見られ、その人為的インパクトにより上述の極相群落は異なる組成を持った群落へと改変されている。このため群落の成立要因を考えるためには、多くの場合、そこに加わる人為的インパクトを考慮する必要がある。植物群落はその人為的インパクトの種類や頻度に応じて様々な群落へと変化する。例えば数十年間隔での伐採により維持されるコナラ・クヌギを中心とした関東地方の雑木林や、年に数回の刈り取りを受ける水田畦畔に成立する草本群落等は、人為管理によって遷移の進行が止められている群落の一例である。これらの群落では今まで行われてきた管理様式が変化すれば、遷移が進行し他の群落へと変化するため、その群落の成立のためには人為管理が必須である。また人為的インパクトはこのように群落に直接的に影響を与えるだけでなく、間接的にも影響を及ぼす。例えば、住宅や道路建設による林の分断は、林内の光環境等無機的环境を変化させることにより林内の環境で生育していた種を減少させ、種子供給源となる周囲の林分から孤立することにより散布能力の高い種のみが新たに侵入する、といった影響が見られる。

3) 指標種群とする植物群落の選定基準

モニタリング対象とする植物群落を選定する際には、群落の生態学的位置付け、および人為的インパクトによる影響、動物相の生息基盤としての役割を考慮する。重点調査地域の植生図を作成して出現する群落タイプを把握した後、以下の項目に注意して各群落におけるモニタリングの必要性を検討する。

①地理学的・地形学的要素

- ・気候的極相：ある気候条件の中生立地で十分発達し、安定状態にある群落を示す。例えば冷温帯におけるブナ林や、暖温帯におけるシイ・カシ林がそれに当たる。安定した環境条件下で成立する平衡状態にある群落であり、その立地の環境条件の変化に対して敏感に反応するため、環境の変化を表す指標群落として適している。

- ・土地的極相・地形的極相：特殊な立地条件の下で十分発達し、安定状態にある群落を示す。例えば河川の後背湿地等に成立するハンノキ林や、海岸の海浜草本群落等があげられる。気候的極相同様安定した環境条件下で成立する平衡状態にある群落であり、その立地の環境条件の変化に対して敏感に反応するため、環境の変化を表す指標群落として適している。

- ・分布限界：分布の北限や南限、隔離分布が見られる地域等。これらの場合に当たる種や群落は、環境変化に対してその分布中心よりも相対的により大きな影響を受けることが予想される。すなわちわずかな環境変化に対しても脆弱であり、局所的絶滅を引き起こす可能性がある。そのためモニタリングの対象とし、局所的絶滅を防ぐ予防策を検討するための基礎的データを得る必要がある。

②希少性

全国および都道府県等の RDB に掲載されている種・群落等が見られる場合、また広域的には

普遍的に分布するが広域地域内でその分布が非常に稀である場合。地域の生物多様性保全上の観点からモニタリング対象に加え、広域調査地域における植物群落の局所的絶滅を防ぐ予防策を検討するための基礎的データを得ることが可能となる。

③人為的インパクトとの関連性

・生物的極相：人為管理等の生物要因の作用により発達し、安定した状態にある群落を示す。例えば数十年間隔での伐採により維持されるコナラ・クヌギを中心とした関東地方の雑木林や、年に数回の刈り取りを受ける水田畦畔に成立するチガヤやツリガネニンジン、ワレモコウ等からなる草本群落等である。これらの群落の成立のためには人為管理が必須であるため、人為的インパクトの変化による影響を受けやすく、人為的インパクトの変化を指標するのに適している。

・人為的インパクトによる間接的影響：水系に沿った群落でのより上流部域での開発、道路建設や宅地建設等による群落の孤立化は、対象群落の組成に間接的に影響を及ぼすと考えられる。例えば、源流部付近の開発により水量・水質の変化が起こり、それにより下流部の植物群落において水分の富栄養化や土壌の乾燥化といったような影響が及ぶ可能性がある。

④他の生物相の生息空間としての役割

注目すべき動物種にとって必要不可欠となる植物群落。ある動物種がその生活史を完結させるためにある植物群落が必要不可欠であるという場合、動物相の生息基盤としての役割という観点から、その植物群落をモニタリング対象とする必要がある。

3. 動物に関する指標生物の選定基準

指標生物を選定する際には、人為的インパクトによる影響を考察し、地域の生物多様性の減少を防ぐために、以下の3点に注意する。また指標生物の調査を計画する際には、個体数を調べる際の発育段階や、調査時期等についても十分に考慮すべきである。

1) 人為的インパクトおよび無機的環境の変化に対する脆弱性

指標生物の動態に影響を与える環境要因としては、以下の3つが考えられる。過去の研究成果等から、これらの影響を受けやすいと考えられる生物を指標生物として選定することにより、人為的インパクトによる影響を考察する。

①人為的インパクトによる直接的な影響

生息地が土地改変や人工物の造成等を伴う都市化の人為的インパクトにより面的に喪失した場合や、分断化されることにより生息地として利用できる面積が減少した場合等がある。

②人為的インパクトにより引き起こされた無機的環境要因の変化等を含む間接的な影響

土地の管理の人為的インパクトの喪失や、周辺地域での土地改変や人工構造物の造設を伴う人為的インパクトによる影響によって、生態系の構成要素である無機的環境要因が大きく変化することにより、指標生物の生息環境が悪化することが考えられる。

例えば水田を産卵場や餌場等として利用するカエル類やシギ・チドリ類を指標生物とした場合、水田が放棄水田となり開放水面が消失するとその場所を利用できなくなり、その地域に生息するその他の水田に依存する動物種も含めて、個体数が減少する可能性がある。

③人為的インパクトと無機的要因の両方から起こる生物間相互作用の変化による影響

指標生物と食物連鎖による関わりを持つ種や、共生関係、競合関係等にある種が、上記2つの項目により複合的に影響を受け、急激に増加、減少した場合、指標生物にも影響が与えられると考えられる。

2) 食物連鎖における位置

生態系を構成する生物群集は、生産者、消費者、分解者に分けられ、全ての動物は直接、間接的に植物を食べて生活している。直接植物を食べるバッタ、ウサギ等の動物を一次消費者、バッタやウサギを食べるカマキリやキツネ等を二次消費者、さらにこれらの二次消費者を食べる鳥類や大型哺乳類、猛禽類等の三次消費者と続いていく。

生産者、一次消費者、二次消費者、三次消費者等のそれぞれの段階における個体数は、下の階層ほど多く、段階が進むほど少なくなる。食物連鎖における消費者は、餌となる生物の量に左右されるため、特に高次消費者は人為的インパクトによる環境の改変によって自然環境が悪化すると、餌生物の減少により死滅する可能性が高い。

また食物連鎖は、生態系を構成する生物間相互作用の一つである。一次消費者は餌である植物の量に依存しており、さらに同じ植物を餌とする一次消費者同士は競争関係にあり、二次消費者により捕食される影響もある。こうした生物同士の関係は網の目のようになっており、食物網を構築している。

ある種が人為的インパクトにより影響を受け、個体数が急激に減少または増加した場合、直接食べる・食べられる関係のある種だけでなく、食物網により関係している種にも影響が及ぶ可能性があり、人為的インパクトの影響を考える上では重要な視点である。

3) 地域における絶滅の危険性

日本国内には、約 7 万種に近い動植物が生育・生息しているが、そのうち特に哺乳類、両生類、汽水・淡水魚類、陸・淡水産貝類および維管束植物は、それぞれの分類群に含まれる全種に占める絶滅危惧種の割合が 20%を越え、特に危機的な状況にある。また近年は、都道府県レベルのレッドデータブックも作成され、日本全国ではなく地域レベルでの貴重な動植物の情報が蓄積されつつある。地域における生物多様性を保全する上では、日本全国で絶滅の危険性が高い種と共に、全国的には絶滅の危険性が低くとも、地域によっては絶滅の危険性の高い種についても注目する必要がある。

生態系等にかかるモニタリング調査では、地域における絶滅の危険性の高い種を指標種とし、その動態をモニタリングすることで、ある地域における種または地域個体群の絶滅を防ぐための予防策を立てる基礎資料としてのデータを得ることが可能となる。

4) 地域固有性

ある地域では個体数が多い種についても、日本全国では分布が限られ、その地域に固有の種が存在する。このような地域固有な種は、その地域における環境特性や歴史性に対応している。さらに、ある調査地域を設定した場合、その調査地域内において特異な環境にのみ生育・生息する種が存在する。これらのメソ・ミクروسケールでの地域固有性は、絶滅の危険性の意味だけでなく、その地域における生態系を特徴づけるという意味でも、指標生物を選定する観点として重要である。

2-5. 人為的インパクトによる指標生物への影響のとらえ方

地域における人為的インパクトと、指標生物の動態を把握することにより、人為的インパクトによる指標生物への影響を考察することができる。人為的インパクトによる影響は、地域の特性や人為的インパクトの種類によっても異なるが、最低限、下記の 3 つの影響については考察することとする。

1) 生育・生息環境の面的喪失

指標生物の標準的な生育地および生息地における種ごとの生育・生息密度等が求められれば、生育地および生息地断片内の総個体数が推定できる。指標生物の生育環境または生息環境の喪失面積に比例して個体数が減少すると仮定すると、個体数の減少を推定できる。

2) 生育・生息環境構成要素の喪失、悪化による生育・生息環境の悪化

指標生物の生育環境または生息環境が、その構成要素が喪失または大きく変化することにより、環境が悪化した程度に比例して、生育密度および生息密度が減少すると仮定する。生育地・生息地の面的喪失と組み合わせることで、指標生物の個体数の減少や群集の種組成の変化をより正確に推定できることになる。

3) 現在わかっている生物間相互作用の変化

餌生物の減少や天敵の増加、種子散布や繁殖に関する共生関係にある種の個体数の増減等により、指標生物の個体数が影響されることを考慮する。

なお、これらは指標生物の動態に影響を与える全ての要因ではない。人為的インパクトによる影響は、直接的な影響の他、無機的要因や生物間相互作用の変化による間接的な影響等もあり、それらが複雑に絡み合っている。そのため、人為的インパクトにより大きな影響を受けると考えられても、動態に変化がない場合もありえる。またある指標種が急激に増加・減少したり、指標種群の種組成・種構成が急激に変化したりした際に、調査により把握できた環境の変化以外の影響が大きく、原因がわからないことも考えられる。

それらについては、地域の特性を考慮した上で、現象と原因から可能な限り変化を引き起こした要因を考察、予測する。そして次の調査の時点で、予測された原因を把握するための調査を実施し、指標生物に対する影響を考察することを繰り返すことにより、今後人為的インパクトによる指標生物の動態への影響をより確かにし、地域の生態系の変化をより正確に把握することが可能となる。

第3節. 生態系等にかかるモニタリング調査の調査項目について

3-1. 調査項目について

本章第2節「生態系等にかかるモニタリング調査の基本的な考え方」に示したように、本年度行った生態系等にかかるモニタリング調査の検討では、都市化だけでなく土地の管理も含めた、より広い意味での人為的インパクトによる影響を考慮した。また、長期間継続する調査で正確なデータを収集するために、一般市民が調査に関わることを前提とした。

過去2回実施された生態系総合モニタリング調査では、生態系のタイプに沿った分類群の調査不足や、生物相の変化の原因として考えられる無機的環境についての調査不足等が問題点として挙げられた(本章第1節参照)。そのため生態系等にかかるモニタリング調査の検討では、生態系総合モニタリング調査の調査要綱で指定された環境要素だけに限らず、調査地域の特性を考慮して必要となる環境要素を抽出した。その結果調査すべき環境要素として、生態系総合モニタリング調査の調査要綱で指定された人為的インパクト、土壌、植生、中・大型哺乳類、鳥類、爬虫類、両生類、昆虫等の他に、新たに水環境、底生動物を設定した。その他、作業委員会での議論で調査手法等までは検討しなかったが、調査の実施が望まれる環境要素もあった。

さらに、生態系総合モニタリング調査の問題点として、調査データの不確実さが挙げられたため、生態系等にかかるモニタリング調査についての検討では、それぞれの環境要素について熟練度が高くない一般市民でも正確なデータがとれる調査項目を具体的に検討した。またそれぞれの環境要素および調査項目に必要な調査範囲を考慮し、それぞれの環境要素や調査項目を広域調査地域と重点調査地域のどちらで調査すべきかについても検討を行った。

表3-1には、過去2回実施された生態系総合モニタリング調査の調査要綱と、上記の作業委員会の検討結果をもとに、都市近郊の里地・里山地域において、生態系等にかかるモニタリング調査を実施する際に必要な環境要素および調査項目のリストを、広域調査地域と重点調査地域に分けて示した。

この表は、新しい調査地で調査を開始する際に必要となる環境要素および調査項目を示し、2回目の調査以降は必ずしも調査する必要のないものも含まれるため、それらについては表中区別して表示した。また、作業委員会では調査手法は検討しなかったが、調査の必要性が指摘された項目も同時に表示した。さらにそれぞれの環境要素および調査項目については、調査にはかなりの熟練を要する調査項目と、熟練度の高くない人でも調査できる調査項目、調査の熟練度によらない調査項目に区分し、調査者に必要な熟練度として示した。

なお、表3-1に示した環境要素および調査項目は、一般的な都市近郊の里地・里山地域に調査地を想定したものであり、これが全ての里地・里山における調査に適用できるわけではない。例えば、近くに重金属の鉱山跡地や廃棄物処分場等がある場合等、地域によっては特別な環境要素および調査項目を設定しなければならない場合があるだろう。一般的な里地・里山であっても、その地域の環境特性を考慮すると表3-1以外の調査項目についての調査が必要になる場合がある。また調査地によっては表3-1に示した環境要素および調査項目以外の菌類や蘚苔類等の項目であっても、専門家等の協力によって調査できる可能性がある。そのため調査を行う際には、調査地域の環境特性や調査に関わる調査担当者等を考慮し、環境要素および調査項目を改めて検討する必要がある。また、一般的には表3-1に示した全ての項目を調査するのが望ましいが、調査担当者や調査費用等を考慮して全てが調査できない場合には、表に示した調査項目のうちでも特に必要な項目を抽出して調査を実施することを検討しなければならない。

表 3-1(1) 広域調査地域調査項目リスト

環境要素	調査項目	検討の時期 ^{注1)}			初回のみ ^{注2)}	熟練度 ^{注3)}	手法 ^{注4)}
		第4回	第5回	今回			
社会的環境	人口	○	○		—	平成9年度調査要綱による 未検討	
	人為的インパクト	○	○	○	—	平成8年度調査要綱による 平成8年度調査要綱による	
	土地利用	○	○	○	—	平成8年度調査要綱による 平成8年度調査要綱による 平成3年度調査要綱による	
無機的環境	大気環境	○	○		—	平成3年度調査要綱による 平成3年度調査要綱による	
	水環境	○	○	○	—	平成3年度調査要綱による 平成3年度調査要綱による	
	地形・地質	○	○	○	*	平成3年度調査要綱による 平成3年度調査要綱による	
	土壌	○	○	○	*	平成3年度調査要綱による 平成3年度調査要綱による	
	植生	○	○	○	*	平成3年度調査要綱による 平成3年度調査要綱による	
	植物相、動物相の文献調査			△		平成9年度調査要綱および 一部第5節による	
	現地踏査調査		○	○		第5節による	
	聞き取り調査			○		第5節による	
	自動撮影装置の調査			○		第5節による	
	糞分析調査			○		未検討	
猛禽類	定點調査		○	○	中	第5節による	

注1：検討の時期の欄の下に示した凡例は以下の通りである。

第4回：第4回自然環境保全基礎調査に関する検討会

○：検討

△：一部検討

空欄：検討せず

注2：初回のみ欄に*印がつく項目は、新たに調査地域を設定した初回の調査時点でのみ調査を行い、2回目の調査からは調査する必要がある項目を示す。

注3：熟練度の欄に示した凡例は右記の通りである。

注4：調査手法の欄に示した凡例は右記の通りである。

第5回：第5回自然環境保全基礎調査に関する検討会

今回：作業委員会

高：かなりの熟練が必要

中：ある程度の熟練が必要

低：初心者

第5節：第5章第5節調査要綱

第5節：第3章第5節調査要綱

—：熟練度に関係なし

表 3-1(2)① 重点調査地域調査項目リスト

環境要素	調査項目	検討の時期 ^{注1)}			初回 のみ ^{注2)}	熟練度 ^{注3)}	手法 ^{注4)}
		第4回	第5回	今回			
社会的環境	地域住民の年齢、職業 土地に対して持っている思い			○		未検討	
	人為的インパクト			○		未検討	
	人為的インパクト図			○		第5節による	
	人為的インパクト表			○		第5節による	
土地利用	土地利用図	○				平成4年度調査要綱による	
	人と自然との触れ合い活動の調査			○		未検討	
	土壌断面図	○	○		*	平成9年度調査要綱による	
	飽和透水計数測定	○	○			平成9年度調査要綱による	
土壌	pH、置換酸度、伝導度、交換性陽イオン、陽イオン交換容量測定	○	○			平成4年度調査要綱による	
	土壌の分解能調査			○		第5節による	
	ミミズ類調査(指標種調査)			○		第5節による	
	大型土壌動物の調査	○	○			平成9年度調査要綱による	
地形・地質	微地形分類図	○			*	平成4年度調査要綱による	
	地下水(水位、流れる方向等)			○		未検討	
	集水域調査			○	*	未検討	
	水系図			○		第5節による	
水環境	気温、水温、流量、電気伝導度、pH、硝酸、化学的酸素要求量			○		第5節による	
	SS、リン			○		未検討	
	調査地域全体の保水能力			○		未検討	

注1：検討の時期の欄の下に示した凡例は以下の通りである。

第4回：第4回自然環境保全基礎調査に関する検討会

○：検討
空欄：検討せず

注2：初回のみみの欄に*印がつく項目は、新たに調査地域を設定した初回の調査時点でのみ調査を行い、2回目の調査からは調査する必要がない項目を示す。

注3：熟練度の欄に示した凡例は右記の通りである。

注4：調査手法の欄に示した凡例は右記の通りである。

第5回：第5回自然環境保全基礎調査に関する検討会

今回：作業委員会

中：ある程度の熟練が必要

低：初心者

調査要綱：自然環境保全基礎調査生態系総合モニタリング調査要綱

第5節：第3章第5節調査手法

熟練度に関する関係なし

第5節：第3章第5節調査手法

表 3-1(2)② 重点調査地域調査項目リスト

環境要素	調査項目	検討の時期 ^{注1)}			熟練度 ^{注2)}	手法 ^{注3)}
		第4回	第5回	今回		
植物	現存植生図	○	○	○	中	第5節による
	植物群落 指標種 群調査	○	○	○	中	第5節による
植物	実生層の毎木調査	○	○	○	中	第5節による
	草本層調査	○	○	○	中	第5節による
哺乳類	指標種調査			○	未検討	未検討
	カヤネズミの調査			○	低	第5節による
鳥類	モグラの調査			○	低	第5節による
	区分分け図	○	○		中	平成3年度調査要綱による
鳥類	ラインセンサス	○	○		中	第5節による
	サギ類調査			○	中	第5節による
両生類・爬虫類	シギ・チドリ類調査			○	中	第5節による
	全種調査	○			未検討	未検討
魚類調査	カエル類の調査			○	低	第5節による
	ヘビ類の調査			○	低	第5節による
魚類調査	全種調査、指標生物調査			○	未検討	未検討
	全種的調査	○			高	第5節による
昆虫類	夏の虫調査		△		低	第5節による
	指標生物調査			○	低	第5節による
クモ類	ホタル類調査			○	低	第5節による
	セミの抜け殻調査			○	低	第5節による
クモ類	チョウ、トンボの調査			○	高	第5節による
	指標生物調査			○	未検討	未検討
底生動物	全種的調査			○	高	第5節による
	カワニナ調査			○	低	第5節による
底生動物	オニヤンマ調査			○	低	第5節による
	マルバネトビケラ調査			○	低	第5節による
底生動物	サワガニ調査			○	低	第5節による
	ヒガシカワトロンボ調査			○	低	第5節による

注1：検討の時期の欄の下に示した凡例は以下の通りである。

第4回：第4回自然環境保全基礎調査に関する検討会

○：検討 △：一部検討 空欄：検討せず

注2：熟練度の欄に示した凡例は右記の通りである。

注3：調査手法の欄に示した凡例は右記の通りである。

第5回：第5回自然環境保全基礎調査に関する検討会

高：かかなりの熟練が必要 中：ある程度の熟練が必要

調査要綱：自然環境保全基礎調査生態系総合モニタリング調査要綱

今回：作業委員会

低：初心者

第5節：第3章第5節調査手法

第5節：第3章第5節調査手法

3-2. 調査の手順について

作業委員会での調査項目および調査手法の検討の中で、重点調査地域の自然環境の調査を行うためには、広域調査地域における文献調査や重点調査地域の基本情報等が、調査を行う前に必要であることが指摘された。さらに調査地の予備的調査により、実際に指標生物調査を行う前に、生息環境等を捉えなければならないということも指摘された。このようなことから、本節に示した調査項目について具体的な調査を行う手順を検討した結果を表3-2にまとめた。

この表を作成するにあたっては、2つの条件を仮定した。一つは、表に示した調査の開始時点には広域調査地域が既に決定し、地域の調査検討委員会が立ち上がっていることである。新たに調査を始める際には調査地域の設定と、地域の調査検討委員会の人選、組織化等が必要であるが、それらは環境省の自然環境保全基礎調査検討会 生態系総合モニタリング分科会やその他の関連組織において検討することと仮定した。もう一つは、生態系総合モニタリング調査にならい調査は5ヵ年を1周期とし、5年間かけて調査を実施するようにしたことである。今後の調査では調査の周期や調査期間等がどのように設定されるかはまだ不明であるが、参考として5年間の調査期間を設定した。

表3-2に示した具体的な内容について、調査の流れの概略を以下に示す。

1) 1年目

地域の調査検討委員会で調査の基本的な体制、調査計画づくりを行い、地域の実情を考慮した上で、調査マニュアルについて調査項目、調査手法等を改良することが重要である。それらの検討を受けて調査をスタートし、広域調査地域の文献調査によって調査地域の社会的環境の状況と自然的環境の状況の概略を把握する。なお、広域調査地域の文献調査項目の中には、地質や水系等の人為的インパクトによって大規模には変化しない項目が含まれる。これらについては新しい調査地域の初回調査時に調査結果を図面化し、次期調査以降は文献調査を行って大規模な変化がない場合には、図面化等の作業は省略することとする。

2) 2年目

まず、重点調査地域における人為的インパクトを把握する。人為的インパクトの把握は、広域調査地域における調査結果や文献による調査だけでなく、現地調査や必要に応じてヒアリング調査等を実施する。人為的インパクトは他の全ての調査項目と密接に関係するため、早い時点で可能な限り詳細に把握し、必要に応じて補完していくことが重要である。それと同時に生物の全種の調査や、指標生物調査を実施するために必要な情報を収集するための事前調査等により、重点調査地域の基本的な自然環境のデータを収集する。これらの調査によって重点調査地域における人為的インパクトや、基本的な生物相を把握し、指標生物の選定や指標生物調査の調査地点を選定することが可能となる。

なお調査担当者の研修を兼ねて、地域の調査検討委員も調査に参加するのが望ましい。

3) 3年目

3年目は、2年目に把握した重点調査地域の自然環境の基本情報を元に、地域の調査検討委員会で指標生物の選定を行う。また水環境や土壌環境等の無機的环境要素および植物群落、指標生物の調査等について調査地点を選定し、調査手法を検討・マニュアル化する。そして、このような地域の調査検討委員会の検討結果を受け、調査担当者がこれらの項目の具体的な調査に入る。この調査の結果については、結果がでた時点で順次地域の調査検討委員会に報告し、検討委員会が調査手法や調査地点、データのとり方等について検討し、見直しを行う必要がある。

4) 4年目

3年目の調査検討委員会での調査手法等の見直し結果を受け、4年目の春から引き続き重点調査地

域の詳細な調査を行う。4年目の後半には、無機的環境要素と植物群落および指標生物について、1年を通じた調査結果がそろそろ。そこで、各調査項目の調査結果を解析し、人為的インパクトによる影響の考察ととりまとめを行う。各調査項目の調査結果のとりまとめについて、地域の調査検討委員会で検討し、調査項目の相互関係や全体的な情報から、生態系の変化についてとりまとめを検討する。あわせて生態系のとりまとめに必要で不足したデータや、調査結果に問題があると考えられる調査内容等についても検討し、それらについて必要に応じた補完調査を行う。

5) 5年目

地域の調査検討委員会で調査結果の解析を行い、生態系の変化についてとりまとめる。とりまとめの後に、調査全体を通じた反省点等を議論し、次期調査に向けて調査内容、調査手法等の改良を行う。

表 3-2 生態系等にかかるモニタリング調査の実施手順

	地域調査検討委員会検討内容	主な調査内容	アウトプット(注1)	解析
1年目	<ul style="list-style-type: none"> 地域調査検討委員会の立ち上げ 調査員の決定 重点調査地域の設定 調査資料の保管体制の確立、保管場所の確保 地域の実情を考慮した上での、調査手法、調査体制、調査項目、調査のスケジュール等の検討 調査地周辺住民への調査実施に関する周知 	<p>地域の調査検討委員会での検討結果を受け、調査を開始</p> <p><広域調査地域></p> <ul style="list-style-type: none"> 社会的環境についての文献調査 ①土地利用の状況 ②人口分布 ③大規模開発の状況 ④法律による指定状況 自然的環境についての文献調査 ①地形・地質 ②水理・気象 ③植生 ④動植物相 ⑤貴重種の分布 	<ul style="list-style-type: none"> 土地利用図 人口分布図 大規模開発分布図 法律指定状況図 分断の状況とりまとめ図、表 土壌分布図、地形分布図、地形図、表層地質図 水系図、水理地質図、水質データ、流量データ、気象データ、大気・降水のデータ 植生図 フロラリスト、ファウナリスト 貴重種分布図 	<ul style="list-style-type: none"> 広域調査地域の社会的環境と自然的環境についての概略の解析、とりまとめ
2年目	<ul style="list-style-type: none"> 全種の調査の実施手法の検討、調査対象分類群の検討 調査員の研修 (全種の調査等) 	<p><重点調査地域></p> <ul style="list-style-type: none"> 空中写真判読による植生図作成 広域調査地域の社会環境調査の結果と航空写真の判読による、想定される人為的インパクトのピックアップ 哺乳類、鳥類、両生類、爬虫類、魚類その他分類群の文献調査、全種調査 底生動物 (大型底生動物) の全種の調査 昆虫のうちトンボ目、カマキリ目、バツタ目、ナナフシ目、カメムシ目セミ科・異翅半翅類 (カスミカメムシ科を除くカメムシ科、サシガメ科、ツノカメムシ科等)、ゴキブリ目、コウチュウ目、ハチ目スズメバチ科、チョウ目チョウ類・ガ類等の、特定の分類群の全種の調査 調査地域住民に対して、動物の生息状況、触れ合いの状況、土地の管理状況のヒアリング調査 (人為的インパクト図の補完も含む) 植物相、植物群落の調査 (植生図、人為的インパクト図・表の補完も含む) 各種指標生物調査で必要な事前調査 	<ul style="list-style-type: none"> ファウナリスト (仮版) 触れ合い活動のリスト 植生図 フロラリスト (仮版) 人為的インパクト図・表 	<ul style="list-style-type: none"> 重点調査地域における植生図の解析による人為的インパクトのボリゴンの把握
3年目	<ul style="list-style-type: none"> 全種の調査と人為的インパクト調査の結果のとりまとめ 全種調査等の結果、人為的インパクトの把握の結果を考慮した指標生物の選定 指標生物調査の調査地点の選定、調査手法の検討、とりまとめ、マニュアル化 水環境、土壌環境 (その他必要に応じて日照、騒音) 等の環境要素の調査地点の選定、調査手法の検討、マニュアル化 調査手法の研修 	<p><重点調査地域></p> <ul style="list-style-type: none"> 全種調査および昆虫類、底生動物の全種の調査の補完調査 (悪天候等で調査できなかった場合、調査データが不自然な結果だった場合) 調査地域内での水環境 (河川、水路、湧水等の流量、水温、水質等) の調査1年目 調査地点における日照、気温、土壌等の調査1年目 指標生物調査(注1) 1年目 (広域の調査を必要とする、哺乳類や猛禽類の調査も含む) 	<ul style="list-style-type: none"> フロラリスト (改良版) ファウナリスト (改良版) 土壌断面図 土壌の性質 (pH、EC等) データ 	
4年目	<ul style="list-style-type: none"> 指標生物調査結果のとりまとめ 水環境、土壌環境等の環境要素の調査結果のとりまとめ 生態系のとりまとめを考慮した調査項目相互間で不足する情報についての検討、それらの調査手法の検討、マニュアル化 	<p><重点調査地域></p> <ul style="list-style-type: none"> 水環境調査2年目 日照、気温、土壌等の調査2年目 指標生物調査2年目 生態系のとりまとめに必要な情報の補完調査 調査終了 	<ul style="list-style-type: none"> 流量、水温、水質のデータ 日照、気温、土壌特性のデータ 植物群落調査データ、指標生物調査データ 	<ul style="list-style-type: none"> 各調査項目における人為的インパクトと調査結果の評価
5年目	<ul style="list-style-type: none"> 生態系としてのとりまとめ、考察 とりまとめ結果から反省点を抽出し、次期調査に向けて指標生物、調査手法、調査スケジュール、調査地点等を見直す 次回調査の調査計画の作成 			<ul style="list-style-type: none"> 各調査結果を総合的に解析し、生態系の変化をとりまとめる

注1：表中アウトプットとは、調査を実施した結果、把握できる調査データやリスト、図面、表等を示す。
注2：指標生物調査とは、第3章第5節で記述した、植物、哺乳類、鳥類、両生類、爬虫類、昆虫類、底生動物等の指標生物の調査全体を示す。

第4節. モデル地での調査項目、調査内容、調査手法の検討結果

本章第2節「生態系等にかかるモニタリング調査の基本的な考え方」に沿い、具体的にモデル地を設定して、モデル地における生態系等にかかるモニタリング調査に必要となる調査項目、調査内容、調査手法等について検討した。これらを検討するにあたり、人為的インパクトは他の調査の検討のために予め必要な基本情報であるため、実際にモデル地での人為的インパクトを文献調査および現地調査により把握し、そのとりまとめや表示の方法について、他の調査項目の検討に先駆けて示した。なお詳細な調査手法については、本章第5節「生態系等にかかるモニタリング調査手法について」に別途まとめた。

4-1. モデル地の選定

千葉県千葉市大草町の谷津田は、面積約60haの楕円形の地域である。この谷津田を含む千葉市都川流域は、千葉市環境衛生局環境部により、「千葉市野生動植物の生息状況及び生態系調査」が実施され、流域に生育・生息する動植物相の大部分が明らかにされた(参考文献9)。さらに大草の谷津田に関しては、メソスケールのランドスケープ的調査が行われ、土地利用と植生の変遷が明らかにされた。より広域なスケールでは、大澤・達(1987)によって、都市化が森林植生に与える影響を明らかにしている。

生態系のモニタリング手法はまだ確立されたとは言えない状況であり、方法論を検討する上で、生物相の充実したデータが存在することの意義は大きい。また4名の作業委員がこの地域をフィールドに実際に調査を行ってきた。これらの理由から大草谷戸を重点調査地域のモデル地に選定し、本章第2節「生態系等にかかるモニタリング調査の基本的な考え方」に沿って、過去に蓄積されたデータを活用し、モニタリングの方法論を検討した。

4-2. モデル地における環境要素の検討

生態系を構成する要素は、大きく以下の3つに区分することができる。

1) 社会的環境要素

主に地域における人間活動や人間との関わりによる要素とする。具体的には地域住民の人口、年齢や職業、土地利用の状況、産業の状況、交通の状況、人と自然との触れ合いの状況、土地に対して持っている思い、そしてそれらの総合的な要素としての人為的インパクト等である。

2) 無機的环境要素

生態系を構成する無機的环境要素としては、大きく分けて①大気環境(気温、降水量、日照、風向・風速、大気質、騒音、振動、悪臭)、②水環境(水象(水温、流量、流速等)、水質、底質)、③土壤環境(土壤成分、土壤水分等の物理的条件、土壤の性質、土壤の機能等)、④地形・地質環境(表層地形、表層地質、地下水等)がある。

3) 生物的環境要素

維管束植物(植生、植物相)、蘚苔類、藻類、地衣類、菌類、細菌類、哺乳類、鳥類、両生類、爬虫類、魚類、昆虫類、貝類、クモ類・甲殻類等、その他無脊椎動物等である。

これらのうち、大草谷戸の環境と地域市民またはNGOが調査できる内容ということを考慮し、重点的に調査を行う生態系の環境要素を抽出した。その結果を以下に示す。

なおここでいう昆虫類とは、幼虫時代に水中生活を営む種の成虫も含め、陸上に生息する昆虫全体とし、また底生生物とは、幼虫時代に水中生活を営む昆虫も含め、水中生活する小型の動物類全般とする。

- 1) 社会的環境要素：人為的インパクト（土地利用や土地の管理の状況等も含む広い意味）
- 2) 無機的環境要素：水環境、土壌環境
- 3) 生物的環境要素：植物群落、哺乳類、鳥類、爬虫類、両生類、昆虫類、底生動物

また、検討中以下の項目についても、人為的インパクトの影響を捉えるにあたって重要であるという指摘があったが、作業委員会の中では調査手法等の詳細な検討は行わなかった。

- 社会的環境要素：地域住民の年齢、土地に対して持っている思い、自然との触れ合いの状況等
- 無機的環境要素：地下水
- 生物的環境要素：クモ類、魚類（より大きな河川がある場合等）

4-3. モデル地での人為的インパクト

大草谷戸で想定される人為的インパクトについて、文献調査および現地調査により可能な限り抽出し、表にとりまとめると共に図面化した。大草谷戸で想定された人為的インパクトを表 4-1 に、人為的インパクト図を図 4-1 に示した。図 4-1 の区画が表 4-1 のポリゴンにあたり、ポリゴンの番号ごとに植生と人為的インパクトの種類等について詳細を示した。

表 4-1 および図 4-1 から、大草谷戸において生態系に影響を与えると考えられる主な人為的インパクトは以下の通りである。

○都市化の人為的インパクト

- ・耕作放棄水田の埋立
- ・宅地造成
- ・水路の三面コンクリート護岸化
- ・斜面林の伐採と法面のコンクリート化
- ・フェンスの設置
- ・舗装道路による分断
- ・農道のアスファルト舗装
- ・外灯

○土地の管理の人為的インパクト

- ・高木伐採
- ・低木伐採
- ・草本刈り取り
- ・落ち葉掻き
- ・水田の耕起
- ・水田への冬季の水入れ
- ・強度の立ち入り
- ・耕作放棄
- ・農薬、肥料の散布
- ・移入種の導入
- ・圃場整備

表4-1① 土地改変や人工物の造成を伴う都市化の人為的インパクト

ポリゴン No.	植生	大項目	種類
1	裸地	土地利用の変化	耕作放棄水田の埋め立て
46	居住地	土地利用の変化	宅地造成
62	居住地	土地利用の変化	宅地造成
100	草地	土地利用の変化	宅地予定地の放棄
108	居住地	土地利用の変化	宅地造成
109	畑	土地利用の変化	耕作放棄水田の埋め立て
79	コンクリート壁面	土地利用の変化	斜面崩壊防止のための斜面林伐採と法面のコンクリート化
80	コンクリート壁面	土地利用の変化	斜面崩壊防止のための斜面林伐採と法面のコンクリート化
67	—	生物の移動阻害	2車線の舗装道路で周囲を取り囲まれることによる土地の分断
68	—	生物の移動阻害	交通量の増加による土地の分断の促進
7	道路	生物の移動阻害	農道のアスファルト舗装
90	フェンス	生物の移動阻害	フェンスの設置
91	フェンス	生物の移動阻害	フェンスの設置
116	道路	生物の移動阻害	農道のアスファルト舗装
6	水路	水環境	水路の3面コンクリート護岸化(U字溝の埋設)
121	水路	水環境	水路の3面コンクリート護岸化(U字溝の埋設)
122	水路	水環境	水路の3面コンクリート護岸化(U字溝の埋設)
124	水路	水環境	水路の3面コンクリート護岸化(U字溝の埋設)
125	水路	水環境	水路の段差
120	街灯	光環境	街灯(水銀灯、白熱灯、白熱灯のどれかは不明)
123	街灯	光環境	街灯(水銀灯、白熱灯、白熱灯のどれかは不明)

表4-1② 生活・生業に関わる土地の管理の人為的インパクト

ポリゴン No.	植生	大項目	種類										その他				
			管理 放棄	高木 伐採	低木 伐採	草本刈 り取り	落葉 掻き	耕起	冬の 水入れ	強度の 立入							
3	水田	水田の管理									無						
4	草地(セイカアワダチソウ)	水田の管理	放棄			無											
5	草地	水田の管理	放棄			あり											
8	水田	水田の管理									無						
9	畑	水田の管理	放棄			あり											
10	草地(セイカアワダチソウ)	水田の管理	放棄			無											
11	ハンノキ	水田の管理	放棄			無											
13	草地(ヨシ)	水田の管理	放棄			無											
14	草地(セイカアワダチソウ)	水田の管理	放棄			無											
16	草地(ヨシ・カサケ)	水田の管理	放棄			無											
17	草地(アスマネササ)	水田の管理	放棄			無											
18	草地(スケ)	水田の管理	放棄			無											
21	水田	水田の管理									あり						
22	湿生草地	水田の管理	放棄			無											
23	草地(セイカアワダチソウ)	水田の管理	放棄			無											
24	草地(クス)	水田の管理	放棄			無											
25	スギ植林	水田の管理	放棄			無											
110	水田	水田の管理															
111	水田	水田の管理									あり						
112	草地(セイカアワダチソウ)	水田の管理	放棄			無					無						
35	草地	水田以外の農耕地の管理	放棄														
37	草地(アスマネササ)	水田以外の農耕地の管理	放棄														
49	畑	水田以外の農耕地の管理															
60	スギ低木林	水田以外の農耕地の管理															
19	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
20	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
26	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
27	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
28	スギ高木林	森林管理		無	無	あり	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
29	スギ高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
30	落葉広葉樹高木林	森林管理		あり	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
31	常緑広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無

表4-1③ 生活・生業に関わる土地の管理の人為的インパクト

ポリゴン No.	植生	大項目	種類															
			管理 放棄	高木 伐採	低木 伐採	草本刈 り取り	落葉 掻き	耕起	冬期の 水入れ	強度の 立入	その他							
32	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
33	竹林	森林管理		無	あり	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
34	スギ高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
36	竹林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
38	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
39	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
41	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	あり	無	無	無	あり	無	無	無	無	無	無	無
42	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	あり	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
45	スギ高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
51	スギ高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
52	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
53	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
54	スギ高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
55	スギ高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
56	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
63	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
64	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	あり	無	無	無	あり	無	無	無	無	無	無	無
65	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
66	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
69	アズマネザサ草地	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
70	竹林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
71	スギ低木林	森林管理		あり	無	あり	無	無	無	無	あり	無	無	無	無	無	無	無
72	竹林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
73	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
74	竹林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
75	スギ高木疎林	森林管理		あり	無	あり	無	無	無	無	あり	無	無	無	あり	あり	あり	あり
76	スギ高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
77	常緑広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
78	スギ低木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
82	落葉広葉樹高木疎林	森林管理		あり	無	あり	無	無	無	無	あり	無	無	無	無	無	無	あり
84	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり
85	スギ低木林	森林管理		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無

表4-1④ 生活・生業に関わる土地の管理の人為的インパクト

ポリゴン No.	植生	大項目	種類							その他	
			管理 放棄	高木 伐採	低木 伐採	草本刈 り取り	落葉 掻き	耕起	冬期の 水入れ		強度の 立入
87	スギ低木林	森林管理	無	あり	あり	あり	無	無			
89	伐採跡地	森林管理	あり	あり	あり	あり	無	無			
93	スギ高木疎林	森林管理	無	無	無	無	無	無			
94	落葉広葉樹高木疎林	森林管理	あり	無	無	無	無	無			
95	落葉広葉樹高木林	森林管理	無	無	無	あり	無	無			
96	スギ高木林	森林管理	無	無	無	無	無	無			
98	スギ高木林	森林管理	無	無	無	無	無	無			
99	スギ高木林	森林管理	無	無	無	無	無	無			
101	スギ高木林	森林管理	無	無	あり	あり	無	無			
102	スギ低木林	森林管理	無	無	無	無	無	無			
103	スギ高木林	森林管理	無	無	無	あり	無	無			
104	常緑広葉樹高木林	森林管理	無	無	あり	あり	無	無			
105	竹林	森林管理	無	無	あり	あり	あり	あり			
107	落葉広葉樹高木林	森林管理	無	無	無	無	無	無			
113	スギ低木林	森林管理	無	無	無	無	無	無			
114	竹林	森林管理	無	無	無	無	無	無			
115	スギ高木林	森林管理	無	無	無	無	無	無			
86	伐採跡地	森林管理	あり	あり	あり	あり	無	無			あり
40	畦畔草地	草地の管理				無	無	無			
117	畦畔草地	草地の管理				無	無	無			
118	畦畔草地	草地の管理				あり	無	無			
119	畦畔草地	草地の管理				あり	あり	無			

表4-1⑮ 人為的インパクトの変化が少ない地域

ポリゴン No.	植生	大項目	種類
2	居住地	土地利用の維持	日常の利用
44	居住地	土地利用の維持	日常の利用
47	居住地	土地利用の維持	日常の利用
50	堆肥置き場	土地利用の維持	日常の利用
88	資材置き場	土地利用の維持	日常の利用
92	墓地	土地利用の維持	日常の利用
97	居住地	土地利用の維持	日常の利用
106	居住地	土地利用の維持	日常の利用
43	畑	農耕地の管理の維持	日常的管理
48	樹園	農耕地の管理の維持	日常的管理
57	畑	農耕地の管理の維持	日常的管理
58	畑	農耕地の管理の維持	日常的管理
59	樹園	農耕地の管理の維持	日常的管理
61	畑	農耕地の管理の維持	日常的管理
83	畑	農耕地の管理の維持	日常的管理
12	水路	水路の維持	日常的管理
15	池	水路の維持	日常的管理

その他の捉えられなかった想定される人為的インパクトとその影響

- ・肥料散布による影響
- ・農薬散布による影響
- ・採集田の影響
- ・大草谷津周辺、運動場、ゴルフ場等の光の影響

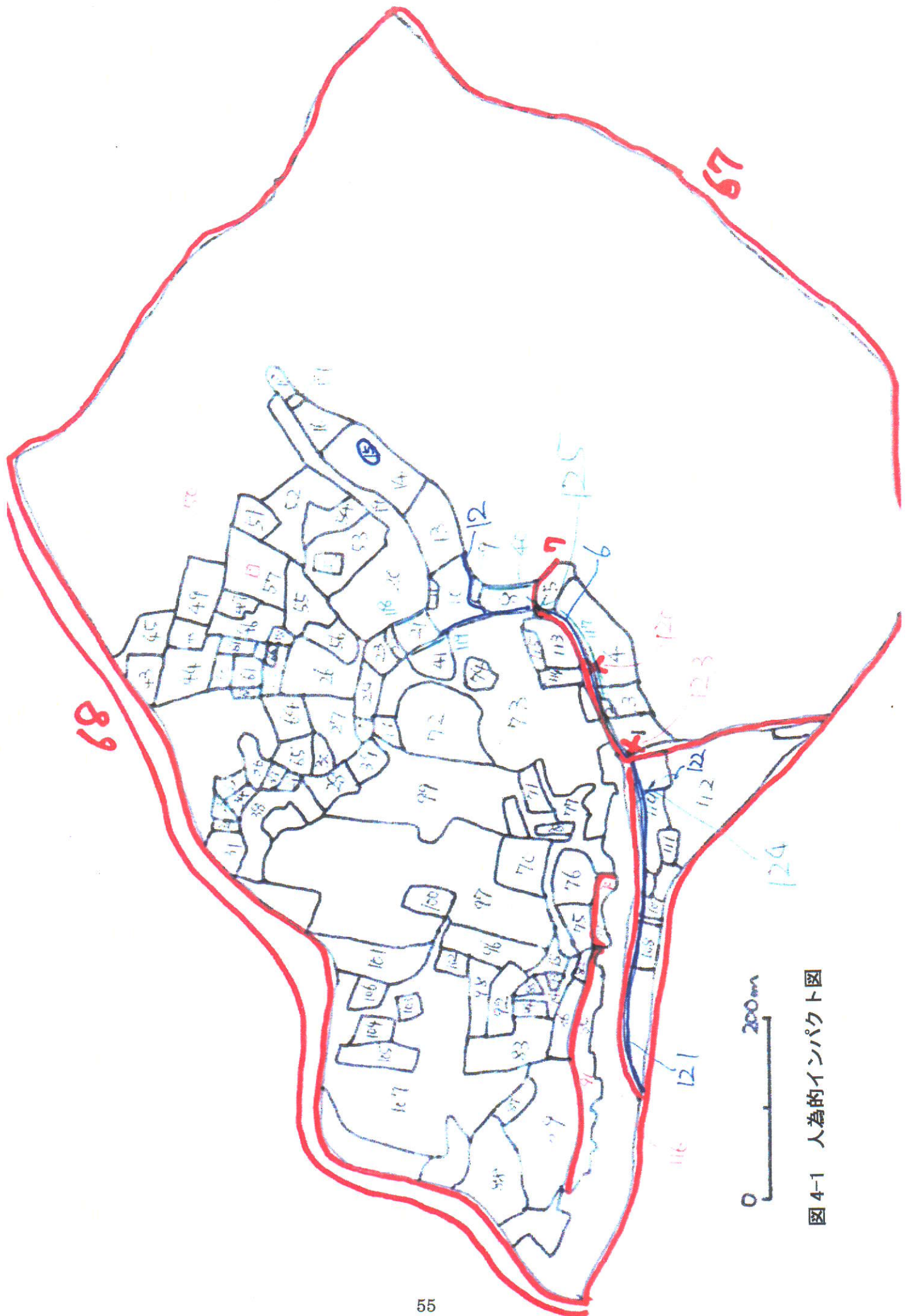


図4-1 人為的インパクト図

4-4. モデル地での物理化学的環境要因

1. 水環境

1) 人為的インパクトと与えられる影響

一般に都市周辺の里地・里山地域において、水環境に大きな影響を与えると考えられる人為的インパクトと、水環境が受けると予想される影響は以下の通りである。

- ①水源涵養域での森林伐採を伴う開発行為(主に宅地開発)→保水能力の低下、谷部湧出流量の減少、少雨期の湧出水の枯渇。降雨時、短時間での流量増加。
- ②水源涵養域の畑地での化学肥料の大量使用→窒素の流出、谷部湧出水の水質汚染。
- ③圃場整備等による水路の三面コンクリート化(U字溝の埋設)→排水溝としての機能の上昇、水の流下速度の上昇による水生生物の生息環境の悪化。植物による水質浄化機能の低下。
- ④水路への家庭排水の流入→水路の水質汚染。
- ⑤水田での農薬の使用→水田および水路の有機汚染。

今回モデル地とした大草谷戸では、⑤の水田での農薬の使用は行われていないことが確認された。しかし上記のうち①の宅地開発、③の水路の三面コンクリート化、および④の家庭排水の流入は既に確認された。また②の畑地での化学肥料の大量使用については、現時点では調査していないため確認できていない。

2) 測定項目

1) に示した水環境の変化は、直接的に水生生物や植物の生息環境に影響を与えるため、生物相の変化の原因を捉える上で重要である。現在はないものも含めて、人為的インパクトが生物相に与える影響を捉えるために必要な測定項目を設定した。なお測定項目は、調査を一般市民が行うことを想定し、測定が容易な項目に絞った。

これらの項目を測定し、湧泉では水源涵養域における土地利用・開発状況の影響を、水路では土水路とU字溝の水質・流量の比較検討を行うこととする。

- ①気温
- ②水温
- ③流量
- ④電気伝導度^{注1)}
- ⑤pH^{注2)}
- ⑥硝酸： NO_3 ^{注3)} (パックテスト)
- ⑦化学的酸素要求量：COD^{注4)} (パックテスト)

注1) 電気伝導度とは水の中に溶けている不純物(無機イオン)の総量を表し、不純物が増加すると電気が通りやすくなるため値が上がる。汚染の指標等に用いられる(温泉・火山帯・河口部を除く)。単位は、S/m(ジーメンズ・パー・メートル)を一般的に用いる(SI単位)。

注2) pHとは、水の酸性・中性・アルカリ性をあらわす指標である。通常の河川・地下水はpH 6~8である。

注3) 硝酸とは、化学肥料や尿尿、生活排水に含まれる窒素が酸化されて水に溶けているもので(硝酸イオン NO_3^- の状態)で存在、人為的な汚染の指標となる。これが大量に含まれる水を飲み続けると人体に害を及ぼすため、水道法で亜硝酸とあわせて10mg/L(イオンの状態で約45mg/L)以下と定められている。

注4) CODは、水中の酸化されやすい物質(主に有機物)の酸化により消費される酸素の量を表す。家庭排水等によってもたらされた水中の有機物量の指標となる。

その他、基本事項として以下の項目についても調査時に記録する必要がある。

- | | |
|---|--------------------------|
| ○測定者 | ○当日の天候、最近の降水日 |
| ○測定地点および時刻 | ○測定地点付近の図 |
| ○水の異変（においや色） | |
| ○（湧泉の場合）湧出の形態（例：木の下の穴から、5×5mの範囲全体でにじみ出す等） | |
| ○水源涵養域の土地利用 | ○（水路の場合）水路形態（例：土水路、U字溝等） |
| ○谷底の土地利用 | |

3) 事前調査結果

2002年1月24日および2月1日に、大草で現地把握および測定地点を決定するための事前調査を行った。

流量・水質の測定地点を選定するにあたっては、主な湧泉（谷頭および崖下）の位置、谷底および水源涵養域の土地利用状況、流路、水路形態、排水口を把握し、それに基づいて湧泉6地点、水路7地点の合計13地点を測定地点とした。

大草の流路の概略と測定地点の関係を図4-2に、調査地点の位置を図4-3に示した。

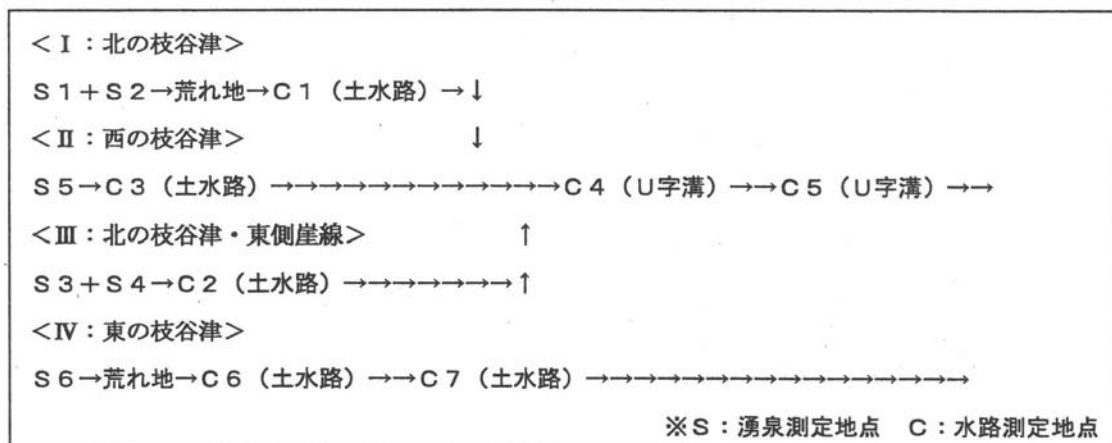
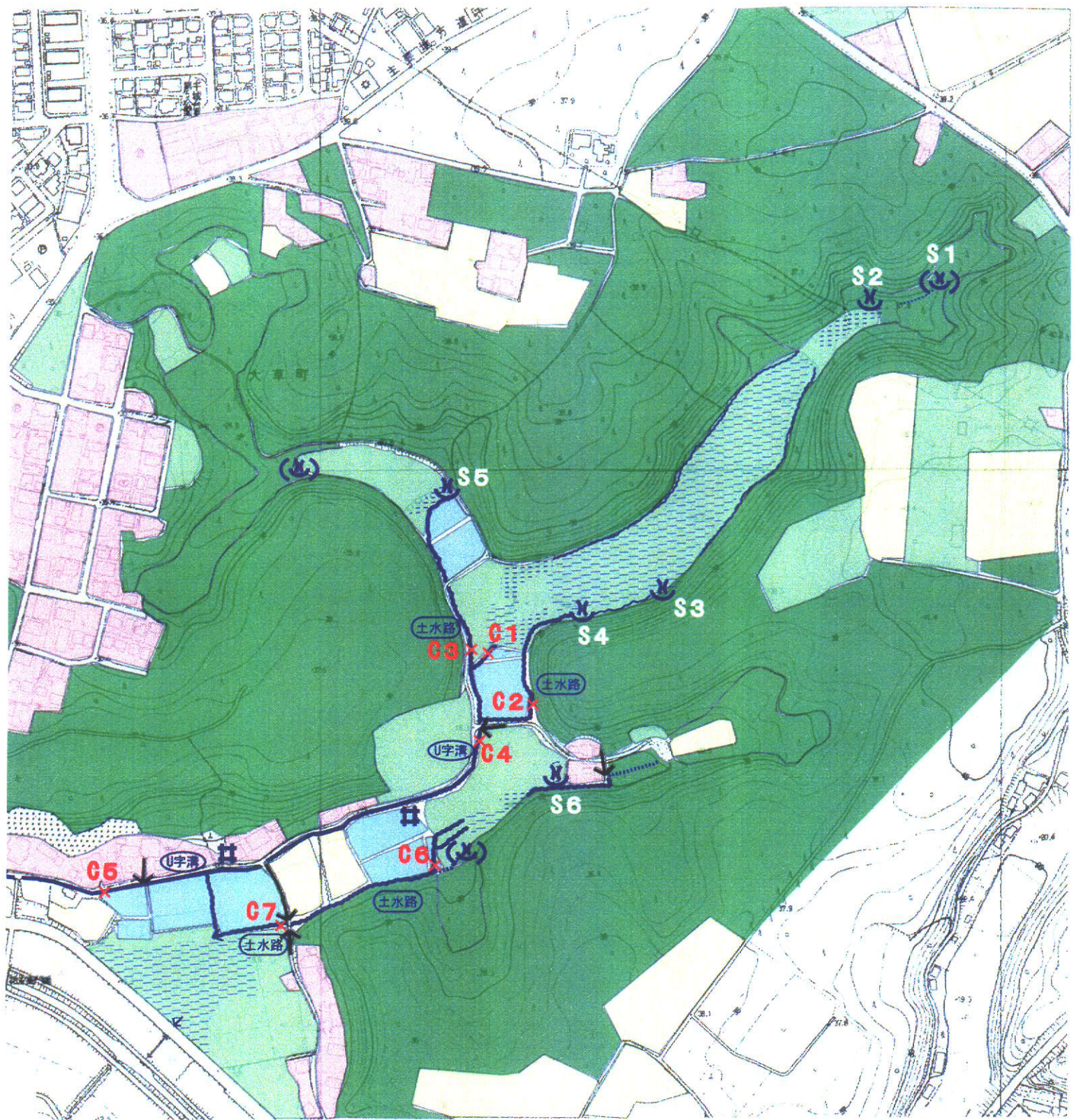


図4-2 流路の概略と測定地点

測定結果を表4-2に示した。また測定結果についての考察を以下にまとめた。

- 湧水の流量は、北の谷津にあるS1およびS2が非常に多く、S5がこれに続いた。S6の湧水は湿地状になっていて、量も少なく測定できなかった。これは涵養域の大きさと開発状況を反映していると考えられる。
- 硝酸イオンはS1・S2・S3で非常に値が高く、S6でもやや高かった。いずれも上流の涵養域に畑地があることから、化学肥料による汚染と考えられる。
- 流下する過程で、S2→荒地→C1、S6→荒地→C6では、硝酸イオンが低下して0になり、ヨシ原による浄化が確認された。また電気伝導度も低下した。
- U字溝区間のC4→C5では、硝酸イオンの低下は確認されなかった。またpHが増加した。



N
↑
1 : 4,000

S1~S6 湧泉測定地点
C1~C7 水路測定地点

図 4-3 千葉市大草における水環境調査
土地利用・水路概況図

表 4-2 事前調査結果

2002年2月1日調査

天候 はれ

最近の降雨日 1月27日

調査者 篠村善徳

湧泉 No.	S1	S2	S3	S4	S5	S6
測定時刻	15:55	15:40	15:15	14:00	14:50	13:15
気温(°C)	8.5	8.8	9.3	12.0	8.0	9.0
水温(°C)	13.5	12.7	10.6	12.4	13.9	6.5
流量(mL/s)	約 800	約 1,300	測定不可	約 30	約 630	測定不可
電気伝導度(S/m)	24.0	21.0	39.6	21.5	17.88	43.4
pH	5.77	6.45	6.64	7.01	7.30	6.78
硝酸イオン(mg/L)	45	45	45	5	3	7~8
現地の状況	パイプより	木の下のパイプより	しみだし	パイプより	パイプより	しみだし

水路 No.	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
測定時刻	14:25	13:30	14:35	16:25	12:10	12:55	12:35
気温(°C)	12.0	11.5	7.0	7.0	17.0	9.0	16.0
水温(°C)	5.5	5.4	8.8	4.4	6.5	2.4	6.0
流量(mL/s)	約 4,000	約 3,500	約 900	約 9,000	約 10,000	約 150	約 200
電気伝導度(μ S/cm)	14.04	18.9	17.54	17.22	18.2	23.7	30.3
pH	6.62	7.00	6.67	6.44	7.75	6.98	7.20
硝酸イオン(mg/L)	0	5	2	5	5	0	2
現地の状況	土水路	土水路	土水路	U字溝	U字溝	土水路	土水路
排水状況					下水混入		下水混入

2. 土壌環境

1) 人為的インパクトと与えられる影響

大草谷戸において特に土壌環境に注目した場合、大きな影響を与えると考えられる人為的インパクトと、土壌環境が受けると予想される影響は以下の通りである。

- ①耕作放棄水田の埋立、宅地造成、農道のアスファルト舗装等、面的な土地改変のインパクト→土壌動物、土壌微生物の生息地の消失による個体数の減少、物質循環機能の喪失。
- ②舗装道路による土地の分断、交通量の増加→汚染物質の蓄積による生物多様性の減少、物質循環過程の変化。
- ③斜面林伐採→土壌への落葉・落枝、植物の根茎に由来する有機物質の供給停止、土壌動物および土壌微生物バイオマス・多様性の減少、物質循環の変化、循環速度の低下。
- ④高木、低木、草本の伐採→土壌表面への有機物供給、土壌動物および土壌微生物バイオマス・多様性の維持あるいは増加、物質循環の変化、循環速度の増加、純生産量の増加。
- ⑤落ち葉掻き→有機物供給の一時的な停止、土壌動物および土壌微生物バイオマス・多様性の減少、物質循環の変化、循環速度の低下。
- ⑥農薬の使用→短期的な土壌バイオマスの減少、長期的には回復。ミミズ等の大型土壌昆虫の減少。

2) 測定項目

1) に示した土壌環境の変化は、特に植物の生息環境に影響を与え、水環境と同様に生物相の変化の原因を捉える上で重要である。

土壌環境については、過去に実施した生態系総合モニタリング調査でも調査を行っており、その調査項目は以下の4項目である。

- ①土壌断面調査
- ②飽和透水係数の測定
- ③pH、置換酸度、伝導度、交換性陽イオン、陽イオン交換容量の測定
- ④土壌動物調査

これらについては、生態系等にかかるモニタリング調査でも実施することを前提とした。さらに地域市民またはNGOが調査できることを条件とし、以下の測定項目を追加で選定した。

⑤土壌機能としての土壌の分解能の調査

土壌の有する最も重要な機能は分解者としての働きである。土壌の分解能の低下は、すなわち土壌生物に何らかの異常が起きていることを意味する。そのため土壌の分解能は広く土壌動物、土壌微生物の働きを見ることになり、また土壌の健康を見積もる一つの指標となる。

⑥土壌動物の豊かさの指標としてのミミズの調査

土壌動物の中で最も大型の部類に入るミミズは、耕耘等の物理的攪乱や、化学物質により容易に減少してしまうことが知られている。そのため、ミミズの存在量は土壌微生物・土壌動物の豊かさの指標とみなすことができる。

4-5. モデル地での生物的環境要因

1. 植物群落

1) 人為的インパクトと与えられる影響

大草谷戸において、特に植物および植物群落に注目した場合、大きな影響を与えると考えられる人為的インパクトと、植物および植物群落が受けると予想される影響は以下の通りである。

- ①耕作放棄水田の埋立、宅地造成、農道のアスファルト舗装等、面的な土地改変のインパクト→生育地の直接的破壊による群落および個体の消失。
- ②道路・宅地建設等による生育地の縮小・分断→無機的環境の変化、個体群規模の縮小、花粉媒介者や種子散布者の個体数変化。
- ③高木、低木の伐採、草本の刈り取り→植物体地上部の直接的ダメージ。群落内の無機的環境の変化。
- ④強度の立ち入り→土壌の圧密化、植物体地上部への直接的ダメージ。
- ⑤水田や畑の耕起→土壌攪拌による植物体地下部への直接的ダメージ。土壌の無機的環境の変化による間接的な影響。
- ⑥水田への冬季の水入れ→土壌の無機的環境の変化による間接的な影響。
- ⑦圃場整備→土壌の攪拌や乾燥化による間接的な影響。
- ⑧農薬・肥料の散布→水系に沿った生育地における、土壌環境や水質の悪化による間接的な影響。
- ⑨移入種の導入→移入種の定着に伴う在来種との競争、遺伝子交雑等。
- ⑩土地利用管理の放棄→遷移の進行。

2) 指標群落の選定

大草地域の現存植生図（図 4-4 参照）により大草で確認された植物群落のうち、本章第 2 節「生態系等にかかるモニタリング調査の基本的な考え方」に示したモニタリングの対象とする指標群落の選定基準を考慮し、モニタリングすべき指標群落を以下にまとめた。

- ①シラカシ群落・スダジイ群落：千葉県北西部での気候的極相である常緑広葉樹林の典型例。スダジイ群落は千葉県のレッドデータブック植物編（参考文献 43）に掲載されている。人為的インパクトの項目①および②による影響が予想される。
- ②カサスゲ・ハンノキ群落：谷底面の過湿地に特異的に出現する地形・土壌的極相の典型例。ハンノキ群落はスダジイ群落と同じく千葉県のレッドデータブック植物編に掲載されている。人為的インパクトの項目①、②、⑤、⑧による影響が予想される。
- ③チガヤ群落（畦畔草地）：水田のイネ栽培に伴う畦畔の刈り取りにより維持される生物的極相。全国的に減少している草原性野草の生育場所として重要。人為的インパクトの項目①、②、③、⑦、⑧、⑩による影響が考えられる。
- ④コナラ群落（林床の下刈り管理あり）：管理のない群落と比較して、下刈りにより林床が明るい状態に維持される生物的極相。春植物といわれる種群（イカリソウ、イチリンソウ、キンラン等）の生育地として重要。千葉県のレッドデータブック植物編でイチリンソウとイカリソウが要保護生物に、キンランが一般保護生物に指定されている。人為的インパクトの項目①、②、③、⑩による影響が考えられる。

図 4-4

大草現存植生図



凡例

- | | |
|----------|------------|
| ■ スダジイ | ■ アズマネザサ |
| ■ シラカシ | ■ ススキ |
| ■ イヌシテ | ■ チガヤ |
| ■ コナラ | ■ ヨモギ |
| ■ クヌギ | ■ クズ |
| ■ ケヤキ | ■ カナムグラ |
| ■ ムクノキ | ■ セイタカ |
| ■ スギ | ■ アワダチソウ |
| ■ ヒノキ | ■ ヒメムカシヨモギ |
| ■ マダケ | ■ メヒシバ |
| ■ モウソウチク | ■ アキノ |
| ■ ノルデ | ■ エノコログサ |
| ■ アカメガシワ | ■ 耕作畑地雑草群落 |
| ■ 樹園 | ■ ハンノキ |
| ■ 舗装道路 | ■ ヨシ |
| ■ 未舗装道路 | ■ カサスゲ |
| | ■ 休耕田雑草群落 |
| | ■ 水田雑草群落 |
| | ■ 住宅地、裸地 |
| | ■ および造成地 |

* 各植分の第一優占種を群落名とした。

N
4

0 100 200m

千葉市都市図 (1/2500).
航空写真および現地踏査
により作成.
(2002年2月現在)

2. 哺乳類

1) 人為的インパクトと与えられる影響

大草谷戸において特に哺乳類に注目した場合、大きな影響を与えると考えられる人為的インパクトと、哺乳類が受けると予想される影響は以下の通りである。

- ①耕作放棄→攪乱の減少による草地生哺乳類の生息地の拡大。草地の樹林化による草地生哺乳類の生息環境の消失、森林生哺乳類の生息地の拡大。
- ②宅地開発→生息地の喪失または生息地の孤立化による個体数の減少・絶滅。
- ③舗装道路による分断→生息地の孤立化による絶滅の可能性の上昇。土壌に生息するモグラも含めた哺乳類全般に影響。

2) 指標生物の選定

過去の調査により大草で確認された哺乳類相のうち、本章第2節「生態系等にかかるモニタリング調査の基本的な考え方」に示した指標生物の選定基準を考慮し、1)に示した人為的インパクトの影響を顕著に示すと考えられる指標生物を以下にまとめた。

①カヤネズミ（指標種例）

- 調査のねらい 水田・草地の変化を把握する
- 生息環境 イネ科植物の繁茂する環境
- 天敵 ヘビ類、イタチ、ノネコ、猛禽類等
- 食性 草の実、昆虫（直翅類）
- 分布 関東・北陸以南
- 人為的インパクトの影響

耕作地が放棄され、イネ科植物が繁茂することによって生息環境を得る。また住宅開発や、遷移により樹木が茂ってくると生息環境を失う。

②アズマモグラ（指標種例）

- 調査のねらい 水田・草地の変化を把握する
- 生息環境 林、草地、耕作地等コンクリート化していない地中
- 天敵 ヘビ類、イタチ、ノネコ、猛禽類等
- 食性 ミミズ・甲虫類の幼虫等の土壌動物
- 分布 北海道を除く東日本
- 人為的インパクトの影響

道路の舗装化、水路のコンクリート化によって移動不能になると、生息地の孤立化により絶滅の可能性がある。

③リス、ムササビ、ノウサギ、キツネ、イタチ、アナグマ、(タヌキ)（指標種群例）

- 調査のねらい 林、草地、河川敷等の生息環境の分断、生息環境の変化を把握する
- 生息環境 林、草地、河川敷等
- 天敵 上位の哺乳類、猛禽類
- 食性 植物、昆虫、鳥類、哺乳類等
- 分布 ニホンリス：本州

ムササビ：本州、四国、九州

ノウサギ：本州、四国、九州

キツネ：北海道、本州、四国、九州

イタチ：本州、四国、九州

アナグマ：本州、四国、九州

○人為的インパクトの影響

道路建設、住宅建設等により生息地が孤立化または消滅し、それによって個体数が減少または絶滅する。

3. 鳥類

1) 人為的インパクトと与えられる影響

大草谷戸において特に鳥類に注目した場合、大きな影響を与えると考えられる人為的インパクトと、鳥類が受けると予想される影響は以下の通りである。

①耕作放棄：水田を餌場、休息場とする種の餌場や休息場の喪失。

②高木伐採：森林性の鳥類の生息場の喪失。

③低木伐採、草本刈り取り：低木層の発達した森林に生息する鳥類の減少、ササ・竹藪等に生息する鳥類の増加。

2) 指標生物の選定

過去の調査により大草で確認された鳥類のうち、本章第2節「生態系等にかかるモニタリング調査の基本的な考え方」に示した指標生物の選定基準を考慮し、1)に示した人為的インパクトの影響を顕著に示すと考えられる指標生物を以下にまとめた。

①サシバ（指標種例）

○調査のねらい 水田の耕作状況の変化を把握する

○生息環境 林、餌が生息する水田等

○天敵 より上位のタカ類、カラス類

○食性 両生類、爬虫類、昆虫類

○分布 繁殖期：本州、四国、九州 越冬期：南西諸島

○人為的インパクトの影響

水田の耕作放棄や圃場整備等により、餌となる両生類や爬虫類が減少すると個体数が減少する。

②ウグイス（指標種例）

○調査のねらい 林の状態の変化を捉える

○生息環境 下層植生の発達した林、藪

○天敵 猛禽類、ヘビ類

○食性 昆虫

○分布 繁殖期：全国 越冬期：本州以南

○人為的インパクトの影響

林の下層植生や藪を生息地とするため、管理されている薪炭林では少ないが、放置されると個体数が増加する。また伐採跡群落にはウグイスが好むササが生えやすいため、伐採後数年するとウグイスの個体数が増加する。

③セッカ、オオヨシキリ、オオジュリン、ホオジロ（指標種群例）

○調査のねらい 水田環境の変化、イネ科草地の変化を把握する

○生息環境 イネ科植物の繁茂する草地

○天敵 猛禽類、ヘビ類

○食性 昆虫

○分布 セッカ

通年：本州以南

オオヨシキリ

繁殖期：北海道、本州、四国、九州

オオジュリン

繁殖期：北海道、本州 越冬期：全国

ホオジロ

通年：北海道、本州、四国、九州

○人為的インパクトの影響

水田が耕作放棄されるとイネ科植物からなる草地となるため個体数が増加するが、イネ科の草
地が圃場整備や開発等により開発されると、生息地を失って個体数が減少する。

④サギ類、シギ・チドリ類（指標種群例）

○調査のねらい 水田環境の変化を把握する

○生息環境 水田および乾田

○天敵 猛禽類

○食性 昆虫、小魚、カエル等

○分布 種により異なるが、例として以下の種を取り上げる

サギ類	アマサギ	繁殖期：北海道～九州	越冬期：九州以南
	コサギ	繁殖期：本州～九州	越冬期：本州～沖縄
	チュウサギ	繁殖期：本州～九州	越冬期：本州以南
	ダイサギ	繁殖期：本州～九州	越冬期：本州以南
	アオサギ	繁殖期：北海道～四国	越冬期：全国
チドリ類	タグリ	越冬期：本州以南	
	ケリ	繁殖期：本州	越冬期：本州以南
	コチドリ	繁殖期：北海道～九州	
シギ類	キアシシギ	通過期：全国	
	クサシギ	通過期：全国	越冬期：関東以南
	タカブシギ	通過期：全国	
	チュウシャクシギ	通過期：全国	

○人為的インパクトの影響

水田の耕作放棄により生息地を失い、個体数が減少する。

⑤クロジ、シロハラ（指標種群例）

○調査のねらい 林の管理状態の変化を把握する

○生息環境 林冠が鬱閉した暗い林

○天敵 猛禽類、ヘビ等

○食性 昆虫、ミミズ等

○分布 クロジ

繁殖期：本州中部以南

越冬期：本州以南

シロハラ

越冬期：本州以南

○人為的インパクトの影響

二次林が薪炭林等として管理されると林床の明るい林になるため生息地を失うが、管理放棄さ
れることにより生息地を得て、個体数が増加する。

⑥フクロウ、アオバズク（指標種群例）

○調査のねらい 林の状態の変化を把握する

- 生息環境 大径木のある樹林
- 天敵 上位の猛禽類、ヘビ類
- 食性 昆虫、小鳥、コウモリ、カエル、ネズミ類等
- 分布 フクロウ 通年：北海道～九州
アオバズク 繁殖期：全国
- 人為的インパクトの影響

繁殖に大径木のうろを使用するため、大径木のある林に生息している。大径木が伐採されると繁殖場と共に生息地を失う。またフクロウは下層植生が発達することによってネズミ類の捕獲が困難になる。

4. 両生類・爬虫類

1) 人為的インパクトと与えられる影響

大草谷戸において特に両生類・爬虫類に注目した場合、大きな影響を与えると考えられる人為的インパクトと、両生類・爬虫類が受けると予想される影響は以下の通りである。

- ①道路等による分断化→高次捕食者である大型肉食動物や猛禽類等の減少による捕食圧の減少、個体数の増加。道路を渡る際の交通事故による個体数の減少、生息面積の減少による個体数の減少。
- ②高木伐採、宅地造成→生息場である森林の減少による個体数の減少。湧水の枯渇による産卵場の喪失、個体数の減少。
- ③水路の三面コンクリート護岸化、農道のアスファルト舗装→移動経路を遮断することによる有効な生息面積の減少から起こる個体数の減少。
- ④耕作放棄→産卵場である水田の減少による個体数の減少。
- ⑤乾田化→産卵場の減少による個体数の減少。

2) 指標生物の選定

過去の調査により大草で確認された両生類・爬虫類のうち、本章第2節「生態系等にかかるモニタリング調査の基本的な考え方」に示した指標生物の選定基準を考慮し、1)に示した人為的インパクトの影響を顕著に示すと考えられる指標生物を以下にまとめた。

①ニホンアカガエル、アズマヒキガエル（指標種例）

- 調査のねらい 水田の変化（乾田化、圃場整備等）を把握する
- 生息環境 産卵場、幼生は湧き水の豊かな湿田、成体は森林
- 天敵 ヘビ類、猛禽類
- 食性 昆虫類等
- 分布 ニホンアカガエル：本州、四国、九州
アズマヒキガエル：本州
- 人為的インパクトの影響

水田が放棄されたり、圃場整備により乾田化したりすると産卵場を失う。

②ヤマカガシ（指標種例）

- 調査のねらい 都市近郊の緑地で最上位の捕食者となる可能性が高いヘビ類の動態を捉える
- 生息環境 森林、草地、水田等の湿地
- 天敵 猛禽類等
- 食性 カエル（オタマジャクシ）、魚、トカゲ等

○分布 本州、四国、九州

○人為的インパクトの影響

水田が乾田化すると、主な餌であるカエルが減少するため個体数が減少する。幹線道路が建造されたり、農道が舗装されたりすることにより生息地が分断化されると、遺伝的に多様性を失う。

5. 昆虫類

1) 人為的インパクトと与えられる影響

大草谷戸において特に昆虫類に注目した場合、大きな影響を与えると考えられる人為的インパクトと、昆虫類が受けると予想される影響は以下の通りである。

- ①宅地造成→森林、草地、止水域等、造成地を生息地として利用していた種の生息地の消失。
- ②水路の三面コンクリート護岸化→幼虫期に水中に生息する昆虫（トンボ、ホタル等）の生息地の消失。
- ③高木伐採、低木伐採→林縁環境等の変化による森林性の昆虫の生息地の消失および変化。
- ④落ち葉掻き→土壌性昆虫の生息地、餌場の消失。
- ⑤耕作放棄→止水域に生息する種の生息地の消失。
- ⑥外灯の設置→光に集まり死亡することによる個体数の減少。

2) 指標生物の選定

過去の調査により大草で確認された昆虫類のうち、本章第2節「生態系等にかかるモニタリング調査の基本的な考え方」に示した指標生物の選定基準を考慮し、1)に示した人為的インパクトの影響を顕著に示すと考えられる指標生物を以下にまとめた。

①ゲンジボタル（指標種例）

- 調査のねらい 流水と林縁部の植生の変化を捉える
- 生息環境 水路とその周辺
- 天敵 人、クモ類
- 食性 貝類（幼虫期）
- 分布 本州、四国、九州
- 人為的インパクトの影響

水路脇の植生が伐採や刈り取り等により消失すると成虫の個体数が減少する。水路がコンクリート護岸化されると、幼虫が流されたり、成虫の産卵場が失われたりすることにより個体数が減少する。また周辺の農地で農薬が使用されると、幼虫が死ぬために個体数が減少する。さらに水路周辺に外灯等が設置されると、ホタルの繁殖を阻害し、個体数が減少する。

②ミヤマセセリ（指標種例）

- 調査のねらい 林の管理状況を把握する
- 生息環境 雑木林の林縁、路傍、林間の草地等
- 天敵 肉食昆虫、クモ類、鳥類
- 食性 ブナ科の植物
- 分布 北海道、本州、四国、九州
- 人為的インパクトの影響

薪炭林を数年おきに伐採すると生える、ひこ生えが発生する時（林の再生時）個体数が増加する。また時間が経つと個体数が減少し、伐採すると増加する。

③オオカマキリ（指標種例）

- 調査のねらい 林縁、林内の植生の状態（茂り方、群落、種構成等）を捉える
- 生息環境 平地～山地の林縁部周辺
- 天敵 肉食昆虫、クモ類、鳥類等
- 食性 小型昆虫類
- 分布 北海道、本州、四国、九州
- 人為的インパクトの影響

オオカマキリは林縁に接した草原に生息しているため、高木や低木の伐採により林縁部が消失すると生息場を失い減少する。

④センチコガネ類（指標種群例）

- 調査のねらい 林床の落ち葉層、下草の状態、哺乳類・鳥類の種数、個体数の豊かさの変化を捉える
- 生息環境 平地～山地で種によって生息地が異なる
- 天敵 肉食昆虫、クモ類、鳥類等
- 食性 動物の糞、死骸等
- 人為的インパクトの影響

森林の分断化や林床管理等により、種構成や個体数が変化する。また人為的インパクトにより哺乳類相や鳥類相、その個体数に影響が出た場合、間接的に影響を受ける。

⑤ミズイロオナガシジミ、アカシジミ、ウラナミアカシジミ、ミドリシジミ、オオミドリシジミ（指標種群例）

- 調査のねらい 林の管理状況の変化を捉える
- 生息環境 平地～山地の林縁部
- 天敵 肉食昆虫、クモ類、鳥類等
- 食性 ミドリシジミを除く全種はブナ科の植物、ミドリシジミはハンノキ科の植物
- 人為的インパクトの影響

ほとんどの種が雑木林に多いコナラ、クヌギ、アベマキ、カシワ等を食餌するため、林の里山の管理がなされなくなると、生息環境が失われて個体数が減少する。

⑥ヤマサナエ、アオイトトンボ科、シオヤトンボ（指標種群例）

- 調査のねらい 湿地、湖沼、流水面の植生の状態、立地、開放水面の面積の変化を捉える
- 生息環境 平地～山地の湿地、湖沼、流水の周辺
- 天敵 肉食昆虫、クモ類、鳥類等
- 食性 小型昆虫類
- 人為的インパクトの影響

湿地周辺の植生の管理が行われなくなると開放水面が減少し、種数、個体数が減少する。

⑦セミ類（指標種群例）

- 調査のねらい 森林の疎林化、下草の減少、緑地面積の減少等の変化を捉える
- 生息環境 平地～丘陵地の森林
- 天敵 肉食昆虫、クモ類、鳥類
- 食性 植物
- 人為的インパクトの影響

道路や人工物の建設等による森林の分断化、林床の下草の減少、疎林化等により構成種が単純化し、アブラゼミの比率が高くなる。

6. 底生動物

1) 人為的インパクトと与えられる影響

大草谷戸において特に底生動物に注目した場合、大きな影響を与えると考えられる人為的インパクトと、底生動物が受けると予想される影響は以下の通りである。

- ①農薬、肥料の散布→農薬および肥料の流出による水質汚濁、それに伴った環境悪化。
- ②水路の三面コンクリート護岸化→流速の増加による生息環境の悪化（底質ごと下流に流される）。
- ③低木伐採→水路や湿地周辺の植生の消失による生息環境の悪化。
- ④水田への冬季の水入れ→生息地の確保。
- ⑤耕作放棄→水田の乾燥化による生息地の消失。
- ⑥移入種の導入→補食圧の増加。
- ⑦外灯の設置→光に集まり死亡することによる個体数の減少。

2) 指標生物の選定

過去の調査により大草で確認された底生動物のうち、本章第2節「生態系等にかかるモニタリング調査の基本的な考え方」に示した指標生物の選定基準を考慮し、1)に示した人為的インパクトの影響を顕著に示すと考えられる指標生物を以下にまとめた。

①カワニナ（指標種例）

- 調査のねらい 圃場整備等による水路の改変、底質や水質の悪化等を捉える
- 生息環境 流水
- 天敵 ホタル類
- 食性 付着藻類
- 分布 北海道、本州、四国、九州（北海道南部～台湾）
- 人為的インパクトの影響

圃場整備等により水路が改変されると生息地を失い、個体数が減少する。また生息地周辺の農地で農薬や肥料を大量に使用したり、生息している水路に生活排水が流れ込んだりすると、底質や水質等の生息環境が悪化し、個体数が減少する。

②サワガニ（指標種例）

- 調査のねらい 水路周辺の植生の大規模な改変、水辺の乾燥、個体群の分断等を捉える
- 生息環境 流水の周辺
- 天敵 不明
- 食性 雑食
- 分布 本州、四国、九州
- 人為的インパクトの影響

水路周辺の落ち葉の下、土の中等に生息しているため、水路周辺の高木や低木の伐採や土地改変を伴う開発が行われると生息地を失い、個体群が分断化される。また湧水が枯れる等して水辺が乾燥すると生息地を失う。

③オニヤンマ（指標種例）

- 調査のねらい 圃場整備等による水路の改変、周辺植生の減少、水辺の乾燥等を捉える

- 生息環境 湿地、湖沼、流水とその周辺
- 天敵 肉食昆虫、クモ類、鳥類等
- 食性 肉食
- 分布 北海道、本州、四国、九州
- 人為的インパクトの影響

圃場整備等により水路が改変されると生息地を失う。また周辺の植生が伐採されたり、湧水の水量の減少、枯渇等により水辺が乾燥化したりすると、生息環境の悪化により個体数が減少する。

④ヒガシカワトンボ（指標種例）

- 調査のねらい 圃場整備等による水路の改変、水量の減少、水辺の乾燥等を捉える
- 生息環境 幼虫期は清流、成虫期は斜面林や湿地の草むら
- 天敵 肉食昆虫、クモ類、鳥類等
- 食性 肉食
- 分布 北海道、本州
- 人為的インパクトの影響

圃場整備等により水路が改変されると生息地を失う。また湧水の水量の減少、枯渇等により水辺が乾燥すると、生息環境の悪化により個体数が減少する。

⑤ヘイケボタル（指標種例）

- 調査のねらい 圃場整備等による水路の改変、水田・水辺の乾燥、外灯照明等による光の干渉の影響を捉える
- 生息環境 止水域とその周辺
- 天敵 人、クモ類
- 食性 貝類（幼虫期）
- 分布 本州、四国、九州
- 人為的インパクトの影響

圃場整備等により水路が改変されると生息地を失う。また耕作放棄により水田が乾田化したり、湧水の水量の減少・枯渇等により水辺が乾燥化したりすると、生息環境の悪化により個体数が減少する。さらに外灯照明が設置されると、繁殖が阻害される。

⑥マルバネトビケラ（指標種例）

- 調査のねらい 圃場整備等による水路の改変、水田・水辺の乾燥化等を捉える
- 生息環境 幼虫期は清流、成虫期は斜面林や湿地の草むら
- 天敵 肉食昆虫、クモ類、鳥類等
- 食性 植物食
- 分布 本州、四国、九州
- 人為的インパクトの影響

圃場整備等により水路が改変されると生息地を失う。また耕作放棄による水田の乾田化や湧水の水量の減少・枯渇等により水辺が乾燥化すると、生息環境の悪化により個体数が減少する。

第5節. 生態系等にかかるモニタリング調査手法について

生態系等にかかるモニタリング調査の手法については、千葉市大草谷戸をモデル地として詳細な検討を行うと共に、実際に調査が全国各地で実施されることも念頭において検討を行った。ここでは表3-1に示した生態系等にかかるモニタリング調査項目のうち、大草谷戸をモデル地として作業委員会の中で詳細に調査手法の検討を行った調査項目についてのみ調査手法をとりまとめた。ここに調査手法を掲載していない、過去に実施した生態系総合モニタリング調査での調査項目については、基本的には生態系総合モニタリング調査要綱（平成3年から平成9年）に従うこととする。

また、作業委員会における検討では最終的に市民参加の調査を行うことを目標としたため、調査手法は一般向けに可能な限りわかりやすくするため、図表での解説や調査用紙を掲載する等の工夫をした。

生態系総合モニタリング調査要綱およびここでとりまとめた生態系等にかかるモニタリング調査手法は、まだ完成したわけではない。今後も調査を実施する中で問題点を抽出し、よりよいモニタリング調査を継続的に実施できるよう更に改良する必要がある。

5-1. 人為的インパクト

1. 人為的インパクト調査の意義

生態系は人間活動により変化するが、その変化はすぐ見えるものから長い年月を経てようやく現われるものまで様々である上、人間活動も多岐にわたるため、人間活動による生態系の具体的な変化については未だ明らかになっていない。特に近年は、例えば雑木林の管理等といった、長期間継続的に実施されてきた人間活動が停止することによる生態系の変質も問題となっている。そこで生態系等にかかるモニタリング調査では、具体的な人間活動による生態系へのインパクト（ここでは人為的インパクトという）と、その結果生じたであろう生態系の変化を長期間モニタリングすることが重要となる。そのためには、まず人為的インパクトを具体的に把握し、表や図として整理することが必要不可欠となる。

そこでここでは、重点調査地域における人為的インパクトの調査手法およびそのとりまとめとしての表や図面の作成方法について以下に詳細をまとめた。

2. 調査項目

人為的インパクトの種類、位置、発生からの時間、頻度等

3. 調査用具および必要資料（調査は初年度を想定し、次年度からは空中写真は最新の物のみとする）

- ・ 空中写真（最新の密着カラー、1960年頃のもの）
- ・ 5,000分の1地形図または25,000分の1（都市計画図等）地形図
- ・ 実体視鏡
- ・ 色鉛筆
- ・ 調査地を含む既存の現存植生図
- ・ 各環境要素（無機的環境要素、生物的環境要素）から想定される人為的インパクトの種類
- ・ 各生物的環境要素から想定される重要な生物の生育地または生息地

4. 作業の手順

1) 初回調査時

①二カ年の基本図の作成

- ・最新と1960年代頃の空中写真を基図となる地形図と同じ縮尺に拡大縮小する。
- ・5000分の1地形図を基図とするためにマイラーまたはトレーシングペーパーにコピーする。
- ・最新の空中写真上に基図を重ね植生境界を描く。
- ・1960年代頃の空中写真上に基図を重ね植生境界を描く。
- ・空中写真の立体視および現地踏査をもとに最新の相観植生図を作成する(図5-1①)。
- ・空中写真の立体視をもとに1960年代頃の相観植生図を作成する(図5-1②)。
- ・凡例は、常緑広葉樹林、落葉広葉樹林、針葉樹林、針葉樹植林、竹林、草地、果樹園、畑、放棄畑、水田、放棄水田、裸地、居住地等とし、森林に関しては樹高により高木林、低木林の2段階に区分する。

②二カ年の基本図の重ね合わせ

- ・1960年代頃と最新の相観植生図を重ね合せ、新たな基図に2カ年の植生境界線を描く。この図(人為的インパクト基本図とする)の各境界で区切られた区画(ポリゴンとよぶこととする)が、1960年代頃の人為的インパクトにより変化した、あるいは維持されている最小単位となる。

③人為的インパクトの想定

- ・調査地における生態系に影響を及ぼすと思われる人為的インパクトのリストアップを行う(例、表5-1)。
- ・各環境要素の調査担当者から、把握すべき人為的インパクトについての意見および情報等を入力する。

④現地踏査と人為的インパクト図の作成

- ・作成された人為的インパクト基本図に林床管理の異なるポリゴン(例えば下草刈りがある場所とない場所等)を境界線で分ける。
- ・空中写真では判読できない線情報(例えば動物の移動を阻害するフェンス等)を記入する。
- ・空中写真では判読できない点情報(例えば外灯が設置されている場所等)を記入する。
- ・各生物的環境要素から想定された人為的インパクトおよびその位置を記入する。
- ・各生物的環境要素から想定された重要な生物(植物群落を含む)の生育地および生息地を記入する。
- ・居住地や水田といった面的景観要素(ポリゴン)、道路やフェンス、水路といった線的景観要素、外灯等の点的景観要素およびそれぞれの固有番号を基図上に記入する。

⑤人為的インパクト対応表の作成

- ・各景観要素(ポリゴン、線、点)の人為的インパクトに関する以下の項目を表に記入する。
 - ポリゴン No.
 - 植生ないし土地利用、人為的インパクト区分(土地改変や人工物造成、生業・生活に伴う土地管理(水田、水田以外の農耕地、森林、草地の区分))
 - 人為的インパクトの具体的な種類等
- ・ヒアリングや現地踏査等の結果を参考にして、変化がいつ起こったのか記入する。
- ・人為的インパクトの頻度と、可能な場合強度(大・中・小)を記入する。

⑥聞き取り

- ・空中写真、現地踏査では不明な人為的インパクト（肥料、農薬散布等）や人為的インパクトの頻度等の聞き取りを行い、人為的インパクト対応表（表 5-1 参照）に記入する。

2) 2回目以降の調査時

①最新の植生図の作製

- ・最新の空中写真を前回調査時に作製した人為的インパクト図と同じ縮尺に拡大縮小する。
- ・最新の空中写真上に基図を重ね植生境界を描く。
- ・空中写真の立体視および現地踏査をもとに最新の相観植生図を作成する。
- ・凡例は、常緑広葉樹林、落葉広葉樹林、針葉樹林、針葉樹植林、竹林、草地、果樹園、畑、放棄畑、水田、放棄水田、裸地、居住地等とし、森林に関しては樹高により高木林、低木林の2段階とする。

②過去の人為的インパクト図と最新の相観植生図の重ね合わせ

- ・前回調査時に作製した人為的インパクト図と最新の相観植生図を重ね合わせる。各境界で区切られた区画であるポリゴンが、前回調査時の人為的インパクトにより変化した、あるいは維持されている最小単位となる。

③人為的インパクトの想定

- ・初回調査時と同様の手法による。

④現地踏査と人為的インパクト図の作成

- ・初回調査時と同様の手法による。

⑤人為的インパクト対応表の作成

- ・初回調査時と同様の手法による。

⑥聞き取り

- ・初回調査時と同様の手法による。

5. 成果品

- ・2ヶ年の相観植生図（図 5-1①および図 5-1②）
- ・人為的インパクト図（図 5-2）
- ・人為的インパクト対応表（表 5-1）

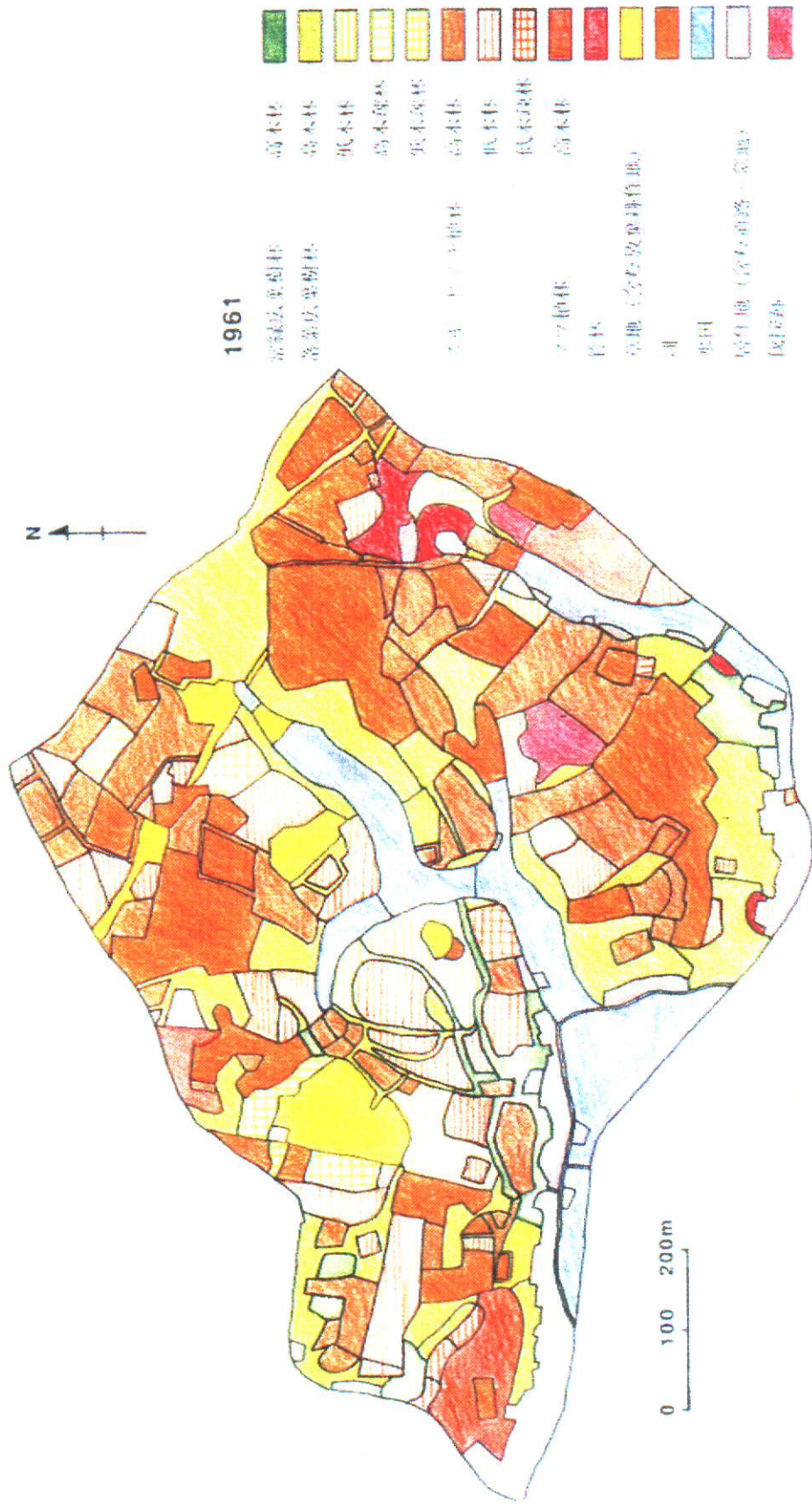


図 5-1① 千葉市大草町の谷津の 1961 年における相関植生図

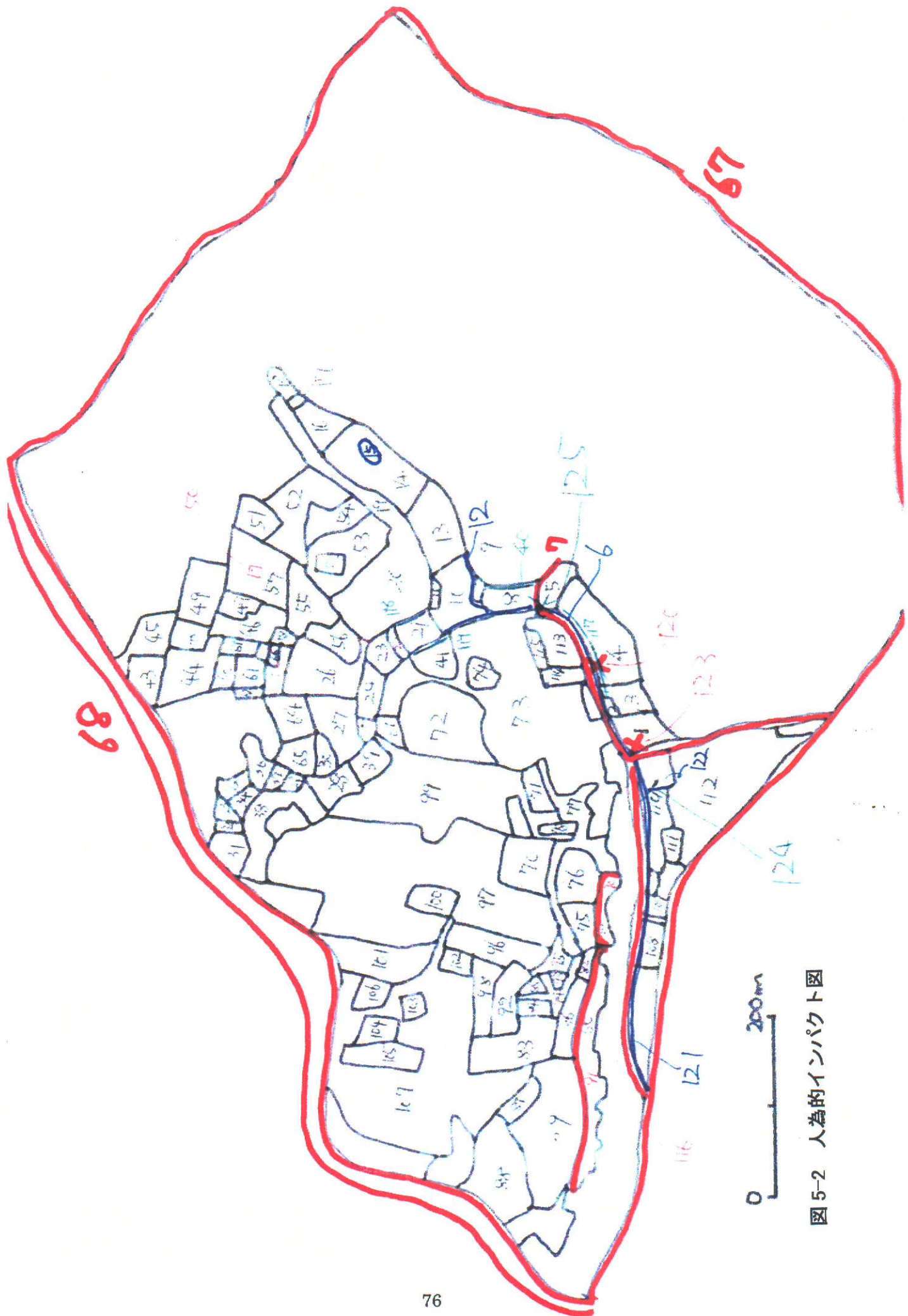


図5-2 人為的インパクト図

表5-1① 人為的インパクト対応表例(土地の改変等を伴う人為的インパクト)

ポリゴンNo.	植生	大項目	種類
1	裸地	土地利用の変化	耕作放棄水田の埋め立て
46,62	居住地	土地利用の変化	宅地造成
79,80	コンクリート壁面	土地利用の変化	斜面崩壊防止のための斜面林伐採と法面のコンクリート化
100	草地	土地利用の変化	宅地予定地の放棄
108	居住地	土地利用の変化	宅地造成
109	畑	土地利用の変化	耕作放棄水田の埋め立て
7	道路	生物の移動阻害	農道のアスファルト舗装
67	-	生物の移動阻害	2車線の舗装道路で周囲を取り囲まれることによる土地の分断
68	-	生物の移動阻害	交通量の増加による土地の分断の促進
90,91	フェンス	生物の移動阻害	フェンスの設置
116	道路	生物の移動阻害	農道のアスファルト舗装
6,121,122	水路	水環境	水路の3面コンクリート護岸化(U字溝の埋設)
124,125	水路	水環境	水路の段差
120,123	街灯	光環境	街灯(水銀灯、白熱灯、蛍光灯のどれかは不明)

* その他の捉えられなかった想定される土地改変等を伴う人為的インパクトとその影響
 ・大草谷津周辺の運動場、ゴルフ場等の光の影響

表5-1② 人為的インパクト対応表例(土地の管理の人為的インパクト)

ポリゴンNo.	植生	大項目	種類																	
			管理放棄	高木伐採	低木伐採	草本刈り取り	落葉掻き	耕起	冬期の水入れ	強度の立入	その他									
3,8	水田	水田の管理																		
4,10,14,23	草地(セイヤカワダチソウ)	水田の管理	放棄						無											
5	草地	水田の管理	放棄						あり											
9	畑	水田の管理	放棄						あり											
11	ハンノキ	水田の管理	放棄						無											
13	草地(ヨシ)	水田の管理	放棄						無											
16	草地(ヨシ・カサケ)	水田の管理	放棄						無											
17	草地(アスマネササ)	水田の管理	放棄						無											
18	草地(スケ)	水田の管理	放棄						無											
21	水田	水田の管理																		
22	湿生草地	水田の管理	放棄						無											
24	草地(クス)	水田の管理	放棄						無											
25	スギ植林	水田の管理	放棄						無											
110	水田	水田の管理																		
111	水田	水田の管理																		
35	草地	水田以外の農耕地の管理	放棄																	
37	草地(アスマネササ)	水田以外の農耕地の管理	放棄																	
49	畑	水田以外の農耕地の管理	放棄																	
60	スギ低木林	水田以外の農耕地の管理																		
19,20,26,27	落葉広葉樹高木林	森林管理		無					無											
28	スギ高木林	森林管理		無					あり											
29	スギ高木林	森林管理		無					無											
75	スギ高木疎林	森林管理		あり					あり											あり
31	常緑広葉樹高木林	森林管理		無					無											

* その他の捉えられなかった想定される土地改変等を伴う人為的インパクトとその影響

- ・肥料散布による影響
- ・農薬散布による影響

表5-1③ 人為的インパクト対応表例(長期間維持されている人為的インパクト)

ポリゴンNo.	植生	大項目	種類
2,44,47,97	居住地	土地利用の維持	日常の利用
50	堆肥置き場	土地利用の維持	日常の利用
88	資材置き場	土地利用の維持	日常の利用
92	墓地	土地利用の維持	日常の利用
43,57,58	畑	農耕地の管理の維持	日常的管理
48,59	樹園	農耕地の管理の維持	日常的管理
12	水路	水路の維持	日常的管理
15	池	水路の維持	日常的管理

* その他の捉えられなかった想定される土地改変等を伴う人為的インパクトとその影響

- ・採集団の影響
- ・移入種の影響

5-2. 水環境

1. 水環境調査の意義

都市の周辺に位置し、二次的な自然や農地が残存する里地は、生物に貴重な生息地を与えるだけでなく、人々に身近なレクリエーションの場を提供する役割も担っており、近年再評価されている。しかし一方で都市の周辺部に位置するために住宅地等の開発を受けやすく、圃場整備や農薬散布をはじめとする人為的インパクトを受けやすい。それらの人為的インパクトによる里地の水質の悪化は、周辺のより大きな河川の水質汚染に繋がる問題であり、私たちの実生活とも深く関わっている。

住宅地化等の開発による人為的インパクトは、集水域の地表面を不透水化させるため、地域全体の保水能力の低下、湧出流量の減少、降雨時の短時間での流量増加、水質汚濁、水質浄化機能の低下等、水環境に多大な影響を与える可能性がある。

これらの水環境の多様な変化により、地域の生物相は大きな影響を受けると考えられるため、生態系の人為的インパクトによる変化を捉える上では、水環境は重要な要素である。

2. 基本情報図の作成と測定地点の選定

水環境として流量や水質等の測定地点を選定するにあたっては、まず水の出てくる場所や標高等、基本的な情報をできる限り事前に調べておく必要がある。その他、主な湧泉（谷頭および崖下）の場所、谷底および水源涵養域の土地利用状況、流路、水路形態、排水口等も重要である。これらの水環境の調査に必要な基本的な情報については、文献調査と併せて現地での事前確認調査が必要となる。これらの情報に基づき、測定地点は主に以下の項目に留意して選定する。

- 1) 源流部
- 2) 合流地点
- 3) 生活排水、水田からの用水等、汚染源の流入部
- 4) 調査地域の水系における最下流部
- 5) 指標生物調査の調査地点

それらの水環境の基本情報と測定地点を、土地利用図を拡大した図を原図にして、基本情報図として作成する。なお、指標生物調査のために水環境を測定する場合は、その位置も示す必要がある。基本情報図の例を図 5-3 に示した。

3. 調査用具（例）

それぞれの調査で必要となる調査用具を下記に示した。なお水環境の調査記録用紙の例を表 5-2 に示した。

1) 測定機材

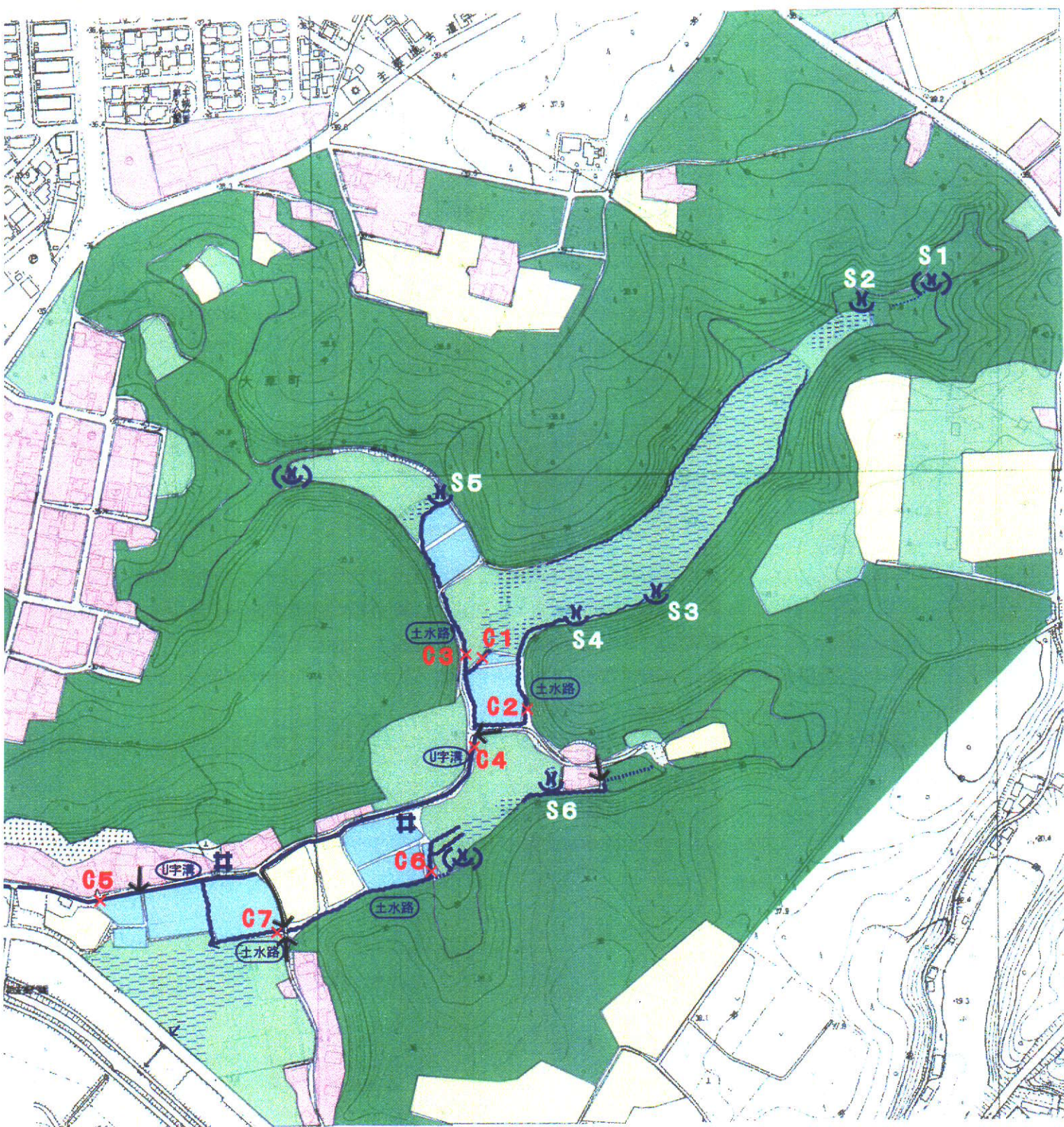
- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| ・ 温度計（50℃までのもの） | ・ 水温計（温度計でも代用できる） |
| ・ 電気伝導度計 | ・ pH メーター（または試験紙） |
| ・ 硝酸パックテスト（必要に応じて亜硝酸パックテスト） | |
| ・ COD パックテスト | ・ ウキ |
| ・ ストップウォッチ（秒針付きの腕時計でも代用できる） | |
| ・ コンベックス（3～5m） | ・ 取手・目盛り付きカップ |

2) 測定補助品

- ・蒸留水（電気伝導度や pH メータのセンサーを洗う）
- ・pH 校正液（通常は pH4、6、9 の 3 点校正）
- ・キムワイプ（香料等の添加のないティッシュでもよい）
- ・替え電池
- ・ビニール袋（水量調査にも使える）
- ・ポリ瓶 100～200mL（実験室で測定しなければならないときに持ち帰る）

3) 必需品

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| ・フィールドノート | ・記録用紙（表 5-2） |
| ・クリップボード | ・地図（1：2,500～1：5,000） |
| ・コンパス | ・カメラ（フィルムも） |
| ・ビニールテープ | ・ペン・マジック（・色鉛筆） |
| ・長靴 | ・園芸用移植ごて（採水しやすいように掘る） |
| ・カマ（ヨシやササ等をかき分ける） | ・タオル・帽子 |
| ・水筒 | ・救急用具 |



N
1 : 4,000

S1~S6 湧泉測定地点
C1~C7 水路測定地点

図5-3 千葉市大草における水環境調査
土地利用・水路概況図

4. 測定項目と測定方法

測定項目と測定方法を以下に示した。また調査において記録すべき基本事項として、測定者、当日の天候、最近の降水日、測定地点および時刻、測定地点付近の図、水の異変（においや色）等がある。また測定地点が湧泉であれば湧出の形態（例：木の下の穴等から5×5mの範囲全体でにじみ出す等）や水源涵養域の土地利用、水路の場合は水路形態（例：土水路、U字溝等）や谷底の土地利用等をあわせて記す（表5-2参照）。

1) 気温

普通の棒状温度計や簡単なサーミスタ温度計で、風通しの良い日陰で測る。測定は高さ約1.5mの地点で行う。日陰がない場合は板等で日陰をつくる。正確に気温および湿度を測る場合は、アスマン通風乾湿計（約10万円）を用いて測るのが原則である。

2) 水温

バケツやビーカー等で採水を行い、直ちに棒状温度計を浸して安定を待ち、水の中に入れた状態で値を読む。後に述べる電気伝導度計やpHメーターには水温センサーが付いている物が多いので、それを用いてもよい。

3) 流量

流量の測定方法は、測定地点の状況や水量により異なる。また継続的に計測し、信頼性の高いデータを求める場合には大がかりな機材が必要となる。

①水量が多い場合

A) 堰を設置する

毎秒30～40L/s程度までの水路や小河川の場合、図5-4のような堰を作って流量を測る。この方法は、データロガーを用いて水位を記録することにより、長期間の連続観測を行うことにも適している。堰はJIS規格を参考に、アクリル板や塩化ビニール板等で作成する。

堰は水路の両端をせき止める形で設置する。または図5-5のような箱状の堰を作製し、水路の段差を利用する（箱は水平にしなければならない）。

設置が完了したら観測を行う。水量は堰を流れる水の水面高（h）から以下の式を使って求める。

$$\text{流量 } Q \text{ (m}^3\text{/min)} = Kh^{3/2}$$
$$K = 81.2 + 0.24/h + (8.4 + 12/\sqrt{D})(h/B - 0.09)^2$$

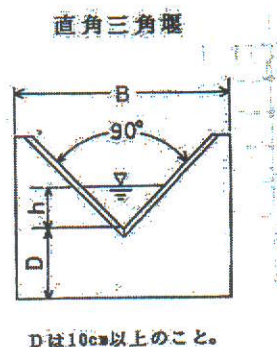


図5-4 直角三角堰（JIS規格）

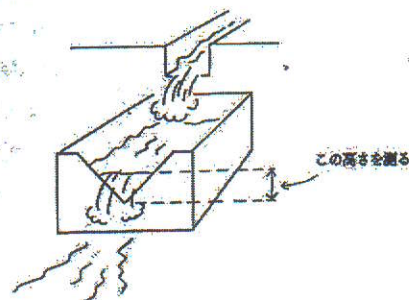


図5-5 箱状の自作堰

B) 水路の断面積と流速から求める

基本的に水量は下記の式により求められる。

$$\text{水量} = \text{水路の断面積 (幅} \times \text{水深)} \times \text{流速}$$

堰を設置できない場合は上記の式により水量を計算する。断面積はU字溝であれば簡単にわかるが、土水路では直線区間を安定的に流れている（よどみや乱流がない）場所を選んで測定する。

流速は普通の河川では流速計を用いる。プライス式流速計（プロペラの回転速度から求める：約20万円）が最も安価で一般的である。しかし水深が最低10cm、3m/s以上の流速が必要で、流量が少ない水路では向かない。そのような場合にはウキを使って流速を測る。

ウキは釣り用の物か、フィルムケースに少量の水を入れる等の自作した物でもよい。2～5mの測定区間を設定し、下流側でウキの到達を確認する。ウキを流し、ストップウォッチ等で所要時間を計る。誤差があるため最低3回は測定して平均値をとる。測定距離÷所要時間で流速を求める。

②水量が少ない場合

A) バケツや目盛り付きカップを使う

最大流量が1～2L/s程度で水路に適当な落差や堰があり、水流を1つに集めることができる場合は、1人で測定できる簡易な方法である。図5-6のように水をせき止め、樋をつけて測定する。

容積がわからないバケツ（ビニル袋でもよい）を使う場合は、一定時間（例えば10秒間）水を受け、バケツにたまった水の量を目盛り付きビーカーやメスシリンダーで測定する。またあらかじめ容量のわかっている目盛り付きのカップ（1L）がある場合は、それが一杯になるまでの所要時間を計る。

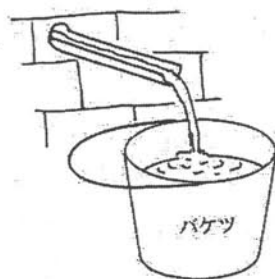


図5-6

水をせき止めて樋を設置

③測定が困難な場合

湧出地点が湿地の場合や広範囲の露頭からじわじわ湧き出ている場

合は流量の測定が難しい。このような場合は定量的な評価はできないため、目測で「多い」「中くらい」「少ない」等と判断する。調査者が異なると判断の基準が異なることがあるため、記録は全ての地点を1人が行う。その際、「多い」と判断した場合、1分間に約何L流れているといった判断基準を身につける必要がある。ちなみに、水道の蛇口は全開で毎分20L程度である。

4) 電気伝導度

電気伝導度とは、水の中に溶けている不純物（無機イオン）の総量をあらわし、不純物が多いほど電気が通りやすくなり、値が上がる。水質汚染の指標に用いられ（温泉・火山帯・河口部を除く）、単位はS/m（ジーメンズ・パー・メートル）を一般的に用いる（SI単位）。

電気伝導度は専用の電気伝導度計で測る。電気伝導度計は、約3万円の簡易計から、精度の高い約10万円のものまである。1つの本体に電気伝導度のセンサーとpHセンサーの両方をつけた物もある（図5-7）。

電気伝導度計は直接水につけて測ることができるので採水しなくてもよい。水につけてしばらくして値が安定してから値を記録する。

なお電気伝導度は水温によって変化するため温度補正をする必要があり、通常は25℃で換算する。最近の機械は自動補正機能があるものが多いが、取扱説明書に留意しなければならない。

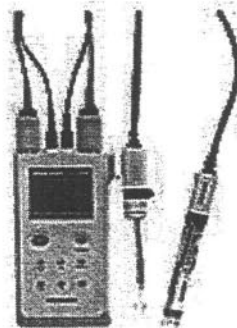


図5-7

電気伝導度・pHメーター
（堀場製作所）

5) pH

pH は水の酸性・中性・アルカリ性をあらわす指標で、通常の河川・地下水の pH は 6~8 である。pH の測定方法は、求める精度と測定地点数、測定頻度、予算等により変える必要がある。

pH の測定で最も安価で簡便な方法は pH 試験紙 (50 枚 1,000 円ほど) を用いる方法である。通常試験紙の精度は 1~0.5 程度だが、最近試験紙そのものの測定範囲を 1.5 程度にし、測定精度を 0.2 程度に上げた物もある。しかし測定範囲が限られている分、事前に測定地点の pH の目安をつけておく必要がある。

最も一般的なのは比色管を用いる方法で、比較的精度よく測定することができる。しかし薬品や試験管を多く必要とするため、あまり持ち歩きに適さない。

測定の精度をさらに高める必要がある場合は、電気伝導度と同様に専用の pH メーター (2 万円 (簡易計) ~10 万円 (高精度)) を用いる。精度の高いメーターは高いが携帯性にすぐれ、個人差を生じないという利点がある。メーターの精度を維持するためには、こまめに標準溶液で校正する必要がある。

6) 硝酸: NO₃ (パックテスト)

硝酸とは、化学肥料や尿尿、生活排水等に含まれる窒素が酸化されて水に溶けたもので (硝酸イオン NO₃⁻の状態)、人為的な汚染の指標となる。NO₃⁻を大量に含む水を飲み続けると人体に害を及ぼすため、水道法で亜硝酸とあわせて 10mg/L (イオンの状態で約 45mg/L) 以下と定められている。

硝酸等の水質項目を測定する最も簡便な方法は、パックテスト (共立理化学研究所、10 本 1,400 円ほど) である (図 5-8)。試薬の入った専用の容器に、泥が入らないように注意して水を直接注入し、数回ふってしばらく置いておく。3 分後に検出された色と付属の比色用紙の色とを比較し、値を決める。



図 5-8 パックテスト
(共立理化学研究所)

硝酸イオンの場合、比色の目安となる色は 1/2/5/10/20/45mg/L であるため、10mg/L を越えると精度は落ちる。比色の際、両方の値の色を見て中間と判断した場合は、値を両者の中間値とする。より精度を高める必要がある場合は、硝酸専用の携帯用測定機器 (価格: 約 4 万円) を使用する。

評価の目安として、5mg/L を越えた場合は化学肥料等で水質が汚染されていると考えられる。

注意点として、事前に亜硝酸の測定も行うとよい。ただし湧水や上流部の水路の場合、通常亜硝酸は直ちに硝酸に酸化されるため、亜硝酸は検出されない場合が多い。亜硝酸イオンについても、硝酸イオン同様パックテストで測定できる。

亜硝酸イオンの混入が考えられる多量の汚水や還元状態にある水を測定する場合は、次のような手順で硝酸イオンの量を計算する。

- ① 亜硝酸イオンを測定する。
- ② 硝酸イオンを測定する。
- ③ 次の式を用いて硝酸イオンの値を補正する。

$$\text{硝酸イオンの測定値} - \text{亜硝酸イオンの測定値} \times 10 = \text{硝酸イオンの補正值}$$

7) 化学的酸素要求量: COD (パックテスト)

COD は、水中の酸化されやすい物質 (主に有機物) の酸化により、消費される酸素の量をあらわす。家庭排水等によってもたらされた水中の有機物量の指標となる。

硝酸同様、最も簡便な測定方法はパックテストである。使用方法は硝酸とほぼ同様で、20℃の水の

場合は5分後に検出された色で比色する(温度が低い場合はもう少し長く置いておく)。COD(低濃度用)の比色の目安となる色は、0/2/4/6/8mg/Lである。

評価の目安として、4mg/Lを越えた場合は家庭排水等により汚染されていると考えられる。

CODは流下する過程で空気により酸化分解され減少していくため、排水による直接の影響を見る場合はなるべく排水口に近い地点で測定を行う。

5. 測定時間・間隔

測定時期や間隔は調べる内容にあわせて設定する。1回の降雨による流量・水質の変化を見る場合(短期流出)と季節変化を見る場合(長期流出)とは、分けて考える必要がある。

1) 1回の降雨による変化を見る場合(流量、流速および降水量)

天気予報や当日の天候を見て、雨が降る前から観測を行う。約1時間に1回の観測を目安とする。

流量、流速のピークの降り始めからの時間を見るため、雨が降り始めたら直ちに観測する。それと同時に雨量計も設置して雨量を測定する(自作の物でも可)。涵養域が開発されている場合は、保水力の低下により直ちに流量が増加する可能性があるため、降雨中の流量は15~30分おきに観測を行う。雨がやんだ後もその後1時間~2時間は15~30分おきに観測を続ける。流量が減少し始めたことを把握したら、1時間に1回の観測に戻す。

観測データをもとに時間をx軸にして折れ線グラフを作成する(ハイドログラフ)。降水量の曲線と流量の曲線の関係を考察する。この結果を使って、最も降水量の多い時の流量を推測することができる。

なお、流量をはじめ、気温、水温、降水量等の連続観測には、自動記録計である市販のデータロガーを使うのが便利である。

2) 1年間の季節変化をみる(全ての調査項目)

農耕地での肥料散布による汚染が考えられる場合、施肥の時期によって水質が変化する可能性がある。従って1年間を通じて月に1回ずつ観測することが望ましい。雨による影響を除去するために、降雨後3日~4日以降に観測を行う。

1年間の観測結果をもとに、時間をx軸にして折れ線グラフを作成する。各項目に複数月を通じて増加または減少傾向が認められるか、また水量と各水質項目に関係性が認められるかを考察する。

6. 成果品

- ・基本情報図(図5-3)
- ・調査記録表(表5-2)

7. 他の調査項目との関係

水環境は、水中や水際で生息する底生動物や爬虫類、両生類、昆虫類等にとって非常に重要な要素である。これらの動物の生息場となる湿地や水路等は調査地域の湧水量によって大きな影響を受ける。また水路では流速が早いと底質ごと底生動物が流されることがある。従って水環境に影響を受ける指標生物の調査を行うにあたっては、事前に生息地(水路、水田等の湿地)の中でも、指標生物の調査地点での水環境調査を行うべきである。調査項目は、水温、流速、流量(雨天の高水時、乾燥期の低水時、干上がりやすさ)等の他、指標生物に影響を与える水質項目等が挙げられる。

また実際に指標生物の調査のために水環境調査を実施する際には、調査のインパクトの影響を考慮して調査日を他の調査の調査日とずらす等の対応が必要である。例えば底生動物の場合、3月上旬頃に

水質・水量等の水環境の調査を実施し、その後に底生動物の調査を行うようにする。

さらに、流域全体の水質は周辺の土壌環境を反映するため、土壌環境の変化ともつながりが深い。土壌に含まれる様々な物質が溶脱するため、例えば土壌中の肥料の堆積の度合いや、集水域における土壌の浄化能等は、周辺水域のリンや窒素の含有量やCOD等を測定することにより、ある程度把握することが可能となる。そのため、土壌環境との関連からも測定地点や調査項目を考慮する必要がある。

表5-2 水質調査結果記録表

調査者 _____ (地図位置番号 _____)
 地点名 _____ (写真番号 _____)

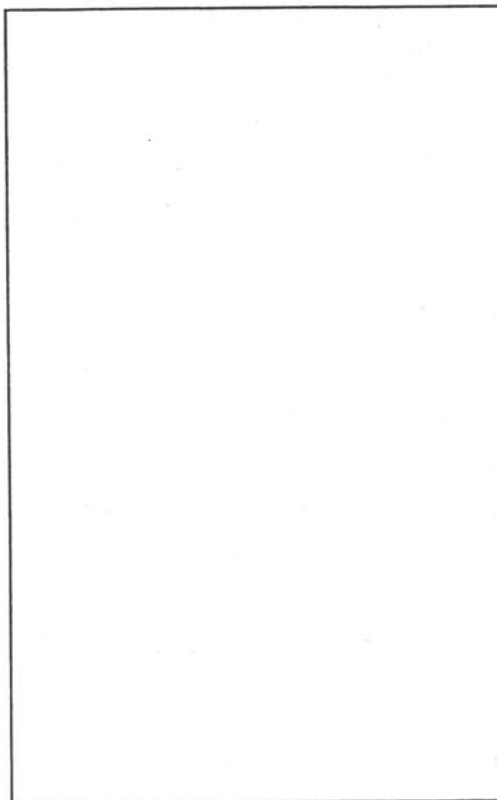
電気伝導度(EC) _____ $\mu\text{S}/\text{cm}$
 水温 _____ $^{\circ}\text{C}$
 pH _____

パイクテスト

NO_3^-	mg/L
COD	mg/L
	mg/L

水路幅 _____ cm
 水深 _____ cm
 流速 _____ cm/s
 流量 _____ ml/s

調査者 _____
 測定日時 _____
 天気 (前日天気 _____ 最近の降雨日 _____)
 気温 _____ $^{\circ}\text{C}$ 湿度 _____ %



湧泉のタイプ _____ 湧泉の利用状況 _____
 用水路の形態 _____ 排水の混入状況 _____
 集水域の土地利用 _____
 谷底部の土地利用 _____
 その他 (水の異変等:色・におい)

5-3. 土壤環境

1. 土壤環境調査の意義

生態系の重要な構成要素の一つである土壤環境は、有機物の分解の場である。通常、土壤表面に落ちる落葉落枝や動物の死骸等は徐々に分解されて見えなくなるが、土地改変を伴う開発等により表土が失われた場所ではこのような分解の速度が低下する。有機物の分解は、土壤中に生息する多くの土壤微生物や土壤動物が行っており、土壤はこれらの土壤微生物や土壤動物の生息の場である。

有機物の分解は、土壤中に生息する大型・小型の土壤動物が行う。大型土壤動物は植物遺体や動物遺体等の粗大有機物を食べ、土壤粒子と混ぜて糞をする。この摂食排糞活動により土壤の団粒構造が促進される。また大型土壤動物は各種の土壤酵素を分泌したり、土壤微生物への基質を供給したりする等、土壤の相対的な質を高める働きを有しているが、基本的には数が少ない。一方小型土壤動物は大型土壤動物と同様に新鮮な落葉や落枝を食べて分解していく他、大型土壤動物の糞も利用する。小型土壤動物や菌類、バクテリア等は大型土壤動物に比べて個体数が非常に多く、これらの働きによりさらに有機物の分解が促進され、最終的には酸素や窒素、リン等の各種の無機イオンまで分解される。分解の過程で遊離するこれらの無機イオンは、そこに生育する植物の重要な栄養源となっており、土壤は植物の生育に重要な役割を果たしている。

しかし土壤とこのような土壤の働きは、人為的インパクトにより影響を受けて大きく変化する。特に土壤環境に着目すると、人為的インパクトによって汚染物質の蓄積による生物多様性の減少、物質循環過程の変化、循環速度の低下、土壤への落葉・落枝、植物の根茎に由来する有機物質の供給停止、土壤動物・土壤微生物のバイオマスおよび多様性の減少等、様々な影響が出る可能性がある。

これらの土壤環境の変化によって地域の生物相は大きな影響を受けると考えられるため、土壤環境は生態系の人為的インパクトによる変化を捉える上で重要な要素であるといえる。過去に実施された生態系総合モニタリング調査では、土壤断面図の作成と土壤の化学性（飽和透水計数、pH、置換酸度等）の調査を行い、調査地における土壤の性質についてある程度把握することができた。そこで今回は土壤の重要な機能としての有機物分解能と、土壤動物および土壤微生物の豊かさに着目した。

2. 調査地・測定地点の選定

1) 土壤の分解能測定

調査地は基本的に植物群落調査を実施するコードラート内とする。調査地点については、調査地全体を反映するように出来る限り調査地内に分散した15地点を決める。

2) 土壤の豊かさ

ミミズの存在量は同じ調査地内でも大きく異なることがあるので、調査地全体を反映するように離れた5カ所を選ぶ。また、土壤の分解能測定地点とは重ならないように注意する。

一度調査した場所は調査による大きな攪乱を受けるため、次回調査時は調査地については同じ植生調査のコードラート内とするが、調査地点については前回調査時とは別の地点とする。

3. 調査用具（例）

それぞれの調査で必要となる調査用具を下記に示した。なお、土壤分解能記録表を表5-3に、土壤の豊かさ記録表を表5-4に示した。

1) 土壌の分解能測定

- ・リターバック

網目が 1.5mm の寒冷紗を準備する。1 辺 15cm 程度の正方形に切り、2 枚を重ね合わせて 4 辺の内の 3 辺を縫うか、ホッチキスで留める。長さ 30cm 程度の針金もしくは釣り糸をくくりつけ、その端に目印として色の付いたテープを巻き付ける (図 5-9 a) 参照)。

- ・リター

落葉の時期に対象とする森林内から新しい落葉を集める。常緑樹が多く新しい落葉があまり集められない調査地等がある場合には、5cm ほどに細断した稲ワラを用いても良い。全ての調査地でワラを使用すれば、全国で統一した有機物とすることができるため、調査地間の比較も可能となる。リターの重量については特に定めないが、全てのリターバックに同じ重量のリターまたは稲ワラを入れることとする (図 5-9 b) 参照)。

- ・はかり

0.2g 程度刻みで 200g 程度まで測れるものとする。

- ・温度センサー

有機物分解には温度と水分が大きく影響する。調査地の平均的な箇所に温度センサーを設置し、リターバックを埋めた位置 (リター層の下部) の温度を連続測定する。

- ・乾燥機：布団乾燥機で代用可能。

- ・ピンセット、色テープ、棒 (調査地点の目印、記録用)

- ・記録表 (表 5-3)

2) 土壌の豊かさ

- ・木枠またはビニル枠

1 辺 25cm の木枠、もしくは 4 本の竹串や木ぎれに 1 辺 25cm となるように紐を巻き付けて枠を作る (図 5-10b) 参照)。

- ・ビニル袋、バット、ビニルシート

- ・記録表 (表 5-4)

表 5-3 土壤分解能記録表

調査地名		毎木調査枠番号	
調査日時	リター設置日 : リター回収日① : リター回収日② : リター回収日③ :	調査者氏名	

回収回	リターパック番号	設置日		回収日		湿重量差	乾重量差
		リター湿重量	リター乾重量	リター湿重量	リター乾重量		
1回目 (6ヶ月後)							
2回目 (9ヶ月後)							
3回目 (12ヶ月後)							

表 5-4 土壌の豊かさ記録表

調査者氏名：

調査地名		毎木調査枠番号	
調査日時	調査日①： 調査日②： 調査日③：	天候	調査日前日 調査日 調査日前日 調査日 調査日前日 調査日

調査日	調査地点 番号	ツリミミズ科		フトミミズ科		その他	
		個体数	総重量	個体数	総重量	個体数	総重量
1回目 (6月)							
2回目 (8月)							
3回目 (10月)							

4. 測定項目と測定方法

1) 土壌の分解能

土壌の分解能が人為的インパクトにより低下すると、土壌表面や土壌中の有機物が長期間にわたり原形のまま残るようになる。これは土壌の分解能の低下だけでなく、土壌生物に何らかの異常が起きていることを意味する。そのため、各種土壌の有機物分解能は広く土壌動物・土壌微生物の働きを見ることになり、また土壌の健康を見積もる一つの指標となる。そこで、土壌中の有機物の分解速度をリターバックによって測定する。

一連の作業の様子を図 5-9 に示した。

①実験の準備

用意したリターバックに調査地で採集した落葉もしくは稲ワラを入れ、ホッチキスで留める。リターは秤で重さを量りながら入れ、各バッグに同じ重量入れるようにする。これを 1 調査地につき 15 個用意する。残ったリターをリターバックに入れて重量を量り、70 度から 80 度の乾燥機に一晚以上入れるかもしくは天日で完全に乾燥させ、リターの乾燥重量と湿重量の比率を計算して、リターバックに入れたリターの乾燥重量を求める。

リターバックには調査地名と①から⑤の番号を組み合わせて、{調査地名} - ①、というように番号を記録したタグをつけておく。

②リターバックの設置

リターを入れたリターバックは、落葉期である 11 月頃に土壌表層にある落葉落枝（リター層と言う）を土壌が出るまで除き、その上に置く。置いたらその上に取り除いたリターを再度かぶせる（図 5-9 c) 参照）。

③目印をつける

埋めた場所が分かるように、色テープを付けた棒等を埋めた場所の近傍に差しておく（図 5-9 d) 参照）。

④リターバックの回収

6 ヶ月後、9 ヶ月後、12 ヶ月後の 3 回、1 回につき①から⑤の 5 個のバッグを回収する。

⑤分析、測定

リターバックからリターを取り出し、新聞紙等の上に広げる。付着している土壌粒子や土壌動物を素手もしくはピンセットを使って注意深く取り除き、リターの乾燥重量を求める。5 個のバッグ中のリターはそれぞれ別個の資料として扱い、乾燥重量を測定する。



a) 寒冷紗を重ね合わせリターバックを作る。一端に針金を通し、その端に目印として番号を書いたテープをまく。



b) はかりを使って一定のリターもしくは稲ワラをリターバックに詰める。



c) 落葉や落枝からなるリター層を土壌が出てくるまで取り除き、リターバックを置く。取り除いたリターをリターバックの上にかぶせる。



d) リターバックを埋めた場所がわかるように、目印のテープを巻き付けた棒を近くに差ししておく。

図 5-9 リターバックの土壌への埋設方法

2) 土壌の豊かさ

土壌微生物・土壌動物は土壌中におけるあらゆる物質変換に大きな役割を有している。土壌動物の中で最も大きな部類に入るミミズは、土壌の相対的な質を高める働きが大きいですが、耕耘等の物理的攪乱や化学物質に対して脆弱で、それらの人為的インパクトにより容易に減少することが知られている。このようにミミズの存在量は土壌微生物・土壌動物の豊かさの指標とみなすことができるため、ミミズの現存量を測定することにより土壌の豊かさを捉えることとする。

一連の作業の様子を図 5-10 に示した。

①調査時期

梅雨時の 6 月、真夏の 8 月、落葉の始まる 10 月の、合計 3 回ミミズの現存量を測定する。

②リターと土壌の採取

25cm×25cm の木枠もしくはビニル枠を土壌表面に設置する (図 5-10 b) 参照)。表面のリター層を木枠の横に用意したビニル袋にとる。次に土壌を深さ 10cm 程度まで掘り、その土もビニル袋に取り上げる。

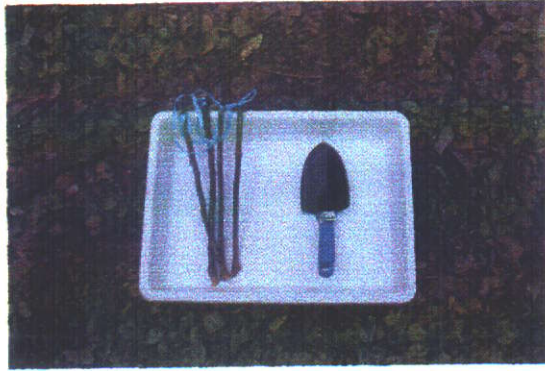
③ミミズの採集

ビニルシート上にリターや土を出来る限り薄く広げて、肉眼により注意深くミミズを探す (図 5-10 d) 参照)。ミミズは環帯の位置によって大きくフトミミズ科とツリミミズ科に分けられる。可能であれば、フトミミズ、ツリミミズ、不明の 3 つに区別する (図 5-11 参照)。

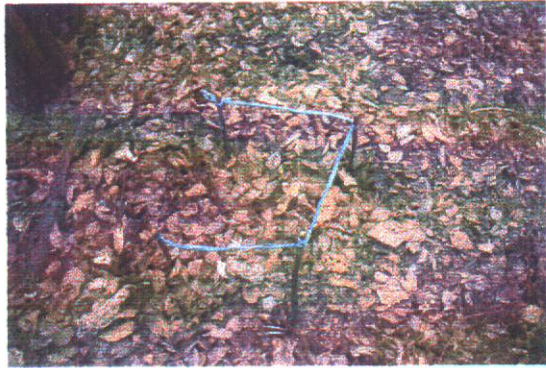
似たような細長い土壌動物としてムカデやヤスデ等が挙げられるが、これらには肉眼で容易に確認できる脚があるのでそれらとは区別する。特にムカデの中には毒を持つものもいるので (参考文献 42)、ミミズ以外の土壌動物には手で触れないようにし、逃げていくのを待つ。

④ミミズの計測

集めたミミズは個体数と共に生きてままの重量を量る。フトミミズ、ツリミミズ、不明に分けた場合には、それぞれで測定する。測定が終わったらミミズと共に土壌やリター層を元の場所に戻す。なお、調査後木枠は放置せず持ち帰る。



a) 木杵(写真のように枝や割り箸等の棒にひもを巻き付けた物でも可)、スコップやバットもしくはゴミ袋等を用意する。



b) 棒を任意の土壌表面に打ち込んで、50 cm 四方の枠を決める。その際棒を結ぶひもは地面に接するようにすると良い。



c) 枠内のリター、および表層 10cm 程度の土壌を素早くゴミ袋などに取り上げる。



d) ゴミ袋に入れた土を少量ずつバット上に広げ、注意深く観察し、ミミズを探す。

図 5-10 ミミズ調査方法

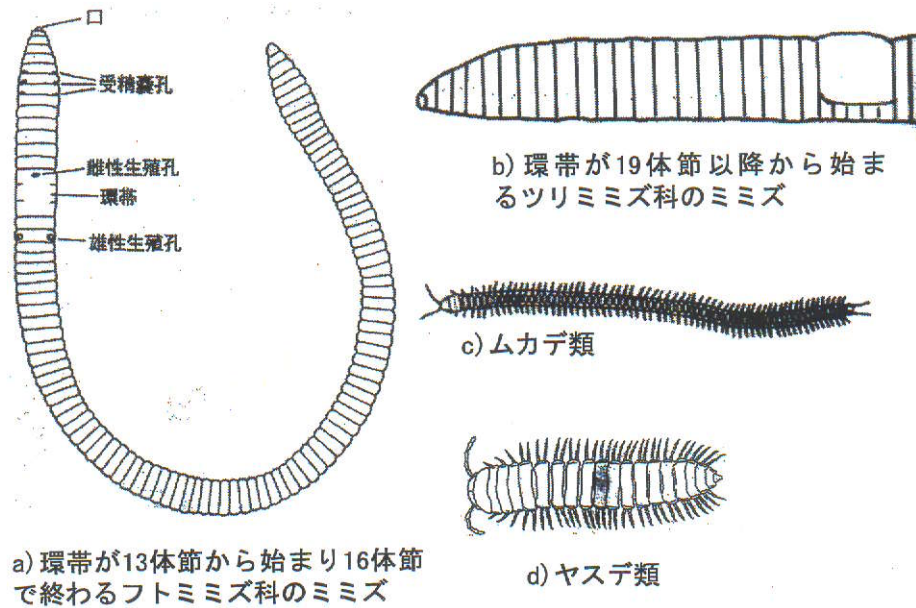


図5-11 ミミズとその他の細長い大型土壌動物 (青木(1999)および新島・伊藤(1996)より引用)

5. 成果品

- ・ 土壌分解能記録表 (表 5-3)
- ・ 土壌の豊かさ記録表 (表 5-4)

6. 他の調査項目との関係

水質の項目でも述べたように、土壌環境の変化は周辺水域の水質に影響を与える。

その他、植生や土壌昆虫にも大きな影響を与える。そのため調査地点は植物群落の調査コドラートの中に設置し、昆虫の夏の虫調査や土壌動物の調査地点とも可能な限り重ねると良い。

ただし、調査による土壌へのインパクトが大きいため、土壌分解能の調査地点と土壌の豊かさの調査地点は別にする必要がある。また植生調査や夏の虫調査の時には、リターバックの設置箇所を踏まないようにする等の配慮が必要である。さらに土壌動物や土壌の性質の調査も実施する場合には、可能であれば土壌の豊かさとしてのミミズの調査と同時に実施することが望ましい。

5-4. 植物群落

1. 植物群落調査の意義

植物は生産者として生態系の一員であるのに加え、様々な種の個体、枝や幹等が集まることで階層構造を作り出し、鳥や昆虫等様々な動物たちの生息の場ともなっている。

植物は周辺の様々な環境要因により、ある程度のまとまりと結びつきを持って生育している。このような植物の集まりである植物群落は、時間の経過と共に遷移し、構成種や群落の高さ等が変化することが知られている。例えば通常裸地を放っておくと最初にブタクサやエノコログサ等の一年生草本からなる群落が発達するが、時間の経過と共にヨモギやススキ等の多年生草本の群落へ変化し、さらにアカマツ・コナラ等からなる陽樹林へ、最終的にはシイ・ブナ等からなる陰樹林へと遷移する。

昔ながらの里山では、人間が手を加えること（土地の管理の人為的インパクト）により遷移の流れを妨げ、ススキ草原やアカマツ・コナラの林等、遷移の途中で現れる植物群落が維持されてきた。しかし近年は農地や林の管理が放棄されたり、過去とは異なる新たな管理が行われたり、さらには都市化が進行する等、長い間継続的に加えられていた人間活動（人為的インパクト）が様々に変化した。それにより植物群落も含めた生態系は大きな影響を受け、以前と変わってきたと予想される（図5-12参照）。

特定の植物種に注目する場合でも、その種の位置づけは周囲の群落構成種との相対的な関わりによって決定されるものである。従って植物種が人為的インパクトによって受ける影響を考慮する際も、種の動態と共に植物群落全体の動態も考慮しなければならない。また植物群落は植物の種だけでなく、多くの動物の生息環境そのものを規定し、生息基盤として非常に重要な役割を持つ。植物群落が変化することで、そこに生息することのできる動物相も変化していく。

そこで生態系において生産者として重要な位置を占める植物については、重要な基礎情報である植物種の生育立地・動物の生息空間・人間の活動等を捉えるために、植物群落の構成種やその量、群落の構造等を調べることをとする。

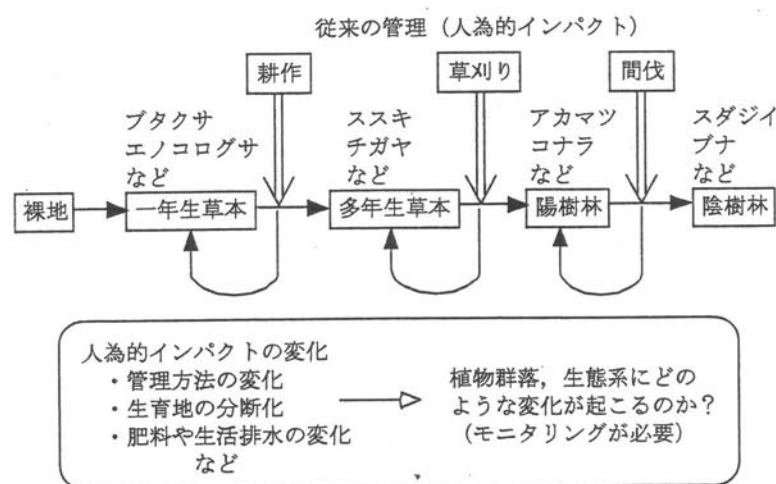


図5-12 植物群落の遷移と人為的インパクトの関係の一例

2. 主な調査手法と調査地の選定

植物群落の調査は、大きく群落の概要の調査、木本群落の調査（毎木調査と実生・林床草本調査）と草本群落の調査に分けられる。

植物群落の調査地は、調査の対象とする指標群落の生育立地内に設定する。なお指標群落は、①地理学的・地形学的要素（気候的極相、土地的極相・地形的極相、分布限界）、②希少性、③人為的イン

パクトとの関連性、④他の生物相の生息空間としての役割、等を考慮し、調査地域の現存植生図（図 5-13 参照）から、地域の調査検討委員会が選定することとする。

調査を行う群落内に、木本群落は基本的に 10m×10m、草本群落は 1m×1m かそれ以下の面積のコドラートを設置する。指標群落の面積が非常に小さい場合や、分布地の幅が狭い等により上記のようなコドラートが設置できない場合には、適宜コドラートの形や面積を変更する。コドラートの設置箇所を選定する際には、コドラートの中で表層地形の傾斜や土壌等の無機的環境要因が均一となるよう、群落の典型的な場所に設置するように留意する。特に木本群落の場合は草本群落よりも面積が広い場合、ギャップや林縁部分を含まない群落の中の典型的な場所とする。

指標群落の調査地点が決まったら、まず調査地点（コドラート）位置図を作成する。調査地点位置図の例を図 5-14 に示した。この図には、調査地点周辺のランドマークや周辺の植生等、調査地点の周辺状況を記載し、次回調査時に調査地点の位置がわかるようにする。

3. 調査用具（例）

指標群落の調査に必要な調査機材を表 5-5 に示した。

指標群落調査に必要な道具には、調査枠の作成に必要な道具（巻き尺・杭・ロープ等）、立地の概要を記録するために必要な道具（コンパス・クリノメーター・スラントルール等）、植物の測定に必要な道具（ナンバーテープ・ガンタッカー・直径巻き尺・測高ポール等）がある。

調査開始時に群落の概要を書き込む植生調査票の例を図 5-15 に、測定値を書き込む木本種（高木・低木）調査票、木本類（実生）・草本種調査票は、それぞれ例を表 5-6 と表 5-7 に示した。

表 5-5 植物群落調査機材リスト

調査具名	最低限必要数・用途
巻き尺 (50m)	2〜3 本。調査枠の設置・位置図作成。
杭とロープ	4 本。数百 m 分。調査枠の設置（調査終了後、ロープは取り外す）。
クリノメーター	1 個。斜面の方位測定、斜面の傾斜角度の測定。
方位磁石	1 個。斜面方位測定（クリノメーターがない場合）。
スラントルール	1 個。斜面の傾斜角度の測定（クリノメーターがない場合）。
ナンバーテープ	個体識別用のナンバー。
ガンタッカー	ナンバーテープの固定。
ホチキス	ナンバーテープの固定。
コンベックスまたは折れ尺	1 個。直径の小さい幹の胸高直径測定・樹高の低い木の樹高測定・実生や草本調査用の枠の設置。
直径巻き尺または巻き尺 (1〜2m)	1 個。太い幹の胸高直径測定・直径巻き尺がない場合は、裁縫用等の巻き尺で周囲長を測定し、3.14 で割った値を胸高直径とする。
測高ポール	1 個。樹高の測定。
画板と筆記用具、調査用紙、グラフ用紙	測定項目の記録。調査用紙は植生調査票、木本種（高木・低木）調査票、木本類（実生）・草本種調査票を用いる。グラフ用紙は位置図、群落断面図、樹冠投影図の作成に用いる。

図 5-13

大草現存植生図

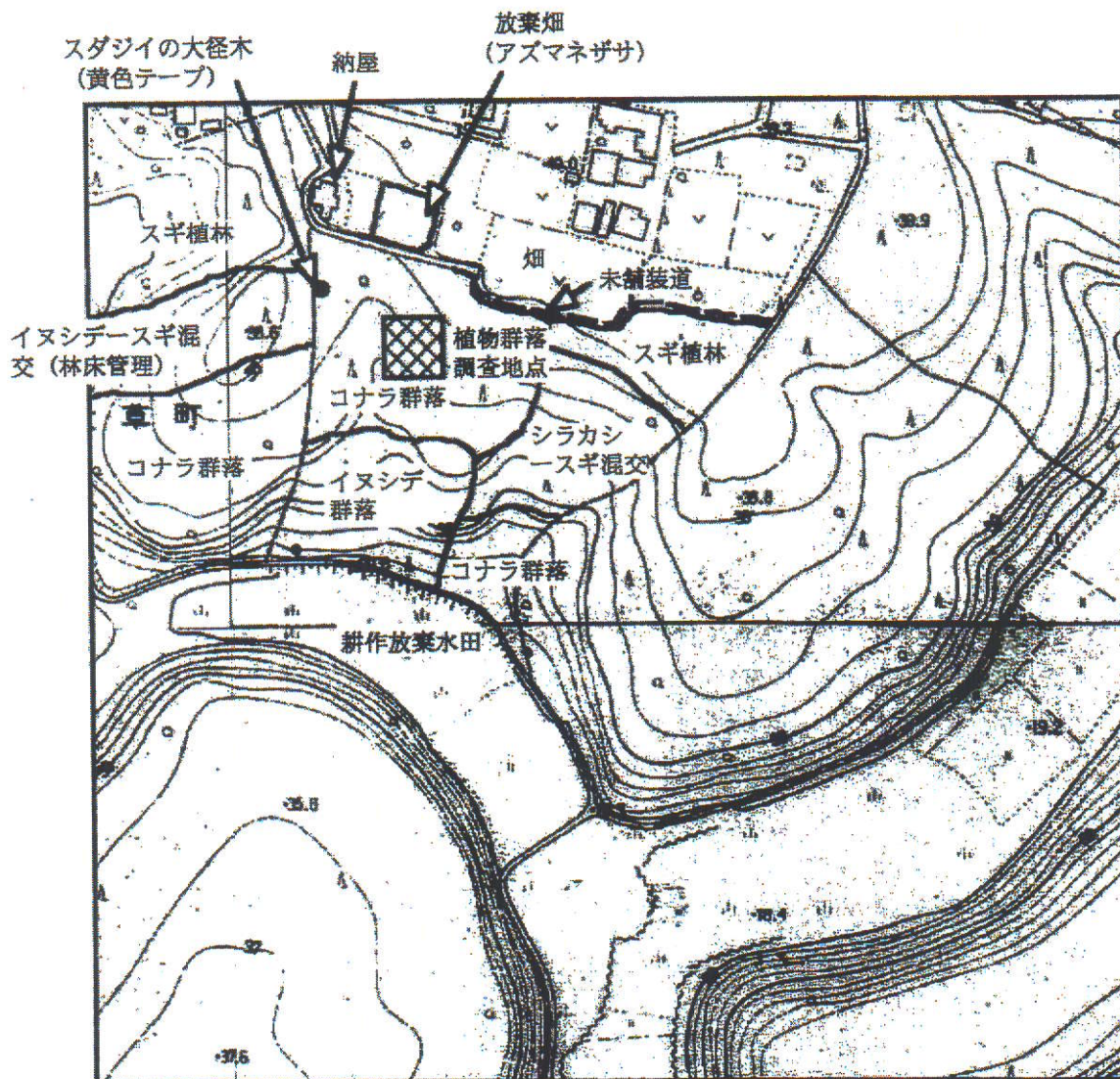


凡例

スダジイ	アズマネザサ
シラカシ	ススキ
イヌシテ	チガヤ
コナラ	ヨモギ
クヌギ	クズ
ケヤキ	カナムグラ
ムクノキ	セイタカ
スギ	アワダチソウ
ヒノキ	ヒメムカシヨモギ
マダケ	メヒシバ
モウソウチク	アキノ
ヌル子	エノコログサ
アカメガシワ	耕作畑地雑草群落
樹園	ハンノキ
舗装道路	ヨシ
未舗装道路	カサスゲ
	休耕田雑草群落
	水田雑草群落
	住宅地、裸地
	および造成地

* 各植分の第一優占種を群落名とした。

千葉市都市図 (1/2500).
航空写真および現地踏査
により作成。
(2002年2月現在)



地形図 千葉東部 (1:25000)



s = 1 : 2500
 千葉市都市計画図
 No.



図5-14 植物群落調査地点とその周辺の概要

調査地名：大草
 調査日時：2002/1/24
 調査者氏名：北澤・篠村

植生調査票

調査地名・番号 大草コナラ林 調査場所 千葉市若葉区 調査年月日 2002/1/24

調査者氏名 北澤・篠村

立地の記載

標高 31m 傾斜角 5° 斜面方位 178° (南向き斜面)

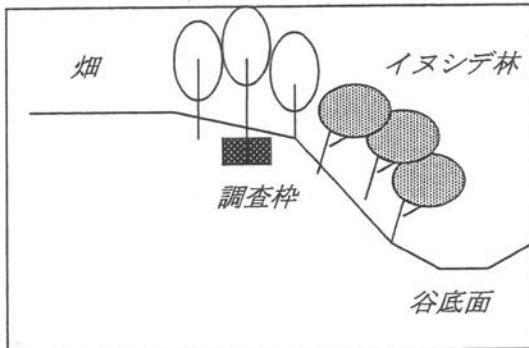
地形: (尾根) 斜面 谷 がけ 崖下 平坦地 その他 ()

地形上の位置: (上部) 中部 下部

調査面積 400m² (20×20m)

地形の特徴 (地形断面図など)

人為的インパクトなど



下刈り
間伐 (林床に伐採木が積んであった)

群落の記載

階層構造	高さ (m)	植被率 (%)	主な優占種	つる・着生
第1層	8~9m	40%	コナラ	ミツバアケビ
第2層	(林床)	95%	アズマネザサ	
第3層				
第4層				

調査枠周辺地図

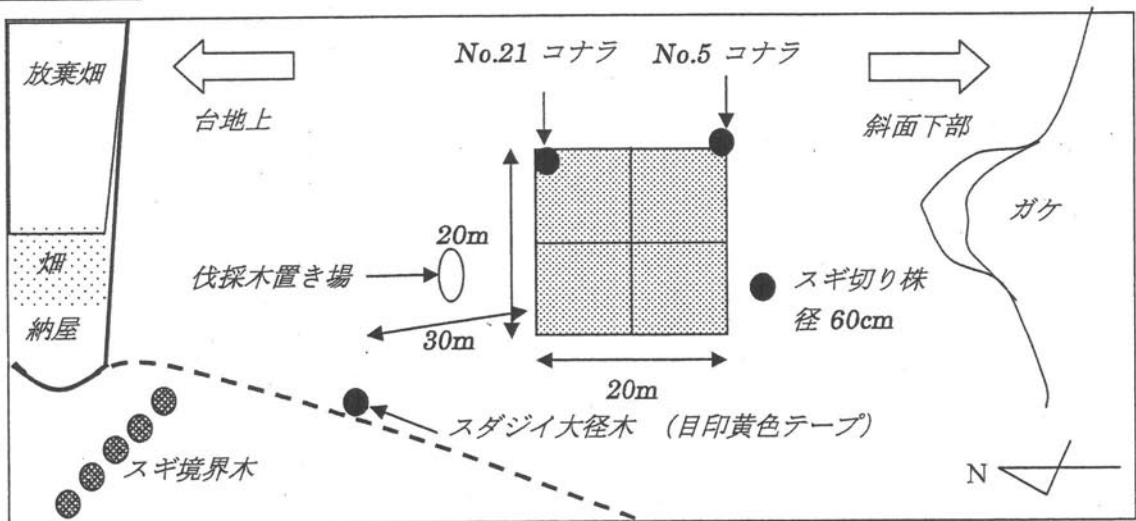


図 5-15 植生調査票記入例

表 5-6 木本種（高木・低木）調査票例

調査地名		毎木調査枠番号	
調査日時		調査者氏名	

個体 番号	樹種	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	生枝下高 (m)	葉群下高 (m)	健康度	備考	位置 (距離)	
								X(m)	Y(m)

4. 調査項目と調査方法

1) 群落の概要

調査地点にコードラートを設置し、群落の概要を植生調査票（図 5-15 参照）に記録する。植生調査票に記録する項目は以下の通りである。

1 調査地の名前もしくは番号	7 斜面方位
2 調査場所	8 地形
3 調査年月日	9 地形（地形断面図等）
4 調査者の氏名	10 調査面積
5 標高	11 観察された人為的インパクト等
6 傾斜	12 現地の写真

2) 木本群落の調査（毎木調査と実生・林床草本調査）

森林群落の毎木調査項目を図 5-16 に示した。

毎木調査は 3 人以上で行うと効率的である。一人が記録係、他は測定・補助係となる。

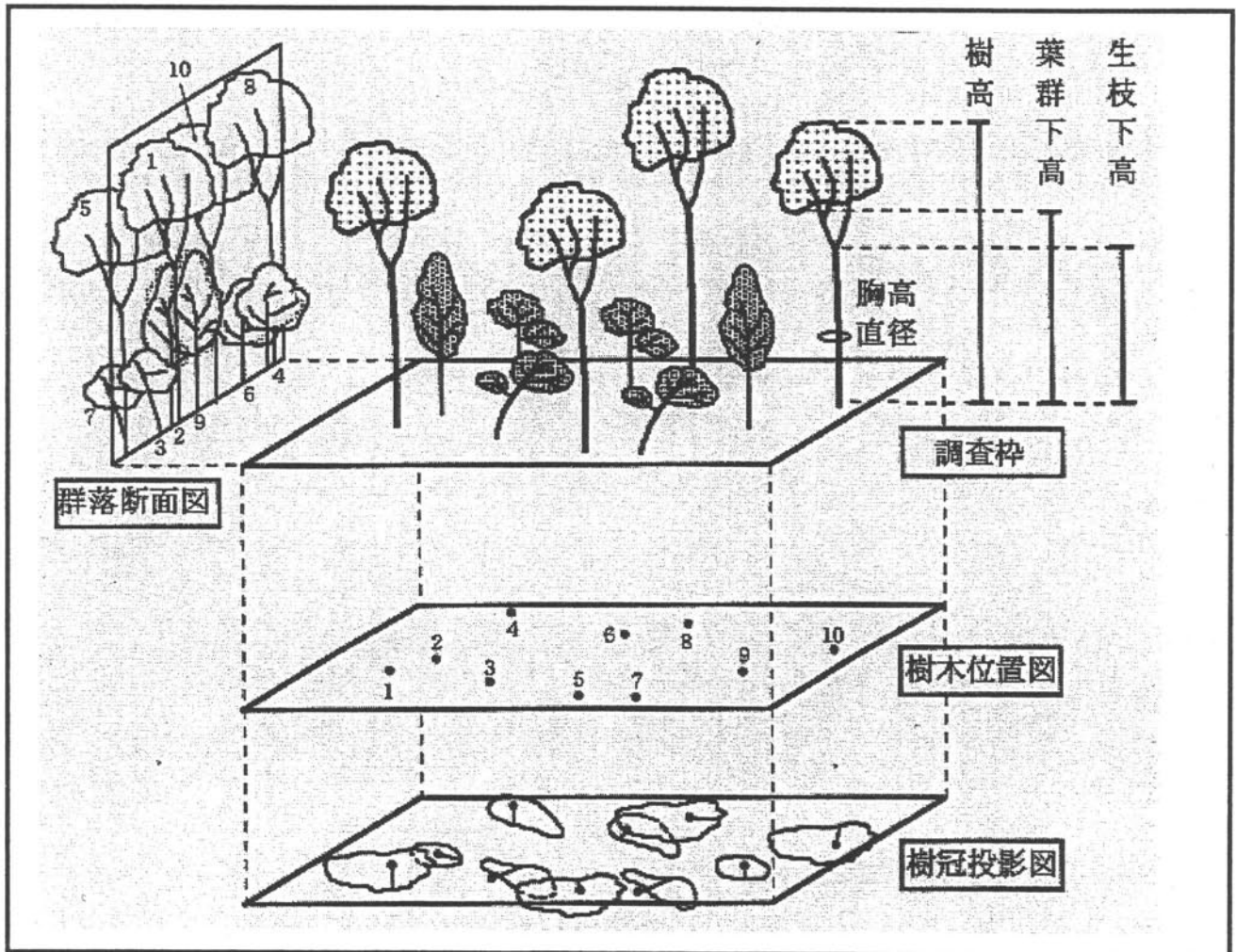


図 5-16 森林群落の毎木調査項目

・コドラートの設置

木本群落調査用のコドラートは基本的に 10m×10m とする。コドラート内の幹の本数が少ない場合や、コドラート内に出現しない種が周囲に多く見られる時等、1 つのコドラートだけでは群落の構造を正確に捉えられない場合には複数のコドラートを設置する。複数のコドラートを設置する場合は、コドラートごとに番号（コドラート番号）をつけ、コドラートごとに調査を行う。またコドラートの形は、その場所の地形や群落の広がりによって正方形や長方形等適当な形とする。面積と形を決め、最低限枠の 4 隅に打った杭の間をロープで結んでコドラートを張る。対になる辺の中間地点をロープで結び、後述の位置図等の作成や林床植生の調査時に目印とする。

・個体のナンバリング

枠内の樹高 1.3m 以上の木本種全個体にナンバーをつける（図 5-17 参照）。なお複数の幹を持つ場合は、最大の胸高直径を持つ生存幹である主幹のみにナンバーをつけ、その他の幹である萌芽幹にはナンバーをつけない。枯死した個体も含め、必ず 1 個体に 1 つのナンバーがつくようにする。

次に 1 個体が 1 つの幹しか持たない場合は単幹、1 個体が根元で分かれた複数の幹を持つ場合は、主幹・萌芽幹といった、幹タイプを調査用紙に記録し、さらに枯れた個体や生存個体の枯れた幹の場合は、備考欄に枯死と記入する。萌芽幹はナンバーをつけないが、調査用紙にどの主幹と同じ個体であるかわかるように、主幹のナンバーを明記する。

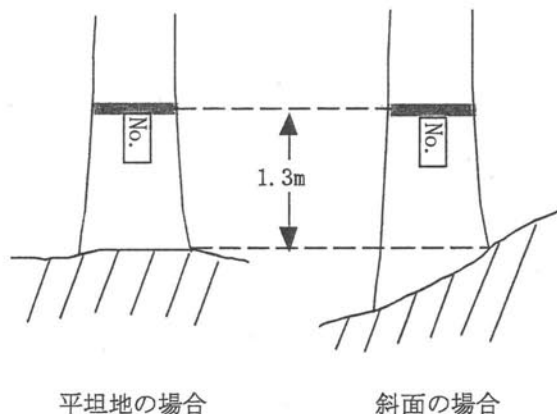


図 5-17 胸高直径の測定位置

・胸高直径・樹高・生枝下高・葉群下高・健康度の測定

単幹と主幹は、胸高直径・樹高・生枝下高（最下の枯れていない枝までの高さ）・葉群下高（最下の葉群までの高さ）を、萌芽幹については胸高直径のみを測定する（図 5-18 参照）。なお枯れた個体は全ての幹で胸高直径を、単幹と主幹については樹高も測定する。

胸高直径は基本的に地上 1.3m（斜面では斜面上部側に立った時の地上 1.3m）で、幹の周囲を直径巻き尺で一周して測定する（図 5-17 参照）。1.3m 地点にこぶや枝がある場合は、その上下どちらかにずらして測定し、その旨を備考欄に記録する。

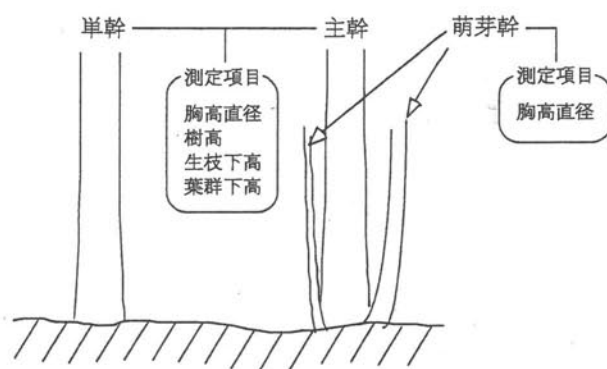


図 5-18 幹のタイプと測定項目

樹高・生枝下高・葉群下高の測定時には、測定係は木の根元（斜面の場合は斜面上部）に立って測高ポールを真上に伸ばす。補助係は少し離れたところからポールの先端を確認し、測定係に指示を出して高さを調節する。調節した値をそれぞれ調査用紙に記録する。

個体の健康度の判定は表 5-8 を参照し、個体ごとに各項目の平均値を記録する。

表 5-8 木本種の健康度

測定項目	評価基準				
	4	3	2	1	0
樹勢	旺盛な生育状態を示し被害が全く見られない	幾分被害の影響を受けているが、あまり目立たない	異常が明らかに認められる	生育状態が劣悪で回復の見込みがない	枯死
樹形	自然樹形を保っている	若干の乱れはあるが、自然樹形に近い	自然樹形の崩壊がかなり進んでいる	自然樹形が完全に崩壊され、奇形化している	枯死又は枯死寸前
梢端の枯損	なし	少しあるがあまり目立たない	かなり多い	著しく多い	枯死
枝葉の密度	枝と葉の密度のバランスがとれている	4に比べてやや劣る	やや疎	枯枝が多く葉の発生が少ないため著しく疎	-
葉の壊死	なし	わずかにある	かなり多い	著しく多い	-

・位置図・群落断面図・樹冠投影図の作成 (図 5-16 参照)

まず毎木調査の対象とする木本個体の位置図を作成する。グラフ用紙上にコードラートの外周を描き、巻き尺等を用いて個体の位置 (X,Y 座標系) を測定し、グラフ用紙上に個体の位置とナンバーを記録する (調査終了後、各個体の X,Y 座標の数値を位置図から読みとる)。

群落断面図は測高ポール等を使用し、枝・葉群の高さや水平方向への広がり注意到グラフ用紙に描き、同時に個体ナンバーを記録する。個体や枝が重なる場合は一番手前にある個体のみを描き、その裏側に重なった部分は描かない。

樹冠投影図は位置図を基にし、葉群の広がり・重なり具合 (上下関係) に注意してグラフ用紙に描く。葉群の広がり方は幹基部から四方位以上について樹冠辺縁直下までの距離を巻き尺等で測定し、各点間は目視で調整しながら連結させる。樹冠が重なるときには上の樹冠を実線で、下の樹冠を破線で描く。また樹冠と個体の対応がわかるように、個体の位置を示す点とその樹冠を描いた曲線を直線で連結する。

これらの図を描くことで、群落の垂直的・水平的構造を視覚的に確認することができ、また樹冠面積等の測定も可能となる。

・実生層、林床草本層の測定

林床に生育する木本実生 (樹高 1.3m より低い個体とする) の種組成や実生の大きさ、実生の樹齢等を調査することで、実生層からの個体の加入による木本層の将来の変化を予測することができる。また微地形や落ち葉掻き・下草刈り等といった、木本層には直接影響を及ぼさない人為的インパクトも、林床の実生や草本には大きく影響を及ぼす。このため実生層・林床草本層の調査は、木本層では反映されにくい人

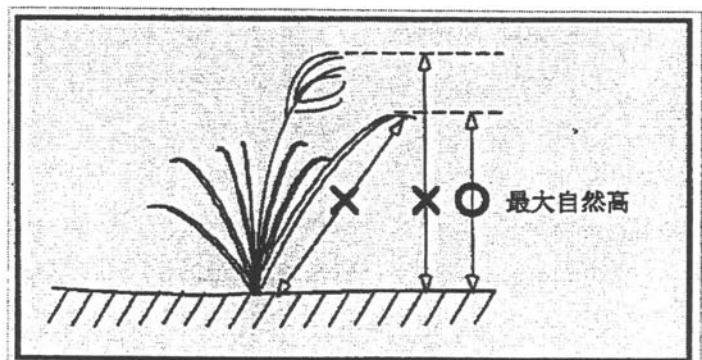


図 5-19 最大自然高の測定方法

為的インパクトの影響を捉えるためにも必要である。

調査では、まず毎木調査のコドラートを2.5m×2.5mないし5m×5mに区分して番号(実生・林床調査枠番号)をふる。次にそれぞれの区画ごとに、全出現種の最大自然高(図5-19参照)と種ごとの被度、枠内の植被率(図5-20)を記録する。

さらに実生は、個体ごとに樹種と高さを記録し、可能なものについては芽鱗痕^注等により樹齢を確認する。

注) 日本の樹木は、冬になると一時的に成長を止めて冬芽等を作り、春になると再び成長を始める。冬芽を包んでいた鱗状の葉は、春に成長を再開すると落ちるため、その痕が枝に筋状に残る。これを芽鱗痕という。芽鱗痕から芽鱗痕までの間が1年間で成長した部分となるので、芽鱗痕の数によって実生の樹齢を読みとることができる。ただし芽鱗痕による樹齢の確認はマツのように比較的簡単な種もあるが、非常に確認が困難な種もある。

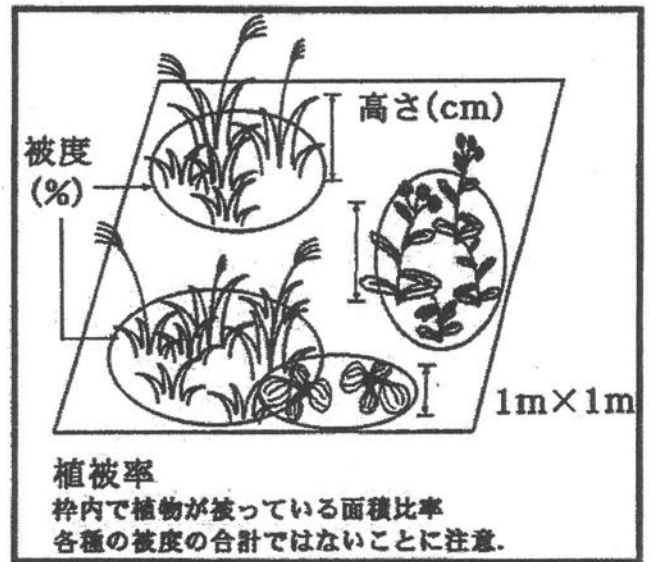


図5-20 林床・草本植生調査法

・調査の終了

調査終了後は、次回調査時に同じ場所で調査を行えるようにするため、コドラートの四隅の杭だけを残してロープは取り外す。

3) 草本群落の調査

・コドラートの設置

草本群落のコドラートは、その群落内の出現種のほとんどを含むよう複数設置するのが理想である。ただしコドラートを設置する際は、異なる群落まで枠が広がらないように注意する。コドラート数のおおよその目安は、刈り取り草地で枠の合計面積が10~25m²、また放牧地で5~10m²程度である。

草本群落の調査は、1つのコドラート内の測定が終わったら次のコドラート、それが終わればまた次のコドラート、というように調査するコドラートの数を増やし、2つから3つのコドラートで連続して新しい種が確認されなくなった時点で調査を終了とする。

・調査方法

調査方法は木本群落の林床草本と同様で、枠内の全出現種(木本種の実生も含む)の最大自然高・種ごとの被度・植被率を記録する。

5. 成果品

- ・植生図(図5-13)
- ・調査地点周辺概要図(図5-14)
- ・植生調査票(図5-15)
- ・木本類(高木・低木)調査票(表5-6)
- ・木本類(実生)・草本調査票(表5-7)
- ・毎木調査位置図(図5-16参照)
- ・群落断面図(図5-16参照)

- ・樹冠投影図（図 5-16 参照）
- ・調査地点の写真

6. 他の調査項目との関係

植物群落は、地域に生息する動物の生息の場としての重要な役割があるだけでなく、植物群落の存在により気温や水温等の無機的環境にも影響を与える。そのため動物の指標生物調査を行う際には、事前調査で周辺の植物群落や植生の調査が必要となる場合がある。

動物の指標生物調査のために必要な調査については、調査すべき項目や調査手法、さらに調査の担い手等を考慮して、計画を立てる必要がある。

5-5. 哺乳類

1. 哺乳類調査の意義

哺乳類は植物食のネズミ等の小型の種から、雑食のツキノワグマ等の大型の種まで、生態系の中で異なる役割を果たす種を含んでいる。

特に中・大型哺乳類は、ある地域における食物連鎖の頂点、つまり最上位の消費者という重要な位置を占める種が多く含まれる。ある地域に中・大型哺乳類が生存し、さらに繁殖するためには、その大きな体を維持するに足る十分な餌や隠れ場所が必要となる。そのためある個体が生息地として利用する地域は広範囲にわたり、重点調査地域の範囲を超えることもしばしばあり得る。

今回調査対象とする都市近郊の里地では、規模の大きな道路や宅地等により哺乳類の餌場や生息の場となる森林が分断され、生息地の孤立が進んでいる。中・大型哺乳類は他の動物に比べて移動能力が大きいため、ある生息地で環境が悪化した場合には、移動することでその影響を回避することができ、土地の管理等の小規模な人為的インパクトの影響は比較的受けにくい。しかし餌等を求めて移動しようと道路を横断した際の交通事故は後を絶たず、土地改変等を伴う人為的インパクトによる影響は無視できない。人工物による生息地の分断の影響や、小規模な人為的インパクトによる環境の悪化によって、それぞれの種が利用できる生息地が面積的に減少したり、質的に悪化したりすれば、長期的に見ると移動能力の高い哺乳類でも個体数は減少すると予想される。また環境への適応力の高い種は、人間の捨てたゴミを食べる等といった食性の変化へと影響する場合もある。

周囲を市街地に囲まれて孤立した生息地では個体群の維持が難しくなり、個体数が減少することによって遺伝的な多様性も失われ、最終的には個体の生存さえ危うくなる。このように中・大型哺乳類は、様々な人為的インパクトにより広範囲に自然環境が悪化し、生息地が分断化すること等により影響を受ける動物であるといえる。

またネズミ類、モグラ類等の小型哺乳類は、昆虫類や小型の鳥類等と同様に、中・大型哺乳類や猛禽類、ヘビ等の餌資源として重要な位置を占める。小型哺乳類は移動能力が低いため、土地改変等を伴う都市化の人為的インパクトだけでなく、生息地近辺での土地の管理の人為的インパクトによっても直接大きな影響を受ける。

このようなことから、哺乳類は食物連鎖における最上位の消費者である種を多く含む中・大型哺乳類と、それらの餌資源となり得る小型哺乳類の2つに分けて、人為的なインパクトの影響を捉えることとする。中・大型哺乳類については、広域調査地域の分断化された区画ごとに、生息する全ての種の動態を調査することで、主に土地改変等を伴う都市化の人為的インパクトの影響を把握する。一方小型哺乳類は特定の環境に生息し、特定の人為的インパクトの影響を受けやすい指標種についてのみ、土地の管理の人為的インパクトも含めた影響を捉えるために、個体数の変化等について調査する。

2. 中・大型哺乳類の調査対象種

調査対象とする中・大型哺乳類は、ハクビシンやアライグマ等の移入種を含み、小型の哺乳類を除く全種とする（ただしノイヌ、ノネコは除く）。種ごとに分布が異なるため、中・大型哺乳類の代表的な例と、種ごとの分布の概略を以下に示した。

- ・ツキノワグマ：本州、四国
- ・イノシシ：本州、四国、九州
- ・カモシカ：本州、四国、九州
- ・キタリス：北海道
- ・ヒグマ：北海道
- ・ニホンジカ：北海道、本州、四国、九州
- ・ニホンリス：本州、四国、九州
- ・ムササビ：本州、四国、九州

- ・ノウサギ：本州、四国、九州
- ・ユキウサギ：北海道
- ・キツネ：北海道、本州、四国、九州
- ・タヌキ：北海道、本州、四国、九州
- ・イタチ：本州、四国、九州
- ・アナグマ：本州、四国、九州

3. 小型哺乳類の指標生物とその選定理由

小型哺乳類の調査の対象とする指標生物は、基本的に調査地ごとに異なることが予想される。そこでここではモデル地とした千葉市大草地域における指標生物のうち、分布や調査の容易さ等からカヤネズミとモグラ類について指標種の例として紹介する。これらの種が調査地に生息している場合には指標種として調査することを推薦するが、これらの種が重点調査地域に生息していない場合や、これら以外により調査地にあった指標生物が生息していると判断される場合には、適宜調査を実施することが望ましい。

1) カヤネズミ（指標種例）

カヤネズミは関東・北陸以南の河原や放棄水田等に成立する、イネ科植物の繁茂する草地に生息する小型哺乳類である。植物の種子や直翅類等の昆虫を食べる低次消費者で、オギ、ススキ、カヤ等からなる草地で、高さ1mくらいのところに球形の巣を作る。世界一小さいネズミで、天敵はヘビ類、イタチ、ノネコ、猛禽類等である。

本来の生息地は田の畔や河原に成立するイネ科草本からなる群落だが、耕作地が放棄された放棄水田でもイネ科植物が繁茂するようになると生息することができる。ただし、近隣に元々カヤネズミが生息していなければその場所に移動することができないため、新たな生息地とはならない。一方、宅地開発等による土地改変等を伴う都市化の人為的インパクトによって生息地を失うだけでなく、草刈り等の土地の管理の人為的インパクトによっても、その時期によっては大きな影響を受ける。さらに、生息地が人の管理により維持されている草地であることが多いため、全く管理されないまま長期間放置されると遷移が進行して林になってしまい、生息地を失う。

このように、適度な攪乱を必要とする草本群落を生息地とするため、個体数の変化を追うことで人為的インパクトの影響を把握することができる。

2) モグラ類（指標種例）

モグラ類は、土壌中のミミズや甲虫類の幼虫等の土壌動物を食べる小型哺乳類で、林、草地、耕作地等、コンクリート化していない地中に生息する。今回指標種として調査対象とするアズマモグラは北海道を除く東日本に、コウベモグラは西日本に広く分布している。

モグラ類は道路の舗装化、水路のコンクリート化等により生息地が分断され、移動できなくなる。このような生息地の孤立によって影響を受け、地域的に絶滅する可能性がある。そこで重点調査地域内での分布の経時変化を捉えることにより、人為的インパクトによる生息地の孤立の影響を考察する。

4. 主な調査手法と調査地の選定

中・大型哺乳類は、①文献調査（調査地周辺の調査記録、新聞記事、自治体資料等の他、地方自治体等の傷病野生生物や磔死体を扱う部署の特別な資料について）、②聞き取り調査、③踏査調査、④カメラによる自動撮影調査により調査を行う。中・大型哺乳類の現地調査のうち、踏査調査は調査地域をくまなく歩き回るため調査地は重点調査地域のみとし、その他の中・大型哺乳類の調査は特に調査地を設けず、広域調査地域も含めて調査範囲とする。

小型哺乳類については、それぞれの指標生物にあう調査手法および調査地となるが、ここでは指標生

物の例としてとりあげたカヤネズミとモグラのそれぞれに適した調査手法および調査地を紹介する。

例としたカヤネズミは巣のカウントによる分布と個体数の調査で、調査地はイネ科植物の繁茂する草地全体とする。またモグラは、モグラ塚の分布によりモグラの分布を捉える調査で、調査地は重点調査地域内の表層土壌の残されている（人工構造物により土壌が覆われていない）地域全体とする。

5. 調査用具（例）

それぞれの調査で必要となる調査用具を下記に示した。なお、聞き取り調査で使用する聞き取り調査用紙の例を表 5-8 に示した。

1) 聞き取り調査（中・大型哺乳類）

- ・聞き取り調査用紙（表 5-8）
- ・地図
- ・図鑑

2) 踏査調査（中・大型哺乳類）

- ・カメラ（フィールドサインの記録用）
- ・ビニル袋（糞等の採集用）
- ・地図
- ・調査用紙、野帳

3) カメラによる自動撮影調査（中・大型哺乳類）

- ・カメラ
- ・ストロボ
- ・スイッチ類（自動撮影用）
- ・フィルム：夜間撮影用に高感度のもの
- ・ビニル袋（カメラの防水用）
- ・野帳
- ・餌：肉食・雑食性のものはペットフード、リス等の植物食のものはピーナツ等。

4) カヤネズミの調査（小型哺乳類指標種例）

- ・野帳
- ・カメラ（巣の撮影用）
- ・ビニル袋（巣の標本採集用）
- ・地図

5) モグラの調査（小型哺乳類指標種例）

- ・野帳
- ・地図

表 5-8 哺乳類聞き取り調査用紙 (例)

調査者名		調査年月日：	年	月	日
聞き取り場所					

情報提供者	氏名	住所 〒
	(才)	
	TEL:	その他 (年齢、職業等)
	FAX:	

種類	内容確認	場所	いつ	状況 (量等)
ノウサギ	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
リス	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
ムササビ	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
タヌキ	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
キツネ	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
イタチ	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
アナグマ	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
ハクビシン	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
イノシシ	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
サル	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			

6. 調査項目と調査方法

1) 文献調査（哺乳類全体）

広域調査地域における文献調査を補完する意味で、特に重点調査地域周辺地区での調査記録や新聞記事、自治体資料等による哺乳類の記録を調査する。さらに自治体の傷病獣を扱う部署、磔死体を扱う部署の過去の記録についても調査する。この調査は調査期間の早いうちに行い、哺乳類相の把握に役立つと共に、可能であれば年度末ごとに調査を行うことにより、哺乳類相の変化を把握する。

2) 聞き取り調査（中・大型哺乳類）

既に起きた人為的インパクトと哺乳類相の変化についての考察を行うため、哺乳類相の過去の履歴をたどる等、現在の情報だけでなく過去の情報も収集する。

地主の方、地元の自然愛好家や農林業関係者等から、重点調査地域とその周辺における中・大型哺乳類の目撃情報を収集し、調査用紙（表 5-8 参照）に記録する。また可能な限り、調査地とその周辺の地形図（白地図）に目撃地点を記録する。特に見られなくなった種については「いつ頃までいたのか（いつ頃いなくなったのか）」という情報を収集する。「だいぶ前」等と時期的に曖昧な言葉が使用された場合には、できるだけ何年頃といった具体的な年代を確認する。量的な情報については、「多い」「たくさん」等と表現される場合があり、個人によってその表す個体数が異なる場合があるので、可能な限り何頭くらいを示しているかを確認する。

調査の際はデータの信憑性が問題となる。特にタヌキ、アナグマ、ハクビシン等が混乱している場合があるので気をつける。またムジナという名称や地方名等が使われる場合があるので、どの種を指すのかを図鑑を見せる等して確認する。

3) 踏査調査（中・大型哺乳類）

特にけもの道等に注意して調査地域内を踏査し、哺乳類を目撃した場合には地図に記録する。踏査による確認は非常に難しいため、同時に足跡、糞等のフィールドサインから種を識別し、地図に記録する。ただしフィールドサインの場合は必ずそのサインを写真撮影し、糞等の採集できる物については採集して持ち帰る。

調査時期は一年中いつでも良いが、哺乳類が活発に活動する春～秋と、雪の降るところではフィールドサインの残りやすい冬の、最低 2 回は行うこととする。

4) カメラによる自動撮影調査（中・大型哺乳類）

スイッチと連動させた自動撮影カメラをけもの道等に設置し、そこを利用した種の写真を撮影する。カメラはけもの道周辺の木の枝等に紐等で結びつけて固定し、動物が通ると予測される場所にセンサーを向けるよう調節する。肉食、雑食獣等は餌（ペットフードや木の実等）で誘引すると撮影の可能性が高くなる。特に人里近くではカメラの盗難やいたずらの恐れがあるため、夕方設置して翌朝回収する。

冬は気温の低下によりカメラが作動しない可能性があるため、調査には春～秋が適している。

5) カヤネズミの調査（小型哺乳類指標種例）

①調査方法

非常にわかりやすい球形の巣というフィールドサインを残すため、生息しそうな場所で巣を探すことにより個体数の変化を捉える。

巣は春から初冬まで確認できるが、繁殖期に不用意に巣に近づくと繁殖を妨害する恐れがあるので、調査は繁殖が終わった冬、イネ科植物が枯れて倒れる前に行う。

イネ科植物が生えている環境内を踏査してカヤネズミの巣を探す。巣を発見した場合には調査地の地図上に発見場所を記入し、人為的インパクト図（図 5-2 参照）のポリゴンごとに発見した巣の数を

記入する。巣ごとに写真撮影を行い、巣が使われていないことを確認した場合は、ポリゴン毎に標本として巣を1つ採集する。

なお、春から秋にかけてはカヤネズミの生息しそうな場所へ立ち入らないようにするが、周辺からの観察でも巣を発見することがあるので、他の調査項目の調査時にもカヤネズミの巣を発見した場合には記録する。

②まとめ

調査結果は1年間を単位としてとりまとめ、分布の状況と個体数の変化を、周辺の人為的インパクトとの関連で比較、考察する。

6) モグラの調査 (小型哺乳類指標種例)

①調査方法

地表面に盛り上がる塚がモグラの痕跡であるため、塚を探すことにより分布範囲を捉える。調査は特に塚が目立つようになる秋から冬をメインに一年中行う。調査は調査地を踏査して、モグラの塚を探すことにより行う。発見した場合には人為的インパクト図のポリゴンごとに塚の有無を記録する。塚の数については記録する必要はない。

非常に分かりやすいフィールドサインなので、その他の調査の時にも塚を発見したときには記録してもらおうようにする。その際、発見した場所(ポリゴン番号)と調査日がわかるようにしておく。

②まとめ

調査結果は1年間を単位としてとりまとめ、分布の状況の変化を周辺の人為的インパクトとの関連で比較、考察する。

7. 成果品

- ・調査地域周辺の哺乳類相 (リスト)
- ・哺乳類聞き取り調査用紙 (表 5-8)
- ・自動撮影写真
- ・踏査調査調査結果記録図
- ・カヤネズミ調査結果記録図
- ・モグラ類調査結果記録図
- ・カヤネズミの巣

8. 他の調査項目との関係

中・大型哺乳類の種構成や個体数は、幹線道路や鉄道、住宅地等によって分断化された土地の面積とその緑被率等により影響を受ける可能性がある。そのため広域調査地域において幹線道路等による分断化された区画毎に面積や緑被率等を求め、分断化された区画ごとの哺乳類の種構成や個体数を比較することで、人為的インパクトによる影響を捉えられる可能性がある。

5-6. 鳥類

1. 鳥類調査の意義

鳥類は、植物食の種その他、昆虫や両生類、小型鳥類等の小型動物を食べる種、小型哺乳類等も食べる食物連鎖における上位消費者である猛禽類まで、食物連鎖において異なる役割を果たす多くの種を含んでいる。一部の種を除き飛んで移動するため、生息地は他の分類群に比べて非常に広い。一年中ほとんど同じ地域に生息する留鳥もいるが、遠く離れた国外の越冬地や繁殖地から移動してくる渡り鳥等もいる。渡り鳥については、調査地における人為的インパクトの影響よりも、越冬地や繁殖地等における環境の悪化が原因となり個体数が増減する可能性もある。さらに移動が飛行によるため、道路や人工構造物等による分断の影響はあまり明確でなく、一般に人為的インパクトの影響は捉えにくい。

しかしある地域において一部の環境が悪化すると、その地域の鳥類が周辺の生息可能な地域に移動し、元々生息地として利用していた場所を利用しなくなる等の変化が起こることが予測される。例えばクロジやシロハラは薪炭林が放置された暗い林を好むが、シジュウカラは薪炭林として管理されている明るい林を好むことが知られており、林の管理の状況の変化によって鳥類相が変化する。鳥類については愛好家も多く、多くの種について生息環境や繁殖地の条件等の知見はかなり集積しており、種構成を把握することである一定の環境に対しての評価が可能となる。また鳥類のうちでもある特定の環境に依存する種は、調査地域内においてそれらの環境が喪失するまたは悪化することにより影響を受ける。例えば代表的な水鳥であるサギ類やシギ・チドリ類は、生息地として水田や河川、湖沼等を利用している。水田はこれらの水鳥の餌場として非常に重要であり、耕作放棄等により開放水面が失われると大きな影響を受ける。

さらに猛禽類は、ある地域の食物連鎖の頂点に立つ最上位の消費者であり、他の鳥類よりもなわばりが広く、繁殖のためにかなりの餌資源を必要とする。そのため猛禽類の多くが全国的に個体数を減少させ、環境省のレッドリストに記載されている種が多い。猛禽類が生息するためには十分な餌資源が必要となるため、人為的インパクトにより環境が悪化すると、その地域における繁殖ができなくなる等の影響が出る恐れがある。

これらのことから、まず鳥類は地域の鳥類相の変化を捉えることにより、調査地域全体の微環境の変化等を把握することとする。その他、人為的インパクトの影響を受けやすいと考えられる指標生物が生息する場合には、それらについて個別に調査し、人為的インパクトとの関連を考察することとする。

2. 指標生物とその選定理由

ここでは指標生物の例として、地域における食物連鎖の最上位に位置する猛禽類その他、水田の耕作状況や河川環境の変化等を反映する水鳥であるサギ類と、シギ・チドリ類を、指標種群として取りあげた。指標生物の調査は、指標生物に含まれる種が全く生息しない調査地でない限り、全国の調査に適応できるため、基本的に指標生物として調査することとするが、これら以外により調査地にあった指標生物が生息していると判断される場合には、適宜調査を実施することが望ましい。

1) 猛禽類（指標種群例）

猛禽類は、都市近郊の里地生態系において食物連鎖の最上位に位置する消費者であるため、元来個体数が少ないが、特に近年の自然環境の悪化等により個体数が減少しつつある種が多い。そのため多くの猛禽類が環境省や地方自治体の発行するレッドデータブック等に記載され、また「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」に基づく、国内希少野生動植物種に指定されている種も含まれる（参考文献 30）。

生態系における食物連鎖の頂点に位置する猛禽類が生息するためには、豊富な餌動物が持続的に供給される必要がある。それぞれの種により餌は異なるが、昆虫類、魚類、両生類、爬虫類、鳥類、小型哺乳類等、多くの種を餌生物としている。また一般的に猛禽類はそれぞれ特異な環境を選好している。例えば東日本の山岳森林地帯ではイヌワシ、クマタカ、ハチクマ、オオタカ、ハイタカ、ノスリ等が、里山地帯ではサシバ、オオタカ、ツミ、ハチクマ等が、海岸・湿地地帯ではハヤブサ、ミサゴ、チュウヒ、トビ等が生息している。これら猛禽類が複数種生息している地域は、環境が多様であり、保全状態が良好であることを意味している（参考文献 30）。

そこで、猛禽類の行動範囲の中の高頻度利用域を把握し、その場所が人為的インパクトにより影響を受けて環境の質等が悪化した場合、猛禽類の種構成や個体数がどのような影響を受けるかを把握する。調査対象種は猛禽類全種とし、代表的な種の分布を以下に示した。

ミサゴ	通年：全国	
ハチクマ	繁殖期：北海道、本州、四国、九州	
オジロワシ	繁殖期：北海道	越冬期：北海道、本州
オオワシ	越冬期：北海道、本州	
トビ	通年：全国	
ツミ	繁殖期：北海道、本州、四国、九州	越冬期：全国
ハイタカ	繁殖期：北海道、本州、四国	越冬期：全国
オオタカ	通年：北海道、本州、四国、九州	
サシバ	繁殖期：本州、四国、九州	
ケアシノスリ	越冬期：北海道、本州、四国、九州、南西諸島	
ノスリ	繁殖期：北海道、本州、四国	越冬期：南西諸島
クマタカ	通年：北海道、本州、四国、九州	
イヌワシ	通年：北海道、本州、四国、九州	
ハイイロチュウヒ	越冬期：全国	
チュウヒ	繁殖期：北海道、本州	越冬期：本州、四国、九州、南西諸島
ハヤブサ	繁殖期：北海道、本州、四国、九州	越冬期：全国
チゴハヤブサ	繁殖期：北海道、本州	
チョウゲンボウ	繁殖期：北海道、本州	越冬期：全国
コチョウゲンボウ	越冬期：全国	

2) サギ類（指標種群例）

サギ類の種構成や個体数の変化は、調査地域の水田、休耕田、河川等の環境変化に密接に関連している。例えば、水田が放棄されてイネ科植物が繁茂するようになると、サギ類の餌場は消失する。また水田の整備状況等によっても種ごとの出現頻度が異なる。さらに重要な生息地である河川環境は、河川改修等により生息地が攪乱される影響を受ける。このようなことから、サギ類の種構成や個体数の変化と、人為的インパクトとの関連について考察する。

サギ類は主に水田や河川等の水辺で採餌するという共通の生息環境を持つ。調査対象種はサギ類全種とし、代表的な種のおおまかな分布範囲を下記に示した。食物連鎖では消費者に位置し、魚類、両生類、昆虫等を食べる。天敵は猛禽類等である。

アマサギ	繁殖期：北海道～九州	越冬期：九州以南
コサギ	繁殖期：本州～九州	越冬期：本州～沖縄

チュウサギ・ダイサギ	繁殖期：本州～九州	越冬期：本州以南
アオサギ	繁殖期：北海道～四国	越冬期：全国

3) シギ・チドリ類（指標種群例）

シギ・チドリ類は特に干潟が重要な生息地だが、都市近郊の里地地域では水田、休耕田、河川等が重要な生息地となり、これらの生息地の環境変化はシギ・チドリ類の種構成や個体数に影響を与える。例えば水田が放棄されてイネ科植物が繁茂するようになると、餌場と共に休息場が消失する。また河川では、河川改修等により生息地が攪乱される影響を受ける。シギ・チドリは長距離を移動する渡り鳥が多く、ある一定の地域で環境が悪化すると周辺の類似した環境に移動する可能性が高く、環境の悪化をよく反映すると予測される。そこで、人為的インパクトによる環境の変化により、シギ・チドリ類の種構成および個体数がどのように変化するかを捉えることとする。

シギ・チドリ類は主に水田・河川・干潟等の水辺で採餌、休息するという共通の生息環境を持つ。調査対象種はシギ・チドリ類全種とし、代表的な種のおおまかな分布範囲を下記に示した。食性は主に昆虫等の小動物で、食物連鎖では低次消費者に位置し、天敵はサギ類同様猛禽類等である。

タゲリ	越冬期：本州以南	
ケリ	繁殖期：本州	越冬期：本州以南
ムナグロ	通過期：全国	越冬期：関東以南
コチドリ	繁殖期：北海道～九州	
イカルチドリ	繁殖期：北海道～九州	越冬期：本州～沖縄
トウネン	通過期：全国	
アオアシシギ	通過期：全国	
キアシシギ	通過期：全国	
ツルシギ	通過期：全国	
クサシギ	通過期：全国	越冬期：関東以南
タカブシギ	通過期：全国	
タマシギ	繁殖期：関東以南	越冬期：関東以南
チュウシャクシギ	通過期：全国	

3. 主な調査手法と調査地の選定

1) 鳥類相調査

重点地域の鳥類相の変化は、ラインセンサス調査によって把握する。調査コースは、調査地域内にある環境ごとに数百メートル程のコースを1つ設定する。例えば、林縁部と耕作地・休耕田の間の農道に1コース、管理された林に1コース、放置された林に1コース、植林地に1コース、将来人為的インパクトを受けると予想される場所に1コース、といった具合である。

2) 指標生物調査

指標生物調査は、指標生物により調査手法も調査地も変わることになるが、ここでは例として示した猛禽類、サギ類、シギ・チドリ類について述べる。

猛禽類の調査は定点調査により、広域調査地域も含めた広範囲で行う。またサギ類とシギ・チドリ類の調査は、猛禽類と同様に定点調査により種と個体数を把握し、調査地は水田、休耕田、河川を見渡せる場所とする。

定点は展望のよい場所に3～5地点を任意に設置する。猛禽類調査の場合は重点調査地域の周辺にも

同様に定点を設置し、調査結果を比較する。定点調査は1日を基本とし、定点を同じ担当者が順次回って行っても、多人数で同時に行ってもよい。ただし、調査地点ごとの調査時間や、調査の担当者ごとの調査精度に、あまり差がないよう留意する。なお多人数で調査を行う場合には、近接する定点間でトランシーバーを使って情報を連絡し合って行うことが望ましい。

4. 調査用具（例）

それぞれの調査で必要となる調査用具を下記に示した。なお、重点調査地域の鳥類相調査で使用するセンサス調査用紙を表5-9に、センサス集計用紙を表5-10に示した。また指標生物の例とした猛禽類調査で用いる猛禽類調査用紙を表5-11に、猛禽類集計用紙を表5-12に、サギ類やシギ・チドリ類の調査で用いる定点調査用紙を表5-13に示した。

1) 重点調査地域の鳥類相の調査（ラインセンサス調査）

- ・センサス調査用紙（表5-9）
- ・センサス集計用紙（表5-10）
- ・地図
- ・双眼鏡

2) 猛禽類調査（定点調査）

- ・双眼鏡
- ・猛禽類調査用紙（表5-11）
- ・猛禽類集計用紙（表5-12）
- ・地図（調査地とその周辺を含むもの）
- ・コンパス
- ・トランシーバー（定点を多人数で同時に調査する場合）

3) サギ類調査、シギ・チドリ類調査（定点調査）

- ・双眼鏡
- ・望遠鏡
- ・定点調査用紙（表5-13）
- ・地図

表 5-9 鳥類センサス調査用紙

調査者名： _____ 調査コース _____

調査日時： _____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 時 _____ 分 ~ _____ 時 _____ 分

天候： _____ 風： 無・弱・中・強 _____

種名	数・性 ・ 齡	確認 ^{注1}	行動 ^{注2}				ポリゴン番号・ 環境	その他
		S C V	Fl	Fe	R	Br		

注1 S:さえずり、C:さえずり以外の声、V:目撃
注2 Fl:飛翔、Fe:採餌、R:休息、Br:さえずり以外の繁殖行動

表 5-11 猛禽類調査用紙

調査者名： _____ 定点 _____

調査日時： _____ 年 月 日 _____ 時 分～ _____ 時 分

天候： _____ 風： 無 ・ 弱 ・ 中 ・ 強 _____

種名	数・性 ・ 齡	確認	確認時間	行動・その他
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	
		目撃・声	: ~ :	

表 5-13 鳥類定点調査用紙 (サギ類、シギ・チドリ類用)

調査者名： _____ 調査場所 _____
調査日時： _____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 時 _____ 分 ~ _____ 時 _____ 分 _____
天候： _____ 風： 無 ・ 弱 ・ 中 ・ 強 _____

種名	数	ポリゴン番号	環境	その他

5. 調査項目と調査方法

1) 重点地域の鳥類相の調査

①調査の意義

重点調査地域の鳥類相の調査は全ての鳥類を対象とする。この調査により調査地域全体の鳥類相が把握できると共に、指標生物選定の基礎データとなる。生息環境、食性、分布は種により異なるが、天敵はイタチ等の肉食、雑食の哺乳類と、猛禽類等の食物連鎖における上位の鳥類である。

人為的インパクトにより、ある一定の地域で環境が変化することにより、種構成や種ごとの出現頻度が変わる。例えばウグイスは藪のない林には少ないため、薪炭林で下草刈り等がこまめに行われると個体数が減少する。またクロジも同様に下生えにササのよく茂った暗い林を好む。一方シジュウカラはササの全くない林で優占種になる傾向にあるため、薪炭林等で下草刈りがこまめに行われれば、これらの種の優占度が上がる可能性が高い。

調査の時期は繁殖期と越冬期にそれぞれ最低 3 回とする。雨天時や強風時には鳥が活動しないため、調査は行わない。繁殖期や越冬期は地域により少しずつ異なるため、地域ごとの調査適期の目安を表 5-14 にまとめた。

②調査方法

調査コースを時速 2km ほどで歩きながら、片側 25m 以内（合計 50m）に出現した種について、種名、個体数、行動、ポリゴン番号等を調査用紙に記録する。なお調査範囲外で出現した種は、備考欄に種名を記載する。

調査は一人または少人数で行い、多人数での調査は避ける。

③まとめ

調査結果についてはコース毎に出現種、種ごとの個体数を集計し、出現頻度を計算する。

表 5-14 地域ごとの鳥類相調査の適期

地域	繁殖期	時間	越冬期	時間
沖縄	4 月	AM6:30~9:00	12 月中旬~2 月中旬	AM8:00~11:00
近畿以西	4 月下旬~6 月	AM5:30~9:00	12 月中旬~2 月中旬	AM8:00~11:00
本州以北	4 月下旬~6 月	AM5:00~9:00	12 月中旬~2 月中旬	AM8:00~11:00
北海道	6 月~7 月上旬	AM5:00~9:00	12 月中旬~2 月中旬	AM8:00~11:00

出典：鳥の生息環境モニタリング調査ガイド I 森林と草原を調べる。1993。日本野鳥の会研究センター。

2) 猛禽類調査（指標種群例）

①調査の時期

調査の時期は基本的に繁殖期（4 月~6 月）と春・秋の渡りの時期とし、可能な場合には越冬期（11 月~3 月）にも調査を行う。越冬期の調査、繁殖期の調査はそれぞれ最低 1 日ずつ、春・秋の渡りの時期にも最低 1 日実施する。また雨天時や強風時には鳥が活動しないため、調査は行わない。

②調査方法

定点調査は、最低でもある 1 定点で 1 時間の観察を行う。定点から目視により飛翔個体を観察し、発見した場合には確認した種の種名、場所、行動を地図上に記録する。また同時に調査用紙にも記入する。

繁殖期の調査は必ず専門家等のアドバイスを受けて、猛禽類の繁殖に影響が出ないよう最大限の配慮を払い、可能な場合にのみ調査を行う。定点が営巣地に近く、繁殖の妨害の恐れがある場合にはそ

の定点は使用しない。また繁殖確認は、巢外育雛期等の最も繁殖に影響の少ない繁殖ステージに行う。猛禽類保護のために繁殖データの管理を厳密に行うよう十分留意する。

③まとめ

調査時期ごとに調査データを集計する。地図は記録された種ごとに1枚にまとめる。調査用紙は集計し、種ごとに1枚にまとめる。

3) サギ類調査（指標種群例）

①調査の時期

調査の時期は一年中で、月1回程度、晴れた日に行う。調査は日中であれば時間は定めない。

②調査方法

見晴らしの良い場所に定点をとり、種と個体数を記録する。1箇所の定点で調査地全体を見渡せない場合は、複数の定点を設定するかまたは移動しながら調査を行う（移動定点）。移動しながら調査する際は、同じ個体を重複してカウントしないように注意する。調査時に定点の周辺の環境と、定点から見える調査地の全景を写真撮影する。撮影の際はどの位置からどの角度で撮ったか等を、後でわかるように地図上に記入する。

調査地周辺に同様な環境がある場合には、後に比較用の資料とするため、同様な方法でカウントを行い、記録をとる。なお、他に注目すべき種（猛禽类等）を確認した場合には、種名、数、性、齢、確認の方法（目撃、声）、確認時間、行動等、必要事項を記録する。

③まとめ

1年を単位として種ごとにデータを集計する。

4) シギ・チドリ類調査（指標種群例）

①調査の時期

調査は春と秋の渡りの時期とする。渡りのピーク時に1回、その2週間前と2週間後にそれぞれ1回、あわせて3回行う。渡りの時期は地域ごとに異なるため、調査時期の目安を表5-15に示した。

表5-15 地域ごとのシギ・チドリ類相調査の適期

地域	春	秋
九州	4月下旬	9月下旬
関西	4月下旬～5月上旬	8月上旬～下旬
関東	4月下旬～5月上旬	8月下旬
東北	5月上旬	9月頃
北海道	5月下旬	8月下旬～9月上旬

出典：鳥の生息環境モニタリング調査ガイドⅡ 干潟と河原を調べる、1995。日本野鳥の会研究センター。

②調査方法

見晴らしの良い地点に定点をとり、種と個体数を調査する。1箇所の定点で調査地全体を見渡せない場合は、サギ類の調査と同様に複数の定点を設定するか、移動しながら調査を行う（移動定点）。その際同じ個体を重複してカウントしないように注意し、個体数が多い場合には1回の調査で3回カウントして確認する。その他の注意事項については、サギ類調査と同様とする。

③まとめ

1年を単位として種ごとにデータを集計する。

6. 成果品

- ・ 鳥類センサス調査用紙 (表 5-9)
- ・ 鳥類センサス集計用紙 (表 5-10)
- ・ 猛禽類調査用紙 (表 5-11)
- ・ 猛禽類集計用紙 (表 5-12)
- ・ 定点調査用紙 (表 5-13)
- ・ 調査地周辺の写真

7. 他の調査項目との関係

鳥類は基本的には移動能力が大きいため、人為的インパクトによる直接的な影響は受けにくい。しかしある種の鳥類の繁殖場や餌場となる林の下層植生の状態や、餌資源となる小魚や昆虫等が豊富に生息する場所が失われると、鳥類自体にも影響が出る可能性がある。

5-7. 両生類・爬虫類

1. 両生類・爬虫類調査の意義

生態系等にかかるモニタリング調査で対象とする都市近郊の里地では、生息環境の分断化や矮小化等の諸要因によって、動物相のうちの大型の肉食哺乳類や猛禽類が欠落する傾向にある。そのため、両生類や爬虫類が地域の食物連鎖の比較的高次に位置する消費者として、重要な位置を占めている。

カエル類は幼生時代には水中でデマトリスや付着藻類を餌としているが、変態し陸上生活へ移行した後は基本的に肉食となり、昆虫と陸上無脊椎動物を主な餌とする。幼生時代は一次消費者として、変態後は二次消費者として位置づけられる。肉食性魚類、爬虫類のヘビ、哺乳類のイタチ、タヌキ、鳥類のサシバやサギ類等の食物連鎖の高次捕食者たちは、個体数の多い両生類を様々な程度で食物資源としている（図 5-21 参照）。従って代替餌資源が存在しなければ、両生類相の貧弱化が地域生態系の劣化をもたらすことになる。

爬虫類のトカゲ類は、変態後のカエル類と同様に昆虫と陸上無脊椎動物を主な餌とする二次消費者である。ヘビ類、肉食哺乳類、猛禽类等食物連鎖の高次捕食者にとっての餌資源となるが、量的な重要性はカエル類には劣る。一方ヘビ類は、脊椎動物を捕食する高次捕食者として両生類や小型哺乳類の個体数を制御し、より高次の猛禽類の餌資源となる等、食物連鎖上重要な位置を占めている。そのため、都市近郊の残存緑地では事実上最上位の捕食者となっている可能性が高い。

こうした理由から両生類・爬虫類については、二次消費者のカエル類と三次消費者のヘビ類が、人為的インパクトによって受ける影響を捉えることとする。両生類については特に消費者系の動態を知る指標生物を選定して、個体数の変動を調査することとした。また爬虫類については、ヘビ群集全体の種多様性および、それぞれの種の相対密度をモニタリングの指標値とすることとした。

2. 指標種群とその選定理由

1) 両生類

ニホンアカガエルやヤマアカガエルは、1月から4月にかけて南風が吹く生暖かい夜に、水田のたまり水に産卵する。1匹の雌は1年に1回産卵し、気象条件がよいと1つの水田の周囲に生息するほとんど全ての個体が一晩のうちに産卵を済ませる。真冬に産卵するニホンアカガエルにとっては、湧き水の豊かな湿田が非常に重要な産卵場所となっている。湧き水が豊かであるためには、谷津田の集水域に十分な保水機能を持たせるだけの森林が必要である。そして森林があるということは、水田で発育したカエルの幼生がやがて変態し、小さなカエルとなってから陸上生活を送る場所が保障されていることを意味している。従って森林があつてこそ湿田があり、その組み合わせがアカガエルの生活を保障しているといえる（図 5-22 参照）。

これらのことから、里地・里山の水域・陸域の連続性を指標し、かつ個体数の把握が容易なアカガエル類を指標種群とする。ただしアカガエル類が生息しない地域や、アカガエル類がかつて生息していたが、既に開発等により地域的に絶滅した場所等では、生息が確認されている種の中から個体数の把握が容易で、かつ環境変動にさらされやすいことを基準に指標生物を選ぶのが望ましい。そこで、代表的な指標種群となるアカガエル類等について、以下に分布を示した。

ニホンアカガエル：本州、四国、九州

ヤマアカガエル：本州、四国、九州

トノサマガエル：本州、四国、九州

エゾアカガエル：北海道

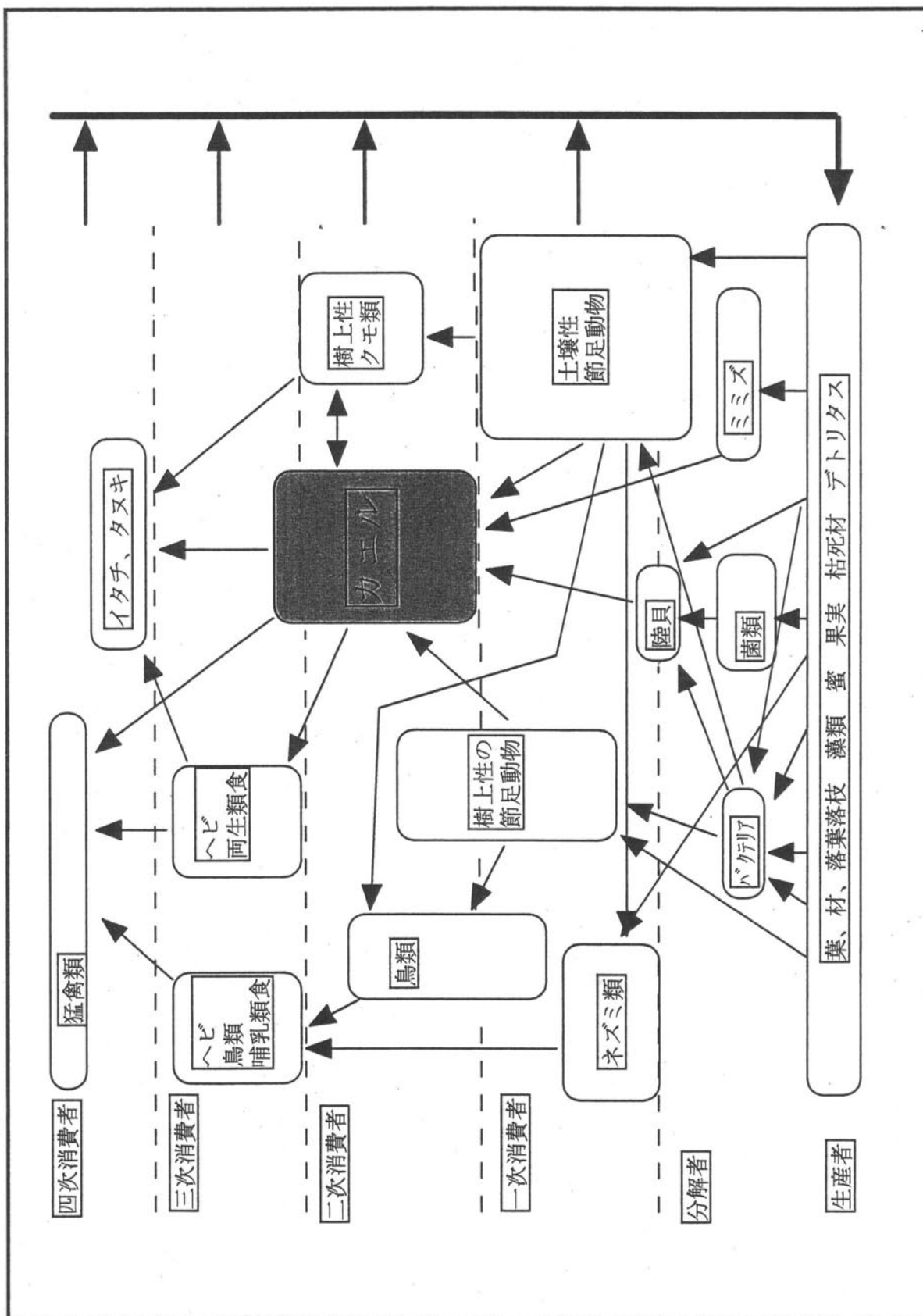


図 5-21 カエル類を中心とした食物連鎖の図

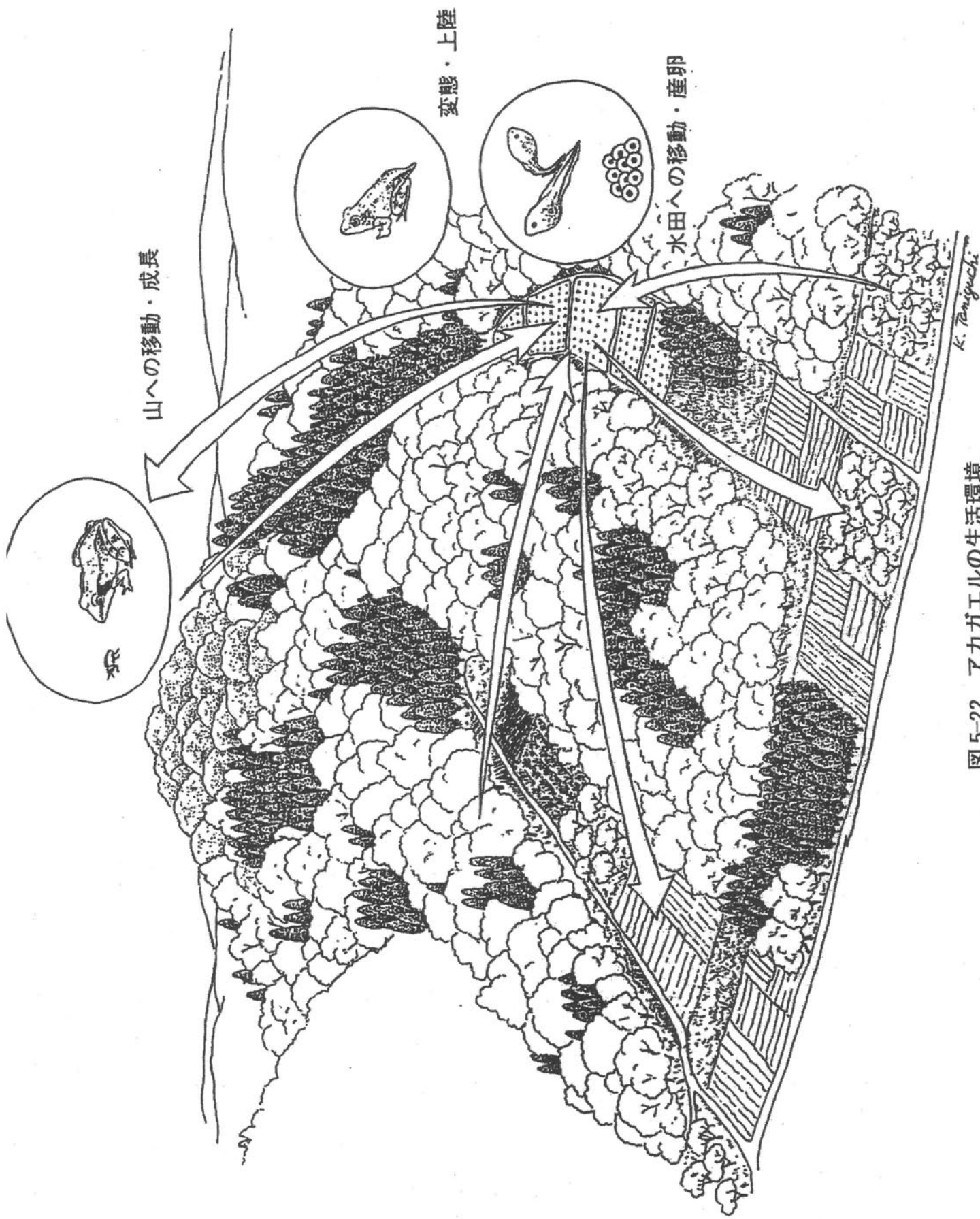


図 5-22 アカガエルの生活環境

2) 爬虫類

調査対象とするヘビ類は、種ごとに食性と食物網における位置が異なる。ヤマカガシとヒバカリは水田や用水路、溪流等の水辺を選好し、その食性は前者がカエル類を主とする両生類と魚類、後者が両生類の幼生と変態個体、及び小型魚類である。シマヘビとマムシは最も食性の幅が広く、魚類を除く両生類、爬虫類、小型哺乳類、鳥類を捕食する。マムシはさらにセミの幼虫やムカデ等、大型の節足動物まで捕食することが知られている。ジムグリ、アオダイショウ、シロマダラは比較的食性の幅が狭く、それぞれネズミ類、鳥類と小型哺乳類、トカゲと小型のヘビを専門的に捕食する。従ってヘビ類の種多様性と生息密度は、その地域に生息する餌生物の多様性と生息密度を反映する指標と見なすことができる。

代表的な例と種ごとの大まかな分布を以下に示した。

ヤマカガシ：本州、四国、九州

ヒバカリ：本州、四国、九州

シマヘビ：北海道、本州、四国、九州

ジムグリ：北海道、本州、四国、九州

アオダイショウ：北海道、本州、四国、九州

シロマダラ：本州、四国、九州

マムシ：北海道、本州、四国、九州

3. 主な調査手法と調査地の選定

1) 両生類調査

アカガエル類は、雌1個体が1年に1回産卵するという性質に加え、卵塊がまとまって確認しやすいという性質から、卵塊の全数カウントによって、その地域に生息する繁殖参加雌の個体数を容易に把握できる。また、産卵時期が植生の少ない冬季のため卵塊の視覚確認が容易であり、かつ低温による発生速度の抑制によって、産卵後約1ヶ月程度の間は卵塊を確認することができる。産卵のタイミングは温度と降水によって制御されているが、比較的広い範囲で同調しているために、産卵後一定期間は同一条件下でセンサスを行うことができる。

アカガエル類の卵塊調査は、潜在的な産卵場所である水田および湿地環境を調査地とする。産卵場所の候補地は流れのない浅い水域で、比較的日当たりがよい場所である。平野から丘陵地では、1/2,500地形図で水田・湿地の表示がある土地に相当する。

アカガエル類が生息しない場所では、アカガエル類に次いで卵塊の確認が容易なヒキガエル類、トノサマガエル、モリアオガエルを指標種群とする。ヒキガエル類は1対のひも状の卵塊を産むため、多数の個体が集まる場所では卵塊数を数えるのは難しい。卵塊数の正確な把握の代わりに、目安として産卵が数個か、数十個か、百個近い大産卵場所かを記録することが望ましい。

またモリアオガエルとトノサマガエルは、卵塊の確認という点ではヒキガエル類より容易だが、産卵が長期間にわたるため、設定した集水域内における生息個体数を把握するためには、センサスを繰り返し行う必要がある。全ての卵塊を数えるために何回の調査を必要とするかは場所によって異なる。トノサマガエルは産卵時期の水温が比較的高いため、産卵後数日で卵塊の形が崩れて数の把握が困難となるので、水田への水入れ後すぐに調査するのが望ましい。

モリアオガエルの産卵は4ヶ月弱続くため、理想的には週に1回程度の頻度で卵塊数を数えるべきであるが、最低限産卵開始から最初の卵が孵化する時期の直前には少なくとも1回のセンサスを行い、

その産卵池に集まる雌の個体数を指標とするのが望ましい。

ヒキガエル類とモリアオガエルの潜在的な繁殖地は、アカガエル類の繁殖地に加えて、林道の轍にできた一時的な水たまりや小規模な池、流れの緩い水路等である。トノサマガエルは基本的に水を引き入れた直後の水田か苗代、日当たりのよい浅い池等である。モリアオガエルは主に樹上に産卵し、大きな泡巣を作ること知られているが、全ての卵塊が樹上に産み付けられるとは限らず、草の茂った畦等に産み付けられることもある。

2) 爬虫類調査

調査地の集水域内のヘビ類の生息個体数は、ライントランセクト調査により把握する。設定したライントランセクトを一定時間探索し、目撃したヘビの種名、個体数等を記録する。

ヘビ類をはじめとする爬虫類は、気温の低い季節と時間帯には体温上昇のため比較的草丈の低いオープンな植生で日光浴を行い、気温が高くなると林内や水中で高温をさけ、目立たなくなる。活動に適切な温度条件下では、餌の豊富な微環境で探索活動を行うため、発見が難しくなる。そのためヘビ類のセンサスは真夏を避け、理想的には活動が可能な程度に気温があり、なおかつ暑すぎない季節がよい。ヘビ類の活動体温は種による差があるものの、およそ 20 度から 30 度の範囲にある。そこでヘビ類が人目につきやすいオープンな環境において、体温が 20 度から 30 度の範囲に維持されるような気象条件がセンサスの適時となる。経験的には春の晴天時、梅雨時期で高曇りの日、秋の晴天時がヘビ類のセンサスに適している。

センサスを行うためのルート設定も客観的な基準を設けることは難しい。気象条件がセンサス適時に合致した場合、目撃が容易に行える条件を考慮し、水田と林の境、畑と林の境を通る未舗装の農道等をライントランセクトとするのがよい。農道のほとんどが畑や水田の中央を通る場合には、農道をはずれて実際の水田や畑と林の境にトランセクトを設置するのがよい。鬱閉した自然林や二次林の林内にルートを設定しても、密な下層植生に邪魔されて姿や種を確認するのが困難であり、さらに捕獲を試みても先に気づかれて逃げられてしまうことが多い。このような理由から、少なくとも日本のような温帯域では、林とオープンな環境の境界部分をセンサスルートにするのが妥当である。

4. 調査用具 (例)

両生類および爬虫類の調査で必要となる調査用具を以下に示した。またセンサス調査用紙の例を表 5-16 に示した。

- ・下図
- ・センサス調査用紙 (表 5-16)
- ・カウンター
- ・棒状温度計

表 5-16 ヘビ類センサス調査用紙

調査者名： _____ 調査ルート _____
 調査日時： 年 月 日 時 分～ 時 分
 天候： 雲量 多・中・少 風： 無・弱・中・強
 調査開始時の気温 ℃、地温 ℃、天候 _____、雲量 _____、風 _____
 調査終了時の気温 ℃、地温 ℃、天候 _____、雲量 _____、風 _____

番号	種名	発見時刻	気温	地温	天候	雲量	風	性別	大きさ	行動	植物被度	林冠の閉鎖度
1		:										
2												
3												
4												
.												
.												
.												

5. 調査項目と調査方法

1) カエル類の調査（指標種群例）

①事前調査

カエル類の調査は、調査地域内の潜在的産卵場所全体を対象とするが、指標種群となるアカガエル類、ヒキガエル類、トノサマガエル、モリアオガエルは、それぞれ潜在的産卵場所が少しずつ異なる。また 1/2,500 地形図等で水田・湿地の表示がある場所でも、その後人為的な改変によりその場所がなくなる場合や、地形図に表示されない水田や湿地等がある可能性があるため、事前調査を実施して調査地域内の種ごとの潜在的な産卵場所を確認する。事前調査では 1/2,500 地形図や空中写真を元に、田圃等の大まかな産卵場所の位置を捉え、現地調査によって地形図で確認されなかった水田や湿地を記入すると共に、田圃の畦等を記入して細かい区分を行う。このように確認された潜在的な産卵場所の位置を地図上に示しものを、センサスの下図として使用する（図 5-23 参照）。

またカエル類の産卵調査は、最初の産卵から最初の卵が孵化するまでの間で行うのがよい。その頃までには、地域のカエルの大半が産卵を済ませているためである。調査対象のカエル類の産卵時期は地域差がある上に、同じ地域内での年変動があるため、調査時期を一義的に指定することはできない。そこで実際の調査を行う前に調査時期を選定するため、「カエル探偵団」のメーリングリストやフォーラム (<http://www.hc.cc.keio.ac.jp/~fukuyama/frogs/froggroup/index.html>) 等、インターネットを利用して事前調査を行い、調査時期を選定する。また年変動等については考慮していないが、関東地方における参考となるカエルの産卵時期を図 5-24 に示した。

②調査方法

卵塊調査は、調査範囲内にある潜在的産卵場所の全てを対象に、水田では一筆毎にきめ細かく探索し、発見した全ての卵塊を数える。卵塊があった調査地点には全て番号をつけ、その番号毎に発見した卵塊数を記録する（図 5-25 参照）。産卵は水のたまっている場所で行われるが、水の抜けやすい場所では乾燥死した卵塊があるため、それを見落とさないように気をつける。なお卵の発生段階については、最低限産卵時期の判断に目安をつける程度の記録を残しておく。

産卵場所の環境として、畦を書き込んだ白地図に水田一筆それぞれが耕作中か、耕作放棄直後か、長期間耕作放棄状態にあるかと、さらに水のたまり具合を併せて記録する。耕作の状況については人為的インパクトの調査で基本的には把握しているが、それ以降の変化を捉える意味でも記録する。

参考としてニホンアカガエルとヤマアカガエルの卵塊を見分けるポイントをまとめた。またニホンアカガエルの卵塊とヤマアカガエルの卵塊を図 5-26 と図 5-27 に示した。

<<ニホンアカガエル卵塊>>

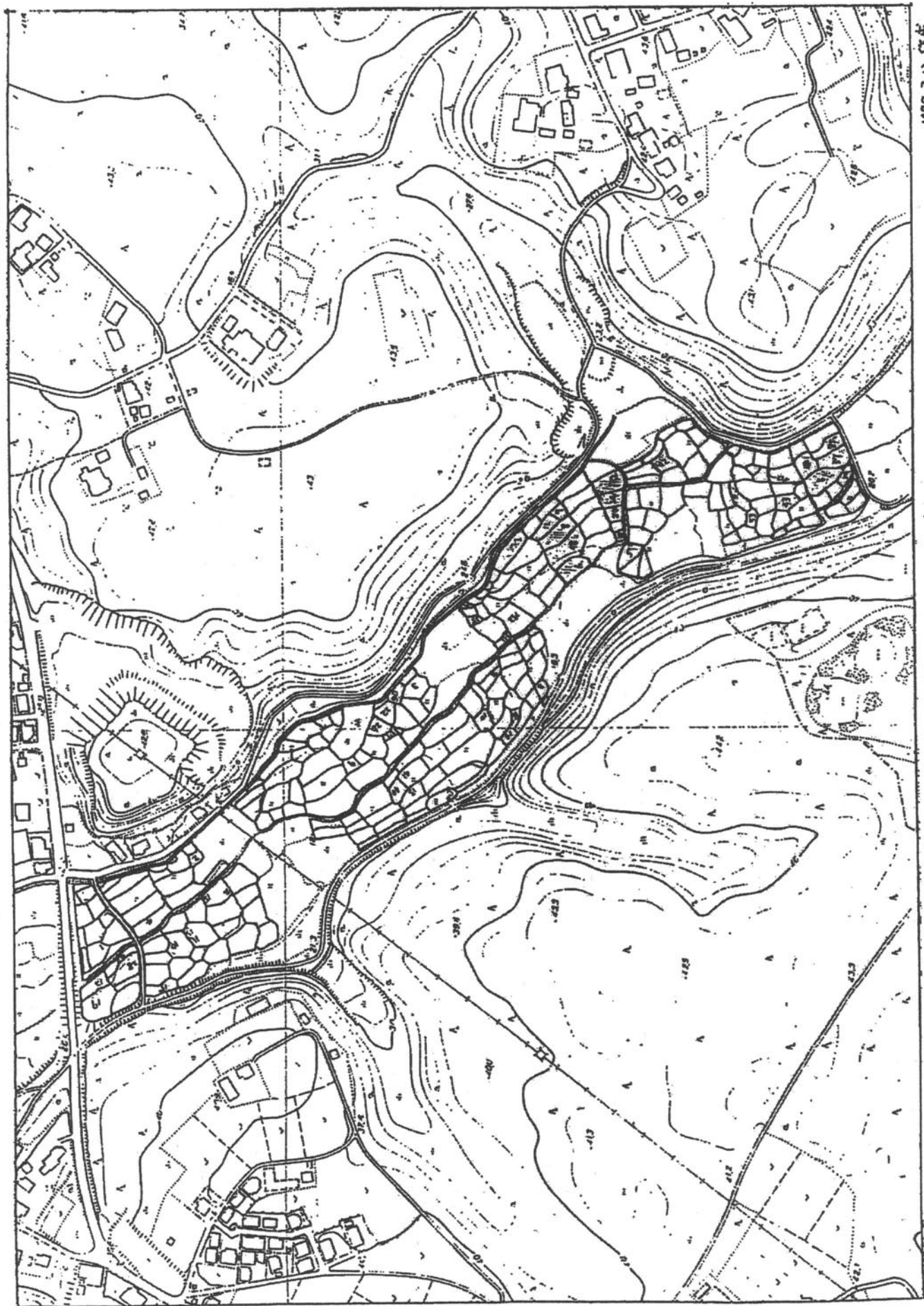
- ・全体にまとまり感があり、卵塊の輪郭がはっきりしている。
- ・卵塊のゼリー一部分が白っぽく不透明で、全体的につぶつぶ感がある。
- ・ヤマアカガエル卵塊に比べて比較的小さい。
- ・卵塊を手ですくい上げることが比較的容易である。

<<ヤマアカガエル卵塊>>

- ・全体にまとまり感が弱く、卵塊の輪郭が不鮮明で、卵塊のゼリー一部分が透明。
- ・ニホンアカガエル卵塊に比べて比較的大きい。
- ・卵塊を手ですくい上げようとすると卵塊が崩れてしまう。手ですくい上げるとは困難。

調査日 1977. 2. 13
調査者 長谷川 雅美

千葉県平山町 岩澤田の生物調査用地図 No. 1



1987. 2. 12 作成

図 5-23 カエル調査下図

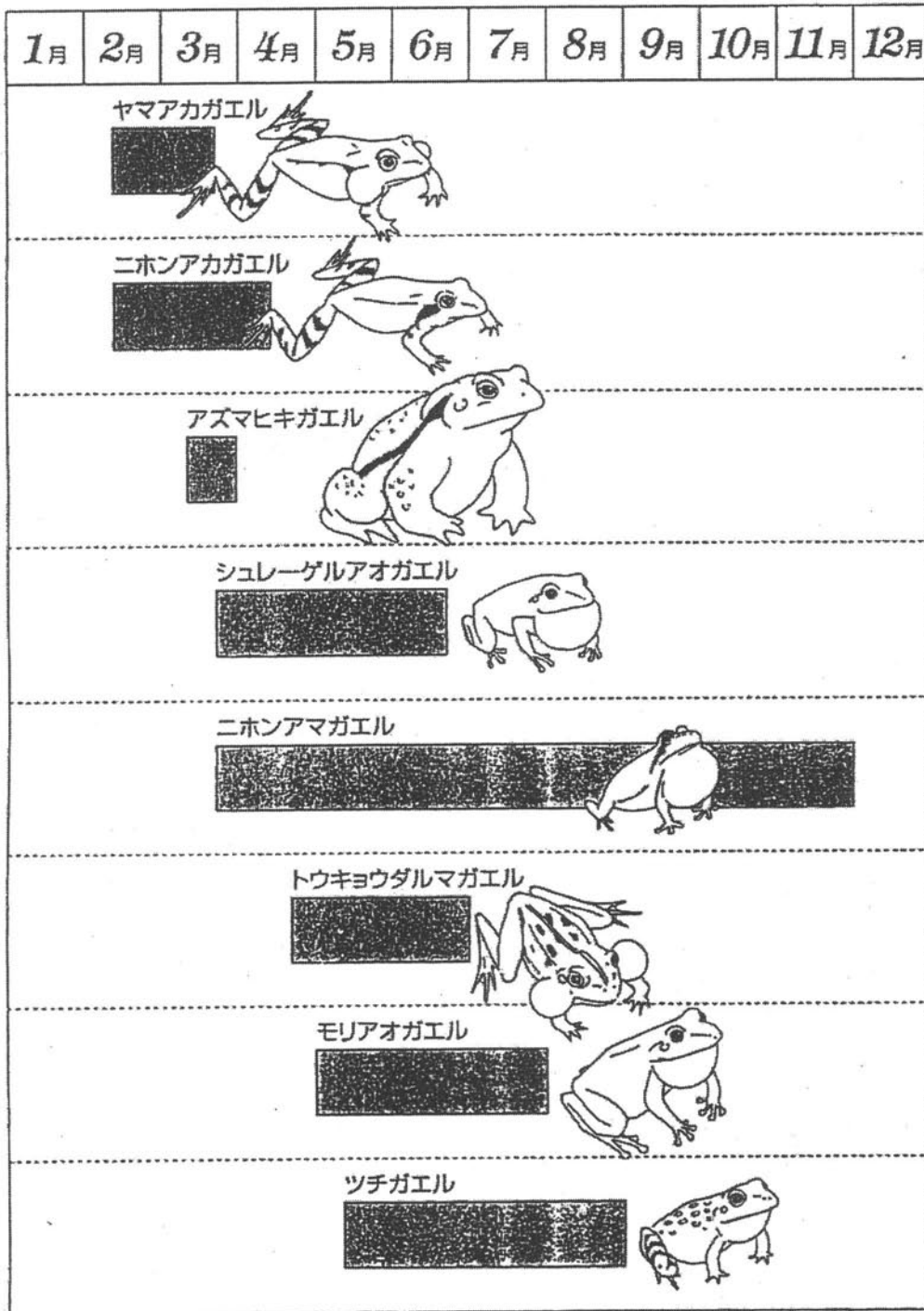


図2 田んぼのカエルの鳴き声カレンダー ニホンアマガエルを除き、ほぼ産卵期と一致する（千葉県での記録に基づく）。

図 5-24 カエルの産卵時期

4節 金親. 1994. 3. 4

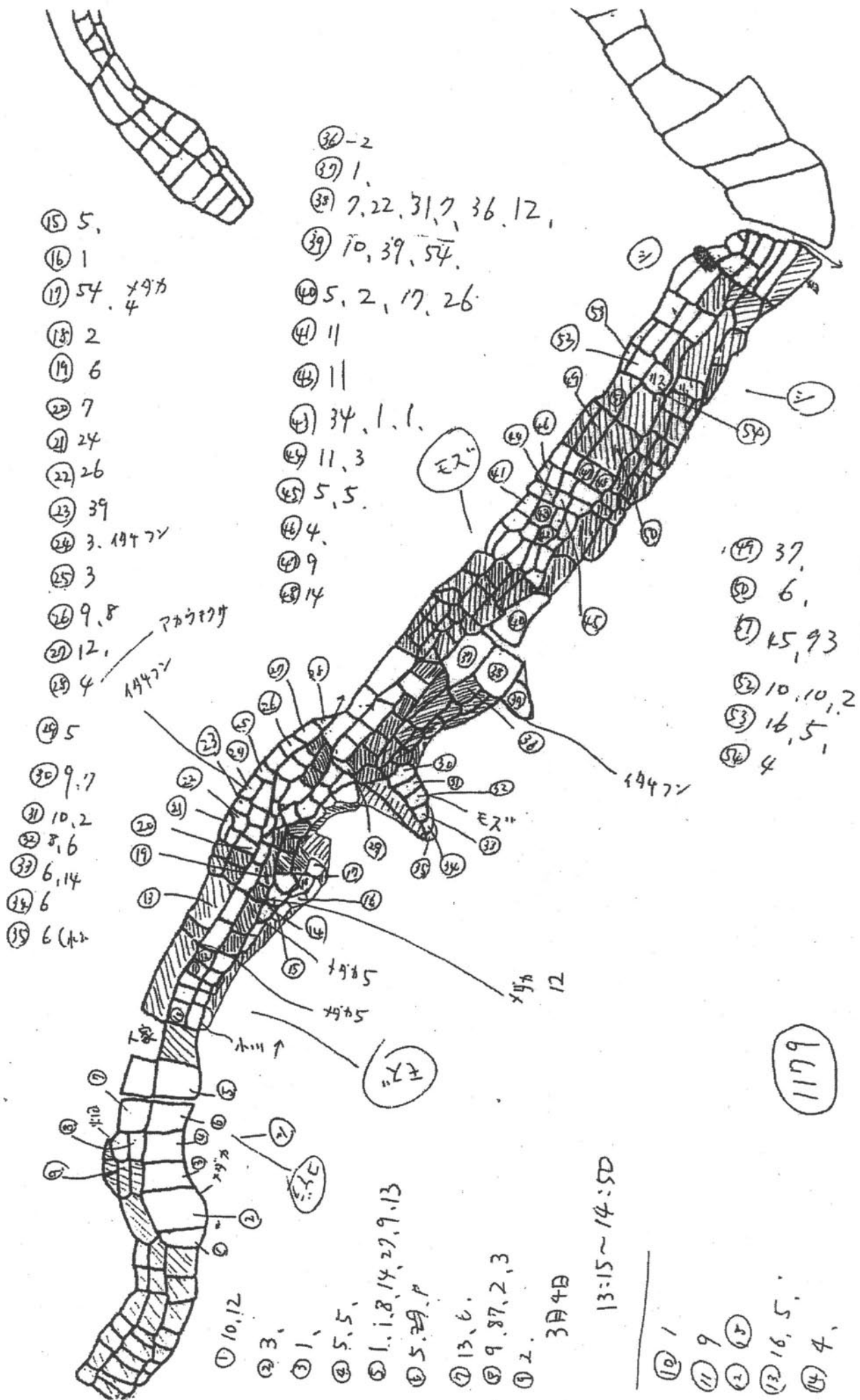


図5-25 カエル調査記録例

注) 数字は卵塊数を示す

1179

13:15 ~ 14:50

3月4日

- ⑩ 1
- ⑪ 9
- ⑫ 5
- ⑬ 16, 5
- ⑭ 4

- ① 10, 12
- ② 3
- ③ 1
- ④ 5, 5
- ⑤ 1, 1, 8, 14, 27, 9, 13
- ⑥ 5, 29, P
- ⑦ 13, 6
- ⑧ 9, 87, 2, 3
- ⑨ 2

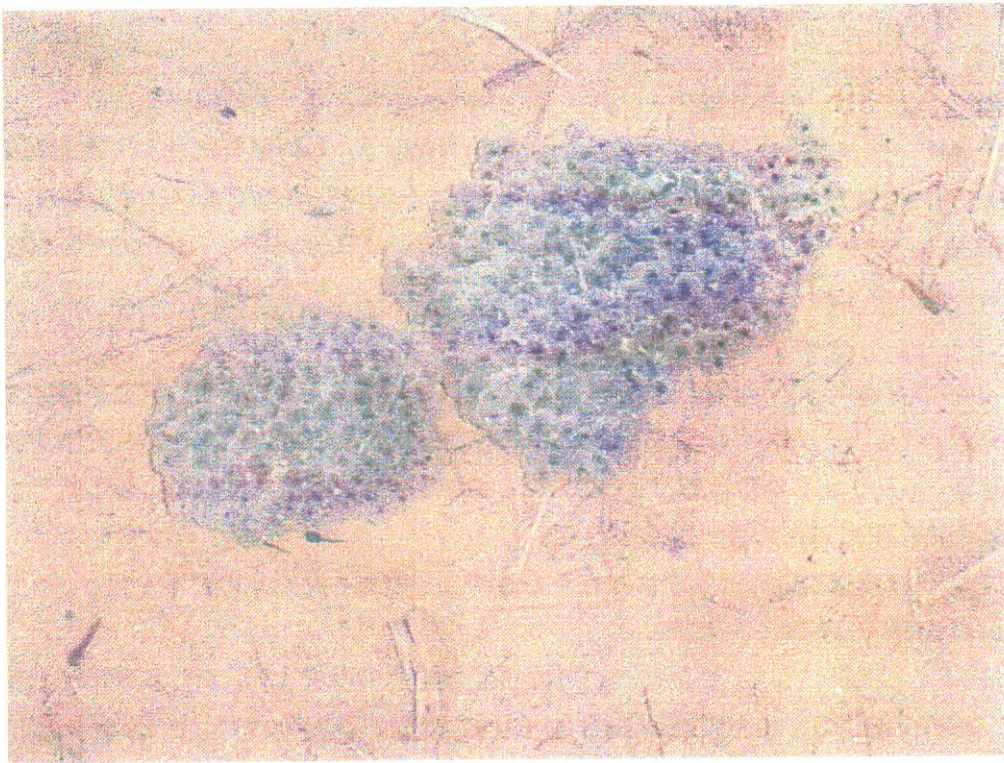


図 5-26 ニホンアカガエル卵塊

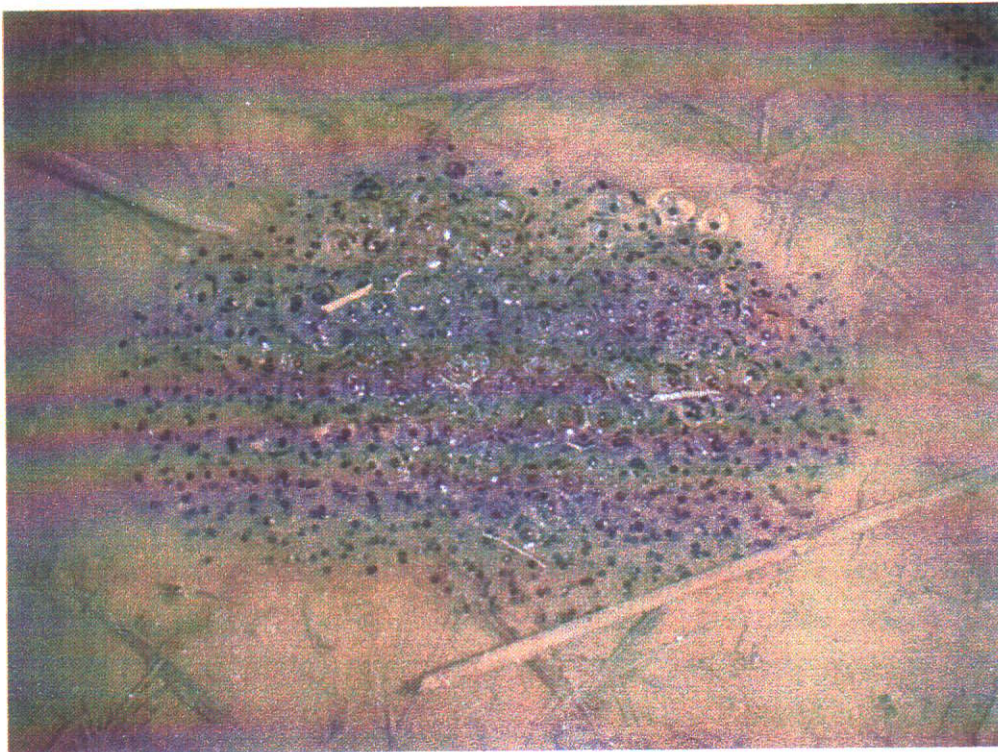


図 5-27 ヤマアカガエル卵塊

③まとめ

水田の耕作状況の変化と卵塊数の変化を、同じ白地図を基図としてとりまとめる(図 5-28、図 5-29 参照)。この図を比較することにより、水田耕作という土地の管理の人為的インパクトと、カエルの卵塊数の関係を読みとることができる。

2) ヘビ類の調査

①事前調査

ヘビ類の調査では、調査地域内の水田や畑と林の境等を通る、未舗装の農道にライントランセクトを設置するが、そのような農道が調査地の地形図で確認できない場合には、代替えのトランセクトの位置を決めなければならない。そのためカエルの調査と同様に事前調査が必要である。事前調査では、畑や水田と林の境等で歩きやすい場所を探し、約 1km のトランセクトを決めてその位置を地図上に示し、センサスの下図として使用する。

②調査方法

ヘビ類の調査適期は、ヘビ類が体温上昇のための日光浴を行うために、草丈の低いオープンな環境に出てくる時である。あまり温度が低くなると冬眠してしまうので、ヘビが日光浴を行う程度に気温が低い春季（4月）あるいは秋季（10月）がヘビのセンサスに適している。春は晴れまたは気温の高い高曇りの日、秋は晴れの日調査を行う。

林道あるいは農道沿いのセンサスルートを踏査し、確認したヘビの記録を行う。ヘビの調査記録用紙の例は表 5-16 に示した。

なお記録する項目のうち、性別については可能な場合のみでよい。また調査記録用紙にある植物被度とは、ヘビを確認した場所の周囲半径 1m 以内の植物の被度を示す。林冠の鬱閉度はヘビを確認した場所の上空の様子を確認する項目で、広角レンズで写真撮影することができれば、その方がよい。なおセンサス結果については発見した順番に記録を書き込み、ルート図に発見した位置に番号をふつて書き込む。

③まとめ

ヘビの種数および種ごとの確認数の変化と、周辺地域の人為的インパクトおよびカエルの調査結果を比較することにより、人為的インパクトによる餌資源であるカエルの個体数変化とそれによるヘビ類への影響や、人為的インパクトの直接的影響を考察する。

6. 成果品

- ・カエル調査記録（図 5-25）
- ・耕作状況及びカエル卵塊数の変化の状況図（図 5-28、図 5-29）
- ・ヘビ類センサス調査用紙（表 5-16）

7. 他の調査項目との関係

両生類の指標生物の例として示したアカガエル類は、前述のように水田の耕作の状況と深くつながりがあるため、重点調査地域における人為的インパクト図（図 5-2）および人為的インパクト対応表（表 5-1）により、調査地の耕作の状況を事前に捉えておくことが必要である。

また爬虫類の指標生物の例として示したヘビ類は、アカガエル類の個体数の増減によっても影響を受ける他、人為的インパクトによる直接的な影響が考えられるため、センサスルート周辺の人為的インパクトの状況について事前に把握しておく必要がある。

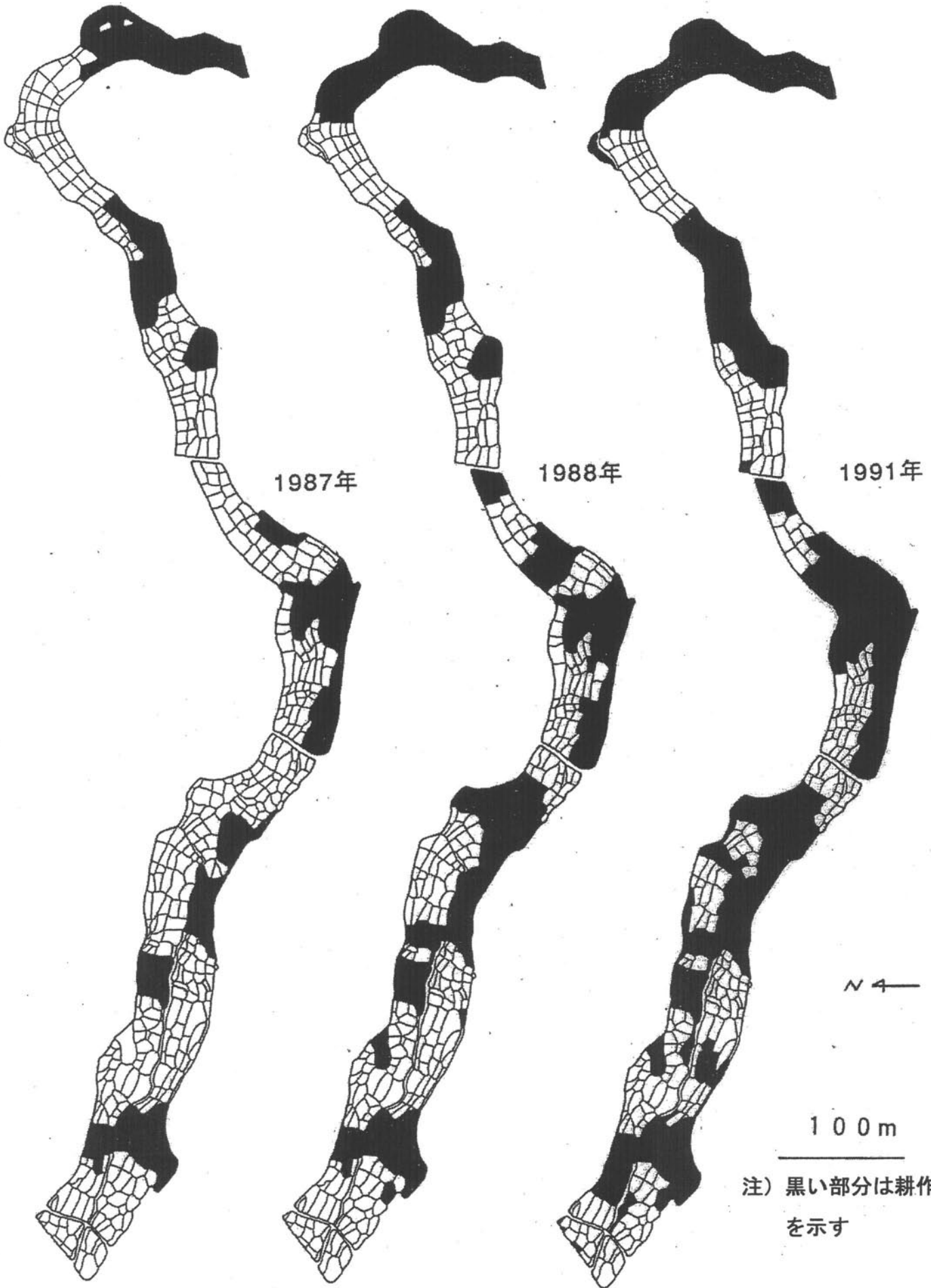


図 5-28 耕作状況の変化

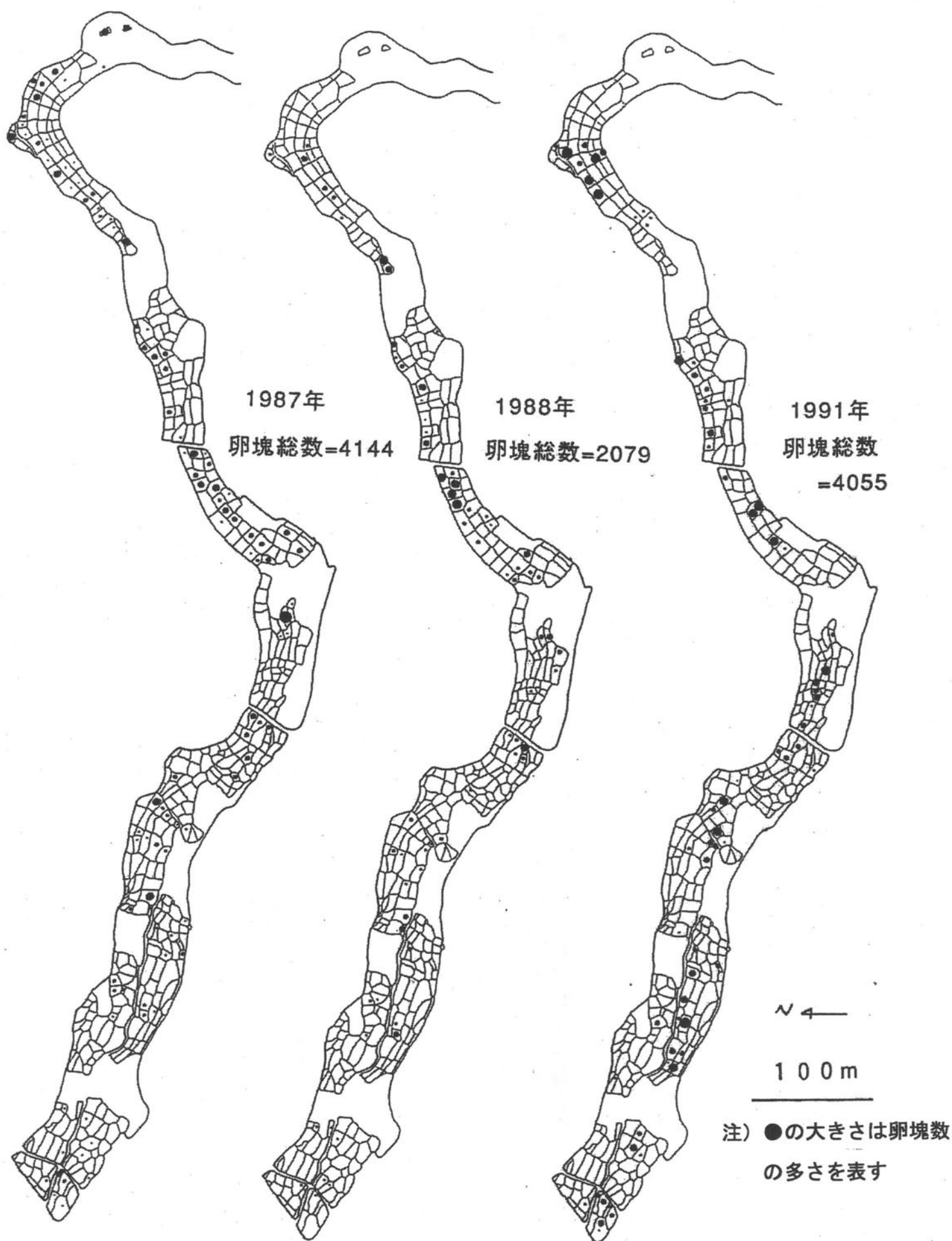


図 5-29 卵塊数の変化

5-8. 昆虫類

1. 昆虫類調査の意義

昆虫類は、ある地域生態系における食物連鎖の中で、哺乳類、鳥類、両生類、爬虫類、魚類といった幅広い動物相の餌資源となる低次消費者である。その種数の多さと共に個体数が多いことから、地域の生態系を支える重要な役割を担っている。

昆虫類は分類がある程度は進んでいるが、他の分類群に比べると非常に種数が多く、ある一つの地域の昆虫相について正確な調査が行われた事例はまだ少ないのが現状である。さらに昆虫類は、その地域単位によって構成種がかなり異なり、ある地域での優占種や種ごとの生息環境等は、知見が十分に集積されているとは言えない。そこで、基本的には事前調査として調査地域全体の全種調査を行い、調査地域における昆虫相の概略を把握する必要がある。しかし昆虫相の全種調査はかなりの作業量を伴うため、全ての分類群について採集した個体の標本を作成し、それを分類するためには、その分野の専門家に分類を依頼する必要がある、多大な労力と時間がかかる。そのため本来の意味での全種調査は難しい。そこで、基本的に採集した昆虫はすべて標本化することを前提に、特に種の目録まで作成する分類群を絞ることとする。種の目録まで作成する分類群は以下の通りである。

- ・トンボ目
- ・カマキリ目
- ・バッタ目
- ・ナナフシ目
- ・カメムシ目セミ科
- ・異翅半翅類 (カシカメムシ科を除くカメムシ科、サシガメ科、ツノカメムシ科等)
- ・ゴキブリ目
- ・コウチュウ目
- ・ハチ目スズメバチ科
- ・チョウ目

また昆虫類は動態の変化は捉えやすいが、他の分類群の動物に比べると生息環境がかなりミクロなハビタットに対応しているため、人為的インパクトの影響を地域全体で捉えるのは難しい。例えばある林で環境が悪化したとしても、隣接する林の一部で環境が良くなると、爆発的にある種の個体数が増加することがある。一方ある狭い面積の調査地内だけに限れば、下草刈り等の土地の管理の人為的インパクト等によっても、土壌徘徊性昆虫等の移動能力の小さい種は大きな影響を受ける。

このようなことから、前提として調査地域の昆虫相の概略を把握する調査を実施した後に、把握された昆虫相の中で、生息環境や生活史等についてある程度の知見があり、特定の環境に適応している種群で、なおかつ人為的インパクトにより影響を受ける可能性のあるものを指標生物として選定し、人為的インパクトとの関連を考察することとする。

2. 指標生物とその選定理由

ここでは指標生物の例として、①夏の虫 (シデムシ科、オサムシ科、センチコガネ科、アカネ属、カマキリ科、クワガタムシ科、アゲハチョウ科)、②ホタル類 (ゲンジボタル、ヘイケボタル)、③セミ類、④チョウ目チョウ類、トンボ目、⑤ヒガシカワトンボ・ニシカワトンボを取りあげた。これらの指標生物の調査は、指標生物に含まれる種が全く生息しない調査地でない限り全国の調査に適応できるため、基本的に指標生物として調査することとするが、これらが調査地に生息していない場合や、より調査地

にあった指標生物が生息していると判断される場合には、適宜調査を実施することが望ましい。

1) 夏の虫（シデムシ科、オサムシ科、センチコガネ科、アカネ属、カマキリ科、クワガタムシ科、アゲハチョウ科）（指標種群例）

上記7つの指標種群はそれぞれ特定の生息環境に依存し、ある特定の環境を指標する。例えばシデムシ科、オサムシ科、センチコガネ科は、林床の落ち葉や動物の糞や死体等を餌としているため、林床の落ち葉層の状態、下草の状態、哺乳類、鳥類の種数、個体数の豊かさ等を反映している。そのため、生息地において落ち葉掻き等の人為的管理が行われたり、哺乳類や鳥類の個体数が減少したりすると、種構成や個体数に影響が出ると予測される。またアカネ属は幼虫が水の中で生息し、成虫になっても湿地周辺を生息に利用する種があることから、湿地、湖沼、流水面の植生の状態（群落や茂り方）、立地（明暗）、面積、開放水面の広さ等がある程度反映する。カマキリ科は小型昆虫を餌資源としているため、餌となる小昆虫の生息環境として、林縁の植生の状態（茂り方、群落）や林縁吸密植物の豊かさ、そして小昆虫自体の種数や個体数等を反映する。クワガタムシ科は幼虫時代には枯木や腐木を餌とし、生息場として利用しているが、成虫になると樹液を餌としている。そのため林の管理の状態、林の更新（伐採の頻度）の状況等を反映する。アゲハチョウ科は、餌資源となる吸密植物の有無等を反映すると予測される。さらにこれらの指標種群は、その場所に生息するだけである程度の環境の豊かさを指標するため、個体数の把握の必要がなく、調査が比較的容易である。

このようなことから林の環境の状況を総合的に把握するために、これらを指標種群として選定した。

2) ホタル類（ゲンジボタル、ヘイケボタル）（指標種群例）

ゲンジボタルとヘイケボタルは、昆虫の中でも生活環境や生活史等についての知見がかなり集積されている種である。さらに全国各地に愛好家が多く、実際に調査をやる際に調査ボランティア等が集めやすいことも利点である。またホタルは繁殖期に発光しながら飛翔するため、成虫の個体数カウントが容易である。

両種とも水辺を生息域とするが、ゲンジボタルは流水と林縁に、ヘイケボタルは止水と草地に棲み分けしている。生息に必要な条件から、ゲンジボタルは林縁部の流水の自然環境を反映するため、水路やその周辺の管理の状況との関連が考えられる。またヘイケボタルは水田部とその周辺草地の自然環境の様子を反映するため、水田や畦道の管理状況により影響を受けると考えられる。また両種ともに、冬季に水量が減少すると大きな影響を受けると考えられるため、土地の開発による湧水量の減少も影響を与える要因である。

このようなことから、ホタル類の個体数を調査することで、水田やあぜ道、水路とその周辺の管理による影響について考察することが可能となる。

3) セミ類（指標種群例）

セミは抜け殻というわかりやすいフィールドサインを残す種で、抜け殻を利用した昆虫調査は各地で実施されており、知見が集積している調査の一つである。また、セミ類の抜け殻収集による調査は、自然に与えるインパクトが非常に少ないことも利点である。

セミは地域による環境別の構成種の違いや、緑地面積による発生数・種構成の関係等についてはまだ十分な知見はないが、林の構成樹種により発生するセミが異なることが知られている。過去の調査により例えば関東地方では、自然度が高くなるかまたは樹木密度が高くなると、アブラゼミやクマゼミ（関東以南）の全体に占める割合が低くなることで構成種が多様となり、それぞれの構成種の全体に占める割合が増えることがわかっている（参考文献 38 参照）。

このようなことから、土地の管理の人為的インパクトにより林の疎林化、林床の下草の減少等が起

こるとアブラゼミやクマゼミの比率が高まり、構成種がより単純化されることが予想され、抜け殻を収集することにより人為的インパクトとの関連を考察することができる。

4) チョウ目チョウ類、トンボ目（指標種群例）

これら2つの指標種群は、昆虫類の中でも比較的生息環境等についての知見が集積しているものである。それぞれの種は様々な微環境で生息可能だが、重きを置いている生息環境がある程度決まっている。例えばヒガシカワトンボやヤマサナエ、オニヤンマ等は林縁や流水部に、ミヤマセセリやコジャノメ等は林縁や林内に、シオカラトンボは草地に、シオヤトンボとマユタテアカネは林縁に、アキアカネは広域を利用するが特に止水域に、それぞれ生息の重きを置いている。そこで、ある地域で森林が伐採されれば草地が広がり、草地に生息する種の個体数が増加することや、湿地で全く攪乱が起きずに遷移が進んで林になっていけば、草地に生息する種が減少するといった、環境の変化による種構成や個体数の変化が予測される。

このようなことから、チョウ目チョウ科・トンボ目を指標種群とし、種構成と個体数の変化を捉えることで、広範囲における複合的な人為的インパクトによる影響について考察する。

5) ヒガシカワトンボ・ニシカワトンボ（指標種例）

ヒガシカワトンボはカワトンボ科カワトンボ属のトンボだが、カワトンボ属のトンボは羽の色や形、体の形等の変化が多く、地域ごとにその組み合わせが異なるため分類が非常に難しい。現在、ニシカワトンボとオオカワトンボ、ヒガシカワトンボの分類については諸説あり、未だ定説がない。そこでここでは参考文献19に従い、ヒガシカワトンボはニシカワトンボの亜種とする。ヒガシカワトンボは北海道から中部地方に分布し、中部地方以南ではニシカワトンボが分布する。

ヒガシカワトンボとニシカワトンボは幼虫、成虫ともに肉食で、生きた小型の動物を食べる二次消費者であり、大型の魚類が生息しない川の中では、水系における食物連鎖の頂点に立つ重要な種である。

幼虫時代に水生生活をするため、圃場整備等による水路の改変や水辺の乾燥、水量の減少等により大きな影響を受ける。そこでヒガシカワトンボとニシカワトンボの個体数の変動を把握し、これらの人為的インパクトの関係について考察する。

3. 主な調査手法と調査地の選定

1) 夏の虫調査（指標種群例）

調査は林とその周辺で行うが、調査地は植物群落の調査コードラートを設置した群落の周辺等に10,000 m²(100m×100m)の調査地を設定し、他の環境要素との関連を考察できるようにし、下記の調査をそれぞれ行う。なお調査地設定の際は少なくとも林縁を含むようにし、可能であれば湿地や池等も含むように留意する。

調査対象となる夏の虫には7つの種群が含まれるが、それぞれの食性や生息環境等により調査手法は異なる。アゲハチョウ科とカマキリ科の一部の種は林縁を主な生息域としているため、林縁を任意調査し、捕獲できる個体については捕獲して確認し、種名を記録後に逃がす。同様にアカネ属も任意調査により確認するが、生息地である湿地、湖沼、流水面周辺を中心に調査を行う。

シデムシ科、コガネムシ科、センチコガネ科は、過去に実施した生態系総合モニタリング調査と同様にピットフォールトラップ法により調査する。トラップは林縁から林内に向かって等間隔で設置するが、その際なるべくトラップの設置箇所は平坦地となるようにする。

クワガタムシ科は果実トラップにより調査し、トラップには1日生ビールにつけたバナナを用いる。

2) ホタル類調査 (指標種群例)

ゲンジボタルとヘイケボタルは、夜間に定点調査で個体数をカウントする。調査時にはホタルのスケッチ (前胸背の模様と大きさ)、総個体数、カウントの時間、ホタルの行動 (光が動くか、明滅するか、どこで光っていたか (例えば林縁、草原)) 等を記録する。また調査地点でホタルが確認されなかった場合は分布なしと記録する。

ゲンジボタルの調査定点は、近くに流水がある林縁を見渡せる場所に設置する。また、ヘイケボタルの調査定点は、近くに湖沼や水田等の止水域のある草地を見渡せる場所とする。

3) セミ類 (指標種群例)

調査は林内で行うが、同一の植生の中に 100 m² の調査地を設定する。また調査地は植物群落の調査コードラートを設置した群落やその周辺等とし、他の環境要素との関連を考察できるようにする。

調査範囲内の地上 3m までの葉、幹、下草につくセミの抜け殻を全て集めることによる。収集した殻はビニル袋に入れて保管し、収集後にまとめて同定を行う。

4) チョウ目チョウ類、トンボ目 (指標種群例)

ラインセンサス法による各種個体数の定量化を行う。

ある程度広範囲における、それぞれの微環境に対する人為的インパクトの影響を捉えるため、代表的な林縁、水辺、草地等の微環境ごとに、100m~250m 程度のラインを設置する。

5) ヒガシカワトンボ・ニシカワトンボ (指標種例)

20 分間のラインセンサスにより、確認した個体数を記録する。

事前調査によって、ヒガシカワトンボの主な生息地である、落ち葉等が堆積し、周辺に草本植生が発達した清流の緩流域の周辺等を見渡せるラインセンサスルートを設定する。センサスルートはおおよそ 200m 程度とする。

4. 調査用具 (例)

それぞれの調査で必要となる調査用具を下記に示した。なお、夏の虫調査の任意調査用の調査票を表 5-17 に、ピットフォールトラップおよび果実トラップ用の調査表を表 5-18 に、夏の虫調査地記録用紙を表 5-19 に示した。またホタル類調査の調査地記録用紙を表 5-20 に、ホタル調査用紙を表 5-21 に、セミの抜け殻調査の調査地記録用紙を表 5-22 に、セミの抜け殻調査用紙を表 5-23 に、チョウ目チョウ類、トンボ類のセンサス調査用紙を表 5-24 に、ヒガシカワトンボ・ニシカワトンボ用のセンサス調査用紙を表 5-25 に示した。

1) 夏の虫調査

- ・記録用紙 (表 5-17~表 5-19)
- ・巻き尺
- ・カメラとフィルム、またはデジタルカメラと記録用媒体
- ・プラスチックコップ<ピットフォールトラップ調査>
- ・割り箸<ピットフォールトラップ調査>
- ・ビール、コーラ (誘因剤) <ピットフォールトラップ調査>
- ・バット<ピットフォールトラップ調査、果実トラップ調査>
- ・ストッキング<果実トラップ調査>
- ・ひも<果実トラップ調査>
- ・ゴミ袋<果実トラップ調査>
- ・捕虫網
- ・透明ビニル袋

・バナナ、生ビール、タッパ（誘因剤）＜果実トラップ調査＞

2) ホタル類調査

- ・記録用紙（表 5-20～表 5-21）
- ・懐中電灯（ヘッドライト）
- ・長靴
- ・カメラとフィルム、またはデジタルカメラと記録用媒体

3) セミ類

- ・記録用紙（表 5-22～表 5-23）
- ・マジック
- ・標本箱
- ・木工用ボンド
- ・ビニル袋
- ・巻き尺
- ・昆虫針

4) チョウ目チョウ類、トンボ目、ヒガシカワトンボ・ニシカワトンボ

- ・記録用紙（表 5-24～表 5-25）
- ・双眼鏡
- ・昆虫針
- ・捕虫網
- ・標本箱
- ・木工用ボンド

表 5-17 夏の虫調査用紙（任意調査用）

調査者名： _____ 調査場所 _____
 調査日時：20 年 月 日 時 分～ 時 分 _____

写真貼り付け欄	写真貼り付け欄
撮影 20 年 月 日 同定結果：	撮影 20 年 月 日 同定結果：
写真貼り付け欄	写真貼り付け欄
撮影 20 年 月 日 同定結果：	撮影 20 年 月 日 同定結果：
写真貼り付け欄	写真貼り付け欄
撮影 20 年 月 日 同定結果：	撮影 20 年 月 日 同定結果：

表 5-18 夏の虫調査用紙（ピットフォールトラップ、果実トラップ用）

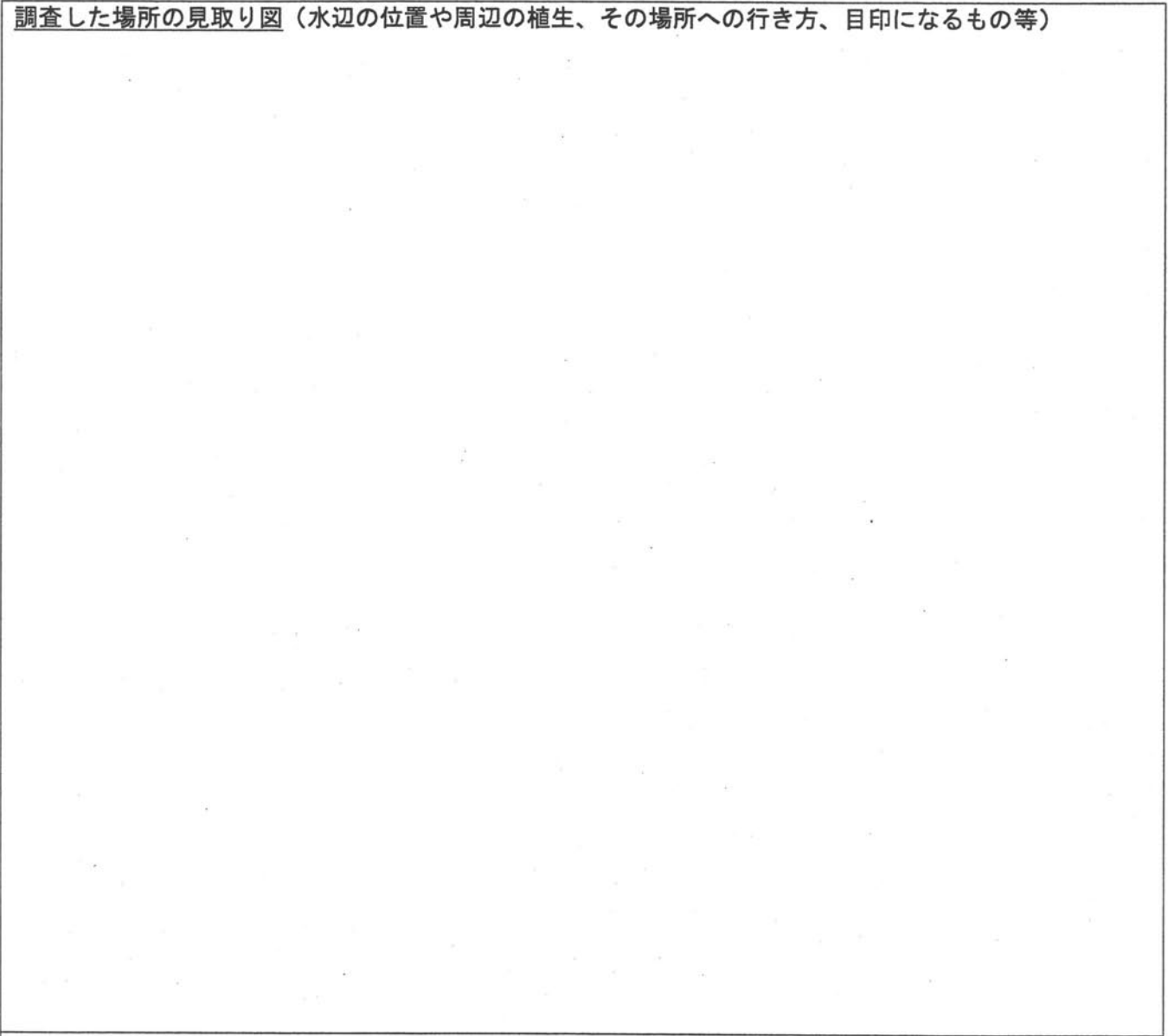
調査者名： _____ 調査場所 _____
 調査日時：設置 20 年 月 日 回収 20 年 月 日
 天候：設置日 _____ 回収日 _____ 設置中 _____

写真貼り付け欄	写真貼り付け欄
同定結果： 個体数：	同定結果： 個体数：
写真貼り付け欄	写真貼り付け欄
同定結果： 個体数：	同定結果： 個体数：
写真貼り付け欄	写真貼り付け欄
同定結果： 個体数：	同定結果： 個体数：

表 5-19 夏の虫調査記録用紙

調査者名： _____ 調査場所 _____
 調査日時：20 ____ 年 ____ 月 ____ 日 ____ 時 ____ 分 ~ ____ 時 ____ 分

調査した場所の見取り図（水辺の位置や周辺の植生、その場所への行き方、目印になるもの等）



- ・調査地周辺の植生（林縁の群落分布） _____
- ・林床の下草・林縁植生の茂り方
 ○草丈 _____ cm ○密度 _____ ○下草・林縁植生 有 無
- ・止水面の有無 有 無
 有の場合 → 水田 休耕田 湿地 池 その他（ _____ ）
 ○全体の面積 _____ m²、 そのうちの開放水面 _____ m²
- ・水路の有無 有 無
 有の場合 → ○草刈り 有 無 ○護岸 有 無
 ○護岸補修工事 有 無 混在 有（ _____ ）：無（ _____ ）

表 5-20 ホタル調査地概要記録用紙

調査者名： _____ 調査場所 _____
 調査日時： 20 ____ 年 ____ 月 ____ 日 ____ 時 ____ 分 ~ ____ 時 ____ 分

調査した場所の見取り図（水辺の位置や周辺の植生、その場所への行き方、目印になるもの等）



- ・調査地周辺の植生（林縁の群落分布） _____
- ・林床の下草・林縁植生の茂り方
 ○草丈 _____ cm ○密度 _____ ○下草・林縁植生 有 無
- ・止水面の有無 有 無
 有の場合 → 水田 休耕田 湿地 池 その他（ _____ ）
 ○全体の面積 _____ m²、 そのうちの開放水面 _____ m²
 ○農薬 使っている 使っていない
- ・水路の有無 有 無
 有の場合 → ○草刈り 有 無 ○護岸 有 無
 ○護岸補修工事 有 無 混在 有（ _____ ）：無（ _____ ）
- ・冬季の水路の流量 _____ m³/s
 ○岸の植生 草が生えている ほとんど草が生えていない
 ○水辺 木で覆われている 木で覆われていない
 ○水質 臭い 臭わない
 ○底質 泥 砂 石 コンクリート
 ○落葉 底に落葉がある 底に落葉はない
 ○水路の幅 50cm 以下 1m 以下 1m 以上
 ○カワニナ いる いない

表 5-21 ホタル調査用紙

調査者名： _____ 調査場所 _____

調査期間：20 年 月 日 ~ 20 年 月 日

○ホタルのスケッチ *調査期間中 数個体をスケッチしてください

○ホタルのカウント □ゲンジボタル □ヘイケボタル

月	日	時	分	~	時	分	
天候	風(無 弱 中 強)			数	_____		個体
月	日	時	分	~	時	分	
天候	風(無 弱 中 強)			数	_____		個体
月	日	時	分	~	時	分	
天候	風(無 弱 中 強)			数	_____		個体
月	日	時	分	~	時	分	
天候	風(無 弱 中 強)			数	_____		個体
月	日	時	分	~	時	分	
天候	風(無 弱 中 強)			数	_____		個体

表 5-22 セミの抜け殻調査地概要記録用紙

調査者名：

調査場所

調査日時：20 年 月 日

調査した場所の見取り図（調査地点や周辺の植生、その場所への行き方、目印になるもの等）

- ・調査地の植生 _____
- ・調査地の土地利用
 - 人家庭（500 m²以下） 屋敷林（500 m²以上） 公園 社寺林 森林 その他
 - その他の場合 _____
- ・調査地の周辺の土地利用
 - 市街地 農村地 森林 その他（_____）
- ・林床の下草・林縁植生の茂り方
 - 草丈 _____ cm ○密度 _____ ○主な構成種 _____
- ・林床管理
 - 有り（具体的に_____） ・ 無し
- ・調査地の面積 _____ m²
- ・調査地を含んだ緑地全体の面積 _____ m²

表 5-23 セミの抜け殻調査用紙

調査者名： _____ 調査場所 _____
 調査日時： _____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 時 _____ 分 ~ _____ 時 _____ 分
 天候： _____ 風： 無・弱・中・強 _____
 ポリゴン No. _____ 植生 _____
 被度 _____ % 面積 _____ m²

調査日	月	日	月	日	月	日	月	日	計
収集時間 記録種									
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂

表 5-24 センサス調査用紙 (チョウ目チョウ類、トンボ目用)

調査者名: _____ 調査場所 _____

ポリゴン No. _____

調査日時: _____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 時 _____ 分 ~ _____ 時 _____ 分

天候: _____ 風: 無 ・ 弱 ・ 中 ・ 強 _____

記録種名	個体数	性別	備考 (行動ほか)
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	
	_____ 個体	♂ ♀	

5. 調査項目と調査方法

1) 夏の虫調査（指標种群例）

調査の時期は8月とし、約10日おきに3回調査を行う。また、昆虫類は天候や風等により非常に影響を受けるため、調査は基本的に晴れた日に行うこととする。トラップ法は3回とも同じ場所で行うよう留意する。

①事前調査

調査を実施する前に、調査地の基本情報として以下の項目について他の調査結果等を利用して把握し、夏の虫調査記録用紙（表5-18）に記録する。なお他の調査結果等から把握できない情報については現地確認して調査地を決定すると共に、調査地周辺の状況として把握する。また調査地の状況等については、必要に応じて写真撮影を行う。

- ・調査地周辺の植生（群落分布）
- ・林床の下草・林縁植生の茂り方（草丈、密度、下草・林縁植生の有無）
- ・開放水面の面積
- ・水路の管理（草刈りの有無、護岸の有無、護岸補修工事の有無）
- ・落ち葉層の状態

②調査方法

A. 任意調査（アカネ属、カマキリ科、アゲハチョウ科）

調査は晴れた日の午前中に行うことを基本とする。

それぞれの分類群ごとに設定した調査地をくまなく歩き、基本的には捕獲し、写真を撮影して記録すると共に、生きている個体については記録後解放する。捕獲できない場合、目視により種が確認できた場合は種名を記録する。個体数をカウントする必要はない。

B. ピットフォールトラップ調査（シテムシ科、オサムシ科、センチコガネ科）

ピットフォールトラップは晴れた日の夕方設置して、2日後回収することを基本とする。夜間の雨等により調査が失敗した場合には調査結果を参考データとし、晴れた日に再度調査を行う。

ピットフォールトラップは、調査地の林縁を起点として1m間隔ごとに10個を一直線に設置する。誘因剤は、タヌキやイタチ等による攪乱を防ぐため、ビール：コーラ=1：1の混合液とし、150cc～200ccのプラスチックコップに入れる。トラップを設置する際は、コップを地面から1cm程度浮かすように留意する。

トラップにかかった昆虫については、シテムシ科、オサムシ科、センチコガネ科についてのみ、グループ毎に写真を撮影し、種名・個体数を記録する。記録後、生きている個体は解放し、死んでいる個体については1個体のみ標本作製する。

C. 果実トラップ調査（クワガタムシ科）

調査地の林縁または林内のブナ科やヤナギ科の植物の幹に、地上1mのところ任意に5箇所トラップをひもで結びつけて設置する。設置の間隔は特に問わない。

トラップのストックングの中には、1日生ビールにつけたバナナ3本を入れ、晴れた日の昼頃セットし、夜と早朝に見て回る。見回る際にはトラップの表裏だけでなく、ネプトクワガタやヒラタクワガタ等のように、果実に潜り込んでいる種にも注意する。

捕獲したクワガタは種類毎に写真を撮影し、個体数を記録し、個体数の多いものについては、証拠のために1つ標本作り、残りは解放する。

③まとめ

種または科レベルの生態面から、調査した林分で人為的インパクトにより影響を受けていると予想される要素の抽出を行う。手順としては、まず各群から同定の容易な種を選び、生息地の自然度に応じた点数を与える（過去に実施された生態系総合モニタリング調査における土壌動物の点数表と類似のもの）。その合計得点により、その群が表す自然環境の程度を評価する。

例えばアカネ属について点数をつけると、マユタテアカネ、マイコアカネ、リスアカネが5点、コノシメトンボが3点、ノシメトンボ、アキアカネ、ナツアカネが1点となる。調査地で確認された種の点数の合計値を計算し、それによって調査地の環境の概要を捉える。たとえば合計値が5点以下だと飛翔種主体で水辺がないか、あっても小面積に限られる環境、6点から14点だと水辺はあるが放置されて久しい環境、15点以上だと様々な水辺が存在する環境、というようにランクを仮定する。この合計点の経年変化を追っていくことにより、環境の大まかな変化を捉える。

2) ホタル類調査（指標種例）

①事前調査

調査を実施する前に、調査地の基本情報として以下の項目について他の調査結果等を利用して把握する。他の調査結果等から把握できない情報については、現地確認して調査地を決定すると共に、調査地周辺の状況として把握し、ホタル調査地概要記録用紙（表5-20）に記録する。なお、調査地の状況等については必要に応じて写真撮影を行う。

- ・調査地周辺の植生（林縁の群落分布）
- ・林床の下草・林縁植生の茂り方（草丈、密度、下草・林縁植生の有無）
- ・開放水面の面積
- ・水路の管理（草刈りの有無、護岸の有無、護岸補修工事の有無）
- ・冬季の水路の流量

また、ホタル類は発生時期が地域によって違い、さらに同じ地域内でもかなり異なるため、事前に発生のピーク時期を把握しておく必要がある。発生の時期は地方ニュース等で出ることが多いので、ニュースをこまめにチェックしておくとうい。

②調査方法

ホタル類は、無風から微風の晴れた日、夜8時から夜10時までの間に20分間、定点調査を行う。ホタルのおおよその発生期に週に1回ずつ、3回調査する。

ゲンジボタルの個体数は、1分間に発光する個体の数の最大値とし、ヘイケボタルの個体数は、ある一定の水面面積に対する個体数の割合とする。

なおカウントする際には、周囲の外灯等を誤って数えないように留意する。

③まとめ

ゲンジボタルについては、細流周辺の林縁の管理状況、護岸の状況、放置の程度等の人為的インパクトと個体数の変化について考察する。またヘイケボタルについては、周辺の農地の耕作面積、農薬の使用状況と耕作状況（耕作放棄、長期間放置、耕起を定期的に行っている）等の人為的インパクトと、個体数の変化について考察する。

3) セミ類（指標種群例）

①事前調査

調査を実施する前に調査地の基本情報として、以下の項目について他の調査結果等を利用して把握する。他の調査結果等から把握できない情報については、現地調査により確認して調査地を決定す

ると共に、調査地周辺の状況として把握し、セミの抜け殻調査地概要記録用紙(表 5-22)に記録する。
なお、調査地の状況等については、必要に応じて写真撮影を行う。

- ・林床の下草の茂り方(草丈、密度、有無)
- ・樹木の密度
- ・調査地点の面積
- ・調査地点を含む緑地全体の面積

②調査方法

調査は、セミの抜け殻ができる夏、7月中旬から9月中旬にかけて、10日おきに行う。

設定した調査地内の、樹高3m以下のセミの抜け殻を全て集める。調査にはできるだけ多くの人に
参加してもらうよう、ボランティアの募集も行う方がよい。

収集した殻は触覚が折れないように注意して、ビニル袋に入れて保管し、収集後まとめて同定して
集計を行う。同定のポイントとなる触覚が折れていることがあるので、同定には研修を必要とする。

③まとめ

調査地域内の緑地面積や土地利用形態、植物群落の種組成や林床の状態とセミ類の種構成の比較を
行うことにより、人為的インパクトとの関連を考察する。

なおこれまでの調査により、人が密集している土地ほど、セミ類の種構成が単純になることがわか
っている。

4) チョウ目チョウ類、トンボ目(指標種群例)

①事前調査

調査を実施する前に調査地の基本情報として、以下の項目について他の調査結果等を利用して把
握する。現地確認により調査ルート設定し、調査用の記録用紙を作成すると共に、必要な基本情報に
ついては同時に把握する。

- ・各微環境毎の植生
- ・ルート周辺の植生の様子(密度、草丈、吸密植物の有無)

②調査方法

調査は4月から10月の間月に2回程度行うのが望ましいが、調査にかけられる労力により調査の
回数は調節する。ただし、同じ調査地では同じ回数調査するようにする。また調査は、風がなく晴れ
た日の午前中(10時~12時が最も良い)に行う。

調査時は時速1km/hで歩き、調査ルートの左右5m以内、上空(確認できる範囲)に出現した個
体の種名と個体数を記録する。なお、目視による種の同定が困難な場合には、科・属レベルで記録し
てもよい。同時に確認地点の人為的インパクト図における(図 5-2)ポリゴン番号と、周辺の環境の
状況についても可能な限り記録する。

体長の小さな微少種については、捕虫網で捕獲して確認し、同定したら解放する。

③まとめ

微環境毎に種構成と各種の出現頻度をとりまとめ、それぞれの種の生態的知見から、人為的インパ
クトとの関連について考察する。

5) ヒガシカワトンボ・ニシカワトンボ

①事前調査

調査ルートの設定のため、ヒガシカワトンボまたはニシカワトンボの主要な生息環境を現地確認
し、生息範囲を記録する。ヒガシカワトンボまたはニシカワトンボの生息の有無は、踏査により目視

で確認できる。1 個体でも見つかった場所の周辺を生息域として記録し、生息地周辺の環境を写真撮影する。

また事前調査の際、調査する水路の底質や周辺の環境等について、ヒガシカワトンボが生息していない地点でも記録する。

②調査時期と調査頻度

調査は5月上旬から下旬にかけて、1週間から10日に1回程度、3回調査を行う。

調査は、晴れて風が弱く、トンボが活発に活動する日の午前10時から12時とする。

調査ルートを500m～600m/hで歩くのを1セットとし、3セット調査を行う。遠い場所にいる場合には双眼鏡等を使って確認する。ヒガシカワトンボを確認したら、確認時間、確認時点の温度、湿度、確認地点周辺の植生等を調査用紙に記録する。確認地点は地図に番号と共に記録し、セット毎に確認個体数を計算する。

③まとめ

幼虫時代に圃場整備等による水路の改変や水辺の乾燥、水量の減少等により大きな影響を受けるため、確認個体数とのこれらの人為的インパクトの関係について考察する。

6. 成果品

- ・夏の虫調査用紙（任意調査用）（表 5-17）
- ・夏の虫調査用紙（ピットフォールトラップ、果実トラップ用）（表 5-18）
- ・夏の虫調査地記録用紙（表 5-19）
- ・ホタル類調査地概要記録用紙（表 5-20）
- ・ホタル調査用紙（表 5-21）
- ・セミの抜け殻調査概要記録用紙（表 5-22）
- ・セミの抜け殻調査記録用紙（表 5-23）
- ・セミの抜け殻
- ・センサス調査用紙（表 5-24～表 5-25）
- ・調査地周辺の環境を撮影した写真
- ・確認種の証拠写真、標本

7. 他の調査項目との関係

昆虫類は、特に生息環境の基盤となる植生および植物群落の状態により大きな影響を受ける。そのため事前調査では、微環境毎の植生や調査地周辺の植生、林床の下草の茂り方、樹木の密度等を調べるごととしている。その他、幼虫時代に水の中で生活する種を含むため水環境との関わりも深い種も多く、事前調査では調査地域における開放水面の面積や、水路の管理状況、冬季の水路の流量等についても把握する。

5-9. 底生動物

1. 底生動物調査の意義

底生動物とは、ここでは水環境に生息する無脊椎動物のことをいう。中でも最も種数が多いのは、陸上動物と同様に昆虫類である。ただし水生昆虫類の成虫のほとんどは陸上生活を営み、幼虫の世代に一時的に水中生活するものが多いため、陸上昆虫とかなり重なる部分が多い。

都市近郊の里地等のあまり大きな河川がない場所では、底生動物は水環境における特に重要な構成種となる。モデル地として検討した千葉市の大草谷戸では、対象地域内に大きな河川がないため魚類はほとんど生息しておらず、水環境に生息する動物のほとんどを底生動物が占める。

また小型の底生動物は、鳥類の指標生物であるサギ類やシギ・チドリ類の餌資源となっており、その意味でも地域の生態系における食物連鎖の中で重要な位置を占める。

これらの底生動物は、調査地域における水環境の変化を表す指標となる。例えば農薬や肥料等が農耕地から流出することによって水質汚濁が起きると、そこに生息する底生動物の種構成が変わることが一般に知られている。その他、水路や池の周囲等が護岸されるといった生息環境の変化、水路のコンクリート化等による底質の変化や、水路や池の周囲の植生が減少することによる生息環境の変化等により、大きな影響を受けることが予測される。更に近年は、様々な場所でブラックバスやブルーギル等の肉食の帰化動物の放流の影響が懸念されている。

そこで、調査地域における人為的インパクトにより起こる水環境の変化の影響について、その地域に生息している底生動物のうち、これらの人為的インパクトの影響を受けやすい指標生物を選定し、指標生物の個体数の変化等により、人為的インパクトの影響を考察することとする。

ただし水中で生活する幼虫等の中には、幼虫時代には捕獲しても同定できない種が含まれる。また陸上昆虫と同様に、底生動物の地域ごとの分布や優占種等については、まだまだ知見が少ない状況である。そこで潜在的な底生動物相を把握するために、基本的に事前調査として底生動物の全種調査と、特に水生昆虫相の成虫の全種調査を行い、底生動物相の概要を把握することとする。

事前調査により確認された底生動物から、本章第2節「生態系等にかかるモニタリング調査の基本的な考え方」に沿い、指標生物の例を挙げた。

2. 指標生物とその選定理由

ここでは指標生物の例として、①カワニナ、②オニヤンマ、③マルバネトビケラ、④サワガニを取りあげた。これらが全く生息しない調査地でない限り、全国の調査に適応できるため、これらを基本的に指標種として調査することとする。しかしこれらが生息しない調査地や、これら以外により調査地にあった指標生物が生息していると判断される場合には、適宜調査を実施することが望ましい。

1) カワニナ（指標種例）

カワニナは流水に生息する小型の貝類で、昆虫類の指標種であるホタル類の餌資源としても重要な役割を担う。水の中の石等に付着する藻類を食べる一次消費者で、全国的に分布する種であるため、全国の調査地で調査ができる。

また、貝類であるため移動性が低く、捕獲が比較的容易であるため調査が行いやすい。移動性が低いため、圃場整備等による水路の改変等により直接的に人為的インパクトの影響を受ける。さらに底質の変化や水質悪化等によっても影響を受けるため、カワニナの個体数を把握し、経時的な変化を捉えることにより、水環境の変化との関連について考察することが可能となる。

2) オニヤンマ (指標種例)

オニヤンマは幼虫期に水中で生活し、羽化後は陸上で生活するトンボ目の昆虫である。陸上昆虫の指標種群としてもトンボ目を取り上げられているが、ここではオニヤンマだけに注目し、指標種とする。

オニヤンマは水中では小型の魚類等を捕食する二次消費者であるため、大型の魚類等の生息しない湧水や細い水路、細流等では、水系における食物連鎖の頂点に位置する消費者である。日本で最大のトンボであると共に、カワニナと同様に全国的に分布する種であるため、全国の調査地で調査が可能である。

幼虫時代に水生生活をするため、圃場整備等による水路の改変によって大きな影響を受ける。また成虫になっても水辺周辺を生息地とするため、水辺の乾燥や周辺植生の減少等によっても大きな影響を受ける。これらのことから、オニヤンマの個体数変動を捉えることで、圃場整備や草地の刈り取り等の人為的インパクトの直接的な影響と共に、人為的インパクトによって引き起こされた湧水の減少等による間接的な影響について考察することができる。

3) マルバネトビケラ (指標種例)

マルバネトビケラは、河川の源流域から上流域の流れの緩やかな場所に生息するマルバネトビケラ科の昆虫で、この科にはシロフマルバネトビケラと本種の2種しかいない。幼虫は溪流の岸沿い等の落ち葉の積もった場所に生息し、草の茎や葉、コケ等で柔らかい巣を作ることが特徴である。

幼虫は水路に落ちた落ち葉やその破片を食べている一次消費者である。本種も北海道から九州にかけて広く分布する。

幼虫時代に水生生活をすると共に、成虫になっても水辺のすぐ近辺に生息するため、水田や水路等の水辺の乾燥によって大きな影響を受ける。また圃場整備等による水路の改変によっても影響を受ける。特に幼虫の生息している水路がコンクリート化されたりすると、流速が上がることで餌資源となる落ち葉がたまらなくなると共に、幼虫が体を固定する底質も流されてしまい、生息場が完全に失われる。

そこで、マルバネトビケラの個体数の変化を把握することで、圃場整備や水路の改変、水田の管理状況による人為的インパクトの直接的な影響と共に、人為的インパクトによって起こる湧水の減少等による間接的な影響についても考察することができる。

4) サワガニ (指標種例)

サワガニは淡水性の甲殻類で、河川の上流域や湧き水の周辺に生息する。流れが穏やかな水路の周辺の、砂礫混じりの土や小石が多いところに多く生息し、石や枯れ葉の下、土の中等にいる。サワガニは清流に生息する代表的なカニで、一般的にも水質のきれいな河川の指標とされている。生息地によって体色に変異があり、赤、青、褐色等がある。食性は、ミミズ、ヨコエビ、川の中の虫、魚の死体、落葉等で、雑食性である。主に本州以南に広く分布しているが、各地の小河川の水質汚濁や河川改修工事等により、生息地が減少している。

水路の周辺に生息しているため、水路周辺の植生の改変等により大きな影響を受ける。また水質の良いところに生息するため、生活排水や肥料、農薬等による水質汚濁によって影響を受ける。また人工物の設置や河川改修等により生息地が分断され、個体群が孤立する等の影響も予測される。そこでサワガニの個体数変動を調査することで、水質汚濁、水路周辺の土地改変、人工物の設置といった人為的インパクトによって、サワガニが受ける影響について考察することができる。

3. 主な調査手法と調査地の選定

1) 全種的調査

①水中生活する底生動物の全種的調査

対象地域の水域を環境ごとに区分し、ハンドネット（編み目は1mm）を用いて、網羅的に採集を行う。採集したサンプルは同定し、種ごとに数点の標本を残し、後々にデータの検証を行えるようにしておく。

②水生昆虫の成虫の全種的調査

水中で生活する水生昆虫のうち、同定が難しい種を同定しやすい成虫期に同定するため、水生昆虫の成虫について全種的調査を行う。

調査はライトトラップ法、マレーズトラップ法および、水辺の灌木や草本を捕虫網ですくうスイーピング法等によって行う（図 5-30 参照）。なお、昆虫類の全種的調査とは調査内容が重なるため、調査地の設定等は情報を共有して検討する必要がある。

2) 定面積法による指標生物の調査（カワニナ、オニヤンマ（幼虫）、マルバネトビケラ（幼虫））

①生息密度の調査手法

それぞれの調査地点で30cm×30cm コドラートを5つ設定する。ハンドネット等を用いてコドラート内の底生動物を調査し、指標生物については個体数を数え、種によっては体長等を計測する。

②調査地の選定

それぞれの指標生物が生息している地点について、全種的調査を実施した環境区分毎に最低3地点調査地点を選定する。指標生物が生息しない環境区分もあるが、そのような場所は事前調査により生息していないことが確認されているので、調査は行わない。

3) 定時間法による調査 I（サワガニ）

①生息密度の調査手法

調査地で、10分間サワガニを探し、個体数と個体毎の体幅を記録する。

②調査地の選定

事前調査によってサワガニの生息可能な範囲を推測し、生息が予測される範囲を調査地とする。

4. 調査用具（例）

それぞれの調査で必要となる調査用具を下記に示した。なお、全種的調査用の調査票を表 5-26 に、底面積法および定時間法による指標生物調査の調査表を表 5-27 に、調査地点の周辺の状況を記録する調査地概要図を図 5-31 に示した。

1) 全種的調査

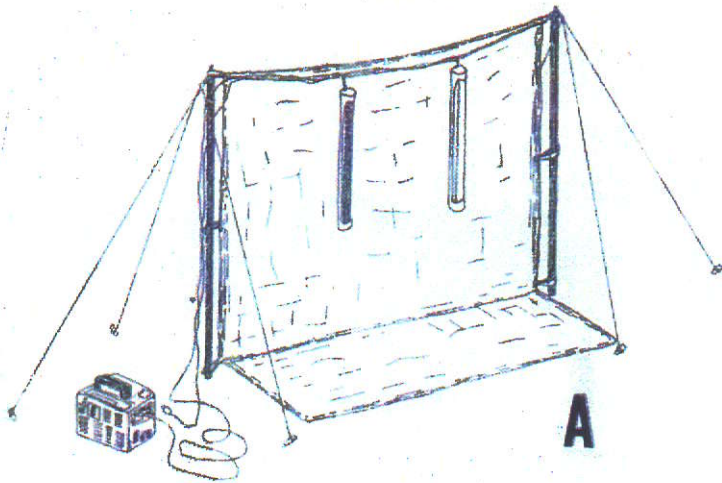
- ・全種的調査記録用紙（表 5-26）
- ・カメラ（調査地点の状況の記録用）
- ・ハンドネット（編み目が1mmのもの）
- ・バケツ
- ・ピンセット、スポイト（底生動物を試料の中から取り出す）
- ・ポリ瓶、ホルマリン（底生動物の固定用）
- ・長靴

2) 定面積法による調査（カワニナ、オニヤンマ、マルバネトビケラ）

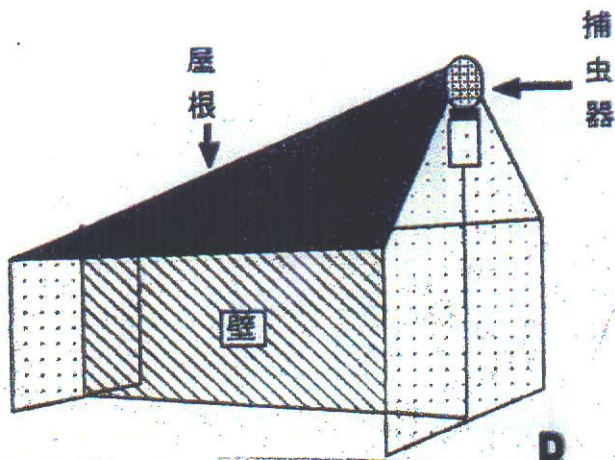
- ・ハンドネット（編み目が1mmのもの）
- ・ノギス（体調等測定用）
- ・バット
- ・カメラ（調査地点の状況の記録用）
- ・長靴
- ・調査記録用紙（表 5-27）
- ・調査地概要図（図 5-31）

3) 定時間法による調査（サワガニ）

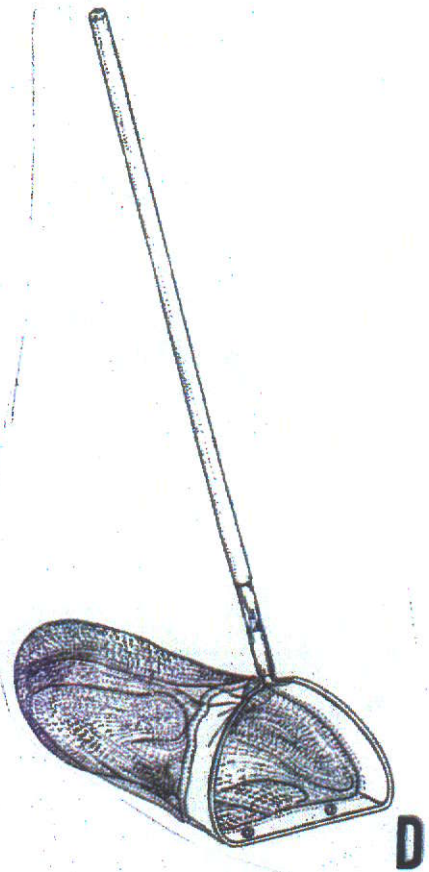
- ・バケツ
- ・手鍬（サワガニを探すとき用）
- ・温湿度計
- ・ヘッドライト
- ・調査記録用紙（表 5-27）
- ・手袋
- ・ノギス（サワガニの体幅測定用）
- ・カメラ（調査地点の状況の記録用）
- ・長靴
- ・調査地概要図（図 5-31）



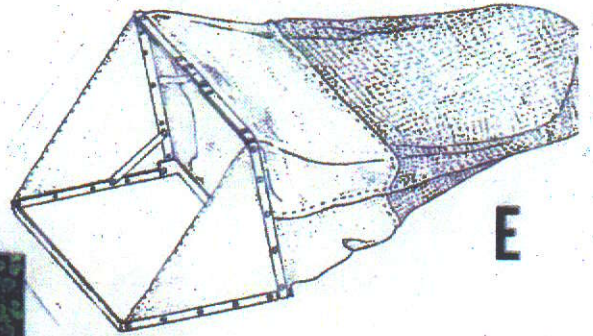
A



B



D



E



C

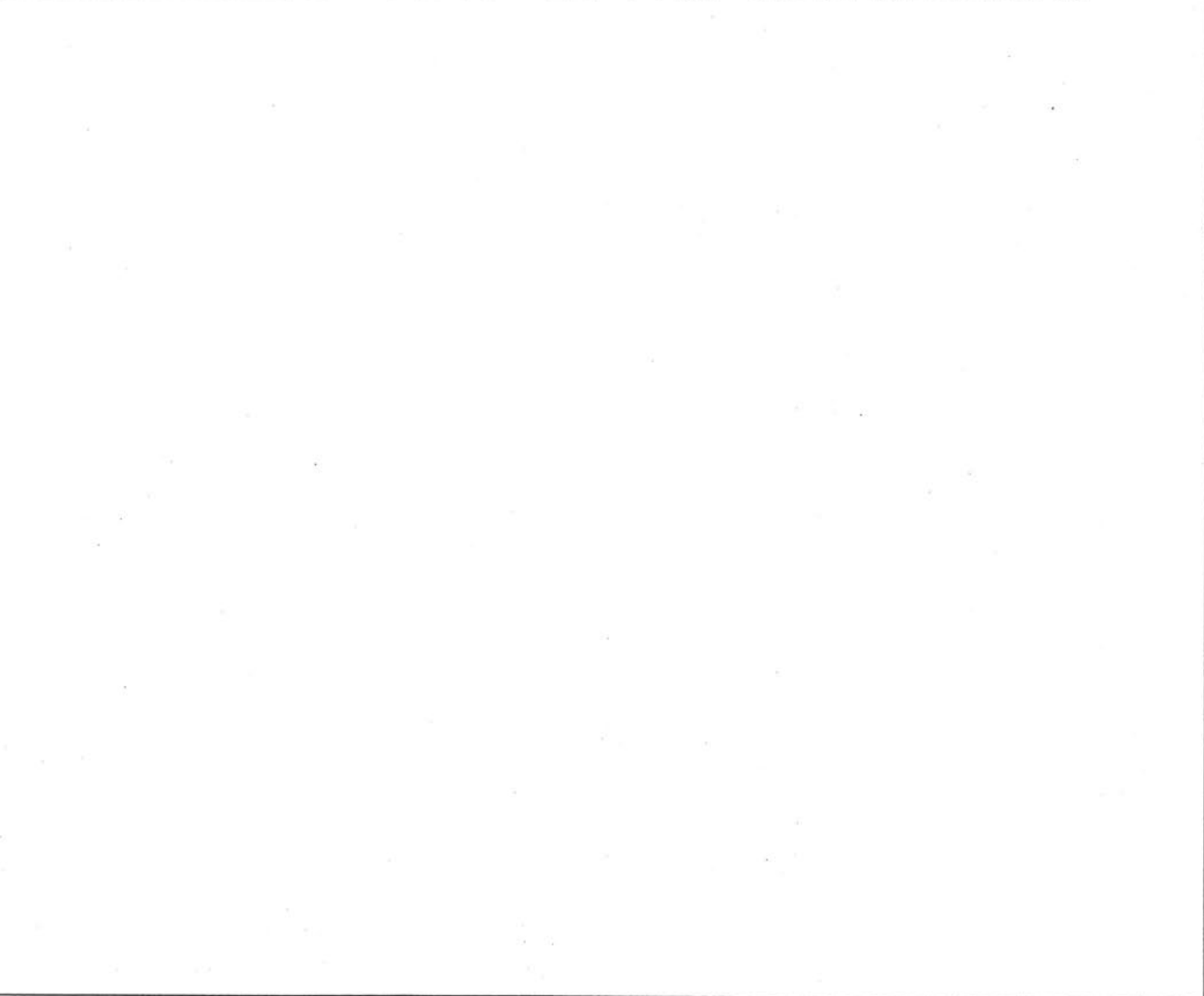
A. 夜間採集用ライトトラップ B. マレーズトラップ (タウンズ型) 模式図 C. マレーズトラップ (設置状況) D. ハンドネット E. サーバネット

図 5-30 調査法

調査者名： _____ 調査場所 _____

調査日時： _____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 時 _____ 分 ~ _____ 時 _____ 分 _____

調査した場所の見取り図（水辺の位置や周辺の植生、その場所への行き方、目印になるもの等）



- ・ 調査地周辺の植生（林縁の群落分布） _____
- ・ 林床の下草・林縁植生の茂り方
○草丈 _____ cm ○密度 _____ ○下草・林縁植生 有 無
- ・ 止水面の有無 有 無
 有の場合 → 水田 休耕田 湿地 池 その他 (_____)
 ○全体の面積 _____ m²、 そのうちの開放水面 _____ m²
- ・ 水路の有無 有 無
 有の場合 → ○草刈り 有 無 ○護岸 有 無
 ○護岸補修工事 有 無 混在 有 (_____) : 無 (_____)
- ・ 冬季の水路の流量 _____ m³/s

図 5-31 調査地概要図

5. 調査方法

1) 水中生活する底生動物の全種的調査

①調査手法

対象地域の水域を、土水路・管理されている水路・コンクリートのU字溝といった水路の形態や、底質の堆積状況、植生の発達状況等の観点から環境ごとに区分する。区分した環境毎に、ハンドネット（編み目は1mm）を用いて網羅的にサンプルの採集を行う。

サンプル数は一義的に決められないが、サンプルの個数と出現種数の関係を見るための種数-サンプル曲線を描き、サンプル数を増やしてもほとんど種数が増えなくなったら採集をやめる。

採集地点は調査地域の地形図等に記録し、写真等で採集時の環境の状況等を記録し、それらを調査地の地図に位置がわかるように記録し、それ以後の調査の結果と比較できるようにしておく（図5-32参照）。

②まとめ

採集したサンプルは同定し、種ごとに最低1点の標本を残し、後々にデータの検証を行えるようにしておく。サンプルの同定後、環境区分ごとに確認種のリストを作成する。

2) 水生昆虫の成虫の全種的調査

①調査頻度と調査時期

調査の頻度はできれば月1回程度が望ましいが、調査にかけられる費用や労力等により、状況に応じて調査頻度を設定する。最低でも春、夏、秋、冬の4回は調査できるようにする。

特にマレーズトラップは強力な採集法で、長期間設置するとあまりに多くの昆虫を捕獲により殺してしまうため、1ヶ月に長くても3日間の設置とする。

②調査手法

水中生活する底生動物の全種的調査で区分した環境区分毎に、ライトトラップ法、マレーズトラップ法および、水辺の灌木や草本を捕虫網ですくうスウィーピング法等によって行う（図5-30参照）。

③まとめ

採集した昆虫は標本を作製し、調査地点や調査地の状況等を記録したラベルを付け、同定を行う。最初市販の図鑑等で検索・同定を行うが、同定が困難なグループについては専門家に同定を依頼する。確認された種ごとに少なくとも2点以上の証拠標本を作製し、保存することとする。調査結果を基に環境区分毎の確認種リストを作成する。

3) カワニナ（指標種例）

①事前調査

実際に調査を行う前に調査地を設定するため、カワニナの主要な生息環境を現地確認し、カワニナの生息範囲を記録する。カワニナの生息の有無は、水路を上から覗くことで大抵確認できる。

事前調査の際、調査地となる湧水や水路、水田、湖沼、河川等の底質や周辺の環境等についても同時に記録する。このとき、どのような環境の場所に生息しているかという情報だけでなく、どのような環境の場所には生息していないという情報も重要なので、その点に留意する。

②調査時期

冬から春にかけては水路周辺の植生が茂っていないので特に確認が容易だが、調査の季節は特に問わない。

③調査手法

それぞれの調査地点で30cm×30cm コドラートを5つ設定する。コドラートの設置地点の周辺環



図 5-32 調査地点記録図

境を写真撮影すると共に、コドラートの地点を地図上に記録する。

コドラート毎にハンドネット等によりサンプルを採集し、それぞれ独立したサンプルとして扱う。それぞれのサンプル内のカワニナの個体数を数え、カワニナ1個体ずつの殻高と殻径をノギスで計測し、調査票（表5-27）に記録する。

計測の終わったカワニナは、採集した泥等の底質と共に水路に戻す。

4) オニヤンマ（指標種例）

①事前調査

調査地の設定のため、オニヤンマ（幼虫）の主要な生息環境である小川や湧水、湿地、滞水地等を現地確認し、生息範囲を記録する。オニヤンマの幼虫は体長が40~46mm、頭幅11~13mmで、腹部の背中に2本の比較的はっきりした黒条と複雑な小褐色斑がある、汚褐色をした細身の大型のヤゴである。オニヤンマの幼虫の生息の有無は、ハンドネットで湧水の底質の泥を2~3cmの深さですくって確認する。

また事前調査の際はカワニナと同様に、調査する水路の底質や周辺の環境等について、オニヤンマが生息していない地点でも記録する。

②調査時期

5月から10月頃までは成虫の出現が見られるため、調査は冬から春にかけてが望ましい。

③調査手法

それぞれの調査地点で30cm×30cmコドラートを5つ設定する。コドラートの設置地点の周辺環境を写真撮影すると共に、コドラートの地点を地図上に記録する。

コドラート毎にハンドネット等によりサンプルを採集し、それぞれ独立したサンプルとして扱う。それぞれのサンプル内のオニヤンマの個体数を数え、オニヤンマ1個体ずつの体長をノギスで計測する。

計測の終わったオニヤンマは、採集した泥等の底質と共に水路に戻す。

5) マルバネトビケラ（指標種例）

①事前調査

オニヤンマと同様の手法により調査する。

②調査時期

オニヤンマと同様に、調査は冬から春にかけてが望ましい。

③調査手法

オニヤンマと同様の手法により調査するが、個体数を数える対象は終齢幼虫のみとし、体長等は計測しない。

6) サワガニ（指標種例）

①事前調査

調査地の設定のため、サワガニの主要な生息環境を現地確認し、生息範囲を記録する。サワガニの生息の有無は、水路周辺の石や落ち葉、倒木の下等を目視により確認する。1個体でも見つかったら周辺を生息域として記録し、生息地周辺の環境を写真撮影する。

また事前調査の際、調査する水路の底質や周辺の環境等について、サワガニが生息していない地点でも記録する。

②調査時期

活動が活発になる春から夏が望ましい。

③調査手法

調査地とした水路とその周辺の植生内で、石の下や落ち葉の下、倒木の下、砂礫の中等を、1人が10分間探すのを1セットとして、少なくとも3セット探索し、サワガニを確認したら採集する。

探索時に採集した個体は、各セットの個体数を数えると共に、個体毎に体幅を計測し、計測の終わったサワガニは採集した場所の周辺に戻す。

6. 成果品

- ・全種的調査記録用紙（表 5-26）
- ・指標種調査記録用紙（表 5-27）
- ・調査地概要図（図 5-31）
- ・調査地点記録図（図 5-32）
- ・環境区分毎の確認種リスト

7. 他の調査項目との関係

底生動物は特に水環境の変化の影響を強く受ける。指標生物の生息地の水質や水量等については、水環境調査により把握できる場所もあると考えられるが、場合によっては指標生物の調査地点ごとに水質や水量等を調査する必要がある。また底生動物は水路や湿地等の生息地周辺の植生によっても大きな影響を受けるため、事前調査時に指標生物の調査地点周辺の植生や植物群落等についても記録する必要がある。

また、底生動物の中でも重要な位置を占める水生昆虫は、成虫期には昆虫として調査されるため、昆虫類とも関連が深い。調査を実施する際には、相互に情報を交換する等して、調査地点や調査時期等を相互に調整する必要がある。

第Ⅳ章. 今後の課題

第1節. 全国の調査地点で実施するにあたって

1-1. 調査の目的と生態系の特徴に沿ったマニュアルの検討の必要性

作業委員会における検討では、都市近郊の里地・里山地域において、そこに作用する人為的インパクトのうちでも、土地改変を伴う都市化の人為的インパクトと共に、農耕地や雑木林等における土地の管理の人為的インパクトも含み、生物に影響を与える人為的なインパクトを可能な限り広く捉えた。それに対して地域に生育・生息する動植物がどのような影響を受けるかを把握することを目的とし、千葉市の大草谷戸をモデル地として、具体的に指標生物の選定や調査手法の検討を行った。

しかし、第Ⅲ章第1節「生態系総合モニタリング調査における問題点の整理と対策の検討」でも触れたが、調査の対象とすべき地域は今回取り上げた都市近郊の陸域だけではない。海域や、大きな河川・湖沼等を含む地域で調査を実施する場合には人為的インパクトの種類も異なり、生態系を構成する環境要素も変わるため、今回検討した内容では不十分である。これらについては今後改めて検討を行う必要がある。

さらに同様な都市近郊の里地等の調査地でも、人為的インパクトの規模や種類は地域によって全く異なることが予想される。今回モデル地とした千葉市の大草谷戸では、大規模な都市開発等の計画はなく、土地の管理の人為的インパクトによる影響が比較的大きく取り上げられた。しかし同様の都市近郊地域に調査地を設定した場合、地域によっては幹線道路の計画や大きな住宅開発等が起こる可能性もあり、これらの土地改変を伴う人為的インパクトについても捉えなければならない。また作業委員会の議論では、調査地の近くに廃棄物処分場がある場合等は、別に水質汚染等の調査項目を設ける必要があるという指摘もあった。さらに都市近郊地域には、湧水が枯れてしまったが畑地と斜面林は残っている場所や、周辺の耕作地が失われてしまい、湧水とわずかな斜面林だけが残っているような場所等、分断化の進行によりある特定の景観要素が欠けているような場所もあり、これらの地域では今回提案した全ての調査の実施は難しいことが予想される。

このようなことから、今回検討した調査手法を基礎にして、より広範囲な都市近郊の二次的自然地域で利用できるようにするために、都市近郊地域に他にもいくつかのモデル地を設定し、さらに調査手法を改良する必要がある。

1-2. 標本の保管、メンテナンスの体制づくり

標本の保管とメンテナンスの必要性については第Ⅲ章でも述べたが、今後長期間モニタリングを続ける上では非常に重要である。

調査により作製された標本を、調査地域周辺の博物館や大学の資料館等に寄贈し、保管とメンテナンスを行ってもらうためには、調査地域選定時にそれらの施設に調査への協力を依頼する必要がある。また、調査地域周辺にそれらの施設がない場合の保管場所等を確保するために、今後生態系等にかかるモニタリング調査の重要性を広く普及すると共に、より多くの施設に調査への理解を求めていくことが重要である。それらの施設は標本の保管だけでなく、調査地域の文献調査やその他の際に協力を依頼することで、より多くの詳細な情報を入手することが可能となるため、今後は協力を依頼する施設のピックアップも進める必要がある。

1-3. 一般市民の調査への関わり方と調査の担い手の確保

一般的にモニタリング調査においては、長期的に同一の調査者が調査を実施することが望ましい。過去2回実施した生態系総合モニタリング調査では、環境省が調査地を含む道県に委託したが、道県の担当者がさらに環境調査会社等に調査を委託したため、道県の担当者が変わったり調査会社が変わったりすることにより、2回の調査を通じて調査内容を把握している担当者がいない地域もあった。そのため生態系等にかかるモニタリング調査の検討では、地域の自然に詳しい専門家と共に、地域の自然保護 NGO や自然愛好家のボランティアを含む、一般市民が調査担当者として参加することを想定した。

ただし、一般市民にボランティアでの調査への協力を依頼する場合、きちんとした調査の研修等を実施し、ある程度の調査精度を確保しなければならない。少なくとも新しい調査地で初めて調査を行う場合は、必ず地域の自然に詳しい専門家が市民らと共に調査に参加する必要がある。このような調査の協力者は、調査の開始時には調査の熟練度等の問題があるとしても、研修等や実際にある程度長期間調査に関わることにより、調査の熟練度も上がることが想定される。

地域の自然保護 NGO が存在する場合には調査を委託し、その団体が責任を持って調査を実施する体制を作ることが望ましい。一方地域の自然愛好家等がボランティアとして調査に関わる場合は、別途調査に責任を持って関わる調査担当者が必要となる。ボランティアの場合は調査のどの段階から関わるかという問題もある。基本的には調査担当者は調査の設計段階から関わるようにすることが望ましいが、ボランティア的に途中から参加する一般市民も出てくることが予想されるため、今後の検討を要する。

さらに、場所によってはこのような一般市民の調査への参加が見込めないことも想定されるので、地域の自然保護 NGO や地域の自然愛好家だけを頼りに調査を計画することは難しい。一般市民の参加が難しい場所でもモニタリング調査を実施する必要がある場合は、調査の担い手を別途確保する必要があるが、それは今後の課題である。

第2節. 個々の項目の調査手法について

2-1. 指標生物の調査における事前調査と成果品

作業委員会では、主に人為的インパクトの影響を捉えるための指標生物の調査手法を検討したが、その中では指標生物の調査を実施する前に、事前に現場で色々な情報を得るための事前調査の重要性が指摘された。指標生物を選定する際には調査地域における生物的環境要素である動植物相だけでなく、人為的インパクトや無機的環境要素の状況についても把握する必要がある。また選定した指標生物の調査地を選定する際には、指標生物ごとに様々な環境情報が必要となる。例えば昆虫の指標生物の場合は、調査地における緑地面積や開放水面の面積等の情報が必要であり、底生動物の場合は湿地や水路の位置、底質、周辺の植生の状況等が生息に大きな影響を与える。今回の検討では、事前調査において把握すべき内容については議論した（参考資料：3-2 第3回作業委員会議事録）が、今後はこれらの事前調査の手法や担い手についても検討する必要がある。

また指標生物調査を実施する際は、事前調査によって確認した必要な情報を盛り込み、調査の記録を書き込むための基図や調査票が必要となる。これは調査の結果できあがる成果品の下図となるものであり、そこに記録されたデータを解析するため、可能な限り書式等を統一することが重要である。今回の検討では一部の項目でこのような図面や調査票の案まで作成したが、今後それぞれの生物群について基図の縮尺や盛り込む情報等をさらに検討する必要がある。

2-2. 人為的インパクト

1. 広域調査地域での人為的インパクトの捉え方、まとめ方

過去に実施した生態系総合モニタリング調査における広域モニタリング地域の調査では、人口分布図や法律による保護区等の指定状況図、土地利用図、植生図等の図面を作成し、広域モニタリング地域における人為的インパクトを多角的に捉えたが、そのインパクトの大きさや影響の程度等を定量的に表すには至らなかった。広域における人為的インパクトを定量的に評価する方法を開発する必要があることについては、「第5回自然環境保全基礎調査 生態系モニタリング調査報告書」（参考文献8）でも述べたとおりである。

作業委員会の検討では、主に重点調査地域における人為的インパクトの影響と自然環境の調査について検討を行い、特に広域調査地域での調査内容や調査手法、とりまとめ手法についてはほとんど検討できなかった。しかし作業委員会の議論では、広域調査地域における土地の分断化の影響等の重要性が指摘された。

土地の分断化とは、幹線道路や鉄道、広範囲に広がる住宅地や人工物等によって、動植物の生育地・生息地が分断されることをいい、それによって多くの動植物が移動できなくなり、動植物の群集間の遺伝的な多様性が減少する等の影響が予想される。生態系等にかかるモニタリング調査で想定している広域調査地域が上記の人工物等により分断された場合、分断された区画ごとの面積や緑被率等がその区画に生息する動物に大きな影響を与える。そのため広域調査地域における分断と、分断化された区画ごとに面積や緑被率、人口、大規模開発の状況、土地利用等についてデータを積み重ねる必要がある。このような点については、調査手法やまとめ方も含めて、今後改めて詳細に検討する必要がある。

2. 2回目の調査時以降の人為的インパクトの捉え方

第Ⅲ章第5節で提案した人為的インパクト図および人為的インパクト対応表は、ある地域で生態系等

にかかるモニタリング調査を開始する時点を想定して作成した。そのため、かなり以前に起きた土地改変の人為的インパクトと、過去数年のうちに起きた人為的インパクトの両方を捉える形になっている。

しかし次の調査の時点では、既に宅地となった場所の宅地造成の人為的インパクト等については、土地利用の変化のない場所として捉えられる。一方地域に継続して存在するインパクトとして抑える必要がある人為的インパクトもある。継続的に周囲の生物相にインパクトを及ぼしている例としては、外灯や終日営業のコンビニの明かり等が挙げられる。また長い間隔で行われる高木伐採等のインパクトは、インパクトが起きた直後は「あり」とし、次の時点では「なし」とするという方法と、植生図を比較したときに伐採が確認される場合はずっと「あり」とする方法が考えられる。

このように人為的インパクトの捉え方は、調査を初めて行う場合とそれ以降では変わる場合もあり、人為的インパクト図と人為的インパクト対応表を作る間隔が重要である。人為的インパクト対応表の中で、5年間で新たに加わったもの・無くなったものと、以前からずっとあるがインパクトを与えて続けているものを分けて表示する方法等については、今後検討する必要がある。

3. 人為的インパクトの強度および頻度等の量的な表示方法

第Ⅲ章第5節で提案した人為的インパクト図および人為的インパクト対応表では、作業委員会の中で重要性が指摘された、人為的インパクトの強度や頻度を量的な表すことができなかつた。今後検討を続けることで、数値化はできないにしても大・中・小レベルでは表示できるよう改良しなければならない。

一方、実際に人為的インパクトの強度や頻度まで捉えようとすれば、かなりの調査が必要となることが予測され、それぞれの調査地で今回検討した調査手法を応用する段階で、正確な調査ができるかどうか問題である。

さらに人為的インパクトの影響は、溪畔草地の管理のような急激に現れるものもあるが、短期間ではほとんど影響が出ないものもあると考えられる。これらは人為的インパクトの強度に関する問題だが、今後今回検討した調査手法を試行し、生態系等にかかるモニタリング調査を継続していく中で改めて検討していく必要がある。

4. 人為的インパクトの整理の手法

第Ⅲ章第5節に示した人為的インパクト対応表のインパクトの種類は、ターゲットとする生物群により分類が変わるため、厳密な整理ができなかつた。まずポリゴンごとの人為的インパクトの状況から、重点調査地域を①自然環境に影響を与えると考えられる人為的インパクトが加入または消失した地域と、②ほとんど現状維持で人為的インパクトの変化が少ない地域という、大きく2つの地域に区分した。更に①の地域に含まれる人為的インパクトを、A土地改変や人工物の造成等を伴う都市化の人為的インパクトと、B生活・生業に関わる土地の管理の人為的インパクトに分けた。

生活・生業に関わる土地の管理の人為的インパクトについては、水田、水田以外の農耕地、森林、草地のそれぞれで、管理の状況を表の右側にチェックボックスの形で挙げた(表5-1参照)。ポリゴンの性格づけをわかりやすくするために、このようなチェック項目をチェックリストの形にまとめることも、今後の検討課題である。

人為的インパクトは地域により異なる可能性があり、今回示した案は一つの例である。今後、様々な調査地域における人為的インパクトをとりまとめることを考慮し、これらの分類・整理の方法をさらに検討する必要がある。

5. GIS を利用した解析

GIS を利用することにより、調査地域の土地利用図や地形図、水系図等、様々なレイヤーを重ね合わせ、隣接区との関係を見ることで人為的インパクトを解析することが可能となる。さらに、過去の調査で作成した図面と新しい図面を GIS によって比較・解析することにより、変化を数値的に解析することも可能となる。

しかし GIS を利用する場合には、オーバーレイのずれをどうするかという技術的な問題が難しい。様々な種類の図面を重ね合わせていくとパッチは無数になり、その処理が困難となる。そのため GIS を利用した解析手法を確立したとしても、その解析を行うために必要な機器およびソフトが必要となり、また GIS の解析を専門でやる担当者が必要になる。これらのことから、人為的インパクトの整理に GIS をどのように活用するかについては、今後の検討が必要である。

6. 生業以外の人による利用によるインパクト

近年絶滅が危惧される動植物の中には、人間による採集圧による影響が大きい種がある。特に昆虫や植物等は採集圧による影響が無視できない。植物では山野草のうちでもカタクリ等の特に花がきれいな種で、生育地が保護区に指定されているところでも盗掘されることがある。また今回の検討で昆虫類の指標種として取り上げたゲンジボタルやヘイケボタル等も、個体数の少ない小さな地域個体群では、採集圧による影響で個体群が消滅してしまうこともある。その他、近年は自然公園や国立公園等でもオーバーユースによる影響等が問題視されるようになっている。

さらに、移入種の導入による生態系の攪乱の問題は各地で表面化し、哺乳類や昆虫類等では雑種交雑による遺伝子汚染の問題も深刻化し始めている。

このような生業以外の人による利用による人為的インパクトについては、今回モデル地とした大草では取り上げることができなかったが、今後全国で調査を実施する際には重要なインパクトとなり得る。このような人為的インパクトによる影響については、今後どのように取り入れるか検討する必要がある。

2-3. 水環境

1. 今後検討すべき測定項目

第三章第5節では測定項目としなかったが、作業委員会における検討において、人為的インパクトが生態系に与える影響を考察する上で重要と考えられる測定項目として、以下の項目が挙げられた。

○SS（懸濁物質）：特に水生生物に影響を与えると考えられる。

○地下水位と集水域：調査地周辺からの影響や植生との関連、また最後に生態系の変化を考察する上で地下水の流れを見る必要がある。台地上の井戸を何カ所か調査することによりある程度の地下水の流れの推測はできると考えられるが、井戸の本数が少ないと水の動きが把握できない。また市販の地形図や表層地質図等は、縮尺の差があるため利用が困難である。集水域は、ボーリングデータがあれば地質断面図等で地層の透水層を確認できる。また専門家に依頼すればある程度は把握できる。

○リン：集水域の浄化能を測り、汚染源を考察するのに重要である。モデル地とした大草谷戸では恐らくほとんど検出されないと考えられるが、検出されないという情報も今後モニタリングを継続していく上では重要である。リンも硝酸等と同様なパックテストで調査することが可能だが、精度が低いことが問題である。

○水質浄化の原因となる機能を把握する項目：第三章第5節に測定項目として硝酸を挙げたが、硝酸の浄化にはヨシによる取り込みの他、不活性化した形で土壌への蓄積、バクテリアによる脱窒等、複

数の要因が考えられる。今回提案した測定項目では、これらのうちどのような働きにより硝酸が減少したかを捉えられないため、今後モニタリングを継続する上では、原因を考察できる測定項目を設定するとよい。

○生態系全体での保水能力：地下水と地表水として流域で入るものを含め、水のインプットとアウトプットのバランスとしての収支決算があれば、それが湧水の枯渇や水量の減少にダイレクトに現れると考えられる。周辺の森林が広範囲に伐採された場合等には直接保水能力に影響が出る。流域全体での浸透量の計算手法等も利用して、調査手法を確立することが望ましい。

2. パックテストの精度の問題

千葉市大草谷戸で実施した事前調査では、パックテストでは硝酸イオンは45であったが、より精度の高いイオンクロマトグラフィーを用いた測定では30という結果で、パックテストとイオンクロマトグラフィーの測定値とにかなりの誤差があった。

もともとパックテストの精度が粗いことは想定し、長期間継続してモニタリングを行うことにより、最低限水質の劇的な変化を捉えることとしたが、あまりにも誤差がある場合には他の方法を使用する必要がある。実際に調査で使用する場合には、事前に正確な水質とパックテストとの値を比較し、誤差の程度を確認する等の対策が必要となると考えられる。

3. 測定機器の管理の問題

第三章第5節の提案では、流量を測る水圧センサーの他、気温や水温、湿度等については、計測機械を据え付けて連続的に測定することとしている。しかし機材を設置しておく場合、いたずら等により計測機器を取り外されたり、壊されたりする可能性がある。

長期間にわたり測定機器を据え付けておく場合には定期的に見回る等の管理が必要となるため、今後これらの計測機器の管理についても調査手法に加える必要がある。

2-4. 植物群落

1. 健康度における観察項目

調査項目の一つである健康度は、過去2回実施された生態系総合モニタリング調査でも調査した項目で、「第5回自然環境保全基礎調査 生態系モニタリング調査報告書」（参考文献8）では埼玉県の鎌北湖重点モニタリング地域のデータを詳細に解析した。健康度は群落の変化を捉える上で情報としては必要だが、生態系総合モニタリング調査における調査要綱の健康度の判断基準は観察項目があまりに詳し過ぎ、全ての観察項目を調査するためには1年を通じてかなりの回数調査を行わなければならない。作業委員会の検討では、最低限樹形だけで判断するという案も出たが、今後健康度における観察項目についてはさらに検討する必要がある。

2. 調査する群落の選定基準と事前調査の労力

調査する群落の選定基準として、第三章第2節に提案した基準の他、①人為的インパクトの変化が期待される場所、②森林と農耕地の境目等、植生の境界部分に分布する、といった観点の重要性も指摘された。植物群落はそれ自体が変化していく生物的環境要素であるが、他の動物の生息基盤であり、人為的インパクトを捉える上でも重要であるため、今後も選定基準についてはさらに検討する必要がある。

また作業委員会における検討では、モニタリングすべき指標群落を選定するために事前調査を行い、

現存植生図を作成することとした。千葉市大草谷戸をモデル地とした場合、生物的極相であり、主に在来野草からなる立地特異種の多様性の高さという観点から、指標群落の例として畦畔群落を選定したが、このような群落を選ぶには事前調査にかなりの労力がかかる。人為的インパクトの影響を捉えるという意味では、事前調査で人為的インパクト図のポリゴンごとにフロラを把握することがベストだが、同様に事前調査に係る労力の問題が残る。事前調査にかけられる労力やその担い手についても、今後さらなる検討が必要である。

3. 種に着目した調査の必要性

第Ⅲ章第5節に示した植物群落の調査手法では、植物の種ごとの動態についても植物群落の調査の中で捉えることとしたが、作業委員会における議論の中では、種に着目した調査の必要性も指摘された。

特定の種に着目した調査を行う場合には、調査時に種の分布位置を把握し、その結果を次の調査時に比較することにより変化が捉えられる。このような種に着目した調査は、群落調査を行うコードラート範囲だけでなくより広い範囲で調査を行うことが可能となる。人為的インパクト図に分布位置を落とすこともできるので、人為的インパクトとの関係を考察しやすいと考えられる。指標種としての種の選定の基準や詳細な調査手法、調査結果の公表の方法等については今後の検討課題である。

2-5. 哺乳類

1. 聞き取り調査の注意点と取り扱い

聞き取り調査で得られた情報は信憑性の問題が難しい。例えば聞き取りを行った相手が農家かサラリーマンかによって情報の質がことなるため、相手の職業も重要となる。特に最近では移入種と在来種との混乱もあり、聞き取りデータの信憑性は非常に判断が難しく、利用方法を考慮する必要がある。

2. 他の調査地で想定される調査

実際の調査の際には、適宜調査地や調査担当者（とその熟練度等）にあった指標生物調査を加える必要があることは、第Ⅲ章第5節中に既に述べた。特に哺乳類についていえば、例えば他の生き物との関わりから考えると動物の糞の調査からも重要な情報が得られると考えられる。ただし調査者が嫌がる可能性があることや、衛生面の問題があつて今回は調査手法としては取り上げなかった。また同様に、ムササビやフクロウ等の夜行性の種についても、調査地によっては重要な役割を担う場合があるため、調査者が夜間調査を実施できる場合にはこのような種を指標生物とし、夜間調査を行うと良い。

今回の検討の中では全国的に統一で調査が可能な手法ということに着目し、これらについては調査手法の詳細な検討を行わなかったため、今後さらに調査手法を検討する必要がある。

2-6. 鳥類

1. ラインセンサスについて

鳥類のラインセンサスにおけるラインの設定は、調査結果に大きく影響を与えるため非常に重要である。ただしラインの設定法は未だ確立されてはいない。第Ⅲ章第5節における提案では、その地域の人為的インパクト図や植生図等から大きく環境を区分し、それらが同じ割合になるように設定するのを基本とした。例えばモデル地とした大草谷戸では、①比較的耕作されている場所のコース、②完全に放棄されたヨシ原のコース、③林の中、等が一定の環境ごとに数100mとるように設置した。今後ラインセンサスルートの決め方について、更に詳細に提案できるかどうか検討する必要がある。

またラインセンサスの結果は、人為的インパクトのポリゴンごとに記録できればベストである。そのため、ラインセンサスの調査票の環境の欄に、人為的インパクトのポリゴン No を入れることができれば良い。しかし、鳥類の場合は調査者と鳥類を確認した場所がかなり離れている可能性が高く、ポリゴンの位置を正確に把握するにはかなりの熟練が必要である。もしポリゴン No. が把握できるようであれば、あるポリゴンから他のポリゴンへ移動した等といった情報も収集できるとよい。ラインセンサスのための確認位置図を作成し、調査時に調査結果の集計表に書き込むのと同時に、地図にも書き込むことである程度の把握が可能となると思われる。調査結果を記録する地図の一定の書式や確認した鳥類の位置を把握する方法等も、今後の検討課題である。

2-7. 両生類・爬虫類

1. カエルの産卵数調査に適さない地域の場合

第Ⅲ章第5節に示した両生類の指標生物の調査は、カエルの総産卵数を調査することにより、地域の繁殖に参加するカエルの数の変化を捉える手法によることとした。ただし沖縄地域には、この手法に適した産卵を行うカエルが分布していない。そのため、産卵数の調査による手法ではカエルの相対的な数の把握が難しい。

このような産卵数調査によるカエルの相対的な把握のための調査には、その他に鳴き声カウント（種類ごとに鳴き声を5段階に分けて記録する）や個体数のラインセンサスによるカウント（畦や畦畔、林道で、出てくるカエルをカウントする）等といった手法がある。

アマガエル、トノサマガエル、アオガエル類は卵塊が非常に分かりにくいので、このような手法が適する。中でも繁殖期に鳴き声をカウントするのが一番よい方法で、鳴き声のカウントは、鳴かない、一匹が時々鳴く、数ヶ所で時々鳴く、数ヶ所で持続的に、途切れないコーラス、という形で量的な評価ができる。

このような、産卵数調査により把握しにくいカエルが地域の指標生物に選ばれた場合は、今後更に調査手法の検討を要する。

2. サンショウウオ類調査について

サンショウウオ類は、今回モデル地として検討した大草には生息していなかったため、指標生物としては取り上げなかったが、全国的に見ると個体数が減少しており、貴重なサンショウウオ類等は指標生物として指定される可能性がある。

生態系等にかかるモニタリング調査で検討の対象とした都市近郊の里地周辺では、生息する可能性があるのは小型サンショウウオ類である。小型サンショウウオ類の成体の調査は困難であるため、アカガエル類と同様に湿地で卵塊を観測する方法が適している。その他トウキョウサンショウウオに関しては、トウキョウサンショウウオ研究会でかなり綿密な調査を行っており、調査のマニュアルもあるので、今後これらも含めて更に調査手法を検討する必要がある。

3. カメ類の調査について

関西等のため池の多い場所に調査地を設定した場合は、溜め池に生息しているカメ類が指標生物に指定される可能性がある。近年カメ類はペットの放流による野生化で、移入種としての影響が注目されている。カミツキガメ等はかなり凶暴で、本来の生態系に大きな影響を与えていると考えられている。

このようなカメ類を指標生物として選定した場合は、トラップ調査で容易に調べられると予測される。

甲羅の年輪を調べると齢構成が分かり、地域個体群の状況等も調べられるので、今後更に調査手法等について検討する必要がある。

2-8. 昆虫類

1. ラインセンサスについて

昆虫類のラインセンサスにおけるラインの設定は、鳥類同様調査結果に大きく影響を与えるため非常に重要であるが、ラインの設定法は未だ確立されていない。第Ⅲ章第5節の提案では、湿地や林縁や林内等の植生に対応した環境区分毎にルートを設置することとしたが、環境区分ごとに同じ比率でルートを設定した場合でも、ルート上に花がある場合とない場合では、それだけで出現する昆虫が全く異なる。また同様に樹液が出ている木が近くにあるルートを選ぶと、それだけで確認される種が異なるため、ルートのとり方は非常に難しい。

ラインセンサスルートを設定する際には、可能な限り花が咲いている場所や樹液の出る木が近くにあるルート等を探さなければならないが、ルートの設定には一度昆虫の専門家に現場を見てもらう必要がある。今後ルート設定の方法については、より条件等を明確化できないか検討する必要がある。

2-9. 底生動物

1. 水質調査との調整の問題

底生動物の捕獲調査は、調査自体が一時的に水質に大きな影響を与えるため、何度も調査を行うことはできない。また水質調査との関係で、実施の時期的な問題を考慮する必要がある。

調査を実施する際には、水質調査の担当者と緊密に連絡を取り合い、冬季から春期にかけては基本的に水質調査の後で底生動物の指標生物調査を実施するよう、時間的に配慮しなければならない。

それらについて調査手法の中にどのように位置づけて記載するかについては、今後更に検討する必要がある。

2. 水田の放棄の影響について

第Ⅲ章第5節で提案した指標種は、ほぼ全てが水路に生息している種である。しかし検討の中では、水田に生息するタニシ等の貝類が、水田が放棄され乾田化したときの影響等についても指摘された。

今後、湿地や水田等の止水域における指標生物の選定と、それらの調査手法について更に検討する必要がある。

第3節. 結果のとりまとめについて

作業委員会では、生態系等にかかるモニタリング調査の基本的な考え方をとりまとめ、第Ⅲ章第5節において具体的にそれぞれの環境要素における調査手法について提案した。いくつかの環境要素については、第Ⅲ章第2節に示した影響評価の考え方に沿い、その調査結果を用いてどのような解析を行うかについても記述したが、まだ一部の指標生物の調査については、解析手法まで示すことができなかった。

指標生物の調査結果については、第Ⅲ章第2節に示した影響評価の考え方に沿い、人為的インパクトの影響を①生育・生息環境の面的喪失、②生育・生息環境構成要素の喪失・悪化による生育・生息環境の悪化、③現在分かっている生物間相互作用の変化、の3点から考慮することとする。

上記①および②の影響については、第Ⅲ章第5節に示したように個体数や種構成等を把握することで、人為的インパクトの影響を考察することが可能であると考えられる。しかし③については、現時点で把握されている生物間相互作用は非常に限られ、多くの生物の生物間相互作用についてはほとんど分かっていないのが現状であるため、影響の考察は難しい。

今回指標生物として選定したものの中には、過去の研究によりある程度生物間相互作用や環境の変化による影響等の知見が蓄積されている種もあるが、まだ生活史や餌資源等についても不明な種も含まれる。知見の蓄積された種については、人為的インパクトによって食物連鎖を中心とした指標生物の役割や他の種との関係等の影響について、ある程度の考察が可能となると思われる。しかし今後多くの調査地でその調査地域にあった指標生物の調査を行う場合、現状では不十分な生物間相互作用の変化による影響をどのように捉えるか、今後の検討を要する。

さらに、生態系等にかかるモニタリング調査の目的である「生態系の変化を生態系構成種の生物多様性の変化として捉える」ためには、それぞれの環境要素調査結果から生態系の変化を考察しなければならないが、今回の検討ではその手法については検討できなかった。

第Ⅲ章第3節「3-2 調査の手順について」にも示したが、生態系の変化の考察は各環境要素の調査結果について解析し、人為的インパクトによる影響を考察した後に、環境要素間の関連、生物間相互作用等も考慮し、総合的に捉える必要がある。

生態系の変化を考察するにあたっては、今後作業委員会で検討した調査手法を試行し、実際の調査結果を利用することで検討することが可能となると考えられる。具体的な調査結果を利用することにより、同一の調査地点で行った複数の調査結果等を重ね合わせることができ、一つの項目の調査結果だけでは把握できない影響についても考察が可能となる。

ただし今回提案した調査手法はまだ完全とは言えず、特に他の調査項目との関連等、実際に調査をして初めて具体的に反省点等もわかることが多いと思われる。可能な限り早急に今回の検討でとりまとめた調査手法をできるだけ多くの調査地で試行し、その結果を受けて今後も調査手法と共に、生態系の変化のとりまとめ手法について改良を重ねる必要がある。

第V章. 参考文献

1. 日本の蛇ホームページ (アドレス<http://village.infoweb.ne.jp/~fwic4591/snake/japhebi.htm>)
2. 奈良女子教育大学ホームページ (アドレス<http://www.nara-edu.ac.jp/~koto-jhs/kawa2.htm>)
3. 内田清之助. 1988. 原色動物大図鑑 [第1巻]. 北隆館.
4. 岡田要、内田亨. 1991. 原色動物大図鑑 [第4巻]. 北隆館.
5. 石田昇三. 1984. 原色日本昆虫生態図鑑(Ⅱ)トンボ編.
6. 前田憲男、松井正文. 1999. 改訂版日本カエル図鑑. ㈱文一総合出版.
7. 環境庁. 1994. 第4回自然環境保全基礎調査 生態系総合モニタリング調査報告書.
8. 環境庁. 2001. 第5回自然環境保全基礎調査 生態系総合モニタリング調査報告書.
9. 沼田真. 1997. 湾岸都市の生態系と自然保護.
10. TBSホームページ
(アドレスhttp://www.tbs.co.jp/inpaku/seibutsu/zukan/museki/htmls/museki_12.html)
11. 市川市自然博物館だより 6・7月号ホームページ
(アドレスhttp://www.city.ichikawa.chiba.jp/shisetsu/haku/sizen/dayor/dayor_50.htm)
12. 楽しい森のなかまたちホームページ
(アドレスhttp://www5.airnet.ne.jp/hashim-seiichi/98hanapt/mushi/12_kawatonbo2.html)
13. 東京に育つホテルホームページ (アドレス<http://members.jcom.home.ne.jp/hotaru-net/>)
14. 大沢雅彦 監、(財)日本自然保護協会 編. 2001. 生態学から見た身近な植物群落の保護. 講談社, 東京. 254p.
15. 森林立地調査法編集委員会 編. 1999. 森林立地調査法. 博友社, 東京. 284p.
16. 安間繁樹. 1992. アニマル・ウォッチング 日本の野生動物. 株式会社晶文社, 東京. 271p.
17. 財団法人 日本鳥類保護連盟. 1988. 鳥 630 図鑑. 日新印刷株式会社. 385p.
18. 黒沢良彦ほか. 1988. 検索入門 クワガタムシ. 保育社, 大阪. 207p.
19. 石田昇三ほか. 1988. 日本産トンボ幼虫・成虫検索図説. 東海大学出版会, 東京. 140p.
20. (財)日本自然保護協会. 1996. フィールドガイドシリーズ⑥ 昆虫ウォッチング. 332p.
21. 今森光彦. 2000. ヤマケイポケットガイド⑱ 水辺の昆虫. 山と溪谷社, 東京. 281p.
22. 神奈川県水産総合研究所ホームページ
(アドレスhttp://www.agri.pref.kanagawa.jp/suisoken/naisui/n_fish.asp)
23. われら土器川探検隊ホームページ
(アドレス<http://www.skr.mlit.go.jp/kagawa/tanken/tanken.html>)
24. 建設省河川局. 平成3年度 河川水辺の国勢調査年鑑. 山海堂, 東京. 999p.
25. 河内俊英・桜谷保之. 動物の生態と環境 動物との共生をめざして. 共立出版株式会社, 東京. 178pp.
26. 阿部永ほか. 1994. 日本の哺乳類. 東海大学出版会, 東京. 195pp.
27. Yahoo オンライン野鳥図鑑ホームページ (アドレス<http://www.gt-works.com/yachoo/>)
28. 真木広造・大西敏一. 2000. 日本の野鳥590. 平凡社, 東京. 654pp.
29. 沼田真. 1997. 湾岸都市の生態系と自然保護—千葉市野生動植物の生息状況及び生態系調査報告—. 信山社サイテック, 東京. 1059pp.

30. 環境庁自然保護局. 1996. 猛禽類保護の進め方—特にイヌワシ、クマタカ、オオタカについて—. (財)日本鳥類保護連盟, 東京. 105pp.
31. 日本野鳥の会研究センター. 1993. 鳥の生息環境モニタリング調査ガイドI 森林と草原を調べる. (財)日本野鳥の会.
32. 日本野鳥の会研究センター. 1995. 鳥の生息環境モニタリング調査ガイドII 干潟と河原を調べる. (財)日本野鳥の会.
33. 前橋営林局. 1998. オオタカの営巣地における森林施行—生息環境の管理と間伐等における対応—. (社)日本林業技術協会, 東京. 142pp.
34. (財)日本自然保護協会. 1994. フィールドガイドシリーズ③ 指標生物 自然を見るものさし. 332p.
35. 沼田真. 1998. 自然保護ハンドブック. 朝倉書店, 東京. 821pp.
36. 福田ほか. 1992. 原色日本蝶類生態図鑑(III). 保育社, 大阪. 373pp.
37. 福田ほか. 1992. 原色日本蝶類生態図鑑(IV). 保育社, 大阪. 373pp.
38. 宮武ほか. 1992. 検索入門 セミ・バッタ. 保育社, 大阪. 215pp.
39. 環境庁. 1997. 95'身近な生きもの調査 調査結果最終版. 35pp.
40. Ohsawa M. 1984. Differentiation of vegetation zones and species strategies in the subalpine region of Mt.Fuji. *Vegetatio* 57:15-52.
41. 原科幸爾、恒川篤史、武内和彦、高槻成紀. 本州における森林の連続性と陸生哺乳類の分布. 日本造園学会誌 Vol62, No.5.
42. (財)日本自然保護協会. 1994. フィールドガイドシリーズ② 野外における危険な生物. 300pp.
43. 千葉県環境部自然保護課. 1999. 千葉県の保護上重要な野生生物—千葉県レッドデータブック—植物編. 435pp.

参 考 资 料

1-1. 第1回作業委員会資料

第1回 生態系モニタリング調査手法検討作業委員会 次第

2001/10/04

(財) 日本自然保護協会

日時：平成13年10月4日 10:00~12:00

場所：(財) 日本自然保護協会 会議室

出席委員：専門分野、所属（五十音順、敬称略）

- 青木 雄司 哺乳類、鳥類 神奈川県立宮ヶ瀬ビジターセンター
- 梶 真史 昆虫類 厚木市郷土資料館
- 篠村 善徳 水質 東京大学大学院新領域創成学研究科 環境学専攻
- 豊田 剛己 土壌、土壌動物 東京農工大学大学院生物システム応用化学研究科
- 長谷川 雅美 生態系 東邦大学理学部助教授
- 藤原 道郎 人為的インパクト 千葉県立中央博物館

欠席委員：専門分野、所属（五十音順、敬称略）

- 北澤 哲弥 植生および植物相 東京大学大学院新領域創成学研究科 環境学専攻
- 倉西 良一 底生動物 千葉県立中央博物館

事務局：NACS-J 廣瀬 光子 保護・研究部 研究担当研究員

NACS-J 開発 法子 保護・研究部 研究担当専門部長

NACS-J 小川 有紀子 保護・研究部 臨時職員

I あいさつ

II 各委員の紹介

III 生態系モニタリング調査手法の検討について

1. 経緯と目的
2. 生態系モニタリング調査手法作業検討委員会（以下作業委員会）での検討課題

IV 検討の手順（案）

1. 人為的インパクトについての考え方
2. 生態系等のモニタリングに必要な調査項目（詳細）リストの作成
3. 生態系のとりまとめ手法について

V 今後のスケジュール（案）

Ⅲ 生態系モニタリング調査手法の検討について

1. 経緯と目的

第4回及び第5回自然環境保全基礎調査の一環として、北海道、埼玉県、静岡県、兵庫県、沖縄県の5カ所で「生態系総合モニタリング調査」が行われました。(財)日本自然保護協会では、平成12年度、調査の結果についてとりまとめを行いました。特に人為的インパクトのとりまとめや、生態系のとりまとめ、人為的インパクトと生態系の変化との関連については言及できませんでした。その他、調査の実施体制や、調査項目、調査手法についても、いくつかの問題点があることが明らかになりました。

7月に行われた環境省の検討委員会では、調査の実施体制を改善することで合意すると共に、調査項目や調査手法については、改めて協議すべきだという意見が出ました。そこで来年度以降により効果的なモニタリング調査を実施するため、過去の調査結果のとりまとめおよび解析における問題点などに留意し、調査項目について再度検討してリストを作成し、調査手法についても検討を行うこととしました。

それと同時に、昨年度のとりまとめでできなかった、生態系の総合的なとりまとめをイメージすることにより、とりまとめに必要な項目を網羅することができると考えられるため、生態系のとりまとめ手法についても本年度検討することとしました。

生態系全体とりまとめについては、過去の調査により自然環境のデータが蓄積されている「千葉市大草谷津」をモデル地として検討していくこととします。

2. 生態系モニタリング調査手法作業検討委員会（以下作業委員会）での検討課題

①生態系のとりまとめに関する検討

過去の調査により蓄積された環境情報を使って、生態系のとりまとめの仮想モデルを構築する。仮想モデル化に必要な情報を抽出し、調査項目リストの作成に反映させる。

②生態系等のモニタリングに必要な調査項目（詳細）リストの作成

生態系のとりまとめの仮想モデルに必要な調査項目を抽出するとともに、それぞれの環境要素（専門分野）における人為的インパクトを含む環境の変化と、それに対する反応を想定し、環境要素の変化の原因と結果を帰結するために必要な調査項目等を、相互の環境要素間でも議論する。

③生態系等のモニタリング調査手法等に関する検討

上記②の項目について把握するのに適する調査手法についてそれぞれの専門分野ごとにとりまとめる。

IV. 検討の手順（案）

○人為的インパクトについての考え方

環境省の実施した「生態系総合モニタリング調査」は、都市化という人為的インパクトが、調査地自体および周辺地域に加わることにより、生態系がどのように変化するか、を把握することを目的とした調査でした。

第4回と第5回の自然環境保全基礎調査の結果については、調査手法や調査体制に多くの問題点があったものの、平成12年度の業務でそれぞれの調査項目ごとの調査結果の比較を試みました。その結果、いくつかの調査結果をつなぎあわせて考えると、生態系の一部の変化の推測ができる場所もありました。例えば、静岡県などでは、重点モニタリング調査地域である日本平のアカマツ林が、管理が行われなくなったために落葉広葉樹林へと変化しつつあることが推測されました。しかしそのような管理の状況についての調査を行わなかったため、生態系の一部である植生の変化の理由については、あくまで推測の域を出ませんでした。このように新たに人為的インパクトが加わらなくても、そこに現在成立している生態系が変化していくことなどは、以前の調査の時にはあまり考慮されていなかったと考えられます。

生態系の構造をとらえる上では、その生態系を維持してきた人間と自然とのかかわり、という意味での人為的インパクトについても、生態系の一つの環境要素として考慮する必要があります。（このような人為的インパクトについて、ここでは仮に、内在的人為インパクトと仮定することにします。）そこで、本年度の検討においては、内在的人為インパクトについても、地元住民へのヒアリングなどを実施することにより、把握したいと考えています。

以下、内在的人為インパクトと、それぞれの地域の特徴的な景観がどのように変化しているかについては、別紙1をご参照下さい。

○生態系等のモニタリングに必要な調査項目（詳細）リストの作成

～各環境要素の切り口からとらえてみる～

昨年度までのとりまとめにおける問題点として、異なる年度の調査結果を比較した際に、明らかに差があったとしても、それが一体どのような原因によるのかがわからないために、十分に考察が加えられないということが挙げられました。

そこで今回の検討では、それぞれの環境要素の現況の概要をまとめ、それに対して関係する環境要素や人為的インパクトが変化した場合、環境要素がどのように変化するかを想定します。それによって、環境要素の変化の原因と結果を帰結することが可能になります。

また、特に環境指標性が高い種などがある程度特定できる環境要素については、その種の増減等に関して、最も影響を与える要因についても考察したいと思います。

ある生物の分類群を例として

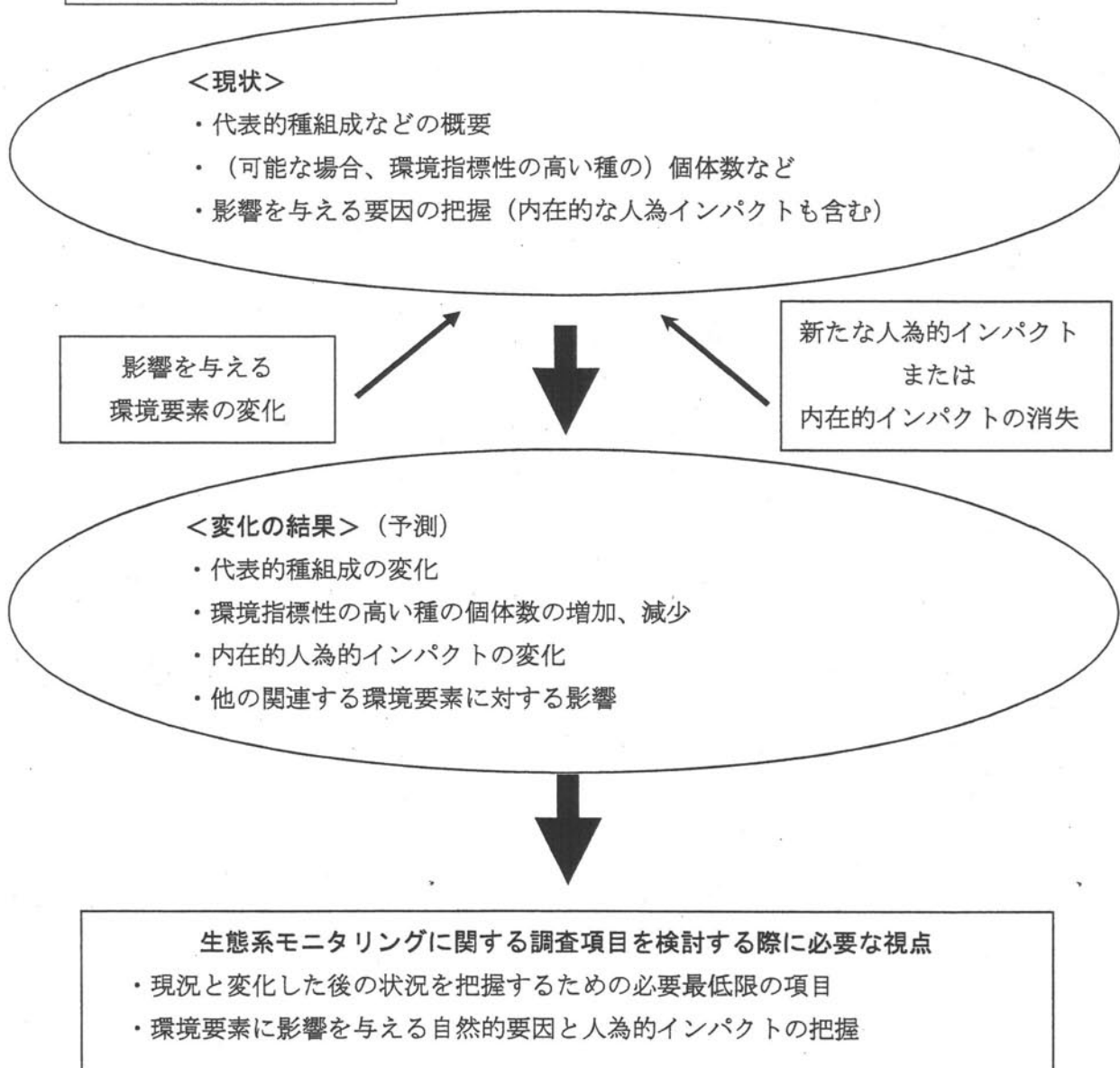


図1 生態系の捉え方についての参考例

V. 今後のスケジュール（案）

作業委員会は3回を予定し、今後12月、2月に行う予定で、概要は以下のように考えています。また、第2回作業委員会までの間に、一度現場を見てもらう機会を11月ごろに予定したいと思います。

○現場視察 11月 候補日

○第2回作業委員会 12月 候補日

- ・それぞれの環境要素（専門分野）に影響を与える他の環境要素のピックアップ
- ・代表的種類組成や潜在的人為インパクトなどの概要の把握（過去の文献データを使って）
- ・影響を与える環境要素が変化した場合の環境要素の変化の予測
- ・変化の原因と結果を帰結するのに必要となる詳細な調査項目の抽出

○第3回作業委員会 2月 候補日

- ・それぞれの環境要素に影響を与える人為的インパクトの総合化とその調査手法の検討
- ・生態系全体のとりまとめ手法に関する検討
- ・それぞれの環境要素における詳細な調査項目を把握するための調査手法の検討

下総台地における開発にともなう谷津の水質の変化

東京大学 大学院 新領域創成科学研究科 環境学専攻 M2

篠村 善徳

第Ⅰ章 はじめに

都市近郊における台地や丘陵地では、人手が加わって形成されてきた特有の二次的な自然が少ない面積ながら残されている。近年は、こうした空間が貴重な生物生息地・レクリエーションの場・伝統的な景観として新たに注目され、保全に向けた意識が高まっている。しかし、周辺の開発が二次的な自然におよぼす影響を科学的に把握した上で、保全策や保全すべき範囲を打ち出す取り組みは、ほとんど行われていない。

そこで本研究では、これまでに研究事例の少ない台地を開析する崖端侵食谷－谷津－の谷頭湧出水に着目し、台地上の水源涵養域が住宅地や畑地に開発されることにより、二次的な自然が残る谷津の水質にどのような変化をおよぼすか検討を加える。さらに、その検討をふまえて、水質面からの保全策や保全すべき範囲を提言する。

第Ⅱ章 調査地域の概観

本研究の調査対象地域は、千葉市の中心市街地より東へ5～10km に位置する下総台地の一部とした。当地は、標高30～40mの下末吉面相当の台地で、地形・地質条件がほぼ一様である。また、台地を樹枝状に開析する谷津では、谷頭部より浅層地下水が湧出する。市街地開発は1960年代から活発におこなわれ、台地上には住宅地が広がっている。また対象地の北部は、依然、森林や畑地を切り開いて新たなニュータウンが建設されており、開発圧が強い地域といえる。

台地上の時間的な土地利用変化を流域単位で追うと、森林から大規模な住宅地へと変化するニュータウン型の変化と、森林や畑地が徐々に住宅地へと変わる農地転用型の変化がある。こうした開発に応じて水質がどう変化してきたか、過去にさかのぼって水質データを得ることはできない。そこで、水源涵養域における土地利用が、森林卓越から開発がおよんだ畑地卓越や住宅地卓越の様々な割合になるように17の採水地点を設定し、現時点における水質の分布を捉えた。

第Ⅲ章 調査方法と測定結果

野外において電気伝導度・pH・水温など基本的な水質項目の測定および採水、実験室において主要化学成分の測定をおこなった。また、現地における採水は、降水による時間的な水質変動を考慮するため、雨天日からの日数を参考に同地点で4回実施した。

17地点の電気伝導度と8主要成分のモル当量の総和とは、直線回帰されたことからデータには信頼がおけることが確かめられた。

測定結果から、本研究対象地における水質は、降雨による時間的な変動よりも、空間的な分布による差異のほうが2.4～9.8倍大きいことがわかった。また、対象地の地質条件が同様であることから、化学組成は土地利用により左右されることが確認できた。

第IV章 土地利用と水質との相関関係の検討

土地利用と8主要化学成分の関係性を明らかにする解析をおこなった。各採水地点の水源涵養域に広がる土地利用面積および割合を算出し、17地点のすべてについて土地利用の割合を変量に主成分分析をおこなった。その結果、主成分1に「住宅地開発度」、主成分2に「畑地開発度」を得た。各採水地点に、2つの主成分の得点をそれぞれ付与し、この得点と8主要化学成分のモル当量とで相関分析をおこなった。4時期の採水回ごとに分析はおこなったが、結果は4時期ともにほぼ同様になった。

本研究対象地の水質は、住宅地開発度と Na^+ Ca^{2+} Mg^{2+} SO_4^{2-} との成分の相関が高く、 HCO_3^- \cdot Mg^{2+} \cdot Ca^{2+} \cdot SO_4^{2-} が増加しやすい。畑地開発度と Na^+ Mg^{2+} Cl^- NO_3^- SO_4^{2-} との成分との相関が高く、 Ca^{2+} \cdot SO_4^{2-} \cdot NO_3^- \cdot Cl^- が増加しやすいという結果を得た。

第V章 考察と結論

SO_4^{2-} \cdot Mg^{2+} \cdot Ca^{2+} については「住宅地開発度」との相関が高く増加もしやすいことから、住宅地の土地利用の影響を強く受けているといえる。同様に、 Mg^{2+} および NO_3^- については「畑地開発度」との相関が高く増加しやすいことから畑地の土地利用の影響を強く受けているといえる。 Na^+ は畑地が卓越した場所で Cl^- との相関が高く、 NaCl というかたちでもたらされたものが、そのまま地下水に溶け込んで湧出していると考えられる。 HCO_3^- は、住宅地という土地利用の影響を比較的受けやすく、 Ca^{2+} とともに炭酸塩として存在しやすいことが考えられる。このように本研究対象地における水質は化学成分によって土地利用の項目や開発の度合いに対する反応が異なることがわかった。こうしたそれぞれの化学成分の特性が、現在の土地利用に対応した空間的な水質の差異を決めている判明した。

これをふまえ、土地利用の空間的な差異を開発の度合いをもとに時間軸に置き換えることで、水源涵養域が森林が卓越した土地利用から住宅地や畑地へ開発されていく場合に予測される谷津の水質の変化を示すことができた（図）。

谷津の水源涵養域が住宅地や畑地へ開発されると様々な化学成分が増加し、結果的に湧水の溶存分量を高めている。この中でもとりわけ、 NO_3^- や SO_4^{2-} は生物に影響を与えやすい。水環境の面から提言すると、涵養域を含めた流域全体での広い保全が必要であり、森林として担保することが望ましい。また、すでに開発がおよんでいる地域では、土水路にして NO_3^- や SO_4^{2-} などの自然浄化を促すなど、水質面での対策が必要である。

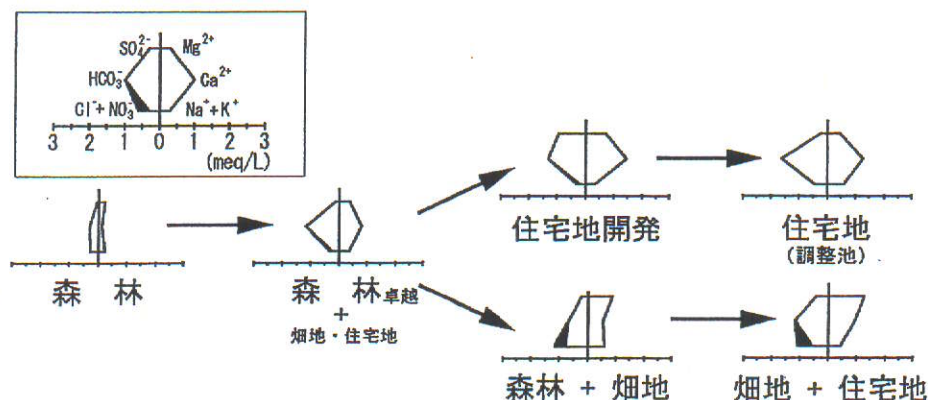
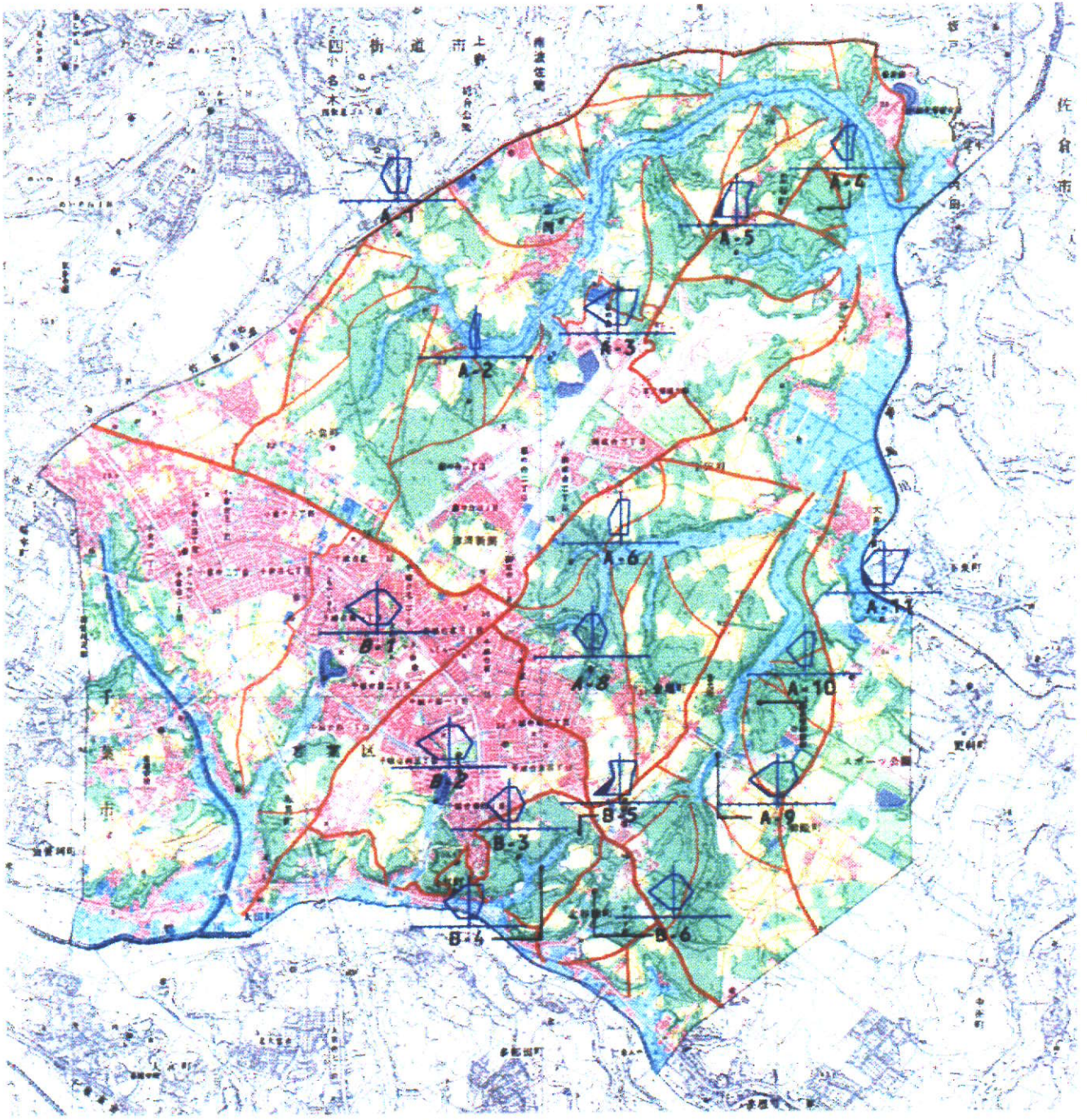
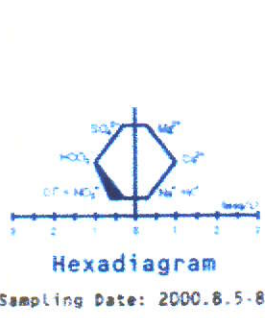


図 開発にともなう水質の変化



Landuse in 1999



Hexadiagram
Sampling Date: 2000.8.5-8.6



- A-1 Sampling Points at Spring
- A-2 Sampling Points at Reservoir Pond

資料 細密数値情報 (10mメッシュ・土地利用) 空中写真 (1999)

図Ⅲ-3 採水地点における水質と土地利用 (1999)

とよだ こうき
豊田 剛己 (専門、土壤微生物学)

東京農工大学大学院生物システム応用科学研究科
循環生産システム学講座

電話 & FAX: 042-388-7915, e-mail: kokit@cc.tuat.ac.jp

・キーワード：土壤、土壤生物、微生物生態、植物病理、生物防除、有機性廃棄物、拮抗菌、植物生育促進微生物、根圏

・主な著書・総説

豊田剛己・木村真人：有機物の土壤病害抑制効果—ダイコン萎黄病菌に対する有機物施用の影響—。農業技術体系土壤施肥編、追録第5号、第5巻、畑98の2-12、農山漁村文化協会編 (1994)

豊田剛己・木村真人：連作障害と土壤環境。農業及び園芸、73(1)、151-157 (1998)

豊田剛己・木村真人：土壤病害とバイオテクノロジー。土と食糧。p.61-63、日本土壤肥料学会編 (1998)

豊田剛己・木村真人：植物と微生物。森崎久雄・大島広行・磯部賢治編「バイオフィルム」—その生成メカニズムと防止のサイエンス—、pp.125-139、サイエンスフォーラム、東京 (1998)

豊田剛己・池田恭子・木村真人：蛍光性 pseudomonads の根面定着因子に関する生態学的アプローチ。土と微生物、52、53-63 (1988)

豊田剛己：土壤中のガンマプロテオバクテリア。土壤微生物研究会編、新・土の微生物 (5)、(1999)

Toyota, K. and Kimura, M.: Autecology of *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* in soil. *Fusarium: Paul E. Nelson Memorial Symposium*, Edited by Brett A. Summerell, John F. Leslie, David Backhouse, Wayne L. Bryden, and Lester W. Burgess, APS Press, (2001)

・今回の生態系モニタリングについてのコメント

土壤微生物の絶対数は比較的安定、中身(構成者)は大きく異なりうる。そうした場合何らかの生態系機能に影響が及ぶ可能性あり。どう評価していくかが課題。

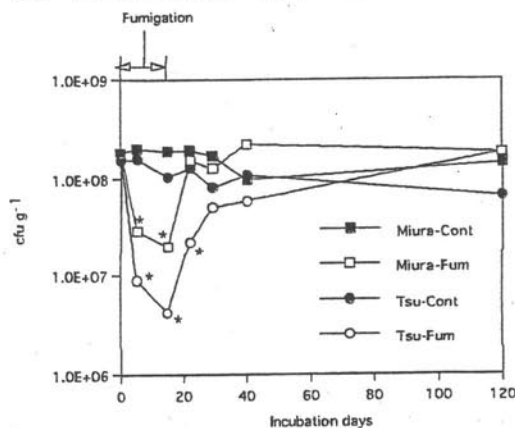


Fig. 1 Effects of fumigation on the numbers of cultural bacteria.

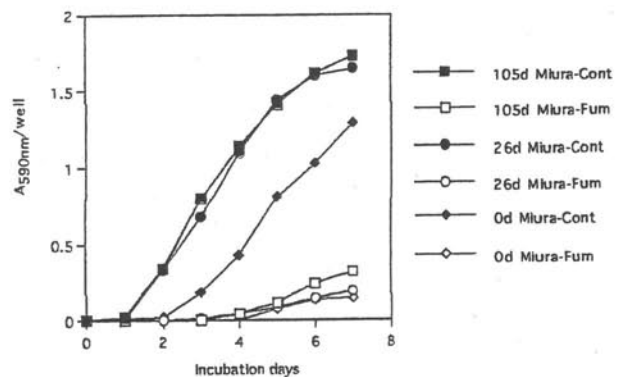


Fig. 2 Average well color development from the mean absorbance for 95 wells of soil microbial community. (one indicator of soil microbial activity)

地域景観と人為的インパクトの関係

1. 地域と人為的インパクトの関係

表1 地域ごとの人為的インパクト

地域	人為的インパクトの特徴
都市域	都市化による土地改変を含む土地利用の変化が大きい。
農村域	都市化による土地利用の変化もあるが、現在では管理放棄などの人為的インパクトの減少が大きな問題（図1参照）。
原生自然域	特に目立つ人為的インパクトはないが、以前は伐採や狩猟などが行われていた。

2. 農村域と都市における人為的インパクトの現状

例①：丹後半島の場合（図2および図3参照）

生活、生業が変化したために、維持されてきた景観が変化し、広葉樹林化が進んだ。

例②：房総半島南部の山間部、大多喜の場合（図4参照）

1880年から1980年の100年間に管理放棄により、草地が減少し、落葉広葉樹林化が進んだ。

例③：東京湾岸を含む千葉東部（図5参照）

居住地が急増して、都市化が生じた。

例④：千葉市の農村周辺大草と都市近郊天戸（図6参照）

農村周辺域である大草では、管理放棄による広葉樹林高木林化が進んだのに対し、都市近郊の天戸では土地改変を含む人為インパクトにより居住地化が進んだ。

3. 地域の景観と人為的インパクトの歴史的な背景と現状

現在のそれぞれの地域における人為的インパクトについては、高度経済成長により増加したのではなく、明治期にはすでに、生活・生業に基づいた人為インパクトが卓越しており、近代の景観が作られた。

現在その人為的インパクトが減少し森林化が進んでいるところが農村域であり、さらにそれが進んで土地改変などが生じているのが都市域といえる。

地域景観と人為的インパクトの関係 (図資料)

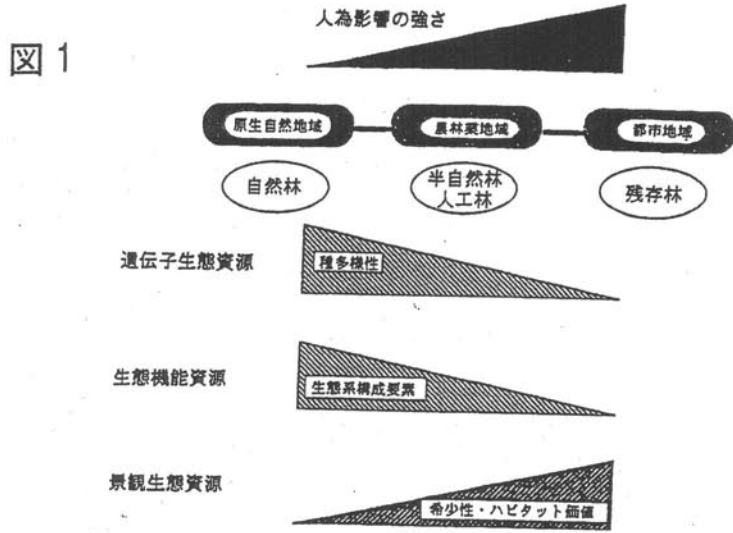


図 2.4 人為影響下での森林生態系の型とその生態資源価値。原生自然地域、農林業地域、都市地域と人為影響が強くなる。それに連れて遺伝子生態資源、生態機能資源、景観生態資源としての価値が変化する。

図 2

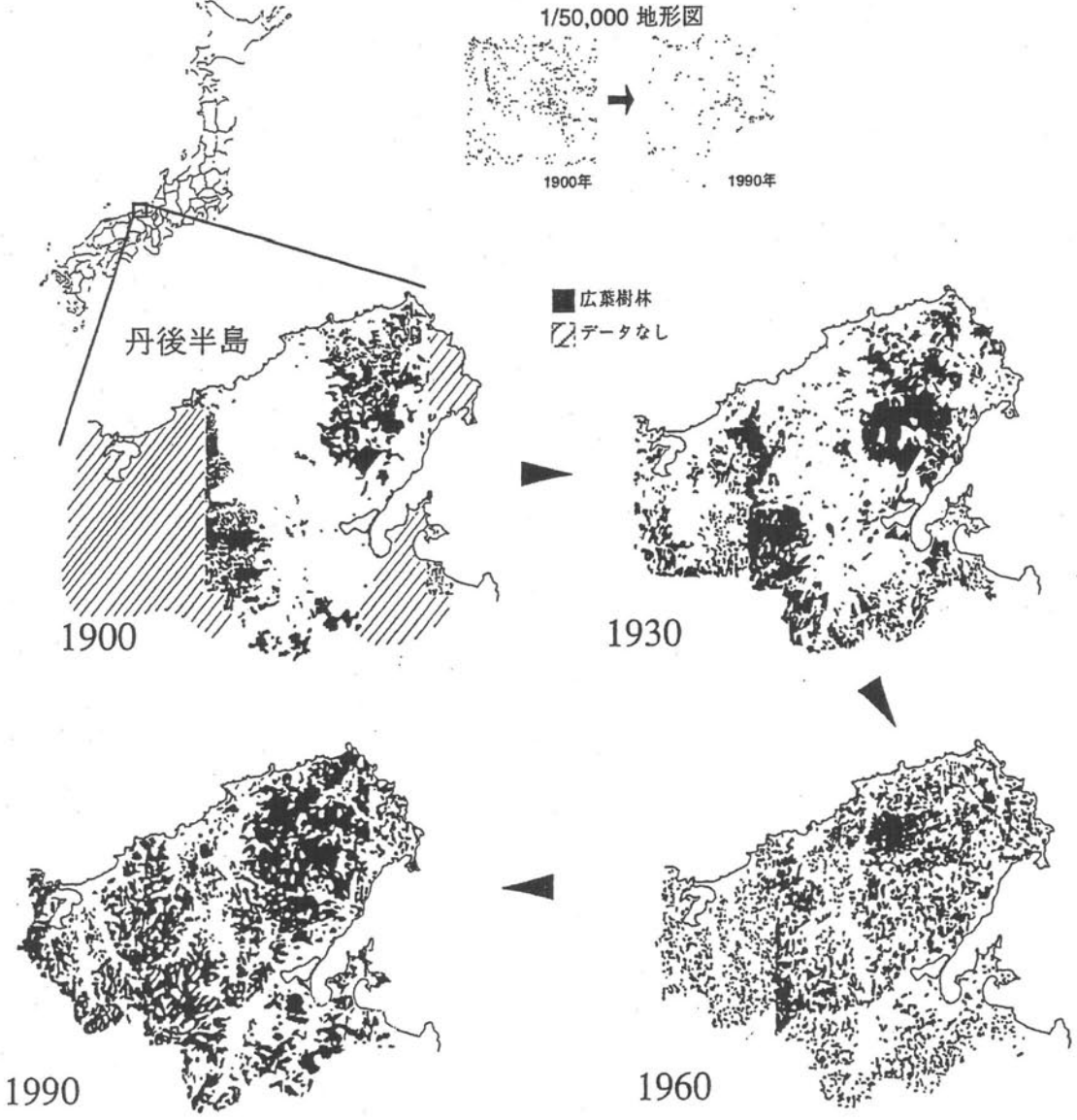
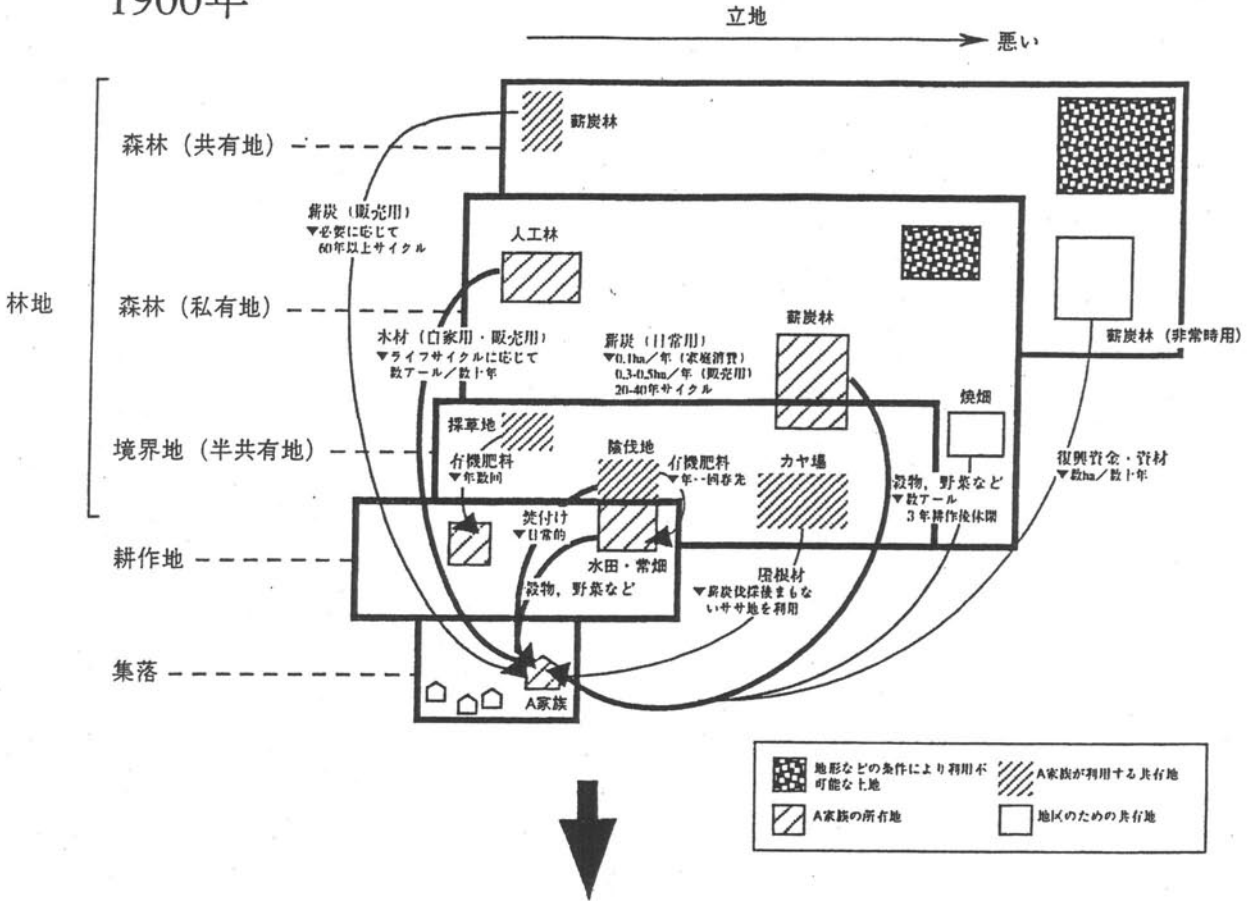


図 1. 丹後半島における広葉樹林の分布の変化

図 3

1900年



2000年

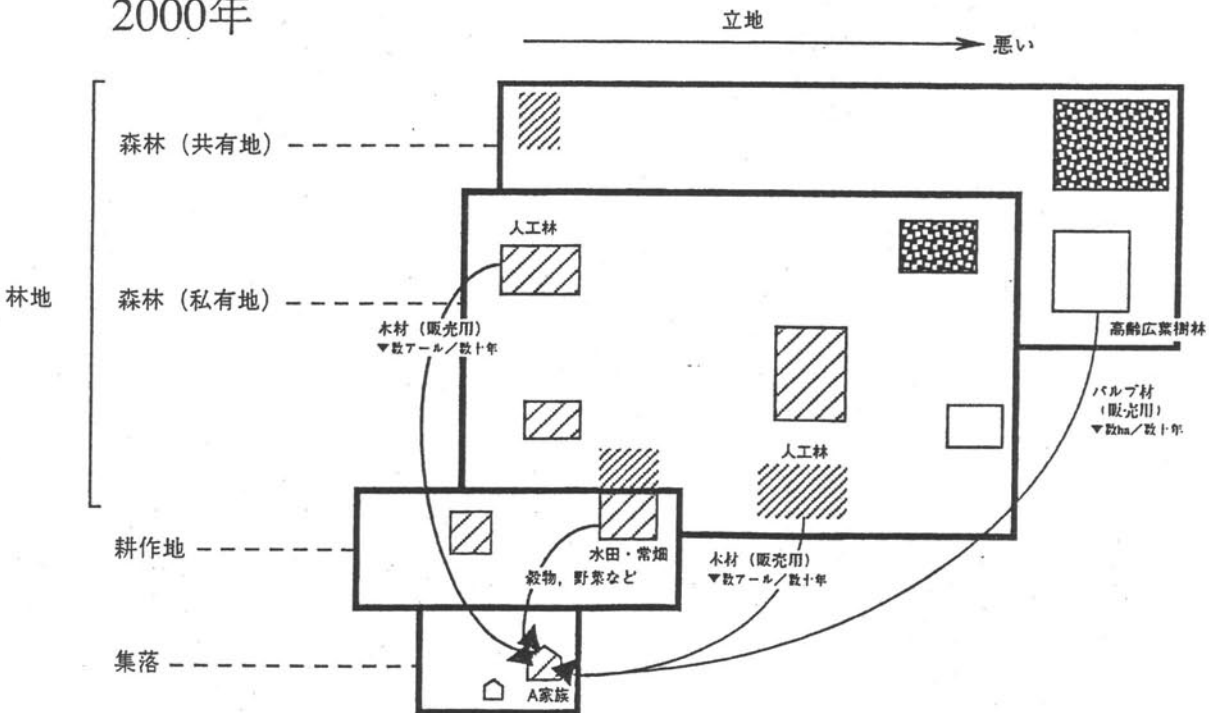


図 2. 上世屋・五十河地区における土地利用スキームの変化

図 4-A

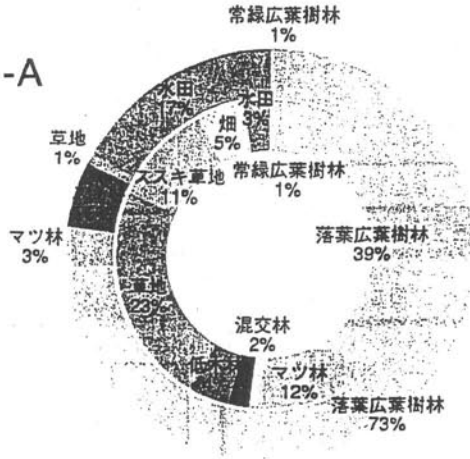


図2-41 大多喜における1880年代 (内側) と 1980年代 (外側) の相対優占度

図 5-A

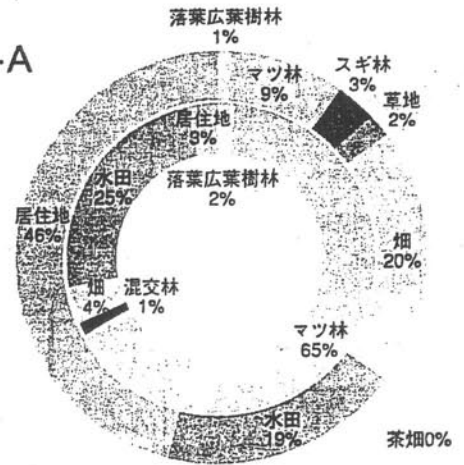


図2-48 千葉東における1880年代 (内側) と 1980年代 (外側) の優占植生

図 4-B

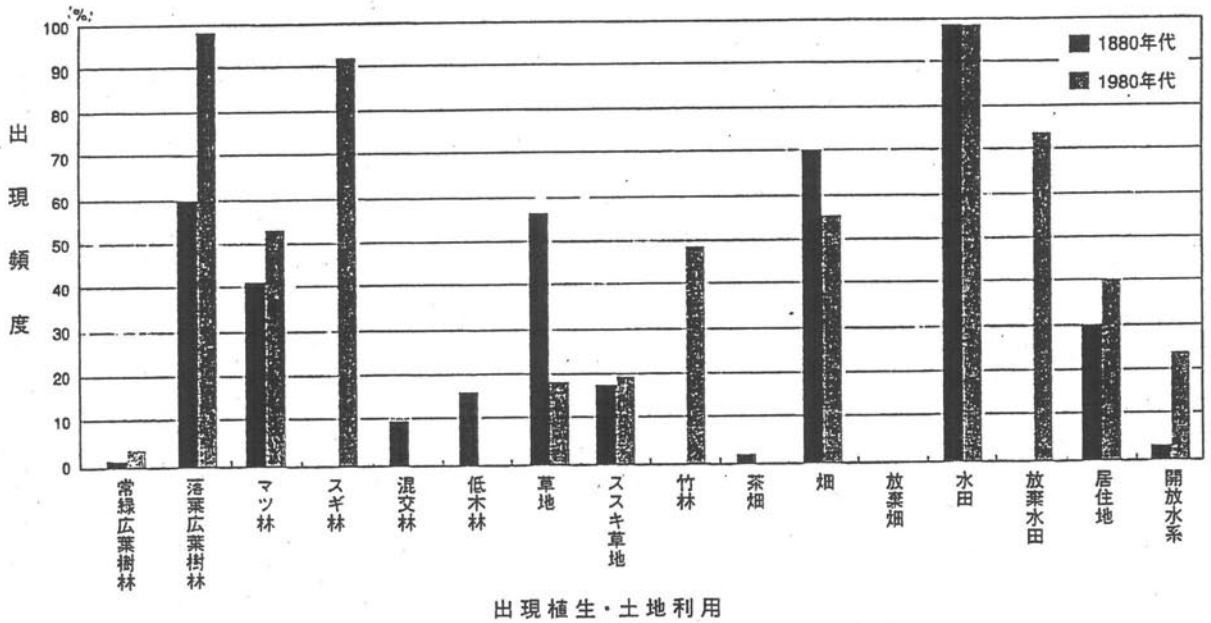


図2-42 大多喜における1880年代と1980年代の出現頻度

図 5-B

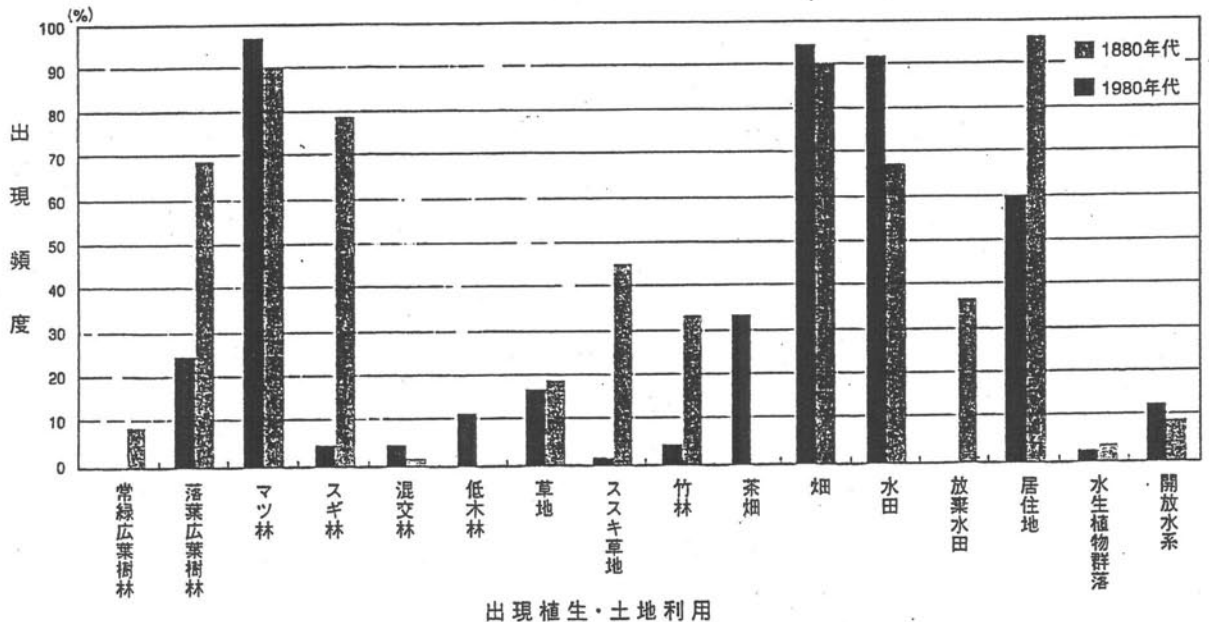


図2-49 千葉東における1880年代と1980年代の各植生の出現率

図 6

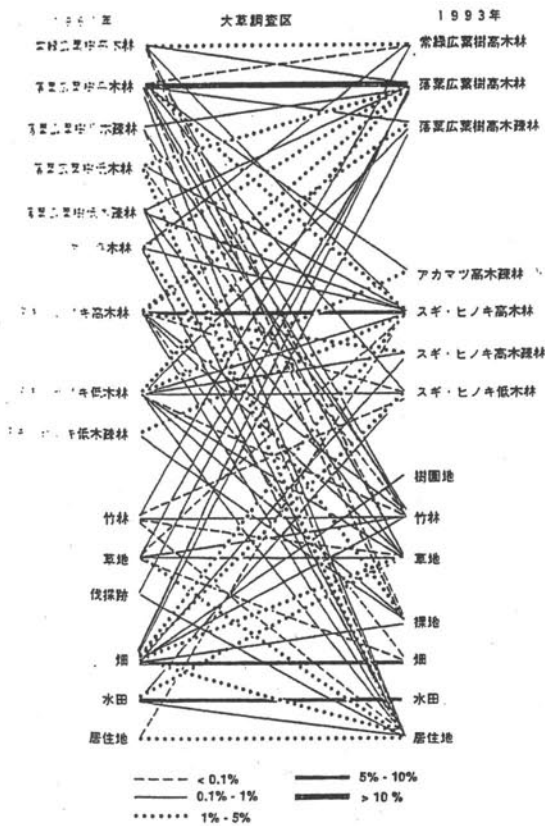


図 4 大草調査区の全面積に対するランドスケープタイプの変化の割合

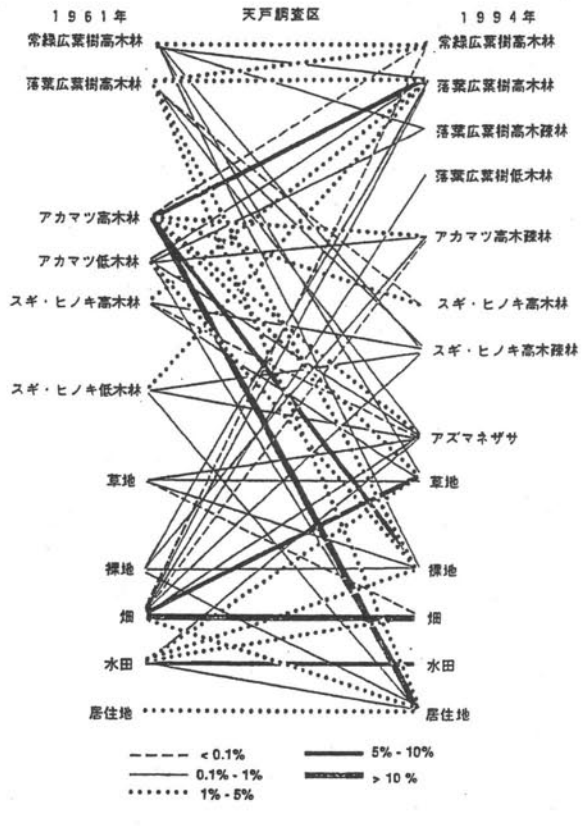


図 5 天戸調査区の全面積に対するランドスケープタイプの変化の割合

図 1 岡田光正ほか編. 環境保全・創出のための生態工学. 丸善株式会社, 東京.

図 2, 3 深町加津江. 2000. 里地における文化とその保全. 国際景観生態学会日本支部会報 5 : 83-88.

図 4, 5 藤原道郎. 2001. 近代までの植生と土地利用. 沼田眞・大沢雅彦編 千葉県自然誌 本編 5 千葉県の植物 2 植生. pp.55-72.

図 6 藤原道郎. 1997. 湾岸都市千葉市のランドスケープ 2 メソ・ミクروسケール. 沼田眞監修 湾岸都市千葉市の生態系と自然保護. pp.207-221.信山社サイテック.

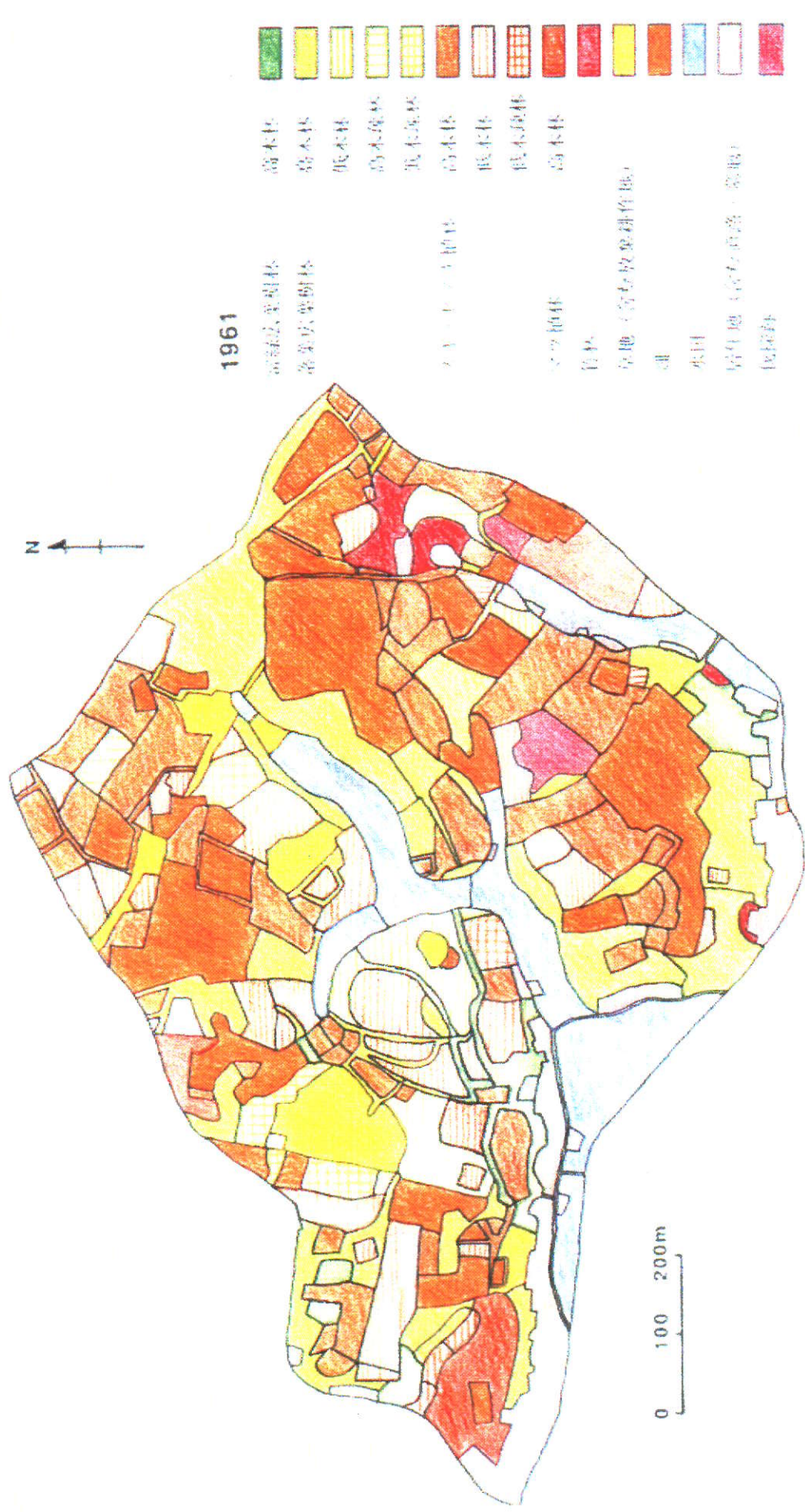


図1. 千葉市大草町の谷川の1961年における相観植生図。

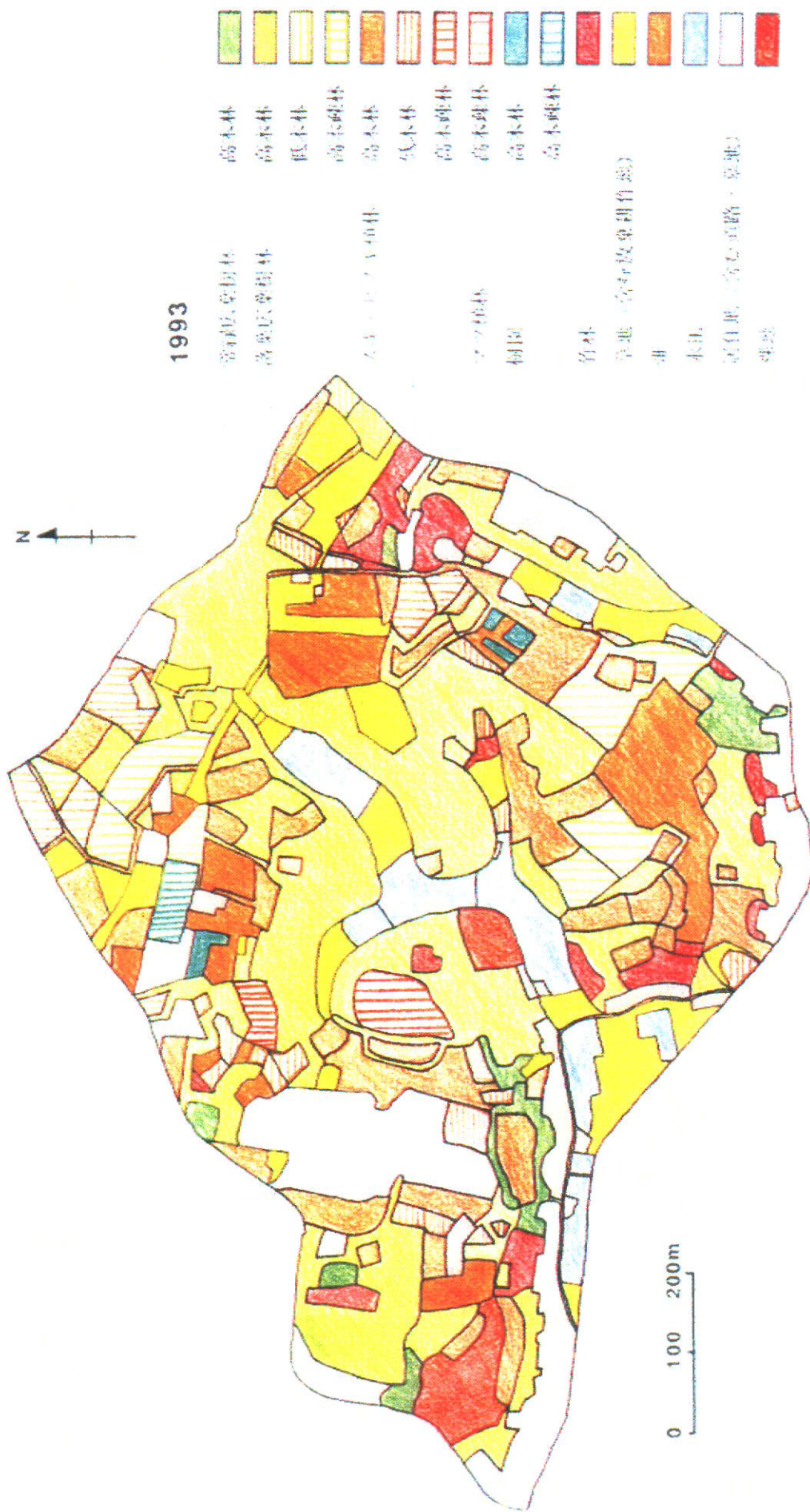


図2. 千葉市大草町の各津の1993年における相観植生図。

生態系モニタリングの方法論とその検討課題

2001.10.4

長谷川雅美

東邦大学理学部生物学科 地理生態学研究室

第4回自然環境保全基礎調査、生態系総合モニタリング調査報告書では、調査方針と調査体制、調査の項目と方法、および調査結果の解析の3項目において、いくつかの重要な指摘がなされている。それらを再度認識することから、生態系総合モニタリング調査の体制を再構築していく。

今回の委員会は、方法確立のための研究的調査の必要性を受けて、千葉市大草谷津をモデル地として、既存の調査資料を基に生態系総合モニタリングの方法論を再検討するものである。

前回の調査で指摘された問題点

- 1, 調査方針と調査体制
 - 1) 調査実施意図の再確認
 - 2) 調査地域の選定
 - 3) 各都道府県調査検討委員会の必要性
 - 4) 方法確立のための研究的調査の必要性
 - 5) 十分な予算措置

- 2, 調査の項目と方法について
 - 1) 景観生態学的手法の検討
 - 2) 地域の生態系を把握するための指標生物調査の実施
 - 3) 酸性雨に関連する調査
 - 4) 水域調査
 - 5) 調査頻度と調査体制

- 3, 調査結果の解析について
 - 1) 地理情報システム（GIS）の活用
 - 2) 各道府県レベルでの調査結果解析について

検討課題

① 1-1 調査のねらい

モニタリング調査は、対象物（事象）の状態を継続して記録し、記録の積み重ねから描き出されるパターンから、近い将来にどんな事態が起きるかを予測（予想）するために行われる。

生態系総合モニタリングにおける対象物（事象）を、都市周辺に存在しさまざまな人為インパクトにさらされ、大小さまざまな面積に分断化された地域生態系と定める。そして、モニタリングによって予測する事態とは、その地域生態系を構成する生物種の動態とする。

（これまでの調査では、無機的環境要因と生物の調査から、生態系の動態を予測しようとしてきた。この場合、無機的要因と生物の調査を行うことは可能であるが、生態系の動態予測は、生態系を調査可能な形で定義していなかったため、ほとんど解析不能であった。今回は、原因と結果の関係を逆転させ、生態系の変化が構成種の動態にどんな影響を及ぼすかを追求することにする。そのために、まず初めに地域生態系の構成種から指標種を選び、その種の動態に影響を与えると考えられる無機・生物的環境要因を選択し、要因間の相互作用を仮説として提示する。そして、そこから予測される指標種の動態と実測値をもとに仮説の検証を行う。すなわち、要因間の相互作用に関する仮説の洗練化である）。

② 2-5 調査頻度と調査体制

上記趣旨からして、モニタリングは可能な限り多くの地域で、長期間行われる必要がある。予算的制約の中でこれを実現するためには、地域住民あるいはNGOが地元の生態系モニタリングを担当し、観測結果を相互に情報交換し、検討を行うネットワーク型の調査体制をとるべきである。

（環境保全への意識の高まりから、日本各地での自主的なモニタリング調査が数多く行われているはずである。そこでどのようなモニタリングが行われて、何が明らかにされているのか、全国の模範となるモニタリングはすでに存在するのかどうか、などの情報を把握すべき時期にきている。地域住民主体の生態系モニタリングネットワークを立ち上げる年度を具体的に設定する必要がある）。

③ 1-2 調査地域の選定、2-4 水域調査、2-1 景観生態学的手法の検討

生態系における鉛直方向での物質循環は、水溶性物質が重力によって流下し、生物が重力に逆らって上流に移動することによって成立している。このことを考慮し、調査地は集水域を単位とする。

集水域は、水源地集水域を最小単位として、河川次数とともに入れ子式の階層構造をとっている。どの階層からいくつずつ調査地域を選定するかは、大変重要な課題である。以下に調査地の選定方法とその利点・欠点を述べるので、今回の調査でどの方法を用いるか議論して決めたい。

1) 同じ次数の集水域から人為インパクトの種類・程度の異なる複数の調査地域を選ぶ。
利点) 比較調査によって、人為インパクトと生物多様性の関係（パターン）を抽出できる。
欠点) 環境要因の相互作用とその連鎖が生物多様性の動態に与える因果関係を特定することが難しい。

2) 異なる次数の集水域を入れ子式に1つずつ選んで調査地とする。

従来の重点調査地域・広域地域の考え方に近いが、より現実のシステムに近づいた調査地設定となっている。

利点) 広域集水域での環境変動が狭域集水域内の生物多様性の動態に与える影響を時系列データから抽出できる。

欠点) サンプルサイズが1つしかないため、得られたパターンの統計的信頼性がない。

- 3) 異なる次数の集水域をそれぞれ複数入れ子式に選んで調査地とする。
 利点) 上記2方法の欠点を補完し、パタンの抽出と因果関係の特定が可能になる。
 欠点) 統計的に有意な結果を得るために作業量が増す。

いずれにしても、調査者が複数の調査地を実地調査し、比較検討することの意義が大変大きいことは、市民による谷津田調査-佐倉の谷津田は生き物の宝庫-（さくら・人と自然をつなぐ仲間、2001）に明確に述べられている。

④ 2-2 地域の生態系を把握するための指標生物の実用的選定

調査対象地域の基礎的な生物調査がほぼ完了していることが前提となる。種リストに掲載されている種から、次に述べる無機的要因や人為インパクトによって影響を受けると予想される種を選ぶものとする。種の生物学的属性として、1) 食物連鎖における位置、2) 絶滅の危険性、3) 地域の固有性を考慮し、次のマトリックスを完成させる。

種の選定には、少ない調査者が季節を効果的に使って調査できるように、調査に適した発育段階と時期を十分考慮する。

種名	ニホンアカガエル
環境要因（景観レベル）	水田の乾田化（圃場整備）
環境要因（物理的要因）	土壌の乾燥・高温化
環境要因（生物間相互作用）	不明
食物連鎖上の位置	中型の昆虫食者
絶滅の危険性（生活史特性を考慮）	高い（変動する卵生残率、高い個体群回転率）
地域固有性	低い
個体数を数える発育段階	卵塊
調査時期	2-3月

生態系における生産者の地位を占める植物に関しては、絶滅の危険性と地域固有性を考慮することで特定の種を選び、その生育個体数を調査することになる。一方、その他の植物については一括して群落として取り扱い、景観構成要素を立地単位として遷移行列の算出が可能なデータをとる。

⑤ 生態系の操作的定義

人為的環境変化が環境の物理化学的環境を変化させ、それが生態系構成種の生物多様性に及ぼす影響の過程とその集合とする。

⑥ 考慮すべき環境要因

生物個体の生存を左右する生理学的機構とそれに影響を与える物理化学的要因としては、温度、水質（溶存酸素濃度、BOD、電気伝導度、pHなど）、環境ホルモンなどがあげられる。

個体群の存続可能性に影響を与える環境要因としては、集水域の面積、移動を阻害する障壁（交通量の激しい舗装道路など）に囲まれた生息地の面積、生息地相互の距離、生息地内の景観構成要素の種類構成などがあげられる。

⑦ 環境要因間の相互作用

景観レベルからスケールダウンしていった、広域景観レベルでの人為的インパクトが低位レベルの物理的要因にトップダウンに影響する過程と、低位の景観レベルでの人為インパクトが上位階層へボトムアップ的に影響する過程を想定する。具体例をいくつかあげる。

トップダウン的影響

集水域面積の人為的分断——生物生息地面積の減少——食物連鎖上位種の消失
集水域内土地被覆の変化—地下浸透水量の減少—河川基底水量の減少（美濃和 2001）

ボトムアップ（？）的影響

集水域内土地被覆の変化—蒸発散量の減少—乾燥化の進行—気温上昇——ヒートアイランド
汚水負荷——湧水の水質——集水域河川の水質

⑧ 影響評価の考え方

想定された環境要因の変化によって、地域生態系を把握するための指標生物の動態と絶滅確率を推定する。

1) 生息環境の面的喪失

喪失面積に比例して個体数が減少する。標準的な生息地における生息密度が求められれば、生息地断片内の総個体数が推定できる。

2) 生息環境構成要素の喪失による生息環境の悪化

悪化の程度に比例して生息密度が減少する。生息地の面的喪失と組み合わせることによって生息個体数をより正確に推定できる。

3) 環境変動と個体群のゆらぎによる絶滅は考慮しない

4) 生物間相互作用による生態系の崩壊は考慮せず、環境要因の変化が生態系構成種に対して独立に作用するものと仮定する。もし、食物連鎖の上位種、例えばオオタカが生息地の面積および環境条件（例として森林面積率）が十分存在するにもかかわらず、その生息が確認されない場合には、オオタカの生息には直接影響しない環境要因がその餌生物の生息数に与える影響を通じて間接的にオオタカに影響を及ぼしたと考えることができる。

⑨ 調査結果の解析手法

GIS等の解析ツールを活用していくのはもちろんであるが、調査手法の解説、統計解析の指導、生態系構成種の生物学的特性に関するデータベースなどをHPを通じて公開し、地域住民によるモニタリング調査の利便性を向上させるためのサービスが必要となる。

1-2. 第1回作業委員会議事録

日時：平成13年10月4日 10:00～12:00

場所：(財)日本自然保護協会 会議室

出席 (50音順、敬称略、以下同様とする。)：青木、槐、篠村、豊田、長谷川、藤原

欠席：北澤、倉西

NACS-J：廣瀬、開発、小川

<議事内容> (以下、議論した内容について要約)

I あいさつ (事務局開発より)

挨拶として、生態系総合モニタリング業務の大枠の経緯等を説明。

II 各委員の紹介 =省略=

III 生態系モニタリング調査手法の検討について

1. 経緯と目的 (事務局廣瀬より説明)

- ・「生態系総合モニタリング調査」は第4回基礎調査と第5回基礎調査の一環として、全国5カ所で行われた。この調査の第1の目的は、人為的インパクトにより生態系がどのように変化するかを捉えることであった。
- ・そのとりまとめとして、それぞれの項目の調査結果を比較したところ、特に現地調査を行った重点モニタリング地域の自然環境に関する調査では、2回の調査で調査時期の差、調査地点のずれ、調査の体制自体の問題などがあったことがわかった。そのため調査結果には明らかに差があったが、その原因については考察できなかった。
- ・これらの結果を報告した平成13年度自然環境保全基礎調査検討会 生態系総合モニタリング分科会では、検討委員より根本的にやり方を考え直すべきという提言が出た。それを受け、今年度は過去の調査での問題点を踏まえ、今後より効果的なモニタリング調査を実施するために、調査手法や調査項目について改めて検討することとなった。
- ・以前のとりまとめではできなかった生態系の総合的な考察についても、過去の調査データの蓄積されている、千葉市大草をモデル地として検討する。

2. 生態系モニタリング調査手法作業検討委員会での検討課題 (事務局廣瀬より提案)

- ①生態系のとりまとめに関する検討
- ②生態系等のモニタリングに必要な調査項目 (詳細) リストの作成
- ③生態系等のモニタリング調査手法等に関する検討

IV 検討の手順

1. 人為的インパクトについての考え方

(事務局廣瀬より説明)

- ・過去の生態系総合モニタリング調査では、人為的インパクトのうちでも特に都市化に注目した。

そのため調査対象地域を、都市近郊という人間の生活圏に近い場所に設定した。元来そのような場所では、都市化という新たに加わる人為的インパクトのみでなく、過去にも継続的にその場所に存在した人為的なインパクトがあるはずである。

- 例えば過去の静岡県調査では、植生調査の結果から、アカマツ植林の管理が行われなくなり、アカマツ林が荒廃して照葉樹林に遷移しつつあることがわかった。しかしその場所で、どのような管理がいつ頃まで行われたのかという人為的インパクトのデータがなかったため、管理が行われなくなった影響について十分な考察ができなかった。このように、継続的に行われていた管理がなくなることによる生態系の変化も重要である。
- 今回モデル地とした大草谷津も農村地域なので、農耕における管理の状況や土地利用の変化などにより、その地域の生態系へ影響を与えることが予想される。
- 今回の検討では、生態系を捉える上で人為的インパクトをキーワードとしたい。また新たに加わる都市化の影響だけでなく、以前からの管理などのインパクトが消失する影響についても着目したい。

(藤原委員より、人為的インパクトの捉え方についての解説(別紙1および図面参照))

- 人為的インパクトは、都市化という土地改変を伴う人為的インパクトと、人が生きていくための生活、生業を行うための人為的インパクトの、大きく2つに分けられる。
- 地域を大きく都市域と農村域と原生自然域の3つに分けると、それぞれで人為的インパクトには特徴がある。都市域の人為的インパクトは、都市化による土地改変を含む土地利用の変化が大きい。一方農村域では、都市化による影響とともに、以前から行われていた農村の管理が放棄され、放棄水田、放棄畑ができ、森林が荒廃するといった、生活生業のインパクトが消失する影響もある。更に原生自然域では、かつては生活生業のインパクトとして、その地域の自然環境を維持できる範囲での利用があったが、それも減少している。都市域、農村域、原生自然域のそれぞれで、人間を含めた人為的インパクト、特に生活生業のインパクトの消失の影響も捉えたい。
- 例えば丹後半島では、人間が管理しない森林の遷移が進み、広葉樹林化が進んだ(図2)。よく森林面積が減少したと言われるが、実際には生業生活の変化により管理が放棄され、広葉樹林化が進んだ。刈り取りが行われなくなり、草地的植生も大きく減少した(図4-A)。
- これらの変化の原因である生業生活の変化を図3に示した。1900年ごろは、耕作地から穀物などを採り入れ、耕作地の外側の採草地から有機肥料を採っていた。その外側の私有地では木材生産用の人工林、薪炭林、焼き畑の他、地形的に利用できない所もあった。そして一番外側の共有地では、災害が起こった時などに共同で伐採する非常用の薪炭林などがあつた。このように、細かなモザイク状の土地利用がなされ、伐採や下草刈りなど多様な管理が行われ、生活生業のインパクトが存在していた。一方2000年には、生活生業のインパクトがほとんどなくなった。これが広葉樹林化や草地の減少の原因である。
- 過去の植生調査では広葉樹林化という事実がおさえられたが、その理由はおさえられなかった。2000年時点で既に管理放棄がかなり進んでいたため、今後の人為的インパクトの状況を調べるだけでは原因は出てこない。そこで、過去に遡って原因を調べることも必要である。
- 一方では農村域では、従来の都市化のインパクトもある。千葉東における状況を示す図5-Aを見ると、1880年には65%を占めたマツ林が大きく減少し、居住地が大きく増加した。このように場所により人為的インパクトの種類が異なる。このような人為的インパクトの差や景観構造の違いは、千葉市内といった狭い地域内でも現れている。

<主な質疑応答の内容>

- ◆今ある植生は、都市化を進める方向と進めない方向のバランスで、ある程度は説明できる。しかしそれは都市と農村だからということではなく、農村では都市化の影響と生活生業の影響の両方がある。地域の個々のパッチの変化や、その境界の変化があり、それを全体で捉えるのは難しい。
- ◆過去の生態系総合モニタリング調査の中では、人為的インパクトは新たに加わるものという捉え方をしていたようである。人為的インパクトは植生図や土地利用図といった図面で把握し、土地の管理状況などの細かなインパクトについては全く調査しなかった。
- ◆過去の調査をとりまとめた結果、周辺の都市化の影響よりも、調査地域内の人為的インパクトの影響が大きいように思われた。
- ◆過去の調査を開始する当時は、緊急の問題として都市化の影響だけを捉えていた。また県へ委託したため、調査結果を図面として提出するのみにとどまった。それ以降の解析については、時間や予算、業務体制によって進められなかったため、調査体制自体も問題である、という提案につながった。

2. 生態系等のモニタリングに必要な調査項目リストの作成（事務局廣瀬より説明）

- ・生態系のモニタリング手法については、この検討によりまとめた調査項目や手法を用い、最終的には一般の自然愛好家などが利用できる形にしたい。そのため、生態系を捉える場合、どういう切り口で調査するかを、わかりやすくまとめたい。
- ・過去の調査では、調査結果を比較しても環境の変化についての考察ができなかったため、今回の検討では、人為的インパクトが変化した場合、それぞれの環境要素がどう変化するかを想定し、原因と結果の帰結をしたい。
- ・種組成や環境指標性の高い種などがある程度わかっている分類群と、土壌動物のような種の名前すら分からないような分類群とは大きな差があり、水質や土壌などの無機質な要素も、また少し考え方に差がある。このようなことも含めて、生態系の捉え方について議論したい。

3. 生態系のとりまとめ手法について（長谷川委員より、資料説明（4枚+参考資料））

- ・生態系の捉え方の1つのモデルとして、都市周辺の田園地帯で、人間が行う行為が生態系の構成種に与える影響をモニタリングする、という考えを軸として提案した。
- ・前回の調査で指摘された重要な問題点として、調査方針と調査体制について5項目、調査の項目と方法について5項目、それから調査結果の解析について2項目挙げた。この中から重要なものをピックアップして再構成したものが、検討課題の①～⑨である（以下資料に沿って説明）。
- ・環境省の検討委員会で提言することを想定して項目立てをした。この提案が受け入れられれば、インパクトと、環境要因と、それにより影響を受ける生物の3つに作業を分担し、中身を詰めた。

<主な質疑応答の内容>

- ◆今回の検討では、千葉県の大草谷津をモデル地とし、過去の調査データを使って検討を進める。将来的にはここで検討した手法を全国各地で利用できるようにする。
- ◆植物は基本的には基盤として捉え、その地域の希少種については影響を受ける側と考えれば良い。ただし基盤としても植生自体も変化している。群落を構成する個々の種を全てピックアップする必要はないが、群落全体としての変化は捉える必要がある。捉える視点としては寿命の問題が大きく、例えば樹木の場合、人為的インパクトによる樹高や樹齢の構成の変化を捉えるべきである。

- ◆哺乳類、鳥類、両生類・爬虫類、昆虫類は、指標生物の実用的想定を行う。水質、土壤動物、植生などは、基盤として捉えることとしたい。
- ◆場所により影響を与える環境要因が異なるため、水以外の環境要因についてもより考慮する必要がある。例えば、過去の埼玉の調査などでは、下草に対する日照の影響などが大きく現れた。
- ◆土壤の性質については、2年～10年程度の調査スパンでは、ほとんど影響が出ない。あえて調査する場合は、土壤の色の記録をすべきである。色が黒っぽいほど有機物の含量が多いため、多様なストレスに対する緩衝力が強い。同じインパクトに対して、黒っぽい土は影響が出にくく、赤っぽい土は影響が出やすいだろう。土壤の機能面については、農薬の大量散布があれば、その影響により土壤の機能が変わるだろうが、それもしばらくすれば回復する。このように調査は非常に難しい。
- ◆調査対象によってどれくらいの頻度で調査するかが異なり、そのことは非常に重要。
- ◆過去の調査のように調査を委託するやり方では継続性が保証されず、知識も継承されない。予算の制限があるとしても委託ではなく、研究助成金のような形で、地元の市民が地元の自然を監視することにつなげたい。
- ◆生態系の中には、よく分かっている部分と分からない部分があり、全てをやるのは困難である。最終的に一般市民に調査に参加してもらうことを考えると、高価な機械を使う手法や同定が難しいものは含められず、そこにこの調査の限界がある。
- ◆市民が検討結果を利用することを考慮すると、調査手法の簡便化が重要である。また、このデータを元に環境の予測を行った場合、その後一体どうすべきなのかについては価値判断の問題がある。直接地域の人々に動機付けするものになれば良いが。
- ◆既に一般市民がこのような形で調査を実践している例があるので、それを洗練化していきたい。毎年調査を行ううちに、生態系の内部での相互関係を説明できるようになり、手法が洗練されるだろう。
- ◆最終的に生態系を把握する際に、予測し、影響評価を行うものと、基盤として捉えるものと、影響を与える原因、の3つに分けて捉え方を変える。それにより、現場で生物調査、環境要因の調査、人為的インパクト調査をそれぞれ1人が担当して、3人で調査を行うことができる。さらにその調査結果について、お互いにディスカッションすれば、ある程度の検討ができる。
- ◆物理・化学的環境要因は人為的インパクトのみに影響を受けるが、生物は、人為的インパクトと物理・化学的環境要因の両方の影響を受けることとする。現場での調査の限界を考慮し、生物の動態が物理・化学的環境要因に与える影響や、生物同士の相互作用などについては考慮しない。
- ◆人為的インパクト一つが物理・化学的要因に与える影響は膨大であり、その膨大な要因が相互間に絡みあい、それがさらに生物にも影響している。しかしそれを今後きちんとリストアップし、最終的にどの要因を実際問題として見るべきなのかを選別していくべきである。
- ◆生態系に遊びの部分があることも重要。何か一つの要因が変化した場合、全てがすぐに影響として現れるわけではない。生態系に可変性があり、「変化が無いから、成果がない」ということではない。
- ◆それぞれの委員の役割は、①人為的インパクトが藤原委員、②物理・化学的環境要因が篠村委員、豊田委員、北澤委員、③生物の動態が北澤委員、青木委員、長谷川委員、槐委員、倉西委員とする。

[今後の予定]

現場視察…11月前半を想定するが、日程は後日調整

- ・ 2回目～今回の議論をふまえた調査項目の抽出
- ・ 3回目～調査手法の検討

2-1. 第2回作業委員会資料

第2回 生態系モニタリング調査手法検討作業委員会 次第

2001/12/17

(財) 日本自然保護協会

日時：平成13年12月17日 13:00～19:00

場所：食糧会館 別A会議室

出席委員：専門分野、所属（五十音順、敬称略）

- | | | |
|---------|----------|------------------------|
| ○青木 雄司 | 哺乳類、鳥類 | 神奈川県立宮ヶ瀬ビジターセンター |
| ○槐 真史 | 昆虫類 | 厚木市郷土資料館 |
| ○北澤 哲弥 | 植生および植物相 | 東京大学大学院新領域創成学研究科 環境学専攻 |
| ○倉西 良一 | 底生動物 | 千葉県立中央博物館 |
| ○篠村 善徳 | 水質 | 東京大学大学院新領域創成学研究科 環境学専攻 |
| ○豊田 剛己 | 土壌、土壌動物 | 東京農工大学大学院生物システム応用化学研究科 |
| ○長谷川 雅美 | 生態系 | 東邦大学理学部助教授 |
| ○藤原 道郎 | 人為的インパクト | 千葉県立中央博物館 |

環境省：生物多様性センター センター長 笹岡 達男

生物多様性センター 調査科 曾我部 倫子

生物多様性センター 技術専門員 辻 華欧利

事務局：NACS-J 廣瀬 光子 保護・研究部 研究担当研究員

NACS-J 開発 法子 保護・研究部 研究担当専門部長

NACS-J 小川 有紀子 保護・研究部 臨時職員

オブザーバー：谷川 正樹：東邦大学

小川 絢子：東邦大学

山岸 健：東邦大学

- 13:00～13:10 I あいさつ
- 13:10～17:45 II 生態系モニタリング調査内容の検討について
- 13:10～13:45 1. 人為的インパクトの図面作成について<藤原委員>
- 13:45～14:20 2. 水環境の調査内容について<篠村委員>
- 14:20～14:55 3. 植物および植生の調査内容について<北澤委員>
- 14:55～15:10 =休憩=
- 15:10～15:45 4. 哺乳類、鳥類の調査内容について<青木委員>
- 15:45～16:20 5. 両生類、爬虫類の調査内容について<長谷川委員>
- 16:20～16:55 6. 昆虫類の調査内容について<槐委員>
- 16:55～17:30 7. 底生動物の調査内容について<倉西委員>
- 17:30～17:45 =総合討論=
- 17:45～18:00 III 次回作業委員会での検討内容について
- 18:00～19:00 夕食および歓談

大草谷津に関する人為インパクト

項目	内容	形状	調査方法	明示方法
土地の分断	1) 舗装道路による分断 周囲を2車線の舗装道路で完全に取り囲まれる	線的	空中写真	人為インパクト図
	2) 交通量の増加による分断の促進	線	現地調査	人為インパクト線
	3) その他			
人工的な生物の生息地の改変	1) 耕作放棄水田の埋め立て	面	複数年代の空中写真	人為インパクト図
	2) 宅地造成	面	複数年代の空中写真	人為インパクト図
	3) その他			
人工的な生物の移動経路の改変	1) 農道のアスファルト舗装	線	現地調査	人為インパクト線
	2) フェンス, 柵などの設置	線	現地調査	人為インパクト線
	3) 水路の段差の有無	線	現地調査	人為インパクト線
	4) その他			
植生への干渉	1) 高木伐採有無とその間隔, 停止してからからの時間	面	複数年代の空中写真	人為インパクト図
	2) 低木伐採の有無とその間隔, 停止してからからの時間	面	現地調査	人為インパクト図
	3) 下草刈りの有無とその間隔, 停止してからからの時間	面	現地調査	人為インパクト図
	4) 落葉かきの有無とその間隔, 停止してからからの時間	面	現地調査	人為インパクト図
	5) 強度の人の立入り, 踏み跡の有無	面/線	現地調査	人為インパクト図

- 6) 斜面崩壊防止のための斜面林伐採と法面をコンクリートで固める
- 7) 畦畔草地の刈り取りの有無とその間隔、停止してからの時間
- 8) その他

水田への干渉

- 1) 水田の耕作放棄、停止してからの時間
- 2) 刈取り後の耕起、不耕起
- 3) 刈取り後の水の有無
- 4) その他

水田以外の農耕地への干渉

- 1) 畑の耕作放棄、停止してからの時間
- 2) 果樹園の管理放棄、停止してからの時間
- 3) その他の農耕地の管理放棄、停止してからの時間
- 4) その他

水循環

- 1) 水路の3面コンクリート護岸化(U字溝の埋設)
- 2) 土水路管理の放棄
- 3) 水位の季節変動
- 4) その他

栄養塩循環・薬品の影響

- 1) 肥料散布
- 2) 農薬散布
- 3) その他

面/線	複数年代の空中写真/現地調査	人為インパクト図
線	現地調査	人為インパクト線
面	複数年代の空中写真	人為インパクト図
面	現地調査	人為インパクト図
面	現地調査	人為インパクト図
面	複数年代の空中写真/現地調査	人為インパクト図
面	現地調査	人為インパクト図
面	現地調査	人為インパクト図
線	現地調査	人為インパクト線
線/面	現地調査	人為インパクト線
面/線	現地調査	人為インパクト図
面	聞き取り調査	人為インパクト図
面	聞き取り調査	人為インパクト図

生態系モニタリング調査段取り

1. 複数年代の空中写真をもとにした複数年代の相観植生図作成 (樹高2段階：高木, 低木, うっぺい率2段階：疎, 密)
2. 人為インパクトのリストアップ
3. 1.の相観植生図をもとに現地調査を加え, 人為インパクト図作成 (面情報, 線情報, 点情報)
4. 聞き取りなどをとて人為インパクト情報を図面に追加
5. 変化した人為インパクトの影響度を予測し, 重点調査地点, 項目の選定
6. 指標種のリストアップ?
7. 物理化学的調査
8. 生物相調査または指標種調査
9. 関係解析

成果品

相観植生図

人為インパクト図 (面情報), 人為インパクト図 (線, 点情報), 人為インパクトリスト

ハビタットごとの生物相リスト

物理化学的データ

人為インパクトと生態系変化の結果報告

2001/12/17

第2回 生態系モニタリング調査手法検討作業委員会 資料 —水 質—

東京大学 大学院 新領域創成科学研究科 環境学専攻 篠村 善徳

ここでは千葉市大草を含めた一般的な里地地域において予測される人為的なインパクトをあげ、それに対する水質・水量などの水環境の変化について紹介する。

水は降雨→浸透(水源涵養)→湧出→流出(水路)→蒸発という一連の循環系である。それぞれの水の状態に人為インパクトが働いた場合の、水の応答をしめす。

【水源涵養域： 降雨→浸透→湧出】

★人為インパクト

1. 森林伐採

2. 土地利用変化(住宅地や畑地への開発)

★予測される変化

1. 森林伐採

○水質の変化(塚本, 1992)

→図1・図2

- ・ 土壌温度の上昇→有機物の分解促進→土壌溶液中の硝酸態窒素の増加→土壌溶液中の陽イオンの増加→湧出水の元素濃度の増加
 - ・ 蒸散量および養分養分吸収量の減少→湧出水量の増加による湧水の流出元素量の増加
 - ・ 樹木による吸収の停止
- ※除間伐や枝打ち等の影響は軽微である。

○土壌の変化

→図2・図3

- ・ 特に A₁ 層において、有機物の分解過程が進み、有機物量が減少する → A 層では全炭素量が伐採前の 78%、全窒素が 84%に減少した(小林, 1982)。
 - ・ 有機物量の減少と、伐採、搬出時の土壌の圧密によって透水性が 57%に減少した(小林, 1982)。
- 地形条件によっては表層土壌の浸食が起きる可能性あり。

○水量の変化

- ・ 広葉樹を伐倒し、そのまま放置した場合、伐倒初年度より流出量が増加する。その後、下草の成長による蒸散と地面蒸発が増加して、流出量は指数関数的に減少するが、20年以上も流出量増加傾向は継続する(W.T.Swankら, 1988)。 →図4
- ・ 森林伐採による流出増加量は広葉樹より針葉樹の方が多し。針葉樹の方が実蒸発散が大きい(ため)(Bosch & Hewlett, 1982)。 →図5
- ・ 1回の降雨における流出量は、降雨強度、土壌の含水量、土壌の浸透強度特性などに規定される。 →表1・図6

2. 土地利用変化(住宅地や畑地への開発)

○水質の変化

- ・ 篠村(2001)において、千葉市郊外(大草を含む)の谷津における湧水の水質とその水源涵養域の土地利用との相関を考察したところ、以下のような結果を得た。 →図7
 - ・ SO_4^{2-} ・ Mg^{2+} ・ Ca^{2+} については、住宅地開発の影響を受けやすい。
 - ・ Mg^{2+} および NO_3^- については、畑地開発の影響を受けやすい。
- ・ 畑地における野菜や果樹への窒素肥料の施肥や家畜の尿尿による地下水の窒素汚染については、これまでに数多く研究報告がある(田口, 1995)。「地下水汚染実態調査」(環境庁, 1982)によれば、我が国の浅井戸の1083井中116井(11%)が窒素の飲料基準(10mg/L)を越えているという。大草においても一部の湧水で窒素汚染が確認された。 →表2

○水量の変化

- ・土地利用によって、蒸発散量や浸透能がある程度決まってくる。湧水量を確保するためには、樹林地や草地として涵養域を確保することが望まれる(庄司ほか, 1997)。→図8・表3
- ・1回の降雨における流出量についても、土地利用によって大きく左右される。→図6

【水路：湧出→流出→蒸発】

★人為インパクト

1. 水田の耕作放棄
2. 水路のコンクリート化
3. 農薬散布

★予測される変化

1. 水田の耕作放棄

○水質の変化

- ・水田は、灌漑期において流下する水の窒素分を除去する働きがある。休耕田になってしまうと、この機能が失われてしまう(田淵ほか, 1991)。→図9

○水量の変化

- ・耕作放棄されると、植物の堆積物が次第に堆積し、乾燥化して、地表流がなくなってしまう。

2. 水路のコンクリート化

○水質の変化

- ・コンクリートの水路になると、植物による窒素分の吸収がおこなわれなくなる。

3. 農薬散布

- ・水田部において、最も生物への影響が強く、水質・土壌汚染につながっているのが、農薬の使用である(環境庁, 1999)。→表4

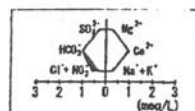
【検討されるべき調査項目】

流量、水温、pH、電気伝導度、硝酸態窒素濃度 (BOD)

例：ゲンジボタル幼虫の生息環境(埼玉県ほか, 1993) →表5

(参考文献)

- Bosch, J.M. and Hewlett, J.D. (1982): A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. J.Hydrology, 55
- 環境庁水質保全局土壌農薬課(1999): 農薬の生態影響評価その中間報告概要. かんきょう, 1999-4, 6-20
- 黒田久雄ほか(1991): 森林小集水域における流出水の濃度と流出負荷. 農業土木学会論文集, 154, 25-35
- 村井宏・岩崎勇雄(1975): 林地の水および土壌保全機能に関する研究(第1報). 林試研報, 274
- 小林繁男(1982): 森林の皆伐に伴う土壌の変化. ペドロジスト, 26, 2, 150-163
- 小川滋(1983b): 山林地における水土保全機能の定量的評価について(Ⅲ). 水利科学, 150
- 埼玉県, 国立公園協会(1993): 『県民休養地小昆虫生息環境保全計画調査(ホタル)』. 埼玉県自然保護課
- 篠村善徳(2001): 下総台地における開発にともなう谷津の水質の変化. 日本地理学会発表要旨集 59
- 庄司美和・濱谷稔夫(1997): 緑の質及び量との関係から見た都市域の水収支—東京都世田谷区を事例として—. 東農大農学集報, 42, 3, 184-200
- Swank, W.T. and Crossley, D.A. (1988): Forest hydrology and ecology at Coweeta. Spring-Verlag
- 田淵俊雄・黒田久雄(1991): 台地と谷津田の農業集水域の窒素流出構造—面源主体の農業集水域からの流出負荷に関する研究(Ⅲ)—. 農業土木学会論文集, 154, 65-72
- 田口雄作(1995): 窒素による地下水汚染の水文学の課題. ハイドロロジー, 25, 2, 51-56
- 塚本良則(1992): 『現代の林学6・森林水文学』. 文永堂出版, 319p.



資料 (篠村委員)

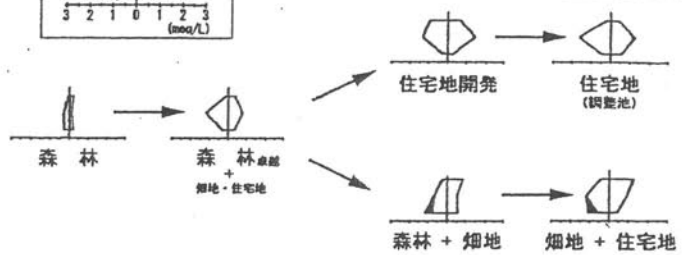


表2 他魚水域の窒素流出

Nitrogen outflow from other catchment areas

		kg/ha・y			出典	
西 林	飯坂	3カ所	3.4	5回/6ヵ月	建設省(1976)	
	飯坂		(12.4)	1985-87	飯坂	
	飯坂	養生	(1.5)	1968-69	酒1回 西村(1973)	
	飯坂	若女	1.83	1976-83	堤	
	飯坂	朽木	2.66	1979-80	堤	
	飯坂	電王	4.20	1982-83	堤	
	アメリカ	ニューハンブシャー	(2.3)	1963-69	酒1回	Likens(1969)
		ニューハンブシャー	(2.3)	1972	酒1回	Likens(1975)
		ニューハンブシャー	(2.0)	1971	隔週	Pierce(1972)
		ニューハンブシャー	(4.5)	1970-72	酒1回	Hornbeck(1975)
ノースカロライナ		(0.2)	1973-74	酒1回	Swank(1975)	
	ニューメキシコ	0.9	1974-75	酒1回、冬隔週	Goas(1978)	
畑 地	田舎集地区	茨城	75	1974-77	小川	
	多肥区	茨城	150	1974-77	小川	
	巨城産地	茨城	37	1974-77	小川	
牧草地		広島	34~57		広島西沢	
例地	みかん	愛媛	145	1987-88	福山(1989)	
水田	水田群	茨城	10~44	1974-76	大木良	

() は、推定値を示す (黒田 ほか, 1991)

図7 開発にともなう水質の変化 (篠村, 2001)

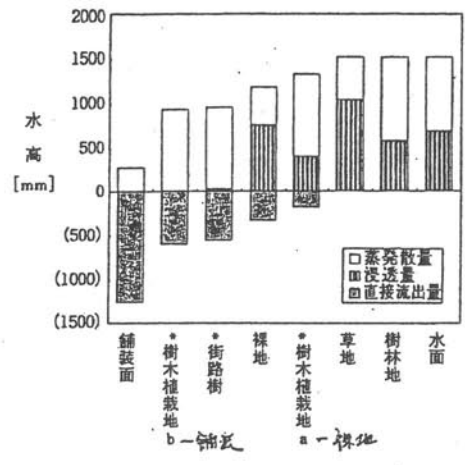


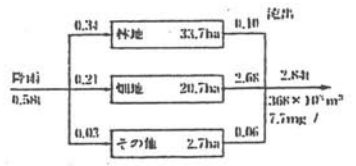
図8 世田谷区内の地表面被覆状態種目ごとの年間水収支 (左) 黒田 1997, (右) 黒田 1997

表3 世田谷区内の被覆状態種目ならびに土地利用区分別の水収支と環境貢献指数

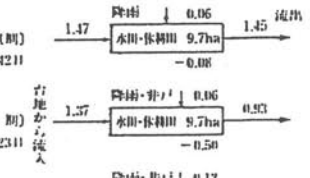
【被覆状態種目】と土地利用区分項目 (コード)	蒸 発 散 ¹⁾		浸 透 ²⁾		水 収 支	
	E ₀	e	I	i	環境貢献指数 (e+i)/2	型
【樹林地】	926.0	2.2	584.0	0.8	1.50	
【水面】	817.0	1.9	693.0	0.9	1.40	過潤型
【草地】	470.0	1.1	1,040.0	1.4	1.25	moist
庭公園	695.3	1.6	533.9	0.8	1.20	
【雑草地】	427.0	1.0	427.0	0.4	0.90	
森林等 (F)	559.7	1.3	398.2	0.5	0.90	
公園等 (P) ³⁾	551.0	1.3	391.7	0.5	0.90	準過潤型
緑地等平均	501.0	1.2	392.0	0.5	0.85	semi-moist
農用地等 (Fm)	416.6	1.0	426.6	0.6	0.80	
運動場・雑地等 (G)	476.5	1.1	341.2	0.4	0.75	
官公庁・文教地区 (1)	392.0	0.9	206.2	0.3	0.60	
世田谷区全体	364.0	0.9	240.0	0.3	0.60	
住宅地区 (6)	352.2	0.8	234.7	0.3	0.55	準乾燥型
厚生医療施設 (2)	372.4	0.9	166.5	0.2	0.55	
宅地平均	352.0	0.8	227.0	0.3	0.55	
事務所・商業地区 (4)	283.0	0.7	26.9	0.0	0.35	乾燥型
【舗装面】	272.0	0.6	0.0	0.0	0.30	arid

注 1) E₀: 年蒸散(散)量 (mm)
 e: 蒸発散指数
 I: 年浸透量 (mm)
 i: 浸透指数
 2) 高率公理はこれに準ずる。
 (左) 黒田, 1997

1) 草地



2) 雑地



3) 全集水地



図9 空気のフローダイアグラム (t/y) Nitrogen outflow diagram

表4 農薬の主要な生態影響

(理達, 1999)

影響の種類	生態影響の内容 (例)
曝露による直接的影響	農薬の直接曝露による急性的な毒性。例えば、農薬の水系への流入による魚類の死亡、水生昆虫の死滅及び個体数の減少、除草剤等による水生植物の生長阻害、散布地に生息する非標的動物等の死滅。一方、最近の研究では、ヘイケボタルのように羽化が長期間に及ぶ場合、結果として個体群の絶滅を回避。
二次的影響	殺虫剤に被害を受けた生物を捕食した動物が間もなく死亡。また、殺虫剤の散布により死亡した鳥類を食した猛禽類や狐等が死亡。
生物濃縮の影響	安定で脂溶性に溶けやすい農薬は動物組織内に蓄積され易く、生態系の食物連鎖を通じて上位種ほど高い濃度となり、死滅あるいは死に至らないまでも野鳥の繁殖障害を生じさせる。
食餌種の減少	例えば、除草剤の使用によって、雑草の枯死→雑草を餌とする昆虫類の生息数の減少→その昆虫類の天敵(鳥類等)が減少。
リサージェンス	薬剤に感受性の高い捕食性天敵(クモ、ハチ等)が農薬により駆逐され、感受性の低い標的害虫がかえって増加する。
競争種の除去による病害虫増加	生物は他種との相互関係により個体数がコントロールされており、農薬使用による標的の生物の絶滅によって非標的の雑草や土壌病害虫等が増加。
その他	・生息場所を提供する植物の減少によって昆虫類等に影響を与える可能性。 ・曝露による中毒症によって病気に対する感受性の高まり。 ・昆虫が少量の殺虫剤に刺激されて産卵量を増加。

表5 ゲンジボタル幼虫の生息環境 (参考)

(清王良, 1999)

項目	内 容
水 温	・冬期: 5℃よりも高い場所 (3℃で摂食観察例あり) が適 ・夏期: 21℃よりも低い場所 (25℃以下で可) が適で安定している。
水 質	・水素イオン濃度 (pH): 6.5~7.8 と生育可能な範囲は広いが 7.0 前後が適 (飼育下では 8.3 の例がある) ・水中の溶存酸素の量: 飽和状態の 90~100% が適 (80~120% が可) ・化学的酸素消費量 (COD): 0.5~1.5 ppm の範囲が適 (飼育下では 1.5 ppm 以上 3.4 ppm の例がある) ・炭酸カルシウム (CaCO ₃) が多く含まれること。 ・炭酸カリウム (K ₂ CO ₃), 炭酸ナトリウム (Na ₂ CO ₃), 硫酸塩, リン酸塩, 塩化物の含有量が少くないこと。 ・その他 ・農薬, 洗剤などの毒物の混入が少ないこと。 ・細泥の流入が少ないこと。
水 深	・表面流から 100cm の深いところまで幅広く生息するが, 平均 5~30cm が多い。
速 流	・10~30cm/sec 程度がよいとされるが, 緩急の変化があるのがよい。
水 量	・一年を通して安定した水量があること。
底 質 (川底)	・幼虫の潜むのに都合の良い隙などがあること。 ・ケイ藻類の繁殖に必要な太陽光線を遮断しない透明度の高い水であること (太陽光線の 25% 以上の照射が必要といわれる。) ・ケイ藻類の付着しやすい砂礫質であること。

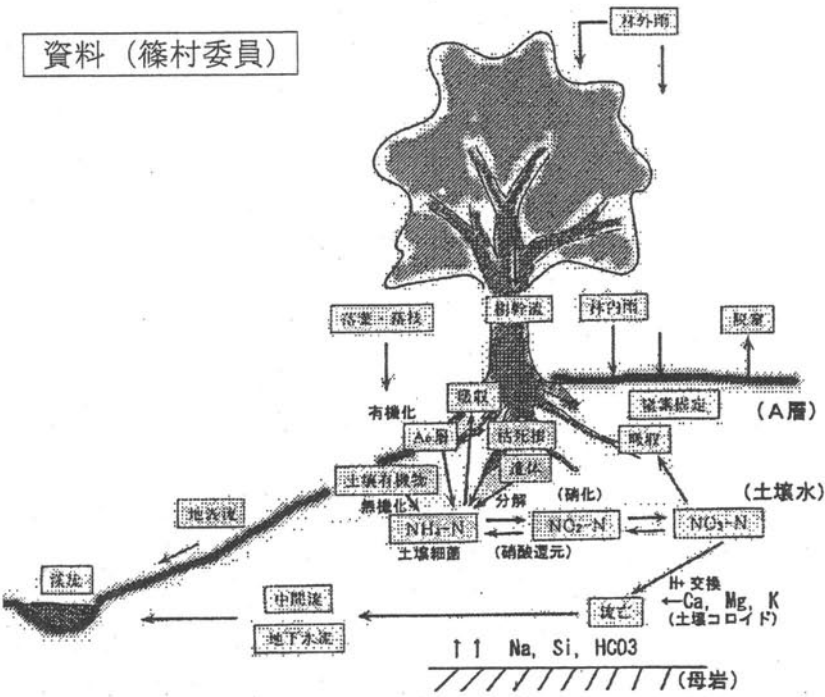


図1 森林生態系での物質の動態 (塚本, 1992に加筆)

表1 土地被覆条件別の最終浸透能 (最終浸透レート mm h⁻¹)

林地		伐採跡地		草生地		裸地			
針葉樹	広葉樹	軽度	重度	自然	人工	崩壊地	歩道	畑地	
天然林	人工林	天然林	撈乱	撈乱	草地	草地			
211.4 (5)	260.2 (14)	271.6 (15)	212.2 (10)	49.6 (5)	143.0 (8)	107.3 (6)	102.3 (6)	12.7 (3)	89.3 (3)
林地平均 258.2 (34)		伐採跡地平均 158.0 (15)		草生地平均 127.7 (14)		裸地平均 79.2 (12)			

注) () 内の数値は測定した地区数

(村井 宏ら, 1975)

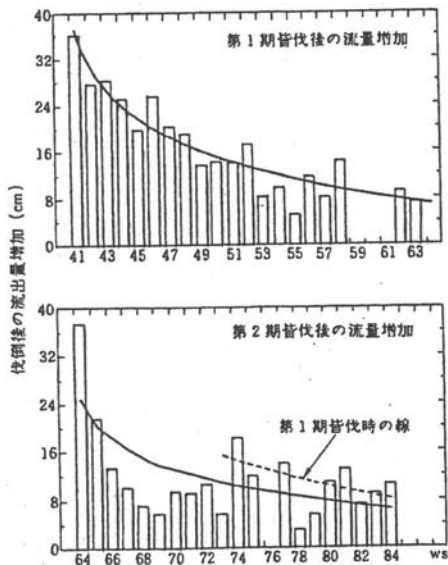


図4 1940年に広葉樹の壮齢林を皆伐してそのまま放置したときの年流出増加量の経年変化 (第1期皆伐) と同一流域に再生林が形成された23年後の1963年に再度皆伐したときの年流出増加量の経年変化 (第2期皆伐) (W. T. Swank ら, 1988による). NO. 13流域 (40 acre).

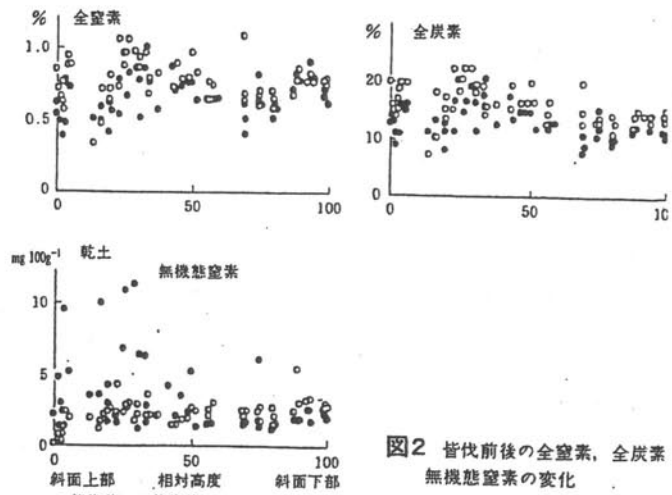


図2 皆伐前後の全窒素, 全炭素 無機態窒素の変化 (小林繁男, 1982)

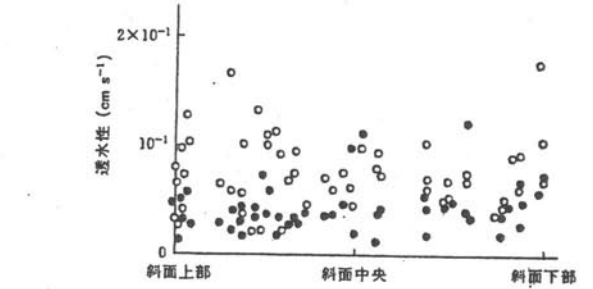


図3 斜面部位別のA層土壌の透水性 (小林繁男, 1982原因のスケールを改変)

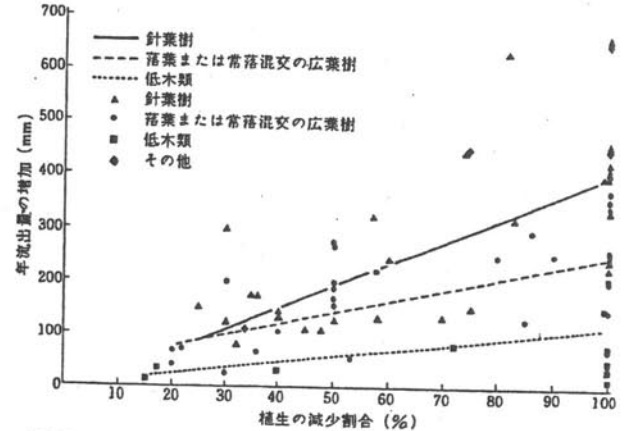


図5 植生の減少に伴う年流出量の増加 (Bosch & Hewlett, 1982)

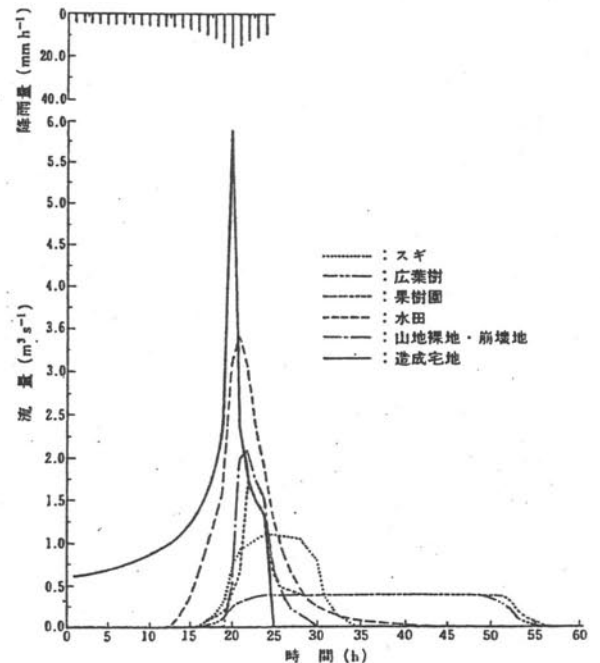


図6 土地利用区分ごとのハイドログラフの比較 (斜面傾斜角5.5°での比較) (小川, 1983b)

第2回生態系モニタリング調査手法検討作業委員会資料

2001.12.17

北澤 哲弥

東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻博士課程

● 地域の生態系を把握するための手法（植物相に関する視点）

植物相を考慮する際に留意すべき点として、ヒエラルキー構造があげられる。「生態系」は個々の「群落」の集合体であり、「群落」は「種」が集合することによって構築される。「群落」は単なる「種」の集合ではなく、構造・機能を備えたユニットである。「群落」は光合成により生態系を支える“食物”を提供すると同時に、階層構造や水平構造により動物の活動の“場”を提供し、また植物種にとっての生育環境をも規定する（環境フィルター作用）。ある植物種の群落内での位置づけはその種の個体群動態のみならず、周囲の群落構成種との相対的な関わりによって決定されるものである（群集ルール）。すなわちある種だけの動態では群落全体の動態を把握するためには不十分である。そのため、希少性や人為的インパクトにたいして脆弱であることが予測される種については「種」レベルでのモニタリングを行う必要もでてくるが、人為的インパクトを受ける植物側の応答としては基本的に「群落」を対象としてモニタリングを行うべきである。

● 地域内のどの群落および種をモニタリング対象とするか

まず地域内に出現する群落タイプを把握し、生態学的な系列上での位置づけを明らかにする必要がある。これには図1のような遷移段階との関係の他に、生息地の環境傾度ごとにこれをまとめた遠心的群落配置図などが有効である。これらのモデル中で位置付けられた全群落について調査を行うのが理想だが、時間・人数の制限がある場合には、対象群落および種を絞り込むことも必要である。対象群落の選定の際には、1) 地域の環境特性、2) 希少性・地域内での特異性、3) 人為的・無機的インパクトに対する脆弱性、4) 他の生物相の生息空間としての役割、などを考慮する必要がある。1) については対象地域の極相群落が挙げられる。

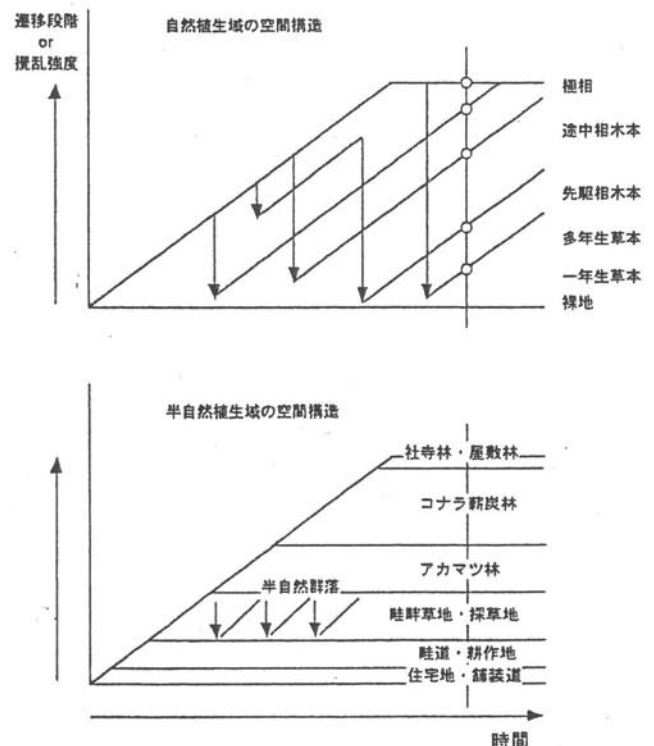


図1 遷移段階に沿った群落の位置付け

2) については、モデル地域の大草近隣の谷津で行った、草本群落における人為管理と植物群落の種多様性の関連を例に挙げて考える。全体の植物種数は段階的に増加し、立地特異種の増加を通して異なる管理タイプ各々がこの地域における植物相の種多様性に貢献することがわかるが、特に刈取り立地の遷移後期段階に当たる二つの Plot (畦畔草地、優占種：チガヤ、ツリガネニンジン等) の群落で主に在来野草種からなる立地特異種が多く見られた (図 2)。この地域では畦畔草地群落の面積率は低く、また成立する立地は耕作水田—斜面林の間に線的に位置するため、両隣接立地からの影響を受けやすい事が考えられる。これらのことからこの地域における草本群落の種多様性を維持する上で、畦畔草地が重要な役割を

担っていることが示唆された。モニタリング対象群落選定の際には、この例のように群落の地域内での重要性および希少性を前もって評価しておくことが理想的である。3) については人為管理によって維持される生物極相や、隣接要素の変化による影響を受けやすいエコトーンの群落などが挙げられる。

モニタリング対象とすべき群落は起こりうる人為的インパクトの種類によって様々であるが、以上のことを考慮して大草地域を考えてみると、地域の極相としてのシラカシ・スダジイ群落、変化の予測される人為インパクトの下で成立し、面積率の小さいコナラ群落 (林床管理) やチガヤ群落 (畦畔草地)、また水質面からの影響を大きく受けるであろう水田・放棄水田に成立する群落 (カサスゲ群落、ハンノキ群落など) などが候補として考えられる。またコナラ・イヌシデを中心とする落葉広葉樹林は大草では広い面積を占め、現在は内在的人為インパクトはないが、人為管理が放棄された影響を考える上で注目すべき群落である。

● 調査項目

植物群落の変化を捉えるためには、群落の階層構造・優占種・バイオマス・希少種の動態を把握する必要がある。具体的な調査項目としては、まず群落内の出現種リストを作成し、木本層については 10*10m の方形区ごとに少なくとも胸高直径と高さを、実生層については 1*1m の方形区を設け実生の本数と高さを測定する。草本については 1*1m の方形区ごとに各種の最大高と被度、群落の植被率を測定する。また群落構造の把握のために木本個体の位

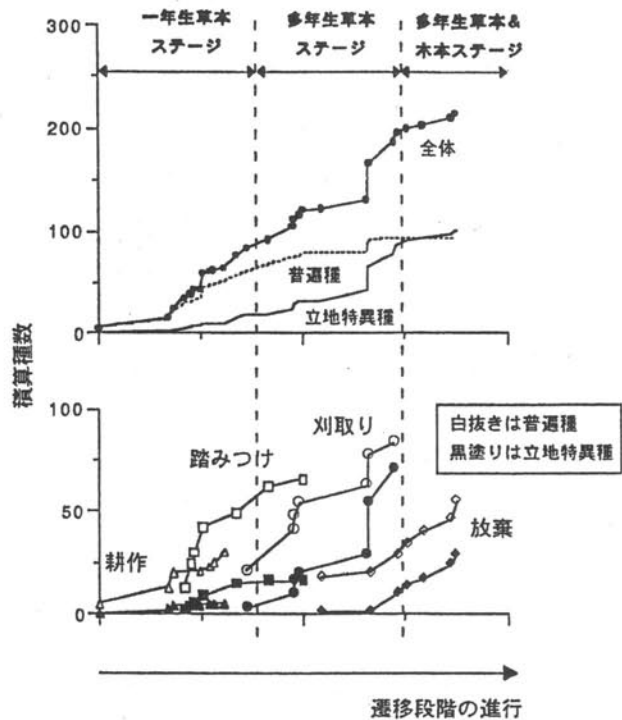


図 2 千葉県谷津における遷移段階と人為管理別に見た積算種数曲線

置図，樹幹投影図などを作成する。また他の生物群にとって必要な生息空間としての群落属性を考慮し（ex. 営巣場所としての大径木の本数，階層構造など），調査項目をピックアップする。種レベルではフェノロジーや内在的インパクトがある場合はそれに対する反応を明らかにすることで，インパクトの変化に対する予測が可能になるだろう。

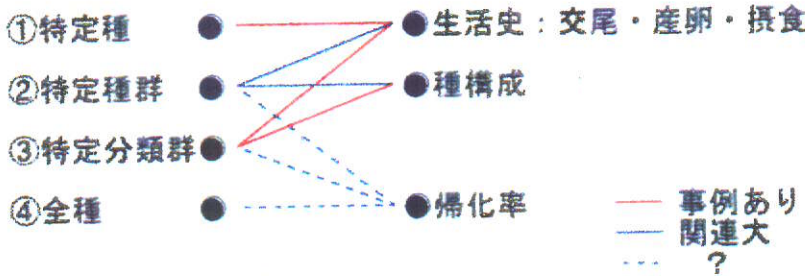
対象群落の属性と特徴 (例)

群落名	チガヤ群落
成立立地	水田—斜面林の中間に位置する畦畔
群落の特徴	畦畔の法面草地に多く成立する群落。減少しつつあるススキ群落に出現する在来野草 (ツリガネニンジン, ウツボグサ, カワラナデシコ, リンドウ等) を含む。他の生物相の生息空間としても重要。
遷移上の位置付け	多年生草本群落
階層構造	草本層 (チガヤ, ツリガネニンジン等)
優占種	チガヤ, ツリガネニンジン, ワレモコウなど
希少種	
注目すべき種群	刈取りに適応した生活史を持つ種。
内在的人為インパクト (人為管理)	刈り取り (6月と9月の2回/年)
予測される人為インパクトの変化	水田耕作放棄に伴う管理放棄
直接的影響	管理放棄による二次遷移の進行 →木本種の増加
間接的影響	
人為インパクトに対する脆弱性	水田耕作放棄の進行のため消失の危険性が高い。
地域固有性	

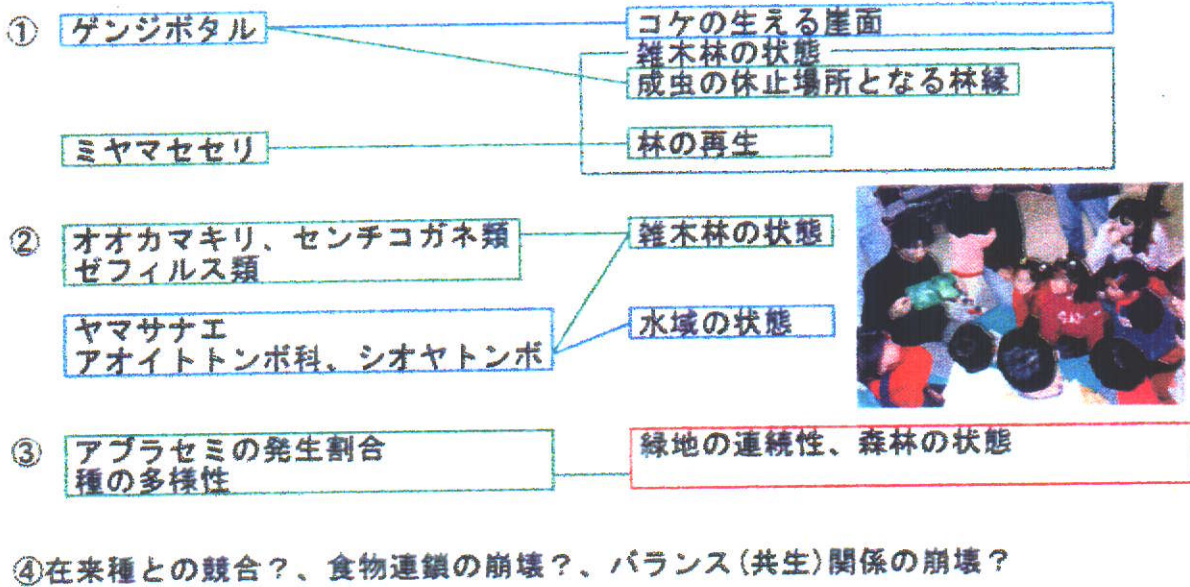
群落名	ハンノキ群落
成立立地	谷底の湿性地
群落の特徴	放棄水田に成立し, 規模は小さい。林冠はハンノキの純林となり, 下層はセイタカアワダチソウが優占する。地下水位や水質によって種組成が変化する。水田化により生息地が限定される。
遷移上の位置付け	土地的極相
階層構造	第1層 (ハンノキ) 草本層 (セイタカアワダチソウ)
優占種	ハンノキ
希少種	
注目すべき種群	ハンノキを含めた湿地性植物
内在的人為インパクト (人為管理)	管理放棄 (?年目)
予測される人為インパクトの変化	水田化・埋め立て・集水域の土地利用変化
直接的影響	立地の消失
間接的影響	水質・水量・地下水位の変化に伴う群落の変化 水量→乾燥化に伴う非湿地性種の増加 水質→富栄養化に伴う好窒索性植物の増加
人為インパクトに対する脆弱性	土地利用および水環境の変化により影響を受けやすい。
地域固有性	

自然環境モニタリング 昆虫についての資料

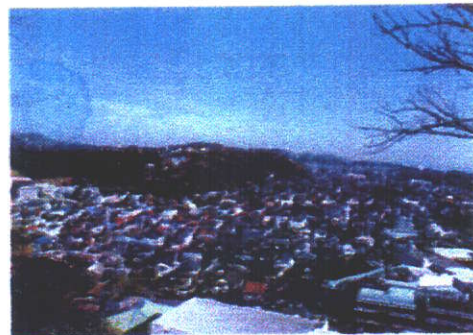
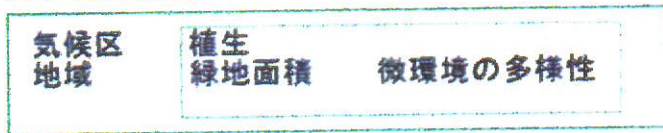
[モニタリングの切り口]



[大草谷戸の事例]



[環境要素]



[人為的インパクト]

自然環境の消失

緑地の孤立化・農業の衰退

農業

- ・ 農業昆虫
- ・ 松林の特有種

外灯

- ・ 周光性のある種
- ・ 水生甲虫、水生半翅

小規模な土地改変

- ・ 水路の護岸
- ・ 農地変更

大草谷津に関する人為インパクトの物理・化学的環境要因への影響

2001.12.17 東京農工大学 豊田剛己

その1

想定される人為インパクト	想定される事実	生態系への直接影響	直接影響のもたらす結果(短期)	直接影響のもたらす結果(長期)および課題点	想定されるモニタリング項目
1. 土地の分断 ・舗装道路による分断 ・分断の促進	交通量の増加	排ガスによる土壌表層へのNO _x , SO _x , 炭化水素、Pb, Cd, Ni などの付加	影響わずか(NO _x , SO _x , 重金属のいずれも土壌中に元々存在するので顕著な濃度変化はおきかない、また、土壌の有する分解能によって有機汚染物質は分解される)	汚染物質蓄積による生物多様性の減少あるいは変化=物質循環過程の変化	土壌中の汚染物質測定 周辺水系への溶脱測定 物質循環の要である微生物バイオマス・微生物活性の測定。
2. 植生への干渉 ・水田耕作の放棄	生息域のスケール減少 水田の消滅(水田は汚染源か浄化の場であるのかは論争、一般的に汚染源)。 景観の悪化	土壌、土壌動物の点では影響極少。 流出水による周辺水系への硝酸、リン酸、農薬などの付加量の減少 田面水に生息するミジンコなどの水生生物の消滅 土壌が常に酸化状態 ? 埋め立て自体には大きな影響ない、その後の利用形態が重要	周辺水路、河川、海への栄養塩流出の減少 小面積であれば影響なし、大面積では? ? 土壌有機物分解の促進とメタン発生量の減少	周辺水路の生物多様性の変化。 水田での物質収支研究の必要性あり 水田生物の生態的意義はほとんど不明	周辺水系(上方と下方)での栄養塩類測定
・耕作放棄水田の埋め立て	客土	土壌への落葉落枝、根に由来する有機物供給の停止	土壌動物・土壌微生物バイオマス・多様性の減少	物質循環の変化、循環速度の低下	土壌動物・微生物バイオマス・フローラの測定
・斜面崩壊防止のための斜面林伐	樹木の消滅 コルクリート	土壌への落葉落枝、根に由来する有機物供給の停止	土壌動物・土壌微生物バイオマス・多様性の減少	物質循環の変化、循環速度の低下	土壌動物・微生物バイオマス・フローラの測定

その2

採と法面をコンクリートで固める	被覆	コンクリートからの塩基の供給 土壌への水浸透の減少、周辺水系への流出水量増大	アルカリ化 (その影響は少) 土壌への影響は乾燥が進む以外は少		(具体的には動物はミミズ、微生物は?)
・ 下草刈り、低木伐採、高木伐採の有無とその間隔、停止してからの時間	攪乱と圧密 土壌表面への有機物供給	影響わずか 葉、枝、幹などの多様な有機物供給	土壌動物および土壌微生物バイオマス・多様性の維持あるいは増加	物質循環の変化、循環速度の増加、純生産量の増加	土壌動物・微生物バイオマス・フロローラの測定
・ 落葉かきの有無とその間隔、停止してからの時間	攪乱と圧密 土壌表面有機物(O層)の減少	影響わずか 有機物供給の停止 土壌浸食の可能性高まるかも	土壌動物および土壌微生物バイオマス・多様性の減少	物質循環の変化、循環速度の低下	土壌動物・微生物バイオマス・フロローラの測定
3. 水循環					
・ 農道のアスファルト舗装	土壌表面の減少	土壌への水浸透の減少、周辺水系への流出水量増大 周辺水系への流出土砂量の減少 熱放射量の増加	土壌への影響は少?	土壌表面のもつ生態的意義は?? (ガス交換、熱交換、水バランス)	
・ 水路の3面コンクリート護岸化(U字溝の埋設) ・ 水路の段差の有無	?	土壌、土壌動物の点では影響極少。			

哺乳類

資料作成：青木

カヤネズミ

影響：水田の放置（放置によって生息環境を得る）

生息環境：イネ科植物の繁茂する所

天敵：ヘビ類、イタチ、ノネコ、猛禽類

食性：草の実、昆虫（直翅類）

調査：巣（生息の有無を調べる）

調査時期：初冬

分布：関東・北陸以南

モグラ

影響：道路の舗装化（生息域の孤立化によって減少）

環境：土中

食性：ミミズなどの土壌動物

調査：モグラ塚（生息の有無を調べる）

調査時期：冬

分布：アズマモグラ：北海道を除く東日本

コウベモグラ：西日本

リス・ムササビ・ノウサギ・キツネ・イタチ・アナグマ・(タヌキ)

影響：林の分断（生息域の孤立化によって減少）

環境：林・草地・河川敷

食性：植物・昆虫・鳥など

調査：痕跡・目視・聞き取りなど

調査時期：一年中（生息の有無を調べる、絶滅時期を調べる）

分布：ニホンリス：本州・四国・九州

キタリス：北海道

ムササビ：本州・四国・九州

ノウサギ：本州・四国・九州

ユキウサギ：北海道

キツネ：北海道・本州・四国・九州

イタチ：本州・四国・九州

アナグマ：本州・四国・九州

タヌキ

影響：宅地化・ゴミ（採餌環境の変化：人間への依存度）

環境：林等

食性：木の実・昆虫など

調査：糞中のゴミの有無

調査時期：一年中

分布：タヌキ：北海道・本州・四国・九州

鳥 類

資料作成：青木

サシバ

影響：水田の放棄（餌資源の減少により減少）

生息環境：林、餌が生息する水田等

食性：両生類・は虫類・昆虫

調査：鳴き声（生息の有無を調べる）

※調査地点を餌場として利用しているか？ 繁殖の確認ではない

調査時期：繁殖期（4月中旬～5月）

分布：繁殖期：本州～九州 越冬期：沖縄

参考：なわばり100㍍ほど 行動域200㍍ほど

ウグイス

影響：薪炭林放置（藪の出現により増加）

生息環境：藪

食性：昆虫

調査：声（出現頻度を調べる）

調査時期：繁殖期・越冬期

分布：繁殖期：全国 越冬期：本州以南

セッカ・オオヨシキリ・オオジュリン・ホオジロ

影響：水田の放置（放置によって生息環境を得る）

生息環境：イネ家植物の繁茂する所

食性：昆虫

調査：声（繁殖の有無を調べる）

調査時期：繁殖期・越冬期

分布：セッカ 繁殖期・越冬期：本州以南

オオヨシキリ 繁殖期：北海道～九州

オオジュリン 繁殖期：北海道～東北 越冬期：全国

ホオジロ 繁殖期・越冬期：北海道～九州

サギ類（アマサギ・コサギ・チュウサギ・ダイサギ・アオサギ）

影響：水田の放棄（放置によって生息環境を失う）

生息環境：水田および乾田

食性：小魚・カエル類・昆虫など

調査時期：春～夏（出現の有無を調べる。または個体数を調べる）

分布：アマサギ 繁殖期：北海道～九州 越冬期：九州以南

コサギ 繁殖期：本州～九州 越冬期：本州～沖縄

チュウサギ 繁殖期：本州～九州 越冬期：本州以南

ダイサギ 繁殖期：本州～九州 越冬期：本州以南

アオサギ 繁殖期：北海道～四国 越冬期：全国

シギ・チドリ類

（タゲリ・ケリ・ムナグロ・コチドリ・イカルチドリ・トウネン・アオアシシギ・キアシシギ・ツルシギ・クサシギ・タカブシギ・チュウシャクシギ・タマシギなど）

影響：水田の放棄（放置によって生息環境を失う）

生息環境：水田および乾田

食性：昆虫などの小動物

調査：個体確認（出現の有無を調べる。または個体数を調べる）

調査時期：春と秋の渡り

分布：タゲリ	越冬期：本州以南	
ケリ	繁殖期：本州	越冬期：本州以南
ムナグロ	通過期：全国	越冬期：関東以南
コチドリ	繁殖期：北海道～九州	
イカルチドリ	繁殖期：北海道～九州	越冬期：本州～沖縄
トウネン	通過期：全国	
アオアシシギ	通過期：全国	
キアシシギ	通過期：全国	
ツルシギ	通過期：全国	
クサシギ	通過期：全国	越冬期：関東以南
タカブシギ	通過期：全国	
タマシギ	繁殖期・越冬期：関東以南	
チュウシャクシギ	通過期：全国	

クロジ・シロハラ

影響：薪炭林放置（放置によって生息環境を得る）

生息環境：暗い林

食性：昆虫など

調査：声（出現頻度を調べる。または生息の有無を調べる）

調査時期：冬

分布：クロジ	繁殖期：本州中部以南	越冬期：本州以南
シロハラ	越冬期：本州以南	

フクロウ・アオバズク

影響：薪炭林整備（整備によって営巣木を失う）

生息環境：林

食性：ネズミ類・昆虫

調査：声（繁殖の有無を調べる）

調査時期：繁殖期

分布：フクロウ	繁殖期・越冬期：北海道～九州
アオバズク	繁殖期：全国

ヤマガラ・シジュウカラ

影響：薪炭林放置（放置によって生息環境を失う、または他の種類が少なくなる）

生息環境：広葉樹林

食性：昆虫・木の実

調査：声（出現頻度を調べる）

調査時期：繁殖期・越冬期

分布：繁殖期・越冬期：全国

地域の生態系を把握するための指標生物の実用的選定

2001.12.17

両生類・爬虫類

調査対象地域の基礎的な生物調査がほぼ完了していることが前提となる。種リストに掲載されている種から、次に述べる無機的要因や人為インパクトによって影響を受けると予想される種を選ぶものとする。種の生物学的属性として、1) 食物連鎖における位置、2) 絶滅の危険性、3) 地域の固有性を考慮し、次のマトリックスを完成させる。

種の選定には、少ない調査者が季節を効果的に使って調査できるように、調査に適した発育段階と時期を十分考慮する。

種名	ニホンアカガエル
環境要因（景観レベル）	水田の乾田化（圃場整備）
環境要因（物理的要因）	土壌の乾燥・高温化
環境要因（生物間相互作用）	不明
食物連鎖上の位置	中型の昆虫食者
絶滅の危険性（生活史特性を考慮）	高い（変動する卵生残率、高い個体群回転率）
地域固有性	低い
個体数を数える発育段階	卵塊
調査時期	2-3月

種名	アズマヒキガエル
環境要因（景観レベル）	水田の乾田化（圃場整備）
環境要因（物理的要因）	土壌の乾燥・高温化
環境要因（生物間相互作用）	タヌキによる捕食
食物連鎖上の位置	中型の昆虫食者
絶滅の危険性（生活史特性を考慮）	低い（変動する卵生残率、高い個体群回転率）
地域固有性	低い
個体数を数える発育段階	産卵場所の数・夜間に出現する個体
調査時期	3-4月・5-10月

種名	ヤマカガシ
環境要因（景観レベル）	水田の乾田化（圃場整備）
環境要因（物理的要因）	不明
環境要因（生物間相互作用）	餌となるカエル類の減少
食物連鎖上の位置	両生類・魚類食者
絶滅の危険性（生活史特性を考慮）	高い（高い個体群回転率、低い飢餓耐性）
地域固有性	低い
個体数を数える発育段階	交尾時期の成体
調査時期	9-11月

千葉市大草谷津を生態系モニタリングの方法論検討のモデル地とする件について

生態系モニタリングの調査地候補として推薦する千葉市大草町の谷津田は、面積約60haの楕円形をした小集水域である。この谷津田を含む千葉市都川流域は、千葉市環境衛生局環境部が実施した千葉市野生動植物の生息状況及び生態系調査によって、詳細に記載された。この調査によって、流域に生育・生息する動植物相が明らかにされるとともに、大草谷津田に関してはメソスケールのランドスケープ的調査が行われ、土地利用と植生の変遷が明らかにされている。より広域なスケールでは、大沢・達(1987)によって、都市化が森林植生に与える影響が明らかにされている。

生態系モニタリングについては、確固たる方法論が確立されている訳ではないが、今後この課題に向けて方法論を検討し、データを収集していくうえで、生物相の充実したデータが存在することの意義は大きい。現在までに大草谷津及び周辺の谷津田で行われたり、進行中の調査活動に基づく基礎データは、以下に示すようになり充実している。

生態系モニタリングのモデルケースとして、これらのデータを活用し、モニタリングの方法論を検討したいと思う。

実施計画に相当する作業のステップ

- 生態系モニタリングに必要な生態学的データの項目出し、
- 同 定義付け
- 既存データのInventory作成
- データの質的検討
- データ相互の関係性をもとに、データ構造を組み立てる (システムエンジニアの参画)
- データのデータベース化 (DBMソフトウェアの選択)
- モニタリングとして最低限必要な項目の洗い出し
- 調査の手順書作成
- 調査作業の見積り (経費・時間)
- 実現可能性に照らし合わせ、最低限必要な調査項目の選定
- モニタリングのインフラ整備 (自動的環境観測とデータの遠隔送信など)
- モニタリングの組織体制の整備 (東邦大学の野外実習地として位置付ける)

生物多様性に関する基礎データの分類

- 種多様性に関する一次データ (調査対象地・地域固有のインベントリーデータ)
- 種の生態学的属性に関するデータ (食性、体サイズ、成熟年齢、産卵時期など)
- 物理的環境変動に対する生理的反応のデータ
- 生物間相互作用に関するデータ (捕食、種子散布、寄生などの数量的反応)
- 種の生息場所に関するデータ (ミクロ、メソ、マクロな分布、存在・不在方程式)

人為インパクトに関するデータの分類

モニタリング対象地の土地区画分類

- 公図に基づく土地所有者による区画を最小単位として、調査地を組み立てる

生物多様性に関する基礎データ

コケ：フロラ43種（須賀、中村、古木、1996）

地衣類：フロラ13種（原田、1996）

動物相

哺乳類 6種（浅田、1996）

鳥類 67種（千城台野鳥観察園）

爬虫類 9種（長谷川、1996）

両生類 4種（長谷川、1996）

魚類 2種（田中、1996）

淡水貝類 4種

陸産貝類 10種

昆虫相

チョウ類 44種

ガ類 298種

アリ類 38種

動物相と植生・土地利用との対応関係

アブラムシ類（松本、1996）

直し類 谷川正樹（東邦大学2001年度卒業研究）

鳥類 鹿島川水系吉岡の谷津周辺における土地利用と鳥類相（千葉大学修士論文？）

鳥類 東京情報大学周辺 野鳥の会研究センターによる未発表データ

植生及びランドスケープに関する基礎データ

相観植生図1961年（藤原、1994）

相観植生図1993年（藤原、1994）

10×10mの方形区内の植生調査 1994年（藤原、1996）

土地所有区画ごとの植生調査 2001年（小川絢子、東邦大学2001年度卒業研究）

食物連鎖に関する基礎データ

トウキョウダルマガエルとニホンアカガエルの食性 西岡典子（東邦大学1994年度卒業研究論文）

構成種の動態に関するモニタリング基礎データ

ニホンアカガエル 卵塊数（1993～2001）

ハイケボタル 発光個体数（1993～）

ヘビ類 目撃頻度（1993～2001）

スズメ目鳥類 ナワバリ数（1994～）

オオタカ（公園墓地拡張工事に伴うアセスメント調査）

湧水の水質データ

開発に伴う谷津の水質の変化 篠村（東京大学新領域創成科学研究科 修士論文）

社会的データ

農業経営

1970年 農家数、農業人口、経営耕地面積（藤原、1996）

1980年 農家数、農業人口、経営耕地面積（藤原、1996）

1990年 農家数、農業人口、経営耕地面積（藤原、1996）

2-2. 第2回作業委員会議事録<一部出席委員の時間の都合により、次第の変更あり>

日時 平成13年12月17日 13:00~19:00

場所 食糧会館 別A会議室

出席 青木、槐、北澤、倉西、篠村、豊田、長谷川、藤原

環境省 笹岡、曾我部、辻

NACS-J 開発、廣瀬、小川

オブザーバー 谷川、小川、山岸

I 挨拶（生物多様性センター長、笹岡氏より）

- ・10年ほど前に行った緑の国勢調査では、大澤委員を中心に議論を進め、予算もあまりない中で、あまり事例のない二次的な自然の地域を中心に、全国5ヶ所のポイントを選び、各地で5年おきに2度の調査を行った。去年から2回の調査のまとめと共に今後の対策について検討し、その結果調査手法を検討すべきということになり、今年度の仕事となった。
- ・環境省は現在、生物多様性国家戦略の見直しの作業を行っており、来春三月までにまとめる予定である。従来の基礎調査をいい意味で見直すことも、今回の国家戦略のテーマとなっている。先日の会議でも、大澤委員から自然環境に関する科学的データの整理や、それに基づく保全対策の検討とモニタリングをやるべきという意見が出された。
- ・今回の検討は、今までやってきたモニタリング調査についてだけでなく、今後モニタリング調査をやっていく上で重要な指針となると思う。今後につながる議論を期待している。

II 生態系モニタリング調査内容の検討について

1. 人為的インパクトの図面作成と調査の段取りについて（藤原委員より）資料三枚

- ・大まかに人為的インパクトのリストアップを行ったがまだ仮の段階。それぞれの生物群から、関連のあるインパクトを出していただき、今後も補充したい。今回は長谷川委員から出されたものをベースにまとめた（以下資料に沿って説明）。
- ・一番重要なのは、人為的インパクトと生態系との因果関係である。ここに挙げた人為インパクトが全てではなく、いろいろな影響の予測をし、調査項目を絞り込める必要があるだろう。

<主な質疑応答の内容>

- ◆大草以外の場所では、人為的インパクトとして「移入種の導入」が在来の生物相に与える影響の問題があるだろう。その他、人間による採集圧や、街灯の影響なども重要である。
- ◆人為的インパクトは、モニタリングの継続期間にもよるが、すぐに起きることだけではない。可能性が高いものだけに注目していると、重要なインパクトを見逃す可能性がある。
- ◆人為的インパクトは土地の所有者によるものなので、インパクトの生じる最小単位となる、土地所有区分図の変化からベースマップをつくと良い。公図を使って細かく土地を区分して番号をつければ、ある区分の所有者が誰で、面積、地目、植生、生物がどうなっているのかが整理できる。例えば3番の所が重要だと分かれば、そこが失われれば周辺もだめになることなどもわかる。
- ◆調査地点の設定は、対象とする生物群により位置や規模が変わる。例えば猛禽類であれば100haの調査が必要だが、サワガニならよりピンポイントで見るといい。今回は人為的インパクトにより生

物に与えられる影響を捉えることが目的なので、まず人為的インパクトとしての人間の行為を把握し、それに対応した形で生物の調査を行い、最終的にどういう種がどのように反応したかを整理したい。

- ◆人為的インパクトの影響の大きさを定量化できるかどうか重要。例えば、生息地のコアサイトになる重要な場所とその端では、同じ道路ができた影響でも全く異なる。しかしインパクトの影響の大きさを定量化は実際には難しい。面積と形状により、連続的な指数ではなく何段階かの尺度に分けるのが限界だろう。

2. 水環境の調査内容について（篠村委員より）資料4枚

- ・水とは、一つの流れになっているもの。雨が降り、浸透し、湧き出て、流出して、蒸発するという一連の循環系として成り立つ。
- ・簡単に結果から言えば、人為的インパクトが加わると、水量の変化や、水質の中では特に硝酸態窒素の変化が起きる。人為的インパクトや水量、水質の変化を一つずつ数値化すれば、水質や水量の面から定量化できるだろう。（以下資料に沿って説明）。

<主な質疑応答の内容>

- ◆流量と水温は年変動が重要。ただし水量は短期的な変動も調べる必要がある。水温は、低温よりも高温が生物の生き死に関わってくる場合が多い。年変動の調査は、月に1回程度は必要である。また、雨期や台風の影響などもおさえる必要がある。
- ◆水質はSSも測定すべきである。水質の正確な測定には、かなり高価な機械が必要となるので、項目を絞り込む必要がある。パックテストという市民でも利用できる調査方法があり、データがかなり粗いが、人為的インパクトの影響が大きい場合には、明確に差が出るはずである。市民の調査する項目と、正確なデータを取る項目に分けて調査をする必要があるだろう。
- ◆水質の調査を対象サイトの上流と下流で行えば、おおよその土壌の変化も捉えられるだろう。しかし、農薬や重金属汚染の影響などについては、人体に直接影響を与える。このような高リスクのものは、通常のモニタリングでは対応できないので、別に項目をたてる必要がある。例えば工場跡地が調査地の近隣にある場合などに、それらへの調査項目を別に設定すればよい。
- ◆調査にはデータロガーを使用し、想定される場所には体温計を置くと良い。流量も同様な考え方で、堰を作って水位変動を記録すれば、おおよその測定が可能。データロガーは非常に安価で高精度の物があり、客観的で正確なデータを長期に渡り取れるというメリットがある。
- ◆データロガーについては、水環境だけでなく、土地利用と土壌温度の関係の調査にも利用した方がよい。特に樹木を伐採すると土壌温度が上昇することなどは、他の生物の生息環境に大きな影響を与えている。一回投資すると、他の場所にも同様のデータを利用できる可能性もあるため、可能な限り設置地点を多くし、多くのデータを取るべきである。正確な数値データと共に、生物の耐性についてのデータを取ると、それを重ね合わせることが可能となる。
- ◆植生との関連では、地下水位の測定も重要である。
- ◆今後、気象、水温、水量などいろいろな要素について、一般的に使える道具の種類、値段、メンテナンスなどについても検討すべきである。

3. 植物および植生の調査内容について（北澤委員より）資料4枚

- ・今回の資料には、①植物相を捉える方法、②モニタリング対象を選ぶ基準、③人為的インパクトに対する反応を捉える方法をまとめた。植物相をどういった視点で捉えるかについて、指標種で

生態系の変化を表すという考え方とは違う考え方を提案した（以下資料に沿って説明）。

- ・資料の4頁に、対象群落として考えた群落の特性をまとめた。項目として、群落名、成立立地、群落の特徴、遷移上の位置付け（遠心的群落配置での位置付け）、階層構造、優占種、希少種、注目すべき種群などがある。これらから対象とすべき群落を選定し、そこに内在的な人為的インパクト、予測される人為的インパクトの変化、直接的影響、間接的影響、人為的インパクトに対する脆弱性、地域固有性、を考慮する必要があるだろう。

<主な質疑応答の内容>

- ◆環境指標とする調査対象は基本に群落をおき、希少種や生育立地が狭い種などについては、既存文献によりそれらの種の生育立地を把握するなどの方法で調査する。
- ◆調査対象群落の選定基準として重要なのは、それぞれの種の生育立地の特異性である。植生調査と同時にフロラ調査も行い、個々の種のハビタットを抑えることで、ある程度特徴的に現れる種群が固められる。モニタリングの指標として扱う群落についても、立地特異性の観点からも選ぶことができる。種リストを作成するフロラ調査を行えば、調査対象とすべき群落を選定する事ができるだろう。そのため基本的には予備調査の段階での全種調査ありきとする。
- ◆モニタリングする群落の選定には、一度植物の調査担当者が現地で全体を確認する必要がある。ただし、チガヤ群落などは畦畔草地に多く出現するというように、生育立地がかなり特定できているため、人為的インパクト図があれば、どこにあるかを想定することができる。そのような予測に基づき、実際に現場で確認することになるだろう。
- ◆調査項目のバイオマスは、優占種の変化を示す指標としてとりあげた。群落の変化では、優占種の変化が非常に重要な要因だが、それを捉える基本情報として、群落内にそれぞれの種がどれだけ分布しているかという意味でのバイオマスを考慮したい。
- ◆樹冠投影図と群落断面図は、他の生物相にとって必要な情報として捉えたい。
- ◆実際調査を行う場合、どこに調査地を設定するかを決める段階では、その後起こる人為インパクトは予想できない。そこで今把握できる過去の人為的インパクトの履歴から、過去に起きたインパクトの影響を捉えるという意味での、調査地の設定が重要となる。
- ◆人為的インパクトの状況について、現場を歩いて図面化し、植生図などとデータを重ねることで、群落の優占型、相観型といった、ある程度のパターンが見えてくるだろう。しかし群落内の下位種の組成や構造などについては、人為的インパクトとの関連だけでは捉えきれないものも出てくるだろう。

4. 昆虫類の調査内容について（梶委員より）<解説>

- ・陸域の虫と水生甲虫、水生半翅、トンボ目などを主に対象としてとりまとめた。まず、全体的な話をした上で大草での具体的な事例を考えたい（以下資料に沿って説明）。
- ・特に昆虫に影響を与える人為的インパクトについては、藤原委員の提出されたリストに当てはめると、どれがどれくらい影響があるかわかるはずである。
- ・最終的には個々の種について、長谷川委員の提案されたデータベースの形にまとめる。それによって、昆虫の動態から環境の変化を経験則的に捉えられるだろう。今回発表した例は、実証されたデータがあるわけではなく、野外観察から推測したものであり、定量化はしていない。

<主な質疑応答の内容>

- ◆昆虫は同定が困難で、調査者の能力が問われるため、指標種調査以前に全種調査を行うべき。その場所の潜在的な種数が分からなければ、指標種の絞り込みができず、マニュアルも作れない。全種調査

は、ある場所で昆虫の調査を行うにあたって、辞書的な意味をなす作業で、非常に重要である。

- ◆昆虫の場合同定が困難な分類群があるため、全ての分類群ではなく、全種調査としての調査対象とする分類群の範囲を決めなければならない。その他、例えば体長 10mm 以上、というかたちで対象範囲を区切ることもできる。
- ◆動物や昆虫の全種調査は、県レベルではまとめられているが、より狭い範囲の市レベルなどではほとんどない。千葉県の佐倉市の調査では、昆虫はかなりの種数が確認された。これはごく限られた予算と人数でも、意識が集中できれば成果があがるというよい例である。調査の魅力をアピールすることで、調査に関わる人の意識を高める必要がある。
- ◆全種調査では標本を保存しておくことが重要で、標本をきちんと収蔵、管理できる場所と人が必要である。また必要に応じて研究者を招き、そのような作業をする組織が必要となる。これらを生物多様性センターに期待したい。
- ◆通常的全種調査では、種の生息環境や個体数などの把握は困難である。しかし、昆虫相のモニタリングのよい事例である世界生物多様性観測年 (I-BOY) の調査地などでは、種のマイクロハビタットや上位のハビタットなども記録できるような調査が行われている。これが地域の昆虫相の大本の辞書となる。生態系モニタリング調査ではそこまでの全種調査はできないとしても、昆虫相を把握して、それを I-BOY の調査データと比較すれば、種の生息環境などもわかるだろう。
- ◆全種調査には多大な費用と労力がかかるため、既にきちんとした調査が行われた場所での調査データを利用し、生態系モニタリングの手法を応用することもできる。独立してやることも一つの方法だが、情報のネットワークで調査地点のいくつかを重複させる方法もある。
- ◆今回の指標種の提案では食葉性の消費者が抜けている。生態系には消費者、分解者、捕食者という 3 つの機能的分類群が存在し、それぞれが機能しているので、それぞれから選べると良い。指標種は地域の全種調査の結果、最も数の多かった種や特徴的な種をいくつか選択する方法を採るべきである。また昆虫は種数が非常に多いため、北から南まで調査地域を選ぶと、全て指標種が異なることになる。
- ◆指標種調査では、個体数が多い、少ないという情報が重要。しかし特定の種の個体数を把握することは、手法的に困難である。例えば飛翔性の昆虫については、ラインセンサス法である程度定量化できるだろうが、ラインセンサス法は調査者にかなりの熟練が必要である。土壌徘徊性昆虫を調査するピットフォールトラップや飛翔性昆虫を調査するライトトラップなど、いくつかの標準的な方法は開発されているが、調査時の様々な条件により結果がかなり変動する。ある程度調査精度を粗くすれば、個体数の変動を抑えられるだろうが、調査条件をいかに一定にするかが問題である。
- ◆個体数を把握したとしても、個体数の増減と環境の変化の関連づけは困難である。環境の悪化により、ある種の個体数が急激に減少することがあるが、突然増加することもある。ピンポイントで環境が良くなっている部分で、大量に発生することがあるためである。
- ◆最低限、指標種がいるかいないかを把握したい。種の持つ特性があるため、その種がそこにいるというだけで、かなりニッチが絞られるため、生息地のかなり細かい状況まで言及できるだろう。
- ◆指標種の調査は、一番調査に適した時期に 1 度調査を行うだけで良い。大抵の陸上昆虫は 4 月から 10 月の間で良いが、指標種によって調査に適する時期が異なる場合がある。例えばトンボの幼虫の調査などは、冬や春先の方が良い。
- ◆専門家の持っている、フィールド観察で得たある種の特定の生息環境の情報を、どれだけ共有できるかが重要である。一般の人が行う調査で活用してもらうには、参照すべきデータベースのようなものがあると良い。

- ◆生態系モニタリング調査でも、I-BOY と同様に調査に関わる研究者のネットワークづくりが必要で、ネットワークの中心として生物多様性センターに活躍を期待したい。

5. 土壌の調査内容について（豊田委員より）資料2枚

- ・前回の会議で想定された人為インパクトである①土地の分断、②植生への干渉、③水循環の3つが、土壌やその他の周辺環境に与える影響についてとりまとめた。
- ・影響を考える手順として、まず想定される人為的インパクトによって起こる事実を想定した。次に、想定された事実が生態系へ与える直接的な影響を取り上げた。そして生態系への直接的影響がもたらす結果を短期的、長期的に捉え、最終的にモニタリングすべき項目をまとめた。
- ・モニタリング項目の選定を試みたが、調査結果の検討の際には、逆の手順で原因となる人為的インパクトを想定することになるだろう。しかし土壌に関して言えば、ある項目のモニタリングから原因となるインパクトを想定することは難しいだろう（以下資料に沿って説明）。
- ・人為的インパクトにより物質循環過程が変化することがあるだろう。ただし微生物の場合、昆虫と同様に、その場所の微生物相は全く分からない。種数を調べることも自体がそもそも不可能であり、微生物の機能についてもよく分かっていない。従って非常に調査が困難である。
- ・目に見える現象としては、例えば鉛やニッケルが蓄積された土壌では、リターや動物の死骸が分解されずに残る可能性が考えられる。このようなことが観察できれば、明らかに土壌の異変が起きたと言える。そこで、土壌動物や土壌の機能は、目に見える形で把握したい。
- ・目に見える現象でも原因を把握するのは困難である。例えば動物の死骸の分解は微生物の働きによるため、理想的には微生物バイオマスや微生物活性を測ることが重要だろう。しかしこれらの測定にはそれなりの実験設備とテクニックが必要であり、測定が非常に困難である。また、土壌は非常に緩衝能が高いため、少量の汚染物質や農薬が土壌中に侵入しても、直接は影響が表れにくい。そのため、周辺水系に出た影響を測定するのが良いだろう。つまり、土壌環境について調査で直接土壌のある項目の測定を行うのは非常に難しいため、周辺の水系の調査から、土壌への影響を類推するのがよいということである。
- ・今回は特に、植生への干渉や水循環への影響について意識した。しかし最も土壌に影響を与える人為的インパクトとは、土壌表面がコンクリートなどで覆われ、多かれ少なかれ消失することだろう。しかし土壌表面の消失が、将来的に周辺の生態系に与える影響については、ほとんど蓄積がない。これは今後の重要な研究課題だろう。今言えるのは、土壌表面が減少するとまわりの水環境、熱環境が変わるだろうということだけである。その他、農地からは様々なものが河川や海などへと流出して行くが、そこに蓄積し続けている。本来ならば戻さなくてはならない。土壌表面が消失した場合に、そういった物質循環として、水、熱、栄養塩などの循環についても考慮すべきである。

<主な質疑応答の内容>

- ◆土壌動物の調査には、過去の調査で実施されている、自然の豊かさを表す点数表の手法を利用したい。しかし過去の調査では調査ミスと思われる結果もあったため、調査手法の伝え方を工夫しなければならない。調査対象の半分以上は肉眼で見えない生物なので、一般の人が調査するのは無理である。これらの調査に熟練が必要な調査手法の場合、調査員としてのライセンスを発行するなどの対策が必要。専門家の元で研修を積み、一般的なデータが出せることが確定できないと、データの信憑性がない。
- ◆誰も見間違わないミミズやワラジムシなどの、体長の大きい種だけをモニタリングすることは可能。

ミミズは攪乱や農薬に対する耐性がほとんどないため、種にこだわらなくてもよく、ミミズがいること自体が、有機物が蓄積し、農薬の散布がなく、重金属による汚染がない環境を反映している。

- ◆ 土壌の分解能はリタートラップで把握できる。リタートラップは生物の多様性よりも、水分環境に左右される。人工的な場所では、非常に分解スピードがばらつくだろう。結果の解釈が非常に難しいが、分解能が土壌中の微生物量と比例関係が成立するとすれば、その場所の分解能と微生物活性を把握することになる。理由は別として、ある場所では分解スピードが早く、ある場所では比較的分解スピードが遅い、ということはそれなりに意味を持つ。この研究では、人為的インパクトが事前にある程度わかっている、ターゲットを絞り込めるので、そこにリターパックを設置すれば因果関係が見えるかもしれない。リターパックの設置自体は非常に簡便なため、一般の人にも使いやすくて良い。
- ◆ 土壌表面の消失を量的に捉えることは重要である。土壌の消失が原因で分断化される影響は大きい。それによって周辺の表土も乾燥化する可能性があり、乾燥化すると雨による表土流亡が起き、さらに影響は大きくなる。表土がどの程度まとも存在しているかが、その土地のシステムとしての健全度を表している。表土の消失によって、動物のすみ場所としての価値が非常に落ちてしまうためである。
- ◆ 水質の測定により土壌の性質を捉える場合、集水域の入れ子の階層構造ごとに観測ポイントを設置すれば、人為的インパクトの程度によって現れる影響をモデル化できるかもしれない。

6. 哺乳類、鳥類の調査内容について（青木委員より）資料3枚

- ・ 哺乳類と鳥類は、まず全種調査を前提とし、大草谷津で人為インパクトによって影響が出るだろうという種をリストアップした（以下資料に沿って説明）。
- ・ 今回対象とする分類群には入っていなかったが、クモも1つの指標種になるだろう。水田にいるナガコガネグモ、ササグモなどはその例である。水田が荒れて他のイネ科の植物が出現すると、カバキコマチグモが出てくる。非常に見つけやすく、比較的分かりやすい。

<主な質疑応答の内容>

- ◆ 獣道を見つけてカメラをセットする（自動撮影装置）手法もあるが、人里ではカメラが盗まれる可能性があり、なかなか難しい。
- ◆ 哺乳類については、種ごとに調査手法が変わる。カヤネズミは巣を調べれば良い。アナグマやタヌキなども同様に巣を作るが、それを探さずより現地踏査により足跡や糞を探した方が早い。また基本的に生息の有無のみを確認する。移動能力が高いため、人為的インパクトにより急激に減少することはないだろう。生活がどのように変わるかという視点で捉えたい。また可能な限り標本を採っておいの方がよい。標本の置き場所は生物多様性センターか、各県レベルの博物館などがよい。最初の予算に、調査経費に加えて標本のメンテナンス経費も見積もるべきである。
- ◆ 鳥類はほとんどロードセンサスで良いが、ジギ・チドリは、時期に合わせてその調査地域の田んぼを見る。ロードセンサスを含め、調査時期はいつでも良い。
- ◆ 環境の変化と鳥の個体数の関係の事例は少ない。水田が減少した影響かどうかは不明だが、サシバは個体数が減少していることはわかっている。その他サギやジギ・チドリは霞ヶ浦周辺での事例で、水田が乾燥化するとチュウサギが減ってアマサギが増えるというデータがあった。
- ◆ 鳥は飛んで動けるため、生態系の中での評価が難しい。コアになる調査地の人為的インパクトのあった部分を集中して調査すると同時に、周辺域もかなり広く見なければならぬだろう。渡り鳥の場合は、越冬地での環境変化により影響を受けることもある。

- ◆鳥と哺乳類は、一般の人でも好きな人が多いので、調査にかなりの労力がかけられるだろう。
- ◆個々の種の生息の有無の確認には、地元の人へのヒアリングが非常に重要。調査をきっかけに地元の人と仲良くなることも重要である。ただし、聞き取り調査は結果の信憑性に問題がある。「たくさんいた」という場合、それがどれほどなのかが不明である。それでもある程度の傾向はつかめるだろう。
- ◆指標種として挙げたクモは比較的同定が容易な種である。ナガコガネグモは巣と卵嚢に特徴があるので分かりやすい。クモの専門家に相談しなければ正確なことは言えないが、水田環境ではクモも人為的インパクトにより影響されるだろう。また土壌中のトビムシなどを食べる徘徊性のコモリグモが、乾燥したところでは減少し、田んぼ周辺の湿った場所に集中していたという例もある。しかし徘徊性のクモは同定が難しい。今後の課題である。

7. 両生類、爬虫類の調査内容について（長谷川委員より）資料3枚

- ・生態系を把握するための両生・爬虫類の指標種をまとめた（以下資料に沿って説明）。
- ・ここで挙げた3種は、大草では比較的数が多く、谷津田の水田の生態系で重要なものである。
- ・ある調査地で調査を開始する場合、まず対象地の基本的なファウナとフロラが分かっている必要がある。その他生育・生息する種の生態的特性、物理的環境変動に対する生理的反応、生物間相互作用、種のハビタット（マイクロ、メソ、マクロスケール）に関するデータなどがあると良い。このようなデータベースは近年充実し、ホームページ上で公開していることが多いので、情報を調べておく必要がある。その窓口を作り、そこにたどり着けばいろいろな情報を得られる形にしたい。これらのデータについて、現地調査の調査手法の検討と平行して、事務局または多様性センターで充実して欲しい。
- ・大草で利用できる基礎データを資料に示した。これらの基礎データは、新しい調査地を設定する場合、必要なデータを評価する目安として利用できるだろう。

<主な質疑応答の内容>

- ◆移入種の影響として、都市郊外の里山では野犬の影響が大きいだろう。その他、都市鳥として代表的なカラスも、近くにねぐらができたりすると、冬の間は周りの生物相にかなりの影響を与えるだろう。
- ◆タヌキが減少した理由は定かでないが、過去の千葉市の調査では、およそ50ha以上の面積がないとタヌキが確認されなかった。大草はぎりぎりの面積で、世代交代が上手くできなかった可能性がある。周辺が都市化していると、その個体の死が絶滅を意味する。隔離された狭い空間では、特別の環境の悪化がなくても、大型の種は絶滅する可能性がある。

8. 底生動物の調査内容について（倉西委員より）

- ・一般に水生昆虫が水の中にいるのは卵と幼虫の時代のみで、主に成虫時代は陸上で生息する。幼虫は種の同定が困難だが、成虫では大抵容易であるため、陸上時代の昆虫をきちんと採集しなければ、その地域の潜在的な種数がわからない。最初に昆虫学的手法で成虫の調査をすることが重要。
- ・水生昆虫で強調したいのは、羽化したての成虫が乾燥に弱いこと。成虫になりたての昆虫は長期間水辺の植生に止まり、体が落ち着くまで待つ。そのため水生昆虫の生息には、水辺や水路と流路が一体化した、周りの森林まで含めてワンセットの環境が必要である。
- ・トンボなどは他の水生生物を食べるが、多くの種は水路に落ちる落ち葉、または川に生えるケイ藻などを食べ、分解している。そういう意味でも周りの植生が非常に重要である。

- ・水生昆虫に影響を与える人為的インパクトは、水路の周辺の草本植生、灌木や木本植生の消失である。逆に密閉しすぎても水中に光が通らなくなり、水路の中の一次生産が不十分となるので、限られた種しか生息できなくなる。水路の周囲の雑木林の放棄も問題で、適度な管理が必要。
- ・U字溝という人為的インパクトが起きると、増水時に一気に流れて土がなくなるため、水草が生えにくくなる。そのため普通に泳いでいるシマドジョウやホトケドジョウなども、一緒に流されてしまう。その先の水路に段差があったりすると戻って来られないため、ローカルに絶滅する可能性が高い。またU字溝は非常に乾燥が激しいため、羽化場所を必要とするトンボの仲間や、幼虫時代に水から上がって蛹を作るホタルなどが、大きな影響を受ける。
- ・全種調査は必要で、標本を残すことも非常に重要。モニタリングを支える大きな情報の柱になる。

<主な質疑応答の内容>

- ◆大草に生息する種が少ないので、指標種として挙げられるものも少ない。他の地域であれば、例えば軟体動物ではカワニナ、魚類ではメダカ、シマドジョウなどが考えられるが、大草には生息していない。
- ◆大草の水量は、特に左側の水田の水路で減少した。以前は夏に雨が少なくても水路の水は干上がらなかつたが、今年はかなり水量が減少した。大草の外側の林が駐車場に開発されたことが影響していると思う。大草の中では特に変化がなくても、実質的な集水域が変化している。道路ができるとU字溝で水を集めて、大草の周辺に流してしまう。いろいろな要因により、地下水に涵養される水量が減っている可能性がある。一つの集水域をどう捉えるかが重要。大草の場合、元々の集水域より道路で区切られている部分が狭い。道路の外側にある元々の集水域は、今は集水域としての機能を持っていない。同じく千葉市内の同様な環境の谷戸である吉岡の谷津田は、水量が豊富である。吉岡では広大な集水域が森のまま残されている。水量が減り水路が干上がれば、水生生物全般にダイレクトに大きな影響がでる。このような景観レベルでの状況は、水量や水生生物にダイレクトに影響を与えるだろう。このことは同じ年に複数の調査地を見るとわかることで、大草だけを10年見てもわからない。このような比較を行うと、因果関係について示唆を得られ、それを精査すれば具体的な結果が見えるだろう。
- ◆水量を元に戻すには、深井戸から水を汲み上げるか、道路を透水性舗装にするなどの対策が必要。
- ◆まず指標種を選ぶ前に、その地域に潜在的に生息できる種を知る必要がある。それがなければ、人為的インパクトとの関係が見えない。各地方の潜在的な自然史のレベルを高める必要がある。厳密な意味での全種調査はできないが、できる限りの調査を実施し、代表的な個体の標本を残すことが重要。
- ◆全種調査で対象とする調査範囲の目安は市町村レベルである。その生物相と同時にしっかりした標本が必要で、それはリファレンスとして使う。全種調査の精度は、頻度の低い種をどれだけ記録したかで評価できるだろう。脊椎動物と昆虫とはレベルが違うため、分類群ごとの調査労力について分けて考えるべきである。全種調査の対象とする生物の範囲は、今後検討する必要がある。
- ◆調査を実施する上で、一方的な調査の押しつけはよくない。情報交換を行い、担当者に対して生態学的な採集法や調査法を、実際に現地で指導するなど、お互いに成長していくようなステップが必要である。
- ◆調査は全種調査と指標種調査の2段階にする必要がある。全種調査をした後で指標種を決める。例えば1度目の調査で全種調査を2年間やり、次の調査から指標種調査をやる方法もある。また、哺乳類や両生・爬虫類は、最初の調査の時点で指標種調査も同時に始められる。準備の必要なグループと、先行するグループの両方があると考えべきである。特に昆虫などは、潜在的な情報量がかなりあるので、正確なデータが取れば、それだけで自然保護に対して貢献できる。人為的インパクトに対し

ては、他の分類群より遙かに細かいレベルで多様な対応関係があるので、因果関係を追えるデータが取れると思う。

<<主な総合討論の内容>>

- ◆まずあらゆる基本的な人為的インパクトのリストを作成する。モニタリングサイトが決まったら、人為的インパクトのリストから、その場所で実際に起きる可能性のあるものを選択し、追跡すべき指標種を選択して調査する。初めの予想が非常に重要。大草でのモデルを各地で応用する際には、その場所での生物相と人為的インパクトのリストが必要で、指標種を想定する時間も必要である。2カ年の調査だけで指標種を選定するのは難しく、実状にあった形で指標種を選び、十分な検討の後、指標種調査をしっかり行うべきである。
- ◆地域によって指標種が異なる可能性が高いため、全種調査が必要。ただし厳密な意味での全種調査はほぼ不可能なので、ある程度分類群の中で全種的な調査を行うことになるだろう。全種調査に係る労力が大きいので、例えばいくつかのコアサイトでは全種調査を行い、他のサテライトとなる調査地点では潜在的な生物相はコアサイトに準ずると仮定し、全種調査はやらない方法もある。過去に調査を行った全国5カ所は全て全種調査をやりたい。
- ◆フロラやファウナは、地域の差や環境の差で異なる。指標種は各地で変わっても、それぞれの場所で環境の変化により生物相が影響を受けている。ある1つの地域でモデルを作成した場合、モデルを詳細にすると他の調査地点に対応できないので、そのバランスが難しい。地域ごとに重要な点を加えることにより、地域の実情にあわせなければならない。
- ◆今後新たに調査地点を選ぶ場合には、何らかの意味づけが必要になる。ある程度情報がそろっている場所を選ぶ場合でも、そのことを客観的に表す必要がある。そこで新しい調査地点で調査を始めるにあたっては、過去の調査同様、重点的に調査する範囲の周辺地域における、多様な文献調査が必要である。それらの情報はその場所の概況を把握するために役立つ。
- ◆調査地を選定する場合、やりたい人達がいることや、地域の熱心なナチュラルリストが大事にしていることなども、候補となる条件の一つである。人を育てる意味もあり、地域の自然観察団体に、無理のない範囲で調査を委ねることも必要。調査地に対してのデータの蓄積と思い入れがあるため、質の高い良いデータが出る可能性がある。しかし一般市民に調査に参加してもらう場合には、一定レベルの研修を行わなければ、高いレベルの調査ができない。その研修を通じて種の同定を行うネットワークも広がる。例えば(財)日本自然保護協会では、全国各地に自然観察指導員がいて、その人達がずっと見続けている場所がある。野鳥の会の観察会のポイントなども、調査データの蓄積された場所として調査地の候補となる。調査手法がある程度確立されれば、それらの場所で手法を利用してもらいたい。
- ◆この調査の意義付けをよりはっきりすべき。単に研究のための調査でなく、社会に還元されるべき調査であることを分かりやすく伝える。また調査する人間に、それぞれの調査項目ごとのやる意味も伝えるべき。また環境省の業務だが、検討内容については独立に発表する権利を保証すべき。
- ◆モニタリングをやりながらモニタリング調査を育てていくことが重要。調査方法が少しずつ成長し、変わっていく。1つのマニュアルに沿って全国で一斉にやるのではなく、柔軟に対応できるようにしたい。取るデータについては画一性が必要だが、調査員を育て、調査手法を運用する面では、地域ごとの特性を捉えて柔軟にしなければならない。調査員が育っていく段階で横のつながりができ、それが張り合いになり、お互いに助け合うこともできるため意識が高まる。

- ◆人為的インパクトを把握する手法として、地元の人とその場所に対する思い入れなどの、人の心を捉える必要がある。特に里山地域では、耕作や管理の放棄というインパクトが起きており、そういう情報がなければ、今後起こりうる人為的インパクトの予測もできない。また土地の所有者の年齢も重要である。調査をやることで、地元の人と調査担当者との交流が生まれ、地元の人達の意識が変わることもある。
- ◆過去の生態系総合モニタリング調査では、調査担当者と専門家とのつながりや、調査のフォローなどが上手くいかなかった。それを改善するため、検討委員が全国の数カ所の調査を担当する可能性もある。
- ◆今回の議論は多様な環境の中でも、都市周辺という1つのタイプと言える。過去の調査地点5カ所でもかなりの環境の差があり、大河川の周辺や湖の環境などについては、また別の検討が必要である。
- ◆実際の調査のスケジュールもマニュアルの中に入れる必要があり、今後事務局が案をまとめる。過去の調査では、年末に予算が決まってから調査を行うため、十分な調査結果が得られない場合があった。助走期間も5年のうちの最初の段階のところで必要である。

Ⅲ 次回作業委員会での検討内容について

- ・人為的インパクト：藤原委員、北澤委員
面的なインパクトと線的なインパクトを表現した図面の案の作成。
- ・植生：北澤委員
調査に使う位置図の例の作成。地形図の縮尺や周辺の環境の表示法など。
- ・物理化学的環境：豊田委員、篠村委員
大草でデータロガーを使う場合の個数や場所など。
調査の方法を一般的な人がわかるレベルに表現する。調査時期や回数なども含む。
温度・水温・水量・光などの継続的な測定方法。
- ・生物グループ：青木委員、長谷川委員、梶委員、倉西委員
全種調査と指標種調査の調査手法について。専門家でなく自然愛好家レベルで分かる程度のもの。
- ・インパクトのデータベース化：長谷川委員
人為的インパクトをデータベース化した表の作成。
人為的インパクトを把握するために必要な文献、情報、情報収集の方法など。
- ・調査の段取り：事務局が担当
- ・社会科学的情報：(担当は不明)
土地の所有者の土地に対する思いなど。

3-1. 第3回作業委員会資料

第3回 生態系モニタリング調査手法検討作業委員会 次第

2001/2/11

(財) 日本自然保護協会

日時：平成13年2月11日 10:00～17:00

場所：アルカディア市ヶ谷 5F 赤城の間

出席委員：専門分野、所属（五十音順、敬称略）

- | | | |
|---------|----------|------------------------|
| ○青木 雄司 | 哺乳類、鳥類 | 神奈川県立宮ヶ瀬ビジターセンター |
| ○梶 真史 | 昆虫類 | 厚木市郷土資料館 |
| ○北澤 哲弥 | 植生および植物相 | 東京大学大学院新領域創成学研究科 環境学専攻 |
| ○倉西 良一 | 底生動物 | 千葉県立中央博物館 |
| ○篠村 善徳 | 水質 | 東京大学大学院新領域創成学研究科 環境学専攻 |
| ○豊田 剛己 | 土壌、土壌動物 | 東京農工大学大学院生物システム応用化学研究科 |
| ○長谷川 雅美 | 生態系 | 東邦大学理学部助教授 |
| ○藤原 道郎 | 人為的インパクト | 千葉県立中央博物館 |

環境省：生物多様性センター 調査科 曾我部 倫子

生物多様性センター 技術専門員 辻 華欧利

事務局：NACS-J 廣瀬 光子 保護・研究部 研究担当研究員

NACS-J 開発 法子 保護・研究部 研究担当専門部長

10:00～10:05 I 開会

10:05～15:00 II 生態系モニタリング調査手法の検討について

10:05～10:30 1. 人為的インパクトの図面作成について<藤原委員>

10:30～10:55 2. 水環境の調査手法について<篠村委員>

10:55～11:20 3. 土壌環境の調査手法について<豊田委員>

11:20～11:45 4. 植物および植生の調査手法について<北澤委員>

11:45～12:10 5. 哺乳類、鳥類の調査手法について<青木委員>

12:10～13:00 =昼食、休憩=

13:00～13:25 6. 両生類、爬虫類の調査手法について<長谷川委員>

13:25～13:50 7. 昆虫類の調査手法について<梶委員>

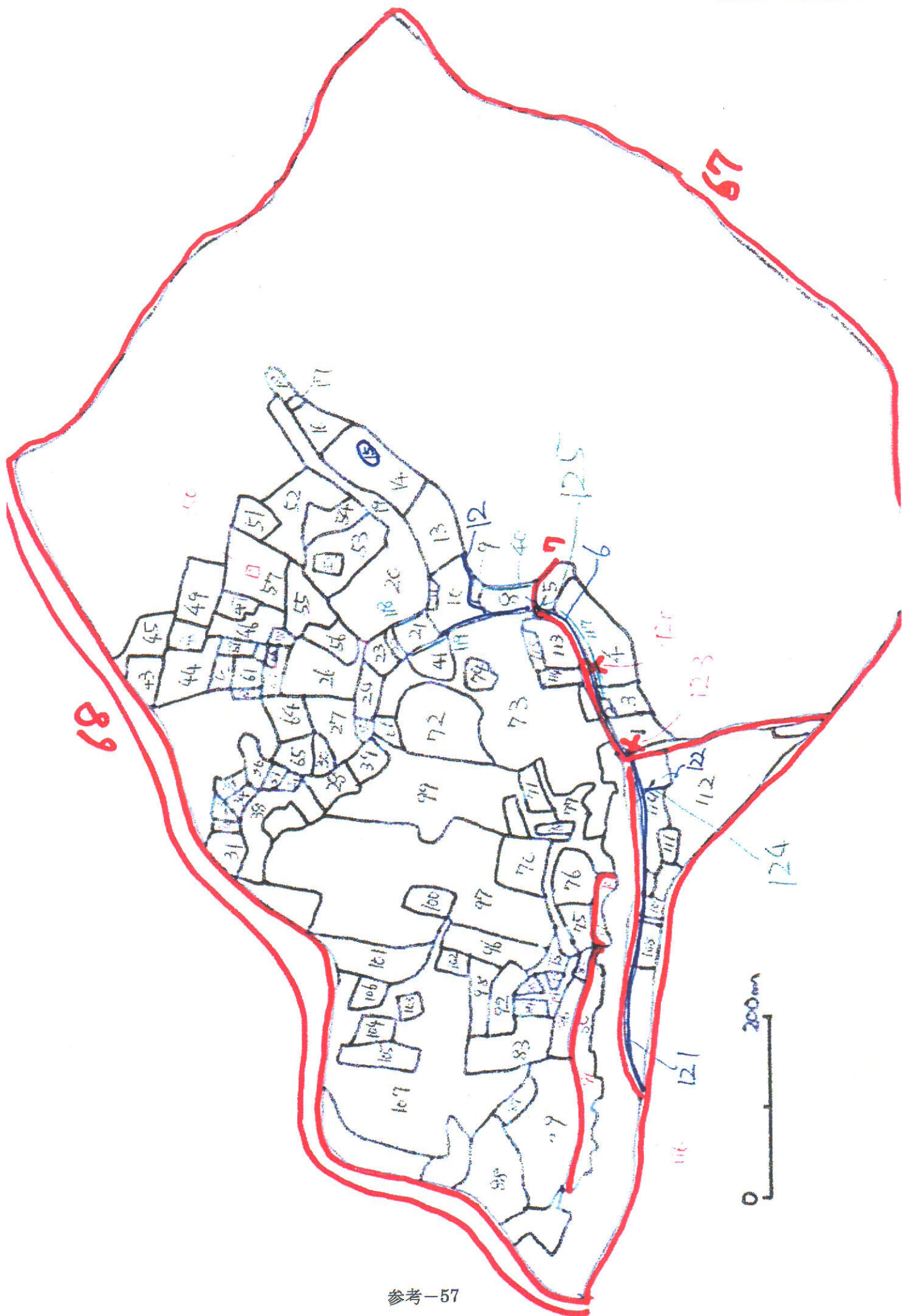
13:50～14:15 8. 底生動物の調査手法について<倉西委員>

14:15～14:40 9. 生態系モニタリングにおける調査の手順について<NACS-J 廣瀬>

14:40～15:00 =休憩=

15:00～17:00 III 生態系のとりまとめの考え方について

17:00 IV 閉会



ポリゴン No.	植生	大項目	種類	高木 伐採	低木 伐採	草本 刈り 取り	落葉 掻き	耕起	冬期 の水
		土地利用の変化							
1	裸地	土地利用の変化	1) 耕作放棄水田の埋め立て						
46	居住地	土地利用の変化	2) 宅地造成						
62	居住地	土地利用の変化	2) 宅地造成						
100	草地	土地利用の変化	宅地予定地の放棄						
108	居住地	土地利用の変化	2) 宅地造成						
109	畑	土地利用の変化	1) 耕作放棄水田の埋め立て			無			
		土地利用の維持							
2	居住地	土地利用の維持	現状維持						
44	居住地	土地利用の維持	現状維持						
47	居住地	土地利用の維持	現状維持						
50	堆肥置き場	土地利用の維持	現状維持						
88	資材置き場	土地利用の維持	現状維持						
92	墓地	土地利用の維持	現状維持						
97	居住地	土地利用の維持	現状維持						
106	居住地	土地利用の維持	現状維持						
		水田への干渉							
3	水田	水田への干渉	2) 刈取り後の耕起, 不耕起, 水の有無					無	あり
		草地 (セイタカア ワダチソウ)							
4	草地	水田への干渉	水田の耕作放棄			無			
5	草地	水田への干渉	水田の耕作放棄			あり			
8	水田	水田への干渉	2) 刈取り後の耕起, 不耕起, 水の有無					無	あり
9	畑	水田への干渉	水田の耕作放棄			あり			

人為インパクト図作成手順.txt

10	草地 (セイタカア ワダチソウ)	水田への干渉	水田の耕作放棄	無				
11	ハンノキ	水田への干渉	水田の耕作放棄	無				
13	草地 (ヨシ)	水田への干渉	水田の耕作放棄	無				
14	草地 (セイタカア ワダチソウ)	水田への干渉	水田の耕作放棄	無				
16	草地 (ヨシ・カサ スゲ)	水田への干渉	水田の耕作放棄	無				
17	草地 (アズマネザ サ)	水田への干渉	水田の耕作放棄	無				
18	草地 (スゲ)	水田への干渉	水田の耕作放棄	無				
21	水田	水田への干渉	2)刈取り後の耕起, 不耕起, 水の有無	あり				無
22	湿生草地	水田への干渉	水田の耕作放棄	無				
23	草地 (セイタカア ワダチソウ)	水田への干渉	水田の耕作放棄	無				
24	草地 (クズ)	水田への干渉	水田の耕作放棄	無				
25	スギ植林	水田への干渉	水田の耕作放棄	無				
110	水田	水田への干渉	2)刈取り後の耕起, 不耕起, 水の有無	あり				あり
111	水田	水田への干渉	2)刈取り後の耕起, 不耕起, 水の有無	無				無
112	草地 (セイタカア ワダチソウ)	水田への干渉	水田の耕作放棄	無				
35	草地	水田以外の農耕地への干渉	耕作放棄					
37	草地 (アズマネザ サ)	水田以外の農耕地への干渉	耕作放棄					
43	畑	水田以外の農耕地への干渉	現状維持					
48	樹園	水田以外の農耕地への干渉	現状維持					

49	畑	水田以外の農耕地への干渉	変更						
57	畑	水田以外の農耕地への干渉	現状維持						
58	畑	水田以外の農耕地への干渉	現状維持						
59	樹園	水田以外の農耕地への干渉	現状維持						
60	スギ低木林	水田以外の農耕地への干渉	植林						
61	畑	水田以外の農耕地への干渉	現状維持						
83	畑	水田以外の農耕地への干渉	現状維持						
		森林管理							
19	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無
20	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無
26	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無
27	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無
28	スギ高木林	森林管理		無	あり	あり			無
29	スギ高木林	森林管理		無	無	無			無
30	落葉広葉樹高木林	森林管理		あり	無	無	無	無	無
31	常緑広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無
32	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無
33	竹林	森林管理		無	あり	あり			無
34	スギ高木林	森林管理		無	無	無			無
36	竹林	森林管理		無	無	無			無
38	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無
39	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無
41	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無
42	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	あり	あり			無
45	スギ高木林	森林管理		無	無	無			無
51	スギ高木林	森林管理		無	無	無			無
52	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無			無
53	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無			無

人為インパクト図作成手順.txt

54	スギ高木林	森林管理			無	無	無	無	無	無
55	スギ高木林	森林管理			無	無	無	無	無	無
56	落葉広葉樹高木林	森林管理			無	無	無	無	無	無
63	落葉広葉樹高木林	森林管理			無	無	無	無	無	無
64	落葉広葉樹高木林	森林管理			無	無	あり	無	あり	無
65	落葉広葉樹高木林	森林管理			無	無	無	無	無	無
66	アズマネザサ草地	森林管理			無	無	無	無	無	無
69	竹林	森林管理			無	無	無	無	無	無
70	スギ	森林管理			無	無	無	無	無	無
71	スギ低木林	森林管理			あり	あり	あり	あり	あり	無
72	竹林	森林管理			無	無	無	無	無	無
73	落葉広葉樹高木林	森林管理			無	無	無	無	無	無
74	竹林	森林管理			無	無	無	無	無	無
75	スギ高木疎林	森林管理		強度の立ち入り	あり	あり	あり	あり	あり	無
76	スギ高木林	森林管理			無	無	無	無	無	無
77	常緑広葉樹高木林	森林管理			無	無	無	無	無	無
78	スギ低木林	森林管理			無	無	無	無	無	無
82	落葉広葉樹高木疎林	森林管理		強度の立ち入り	あり	あり	あり	あり	あり	無
84	落葉広葉樹高木林	森林管理			無	無	無	無	無	無
85	スギ低木林	森林管理			無	無	無	無	無	無
87	スギ低木林	森林管理			無	無	あり	あり	あり	無
89	伐採跡地	森林管理			あり	あり	あり	あり	あり	無
93	スギ高木疎林	森林管理			無	無	無	無	無	無
94	落葉広葉樹高木疎林	森林管理			あり	あり	無	無	無	無
95	落葉広葉樹高木林	森林管理			無	無	無	無	無	無
96	スギ高木林	森林管理			無	無	無	無	あり	無

98	スギ高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無
99	スギ高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無
101	スギ高木林	森林管理		無	あり	あり	あり	あり	無
102	スギ低木林	森林管理		無	無	無	無	無	無
103	スギ高木林	森林管理		無	あり	あり	あり	あり	無
104	常緑広葉樹高木林	森林管理		無	あり	あり	あり	あり	あり
105	竹林	森林管理		無	あり	あり	あり	あり	無
107	落葉広葉樹高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無
113	スギ低木林	森林管理		無	あり	あり	あり	あり	無
114	竹林	森林管理		無	無	無	無	無	無
115	スギ高木林	森林管理		無	無	無	無	無	無
		森林以外の管理							
79	コンクリート壁面	森林以外の管理	6) 斜面崩壊防止のための斜面林伐採と法面をコンクリートで固める						
80	コンクリート壁面	森林以外の管理	6) 斜面崩壊防止のための斜面林伐採と法面をコンクリートで固める						
86	伐採跡地	森林以外の管理	強度の立ち入り	あり	あり	あり	あり	あり	無
40	畦畔草地	森林以外の管理	畦畔草地の刈り取りあり						
117	畦畔草地	森林以外の管理	畦畔草地の刈り取りなし						
118	畦畔草地	森林以外の管理	畦畔草地の刈り取りあり						
119	畦畔草地	森林以外の管理	畦畔草地の刈り取りあり						
		土地の分断							
67		土地の分断	1) 舗装道路による分断 周囲を2車線の舗装道路で完全に囲まれる						

人為インパクト図作成手順.txt

68	土地の分断	2) 交通量の増加による分断の促進						
	人工的な生物の移動経路の改変							
7	道路	1) 農道のアスファルト舗装						
90	フェンス	フェンス						
91	フェンス	フェンス						
116	道路	1) 農道のアスファルト舗装						
	水循環							
6	水路	1) 水路の3面コンクリート護岸化 (U字溝の埋設)						
12	水路	土水路の維持						
15	池	土水路の維持						
121	水路	1) 水路の3面コンクリート護岸化 (U字溝の埋設)						
122	水路	1) 水路の3面コンクリート護岸化 (U字溝の埋設)						
124	水路	水路の段差						
125	水路	水路の段差						
不明		3) 水位の季節変動						
	光環境							
120	街灯	1) 街灯						
123	街灯	1) 街灯						
	栄養塩循環・薬品の影響							
不明		1) 肥料散布						
不明		2) 農薬散布						
	採集圧							
不明	採集圧	採集圧						

2002/02/11

第3回 生態系モニタリング調査手法検討作業委員会 資料 —大草における水環境調査手法の検討—

東京大学 大学院 新領域創成科学研究科 環境学専攻 篠村 善徳

1. 水環境調査の意義

都市の周辺に位置し、二次的な自然や農業が残存する里地地域は、生物に貴重な生息地を与え、また人々にも身近なレクリエーションの場を提供するという役割も担っており、近年、再評価されている。しかし一方で、都市の周辺部に位置するため、その自然は住宅地などの開発を受けやすく、また圃場整備や農薬散布をはじめとする人為的なインパクトも受けやすい。特に水環境に着目すると、人為インパクトによって次のような影響を受けると考えられる。

- 1) 水源涵養域において森林伐採を伴う開発行為（主に住宅地開発）がおこなわれた場合、保水能力の低下を招き、谷部の湧出流量が減少し、少雨期に枯れる。また、降雨時は短時間に流量が増加する。
- 2) 水源涵養域において畑地の開発がおこなわれ、化学肥料が大量に用いられた場合、窒素が流出し、谷部の湧出水の水質が汚染される。
- 3) 圃場整備等によって、水路が土水路からコンクリートU字溝に整備された場合、排水溝としての機能が高まり、水は速やかに流下してしまう（生物は生息できない）。また、植物による水質浄化機能（特に窒素分の吸収）が低下する。
- 4) 水路に家庭排水が流入し、水質を汚染する。
- 5) 水田において農薬が散布された場合、水質は有機汚染される。

今回事例とした千葉市若葉区大草の谷津においても上の1)～4)にあげた人為的なインパクトが予測され、それに伴う水環境への影響が懸念される。水環境の変化は、直接的に水生昆虫や植物の生息環境に影響を与え、また湧水灌漑の場合、水稻耕作にも影響を与える。また、河川の汚染にも繋がりがかねない問題であり、大きくとらえれば、私たちの実生活とも関わってくる。

そこで、里地地域において、人為的なインパクトが水環境に与える影響を把握するための調査手法を検討し、手法を確立していくことが重要である。

2. 調査地・測定地点の選定

調査手法を検討するために、千葉市若葉区大草が選定された。ここは、およそ12万5千年前に形成された下総台地と、それを樹枝状に大きく刻む3本の枝谷津からなる。台地上の標高は37～40m、谷津の谷底の標高は13～20mである。水は、谷頭部の標高19～20mの地点および台地の崖下から湧出する。

流量・水質の測定地点を選定するに当たって、まず主な湧泉（谷頭および崖下）の場所、谷底および水源涵養域の土地利用状況、流路、水路形態、排水口を把握し、それに基づいて測定地点を選定した。その結果を図に示したのが、図1である。

大草の流路を簡略化すると以下のようなになる。

< I : 北の枝谷津 >

S 1 + S 2 → 荒地地 → C 1 (土水路) → ↓

< II : 西の枝谷津 >

↓

S 5 → C 3 (土水路) → → → → → → → → → C 4 (U字溝) → → C 5 (U字溝) → →

< III : 北の枝谷津・東側崖線 >

↑

S 3 + S 4 → C 2 (土水路) → → → → → → → ↑

< IV : 東の枝谷津 >

S 6 → 荒地地 → C 6 (土水路) → → → → → → → → → → → → → → → → → →

※ S : 湧泉測定地点 C : 水路測定地点

図 2 流路の概略と測定地点

測定地点は、湧泉 6 地点、水路 7 地点の合計 13 地点を選んだ。湧泉では、水源涵養域における土地利用・開発状況の影響を調査し、水路では、土水路と U 字溝との水質・流量の比較検討をする。

3. 測定項目

測定項目は、対象を一般市民としたため、誰でも簡単にできるものとして、次の項目をあげる。

- 1) 気 温
- 2) 水 温
- 3) 流 量
- 4) 電気伝導度 ※1
- 5) pH ※2
- 6) 硝酸 : NO₃ (パックテスト) ※3
- 7) 化学的酸素要求量 : COD (パックテスト) ※4

その他、基本事項として、測定者、当日の天候、最近の降水日、測定地点および時刻、測定地点付近の図、水の異変 (においや色) や、湧泉であれば、湧出の形態 (例 : 木の下の穴 = パイプから、5×5m の範囲全体でにじみ出すなど) や水源涵養域の土地利用、水路であれば、水路形態 (例 : 土水路、U 字溝など) や谷底の土地利用などをあわせて記す必要がある (調査表参照)。

- ※ 1 : 電気伝導度とは、水の中に溶け込んでいる不純物 (無機イオン) の総量をあらわし、不純物が多くなると電気が通りやすくなって値が上がる。汚染の指標などに用いられる (温泉・火山帯・河口部を除く)。単位は、μ S/cm (マイクロ・ジーメンズ・パー・センチメートル) を一般的に用いる。
- ※ 2 : pH (ペーハー) とは、水の酸性・中性・アルカリ性をあらわす指標。通常の河川・地下水は pH 6~8 である。
- ※ 3 : 硝酸とは、化学肥料や尿尿、生活排水に含まれている窒素が酸化されて水に溶け込んでいるものである (硝酸イオン NO₃ の状態で存在)。人為的な汚染の指標となる。これが大量に含まれている水を飲み続けると人体に害を及ぼすため、水道法で亜硝酸とあわせて 10mg/L (イオンの状態で約 45mg/L) 以下と定められている。
- ※ 4 : COD は、水中の酸化されやすい物質 (主に有機物) の酸化により消費される酸素

の量をあらわす。家庭排水などによってもたらされた水中の有機物量の指標となる。

4. 測定方法

1) 気温

普通の棒状温度計や簡単なサーミスタ温度計で、風通しの良い日陰で測る。高さは、約 1.5 m の地点で、日陰がない場合は板などで日陰をつくる。正確に、気温および湿度をはかる場合は、アスマン通風乾湿計 (約 10 万円) を用いて測るのが原則である。

2) 水温

バケツやピーカーなどで採水をおこない、直ちに棒状温度計を浸して、安定を待ち、水の中に入れた状態で値を読む。後に述べる電気伝導度計や pH メータには水温センサーが付いている場合が多いので、それを用いてもよい。

3) 流量

流量の測定方法は、測定地点の状況や水量によって異なってくる。また、継続的に計測し、信頼性の高いデータを求めるならば、大がかりな機材が必要となる。

① 水量が多い場合

a) 堰を設置する

毎秒 30~40L/s 程度までの水路や小河川ならば、図 3 のような堰を作って流量を測る。この方法は、水位をデータロガーを用いて記録することにより長期間の連続観測をおこなうことにも向いている。

堰はアクリル板や塩化ビニル板などで作成する。JIS 規格があるので、これを参考にする。設置場所は水路の両端をせき止める形で設置するか、または、図 4 のような箱状の堰を作成して、水路の段差を利用して水を受ける (箱は

水平にしなければならない)。

設置が完了したら、観測をおこなう。水量は堰を流れる水の水面高 (h) から次の式をつかって求めることができる。

$$\text{流量 } Q \text{ (m}^3/\text{min)} = Kh^{3/2}$$

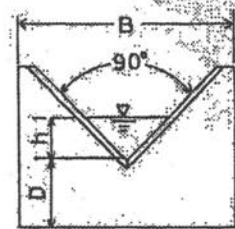
$$K = 81.2 + 0.24/h + (8.4 + 12/\sqrt{D})(h/B - 0.09)^2$$

大草では、S2 の下流・C1・C2・C3・C7 の地点で設置を検討する。水量が少なく、水面高が期待できない場合は、あとで述べるバケツや手カップを使う方法を用いる。

b) ウキを流す

基本的に水量は、水路の断面積 (幅×水深) ×流速から求めることができる。断面積は U 字溝であれば簡単に出来るが、土水路では直線区間を安定的に流れて

直角三角堰



Dは10cm以上のこと。

図 3 直角三角堰 (JIS 規格)

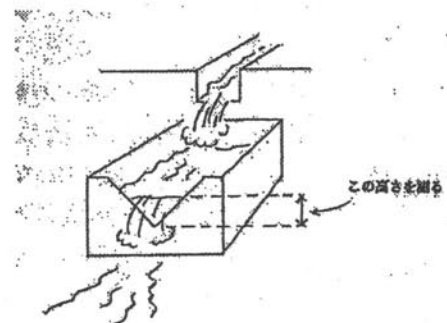


図 4 箱状の自作堰

いる（よどみや乱流がない）場所を選ばなければならない。

流速は、普通の河川では流速計を用いる。プライス式流速計（プロペラの回転速度から求める：約 20 万円）が最も安価で一般的であるが、最低 10cm の水深と、3m/s 以上の流速が必要である。従って、流量が少ない水路では向かない。ここでは、ウキを使って流速を測る方法をのべる。

ウキは釣り用のものでもよいし、フィルムケースに少量の水を入れるなどして自作してもよい。2～5m の測定区間を設定し、下流側にもウキの到達を確認する人を配置する。ウキを流し、ストップウォッチなどで所要時間を計る。誤差があるため、最低 3 回は同じことをおこない、平均値をとる。測定距離÷所要時間で流速を求めることができる。

大草では、U 字溝区間である C4・C5 でこの方法を用いるのが妥当である。

② 最大流量が 1～2L/s 程度の場合

・バケツや目盛り付きカップを使う

水路に適当な落差や堰があって水流を 1 つに集めることができれば、1 人でも簡単におこなうことができる方法である。図 5 のように水をせき止めて、樋をつける方法で自作することもできる。

容積がわからないバケツ（ビニル袋でもよい）を使うのであれば、一定時間（例えば 10 秒間）水を受け、バケツにたまった水の量を目盛り付きピーカーやメスシリンダーではかる。また、あらかじめ容量のわかっている目盛り付きのカップ（1L）があるならば、それが一杯になるまでの所要時間を計る。

大草では、S2 の下流・C1・C2・C3・C7 の地点で図 5 のような堰を設置して測定可能であるが、データロガーを用いた連続観測はできない。

③ 測定が難しい場合

湧出地点が、湿地になっていたり、露頭の広範囲からじわじわわき出ている場合などは、流量そのものを測定することが難しい。その場合は定性的な評価ではないが、目測で「多い」「中」「少ない」などと判断するしかない。したがって、これは 1 人ですべておこなわなければならない。自分自身で、「多い」場合は、1 分間に何リットルといった判断基準を身につけておく必要がある。ちなみに、水道の蛇口は全開で毎分 20L 程度である。

大草では、S3・S4・S6 がこれにあたる。

4) 電気伝導度

電気伝導度は、専用の電気伝導度計で測る。価格は約 3 万円の簡易計から精度の高いもので約 10 万円ほどである。1 つの本体に電気伝導度のセンサと pH のセンサとの 2 つをつけられるものもある（図 6）。

採水をおこなわなくても直接、水につけて測ることができる。しばらくして安定をした

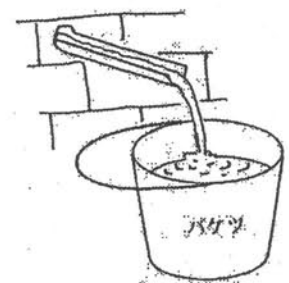


図 5 水をせき止めて樋を設置

ら、値を読む。

なお、電気伝導度は、水温によって変化をするため、温度補正をしなければならない。通常は25℃で換算をする。最近の機械は自動的に補正をおこなってくれることが多いが、取扱説明書に留意すること。

5) pH

pHの測定で最も安価で簡便な方法は、pH試験紙を用いる方法である。価格は50枚1000円ほどである。通常、1~0.5程度の精度しかないが、最近では、試験紙そのものの測定範囲を1.5程度にして、0.2程度に精度を上げているものもある。しかし、測定範囲が限られている分、事前に測定地点のpHの目安をつけておく必要がある。

比色管を用いる方法は、一般的ではあるが、薬品や試験管を多く必要とするため、持ち歩きにはあまり適さない。しかし、比較的精度よく、測定することができる。

電気伝導度と同様に、専用のpHメータを用いる測定もある。価格は、約2万円の簡易計から精度の高いもので約10万円ほどである。値段は張るが、携帯性にはすぐれ、個人差が生じない。精度を維持するためには、こまめに標準溶液で校正しておく必要がある。

上記の内どの方法を用いるかは、求める精度と測定地点数、測定頻度による。

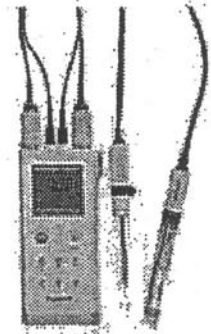


図6 電気伝導度・pHメータ
(堀場製作所)

6) 硝酸：NO₃

硝酸などの水質項目を測定する最も簡便な方法に、パックテスト（共立理化学研究所）がある（図7）。価格は、10本1400円ほどである。試薬の入った専用の容器に水を直接注入（泥が入らないように注意）し、数回ふって、しばらく置いておく。3分後に検出された色と付属の比色用紙の色とを比較し、値をきめる。

硝酸イオンの場合、比色の目安となる色は、1/2/5/10/20/45mg/Lについている。したがって、10mg/Lを越えると精度は落ちていく。比色するさいは、両方の値の色をみて、中間にあると判断された場合、値は両者の中間値とする。

評価の目安として、5mg/Lを越えた場合、化学肥料などで汚染されていると考えた方がよい。45mg/Lに達すると、水道法の基準値を超える。

注意点として、事前に亜硝酸の測定をおこなっておく必要がある。しかし湧水や上流部の水路の場合、通常、亜硝酸は直ちに硝酸に酸化され、亜硝酸は検出されない場合が多い。大草においても、亜硝酸は検出されなかった。

精度よく測定をおこないたい場合は、硝酸専用の携帯用の測定器械がある（価格：約4万円）。



図7 パックテスト
(共立理化学研究所)

7) 化学的酸素要求量：COD

CODについても、硝酸と同様にパックテストが販売されているため、それを用いるのが、最も簡便な方法である。

試薬の入った専用の容器に水を直接注入（泥が入らないように注意）し、数回ふって、しばらく置いておく。20℃の水の場合は、5分後に検出された色で比色する（温度が低い場合は、もう少し長くおいておく）。COD（低濃度用）の場合、比色の目安となる色は、0/2/4/6/8mg/Lについている。比色するさいは、両方の値の色をみて、中間にあると判断された場合、値は両者の中間値とする。

評価の目安として、4mg/Lを越えた場合は、家庭排水などにより汚染されていると考えた方がよい。

注意点として、CODの場合は、流下する過程で、空気により酸化分解され減少していく。従って、排水による直接の影響をみたい場合は、なるべく排水口に近い地点で測定をおこなった方がよい。

5.測定時期・間隔

測定時期や間隔は、調べたい内容にあわせて設定する。1回の降雨による流量・水質の変化をみたい場合（短期流出）と、季節変化などをみたい場合（長期流出）とにわけて考える必要がある。

1) 1回の降雨による変化をみる

天気予報や当日の天候をみて、雨が降る前から流量・水質観測を行う。約1時間に1回の観測を目安とする。

雨が降り始めたら、直ちに観測をおこなう。涵養域が開発されている場合は、保水力が弱いため、ただちに流量が増加する可能性がある。従って、降雨中の流量は15～30分おきという密な観測をおこなう。これは流量の最大のピークが降り始めてからどれくらい後に出るかをみるためである。水質項目については、雨により希釈されて変化するが、すべての項目を密に調べるのは困難なので、1時間に1回でよい。

雨がやんでも、その後1時間～2時間は、15～30分おきに観測を続ける。徐々に流量が減少していること把握したら、1時間に1回の観測に戻す。

観測後、データをもとに時間をx軸にして折れ線グラフを作成する（ハイドログラフ）。降水量の曲線と流量の曲線がどのような関係になるか、さらに水質との関係についても考察してみる。

なお、この観測の場合は、雨量計も設置しておく必要がある。雨量計は自作のものでよい。

※ データロガーの使用について

流量をはじめ、気温、水温、降水量の連続観測には、自記記録計であるデータロガーを使うのが便利である。

（後日配布予定）

2) 1年間の季節変化をみる

肥料による汚染が考えられる場合、その施肥の時期によって、水質も変化する可能性

がある。従って、1年間を通して、月1回ずつ観測することが望ましい。雨による影響を除去するために、降雨後、3～4日以降におこなう。

1年間の観測結果をもとに、時間をx軸にして折れ線グラフを作成する。各項目に複数月を通じて増加または減少傾向が認められるか、また水量と各水質項目に関係性が認められるかを考察する。

6. 調査器材（例）

1) 測定器材

温度計（50℃までのもの）

水温計（温度計でも代用できる）

電気伝導度計

pHメータ（または、試験紙）

硝酸パックテスト（必要に応じて亜硝酸パックテスト）

CODパックテスト

ウキ

ストップウォッチ（秒針付きの腕時計でも代用できる）

コンベックス（3～5m）

取っ手・目盛り付きカップ

2) 測定補助品

蒸留水（電気伝導度やpHメータのセンサーを洗う）

pH校正液（通常、pH4，6，9の3点校正）

キムワイブ（香料などの添加のないティッシュでもよい）

替え電池

ビニール袋（水量調査にも使える）

ポリ瓶 100～200mL（実験室で測定しなければならないときに持ち帰る）

3) 必需品

フィールドノート（記録用紙）

クリップボード

地図（1：2500～1：5000）

コンパス

カメラ（フィルムも）

ビニールテープ

ペン・マジック・（色鉛筆）

園芸用移植ごて（採水しやすいように掘る）

カマ（ヨシやササなどをかき分ける）

長靴

タオル・帽子

水筒
救急用具

7.大草の事前調査

2002年1月24日および2月1日に、大草で現地把握および測定地点を決定するための事前調査をおこなった。

- 1) 1月24日は、主な湧泉（谷頭および崖下）の場所、谷底および水源涵養域の土地利用状況、流路、水路形態、排水口を把握し1つの地図にまとめた（図1）。
- 2) 地図をもとに、測定地点の候補をあげ、2月1日に実際に水量・水質測定をおこなった（表1）。CODについては測定を省いた。

結果

- 1) 湧水の流量は、北の谷津にあるS1およびS2が非常に多く、S5がこれに続いた。S6の湧水は湿地状になっていて量も少なく測定できなかった。これは、涵養域の大きさと開発状況を反映していると考えられる。
- 2) 硝酸イオンは、S1・S2・S3で非常に値が高く、S6でもやや高かった。いずれも上流の涵養域に畑地があることから、化学肥料による汚染と考えられる。
- 3) 流下する過程で、S2→荒地→C1、S6→荒地→C6では、硝酸イオンが低下して0になり、ヨシ原による浄化が確認された。また電気伝導度も低下した。
- 4) U字溝区間のC4→C5では、硝酸イオンの低下はみられなかった。また、pHが増加した。

結論

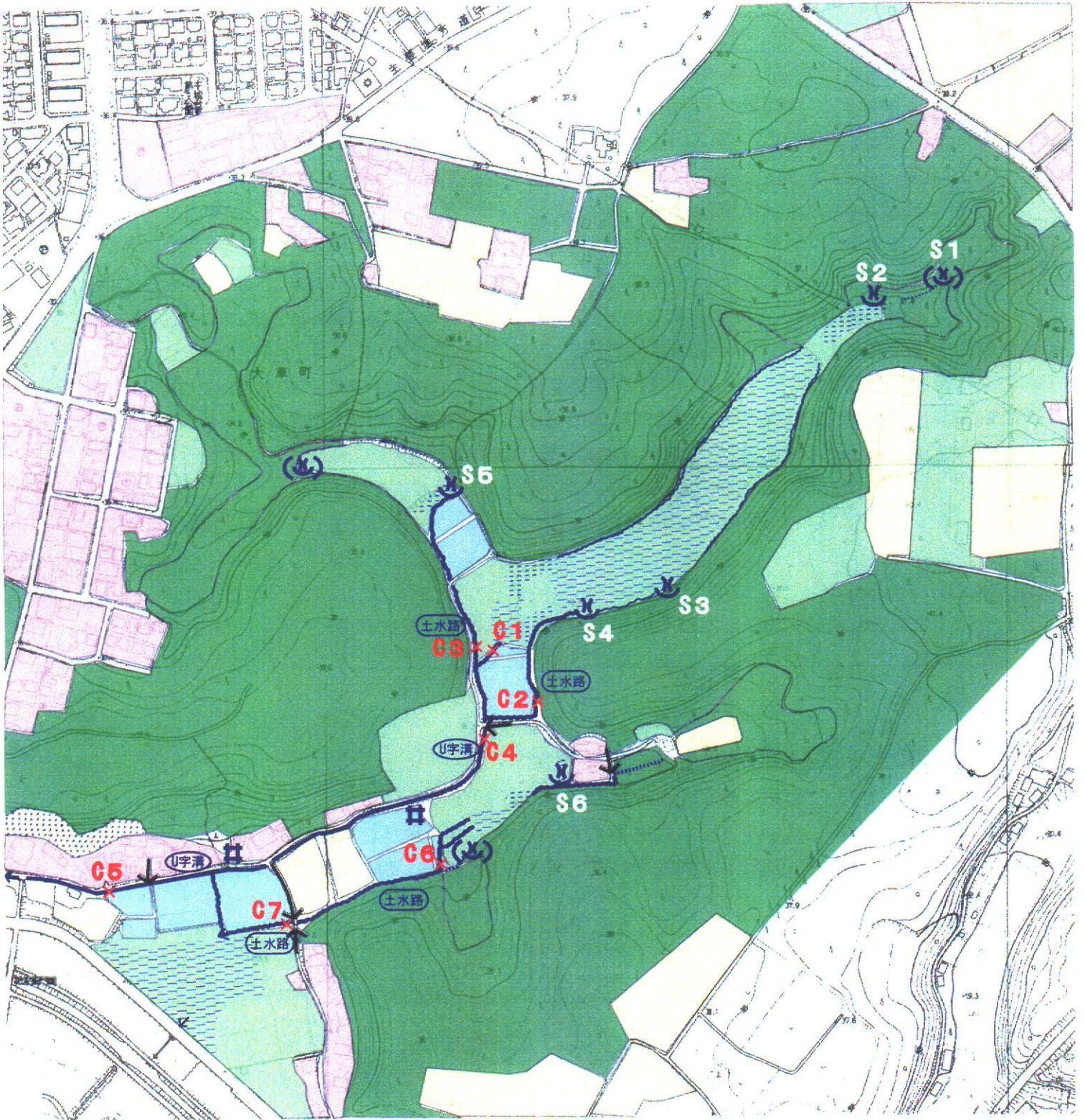
以上の結果、湧泉6地点、水路7地点を測定することにより、人為的なインパクトを捕らえることができることがわかった。今後、継続的に計測をおこなうことで、よりそれが明確になると考えられる。

8.市民による調査のために参考となる文献

新井正（1994）：『水環境調査の基礎』。古今書院，168p.

小倉紀雄（1987）：『ブルーボックス B-696 調べる・身近な水』。講談社，161p.

高橋一・末永和幸（1992）：『地学ハンドブックシリーズ6 湧泉調査の手びき』。地学団体研究会，116p.



1 : 4,000

S1 ~ S6 湧泉測定地点
C1 ~ C7 水路測定地点

図1 千葉市大草における水環境調査
 土地利用・水路概況図

表1 事前調査結果

2002年2月1日調査

天候 はれ		最近の降雨日 1月27日			調査者 篠村善徳	
湧泉 No.	S1	S2	S3	S4	S5	S6
測定時刻	15:55	15:40	15:15	14:00	14:50	13:15
気温(°C)	8.5	8.8	9.3	12.0	8.0	9.0
水温(°C)	13.5	12.7	10.6	12.4	13.9	6.5
流量(mL/s)	約800	約1300	測定不可	約30	約630	測定不可
電気伝導度(μ S/cm)	240	210	396	215	178.8	434
pH	5.77	6.45	6.64	7.01	7.30	6.78
硝酸イオン(mg/L)	45	45	45	5	3	7~8
現地の状況	パイプより	木の下のパイプより	しみだし	パイプより	パイプより	しみだし

水路 No.	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
測定時刻	14:25	13:30	14:35	16:25	12:10	12:55	12:35
気温(°C)	12.0	11.5	7.0	7.0	17.0	9.0	16.0
水温(°C)	5.5	5.4	8.8	4.4	6.5	2.4	6.0
流量(mL/s)	約4000	約3500	約900	約9000	約10000	約150	約200
電気伝導度(μ S/cm)	140.4	189	175.4	172.2	182	237	303
pH	6.62	7.00	6.67	6.44	7.75	6.98	7.20
硝酸イオン(mg/L)	0	5	2	5	5	0	2
現地の状況	土水路	土水路	土水路	U字溝	U字溝	土水路	土水路
排水状況					下水混入		下水混入

水環境調査 シート

調査者 _____ (地図位置番号 _____)
 測定日時 _____ (写真番号 _____)

電気伝導度(EC) _____ $\mu S/cm$

水温 _____ $^{\circ}C$

pH _____

天気 _____ (前日天気 _____ 最近の降雨日 _____)

気温 _____ $^{\circ}C$ 湿度 _____ %

バックテスト

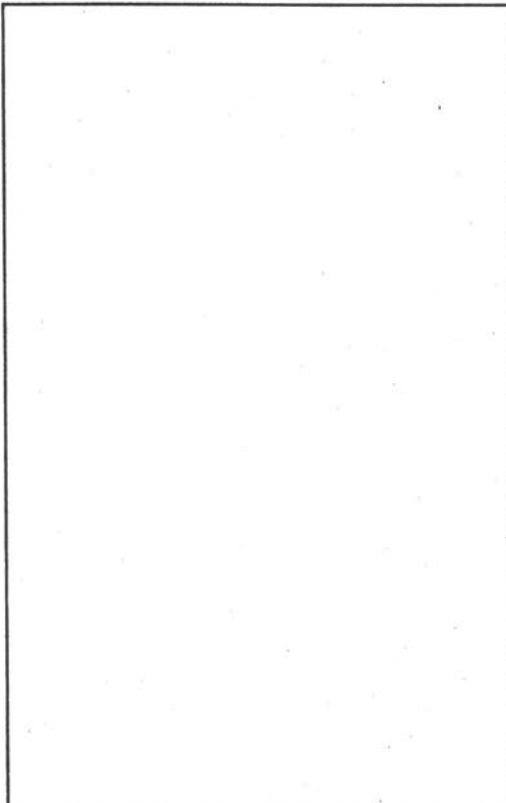
NO ₃ ⁻	mg/L
COD	mg/L
	mg/L

水路幅 _____ cm

水深 _____ cm

流速 _____ cm/s

流量 _____ ml/s



採水地点の見取り図

湧泉のタイプ

湧泉の利用状況

集水域の土地利用

用水路の形態

排水の混入状況

谷底部の土地利用

その他
(水の異変など:色・におい)

生態系モニタリング第3回作業委員会 資料

東京農工大学 豊田剛己

1. 土壌機能の評価

1) 背景：土壌の有する最も重要な機能は分解者としての働きである。通常、土壌表面に落ちる落葉落枝や動物の死骸は徐々に分解し見えなくなってしまう。この植物や動物遺体が分解していく過程で遊離してくる窒素やリン、各種の無機イオンがそこで生育している植物の重要な栄養源となっている。もし土壌表面や土壌中の有機物がいつまでも原形のまま残ってしまうようであれば、土壌の分解能の低下、すなわち土壌生物に何らかの異常が起きていることを意味することになる。そのため、各種土壌の有機物分解能は広く土壌動物、土壌微生物の働きを見ることになり、また、土壌の健康を見積もる一つの指標となる。

2) 実験に必要な材料

2-1) リターバッグ：網目が 1-4mm（一部の大型土壌動物を除いてダニ、トビムシなどかなりの種類の土壌動物が侵入可能な網目の大きさ、これより大きいと細くなった落葉などが簡単に網目の隙間から抜け落ちてしまう。また、網目がこれより小さいと中に入れられない土壌動物がたくさんでてくる）の寒冷紗を準備する。1辺 15cm 程度の正方形に切り、2枚を重ね合わせて4辺の内の3辺を縫うか、ホッチキスで留める。長さ 30cm 程度の針金もしくは釣り糸をくくりつけ、その端に目印として色の付いたテープを巻き付ける。

2-2) リター：落葉の時期に、対象とする森林内から新しい落葉を集める。全国で統一した有機物とするために、5cm ほどに細断した稲ワラ、もしくは濾紙（直径 125mm）を用いても良い。落葉、稲ワラ、もしくは濾紙をリターバッグに入れホッチキスで留める。このとき、はかりで重さを測りながらリターを入れ、各バッグに同じ重量のリターが入るようにする。これを1カ所につき15個用意する。残ったリターの一部を 70-80 度の乾燥機に一晩以上入れるか、もしくは天日で完全に乾燥させ、バッグに入れたリターの乾燥重量を求める。

2-3) はかり：0.2g 程度刻みで 200g 程度まで測れるもの。

2-4) 温度センサー：リターバッグを埋設した土壌の温度を連続測定するた

め。機種等は??

2-5) 乾燥機：これは難しい！！ どう手当するか？

3) 実験方法：調査地全体を反映するように、出来る限り分散した15地点を決める。土壌表層にある落葉落枝（リター層と言います）を除いてリターバッグを置く。その上に取り除いたリターを再度かぶせる。こうして1カ所につき15個のバッグを土壌表面に埋める。埋めた場所が分かるように、色テープを付けた棒などを埋めた場所の近傍に差ししておく。落葉期である11月頃スタートし、6ヶ月後、9ヶ月後、12ヶ月後の3回、1回につき5個のバッグを回収する。バッグからリターを取り出し、新聞紙などの上に広げる。付着している土壌粒子を素手もしくはピンセットを使って注意深く取り除く。また、土壌動物を発見したら、それも取り除き、リターの乾燥重量を求める。5個のバッグはそれぞれ別個に扱い、重量を測定する。

2. 土壌生物の評価

1) 背景：土壌微生物・土壌動物は土壌中におけるあらゆる物質変換に大きな役割を有している。土壌動物の中で最も大きな部類に入るミミズは、植物遺体などの粗大有機物を食べて、土壌粒子と混ぜて糞をする。この摂食排糞活動により、土壌の団粒構造を促進したり、各種の土壌酵素を分泌したり、土壌微生物への基質を供給するなど、土壌の相対的な質を高める働きをゆうしている。一方、耕耘などの物理的攪乱や、化学物質により容易に減少してしまうことが知られている。そのため、ミミズの存在量は土壌微生物・土壌動物の豊かさの指標とみなすことができる。

2) 実験に必要な材料

2-1) 木枠：1辺25cmの木枠、もしくは4本の竹串や木ぎれに1辺25cmとなるように紐を巻き付けて枠を作る。

3) 実験方法：梅雨時の6月、真夏の8月、落葉の始まる10月にの合計3回ミミズの現存量を測定する。25cmの木枠もしくはビニール枠を土壌表面に設置する。表面のリター層を木枠の横に広げた1m四方程度のビニールシー

ト上もしくはバット上に広げる。また、土壌を深さ 10cm 程度まで掘り、その土もシート上に広げる。(ミミズは素早く逃げていくので、素早く土壌をシート上に移す)。シート上にリターや土を出来る限り薄く広げて、肉眼により注意深くミミズを探す。この一連の操作を、調査地全体を反映するように、調査地内の離れた3カ所で行う。集めたミミズは個体数と共に生きたままの重量を量る。はかり終わったらミミズ、土壌やリター層をもとの場所に戻す。調査後木枠は放置せず、持ち帰る。一度調査した場所は人為による明確な攪乱を受けているので、次回は前回と別の場所で調査する。ミミズは環帯の位置によって大きくフトミミズ科とツリミミズ科に分けられる。もし分けられるようなら、フトミミズ、ツリミミズ、不明の3つに区別して数、重さを測る。似たような細長い土壌動物として、ムカデ、ヤスデなどが挙げられるが、これらには肉眼で容易に見られる脚があるので、それらとは区別する。

大草における具体的な調査値

- ・コナラ二次林
- ・スギ植林地
- ・水田放棄地

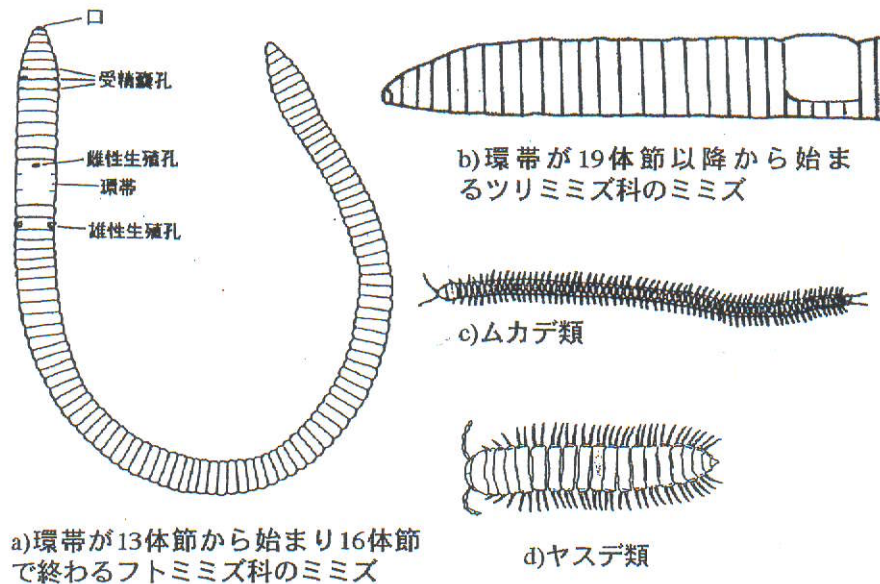


図3 ミミズとその他の細長い大型土壌動物 (青木(1999)および新島・伊藤(1996)より引用)



a) 寒冷紗を重ね合わせリターバックを作る。一端に針金を通し、その端に目印として番号を書いたテープをまく。



b) はかりを使って一定のリターもしくは稲ワラをリターバックに詰める。



c) 落葉や落枝からなるリター層と土壌が出てくるまで取り除き、リターバックを置く。取り除いたリターをリターバックの上にかぶせる。



d) リターバックを埋めた場所がわかるように、目印のテープを巻き付けた棒を近くに差しておく。

図1 リターバックの土壌への埋設方法



a) 木枠(写真のように木ぎれにひもを巻き付けた物でも可)、スコップ、バットもしくはビニールシートを用意する。



b) 木枠を任意の土壌表面に打ち込んで、25cm 四方の枠を決める。



c) 枠内のリター、および表層 10cm 程度の土壌を素早くバットまたはビニールシート上に移す。



d) バット上の土壌を少しずつ注意深く観察し、ミミズを探す。

図2 ミミズ調査方法

第3回生態系モニタリング調査手法検討作業委員会資料

2002.2.11

北澤 哲弥

東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻博士課程

資料1 植物群落調査法

資料2 植物群落調査地点とその周辺の概要

資料3 大草の現存植生図

資料4 調査用具の紹介

* 資料1 植物群落調査法

各地域で調査対象とする植物群落がそれまでの準備段階で決定していることを前提に、群落調査未経験者を対象として、植物群落の調査方法と調査を行う理由について記した。

11枚 (A4)

問題点1 調査用具（直径巻き尺、測高ポール、クリノメーターなど）は誰が用意するのか？

問題点2 健康度の測定項目の内、フェノロジーの項目（萌芽期・落葉状況・紅/黄葉状況・開花状況）に関しては、現地に何度も行かなければならない。

問題点3 群落調査を行う群落を選定する際に必要な現存植生図などもボランティアが作成するのか？（→準備段階でのボランティアの関わり方）

* 資料2 植物群落調査地点とその周辺の概要

1/2500の千葉市都市図を用いて大草を例に植物群落調査枠周辺の地形・植生に関する情報を示した。調査枠周辺の土地利用や群落（第一優占種名で示した）の情報など詳細な情報を表示するため、1/2500の縮尺が望ましいが、入手が不可能な場合は1/5000を使用する。その他にスケール・方角・使用した図面情報や調査地名・調査日時・調査者氏名、またより小縮尺1/25000の地形図での位置などを示した。1枚 (A4)

* 資料3 大草の現存植生図

大草の現存植生図（群落の第一層での第一優占種による区分）を、前述の千葉市都市図・1999年撮影の航空写真・現地踏査によって作成した。1枚 (A4)

* 資料4 調査用具の紹介

購入が必要となる調査用具の紹介。製品紹介2枚、価格表1枚 (A4)

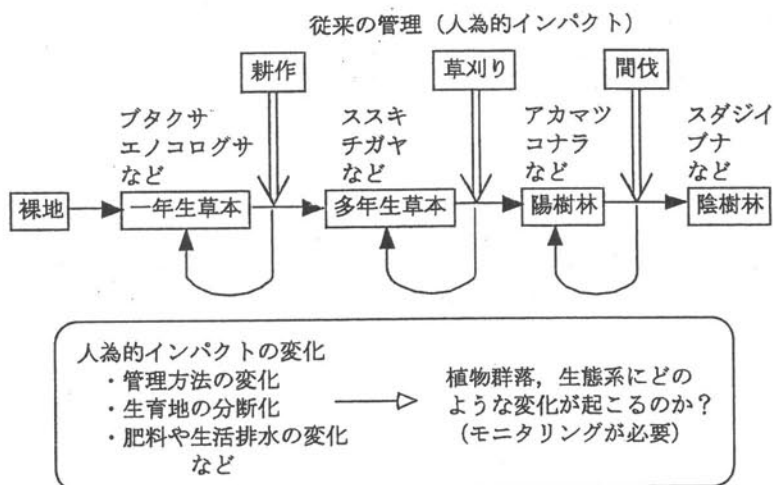
資料 1

植物群落調査法

1. 植物群落をモニタリングする目的

植物はそれ自身が生産者として生態系の一員であるのに加え、様々な種の個体、枝や幹などが集まることによって階層構造を作り出し、鳥や昆虫など様々な生き物たちに住み場所を提供しています。植物は好き勝手に生えているのではなく、ある程度のまとまり・結びつきを持って生えています。例えば、鬱蒼とした森の中にタンポポは生えていません。しかし道ばたを見るとタンポポがオオバコやメヒシバなどと一緒に生えています。このようにまとまって一緒に生えている植物の集まりを植物群落といいます。植物群落では時が経つとともにその構成種や高さなどが変化します。これを遷移といいます。一般的には裸地を放っておくと、ブタクサ・エノコログサなど（一年生草本）から、ヨモギ・ススキなど（多年生草本）、そしてアカマツ・コナラなど（陽樹林）、最終的にはシイ・ブナなど（陰樹林）へと遷移することが知られています。

昔ながらの里山では、人間が手を加えることによって遷移の流れを妨げ、ススキの草原や、アカマツ・コナラの林など遷移の途中で現れる植物群落が維持され、様々な植物群落とそれを利用する動物たちによって里山の生態系が作られていました、しかし管理が放棄されたり、今までとは異なる新たな管理が行われたり、また都市化の進行など、人間活動（人為的インパクト）が様々に変化することによって、植物群落や生態系が多様に変化することが予想されます。そのため生態系に影響を及ぼすと考えられる人間活動に注目し、これによって身近にある生態系がどのように変化していくのかをモニタリングすることは非常に重要なテーマです。生態系のモニタリングを行う上で植物群落の構成種やその量、



群落の構造などを調べることは、植物種の生育立地・動物の生息空間・人間の生活空間を考える上で、重要な基礎情報を与えてくれます。ここでは植物群落をどのようにして測定するかについて説明します。

図 1 植物群落の遷移と人為的インパクトの関係の一例

2. 植物群落の調査方法

2.1 群落の概要： 調査地が決まりその場所に着いたら、まず群落の概要を植生調査票（付表1）に記録します。項目は以下に示したとおりです。

1	調査地の名前もしくは番号	7	斜面方位
2	調査場所	8	地形
3	調査年月日	9	地形（地形断面図など）
4	調査者指名	10	調査面積
5	標高	11	観察された人為的インパクトなど
6	傾斜	12	現地の写真

2.2 調査用具： 植物群落調査に必要な道具には、調査枠の作成に必要な道具（巻き尺・杭・ロープなど）、立地の概要を記録するために必要な道具（コンパス・クリノメーター・スランートルールなど）、植物の測定に必要な道具（ナンバーテープ・ガンタッカー・直径巻き尺・測高ポールなど）があります（付表2参照）。測定値を書き込む木本種（高木・低木）調査票、木本類（実生）・草本種調査票は付表3と4にしました。

2.3 木本群落の調査法（毎木調査と実生・林床層本調査）：

2.3.1 群落調査の目的： 植物群落をモニタリングするためにはどうすればよいのでしょうか。私たち人間の場合には身体検査によって、赤ちゃんから老人まで、体の変化を追うことができます。植物群落の場合もほぼ同様のことを行います。人間の場合には身長や体重・胸囲等を測りますが、植物群落の測定の際には、一定の面積の枠の中で身長の変わりに樹高や草丈を、胸囲の変わりに胸高直径（成人の胸の高さ、地上1.3mでの幹の直径）などを測定します。その後、枠内に出現した植物の種類や本数・量（胸高直径からの計算値）についてまとめてみると、何種出現したか、一番量の多い種は何か、各種の後継木は育っているか、など群落の今現在の特徴を把握することができます。この調査の継続により、植物群落の変化の様子を捉えることができます。

2.3.2 調査枠の設置： 測定に入る前にまず、調査用の枠を設置します。木本群落用の調査枠は基本的に10×10mの大きさとし、倒木などによって林冠が空いている所（ギャップ）や林縁部分を含まない、群落の中の典型的な場所に設置します。1つの調査枠だけでは群落の構造を正確に捉えられない場合には（枠内の幹の本数が少ない時や、枠内に出現しない種が周囲に多く見られる時など）、複数の調査枠を設置します。複数の調査枠を設置したときは、調査枠ごとに番号（毎木調査枠番号）をつけ、一つの調査枠ごとに調査を行います。また調査枠の形は平坦地では正方形、幅の狭い尾根や谷沿いなどでは長方形というように、その場所の地形や群落の広がりかたにそって適当

な形にします。面積・形が決まったら、少なくとも枠の4隅に杭を打ってその間をロープで結び、調査枠を張ります。また対になる辺の5m地点をロープで結び、後で述べる位置図などの作成や林床植生の調査時に目印とします。調査終了後は次回に同じ場所で調査を行えるように杭だけを残し、ロープは取り外します。

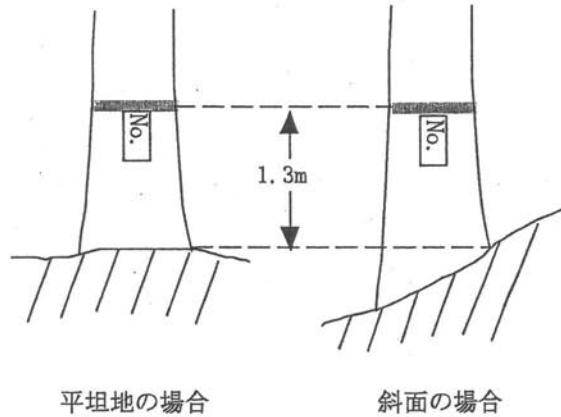


図2 胸高直径の測定位置

2.3.3 調査人数と手順： 毎木調査は3人以上で行うと効率的です。そのうち一

人は記録係とし、他は測定・補助係となります。調査手順は大きく分けて以下の4つになります 1) 各個体にナンバーをつける、2) 胸高直径・樹高・生枝下高（最下の枯れていない枝までの高さ）・葉群下高（最下の葉群までの高さ）・健康度を測定する、3) 位置図・群落断面図・樹冠投影図を描く、4) 実生層・林床草本層の測定。

2.3.4 手順1： 枠内に出現した樹高1.3m以上の木本種全個体にナンバーをつけます（図2のようにナンバーを1.3mの目印にします）。一個体が一つの幹しか持たない場合は単幹、一個体が根元で分かれた複数の幹を持つ場合は最大の胸高直径を持つ生存幹を主幹、その他の幹を萌芽幹とし、幹タイプを記録します。萌芽幹にはナンバーをつける必要はありませんが、調査用紙にはどの主幹と同じ個体であるかが解るように主幹のナンバーを明記します。

2.3.5 手順2： 手順1で区分された単幹と主幹について、胸高直径・樹高・生枝下高・葉群下高を、萌芽幹については胸高直径のみを測定します。枯れた幹の場合は備考欄に枯死と記入し、胸高直径（全ての幹）と樹高（単幹・主幹のみ）を測定します。

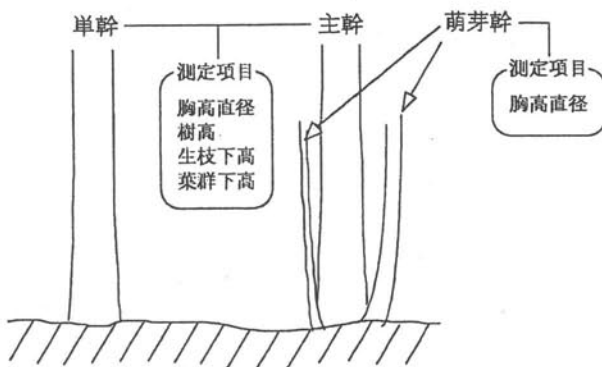


図3 幹のタイプと測定項目

地上1.3m（斜面では斜面上部側に立った時の地上1.3m）での幹の周囲を直径巻き尺で一周して胸高直径を測定します。1.3m地点にこぶや枝がある場合には、その上下どちらかにずらして測定し、その旨を備考欄に記録します。樹高・生枝下高・葉群下高の測定時には、測定係は木の根元（斜面の場合は斜面上部）に立って測高ポールを真上に伸ばし、補助係

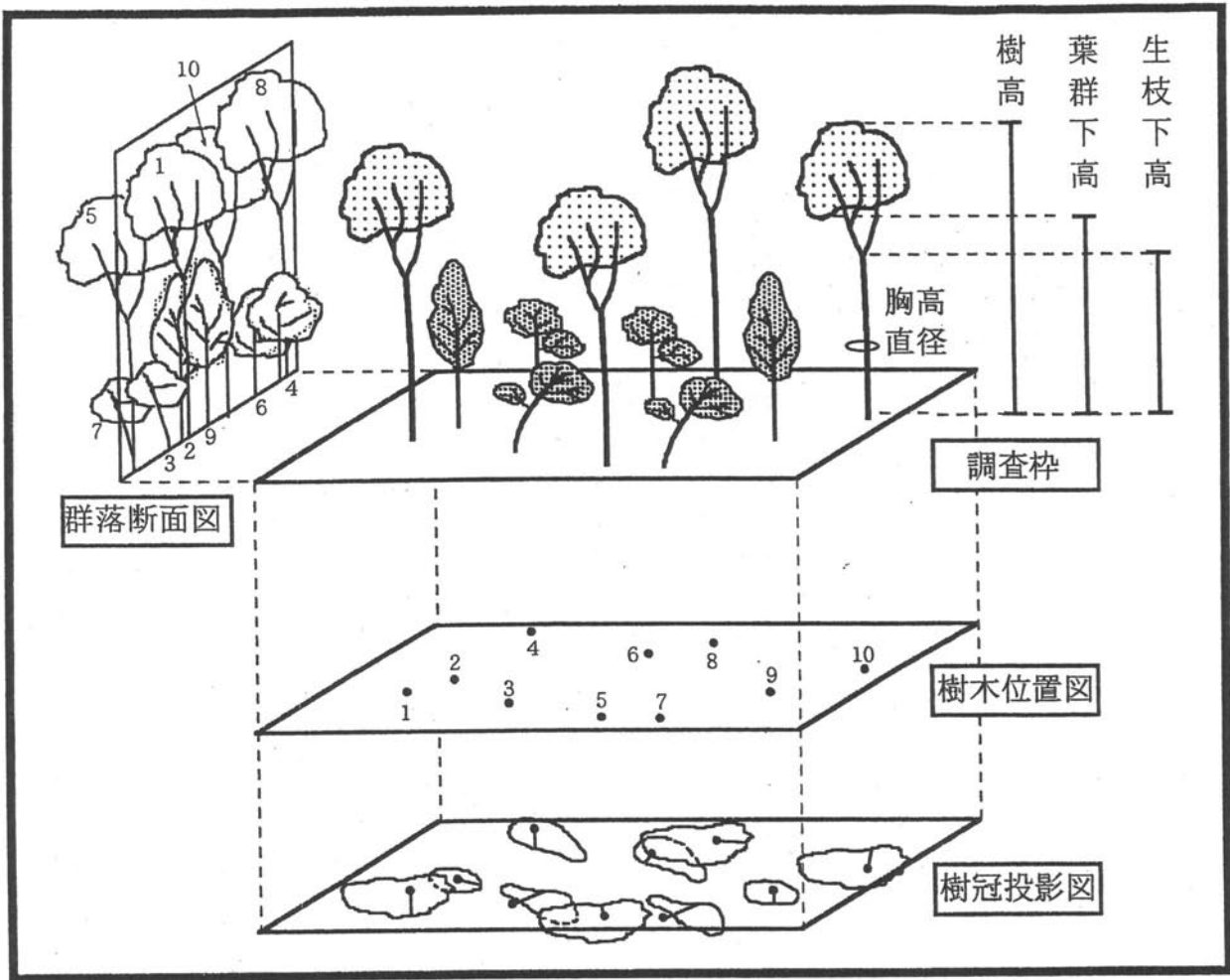


図4 森林群落の毎木調査項目（大沢，2001より改変）

が少し離れたところからボールの先端を確認し、測定係に指示を出して高さを調節します。個体の健康度の判定は付表5を参照し、個体ごとに各項目の平均値を記録します。

2.3.6 手順3： 第一に位置図を作成します。まずグラフ用紙上に枠の外周を描き、巻き尺等を用いて個体の位置（X,Y座標系）を測定し、グラフ用紙上に個体の位置とナンバーを記録します（調査終了後、各個体のX,Y座標の数値を位置図から読みとります）。群落断面図は測高ポール等を使用し、枝・葉群の高さや水平方向への広がり注意到グラフ用紙に描き、個体ナンバーを同時に記録します。個体や枝が重なる場合は、一番手前にある個体のみを描き、その裏側に重なった部分を描く必要はありません。樹冠投影図は位置図を基にして、葉群の広がり・重なり具合（上下関係）に注意してグラフ用紙に描きます。葉群の広がり方は幹基部から4方位以上について樹冠辺縁直下までの距離を巻き尺等で測定し、各点間は目視で調整しながら連結させます。樹冠が重なるときには上の樹冠を実線で、下の樹冠を破線で描くようにします。また樹冠と個体の対応がわかるように、個体の位置を示す点とその樹冠を描いた曲線を直線で連結します。これらの図を描くことで、群落の垂直的・水平的構造を視覚的に確

認することができ、また樹冠面積などの測定も可能になります。

2.3.7 実生・林床草本調査： 林床にどんな種類の木本実生（1.3m 以下を木本実生とします）が出現しているか、実生の大きさや樹齢ほどの程度か、といった情報を得ることにより、実生層からの個体の加入によって木本層が今後どのように変化していくかを予測することができます。また微地形や、落ち葉かき・下草刈りなど木本層に直接には影響を及ぼ

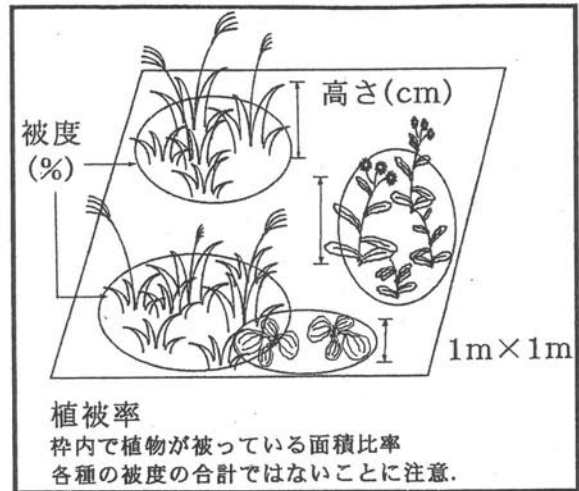


図5 林床・草本植生調査法

さない人為的インパクトも林床の実生や草本に大きく影響します。このため林床植生のモニタリングを行うことによって、木本層では反映されにくい人為的インパクトの影響を評価することが可能になります。調査手順としては、毎木調査の枠を 2.5m×2.5m ないし 5m×5m に区分して番号（実生・林床調査枠番号）をつけます、それぞれの区画（）ごとに、全出現種の最大自然高（最も背丈の高い個体の最上部の葉までの高さ、花茎は測定対象外）と各種の被度（調査枠を真上から見たときにその種が覆っている面積の百分率）、枠内の植被率（調査枠を真上から見たときに種にかかわらず植物が覆っている面積の百分率）を記録します。さらに実生については個体ごとに樹種と高さを記録し、可能であれば樹齢を確認します。日本の樹木は冬に成長をいったん止め、春になると再び成長を始めます。そのため冬を過ごした痕跡（冬芽を包んでいた鱗状の葉が落ちた跡）が枝に筋状になって残ります。これを芽鱗痕と呼びます。芽鱗痕から芽鱗痕までの間が 1 年間で成長した部分ですので、この芽鱗痕の数によって実生の樹齢を読みとることができます。中にはマツのように比較的簡単に確認できる種もありますが、非常に読みとりが困難な種もあります。

2.4 草本群落の調査法：

草原や湿原などの草本群落は群落を構成する個体の大きさが小さいため、1m×1m かそれよりも小さい調

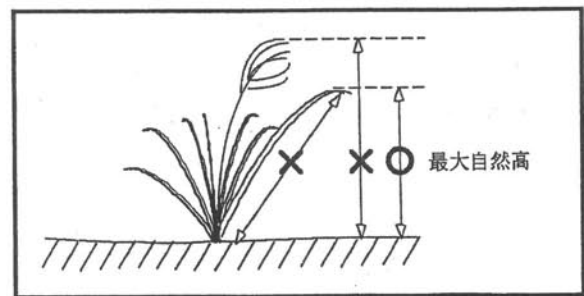


図6 最大自然高の測定方法

査枠を用います。調査枠は木本群落の場合と同様に、典型性に注意して設置します。枠数はその群落内の出現種をのほとんどを含む面積をとるのが理想です。1つの調査枠

内の測定が終わったら、次の枠、また次の枠、というように枠を増やしていき、2 3 枠連続して新しい種が見られなくなった時点で調査を終了します。調査枠を増やす際は、異なる群落まで枠が広がらないように注意します。枠数の大体の目安としては、刈り取り草地で10 25m²、また放牧地で5 10 m²程度です。測定方法は木本群落の林床草本と同様に、枠内の全出現種（木本種の実生も含む）の最大自然高・各種の被度・植被率を記録します。

[より勉強したい方のための参考文献]

大沢雅彦 監 （2001）生態学から見た身近な植物群落の保護，254p，講談社，東京
森林立地調査法編集委員会 編 （1999）森林立地調査法，284p，博友社，東京

資料 1 (付表 1)
植生調査票 (記入例)

調査地名・番号 大草コナラ林 調査場所 千葉市若葉区 調査年月日 2002/1/24

調査者氏名 北澤・篠村

立地の記載

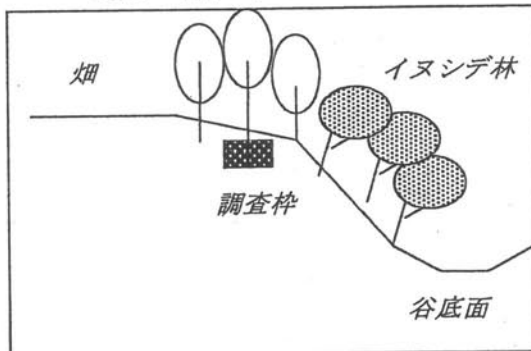
標高 31m 傾斜角 5° 斜面方位 178° (南向き斜面)

地形: 尾根 斜面 谷 がけ 崖下 平坦地 その他 ()

地形上の位置: 上部 中部 下部

調査面積 400m² (20×20m)

地形の特徴 (地形断面図など)



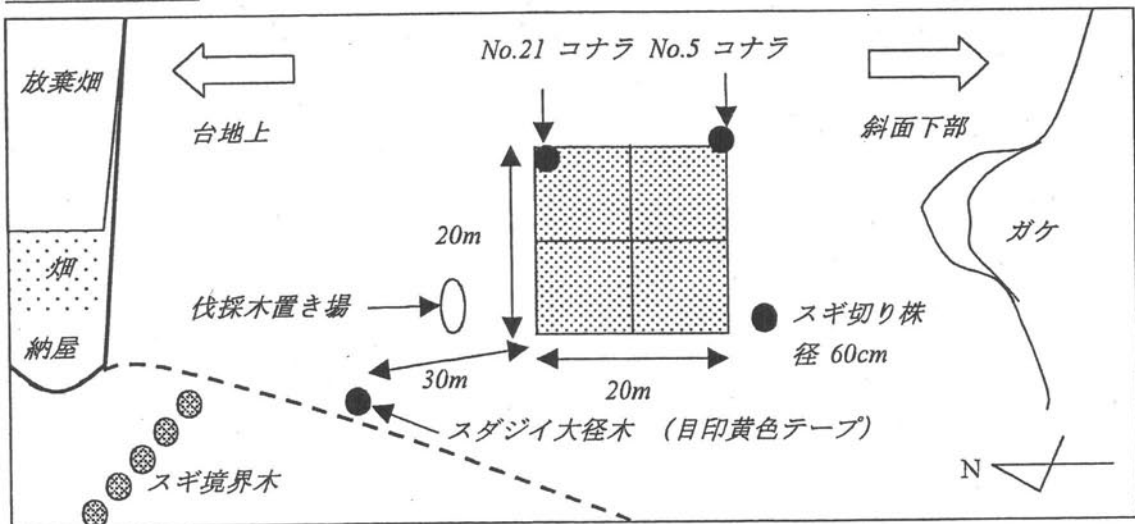
人為的インパクトなど

下刈り
間伐 (林床に伐採木が積んであった)

群落の記載

階層構造	高さ (m)	植被率 (%)	主な優占種	つる・着生
第1層	8 9m	40%	コナラ	ミツバアケビ
第2層	(林床)	95%	アズマネザサ	
第3層				
第4層				

調査枠周辺地図



資料 1（付表 2）

植生調査用具リスト

調査具名	最低限必要数・用途
巻き尺（50m）	2 3 本．調査枠の設置・位置図作成
杭とロープ	4 本．数百 m 分．調査枠の設置（調査終了後，ロープは取り外す）
方位磁石もしくは クリノメーター	1 個．斜面方位測定
クリノメーターもし くはスラントルール	1 個．斜面の傾斜角度の測定
ナンバーテープ	個体識別用のナンバー
ガンタッカー もしくはホチキス	ナンバーテープの固定
コンベックス もしくは折れ尺	1 個．直径の小さい幹の胸高直径測定・樹高の低い木の樹高測定・実 生や草本調査用の枠の設置
直径巻き尺もしくは 巻き尺（1 2m）	1 個．太い幹の胸高直径測定・直径巻き尺がない場合は，裁縫用など の巻き尺で周囲長を測定し，3.14 で割った値を胸高直径とする
測高ポール	1 個．樹高の測定
画板と筆記用具，調 査用紙，グラフ用紙	測定項目の記録．調査用紙は植生調査票，木本種（高木・低木）調 査票，木本類（実生）・草本種調査票を用いる．グラフ用紙は位置図， 群落断面図，樹冠投影図の作成に用いる．

資料 1 (付表 3)

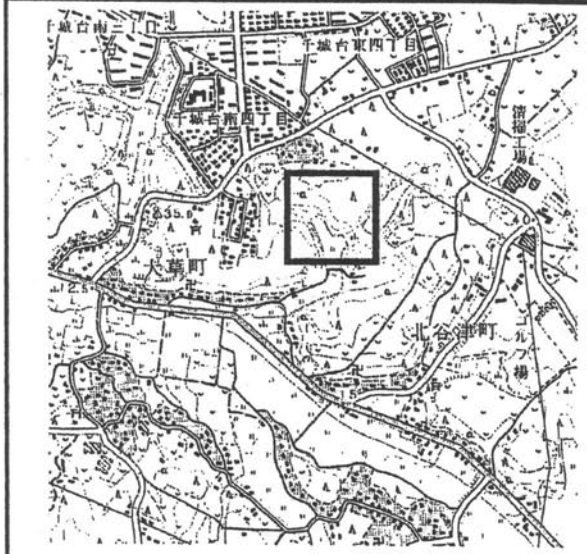
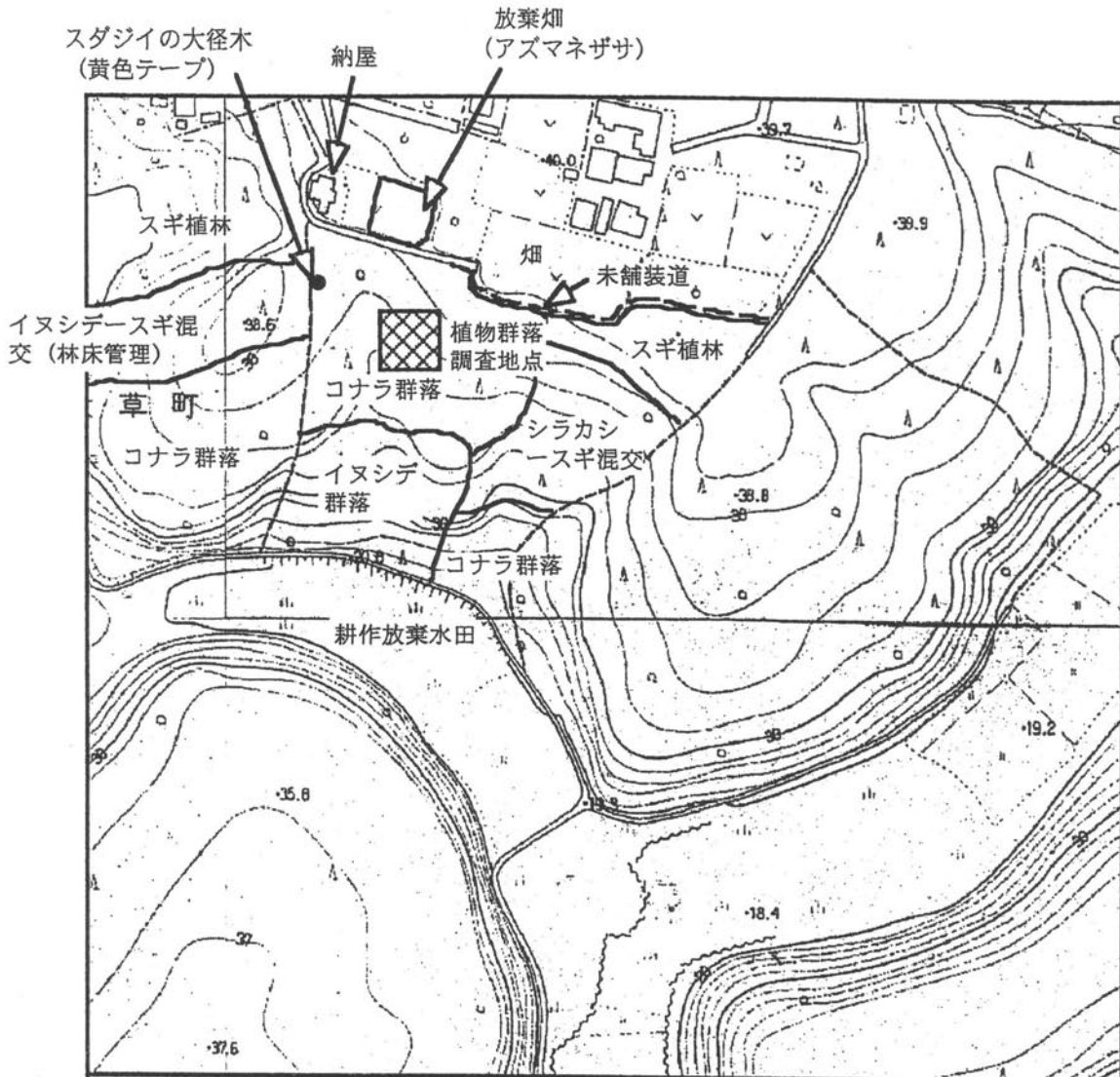
木本種 (高木・低木) 調査票

調査地名		毎木調査枠番号	
調査日時		調査者氏名	

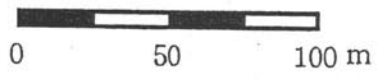
個体 番号	樹種	胸高直 径 (cm)	樹高 (m)	生枝下 高 (m)	葉群下 高 (m)	健康度	備考	位置 (距離)	
								X (m)	Y (m)

資料 1 (付表 5)
木本種の健康度

測定項目	評価基準				
	4	3	2	1	0
樹勢	旺盛な生育状態を示し被害が全く見られない	幾分被害の影響を受けているが、あまり目立たない	異常が明らかに認められる	生育状態が劣悪で回復の見込みがない	枯死
樹形	自然樹形を保っている	若干の乱れはあるが、自然樹形に近い	自然樹形の崩壊がかなり進んでいる	自然樹形が完全に崩壊され、奇形化している	枯死又は枯死寸前
枝の伸長量	正常	幾分少ないが、それほど目立たない	枝は短くなり細い	枝は極度に短小、ショウガ状の節間がある	-
梢端の枯損	なし	少しあるがあまり目立たない	かなり多い	著しく多い	枯死
枝葉の密度	枝と葉の密度のバランスがとれている	4に比べてやや劣る	やや疎	枯枝が多く葉の発生が少ないため著しく疎	-
葉形	正常	少し歪みがある	変形が中程度	変形が著しい	-
葉の大きさ	正常	幾分小さい	中程度に小さい	著しく小さい	-
葉色	正常	やや異常	かなり異常	著しく異常	-
葉の壊死	なし	わずかにある	かなり多い	著しく多い	-
萌芽期	普通	やや遅い	著しく遅い		-
落葉状況	春または秋に正常な落葉	正常なものに比べやや早い	不時落葉 (年2回)	不時落葉 (年3回以上)	-
紅 (黄) 葉状況	正常	幾分色が悪い	部分的に紅 (黄) 葉するが、色が悪い	紅 (黄) 葉せず、枯れた状態で落葉	-
開花状況	良好	幾分少ない	わずかに咲く	咲かない	-



地形図 千葉東部 (1 : 25000)



s = 1 : 2500
 千葉市都市計画図
 No.



植物群落調査地点とその
 周辺の概要

調査地名 : 大草
 調査日時 : 2002/1/24
 調査者氏名 : 北澤・篠村

大草現存植生図



凡例

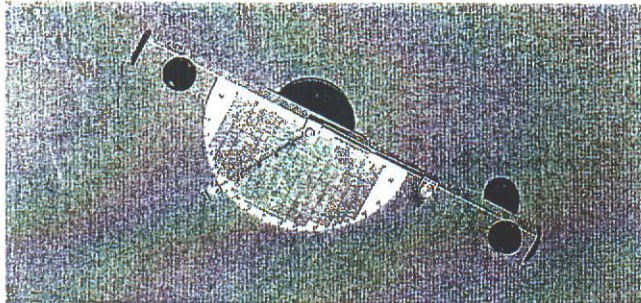
- | | |
|--------|----------|
| スダジイ | アズマナゲサ |
| シラカシ | ススキ |
| イヌシヂ | チガヤ |
| コナラ | ヨモギ |
| クヌギ | クズ |
| ケヤキ | カナムグラ |
| ムクノキ | セイタカ |
| スギ | アワダチソウ |
| ヒノキ | ヒメムカシヨモギ |
| マダケ | メヒシバ |
| モウソウチク | アキノ |
| ヌル子 | エノコログサ |
| アカメガシワ | 耕作畑地雑草群落 |
| 樹園 | ハンノキ |
| 舗装道路 | ヨシ |
| 未舗装道路 | カサスゲ |
| | 休耕田雑草群落 |
| | 水田雑草群落 |
| | 住宅地、灌地 |
| | および造成地 |

* 各傾分の第一種占種を群落名とした。

千葉市都市圏 (1/2500)、
航空写真および現地踏査
により作成。
(2002年2月現在)

●K式測高器

この測高器は、任意の地点から対象物までの距離を、光学的距離計で測り高度盤によって迅速正確に高さを求めることができる測距・測高の機構になっています。



《仕様・性能》

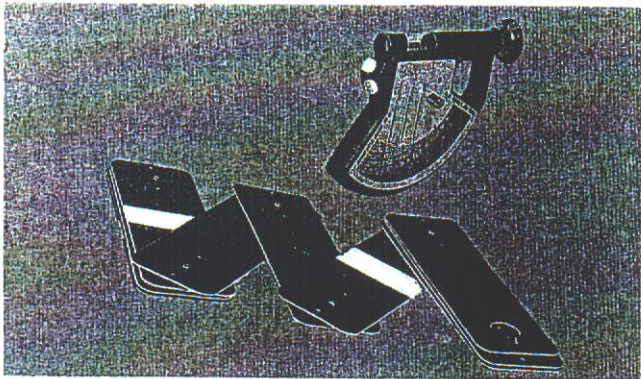
形式……二重像合致式 大きさ……310×45×100 mm
 基線長……250 mm 距離の精度 : 高さの精度
 倍率……3倍 20mで0.16m : 20mで0.5m
 測距範囲……5~100m 50mで1m : 30mで0.9m
 測高範囲……0~40m 100mで3.9m : 40mで1.4m

●ブルームライス測高器

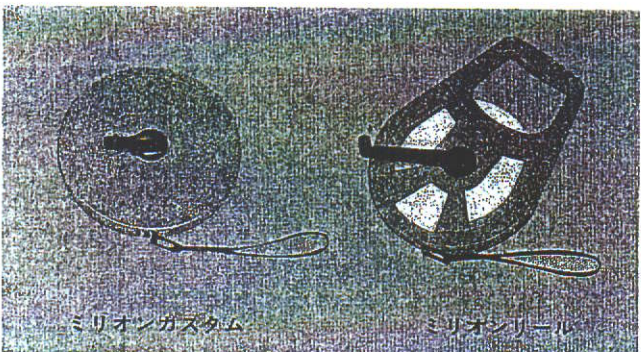
この測高器は、ドイツのツァイス社の製品で、西欧諸国をはじめ各国で広く使用されています。本器は次のような点で非常に優れており、測高器としては完全に近いものといえます。

《特長》

1. スマートなデザインで操作が簡単です。
2. 距離計を内蔵し、テープで距離測定をする必要がなく、高さ・傾斜・距離の測定ができます。
3. 精度が高く±1%の誤差率で測定できます。



●巻尺



- 製品コード(ミリオンカスタム) ●製品コード(ミリオンリール)
 MCT-10…10 m MRT-20 R…20 m
 MCT-20…20 m MRT-30 R…30 m
 MCT-30…30 m MRT-50 R…50 m
 MCT-50…50 m

●直径割付巻尺

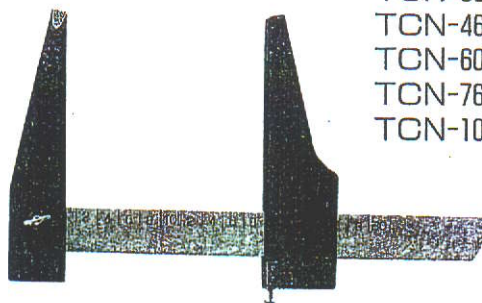


- 樹木の直径を測定する器具です。
 ●テープ幅：14 mm, 厚さ：0.45 mm
 ●製品コード
 DM-5…5 m

●輪尺

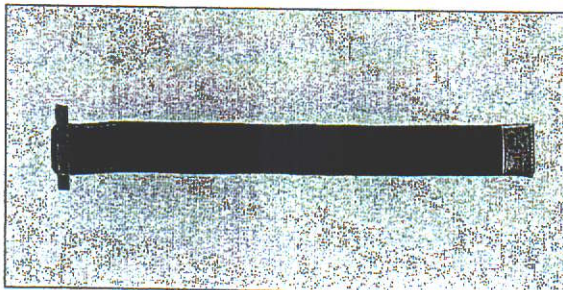


- 製品コード
 TCH-30…30 cm
 TCH-46…46 cm
 TCH-60…60 cm
 TCH-76…76 cm
 TCH-100…100 cm



- 製品コード
 TCN-30…30 cm
 TCN-46…46 cm
 TCN-60…60 cm
 TCN-76…76 cm
 TCN-100…100 cm

●輪尺用ケース



- 製品コード
 TCK-30…30 cm TCK-76…76 cm
 TCK-46…46 cm TCK-100…100 cm
 TCK-60…60 cm

●逆目盛検測桿

上段より順次伸ばし最下部数字が検測値です。

釣竿式の伸縮機構です。

材質：グラスファイバー

付属品：布ケース

●製品コード

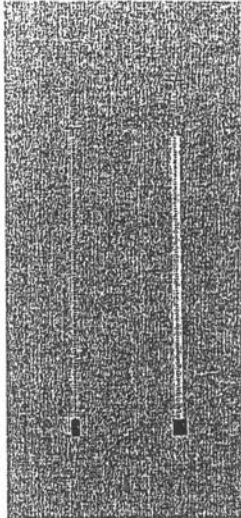
ST-66 … 6 m 6 段継, 0.5 kg

ST-88 … 8 m 8 段継, 0.8 kg

ST-1010 … 10 m 10 段継, 1.1 kg

ST-1212 … 12 m 12 段継, 1.5 kg

ST-1515 … 15 m 15 段継, 2.5 kg



●生長錐

このスウェーデン製生長錐は、立木の成長状況や腐蝕の度合を調べるために考案されたものです。この錐で直径約 4 cm の円い芯をとり出し、その芯から樹木の状態が判定できます。

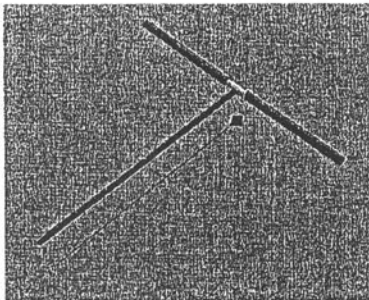
●製品コード

SSW-20 … 20 cm

SSW-30 … 30 cm

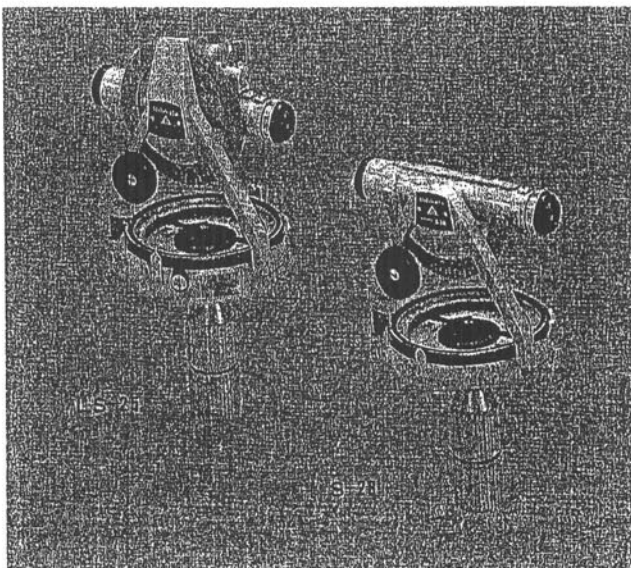
SSW-40 … 40 cm

SSW-50 … 50 cm



●ポケットコンパス

小型・軽量のボディに高機能・高精度を凝縮。抜群の携行性、その上設置が簡単なので、林野測量、局地的トラバースなどに最適です。



●製品コード

LS-25 … レベル兼用 S-27 … 全円高度

S-25 … 5 分読み S-28 … 半円高度

●ポケットコンパス用三脚

ポケットコンパス用の一本脚と三脚です。一本脚はアルミ製。三脚はアルミ製と木製のタイプがあります。

●製品コード

No-33 … 540~1,350 mm アルミ製三脚

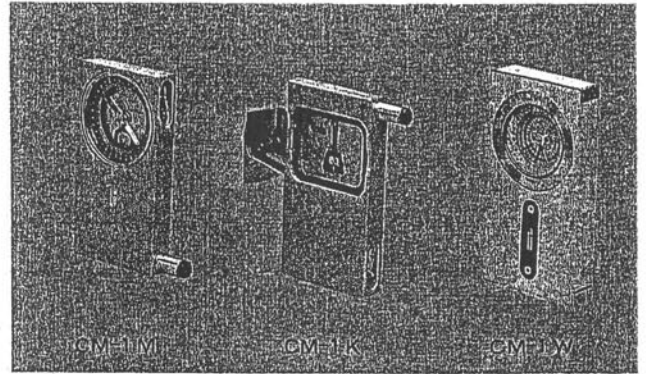
No-35 … 750~1,350 mm 木製三脚

1212 … 870~1,620 mm アルミ製一本脚

●クリノメーター

水平、垂直が測定できます。

傾斜角度の測定と磁石測定が可能です。金属製と木製があります。



●製品コード

CM-1 M … 松尾式

CM-1 K … 改良型

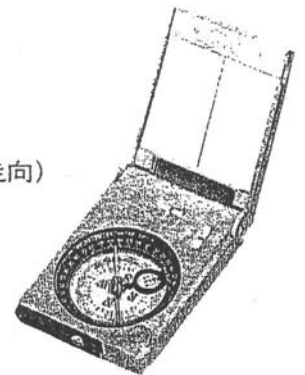
CM-1 W … 木製

●クリノコンパス

地層面の水平方向の伸び(走向)と走向に直角な傾きを測り、地層の分布状態を知るために使用するコンパスです。

●製品コード

CP-C … 深田式



●米 縄

製品名 エスロン測量ロープ

材質 … ガラス繊維

ロープ幅 … 6.3 mm

厚さ … 2 mm

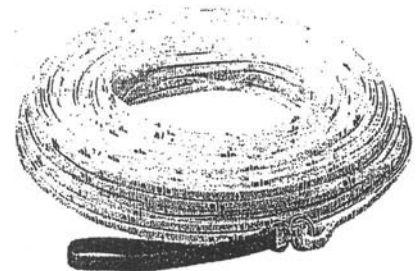
標準張力 … 20 N/20°C

●製品コード

30-LN … 30 m

50-LN … 50 m

100-LN … 100 m



販売品価格表

(社)日本林業技術協会

頁	品名	価格(円)	頁	品名	価格(円)
2	反射鏡式実体鏡Ⅲ型	150,000	5	逆目盛検測桿 ST-88	27,700
"	実体鏡平行移動台Ⅰ型	70,000	"	" ST-1010	36,200
"	" Ⅱ型	90,000	"	" ST-1212	44,600
"	携帯式実体鏡N型イーグル	60,000	"	" ST-1515	72,300
"	ポケット実体鏡C型2倍	6,700	"	生長錐 SSW-20 1	42,000
3	点格子板 S-Ⅱ型	2,000	"	" SSW-30	49,500
"	" S-Ⅲ型	1,200	"	" SSW-40	55,000
"	" M-Ⅰ型	5,300	"	" SSW-50	84,000
"	" M-Ⅱ型	2,000	"	ポケットコンパス LS-25	85,000
"	" L-Ⅱ型	2,000	"	" S-25	82,000
"	樹冠疎密度板	900	"	" S-27	75,000
"	樹冠直径測定板	1,200	"	" S-28	70,000
"	樹高測定板	5,000	"	ポケットコンパス用三脚 NO-33	12,000
"	空中写真測量板(アミンプレート)	2,700	"	" NO-35	15,000
"	OEテンプレート	2,000	"	" 1212	9,000
"	方位・等高線本数測定板	2,000	"	クリノメーター CM-1M	11,500
"	プロットセット板	1,300	"	" CM-1K	12,500
"	傾斜測定板(空中写真用)	2,000	"	" CM-1W	7,000
"	" (基本図用)	1,300	"	クリノコンパス CP-C	27,000
"	楔尺板	1,200	"	米縄 イスロン測量ロープ 30-LN	2,200
"	ミニ・ドットテンプレート	1,500	"	" 50-LN	3,400
4	K式測高器	55,000	"	" 100-LN	6,000
"	ブルーメライス測高器	120,000	6	デジタルキルピメーター 8型	26,000
"	巻尺 ミリオンカスタムMCT-10	2,000	"	" 5型	19,800
"	" MCT-20	3,000	"	ポール UP-22P	2,100
"	" MCT-30	4,200	"	" UP-22C	2,850
"	" MCT-50	6,400	"	" UP-33C	4,400
"	巻尺 ミリオンリアルMRT-20R	3,000	"	ハンドレベル HR-4	21,000
"	" MRT-30R	4,200	"	" HR-5	10,500
"	" MRT-50R	6,400	"	" HR-6	6,600
"	直径割付巻尺 DM-5	3,500	"	測量用距離計	55,000
"	輪尺 TGH-30	10,800	"	精密距離計 DM-500A	117,000
"	" TGH-45	11,800	"	トーマン高度計 TX-22	47,000
"	" TGH-60	12,600	"	土壌硬度計 LS-321	75,000
"	" TGH-75	14,000	7	空中写真保管庫Ⅰ型	230,000
"	" TGH-100	16,500	"	" Ⅱ型	185,000
"	輪尺 TCN-30	8,500	"	" Ⅲ型	135,000
"	" TCN-46	8,700	"	" 大型	410,000
"	" TCN-60	9,000	"	図面保管庫 A-1型	75,000
"	" TCN-76	9,800	"	" A-2型	110,000
"	" TCN-100	11,500	"	空中写真携帯用ビニールケース	1,300
"	輪尺用ケース 30cm	2,700	8	標識テープ 100m	1,500
"	" 46cm	2,800	"	" 50m	1,200
"	" 60cm	3,100	"	ナンバーテープ A型	1,500
"	" 76cm	3,400	"	" N型	1,350
"	" 100cm	4,700	"	マックスガンタッカ TG-A	6,000
5	逆目盛検測桿 ST-66	22,000	"	ガンタッカ針(1000本)	90

○この価格表は平成12年6月1日現在のものです。なお、価格には消費税は含まれていません。

ご注文は

〒102-0085 東京都千代田区六番町7番地

(社)日本林業技術協会 事業部まで

Tel 03-3261-6979 6969

Fax 03-3261-3044

(ご注文は電話でも結構ですが、より確実に期するため郵送またはFaxをお願いします)

哺乳類 ①

●ねらい

水田・草地の変化を把握する

●対象種

カヤネズミ

●生息環境

イネ科植物の繁茂する環境

●天敵

ヘビ類、イタチ、ノネコ、猛禽類など

●食性

草の実、昆虫（直翅類など）

●分布

関東・北陸以南

●人為インパクトの影響

耕作地が放棄され、イネ科植物が繁茂することによって生息環境を得る。また、宅地開発、遷移により樹木が茂ってきたり場合には生息環境を失う。

●調査時期

冬、イネ科植物が枯れて倒れる前

（春から初冬まで巣を見つけることができるか、生息に影響の少ない初冬に設定する。）

●調査方法

イネ科植物の生えている環境内を踏査しながら巣を探す。発見した場合には地図に場所を記入し、写真を撮るかまたは巣を採集する（巣が使われていないことを確認の後）。

（春から秋にかけては立ち入らなくて発見することもあるので、機会があれば外から探してみることも有効。）

●まとめ方

1年を単位とし、地図上に発見場所を全て記入する。

●必要道具

野帳・カメラ・ビニール袋（標本用）・地図

●ねらい

水田・草地の変化を把握する

●対象種

モグラ類

●生息環境

林、草地、耕作地などコンクリート化していない地中

●天敵

ヘビ類、イタチ、ノネコ、猛禽類など

●食性

ミミズ・甲虫類の幼虫などの土壌動物

●分布

アズマモグラ：北海道を除く東日本

コウベモグラ：西日本

●人為インパクトの影響

道路の舗装化、水路のコンクリート化によって移動不可能になった場合に、生息地の孤立化により絶滅の可能性はある。

●調査時期

一年中。特に秋から冬にかけて塚が目立つようになる。

●調査方法

調査地域を踏査し、モグラ塚等の痕跡を探す。発見した場合には、地図に場所を記入する。

●まとめ方

1年を単位とし、地図上に発見場所を全て記入する。

●必要道具

野帳、地図

哺乳類 ③-1

●ねらい

調査地域全体の変化を把握する

●対象種

中型哺乳類 (リス・ムササビ・ノウサギ・キツネ・イタチ・アナグマ・タヌキなど)

●生息環境

林、草地、河川敷など

●天敵

上位の哺乳類、猛禽類

●食性

植物、昆虫、鳥類、哺乳類など

●分布

ニホンリス：本州・四国・九州

キタリス：北海道

ムササビ：本州・四国・九州

ノウサギ：本州・四国・九州

ユキウサギ：北海道

キツネ：北海道・本州・四国・九州

タヌキ：北海道・本州・四国・九州

イタチ：本州・四国・九州

アナグマ：本州・四国・九州

●人為インパクトの影響

道路建設、住宅建設などによる生息地の孤立化・消滅による個体数の減少または絶滅。

●調査時期

別紙“哺乳類③-2”参照

●調査方法

調査法について別紙“哺乳類③-2”参照

I 文献等の調査

II 聞き取り

III 踏査調査

IV カメラによる調査

●まとめ方

I 過去の哺乳類相もリストを作成する。

II、III、IV 1年を単位とし、目録を作成するとともに、地図上に発見場所を全て記入する。

●必要道具

別紙“哺乳類③-2”参照

I 文献等の調査

●調査方法

- ①過去にまとめられた記録(自然資料・民俗資料など)を収集して、調査地および周辺地の種類を調査する。この調査は、調査期間の早い内に行い哺乳類相の把握に役立てる。
- ②自治体の傷病獣をあつかう部署、殞死体をあつかう部署の過去の記録を調査する。この調査は、調査期間の早い内に行い哺乳類相の把握に役立てるとともに、1年毎に調査を行う。

II 聞き取り

●調査方法

- ・地元の方・自然愛好家・農林業関係者などから目撃記録を収集し、できるだけ地図に記録する。
- ・この際に、いなくなった種類についても「いつ頃」までいたのかという情報を収集する。

注意：タヌキ・アナグマ・ハクビシンなどが混乱している場合があるので気をつける。

ムジナという名称がでることがあるので、どの種を指すのかを確認する。

図鑑を見せながら話した方がわかりやすい。

「多い」「たくさん」といった量を示す言葉がでた場合には具体的な数を確認する。

●調査時期

調査期間の早い内に行い哺乳類相の把握に役立てる。

●必要道具

調査用紙、図鑑、地図

III 踏査調査

●調査方法

- ①調査地を踏査し、目撃記録を地図に記録する。
- ②調査地を踏査し、フィールドサインからその種を識別し地図に記録する。これは必ず写真撮影を行うか、採集を行うものとする。

●調査時期

一年中

●必要道具

カメラ、ビニール袋(採集用)、地図、野帳

IV カメラを用いた調査

●調査方法

- ①スイッチと連動したカメラをケモノ道などに設置し、そこを利用した種類の写真を撮影する。
- ②肉食・雑食獣などは餌(ペットフードなど)で誘引した方が撮影の確立が高くなる。
- ③人里近くでは盗難・いたずらを避けるために、夕方に設置し翌朝には回収する。

●調査時期

一年中

●必要道具

カメラ、ストロボ、スイッチ類、ネガフィルム(ISO400)、ビニール袋(防水用)、野帳
(スイッチの例：ケンコー製、赤外線センサースイッチ 806050 ¥11,000-)

哺乳類聞き取り調査用紙

調査者名		調査年月日：	年	月	日
聞き取り場所					

情報提供者	氏名	住所
	(才)	
	その他	

種類	場所	いつ	状況

対象種：ノウサギ・リス・ムササビ・タヌキ・キツネ・イタチ・アナグマ・ハクビシン
イノシシなど

内容確認：直接見た・他人から聞いた

哺乳類聞き取り調査用紙

調査者名	調査年月日： 年 月 日
聞き取り場所	

情報提供者	氏名 (才)	住所
	その他	

種類	内容確認	場所	いつ	状況
ノウサギ	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
リス	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
ムササビ	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
タヌキ	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
キツネ	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
イタチ	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
アナグマ	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
ハクビシン	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
イノシシ	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
サル	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			
	直接見た・他人から聞いた いない・不明・その他			

●ねらい

水田・休耕田の変化を把握する

●対象種

サギ類

●生息環境

水田、水辺などで採餌する

●天敵

猛禽類など

●食性

魚類、両生類、昆虫など

●分布

アマサギ 繁殖期：北海道～九州 越冬期：九州以南 コサギ 繁殖期：本州～九州 越冬期：本州～沖縄
チュウサギ 繁殖期：本州～九州 越冬期：本州以南 ダイサギ 繁殖期：本州～九州 越冬期：本州以南
アオサギ 繁殖期：北海道～四国 越冬期：全国

●人為インパクトの影響

水田が放棄され、イネ科植物が繁茂するようになると餌場を失う。また、水田の整備状況等によっても種毎の出現頻度が異なる。

●調査時期

一年中、月1回程度。晴れた日。

●調査方法

見晴らしの良い地点に定点をとり、種類と個体数を調査する。定点1カ所で調査地を見渡せない場合は複数の定点をとるか、移動しながらカウントする。この際、重複してカウントしないように注意する。調査時に、環境の写真を撮る。

なお、サギ類以外に注目すべき種（猛禽類など）が出現した場合には記録をしておく。

●まとめ方

1年を単位として集計する。

●必要道具

双眼鏡・望遠鏡・調査用紙・カメラ

●ねらい

水田・休耕田の変化を把握する

●対象種

シギ・チドリ類

●生息環境

水田、水辺などで採餌・休息する

●天敵

猛禽類など

●食性

昆虫などの小動物

●分布

タゲリ 越冬期:本州以南 ケリ 繁殖期:本州 越冬期:本州以南 ムナグロ 通過期:全国 越冬期:関東以南 コチドリ 繁殖期:北海道~九州
 イカルチドリ 繁殖期:北海道~九州 越冬期:本州~沖縄 トウネン 通過期:全国 アオアシシギ 通過期:全国 キアシシギ 通過期:全国 ツルシギ 通過期:全国
 クサシギ 通過期:全国 越冬期:関東以南 タカブシギ 通過期:全国 タマシギ 繁殖期・越冬期:関東以南 チュウシャクシギ 通過期:全国

●人為インパクトの影響

水田が放棄され、イネ科植物が繁茂するようになると餌場・休息場を失う。

●調査時期

春と秋の渡りの時期。ピーク時に1回、その2週間前と2週間後にそれぞれ1回、あわせて3回。

地域ごとのめやす

	春	秋
九州	4月下旬	9月下旬
関西	4月下旬~5月上旬	8月上旬~下旬
関東	4月下旬~5月上旬	8月下旬
東北	5月上旬	9月頃
北海道	5月下旬	8月下旬~9月上旬

●調査方法

見晴らしの良い地点に定点をとり、種類と個体数を調査する。定点1カ所で調査地を見渡せない場合は複数の定点をとるか、移動しながらカウントする。この際、重複してカウントしないように注意する。調査時に、環境の写真を撮る。個体数の多い場合には1回の調査で3回カウントする。

なお、シギ・チドリ類以外に注目すべき種(猛禽類など)が出現した場合には記録をしておく。

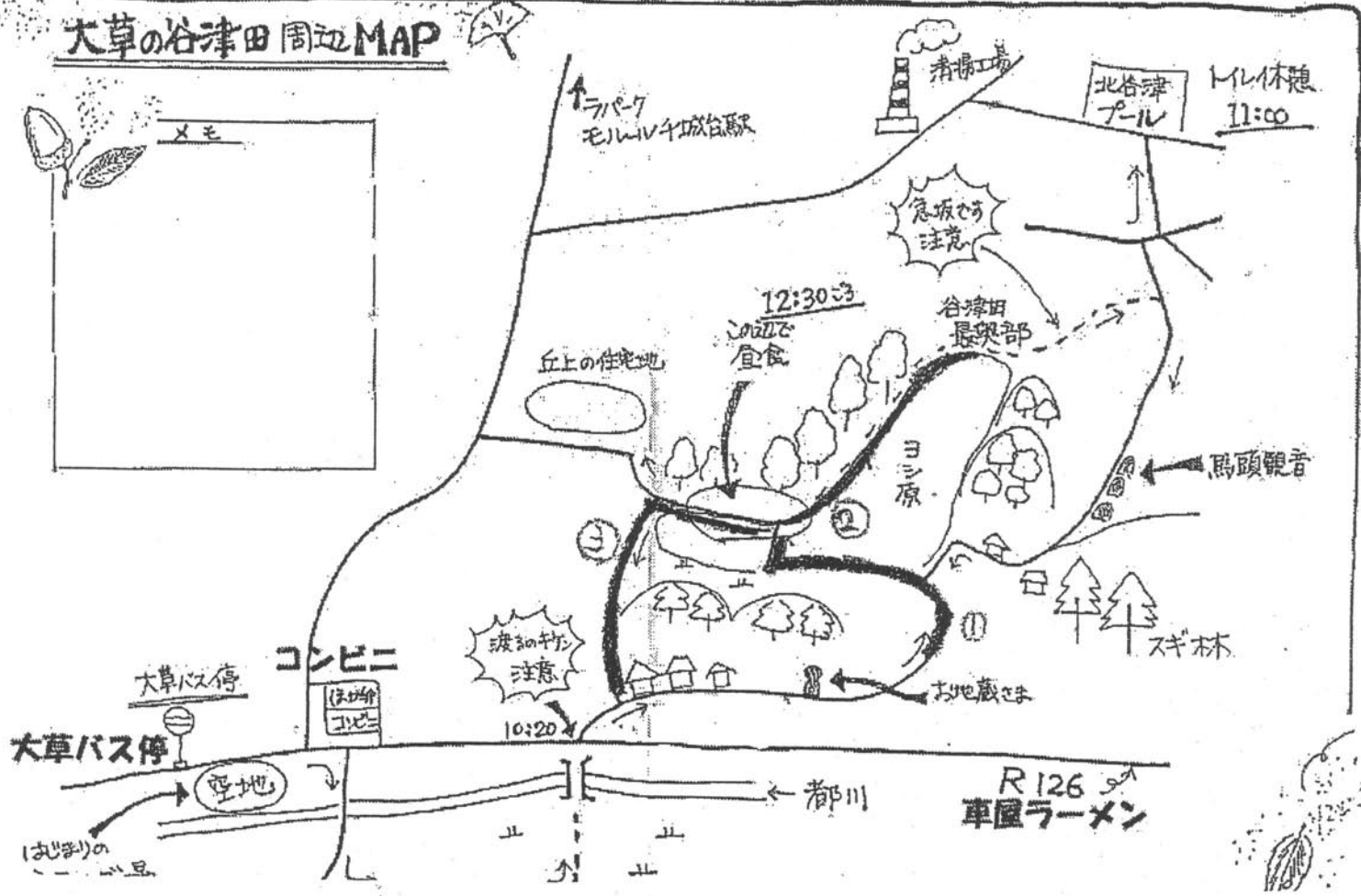
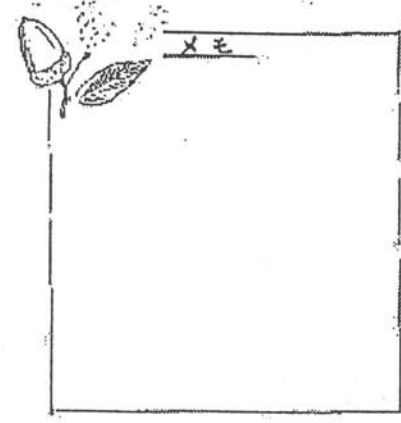
●まとめ方

1年を単位として集計する

●必要道具

双眼鏡・望遠鏡・調査用紙・カメラ

大草の谷津田周辺MAP



●ねらい

調査地域全体の変化、微環境の変化を把握する。

●対象種

全ての種

●生息環境

種によって異なる

●天敵

イタチなどの哺乳類、上位の鳥類

●食性

種によって異なる

●分布

全国で調査が可能

●人為インパクトの影響

環境の質、環境の変化によって種や出現頻度が異ってくる。

例) ウグイス：藪のない林には少ない。 クロジ：暗い林を好む

●調査時期

繁殖期と越冬期、最低3回。雨天時・強風時には行わない。

地域ごとのめやす

	繁殖期	越冬期
沖縄	4月 AM6:30-9:00	12月中旬～2月中旬 AM8:00-11:00
近畿以西	4月下旬～6月 AM5:30-9:00	12月中旬～2月中旬 AM8:00-11:00
本州以北	4月下旬～6月 AM5:00-9:00	12月中旬～2月中旬 AM8:00-11:00
北海道	6月～7月上旬 AM5:00-9:00	12月中旬～2月中旬 AM8:00-11:00

●調査方法

①調査コースの設定：1つの環境に最低500m程のコースを1つ設定する。

例：林縁部と耕作地・休耕田の間の農道に1コース、管理された林に1コース、放置された林に1コース、植林地に1コース、将来人為インパクトが予想される箇所に1コース

②調査方法：時速2kmほどで調査コースを歩きながら、片側25m以内(合計50m)に出現した鳥類の種類、個体数、行動、環境などを調査用紙に記入する。なお、調査範囲外で出現した種についても記録をしておく。 ※調査は1人または少人数で行う。

●まとめ方

・コース毎の出現種類・個体数を集計し、出現頻度を計算する。

●必要道具

双眼鏡・調査用紙

両生類の調査

センサスの方法

2002. 2. 11

卵塊数のカウント A	鳴き声カウント B	個体数カウント C
産卵直後の卵塊 総数をカウントする	鳴き声を5段階 に分けて記録する。 気温、天候を記録する。	あせ 睦暁 林道 に2.10分間の カエルカウント。 昼夜
全数カウント	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 0 なかない 1 1匹時々なく 2 数匹54匹で時々 3 数45匹で比較的 4 とどかないコース </div>	相対カウント

種類

センサス方法

アカガエル類	A C
ヒキガエル類	A C
アマガエル類	B C
トサマガエル類	B C
アオガエル類	B C
カンショウオ類	A

爬虫類の調査

センサスルートと種々のエコハビタットを含めて1~2km設定し、種毎に発見した個体数を記録する。1人1時間当りの発見頻度として相対密度を定める。

ハビ・トカゲ類は4月の晴山下日

ハビ類は10-11月の晴山下日

- 調査地で10人時程度のセンサスを行う。

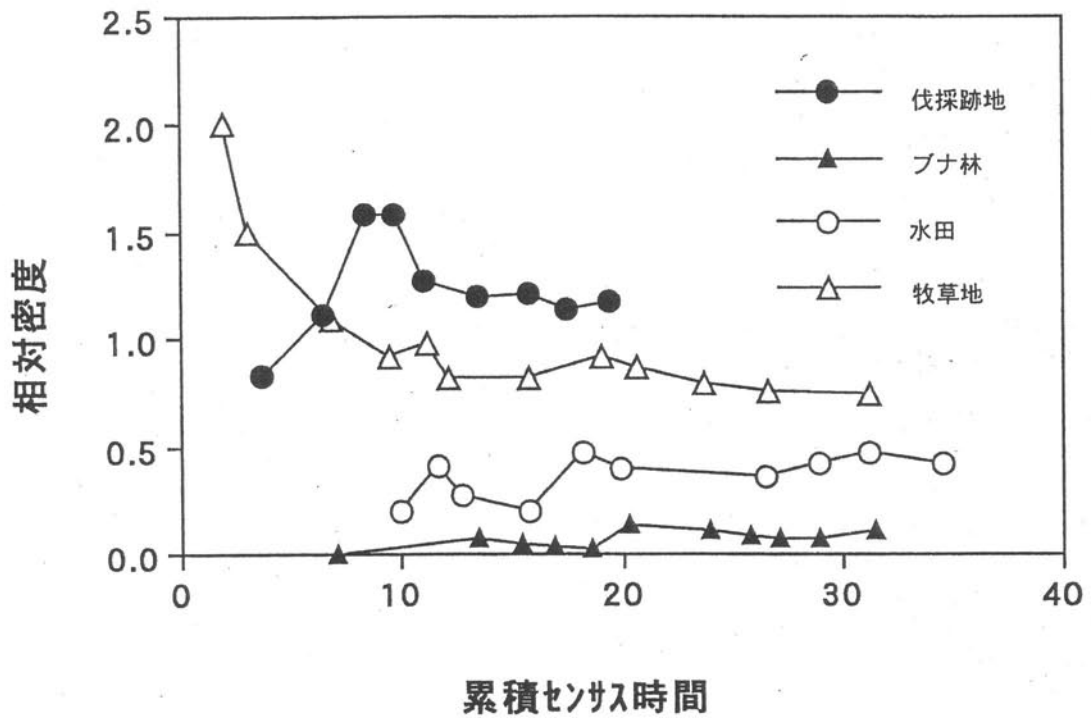


図1 4つの生息場所におけるヘビ類の相対密度と累積センサス時間の関係。センサス努力が約10時間・人をこえるあたりで値が安定してくる。

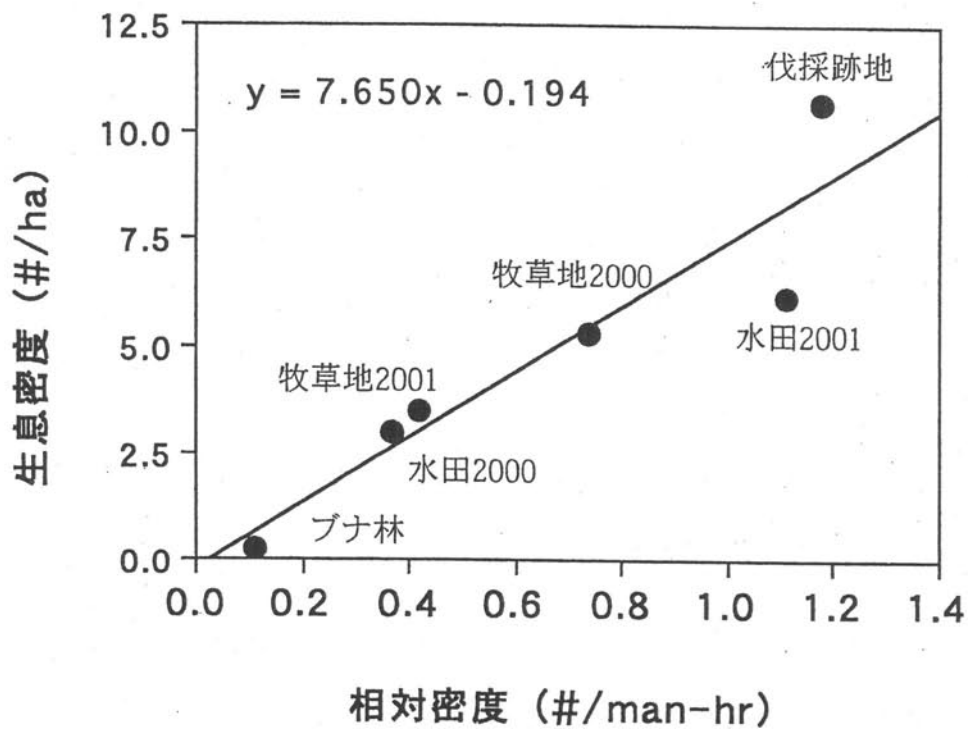


図2 秋田県田沢湖町におけるヘビ類の生息密度。
単位捕獲努力あたりの生息確認頻度 (個体数/時/人)
と推定生息密度 (個体数/ha) の関係。

[調査名]夏の虫★調べ

[調査ステージ]成虫

[目的]生物指標を利用した環境モニタリングの普及啓蒙版的な役割

[対象群・種]シテムシ科・ササムシ科・センチコガネ科・アカ属・カサネ科・クガタムシ科・アゲハチョウ科

[指標性]出現種により シテムシ・センチコガネ・ササムシ科は、林床の落ち葉層、下草の状態、ほ乳類・鳥類の種数、個体数の豊かさを反映。アカ属は、湿地、湖沼、流水面の植生状態(群落や茂り方)、立地(明暗)、面積、開放水面を反映。カサネ科は林縁の植生状態(茂り方、群落)、小昆虫の種数、個体数、林縁吸蜜植物の豊かさを反映。クガタムシ科は林床下草の茂り具合、カサネ科や樹液食の昆虫群の個体数、種数の豊かさ、林の更新(伐採頻度)を反映。アゲハチョウ科は林縁の植生状態(吸蜜植物の有無・茂り方)を反映するものと思われる。

[食性]植物食：アゲハチョウ科、クガタムシ科 肉食：カサネ科・シテムシ科・ササムシ科・アカ属・センチコガネ科 フン食：シテムシ科・センチコガネ科

[天敵]全群：肉食昆虫、クダモノ、鳥類

[調査適地]全国

平地～山地/全域

[調査時期]8月

[熟練度]初

[収集する事柄]群単位で分布の有無を確認するとともに、指定種についてもその有無を把握。指定種は、シテムシ科であれば、クダモノ(緑地面積が広く林床の落ち葉層が厚い林に分布)、オシロイシテムシ(緑地面積、林床の制約はほとんどない。餌(バットのフン、木の死骸など)があれば、市街地にも分布。コクシテムシ、マエモンシテムシなど。基本情報の把握(調査地の群落分布、林床下草・林縁植生の茂り方(草丈・密度・有無)、解放水面面積、水路の管理(草刈りの有無・補修の有無・護岸の有無)、落ち葉層の状態)

[調査地設定]100m四方以下は全域、それ以上は任意に林縁を含む100m四方を任意に設定

[調査手法]記録方法 写真撮影による。動く種はビニールに入れてとる。探し方：アゲハチョウ科・カサネ科：林縁をくまなく探す シテムシ・ササムシ・センチコガネ科：バットトラップ法(コップを地面から1cmほど浮かし、林縁から林内の任意の直線状に、林縁を起点として5m間隔に設置。なるべく平坦地となるように直線を設定する) クガタムシ科：果実トラップ(林縁、林内のフナ科植物(ヤギ科)の幹地上1mのところ任意5カ所ずつ設置する。間隔は問わない。ストックの中には、1日生ビールにつけたバナナを3本入れる。トラップ法は、3回とも設置場所は同じくすること。

[調査努力]10日おきに3回程度・晴天時のAM

[機材他]調査全体：記録用紙・カメラ・フィルム・捕虫網・巻き尺・透明ビニール袋・コンピュータ・データベースソフト バット：紙皿・紙コップ・割箸・腐肉・バット 果実：ストック・ひも・バット・ゴミ袋・バナナ・生ビール・バナナを漬けるタッパ

[まとめ]種(もしくは科レベル)の生態面から林に欠ける要素の抽出を行う。イメージとしては、各群から同定の容易な種を選び、多様な自然に分布するかどうかを基準に経験測に基づき点数を与える。その合計得点によって、その群が表す自然環境の程度を評価するもの。チョウ類では類似な事例がある。アカ属で例示すれば、マダヒ、マコ、リス5点、コシメ3点、シメ、アキ、ナツ1点で、5点以下だと飛来種主体で水辺がないか、あっても小面積にとどまる。5-14点だと水辺はあるが放置されて久しい。15点以上であると様々な水辺が存在するとランクを仮定する。大草谷戸は1995年-8点、2001年-6点で、水辺はあるが放置されて久しく、年次を追う毎に次第に劣化しつつあると読みとることができる。かな？

[調査名] ホタル★調べ

[調査ステージ] 成虫

[目的] 流水・林縁の変遷を把握する

[対象群・種] シメジ科・ササ科・センブリ科・アサギ科・アカネ属・カマキリ科・クワガタ科・アゲハチョウ科 ~~ゲンジボタル~~

[指標性] 細流ガケ地のコケ類に産卵、細流法面の土中で蛹化、交尾やみずの交信が林縁で行われることなどから、林縁部の流水の自然環境の様子を反映するものと思われる。しかし、冬季水量が分布にかなり影響するものと思われるので注意が必要。

[食性] 貝類(幼虫)

[天敵] 人、クモ類

[調査適地] 本, 四, 九

平地～山地/流水

[調査時期] 5-7月

[熟練度] 中

[収集する事柄] 林縁のスケッチ（前胸背の模様と大きさ）、分布の有無、総個体数の把握、カウント時間の記録。また、ホタルの行動（光は動くか、明滅するか、どこで光っていたか（林縁・草原など））。基本情報の把握（林縁の群落、林縁下草・林縁植生の茂り方（草丈・密度・有無）、解放水面面積、冬季水量、水路の管理（草刈りの有無・補修の有無・護岸の有無）、風景写真

[調査地設定] 同時明滅が見られる林縁の50mほどの幅を任意に選定。

[調査手法] 夜間無～微風時・20時の定点による個体数カウント。発生地毎に発生消長がかなり違うので、調査地の発生消長を事前に把握すること。

[調査努力] 最盛期に5日おき3回

[機材他] 記録用紙・懐中電灯・長靴・カメラ・フィルム・コンピュータ・データソフト

[まとめ] 細流林縁・護岸・放置の程度と発生数(個体数/分)

[調査名]ホタル★調べ

[調査ステージ]成虫

[目的]止水(主に水田)・草地の変遷を把握する

[対象群・種]ヘイケホタル

[指標性]コケ類に産卵、水田等法面の土中で蛹化、交尾や♂♀の交信が草地で行われることなどから、水田部とその周辺草地の自然環境の様子を反映するものと思われる。しかし、冬季水量が分布にかなり影響するものと思われるので注意が必要。

[食性]貝類(幼虫)

[天敵]人、クモ類

[調査適地]本, 四, 九

平地～丘陵/止水

[調査時期]7-8月

[熟練度]中

[収集する事柄]ホタルのスケッチ（前胸背の模様と大きさ）、分布の有無、総個体数の把握、カウント時間の記録。基本情報の把握（水田の管理、農薬使用の有無、草地の茂り方(草丈・密度・有無)、解放水面面積、冬季水量、水路、畦の管理(草刈りの有無・補修の有無・護岸の有無)、風景写真

[調査地設定]同時明滅が見られる草地の50mほどの幅

[調査手法]夜間無～微風時・20時の定点による個体数カウント。発生地毎の発生活消長が極端に違うので、調査地の発生活消長を事前に把握すること。

[調査努力]最盛期に5日おき3回

[機材他]記録用紙・懐中電灯・長靴・カメラ・フィルム・コンピュータ・データベースソフト

[まとめ]耕作面積・農薬使用・放置の度合いと発生数(個体数/水面面積)

[調査名]ぬげがら調べ

[調査ステージ]幼虫(殻)

[目的]林地の変遷を把握

[対象群・種]ヒグ・ラシ・ニイ・イ・ミ・ミン・セ・ミ・ツツクホ・ウシ・(北)エゾ・セ・ミ・エゾ・ハルセ・ミ・(神奈川以南)クマセ・ミ

[指標性]疎林化、林床の下草減少、緑地面積の減少と孤立化の度合いにより、アブ・ラセ・ミ(関東以南ではクマセ・ミとアブ・ラセ・ミ)の比率が高まることや、構成種がより単純化する。ただし、林の樹種によっては、特定種が一人勝ちする場合(マツ林にハルセ・ミなど、周辺の自然が豊かそうでも構成種が単純化)があり注意が必要。

[食性]植物

[天敵]肉食昆虫、クダ類、鳥類

[調査適地]北, 本, 四, 九

平地～丘陵/林

[調査時期]7月中旬～9月中旬

[熟練度]中

[収集する事柄]抜け殻の全数収集。基本情報の把握（群落、林床下草の茂り方(草丈・密度・有無)、樹木の密度、調査地点の面積、調査地点を含む緑地全体の面積)

[調査地設定]林の種類毎に林縁を含む100㎡を任意で選定

[調査手法]植生別に100㎡ほどの正方マス内の抜け殻を収集。収集範囲は、地上3mまでの葉、幹、下草につく殻とする。収集した殻は、ビニール袋に入れ保管。収集後にまとめて同定して集計する。同定ポイントである触覚が折れることが多々あり、同定には研修を要する。

[調査努力]10日に1回

[機材他]記録用紙・袋・マジック・巻尺・標本箱・昆虫針・木工用ボンド・コンピュータ

[まとめ]緑地面積・土地利用形態・林床状態とセミ相の構成種の比較を行う。

[調査名]チョウ目チョウ類・トンボ目定量調査

[調査ステージ]成虫

[目的]複数の微環境、調査地全域の変遷を把握

[対象群・種]チョウ目チョウ類・トンボ目

[指標性]複数の微環境の変遷によって種の動向がどのように変化するか、もしくは、种群単位でどのように変化するかを把握する

[食性]チョウ目の多く：植物食 ゴイソウミなど数種：肉食、植物食 トンボ目：肉食

[天敵]肉食昆虫、クモ類、鳥類

[調査適地]全国

平地～丘陵/全域

[調査時期]4-10月

[熟練度]高

[収集する事柄]線センサス法による各種個体数の定量化。基本情報として、各微環境毎の植生、様子（密度、草丈、吸蜜植物の有無）、微環境毎の記録時間。

[調査地設定]林縁・水域。草原をバランス良く含む任意のコース。（手法の項参照）

[調査手法]調査地の代表的な微環境につき記録時間が5～15分となるようなルートを任意に設定。時速1km/hで歩き、ルート左右5m以内、上空（確認できる範囲）に出現した種（もしくは指定した群-ヤマト科、エゾトンボ科、ヒョウモンチョウ類など）と個体数を記録する。微少種は捕獲し確認する。晴天時の10-12時、月の10日、20日の前後に2回設定することが望ましい。

[調査努力]月2程度・晴天時AM

[機材他]記録用紙・捕虫網・コンピュータ・データベースソフト・標本箱・昆虫針・木工用ボンド

[まとめ]微環境毎、もしくは複数環境毎に各種の出現頻度、種構成、生態的知見を元に考察。

昆虫補足資料

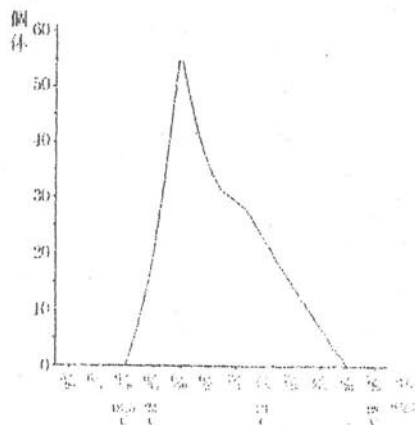
調査全体に関して

- ・調査結果の再検を可能にするため、実物、もしくは写真資料を得ること
- ・資料の保管体制を整えること
- ・調査時点での自然環境の状態を記録すること
植生（面的な把握）、林（下草の有無、樹木の密度、土壌の様子、樹高、太さ）、水路（管理状態）、草地の状態（草丈・茂り方）、開放水面（池、沼、湿地単位での面的な把握）
- ・担い手に対して、調査マニュアルの作成と調査のバックアップ体制（研修、同定補助、運営事務など）を整えること。
- ・取り上げなかったが、生物季節や温暖化・分布に人的関与を示す昆虫群についてあってもよかったかな。生物季節：定点での初認、終認。気象の記録。親しみがあて誤同定の恐れが少ない種群の選定。

例：温暖化等：クマゼミ、ヨコヅナサシガメ、アオマツムシ

★ホタル調べ

- ・夜間に強く発光する動物はホタル類のみで誤同定のおそれが少ない
- ・カウントも容易でミスも少ない
- ・発生期が短く、取り組みやすい
- ・一般的に親しみのある虫で、とっかかり易い
- ・同一地内でも、発生地立地する方角によって発生期が大きくずれるので注意を要する。



▲ゲンジホタルの発生の様子(1996,市教委未発表)

★ぬけがら調べ

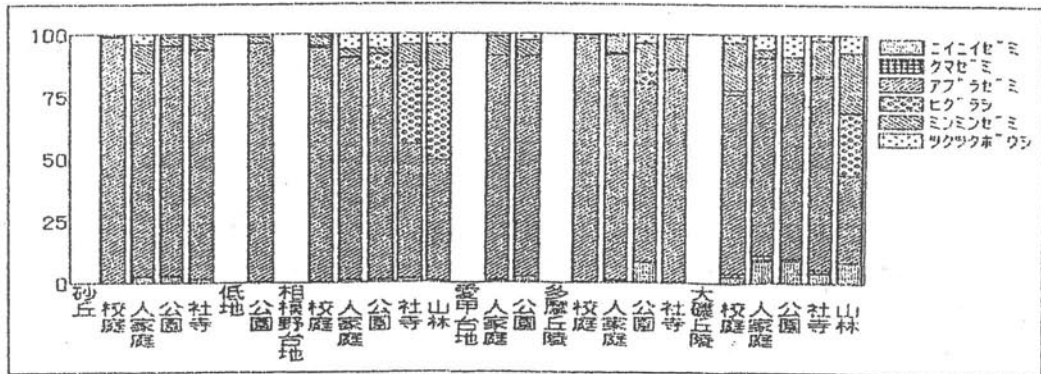


図9 各地域の環境別種構成比

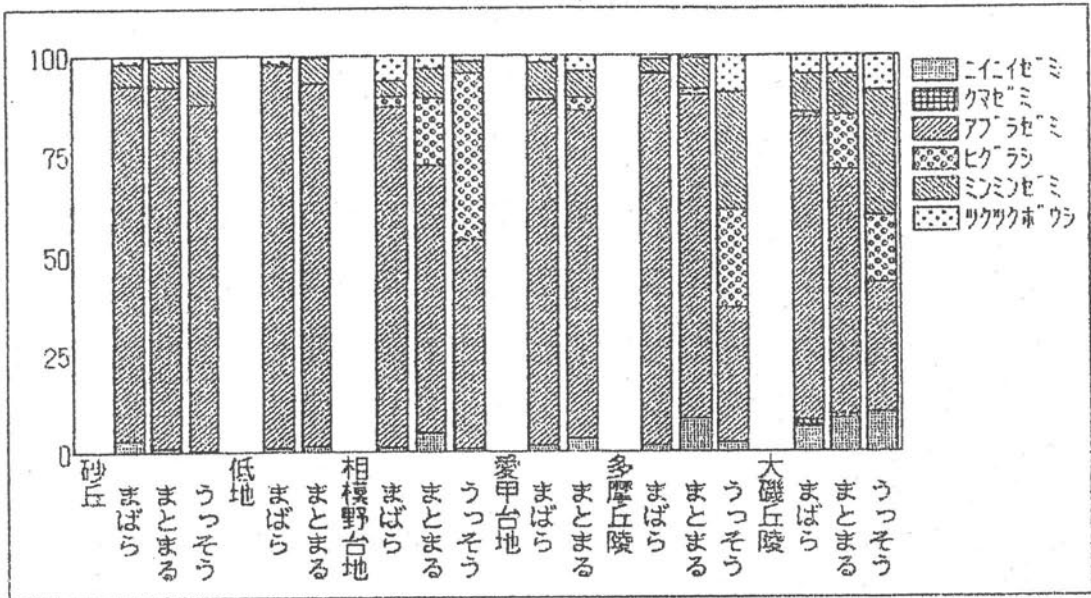
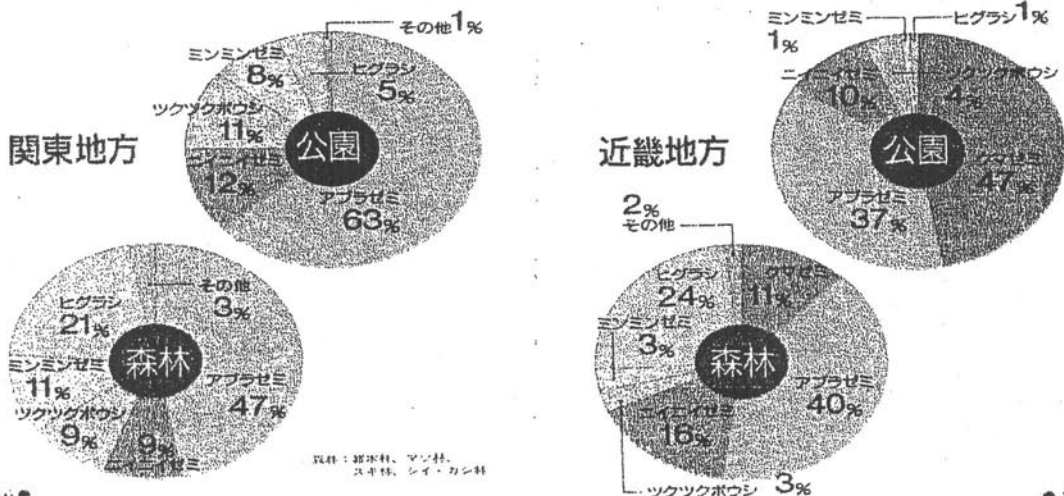


図10 木の茂り方別種構成比



地域・環境別のセミの構成種の比較

- ・自然度が高くなると、または、樹木密度が高くなると、アブラゼミの全体に占める割合が低くなること、構成種が多くなり、それぞれの発生数割合が増える。
- ・林の構成樹種により発生するセミが違っていることが知られている。
- ・地域による環境別構成種の違いが知られるが、十分な知見はない。
- ・緑地面積による発生数、構成種の関係については、十分な知見がない。
- ・ぬけがらを収集することで、生命を傷つけることがない。収集は容易であり、数も多く集まることなどから、市民の協力を得やすい反面、同定の再検で苦勞する。
- ・ここで示した資料の基本情報（収集面積や回数）の正確さは保証できないが、同定は専門家が再検しているため信頼度は高い。

出典：環境省 1996,茅ヶ崎市文化資料館,1997

湘南地域の博物館連合の行事冊子,1992

●記録用紙の書き方 下の例のように書いて下さい。

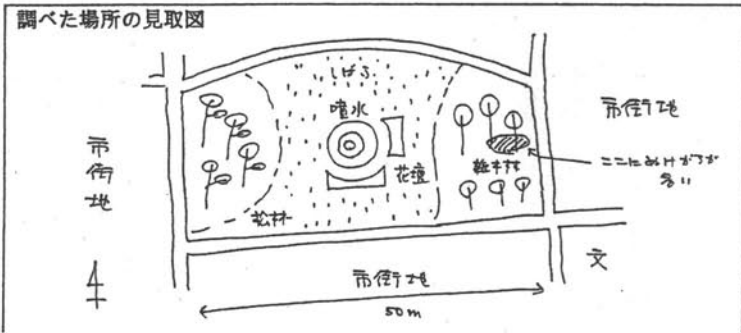
調査した場所の名前 環見公園 所在地 平塚市浅間町10-7
 その環境は [人家の庭・神社・寺・都市公園・校庭・果樹園・丘陵・山・その他 ()]
 全体の面積 約 2000 m² 木の生えている部分の割合 約 3 割
 調べたのは (全体)・一部 (調べたポイントの面積 約 m²)
 木の茂り方 うっそうと茂る まとまって生えている まばらに生えている
 多い木の種類は 広葉樹 (落葉・常緑) 針葉樹 (スギヒノキ・マツ)
 周辺の様子 市街地・緑の多い住宅地・田畑が多い・大きな緑地に続く
 調査者 名前 駒澤スミ子 住所 平塚市環見町1-1 TEL.0463-31-2121
 所属 平塚セミ研究会

見つけたぬけがらの種類と数

種類	調べた日	7月30日	8月17日	8月29日	月日	合計
ニイニイゼミ		12	3	0		15
ツクツクボウシ			6	23		29

・ポイントを選んで一部を調べた場合 ぬけがらもつけた時 各10号13

調べたのは 全体・(一部) (調べたポイントの面積 約 1200 m²)
 木の茂り方 うっそうと茂る まとまって生えている まばらに生えている
 多い木の種類は 広葉樹 (落葉・常緑) 針葉樹 (スギヒノキ・マツ)



記録用紙の見本

★チョウ類・トンボ目の定量調査

・丹沢山塊の麓に広がる緑地面積約 30ha の里山的自然環境。谷、谷戸田。休耕田、草原、コナライヌイシデなどを主とした二次林が広がる。

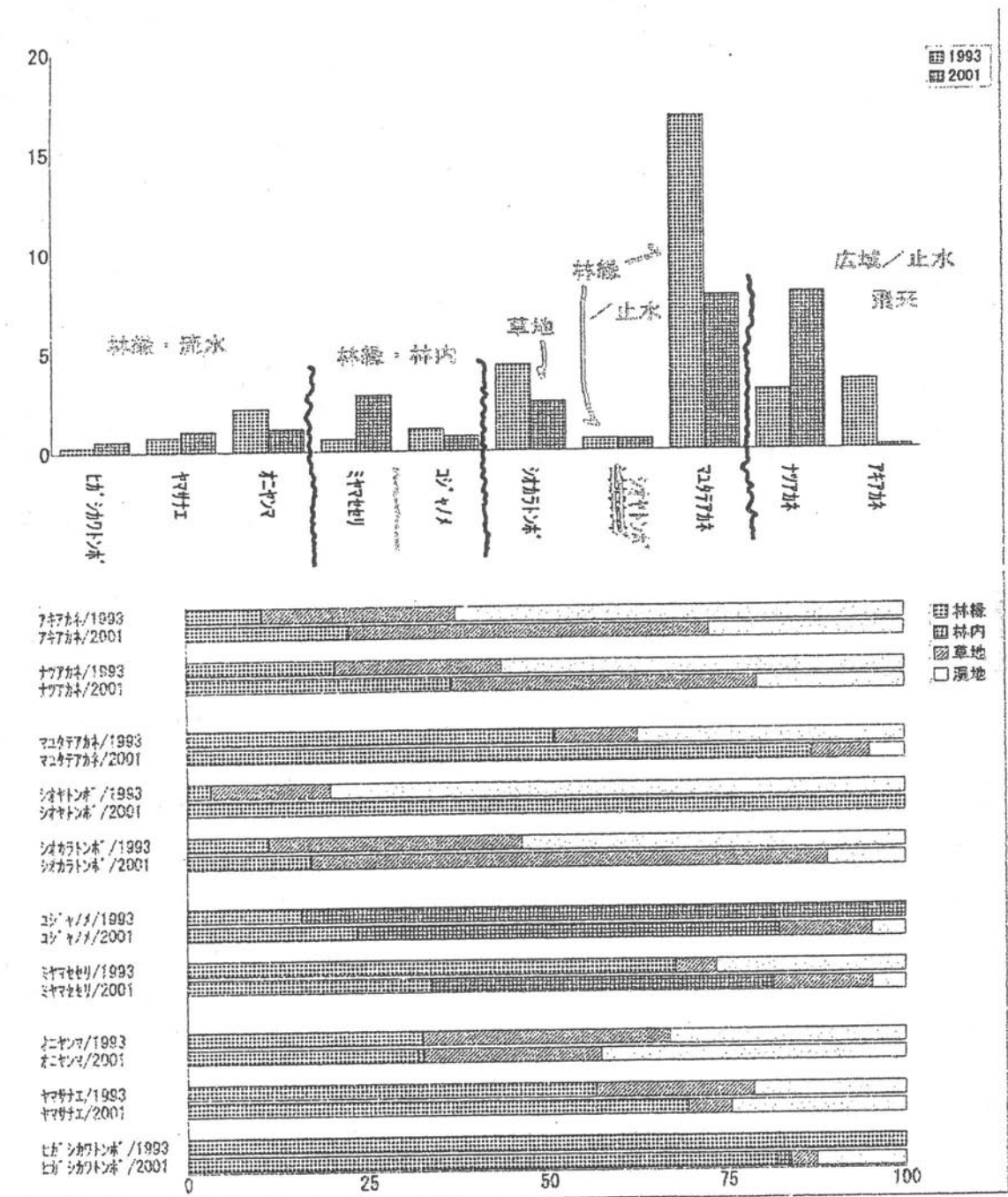
・1996年当時から見て激変した点

- 谷戸田が休耕されヨシ群落となり、解放水面がほとんど見られなくなった。
- 公園化の予定があり、林縁部の刈り込みがなされ管理されている。
- 林床の刈り込みがなされ、往事の雑木林を思わせる林も見られる

(面的には少ないが)。

・人の出入りはまばら

・定量化した個体数や構成種の年変動から、複数の微環境の変化との関係を問えそう？



地域の生態系を把握するための指標生物の実用的選定
(資料作成 倉西良一)

底生動物 (千葉市若葉区大草の事例)

底生動物で考慮しなければならないことは、多くの水生昆虫は幼虫期を水中で過ごすか成虫は、水中から離れて水辺で生活する。個体数や生息状況をモニタリングするとき、グループによって、調査をする生活史上のステージが変わる場合がある。

種名	カワニナ
環境要因 (景観レベル)	圃場整備などによる水路の改変
環境要因 (物理的要因)	底質や水質悪化など
環境要因 (生物間相互作用)	不明
食物連鎖上の位置	一次消費者 (付着藻類食者)
絶滅の危険性	低い
地域固有性	低い
調査時期	11-3月
種名	サワガニ
環境要因 (景観レベル)	水路周辺の植生の大規模な改変
環境要因 (物理的要因)	水辺の乾燥、個体群の分断
環境要因 (生物間相互作用)	不明
食物連鎖上の位置	分解者
絶滅の危険性	高い
地域固有性	低い
調査時期	3-5月
種名	オニヤンマ
環境要因 (景観レベル)	圃場整備などによる水路の改変、周辺植生の減少
環境要因 (物理的要因)	水辺の乾燥
環境要因 (生物間相互作用)	不明
食物連鎖上の位置	二次消費者
絶滅の危険性	低い
地域固有性	低い
調査時期	11-4月 (幼虫期)
種名	ヒガシカワトンボ
環境要因 (景観レベル)	圃場整備などによる水路の改変、水量の減少
環境要因 (物理的要因)	水辺の乾燥
環境要因 (生物間相互作用)	不明
食物連鎖上の位置	二次消費者
絶滅の危険性	高い (1994年を最後に絶滅した可能性が高い)
	成虫が長い距離を移動しないため
地域固有性	低い
調査時期	5月 (成虫)

種名	ヘイケボタル
環境要因 (景観レベル)	圃場整備などによる水路の改変、水田の乾燥
環境要因 (物理的要因)	水辺の乾燥、街灯照明などによる光の干渉
環境要因 (生物間相互作用)	不明
食物連鎖上の位置	二次消費者 (カワニナを特に好む)
絶滅の危険性	低い
地域固有性	低い
調査時期	7-8月 (成虫)

種名	マルバネトビケラ
環境要因 (景観レベル)	圃場整備などによる水路の改変、水田の乾燥化
環境要因 (物理的要因)	水辺の乾燥
環境要因 (生物間相互作用)	不明
食物連鎖上の位置	分解者
絶滅の危険性	低い
地域固有性	低い
調査時期	12-4月 (幼虫)

地域の生態系を把握するための指標生物とその調査法
（資料作成 倉西良一）

底生動物（千葉市若葉区大草の事例）

<定面積法での調査が望ましいもの>

指標種：カワニナ
指標種：オニヤンマ
指標種：マルバネトビケラ

最初に、調査対象地域の指標生物の生息範囲を調べる。大草の場合、湧水流は底質や流量で大きく次のように分けることができる（1）自然水路（土水路）底質は土（2）コンクリートで囲まれているが底には泥や落葉が堆積している（3）コンクリートの浅い水路。泥の堆積はほとんどない。

カワニナについては、生息状況（いるいない）を調べるのは冬から春にかけて水路の回りの草本が繁茂していない時期が容易に行えるが、季節を問わない。オニヤンマやマルバネトビケラも、冬から春が望ましい。（積雪で冬期が採集に向かない地域は、融雪後の春でよい）

カワニナの場合、水路を上から覗いただけで生息状況がだいたい把握できる。オニヤンマやマルバネトビケラの場合、ハンドネット（網目が約1mm）で湧水の底質の泥を2～3cmの深さですくってみるだけでよい。この方法で、各環境ごとに指標種の存在を調べる。

【大草の場合、各指標種とも生息が確認されるのは（1）、（2）であろうと思われるが、（3）にいないというデータも重要】

モニタリング調査（生息密度調査）は、（1）（2）の単位景観ごとに少なくとも3地点を選定する。それぞれの地点で、30x30cm コドラート5回中に何頭いたかを計数・計測する。

（カワニナは、ノギスを使って殻高と殻経を計測、オニヤンマは、体長を計測、マルバネトビケラは、終令幼虫の個体数のみと）する。それぞれのコドラートは独立したサンプルとして扱う。カウントしたあともとの場所に戻してやる。モニタリング採集をした場所は地図上に明記する。（計測は、スケールとともに1つのコドラートで採集された全個体をデジカメで撮影するという方法でもよい）

* 必要な道具類：ハンドネット（網目が約1mm）、ノギス、バット（皿）、カメラ（調査地点の状況の記録）、長靴

<定時間法>

指標種：サワガニ

大草の場合、サワガニは（1）自然水路（土水路）とその周辺の植生内に生息が限られている（それ以外の場所にはいないという裏付けデータも必要）。モニタリング調査では、自然水路（土水路）とその周辺の植生内で石の下、落葉、倒木の下などを探す。1人が10分間探すのを1セットとして、少なくとも3セット探索を行う。探索時に採集された個体は、

各セットごとに計数・計測（体幅）する。調査時期は、春から夏が望ましい。

* 必要な道具類：ノギス、カメラ（調査地点の状況の記録）、長靴、ヘッドライト（薄暗い林床を探索するため）、手鋏。

<定時間法・ルートセンサス>

指標種：ヒガシカワトンボ

指標種：ヘイケボタル

対象地域の生息地を見渡せるセンサスのためのルートを選定する。

ヒガシカワトンボの場合、5月上旬から下旬にかけて、週に1回で（5月上旬、5月中旬、5月下旬の3回）、風の強くないトンボが飛翔できる日に、午前10時から12時の間に、10分間（800m）を3セット歩いて、確認できた個体数を記録する。

ヘイケボタルの場合、7月上旬から8月中旬にかけて、週に1回で（3回）、ヘイケボタルの活動時間帯の午後8時から10時の間に10分間（250m）を3セット歩いて、確認できた個体数を記録する。

* 必要な道具類：双眼鏡、長靴、ヘッドライト、温湿度計。

底生動物の調査手法（倉西良一作成）

＜対象地域の生物の全体像を捉える全種調査＞

生態系モニタリングにおける地域の生物種のリスト作成に必要なこと
全種（とはいっても全種は、とても無理）

底生動物の場合、肉眼で見出し、実体顕微鏡を用いた形態観察で種の同定が出来るのは大型底生動物（macrobenthos）でここでは、調査の対象を大型底生動物に限定する。

第 1 段階：対象地域で過去に行われた生物相（ファウナ）調査の文献を調べる。この場合直接の対象地域を含む、周辺の市レベルのものも網羅する（アセスなども）。

第 2 段階：対象地域の水域を環境構造ごとに区分し、底生動物の採集を行う。採集は、ハンドネット*（網目が約 1mm）を用いて網羅的に行う。採集したサンプルは、サンプルの個数と出現種数の関係を見るため種数-サンプル曲線を書くことが望ましい。採集地点は、地形図やメッシュマップに落とす。調査地点は、写真などで採集時の状況をできるだけ正確に記録する。長期にわたる比較ができるようにする。

*：肉眼や実体顕微鏡での形態観察による同定できる範囲。

（具体的な採集方法は、水辺の国勢調査を参照）

第 3 段階：水生昆虫類（底生動物として採集される幼虫だけでは同定が困難）の成虫を採集するために景観単位ごとにライトトラップ、マレーズトラップや水辺の灌木や草本を捕虫網ですくうスウィーピング法で採集する。

第 4 段階：採集した生物は、それぞれもっとも同定しやすい状態の標本を作製しデータラベルをつけ同定を行う。市販の図鑑等でまず検索・同定を行う。自分たちで同定が困難なグループは専門家に同定を依頼する。この段階ではさまざまな困難が伴うので、正確な同定のための講習会や情報のネットワークづくりについてのサポートが必要になる。

第 5 段階：標本を保存する。各種につき少なくとも数点は、今後の再検討に備え証拠標本として保存し、必要に応じて参照できるようにする。（保存場所の検討）

調査の頻度は、出来れば月 1 回の採集が望ましい。

成虫を対象としたマレーズトラップは、1月に3日間程度設置する。

<指標種調査>

第1段階：指標種と指標種の生活史特性を配慮した調査プランの作成

第2段階：対象地域における指標種の分布範囲の調査

第3段階：生息密度調査（定面積法・定時間法）

* たとえばカワニナやオニヤンマの幼虫など水中で生息する生物は一定の面積、たとえば 30x30cm コドラート 5 回中に何頭いたかを計数・計測する。それぞれのコドラートは独立したサンプルとして扱う。カウントしたあともとの場所に戻してやる。

* 水中にいても生息密度が低かったり、陸上で分散して生息する生物は、たとえば 10 分間探索して見出すことのできる個体の計数・計測を行う。サワガニだと水辺の植生内の落葉内を 10 分間で数セット探したり、ヘイケボタルの成虫の場合、発生地を歩いて 10 メートル以内で発光している個体を 10 分間計数する。これを数セット行う。

生態系モニタリングを行う上での手順 (案)

1 年 目	地域調査検討委員会検討内容	調査内容	アウトプット	解析
1 年 目	<ul style="list-style-type: none"> 委員会の立ち上げ 調査員の決定 重点モニタリング調査地域の設定 調査資料の保管体制の確立、保管場所の確保 調査マニュアルと地域の実情を考慮した上での、調査体制、調査項目、調査スケジュール、調査手法等の検討 	<p>調査検討委員会での検討結果を受け、調査を開始</p> <p><広域モニタリング調査地域></p> <ul style="list-style-type: none"> 社会的環境についての文献調査 ①土地利用の状況 ②人口分布 ③大規模開発の状況 ④法律による指定状況 自然環境についての文献調査 ①地形・地質 ②水理・気象 ③植生 ④動植物相 ⑤貴重種の分布 	<ul style="list-style-type: none"> 土地利用図 人口分布図 大規模開発分布図 法律指定状況図 土壌分布図、地形分布図、地形改変図、表層地質図 水系図、水理地質図、水質データ、流量データ、気象データ、大気・降水のデータ 植生図 フロラリスト、ファウナリスト 貴重種分布図 	
2 年 目	<ul style="list-style-type: none"> 全種調査の実施手法の検討、調査対象分類群の検討 調査員の研修 (全種調査) 	<p><重点モニタリング調査></p> <ul style="list-style-type: none"> 空中写真判読による植生図作成 広域モニタリング地域の社会環境調査の結果と航空写真の判読による、想定される人為的インパクトのピックアップ 哺乳類、鳥類、両生類、爬虫類、魚類についての全種調査 底生生物 (大型底生動物) の全種調査 昆虫のうちトンボ目、カマキリ目、バツタ目、ナナフシ目、カマシ目セミ科、異翅半翅類 (カスミカメ科、ツノカメムシ科、メムシ科、サシガメ科、ツノカメムシ科など)、ゴキブリ目、コウチュウ目、ハチ目スズメバチ科、ハエ目、チョウ目チョウ類・ガ類などの、特定の分類群。 調査地域住民に対して、動物の生息状況、触れ合いの状況、土地の管理状況のヒアリング調査 (人為インパクト図の補完も含む) 植物相、植物群落の調査 (植生図、人為インパクト図の補完も含む) 	<ul style="list-style-type: none"> ファウナリスト (仮) 触れ合い活動のリスト 植生図 フロラリスト (仮) 人為インパクト図 	
3 年 目	<ul style="list-style-type: none"> 全種調査結果のとりまとめ 全種調査結果、人為インパクトの把握の結果を考慮した指標種の実用的選定 指標種調査の調査地点の選定、調査手法の検討、とりまとめ、マニュアル化 水分環境、土壌環境 (その他必要に応じて日照、騒音) 等の環境要素の調査地点の選定、調査手法の検討、マニュアル化 調査手法の研修 	<p><重点モニタリング調査></p> <ul style="list-style-type: none"> 全種調査の補完調査 (悪天候などで調査できなかった場合、調査データが不自然な結果だった場合) 調査地域内での水分環境 (河川、水路、湧水などの流量、水温、水質など) の調査 (1年目) 調査地点における日照、気温、土壌などの調査 (1年目) 指標種調査1年目 	<ul style="list-style-type: none"> フロラリスト (完全版) ファウナリスト (完全版) 土壌断面図 土壌の性質 (pH、EC など) データ 	
4 年 目	<ul style="list-style-type: none"> 指標種調査結果のとりまとめ 水分環境、土壌環境等の環境要素の調査結果のとりまとめ 生態系のとりまとめを考慮し、調査項目相互間で、不足する情報などについての検討、それらの調査手法の検討、マニュアル化 	<p><重点モニタリング調査></p> <ul style="list-style-type: none"> 水分環境調査2年目 日照、気温、土壌調査2年目 指標種調査2年目 生態系のとりまとめに必要な情報の補完調査 調査終了 	<ul style="list-style-type: none"> 流量、水温、水質のデータ 日照、気温、土壌特性のデータ 指標種調査データ 	
5 年 目	<ul style="list-style-type: none"> 生態系としてのとりまとめ、考察 とりまとめ結果から反省点を抽出し、次回調査に向けて指標種、調査マニュアル、調査スケジュール、調査地点などを見直す 次回調査の調査計画の作成 			

3-2. 第3回作業委員会議事録

日時 平成13年2月11日 10:00~17:00

場所 アルカディア市ヶ谷 5F 赤城の間

出席 (50音順、敬称略)

青木、槐、北澤、倉西、篠村、豊田、長谷川、藤原

環境省 曾我部、辻

NACS-J 開発、廣瀬

オブザーバー 谷川、森田

I 開会 省略

II 生態系モニタリング調査手法の検討について

1. 人為的インパクトの図面作成について (藤原委員より) 資料図面1枚+表6枚

- ・今回はマニュアル化しなかったが、最終的な人為的インパクト図のアウトプットのイメージを作成した。図と表を見比べると対照できる (以下、資料に沿って説明)。
- ・この図に面的な情報、線的な情報、外灯などの点情報の全てを盛り込んだ。
- ・インパクト図および表作成の手順については、まず2カ年の空中写真から、パッチとして認められる物を分ける。次に空中写真の比較により、どう変化したかをパッチごとに捉える。さらに現地調査によって、空中写真の比較では確認できない林床の状況などを調査する。特に線状、点状のインパクトについては現地調査が必要。

<主な質疑応答の内容>

- ◆図面の色分けは大きく3つで、大項目とは一致していない。面状、面的なインパクトは全て黒で示し、線状のインパクトのうち、土地の分断化を赤で、水の循環に関するものを青で、溪畔を緑で示した。
- ◆図面は初年度に作り、その重要なポイントを重点的に調べる。他の分類群の調査時に、このような基礎データがあった方がよい。また現地調査時に写真を撮るべきである。異なるカテゴリーのポリゴンごとに2点か3点を、撮った角度が分かるようにして記録する。それによりイメージが共有できる。
- ◆その場所がどういう履歴を持つかによって生物相が異なるので、それを捉えるこの図を作る間隔も重要である。またインパクトの捉え方は、調査を初めて行う場合とそれ以降では変わる。最初は長期間の履歴をおさえ、それを元に次のスパンで捉える必要がある。今回提示した資料は、スタート時点で捉えた履歴で、いろいろな間隔で変化したものが混ざっている。ただし、2回目以降のその土地の履歴については、現在はこうだが以前はこうだった、と文章で比較するしかない。
- ◆ポリゴンの同定は、まず航空写真から相観植生として、土地利用の単位を取りだす。さらに現地に行き分ける。現地調査を行わなければここまで細かいものはできない。公図にある地目という項目は、税金上の扱いが記載されており、ポリゴンの情報として非常に重要である。しかし実際に全国で公の機関が調査する場合、公図の利用が難しいところも多いだろう。さらに公表は、プライバシーの問題で厳しいだろう。そこで公図を使う場合、境界線の確認に利用するだけにした方がよい。
- ◆インパクト強度の量的な把握は、数値化はできないにしても、大・中・小くらいは入れるとよい。またインパクトの起こる頻度も重要である。しかし実際にそれぞれの調査地で応用する段階で、そこま

でやるのは難しいだろう。またインパクトの影響は、溪畔草地の管理といった急激に出るものもあり、ほとんど影響が出ないものもあるだろう。それはモニタリングすることでわかる。

- ◆長い間隔で行われる高木伐採などのインパクトは、インパクトが起きた直後はありとし、次の時点ではなしとするという方法がある。一方地域に継続して存在するインパクトとしておさえる必要もある。例えば外灯やコンビニなどは、存在するだけで継続的にインパクトを及ぼしているが、最初の時しかインパクトとして捉えられなくなる。インパクト表の中で、5年間で新たに加わったもの、無くなったものと、以前からずっとあるけれどインパクトを与えているものを、分けて表示すべきである。
- ◆光環境の外灯は、水銀灯、白熱灯、蛍光灯ではインパクトが全く違うので、分ける必要がある。外灯以外でも、自販機やコンビニなども、ホテルなどには非常に影響が大きい。またこの地図中には入らないが、何 km か離れた場所のグラウンドの外灯なども、非常に影響は大きい。
- ◆GIS を使えば、様々なレイヤーを重ね合わせ、隣接区との関係などで解析できる。しかし GIS は万能ではなく、オーバーレイのずれをどうするかという技術的な問題が難しい。図面を重ね合わせていくとパッチは無数になり、その処理が困難となる。GIS の専門の担当がそれを全てやる体制が必要になる。それを目指すのも1つの方法だが、今できることで現場の調査を考えることも重要。
- ◆ポリゴン自体の性格づけは、チェック項目のようなものがあれば作りやすい。いくつかのチェック項目について、例えばあり、なし、なしのポリゴンと、なし、なし、なしのポリゴンという風に分ければ、わかりやすくできるだろう。そういうチェックリストはどこでも利用できる。
- ◆インパクト表のインパクトの種類は、ターゲットとする生物群により分類が変わるため、厳密には整理していない。水田への干渉、農耕地への干渉、森林の管理が大分類の主なもの、それ以外を土地利用の変化と維持でまとめた。また表の右に挙げた6つの項目は、文章で書きにくいものを挙げた例である。例えば土地の維持、変更などを○×で表してもよい。今後考慮すべき点である。

2. 水環境の調査手法について（篠村委員より）資料8頁、図面、調査結果、調査シート

- ・最初に、大草では水に対するどの様なインパクトがあるかをまとめた（以下、資料にそって説明）。
- ・できれば、水の出てくる場所や標高など、基本的な情報は事前に調べておく。資料2頁の図2に示したように、水の流れをおさえることで、水質の調査地点を選定することが可能となる。これは測定地点の選び方の参考になるだろう。
- ・実際大草で測定した結果、一番北側奥のS1とS2でかなり硝酸が出た。硝酸イオン45は水道法の基準に達している。イオンクロマトグラフィーで測ったときは30だったので、少し過剰に反応するようだ。しかし下流のC1などでは硝酸はなくなっている。ヨシの浄化や崖から流れてきた水による希釈が原因だろう。U字溝の上流と下流ではあまり水質は変わっていない。
- ・調査地点は多い程良い。人為インパクトの影響は硝酸とCODなどからわかるだろうし、水量も測っていくと原因が分かるのではないがと思う。

<主な質疑応答の内容>

- ◆水質調査のための基図は、土地利用図を拡大した図を元に、現場で水の流れをおさえる。周辺環境の森林部分などは植生調査とも絡むので上手く重ね合わせる。大草ほどの規模なら、ベース地図を作る作業は、人為的インパクトと相関植生と水の流れとで、三人で一日ぐらいで回ればよい。
- ◆水質の基礎情報として、水の異変、色や臭いなども捉える。例えば色は赤いさびみみたいなものが流れてくるとか、気がついたことを書く。また一回の降水による短期間の変化の調査では、基本的に流量がメインで、水質の変化を測定する必要はない。

- ◆周辺からの影響や、最後に生態系を捉える考察をする上で、地下水の流れを見る必要がある。台地上の井戸を何か所か調査し、流れを調べればよい。ただし、一本の井戸だけでは水の動きは把握できない。その他集水域を調べる手法としては、ボーリングデータがあれば、地質断面図などで地層の透水層を確認できる。また専門家に依頼すればある程度の想像はつくだろう。ただし、市販の地形図や表層地質図などは、縮尺の差があるため利用が困難である。
- ◆集水域の浄化能を測り汚染源を見る点では、リンも重要。恐らくリンはほとんど出ないが、出ないという情報も必要。リンも同様なパックテストで、相当精度が粗いが捉えられる。
- ◆水質を評価する上では、インプットは大まかでも良いが、アウトプットが重要。アウトプットを捉えることで、途中で起きたことも含めて考察できる。硝酸が消える原因よりも、その流域で浄化できる量の方がモニタリングでは重要。ただし例えば硝酸の減少の理由を考察する上では、ヨシによる取り込みの他、不活性化した形での土壌への蓄積、バクテリアによる脱窒など、複数の要因が考えられる。市民が担当するとしても、分析は専門家に依頼して、原因を考察できるデータをとるべき。また人為インパクトと絡めて調査地点を選ぶことで、理由について詳細に考察できる可能性がある。
- ◆生態系全体での保水能力を、水文学的に調査する必要がある。地下水と流域で入るものを含め、インプットとアウトプットのバランスとして、収支決算をした方がよい。森林が削られてくれば、それだけダイレクトに出るだろう。前回の資料にあった、流域全体での浸透量の計算もうまく使いたい。
- ◆計測機械を据え付けておくのは、流量を測る水圧センサー、気温や水温、湿度などである。電機伝導度やpHなどの水質項目に関しては、直接現地に行って測る。堰のところに機材を設置する場合、子どもたちのイタズラが懸念される。

3. 土壌の調査内容について（豊田委員より）資料5枚

- ・土壌の評価の場合、何をするにも道具と機械が必要で、一般の市民は基本的な土壌に関する調査はほとんど不可能である。また土壌自身は比較的安定しており、5年間ではそれほど大きな違いはおきない。そこで土壌の機能を客観的に見るために、1つは生態系のピラミッドの一番下にくる土壌の分解者としての働きに注目した。もう1つは土壌の生物の中で頂点に立つ生物群である、ミミズの動向を調べることで、その生態系を考えることとした（以下、資料に沿って説明）。
- ・リターバッグでの測定の特長は、全国一律で、土壌の分解速度という基本的なデータが出ること。しかし基本的に温度と水分が関与するので、人為的インパクトがどれほど影響するのかわからない。
- ・ミミズに関しては比較的過去のデータ数が多い。ポイントはすばやく移すこと。本州はほぼフトミミズ科のミミズのみだが、北海道にはツリミミズ科のミミズもいる。また特別有機物が供給される場所ではツリミミズ科のシマミミズが出る。
- ・土壌それ自身にはあまり影響はなくても、水質をおさえることで、そのエリア一帯のいろんなインパクトを追えるのだろう。

<主な質疑応答の内容>

- ◆リターバッグは目安として上に何か被さって埋まっていればよい。厳密にはO層とA層の間に置くのが基本。埋め返す場合、出したものを出した順番通りにそのまま戻す。調査地点をどれだけ設置するかが問題で、リターバッグの調査に使う寒冷紗は高いため、あまり多くの地点でやるには負担になる。
- ◆寒冷紗は、中型以下の土壌動物が通れる目ということで4mmとした。コガネムシやカブトムシの幼虫などは大型土壌動物になり、当たりはずれが大きいので、今回は対象から外した。

- ◆ミミズ調査では、表層5~10cmほどを掘ればよい。また調査時にムカデやヤスデなどが取れた場合、触って噛まれると危険なので、触らず逃げるまで放っておくこと。通常25cm四方を調査している場合が多いが、ミミズはいる場所といない場所で当たりはずれが大きいので、小さい方形区を数カ所調査して、統計処理をした方がよい。また調査自体がかなりの攪乱になるため、年によって調査区を変えるようにする。調査区の環境条件については、人為的インパクトのポリゴンに、ある程度基準を設けるべき。
- ◆調査地点は、植生調査の調査地点と重なる必要がある。代表的な植生で、下草管理などのインパクトのある、なしでそれぞれ調査区を設定する必要がある。
- ◆リター量やAO層の厚さなどの量的な情報は、ミミズやリターパックの調査結果に反映されると考えられるため、今回は特に提案しない。ただし過去の調査で実施した土壌の基本的なpHや土壌断面などの調査は、以前の調査マニュアルに入っているため、今後も実施すると考えている。しかし土壌のpHや土壌動物の調査による土壌の評点をつける方法などは、一般の人がやるには非常に難しい。場合によっては試料だけを採集し、専門家に分析を依頼するなどもありえる。

4. 植物および植生の調査内容について（北澤委員より）資料6枚、付表5枚、図面2枚、他3枚

- ・大きく分けて資料は以下の4つ。資料1は植物群落の調査方法、資料2は植物群落の調査地点とその周辺の概要、資料3が大草の現状の植生図、資料4が調査用具の紹介。
- ・群落調査法は、ボランティアの方がやる前提で、なるべく分かりやすく、群落毎木調査、林床の調査、草本群落の調査の3つに分けて紹介した。
- ・最初に現存植生図に使用する群落をまとめた表を作り、地域にどのような群落が量的に多い、または少ないかを把握する。群落調査に入る前に現存植生図を作り、調査する群落を選定する際に参考とする。大草の場合、1/2,500千葉市の都市図をベースに、藤原委員がまとめた関連植生図を参考にして、航空写真と現地調査によって作成した。調査を始める前に、植生図と人為的インパクト図を重ね合わせると、人為的インパクトの影響が出やすい群落などが把握できるため、それらを調査すべき群落として選定する。群落の選定後、実際の植物群落調査に移る（以下、資料に沿って説明）。
- ・問題点は、①調査用具をどうするか、②以前のマニュアル通りに健康度を測定するには、何度も現地に行かなければならないので、そこまでやるか、③調査する群落を決定するために必要な現状植生図の作成を誰がやり、どこからボランティアが調査に関わるか、の3つである。

<主な質疑応答の内容>

- ◆調査体制や手順については、現状では全て想定となるが、関われる人には最初から関わってもらいたい。ただし、初めて現存植生図を作成する時点では、ボランティアだけではなく、やり方などを教える意味でも、専門家なりと一緒にやっていく形となるだろう。ボランティアは場所によってはいない可能性もあるので、それだけを頼りに進めるのは難しい。
- ◆調査用具に関しては、最初はこちらで用意することになるだろう。
- ◆健康度については、過去の調査の埼玉県のデータで解析に利用した。情報としては欲しいが、あまりに詳しくないので、樹形だけで判断してもよい。
- ◆毎木調査の調査範囲の中だけと限らず、その集水域全体のランドマークになるものを選定して、近所の人にいつも見てもらうのもよいのではないかと。
- ◆調査する群落の選定基準を設けることが必要。貴重種が分布する群落、極相の群落などは一つの目安になるが、生物多様性の高さという観点から群落を選ぶには、かなりしっかりした予備調査が必要と

なる。その他、林と農耕地の境界部分が重要なことがわかっているので、そこは予備調査で重点的に調べることで、調査対象群落の選定ができるだろう。また、人為的インパクトが起きた場所とその周辺、また管理されている群落とされていない群落、といった観点からも選定できるだろう。

- ◆調査する群落を選定するために、事前に現存植生図を作成するが、そのための予備調査の中で、貴重種の分布なども同時に落とせると良い。人為的インパクト図のポリゴンごとにフロラを把握できればそれがベストだが、そこまで労力をかけられるかどうかは難しいところ。
- ◆調査対象とする群落として、植物種に着目することも重要。例えば、貴重種が含まれる群落については、それを調査する群落とするなど。群落の調査の中で種の動態を捉える方法もあるが、貴重種の位置を公表してしまうというデメリットがあるので、調査結果の公表方法は考慮すべきである。ある一つの種に着目して、実際どこに分布し、それが5年後どこに残り、どこではなくなったということを抑える方法もある。種の調査では、毎木調査のコドラート範囲以外でもやって、人為的インパクト図に位置を落とす方法もある。貴重種以外の注目すべき種については、地域の検討委員会で選ぶことになるだろう。

5. 哺乳類、鳥類の調査内容について（青木委員より）資料7枚、付表5枚、図面1枚

- ・前回指標種を提案したが、今回はその具体的な調査方法をまとめてきた。哺乳類は、基本的にそこに生息している動物のリストアップと、それがどこにいたかを明確にすることを基本とする。ただし、今回はリストアップの中で、小型哺乳類、モグラ類、カヤネズミを除くネズミ類、コウモリ類は省いた（以下、資料に沿って説明）。

<主な質疑応答の内容>

- ◆中型哺乳類は、大型も含むものなので、中型以上と書き換えることとする。
- ◆聞き取り調査では、相手の職業も重要。農家か、サラリーマンかでは、情報の質が違う。聞き取りデータの信憑性は非常に判断が難しく、利用方法を考慮する必要がある。特に最近では外来種との混乱もある。聞き取り後に、調査用紙に確からしさ何%と書き込み、後から分かるようにする工夫もある。
- ◆哺乳類の踏査調査では、なかなか哺乳類の確認が難しい。調査を行う前に、それなりのレクチャーが必要となるだろう。特にムササビや樹木性のリスなどの夜行性の哺乳類については確認が難しいため、今後可能であれば夜間調査なども行ってよいと思う。
- ◆過去の調査でも、中型以上の哺乳類で種ごとにいるかいないかのデータを集積したが、何も解析ができなかった。今回は聞き取りなどで過去の情報も拾えるので、現在のデータと比較することで何らかの考察ができるかもしれない。また分布データを蓄積することで、どれだけ孤立すればいなくなるかといったデータが集まると思う。現在は最小生息域といったデータがほとんど無いため、考察が難しい。
- ◆前回出した動物の糞の調査については、衛生面の問題で今回は外した。しかし他の生き物とのかかわりを見るには良いだろう。調査者が嫌悪感を持たなければ、やってみる価値はある。
- ◆過去の調査では、1km四方の中で種の記録だけをしたが、具体的にどのように分断された立地の中にいるか・いないかという視点はなかった。哺乳類の生息に対する分断の影響を見る場合、広域調査地域に断片度合いの違う調査地を複数設定して、その中のどこにタヌキがいて、どこにイタチがいる、という調査をすることで、分断の影響が考察できる。大型哺乳類については、複数の調査地を持ち、結果を比較する視点を持つべき。例えば大草で植生や全体の調査をするが、猛禽や中・大型哺乳類は、そこを包括する参照区域として、分断の度合いの違う何ヶ所かのサテライト調査地を設けるとよいだ

ろう。

- ◆中・大型哺乳類は移動能力が高いが、人為的インパクトに全く影響されないということではなく、どこにいたかという記録も重要。ある地域内でも少しずつ環境が悪化すればいなくなるだろう。タヌキがよく見られた場所が、具体的にどのような環境なのかわかれば、影響も考察できる。そこが消えれば、面積があっても生息できなくなる。例えば分断された面積が広くても、餌となるカエルの産卵場所がなくなると、タヌキも生息できない可能性もある。また特に木に依存するリス科の動物などは、堅果のなる木などといった樹種によっても左右され、巣を作れるだけの大きな木があることも大事なことである。
- ◆哺乳類に対して影響を与える人為的インパクトとしては、例えば大草という一つのセルの周りに、道路で区切られた区画がいくつあるかも重要である。細かく分断したセルであれば100ぐらいになるだろうし、広い林であれば2つ3つが囲んでいるといった形になるだろう。地図上の作業だけでも周りの環境を抑えられる。周りを取り囲んでいるそれぞれのセルについて、面積や土地利用の割合なども抑えるとよい。重点的に調査する地域が、周りを森林で覆われているのか、都市部の中なのかという、マクロで見た立地条件を記載できればよいだろう。
- ◆サギとシギ・チドリは大草の谷戸ではあまり適切ではないかもしれないが、全国展開することを考慮して取り上げた。
- ◆鳥類のラインセンサスはルート取りが一番重要。その地域の人為的インパクト図や植生図を見て、その割合に合わせた形にするのが基本。例えば案としては、①比較的耕作されている場所のコース、②完全に放棄されたヨシ原のコース、③林の中、などである。ある一定の環境ごとに最低500mとるのは難しいので、数100mとした方がよい。
- ◆ラインセンサス調査の結果は、人為的インパクトのポリゴンごとに記録できればベストである。調査票の環境の欄にポリゴンNoが入れば良いだろう。可能であれば、どのポリゴンからどのポリゴンへ移動したなどの情報も欲しいが、そのためにはかなりの事前調査が必要となる。ラインセンサスのとき、表に書き込むのと同時に、地図に書き込むとよいだろう。
- ◆ラインセンサス調査の結果については、基本的には目録の作成を主としており、場所ごとの比較や他の地域との比較は非常に難しいと思うが、同じ地域の中でこれを積み重ねることが重要。
- ◆猛禽がいる・いないについては、そこを餌場としているか・いないかを確認するだけでよい。繁殖の確認は、逆にそれがディスターブになってしまう可能性がある。特に猛禽は貴重なので、環境省の調査でオオタカが繁殖を放棄したということになってはまずい。哺乳類と同様に、周辺の土地の道路による分断の影響は捉える必要がある。
- ◆猛禽類や哺乳類の調査について、道路による分断の異なる場所でそれぞれにいる・いないを確認して比較することで、重点調査地域と広域調査地域の位置付けが可能となる。上位種が繁殖できるのは、生息地として何haとか、生態系の規模がわかることになる。
- ◆都市域に調査地を設定した場合、最初に広域調査地域で、例えば二車線道路で囲まれた区域を分けし、それぞれの緑被率の割合という視点でセルナンバーをふる。そこで大型哺乳類や猛禽類がいるかどうかを調べると、それが1つの方法になる。ただし北海道などの自然度の高い地域では、分断が少なく地域が延々と連続していて、区画が区切れない。そこである重点調査地域を中心として半径何kmがどのような状況なのかを把握するなどの考慮が必要。広大なところだとサンプリング調査という形になる。分断しているところでは、そのまま実態として分けを規格化して使える。
- ◆分断の要因は道路と住宅地などで、そこがどのように利用されているかを考慮する。公園地域などの

保護区の指定は分断の要因としては考慮しないが、今後その環境が継続するという点で、非常に有意義。

6. 両生類、爬虫類の調査内容について（長谷川委員より）資料1枚、図2枚

- ・両生・爬虫類は、種数が多くないこともあり、基本的に全種対象としてセンサスをする。両生類はセンサスの方法を3種類、爬虫類は1種類考えた（以下、資料に沿って説明）。
- ・資料にはサンショウウオ類が不足しているが、センサス方法はAになる。基本的に、卵塊と鳴き声の調査で、その地域のカエル類、両生類のモニタリングはできるだろう。
- ・サンショウウオ類は、今回の調査対象地域では小型サンショウウオ類になるが、親は見つけにくいので、湿地で卵塊を観測する方法がよい。トウキョウサンショウウオに関しては、トウキョウサンショウウオ研究会のマニュアルもあるので、今後組み込んでいきたい。

<主な質疑応答の内容>

- ◆ウシガエルは外来種なので、今回は対象としなかった。調査する場合、手法はBかCになる。卵塊は沈水植物の上にビニールシートのように広がり、2、3日で孵化するため、卵塊数のカウントは難しい。
- ◆前回は指標種を挙げたが、今回は全種の調査を提案した。それによってアカガエル類、ヒキガエル類は伝統的な湿田環境に生息するため、乾田化するとそれが減ってアマガエルが増えるといった、環境の変化を見ることができるといえる。また、アオガエルはより樹林地を必要とする種類である。
- ◆カエル相は地域によってかなり差がある。関西や東北などではアカガエルの代わりに、トノサマガエルが伝統的な水田地帯の健全なカエル相の代表種となる場合がある。全国展開という意味で入れた。
- ◆カエルの卵塊数のカウントは、その地域でいそうな場所として止水域を全て見るが、鳴き声カウントは定点調査とする。サンショウウオの卵塊カウントは、流水や水路も確認する。
- ◆関西の調査地では溜め池があるので、カメもトラップ調査で簡単に調べられるだろう。甲羅の年輪を調べると年齢構成が分かるので、その地域の個体群の状況なども調べられ、面白いことは面白い。
- ◆ヘビ・トカゲは、大草では4月の晴れた日に調査する。地域差によって調査に適する時期が変わる。またヘビ類は10～11月も含め、春と秋の2回調査する。
- ◆爬虫類のセンサスルートは日向がポイント。田んぼと斜面林の境目や、台地上では林と畑の境目などがよい。マムシなどは林の中にいるが、通常は道のないところを調査することはなく、全ての種を均等にはセンサスできない。林とオープンなところの境目にある、舗装していない農道をセンサスルートにするのがよい。爬虫類のルート設定でも、青木委員のセンサスルートの設定に近いものになるだろう。
- ◆調査員のレベルの問題がある。何日か訓練すればある程度までいくので、全体を含めてどこかで講習会を開くとよい。

7. 昆虫類の調査内容について（槐委員より）資料5枚、補足資料4枚

- ・昆虫では調査の担い手や予算面も重要。特に担い手については、これだけの調査を専門家だけでやるのは難しく、NACS-Jの自然観察指導員などを取り込まなければ、息の長い調査ができないだろう。調査のバックアップ体制も必要。また研究の成果を担い手に返さないとやる気が失せてしまうので、報告書以外にダイジェスト版的なものを、協力者に配る配慮も必要である。
- ・昆虫は群や種が多いために同定が怪しくなるため、前提として全て標本を得るか写真を撮る。標本

の保存や管理などが出てきて、標本箱などかなり高額なものも必要になる。

- ・昆虫はその地域単位により構成種がかなり異なる。調査地域での優占種や種ごとの環境との対応がある程度分かっていないと調査が組めない。そこで前提として、全種調査で種のリストアップをし、その中から指標種を選ぶ。ただし全種調査はかなりの労力を要するため、見つけた昆虫は全て標本化することを前提に、特に種まで目録を落とす分類群を区分けする。事務局の作成した調査の手順に書いた分類群のうち、ハエ目を除くものは目録まで落とす。
- ・指標種群は5つ。1つは担い手のことを考えたもの。子どもから大人まで多くの人に関わってもらうことを想定し、やりやすさを考慮したもの。もう1つはセンサス法で定量化し、環境の比較と評価をする調査である。ボランティアを担い手と考え、イベント的に短期間である程度の情報が集まるものに絞った（以下、資料に沿って説明）。

<主な質疑応答の内容>

- ◆チョウとトンボのラインセンサスでは、採集したものを逃がす前に、デジカメで記録するとよい。標本を保管するという意味で、種ごとに撮るのがよい。
- ◆チョウ・トンボのセンサスの微小種とは、例えばチョウでいうとシジミチョウなどの1円玉ぐらいのもののこと。これらは飛んでいるのを見ただけでは種名まではわからない。また、チョウ・トンボのセンサスでの微環境とは、例えば湿地や林縁、林内の植生などに対応したもので、昆虫は鳥などよりもっと細かな環境に対応する。
- ◆昆虫の場合、あまり遠くにいるものは同定できないので、記録地点が昆虫のいた場所を反映する。そのため鳥よりは、生息環境として植生との対比がしやすいだろう。あとはルート取りの問題。虫はいるところにはいるが、いないところにはいない。その条件ははっきりとは言えないが、いる場所を外してしまうと、センサスの記録ががらりと変わってしまう。そこである程度の専門家が現地を見た上で、なるべく種類の出そうなところにルートを設定するとよい。
- ◆ぬげがら調べは林の種類ごとでよく、傾斜などはあまり問題ない。例えば大草ではスギ林と、二次林で調査すればよい。また二次林でも、ササがあるところとないところなどで分けられる。もしくは、人為的インパクトのポリゴンごとでもいいだろう。種類ごとに林縁を含んで100 m²と書いたが、これは間違いで林縁は含まなくてもよいが、環境は均質な方がよい。調査範囲は、毎木調査の調査範囲と重ねるのがよいだろう。また調査地点を重ねる場合、踏み荒らすことが攪乱になるので、できれば調査時期を合わせる方がよい。
- ◆「夏の虫調べ」の指定種は調査地点ごとに変える。群単位での分布の有無とは、例えばシデムシ科の中のどんな種がいるかを調べることを示す。過去に科単位で調査したがあまりうまくいかなかったため、このような方法を提案した。シデムシ科の種の中でも、ある特定の場所にしかいない種もいるし、オオヒラタシデムシのように、林の面積に関わらず、家畜がいれば出てくる種もいるので、その辺は評価を分けた方がよい。それぞれの種の持つ特徴をデータベース化する必要がある。そこに盛り込む情報は、細かく書けばいろいろあるので大変である。例えばオサムシ科などは含まれる種が多いので、アオグサなどのいくつかの代表種に絞る。それを絞るためにも、各地点の全種調査が必要である。
- ◆地表徘徊性の昆虫に限ってみれば、量と植生の相関関係は明確にある。ただし異質な環境ユニットが近接していると、周辺から入ってくる。北海道のように大きな面積で独立していると、移動が少ないので、非常にきれいな結果が出る。調査地の設定では、リタートラップと重ねるとよい。トラップ法は、例えばタヌキが食べてしまうなど、哺乳類が悪さをする場合がある。そこで調査し始めるときに仕掛けて、終わるときに回収して記録するのがよいと思う。

- ◆「夏の虫」と同様な意味合いで、鳴くバッタ、キリギリス類など「秋の虫」もあるが、それにはかなりの熟練度が求められるので難しい。
- ◆夏の虫で、水辺の種の例としてチョウを挙げたが、林の場合はクワガタやシデムシ、センチコガネなどに、草地の場合はカマキリやアゲハチョウなどになる。

8. 底生動物の調査内容について（倉西）資料6枚

- ・まず一般論として、全国で共通して言えることをまとめた（以下、資料に沿って説明）。
- ・指標種調査は全種調査に基づき、各地域での環境変動を調べるのにふさわしい生物を抽出する。調査頻度は比較的低くてもよい。調査手法は定面積法と定時間法の2種ある。定面積法は、川の中にある一定面積のコドラートを置き、その中にいるものをカウントして生息密度を調べる方法である。定時間法は、生息地のルートのある時間を区切って歩き、その時間に見るものをカウントする方法である。

<主な質疑応答の内容>

- ◆定時間法と定面積法という名前で、他の調査項目の指標種調査も共通の表現ができ、調査の全体像を捉えられるのでよい。
- ◆経年変化を追うための調査の頻度は、年1回でよい。成虫期に調査するものは発生期がずれる場合があるので、発生期の前後2週間ほどの間に、最低2回～3回は入る必要がある。一度の調査で水環境に与えるインパクトが非常に大きいので、年に何回も調査をすることはできない。
- ◆底生動物と水質の調査は、環境の変化を考察するのに関連が深いので、可能であれば同じ日にやるのがよい。底生動物の面から言えば、できれば3月の下旬に日程を設定するのがよい。
- ◆植生調査をやる前に植生図を作るのと同じく、底生動物調査をやる前に、周辺の植生や土の溜まり具合など、まず基本的な水環境のマップを作る必要がある。篠村委員が作ったU字溝や土水路の地図をもう少し詳しく、ハビタットマッピングという形で行い、それを利用するのがよいだろう。特に水路周辺の植生は底生動物に大きな影響を与えるので、緑被率など、何がどれくらいの密度で分布しているかを捉えておくことよい。植生調査の中で特別なハビタットと位置づけるか、底生動物の環境調査に位置づけるかについては、今後検討する必要がある。
- ◆定面積法の方位枠は、昆虫がいるところを狙って任意に設定する。または1つの環境で、ある一定距離間隔で調査地を設定する方法もある。その場合、次の調査時に大雨などで底質の環境が変わった場合でも、同じ場所で調査を行う。その際調査地点周辺の環境をきちんと記録すると共に、調査地のマイクロハビタットごとに調査を行うとよい。底質の変化を人為的インパクトの影響と考えれば、それによって個体数の変動との関連も考察できる。これらの調査手法が適応できる川の規模は、河川階級で3ぐらい、川幅で言うと10～20mぐらいの川まで。水深があまり深いところは非常に危険なので無理。水の調査でおおよその水深もわかるので、それにあわせて調査を考えるとよい。
- ◆水路の干上がりやすさなどは、月に1回程度では分からないので、全種調査や指標生物の調査の前の段階で確認しておく。例えば水質調査を一月に1回行うとすると、年12回干上がりやすさも同時に調査できる。いろいろな調査分野が入るので、全体で共通して必要な情報をチェックすることができるように、共通のシートを作っておくとよい。またインターネットがかなり普及しているので、調査グループのホームページを作り、結果を随時入れていけるようにするとよい。
- ◆個々の調査地域で指標種を選ぶ場合は、同定の困難さを考慮すべきである。一般の人が調査をやる場合には、指標種を選ぶときに同定が困難な種は選びにくい。属レベルでも環境のモニタリングの指標

種として有効なものであれば、それでもよい。

- ◆大草の事例では、指標種の生息地が主に水路だったので、田んぼやヨシ原などの湿地は調査地に入れなかったが、全種調査ではその他の湿地も調査する。水田が放棄されて乾燥化する傾向にあれば、それを指標する種もいるだろう。ただし、昆虫はかなりミクロな環境に適応・関係しているので、休耕田か耕作中の田んぼかで、そこまで明確に差が出ない可能性がある。例えば雨が降った後だけ水が出る場所でも、今回指標種としたサワガニやヘイケボタルなどは、生き延びられる可能性がある。一方タニシやカワニナなどは、水が一年中ある環境でなければ生きられないので、完全に放棄されてヨシ原に木本が生えるような状況ではいなくなるだろう。このような種が指標となるかもしれない。

9. 生態系モニタリングを行う上での手順（案）について（廣瀬）＜解説＞

- ・モニタリング手順案を作成するにあたり、地域の調査検討委員会を設置して、それが実際に動いていることを前提とした。また調査内容は、過去の調査内容と重複するものを含めて盛り込み、調査は5カ年を1周期として、5年間で終わるように組み立てた。
- ・左から、一番左の「地域調査検討委員会検討内容」には、地域の調査検討委員会が一体何を検討し、決定していく内容を年毎に書いた。隣の「調査内容」には、地域の調査検討委員会の検討内容を受け、実際に何を調査するかを示した。地域の調査検討委員会で検討した後に調査を行い、調査の結果を受けてまた地域の調査検討委員会が調査する、といった時系列的な情報は、縦の段差で表した。さらに右側の「アウトプット」の欄は、調査を実施した結果、何がいつできあがるかを表している。また、調査内容の中にある「指標種調査」については、今回の作業委員会で検討した指標種調査の内容のほとんど全部を一括して書いたものである（以下、資料に沿って説明）。
- ・この中に、以前の作業委員会の中で出てきた、指標種の調査の選定の前に人為インパクト図は完成させることなども盛り込んだ。また全種調査と指標種調査のそれぞれで、天候不備やその他の原因により正確なデータがとれなかった場合、補足調査をする期間を半年近くとった。

＜主な質疑応答の内容＞

- ◆過去の調査では、5年のうち最初の2年間で調査手法などの検討と前の年の反省を行い、その後2年間は調査期間、最後の1年をとりまとめ期間としていた。今回の提案では調査をほぼ4年に広げ、調査結果をすぐに反映しながら検討も同時にやることにした。次の年にまた次の周期に入ることを想定したが、今後は調査を5年ごとにやるかどうか変わる可能性がある。調査地域も今後検討するため、同じ場所を継続的にやっていくのか、年度によって調査地域をずらすのかも、現段階では不明である。
- ◆今回の提案では予算は全く考慮しなかったが、予算によっては調査項目が絞り込まれるだろう。また全国のモニタリングをコーディネートする環境省の委員会や、作業委員会を位置づけていない。それらの関与も考えると、到底5年間では1サイクルの調査は収まらない。調査を進めるのと同時に、別の流れとして進行そのものに関する検討を行うのが、環境省の検討委員会であり、作業委員会となるだろう。全体的なモニタリングの流れとのやり取りが必要である。また、今回の提案では地域の調査検討委員会が最初の時点で立ち上がっているが、これを立ち上げるのもそれらの委員会の役割だろう。
- ◆地域の調査検討委員会は、それなりに信頼のおける専門家の集まりでなければならず、その役割は地域での指標種の選定や調査の研修などにとどまらず、調査結果がおかしい場合など即座に対応するため、随時調査結果をチェックする役割も担っている。そのために、補足調査の期間も予定した。
- ◆過去の調査の結果出された反省点を考慮した提案だが、これでも時間的には全くゆとりがない。特に最初の年は全体像をつかむ生物相調査がきちんと出来なければ、指標種調査がうまくいかないだろう。
- ◆この提案自体は新しい調査地点を設定して、初めてやる場合を想定したが、2回目になると調査項目

が変わることになる。例えば基本的にはあまり変化しないと考えられる土壌の分布図などは、2回目行こうには調査しなくてよいが、1回目の調査結果を検討して、必要となる新たなデータとして、例えば井戸の地下水の調査などを追加することになるだろう。

- ◆調査項目によっては、指標種調査の中で生物相調査と同じ内容をやることになる。ただし調査の頻度や調査ルートなどが異なることになるだろう。
- ◆調査の研修については、1回目に実際に調査を検討委員と調査員が一緒にやることで研修という形にした。2回目以降になれば、1回調査に関わった人たちが、さらに調査手法を広げていく形にしたい。同じ調査地域であっても、指標種が変わると調査ポイントの設定の方法や調査手法が変わると思うので、ずっと継続して関わる人が必要である。
- ◆言葉のニュアンスとして、実施可能範囲での生物相の調査という意味で、全種調査でなく生物相調査がよいだろう。同様にフロラリスト、ファウナリストの完全版という言葉も、仮版に対する意味で用いているので、ベター版とした方がよい。
- ◆1年目の地域調査検討委員会検討内容のところに、調査地域を設定したとき、近辺に住んでいる方への説明も入れた方がよい。場合によっては、腕章などを持って調査に行くようにした方がよい。
- ◆最終年度のアウトプットは報告書だけでは良くない。調査結果については参加した人だけでなく、広く一般の人にきちんと公表する義務があるだろう。
- ◆作成する図面の処理を考えると GIS の導入が必要だろう。5年後にはおそらく今よりもっとハードウェアもソフトウェアも進んでいるだろうから、インフラの整備という意味でもより高度なものが利用できるだろう。ただし、調査担当者が GIS の技術を持っているかどうかということや、解析を別途他の所でやるかという、体制の問題も今後考えなければならない。
- ◆全体の調査を見ていくという意味で、モニタリングに関わる人材のネットワークの相談役が必要になる。例えば同定などは、セミだったら日本全国から槐委員のところに送られてくることもあるかと思う。
- ◆調査で問題が起きないようなマニュアル作りも重要である。ただし、マニュアルを詳しくすればするほど地域の特性が反映できなくなるという問題がある。マニュアル自体は完全にするのでなく、やはり地域の調査検討委員会に詳細な部分を詰めてもらう必要があり、そのためには地域の調査検討委員会がしっかりしていなければならない。
- ◆生態系モニタリング調査の手法自体はまだ確立されたわけではなく、今回はある程度現実的なところに絞った調査内容等を提案した。次のフェーズではさらに上の目標を設定し、調査自体を成長させたい。例えば今回の提案では、地域のある程度の生物相を捉えた上で、その中のいくつかの指標種については、環境データとの関係を見ることを試みた。さらに次のフェーズでは、生物間の相互作用のデータベースも視野に入れ、さらに踏みいった生態系としての考察も可能であれば行いたい。今回の検討でも、物理科学的な水温や水質などをまず手がかりに、現段階で想定される生物間の相互作用なども考慮したが、今後は更に、生態系の生物間の相互作用も考慮し、総合的なモニタリングとしての大きな目標は見失わないでいきたい。
- ◆今回検討した内容と、過去の調査での調査項目や調査手法については、今後重なる部分の整理を行わなければならない。その中で一つの重要な視点は地域のボランティアが入るかどうかが、どこまでやるかなどである。今回検討した手法の中でも、調査者の熟練度が問題になる場合が多く、専門家でなければできない調査と、地域の人に協力してもらう調査など、調査の特徴を出して役割分担していきたい。

◆環境省の業務なので、調査を最初からボランティアが中心という形では進めにくく、その意義付けをきちんとやる必要がある。ボランティア的に調査に参加してくれる人に、調査員として日給を出すなど、やり方はいろいろあると思う。過去の調査での一番大きな反省点が、調査をする人が5年ごとに変わることであった。調査者ごとに能力も異なるため調査の精度が変わる上に、正確な調査地点なども分からなくなってしまう。長期間のモニタリングを考えたときに、地域の自然を見続けている人の協力は非常に重要である。

<調査スタッフ>

作業委員 : 青木 雄司 神奈川県立宮ヶ瀬ビジターセンター 自然解説員
(五十音順) 梶 真史 厚木市郷土資料館 学芸員
北澤 哲弥 東京大学大学院 新領域創成学研究科 環境学専攻 博士後期課程
倉西 良一 千葉県立中央博物館 環境科学研究科 上席研究員
篠村 善徳 東京大学大学院 新領域創成学研究科 環境学専攻 博士後期課程
豊田 剛己 東京農工大学大学院 生物システム応用化学研究科 助教授
長谷川 雅美 東邦大学 理学部 生物学科 地理生態学研究室 助教授
藤原 道郎 千葉県立中央博物館 環境教育研究科 研究員

環境省自然環境保全基礎調査検討会 生態系総合モニタリング分科会 検討委員

(五十音順) 青木 淳一 神奈川県立生命の星・地球博物館 館長
大澤 雅彦 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
岡崎 正規 東京農工大学大学院 生物システム応用化学研究科 教授
小泉 武栄 東京学芸大学 教育学部 教授
斎藤 隆史 筑波大学生科学系 講師
高槻 正紀 東京大学 総合研究博物館 助教授
中井 達郎 財団法人 日本自然保護協会 普及部長
中村 俊彦 千葉県立中央博物館 生態・環境研究部長
橋詰 直道 駒沢大学 文学部 助教授
長谷川 雅美 東邦大学 理学部 生物学科 地理生態学研究室 助教授
藤原 道郎 千葉県立中央博物館 環境教育研究科 研究員
宮野 真也 千葉県立中央博物館 動物研究科長

調査協力者 : 竹澤 真人 東邦大学 大学院理学研究科 生物学専攻 博士前期課程
: 谷川 正樹 東邦大学 大学院理学研究科 生物学専攻 博士前期課程

事務局 : 開発 法子 (財) 日本自然保護協会 保護・研究部 研究担当専門部長
廣瀬 光子 (財) 日本自然保護協会 保護・研究部 研究担当研究員
小川 有紀子 (財) 日本自然保護協会 保護・研究部 臨時職員

平成13年度 生態系等にかかるモニタリング調査
手法検討業務報告書

平成14(2002)年3月

環境省自然環境局・生物多様性センター

〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田剣丸尾 5597-1

電話：0555-72-6033 FAX：0555-72-6035

請負者 財団法人 日本自然保護協会

〒102-0075 東京都千代田区三番町 5-24 山路三番町ビル 3階

