

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。