

### 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）、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）、土壤環境（土壤温度、土壤水分、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。

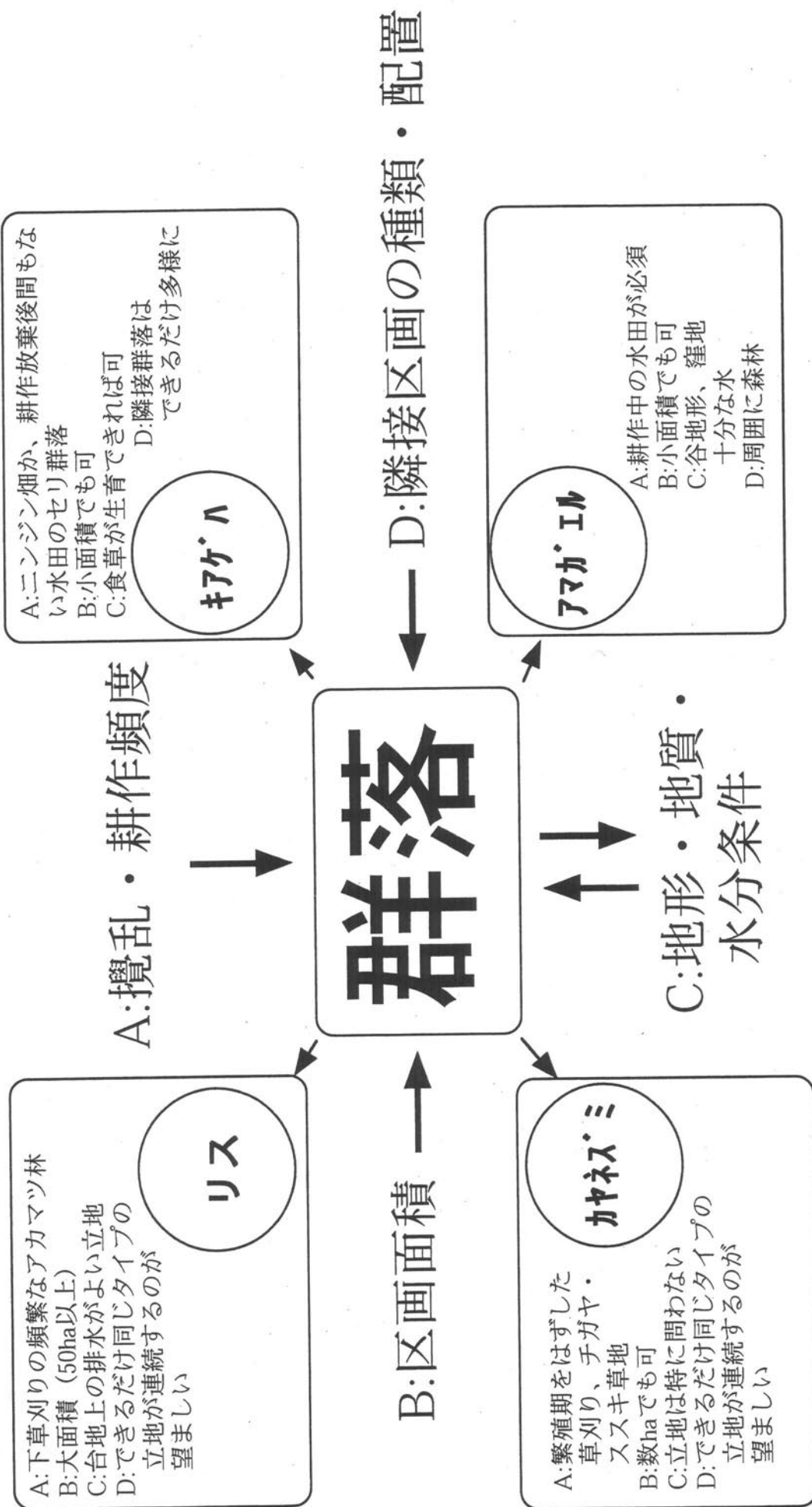


図 2-9 植物種の生育立地・動物の生息空間・人間の活動の総体としての植物群落

## 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りえ方

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。