

対 外 報 告

生物多様性国家戦略改定に向けた
学術分野からの提案



平成19年(2007年)9月20日

日 本 学 術 会 議
環境学委員会
自然環境保全再生分科会

本对外報告は、日本学術会議「環境学委員会自然環境保全再生分科会」における審議結果をとりまとめ公表するものである。

日本学術会議環境学委員会自然環境保全再生分科会

委員長 鷺谷いづみ（第二部会員）東京大学大学院農学生命科学研究科教授
副委員長 樋口広芳（連携会員）東京大学大学院農学生命科学研究科教授
幹事 高村典子（連携会員）国立環境研究所環境リスク研究センター室長
幹事 田中和博（連携会員）京都府立大学大学院農学研究科教授
委員 磯部雅彦（連携会員）東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
委員 岩熊敏夫（連携会員）北海道大学大学院地球環境科学研究院教授
委員 紙谷智彦（連携会員）新潟大学大学院自然科学研究科教授
委員 谷口 旭（連携会員）東京農業大学生物産業学部教授
委員 林 良博（第二部会員）東京大学大学院農学生命科学研究科教授
委員 三浦慎悟（連携会員）早稲田大学人間科学学術院人間環境科教授
委員 森本幸裕（連携会員）京都大学地球環境学堂教授
委員 向井 宏（連携会員）北海道大学名誉教授
委員 鬼頭秀一（連携会員）東京大学大学院新領域創成科学研究科教授

要 旨

1 提案の背景

近年の人間活動の影響により劣化や縮小の著しい自然環境を適切に保全し、必要に応じて修復・再生することは、人類の生活基盤を確保し、持続可能な社会を築く上での最重要課題となっている。生物多様性国家戦略は、生物多様性条約を根拠とする、自然環境の保全・再生に係わる国の「計画」にあたるが、平成 19 年度中に現行の「新・生物多様性国家戦略」の改定が予定されている。

2 現状及び問題点

わが国の自然環境は、「新・生物多様性国家戦略」(以下「新・戦略」)で指摘されている「3つの危機」、すなわち、開発や乱獲など人間活動が直接的にもたらす影響(第一の危機)、里地里山などにおける伝統的な利用・管理が廃れたことの影響(第二の危機)、外来種などによる生態系の攪乱や化学物質による生態影響(第三の危機)の一層の深まりに加え、第四の危機ともいえるべき地球温暖化のより広範な影響を強く危惧しなければならない現状にある。

「新・戦略」策定により、自然環境の保全・再生に関する国の政策・制度が強化されたが、生物多様性と生態系の現状は、全般的悪化の傾向から脱していない。一方で、「新・戦略」で重視された自然再生事業は、未成熟な段階にあり、「再生事業」と銘打った事業の中には、自然の再生という本来の目的から逸脱していると思われる例もみられる。

3 保全・再生のために尊重すべき原則と強化すべき政策

効果的で有効な自然環境の保全・再生のためには、生物多様性条約第5回締約国会議で採択された「エコシステムアプローチ」の原則を尊重することが望ましい。特に次の4点、すなわち、現在残されている傑出した自然生態系は可能な限り保護する、自然の変動や攪乱は生態系本来の動的な維持機構として位置づけて可能な限り許容する、自然生態系への人為的な関与は自然環境の劣化の原因に遡って慎重に進める、自然生態系に影響が及ぶ開発事業が本当に必要かどうかを問い続ける、を自然環境に係わりのあるあらゆる事業の計画・実施における原則とすべきである。

劣化の著しい日本列島の生態系の現状を鑑みるならば、個別の地域からの発意による事業のみならず、全国的、総合的な観点からの必要性に基づく自然再生事業を計画・実施するための制度とその財政的裏付けが必要である。

4 第三次生物多様性国家戦略において重視すべき政策の方向

(1) 氾濫原の保全・再生と生物多様性保全に資する農林業への転換

河川の氾濫原湿地や水田・ため池は、近年、さまざまな人為改変を受け、そこで生活する水草、水生昆虫、両生類、淡水魚類の多くが絶滅の危機に瀕している。それら生物種の保全のためには、河川域における氾濫原湿地の再生と自然攪乱条件の回復が急務である。また、乾田化された水田での冬季湛水、休耕田での通年湛水など、氾濫原湿地を代替する環境の再生や生物多様性保全に寄与する農法の実践に加え、ため池の保全、水系間の移動・分散経路の確保などが課題である。森林管理に関しては、生物多様性の回復に資する人工林と伐採跡地の管理手法の科学的検討が必要である。

(2) 生物の移動や分散を考慮した生態系ネットワークの再生

動物の中には繁殖や越冬などの生活史段階に応じて、複数の生息地や生態系を往き来しつつ生活するものがある。生物の正常な移動や分散の阻害要因を取り除き、適切な場所に生息地を再生することによる生態系ネットワークの構築が望まれる。そのためには省庁間の連携が欠かせない。

(3) 流域単位の生態系管理の実現

河川、湖沼、湿地、沿岸域などの生態系を健全に保つために、物質循環や土砂移動の適正化を含めた、流域レベルでの科学的な生態系管理が必要である。そのためには、大きな人為が加わる以前の自然の水の流れや土砂動態、保全上重要な生物の分布と移動分散特性などを理解することに加え、水系の繋がりと関連する人間活動の再生などについての検討が必要である。健全性回復の鍵となる侵略的外来種の排除についても流域スケールの視点での対策が望まれる。

(4) 地球温暖化に対応した生物多様性の動態予測と対策

温暖化に応じた生物・生態系の変化は、個々の事象についても、相互の関連についてもその把握が十分ではない。観測と分析を強化することで狂いやひずみが生じている生物間相互作用や生態系の実態を明らかにし、科学的な将来予測を介して生物多様性保全のための適応策を検討することが必要である。一方、温暖化の緩和策として、利用・管理放棄によって里山や水辺に蓄積しているイネ科植物のバイオマスをセルロース系エタノール生産等に利用することは、生物多様性の保全・再生に寄与することが期待される。

(5) 自然環境保全再生に資するデータの収集・統合・分析の高度化

全国的、広域的な視点から、生物多様性ホットスポットや対策を優先すべき生態系を見だし、保全・再生の具体的な計画を立案するために、科学的な総合評価が必要である。それは、すでに各省が収集しているデータやモニタリングで取得されるデータなどの共有化、統合、地図化、分析といった科学的プロセスを経て可能となる。また、個別の事業を順応的に進めるためにも適切なモニタリングとそのデータの科学的な分析・評価が欠かせない。

目次

はじめに	1
1 生物多様性国家戦略とかかわる自然環境と実践の現状	2
第一の危機「人間活動の直接的影響」	2
第二の危機「伝統的な利用・管理が廃れたことの影響」	4
第三の危機「外来種による生態系攪乱や化学物質の影響」	4
新たに認識すべき第四の危機「地球温暖化」	5
自然環境保全再生に関する実践の現状	8
2 保全再生のために尊重すべき原則と強化すべき政策	8
保全再生のために尊重すべき原則	8
望ましい自然再生のために	10
生態系ネットワークの構築及び流域生態系管理と省庁連携	11
広域移動性の動物に関する国際協力の強化	12
3 第三次生物多様性国家戦略において重視すべき政策の方向	12
氾濫原の保全再生と生物多様性保全に資する農林業への転換	12
氾濫原の自然攪乱に依存する生物の保全と水田の管理	12
ため池とその周辺地域の生物多様性の評価と保全	13
水田における水管理を活用した自然再生	14
荒廃した人工林の管理と生物多様性の再生	14
生物の移動や分散を考慮した生態系ネットワークの再生	15
流域単位の生態系管理の実現	15
流域レベルでの物質循環の適正化に向けた科学的管理	15
流域を視野に入れた効果的侵略的外来種対策	16
湖沼の再生に向けた戦略と研究	16
流砂系土砂管理技術の確立	17
地球温暖化に対応した生物多様性の動態予測と対策	18
日本における温暖化進行下での生物・生態情報の探索と総合化	18
海面上昇などに伴う絶滅リスク回避策	19
温暖化緩和策と里山・水辺の生物多様性保全のシナジー	19
自然環境保全再生に資するデータ収集・統合・分析の高度化	19
データの統合・分析・地図化と参加型モニタリング	19
順応的管理と自然再生事業の現場における科学研究	20
< 引用文献 >	21
< 用語解説 >	21
< 参考資料 > 環境学委員会自然環境保全再生分科会審議経過	22

はじめに

近年の人間活動の影響により劣化や縮小の著しい自然環境を適切に保全し、必要に応じて修復・再生することは、持続可能な社会を築く上での最重要課題となっている。国連の生物多様性条約によって枠組みが提案されている保全・再生の取り組みの中には、わが国の政策において「自然再生」と表現される生態系修復が含まれる。それらは社会にとって比較的新しい課題でもあり、計画や活動を理論・実践両面から支える知の領域の発展が求められている。自然再生の対象としては、多様な空間スケールにおける自然環境のみならず、かつては伝統的な営みの中で維持されていた人間と自然との密接な関係などを含む。そのような社会的な要請に応えるためには、科学技術のみならず、あらゆる学術領域に蓄積されている「知」と「技」を有効に活用することが必要である。そのための新たな学術領域として、より直接的に生物多様性の保全と自然再生に寄与する「自然環境保全再生学」ともいうべき新学術領域の構築が求められている。

日本学術会議環境学委員会自然環境保全再生分科会は、そのような社会的要請に応える複合的、総合的な学術領域の速やかな発展をはかるための方策を、既存の異なる領域の研究者が結集して審議することを目的として設置された。本分科会は、生物多様性の保全や自然再生にかかわる政策に対して科学的な立場から時宜に適った助言をすることのできる科学フォーラムとしての役割を担うことも目指している。

本分科会にかかわりの深い国の「計画」である生物多様性国家戦略の改定が平成19年度中に予定されていることに鑑み、本対外報告「生物多様性国家戦略改定への提案」をとりまとめた。

生物多様性は、生物多様性条約において、種の多様性、種内の多様性、生態系の多様性を含む「生命にあらわれているあらゆる多様性」として定義されている。それは、単に動植物の種類のみを意味するものではない。その進化的、生態的成り立ちから、そこでは生物間の多様な相互作用とそれらによってつくられるネットワークが本質的な重要性を持っている。さらには生態系のシステムとしての機能にとっても、関係性やネットワークが重要な役割を果たす。

生物多様性は、動植物・微生物を含む多様な生物及びそのネットワークによって担われる一次生産、物質循環やエネルギーの流れ、土壌の形成・維持、生息・生育環境の形成などを基盤として生み出される多様な「生態系サービス」^[1]の源泉として、また、それらをバランス良く提供しうる健全な生態系の指標として、人類の持続可能性にとって必要不可欠な条件である。生物多様性の危機の早急な打開は、その意味で、全人類的にみた最重要課題の一つである。

一方で、地域の生物相やランドスケープは、地域の風土と自然の固有のす

がたを特徴づけるものであり、地域独特の文化の源泉でもある。その豊かさを後の世代に伝えるために努力することは、地域に固有な文化の継承のみならず、地域の誇りやかけがえのなさの認識にも寄与するだろう。

本分科会では、生物多様性の保全がもつ、このようなグローバル及びローカルなスケールにおける意義、人間社会にとっての物質的、精神的価値の両方に留意しつつ、学術的な見地から、日本列島における生物多様性の現状、現行の「新・生物多様性国家戦略」のもたらした効果と生物多様性保全政策の課題、さらにはそれらを踏まえた上で、今後強化すべき政策及び学術分野における活動等について検討した。ここに示されている見解や提案が、生物多様性国家戦略の改定プロセスに学術面から寄与することを望みたい。

1 生物多様性国家戦略とかかわる自然環境の現状

もとより豊かな生物相に恵まれ、古来、概して自然と調和的な人間活動が営まれてきた日本列島においても、現在では生物多様性の喪失とそれに伴う生態系の不健全化が加速的に進行しつつある^[2]。それを端的に表しているのが、かつては身近な生物として人々に親しまれていた植物や鳥や昆虫のなかに絶滅危惧種としてレッドリストに掲載されている種が少ない現状である。

平成 14 年 3 月 27 日に地球環境保全に関する関係閣僚会議で決定された「新・生物多様性国家戦略」では、生物多様性の低下や劣化をもたらす主要な要因を次のような 3 つの危機として整理している。

- ・第一の危機として、開発や乱獲など人間活動が直接的にもたらす影響
- ・第二の危機として、里地里山などにおける伝統的な利用・管理が廃れたことの影響
- ・第三の危機として、外来種などによる生態系の攪乱や化学物質による生態影響

それらの危機を回避するための基本的な方向性としては、1 .保全の強化、2 . 自然再生、3 . 持続可能な利用、が挙げられている。この戦略を受け、法律の制定や改正が相次ぎ、自然環境保全再生に対する社会的な取り組みは、格段に強化された。しかし、その後も日本列島における生物多様性の危機は深まっており、一層の対策の強化が求められている。

次項には、それぞれの危機とかかわる自然環境の現状に関して、特記すべき事項について述べる。

第一の危機「人間活動の直接的影響」

日本列島全般にわたる第一の危機の深刻化の要因として、自然破壊に対する配慮に欠ける不注意な公共事業や開発行為が依然として続いているこ

とを挙げなければならないだろう。たとえば、原生自然の姿を残す希少な自然林や河畔林などの伐採や開発がいまだに続いている。それに伴い、生物多様性のみならず、森林再生の目標像を描く上で欠かせない貴重な森林生態系モデルが失われることの社会的損失は計り知れない。

伐採などの直接的人為が加わらなくとも、人間活動に由来する自然環境の深刻な劣化が生じることもある。例えば、異常に増えたシカによる生物多様性への影響が原始的な森林にも及んでいるが、シカの増加の要因としては、温暖化の影響が疑われる積雪の減少や暖冬にともなう自然死亡率の減少、耕作放棄地の増加などの土地利用変化、狩猟人口の減少、外来牧草を用いた治山やのり面緑化にともなう採餌環境の向上などを疑うことができる。それら人間活動に由来する要因が複合的に作用しつつシカの増加をもたらしていると推測される。

夏鳥を含む渡り鳥の著しい減少には、越冬地における環境破壊など、日本列島の外での環境変化も主要な要因として疑われるが、国内での干潟をはじめとする湿地の消失のみならず環境劣化が鳥類の生息条件の全般的な悪化をもたらしている。たとえばラムサール条約の登録湿地である千葉県谷津干潟では、富栄養化によると推測されるアオサの異常繁殖が干潟の機能を大きく損ない、シギ、チドリをはじめとした渡り鳥の生息を脅かしている。

地形を含め、河川や沿岸域の動植物の生息・生育基盤となる物理条件の改変がもたらす影響も、極めて大きいものであることが推測される。特に、湿地や沿岸域の埋立てやさまざまな構造物の設置は、生物の生息・生育条件を大きく改変した。それらは、富栄養化などの水質の変化とあいまって、藻場、干潟、サンゴ礁における生物多様性の低下を招く。山間部での開発による改変に異常気象が重なり、山腹崩壊、地滑り、土石流による災害が頻発している。堆砂によるダム機能低下、下流への土砂供給阻害、河川流量パターンの変化や砂利採取などの複合的帰結としての河床低下、河口閉塞、海岸侵食など、人為的に大きく改変された地形や物理的プロセスは、河川及び沿岸域の生態系を大きく変化させつつある。河床低下によって複断面化した河川では、シナダレスズメガヤなどの外来牧草やハリエンジュなどの外来樹種の侵入もあいまって、かつて中流域に広範に存在した礫河原の環境基盤が失われ、その独特な生態系と生物多様性が急速に衰退しつつある。

生物多様性保全上の深刻な問題を孕む土砂動態や河川流量変動パターンの改変については、その実態も生態系への影響も十分に把握・評価されているとはいえず、改善の糸口すらみえていない。一方で、生物の生息環境に配慮を欠いた過度の防災工事や堰・護岸など人工構造物の築造が、陸水域から陸域にかけての植生移行帯（エコトーン）及び上流部から海へいた

る水域生態系の連続性を損ない、生物多様性保全上重大な問題を投げかけている。

第二の危機「伝統的な利用・管理が廃れたことの影響」

適切な利用・管理によって維持され、多様な生物資源の提供を通じて人間の生活と生産を支えてきた沿岸生態系、淡水-汽水生態系、森林生態系、草原生態系及びそれらの間の移行帯を含む複合生態系（里山・水辺）は、現在では、開発、生物資源の過剰利用、利用管理の放棄と近代化、侵略的外来種の侵入などの影響を受けて、劣化が著しい。人間生活の基盤を支える生態系機能の低下とともに、多くの普通種（希少種ではない普通の種）が絶滅危惧種としてレッドリストに掲載されるなどといった生物多様性の低下も目立つ。その中で、利用・管理の放棄は、競争力の大きい少数の植物種の過度な優占を介して生態系の単純化を引き起こしている。

例えば、関東地方においては、管理が放棄された雑木林で林内にアズマネザサが密生し、かつてそこを生育・生息の場としていた動植物の生活空間が失われている。かつては資源として里山や水辺において利用されていたイネ科植物、特にタケやササが利用されなくなり、管理放棄されることで、これら侵略性の高い種の急速な分布拡大、枯れた植物遺体の堆積などによって、生物多様性保全上の困難な問題がもたらされている。

管理放棄された雑木林や草原の藪への変化は、クマ、シカ、イノシシ、サルの里地への侵入の誘因にもなると推測される。これら哺乳類が人間の生活域に侵入して農林業被害をもたらすことは、農家の生産意欲や定住意欲の低下を招き、過疎化と耕作放棄を加速する。それは、食料の自給率の確保や資源の循環利用の推進を目標とする農業政策にとっても極めて深刻な問題となる。これら哺乳類の個体数増加と分布域拡大の今後の動向については、分布域全体のランドスケープ構造を視野に入れた個体群動態とその駆動要因のモデル化によって個別に検討することが必要である。またそのようなモデルによる予測は、対象哺乳類の増加や分布域の変更が生物多様性に及ぼす影響について検討する際の前提ともなる

第三の危機「外来種による生態系攪乱や化学物質の影響」

「新・生物多様性国家戦略」を受けて制定された外来生物法は、特に侵略性の高い「特定外来生物」の定着や生態系への被害防止に関して、多くの自治体が防除計画を策定し実践に取り組むなど、外来種対策を進める上で大きな役割を果たしている。また、ブラックバスの排除に圧倒的多数の国民が賛意を示すようになった^[3]ことにもみられるように、国民の意識改革にも重要な役割を果たしてきたといえる。

しかしながら、多くの外来生物が依然として生物多様性の劣化の大きな

要因となっている現状を省みると、なお一層の普及・啓発が必要である。ペットを中心とした外来生物の輸入の勢いは衰えず、外来生物の侵入と定着は十分に制御されているとはいいいにくい。税関等での水際対策の強化、飼養や輸入の規制の徹底、飼養や利用後の処置の強力な指導、特定外来種への指定が遅れている種の速やかな指定など、法律の運用面において多くの課題が残されている。また、同法の対象外である、国内の分布域外へ導入される在来種が引き起こす生物学的侵入問題並びに、外来生物に付着あるいは共生・寄生して導入される微小生物の侵入問題については、解決に向けた努力がほとんどなされていない。

一方で、すでに定着している外来種の排除や駆除の取り組みはごく一部の侵略的外来種のごく一部の生息域に限られており、その飛躍的強化が望まれる。

外来生物は一度定着すると、時として爆発的に増加し、時間がたてば排除が困難になるのみならず、多大な経費を要するようになる。それに対して、予防的なアプローチを採り、初期のうちに対処すれば、わずかな経費と労力によって生態系からの排除が可能である。外来生物の侵入を予防し、また有効な対策をたてるためには、種の生態や生活史を踏まえた監視、防除、排除手法の開発が必須である。すなわち、排除に向けた個体群モニタリング法や動態予測、投下する努力量あたりの効果の算定法など、効率的な防除を進めるための研究が現場での対策と連携した形で進められる必要があるが、現状ではそれらは極めて不十分にしか実施されていない。

第三次環境基本計画では、化学物質のばく露に関する情報不足が指摘されている^[4]。化学物質の製造・輸入量や用途、環境への排出量については、化学物質審査規制法や化学物質排出把握管理促進法がかかわる一部のみが把握されているにすぎず、環境中の存在量のモニタリングもごく一部の物質に限られていること、発生源や排出経路、人や動植物へのばく露経路の特定も困難であることなどが指摘されている。一方、国際的な食料・物資の流れの中で、化学物質の流入量、環境中への排出量、蓄積量の把握するのは一層難しくなっている。昭和49年度より化学物質の大気、水質、底質、生物中での残留実態が調査されている。また、新規・既存の化学物質については、藻類、甲殻類、魚類等の感受性データに基づき生態影響評価が実施されている。しかし、水域以外の生態系の保全に資する影響評価の手法が確立していないため、影響の把握は極めて不十分である。生態系に及ぼす化学物質の影響の評価と対策に関する研究の一層の進展が望まれる。

新たに認識すべき第四の危機「地球温暖化」

生態系にも人類社会にも顕著かつ深刻な影響を与えつつある地球規模の環境問題は、「地球温暖化」ともいわれる「気候変化」である。温暖化は地

球全体に及ぶ問題であり、生物多様性に与える影響のあり方は他の駆動要因に比べてより広範である。また、時間と共に加速し、その影響は一層深刻なものになることが推測される。したがって、すでに「新・生物多様性国家戦略」で認識された3つの危機に加え、より広範な影響を伴う第四の危機として注視すべきものである。

地球の平均気温は、これまでの100年間に0.74℃上昇し、またこれからの100年間に1.1~6.4℃上昇すると予想されている^[6]。それに伴って、海水面は最大で59cm上昇すると予測されている。

こうした変化は、動植物の生活にさまざまな影響を与える。日本ではすでに、全国的にソメイヨシノの開花期が早まり、最近の約30年間に8.5日も早くなった地域もみられる。鳥類のコムクドリでは、繁殖の開始時期が約30年間で15.3日も早くなっている^[6]。

温暖化はまた、各種生物の分布域を北方あるいは高所方向へと移動させる。その結果、北極圏や高山域に生育・生息する動植物は居場所を失い、絶滅する可能性がある。しかし、多くの生物種にとって移動は、同様の生息・生育場所が連続的に分布している場合においてのみ可能である。今日のように農地、植林地、市街地などの土地利用が卓越している現状では、飛翔による移動の可能な鳥類や昆虫類の一部を除くと、移動ルートの確保が難しく、温暖化に遅れず分布域を変化させることのできる生物はごく一部に限られるだろう。

温度変化に対する生物季節や分布域の変化の速度は種や分類群によって異なるので、各地で捕食、送粉、種子散布、寄生などをめぐる生物間相互作用に狂いが生じる可能性が大きい。ヨーロッパではすでに、鳥の繁殖時期と食物となる昆虫の発生時期が大きくずれてきており、それによって鳥の繁殖成功率が下がって個体数が減少している地域もある^[7]。

一方で、温暖化した環境への適応においては、世代時間が短い生物ほど有利である。したがって、理論的には、害虫や病原生物など「厄介な生物」は適応をとげるのに対して、世代時間の長い哺乳類などは、短期間に進行する温暖化をはじめとする今日の激動ともいえる環境変化に適応進化で対応することは不可能であると推測される。また、絶滅危惧種など、すでに個体群が縮小し、遺伝的多様性を失っている場合には、適応進化は起こりえず、絶滅する危険が大きい。

生物季節や分布域の変化、それに伴う生物間相互作用の変化は、人間の食生活や住生活、健康にも多大な影響をもたらす。耕作や漁業の適地が変わることによって各地の一次産業の様式に変更が余儀なくされる。住生活の関連では、たとえば南方系のイエシロアリの北上によってこれまで被害のなかった地域での木造建物が損傷を受ける可能性がある。健康面では、マラリア蚊の分布北上によってマラリア熱のリスクが温帯域に広がるなど、

熱帯や亜熱帯起源の動物由来感染症が温帯地域に広がる可能性がある。

一方、気温変化にともなう海水面の上昇は、干潟や珊瑚礁などを内陸側に後退、あるいは消滅させる可能性が高い。沿岸部がコンクリートによって護岸されている地域では、干潟などの後退の余地が無く、消滅せざるを得ない。干潟や珊瑚礁の消滅は、そこを棲み場所とする多様な生物を消滅させる。さらに、湖沼や干潟などの水辺では、温暖化による水温上昇によって特定の微生物や藻類が増加し、富栄養化などとあいまって生態系全体の構造と機能を大きく変化させるレジームシフトを引き起こす可能性が高い。レジームシフトにより短期間のうちに生態系の状態が大きく変化した場合には、多少の対応策では生態系をもとの状態に戻すことは難しい。

水温上昇が湖沼生態系にもたらす危惧すべきそのような影響が、すでに琵琶湖において現実のものとなりつつある。4 で密度が最大になる水の物性は、上層・下層の水が交換しにくい温帯地域の深い湖において、湖水の季節的な循環（鉛直混合）をもたらす。それによって、湖底近く（底層）にたまった栄養塩が光のよく届く表層に移動する一方で、酸素濃度の高い冷たい表層水が湖底に供給される。琵琶湖の生態系はこれまで冬季の全層循環によって健全性を保ってきた。琵琶湖はバイカル湖、タンガニイカ湖について世界で3番目に古い古代湖であり、固有種が多く生息するが、すでに、鉛直循環の弱まりを示唆する底層の溶存酸素濃度の低下が報告されている^[8]。今後、さらに底層の低酸素化が進めば、底生生物のほとんどが死滅する事態が起こりかねない。一方、底層の溶存酸素濃度の欠乏は、底泥からリンの溶出を促すが、温暖化傾向の中で冬の気温が異常に低下するような年が訪れれば、底層水で高濃度化したリンが一気に表層にもたらされ、富栄養化に起因するレジームシフトが湖全体にもたらされる可能性も危惧される。

河川及び湖沼の水温上昇が生物相を大きく変化させ、また、積雪量の減少や積雪期間の短縮が生物学的棲み分けの変化などを引き起こすことも想像に難くない。

気温の上昇とそれに伴う海水温の上昇は、熱波、竜巻、台風、ハリケーンなど、極端な環境事象であるカタストロフを多発させ、あるいは規模を拡大させる。近年、日本を含む世界各地では、すでに温暖化の影響と考えられる異常気象による災害が発生している。カタストロフは、生態系全体に大きな影響を与え、多くの生物種の局所的絶滅を招く。

このように、温暖化は生物多様性にさまざまな影響を与え、生態系の機能や生態系サービスの供給を大きく変化させる。温暖化は人間活動の帰結であり、人為的な現象である。今はまだ、その影響はごく一部しか明らかになっていないが、今後さらに温暖化が進めば、日本を含む世界各地ですでに起こり始めている生態系のレジームシフトが頻発するようになるだろ

う。それを受けて生態系、そしてそのサービスに依存して成り立っている人間社会がどのように変化するのか、その予測のために必要な情報は著しく欠如している。現状把握に加えて、緊急にとるべき対策、すなわち温暖化の影響を回避するための有効な「緩和策」と、温暖化した地球のもとで生物多様性をよりよく保全するための「適応策」を明らかにする科学的な研究の実施が急務となっている。

自然環境保全再生に関する実践の現状

「新・生物多様性国家戦略」を受けて、この間、自然再生のための制度整備が進んだ。自然再生推進法が平成 15 年 1 月 1 日から施行され、同法に基づいた自然再生協議会が各地に設置され、環境省、農林水産省、国土交通省の関係行政機関、地方自治体に加え、地域の NPO 法人や地域住民の参画のもとに、自然再生に向けた計画づくりや実践が始まっている。また、法定協議会を設置せず、したがって同法の規定には従わずに、各省の個別法に基づいて実施される事実上の「自然再生事業」(広義の自然再生事業)は、再生法に基づく事業よりもケタ違いに多く実施されているが、同法がその「動機づけ」にも寄与したものと推測される。

このような新しい公共事業を通して、希少な植物の生育地や失われた湿地生態系を再生するなど、大きな成果の上がっている事例もある。しかし、自然再生の実践は、取り組まれている規模や範囲からしても、成功事例に限られていることから、いまだその発達のごく初期の段階にあるといわざるを得ない。さらに、広義の自然再生事業の中には、本来の自然の再生という目的から逸脱していると考えざるを得ない事例も散見される。たとえば、回復させる生物種や生息場に関する具体的な目標を明示せずに、航路浚渫土の投棄によって沿岸域の地形を変更することなどである。

2 保全・再生のために尊重すべき原則と強化すべき政策

保全・再生のために尊重すべき原則

生物多様性条約第 5 回締約国会議(2000 年 5 月)において「エコシステムアプローチ」の原則が採択されている。エコシステムアプローチとは、「持続可能な利用を促進する土地、水、生物の各資源を統合管理するための戦略」であり、生態系管理に向けた基本的事項として 12 の原則が提案されている。そのうち最も重要なのは「生態系サービスを維持するため、生態系の構造と機能を保全すること」(原則 5)であり、それゆえ、「生態系はその機能の範囲内で管理されなければならない」(原則 6)。また、「生態系管理の目標は長期的に策定すべきであり」(原則 8)、「管理するにあたっては不確実性をもつ変化が不可避であり」(原則 9) 実践と検証を有機的に結びつけることのできる「順応的管理」の手法による適切な管理が求められる。

さらに「生物多様性への最大の脅威は、自然や人口への無理解に基づく市場のゆがみによって生じる」(原則4)ことから、生物多様性の保全と持続可能な利用を経済的な観点からも適切に評価することの重要性を述べている。これらを踏まえ、ここでは自然環境にかかわる開発や事業については、以下を原則とすることを提案したい。

現在残されている傑出した自然生態系は可能な限り保護する

すべての事業に先行して、保全上の価値の大きい傑出した自然生態系とそれに準じた生態系がどこに、どの程度残されているのかを詳細に調査・評価する。もし、開発の対象地が保全上重要な自然生態系内あるいはその隣接地にある場合には、開発事業は可能な限り回避すべきである。わが国の傑出した自然生態系の大半がすでに失われていることは「新・生物多様性国家戦略」でも指摘されているとおりである。

自然の変動や攪乱は生態系本来の動的な維持機構として位置づけ、可能な限り許容する

生態系の変化は予測できない不確実性をもち、変化の過程は時間的にも多様かつ動的であり、遅延効果などによって特徴づけられる。自然の営力が健全に作用している生態系に対しては、人為的な関与を極力排除することを原則にすべきである。このことに関連した原則8の付記には、「このことは本質的に短期間の達成を好む傾向や当座の利益を好む傾向とは相反する」とされている。レジリエンス(復帰可能性)が有効な範囲内では、自然はみずからの力で再生する。防災等の公益のために自然のシステムを大きく変更せざるを得ないと判断される場合においても、長期的観点にたてば健全な自然生態系を残すことの方が、災害によるリスクと防災に対するコストを軽減できる可能性もある。近い将来に温暖化による大きな環境変動や異常気象が予測される現在においては、なおさらである。政策の選択にあたっては、人工的なシステムは、人智の及ばない変動に対して、必ずしも設計時に意図されたほどには有効とは限らないことを認識する必要がある。

人為的な自然生態系への関与や干渉は原因に立ち返り行われるべきである

自然再生事業においてはさまざまな工法や工事が提案される。しかし、劣化の根本的な原因を取り除かなければ、一時しのぎの対症療法でしかない。当面の局所的絶滅を防ぐなど、短期的で対症療法的な対策を進める一方で、不健全化の要因とその複合的作用の解明を介して根本治療的な対策を検討する必要がある。

干潟や藻場の再生事業がさまざまな海域で行われているが、埋め立てに

よるものを除けば、干潟の消失の原因は主として供給土砂量の減少と海流の変化であり、アマモ場の消失の原因は主として富栄養化による光量の減少である。これらの原因を取り除くことなく、単に海域に土砂を入れアマモを移植するだけの再生事業は、中長期的には成功が望めず、本来の再生事業とはいえないだろう。

自然生態系を改変する開発事業が本当に必要かどうかを問い続ける

各種の開発事業の中には、生態系や生物多様性の保全とは相容れないものも少なくない。生態系の構造と機能に、程度の差はあれ、なんらかの変更をもたらすからである。したがって、実施される事業が果たして本当に必要かどうかを、真に問う必要がある。それが真に必要な工事であるとしても、事業や工事の規模や工法が自然環境の保全という観点から妥当なものかどうかを十分に吟味する必要がある。それを判断するひとつの目安となるのは、そこに加わる人為的干渉の、自然に発生する変動や攪乱、あるいは伝統的な資源利用や管理による人為的な攪乱との比較における相対的な大きさ、性格、頻度などである。

望ましい自然再生のために

自然再生の最も有効な手法は、現存している優れた自然環境を保全することであることは上に述べた。自然再生推進法にも、「創出」、「維持管理」、損なわれた自然環境を取り戻す行為としての「再生」に加えて、良好な自然環境が現存している場所においてその状態を積極的に維持する行為としての「保全」が位置づけられている。すでに述べたように、自然環境の劣化や悪化は、依然として急速に進行しつつあり、残された良好な自然環境の価値が極めて大きいものであることを強く認識する必要がある。

自然再生事業が実施される一方で、近隣の従来型の公共事業において生物多様性が損なわれるのでは、自然再生事業そのものの有効性を担保することができない。その有効性を高めるためにも、通常行われる農地、林地、河川、海岸、港湾などの整備において、生物多様性に十分に配慮することが必要である。そのためには、戦略的アセスメントの仕組みを生物多様性の視点から充実させ、広域もしくは地域における生物多様性ランドデザインを具体的に検討することなども有効だろう。

今後、真の自然再生をより広範囲に、また効果的に進めていくためには、行政、市民、研究者が一体となって努力を続ける必要がある。また、目標設定や実施方策において自然再生の本質を見失うことのないよう自然再生の基本的理念を一層明確にすることも求められる。再生を成功に導くための科学的な指針や具体的方策を提示するためには、事業の推進に必要な新知見や新技術を生み出す研究が事業と連携しながら進められることも有効

だろう。

一方、全国的な観点からは、どの地域のどのような環境（生育・生息場所）を優先的に再生していくかの判断が重要である。そのためには、国土全体にわたる自然環境や生物多様性の現状把握が不可欠である。これまでに蓄積されている資料を整理、解析し、不十分なところは新たなデータを加え、それらの総合的分析評価をもとに優先的に自然再生を実施すべき場所と事業内容を明らかにする必要がある。

現行の自然再生推進法に基づく自然再生事業は、基本的には地域からの発意に基づくものを前提としており、全国的な観点からの必要性に基づく事業の実施は想定されていない。地域の自主性を重んじることの意義の大きさはいうまでもないが、劣化の著しい日本列島全般における生態系の現状を見るならば、全国的な計画にのっとった自然再生事業の推進に寄与する法体制の構築が望まれる。

現状では、自然再生推進法にのっとった事業でさえ、各省の個別法に基づく事業として実施される以外には、必要な事業費を確保する方途がない。事業官庁の個別法に基づく事業によって自然再生を進めるという現行法の枠組みは、時として大きな矛盾を孕むものである。たとえば、農地整備や農地防災の事業のしぼりの中で、真の自然再生にふさわしい事業を実施することは原理的に難しい。事業目的に最もふさわしい真の自然再生のための公共事業を実施できるようにするためには、財政的な裏付けが必須であり、施行から5年を迎えようとしている同法の改正の際には、その問題の解決が図られる必要があるだろう。

生態系ネットワークの構築及び流域生態系管理と省庁連携

従来 of 自然環境保全にかかわる事業のほとんどは、河川、水田、畑地、森林など個別の生態系のみを対象としており、異なるタイプの生息・生育場所をネットワークとして保全する、流域全体を対象として生態系の健全性を取り戻すといった横断型の事業はほとんど実施されていない。このような事業における省庁間の連携が十分ではないためである。同様のことは、生態系ネットワークの構築や、一貫した流域管理が困難なことについてもあてはまる。生態系ネットワークの構築の必要性はこれまでも認識され、1990年代にいくつかの生態系ネットワークの検討が省庁で行われた。林野庁の所轄の国有林では「緑の回廊」が提案され、国土庁（現国土交通省）を中心に「エコロジカル・ネットワーク（水と緑のネットワーク）」が構想された。しかし、前者で指定された回廊は、地域的にもわずかで、造林に適さない高標高地域の尾根筋などに限定されている一方、後者では、都市公園の緑の造成や配置、屋上緑化など、生態系ネットワークの構築にとってあまり本質的とはいえない施策が推進されたにすぎない。有効な生態系

ネットワークの構築のためには、全国土に及ぶ保全対象地もしくは指標とする生物種の生活に視点をおいた科学的な計画と関連する省庁の密接な連携が必須である。

省庁横断型の保全再生事業を含む総合的環境政策の策定を担える行政の体制とそれを科学的な面で支援するための総合的な調査研究体制の整備なしには、異なる生態系を含む空間にわたる事業、ひいては流域全体を視野に入れた生態系再生などの実施は不可能である。

生命の源である水、その水の流れに沿って成り立っている流域の生態系は、人間を含めた生物の生命活動の基本単位である。流域の自然環境の保全再生は、流域と沿岸域を一体とした生態系管理に基づき実施されることが望まれる。しかし、これまでは、たとえば湖沼の水資源開発などのように、特定の生態系サービスに偏った資源の利用や行政管轄別の流域の管理が一般的であった。流域を一体とした生態系管理を実現するための行政の連携のあり方についての具体的な検討が必要となっている。

広域移動性の動物に関する国際協力の強化

いくつもの国にまたがって移動する渡り鳥、海洋哺乳類、ウミガメ類などの保全のためには、移動経路上にある国や地域が情報交換、共同研究などを通じて連携する必要がある。現在、一部の動物では衛星追跡などの手法により移動経路などが明らかにされている^[9]が、その他多くのものでは移動の詳細はほとんど把握されていない。このような状況のもとでは、保全上の問題点の特定が困難であり、具体的な保全策は立てられず、原因不明のまま種や地域個体群の減少や絶滅を招くことになりがちである。移動追跡を高度化するための技術の開発と、その成果を保全の現場で活かせるような行政上の国際的連携の構築が望まれる。現在、鳥類を対象にしたいくつかの国家間の渡り鳥条約が存在するが、必ずしも実効性のある内容にはなっていない。

3 第三次生物多様性国家戦略において重視すべき政策の方向

氾濫原の保全・再生と生物多様性保全に資する農林業への転換

氾濫原の自然攪乱に依存する生物の保全と水田の管理

河川や氾濫原湿地は、人間の生産活動の中心的な場としてさまざまな人為改変を受けている。我が国のほとんどの河川はダムにより流量管理が行われ、また、氾濫水を閉じこめるための護岸などの人工的な構造物が築造されている。そのため、たとえ氾濫が起きたとしても多くの場合、河川域内での範囲が限定された一時的なものにすぎず、堤外においてすら河川域にふさわしい野生生物が生育できる湿地環境はわずかにしか残されていない。

水際や河川敷は固定化され、かつての氾濫原にあった低湿地の多くは排水管理された水田として利用されている。河川敷の運動公園やゴルフ場などとしての広範な利用は、湿性の攪乱依存種が生育可能な生息地を著しく狭めている。また、こうした状況を受けて、現在では、氾濫原の自然攪乱に依存する湿性植物や淡水魚類の多くが絶滅の危機に瀕している。

一方、たとえば、希少種であるタコノアシが河川工事で河川敷の土壌が攪乱されると出現し、ミズアオイは濁りや水路が浚渫されると発生するなど、比較的長期にわたって土壌中に維持される埋土種子（土壌シードバンク）からの実生発生により断続的に個体群を維持する種もある。また、攪乱に依存する湿性植物が、広い河川敷にできる自然のワンドや定期的な出水でしばしば水位が上がる高水敷に見られる。氾濫原における自然攪乱に依存する生物の保全については、攪乱要因を考慮に入れた河川環境の管理が必要であると考えられる。

伝統的な植生の利用管理が行われていた時代には、氾濫水による攪乱の機能を刈り取りや火入れなどが一部代替していたことに学び、保全のための植生管理を実施することも有効だろう。

ため池とその周辺の生物多様性の評価と保全

人間の活動が氾濫原に集中し、本来の氾濫原湿地を改廃してきた歴史を顧みると、ため池群は極めてユニークな存在である。現存するため池の多くが江戸時代以降に作られた小水域であり、氾濫原湿地に生息・生育していた生物が移り棲んで、独自の生態系を形成したと考えられる。農業利用による定期的な攪乱があれば遷移が進みにくく、比較的小規模で浅いため池には全面に水草群落が維持され多様な水生昆虫が生息するなど、その独特な淡水生態系は、高い種多様性を誇ってきた。ため池の動植物相は、氾濫原湿地や水田などとも共通性が高い。現在、ため池の生物において絶滅危惧種の比率が高いのは、数十年前まではどこにでもあった身近な水辺の環境が急速に失われつつあることを意味する。

氾濫原湿地を代替する良好なため池とその周辺環境については、淡水域の生物多様性を保全する観点から、保全の強化が望まれる。しかし、現状は極めて厳しいものである。ため池は、市街地化、農業の衰退や新たな大型ダム等の建設などによって不要化し、大幅にその数を減らしているだけでなく、近代的な改修により湿地としての機能を失いつつある^[10]。

ため池の多面的機能を評価した取り組みを推進している自治体等もあるが、管理の担い手である農業者にとっては、「農業になくてはならない水資源」「水量の確保」には関心があるものの、その生態系としての意義には意識が及びにくい。最近では、ため池整備事業においても、自然環境への配慮を伴うものになってきてはいるが、必ずしも生態学の知識に基づ

いた整備の手法や技術が確立しているわけではない。保全へのインセンティブを与えるための社会的な制度の検討とともに、生物多様性の保全再生に寄与する整備・管理技術の確立が求められる。

水田における水管理を活用した自然再生

水田における環境管理は、植物、昆虫、両生・爬虫類、鳥類、哺乳類など、さまざまな生物の生活にいろいろな影響を及ぼす。水田を利用する生物の中には、圃場整備などの影響を受けて急激に個体数を減少させているものがある。現在、「冬水たんぼ」、「休耕田」を利用した湿地再生など、多様な活動とそれについての研究が始まっている。今後、農業そのものの減農薬、無農薬、生態系保存型農業への転換を図る営農上のインセンティブ政策の推進が求められるが、減少の著しい生物については、生存に必要な環境要素などを明らかにし、生息数の回復につとめる必要がある。たとえば鳥類では、次のようなことがらが検討課題となる。

- 春と秋には、内陸湿地を通過するいろいろなシギ・チドリ類が、水の張られた水田を多数利用する。ただし、地域によって渡来数に大きな違いがある。どのような環境要素をそなえた水田に多いのかを明らかにする必要がある。
- 初夏には、クイナ類などが水田を繁殖地として利用する。休耕田が付近にあることが重要である。休耕田の植生や位置、規模などがどのように利用しているのかなどについて調べる必要がある。
- 冬には、「冬水たんぼ」をガンカモ類やハクチョウ類がねぐらや休息場所として利用する。ツル類もまれに採食場所として利用する。水を張る田んぼの配置や規模などを検討する必要がある。

荒廃した人工林の管理と生物多様性の再生

我が国の人工林は1000万haを越え、国土面積の3割弱に及ぶ。このような人工林に対する間伐などを含む適切な森林管理は、CO₂の効率的な吸収による木材の蓄積増加のみならず、林床植物の生育を促し、生物多様性の保全にも貢献することが期待される。

しかし、手入れの行き届かない人工林と放棄された伐採跡地をどのように管理し、低下した生物多様性を回復させていくかについては、これまでに十分に知見があるとはいえず、今後科学的な見地からの検討がなされる必要がある。手入れの行き届かない人工林については、すでに列状間伐や強度間伐など、低コストの間伐方法が提案されている。強めの間伐は、林内の光環境を良好にし、出現する植物種数を増加させる効果があることが

知られている^[11]が、種数の増加のみが生物多様性回復の本来の目的ではない。絶滅危惧種を含む在来種の保全にそれらの手法がどのように寄与するか、また、生物間相互作用系を考慮した管理はどのように行うかなどの検討が必要である。

一方、伐採跡地では従来のような植栽によらず、天然更新に任せる森林再生や広葉樹の植栽による林種転換など、新たな造林手法が検討されている。伐採後の植生回復がどのようなものとなるかは、種子供給源からの距離や埋土種子の構成にも左右され、場所によって一様ではない。大面積の人工林地帯などで周辺に自然林が残されていないならば、広葉樹種子の散布は望めない。それに対して、自然林に隣接した伐採跡地では、ササが密生するなどの阻害要因がなければ天然更新による速やかな森林の再生が期待される。伐採地の前歴や自然林からの距離など周囲の状況に応じて、植栽の必要性を判断するようなきめこまかい管理指針が必要である。

生物の移動や分散を考慮した生態系ネットワークの再生

動物の多くは、繁殖や越冬などの生活史の段階に応じて、複数の生息地を移動する、あるいは複数の異なるタイプの生態系を往き来しながら生活することが知られている。そのため、保全の対象とする種あるいは個体群については、個体の移動、分散を考慮した生息地の保全と再生が必要である。生物の移動分散特性や行き来する生態系の組み合わせは種によって異なり、必然的に、扱うべき空間スケールや保全手法も異なる。野外において経験的なデータを取得する研究と理論の両方を適切に組み合わせ、保全・再生に必要な情報を充実させることが求められる。

当面、特に重視すべき研究として、いくつもの国にまたがって移動する渡り鳥やウミガメなどを保全するための生息地のネットワーク構築にかかわる研究、国内における生態系ネットワークである「緑の回廊」の再生に資するためのツキノワグマなどを対象とした研究が挙げられる。

移動距離の短い動物についても複数の生態系間の移動分散に関する知見が不足している。森林内で生活するヤマアカガエルは、越冬・繁殖のために隣接する水田に移動する。河川に棲むメダカやタモロコは農業用水路を遡上して水草などに産卵する。サギ類はねぐらを森林に依存し、水田や河川で採食する。こうした動物の移動にとって、コンクリート護岸化あるいはパイプライン化した農業水路や河川構造物が阻害要因となる。現状でのこれら構造物に関する生物多様性保全上の問題点を明らかにするとともに、阻害を緩和するための技術開発、そのための基礎研究などが求められる。

流域単位の生態系管理の実現

流域レベルでの物質循環の適正化に向けた科学的管理

地球規模での窒素過多など富栄養化の深刻な影響が国連のミレニアム生

態系アセスメント^[11]においても指摘された。流域レベルでの物質循環の大きな歪みは、河川、湖沼、湿地、沿岸域の生態系の不健全化を招いている。

環境省による硝酸性窒素による地下水汚染調査のまとめ^[12]によれば、硝酸性窒素が環境基準値の10mg/lを超える地下水は調査地点の約6%に及び、硝酸汚染対策に取り組みなければならない地域は全国で100を超える。この問題の解決に向けて、流域の土地利用、農業や畜産業などの環境負荷を流域レベルで把握し、肥料投入量の低減、畜産廃棄物の適切な処理、負荷の大きい産業から環境保全型の産業への転換など、多様な対策を流域全体にわたる総合的な見地から計画できるようにすることなしには、この問題の解決は望めない。

流域を視野に入れた効果的侵略的外来種対策

ブラックバスなどの外来魚や河川域に急速に拡大する外来牧草やオオブタクサ、アレチウリ、ハリエンジュなどの侵略的外来種が生態系に与える影響は、現在では極めて甚大なものとなっている。それら侵略的外来種の排除は、生態系の健全性回復の鍵となる。しかし、現在は、ごく狭い空間的なスケールにおいて個別的な対策が実施されているだけであり、十分に効果があがっているとはいえない。大きな個体群プールが流域内の他の場所に存在すれば、ある場所から排除しても速やかに個体群が回復するからである。移動分散を含めて個体群動態をモデル化し、科学的な予測に基づく仮説・検証プロセスを重視する順応的な取り組みが必要であるが、そのためには、流域全体を視野に入れた広域的な観点が重要である。

湖沼の再生に向けた戦略と研究

流域全体の影響を受け、水の交換に時間を要するという特性により、湖沼はいったん汚れるとその回復は難しい。その上、多くの湖沼は水資源の利用のために水位管理や築堤などの影響も加わり、水質のみならず沿岸の植生帯の劣化喪失が著しい。さらに、半閉鎖的な特性のため、外来魚の影響も深刻である。水質の環境基準達成率を目安とするならば、日本の湖沼の約半分において生態系の健全性を取り戻すための再生が必要である。湖沼を再生するにあたって、第一に必要なことは、湖沼への栄養塩の流入を環境容量内に抑える流域管理である。そのためには、湖沼の流域を一体的にとらえ、歴史的な変遷にも目を向け、大きな人為が加わる以前の自然の水の流れを解明することに加え、保全上重要な生物の移動なども考慮した水系の繋がり、人と水系との関係性についての考慮も欠かせない。その上で、指標として適切な生物種を取り上げ、流域の多くの人々の参加を促し、戦略的に生物多様性の保全と生態系の健全性の回復に取り組むことが有効だろう。湖沼は公共用水域であり、多様な利害関係者の協力と理解なしに

はその再生は望めない。協力を促すには、有効なインセンティブなどについての検討も必要であるが、単に経済的な検討にとどまらず、人間心理や行動の本質に根ざした検討が欠かせないだろう。

湖沼とその周辺に着目すると、中心部の沖帯に比べ、沿岸域についての知見が圧倒的に不足している。植生のダイナミクスを、地形的要素を含む多様な物理的環境要因及び生活史など生物学的な要因と組み合わせて解明するためには、遺伝的マーカーを用いた分析や空間情報解析など、生態学の新しい手法を取り入れた研究も必要である。自然科学の諸領域における手法や知見の統合にとどまらず、人と湖とのかかわりに関する人文社会科学の研究を含めた総合的なアプローチと多様な主体の参加を得ることなしには、湖沼生態系と生物多様性の再生は望めない。

流砂系土砂管理技術の確立

生物はその生活史において、それぞれ特定の生息条件を必要とするが、その環境的基盤となるのが地形である。現在、流域の開発に起因する人為的な土砂移動が、地形を改変し、生物の生息を脅かしている。そのため、流砂系を一貫して総合的に保全することが必要となっている。

土砂管理の重要性は、社会的にも広く認識されるようになり、1998年には河川審議会総合土砂管理小委員会が「流砂系の総合的な土砂管理に向けて」をとりまとめた。また、海岸の関係では、海岸長期ビジョン(1995)において砂浜の重要性が認識され、1999年の海岸法の改正では、法律の目的に、防護に加えて環境・利用が加えられ、必要に応じて砂浜を海岸保全施設として指定できるようになった。しかし、現状の土砂管理においては、生態系保全は考慮外である。今後、生態系と生物多様性保全を考慮に入れた総合的な土砂管理のあり方を検討する必要がある。そのためには、異常外力時を考慮に入れて混合粒径の土砂の移動を解明し、精度のよい定量的評価につなげる基礎的研究が必要であり、粒径分布を含む地形動態の予測とそれに基づく有効な保全対策の実施に際しては、モデルの精度向上に結びつくような現場でのモニタリングが欠かせない。

なお、流域各所における具体的な土砂管理の課題としては次のようなものを挙げることができる。

- 土砂供給：山地においては、河道の安定や土石流の防止のために砂防ダムが設けられている。その必要性を十分吟味する一方で、下流側への土砂供給が過度に減少しないよう小規模な出水時における土砂流出を許容する技術の確立が求められる。
- ダム堆砂：現状ではダムが土砂の流れを止めて流砂系の連続性を損なっている場合の多いことに鑑み、ダムの排砂ゲートやサンドバイパッシング

グにより土砂移動を連続させるための技術開発が求められる。一方で、新規ダムについては、その必要性を十分に吟味することも必要だろう。

- 中下流部の河道における流砂量：河川の中下流部は、土砂の通過地域となるとともに、動植物の重要な生息・生育の場であることに鑑み、河川の土砂量、流路、植生とその動的な相互関連を考慮した総合的な管理を検討することが必要である。生息・生育条件、下流への土砂供給量などに注目し、河川の自然の変動と動態をできるだけ損なわない管理方法を見いだす必要があるだろう。
- 海岸における漂砂制御：河口から海岸に出た土砂は、一部は沖合に向かって流出し、残りは沿岸漂砂となって砂浜を形成・維持する。その際、粒径によって挙動が異なり、それらの堆積地は動植物の生息・生育場所としての機能も異なる。海岸における土砂移動の実態を把握し、砂浜の維持に寄与する人工構造物のあり方を検討すること、その上で自然再生のために必要最小限度の漂砂制御構造物、サンドバイパッシング、養浜など土砂対策技術を施すことが有効であるだろう。その際にも、生態系・生物多様性への最大限への配慮が必要である。
- 沖合における土砂分布の把握：現状では沿岸域への土砂供給量は不足気味であり、土砂は貴重な資源となりつつある。その意味で、海岸から沖合に流失した土砂の蓄積状況を把握することが必要である。

土砂収支を長期的にバランスさせることなしには、流砂系の面からの自然再生は実現しない。そのための管理には、河川の流量配分と同様、土砂移動量についても流砂系全体について配分図を描くに足るデータが必要である。流砂系の再生においては、できるだけ自然の応力に任せる再生戦略が持続性の観点からも望ましい。

地球温暖化に対応した生物多様性の動態予測と対策

日本における温暖化進行下での生物・生態情報の探索と総合化

温暖化の進行に応答してさまざまな生物群が、生物季節、生活史、遺伝子型頻度、群集組成、個体群動態などの生物学的・生態学的反応の変化を顕在化させている。しかしながら、これらの変化は、個々の事象についても、相互の関連についても十分に把握されているとはいえない。現状を速やかに把握し、狂いやひずみが生じている生物間相互作用や生態系の実態を早急に明らかにする一方で、得られる情報とシミュレーションなどを組み合わせることで将来予測することも必要である。今後、温暖化が生物多様性に与える影響を具体的に監視し、予測するためのデータを充実させていく必要がある。そのためには、全国規模の環境モニタリング体制と GIS (地理情報システム) を基礎とするデータベースの構築、指標として取り上げる

生物種の長期かつ広域的な分布と個体数モニタリングに早急に着手する必要がある。

海面上昇などに伴う絶滅リスク回避策

温暖化による影響の中でも、沿岸生態系への影響はとくに重大である。温暖化に伴う海面上昇は、大部分の砂浜や干潟を消失させることが予測されている。オランダでは、沖合に堆積が確認されている砂を活用して、養浜により 1990 年時点の海岸線を維持するという政策がとられている^[11]。この方法は、必ずしも海岸の生態系の保全を目的にしたものではないが、日本においても、近い将来にほぼ確実に起こる海面上昇に対して、海域に応じて、防護、適応、撤退などの手法を組み合わせながら、海岸の保全を図る必要がある。さらに、それに伴い生態系をどう保全すべきかを検討し、講ずるべき対策を速やかに実施する必要がある。

温暖化緩和策と里山・水辺の生物多様性保全のシナジー

温暖化の緩和策として世界各国で注目されているのは、バイオ燃料としてのエタノールのガソリンへの混入利用である。しかし、原料として穀物の利用は、トレードオフを通じて穀物やその製品の市場価格の高騰をもたらすのみならず、サトウキビ畑の拡大が熱帯域の森林減少を加速し、温帯地域でのトウモロコシ畑の拡大が湿地や湿った牧草地などの減少をもたらすなどといった、土地利用転換を介した生物多様性保全上の問題をもたらす。それに対して、伝統的な植物資源の利用によって生物多様性が維持されていた里山や水辺で、利用管理の放棄によって大量に生育するササ、タケ、ヨシ、オギ、ススキなどのバイオマスをセルロース系エタノール生産に利用すれば、原料や土地の他の用途との競合がないばかりか、「新・生物多様性国家戦略」で指摘されている第二の危機の解消を実現し、植生の多様性の回復を介して生物多様性保全に大きく寄与することが期待される。そのような方策、あるいは社会システムの構築は、温暖化緩和策、エネルギー安全保障、生物多様性保全のシナジーに寄与するばかりでなく、水環境保全、地域振興などにも利するところが大きいものと考えられる^[14]。

自然環境保全再生に資するデータ収集・統合・分析の高度化

データの統合・分析・地図化と参加型モニタリング

現在実施されている自然環境に関するさまざまなモニタリング（モニタリング 1000、モントリオールプロセスに基づく森林モニタリング、河川水辺の国勢調査など）についても、情報を共有のための効果的なデータベース化に向けた省庁を超えた統合化努力が必要である。生物多様性ホットスポットの選定、全国的な視点から優先的に自然再生を実施すべき場所の特

定など、保全や再生の計画設計に活かすために、データ統合、地図化、分析、評価を総合的に実施する体制をつくとともに、現在、日本列島に良好に保たれている代表的な生態系について詳細な調査を実施し、関連する生物情報及び生態系の場としての情報を収集・分析することの意義は大きい。良好に保たれている生態系は、当該タイプの生態系の構造とその動態を理解する上での最良の教科書ともいえるからである。失われた生態系の再生のためには、利用できる資料として、古地図や古写真の収集とデータベース化等も有効である。

生態系の不健全化や生物多様性の危機の深まりについて、社会全体で認識を共有することは、すべての取り組みの前提となる。生物多様性データの収集を市民参加型のプログラムによって行う「参加型生物多様性モニタリング」は、認識の共有や生物多様性保全の実践への参加意識の高揚を図る上で極めて大きな意義をもつ。また、多くの人々が生活の場での日常的な観測に従事することのできるプログラムを提供すれば、研究者・技術者の努力だけでは到底なしえない時間・空間的に高密度の広域モニタリングが可能となる。収集されたデータを衛星画像などの地理情報や適切な空間明示的モデルと組み合わせ、実践によって効果を検証しながらすすめることは、自然環境の保全・再生を社会に根付かせるにあたって大きな意義をもつ。

順応的管理と自然再生事業の現場における科学研究

生物群集とそれを成立させている物理的条件としての土壌、水質、水位変動、水文条件などを維持しながら、種・個体群の絶滅を防いで生物多様性を維持し、持続的に生態系サービスを楽しむことができるようにするためには、指標となる生物種・個体群を用いたモニタリングに基づく生態系の適切な順応的管理が本質的な重要性を持っている。

順応的管理には、生態系の要素間（生物要素、非生物要素を含む）のダイナミックな連関によって担われる生態系機能についての理解が欠かせないが、それに関しては、順応的管理の現場を研究の場としても活かし、生態系規模での科学的な実験としてデータ収集とモデルの構築・検証に活かしていくことが有効である。自然再生事業等と強く連携した生物多様性・生態系機能の実験的・理論的研究チームを研究者のみならず多様な主体の参加を得て編成することは、今後、自然再生事業等をさらに発展させていく上で重要な鍵になると思われる。

<引用文献>

- [1] Millennium Ecosystem Assessment (MEA) 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Island Press, Washington. 155pp.
- [2] 鷲谷いづみ・武内和彦・西田睦 2006. 生態系へのまなざし. 東京大学出版会.
- [3] 内閣府大臣官房広報室 2006. 世論調査報告書平成 18 年 6 月調査 自然の保護と利用に関する世論調査.
- [4] 環境基本計画 - 環境から拓く 新たなゆたかさへの道 -. 第二部第 1 章第 5 節. 2006 年 4 月 7 日閣議決定
- [5] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- [6] Koike, S., Fujita, G. and Higuchi, H. 2006. Climate change and the phenology of sympatric birds, insects, and plants in Japan. Global Environmental Research 10:167-174.
- [7] Both, C., Bouwhuis, S., Lessells, C.M. and Visser, M.E. 2006. Climate change and population declines in a long-distance migratory bird. Nature 441: 81-83.
- [8] 永田俊・熊谷通夫 2007. 琵琶湖の全循環不全に関わる報告(Ⅰ) 滋賀県知事宛内部資料.
- [9] 樋口広芳. 2005. 鳥たちの旅 - 渡り鳥の衛星追跡. NHK ブックス. 日本放送出版協会.
- [10] 高村典子 2007. ため池の生物多様性評価. 自然再生のための生物多様性モニタリング, 鷲谷いづみ・鬼頭秀一(編)生物多様性モニタリング 2007. 東京大学出版会.
- [11] Kirby K. J., 1988. Changes in the ground flora under plantations on ancient woodland sites. Forestry 61: 317-338.
- [12] 環境省環境管理局水環境部 2004. 硝酸性窒素による地下水汚染対策事例集(2004. 7) http://www.env.go.jp/water/chikasui/no3_taisaku/
- [13] Ministry of Transport 1990, the Netherlands. A new coastal defence policy for the Netherlands, rijkswaterstaat, The Netherlands, 104p.
- [14] 鷲谷いづみ 2007. 温暖化対策と生物多様性保全のシナジーに向けて. 科学 77(10月号) 印刷中

<用語解説>

移行帯：エコトーンともいう。近接する 2 つの生態系の間にある環境が勾配を持って推移する場。

強度間伐：従来は 20～30%の間伐率で数回に分けて行っていたが、一度に 50%程度を切って、間伐回数を減らす方法。

順応的管理：モニタリングなどの解析結果に基づいて、維持及び管理の内容や水準を修正していくことを前提とした管理手法。森林管理のように対象となるものの全体像が完全には把握できず、不確実性を伴うものを取り扱うときに有効な手法である。

侵略的外来種：定着して生態系や社会に多大な影響・被害をもたらす外来種。

生態系機能：一次生産、分解、窒素循環、水循環、土壌形成などをいう。授粉などの生物学的コントロールを含める場合もある。

生態系サービス：生態系から人々が得るめぐみ。国連ミレニアムエコシステム評価では、食料・水・木材などの供給サービス、気候調節・洪水調節・水質浄化などの調整サービス、審美的・精神的な恩恵を与える文化的サービス、そしてこれらのサービスを支える物質循環や生産・分解などの基盤サービスが含まれる、としている。

生物多様性ホットスポット：多数の固有種が存在するにも関わらず、破壊の危機に瀕している地域のこと、優先的に保護・保全すべき地域を特定するために提唱された概念。国内でも絶滅危惧種の分布が集中する地域が該当する。

堆砂：水域に土砂が堆積すること。自然状態でも河川の下流部や岬の影などの流れの緩慢な水域に土砂は堆積しやすいが、ダムや港内も同様に静穏な領域になるので堆砂が起こりやすい。

多面的機能：たとえば農業のもつ多面的機能のように、農業本来の目的である食料生産のほかに、その営みに付随して産み出される機能。洪水防止などの調節機能や文化的な役割を果たす機能などを含む。

埋土種子(土壌シードバンク)：土壌中の生存種子の集団。攪乱に伴う環境シグナルなどに応じて発芽する。

漂砂：河川の流れによる土砂移動を流砂と呼び、海岸の波・流れによる土砂移動を漂砂と呼ぶ。流砂系は両者をつないだ土砂移動全体の系を表すために作られた言葉。

養浜：海岸侵食により砂浜が失われた場合などに、砂浜を復元・創出するために海岸に別の場所からの土砂を投入すること。

攪乱依存種：植物体を破壊する作用である攪乱に依存した生活史をもつ植物種。

ランドスケープ：主として視覚で捉えることのできる複合生態系のあり方。

流砂系：土砂は山地から供給され、河道から海岸に運搬され、深海に流失する。この系を流砂系と呼ぶ。

レジームシフト：生態系の変化について、比較的安定したひとつの状態から別の状態に生態系構造が短期間の間に急激に大きく変わる事。

列状間伐：人工林を斜面に沿って列状に間伐する方法。経費の削減に有効な手段とされている。たとえば、2列残して1列を切ると33%の間伐率となる。

< 参考資料 >

環境学委員会自然環境保全再生分科会の審議経過

「自然環境保全再生分科会」設置と委員決定について

平成18年5月25日 日本学術会議幹事会(第16回)

自然環境保全再生分科会設置の承認

平成18年9月21日 日本学術会議幹事会(第24回)

自然環境保全再生分科会委員の承認

審議経過

第1回 平成18年11月9日

環境省自然環境局自然環境計画課長 渡邊綱男氏をお招きし、「生物多様性国家戦略とそれにかかわる最近の動きについて」のヒアリングと質疑

第2回 平成18年12月12日

林野庁 計画課 調査官 藤江達之氏をお招きし、「新しい「森林・林業基本計画」と自然環境の保全再生」のヒアリングと質疑

第3回 平成19年2月20日

国土交通省河川局 河川環境保全調整官 小俣篤氏をお招きし、「河川環境に関する取り組みと自然再生」のヒアリングと質疑

第4回 平成19年2月28日

農林水産省農村振興局農地・水・環境保全向上対策室 課長補佐 安岡澄人氏をお招きし、「農地・水・環境保全向上対策と淡水生態系ネットワークの保全・再生」のヒアリングと質疑

第5回 平成19年5月28日

「自然環境保全再生について、今後重視すべき研究と課題について」各委員が作成したレポートの報告と質疑

第6回 平成19年7月13日

「対外報告：生物多様性国家戦略の改定にあたっての自然環境保全再生科学からの提案」の草案について審議

第7回 平成19年8月29日

環境省自然環境局自然環境計画課長 渡邊綱男氏をお招きし、「第三次生物多様性国家戦略案検討について（環境省）」のヒアリング
対外報告の分科会最終案の決定と今後の進め方

平成19年9月20日 日本学術会議幹事会（第42回）

対外報告「生物多様性国家戦略改定に向けた学術分野からの提案」（案）について承認