

4. 生態系部会報告

4-1. 背景

生態系は、生物群集と環境との相互作用による物質やエネルギーの循環をもっており、この機能を通じて、地球規模の物質循環や気候形成などに重要な働きを果たしている。近年の人口増加や土地・資源の過度な利用により、森林減少・衰退、砂漠化、湖沼の富栄養化、酸性降水、汚染などが引き起こされ、その結果として生態系機能やそこからもたらされる生態系サービスが低下していると言われている。生態系の機能は、それを構成する生物の活動によって発揮される。生物種は現在までに 175 万種が記載されているが、これは地球上に生息すると推定される全生物種（1000～3000 万種）の 10%前後に過ぎない。しかも、生息域の減少や侵入種などの影響により毎年 4 万種が絶滅しているとも推定されている。

急速な生態系の劣化や生物多様性の減少に対して、1992 年のリオデジャネイロ国連環境開発会議で生物多様性条約が提案され、現在までに 180 力国以上がこの条約に参加している。2000 年の第 5 回締約国会議では、生物多様性の保全と持続可能な利用のために、エコシステムアプローチの原則が採択され、生態系の変化を常にモニタリングしながらその管理や利用を順応的に行うべきであるとする方向が合意されている。これらを受けて、2001 年には、我が国でも新・生物多様性国家戦略が策定されており、生物多様性の減少を引き起こす原因や生物多様性の有用性の拡大、生態系の再生などととも、生態系および生物多様性のモニタリングが具体的な施策として盛られている。

我が国の位置する西太平洋・アジア地域は、北のシベリアから南のニュージーランドまで湿潤な気候の連続する地域であり、陸上では森林というもっとも発達した自然生態系をもつ。地球上で同緯度の他地域にくらべて生物生産力が大きく、生物多様性も高い。一方では、人口が集中し、近年の急速な経済成長も経験しているため、土地や資源の利用が急速に拡大・変化している地域でもある。したがって、地球規模で生態系・生物多様性を考える上でも、重要でかつ緊急性も高い地域である。しかし、この地域における観測能力は高くなく、日本がリーダーシップを発揮し観測やその能力向上などでイニシアティブをとることが期待されている。

4-2. ニーズと現状

4-2-1. 一般的な地球観測のニーズ

一般的なニーズとしては大きく、以下の 4 点に分類できる。

(1) 生態系および生物多様性の現状把握

そもそも、地球上にはどれだけの生物がいるのかが未解明である。現在でも、全生物の 10 数%しか記載されていないと推定されており、多くの未記載種が存在する。また、生態系の機能と生物多様性の関

係についても未解明な部分が多い。これらの解明は生態系や生物多様性の保全がどのような生態系サービスをもたらすのかについての基礎的知見であるが、人間活動によって生態系自身が変化しつつあるため、こうした未解明な部分を明らかにしながら地球観測を行うという同時進行が必要である。

(2) 生物多様性の変化とその要因の特定

現在の生物種の絶滅速度は地球史上最大であり、地質時代最大の絶滅に較べても 1000 倍以上のスピードで起こっていると推定されている。絶滅危惧種に関する観測は重要であるが、大型の動物なども生態系のなかで重要な役割をもつだけでなく、絶滅の確率も高いと考えられていることから、その動態が観測される必要がある。また、生物多様性を減少させる原因としては、生息域の縮小・環境変化と侵入種による攪乱が重要と考えられており、これらの環境変化の進行も同時に観測する必要がある。生息域の縮小や分断化により遺伝的多様性が減少しているほか、あるいは人間による生物の導入などによる遺伝子攪乱も今後問題となりうる。

(3) 生態系変化とその要因の特定

生態系の変化を引き起こす人為的要因としては、温暖化あるいは気候変動、土地利用や資源利用の圧力（森林の衰退や火災、砂漠化などを含む）、降水・流入物・汚染物質などである。これらが生態系の構造や生産力、物質循環などに与える影響を観測する必要がある。これらは、他の観測部会の観測項目と連動させて観測するのが望ましい。基本的には、(1) および(2)の観測体制を整備し、要因となる観測項目を加えることで対応すべきである。

(4) 生態系・生物多様性変化の影響検出

生態系や生物多様性に起こった変化が、各種のスケールの物質循環や生態系サービスにもたらす影響を検出する必要がある。生態系サービスの中には、これまであまり評価されてこなかったものや、影響評価の難しいものも含まれているが、これらの評価方法を早急に開発し、観測に生かしてゆく必要がある。

4-2-2. わが国の基本方針

新・生物多様性国家戦略では、生物多様性の問題として、1) 開発や乱獲など人間活動による種の絶滅、生態系の破壊・劣化、2) 自然に対する人間の働きが減ったことによる身近な生物の消失、3) 外来種による生態系の攪乱、という 3 つの危機を挙げている。また、その問題の解決のため、1) 生物多様性の理念と対象の拡大、2) 自然再生、3) 具体的提案と連携・共同、の 3 点を重視している。このなかで、新たな生態系モニタリング事業も提案している。

また、総合科学技術会議の生物・生態系研究開発調査検討ワーキンググループ報告書「必然としての生物多様性 -その保全と持続可能な利用-」(平成16年7月)では、我が国の生物・生態系研究の基本的な方向を、「人類生存のための生物多様性の保全と生物資源の持続可能な利用」を目的として、以下のような領域の研究枠組みで研究を推進するべきであると報告されている。

基礎研究：生物多様性はどのようにして地球上の生命を支えているのか

知的基盤の整備：生物多様性研究に係わる知的基盤の戦略的・体系的整備をどのように図るべきか

生物多様性変化の予測：人間の活動によって生物多様性はどのように変化してゆくのか

生物多様性変化の影響評価：どのような生物多様性の損失が人類と文明の存続に危険をもたらすのか

生物多様性の保全・再生の技術・手法：どのようにして生物多様性を保全するのか

国土と自然資源の利用と管理：生物多様性の保全と調和した自然資源や国土の利用をどう設計するか

生物資源の持続可能な利用とそのための政策：生物資源の持続可能な利用をどのように図るのか

4-2-3. 国際的な動向

生態系の長期間継続された研究としては、米国に主導された LTER (Long-Term Ecological Studies) のネットワークがある。米国だけでなく、国際的なネットワークとして展開されており (ILTER), 東アジア・太平洋地域でも、中国、韓国、台湾等を中心として ILTER ネットワークも結成されて長期継続的な研究が展開されている。これらの研究サイトは観測サイトとして活用でき、また生態系・生物多様性観測ネットワークとして発展する大きな可能性をもつ。日本でも、最近大学演習林などを中心としたネットワークが形成されている。陸上環境観測の国際ネットワークとしては GTOS (Global Terrestrial Observing System, 全球陸上観測システム)があるが、これも LTER サイトを中核の検証サイトとして、衛星データをもちいた炭素収支や生態系純生産、土地利用などの観測が行われている。また、MA (Millennium Ecosystem Assessment) では、世界の生態系アセスメントが行われているが、これは既存のデータや資料を中心としたアセスメントであり、実際の事業的な観測は多くない。

LTER は総合的・学際的な研究を目的とするサイトであるのに対して、より観測的側面の強いネットワークが各国での国内事業として行われている。英国では、ECN (UK Environmental Change Network) として、陸域 12 箇所、淡水 42 箇所のサイトで、気候、

水質、土壌、植生、動物の観測が行われているほか、米国でも NEON (National Ecological Observatory Network) が計画されている。日本のモニタリングサイト 1000 (環境省) などもこうした観測ネットワークに位置付けられる。

生物多様性に関しては、まだ地球上に生息すると推定されている生物の 10% 前後しか記載されていない状況をうけて、Species2000 (Catalogue of Life Program) が地球上の全生物のリストアップを目的としたカタログ作りを行っているほか、これらの共通基礎となる分類学的キャパシティの向上イニシアティブとして GTI が、生物多様性条約の横断的活動として動いている。これらの生物多様性情報の電子化と利用促進をめざして、GBIF が発足し、標本データのデータベースを当面の目標として活動を開始している。未記載の生物のインベントリーとしては、DIVERSITAS (International Program of Biodiversity Science, 生物多様性科学国際協同プログラム) およびその活動としての IBOY (International Biodiversity Observation Year, 2001-2002) があるほか、CoML (Census of Marine Life) が海洋生物のインベントリーやカタログ作りを行っている。

これらの中には、日本が主導的におこなっている活動がいくつかある。IGBP-GCTE-TEMA は、日本が提案し採択された GCTE コアプロジェクトの一つで、モンスーンアジアの森林生態系において、観測ネットワークを整備し、生物生産速度や森林の動態観測をおこなった。APEIS (アジア太平洋環境イノベーション) は、生態系・生物多様性を含む総合環境モニタリングで、中国、シンガポール、オーストラリア、日本の参加によるモニタリングを行っている。Species2000 にはアジア・オセアニア地域のネットワークがあり、日本がこの地域で主導的な役割を担っている。また、日本動物学会でも GAIAList などの動物カタログ作りを行っている。DIWPA (DIVERSITAS Western Pacific and Asia) は IBOY を提案して、DIVERSITAS 全体の活動として採択された。このなかで、西太平洋アジアでは統一的手法による各種生態系のインベントリー (生態系機能と関連させた) が行われた。NaGISA (Natural Geograpy in Shore Areas, 沿岸域の生物多様性インベントリー) プロジェクトも、日本主導による沿岸生物のインベントリーに関する国際ネットワークプロジェクトである。

4-3. 生態系観測の目標・現状・課題

4-3-1. 今後 10 年間に達成すべき目標

(1) アジア・太平洋地域を対象とした観測拠点の整備
沿岸、沖合、森林、草原、湖沼、河川の観測拠点 (各数十～百箇所) を確立し、生態系の機能と構造および生物多様性に関する同時観測体制を確立する。

(2) 観測拠点のネットワーク化

各観測拠点をネットワーク化し、データベースの

整備，公開，利用の効率的システムを整備する。

(3) 既知種の割合を上げる

現在10%前後と推定されている既知種の割合を可能な限り上げる。とくに、熱帯の生物および分類の進んでいない生物群でのインベントリーを充実させる。

(4) 生物多様性観測標準手法の確立

生態系機能と生物多様性の関係が明確となるように、統一的なサンプリングおよびインベントリー手法を適用し、地球規模での比較や変化の効率的抽出が可能なシステムを確立する。

(5) 絶滅危惧種の観測と絶滅危険度の判定

各地域の絶滅危惧種のモニタリング体制を確立し、絶滅危険度の判定精度を上げる。

(6) 侵入種の観測とその侵略性予測

侵略種のリストおよび生態情報に関する迅速な観測体制を確立し、侵略性の判定精度を上げる。

(7) キーストン種，広域移動種のモニタリング体制の確立

生態系のキーストン種の判定に関する科学的な分析手法を確立し、その手法を採用した観測体制を確立する。また、国際的共同作業による広域移動種の観測体制を確立して、生息域など生息条件の国際的保全に関する情報を提供する。

(8) 生態系の健全性，持続性，生態系サービスの指標完成とそれにもとづく観測

科学的指標の確立し、それに基づいた観測を開始する。

4-3-2. 生態系および生物多様性の現状把握

(1) 地球上の生物の多様性把握

いまだに地球上の全生物の10%程度しか記載されていないと推定されている現状を考えると、生物関係の産業，病虫害防御，あるいは将来利用可能な生物資源として観点からも記載種の割合を上げることが重要である。陸上生物では昆虫類，海洋・陸水生物では底生生物（ベントス）の多様性が非常に高いと予想され，かつ記載種の割合が低い。また，土壌中や水中の微生物は生態系における役割が大きいと予想されるものの，分類が進んでいないので，これらの生物の記載を重点的に進める必要がある。生態系および生物多様性の観測も，種の記載なしには進まない。

一方，熱帯地域は生物多様性がとくに高い地域であるにもかかわらず，開発途上国が多く，これらの種を記載して資料とするためにはキャパシティビルディングが不可欠である。また，先進国においても分類・記載・資料作成を行う研究者や技術者が減少しているため，その対策が必要である。また，膨大

な数の標本を採取し，さらに科あるいは属レベルまで分類し，標本とデータを適正に管理することができている技術者（パラタクソノミスト）を養成する必要がある。

これらのデータは，すでに膨大な量に達しているが，いまだに電子化が遅れており，国際的公開や利用にも支障がでている。これらの作業はGBIF(Global Biodiversity Information Facility, 地球規模生物多様性情報機構)などを中心として進められており，これと連携した形での観測を行うことが望ましい。

(2) 生態系機能と生物多様性の同時モニタリング

生物種は，生物群集の中でさまざまな種間関係ネットワークに組み込まれ，生産・被食・捕食あるいは分解など生態系の機能を担っている。また，陸上生態系においては，いくつかの機能群（花粉媒介，種子散布など）によって，生態系の更新・存続が大きな影響を受ける。したがって，生物多様性の保全は，これらの生態系機能の保全や持続性の確保につながるのであるが，生物多様性と生態系機能の関係については，近年の海外での集中的な研究にもかかわらず，いまだに明確ではない。一方では，さまざまな要因（後述）によって，生物多様性や生態系が変化しつつあり，これらの生態系機能にも変化が生じている。したがって，生物多様性と生態系機能の関係を同時に観測しながら，その変化を検出する形での観測が必要になる。

具体的には，生産者や分解者，花粉媒介や種子散布といった生態的機能の働きと，それらを担う生物の多様性を，研究とリンクさせながら，同時に観測するシステムが必要となる。生産や分解など生態的機能の観測については，これまでに手法がほぼ確立されている。一方，花粉媒介や種子散布などの機能については観測や比較の手法の研究開発が必要である。それらの機能を担う生物多様性の観測については，異なった環境での比較が必要であることから，少なくとも，陸上（森林／草原・湿原／農耕地），陸水（湖沼／河川），海洋（沿岸／沖合／深海）などの生態系のタイプごとに標準化された手法を用いる必要があるが，これまでは研究者や生態系タイプ毎の個別の手法が用いられてきた。日本が提案して採用されたIBOY（国際生物多様性観測年）やNaGISAプロジェクトでは西太平洋・アジア地域の生態系に対して，統一的な手法で得られた結果の比較が提案されており，このような観測をさらに広げることが効果的である。

土壌などの微生物については，分解や栄養塩循環などで大きな役割を果たしていることが最近になって明らかになりつつあるが，その分類や機能計測については，DNA や安定同位体など最新の技術をもちいた観測手法の研究開発をあわせて行う必要がある。

4-3-3. 生物多様性の変化とその要因の特定

(1) 生物の生息環境および景観の変化

生物多様性の減少をひきおこす最大の原因と考えられているのが、生息域の減少と劣化である。陸上生態系においては原生林をはじめとする森林の減少や分断化、陸水や海洋においては河川改修や護岸工事などによる自然性の高い河川、湖岸、海岸が消失・分断化されることが大きな要因になっている。また、漁獲圧による海洋生態系の変化も危惧されている。

生息環境の分断化は、繁殖にかかわる個体数の減少をまねき、それ自体で絶滅の危険性を増すが、さらに遺伝的な多様性が減少することで近交弱性などが生じ絶滅を加速すると言われている。陸水生態系はもともと孤立した環境で特異的に進化・生息してきた種が多いという特徴をもっているが、人為的な河川改修や水位操作（取水）、などによって、上流域のさらなる孤立や回遊生物の生活史の寸断を引き起こす。

これらの変化を観測するには、土地利用や河川改修などの空間情報を把握すると同時に、生息環境変化の影響を受けやすい生物を特定し、さらに、これらの個体群を継続的に観測してゆくことが重要である。

(2)種の個体数および分布の変化

すべての生物の個体数を観測するのは不可能であるが、絶滅の危険の高い種や、その挙動が生態系を大きく改変する可能性が高い種（キーストン種）の個体群は、種の絞込みを行った上でその動態を観測することが望ましい。

陸上でも海洋でも大型動物は絶滅の確率が高いと推定されている。陸上の猛禽類や大型哺乳類は行動圏が広く、その挙動が広範な地域に影響する。また、猛禽類は生態系の食物網のトップに立ち、健全な生態系の指標となりうる、と考えられている。渡り鳥は、地球規模で移動を行う上、渡りを行う地域全体で生息に必要な環境が確保される必要がある。また、西太平洋やアジア地域で渡りをする種が多く、この地域の自然環境を共通に特徴づける種群でもあるが、この観測には国際的な協力関係が必要である。その生息域の保護のため、国際的にもラムサール条約や渡り鳥保護条約・協定が結ばれている。これらの種を候補とした、特定種の個体群を観測する必要がある。また、近年、衛星やIT技術を用いた広域的な移動観測などが可能になりつつあり、こうした技術を活用した観測も取り入れる必要がある。

(3)絶滅危惧種

近年、絶滅危惧種はレッドデータブックによってリストアップされるようになった。しかし、開発途上国や分類群によっては、かならずしも十分な整備がなされていない。国際的な観測では、開発途上国への支援が不可欠である。また、絶滅の原因は種によって異なり、それが特定されていない。したがって、絶滅危惧種の生態的特性や遺伝的多様度などを観測すると同時に、絶滅危惧となった原因を解明で

きるシステムが必要である。さらに、絶滅確率を推定する手法を確立し（研究レベル）、観測結果とあわせて絶滅危険度を精度よく推定し、その対策を示唆できる体制を確立する必要がある。

(4)侵入種の動態

侵入種のなかには、地域固有の種より競争力で勝り、固有種を駆逐・絶滅させる恐れのあるものがある。このような侵略性の強い侵入種は世界各地で生態系を攪乱し、その影響が問題視されている。いずれの種も、導入・侵入確認の時点では侵略性の強さが不明であり、数年から数十年後に大きな問題を引き起こす。したがって、侵入種リストを定期的に作成すると同時に、その生態的特長（繁殖、移動など）や固有種との相対的な競争力の強さなどを評価することが必要になる。どのような性質が侵略性の強弱に関係しているかは、現在の研究ニーズとしても大きく、今後の知見の集積に伴い新たな観測ニーズが生ずると考えられる。それらの知見を生かし、侵入種の迅速なモニタリングがと実施でき、侵略性の警告もできるような柔軟な体制を確立する必要がある。

(5)遺伝的多様性の変化

絶滅危惧種や希少種、大型動物などでは、その遺伝的な多様度が個体群の存続のために重要である。絶滅危惧種などではゲノム解読を含む総合的な生態・遺伝解明などが保全手段を考える上で有効な場合がある（エコゲノムプロジェクトなど）。また、海洋生態系生物の遺伝的多様性（既知の全生物種のDNA情報）を统一的に蓄積するシステムの開発もすでに始まっている（Bar code of life）。微生物では環境ゲノム解析などによる資源探索も考えられている。それらのためには、迅速なDNA分析システムを配備することが重要である。またサンプルの自動分析など、観測の効率化を計ることも必要である。また、こうした情報の管理と公開についても、GBIFなどの取り組みを中心に進めてゆく必要がある。

4-3-4. 生態系の変化とその要因の検出

(1)温暖化・気候変化にともなう生態系の変化

温暖化によって、生物の分布域の移動が生ずるほか、生産、分解、物質循環の速度などが変化する。また、陸水生態系では、水温が上昇することで特定の魚類が河川のなかで孤立するなどの効果も推定されている。これらの観測の多くは、地球温暖化の観測と連携して進める必要がある。また、生態系機能の観測が長期間固定されたサイトで十分な観測項目をもって行われれば、それと同時に地球温暖化に関わる観測を行うことは効率的である。したがって、このような観測サイトの整備とそのネットワーク化をまず図るべきである。

(2)土地利用などにともなう生態系の変化（砂漠化・森林火災を含む）

土地利用やそれにともなう各種の人間活動は生態系に大きな影響を与える。河川や海洋では流域の土地利用によって、生態系の性質や生物多様性が変化する。また、陸上生態系では、人間活動に関係した森林火災が大きな問題である。半乾燥地では、過放牧によりサバンナや草地が砂漠化しているという問題が健在している。これらの観測は土地被覆の観測と共同で行う必要がある。これらの観測の多くは、もし生態系レベルでの観測拠点の整備とそれらのネットワークが確立されれば、生態系機能観測と同時に効率的に行うことが可能である。

(3) 降水物および汚染による生態系の変化

陸上、陸水、海洋において、大気からの降水物、表面流・河川からの流入物などにより、生態系の機能が影響を受ける。これらの観測は大気汚染物質やエアロゾルなどの地球環境に関わる観測と共同で行う必要がある。また、観測拠点の整備、共有化、さらにそれらのネットワーク化が確立できれば、生態系機能の観測と同時に効率的に行うことが可能である。

4-3-5. 生態系変化の影響検出

(1) 地球物質循環への影響

生態系の機能が変化することで、地球レベルの水循環、栄養塩循環、炭素循環や気候形成作用に影響をおよぼす。これらの観測は、他の地球観測項目と連携して体系的に行う必要がある。これら全体モデルの中の必要なパラメータを推定することが必要である。また、観測拠点とそのネットワークが整備できれば、生態系の機能観測と同時に起こることが可能となる。

(2) 生態系サービスへの影響

生態系や生物多様性がもたらすサービスとしては、生物資源の提供や水質浄化機能、気象緩和機能、水量調整機能等などの制御のほか、これまであまり評価されてこなかったものもありうる。たとえば、人間の健康及び人間社会（農業、産業、安全、文化等）への影響などである。生態系の変化は、これらのサービスにも変化をもたらす。これらを含むサービスが十分提供されているかを観測すると同時に、逆に生態系が健全であるか否か、あるいは持続可能な状態か否か、を指標化して観測する必要がある。そのためのクライテリア・インディケータを開発し、適用するのが望ましい。

4-4. 今後 10 年間程度の取り組みの重点事項

4-4-1. 国際協力の上で我が国として優位な観測項目および観測域

[生物多様性と機能の観測]

DIWPA-IBOY の生物多様性に関わる観測が実施された際、生物多様性の観測手法を標準化する作業が、オーストラリア、ロシア、中国、東南アジア諸国に

おける研究者の協力の下に行われ、取りまとめられている、2001 - 2003 年に、森林、沿岸、湖沼生態系で実践された、生態系機能を意識した生物多様性の調査方法であり、改善の余地はあるものの、世界のほかの地域に先駆けての提案である。また、IGBP-TEMA は、ほぼ同じ地域の森林生態系の生産力と炭素固定量をモンスーンアジア地域のトランセクトを設定して推定した。生態系機能と生物多様性を同時に観測する先駆的で、効果的な方法は他の地域では行われていない。また、NaGISA プロジェクトでも、同じように観測手法の標準化を行い、沿岸域の観測を行っている。西太平洋アジア、あるいはモンスーンアジア地域は、陸域、沿岸域とも生物多様性が高く、ホットスポットも多い。このような観測研究サイトは、今後の長期継続観測のネットワークの構築に有効であるが、現状では開発途上国での能力開発が十分でなく、ネットワークとして運営する体制が整っていないため、重点的に整備する必要がある。

[渡り鳥の観測]

ユーラシア大陸東岸は、多くの渡り鳥が渡りのルートとして使っている。ルートを通じて環境が保たれないと渡り鳥は減少する。近年、この移動を衛星で追跡する手法が確立された。また、日本には、鳥類の研究者あるいは同定の可能なアマチュアの人口が多いため、組織的な観測が可能である。

[生息域の分断化の影響]

我が国の自然環境の優れた特徴は、恵まれた森林、海洋環境にある。現在においても森林の占める面積は極めて大きく（約 60%）、周囲を海洋が取り巻いている環境は変わらない。しかし、人間活動によって、森林（特に自然林）、や自然度の高い海岸線は分断化されている。森林や海岸線に関する分断化は他の先進国にも見られるが、欧州諸国においてはすでに分断・小面積化の影響は長く続いており、そのプロセスを調査することは難しい。北米、豪州においては分断・小面積化の影響は懸念されているが、国土が広いためにその影響の現れ方は必ずしも顕著ではない。日本には森林性の動物が多い。陸生哺乳類のほとんどが森林性である。また、森林性の鳥類も多い。森林の分断・小面積化はこれらの動物の多様性、生活史、個体群の存続に大きく影響していると考えられる。

アジア地域は最近数十年間、非常に高度な経済成長を経験し、土地利用も急激に変化したという特徴をもっている。したがって、この地域の生息域の変化はきわめて大きく、こうした観測に適した地域といえる。

4-4-2. 今後 10 年で優先すべき生態系観測のための技術開発

以下のような技術開発が優先されるべきである。

- 1) DNA 分析能力の向上
- 2) 絶滅危惧種などの保全のための遺伝子情報を含む総合的解析
- 3) 微生物の生態機能と多様性の把握技術
- 4) 生物多様性情報の処理と利用
- 5) IT を利用した動物行動モニタリング
- 6) 指標開発（生態系の健全性、持続性、各種生態系サービス）
- 7) 予防原則にもとづくリスク予測技術と観測のリンク（絶滅危惧、侵入種の侵略性）
- 8) 衛星観測による環境変化把握（生態系の構造、機能、分断化など）

4-5. 留意事項

4-5-1. 生態系・生物多様性問題の特性と観測にあたっての問題点

生態系・生物多様性の観測は、他の地球観測項目と性格が異なる側面があり、考慮すべき点がある。まず、生態系の機能や生物多様性の変化には非線形プロセスが多く、その変化が複雑で予測性が低い。また、関与する生物の数が多いため、1 種の生物だけの観測、また関係する環境要素だけを把握する方法では十分な理解が得られない。また、生物多様性の固有性や地域の特殊性が大きく、必ずしも地球規模で同じ項目（同じ生物、あるいは同じ環境要素）を観測しても現象の解明に繋がらない。しかし、生態系や生物多様性の変化を引き起こしている原因は地球規模で機能している場合が多く、対象が異なっても類似した変化を引き起こされる場合もある。そのため、地域的にはやや特殊な観測項目でも地球規模で統一的に観測する意味がある。また、固有性の高い生物種の場合には、絶滅してしまうと復活できないという不可逆性がある。

実際の観測にあたっては、生物の同定や生態系の各種の機能など、衛星などによる広域な把握が難しい、あるいは機械化がむずかしい観測が多い。精度を確保した観測を実施するためには、観測能力を備えた人的資源の確保が重要な役割をもち、人材育成が重要である。

生物・生態系に関わる観測は多面的で各種の空間的・時間的スケールでの観測が必要になる。また、効率的な観測のためには、生態系機能と生物多様性が同時に観測でき、さらに気象、地球温暖化、土地利用などの観測も実施可能な観測拠点整備が不可欠である。このような観測拠点の整備とともに、研究開発を同時に行うことで、観測手法の開発・改良、解析方法などの技術開発が促進される。

4-5-2. 生態系観測のための拠点整備とネットワーク化

生態系機能の担い手が生物多様性であることから、両観測は同時に行われる必要がある。そのための観測拠点の整備が不可欠である。このような拠点が整備できれば、地球温暖化や大気降下物質などによる

生態系機能と生物多様性への影響が明確になる。これらの観測をそれぞれ切り離して行うことは効率的でない。

ピンポイント的に実施された生物・生態系観測で得られた情報を面的に広げるスケールアップ技術の開発は不可欠である。衛星画像などを用いたリモートセンシング技術からのアプローチは従来盛んに行われていたが、空間分解能が低く、生態系機能を探るレベルまで到達していない。虫の目から鳥の目へ移るための接点となる技術開発が必要である。このため、リモートセンシングによる観測の空間分解能の向上と高密度の観測拠点の整備、およびそのネットワーク形成が不可欠である。

アジア・オセアニア地域における観測ステーション（ILTER サイト）のネットワークが形成されている。中国・韓国・台湾・モンゴルなどでいろいろな生態系で長期的な観測を継続している。日本では、大学演習林や野外実験施設などがその候補であり、現在 JERN（Japan Ecosystem Research Network）が任意団体として発足し ILTER と連絡をもっているほか、共同で環境省のモニタリングサイト 1000 の事業に協力している。また、大学演習林はアジアの大学の演習林とも連絡組織を整備しつつある。大学の湖沼・沿岸の野外実験施設間にも連絡組織があるほか、農林水産省、環境省などの研究機関でも野外研究施設を持っている。これらの既存のネットワークを体系的に統合した高密度の観測拠点からなる観測ネットワークを形成するのが、生物・生態系観測において効果的である。

ただし、これらの観測拠点では、観測拠点を運営する技官等の人員や維持費の削減がなされ、長期間継続された生物生態系を継続できないケースが多い。生物・生態系に関わる観測においては、「長期継続観測」が基本であり、その確保が保証される体制の整備が必要である。また、観測技術者を養成する必要もある。それぞれの観測ステーションで、決められたサンプリングや分析を行うほか、生物多様性サンプルを科あるいは属レベルまで分類し、標本とデータを適正に管理することができる技術者（パラタクソノミスト）の養成を行う必要がある。

さらに、インフラの整備も必要である。森林生態系では林冠部の機能が大きく、生物多様性も高いが、そのアクセスには林冠クレーンやタワーなどのシステムが必要であるし、海洋や湖沼の観測では生物多様性観測に適した観測船が必要である。また、開発途上国の研究機関には、適切な生物標本保管施設をもたないところも多いので、先進国が支援して整備することが望まれている。

2001～2003 年の DIWPA-IBOY では、東シベリアからタスマニアに至るアジアグリーンベルト（緯度傾度）に沿った 26 の森林生態系観測サイトで、無脊椎動物多様性の観測を実施した。また、この一環として行った沿岸域の観測ネットワークが NaGISA プロジェクトとして発展している。これらの現在進行中

のプロジェクトを促進する形で、観測ネットワークの一層の整備を行うべきである。

4-5-3. 生物情報の収集処理能力の向上

(1)分類学キャパシティ

生物多様性の観測を効率よく迅速に行うためには、分類学キャパシティを十分に上げる必要がある。各分類群の専門的分類学者（グローバルスタンダードで種の記載ができる）を大幅に増やす必要がある。とくに、開発途上国での専門家をもっと増加させる必要がある。そのためには、教育機関の設置も含め、人材育成の体制について考えるべきである。また、膨大な生物サンプルのソーティングには、それぞれの生物を科・属のレベルで分類できる技術者（パラタクソノミスト）が必要である。このような技術に資格を与えるなど、恒常的な職業として整備するなどの措置が必要である。

(2)生物情報処理

生物多様性情報を効率的に管理し、利用するためには、GBIF が整備しているような情報システムを整備していくべきである。データベースとして、生物の記載文献、分類データ、標本データ、サンプルデータなど用途に応じた様々なタイプの情報システムの整備が必要であり、検索システム、同定システムなどのほか、将来的には自動同定システムなどの研究開発も検討する必要がある。

4-5-4. 生態系観測のための組織体制および予算措置

以下のような項目に関して組織体制の整備と予算措置が必要である。

(1)大学野外研究施設、各研究所の試験地の充実

国際的視野にたった観測ステーションを確立するために、国内的には大学および研究機関のもつ野外研究施設（演習林、臨海・臨湖実験所など）の充実を行う。とくに、継続的な観測の可能な施設と人材の確保が必要である。アジア・太平洋の観測拠点には、各種の観測および生物標本の確保などの施設と観測のための人材確保などの予算措置が必要である。

(2)生物分類学の施設充実と人材確保・教育

博物館・大学博物館などにおける生物標本の維持、生物多様性情報の入力などの予算を充実する必要がある。アジア・太平洋の開発途上国には、とくに生物標本の保管施設の充実や、パラタクソノミストなど人保および育成の体制整備の支援が必要である。

(3)ネットワークとデータ管理

GBIF と連携したデータ管理を進める必要があるが、生態系データに関しては、国際的な観測のコーディネートとデータベース化、利用促進などのための組織を整備する必要がある。またアジア・太平洋地域の既存のネットワークを維持・拡張し、それによる観測を支援する仕組みが必要である。

(4)現在の事業の拡充とデータの共有

現在国内で行われているモニタリング事業（レッドデータブック、自然環境保全基礎調査、モニタリングサイト1000 酸性雨モニタリングなど）のうち、国際的なデータとして共有可能なものについては、共有化と公開をすすめる。また、国際的な観測としても意義のある観測については観測事業を太平洋・アジア地域に拡大する。

4-6. 課題分析表

(「重点化の必要性」の 印は重要な課題を示す)

生態系および生物多様性の現状把握

分類	観測ニーズ	現状	ギャップ (問題・課題)	具体的な取り組み	重点化の 必要性	重点化の視点 (留意事項)
生態系および生物多様性の現状把握	沿岸生態系の生物多様性把握	推定総種数のわずかな部分しか程度しかわかっていない：初ト(主として魚類)50%、プランクトン10%、マコブントス10%、メバントス0.1%、ナバントス0.1%) GTI, GBIF の取り組み CoML (Census of Marine Life) の取り組み	分類学キャパシティ(研究者・資料保管施設・研究資金)の絶対的不足 種名リスト、標本データベース以外の情報が未整備 長期モニタリングサイトの欠如 地球環境の変化に伴う多様性喪失の危機 データの活用体制の欠如 陸上に比べて我	専門分類学者の養成 分類学に必要な情報のデータベース化、時間情報、地理情報、生態情報とのリンク 長期モニタリングの実施と実施機関の設立 革新的分類学手法の開発(例: サンプル分類同定ロボット) 多様性の危機と保全の必要性に関する社会的合意形成のための取り組み(マシムの活用、教育機関の設立、社会参加を含む研究計画の策定)		特に既知種の少ない分類群を重点化 東南アジア海域で若手分類学者の養成 分類学者が欠如している分類群の専門家養成 記載文献のPDF・データベース化 種データベース(分類体系、記載情報、シノニムなど)の整備 観測の国際協力体制の確立 市民参加社会的合意形成が必要 モニタリングは純粋な研究というよりも業務という側面が強

		日本海洋データセンター(JODC)の取り組み	が国での社会的関心の低さ		いので、例えば、気象分野における気象庁のような、生物多様性の観測を業務とする機関を設立することが不可欠
生物多様性の現状把握	沖合/深海生態系の種多様性把握	推定総種数のわずかな部分しか程度しかわかっていない：サトウ(主として魚類)50%, プラクトン10%, 深海生動物10%, 深海生動物0.1%, 深海生植物0.1%) GTI, GBIFの取り組み CoML (Census of Marine Life)の取り組み 日本海洋データセンター(JODC)の取り組み	分類学キャパシティ(研究者・資料保管施設・研究資金)の絶対的不足 観測に必要なキャパシティ(研究船など)の絶対的不足 種名リスト, 標本データベース以外の情報が未整備 長期モニタリングサイトの欠如 地球環境の変化に伴う多様性喪失の危機 データの活用体制の欠如 陸上に比べて我が国での社会的関心の低さ	専門分類学者の養成 分類学に必要な情報のデータベース化, 時間情報, 地理情報, 生態情報とのリンク 長期モニタリングの実施と実施機関の設立 革新的分類学手法の開発(例: サンプル分類同定プラットフォーム) 多様性の危機と保全の必要性に関する社会的合意形成のための取り組み(スキームの活用, 教育機関の設立, 社会参加を含む研究計画の策定)	とくに既知種の少ない分類群を重点観測 東南アジア海域で若手分類学者の養成 分類学者が欠如している分類群の専門家養成 記載文献のPDF・データベース化 種データベース(分類体系, 記載情報, シノニムリストなど)の整備 観測の国際協力体制の確立 非常にコストがかかるので社会的合意形成が必要 モニタリングは純粋な研究というよりも業務という側面が強いので、例えば、気象分野における気象庁のような、生物多様性の観測を業務とする機関を設立することが不可欠
生物多様性の現状把握	陸上生態系の種多様性把握	推定総種数のわずかな部分しかわかっていない(無脊椎動物で顕著) GTI, GBIFの取り組み 日本分類学会連合の取り組み	分類学キャパシティ(研究者・資料保管施設・研究資金)の絶対的不足 観測に必要なキャパシティ(林冠などへのアクセス)の不足 種名リスト, 標本データベース以外の情報が未整備 長期モニタリングの欠如 とくに熱帯では多様性消失が大きいというのに、研究密度が低い データの活用体制の欠如	専門分類学者の養成 分類学に必要な情報のデータベース化, 時間情報, 地理情報, 生態情報とのリンク 長期モニタリングの実施と実施機関の設立 革新的分類学手法の開発(例: サンプル分類同定プラットフォーム) 多様性の危機と保全の必要性に関する社会的合意形成のための取り組み(スキームの活用, 教育機関の設立, 社会参加を含む研究計画の策定)	とくに既知種の少ない分類群を重点観測 中核的大学院研究科の設置と分類学者のネットワーク化による教育機構の整備 記載文献のPDF・データベース化(電子記載の可能性) 種データベース(分類体系, 記載情報, シノニムリストなど)の整備 既存標本データのデータベース化
生物多様性の現状把握	陸水生生態系の種多様性把握	推定総種数のわずかな部分しかわかっていない(バントスなどで顕著) GTI, GBIFの取り組み 日本分類学会連合の取り組み	分類学キャパシティ(研究者・資料保管施設・研究資金)の絶対的不足 種名リスト, 標本データベース以外の情報が未整備 長期モニタリングサイトの欠如 地球環境の変化に伴う多様性喪失の危機 データの活用体制の欠如	専門分類学者の養成 分類学に必要な情報のデータベース化, 時間情報, 地理情報, 生態情報とのリンク 長期モニタリングの実施と実施機関の設立 革新的分類学手法の開発(例: サンプル分類同定プラットフォーム) 多様性の危機と保全の必要性に関する社会的合意形成のための取り組み(スキームの活用, 教育機関の設立, 社会参加を含む研究計画の策定)	とくに既知種の少ない分類群を重点観測 中核的大学院研究科の設置と分類学者のネットワーク化による教育機構の整備 記載文献のPDF・データベース化(電子記載の可能性) 種データベース(分類体系, 記載情報, シノニムリストなど)の整備 既存標本データのデータベース化

生物多様性の現状把握	土壌生物の多様性把握	限られた分類群についての知識しかない GTI, GBIF の取り組み	分類学専門性（研究者・資料保管施設・研究資金）の絶対的不足 種名リスト、標本データベース以外の情報が未整備 長期モニタリングサイトの欠如 分解系、食糧生産などに関係して重要な種群データの活用体制の欠如	専門分類学者の養成 分類学に必要な情報のデータベース化、時間情報、地理情報、生態情報とのリンク 長期モニタリングの実施と実施機関の設立 革新的分類学手法の開発（例：サンプル分類同定プラットフォーム） 多様性の危機と保全の必要性に関する社会的合意形成のための取り組み（マシンの活用、教育機関の設立、社会参加を含む研究計画の策定）	とくに既知種の少ない分類群を重点化 中核的大学院研究科の設置と分類学者のネットワーク化による教育機構の整備 記載文献の PDF データベース化（電子記載の可能性） 種データベース（分類体系、記載情報、シノニムリストなど）の整備 既存標本データのデータベース化
------------	------------	---------------------------------------	---	---	---

生物多様性と生態系機能（生態系機能と生物多様性の同時モニタリング）

分類	観測ニーズ	現状	ギャップ（問題・課題）	具体的な取り組み	重点化の必要性	重点化の視点（留意事項）
生物多様性と生態系機能の把握	沿岸生態系の生物多様性と機能の変化	先駆的取り組みが始まったばかり CoML の取り組み NaGISA 計画の実践	生物の生態的地位や種間関係が十分わかっていない 観測方法の国際的標準化が必要 生態系機能の観測と生物多様性の観測のリンクが必要 観測参加者の不足 観測ステーション数の不足 試料処理体制の欠如 データ整理技術の欠如	生産・分解・栄養塩循環などの生態系機能の観測とリンクした生物多様性の観測 国際的標準手法の開発とそれによる観測 NaGISA 計画などの地球規模計画の推進 市民参加による実施体制の強化と行政機関との獲得		緯度傾度 人為影響の強弱に沿った配置 観測機関の整備 観測技術者（パラタキシストなど）の養成、若手分類学者（ポストドク）の参画を推進 コンピュータを用いた汎用多重生物検索システム、インターネットを通じた未同定標本のクロスファンクショナルシステム、サンプル単位でのデータベース等の開発 地球環境の変化のバイオモニタリングとしての位置づけの周知
生物多様性と生態系機能の把握	沖合生態系の生物多様性と機能の変化	先駆的取り組みが始まったばかり CoML の取り組み NaGISA 計画の実践	生物の生態的地位や種間関係が未解明 観測方法の国際的標準化が必要 生態系機能の観測と生物多様性の観測のリンクが必要 観測参加者の不足 観測ステーション数の不足 試料処理体制の欠如 データ整理技術の欠如	生産・分解・栄養塩循環などの生態系機能の観測とリンクした生物多様性の観測 生態系の栄養段階ごとの生物多様性観測 国際的標準手法の開発とそれによる観測 NaGISA 計画などの地球規模計画の推進 市民参加による実施体制の強化と行政機関との獲得		緯度傾度 人為影響の強弱に沿った配置 観測機関の整備 観測技術者（パラタキシストなど）の養成、若手分類学者（ポストドク）の参画を推進 コンピュータを用いた汎用多重生物検索システム、インターネットを通じた未同定標本のクロスファンクショナルシステム、サンプル単位でのデータベース等の開発 地球環境の変化のバイオモニタリングとしての位置づけの周知

<p>生物多様性と生態系機能の把握</p>	<p>陸上生態系の生物多様性と機能の変化</p>	<p>先駆的とり組みが始まったばかり IBOY-DIWPAの取り組み LTERの取り組み 大学研究林などの基礎データとネットワークが形成されつつある 環境省モニタリングサイト1000の取り組み</p>	<p>生物の生態的地位や種間関係が未解明 観測方法の国際的標準化が必要 生態系機能の観測と生物多様性の観測のリンクが必要 森林・草原・農耕地など生態系の種類に応じた観測手法の開発が必要 観測参加者の不足 観測ステーション数、観測項目の不足 試料処理体制の欠如 データ整理技術の欠如</p>	<p>生産・分解・栄養塩循環などの生態系機能の観測とリンクした生物多様性の観測 多栄養段階量的食物網、分散的競争関係網、間接的種間相互作用網などに注目 送粉・種子散布など生態系の維持にかかわる相互作用系とリンクした生物多様性観測 国際的標準手法の開発とそれによる観測 IBOY計画などの地球規模での観測への発展</p>	<p>緯度傾度、人為影響の強弱に沿った配置 大学研究林などの基礎データを活用 ILTERなどのネットワークを生かした観測機関の整備 観測技術者（バクテリアリストなど）の養成、若手分類学者（ボストク）の参画を推進 コンピュータを用いた汎用多重生物検索システム、インターネットを通じた未同定標本のクオリファレンスシステム、サブロット単位のデータベース等の開発 特に、東南アジア地域でサブロット保管設備の整備が必要 地球環境の変化のバイオモニタリングとしての位置づけの周知</p>
<p>生物多様性と生態系機能</p>	<p>陸水生態系の生物多様性と機能の変化</p>	<p>先駆的とり組みが始まったばかり IBOY-DIWPAの取り組み LTERの取り組み 大学の陸水研究施設などの基礎データとネットワークが形成されつつある</p>	<p>生物の生態的地位や種間関係が未解明 観測方法の国際的標準化が必要 生態系機能の観測と生物多様性の観測のリンクが必要 河川・湖沼など生態系の種類に応じて観測手法を開発する必要がある 観測参加者と観測ステーション数の不足 試料処理体制の欠如 データ整理技術の欠如</p>	<p>生産・分解・栄養塩循環などの生態系機能の観測とリンクした生物多様性の観測 多栄養段階量的食物網、分散的競争関係網、間接的種間相互作用網などに注目 国際的標準手法の開発とそれによる観測 IBOY計画などの地球規模での観測への発展</p>	<p>緯度傾度、人為影響の強弱に沿った配置 大学研究林などの基礎データを活用 ILTERなどのネットワークを生かした観測機関の整備 観測技術者（バクテリアリストなど）の養成、若手分類学者（ボストク）の参画を推進 コンピュータを用いた汎用多重生物検索システム、インターネットを通じた未同定標本のクオリファレンスシステム、サブロット単位のデータベース等の開発 特に、東南アジア地域でサブロット保管設備の整備が必要 地球環境の変化のバイオモニタリングとしての位置づけの周知</p>
<p>生物多様性と生態系機能</p>	<p>物質循環にかかわる微生物の動態</p>	<p>東大海洋研での沿岸海域研究 産総研の北太平洋の炭素循環に関する観測 ドイツ・マックス・プランク研究所による陸上および海洋における生物地球化学的研究</p>	<p>微生物定量法が不十分 微生物活性測定法が不十分 他の分野の観測との連携が不十分</p>	<p>迅速かつ簡便な微生物モニタリング法の充実 観測地点での長期モニタリング</p>	<p>観測地点の選定（水圏、土壌圏等） 誰でもが解析可能なモニタリング法の開発には産官学の連携が必要 微生物の現存量定量データと活性データの統合</p>
<p>生物多様性と生態系機能</p>	<p>流域レベルでの生物多様性と機能の変化</p>	<p>米国LTERなどで先駆的試み Millennium Ecosystem Assessmentなどの取り組み</p>	<p>小型の実験的な集水域で行われるものが多く、人間活動も含めた流域単位の観測が不十分 森林・河川・湖沼・耕作地・沿岸域など複数の生態系や人間活動の影響など観測項目が多岐にわたり、十分な手法が未開発</p>	<p>流域内の土地利用、生態系、生物多様性の変化などを総合的に観測 猛禽類、大型哺乳類など広域な行動圏やキースト種の観測 流域内の人間活動などの観測</p>	<p>当面実験的な観測で、各種の生態系・生物多様性観測を実験サイトに結集させるなどの方法が考えられる</p>

生物多様性の変化とその要因の検出（生物の生息環境および景観の変化）

分類	観測ニ ーズ	現状	ギャップ (問題・課題)	具体的な取り組み	重点 化の 必要 性	重点化の視点（留意事項）
生物多様性の変化とその要因の検出	河川の物理構造変化とその影響	<p>新河川法により高い安全性・利便性の確保と河川環境保全の両立を考慮した河川整備の推進</p> <p>都道府県・省庁レベルで生物多様性保全を目標とした自然再生事業が実施</p> <p>ダム・堰の建設や河川改修の生態系影響把握は環境アセスメントなどで実施</p>	<p>生息場所としての河川形態の現況把握と機能評価は不十分（とくに魚類以外）</p> <p>流域内の断絶対策（上～下流，河川～陸上）と河川・湖沼攪乱体制の回復が重要視</p> <p>集水域の人口動態・土地利用のデータベース化が必要</p> <p>急速な人口増加や経済開発が進むアジア諸地域で，体系的な観測が不足</p>	<p>河川形態（瀬・淵・蛇行，水系網），水際・氾濫堆積地，堤外地の人工改変率と生物への影響評価</p> <p>土砂管理・水辺の土地利用による微細砂の流出特性変化と石礫表面における生物群集の応答評価</p> <p>横断工作物や人為的な流量操作による河川生物への影響度評価</p> <p>水辺林の復元・保全によるネットワーク化と生態学的回廊効果の実験検証</p> <p>流量変化の許容による河川攪乱体制の回復と生物群集の応答評価</p> <p>GISによる流域土地利用・被覆の影響評価</p> <p>各地で実施されている流域管理・水辺域利用計画の把握と個別事業の施工後追跡調査結果のデータベース化</p>		<p>高い安全性の確保と野生生物保護との両立を目指した学際研究の必要性</p> <p>流域の社会環境・歴史的背景と調和した河川環境の再生が必要</p> <p>攪乱レジーム，土砂や物質の滞留時間，生息場所環境，酸化還元状態の変化などが生物群集に与える影響の評価が必要</p>
生物多様性の変化とその要因の検出	陸上生態系の分断・小面積化の種の多様度，絶滅への影響	<p>欧州を中心に森林の分断・断片化が動物個体群の存続や種多様度に影響することが報告されている</p> <p>北欧を中心に森林タイプごとに小哺乳類個体群の個体数調査が長期間行われている（調査地点は10箇所未満）</p> <p>国内では林野庁を中心に森林性小哺乳類個体群の個体数調査が長期間実施（調査地点は50箇所以上）</p> <p>北米，中南米にも観測点があるが個人的な運用</p>	<p>観測対象生物群や手法が不統一</p> <p>観測サイトの不足</p> <p>ネットワークの欠如</p> <p>長期調査によって初めて明らかになる現象が多く，長期間の予算が確保できない</p> <p>途上国でのキャパシティ不足</p>	<p>分断化の影響を受けやすい生物群を特定する</p> <p>土地利用の観測と同時にこれらの生物の個体群やその繁殖を観測する</p> <p>分断化に関して不十分なながらも調査体制がある日本，北欧で協力体制を構築</p>		<p>日本，北欧の協力体制の構築</p> <p>国際プロジェクトとしての長期調査の予算化</p> <p>林野庁，大学演習林など関係機関の協力</p> <p>調査結果を分析する体制の強化</p>

生物多様性の変化とその要因の検出	自然海岸の分断・小面積化の種の多様度、絶滅への影響	自然海岸が激減し、湿原などに生息する動物が大きな影響を受けている 自然海岸、湿原などに生息する動物の定期的な調査が不十分	自然海岸、湿原などを系とらえて総合的な調査をする必要がある 北米、中南米にも観測点があるが個人的な努力の範囲を超えていない 途上国では、高度な観測機器の維持ができない 衛星で観測しにくい場所を優先	自然海岸、湿原などを系とらえて総合的な調査を定期的にする必要がある（対象となる動物：鳥、甲殻類、貝類、昆虫など）	NGO との連携強化 データ解析に関する研究機関の協力
生物多様性の変化とその要因の検出	漁獲圧の生態系影響	GLOBEC, IMBER		調査船による観測およびデータ研究	生態系将来予測モデルの構築と高精度化

生物多様性の変化とその要因の検出（種の個体数と分布の変化）

分類	観測二一ズ	現状	ギャップ （問題・課題）	具体的な取り組み	重点化の必要性	重点化の視点（留意事項）
生物多様性の変化とその要因の検出	渡り鳥の渡来と数年変化	個人情報や野鳥の会支部などの観察情報あり 環境省/山階鳥類研究所の標識調査記録あり	観察情報、標識情報ともに、同じ基準手法でエータしていく体制にない 調査地点が系統的に選択されていない 情報は存在していても、きちんと解析し公開していく体制がない 関係諸国との連携が不十分	同一手法にもとづく長期継続型の調査計画の確立 関係諸国との連携の確立 広範囲、長期エータを容易にする手法の開発（衛星追跡、衛星画像、レダなどの利用）		民間情報と研究機関情報の連結 調査結果入力 の簡便化 関係諸国とのデータの共有化
生物多様性の変化とその要因の検出	陸棲大型動物の動態把握	猛禽類、哺乳類など大型動物には絶滅危惧種が多い 行動圏が広く複数の生態系にまたがる 環境省自然環境保全基礎調査、環境アセスメントなどの調査データ	対象となっている種が少ない 環境アセスメントのデータは系統的に整理されていない 国際的な連携が不十分	対象種の拡大 IT を利用した行動圏の把握研究		アセスメントなどによる情報の統合化 関係諸国とのデータの共有化
生物多様性の変化とその要因の検出	海棲大型動物の動態把握	海洋性の大型動物には絶滅危惧種が多い（ジゴトン、ウミガメなど） 信頼できるデータはほとんどない 基礎的な調査課から始める必要がある	研究者が少ない 調査方法が確立されていない 船を使うために予算がかさむ 国際的な連携が不十分	対象種の拡大 テレメトリなどによる行動圏の把握研究 アマチュアなど関係者を横断的に組織して調査体制を検討する		アセスメントなどによる情報の統合化 関係諸国とのデータの共有化 ギャップを少しでも埋めるために努力すること

生物多様性の変化とその要因の検出（絶滅危惧種の変化）

分類	観測二 ーズ	現状	ギャップ (問題・課題)	具体的な取り組み	重点 化の 必要 性	重点化の視点（留意事項）
生物多様 性の変化 とその要 因の検出	陸水生 物の絶 滅とその 要因	レッドデータ ックによる水生 植物・魚類等 大型水生動物 の絶滅危惧種 のリスト 個別研究に よる特定分類 群の生息リスト 琵琶湖など 特定湖沼での 長期生物モニ タリングデータ（京 大・滋賀県な ど）	各湖沼・河川の特 性を指標する生物種 が把握されていない 大型脊椎動物（両 生爬虫類、鳥類、ほ 乳類）の水辺利用状 況が不明 各生物種の生息制 限因子が解明されて いない	レッドデータ ックの定期的更 新 絶滅危惧種の生態的特性 解明と絶滅原因の特定 絶滅危惧種の遺伝的多様 性 開発途上国でのレッドデータ ックの整備 分子生物学手法による特 定生物群の遺伝子交流と遺 伝的な孤立の把握		分類マニュアル・調査手法の確立 と調査観測員の講習 琵琶湖など固有種が多い古 代湖において特に問題 開発途上国での能力開発が 必要 情報の公開方法に注意が必 要
生物多様 性の変化 とその要 因の検出	陸棲生 物の絶 滅とその 要因	レッドデータ ックによる陸棲 生物の絶滅危 惧種リスト 個別研究に よる特定分類 群の生息リスト	先進国では比較的 レッドデータ種リストが整 備されているが、途 上国では未整備 公表することによ ってさらに絶滅が促 進される場合があ り、情報を公開でき ない	レッドデータ ックの定期的更 新 絶滅危惧種の生態的特性 解明と絶滅原因の特定 絶滅危惧種の遺伝的多様 性 開発途上国でのレッドデータ ックの整備 分子生物学手法による特 定生物群の遺伝子交流と遺 伝的孤立の把握		開発途上国での能力開発が 必要 情報の公開方法に注意が必 要
生物多様 性の変化 とその要 因の検出	海棲生 物の絶 滅とその 要因	レッドデータ ックによる海棲 生物の絶滅危 惧種リスト 個別研究に よる特定分類 群の生息リスト	先進国では比較的 レッドデータ種リストが整 備されているが、途 上国では未整備 水産資源生物では 絶滅危惧の判定に異 論が多い	レッドデータ ックの定期的更 新 絶滅危惧種の生態的特性 解明と絶滅原因の特定 絶滅危惧種の遺伝的多様 性 開発途上国でのレッドデータ ックの整備 分子生物学手法による特 定生物群の遺伝子交流と遺 伝的孤立の把握		開発途上国での能力開発が 必要 情報の公開方法に注意が必 要

生物多様性の変化とその要因（侵入種の動態）

分類	観測二 ーズ	現状	ギャップ (問題・課題)	具体的な取り組み	重点 化の 必要 性	重点化の視点（留意事項）
生物多様 性の変化 とその要 因の検出	海洋生 態系に おける 侵入生 物によ る生物 多様性 の攪乱	侵入生物によ る地域の生物多 様性喪失が世界 的に顕在化 バラスト水など による沿岸生物 相への影響が顕 在化	国内では、侵入 生物を扱う研究者 が少ない 発展途 上国での情報に乏 しい	外来生物種のリスト作成と 分布把握 侵入・定着条件および移 動分散過程の解明 在来生物との競争・敵対 関係評価と固有生物の絶滅 などの影響評価		基礎情報の収集とともに積 極的な侵入種対策を同時に行 う必要性

生物多様性の変化とその要因の検出	陸上生態系における侵入種による生物多様性の攪乱	侵入生物による地域の生物多様性喪失が世界的に顕在化 土地利用など人間活動による攪乱に関係 DIVERSITASなどの取り組み	国内では、侵入生物を扱う研究者が少ない 発展途上国での情報に乏しい	外来生物種のリスト作成と分布把握 侵入・定着条件および移動分散過程の解明 在来生物との競争・敵対関係評価と固有生物の絶滅などの影響評価 海外へ侵出する国内生物のリストアップと対策法の確立		基礎情報の収集とともに積極的な侵入種対策を同時に行う必要性
生物多様性の変化とその要因の検出	陸水生生態系における侵入生物による生物多様性の攪乱	侵入生物による地域の生物多様性喪失が世界的に顕在化 地域多様性の喪失のみならず、生態系機能の劣化に伴う人間社会への波及効果も懸念 ブラックスについては自治レベルで駆除対策が開始（滋賀県など）	分布、分散経路、個体群密度、在来生物との相互作用など基本的な生態情報が乏しい 種によって社会的関心と現況把握および対策の進捗状況が大きく異なる 国産種の海外への侵出が顕在化するも、有効な対策が講じられていない 国内では、侵入生物を扱う研究者が少ない	外来生物種のリスト作成と分布把握 侵入・定着条件および移動分散過程の解明 在来生物との競争・敵対関係評価と固有生物の絶滅などの影響評価 海外へ侵出する国内生物のリストアップと対策法の確立		基礎情報の収集とともに積極的な侵入種対策を同時に行う必要性 固有種の保全 琵琶湖など固有種の多い古代湖において特に問題

生物多様性の変化とその要因の検出（遺伝的多様性の変化）

分類	観測ニーズ	現状	ギャップ（問題・課題）	具体的な取り組み	重点化の必要性	重点化の視点（留意事項）
生物多様性の変化とその要因の検出	植物の遺伝的多様性	絶滅危惧種、固有種などの遺伝的多様性に関する研究が進められている	限られた種についての分析であり小規模で個人的な努力による場合が多く、体系的なデータになっていない	多くの種での分析による体系化 生息地の減少や分断化による影響の観測 花粉媒介者や種子散布者など共生する生物との相互作用を含めた観測		DNA マーカーの開発や効率的な分析システムの整備が必要
生物多様性の変化とその要因の検出	陸棲脊椎動物の遺伝的多様性	欧米の研究者を中心に森林の分断・断片化が個体群の遺伝的多様性に与える影響が研究されている 遺伝的多様性の喪失は精子異常をもたらす可能性がある	まだ、研究レベル中心の調査が多く、幅広い種で網羅的に調査する必要がある 欧米研究者が中心になって研究が進められているが個人的な努力の範囲を超えていない	絶滅が危惧される大型の動物を中心に生息地の断片化と遺伝的な多様性の関係の調査 日本では有害鳥獣駆除のシステムを利用すればサンプルは比較的容易に収集可能 これらのサンプルをルーチンで分析する体制を整えれば、網羅的な調査が可能になる		欧米との研究レベルでの交流 有害鳥獣駆除システムの再構築 分析体制の構築
生物多様性の変化とその要因の検出	陸棲無脊椎動物の遺伝的多様性	非常に限られた生物に関する単発的データの蓄積 GBIF の取り組み Bar Code of Life の取り組み	体系的データ蓄積システムの欠如 DNA 分析技術者の不足 必要性の説明不足 情報の活用体制の不足	DNA 分析用サンプルの体系的収集 DNA 分析キャパシティの増強 標準的遺伝マーカーの選択 博物館試料の活用		組織的対応 業務としての遂行 遺伝情報の応用科学（薬学・医学など）への活用の道筋

生物多様性の変化とその要因の検出	陸水生生物の遺伝的多様性	絶滅危惧種の遺伝的多様性消失が一部の種について研究されている 魚類の放流により遺伝的固有性の消失が危惧されている	国内集団の水系間移動とそれに伴う遺伝子汚染の実態については未解明	放流事業による国内の移動と遺伝的多様性への影響（淡水魚、杣など）近縁種間の交雑による遺伝子汚染（ニホノバウチゴなど）の実態解明		
生物多様性の変化とその要因の検出	海洋生物の遺伝的多様性	非常に限られた生物（水産重要種など）に関する単発のデータの蓄積 CoMLの取り組み Bar Code of Lifeの取り組み	体系的データ蓄積システムの欠如 DNA分析技術者の不足 必要性の説明不足 情報の活用体制の不足	DNA分析用サンプルの体系的収集 DNA分析プラットフォームの増強 標準的遺伝マーカーの選択 博物館試料の活用		組織的対応 業務としての遂行 遺伝情報の応用科学（薬学・医学など）への活用の道筋
生物多様性の変化とその要因の検出	生態系遺伝子資源としての微生物多様性	米国ミシガン州立大学の化学物質分解菌の遺伝子解析 米国ワシントン大学での環境からの遺伝子解析による微生物多様性解析法の開発	環境、特に土壌からの核酸の抽出法が不完全 直接抽出核酸からの生態にかかわる機能遺伝子の解析技術が不十分 未知の微生物の単理技術が不十分	環境ゲノム解析による微生物生態機能解析法の充実 未知微生物の網羅的単理法の確立		迅速な環境ゲノム解析法の開発には産官学の連携が必要
生物多様性の変化とその要因の検出	遺伝子組換え生物による遺伝子攪乱の観測	加対協定書で移動の制限を各国で策定 農作物を中心に逸出や他の生物への影響が報告された例がある	組織的な検出機構がない 他の生物の影響が不明	効率的な検出方法の開発 他の生物への影響評価手法の確立		

生態系変化とその要因の検出（温暖化にともなう生態系の変化）

分類	観測ニーズ	現状	ギャップ（問題・課題）	具体的な取り組み	重点化の必要性	重点化の視点（留意事項）
生態系の変化とその要因の検出	温暖化・気候変化による陸水生生物多様性の変化	地球温暖化に伴う水収支の変化が世界的な規模で危惧 大型湖沼では過去50年間で1度以上の温度上昇（琵琶湖など） 降雪の減少による湖底での貧酸素化や降雨による季節性の変化が危惧 河川の温度上昇による冷水性生物の生息場所の断片化の兆候 寒帯域では降	20年以上に渡る水温などのモニタリングデータが自治体・省庁・大学レベルで行われているが、データベースとしてネットワーク化されていない 生態系への温暖化影響を予測するためのデータ項目不足（DO, 生物量, 基礎生産, 群集呼吸など） 既存データベースの観測手法、セグ等の相互連携が必要 水生生物及びそ	観測拠点のネットワーク化と観測データのキャリブレーション・データベース化 水温, 光量, 濁度, DO, CO ₂ , 栄養塩, 有機物量及び生物量・基礎生産・群集呼吸のモニタリング 高度化と機械化 温暖化や二酸化炭素濃度変化に伴う生態系機能及び生物多様性への影響の解明 土地利用等の地域環境変化を加味した地球温暖化等の地球規模の環境変化による影響の予測モデル構築 応答予測及びモデル検証のための大規模野外実験		IoTなどを活用したリアルタイムモニタリングの手法開発 森林等隣接生態系と連動した観測態勢 生物多様性を含む生態系モデルの高度化 大規模野外実験のための研究拠点整備

		雨・降雪減少に伴う有機物流入減少と紫外線の影響が深刻 限られた湖沼での長期観測データ(大学・自治体)	の種間相互作用に及ぼす温度変化や大気二酸化炭素濃度変化の影響は未解明 季節性の変化や温度変化に伴う生息域の断片化を予測するための観測網が未整備 環境モニタリングと連動した生物物理化学プロセス解明のための野外実験拠点が必要		
生態系の変化とその要因の検出	温暖化・気候変化による陸上生態系の変化	植生の分布を衛星データからモニタリング 永久調査区による追跡観測網を利用した解析 温暖化シナリオに従った生態系の分布変化の予測 GTOSによる取り組み 環境省モニタリングサイト1000の取り組み 植物生理学的な高CO ₂ 、高温栽培実験	多国間の研究連携・総括体制の必要性 個人的なモニタリングの取り組みが多く、体系的でない	衛星データなどによる植生の変化観測 台風・洪水など攪乱レジームの変化とそれに対応した観測の強化 観測拠点による生態系機能および生物多様性の観測 観測拠点のネットワーク化と観測データのキャパシテーション・データベース化 温暖化シナリオに沿った気候条件の変化と生息域の断片化などをいれたモデル作成	他の生態系と連携した流域レベル、地域レベルでのモニタリングが必要 大学の研究林、野外実験施設などを利用した観測拠点整備
生態系の変化とその要因の検出	地球温暖化による海洋生態系への影響把握	国際共同研究 GLOBECなどで温暖化による海洋生態系、特に高次生態系の変動を解析している IMBERの取り組み	長期観測が少ない 観測技術の高度化が必要	研究船による観測およびプロセス研究 長期観測体制の強化 ネットワーク化 予測モデルの構築と高精度化	生物多様性への影響評価も重要

生態系変化とその要因の検出(土地利用などともなう生態系の変化)

分類	観測ニーズ	現状	ギャップ(問題・課題)	具体的な取り組み	重点化の必要性	重点化の視点(留意事項)
海洋生態系(環境)	流域土地利用による海洋生態系の変化	LOICZ	長期観測が少ない 観測技術の高度化が必要	研究船による観測およびプロセス研究		栄養負荷、生物多様性への影響 森林伐採や土地利用変化、人間活動の影響評価が必要 生態系機能観測と並行して可能
生態系の変化とその要因の検出	人口集中と土地利用変化による陸水生態系の変化	個別的な水域でのモニタリング	急速な人口増加や経済発展、政治経済体制の変化が進むアジア諸地域で体系的な観測が不足 観測技術(指標	重点水域での長期観測体制の強化 既存情報のデータベース化とネットワーク化 指標、指数の開発		集水域、人間活動を含めた総合的観測 生態系指標の開発が必要 生態系機能観測と並行して可能

	化		化)が未整備のため、観測自体が困難			
生態系の変化とその要因の検出	森林火災による陸上生態系の変化	山火事発生地点が衛星からモニタリング 山火事発生後の生態系変化を追跡する研究が個別に行われている	山火事発生後短い期間の観測に終わっている 個別観測が多くネットワーク化が必要	山火事発生確率の地理分布 山火事に対する抵抗性、回復力の判定 山火事による二酸化炭素や大気汚染物質の発生推定 生物多様性に与える影響		森林資源および自然災害の観測と連携
生態系の変化とその要因の検出	砂漠化による陸上生態系の変化	衛星による砂漠化の観測 砂漠化の実態に関する個別的な研究 砂漠化のメカニズムに関する研究 砂漠化した場所の緑化事業	気候条件と人為的要因の分離がむずかしい 個別的な研究が多くネットワーク化が必要	気候条件の変化 家畜・乾燥地農業などの人間活動のモニタリング 環境収容力の推定とその分布図作成 砂漠化に関する社会的要因の観測強化		他の観測との重複が少ない

生態系変化とその要因の検出（降下物質および汚染による生態系の変化）

分類	観測ニーズ	現状	ギャップ（問題・課題）	具体的な取り組み	重点化の必要性	重点化の視点（留意事項）
生態系変化とその要因の検出	化学物質流入による陸水生生態系影響把握	個別的な水域でのネットワーク	急速な人口増加や経済開発が進むアジア諸地域で、体系的な観測が不足	長期観測体制の強化 ネットワーク化		広域把握（途上国などへの技術導入） 生態系機能観測と並行して可能
生態系変化とその要因の検出	黄砂や人為起源窒素酸化物の降下による陸水生生態系影響把握	個別的な水域でのネットワーク	急速な人口増加や経済開発が進むアジア諸地域で、体系的な観測が不足	長期観測体制の強化 ネットワーク化		栄養負荷 生物多様性への影響 砂漠化による加速の可能性 生態系機能観測と並行して可能
陸水生生態系（環境劣化）	富栄養化の生態系影響把握	個別的な水域でのモニタリング	急速な人口増加や経済発展、政治経済体制の変化が進むアジア諸地域で、体系的な観測が不足 観測技術（指標化）が未整備のため、観測自体が困難	重点水域での長期観測体制の強化 既存情報のデータベース化とネットワーク化 指標、指数の開発		広域監視のための生態系指標の構築が必要 集水域レベルでの観測が必要 他の観測と共同が必要

生態系変化とその要因の検出	河川からの栄養流入による海洋生態系影響把握	LOICZ による取り組み	長期観測が少なく観測技術の高度化が必要 観測間隔の空白 観測データの質の高度化 深海環境の調査研究は不十分 観測項目の不足	研究船による観測および リモート研究 観測体制の強化 観測のローチ化 現場実験による影響のモニタリング モデルが必要とする基礎データの収集 モデルによる影響の予測	栄養負荷の生物多様性への影響 森林伐採や土地利用変化、人間活動の影響評価が必要 他の観測との共同が必要
生態系変化とその要因の検出	黄砂や人為起源窒素酸化物などの降下による海洋生態系影響把握	国際プログラム IGBP-SOLAS 我が国では世界5番目の鉄散布実験が行われた	長期観測が少ない 観測技術の高度化が必要 観測間隔の空白 観測データの質の不十分 深海環境の調査研究は不十分 観測項目の不足	研究船による観測および リモート研究 観測体制の強化 観測のローチ化 現場実験による影響のモニタリング モデルが必要とする基礎データの収集 モデルによる影響の予測	栄養負荷 生物多様性への影響 砂漠化による加速の可能性 他の観測との共同が必要
生態系変化とその要因の検出	化学物質流入による海洋生態系影響把握	個別的な水域でのモニタリング	アジア諸地域で、体系的な観測が不足 環境省観測間隔の空白 観測データの質が不十分 深海環境の調査研究は不十分 観測項目の不足	長期観測体制の強化とネットワーク化 現場実験による影響のモニタリング モデルが必要とする基礎データの収集 モデルによる影響の予測	広域把握 途上国などへの技術導入 他の観測との共同が必要
生態系変化とその要因の検出	富栄養化の生態系影響把握	個別的な水域でのモニタリング 衛星を用いた広域監視	アジア諸地域で、体系的な観測が不足 観測技術（指標化）が未整備	重点水域での長期観測体制の強化 既存情報のデータベース化 ネットワーク化 指標、指数の開発	流域の人間活動を含めた総合的な評価、観測が必要 アジア諸国への技術移転 ネットワーク化
生態系変化とその要因の検出	酸性降水物などによる森林衰退	林野庁によるモニタリング 国際的な酸性雨監視 被害を受けた森林の個別的研究	モニタリングの特定が不十分 短期的な影響調査が多く長期的な影響が不明 樹木への影響が強調され、他の生物への影響が不十分	モニタリングの特定が可能なモニタリング 生態系全体や生物多様性への影響観測	森林資源観測との共通性 他の観測との共同が必要

生態系変化の影響検出（物質循環への影響）

分類	観測ニーズ	現状	ギャップ（問題・課題）	具体的な取り組み	重点化の必要性	重点化の視点（留意事項）
生態系変化の影響検出	水循環への影響評価	個別的な水域でのモニタリング	気象データに比べて長期観測データが不足	長期観測体制の強化 ネットワーク化 予測モデルの構築と高精度化		現状把握と同時に、リモート理解の重要性 全体モデルに必要なパラメータを観測

生態系変化の影響検出	主要生態系での物質循環速度の変化	炭素フラックス観測のみの場合が多い	炭素中心手法の不統一 長期観測サイトがない 植物の反応と植食者、分解者生物との関係が考慮されていない	陸上フラックス観測サイトでの炭素以外の物質・栄養塩などの循環測定 植物 - 分解者応答の解明		生態系と多様性を結ぶ分野 生態系応答の把握 全体レベルに必要なパラメータを 観測
生態系変化の影響検出	有機物分解速度の長期観測	日本での観測はない欧州ではブッシュカマツの同じ落葉を各国の森林に設置して分解速度と気候の関係が解析された 北米を中心としたGLIDEで草本の分解速度が統一的手法で比較された	標準的な手法の確立	標準的な落葉を選定、確保し、継続測定		指標性高い 多点、広域の比較に利用 設置、回収を依頼すれば比較的安価、少人数で実行可能 生態系機能観測と並行して可能
生態系変化の影響検出	生物地球化学サイクル・気候調節への影響観測	IMBER による取り組み	長期観測が少ない 観測技術の高度化が必要 米国などでは長期生態系観測が行われている	海洋の生物地球化学プロセス研究		気候変化の影響予測レベルの構築と高精度化 他の観測と共同が必要

生態系変化の影響検出（生態系サービスの変化と評価）

分類	観測ニーズ	現状	ギャップ（問題・課題）	具体的な取り組み	重点化の必要性	重点化の視点（留意事項）
生態系変化の影響検出	水質形成等生態系機能の把握と評価	健全な水資源の確保とそれを保証する生物多様性の保全が世界的な急務 水質基準項目についての都道府県・省庁レベルでのモニタリング 富栄養化防止条例など都道府県レベルでの努力目標設定 大学・研究所による個別調査 有害化学物質の室内実験レベルの影響評価 IGBP-GCTEの次期研究計画として国際陸域統合研究計画(IGBP-GLP)が発足、日本人研究者が主体的関与	生態系機能としての評価が不十分 既存モニタリング項目のデータアクセス・ネットワーク未整備 生産・呼吸・沈降等の生物プロセス観測の欠如 1970年代以前の水質・生物情報(原風景)の欠如 集水域の人口動態・土地利用のデータアクセスが必要 栄養塩・有機物の面源負荷(ノンポイントソース)の観測手法 有害化学物質暴露の生態系レベルでの影響評価手法が未確立	モニタリング拠点(観測湖沼)の整備とネットワーク化 基礎生産・群集呼吸・沈降速度の季節毎の観測 DO, DOC, CO ₂ , セストンCNP, 加ワイル, 安定同位体, 生物活動を反映する化学項目の観測 沿岸(水草帯)の物理構造と人為的改変 湖底の有機物堆積とガス代謝 湖底堆積物を用いた近過去の生態系復元 面源負荷の影響評価 GISによる土地利用・被覆の影響評価 生態系基盤の栄養構造解析(生物群集を支えるエネルギー・物質の起源)		生態系サービスとしての重要性を評価 保全への動機付け 生産・呼吸比や二酸化炭素分圧などによる、物質収支の指標化 IoTなどを活用したリアルタイムモニタリングの手法開発 富栄養化以前の生態系の再現による健全さの目標設定 土地利用・被覆変化に伴う地球温暖化の影響評価 森林など他の生態系観測との連動

生態系変化の影響 検出	生態系の現況を客観的に示すことの出来る指標の開発および体系化	生態系指標 (Criteria&Indicator)に関する取り組みがカナダや国際機関 (CIFOR, ITTO) 等で進められているが、我が国の事業・研究は不十分	陸上生態系、特に森林生態系の指標化は生態系そのものの不均質性が問題 スケールアップ技術をどう開発するか	クリテリアインディケータの開発と 摘要	国際的な枠組みで進展する可能性があり、国内整備は急務（極めて重要） 新たな基準を独自に開発するか、既に出来たものを改良して使うか検討課題
生態系変化の影響 検出	生態系の状況（劣化、衰退、人為攪乱の影響度）を簡便かつ迅速に評価する手法の開発	生態系の調査は通常 in-situ observation を伴いこれらの観測は地を這う調査を行うことで可能となるため、得られたデータはあくまでポイントである空間的スケールに広げることが難しく海洋観測など他の global 研究のように地点間を補完する方法が確立されていない	迅速かつ正確に現状把握する方法がない リモートセンシングなどの空間情報とのギャップ	生態系サービスの評価およびその手法開発 スケールアップ技術の確立 地域社会の現状に関しての客観的な評価基準の確立 エコシステムサービスの評価方法の確立	エコシステムマネジメントや MA (ミレニアム・アセスメント) などに発展させるためには、左記の問題を克服する必要がある極めて重要 In situ のモニタリングに際しては（特に海外で行う場合は）以下の問題が絶えず伴うデータの帰属性と公開性、データの質と管理(QA/QC)、データの持続性、資金、マンパワーの質とインセンティブ