

8. 自然災害・地図作成・資源探査部会報告(エネルギー・資源)

8-1. はじめに

エネルギー・資源領域では、石油エネルギー・鉱物資源、森林資源、農業資源、海洋生物資源の4分野を取り上げ、検討を行った。これらの分野は、その存在が国の安全や利害に直結するため、国が中心となって観測を行う、という側面が強い。特に今日では産業界が資源の探査に強く関与していることから、民間主体の観測が行われることも多い。しかしながら、一方で、資源問題は各国に共通する問題であり、また、近年では、資源が世界を動き回ることから、国を超えて国際的な協力のもとで観測を行う必要性が生じていることも事実である。特に、森林資源、水産資源は地球規模での気候変動や生物多様性といった問題と密接に関係していることが知られている。

そこで本領域では、上記の4分野について、地球規模での観測の視点から、観測の現状、問題点、今後の観測のあり方を検討した。これらの分野は、それぞれの分野で、時空間スケール、利用形態、経済的係わり等が大きく異なるため、それぞれ独立して検討を行い、エネルギー・鉱物資源分野、森林資源分野、農業資源分野、及び海洋生物資源分野として報告書をまとめた。また、それぞれの分野における観測の優先度をまとめた分析表を取りまとめた。

8-2. エネルギー・鉱物資源分野

エネルギー、鉱物資源の大部分を海外に依存しているわが国にとって、エネルギーおよび鉱物資源に係わる安全保障は国の最優先課題のひとつである。現在の資源論では物理的なエネルギー・資源の賦存を論じるだけでは不十分で、社会経済、地政学等、時事刻々の社会情勢を的確に把握してその戦略、戦術を立てることが求められている。このようにエネルギー・資源総合安全保障の観点から鉱物資源に係わる地球観測を考えることが現在最も必要とされている。

鉱物資源探査は、基本的には個別企業による経済活動である。従って個別プロジェクトについては、民間主体の高分解能衛星(1mレベル)や航空機の利用にその観測の役割を委ねるのが適当である。そこで国家レベルでは、グローバルないしはリージョナルな基盤情報(たとえば空間分解能 5m レベル)を提供する地球観測システムを考えることが妥当である。

8-2-1. 観測の目的とニーズ

鉱物資源分野における宇宙からの地球観測の目的は、1)資源・エネルギーの賦存量や賦存地域に関する静的情報収集と2)開発・操業および輸送に係わる動的支援情報収集に大別される。さらに近年は3)紛争に伴う生産基地、パイプライン等の障害およびその周辺状況が世界経済へ与える影響等を視野にいれた安全管理情報収集も重要になっている。

上記1)では、空間分解の向上、観測スペクトルの範囲拡大および分解能の向上に伴い、次世代高スペックによるグローバルなエネルギー・鉱物資源戦略ベースマップの整備が必要である。これらは節目、節目で改訂されることが望ましい。

上記2)および3)は、影響の大きい異常事態を的確に把握することが目的であり、常時のモニタリングを要する作業である。従ってこれに常時的リソースを投入することには無理があり、衛星機能のインテリジェント化による自動モニタリングが望まれる。

8-2-2. 観測の現状

非鉄金属資源探査および石油資源探査における衛星データの利用は、我が国において最も衛星データの利用が進んだ分野の一つであり、大学における基礎的な研究開発から資源開発会社等における探鉱事業における実利用まで産官学を横断した多くの実績を有している。また、財団法人資源・環境観測解析センターなどのこれまでの事業より、アジア地域、中東、南米等の資源保有国の関係諸機関と密接な関係を確立しており、対象地域の特質に最適化したデータ解析技術の確立のための共同研究、研修生の受け入れ、情報交換等の国際協力活動が展開され、我が国の資源安定供給に対しても貢献している。

(1) 非鉄金属分野における利用の現状

非鉄金属分野では、探査地域における広域の詳細な地質図、鉱物分布図等の作成のほか、周辺地域のインフラ整備状況を評価することが求められる。これらの作成においては、各鉱物・岩石の有する短波長域および熱赤外域の特徴的なスペクトルパターンを利用した識別・同定が不可欠であり、そのため適切な波長帯およびバンドを有するセンサが積極的に利用されてきた。

1982年に打ち上げられたLandsat-4の搭載センサであるTMは、短波長領域および熱赤外にバンドを有する初めての实用センサであり、多くのユーザに活用されてきた。また、1992年に打ち上げられた、我が国初の資源探査衛星であるJERS-1の搭載センサであるOPSは、短波長赤外域である2.2 μ m付近に3バンドを有しており、この帯域に1バンドのみを有するTMセンサでは識別困難な粘土鉱物や珪酸塩岩の識別が可能となった。その後、OPSの後継として設計されたASTERでは短波長域に6バンド、熱赤外域に5バンドを有しており、岩石分布のマッピング能力が飛躍的に向上することとなった。現在、短波長域および熱赤外域に鉱物・岩石の識別・同定に適切なバンドを有するセンサはASTERを除くと限られている。また、非鉄金属資源探査においては、航空機搭載型ハイパースペクトルセンサデータの利用が実利用段階となっているが、これまでに利用可能な衛星搭載型センサはE0-1/Hyperionのみであり、今

後、利用可能なセンサの継続的な運用が必要とされている。

(2) 石油資源分野における利用の現状

石油資源開発分野においては、衛星データの利用は新規探査地域の概査・精査における地質構造把握や地震探査の支援となるインフラ情報整備に活用されていた。なお、石油資源分野では、広域の地質図、地質構造図を作成することにより有望地を選定するとともに、周辺地域のインフラ整備状況を評価することが求められる。詳細な地質図および地質構造図の作成においては、非鉄金属分野と同様に鉱物・岩石の識別・同定が不可欠であり、そのため適切な波長帯およびバンドを有するセンサの利用が必要とされる。また、地質構造の解析においては、デジタル標高データ(DEM)が有効であり、立体視が可能なセンサの利用が積極的に行われている。

しかしながら、前述のように、短波長域および熱赤外域に鉱物・岩石の識別・同定に適切なバンドを有するセンサはASTERを除くと限られている。

8-2-3. 問題点のまとめと重点化の視点

コンセプトレベルでは、エネルギー・資源総合安全保障の観点から鉱物資源探査における地球観測を見直す必要がある。より具体的には高精度の戦略的資源ベースデータの構築、政策決定に資するための情報分析による社会俯瞰システムの構築、経済活動の視点(国家レベル、企業レベル)からの環境保全・安全管理モニタリングシステム構築などが考えられる。

センサシステムでは、DEMによる3次元空間情報の取得さらには知能的選択機能を有したハイパースペクトルセンサが戦略的に重要である。さらに今後の地球観測のシステム構築の視点からは、DEMを前提とした4次元、すなわちx,y,zの空間+スペクトルを扱うものを基本におき、さらに経時変化を加えた多次元型対応のものが求められる。また、解析や分析においては、多彩なオンボード処理を可能にする知能化によってデータではなく、解析済みの「情報」あるいは「メッセージ」を宇宙から地上に送る仕組みに向けた技術開発が必要であろう。また最終意志決定では、VR(仮想現実)を利用した多分野専門家による共同解析機構の開発なども技術経営的な視点から重要である。

8-2-4. 今後の地球観測項目

(1) 将来想定される衛星データの利用形態と想定市場

資源分野は、現在においても衛星データ利用が最も進んでいる分野の一つであり、今後も海外を中心とした資源開発において衛星データが果たす役割は大きい。

これまで資源分野では、探査における概査データとしての利用が中心となっていたが、今後は、探査

だけでなく開発後の鉱山、油田等の環境汚染を防止するための環境保全事業における利用が期待されている。一方、エネルギー分野では、電力事業者における衛星データの利用が国内発電所の温排水管理等の限定的な利用となっているが、各電力事業者は毎年、多くのコストをかけて環境保全関連事業を行っていることから、衛星データの利用によりコストの削減効果が期待出来る場合には、電力事業者による衛星データの利用が進むと考えられる。また、近年、資源事業者は、海外事業へ参入する動きが高まっており、海外事業における事業リスク軽減のための方策が必要とされている。

今後の我が国の資源・エネルギー分野における衛星データの利用ニーズとして、以下の5項目に関する情報の提供が考えられる。

非鉄金属資源探査における概査データ提供
石油資源探査における概査データ提供
国内発電施設的环境保全における支援情報提供
鉱山および油田の環境保全事業における支援情報提供
海外事業リスク軽減のための情報提供

以下に、上記の5項目のうち、今後の資源分野における新たな利用ニーズとして、以下の二つについて概説する。

鉱山および油田の環境保全事業における支援情報提供

近年、鉱山および油田の環境保全に関する規制が厳しくなっており、廃鉱もしくは廃田後においても定期的に鉱山および油田を管理することが必要とされている。鉱山および油田における環境保全の目的は、周辺地域の環境影響モニタリングであり、有毒物質等の河川への流入、土壌浸透等のアセスメントおよび監視となる。なお、環境保全においては定期的なデータ取得が必要となることから、定期的なデータ利用が見込まれる。

海外事業リスク軽減のための情報提供

海外投資地域の選定においては、周辺地域の環境アセスメント、事業リスクの総合的な評価が不可欠となる。特に、途上国等におけるダム等を想定した電力立地選定においては、交通アクセスの悪い辺境地域におけるプロジェクトが想定されることから、衛星データの有効な利用が期待される。

8-2-5. 今後の地球観測のあり方

前述のように、非鉄金属資源探査および石油資源探査における衛星データの利用は、主要な衛星データ利用分野の中でも最も進んでいる分野の一つと言える。特に、探査においては、可視近赤外域だけでなく、探査鉱物の吸収帯を有する短波長赤外域、熱

赤外域のデータが有効であり、ASTER センサと同等もしくは継続性を有するデータは、今後も資源探査において広く利用されると考えられる。また、ハイパースペクトルセンサデータについては、現時点では資源探査における市場が最も大きく、今後、衛星搭載型ハイパースペクトルセンサが運用された場合には、本利用分野における市場が期待される。なお、今後、鉱山および油田の環境保全における衛星データの利用が期待されることから、資源分野においては探査と環境保全の両面における利用を想定したデータ利用拡大策を採ることが必要となる。

エネルギー分野においては、これまで我が国では積極的に衛星データが活用されてきたとは言えない。しかしながら、先に示した様に、エネルギー分野は今後の地球温暖化問題、地域環境問題等に対する対応が必要とされていること、電力事業者における年間の環境対策費用が多額となっていることから、今後、電力を中心としたエネルギー分野におけるユーザ要求を踏まえた衛星センサおよびユーザサービスを考慮することにより、利用拡大が期待される。また、今後、我が国のエネルギー・資源安全保障を確保するためには、アジア・中東地域を中心とした資源保有国との関係を緊密にするとともに、資源探査・環境保全の観点から衛星データを活用した我が国の貢献が極めて有効であると考えられる。このため、特に、衛星データ利用における処理・解析設備等の設備面での協力だけでなく、対象国のキャパシティビルディングを目的とした、人材育成、情報交換等を我が国の主導により実施していくことが、資源小国である我が国にとって重要な課題である。

8-3. 森林資源分野

植生の生育は、地球温暖化など地球規模の環境変動に関わるが、その変化の大きな要因は比較的变化のゆっくりした土壌環境と、時々刻々変化する太陽光、温度、水などの気象環境である。そのため、周期的な観測が極めて重要な分野である。しかも生育期間における周期的な観測と併せて、開葉期や落葉期、積雪期などタイムリーな観測情報が必要となる。また、日本の農地、林地は単位面積が小さく、地上分解能の高い観測が求められる。

森林・林業に関わる森林資源分野においては、熱帯天然林の減少がいまだに年間 1420 万 ha と推定されており、生物多様性を保持する自然環境の維持、向上が世界的な問題となっている。そのために、熱帯林の違法伐採、森林火災、荒廃地回復を対象とするアジア森林パートナーシップが日本とインドネシアによって提唱され、地球観測技術の利用が強く求められている。また、CO₂ の排出抑制と森林の CO₂ 吸収とが話題となった京都議定書に関わる問題として、森林の樹木と土壌を含めた生態系としての炭素蓄積の科学的な計測も、世界的に極めて重要な問題として認識されている。

8-3-1. 観測の目的とニーズ

(1) 世界の森林地帯の実態把握

世界の森林資源調査を行っている世界農業食糧機構 (FAO) では、1999 年に林業戦略的計画 (森林・林業分野における 2000-2015 年の長期計画) が採択され、森林資源に関する情報とデータベースの強化が求められている。地球観測技術による森林分布の把握が不可欠であり、樹種の混在状態と林分としての森林構造の把握が必要とされる。これらは、地球温暖化の影響を監視する際にも必要となるため、長期的なプログラムとしても整備の拡充が必要である。

森林立地環境とその変化

地球環境の変化は森林の生育に影響を与えているが、大規模な森林の変化は地球環境の変化をもたらすなど、地球環境と森林環境は表裏一体である。そこで、全球レベルで森林生態系に起きている生育環境の変化とその影響を準リアルタイムで観測し、地球温暖化の影響緩和に資することが極めて重要となっている。

(2) 森林資源量の実態把握

アジアの森林活動の早期発見

2003 年 6 月の G8 サミット首脳会合 (エビアンサミット) での議長サマリーにおいて、「違法伐採の問題に取り組むための国際的な努力を強化するとの決意を確認した」旨が明記された。また、持続可能な森林経営の促進のために最新技術を活用した違法伐採との戦い等、地球観測に係わる国際協力の強化等を明記した「持続可能な開発のための科学技術に関する行動計画」が採択されている。さらに、日本とインドネシア政府との提唱により、2002 年の WSSD (持続可能な開発に関する世界首脳会議) で「アジア森林パートナーシップ (AFP)」が正式に発足している。これは、アジア地域の持続可能な森林経営を推進することを目的として、違法伐採、森林火災予防、荒廃地の復旧 (植林) を活動の柱においており、地球観測技術を利用した活動の強化を求めている。

熱帯天然林のバイオマス量

熱帯林は毎年 1420 万 ha が減少していると報告されているが、多くのエネルギーを森林資源に頼っている住民が多い地域では、燃料材の獲得に伴い、木材資源の減少が様々な社会問題を引き起こしている。アジアにおけるエネルギー確保の問題にとっても極めて大きな問題として認識されている。

森林域の水資源量

国際河川における水問題は、国際問題として深刻化してきており、関係国間での安定的利用を視野に入れた国際標準的評価法の開発が必要である。2003 年の世界水フォーラムで指摘されたアジアにおける水問題の解決と、国内水資源情報の正確な把握を推進する必要がある。

(3) 植生の多様性資源把握

林分構造と樹種構成

日本の森林資源管理では、国有林、民有林とも林班および小班(林小班)と呼ばれる単位で管理され、森林調査簿(民有林は森林簿)が基本情報となっている。その内容は、林分面積、立木本数、平均直径、平均樹高、haあたり材積、植栽年次、樹種、混交割合などである。これらの情報は通常5年ごとに更新されているが、情報更新は人手と経費がかかるため、極めて困難な状況であり、リモートセンシングデータに基づく情報更新の簡素化が待たれている。

脆弱地の監視

植生の多様性は、一般に典型的な天然林に豊富であるが、脆弱地における貴重な植生の維持も多様性維持の面で不可欠となっている。特に、マングローブ林は生態系が貴重であるばかりでなく、温暖化による海面上昇の危険にさらされている一方で、高波などから住民を守る役割を担っている。また、山地は温暖化等の地球環境変化の影響を受けやすい地であり、微妙な環境とのバランスの上で成立している生態系はその維持が危惧されている。これらの地域はアクセスが困難な場合が多く、衛星等による観測が必要である。

(4) 森林における炭素固定量の把握

蓄積量および生長量

日本の森林調査簿(民有林は森林簿)に記載されている内容の中で、立木本数、平均直径、平均樹高、haあたり材積などは森林の生長に伴って毎年変化するが、これまでは、モデルの当てはめによる推定値が多く使われていた。また、利用材積を目的としているため、実際の蓄積量との関係は信頼性が低かったが、現地調査に基づくこれらの情報の更新は期待できず、地球観測データに基づく情報取得のシステム化が待たれている。特に、京都議定書における森林の二酸化炭素吸収にかかわる事項では、森林全体のバイオマス量が必要になっており、高精度な観測技術を利用した透明かつ検証可能な手法が強く求められている。

(5) 森林被害・回復

森林火災の軽減と被害の把握

2002年のWSSD(持続可能な開発に関する世界首脳会議)で「アジア森林パートナーシップ(AFP)」が発足したが、アジア地域の持続可能な森林経営の推進を目的として、3つの活動の柱のひとつとして、森林火災予防を挙げている。森林火災は、シベリアからインドネシアまでアジア東部全域で大きな問題となっており、今後活動を十分強化して、被害の軽減に努める必要がある。

酸性雨等被害監視

森林の健全度の評価は生態系の維持、向上に不可

欠であるが、地球環境変動の影響と地域的な環境変化の影響とは区別する必要がある。とりわけ、先進国や開発の著しい途上国では酸性雨や酸性降水物の影響が大きいと懸念されている。そのために、観測ネットワークと国際的な統一基準での被害評価が求められている。

生物被害早期発見

アジア地域では、人工林の面積が拡大しているが、単一樹種が植栽されることが多く、広大な面積の人工林が生まれつつある。そのようなところでは、病虫害の発生危険度が高くなるが、被害も大きくなる。そのために、被害の早期発見が極めて重要である。

豪雨災害予測

豪雨がもたらす斜面崩壊はしばしば人命に関わる災害となる。人家の近くが崩れる場合は、それに気づいて避難する処置がとられるが、大規模流域において起きる崩壊は遠く離れた下流域の農地や市街地に大きな被害を与えることがある。そのような大流域での観測態勢の設立が求められている。

砂漠化監視

気候変動に伴う砂漠化が世界各地で懸念されているところであるが、中国における砂漠化は北京近郊まで近づいており、日本でも黄砂の飛来が目立ってきている。この砂漠化は農作物の収穫量にも影響し、日本の生態系への影響も危惧されている。早急にその実態を把握し、予防対策を実行する必要がある。

(6) 林産物資源の耐久性

耐久性に関わる環境要因(紫外線量、紫外線波長分布、酸性雨、外来生物の生存環境等)の観測
森林資源によるCO₂固定は、森林の伐採で消失するのではなく建材等で利用されている間も維持されている。日本には多くの木造建築があり、そのようにして固定されているCO₂量は極めて大きい。木造建造物の安全性にかかわる問題でもあるため、木材の耐久性は極めて大きな関心が寄せられ、ISO等の国際標準化が見られるが、その長期観測による実態情報が不足しており、その強化が求められている。

8-3-2. 観測の現状

(1) 世界の森林地帯の実態把握

森林型の分布とその変化

世界の森林資源の現況とその変動を共通の定義と手法で把握するために、FAOは1970年から世界森林資源評価(FRA)を開始し、10年ごとに評価をくり返している。各国の森林データは国ごとに「森林」の定義が異なるため、集計したままでは全世界のようすを掴むことができないため、1980年からは衛星データを利用するようになった。1990までの3回は途上国中心であったが、2000年には先進国も同等以上の精度で森林資源情報をFAOに提供することが義

務づけられた。

途上国の森林資源情報は、各国からの報告と FAO 事業による確認とが併用されているが、サンプリングされる高分解能衛星データ(ランドサットデータ)の数が極めて限られているため、精度は低い。また、10年に1回の観測では、最近の著しい森林開発の現状を適時に捕らえることはできず、対策が遅れる要因となっており、さらに頻度の高い情報収集が求められている。

森林立地環境とその変化

NOAA-AVHRR や SPOT-VGT などの 10 日間合成データなど、全球レベルの衛星データが無償で提供されている。それらのデータから各種のパラメータを準リアルタイムで提供するシステムが生まれているが、森林資源把握では実利用に至っていない。

(2) 森林資源量の実態把握

アジアの森林活動の早期発見

・アジア森林パートナーシップ(AFP)

2002 年以降、毎年数回の会合を開催し、アジア諸国に加えて国際機関等の参加を得て、活動している。ITTO プロジェクトとしても認められ、活動案が具体化してきている段階である。衛星による観測データの提供など、日本への期待が極めて大きい。日本が国際公約によってリーディングしている分野であり、一層の活動強化が求められている。森林火災早期発見システムの運用は日本の関連活動として位置づけられている。

・アジア東部地域森林動態把握システム整備事業

アジア東部地域において、森林の減少と劣化が著しいとされているが、その詳細な実態は把握されていない。そこで、林野庁はその実態把握と対策に資するため、衛星データを利用して森林劣化の現況を効率的に把握する解析技術の開発および、その解析結果を基に森林の将来予測を行う技術開発等を実施している。SPOT-VGT とランドサット ETM を組み合わせた解析をシステム化し、毎年シベリアからインドネシアまでを対象としている。成果は二国間ベースで出しているが、最終的にはアジア東部地域全域をカバーするものである。ただし、事業年度が平成 13 年度から 17 年度までの予定で、長期継続性の保証はない。

・熱帯林管理情報システム整備事業

15 年程度前には東南アジア地域の熱帯林資源の現況に関する信頼できる情報がほとんど無かった。そこで、ランドサット衛星データを用いて、各国の森林資源図を作成するとともに、その技術に関係国に伝え、処理システムを提供することを目的として 11 年間(平成 2 年 - 12 年)のプロジェクトを行った。東南アジア 8 カ国において各国の森林管理における森林分類項目に従って、衛星データによる森林分布図

を作成した。合計面積は日本国土の 5 倍以上にあたる約 2 億ヘクタールの森林分布図を作成し、FAO の 2000 年世界森林資源評価では各国からの森林情報として利用され、高い評価を得た。しかし、その後のサポートはされていない。

・農林水産衛星データベースシステム

農林水産省では農林水産衛星データベース(SIDaB)を運用し、NOAA、GMS、MODIS、DMSP などのデータをほぼリアルタイムでアーカイブし、登録者に無償で提供している。このシステムは利用者に計算機資源まで提供している点がユニークである。利用者は必要な演算を依頼し、その結果を得ることができるため、大きな計算機システムを持たない利用者にとってメリットは大きい。さらに容量の大きなネットワーク網の整備が内外から強く要望されている。東南アジアの森林火災早期発見もこのデータベースをもとにした準リアルタイム処理で運用されている。

熱帯天然林のバイオマス量

先進国の統計データの解析により針葉樹天然林の蓄積推定法は開発されているが、統計データが極めて未整備である熱帯天然林におけるバイオマス推定法は確立していない。

森林域の水資源量

衛星データでは水分指数を利用して森林表層(樹冠部)での水分状況を面的にモニタリングする手法が開発されている。また、森林の持つ水環境保全機能に関しては、流量、蒸発散調査などが日本のいくつかの流域試験地で行われている。海外に於いては、カンボジアの森林流域を対象に水循環素過程モデル開発のための長期観測が行われている。しかし、全国レベルでの森林の水収支観測は不足しており、東南アジアにおける水循環観測ではその継続性が保証されていない。

(3) 植生の多様性把握

林分構造と樹種構成

・森林資源調査事業

日本の森林資源調査は林野庁が調整機関となって、林野庁と都道府県が国内の森林資源調査および林業動向調査を行っている。森林資源情報を 5 年に 1 度見直し、地域森林計画等の施策計画に反映させるため、主な情報として航空写真が使われている。航空写真が使われるのは、日本の森林管理単位である林小班が極めて小さく、民有林では 0.1ha に満たない林分が多いために、ランドサット等の衛星データでは管理情報として必要とされている精度が得られないことも大きな要因である。しかし、実際の森林調査簿(森林簿)データは成長式をあてはめて推定されており、実測するプロット数が減っているために精度の低下が問題となっている。世界的な公表資料と

して日本の森林統計を求められた時に、信用を得られる精度が得られていないのが大きな問題である。

・国家森林資源調査法

欧米で進んでいる国家森林資源調査法(NFI)は、メッシュ交点の状態を観測することで統計的に森林の動向を全国規模で把握する手法であり、航空写真や衛星データの利用と結びつきやすい。日本でも4kmメッシュ交点での森林調査を導入しはじめたところであり、衛星データ等のリモートセンシングデータの併用が期待されている。しかし、例えば、森林伐採の割合を県に義務づけている伐採照査業務などでは、通達による指示のために衛星データの利用が実質上認められていないことも、その利用促進の障害となっている。

脆弱地の監視

・マングローブ林

マングローブ林での生態学的な地上調査は時間がかかりすぎる。また、エビ養殖のための開発や、炭焼き利用の実態を捉えるために、情報の短期的な更新が必要である。マングローブ生態系や山地植生の生態系に関する研究は日本がアジアをリードしている分野であり、住民の生活空間の確保や貴重な生態系の維持のために、日本として当面国際共同を強化すべき課題である。

・山地生態系

個別の山地において、山地林の環境評価を対象とした研究が行われ、成果が蓄積されている。また、調査対象高地林の地理的分布の偏りがあるが、多数の山地における生態学的な地上調査では時間がかかりすぎる。そのため、衛星等による広域観測が必要である。アジア地域の山地植生の生態系研究に関しては我が国がリードしている課題である。

(4) 森林における炭素固定量の把握

蓄積量および生長量

温暖化防止条約における京都議定書に対応するため、林野庁(森林総合研究所受託)では1990年に近い年の航空写真から全国の森林基盤図を作成する全国森林基盤情報整備事業を行っている。これは、全国のデジタルオルソフォトを縮尺5千分の1で作成するものである。使用する航空写真は1990年前後のもので、5年に1度林野庁と国土地理院が撮影しているものを利用し、矩形ごとに合成したオルソフォト基本図を作成する。京都議定書が求めている1990年12月末の状況とは数年の違いがある場合が生じるが、現在利用可能な確度の高い情報源は航空写真であり、やむを得ない。経費と時間がかかり、今後継続する計画は無いがこの方法が採用された理由は、森林調査簿(森林簿)に記載されている情報が正確でない林分が非常に多いためである。

(5) 森林被害・回復

森林火災被害の軽減

インドネシアにおける森林火災被害の軽減に資するために、「森林火災の早期発見」、「火災対策への住民参加」、「火災に強い森林の育成」の3つを目的として、1996年に国際協力機構(JICA)のプロジェクトが開始された。衛星観測システムは1997年に導入され、1997年-1998年のインドネシアでの大規模森林火災のみならず、日頃の森林火災対策で活躍している。特に、スマトラおよび西カリマンタンでは、現地との共同による活動が続けられ、森林火災の発見から地方の森林管理事務所への通報、消火活動までがシステム化された。また、森林火災警戒のために、NOAAの植生指数と輝度温度データによる森林火災延焼危険度図も作成・利用されるようになった。ただし2006年度までの予定で、継続の保証はない。

酸性雨等被害早期発見

日本全国の約1000カ所で、降雨、酸性降下物の観測と森林植生の健全度評価を行っている。樹木の健全度判定に個人的な判断の差違が反映する場合もあるが、全国規模の貴重なデータとなっており、その観測の継続が求められている。また、観測情報を面的に広げて森林の健全度評価を行うためには、衛星データ等の併用も必要である。

マツクイムシ被害は未だ衰えず、大きな被害を及ぼしている。被害の単木レベルでの迅速な把握が不可欠であり、人の眼に触れないような場所での被害も把握する必要がある。そのため、ランドサットレベルでは地上分解能と、時間的なタイミングの問題から実用化に至っていないが、1m級の分解能を持つ衛星データが脚光を浴びている。

生物被害早期発見

主に地上調査により行われており、インターネットによるデータベース化と公表体制ができてきている。しかし、その調査には高度な専門知識が要求されている。衛星からの監視体制の開発が期待されている。

豪雨災害発生危険流域の災害予測

森林の持つ様々な国土保全機能を評価できる情報の取得が、農林業および都市環境の維持のために必要な森林配置計画で求められている。特に、国際河川における流域管理では、関係国間の河川利用を調整するためにも水涵養機能に関する科学的情報が待たれている。また、大流域での土壌浸食や土砂流出の予測・評価法が確立していない。そのための観測体制も整備されていないが、住民の生命や財産権に関わる問題であるため、早急に対応すべき課題である。

砂漠化ポテンシャルと土壌流出危険度の監視

農林水産省研究計算センターの衛星データベース(SIDaB)を利用して、中国東部における砂漠化と農作

物の乾燥害を広域に把握した例がある。また、日本への黄砂の飛来も社会問題となっており、砂漠化の監視のために定期的な監視体制が必要である。

(6) 林産物資源の耐久性

・耐久性に関わる環境要因の観測

紫外線強度等の気象データの定期観測を行っているが、屋外に使用される木質材料の劣化等にかかわる長期観測や経時観測、広域観測はほとんど行われていない。また、建材に大きな被害を与える気象環境と、シロアリや腐朽菌の生息域の変化、および木質材料の被害分布の把握なども、ほとんど行われていない。

8-3-3. 問題点のまとめと重点化の視点

森林資源は変化が急であり、観測ニーズが求める実態情報がタイムリーに捉えられていない。特に、土地利用が複雑化し、単位面積が小さいことと、季節変化の様相が地球上でいつも異なることが、実態把握を困難にしている。FAOが行っている世界規模の森林資源評価でも、サンプル数が不足するなど、正確な森林資源情報の取得に至っていない。また、現在は10年ごとの情報更新であるが、急激に社会情勢が変化しており、さらに調査周期の短縮が求められる。森林火災も深刻で、地球規模の環境変化の影響も見逃せない。早急な対策が可能となるように、途上国におけるデータ利用システムを先進国が協力して整備することも必要である。東南アジアにおいて、日本が関わってきたプロジェクトも多々あるが、二国間で行われてきており、その成果である海外の森林情報を日本では利用できない状況である。これらのプロジェクトを国際的な活動として位置づけ、ある程度の情報の公開を行えるようにすることも必要である。

森林資源は、単に木材資源という観点だけでなく、地域レベルから地球レベルの環境資源としても大きな要素である。そのため、世界との協調活動が求められる。また、環太平洋での木材資源の流通は閉じた関係にあり、その中で日本は最大の輸入国である。この地域の森林管理で大きな問題を持つ地域は東南アジアであり、世界的にも注目されている。そのため、日本としてもこの地域の森林資源情報の的確な把握に貢献するべきである。

活動の優先度に関しては、国際公約あるいは同等の国際協調活動を既に取り決めているものが優先されるべきである。具体的には、「アジア森林パートナーシップ(AFP)」における、違法伐採、森林火災、荒廃地の回復の3テーマに関する活動は不可欠である。森林火災の活動はある程度実行されているが、森林伐採の準リアルタイム把握など、関係国からの強い要望で提案された「衛星による森林経営情報の提供」などは優先的に推進されるべきである。また、京都議定書にかかわるCO₂固定への利用も早急に実用化を図る必要がある。日本では、FAOなどで利用される

ようにシステムティックな森林資源調査法を確立することが肝要であるが、同時に森林情報の適切な維持、更新をシステム化することも重要である。

8-3-4. 今後の観測項目

(1) 世界の森林地帯の実態把握

世界共通の基準・指標に基づく森林地帯の監視は大きな国際問題であり、衛星を主体とする周期的な観測システムの充実が重要である。とりわけ、森林の健全性の観測は生物多様性の保全や貴重種の保存にも関わる重要な問題である。森林の健全性や立地環境の把握には、センサで観測された瞬間のデータだけではなく、時系列情報が極めて重要となる。そのために、高頻度観測衛星データから季節変化を含む変動情報を得て、異常をいち早く察知できるようにすることが必要である。

(2) 森林資源量の実態把握

違法伐採問題は「アジア森林パートナーシップ」で取り上げられている3つの課題のひとつであり、アジア地域における森林疲弊の最大の原因とも言われる。違法伐採把握には、対象地のGIS(地球情報システム)情報に加えて、違法伐採行為を取り締まれる迅速なデータ処理システムの整備が不可欠である。観測頻度にかかわる時間分解能の向上とデータ処理の自動化も必要であり、空間分解能は地球観測衛星搭載センサーMODIS(250m)レベルの分解能が適している。

アジア地域の森林経営のための基礎資料の取得は、「アジア森林パートナーシップ」で取り上げられている課題である。日本の森林経営では、基本図として縮尺5千分の1が使われているが、アジア地域でも縮尺2万分の1の管理図は必要である。そのための地球観測データとGISの整備等が必要で、主要な観測項目は、森林型、材積、生長量などである。

森林回復も、「アジア森林パートナーシップ」で取り上げられている3つの課題のひとつであり、今後重点的に取り組むべき課題である。森林回復においては人為的な作業が必要になる場合とそうでない場合がある。それらを迅速に把握し、重点的な対策を可能にすることが求められている。そのため、回復期にある植生の遷移段階とその遷移変化スピードをモニタリングするシステムが必要である。センサとしては、稚樹の段階における観測能力と年々の材積増加量の計測能力が必要である。

とりわけ、京都議定書関連のCO₂固定量把握では、1990年以降に植栽された林分が対象となるため、2008年~2012年の第1約束期間では林分面積も小さいが林齢も若いため、従来の観測センサでは材積成長の把握は極めて困難な時期であり、数10センチの空間分解能が必要である。

(3) 植生の多様性把握

森林資源の管理情報として森林調査簿(森林簿)情

報の正確さを向上させる必要がある。最低限必要な情報は、管理単位の情報(林小班界)、樹種、林齢、樹高、胸高直径、材積など6つの項目である。このうち人工林では、前3項目に関しては森林調査簿データ等で入手可能な体制が整うであろう。問題は、成長による材積の変化にかかわる項目である。森林管理においては、間伐等の施業が不可欠であるが、全国的に手当がされておらず順調に生育していない森林が増加しているため、自治体としてもその状況を効率的に把握する手段への要望が高い。材積に関する情報が直接的に計測できる SAR(合成開口レーダー)等を利用したシステムの長期運用が望まれる。

世界の森林情報と同等精度のデータを提供するために、統計的に全国の森林状況と動向を調査するシステムを導入する必要がある。そのため、全国に4km格子点を設定し、その点に関して継続的に森林調査を行い、全国規模での森林の生長と、開発、環境影響などのモニタリングを行う、いわゆる NFI(National Forest Inventory)と呼ばれる全国規模の森林資源調査システムを導入しようとしている。4kmメッシュ交点での第1次調査はほぼ終了した。この方式は従来の林小班方式の森林情報システムとは全く異なる概念によるものである。今後はリモートセンシングデータを併用した森林モニタリングを行うことが容易となることが期待され、日本の森林資源管理における当面の最重点課題である。

(4) 森林における炭素固定量の把握

航空機に搭載するライダー等によって森林の3次元計測を行い、サンプルとした森林の物理パラメータを取得する。この技術を用いて定期的に森林を観測し、調査簿データを更新することは極めて有効である。さらに、これまで1本1本の成長記録を付けてきた固定試験地が日本に百力所程度あるが、それらの計測データを併用する仕組みを作ること林分における炭素固定量等の物理パラメータの取得に極めて有効である。

(5) 森林被害・回復

森林火災の早期発見に関しては、ほぼ確立されている。今後はさらに林床の可燃物量とその乾燥度の推定に基づく森林火災の予測ならびに被災程度のより詳細な把握が求められている。マツクイムシなどの病中害被害対策では単木レベルでの樹木の被害把握が有効である。病虫害被害の把握に適した波長のデータを観測する超高分解能光学センサが早急に求められている。森林の持つ様々な国土保全機能を評価できるような情報の取得が求められている。また、国際河川における流域管理では、関係国間の河川利用を調整するために、河川流量と共に降雨量および森林の蒸発散量観測が重要であり、林分単位での蒸発散量を継続的に直接計測できる観測システムが必要である。また、降雨量の観測データと砂漠化に伴う土壌浸食などを計測する観測システムが必要であ

る。

8-3-5. 今後の地球観測のあり方

(1) 世界との協調プログラム

国際農業研究協議グループ(CGIAR)との関係

森林分野では唯一の国連研究機関である森林研究所(CIFOR)には地球観測に積極的に関わる部署が欠けているが、世界共通の情報ソースとして地球観測情報が求められているため強化を図る必要がある。CIFORが地球観測技術を用いた森林資源探査の国際拠点となることを日本として積極的に推進するべきである。

アジア森林パートナーシップ(AFP)

AFPは日本とインドネシア政府との提唱により、2002年のWSSD(持続可能な開発に関する世界首脳会議)で正式に発足した。アジア地域の持続可能な森林経営を推進することを目的として、違法伐採、森林火災予防、荒廃地の回復(植林)などの活動において、協力活動に取り組むこととしている。具体的な取り組み事項として、衛星データを用いた森林経営の基礎資料の提供、森林火災の防止と抑制のための研究、情報交換、衛星データ・地図の活用等があげられている。アジア地域への対応においては、この森林パートナーシップ関連の問題への対応を最優先し、活動を集中する必要がある。

(2) 末端ユーザの状況への対応

システム構築においては、常に末端利用者の要求を汲む必要がある。特に、森林資源関連においては、末端のインフラストラクチャーの整備状況が情報実利用の障害となっているケースがよくあり、今後も当面は大きな変化は見込めない。その状況で利用できなければ、役立つとは言えない対象がある。ユーザの環境を配慮したシステム化が必要である。

(4) データ処理の集中化と利用の拡大

末端での地球観測技術の利用を促進するためには、衛星データの解析はある程度の集中化も必要で、高次処理データの提供が求められる。アジア地域においては、農林水産業研究計算センターにおける衛星データベース(SIDaB)をセンターシステムとして地域的な情報提供拠点となるノードを各国に整備することが適切である。一方、森林資源管理における地球観測情報の利用拡大には、現場での利用が不可欠であり、広範な教育・能力開発が求められる。とりわけ、母国語による教育が不可欠であるため、最低でも国単位での教育施設が必要である。我が国としては、そのような施設における教育者、指導者の養成に主眼をおくべきである。

(5) 組織的・継続的対応

森林資源把握では事業ベースでの展開が念頭にあることが多い。そのためには、長期継続的な対応が確保されることが必要である。例えば、農地劣化の

進行のようすも長期観測から把握されるもので、その対策と効果を監視・評価するためにはさらに長い期間が必要である。また、京都議定書にかかわるCO₂ 問題では 1990 年の森林状況をベースにして、2008 年から 2012 年の二酸化炭素固定量を計測することになる。これらのことから、少なくとも、20 年間の継続性の確保が望まれ、確固たる組織としての対応が不可欠である。

(6)日本によるアジアの森林資源調査

アジア東部地域においては、平成 2 年から 11 年間続いた熱帯林情報整備事業以降、継続してこの地域の調査が行われている。現在は温帯、亜寒帯を含む国々も含めたアジア東部森林動態把握システム事業を進めており、この地域の森林資源調査では類をみない活動である。今後もこの地域の森林資源探査は日本がリーディングして継続するべきである。

8-4. 農業資源分野

食糧問題と地球環境問題にかかわり、人間生活と密接な関係にある分野であるが、先進国と開発途上国で問題を大きく異にしていることが多いのも特徴である。

日本の食料・農業・農村基本法には、「国は、世界の食料需給の将来にわたる安定に資するため、開発途上地域における農業及び農村の振興に資する技術協力および資金協力、これらの地域に対する食料援助その他の国際協力の推進に努めるものとする」とある。このような観点から農作物の生産に関わる地球観測の要望が生まれている。とりわけ、アジア地域における収穫量と土壌劣化の実態把握およびその予測への地球観測技術の利用が重視されている。生育を観測するために生育期間におけるタイムリーな情報が必要となる。また、日本を含め、アジアの農地は単位面積が小さく、地上分解能の高い観測が求められる。

8-4-1. 観測の目的とニーズ

(1)農業生産地の実態把握

農地面積とその変化(全球 50 万分の 1 での土地利用把握)

1966 年世界食料サミットで 2015 年までに世界の食糧不安を半減させる合意がなされており、その達成のために各国が早急に努力強化することが求められている。まずその基礎資料となる世界の農地面積とその変化を捉える必要があるが、全球レベルで縮尺 50 万分の 1 相当の農地分布図が必要とされている。

アジア・アフリカでの土地利用と植被変換(林地、農地、砂漠化)

2002 年の環境開発サミットにおいても、飢餓・貧困撲滅の重要性が確認されている。食糧生産性と炭素循環の両面から、また生物多様性等生物資源劣化の面からも土地利用の実態と森林から農地、草地、

あるいは荒漠地への変化の実態を捉え、対策に生かすことが重要である。

灌漑農地の把握、ダムなどの灌漑施設の把握(水量観測)

2003 年の第 3 回世界水フォーラムの閣僚宣言において、農業用水管理に関する研究開発と国際協力が奨励された。実際、国際河川などでの水問題は関係国が精力的に対応する必要があり、水利用セクター間の競合を合理的に調整する科学的根拠を与えることが求められている。

慣行の作物栽培手法の把握

農地は耕作する農作物の種類や、耕作方法、管理方法に寄ってさまざまな影響を受ける。それによって、水利用や期待できる収量も変わる。また、リモートセンシング等で観測されるデータも耕作方法の特徴を反映したものとなる。そこで、土地利用判別手法や作物収量予測手法の精度を上げるためには、慣行の作物栽培手法を把握し、データベース化しておく必要がある。

人口、生産、食糧供給にかかわる社会経済データ
人口の急激な増加と生活タイプの変化は農林資源への大きなインパクトとなっており、土地利用における紛争をも引き起こしている。また、農地劣化などが単位面積あたりの食糧生産量を減少させたり肥料の投与の増加をもたらしめている。今後の農林資源の予測と問題点の抽出を行うためには、その実態を正確に把握し、国レベルの統計の精度を向上させる必要がある。

(2)生産量把握

アジアの農作物作付け種類と期間、面積

世界的に食料の安全を高め、2015 年までに貧困を撲滅するという目標を達成するために、世界全体で農業に使用する水の量を 2000 年の水準を上回ることなく食料を増やす世界的な取り組みがなされている。この問題を支援するために、国際農業研究協議グループ(CGIAR)はパイロット・チャレンジプログラムを発足させた。日本としては、特にアジアとの関係を強化し、生産量確保との関係が大きい農作物の作付け種類と期間、面積などに関わる情報を時系列的に取得する必要がある。

穀物収量と収量予測

2003 年の G8 エビアンサミットにおける G8 行動計画で、「開発途上国の農業生産性を向上させるため、国際農業研究協議グループ(CGIAR)の重要な役割をサポートする」旨の宣言を採択した。また 2020 年までに 7 億トンの穀物増産が必要とされており、穀物収量に関わる実態のモニタリングとその予測能力を高めることが求められている。

(3) 農地被害

病虫害・冷害予測

地球温暖化や酸性降水等、農地を取り巻く環境は著しく変動しており、病虫害被害や、気象害の多発が懸念されている。農作物の安定的供給の確保のためには、作付けされた農作物が生育期間において、大きな被害を受けることを予測・予防することが必要である。例えば日本における稲の病虫害や冷害は食糧需給に深刻な事態を招くおそれがあり、集中した監視体制が必要である。

乾燥度、砂漠化とその時系列変化

砂漠化は地球環境変動における降雨パターンの変化によって進むが、人間活動がそれを加速させることもあり、農業生産活動が問題とされることもある。気象要因だけであっても、例えば麦、その他の主要穀物の乾燥害は食糧需給に極めて深刻な事態を招くおそれがあり、集中した監視体制が世界的に必要とされている。とりわけ、日本が常時農作物を輸入依存している国の今後の動向予測は我が国の食料安全上も極めて重要である。

(4) 農地劣化

土壌劣化程度

農地の劣化は世界的に大きな問題となっているが、その原因は砂漠化の影響や灌漑農法による塩類集積などである。農作物の安定的供給の確保にとって、作付けした農作物が利用できる土壌栄養分と水分に関する情報が不可欠である。

焼畑対象地域の面積とその変化

森林と農地との関係を持続的に維持してきた伝統的な焼畑から商品作物を栽培する形態へと変化してきている地域が多く見られる。そのため、焼畑移動耕作の対象となる地域が拡大し、森林と土壌の劣化をもたらしめている。また、十分な土地が得られない場合は耕作周期の短期化が見られるなど、焼畑地域の荒廃が加速的に進んでいる地域が広がってきている。焼畑の拡大は周辺の水環境や土砂流出などへの影響もあるため、部族間でのトラブルに発展しているケースもあり、その対策のためにも焼畑地域の動向把握は持続的、安定的な農林業にとって不可欠である。

農業適地評価

土地の最適利用計画は国家政策と結びついており、全国規模の土地利用計画策定のための立地評価が必要である。林地、農地、市街地などの土地利用の実態と、土地の自然環境特性を勘案した上での最適配置に関する科学的情報が求められている。

8-4-2. 観測の現状

(1) 農業生産地の実態把握

農地面積とその変化(全球 50 万分の 1 での土地利

用把握)

世界の農地面積は FAO が集計しているが、精度が国ごとに均一でないのが現状である。また、集計による実態把握に時間がかかるため農業生産の管理に関わる情報がタイムリーに得られていない。

アジア・アフリカでの土地利用と植被変換(林地、農地、荒漠化)

アフリカでは旧宗主国が主に土地利用情報の取得を継続してきたが、最近では林地と農地などの実態が把握されていないところが広がってきた。そのため、食料・貧困対策のための調査情報が欠如しているところが多く、先進国の協力強化が不可欠となっている。

灌漑農地の把握、ダムなどの灌漑施設の把握(水量観測)

世界銀行などの援助による開発や、FAO パイロットプロジェクトなど、個々の灌漑開発に関する情報はあがるが、世界的にはその実態はほとんど不明である。また、河川における水供給不足等、開発以後の灌漑施設の実用上の問題点の把握が重要となっている。

慣行の作物栽培手法の把握

慣行の作物栽培手法に関しては、各種報告書や普及機関が発行する印刷物の形で散在しているのみで、衛星による土地利用判別手法や、収量予測手法の検証としてはほとんど利用できるものとなっていない。

人口、生産、食糧供給にかかわる社会経済データ

人口、農業統計などは各国独自の集計処理を行っている場合がほとんどであり、制度としてはほぼ定着している。しかし、統計的な手法として確立している場合でも、その集計頻度が少なく、急激な変化をしている地域で対策が手遅れになる可能性が高い。

(2) 生産量把握

アジアの農作物作付け種類と期間、面積

農地面積や作付け種類別面積は各国で集計されているが、農地としての登録と実態が合わないなど、精度が不均一である。日本でさえ農地としての届け出と実態とが齟齬をきたしていることが目立つようになってきた。なお、作付け期間内に何度か情報を得る必要があるため、処理の自動化をすすめることが必要である。

穀物収量と収量予測

収量統計は、一般に市場での取引で推定されている場合が多く、実態と合わない。また、耕作物の観測時期にあったタイムリーかつ高分解能での観測が必要である。世界的には LACIE (Large Area Crop Inventory Experiment) や AgRISTARS (Agriculture and Resources Inventory Survey Through Aerospace

Remote Sensing)などが試みられたが、日本に適した手法がいまだに確立されていない主な要因のひとつは、農耕地の単位面積が小さいことである。

(3)農地被害

病虫害・冷害予測

日本において生育診断予測システムが試案されているが実用化に至っていない。また、衛星の植生指数(NDVI)データ等を用いた農地干ばつ推定モデルが作られ、研究ベースで評価されている。被害監視には準リアルタイムでの観測が必要となるが、日本の耕作地単位での把握が可能な高分解能衛星が必要である。

乾燥度、砂漠化とその時系列変化

衛星の NDVI データ等を用いた農地干ばつ推定モデルを作ってその有効性を評価した研究がある。実際の運用には準リアルタイム観測が必要であり、システム化が待たれている。

(4)農地劣化

土壌劣化程度

単位収穫量の変化による統計的な情報のみで、属地的な情報となっているものは少ない。また、気象・水資源・植生・土壌・土地利用実態等、地上での連続あるいは定点観測が少なく、明確な基準情報が不足している。広域観測のためには衛星データとの併用が必要となるが、土壌観測に適切なスペクトル観測能と地上分解能、観測頻度を持つシステムが運用されていない。

焼畑対象地域の面積とその変化

焼畑に関する統計的なデータは、民俗学的な見地からの調査や地域的な調査に留まることが多く、国レベルでの実態が把握されていることも少ない。山地の焼畑は森林や周辺農地の環境変化に与える影響が大きく、その実態を把握し、適切な管理に活用する必要がある。

農業適地評価

農業適地評価の具体例としては、都市住民を移住させたインドネシア移住地開発事業における RePPPProT プロジェクト(Regional Physical Planning Programme for Transmigration)などがある。FAOでは「土地評価の枠組み」を設定するなどその重要性は世界的に認識されている。しかし、その評価においてはリモートセンシングデータを活用できる評価項目が少なく、広域での評価を困難にしている。

8-4-3. 問題点のまとめと重点化の視点

世界の食料需給の将来にわたる安定に資するために様々な取り組みが世界的な協調の中ですすめられている。同時に、飢餓・貧困撲滅も食糧生産性と炭素循環の両面から、また生物多様性等の生物資源劣

化の点からも重要である。しかし、その実態が世界的に把握されていないことが大きな問題である。

食料サミット等の国際的な活動への貢献を図りつつ、食糧生産性と炭素循環、生物多様性等の生物資源劣化などの観点から我が国としての重点化を図る。

8-4-4. 今後の観測項目

(1)農業生産地の実態把握

全世界の農地面積とその変化の把握では、周期的かつ広域の観測能をもつ衛星による面積計測と地上調査による検証が必要である。また、統計的なデータと照合して、統一的な基準による評価を行うことも重要で、衛星リモートセンシングによる土地利用の定期的観測と GIS の活用技術の促進を図ることも求められている。

生育環境にとって重要な水問題に対処するためには、灌漑施設・システムの調査と併せて、SAR 等によるダムなどの水位観測、河川流量観測等による水供給量の観測、衛星による降雨量とその積算量計測も行わなければならない。さらに、散在する栽培手法のデータベース化や、社会統計データ取得のシステム化の促進と自然系データとの統融合にも取り組む必要がある。

(2)生産量把握

農業資源において、生産量の把握は最も重要である。そのため、高頻度衛星によるアジアの作付け地の計測や、食料不安定地での静止衛星による作況の常時監視など衛星データの周期的、広域的観測能の活用が期待される。さらに、地上観測による検証が必要であるが、衛星や航空機による農作物種と生育状況の準リアルタイム計測のシステム化が求められている。また、スペクトロメータの多バンド観測による収量予測技術は、衛星観測にも信頼性の高い情報を与えることが期待できるものである。天候に左右されずに農作物の生育状況を監視するために、高分解能多周波 SAR による定期観測のシステム化にも取り組むべきである。いずれの観測もタイミングが極めて重要であり、特定の期間では数日間毎の観測が必要となる。

(3)農地被害

生育量把握と同時に行えるようにシステム化されるべきであるが、衛星及び航空機による準リアルタイムでの生育状況計測の実用化が待たれるところである。特に、植生の健全度に関わるスペクトルを監視できる多バンドスペクトロメータによる観測を利用して、病虫害の前兆を監視できるようにすることが期待されている。また、乾燥害に対処するためには、周期的な観測能の高い衛星と、地上観測による準リアルタイムの土壌水分計測が必要である。

(4)農地劣化

農地の劣化は世界的に大きな問題となっているが、

劣化の進行は作物種とその耕作方法および気象環境によって主に左右される。そこで、これらの状況を監視する必要があるが、衛星や航空機による土壌有機物観測、衛星による地表温度の定期的観測がまず求められる。観測システムとしては気象・水資源・植生・土壌・土地利用等の実態把握と地上での連続あるいは定点観測を組み合わせることが必要である。

農地劣化の早期発見には耕作種と農地状態の季節変化の異常を捉えることが必要であるため、ALOS(陸域観測衛星)搭載等の高分解能センサによる多季節観測による植生の生育環境評価を組み入れるべきである。また、農地への圧力を推定・予測するために、流域レベルでの人口、農作物統計、家畜頭数など人文・経済学的データの集計と統合も不可欠である。

8-4-5. 今後の地球観測のあり方

(1)世界との協調プログラム

・国際農業研究協議グループ(CGIAR)との関係

農林業関連のCGIARは複数あるが、これまでも日本の研究者が多面で係わってきた。地球観測では、そのような国際的な活動との連携が重要である。

農業分野ではCGIARによる「水と食料」などのパイロット・チャレンジプログラムがある。地球観測は世界で共有できる技術であり、情報を広範に共有することによって食糧供給と貧困対策への貢献が求められている。

(2)データ処理の集中化と利用の拡大

末端での地球観測技術の利用を促進するためには、衛星データの解析はある程度の集中化も必要で、高次処理データの提供が求められる。アジア地域においては、農林水産業研究計算センターにおける衛星データベース(SIDaB)をセンターシステムとして地域的な情報提供拠点となるノードを各国に整備することが適切である。

一方、農林資源管理における地球観測情報の利用拡大には、現場での利用が不可欠であり、広範な教育・能力開発が求められる。とりわけ、母国語による教育が不可欠であるため、最低でも国単位での教育施設が必要である。我が国としては、そのような施設における教育者、指導者の養成に主眼をおくべきである。

8-5. 海洋生物資源分野

8-5-1. 観測の目的とニーズ

海洋生物資源で扱う範囲は水産資源とそれを支える生態系要素として栄養塩、植物プランクトン、動物プランクトン、さらには水産資源や人類活動に有害な赤潮・有害生物とする。これらの構成要素は生態系の中で互いに関連しており切り離すことが出来ないだけでなく、地球の温暖化や海洋における生物多様性と関連している。

観測のニーズとしては第一に食糧問題、漁業経済問題が挙げられる。水産資源・海洋生物資源はマイ

ワシやカタクチイワシの資源変動で明らかになったように、数十年スケールの海洋・気象変動及び漁獲などの人類活動で主に決まっており、現在の技術では人間が完全にはコントロールすることが困難である。従って、精度の高い観測と解析を実施し、予測とそれに伴う資源管理施策を実施する必要がある。また沿岸域では栄養付加、汚染物質、沿岸構造物など人類活動の影響が大きく影響する海域であるが、有明海のノリ問題で明らかのように過去の記録なしには、自然現象の一部なのか人為起源なのか容易に解明できない。また沿岸域は人類にとっての地域環境の中でのアメニティ及び水質浄化機構としての価値も高くなっている。これら海洋システムが人類に提供する経済的価値は年間21兆ドルに達し、陸圏システムが提供する価値の1.7倍に達すると推定されている。

海洋生物、特に、植物プランクトンとそれを沈降・分解する生物は二酸化炭素の挙動と密接に関連している。海洋は地球の70%の面積を占め、少なくとも人類起源二酸化炭素の50%以上を吸収している。植物プランクトンは二酸化炭素を光合成により吸収し有機物を合成し、食物過程は合成された有機物を深層へ沈降させる。また雲核の基となる硫化ジメチルやオゾンの分解に関与するハロゲン化有機炭素化合物の生成に深く関与しており温暖化予測、オゾンホール問題に対してはもっとも重要な観測項目の一つである。

食糧問題や地球温暖化問題は、生き残り繁栄を続けたいと言う、いわば人類のエゴイズムに起因する問題であるのに対して、生物多様性を維持することは他の生物にも生存する権利を認めようとする我々のモラルに属する問題である。しかし遺伝子資源まで含めた生物多様性は一概にモラルに属するとは言えず、将来的には貴重な生物資源であり、単一生物による環境の占有はウィルス感染を含めたカタストロフに陥りやすい。従って出来る限り生物多様性を維持し、モニターし続けることは、環境指標として、また生物資源の維持として重要である。

8-5-2. 観測の現状

(1)国際的状況

水産資源の観測および管理施策は基本的には各国が経済水域内で独立して行っている。基本情報としては漁獲量があり、各国から集計された対象種ごとの漁獲量はFAOに集められFAOはこれらの情報をまとめデータベースとして公開する一方2年に1回、解析を加え問題点を指摘する報告書を出している(The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA))。近年の報告書では資源管理施策に、単一資源を管理するのではなく、複数種、生態系を管理することの必要性が強く指摘されており(Ecosystem approach)、このためには栄養塩、プランクトン、高次捕食者まで含めた観測が必要なことは明らかである。また、公海に生息し、複数国の経済水域を生育

場所とする資源，例えば鯨類，マグロ類，鮭鱒類では，2 国間または関係する諸国が組織をつくり，観測の設計や管理に当たっている(IWC(国際捕鯨委員会)，NPFIC(北太平洋遡河性魚類委員会)等)。

一方，プランクトンなどの低次生産生物や栄養塩などの観測の設計やデータの流通は国際的に系統だったものではなく IOC(政府間海洋委員会) SCOR WCRP, IGBP, DIVERSITAS(国際生物多様性研究計画)などで策定される科学プログラムにおいて実施される場合が多い。科学プログラムの中ではプロセス研究の占める割合が大きい，多くの時系列観測(BATS: Bermuda Atlantic Time-series Study, HOTS: Hawaiian Oceanographic Time-series Ocean Study, KNOT: Kyodo North Pacific Time-series)や海盆スケールの繰り返し断面観測などはこれら科学プログラムにおいて実施されている。海洋生物と関連が深いのは IGBP のコアプロジェクト JGOFS (Joint Global Ocean Flux Study) , SOLAS (International Convention for the Safety of Life at Sea) , GLOBEC (Global ocean Ecosystems dynamics) , LOICZ (Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone) であり，それぞれ炭素循環，大気海洋相互作用，水産資源，陸・海洋相互作用をテーマとしており，観測，プロセス研究，モデル構築を通して地球システムの理解と将来の予測を目的として活動している。JGOFS は 2003 年に多くの成果をもたらした終了したプログラムであるが，上記の時系列観測の立ち上げと維持が行われ，太平洋においては NPTT が設立され，日本，台湾，カナダなどが参加し時系列観測(KNOT) や数々のプロセス研究を実施してきた。JGOFS の活動の一部は新しく立ち上がるコアプロジェクト IMBER (Integrated Marine Biogeochemistry and Ecosystem Research) に引き継がれる予定である。基本的にこれら科学プログラム内で観測・取得されたデータはプログラム内でのモデルや統合に用いられる一方，データ集として公開され，NOEC などのデータ集積機関にアーカイブされている。

海盆スケールでは PICES (北太平洋の海洋科学に関する条約機構) , ICES (北大西洋の海洋科学に関する条約機構) などが存在し，観測の調整や情報流通に寄与している。日本が加盟する PICES には日，米，加，中，韓，露が加盟し地球観測に関与する部分としては，CCCC (Climate Change and Carrying Capacity Program) プログラム，モニタリング委員会で観測計画の調整，相互検定などを行い，CPR (連続プランクトン採集装置) による，鮭回遊路におけるプランクトンの連続モニタリングを実施している。CPR を用いた観測は大西洋を中心に 1970 年代から続けられており，衛星などではモニターできないプランクトン生物を密度高く海盆スケールで観測する有効な手段として，全球的な観測に広がる動きがある。また情報やデータは TCODE (Technical Committee on Data Exchange) を通じてその流通が図られている。さらに，数年に一度，一般，政策決定者向けに，北太平洋の

海洋物理，気象，生物，資源の動向をまとめた Ecosystem Status Report を出している。同様の報告は大西洋，南大洋においても存在する。

沿岸の赤潮生物の観測に関しては IOC の HARMFUL ALGAL BLOOM PROGRAMME などを中心として全球的な観測情報網の構築の試みはあるが，先進国と途上国の格差，および赤潮の負のイメージに由来する機密性から，十分な進展があるとは言えない。また赤潮生物のモニタリングにおいては同定の基準となる文献，遺伝子情報の整備，人材育成が重要であるが，これらの点についても国際プロジェクトが大きな役割を果たしている。

生物多様性の観測・研究に関しては DIVERSITAS と Senses of Marine Life (CoML) が中心的な役割を果たしている。DIVERSITAS がどちらかと言えば陸域を中心とした活動であるのに対し CoML は海洋を対象としている。CoML は，世界の海洋に生息する海洋生物の多様性，分布，個体数を評価し解明するために企画された科学研究プログラムであり，生物資源情報の収集を署名国に求める国際連合の生物多様性の指針に関する枠組み会議 (Framework Convention on Biodiversity Directives) に呼応するものである。

(2) 国内状況

水産資源の漁獲統計は各都道府県から農林水産省統計局に集計され発信されている。また主要魚種に関しては独立行政法人水産総合研究センターが，漁獲統計と独立した資源調査から資源量推定，ABC (生物学的許容漁獲量) の算定を行っている。当然数々のバイアスを取り除いた推定資源量は漁獲量より水産資源の動向を正確に示すものであり，国際的に資源量推定が同じ基準で行われ流通することが望ましい。いわゆる国際資源に対しても，例えば北太平洋の鮭鱒類に関しては，北海道大学と水産総合研究所が共同で NPAFC (北太平洋遡河性魚類委員会) のもと，30 年以上にわたり流し網調査を継続しており，鮭鱒類のみならず，他の海洋生物の長期変動の解析の基礎を提供している。その他の国際資源に関しては主に遠洋水産研究所が調査，解析を担当している。日本周辺の資源調査に関しては資源評価情報システム (略称: fresco) により集積・流通している。fresco は，水産庁が日本周辺水域における水産資源の回復と持続的利用の科学的基礎となる主要魚種の資源評価を実施するために構築され，全国 10 か所にある水産研究所および 54 か所にある水産試験場から漁獲情報および海洋情報を収集・管理している。

低次生産生物，栄養塩に関しては大学，旧国立研究所 (農林水産省，通産省，環境省)，JAMSTEC，気象庁などの複数の機関が事業または研究プロジェクトの一部として行っている。観測としての継続性の長いものとしては，気象庁の定線観測，水産庁の卵稚仔調査，親潮モニタリング観測などがあり，気象庁の定線観測は日本周辺の主な海流域をカバーし 30 年以上の継続性をもって行われている。これらの定

線観測は日本の経済水域の中であり、比較的限られた測定項目(プランクトン現存量, 栄養塩)についての観測であるが, 外洋域における時系列観測もある。KNOT (Kyodo North Pacific Ocean Time-series)は西部亜寒帯太平洋を代表する観測点であるが, 1998-2000年にプロジェクト研究により時系列観測が実施され, 基礎生産, 種組成, 化学成分, 沈降粒子など海洋の炭素循環や生態系変動を研究するために必要な項目が測定された。さらに海盆を横断するような大規模な繰り返し観測においても, プロジェクト研究の一部として貢献している(例えば WOCE P1 Revisit)。これら個々のプロジェクトで取得されたデータは, 任意の提出により JODC (Japan Oceanographic Data Center)に集積されアーカイブされる一方, プロジェクト単位などで CD-ROM や DVD のデータ集として世界へ発信されている。

赤潮生物の発生に関しては各都道府県から調整事務所を経て近隣自治体および水産総合研究センターに報告されデータが集積されている。しかし赤潮被害の情報は風評被害や魚価への影響もあり, 公表, データベースの確立には至っていない。

8-5-3. 問題点のまとめと重点化の視点

海洋生態系の予測と変化に対する適切な施策のためには, 観測, プロセス研究, モデリングのバランスの取れた発展が不可欠である。日本においては地球シミュレータの稼働によりモデリングは躍進することが予測されるが, 対応する持続的観測やプロセス研究は不十分である。海洋観測分野では統括する組織がないため, 重複や欠落, 測定の信頼性や測定項目のばらつきが存在する。また国際プログラムとの連携も不十分である。また各機関で取得されたデータの流通経路の確立も不十分であり, 多くのデータに関しては任意で提出されている現状にも問題点が多い。

海域としては北太平洋(赤道以北)と日本周辺海域の観測を重点化することが, 国際貢献であり, 日本, アジア地域にとっての食糧供給, 食の安全を確保するために重要である。

人類起源の活動により地球環境は今後数十年間で, 過去数十万年経験したことがない速度で変化することが予測されており, この変化は人類の生存, 経済活動に深刻な影響を与えることが懸念されている。国益を超えた取り組みを行うことが先進諸国の責務であり, ソフトランディングの唯一の道である。

8-5-4. 特に推進すべき観測項目

(1) 太平洋・縁辺海

太平洋は, 面積・容積とも最大の海洋であり, そこでの炭素収支, その他の物質収支, 漁業生産は, 地球環境, 経済に大きな影響を及ぼす。太平洋はエルニーニョなど特有の物理・気象現象を持つとともに, 海洋大循環深層流の最下流に位置することから他の海洋に比べ珪酸が多く, 特徴的な生物相, 物質循環

を示す。しかし, 大西洋に比べ隣接する先進国が少なく, 科学的理解が進んでいない。モニタリング, プロセス研究, モデリングを含めた総合的なプログラムを推進すべきである。特に西部太平洋は, 水産資源にとっても重要な海域であるばかりでなく, アジア大陸の土地利用の変化, 工業化によって, 人為起源物質(黄砂, NO_x , 汚染物質, 有害生物)が大気および海流で運ばれて海洋の生態系を変えつつある。

さらに, 鳥インフルエンザやマラリアを典型とするように温暖化や人為的な物流によって東南アジアから病原体を含む多くの生物が北上してきており, 現在は亜熱帯に特有の現象であっても 20 年後には日本の沿岸部で頻発する可能性は大きい。国際的な連携をとり, これら生物や化学物質の調査研究, 適切なモニタリング体制を構築することは急務である。その典型は東シナ海であり, 例えば漁業被害を出しているエチゼンクラゲやハリセンボンの起源は東シナ海沿岸部にあると考えられており, 日本単独の調査や対策は困難と想定される。さらに, 日本, 中国, 台湾などが水産資源を共有しているが, その調査・資源管理は協調が取れていない。

また, オホーツク海は渤海とともに南限の冬期結氷海域であり, 結氷に伴う中層水の形成は二酸化炭素の吸収, 栄養塩の循環を変え, さらにはブッソル海峡海水交換により北太平洋中層水を形成し, 生物生産の変化をとおして, 北太平洋全体の生態系, 物質循環に影響を与えているが, 海域の大部分はロシア海域でモニタリング, プロセス研究は非常に低いレベルにある。注ぎ込むアムール川は海水形成および鉄を含む親生物元素の供給源であり, 土地利用や気候の変化により流量, 流出パターンの変化が予測されている。さらに気象庁の地域温暖化予測モデルでは, 日本周辺ではもっとも顕著な温暖化が予測されている海域である。

(2) 持続的モニタリング

海洋は, 観測可能な限りでも 1 日から数十年の生態系レベルの変動を示し, かつ気候変化や人為的效果に対して非常に鋭敏に変化する。現生生物が経験したことのない急激な変化が予想される今後数十年間は, 海洋化学成分, 海洋生物, 海象の精度の高いモニタリングを持続することは適切な施策を実行するための最低条件であり, 先進国としての義務でもある。

(3) 新しいプラットフォームの構築と省力化

自動観測ブイ, 係留系, 無人航行観測艇, ボランティア船舶関連観測機器, 各種センサなどの新技術は開発されつつあるが, その技術が観測やモニタリングに展開していない。機器の開発も重要であるが, その展開に研究資源の重心を移し, 総合的な観測網を確立することを目指すべきである。

現在開発されつつある機器の観測への展開とともに, 新しいプラットフォームの構築も重要である。海

洋は広く深いため、広域で密度の高い観測は非常に困難であるしコストも高い。衛星観測は全球観測に適しているが、表層情報しか得られないこと、測定できる項目が限られていることが問題であり、船舶観測でしか得られない情報の方がはるかに多い。船舶観測と衛星観測のギャップを埋める手段として、また新しい観測スタイルとしては、ブイ観測、飛行艇、海底ケーブル利用観測網などが考えられる。ブイとしては JAMSTEC が赤道太平洋を中心として展開している気象、海洋物理観測の TRITON BUOY が挙げられるが、このようなシステムに、音響・光学測器や各種センサの装着は可能である。飛行艇に関して我が国は大型飛行艇に関して先進的な技術を持っており、基地から 2000km 以内であれば日帰り観測が可能であり、コストも調査船と同程度との試算もされており、海洋・大気観測にまったく新しい展開が期待できる。海底ケーブル観測では、地学観測を中心とした米加共同の研究計画があり、電力供給が可能なおことからセンサと昇降装置を加えれば水柱の生物化学的情報がリアルタイムで取得できる。これら想定される新しいプラットフォームはいずれも、限られた人員で運用可能で密度の高いデータをリアルタイムまたは準リアルタイムで提供できることに特徴がある。

(4) データ集積、管理、発信の強化

水産資源調査にかかわる情報は資源評価情報システム(略称: fresco)によって社団法人漁業情報サービスセンターに集積され、その他海洋にかかわる情報 JODC(日本海洋データセンター)に集められ発信されている。JODC は限られた人材で非常に貢献が大きい。しかし、データの提出はボランティア意思によっており、また各機関で DMO(Data Management Office)を持っていたり、それが機能していなかったり、埋没しているデータも多い。また今日、国際的にデータが流通するようになって、測定機関による値のばらつき、品質管理などの問題が表面化している。JODC の機能強化、海洋総合分析センターの設置などを含めた組織だった強化が必要である。

(5) 地球環境国際プロジェクトへの貢献

地球環境研究分野では IHDP, IGBP, WCRP,

DIVERSITAS の 4 プログラムがパートナーシップを結び統括的、主導的役割を果たしている。とくに IGBP と DIVERSITAS は地球環境研究の生物分野では重要なプログラムであるが非政府組織であるため、国内での対応が出来ていない。IGBP に関しては日本学術審議会に委員会は設けられてきたものの、研究資金獲得には結びついていない。IGBP コアプロジェクトに北米、EU で 10 億円以上の予算規模のプロジェクトが走ってきたのに対し、あまりに日本の状況はお粗末である。また各プロジェクトの国際事務局も日本は引き受けたことがなく、近年、中国がその招致に熱心であることを考えると、貢献度の低さは際立っている。IPCC への貢献は各省庁で強く意思されていることであるが、IPCC は生物化学プロセスの最終的な出口であって、個々のプロセスを研究・観測する IGBP などのプログラムの活性化を図らなくては本質的な地球環境問題への貢献とはならない。

8-5-5. 今後の地球観測システムのあり方

有用水産資源の観測に関しては、各国が経済水域内の統計を流通させることが基本になると考えるが、漁獲量ではなく調査に基づく資源量および年齢構成などの生物学的情報が流通することが望ましい。そのためには資源推定手法の国際的な高度化、共通化が強く期待される。またその管理に関しては単一魚種を対象とせず生態系レベルの調査・観測、管理が今後の目標となる。さらに、中国の漁獲量に疑問が投げかけられているように、先進国以外での Capacity Building にも日本は責任を持つと考える。

より低次の生物およびそれを支える海洋環境の観測に関しては、国内においては、また海外での多くの場合においても事業としての継続性が不安定である。今後は必要な項目に関しては 50 年以上の継続性を想定した観測が必要である。そのためには、各種センサによる自動観測など省力化が重要であろう。限られた予算で重要な情報を得、蓄積するためには、衛星、船舶、その他のプラットフォームを有効に組み合わせ、および、観測、プロセス研究、モデリング間でのフィードバックが働くような構造の創設が、変わり行く地球システムを記録し適切な対策を講じるための必要条件と考える。

8-6. 課題分析表

(「重点化の必要性」の は重要課題を示す)

エネルギー鉱物資源分野

分類	観測ニーズ (重要度)	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)
鉱物資源	賦存量や賦存地域分布の情報収集(概査データの提供)	マルチスペクトルレベルでの広域地質図作成 多様な鉱物分布図の作成 裸岩地域での鉱区取得補助 スペクトルデータベースの整備	ハイパースペクトル情報の利活用手法の確立 疎植生域でのスペクトル情報の活用 取得データの組織的データベース化 DEMの活用法の開発	ハイパースペクトルセンサの開発(S/N比の向上) ハイパースペクトル解析技術開発 ミセル解析技術 スペクトルデータベースの標準化		ハイパースペクトル調査(現地調査の削減)の実現 十分なS/Nのハイパースペクトルデータ取得技術の確立 ハイパースペクトル解析技術開発 標準DEM導出手法確立 データフュージョン技術
エネルギー資源	賦存量や賦存地域分布の情報収集(概査データの提供)	地形解析による油ガス田ポテンシャル地域の推定 2.2ミクロン帯による変質鉱物同定 熱赤外域での多様な岩質分類	地表での概査手法に留まる 最適バンド域の設定 地質構造解析でのDEMの活用 立体視の有効活用	ハイパースペクトルセンサの開発(S/N比の向上) データミック最適スペクトル選択 高度DEM作成		既存油ガス田周辺部の探査機能の充実 探査および既存モニタリングの融合 高度DEMの作成手法開発 ロジスティックの視点での有用性 データベース処理
鉱物資源	開発・操業および輸送に係わる環境保全動向の支援情報収集	環境モニタリングへの試験的導入 環境保全事業への支援情報提供 光学センサの限界(天候)	モニタリング項目の絞り込み 自動監視機能の実現			地域環境保全 監視項目とスペクトルおよびDEMとの有機的融合(指標化技術開発) 自動解析技術開発 データベース処理
エネルギー資源	生産基地、パイプライン等の障害および周辺地域状況把握	限定的試験的利用 タンカー等の試験モニタリング	観測頻度に課題 PSInSAR等による地盤変動情報の抽出 分解能の限界	ハイブリッドおよび発電所等のモニタリング InSAR利用技術開発		エネルギー安全保障の観点から重要(海外事業リスク軽減) コンステーションによる観測頻度向上 監視スケジューリング技術の最適化 (PS)InSAR活用技術開発 国際連携でのモニタリング体制整備
資源・エネルギー安全保障	次世代グローバルエネルギー・鉱物資源戦略マップの構築	ASTERによるグローバルマップ 資源・エネルギー戦略マップの欠如	グローバルハイパースペクトルセンサの欠如 高度スペクトルでのグローバル観測プログラム 全天候型SARとOPSの連携活用	中分解能センサと高分解能センサの有機的活用プラン 既存油ガス田のモニタリング		エネルギー安全保障 コンステーションによる観測頻度向上(OPSとSAR) 監視スケジューリング技術の最適化 データベース解析技術開発 監視設備等の優先順位付け

森林資源分野

分類	観測ニーズ (重要度)	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)
世界の森林地帯の実態把握	森林型の分布とその変化	10年間隔でFAOが世界森林資源評価(FRA)を行っている 途上国はNOAAとTMサンプルから推定、先進国は独自情報を利用	10年間隔では急速な変化に対応できない TMのサンプル数が極端に不足している	衛星による全球の森林面積計測 各国の国家森林資源調査システムの充実		森林情報の信頼性向上とFAOへの貢献

	森林立地環境とその変化	NOAA 等高頻度観測衛星による植物季節の把握	植物季節がダイナミックに変化する季節での地表観測が十分でない	衛星による植物季節(水環境と温度環境把握) 衛星観測とモル化法の融合		世界との協調, 温暖化等地球環境変化の影響監視
森林資源量の実態把握	アジアの森林活動の早期把握	アジア森林パトロール (AFP, 日本政府提案) で, 違法伐採取締りへの取り組み宣言がされている	伐採の把握に時間がかかり, AFP の目的である違法伐採の取締りに役立っていない	MODIS データ等による森林伐採早期発見システムの開発		アジア森林パトロール (AFP) への貢献の確認, 関係国の理解(違法伐採問題)
		APAN による高速ネットワーク利用 SIDaB によるリモートセンシングデータの公開利用および計算機資源の利用	末端利用者のネットワーク資源不足 データの利用	オープンGISによるデータの確認, 簡易利用図の作成 計算機資源の共有		アジア東部関係者のパートナーシップの構築(データベースと計算機資源の共用化の促進)
	TM データを利用してインドネシア, タイ, カンボジア, ミyanmar, パトナム, フィリピン等の森林資源分布図を 10 年かけて日本が作成 日本はアジア東部地域の森林資源動態を SPOT・VGT 等で監視中	森林分類カテゴリーが統一されていない 継続性の保証が無い	衛星によるアジアの森林型観測 高分解能衛星によるアジア東部地域森林資源モニタリングシステムの構築		アジア森林パトロール (AFP) における貢献(森林経営情報の提供)	
	熱帯天然林のバイオマス量	先進国の統計データの解析により針葉樹天然林の蓄積推定法は開発されている	統計データが極めて未整備である熱帯天然林におけるバイオマス推定法は確立していない	高頻度観測 SAR 観測 現地調査の併用によりバイオマス推定法を開発		新工本費 - , アジアにおけるエネルギー確保
	森林域の水資源量	衛星データでは水分指数を利用して面的に推定 森林の持つ水環境保全機能に関しては流量, 蒸発散調査などが流域試験地で行われている カンボジアの森林流域を対象に水循環観測に着手	全国レベルでの森林の水収支観測は不足 東南アジアにおける水循環観測の継続性が保証されていない	全国水文試験地における継続的観測および情報整備 アジア東部地域における定常モニタリングとネットワーク		国際河川における利用を視野に入れた国際標準的評価法の開発が必要 世界水フォーラムで指摘されたアジアにおける水問題の解決 国内水資源情報の正確な把握
植生の多様性把握	林分構造と樹種構成	林分単位の森林管理情報として, 全国の森林資源を 5 年に 1 回, 航空写真, 現地調査に基づいて見直している	林分管理方式であり, 地球観測衛星データとの融合化がされていない 人手不足による精度の低下が問題 開発の著しい今日, さらに短期間での更新が必要	高分解能衛星または航空機による樹種構成観測 高分解能衛星による森林管理図および基本情報の入手 高分解能衛星と中分解能衛星を組み合わせた効果的な多段階解析		全国森林資源調査システムの構築 行政ニーズとの整合性

		国家レベルでの森林資源動向監視のために、4kmメッシュ交点(全国約1万点)での森林情報集積法を導入中	メッシュ交点情報とリモートセンシングデータとの融合が不足 5年で一巡する方式のため急速な変化に対応できない	地上観測点における定期的森林調査 国家森林資源調査へのリモートセンシングの導入		観測データの季節性に起因する精度のばらつきを容認
	脆弱地の監視	東南アジアのマングローブ生態系の個別調査を継続している	生態学的な地上調査では時間がかかりすぎる 情報の短期的な更新が必要	高分解能衛星によるマングローブ林の周期的な監視		多様性保全における国際協力を念頭に 日本がアジアでリードしている分野である
		山地林の環境評価を個別に対象としている	生態学的な地上調査では時間がかかりすぎる 調査対象高地林の地理的分布の偏り	高分解能衛星による季節変化監視を併用した環境変化把握ネットワークの構築		
森林における炭素固定量の把握	蓄積量および生長量	ランドサットTMによる林分材積推定法等が開発されている	得られるデータの季節による精度のばらつきが大きい	LIDAR等の高分解能3次元データの併用による精度向上 光学データを併用した効率的なスケリング解析		産業としての林業にとっては費用がかかりすぎる 試験研究あるいはサブスクリプションとしてのフィールドデータとして最適技術革新が著しい
		林分単位での蓄積推定には航空写真を利用	写真判読に時間と経費がかかるため、データ収集が減少	ALOS等による森林物理パラメータの抽出		京都議定書に対応した二酸化炭素の固定量推定など、世界での共通技術とする必要がある
		地上での森林調査 年輪解析	広域林分での統一的手法が確立されていない 生理生態学的炭素吸収モデルに森林の空間不均一性を取り込むにはリモートセンシングとの統合モデルが必要	植生の生長期間、成長に関わる環境パラメータの時系列的把握による推定法の開発 地上観測におけるリモートセンシング観測装置の併用		継続性の確保、実データとして重要 リモートセンシング専門家以外の研究層の拡大
森林被害・回復	森林火災被害の軽減と被害程度の把握	森林総研 ANDESシステムによりタイ、インドネシア森林火災早期発見システムの日本での運用中 タイのNOAAデータおよび米国DMSPデータの準リアルタイム処理システムを構築して利用	森林火災の多発するシベリアを含めたアジア東部地域の監視体制の整備必要 森林火災消火における情報利用体制の整備が必要 被災程度の把握に時間がかかる	衛星による被災強度(バイマス焼失量)計測 林床における可燃物量監視 可燃物の乾燥度監視 アジア東部地域における森林火災早期発見・警戒システムの整備		AFPへの貢献度の確認、関係国の理解(日本がリードしている) GOFCなど国際的な活動とのリンク
	酸性雨等被害 早期発見	全国約1000箇所での、降雨、酸性降下物等の5年サイクルでの監視	評価者による評価のバラツキがある 5年サイクルでは急激な環境変化に対応できない	衛星、航空機等による被害分布監視 衛星による森林の健全度評価法の確立 現地調査の継続		森林被害対策 森林病虫害被害の引き金となっている

	生物被害早期発見	主に地上調査により行われているインターネットによるデータ化と公表体制ができていない	専門知識が要求されている衛星からの監視体制はまだ開発されていない	衛星観測による生物被害監視ネットワーク		アジア地域における単一大面積人工林の広がりに対しては衛星画像の解析も有効となる可能性がある
	豪雨災害発生危険流域の災害予測情報	大流域を対象とした豪雨災害に関連する情報をシステムで処理するシステムがない	大陸における大流域の土壌侵食や土砂流出の評価が確立していない	高分解能衛星による地被状態の把握と、土壌侵食危険性の評価ODEMによる地形特性の定量化と、土壌侵食や土砂流出の危険性評価		豪雨災害に対する世界規模の安全・安心社会を創造する
	砂漠化がセンサと土壌流出危険度の監視	降雨量と地被量から土壌流出量を推定している	裸地面積と地表傾斜の定量的な把握手法が未確立	高分解能衛星による定量的な土壌侵食量の観測		発展途上国における最重要課題 森林復旧とのリンクが必要
林産物資源の耐久性	耐久性に関わる環境要因(紫外線量, 紫外線波長分布, 酸性雨, 外来生物の生存環境等)の観測	紫外線強度等の気象データの定期観測を行っている	屋外に使用される木質材料の劣化等にかかわる長期観測や経時観測, 広域観測はほとんど行われていない	衛星による紫外線到達量の周期的観測 雨水の酸性度観測		ISO 等国際標準化への貢献 木造構造物の安全性確保
		気象環境変化によるカビや木材腐朽菌の生息環境, 被害等の調査はほとんど行われていない	気象環境とカビや腐朽菌の生息域の変化及び木質材料の被害分布の調査が必要	カビの生息にかかわる気象パラメータの長期観測		ISO 等国際標準化への貢献 木造構造物の安全性確保

農林資源分野

分類	観測ニーズ (重要度)	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)
農業生産地の実態把握	農地面積とその変化(全球50万分の1での土地利用把握)	FAOによる集計が行われている	精度が国ごとに不均一 実態把握に時間がかかる	衛星による農地面積計測 地上調査による検証 統計データとの整合性確認		1966年世界食料サミットで2015年までに世界の食糧不安を半減させる合意に対応
	アジア・アフリカの土地利用と植被変換(林地, 農地, 砂漠化)	対策のためのイベントの情報から欠如しているところが多い	研究先進国の協力が不可欠	衛星リモートセンシングによる土地利用定期観測 GISの活用技術の促進		食糧生産性と炭素循環の両面から重要 生物多様性等生物資源劣化からも重要
	灌漑農地の把握, ダムなどの灌漑施設の把握(水量観測)	世銀などの援助による開発や, FAOのトッププロジェクトなど, 個々の開発情報はあ る 世界の現状はほとんど不明	水利用形態は農業生産に深く関わるが, 実態は複雑で不明な点が多い 水供給等, 開発後の実利用上の問題点の把握が必要	SAR等によるダムなどの水位観測 河川流量観測等による水供給量の観測 灌漑施設・システムの調査 衛星による降雨量とその積算量計測		国際河川などでの水問題に対応する必要がある水利用セクター間の競合を合理的に調整する根拠を与える

	慣行の作物栽培手法の把握	各種報告書や普及機関が発行する印刷物のかたちで散在している	土地利用判別手法や、収量予測手法の検証としてほとんど利用されていない	栽培手法の国際的データベース作成		土地利用判別手法や作物収量予測手法を高度化するための基礎を築く
	人口、生産、食糧供給にかかわる社会経済データ	各国統計による	精度が不均一	社会統計データ取得制度の確立 自然系データとの統融合		農林資源へのイノベーションを捉える 自然系データとの統合・融合による、データの新たな価値の創造
生産量把握	アジアの農作物作付け種類と期間、面積	農地面積は各国の数値で集計	農地としての登録と実態があわないなど、精度が不均一	高頻度衛星によるアジアの作付け地計測 食料不安定地での静止衛星の利用 地上調査による検証 定点観測による検証		1966年世界食料サミットで2015年までに世界の食糧不安を半減させる合意に対応
		農作物の作付け種類別面積も数値で集計	作付けされた農作物は、数量把握されており、農耕地の状況を特定できない	衛星による農作物種の準リアルタイム判定 地上調査による検証 定点観測による検証		
	穀物収量と収量予測	収量統計による世界的にはLACIEやAgRI STARSなどの試みがあるが日本に適した手法は確立されていない	収穫量は、市場での取引で推定されており、実態と合わない タイムリーかつ高分解能観測が必要	衛星及び航空機による準リアルタイムでの生育量計測 スペクトロメータの多バンド観測による収量予測 高分解能多周波 SAR による定期観測 地上調査による検証 定点観測による検証		2020年までに7億トンの穀物増産が必要とされている
農地被害	病虫害・冷害予測	生育診断予測システムが試案されているが実用化に至っていない	準リアルタイムでの観測が必要 耕作単位での把握が可能な高分解能衛星が必要	衛星及び航空機による準リアルタイムでの生育状況計測 スペクトロメータの多バンド観測による病虫害前兆監視		農作物の安定的供給の確保
	乾燥度、砂漠化とその時系列変化	衛星のNDVIデータ等を用いた農地干ばつ推定モデルが作られ、データベースで評価されている	準リアルタイム観測が必要	衛星と地上観測による準リアルタイムの土壌水分計測		日本へ輸出している国の今後の動向予測は食料安全上極めて重要

農地劣化	土壌劣化	単位収穫量の変化による統計的な情報のみで、属地的な情報となっていない	土壌観測に適切なセンサーと、地上分解能、観測頻度を持つシステムが運用されていない	衛星、航空機による土壌有機物観測 衛星による地表温度の定期的観測		農作物の安定的供給の確保
		気象・水資源・植生・土壌・土地利用実態等、地上での連続あるいは定点観測が不足	関連情報の未整備なアジア・アフリカで特に重要	気象・水資源・植生・土壌・土地利用実態等、地上での連続あるいは定点観測の高度化		衛星データやそれに基づいた評価手法のバリエーションにも使用できる
	焼畑	統計的データはほとんど無い	山地の焼畑は森林や周辺農地の環境変化に与える影響が大きい	ALOS 搭載センサー等の高分解能センサーによる多季節観測		少数民族による活動が多く、文化的な遺産は重要
	農業適地評価	FAO「土地評価の枠組み」インドネシア移住地開発事業における RePPProT プロジェクトなどがある	リモセンデータを活用できる評価項目が少なく、広域での評価を困難にしている	衛星による自然植生の時系列観測による生育環境評価 地上観測による検証 人口、農作物統計、家畜数など人文・経済学的データとの統合・融合		国家政策との結びつけが重要

海洋生物資源分野

分類	観測ニーズ (重要度)	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)
持続的モタリク	海洋生態系・物質循環の変化把握 ()	気象庁、水産庁によって日本周辺海域での6観測線で実施 外洋域連続観測ステーションは全世界で2地点 日本では主要魚種について資源調査	日本周辺海域調査は測定項目、時間分解能が不十分 日本周辺海域では外洋域での観測点がない モタリクは縮小傾向にある	海流系を加える観測ネットワークの充実		観測関連省庁間の連携強化 近代観測に対応した船舶への更新 観測船舶の効率的運用 分析作業のアウトソーシング 自動化とIT利用による高度観測技術を必要としない維持管理
北太平洋の物質循環の解明	海洋生態系・物質循環の解明 ()	SAGE (振興調整費) による太平洋中層水形成メカニズムの解明 KNOT 点における時系列観測 (環境省) 実施 亜寒帯域における長期的な炭素吸収機能低下の発見 (北大, 北水研) 太平洋横断観測による深層水の昇音の発見 (SAGE) 気候変動に伴う海洋資源の壊滅	KNOT 点観測は2000年以降中断 気候変化と海洋変化の相互作用が未解明 気候変化と資源量変化のメカニズムが未解明 亜寒帯太平洋で基礎生産を律速する栄養素である鉄循環が未解明 亜熱帯域、とくに窒素固定生物の寄与が未解明	リモート観測, 時系列観測, 地球研究を学際的研究		省庁間連絡による情報交換と効率的な予算配分 衛星観測, 自動観測装置による効率的な時空間分解能の向上 太平洋全域における物質循環とその制限要因の解明 IGBP との連携強化

縁辺海における物質循環・生態系の説明	東シ海における物質循環・生態系の説明()	陸棚から外洋へのフラックス観測(MASFLEX: 振興調整費) 多獲性浮魚類の初期生態調査(水産庁)	領海問題 窒素固定生物の寄与が未説明 長江など大規模河川の流量変化の予測	国際共同研究による総合的調査, モニタリング体制の確立	窒素固定生物の増殖メカニズムの解明 EPA、シロアリなど有害生物の起源と発生メカニズムの解明 多獲性浮魚類, マダコ類の初期生残メカニズムの解明 国際研究連携でデータ集約体制の整備
	林-ツ海における物質循環・生態系の説明()	カリ沖陸棚域の観測(CREST) 日本領海内における観測定線の設置(北水研)	領海問題 海水と生物生産, 物質循環の関係が未説明 アムール河など大規模河川の流量変化の予測 ロシアとの情報交換が困難, データの精度が未知	国際共同研究による総合的調査, モニタリング体制の確立	全域生態系調査の実施 海水と生物生産の相互作用の解明 中層水形成メカニズムの解明 国際研究連携でデータ集約体制の整備
新しい観測プラットフォームの構築と省力化	海洋生態系・物質循環の変化把握()	自動観測艇の開発(CREST) 昇降式観測セサの開発(CREST) ARGO 計画	設置・維持の経費捻出が競争的資金では困難	西部北太平洋高緯度亜寒帯, 中緯度, 低緯度亜熱帯(国際分担の3海域)における海洋生態系時系列観測点の長期継続観測	観測船観測の補充のため時系列定定点に表層大型定置ブイ設置 飛行艇による大気・海洋観測による効率的観測
データの集積, 解析, 発信機能の強化	海洋生態系・物質循環の変化把握()	JODC による国内データの集積・発信 各国 NODC 間のネットワーク	データの提出義務が不完全 人的な問題で生物化学的データへの対応が不十分	JODC の機能強化	データ集積ルートの確立 埋没データの発掘 生物化学データの取り扱い強化・人材育成 国際研究連携でデータ集約体制の整備