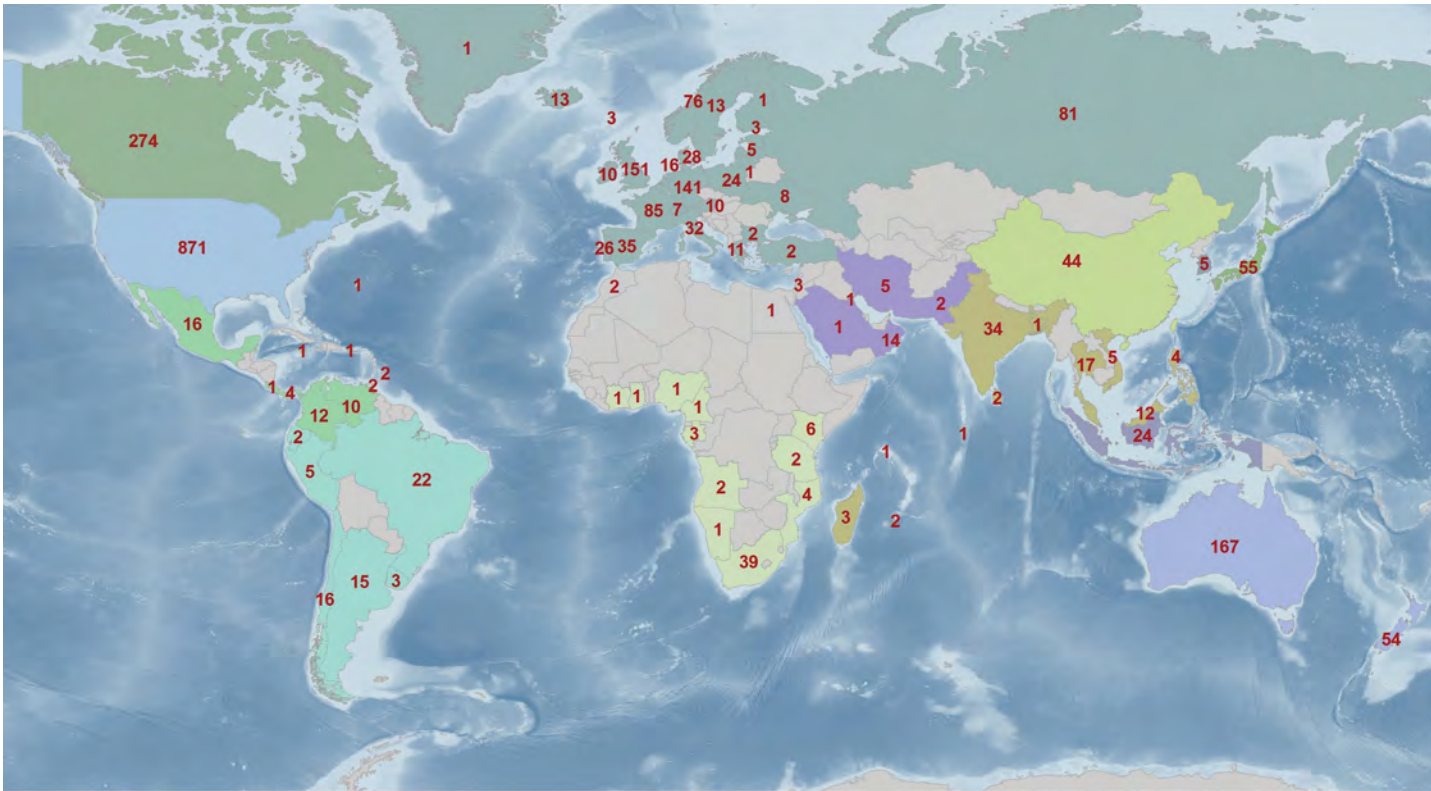


海洋生物の
持続的利用と保護を
支援する科学的結果

意思決定者のための
海洋生物センサスの概要



1. 国別の海洋生物のセンサス協力者数。影のついた地域は、国・地域の各種委員会を通じて参加している国を示しています。出典：海洋生物のセンサス、マッピングおよび視覚化チーム Jesse Cleary (ジェスクレアリ)

はじめに

生物多様性は、地球や人類の繁栄に不可欠です。人間社会に多種多様な品目やサービスをもたらす生態系の機能を支えているのは、生物多様性だからです。海洋生物多様性の場合、この用語は、食料、エネルギー、生物医学製品、レクリエーション、大気中の炭酸ガス除去や酸素放出といった気候調整への貢献などに、海洋生物を利用することを意味します。これらを利用することで、社会にとっての直接的な経済的利益が生じる場合があります。その一方、気候への貢献など、価値は目に見えるものではありませんが、それでも重要です。海洋を無分別に利用すると、生物多様性の劣化や損失を引き起こし、生態系の機能、貴重な品目、目には見えなくとも、自然に必要なサービスを提供する能力にマイナスの影響を与えます。

海洋は地球表面の 70 パーセント以上を覆っており、地球の生物圏のうち、極めて大きな割合を占めています。その広大さや、地球の機能と人間社会に対する重要性にもかかわらず、海洋と海洋生物に関する調査は十分に行われていません。科学者の推定によると、人類が体系的調査を行っているのは海洋のおよそ 5 パーセントにすぎま

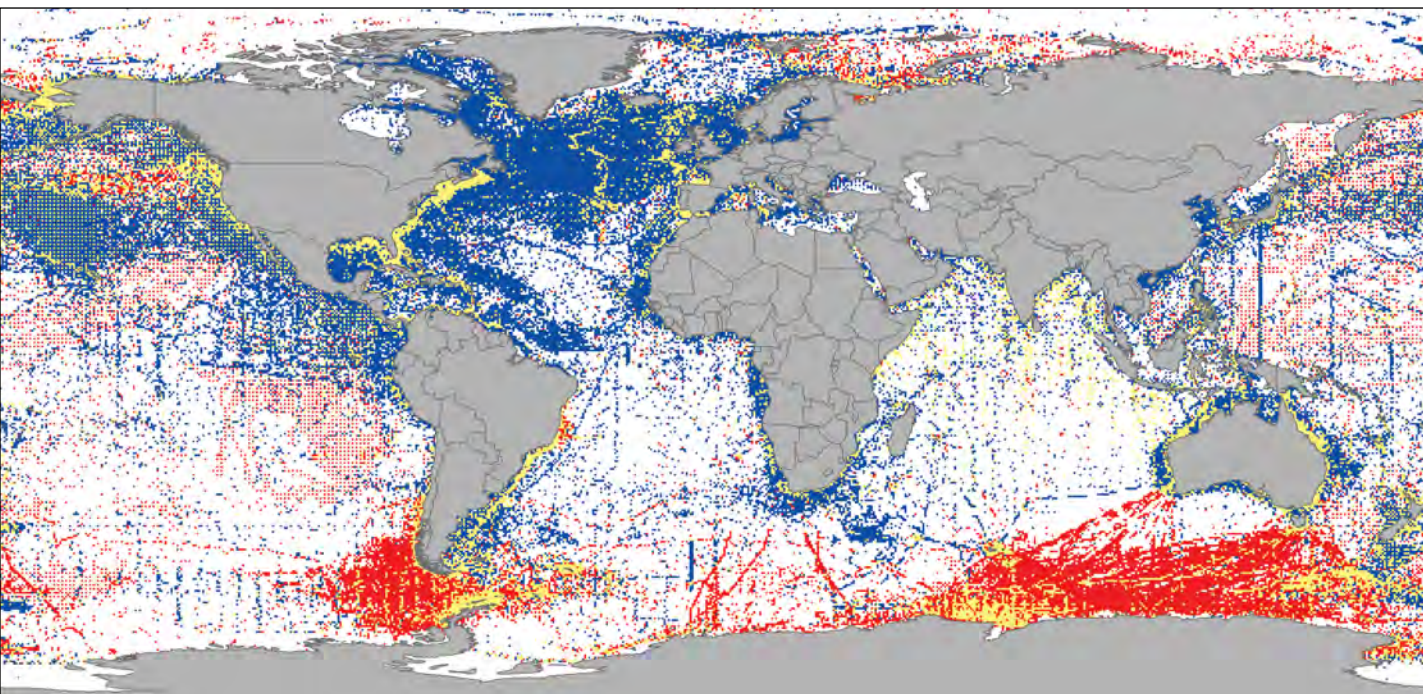
せん。この知識の欠落を認識して、10 年間におよぶ国際調査プログラム「海洋生物のセンサス」が 2010 年に完了しました。このセンサスにより、海洋生物に関する知識が大幅に拡大し、グローバルな海洋生物の調査が可能であることが実証されました。このセンサスは、Alfred P. Sloan Foundation (アルフレッド P. スローン財団)、アフリカ、アジア、オーストラリア、欧州、南北アメリカ、オセアニアの 500 団体以上の機関、および 80 カ国以上の資金供与者による援助を受けた、莫大な科学的パートナーシップによって実施されました。2,700 名の科学者が集まり、将来の変動を測定できるよう、海洋生物の多様性、分布、生息数のベースラインを確立しました。海洋資源を継続利用しようとする政策立案者などのために、このセンサスは、かつてない範囲に渡り、データおよび情報にアクセスする機会、海洋の維持、保護、修復を向上させるためのモニタリングや調査用のツールと能力を提供します。また、このセンサスが提供するグローバルな概要によって、調査の管理者や環境問題の専門家が、保全や調査イニシアチブの優先度をうまく決定できるようになるでしょう。

海洋生物のセンサスによる成果

海洋生物のセンサスは、2000～2010年の10年間、6億5000万米ドルをかけて、Alfred P. Sloan Foundation (アルフレッド P. スローン財団)のほか、500以上の機関と80カ国以上の資金供与による援助のもと、2,700名あまりの科学者が参加して実施された、科学調査およびアウトリーチプログラムです [図 1]。その成果は、以下のとおりです。

- 将来の変動を測定できるよう、海洋生物の多様性、分布、生息数のベースラインを確立。
- 2011年1月時点で、本センサス以前およびセンサス以外で得た3000万を超える種レベルの記録を総計し、さらにセンサス独自の实地調査により、1,200種の新発見種および未記載種を含む数百万種を追加。[図 2]。その他5,000種以上が正式記載待ち。
- 海洋生物地理情報システム (OBIS) を作成。国別/地域別のアセスメントを実施し、「生物の多様性に関する条約」などの国際委員会の義務を遂行するために各国が利用できる、地理参照データに関する世界最大のオンラインリポジトリ。
- 動物の海上回遊ルートを保護するために利用できる、回遊ルートと繁殖地の地図製作。

- 十分な調査が行われた領域とさらに調査を行うべき領域の特定。
- 環境履歴調査を通じて、海洋生息環境および生物資源が人間による影響を何千年もの間受けてきたことの情報提示。保護により、ゆっくりではあるが回復は可能。最も影響を受けているのは、沿岸海域および封鎖海域。
- 深海における過去の影響は、主に廃棄物処理によるものと判明。今日、極めて大きな影響を及ぼしているのは漁業、炭化水素、採鉱。将来は、気候変動が最大の影響を与えると予想。
- 「Encyclopedia of Life (生物百科事典)」との協力により、90,000種に至る海洋種に関するページを完成し、Global Biodiversity Information Facility (グローバルな生物多様性の情報機構)の海洋分野を引き続き担当。
- World Register of Marine Species (世界海洋生物登記簿)の支援により、微生物を除き、20万あまりの有効な海洋種が2011年1月時点で記載されたことを確認。未記載種が少なくとも75万種以上残っていると推測。
- 個人、機関、国、地域の能力開発。若手調査員を通じて、本センサスは今後数十年にわたって海洋生物に関する知識に貢献。



2,800を超えるデータセットからの12万種に関する、約30万件のOBIS記録を含む世界地図は、既知の海洋と未知の海洋を表しています。青色の領域では、本センサス開始前からのデータや、パートナープログラムおよび機関からのデータが集約されています。多くの場合、OBISの地域ノードおよび主題ノード別にまとめています。黄色は、センサスパートナーおよびセンサス独自の探査の両方で得られたデータのある地域を示しています。赤色は、事前データがなく、センサスの探査で得られたデータのある地域を示しています。この10年に及ぶグローバルな目録によっても、センサス科学者は依然として、発見すべき種の数を確定できませんでしたが、ただし、その数は少なくとも75万種ののぼるということで見解が一致しています。その差は、一次推定であるということも考慮に入れても、目録がまだに不完全であることを示しています。ほぼすべての生物学的探査において、今でも海洋生物の新種(巨大種ですら)が発見されています。出典: Ocean Biogeographic Information System (海洋生物地理情報システム)

海洋生物のセンサス ポリシーのための新ベースライン

本センサスにおける海洋生物の多様性に関する情報のグローバル ベースラインは、種レベルの分類に焦点を当て、さらに種レベル以下の調査に関連する新技術を開発してきました。

センサスは、海洋生物が想像以上に豊富であることを発見したと同時に、海洋がこれまで考えられていたよりも結び付きが強く、影響を受けていることも判明しました。捕獲記録、僧院の記録、魚の骨、貝殻、その他の信憑性のある文書から集めた、生息数に関する歴史上のベースラインは、何千年も前に、人々が海洋生物を乱獲し、激減させ始めたことを示しています。

本センサスでは、海洋種の多様性について、地域規模の分析およびグローバルな分析を包括的に行いました。動物プランクトンから哺乳類まで、13の分類群のグローバルな統合法により、2つの主なパターンが浮き彫りになりました。(1) 外洋では全海洋において、中緯度地方や亜熱帯の「帯状」で多様性がピークに達する。(2) 沿岸種については、インドネシア、東南アジア、フィリピンなどの熱帯で最も多様性が高い。25 地域におけるすべての既知の海洋生物の多様性に関するセンサスレビューから、この沿岸パターンが確認されました。海面温度は、気候変動の影響を大きく受けており、全 13 分類群にわたって、多様性との関連が強い、唯一の環境上の予測判断材料です[図3]。

本センサスは、微生物を除き、これまでに約20万の海洋種が記載されたとする「World Register of Marine Species(世界海洋生物登録簿)」を裏付けしました。科学者の推定では、未記載種が少なくとも 75 万種以上残っており、海洋種の大多数がほとんど知られていません。クジラ、アシカ、セイウチといった最もよく知られている海洋生物は、海

洋生物多様性のごく一部にしかすぎません。海洋には、10 億種以上の微生物が生息している可能性があります。また、海洋では少数の種が優勢であり、すでに観測されている多様性の大半を占めるのは、数千にもおよぶ生息数の少ない個体群です。この多様性に富んだ「希少生物圏」における変動は、地球の生態系に深刻な影響を及ぼす可能性があります。

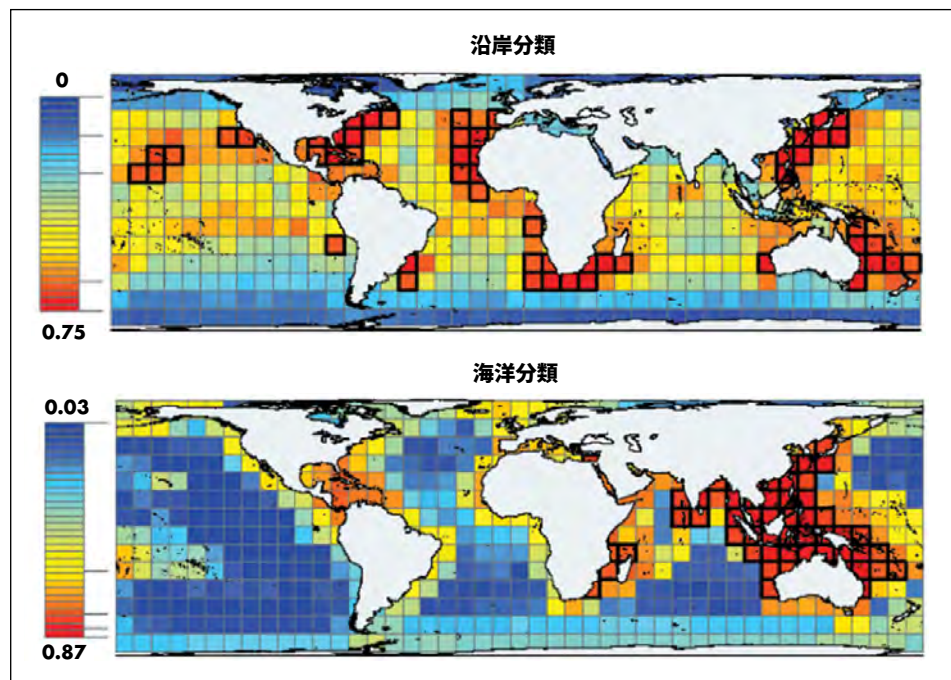
懸念と期待の理由： 海洋生物の劣化と修復

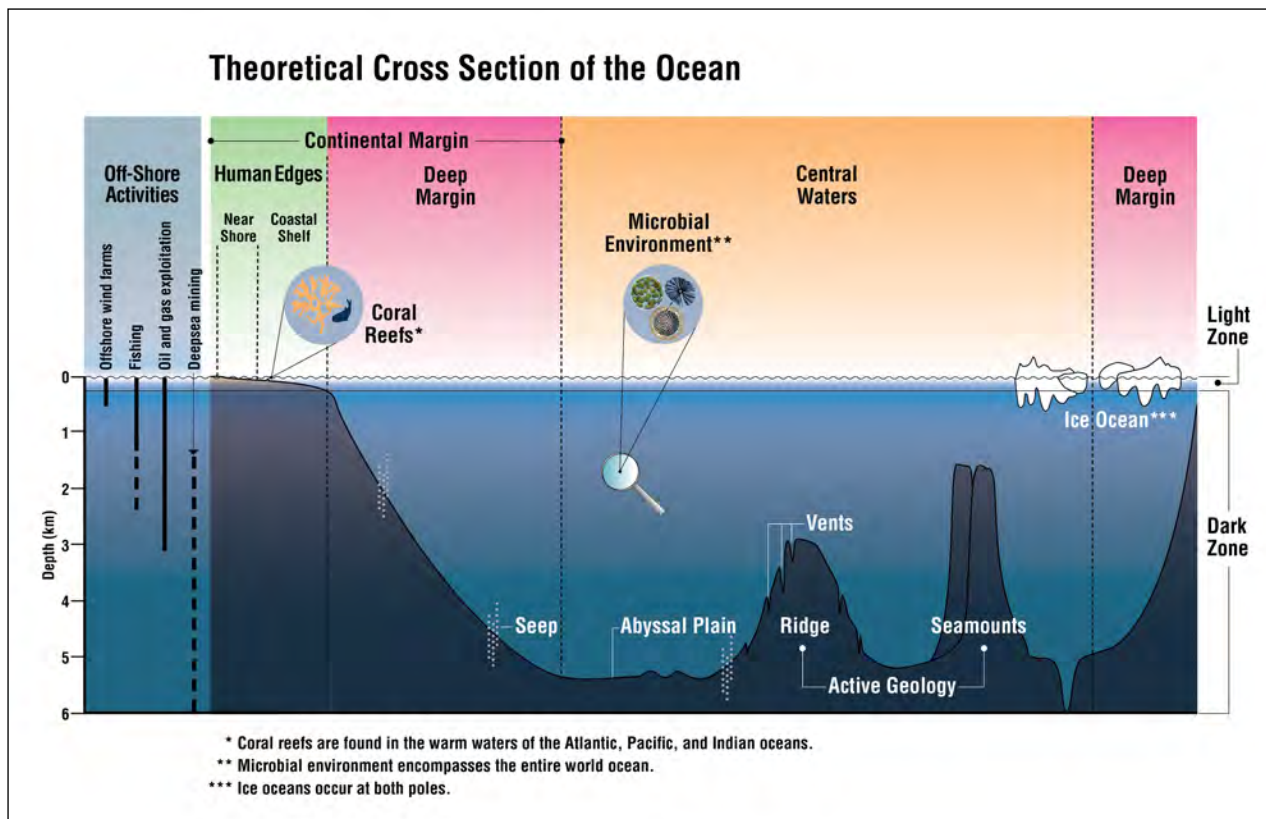
生物多様性は、封鎖海域や、地中海、メキシコ湾、バルト海、カリブ海、中国の大陸棚といった沿岸部の人口密度の高い海域で、非常に大きな脅威にさらされています。海洋産業や陸上汚染源が海洋の生態系の健全性に大きな影響をもたらしています。乱開発が極めて深部にまで達しており、セクター別の利用が重複し [図4]、受動的な拡散と蓄積によって全海洋領域が汚染されています [図5]。

人類は、早くから世界中の海洋に足を踏み入れていました。12 カ所の温帯沿岸域および河口の生態系に関する調査に基づく本センサスの調査により、何世紀にもわたって、人類の活動が、海辺の植物や湿地帯の生育環境の 65 パーセントを破壊していたことが分かりました。かつては北欧沿岸に豊富に生息していたタイセイヨウクロマグロ (*Thunnus thynnus*) の減少と生息範囲の縮小が観測されました。個体群は 40 年 (1910~1950年) で減少し、今日希少な状態が続いています。乱獲されている巨大海洋生物の数と規模は、それぞれの過去の水準から平均 90 パーセント減少しています。

センサス科学者は、地球の過去、現在、未来において、人類の活動が、生物多様性が高く、地球最大でありながら、あまり知られていない生態系で

3. センサスの海洋生物地理情報システムに収集された、微小の動物プランクトンからサメやクジラまでの 11,000 の海洋種の記録によって、種の多様性のホットスポットが判明しました。沿岸域に生息する種の多様性はどちらかといえば東南アジア周辺が最高であり、外洋生物の高度な多様性は、中緯度の沿岸域で非常に幅広く展開しています。赤色は、多様性の高い地域を示しています。出典: Tittensor DP, Mora C, Jetz W, et al. (ティッテンサー DP, モラ C, ジェツ W 他) 2010 年 *Nature* (ネイチャー) 466, 1098-1101





4. 海洋生物のセンサスは、将来の変動を測定できるようにベースラインを作成しました。それは、海洋利用の競争が拡大を続けるにつれて、大いに有益なものとなります。海洋産業や陸上汚染源が海洋の生態系の健全性に大きな影響をもたらしているほか、乱開発は極めて深部にまで達しており、セクターごとの利用が重複しています。この傾向は今後も続く見込みです。出典: Williams, Meryl J., Jesse Ausubel, Ian Poiner, et al. (ウィリアム, メリル J, ジェシー オースベル, イアン ポイナー他) 2010 年 PLoS Biol 8(10): e1000531

ある深海に影響を与えていると推測しています。過去数十年間、深海に最大の人為的影響を与えたのは廃棄物処理でした。現在、影響を最も及ぼしているのは、漁業、炭化水素、鉱物資源などの乱開発です。将来的に、気候変動が、温暖化、海洋の酸性化、低酸素層や酸素極小層の拡大といったグローバルな影響が増加する可能性があります。

この徴候は巨大種において明白であり、海洋における最大の変動と減少は、商業漁業で捕獲されてきた巨大種、および沿岸域の種において進行し

ていると言えます。小さな生命体に関しては、歴史的な記録がほとんどないため、進行中の変化はあまり知られていません。本センサスが提供する海洋個体群のこの区分に対して、こうしたベースラインに関する情報をもとに、今後の生息数を推定し、保護する手段が可能となります。

海洋生物に関する気候変動の予測調査が、サンゴ礁と北極に対して行われました。サンゴ礁は、温室効果ガスの排出や海洋の酸性化により、絶滅の危機に瀕しています。北極海氷の減少は、氷の中で生息する動植物の基質を損ないう一方で、これまでは氷に覆われていた地域の光源レベルと温度を上昇させています。

吉報は、対策を取れば回復が可能だということです。保護活動を行った場所では、アシカ、クジラ、トリ、ヒラメやカレイといった低底魚などの一部種の個体群が回復しました。減少と比べると、回復は急速ではなく、時間がかかるものです。センサス調査員は、少なくとも 100 年前に乱獲が終了した個体群、および 20 世紀初めから半ばにかけて保護されるようになったその他のいくつかの種において、増加が著しいことを発見しました。



5. 地中海東岸で、海洋生物を探していたセンサス調査員がトロール編みで収集したのは、海洋生物ではなく廃棄物でした。出典: Census of Diversity of Abyssal Marine Life (深海生物多様性のセンサス) Brigitte Ebbe/Michael Türkay (ブリジット エベ/マイケルターケイ)

OBIS: 誰もが利用できる海洋生物データの作成

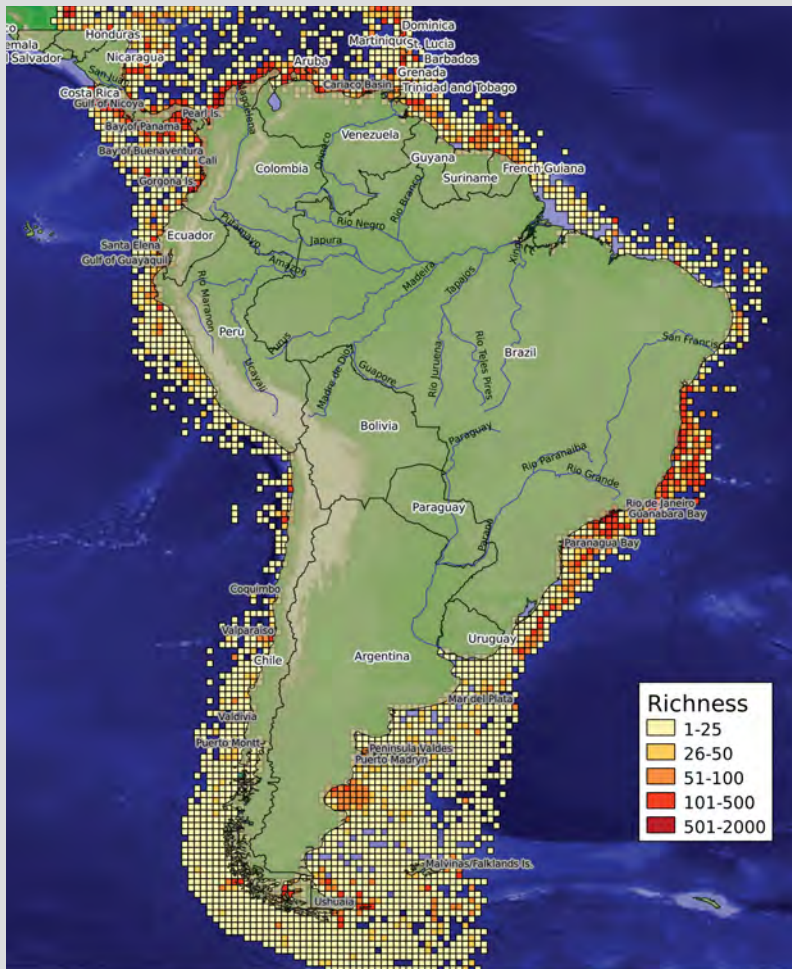
海洋生物センサスの最も重要な成果の 1 つは、グローバル目録である海洋生物地理情報システム (OBIS) です。OBIS は、800 を超えるデータセットのゲートウェイ (www.iobis.org) であり、3000 万種の海洋生物が記録された時期と場所の情報が収録されています。OBIS は、世界最大の地理参照データのオンライン リポジトリです。OBIS のデータセットは、種の名前、高水準の分類レベル、地理的地域、深度、時期別にシームレスに検索できるように統合されています。また、OBIS により、ユーザーは、生物学的多様性のホットスポットや大規模な生態学的パターン の特定、種の時間的・空間的分布の分析、海水温、塩分、

深度とともに、種の生息地プロット図の作成などを行うことができます。

2009 年のユネスコ総会にて、ユネスコ政府間海洋学委員会が、国際海洋データ・情報交換システム (IODE) のプログラムの 1 つとして OBIS を採用しました。政策立案者や OBIS 利用国の支援を受けて、OBIS は今後も IODE のもとで補強され、センサスの共同制作物として末永く受け継がれるでしょう。

OBIS は、各国が排他的経済水域における海洋生物について報告するという、「生物の多様性に関する条約」の義務順守を支援するなど、多数の管理用途にとって強力なツールです。OBIS は、リソースに制約のある国が国家的な報告要件を満たす能力を開発するほか、さまざまな組織・国に共通のデータ、ツール、標準を提供して、データと情報の管理をより効率良く行えるようにしています [図6]。

情報を記載する前に、OBIS データは、情報源の確認、最初に品質管理を終えた後の定期的な審査など、厳しい審査プロセスを経ます。データ提供者はデータの所有権を維持し、矛盾や誤りの可能性について通知を受けます。OBIS は、同分野のユーザーによるレビューやフィードバックを利用して、提供されたデータの技術・地理・分類上の誤りを特定することができます。このような膨大なデータ コレクションには誤りがあるかもしれませんが、OBIS のデータは、利用可能な電子形式データの中では最高のものだと言えるでしょう。



6. OBIS データベースのデータを利用した、南米大陸周辺の海洋生物多様性の分布地図。出典:シモン・ボリバル大学、Eduardo Klein (エドアルドクライン)

調査員は、沿岸環境における回復への最速経路は、人間の活動による累積影響を軽減することによって達成されたことを記録しました。記録された回復の 78 パーセントは、資源開発、生息地の破壊、汚染といった人間の活動のうち、少なくとも 2 つが軽減された場合に実現しました。同様に、最上層の捕食動物に関しては、個体数を保護した際に、アシカ、クジラ、トリ、ヒラメやカレイといった低底魚などの回復が顕著です。

持続的な利用と保護に向けた生物多様性に関する知識の増強

「生物の多様性に関する条約」は、生物多様性の複雑さを認識した上で、種内、種間、生態系レベルという 3 段階での保護を目指しています。海洋生物多様性の保護と管理に関連して、センサスは、特に種レベルおよび生態系レベルで、海洋生物の多様性に関する重要な科学的知識を提供しています。巨大生物の種内多様性を測定することは、

革新的なツールで更なる発見

センサスが種レベルの生物多様性に焦点を絞る一方、タギング技術や遠洋種の大規模な分布や個体数を推測する低周波音響などのツールは、例えば、サケやマグロの群体を追跡することにより、群体レベルあるいは亜種レベルでの海洋生物の個体群の管理に役立ちます。

個別の魚や同系統の魚に関する遺伝情報および商業種の個体数に関する構成内容を追跡する能力が向上することで、特定および種内の海洋資源や遺伝的生物多様性を管理するための情報を改善することができます。

種の適応能力を維持するには不可欠であり、今後に向けた課題です。

センサスが開発または採用した情報と技術は、海洋生物の持続的な利用を実現するための意思決定への信頼を高めるため、現在そして将来に使用できるツールです。

1. 生態系管理法のツール、技術、手法

1972年ストックホルムで国連人間環境会議が開催されて以来、各政府は、人間による有害な活動から環境を保護向上させるには、統合的なアプローチが必要であると認識しました。さまざまな海洋利用の需要を調整することが、緊急課題となりました。国および国際団体が徐々に献身を深め、海洋空間計画や生態系アプローチを導入して、統合的な管理を行うようになりました。2002年の持続可能な開発に関する世界首脳会談における国際実施計画や、2010年の生物の多様性に関する条約締約国会議による決定、オーストラリア、カナダ、韓国、ノルウェー、米国、英国の国々の生物地域計画スキーム、欧州連合の Marine Strategy Framework Directive (海洋戦略指令)などがその例です。

生態系の構造や自然回復力の保全には、従来のセクターや種に基づくアプローチよりも、さらに膨大な科学的情報が求められます。このプロセスの追加コストは全セクターで分担すべきであり、新しい法律、管理、協議プロセスが必要です。

適切なデータが欠如しているため、多くの管理上の意思決定が制約を受けています。本センサスは、このようなデータ上の制約を克服するため、既存情報の一元管理、詳細な新データを早急に収集するツールの開発、生態系ベースの管理アプローチの試用という3つの重要な方法に関与してきました。

• **既存情報の一元管理、ベースライン作成。** 通常、さまざまな省庁、博物館、産業、科学機関に加えて科学者個人も、生物多様性データの収集・管理を行っています。課題はデータの共有です。本センサスは、オープンアクセスできるデータ、情報、知識に尽力し、OBIS およびその National and Regional Implementation Committees (国/地域別の実行委員会)を通じて、あらゆるデータベースおよびその他情報源(例: 北極、南米、オーストラリア、カナダ、日本、ニュージーランド、南アフリカ、米国、西欧境界線、バルト海、地中海、カリブ海)にわたる、最初でありながら最も包括的な生物多様性情報の整理統合に着手しました。さらに、センサスの継承物として、OBIS は、海洋生物多様性データを無料で自由に利用できるように、完全な政府間プロセスの一部となりました(サイドバー参照のこと: OBIS: 誰もが利用できる海洋生物データの作成)。

このような整理統合には、科学上・管理上ともに価値があります。例えば、2009年にメキシコ湾で、調査員がメキシコ湾に生息する種の包括的な地域別アセスメントを終え、2010年のBP社原油流出以前に、ベースラインを提示しました [図7]。科学者や管理者が原油流出の規模と今後数年間における海洋生物への影響を把握し、管理や業界慣行を改善しようとする場合に、この情報が貴重なものとなります。

• **効率的なデータ収集とモニタリング技術。** 遺伝子、検出、動物追跡および情報に関する新たな技術、そしてそれらの組み合わせで、生態系アプローチに関するアクセス可能な新データを、迅速かつ包括的に収集、管理、作成できます。本センサスは、海洋種を迅速かつ簡単に特定するための分子遺伝学的ツールの向上に貢献しました。DNA バーコードおよび 454 パイロタグ シーケンシング

生物多様性保全のための生態系アプローチの導入

人間による天然資源の利用要件を満たすと同時に、懸念されている生息地や生態系の構成、構造、機能の持続に必要な生物学的な豊富さと生態学的プロセスを維持するため、生物多様性条約(CBD)は、「生態系アプローチ」を生態系と自然の生息環境の管理であると定義しています。

土地計画や都市計画と同様、海洋空間計画は、国連海洋法条約や生物の多様性に関する条約のようなグローバルな団体が提示するものより小さい規模で、複数の海洋使用について、秩序や予測可能性を提供するため生まれました。

は、たとえば、ゲノムの標準的部位の非常に短い遺伝子配列を使用して、微生物の個別の種や種類を特定します。分類学者の不足が今後も続くとするれば、分類学者が利用する新しいツールの重要性が、ますます高まるでしょう。

遺伝子学の進歩を補完するため、サンゴ礁プロジェクトが「Autonomous Reef Monitoring Structures (自動サンゴ礁監視システム)」を開発し、現在、太平洋、インド洋、カリブ海に 500 基配置されています。このシステムは、熱帯サンゴ礁の生物多様性を監視するために使用される標本と生態学的データを収集するものです。収集された標本は、DNA バーコード技術を用いて分析されるので、地域ごとの生物多様性の全体像が分かります【図8】。

本センサスは、海洋追跡ネットワーク (Ocean Tracking Network) のプロトタイプ提供、サケなどの回遊魚を追跡するための海底マイクのグローバル ネットワーク整備から、広大なエリアで海洋生物が集合し、一瞬のうちに大群を形成する様子を観測するための新型ソナー探知機の開発、回遊する海域の海況データを送信する「バイオ ロガー」動物群の作成まで、初期のグローバル海洋観測システム (Global Ocean Observing System) における生物学的分野での進展に大いに貢献しました。さらに、グローバル データの収集方法の標準化に取り組み、地域間の比較ができるようにしました。

● **生態系ベース管理の試用。** 本センサスは、これまで十分に調査されているメイン湾の生態系を利用した予備調査を通じて、生態系管理アプローチの草分け的な取り組みを行いました。このプロジェクトでは、新技術と生態系アプローチを用いて、種に関する情報のみならず、個体群、生息地、

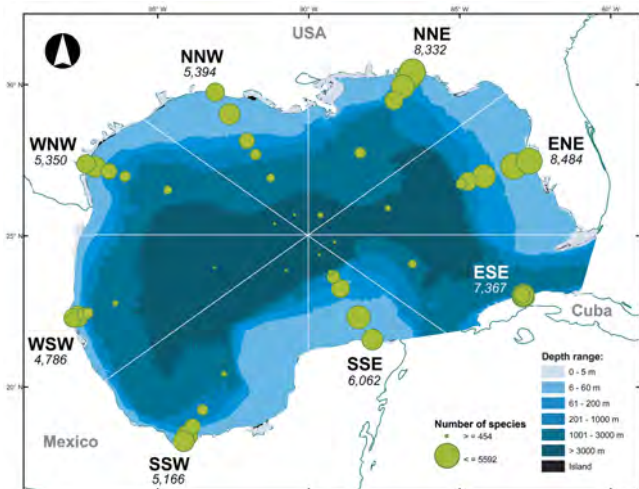
生物同士の相互作用や生物と環境の相互作用について調査しました。この調査結果により、商業種の個体群の生息数を追跡する能力が強化され、生態系の健全性指標が改善されました。

2. 生態系レベルでの海洋保護に関する意思決定の情報

すでに、海洋生物のセンサスの技術、ツール、データは、海洋生物保護の統治や管理ために利用されています。今後、こうした利用は増えることでしょう。

● **深海の生態系。** 2010 年に生物の多様性に関する条約が発表した「Global Biodiversity Outlook 3 (グローバルな生物多様性の概況第 3 版)」では、海山や冷水サンゴといった深海の生息地に懸念が増えていると言及されています。こうした成長の遅い海洋生物群集は、新しい漁業資源が発見されて乱用されるため、被害を受けやすくなります。特に各国の 200 海里規制外や地域漁業管理組織の管轄域外など、国の管轄を超えた地域での乱用が問題となる前に、予防的な保護を行うことが課題となります。さまざまなセンサス プロジェクトは、意思決定のベースとなるデータを提供できるよう、産業、政策立案者、自然保護論者との協働の最前線に立ってきました。

データ不足の場合も、特定の生態学的群集の指標種を代用して、保護地域を示すことができます。モデリングを通じて、センサス科学者は、指標種であるばかりでなく、漁業・鉱業による影響を極めて受けやすい種である深海サンゴの分布可能性を予測しました。South Pacific Regional Fisheries Management Organization (南太平洋地域漁業管理組織) などの地域漁業管理組織は、漁業による影



7. センサスの関連機関である Harte Research Institute (ハート研究所) は、2009 年にメキシコ湾の海洋生物に関する初のベースラインを発表し、その後すぐに、オンラインで利用できるようにしました。このアセスメントで 15,419 種が記載されましたが、そのうち 8,342 種が、BP 社の石油流出地域で記録されたものです。出典: Harte Research Institute (ハート研究所)



8. 「Artificial Reef Monitoring Structures (人工サンゴ礁監視システム)」は、ポリ塩化ビニル製の小箱で、カニや軟体動物などの無脊椎動物が棲めるように、小さい穴が多数空いています。このシステムは、サンゴ礁の環境を再現するために考案され、1~2 年後に箱をサンゴ礁から撤去して、箱の中や上にどのような生物が定着したかを確認する調査を行います。出典: 国立海洋大気圏局、Andy Collins (アンディ コリンズ)

響を受ける生息地の区域を予測するため、センサスの指標種に関する情報を利用しています。

噴出孔、浸出、海山、深海平原を調査したセンサスの深海プロジェクトでは、生物多様性と貴重な生物・非生物資源の発生の中の(以前には示唆されただけの)関連性を定義しました。センサスは、次に述べる知識の多大な拡張に成功しました。(1) 商業魚種資源に関連する縁辺部や海山沿いの冷水サンゴ、(2) メタンが豊富で石油貯留層やガス水和物と関連性をもつ大陸縁辺の冷水浸出と関連のあるバクテリア マット、巨大な蠕虫類、ムラサキガイ、ハマグリ、の繁殖した化学合成生物群集 (3) 大型生物(蠕虫、軟体動物など)と共生する化学合成細菌によって生物が豊富な高生産性の生態系。硫化物、メタン、鉱物(銅、金、銀、亜鉛など)が豊富な高温の噴出孔と関連のある海嶺について発見しました。

海山に関連する深海サンゴに関してセンサスが行った一部の取り組みに基づき、North East Atlantic Fisheries Commission(北東大西洋漁業委員会)は 2009 年に、大西洋中央海嶺の 33 万平方キロ以上における底魚漁業の閉鎖を決定しました。これは、英国とアイルランドを合わせた面積を上回るものです。また、Oslo-Paris Commission(オスロ・パリ委員会)も、本センサスが大西洋中央部で得た情報を用いて、外洋保全地域に関する提案をいくつか提出し、政府省庁による承認を受けています。2008 年後期に、Commission for the Conservation of Antarctic Living Resources(南極の海洋生物資源の保存に関する委員会)は、センサス南極の調査員が提出した紅藻群の画像とサンプルに基づいて、延縄漁業から 2 つの脆弱な海洋生態系を保護しました。

本センサスの化学合成生物噴出孔プロジェクトは、パプアニューギニアの深海採鉱企業の深海採鉱が生物多様性に与える影響を評価する、環境影響アセスメントの実施をサポートしました。また、国際海底管理局と共同で、「Codes for the Environmental Management of Marine Minerals(深海底採鉱の環境規則)」を作成しました。センサスのデータは、中部太平洋クラリオン・クリップarton断層帯の多金属性団塊の採掘可能性を管理するため、国際海底管理局の保全基準域ネットワークの策定に使用されました。

● **生態系・生物学上、重要な地域および脆弱な海洋生態系の特定。** 将来貴重になる可能性があり、適切な管理を受けるまで、保護されるべき地域を特定するにあたって、センサスの情報は、生物の多様性に関する条約(CBD)関係者にとって極めて重要でした。また、本センサスは、国の管轄権を超えた地域の生態系・生物学上、潜在的に重要な地域(EBSA)の定義において、CBD をサポートしています。2008 年、CBD はEBSA の科学的基準に合意しました。これらの基準は、15 の地域または

種の試験的な図解によって試験されました。Global Ocean Biodiversity Initiative(GOBI: グローバルな海洋多様性イニシアチブ)のメンバーや他の調査員と協力して、センサス調査員は、センサス プロジェクトが収集したすべてのデータを含め、品質管理された既存の 800 を超えるデータコレクションの成果を提供できる、OBIS のような公的にアクセス可能な組織的データ ポータルの重要性を実証しました。

生物多様性条約の第 10 回締約国会議において、EBSA 候補を特定するリポトリやプロセスを効率的に定めるための意思決定にこの情報が利用され、OBIS および GOBI を通じたセンサスデータの利用が強調されました。EBSA 候補が特定されると、国連総会やその他の権限を有する管理機関が、それらを用いて管理対策を導入し、海洋保護地域の設定など、生物多様性保全のサポートを実現することができます。

センサス調査員が提示した意見は、脆弱な海洋生態系に関する最終的な国際ガイドラインを策定する各国代表団に予備知識を提供し、外洋の深海漁業管理に関する国連食糧農業機関の討議においても重要でした。

● **越境漁業種の追跡。** 多くの海洋生態系が、海流や共通資源でつながっています。したがって、越境の問題は、自然保護、産業、政府の意思決定者にとって極めて重要です。本センサスは、因習的な越境魚種にタギングの先進技術を使用しました。たとえば、タイヘイヨウ サケに関しては、魚 1 匹ごとに、出生地であるカナダの河川からブリティッシュコロンビア州沿岸を経て、アラスカに至るまで追跡しました。タイセイヨウ クロマグロは、メキシコ湾から地中海へ至り、再びメキシコ湾に戻るまで追跡しました。こうしたデータによって、マグロの帰巣や動物の長距離回遊を通じた生態系の接続性といった種の生息地に関して、これまで知られていなかった情報が明らかにされています。また、タギングや追跡の技術により、海洋の一部で種の群集が記録され、ホット スポットや回遊ルートが指摘されています。

カナダ政府の支援を受けてセンサスが長年行っている、全 7 大陸沿いの 14 の海洋地域を対象とする Ocean Tracking Network(海洋追跡ネットワーク)は、現在、最新の音響技術とタギング技術を利用しています。同プロジェクトは、多種多様な海洋種にタグを付け、「聴取ライン」(海底に設置された音響レシーバー網)上を泳ぐ、海洋種の位置を記録します。この海洋追跡ネットワークを通じて、無数の商業海洋生物や絶滅危機にある海洋生物にタグが付けられるので、海中での生息場所、時期、状態の理解の向上につながります。魚が実際に回遊する場所を把握することで、新たな海洋保護地域の指定や航路の設定、石油・ガス探査地の決定が行いやすくなります。

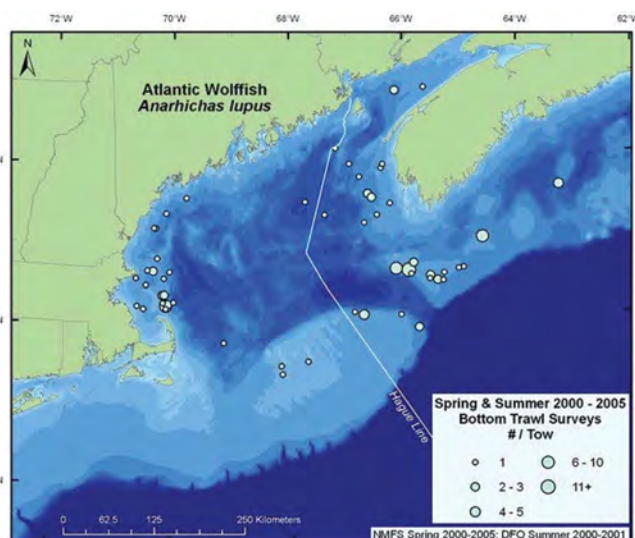
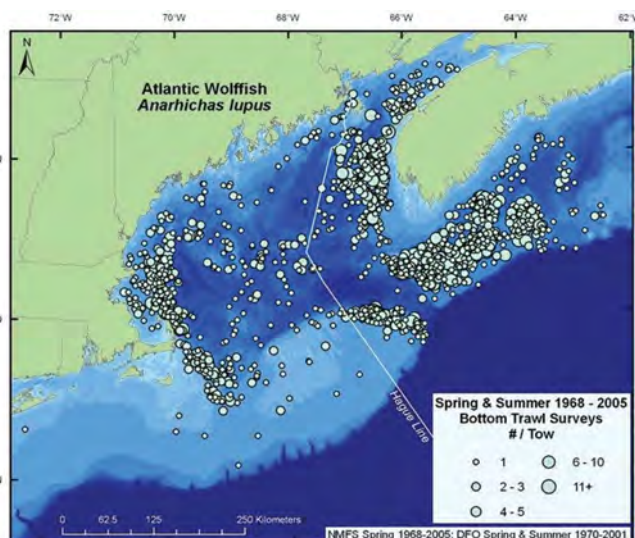
3. 海洋種保護に関する情報

生態系全体の情報に加えて、センサスは、OBIS を介して、種の保存に関する意思決定を行うためのデータを提供しました。OBIS は、脆弱種などの種に関する地理参照のグローバル データセットを提供しましたが、これは種の分布の判断に役立つものです。本センサスの過去のプロジェクトは、一定の地理的地域における、生息数の長期的な自然変化や人為的变化、管理介入の効果に関する貴重な展望も提供しました。過去における主要資源の可能な生息数レベルは、初期の海洋漁業からのデータセットを解釈することによって再現され、種の回復の目標を設定するための客観的な基礎を改善して、希少種の回復に対する理解を高めました。

• **国境内の種の保護。** 米国北東部メイン湾における調査プロジェクトでは、オオカミウオ (*Anarhichas lupus*) の空間的・時間的な減少を過去 20 年間にわたって記録しました。このデータは、「Endangered Species Act (絶滅の危機に瀕する種の保存に関する法律)」に基づいて、様々な種を絶滅のおそれがある、または絶滅危機と記載することを要求する、請願者によって利用されました。U.S. National Marine Fisheries Service (全米海洋漁業サービス) は、当該事例を検討し、記載を正当化する理由はないと判断しましたが、その一方で、絶滅が懸念される種のリストにオオカミウオを記載し続けるべきであると結論を下しました。この地図が示しているのは、1968~2005 年に行った漁業に関連のない調査におけるオオカミウオの減少です [図9]。

• **脆弱種の生息地および生活環パターンの発見。** 別のセンサスプロジェクトでは、海底をベースにした聴取ラインを利用して、絶滅のおそれがあるチョウザメ (*Acipenser medirostris*) にとって重要な生息地域の指摘に寄与するデータベースを作成しました。同様に、別のセンサス プロジェクトでは、タイセイヨウ クロマグロ (*Thunnus thynnus*)、ホオジロザメ (*Carcharodon carcharias*)、オサガメ (*Dermochelys coriacea*)、キタゾウアザラシ (*Mirounga angustirostris*)、ミナミゾウアザラシ (*Mirounga leonina*) など、23 の異なる種の回遊を地図にして、繁殖場所、回遊ルート、摂食地域を明らかにし、保護地域の指定が正当とされる地域の検討データを提供しました [図10]。

• **絶滅危機種の国際取引。** Convention on International Trade in Endangered Species (CITES: 絶滅危機にある野生動植物の種の国際取引に関する条約) プロセスの基本的特徴は、記載が提案されている種を正しく特定し、命名することにあります。OBIS および DNA 「バーコード」技法は、種の記載を提案する分類学者をサポートするものです。こうした技術を簡単に利用できるようにしたことで、絶滅の危機にある種の取引を費用をかけず、迅速に監視・施行する方法を当局に提供できました。

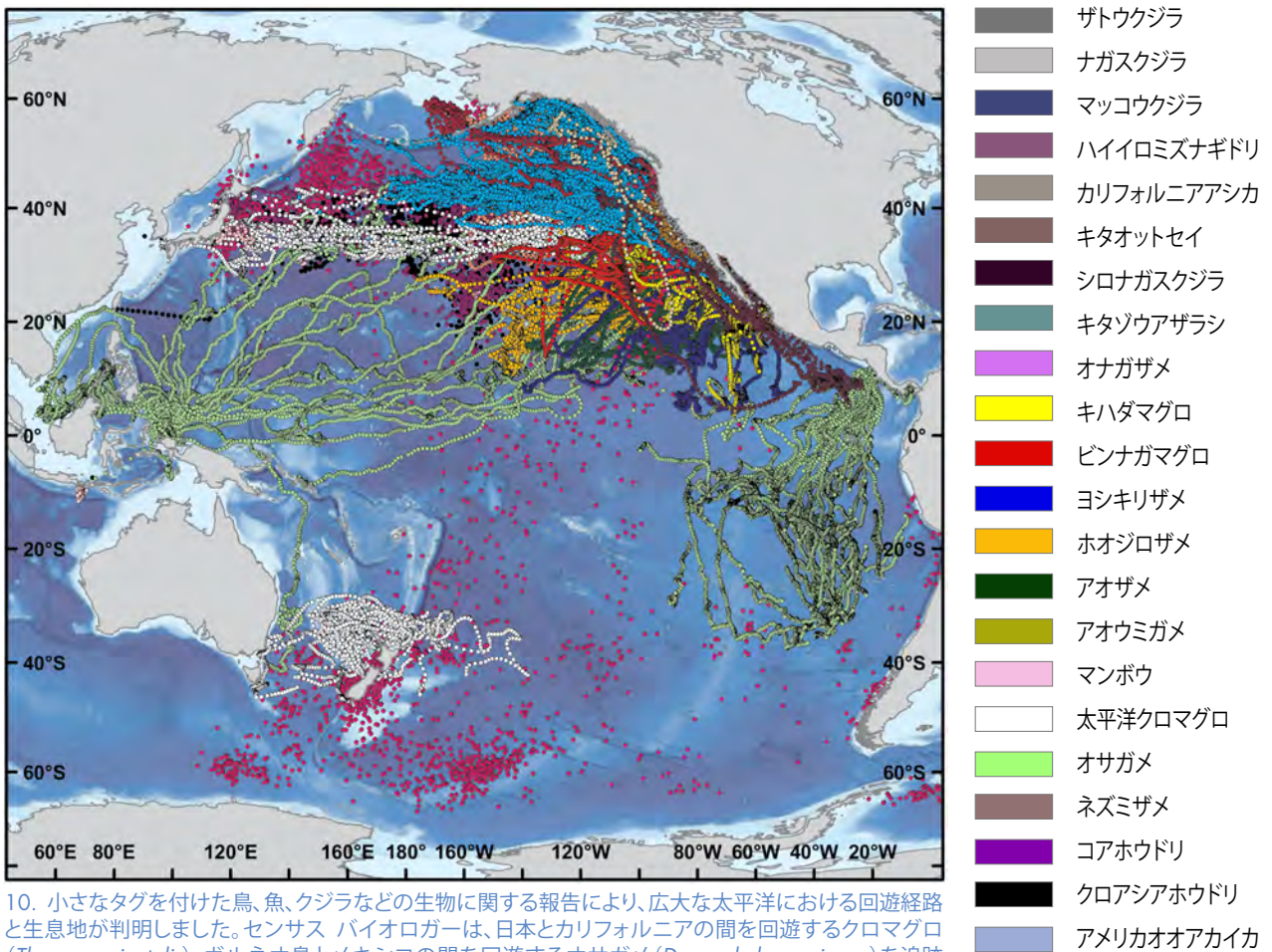


9. これらの地図が示しているのは、全米海洋業サービス (U.S. National Marine Fisheries Service) が 1968~2005 年に行った漁業に関連のない調査におけるオオカミウオの減少です。出典: 全米海洋業サービス (U.S. National Marine Fisheries Service) およびカナダ漁業海洋省からのデータを利用した 2008 年メイン湾地域プロジェクト (Gulf of Maine Area Project)

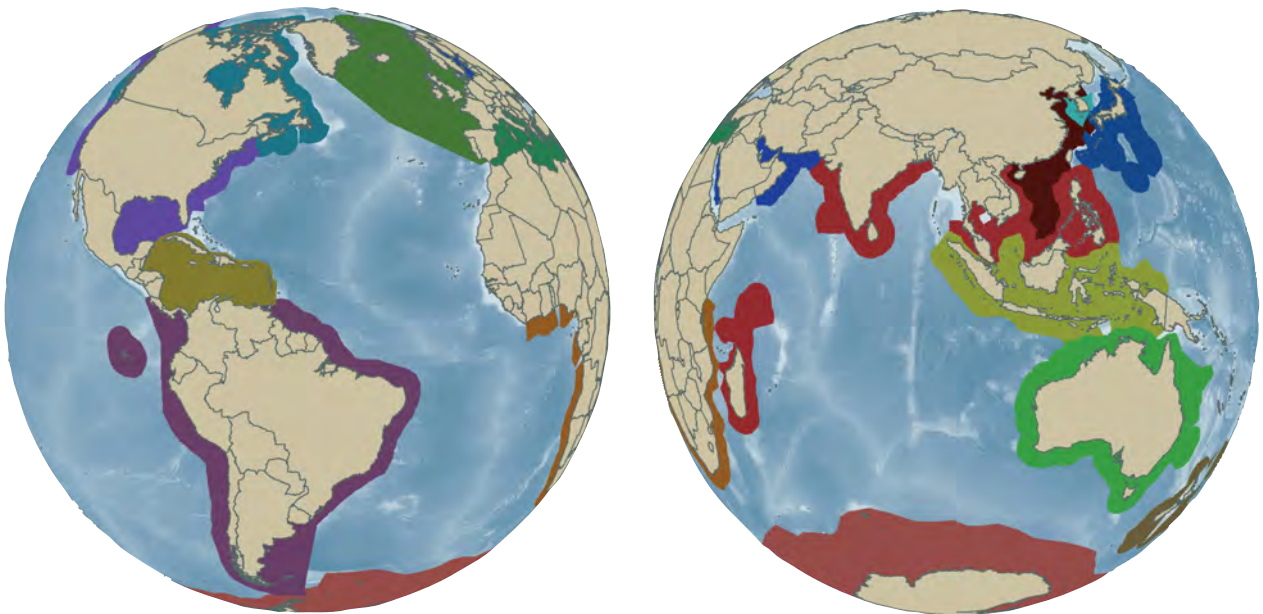
4. 能力開発

当初から、本センサスは、優れた海洋生物アセスメントの開発に欠かせない、科学者と利害関係者の間でグローバルな連携というアイデアを模索し、奨励していました。2010 年の「Secretary-General's Report on Oceans and the Law of the Sea (海洋と海洋法に関する事務総長報告) (A/65/69)」は、引き続き「協力の絶対不可欠性」と、すべての国が海洋法条約を採用し、海洋に関するフォーラムやプロセスに参加できるようにすることを強調しています。途上国 50 カ国を含むすべての参加国において、海洋調査能力を強化するグローバルなプログラムとして、海洋生物のセンサスは、この指令への対処方法の模範の役目を果たしました。

本センサスは、世界、地域、国、機関、個人レベルで人、技術、機関の能力開発を行いました。国・地域レベルでは、13 のネットワークを創出 [図11] して各国の調査目標を特定し、海洋生物の多様性プロジェクトに対する現地サポートを強化しました。サポートの中には、海洋調査員、政府、政府間イニシアチブ (例: Large Marine Ecosystems projects



10. 小さなタグを付けた鳥、魚、クジラなどの生物に関する報告により、広大な太平洋における回遊経路と生息地が判明しました。センサス バイオロガーは、日本とカリフォルニアの間を回遊するクロマグロ (*Thunnus orientalis*)、ボルネオ島とメキシコの間を回遊するオサガメ (*Dermochelys coriacea*)を追跡しました。回遊する動物は、すべての海洋をつなげます。出典:McIntyre AD, ed. (マッキンタイヤー AD, 編集) 2010年 Blackwell Publishing, Ltd.



11. センサスの National and Regional Implementation Committees (国/地域別の実行委員会)は、各国/地域の近海に関する専門知識を応用して、既知種、推定未知種、多様性に対する絶滅のおそれをまとめました。種の数、現在の種多様性は、オーストラリアと日本の海域で、33,000種におよびます。よく知られた海域であっても、未発見の種や微生物が今後増えると考えられます。出典:海洋生物のセンサス、マッピングおよび視覚化チーム

(大規模海洋生態系プロジェクト))の間の橋渡しの手段を提供するといった財務面のものや、センサス調査完遂のため、現地の科学者、船舶、研究所の利用といった「現物支給」もありました。

既存ソースのデータに自由にアクセスできる OBIS により、場所にかかわらず、各国が限られたデータをこの上なく有効に利用し、あらゆる有力な情報源の蓄積情報を通じてデータセットを強化できるようになります。また、これにより、侵略国によって独立前に収集された過去のデータなどのデータ回収を円滑に行うこともできます。

本センサスは、協力のための枠組みを提供し、場合によっては、海洋生物多様性の調査提案書を作成するための財政的支援も導きました。その一例として、本センサスが、インドネシア、東ティモール、パプアニューギニア、オーストラリアが関与する Global Environment Facility (地球環境ファシリティ)の効果的な提案書の作成を支援したことが挙げられます。この提案書には、海洋生物多様性の調査が含まれ、アラフラ海とチモール海の総合的かつ協調的で持続可能な、生態系に基づく管理の促進などが盛り込まれています。

また、教育機会の創出も行い [図12]、ネットワーク構築を促し、何百人もの前途有望な海洋科学者を援助しました。このように、若手調査員を通じて、本センサスは、今後数十年にわたって海洋生物知識の創出に貢献することになるのです。プログラムの財政的支援は大学や研究機関を通じて広く行われ、沿岸モニタリング プロジェクトに参加した博士研究員から大学院生や高校生まで、あらゆるレベルで学習機会を創出しました。プロジェクトの中には、新人科学者に対するトレーニング賞など、早期のキャリア プロフェッショナル育成プログラムを後援するものもありました。大半のセンサス プロジェクトにおいて、分類学に関するワークショップを開催して、特別な分類や生態系に関する専門的なスキルや知識について、若手科学者を指導しました。Global Taxonomic Initiative (世界分類学イニシアチブ)に貢献するこれらのワークショップは、生物の多様性に関する条約の関係者が認めるように、多くの分野において徐々に稀になりつつある、世界中の専門家によって指導されました。

センサス プロジェクトでは、技術とアプローチを各国で共有して、機関や個人の能力向上、共有データ基準、地域・グローバル分析のための補完的サンプルやデータ収集を実現しています。沿岸(潮間帯)水域では、沿岸プロジェクトがアンバサダー プロジェクト、国際協力、能力開発として行われ、沿岸生物多様性の目録を作成したり、センサスの目標と現地の関心を結びつけることが奨励されました。

センサスは新しい土地で能力や意識の向上を支援していますが、それでもなお、膨大なニーズがあります。多くのパートナーの支援を得て開発された能力は、センサスの継承物の 1 つとして存在し続けることでしょう。



12. 海洋生物のセンサスは、小学生から博士研究員までのレベル向けに、さまざまなタイプの教育機会を創出しました。出典：サンゴ礁生態系のセンサス、Megan Moews (メーガンモウス)

5. 影響を最大化するパートナーシップ

センサスの主要な目標は、海洋生物に関する知識を創造することでした。したがって、センサスの主なパートナーシップは、科学者とその所属機関の間で結ばれました。本センサスとプロジェクトが発展するにつれ、その成果の潜在的な用途が明らかになり始めました。管理・方針の適用に関する研究成果を最大限活用するため、本センサスは、その他の主要パートナーとの補完関係の構築を行い、海洋生物に関する社会認識を向上させることに取り組みました。

プログラム全般にわたって、本センサスは、国際自然保護連合 (IUCN) や生物の多様性に関する条約の委員会など、多数の団体と提携しました。両者とも、本センサスおよび OBIS を、先入観のない科学情報源と認めています。IUCN の指導により、GOBI イニシアチブおよびパートナーシップは、科学情報を外洋政策の立案者にとって有用な形に変えるという重要なサービスを今後も引き続き提供します。

各センサス プロジェクトは、国際海底管理局、Commission for the Conservation of Antarctic Living Resources (南極の海洋生物資源の保存に関する委員会)、国連食糧農業機関や、種々の国内監督官庁など、多数の国際機関と協力して、科学上の意見を提供します。

2009 年、国連環境計画とユネスコ政府間海洋学委員会は、国連総会 (決議 57/141) および持続可能な開発に関する世界首脳会議の首脳・政府に代えて、グローバル/地域アセスメントと関連

センサスの能力開発振興

センサスは、あらゆるレベルでの学習機会を創出し、Eva Ramirez Llodra 氏(エバラミレス ロドラ、スペイン)、José Antonio Faría 氏(ホセ アントニオ ファリア、ベネズエラ)といった若手調査員に成長の機会を提供しました。

Eva Ramirez Llodra (エバラミレス ロドラ)

サウサンプトン大学で海洋生物学博士号を取得後、National Oceanography Centre Southampton (サウサンプトン海洋研究所)の博士研究員として本センサスに参加。センサスの深海化学合成生物の生態系の生物地理学に関するプロジェクト調整を担当。以来、世界初の深海における生物多様性、生物地理学、生態系機能の統合を先導し、現在は、センサスの深海研究「深海生態系に関する学術調査プログラムの国際ネットワーク」を行う共同研究者。



José Antonio Faría (ホセ アントニオ ファリア)

ベネズエラのシモン・ボリバル大学で生物学の学位を取得。センサス沿岸プロジェクトに従事する学部学生として本センサスに参加し、現在はミランダ州政府に勤務。政府、大学、研究機関、市民団体、民間企業間の教育活動を調整する教育・科学・技術委員会の一員。



海洋活動の調査を共同発表し、海洋環境の状態に関するグローバルなレポートおよびアセスメントの正規プロセスを定めました。このレポート (UNEP) では、本センサスが、深海が直面している絶滅のおそれに関して新たに生じている問題への対処に役立つ、外洋・深海に関する数少ない活動の 1 つであると言及されています。また、幅広い視野のイニシアチブを行う上で学んだ教訓の事例研究として、本センサスが引用されています。

社会の関与や意識が必要であることを認識し、本センサスは『ナショナル ジオグラフィック』誌と提携して、一般市民向けの動画や地図を作成しました。世界各地で何百万もの人が、YouTube、Facebook、Twitter を通してこのビデオを視聴しました。センサスポータルは、この動画がなければ、海面下にどんな生物が生息するか知らなかったであろうインターネット ユーザーの関心を引きました。さらに、センサス実施中、世界各地で平均 24 のニュースワイヤーと 321 のオンライン ニュース サイト(少なくとも一時点では 31 言語、95 カ国にまたがるメディア サイト)が発信するニュース リリースも、社会の意識作りに役立ちました。本センサスは、映画『オーシャンズ(原題: Oceans)』を Galatée Films と共同制作し、世界中の数百万人に海洋生物を紹介しました。そのほか、センサス プロジェクトでは、博物館や水族館の展示、学校訪問、芸術作品、その他の奉仕活動を通じて現地市民に情報を提供しました。

海洋生物のセンサスおよび海洋生物多様性に関する調査の今後

この 10 年間、海洋生物多様性に関する調査は長い道のりを歩んできましたが、これからも、経営管理者や政策立案者にとって有用なものであり続けるには、今後も成長を続け、提起される新しい課題や疑問に順応しなければなりません。海洋生物センサス プロジェクトの多くは、今後も継続されます。一部のプロジェクトは合併され、「International Network for Scientific Investigations of Deep-Sea Ecosystems (深海生態系の科学研究国際ネットワーク)」などの、新しい調査プログラムとなります。方針面や管理面では、センサスの一環として生まれた GOBI が、外洋と深海の保護に取り組む際に、今後もセンサス ネットワークとデータを利用し続けます。

海洋生物多様性コミュニティは、2011 年 9 月にアバディーンで開催される「World Conference on Marine Biodiversity (海洋生物多様性に関する世界会議)」に参加して、調査の次の段階について討議し、未解決の重大な科学的課題と、それらを社会的ニーズに適応させる方法を検討する予定です。とはいえ、多くの内容は、すでに入手された情報で対処できます。次のページでは、海洋生物の維持、保護、修復のために、この情報を利用する方法について、アドバイスを提示します。

今後 10 年間にわたる海洋生物多様性に関する調査の応用に向けた、海洋生物センサスの提言

政府・政府間機関に対する提言

- センサスが開発した国立／グローバル調査パートナーシップ (National and Regional Implementation Committees: 国／地域別の実行委員会)、情報システム (OBIS)、生物多様性の報告や監視の取り組みに対処できる手法や技術を活用し、応用する。
- 海洋保全地域、脆弱な海洋生態系、生態学的・生物学的重要な地域の指定といった国／地域の海洋多様性保護とモニタリングに向けて、センサスの National and Regional Implementation Committee (国／地域別の実行委員会)、技術、OBIS をさらに開発・利用する。
- データ交換、専門知識、発見を通じて、ユネスコの国際海洋学委員会における OBIS 開発の推進を支援する。
- Group on Earth Observations Biodiversity Observation Network (GEO-BON: 地球観測グループ生物多様性観測ネットワーク) に、海洋生物監視を必ず取り込むこと。

海洋環境の利用開発産業界に対する提言

- 裏付けとなる調査、海洋多様性データの OBIS への蓄積、企業の目録の OBIS との連携などによる海洋生物保護と知識に貢献する。
- 統治協定を作成している国の管轄を超える外洋、および国／地域の海洋空間設計に関する取り組みなどを含む、持続可能な海洋利用の計画作りのために、政府や調査員と協力する。

開発援助機関および保護資金の調達団体に対する提言

- 本センサスが築いた基盤に基づき、発展途上国が貴重な海洋多様性をさらに持続できるように、人材・機関の能力開発、インフラおよび技術を開発する。
- あまり調査されていないが、地球上で潜在的に重要な分野である深海の調査・情報の調整を行う機会を支援する。
- 質が高く、先入観のない科学を政策立案者や経営管理者に提示するイニシアチブを支援する。

環境保護論者、調査員、教育者に対する提言

- 本センサスの成果を利用して、保護や調査活動に関する情報を提供し、優先順位を定める。
- 特に、OBIS や OBIS と連携している世界、国、地域の情報ベースを共有・強化する。本センサスの成果を踏まえて、現地の野生動物ガイドなどの海洋生物に関するキャンペーンや、教育用情報資料・市民向け情報資料を更新する。

推薦文献

Cooke, Steven J., Scott G. Hinch, Anthony P. Farrell, *et al.* 2008. *Fisheries*. 33(7): 321-338.

Costello, Mark J., Marta Coll, and Roberto Danovaro, *et al.*, 2010. *PLoS ONE* 5(8): e12110.

Fuller, Erica and Les Watling. Petition for a rule to list the US Population of Atlantic Wolffish (*Anarhichas lupus*) as an endangered species under the Endangered Species Act, 2008.

Hoegh-Guldberg, Ove, Peter J. Mumby, Anthony J. Hooten, *et al.* 2007. *Science* 318, 1737-1742.

Lotze, Heike K, Hunter S. Lenihan, Bruce J. Bourque, *et al.* 2006. *Science* 312: 1806-1809.

Lotze, Heike K., Boris Worm. 2009. *Trends in Ecology and Evolution* 24(5): 254-262.

MacKenzie, Brian R. and Henn Ojaveer, editors. 2007. *Fisheries Research*, 87(2-3): 101-262.

McIntyre, Alisdair D., editor. *Life in the World's Oceans: Diversity, Distribution, and Abundance*. 2010. Blackwell Publishing Ltd, Chichester, 361 pages.

略語

- CBD** 生物の多様性に関する条約
EBSAs 生態系・生物学上、重要な地域
GOBI Global Ocean Biodiversity Initiative
IODE 国際海洋データ・情報交換システム

Ramirez Llodra, Eva, Paul Alan Tyler, Maria C Baker *et al.* *Deep diverse and definitely different, unique attributes of the world's largest ecosystem*. Submitted to *PLoS ONE*.

Schlacher, Thomas A., Ashley A. Rowden, John F. Dower, *et al.* *Marine Ecology: Special issue: Recent advances in seamount ecology*. September 2010. Volume 31, Issue Supplement s1: 1-241.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2010) *Global Biodiversity Outlook 3*. Montréal, 94 pages.

Sinclair, Michael, Serge M. Garcia, and Meryl J. Williams. September 2010. *Intecol e-Bulletin*. Vol 40, No. 3, 30.

Tittensor, Derek P., Camilo Mora, Walter Jetz, *et al.* 2010. *Nature* 466, 1098-1101.

UNEP and IOC-UNESCO. 2009. *An Assessment of Assessments, Findings of the Group of Experts. Start-up Phase of a Regular Process for Global Reporting and Assessment of the State of the Marine Environment including Socio-economic Aspects*. ISBN 978-92-807-2976-4.

Williams, Meryl J., Jesse Ausubel, Ian Poiner, *et al.* 2010. *PLoS Biol* 8(10): e1000531.

- IUCN** 国際自然保護連合
OBIS Ocean Biogeographic Information System
UNESCO ユネスコ (国際連合教育科学文化機関)

謝辞

本文書は、本書の内容を支持するセンサス海洋生物科学運営委員会メンバー、Vera Alexander (ベラ アレクサンダー)、Patricio Bernal (パトリシコ ベルナル)、Serge Garcia (セルジ ガルシア)、Pat Halpin (パット ハルピン)、Poul Holm (ポール ホルム)、Ian Poine (イアン ポイン)、Myriam Sibuet (ミリアム シーブ) の協力を得て、Meryl Williams (メリル ウィリアムズ)、Heather Mannix (ヘザー マニックス)、Kristen Yarincik (クリステン ヤリンチェック)、Patricia Miloslavich (パトリシア ミロ斯拉ビッチ)、Darlene Trew Crist (ダーリーントゥルー クリスト) が作成しました。

グラフィックデザイン担当 Darrell McInfire (ダレル マッキンタイヤー)

Census of Marine Life International Secretariat
Consortium for Ocean Leadership
Suite 420
1201 New York Avenue, NW
Washington, DC 20005 USA

www.coml.org
coml@oceanleadership.org
+1 202 232 3900

Printed in the United States of America
©2011 Census of Marine Life
All Rights Reserved



Caranx sexfasciatus
Bigeye trevally
Coco Island, Costa Rica
Galatée Films
Roberto Rinaldi, 2006