

特集

「サイエンスダイビング」のすすめ ～海を知り、共生していくために～

●文：安田仁奈（東京大学農学生命科学研究科 教授）

海に囲まれた日本にとって、海洋環境の保全と資源の持続的利用は国家の基盤といえるでしょう。しかし、その価値や危機は社会に十分共有されているとは言い難いのが現状です。海洋環境の悪化が進む一方、安全教育や資格制度、調査体制の整備はなお途上であり、海を直接観察し科学的に把握する研究基盤や人材育成も立ち遅れています。今号では、学生を率いてサンゴ礁の潜水調査を続けてきた安田仁奈教授に、水中フィールド研究の意義と日本の海洋研究の未来について伺いました。

海洋国家としての日本

国土を海に囲まれ、世界第6位の排他的経済水域（EEZ）を持つ日本にとって、海は「あると便利な自然」ではなく、社会の土台そのものであるといえる。漁業や海運だけでなく、気候緩和や災害リスク、資源、観光、そして地域のアイデンティティに至るまで多様な影響が及ぶ。加えて、海は歴史的にも日本の輪郭を形づくってきた。海に囲まれた地理は独自の文化を育み、ときに他国からの侵略を防ぐ要因にもなった。海は過去と未来をつなぐ存在であり、その価値は経済や安全保障だけでは測れないものである。

ところが、日々の暮らしの中で海とのつながりを意識する場面は意外に少ない。実際、海と暮らしの関わりを理解は十分に進んでいない。特にAIやビッグデータが重要視されるデータ中心の社会において、実際の海と人間との物理的・感性的なつながりは、ますます現場と離れた数字上のものと置き換わりつつあり、直接海の中を見て問題を見極め、海を理解するための人材と体制は十分にできていない。このねじれを放置すれば、現場データを必要とするAI世代の選択肢は確実に狭まる。現場と向き合い海を見る海洋研究の重要性和、今そこにある危機感を改めて共有したい。

普段は意識されない海の役割

海は気候変動の緩和において重要な役割を果たす。大気よりもはるかに大きな熱容量を持つ海は、地球の熱の吸収の場となり、海流はその熱を運ぶとともに、天候や季節のリズムを形づくる。黒潮や親潮のような流れは、海の生産力を左右し、重要な漁場の形成にもつながる。私たちが「今年は不漁だ」「海がおかしい」「以前とは何か

違う」と感じる背後には、地球規模での海の大きな循環と生態系の変化がある。

海は未知の生物多様性と水産資源の宝庫でもある。象徴的なのがサンゴ礁生態系だ。サンゴ礁は日本を含む80以上の国で、人々の収入や食料に影響を与え、世界人口のおよそ2割の暮らしに関わるとされる。海洋面積全体に占めるサンゴ礁の総面積は0.2%以下と小さいが、海洋生物多様性の約3割が集中するともいわれ、単位面積あたりの経済価値は高い。純生産は森林と同程度とされ、海の小さな空間が地球規模でも重要な恩恵を生み出している。予期もしない海の多様性の恩恵の一つの例として緑色蛍光色素があげられる。クラゲがもつ緑色蛍光色素の発見は、生命科学の基礎研究を押し広げ、やがて新薬の開発や画期的な治療技術にもつながった。海洋は人にとってまだまだ未知の場であることから、海洋研究は、私たちの認識や生活を大きく変えるポテンシャルを持つ。海の不思議を解き明かすことは、単なる知的好奇心の満足ではなく、海への関心の高まりを通じて保全や人との共生を育む基盤となり、未来の医療や産業、教育にも波及し得る投資といえる。

危機は静かに進む 理解は追いついていない

陸で暮らす私たちは、海洋環境に対して無関心になりがちだ。しかし海には、深海まで含め、汚染や過剰漁業になっていない海はきわめて限られている状況であり、生態系そのものもレジームシフトといわれるような不可逆的な変化が相次いでいる。実際、気候変動というグローバルなストレスに加え、海域ごとに陸源からのさまざまな負荷がかかっている。陸源負荷とは、赤土の流入、農薬、栄養塩など、陸上から過剰に海へ流れ込む負荷要



因のことである。豪雨のたびに川を通じて細かな土砂が流れ込み、サンゴが覆われたり、海草が埋もれたりする。同時に農薬や過剰な栄養塩、化学物質なども流出する。栄養塩が増えれば、海は一見「豊か」になったように見えても、特定の藻類が増殖し、酸素不足や生物相の単純化が進む。沿岸は人の暮らしに近い分、影響も大きい。

問題をさらに深刻にするのは、私たちの海洋環境や海洋生物への理解が一般に想像されるほど進んでいないことだ。絶滅危惧種のレッドリストを作成しようとしても、海洋無脊椎動物の多くはデータ不足で評価できないどころか、調査そのものが「未着手」のまま残されている。何がどこに、どれほどいるのかが分からなければ、守るべき対象や優先順位も定まらない。標本を同定できる分類学の担い手が減り、長期観測の継続も難しくなると、変化の「兆し」を見落とす。海の異変は、見えないからこそ、気づいた時には対応が難しくなっていることが多い。

世界の潮流と日本の現状

近年、海洋生物多様性の重要性は国際社会で一段と注目されている。2021-2030年を対象とする「持続可能な開発のための国連海洋科学の10年」は、海洋科学の推進を通じてSDG14「海の豊かさを守ろう」などの目標達成を後押しする計画として位置づけられ、2017年12月の国連総会で採択、宣言された。国連海洋科学の10年は、研究者だけの取り組みではなく、行政、企業、市民社会と一緒に課題を設計し、解決策を実装することを求めている。G7でも、海は主要議題になっている。G7サミットへの政策提言を目的とする各国ナショナルアカデミーの会合「Gサイエンス学術会議2023」では、海洋と生物多様性の保全と回復が議論され、科学の立場から行動の加速が

提唱された。海は国境を越えてつながっているため、保全も研究も国際的な協力が欠かせない。

ところが、日本の海洋環境への意識は国際的に見て必ずしも高いとはいえない。世界で問題視されるマイクロプラスチックについて、国、企業、個人の意識や行動レベルがG7の中で最下位だとする評価もある。日常の便利さの裏側で、大きな海の負担がかかってしまっていることは多くの人に認識すらされていない。

インドネシアでは海洋保全を国の重要政策と位置づけ、海の健全性を守ることと地域の貧困問題の解決を同時に進めようとしている。海を守るとは単なる環境活動ではなく、雇用や地域の安定、食料安全保障に直結するという発想だ。日本でも、海を政策の中心に据え、流域管理、産業構造、消費行動を一体で見直すことが重要だと考えられる。

「30 by 30」と海

国連の生物多様性条約の枠組みで開かれたCOP15では、2030年までに陸と海の30%を保護区とする「30 by 30」が大きな目標として掲げられた。実際、海洋保護区は適切な管理がなされれば海洋の保全において最も有効な手段であることは知られている。そのため、科学的にも海洋保護区による保全は生物多様性の保全や持続可能な漁業においても最も推奨される方法である。ただ、実現の鍵は「どこを、なぜ守るのか」を説明できる科学的根拠に基づいて実現することと、人間からの圧力を特定期間・特定漁業対象種にとどまらない生態系の一体性を尊重した形で守っていくことである。こうした面でも海における科学的データは圧倒的に不足しており、保護区の設計を支える情報基盤が弱い。



調査中の筆者

実は、日本の沿岸域はすでにおよそ70%が漁業管理区とされ、利用と管理が重なり合う。ただし、漁業管理は資源利用の最適化を目指す仕組みであり、生物多様性の保全と完全に同義ではない。希少種の生息地や脆弱な底質を守るには、漁法の制限や立入規制など、目的に応じた設計が必要になる。実質的に日本の海洋保護区として含まれているほとんどの海域が、一部の漁業規制が存在する海域というだけで、海洋生態系が尊重されたり保全できたりする保護区になっていない。今後海洋保護区の質についても検討していくことが重要である。

ところで海で最も人間が立ち入ったことのない海域をご存知だろうか。沖合には「潜水艇を使うには浅く、人が潜るには深すぎる」海域が広がる。そこでは、八放サンゴや海綿を基盤とした環境かく乱に脆弱な生態系が形成されている。しかしこうした海域は底引き網で破壊的に混獲された生物の一部が知られる以外、生物多様性の評価すら十分にできていない。生態系サービスという言葉で生態系の価値を表現しようとする風潮が現在は強いが、こうした生態系サービスすら評価できない生態系はどうなってしまうのだろうか。もっと生物の中にある内在的価値を認め、尊重・配慮した人間活動の形に変えていくことはできないのだろうか。気が付けば次の世代は存在していたことすらも知らないまま失われかねない。

現場で見る力 サイエンスダイビングの意義

特に比較的浅場の海洋研究では、実際に海に潜って観察し、データを収集するサイエンスダイビングが重要な役割を担う。水中で何が起きているのかを直接見る経験は、数値だけでは捉えきれない変化の兆しを教えてくれる。例えば、同じ「被度30%」でも、サンゴがどの種で、



どの部位が傷み、どんな捕食者や病変が出ているのかによって意味は変わる。海底の微地形、潮の向き、濁り、音、匂いといった情報は、現場に立って初めて統合される。現場で得られる「生のデータ」や違和感が、新しい仮説や解決策の入口になることは多い。そもそも新たな発見や研究テーマも、人間の五感によって生まれてくることは多々あるものである。

AIや解析手法が目覚ましく発展する時代だからこそ、現場で得られるデータへの理解と、その妥当性の確認が欠かせない。データは採り方によってそのものが大きく変わる可能性もある。どの深度で、どの時間帯に、どんな海況で、誰がどの手順で採取したのか。こうした文脈を知り、自分の目で確かめないと、解釈を誤り、誤った対策につながる恐れがある。衛星や自律型無人機、環境DNAなど新しい観測技術が広がっても、それらを校正し、現象の意味づけを行うのは現場経験に裏打ちされた人間の感覚や直接観察、判断は重要である。

安全に潜るための仕組みの重要性

しかし日本では、安全にサイエンスダイビングを実施するための制度や体制が十分に整っていない。研究者が海に潜るための訓練や資格の枠組みが乏しく、研究者自身や個々の大学がリスク管理を抱え込まざるを得ない。万一の事故が起きた場合の責任問題を恐れ、組織が調査に消極になる例もある。結果として、調査のたびに過度に詳細な計画書や書類を求める方向に傾き、現場に出るまでの負担が増える。

若手研究者が厳しい競争環境に置かれる中で、野外調査は時間も費用もかかり、論文生産の効率が悪いと見なされやすい。こうした構造は現場離れを加速させ、データ不足を固定化する。現場に出られないからデータがないという状況は研究者の過熱する競争において非常に不利な条件となる。データがないから研究の魅力も社会的説明力も弱まり、予算や人材が集まりにくい。悪循環を断ち切るには、個人の努力ではなく、社会の仕組みとして安全と教育を支える必要がある。

米国などでは、半年間のトレーニングプログラムを通じて、専門的な技術と安全対策を学ぶ仕組みが整えられている。一方、日本ではサイエンスダイビングという定義はなく、作業ダイバーとしての潜水士の国家資格と、レジ

ヤーを目的とする民間のファンダイブ資格を両方取得することでサイエンスダイビングを行っている。そのため、研究のために必要な調査技術やリスク管理を体系的に学ぶ機会がなく、現場に出てリスクを冒しながら学ぶしかない。研究者が「潜れるかどうか」を自己責任で抱える状況もまた、バディシステムを基盤とする潜水作業において安全とはいえない。

また、調査の安全は潜水だけでは完結しない。小型船の運航、気象判断、海況の読み、通信、救急処置、搬送計画など、海の野外調査は複合的なリスクの上に成り立つ。現場で起きた事故の多くは、単一の技術不足よりも、チーム運用と甘い判断の連鎖で起こる。だからこそ、資格制度は個人の技能認定にとどまらず、組織が支援する運用基準とセットで設計すべきである。予算が限られて安全コストを捻出することが難しい今、現場を支える共通の保険や装備整備の基金を設けることも、現実的な一歩になるのではないだろうか。

資格と教育を全国に実装する提案

必要なのは、サイエンスダイビングに特化した新しい資格と、それを支える教育体制である。研究者が一定の水準で安全管理と調査技術を身につけ、組織がそれを前提に現場調査を計画できるようになれば、調査の質も速度も上がる。例えば、潜水計画の立案、緊急時対応、減圧管理、器材点検、チーム運用、調査対象を傷つけない中性浮力や採集手順など、研究特有の要件を明確にし、標準化することができる。責任の所在を明確にし、現場と組織の双方が安心して研究を進められる環境をつくることが重要だ。

同時に、大学や研究機関での安全教育を強化し、海での調査に必要な技術とリスク管理を基礎から教えるカリキュラムを全国的に導入できればよいと考えている。共通のオンデマンドビデオでの講習に加え、外部の専門家を招いた講習会や実地訓練を組み合わせ、学生や若手研究者が段階的にスキルを獲得できる仕組みを用意する。地域ごとに複数の大学や組織が連携して実施すれば、機材や講師のコストを分担でき、持続可能に運用するための最低限の資金を確保しやすくなる。現場の自由を奪うためではなく、研究者が安全に現場へ向かうための体系的である程度標準化された安全教育を広めていきたい。



対馬調査。船上でのブリーフィング

研究の成果を社会へ 海洋リテラシーを育てる

海を守る政策は、行政や研究者だけでは実装できない。マイクロプラスチックの問題に象徴されるように、発生源の多くは陸上の生産と消費や認識なき破壊的行動にある。包装の設計、回収の仕組み、リユースの文化、流域のごみ管理など、生活に近い領域での選択が海へつながる。だからこそ、研究成果を分かりやすく伝え、社会の意思決定に結びつける努力が必要だ。

具体的には、調査データを共有しやすい形で公開し、地域の漁業者、観光事業者、学校、自治体と共同でモニタリングを行う体制を広げたい。海の変化を「自分事」として捉えられる人が増えれば、保全は特別な活動ではなく、日常の行動として根付く。海洋研究は専門家の世界に閉じるほど弱くなる。社会の理解が進めば、研究の継続に必要な資金や制度の議論も前に進むだろう。

海と私たちの関係は、日々の暮らしの中で想像する以上に深い。にもかかわらず、その事実すら気づけていないことが多い。だからこそ、海へ赴き、そこで起きていることを直接見て探究できる人材を育て続けることが、海との共存、共生を考える上での最低条件になる。海の価値を知り、危機を正確に測り、次の世代へ引き継ぐ。そのための研究を、社会として支える時期に来ていると思う。

安田 仁奈 やすだ・にな

東京大学大学院農学生命科学研究科教授。サンゴ礁を中心に、海洋生態系の保全、生物多様性、海域間の生物コネクティビティの解明に取り組む。分子生態学と野外調査を組み合わせ、サンゴの多様性や種分化、海洋無脊椎動物の初期生態、海洋生物のストレス検出手法などを研究。日本学術振興会賞受賞。日本学術会議連携会員。

