

# 海洋アライアンスシンポジウム

第17回 東京大学の海研究  
「総合的な海洋の安全保障」



要旨集

2022.10.18.(Tue) 13:00~17:10

オンライン開催

# ご挨拶

東京大学海洋アライアンス連携研究機構が主催する「東京大学の海研究」シンポジウムも第17回を数えることになり、歴史を積み重ねてきたことを実感する数字となりました。

一昨年は、「海洋プラスチック研究のゆくえ」と題して、正に現代社会が直面している海洋問題である海ゴミ・海洋プラスチックに関わる研究の方向性について議論がなされました。昨年は「データ主導型海洋研究の可能性」を課題として取り上げ、国連海洋科学の10年を念頭に、海洋におけるビッグデータの有効活用の新たな局面を垣間見ることができました。いずれも、健康な海の維持と持続可能な海洋の利用・開発の両立がメインテーマであり、明るい未来があることを信じて今成すべきことを考える場を提供できたものと考えています。コロナ禍という国際社会が直面する大きな社会問題が発生している時期であっても、上述した課題は社会問題として我々が今取り扱うべき大きな海洋問題といえます。

近年、「自由で開かれたインド太平洋」という言葉がよく使われるようになりました。今年に入ってから洋の東西を問わず国際社会の情勢には新たな局面が加わり、コロナ禍によって大きく変わった海上物流が一層大きく影響を受ける可能性があります。この間に何倍も上昇した海上輸送企業の株価の分析は経済アナリストにお任せするとしても、安全な海上輸送に関わる諸問題が国際情勢によって大きく影響を受けることに変わりはなく、我々としても改めて注視すべき事項と考えます。

また、感染症は人だけの問題ではなく魚介類にもあるのであり、その防疫に関わるマリンバイオセキュリティは水産分野を越えて食料安全保障として重要な問題となりつつあります。最近話題となったアサリの産地偽装問題は、実はそれに連なる大きな問題ともいえることでした。

こうした国際的な問題を「安全保障」という言葉で一括りにしてしまうと、ウクライナ情勢に代表されるような狭義のパワーバランスに視線が向き、海洋が直面する広範な問題を見誤ることもなりかねません。そこで、海洋基本法の原点に立ち返って、温暖化の影響や津波高潮被害、遠隔離島の維持管理などを含めた多面的な「総合的な海洋の安全保障」をテーマとして今年のシンポジウムを開催することになりました。

海洋アライアンス連携研究機構は、社会的要請に基づく海洋関連課題の解決に向けて、海への知識と理解を深めるだけでなく、海洋に関する学問分野を統合して新たな学問領域を拓いていくことを目的としています。それは、海は学際的な研究の宝庫であり、基礎研究、応用研究、社会科学の学融合によって問題解決が図られる場だと考えているからです。シンポジウムでの講演ですべての分野を網羅することはできませんが、取り組むべき課題の現状を理解頂き、海洋のあるべき未来の姿を思考する機会となることを祈念致します。



木村伸吾

海洋アライアンス連携研究機構機構長  
東京大学 新領域創成科学研究科 / 大気海洋研究所 教授

木村伸吾

Shingo Kimura

## 第17回 東京大学の海研究

### 「総合的な海洋の安全保障」

## PROGRAM

13:00-13:05	開会挨拶 木村伸吾 (海洋アライアンス連携研究機構機構長 東京大学 新領域創成科学研究科 / 大気海洋研究所 教授)
13:05-13:20	趣旨説明 道田 豊 (海洋アライアンス連携研究機構副機構長 東京大学 大気海洋研究所 国際・地域連携研究センター 国際連携研究部門長 教授)
13:20-14:00	「経済安全保障と海洋資源」 佐藤 徹 (東京大学 新領域創成科学研究科 教授)
14:00-14:35	「国際法から見た海洋安全保障：ホルムズ海峡、海賊、FOIP」 中谷和弘 (東京大学 法学政治学研究所 教授)
14:35-15:10	「マリンバイオセキュリティ (海洋生物の安全保障)」 良永知義 (東京大学 農学生命科学研究科 教授)
15:10-15:20	休憩
15:20-15:55	「地球温暖化の理解と予測に基づく海洋環境の変化」 渡部雅浩 (東京大学 大気海洋研究所 教授)
15:55-16:30	「沿岸域における防災・減災に関する研究」 田島芳満 (東京大学 工学系研究科 教授)
16:30-17:05	「遠隔離島の保全 ー太平洋海洋環境安全保障の視点からー」 茅根 創 (東京大学 理学系研究科 教授)
17:05-17:10	閉会挨拶 林 昌奎 (海洋アライアンス連携研究機構副機構長 東京大学 生産技術研究所 教授)

## 趣旨説明

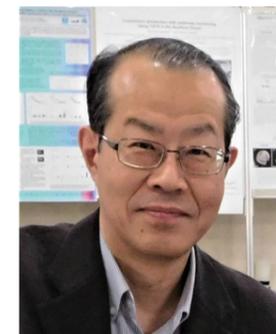
海洋基本法に基づいて策定される海洋基本計画が、2008年以来5年ごとに改定されていきおり、現在2023年からの第四期海洋基本計画に関する検討が進んでいるものと承知しています。従来通りのスケジュールで策定が進めば、2023年春には原案が公表されてパブリックコメントに付され、同夏ごろには閣議決定されるものと思われます。

海洋基本計画は、海洋に関する政策について幅広く方針等を示しており、およそ関連する施策については網羅していると言えますが、その時々内外の情勢や環境を反映して強調される分野等があります。例えば、2008年に初めて策定された海洋基本計画では、「海洋情報の一元化」の重要性が強調され、海洋基本法には一か所だけ登場する「情報」という語が、海洋基本計画では約80か所で言及されました。これを受けて、政府において海洋情報クリアリングハウス、海洋台帳、と海洋情報の管理提供体制の整備が進み、2019年からはWeb-GISの技術を活用した「海洋状況表示システム(海しる)」の運用開始へと着実に「海洋情報の一元化」が進んできました。

2018年に策定された現行の第三期海洋基本計画では、「総合的な海洋の安全保障」という概念が前面に打ち出され、この概念を一つの柱とした整理が行われています。そこでは、国家安全保障戦略に示されるような海洋の安全保障に加え、安全保障に関連するあるいはこれに貢献する施策が幅広く「総合的な海洋の安全保障」の中に位置づけられています。例えば、海洋状況把握(Maritime Domain Awareness: MDA)は、いわゆる安全保障を越えて、海洋環境保全、海洋産業の振興、科学技術の発展などに活用する取り組みと位置付けられました。また、人材育成、防災、環境保全、経済安全保障といったことがらも総合的な海洋の安全保障の文脈で、それらの推進がうたわれています。

温暖化の継続的進行、海洋プラスチック汚染など海洋環境に対する脅威の増加、水産資源量の悪化傾向など、このところ長期にわたって課題となっている国内外情勢の変化に加え、2020年以降は、新型コロナウイルス感染症の世界的拡大、ロシアによるウクライナ侵攻など、第三期海洋基本計画が策定された時点では全く想定されていなかった国際情勢の変化がありました。5年という期間を通した基本計画であることから、海洋基本計画は激しく変化する情勢に過度に反応する必要は必ずしもないだろうと思う反面、第四期海洋基本計画の策定にあたっては、上に述べたこの2, 3年の国際情勢の急激な変化を一定程度考慮せざるを得ないと思われます。

本集会は、東京大学海洋アライアンスが毎年開催している「東京大学の海研究」シンポジウムとして企画されました。上記のような現状認識のもとで、2023年に向けて策定が進む第四期海洋基本計画に対して、「総合的な海洋の安全保障」の概念を基軸に、本学における関連の研究成果等を踏まえ、主として学術の視点から今後の方向性について考えてみます。



## 道田 豊

海洋アライアンス連携研究機構 副機構長  
東京大学 大気海洋研究所 国際・地域連携研究センター  
国際連携研究部門長 教授

Yutaka Michida

## 「経済安全保障と海洋資源」

佐藤 徹

(東京大学 新領域創成科学研究科 教授)



1984年東京大学工学部船舶工学科卒業、1986年東京大学大学院工学系研究科船舶工学修士課程修了、同年(株)ブリヂストン入社、1993年インペリアルカレッジロンドン化学工学専攻博士課程修了(Ph.D.)、1996年東京大学大学院工学系研究科環境海洋工学専攻助教授、2004年より現職。専門は、海洋環境工学。主にCO2海底下貯留の環境影響評価、メタンハイドレートの分解生成モデリング、ガスハイドレートを利用したCO2海底下貯留の研究を行っている。2020年から内閣府総合海洋政策本部参与。

Toru Sato

### 1. はじめに

海洋資源については、第1期、第2期、第3期海洋基本計画において、商業化を主目標に掲げてきた。しかし、2007年当時、外圧として海洋基本法制定の駆動力の一つになったといっても過言ではないノーチラス・ミネラルズ社は2019年経営破綻した。市場は厳しく、商業化への道筋は一向に見えない。一方で、ロシアのウクライナ侵攻による欧州への天然ガス供給減による世界的な原油やガス価格の高騰や、サハラ以南の我が国への天然ガス供給の先行き不透明さ、電気自動車や太陽光パネルでの大量使用が予測される銅の長期的供給不足の懸念、リチウムイオン電池の正極となるコバルトの安定供給の不確かさ、インドネシアによるニッケル鉱石の禁輸事例、あるいは尖閣諸島での漁船衝突事故に端を発する中国によるレアアースの禁輸措置など、経済安全保障上の理由で海底資源の価値は再認識されている。

このような情勢の中、第4期基本計画で海洋資源開発をどう位置づけるかは重要な課題である。これまでの基本計画で示した商業化という将来像を捨て、問題は山積している。このたび「東京大学の海研究」シンポジウムで講演の機会をいただけたことに感謝しつつ、聴衆の皆様と一緒に考えてみたい。

### 2. これまでの海洋基本計画における海洋資源開発(主なもの)

#### 2.1 メタンハイドレート(砂層型)

海洋エネルギー・鉱物資源開発計画(2009年)において「今後10年程度を目途に商業化の実現を実施する」という野心的な目標が設定されたメタンハイドレート開発は、第2期海洋基本計画(2013年)で「2023年～2027年に民間主導の商業化のためのプロジェクトが開始されるよう技術開発を実施する」とトーンダウンされ、第3期(2018年)では、「2023年～2027年に民間主導の商業化に向けたプロジェクトが開始されることを目指し、技術開発を実施する」とさらなるトーンダウンがあった。そのうえで、海洋エネルギー・鉱物資源開発計画改定(2019年)では、2019年～2027年の長期的取組として、「オープンイノベーションによる生産量向上・コスト低減」、「周辺海域の資源量調査」、「商業化に必要な条件の検討」を新たに掲げた。この間、南海トラフで実施された第1回海洋産出試験(2013年)および、第2回海洋産出試験(2017年)では予定通りのガス生産が得られず、課題を残す形となった。

これまでの取り組みを俯瞰してみると、世界初の海洋産出試験にチャレンジしたことは評価されるべきで、これにより技術課題が抽出できたと言える。第4期基本計画期間中に3回目の海産産出試験を確実に成功させることが重要であり、そのためには2015年の「方向性の確認と見直し」で示された「民間参入を促す仕組み作り」が肝要となろう。

#### 2.2 海底熱水鉱床

海洋エネルギー・鉱物資源開発計画(2009年)では「2018年に民間企業による商業化を促進する」としていたものを、2013年の第2期海洋基本計画で「2023年～2027年に民間参画の商業化を目指したプロジェクトが開始されるよう、既知鉱床の資源量評価、新規鉱床の発見と資源量把握、実海域実験を含めた採鉱・揚鉱技術開発、環境影響評価手法開発等を推進する」と、より現実的なロードマップに修正された。第3期海洋基本計画(2018年)では、「2023年～2027年以降に民間参画の商業化を目指したプロジェクトが開始されるよう、技術開発等を実施する」と時間軸がさらに後ろにシフトされた。その後、海洋エネルギー・鉱物資源開発計画改定(2019年)において、「概略資源量5000万トンレベル把握」や「商業化に必要な技術課題解決」などを遂行することにより、「2028年までに民間企業による商業化の可能性を追求する」とされている。

現状を考えてみるに、沖縄海域で740万トンと、経済性が見込める概略資源量5000万トンレベルの把握に至っていない。しかし、「商業化」に必要な「発見」や「イノベーション」までを目的化してしまう我が国の科学技

術に対する近年の考え方を、基礎科学を軽視してきたこの15間年の政府の姿勢とあわせて見直す時期に来ているのではないかと。ロードマップは年々トーンダウンしたように捉えられるが、より現実的な方向性を探ることになった点をむしろ評価する必要がある。高品位資源の調査や、開発に係る国際ルールの策定は国が、開発技術のコストダウンは民間が担うなど、オープンイノベーションが重要となろう。

### 2.3 レアアース泥

第2期海洋基本計画(2013年)では、「将来の資源としてのポテンシャルを検討するための基礎的な科学調査・研究に取り組む。2013年～2015年で概略資源量・賦存状況調査を実施し、2023年～2027年に民間主導の商業化のためのプロジェクトが開始されるよう技術開発を実施する」とされたが、第3期海洋基本計画(2018年)では、「将来の開発・生産を念頭に各府省連携の推進体制の下で、SIP2「革新的深海資源調査技術」において、賦存量の調査・分析を行うとともに、広く海洋鉱物資源に活用可能な水深2000m以深の海洋資源調査技術、生産技術等の開発・実証の中で取組を進める」とされた。プレーヤーがSIPとなったことで、商業化の将来目標を匂わせながらも、レアアース泥以外の海洋開発に応用可能な、より基礎的な科学技術開発も視野に入れた点が評価できる。

そのSIP2(2018年度開始)では、「レアアース泥を含む海洋鉱物資源の賦存量の調査・分析」、「深海AUV複数運用技術、深海ターミナル技術」、「レアアース泥の採掘・揚泥技術」、「深海資源調査・開発システムの実証」という4つの柱を立て、賦存量把握については、将来の商業化に必要な概略資源量(数字は非公表)が確認された。残りの3つの柱は、様々な深海開発技術の商業化に資することが期待されるため、これらの技術開発を確実に達成し、SIP3において実際に6000mからの回収というムーンショット的課題に果敢にチャレンジすることが強く望まれる。

## 3. 第4期海洋基本計画における海洋資源開発の在り方

メタンハイドレートにしても鉱物資源やレアアースにしても、商業化のめどは全くと言ってよいほど立っていないのが現状であろう。「2023年～2027年に民間主導の商業化に向けたプロジェクトが開始されることを目指し、技術開発を実施する」といったような、「2023年～2027年」がかかるのは商業化かプロジェクト開始か技術開発の実施なのかかわからないような第3期基本計画の書きぶりを引き継いで、第4期基本計画でさらにうやむやな文章に仕立てて現行プロジェクトを継続することが、はたして納税者たる国民に理解されるであろうか。

第3期海洋基本計画(2018年)の「総合的な海洋の安全保障」の中の「海洋の安全保障の強化に貢献する基層」の中の「海洋の安全保障の補強となる施策」にやっとうてくる「経済安全保障」は、時を経て、経済活動のグローバル化による「相互依存の武器化」や、先端技術の軍事技術と民生技術へのデュアルユース化などを背景に、近年では独立した重要施策として語られるようになった。そして2022年5月、「経済安全保障」を成長戦略の一つに掲げた岸田政権によって、「重要物資」のサプライチェーンなどを強化するため、「経済安全保障推進法(通称)」が成立した。国民の生存に必要不可欠、供給が特定国に偏り外部に過度に依存、輸出停止などによる供給途絶の蓋然性、供給途絶の実績といった4つの要件「全て」を満たせば「重要物資」に認定される。半導体、特定医薬品に加え、レアアースも想定に入っているようだ。

第61回総合海洋政策本部参与会議(2021年)にて、田中明彦座長から「経済安全保障をめぐるいくつかの論点について」という資料が提出され、経済安全保障を実現する手段には、守りの「戦略的自立性」と攻めの「戦略的不可欠性」があるとしたうえで、「各省庁の現在実施している施策がすべて経済安全保障で正当化されないか」、「政策決定者のペットプロジェクトのみが重視されないか」、「戦略的不可欠性を到底持ち得ない技術への無駄な投資がおこなわれないか」という問題提起がなされた。

レアアースに関しては、北米、豪州、南アなどの新規鉱山開発による主要国の調達先の多様化は進み、かつて9割以上あった中国のシェアは2021年には6割へと低減しているという。従って、我が国の海洋資源より経済性のある輸入品の天然ガスや鉱物(銅、ニッケル、コバルト、マンガンなど)、レアアース(リチウム、ネオジウム、ジスプロシウム、プラセオジウム、テルビウムなど)の各種資源一つ一つに対し、調達先のカントリーリスクを考慮

し、戦略的自立性と戦略的不可欠性の有無について慎重に考え、これらの海洋資源開発が経済安全保障を盾にペットプロジェクトに落ち込みはしないか適正に判断する必要がある。

## 4. おわりに

戦略的自立性と戦略的不可欠性を持つと判断された資源の開発にあたっては、国は規制緩和や促進に関する法整備、国際ルール策定を担当し、民間がコストダウンや新規技術開発を進めるといった役割分担を基盤とした、オールジャパン体制でのオープンイノベーションが重要となる。このようなプロジェクトの目的は、実施主体が国である以上、産業化(民間企業が事業参入を判断する際に必要となる技術、知見、制度等を利用可能にすること)であり、商業化(民間企業が営利事業として投資判断を行い事業参入すること)ではないはずだ。第4期海洋基本計画では、第2期、第3期基本計画が唱導してきた商業化と決別し、慎重な吟味の上、真に経済安全保障に資すると判断された資源のみについて、商業化の一手手前の産業化まで技術開発し、当該資源については海底という無料の貯蔵庫に保管しておくというところが落としどころになるだろうか。有志諸氏の議論を待ちたい。

## 「国際法から見た海洋安全保障:ホルムズ海峡、海賊、FOIP」

中谷和弘

(東京大学大 法学政治学研究科 教授)



1983年3月東京大学法学部卒業。東京大学法学部助手、東京大学法学部助教授、オックスフォード大学客員研究員、東京大学大学院法学政治学研究科助教授を経て、1999年4月より現職。専門は国際法。海洋法、国際航空法、宇宙法、国際サイバー法などを国際法の観点から検討している。

Kazuhiro Nakatani

### 1. はじめに

本報告においては、エネルギー安全保障にとって不可欠な重要性を有するホルムズ海峡、海運にとっての脅威となる海賊、日本の発案であるFOIP(自由で開かれたインド太平洋)について国際法の観点から見ることで、海洋安全保障について考えてみたい。

### 2. ホルムズ海峡

ホルムズ海峡はペルシャ湾(アラビア湾)の出入口である。世界の原油の1/4、LNGの1/3はホルムズ海峡を通航する。日本が輸入する石油の9割は中東から、その大半はホルムズ海峡を通航する。日本・韓国・中国は、ホルムズ海峡を通航する石油・ガスへの依存度は、欧米以上に高い。ホルムズ海峡の安定航行は東アジア共通の利害関心事。

ホルムズ海峡には迂回路(alternative route)がない。この点がマラッカ・シンガポール海峡とは大きく異なる。エネルギー安全保障が国際社会において極めて重要であることに鑑みると、ホルムズ世界一重要な水域とあって過言でない。

ホルムズ海峡は国連海洋法条約でいう「国際海峡」に該当する。「公海又はEEZと公海又はEEZとの間にある」という地理的基準と「国際航行に使用されている」という使用基準を満たすためである。

沿岸国であるイランとオマーン(飛び地のムサンダム半島)は国際海峡とは認めず、自国の領海であると主張。12カイリを主張する両国の領海が重複する水域もある。両国は1975年に等距離中間線に基づく大陸棚境界画定協定を締結。上部水域には影響を与えないと規定するが、事実上の領海分割のラインになっている。

国際法上、領海であれば外国船舶は無害通航権を有する。平穏に通過するだけならば沿岸国の許可も事前通告も不要である。これに対して国際海峡であれば外国船舶は自由通航により近い通過通航権を有する。潜水艦は顔を出す必要がない、航空機は上空飛行の自由を有するのが、領海との主な相違である。

オマーンは西側諸国とも関係の良い穏健な王国だが、イランは核開発問題をめぐり西側諸国と対立している。将来、ホルムズ海峡を封鎖する可能性は排除できない。

なお、イランは国連海洋法条約に入っていない。「国際海峡の規定は慣習国際法にはなっていないため非当事国であるイランは拘束されない」との立場をとる。ホルムズ海峡を領海だとすると、国際法違反への対抗措置として沿岸国は違反国の船舶の通航を禁止できるか。イランはこの論法を持ちだしてくる可能性がありうる。国際海峡だとすると、国際化された水域ゆえ、この論法は困難である。

ホルムズ海峡においては、船舶はオマーン側の分離通航帯を航行する。ホルムズ海峡ではIMOが片側2カイリの航路帯を中間線よりもオマーン側に設定。ペルシャ湾から出る航路の長さは6カイリであり、通常25分で航行する。そのため、イランがホルムズ海峡での船舶の進路妨害をしたり海峡を封鎖する場合には、オマーン側の水域で進路妨害や封鎖する必要があるが、そうなるとオマーンの主権を侵害することになる。海上武力紛争サンレモマニュアルでは、「平時において国際海峡に適用される通過通航権は武力紛争時にも適用される」とし、また、「国際海峡における通過通航は、安全かつ便利な代替航路が提供されない限り阻害してはならない」と規定する。

米国主導の有志連合「海洋安全保障initiative」(センチネル作戦、英・豪・バーレーン・サウジアラビア・UAE・アルバニアが参加)においては、2019.11 から。ホルムズ海峡を通航する民間船の安全を確保するとしている。

日本は、2019.12.27の閣議決定「中東地域における日本関係船舶の安全確保に関する政府の取り組みについて」において、防衛省設置法4条(調査・研究)に基づく情報収集活動として、護衛艦と哨戒機P3Cを派遣するとしたが、活動範囲にはホルムズ海峡、ペルシャ湾は含まれていない。

報告者としては、ホルムズ海峡に関する国際的フォーラムの創設を提案したい。ホルムズ海峡における安全保障、船舶航行の安全確保(タンカー同士の衝突等)、海洋環境(タンカーからの油汚染等)に対処できる国際的フォーラムを、オマーン、イラン、UAEといったペルシャ湾内の沿岸国・近接国、主な利用国、主要船舶の旗国

や船舶所有会社の本国、INTERTANKO、主要船会社、IMOなどのステークホルダーを広くメンバーとして創設しておくことが、各種の危機に備える一定の保険として、国際社会の安定に資する重要な国際公共財になりうる。

### 3. 海賊

海賊は世界で3番目に古い職業と言われ、「人類共通の敵」(hostis humani generis)とされ、すべての国が刑事管轄権を行使できる国際犯罪である。

国連海洋法条約における海賊の定義(101条)は、①私有船舶の乗組員・乗客による、②私的目的の、③他の船舶・航空機への、④公海上での行為。海上暴力行為の大半はこの4要件、特に④を満たさない。海上暴力の大半は内水・領海内での行為である。内水・領海内での犯罪であれば、沿岸国の管轄権に服し、沿岸国は領域管理責任を負う。

海賊・海上武装強盗の件数は、2010年には445件(ソマリア沖141件、アデン湾43件、インドネシア40件)、2020年には195件(ナイジェリア35件、インドネシア26件、シンガポール海峡23件、ベニン11件、ソマリア沖・アデン湾0件)。ソマリア沖・アデン湾の海賊は、各国海軍による海賊対処活動や商船による自衛措置(武装警備員の乗船等)が功を奏し激減した。

ソマリア沖・アデン湾は、欧州とアジアを結ぶ重要な航路(アデン湾においては、紅海、スエズ運河、地中海を經由して世界全体で年間2万隻の船舶が航行し、そのうち約2000隻が日本関連船舶:大半は旗国は便宜置籍国で船員の大半は外国人)。

海賊の撲滅には、途上国の海賊・海上暴力対策への支援(能力構築)が重要である。アジア海賊対策地域協力協定(2004)は日本の主導で作成された。東南アジア諸国等、16か国が加盟し、シンガポールに海賊情報共有センターが創設された。

・ソマリアは、内戦による無政府状態の崩壊国家であり、一時期は海賊は主要産業になってしまった。ソマリア海賊に対しては、国連安保理が積極的に関与し、2008年には、ソマリア暫定連邦政府から安保理への要請に基づき、国連憲章第7章下で、海賊・海上武装強盗対策のために、各国に対して、ソマリア領海内に入ること及び領海内や陸上であらゆる必要な措置をとることを認める決議が採択された。

海賊に特化した国内法を持っている国はほとんどない中で、我が国が2009年に海賊対処法(海賊行為の処罰及び海賊行為への対処に関する法律)を制定したことは画期的であった。これにより、日本関係船舶以外も保護対象となった(自衛隊法に基づく海上警備行動では日本関係船舶のみが保護できた)。ジブチを海保・海自の活動拠点として、ジブチから便宜供与を受けるため2009年に交換公文をとりかわす。

海賊への身代金の支払いは違法か:2010年2月18日、英国高等法院は身代金(ransom)支払は英国法上違法でないとし、海事商慣行の共同海損(general average)として海上保険でカバーされるとした。他方で、身代金支払の増加はソマリア海賊の増大をもたらしているとの安保理決議もある。

テロリズムと海賊は異なる。犯罪の目的がテロと政治目的か経済目的か。テロはテロ関係条約で締約国に「引渡か訴追か」の選択義務を課すのに対して、海賊は慣習国際法上、「すべての国家が管轄権行使可能」となっている。テロリストとは取引しないとの原則はG7では共通の合意になっている。1987年ベニス・サミットでの宣言では、テロリストとそのスポンサーへの譲歩はしないという原則を確認している。

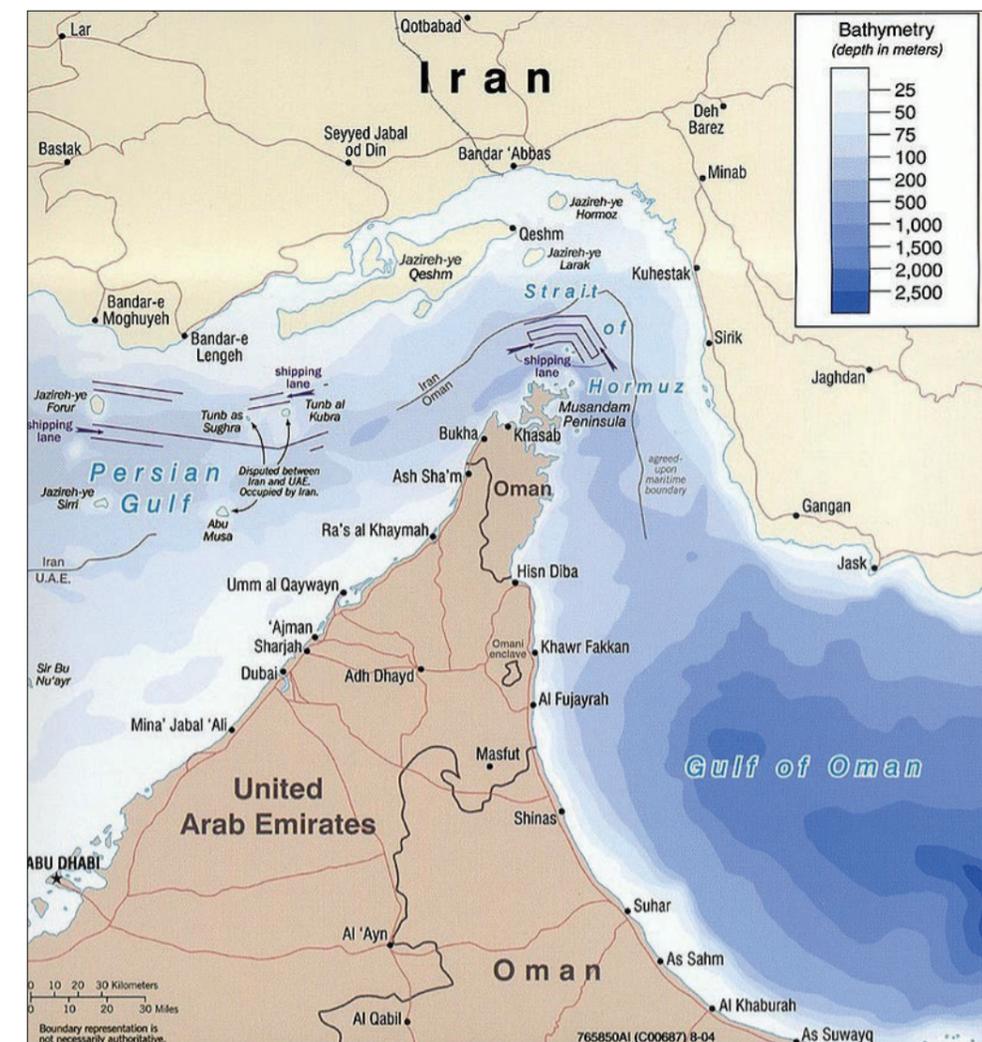
### 4. FOIP

自由で開かれたインド太平洋(Free and Open Indo-China)は、2016.8第6回TICAD(アフリカ開発会議)において安倍首相が対外発信。FOIPの要諦は、「インド太平洋地域において、ルールに基づく国際秩序を構築し、自由貿易や航行の自由、法の支配といった、地域の安定と繁栄を実現する上で欠くことのできない原理・原則を定着させていくこと」。

FOIPの3本柱は、①法の支配、航行の自由、自由貿易等の普及・定着、②経済的繁栄の追求、③平和と安定の確保。

海洋法、海洋安全保障との関連では、日本は、東南アジア諸国や太平洋島嶼国に対し、海上法執行能力構築支援や研修を通じた海洋法に関する能力構築支援などに取り組み、また、日本のシーレーン上に属するフィリピンやベトナムなどに対し、巡視船や沿岸監視レーダーを始めとする機材供与、専門家派遣や研修による人材育成などを通じて海上法執行能力構築支援を実施。アジア海賊対策地域協力協定を主導、海賊対処法の制定も、海洋法や海洋安全保障に資するものであった。

海洋における「法の支配」に従うとは、国連海洋法条約をはじめとする海洋分野での国際法ルールに従い、またこの分野での国際裁判に敗訴したら潔く判決に従うこと。日本は国際司法裁判所で捕鯨裁判に敗訴した後は、判決に従った。判決で違法とされていない範囲内で捕鯨を行い、その後、国際捕鯨委員会から脱退した。中国は南シナ海仲裁裁定で国際法違反を認定されたが、裁定を無視して人工島の建設をすすめている。しかしながら国際法上、「違反から権利は生じない」。



### はじめに

水産分野では、畜産分野と異なり、国内外で新しい感染症(新興感染症)の発生が頻発している。海外からの感染症の侵入により被害が生じるとともに、国内で発生した新興感染症が急速にまん延し、被害を与えてきた。講演者のグループは、水産分野における防疫体制の強化が必要と考え、東京大学海洋アライアンスや海洋学際教育プログラムの支援を受けながら、様々な活動を行ってきた。防疫体制の現状を説明するとともに、私たちが行ってきた活動の主な部分について紹介する。

### 感染症の侵入、新興感染症発生の現状と防疫対策

表1(1-1、1-2)はこれまでに海外から侵入した主要な感染症を示したものである。侵入する前にその存在が知られていた感染症とともに、発生時には新興感染症として発生し、その後の研究で海外から侵入したことが判明した疾病も多い。これに加えて、国内で発生した新興感染症のなかには、その起源が不明なものも多い(表2)。

新興感染症はそれぞれの疾病の性質も不明であり、予防・治療の方法も未開発などが多い。したがって、最初にとるべき対策は、侵入やまん延の防止などの防疫措置である。海外の新興感染症に対しては、できるだけ早く情報を収集し、それぞれが侵入した場合の産業被害やリスクを評価し、リスク評価に基づいて、水際での侵入防止策をとる必要がある(輸入防疫)。また万が一これらの感染症が侵入した場合、あるいは国内で発生した新興感染症に対しては、国内でのまん延防止と、撲滅するための措置(国内防疫)をとる必要がある。

我が国の防疫は、水産資源保護法に基づく輸入防疫と持続的養殖生産確保法に基づく国内防疫で構成されている。輸入防疫では、侵入した場合に重大な被害を生じると評価される疾病を特定疾病として指定し、特定疾病に感染する可能性がある動物を輸入する場合は、当該疾病にかかっていないことを示す健康証明書を提示して農林水産大臣に申請し、前もって輸入許可を取得する必要がある。輸入時には検疫所で目視での検疫が行われ、また、安全性に疑義がある場合は、一定期間の隔離飼育を国が命じることできる。(図1)

特定疾病が国内で発生した場合、養殖業者は都道府県に報告する義務があり、都道府県知事はまん延防止や撲滅のために、立ち入り検査を実施し、移動停止、焼却・埋却などの処理を命じることができる(図1)。一方、国内で新疾病(既に知られている伝染性疾患とその病状が明らかに異なる養殖水産動物の疾病)が発生した場合は、都道府県は発生を国に報告することが義務付けられており、国は予防のために試験研究や情報収集が努力義務が国に課されている。

### 活動-1 情報周知の現状調査

私たちが防疫体制の強化のための活動を始めた契機は、東日本大震災であった。東日本大震災により、マガキの種苗生産基地であった宮城県が被害を受けたため、海外産の種苗の輸入が危惧された。一方、ヨーロッパでは2008年にマガキに致死的なカキヘルペスウイルス変異株( $\mu$  Ver)感染症

## 「マリンバイオセキュリティ(海洋生物の安全保障)」

### 良永知義

(東京大学 農学生命科学研究科 教授)



1981年東京大学農学部水産学科卒業、1987年東京大学大学院農学系研究科博士課程修了(農学博士)、農林水産省中央研究所・養殖研究所、東京大学大学院農学生命科学研究科准教授を経て、2012年より現職。専門は魚病学。魚介類の寄生虫学。研究と並行して、水産動物の輸入防疫・国内防疫の改善ための問題提起・提言を行っている。2019年より日本魚病学会長

## Tomoyoshi Yoshinaga

病名	対策	侵入時期	事前の侵入防止	宿主転換	天然への拡大	天然魚への被害	侵入形態	侵入年	侵入元
サケ科魚類 IPN	防疫	○	×	×	○	×	卵?	1964頃	?
サケ科魚類 ISN	防疫	○	×	×	○	×	卵	1970	北米
サケ科魚類の細菌性腎臓病 BKD	防疫	○	×	×	○	×	卵	1973	北米?
ギンザケの冷水病	防疫	○	×	×	○	×	卵	1985頃	北米
ギンザケの赤血球封入体症候群	防疫	○	×	×	?	×	卵	1986	北米?
マダイ/リドウイルス病	ワクチン	×	×	×	○	×	種魚	1990	香港?
ハダシシシ(ネオネドニア)	薬浴	○	×	△	○	×	種魚	1991	中国
クルマエビの急性ウイルス血症	防疫	×	×	×	◎	×	種エビ	1993	中国
ヒラメのネオヘテロボツウム症	なし	×	×	○	○	○	?	1993	北米
アコヤガイの赤皮病	管理	×	×	○	○	?	真珠殻	1994	中国
幸徳川のオシロウのタチノコウイルス感染症	なし	?	×	○	◎	○	卵/種魚	2000	韓半島
コイヘルペスウイルス病	なし	○	○	×	◎	○	活魚	2003	アジア

防疫: 観・卵管理を含む。赤: ワクチン・投薬、管理などによる積極的治療、予防

表1-1: 主要な海外からの侵入疾病

病名	対策	侵入時期	事前の侵入防止	宿主転換	天然への拡大	天然魚への被害	侵入形態	侵入年	侵入元
アユの <i>Eubrevatilis ecterior</i> 感染症	なし	△	×	○	◎	○	?	2007	北米・アジア
マゴヤの軟弱化症	なし	△	×	○	○	?	種マゴヤ	2007	韓国
アワビ類のキセハリアオサ症	野生魚にはなし	○	×	?	○	?	養殖?	2011?	中北米?
カキヘルペスウイルス変異株	なし	○	×	×	○?	?	?		
ホタテガイのバーキンサス	なし	○	×	△	○?	?			

表1-2: 主要な海外からの侵入疾病

表2 1995年以降に国内で発生・病原体確認した主要な新興感染症	
脊椎動物	無脊椎動物
ブリ属魚類	アコヤガイ
粘液胞子虫性脳脊髄炎	赤皮病
微胞子虫性脳脊髄炎	外套膜萎縮症
<i>Streptococcus dysgalactiae</i> 感染	アワビ類
$\alpha$ 溶血性レンサ球菌症 2型	筋萎縮症
$\alpha$ 溶血性レンサ球菌症 3型	フランシセラ感染症
ヒラメ	ホタテガイ
ネオヘテロボツウム症	フランシセラ感染症
アクアレオウイルス症	マゴヤ
イサキ	被覆軟化症
トラフグ	
護せ病	
アユ	
異型細胞性総病	
エドワジエラ・イクタルリ	

表2: 1995年以降に国内で発生・病原体確認した主要な新興感染症  
○: 起源が明らかになったもの

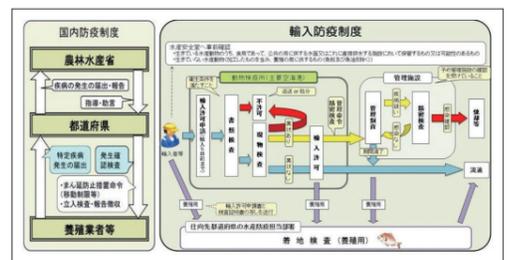


図1: 我が国の水産防疫体制(農林水産省HPより)

が発生し、海外産種苗の輸入による持ち込みが危惧された。しかし、当該疾病は輸入防疫の対象となっていなかった。そこで、農林水産省の担当部局に当該疾病侵入の危惧を伝えた。この連絡も一因となり、農林水産省は震災直後の2011年2月には「カキヘルペスウイルス(OsHV-1)変異株に関する注意喚起」、3月には「養殖用種苗(特にカキ類)の移動に関する注意喚起について」という注意喚起文書を各都道府県に発信し、貝類種苗の輸入や移動に伴う危険性を、各都道府県の漁業協同組合連合会(漁連)、漁業協同組合(漁協)、漁業者に周知することを依頼した。そこで、私たちは、瀬戸内海沿岸や東北太平洋沿岸の漁協やカキ養殖業者での聞き取り、アンケート、都道府県の水産担当部局へのアンケートを実施し、注意喚起文書がどのように流通し、かつ、どの程度周知されているかを調査した。

その結果、各都道府県から漁協には注意喚起文書が伝達されていたが、漁協から漁業者に周知されていなかった例が少なからずあった。また、カキ養殖業者のなかで、カキヘルペスウイルス変異株の発生について情報を有しているものは30%以下で、注意喚起が十分に浸透していない実態が明らかになった<sup>1)</sup>。さらに、情報伝達は一方方向で、自分たちの発信あるいは伝達した情報がどのように伝わり周知されているかを調査した例は見られなかった。従って、養殖現場の防疫意識の向上には注意喚起文書以外に養殖業者へのパンフレット配布や養殖業者への講習など、他の方策も併せてとる必要があることが示唆された。また、この調査の過程で、食用として輸入され貝類を活貝水槽などで飼育する施設が多々みられ、これらの施設からの病原体の流出も懸念された。

### 活動-2 リスク評価に基づく防疫体制強化に関する活動

動植物の防疫措置は歴史的に不公正な非関税障壁として使用されてきたため、自由貿易の確保のため、WTOの一部としてSPS協定が締結された。SPS協定では、各国は自国の人や動植物の健康を守るための防疫措置をとる権利を持つが、その措置は、①国際的な基準に従うことが求められている。しかし、②国際的な基準が不十分な場合は、各国は科学的なリスク評価に基づいて措置を講じることが可能であり、③科学的情報が不十分な場合は、限られた情報に基づいて暫定的な防疫措置をとることも認められている。①の国際的な基準の作成は、動物については世界獣疫機関(WOAH) (旧OIE)が担当する。

活動を始めた2011年は、我が国が防疫対象としていた感染症は11種に限られ、そのうち10種が①の国際的な基準において危険疾病リストに含まれた疾病(リスト疾病)であった(表3)。②や③のリスク評価に基づいた、あるいは暫定的な防疫措置は行われていなかった。また、対象も、コイ科の觀賞魚や養殖用の稚魚、稚魚、魚卵に限定されており、我が国の水産防疫体制は極めて脆弱なものであった。

私たちは日本水産学会水産増殖懇話会に働きかけ、防疫体制強化が急務と判断された貝類に限定して、2013年3月に「貝類の防疫を考える一東日本大震災からの復興に向けて」という講演会を開催した。その中で、リスク評価に基づく防疫措置の強化を低減した<sup>2)</sup>。しかし、本講演会に出席していた

水産動物*	輸入防疫対象疾病
こい	コイ春ウイルス血症 コイヘルペスウイルス病
きんぎょ、はくれん、こくれん、そうぎょ、あおうお	コイ春ウイルス血症
さけ科魚類の発眼卵 さけ科魚類の稚魚	ウイルス性出血性敗血症 流行性造血器壊死症 ピシリケッチア症 レッドマウス病 (リスト疾病外)
くるまえび属のえび類の稚えび	バキュロウイルス・ペナエイによる感染症 モノドン型バキュロウイルスによる感染症 イエローヘッド病 伝染性造血器壊死症 タウラ症候群

\*生きていないものに限る

表3: 輸入防疫の対象動物・対象疾病(2005年)

農林水産省の水産防疫担当室長は国際的基準を超えた防疫措置の実施は難しいという見解であった。

ところが、元宮古市長(岩手県)の熊坂義裕氏(医師)ならびに当時農林水産相政務官を務められていた横山信一参議院議員(国会議員で唯一の水産学博士)という二人の政治家がこの問題の重要性を理解された。熊坂氏の働きで、岩手県議会は2014年3月に「海外産カキ・ホタテガイの種苗等への対応に関する意見書」を採択して、貝類の防疫体制の強化と養殖現場の防疫意識の強化を国に働きかけ、横山議員は水産防疫の強化を行政に働きかけた。その結果、2016年に水産防疫は大きな前進を見た。

具体的には、2014年から2015年にかけて、リスク評価が水産分野で初めて実施され、水産防疫制度の拡充と水産防疫要綱の策定が図られた。その結果、2016年に関連省令が改正され、防疫対象疾病は27種に増えるとともに、海産魚や貝類も輸入許可の対象となった。さらに、全ての发育段階の動物が防疫対象となるとともに、食品として輸入されるものでも、環境に無処理で排水する施設で飼育されるもの、生きていなくても養殖場で餌などとして利用されるものも防疫対象となった(図2)。

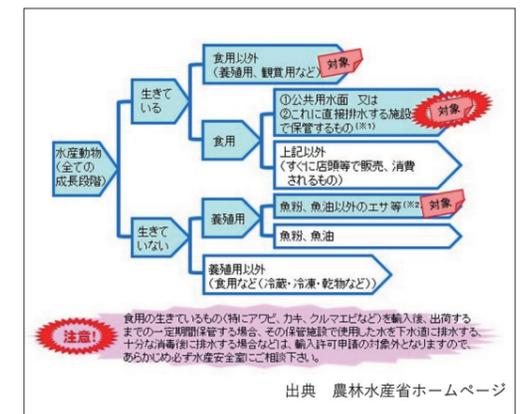


図3: 水産防疫対象生物(用途別)

### 活動-3 さらに防疫体制強化に関する活動

長く魚病の問題にかかわってきた産官学の専門家をあつめて、オンライン会議とメールに意見交換によって、防疫体制を含む魚病対策の問題点の抽出を行った。その結果、水産防疫の主要な問題として以下が抽出された<sup>3、4)</sup>。

- ① 2015年以降、リスク評価ならびにリスク評価に基づく防疫体制の整備が実施されていない。
- ②国内で新疾病が発生した場合、都道府県は国への報告義務があるにもかかわらず、これまで報告された新疾病は1種類のみである。国内で発生した新興疾病に対する防疫対策は殆ど機能していない。
- ③国は新興感染症の発生はWOAHに報告する義務があるが、報告した例はなく、国際的な責務を履行していない。
- ④疾病の診断は都道府県の魚病担当者が主として行っているが、頻繁な人事異動により都道府県の診断能力が低下している。
- ⑤国、都道府県の行政に水産防疫を含む魚病対策に精通した人材・集団が形成されておらずおらず、継続的な改善が困難になっている。

### これから

我が国の水産防疫は継続的な改善が極めて弱く、問題も多い。畜産部門では、食料・農業・農村政策審議会のなかに、家畜衛生部会があり、継続的なリスク評価と改善方策の審議が行われている。水産分野でも同様の部会を設立し、水産防疫が抱えている問題の継続的改善を行っていくことが急務であろう。

### 参考文献

- 1) 高岸・良永(2014):カキヘルペスウイルス1型変異株感染症の情報流通状況の検証とその問題点. 日本水産学会誌, 80, 214-221.
- 2) 良永(2014):養殖技術講座:貝類の疾病(最終回)貝類感染症の海外からの侵入を防ぐために. 養殖ビジネス, 51(2), 18-21.
- 3) 唐川・良永(2021):我が国における魚病対策の現状と問題点の抽出. 魚病研究, 220-225.
- 4) 良永(2022):養殖業における防疫の重要性 我が国の課題と提言. 養殖ビジネス, 2022, 9月号。

## 「地球温暖化の理解と予測に基づく海洋環境の変化」

### 渡部雅浩

(東京大学 大気海洋研究所 教授)



1971年神奈川県生まれ。2000年東京大学大学院理学系研究科博士課程修了。博士(理学)。ハワイ大学客員研究員、北海道大学准教授、東京大学気候システム研究センター准教授を経て、2016年より現職。東京大学「気候と社会連携研究機構」副機構長。専門は気候力学、気候モデリング。気象庁異常気象分析検討会委員など国内委員のほか、世界気候研究計画(WCRP)気候モデル部会委員やIPCC第一作業部会第6次評価報告書の主執筆者を務めた。

## Masahiro Watanabe

### 1. はじめに

本シンポジウム「東京大学の海研究」の講演を依頼された際にいただいたテーマは、「気候変動の観点からの海洋安全保障」であった。しかし、安全保障に関しては全くの素人であると申し上げたところ、気候変動についてなんでも好きなことを話してよいから、と回答をいただいたので、全体のテーマにどこまでかかわるかは不明のまま、お引き受けすることにした。ここ数年は気候変動に関する政府間パネル(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)による最新の第6次評価報告書(Sixth Assessment Report, AR6)の作成期間にあたり、2021年8月の第一作業部会(Working Group I)報告書を皮切りに第二・第三作業部会の報告書が現在までに公表されている。私は第一作業部会の執筆者として作成にかかわった経緯もあり、いわゆる地球温暖化の自然科学的側面については最新情報にある程度通じている。そこで、講演では、第一作業部会AR6の概要から海洋に関する部分をご紹介します、私の研究グループの成果なども交えながら、日本周辺の海洋環境の物理的変化とそれがもたらすリスクについて考えてみたい。

### 2. 第一作業部会AR6の概要から

AR6の本体は3000ページを超える大部なもので、重要なポイントの多くは政策決定者向け要約(Summary for Policy Makers)を参照すればわかるようになっている。そこでの結論として最初に重要なのが、「人間活動が気候システムの温暖化および広範囲で急速な気候変化をもたらしてきたことは疑う余地がない」というステートメントである。2010～2019年の10年間で、地球の表面温度は1850～1900年比で+1.06℃上昇したが、これは、気候システムに対する放射強制及び気温応答を個別に積み上げた人間活動の寄与+1.07℃とほぼ等しい。この評価をもとに、将来の気温上昇について、5つの社会経済シナリオに基づき第6次結合モデル相互比較プロジェクト(Coupled Model Intercomparison Project Phase 6, CMIP6)の多数の気候モデルシミュレーションの結果をまとめると、今世紀末には最悪シナリオで+4℃超、2050年カーボンニュートラルに近いシナリオで+1.4℃程度になる。ただし、どのシナリオでも、今後20年の間に(一時的にせよ)パリ協定が目標と定めた1.5℃温暖化に達してしまう可能性が指摘された。

今回の報告書では、「温暖化レベル」という概念を導入することで、将来起こるさまざまな気候・気象の変化をうまく整理している。温暖化レベルとは全球地表温度の上昇量のこと、現在の温暖化レベルは約1.1℃である。今後、例えば温暖化レベル1.5℃や2℃がいつ実現するかはシナリオやモデルにより異なるが、温暖化レベルを合わせてみることで、より確かな変化を同定できる。この方法の根拠として、地表気温変化のパターンはおおよそ温暖化レベルにスケールするという結果がある。極端気象など見る変数によっては温暖化レベルに線形比例しないが、気候の平均状態の変化に関するかなりの部分は、この温暖化レベルを用いて理解することができる。

### 3. 日本周辺の海洋物理環境の変化

さて、海洋の変化である。何より重要なのは海上気温もしくは海面水温 (sea surface temperature, SST) の変化だが、過去の観測データおよびCMIP6モデルのシミュレーションでは、陸上気温の上昇量は海上気温上昇量の約1.5倍となっている。これはエネルギー収支の制約で説明可能であり (Toda et al. 2021)、海上気温は温暖化レベルの87%程度の上昇を示すことになる。しかし、SSTの変化は一様ではなく、特に日本周辺域では観測される昇温が大きいことが知られている。この原因を調べることは国内の水産業をはじめとする温暖化影響評価にとって重要だと言いつつ続けているが、いまだに研究は少ない。「より昇温するユーラシア大陸の近傍だから」といったあいまいな説明がされることもあるが、我々のモデリング研究からは、そうした理由ではなく、過去30~40年のエアロゾル排出の減少により、北西太平洋で昇温が選択的に強められていることが示されている (Toda and Watanabe 2020)。将来のエアロゾル排出の変化により、日本付近の強い昇温がどうなるか、さらにCMIP6モデルなどで調べることが必要だろう。

日本周辺の海洋環境の変化として、他に重要なのは海面水位および黒潮の特性が挙げられる。これらについてはここで詳述はせず、過去の観測事実と気候モデルによるシナリオシミュレーションの結果をまとめた「日本の気候変動2020」レポートから概要を紹介する。

### 4. 海洋極端事象の変化

日本の近海ではまださほど騒がれていないかもしれないが、アラスカ沖をはじめ他の海域では、いわゆる「海洋熱波」(marine heatwave)なるものが観測されている。これは、気象における熱波と同様、特定地域でSSTが異常高温を示す現象で、エルニーニョのような自然の変動が原因となることもある。海洋熱波が温暖化とともに増えてゆくのか、日本周辺の海洋生態系などに影響があるのか、まだよくわかっていない。また、沿岸域では温暖化による高潮被害の増大も懸念される。これらの海洋極端事象の変化には、黒潮流路変動(大蛇行を含む)や台風の変化といった、必ずしも温暖化がコントロールしない現象あるいはコントロールが確かに理解できていない現象が影響する。海洋極端事象の変化を定量化し、温暖化の寄与を推定するには、ここ10年ほどで非常に活発になった極端気象に対する要因分析、いわゆるイベント・アトリビューション(Event Attribution, EA)研究が参考になるかもしれない。これは、気候モデルあるいは大気モデルの大アンサンブルに基づく確率推定がベースである。海洋の事象に適用した例として、2020年8月に日本の南で観測されたSST>30℃という異常高温に対するEA研究がある (Hayashi et al. 2021)。この論文では、2020年の異常高温は人為起源温暖化がなければ1000年に1度の事象であり、現在はその発生確率が60倍以上に増大していると結論付けている。

### 5. これからの課題

日本周辺の海洋環境の変化、それに伴う極端事象の変化は、それなりに分かってきている。しかし、大きな問題がある。それは、EAであれ将来予測であれ、シミュレーションに用いている気候モデル(の海洋コンポーネント)の解像度がまだ低く、海洋渦を表現できていないことである。CMIP6では、いくつかのモデルを高解像度化(海洋20km程度)した計算結果も利用可能だが、モデルの数や計算期間、アンサンブルサイズなどは不十分である。沿岸域の環境変化は力学的にダウンスケールできるとは言え、「親モデル」となる気候モデルが適切に海洋循環を表現していないと、ダウンスケールされた場の信頼性も担保できない。他方、沿岸環境の変化は水温や流速といった物理場の変化だけでなく、河川からの淡水流入、生物生産を規定する鉄粒子などの物質循環、海洋生物化学過程など、多様な変数を同時に解くことが必要である。沿岸から外洋までを繋ぎ、気候から地球システムの要素へ拡張した統合的なモデリング研究が求められる。

#### 文献

IPCC. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V. et al. (eds.)]. Cambridge University Press, doi:10.1017/9781009157896.001 (2021). <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar6/index.html>(気象庁による暫定和訳)

日本の気候変動2020. 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書. 文部科学省・気象庁共編. <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/index.html>

Toda, M., and M. Watanabe, 2020: Mechanisms of enhanced ocean surface warming in the Kuroshio region for 1951-2010. *Clim. Dyn.*, 54, 4129-4145.

Toda, M., M. Yoshimori, and M. Watanabe, 2021: New framework to understand mechanisms of land-ocean warming contrast induced by increasing greenhouse gases Part I: Near-equilibrium state. *J. Climate*, 34, 9279-9292, doi: 10.1175/JCLI-D-21-0302.

Hayashi, M., H. Shiogama, S. Emori, T. Ogura, and N. Hirota, 2021: The northwestern Pacific warming record in August 2020 occurred under anthropogenic forcing. *Geophys. Res. Lett.*, 48, e2020GL090956.

## 「沿岸域における防災・減災に関する研究」

### 田島芳満

(東京大学 工学系研究科 教授)



1996年に東京大学工学部を卒業し、同年より五洋建設株式会社。2001年および2004年に Massachusetts Institute of Technology, Department of Civil & Environmental Engineeringにて M.S.およびPh.D.の学位をそれぞれ取得。2005年より東京大学工学系研究科社会基盤学専攻講師、准教授を経て2013年より現職。専門は海岸工学。沿岸域における波、流れ、漂砂および海浜変形の現地観測、実験、モデリングに関する研究を行っている。土木学会災害調査団として、東日本大震災のほか、Katrina(2005)、Sidr(2007)、Haiyan(2013)、Jebi(2018)、Faxai(2019)、Hagibis(2019)などによる高波・高潮災害の調査にも携わった。

## Yoshimitsu Tajima

### 1. はじめに

第3期海洋基本計画の柱のひとつである「総合的な海洋の安全保障」において、海洋由来の自然災害に対する防災・減災は、政府が総合かつ計画的に講ずべき施策のひとつとして位置づけられ、様々な取り組みや関連する研究がなされている。

たとえば津波に対しては、東日本大震災における甚大な被害を教訓とした最大クラスの津波に対する津波浸水想定や津波災害警戒区域の指定による津波防災地域づくりが進められているほか、リアルタイム地震津波観測システムや情報提供システムの整備や、南海トラフ地震の多様な発生形態に備えた防災対応検討ガイドラインの作成・公表などが実施されている。関連する研究では、氾濫を含む津波予測技術の高速・高精度化、津波の越流に対して粘り強さを発揮する堤防の構造や、その機能・効果に関する検討、まちづくりを含むソフト・ハードな多重防護による減災機能の評価、さらには、港湾構造物の津波に対する設計条件の見直し・検討などがあげられる。

一方、台風に伴う高潮・高波に対しては、2013年台風Haiyanや2017年ハリケーンIrma, Maria、さらには2018年、2019年に続けて日本に襲撃した台風Jebi(21号)、Trami(24号)、Faxai(15号)、Hagibis(19号)など、第三期海洋基本計画策定の前後で大型台風に伴う沿岸域災害が国内外で頻発している。特に2018年台風Jebiの来襲時には大阪湾の複数の地点で観測史上最高潮位を記録し、2019年台風Faxaiは複数地点で観測史上最高の最大風速が計測されるなど記録的な暴風を伴い、東京湾西側湾岸部で高波による浸水被害が生じた1)。さらに続く台風Hagibisでは記録的な暴風雨により駿河湾から外房に至る沿岸部で構造物損壊や越波被害を引き起こし、東京湾奥部ではキティ台風匹敵する高潮偏差が生じた2)。このように地球温暖化に伴う台風強大化や海面上昇による様々な影響も懸念される中、国土交通省と農林水産省は共同で気候変動適応法にも対応する「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」を設置し、そこでの議論の内容が2020年に提言として取りまとめられた。この提言では、海岸保全を過去のデータに基づきつつ気候変動による影響を明示的に考慮した対策へ転換することとしており、今後は気候変動に伴う将来変化による影響を考慮した長期的・持続的な海岸保全、防災・減災に資する取り組みがより重要になってくると考えられる。さらに、港湾や堤外地での継続的事業推進も勘案したハード・ソフトによる総合的な防災・減災にむけては、最悪シナリオや不確実性も勘案したハザード予測やその伝え方も重要になると考える。本稿では、このような高波や高潮に対する沿岸域の防災・減災に関する主に筆者らの研究例について簡単に紹介し、今後の方向について考察する。

### 2. 高潮および高波によるハザード予測

台風に伴う高波や高潮による氾濫災害は津波に比べてリードタイムが長く、信頼性の高い早期予報・警報による防災・減災効果が大きい。戦略イノベーション創造プログラム(SIP)第2期課題「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」の海岸防災分野では、スーパー台風に伴う高潮・高波ハザード予測システムの開発が進められている。このシステムでは、東京湾などの沿岸部をモデル対象地点として、72時間後までの高潮・高波に伴う浸水ハザードを推定し、情報提

供することを目標としている。また高潮・高波による沿岸ハザードは台風の経路に大きく依存するため、アンサンブル気象予報を活用して幅のある浸水予測情報を提供することで、最悪シナリオの見逃しを未然に防ぐことも目指している。

この高詳細なハザード予測システムの開発と並行して、比較的小きな計算負荷で任意地点におけるハザードを確率別に予測するシステムの構築も進めており、筆者らは後者の開発に取り組んできた。このシステム3)では台風来襲時における観測値の履歴を確率台風モデルに入力して、その台風の観測時刻以降の中心気圧と経路を予測した仮想台風を無数に生成し(図-1)、それぞれに対して高潮偏差を推定することにより、その特徴を統計的に表現する(図-2)。高潮偏差の推定にはニューラルネットワークを用いることで高速化を図っている。この手法により時刻別の高潮偏差の超過確率密度分布(図-3)の即時的推定なども可能になる。高い確度あるいは最悪の場合に生じる浸水被害の規模や、事業活動や交通の規制・制限に伴う影響も勘案しながら、それぞれの地点の状況に応じた効率的な防災・減災対策を講じる際の有効な情報源のひとつとして活用することも期待される。

また上記のような確率台風モデルを用いた統計的なハザード予測手法は、海洋基本計画における国際連携や協力の推進に関わる島嶼国における気候変動を含む将来のハザード予測にも適している4)。島嶼国では各島、各地点での過去の災害の記録が少なく、低頻度イベントを含む再現期間別のハザードを実データに基づき推定するのは難しい。確率台風モデルなどで生成した無数の仮想台風に対する高波や高潮を推定すれば、台風由来のハザード推定のみ限定されるものの、異なる島嶼や地点における再現期間別ハザードを統一的に評価し比較することができる。ただし、島嶼沿岸部で発達するサンゴ礁上では礁縁部での碎波やそれに伴う水位上昇、長周期波の発達などが複雑に作用して沿岸部でのハザードを規定するため(図-4)、対象地点における沿岸域の地形を正確に再現し、高波や高潮の計算を適切に実施する必要がある。

### 3. 気候変動による影響

すでに述べた提言「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方」では、RCP2.6を前提に影響予測を海岸保全の方針や計画に反映し、整備を推進することとしている。特に平均海面水位の上昇については予測の確度が高いため、高潮や津波に対する海岸保全施設の整備・更新の際には、朔望平均満潮時に施設の耐用年数の間に将来的に予測される平均海面水位の上昇量を加えることとしている。一方で、高潮による潮位偏差や波浪は平均海面水位の将来予測よりも不確実性が大きいもの、極値は上がることが予測されており、最新の研究成果を活用し、将来の変化を適切に推算し対策を検討することとしている。このような方針に基づき、関係省庁や地方自治体では、海岸保全施設の更新に合わせた堤防計画高や設計外力の検討が進められている。将来変化の推算には気候変動の影響を考慮した大規模アンサンブル気象予測データベース(d4PDF)などの活用が選択肢のひとつであることが示されている。また、日本沿岸の波浪観測データの分析により、年平均波には明確な変化の傾向は見られないものの、年最大波では最近数十年ですでに増大傾向が見られるとした研究例もあり、波浪や潮位の継続的な観測と分析を進めていくことも極めて重要である。気候変動による影響を考慮した設計波などの再現期間別最大波の推定には、d4PDFなどのデータベースを直接用いるものや、気候変動による影響の統計的な特徴を考慮した確率台風モデルなどを用いた研究例などがある。前者では、バイアス補正やダウンスケーリング手法な

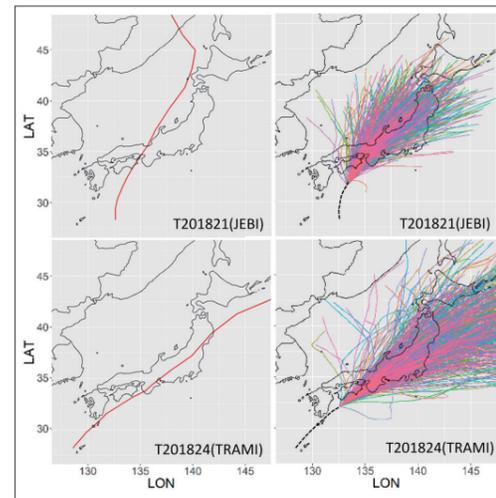


図1: 2018年の台風JebiおよびTramiにおける確率台風モデルによる上陸6時間前以後の台風経路の生成例

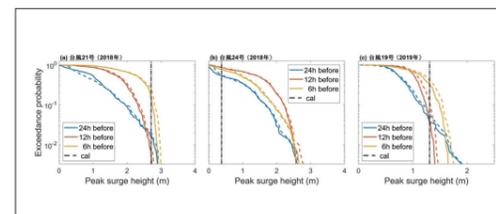


図2: 多数の生成台風それぞれにおける最大高潮偏差の非超過確率分布(Jebi(21号), Trami(24号)およびHagibis(19号))。対象とする台風による最大高潮偏差の期待値や最悪シナリオなどの確率別予測が提供できる

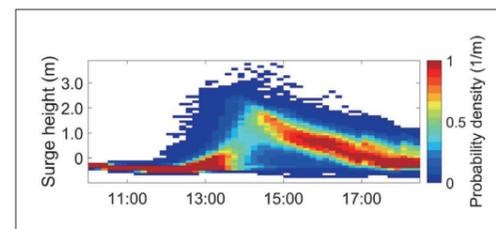


図3: 大阪湾奥部におけるJebi来襲時の時刻別高潮偏差の確率分布

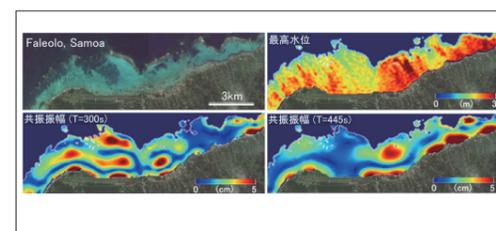


図4: サモア, Faleolo空港沿岸部における高波, 高潮計算の例。左上は最高水位の平面分布。下段は発達した長周期波の異なる共振周期における振幅の平面分布

ど、また後で極値を推定する際には中心気圧の下限値(発達限界)を設定しては非現実的な台風の生成を回避するなどの工夫が必要な場合があるなど、課題が残されている。

また気候変動による影響を考慮した設計条件の設定は、各海岸保全構造物の更新予定時期での予測外力が対象となるため、更新時期の設定が重要になる。従来の耐用年数よりも短い更新時期を設定すれば、不確実性による影響を低減させるメリットがある一方で、更新回数の増加によるコストの増大や、構造物断面の変化による手戻りなど効率面でのデメリットも考えられる。また港湾の物揚場などでは、将来の海面上昇に合わせた嵩上げによる利用効率への影響も考えられ、構造物毎の適切な更新時期や更新方法にはさらなる検討が必要である。

### 4. モニタリング

砂浜は波浪低減機能を有し背後地の防災・減災を促進することから、指定された砂浜については海岸保全施設として管理することが海岸法に記載された。砂浜の防災機能に直結する海岸侵食は、気候変動にともなう海面上昇や波浪の増大と同等の時空間スケールで生じるため、定期的・広域的なモニタリングにより、海岸の状態を把握し、必要に応じて保全策を施すことが重要である。上記の提言「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方」においても、不確実性の高い海岸侵食に対しては継続的なモニタリングとモデル等による将来予測を踏まえた順応的管理の重要性が示されている。また領海やEEZを規定する基線や低潮線についても、気候変動による将来変化の予測を踏まえ、必要に応じて事前の保全策を講じていくことも重要である。

広域的な海岸モニタリングでは、航空写真や衛星データに基づく海岸線位置の把握が行われてきている。最近では光学衛星データによる観測頻度や解像度も増加し、また雲や日照条件に影響を受けないSARを活用する研究も進められており5)、海岸線モニタリングの有効な情報源となっている。一方、離岸堤や潜堤、護岸の整備により、海岸線位置の変動は小さくなる傾向にあり、進行する海岸侵食を適切に把握するためには、沿岸域の水深や土砂収支のモニタリングの重要性が増している。これらは陸域からの土砂供給を含めた総合土砂管理を進めるためにも重要な基礎データとなる。広域的・比較的安価な水深のモニタリング手法としては、光学衛星の異なる波長データを活用するもの(SDB)や、UAVによる動画撮影から得られる波速と周期から水深を推定するもの、また漁船のGPSソナーの情報を活用するものなどの例がある。土砂動態のモニタリングは困難であるが、沿岸域海面の濁度と海岸侵食との関係を調べる研究も進められている(図-5)6)。このようにして得られた精度や質の異なる様々なデータを整理・蓄積し、利用を促進していくことも重要である。

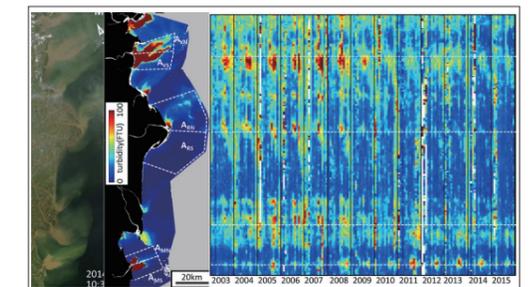


図5: 光学衛星MODISを用いたベトナムRed River周辺における沿岸域海面濁度(月平均)の時空間変化(2003~2015)

#### 参考文献

- 1) Shimozone, T., Y. Tajima, et al.: Coastal impacts of super typhoon Hagibis on Greater Tokyo and Shizuoka areas, Japan, Coast. Eng. J., 2020. doi:10.1080/21664250.2020.1744212
- 2) Suzuki, T., Y. Tajima, et al.: Post-event survey of locally concentrated disaster due to 2019 Typhoon Faxai along the western shore of Tokyo Bay, Japan, Coast. Eng. J., 2020. doi: 10.1080/21664250.2020.1738620
- 3) Higaki, Y. & Y. Tajima: Study on the applicability of a stochastic typhoon model for probabilistic forecasting of storm surge induced by a typhoon, Coast. Eng. J., 2020. doi:10.1080/21664250.2020.1828015
- 4) Tajima, Y., T. Shoji and K. Taniguchi: Study on probabilistic inundation hazard along the coast of South Pacific Islands: Case study at Lakeba Island in Fiji, J. of JSCE B2, 76(2), 2020. doi: 10.2208/kaigan.76.2\_I\_1231
- 5) Tajima, Y., L. Wu & K. Watanabe: Development of a Shoreline Detection Method Using an Artificial Neural Network Based on Satellite SAR Imagery, Remote Sensing 13(12) 2254-2254, 2021, doi:10.3390/rs13122254
- 6) Tajima, Y., Gunasekara, K. & H. T. Nguyen: Satellite-based monitoring of contrasting characteristics of suspended sediment discharged from the Red and the Ma river systems along the northern coast of Vietnam, Int. J. of Sed. Res., 2018. doi:10.1016/

### 1. 日本の国境

陸続きで国境を接する大陸の国々は、国境の位置をめぐる力による争いを続けてきた。ロシアのウクライナ侵攻も、長い歴史の中ではその一つである。一方我が国は、海に囲まれ他国と国境を接せず、ときおり隣国が海を渡って攻め込んできたり、逆に海を渡って大陸や島々を領有しようという野心を持ったこともあったが、太平洋戦争の敗戦によって一部係争のある島々はあるものの、海という広大なバッファの内側の国土を維持してきた。

国連海洋法条約(1982年)によって、海岸から200海里(約370km)の排他的経済水域における経済面での主権が沿岸国に認められることになった。これにより我が国の排他的経済水域が直接隣国と接することになり、その基線となるそれまで島名がなかった49の国境離島に名前がつけられた。2018年第3期海洋基本計画の柱は**総合的な海洋安全保障**とされ、**排他的経済水域の権益確保**に関する法案が提出された。2017年に改訂された学習指導要領とその解説では海の記述が、それまでのものに比べて1.5倍増えた。

海洋基本計画でいう**海洋安全保障**とは、我が国の領海・排他的経済水域と、その**権益**を守ることである。学習指導要領とその解説で増えたのは、社会科における**領土・領海・排他的経済水域**に関わる記述で、排他的経済水域を示す図は、小学校・中学校の社会と、高校の地理の教科書と地図帳に、繰り返し現れる(図1)。とくに係争のある島々と、遠隔離島である沖ノ鳥島と南鳥島は、写真つきで我が国固有の領土であることが強調される。



図1:『中学生の地理』帝国書院(2014)に示された日本の範囲

### 2. 遠隔離島の実効支配

他の国々は、遠隔離島をどのように管理しているのだろうか。近年海洋進出が著しい中国は、南シナ海で**力による支配**を進めている。同国は南シナ海全体を破線(九段線)で囲み、同海のスプラトリー諸島(南沙諸島)やパラセル諸島(西沙諸島)の領有権と、その周辺の領海・排他的経済水域の権益を主張している。両諸島は、中国のほか、台湾、ベトナム、フィリピン、マレーシア、ブルネイが、それぞれいくつかの島を実効支配して領有権を主張している。中国は、1970年代、1980年代にベトナムやフィリピンが領有権を主張していたいくつかの島々を占拠し、2014年以降は3つのサンゴ礁を埋め立てて人工島を建設して、3000m級の滑走路をつくり、軍事拠点化している(図2)。

力による支配に対して、欧米の遠隔離島の管理は、**環境**を前面に出したソフトなものである。20世紀における最大の海洋保護区は、オーストラリアのグレートバリアリーフ海洋公園で、348,700km<sup>2</sup>だった。しかし米国は2006年に、ハワイ諸島の北西の島々を囲む50海里の範囲に362,000km<sup>2</sup>のパパハナウモクアケア国立記念碑(国立公園に準じる保護区)を設定した。

それ以降、米国の海外領土をむすぶ太平洋離島海洋国立記念碑や、英国のピトケアン諸島海洋リザーブとインド洋のチャゴス諸島海洋リザーブとフランスのニューカレドニアサンゴ海自然公園、オーストラリアのサンゴ海海洋保護区など、米英仏豪による巨大海洋公園の設定が相次いだ(図3)。そのほとんどが、島を囲む200海里の範囲を保護区としている。パパハナウモクアケア国立記念碑の範囲も、2016年に200海里まで拡大され1150,000km<sup>2</sup>となった。パラオやキリバスなど小島嶼国も、自国を囲む200海里の保護区を設定している。米国はこうした小島嶼国の海洋保護区を、米

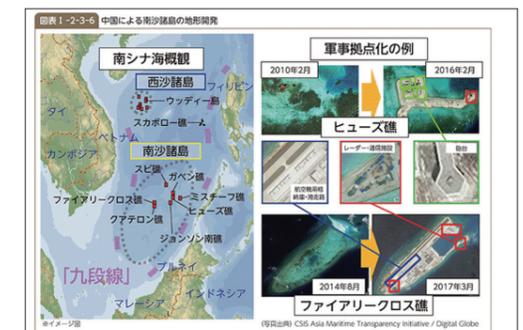


図2: 中国による南沙諸島の埋め立て・人工島化 平成30年版『防衛白書』

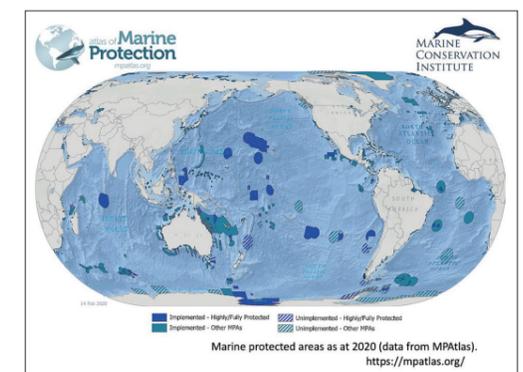


図3: 世界の巨大海洋保護区

## 「遠隔離島の保全」 —太平洋海洋環境安全保障の視点から—

茅根 創  
(東京大学 理学系研究科 教授)



1982年東京大学理学部卒業、1988年東京大学大学院理学系研究科博士課程修了(理学博士)。通産省(現経済産業省)地質調査所研究官、主任研究官、東京大学大学院理学系研究科助教授を経て、2007年より現職。教育学研究科付属海洋教育センター副センター長。専門は、地球システム学。水温上昇、海洋酸性化、海面上昇など、地球温暖化のシナリオのそれぞれに敏感に反応して、すでに影響を受けているサンゴ礁を対象として、応答過程とその予想に基づいて、緩和・適応策を提案する。フィールドは、琉球列島、沖ノ鳥島と、パラオ、マーシャル諸島、ツバルなど太平洋の島々。海洋アライアンス連携研究機構「沖ノ鳥島・小島嶼国プログラム」を主宰している。

Hajime Kayanne

国の海外領土の保護区と結ぶネットワークとして、広大な排他的経済水域の管理を支援する計画を進めている。

こうした保護区のホームページには、例外なくサンゴやウミガメ、海鳥の写真が掲載され、環境と生物の保護が前面に出されている。しかしながら巨大保護区の設定には、遠隔離島の実効管理という裏の目的があることも理解しなければならない。たとえば北西ハワイ諸島の保護区の基点とされた島々の中には、フレンチフリゲートショールなどの岩礁も含まれている。チャゴス諸島最大のチャゴスバンクは水没環礁だし、デイゴガルシアには米軍に貸し出された軍事基地があり、この島から退去させられた住民から、モーリシャスへの帰属権が提訴されている。

国連海洋法条約は、排他的経済水域の**排他的な権利**とともに、**環境保全の義務**も沿岸国に求めている。巨大海洋保護区の設定はこの義務の部分を前面に出して、無人島や岩礁も含む遠隔離島の実効支配を既成事実化する裏の意味があるのだ。さらに、2010年に名古屋で開催された第10回生物多様性条約締約国会議で、各国は海域の10%を保護地域等とすることが目標として設定されている。遠隔離島の周囲に巨大保護区を設定することによって、米英仏豪はこの目標を容易にクリアすることができる。巨大保護区は、自然保護という表の目的に加えて、国連海洋法条約の排他的経済水域の管理と、生物多様性条約の愛知目標の2つをクリアすることができる、1粒で3度美味しい仕組みなのだ。

### 3. 我が国の遠隔離島管理

一方、我が国は、島の地形の保全と活用によって遠隔離島の管理を進めている。沖ノ鳥島(図4)と南鳥島は、行政区画としては東京都小笠原村に属する。さらに沖ノ鳥島は国土交通省が島の保全と港湾施設の整備を進め、水産庁がサンゴ種苗生産と植え付け事業を進めている。一方、南鳥島には海上自衛隊の基地があり、気象庁が観測所を設け、国土交通省が港湾設備の整備を進め、島の北端は国有林として林野庁が管轄している。環境省の影は薄い。

両島の維持・保全をはかる上で、国土に関する客観的な科学的情報を収集して、それを国の内外に公開することが必要なはずである。孤立した島の生物・生態系の研究は、生物地理学の重要な研究テーマである。さらに沖ノ鳥島は我が国で唯一熱帯に、南鳥島は唯一太平洋プレートに位置する、海洋学的に重要なフィールドである。しかし両島に関する科学論文は少ない。国の事業は、省庁ごとに縦割りで行われており、一般に公開される成果は限られている。これは、両島とも遠隔でアクセスが困難であるという理由以上に、沖ノ鳥島が排他的経済水域を持つ「島」であることに対して中国と韓国から異議申し立てがあり、南鳥島には自衛隊基地があるという、政治的・安全保障上の配慮から、事業の内容や調査結果を公開することに対して、国が消極的であるためであろう。さらに両島に関する報告書等はほとんどすべて日本語で、国際的に発信されていないという問題もある。

こうした我が国の事情は、中国は人工島を軍事拠点化する一方で、その一角に研究所を設けて、研究成果を国際的な学会誌に英語で公表している姿勢と対極的である。沖ノ鳥島と南鳥島には、南シナ海の人工島のように領土の問題はないにしても、日本と中国、どちらが国際的な訴求力を持つかは言うまでもない。国の消極性は、国としてのグランドデ



図4: 沖ノ鳥島の空撮(東京都撮影)と東小島(茅根撮影)

ザインが描かれない中で、1省庁として安全保障に関わる問題に出過ぎたことはできないという配慮によるものであろう。しかしながらそうした縦割りの配慮が、我が国の安全保障をかえって損ねている。

### 4. 島の生態工学的保全と太平洋環境安全保障

2006年に勉強会として発足した海洋アライアンス沖ノ鳥島・小島嶼国プログラムは、沖ノ鳥島に関わる省庁・研究者・関係機関・民間が情報交換を行い、遠隔離島の保全・維持のためのグランドデザインを描くプラットフォームである。グランドデザインの重要な柱が、島の生態工学的保全である。地球温暖化によって海面はすでに20cm上昇し、今世紀末までにさらに30-100cm上昇することが予想されている(図5)。高潮位上の高さが数10cmの沖ノ鳥島は水没し、天然の防波堤として機能しているサンゴ礁も水没して高波浪が島を襲うようになるだろう(図4)。コンクリートで島を嵩上げしても自然の島とは認められないし、サンゴ礁の水没は避けられない。

しかしサンゴ礁とその上の州島は、サンゴが成長し、その礫が積み重なって造られた地形である。沖ノ鳥島のサンゴ礁は、30cm/100年の上方成長速度で、後氷期の海面変化(縄文海進)に追いついて形成された。また、ほぼ同じサイズのサンゴ礁からなる南鳥島は、サンゴ礫が標高9mまで積み重なって島を造っている。サンゴの生態学的な造礁力を適用・促進して、サンゴ礁を海面上昇に追いつかせて防波機能を維持し、壊れたサンゴ礫を波の力で集積・堆積させて南鳥島のような島を造る、革新的な工学技術の構築が求められている(図6)。地球環境の激変に対して、工学的な対策だけでなく、自然や生態系を活用した適応策が提案・実施されているが、サンゴ礁の活用はまだ具体化されていない。海面上昇に対するサンゴ礁と島の**生態工学的適応策技術**は、沖ノ鳥島と南鳥島で行われている様々な事業をつなぐだけでなく、生態・地学と海岸工学をつなぐ新しい分野の創成につながる。

海面上昇による島の水没は、太平洋の小島嶼と共有する課題である。太平洋には、14の小島嶼国が分布し、マーシャル諸島共和国、キリバス、ツバルなど、標高数mしかない環礁国もある(図7)。小島嶼国は、先進国に対して温暖化の緩和と適応策のための支援を求めている。沖ノ鳥島で構築した海面上昇に対する州島とサンゴ礁の生態工学的適応策を、こうした小島嶼国に適用する国際貢献によって、太平洋において環境面で我が国のリーダーシップをとることができる。図7をみれば、太平洋の西半分は小島嶼国の排他的経済水域におおわれており、図1の我が国のそれはごくわずかであることが分かる。**我が国の権益に固執するあまり、国際公益を見失ってはならない。**力による支配があり得ない以上、環境を前面に出したソフトな連携を通じて国際公益を守ることを、**太平洋海洋環境安全保障**という、我が国のグランドデザインとして位置づけるべきである。

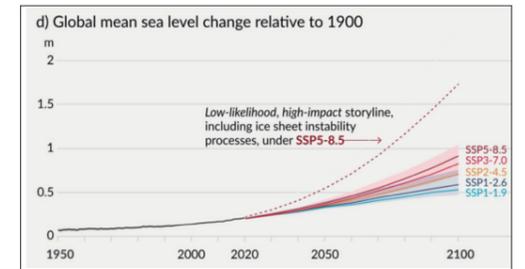


図5: IPCC 第6次評価報告書(2022)による、今世紀の海面上昇予想。

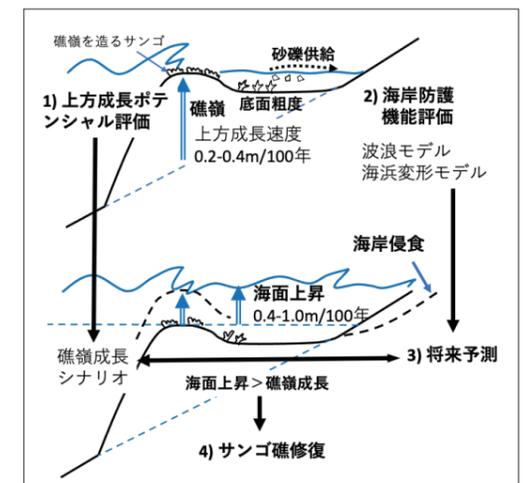


図6: サンゴ礁の模式断面と、サンゴ礁修復による海面上昇に対する海岸の自然適応策

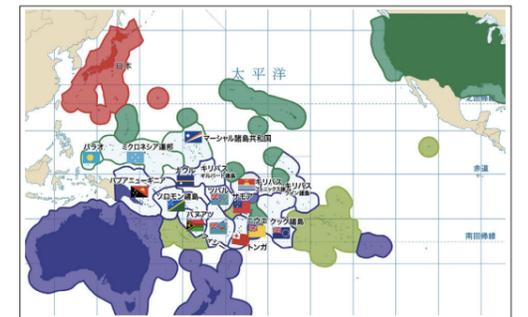


図7: 太平洋小島嶼国

### 謝辞

本稿のうち、遠隔離島の実効支配の国際的な動向は、茅根(2022)環礁の水没と太平洋海洋環境安全保障。海外事情、70(2)26-37によった。国際法や島の管理に関わる問題については、長年沖ノ鳥島の問題にとともに取り組んでいる中部大学の加々美康彦教授のご教示に負っており、生態工学的適応策については東京大学工学系研究科の田島芳満教授との共同研究であるが、文責はすべて筆者にある。