

## 寄稿ブログ：変化する海 – 科学が拓く北太平洋サンマ資源の未来

著者:

キム・ジファン博士, [Collecte Localisation Satellites \(CLS\) Group](#)

海は、私たちが思っている以上に多くのことを語っています。その表面は静かでも、深層では気候変動が海洋生態系に静かに、しかし確実に影響を及ぼしています。物理海洋学者として、私はこれまで[北太平洋漁業委員会 \(NPFC\)](#)をはじめとする場で、海と水産資源の関係性に向き合ってきました。中でも焦点を当てているのが、気候変動が北太平洋のサンマに与える影響です。かつては秋の味覚の代表だったこの魚が、なぜ今、危機に瀕しているのでしょうか？本記事では、その背景にある“海の変化”に迫ります。



写真：2023年12月、カナダ・ブリティッシュコロンビア州ナナイモで開催された NPFC 科学委員会 (SC) およびその補助機関の会合の様子。

何十年もの間、漁業管理の中心は「漁業活動そのものの規制」でした。確かに、漁獲努力量が魚類資源の変動に大きな影響を与えることはよく知られており、水産科学者たちは、漁業が魚類バイオマスに与える影響を継続的に研究してきました。しかし今、状況は大きく変わろうとしています。魚が生きる「海」そのものが、気候変動によって根本から変化し始めているのです。この新たな現実に対応するには、より多面的な視点が必要です。もちろん、海洋環境だけですべての漁獲量の変動を説明することはできません。ですが、海の変化が魚類資源に与える影響を理解することは、これまで以上に重要になっています。私の研究はこの「補完的な側面」に焦点を当てています。つまり、漁獲努力量がある程度一定であるという前提のもとで、長期的な海洋環境の変化、特に気候変動が魚類資源にどのような直接的影響を及ぼすのかを探るものです。このような視点を取り入れることで、海洋環境が魚の資源量にどのように影響を与えているのか、他の要因と切り分けて理解することができます。こうした理解は、科学的な根拠に基づいた資源管理方策 (MP : Management Procedures)、すなわち「ハーベストストラテジー (漁獲戦略)」の立案・改善にも貢献します。

かつては秋の定番として市場や食卓にあふれていたサンマ。しかし今や、その姿を見ることは少なくなりました。これは単なる印象ではなく、データにも表れています。図1は、1950年から2022年にかけての北太平洋におけるサンマの漁獲量と、北太平洋環流振動 (NPGO) 指数の変化を示したものです (※NPGO 指数はサンマ漁獲量に対し2年先行させて表示)。特に2010年以降の急激な漁獲量の減少は、NPGO が正から負へと位相を変えたタイミングと一致しています。これは、単なる偶然ではなく、気候変動の加速と継続する漁業活動

が重なってもたらされた、強い警告のサインだと考えられます。

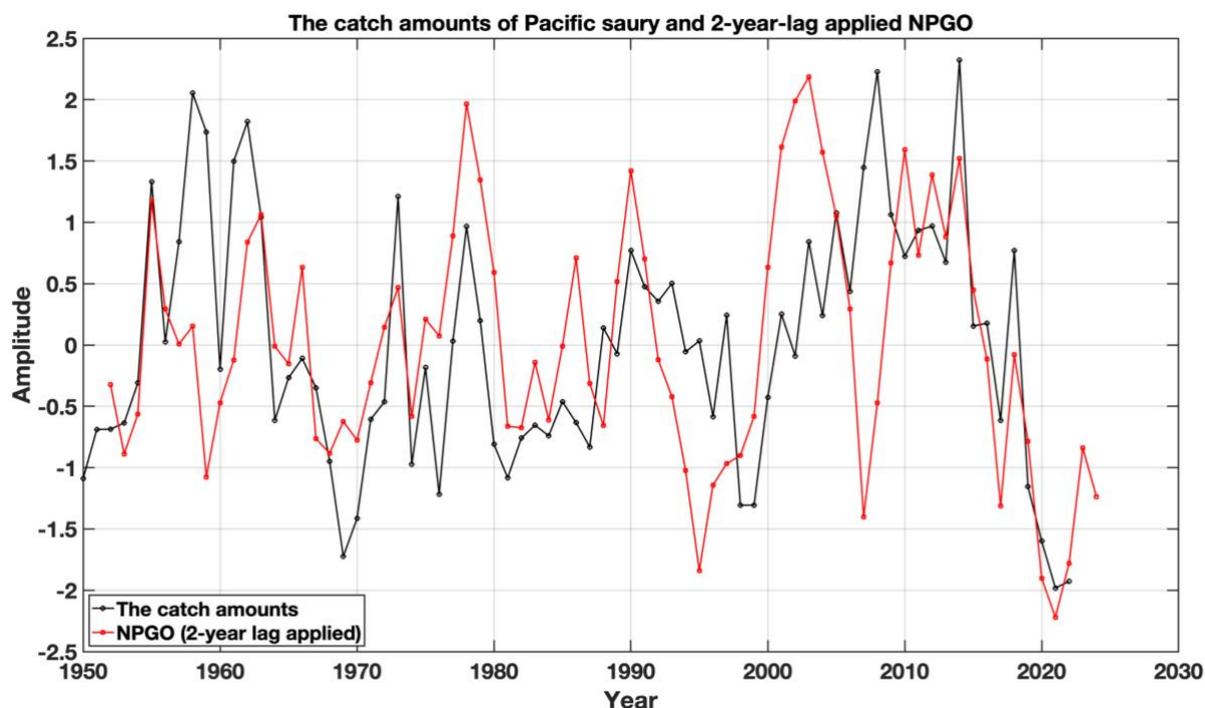


図 1.

北太平洋におけるサンマの年間漁獲量（正規化値）と、北太平洋環流振動（NPGO）指数（※2年のタイムラグを適用。NPGO 指数が2年後の漁獲量変動と相関することを示す）の変動の比較。

エルニーニョのような大規模な気候現象は一般によく知られていますが、北太平洋にも独自の重要な気候指標があります。たとえば、太平洋十年規模振動（PDO：Pacific Decadal Oscillation）や北太平洋環流振動（NPGO：North Pacific Gyre Oscillation）は、海面水温や生態系に大きな影響を与える指標として注目されています。私の研究では、漁獲努力量が比較的安定しているという仮定のもと、環境要素を切り分けて分析することで、図1に示されるように、NPGOがサンマの資源量に与える影響が特に大きいことが明らかになってきました。

では、NPGOのような広域的な海洋変動は、具体的にサンマにどのような影響を及ぼすのでしょうか？これらの気候パターンは、まず主要な海流の流れに変化をもたらします。海流は海洋生物にとって「道」でもあり「壁」でもあり、移動や分布に直接影響します。

さらに、サンマの主要な餌である植物プランクトンや動物プランクトンの量や分布にも変化が生じます。これにより、サンマの回遊パターンにも変動が生まれているのです。近年の気候変動により海面水温の上昇が顕著になっており、サンマは適切な水温と餌を求めて、漁場をこれまでより東側へと移動させていると考えられます。NPGOに伴うこうした変化と、全体的な温暖化傾向は、サンマの回遊経路や産卵時期、そして従来の餌場の「適地」としての機能にまで影響を及ぼす可能性があります。

私の研究から得られた最も驚くべき発見のひとつは、比較的安定した漁獲努力量を前提とした場合、NPGO（北太平洋環流振動）パターンがサンマ漁獲の変動を予測できる可能性があるという点です。図1に示したように、NPGO指数とサンマの漁獲量の間には、非常に強い相関関係が観察されました。これは、将来の変動を予測する上で有望な「先行指標」となり得ます。この指数で約2年後のサンマ漁獲量の変化を予測できるのです。

もちろん、ここで重要なのは、NPGOに関連したサンマの変化が自然変動（例えば、エルニーニョ・南方振動（ENSO：El Niño-Southern Oscillation）、PDOなど）の範囲内にとどまるものなのか、それとも気候変動によってその影響が増幅されているのかという問いです。私の研究では、NPGOとサンマ資源の統計的関係に着目してきましたが、北太平洋全体が気候変動による温暖化の進行中にあることも明らかです。近年の研究では、気候変動がNPGOやPDOなどの大規模な気候パターン自体の変動性や周期性にまで影響を及ぼす可能性が指摘されています。つまり、観察されているサ

ンマの変化は、「NPGO 固有の周期性」と「気候変動による構造的変化」の複合的な影響の結果である可能性が高いのです。

これらの駆動要因の正確なバランスに関わらず、NPGO とサンマの関係性が提供する 2 年間のリードタイムは、価値ある科学的根拠に基づいたツールとなります。これにより、これらの環境変化によって引き起こされる将来の潜在的な変動を予測することができます。この先見性は非常に重要であり、漁業科学者が行う漁業影響に関する専門的な分析と並行して検討ことができ、変化する海洋においてサンマを最善の形で保護するために、MP のような科学主導のツールを導入し、改良するための貴重な機会の窓を提供します。

NPFCは、こうした気候変動を含む複合的な課題に対応するため、科学的知見を統合した資源管理戦略 (MP) の構築を進めています。私の研究のように、環境要因を“見える化”する取り組みは、抽象的な気候リスクを具体的かつ実用的な判断材料へと変換する役割を果たします。この取り組みにおける特に強力なツールが、[管理戦略評価 \(MSE : Management Strategy Evaluation\)](#) です。MSEは、科学者と管理者が、環境・気候の影響 (私のNPGO研究で特定されたようなものを含む) など、さまざまな条件下で漁業システム全体をシミュレートするプロセスです。その目的は、さまざまなMPが事前に合意された目標をどの程度達成できるかをテストし、現実世界の不確実性や変化する条件に直面しても最良の成績を収める可能性が高い管理アプローチを特定するのに役立ちます。例えば、私のNPGO研究は、MSE内の「オペレーティングモデル」に貴重な情報を提供し、気候変動によって駆動されるものをもっともらしい環境シナリオを定義するのに役立ち、それらの戦略が厳密にテストされることとなります。

NPFCは、サンマの管理と科学的理解の進展において称賛に値する進歩を遂げてきました。主なマイルストーンとしては、2024年にこの魚種の最初の包括的な資源評価が完了し、その結果として総許容漁獲量 (TAC : Total Allowable Catch) が設定されたことが挙げられます。これに基づき、予備的なシミュレーションテストを経て、2024年に暫定的な漁獲管理ルール (HCR : Harvest Control Rule) が採択され、TAC決定のための科学的根拠に基づいた枠組みが提供されました。長期的な持続可能性をさらに強化するために、NPFCはサンマのための管理戦略評価に関する特別作業部会 (SWG MSE PS) を積極的に設立しました。定期的な会合を開き、専門家を招聘するこのグループは、完全なMSEの開発という重要な作業を担っています。このグループが堅牢なMSEの開発作業を続けるにあたり、NPFCは、これらの評価が海洋温暖化、回遊パターンの変化 (サンマ漁獲の東方移動傾向など)、海洋熱波などのその他の環境影響を含む気候関連シナリオを明示的に考慮・組み込み、将来のための真に強靱な管理手順を構築することを保証することが不可欠です。

気候変動の影響を包括的に理解するために、NPFCは、北太平洋海洋科学機関 (PICES) のような国際的な科学組織との連携を積極的に強化しています。NPFCはまた、北太平洋海洋知識ネットワークの構築を目指す「流域規模現象と沿岸影響 (BECI)」プロジェクトのようなイニシアティブも支援しています。さらに、NPFCは他の地域漁業管理機関とのデータ共有協定を活用し、共同協力分野を特定し、気候情報を考慮した管理手順に関するベストプラクティスを共有することができます。

目標は、さまざまな気候変動シナリオの下で、将来の漁場と資源の生産性を予測できる予測モデルを構築することです。潜在的な環境変化を説明するために、**図 2** は、サンマの主要

な漁期（8月から12月）における北太平洋全体の海面水温（SST：Sea Surface Temperature）の予測変化を示しています。これらの予測は、気候科学者がさまざまなレベルの温室効果ガス排出とそれに伴う気候変動をモデル化するために使用する、将来の社会経済発展のシナリオである共通社会経済経路（SSP：Shared Socioeconomic Pathways）に基づいています。

図2の地図が示すように、すべてのSSPシナリオにおいて一貫して懸念される傾向が現れています。それは、サンマの主要な漁期である北西太平洋において、海面水温が著しく上昇すると予測されていることです。この温暖化は些細なことではありません。水温に敏感なサンマのような種にとって、主要な摂餌・回遊期間中のこのような持続的な水温上昇は、深刻な結果をもたらす可能性があります。水温の上昇は、従来の回遊パターンを変化させ、より冷たく適した生息地を求めて魚群をさらに東方へ移動させる可能性があります。この移動は、漁業が行われる場所を変えるだけでなく、産卵場所や初期生活段階の発生に影響を与えることで、生存率に影響を及ぼし、繁殖成功率を低下させる可能性があります。したがって、さまざまな気候シナリオの下で漁期全体にわたるこれらの予測SST変化を理解することは、堅牢で将来を見据えた管理戦略を開発するために不可欠です。複数のシナリオや月ごとの情報を一度に提示することは、情報過多に思えるかもしれませんが、NPFCの管理戦略が対処準備をしなければならない将来の潜在的な状況の全範囲を理解するためには不可欠です。

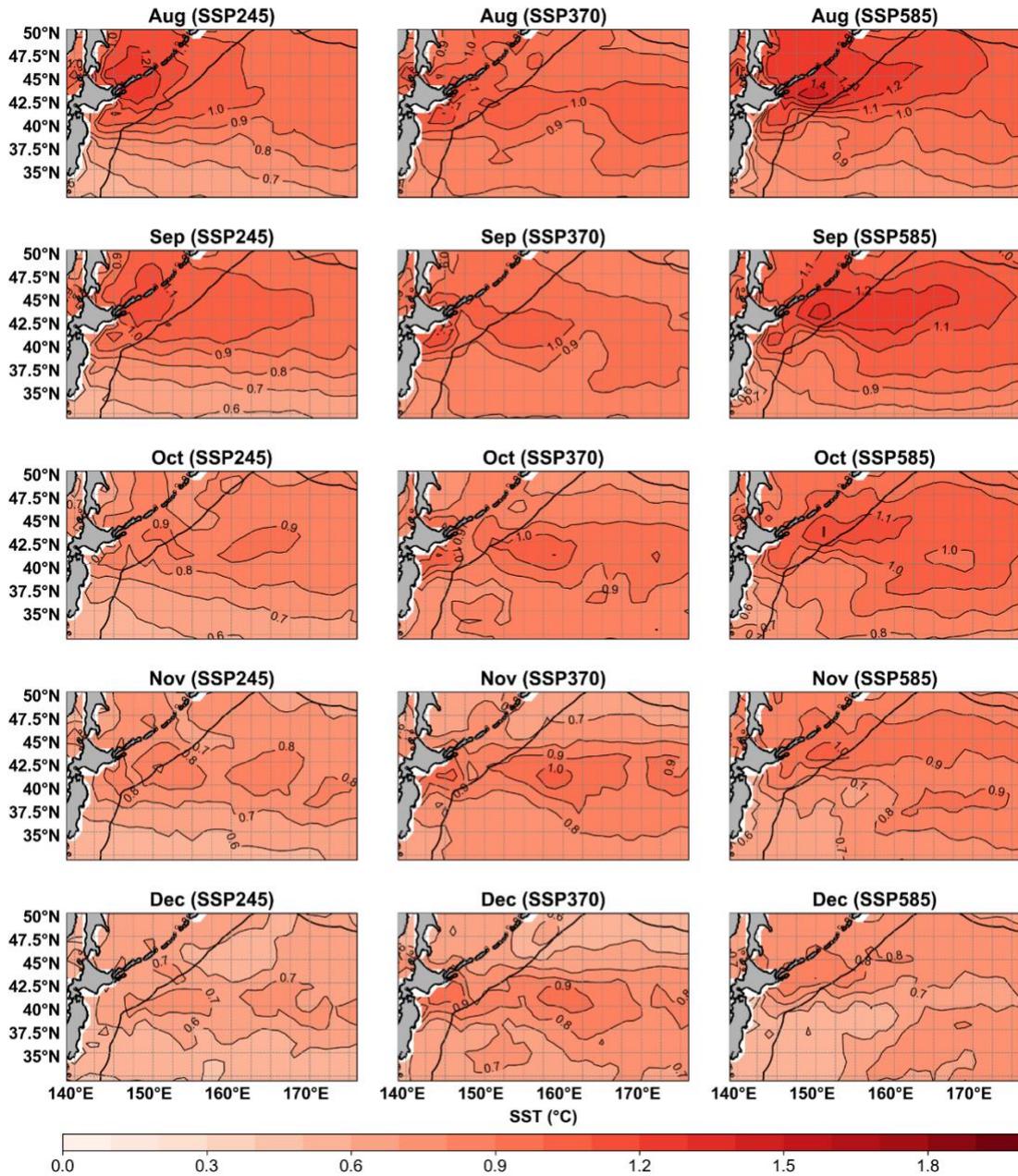


図 2 : 2023 年から 2044 年までの 8 月から 12 月における北太平洋の海面水温 ( SST ) の予測変化。( 各 SSP シナリオに基づく )

変化する北太平洋をめぐる旅は、私たちに厳しい現実を突きつけています。気候変動と進行中の漁業活動は、複合的に作用しながら、これまでにない深刻な課題を浮かび上がらせています。それでも、この海を守ろうとする科学者・管理者・国際機関の協力的な取り組みが、確かな進展を見せ始めています。私の研究、特にNPGOの影響を分離・評価するアプローチ

は、気候適応型の資源管理方針（MP）を築くための重要な構成要素になりうると信じています。こうした科学的知見をもとにしたツールは、将来の不確実性に備え、あらゆる主要な駆動要因（自然・人為の両面）を考慮したうえで、サンマのような貴重な資源を持続的に守っていくための強靱かつ有効な手段となります。未来は決して平坦ではありません。しかし、環境変動と人為的影響の両方を視野に入れた科学的な意思決定への揺るぎないコミットメントこそが、変化する海の中に希望の光を灯す鍵になるのです。



写真：漁業の未来—日本での科学委員会（SC）会議にて、日本・中国・韓国の20代の若手科学者と政府職員が一堂に会しました（左から右）。複雑な歴史を持つこれら三国ですが、北太平洋の漁業資源を守るという共通の目標のもとで、今、確かな連携が築かれつつあります。

キム・ジファン博士は、Collecte Localisation Satellites (CLS)

グループの海洋エンジニアです。以前は北太平洋漁業委員会 (NPFC)で漁業・データサイ

エンティストを務めていました。