

日本海学シンポジウム
「いま日本海で起きていること」
日時 2018年2月17日(土) 13:30~16:30
場所 北日本新聞ホール

基調報告

「世界の海洋環境と日本海」

NOWPAP 地域調整部 調整官
講師 レブ・ネレティン 氏

1. 持続可能な開発目標

本日は世界の海について、そしてこの地域における私どもの活動についてお話ししたいと思います。本題に入る前に、私ども国連の「持続可能な開発目標 (SDGs)」について、数字を交えてお話ししたいと思います。海洋資産は、私どもが控えめに見積もっても、24兆ドル以上あります。その中で、海産物の総生産量が10%を占めます。私たちは多様な海産物を得る上で、海洋環境に非常に大きく頼っているのです。そして、私どもにとって非常に大切な酸素の50%は海洋で生産され、私どもが排出する二酸化炭素の30%を海洋が吸収しています。

海洋環境の保護は、非常に長期にわたっておざなりにされてきました。その結果、世界の海洋は非常に深刻な問題に直面しています。中でも五つの大きな脅威は、海洋汚染、魚の乱獲による生物多様性の喪失、海洋の酸性化、地球温暖化、生息地の破壊です。現在、さまざまな人間の活動が、世界の海洋生息地の97.7%に影響を与えていて、生態系にとって重要な種の90%以上がそれによって激減しています。そして、藻場と沼地の生息地の65%が破壊されています。ですから、この問題は、非常に重要で、喫緊に取り組むべき課題です。

SDGsは、2015年に国連総会で採択されました。これは、2015年に期限を迎えたミレニアム開発目標の後継となるものです。SDGsには、17の目標と169のターゲットがあります。目標とターゲットは、人類と地球にとって極めて重要な分野における向こう15年のグローバルなアクションを促しているものです。その中の「開発目標 (SDG) 14」が海洋生物やその多様性に関するものであり、これを受けて人間の活動が環境に与える影響という課題に取り組んでいるところです。

2017年6月5~9日にニューヨークで開催された非常に大きな会議「SDG14 実施支援国連会議」において、193の国連加盟国が海洋環境悪化に歯止めをかけ、反転させるためのアクションの迅速化に、全会一致で合意しました。この会議には、4000人を超える代表が参加し、私どもも参加しました。そして、国連環境計画も参加しました。私たちが共に行動することによって、人類と地球、そして私たちの豊かさに対して変化をもたらすため、「Call for Action (行動の呼び掛け)」というものを採択しました。これによって、各国がレ



ジ袋などを含むプラスチックやマイクロプラスチックの使用削減に向けて、長期的な戦略を実施することに合意しました。そして、SDG14を含めた海と海洋資源の保全と持続的活用に関する多くの自発的な取り組みについて、発表がありました。1400以上の自発的な取り組みが発表され、2030年に向けてみんなで努力することになりました。

NGO や政府間など、いろいろなレベルでいろいろな会議が開かれています。しかし、一つの共通点は、国連が提唱したSDGsが非常に重要であるということです。これは、一国のみならず、隣国を含めて取り組むことが重要です。なぜなら、海はみんなで共有しているものだからです。共有している海の環境を守るために、各国間で調整して取り組んでいくことが非常に重要であるとされています。

SDGsを実施する上で、地域的な側面は非常に大切です。1974年に始まった地域海計画(RSP)は、国連環境計画(UNEP)の過去40年の歴史の中で最も重要な成果です。143を超える国々が、海洋・沿岸環境の持続可能な管理と活用のための18の地域海条約や行動計画に参加しています。行動計画は多くの場合、特定の問題に関する地域協定や関連議定書の形で、強力な法的な枠組みによって支えられています。

RSPがカバーしている分野としては、海洋汚染の管理や海洋資源の保護管理のために国際的および地域的な協定の締結や指針の策定、活動の推進を図ること、海洋汚染状況や汚染源、汚染トレンドを研究し、人間の健康や海洋生態系、アメニティへの影響をアセスメントすること、海洋・沿岸資源の保護・開発・管理や環境面に関する取り組みの調整を図ること、海洋・沿岸資源の保護・開発・管理への取り組みに開発途上国が全面的に参加可能となるよう教育訓練の取り組みを支援することが挙げられています。

2. NOWPAP の役割

北西太平洋地域海行動計画(NOWPAP)は、1994年に日本、中国、韓国、ロシアによって設立された政府間のメカニズムです。主要目標は、北西太平洋の沿岸海洋環境の保護と持続的な管理です。NOWPAPが設立されて20年以上が経っていますが、二つの大きな成果がありました。一つは、地域油危険有害物質流出緊急時計画の採択、もう一つは海洋ごみに関する地域行動計画です。

NOWPAPは、主に四つの地域活動センター(RCU)によって構成され、それらを二つの地域調整部が調整しています。一つ目のRCUは、富山市にある特殊モニタリング・沿岸環境評価に関する地域活動センター(CEARAC)です。有害藻類ブルームのアセスメント活動やリモートセンシング技術を活用したモニタリングの他、沿岸環境のアセスメントを行っています。最近の活動では、富栄養化の評価などもしています。

二つ目が、中国にあるデータ・情報ネットワーク地域活動センター(DINRAC)です。主に情報交換のための地域ネットワークの構築に当たっています。

三つ目が、韓国にある海洋環境緊急準備対応地域活動センター(MERRAC)です。今年に入ってイランのオイルタンカー・サンチ号が貨物船と東シナ海で衝突し、油が流出する事故がありましたが、そういったものに対処します。

四つ目が、ロシアにある汚染モニタリング地域活動センター(POMRAC)です。これは大気降下物や河川の汚染物質流入などに対する活動をしています。近年の汚染源で非常に大きなものとして、マイクロプラスチックが挙げられます。

短時間で私どもの活動を全て紹介するのは難しいので、優先順位をつけて紹介したいと思います。私ども NOWPAP の地域は、世界で最も船舶の航行が集中する地域で、結果として石油や化学物質の流出リスクが非常に高い地域です。こうした流出時の対応については、韓国の MERRAC が中心となりますが、4 カ国がさまざまな活動で助け合って、データベースをつくり、お互いに共有することになっています。サンチ号の油流出事故でも、私ども 4 カ国は共同で、石油のクリーンアップ活動に当たりました。私どもは設立してから 20 年経つわけですが、この地域で起こった石油流出事故は 300 件を超えます。ですから、常に私どもは流出事故に対して備えておかなければならないということで、さまざまな活動が行われています。

そして、廃棄物処理については技術が非常に進歩していますが、いまだに廃棄物の投棄がやみません。そして、窒素分などが加わることにより、海洋の富栄養化が非常に進んでおり、深刻な問題となっています。ひいては、有害藻類のブルーム、俗に赤潮、青潮などと呼ばれているものの問題も起こっています。そして、海の富栄養化による低酸素化という問題も起こっています。私どもの統計では、当地域の 20 カ所以上が将来的に富栄養化することが確認されています。これについては、主に富山のセンターが中心となっており、いろいろな活動をしています。藻場は、水中生物が育つ場所で、生物多様性を保つためには大切な場所なので、私どものセンターで藻場のマッピングなどもしています。

そして、NOWPAP の地域内では、陸由来の海洋ごみの密度が世界で最も高くなっています。NOWPAP のメンバー国は早期にこの問題に着目して、海洋ごみに関する地域行動計画（RAP-MALI）を 2008 年に策定しました。皆さんの中にも参加された方がいらっしゃるかと思いますが、例えば沿岸清掃キャンペーンやワークショップなどの多様なイベントも計画の中に含まれていますし、海洋ごみの国際パートナーシップにおける北西太平洋地域拠点（Northwest Pacific Regional Node）のサポートも行っています。NOWPAP は、アセスメントや政府間の活動を全て統合的に行い、地域の海洋ごみの問題に取り組んでいるところです。

私どもは、2018 年から 2023 年までの中期目標を掲げていて、その中で四つの分野をカバーしています。一つ目が沿岸と河川流域の統合的な計画と管理を支援すること、二つ目が海洋・沿岸環境状況の定期的なアセスメント、三つ目が海由来または陸由来の汚染防止と削減、四つ目が海洋生物多様性の保全です。これらは全て SDG14 を達成するためのものであり、さまざまな方策が取られているのですが、特に重点的にカバーしている分野が継続的なアセスメントとモニタリング報告です。それから、SDGs を実施する上での海洋関連の各国間の調整、国際的または地域的なパートナーシップの強化もあります。これは、他の国際的な機関や環境問題を扱っている機関との関連協定の強化なども含みます。そして、地域で合意されている生態学的な特性目標を達成するための、生態ベースのアプローチを大いに利用することです。

私どもの活動は多岐にわたっておりますが、それをきちんと皆さまにお伝えしながら、SDG14 の達成に向けて邁進していきたいと思っています。

基調講演

「日本海とはどんな海」

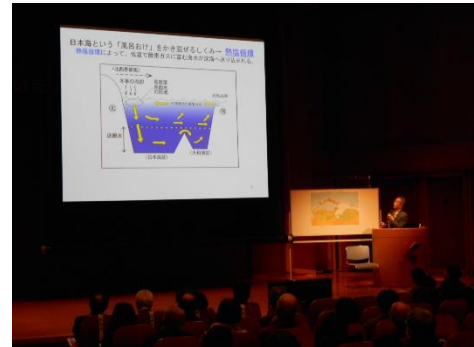
東京大学大気海研究所名誉教授

講師 蒲生 俊敬 氏

現役の頃、日本海という海をたびたび調査して、いろいろな研究をしてきたので、今回は「日本海とはどんな海か」というお話をしたいと思います。皆さまはまさに日本海に面した県にお住まいなので、ご存じの内容も多いと思いますが、しばらくお付き合いいただければと思います。

日本列島を含む西太平洋には、たくさんの小さな海があります。太平洋という非常に大きな海があって、その西側に陸地など地形的に囲い込まれたようなオホーツク海、日本海、東シナ海、南シナ海などがあり、縁海 (marginal sea) と呼ばれています。いずれも面積にすると太平洋の1~2%という小さな海なのですが、今日は代表的な縁海である日本海のお話をします。

まず、日本海とはどのような場所なのか、自然環境 (地形・海洋・気象) の特徴について簡単に紹介したいと思います。それから、日本海で行ってきた観測の結果、特に日本海の深い海水を分析して分かってきたことの中から、大変興味深い話題の一つを紹介したいと思います。最後に、地球温暖化と呼ばれている変化に対して、日本海はわれわれにどのようなことを伝えようとしているのかについてお話ししたいと思います。



1. 日本海とはどのような海か

日本海を含め日本列島周辺の海の表面には、海流と呼ばれる水の動きがあります。日本海については、南から対馬海峡を通過して入ってくる対馬海流と呼ばれる暖流と、日本海の北方からロシア沿岸に沿って南下してくるリマン海流という寒流があり、日本海の中央辺りで擦れ違いますが、対馬海流は黒潮と同じように亜熱帯海域からやって来る暖かい海流で、リマン海流は非常に寒冷な場所で作られて下りてくる海流です。日本の東側では黒潮と親潮がぶつかっていますが、日本海でも暖流と寒流がぶつかり合う環境があります。

気象庁のホームページに掲載されている深さ 100 m の水温分布 (2 月) によると、北の方には 0~2℃ の冷たい海水域があり、一方日本列島沿いの南側は対馬海流の暖かい海流の影響を受けて大変温暖な環境にあります。10℃ の等温線のあたりが冷たい海と暖かい海の境目で、極前線と呼んでいます。日本海の表面海水の性質を大まかに見ると、そういうこととなります。

次に、日本海のもう少し深いところまで含めた海底の地形を見ていきたいです。日本海は、一番深いところで約 3800 m あります。3800 m というと、日本で一番高い富士山が 3776 m なので、富士山がすっぽり隠れてしまうくらいの深さです。平均しても 1667 m あります。オホーツク海も比較的深い海ですが、日本海はさらに深い海だといえます。太

平洋に比べるとさすがに少し浅いですが、最大深度 3800m は外洋並みの深さです。

日本海の海底地形をよく見ると、真ん中のところに盛り上がった部分があります。大和堆と呼ばれていて、一番浅いところは水面から 236m しかありません。海の中にある山のような地形です。先ほど海流の話をしました、南から入ってくる対馬海流と北から下りてくるリマン海流がちょうど大和堆辺りでぶつかります。そして、寒流は生物が繁殖するために好都合な栄養塩を豊富に含んでいるので、寒流が大和堆に沿って湧き上がってきて、大和堆辺りは漁場として大変豊かなものを持っています。大和堆の辺りから南東側が日本の排他的経済水域（EEZ）なのですが、ちょうどその境目辺りに漁獲がとても盛んに行われる場所があります。大和堆の存在がとても重要だと思います。

この大和堆を囲んで、日本海には三つの海盆（陸地でいえば深い盆地のような所）があります。大和堆の北側に非常に広い日本海盆があつて、大和堆の南東側に大和海盆、南西側に対馬海盆があります。

日本海と外側の海とのつなぎ目に当たる海峡の最小深度を比べると、対馬海峡と津軽海峡はそれぞれ約 130 m、宗谷海峡が約 50 m、間宮海峡が約 10 m です。この四つの海峡は、日本海の平均深度 1667 m と比べると、いずれも大変浅いことが分かります。つまり、日本海の表面はかろうじて他の海と海水が入れ替わることができますが、日本海の深いところは隣り合う海と陸や浅い海峡で遮断されていて水が入れ替わらず、日本海の独立性・閉鎖性をとても強くしています。そして、冬季に大陸からの北西季節風が日本海に吹き付けてくることも日本海の大きな特徴のひとつです。

日本海の特徴を地形、海洋、気象の三つの観点からまとめると、地形に関しては、閉鎖性が大変強く、かつ深いこと、海洋に関しては、対馬暖流が流れ込むこと、そして気象に関しては、冬の季節風が吹き付けることを指摘できます。これらの特徴が組み合わさって、日本海でいろいろな現象が起こっています。

こういった閉鎖性・独立性の強い日本海を考えると、私の頭にいつも思い浮かぶのは一般的な家庭用の風呂桶です。風呂桶に例えられるような海は、実は世界にもう一つあります。黒海です。黒海はトルコの北にあり、六つの国に囲まれた海で、2018 年の大相撲 1 月場所で優勝した栃ノ心の出身地ジョージアも沿岸国のひとつです。かろうじてボスボラス海峡によって、黒海は地中海とつながっているのですが、非常に閉鎖的な海である点は日本海とよく似ています。

日本海と黒海は、どちらも風呂桶を連想させる海です。風呂桶といえば、手で上と下のお湯をかき混ぜますが、海も天然のプロセスによって上下に攪拌されます。ところが黒海はそのプロセスを欠いているのです。浅いところと深いところを上下にかき混ぜることがない海では、海水中に含まれる酸素ガスが深さとともになくなっていきます。酸素ガスは、私たちが呼吸するときにはなくてはならない物質であり、海にすむ生物も酸素呼吸する限りは酸素ガスがなくては生きていけません。海水の表面では、植物プランクトンが光合成を行って酸素ガスを作りますし、大気中からも入ってくるので、酸素ガスが多いのですが、光合成は海の表面でしか起こらないので、海の深いところでは酸素が消費される一方になります。

そして、黒海の場合は、ある深さから、ついに酸素がなくなってしまいます。つまり、150~200 m より深いところには酸素が全くなく、普通の生物は生きていけなくなるのです。

黒海も一番深いところは2000 m以上ありますから、生物がすめない領域が黒海の大部分を占めています。酸素がなくなると、海水中には硫化水素という毒ガスが充満します。ですので、生命活動には全く不向きな海が黒海の9割以上を占めていることが分かっています。それは、黒海の表面と深いところを上下にかき混ぜるプロセスがないからです。

ところが、日本海にはかき混ぜのプロセスがあります。海水中に溶けている酸素ガスを測ってみると、表面で酸素ガス濃度が高いのは黒海も日本海も同じですが、日本海の場合は深いところまでずっと酸素ガスが入り込んでいます。一番深い3000 m以上のところにも、かなり多くの酸素が含まれています。これは、日本海の中で海水がよく混ぜられていることを示しています。このように日本海は閉鎖的な海であるにもかかわらず、上下の海水がよくかき混ぜられているのです。

何が起きているかという、冬に北西季節風が吹き付けて、日本海北西側の大陸近くにある海水を強く冷やします。海水は温度が下がれば下がるほど重くなる性質を持っています。そして対馬暖流は比較的塩分の高い水を日本海に運び入れます。塩分の低い海水と塩分の高い海水を比べれば塩分の高い海水の方が重いのです。こうしていろいろな条件が重なって、塩分が比較的高く、かつ冷たい海水が日本海北西部の大陸寄りで作られます。海水が周りより重ければ重力の作用で下へと沈んでいきますから、十分重い海水が作られると、日本海が一番深いところまで沈み込むわけです。

そうすると、玉突きのようにして日本海全体で水の循環が起こります。こういった水の動きを熱塩循環といいます。なじみのない言葉かもしれませんが、水温は熱に関係がありますし、塩分も関係するので、熱塩循環という言葉ができました。熱塩循環によって、表面の酸素ガスを豊富に含む海水が日本海の深いところに運び込まれていき、そのおかげで日本海は表面だけでなく一番深いところまで酸素が豊富に行き渡っているのです。熱塩循環は、表面海流と違って、たいへんゆっくりした海水の動きです。日本海を1巡りするのに約100年かかることが分かっています。このように日本海と黒海は、とても対照的な閉鎖海ということになります。

さて日本海では100年ぐらいかけて1巡りする熱塩循環が起こっているのですが、世界の海でも全く同じような仕組みで深海の水が循環しています。大西洋の北のはずれや南極海では、冬に日本海と同じようなプロセスで、表面の海水が重くなって沈み込み、海が一番深いところを移動していきます。それがやがて再び表面に浮き上がって、また元の位置へと流れていきます。この循環をベルトコンベヤーと呼ぶこともあります。

ただ、こちらは1巡するのに約2000年かかります。日本海が約100年で1巡するのに比べ、相当長い時間をかけて回っています。世界の熱塩循環系は、日本海を含みません。日本海では、世界中の深層海水の動きからは全く独立して海水の循環が起こっています。そういう点では、日本海は小さな海ですが、世界中の海と肩を並べる大変重要な存在です。日本海は世界の全海洋のミニチュア版とも呼ばれ、海外の研究者にとっても大変興味深い研究対象となっています。

2. 日本海の観測によって何が分かってきたか

次に、日本海を観測して、これまでに分かっていることについて少しお話ししたいと思います。日本海はこれまで、白鳳丸や淡青丸といった船を使って調査が行われてきました。

私は東京大学の気象海洋研究所にいたので、こういう調査をしやすかった面はあります。しかし、東京大学のメンバーだけではこういった大掛かりな調査はなかなかできないので、富山大学をはじめ日本中のいろいろな大学や研究機関の先生方にも加わっていただいて、海水試料を取ったり、船の上で化学分析をしたりしてきました。そうして日本海についていろいろ分かってきたのですが、今日の話ではその中の一つを取り上げて説明したいと思います。

私たちが日本海の深さ 2000 m 以下の「底層水」を過去 40 年ほど調べてみたところ、わずかながら水温が上がってきていること、そして生物が呼吸するために必須の酸素ガス濃度が減りつつあることが分かってきました。

海水中に溶けている酸素ガスのことを調べると、いろいろなことが分かります。その原理を簡単にご説明します。海面では大気と海が接触していて、太陽光線が海面に豊富に照射しているのですが、水は光を通しにくい性質を持つので、太陽光線によって植物プランクトンが酸素ガスを作る光合成の起こるのは、海のごく表面付近だけです。光合成によって水と二酸化炭素に太陽エネルギーが作用して、生物体が自分の体を作り、かつ酸素ガスが副産物として生じます。一方、太陽光線の届かない真っ暗な深海では、光合成が起りません。

光合成が起らないばかりか、生物体をはじめ、上から降ってくるマリンスノーのような有機物が深い真っ暗な海の中で分解されて、また水と二酸化炭素に戻るのですが、そのとき酸素ガスを使います。ですから、酸素ガスは海面では作られるけれども、太陽光線が届かない深い海ではどんどん消費される一方になります。先ほどお話しした黒海はまさにこの典型で、表面だけは酸素ガスがあるけれども、深いところの酸素は全て使い尽くされてしまいます。しかし日本海の場合はそうではなくて、表面で作られた酸素を深いところまで運び込むメカニズムがあるので、深海にも酸素が豊富にあります。逆に言うと、どのくらい酸素が豊富にあるかを見ることによって、海水の循環がどのくらい活発に起こっているかを知ることができます。一般的に、熱塩循環が活発なほど、深海の水は酸素に富むことが、海の持つ基本的な性質のひとつです。

ところで、日本海北部の日本海盆の東部海域で、約 40 年間継続してデータを集めたところ、日本海の底層水の酸素ガスが少しずつ減ってきていることが分かりました。1977~2010 年にかけて得られた鉛直分布を重ねてみて、深さ 2000 m 以上の底層水に注目すると、観測を始めた 1977 年から年ごとにだんだん減ってきて、2010 年には 1977 年に比べて約 10% 減っていたのです。底層水の酸素ガス濃度を縦軸に、西暦年代を横軸にプロットしてみると、ほぼ一方的に酸素ガス濃度の減りつつあることが一目瞭然なのです。

日本海の底層水に何が起こったのか考えてみます。日本海の表面で作られた酸素は、熱塩循環によって底層水に供給されます。一方、底層水の中では、生物による呼吸、有機物の分解によって酸素ガスが使われます。もし表面から入ってくるのと同じだけ消費しているときは、底層水内の酸素濃度は変化しないはずですが、たとえ話をいたしますと、財布の中に入ってくるお金と同じだけ使っている分には、財布の中の金額に変化はありません。しかし財布に入ってくるお金よりも使うお金の方が多ければ、懐がだんだん寒くなっていきます。それと同じことが今の日本海底層水で起こっているらしいのです。酸素の供給量よりも消費量が多くなっていて、結果的に底層水内の酸素濃度が少しずつ下がっているの

です。これは恐らく、表面の海水が重くなって酸素を抱えながら下まで沈み込む熱塩循環が弱くなっているためと思われます。日本海でいったい何が起きているのでしょうか？

3. 地球温暖化に対して日本海はどう反応するのか

そこで出てくるのが地球温暖化の問題です。われわれに最も地球温暖化を実感させるのは気温が上がっていくことですが、気温が上がれば、空気と接している海水温度も上がっていくので、日本海も地球温暖化の影響を受けます。

日本海の底層水の過去 40 年間のデータを集めてみると、日本海盆だけでなく、大和海盆でも対馬海盆でも同じように酸素濃度が減っています。また底層水の水温を過去 40 年にわたってプロットしてみると、水温が少しずつ上がってきています（海底面からのわずかな地熱によるものです）。これは 100 分の 5℃程度ですから、手で触って分かるような水温の上昇ではありませんが、全ての海盆でじわじわと水温が上昇している傾向があります。このような酸素と水温の変化が、日本海が一番深いところについて分かってきたわけです。これが一体どういう現象と結び付くのかということになります。

近年の地球環境変化は、火力発電やガソリンの消費などで大気中の二酸化炭素が非常に増え続けていることによります。ちょうど産業革命が起こった 19 世紀ごろまでは、地球大気に含まれる二酸化炭素はほぼ一定の値を保っていたのですが、産業革命後、急激に上がって、産業革命前には 280ppm ほどだったのが、現在は 400ppm を超えています。私が小学生の頃は、大気中の二酸化炭素は大気の 0.03%だと教わったのですが、今の子どもたちは 0.04%と教わっていると思います。人の一生以内の時間スケールで空気の成分濃度が変わるというのは、大変な現象だと思います。

二酸化炭素が増えて何が困るかということ、これも皆さんよくご存じだと思いますが、石炭や石油を燃やして出来る二酸化炭素が地球を毛布のように包み、地球表面から宇宙空間に逃げる熱の一部を逃がさずに、地球に戻ってしまうことです。これを温室効果といい、それによって地球表層の温度が少しずつ上がってきています。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第 5 次報告書によると、気温上昇は 20 世紀ごろから顕著になっていて、産業革命後から現在まで、世界平均で約 1℃上昇し、今後も上昇を続けていくだろうとされています。

大気の温度だけではなく、海も当然、温暖化していきます。気象庁が過去 100 年の日本海の表面水温を観測したデータを見ると、かなり上下に変化していますが、ならしてみると 1~2℃上がっています。表面の水を冷やし、十分重くして沈み込ませるといふ熱塩循環のプロセスに対して、水温が上がっていくことは逆行する現象ですから、重い水を作りにくくすることが懸念されます。つまり、最近の日本海では、日本海が一番深いところまで沈むような重たい海水が生成されず、日本海の浅いところしか海水は循環していないのではないかと考えられるのです。

ただし、今年の冬は特別で、活発に沈み込んでいるかもしれません。今年は寒気が大変厳しくて、富山も大変な大雪だったとお聞きしています。きっと今年は日本海表面水が相当冷やされて、十分重たい海水ができて、深海底まで沈み込んでいったのではないのでしょうか。重たい水が新たに作られれば、酸素ガスの濃度が少し増えているはずですよ。

日本海を調査するのは大変ですが、春から夏にかけてどこかの研究機関が調査をすれば、酸素の増加が見つかるのではないかと期待しています。ただしこれは今年に限っての話で、最近数十年間に蓄積された観測結果から見る限りは、日本海の最深部まで沈み込めるような水の生成が弱まってきているようです。世界中の海についても同じようなデータが得られています。北大西洋のグリーンランド近海や南極近くで十分重たい水が作られない方向に進みつつあります。

地球温暖化のような気候変化の影響が、日本海という小さい海ではすぐに出てきます。日本海の場合は、サイズの小さいということがいろいろな点で重要です。先ほど世界中の海は2000年ほどで1巡りし、日本海は100年ほどで1巡りするとお話ししましたが、日本海は外から受ける刺激に対してたいへん敏感で、すぐに影響が表れるのです。つまり、世界中の海でこれから起こることを、日本海が先取りしてわれわれに見せてくれているとも言えるのです。そこがまた日本海的重要性の一つだと思います。

これも今年に限っては当てはまらないかもしれませんが、地球温暖化に伴って冬の季節風もだんだん弱くなる傾向があります。冬季の日本列島には、日本海からの海水が蒸発して雪雲ができ、日本列島の脊梁山脈にぶつかって大量の雪を降らせるというプロセスがあります。つまり、日本海から大量の真水が供給されるプロセスを通じて、日本海は日本列島に大きな恵みを与えているのです。先ほど、気温上昇のために表面の海水が十分冷やされず、重くならず熱塩循環が弱まっているという話をしましたが、それに加えて、気温が上がり季節風が弱まることで、降雪がだんだん減っていくという長期的な予測がなされています。そうすると、日本列島に供給される真水の量が少しずつ減っていくことが懸念されます。

さらに考える必要のあることは、雪として降るとすぐには解けません、雨として降った場合は川に流れ込んで、すぐ海に戻っていく運命をたどる水が多くなることです。雪として降ると、それが地中にしみ込んで地下水となって蓄えられるわけです。富山大学の張勁先生の研究によると、富山湾の場合、北アルプスなどから標高差4000mにわたって10～20年という長い時間をかけて流れてきた地下水が海底から湧き出しているのが見つかっています。それだけ長い間、水が陸上に保持されているわけです。

ところが、地球温暖化によって、かつては雪だった真水が、雨として降ってしまうわけです。すると、陸に保持されにくくなって、水資源の縮小につながるものが懸念されます。今後、森林生態系や農業に影響が出る恐れがあり、日本海の恵みが減ってしまうかもしれません。今年に関しては十分過ぎるほどの雪が降っているようですが、今年のような状況が来年も再来年もずっと続くわけではなく、5年や10年という長いスパンで見ると、水資源の縮小が懸念されます。

インターネットでどなたでもご覧になれる情報なのですが、1940年から現在まで過去80年間の富山の年間平均気温のデータを気象庁が公表しています。5年ごとに平均すると、長期的な変化がよく見えるようになります。ほかに降雨量（雪も含む）、降雪合計量、最深積雪などのデータもあります。

それらを見ると、やはり気温は少しずつ上がっています。要因は恐らく地球温暖化と、富山の場合、都市のヒートアイランド現象も加わっているかもしれません。降雨量は大きな変化がありません。しかし注目していただきたいのは降雪合計量です。ばらつきは大き

いのですが、20世紀中ごろに比べて少しずつ減っているように見えます。それから、最深積雪は、今年は富山で80cmほど積もったそうなので、最近としてはとても多く降りましたが、20世紀後半には平均100cmほどだったのに比べ、最近では50～60cmほどです。ばらつきは大きいですが、次第に低下する傾向があります。もっと長い時間をかけて見ないと、はっきりしたことはいえないかもしれませんが、こういう傾向のあることに注目する必要があると思います。

地球温暖化は今後どうなるでしょうか。今世紀の終わりごろに地球の気温がどうなるか、何通りかの仮定の下にモデル計算で推定してみると、今のまま何も対策を取らず、同じように大気中の二酸化炭素が増えていくと、今よりも3～4℃ぐらい高くなってしまおうといわれています。しかし、二酸化炭素を極力出さないようにして、温室効果を食い止める最大限の努力を払えば、現在より温度が1℃ぐらいしか上がらずに抑えられると、いろいろな研究者がモデルを使って解析しています。

一昨年、パリ協定が結ばれました。日本も加盟して、いろいろな方面で脱炭素社会を目指し、化石燃料をできるだけ使わず、再生可能エネルギーを活用するための政策が行われています。地球温暖化を抑制するために、化石燃料から再生可能エネルギーへの転換を図り、大量消費社会からリサイクル社会へ転換することをうたっています。これがどこまで達成されるかによって、今世紀の気候変化がどうなるかが決まるだろうと思います。こういった持続可能な（サステナブルな）社会を確立する上で、小さな日本海を大切に慈しみ生活してきた人たちが伝えてきた伝統的なライフスタイル、つまり有限な資源を無駄にしないで有効活用する知恵が、今後ますます重要性を増すのではないかと思います。

私が真っ先に思い浮かべるのは、富山県氷見市が発祥といわれている定置網漁法です。成長した魚だけを必要なだけ捕る漁法です。持続可能な社会に向け、様々なアイデアを発信するのに、富山湾はまことにふさわしい場所という気がいたします。「美しい湾」であることも大変重要です。「美しい湾」から発信するからこそ、そこにさらに大きな意味が出てくると思います。私もまだこのようなことを考え始めて間がないので、ぜひ皆さんからもいろいろ教えていただいて、具体的な話を今後発展させていきたいと思っています。

パネルディスカッション

「日本海ののぞき窓－富山湾の保全と活用－」

モデレーター：秋道 智彌 氏（山梨県立富士山世界遺産センター 所長
日本海学推進機構 会長）

パネリスト：蒲生 俊敬 氏（東京大学大気海洋研究所 名誉教授）
秦野るり子 氏（富山国際大学現代社会学部 教授）
吉田 尚郁 氏（環日本海環境協力センター 主任研究員）

○パネルディスカッションの趣旨説明等

秋道 智彌 氏（山梨県立富士山世界遺産センター 所長 日本海学推進機構 会長）

1. 富山湾の漁業

いろいろな見方があるということを、今までのお二方、さらに私を含めた3人の話題提供者それぞれの立場からご紹介することになります。その意味で、重層的な色眼鏡を10枚ぐらい付けて日本海を見てみようということです。

蒲生さんの発表にあったように、日本海は深層水の溶存酸素量が多いことが知られています。しかし、この20年で溶存酸素が減ってきているという重要なご指摘を蒲生さんから頂きました。それにしても日本海はすごいぞということでした。閉鎖性などいろいろありますが、太平洋の中でも非常にユニークな海であることが、酸素に関してはいえそうです。

一方、われわれの分野に近い文明論あるいは人類学の面では、静岡県知事の川勝平太さんがだいぶ前に『海洋の文明史感』という本を出され、ユーラシア大陸の東と西、あるいは北と南にどのような海があるかという世界中の海洋の空間的配置図を提示したのです。そういう意味で、ユーラシア大陸の東端に位置するオホーツク海の南にある日本海が、世界的に見ても文化や文明の議論で非常に注目されてきたことは紛れもない事実です。

富山湾の水は、川の水が流れてできる表層の水と、対馬暖流が入ってきた水と深層水の3階建て構造になっています。先ほど氷見の大型定置網の話もありましたが、富山湾には「藍甕（ふけ）」という海底谷があり、そのあたりから藍を染める土器の形状のように、ずどんと深くなっていきます。富山湾の深海でクリオネの新種が発見されたことも報道されましたし、リュウグウノツカイが富山県東部の魚津辺りに時々漂着しますが、これも深海魚です。それからホタルイカも深いところから上がってくる魚です。

それから、私は日本海学の仕事を始めてから何度も岩瀬に行って、料理屋を見て回りますが、そのたびに「シロエビではなくてシラエビだよ」と言われます。シラエビとシロエビは全く種類が違うものです。いろいろな食べ方をされていて、漁協のお母さんから「少し冷凍すると皮がうまくむける」という話も聞いたことがあります。やはり深層から得る海の幸は、私たちにとってかけがえのないものです。これが汚染などで台なしになるのは困ります。

18世紀の終わりごろには怪奇物の本がいろいろあって、その中に蜃気楼とハマグリについて書かれたものもありました。ハマグリから妖気が出て、それが蜃気楼になるという考え方です。現在、富山湾でハマグリはほとんど採れません。新湊辺りの縄文の貝塚には出土していますが、今はそんなに砂州が発達していないので、富山湾では二枚貝はそれほど採れないのです。これにどういう意味があるかという、河川が急峻なのでいろいろな意味があると思うのですが、江戸時代にはこういう話もありました。



2. 富山湾の地政学をトータルに考える

富山湾を含めた日本海学を考えると、研究や小中高生を含めた教育、芸術、産業、スポーツ、観光、食といったものを総合的に扱う学問として、地政学（ジオポリティクス）的にトータルで考えようではないかといわれています。地政学は、戦争中によく使った言葉ですが、県やわれわれもやっている日本改革の一つの大きなビジョンとなっています。

先ほどお話しになった国連の「持続可能な開発目標（SDGs）」には 17 のゴールがあり、14 番目に「海の豊かさの保全」があります。13 番目のパリ協定を含めたグローバルな環境変動の問題に加え、直近で日本海学がフォーカスを持って取り組むべきなのは「海の豊かさの保全」です。ですから、世界全体の話を富山でできるという非常に大きなメリットをネレティン先生が指摘されていました。

それから、富山湾は 2014 年、「世界で最も美しい湾クラブ」に松島湾に次いで加盟しました。2016 年には静岡の駿河湾と京都の宮津湾が加盟しました。この中で世界遺産を持っているのは、富士山を持っている静岡と、五箇山を持っている富山なのです。来年秋に富山で「湾クラブ」の総会が開催予定と伺って、これはいいチャンスだと思いました。来年に向けていろいろな取り組みが始まりますので、今回いらっしゃった皆さんは今日をスターティングポイントとして、お楽しみいただきたいと思います。

○発表 1

秦野るり子 氏（富山国際大学現代社会学部 教授）

1. 世界の海

経歴でご承知のとおり、私は海に関しては素人で、ご高名の先生の間で、私の話はリラックスタイムだと思ってお聞きいただければと思います。私は富山に来るまで国際報道に携わっていて、その中でアメリカのワシントン DC、インドネシアのジャカルタ、イタリアのローマで常駐特派員として生活してきました。振り返ると、その 3 カ国は海と非常に大きな関わりを持っています。

アメリカの場合はいうまでもなく「シーパワー」として太平洋と大西洋の両岸にまたがっていますし、シーパワーを拡充することによって超大国になっていったと分析されています。

そして、インドネシアは 1 万を超える島からなる国です。領海と排他的経済水域を合わせた管轄海域では、アメリカ、オーストラリアに次いで世界第 3 位の広さを誇ります。日本にとっていかに重要かというと、日本から南回りで中東・欧州へ行くには、マラッカ海峡、スダダ海峡、ロンボク海峡といったインドネシア沿岸を通るしかありません。ですから、地政学的に日本にとっても非常に重要な所に位置しています。

そして、イタリアです。アマルフィ海岸は、大手不動産会社がかつてテレビコマーシャルで画像を使ったことがあるので、皆さまもよくご存じだと思います。断崖絶壁に建つ家や段々畑の風光明媚な場所であり、夏のリゾート地として知られていると思うのですが、中世は海洋都市として栄えていました。イタリアでは、5 世紀に西ローマ帝国が崩壊してから 19 世紀にイタリア王国が出来上がるまでの間、半島を統一する国はありませんでした。みんな、ばらばらだったのです。アマルフィや、コロンブスが生まれたとされるジェノバ、ベネチアといった海洋都市国家が、軍艦や商船を持ち、海外から文化と富をイタリア半島に持ち込んでいました。

中世には、西ヨーロッパ諸国よりもビザンツ世界やアラビア世界の文化の方が繁栄していました。そうした先進的なものを持ち込んだのが海洋都市国家だったのです。こうした都市国家は、同じイタリア半島にありながら、今は同じイタリア国家に属していながら、当時はライバルでもありました。戦うこともあれば、お互い海外に商館を持ってライバル

として競ってきたわけです。では今、イタリアと海を考えると、皆さんは何を思い浮かべますか。もちろんエーゲ海クルーズなどもあるのですが、国際的に問題の最前線に立たされているのは難民問題だと思います。

イタリア半島の南にあるランペドゥーザ島は、マルタ島（マルタ共和国）よりもさらに南にあるのですが、イタリアの領土です。同じイタリア領土のシチリア島からは 200km 離れていますが、アフリカ大陸のチュニジアなどからは 110km のところにあります。ですから、アフリカから安全やより豊かな生活を求めて、ボロ船に乗って難民が渡ってくるのです。昨年はだいぶ人数が減ったのですが、それでも国連難民高等弁務官事務所（UNHCR）の統計によると、年間 12 万人が到着しています。さらに 3000 人以上が海上で死亡もしくは不明になっているといわれています。

この人たちは不法に渡ってくるわけですから、もちろんしっかりとした統計は取りようがないので、もっと多くの人々が海上で命を落としたかもしれません。イタリアは人道的な見地から、アフリカ沿岸まで海軍の船を出して救援措置を取っていたのですが、とても 1 か国ではできないということで EU と一緒にトリトン作戦という共同作戦を展開しています。しかし、皆さんもよくニュースでご覧になったと思うのですが、ヨーロッパ全体に、難民が増え過ぎることへのアレルギーがあります。ですから、こうした救援活動に対しても、「救援するからかえって彼らが渡ってくるのを誘発するのではないか」といった批判も起きています。

私もやはり難民の取材でランペドゥーザ島に行ったことがあるのですが、本当にきれいな海で、おいしい魚があって、そうしたパラダイス的なものと難民たちが命を落としていくという悲しい現実が対極としてあったことを記憶しています。

2. 中国の海洋戦略

そして、私たちに近い海では、東シナ海や南シナ海での中国の攻勢が連日のように報道されていると思います。東シナ海では、日本の領土である尖閣諸島に対して中国が領有権を主張して活動していることが、ニュースになっています。南シナ海のファイアリー・クロス・リーフなどでは、環礁だった所を埋め立てて滑走路や軍港を造り、要塞化しており、アメリカを中心に強く批判しているところです。

南シナ海では、東南アジアのマレーシアやブルネイといった南沙諸島の領有権を主張している国々は、自分の領土に近い島や環礁に関して領有権を主張しているのに対し、中国の場合は南シナ海がほとんど自分のものだという立場を取っています。ちなみに、中国が領有権を主張するために引いた境界線を九段線といい、その形から「牛の舌」などと呼ばれます。ただし、中国がこれほど海洋戦略に積極的になっているのは、かなり最近のことなのです。

皆さん、明の時代に鄭和という人がアフリカまで大航海したのを学校で習ったと思います。今の習近平政権の海洋政策は、鄭和以来の積極的な政策だという言い方をされるのですが、鄭和の初回の大航海時の艦隊数は 317 隻で、2 万 7870 人が乗り込んでいました。これに対し 90 年ほど後に大航海に出たヴァスコ・ダ・ガマの場合は 170 人、4 隻でした。いかに鄭和の軍団が大きかったかが分かるのですが、15 世紀半ばには外洋に出ていく政策を突如やめてしまいました。

『ヴァスコ・ダ・ガマの「聖戦」』を書いたナイジェル・クリフは、「もしこのとき鄭和が大航海をやめていなかったら、ポルトガルの東洋へのルートは拒まれていたかもしれない」と言っています。つまり、中国が外洋政策を続けていたら、世界史は大きく変わっていたのではないかということです。

私は1996年に、アメリカの空母インディペンデンスに乗りました。当時、中国が台湾の総統選に影響力を及ぼそうとしてミサイル演習で威嚇したのに対し、アメリカが台湾に空母を派遣して、威嚇し返したことがありました。このとき私はアメリカ政府に頼んで、嘉手納空軍基地から輸送機で運んでもらって、動いている空母に下りて取材し、1晩泊まって翌日、カタパルトで打ち上げられました。30年以上の取材歴の中でも、非日常的な面白さでは十指に入る経験でした。

中国にとってこの台湾海峡危機が非常に大きな転換期になったといわれています。中国はそれまでほぼ沿岸だけの海軍力しかなかったのです。中国は鄭和の後、あまり海軍に力を入れてきませんでした。清代末期、北洋海軍を増強するためのお金を、西太后が北京の頤和園をきれいにするために流用してしまったというエピソードは有名です。中華人民共和国が成立した後、毛沢東は「私たちは100年にわたる侵略を受けてきたが、その侵略者はみんな海からやって来た」と言って、海の重要性は認識していたのですが、とても手が回らなくて沿岸海軍しかなかったのです。

ところが、1996年のことをきっかけにして、外洋に出ていく重要性を再認識し、転換を図ったわけです。このとき中国は、米海軍の実力を見せつけられたとともに、台湾有事のときにアメリカが介入するのだという認識を強めました。さらには、1990年代初めに中国が石油の純輸入国になりました。ということは、中東から石油を輸入してくるシーレーンが重要になります。

中国の立場からすると、日本列島やフィリピンなどは邪魔な場所に位置します。中国にとってのシーレーンは日本と全く重なってしまいます。「マラッカジレンマ」という言葉を聞いたことはあるでしょうか。マラッカ海峡が何らかの形で通れなくなると、中国経済が成り立たなくなることをいいます。それに対し、中国資本を投下してパキスタンやスリランカやミャンマーなどに港を造って万々に備えています。これを「真珠の首飾り」戦略といいます。通商上の理由だと言っていますが、アメリカなどは軍事的な色彩を非常に気にしています。ミャンマーの港からパイプラインを引く計画を持っていて、マラッカ海峡が封鎖されても、そこからパイプラインで石油を運んで、あとは地上を運んでくる準備をしています。

3. 自由で開かれたインド太平洋戦略

これに対して日本は何をしているかということ、2016年に、日本政府もインド太平洋の重要性を唱え始めています。一つには先ほどの中国の「真珠の首飾り」対抗策だといわれています。日本政府は否定していますが、その側面もあるのではないのでしょうか。もう一つは、世界経済の中心がかつては大西洋から太平洋に移り、それが今度はインド太平洋にシフトしていく見通しがあるからだといわれています。

最後に、日本海に関してとても気になる中国からの発表がごく最近ありました。「北極海白書」というものです。北極海の航行について、北極海航路を「氷上のシルクロード」と

名付けて、これを積極的に利用開発していくと明示しています。実行され、積極的に利用されていくとなれば、日本海を通過して宗谷海峡や津軽海峡を通過して出ていくことが想像されます。かつて中国が世界の中枢にあったとき、日本は日本海を通じて文化や技術を吸収してきました。そして、また中国がこうやって大国としてどんどん力を付けていくと、やはりまた日本海が中国との関係において注目される時代になってくるのではないかと思います。

○発表2

吉田 尚郁 氏（環日本海環境協力センター 主任研究員）

1. 地球温暖化の日本海への影響

私の発表は、また科学的な方向に戻ってしまいます。先ほどの蒲生先生の話と少しかぶる点もあるのですが、日本海で起きていることについて最新の研究成果について紹介したいと思います。

今、環境省で一つのプロジェクトが動いています。環境省というと、公害や地球温暖化について取り組む省庁というイメージがあると思うのですが、環境省としても海に関心を持ち始めています。SDGs で海が扱われるようになって、環境省としても海の管理や保全を考えなければならないということで、日本の沿岸域をどう管理していく必要があるのかを今後は科学的根拠に基づいて考えていこうというプロジェクトが動き始めました。

この中で三陸沖や瀬戸内海、日本海を対象海域にして、今後どういう管理が必要になるのかという検討をしています。その中でわれわれのグループは日本海という海域を対象に、今後どういう形で日本海が変化するのか、それに対して日本としてはどういう対処をしていく必要があるのかを現在研究しているところです。

日本海は対馬暖流が流れていて、その上流域にある東シナ海からの影響を受けている場所です。日本海は、大きな変化にさらされています。一つが地球温暖化の影響で、海水温がどんどん上昇してしまっています。もう一つは中国の経済発展に伴って中国の陸域からの影響が非常に大きくなっています。日本海の上流域にある東シナ海の環境の変化が、対馬海峡を通じて日本海にも入ってくるのではないかとということが危惧されています。

こういった中で、最初に地球温暖化の影響については、地球の気温が将来どれぐらい上昇するのかは幾つかのシナリオによって既に予測されており、最も悪い場合は 4℃近く上がり、温暖化対策をしたとしても 1℃ぐらい上がるとされています。では、こういった影響が今後、日本海の環境にどういう形で変化をもたらすのかを、われわれのグループでは研究しています。地球の気温が 4℃上昇した場合と 1℃上昇した場合に、日本海の水温がそれぞれどう変わるのかを予測実験しました。その結果、4℃上昇した場合は、今後 100 年で日本海の水温は高いところで 3℃ほど上昇し、日本海の東部や南部でも 2~3℃上昇するという予測が得られていますし、気温上昇がたとえ 1℃に抑えられたとしても、日本海の水温は今後 1℃近く上昇するという予測が出ています。

これは単に海水温度が上がるだけではなく、日本海の流れの状況や環境も大きく変えてしまう恐れがあるという結果も出ています。対馬暖流の流れの変化を予測すると、水温が上がるのに伴って対馬暖流の流速や流れる場所が変わるという予測が得られています。流れの速度は速くなり、極前線が北上するのではないかとという予測結果が得られています。

一方、栄養塩に関しては、ロシア沿岸地域で豊富な栄養塩が存在するようになるという結果が出ています。こういった結果が将来どういう変化を引き起こす恐れがあるかという点、日本海の生物に関して影響があるのではないかとわれわれは考えています。

例えばスルメイカ、ズワイガニは日本海特有の生物なのですが、スルメイカは特に最近のニュースでは、日本海で全く捕れなくなっているという話も聞きます。スルメイカは東シナ海や日本海西部に産卵場を持っていて、そこで生まれた幼生のスルメイカが対馬暖流で運ばれて北海道まで行き、そこで成長したものがまた産卵のために南下して、それを捕って食べているのですが、対馬暖流が北の方に移動してしまうと、スルメイカが移動するルートが日本から離れたところを通るようになるかもしれません。そうすると、これまでは日本の漁師たちは日本沿岸でスルメイカを捕っていたのが、将来的にはもっと沖に行かないと捕れなくなったり、ロシアの領海内に行かないと捕れないという変化がもしかしたら起こるかもしれません。このように、環境が変わってくると、生物の生産や生態にも大きな変化を及ぼす恐れがあることが分かってきています。

もう一つは、日本海と上流域にある東シナ海の関係です。日本海と東シナ海は対馬海峡を通じてつながっているため、東シナ海の影響は何らかの形で日本海に現れます。日本海は東シナ海からどれくらい影響を受けているのかを数値実験で計算したところ、東シナ海に近い対馬海峡の入り口辺りは影響が非常に強いことは分かるのですが、それだけでなく日本の沿岸域の広い範囲で東シナ海からの影響を非常に強く受けていることが、この研究で分かってきました。そのことは、単に日本の沿岸域で自分たちの目先の部分だけを管理していればいいのではなく、こういった上流域の東シナ海の影響の変化もきちんと把握した上で管理を考えていかなければならないことを示唆しています。

では、東シナ海のどこが日本海の影響に最も影響を及ぼしているかを計算すると、基本的には黒潮や、東シナ海に元々ある水が日本海に入ってきていて、中国の河川の影響は直接的には小さいのではないかと計算結果も現在出てきているところです。

こうしたことも考えると、単に日本海の管理を考えたときに、目先の沿岸域だけの管理を考えるのではなく、もう少し広域的な視点で見ることが必要でしょう。それは、東シナ海を含む日本海など、広域的な国際的な海域をいかに国際連携の下で管理していくかを考えていかなければならないことが一つあります。それから、地球温暖化等に伴って対馬暖流が変わってくるので、そういう変化に対してどういう対策を取っていかなければならないのかという中規模的な管理の考え方が求められます。そして最終的には、全体が変わる中でそれぞれの地先の湾や沿岸域でどういった管理が必要なのかを考えていく必要があります。ですので、今は富山湾を具体的に対象海域に研究を進めているところです。

2. 富山湾を明らかに

実際に富山湾を対象海域として、数値シミュレーションを行っています。数値シミュレーションを行うと何がよいかという点、富山湾でどういう流れが起きて、水温の分布がどうなるかというのが視覚的に分かるので、非常に説明しやすい面があります。こういったモデルを使って、富山湾では外からの影響と陸からの影響がどういったバランスで環境を形成しているのかも、ある程度見えてきます。

例えば陸から排出される河川水は淡水なので、基本的に塩分が低くなるのですが、塩分

が低くなる場所の面積がどれぐらい季節的に変化するのかを計算しています。すると、基本的に陸からの影響がある領域は、湾全体の 20%程度が陸の影響のある範囲です。ただ、河川を通じた淡水の排出が増える夏や梅雨の時期には 6 割程度、陸からの影響が及ぶ範囲が広がってきます。こうして時期によって陸の影響範囲がどう変わるのかが、モデルを使うことによって分かります。

さらに、このモデルの良いところは、ある空間を切り出して、空間の中と外で物質がどれくらい移動するのかを計算できることです。それによって、例えば富山湾の水深が 20m ぐらいの領域を切り出したとします。この領域内に陸からどれくらい物質が入ってきて、外にどれくらい抜けるのか、また富山湾は非常に深い湾なので、深層から表層にどれくらい物質が輸送されるのかを計算することができます。そうすると、冬には深いところから鉛直的な混合によって物質がどんどん供給されます。ただ、夏になると深層からの供給がなくなって、基本的には河川からの供給だけで富山湾の生態系が成り立っているといったことが分かっています。

こういったことを踏まえて、今後どういう形で富山湾を考えていくのかということで、われわれが着目しているのは富山湾の特徴の一つである豊富な地下水です。富山湾の場合、海底湧水という形で海に直接入ってきています。流量的には河川流量の 20~30%程度といわれていますが、海底湧水によって陸から海に供給される栄養塩の量が、河川と同程度もしくはそれ以上という過去の研究もあります。

では、地下水に着目して今後どういう形で富山湾を管理していく必要があるかということで、われわれが着目しているのは、蒲生先生のお話にもあったように、地球温暖化で県内の降雪量がどんどん減ってきているということが一つあります。今年は特別なのですが、基本的には県内の降雪量はどんどん減ってきています。ただ、冬場の降水量自体は変わっていないので、雪が減った代わりに雨になって県内に降っているわけです。雨になると基本的に川に流れ込んで、そのまま海に流出してしまうので、冬場の海への排出が増えるだけです。雪の場合は、それが山に蓄えられて、春から夏に徐々に解けて、海に排出されるのですが、そういったシステムがどうも崩れてしまっているというのが一つあります。

一方で、地下水を融雪に使っています。今年は、融雪で地下水を使い過ぎて、地下水位が下がっているというニュースも流れていますし、使い過ぎて融雪の水が出ないということも報道されていて、地下水が人間の活動の一環として非常に利用されるようになってきて、昔と状況が変わっています。もう一つは、水田は地下水を涵養する一つのソースだといわれているのですが、水田の面積も昔と比べてだいぶ減ってきています。

こうした社会情勢が過去と違って変わってきていることを踏まえて、では富山湾をどう考えていく必要があるのかということで、今は環境省で「森里川海」ということで、山から里、それから海にかけて自然な物質循環が行われるような環境政策を行っていく考え方を進めています。これを踏まえて、富山県では地下水の部分にも注目を当てて、山から海の物質循環の考え方を、富山県の地域を対象に検証して、われわれとしては最終的に陸海統合管理という形で提案したいと思っています。

○ディスカッション

(秋道) 非常に広い視野の話と、富山に即して立山連峰から 1000m 海底の湧水の話までしていただきました。

これでお三方の発表が全て終わったわけです。話がばらばらにならないように、しかしあまり細かい話だけではなくていろいろな面から光を当てたいと思います。蒲生さんに私から少しだけ質問したいのですが、温暖化、酸性化、富栄養化という三大海洋変化が起っています。富栄養化は別として、20 世紀から 21 世紀に、人類の歴史上あるいは地球上、初めて起こった現象を、東京大学海洋研が中心となって富山で明らかにしたことなのではないでしょうか。

(蒲生) 私が知る限りでは、40 年間で 10% という速さで酸素濃度が減ったのは、他に例のない速さだと思います。ただ、世界中の海でももちろんわずかずつ減っていることは、地球温暖化に伴う現象として観測されています。しかし、日本海の場合は速さが非常に抜きん出ているというところがおかしいですが、やはり小さい海だからこそ、そうなっているのだと思います。

(秋道) 皆さん、速さを非常に重要なキーワードとお考えください。速度が速いということが現代における海の環境変化の特徴だということです。そうすればサンゴ礁の白化現象、つまりサンゴの中にいる細菌が出ていってサンゴが死んでしまう現象が、沖縄・八重山諸島でもものすごく問題になっていますが、あれも富山や日本海で起っている現象とリンクするのか、全く別のメカニズムがあるのか、簡単に結構ですので教えてください。

(蒲生) 水温が上がってきていることが関わっています。これまではサンゴの成育に問題なかったのが、正常な環境ではなくなって、ああいうことが起こったわけです。だから、世界的な環境変化という枠の中でももちろんリンクしており、日本海で過去にはなかったようなことが起きているということです。過去というのは、人類の歴史時代の話で、もっと長い時間スパンの話です。

先ほど日本海の海水循環の話をしました。歴史時代をさらに遡る約 2 万年前、つまり陸が氷河で覆われていた頃の日本列島がどんな姿だったかを、海底の地形から復元することができます。氷期には海から水が陸上に移動して凍りついたので、その分、世界の海水準（水面の高さ）が下がったわけです。氷期の一番の最盛期である 2 万年ぐらい前には、現在よりも 120 m ほど海水面が下がりました。それを日本列島の地形に当てはめると、間宮海峡や宗谷海峡は完全に陸化してつながってしまいますし、津軽海峡と対馬海峡はかろうじて海が通っていたというふうに復元されます。

そうすると、日本海も東シナ海もほとんど陸化している状況ですから、先ほど吉田さんのお話のように、長江などから来る陸の栄養塩を豊富に含んだ水の影響という観点から見ると、長江の水が日本海の対馬海峡のところにまで迫っている、つまり陸の水がどんどん入り込みやすい状況だったと思います。陸水は淡水なので軽いのです。そうすると、先ほど述べた日本海の熱塩循環、すなわち“表面水が重くなって沈み込んで、日本海をかき混ぜるプロセス”が恐らく止まってしまうだろうと思います。

それは、日本海の海底にたまっている昔の堆積物中に記録されています。日本海の海底をボーリングして調べてみると、今から 5000 年前、1 万年前、2 万年前というふうに遡って、日本海の本環境がどうだったかある程度復元できます。それを見てみると、今から 2 万年前の日本海は、どうも今の黒海のような状態だったことが分かります。つまり、酸素が下の方へ運ばれなくなって、日本海の深いところは生物が住めない環境です。海底の記録を詳しく調べてみると、ある時期までは深海生物の化石があるのに、急に化石が出てこなくなるので、環境が大きく変わっていたことがわかります。

地球温暖化というのは、自然現象ではなくて人類が原因で地球の環境を変えているわけで、まだ今後どうなるかは分かりませんが、日本海の深海については昔の氷期の状態に近づきつつあるのかもしれない。これはもちろん 10 年後、20 年後のような直近の話ではなく、数百年後の日本海がどうなるかという話です。あまりうかつなことは言えませんが、いろいろな政策を立てる上で、こういう時代が昔あったこと、そしてその方向に現在向かいつつあるということを頭の隅にとどめておくのはいいことではないかと思います。

(秋道) 最終氷期はわれわれホモサピエンスがいた時代ですが、今日の蒲生さんのお話の中で、黒海と日本海を比較する観点で日本海も昔は黒海のような形だったかもしれないというご指摘と、現代の温暖化・酸性化による日本海の変化は、時代を越えて日本海を考える大きな視点として心に残るコメントではないかと思いました。

吉田さんに聞きたいのは、先ほど日本海と東シナ海の関係についておっしゃって、長江流域の影響はそれほど考えなくていいというご指摘でした。それはそれとして私が気にしているのは、6~7 年前だと思うのですが、エチゼンクラゲ (大型クラゲ) の発生は何と関係すると考えればいいのですか。温暖化、富栄養化、鞭毛藻類の増加など、何かあるでしょう。そして、なぜ対馬暖流に乗って稚内を通して知床半島まで行っているのでしょうか。大型クラゲの大発生の問題を、日本海学の先生はどう評価するのですか。

(吉田) これが原因というものは科学的に特定できていないようなのですが、多くの研究者は東シナ海の本環境が悪化していることを挙げています。クラゲが増えやすい環境になって、東シナ海で増えたものが対馬暖流によって日本海に運ばれてきているのです。だから、長江の影響は直接ないとはいうものの、長江の栄養分がそのまま日本海に運ばれてこないと言っているだけです。長江を起源とする淡水に伴って、淡水になると塩分は低下しますから、低塩分水が日本海にどんどん入ってくるので、基本的に影響はあるのです。だから、そうしたときに東シナ海で何か大きな変化、例えばクラゲが増えたり、環境が悪化したりすると、それは絶対に日本海に何らかの影響を及ぼすことは既に分かっていることだと思います。

(秋道) 私もよく分かりません。イワシやプランクトン食の魚を東シナ海で中国が捕り過ぎたという漁業学者もいました。ただ、プランクトン量の関係でクラゲが爆発的に増えるのかという質問をしたことがあるのですが、データがないので分かりませんと言われました。

今、自然系の話ばかりしていて東シナ海の話が出ましたが、先ほどの九段線についてで

す。南シナ海で中国が、習近平が鄭和以来の海洋政策に乗り出して、「真珠の首飾り」作戦でミャンマーからパイプラインで雲南省に石油を運ぼうとしているときに、わが日本はどう考えたらいいのでしょうか。

(秦野) 日本政府としてどうしたらいいかですか。一つは、最後に申し上げたように 2016 年に「開かれたインド太平洋政策」を提唱していますが、やはり日本一国では太刀打ちできることではないと私は思うのです。今のところ、同盟国アメリカはトランプさんが出てきて何だかよく分からない国になりつつありますけれども、あとはオーストラリアなどと手を結んで、さらにはインド太平洋諸国とも友好的関係をさらに拡大していくしか道はないと思っています。

先ほど言い忘れたのですが、中国は日本に比べて大きな国なのに、海岸線は日本の半分ぐらいしかない国なので、今までも陸地における国境線で何もないときに海の方へ出てくるようなことがありました。今はそういう余裕がある段階だとは思っております。それだけ付け足させていただきます。

(秋道) 今の話につなげると、日本は日露戦争のとき、島根県の竹島に海軍の要塞があったのです。ロシアのバルチック艦隊が通るときに指令を發して、そこで砲撃して日露戦争に勝ったのです。1905 年のことです。今は韓国が実効支配していますよね。実は、私は韓国の鬱陵島であったシンポジウムに出て、何食わぬ顔をして韓国人と紛れて竹島へ行ったことがあります。顔を見たら、こいつは日本人だというのがすぐに分かるらしいのです。それで、顔を軍隊に隠して何となく景色を見ているふうにして、40 分だけ島にいたことがあります。行かれたらすごいですよ。あのときに日章旗をオリンピックのように振ったら完全に捕まりますからね。だから、日本海で起こっていることは非常にいろいろな問題があることが分かります。

そこで、トランプさんがパリ協定を離脱しました。一昨年 12 月 26 日、パリで IPCC の枠組みを実行化することがようやく決まり、モルディブやギルバートなど低い島の国々が沈んでしまうので、すぐに批准したのです。ところが、アメリカは自国の経済界を優先して離脱しました。それで、問題は北朝鮮に移りますが、日本には拉致問題があります。それで私は拉致問題が発生した日本沿岸の地域はどこかを調べたら、先ほどのネレティンさんの話にあった、ごみが漂着する地域が多いのです。ごみだけでなく、クジラやイルカが時々、ストランディングというのですが漂着する地域が多いのです。そこで私は、それを含めてネレティンさんの NOWPAP の仕事の大きな目標であるごみ問題に着目したいと思います。人の国のせいにはしたくないのですが、ペットボトルを見たら富山湾はほとんどないのですが、能登半島の先へ行くとたくさんあります。ペットボトルを見たら、もちろん日本企業のものもありますが、圧倒的に隣国のものなのです。

そこでごみ問題（特に海洋ごみ）をどうしていったらいいか、県民の皆さまがたくさんいらっしゃいますので、先生方からお一人ずついろいろなご専門を踏まえて、こうしたらいいという意見や、来年秋には美しい湾クラブの総会を富山市で開くことがほぼ内定している段階で、研究者からの連携作業でどのようなことを期待したいといった発言を頂けたらと思います。

(蒲生) 私はごみ問題の専門ではないので、ごく大まかな話しかできないのですが、今おっしゃったペットボトルをはじめとするプラスチックごみを非常に気にしています。というのは、ペットボトルのかたちが保持されていれば回収して、きれいに片付けることはできるのですが、プラスチックは水の中へ置いておくとだんだん固くなって、時間がたつにつれてばらばらに壊れて拡がっていくので、特に今は太平洋の真ん中でそれが大きな問題になっています。日本海はそれほどでもないかもしれませんが、固く細かくばらばらになって、最後は目に見えないくらい小さくなったプラスチックごみが、世界中の海に広がりがつあるのは由々しい問題だと思います。多分、巡りめぐって日本海にも、目には見えなくてもマイクロプラスチックと呼ばれるような小さなプラスチック粒はきっとあると思います。

マイクロプラスチックが怖いのは、それを生物が餌と間違えて食べてしまうことです。しかもマイクロプラスチックはプラスチックとしてだけでなく、海水の中に含まれている非常に有毒な PCB など、かつて大きな公害問題を引き起こした疎水性の有機物を表面に集めてしまうことが分かっています。そういう有毒なものをくっつけたプラスチックを、魚や海鳥類が食べてしまう。そして有毒な有機物は生物の体内からなかなか排泄されず、どんどんたまっています。それが食物連鎖によって運ばれ、高位にいる大きな魚ほど有毒物質を濃縮してしまいます。最後はわれわれがそれを食べるのかもしれませんが。このようなマイクロプラスチック問題が今後どうなっていくのか、安心して刺し身を食べられるのだろうかなど、いろいろ目には見えないところに危機が忍び寄ってきていることについて、日本海や富山湾という場所から何か有益な発信ができるといいと思いました。

(秋道) 富山大学、富山国際大学、富山県立大学で、どこかイニシアチブを取ってやるか、あるいは県がそういう予算をファンディングして、そういう活動をすれば、ノーベル賞に届くかもしれないような活動かなという気がしているのですが、目には見えないけれど地球全体の環境問題に警鐘を鳴らす研究が富山から出たということになればいいわけです。

(秦野) 思い付きで感覚的な答えなのですが、中国の若い方は環境に敏感な方々がものすごく増えていますよね。

(秋道) 中国ですか。

(秦野) はい。中国でも若い方は割と環境問題に関心の高い方が多いのですが、それでもやはり自分たちが食べるものなどへの関心が高いと思うので、そういう関心が高まっている若い人たちに何か働き掛けて、自分たちのことだけでなく、回り回って自分たちのことになるので、ごみを投棄される海にまで関心を高めるような啓蒙的なことを何かできないかと思いました。

(秋道) 今回は保全と活用ということで、ネレティンさんが言われたように国連主導側

の大きな枠組みとして SDGs のゴールが 17 あって、そのうちの 14 番目が「海洋生態系の保全と適正な利用」です。それを今日は皆さんに覚えて帰っていただきたいのです。その中で、ごみ問題はどうしても避けて通ることができません。

藻場だったら、石川県の七尾湾の能登島辺りにたくさんあって、モズクなどの褐藻も採っているのです。私も何度も見たことがあります。あとは外洋性のカジメなど、石川県の狼煙や真脇辺りに行くところなのですが、やはり藻場の保全も日本では瀬戸内海を中心にやっていますので、私は富山独自のプログラムを考えて、県、大学、企業が連携してぜひやるべきだと思ってきたので、ごみ問題について面白いご指摘を頂いてありがとうございました。どうぞ。

(吉田) 藻場の話があったのでご紹介したいのですが、NPEC でもネレティンさんの発表の中にあつた藻場のモニタリングは、人工衛星を使って富山県内の沿岸域をずっと調査しています。調査し続けることによって何が原因でその藻場がなくなったのかなどが分かるので、過去と今の人工衛星画像解析を比較することで、何が原因でその藻場がなくなったのか、原因が分かればそれに対してどういう対策を取らなければならないのかということに今後つながっていくのだらうと思います。

(秋道) 面白いスライドでしたよね。これは重要なのです。秋田県はハタハタの産地ですが、秋田県以外にも新潟や富山でも捕れるのです。だから、秋田県産といわないと売れないから、3年禁漁しました。そのときに漁師さんに聞いたら、「藻場を港湾整備で全部なくしてしまった」と言うのです。藻場は、ハタハタが産卵する場所です。だから、自然界とのつながりを、漁業者も住民も食文化を担っている人もよく考えて、いろいろな公共事業のアセスメントをしないと、やってからでは遅いのです。環境修復は NOWPAP もやっていると思うのですが、そんな簡単に自然は戻らないだけに、今後とも産学共同でいろいろな事業に当たっていただきたいと思います。

もう時間が来てしまいました。今後とも、いろいろな連携が日本海学にございます。来年は 20 回目の日本海学シンポジウムですね。秋には湾クラブの総会が富山であります。メディアを含めて県の方もいろいろな取り組みをこれから開始されますが、私個人の意見としてですが、新しく皆さんにお読みいただけるような出版物を出したらいいのではないかなんかを希望的観測としてご披露したいと考えています。

今後とも日本海学推進機構は、日本海の真ん中にある富山県が「美しい湾クラブ」になって、ますます飛躍すると私は信じて疑いませんので、これまでお世話になった先生方を含めて市民の皆さんのなお一層のご鞭撻、ご指導を賜れば、本当に幸甚に存じます。長時間どうもありがとうございました。

(文責:日本海学推進機構事務局)