

Ocean Newsletter

20 June 2024

NO. 573

水環境保全・水資源利活用技術の開発

山口隆司 ● YAMAGUCHI Takashi

水を持続的に利活用していくためには、水利活用後に適切に水を浄化して自然に戻す環境保全や水資源再生の取り組みが必要である。また、当該取り組みが社会実装を成していくためには、カーボンニュートラルなど次代のためのキーワードも包含したモノやサービスとして創成していくことも求められる。本稿では、水資源再生の取り組みの社会形成での位置付け、当該技術の研究開発の事例および取り組みを通じた人材育成について記した。

魚類特有の抗体の役割

瀧澤文雄 ● TAKIZAWA Fumio

抗体は、細菌やウイルスなどの病原体に結合して我々の体の中から排除したり、侵入を防いでいるタンパク質である。抗体の種類は動物ごとに異なり、魚類では脊椎動物全般に存在するIgM抗体が主に体中の免疫応答に重要であるのに対して、魚類特有のIgT抗体が体表の粘膜免疫応答に関与することが分かってきた。ヒトの感染症予防と同様に、養殖産業においても水産用ワクチンによる予防対策が行われており、今後、魚類の抗体の特徴を活かした効果的なワクチンや評価法の開発が期待される。ここでは魚類の抗体の特徴と水産用ワクチンへの応用について紹介する。

千葉県館山市沖ノ島・地域循環共生圏を見据えて

～「アマモ場」「森」の再生活動とその広がり～

竹内聖一 ● TAKEUCHI Shouichi

NPO法人たてやま・海辺の鑑定団は、主に千葉県館山市沖ノ島を中心に2004年にエコツーリズムの実現を目指し設立した。海辺の環境変化(アマモの減少や森の衰退)が目に見えてきた2016年からアマモや森の再生などに取り組んでいる。取り組みは決して成功とはいえない中、現在そのことをきっかけとしてさまざまな活動が広がりを見せている。

水環境保全・水資源利活用技術の開発

[KEYWORDS] 生態環境／微生物／人材育成

山口隆司

●長岡技術科学大学学長特別補佐(産学地域連携担当)、上席フェロー、第16回海洋立国推進功労者表彰受賞

水資源への取り組み

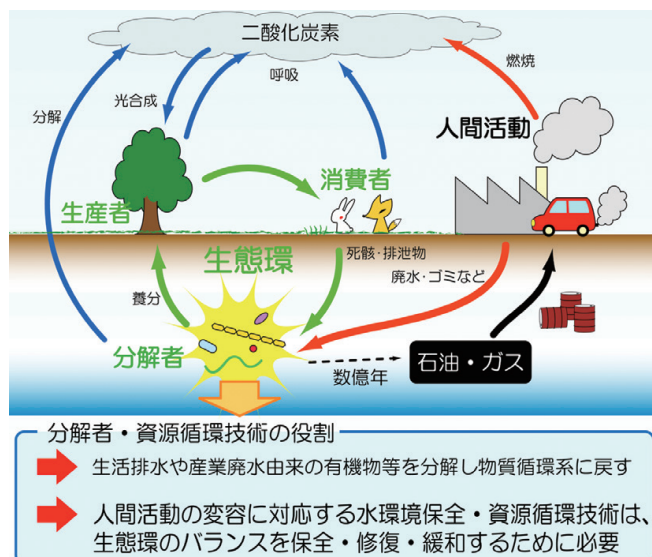
「人間が活動していく上で、確保しないといけないものを挙げてください」と問うと、その答えとしては、水、食料、エネルギーなどのワードが返ってくると思われる。本稿で着目する水は、飲み水からはじまり、生活用水、産業用水、親水・修景水など多様に利活用されている。食料の確保に関しても水は、魚介・海藻・野菜を育てる水として利用される。水を持続的に利活用していくためには、水利活用後に適切に水を浄化して自然に戻すというような、環境保全や水資源再生の取り組みが必要である。一方、当該取り組みが社会実装を成していくためには、カーボンニュートラル、エネルギー、国際展開など、次代のためのキーワードも包含したモノやサービスとして創成していくことも求められる。本稿では、水資源再生の取り組みの社会形成での位置付け、当該技術の研究開発の事例、および取り組みを通じた人材育成について記す。

生態環境と環境保全・水資源再生技術

「きれいな海や川」に入って遊ぶことは楽しいと同時に自然を観察する目を培ったり、魚とりをすることなどで知恵出しや工夫の技量を磨く場にもなる。こうした親水で水浴できる海や川の水質を良く保っているものは自然の浄化機構である。自然の中には汚れを沈殿・吸着させたりするイオンや砂礫・炭など非生物の物質と、汚れを主に分解する微生物が存在する。

長い自然の営みの中で、生産者(藻類・植物)と消費者(魚介・動物)および分解者(微生物)との間で、炭素・窒素・硫黄・リンなどの物質の利活用や、やり取りがバランス良く成される生態環境が形成されてきた。しかし、ここに、人間活動による過大な消費が入り込むと、特に海洋・河川・海底・土壌に存在する微生物の能力だけでは分解の能力が不足し、目に見えるゴミや汚水として滞留・顕在化あるいは潜在化し、水環境などを悪化させる事象が起きてしまう。人口の集中による都市化や産業革命以降の化石燃料の使用は、自然の生態環境のバランスを急変させるものとなった。生態

■図1 炭素を例とした物質循環と生態環境の概要



環境のバランスを保全・修復・緩和するための環境保全・資源循環技術は、都市の拡大・縮小、新産業の興隆、新物質生産に伴う副次的な排水・廃棄物の排出、など人間活動の変容に対応するように研究開発され、社会実装されていく必要がある(図1)。

海域、河川、湖沼という水域に目を向ければ、水環境保全・修復のため、国内外の現地で稼働可能な水資源再生技術の研究開発とその社会実装が必要であ

る。あるいは、より能動的に、食糧問題解決に貢献するタンパク質確保のための魚類等の生物飼育水管理技術の研究開発などが推進されるべきである。水資源再生技術は、多様な浄化能力を発揮する微生物を活用して、その浄化過程を構築することが多い。そのため微生物に関して新規有用微生物の探索や生態学的役割の解明などの研究、および微生物の特性を活かした創・省エネルギー型の水資源再生技術の開発が求められている。

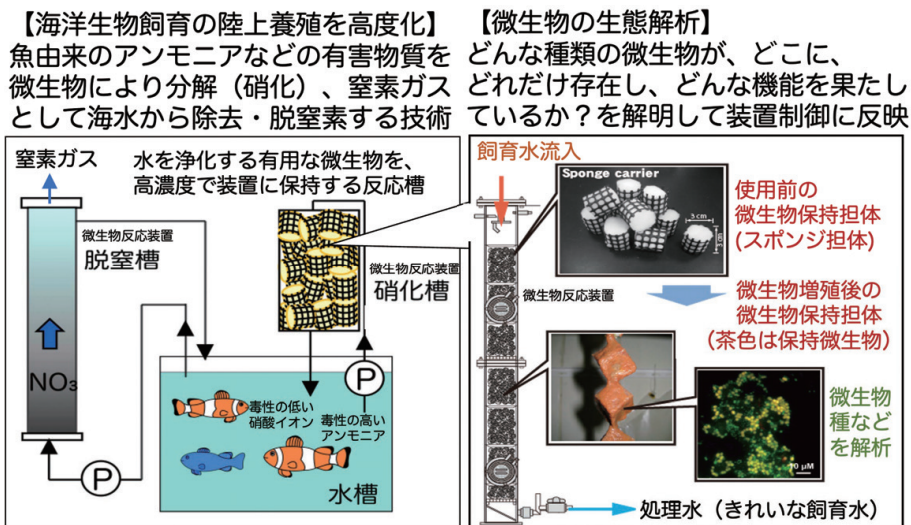
硫黄の動態解明と水資源再生技術の向上の必要性

水資源再生技術の対象物質は、生活排水由来の炭水化物、タンパク質、脂質由来の炭素や窒素化合物と、産業廃水由来の多様な物質といえる。一方、硫黄は、海水や河川水に存在し、産業廃水の組成としても多く含まれる。硫黄の存在は、海水では、一般的に塩素イオン、ナトリウムイオンに次いで高濃度で、硫酸イオン(SO_4^{2-})の形で海水1リットルに概ね2.7g溶解している。硫黄の形態は多様であり、温泉などでは湯の花の硫黄(S^0)の形で見られ、馴染み深い。ドブの匂いは硫化物(H_2S など)の形の硫黄化合物である。硫黄は、微生物・動植物の代謝により形態を変えて存在する。しかしながら、硫黄に関する微生物等の研究は、特に分析の過程で硫黄成分が変質してしまい分析に工夫が要ることなどから、道半ばの状況にある。

生活排水や産業廃水に含有する硫黄に関する微生物や、硫黄微生物の制御に関して理解を深めることは水資源再生技術を発展させていく上で重要な事項といえる。例えば、海水混入する

ような沿岸域の石油化学系工業団地の廃水を処理・再生しようとする場合には、海水・廃水由来の硫黄成分に配慮することで、水再生施設を構築できるようになってきている。また、陸上閉鎖循環式の海洋生物飼育装置では主に窒素成分を浄化することが目的となるが、硫黄関係微生物の知見も制御技術を向上させるものになってきている(図2)。

■図2 水再生技術の開発事例



陸上での海洋生物飼育のための微生物高濃度保持型の飼育水再生装置を運転し、微生物生態を解明する

環境保全・水資源循環技術を通した国内外の人材育成・ネットワーキング形成

社会は変化していくものなので、「こうした社会を創りたい」と先導できる人材や社会課題を解決する社会実装を推進できる人材の育成が求められる。こうした人材同士の相互理解のあるネットワークの国内外における形成は、環境保全・水資源循環の取り組みのみならず重要である。社会を具体的に変わっていくためには、モノ、サービスや技術に加えてマネジメントの能力などを供えて、組織の中で新事業として実践あるいは起業して実践する必要がある。社会を創っていく具体的な実践のためには、国内外の現場の課題がわかり、手が動き、相互理解で周囲を巻き込み、プロトタイプ導入や社会実装を成す、というこれらを早期に挑戦・実経験できる機会の整備が必要である。引き続き、筆者は、多様な連携協力を得て、研究開発・社会活動などを通した、こうした機会をつくり、人材育成を推進していきたい。(了)

魚類特有の抗体の役割

[KEYWORDS] IgT／魚病／水産用ワクチン

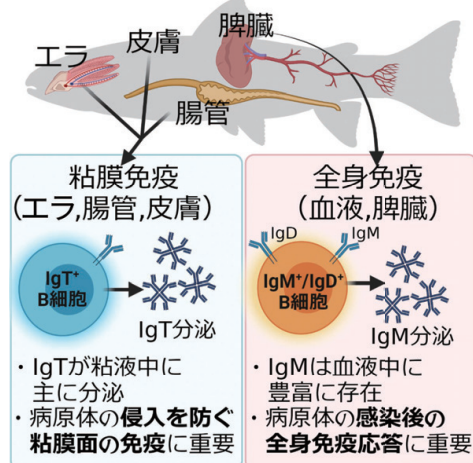
瀧澤文雄 ● 福井県立大学海洋生物資源学部先端増養殖科学科准教授

病原体の排除に関わる抗体

抗体は、免疫細胞の B 細胞から血液や粘液などの体液中に分泌されるタンパク質であり、細菌やウイルスなどの病原体に結合し、病原体の侵入防止や排除に関わっている。B 細胞は感染した病原体を「記憶」することができるため、同じ病原体が再び感染した際により速く、より多くの抗体を産生して迅速に病原体を排除することが可能である。B 細胞の「記憶」は、ヒト、家畜、そして養殖魚などの動物の予防接種に利用されており、目的の病原体の成分や無毒化した病原体から作られるワクチンを予め動物に投与することにより、B 細胞にその病原体を記憶させて感染を予防している。そして、血液や粘液などの体液を採取して、体液中の病原体に対する抗体の量を測定することで予防接種の効果を評価することができる。

■図1 魚類B細胞と抗体の特徴

抗体は動物種によって異なる種類が存在し、ヒトなどの哺乳類では主に 5 種類の抗体 (IgM、IgG、IgA、IgE、IgD) が存在する。これら抗体は、種類により産生される体内の部位や役割が異なる。例えば、初めて感染した病原体を B 細胞が認識した場合、まず初めに IgM 抗体が分泌され、免疫応答が進むと血液中の病原体をより効果的に排除できる IgG 抗体を分泌するようになる。一方、粘液中では IgA 抗体が多量に分泌されて常在細菌叢の制御や病原体の体内への侵入を阻止している。



魚類では、IgM 抗体が 1970 年代にさまざまな魚種で同定され、その機能が調べられてきた。そして、魚類の IgM 抗体も病原体やワクチンに対して産生されること明らかになってきた。その後、分子生物学の手法の発展とともに 1997 年に IgD 抗体、そして 2005 年に魚類特有の IgT 抗体 (T は真骨魚類 Teleost に由来) が新たに発見され、魚類では IgM、IgD、IgT の 3 種類の抗体が存在することが明らかになった。

魚類特有の IgT 抗体の研究から判明した IgM と IgT の機能の違い

B 細胞と抗体は種類により役割や分布が異なり、ヒトなどの哺乳類ではリンパ節や脾臓の B 細胞が IgG 抗体を血液中に分泌し、腸管や肺などの粘膜組織の B 細胞が粘液の中へ IgA 抗体を分泌することが知られている。一方、魚類は IgG も IgA も存在しないため、どこでどの抗体が働いているのか不明な点が多かったが、ニジマスでは IgM に加えて IgT 抗体を研究するためのツールが作製され、IgM⁺B 細胞と IgT⁺B 細胞の 2 種類の B 細胞、そしてこれら B 細胞から産生される IgM 抗体と IgT 抗体の研究が行われてきた。

ニジマスの IgM⁺B 細胞は魚類の免疫組織である腎臓や脾臓において主に分布するのに対して、腸管、皮膚、エラなどの粘膜組織においては IgM⁺B 細胞と IgT⁺B 細胞がほぼ同じ割合で分布している。また、IgM 抗体は血清中に多量に存在するのに対して、IgT 抗体は血清と粘液中にお

いて同程度の濃度で存在している。また、抗体の最も重要な役割は、病原体に結合し感染を防御することであり、細菌、ウイルス、寄生虫などの病原体が感染したニジマスでは、IgM+B細胞が脾臓・腎臓において活発に増殖し、病原体特異的なIgM抗体を血液中に分泌する一方で、IgT+B細胞は粘膜組織で活性化して病原体に特異的なIgT抗体を粘液中に分泌している。さらに、IgT抗体が存在しないニジマスを作製して感染実験を行うと、粘膜組織における病原体の感染率や感染魚の死亡率が上昇することから、IgT抗体が粘膜組織の感染防御に必要な因子であることが分かった。

また、近年の哺乳類の研究では、IgA抗体が腸管などの粘液中に分泌されて常在細菌叢に結合し、細菌叢のバランス制御に関わることが分かっている。これと同様にニジマスのIgT抗体も粘膜組織の常在細菌に結合する主要な抗体であり、エラの常在細菌のうちおよそ25%の種類に結合し、その中には腸内細菌目に属する潜在的有害菌や短鎖脂肪酸を産生するプロピオニバクテリウム目の有益菌が含まれていた。さらに、エラのIgT抗体がなくなることにより常在細菌叢の構成が変化し、有益菌が減少する一方で有害菌の増加が認められたことから、IgT抗体は粘膜組織の常在細菌叢のバランス維持を制御する役割があることが分かっている。

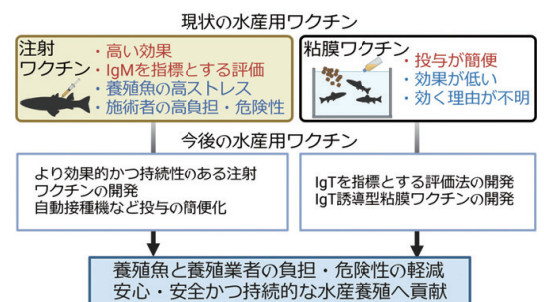
魚類の抗体研究の水産用ワクチンへの応用

これまでの研究から、魚類ではIgM抗体が全身を循環する血液で主に働くのに対して、IgT抗体は粘膜組織の局所で感染防御と恒常性維持に必須な抗体であることが分かった。世界的な成長産業である水産養殖業において、感染症による魚病被害が問題となっている。魚病の予防対策として、抗生物質による治療対策が行われてきたが、薬剤耐性菌の出現や環境中への汚染が問題となっている。そのため、魚の免疫機能を活用する水産用ワクチンによる魚の病気の予防対策が推進されている。養殖魚に使われる水産用ワクチンは、薬機法(旧薬事法)に基づいて製造販売が承認されており、魚の病気への効果が担保されている。また、ワクチン投与による魚への安全性とともに、食品中へワクチン成分が残留する心配もないため、魚、環境、そして消費者にとって安全かつ持続的な水産物の生産に貢献できるメリットもある。

当初の水産用ワクチンは、一尾ずつ接種する煩雑な注射法ではなく、体表の皮膚やエラも粘膜組織である魚類の特徴に着目して、餌にワクチンを含めて給餌する経口法やワクチン液に魚を漬け込む浸漬法など、投与が簡便な粘膜ワクチンの開発が主流であった。しかし、以前は粘膜面で主に働くIgTの抗体価を測ることができる魚種がなく、効果的な粘膜ワクチンの開発も進まず、現在も市販されているワクチンは2種類の病気(レンサ球菌症とピブリオ病)に対するもののみである。そ

のため、現在の水産用ワクチンの多くは、可食部である筋肉ではなく腹腔に注射して投与する注射ワクチンが主流となっており、目的の病原体に対するIgM抗体が誘導できて高い効果を示している。しかし、注射ワクチンは、多数の養殖魚を水槽・生簀から取り出して麻酔をかけて接種するため多大な労力を伴うのも事実である。そのため、今後、粘膜組織におけるIgT+B細胞の活性化およびIgT抗体の産生誘導の仕組みを理解することにより、投与が簡便かつIgTを効果的に誘導できる粘膜ワクチンの開発が進むことが期待される。また、海外では自動ワクチン接種機が開発され、短時間で多くの養殖魚にワクチンを注射法により投与することが可能である。そのため、血液や全身免疫において重要なIgM抗体のさらなる研究も必要になってくる。今後、魚類のIgMおよびIgT抗体の誘導機構の解析が進むことにより、養殖産業の課題である魚病に対するより効果的なワクチンの開発につながり、より安定的かつ持続的な養殖産業に結び付くと期待される。(了)

■図2 抗体を活用した水産用ワクチンの現状と今後



千葉県館山市沖ノ島・地域循環共生圏を見据えて～「アマモ場」「森」の再生活動とその広がり～

【KEYWORDS】 若者／学び、活躍、発言の場／循環

竹内聖一 ● NPO法人たてやま・海辺の鑑定団理事長

沖ノ島の自然環境・変化と原因

南房総・館山エリアは、黒潮の影響を受け自然豊かな環境を有します。サンゴの北限域として知られ、多くの植物が生息する周囲約1キロの小島「沖ノ島」があります。自然環境の保全と自然のすばらしさや大切さを直接「感じてもらう」ことで一人ひとりが心の豊かさを育むこと、エコツーリズムの実現を目指し2004年の4月にNPO法人たてやま・海辺の鑑定団は設立しました。

今は、2024年。実はその間に海辺にはさまざまな変化が少しずつ、いや、自然の移ろいの中ではかなり急激な変化が起きていました。2004年ころ、沖ノ島周辺は、豊かな藻場が形成されていました。その変化は2014年から明らかになりました。あって当たり前と思っていたアマモ（種子植物・海草）が急に減少に転じたのです。さらに、森の変化です。照葉樹林からなる多様な森を育てていたところが、2013年頃から照葉樹ヤブニッケイの立ち枯れが目立ち始め、さらに、2019年の令和元年房総半島台風では、多くの風倒木が発生してしまったのです。アマモの減少は2013年の台風26号による大きな砂の移動が引きがねとなったと考えています。さらに海藻や海草が減少する「磯焼け」が発生、魚やウニなどの「食圧」が、それに拍車をかけているのです。



台風前の沖ノ島(空撮)

また、森の風倒木の原因としては、気候変動に起因する「台風の大型化」も原因の一つでしょう。しかし、公園としての沖ノ島にはコンクリートの園路があったのです。それは、数十年余りに施工されたもの。NPO法人地球守代表理事高田宏臣氏（現顧問）の調査により「水と空気」が通らないコンクリートは、沖ノ島の環境を少しずつ傷め、「乾燥」し、「森」の「土中環境」悪化を招き、大きな台風の直撃により、それが目に見えて現れたということが分かりました。森の衰退は、海の森と陸の森、このつながりが大切であることに改めて気づききっかけとなりました。森がしっかり雨を受けとめ、雨水が地中にしみ込み、木々を育て、また清い水として海から湧き出す。まさに「循環」です。

自然環境を未来に伝えるための実践活動（アマモ場と森の再生）

「当たり前」に有ったアマモを、かつてと同じように再生することを目指し、地域の皆様と連携しながら取り組んでいます。2017年から2023年まで、種子植物であるアマモの苗を育てて移植することを中心に実践しています。しかし、ことごとく「食圧」で定着しません。この活動は、他の先進地を鑑みると、時間がかかることも分かっています。ただ移植するだけではなくアイゴなどの上位種であるアオリイカの産卵床を設置し、「食圧」を下げる試み、木更津のステテ風アマモ保護ゾーンを設置し移植アマモの保護や、食圧の少ない冬季の移植実験など、工夫を凝らしチャレンジを続けています。しかし、成功には結びつきません。あきらめずに地域の取り組みとして継続しています。

2019年の台風倒木から、NPO法人地球守の指導のもと「土中環境」に根差した森の再生活

動を実践しています。この活動は非常に学びが多く、自然環境を俯瞰した実践活動で、沖ノ島だけでなく地域の里山や、森の再生にもつながるノウハウを得ることができました。そして、50年後の森づくりを目指しています。それはきっと、50年後の地域環境、日本の環境、世界の未来にもつながることと思います。

「学びの場」「活躍の場」の提供と仕組みづくり

NPO 法人たてやま・海辺の鑑定団は、沖ノ島でのエコツアー、スノーケリング体験なども年間を通じて行っています。また、学校団体への体験活動も数多く行っています。コロナ禍では、大きな影響を受けましたが、2023年度では、年間5,000人以上の参加者が活動に関わりました。この活動は、楽しさだけではなく自然環境の変化を「自分事」として捉え、身近で起きていることや、現実を知るための大切な「学びの場」となっていると思っています。

自然環境を未来に伝えるための実践活動を継続するための仕組みとして、館山市と連携して沖ノ島環境保全協力金の取り組みを夏季に行っています。2017年からの取り組みで、2022年は約1,230万円、2023年は約1,306万円となり、館山市にとって、何もなかったところから生み出された大切な資金と言えます。この取り組みでは、同時にルール・マナー啓発も行います。それを私たちは「パークレンジャー」と呼び、これらの活動を通じて沖ノ島周辺のマナー向上に大きく貢献しています。この「パークレンジャー」には多くの地元高校生が「活躍の場」としてかかわっていることも大きいと考えています。

全国とのつながりから地域への広がりと若者の「発言の場」

全国の皆様とのつながりも生まれました。その一環として「全国アマモサミット 2022in たてやま」を2022年の10月末に、地域の皆様と共に開催することができました。リアル参加約700人、オンラインで900件もの皆様が参画し、「大会宣言」を採択しました。そして、新しい展開につながりました。それは「館山港 UMI プロジェクト検討会」の発足です。国・県・市・民間団体・企業など横断的な枠組みで、この検討会では、私たちだけではできなかった海の環境再生への取り組みを実践できる期待が高まっています。

地域への広がりもまた大きくなってきていると感じています。地域の小学校、中学校、高校とのつながりから、地域の自然環境の大切さはもとより、地域の誇りや地元愛につながり、活動が地域の活性化に何らかの影響を持てる可能性も今まで以上に感じています。

海や自然を楽しみながら知ることができるシンポジウムを「里海博」と銘打ち2018年度から始めています。そしてサミット大会宣言の実践として、2023年度は「里海博 2024」を高校生・中学生も登壇し「発言の場」として開催。約330人の皆様が来場しました。

これからも、若者たちの「学びの場・活躍の場・発言の場」を提供し、地域の自然環境を未来に伝えるための礎にしたいと思います。

これからの社会の大きなキーワードは、「循環」を重視した取り組みなのではないでしょうか。また、沖ノ島だけではなく地域の環境に目を向けることも大切です。まさに森川里海のつながり「循環」を意識しながら、地域を広く捉える。そして、全国の皆様とのつながりも大切です。今の自然環境を未来につなげるためには、「循環」というキーワードは、さまざまな施策に関わる横断的なテーマと捉えることもできます。また、それらを可能とする社会の実現こそ次世代に問われる社会づくりやまちづくりの課題なのではないでしょうか。そして、その実現が「地域循環共生圏(ローカル SDGs)」につながると考えています。(了)



アマモを移植している様子



事務局だより

◆新しい日本銀行券の発行が2024年7月3日に始まります^{*1}。肖像画が回転する3Dホログラムが導入される世界初の銀行券ということで、手に取るのが楽しみです。一万円、五千円、千円の紙幣が刷新されますが、海の政策提言誌として特に注目したいのは、微生物学者・北里柴三郎(1853～1931年)の肖像が描かれる千円券です。その裏面に海の浮世絵がデザインされるからです。◆新札に登場するのは、波を好んで描いた絵師・葛飾北斎の代表作、大波が白いしぶきを上げて覆いかぶさる大胆な構図で広く知られる「神奈川沖浪裏」です。江戸時代に人気を博した浮世絵版画シリーズ「富嶽三十六景」の1作品で、海の向こうには信仰の対象でもある富士山が静かにそびえています。売れ行き好調だったこのシリーズは10作品が追加されたため46図から成り、神奈川沖のほかにも海の風景を楽しめる作品が幾つかあります。つくだ煮の発祥地で当時は離島だった佃島を描いた「武陽佃島」、木更津津を進む弁財船が藍色の背景に映える「上総ノ海路」、砂浜に塩田が広がっていた頃の「東海道江尻田子の浦略図」、まだ橋がなく干潮時に砂州で渡る江ノ島を描いた「相州江の嶋」などです。◆いずれも名作ですが、やはり白眉は、海外でも「グレートウェーブ」と愛称が付くほど親しまれている「神奈川沖浪裏」でしょう。版画作品のため収蔵館は東京国立博物館など複数ありますが、たとえば江戸東京博物館(改修のため休館中で2025年度にリニューアルオープン予定)は、富嶽三十六景の同作品の解説文で、「作曲家ドビュッシーが、『海』を制作するにあたり、この作品からインスピレーションを得、画家ゴッホが弟宛の手紙で激賞したという話が伝わる、国内外でもっとも評価が高い作品」と紹介しています。これを描いた時の北斎は70代でした。90年の人生のほとんどを過ごした今の東京都墨田区には、「すみだ北斎美術館」が



あります。同館は、北斎の作品が新紙幣の図柄に採用されたことを記念して、8月25日まで特別展「北斎 グレートウェーブ・インパクト ―神奈川沖浪裏の誕生と軌跡―」を開催中です。遠方の方も、これを機に同館のサイトや、文化財のデータベース^{*2}などで、海の浮世絵の魅力を味わっていただけでしたら幸いです。(瀬戸内千代)

特別展「北斎 グレートウェーブ・インパクト ―神奈川沖浪裏の誕生と軌跡―」ちらし
<https://hokusai-museum.jp/GreatWaveImpact/>

^{*1} (独)国立印刷局「新しい日本銀行券特設サイト」 https://www.npb.go.jp/ja/n_banknote/index.html
^{*2} 一例として、国立文化財機構所蔵品統合検索システム(ColBase) <https://colbase.nich.go.jp/?locale=ja>

みなさまのご意見をお待ちしております。

『Ocean Newsletter』は、読者のみなさまからのご意見を歓迎いたします。鋭い現状分析、創造的なご意見、積極的な問題提起や政策提言などを求めます。頂戴したご意見・原稿は、編集会議で拝読のうえ、編集に反映させて参ります。

ご提出は、電子メールまたはFAXでお願い致します。

E-mail : oceannewsletter@spf.or.jp

FAX:03-5157-5230

詳細は、本財団ウェブサイトをご参照下さい。

『Ocean Newsletter』 次号No.574は、7月5日発行です。

下記URLにご登録いただきますと、
発行日にメール配信いたします。

https://www.spf.org/opri/newsletter/mail_magazine/

●OPRI情報発信アドバイザーボード(50音順)

秋道智彌

(海洋人類学)
山梨県立富士山世界遺産センター所長

飯田将司

(中国外交・安全保障)
防衛研究所地域研究部中国研究室長

北村喜宣

(環境法)
上智大学法学部教授

佐藤慎司

(海岸工学・沿岸環境)
高知工科大学大学院工学研究科長

庄司るり

(航海学)
(国研)海上・港湾・航空技術研究所理事長

鈴木英之

(船舶海洋工学)
東京大学大学院工学系研究科教授

高井研

(地球微生物学)
(国研)海洋研究開発機構超先鋭研究開発部門部門長

瀧澤美奈子

日本科学技術ジャーナリスト会議副会長

竹田有里

環境ジャーナリスト、報道記者

西本健太郎

(国際法)
東北大学大学院法学研究科教授

宮原正典

よろず水産相談室afc.masaf代表

山形俊男

(海洋物理学・気候力学)
(国研)海洋研究開発機構アプリケーションラボ特任上席研究員

山下東子

(水産経済学)
大東文化大学経済学部特任教授

早稲田卓爾

(海洋技術環境学)
東京大学大学院新領域創成科学研究科教授

●発行人

角南 篤 公益財団法人笹川平和財団理事長

●発行

公益財団法人笹川平和財団海洋政策研究所

〒105-8524

東京都港区虎ノ門1-15-16笹川平和財団ビル6階

TEL. 03-5157-5210 / FAX. 03-5157-5230

OPRI 海洋政策研究所

●●●●●●●● SASAKAWA PEACE FOUNDATION

Ocean Newsletter No.573

2024年6月20日発行(毎月5日・20日発行)

©2024 Ocean Policy Research Institute, The Sasakawa Peace Foundation

製作:(有)ブレインワークス