



海生研シンポジウム2018

(撮影：稲富 直彦)

目次

海生研シンポジウム2018を開催

- 気候変動と海生生物影響
—エネルギー生産と海域環境の調和の視点から考える— … 2
- イントロダクション—気候変動による沿岸域の変化と対策… 3

研究紹介

- 水温上昇に伴う藻場への影響と回復対策 …… 4
- 海洋酸性化の環境・資源への影響 …… 6

解説

- 海洋深層水とその利用 …… 8

エッセイ—潮だまり

- 5,500mから8mのドキドキと毎日の重み …… 10

トピックス

- メキシコ人留学生の見学 …… 11
- 柏崎翔洋中2年生の職場体験学習 …… 11
- 番神自然水族館体験への協力 …… 11
- 大原中2年生の職場体験学習 …… 12

研究成果発表 …… 12

海生研へのご寄附のお願い …… 12

海生研シンポジウム2018を開催 気候変動と海生生物影響

—エネルギー生産と海域環境の調和の視点から考える—

近年、気候変動によって沿岸海域においても海水の温度上昇や酸性化が進行しており、これらが海洋の生態系に影響して、水産業など生態系サービスにも影響が及ぶことが懸念されています。この問題を根本的に解決するためには、二酸化炭素排出を抑制しなければなりません。海洋にはそのためのポテンシャルが多くあります。

海生研では、平成30年7月31日(火)、東京都千代田区の御茶ノ水ソラシティカンファレンスセンターにおいて海生研シンポジウム2018「気候変動と海生生物影響—エネルギー生産と海域環境の調和の視点から考える—」を開催いたしました。本シンポジウムでは、気候変動による沿岸海域の環境と生態系への影響に関する調査研究や、気候変動緩和策としての海洋利用とその課題などの現状を、お二人の専門家にご講演していただくとともに、当所の取り組み状況などを4名の研究員が発表しました。さらに、終盤の総合討論では今後必要となるこの問題に対する研究の方向性を探りました。

当日は、一般の方々に加えて、産官学諸機関やマスコミの方などの関係者の参加も多く、当初予想を上回る130名の方々にご参加いただきました。

シンポジウムは香川理事長の挨拶で始まり、挨拶の中で理事長は、シンポジウム開催の趣旨を述べるとともに、海生研が時代とともに変化する社会的ニーズに応えるため「エネルギー生産と海域環境の調和」と「安心かつ安定的な食料生産への貢献」を目指し、発電所取放水の影響解明に加え、海洋環境放射能のモニタリング、海生生物への化学物質の影響・蓄積実態の把握、地球温暖化に伴う海水温上昇や海洋酸性化などの調査研究にも研究対象を広げてきたことなど、海生研におけるこれまでの研究分野の展開と、現在取り組んでいる重点領域についても言及しました(表紙写真)。

その後、2回の休憩を挟んで以下の6つの演題の講演・発表と総合討論が行われました。

①イントロダクション 気候変動による沿岸域の変化と対策(中央研究所 所長代理 喜田潤)

- ②水温上昇に伴う藻場への影響と回復対策(国立研究開発法人水産研究・教育機構水産工学研究所 水産土木工学部長 桑原久実)
 - ③海洋酸性化の環境・資源への影響(国立研究開発法人海洋研究開発機構 地球環境観測研究開発センター センター長代理 原田尚美)
 - ④海生研における海洋酸性化研究(実証試験場 林正裕 主査研究員)
 - ⑤CCSと環境影響評価(実証試験場 応用生態グループマネージャー 吉川貴志)
 - ⑥洋上風力発電と環境影響評価(中央研究所 海洋生物グループマネージャー 三浦雅大)
- 総合討論「海洋における気候変動緩和策実施とその課題」(座長 中央研究所 所長 三浦正治)

休憩時間には、ロビーに展示した海生研の業務に関するポスターをご覧いただきました。ポスターは、海生研業務の概要のほか、海域環境や水産物における放射能モニタリングの結果、低周波水中音が魚類におよぼす影響等を紹介したもので、短い休憩時間にもかかわらず皆さん熱心にご覧いただきました。

ご参加いただいた多くの皆様にはこの場を借りて御礼申し上げますとともに、今後とも定期的にシンポジウムを開催していきますので、引き続きのご指導・ご鞭撻をお願い致します。



総合討論の風景

なお、本号(No.140)において上記①～③の概要を、また次号(No.141)にて④～⑥及び総合討論の概要を報告します。

海生研シンポジウム2018より イントロダクションー気候変動による沿岸域の変化と対策

はじめに

ここでは、我々がなぜ気候変動に対応しなければならないのか、またそのために沿岸域でどのような対策が必要とされるのか、について振り返ります。

1. 地球温暖化と海洋環境

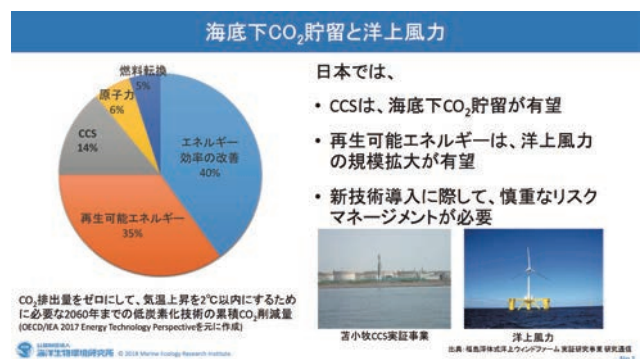
IPCC第5次評価報告書では、世界平均地上気温は上昇し続けており、温暖化対策をとらなければ2100年まで気温は上昇し続けるが、厳しい温暖化対策をとれば気温上昇をある程度に抑えることができる、という予測が示されました。海洋では、気象庁が世界年平均海面水温の変化を示していますが、海面水温は100年あたり0.5℃の上昇であることが分かります。海水温が上昇すると、海の生物の生息場所が変化します。1900年から2010年の観測に基づく海生動物群の分布域の平均移動速度を示す同報告書にある図によると、全ての生物がかつてより低温だった水域に移動したことがわかります。生態系を通じて海水温上昇の影響が生物分布域に及ぶことについては、桑原氏の講演(p.4~5)で詳しく紹介していただきます。気候変動は海水温だけでなく、海水の化学にも大きな影響を与えます。大気中の二酸化炭素濃度が上昇すると海水に溶け込む二酸化炭素が増加し、海水が酸性化します。もし温暖化対策をとらなかった場合に、現在から百年後に海水のpHがどれだけ低下するかを示す同報告書にある図をみると、すべての海域でpHが低下することが示されています。海洋酸性化については、原田氏の講演(P.6~7)で詳しく紹介していただくとともに、海生研の研究について当研究所の林が紹介します。海水温が上昇し、生物の分布域が変化すると、漁業にも大きな影響があります。中・高程度に温暖化するシナリオにおいて、2001~2010年と2051~2060年の10年平均を比較して、約1000種の魚類や無脊椎動物の最大漁獲量の変化を示した図をみると、漁獲量がほぼ変わらない海域は少なく、多くの海域で漁獲量が半分以下になることが示されています。

2. 気候変動への世界的な対応

COP21のパリ協定では、「世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保つとともに、1.5℃に抑える努力を追求すること」、「できるかぎり早く温室効果ガス排出量を減少に転じ、今世紀後半には、排出をゼロにすること」が目標として定められました。世界平均の海洋酸性化の変化を示す同報告書の図によると、温暖化対策をとらなければ、海洋酸性化はさらに進行してしまうのに対し、厳しい温暖化対策をとれば海洋酸性化の程度を一定に留めることができることがわかります。しかし、世界平均の海面水位上昇を示す同報告書の図をみると、厳しい温暖化対策をとっても、海面上昇は続いてしまうことが予測されています。気候変動はリスクによって及ぼす影響の度合いが異なるということに注意が必要です。

3. 気候変動緩和策

パリ目標達成には、低炭素エネルギーの規模拡大が欠かせず、特に発電の脱炭素化が、費用対効果が高い緩和戦略として必要となります。発電の脱炭素化には、「エネルギー効率の改善」とともに、「再生可能エネルギー」、「原子力エネルギー」、「CCS(二酸化炭素の地中貯留)」などがあります。日本では、CCSは海底下CO₂貯留が有望とされており、再生可能エネルギーでは、洋上風力の規模拡大が有望とされています。一方、これらの新技術導入に際しては、慎重なリスクマネジメントが必要となります。講演の第2部では、CCSについて当研究所の吉川、洋上風力発電については、当研究所の三浦が紹介します。



- 日本では、
- CCSは、海底下CO₂貯留が有望
 - 再生可能エネルギーは、洋上風力の規模拡大が有望
 - 新技術導入に際して、慎重なリスクマネジメントが必要

(中央研究所 喜田 潤)

海生研シンポジウム2018より 水温上昇に伴う藻場への影響と回復対策

国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産工学研究所
水産土木工学部長 桑原久実

藻場とは

我が国の藻場は、構成する海藻種により、コンブ場、アラム・カジメ場、ガラモ場、アマモ場等に区分(図1)されます。水深や底質等により単一種ではなく複数種で構成される場合も多くあります。藻場には、沿岸の一次生産の場、CO₂も含め栄養塩を吸収する等の環境保全の場、水産上有用な魚介類を含む多様な生物にとっての生息の場、人間にとって快適な景観や環境学習の場といった機能があります。


藻場とは



コンブ場



ガラモ場



アラム・カジメ場



アマモ場

藻場は、沿岸域において海藻や海草が、繁茂している場所のこと。

藻場の機能

- 沿岸の一次生産の場
- 栄養塩吸収(CO₂吸収も)の場
- 多様な生物の、産卵や棲息の場
- 人間にとって快適な景観や環境学習の場

図1

ところが、近年、この重要な藻場は、全国的に著しく減少する傾向にあります。このため、前述した多様な機能は低下し、水産業をはじめ沿岸生態系に影響を与えることが危惧されています。水産庁の調べによると、本年2018年の藻場面積は10万ヘクタール程度と予測されており、1980年代と比較すると半減しています。通常、藻場は、消長を繰り返しますが、一旦、減少し、そこから回復しない現象を磯焼けといいます。この要因は、水温上昇の影響を受けてウニや魚等の植食動物の食圧が高まるためと考えられています(図2)。

水温上昇を想定した藻場予測

まず、各海藻種が分布する水温帯の上・下限値を既存文献から収集しました。次に、現在の我が国の海水温を踏まえ全域一律に3℃上昇させた場合の藻

藻場の減少要因

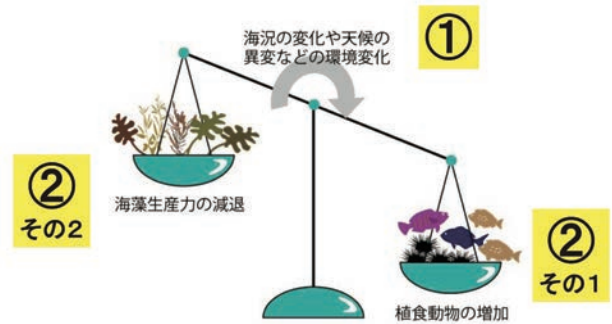


図2

場分布の変化を予測しました。一例として図3は予測したカジメの分布変化です。このような分布変化を太平洋側と日本海側の地区別に取りまとめたものが表1と表2です。競合種となるサンゴや植食動物であるウニ類や魚類の予測も併記しました。この結果、温帯性の海藻は、南方から消失し北上することが確認されました。但し、この分布幅は同じではなく狭まる傾向にありました。この他に、水温上昇により亜熱帯性の海藻やサンゴも北上するため着生基質に新たな競争が生じますし、植食動物も北上し食圧の増加も予測されることから、藻場の生育環境はより厳しいものになると考えられました。

+3℃、藻場(カジメ)分布は、どうなる？

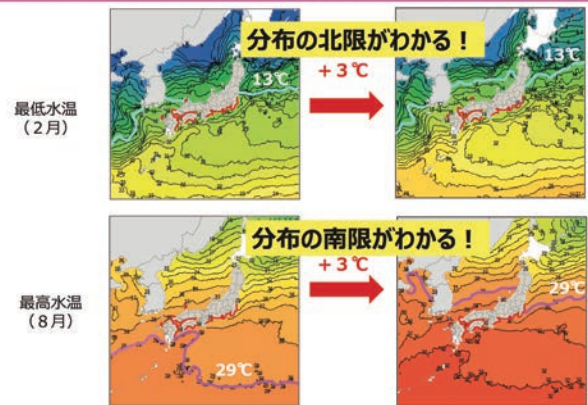


図3

表1

海水温の上昇 (+3℃) に伴う海藻、サンゴ、植食動物の分布変化 (太平洋側)

(赤色=消失、水色=拡大、緑色=現状分布)

分類	生物名	地域															
		八	沖	大	大	大	大	大	大	大	大	大	大	大	大	大	大
コブ類	ミツイシコブ	太平洋側に分布無し															
モク類	ワタモク	太平洋側に分布無し															
	ヤツマタモク	太平洋側に分布無し															
	アサギモク	太平洋側に分布無し															
	フタエモク	太平洋側に分布無し															
	クラハモク	太平洋側に分布無し															
	オオハモク	太平洋側に分布無し															
アラハ/シノ類	アラハ	太平洋側に分布無し															
	カシメ	太平洋側に分布無し															
	クロメ	太平洋側に分布無し															
サンゴ	リュウキュウスギモク	太平洋側に分布無し															
	クミシガサ	太平洋側に分布無し															
魚類	ユビドリイシ	太平洋側に分布無し															
	アイゴ	太平洋側に分布無し															
ウニ類	ムラサキウニ	太平洋側に分布無し															
	ガンガゼ	太平洋側に分布無し															
	キタムラサキウニ	太平洋側に分布無し															

表2

海水温の上昇 (+3℃) に伴う海藻、サンゴ、植食動物の分布変化 (日本海側)

(赤色=消失、水色=拡大、緑色=現状分布)

分類	生物名	地域															
		八	沖	大	大	大	大	大	大	大	大	大	大	大	大	大	
コブ類	ミツイシコブ	日本海側に分布無し															
モク類	ワタモク	日本海側に分布無し															
	ヤツマタモク	日本海側に分布無し															
	アサギモク	日本海側に分布無し															
	フタエモク	日本海側に分布無し															
	クラハモク	日本海側に分布無し															
	オオハモク	日本海側に分布無し															
アラハ/シノ類	アラハ	日本海側に分布無し															
	カシメ	日本海側に分布無し															
	クロメ	日本海側に分布無し															
海草類	アマモ	日本海側に分布無し															
	リュウキュウスギモク	日本海側に分布無し															
サンゴ	ユビドリイシ	日本海側に分布無し															
	アイゴ	日本海側に分布無し															
ウニ類	ムラサキウニ	日本海側に分布無し															
	ガンガゼ	日本海側に分布無し															
	キタムラサキウニ	日本海側に分布無し															

磯焼け対策の実践事例

藻場の回復には、磯焼けを起こす要因を取り除き、天秤のバランスを回復させることが重要です(図4)。

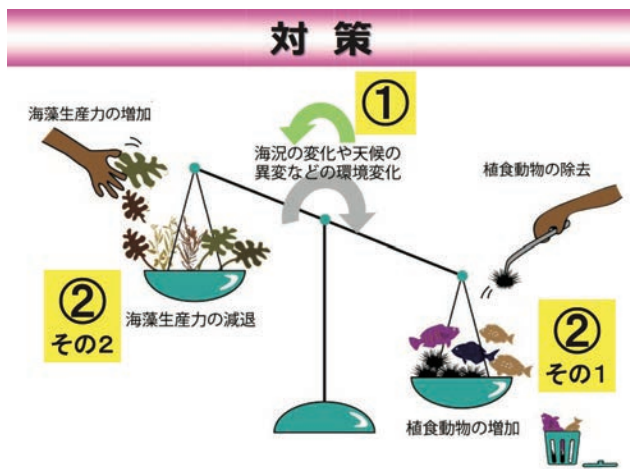


図4

1つ目の対策としては、温暖化等の気候変動を緩和や縮小させるもので、CO₂排出規制、低炭素エネルギーの推進等地球全体で取り組む課題であり、

CCS(CO₂回収・貯蔵)や洋上風力発電もその一環に含まれます。2つ目の対策としては、藻場からウニや魚等の植食動物を除去して海藻への食圧を減少させ、海藻の生産量を増加させることです。この際、留意すべきは、まず、植食動物の除去を実施して、次に、海藻の種まきや種苗の設置等を行う必要があります。後者を先に実施すれば植食動物に餌を与えていることになり藻場回復は期待できません。

この2つ目の対策の先進的な成功事例として、大分県名護屋湾の取り組みがあり、ここでは100ヘクタールに及ぶ藻場が回復しました(図5)。大きく藻場が回復するまで、ウニ除去等の対策を漁業者が中心となって根気強く続けた成果です。現在も当海域では、漁場を約30地区に分割して、定期的なモニタリングと回復藻場の維持管理が行われているところです。

藻場回復の状況

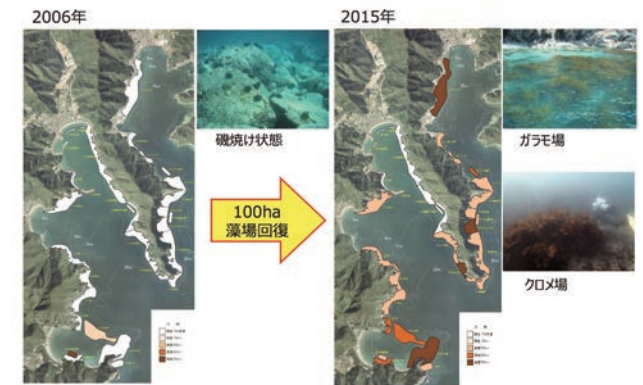


図5

今後の展望

現在、我が国の藻場は、海水温が上昇傾向にありますが、前述の予測で想定した上昇幅3℃にまでは達しておらず、海藻生育水温の上限未満の環境下にあります。藻場減少の主な要因は、水温上昇に伴う環境変化を背景にした植食動物の食害であるため、植食動物の除去対策を徹底実施することで回復する見込みがあります。

今後、全国的な磯焼け対策が実施される中、藻場の回復には、より効果的で確実な技術開発が求められています。同時に、ハード面ソフト面一体となった対策計画に基づく取り組みの重要性を認識し、藻場の回復過程に配慮した粘り強い対策の推進が必要と考えます。このような取り組みを十分に継続していけば、藻場は着実に回復すると思われます。

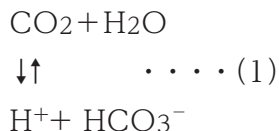
海生研シンポジウム2018より 海洋酸性化の環境・資源への影響

国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球環境観測研究開発センター
センター長代理 原田尚美

はじめに

近年、海洋酸性化は、温室効果ガスの1つである二酸化炭素(CO₂)が引き起こす問題として、その進行の把握や海洋生物並びに海洋生態系への影響把握が喫緊の課題となっています。

海洋表層にCO₂が溶け込むと水(H₂O)と反応し、炭酸水素イオン(HCO₃⁻)が形成されます(式(1))。その際、水素イオン(H⁺)が放出されるために海水の水素イオン濃度が増加し、その結果、水素イオン濃度を表す水素イオン濃度指数(pH)が低下します。



全海洋表層水pHの平均値は約8.1とアルカリ性ですが、徐々に酸性方向にpHが変化していく現象を海洋酸性化と呼んでいます。

海洋酸性化は、生物の殻や骨格になる炭酸カルシウム生成を阻害する危険性があり、海洋生物多様性やバイオマス維持への影響が懸念されています。そこで、海洋研究開発機構では、海洋酸性化による海生生物の応答を定量的に明らかにする研究に取り組んで来ました。以下より、日本周辺の外洋域における海洋酸性化の現状と海洋酸性化による炭酸塩骨格を持つ生物の応答を定量的に評価する手法について紹介いたします。

二酸化炭素の吸収域としての海

現在、世界の大気中には毎年6.4ギガトンの炭素が放出され、その内、海洋には2.4ギガトン吸収されていると見積もられています。海洋のどこで吸収されているのかを現場の観測やモデルシミュレーションで解析した結果、全海洋の中でも北太平洋、南太平洋、南インド洋で主に吸収されてい

ることがわかってきました。外洋域の酸性化に関して、太平洋、大西洋、インド洋など熱帯から亜寒帯域までの全海域にて継続実施されている世界の9つの時系列観測点における海洋表層の長期にわたるpHの観測結果が報告されています。それによると、海洋酸性化はpHで年間0.0011~0.0024の低下として進行していることがわかって来ました。わが国の近傍である北西部北太平洋 St. KNOT/K2(北緯47度、東経160度)で観測された年平均のpH低下速度は0.0024であり、9つの観測点の中でも大きな数値であることがわかります(図1)。

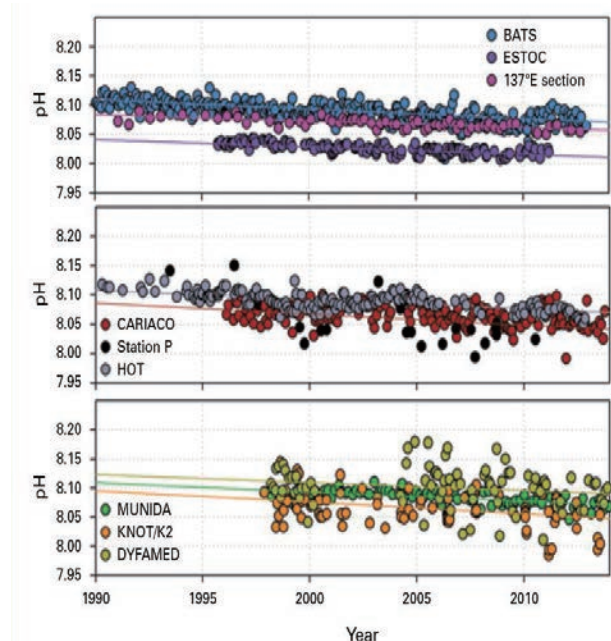


図1 世界の9つの時系列観測点におけるpH値の観測結果 (Greenhouse Gas Bulletin: ISSN2078-0796より引用)

海洋生物への影響

海洋酸性化については、まだ危機的レベルには至っていないとされていますが、海生生物にとっては、酸性化の進行がわずかであっても昇温など他の要素と複合することで飛躍的に影響が増大

する可能性があります。生物への影響を考える上で重要な指標の一つとして炭酸塩飽和度があります。炭酸塩飽和度は現場海洋の圧力、水温の条件下で飽和する海水の炭酸イオン濃度を分母に、実測した炭酸イオン濃度を分子に計算した値です。1を超えると飽和、1より小さいと未飽和となります。炭酸塩飽和度が未飽和になると貝やサンゴなど炭酸カルシウムの骨格を持つ生物、微小炭酸塩有殻プランクトン、ホタテ、カキ等の貝類、エビやカニ等の甲殻類が真っ先に影響を受けると考えられ、骨格を作りにくくなる上、溶解の恐れが生じます。

こういった懸念があるにも係わらず、海洋酸性化に対する応答を定量的に評価する世界標準的な手法がないため、海洋酸性化に対する影響評価は遅れているのが現状です。そこで海洋研究開発機構では、東北大学と共同で、全海洋の80%もの炭酸塩沈降量を占める世界最大の炭酸塩生産生物である微小炭酸塩有殻プランクトンの海洋酸性化に対する応答を定量的に評価する新たな手法(マイクロX線コンピュータトモグラフィによる炭酸塩殻の骨格密度を計測する手法(MXCT))の開発に取り組んで来ました。最終的に炭酸塩骨格密度を見積もるこの手法により、現場のpHの変化によってどのくらい骨格密度が低下しているかを評価することが可能となります。プランクトンサイズの炭酸塩生物は低次生態系の一翼を担う重要な生物であり、食物網を通じて魚類など高次生物に海洋酸性化の影響がどう出のかという点も懸念されます。

経済的インパクト

南北両極や亜寒帯域など冷水塊海域では、海水に二酸化炭素が良く溶け込むことから海洋酸性化の進行が特に深刻で、2100年にはこの海域の表層が、炭酸塩(アラゴナイト)未飽和になるのではないかと懸念されています。一方、熱帯や亜熱帯域でも酸性化は確実に進行し、pHが変化することそのものが海洋生物にとって脅威となる可能性があります。そのため、どこの海域でどの程

度酸性化が進行しているのか、世界各地で海洋酸性化のモニタリング観測が始まっています。その情報を共有し交換するための国際観測ネットワークが構築され(Global Ocean Acidification Observing Network、<http://goa-on.org/>)、4年に一度、国際ワークショップが開催されています。この国際ワークショップでも紹介されましたが、海洋酸性化の経済的影響は非常に大きいことがわかってきました。ユネスコ政府間海洋学委員会によると、海洋酸性化によって、多様な水産資源に加えて観光産業を支えるサンゴ礁海域は3~37.5兆円、魚類は6.5兆円、甲殻類で3.7兆円、貝類では2.4兆円の経済損失が生じると試算されています。

日本の漁業への影響評価はまだ行われていないものの、海洋生物環境研究所、北海道大学、東京海洋大学、筑波大学、琉球大学、水産研究・教育機構、海洋研究開発機構などが忍路(北海道)、厚岸(北海道)、大間(青森)、宮古(岩手)、館山・御宿(千葉)、下田(静岡)、柏崎(新潟)、瀬底(沖縄)など全国の沿岸域で海水中のCO₂分圧やpHの定点観測を実施しています。沿岸域では、1日の間でCO₂分圧やpHが大きく変動する特徴があり、これらの変動要因として、場所や季節、極端気象等様々な要因が知られています。残念ながら西日本には現時点で、観測定点がありません。日本全域の沿岸域における海洋酸性化の実態を把握するためには、各沿岸域における定点観測網の充実と、日周変動を含めたCO₂分圧やpH動態の把握が急務となっています。

以上、海洋酸性化の影響は、環境問題の中でも予測・解明すべき喫緊の課題として世界の研究者や一般社会にも浸透しつつありますが、日本にはまだまだ知られていません。国内観測ネットワークの構築を進めるとともに、養殖漁業を担う漁業者などへの周知や、海洋酸性化の現状に関する情報にリアルタイムでアクセス可能な情報環境づくりを勧めていくことが大切であると考えます。

海洋深層水とその利用

顧問 角湯 正剛

1. はじめに

海洋深層水をご存知ですか。最近では、環境問題に関心のある方が増えてきて、海洋深層水にも関心のある方が増えてきました。

筆者が、海洋深層水を知ったのは、当時の財団法人電力中央研究所(電中研)に勤務していた1980年代の後半でした。それまでは火力・原子力発電所の温排水拡散や冷却水の取水に伴う魚卵の取り込みなどの問題を研究してきましたが、新しいテーマを調査する経営調査室に転属となり、いろいろな問題を検討していました。そんな折、当時の海洋科学技術センター(現JAMSTEC)と関係ができ海洋深層水の話を知りました。最初は、数千mといった深層の海水の循環の問題かなと思っていたら、むしろ表層に近い水深200m以深の海水の問題で、太陽が届かないため光合成がなく、細菌がないので清潔、そのくせ表層での魚類などの死骸が分解され沈降するため植物プランクトンの成長に必要な無機栄養塩類が多く、また水温は10℃以下で、年中安定した温度であるといった特徴があります。これらの特徴のある海洋深層水を沿岸域からくみ上げて利用しようという構想が動き出し、このため電力業界でも利用できないかといった観点から調査を始めました。

2. 海洋深層水のさまざまな方面への利用

最初に深層水をくみ上げて利用したのは、1989年高知県の室戸市、1990年富山県の氷見市沖からで、1995年に富山県滑川市や入善町沖合から取水して主に水産への利用を始めました。さらに、深層水を脱塩化した淡水利用や、化粧水への利用、富山県滑川市や室戸市でのタラソセラピー施設など健康分野への利用といった様々な分野への開発が進展しました。そのころから水産庁の補助金を活用して全国各地で深層水設備の建設ラッシュとなり、現在までに図-1に示す通り北海道、東京、神奈川、新潟、富山、石川、静岡、三重、高知、鹿児島、沖縄の11都道県に19の取水施設があります。¹⁾



図1. 日本の海洋深層水取水施設の位置¹⁾

これらの機運から産学官の研究者が集まり1997年に海洋深層水利用研究会が発足し、2006年には海洋深層水利用学会(個人会員127名:団体会員44団体 平成30年現在)に発展しています。²⁾

海外でも海洋深層水は利用されており、米国ではハワイの温度差発電の研究施設において、1981年から取水されています。その後日本でのブームもあり、海水淡水化利用の淡水やスピルリナなどの健康食品、アワビ養殖などの水産業まで利用が広がりました。また、海底地形が急峻で深層水が取水しやすい台湾や韓国でも、台湾では深層水飲料、韓国では化粧品や淡水飲料水などに利用されています。

3. エネルギー分野への活用

筆者は、エネルギー分野への深層水活用を考えました。当初は、負荷平準化電源として提案されていたCAES(Compressed Air Energy Storage; 圧縮空気エネルギー貯蔵)への利用を考えました。³⁾

CAESの原理は、ガスタービン発電において、圧縮空気を作るのにエネルギーの約2/3を使うにあたり、この圧縮空気を作成し、貯蔵しておくと、使っていたガスタービン発電の出力が約3倍になり、貯蔵効率が揚水発電と同じくらいの約70%と高くなる性質を利用します。この方式で、1978年にドイツのフントルフで29万kWの発電所、1991年に米国アラバマ州マッ

キントッシュで11万kWの発電所が実用化しました。この圧縮空気貯蔵場所は、ドイツや米国では岩塩層を溶かしながらくりぬいて作成したもので、溶かした岩塩も利用し、そのあとの空洞も有効利用するという考えで、効率が良いのです。日本には、このような岩塩層がないため、地下300m層に大規模の空間を作成する方法を電中研で提案してきました。

一方、筆者らは貯蔵場所として300m程度の水深の海域を考えました。その水深に構造物を設置して圧縮空気を貯蔵し、貯蔵した空気の出し入れの時に生じる海洋深層水も利用するといった方式で、この案では、負荷平準化の発電所の運転と同時に海洋深層水が水産業などに利用できるため、地域開発型発電所構想として提案しました。

そんな折、国から産炭地振興も兼ねて、旧砂川炭鉱の跡地を利用してCAESを実証するプロジェクトが新エネルギー財団(NEF)から1998年に提案され、複数の電力会社と電中研が受託し、2MWクラスのガスタービン発電の実証実験を北海道上砂川町で実施しました。

最近の風力発電の開発が進んでくると、電力貯蔵技術が必要になり、米国でもこのCAES技術の有効性が見直されており、日本でもNEDOで、風力発電とCAESの組合せを検討、実証しています。

4. エネルギー使用合理化海洋資源活用システム

次に、海洋深層水の清浄性と低温性を利用したプロジェクトを1999年NEDOが提案し、ゼネコンやメーカー、コンサルタントなどで受託しました。⁴⁾

このプロジェクトは、海洋深層水を海洋起源の新たな再生可能エネルギー資源として位置づけその低温特性を火力発電所の冷却水に利用するなど省エネルギー技術に寄与するものです。このためこれまでの日量数十トンではなく百万トンといった大量の取水を安定的にかつ経済的に取水する技術、これら大量の深層水を使用した場合の環境影響評価、大量の深層水を利用する省エネ技術の開発をプロジェクトの3本柱として5年間にわたり実施、検討しました。

一番目の大量取水技術開発では、直径2m級の管路形式で、素材には新規開発した鎧装硬質ポリエチ

レン管を提案し、富山の滑川沖で、1/10の模型、半浮遊式海底曳航方式での設置を実証しました。

二番目の資源エネルギー技術開発では、火力発電所の復水器への利用において、海水温が高い時期に1ポイント程度の発電効率の向上が認められました。また、ガスタービン発電の吸気冷却への利用では、最大で深層水1トン当たり1kWhの省エネ効果があり、シャーベット氷の製造でも1トン当たり0.45kWhの省エネ効果があるなど、空調や冷凍システムへの利用も効果があることが認められました。

三番目の深層水の取・放水に伴う環境影響評価では、生物連行、富栄養化、赤潮の発生、放水域の温度影響などを検討しました。深層からの取水では、生物連行は少なく、富栄養化の心配もなく、深層水には珪酸が多いため赤潮をむしろ抑制できる可能性があるなど、環境への影響は小さく、生物環境には良い影響があると考えられました。

このプロジェクトの結果、実用化の観点から良い評価が得られましたが、海洋深層水が取水できる地点は、沖合数kmで、水深200から300mまでと条件が限定されました。この条件では北海道、富山、高知、沖縄など、外洋に直接面した地点が多く、高波や台風などの影響をまともに受ける場所で立地条件が若干厳しく、また最近の電力小売り自由化が進んだ場合には、深層水のような総合的な効果はあるが、経済性が優先されるなど、実用化には難題も多々あると考えられます。

しかし、地球温暖化が進み今夏のように気温が40℃を超えるような日が続く気候では、深層水の低温特性は省エネに有効で、放水後の低温効果も利用できるので、将来的には有望な技術と考えられます。

参考文献

- 1) 海洋深層水研究会 (<http://www.shinsousui.com/>, 2018年8月閲覧)
- 2) 海洋深層水利用学会 (<http://www.dowas.net/>, 2018年8月閲覧)
- 3) 内山・角湯(1990). 圧縮空気貯蔵発電システムの利点と経済性, 電力研究報告Y90002.
- 4) NEDO(2002). エネルギー使用合理化海洋資源活用システム開発.

潮だまり

5,500mから8mのドキドキと毎日の重み

眠れない、ご飯がのどを通らない、ハラハラ、ドキドキ、ここはどこ？私はだれ？

私が係った連続観測を行う装置を海中に設置して回収するまでの間に抱く心境です。

遠きは日付変更線や赤道を越え紺碧の海や氷河を眺め、深きは太平洋の水深5,500m、浅きは冬季日本海の水深8m、計測不能の波高や7ノット越えの流速にも怯え、思えば、遠くや近くで、大なり小なり色々やってきました。

ここでいう連続観測は、定点にセンサー等を設置して所定期間行うものです。船舶を使う連続観測もありますが、水塊の動きや変化の様子、長期傾向と思われる様子など、船舶観測だけでは見逃すかもしれない情報がこの連続観測により計測できる可能性があります。

観測形態は、計測器をロープや海洋構造物に取り付け所定深度に設置するタイプや計測器そのものを海底に設置するタイプ(写真1)などがあります。



写真1 水深800mに設置した連続観測装置 (石田ら, 2008)

潜水できない深度や海況では、設置から回収までを船舶で行い、船舶、装備などを確認し、作業することや作業手順を想像して設置物をデザインします。

若い頃に船会社O社K氏、K社Y氏、F氏など海の猛者たちを師と仰ぎました。自ら潜水して設置し数年間観測した経験からは、目で見、手で触り、船舶作業に資するヒントを沢山得ました(写真2)。



写真2 某環礁での潜水作業

現場でのハラハラ、ドキドキの先に、貴重なデータがあります。一方、身近な水を毎日採取して行う計測も、同じ場所とリズムで変化が少ないと思われがちですが、とても重要な連続観測です。まさに「継続は力なり」で、頭が下がります。こうした観測により長年積み重ねられたデータは、人類に欠かせない情報になる可能性を秘めており、ワクワクさせてくれます。

話を少し変え違った連続観測の話も少しだけ。先日、故郷の川で、上流から下流まで連続観測をしてきました。前回と比べて変化した川沿いの景色や生き物たち。そして、この連続観測の途中で煎れるコーヒー、遊んでくれる鳥達や魚達は何より格別でした(写真3)。



写真3 故郷の川と連続観測装置をのせたカヤック (石田, 未発表)

写真1出展「石田ら(2008)海洋理工学会誌 14:73-80.」
(実証試験場 応用生態グループ 石田 洋)

メキシコ人留学生の見学

平成30年7月12日、メキシコの留学生10名が日本メキシコ学生交流プログラムの一環で中央研究所を訪れ、海生研の放射能分析設備や飼育施設を見学しました。

ラテンアメリカには明るい人が多いというイメージがありますが、そのイメージどおり私たちの日本語の説明に対してとても明るい表情で熱心に耳を傾けてくれました。

私たちも楽しく説明することができました。



見学に訪れたメキシコ人留学生たち

(中央研究所 海洋生物グループ 岸田 智穂)

柏崎翔洋中 2年生の職場体験学習

平成30年7月25日～27日の3日間、新潟県立柏崎翔洋中学校2年生1名を職場体験学習に受け入れました。生徒には、生物の飼育管理を中心にしたプログラムを用意し、飼育水温の確認作業、飼育魚に給与する冷凍アミやモイストペレットの計量、飼育魚への給餌作業の



飼育中の魚類への給餌作業

他、植物プランクトン培養に関する作業などを体験してもらいました。また、飼育管理は複数の関係者が分担して行っているため、飼育生物の状態等について関係者間の情報共有がとても大切であることも説明しました。初日は、大変緊張していた様子でしたが、2日以降は、だいぶ打ち解けて作業が行えるようになりました。

生徒さんが職場体験の最後にまとめた感想文には、「わからないことは聞く」姿勢の大切さについてつぶられていました。今回の職場体験が、これから学校生活を送っていく上で、少しでも参考になれば幸いです。

(実証試験場 渡邊幸彦)

番神自然水族館体験への協力

平成30年8月19日、柏崎市からの要請を受けて、自然体験イベント「番神(ばんじん)自然水族館体験」に、参加しました。このイベントは、柏崎番神海水浴場にある、いけす式の自然水族館跡の岩場で、小学生以上を対象として磯遊びや海の生き物観察を体験するものです。今年の夏の土日祝日に開催しており、海生研は、最終日に参加しました。岩場にネットを張ったいけすに、海生研で飼育、生産したマダイやスズキなど約20尾(いずれも柏崎産)を放流し、イベントに参加した親子に観察してもらいました。ゴーグルや箱メガネで水中を覗き込み、観察した子どもたちからは歓声が上がり、親子とも海の生物とのふれあいを楽しんでいました。このような機会を通じて、生物の姿に感動し、興味を持つ若い人が増えることを願います。



番神自然水族館体験最終日の様子

(実証試験場 応用生態グループ 吉川 貴志)

大原中2年生の職場体験学習

平成30年8月20日～21日にいすみ市立大原中学校2学年の女子生徒3名が、職場体験学習のため中央研究所を訪れました。中央研究所では、地域貢献の一環として地元の小中学校からの依頼に基づき、例年この体験学習の受け入れに協力しています。1日目は御宿町内を流れる清水川の水温・塩分調査、2日目は給餌、飼育水の水質測定、魚卵や甲殻類の幼生の観察など飼育に係る作業を研究員の指導を受けながら体験しました。両日ともとても暑かったのですが、生徒は、屋外水槽の洗浄作業なども元気に取り組んでいました。アシナガモエビの幼生など普段見ることのない小さな生き物も興味をもって観察(写真)していました。



アシナガモエビの幼生を観察する様子

(中央研究所 海洋生物グループ 岸田 智穂)

研究成果発表

(氏名のアンダーラインは海生研職員を示します)

論文発表等

- ◆鈴木 淳・井口 亮・酒井一彦・中村 崇・藤田和彦・田中泰章・入江貴博・加藤亜記・大野良和・林正裕・山本雄三・磯野良介・諏訪僚太・井上麻夕里・野尻幸宏(2018). 海洋酸性化がサンゴなどの石灰化生物に与える影響評価実験. 月刊海洋, 50(6), 237-246.
- ◆Ineno, T., Tamaki, K., Yamada, K., Kodama, R., Tsuchida, S., Tan, E., Kinoshita, S., Muto, K., Yada, T., Kitamura, S., Asakawa, S., and Watabe, S.(2018). Thermal tolerance of a thermally selected strain of rainbow trout

Oncorhynchus mykiss and the pedigrees of its F1 and F2 generations indicated by their critical thermal maxima. Fisheries Science, 84, 671-679.

- ◆Takata, H., Inoue, M., Shirodani, Y. and Kudo, N. (2018). Radiocesium in the swash zones off the coast of the Japan Sea. Applied Radiation and Isotopes, 141, 64-67.
- ◆Ikenoue, T., Ishii, N., Kusakabe, M. and Takata, H. (2018). Contribution of ¹³⁷Cs-enriched particles to radiocesium concentrations in seafloor sediment: Reconnaissance experiment. PLoS ONE, 13(9):e0204289, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204289>.

口頭発表・ポスター発表等

2018年度の日本地球化学会、日本水産増殖学会、構造強度に関する講演会などで1件のポスター発表と4件の口頭発表を行いました。それらの詳細は以下を参照ください。

口 頭：<http://www.kaiseiken.or.jp/treatise/treatise09.html>

ポスター：<http://www.kaiseiken.or.jp/treatise/treatise10.html>

海生研へのご寄附のお願い

海生研は、発電所の取放水等が海の環境や生息する生物に与える影響を科学的に解明する調査研究機関として、昭和50年に財団法人として設立されました。

平成24年4月からは公益財団法人に移行しました。科学的手法に基づき、エネルギー産業等における沿岸域利用の適正化と、沿岸海域等の自然環境、水産資源、漁場環境の維持・保全に寄与することを目的として、これまで以上に長期的な展望を踏まえた計画的な学術調査研究を推進し、成果を公表してまいります。

今後も、計画的・安定的に調査研究を推進し、基盤充実を図るため、皆様からのご寄附をお願い申し上げます。

なお、当財団は「特定公益増進法人」に位置づけられていますので、ご寄附いただいた方に対して、税法上の優遇措置が講じられています。

ご寄附の振込先 三菱UFJ銀行 新丸の内支店
普通預金口座 4345831
口座名義 公益財団法人 海洋生物環境研究所
理事長 香川 謙二

海生研ニュースに関するお問い合わせは、
(公財)海洋生物環境研究所 事務局までお願いします。

電話(03)5225-1161

見やすく読みまちがえにくいユニバーサルデザインフォントを採用しています。UD FONT