

CONTENTS——目次

海洋深層水を利用した持続可能な地域づくり計画（久米島）

一般社団法人 国際海洋資源エネルギー活用推進コンソーシアム 岡村 盡…… 1～3

日本近海の海洋環境と三陸沖に水揚げされた魚種の変化

一般社団法人 漁業情報サービスセンター 藤井 榛子…… 3～4

海洋深層水を利用した持続可能な地域づくり計画（久米島）

一般社団法人 国際海洋資源エネルギー活用推進コンソーシアム 岡村 盡

1. はじめに

みなさんは「海洋深層水」というと何を思い浮かべるだろうか？ミネラルウォーターや塩、あるいは「海洋深層水使用」を売りのひとつにした大手酒造メーカーの発泡酒などを思い出される方が多いのではないと思う。

このためか、日本最大・世界でも有数の規模の海洋深層水取水地である沖縄県久米島における海洋深層水利用の中心は「一次産業」とりわけ水産業だという話をすると、びっくりされることが多い。さらに、久米島は海洋深層水を中心に据えて持続可能な島を作ろうとしている、という話には、うさんくさげな目を向けられることすらある。

そこで本稿では、久米島町の海洋深層水利用の現状と、その実績を生かした将来計画のコンセプトについて紹介したい。

2. 久米島における海洋深層水利用の現状

海洋深層水（以下「深層水」）とは、水深200m以上のいわゆる「深海」から汲み上げられた海水を指す。その性状の主な特徴は、次の3つにまとめられる。

- (1) 低温性
- (2) 清浄性（細菌・ウイルスが極めて少ない）
- (3) 富栄養性（無機栄養塩の濃度が表層の数十倍）

これら3つの特徴を生かした研究開発を行う目的で、沖縄県久米島に県立の海洋深層水研究所が開所したのは2000年のことである。同研究所では、初年度に深層水の低温性と清浄性を生かして、沖縄の特産である車えびの完全養殖技術の開発に成功した。現在この技術は沖縄県車海老漁業協同組合へと移転され、県内全域の車えび養殖場へ種苗供給するという重要な役割を担っている。これを皮切りとした水産業および農業分野の研究開発と技術移転、また、汲み上げた深層水の民間企業への分水により、久米島における深層水関連産業の生

産額は年間約25億円にも上るほど成長した（図1、図2）。久米島町全体の一次産業の生産額は年間40億円規模であることから、深層水が島の産業にとっていかに中心的な役割を果たしていることがわかる。



図1 海洋深層水研究所とその周辺

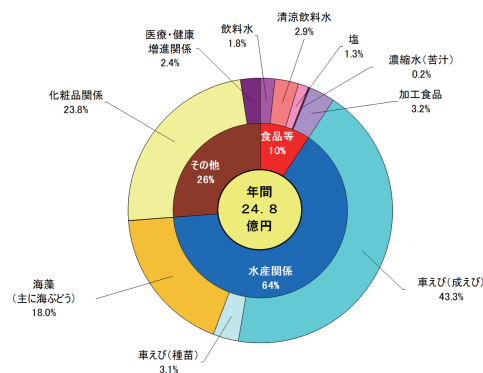


図2 久米島の深層水産業生産額内訳

現在行われている事業や研究開発が、深層水のどの特性を利用しているかを表1にまとめた。低温性を用いている事業が多い大きな理由は、久米島が亜熱帯気候に属することから、冷熱の利用価値が高いためである。特に水産利用においては高水温障害を防ぐための水温調整用として大規模に利用されている。また、清浄性は養殖時の病気リスク低減や生産物の品質向上に、富栄養性は海藻類（最終生産品または餌用）の生長促進に、それぞれ効果を発揮している。

表1 各分野で利用される特性

凡例：○：利用している性状、○：副次的に有利に働く性状、－：影響しない性状、△：不利に働く性状

用途		低温性	清浄性	富栄養性
商用	車えび 種苗養殖	◎	◎	○
	海ぶどう養殖	◎	○	△
	車えび、もずく出荷前処理	◎	◎	－
	冷熱利用農業	◎	○	－
	化粧品利用	－	◎	－
	食品・飲料利用	－	◎	－
	研究所冷房利用	◎	○	－
実証等	深層水温浴施設	△	◎	－
	カキ陸上養殖	◎～△	◎	◎
	夏季の車えび出荷	◎	◎	○
	トラウトサーモン海水馴致養殖	◎	◎	○
	新規海藻養殖	◎	◎	◎
	微細藻類培養	◎	◎	◎
	サンゴ増殖研究所	◎	○	△
	海洋温度差発電実証設備	◎	○	－
	蒸発法式海水淡水化装置	◎	○	－

3. 久米島の持続可能な島づくり計画

深層水利用が産業面で成功をおさめるにつれ、現在の取水施設の取水容量不足が2010年頃から顕著な課題として浮かび上がってきた。元来、研究開発を主目的として建設された取水施設であるため、水温調整のために大量の海水を使う水産養殖の拡大に迫いつけなくなってしまったのだ。

そこで、久米島町は2010年に「久米島海洋深層水複合利用基本調査」を実施。当時の既存産業の供給不足分と将来的な需要拡大への対応を想定して、現在の10倍規模の深層水大規模取水施設新設とその利用方法の基本計画を策定した。この規模は、世界最大の深層水取水施設と産業エリアを持つハワイ島に匹敵する。

その後、沖縄県による100kW級海洋温度差発電施設の実証試験(2012～2018年度)および同発電使用後の海水の多段利用実証試験(2016～2018年度)¹⁾、内閣府沖縄総合事務局による経済性調査(2017年度)²⁾など、将来の大規模化を見据えた実証や調査が行われてきた。

では、久米島町の大規模深層水利活用プロジェクトの計画とは具体的にどのようなものだろうか。そのコンセプトとねらいを俯瞰したい。

(1) 研究開発から産業までを担える地域づくり

現在の深層水産業を下支えしているのは現海洋深層水研究所(沖縄県)による研究開発であり、その役割は、大規模化時にはますます重要となる。また、現在も大学や民間企業との共同研究も盛んに行われており、こういった取り組みの拡大が予想される。

産業振興はもちろんであるが、その前段となる研究開発や実証、また、後述の他地域のモデルとしてのデモンストレーション等を総合的に担える地域づくりが、プロジェクトのコンセプトの柱の1つである。

(2) 海洋温度差発電による地域のエネルギー自給

同プロジェクトで計画している取水量(現状の約14倍の日量最大180,000トン)に対応する海洋温度差発電の発電出力は、約1,000kWである。発電電力量は、深層水利用産業エリアの消費電力量の合計を上回る見込みであることから、このエリア一

体が、同じ海洋由来の再生可能エネルギーにより運営できることとなる。

(3) 海水の複合利用による高効率化

海洋温度差発電では、海水の熱エネルギーのみを利用するため、深層水の持つ清浄性や富栄養性には影響を与えない。したがって、発電で用いた後の深層水を、他の産業で利用する「複合利用」が可能である。

さらに、「水温が上がった深層水」(清浄性や富栄養性を必要とするものの、より高温を必要とする対象に利用)や「(発電により)水温が下がった表層水」(低温を必要とするものの富栄養性が逆効果となる対象に利用)への需要も複数あり、複合利用が各産業においてメリットとなるケースも多い。

もちろん、複合利用により取水施設の初期コストや運用コストを複数の産業でシェアできることから、経済的成立性は大きく向上する。

(4) 久米島全体のカーボンニュートラルに向けたステップ

久米島町のエネルギービジョン³⁾では、2040年までに化石燃料の消費をゼロにする目標を掲げている。電力分野においては、太陽光発電と海洋温度差発電、および電気自動車を含む蓄電設備によって、現在の火力発電所を代替していく計画である。

大規模深層水プロジェクトの1,000kW級海洋温度差発電施設は、平均電力需要が約6,000kWの久米島にとっておよそ15%もの電力供給を担う施設となっており、久米島のカーボンニュートラル化に向けた重要なステップと位置付けられている。

(5) 栽培漁業による持続的な水産資源確保

地球規模の気候変動などの環境変化や人為的要因等による水産資源の減少は、とりわけ日本において大きな問題となっている。

深層水を用いた水産養殖・栽培漁業は、水産資源の持続的利用、そして懸念されている世界的なタンパク質危機への対策として、年々重要度が増している。

(6) 一次産業の地産地消の推進

水産養殖に加え、深層水の冷熱を利用した農業(温室ならぬ冷室を用いたハウス栽培や植物工場)も、同プロジェクトでは漸進的な拡張が計画されている。沖縄を含む熱帯・亜熱帯地域では、夏季には気温が高すぎるために葉野菜類が栽培できず、そのほとんどを地域外からの輸入に頼っているのが現状である。深層水を利用した農業はこういった現状を解消し、地産地消を推進することにつながる。

(7) 子どもたちの教育の場

現在でも、海洋深層水研究所と周辺の産業施設は、島内の小・中・高等学校はもちろん、島外からも多くの生徒たちが訪れ、エネルギーや一次産業、持続可能性や地域産業といった幅広いテーマを事業者から学ぶ、実践的なSTEAM教育(Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematicsを統合的に学ぶ教育)・環境教育の場となっている。深

層水産業がきっかけとなり、ハワイ島と久米島との姉妹島提携、およびこれに伴う島内高校同士の短期交換留学も続いている。

大規模プロジェクトの実現によって研究機能の充実化が図られれば、教育の場としての機能もますます充実していくものと期待されている。

(8) 持続可能な島嶼の先駆的モデルとして

このプロジェクトに共通するテーマは、海を生かした「持続可能性」と言えるだろう。2013年に海洋温度差発電の実証が始まって以来、久米島の海洋深層水研究所には、島嶼・沿岸地域を中心として実に68か国からの見学者が訪れた。SDGsやカーボンニュートラルといったキーワードを提示するまでもなく、人類の持続可能性は全世界的な課題である。久米島に先駆的モデルを目に見える形で実現し、エネルギー、食糧、水の確保に苦しむ熱帯・亜熱帯の島嶼に、海を生かした持続可能な地域を

広げていくことが、本プロジェクトの最終的な目標となっている。

また、沖縄へ来県の際は「百聞は一見に如かず」、ぜひ現地久米島にお立ち寄りいただければ幸いである。

参考文献

- 1) 久米島海洋深層水高度複合利用実証共同事業体、沖縄県商工労働部産業政策課「海洋深層水の利用高度化に向けた発電利用実証事業及び海洋温度差発電における発電後海水の高度複合利用実証事業」委託業務実績報告書(2019.3)
- 2) 内閣府沖縄総合事務局経済産業部、「離島地域における海洋深層水を活用した地域活性化可能性調査」調査報告書(2017.9)
- 3) 沖縄県久米島町、久米島町エネルギービジョン 2020 (2020.3)

日本近海の海洋環境と三陸沖に水揚げされた魚種の変化

一般社団法人 漁業情報サービスセンター 藤井 様子

1. はじめに

近年、海が変わったという話をよく聞く。その一因として海面水温の上昇とそれに伴う海洋生態系の変化が指摘されている。ここでは近年の日本近海における水温や海流の変化を背景に、我が国の漁業を支える代表的な水揚げ港が多く存在する三陸沖にスポットをあてて、主要魚種の水揚げの推移と出現魚種の変化を考えてみたい。

2. 日本近海における海面水温の変化

2014年に公表されたIPCC（気候変動に関する政府間パネル）第5次評価報告書では2100年までに気温が5.8℃上昇し、これに伴って海面水温は約3℃上昇すると予想されており、地球温暖化が海洋環境に影響を及ぼしているのはほぼ確実である（気象庁 HP より）。

日本近海における2019年までのおよそ100年間にわたる平均海面水温（年平均）の上昇は1.14℃/100年であり、全球における平均海面水温（年平均）の上昇は0.55℃/100年と比較すると約2倍の上昇となっている。しかし、日本近海への影響を見てみると水温が単調に上昇しているのではなく、気象や北太平洋における大気-海洋の相互作用の影響を受けて10年規模で変動している。また、季節風等の影響から海域によってこの10年規模の変動は異なる。北海道から三陸沖、関東沖に着目してみると2000年ごろから夏季の海面水温は上昇傾向にあり、特に釧路周辺海域で顕著にみられる（図1）。この海域の水温に影響を及ぼすと考えられる太平洋側の寒流である親潮は1980年代中頃以降、春季の平均

面積は減少傾向にあり、南限緯度も北退傾向にある。

3. 岩手県大船渡港における定置網水揚げ量の変動

岩手県水産技術センターが運用している「いわて大漁ナビ」（URL：<https://www.suigi.pref.iwate.jp/>）を用いて大船渡港における1994～2019年の定置網による主要魚種の月別水揚げ量の推移を比較した。その結果、マイワシについて2000年ごろは7～10月（夏～秋）が主漁期であったが、2010年ごろから1～2月が主漁期となり、水揚げ量が急増した2015年ごろから道東海域から来遊する南下群も混じり、12～2月が主漁期となった。さば類については年間の水揚げ量は10年規模で変動しており、2013年までは7～10月（夏～秋）が主漁期であったが、2014年以降12～6月（冬～春）に変化していた（図2）。また、底曳網による宮古港に水揚げされたさば類の水揚げ量は2017年ごろから冬季に漁獲が多くなった。マイワシ・さば類ともに三陸沖の夏季の

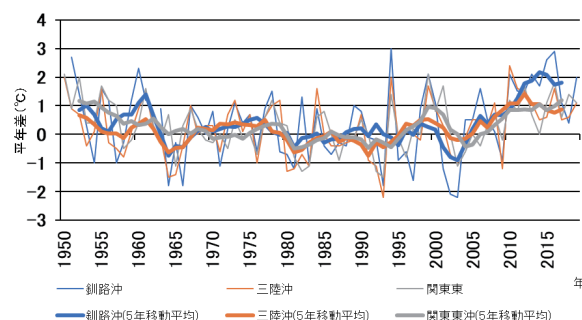


図1 1950～2019年の釧路沖、三陸沖、関東東沖における夏季（7～9月）の平均海面水温偏差と5年移動平均（気象庁データより作図）

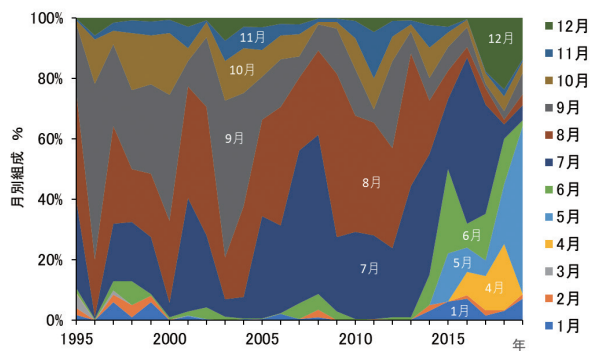


図2 1995～2019年の大船渡港における定置網による年間さば類水揚量の月別割合

海面水温の変動の影響によって主漁期が冬季にずれこんでいる可能性がある。また、ブリでは2012年を境に主漁期が8～11月から6～10月となった。春季から夏季の三陸沖の水温上昇が影響し、マイワシ・さば類とは反対に漁獲時期が早まったと考えられる。この違いの原因として、マイワシ・さば類の越冬場は関東近海以南にあるのに対し、ブリの冬季の分布域は九州や東シナ海付近にあることが考えられる。

一方、サケ(シロザケ)の水揚量は10年規模の変動はあるものの、2010年ごろから水揚量は徐々に減少し、2019年は29トンまでに減少した(図3)。

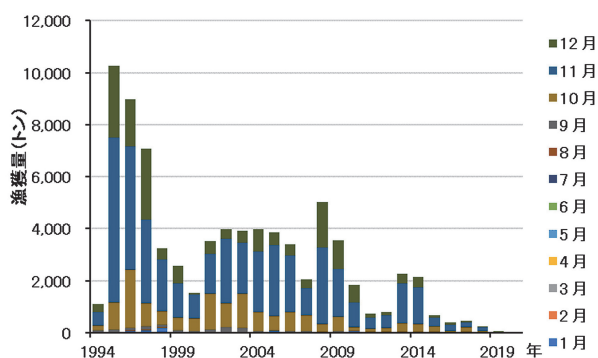


図3 1994～2020年の大船渡港における定置網によるサケ(シロザケ)水揚量の推移

東日本大震災によるふ化場減少の影響もあるが、海面水温の上昇が初期生残率に影響を及ぼしている可能性がある。また、北太平洋域に生息する冷水性の動物プランクトンであり、様々な水産有用種の餌生物として知られるツノナシオキアミの岩手県における水揚量は2012年以降減少し、1万トン前後を推移している。2010年以前は2～4月に水揚げがあったが、2012年以降は3～4月のみ水揚げの年が散見され、2020年は3月のみの水揚げで、1,000トン程度に留まった。このように冷水性種でも海面水

温の上昇の影響が見られる。また、ツノナシオキアミのような餌生物の減少は他の有用水産物の資源量にも影響するであろう。

4. 石巻港における定置網漁獲物の魚種変化

一般社団法人漁業情報サービスセンターには日本各地に出張所があり、出張所職員が各港で水揚げされた漁獲物の体長体重測定や水揚量調査を行っている。特に石巻にある東北出張所ではまき網漁獲物の調査だけではなく、沖合底曳網や金華山周辺定置網での漁獲物の調査も行っている。近年、金華山周辺定置網で漁獲される魚種に変動が見られるため紹介したい。2019年に始めて確認された魚種としてオアカムロアジやカスザメ、アミメノコギリガザミ、タカハノダイ等、少量ながら毎年漁獲されるようになった魚種としてイシガキダイ、アカヤガラ、ハガツオ等、増加している魚種としてヒラソウダやマルソウダ、タチウオ、ガザミやヤリイカ、ケンサキイカ等があげられる(写真1)。これらはほとんど暖水性として知られる魚種である。冷水性魚種が減少し、暖水性魚種が増加しているのは短期的な環境変化だけではなく、長期的な海洋環境の変化が影響していると考えてよいだろう。



写真1 三陸沖で増加している魚種の一部 (JAFIC東北出張所高橋氏提供)

5. まとめ

地球温暖化が海洋環境に影響を及ぼしているのはほぼ間違いないだろう。今回取り上げた三陸沖や魚種にとどまらず、様々な海域でそれぞれの魚種がある程度の影響を受けていると考えられる。また、今回取り上げたような漁期や来遊時期の変化だけではなく、成長や成熟等生物学的変化にも影響が出る可能性が高い。さらに、各海域の魚種組成や基礎生産量も変化するため、生態系への影響も大きいと考えられる。そのため、海洋環境の変化に応じた資源管理や対象魚種変化に応じた利活用等、水産業に関わるそれぞれが工夫しながら海洋環境変化に適応していくことが必要となる。

編集室から

2021年1月20日にジョー・バイデン氏がアメリカ合衆国第46代大統領に就任した。就任早々トランプ政権とは全く方向の異なる政策を次々と打ち出している。中でも気候変動対策はコロナに次ぐ重要政策としており、EUや日本と協調して世界の趨勢になりそうである。今回寄せられた2つの記事はいずれも気候変動に密接に関係しているが、特に久米島でのカーボンニュートラルの取り組みには、この世界の趨勢が大きな後押しとなろう。(塚)

Techno-Ocean News No.77 2021年2月発行(年4回)

発行: テクノオーシャン・ネットワーク (TON)

〒650-0046 神戸市中央区港島中町6丁目9-1

(一財) 神戸観光局内

TEL 078-303-0029 FAX 078-302-6475

URL: <https://www.techno-ocean.com>

e-mail: techno-ocean@kcva.or.jp