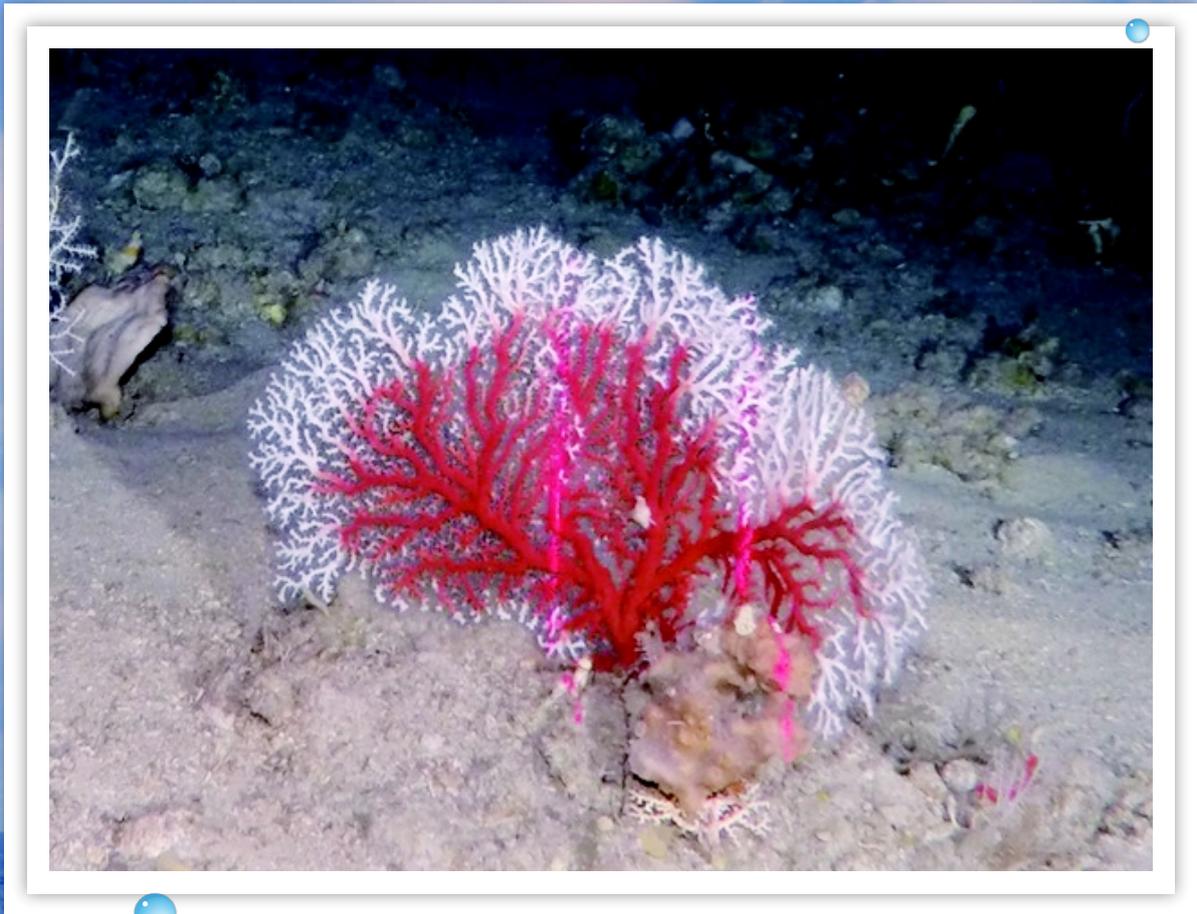


ななつの海から

● Na · na · tsu · no · u · mi · ka · ra

第10号

2016年2月



国立研究開発法人
水産総合研究センター

CONTENTS >>>



● Research

- ・ 天皇海山調査～開洋丸による桓武海山調査の紹介……3

● Topics

- ・ 北太平洋漁業委員会（NPFC）発足……9
- ・ 冷水性サンゴとその保護にまつわる国際的な動向……13

● Column

- ・ 連載コラム：海と漁業と生態系
【第8回】生態系研究の今日と明日……18
- ・ 在外研究報告（アスティ-テクナリア：バスク自治州・水産海洋技術研究所）……23
- ・ 俊鷹丸女性乗組員の職場紹介……26

● Activity

- ・ 主な出来事……28

表紙写真解説

沖縄近海における宝石サンゴ漁場環境調査で確認されたアカサンゴ（ラインレーザーの幅は6cm）。本種に代表される宝石サンゴ（ヤギ目サンゴ科）は、冷水性サンゴとしては例外的に漁獲され国際取引が行われており、たびたびワシントン条約での規制（附属書への掲載）が提案されている。そうしたこともあって、冷水性サンゴとしては生物学的情報が比較的多く、成長率（根元の直径の肥大成長速度）は年間0.3ミリ程度であること、雌雄異体で琉球諸島での産卵期は5～8月であることなどが報告されている。

（撮影場所：琉球諸島海域 ROVにより撮影 平成27年度開洋丸第3次航海レグ2 首席調査員：林原 毅）



天皇海山調査～開洋丸による桓武海山調査の紹介



外洋資源部 外洋生態系グループ 米崎 史郎

海山生態系とは？

海山生態系は、どのような特徴を有しているのでしょうか。広大な海中にそびえ立つ山は、周辺の海的环境とは異質なことから、多くの海洋物理や海洋生物分野などの研究者を魅了してきた。ただ、実際に海山の様相を眼にすることは難しく、さらに海山調査は莫大な費用もかかることから、海山に関する多くの仮説が提唱されているに過ぎない。そこで、Rowden et al. (2010) は海山の生態的役割の諸説を 11 のパラダイムとしてまとめ、その妥当性を検証している (表 1)。

まずこれらのパラダイム (諸説) を紹介しよう。

パラダイム 1 と 2 は、「海山は海底の“島”である」、「海山は固有性が高い」という海洋における海山の隔離性についてである。このパラダイムの背景には、ガラパゴス諸島のダーウィンフィンチの種分化や MacArthur and Wilson (1967) が唱えた「島の生物地理学の平衡理論」など、島の陸上生物の隔離性を海山に重ねている。しかしながら、海山の孤立性は海洋学的な特徴や集団遺伝学的側面から実証されていないとしている。

| パラダイム | 仮説と想定メカニズム | 現在の状況 | 既存の証拠とのバランス |
|---|---|----------|--|
| 1 海山は海底の“島”である | 海山は比較的ハビタットが隔離されており、海山間における稚仔の分散は海洋的な保持プロセスにより制限されている。 | 実証されていない | 海山は一般に物理的に隔離されており、また海洋学的特徴によって稚仔が留まっていることはない。また、集団遺伝学的証拠や分類学的多様性の研究では、海山は陸島のように隔離性は高くはないとしている。 |
| 2 海山は固有性が高い | 海山は類似の環境を有する場所よりも固有性のレベルが高くなっているに違いない。なぜなら、時空間的な隔離が種分化を促進させているからである。 | 実証されていない | 外洋においてはサンプルが非常に少ないので、高い固有性を示す証拠はほとんどない。また、集団遺伝学的研究では離れた海山間でも連続性が高いことが示されている。 |
| 3 海山は分散のための“踏み石”である | 海山間における群集組成の類似度は、地理的隔離に対して負にならない。なぜなら、種のターンオーバーは、適切なハビタットを連続的に“ステップ”することで、分散成功を現すからである。 | 尤もらしい | 広く検証されていない。しかしながら、海山群に沿って調べたところ、要因は混在しており、海山間における物理的な障壁 (海流、前線) が分散を制限していることが示唆されている。 |
| 4 海山生物相は高い豊度と現存量を有している | 海山は類似の環境を有する場所よりも高い豊度と現存量を有しているに違いない。なぜなら、栄養塩や食物が周辺海域と比較して、海山上で上昇しているからである。 | 尤もらしい | 魚類 (マグロ類やサメ類を含む) のような表層生物ではまずまずの説得力があり、哺乳類や鳥類も合理的ではあるが、産生無脊椎動物に関しては証拠は限定的である。 |
| 5 海山は生産性が高く、二次生産は主に局所的な一次生産や他の場所における生産によって供給されている | 海山における二次生産は高く、局所的な一次生産と他の場所における一次生産の生産物によって駆動している。海山における特定の海洋環境は豊富な栄養塩の流入を誘引している。 | 尤もらしい | 原産と外来の双方の生産が海山における二次生産を支えている。しかしながら、複雑な食物流入経路によって海山生態系が支えられているという仮説は、いくつかの限定された安定同位体比データがあるに過ぎない。 |
| 6 海山の生物群集は、漁業による攪乱に対して脆弱である | 海山は特に漁場のターゲットとなりやすい。なぜなら、海山は魚類資源が集中する場所であり、また漁業は海山を把握できる技術を有しているからである。 | 支持される | 世界の海を通して、漁業が海山をターゲットとしている証拠が数多くある。それゆえ、脆弱な生物群集に対する攪乱が起こっている。 |
| 7 海山の生物群集は、着底トロールによる攪乱のリスクにさらされている | 海山の生物群集は、攪乱に対して影響を受けやすく、生活史特性や優占している生物相の特徴から回復が遅い。 | 支持される | ある生物種の生活史を考慮すると、物理的な攪乱に敏感であること、着底トロールによる攪乱からの回復が遅いことから、影響を受けた生物群集の回復は遅いだろうという証拠。 |
| 8 海山は種の豊かな“ホットスポット”である | 海山は類似の環境を有する場所よりも様々な理由により種数が多い。例えば、ハビタットは他の場所と比べて不均一でかつ複雑である。 | 尤もらしい | 説得力のある研究は非常に少ない。底層の研究では海山よりも斜面域において種が豊富としているが、浮遊生物では逆の傾向があるとしている。また無脊椎動物において、海山と斜面域間で種の多様性に違いはないとの仮説もある。 |
| 9 海山の生物群集は、その海域の同じ水深帯の群集とは異なる | 海山の生物群集は、食物供給、隔離性、分散やハビタットの複雑性・利用可能な度合いなどに影響を与える流れのレジーム変化を通して、他のハビタットとは異なっている。 | 尤もらしい | 証拠は限定されている。しかし、種組成は違わぬが、海山の生物群集の構造は、他海域の同じ水深帯とは異なっている。 |
| 10 海山は斜面域“シンク”の個体群の“ソース”である | 海山における個体群は、付近の無脊椎動物個体群の繁殖個体を維持するソースとなっている。なぜなら、個体は斜面域よりも海山で高く発生しているからである。 | 尤もらしい | 限定された観察がある。魚類においては支持されるが、無脊椎動物では逆の傾向であった。個体群の遺伝的手法を含めて、さらなる調査が必要である。 |
| 11 海山は海洋規模のカタストロフィックなイベントにおける待避場所である | 浅い海山または海山の浅い場所にいる種は、大規模な無酸素や酸性化状態でも生存可能である。なぜなら、カタストロフィックなイベントが起こっている水深から隔離されているからである。 | 尤もらしい | 海山における“生きた化石”の出現が証拠である。最近のモデル研究において、海山はインサンゴの海洋酸性化の影響からの待避場所として予測されている。 |

表 1. Rowden et al. (2010) の Table 1 に示された海山生態学における 11 つのパラダイム

パラダイム3は、「海山は分散のための“踏み石”である」という生物分散としての価値である。またパラダイム4「海山生物相は高い豊度と現存量を有している」や8「海山は種の豊かさの“ホットスポット”である」は、1と2と同様に海山の特殊性から生まれた海洋のオアシスとしての考え方である。

パラダイム5は「海山は生産性が高く、二次生産は主に局所的な一次生産や他の場所における生産によって供給されている」、9は「海山の生物群集は、その他海域の同じ水深帯の群集とは異なる」と述べられており、海山の生産性と群集組成についてである。海山縁辺の湧昇により栄養塩の供給が大きく複雑な海洋環境であることから、高い生産性と特異な群集組成が予想されるが、意外にもそれらを実証するだけの具体的なデータは少ないようだ。

パラダイム6は「海山の生物群集は、漁業による擾乱に対して脆弱である」また、7は「海山の生物群集は、着底トロールによる攪乱のリスクにさらされている」として、漁業による海山生態系への影響を指摘している。漁業に携わる水産研究者としては複雑な心境である。特に海山生物群集への着底トロールによる攪乱の受けやすさと、またこれら攪乱を受けた生物群集の回復力が遅いことが指摘されている。

パラダイム10は「海山は斜面域“シンク”の個体群の“ソース”である」とし、海山での個体群が“ソース（他個体群への子孫の供給源）”となっている説である。海山平頂部と斜面域においては、分類群によってシンク（無脊椎動物）とソース（魚類）が逆の傾向を示しているという見解が紹介されており、大変興味深い。ただ、この説には更なる調査研究が必要と述べられている。最後のパラダイム11は「海山は海洋規模のカタストロフィックなイベントにおける待避場所である」という仮説である。研究事例として、海山はイシサンゴ類にとって酸性化の影響からの待避場所になるだろうと紹介している。

以上、海山の生態的役割の諸説を紹介したが、漁業の影響以外の説は明確に実証されておらず、まだまだ未知で謎が多いことが窺い知れた。理論や想定されるメカニズムについては納得する部分が大いにあるが、それらを裏付けるデータや調査は少なく、海山生態学における研究の余地は大いにありそうだ。次に、天皇

海山について述べる。

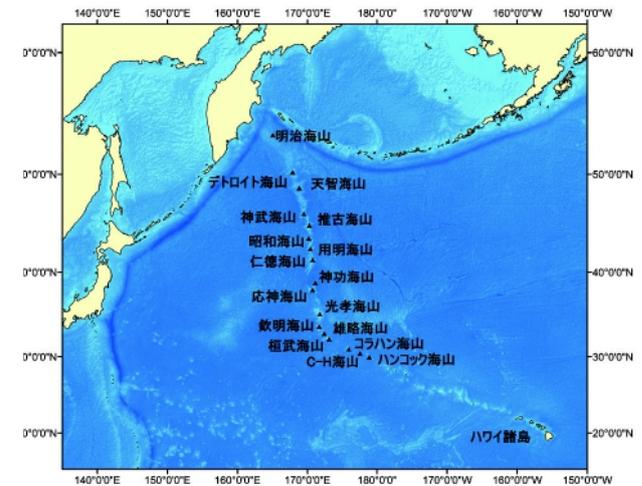


図1. 天皇海山群およびハワイ海山群。

天皇海山と底魚漁業

天皇海山(図1)はハワイ諸島の北西部からアリューシャン列島まで約3,000 kmにわたり連なっており、形成年代は北方の海山ほど古く、海底水深は一般に北ほど深くなっている。ちなみに、一番北側の明治海山は8,500万年前、桓武海山は4,000万年前に出来たと言われている。現在のハワイの位置で次々に生まれた海山は、太平洋プレートの移動に伴って、海底に沈み込み海山群となっていったが、このプレートが北に向かって移動したため、南北に海山が形成された。また、4,000万年ほど前からプレートの移動する向きが西に変わったので、ハワイより西側にずれた形で列を成している。主に漁場として利用されているのは、北緯45度以南の用明、仁徳、神功、応神、光孝、欽明、雄略、桓武、コラハンの9海山となっている。

天皇海山海域における漁業は、旧ソ連が1967年にクサカリツボダイを開拓したことに端を発している。我が国も1969年には北転船の代替漁場として本格的に参入することとなるが、当時この漁場の情報収集に追われていた旧遠洋水研 北洋底魚資源研究室の千国史郎さんは「遠洋-水産研究所ニュース」の記事の中で「・大陸棚でも既知のバンクでもない所に、多量の底びき対象資源が存在しているらしいことに“あり得ることだ”などしたり顔をしながら、内心では疑心と不安と期待とが入りまじって興味しんしんという状態であった。所内では折にふれて話題となり、いつしか“幻の魚”と通称されることとなった。・・」と

クサカリツボダイ資源についての驚きと戸惑いを赤裸々に綴っている（千国，1970）。開発当初，日本と旧ソ連で15万トンを超えていたクサカリツボダイの漁獲量は，1977年頃から急減し，代替魚種としてキンメダイも積極的に漁獲されるようになった。1980年にはキンメダイが1.2万トン程度漁獲されていたが，その後は6,000トン未満となっている。次に天皇海山における調査の経緯について述べたい。

天皇海山海域における調査船調査

我が国漁船の天皇海山漁場への本格的な参入を受けて調査船調査が相次いで実施された。まず海洋水産資源開発センター（当時）が1972，73年にクサカリツボダイやキンメダイを対象としたトロール漁場企業化調査を行い，底魚類の生物相を中心に調べた（井口，1973；黒岩，1973）。その後は，1990年代に開発センターによる漁場開発調査が断続的に行われている。また，当時200海里問題が取り沙汰されており，北洋漁業への依存が高い北海道・東北地方の船団の代替漁場対策の一環として，天皇海山海域が注目されることとなった。宮城県が1975年（宮城県水産振興課，1975），北海道が1976，77年（鈴木・高橋，1978），青森県が1976年（田村，1976），北海道大学が1977年（山本ほか，1978）に，それぞれ漁場開発や海底地形調査を精力的に行っていた。

このように天皇海山海域の有用な漁場としての可能性が探られる中，1984年には静岡県清水市（当時）で「北太平洋の海山の環境と資源」と題した日米水産海洋研究集会在開催されている（Uchida et al., 1986）。なお，この和文のプロシーディングは，水産海洋研究会報47・48合併号（1985）に掲載されている。天皇海山海域における海洋物理学や漁業生物学の現状と課題について各専門家がレビューしており，当時漁場として高い期待がもたれていたのを感じることができる。

水産庁は開洋丸で，1972年にクサカリツボダイを主とした海山周辺における魚類の分布調査と漁場形成に係る海洋調査を行っている（那須・佐々木，1973）。表2に開洋丸によって実施された天皇海山調査の概要を示した。調査当初は，加入量変動の大きいクサカリツボダイの幼魚調査を中心に曳網調査が実施されていた。しかし，2006年の国連総会で，魚類資源の持続的管理とVME（Vulnerable Marine Ecosystem：脆弱な生態系）の保護を目的とした公海底魚漁業関連決議案の採択を契機に，天皇海山におけるトロール漁場の海底環境（冷水性サンゴ類の分布状況など）を把握するためのROV（Remotely Operated Vehicle：遠隔操作無人探査機）や深海ドロップカメラシステムなどによる海底調査に重点が置かれるようになってきた（柳本，2009；林原，2012）。2010年からは水産大学校 耕洋丸によるマルチビーム音響測深調査も実施されており，海山の詳細海底地形図が作成されている。また，NPFC（北太平洋漁業委員会）が2015年7月に発足し（一井，本誌記事），開洋丸による天皇海山調査にはNPFC参加国等から大きな期待が寄せられている。それでは最後に，近年の開洋丸による天皇海山調査を紹介しよう。

桓武海山調査プロジェクト

2014年から，外洋生態系グループでは，これまで重点的に行ってきた漁場海底環境調査（ROV，深海ドロップカメラ，ウニ桁網，生物ドレッシング）に加えて，クサカリツボダイやキンメダイなどの底魚類餌環境調査を開始し（図2），私は首席調査員として乗船した。対象海山はトロールおよび底刺し網漁業の漁場として利用されている桓武海山で，2014，15年の2年間に漁場海底環境および底魚類餌環境調査を実施し

| 調査 | 調査期間 | 調査名 | 調査海山 | 主な調査機器と調査項目 |
|------|---------------|-----------------------------|-------------------|--|
| 1997 | 2月7日～3月24日 | 中部北太平洋海山海域におけるクサカリツボダイ仔稚魚調査 | 光孝，桓武，コラハン，C-H | ノルバックネット（自合0.33，0.15mm），雑魚ネット（マルチネット），多層閉鎖式TONE3ネット（自合0.333mm），ORIネット（自合2mm），中層トロール，樽流し，釣り，パイオテレメトリー，計量魚探（KJ-2000） |
| 1998 | 10月30日～11月25日 | 北東太平洋海山におけるクサカリツボダイ幼魚調査 | 雄略，桓武，北東太平洋 | ノルバックネット，表中層トロール，釣り，計量魚探（EK500，KJ-2000） |
| 2006 | 9月1日～10月5日 | 天皇海山トロール漁場環境調査 | コラハン，桓武，雄略，光孝，敦明 | 多層閉鎖式T1+8ネット，ROV，スミスマッキングタイヤ探照燈，新野式ドレッシング，カニ電，計量魚探（KFS，EK500） |
| 2007 | 5月30日～6月28日 | 天皇海山トロール漁場環境調査 | 仁徳，神功，応神，北光孝，光孝 | 多層閉鎖式T1+8ネット，ウニ桁網，新野式ドレッシング，カニ電，釣り，計量魚探（KFS） |
| 2008 | 7月27日～8月9日 | 天皇海山トロール漁場環境調査 | 光孝，雄略，桓武，コラハン，C-H | 深海ドロップカメラ，MOHIネット，ウニ桁網，カニ電，釣り，計量魚探（KFS，ES80） |
| 2009 | 9月25日～10月22日 | 天皇海山トロール漁場環境調査 | 光孝，桓武 | 深海ドロップカメラ，ウニ桁網，生物ドレッシング，釣り |
| 2010 | 5月18日～7月9日 | 天皇海山トロール漁場環境調査，クサカリツボダイ幼魚調査 | 光孝，桓武，C-H，北東太平洋 | ROV，深海ドロップカメラ，ウニ桁網，生物ドレッシング，ノルバックネット，表中層トロール |
| 2011 | 6月9日～7月4日 | 天皇海山トロール漁場環境調査 | 光孝，コラハン，C-H | ROV，深海ドロップカメラ，ウニ桁網，生物ドレッシング |
| 2012 | 7月21日～8月15日 | 天皇海山トロール漁場環境調査 | C-H，コラハン，雄略，光孝 | ROV，深海ドロップカメラ，ウニ桁網，生物ドレッシング |
| 2013 | 7月29日～8月23日 | 天皇海山トロール漁場環境調査 | 光孝，コラハン，北光孝 | ROV，深海ドロップカメラ，ウニ桁網，生物ドレッシング |
| 2014 | 8月22日～9月19日 | 天皇海山トロール漁場海底環境調査および底魚類餌環境調査 | 桓武，コラハン | ROV，深海ドロップカメラ，ウニ桁網，生物ドレッシング，計量魚探（KFS-3000，EK500），中層トロール，閉鎖式MOHIネット，釣り，J-Quest X |
| 2015 | 7月22日～8月14日 | 天皇海山トロール漁場海底環境調査および底魚類餌環境調査 | 桓武 | ROV，深海ドロップカメラ，ウニ桁網，生物ドレッシング，計量魚探（KFS-3000，EK500），中層トロール，閉鎖式MOHIネット，釣り，J-Quest X |

表2. 水産庁開洋丸によって実施された1997年以降の天皇海山海域における調査概要（2006年からは水産庁の国際資源評価等推進事業の下で毎年実施されている）



図2. 2015年に行った開洋丸調査の観測・調査機器（左上から時計回りに、ROV, MOHT, CTD, J-Quest χ , 中層トロール風景, 深海ドロップカメラシステム。なお、本写真は開洋丸調査結果速報の表紙を飾っている）。

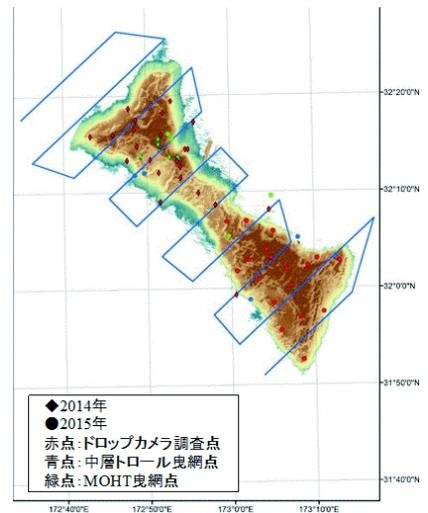


図3. 2014, 2015年に行った開洋丸による桓武海山の調査点および魚探航走ライン。

た。調査点および魚探航走ラインを図3に示した。餌環境調査としては、音響調査、曳網調査（多段開閉式MOHT, 中層トロール（2015年のみ実施））、釣り調査などを実施した。計量魚探（KFS3000, EK500）および音響光学複合観測システム（J-QUEST χ ）を用いて、海山上とその周辺における音響データを収集した。曳網調査は、音響調査によって得られた魚探反応を中心に、多段開閉式MOHTネットと中層トロールを用いて、漁獲対象種の餌生物（動物プランクトンおよび中深層性魚類）の採集を試みた。また釣り調査は、音響調査やROV観察によって得られた情報を中心に、漁獲対象種の成魚の釣獲を試みた。

次に餌環境調査結果の一部を紹介する。ROVによって海山上の窪みにクサカリツボダイの群れが観察された（図4）。この地点において釣り調査を実施したところ、尾叉長28～34 cmのクサカリツボダイが24個体（♂6個体, ♀18個体）漁獲され、中には卵巣が発達している個体も見られた。また、計量魚探調査によって反応が見られた水深帯を曳網したところ、中深層性魚類であるキュウリエソ（曳網水深50～120 m）やムネエソ（曳網水深200～250 m）が漁獲され（図5）、底魚類のこれら餌生物の音響と生物特性データを同時に取得することに成功した。開洋丸が自身の計量魚探で捉えた魚探反応を中層トロールで曳網し漁獲できたのは、偏に開洋丸の戸石船長をはじめ航海



図4. ROVによって観察されたクサカリツボダイの群れ。下の写真にはナンヨウキンメも見られる。

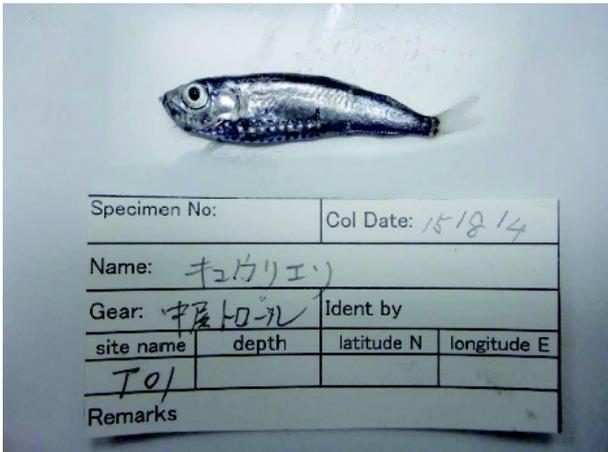


図5. 中層トロール調査によって漁獲されたキュウリエソとムネエソ。

士・甲板員の方々の迅速かつ適切な判断の賜物である。また、計量魚探調査には水産工学研究所 澤田グループ長をはじめ水産情報工学グループが活躍されている。改めて感謝申し上げたい。

結びにかえて

冒頭で紹介した海山生態学のパラダイムの中で、海山生物群集における種の豊富さや現存量の多さは“尤もらしい”と判断されていたが、私が2回乗船し昼夜の計量魚探調査を行った感想からすると、少なくとも桓武海山の夏季における生物相は比較的単純で現存量も決して多くはない印象であった。今後の詳細な解析が楽しみである。また、パラダイム6や7では生物群集の漁業による脆弱性が指摘されていた。海山上の水産資源の持続的な利用を目指すには、生物資源の分布特性を考慮した空間管理を推進しなければならない。

闇雲に漁業を排斥する動きには注意が必要であるが、漁業や調査データに基づいた科学的なアプローチは、NPFCにおける漁業国としての責務と言えるだろう。さらに漁業資源やVMEだけではなく、海山生態系の構造と機能の解明も、水産資源の持続的な利用のためには必須であり、海山調査は益々重要となってくるだろう。

最後に開洋丸調査の実施には多くの方々にご尽力頂いている。水産庁、水研センターの関係各位にお礼申し上げます。

参考文献

千国史郎. 1970. “幻の魚”素描-クサカリツボダイ-. 遠洋-水産研究所ニュース 3:1-4.

林原 毅. 2012. 開洋丸による天皇海山トロール漁場海底環境調査. ななつの海から 2:11-13.

一井 太郎 (本誌) 北太平洋漁業委員会 (NPFC) 発足. ななつの海から 10:9-12.

井口健一. 1973. 北部中央太平洋におけるトロール漁場企業化調査概要 II. 水産海洋研究会報 23:47-56.

黒岩道徳. 1973. 北部中央太平洋におけるトロール漁場企業化調査概要 I. 水産海洋研究会報 23:42-47.

MacArthur, R. H. and Wilson, E. O. 1967. The Theory of Island Biogeography. Princeton University Press, Princeton.

宮城県水産振興部. 1975. 遠洋漁業指導船新宮城丸による昭和50年度天皇海山底魚調査報告書. 1-13.

那須敬二・佐々木 喬. 1973. 開洋丸による中部太平洋海山調査. 水産海洋研究会報 23:56-70.

Rowden, A. A., Dower, J. F., Schlacher, T. A., Consalvey, M. and Clark, M. R. 2010. Paradigms in seamount ecology: fact, fiction and future. Marine Ecology 31: 226-241.

鈴木梅二・高橋 忠. 1978. 天皇海山の性状とその資源. 水産海洋研究会報 33:54-56.

田村真通. 1976. 昭和51年度天皇海山域における漁場開発調査報告書. 青森水試. 1-27.

Uchida, R. N., Hayashi, S. and Boehlert, G. W. 1986. Environment and resources of seamounts in the North Pacific. NOAA Technical Report 43.

山本昭一・石井清彦・佐々木成二・目黒敏美. 1978. 1977年の北星丸による天皇海山調査の概要と漁法上の問題点. 水産海洋研究会報 33 : 56-64.

柳本 卓. 2009. 公海域における底魚漁業に関する国際的な流れと我が国の調査活動. 遠洋リサーチ & トピックス 5 : 11-16.

*本研究は水産庁国際水産資源等評価推進事業の一部として実施されました。

北太平洋漁業委員会 (NPFC) 発足



外洋資源部長 一井 太郎

北太平洋漁業委員会 (NPFC; North Pacific Fisheries Commission) が 2015 年 7 月に発足した。この委員会は北太平洋公海域の地域漁業管理機関 (RFMO) で、底魚 (クサカリツボダイ、キンメダイ) や浮魚 (サンマ、アカイカ) の資源管理と冷水性サンゴ等脆弱な生態系の保全を目的としている。わが国主導で設立され、しかも初めてわが国に事務局が設置された記念すべき RFMO である。参加メンバーは、日本、カナダ、ロシア、中国、韓国、台湾 (漁業主体)、米国 (条約批准準備中なのでオブザーバー) である。NPFC の発足により、今後は科学委員会などが定めた勧告に基づき、各国の魚種別漁獲枠などの保存管理措置が決定されることになるが、わが国が資源評価・漁業管理の議論で果たすべき責任はより一層大きくなる。本稿では NPFC の発足の背景と経緯、および今後の懸案事項について、各国の思惑やエピソードも交えて概説する。なお、NPFC の課題について、より詳しく知りたい方は奥田 (2015) を参照されたい。

背景

2000 年頃から 2 つの深海生態系保護キャンペーンが、深海トロール漁に対する批判として深海保全連合 (DSCC) 等の環境保護団体により展開された。1 つ目はニュージーランド周辺などの南太平洋海域で問題となったオレンジラフィーなど低成長・低生産性の底魚資源の乱獲・枯渇である。2 つ目は深海底の長寿命・低成長の冷水性サンゴ類等脆弱な生態系 (VME; Vulnerable Marine Ecosystem) の破壊である。当時、国際社会は、イラク情勢、アフガニスタンでの選挙、スーダンでの大量虐殺など多くの問題を抱えており、国連の目を深海トロール漁の問題に向けさせるのは非常に難しいと DSCC 自身考えていた。すなわち、「人々は、深海も自分たちに関係があるところだとは思にくい」と。そこで、DSCC は、タスマン海の海底をめぐり取るトロール船の映像を撮影し、トロール漁の前

と後の水中写真には、VME の破壊の後がはっきりと示されていると大々的に宣伝し、次のような情緒的なフレーズなどで国際世論に訴えた；遠くの海で起こっていることに思いを馳せるのは難しく、海の魚がなくなるとは誰も思っていなかった……。政策、管理、能力の欠如。そして何よりも想像力が欠けていた -- トム キーン (環境保護派の元ニュージャージー州知事) (井田、2006)

その結果、DSCC はこの政治的な戦いを有利に運び、2004 年の国連総会において公海着底トロール漁業モラトリアムをコスタリカに提案させ、あわや全面禁止にまで追い込んだ。これに対し、わが国などは公海のみに着目したトロール規制の不合理性を指摘しつつ、このような問題については、国連などではなく、漁業についての知見を有する RFMO あるいは国際連合食糧農業機関 (FAO) において議論すべきであるとの主張を行った。

結局、コスタリカ提案自体は否決されたものの、各国に対し 1) 管理機関が存在しない海域における管理機関を早急に結成すること、2) 現状評価を行い問題があれば操業を停止することを求める国連総会決議が採択された。その後、2006 年の国連総会において、魚類資源の持続的な利用のための管理と VME の保護を目的とした公海底魚漁業関係の決議案が採択された。それを受けて FAO は公海における深海漁業管理を支援するためのガイドラインを 2008 年に策定した (奥田、2015)。このガイドラインは、NPFC においても管理基準や規制措置を策定する際の指針として利用されている。

経緯

天皇海山の底魚漁業は、1967 年に旧ソ連のトロール船によって漁場が開発されたのに始まり、我が国のトロール船は 1969 年から操業を開始した。現在、我が国のトロール 6 隻、底刺し網 1 隻、韓国のトロール

2隻が操業し、主要対象種は、クサカリツボダイおよびキンメダイである。

上述した2004年の公海底魚漁業を取り巻く厳しい情勢を受け、わが国としては天皇海山についてもRFMOがなければ、即モラトリアムという危機感を持った。そこで、2006年に、韓国、ロシアおよび米国に働きかけ、北西太平洋海域における新たな底魚漁業の地域漁業管理機関を設立するための交渉を開始した。対象水域を北西太平洋としたのは天皇海山に注目が集まることを避けるためである。2007年には、米国より、対象資源を他の条約でカバーされていない全ての公海漁業資源へ拡大し、対象水域も北太平洋公海全体へ拡大すべきと提案された。これを受け、対象水域の拡大については2009年において一致し、対象魚種については、2010年にサンマ・アカイカ等の表層性の漁業資源も含むことに合意し、名称も北太平洋漁業委員会と改められた。対象水域・魚種の拡大に伴い、2009年からカナダと台湾、2010年には中国が参加した。2012年2月に条約が採択され、採択後はNPFC発足に向けた準備会合が年2回のペースで開催された。2015年7月にNPFC条約が発効し、9月の最後の第7回準備会合を受けて、引き続き第1回目の委員会会合が開催された。

NPFC第1回委員会会合レセプションパーティで、準備会合議長長のギボンズフライ米国国務省海洋保全部長が感慨深く次のように挨拶した。“NPFCはちょうど10年の歳月をかけて発足した。思い起こせば、10年前、宮原氏（現水産総合研究センター理事長）が私の所にやってきて、『公海底魚関係の国連決議が採択され、天皇海山の漁業の存続が危うい、すぐに行動を起こさなければ！』と訴えた。『その通りだ』と賛同したものの、実は天皇海山については、どこにあるかも知らなかったもので、氏が帰った後、インターネットで調べて、天皇海山の場所を初めて知った。それから10年、暫定事務局を務めた日本を始めメンバー国等の努力により、今日の発足にたどり着いた。”ギボンズフライ氏は、RFMO発足請負人の異名を持ち、RFMOが盤石の基礎を築くために馬車馬のように働き、RFMO発足のお膳立てをするそうである。そしてRFMOが発足すると、暖かく見守る立場に身を引くのだそうである。NPFCは、公海に残された数少な

い底魚漁場を死守するためのわが国の努力とこの尊敬すべき準備会合議長に恵まれたことにより、設立にこぎ着けることができた。

事務局誘致については、当初はわが国、韓国およびカナダの3ヶ国が競い合ったが、カナダが取り下げたため、日韓の一騎打ち状態となった。お互いに引くに引けない誘致合戦となったが、最終的にはわが国に設置することが決まった。その興味深い顛末については田中（2013）に記載されている。事務局の場所は東京海洋大学の品川キャンパスである。

懸念事項

上述した条約締結準備と並行して、わが国と米国が主導して、それぞれ底魚資源の持続的な利用とVME保全を目的とした暫定・自主的な管理措置が設定された（奥田、2015）。その結果、生態系保全を考慮しながら持続的に底魚資源を利用する枠組みの構築に向け前進はしているが、早期にこれら暫定・自主管理措置を正式な保存管理措置に移行させ、来年の国連レビューを乗り切らなければならない。これら2つの課題に加えて、マスコミで取り上げられているサンマの課題も新たに加わり、NPFCは現在3つの重要な懸念事項を抱えている。

クサカリツボダイ

底魚管理に関心があるのは、わが国、韓国、米国である。本種は脂乗りのよい白身魚で、ツボダイという商品名で流通している。特異な生活史を持ち、天皇海山で産卵し、生まれて2～3年は東部北太平洋まで回遊し、表層で生活する。体長30cmほどに成長すると海山に戻り、海底での生活を始め、そこで数年産卵して一生を終える。不思議なことに、海山に着底後は成長が止まり年々痩せていく。つまり海山に戻ってきた時の親は太って脂の乗りがよいが、その後年々痩せて商品価値が低下してしまう。また親の多寡にかかわらず、数年～数十年に1度しか大量の魚が海山に戻ってこず、親子の量的関係が不明瞭である（Kiyota et al., 2015）。

このような特異な生活史により、本種にはMSY（最大持続生産量）からTAC（漁獲可能量）を導くような通常の資源管理アプローチは取れない。そこで、わ

が国は資源回復を促す管理措置の第一歩として、大量の魚が戻ってきた年（卓越加入年）は獲り控えて産卵親魚を増やす目的で、2013年1月から自主的に漁獲上限を1万5千トンに設定した。しかし、その後3年間は卓越加入が発生せず、管理効果が上がっていない。一方、米国は、自国の排他的経済水域（EEZ）内の海山は禁漁しているのに公海の高山ではツボダイが取り放題となっているのは、米国内的に看過できないとの立場で、低加入年は禁漁にさえすべきとの主張である。韓国は操業隻数が2隻のみであり、その気になれば禁漁できると米に追従する姿勢である。

この不思議な魚をいかに管理し持続的に利用するかについて、日本の主導により、2014年にツボダイ小科学作業部会が設立され、来年4月の小科学委員会（NPFCの発足に伴い設立された小作業部会の後継機関）では順応的管理の導入を検討することになった。この管理の一例としては、漁期初めに漁業により現存量をモニターし、現存量に見合うようにTACの期中改定を行うことが考えられる。本小科学委員会では漁業者・科学者・行政官での意見交換の場も設置される。

脆弱生態系 VME

VME保全については、国連決議の際から米国およびカナダが積極的であり、VMEに関する多くの規定がNPFC条約に盛り込まれている。環境保護団体のプレッシャーを受けた米国の主導で2012年にVME小科学作業部会が設けられた。NPFCではVME保全を目的とする管理措置として、VME指標種の混獲がある一定値（閾値：現在仮に50kg）を超えたら直ちに操業を停止して漁獲地点からある距離（現在仮に5マイル）以上離れるルール（遭遇プロトコル）の設定などの措置が、暫定的もしくは漁業国の自主的な措置として導入されている。米国は、当初、日本が採用している遭遇閾値50kgの引き下げを強く求めていた。しかし、サンゴ濃密域とトロール漁場は分かれているという日本の調査結果を受け、また隻数もわずかの観点から、閾値に強く拘ることなく現状是認的な立場をとるようになった感がある。なお、NPFCの遭遇プロトコルでは、他のRFMOで導入されているVME保護措置の一部、特に遭遇後の科学的な対応が未だ未整備となっている（奥田、2015）。

VME保全に関して、わが国としては、“遭遇プロトコルよりも、海底調査を積み重ねて、VMEと判断できるエリアを特定して保護すべき”というのを従来からの方針としている。すなわち、天皇海山水域の海底地形・生物調査データと操業データを詳細スケールで分析することにより漁業とVMEの棲み分けを図り、漁場の利用とVMEの保護とを両立させることを目指している（清田・宮本、2015）。従って、遭遇プロトコルについては未整備部分の完成を目指す、あくまでも補完的保険的な位置づけとなるよう対処している。

以上、数年前までは、VME問題によって底魚漁業が完全停止に追い込まれる恐れがあったのが、詳細スケール分析によりVMEと漁業が共存できる可能性が高まってきた。これを実現するために、2006年から毎夏に実施している開洋丸での天皇海山漁場環境調査を継続し（米崎、本誌記事）、結果をNPFCに引き続き提供して、NPFC水域におけるVME管理プロセスを確立することが重要である。

サンマ

サンマは、わが国やロシアの沿岸国が自国のEEZ内で長年にわたりTAC管理等で漁業を管理しているのに対し、新興国の台湾や中国は1000トン級の大型棒受網漁船を用い、条約（公海）水域で大量漁獲をしている。台湾が近年わが国と肩を並べるほどの漁獲量を上げている他、中国は、2012年の2隻から2013年は19隻、2014年は44隻と急増している。条約水域でのサンマの無秩序な操業に危機感を持ったわが国は、2014年にサンマ小科学作業部会を設立させた。その作業部会において、わが国は水産庁事業のサンマの資源評価に基づき、2015年の資源量を予測することにより、今より親魚量を減らさないためのTACを算出した。一方、台湾、ロシアは、プロダクションモデルを使用し、自国漁船のCPUEから加入量やMSY推定を実施した。以上の結果、2015年のTACは、わが国が39万トンと悲観的であったのに対し、台湾は50-70万トン、ロシアは90万トンと試算し、楽観的な見解となった。わが国は環境変動に伴う資源変動が大きい種として、予防的な資源利用を主張したが、合意は得られなかった。

そこでわが国としては、NPFCで早期に資源評価を行い、それに基づく漁業規制を導入し、それまでの間は、“操業隻数を凍結”したいところであった。一方、中国は、“条約に遅れて加盟した中国をアンフェアに扱っている”と難色を示していた。こうした膠着状況の中、今年9月の準備会合及び委員会会合において、わが国は場外で忍耐強く中国と2国間協議を続け、最終日に妥協にこぎ着けた。その内容は、①資源評価は2017年までに行い、これに基づく新たな保存管理措置で規制を行う、②それまでは許可隻数の急増を抑え、影響を緩和する、である。すなわち、“隻数の凍結”を“隻数の急増を抑える”に表現を弱めることでお互いに歩み寄った。今後は、2017年にNPFCとしてのサンマ資源評価の手法の確立につき、各国等の研究者間での合意を目指すことになるが、前述の通り見解に相違があり、議論は難航が予想される。

終わりに

以上の懸案事項のうち、米国のロー博士によると、クサカリツボダイに関しては漁船の隻数が7隻程度であるし、VME保全に関しても広大な北太平洋のうちで幾つかの小さな海山で操業しているに過ぎないため、当初懸念したほど大きな問題とは思っていないとの認識であった。一方、サンマについては漁船数が、加盟国で合計すると数百隻に上り、各国の利害が絡み、大きな問題であろうとの事であった。最近になって、中国はわが国の200海里のすぐ外で巻き網によりサバを2万トン程度(2014年)漁獲していると報告し、2015年に当該水域においてわが国によって視認される中国漁船数が百隻以上に急増していることから、サバ等他の浮魚についても国際的な対応が必要となって

きた。いずれの懸案事項に関しても、わが国は科学データおよび漁業情報を圧倒的に多く所有しており、調査船調査も毎年、実施していることから、VME保全を考慮した持続可能な底魚・浮魚資源および漁業管理の議論をより一層けん引していく必要がある。

参考文献

- 井田 徹治 (2006) 世界の海で今、何が? http://www.gef.or.jp/seisakuteigen/2006seminar_pdf/1_2_05302006ida.pdf
- 奥田 武弘 (2015) 公海着底トロールをめぐる世界的な動向と北太平洋における日本の役割. *ななつの海から* 9号:3-7.
- 清田 雅史・宮本 麻衣 (2015) 生息地モデルを用いた海山域における冷水性サンゴ類の分布予測. *ななつの海から* 9号:8-10.
- Kiyota M, Nishida K, Murakami C, Yonezaki S (2016) History, Biology, and Conservation of Pacific Endemics 2. The North Pacific armorhead, *Pentaceros wheeleri* (Hardy, 1983) (Perciformes, Pentacerotidae). *Pacific Sci.* 70 (1):1-20.
- 田中 健吾 (2013) NPFC事務局誘致の顛末. *楽水会メールマガジン* 第53号. <http://rakusui.or.jp/archives/2050>
- 米崎 史郎 (本誌) 天皇海山調査～開洋丸による桓武海山調査の紹介. *ななつの海から* 10号:3-8.

冷水性サンゴとその保護にまつわる国際的な動向



外洋資源部 外洋生態系グループ 林原 毅

水産資源の研究所で冷水性サンゴの調査研究というのは場違いな印象ではあるが、前稿で一井部長が言及されたように、サンゴに象徴される脆弱な生態系の存続を確保することが、これからの漁業活動にとって不可欠な状況となってきている。しかし、そのことを離れても冷水性サンゴはとてもユニークで魅力的な存在だ。なぜなら、数千キロにもおよぶ深海サンゴ礁や、4000年を超える寿命を持つものなど、少し前までは想像もしなかったような発見が相次いでいるのだ。

冷水性サンゴとはどのようなものか

近年、冷水性サンゴ (cold-water coral) というキーワードを含む論文の数が急激に増加している (Roberts et al. 2009)。その背景には、環境問題への関心の高まりがあることは間違いないだろう。しかし「冷水性サンゴ」の明確な定義はなく、基本的には「造礁サンゴ」と区別する言葉として使われている (Freiwald and Roberts 2005)。造礁サンゴとは、体内に褐虫藻という単細胞藻類が大量に共生しており、その光合成産物を利用することで比較的早く成長するため、サンゴ礁の形成に寄与するような種群を指している。イシサンゴ目に属する群体性の種が主役であるが、他の目にも褐虫藻を共生させる種は少数ながら存在する。一方の冷水性サンゴは、共生藻を持たないばかりか深海などの低温下で生息することから一般に成長が遅く長寿命である。花虫綱六放サンゴ亜綱のイシサンゴ目、ツノサンゴ目、八放サンゴ亜綱のヤギ目 (ウミトサカ目)、ヒドロ虫綱のサンゴモドキ科など多様な分類群にまたがって存在する。まず、これらについて我々が担当している天皇海山トロール漁場環境調査等で得られた写真を使って簡単に紹介しよう。

イシサンゴ目

イシサンゴは文字通り石灰質 (炭酸カルシウムの結晶) の硬い骨格を持つことが特徴である。単体性の小

型種が多いが (図1)、中にはサンゴ礁で見られる枝サンゴのようなものもある。最もよく知られているのが *Lophelia pertusa* という種で、北東大西洋で相次いで見つかった深海サンゴ礁を形成しているのが本種である。深海サンゴ礁はノルウェーからポルトガルに至る大陸棚縁辺部に沿っておよそ4500kmにもわたっており (単純に比較はできないが) グレートバリアリーフ (2000km) を遙かに凌いでいる (Morgan 2005)。我々が調査している天皇海山では、同じ科の *Solenosmilia variabilis* という種が密な立体的構造体を作っているのが確認されている (図2)。



図1. 天皇海山調査で見つかった単体性のイシサンゴ目。1はオキュクサピライシ科、2はフルイサンゴ科、3、4はチョウジガイ科、5、6はセンスガイ科。多くは基質に固着せず、分裂したり割れた破片から完全な個体に成長する無性生殖が見られる。

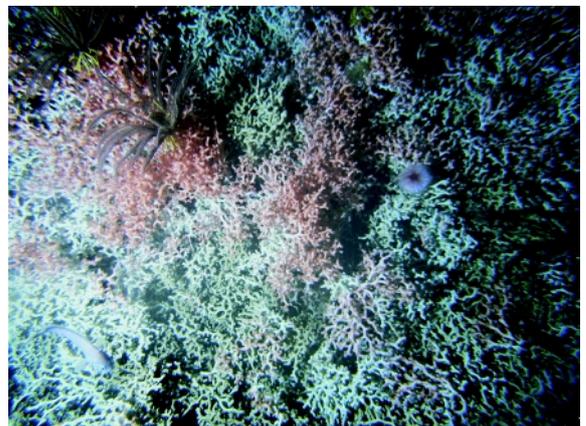


図2. 天皇海山群南部で見つかったチョウジガイ科 *Solenosmilia variabilis* の群集。

ツノサンゴ目

ツノサンゴ目は別名クロサンゴとも言うが、漁業者にはウミマツと言うと分かりやすいようだ。イシサンゴのような石灰質の骨格は作らず、黒色のカーボンファイバーのように硬くてよく撓る骨軸を持つ。天皇海山では1mを越える大きな群体も見られるが密な群集は見つかっていない(図3)。ハワイ産の *Leiopathes* 属の一種は¹⁴Cによる年齢推定から寿命が4000年を越えると推定され(Roark et al. 2009)、地球上で最も長生きの動物だと言われている(Roberts et al. 2009)。

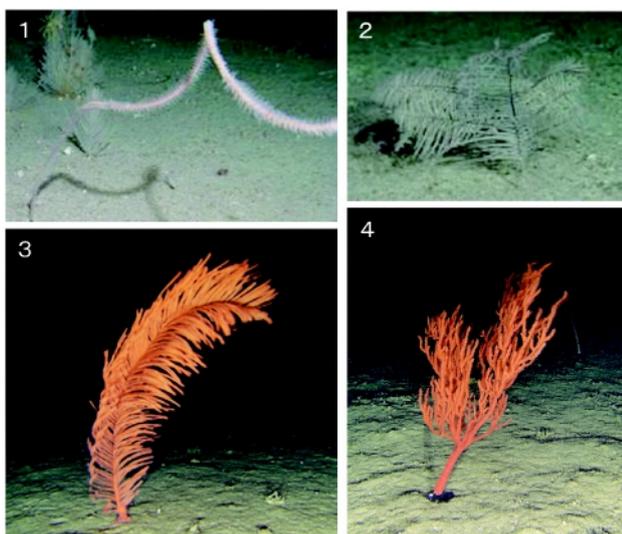


図3. 天皇海山調査で見つかったツノサンゴ目。1, 2はウミカラムツ科、3はハウチワツノサンゴ科、4は *Leiopathes* 属の一種 (*Leiopathidae* 科)。

ヤギ目

ヤギ目は、冷水性サンゴで最も多くの種を含む分類群である(ただし、最近の分類ではウミトサカ目に包括するのが一般的)。「ヤギ」は植物の柳から来しているとも言われ、柔軟でよく撓る枝をもつものが多いが、中には石灰質の硬い骨軸を持つものも含んでいる。一般に宝石サンゴと言われるサンゴ科やウミタケと称されるトクササンゴ科がそれである(図4)。また石灰質の硬い骨軸を持たないものでも、サンゴダマシ科やオオキンヤギ科などは大型になり他の生物に生息空間を提供するものもある(図5)。サンゴダマシ科の中には高さが10mに達する種も知られている(Roberts et al. 2009)。

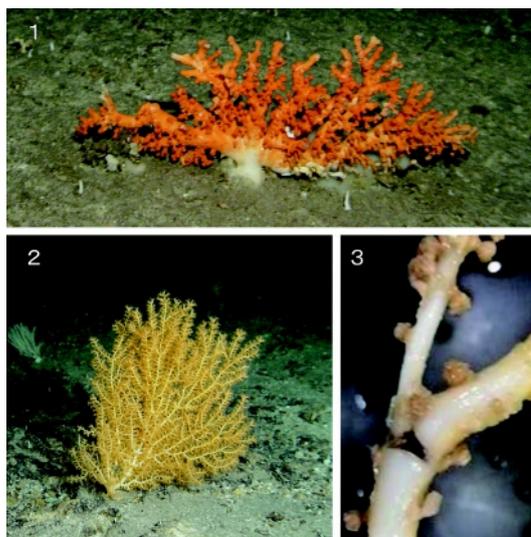


図4. 天皇海山調査で見つかった石灰質の骨軸を持つヤギ目。1はサンゴ科、2, 3はトクササンゴ科。

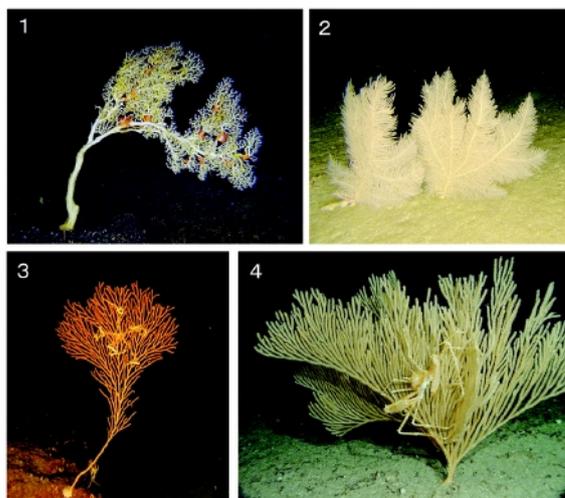


図5. 天皇海山調査で見つかったヤギ目。1はサンゴダマシ科、2~4はオオキンヤギ科。



図6. 沖縄近海の宝石サンゴ調査で確認されたサンゴモドキ科の一種。ラインレーザーの幅は6cm。

サンゴモドキ目（ヒドロサンゴ目と称したり他の目に含めて扱う場合もある）

本目はサンゴモドキ科のみから成り、イシサンゴと同様の炭酸カルシウムの硬い骨格を有する（図6）。アリューシャン列島やフロリダ沖の冷水性サンゴ群集では主要な構成要素となっているが、天皇海山では数センチ程度の小さな群体しか見つかっていない（図7）。



図7. 天皇海山調査で得られたサンゴモドキ科の標本。

このように、ひとくちに冷水性サンゴと言っても、思いのほか多様でユニークな特性を持つ生き物だと言うことがお分かりいただけたかと思う。

冷水性サンゴの保護に関する国際的な動向

深海にもサンゴ類が生息することは19世紀後半のチャレンジャー号等による先駆的な調査航海で世に知られてはいたが、世界各地の大陸棚や大陸斜面、海山などで深海のサンゴ礁が次々と見つかりだしたのは1990年代以降のことである（Roberts et al. 2009）。2004年には国連環境計画がCold-Water Coral Reefs: Out of Sight - No Longer Out of Mindというレポートを公表し、冷水性サンゴに象徴される深海底の脆弱な生態系（VME：Vulnerable Marine Ecosystem）の保護が大きな関心事になった。漁業に関しては、国連総会で2004年と2006年に公海底魚漁業の規制に関する決議がなされ、これをきっかけとして北太平洋漁業委員会（NPFCC）の設立に向けた協議や、天皇海山における底魚漁業の影響評価に関する調査が開始されたことは、本誌に掲載された記事でもたびたび紹介されている（柳本 2009, 林原 2012, 奥田 2015）。NAFO（北西大西洋漁業機関）、CCAMLR（南極海洋生物資源保存委員会）など既設の

地域漁業管理機関ではVMEの保護に関する管理措置について不断に協議され見直しが進められている。2015年7月に正式発足したNPFCCでは、それまでの暫定措置や自主管理措置を再検討して正式な保存管理措置に移行する必要がある（一井 本誌記事）。

ワシントン条約（CITES）と宝石サンゴ

地中海を主産地とするベニサンゴ、南日本や台湾を主産地とするアカサンゴ、モモイロサンゴなどヤギ目サンゴ科に属する数種は、冷水性サンゴの中では例外的に漁獲され国際的な取引が行われている。ことにアカサンゴ（表紙写真）は経済発展を遂げた中国での需要の高まりから、入札価格は3年前から2.4倍にも上昇しており（日経新聞電子版 2014/11/23）、沖縄や小笠原近海における多数の中国船による密漁も記憶に新しいところである。

宝石サンゴはこれまでに3回、CITESの締約国会議（CoP6（1987）、CoP14（2007）、CoP15（2010））で貿易規制（附属書Ⅱへの掲載）が提案されてきた。これには、かつてのさんご漁業が新たな漁場が発見されると漁船が殺到して短期間のうちに採り尽くすというパターンを繰り返してきたという背景がある（岩崎 2010）。我が国は宝石サンゴの数少ない漁業国の一つであり、流通・加工など地場産業の裾野も広いいため国際商取引が規制されると影響が大きい。このため、国としても国内の漁業管理によって保護と持続的利用を図る方針であり、貿易規制には反対の立場を取ってきた。締約国会議に先立って開催されたFAO（国連食糧農業機関）の専門家パネルでも資源悪化の状態は必ずしも附属書掲載基準を満たしていないことを指摘しており、過去3回の提案はいずれも否決された。しかし、採決では過半数の締約国が附属書掲載を支持したことから（可決には2/3以上の賛成が必要）、国際貿易規制による保護という方向性には一定の賛同が寄せられていることは確かである。

前々回2010年の締約国会議（CoP15）の前後には、主要な生産地（高知県、台湾、地中海）で資源の持続的な利用に向けた漁業管理が強化された。そのためか2013年の締約国会議（CoP16）では、宝石サンゴの附属書掲載は提案されなかった。しかし最近、我が国周辺では中国船による密漁が多発したことや、日本船の操業隻数の増大（宝石サンゴ需要の高まりに加え、沿岸漁業における魚価低迷なども背景にあるようだ）など、

国際貿易規制の強化を促しそうな要因も出てきている。2016年の締約国会議（CoP17）で4度目の提案が出されるかどうかは予断を許さない。

グローバルな環境問題と冷水性サンゴ

炭酸カルシウムの骨格を持つサンゴ、例えばイシサンゴ目にとって、海洋酸性化は大きな脅威になるとの指摘がある（Guinotte et al. 2006）。イシサンゴの骨格はアラゴナイトという炭酸カルシウムの結晶でできており、彼らの分布には海域によって異なるアラゴナイトの飽和水深（Feely et al. 2004のFig2などを参照されたい）が関係していると言われている。例えば、*Lophelia pertusa*が深海のサンゴ礁を形成している北大西洋では全域でアラゴナイト飽和度1の水深が2000m以上に達している。つまり2000mより浅ければ過飽和なので骨格形成が促進される。これに対して、北太平洋の大半の海域では飽和度1の水深は600m以浅であり、これが北太平洋で深海サンゴ礁が見つからない理由だと考えられている。このアラゴナイト飽和水深が、海洋酸性化によって今世紀の終わりには大幅に浅くなることが予測されている（Guinotte et al. 2006, Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2014）。アラゴナイト飽和度が1を切ると直ちに骨格形成が阻害され死滅するというわけではないことは実験的にも示されているが、長期的に生き残る可能性は低いことが指摘されている（Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2014）。例えば図2に示した*Solenosmilia variabilis*の群集は、今すでにアラゴナイト飽和度1の境界近くにいると予想されるが、北西太平洋の海洋内部ですでに酸性化が進行している事実も報告されていることから（日経新聞電子版2015/11/09）、その存続には赤にきわめて近い黄色信号が点灯していると言えよう。対策としては、二酸化炭素の排出を抑制して酸性化の進行を遅らせることに尽きるが、これは地球温暖化防止の取り組みとも共通している。本稿執筆中に、国連の気候変動枠組条約締約国会議（CoP21）において京都議定書を引きつぐ「パリ協定」が採択され、全ての締約国に温室効果ガス削減の取り組みが義務付けられたことは大きな転換点だと評価されている。

冷水性サンゴは、つい20年ほど前まではその存在すらも認識されていなかったくらい、私たちの生活とは無縁の生き物である（ただし宝石サンゴは除く）。しかし近年、その存在が注目を集め、調査・研究が活発化している背景には、単にその思いがけない発見という以上に、彼らに共通している生態学的特性、すなわち成長が遅く長寿命で、恐らく再生産力も乏しいため、破壊されたら回復に長い時間がかかるという点、漁業や海底資源の開発、海洋酸性化など、人間が直接・間接に及ぼす影響に対してきわめて脆弱だと映るからである。彼らの存続を保証しつつ持続可能な利用と両立させるという課題は、様々な環境問題に共通するテーマであり、冷水性サンゴはその象徴的な存在だと言うことができよう。

参考文献

- Feely RA, Sabine CL, Lee K, Berelson W, Kleypas J, Fabry VJ, Millero FJ (2004) Impact of Anthropogenic CO₂ on the CaCO₃ System in the Oceans. *Science* 305 (5682): 362-366
- Freiwald A and Roberts JM (2005) Cold-water Corals and Ecosystems. Springer-Verlag. 1243pp.
- Guinotte JM, Orr J, Cairns S, Freiwald A, Morgan L, George R (2006) Will Human-Induced Changes in Seawater Chemistry Alter the Distribution of Deep-Sea Scleractinian Corals? *Frontiers in Ecology and the Environment* 4 (3): 141-146
- 林原 毅 (2012) 開洋丸による天皇海山トロール漁場海底環境調査. *ななつの海から* 2: 11-13.
- 一井 太郎 (本誌) 北太平洋漁業委員会 (NPFC) 発足. *ななつの海から* 10: 9-12.
- 岩崎 望 (2010) 宝石サンゴとワシントン条約. *海洋と生物* 186号: 25-32.
- Morgan LM (2005) What are deep-sea corals? *Current J of Marine Education* 21: 2-4
- 日経新聞電子版 (2014/11/23) 中国人が買いあさるサンゴ、主産地高知県の困惑.
- 日経新聞電子版 (2015/11/09) 太平洋の海中、酸性化進む 気象庁が確認.

- 奥田 武弘 (2015) 公海着底トロールをめぐる世界的な動向と北太平洋における日本の役割. *ななつの海から* 9: 3-7.
- Roark EB, Guilderson TP, Dunbar RB, Fallon SJ, Mucciarone DA (2009) Extreme Longevity in Proteinaceous Deep-sea Corals. *PNAS* 106: 5204-5208
- Roberts JM, Wheeler A, Freiwald A, Cairns S (2009) *Cold-Water Corals: The Biology and Geology of Deep-Sea Coral Habitats*. Cambridge Univ. Press 334pp.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2014) *An Updated Synthesis of the Impacts of Ocean Acidification on Marine Biodiversity* (Eds: Hennige S, Roberts JM, Williamson P). CBD Technical Series No. 75, 99 pp.
- 柳本 卓 (2009) 公海域における底魚漁業に関する国際的な流れと我が国の調査活動. *遠洋リサーチ & トピックス* 5: 11-16.

* 本報告に用いた写真は水産庁国際水産資源等評価推進事業等において撮影されました。

連載コラム：海と漁業と生態系

【第8回】生態系研究の今日と明日



外洋資源部 外洋生態系グループ長 清田 雅史

本欄では、2012年から過去7回にわたり、漁業と生態系について書き綴ってきた。時の経過とともに筆者の関心も移り変わり、漁業を取り巻く生態系の研究が求められる背景や研究アプローチを皮切りに、生態系モデルの紹介を経て、生態学的指標を用いた自主的・順応的管理としてのエコシステムマネジメントを源流である森林管理まで遡って探り、さらには我が国水産業の将来と地域経済やグローバルビジネスに思いを馳せるまでに至った。包括的な取り組みの重要性を痛感するあまり、最近の号では専門外の分野まで話題を広げ過ぎた観もある。そこで本号では、一旦連載に区切りをつけるにあたり、原点に立ち返って、我々のチームが現在進めている研究の経過と次のステップについて紹介したい。

データ不足を乗り越える

第2回目の連載記事で述べたように、海の研究にデータ不足はつきもので、単一種解析であってもデータの確保に苦勞することが多い。非漁獲対象種や食性に関する情報が求められる生態系研究では、データ不足は一層深刻である。しかし周囲を見渡してみると、日本近海では水産資源調査や海洋モニタリングが長年にわたり実施され、海洋環境、低次生産から漁獲対象資源までデータが蓄積されており、諸外国よりもずっと恵まれた状況にある。そこで、まずこうした既存データを活用することによって、我が国周辺の海洋生態系の状態と漁業の影響について科学的知見を引き出すことを試みた。数ある生態系モデルの中でも水産関連データを取り込みやすく、食物網分析や漁業影響評価のオプションを多く搭載することから(連載第3回、第4回)、生態系と漁業の関係を分析する最初のツールとして、我々はEcopath with Ecosimを採用した。海区水研の研究者の協力を仰ぎながら研究連携体制を作って東北沖、瀬戸内海、日本海のEcopathモデル作成に取り組み、モデリングに必要なデータやモデル

のチューニング方法を精査した。その結果、水研センターや水産試験場が日頃取り扱っている漁業データ、資源調査データと、海洋環境やプランクトンの観測データおよび食性分析結果や文献情報を適切に組み合わせることにより、海域ごとのEcopathモデルを作ることが可能であった(清田ほか2015)。ただし、植物プランクトンの現存量や生産量、動物プランクトンによる消費生産過程は生態系の基礎をなす重要な情報であり、適切な推計を行うには当該海域の専門家の知見が不可欠である。さらに、組み上げたモデルをより現実的な状態にチューニングすることも大切で、その際には入出力値の整合性の確認だけでなく、漁業や生物の特性に関する現場勘も求められる。このように生態系モデリングを進めるにつれて、分野横断的な連携協力が欠かせないことがわかり、対象水域の資源・海洋分野の研究者との勉強会やシンポジウムを随時開催しながら研究ネットワークの構築と情報の整備に努めた(例：清田ほか2016a)。こうしたEcopathモデリングにおける具体的なコツや留意点は今まで公表されていなかったことから、既存の水産関連データを活用してEcopathモデルを構築する標準的手順と、できあがったモデルの使い方を手引きにまとめて論文公表した(清田ほか2016b)。今後日本周辺のより多くの水域で、Ecopathモデリングの応用例が増えるものと期待している。

生態系を診断する

次に試みたのは、Ecopathモデルを使った生態系や漁業の診断である。システムの状態をモニターするとき、ヒトの血液検査のように指標値がある範囲に収まっていれば正常、それを越えたら黄色や赤色の注意信号、といった基準が用意されていると便利である。しかし残念ながら、海洋生態系に対してそうした普遍性をもつ指標や基準値は整備されていない(連載第5回)。むしろ、海に対しどういった生態系サービスを

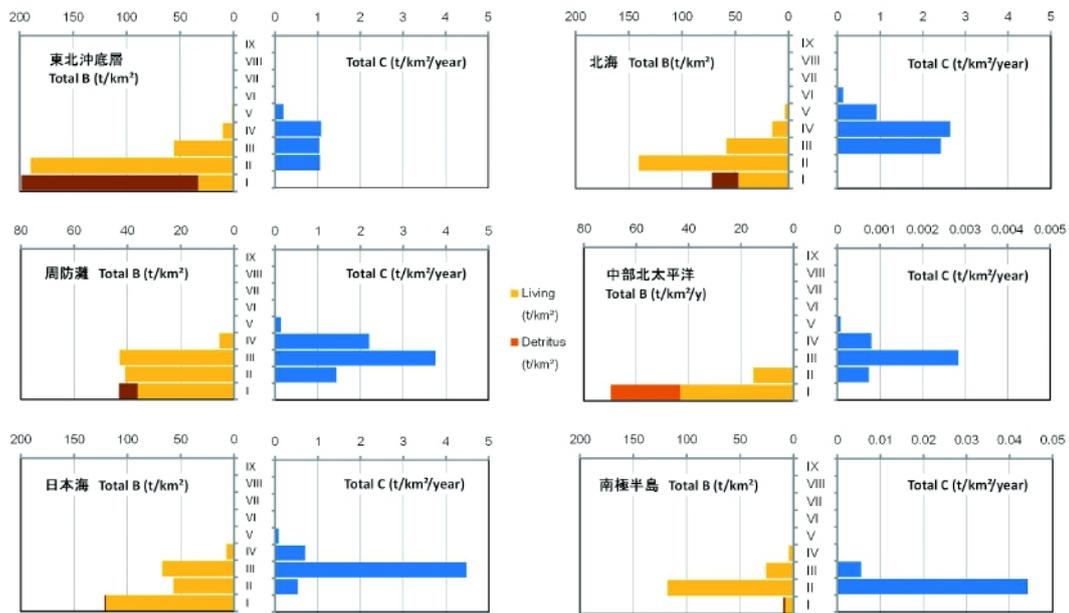


図1. 東北沖底層、瀬戸内海周防灘、日本海、北海、中部北太平洋、南極半島のEcopathモデルに基づく栄養段階別現存量（左黄色、茶色はデトリタス）および年間漁獲量（右青色）。縦軸のI～IXは栄養段階を表す。

求め、生態系の変化をどの程度まで許容するかといった価値判断を含め、地域の関係者が生態系の利用と管理とモニタリングについて議論することが、エコシステムマネジメントの重要なプロセスであり、そこに生態系モデルが役立つ筈である（連載第6回）。そうは言っても、客観的な尺度が全くなければ議論に困るので、絶対的な数値基準を作成する前に、色々な海域のEcopathモデルを比較し、日本周辺のモデルを相対的に位置づけて評価することから着手した。比較対象として、太平洋や大西洋・地中海周辺、南極海等のモデルを文献情報から再入力もしくはウェブ上からダウンロードして使用した。文献モデルを実際使用してみると、整合性が取れていない不完全な状態のモデルもあり、上述した現場感覚やチューニングの重要性を再認識することとなった。

Ecopathを使って生態系を比較する時には、栄養段階に集約した特性値を用いるとモデル構造に左右されにくく汎用性が高い。図1は、色々な海域の栄養段階別の現存量（バイオマス、左）と漁獲量（右）を表している。例えば南極半島のモデルは、現存量も漁獲量も栄養段階2のナンキョクオキアミに集中する南極生態系の特徴を端的に表している。一方、東北沖底層生態系モデルを見てみると、デトリタスを含む低次栄養段階から高次にかけてバイオマスは減少するが、漁獲

が広い栄養段階に亘っていることがわかる。漁獲が栄養段階3以上に偏っている北海や北太平洋中央部に比べると、その違いは明瞭である。瀬戸内海の周防灘も同様に低い栄養段階から漁獲が始まっているが、日本海は大型浮魚の水揚げが多いためか、漁獲は高次にシフトしている。このように、生態系の構造や利用の状況を、共通したフォーマットで視覚的に把握できるのが、Ecopathモデルを用いる利点である。

生態系の量的な特性を表わす基本的な数値として、系全体の総現存量（B）や生産量（P）、現存量あたり生産量（P/B）やシステム転換効率（TE）がある。漁業のインパクトとして、Pに対する漁獲量（C）の比率や漁獲物平均栄養段階（MTLc）がある。MTLcは魚種ごとの栄養段階を漁獲量で重みづけして平均した値で、安定同位体分析結果や文献値から概算可能である。大型の高次生物から漁業は取り尽くしていくというD. ポーリーのFishing down説で一躍脚光を浴びたが、操業形態の変化や魚種交代によっても値は変化し、生態系の指標として単独では十分ではないことも確認されている（Yonezaki et al. 2015）。ただし、MTLcや基礎生産量（PP）あたり漁獲量（C/PP）は、生態系モデルを使わなくても計算できる簡易指標として役立つ場面もあるだろう。

漁獲が食物網を通じて生態系へ及ぼす影響をより

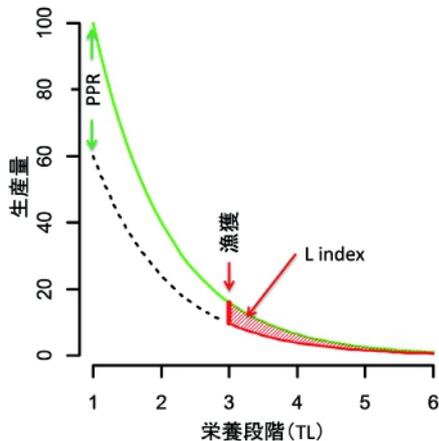


図2. 生態系を基礎生産量から転換効率 (TE) に従って生産量が減少する指数曲線 (緑線) と見なし、栄養段階3に加わった漁獲がもたらす生態系への負荷量の計算方法を表す模式図。赤色斜線部の面積が高次捕食者の餌損失量 (L index)、縦軸上部の矢印範囲が漁獲を供給するのに必要となる基礎生産量 (PPR) である。

具体的に表す指標として、漁獲を生産するのに必要な基礎生産量 (PPR, primary production required, Pauly et al. 1995) および高次捕食者の食物損失量 (L index, Libralato et al. 2008) について検討した。単純化すると一般的な生態系は、植物が光合成により太陽エネルギーを取り込んで作り出す基礎生産に始まり、栄養段階が高まるごとに TE に従って生産量が低下する 1 本の指数減少曲線として表すことができる (図2の緑線)。いま栄養段階3の魚種が漁獲によって生態系から取り除かれ、生産量が下がったと考えよう。漁獲がなかった場合に、高次の生物が食べることができたであろう餌量の損失部分 (図2赤線部の面積) を L-index と呼び、漁獲が高次捕食者に与えるインパクトを表す。逆に漁獲を基礎生産方向に戻し計算する (TE の逆数の3乗を掛ける) と、漁獲物を生産するのに要した基礎生産量が求まる。この値を全基礎生産量に対する百分率で表したものが PPR% と呼ばれ、基礎生産量に対する漁獲の負荷の割合を表す。縦軸に L、横軸に PPR% をとることで、漁業から生態系へのインパクトを総合的に読み取ることができる。原点から離れるほど生態系への負荷が大きいことを表す。世界的に見ると、メーン湾や地中海は漁業による負荷がかなり大きいことがわかる (図3)。我が国周辺の生態系の中では、東北沖や日本海は低めのところに位置しているが、瀬戸内海 (周防灘) は比較的高い傾向を示した。

利用のあり方を検討する

PPR% や L は漁獲のインパクトを生態系に対する負荷量として表す指標で、陸上における CO2 排出量を、それを吸収するのに必要な森林面積に換算するエコロジカル・フットプリント (ワケナゲル・リース 2004) に類似した考え方である。一方、量ではなく、生態系の構造を考慮した利用のあり方について、FAO のガルシアら IUCN の漁業専門家グループが、2012年にサイエンスに『balanced fishing』という概念を発表した。生態系の特定の栄養段階を集中して利用するよりも、低次から高次まで偏り無く利用した方が、漁獲も生態系も安定するという主張である (Garcia et al. 2012)。我々はこの balanced fishing の指標を Ecopath から計算することを試みた。使用したのは、図1の現存量と漁獲量の栄養段階分布の情報である。漁獲物と生態系の栄養段階組成を比較し、両者の平均の差を偏りの程度、分散の比を集中の程度として指標化した。その結果を2軸のプロットにしたのが図4である。横軸が平均差、縦軸が分散比を表し、原点から離れるほど偏った漁獲であることを表す。興味深いことに、我が国周辺では漁業の負荷が比較的大きい傾向が認められた瀬戸内海が、平均差も分散比も偏りが小さく、海藻やシラスから魚まで、海の恵みを万遍なく利用していることが示唆された。こうした結果を材料として、地域の漁業者や消費者など現場感覚をもつ関係者が議論を行い、利用と保全のバランス点を見いだすことが、海のエコシステムマネジメントの第一歩であろうと我々は考えている。水産データを活用した生態系解析が我が国周辺で広く行われるようになれば、比較を通じて各水域の特徴が浮き彫りになり、漁業と生態系の目指す姿 (管理目標) について、地域に応じた議論が進むものと期待している。

次のステップをいかに踏み出すか？

以上が平成23年から5カ年計画で進めてきた我々の生態系研究の進捗状況である。次のステップとして、まず技術面では生態系モデルの改善が挙げられる。連載第3回で紹介したように、Ecopath は静的な平衡状態を前提としたモデルで、動的な変化の再現を苦手としている。Ecopath 標準の動的モジュール Ecosim に限らず、低次生産モデルとのカップリングなど他のア

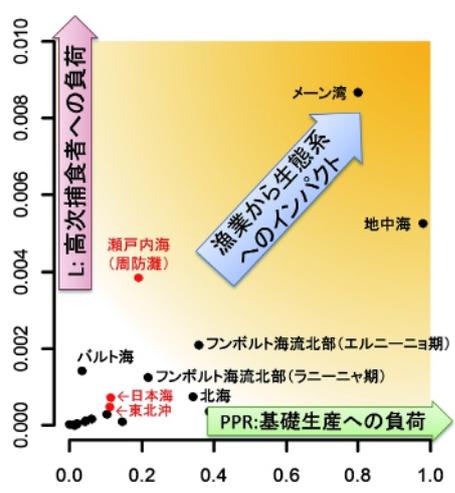


図3. L indexとPPRを2軸とし、漁業が生態系へ及ぼす負荷量を表すグラフ。原点から離れるほど負荷が大きい。

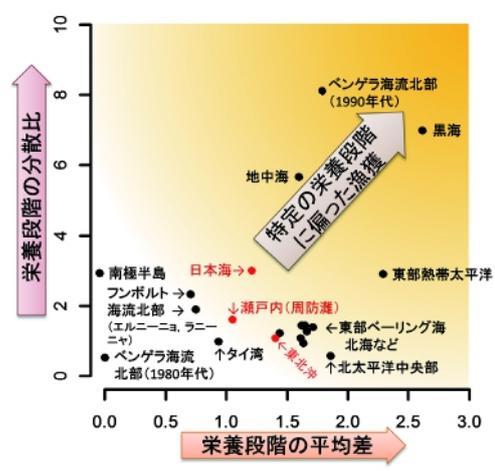


図4. 各生態系の栄養段階を漁獲が偏りなく利用する程度 (balanced fishing) を、漁獲量と現存量の平均差と分散比で表した2軸グラフ。原点から離れるほど偏った漁獲であることを示す。

プローチも含めて動的モデルの運用を検討していく必要がある。動的モデルを使えば、過去にさかのぼった生態系の適切な状態の探索や将来予測が可能になり、影響評価、指標開発、管理戦略評価などへ応用できる。また、Ecopath 自体は均一空間を仮定したボックスモデルであるが、Ecopath に格子状の空間構造を組み込んだ Ecospace モジュールや、それに各種のハビタット選択性を導入する拡張機能も開発されている。これらの妥当性を含めた手法の検討が必要である。このように生態系の時空間変動をモデル化の上では、各水域の時系列データの掘り起こしと整備が鍵を握る。長年蓄積されている漁業や調査のデータをデータベースや地理情報システム (GIS) に入力して整備し、各水域の関係者が簡単に使える状態にして提供することも、生態系研究を推進する上で重要な課題である。

数理モデルの高度化は研究者の興味を駆り立てる問題だが、どこまでやっても終わりが無いテーマでもある。ほどほどのモデルを地域に適用し、具体的な利用や管理の方策について関係者の議論を引き出すこと、そこで明らかになった課題を克服するようモデルを改良していく帰納的なアプローチも大切であろう。海洋保護区など空間管理の問題も、利害関係者や管理主体を特定しにくい公海域よりも沿岸域における検討から着手する方が、論点やギャップが明確で具体性を伴った議論を進めることができる。また、自主的な管理に

向けてコスト効率の良いモニタリング方法や指標を開発していくことも必要である。具体的な候補地と連携協力していただける方が見つければ、是非こうしたことに挑戦したいと考えている。

さらに、連載第7回で問題提起したように、人間活動を生態系の中に調和的にあてはめるだけでなく、地域コミュニティや社会システムも考慮して資源、生態系、水産業の最適な利用管理戦略を探っていく必要がある。しかし正直なところ、これについてはまだ良いアイデアがない。社会経済分野の関係者と自然科学系の研究者の一層の交流と認識の共有からはじめなければならないと思っている。海と生態系と水産業を巡る研究も、水産業それ自体も、昨日と同じことを明日も続けているだけでは、右肩下りの地盤沈下傾向に歯止めを掛けることはできないであろう。日本の気候風土や社会文化に則した生態系管理のロジックとプロセスを構築し、具体的な成果やデータとともに世界へ発信すること、それによって社会経済も含めた真のサステナビリティサイエンスを発達させることが理想である。我々の研究チームにできることは限られているが、皆さんとともにアイデアや力を合わせながら取り組んでいきたいと考えている。

連載の筆を置くにあたり、海区水研の担当諸氏はじめ生態系研究を進める上でこれまでお世話になった多くの方々に厚くお礼申し上げる。

参考文献

- Garcia, S. M., Kolding, J., Rice, J., Rochet, M. J., Zhou, S., Arimoto, T., Beyer, J. E., Borges, L., Bundy, A., Dunn, D., Fulton, E. A., Hall, M., Heino, M., Law, R., Makino, M., Rijnsdorp, A. D., Simard F., and Smith, A. D. (2012) Conservation. Reconsidering the consequences of selective fisheries. *Science*, 335, 1045-1047.
- 清田雅史・米崎史郎・成松庸二・伊藤正木・服部努 (2015) 生態系モデリングによる食物網構造の把握と漁業の影響評価：沿岸海洋研究 53(1) : 55-64.
- 清田雅史・米崎史郎・牧野光琢 (2016a) 2015 年度水産海洋シンポジウム：我が国周辺海域の生態系と漁業の比較分析～地域特性に応じた持続的利用と管理をめざして．水産海洋研究 80(1). 印刷中．
- 清田雅史・米崎史郎・亘真吾 (2016b) 水産関連データを活用した Ecopath with Ecosim 生態系モデルの構築方法．水産海洋研究 80(1). 印刷中．
- Libralato, S., Coll, M., Tudela, S., Palomera, I., and Pranovi, F. (2008) Novel index for quantification of ecosystem effects of fishing as removal of secondary production. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 355, 107-129.
- Pauly, D. and Christensen, V. (1995) Primary production required to sustain global fisheries. *Nature*, 374, 255-257.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R. and Torres, F. (1998): Fishing down marine food webs. *Science*, 279, 860-863.
- マティース・ワクナゲル, ウィリアム・リース (池田真理・和田喜彦 訳) (2004) エコロジカル・フットプリント：地球環境持続のための実践プランニング・ツール．合同出版．293pp.
- Yonezaki, S., Kiyota, M., Okamura, H. (2015) Long-term ecosystem change in the western North Pacific inferred from commercial fisheries and top predator diet. *Deep Sea Research II* 113: 91-101.

在外研究報告

(アスティ-テクナリア:バスク自治州・水産海洋技術研究所)



くろまぐろ資源部 温帯性まぐろグループ 木元 愛

2014年度11月より半年間、長期在外研究員として、スペイン・バスク地方にあるアスティ-テクナリア(バスク自治州・水産海洋技術研究所)にて、主に大西洋クロマグロの資源評価に関する研究を実施したので、そのときの様子について報告したい。

研究の背景

水産資源を持続的に利用するには、資源量を適切に把握し、最適な資源管理を行う必要がある。より適切な資源管理には、頑健な資源評価が求められ、その精度向上は喫緊の課題である。

大西洋クロマグロはICCAT(大西洋まぐろ類保存国際委員会)において、西経45度で分かれる2つの系群として別々に管理されている。大西洋クロマグロは日本を含め様々な国によって漁獲されており、漁獲物の大部分は日本に輸出され、ほぼ全てが生食用として利用される重要な魚種である。現在は両系群とも資源が回復傾向にあるが、過去には資源の悪化が懸念され、ワシントン条約の附属書Iへの掲載提案もなされたこともあり、国際的に注目される魚種でもある。近年では、行政官と研究者の相互理解を図る会議も開催されており、ICCATでは北ビンナガ、北メカジキ、大西洋クロマグロを対象として管理戦略評価(MSE)の導入を検討している。こうしたアプローチは今後スタンダードになると考えられ、資源評価手法のさらなる複雑化、高度化が予想される。

本派遣では、大西洋クロマグロの主な漁業国であるスペイン・バスク地方のサンセバスチャンに所在するアスティ-テクナリアに滞在した。バスク地方はビスケイ湾に面しており、大西洋クロマグロやビンナガを対象とした伝統的な竿釣り漁業が盛んである。アスティ-テクナリアは、大西洋クロマグロの資源評価において、加入の指標となる竿釣り漁業の資源量指数を提供している。受入研究者の一人であるArrizabalaga博士(アスティ-テクナリア)はICCATビンナガ作業部会の議長であり、ICCATクロマグロ科学調査計

画のコーディネーターも務めている。もう1人の受入研究者であるKell博士はICCAT事務局に在籍する研究者で、MSEや資源評価手法についての第一人者である。今回の滞在の目的として、特に東大西洋クロマグロの資源評価精度の向上を目指した。

研究の内容

資源管理を実施する際には、資源評価をもとに将来予測を行い、漁獲規制などの検討がなされているが、予測の不確実性が懸念されている。この問題に対して、近年「オペレーティングモデル」(OM)と呼ばれる仮想的な資源動態モデルを構築し、資源評価や資源管理のシミュレーション実験を行うことで、不確実性に対応したMSEの導入が推奨されている。今回の派遣では、東大西洋クロマグロ資源を例に、1)資源評価の精度向上のための手法開発と、2)東大西洋クロマグロのMSEの検討のためのOMの開発に取り組み、太平洋クロマグロ資源や我が国周辺水域資源にも適用できる汎用性の高い研究を目指した。

1)では新規性のある資源評価の精度向上に関する研究として、資源量指数(CPUE)に注目し、客観的にCPUEの精度を検証する手法を開発した。本アプローチは理論的な仮定を必要としない概念的に簡単なモデルであり、多数のモデルを比較・選択することができるため、汎用性が高く、様々な資源評価の精度向上に貢献することができる。

2)では東大西洋クロマグロ資源を例に、現行の資源評価手法に基づくOMを作成した。OMの構築には基礎的漁業データの再整理が重要であり、データの精査がOMの質を左右する。そのため、モデルの改善・構築と同時進行で、ICCAT事務局や各国の担当者と共に、東大西洋クロマグロの漁業情報の整理を行った。また簡単なMSEの一例として、予測のパフォーマンスを検討した。研究は開発途上であるが、今後も継続していく予定である。

ここからは、スペインで滞在した研究機関と滞在中の生活の紹介に移りたい。

アスティ-テクナリア (研究所)

アスティ-テクナリアの海洋部はスペイン・バスク州サンセバスチャン (図1-②C★)にある。研究所の施設は3か所あり、本部および海洋部の一部はスカリエッタ (図1-②A、図1-③)、食品化学部門はデリオ (図1-②A、図1-④)にある。海洋部には約50人の研究者が在籍し、一人の主幹研究員に約5人の研究者が配属されている。研究員以外に約20人の技術者、司書、ネットワーク環境の整備等の専門家が勤務しており、研究員が研究に専念できる環境にある。海洋部の建物 (図1-⑤)は2階建てで比較的新しく、ヨットハーバーの目の前に建設されており、調査のためゴムボートで出航できるようになっている。研究室は部長および主席研究員のみが個室利用である。残りの者はすべて同じ部屋で低いボードで仕切られた同じ規格の机を利用しており、研究者同士のコミュニケーションがとりやすい環境である。またカフェテリアが設置されており、11時の所全体のコーヒーブレイクでは、時には専門的な議論や運営方針などについて活発に議論され、研究者同士の関係強化に繋がっている。修士または博士課程の学生も約20人在籍しているため、研究所は若手が多く活気がある。

サンセバスチャンでの生活

15年ぶりに車のない生活を送った。コンチャ湾の

写真 (図2-①) で一目瞭然だが、サンセバスチャンは非常に綺麗な街並みのため、毎日のウォーキングが楽しく、健康的な生活を送ることができた。バスク地方の言語は、バスク語とスペイン語が公用語であるため、街の標記は英語を含め3ヶ国語である。フランス国境も近いため、たまに4ヶ国語表記になる。バスク語はスペイン語と全く違うので、私は両方を中途半端に覚えてしまった (ありがたいは、バスク語でエスケリカスコ、スペイン語でグラシアス)。以前はバスク独立運動で治安が悪かったようだが、現在の街は非常に安全で、人々はとても親切であった。彼らはバスク人であることに非常に誇りをもっていて、結束力が非常に強い。親しくするには時間がかかるが、一度仲良くなると生涯続く仲間となる。幸いにも、滞在中に多くの友人と親しくなり、バスクは私の第3の故郷となった (図2-②、③)。

バスク地方は山や海が近く、雨が多いため、新鮮で美味しい食材が豊富で、中でもサンセバスチャンは「ヨーロッパの美食の都」とされるお酒と食べ物の街であった (図2-④)。今回の滞在でも、十分堪能した。バスクには、美食愛好家で料理好きな男性が多い。地域に100グループ以上のクラブ (ソシエダガストロノミカ) を作り、専用の厨房付食堂で男性は地域交流 (宴会) を盛んに行っている。クラブの厨房は一般的に女人禁制なので、女性は食べてもてなしを受けるのみ。私も幾度か招待され、良い思いをさせてもらった。是



図1. ①スペイン地図 (四角はバスク地方) と国旗、②バスク地方拡大図 (A: スカリエッタ、B: デリオ、C: サンセバスチャン) とバスク国旗、③スカリエッタ本部 (一部海洋)、④デリオ支所 (食品)、⑤サンセバスチャン支所 (海洋)、⑥木元のデスク



図 2. ①サンセバスチャンのコンチャ湾、②アスティのマグロチーム、③アスティの新たな姉妹、④バル（居酒屋兼軽食堂）のピンチョス（小さく切ったパンに少量の食べ物がのせられた軽食）

非皆さんには、カイショ（こんにちは）、エスケリカスコ（ありがとう）、オショ・オンド（とても良い）、オショ・ゴショア（とても美味しい）、アグール（さよなら）を覚えて、緑豊かで魅力的なバスクを訪れることをお勧めしたい。

所感

水産資源学分野において欧州で活躍している研究者と研究できたこと、また信頼関係を築き人脈を構築できたことは極めて有意義であった。在外研究は半年間と短い期間ではあったが、当初予定していたより多くの欧州の水産研究機関や研究者との連携することができた。アスティ-テクナリアの海洋部門は、高度回遊性魚類以外にも、近海魚類資源、海洋環境、河川の地質、

湾や河川の安全利用に関する研究を行っている。研究所のセミナーやコーヒープレイクを通して、様々な分野の研究者と意見交換の場を持ち、視野を広めることができたことは、大きなメリットであった。

研究面では、漁業情報の整理には思いのほか時間と手間を要したものの、幸いにもアスティ-テクナリアおよび ICCAT 事務局の積極的な理解と協力が得られ、2つの研究計画それぞれに進展が見られた。現在国際的に評価の高い学術雑誌への論文投稿中であり、一定の成果を達成することができたと考えている。

最後に本長期在外研究をサポートして頂いた国際水産資源研究所および本部の関係者の皆様、また在外研究の滞在を快諾して頂いたアスティ-テクナリアおよび ICCAT 事務局の皆様には厚く感謝する。

俊鷹丸女性乗組員の職場紹介

俊鷹丸 甲板部 森本由香里
機関部 福岡 瑠璃
司厨部 成田 友香

◆甲板部 森本 由香里◆

私は、3年前に水産総合研究センターに甲板員として入所し、2年間蒼鷹丸で、4月から俊鷹丸という調査船で働いています。

甲板員の仕事は、見張り、甲板作業などです。

見張りはワッチともいい、船橋で他の船舶や漂流物などと衝突しないか見張ることです。

船の安全運行のために見張りはとても大切なことで船舶が混み合う所では衝突の危険性が高まるのでよりいっそう気をつけなければなりません。

ですがたまに、クジラやイルカなどが見られるのでそれが息抜きになり楽しいです。

俊鷹丸では目視調査がありイルカなどを多く見ることが出来ます！

甲板作業では出入港時の作業、調査観測時のウインチ操作やクレーン操作、はえ縄操業、トロール網などをします。

調査船なので調査機材がたくさんあるのですが、それぞれに使う甲板機器を使い分け、サンプルを採っています。



私はウインチのハンドルを持つウインチマンの役割が多いのですが、各ウインチによって癖があったり、時化たときなどは操作が難しいです。俊鷹丸ではCTD ウインチにヒープモーション相殺クレーンという、クレーンがガス圧で動き波のうねりを相殺してくれるクレーンがあり、ただいま操作を勉強中ですが、上手く扱えたときはとても嬉しいです。

漁具を作ったり組み立てたりすることも仕事なのですが、はえ縄操業の釣り針を作ることや、網の修繕など、自分たちで作っていくこと、直すことは達成感がありやりがいがあります。

まだまだ分からない事ばかりですが、小さな仕事でも出来たときは喜びを感じます。

これからも様々な調査を経験し成長していきたいです。

◆機関部 福岡 瑠璃◆

今年度から自身含め女性三人が乗船するという環境は大変嬉しく思っています。部署が違うので一日の中でも殆ど顔を合わせる事はありませんが、時々鉢合わせて交わす一言二言にとっても安心します。同性だからこそ気兼ねなく会話できる環境があると思うと、男性陣の中での孤独感や違和感が無くなり前向きに仕事に取り組めるようになりました。



伝わり難く共感され難い心情かもしれませんが、私にとってこの職場環境は言葉にできないくらい恵まれた環境だと思っています。これからも女性乗組員が少しずつ増えていく事を希います。

◆司厨部 成田 友香◆



昨年より、水産総合研究センターに司厨員として採用して頂いております。今年度からは、俊鷹丸にてお世話になっています。

司厨部のお仕事としては、乗組員の皆さん、調査員の皆さんの朝食・昼食・夕食、そして時には夜食を3名体制でお作りします。他の部署より少人数ですが、司厨長を筆頭に先輩と共に楽しく仕事をしています。厨房は火や油を使うので、かなり暑く毎日汗だくですが、その分ご飯も美味しくしっかり頂いております。

また、お食事の時間が、他部署の皆さんにとって“一息つけるような時間”となるように、心を込めてお作りしています。

女性ということもあり、重量のある物を運んだりする際は、力が足りず、もどかしさを感じる時もありますが、司厨長や先輩がしっかりとサポートして下さるので安心です。無理はせず、出来ないことは力をお借りし、出来ることは積極的に行うよう心掛けております。

入所したばかりでまだまだ未熟者ですが、諸先輩のご指導の下、自身の体調管理、そして皆様の体調も考えられるよう、しっかり学び精進していきたいと思っています。

◆俊鷹丸 女性乗組員一同◆

私たちは、今年度より俊鷹丸に乗船しています。乗組員24名中女性が3名と、比較的女性乗組員の人数が多いのではないかと思います。

俊鷹丸での生活を通して感じることは、まず何よりも“女性(同性)が多いことは非常に心強い”ということです。女性特有の体調の変化もありますし、同性だからこそ気兼ねなく話せる会話も勿論あります。部署が違うので、毎日会話を交わす訳ではありませんが、互いにとっても頼りにしています。女性専用の共有スペース(浴室・洗濯スペース・お手洗い)も完備されており、こちらの維持・清掃は交代で行うようになっています。

また、各自の部屋ですが、テレビ、冷蔵庫、デスクは勿論、洗面台まで各部屋に完備されているので非常に快適です。

そして、浴室には浴槽もあり、お湯をはり入浴することもできます。仕事後の入浴で、心身ともに癒されています。

休みの時間は、各自のお部屋があるので、それぞれ好きな音楽を聴いたり、DVDを見たりとプライベートな時間を過ごすこともできます。

船全体での共同生活において、そして各部署での仕事面においても、女性であることを考慮し手厚いサポートを頂き、非常に恵まれた環境だと改めて感じています。これからも女性乗組員が、少しずつ増えてきたら私達も嬉しく思います。



左から、成田、森本、福岡

● Activity ●

主な出来事 (平成27年4月1日～平成27年9月30日)

●国際会議

| 月 | 用 務 | 出張先 |
|------|---|------------------|
| 4 | 中部北極海の底魚資源に関する専門家会合 (一井) | シアトル (アメリカ) |
| 4～5 | IOTC MSE ワークショップ (松本) | 釜山 (韓国) |
| 4～5 | 南極海ウェッデル海海洋保護区 (MPA) 検討に係る作業部会 (一井) | ベルリン (ドイツ) |
| 4～5 | はえ縄データ共同解析の結果レビュー会合 (岡本) | 台北 (台湾) |
| 5 | ICCAT メバチデータ準備会合及びFAD ワークショップ (松本、芦田) | マドリード (スペイン) |
| 5 | FAO VME 遭遇プロトコル及び影響評価ワークショップ (清田) | クリスチャンサン (ノルウェー) |
| 5 | CCAMLR (南極海洋生物資源保存委員会) シンポジウム (森下) | プエルトモン (チリ) |
| 5 | IATTC 科学委員会 (中塚、南、佐藤、境、甲斐、福田) | ラホヤ (アメリカ) |
| 5～6 | IWC (国際捕鯨委員会) 科学委員会 (森下、宮下、木白、吉田、村瀬、前田) | サンディエゴ (アメリカ) |
| 5～6 | インドネシア人オブザーバー講習会 (南、松永) | ジャカルタ (インドネシア) |
| 5～6 | NAFO 科学委員会 (米崎) | ハリファックス (カナダ) |
| 6 | ICCAT 生態系小委員会 (余川、南、木元、井上 (裕)) | マドリード (スペイン) |
| 6 | ICCAT 科学者行政官 WG 会議 (竹内、木元) | ビルバオ (スペイン) |
| 6～7 | IATTC 第 89 回年次会合 (佐藤、福田) | グアヤキル (エクアドル) |
| 6～7 | GBYP 生物学的研究計画 Steering Committee 会議 (木元) | バサイア (スペイン) |
| 6～7 | CCAMLR WG-SAM (統計・評価・モデリング作業部会) 及び EMM (生態系モニタリング・管理作業部会) (一井、瀧) | ワルシャワ (ポーランド) |
| 7 | ISC 統計作業部会他種別作業部会、本会議 (中野、島田、中塚、西田 (宏)、森永、余川、竹内、鈴木 (伸)、魚崎、岡本、清藤、大島、甲斐、井嶋、福田、山崎) | コナ (アメリカ) |
| 7～8 | ICCAT サメ類作業部会、ヨシキリザメ資源評価会合 (余川) | リスボン (ポルトガル) |
| 7～8 | CCSBT SFMWG 会合 (伊藤) | キャンベラ (オーストラリア) |
| 8 | WCPFC 第 11 回科学委員会 (西田 (宏)、魚崎、中塚、岡本、佐藤、南、甲斐、清藤、芦田、大島、境、井上 (裕)) | ボンベイ (ミクロネシア) |
| 8～9 | 科学オブザーバー講習会 (余川) | ジャカルタ (インドネシア) |
| 8～9 | 第 28 回 CITES 動物委員会 (岡本) | テルアビブ (イスラエル) |
| 8～9 | CCSBT 第 6 回 OMMP 技術会合及び第 20 回科学委員会 (伊藤、高橋、境、山崎) | 仁川 (韓国) |
| 8～9 | IOTC 生態系混獲作業部会 (余川、岡本、井嶋) | オリャオ (ポルトガル) |
| 8～9 | WCPFC 北小委員会 (中野、島田、中塚、清藤、福田) | 北海道札幌市 |
| 9 | 先住民生存捕鯨ワークショップ及び IWC (国際捕鯨委員会) ビューロ会合 (森下) | グリーンランド (スイス) |
| 9 | CLIOTOP 第 3 回シンポジウム (清田、金治、米崎、奥田) | サンセバスチャン (スペイン) |
| 9 | 日台シンポジウム (森永、境) | 台北 (台湾) |
| 9～10 | ICCAT 魚種別会合及び科学委員会 (島田、西田 (宏)、中塚、余川、竹内、伊藤、松本、木元、甲斐) | マドリード (スペイン) |
| 9～10 | WCPFC 第 11 回技術遵守委員会 (南) | ボンベイ (ミクロネシア) |
| 9～10 | ロシア船オホーツク海北部鯨類目視調査報告会 (宮下、木白) | ウラジオストック (ロシア) |

●学会・研究集会

| 月 | 用 務 | 出張先 |
|---|---|---------|
| 4 | ISC-MSE ワークショップ（中野、八吹、森永、島田、中塚、余川、竹内、大下、鈴木（伸）、佐藤、松本、高橋、大島、境、清藤、甲斐、井嶋） | 神奈川県横浜市 |
| 6 | 東シナ海関連シンポジウム（森永） | 愛知県名古屋市 |
| 7 | 国際シンポジウム「オーシャン・ヘルス・インデックス」（中塚、米崎） | 東京都 |
| 7 | 第五回野生動物管理学会（金治） | 北海道札幌市 |
| 9 | 日本鳥学会（井上（裕）） | 兵庫県神戸市 |
| 9 | 日本海洋学会 秋季大会 シンポジウム（森永） | 愛媛県松山市 |
| 9 | 所内プロ研ワークショップ（清田、米崎、奥田、境） | 宮城県仙台市 |

●フィールド調査（海上） 官船及び水研センター船

| 月 | 調 査 名 | 海 域 |
|-----|--|----------------|
| 5～6 | 東シナ海及び南西諸島周辺海域小型鯨類目視調査（金治：俊鷹丸） | 東シナ海及び南西諸島周辺海域 |
| 6～7 | 南西諸島クロマグロ稚魚モニタリング技術開発調査（大下、田和：俊鷹丸） | 九州南西沖、薩南諸島周辺海域 |
| 7 | 日本海クロマグロ仔魚減耗要因調査（大下：俊鷹丸） | 日本海（隠岐諸島～能登半島） |
| 7 | 平成27年度開洋丸第2次調査 音響調査機器等の試験航海（米崎：開洋丸） | 相模湾海域 |
| 7～8 | 平成27年度開洋丸第3次調査（レグ1）天皇海山トロール漁場海底環境調査および底魚類餌環境調査（米崎：開洋丸） | 天皇海山海域 |
| 8～9 | 平成27年度開洋丸第3次調査（レグ2）日本周辺宝石サンゴ漁場調査（林原：開洋丸） | 琉球諸島海域 |
| 9 | 対馬暖流域におけるマグロ類サンプリング（大下：陽光丸） | 東シナ海 |

●フィールド調査（海上） その他の船舶

| 月 | 調 査 名 | 海 域 |
|-----|---------------------------------|---|
| 7～8 | 太平洋ツチクジラ分布生態調査（南川：第八開洋丸） | 北緯34度以北43度30分以南・東経139度以東146度以西の太平洋の内他国EEZ、他国領域を含まない |
| 8 | オホーツク海北部鯨類目視調査（宮下：ウラジミール サフォノフ） | ウラジオストック～ ユジノサハリンスク（ロシア） |
| 9 | 釧路沖鯨類捕獲調査（宮下：第51純友丸） | 北海道釧路市 |

●フィールド調査（陸上）

| 月 | 調 査 名 | 出張先 |
|-----|---|-------------|
| 4 | カツオひき縄市場・漁況調査（清藤） | 千葉県鴨川市 |
| 4～5 | 厳しい環境条件下におけるサンゴ増殖技術開発実証委託事業にかかる野外調査（林原） | 沖縄県石垣市 |
| 5 | 沿岸カツオ漁況調査及び放流調査（清藤） | 和歌山県串本町 |
| 5～6 | カツオ標識放流調査（松本） | 沖縄県与那国町 |
| 7 | まぐろ類流通調査分析事業における築地大卸業者5社への聞き取り調査（境） | 東京都 |
| 7 | 土佐湾沿岸性鯨類生態調査（木白） | 高知県黒潮町 |
| 7～8 | クロマグロ当歳魚の標識放流調査（藤岡、福田） | 高知県中土佐町 |
| 7～8 | スナメリ航空目視調査（吉田） | 福岡県、愛媛県、岡山県 |
| 9 | 釧路沖鯨類捕獲調査（木白） | 北海道釧路市 |
| 9 | 太平洋クロマグロ魚体測定調査（西川） | 青森県大間町 |
| 9 | 釧路沖鯨類捕獲調査 生物調査（吉田） | 北海道釧路市 |
| 9 | 釧路沖鯨類捕獲調査 鯨体調査（前田） | 北海道網走市 |
| 9 | 釧路沖ミンククジラ航空目視調査（宮下、吉田） | 愛知県、北海道 |

それでも地球は動いている

編集後記

今号も、前号に続き北太平洋漁業委員会 (NPFC) 設立に合わせた趣で、外洋資源部、外洋生態系グループの関係者に原稿をお願いしました。NPFC は「北太平洋における公海の漁業資源の保存及び管理に関する条約」(北太平洋漁業資源保存条約) に基づいて設立された地域漁業管理機関です。対象水域は概ね北緯20度以北の北太平洋の公海で、この海域の海洋生態系を保護しながら、条約地域における漁業資源の長期的な保存と持続可能な利用の確保を目指しています。なお、NPFC は我が国に初めて事務局が設置された(東京海洋大学内) 地域漁業管理機関となります。

これまでの NPFC に関する報道は、サンマに関するものが多くを占めておりますが、対象とする資源は、サンマ以外にもクサカリツボダイ、キンメダイ、アカイカ等我が国の食卓に上る魚種を含み、さらに条約は海洋生態系の保存管理を目指しています。本誌では、この条約に関する当所の調査・研究を担う一井外洋資源部長に NPFC について概説いただき、さらに、水面下サンマの分布域より深いところ、光の当たり辛い海底に目を向けて、海山についてと天皇海山にて実施してきた調査の紹介を米崎研究員に、脆弱な生態系の象徴ともいえる冷水性サンゴの紹介を林原研究員にお願いしました。読者諸氏の条約や NPFC の理解の一助となれば幸いです。

さて、今回は各執筆者に一言いただきました。ご紹介します。

- 大学院を修了し、研究者としての人生、11年を経とうしている。振り返れば、周囲の環境変化に必死に喰らいつきながら研究活動を行ってきた。次の10年も様々な困難や壁にぶち当たることだろう。ただ、「行雲流水」の如く、流されずとも固執せず、広い視野と柔軟な思考を持った研究者として歩んでいきたい (S. Y)。
- 今年度のちょっとよい話。高級魚である南極海メロ類の漁獲枠を議論する科学者会合で“昨日の敵は今日の友”を経験。昨年度までは日本と対立

傾向にあった豪州が、調査操業域を拡張したいという日本の提案の共同提案者になってくれ、会合で(懸念を表明した) 米国などを説得してくれた。米英は日豪の協調振りに驚いていた(一井)。

●昨年の中国船によるサンゴ密漁の報道でも、宝石サンゴと造礁サンゴを混同したコメントが聞かれたように、現状ではまだ、冷水性サンゴというものを正しく認識している人は少ないように思われます(10年くらい前までは私もそうでした)。本号の紹介記事が冷水性サンゴに関心を持ってもらうきっかけになれば幸甚です(林原毅)。

●2012年にスタートした連載記事『海と漁業と生態系』も今回で一旦終了です。書き始めた頃は、生態系に基づく管理なんて欧米流の理屈を押しつけられた厄介な問題で、単一種相手でも苦労しているのに一体何ができるだろう? という疑問を私も抱きました。しかし回を重ねるうちに、この問題を我が国なりに解釈し、地域に根ざした解決の方策を見出すことこそが、海と水産業を健全な形で次世代に受け渡す鍵になると思うようになりました。拙稿がこうした議論の端緒として少しでもお役に立てば幸いです(清田雅史)。

●在外研究期間後も受入研究者と密に連絡をとり研究を続けている。今回の派遣では、国際的な感覚に磨きをかけ、共同研究を行うことができた。人脈も広がり、他国の研究者との次の仕事もできた。若手研究者には積極的に在外研究制度を利用して、是非国際的にも活躍できる研究者となってもらいたい(木元)。

●私たち三名が、俊鷹丸に乗船してから約八ヶ月が経ちました。本船での共同生活にも慣れ、各自それぞれの部署で仕事に励んでおります。また、手厚いサポートを頂き、日々成長できていると感じております。この機関紙を通じて、船の仕事に興味を持つ女性が増えたなら幸いです(甲板部 森本由香里、機関部 福岡瑠璃、司厨部 成田友香)。

(業務推進部長 八吹圭三)

