

日本海

リサーチ & トピックス

2016年9月 第19号



遊泳するアカムツ

- 生活史初期におけるアカムツの形態と分布特性
- 日本海沿岸域における急潮発生機構の解明とリアルタイム急潮予測システムの開発
- 佐渡島両津湾における海草の生育限界水深と水中の光環境との関係

編集 日本海区水産研究所



国立研究開発法人
水産研究・教育機構

目 次

生活史初期におけるアカムツの形態と分布特性 八木佑太（資源管理部 沿岸資源グループ）	3
日本海沿岸域における急潮発生機構の解明とリアルタイム急潮予測システムの開発 井桁庸介（資源環境部 海洋動態グループ）、渡邊達郎（資源環境部）	7
佐渡島両津湾における海草の生育限界水深と水中の光環境との関係 坂西芳彦（資源環境部 浅海環境グループ）	10

表紙の解説

遊泳するアカムツ

写真撮影および解説 新田 誠（新潟市マリニピア水族館）

このアカムツは、新潟県寺泊沖の水深 100 m付近にて捕獲され、漁業者より新潟市水族館マリニピア日本海に提供いただいた個体です。このような天然個体は、捕獲の際に水圧や水温の影響を受けるため飼育が容易ではありません。マリニピア日本海では、生きているアカムツをご覧いただくための手段として、平成 22 年から人工授精によるアカムツの育成に着手し、天然個体とともに育成個体による展示を行っています。

生活史初期におけるアカムツの形態と分布特性

八木佑太（資源管理部 沿岸資源グループ）

ホタルジャコ科魚類では初めて、飼育下における卵発生と仔魚期の形態的特徴を明らかにしました。

【はじめに】

アカムツは西部太平洋・東部インド洋の大陸棚から大陸棚斜面域に分布するホタルジャコ科魚類で、日本周辺海域では底びき網、延縄、刺網などによって漁獲される水産業上の重要種である。近年、資源としての注目度や重要度は増大しており、効果的な漁業管理や種苗生産技術の開発による資源の管理と増大に向けた取り組みが実施され始めている。

それらの基盤となる本種の生物特性については、主な漁場である東シナ海、山口県から新潟県にかけての日本海沿岸において研究が進められており、成長、成熟および産卵期に関する情報が蓄積されつつある。一方で、生活史初期の生物特性には不明な点が多く、天然海域から得られた仔稚魚の形態と出現状況に関する断片的な情報に留まっていた。また、本種が属するホタルジャコ科魚類は、世界中で8属32種以上を擁するが、これまでにそれらの卵発生に関する知見は皆無であった。

本稿では、平成25年度に新潟市水族館マリニアピア日本海、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、日本海区水産研究所の3機関による共同研究の成果の一部として、飼育下におけるアカムツの卵発生と仔魚の形態及び耳石輪紋形成の日周性について紹介する。加えて、天然海域における仔魚の分布特性を明らかにするために行った新潟県沿岸域でのフィールド調査結果について報告する。なお、上述の共同研究では、本種の稚魚までの生産に初めて成功しており、その中で得られた卵管理やふ化仔魚育成技術に関する成果は、飯田（2014）及び山田ら（2015）によって報告されている。

【卵発生と仔魚の形態】

卵発生と仔魚の形態の観察に用いた試料は、2013年9月に新潟県中越海域において刺網漁業者の協力のもと、船上での人工授精によって得られた受精卵に基づいている（八木ら、2015）。卵の発生段階や仔魚の発育段階、計測部位については岩井（1985）と沖山（2014）を参考とした。

アカムツの受精卵は、真球形の分離浮性卵で、1個の油球を有する。卵膜に特殊な構造はなく、囲卵腔は狭い。卵黄は無色透明で、粗い亀裂が認められた。卵径と油球径の範囲はそれぞれ0.80-0.83 mm, 0.21-0.23 mmであった。卵発生の過程をみると（図1）、受精から5時間後に胞胚期、11時間後に囊胚期となり、13時間後には胚体が形成された。16時間後に眼胞が分化し、12本の筋節が形成された。胚体の前方から中央やや後方かけての背側および腹側には点状もしくは星状、油球上には樹枝状の黒色素胞がそれぞれ出現した。21時間後に耳胞と心臓が形成された。尾端が卵黄から分離し、筋節は19本であった。眼の後方および胚体の前方腹側と中央からやや後方の背側に黄色素胞が出現した。22時間後には心臓の拍動が認められた。24時間後にはレンズと耳石が形成され、筋節は22本であった。28時間後には筋節は23-25本となり、ほぼ定数となった。受精29時間後にはふ化が始まり、35時間後には大部分がふ化した。ふ化直後の仔魚の体長は約1.8 mmであった。

以上のように、本研究では、ホタルジャコ科魚類では初となるアカムツの卵発生を記載し、各発生段階における形態的特徴を示すことができた。アカムツ卵の形態的特徴を他種のものと比較すると、同科のホタルジャコの完熟卵とは、卵径、油

球の色と径および卵黄表面の構造がよく類似する。また、アジ科（マアジなど）やイサキ科の一部の種（イサキなど）とは、それらの形態的特徴に加え黒色素胞の配列（胚体、卵黄および油球上）にもよく類似する。一方、生時ではアカムツ卵とその類似卵では黄色素胞の配列が異なる（アカムツ卵は胚体のみ、類似卵は胚体、膜鱗および卵黄に出現）。しかし、ホルマリン固定により黄色素胞は消失するため、この配列の相違はホルマリン固定標本の識別には役立たない。胚体の形態が発生に伴って大きく変化し、かつこれまでに卵発生の詳細が明らかとなっている魚種が限られていることを考慮すると、天然海域で採集さ

れたホルマリン固定後の卵の中から本種の卵を形態的特徴のみで同定することは困難と考えられる。今後、アカムツ天然卵の同定手法については、遺伝学的手法を含めた詳細な検討が必要である。

次に、仔魚の形態的特徴について紹介する（図2）。ここでは、各段階における黒色素胞の分布状

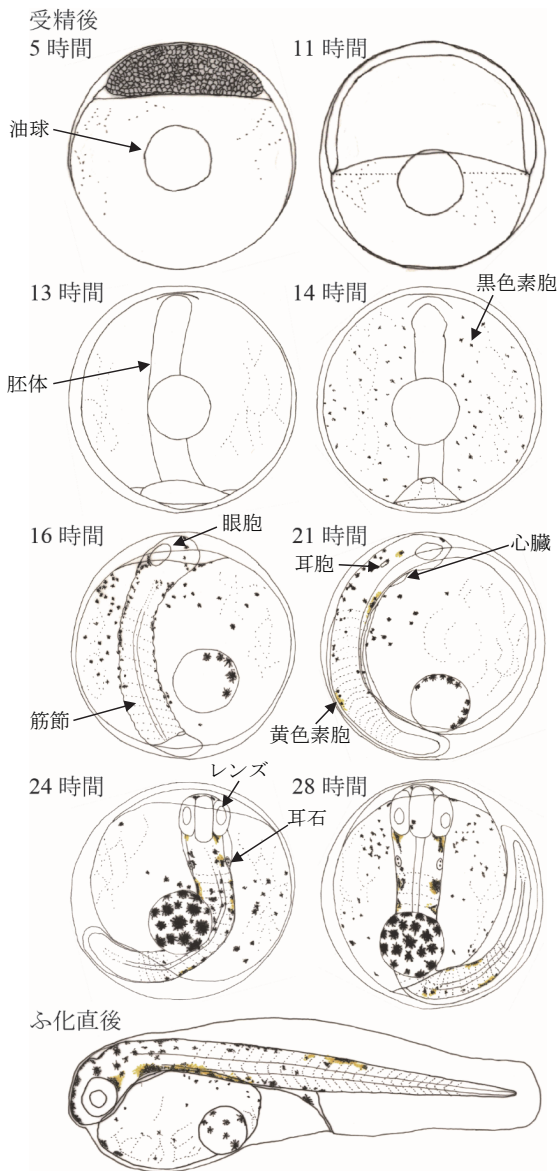


図1. アカムツの卵発生とふ化仔魚（生体標本）

ふ化後 0日 发育段階：卵黄囊期

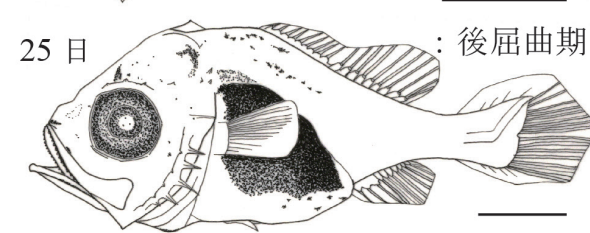
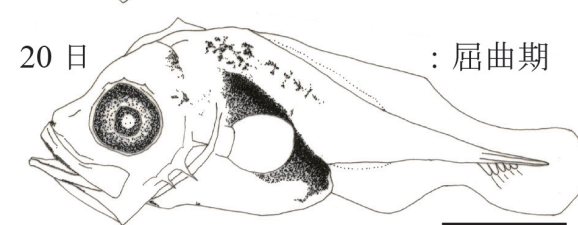
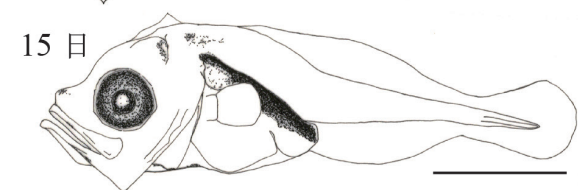
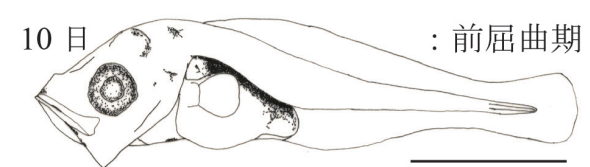
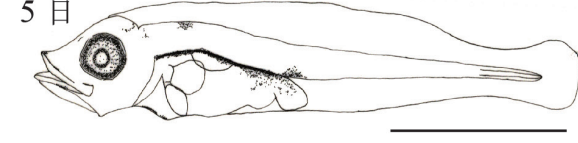
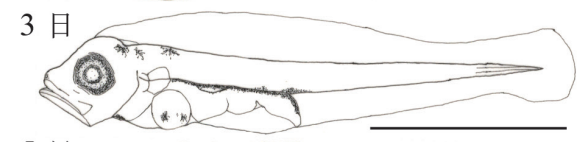
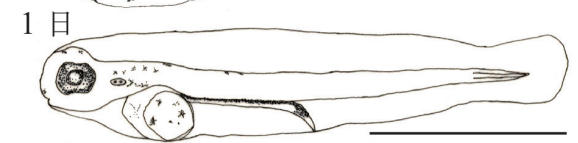
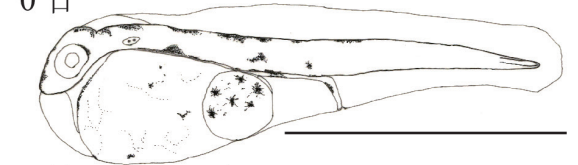


図2. アカムツ仔魚の发育シリーズ（ホルマリン固定標本）各スケールバーは1mmを示す

況や頭部の棘形成の詳細については省略するが、本研究においてこれまで不明であった卵黄囊期を含む仔魚期を通じたアカムツの形態的特徴が示された。本種の卵黄囊期仔魚は、ふ化直後から約3 mmまで前屈曲期以降に比べて、相対的に体が細長くかつ頭が小さいことが明らかとなった。ふ化直後の仔魚については、黄色素胞配列についても記載した(図1)が、生時では黄色素胞はふ化直後に限らず仔魚期を通じて認められた。既往の知見により、2, 3 mm台のアカムツでは、体形や黑色素胞配列が同科のホタルジャコやワキヤハタと類似するが、本種では黑色素胞が峡部(下顎の腹面)のほぼ全域で見られること、前脳先端には出現しないことで識別されることが示されている。本研究の飼育下における結果でも、ふ化後3日の約2.5 mm(卵黄囊期仔魚)以降でこれらの特徴を確認できたため、天然海域で得られる卵黄囊期仔魚についても、ふ化後数日程度経過していれば同定可能と考えられ、天然海域でのより早期仔魚の出現状況の把握が期待される。前屈曲期以降の飼育仔魚の頭部の棘配列や各体部比は、土佐湾や新潟県沿岸で採集された天然仔魚と概ね一致したが、飼育下においては黑色素胞がより早期かつ濃密に発現するなどの違いがみられた。このような黑色素胞の分布状況に見られる差異はヒラメ、キチヌ、イサキなどでも知られており、飼育下におけるストレスとの関係が推測されている。

【耳石輪紋形成の日周性の確認】

魚類の初期生残に大きく関与するとされる、ふ化時期や初期成長の推定などの解析には、一般に耳石に形成される輪紋が用いられているが、その前提として飼育日数と耳石に形成される輪紋数との関係などから、輪紋形成の日周性を確認する必要がある。そこで、上述の形態観察と平行して、アカムツ仔魚の耳石輪紋形成の日周性について検討した。本種の耳石上には、ふ化後2日程度で輪紋が形成され始め、以降、比較的明瞭な輪紋(図3)をふ化後25日程度までは研磨等の処理なしに計数することが可能であった。ふ化後の日数と耳石の輪紋数との関係は直線で表され、回帰直線の傾きが1とは有意に異ならなかったことから、輪

紋は1日に1本形成される日周輪であることが示された(図4)。

【天然海域における仔魚の分布特性】

最後に、天然海域におけるアカムツ仔魚の水平分布について見ていきたい。調査は、新潟県北部沿岸域において2012~2014年の各8月から11月において、ボンゴネット(口径70もしくは80cm, 目合い0.5 mm)の50 m深からの傾斜曳によって行った。当海域において、仔魚は9月上旬から10月下旬に出現し、その盛期は9月下

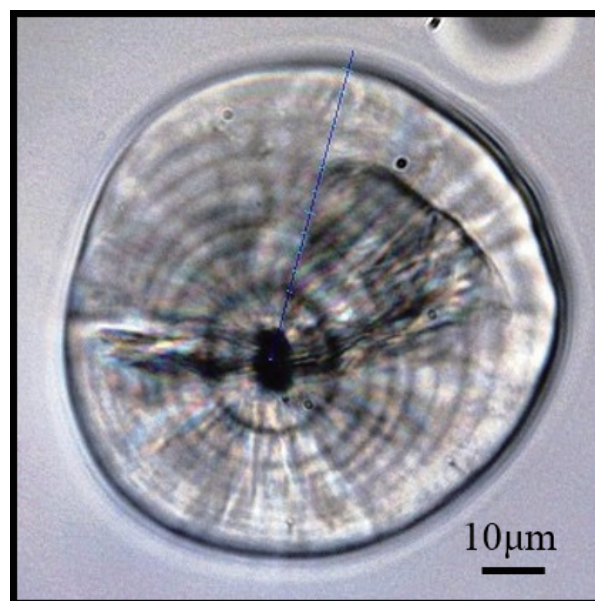


図3. アカムツ仔魚(10日齢)から抽出した耳石(扁平石)

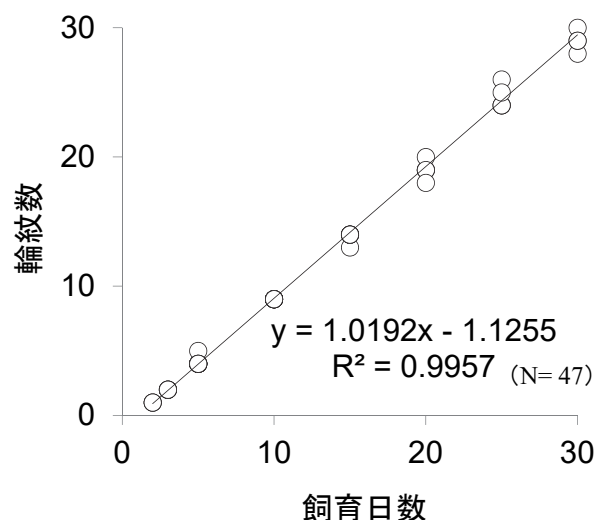


図4. 仔魚の飼育日数と耳石に形成された輪紋数との関係

旬もしくは10月上旬にみられた。仔魚の体長および発育段階をみると、どの月でも2-3 mm前後の前屈曲期の個体が主体であったが、10月下旬には5 mmを超える後屈曲期の個体も出現していた (Yagi et al., 2014)。仔魚が出現した水温と塩分の範囲 (0-50 m の平均値) は、それぞれ20-27°Cと33-34 psuであった。図5は、各年で仔魚の分布密度が最も高かった調査時における水平分布を示しており、仔魚は沿岸から沖合の定点にかけて広く出現していた。2013年と2014年に採集された仔魚については、上述の耳石解析への適用の試みとして、耳石を摘出し日齢とふ化日を推定した結果、日齢5-10日の個体が大部分を占めており、ふ化日は9月上旬から10月下旬 (盛期は9月下旬) にみられた。このふ化時期は、新潟県沿岸域で漁獲された親魚の生殖腺観察から推定されている産卵期とほぼ一致しており、近隣の海域での再生産の一端が確認された。以上から、生活史初期におけるアカムツは沿岸から沖合まで広く分布していることが示されたが、本調査は水平的にも鉛直的にも限られた範囲で行われているため、仔魚の分布・輸送過程や鉛直的な分布特性には依然不明な点が多く残されている。今後、本種の初期生態を明らかにするためには、天然卵の同定手法に関する更なる検討を行うとともに、仔魚については天然海域および近年開発が進められている種苗生産技術を活用した飼育下での初期成長などの生物学的基礎情報の蓄積が重要と考えられる。

【謝辞】

アカムツの受精卵確保に種々の便宜を計っていただいた寺泊漁業協同組合の皆様、並びにフィールド調査において船頭を務めていただいた新潟漁協五十嵐浜支所の皆様に心から感謝の意を表す。本研究を遂行するにあたり、ご協力、ご助言を賜った関係各位に深くお礼申し上げます。

【引用文献】

飯田直樹, 2014: 世界初, アカムツ稚魚ができました! ~富山県が歩んできたアカムツ種苗生産技術開発とこれからの展望について~, 豊かな海, 32, 8-11.

岩井 保, 1985: 水産脊椎動物II 魚類. 恒星社厚生閣, 東京, pp.336.

沖山宗雄, 2014: 日本産稚魚図鑑 第二版. 東海大学出版会, 東京, pp.1912.

Yagi Y., Iseki T. and Uehara S. 2014: Occurrence of *Doederleinia berycoides* (Hilgendorf, 1879) (Acropomatidae) larvae in coastal waters off Niigata Prefecture (northern Japan Sea). *Journal of Applied Ichthyology*, 30, 178-181.

八木佑太, 新田 誠, 飯田直樹, 竹内宏行, 山田達哉, 長副 聡, 山本岳男, 高原英生, 井関智明, 上原伸二, 2015: アカムツの卵発生と仔魚の形態. *魚類学雑誌*, 62, 163-169.

山田達哉, 八木佑太, 飯田直樹, 新田 誠, 2015: アカムツの人工稚魚生産に成功. *海洋と生物*, 216, 12-18.

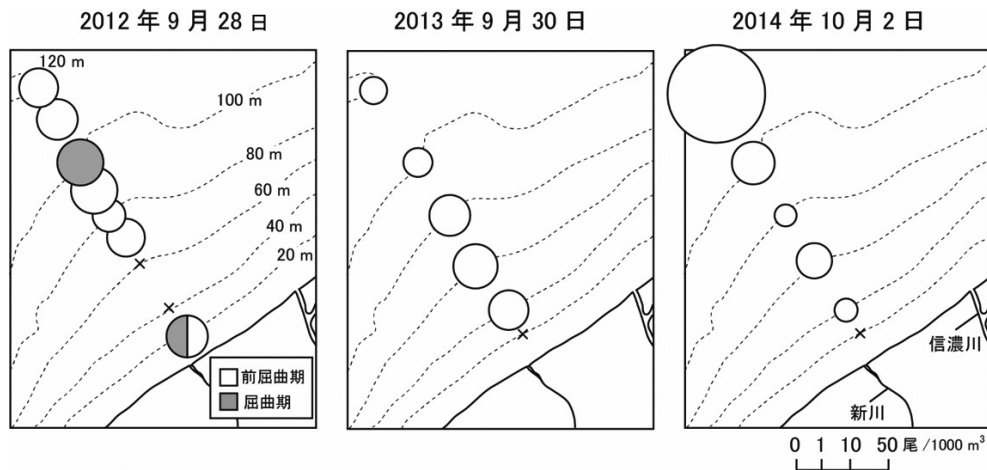


図5. 新潟県北部沿岸におけるアカムツ仔魚の水平分布

日本海沿岸域における急潮発生機構の解明 とリアルタイム急潮予測システムの開発

井桁 庸介（資源環境部 海洋動態グループ）、渡邊 達郎（資源環境部）

日本海沿岸域の定置網に被害をもたらす急潮の発生を数日前に予測できるシステムを開発し、インターネットで配信しています。

【はじめに】

日本沿岸では、急潮（きゅうちょう）と呼ばれる突発的な強い潮の流れが発生することがある。日本海沿岸域では、例えば、2004年の台風15号に伴う急潮により180ヶ所以上の定置網が破壊されるなど多くの被害が発生し、漁業者の経営基盤が大きな打撃を受けた。急潮による定置網被害を回避するためには、急潮が起こる前に海から網を引き上げることが最も効果的なため、急潮の発生予測が求められていた。そのため、発生機構の解明と、その知識をベースに最先端技術を用いた予測モデル・システムを開発する必要があった。このような背景のもと、日本海区水産研究所（日水研）では、リアルタイム急潮予測システムを開発し、ウェブサイト（<http://kyucho.dc.affrc.go.jp/>）での運用を平成27年3月に開始した。このシステムは、日水研が中心となり、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業で推進したプロジェクト「日本海沿岸域におけるリアルタイム急潮予測システムの開発」（以下、急潮プロと呼称）で開発・構築されたものである。本稿では、開発に至るまでの概略を紹介したい。

【日本海の急潮の発生機構解明の試み】

急潮は、海域ごとに発生要因や規模が異なるため、様々な海域で流動を分析する必要がある。そこで、急潮プロにおいて、日水研は日本海に面する各府県の自治体、漁協、大学の計9機関と協力して2012年から3年間、高精度な流動データを広範囲に収集し、急潮の実態を詳細に把握した。得られた結果から急潮の発生要因を分類し、1.

台風や低気圧等による風に起因するもの、2. 若狭湾に形成される時計回り環流に起因するもの、3. 対馬暖流の流軸・流勢の変動に起因するもの、の3つの主要な発生要因を示した（図1）。上記1（台風等の風）の要因は沿岸捕捉波や近慣性内部波と呼ばれる波動現象で説明され、数日から20時間周期スケールの流速変動として現われる。上記2（若狭湾の環流）については、対馬暖流の流軸が丹後半島に離接岸する過程で発生すると推定されており、過程の詳細については解明が現在も進められている。上記3（対馬暖流の変動）については、富山湾内に出来る時計回りの渦と連動

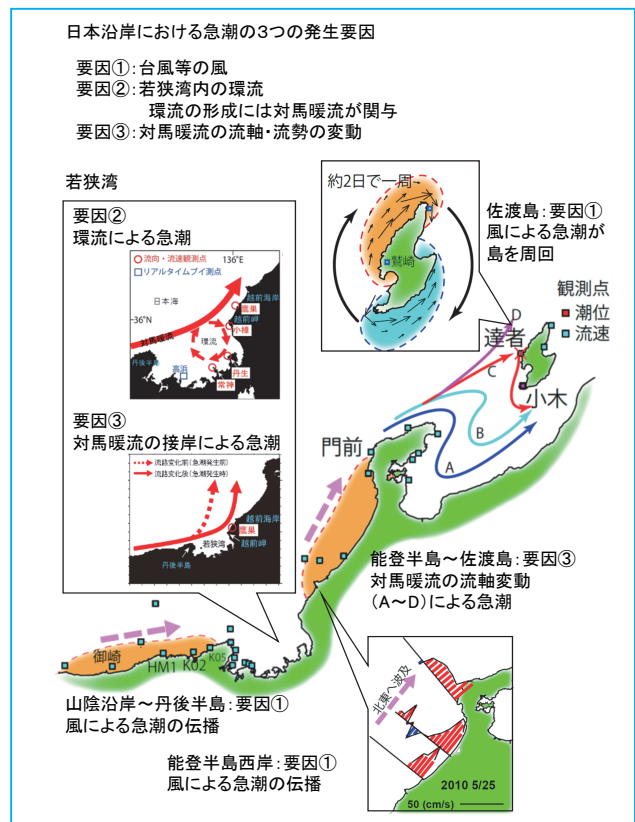


図1. これまでに判明した日本海の急潮の発生機構

した現象であることが示されつつあり、台風や低気圧の通過に誘発される可能性も指摘されている。

【急潮予測を可能にする海洋モデルの開発】

急潮プロでは、急潮発生機構の解明と並行し、鳥取～山形沿岸を帯状にカバーした沿岸流動を予測する海洋モデル（日本海沿岸帯域モデル）を、九州大学が中心となり作成した（図2）。日本海沿岸帯域モデルの基本構造は、日水研が別途運用している拡張版日本海海況予測システム JADE 2

と同じものであるが、解像度は約 1.5km と JADE 2（約 7km）に比べ非常に細かくなっている（図3）。さらに、本モデルは、JADE 2 の結果を側面境界値に用いる「入れ子手法（ネスティング）」を採用しており、設定されている計算領域外起源の諸現象（例えば対馬暖流等）に起因する流れの再現性を高めている（図2）。急潮の要因となる流動現象は数時間で変動するものが含まれるので、再現性の向上とデータ解析のために、日本海沿岸帯域モデルに与える気象外力の入力や計算値の出力頻度は、モデル内時間で1時間毎としている。この試みは世界的に見ても希で、挑戦的な試みであった。というのも、従来の一般的な海況予測システムは、数ヶ月先の海の概要を予測するため、短周期変動の再現やそれを対象とした計算値の高頻度出力は成されてこなかったからである。このような観点のもとに開発された海洋モデルにより、前節で述べた急潮発生に関連する諸現象が、モデル内で表現されることが確認された（図4）。

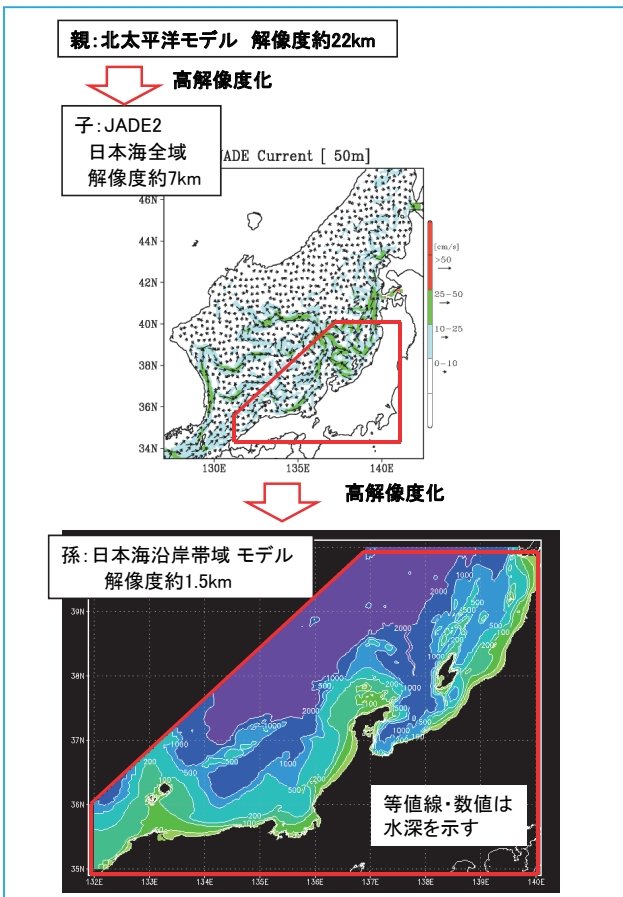


図2. 急潮予測システムに用いた海洋シミュレーションモデルの概念図

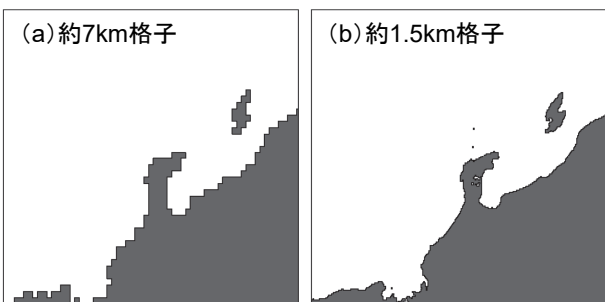


図3. (a) 約7km 格子間隔に区切ったときの日本海沿岸地形 (b) 約1.5km 格子間隔に区切ったときの日本海沿岸地形

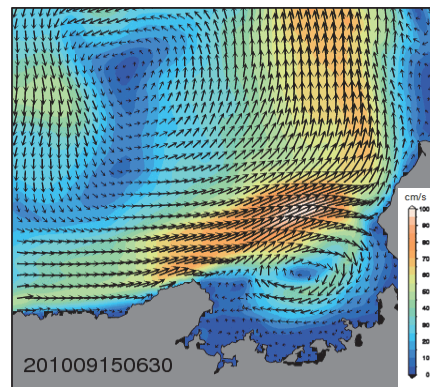


図4. 日本海沿岸帯域モデルで表現された若狭湾の環流（15m 深流速の水平分布）

【リアルタイム急潮予測システムの構築】

リアルタイム急潮予測システムを構築するにあたり、日本海沿岸帯域モデルが実用に耐える精度を持つ必要があった。そこで、過去に起きた急潮の再現計算を実施し、前述の観測データや発生機構の知識を元にその再現精度の検証を行った。その結果をフィードバックすることで日本海沿岸帯域モデルを改良し、予測に耐える精度を持つ予測モデルを構築した。さらに、膨大な計算結果が高頻度に出力されるため、Web サイトでの情

報提供を行う上では、急潮に関する情報を抽出する技術を開発・システム化する必要があった。そこで、予測計算結果から急潮を抽出して指数化する統計解析手法を開発し、それを直感的な図に描くシステムを開発した。

一連の海況予測モデル用いた予測計算を大型計算機で実施し、その出力結果の処理を統計解析・描画システムで行い、その結果を上記 Web サイトにて迅速に情報公開・配信する「リアルタイム急潮予測システム」を構築し運用を開始した(図5)。このリアルタイム急潮予測システムでは、約1週間先までの急潮発生予測を毎日2回実施

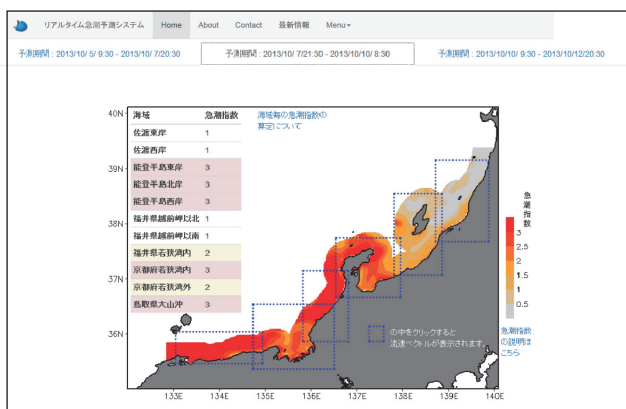


図5. リアルタイム急潮予測システムのWeb サイト画面 (<http://kyucho.dc.affrc.go.jp/kyucho/>)
カラーは「急潮指数」の水平分布

し、急潮の強さを示す指標として「急潮指数」を導入して、急潮指数3以上が予測された場合、被害が生じる急潮が発生するとしてその時期、場所を Web サイト上で分かり易く公開している。さらに、各海域での流れの拡大図についてもアニメーションで見ることができる(図6)。

【まとめ】

以上のように、「リアルタイム急潮予測システム」は、漁業現場に近く問題意識を明確に持った水産試験研究機関の担当者、現場で実際に流れを測る研究者、そして海洋モデルを駆使して研究を進める研究者が、急潮プロという枠組みにおいて一体となり開発された。このような体制を組んだことにより、海流予測のシステム化を進める過程で、現場感覚と科学技術とのすり合わせを密に行うことが出来た。その結果、このような実用に耐えられる海流予測システムの構築がなされたと感じている。過去に発生した急潮の再現計算による精度検証の結果では、発生する急潮の70～80%を数日前に予測することが可能であると判断している。この精度と予測期間の長さはこれまでにない画期的なものであると考えている。本システムの急潮予測情報を漁業関係者に活用していただき、急潮被害の大幅な削減に繋がれば幸いである。

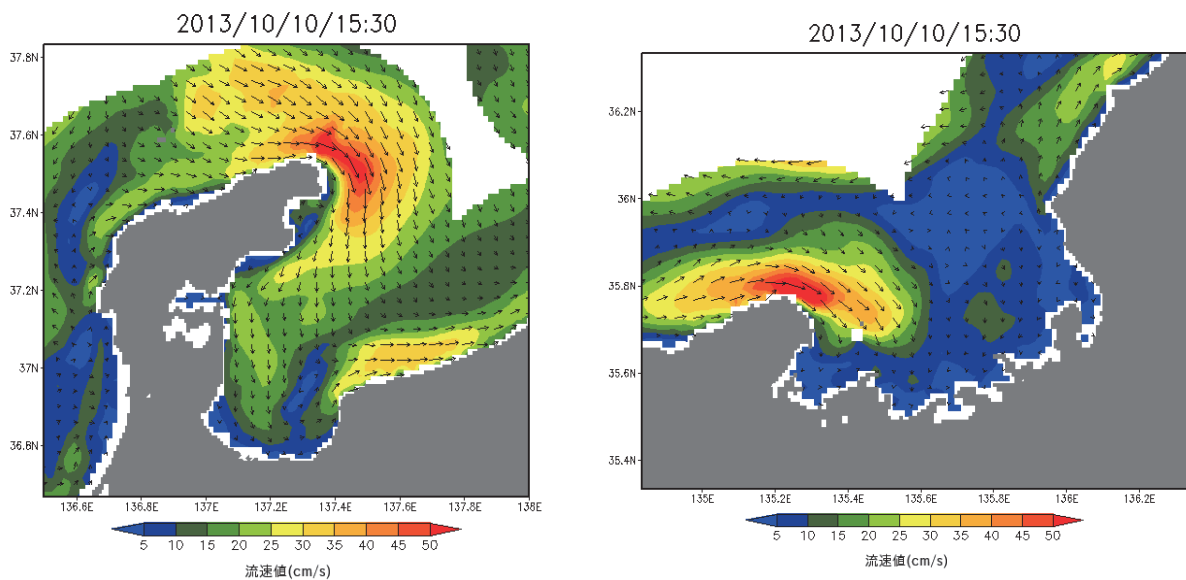


図6. 日本海沿岸帯域モデルで再現された能登半島周辺(左)と丹後半島周辺(右)の流況(15m深流速の水平分布)

佐渡島両津湾における海草の生育限界水深と 水中の光環境との関係

坂西芳彦（資源環境部 浅海環境グループ）

佐渡島沿岸での水中光観測の結果、透明度が高く、より深い水深帯まで光が到達する海域の特性が、高水温の影響を回避できるような深所（> 20 m）での海草の生育を可能にしていることがわかりました。

【はじめに】

藻場構成種を多数含む褐藻コンブ目は、中緯度から高緯度にかけての沿岸浅海域で生産力の高い群落を形成することが知られてきたが、近年、低緯度海域でも透明度が高い海域の深所では群落が確認されるようになってきた（Graham *et al.* 2007）。これらの深所の群落は海表面付近との水温差から高水温の影響を回避し、気候変動下においてレフュジア（避難場所）として機能する可能性があることから注目を集めている。深所における植物群落は、日本海沿岸においても、その存在が明らかになっている。これらの群落も低緯度海域の深所の褐藻群落と同様に高水温の影響を回避できる可能性があり、気候変動下の藻場の保全研究にとって重要な研究対象と考えられる。しかし、深所の潜水作業は困難を伴うことから、情報は極めて限られている。そこで、深所に形成される植物群落の成立要因を探るため、両津湾沿岸においてスキューバ潜水により海草の生育限界水深を調べるとともに水中の光環境の観測を行い、両者の関係を検討した（坂西ら 2015）。

【調査方法】

両津湾の沿岸海域（新潟県佐渡市白瀬地先）において、2011年から2013年にかけて野外調査を行った（図1）。スキューバ潜水による海草の種組成と生育水深帯に関する予備的な観察を行った後、複数のポイントで海草の生育が確認される最大水深を記録し、生育限界水深とした。生育限界水深を記録した海域において、水面上と水中の光量子束密度を同時に測定し、両者の値から計算した水

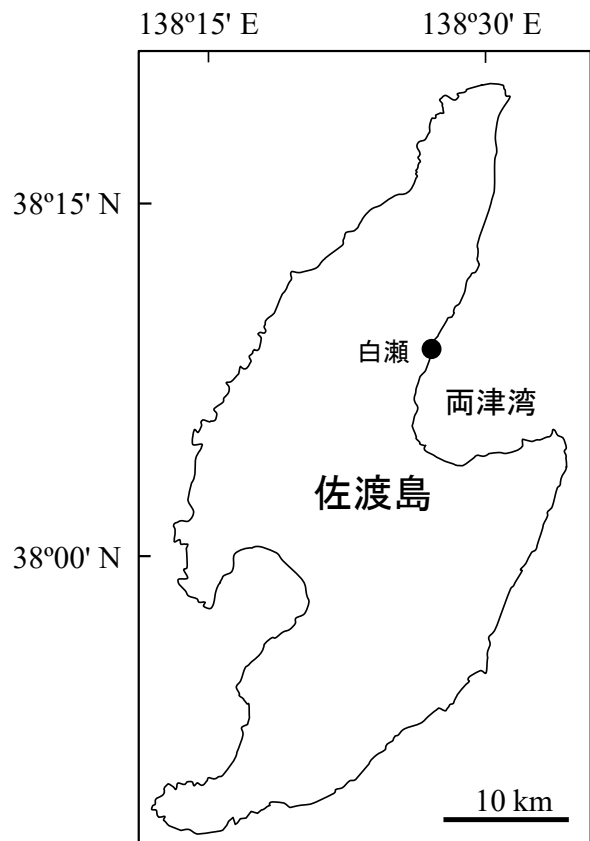


図1. 調査海域

中の相対光量子束密度と水深との関係から消散係数（光の減衰の程度を示す値で、透明度が高く、より深い水深帯まで光が到達する海域ほど小さくなる）を求めた。両津湾で得られた海草の生育限界水深と消散係数との関係を、世界中の海草群落で得られたもの（Duarte 1991）と比較検討した。

【両津湾における海草の生育限界水深と光環境との関係】

佐渡市白瀬地先では6-24 m の水深帯に海草群落形成され、浅い方から順にアマモ、スゲアマモ、タチアマモの生育が確認された(図2)。それぞれの生育水深帯の詳細については明らかにできなかったが、この海域で最も深い水深帯まで生育するのはタチアマモであり、水深22-24 mまで生育することが明らかになった。また、両津湾における水中光の減衰から求めた消散係数は、親

潮の影響を強く受ける厚岸湾(北海道厚岸郡厚岸町地先)や関東の都市部に近接した小田和湾(神奈川県横須賀市地先)に比べて低い値を示した。Duarte (1991) が報告した世界の様々な海域における海草の生育限界と生育海域の消散係数との関係を示すグラフ(72プロット)に、本研究で得られた両津湾の値を重ねたものが図3である。国内のデータについては、小田和湾のタチアマモとアマモ、厚岸湾のオオアマモについての既存デー

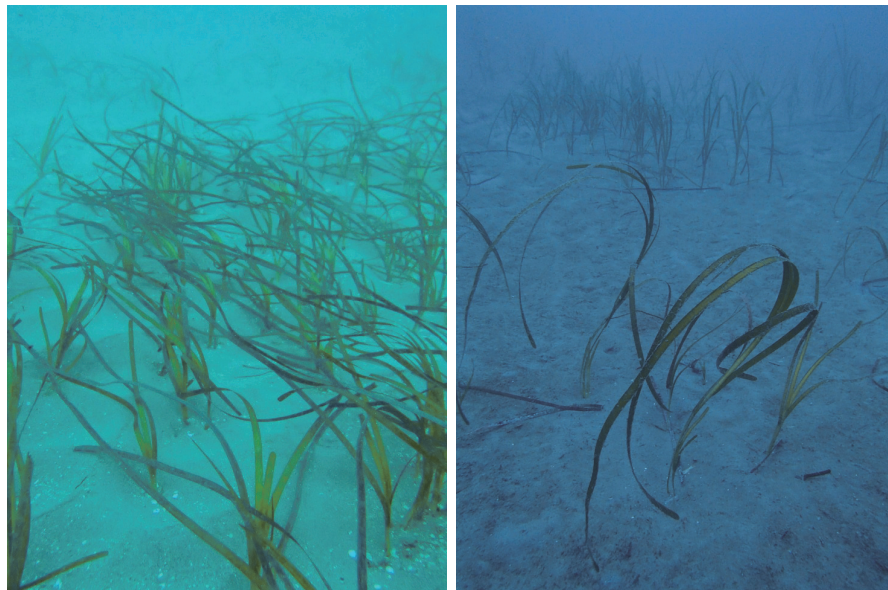


図2. 両津湾(新潟県佐渡市)沿岸の水深20 m(左)と生育限界水深(右)におけるタチアマモ(坂西ら2015)

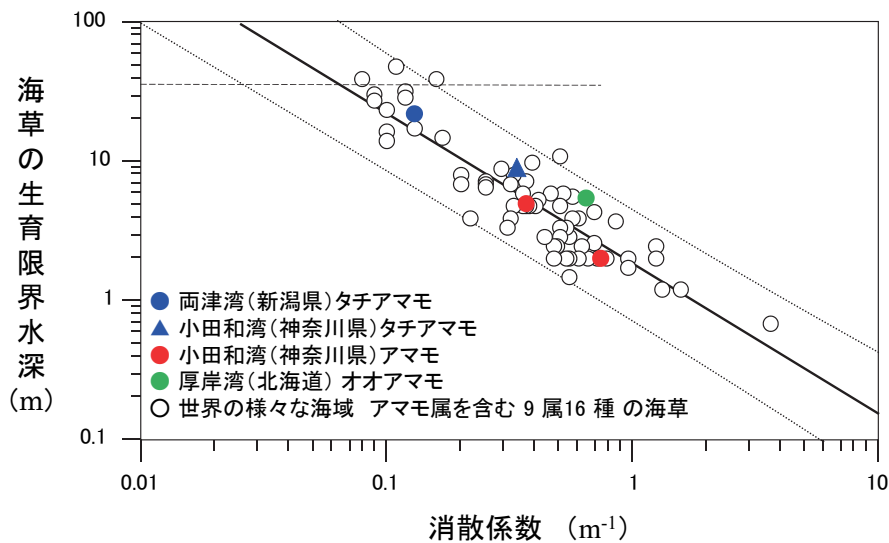


図3. 海草の生育限界水深と海域の消散係数との関係
 実線と点線は、世界の様々な海域における9属16種の海草(72プロット)についての生育限界水深と海域の消散係数との関係を表す回帰式(Duarte 1991)とその95%信頼限界を示す。破線はアマモ属で報告された生育限界水深の最大値(消散係数のデータなし)を示す(坂西ら2015)

タを加え、種間、海域間の違いがわかるように、色とシンボルで区別した。

今回、潜水調査で確かめられた両津湾の海草の生育限界水深は、Duarte (1991) の回帰式を使い、調査海域における消散係数（年平均値）から求めた予測値と比較的良く一致した（図3）。回帰式は海草の生育限界と水中の光環境との強い相関を表していることから、両津湾においても海草の生育限界は、光によって制限されていると考えられ、厚岸湾についても同様と考えられる。また、両津湾のタチアマモの生育限界が小田和湾のそれに比べて深いことは、小田和湾に比べ、両津湾の消散係数が低く、より深い水深帯まで光が到達することを反映した結果である。消散係数のデータがないため図3にプロットできなかった他の海域におけるタチアマモの生育限界水深や生育水深の指標となる標本の採集水深と比較しても、今回の調査で明らかになった両津湾の生育限界は明らかに深く、池森ら（2012）が報告した能登半島沿岸（石川県鳳珠郡能登町地先）における値（24 m）とほぼ同じであった。

2004年から2006年にかけて北海道から鹿児島県に至る国内606か所で実施されたアマモの調査記録（Tanaka *et al.* 2009）では、日本海側の4ヶ所の採集水深だけが10 m以上（10.0–11.1 m）であったが、これらの採集水深は既に報告されているアマモの生育限界の値を考慮すれば、それぞれの海域の生育限界に近い値と考えられる。アマモが水深10 m付近まで生育できる海域は、国内では日本海沿岸に偏っており、両津湾はその中のひとつである。

【日本海沿岸における深所の藻場の重要性】

日本海沿岸では、アマモ属のほか大型褐藻の群落も深所で確認されている。深所のタチアマモ群落を観察されている能登半島沿岸では、褐藻ホンダワラ属ノコギリモクが優占するガラモ場も水深22 m付近で観察されている（池森ら 2012）。さらに、日本海沿岸では、日本海の固有種である褐藻コンブ目のツルアラメが30 mを超える水深帯

まで生育することが知られている。今回紹介した両津湾の海草群落を含め、日本海沿岸で観察される深所の植物群落は、長いタイムスケールで考えた場合、浅所の群落が温暖化による高水温の影響を受けて全滅した場合でも、深所の水温が若干低いため、一定の割合で生き残り、再び健全な群落を形成する可能性が高く、気候変動の影響を受けた沿岸生態系の復元力を理解し、評価する上で重要な研究対象と言えるだろう。また、高水温化により藻場が消失していく中で、残存する可能性が高い深所の藻場の探索技術や成立条件に関する情報は、より現実的な藻場の維持・造成を考える上でも欠かせないものである。なお、本研究の一部は、JST 戦略的創造研究推進事業チーム型研究（CREST）「海洋生物多様性および生態系の保全・再生に資する基盤技術の創出」ハイパー・マルチスペクトル空海リモートセンシングによる藻場3次元マッピング法の開発（代表者：東京大学大気海洋研究所・小松輝久）の一環として行われたものである。

【引用文献】

- Duarte, C.M., 1991: Seagrass depth limits. *Aquat. Bot.*, 40, 363–377.
- Graham, M.H., Kinlan, B.P., Druehl, L.D., Garske, L. & Banks, S., 2007: Deep-water kelp refugia as potential hotspots of tropical marine diversity and productivity. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 104, 16576–16580.
- 池森貴彦・東出幸真・坂井恵一, 2012: 能登半島珠洲市沿岸におけるガラモ場とアマモ場の分布域の再検討. のと海洋ふれあいセンター研究報告, 18, 1–6.
- 坂西芳彦, 阿部信一郎, 小松輝久, 2015: 佐渡島両津湾における海草群落の分布下限水深. 藻類（日本藻類学会和文誌）, 63, 85–89.
- Tanaka, N., Aida, S., Akaike, S. *et al.*, 2009: Distribution of *Zostera* species in Japan. I. *Zostera marina* L (Zosteraceae). *Bull. Natl. Mus. Nat. Sci., Ser. B.*, 35, 23–40.

発 行：国立研究開発法人水産研究・教育機構

編 集：国立研究開発法人水産研究・教育機構 日本海区水産研究所
〒951-8121 新潟市中央区水道町1-5939-22
電話：025-228-0451（代） FAX：025-224-0950
<http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/>