

日本海

リサーチ & トピックス

2014年 8 月 第15号



とれたてのスルメイカ

編集 日本海区水産研究所



独立行政法人
水産総合研究センター

目 次

日本海スルメイカ新規加入量調査 I —スルメイカの幼イカ期における分布環境— 木所英昭（資源管理部・資源管理グループ）	3
2010～2013年における東シナ海・黄海及び対馬海峡での 大型クラゲの出現状況 加藤 修（資源環境部） 井口直樹（資源環境部・生物生産グループ） 清水 学（中央水産研究所・海洋生態系研究センター）	7
イシガニによる人工ヒラメの捕食について 山田達哉・山本岳男・長副 聡 竹内宏行・高原英生（資源生産部 資源増殖グループ）	13

表紙の解説

とれたてのスルメイカ（写真撮影 宮津庁舎 高原英生）

スルメイカは北海道から九州まで広く分布する日本を代表するイカです。春以降、水温の上昇と共に北上し、日本海側では5月は石川県、6月は新潟県、7月は青森県付近に漁場が形成されます。スルメイカは主にいか釣り漁業で漁獲されますが、いか釣り漁業では夜間にたくさんの集魚灯を使用するため、多くの燃油を消費します。そのため、近年の燃油高騰の影響を受けやすく、漁業者の経営が圧迫される問題が生じています。

日本海スルメイカ新規加入量調査 I

—スルメイカの幼イカ期における分布環境—

木所英昭（資源管理部・資源管理グループ）

「はじめに」

スルメイカは日本における最も重要な漁業資源の一つであり、分布回遊、成長、群構造および幼生分布・産卵生態に関する生態的知見が得られてきた。スルメイカは主に「いか釣り」で漁獲されており、調査船による分布調査もいか釣りによって古くから実施されてきた。そのため、スルメイカの生態的知見の多くは、いか釣りで獲れるサイズ（主に15cm以上）の情報を基に得られた成果が中心である。しかし、いか釣りでの漁獲対象となるサイズより小さい、いわゆる「幼イカ期」（図1）の分布生態については、青森県や京都府の定置網で漁獲される情報（湧坪, 1986；木所・和田, 1998）、およびいか釣り調査時の観察結果（村田, 1983）を除くと、利用可能な情報が少なく、生態的知見の解明が遅れていた。

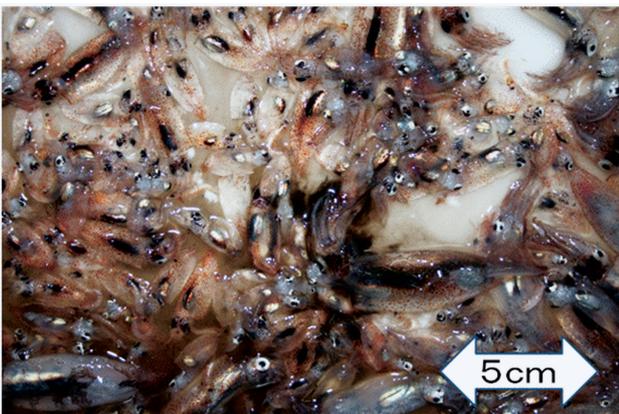
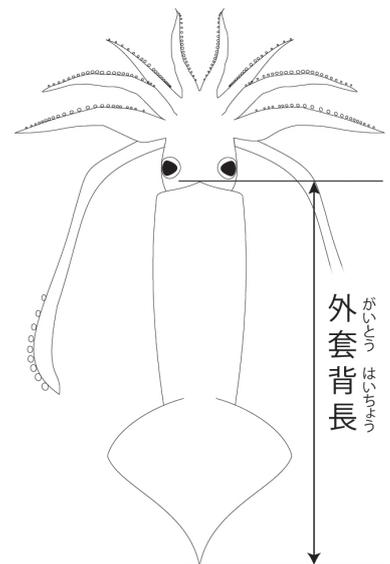


図1 新規加入量調査で採集された「幼イカ期」のスルメイカ

スルメイカは単年生で寿命が1年であるため、世代が毎年更新する。そのため、前年、多くのスルメイカが獲り残され、産卵数が確保された場合

でも、ふ化後から漁獲加入までの生残によっては、資源量が大きく減少する場合がある。しかも、ふ化後から漁獲加入までの生残は、海洋環境に大きく左右される。そのため、この間の生残過程を過ぎた漁獲開始直前の分布状況を精度良く把握する手法の開発が、精度の高い漁況予報や適切な資源管理を行う上で必要とされてきた。

以上の背景のもと、スルメイカの幼イカ期（ここでは外套背長3～10cm程度を想定：図1）の分布生態の解明、および資源状況を早期に把握する手法として、日本海では、表層トロールによる幼イカの採集調査（新規加入量調査）を我が国周辺水域資源評価調査（水産庁委託事業）の一環として2001年以降、継続的に実施してきた。その結果、これまで把握が困難であったスルメイカ幼イカ期の分布環境、および分布量の経年変化が明らかとなり、漁況予報や資源管理に結びつけることが可能となってきた（Kidokoro et al., 2014）。そこで、スルメイカ新規加入量調査で得られた成果を、日本海リサーチ&トピックスで2回にわたって紹介する。今回は、2001～10年の10年間の調査結果をもとに得られた、スルメイカの幼イカ期における分布環境について紹介する。



「調査方法と採集調査結果の概要」

日本海では2001年以降、4月に新潟県（07年まで）、富山県、石川県、鳥取県（06年まで）と共同で表層トロール網による幼イカの採集調査を実施してきた。調査点数は年によって異なるものの、毎年30～40の調査点で採集調査を実施してきた。採集調査は、網口径10mまたは12mの表層トロール網を用い、原則として夜間に実施した（図2）。表層トロールの曳網は、網口のヘッドロープ（カイト）が表面に出るようにワープ長を調整し、船速3ノットで30分間実施した。基本的に、調査に用いた表層トロール網は、船速3ノット、ワープ長200mで表層を曳網できるように設計されている。



図2 表層トロールの揚網作業，調査は夜間に実施した

2001～10年の調査では、実施した331回の曳網のうち267回の曳網でスルメイカが採集された。1曳網あたりのスルメイカの採集個体数は最大1087尾であったが、多くの場合は10尾未満であった（図3）。採集されたスルメイカの外套背長範囲は8～205mm（主体は20～120mm）であり、

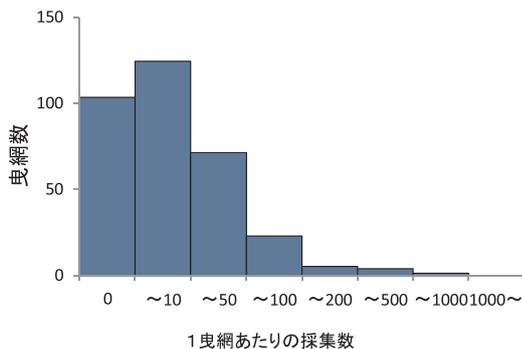


図3 1曳網あたりの採集尾数の頻度分布

いか釣りで漁獲されるサイズのスルメイカも数が少ないながらも採集された。

「表面水温と体サイズの関連」

調査海域の表面水温は3～16℃の範囲にあった。スルメイカは、表面水温7℃以上の海域で採集されたものの、表面水温10℃未満の海域では水温の低下と共に採集個体数が急速に減少した。よって、表面水温10℃未満の海域はスルメイカの幼イカ期の分布には不適な海域であると判断された。

さらに、水温1℃範囲ごとに採集されたスルメイカの外套背長組成を作成すると、表面水温によって分布するスルメイカの大きさが異なっていた（図4）。表面水温10～11℃台では外套背長50mm以上のスルメイカも多く採集されたのに対し、12℃以上の海域で採集されたスルメイカの多くは外套背長20～40mmであり、50mm以上のスルメイカはほとんど採集されなかった。

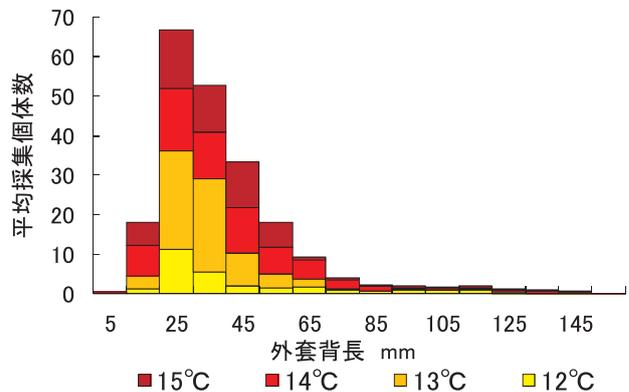
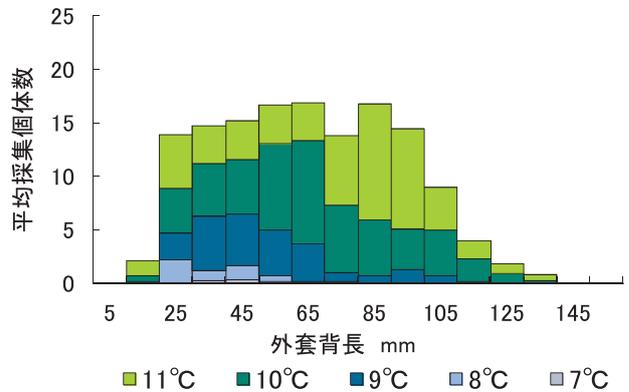


図4 表面水温別（1℃間隔）の外套背長組成

「系群別の分布環境」

スルメイカは、生まれた季節によって大きく2つの群、秋季発生系群（秋生まれ群）と冬季発生系群（冬生まれ群）に区分することが出来る。秋季発生系群は、前年の10～12月に主に山陰～東シナ海北部で産卵・ふ化する。春季以降、水温の上昇と共に対馬暖流域を北上し、初夏から秋には日本海のはほぼ全域に分布し、広い範囲で漁獲対象となる。一方、冬季発生系群は主に1～3月に九州沿岸～東シナ海中北部で産卵・ふ化し、ふ化幼生は黒潮および対馬暖流域に輸送される。その後、幼イカ期に太平洋沿岸域と沖合域、および日本海沿岸域を北上し、夏～秋季には主に北海道太平洋沿岸域で漁獲対象となる。水産庁による資源評価調査事業でも、秋季発生系群と冬季発生系群では異なる生物学的許容漁獲量が算定されており、本調査で採集された幼イカも系群別に分けて検討する必要がある。

既存の成長解析結果（木所・和田，1997；木所ら，1999）によると、調査を実施した4月において、秋季発生系群に相当する個体は、外套背長50mm以上に成長していると推察される。そこで、外套背長50mmを境に、本調査で採集された幼イカを、秋季発生系群（外套背長50mm以上）と冬季発生系群（外套背長50mm未満）に区分し、それぞれの分布水温および海域を調べた。その結果、調査を実施した4月には、秋季発生系群に相当する幼イカは、表面水温10～11℃台の海域に多く分布していた（図5）。それに対し、冬季発生系

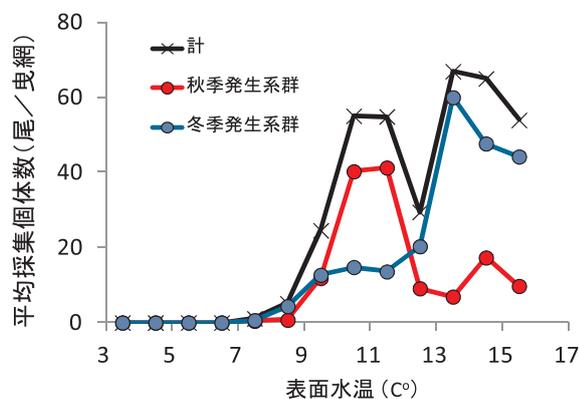


図5 想定される系群別の平均採集個体数（表面水温との関係で示した）

群に相当する幼イカは、より水温の高い海域（13℃以上）の海域に多く分布しており、それぞれ異なる環境に分布していることがわかった（図5）。

「産卵場・輸送経路の違い」

調査を実施した4月において、スルメイカ秋季発生系群に相当する幼イカが多く分布していた表面水温10～11℃台の海域は能登半島沖から大和堆付近にあたる。それに対し、表面水温13度以上の海域は若狭湾以西の沿岸域となっている。基本的に大和堆付近は対馬暖流の沖合分枝流域であるのに対し、若狭湾以西の沿岸域は対馬暖流の沿岸分枝流域に相当する。秋季発生系群の産卵場は山陰～対馬海峡付近の大陸棚縁辺域と推定されており、対馬暖流の沖合分枝流域である。一方、冬季発生系群の産卵場は九州沿岸域～東シナ海北中部であり、対馬暖流の沿岸分枝の起源付近である。したがって、これらの分布海域の違いは、季節によって異なるスルメイカの産卵場からの輸送経路の違いに起因するものと考えられた。

なお、秋季発生系群に相当する個体の分布域（沖合が中心）と、冬季発生系群に相当する個体の分布域（沿岸域が中心）が異なる情報は、スルメイカの産卵場からの輸送シミュレーションの検証データとして、精度向上に大きく寄与しており、今後、加入までの生残過程の解明にも繋がる結果となっている。

「調査結果の活用」

本調査によって幼イカの安定的な採集が可能となったことから、幼イカ期における分布生態に関する研究に加え、これまでなかなか明らかにすることが困難であった幼イカ期における形態の変化や、成長に伴う食性の変化に関する研究（Uchikawa and Kidokoro, 2014）の発展にも繋がった。さらに、この調査では、スルメイカの他、ホタルイカやキュウリエソ等のマイクロネクトン類、おきあみ類に加え、サルパ・クラゲ等のゼラチン質プランクトンも多く採集され、これらの採集物を用いた研究（Iguchi and Kidokoro, 2006）にも貢献している。

今回は、スルメイカ新規加入量調査結果の活用として、主目的である資源量予測、および漁況予測への利用について紹介する。

*スルメイカ新規加入量調査は、これまで新潟県、富山県、石川県、鳥取県の協力のもと、実施してきた。調査に参画頂いた船舶職員の方々および調査員の方々に感謝申し上げます。

【参考文献】

- Iguchi, N. and Kidokoro, H., 2006: Horizontal distribution of *Thetys vagina* Tilesius (Tunicata, Thaliacea) in the Japan Sea during spring 2004, *Journal of Plankton Research*, 28 (6), 537-541.
- 木所英昭・和田洋藏 1998：1996年若狭湾におけるスルメイカ若齢個体の大量漁獲。イカ類資源研究会議報告（平成8年度），47，8-12.
- 木所英昭・和田洋藏 1999：春季に若狭湾に來遊するスルメイカ若齢個体の平衡石による発生時期の推定。日水研報告，47，105-110.
- Kidokoro, H., Shikata, T., Kitagawa, S., 2014:

Forecasting the stock size of the autumn cohort of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) based on the abundance of trawl-caught juveniles. *Hidrobiológica* 24 (1), 21-27.

- 木所英昭，和田洋藏，四方崇文，佐野勝雄，氏良介 1999：平衡石の日周輪解析をもとにした1996年の日本海におけるスルメイカの成長。日水研報告，49，129-135.
- 村田 守 1983：春～初夏の本邦北部沖合海域におけるスルメイカ若令群の分布および集魚灯下での行動。北水研報告，48，37-52.
- Uchikawa, K. and Kidokoro, H., 2014: Feeding habits of juvenile Japanese common squid *Todarodes pacificus*: Relationship between dietary shift and allometric growth. *Fisheries Research*, 152, 29-36.
- 湧坪敏明 1986：津軽海峡沿岸の定置網に出現する幼体スルメイカについて。青森県水産試験場イカ釣り漁場開発調査資料 IX，1-9.

2010～2013年における東シナ海・黄海及び対馬海峡での大型クラゲの出現状況

加藤 修（資源環境部）・井口直樹（資源環境部・生物生産グループ）
清水 学（中央水産研究所・海洋生態系研究センター）

1. はじめに

日本周辺海域における大型クラゲ（エチゼンクラゲ）の大量出現は、20世紀においては数十年に一度程度の頻度であったが、21世紀になると2002年以降頻発するようになり、特に2009年には多くの海域で過去最大の出現量を記録して深刻な漁業被害が生じた。2010年以降は、日本周辺海域での大量出現は幸いにもなかったものの、東シナ海・黄海では大型クラゲの出現が確認され、2012・13年にはかなりの出現量が認められた。本報告では、水産庁補助事業「大型クラゲ国際共同調査」の一環として水産総合研究センター及び広島大学が実施した大型クラゲモニタリング調査から得られた結果に基づき、2010～2013年の東シナ海・黄海及び対馬海峡での大型クラゲの出現状況について報告する。

2. 東シナ海・黄海での大型クラゲの出現状況

東シナ海・黄海における大型クラゲの出現状況を把握するため、調査船による分布調査および国際フェリーによる目視調査が、それぞれ西海区水産研究所及び広島大学によって実施されている。

西海区水産研究所が実施した調査船による分布調査の2012・13年の6月中・下旬の結果を図1に示す。両年の調査範囲が異なっているため定量的な比較は難しいが、いずれの年も上海東方沖合で大型クラゲの出現が確認されている。図1には示していないが、2010年6月中・下旬の調査においても上海東方沖合で約10個体の大型クラゲが目視されている（なお、2011年同時期の調査では、大型クラゲの出現は全く確認されなかった）。韓国国立水産科学院が2012・13年5月中・下旬に、東シナ海・黄海において大型クラゲの分布調査を実施しており、その調査においても上海東方沖合で大型クラゲの分布が確認されている。これら5・

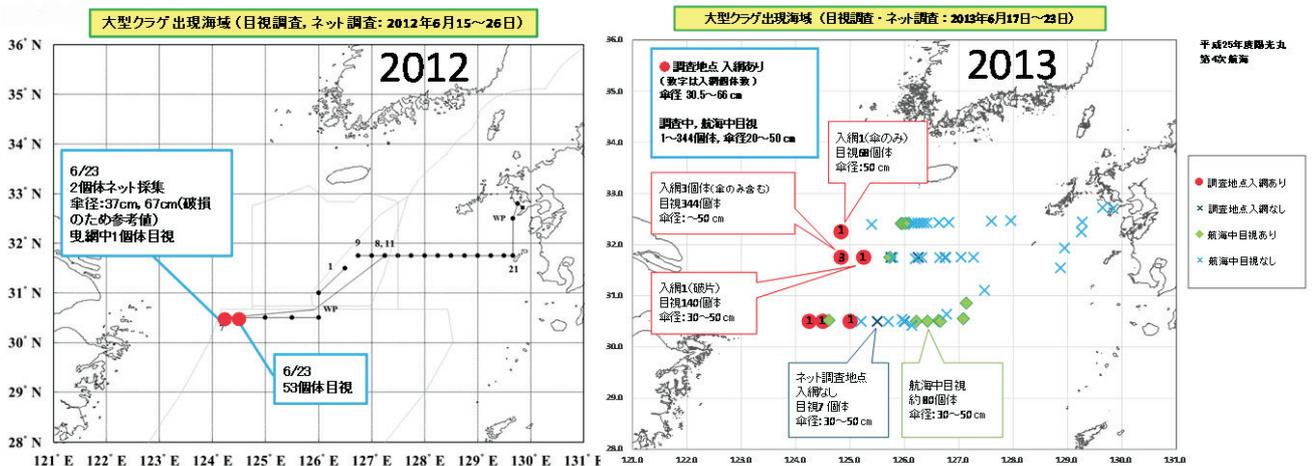


図1 調査船で6月中・下旬に東シナ海において実施した大型クラゲ分布調査結果（2012・13年）（日本海区水産研究所大型クラゲ関係HP [http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/Kurage/kurage_top.html; 以後同様] から引用・改変）

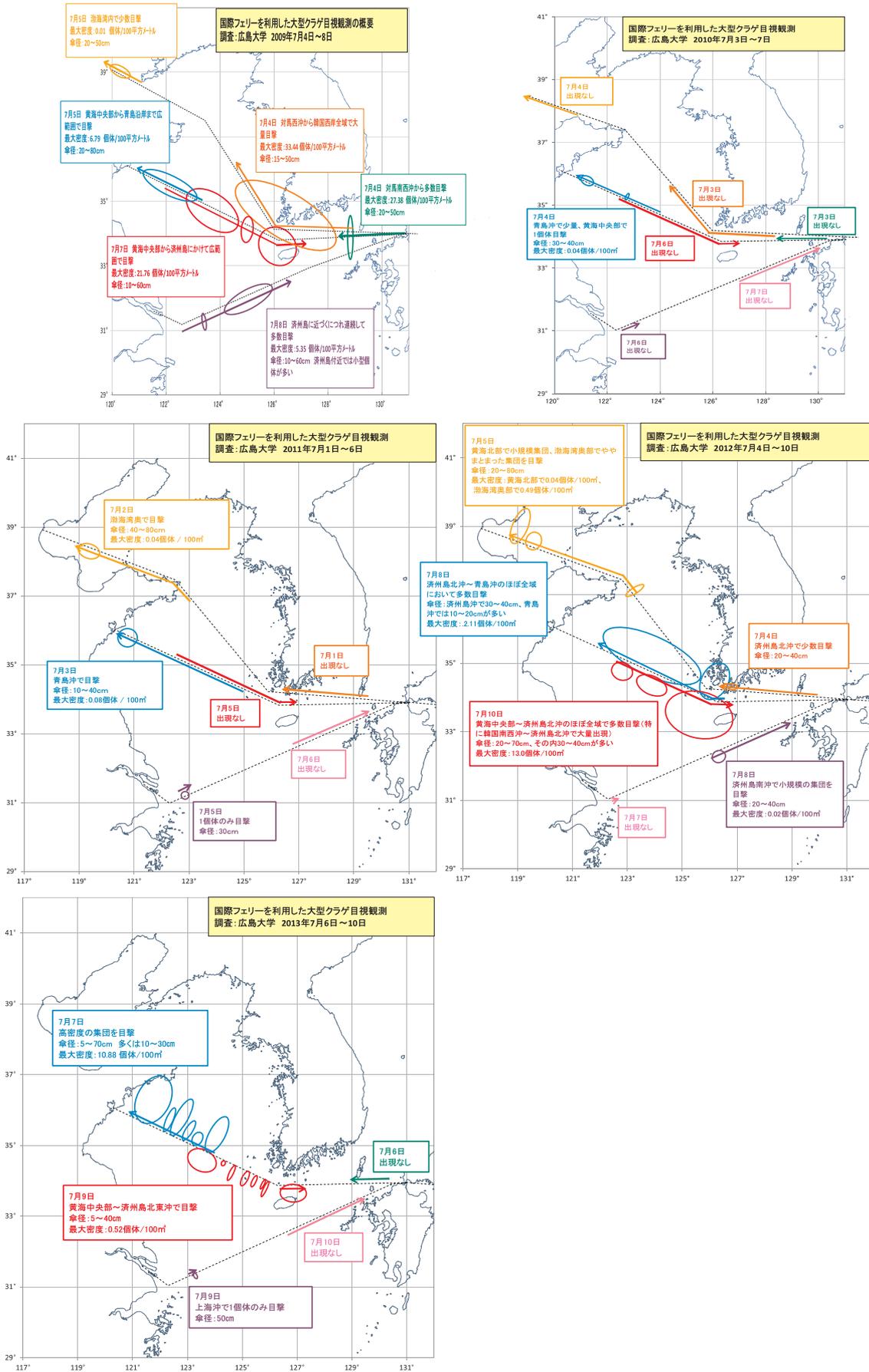


図2 国際フェリーを利用して7月上旬に東シナ海・黄海で実施した大型クラゲ分布調査結果(2009~2013年)(日本海産水産研究所大型クラゲ関係HPから引用・改変)

6月に上海東方沖合に分布する大型クラゲについては、数値シミュレーションによる粒子実験結果から、長江河口周辺海域で発生した大型クラゲが東方に運ばれてきたものと考えられている。

広島大学が実施した国際フェリーによる目視調査の2009～2013年7月上旬の結果を図2に示す。2010・11年については、大型クラゲの出現量は非常に少ないのに対し、2012年には黄海中央部～済州島付近において高密度に出現しており、2013年についても黄海の調査ラインの西側を中心に高密度の分布が確認された。本フェリー目視調査に基づいた7月における黄海での平均密度（100平方メートル当たり個体数）の各年の最大値（上、2014）は図3のとおりである。

これによると、2012・13年の平均密度は2009年よりは低いものの、2010・11年よりはかなり高かったといえる。

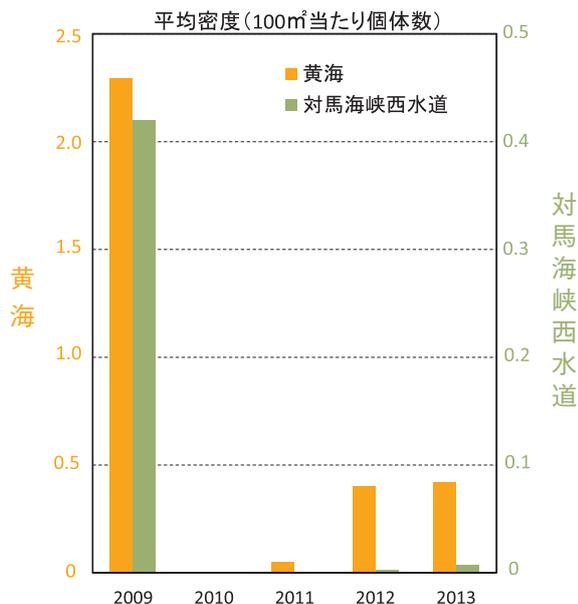


図3 国際フェリー目視調査に基づいた黄海（7月）及び対馬海峡西水道（7・8月）における大型クラゲ平均密度（100m²当たり個体数）の最大値。なお、西水道における2010～13年の平均密度は、順に0.0005、0、0.0023、0.0068であった。

3. 対馬海峡での大型クラゲの出現状況

対馬海峡における大型クラゲの出現状況を把握するため、国際フェリーによる目視調査が日本海区水産研究所によって実施されている（井口ほか、2012）。2009～13年の博多・釜山間の航路で

の大型クラゲの分布密度を図4に示す。2009年については7・8月に西水道を中心に非常に高密度な分布が確認されたが、2010・11年同時期には大型クラゲはほとんど確認されなかった。2012・13年には、2009年に比べると分布密度は非常に低いものの、2010・11年よりは高かった。本フェリー目視調査に基づいた7・8月における西水道での平均密度（100平方メートル当たり個体数）の各年の最大値は図3のとおりである。

これによると、黄海での平均密度と同様に、2012・13年の平均密度は2009年よりは低いものの、2010・11年よりはかなり高かったことがわかる。

4. 黄海に分布する大型クラゲの対馬海峡への輸送

このように、黄海及び対馬海峡のいずれにおいても、2012・13年の分布密度は2009年に比べると低いものの、2010・11年よりはかなり高かった。しかしながら、2013年と2009年の平均密度の比（2013年の平均密度／2009年の平均密度）を比較すると、黄海では0.18であるのに対して対馬海峡では0.016と一桁小さくなっている。このことは、黄海に分布する大型クラゲが、そのまま全て対馬海峡に輸送されているわけではないことを意味している。

中央水産研究所では数値モデルを用いて東シナ海・黄海における大型クラゲの輸送過程について研究を進めており、その一環として2013年7月上旬に黄海での国際フェリー目視調査ライン上に大型クラゲに模した粒子を配置して、8月下旬までにどの海域に輸送されるのかを検証した（図5）。それによると、目視ライン上の最も東側（済州島側）の区間に配置した粒子のみが対馬海峡に移動しており、他の区間に配置した粒子は黄海内に留まっていた。今回の結果は2013年のみの事例ではあるものの、黄海に分布する大型クラゲのかなりの部分は、対馬海峡に輸送されずに黄海内に留まる可能性があることを示唆している。

一方、2012年については黄海での目視ラインの黄海中央部～済州島付近において2013年よりも高密度の分布が確認されていた（図2）。上述したように、同ラインの東側区間に分布する大型クラゲ

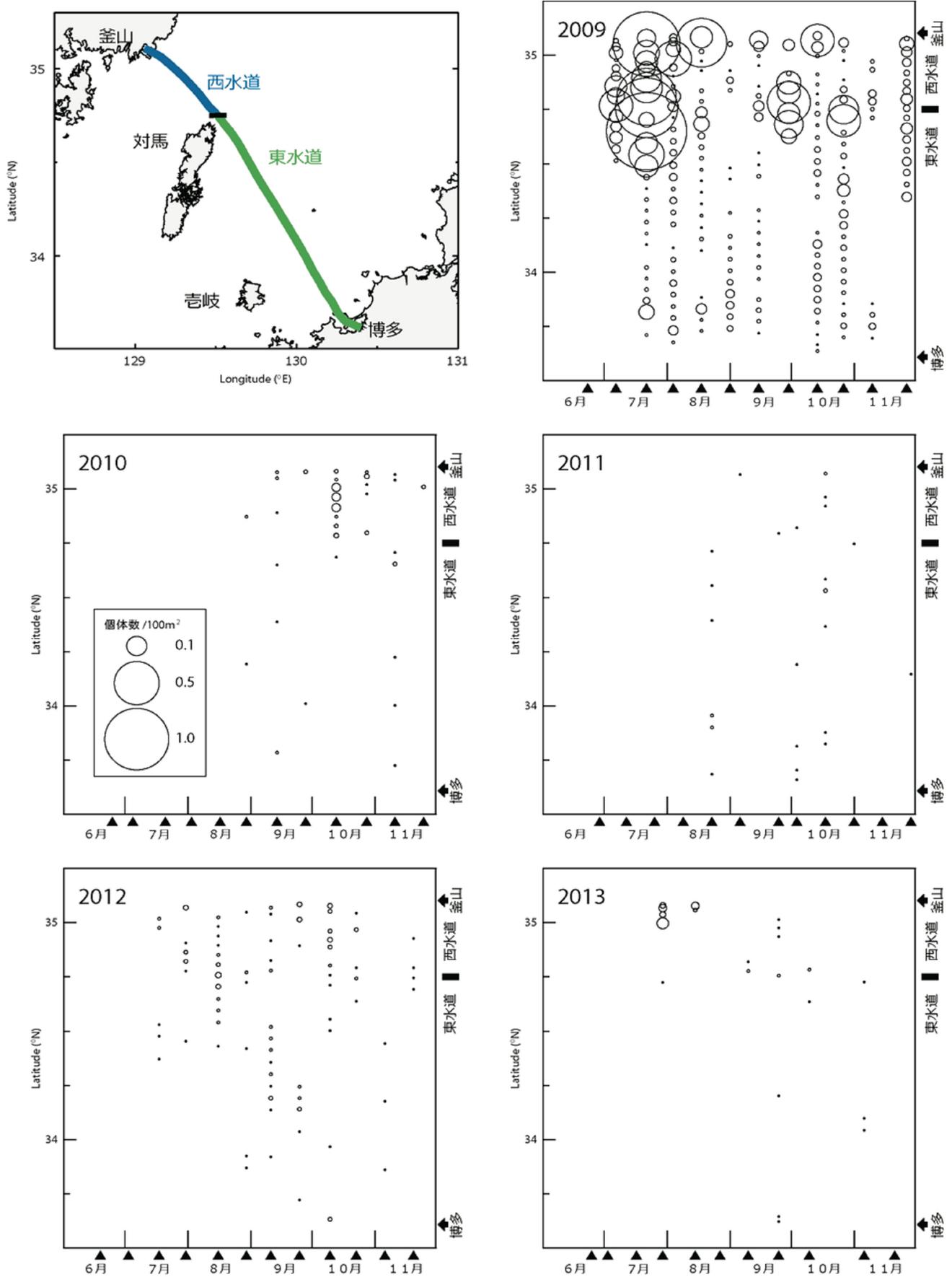


図4 国際フェリーを利用して対馬海峡において実施した大型クラゲ分布調査結果 (2009~2013年の6~11月)。フェリー航路を左上図に示すとともに、各図の横軸下に▲で調査実施時期を示す (井口ほか, 2014から引用・改変)

は対馬海峡に輸送される可能性が高いため、同年については対馬海峡で高密度の分布が確認されても不思議ではないが、実際には2012年の7・8月における西水道での平均密度は2013年よりも低い値であった(図3)。このことは、目視ラインの東側区間に分布する大型クラゲの対馬海峡への輸送が、何らかの理由で阻害されていたことを示唆している。中央水産研究所では東シナ海・黄海の6月の平均風の分布と日本周辺海域での大型クラゲの出現との関係について検討を行い、日本周辺海域で大型クラゲの出現量が多かった年(2005・06・09年)には南風が卓越するのに対し、出現量が少なかった年(2004・07・12年:なお、07年については出現量は多かったが、日本周辺での出現時期が遅れるなど他の大量出現年とはかなり異なっていた)では東風が卓越することを明らかにした(図6)。東風が卓越すると黄海から対馬海峡への大型クラゲの輸送を妨げる形となり、2012年に対馬海峡での分布密度が低かったということと整合している。また、2012年は7・8月にかけて韓国に上陸もしくは接近した台風が例年よりも多く、そのことも大型クラゲの輸送に影響した可能性が指摘されている。このように、黄海から対馬

海峡に輸送される大型クラゲの量については、風の影響で大きく変化するものと考えられている。

5. おわりに

これまでの調査研究から得られた成果に基づいて、東シナ海・黄海から対馬海峡に至る大型クラゲの出現時期及び輸送経路について模式的に整理したものを図7に示す。大型クラゲについては、東シナ海・黄海だけでなく渤海でも発生することが知られているが、日本周辺海域に輸送される大型クラゲの主な発生海域は、長江河口周辺海域を中心とする中国沿岸海域と考えられている。想定されている発生海域から対馬海峡への大型クラゲの主要な輸送経路を矢印で示しているが、前述のように風の影響等により、輸送状況は大きく変化するものと思われる。

大型クラゲの輸送に関しては、その予測も含めて研究の進展が大いに認められるが、大型クラゲの発生量自体の年変動メカニズムについては解明されていない。発生量の年変動には発生海域での海洋環境(水温等の物理環境、餌環境等)の影響が大きいことが想定され、その解明を図るうえで大型クラゲの発生海域の特定が不可欠である。

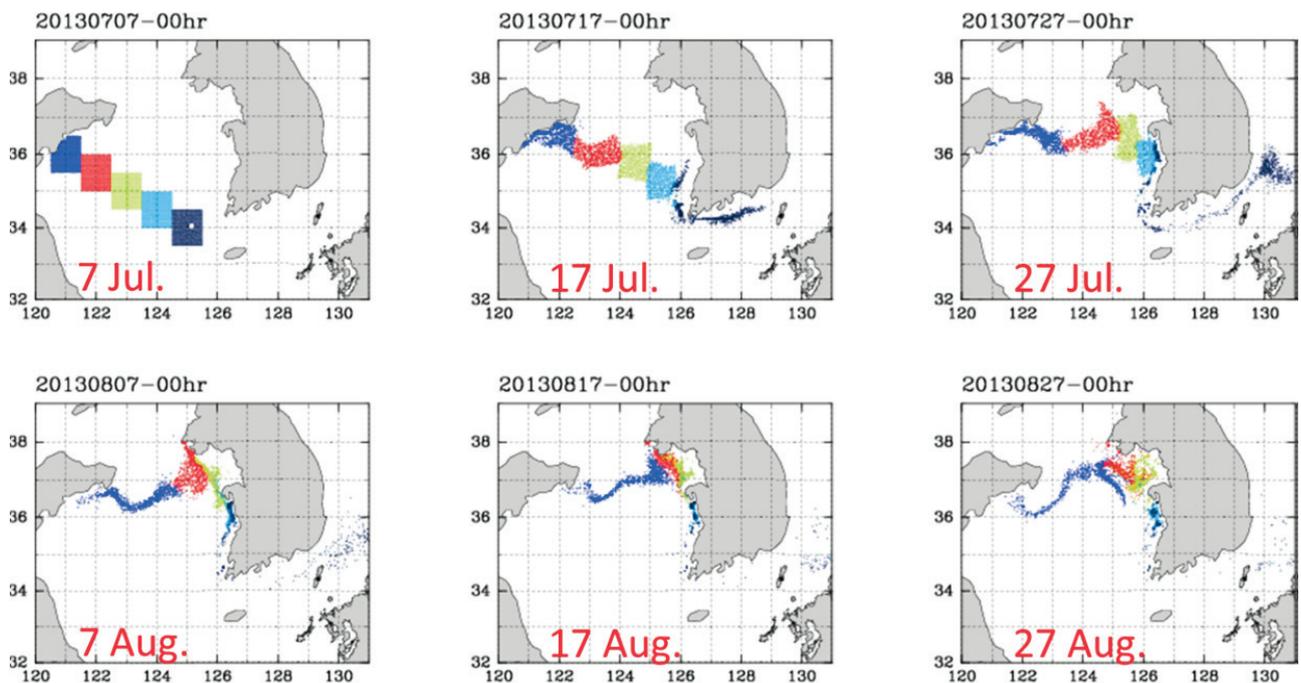
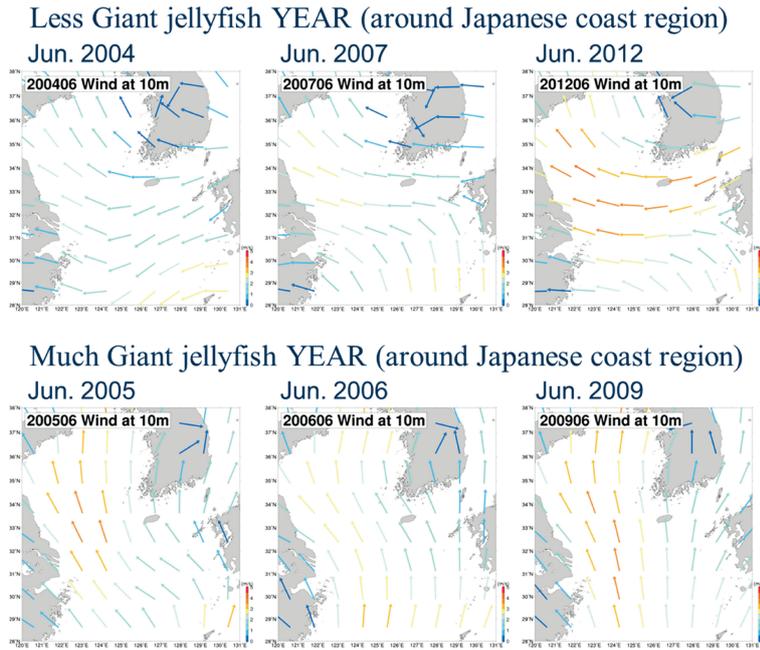


図5 2013年7月上旬の黄海における国際フェリー目視調査で確認された大型クラゲを対象とした数値モデルによる輸送実験。7月7日を初期値として8月27日まで粒子の移動を追跡(清水・瀬藤, 2014から引用)

【引用文献】

井口直樹, 北島 聡, 井桁庸介, 渡邊達郎, 加藤修, 2012: 国際フェリーからの目視観測による対馬海峡の大型クラゲ分布, 日本海リサーチ&トピックス, 11, 3-5。
井口直樹, 馬場 孝, 渡邊達郎, 本多直人, 奥野章, 福留研一, 森本晴之, 2014: 平成25年

度大型クラゲ国際共同調査事業報告書, 41-47。
上 真一, 2014: 平成25年度大型クラゲ国際共同調査事業報告書, 48-53。
清水 学, 瀬藤 聡, 2014: 平成25年度大型クラゲ国際共同調査事業報告書, 55-59。



上段：日本周辺海域で大型クラゲの出現が少なかった年
下段：日本周辺海域で大型クラゲの出現が多かった年

図6 東シナ海・黄海の6月の月平均風速場（気象庁データ：JRA25/JCDAS7）。上段：日本周辺海域で大型クラゲの出現が少なかった年，下段：日本周辺海域で大型クラゲの出現が多かった年。上段にある2007年は大量出現年に相当するが，下段の3年に比べると日本周辺での出現量は少なく，また出現時期が遅れる等出現パターンが大きく異なっていた（清水・瀬藤，2014から引用・改変）

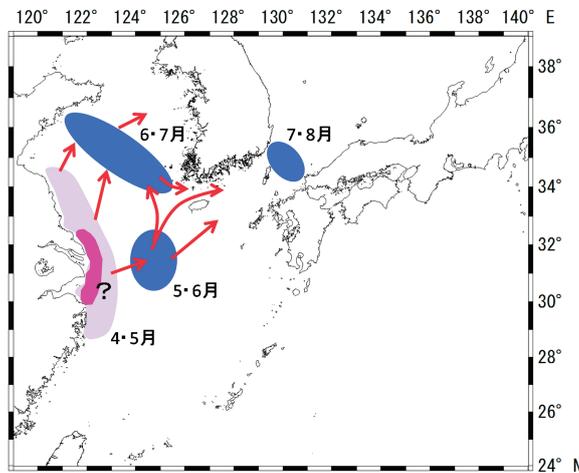


図7 日本周辺海域に出現する大型クラゲを対象とした東シナ海・黄海～対馬海峡における出現時期及び輸送経路の推定模式図（濃ピンクで示した海域付近を発生海域の中心と想定）

イシガニによる人工ヒラメの捕食について

山田達哉・山本岳男・長副 聡・竹内宏行・高原英生
(資源生産部 資源増殖グループ)

【はじめに】

ヒラメ人工種苗が、放流直後の短い期間に大量に捕食されてしまう事例が報告されている。例えば、佐渡島真野湾で行われた全長約8cmのヒラメを使った放流実験では、放流後1週間のうちに、40%以上のヒラメ種苗がイシガニによって、約20%が魚食性魚類によって捕食されたと推定された(首藤ら, 2008)。また、放流種苗を捕食していた4種(オニオコゼ, ヒラメ1才魚, イネゴチ, マゴチ)の胃内から天然ヒラメ稚魚が発見されないことや、イシガニを捕食生物とする水槽実験において、放流種苗に比べて天然種苗はまれに捕食されなかったことから(首藤ら, 2006)、両者の逃避能力等には差があると考えられている。

現在、我々はヒラメ人工種苗の特性を評価するために、潜砂能力や餌料生物を捕食する能力に関する実験とともに、大型ヒラメを捕食生物とした被捕食回避能力の実験を行っている。イシガニは真野湾の例に見られるように重大な捕食生物であると考えられるので、イシガニを捕食生物とする実験を新たに行った。捕食生物からの逃避能力は、ヒラメ種苗が大きいほど高まると想定されることから、大きさによる被捕食率の差に着目した。

【実験に用いたイシガニとヒラメ】

捕食生物として用いたイシガニは、小浜湾内で桁網(網口幅2m, 高さ0.2m)により採集したもので、実験開始までヒラメ等の魚肉で飼育した甲幅7.5~10.5cmの雄5個体であった(表1)。ヒラメは平均全長9.0cmの小型群と平均全長13.0cmの

大型群の2群を用いた。両群は他機関で種苗生産したものを小浜庁舎で育成した。いずれの群も餌料として配合飼料を用い、自然水温のろ過海水で飼育した。

小型群の全長の範囲は7.4~10.6cm, 大型群の範囲は10.5~14.5cmであった。それぞれの実験で、小型種苗と大型種苗の差は2.5cm以上になるように設定した。それぞれの全長差の平均は4cmであった(表1)。

表1 イシガニの甲幅およびヒラメの全長

水槽番号	イシガニ 甲幅 (cm)	ヒラメの大きさ(全長)			事例数
		小型群 (cm) (範囲)	大型群 (cm) (範囲)	ヒラメの全長差 (cm) (範囲)	
No.1	10.5	8.5 (8.2~9.0)	13.4 (12.5~14.0)	4.9 (3.5~6.1)	5
No.2	8.5	9.2 (8.0~10.6)	12.7 (11.0~14.5)	3.5 (2.8~4.5)	5
No.3	8.5	9.2 (8.2~10.1)	13.2 (12.0~14.4)	4.1 (3.0~5.5)	8
No.4	8.5	9.2 (8.0~10.3)	12.2 (10.5~13.9)	3.1 (2.5~3.6)	2
No.5	7.5	9.3 (9.0~9.5)	13.2 (12.8~13.5)	3.9 (3.8~4.0)	2
平均(範囲)	8.7 (7.5~10.5)	9.0 (9.0~9.5)	13.0 (10.5~14.5)	4.0 (2.5~6.1)	

【実験方法】

実験には円形100L黒色ポリエチレン水槽(面積0.26㎡)を用いた。水槽中には砂を1~2cmの厚さに敷き、海水を80Lまで入れた。25~28℃の自然水温の濾過海水を30~60L/時間となるように注水した。水槽にはヒラメ小型群, 大型群, イシガニを各1尾収容し, 9時に観察を行った。観察時に、ヒラメの体が捕食されて死亡していた場合、捕食されたと判断した。図1にはイシガニがヒラメを捕食した様子を示した。捕食が観察され

た場合には捕食された個体および生残個体ともに取り除き、30分以内に新しい個体を再収容して実験を行った。9～17時までの8時間は水面照度が50lxとなるよう照明を点灯し、それ以外の16時間は無照明（6lx以下）とした。

捕食日数は、9時を起点として翌日9時までの24時間に捕食された場合を1日目として日数を加算した。

どちらの群の被捕食が多かったかは二項検定法により判断した。



図1 ヒラメを捕食するイシガニ

【どちらの群が多く捕食されたか】

表2に各イシガニがどちらの群のヒラメを捕食したかを示した。観察時に大型種苗、小型種苗ともに捕食されていた2例はいずれも1日目の夜間に捕食され、どちらが先に捕食されたかは不明であった。この2例を除く20例のうち18例で大型種苗が捕食されており、両群の捕食される確率が1/2ずつとする帰無仮説が、有意水準5%で棄却されたことから、今回の実験においては、大型種苗の方が小型種苗よりイシガニに捕食されやすいという結果となった。

表2 イシガニの大きさ別のヒラメ捕食状況

	イシガニ甲幅 (cm)	捕食されたヒラメ群の事例数		
		大型群	小型群	両群
No.1	10.5	4	1	0
No.2	8.5	4	0	1
No.3	8.5	6	1	1
No.4	8.5	2	0	0
No.5	7.5	2	0	0
合計		18	2	2

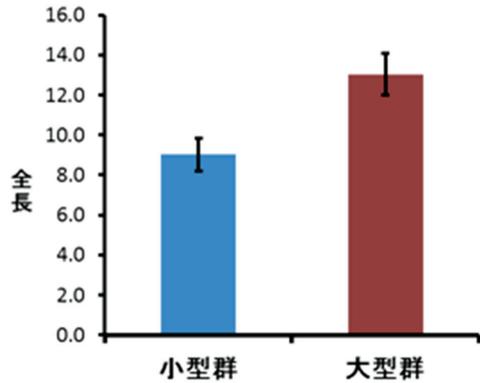


図2 ヒラメ小型群および大型群の全長

【捕食されるまでの期間は？】

図3にヒラメが捕食されるまでの日数とその頻度を示した。頻度が高かったのは1日目で12例、その次に頻度の高かったのは2日目の4例であった。2日目までの捕食が16例と全体の72.7%を占め、短期間に捕食されることがわかった。最長期間は13日であった。

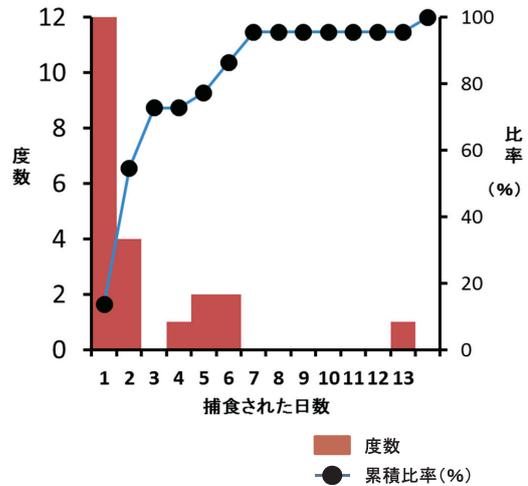


図3 ヒラメが捕食されるまでの日数と頻度

【大型魚は本当に食べられやすいのか】

今回の実験では、ヒラメ2尾とイシガニ1尾が狭い100L水槽中に同居するという自然海域では起こりにくい条件下ではあるものの、大型個体の方がイシガニに捕食されやすいという結果を得た。これに対して大型ヒラメ（全長31.8～47.1cm）を捕食生物として用いた実験（森田ら、2006）では、全長70mm～130mmの小中大3群のヒラメ人工種苗の24時間後の被捕食率を調査し、

全長110mm以上のヒラメ種苗は大型ヒラメに捕食されにくいという結果が得られている。

大型ヒラメとイシガニで結果に差が生じた理由として、餌料生物を捕獲する器官が異なることが考えられる。イシガニは鋏脚で餌を捕獲するため、ヒラメの体幅がある程度厚い（＝全長が大きい）方が捕まえやすい可能性があるが、大型ヒラメの捕獲器官は口であるため、一定以上の大きさの餌を捕獲することは困難と考えられる。

また、ヒラメの活性に注目すると、今回の実験中の水温は25～28℃で、適水温とされる25℃以下よりも高温であり、代謝が大きい大型種苗は、小型種苗よりも高水温の影響を受けやすかった可能性がある。今後は、高水温が大きさの異なる種苗の活性に与える影響を検討する必要がある。

【放流種苗と捕食生物】

西部日本海の種苗放流サイズは、10cm放流種苗の有効性が示唆されたこと（藤田，1993）や全長4，6，8cmサイズより10cmサイズの回収率が高かったこと（石川県，2010）を踏まえて、全長10cmを基本としている。また、全長12cmの種苗がより捕食されにくい（福井県，2003）ことから、さらにサイズを大型化している機関もある。しかし、我々が取り組んだ若狭湾内の放流では、10cmサイズ種苗においても1歳魚時点での回収率が0.8%以下の事例が見られるなど、必ずしも十分な放流効果が上がっていない（藤本ら，2011）。その理由のひとつとして、イシガニのように大型種苗を捕獲する捕食者がいることが考えられる。自然界でも今回の実験と同様なことが起こっているとすれば、放流効果を向上させるためには大型種苗を好む捕食者が少ない放流場所を選択することが効果的と考えられる。

【おわりに】

ヒラメの種苗放流において、被捕食の軽減が重要なことはたびたび指摘されるが、餌料環境に比べて具体的なデータや検討が乏しいのが現状である。それぞれの海域に生息する捕食生物の特性を把握し、放流種苗の大きさや放流時期、放流場所などを考慮した放流手法の開発が必要であり、今後の研究事項としたい。

【引用文献】

- Hiroyuki Sudou, Naoto Kajihara, Tetsuo Fujii, 2008: Predation by the swimming crab *Charybdis japonica* and piscivorous fishes: A major mortality factor in hatchery-reared juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* released in Mano Bay, Sado Island, Japan. *Fisheries Research*, 89, 49-56.
- 森田哲男, 崎山一孝, 清水大輔, 2006: 水槽内におけるヒラメ人工種苗の被捕食, 栽培漁業センター技報, 5, 58-61.
- 藤田恒夫, 水野拓治, 根本芳春, 1993: 福島県におけるヒラメ人工種苗の放流効果について, 栽培技研, 22, 67-73.
- 石川県, 2010: 日本海中西部ヒラメ広域連携調査総括報告書, 平成21年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書, 2. 広域連携が必要とされる背景, 279-280.
- 福井県, 2003: , III 福井県におけるヒラメおよびクルマエビ種苗の適正放流手法について, 平成14年度 事業報告書, 84-93.
- 藤本宏, 山田達哉, 山本岳男, 2011: ヒラメは囲い網で馴致すると種苗性が向上する!?, 日本海リサーチ&トピックス, 9, 9-11.

編集後記

わが新潟県が含まれる北陸地方は7月28日に梅雨が明け、毎日30度を超える蒸し暑い日が続いていますが、皆様がお住まいのところはいかがでしょう？

たびたびニュースで取り上げられる関東地方などに比べると、これでも過ごしやすい気温なのでしょうが、今年も一番苦手な季節がやってきました。

今年の梅雨明けを調べて気がついたのですが、新潟県が含まれる地域区分というのは、他の都道府県に比べて特別多いような気がします。小学校では確か中部地方と習いましたが、今では細分化されて、気象庁の地域区分では上記のように北陸地方に含まれます。

最近では甲信越地方とか、上信越地方、信越地方などと区分されることも多いようで、関東甲信越と、東京と同じ地域に区分されることもあります。進駐軍時代には東北地方として統治されていたそうで、新潟県の電力を東北電力株が供給しているのは、その名残りだとか。電力業界などでは、今でも東北7県（東北6県+新潟県）という呼称が使われています。日本海沿岸府県の全てをカバーする日本海区水産研究所としては、日本海地方を新たに提唱したいところですね。

さて今号では、スルメイカ、大型クラゲ、ヒラメという、いずれも日本海沿岸の漁業に大きな影響を与える魚種に関する研究成果を紹介しました。興味をお持ちいただけましたでしょうか。ご意見・ご質問などがありましたら、遠慮なく下記までご連絡ください。

(日本海区水産研究所業務推進課長)

発行：独立行政法人水産総合研究センター

編集：独立行政法人水産総合研究センター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/>