

平成26年度
兵庫県立農林水産技術総合センター
水産技術センター研究発表会
講演要旨集



平成２６年度兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター 研究発表会プログラム

日時：平成２６年８月１１日（月） １４：００～１６：２５

場所：兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター 大研修室
（明石市二見町南二見２２－２ TEL：078-941-8602）

14:00 開会

14:10 瀬戸内海東部海域の漁場環境と漁業の現状および今後の課題について
反田 實（水産技術センター 技術参与）

14:35 効率的なカキ養殖と漁場環境の保全を目指して
磯部公一（室津漁業協同組合）

15:00 バイオテレメトリーによるズワイガニの行動追跡
大谷徹也（但馬水産技術センター 主席研究員）

15:25 ……………休憩……………

15:35 アサリ種苗生産～大型化への取り組み～
大西祐介（公益財団法人ひょうご豊かな海づくり協会 主査）

16:00 近年のイカナゴシンコ漁
中村行延（水産技術センター資源部 主席研究員）

16:25 閉会

瀬戸内海東部海域の漁場環境と漁業の現状および今後の課題について

反田 實（水産技術センター 技術参与）

【はじめに】

1960～1970年代の有機汚濁の進行によって悪化した瀬戸内海の水質は、1973年の瀬戸内海環境保全臨時措置法（1978年に特別措置法）の制定以後、CODおよび窒素・リンの総量規制等の施策効果によって改善が進みました。しかし一方では、1990年代後半から養殖ノリの色落ちや漁獲量の減少が続き、海の豊かさは失われてきています。漁業者からは海がきれいになり過ぎているのではないかと、という声も聞かれ、特に、栄養塩の減少による生産力の低下が懸念されています。本日は、最新のデータに基づいて漁場環境と漁業の現状を紹介します。また、最近の瀬戸内海に関係する環境施策の動きについても紹介します。

【漁場環境】

（透明度）播磨灘の透明度は改善傾向にあります。灘中央部に近い海域では1930年代から透明度の測定が続けられています（図1）。この海域における戦前の透明度の年平均値は約10mでした。有機汚濁が最も著しかった1970年代には7～8mまで低下しましたが、この頃を底に徐々に上昇し、2005年頃以後は9m前後で推移しています。また、国土交通省が実施している瀬戸内海総合水質調査でも大阪湾・播磨灘の透明度の改善傾向は明らかです。

（栄養塩）窒素、リン、ケイ素を海の栄養塩と言います。この栄養塩によって植物プランクトンが育ち、海の生物生産が成り立っています。近年、瀬戸内海では栄養塩のうち窒素の不足が顕著となっています。明石海峡周辺の窒素濃度（溶存無機態）は1970年代の約3分の1に低下しています。この傾向は瀬戸内海全体で共通しています（図2）。近年の瀬戸内海は、かつての富栄養化とは逆に、貧栄養化が進む状況となっています。

【漁業の現状】

（ノリ養殖）兵庫県のノリ生産量は佐賀県に次いで全国第2位（平成25年度）の位置にあります。養殖ノリの生産は1990年代中頃までは、17～18億枚、170億円前後を維持していましたが、1990年代後半から減少期に入り、近年の生産枚数は11～15億枚、生産金額は90～120億円となっています。減少の最大要因は窒素不足による色落ちです。色落ちは1990年代後半から頻発するようになり、2000年頃からは毎年発生しています。ノリ生産金額と漁期中の窒素濃度との間には、有意な相関が認められています。

（漁船漁業）主要な漁業である小型底びき網と船びき網ともほぼ同じ時期、つまり1990年代後半から減少傾向に転じています。これは、ノリ養殖において色落ちが頻発し始めた時期でもあります。県全体の漁獲量は、1990年代前半までの6～7万トンから、近年は3～4万トンへとほぼ半減しています。

【漁獲量と栄養塩】

播磨灘および大阪湾の窒素濃度と1～2年後の小型底びき網漁獲量の変化には類似性が見られます。また、播磨灘の冬季の窒素濃度とイカナゴ0歳魚漁獲量の変動にも類似性が

みられます（図3）。これらの結果は、栄養塩濃度と漁獲量の関連を示唆していると思われます。海外でも有機物（栄養物質）の流入と漁獲量の関連を示した報告が見られます。しかし、栄養塩と漁獲量（高次生産）の関連についての情報はまだまだ少なく、今後の大きな課題です。また、近年の海水温の上昇も漁業資源に影響を与えていると推測されますので、それらも含めた検討が必要です。

【栄養塩問題への取り組み事例】

貧栄養化の進行によって、ノリ養殖における色落ちだけでなく、生産力の低下による漁獲量の減少が懸念されることから、窒素供給を目的とした幾つかの取り組みが漁業者や行政によって行われています。その1つが浄化センターにおける栄養塩管理運転です。これは、処理水中の窒素濃度をノリ養殖時期である冬季には上げ、赤潮が発生しやすい夏季は下げるという管理運転です。もちろん濃度管理は規制の範囲内で行われています。

【おわりに】

2012年10月に中央環境審議会から「瀬戸内海における今後の目指すべき将来像と環境保全・再生の在り方について」の答申が出されました。この答申では、目指すべき将来像を「豊かな瀬戸内海」とし、「栄養塩濃度レベルの管理」などの文言も盛り込まれており、水産にとっては望ましい視点が示されています。また、今年に入って瀬戸内海環境保全特別措置法改正の動きもあります。このように、瀬戸内海的环境施策は大きく動く可能性があります。そのような中であって、漁業資源と漁場環境、特に栄養塩との関連を明らかにしていくことは水産試験研究の今後の大きな課題です。

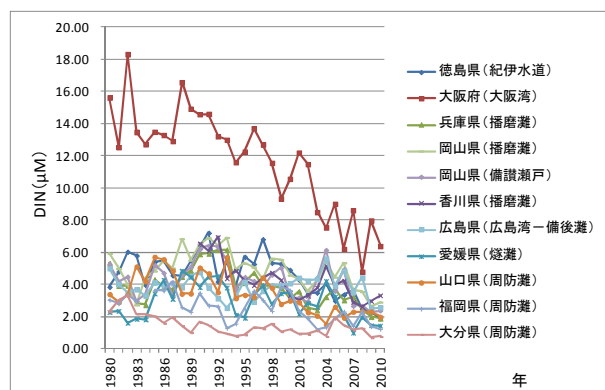


図2 瀬戸内海各府県のDIN濃度の推移
（瀬戸内海ブロック水産試験場長会資料より）

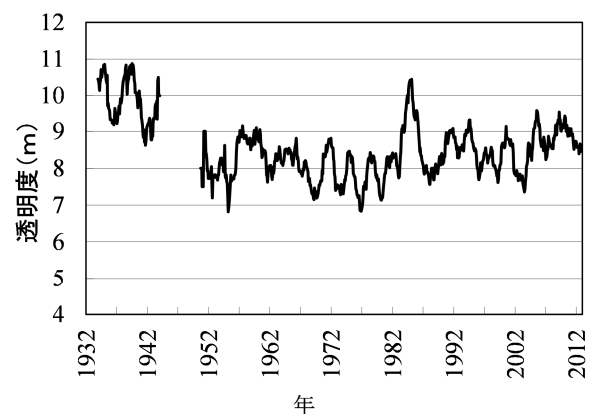


図1. 播磨灘中央部付近の透明度の長期変動
（浅海定線調査 Stn. H8、24ヶ月移動平均）

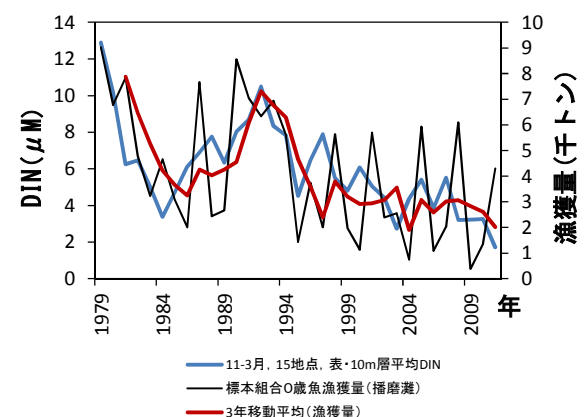


図3 冬季DINと11-13月、15地点、表・10m層平均DIN
と播磨灘0歳魚漁獲量
（反田・原田 海洋と生物 2012）

効率的なカキ養殖と漁場環境の保全を目指して

磯部公一（室津漁業協同組合）

カキ養殖は、種ガキの付いたコレクター（ホタテ貝殻）を吊り線ロープに結わえ、筏から垂下して養殖を行っているが、水揚げ作業時の吊り線同士の擦れや養殖中の波浪の影響等により、商品価値のあるカキが脱落して海底に落ちる現象が発生する。この脱落したカキを“落ちガキ”と呼び、カキ筏1台から水揚げされる生産量の2～5割に匹敵するとも言われている。

脱落したカキは放置するとやがて死滅し、漁場環境に悪影響を及ぼす可能性があり、漁期終了後、底びき網漁船による海底清掃を実施している。

そこで、この脱落したカキを有効に水揚げ増につなげられるよう“落ちガキ”をネットで受ける試験を実施した。

“落ちガキ”を受けるネットは、効率性や作業性を考慮して、方形（1.3m×1.3m）や円形（直径0.8m、1.5m）のものを試作し、“落ちガキ”を受ける試験を実施した。



方形 1.3m



円形 1.5m

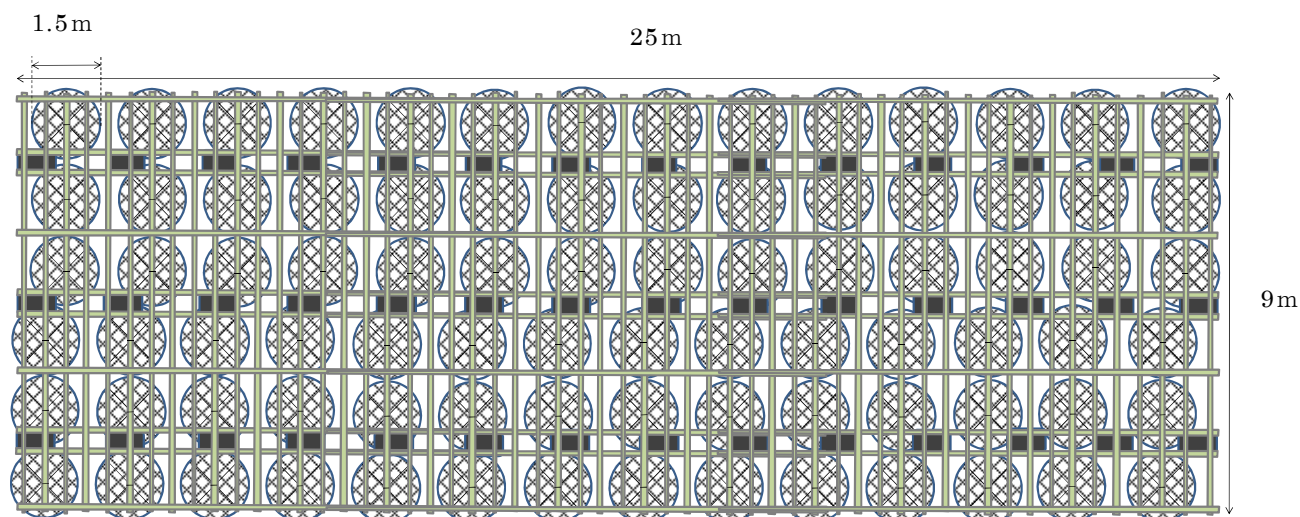


円形 0.8m

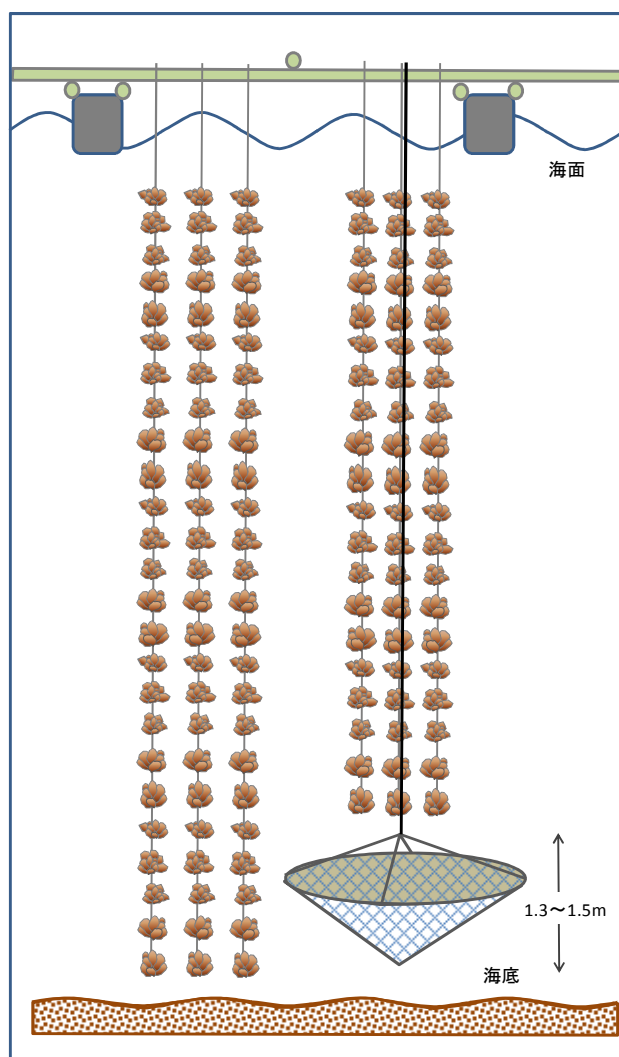
方形 1.3mは、“落ちガキ”をほとんど海底に落とすことなく効率よく回収できるものの、4本のロープで枠を受けることから、回収時、4名でそれぞれのロープを持って、筏の外まで運ぶ必要があり、非常に手間がかかる。さらに、吊り線（通常のカキ養殖用）を揚げないと、“落ちガキ”を回収できない。

円形は、一本のロープで吊すことから、回収時の手間はかからないものの、方形に比べると回収率が劣る。しかし、作業性に優れていることから、吊り線を残したまま、“落ちガキ”を回収できるメリットがある。特に、低気圧の通過時など、波浪により大量のカキが吊り線から脱落したと思われる直後に回収できるメリットは大きい。

今回紹介したいのは、筏の形状を考慮して試作した円形 1.5mであり、これを“**落ちがきキャッチャー**”と呼ぶことにした。兵庫県のカキ筏の標準的な規格が2.5m×9mであることから、直径1.5m円形の収まりが良いからである。



カキ筏への“落ちがきキャッチャー”取り付けイメージ図



“落ちがきキャッチャー”取り付けイメージ図（断面）

効果の算定

- ①カキ筏 1 台当たりの生産額（現状） **5,400 千円**
 - ②落ちがきがない場合の生産額（約 3 割が落ちがきになっていると仮定した場合） **7,700 千円**
 - ③“落ちがきキャッチャー”により回収できる生産額（落ちがきの 8 割を回収できると仮定）
1,840 千円
 - ④吊り線が短くなることによる生産額減（コレクター枚数：25 枚/線→20 枚/線）
1,080 千円
 - ⑤落ちがきキャッチャー作成費 10 千円/基
カキ筏全面に設置すると 84 基、耐用年数 5 年とすると
 $10 \text{ 千円} \times 84 \text{ 基} \div 5 \text{ 年} = 168 \text{ 千円/年}$ **168 千円**
- 効果 = ③ - ④ - ⑤ = 592 千円 ÷ 600 千円

600 千円増

※⑤で全面において 84 基の設置としたが、漁期当初に水揚げする箇所は、設置を省略できる。

上記のように“落ちがきキャッチャー”の設置によりカキ筏 1 台当たり約 60 万円の収益が見込めるばかりか、漁場の底質悪化防止にもなるため、県内のカキ養殖業者にこの“落ちがきキャッチャー”を広く普及させたいと考える。

バイオテレメトリーによるズワイガニの行動追跡

大谷 徹也（但馬水産技術センター 主席研究員）

目的

ズワイガニは日本海の最重要漁

であり、その保護増殖のために多くの増殖場（保護区）が設けられてきましたが、内部の調査手法はカニかご調査などに限定されてきました。しかし、近年、水生動物に装着した発信器からの情報を受信するバイオテレメトリーの手法が進歩し、正確な個体の位置を追跡できるようになって来ました。そこで、ズワイガニの行動を把握する技術としてのバイオテレメトリー手法の可能性を明らかにし、ズワイガニの行動や移動分散傾向など、増殖場をより有効に活用するための情報を得ることを目的としました。

方法

浜坂沖ズワイガニ増殖場内（水深 240m 前後、4km 四方）に、ズワイガニからの信号を記録する受信機（Vemco 社、VR2W）を取付けた係留系を 13 基（400m 間隔で 7 基、周囲に 6 基）設置しました。受信機取付け位置は海底から 10m とし、中央の係留系には潮流計（JFE アドバンテック社、INFINITY-EMAEM-USB）を海底から 5m 位置に取付けました。

放流用のズワイガニは調査用カニかごとトロール網により採集しました。エポキシ系パテにより超音波コード化発信機（Vemco 社、V9A-1H、加速度センサー付）をカニの頭胸甲に装着し、27 匹（成体♀18 匹、成体♂9 匹）ずつ 2 回、計 54 匹を受信機設置エリア中央に放流しました。（平成 25 年 7 月 18 日および 10 月 22 日実施）

平成 25 年 12 月に係留系を回収しました。同じ個体の信号が 3 機以上の受信機で同時に受信されている場合は VPS 解析によりズワイガニの正確な位置を算出しました。

8 月から 12 月にかけて毎月 1 回増殖場内と周辺海域で受信機を 1000m 間隔で投入し、より広範囲な分布状況の追跡調査を行いました。

結果

13 基のうち 9 基の係留系が回収でき、水深 240m の深海底におけるズワイガニの行動を、152 日間に渡って VPS 測位システムにより追跡、記録することに初めて成功しました。

移動は主に活動時間の増える夜間に行われていることがわかりました。日単位での移動方向は海底付近の流向と関係し、流れに逆らう方向への移動が認められました。増殖場内のズワイガニは魚礁と何らかの関係を保ちつつ生息している可能性が示唆されました。放流されたズワイガニは 5 ヶ月後、約半数が増殖場内に留まっていました。ズワイガニの単位面積における経過日数と区域内滞在率の関係が明らかになったことで、保護区内のカニの滞在期間や滲みだしをモデル化して考えたり、新たな保護区を設ける際の適当な面積の検討などが可能になりました。

アサリ種苗生産～大型化への取り組み～

大西 祐介（公益財団法人ひょうご豊かな海づくり協会 主査）

【種苗生産技術の確立】

アサリ資源増大への期待から、人工種苗の重要性は日々増しています。

公益財団法人ひょうご豊かな海づくり協会では安定した種苗供給を実現するため、兵庫県栽培漁業センターにおいて殻長 0.5mm のアサリを試験生産し、生産工程における技術改良を行ってきました。

殻長 0.5mm のアサリを生産するには大きく分類して①採卵 ②浮遊幼生飼育 ③着底幼生飼育の3つの技術が必要となります。これら3つの技術それぞれの課題に取り組み、現在では殻長 0.5mm 稚貝を安定して生産できるようになりました。そこで、さらなる汎用性を持った種苗を生産するため、陸上施設を用いた大型化試験を開始しました。

【種苗の大型化へ挑戦】

多様化する人工種苗への要望において、大型化は最も重要な課題の一つです。しかし、殻長 0.5mm 以降のアサリを飼育するためには、成長とともに日々増大する食欲を満たすために大量の藻類を長期間確保し続ける必要があります。また、日々成長し大きくなるアサリをどのように飼育して餌である藻類をどのように与えるかを考える必要があります。この2つの課題を解決するため平成 25 年度に取り組んだ事例について御紹介いたします。

○課題 1 アサリの餌となる藻類の確保

浮遊期から着底初期の餌には、単一種の市販濃縮珪藻を複数種混合して使用します。これらの珪藻は飼育初期において、餌の密度調整や調達のしやすさ等非常に優れています。しかし、ある程度成長したアサリでは餌の摂取量が多くなるため、市販品で賄うにはそのコストが問題となってきます。

通常、大量の珪藻を確保するには屋外水槽を用いたバッチ式培養が行われます。この方法は屋内施設で温度管理したフラスコ等で培養した珪藻を、屋外水槽に展開し数日から数十日かけて増殖するのを待ちます。そして必要な密度に珪藻が達したらポンプで必要な水槽に移動して餌として利用します。しかし、この方法では1つの培養槽から珪藻を収穫できるようになるまで数日要するため、毎日珪藻を連続的に利用したい場合には向かない方式といえます。

今回の取り組みでは、これらの欠点を解決するため、連続注水式で珪藻培養を行いました。この方法は、屋外コンクリート水槽に砂ろ過した海水を定量給水し、水槽内での滞留時間を利用して砂ろ過海水に含まれる少量の珪藻類が増殖するのを期待するものです。また、定量給水するため常時培養水槽から珪藻類の含まれる海水が珪藻水としてアサリの飼

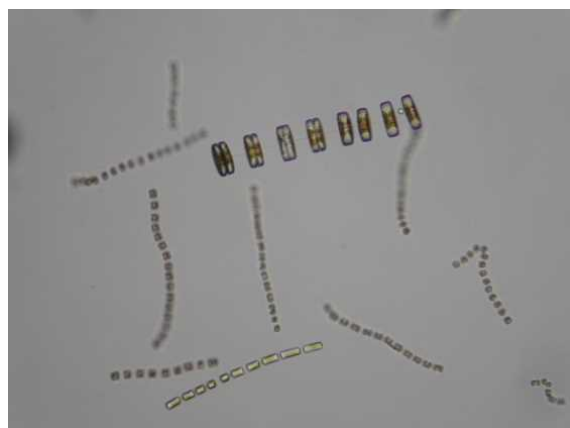
育に供給することができます。培養開始からある程度経過すると注水による海水の入れ替わる割合と珪藻類の増殖する割合が釣り合う点で珪藻類の密度が一定になるのではないかと予測のもと培養を行いました。平成 25 年度の培養では季節により一定になる密度が違うものの、アサリの餌として供給できる程度の安定度を確認することができました。

○課題 2 殻長 0.5mm からのアサリ飼育

アサリを飼育するには、アサリは通らないが余分な餌やゴミは通る容器が必要となります。今回の飼育にはプラスチックネットをカゴ状に成形し、細かい目合いのナイロンネットを内側に張ったものを使用しました。飼育用海水と餌は珪藻培養で生じた珪藻水を使用しました。また、しばらく飼育すると同じカゴの中でも成長に差が生じ、周りよりも大きな個体が出てきます。大きな個体は餌を食べる速度も速いため、周りの個体が餌不足に陥る可能性があるため、適時フルイによる選別を行いました。平成 25 年度の飼育は殻長 0.5mm のアサリ約 160 万個を 8 月に飼育開始して、翌年の 4 月に殻長 14mm、8mm、5mm それぞれ 6 万個、17 万個、14 万個得ることができました。今後は飼育中に発生する成長の遅い個体や死んでしまう個体をどのように減らすかが課題となってきました。



珪藻培養の様子



培養中に見られる珪藻の例



飼育に使用するカゴ



種苗の大型化へ挑戦

近年のイカナゴシンコ漁

中村行延（水産技術センター資源部 主席研究員）

イカナゴのシンコ（孵化後数ヶ月の仔稚魚）は、釜上げやくぎ煮として食卓を賑わす魚です。主漁期が2月下旬から3月であることから、瀬戸内に春を告げる魚として一般県民にも広く親しまれています。

イカナゴ漁は、2隻の漁船で袋状の網を曳く船曳網で行われています。船曳網漁業の漁獲量は、兵庫県内海の漁船漁業生産量の半分以上を占め、イカナゴとシラスで船曳網生産量を2分しています。漁獲金額もそれぞれ40億円以上になります（図1）。

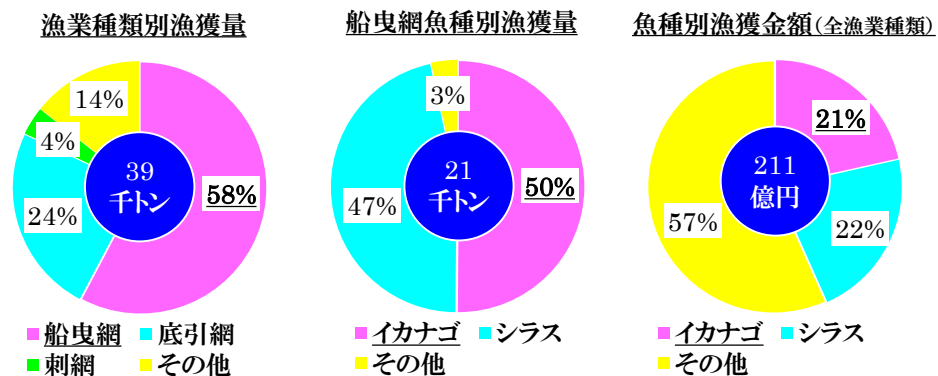


図1 兵庫県内海の漁業生産量（農林統計平成20～24年の平均値）

イカナゴ漁獲量の経年変化をみると、昭和40年代から平成の初め頃までは、15,000～38,000トンで推移していましたが、その後は漁獲量が10,000トンを下回る年も見られるようになり、平成21年には3,309トンと極端な不漁になりました。現在はある程度回復したものの、以前の水準には戻っていません（図2）。

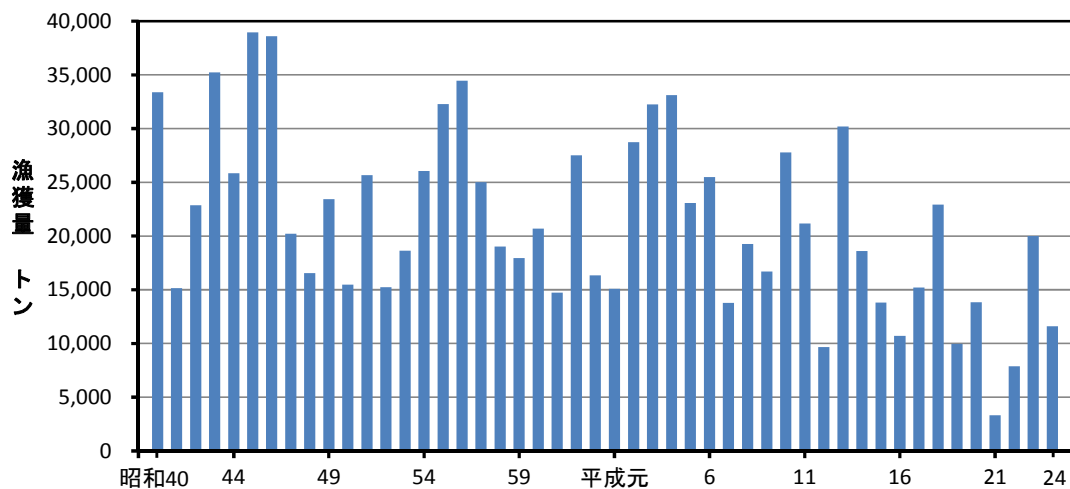


図2 兵庫県内海におけるイカナゴ漁獲量（農林統計）

次に、漁獲尾数も考慮した経年変化をみるために、播磨灘の代表漁協のデータから、昭和55年以降の当該漁協の漁獲量と漁獲尾数および漁獲物1尾当たりの平均体重を示しました（図3）。昭和60年代までの漁獲尾数は20～80億尾と比較的低いレベルでしたが、漁獲量は7,000トンを超える年もありました。平成になってからは漁獲尾数が増加し100億尾を超える年も見られますが、漁獲量は5,000～8,000トンに止まっています。その状況はイカナゴ1尾当たりの平均体重にも反映され、昭和50年代には1g以上であったものが、平成になると0.5g以下になる年が多くなりました。この理由としては、魚類養殖の餌用として需要のあった5、6月に漁獲される大型のシンコから、加工原料向けの小型魚に漁獲の主体が移ったことが挙げられます。

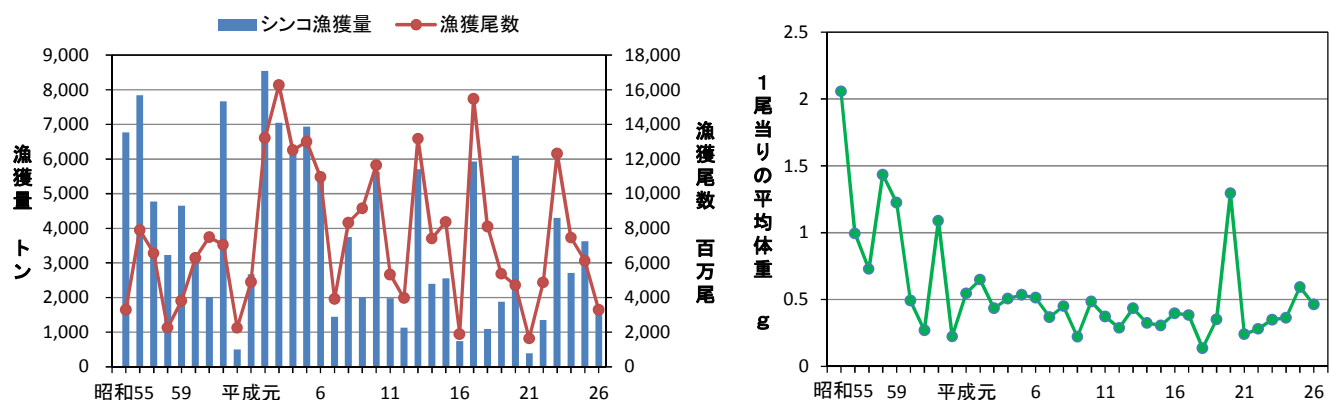


図3 シンコ漁獲量と漁獲尾数および1尾当たりの重量（播磨灘の代表漁協）

漁獲サイズが小さくなったため、漁期の早い段階で漁獲尾数が増加してしまうことから、資源管理の取り組みの必要性も大きくなっています。ただ、異なる海域でのシンコ分布量や魚体サイズに大きな違いが見られる年には、網おろし日や網上げの時期の調整が難しくなることもあります。水産技術センターとしては、イカナゴシンコ漁が高いレベルで継続できるように、信頼性の高い情報を提供していきたいと考えています。