

迅速化事業期間中に得られた成果について

平井 光行

日本海区水産研究所

はじめに

海況情報収集迅速化システム開発試験事業は、平成4年度から開始され、各海域ごとの特性を把握し、そのために必要な技術開発を行うことを目的として、ADCPによる基礎調査が実施されてきた。事業当初から既存の定線を利用したADCP観測が実施されてきたが、参加機関によっては得られたデータの信頼性を検討するために、反復観測や設置型流速計との比較など様々な比較試験が行われてきた。これらの試行錯誤の結果は、本シンポジウムで各機関から成果報告されているとおりである。

本報告では、既に本事業における年度ごとの海域検討会、関連する事業報告や研究報告で結果の一部が報告されているが、本シンポジウムでは報告されなかった結果のうち、今後、ADCPデータの有効利用を図っていくうえで参考となると考えられる3つの試み、(1)ADCPデータ収録装置を用いた海底地形のマッピング、(2)ADCPの航走水温を用いた前線の構造、(3)マイワシの卵稚仔分布海域における海洋構造の特徴について紹介する。本稿では、報告された結果をもとに若干の考察を加えた結果を報告する。本報告以外にも、多く成果報告が得られているが、発表時間の都合で3つに絞らせていただいた。

結果と考察

(1)ADCPデータ収録装置を用いた海底地形のマッピング

ADCPデータ収録装置を用いた海底地形のマッピングの試みは、人工漁礁を投入するための事前調査として、1994年7~8月に経ヶ岬沿岸海域において京都府立海洋センターによって行われた(和田ほか 1995)。使用された調査船平安丸に搭載されているADCPデータ収録装置のシステムを図1に示す。このシステムでは、ADCP(FURUNO CI-30)から得られる流れのデータや航走水温データと同時に、GPS(FURUNO GP-500)と魚探(FURUNO FCV-140)から、正確な位置と水深データが15秒間隔で磁気媒体に収録される。これらのデータを研究室に持ち帰り、海底地形図が作成された。

このデータ収録装置から得られた水深データをもとに作成された、経ヶ岬沿岸海域の海底地形図を図2に示す。この海底地形図は、 $35^{\circ}46' \sim 35^{\circ}48' N$, $135^{\circ}09' \sim 135^{\circ}14' E$ の範囲で水深20m~120mまでを1mごとに描かれている。通常、海上保安庁水路部が発行している海底地形図では、特別の海域を除いて10mごとの等深線しか得られない。このため、人工漁礁など特別な構造物を海底に設置する場合には、詳細な事前調査を必要とする。今回用いられた手法は、得られる海底地形の精度が観測の細かさに依存するとはいえ、静止している海底地形を対象としているため、比較的観測設計を立案しやすいという利点をうまく利用したといえる。この方法は、ADCPデータ収録装置の有効利用を実践したものであり、沿岸の漁場環境の評価に役立つ有効な利用方法であるといえる。

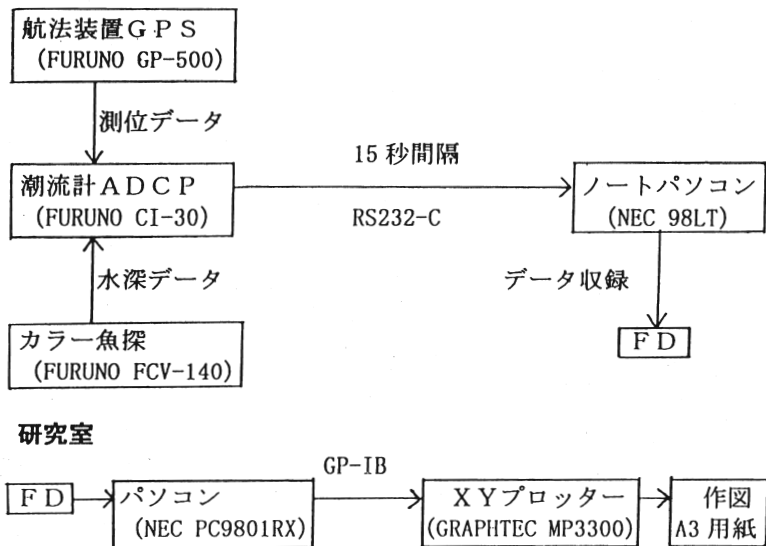


図1 平安丸に搭載されているADCPデータ収録装置(和田ほか 1995).

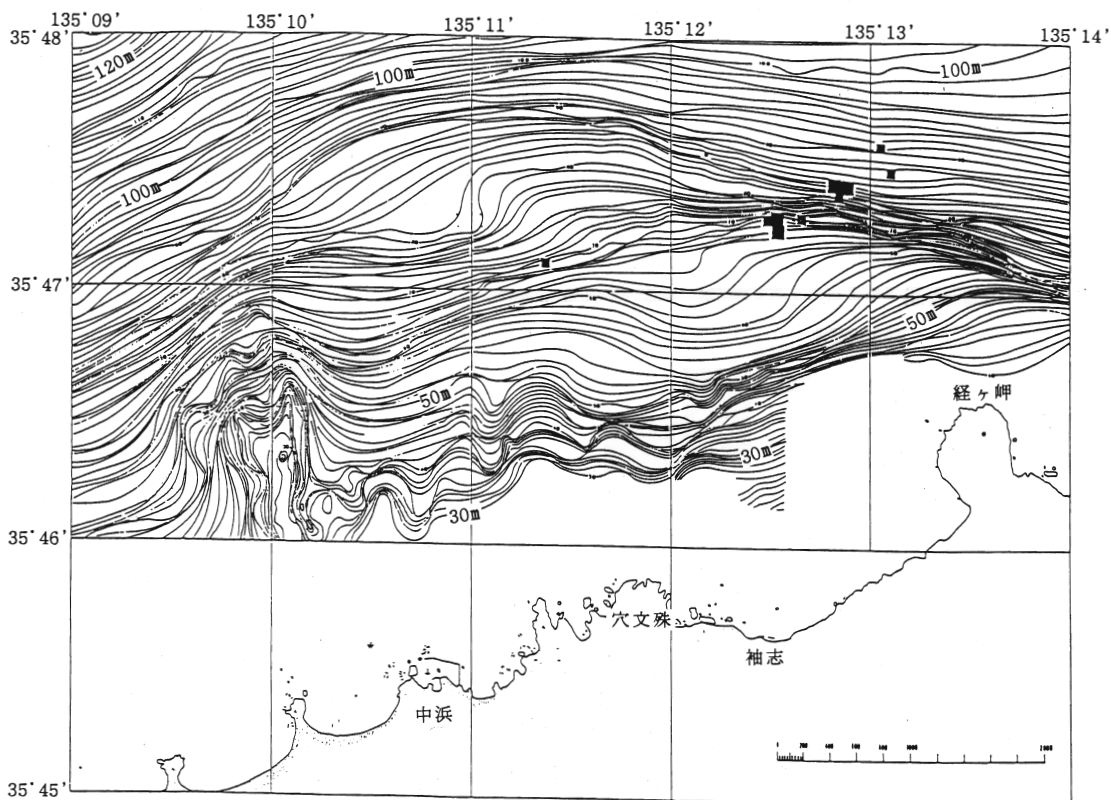


図2 1994年7~8月の調査で得られた経ヶ岬沿岸の海底地形図(和田ほか 1995).

(2) ADCPの航走水温を用いた前線の構造

ADCPによって流れのデータとともに得られる航走水温データを用いた水温前線の微細構造の事例解析を紹介する。解析に用いたデータは、京都府立海洋センターが京都府若狭湾沖海域において、平安丸で観測したものである(京都府立海洋センター 1994)。夏季の成層期におけるデータとして1993年8月2日、および冬季の鉛直混合期として1994年3月1日に行われた観測結果を用いた。先に述べたように、平安丸のADCPシステムからは15秒間隔で流向・流速と航走水温を得ることができる(図1)。

成層期と鉛直混合期のそれぞれの季節について、ADCPによる10m深の流速ベクトル分布、 $136^{\circ}26.5'E$ 線に沿った10m深および50m深の流速の東西成分、観測線に沿った航走水温および300m深までの水温の鉛直断面分布を図4に示す。図4では、Stn. 4付近で対地モードと対水モードが切り替わっているため、流速の東西成分において沖合側では沿岸側でみられるような高周波変動がみられないことに注意する必要がある。成層期には、若狭湾内のStn. 1、沖合のStn. 4およびStn. 7付近に東向流の流速極大が認められるのに対して、鉛直混合期には、若狭湾内では顕著な東向流がみられず、沖合のStn. 4およびStn. 7付近に東向流の流速極大がみられる。これらの東向流の水平スケールは15~30海里であることから、水平スケール約30海里での航走水温の変化傾向と流速の東西成分とを対比すると、いずれの季節においても、これらの流速極大は沿岸から沖合に向かって航走水温が $1\sim 2.5^{\circ}C$ 低下することと対応していることがわかる。同時に流速極大は、水温鉛直断面分布図において主水温躍層が浅くなることと対応している。これらの結果から、30海里スケールでみられる $1\sim 2.5^{\circ}C$ の航走水温の変化に対応して、暖水側を右手にみる東向流が存在し、この水温勾配と東向流との対応関係は成層期と鉛直混合期で大きな差はないといえる。

次に、小スケールの航走水温の変動に着目すると、成層期と鉛直混合期のいずれの季節においても、5海里程度で水温が大きく変化しているという特徴がみられる。また、このような小スケールの水温変動は、いずれの季節においても沿岸域で多く出現し、特に若狭湾に頻繁に出現し、沖合域では少ないことがわかる。この水温変化の程度は、成層期には $0.5^{\circ}C$ 程度であるのに対して、鉛直混合期にはさらに大きく変化し、 $1^{\circ}C$ を越える場合も多い。5海里スケールで変化する水温の程度は、鉛直混合期の方が大きいといえる。さらに、このような水温変化と流速の東西成分とを対比すると、30海里スケールでみられたような水温の水平勾配と流速極大との対応関係は認められない。また、流速極大付近に大きな水温変化が出現するというような関係も認められない。このことから、若狭湾内には流れとの対応関係が明確ではない約5海里で $0.5\sim 1^{\circ}C$ の水温変化が、季節に関わらず頻繁に出現する特徴があると考えられる。

今回行った京都府若狭湾沖における水温前線と東向流との対応関係についての事例解析の結果は、陸棚域、特に若狭湾内と沖合域では、水温勾配と流れとの対応関係が異なることを示唆している。この結果は、京都府若狭湾沖海域における対馬暖流の沿岸分枝と沖合分枝の構造や変動機構の相違を示すものであると考えられる。今回の事例解析で示したADCPで得られる流れや水温の連続データは、ご表層の情報に限られるとはいえ、通常、定点を設定して行われる離散的な観測では得ることのできない微細な前線の構造を把握できる可能性を持っている。この観点からは、人工衛星データと共通する利点があると考えられる。今後、定点観測データや他の種類の連続データと組み合わせた解析が進むことによって、ADCPの連続データの活用が一層進むものと期待される。

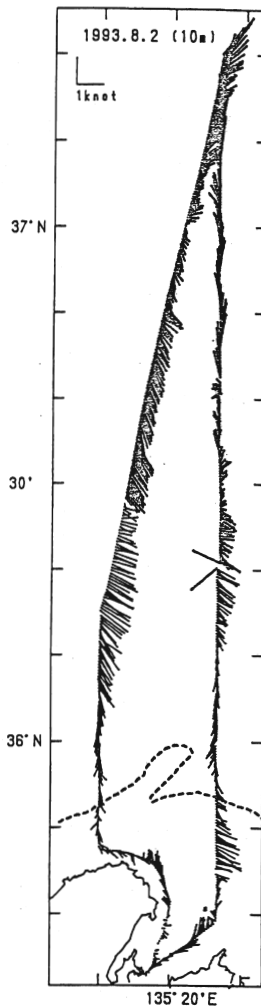
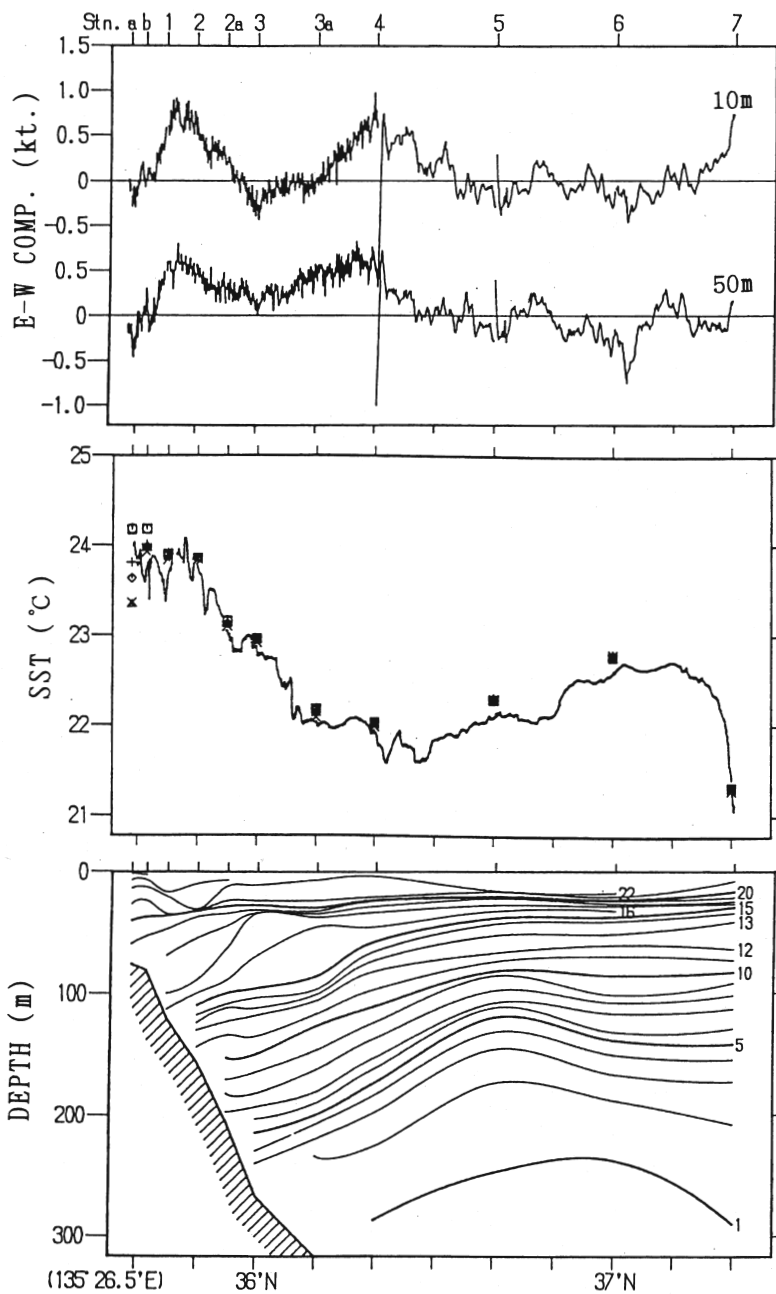


図3-a 1993年8月2日(成層期)に京都府立海洋センターによって観測されたADCPによる10m深の流速ベクトル分布, 136° 26.5' E線に沿った10m深, 50m深の流速の東西成分, 航走水温および300m深までの水温の鉛直断面分布(京都府立海洋センター 1994).

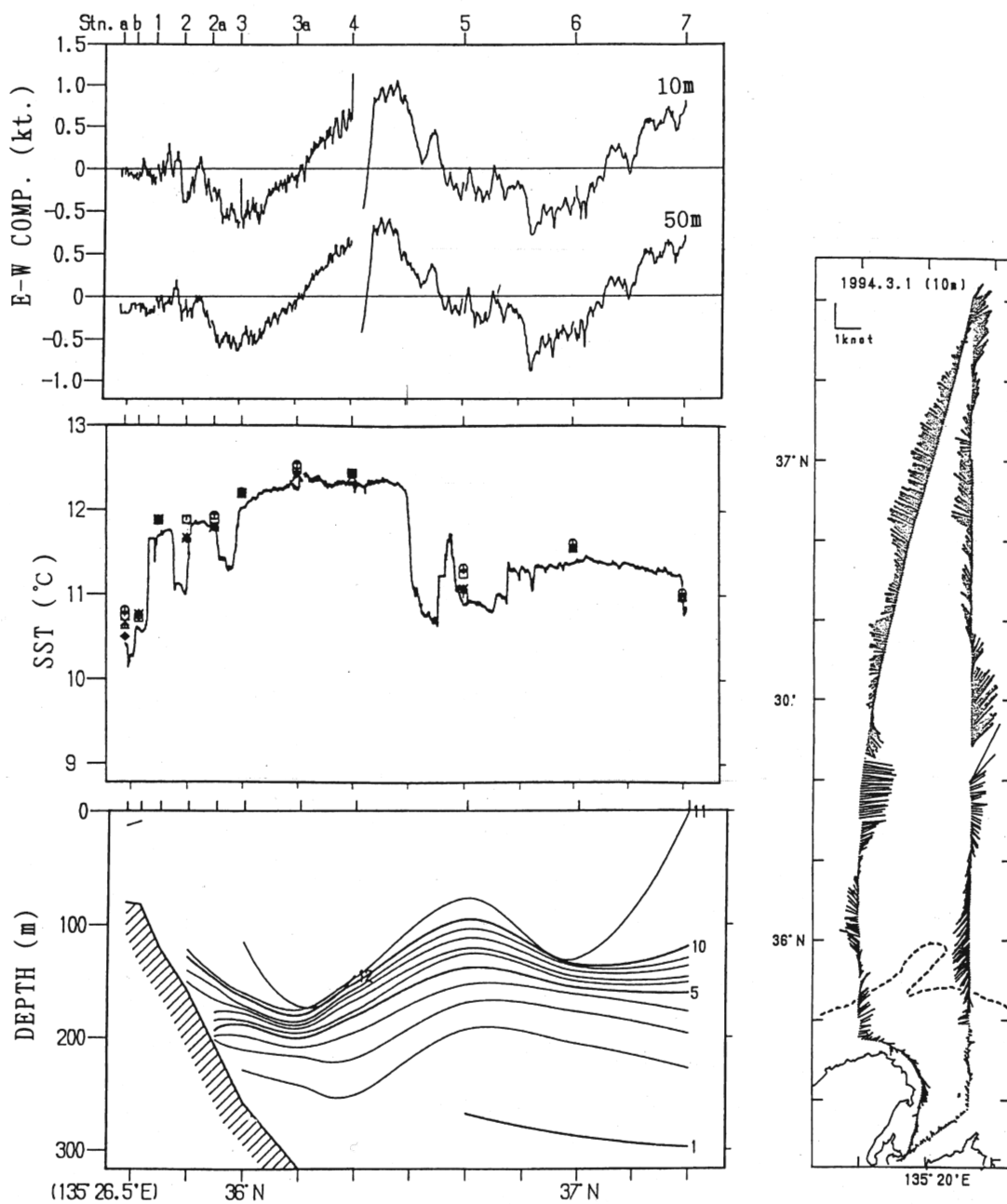


図3-b 1994年3月1日(鉛直混合期)に京都府立海洋センターによって観測されたADCPによる10m深の流速ベクトル分布, 136° 26.5' E線に沿った10m深, 50m深の流速の東西成分, 航走水温および300m深までの水温の鉛直断面分布(京都府立海洋センター 1994).

(3) マイワシの卵稚仔分布海域における海洋構造の特徴

日本海区水産研究所が所内の共同研究として実施している、能登半島周辺海域におけるイワシ類の卵稚仔の分布と海洋環境に関する調査結果のうち、1994年5月の結果の一部を紹介する(後藤ほか 1996)。この調査の目的は、近年のマイワシ主産卵場および成育場としての能登半島周辺海域における卵稚仔の分布とその海洋環境の特徴、および海洋環境の年による変化に対する卵稚仔の分布の応答を明らかにすることによって、マイワシ資源の変動機構を検討することである。海洋観測は2隻の調査船、すなわち、みずほ丸とみずなぎによる同時運航によって実施された(図4)。みずほ丸は、できる限り一定の速度で航走し、ADCPおよびXBTを主体とした広域の海洋観測を行った。一方、みずなぎは、沿岸よりの60の観測定点において300mまでのCTD、80Rネットと130Rネットによる卵稚仔採集およびノルパックネットによる餌生物の採集を実施した。

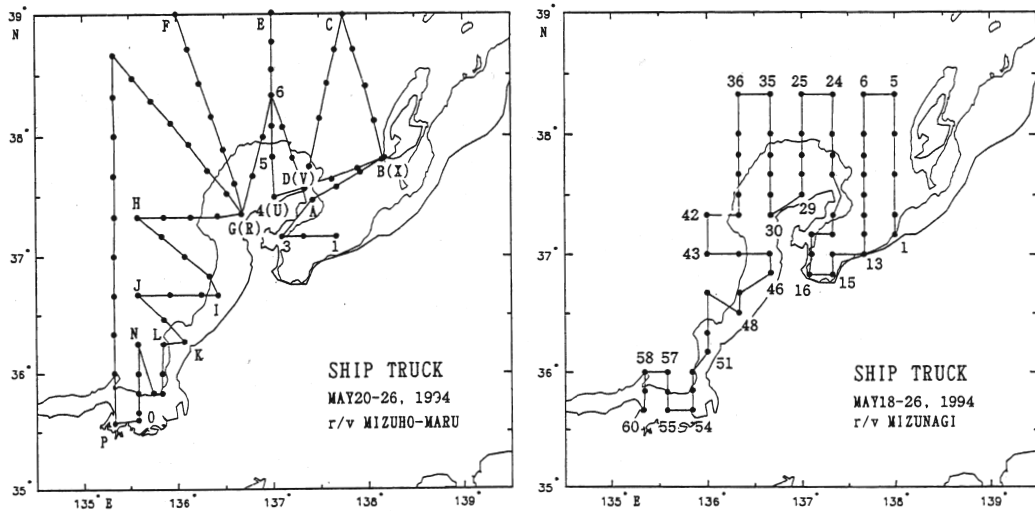


図4 1994年5月20～26日にみずほ丸とみずなぎによって実施された海洋観測定点および航跡図(後藤ほか1996)。

CTD観測から得られた50m深の水温・塩分分布を図5, ADCP観測から得られた10m深の流向・流速分布を図6に示す。50m深の水温分布図をみると、水温13℃以上、塩分34.5以上の高温・高塩水は、沖合域では、若狭湾北方沖合および能登半島北方沖合の冷水域を迂回して分布し、沿岸域では若狭湾から能登半島西方、能登半島北方および富山湾西部に連なって分布していた。また、富山湾中央部から佐渡島西岸海域は、相対的に冷水域となっていた。10m深の流向・流速分布を水温・塩分分布と対応づけてみると、沖合域では冷水域の分布反時計回りの流れが対応し、沿岸域では能登半島の海岸線に沿った高温・高塩分水の分布と能登半島の陸岸沿いに富山湾に流入する流れがよく対応している。このように、水塊構造と流れのパターンとの対応関係から、能登半島の陸岸沿いに富山湾に流入する流れは対馬暖流沿岸分枝であると判断でき、能登半島北方沿岸から富山湾西部に対馬暖流水が流入していたと考えられる。

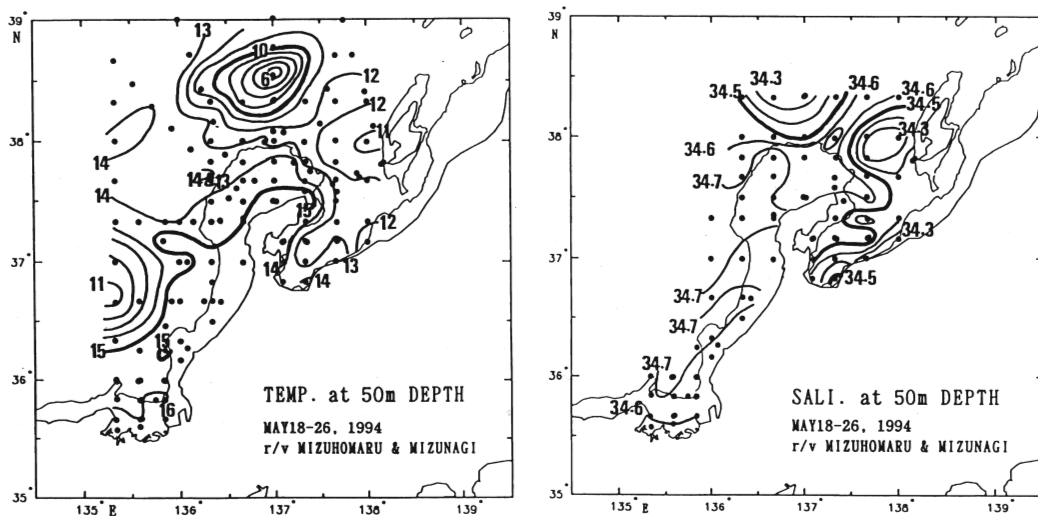


図5 CTD観測から得られた50m深の水温・塩分分布(後藤ほか 1996).

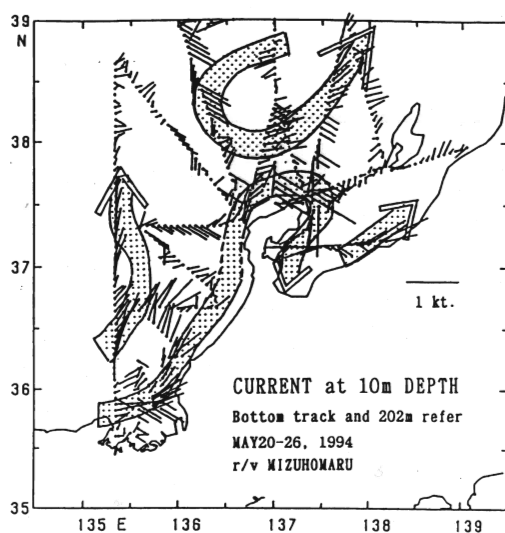


図6 ADCP観測から得られた10m深の流向・流速分布(後藤ほか 1996).

マイワシの卵仔魚の分布を図7に示す。卵は能登半島周辺で多く、とくに輪島沿岸で最も多い。前期仔魚は、能登半島周辺と富山湾で多く、とくに湾奥で分布密度が高い。後期仔魚は、分布の中心が富山湾内になっており、卵から後期仔魚まで発育段階が進むにつれて、分布の中心が能登半島北方沿岸から富山湾奥、さらに富山湾東部や中央部へ移っている。さらに、図には示さないが、富山湾内の仔魚の体長モードは、東岸ほど大きく、中央部では西岸と東岸でみられる2つの体長モードを示すことがわかっている。

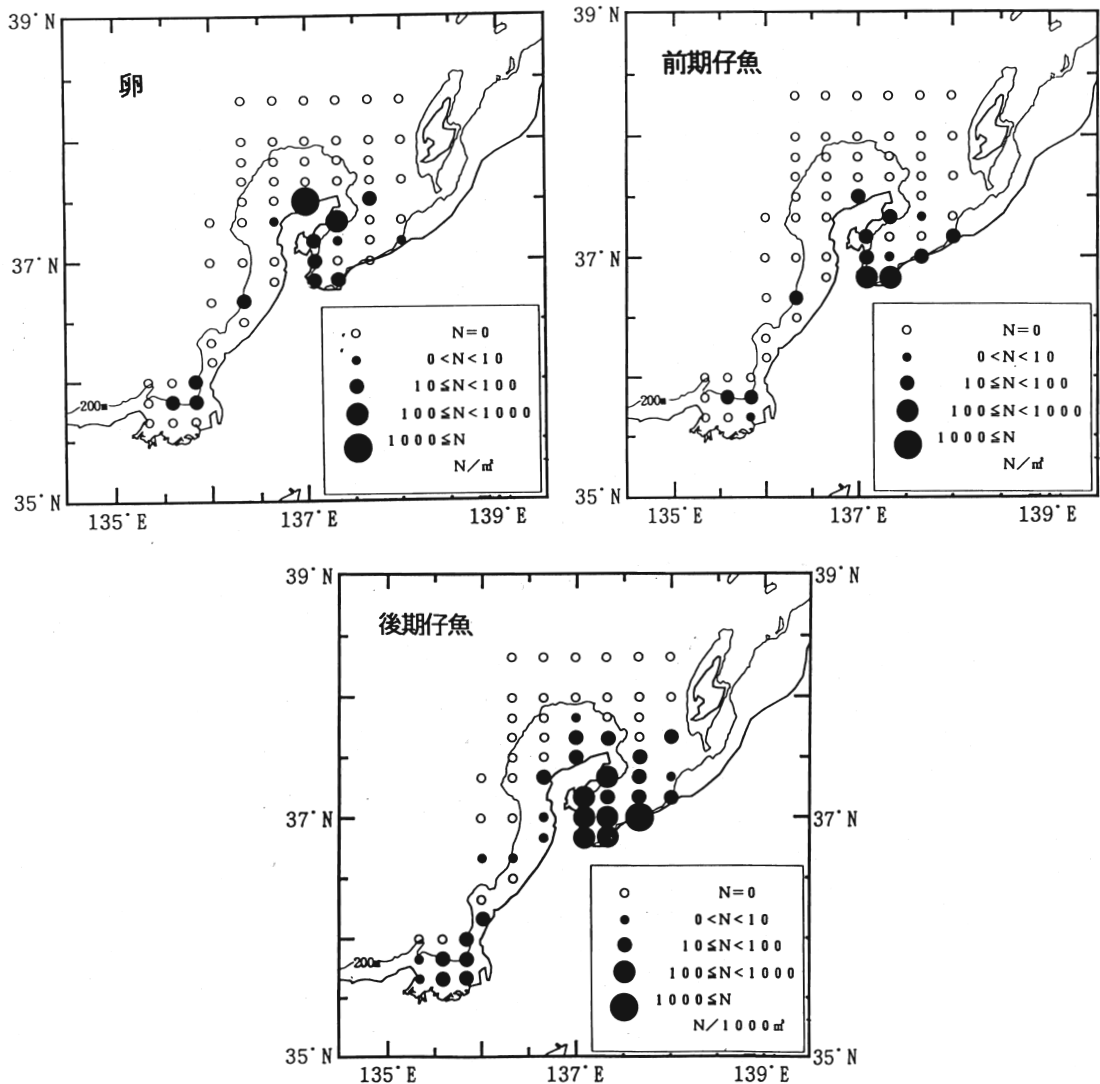


図7 マイワシの卵仔魚の分布(後藤ほか 1996).

次に、マイワシの餌料として重要なカイアシ類の卵およびノープリウス幼生の分布を先に述べた対馬暖流沿岸分枝に沿ってみると、卵、ノープリウス幼生とも能登半島西岸では分布密度が低く、富山湾では低密度分布域は縮小し、湾奥から佐渡島西岸海域の冷水域にかけて密度が増加している傾向が認められる(図8)。

以上の観測結果を総合すると、能登半島北部沿岸で産卵されたマイワシの卵は、対馬暖流の沿岸分枝に輸送され、成長しながら富山湾西部から湾奥部に運ばれる。ふ化直後の発育初期には餌生物の分布密度が低い海域にいるものの、発育が進むにつれて冷水域の影響域に運ばれ、分布密度の高い餌生物に遭遇して成長をするという、仔魚の餌料環境の変化過程が考えられる。このような能登半島周辺海域におけるマイワシの初期生残過程において、対馬暖流沿岸分枝の輸送機能が果たす役割はきわめて大きいと考えられ、今後、年によって流量や流路がどのように変化するのか、またそのような変化によって輸送機能がどのように変わるのかを検証していく必要があると考える。

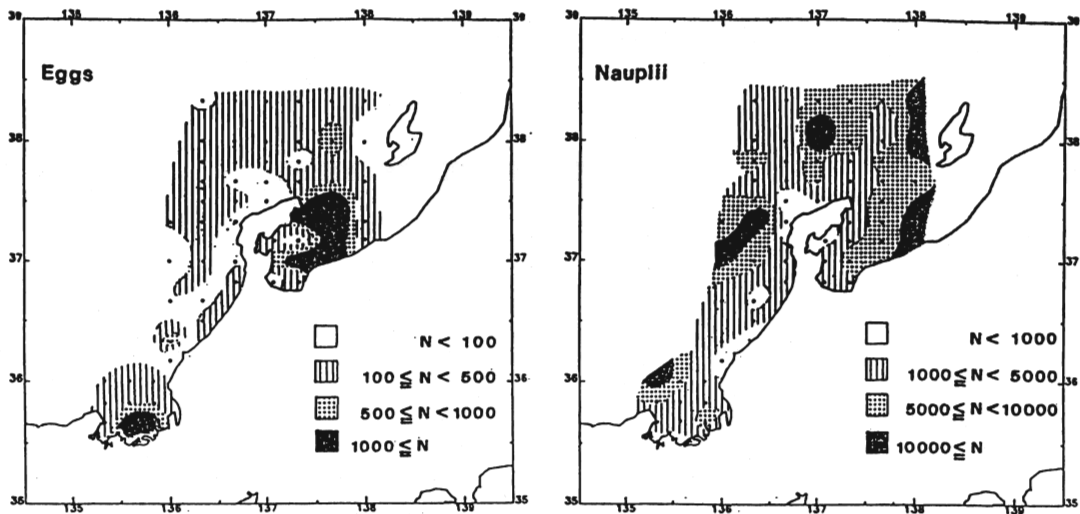


図8 ノルパックネット(網目: 60 μ m)により採集されたカイアシ類の卵(左図)およびノープリウス幼生(右図)の水平分布(N:個体数)(後藤ほか 1996).

文献・資料

和田洋蔵・青木洋一・渡辺 洋(1995) ADCPのデータ収録装置を用いた海底地形の作図について.

平成6年度海況情報収集迅速化システム開発試験事業海域検討会話題提供資料, 20-22.

京都府立海洋センター(1994) 平成5年度第2回海況情報収集迅速化システム開発試験事業海域検討会資料, 1-19.

後藤常夫・木所英昭・平井光行・平川和正・井口直樹・西濱士郎(1996) 日本海中部沿岸域におけるいわし類卵・仔魚の分布と環境調査. 平成6年度漁業資源評価システム高度化調査結果報告. 水産庁研究部編, 215-226.