

資源低水準期におけるマイワシ越冬群の移動・回遊

八角 直道・須能 紀之

目 的

常磐・房総海域では、毎年 11 月～翌年 3 月の冬春季に体長 12cm ~ 16cm 前後のマイワシが来遊し、大中型まき網漁業で漁獲されている。この魚群は、「越冬群」と呼ばれる回遊群に区分され、この主群となる体長 12cm ~ 15cm 未満の小中羽イワシ群（以下「小中羽群」という。）と量的には少ない体長 15cm ~ 16cm 前後の中羽イワシ群（以下「中羽群」という。）から構成される。この小中羽群と中羽群が常磐・房総海域に出現した場合、両者の分布域が分離し、中羽群が漁場域から姿を消して、漁況が大きく変化することが報告されている（高瀬，1985；土屋，1990）。しかし、これまで、分布域が分離した後の小中羽群と中羽群の移動・回遊、特に分布の南限に関する知見は得られていない。

他方、北部太平洋まき網漁業によるマイワシの漁獲量は、1988 年の 164 万トンを超えて以後急激に減少し、1995 年～ 2001 年は 7 万～ 22 万トンの間で推移し、2002 年以降は 2.5 万トンのレベルまで減少した（図 1）。また、中央水産研究所が、近年 20 年の資源量の推移から判断した現在の資源水準は「低位」となっている。これに伴い、2002 年以降「越冬群」の来遊水準は大きく減少し、カタクチイワシに混獲される程度となっている。この結果、現在、まき網漁業の漁獲状

況からでは、越冬期における小中羽群と中羽群の行動の分離現象は明瞭には観察されていない。

この研究は、資源低水準期のなかでも比較的多く「越冬群」が来遊した 2000 年～ 2001 年冬春季を取りあげ、資源低水準期における小中羽群と中羽群の行動分離現象について、その実態を明らかにするとともに、行動分離後の小中羽群と中羽群の移動・回遊の実態を明らかにすることを目的に実施した。

方 法

分析期間は、2000 年 11 月～ 2001 年 4 月とし、同期間に茨城県水産試験場が測定した魚体測定結果と茨城県水産試験場漁業無線局が収集・記録した 2001 年 3 月のまき網操業記録による操業位置データおよび一網当たりの平均漁獲量データを用いた。魚体測定に供した生物標本の数は、2000 年 11 月～ 12 月が 7 標本、2001 年 1 月が 7 標本、2001 年 2 月が 7 標本、2001 年 3 月が 4 標本で、合計 25 標本、2,081 個体である。これらの標本は、茨城県大津港・大洗港・波崎港および千葉県銚子港におけるまき網漁船の漁獲物からそれぞれ採集した。採集した標本は、生の状態で実験室に持ち帰り、被鱗体長 (Lcm)（以下「体長」という。）、体重 (W g)、生殖腺重量 (GW g)、胃内容物重量

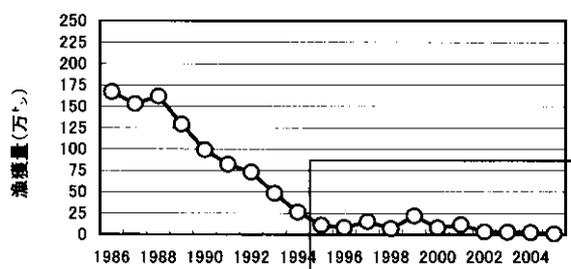


図1-1 北部太平洋海区まき網漁業によるマイワシの漁獲量

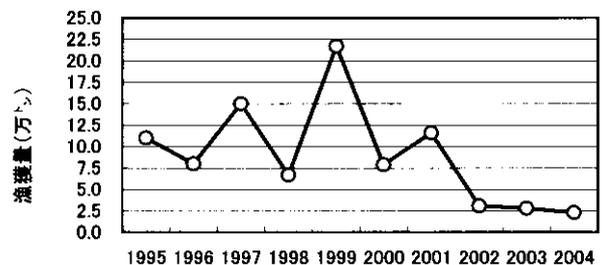


図1-2 北部太平洋海区まき網漁業によるマイワシ漁獲量

(g)を測定した。これらのほか、本研究では、宮城県水産研究開発センターが2001年3月に宮城県石巻港において、神奈川県水産技術センターが2001年2月～4月に神奈川県鎌倉定置網において、静岡県水産試験場が2001年2月～3月に静岡県小川港において、三重県科学技術振興センター水産研究部が2001年2月～4月に奈屋浦港において、それぞれ採集した漁獲物の魚体測定結果(体長データ)を用いた。また、鱗の第1年輪形成期の推定および鱗の縁辺成長の解析に使用した鱗標本は、2000年11月が1標本、2001年1月が2標本、同年2月が5標本、同年3月が1標本、同年4月が5標本で、合計が14標本、158個体である。

成熟状態の指標値には、成熟指数($GI = (GW \div L^3) \times 10^4$)を、摂餌状態の指標値には、胃内容物重量比($-(胃内容物重量 \div 体重) \times 10^3$)を用いた。年齢査定は、近藤(1964)の手法によって行い、年齢の加齢月日は1月1日とした。また、鱗の第1年輪形成期は、第1年輪形成個体の割合(=第1年輪形成個体数÷標本の全個体数)の推移によって推定した。鱗は万能投影機により20倍率で観察し、鱗径および第1年輪径を測定した。鱗の縁辺成長は、次式により縁辺成長率を求め、この値の経時変化から分析した。

縁辺成長率 = ((鱗径 - 第1年輪径) ÷ 第1年輪径) × 100

本報告における海域区分は、北からA海域(金華山～北緯37°以北)、B海域(北緯37°未満～北緯36°以北)およびC海域(北緯36°未満)の3区分とした。また、ここでは、体長と銘柄との関係を体長12.0cm～15.0cm未満を小中羽、体長15.0cm～18.0cm未満を中羽、体長18.0～20.0cm未満をニタリ、体長20.0cm以上を大羽とした。

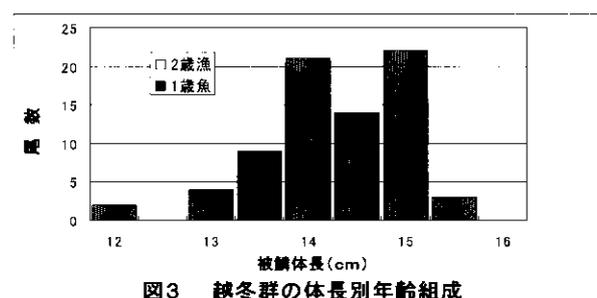
結果と考察

(1) 越冬期に来遊した魚群の構成

① 魚群の区分

越冬期に常磐・房総海域に来遊し、漁獲されたマイワシの体長組成を海域別、標本別に整理し、これ

を図2に示した。これらの標本(魚群)は体長組成とモードから次の4つに区分された。第1は、体長13.0cm以上15.0cm未満の個体で構成され、モードを14.0cm～14.5cm未満に持つ魚群(以下、この魚群を「M群」という。)、第2は、体長14.0cm以上16.0cm未満で構成され、モードを14.5cm～15.0cm未満または15.0cm～15.5cm未満に持つ魚群(以下、この魚群を「L群」という。)、第3は、体長12.0cm以上16.0cm未満で構成され、ピークが13cm台と14cm台にそれぞれ見られ、2峰型を示す魚群(このうち、13cm台にピークを持つ魚群を以下「S群」という。)、第4は、体長15.0cm以上17.0cm未満で構成され、モードを15.5～16.0cm未満に持つ魚群(以下、この魚群を「LL群」という。)であった。また、これら4つの魚群の年齢は、鱗による年齢査定の結果、2000年生まれの1歳魚であった(図3)。先に定義した体長と銘柄との関係では、S群とM群は小中羽群であり、L群とLL群は中羽群に相当する。



2000年11月～2001年3月に常磐・房総海域に出現したマイワシは体長組成からS、M、L、LL群の4群に区分できた。しかし、個体の成長により、例えばM群が成長してL群になった可能性があるため、成長解析により4つの魚群に分けたことの妥当性を検討した。

② 成長解析

越冬群の成長は、摂餌量の経時変化、鱗の第1年輪形成期の推定および鱗の縁辺成長の経時変化から検討した。ここでの解析の考え方は、摂餌量が低下した時期は、個体の成長は一時的に止まり、鱗の成

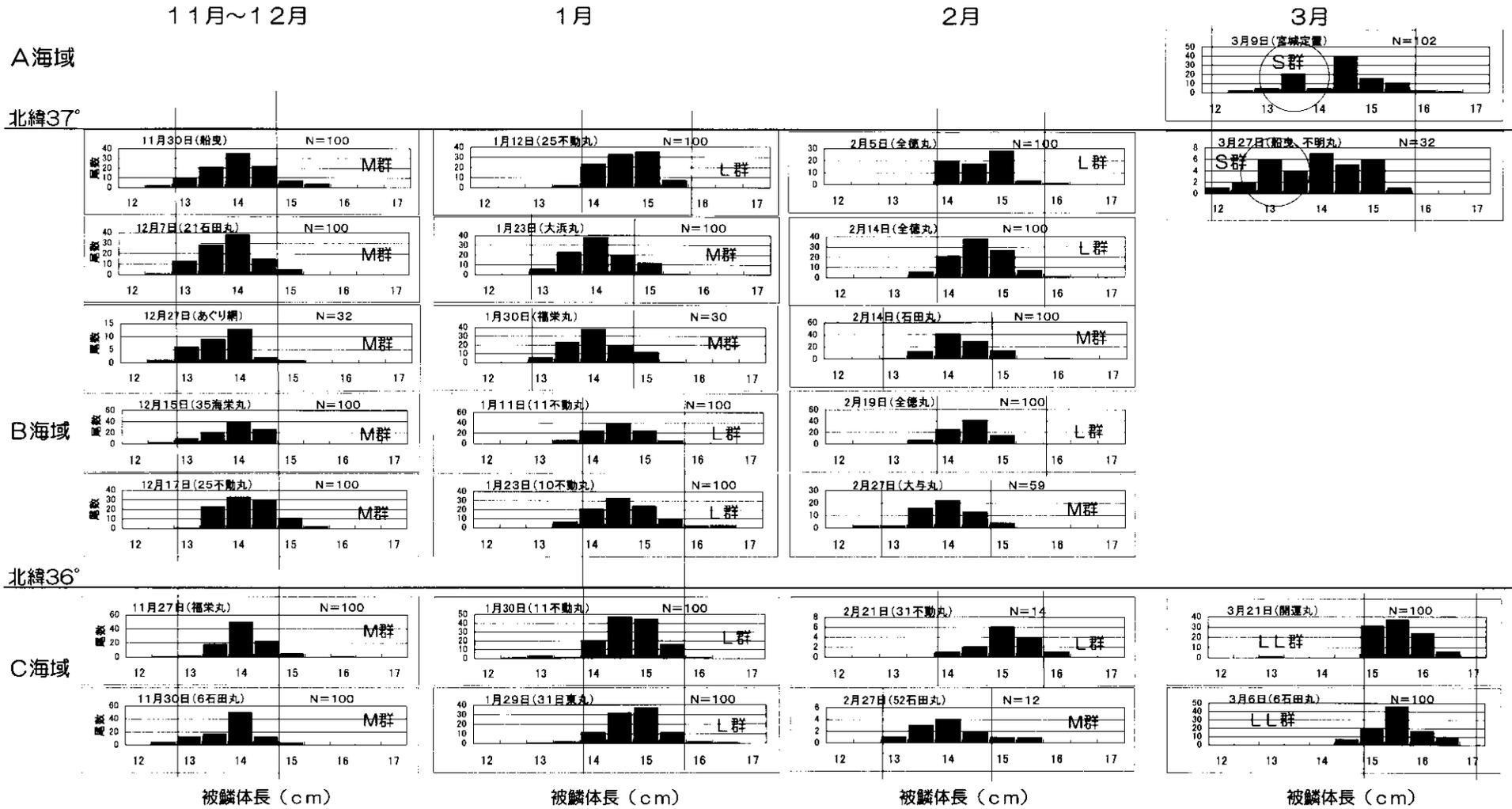


図2 2000-2001年冬春季に常磐・房総海域に出現した越冬群の標本別体長組成

長も一旦止まって成長休止帯である年輪が形成されるが、摂餌量が再度増加する時期には、再び体長の成長が始まり、鱗も成長を始めるので、越冬群の成長は、これら3つの要素を分析することで間接的に推定できるというものである。

ア. 摂餌量の経時変化

図4に2000年12月～2001年3月下旬における胃内容物重量比の推移を示した。胃内容物重量比は、12月から1月において急激に低下し、1月～2月上旬に最低値を示した後、2月中旬から急激に増加したことがわかる。このことから、2000年生まれの越冬群は、1月～2月上旬に1年間で最も餌を採らなくなり、その後、2月中旬頃から再び活発に餌を採り始めたことが明らかになった。

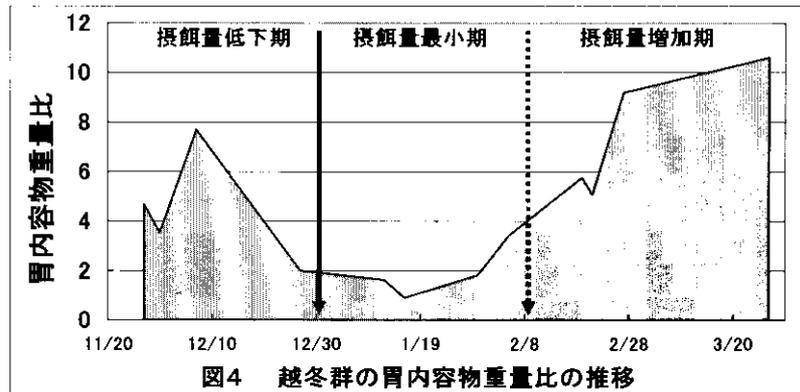


図4 越冬群の胃内容物重量比の推移

イ. 鱗の第1年輪形成期の推定

図5に2000年12月～2001年4月における第1年輪形成個体の割合の推移を示した。この図から、第1年輪形成個体の割合は、1月下旬頃から増加し、2月の中旬には約80%に達し、4月上旬には100%になった。このことから、第1年輪形成のピークは、摂餌量が最低となった1月上旬から2月上旬とほぼ一致し、その期間は、4月上旬までと推定された。

ウ. 鱗の縁辺成長率の経時変化

図5に2000年12月～2001年4月における鱗の縁辺成長率の推移を示した。この図から鱗の縁辺成長率は2月上旬頃から増加し始め、3月末頃までは5%程度と低い値で推移したが、3月下旬以降急激に増加し、4月下旬には20%程度の値を示した。

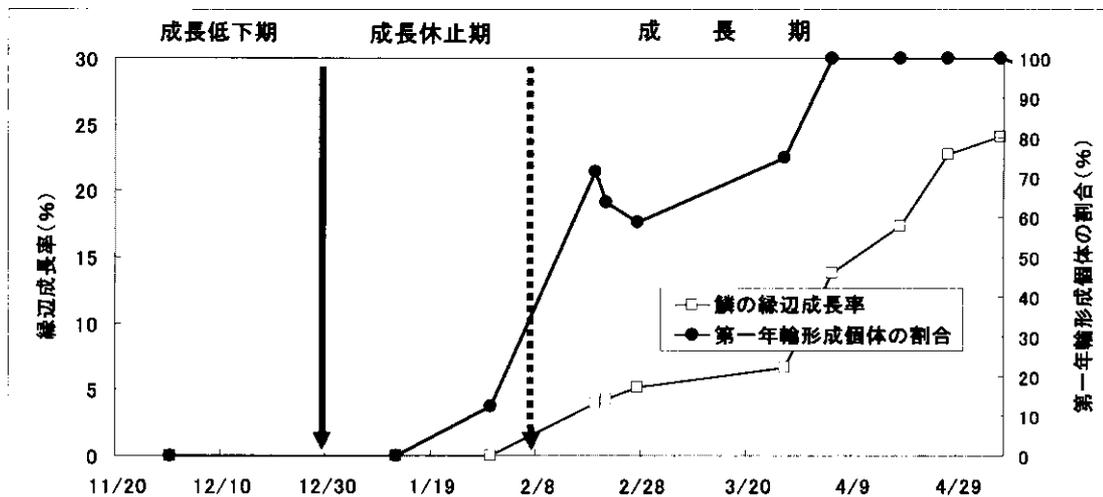


図5 越冬群の第1年輪形成個体の割合と鱗の縁辺成長率の推移

これまでの結果から、2000年生まれの越冬群は、摂餌量が急激に低下し始めた12月から摂餌量が最低値を示しかつ鱗の輪紋形成がピークになった2月上旬頃まで成長が一旦止まったものと推定される。そして、摂餌量が急激に大きくなり始め、鱗の縁辺も伸び始めた2月上旬頃から再び成長が始まったと推定されるが、成長速度が急激に大きくなったのは、鱗の縁辺が急激に伸び始めた3月下旬以降と思われる。

③越冬群の魚群構成

以上のことから、1月から2月に主に出現したL群は、11月から12月に主に出現したM群が成長したのではなく、L群とM群は異なる魚群であると考えられる。また、3月に特徴的に出現したLL群については、次の2つの考え方ができる。第1は、L群が、摂餌量が増加しはじめた2月中旬以降成長して、LL群に成長した場合。第2は、現在、7月～8月の房総以南で夏季に漁獲される体長10cm～12cmの小中羽イワシが、冬季に体長15～17cmの中羽イワシに成長し、来遊したケースである。前者については、前述した鱗の縁辺成長の変化から、マイワシの成長は3月上旬頃までは緩やかであり、急激に成長したのは3月中旬以降と推定されるため、L群がLL群に成長したとは考えられない。他方、後者については、1960年代のマイワシの成長（八角2004）から考えると、夏季の小中羽イワシが冬季までに中羽イワシに成長し、冬季に漁場に出現するというケースは十分想定できる。よって、LL群の由来については、L群が成長したものと考えるよりは、夏季の小中羽イワシが冬季に中羽イワシに成長したものと考える方が適当である。

以上のことから、2000年11月から2001年3月に出現した越冬群は、S群、M群、L群およびLL群の4群であったと考えられる。

(2) 越冬群の分布・回遊

① 2000年11月～2001年3月の常磐・房総海域における越冬群の分布の特徴

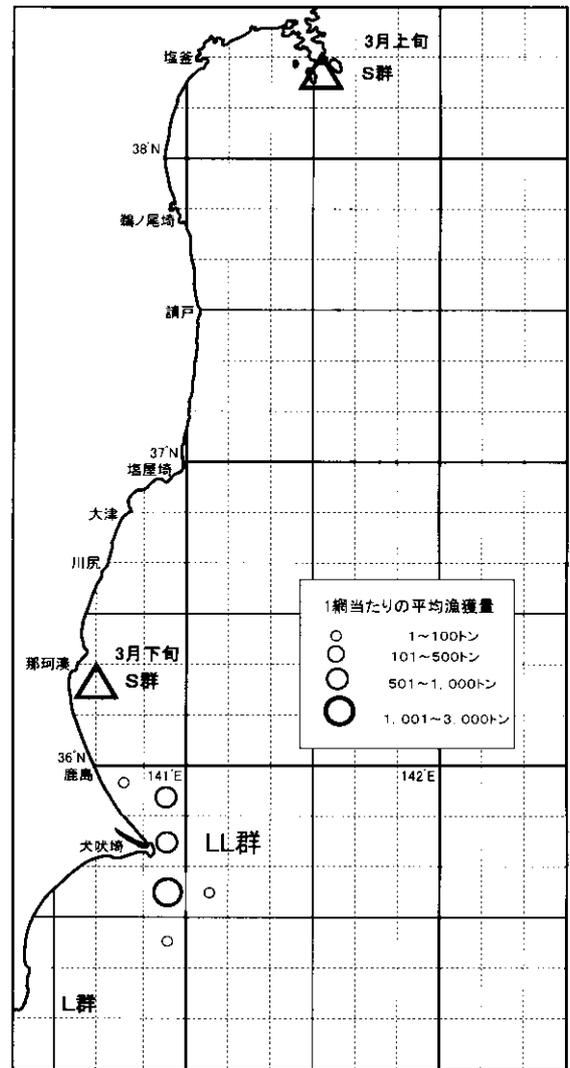


図6 越冬期終盤の3月における各体長群の分布

図6にまき網漁船操業記録の位置情報を基に2001年3月の常磐・房総海域における漁獲状況を示した。また、2000年11月～2001年3月における越冬群の体長-成熟関係を図7に示した。これらの図と図2から2000年11月～2001年3月の常磐・房総海域における越冬群の分布の特徴は以下の通りであった。

M群は11月～2月まで基本的にB海域に分布し、成熟指数は低かった。3月にはA、B、Cいずれの海域にもM群は出現せず、漁獲データからは、分布の所在は不明であった。L群は、1月にB海域とC海域に出現し、2月も同様にB海域およびC海域に出現したが、M群と同様に3月の分布は不明であっ

11月~12月

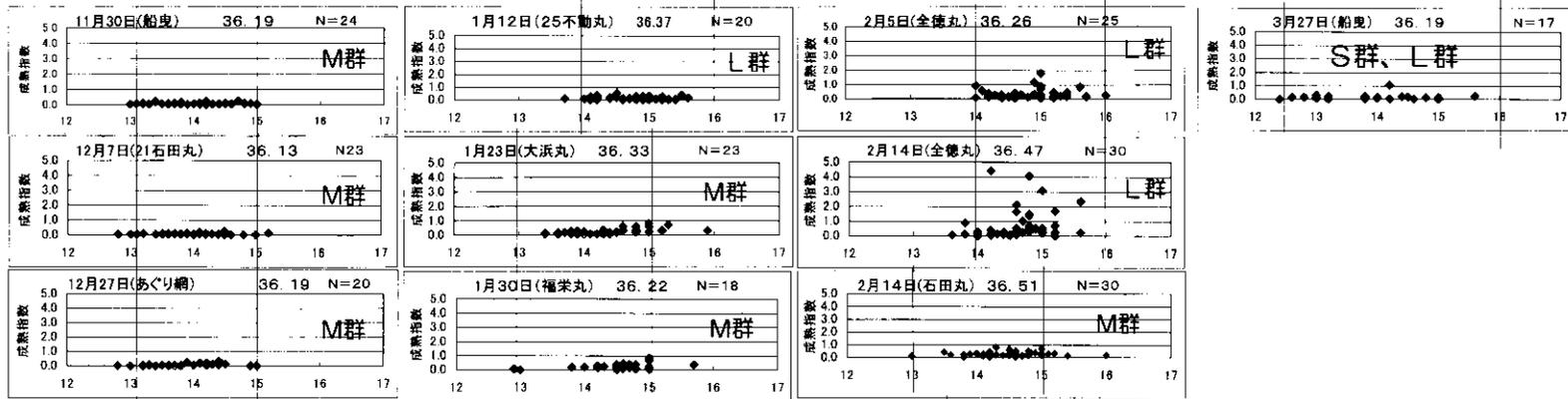
1月

2月

3月

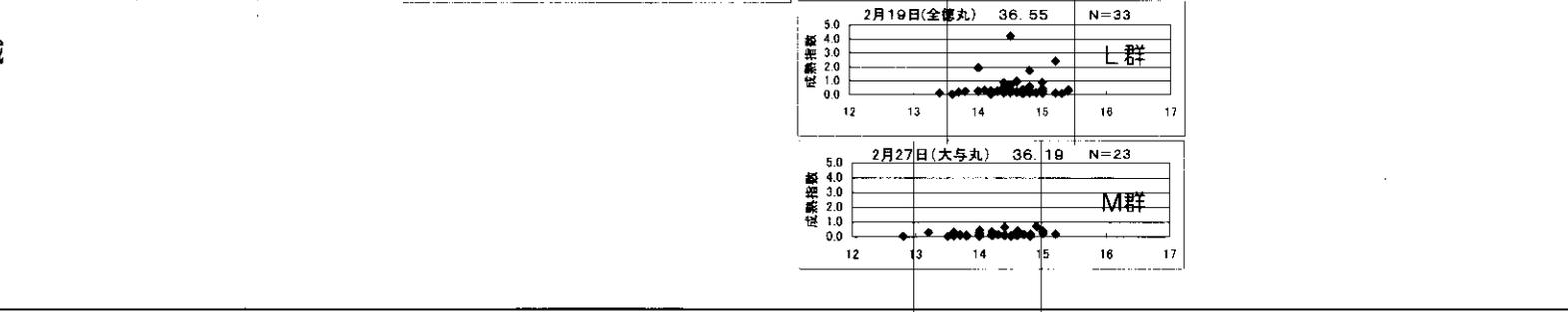
A 海域

北緯37°

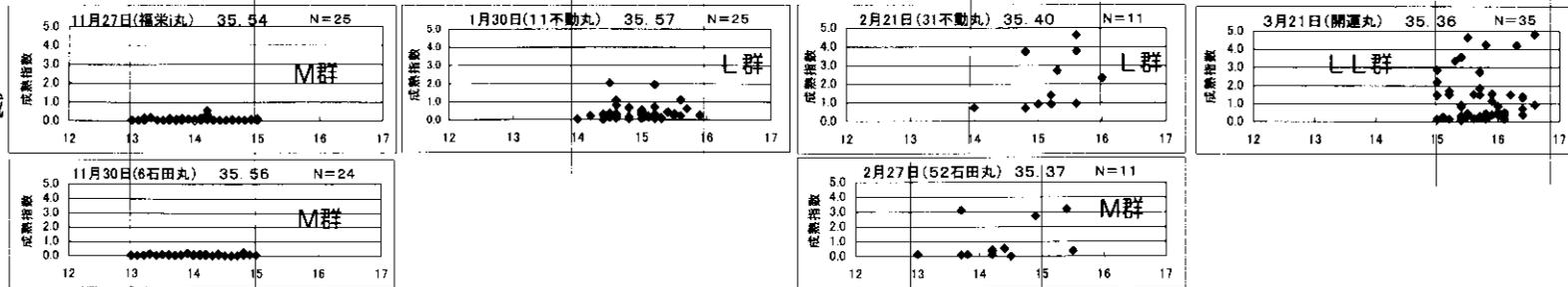


B 海域

北緯36°



C 海域



被鱗体長 (cm)

被鱗体長 (cm)

被鱗体長 (cm)

被鱗体長 (cm)

図7 2000-2001年冬春季に常磐・房総海域に出現した越冬群の体長-成熟関係

た。しかし、2月にC海域に出現した魚群は、B海域に出現した魚群に比べ、成熟指数が大きかったことから、3月にさらに成熟が進んだと考えられるL群はC海域以南（房総海域）に分布していたと推定される。LL群は、3月、犬吠崎周辺のC海域に分布し、成熟指数は1.7と大きく、4群のうち成熟が最も進行していた。S群は、3月上旬にA海域（金華山の定置網）に分布し、3月下旬にはB海域（茨城県大洗地先の水深15m付近の沿岸域）に分布を移した。この群は、成熟指数が0.15と低く、分析期間を通して、越冬場の北側を中心に分布した。

これまでの結果から、3月のM群およびL群のように所在が不明な魚群があったものの、2000年11月～2001年3月の常磐・房総海域における越冬群の分布には、成熟指数が大きく成熟度が高まった中羽群は越冬場の南側に分布し、成熟度の低かった小中羽群は、越冬場の北側に分布するという特徴が見られた。

② 2001年2月から同年4月に相模湾～熊野灘に出現したマイワシの体長組成

越冬期に常磐・房総海域に出現したL群およびLL群は、春季以降、房総以南に南下した可能性があることから、2001年春季の相模湾、駿河湾、熊野灘のマイワシの体長組成を標本別に整理し、図8に示した。

各海域での出現状況は、まず、相模湾では、2月に体長モード15.0cmの魚群が出現し、3月および4月には体長15.0～17.0cmの個体を主群とする、モード16.0cmの魚群が出現した。駿河湾では、2月～3月に体長20.0cm以上の大羽イワシが主体となって出現したが、2月には大羽イワシのほかに体長15.0～16.5cmの魚群も出現した。熊野灘では、2月に体長19.0cm以上のニタリ・大羽イワシが出現したほか、体長13.5～15.5cmの魚群が出現し、3月には体長13.5～16.5cm、モード15.0cmの魚群および体長14.5cm～17.5cm、モード16.0cmの魚群がそれぞれ出現した。また、4月には、体長19.0cm以上のニタリ・大羽イワシを主体とする魚

群が出現した。これらを2000年11月～2001年3月に常磐・房総海域に出現したM群、L群、LL群およびS群に当てはめ、整理して図8中に記載した。相模湾では、2月にL群、3月と4月にLL群が出現した。駿河湾ではニタリ・大羽イワシが主体であったが、L群およびLL群も出現した。また、熊野灘では、2月にニタリ・大羽群のほかにL群、3月にL群およびLL群が出現し、4月にはニタリ・大羽イワシが出現した。

(3) 資源低水準期における小中羽群と中羽群の行動分離現象についての考察

同じ1歳魚でありながら、小中羽群と中羽群の分布が越冬場の北と南に分離する現象は資源増加期の1976、1977年、資源高水準期の1988、1989年および資源減少期の1994年において認められている（高瀬1985；土屋1990；富永1999）。本報告においても、小中羽群と中羽群の行動分離現象が確認されたことから、このような小中羽群と中羽群の行動分離現象は、資源増加期、資源高水準期、資源減少期および本報告による資源低水準期のいずれの資源状態でも生じることが明らかになった。

土屋（1990）、富永（1999）は、この越冬期における小中羽群と中羽群の行動分離現象のメカニズムについて、脂肪蓄積量の変化と生殖腺の成熟度の進行が冷たい北の海域に止まるか、表面水温15℃の等温線とともに南下移動するかを決定する重要な因子になっていると述べている。本研究でも3月にC海域に分布した中羽群は同時期にBおよびA海域に残った小中羽群に比べ、生殖腺の成熟度が進行していたことから、今回認められた行動分離現象も土屋、富永の報告と同様のメカニズムによって生じたものと思われる。

また、富永（1999）は小中羽群と中羽群の行動分離現象は、行動分離する以前に同じ海域に分布した小中羽群と中羽群が、前述した生理状態の変化が引き金になって魚群の再編成が生じた結果と述べている。この点、本研究では明らかではなく、S群とLL群との関係で整理すれば、S群はむしろ越冬場に遅れて来遊し、

越冬期

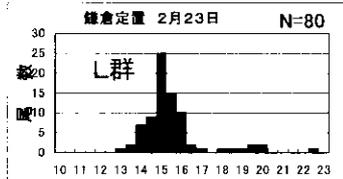
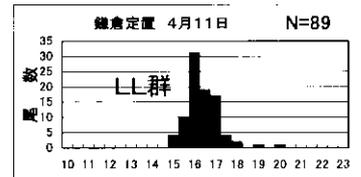
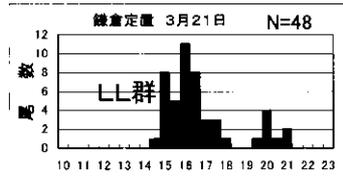
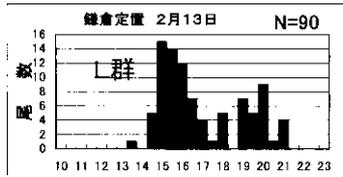
北上期

2月

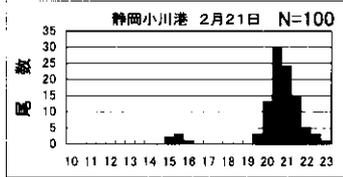
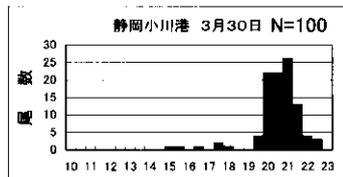
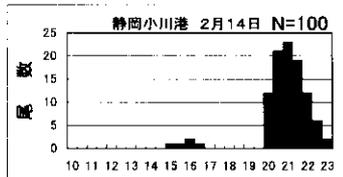
3月

4月

相模湾



駿河湾



熊野灘

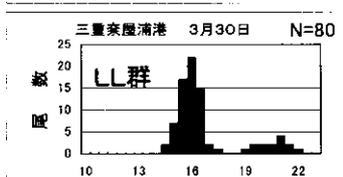
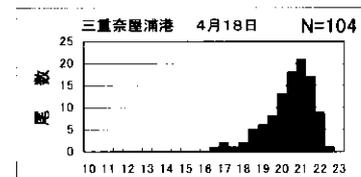
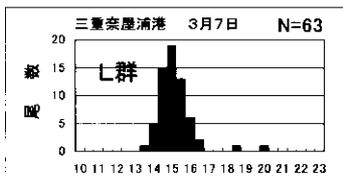
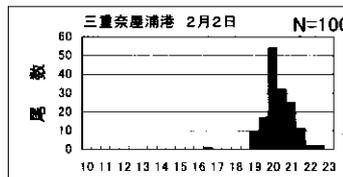


図8 2001年春季相模湾～熊野灘に出現したマイワシの標本別体長組成

C海域に移動する生理状態ではなかったため、S群は越冬海域の北部に残り、LL群とは異なる海域に分布していたものと推察された。さらに富永は、1994年級群の中に何故小中羽群と中羽群が生じたかについて考察し、同一時期に発生したグループであるが成長速度が異なったためという考え方と11月～5月の長い産卵期（近藤，1988）における異なる発生群であるという考え方を示したが、明言できないと述べている。しかし、1999年11月から2000年5月までの鹿児島から岩手沖合に至る太平洋岸のマイワシの産卵状況（中央水研，2001）をみると、例年に比べ5月の産卵量が多かったことから、2000年級群には発生期の遅い群れが多かった可能性が高い。従って、2000年級群の場合は、異なる発生群による可能性を否定できず、本研究におけるS群は発生期の遅いグループであった可能性が高い。

さらに越冬期における中羽群は、資源増大期の1977年および資源減少期の1995年は1歳魚で構成され（近藤・堀・平本1976，富永・石田1999），他方、資源極大期の1987年は1および2歳魚で構成されていた（土屋1990）。資源低水準期の2001年は、当報告で示したように1歳魚で構成されていた。マイワシの越冬群は資源水準による密度効果によって、成長速度や肥満度が異なることが示唆されており（内山1998），資源極大期の1987年の中羽群に2歳魚がみられたことは、密度効果により成長速度が低下し、体長15cm前後の中羽群に成長するのに2年を要した魚群があったためと考えられる。

（4）行動分離後における越冬群の分布・回遊の推定
行動分離後の越冬群が、4月以降どのように移動・回遊するかについて、推定した研究はこれまでに見当たらない。本研究の結果、越冬期に常磐・房総海域に出現したL群およびLL群と同じ体長組成を持った魚群が、2月～4月の相模湾、駿河湾および熊野灘に出現したこと並びにマイワシ太平洋系群の分布域の南限が、紀伊半島の潮岬付近までとされていることから（近藤，堀，平本，1976），L群およびLL群は一旦

犬吠埼周辺海域以南に分布し、その一部はさらに相模湾～熊野灘まで南下・回遊したと思われる。従って、（2）の結果も合わせて越冬群の分布・回遊の全体像を推察すると、まず、生殖腺の熟度が高まった中羽群は、越冬場の南の海域に移動し、その後、産卵するため、一部は水温の高い相模湾～熊野灘海域まで南下回遊したと思われる。他方、小中羽群は未熟なため、越冬場の北側の海域に残り、春季以降、ここから索餌北上群として三陸方面へ移動したと考えられる。

なお、2000年11月～2001年3月に常磐・房総海域に分布していたL群およびLL群と2月～4月に相模湾、駿河湾、熊野灘に分布していた魚群が、同一の魚群であるのか否かを体長だけで判断することはできない。また、4月以降、M群、L群、LL群およびS群がどのように常磐・房総海域の漁場域に來遊し、まき網漁業で漁獲されたかは不明である。従って、今後は、耳石中における微量元素や耳石日周輪解析による成長履歴を海域間で比較するなど、新たな手法を用いて、魚群の分布・回遊の実態を明らかにするとともに、魚群の分布・回遊と漁況との関係を明らかにしなければならない。

要 約

1. この研究は、近年では比較的多く「越冬群」が來遊した2000年—2001年の冬春季を取りあげ、資源低水準期における小中羽群と中羽群の行動分離現象の有無について検討した。また、行動分離後の小中羽群と中羽群の移動・回遊の実態について検討した。
2. 体長組成の解析などから越冬期に出現した魚群は、M群、L群、LL群およびS群の4群と推定された。
3. 2000年—2001年冬春季における未成魚越冬群の分布の特徴は、生殖腺の熟度が高まり成魚の性質を持ち始めたL群およびLL群が犬吠埼周辺海域以南に分布し、他方、体長が小さく生殖腺の熟度の進行が遅い未成魚の性質を持ったS群およびL群の一部がAおよびB海域に分布して、越冬場の北部と南

部で体長と生殖腺の熟度が異なる魚群が分布していたことである。このように同じ1歳魚でありながら中羽群と小中羽群が越冬海域の北部と南部に分かれて分布する現象は、資源低水準期においても生じることが明らかになった。

4. 越冬群の分布・回遊の全体像を推察すると、次のようになる。まず、中羽群は生殖腺の熟度の高まり等が契機になって、越冬場の南の海域に移動し、その後、産卵のため、一部は水温の高い相模湾～熊野灘まで南下したと推定される。他方、生殖腺の熟度が未熟な小中羽群は、越冬場の北側の海域に残り、春季以降、ここから索餌北上群として三陸方面へ移動・回遊したと考えられる。

謝 辞

マイワシ標本を快く提供頂いた本県漁網各船、市場での標本入手にあたりお世話頂いた大津漁協および波崎漁協の職員の方々に深くお礼申し上げます。また、マイワシの体長組成分析には、宮城県水産研究開発センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産試験場および三重県科学技術振興センター水産研究部が、それぞれ測定したデータを使用させて頂いた。快くデータを提供して頂いた宮城県水産研究開発センター永島宏氏、神奈川県水産技術センター船木修氏（現神奈川県水産課）、静岡県水産試験場小林憲一氏および三重県科学技術振興センター水産研究部山田浩且氏には厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 八角直道 (2003) : 1970 年代前半の海洋環境の変化とマイワシ太平洋系群の資源構造の変化. 平成 16 年度東北ブロック水産海洋連絡会報, 35,4-7
- 近藤恵一・堀義彦・平本紀久雄 (1976) : マイワシの生態と資源, 水産研究叢書, 30, 1-68.
- 富永 敦・石田敏則 (1999) : 鹿島灘周辺海域に分布するマイワシ1歳魚の群れ形成と回遊行動. 茨城水試研報, 37, 37-45.
- 近藤恵一 (1988) : 資源高水準期における日本産マイワシの分布・移動について, 東海水研報, 124, 1-33.
- 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所 (2001) : 平成13年度中央ブロック卵・稚仔, プラクトン調査研究担当者協議会研究報告, 21, 1-20.
- 内山雅史 (1998) : マイワシの資源変動と生態変化 越冬期の未成魚. 水産学シリーズ, 119, 恒星社厚生閣, 東京, 103-113.
- 高瀬英臣 (1985) : マイワシの集合様式, 特に群れ行動に関する研究—III. 茨城水試研報, 25, 135-145.
- 土屋圭己 (1990) : 常磐～犬吠埼海域におけるマイワシ未成魚越冬群に関する研究—1, 1988, '89 年未成魚越冬期に来遊したマイワシ未成魚越冬大型群について. 茨城水試研報, 28, 65-72.
- 近藤恵一 (1964) : マイワシの生態と資源, 水産研究叢書, 5, 1-56.