

伊豆諸島海域におけるマサバの漁場間移動と海況変動および成熟の関わり

岡部 久^{1†}, 岩田静夫², 渡邊精一³Implication of effects of fluctuations in oceanographic condition and maturation process on migration of common mackerel (*Scomber japonicus*) in the fishing grounds around Izu IslandsKyu OKABE^{1†}, Shizuo IWATA² and Seiichi WATANABE³

Effects of oceanographic conditions and maturity on schooling and migration of common mackerel, *Scomber japonicus*, were analyzed based on fishing log of dip net fishing, oceanographic conditions, tagging experiments and maturation process around the fishing ground in Izu Islands. Spawning schools of the mackerel were caught at the shoal less than 200 m of water depth where was covered with warm water from Kuroshio. Sea surface temperature (SST) of the fishing ground was approximately 16°C in the sexually maturing period of the mackerel until mid-February, and ranged 18–20°C during spawning period until mid-June, indicating SST suitable for schooling coincides that for spawning. When the preparation of spawning was complete, the mature mackerel moved southward toward warm shoals where SST was optimum for spawning conditions by the influence of shifts of Kuroshio axis. Due to the rise of the temperature by the influence of warm water, the mackerel moved northward for cooler SST. Intrusion of warm water over 22°C induced the mackerel to cease spawning and migrate northward for feeding in the late fishing season in mid-June. Thus, the intrusion of warm water from Kuroshio is deeply involved in schooling, spawning and feeding migration of the mackerel around the fishing ground in Izu Islands.

Key words: *Scomber japonicus*, common mackerel, migration, oceanographic condition, maturation process

はじめに

マサバは我が国周辺で最も重要な浮魚資源のひとつであり、薩南から道東に分布する太平洋系群と東シナ海から日本海北部に分布する対馬暖流系群に大別されている(水産庁・水産総合研究センター, 2007)。このうち太平洋系群は1970年代に豊漁期となり、1978年には推定資源量が約470万t、漁獲量は約150万tでピークとなるなど、マイワシに次ぐ資源増大のポテンシャルをもつことが知られる。同系群の漁業生物学的な研究は1960年代から1970年代に

盛んに行われ、成熟、産卵、卵の輸送、初期減耗、成長、回遊といった資源生態に関する基礎的な知見が多く集積された(たとえば渡部, 1970; 宇佐美, 1973; 友定, 1985)。1980年代に入り同系群の資源量は減少、漁獲量は長らく低迷している(水産庁・水産総合研究センター, 2007)。このような状況の中、水産庁は1997年から同系群を対象にTACによる漁獲管理、2003年からは資源回復計画による産卵親魚量の増大を目指している。

伊豆諸島海域はマサバ太平洋系群の一大産卵場であり、1月から6月にかけて当該海域へ産卵回遊する親魚を対象に操業する漁法に「さばたもすくい網漁」がある(安原・鈴木, 1981)。1979年には一都三県で18万tのマサバを漁獲したが、資源の減少にともない漁獲量は減少した。1990年代以降はマサバに代わって増加したゴマサバが漁獲対象となったが(岡部ほか, 2005)、近年、2004年級群の卓越発生により、久しぶりにマサバ主体の漁場形成が見られた(岡部ほか, 2008)。宇佐美(1973)は、関東近海のマサバ集群の環境条件として、黒潮内側域であること、マサバの遊泳層の水温が15~20°Cの範囲にあること、産卵盛期の

2008年6月4日受付, 2008年10月1日受理

¹ 神奈川県水産技術センター

Kanagawa Prefecture Fisheries Technology Center, Jougashima, Misaki, Miura, Kanagawa 238-0237, Japan

² (社)漁業情報サービスセンター

Japan Fisheries Information Service Center, Toyomi-shinko Bldg 6F, 4-5 Toyomi-cho, Chuo-ku, Tokyo 104-0055, Japan

³ 東京海洋大学 海洋科学部

Faculty of Marine Science, Tokyo University of Marine Science and Technology, 4-5-7 Konan, Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan

† okabe.4wwh@pref.kanagawa.jp

集群密度が最も高くなることなどを示した。また、中村(1981)は、黒潮流軸位置の時空の変動から、初漁期にマサバ漁場が形成される海域の予測が可能であり、マサバの主漁場は、主に黒潮変動に起因する水塊の交替に伴う急激な環境変化が引き金になって移動するとした。これらの知見は、マサバが伊豆諸島海域で集群し、漁獲される条件を示唆するが、黒潮の流路変動がどのようにマサバの移動を引き起こすか、成熟度の進行が魚群移動にどう影響するのかなどについては十分検討されておらず、漁期中盤から後半の漁況予測の精度は必ずしも高くなかった。

そこで本研究では、伊豆諸島海域でのマサバ標識放流調査から漁場間移動の経路に関する情報が得られた1990年漁期に注目し、日別漁場別漁獲量の変化から、マサバの集群や移動があった海域と時期を特定した。さらに、標識魚の再捕報告から移動経路を推定し、そのときの海況とマサバの成熟度をあわせて検討することにより、伊豆諸島海域でのマサバの集群や漁場間移動に海況変動およびマサバの成熟度がどのように関わっているのかを明らかにし、漁況予測の精度向上に資することを目的とした。

材料と方法

1990年のさばたもすくい漁期の漁海況経過

伊豆諸島海域では、1月ごろから産卵のため南下回遊して

きたマサバは、大室出し、利島周辺、高瀬、ひょうたん瀬、銭洲、三宅島北沖などの水深100~200mの瀬に集群し、さばたもすくい網漁業の漁場になる (Fig. 1)。

1990年漁期に千葉県、東京都、神奈川県、静岡県の水産試験場が共同で行ったさばたもすくい網漁の標本船調査から、日別の漁場位置、漁場の表層水温、1人の漁労従事者による1夜あたりのマサバの漁獲量 (CPUE) のデータを得た。ある漁場で500 kg・人⁻¹・夜⁻¹を超える漁があった場合をマサバ集群の目安とし、その後漁獲量の下降が見られた場合をその漁場からの移動の目安とした。また、同漁期に発行された一都三県漁海況速報 (一都三県水産試験場、1991) から、伊豆諸島周辺海域の黒潮の流路変動に伴う海況変化を把握した。得られた一連のデータと海況情報を基に、当該漁期中におけるマサバの集群および移動と海況との関係について検討した。

1990年に伊豆諸島海域で実施されたマサバの標識放流調査

一都三県水産試験場は1990年2月23日に各都県調査船により伊豆諸島海域の代表的なマサバ漁場の一つであるひょうたん瀬で、さばたもすくい網漁船は3月10日、28日にひょうたん瀬、3月10~20日に三宅島、3月25日に銭洲の北東に位置する渡り瀬でマサバの標識放流を実施した (石井ほか、1991; Table 1)。同時期に行われた標識放流のうち、再捕報告がないものは本研究の解析から除外した。漁獲したマサバの背鰭基部にアンカータグを装着し、直ちに放流したが、調査船放流魚のうち170尾については尾叉長を測定してから標識を装着しており、その範囲は27~39 cm、モードは34~35 cmと、30 cmを超える成魚が主体だった (石井ほか、1991)。放流後、漁船や調査船が標識魚を再捕した日時、漁場、標識の情報を収集し、各調査実施時の標識の色および刻印と照合して、放流魚の移動状況を把握した。

1990年漁期の伊豆諸島海域におけるマサバの成熟過程

渡部 (1970) は、産卵盛期に房総から伊豆諸島海域で得られたマサバ卵巣の径を観察し、尾叉長29 cm以上を成魚とした。宇佐美 (1973) は、尾叉長30 cm以下では同一産卵期に連続して成熟進行する可能性が低いことから、30 cm以上を成魚とした。これらのことから、1990年1月

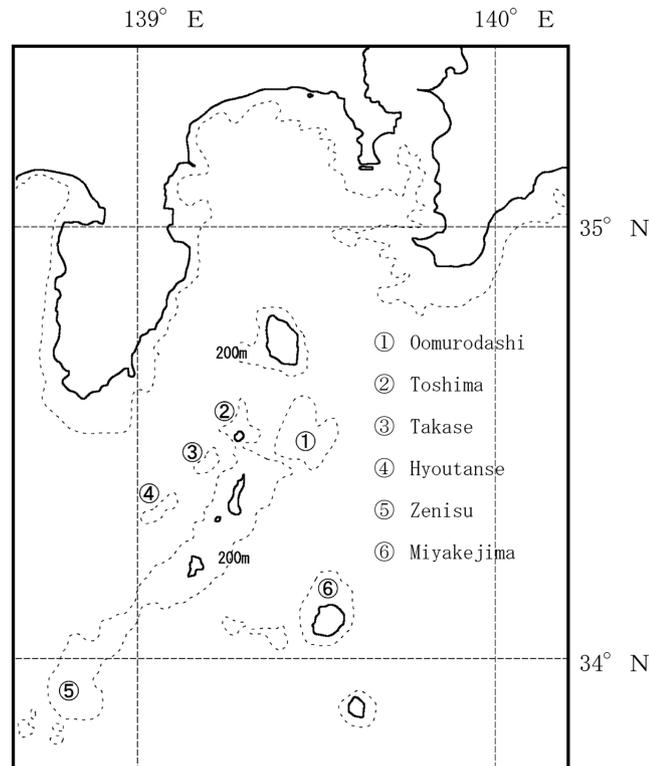


Figure 1. Location of major six fishing grounds of dip net, targeting *Scomber japonicus*, around Izu Islands.

Table 1. Number of tagged and released *Scomber japonicus* in each fishing ground.

Date	No. of ind.	Fishing ground
1990.2.23	1079	Hyoutanse
1990.3.10-20	380	Miyakejima
1990.3.10, 28	167	Hyoutanse
1990.3.25	139	Watarise

から6月に伊豆諸島海域を中心とする関東近海で得られたマサバのうち、尾叉長30cmを超える個体を成魚と判断し、生殖腺重量と尾叉長を測定し、漁獲日別雌雄別に生殖腺熟度指数KG ($KG=10^4 \times \text{生殖腺重量 (g)} \cdot \text{尾叉長 (cm)}^{-3}$) を算出した。宇佐美 (1969a) はKGと成熟段階の関係を整理し、KGの階層別出現率を基準にマサバの成熟段階と産卵期を推定する基準を提唱した。宇佐美 (1969a) はKG2~5の個体の割合が50%を超え、KG5以上の個体の割合が50%に達するまでの期間を成熟中期と産卵初期に分けた。本研究では、この時期のマサバの成熟は進行が早く、2つの区分の境界が明瞭でないことからこれを併合し、産卵期の前段階である中熟期とした成熟度判定基準に基づき、当該海域におけるマサバの成熟および産卵の過程を推定した。

また、放流群の成熟度を判定するため、2月23日の標識放流時に漁獲されたマサバ66尾を持ち帰り、測定した尾

叉長と生殖腺重量から雌雄別に生殖腺熟度指数を算出した(石井ほか, 1991)。これらの結果と漁海況経過および標識放流調査の結果から、海況変動とともに、マサバの成熟度の変化が漁場間移動にどのように影響したかを検討した。

結果

1990年漁期の漁海況経過

1990年漁期当初(1月)の黒潮流路は、遠州灘沖31°30'N付近まで南下する大蛇行型であったが、2月上旬にはその北上部が三宅島東沖を北東へ流れるパターンから、黒潮流路が徐々に接岸し、3月下旬には三宅島付近、4月上・中旬には銭洲海域まで接近した(Fig. 2)。

Fig. 3に1990年漁期に神奈川県が実施した標本船調査から得られた漁場ごとの水温と漁労従事者1人の1夜当たりの漁獲量(CPUE)の変化を示す。1月中旬に漁場となったひょうたん瀬は17°C台の黒潮系暖水が波及したが、2月上

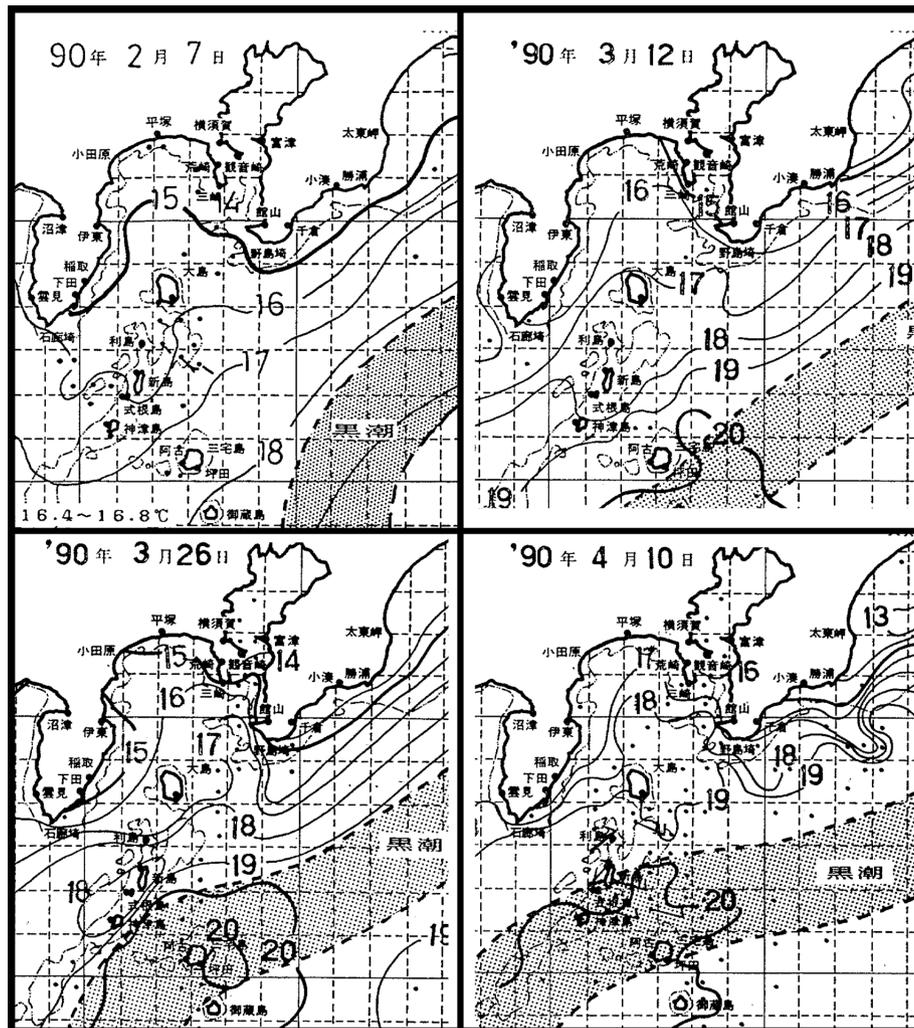


Figure 2. Maps showing representative distribution of sea surface temperature (SST) and Kuroshio axis around Izu Islands from early-February to mid-April in 1990.

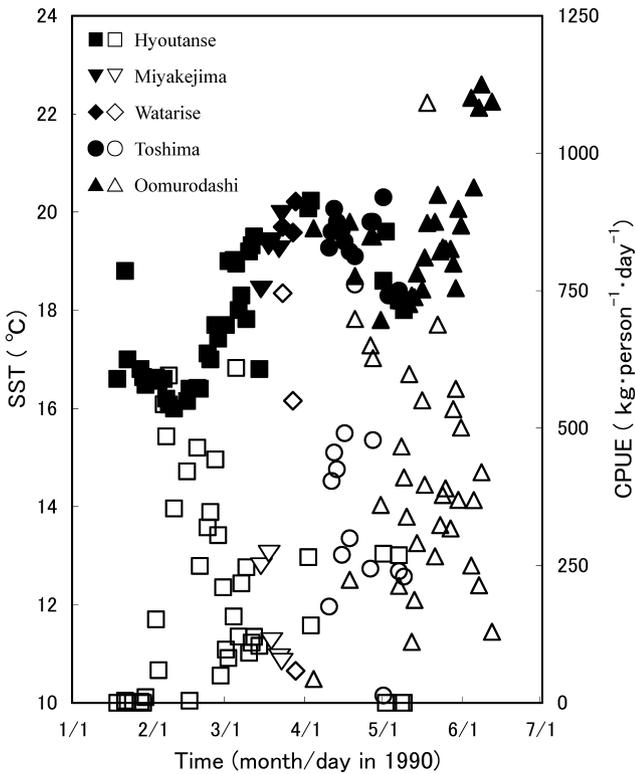


Figure 3. Temporal changes in SST (solid symbols) and CPUE ($\text{kg} \cdot \text{person}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$, open symbols) of *Scomber japonicus* in each fishing ground.

旬に暖水はやや後退し16°C台前半まで下降した。3月中旬には再び黒潮系暖水の勢力が強まり、19°C台の暖水が波及した。この間のCPUEの動きを見ると、2月上旬には500 $\text{kg} \cdot \text{人}^{-1} \cdot \text{夜}^{-1}$ を越える漁があったが、3月中旬には19°C台の暖水波及にともない漁獲量は減少した。その後漁場となった三宅島付近では18°C台、渡り瀬は19°C台から20°C台の暖水が波及し、これにともない両漁場とも漁獲量は減少、3月下旬には漁場は形成されなくなった。4月上旬から漁場となった利島周辺海域は19°C~20°C台の暖水が波及し、4月中・下旬には500 $\text{kg} \cdot \text{人}^{-1} \cdot \text{夜}^{-1}$ を超える漁が見られた。5月上旬から再び主漁場となった大室出しは18°C台前半、6月上旬には20°C以上の暖水が波及したが、この漁場でも500 $\text{kg} \cdot \text{人}^{-1} \cdot \text{夜}^{-1}$ を超える漁は20°C以下のときに見られた。水温22.3°Cで129.4 $\text{kg} \cdot \text{人}^{-1} \cdot \text{夜}^{-1}$ と漁獲が低迷した6月12日、当該漁期のマサバを対象とする操業は終了した。

標識放流調査

2月23日にひょうたん瀬で標識放流した1079尾のマサバは、3月11日までに放流場所付近で66尾、3月18日に三宅島で2尾、3月25日と26日に渡り瀬で各1尾、4月1日と3日にひょうたん瀬で各1尾、4月10日と11日に利島周辺海域で計4尾、4月8日~5月26日に大室出しで計10尾が再

捕された (Fig. 4)。

同年3月10~20日にかけて、三宅島で標識放流した380尾のマサバは、3月17日~5月16日にかけて放流場所周辺で計10尾が再捕され、4月3日に利島周辺海域で1尾、4月19日に新島瀬戸で各1尾、4月10日~6月15日にかけて大室出しで6尾が再捕されたが、渡り瀬のある銭洲海域での再捕報告はなかった。3月10~28日にひょうたん瀬で放流した164尾のマサバは、4月15日に利島周辺海域で1尾、4月19日に新島瀬戸で1尾、4月3~26日に大室出しで計6尾が再捕された。その後、7月13日に岩手県の定置網で1尾が再捕された。3月25日に渡り瀬で放流した139尾のマサバは、4月11日~5月10日に大室出しで5尾、4月12日に利島周辺で1尾、4月19日に高瀬で1尾が再捕された (Fig. 4)。

成熟過程

1月から6月に伊豆諸島海域で漁獲されたマサバの雄1246尾と雌1313尾の生殖腺重量と尾叉長から計算した日別雌雄別平均KGの変化をみると、2月以降、雄の成熟が先行し、雌の数値から見たピークは3月中・下旬、6月上旬まで雄は10、雌は5以上の値を保った (Fig. 5)。次に宇佐美 (1969a) の方法によって算出したマサバ雌のKG階層別出現率の推移を Fig. 6 に示す。KG2~5の個体の割合が50%を超えたのは1月27日、産卵期の基準である平均KG5以上の個体の割合が50%を上回ったのは2月18日であった。ピークは判然としないが3月中・下旬から4月上旬にKG10以上の個体が増え、その後平均KG5以上の個体の割合が50%を下回ったのは6月10日であった。このことから、ひょうたん瀬での集団と最初の好漁があった2月上旬のマサバは、産卵期に入る前の段階である中熟期であり、2月18日から6月10日が産卵期で、そのピークは3月中・下旬から4月上旬であったと推定した。また、2月23日のひょうたん瀬における標識放流時に持ち帰ったマサバ66尾の平均KGは、雌が5.4、雄が7.2であり、放流群は産卵期に入っていた (石井ほか, 1991)。

考察

漁場水温と漁況、黒潮流路変動の関係

漁期当初、マサバがひょうたん瀬に集団、500 $\text{kg} \cdot \text{人}^{-1} \cdot \text{夜}^{-1}$ を超える漁となったのは2月上旬、水温は16°C台前半だった (Fig. 3)。この時期は年間の最低水温期であり、漁場であるひょうたん瀬は黒潮流路からは離れているものの、16°C台の黒潮系暖水の影響を受けていた (Fig. 2)。その後、ひょうたん瀬における漁獲量は、水温の上昇すなわち暖水の勢力増強に伴い減少した。このことは、マサバは2月上旬に漁場となったひょうたん瀬から、2月中・下旬から3月上旬にかけて18°C以上の暖水が波及する間に他の水域へ移動したことを示唆している。

次に漁場となった三宅島や渡り瀬では、漁場の継続期間

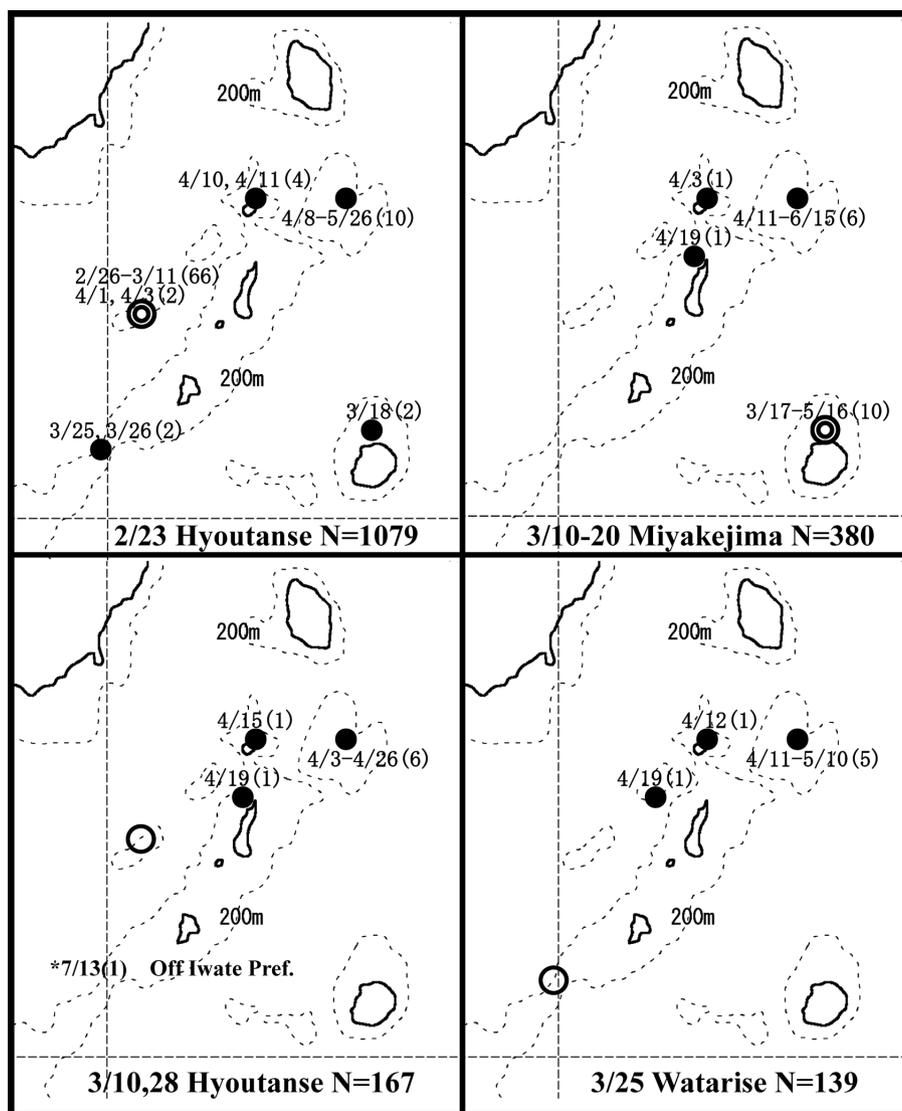


Figure 4. Results of tagging experiments of *Scomber japonicus*. Open, solid and double circles show the release site, recapture site and recapture site near the release site, respectively. The date appended after solid circles indicate release date. The numbers in parentheses indicate the number of recaptured fishes. Asterisk indicates report from recapture outside Izu Islands.

は短かったが、3月中・下旬にかけて、20°C前後の暖水波及に伴い漁獲量が急減した (Fig. 3)。この間の海況図を見ると、黒潮流路が南東方向から三宅島、銭洲海域へ接近したために漁場水温が急上昇したことが分かる (Fig. 2)。このような海況変化が両海域からのマサバの移動を引き起こしたと考えられる。

続いて漁場となった利島周辺海域も含め、3月以降、500 kg・人⁻¹・夜⁻¹を超える漁があったときは概ね18~20°Cの暖水が波及していた (Fig. 3)。漁期終盤に主漁場となった大室出しでは、暖水波及に伴う漁獲量の減少は顕著ではなかったが、22°Cを超えた6月12日に漁獲の低迷があった (Fig. 3)。標本船調査の結果から、1990年漁期のマ

サバ狙いの操業はこの時点で終了しており、索餌北上回遊がこの時期に起きたものと考えられた。このように伊豆諸島海域におけるマサバの漁場間移動には、黒潮の流路変動に伴う暖水波及が深く関わっていることが示唆された。

マサバの集群に適した水温と成熟

伊豆諸島海域へ産卵回遊したマサバの漁期当初の漁場は、黒潮流路によって変化するが、大室出し、銭洲といった200m以浅の瀬を中心に形成される (鈴木ほか, 1981)。上述したように、2月上旬の漁期当初にマサバが集群した漁場の水温と、3月以降、顕著に集群して好漁につながった時の水温は異なり、前者は16°C台、後者は18~20°Cの間であり、いずれも黒潮系暖水の水温である。このことは宇

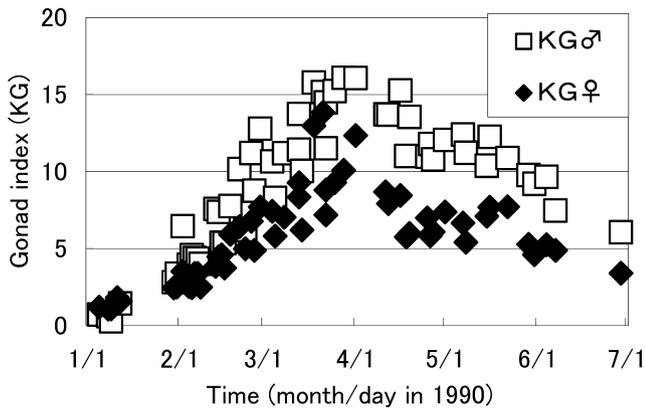


Figure 5. Temporal changes in gonad index (KG) of male and female *Scomber japonicus* in the waters around Izu Islands during the fishing season.

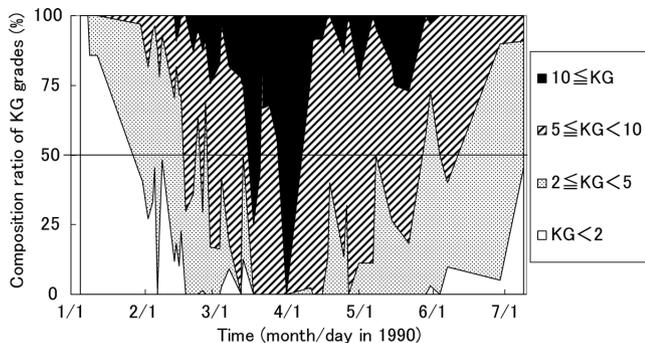


Figure 6. Change in compositions of gonad index (KG) in terms of four grades of female *Scomber japonicus* during the fishing season.

佐美 (1969b, 1970, 1973) が指摘したマサバが集合する水温の範囲内であるが, 生殖腺熟度の観察結果から, 2月上旬に集群したマサバは中熟期, 3月以降に集群したマサバは産卵期に当たり, 異なる成熟段階にあることが分かった。

これらのことから, KG5以上の個体の割合が50%に達するまで, つまり中熟期以前の段階では, マサバは最低水温期でも黒潮系暖水の影響下にある水温16°C台の瀬に集群するが, 成熟が進み産卵期に入ると集群に適した水温が18~20°Cの間にシフトし, 周辺海域の水温が低い場合に移動を開始し, 産卵に好適な水温である黒潮系暖水域に行き着くことが示唆された。さらに1990年漁期終盤に見られた大室出しへの22°Cを超える暖水波及後の漁獲の低迷とマサバ漁の終了および産卵期の終わりの時期が一致していた。このことは, 18~20°Cの水塊がマサバの集群, すなわち産卵に適する水温であること, 漁期終盤においては, これを超える22°C台への昇温をもたらす暖水波及が産卵期の終わりと索餌北上回遊の開始を促している可能性を示している。

Takasuka *et al.* (2008) は, 1978年から2007年の日本沿岸で行われた卵稚仔プランクトン調査の結果を元に, 卵と仔魚が出現した海域の水温を解析し, さば類の産卵に最適な水温は約18°Cであると推定した。このことは本研究の結果と一致しているが, この解析ではマサバとゴマサバを分けておらず, 今後, 両種の産卵最適水温を明らかにする必要がある。

標識放流結果から見た1990年漁期の伊豆諸島海域におけるマサバの漁場間移動

ひょうたん瀬でマサバの標識放流を行った2月23日はマサバが産卵期に入った直後であり, ひょうたん瀬から他の漁場へマサバが移動した時期であるとみられる。その後この放流群は, 三宅島, 渡り瀬, ひょうたん瀬, 利島周辺から大室出しの順に再捕されたことから, 2月中・下旬以降ひょうたん瀬から三宅島へ移動した後, 黒潮の接岸に伴う20°C前後への暖水波及が引き金となり, 順を追って漁場間を移動した可能性が示唆された。

一方, 3月10~20日の三宅島, 3月10日, 28日のひょうたん瀬, 3月25日の渡り瀬での標識放流魚は, 放流場所周辺と索餌北上後の岩手県での定置網からのものを除けば, いずれも高瀬, 利島周辺, 大室出しといった, 放流場所の北側に位置する伊豆諸島北部海域で再捕された。特に, 三宅島で2月中旬のひょうたん瀬での放流魚が再捕された時期に行われた標識放流では, 渡り瀬での再捕はなかった。このことは, 2月中・下旬以降にひょうたん瀬から三宅島へ移動したマサバが渡り瀬へ移動したのではなく, ひょうたん瀬から三宅島および渡り瀬に移動したことを示唆する。生殖腺の観察から, 3月中・下旬は産卵期のピークにあたることから (Fig. 5), 三宅島, 渡り瀬での集合密度は高かったものと考えられるが (宇佐美, 1973), 黒潮流路の接岸による水温上昇によって産卵に適さなくなり, マサバは産卵を継続するためにより水温が低く, 産卵に適する水温域である北部海域へ移動したものと考えられる。

謝辞

本研究で解析したデータを収集された1990年当時の一都三県水産試験場の担当者ならびに標識放流調査にご協力いただいたさばたもすくい網漁業者の皆さんに感謝の意を表す。共同調査の結果を再吟味し, 解析することを許された現在の一都三県さば漁海況検討会の皆さんに御礼申し上げる。独立行政法人国際農林水産業研究センターの渡部論史博士には, 英文校閲の労を執っていただいた。ここに記して御礼申し上げる。また, 懇切かつ迅速な査読をいただいた2名のレフリーと, 投稿に際し種々のお骨折りをいただいた担当編集委員に感謝する。

引用文献

石井光廣・今井正明・上田達郎・村中文夫 (1991) 伊豆諸島海域に

- 来遊したマサバの標識放流, 関東近海のマサバについて (平成2年の調査および研究成果), 一都三県水産試験場, 140-149.
- 一都三県水産試験場 (1991) 一都三県漁海況速報1990年版 (1226号~1469号), 244 pp.
- 中村保昭 (1981) 第2篇 関東近海におけるマサバ太平洋系群の漁場と海洋構造の特性 4. マサバの初漁期の漁場形成と黒潮変動, 関東近海のマサバについて (1969~1976年の漁海況および研究成果に関する総集編), 一都三県水産試験場, 110-120.
- 岡部 久・樋田史郎・平井一行・海野幸男・池上直也・岡本 隆 (2005) 2004年漁期におけるサバたもすくい漁場の変化とマサバの成熟, 黒潮の資源海洋研究, **6**, 83-88.
- 岡部 久・樋田史郎・池上直也・岡本 隆・森 訓由・萩原快次・橋本 浩 (2008) 2007年漁期の伊豆諸島海域におけるマサバの漁況経過, 第56回サンマ等小型浮魚資源研究会議報告, 184-189.
- 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター (2007) 平成19年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 114-169.
- 鈴木弘毅・安原 宏・蒔田道雄 (1981) 第1篇 1969年~1976年 (昭和44年~51年) の漁海況に関するとりまとめ 3. 集合様式, 関東近海のマサバについて (1969~1976年の漁海況および研究成果に関する総集編), 一都三県水産試験場, 57-90.
- Takasuka, A., Y. Oozeki and H. Kubota (2008) Multi-species regime shifts reflected in spawning temperature optima of small pelagic fish in the western North Pacific. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **360**: 211-217.
- 友定 彰 (1985) マサバ卵・稚仔輸送の場としての海洋構造の研究, 東海区水研報, **117**, 47-119.
- 宇佐美修三 (1969a) 関東近海におけるマサバ成魚の生活様式—I, 東海区水研報, **58**, 97-126.
- 宇佐美修三 (1969b) 関東近海におけるマサバ成魚の生活様式—II, 集合特性と環境条件, 東海区水研報, **60**, 9-27.
- 宇佐美修三 (1970) 関東近海におけるマサバ成魚の生活様式—IV, 集合特性と環境条件 (2), 東海区水研報, **63**, 29-60.
- 宇佐美修三 (1973) マサバの資源学的研究 とくにマサバ太平洋系群の成魚について, 東海区水研報, **76**, 71-178.
- 渡部泰輔 (1970) マサバの発育初期における形態・生態ならびに資源変動に関する研究, 東海区水研報, **62**, 1-283.
- 安原 宏・鈴木弘毅 (1981) 第1篇 1969年~1979年 (昭和44~51年) の漁海況に関するとりまとめ 2. 漁況の推移と特徴 関東近海のマサバについて (1969~1976年の漁海況および研究成果に関する総集編), 一都三県水産試験場, 33-56.