

仙台湾におけるマコガレイ親魚の保護による資源管理

高橋清孝*¹・尾形政美*¹・雁部総明*²・佐伯光広*²

Stock management by conservation of Marbled sole *Pleuronectes yokohamae*
during spawning season in Sendai Bay

Kiyotaka TAKAHASHI *¹, Masami OGATA *¹, Somei GAMBE *², Mitsuhiro SAEKI *²

マコガレイは仙台湾の重要魚種であるものの、近年、減少傾向にあり資源管理の必要性が叫ばれてきた。佐伯他(2005)¹⁾は仙台湾のマコガレイ資源についてコホート解析を行い、資源尾数が2000年以降減少し、特に1歳魚の減少が著しいことを明らかにした。さらに、加入当たり産卵量(SPR)は漁業が行われていない時の約10%に減少していることから、産卵親魚数を増やす必要があると報告した。しかし、本種は刺網をはじめとして小型底曳網、沖合底曳網、底延縄、桁網、遊漁など多様な漁法によって周年漁獲されるため、これまで資源管理の全体的な取り組みは困難とされてきた。本研究では、資源診断とシミュレーションに基づいて資源管理手法を検討すると共に、その効果を実験的に把握するため標識放流を実施した。さらに、標本船調査や試験操業により産卵場を推定し、効率的な資源管理方を検討した。

材料と方法

1 資源診断

佐伯他(2005)¹⁾に準拠して2002~2004年に実施した精密測定結果と耳石による年齢査定の結果を用いて、Age Length Key (ALK)を作成した。これを基にして2002~2004年の全長測定データから年齢別漁獲尾数を求め、コホート解析により漁獲係数と資源尾数を計算した。また、これまでに得られた資源特性値^{1,2)}を用いて、資源管理開始後10年間における資源量、漁獲量、漁獲金額、産卵量を計算した。

2 産卵親魚保護方法の検討

水揚げ実態調査

銘柄別に販売記録が整理されている牡鹿漁業協同組合魚市場において、2004年1~12月の販売単価を調査した。

標識放流調査

産卵後の移動と回復過程を観察するため、産卵後の魚に標識を装着して放流し、市場調査や再捕報告により追跡した。放流に供した魚は当センターの漁業調査指導船拓洋丸がトロール30分曳きで漁獲したマコガレイ親魚と鮎川港に刺網船が水揚げした親魚である。これらの魚の全長と体重を測定後、個体識別可能なダート型標識を装着し直ちに放流した。拓洋丸から田代島沖合の水深40m付近に2005年1月11日、12日、2月9日の3回で計26尾、鮎川港から1月12日、21日、2月4日の3回で計175尾、合計201尾を放流した。

産卵場調査

産卵場を推定するため、当センターが操業日誌の記録を依頼している仙台湾のカレイ刺網標本船延べ10隻について1996~2005年の操業記録を調べ、産卵盛期の12月と1月におけるマコガレイの漁獲位置を把握した。また、実際にマコガレイの生息場所を確認するため、漁業調査指導船拓洋丸120トンが2004~2005年の1~2月にトロール調査を実施した。

結 果

1 資源診断

仙台湾で漁獲されたマコガレイは2000年まで250トン前後の水揚げを維持していたが、2001年以降減少して2004年には140トンまで落ち込んだ(図1)。特に、小型底

*¹水産研究開発センター、*²産業経済部

曳網の減少が著しい。

全長組成の推移から2002年以降、これまで漁獲の中心であった30cm以下の小型魚が減少している(図2)。ALKを作成して年齢別漁獲量を求めたところ、1歳魚の減少が著しく、加入量が急激に減少していると判断された(図3)。また、石巻漁港など仙台湾の6漁港でマコガレイを水揚げしている漁船は年間延べ10,000隻前後であり、ここ10年間はほぼ一定であることから、漁獲量の減少は漁

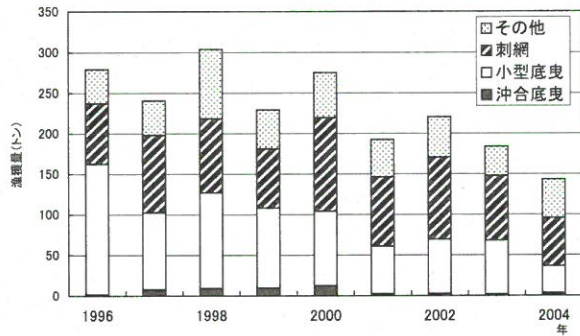


図1 仙台湾における漁業種別漁獲量の推移

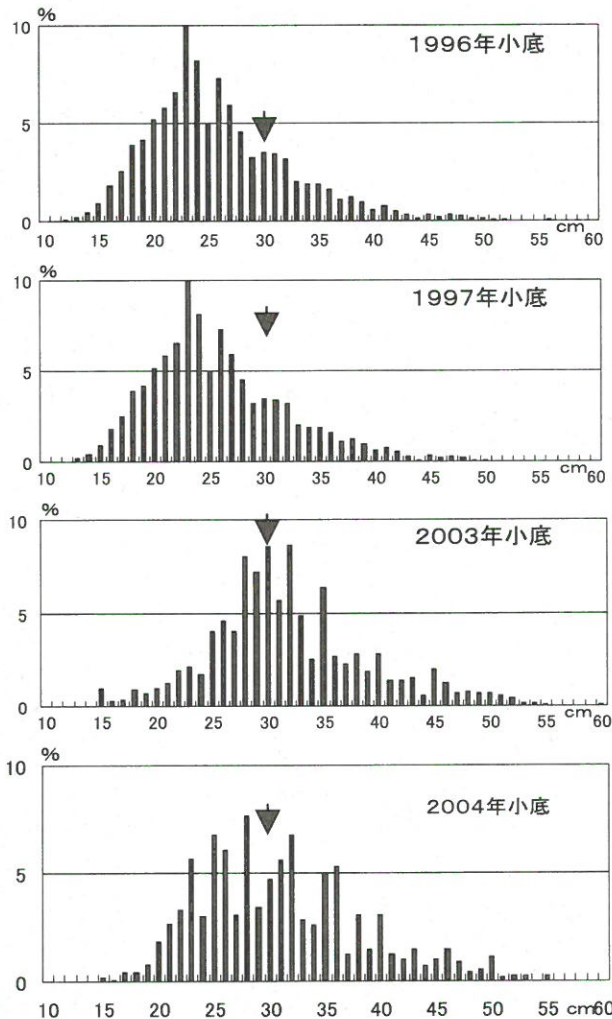


図2 小型底曳網漁獲マコガレイの全長組成
矢印は全長30cmを示す

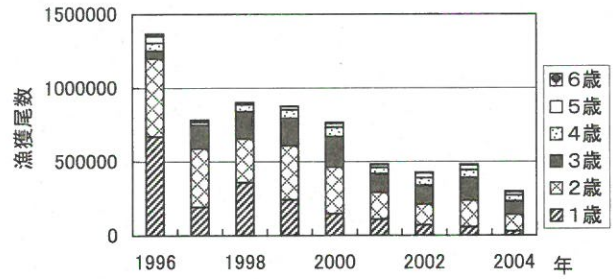


図3 仙台湾における年齢別漁獲尾数の変化

獲努力量の減少が原因とは考えられない。

さらに、仙台湾のマコガレイ資源についてコホート解析を行ったところ、2004年の資源尾数は900,000尾と推定され、1996年に比べ1/3以下の水準に落ち込んでいることがわかった(表1)。これらの資源解析結果は、仙台湾のマコガレイ資源が乱獲により急激に減少していることを示している。

コホート解析により求めた漁獲死亡係数は1995~1998年級の平均で雌が0.66, 雄が0.65(漁獲率0.4前後)であった。%SPRを用いて現状の産卵量を図4で求めると、漁獲がないときの8.7%であった。資源を維持するためには漁獲がない時の30%以上必要とされているが、現状は8.7%に落ち込んでおり、1985年³⁾の12.8%より下降している(図4)。資源を回復させるためには親魚を保護し、産卵数を増やす必要がある。

佐伯他(2005)¹⁾は加入当たり等漁獲量曲線図から、雌では漁獲開始年齢を現在の1.5歳から3歳以上へ引き上げることで漁獲量を20%増加できるとした。しかし、仙台湾では現在の漁獲対象としているマコガレイがすでに20cm以上であることと対象魚種が複数であることから、これ以上の網目規制を実施すると、他魚種の漁獲を大幅に制限してしまうため現実的ではない。このため、仙台湾では全長20cm以下の小型魚を漁獲しない取り組

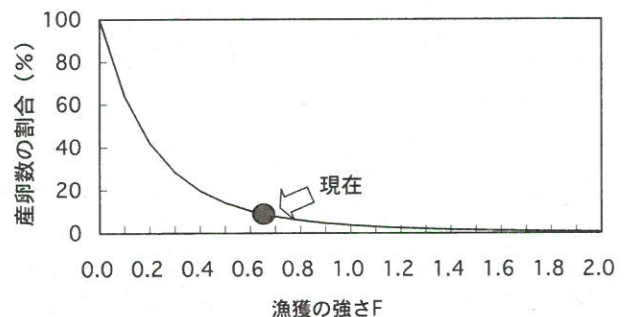


図4 漁獲強度と産卵数の関係 (SPR)
(現在 $f = 0.66$ 、漁獲のない時の8.7%)

表1 コホート解析で求めた仙台湾のマコガレイ年齢別資源尾数 (×1000尾)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1歳	1,915	1,219	1,559	1,223	902	814	660	519	240
2歳	973	899	778	890	732	565	529	444	351
3歳	101	287	353	346	368	289	276	285	185
4歳	113	32	98	114	109	107	114	103	87
5歳	86	41	12	34	37	28	45	44	33
6歳	29	27	12	3	7	6	6	6	6
計	3,217	2,504	2,811	2,610	2,154	1,809	1,631	1,402	902

みと併せ、他の有効な方法が必要とされている。

2 産卵親魚保護方法の検討

等産卵量曲線図から、漁獲係数を下げることにより産卵量を増加させることが可能である(佐伯2004)¹⁾。また、過去に実施したシミュレーションにより、特に産卵期の休漁が有効で、この時の産卵量の増加は12月1ヶ月間の休漁で約20%、1月1ヶ月間で約15%増加が見込まれている⁴⁾。しかし、仙台湾では刺網漁業以外に小型底曳網、貝けた網、延縄、遊漁などが操業しており、これらはマコガレイと共に他のカレイ類やタラ類など多くの魚種を多量に漁獲している。したがって、漁獲努力の削減や休漁を仙台湾全域で一様に実施することは極めて困難である。

そこで、産卵数を増加させる効果的な方法を検討するため、マコガレイ産卵親魚の漁獲実態および分布と行動について調査した。

(1) 水揚げ実態調査

産卵親魚保護による現実的な資源管理方策を検討するため漁獲実態調査を実施した。

仙台湾におけるマコガレイの産卵盛期は12~1月であり、産卵場に蟄集して産卵すると考えられる。したがって、この時期に刺網と小型底曳網で容易に多獲されるため漁獲量が最も多くなる(図5)。また、高価格で販売される5~7月にも刺網の漁獲量が增大する。

石巻市の牡鹿漁業協同組合魚市場では水揚げの記録を銘柄別に整理しており、この市場で2004年の年平均単価をみると、0.5kg(全長32~33cm)以下の小・小小サイズは1,000円以下と低価格であるのに対し、0.5kg以上の大・

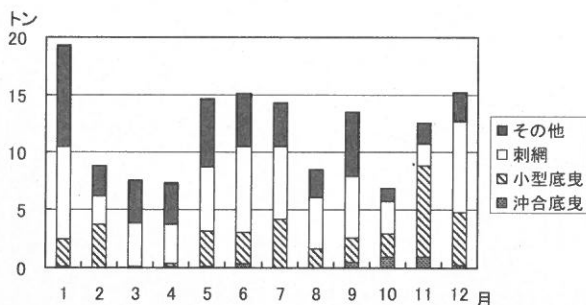


図5 仙台湾における漁獲量の経月変化(2004年)

中サイズは2,000~3,700円と高価格であった(図6)。さらに、5~9月には1kg(全長40cm)以上の大サイズが4,000~8,000円、中サイズ(32~40cm)が2,000~4,500円ときわめて高価格で販売されている(図7)。しかし、これらの大・中サイズは10月から下落して、12月以降は2,000円以下となり、1~2月における産卵後の親魚は全て200円前後の不合理な価格で販売されている。すなわち、1~2月には5~9月の価格の1/10から1/40で販売されている。また、12月の大サイズは1,700円で販売されるが、これも5~9月の1/2~1/4の価格である。

石巻魚市場に水揚げされたマコガレイ雌の肥満度の変化を図8に示した。産卵直後の1~2月に11前後と極度に低い値を示したが、5月には12以上に急上昇し、これ以降13前後で推移した。すなわち、5月以降の価格上昇は肥満度の増大に伴い商品価値が増大することによるも

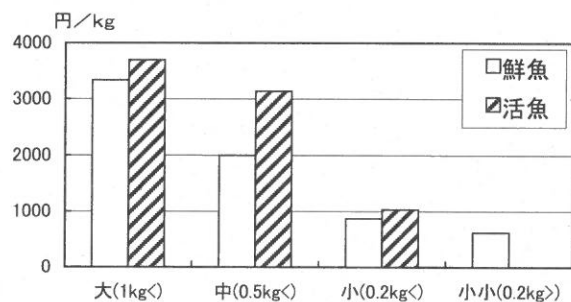


図6 銘柄別年平均単価(牡鹿町)

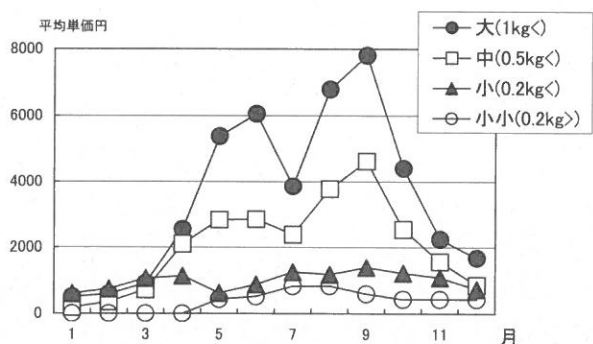


図7 マコガレイの月別銘柄別平均単価の推移(牡鹿町)

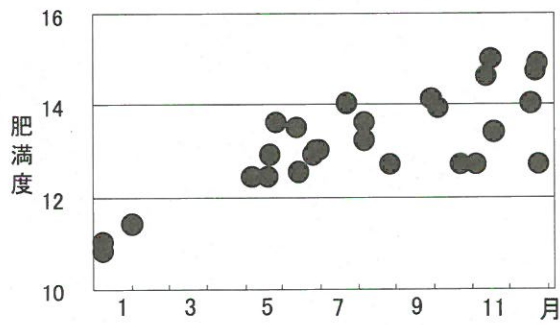


図8 マコガレイ雌肥満度の変化 (2003~2004)

のと考えられる。

牡鹿魚市場に水揚げされた大サイズのマコガレイは全長40cm以上であることから全て抱卵親魚であった。したがって、これらの漁獲時期を5~9月にシフトすることにより、産卵量を確保しながら水揚げ金額を増加させることが可能と考えられる。

(2) 標識放流調査

産卵親魚の保護方法を検討するため、産卵後の雌魚に個体識別可能なダート型標識を取り付け2005年1月11日から2月9日にかけて201尾を放流した。これらの全長範囲は23.5~59.4cm、体重範囲は140~2,450g、平均全長は36.1cm、平均体重は574.9gであった。

約10ヶ月後の11月4日までに牡鹿半島周辺や仙台湾で再捕魚16尾を回収し、15尾を精密測定した。この結果、全長の増加は微少であったが、体重には大きな変化が見られた(図9)。3月に再捕された2尾は平均1.4%の増加に留まったが、5月には14.9%増加し、6月以降は22~82%の範囲で増重した。6月以降に再捕されたマコガレイ12尾の平均増重率は47%であった。したがって、産卵後6ヶ月を経て、体重が50%前後増加したことになる。実際、6~11月の再捕個体は外観的にも体側が肥厚して肉厚であり、1~2月の産卵後の個体とは全く異なる様相を呈していた。

11月4日までに再捕された位置を図10で見ると、放流地点の鮎川を中心に牡鹿半島西岸に集中し、これ以外で

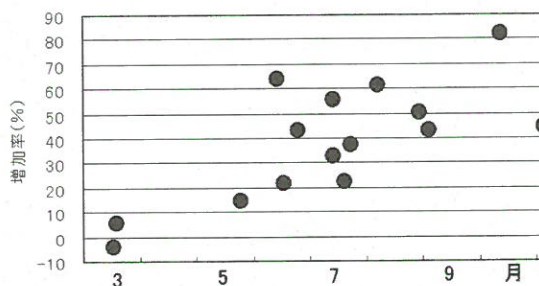


図9 再捕魚の体重増加率

再捕されたのは鮮魚店から報告のあった漁獲場所不明の1個体と小型底曳船が漁獲した仙台湾の2個体のみであった。このことから、産卵後の移動範囲は比較的狭いと考えられた。したがって、産卵保護区を設定した場合、ここで漁獲されなかった親魚は少なくとも10ヶ月間はその周辺で漁獲される可能性が高い。

(3) シミュレーション

想定される資源管理方式を仙台湾で実施した際の、資源量、漁獲量、漁獲金額および産卵数の10年間の変化をシミュレーションした。使用した資源特性値は、仙台湾マコガレイの資源解析で求めた漁獲係数と成長式、体長・体重関係式、寿命から求めた自然死亡係数である。また、管理期間中の加入量については資源量の変化に伴う産卵数の増加を考慮して計算した。管理効果については現状を1として相対値の変化を計算した。

12~2月に産卵後のマコガレイ親魚を再放流した時のシミュレーションでは、放流後に25~50%のへい死があっても、漁獲金額を減少させることなく、資源量と産卵数を増大させることが可能であった。なお、当センターが実施した底曳網と刺網漁獲魚の蓄養試験では、漁獲後1~2週間活魚タンクで飼育した際のへい死率が10~50%であったことから、再放流後も比較的高い生残が期待された(宮城水開セ:平成15年度多元的な資源管理型漁業推進事業調査結果)。しかし、再放流の徹底には習慣や意識の変革が必要になることから、漁業者間の時間を

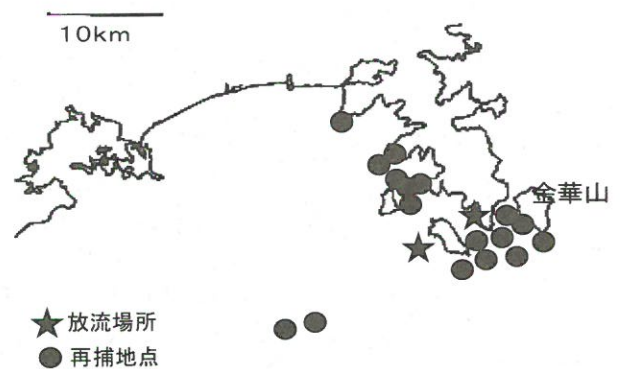


図10 標識放流した親魚の再捕地点

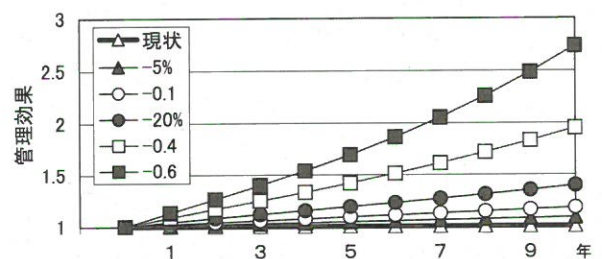


図11 12~2月産卵場の保護区設定による産卵量の管理効果

かけた議論が必要である。

12～2月の産卵期に生息場の一部を保護区に設定して親魚を保護した場合のシミュレーション結果を図11に示した。生息場の40～60%を保護区に設定すると産卵数は10年後に1.9～2.7倍に増加する。また、20%を保護区に設定した場合は10年後に産卵数の1.43倍を増加させることが可能と考えられる。一方、5～10%の設定では10年間で1.05～1.10倍の産卵増加しか見込めなかった。

(4) 産卵場調査

シミュレーション結果から、保護区の設定では生息場の20～60%を設定すると一定の効果を期待できる。しかし、最も狭小な20%の保護区設定でも、マコガレイの生息場であるシルト、細砂、中砂域は合わせて870km²を占めるため保護区は174km²と極めて広大な面積を必要とすることになる。したがって、仙台湾の操業実態を考えると20%以上の保護区設定は現実的ではない。しかし、産卵場の一部を保護区として設定することが可能となれば、産卵期のマコガレイは産卵場に蝟集することから保護区の面積を大幅に削減できると考えられる。このため、マコガレイの産卵場を特定する調査を実施した。

仙台湾のマコガレイは通常シルト域の石巻湾を中心に広く分布している⁵⁾が、水産庁(1990)⁶⁾は聞き取り調査からシルト域縁辺部のシルトと砂の境目および礁に産卵場が形成されると推定している。そこで1996～2004年に実施した標本船調査で12～1月に刺網によりマコガレイが漁獲された地点を整理し、図12に底質図と併せて記した。この結果から、12～1月、マコガレイはシルトや粗砂域ではほとんど漁獲されず、細砂、中砂を中心に漁獲されることが明らかとなり、シルト縁辺部における産

卵が裏付けられた。しかし、阿武隈川河口の沖合では極粗砂域で集中的に漁獲されており、今後、検討が必要である。

また、産卵期における拓洋丸のトロール調査では、田代島沖合の細砂、中砂域で30分曳きを6回操業したところ、5尾以上マコガレイを漁獲した回数は4回であった。一方、底質がシルトの海域では8回の操業で5尾以上が漁獲されたのは1回のみであり、明らかに細砂・中砂域で漁獲が多かった(図13)。

これらの結果から、産卵期には仙台湾の細砂から中砂を中心とする泥と粗砂の境界域に集中して分布すると考えられる。山下(1995)⁷⁾はマコガレイと同時期に産卵するイシガレイの産卵場を仙台湾沖合の粗砂域と推定し、さらに、ここでふ化した仔魚は1～2月に沖合から流入する黒潮系水を利用して接岸すると推定している。今回の研究によりマコガレイは粗砂域と接する境界域で産卵すると考えられ、ふ化後着底までのおよそ30日間浮遊⁸⁾しながら、仙台湾へ流入する黒潮系水に乗って岸方向へ運ばれ、その後は高橋他(1986)⁹⁾が明らかにしたように潮汐流を利用して水深10m前後の石巻湾北部沿岸や万石浦などの干潟に着底するものと考えられる。

仙台湾の産卵場と推定される泥と粗砂境界域の面積は250km²前後である。したがって、この漁場の一部を保護区に設定することにより効率的に産卵親魚を保護することが可能である。産卵数増加の効果が期待される下限の20%の保護区設定では、50km²すなわち、2マイル四方の保護区が4カ所必要である。今後、泥・粗砂境界域にお

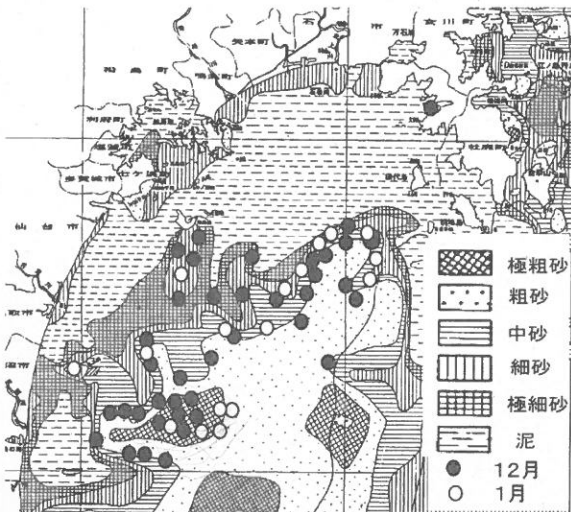


図12 12～1月のマコガレイ漁獲位置(1996～2004標本船)

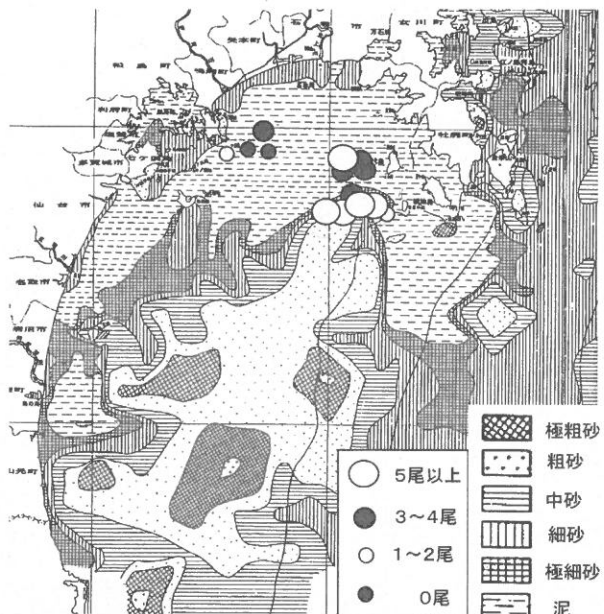


図13 拓洋丸トロールによるマコガレイの漁獲位置と尾数

いて、調査船で産卵親魚の漁獲調査を行うことにより、直接産卵場を特定し、産卵場の正確な範囲を把握し、面積を求める必要がある。

現状では、保護区の設定を産卵期に20%前後の産卵場で実施し、産卵量を徐々に増やして繁殖条件を整えながら、再生産をとりまく環境の改善を待つのが得策と考えられる。

要 約

1. 仙台湾におけるマコガレイの漁獲量は2000年以降減少し、特に1歳魚の減少が著しい。
2. コホート解析の結果、2004年における仙台湾の資源尾数は900,000尾と推定され、1999年以前に比べ1/3に減少した。
3. 2004年の仙台湾におけるマコガレイの加入当たり産卵数 (SPR) は漁獲のないときの8.7%と低く、乱獲傾向にあると考えられた。
4. シミュレーションでは再放流と産卵期の保護区設定が有効であった。
5. 2005年1～2月に鮎川港と田代島沖に標識放流した産卵後親魚は10ヶ月後までほとんどが石巻湾で再捕されたことから、産卵後の移動範囲は比較的狭いと考えられた。また、体重は5月以降急増し、平均1.5倍前後に増重した。
6. 標本船調査の結果から、主産卵場は仙台湾の水深30～40mの泥と砂の境界域と推定された。また、1～2月に実施した拓洋丸の底曳き調査でも漁獲尾数はシルト域に比べ境界域で多かったことから、境界域に蝟集し産卵するものと考えられた。
7. 主産卵場と考えられる境界域の面積は250km²であり、生息場全体の1/4であった。20%の面積を保護すると、産卵数は10年間で43%の管理効果を期待できる。
8. 保護区設定時の産卵状況調査などによる実証的な検討が必要である。

文 献

- 1) 佐伯光広・富川なす美・永島宏・児玉純一 (2005) 仙台湾におけるマコガレイの資源尾数の推定と資源管理, 宮城県水産研究報告, 5, 1-12.
- 2) 佐伯光広 (2000) 宮城県沿岸域における異なる海域間で漁獲されたマコガレイの成長・産卵期及び遺伝的差異について, 宮城県水産研究開発センター研究報告, 16, 61-70.
- 3) 宮城県 (1986) 資源生態-カレイ類-マコガレイ, 宮城県中部海域総合開発事業調査報告書, 316-318.
- 4) 宮城県 (2002) マコガレイ資源管理関連調査, 平成13年度複合的資源管理型漁業促進対策事業報告書, 5-17.
- 5) 宮城県 (1975) 仙台湾北部沿岸域におけるカレイ類・ヒラメの分布および他の底魚群集について, 昭和47, 48, 49年度総括太平洋北区栽培漁業漁場資源生態調査報告書, 12-30.
- 6) 水産庁 (1990) 発育段階別の分布, 平成元年度沿岸漁場生産力評価技術高度化事業報告書, 36-40.
- 7) 山下洋 (1995) カレイ類の変態と接岸・着底, 月刊海洋, 306, 740-745.
- 8) 南卓志 (1981) マコガレイの初期生活史, 日水誌, 47 (11), 1411-1420.
- 9) 高橋清孝・星合愿一・阿部洋士 (1986) 石巻湾および万石浦におけるマコガレイ浮遊期仔魚の分布と移動, 水産増殖, 34 (1), 1-8.