

小豆島北東部海域におけるマコガレイの産卵場

山田達夫・明石英幹

Spawning ground of marbled sole *Pleuronectes yokohamae* in the northeastern sea area of Shodo Island, the Seto Inland Sea, Japan

Tatsuo YAMADA, Hideki AKASHI

Investigation on the eggs of marbled sole *Pleuronectes yokohamae* spawned in winter of 2008 and 2009 was conducted at three different research sites ahead to specifying the spawning ground in northeastern sea area of Shodo Island in Kagawa prefecture.

It was concluded that these three research areas would be spawning ground of this species by the proof that the spawned eggs were collected in all these areas and the density was between 20 to 25,020/m² varying in size according to areas.

It was suggested that appropriate environmental conditions for spawning ground of this species would be sandy or gravel ground close to shore with reefs and suitable depth is ranging from 15 to 25 meters and there was no tendency to form spawning ground in particular water depth zone.

キーワード：マコガレイ、産卵場、底質、小豆島北東部

マコガレイ *Pleuronectes yokohamae* は、北海道南部から九州、東シナ海、黄海に分布し、日本各地の沿岸で小型機船底びき網、刺し網、延縄、小型定置網等で漁獲され、瀬戸内海においても重要な漁業資源である¹⁾。このため、香川県を含む瀬戸内海東部の府県は1988年以後、包括的資源回復計画の策定など本種の資源管理に取り組んできた^{2) 3)}。また、瀬戸内海では栽培漁業の対象種として1970年から種苗の放流が継続して行われ、2009年には1,084,000尾の稚魚が放流された⁴⁾。しかしながら、近年漁獲量の減少は著しく、香川県の場合、推定漁獲量は1989年の145トンから2002年には30トンまで減少している⁵⁾。このため小型魚の再放流などの資源管理に加え、産卵場の保護や造成などの新たな資源増大対策が求められている。このような対策を実施するためには、産卵場を特定し、その特性を明ら

かにする必要がある。

マコガレイは沈性粘着卵であるため、天然海域で卵を採集することができれば、産卵場を特定するための重要な情報となる。しかし、これまでのところ、瀬戸内海におけるマコガレイ卵の採集例は極めて少なく、松村ほか⁶⁾が播磨灘北西部海域において、また、上城⁷⁾が別府湾北部海域において数粒～十数粒の卵を得た他には、反田・長井⁸⁾が播磨灘北部海域において十数粒～数万粒採集した例があるだけである。

そこで、今回、事前の調査によって産卵場の可能性が有望視された小豆島北東部海域において、マコガレイ卵の採取を試みるための調査を実施した。また、マコガレイ卵が採集された場合に当該海域の環境などを調査し、産卵場の形成条件について検討を行った。

材料および方法

調査海域

調査場所として2007年8月～9月に実施した聞き取り調査および事前調査の結果から、小豆島北東部に位置する大部、吉田、当浜地先の海域を選定した(Fig.1)。大部地先では西沖合の漁場において毎年産卵時期の12～1月に多くのマコガレイ親魚が小型機船底びき網によって漁獲されている。また、当該地先近傍の沿岸域で操業している小型定置網でもこの時期産卵親魚が多く漁獲されている。これらの情報から当該地先海域に産卵場が形成されている可能性が高いと判断した。吉田地先では沖合に12～1月に広大な漁場が形成され、マコガレイ親魚が小型機船底びき網によって漁獲されている。当該地先の湾奥にはアマモ場があり、沖合の漁場と稚魚の育成場を結んだ海域に産卵場が形成されている可能性が高いと判断した。当浜地先では12～1月に小型定置網および刺し網によってマコガレイ親魚が漁獲されている。当該海域は周辺に設置された小型定置網と比較しても最も親魚の漁獲量が多い場所であることから、産卵場が形成されている可能性が高いと判断した。

調査は2008年1月10～11日に大部地先と吉田地先で、2009年1月8～9日に当浜地先で実施した。潜水調査の実施にあたり、大部地先では岸から約500m沖合いにある水深23～25mの起伏の少ない比較的平坦な海底に、海岸線方向と深淺方向にそれぞれ2つの測線を設置し、約20m間隔で、10地点を設けた(Fig.2-A)。吉田地先では岸から沖合に向けて海底にロープを沈め1つの測線を設置し、水深20m地点を沖の始点として、そこから水深が1m浅くなる毎に水深15mまで10地点を設けた(Fig.2-B)。当浜地先では海岸線方向と深淺方向にそれぞれ2つの測線を設置し、水深15～20mの間に約20m間隔で8地点設けた(Fig.2-C)。

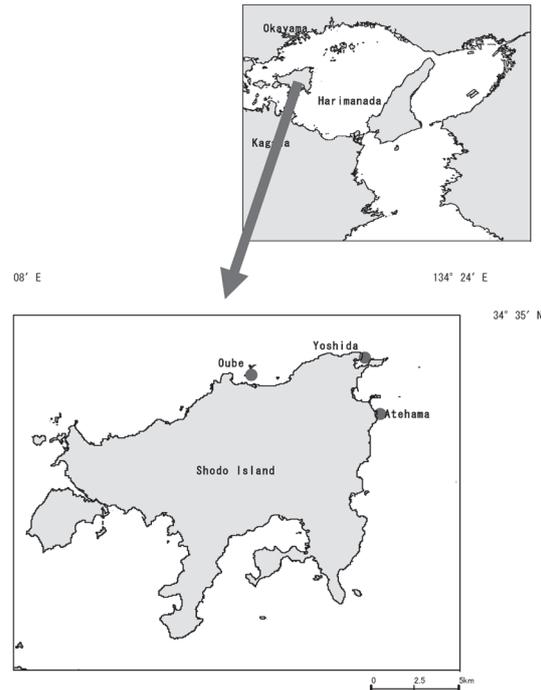


Fig.1 Survey area of the spawning ground of marbled sole in the northeastern sea area of Shodo Island, the Seto Inland Sea, Japan

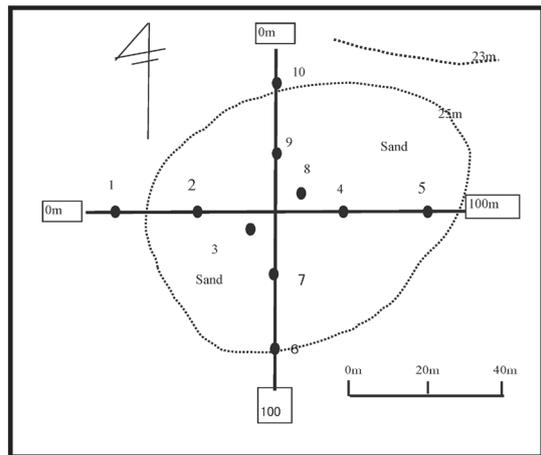


Fig. 2-A Survey lines and sampling stations in the spawning ground of marbled sole(Oube area)

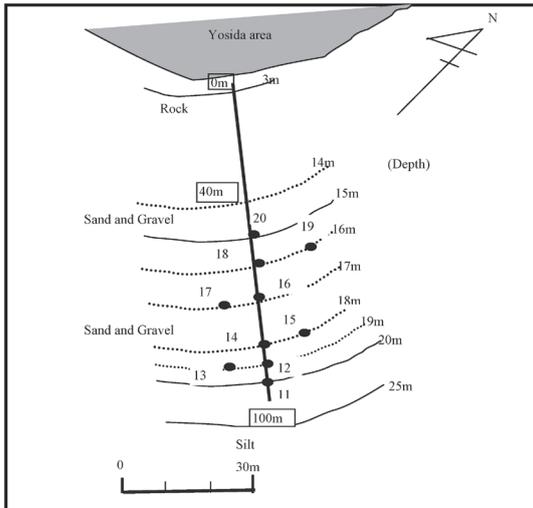


Fig. 2-B Survey lines and sampling stations in the spawning ground of marbled sole(Yosida area)

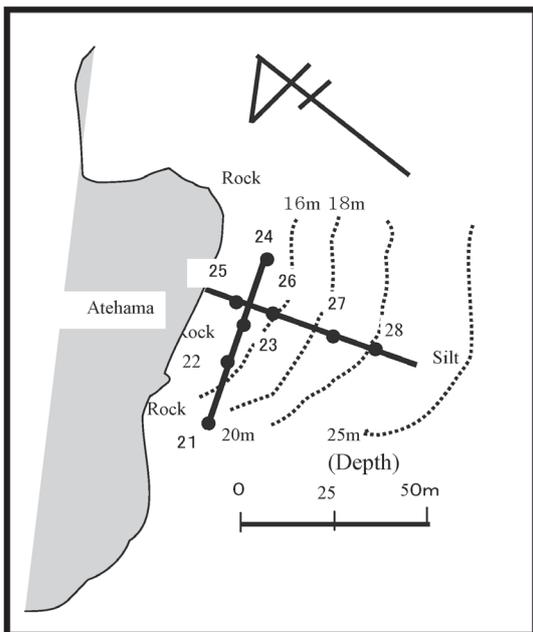


Fig. 2-C Survey lines and sampling stations in the spawning ground of marbled sole(Atehama area)

マコガレイ卵および環境調査用の試料採集法

スキューバ潜水による卵の採集調査を実施した。卵の採集地点数は各地先とも10地点とした。1地点あたり 0.05m^2 を、グラフ型の採泥器(スミスマッキンタイヤ型採泥器に似た形状のつかみ箱の部分に取っ手をつけたもの)を用いて底質とともに水中で採取した。環境項目として、各地先の表層および底層の水温と塩分を採水器を用いて採水し測定した。底質分析用試料も同じ方法により卵採取場所で採泥した。底質は粒度組成とILを測定した。

試料の分析

採取した底質試料は10%ホルマリンで固定し、実験室へ持ち帰った。持ち帰った試料はローズベンガルで染色し、かき混ぜ法⁹⁾により比重の小さいものと大きいものに分離し、それぞれ 0.5mm 、 1mm 目フルイを用いてある程度のサイズの均一化を行った後に、実体顕微鏡下で染色された卵を拾い出した。得られたマコガレイ卵は採泥器の1回分の採取面積(0.05m^2)当たりの卵数として求めた。なお、マコガレイ卵とする基準として、過去の知見^{10) 11)}より①無脂球形卵である②卵膜表面に若干の粘着層がみられる③卵径が 0.8mm 前後である条件をすべて満たすものをマコガレイ卵と同定した。また、採取された卵はNakai¹²⁾に従い発生段階を、A:受精してから胚体の前節が形成され始めるまで、B:筋節が形成され始めてから胚体尾部が卵黄から離れ始めるまで、C:胚体尾部が卵黄から離れ始めてからふ化まで、の3段階に区分した。

水温は電気温度計、塩分はサリノメーター、粒度組成は水産庁漁場保全課の指針¹³⁾に従い目合い 1.0mm のフルイを通過しない粒子を礫、目合い 0.5mm のフルイを通過しない粒子を粗砂、目合い 0.25mm のフルイを通過しない粒子を中砂、目合い 0.125mm のフルイを通過しない粒子を小砂、目合い 0.063mm のフルイを通過しない粒子を細砂、 0.063mm のフルイを通過する粒子を泥とした。ILは 550°C 6時間強熱法で分析した。

結果および考察

マコガレイ卵の分布

スキューバ潜水でマコガレイ卵の探索を実施したが、目視によりマコガレイ卵を確認することはできなかった。

マコガレイ卵はすべてグラフ型の採泥器を用いて採取した底質サンプルから見つかった。大部地先、吉田地先、当浜地先の地点毎の卵の出現数と卵の発生段階および底質分析結果を **Table 1** に示す。

大部地先：マコガレイの卵は 10 地点のうち 7 地点で確認された。卵密度は 20~180 粒であった。採集した卵の発生段階は、ステージ A が 19%、ステージ B が 35%、ステージ C が 46% と全ての発生段階の卵が検出された。各発生段階までに要する期間は、ステージ A が受精から約 3 日間、ステージ B は受精後 3~4 日目、ステージ C は受精後 5~10 日目（ふ化）と推定される¹⁰⁾¹⁴⁾。したがって、出現卵数は少ないものの、規模の小さい産卵が複数回行われたと推察された。

吉田地先：マコガレイの卵は 10 地点のうち 4 地点で確認された。卵密度は 20~40 粒と少なかったが、採集した卵の発生段階は、ステージ A が 40%、ステージ B が 40%、ステージ C が 20% と全ての発生段階の卵がほぼ均等に検出された。調査海域の沖合いの漁場では、12 月下旬頃から 1 月中旬頃まで小型機船底びき網によってマコガレイの産卵親魚が多獲されており、これらの一群が岸側の産卵場に来遊して産卵しているのではないかと推察された。

当浜地先：マコガレイの卵は 8 地点のうち 6 地点で確認された。卵密度は 100~25,020 粒であった。採集した卵の発生段階は、ステージ A が 12%、ステージ B が 23%、ステージ C が 65% と発生後期段階のステージ C が最も多く検出された。また、まとまった卵が検出された **Stn.21** や **Stn.26** ではマコガレイのふ化後の卵殻やふ化仔魚が約 4,000 尾も採集された。これらのことから 12 月下旬頃から 1 月初旬頃にかけて規模の大きな産卵が行われたと推察された。播磨灘では反田・長井⁸⁾が北

部海域において 1 月中旬頃に $10^3 \sim 10^4$ オーダーの卵が採集されたと報告している。また、安信・大野¹⁵⁾が家島諸島周辺で 12 月下旬から 1 月中旬頃に $10^3 \sim 10^5$ の卵が採集されたと報告している。これらのことから 12 月下旬頃から 1 月初旬頃にかけて両海域とほぼ同レベルの規模の大きな産卵が行われたと推察された。

産卵場と環境要因

水深：調査した 28 地点のうち、マコガレイ卵が出現したのは 16 地点であった。卵の確認された水深の範囲は 15~25m であった。瀬戸内海では反田・長井⁸⁾が播磨灘北部海域で卵が採集された主な水深は 9~14m と報告しており、松村ほか⁹⁾が小豆島北東岸で採集した際の水深は 30m 前後と報告している。また、安信・大野¹⁵⁾が家島諸島で行った調査では水深は 15~39m と報告している。このように産卵場の存在が確認されている水深には幅があり、当海域でも 10m の幅があつて特定の水深帯に産卵場が形成される傾向はみられなかった。

底質：大部地先は砂分が卓越し、礫分が 20% 混じる砂礫質で、調査水域の粒度組成は一様であった。その組成割合はシルト・粘土分 1~2.6%、砂分 65~73%、礫分 13~23% の範囲であった。吉田地先は礫分が卓越し、調査を実施した距岸 40~100m の底質粒度はほぼ一様であった。その組成割合はシルト・粘土分 1.6~2.3%、砂分 27~40%、礫分 55~71% の範囲であった。卵が出現したのは距岸 70~90m の場所であった。当浜地先は礫分が卓越し、その組成割合はシルト・粘土分 1~9%、砂分 1~21%、礫分 70~97% の範囲であった。このうち卵密度が高かった (10^3 粒以上) 当浜地先はシルト・粘土分 1~2%、砂分 2~14%、礫分 84~97% と底質の殆どが小石を主体とした礫分であった。IL は大部地先では 1~2.6% の範囲、吉田地先では 1~2.7% の範囲、当浜地先では 0.4~1.1% の範囲と 3 地先とも低く、安信、大野¹⁵⁾が調査を実施した家島諸島における産卵場の値と近似していた。

水質：水温は大部地先では表層 11.9°C、

底層(25m)12.0°C，吉田地先では表層，底層(20m)ともに 11.9°C，当浜地先では表層 12.0°C，底層(20m)12.1°Cと表，底層の差はなかった。塩分は 3 地先とも表，底層の差がなく，33PSU であった。

産卵場として，松村ほか⁶⁾は小豆島北東岸の砂質底で凹凸が激しく潮通しが良い場所を想定している。また，菊池ほか¹⁶⁾は仙台湾の産卵場は水深 40m 以浅の細砂域や岩礁域であり，産卵期にはかなり接岸すると想定している。中神ほか¹⁷⁾は函館湾の産卵場は水深 20m 付近の細砂底であると推定している。反田・長井⁸⁾は播磨灘北部海域の岩礁や岩石近傍の砂泥底で産卵が行われ，産出された卵の多くは砂泥底上に分散すると推定している。安信・大野¹⁵⁾は播磨灘海域の産卵場の条件として，岸に接して岬などの先端または先端付近に位置していることに加え，すぐ岸側に岩礁域が存在して底質は礫または砂礫質であると報告している。これらは産卵親魚の漁場などから推定されたものであるが，マコガレイの卵は沈性粘着卵であり，付着基質である底質はある程度粒の大きいものが適していると考えられる。したがって，卵の出現量が多かった当浜地先の底質は礫または砂礫質であることから産卵場を形成していた可能性は極めて高いと考えられた。

大部地先，吉田地先の出現卵数は最大で 180 粒/m²であり，同灘で調査した反田・長井⁸⁾や安信，大野¹⁵⁾と比べて著しく少ない。マコガレイ 1 個体あたりの産卵量は 30～100 万粒であり，1 回の産卵でこれら全てを放出すること，両地先の調査海域は潮流が速い(山田，未発表)ことから，これらの海域で産卵された卵の多くが沈下前に流出，散逸してしまった可能性が示唆された。

Table 1 Density and developmental stage composition of marbled sole eggs and the grain size composition in each sampling station. Sampling stations of 1-20 were carried out in 2008 and 21-28 in 2009.

Sampling Station(Oube area)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Number of Egg•m ⁻²	80	0	0	60	40	20	20	40	180	0
Development Stage(%)	A	0	0	0	50	100	0	50	11	0
	B	67	0	0	100	0	0	50	11	0
	C	33	0	0	0	0	100	0	78	0
Depth(m)	25	24	23	24	25	23	24	24	24	24
Grain Size Composition(%)	Silt•Clay	22	14	11	10	1	—	9	13	—
	Sand	65	69	70	67	66	—	70	73	—
	Gravel	13	17	19	23	33	—	21	14	—
Ignition Loss(%)	2.6	1.8	2	2.2	1	—	—	1.7	2.1	—
— :no data										
Sampling Station(Yoshida area)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Number of Egg•m ⁻²	0	0	40	20	20	0	20	0	0	0
Development Stage(%)	A	0	100	0	0	0	0	0	0	0
	B	0	0	100	100	0	0	0	0	0
	C	0	0	0	0	0	100	0	0	0
Depth(m)	20	19	19	18	18	17	17	16	16	15
Grain Size Composition(%)	Silt•Clay	0	4	5	2	10	7	0	6	8
	Sand	29	26	36	27	30	38	40	37	47
	Gravel	71	70	59	71	60	55	60	57	45
Ignition Loss(%)	2.7	1.9	2.2	2	2.1	2.4	1.6	1.9	1.5	1
Sampling Station(Atehama area)	21	22	23	24	25	26	27	28		
Number of Egg•m ⁻²	3,360	0	220	0	120	25,020	680	100		
Development Stage(%)	A	5	0	27	0	33	12	20		
	B	94	0	73	0	50	14	6		
	C	1	0	0	0	17	74	82		
Depth(m)	16	16	16	16	15	16	18	20		
Grain Size Composition(%)	Silt•Clay	2	3	2	2	2	1	4		
	Sand	14	18	1	2	2	1	21		
	Gravel	84	78	97	96	96	97	70		
Ignition Loss(%)	0.9	0.9	0.6	0.4	0.7	0.8	0.8	1.1		

A:until myotome begins to appear fertilization B:from the end of A stage until tail end begins to separate off the yolk C:from the end of B stage to hatching

謝 辞

土庄中央漁業協同組合の宮地利博氏、内海漁業協同組合の来島博氏には、調査に協力していただいた。また、試料の分析には、株式会社海洋生態研究所の長井隆一氏の協力をいただいた。本研究は複数県による漁場整備総合計画の策定業務「播磨灘海域漁場整備構想調査事業」(事務局：財団法人漁港漁場漁村技術研究所)の一部によって行われた。記して感謝の意を表す。

文 献

- 1) 岩井保：1985. 水産脊椎動物Ⅱ魚類. 恒星社厚生閣, 東京, 214-217.
- 2) 和歌山県・大阪府・兵庫県・岡山県・香川県・徳島県：1989. 瀬戸内海東ブロック昭和 63 年度広域資源培養管理推進事業報告書 1-116.
- 3) 木島利通：2011. 我が国の資源管理のあり方 資源管理・漁業所得補償対策実施によせて 水産振興 17-20.
- 4) 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター・(社)全国豊かな海づくり推進協会：(2011)平成 21 年度栽培漁業種苗生産入手・放流実績(全国)73-86.
- 5) 財団法人漁港漁場漁村技術研究所：2009. 平成 18~21 年度水産基盤整備直轄調査事業報告書. 17.
- 6) 松村真作・服部洋平・篠原基之・寺島朴：1974. 播磨灘北西部水域におけるマコガレイおよびイシガレイの資源・生態, 昭和 48 年度瀬戸内海栽培漁業事業魚類放流技術開発調査事業経過報告(カレイ・ガザミ)岡山県水産試験場, 5-48.
- 7) 上城義信：1986. 別府湾北部海域におけるマコガレイ卵・稚仔とその他の生物種組成. 第 18 回南西海区ブロック内海漁業研究会報告, 南西海区水産研究所, 59-81.
- 8) 反田實・長井隆一：2007. 播磨灘北部海域におけるマコガレイの産卵場. 水産海洋研究, 71, 29-37
- 9) 山西良平：1979. かきまぜ法によるメ

イオベントス抽出の効率. ベントス研連誌, 17/18. 52-58

- 10) Yusa T: 1960. Differences of structures of eggs and larvae between *Limanda yokohamae* and *Limanda schrenki*, *Bull. Marine Biol. ST. Asamushi*, 10(2).
- 11) 杉浦暁裕・本田和民：1986. 東京湾産マコガレイ *Limanda yokohamae*. の産卵期について, 南西外海の資源・海洋研究第 2 号.
- 12) Nakai Z: 1962. Studies of influences of environmental factors upon fertilization and development of the Japanese sardine sardine eggs with some reference to the number of their ova. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, (9):109-150.
- 13) 水産庁漁場保全課：1975. 漁場保全対策推進事業調査指針 22-25.
- 14) 山本孝治：1939. マコガレイ卵の発生に及ぼす及ぼす水温. 及塩分の影響について 日水誌, 8, 102-106.
- 15) 安信秀樹・大野泰史：2009. 産卵場調査. 平成 18~21 年度水産基盤整備直轄調査事業. 複数県による漁場整備総合計画の策定業務報告書. 財団法人漁港漁場漁村技術研究所, 35-50.
- 16) 菊池喜彦・小林徳光・永島宏・小林一郎・児玉純一・佐藤孝三：1990. 仙台湾におけるマコガレイの分布について 宮城水試研報, 13, 30-42.
- 17) 中神正康・高津哲也・中屋光裕・高橋豊美：2001. 函館湾におけるマコガレイ仔稚魚の時空間分布 水産海洋研究, 65, 85-93.

要 旨

小豆島北東部海域におけるマコガレイの産卵場を特定することを目的に, 2008, 2009 年の冬に卵の採取調査を 3 地先で実施した。調査した 3 地先で卵は確認され, 出現卵数(卵密度)は 20~25,020 粒/m²であったことから, これらの地先は産卵規模の大小差はあるが産卵場であると断定した。産卵場の環境条件として, 水深は 15~25m で, 底質は礫または砂礫質であったが, 特定の水深帯に産卵場が形成される傾向はみられなかった。