

BULLETIN
OF
YAMAGUCHI PREFECTURAL FISHERIES RESEARCH CENTER

No. 14
March, 2017

山口県水産研究センター研究報告
第 14 号
平成 29 年 3 月

山 口 県 水 産 研 究 セ ン タ ー

外海研究部：〒759-4106 長門市仙崎大泊
内海研究部：〒754-0893 山口市秋穂二島

Yamaguchi Prefectural Fisheries Research Center
Japan Sea Research Division: Senzaki, Ootomari, Nagato-city, 759-4106, Japan
Inland Sea Research Division: Aiofutajima, Yamaguchi-city, 754-0893, Japan

目 次

山口県日本海沿岸域で漁獲されたカタクチイワシの季節発生群・・・・・・・・・・	河野 光久	1
山口県日本海沿岸域におけるケンサキイカ釣り漁場の形成要因・・・・・・・・・・	河野 光久	7
山口県日本海沿岸域におけるケンサキイカ釣り漁場の予測・・・・・・・・・・	河野 光久	11
山口県日本海沿岸域で漁獲されるサワラの生物特性・・・・・・・・・・	河野 光久	17
山口県日本海沿岸域におけるマハタ属魚類の漁獲動向・・・・・・・・・・	河野 光久	23
山口県瀬戸内海産ハモの漁獲実態・・・・・・・・・・	村田 実	27
山口県下関市木屋川水系白根川における陸封型ワカサギの生態-II 産卵親魚群の全長組成の周期的変動と性との関連からみた密度効果・・・・・・・・	小林 知吉	45
山口県日本海沿岸域に放流したアカアマダイ人工種苗の放流効果(短報)・・・・・・・・	河野 光久	51
山口県日本海沿岸域に設置された通定置網で漁獲されるいか類の漁獲量(短報)・・	河野 光久	55
山口県日本海沿岸域で漁獲されたイサキ、カタクチイワシ及びヤマトカマスの 黄変個体(短報)・・・・・・・・・・	河野 光久・國森 拓也・齋藤 義之	59
山口県日本海域の危険生物目録(II) 自然毒による食中毒を起こしうるものー①巻貝類(軟体動物門腹足綱) ・・・・・・・・・・	堀 成夫・河野光久・園山貴之・國森拓也・荻本啓介・椋木博昭	63
<抄録>		
World Squid Fisheries 世界のいか類漁業 ・・・・・・・・・・	Alexander I Arkhipkin, Mitsuhisa Kawano, et. al.	65

山口県日本海沿岸域で漁獲された カタクチイワシの季節発生群

河野光久

Seasonal Groups of Japanese Anchovy *Engraulis japonicus* Caught in Coastal Waters off Yamaguchi Prefecture, Southwestern Sea of Japan

Mitsuhisa KAWANO

Seasonal groups of Japanese anchovy *Engraulis japonicus* caught in coastal waters off Yamaguchi Prefecture in 2015 were discerned based on the monthly body size compositions and the daily ages. Middle-sized (40-70 mm BL) group appeared during May to August and made a peak of catch in July. After September small-sized (25-45 mm BL) group occurred instead of the middle-sized one. Daily age analyses revealed that the former group hatched March to June (spring) and the latter group hatched July to November (summer-autumn). Comparing the seasonal groups between during the years of 1968-1973 (high stock level period) and in 2015 (low stock level period), the author found that winter-hatched group and large-sized spring hatched group which had appeared during 1968-1973 were not found in 2015, and the small sized group occurred from September in 2015, one month faster than those during 1968-1973.

Key words : *Engraulis japonicus* ; Seasonal groups; Daily age; Southwestern Sea of Japan

カタクチイワシ *Engraulis japonicus* は日本海南西山口県沿岸域では主に浮敷網や船曳網で漁獲される重要魚種である。中原¹⁾はカタクチイワシ資源が高水準にあった1968～1973年(以下、資源高水準期という。)の体長組成および脊椎骨数と水温の関係から、本海域では5～6月の体長4cm程度から10～11月の体長10cm前後になるまで長期間出現する群、10月頃体長2～3cm程度で出現し11～12月に2～9cmに成長する群、及び4～7月にかけて体長9～14cmで出現する成魚群の3群が存在すると報告している。しかし、カタクチイワシは資源の変動に伴い、群構造や分布・回遊を変化させることが知られている²⁾ので、近年の群構造は1968～1973年当時とは変わっている可能性が高い。また、中原¹⁾は上述のとおり体長組成及び脊椎骨数と水温との関係に基づき発生群を3つに区分しているものの、ふ化日の詳細については示していない。カタクチイワシの耳石には日周輪が形

成されることが確認されていることから³⁾、耳石の日周輪を計数すればふ化日を推定することができる。そこで、本研究では2015年に本海域で漁獲されたカタクチイワシの体長組成とふ化日の組成を調べることで、カタクチイワシの群構造(季節発生群)を明らかにし、資源高水準期のそれと比較した。

材料及び方法

漁獲物の体長及び銘柄組成

カタクチイワシの体長組成を明らかにするために2015年5～12月各月に1～5回、長門市沿岸域(Fig.1)でいわし船曳網(5月)または浮敷網(棒受網・抄い網, 6～12月)で漁獲されたカタクチイワシの被鱗体長(mm, 以下、体長という。)を測定した(Table 1)。測定は1回あたり船ごとに50尾とした。

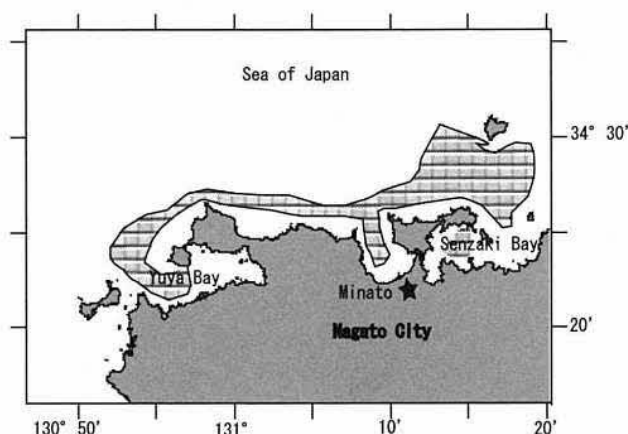


Fig.1 Fishing grounds (shaded regions) of *Engraulis japonicus* in coastal waters off Nagato City, Yamaguchi Prefecture, southwestern Sea of Japan. Star mark shows Minato fish market.

Table 1 Samples of *Engraulis japonicus* caught in coastal waters off Nagato, southwestern Sea of Japan in 2015.

Sampling Date	Sampling Location	Sampling Gear	Number of specimens
May 15	Senzaki Bay	Boat sein	50
Jun. 9	Senzaki Bay	Boat sein	50
Jun.15	Off Nagato	Dip net	50
Jun.22	Off Nagato	Dip net	50
Jul. 2	Off Nagato	Dip net	50
Jul. 15	Off Nagato	Dip net	50
Jul. 25	Off Nagato	Dip net	50
Jul. 29	Off Nagato	Dip net	50
Aug. 5	Yuya Bay	Dip net	50
Aug.11	Off Nagato	Dip net	50
Sep.5	Yuya Bay	Dip net	100
Sep.17	Yuya Bay	Dip net	50
Oct.1	Off Nagato	Dip net	50
Oct.5	Off Nagato	Dip net	50
Oct.10	Off Nagato	Dip net	50
Oct.14	Off Nagato	Dip net	50
Oct.24	Off Nagato	Dip net	50
Nov.1	Off Nagato	Dip net	50
Nov.4	Off Nagato	Dip net	100
Nov.10	Yuya Bay	Dip net	100
Nov.17	Off Nagato	Dip net	50
Dec.1	Off Nagato	Dip net	100
Dec.8	Off Nagato	Dip net	50
Dec.14	Off Nagato	Dip net	50
Dec.21	Off Nagato	Dip net	100

カタクチイワシの水揚げ量は山口県日本海側でカタクチイワシの水揚げの最も多い山口県漁業協同組合湊地方卸売市場 (Fig.1) における2015年の銘柄別水揚げ量を調べた。本市場に水揚げする漁業は主に長門市沿岸域で操業する浮敷網で、漁獲物の銘柄はシラス (体長3cm 未満)、カエリ (3~5cm)、中・小羽 (5~10cm)、及び大羽 (10cm 以上) に区分されている。

日齢査定

体長測定後、標本を95% エチルアルコールで固定した。各測定日の体長60mm 以下の個体から10個体ずつ耳石を取りだした。このうち体長約35mm 以下の個体の耳石は汚れを落とした後、ユーパールで包埋した。それより大きい個体の耳石は、坂口⁴⁾に従い接着剤でスライドガラスに接着後、耐水ペーパーとラッピングフィルムで輪紋が見えるまで研磨した後、ユーパールで包埋した。耳石は光学顕微鏡下100~200倍でデジタル画像を取得した。画像の明るさ及びコントラストを Microsoft Office Picture Manager で調整し、プリンターに印刷した後、日周輪を計数した。計数した日周輪数に3を加えて日齢とした³⁾。

結 果

漁獲物の体長及び銘柄組成

2015年のカタクチイワシの体長組成の経月変化を Fig.2に示す。5月には船びき網で体長20~30mm のシラスが漁獲された。6月から浮敷網による漁獲が始まり、6~8月には40~70mm サイズが漁獲の主体となった。9月には体長25~45mm の個体が主に漁獲され、この体長のカタクチイワシは10~12月にかけても漁獲された。10~12月には体長50~115mm の小羽~大羽も漁獲された。

2015年の浮敷網によるカタクチイワシの銘柄別水揚げ量の経月変化を Fig.3に示す。4~5月には水揚げがなく、6月から水揚げが始まった。盛漁期は6~7月で中・小羽が主体であった。8月も中・小羽主体であったが、9~10月にはカエリまたはシラス主体の水揚げに替わった。11月には大羽主体、12月にはシラス及び大羽主体の水揚げとなった。以上のとおり、銘柄組成は9月を境にしてそれまでの中・小羽主体からシラス、カエリ主体に大きく替わったことが明らかになった。

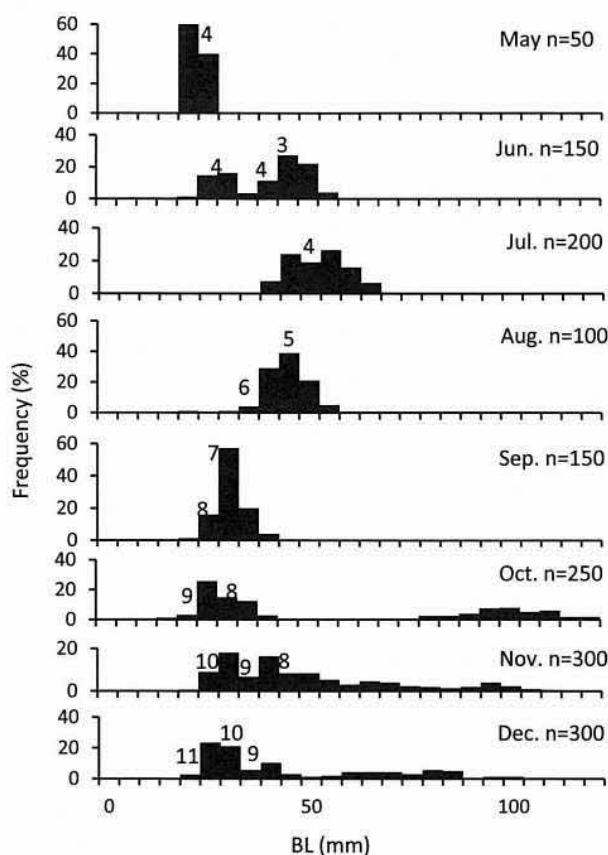


Fig.2 Monthly compositions of body length of *Engraulis japonicus* caught in coastal waters off Nagato City in 2015. Samples in May and others were caught by boat seines and dip nets, respectively. Numerals show the hatched months; 4: April, 5: May, 6: June, 7: July, 8: August, 9: September, 10: October, 11: November.

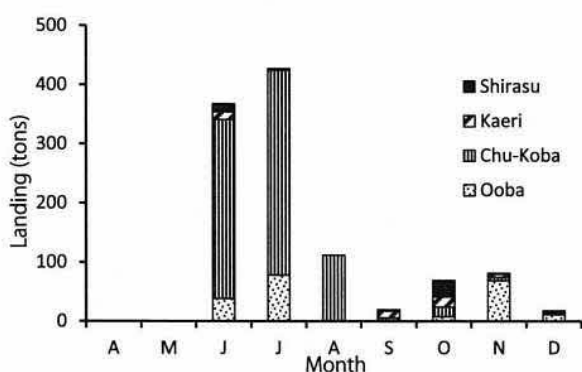


Fig.3 Monthly variation of landings for *Engraulis japonicus* by commercial size category at Minato fish market in 2015.

ふ化日組成

日周輪を計数できた標本の漁獲日、体長、日齢、ふ化日を Table2 に示す。5月15日～7月2日に漁獲された体長12.4～54.2mm の個体のふ化日は3月下旬～5月上旬であった。8月11日に漁獲された体長38.2～49.7mm の個体のふ化日は5月下旬～6月上旬であった。さらに9

月5日～12月21日に漁獲された体長15.5～47.9mm の個体のふ化日は7月下旬から11月上旬であった。

Table 2 Daily age and hatched date of Larval and juvenile *Engraulis japonicus* caught in coastal waters off Nagato, southwestern Sea of Japan in 2015.

Sampling Date	Number of specimens	BL (mm)		Age (days)	Hatched date
		Min.	Max.		
May 15	10	12.4	31.2	19-48	Mar.28-Apr.26
Jun. 9	10	21.7	34.0	38-63	Apr.7-May 3
Jun.15	5	43.4	47.5	60-83	Mar.24-Apr.16
Jul. 2	1	54.2		90	Apr.3
Aug.11	4	38.2	49.7	65-99	May 24-Jun.7
Sep.5	6	24.3	31.6	24-39	Jul.28-Aug.12
Sep.17	7	26.9	35.0	27-42	Aug.6-Aug.21
Oct.1	8	31.9	41.9	38-69	Jul.24-Aug.24
Oct.10	10	18.6	30.4	19-35	Sep.9-Sep.21
Oct.14	9	22.7	30.6	25-45	Aug.30-Sep.19
Oct.24	6	35.9	44.7	55-80	Aug.5-Aug.30
Nov.4	4	40.2	43.8	63-76	Aug.20-Sep.2
Nov.10	7	38.3	47.9	46-82	Aug.20-Sep.25
Nov.17	9	21.2	30.0	28-46	Oct.2-Oct.20
Dec.1	10	23.3	32.1	30-48	Oct.14-Nov.1
Dec.8	10	15.5	31.3	21-54	Oct.15-Nov.10
Dec.14	3	36.1	40.4	54-76	Sep.26-Oct.21
Dec.21	10	24.3	36.1	42-62	Oct.20-Nov.9

Table2に示した日別体長とふ化日を基に推定したふ化月を Fig.2 に示した。Fig.2のとおり、5～8月には3～6月（主に4～5月の春）発生群、9～12月には7～11月（主に7～10月の夏・秋）発生群が主に漁獲されたことが明らかになった。

初期成長

カタクチイワシ仔魚の成長速度には水温が影響することが知られている⁴⁾ことから、高水温期の7～9月発生群とその前後の3～6月発生群、及び10～11月発生群の3つに分けて、日齢 (D, 日) と体長 (BL, mm) との関係を Fig.4 に示した。

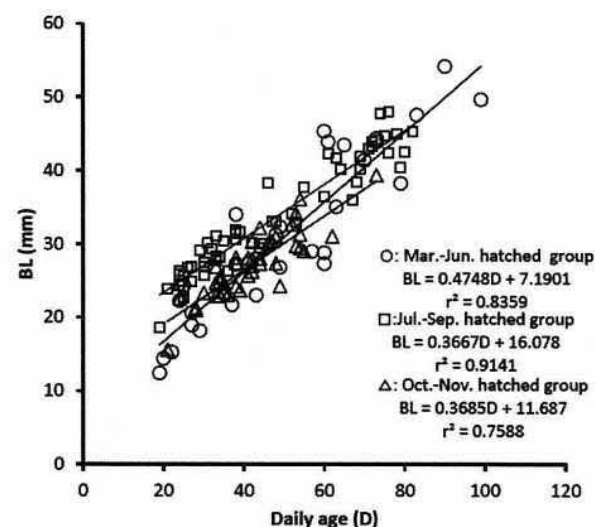


Fig.4 Relationship between the daily age and body length of *Engraulis japonicus* by hatched group.

発生群ごとの日齢と体長との関係は以下の関係式で示された。

3～6月発生群：BL = 0.4748D + 7.1901 ($r^2=0.8359$)

7～9月発生群：BL = 0.3667D + 16.0780 ($r^2=0.9141$)

10～11月発生群：BL = 0.3685D + 11.687 ($r^2=0.7588$)

上記の成長式を基に、発生群ごとの成長を比較すると、20日齢での計算体長は高水温期の7～9月発生群が最も大きく23.4mm、次いで10～11月発生群が19.1mmと大きく、3～6月発生群は16.7mmと最も小さい。しかし、その後の成長速度は、高水温期を経過する3～6月発生群が0.4748mm/日と最も大きい(Fig.4)。

考 察

本研究の結果、2015年の日本海南西山口県沿岸域では9月を境にカタクチイワシの銘柄組成及び体長組成がそれまでの中・小羽主体(体長40～70mm主体)から、シラス、カエリ主体(体長25～45mm主体)に大きく変わったこと(Figs.2, 3)、及びそれらは時間的に連続した発生群で構成され、5～8月には3～6月発生群主体、9～12月には7～11月発生群主体で構成されていたことが明らかになった(Fig.2, Table 2)。2015年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価結果によると、カタクチイワシ資源は低位で減少傾向と評価されているので⁹⁾、これは資源が低水準にあるときの群構造を示したものと考えることができる。

一方、中原¹⁾は資源高水準期の体長組成および脊椎骨数と水温の関係から、本海域の群構造について、5～6月の体長4cm程度から10～11月の10cm前後になるまで長期間出現する群(1～5月発生群)、10月頃体長2～3cm程度で出現し、11～12月になるにつれ2～9cmに成長する群(7～11月発生群)、及び4～7月にかけて体長9～14cmで出現する成魚群(6・12月発生群)の3群が存在する、と報告している。

2015年の群構造と資源高水準期のそれとを比較すると、両者は5～6月に体長4cm前後の小型魚が漁獲されたことは共通しているが、2015年には前者が経月的に成長した群及び4～7月にかけて9～14cmで出現する群がほとんど漁獲されなかったことが大きく異なっている。またふ化月についてみると、5～6月出現群のふ化月は資源高水準期には1～5月、2015年には3～5月と異なっていた。このように2015年の春には資源高水準期に出現した1～2月の早期に発生した群が出現せず、しかも小型魚が成長しながら10～11月の秋まで継続して漁獲されるということも見られなかったことが大きな特徴で

ある。本種の産卵は東シナ海や九州近海では冬から始まり、次第に時間的遅れを伴い北方へ拡大し⁶⁾、産卵盛期は長崎県沿岸域では4月⁷⁾、本海域では5～6月であること⁸⁾、及び九州北部海域における卵・仔魚は発育しながら東方へ移動すること⁹⁾を考慮すると、2015年には8月までは本海域～九州北西部沿岸域で3～6月に発生したローカルな群が漁獲されたと考えられる。そしてその発生量が少なかったため、成長した群が漁獲されず、漁獲量も少なかった可能性が高い。

次に秋に出現する群に注目すると、2015年及び資源高水準期ともに7～11月に発生した小型魚が漁獲されたことは共通しているが、2015年には9月から2～4cmの小型魚が漁獲されたのに対し、資源高水準期には10月頃から1か月遅れて漁獲されたことが異なっている。このことから、2015年には1～5月発生群の資源の減少に加え、その出現期間の短縮により発生するニッチを利用して7～11月発生群の出現時期が早くかつ長くなっていた可能性が示唆される。

謝 辞

標本の採取に便宜を図っていただいた山口県漁業協同組合湊地方卸売市場の職員の皆様に感謝する。

なお、本研究の一部は我が国周辺水産資源調査・評価等推進委託事業で実施した。

文 献

- 1) 中原民男(1974)：日本海の山口県産カタクチイワシの生物学的諸特性と漁況変動．山口県外海水産試験場研究報告，14，41-61.
- 2) 中原民男・小川嘉彦(1979)：浮魚類における卓越種の交替—I 資源の長期変動と分布域の変化．水産海洋研究会報，(34)，21-31.
- 3) Tsuji S. and T. Aoyama (1984)：Daily Growth Increments in Otoliths of Japanese Anchovy Larvae *Engraulis japonica*. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 50 (7), 1105-1108.
- 4) 坂口健司(2005)：スルメイカ平衡石の採取および輪紋計数マニュアル．北海道釧路水産試験場技術資料，4，pp60.
- 5) 安田十也・黒田啓行・服若雅章(2015)：平成27年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価．平成27年度我が国周辺水域の漁業資源評価(魚種別系群別資源評価・TAC種以外)，水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター，859-878.
- 6) 船越茂雄(1990)：遠州灘，伊勢・三河湾およびその

周辺海域におけるカタクチイワシの再生産機構に関する研究. 愛知水試研究業績 B しゅう第10号, 1-208.

- 7) 山下金義 (1984): 五島灘におけるイワシ卵, 稚仔の分布とシラス漁況. 長崎県水産試験場研究報告, (10), 7-17.
- 8) 河野光久 (2006): 山口県日本海沿岸域で漁獲されるいわし類当歳魚の漁況予測に関する研究—I 日本海南西部山口県沖におけるいわし類卵・仔魚豊度の経年変化. 山口県水産研究センター研究報告, (4), 57-63.
- 9) 河野光久・中原民男 (1998): 日本海南西海域におけるマイワシ及びカタクチイワシ卵・仔魚の分布と環境. 山口県外海水産試験場研究報告, 27, 11-25.

山口県日本海沿岸域における ケンサキイカ釣り漁場の形成要因

河野光久

Factors Affecting the Formation of Jigging Fishing Grounds for Swordtip Squid (*Uroteuthis edulis*)
in Coastal Waters off Yamaguchi Prefecture, Southwestern Sea of Japan

Mitsuhisa KAWANO

Environmental factors of jigging fishing grounds for swordtip squid (*Uroteuthis edulis*) were investigated in coastal waters off the northwestern Yamaguchi Prefecture, southwestern Sea of Japan during April to November in 2014. The main fishing grounds in May and June were formed in coastal waters shallower than 80 m at depth and moved to offshore waters after summer. Factors affecting the formation of the fishing grounds were analyzed using a generalized linear mixed model (GLMM). GLMM revealed that the number of fishing boats is affected by month, bottom water temperature, number of zooplankton and density of fish school.

Key words : *Uroteuthis edulis* ; Fishing ground ; Squid jigging ; Environmental factors

ケンサキイカ *Uroteuthis edulis* は日本海南西沿岸域では主にいか一本釣りで漁獲される。その漁場は1970年代には初漁期の4～5月には沿岸寄りの水深30～50mに形成され¹⁾、漁期が進むにつれ次第に沖合へと移り、秋季には水深80m以深の沖合域に形成されていた²⁾。しかし、近年山口県沿岸域では来遊量の減少に伴い、春に50m以浅にほとんど漁場が形成されず³⁾、漁場形成が不安定になっている。このため、漁業者から漁場に関する情報提供が強く求められている。漁場に関する情報を提供するための方法としては、日々の漁船の操業位置情報を提供することや漁場形成要因を解明して漁場予測情報を提供することが考えられる。しかし、前者については協力漁船が得られにくいという問題がある。そこで、本研究は将来ケンサキイカの漁場予測につなげるため、2014年4～11月に山口県北西部沿岸の日本海でケンサキイカ釣りの漁場と環境調査を行い、漁場形成要因の解明を試みたので、その結果を報告する。

お(119トン)で2014年4月21日、5月22日、6月17日、7月15日、8月20日、9月16日、10月24日、11月19日の8回、山口県北西部沿岸の日本海 (Fig.1) で実施した。

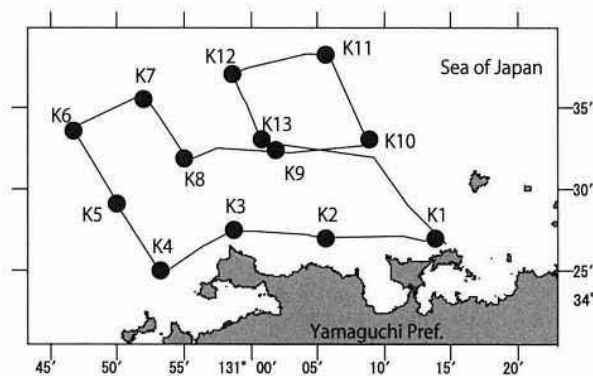


Fig.1 Map showing the survey area. Dots (K1-K12) show the observation stations. K13 shows the site for radar survey.

材料及び方法

調査方法

ケンサキイカの漁場調査は、山口県漁業調査船くろし

各月 K1～K12の12点において水中投入式蛍光光度計 (アレック電子社製 ACL220PDK, 以下、クロロテックという。) による水温、塩分、クロロフィル濃度の計測, 改良型ノルパックネット (網目0.335mm) の鉛直曳による動

物プランクトンの採集を行った。採集時には水計（離合社製）により水量を計測した。採集した試料は10%ホルマリン海水で固定した後、実験室で沈殿量を測定し、さらに動物プランクトンの種の同定と個体数の計数を行った。クロロテックで得られた蛍光強度は渡辺ら⁴⁾の換算式によりクロロフィル値に換算した。航走中は科学計量魚群探知機（古野電気社製 FQ70）による反応強度の計測を行った。K13 (Fig.1) において午後8時頃レーダー（日本無線社製 JMA6252-6）を12マイルレンジに設定して漁船の操業位置を把握した。ただし、7月15日のみ K13 での探査ができず、それよりかなり岸寄りの2点（K1, K2）で6マイルレンジによる探査を行った。この海域で夜間に操業する漁船はほぼすべてケンサキイカ釣り漁船とみなすことができる。

データ解析

ケンサキイカ釣り漁場の形成要因を推定するため、各観測点を中心として半径2.5マイル内のケンサキイカ釣り漁船数を応答変数、以下の変数を説明変数、観測点をランダム効果、確率分布をポワソン分布とする一般化線形混合モデル (GLMM) による解析を行った。ただし、レーダーによる漁船の探査については、調査海域を必ずしもすべて網羅することはできなかったため、各観測点から半径2.5マイル内のレーダー探査海域面積を offset 項とした。説明変数は、月（4～11月）、各観測点における水深、海面水温（℃）、50m 深水温（℃）、底層水温（℃）、海面塩分、50m 深塩分、底層塩分、プランクトン沈殿量（cc/m³）、クロロフィル量（mg/m³）、クロロフィル積算値（mg/m²）、動物プランクトン個体数（個 /m³）、カイアシ類個体数（個 /m³）、および魚群反応強度とした。このうち魚群反応強度については、各観測点から半径2.5マイル内の反応のうち、記録紙から魚群と見られる反応を抽出し、SA 値（dB）をデシベル値から線形値に戻して平均化した値を用いた。フルモデルからの説明変数の取捨選択を行い、AIC（赤池情報量基準）を最小化するモデルを最良の回帰モデルとした。以上の統計解析には R ver3.1.0 (2014 The R Foundation for Statistical Computing Platform) を使用した。

結 果

月別ケンサキイカ釣り漁場

2014年4～11月各月のケンサキイカ釣り漁船の分布を Fig.2 に示す。

ケンサキイカ釣り漁場は (Fig.2)、4月には水深50m の沿岸域から水深120m の沖合域までまばらに形成された。5月には漁場は水深50m から120m まで広範囲に形成さ

れたが、多くの漁船は水深50m の等深線に沿って帯状に分布した。6月には漁船は沿岸寄りの水深50～80m に分布した。7月には沖合域の漁船データが無いため、沖合域の漁場形成については言及できないが、沿岸域では水深50m の等深線に沿って高密度に漁船が分布していた。8月以降水深80m から100m にかけての沖合域で操業する漁船が増加した。8月および9月には水深50m から80m の比較的沿岸寄りで操業する漁船が20～40隻みられたものの、10月および11月にはほとんど見られなくなった。

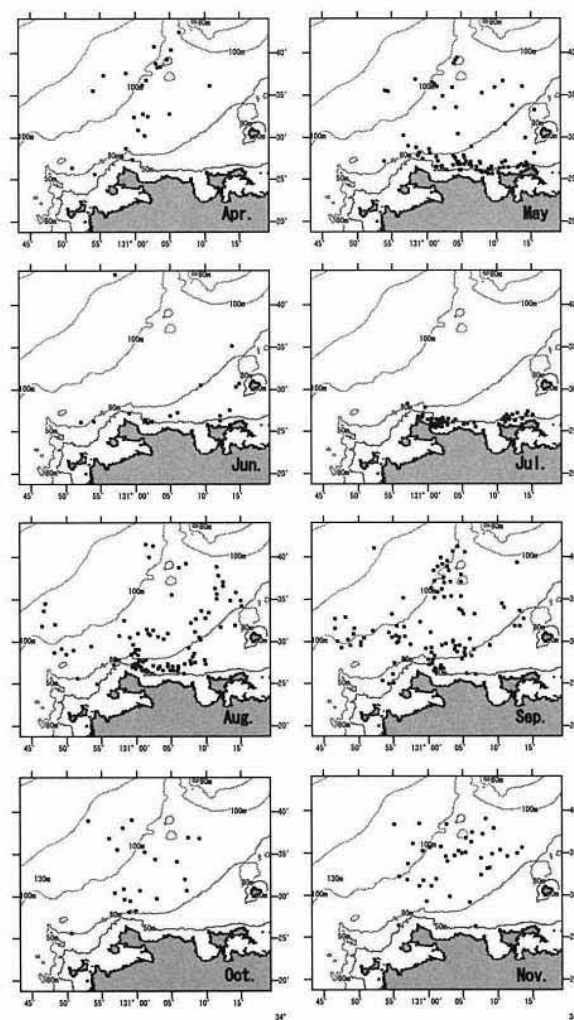


Fig.2 Monthly plots of location for swordtip squid jigging boats based on radar observations in coastal waters off the northwest of Yamaguchi Prefecture in 2014..

GLMM による解析結果

ケンサキイカ釣り漁場の形成要因について、GLMM で解析した結果を Table 1 に示す。

AIC により選択された最良モデルは、説明変数に月、底層水温、動物プランクトン個体数、魚群反応強度を用いたモデルであった (Table 1)。

Table 1 Parameter estimates in the selected generalized linear mixed model (GLMM) for number of squid jigging boats.

Parameter	Coef	se	z	Pr
Intercept	-11.57	1.91	-6.06	<0.001
Month (relative to October)				
November	0.87	0.34	2.57	0.01
April	2.01	0.60	3.36	<0.001
May	1.24	0.45	2.75	0.006
June	-0.81	0.52	-1.54	0.12
July	0.34	0.37	0.93	0.35
August	1.20	0.30	3.94	<0.001
September	1.74	0.30	5.85	<0.001
Bottom temperature (°C)	0.34	0.09	3.74	<0.001
N. of zooplankton (n./m ³)	0.001	0.0002	3.58	<0.001
Scattering strength of fish (/m ²)	0.03	0.01	2.16	0.03
Residual deviance: 210.2 on 78 degrees of freedom				
AIC: 234.2				

底層水温、動物プランクトン個体数、魚群反応強度の係数は正の値を示した。

考 察

小川ら²⁾は1979～1981年のいか釣り標本船データを基に日本海南西海域のケンサキイカ漁場は、初漁期の春には水深50m以浅の浅所が漁場の中心なるが、夏以降水深80m以深の沖合域に移動すると報告している。小川ら²⁾はこの漁場の沖合化の起きる時期が夏の低塩分水の出現時期と一致していたことから、漁場の沖合化はケンサキイカの低塩分水に対する忌避反応を反映した現象である可能性が強いと考えた。森脇・小川⁵⁾も浜田沿岸域のケンサキイカ漁場が高温・低塩分域を避けて、6月および10月ともに相対的に低温・高塩分な水塊中に形成されると報告している。本研究においては4月の漁場は水深50m以浅に集中することはなく、水深50～120mの広範囲にまばらに形成された (Fig.2)。このような春の漁場の沖合化は2002年にすでに確認されており³⁾、その後継続している現象とみなされる。夏以降の漁場については本研究においても顕著に沖合化した (Fig.2) が、GLMMにより漁場形成要因について解析した結果、塩分は漁場形成に強い影響を及ぼしているとは考えられず、漁場形成要因としては月、底層水温、餌生物としての動物プランクトン個体数、魚群反応強度が採択された (Table 1)。このうち、底層水温については、本研究では係数が正の値を示したことから、漁場形成に正の影響を及ぼし、相対的に水温が高い海域ほど漁場が形成されやすいと考えられた。森脇・小川⁵⁾は浜田沿岸域のケンサキイカ漁場が6月には魚群の濃密分布域とよく一致し、10月にも魚群分布の沖合化に対応して沖合域に移動したことから、ケンサキイカの餌生物としての魚群分布が漁場形成に影響していると考えている。本研究においても、魚群反応強度の係数が正の値を示したことから、魚

群分布量は漁場形成に正の影響を与えていると考えられた。漁場形成要因としての月の効果については以下のように考えられる。日本海南西沿岸域ではケンサキイカは月ごとに外套背長、成熟状態、移動状況の異なる群が出現する⁷⁻⁹⁾こと、および出現する季節によってケンサキイカの適応水塊が異なる^{5,10,11)}ことを考慮すると、漁場形成要因としての月は、月ごとに出現する群が異なることにより、それぞれの生息適環境も異なることを通じて漁場形成に影響していることを示すものであろう。

本研究では当初、一般化線形モデルを用いて解析を試みたが、過分散の問題が生じたため、それを避けるために観測点をランダム効果とする一般化線形混合モデルを用いることにした。このことは、ケンサキイカの漁場が半径2.5マイル以内というごく小さい空間スケール内の海底の起伏など、場所の影響を受けて形成されている可能性を示唆している。

謝 辞

漁場調査に協力していただいた山口県漁業調査船くろしおの乗組員の皆様に感謝する。

文 献

- 1) 森脇晋平・中原民男・山田英明 (1983) : 日本海西部沿岸水域における“シロイカ”成熟群の来遊状況と幼イカの出現状況. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (1), 51-63.
- 2) 小川嘉彦・山本達雄・名角辰郎・森脇晋平 (1982) : 日本海南西沿岸水域における“シロイカ”漁場の海況特性. 水産海洋研究会報, (41), 1-10.
- 3) 河野光久 (2004) : 日本海南西山口県沿岸域における近年のケンサキイカの資源生態と漁業実態の特徴的変

- 化．山口県水産研究センター研究報告，(2)，77-85.
- 4) 渡辺俊輝・中川倫寿・齋藤秀郎・繁永裕司(2008)：日本海南西海域におけるクロロフィルの季節・経年変動．西海区ブロック漁海況調査研究報告，(15)，37-55.
- 5) 森脇晋平・小川嘉彦(1985)：浜田沿岸海域における海洋構造の季節変化にともなう“シロイカ”漁場形成位置の地理的变化．水産海洋研究会報，(47・48)，29-35.
- 6) 森脇晋平・小川嘉彦(1986)：餌生物としてのいわし類の変動が“シロイカ”の漁場形成と漁況変動に及ぼす影響．水産海洋研究会報，50(2)，114-120.
- 7) 山田英明・小川嘉彦・森脇晋平・岡島義和(1983)：日本海西部沿岸域におけるケンサキイカ・ブドウイカの生物学的特性．日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書，(1)，29-50.
- 8) 山田英明・河野光久・森脇晋平・堀 豊・武田雷介(1986)：日本海西部沿岸域に出現する“シロイカ”(Loligo edulis)の生活グループ．日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書，(2)，1-18.
- 9) 河野光久(1997)：日本海南西海域におけるケンサキイカの資源生態学的研究．山口県外海水産試験場研究報告，26，1-25.
- 10) 安藤朗彦・中田英昭・石坂丞二(2013)：玄界灘のケンサキイカ漁場形成における対馬暖流の影響．水産海洋研究，77(2)，83-91.
- 11) 小川嘉彦・森脇晋平・山田英明・武田雷介(1986)：山陰沿岸“シロイカ”漁場の海況．日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書，(2)，25-55.

山口県日本海沿岸域における ケンサキイカ釣り漁場の予測

河野光久

Prediction of Fishing Grounds for Swordtip Squid (*Uroteuthis edulis*) Jigging in Coastal Waters
off Yamaguchi Prefecture, Southwestern Sea of Japan

Mitsuhisa KAWANO

In order to predict the fishing grounds for swordtip squid (*Uroteuthis edulis*) jigging, a predicting model using catch data by sample fishing boats and water temperatures at 50m depth of JADE (Japan sea data assimilation experiment) or JADE2 was created. The predicting model is as follows:

$$P = L \times \alpha + W \times (1 - \alpha)$$

P : Predicting score

W : Score of water temperature based on suitable water temperatures at 50 m depth

L : Score by location based on average CPUE

α : Weight of L ($0 < \alpha < 1$)

When α was 0.7, the predicted fishing grounds in 2015 were approximately agreed with those of actual ones except for poor catch months (April and December).

Key words : *Uroteuthis edulis*; Prediction of fishing ground; Squid jigging

ケンサキイカ *Uroteuthis edulis* は山口県日本海沿岸域では主にいか一本釣り漁業で漁獲される重要種である。近年ケンサキイカ資源の減少に伴い、漁獲量が減少し¹⁾、漁場形成が不安定になってきている。このため、漁業者から漁場に関する情報提供が求められている。そこで山口県では2013年から山口県日本海沿岸域におけるケンサキイカ釣り漁場の予測技術を開発するための調査研究を行ってきた。ケンサキイカの漁場予測については、安藤²⁾が衛星のChl-a濃度と水温データを基に海域の漁場の評価を行い、評価点が高い海域に漁場が形成されていたことから、直前の衛星データを基に漁場を予測できる可能性を示唆しているが、実用化はされていない。河野³⁾は漁場予測技術開発調査研究の成果として、ケンサキイカの漁場形成要因について場所をランダム効果とする一般化線形混合モデル(GLMM)を用いて解析し、月、底層水温、餌生物(動物プランクトン個体数及び魚群反応強度)が漁場形成にとって重要であることを報告している。本論文では、この研究結果を基に、現実的なパラメータを利用し、ケンサキイカ釣り漁場を予測するモデルを

構築するとともに、予測の検証を行ったので、結果を報告する。

材料及び方法

予測モデルを構築するために用いたデータは、いか釣り標本船10隻の2013年及び2014年各年4～12月の日別漁場別ケンサキイカ漁獲量、及び日本海海況予測システム(2015年5月まではJADE、6月以降はJADE2)の日別50m水温である。

予測モデルの構築にあたっては、河野³⁾のGLMMモデルを参考にした。ケンサキイカ釣り漁場は、経月的に明瞭に変化する³⁾ので、月ごとに漁場を予測する必要がある。しかし現実的には、月1回の予測では漁業者にとって不十分であるため、旬(10日)ごとに予測を行うこととした。また、予測海域はいか釣り標本船の操業範囲³⁾を基に、北緯34度10分～35度10分、東経130度20分～131度45分の範囲とし、予測漁場の最小グリッドはJADE2の解像度が南北1/15度、東西1/12度である

ことから、南北、東西それぞれ1/12度とした。河野³⁾のGLMMモデルにおける場所のランダム効果は、場所ごとに固有の変動特性がある、すなわち漁場が安定的に形成されやすい場所とそうでない場所があると考え、上記標本船データから旬別グリッド別に1隻当たりケンサキイカ漁獲量(CPUE)を求めた。そして、旬別グリッド別CPUEを各旬のCPUE最大値で除し、旬別グリッド別の場所スコア(L)として場所の効果をモデルに取り込んだ。河野³⁾のGLMMモデルの説明変数のうち、動物プランクトン個体数及び魚群反応強度はケンサキイカの餌生物量の指標となるものと考えられるが、これらのデータは調査船を使って調査しない限り得られるものではないので、予測には使えない。底層水温についてはJADEまたはJADE2では得られないので、50m深水温を代用し、標本船の日々の操業位置の水温は操業位置から最も近いポイントの50m深水温とし、旬別グリッド別に漁獲量で重みづけをした水温を求め、それを旬別グリッド別の代表水温とした。また、旬別グリッド別漁獲量の総和と操業隻数の総和を求めた。これらの旬別グリッド別データを基に、旬別水温(0.5°C刻み)別にケンサキイカ漁獲量総和と操業隻数総和を求め、前者を後者で除して、旬別水温別CPUEを算出した。それを旬別水温別CPUE最大値で除して、旬別水温別に適水温スコア(W)

を設定した。漁場の予測にあたっては、予測する旬の中央日のJADEまたはJADE2の50m深水温計算値からグリッド毎の平均予測水温を求め、Wに変換した。

漁場の予測は、漁場予測スコア(P)を次式で求め、Pの値を円の大きさに地図上に示すことにより行った。

$$P = L \times \alpha + W \times (1 - \alpha)$$

P: 漁場予測スコア

L: 場所スコア

W: 適水温スコア

α : 場所(L)の重み ($0 < \alpha < 1$)

α を設定するため α を0.3から0.7まで変化させ、2015年の春季成熟群の盛漁期の6月中旬及び秋季未熟群の盛漁期の9月中旬⁴⁾の漁場予測スコアの分布がどう変化するかを調べた。この結果とケンサキイカが大陸棚(海底)に依存して生活し⁵⁾、産卵も海底で行う⁶⁾ため、その漁場が場所の影響を強く受けて形成されることを考慮して、 α は0.7と設定して漁場予測スコアを計算した。

予測結果を検証するため、2015年の4~12月各月中旬の漁場予測スコアの分布と標本船の操業位置とを比較した。

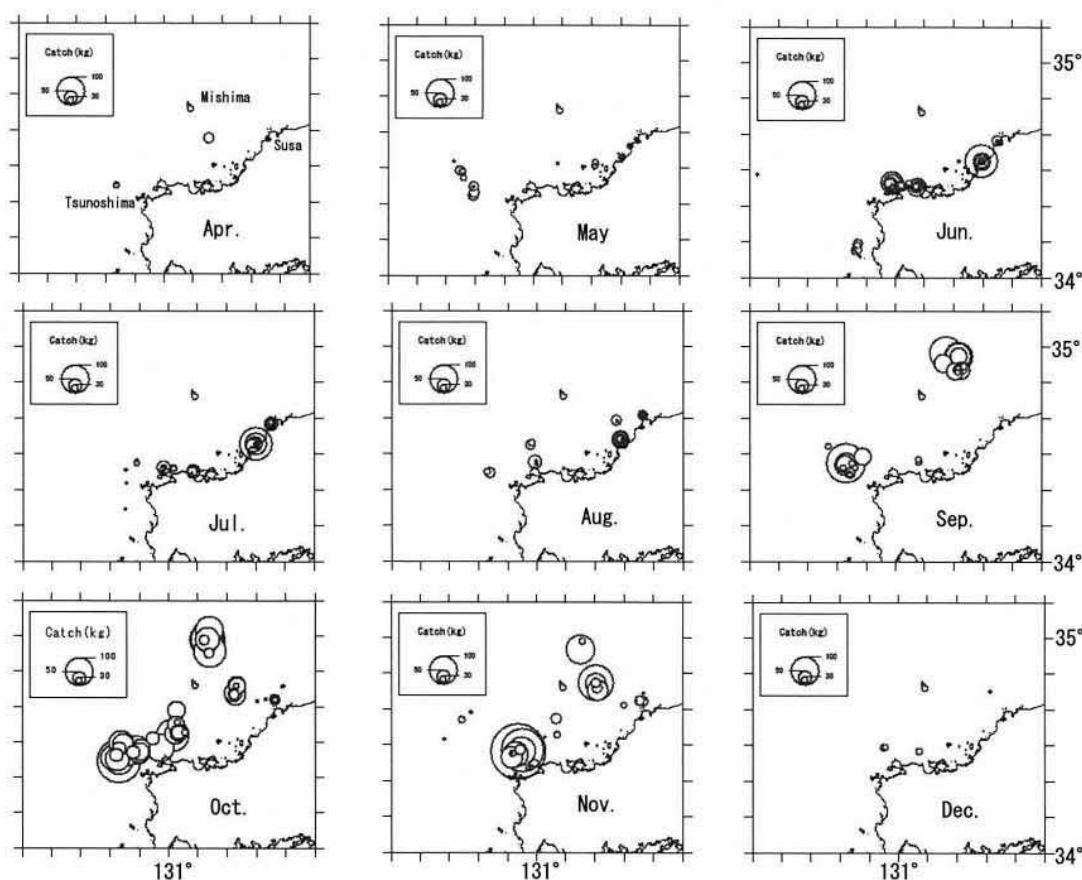


Fig.1 Monthly catch distributions of swordtip squid by squid jigging boats in coastal waters off Yamaguchi Prefecture in 2015.

結 果

2015年の標本船の漁場

2015年4～12月各月中旬のケンサキイカ釣り標本船の操業位置別漁獲量を Fig.1 に示す。4月にはわずかに角島北西沖と見島南沖に漁場が形成された。5月には角島北西沖で漁場の広がりや漁獲量の増加が見られるとともに、県北東部の距岸10海里よりも沿岸域にも漁場が形成された。6～7月には県北部の距岸10海里よりも沿岸域を中心として漁場が拡大し、漁獲量も増加した。8月には距岸10海里内で6～7月よりもやや沖寄りに漁場が広がった。9月には角島北西沖と見島北東沖の沖合域に漁場が移動し、漁獲量が顕著に増加した。10～11月には9月よりも漁場が拡大し、県北西部沿岸域と見島北東～東沖に漁場が形成された。12月には漁獲量が著しく減少し、漁場は県北西部沿岸域にわずかに形成されただけであった。

α の変化に伴う予測漁場の変化

α を変化させた場合の2015年6月中旬及び9月中旬の漁場予測スコアを Fig.2 に示す。6月には (Fig.2), α が0.3ではほぼ全域でスコアが0.5以上と高い値を示したが、 α が0.5になるとスコアの高い海域が見島より沿岸域にやや縮小した。さらに α が0.7に高まるとスコアの高い海域はさらに沿岸寄りに縮小し、標本船の漁場分布

(Fig.1) に近づいた。9月には (Fig.2), α が0.3では山口県北西部沿岸から沖合で広くスコアが0.5前後と比較的高い値を示す一方で、見島北東沖ではスコアが低く、標本船の漁場 (Fig.1) とは異なっていた。しかし、 α が0.5及び0.7では山口県北西部沖と見島北東沖にスコアが高い海域が見られ、標本船の漁場 (Fig.1) とほぼ一致していた。

予測モデルによる2015年の漁場予測結果

予測モデルによる2015年4～12月各月中旬の漁場予測結果を Fig.3 に示す。漁場予測スコアは4月には角島北西沖と見島東沖で高かった。5月には見島東沖及び距岸15海里以内の県北西部～北部沿岸域でスコアが高かった。6月には5月とほぼ同様に沿岸域でスコアが高かったが、見島東沖でスコアが低下し、県北東部沿岸域でスコアが高くなった。7月にはスコアが高い海域が6月よりもさらに沿岸寄りに縮小した。8月及び9月にはスコアが高い海域が7月よりも沖合に移動し、角島北西沖及び見島北東沖を中心としてスコアが高かった。10月には角島北西沖から見島にかけての沖合域でスコアが高くなった。11月も沖合域でスコアが高く、角島北西沖に加え見島北沖及び南沖を中心として高いスコアが認められた。12月にはスコアが高い海域が顕著に減少し、わずかに見島東沖および県北東部沖でスコアが高かった。

以上のとおり、スコアの高い海域は5～7月には沿岸

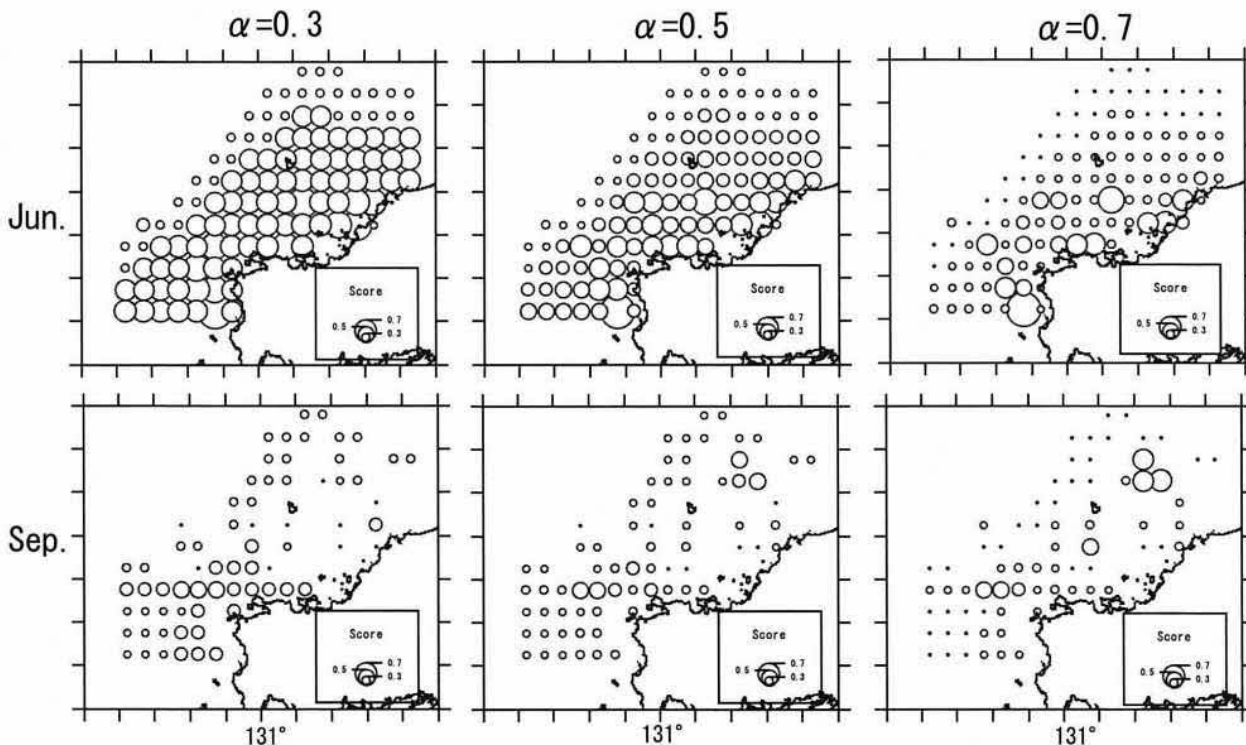


Fig.2 Predicted fishing grounds for swordtip squid jigging in middle June and September, 2015 by value of α (weight of score by location).

寄りに分布し、その後8月から沖合に移動し、9～11月には沖合域を中心に分布しており (Fig.3), このような経月変化は標本船の漁場の経月変化 (Fig.1) とよく一致している。しかし、漁獲量が少ない4月や12月には漁獲量が多い海域をうまく予測できていないほか、見島沖及び角島北西沖の漁場の重心をうまく予測できていない月 (5月, 8月, 10月, 11月) も見られた。

考 察

漁場予測モデルを用いて2015年の漁場を予測した結果、漁場が5～7月には沿岸域寄りに形成され、8月以降沖合に移動するという経月変化を予測することはできた (Figs.1, 3)。しかし、漁獲量が少ない時期には漁場を予測することが難しいこと、及び見島沖および角島北西沖の漁場の重心を的確に予測することが難しい月があることが明らかになった。

この原因としては、第一に、今回構築したモデルが資

源低水準期¹⁾におけるわずか2年の標本船操業データに基づいていることが挙げられる。一般に生物は資源の増減に伴い、来遊量の増減とともに分布域も拡大・縮小するため、資源状態が変化すると予測モデルの適合度が低くなると考えられる。従って、今後も漁場のモニタリングを継続し、資源状態に応じた場所スコア及び適水温スコアを設定し使っていく必要がある。

第二に、本研究の標本船はケンサキイカの水揚げが多い地区で、かつ水揚げ上位の漁業者に依頼しているものの、標本船数が10隻といか釣り経営体数 (約300) に比べ少ないことから、漁場を網羅できていない可能性があることが問題点として挙げられる。今回、予測の検証は標本船データを用いて行ったが、今後、本県日本海沿岸域で操業するイカ釣り漁船全船の操業位置をレーダーを用いて適宜調査し、予測の検証を行う必要がある。

第三に、 α の設定の問題が挙げられる。今回は2015年の盛漁期の6月中旬及び9月中旬の予測結果とケンサキイカの生態を考慮して α を0.7として各月の漁場を予測

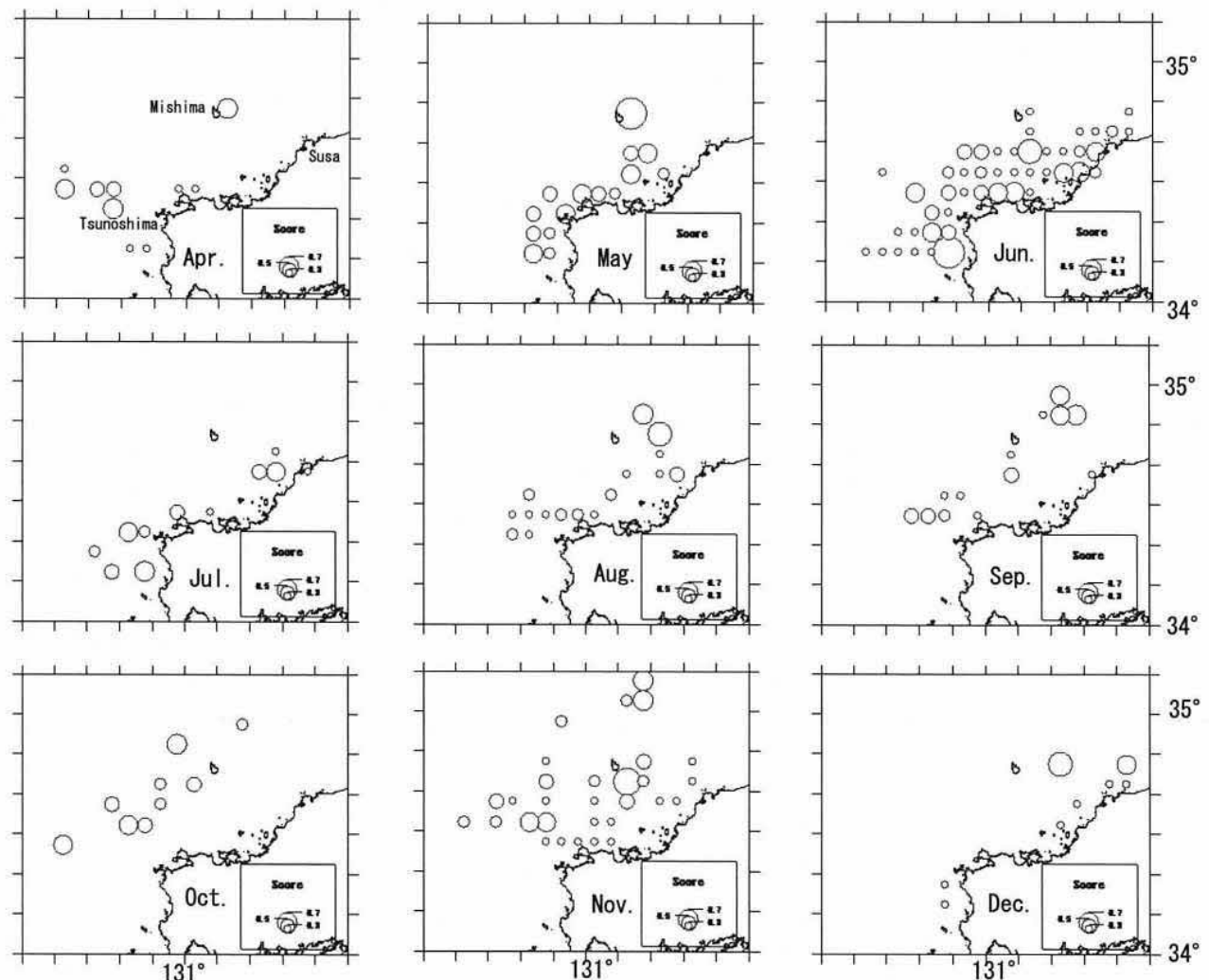


Fig.3 Monthly predicted fishing grounds for swordtip squid jigging in coastal waters off Yamaguchi Prefecture in 2015 based on predicting score.

した。しかし、予測漁場を月ごとに細かくみると6月には α が0.7でようやく標本船の漁場分布に近づいたのに対し、9月には α が0.5ですでに標本船の漁場とほぼ一致したことから (Figs.1, 2), 6月の方が9月よりも場所の効果が大きいことが窺える。これは6月には成熟群主体であり漁場が産卵場所に大きく依存するのに対し、9月には未熟群であるので成熟群ほど場所への依存度が大きくないことによるものと考えられる。今後、実際に予測する際には、月ごとに細かく α を変える必要があるかもしれない。

第四に、河野³⁾がケンサキイカの漁場形成要因として採用した説明変数のうち餌の指標が実際の予測には用いることができないことが挙げられる。餌生物の効果については、餌が集まりやすい場所として場所の効果の中に含まれているとは考えられるが、その量変動は場所の効果には含まれていない。このため、漁業者が漁場を選定する際には予測情報に加え、魚群探知機の魚群反応の有無を考慮することが望まれる。

文 献

- 1) 依田真里・福若雅章 (2015) : 平成27年度ケンサキイカ日本海・東シナ海系群の資源評価. 平成27年度我が国周辺水域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価・TAC 種以外), 水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター, 1896-1905.
- 2) 安藤朗彦 (2004) : 衛星データといか釣り漁業のCPUEによる筑前海の水域区分. 福岡県水産海洋技術センター研究報告, (14), 67-74.
- 3) 河野光久 (2017) : ケンサキイカ釣り漁場の形成要因. 山口県水産研究センター研究報告, (14), 7-10.
- 4) 山田英明・河野光久・森脇晋平・堀 豊・武田雷介 (1986) : 日本海西部沿岸域に出現する“シロイカ” (*Loligo edulis*) の生活グループ. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (2), 1-18.
- 5) Natsukari, Y. and M. Tashiro (1991) : Neritic squid resources and cuttlefish resources in Japan. Mar. Behav. Physiol., 18, 149-226.
- 6) 夏莉 豊 (1976) : ケンサキイカの産卵場の潜水観察. 貝類学雑誌, 35 (4), 206-208.

山口県日本海沿岸域で漁獲されるサワラの生物特性

河野光久

Biological Characteristics of Spanish Mackerel (*Scomberomorus nihonius*) Caught in Coastal Waters off Yamaguchi Prefecture, Southwestern Sea of Japan

Mitsuhisa KAWANO

Growth, maturation and food habitat of Spanish mackerel (*Scomberomorus nihonius*) caught in coastal waters off Yamaguchi Prefecture, southwestern Sea of Japan during the period of 2009 to 2011 were surveyed. Growth of the fish (0-1 y-age) was shown as the following formula based on the monthly modes of the fork lengths:

$$L_t = 83.4(1 - \exp^{-k_1 t})$$

$$K_1 = 0.1912 \sin(2\pi(t - 2.4579)/12) + 0.0659(t + 3.0935)$$

Lt: Fork length (mm), t: month

Some matured fishes were found in males in May but not found in females. The major prey species were seasonal dominant pelagic fishes in the area, such as *Engraulis japonicus* and *Trachurus japonicus*.

Key words : *Scomberomorus nihonius* ; Growth; Maturation; Food habitat; Southwestern Sea of Japan

サワラ *Scomberomorus nihonius* は日本海では1999年以降漁獲量が急激に増加し¹⁾, 定置網や曳縄釣りなどの重要な漁獲対象種となっている。日本海におけるサワラの生物特性や生態については、戸嶋ら²⁾が漁獲状況および分布・移動について、藤原ら³⁾が雌の成熟と産卵について報告している。しかし、山口県日本海沿岸域に來遊する群の生物特性については、最小体サイズについての報告があるのみで⁴⁾, 十分に明らかにされているとはいえない。本海域の來遊群の生物特性を明らかにすることは、本県地先で操業する漁業者に役立つ情報を提供していくために重要であると考えられる。そこで、本報告は山口県日本海沿岸域に來遊するサワラの成長、成熟、性比及び食性の解明を行った。

なお、本研究は農林水産技術会議の新需要創成実用化事業(平成21～23年度)で得られた資料を用いた。

材料及び方法

サワラの成長を明らかにするために2009年4月から

2011年12月に山口県日本海沿岸域で定置網や曳縄釣りなどで漁獲され、山口県漁協萩地方卸売市場及び山口県漁協仙崎地方卸売市場に水揚げされたサワラ8,936個体の尾叉長を測定した。この3ヶ年の尾叉長データを月別に5mm幅の階級でまとめて3項移動平均を行い、尾叉長組成の経月変化を調べた。そして月別の尾叉長モード及びふ化時の全長(約5mm)⁵⁾を基に、東シナ海の産卵盛期の6月⁶⁾をふ化月として1歳魚までの成長をPichter and Macdonald⁷⁾の正弦関数を持つBertalanffyの成長式で推定した。成長式のパラメータ推定に当っては、Microsoft Excelのソルバー(非線形解法)を使用した。

尾叉長-体重関係、性比、成熟状態、食性を明らかにするために、2009年7月から2011年12月まで山口県日本海沿岸域で主に定置網や曳縄釣りなどで漁獲されたサワラ1,769個体について、尾叉長、体重、生殖腺重量の計測、生殖腺に基づく雌雄の判別、生殖腺熟度の肉眼観察、及び胃内容物の同定を行った。熟度は雄では精巢が細くひも状の個体を未熟、精巢が厚みを増し白っぽくなるが精液が流れ出ない個体を発達中、精巢が白色で切

断すると精液が流れ出る個体を成熟、雌では卵巣が半透明でひも状の個体を未熟、卵巣が厚みを増し淡黄色を呈し肉眼で卵粒を確認できる個体を発達中、卵巣内に透明な完熟卵が見られる個体を成熟、卵巣は大きい紫がかり、委縮している個体を産卵後とした。生殖腺熟度指数 (GSI) は次式で求めた。

$$GSI = GW/BW \times 100$$

ここで GW は生殖腺重量 (g), BW は体重 (g) である。胃内容物は可能な限り種を同定し、月別に出現頻度法で示した。

結 果

成長

小型魚の加入が見られる9月から翌8月の月別尾叉長組成の経月変化を Fig.1 に示す。

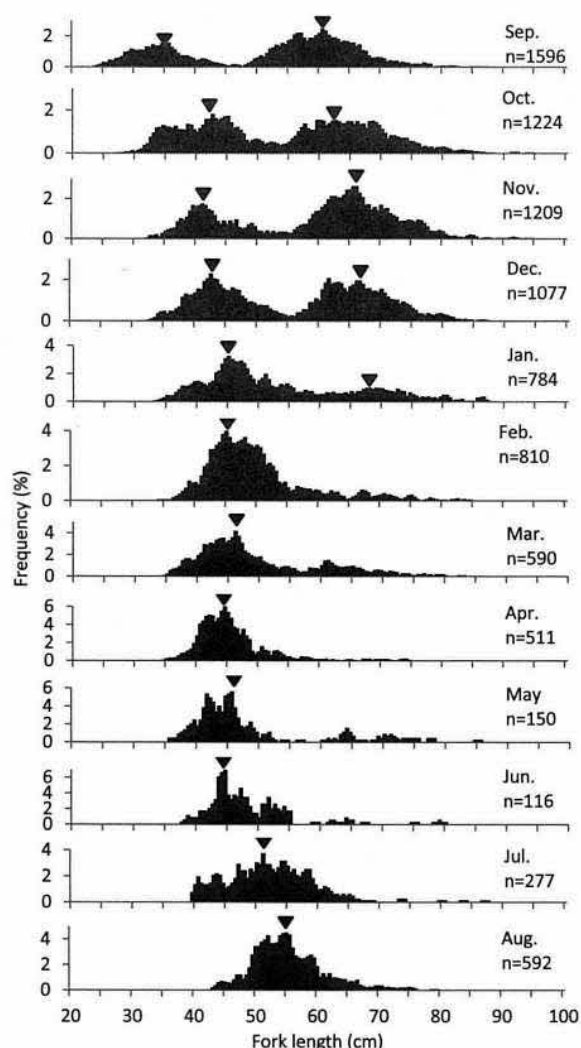


Fig.1 Monthly change in fork length of *Scomberomorus niphonius* caught in coastal waters off Yamaguchi Prefecture, southwestern Sea of Japan during the period of 2009 to 2011.

9月には2つの山が見られ、各山のモードは35.0cmと60.5cmであった (Fig.1)。前者は“サゴシ”と呼ばれる0歳魚で後者は“サワラ”と呼ばれる1歳魚主体で構成される群である。0歳魚の尾叉長組成は10月には2つの山に分かれ、大きい方の山のモードは42.5cm、小さい方の山のモードは35.0cmであった。11月以降の0歳魚の尾叉長モードは11月に41.0cm、12月に42.5cm、1月に45.0cmと経月的に大きくなった。しかし、2月から6月には尾叉長モードは44.5~46.0cmとほとんど大きくなり、成長が停滞する傾向がうかがえた。3月から6月にはむしろ尾叉長組成がやや小型化した。0歳魚が満1歳になる6月以降再び成長が見られようになり、尾叉長モードは7月に47.0cm、8月に55.0cm、9月に60.5cm、10月に62.5cm、11月に65.5cm、12月に66.0cm、1月に67.5cmと経月的に顕著に大きくなった。

6月をふ化月として推定されたふ化後19ヶ月までの成長は正弦関数を持つ Bertalanffy の成長式で以下のとおり示された (Fig.2)。

$$Lt = 83.4 (1 - \exp^{-k1})$$

$$K1 = 0.1912 \sin(2\pi(t - 2.4579)/12) + 0.0659(t + 3.0935)$$

ここで Lt はふ化後 t ヶ月後の尾叉長 (cm) である。

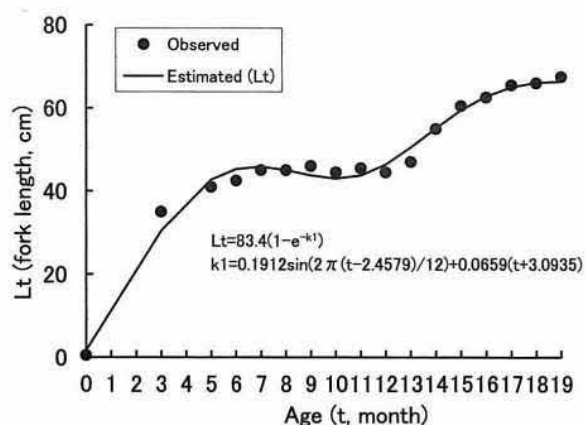


Fig.2 Estimated growth curve of *Scomberomorus niphonius* caught in coastal waters off Yamaguchi Prefecture, southwestern Sea of Japan.

尾叉長 (FL, cm) と体重 (BW, g) の関係式は以下のとおりであった (Fig.3)。

$$\text{雄: } BW = 0.0100 \times FL^{2.9216} (n = 574, r^2 = 0.9787)$$

$$\text{雌: } BW = 0.0103 \times FL^{2.9148} (n = 1195, r^2 = 0.9883)$$

$$\text{雄+雌: } BW = 0.0102 \times FL^{2.9170} (n = 1769, r^2 = 0.9875)$$

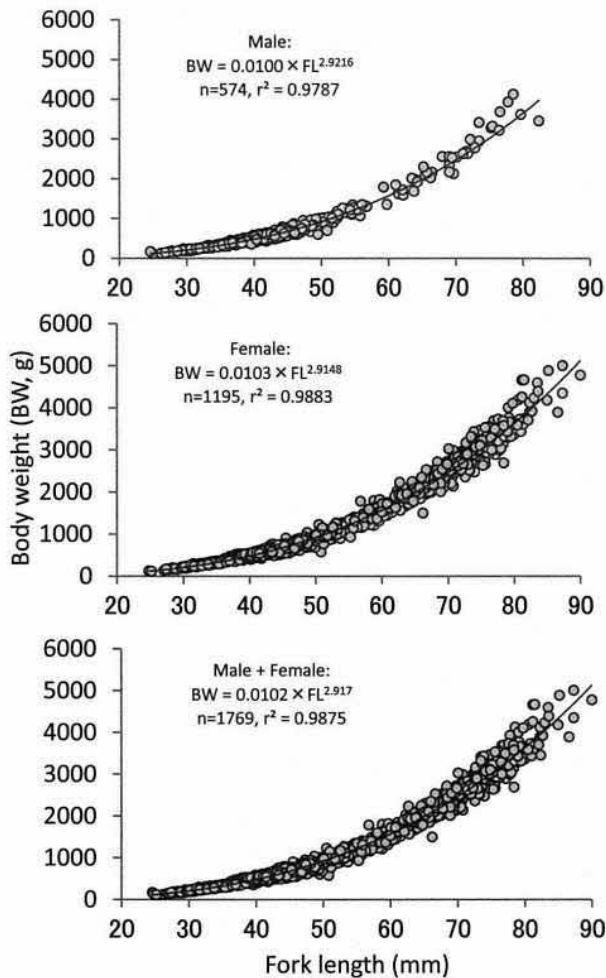


Fig.3 Relationships between the fork length and body weight of *Scomberomorus niphonius* caught in coastal waters off Yamaguchi Prefecture, southwestern Sea of Japan.

成熟及び性比

3月から7月の雌雄別の尾叉長と GSI の関係を Fig.4 に示す。

雄では (Fig.4), 3月には GSI は 2.1 以下ですべて未熟個体であったが, 4月には尾叉長 43.3~49.5cm, GSI0.9~1.8 の個体で発達中個体が確認された。5月には尾叉長 61.5cm 以上で GSI が 4.0 以上と高くなり, このうち尾叉長 64.0~75.3cm, GSI4.7~10.5 の 4 個体は成熟していた。発達中個体は尾叉長 39.1~73.5cm, GSI0.5~9.2 で出現した。6月も尾叉長 54.0cm 以上で GSI4.0 以上の個体が出現したが, 成熟個体ではなく発達中個体であった。7月には GSI は 0.3 以下に低下し, すべて未熟個体であった。

雌では (Fig.4), 3月には尾叉長 63.3cm 以上で GSI が 2.3~4.0 と比較的高い値を示す個体が見られたが, すべて未熟個体であった。4月の標本はすべて尾叉長 60.0cm 未満で未熟個体であった。5月には尾叉長 64.0cm 以上で GSI が 4.0~8.9 と高い値を示したが, これらは成熟個

体ではなく発達中個体であった。6月にも尾叉長 61.5cm 以上で GSI が 4.0 以上を示す個体が出現したが, これらも発達中個体であった。尾叉長 86.6cm, GSI15.7 の 1 個体は産卵後個体であった。7月には GSI は 0.7 以下ですべて未熟個体であった。

以上のとおり, 雄では 4~6 月に尾叉長 39.1cm 以上で発達中個体が出現するようになり, 特に 5 月から 6 月に尾叉長 54.0cm 以上で GSI が顕著に高くなり, 一部で成熟個体が確認された。雌では雄同様に 5 月から 6 月に尾叉長 61.5cm 以上で GSI が高くなるものの, これらは発達中個体で成熟個体は確認されなかった。ただし, 産卵後とみられる個体が 6 月に 1 個体だけ確認された。

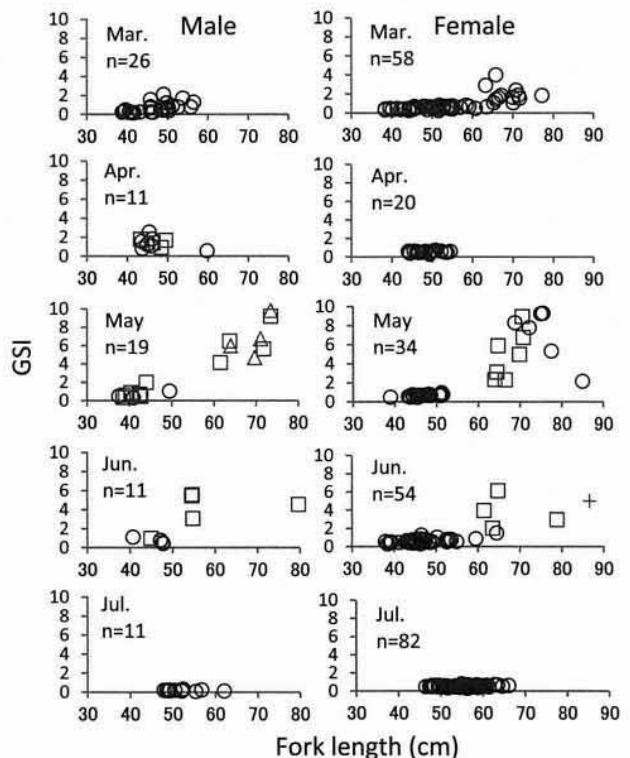


Fig.4 Monthly change of gonadosomatic index (GSI) of *Scomberomorus niphonius* caught in coastal waters off Yamaguchi Prefecture, southwestern Sea of Japan during the period of 2009 to 2011. Open circles, squares, triangles and cross mark show immature, developing, mature and spent, respectively.

尾叉長階級別に性比を見ると, 性比は 24.0~49.9cm では 0.57, 50.0~59.9cm では 0.74, 60.0~69.9cm では 0.89, 70.0~90.0cm では 0.92 で, 大型になるほど雌の比率が顕著に高まった (Table 1)。

Table 1 Sex ratio (♀/(♀♂)) of *Scomberomorus niphonius* by body size.

Fork length (cm)	24.0-49.9	50.0-59.9	60.0-69.9	70.0-90.0
N. of females	651	212	147	183
N. of males	497	74	19	17
Sex ratio	0.57	0.74	0.89	0.92

食性

胃内容物 (Table 2) として確認された生物は魚類といか類のみであった。このうち、出現頻度が最も高かったのはカタクチイワシ *Engraulis japonicus* で、4月を除くすべての月で出現した。特に10月には40.0%と高い値を示し、しらす (体長約3cm) を捕食している個体が多数出現した。次いでマアジ *Trachurus japonicus* の出現頻度が高く、マアジは2月から4月を除く各月に出現し、6月には17.9%を示した。ウルメイワシ *Etrumeus teres* は8月から11月に、マサバ *Scomber japonicus* は7月から9月に出現した。その他の魚類では、かます類 *Sphyraena* sp. (8月, 9月), ネブツダイ *Apogon semilineatus* (12月), イサキ *Parapristipoma trilineatum* (11月), シマイサキ *Rhyncopelates oxyrhynchus* (9月), とびうお類 *Exocoetidae* gen. sp. (9月), ふぐ類 *Tetraodontidae* gen. sp. (12月) が出現した。いか類は2月から4月, 6月, 及び9月から11月に出現した。このうち種が同定できたのは、ケンサキイカ *Uroteuthis edulis* (10月, 11月), アオリイカ *Sepioteuthis lessoniana* (10月, 11月), 及びスルメイカ *Todarodes pacificus* (2月) の3種であった。

空胃率は1月から4月には82.0~96.8%と高く、9月から10月には42.6~45.7%と低かった (Table 2)。

考 察

井上ら⁸⁾は京都府沿岸で漁獲されるサワラの尾叉長

モードの経月変化を調べ、尾叉長モードは9月に35cm前後と60cm前後に見られ、前者は12月まで45cm前後、後者は70cm前後まで移動したが、1月から5月にはモードの移動がほとんど認められなかったこと、及び6月に50cm前後であったモードはその後7月に55cm前後、9月に60cm前後、10月から12月には65~70cm移動したことを報告している。以上の尾叉長モードの推移は、本海域におけるそれ (Fig.1) と極めてよく似ていることから、本海域と京都府沿岸とはサワラの成長に差がないことがうかがえる。

本海域の0歳魚の成長を瀬戸内海東部海域のそれと比較すると、瀬戸内海東部海域では平均尾叉長が9月には41.0~42.1cm, 12月には49.4~55.6cm となるのに対し、本海域では尾叉長モードを平均値とほぼ同じとみなすと、9月に35.0cm, 12月42.5cm であるので (Fig.1), 瀬戸内海東部海域の方が9月で6.0~7.1cm, 12月で6.9~13.1cm 大きい。このことから、瀬戸内海東部海域の0歳魚の方が本海域の0歳魚よりかなり成長がよいといえる。

本研究では0歳から1歳魚の月別成長を Pichter and Macdonald⁷⁾ の正弦関数を持つ Bertalanffy の成長式で示した (Fig.2)。この式は3月から5月の低水温期の成長停滞をよく表現できており、2歳魚がほとんど漁獲されない日本海⁹⁾での成長式としては、Bertalanffy の成長式よりも実用的であると考えられる。

雌雄別の尾叉長と GSI との関係を調べた結果 (Fig.4),

Table 2 Stomach content composition (%) of *Scomberomorus niphonius* caught in coastal waters off Yamaguchi Prefecture, southwestern Se of Japan.

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
N. of specimens examined (A)	119	161	84	31	37	56	84	64	335	230	192	177
N. of specimens with empty stomachs (B)	110	132	75	30	24	29	51	42	153	98	109	107
Empty stomachs % (100×B/A)	92.4	82.0	89.3	96.8	64.9	51.8	60.7	65.6	45.7	42.6	56.8	60.5
Stomach contents												
<i>Engraulis japonicus</i>	2.5	10.6	1.2	-	5.4	8.9	8.3	7.8	16.7	40.0	12.0	25.4
<i>Trachurus japonicus</i>	0.8	-	-	-	5.4	17.9	4.8	4.7	2.1	2.6	5.2	1.1
<i>Etrumeus teres</i>	-	-	-	-	-	-	-	1.6	4.2	5.2	6.3	-
<i>Scomber japonicus</i>	-	-	-	-	-	-	4.8	1.6	0.3	-	-	-
<i>Sphyraena</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	3.1	0.3	-	-	-
<i>Apogon semilineatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-
<i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-
<i>Exocoetidae</i> gen. sp	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-
<i>Tetraodontidae</i> gen. sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6
Unidentified fishes	4.2	2.5	3.6	0.0	16.2	5.4	1.2	9.4	11.0	5.7	5.7	8.5
<i>Uroteuthis edulis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	1.6	-
<i>Sepioteuthis lessoniana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.5	-
<i>Todarodes pacificus</i>	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unidentified squids	-	1.9	4.8	3.2	-	16.1	-	-	0.6	0.4	-	-
Digested matters	-	1.9	1.2	-	8.1	-	21.4	7.8	18.5	10.4	12.5	2.8

*: Percentage occurrence of food items.

雄では5月から6月に尾叉長54.0cm以上でGSIが顕著に高くなり、一部で成熟個体が確認された。雌も雄と同様に5月から6月に尾叉長61.5cm以上でGSIが高くなるものの、これらは発達中個体で成熟個体は確認されなかった。ただし、6月に産卵後とみられる尾叉長88.6cmの大型個体1個体が確認された。河野⁴⁾は6月から7月に山口県から長崎県沿岸域でサワラの卵・稚子がまったく採集されなかったことから、この海域での産卵の可能性は極めて低いと考えたが、本研究結果から山口県及びその周辺海域で5月から6月にごくわずかであるが、産卵が行われている可能性がある。

胃内容物を調べた結果、カタクチイワシ、マアジ、ウルメイワシ、マサバなど本海域で季節的に重要な漁獲対象となっている浮魚類¹⁰⁾を摂餌していた個体の出現率が高く、これらの浮魚類の出現が激減する1月から4月には空胃率が82.0%以上と高い値を示した(Table 2)。このことは表層回遊性のサワラが、本海域では季節的に卓越して出現する浮魚類を主に捕食していることを示している。また、冬期に空胃率が高くなることは冬期の成長停滞の要因の1つになっていると考えることができる。

文 献

- 1) 為石日出生・藤井誠二・前林 篤(2005)：日本海水温のレジームシフトと漁況(サワラ・ブリ)との関係。沿岸海洋研究, 42 (2), 125-131.
- 2) 戸嶋 孝・太田武行・児玉晃治・木所英昭・藤原邦浩(2013)：漁獲状況および標識放流試験からみた近年の日本海におけるサワラの分布・移動。京都府農林水産技術センター研究報告, (35), 1-11.
- 3) 藤原邦浩・佐藤翔太・戸嶋 孝・木所英昭・(2013)：日本海におけるサワラ雌の成熟と産卵。京都府農林水産技術センター研究報告, (35), 13-18.
- 4) 河野光久(2014)：日本海南西海域に來遊するサワラの最小体サイズ(短報)。山口県水産研究センター研究報告, (11), 41-42.
- 5) 福永辰広・石橋矩久・三橋直人(1982)：サワラの採卵および種苗生産。栽培技研, 11 (2), 29-48.
- 6) 濱崎清一(1993)：東シナ海・黄海に分布するサワラの年齢と成長。西海区水産研究所研究報告, (71), 101-109.
- 7) Pitcher T. J. and P. D. M. Macdonald (1973)：Two models for seasonal growth in fishes. Journal of Applied Ecology, 10 (2), 599-606.
- 8) 井上太郎・和田洋蔵・戸嶋 孝・竹野功霊(2007)：京都府沿岸で漁獲されるサワラの年齢および移動について。京都府立海洋センター研究報告, (29), 1-6.
- 9) 竹森弘征・坂本 久・植田 豊・山崎英樹・岩本明雄(2005)：瀬戸内海東部海域における0歳魚の成長。栽培技研, 32 (1), 35-41.
- 10) 中原民男・小川嘉彦(1973)：沿岸漁場の特性に関する研究 第7報 漁況変動からみた魚群の集合様式についての一考察、漁場内での浮魚魚群の分布様式と補給逸散の動態。水産海洋研究会報, (23), 8-20.

山口県日本海沿岸域におけるマハタ属魚類の漁獲動向

河野光久

Catch Trends of *Epinephelus* species (Perciformes: Serranidae) in Coastal Waters off Yamaguchi Prefecture, Southwestern Japan Sea

Mitsuhisa KAWANO

Catch trends of principal *Epinephelus* species during 2007-2015 were analyzed using catch statistics at a major fish market in the Japan Sea side of Yamaguchi Prefecture. Landings of *E. awoara*, *E. bruneus* and *E. akaara* have increased since 2011, while that of *E. septemfasciatus* has decreased. Eliminating the influence of the catch effort, these trends almost agreed with those at Fukuejima, Nagasaki Prefecture. The result suggests that the fishes may be the same populations between the two regions. Seven tropical/subtropical species (*E. fasciatus*, *E. epistictus*, *E. poecilonotus*, *E. latifasciatus*, *E. lanceolatus*, *E. chlorostigma* and *E. areolatus*) has been found since 2006. The fish fauna of *Epinephelus* species would be affected by water temperature.

Key words : *Epinephelus* species; Catch trend; Yamaguchi Prefecture; Southwestern Japan Sea

マハタ属魚類は日本近海に24種が生息し¹⁾, このうち山口県日本海域では2010年までに12種が確認されている²⁾。マハタ属魚類は非常に美味で高価であることから, 近年, 人工種苗の放流及び養殖の対象種と注目され, キジハタ及びクエでは西日本を中心とした各地で種苗放流が行われている³⁾。山口県ではキジハタ *Epinephelus akaara* を種苗放流するだけでなく, 2013年10月から全長30cm未満の小型魚の採捕禁止を併せて実施することにより資源の増大を目指している⁴⁾。このようにマハタ属魚類は重要種であるにもかかわらず, 魚種別の漁獲動向については長崎県福江島⁵⁾を除き, ほとんど知見がない。本報告はマハタ属魚類の種苗放流や資源管理を推進する上で基礎的な情報となる漁獲動向を, 山口県日本海側の主要魚市場の漁獲統計及び市場調査等による確認情報を用いて明らかにした。

材料及び方法

山口県日本海域におけるマハタ属魚類の水揚量は山口

県漁業協同組合仙崎地方卸売市場(以後, 仙崎市場という。Fig.1)の2007~2015年の月別魚名別漁獲統計を用いて調べた。仙崎市場ではクエ *E. bruneus*, キジハタ, アオハタ *E. awoara*, マハタ *E. septemfasciatus*, 及びその他ののはた類で水揚量が区分されている。上述の主要4種以外の魚種については, 魚種別水揚量が不明であるので, 山口県水産研究センター, 下関市立しものせき水族館海響館及び萩博物館の職員が, 2000~2015年に仙崎市場及び山口県漁業協同組合萩地方卸売市場(以後, 萩市場という。Fig.1)における市場調査や漁船乗船調査で収集した確認情報を用いた。ただし, アカハタ *E. fasciatus* については, 萩市場で水揚げの増加に伴い2012年から月別漁獲統計が整備されたので, それを使用した。

主要4種の全長組成については2016年に仙崎市場及び萩市場で調べた結果を用い, その他のマハタ属魚類の全長については2006~2015年までに市場調査や漁船乗船調査で計測されたデータを用いた。

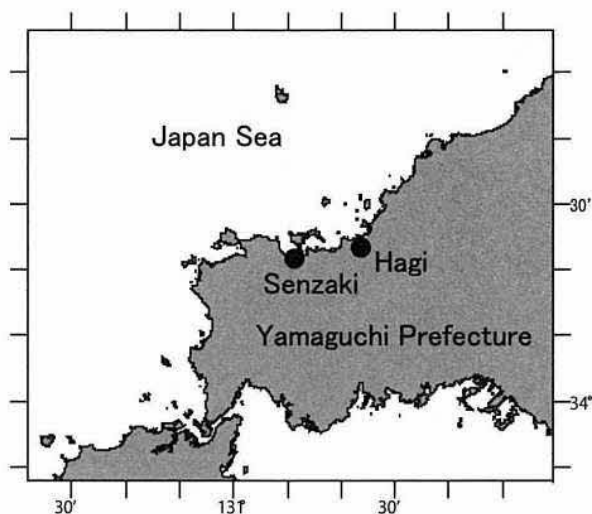


Fig.1 Map showing the sites of Senzaki and Hagi fish markets in Yamaguchi Prefecture.

結 果

マハタ属主要4種の水揚量の年変動及び全長組成

仙崎市場における2007～2015年のクエ、キジハタ、マハタ、アオハタ及びその他はた類を含むはた類総水揚量を Fig.2 に示す。

仙崎市場における水揚量は (Fig.2), クエ及びアオハタでは2007年から2010年にかけて減少した後, 増加傾向に転じ, 2013～2015年には2007年を大きく上回る水揚げがあった。キジハタの水揚量もこれらの2魚種と同様に2007年から2010年にかけて減少した後, 2011年から2013年にかけて増加したが, 2014年及び2015年には2010年の水準に低下した。マハタの水揚量の変動傾向はこれら4魚種とは大きく異なり, 2007年から2009年まで増加した後, 減少傾向に転じ, 2015年には2007年の約1/2まで減少した。

はた類総水揚量は, 10,000～13,000kg の範囲でほぼ横ばいで推移していた (Fig.2)。

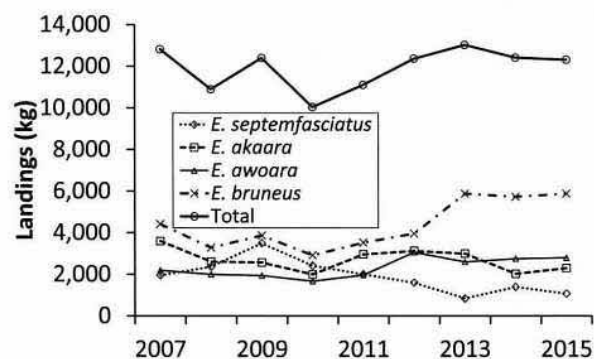


Fig.2 Catch trends of *Epinephelus* species landed at Senzaki Fish Market in Yamaguchi Prefecture.

魚種別の全長は, クエでは200～600mm (モード330mm), キジハタでは300～470mm (モード300mm), マハタでは140～520mm (モード370, 390mm), アオハタでは140～520mm (モード400mm) であった (Fig.3)。

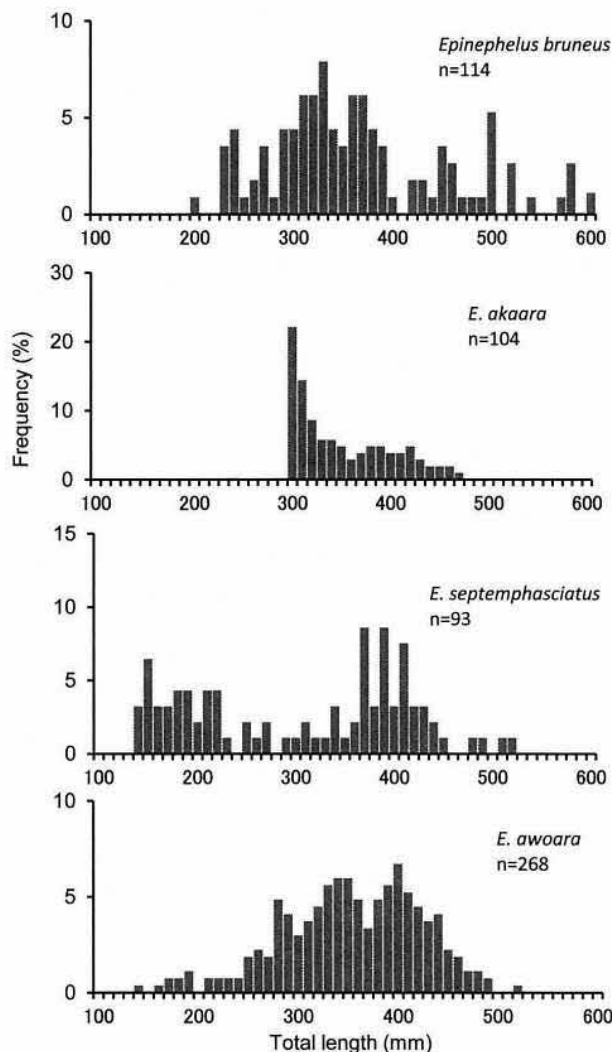


Fig.3 Frequency distributions of total length (mm) of major *Epinephelus* species landed at Senzaki and Hagi fish markets in 2016.

その他のマハタ属魚類の漁獲動向

上記4種以外で2000年以降に山口県日本海域において漁獲され, 関係機関の職員により確認されたマハタ属魚類は, アカハタ, コモンハタ *E. epistictus*, イヤゴハタ *E. poecilonotus*, オオスジハタ *E. latifasciatus*, タマカイ *E. lanceolatus*, ホウセキハタ *E. chlorostigma* 及びオオモンハタ *E. areolatus* の7種であった (Table 1)。

Table1 Number of individuals of tropical-subtropical *Epinephelus* species found at fish markets or on fishing boats in the Japan Sea side of Yamaguchi Prefecture.

	Year									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>E. fasciatus</i>	+	++	++	++	++	++	++ (285)	++ (1,360)	++ (1,017)	++ (365)
<i>E. epistictus</i>	0	0	0	0	0	2	6	9	6	6
<i>E. poecilonotus</i>	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0
<i>E. latifasciatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>E. lanceolatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. chlorostigma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>E. areolatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

+: 50 < N < 100; ++: 100 < N

Number in parentheses show the landings (kg) of *E. fasciatus* at Hagi fish market.

このうち最も確認個体数が多かったのはアカハタ（全長20～35cm）で、本種は2006年に数十個体が確認されて以降、毎年100個体以上が普通に確認されるようになり、萩市場では2012～2015年にかけて年間285kg～1,360kgの水揚げがあった（Table 1）。次に確認個体数が多かったのはコモンハタ（全長22～63cm）で、本種は2011年に2個体が確認されて以降、2015年まで毎年6～9個体が確認された（Table 1）。その他の種の確認個体数は4個体以下と極めて少なかった（Table 1）。魚種別にみると、イヤゴハタ（全長23～52cm）は2007年に1個体、2012年に2個体、2014年に1個体、オオスジハタ（全長4～30cm）は2013年に1個体、2015年1個体、タマカイは2008年に1個体（全長50cm）、ハウセキハタは2014年に1個体（全長39cm）、オオモンハタは2015年に1個体（全長約50cm）が確認されただけであった（Table 1）。

考 察

中川³⁾は、山口県日本海域の南西約150海里に位置する長崎県福江島における2008～2013年のマハタ属4種の水揚げ量を調べ、アオハタ及びキジハタは2008年から2010～2011年にかけて減少した後、増加傾向に転じ、クエはほぼ一定であったが、マハタのみ2010年にかけて増加した後、減少に転じたことを報告している。2013年までの魚種別漁獲動向を本海域のそれ（Fig.2）と比較すると、アオハタ及びマハタはほぼ同じ変動傾向であるが、クエ及びキジハタは変動傾向が異なる。クエの水揚げ量は、本海域では2013年以降、2010年のほぼ2倍の水揚げに増えた（Fig.2）が、これは本種を狙って操業する漁業者の増加、すなわち漁獲努力量の増加の影響が大きいと考えられる。キジハタについては2011年から2013年にかけて水揚げ量が増加した後、2014年及び2015年には2010年の水準に低下した（Fig.2）。この原因について

は、2013年10月から全長制限が実施されたため、それまで水揚げされていた全長30cm未満の個体が水揚げされなくなった（Fig.3）ことが大きく影響したと考えられる。2013年までの全長30cm未満の小型魚の比率は明らかではないが、2013年から2014年の漁獲量の減少率が約30%であるので、重量で30%近く、尾数ではそれを大幅に上回る比率を占めていたのではないかと推測される。以上のような人為的な影響を差し引いて考えると、これら4種の漁獲動向は、両海域でほぼ一致しているとみなすことができる。このことは、福江島が本海域から約150海里の対馬暖流上流域に位置すること、及びマハタ属魚類の稚仔が浮遊生活を送ること⁵⁾を併せて考えると、両海域のこれらの資源が同一系群で構成されている可能性を示唆している。

本海域においては2010年を境にして、マハタのみ減少を続けた（Fig.2）ことが注目される。主要4種はすべて日本周辺から中国沿岸を分布域とする温帯性種で、主に沿岸の岩礁域に分布するが、4種の中ではマハタが最も北方の北海道沿岸まで分布する¹⁾。本海域の海底は広く中央粒径値4以下の砂で覆われており⁶⁾、これに対し岩礁域の面積は著しく狭い。このためマハタ属魚類の主たる生息場となる海域は限定されており、マハタ属魚類全体の環境収容力には一定の上限があると考えられる。仙崎市場におけるはた類の総水揚げ量が、10,000～13,000kgの範囲でほぼ横ばいで推移していたこと（Fig.3）は、生息可能量の上限の存在を示唆している。他方、本海域の表層水温の長期変動に注目すると、1986年及び1998年の2度の不連続な水温上昇を経て、その後も高水温状態が持続しており⁷⁾、このような水温上に伴い2000年代以降熱帯・亜熱帯性魚類の出現種数が倍増したことが明らかにされている⁸⁾。本研究により2006年以降に確認されたその他のマハタ属魚類7種はすべてインド・西太平洋に分布する熱帯・亜熱帯性種であり¹⁾、マ

ハタ属だけ見ても熱帯・亜熱帯性種の出現種数の増加が起きているといえる (Table 1)。中でもアカハタの漁獲量の増加が最も著しく、福江島でもアカハタの水揚げ尾数が顕著に増加したことが報告されている³⁾。これらの事実は、本海域におけるマハタ属魚類の環境収容力に上限がある中で、水温上昇の影響を受けて、熱帯・亜熱帯性～温帯性のはた類資源が総じて増加したため、比較的北方まで分布するマハタが生息場をめぐる競合に劣性となり減少した可能性を示唆している。

最後に、キジハタの全長制限は一度産卵させてから漁獲することが資源管理手法及び魚価対策として有効であるという考え方の基で実施されており、同様な考え方は他のマハタ属魚類についても可能である。クエおよびマハタは最大1.5m にもなる種である⁸⁾が、現在30cm 未満の小型魚が多数水揚げされている (Fig.3)。今後、資源生物学的データを蓄積して未成魚に対する全長制限の導入を検討していくことが望まれる。

謝 辞

漁獲統計資料を提供していただいた仙崎市場及び萩市場の職員各位に深く感謝する。

下関市立もののせき水族館 園山貴之氏、萩本啓介氏、萩博物館 堀 成夫氏、株式会社海遊館ニフレル 土井啓行氏には、マハタ属魚類の出現情報を提供していただいた。ここに記して感謝する。

文 献

- 1) 中坊徹次 (編) (2013): 日本産魚類検索全種の同定 I, II, III, 第3版, 東海大学出版会, 東京, 2428pp.
- 2) 河野光久・土井啓行・堀 成夫 (2011): 山口県日本海産魚類目録. 山口県水産研究センター研究報告, (9), 29-64.
- 3) 中川雅弘 (2014): 魚市場調査からみた五島列島福江島でのハタ科魚類の漁獲動向. 豊かな海, (34), 17-20.
- 4) 南部智秀 (2015): 種苗放流への取り組みと問題点～キジハタを例として～. ハタ科魚類の水産研究最前線 (征矢野 清・照屋和久・中田 久編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 96-108.
- 5) 沖山宗雄編 (2014): ハタ科. 日本産稚魚図鑑第二版. 東海大学出版会, 東京, pp.676-708.
- 6) 河野光久 (2005): 山口県日本海沿岸域における海洋物理環境. 山口県水産研究センター研究報告, (3), 7-14.
- 7) 渡辺俊輝 (2015): 西部山陰沿岸における水温変動特

性に関する研究. 九州大学提出学位論文, pp. 1-86.

- 8) 岡本 誠・星野浩一・島 康洋・野田 勉・堀田卓朗・吉田一範・水落裕貴・中川雅弘 (2015): 長崎県五島市福江島のハタ類フィールドガイド. 独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所, pp. 1-21.

山口県瀬戸内海産ハモの漁獲実態

村田 実

Daggertooth pike conger (*Muraenesox cinereus*) Fisheries in the Yamaguchi Prefectural Region of the Seto Inland Sea

Minoru MURATA

Daggertooth pike conger (*Muraenesox cinereus*) is one of the most important commercial species for the small type trawlers of Yamaguchi Prefecture in the Seto Inland Sea.

Annual catch of daggertooth pike conger of Yamaguchi Pref. in the Seto Inland Sea from 2007 to 2015 was estimated by the simple regression analysis of the annual catch and the catch per unit effort (CPUE) of the eastern waters small type trawlers of the previous years from 1983 to 2006. Using the regression formula, the catch of 2015 was estimated to be 820 tons.

For daggertooth pike conger, the annual and spatial distribution of monthly average CPUE in each 5' mesh blocks obtained from the logbooks of the small type trawlers revealed the increase of catch and the expansion in the distribution area. For catch forecasts of daggertooth pike conger of Yamaguchi Pref. in the Seto Inland Sea, monthly average CPUE in each 5' mesh blocks of the western waters could be an effective indicator.

Based on age determination using otolith rings, age compositions investigated for daggertooth pike conger caught by the seine net and the small trawl net.

Key words : Daggertooth pike conger Fishery; CPUE; Mud content; Age composition

ハモは、山口県瀬戸内海において極めて重要な漁業資源である。

特に小型底びき網漁業の主要な対象魚種であり、その漁獲動向には大きな関心もたれている。

山口県瀬戸内海産のハモに関するこれまでの報告には、松清 (1959)¹⁾ による生態等に関する報告や、高井 (1954, 1959, 1979)²⁻⁴⁾ によるハモ属の形態やウナギ目魚類の形態、生態等に関する報告およびハモの再生産に関する報告がある。また、最近では、山口県産を一部含む、亘ら (2013, 2014, 2014)^{5,6,7)} による年令査定、資源解析および測定方法に関する報告がある。

ハモは、紅海からインド洋、東インド諸島、西南太平洋、シナ海、黄海および日本沿岸にわたって広く分布す

る。日本周辺では本州中部以南の泥域や砂泥域の海域に分布する^{3, 8)}。

瀬戸内海でハモは広く漁獲されているが、主要な産地は外洋水の影響が強い紀伊水道と豊後水道に近接する海域である^{9, 10)}。

瀬戸内海における近年のハモの漁獲量は、過去に高く高い水準で推移している。しかし、農林統計の縮小により2007 (H19) 年以降ハモの漁獲量の増減を知ることが出来なくなった。

本報告は、最近のハモの漁獲実態から漁獲量を推定し、資源減少の兆候を探知するとともに、将来の資源予測に役立てるための資源データをとりまとめたものである。

材料と方法

漁獲統計は2006年までの農林統計^{11,12)}のほか、県内市場の水揚げ資料を用いた。

光市場は2015年、周南市場は2007年、防府市場は2014年2015年の水揚げ資料を使用した。

小型底びき網漁業によるハモの漁獲実態を明らかにするため、1983年から2015年までの標本船日誌を使用した。調査対象とした標本船が所属する地区により海域を西部、中部および東部の3海域に分けた。

東部地区の平生町の標本船1隻については1983年から2007年まで、その他の標本船については1999年から

2015年までの標本船日誌を用いた。

海域別標本船隻数の推移をTable 1に、また3市場と標本船の漁業地区をFig.1に示した。

Table 1 The annual number of fishing boats providing log-book information in the three waters from 1999 to 2015.

Year	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15
West.W.	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Central w.	5	4	4	5	5	5	5	4	3	4	5	4	4	4	3	3	3
East.W.	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	2	2	2

Western Waters : the west side from Ube City. Central Waters : the area from Yamaguchi City to Kudamatsu City. Eastern Waters : the east side from Hikari City.

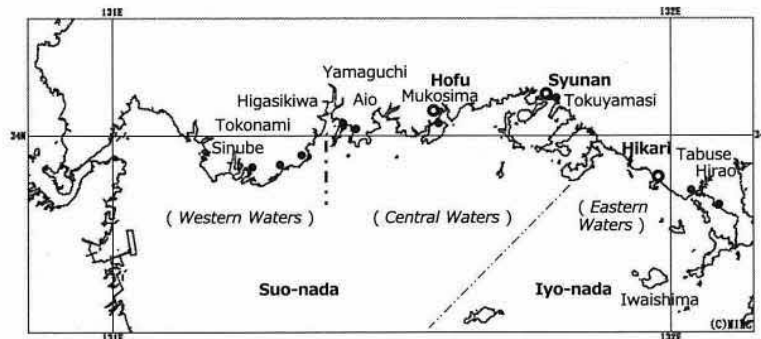


Fig.1 Map showing study area. The open circles show the fish markets (Hofu, Syunan and Hikari) and the closed circles show the ports of fishing boats providing log-book information.

2016年6月から9月までの毎月1回、小型底びき網標本船（中部地区所属）の1隻が防府市場に水揚げしたハモを全数買い取り、全長、肛門前長、下顎長、性別、生殖腺重量の計測と耳石輪紋数の計数を行なった。

また、9月1日に光漁港に水揚げされたハモ漕ぎ網（手繰第1種）で漁獲されハモについても同様の調査を行なった。標本魚の合計尾数は1770尾、その大部分は活魚のまま研究室に持ち帰り氷締めした後、計測と耳石の採取を行なった（Table 2）。

なお、測定魚の大きさは1mm単位、体重は0.1g、生殖腺重量は0.01g単位で計測した。また、性別は生殖腺を肉眼で判定し、肉眼で判定できない個体については顕微鏡下で判定した¹⁴⁾。

耳石輪紋は、耳石表面の研磨は行わず、光学顕微鏡（10×4）の透過光もしくは反射光下で、耳石をキシレンに浸漬した状態で顕微鏡ソフトを使用して輪紋数の計数

と輪紋像を記録した^{5,13)}。

底質データは環境庁の瀬戸内海の実地調査（自然環境（底質汚濁の状況）2001～2005年）¹⁵⁾を2.5'メッシュに変換した。

結 果

漁獲量の推移

瀬戸内海におけるハモの主要な産地は、紀伊水道および豊後水道に隣接する瀬および湾などの海域である。

瀬戸内海のアモの漁獲量の推移をFig.2に示した。

それによると、瀬戸内海でアモの漁獲量が増加した1999年以降、紀伊水道および豊後水道周辺海域の漁獲量

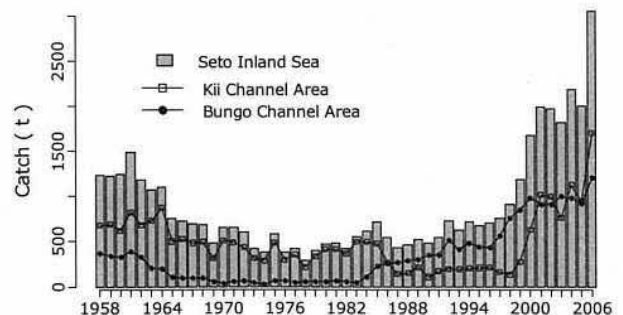


Fig.2 Annual catches of daggartooth pike conger (*M. cinereus*) in the Seto Inland Sea during the period between 1958 to 2006.

Table 2 Summary of the materials used in this study.

Date (2016)	Location*	Landed Market	Number of Sample
Jun.24	813,931,932	Hofu	224
Jul.22	806,814,931,932	Hofu	297
Aug.26	813,931,932	Hofu	393
Sept.1	813,814	Hikari	447
Sept.13	812,813,814,932	Hofu	409

*:Numbers show 5'mesh Block.

は、瀬戸内海全体の95%以上を占めていた。

また、両海域におけるハモの漁獲量は、長く低迷期が続いたのち増加傾向に転じている。

紀伊水道側では1987年から1998年まで低迷が続き、1999年以降急激な増加に転じた。一方、豊後水道側では1983年まで低迷が続き、その後徐々に増加し1997年以降急激に増加している。

このように、両海域の増加に転じた時期や増加の速度は異なる。これは、両海域のハモの漁法や生息環境の違いを反映した結果であると考えられる。

また、両者の遺伝的な特徴には差がないとされていることから¹⁶⁾、ハモの漁獲量の増加が黒潮による補給量の増加によるとする報告¹⁷⁾や、ハモが暖海性の魚種であり水温の上昇が増加に寄与したとする報告¹⁸⁾がある。

一方、豊後水道側ではハモは産卵期が終わる10月以降成魚、未成魚とも豊予海峡を通過して日向灘に移動する³⁾とされているのに対し、紀伊水道側では標識放流結果から紀伊水道、播磨灘で越冬するハモが少なくない¹⁸⁾とされているように、両海域のハモの生態的な特性の差も影響していると考えられる。

次に、山口県瀬戸内海の2006年までのハモの漁獲量の推移と2015年までの標本船の1日・隻あたりのハモ漁獲量の平均値(以下CPUEとする)をFig.3に示した。

なお、漁獲量、CPUEとも海域を西部、中部、東部の3海域に分け、漁獲量は市町村別漁獲量で、標本船の区分は所属する漁業地区でそれぞれの海域を区分した。

また、CPUEはハモの主漁期である7月から9月までの3ヶ月間の平均値とした。

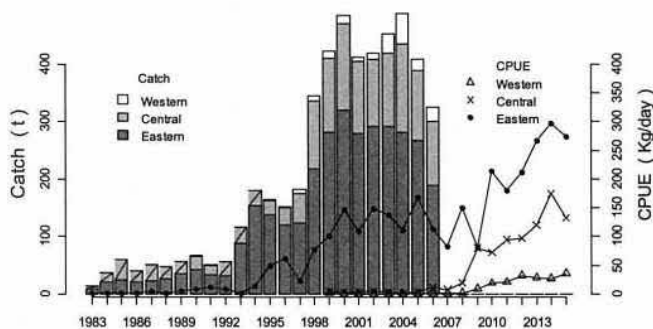


Fig.3 Annual catches and CPUE of dagbertooth pike conger (*M. cinereus*) in the three waters of Yamaguchi Pref. in the Seto Inland Sea.

それによると、漁獲量、CPUEとも東部の値が最も大きく、漁獲量では県全体の60%から80%を占め、CPUEも中部、西部を大きく上回り、1998年以降の県全体の漁獲量の増加を良く反映していると云える。

また、CPUEをみると中部海域では2009年以降に、東部および西部海域では2010年以降に急激な増加傾向

を示していることから、この時期を境にハモが全域で増加し、分布域も拡大したと考えられる。

以上の結果から、近年ハモの漁獲量は山口県瀬戸内海全域で増加しているが、その大部分は伊予灘産で占められていると云える。

次に、光、周南および防府市場の水揚げ資料からハモの月別および漁業種類別水揚げ状況をFig.4-1、4-2および4-3に示した。

それによると、3市場ともハモの水揚げ時期は、5月から10月までのほぼ半年間に限られている。

光では小型底びき網1種(ハモ漕ぎ網)による水揚げが多く、ハモ漕ぎ網(こま目)はタイ吾智網(あら目)にかわって8月から9月に操業される(Fig.4-1)。

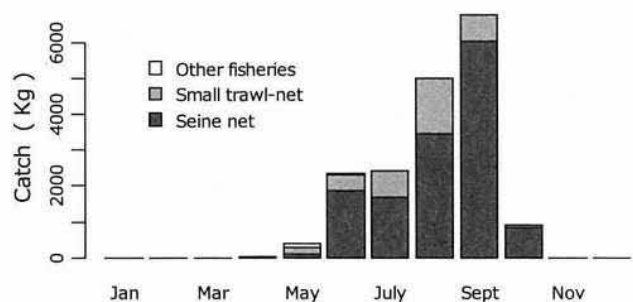


Fig.4-1 Monthly catches of dagbertooth pike conger (*M. cinereus*) landed by various fishing gears at the Hikari Fish Market in 2015.

また、周南市場では、はえ縄による水揚げが多く、はえ縄によるハモの水揚げ量は、小型底びき網より早い6月に最も多く、その後徐々に少なくなる。ハモのはえ縄漁は、フグのはえ縄の副業として操業されるが、はえ縄漁船自体は減少傾向にある(Fig.4-2)。

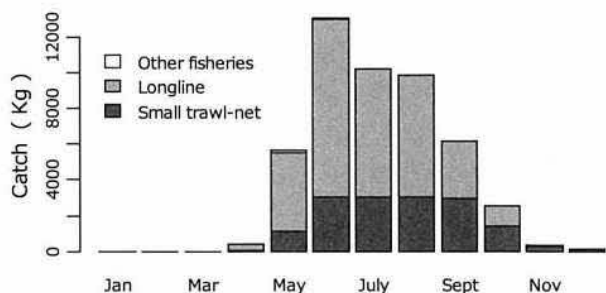


Fig.4-2 Monthly catches of dagbertooth pike conger (*M. cinereus*) landed by the various fishing gears at the Syunan Fish Market in 2007.

次に、防府市場では、水揚げされるハモのほとんどが小型底びき網で漁獲され、6月以降は活魚出荷が主体となる。年により異なるが、水揚げ量は8月もしくは9月に最も多くなる(Fig.4-3)。

活魚出荷されるハモは、体重が500gから2Kgまでで、それ以外は主に加工用として出荷される。

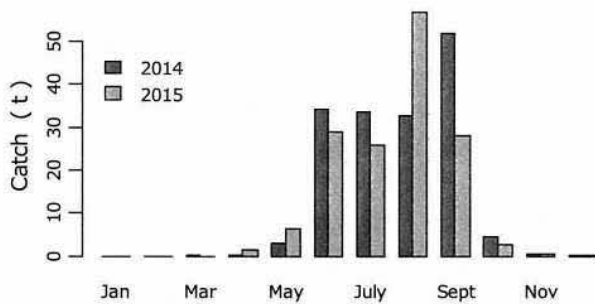


Fig.4-3 Monthly catches of daggertooth pike conger (*M. cinereus*) landed at the Hofu Fish Market from 2014 to 2015.

漁獲量の推定

1983年から2006年までの山口県の漁獲量(Y)と東部海域のCPUE(X)から、次の回帰式を求め、

$$Y = 2.785X + 57.91 \quad (R^2 = 0.8879)$$

2007年以降の山口県瀬戸内海のアモの漁獲量を推定した(Fig.5)。

それによると、2007年以降漁獲量はほぼ増加傾向を示し、2014年に最大の漁獲量886トンと推定された。しかし、2015年にはわずかに減少に転じる結果となった。

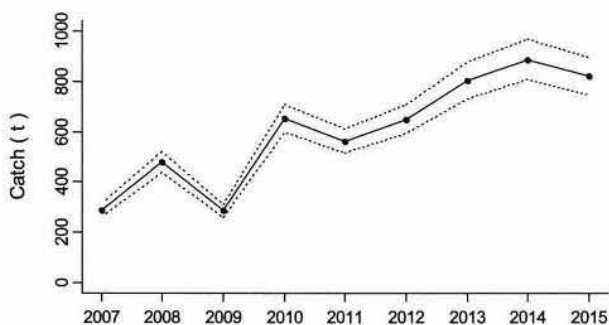


Fig.5 Estimated catches of daggertooth pike conger (*M. cinereus*) of Yamaguchi Pref. in the Seto Inland Sea using the regression analysis. The broken lines indicate the 95% confidence interval.

漁場の変化

山口県瀬戸内海産のアモの漁場別漁獲量の変化を、小型底びき網標本船の操業日誌によって明らかにした。

1999年から2015年までの操業日誌上の操業位置を5'メッシュの漁区に変換し、操業日別のアモの漁獲量を操業漁区数で除した値を月別に集計して Fig.6-1から Fig.6-9に示した。

それによると、アモの漁獲は5月に主として徳山湾から祝島沖で開始される。

6月にやや祝島沿岸よりの海域に漁場が移り、産卵期となる7月から9月には産卵場と考えられる祝島の周辺⁴⁾が好漁場となる。

10月には全般に漁獲量は減少するが、徳山湾沖や周防

灘の中心部にまだ漁獲量が多い漁場が一部みられ、11月にアモの漁期は終わる。

山口県周防灘および伊予灘におけるアモの漁場の季節的移動について、高井(1959)³⁾は次のように詳述している。

小型底びき網による漁獲は11月から4月の間はきわめて少なく、5月になると激増する、この時期を始漁期とし、6月7月と増加し8月9月に盛漁期を向かえ、10月には急激に減少し終漁期となる。始漁期には極めて沿岸の浅所泥質区域で漁獲され始め6月から7月へと沿岸域から沖合域に移動し終漁期まで沖合域が主漁場となる。しかし、全漁期をとおして島や岩礁域の周辺の深い泥質区域では長期にわたって漁獲される。

アモの漁場の季節変動は、Fig.6-1から Fig.6-9の各年の結果からもほぼ同様の結果であった。

さらに年ごとの変化をみると、2004年以降7月から9月の盛漁期に250kg(1日・隻)を上回る漁区がみられるようになった。2009年頃から、それまではアモの漁獲が少なかった豊前海に近い周防灘の西側海域で50kgから100kgが漁獲される漁区が増え、2010年以降5月6月に周防灘西部での漁獲量が増加した。さらに2013年2014年には祝島周辺で450kgを上回る漁区があらわれた。

これらの結果から、1999年以降アモの資源は、その分布密度と分布範囲が拡大し、2009年2010年にはさらに大きく増大したと考えられた。

分布と底質

環境庁の底質調査結果¹⁶⁾と漁区別CPUEとを対比して、アモの分布と底質との関係を明らかにした。

環境庁の底質データから泥分率を2.5'メッシュに引き伸ばし、さらに2.5'の値を平均して5'メッシュに拡大した(Fig.7)。

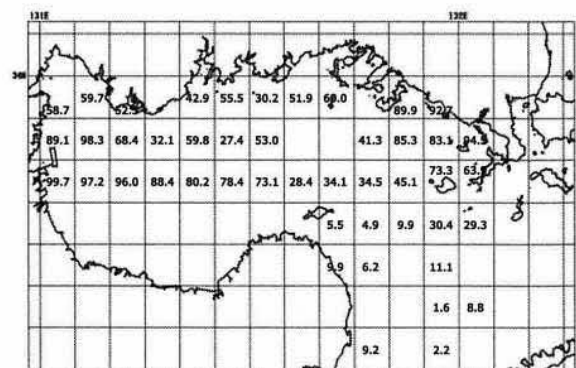


Fig.7 Distribution of the mud contents in each fishing 5' mesh blocks.

それによると、漁区別泥分率は、周防灘の西部で大きく、伊予灘では沿岸部を除くと豊後水道よりで小さい傾向にあった。

この漁区別泥分率と2015年の各漁区の CPUE との相関係数を月別、灘別に求めて Table 3 に示した。

Table 3 Summary of correlation coefficient between CPUE and the mud contents of the fishing 5' mesh blocks in Suo-Nada and Iyo-Nada from May, 2015 to October.

Level of significance *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

month	5	6	7	8	9	10
Suo-Nada	0.0022	0.0512	-0.0829	0.2978	-0.3198	0.3292
Iyo-Nada	0.3576	0.1747	-0.8165**	-0.7704	-0.8776**	0.7422*

それによると、5月6月および10月には正の相関が、7月から9月は負の相関係数となった。

正負どちらの相関関係も伊予灘で強く、周防灘では弱いがあるいは明瞭な傾向がみられなかった。

また、負の相関が強くあらわれた伊予灘の7月から9月は、泥分率50%を境に CPUE の値が大きい漁場と小さい漁場に2分される傾向がうかがえた。

ハモの着底行動は底質に依存するとされ、粗い砂質では浮遊状態を維持し、底質が泥質に近づくにしたがい着底行動をとるとされている²¹⁾。

また、低水温期には巣穴を形成し、水温下降期には巣穴内で沈静する。水温上昇期には巣穴を変えながら移動を始め、巣穴を形成し潜砂行動を行なう底質は砂泥もしくは泥砂(泥分率が約60%以上)に限られているとされている^{21,22)}。

Table 3の結果は、水温が低い5月10月には泥分率が大きい潜砂可能な漁場で CPUE が高く、水温が高くなる7月から9月には潜砂行動が少なくなるためか底質との関連性が小さくなると考えられる。

また、ハモの産卵場は外洋水の影響が強い流れが複雑な海域で、底質が砂泥質から泥質の海域に形成されるとされている³⁾が、産卵期である7月から9月に約50%の泥分率を境に、CPUE の値が二分したことからハモの産卵行動との間になんらかの関連性があることが示唆された。

成熟度と雌雄比

2016年の生殖腺指数は6月から徐々に大きくなり、雄では7月に雌では8月に最大となった(Fig.8)。

この結果を2010年2011年^{5,19)}と比較すると、生殖腺指数の値が最大となった時期が、雄で1,2週間早く、雌では反対に1,2週間遅かった。また、生殖腺指数の値は雌雄とも低い値であった。

周防灘でハモの産卵期は、7月中旬から9月下旬とされ盛期は8月中下旬とされていることから^{1,3,4,5)}、今回の結果は、8月と9月の間のサンプル入手の間隔が開きすぎたことが影響したものと考えられた。

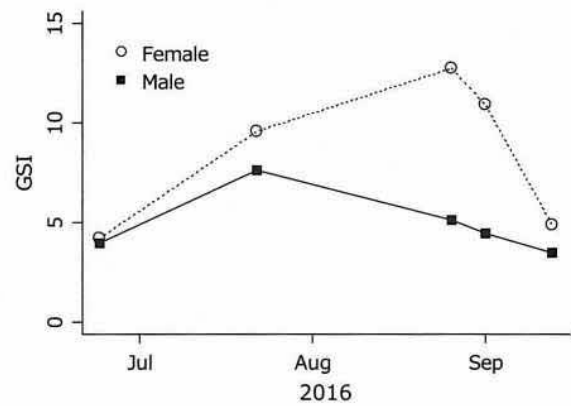


Fig.8 Monthly changes in gonad somatic index of daggertooth pike conger (*M. cinereus*) landed at the Hofu Fish Market and the Hikari Fish Market. (GSI = Gonad weight $\times$ 100 / Body weight).

次に、各月の性比を Fig.9 に示した。

それによると、雌の比率は7月に最も大きく、それ以外で小さくなる傾向がみられた。

産卵期に雌の出現率が小さくなることは、紀伊水道など^{3,9,20)}においてもよく知られている。

その原因については、産卵後に雌は大部分が外域に出るとされている¹⁾ことなどが考えられるが詳しい原因は不明である。

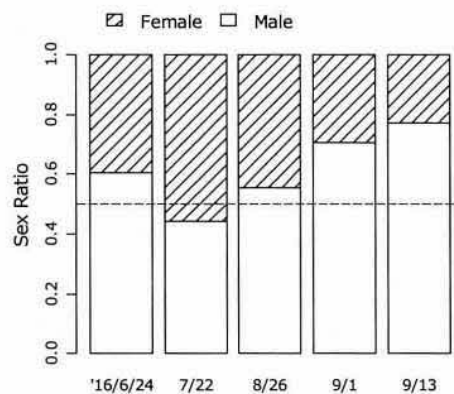


Fig.9 Monthly changes in sex ration of daggertooth pike conger (*M. cinereus*) landed at the Hofu Fish Market and the Hikari Fish Market.

年令組成

雌雄別年令組成を Fig.10 に示した。

耳石の輪紋数から確認されたハモの年齢は、雌雄とも2歳から雄で14歳、雌で15歳であった。ただし、全輪紋を計数できなかった10歳以上の一部の高齢魚を10+としたため、実際には15歳以上の高齢魚の出現の可能性はある。

6月に雌雄とも3,4歳魚の出現割合が大きく、7月8月は雄では4,5歳魚が、雌では5歳以上の高齢魚の割合が大きくなった。9月には雌自体の数が減少し高齢魚の割合も小さくなった。

また、光の吾智網で漁獲されたハモは、その前後の小

型底びき網と比較して雌雄とも高齢魚の割合が小さい傾向がみられた。

全試料の年齢組成から、漁獲の中心は4, 5, 6歳魚で、そのうち5歳魚の割合が最も大きく、高齢魚の割合は雄で小さく雌で大きい、雌はより幅広い年齢群で構成されていた。

今回の結果を2010年2011年⁹⁾と比較すると、雄では4歳魚の割合が小さく高齢魚の割合が大きい、また、雌では4歳から6歳の割合が小さく高齢魚の割合が大きいことから、雌雄とも4歳5歳魚の割合が低下し、相対的に高齢魚の割合が大きい結果となった。

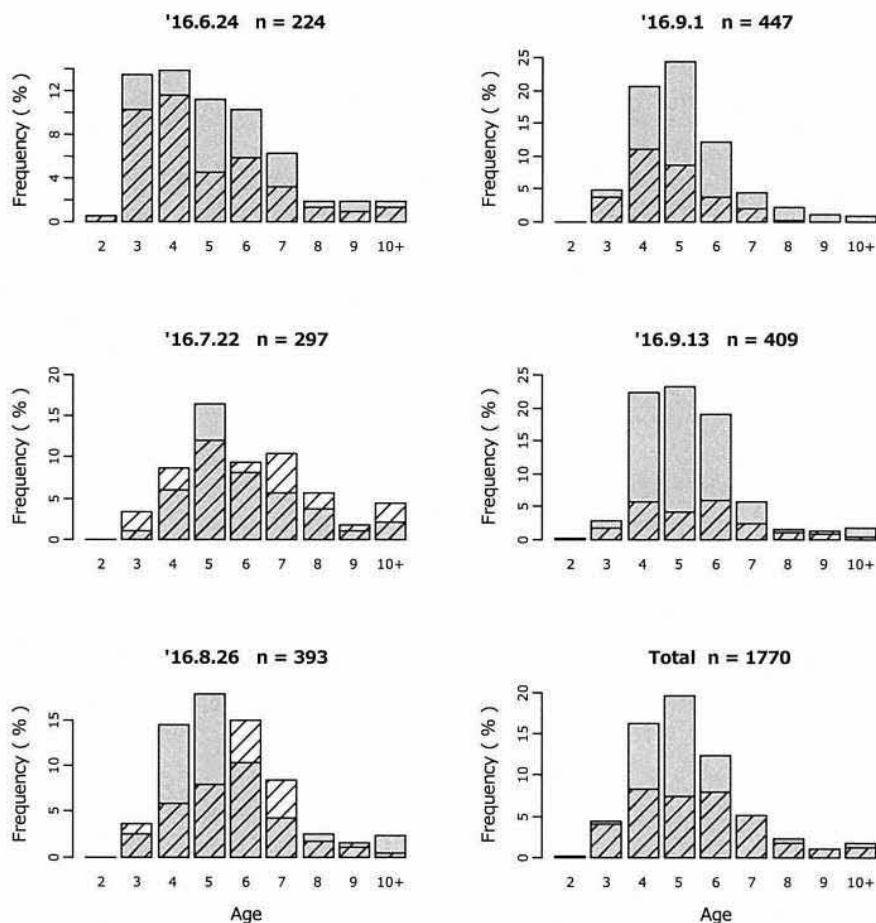


Fig.10 Estimated age composition of daggartooth pike conger (*M. cinereus*). Grayed columns show male and hatched columns show female. Age 10+ show over 10 years of age.

相対成長

2016年の全試料から次に示した関係式を求めた。

TL: 全長, AL: 肛門前長, DL: 下顎長, BW: 体重。

$$TL(mm) = 2.0056 \times AL(mm) + 133.35 \quad (\text{雌雄 } R^2 = 0.9842)$$

$$TL(mm) = 10.953 \times DL(mm) + 146.69 \quad (\text{雌雄 } R^2 = 0.9274)$$

$$BW(g) = 3e^{-7} \times TL(mm)^{3.2426} \quad (\text{雌 } R^2 = 0.9431)$$

$$BW(g) = 1e^{-7} \times TL(mm)^{3.3861} \quad (\text{雄 } R^2 = 0.9118)$$

TL-AL の関係式については、松清¹⁾、柳川¹³⁾、野中²⁶⁾の報告がある。TL-DL の関係式については、ここでは簡便な式をあげたが、より正確な関係式は亘⁷⁾の報告にある。また、BW-TL の関係式は松清¹⁾、高井³⁾、亘⁷⁾などにある。

考 察

高井³⁾が報告しているように、同じウナギ目のウナギやアナゴと比べてハモの生活範囲は最も狭く、産卵海域もごく沿岸に近い海域である。

瀬戸内海においてハモの主要な産卵海域は、紀伊水道や豊後水道の周辺海域である^{3,4,20)}。その両水域とその背後に広がる播磨灘や大阪湾あるいは伊予灘や周防灘がハモの好漁場となっている。

また、太平洋南区の高知沖や宮崎沖でもハモの漁獲量は増加しているとされ^{13,25)}、これらの海域も瀬戸内海のハモの生活史において重要な海域であると考えられる。

近年のハモの漁獲量の増加の原因については様々な説があるが、ハモの幼魚期の生活史について未だ十分な知見がないため、原因の解明は今後の調査の結果に期待す

るしかないであろう。

2007年以降の山口県瀬戸内海のアモの漁獲量を東部地区の標本船のCPUEから推定した。

漁区別のCPUEの分布をみると、明らかに県東部のCPUEが大きく、東部地区のCPUEの変動がアモの漁獲量の変動とよく一致することが明らかになった。

2007年以降の漁獲量の推定は、まず東部地区の漁獲量を推定し、その値から県全体を推定するべきであろうが、直接県全体の漁獲量を推定しても両者に大差はなかった。

これまでも、漁獲量が資源量と、さらに資源量が標本船のCPUEと比例すると仮定することで、漁獲量に代わる指標としてCPUEが用いられてきた。

本報告では、標本船を東部地区に限定し、アモの盛漁期である7月から9月までのCPUEを使用したことでCPUEが有効な指標となったと考えられる。

推定された2007年以降の漁獲量は、2009年までは1999年から2006年までとほぼ同じ水準かやや上回る400トンから500トンであった。さらに、2010年以降漁獲量は増加し2015年は820トンと推定された。

京阪神市場における山口県産アモの取扱量は、2013年 - 312トン、2014年 - 275トン、2015年 - 242トンであった^{23,24)}。したがって、山口県瀬戸内海産アモの30%から39%が京阪神に出荷されていたことになる。

次に、標本船の漁区別CPUEが、1999年以降増加している傾向が明らかとなった、特に周防灘の西部海域における増加は、これまでのアモの漁獲量の増加の経緯と照らし合わせると、将来のアモ資源の動向を占う上でひとつの指標となりうると考えられた。

アモの分布と底質との関係では、底質データを広い漁区に拡大したことによる誤差と、用いた底質データが平成13年から17年の調査結果であることの二点が問題と考えられる。

泥分率を漁区に拡大した結果(Fig.7)とその等値線¹⁰⁾との比較では、やはり漁区に拡大すると値が不連続になる欠点が目立つのはやむを得ないと思われた。

また、対比したCPUEとの時間差については、2005年のCPUEの値でも2015年の結果とほぼ同じ傾向になったことから、より鮮明な結果となる2015年のCPUEとの対比で示した。

底質が現状とそれほど大きな差がないとすると、アモの漁場の形成は、底質の影響を大きく受けるものと考えられた。

さらに、将来のアモ資源の動向を把握するために2016年の産卵期、年齢組成、相対成長について明らかにした。

過去の年齢組成との比較では、雌雄とも若齢魚の割合

が低下していると考えられた。これが、漁獲量の減少につながる現象であるのか、さらに調査の継続が必要である。

最後に、瀬戸内海西部海域産アモの成長式⁹⁾では雄の極限全長は806mm、雌は1264mmとされている。

今回の調査では全長800mm以上の雄が毎回出現し、最大は極限全長を大きく超える923mmであった。一方、雌では極限全長を超える個体はほとんど出現しなかった。

理論的には成長式の極限体長と観測された最大の体長とは直接的な関係はないとされるが²⁰⁾、実用的には何歳に該当するのか、今後さらに耳石を精査する必要があると考えられた。

要 約

本報告は、好調が続く山口県瀬戸内海産アモの最近の漁獲実態について明らかにした。

統計データがない2007年以降のアモの漁獲量を標本船のCPUEから推定した。その結果、2015年の山口県のアモの漁獲量は820トンと推定された。

アモの漁獲動向は東部海域の標本船CPUEから、また資源減少の兆候は西部海域の漁区別CPUEの変化から推定可能であることを示した。

アモの分布が底質に影響され、水温が低い季節は潜砂可能な底質の海域で、また、産卵期には泥分率が約50%以下の底質の海域が好漁場となることが明らかになった。

漁獲されたアモの年齢は、雄では5歳魚以上が雌では4歳魚以上が主体であった。また、雌雄とも若齢魚の割合が低下している傾向が明らかとなった。

謝 辞

本報告をまとめるに当たり、御協力をいただいた標本船調査の漁業者ならびに資料の入手に多大な御協力をいただいた県漁協向島支店 秀漁丸船長と防府・光市場の職員の方々に厚くお礼申し上げます。また、資料の測定、耳石の採取とデータの整理にご協力をいただいた水産研究センター職員の方々に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 松清恵一(1959): 山口県瀬戸内海における重要生物の生態学的研究, 第20報, アモ *Muraenesox cinereus* (FORSKÅ:L), 山口内海水試業績10(1): 93-100.
- 2) 高井 徹・吉岡俊夫・前川兼祐・八柳健郎(1954): 内海産アモ属 2 種の比較形態学的研究, 水講研報, 3,

- 55-73.
- 3) 高井 徹 (1959) : 日本産重要ウナギ目魚類の形態、生態および増殖, 水講研報, 8, 1-349.
- 4) 高井 徹 (1979) : 瀬戸内海におけるハモの再生産について, 栽培技研, 8, 77-82.
- 5) S.Watari・M.Murata・Y.Hinoshita・K.Mishiro・S.Oda・M.Ishitani (2013) : Re-examination of age and growth of daggertooth pike conger *Muraenesox cinereus* in the western Seto Inland Sea, Japan, Fish Sci, 79, 367-373.
- 6) S.Watari・M.Murata・T.Baba・S.Oda・M.Ishitani・K.Mishiro and Y.Uchida (2014) : Fisheries resource management of the daggertooth pike conger, *Muraenesox cinereus*, using existing limited datasets in the western Seto Inland Sea, Japan, Fisheries Management and Ecology, Vol.21, 6, 470-479.
- 7) 亘 真吾 他 (2014) : 瀬戸内海西部における市場でのハモの魚体測定方法, 日水誌, 80 (1), 53-55.
- 8) 松原喜代松・落合 明 (1965) : 魚類学 (下), 恒星社厚生閣, 東京, 573-580.
- 9) 上田幸男 (2008) : 徳島県産ハモの漁業生物学知見, 徳島県水産研究所研究報告, 6, 85-90.
- 10) 岡崎孝博 (2014) : 徳島県産ハモの資源生物学的研究, 徳島大学学位論文, http://www.lib.tokushima-u.ac.jp/repository/list/tl_list/%E5%8D%9A%E5%A3%AB%EF%BC%88%E5%AD%A6%E8%A1%93%EF%BC%89, 1-175.
- 11) 農林水産省 中四国農政局統計部 (1965-2013) : 山口農林水産統計年報.
- 12) 農林水産省 (1983-2013) : 漁業・養殖業生産統計年報, 海面漁業生産統計調査 漁業・養殖業生産統計.
- 13) 柳川晋一・森山貴光 (2010) : 土佐湾産ハモ *Muraenesox cinereus* の年齢と成長等について, 平成20年度高知県水産試験場事業報告書, 64-70.
- 14) 元谷 剛・小林靖尚・望岡典隆 (2016) : 播磨灘北西部海域におけるハモの漁獲実態と産卵生態, マアナゴ資源と漁業の現状, 第3号, 177-180.
- 15) 瀬戸内海的环境情報 (2001-2005) : https://www.env.go.jp/water/heisa/heisa_net/setouchiNet/seto/kankyojoho/sizenkankyo/teisituodaku.htm, 環境庁
- 16) 北西 滋・浜口昌巳・亘 真吾・岡崎孝博・上田幸男・石谷 誠 (2013) : ミトコンドリア DNA 解析による西日本および韓国ハモの遺伝的集団構造, 日水誌, 79, 5, 869-871.
- 17) 岡崎孝博・吉本亮子・上田幸男・浜野龍夫 (2014) : 徳島産および韓国産ハモの体成分の比較, 日水誌, 80, 1, 2-8.
- 18) 岡崎孝博・上田幸男・浜野龍夫 (2012) : 標識放流からみた瀬戸内海東部海域におけるハモの分布と移動, 日水誌, 78, 5, 913-921.
- 19) 村田 実・天野千絵・和西昭仁 (2014) : 主要魚種 (カレイ類, マダイ等) の資源動向に関する研究, H23, 24年度 山口県水産研究センター事業報告, 26-28.
- 20) 多々良薫 (1953) : 紀伊水道のハモについて, 内海区水産研究所研究報告, 4, 107-117.
- 21) 上田幸男・岡崎孝博 (2011) : 飼育下におけるハモの巣穴形成行動と底質粒径の関係, 日水誌, 177, 1, 6, 1-67.
- 22) 山口厚人 (1991) : 薩南海域におけるハモ分布調査, 南西外海の資源・海洋研究, 7, 39-49.
- 23) 大阪市中央卸売市場 市況情報 : <http://www.shijou.city.osaka.jp/sikyo/tuki/hinmoku.html>
- 24) 京都市中央卸売市場 全国品目別産地別取扱高 (鮮魚) : <http://www.city.kyoto.lg.jp/sankan/page/>
- 25) 宮崎県 (2012, 2014, 2015) : 第2,4,5回 宮崎県沿岸資源評価結果, <http://www.mz-suishi.jp/result/result0.html>
- 26) 野中英夫・花淵信男 (1957) : ハモ属の資源生態学的研究 第3報 ハモ *M.cinereus* の形態について, 西水研報, 11, 69-80.
- 27) 田中昌一 (1985) : 水産資源学総論, 恒星社厚生閣, 1-406.

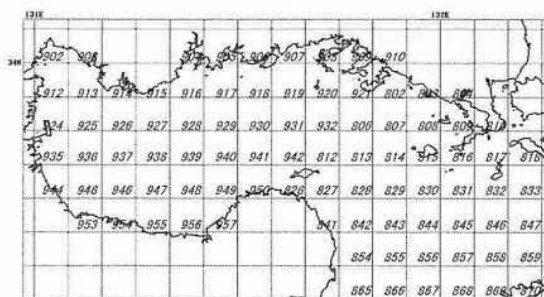
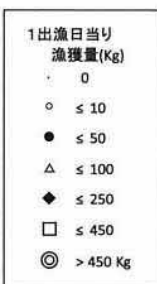
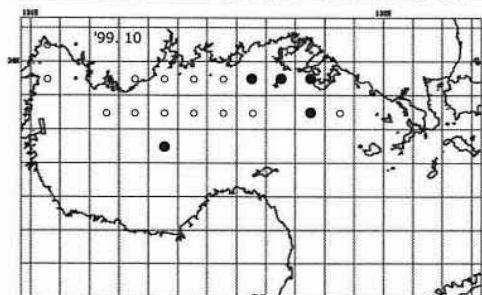
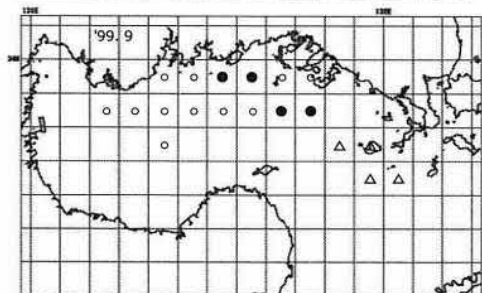
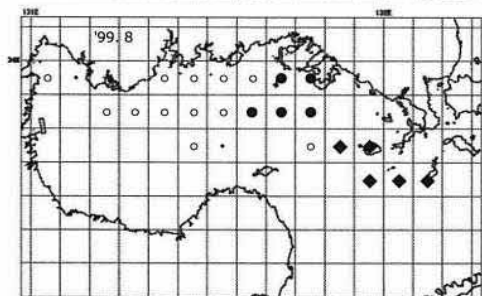
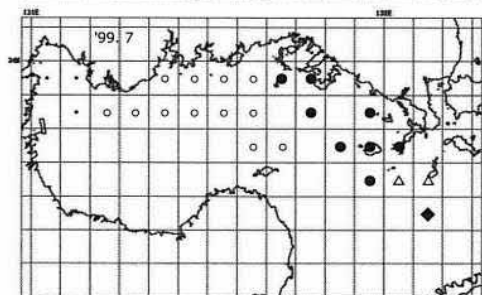
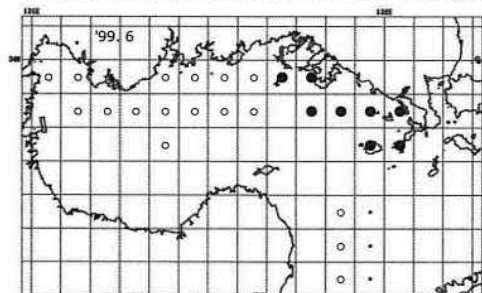
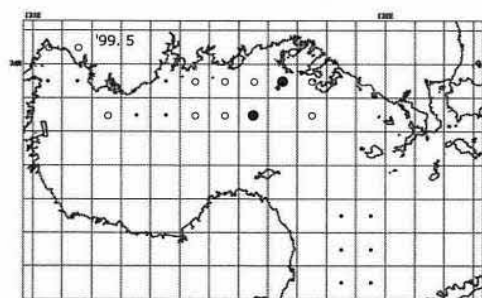


Chart showing the 5' mesh block numbers.

Fig.6-1 Distribution of monthly average catch per unit of effort (CPUE) of daggertooth pike conger (*M. cinereus*) in each 5' mesh blocks for 1999.

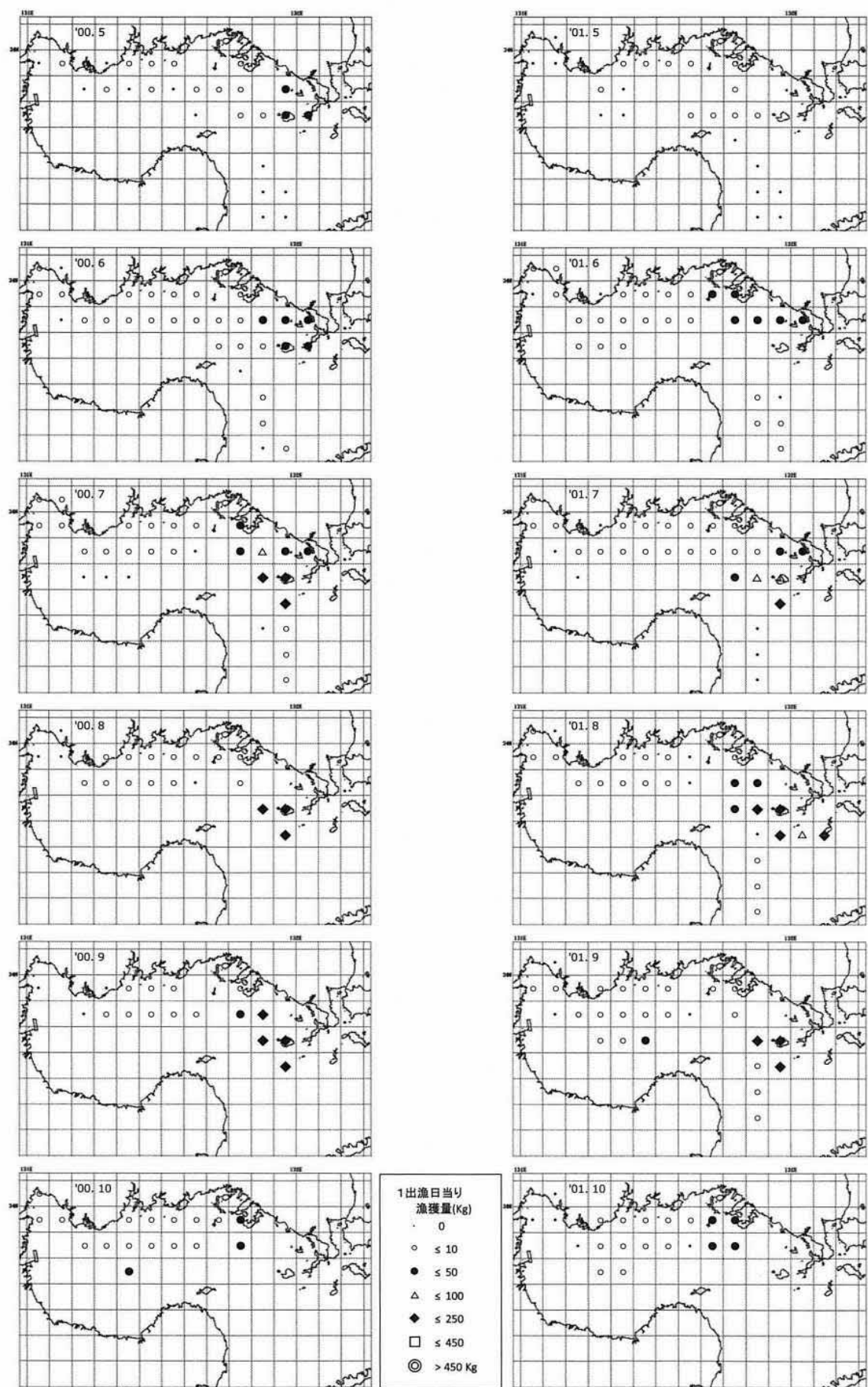


Fig.6-2 Distribution of monthly average catch per unit of effort (CPUE) of daggertooth pike conger (*M. cinereus*) in each 5' mesh blocks from 2000 to 2001.

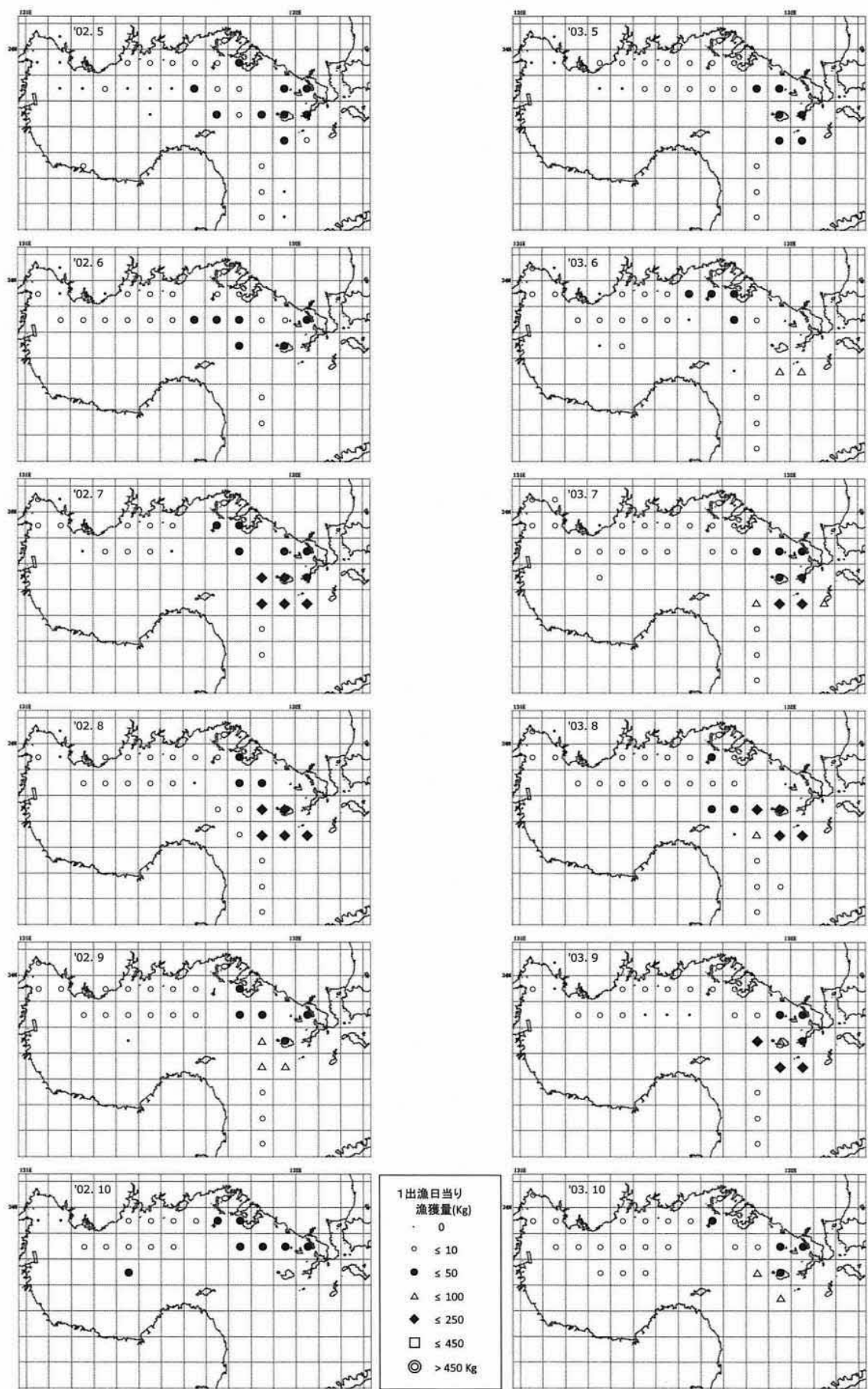


Fig.6-3 Distribution of monthly average catch per unit of effort (CPUE) of daggertooth pike conger (*M. cinereus*) in each 5' mesh blocks from 2002 to 2003.

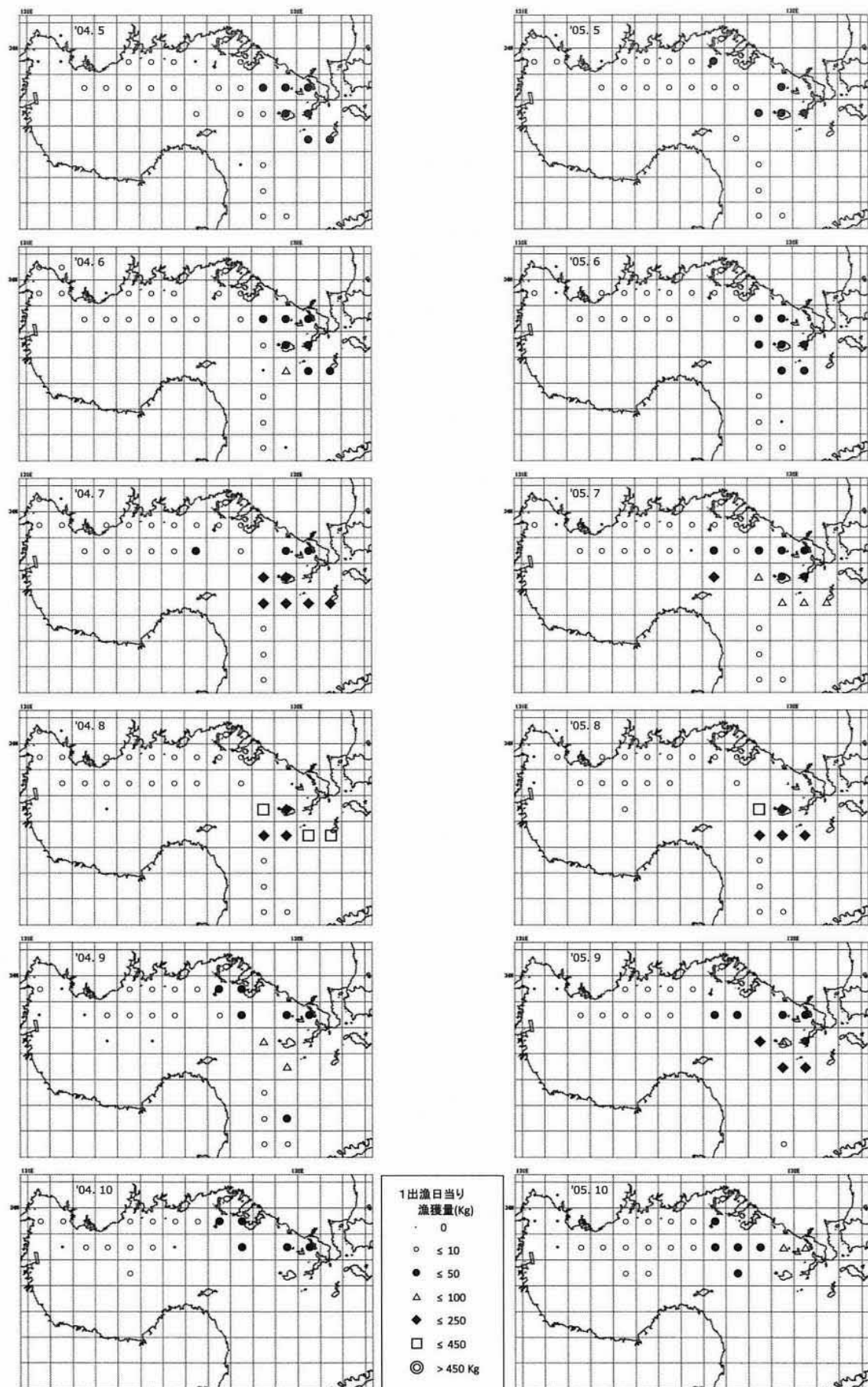


Fig.6-4 Distribution of monthly average catch per unit of effort (CPUE) of daggertooth pike conger (*M. cinereus*) in each 5' mesh blocks from 2004 to 2005.

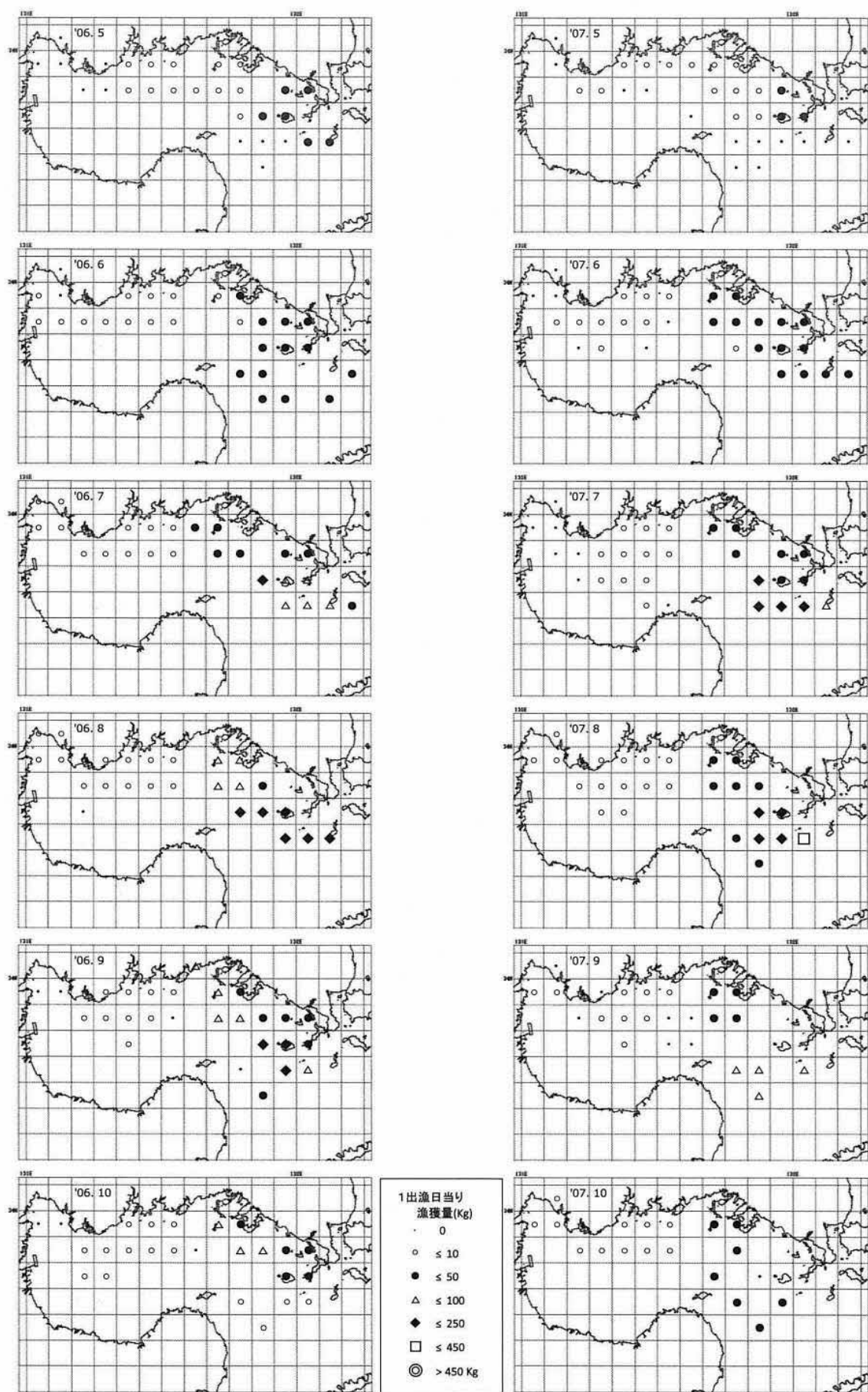


Fig.6-5 Distribution of monthly average catch per unit of effort (CPUE) of daggertooth pike conger (*M. cinereus*) in each 5' mesh blocks from 2006 to 2007.

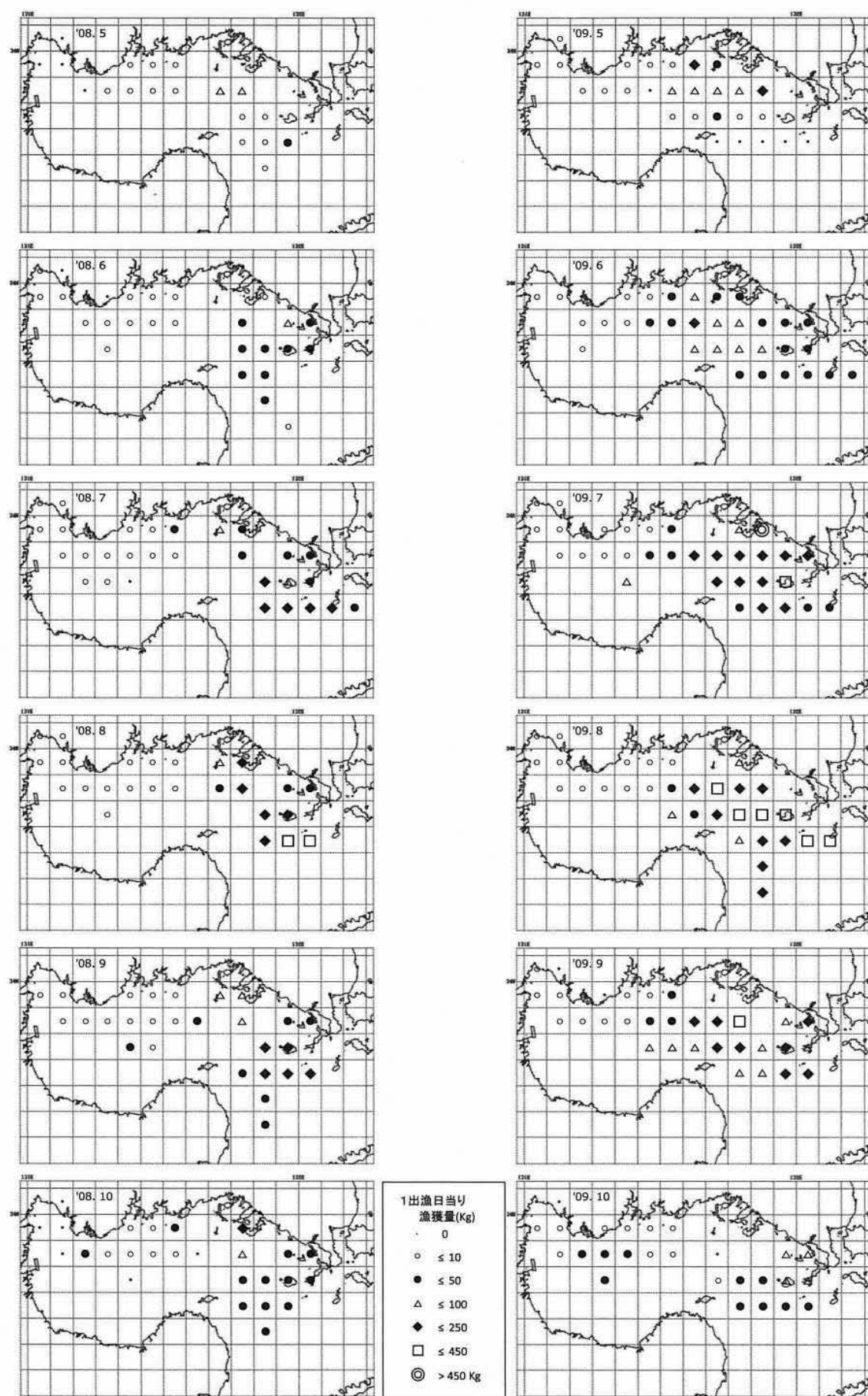


Fig.6-6 Distribution of monthly average catch per unit of effort (CPUE) of daggertooth pike conger (*M. cinereus*) in each 5' mesh blocks from 2008 to 2009.

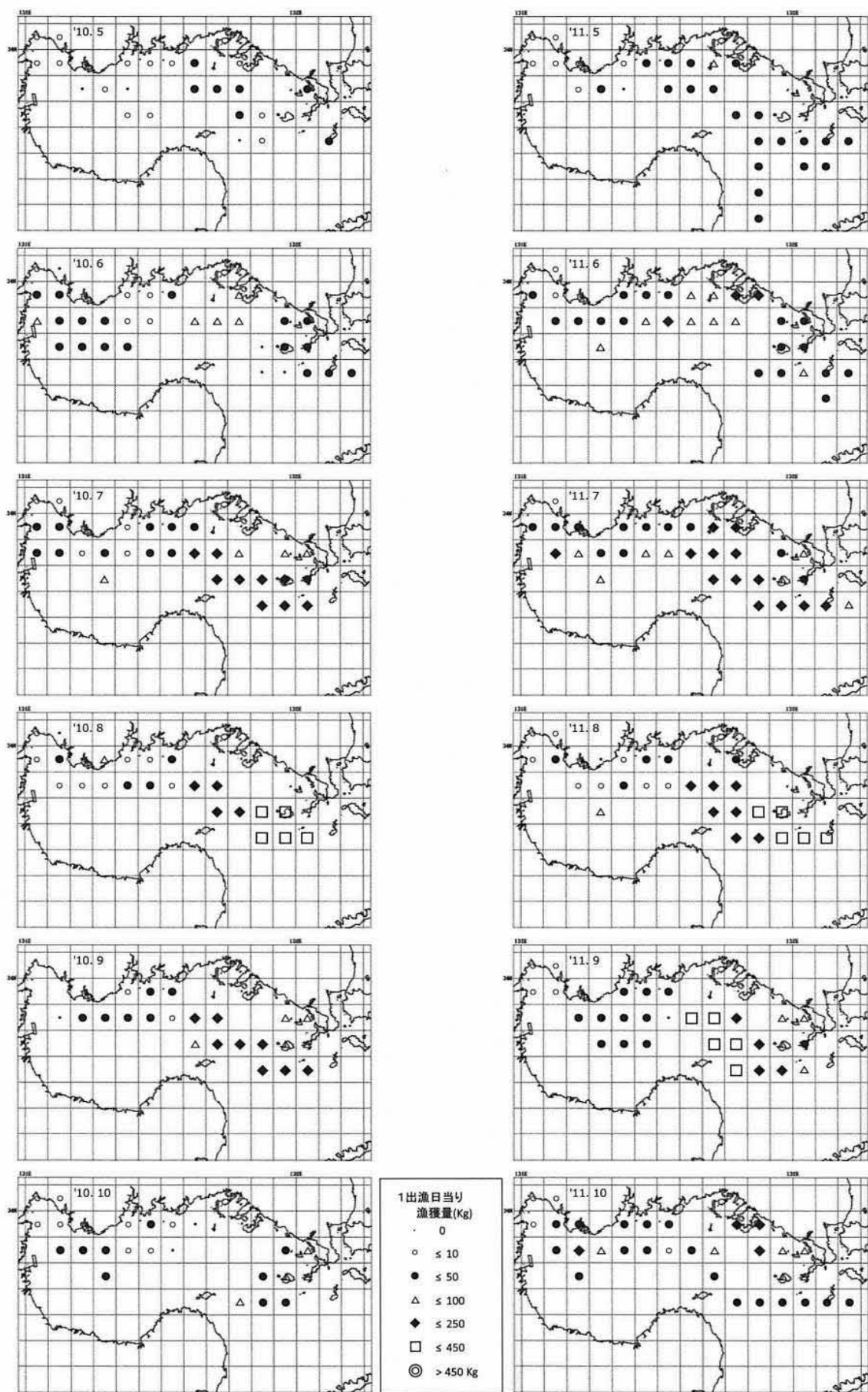


Fig.6-7 Distribution of monthly average catch per unit of effort (CPUE) of daggertooth pike conger (*M. cinereus*) in each 5' mesh blocks from 2010 to 2011.

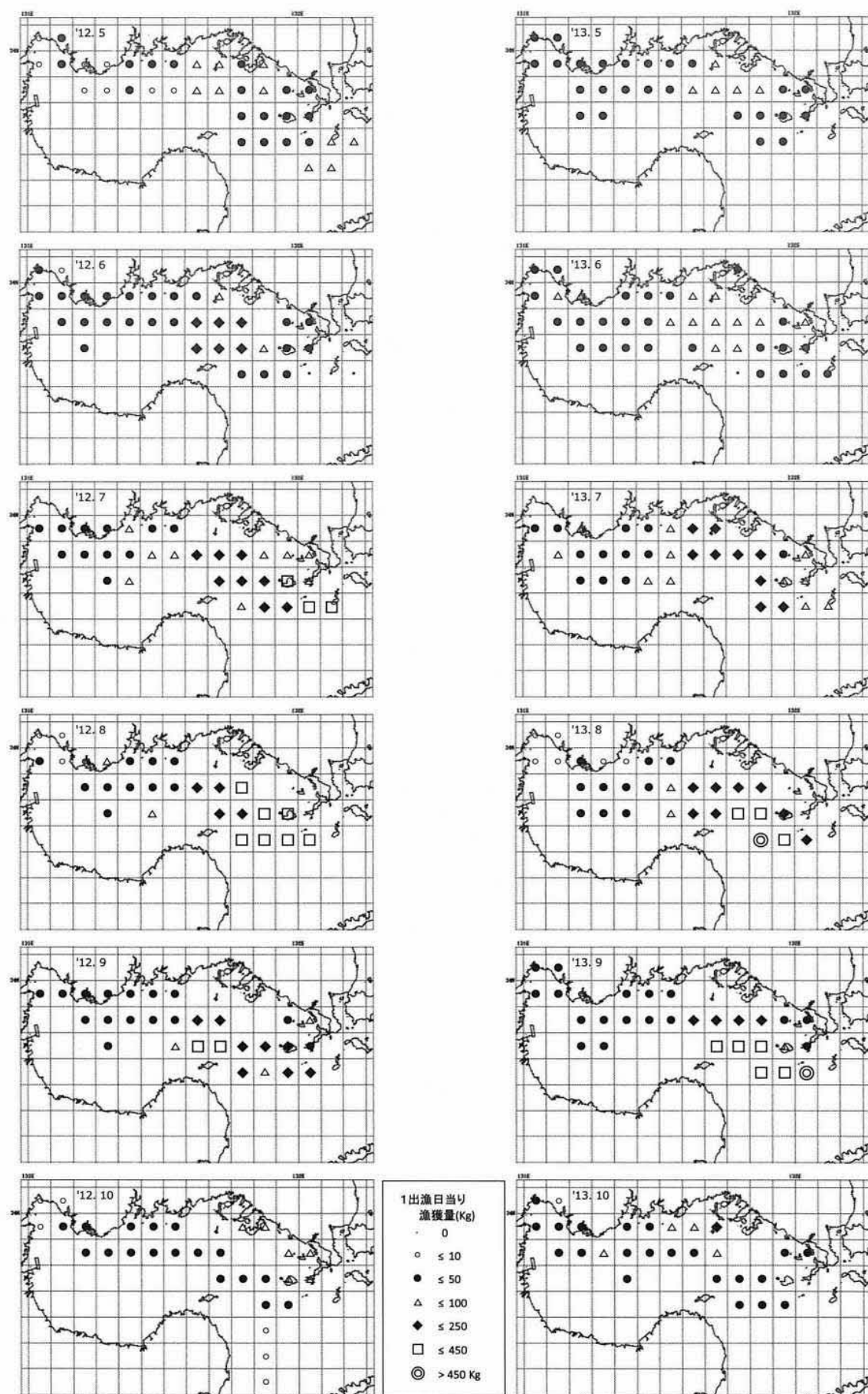


Fig.6-8 Distribution of monthly average catch per unit of effort (CPUE) of daggertooth pike conger (*M. cinereus*) in each 5' mesh blocks from 2012 to 2013.

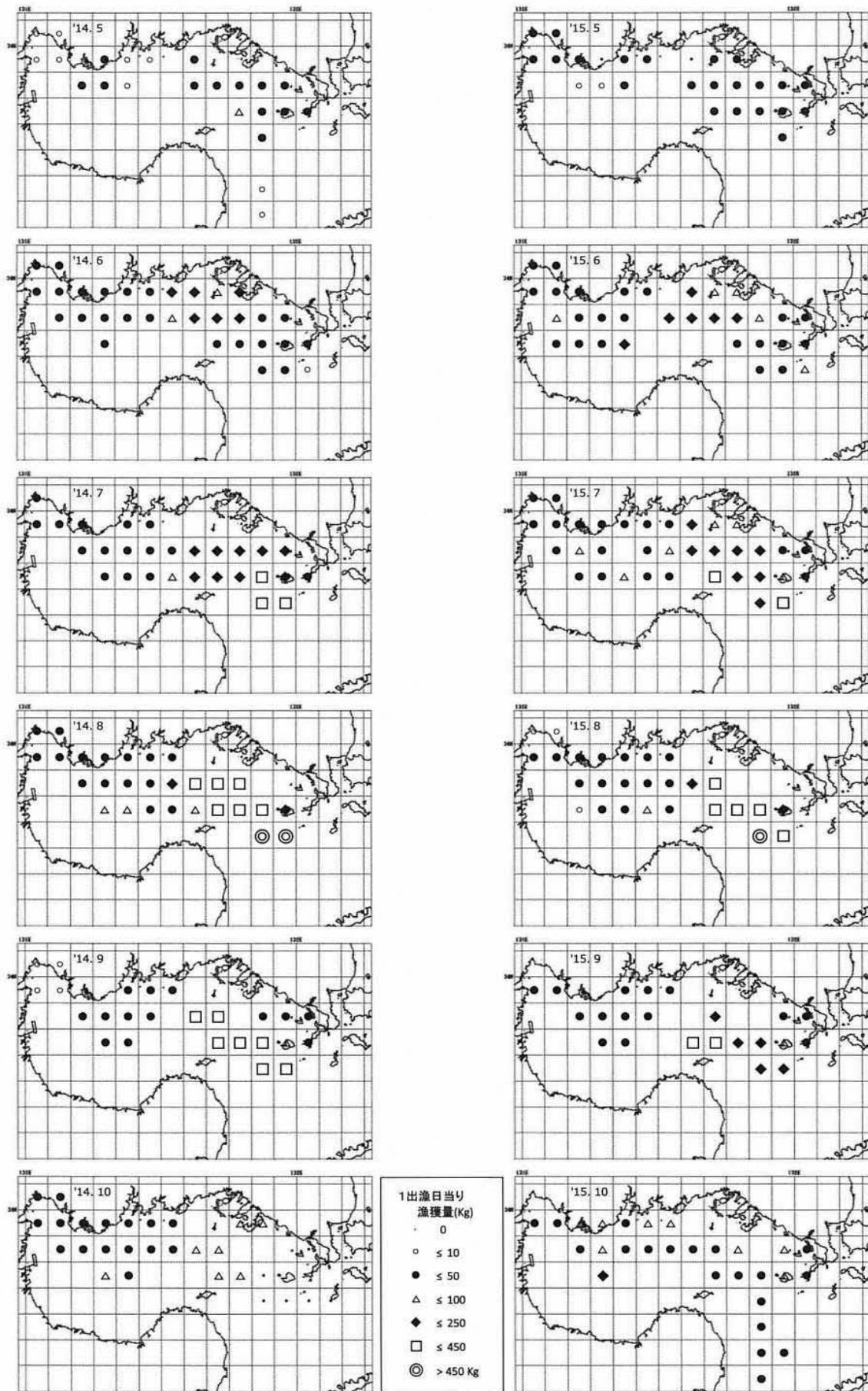


Fig.6-9 Distribution of monthly average catch per unit of effort (CPUE) of daggertooth pike conger (*M. cinereus*) in each 5' mesh blocks from 2014 to 2015.

山口県下関市木屋川水系白根川における 陸封型ワカサギの生態 — II 産卵親魚群の全長組成の周期的変動と 性との関連からみた密度効果

小林知吉*

Ecology of the Landlocked pond smelts, *Hypomesus nipponensis* from
Shirane River belonging to Koya River in Shimonoseki City,
Yamaguchi Prefecture — II
Density Effect according to the Relationship of Periodic
Change of the Distribution of Total length and the Sex
of the Spawning fishes

Tomokichi KOBAYASHI *

The pond smelts, *Hypomesus nipponensis* from Toyota Lake are the landlocked type. They have spawned in Shirane River upstream from Toyota Lake. The parent fishes were investigated according to the total length and the rate of females from 2009 to 2015. According to the distribution of total length, the size of the parent school were divided into a small and a large school. The small size school and the large size school appeared alternately each year. To sum up the small size school appeared in odd years and the large size school in even years. The rate of females were low in the small size school, on the other hand, high in the large size school. These phenomena might have occurred by density effect, and so author explained this matter with the hypothesis.

Key words : Landlocked pond smelt; Spawning fishes; Distribution of body length; Rate of females; Density effect

ワカサギ *Hypomesus nipponensis* McAllister はキュウリウオ科 Osmeridae に属し、北海道および島根県以北の本州の河川、沿海内湾域、湖沼に生息する¹⁾が、本来分布していない全国各地の湖沼、ダム湖などへ移植され、遊漁の対象魚となっている。本研究の調査域に接する下関市豊田町の豊田湖は1955年に造成されたダム湖で、1957年以降、現在まで本種の受精卵放流による移植が行われてきた（下関市豊田総合支所農林課調べ）。その結果、近年、当湖に流入する下関市豊田町の白根川で本種の産卵が確認され、当湖産ワカサギの産卵生態の一部が明らかとなった²⁾。さらに、2009年から2015年までに当河川で採集した産卵親魚の全長組成の経年変化と性との関連により、豊田湖産の陸封型ワカサギの成長変動には

密度効果が大きく作用していると思われたので、ここに報告する。

材料と方法

調査区域

調査河川である白根川は山口県下関市豊田町の豊田湖に注ぎ込む流路長約3 kmの小河川で、本種の主要な産卵場となっている²⁾。調査は当河川の代表的なワカサギの産卵場である岩崎橋（仮称）直下を起点とした上流約150 m、下流約50 m、最大川幅約10 mを範囲とし、その中に5定点を設定して実施した（Fig.1, Table 1）。

* 元山口県水産研究センター 専門研究員
現つのしま自然館 臨時職員
自宅住所 〒759-5331 下関市豊北町大字神田2637-2

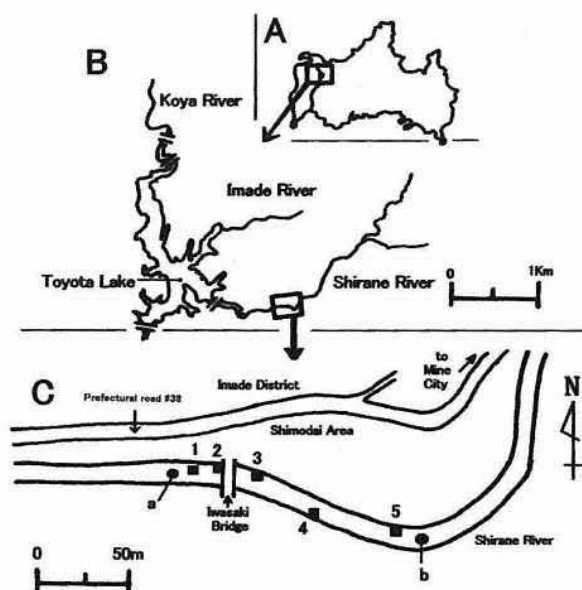


Fig.1. Locality of the investigated field.

A : Yamaguchi Pref., B : around the Toyota Lake, C : investigated stations in Shirane River. a : Futagoiwa (tentative name), b : upper edge of Maimai Pool.
 ■ : Investigated station.

Each station is corresponding to Table 1.

Table 1 Condition of investigated stations in Shirane River.

Station	Condition	Depth* (cm)	Distance from Iwasaki Bridge** (m)
a	Futagoiwa** formed by big two rocks	-	24
1	Shoal between Futagoiwa and Iwasaki Bridge	20	12
2	Right shore directly under Iwasaki Bridge	30	0
3	Right shore above Iwasaki Bridge	35	14
4	Left shore of Iwasaki Rapid**	20	48
5	Right shore of Maimai Pool	20	92
b	Upper edge of Maimai Pool	-	102

* : Depth is average during the investigated period. Depth changes by discharge from the dam gate and precipitation.

** : tentative name

調査年月

白根川におけるワカサギ親魚の採集調査は2009年から2015年にわたり、当地における本種の産卵前期である1月下旬から終期の5月上旬に実施した。主な調査月は3月である。各年の詳細な調査月日はTable 2に示した。

Table 2 Collecting date of upstreaming pond smelts, *H. nipponensis*.

Year	January	February	March	April	May
2009	-	-	11,19	-	-
2010	-	-	02,07,13	-	-
2011	-	09	01,05,08,15,18,22,25,29	01,07,12,21,26,30	-
2012	25	01,14	01,05,13,18,20	02	-
2013	-	27	03,07,14,20,27	02,16,22	01
2014	-	25,28	07,11,16,18,24	02,03,07	-
2015	-	23,28	07,13,16,22,29	08,12,18,25	-
Total days	1	8	33	17	1

遡河親魚採集、魚体測定および雌雄判別

調査区域内の5定点において、薄暮時から夜間に産卵のため遡上する魚群をたも網で採集し、全長を雌雄別に測定した。なお、測定は採集後約3時間内にデジタルキャリパーにより行った。雌雄の判別は腹部を圧して放卵、放精を確認する搾出法と腹部切開による生殖腺の肉眼観察によった。

結 果

全長の経年変化

Fig.2に各年の測定個体数、全長組成を示した。各年のモードを列記すると、2009年群（以下、'09年群と表記。各年これに準ず）では72~74mmTL、'10年群は82~84mmTL、'11年群68~70mmTL、'12年群84~86mmTL、'13年群66~68mmTL、'14年群82~84mmTL、'15年群74~76mmTLとなった。このように親魚群サイズは奇数年が小型群に、偶数年は大型群となる年交替現象が顕著に認められた。

次に、雌雄別の平均全長およびその標準偏差の経年変化を調べた (Fig.3)。平均全長には雌雄差は認められず、全長組成を反映して、小型群と大型群の年交替が認められた。小型群と大型群のそれぞれの平均値をみると、小型群では'11年群の65.8mmTLが最小で、最大は'15年群の74.1mmTLであり、近年、大型になる傾向にあった。偶数年に出現した大型群では85mmTLとなっており、年による差は認められなかった。平均全長の標準偏差については雌、雄で相違がみられた。つまり、雌では'11年を除いて小型親魚群で大きく、大型親魚群で小さくなる傾向が認められた。一方、雄の偏差については小型親魚群、大型親魚群にかかわらず、変化幅は小さく、概ね一様であった。

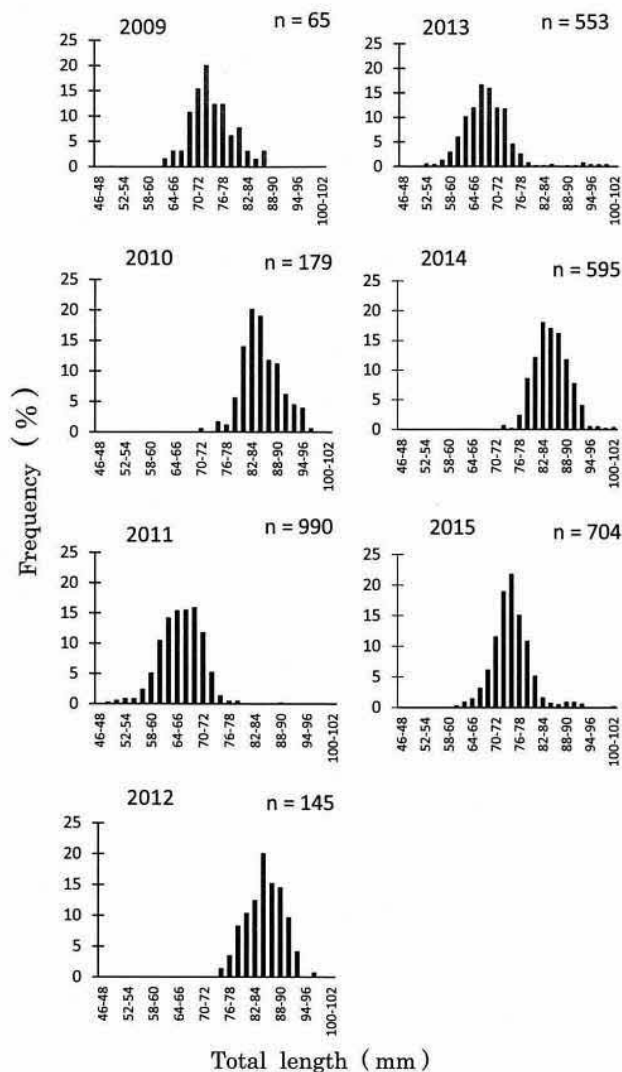


Fig.2. Frequency distribution of total length of pond smelts, *H. nipponensis*.

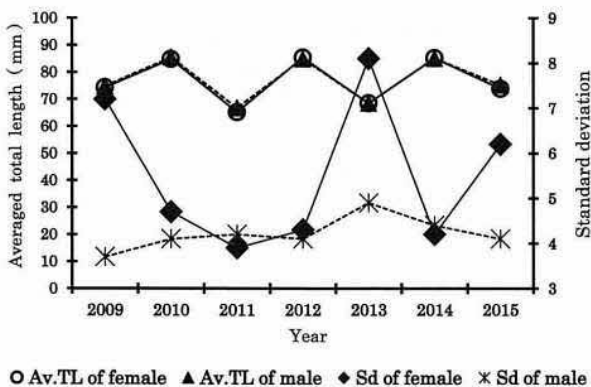


Fig.3. Annual changes of the averaged total length and the standard deviation of female and male parent pond smelts, *H. nipponensis*.

雌雄比

'09～'15年の各年における雌雄別の個体数と雌雄比をTable 3に示した。ここで雌雄比の経年変化と前述の雌、雄の平均全長の経年変化を重ねると (Fig.4), 雌の比率は

小型親魚群出現年で低く、大型親魚群出現年で高くなる傾向が認められた。

Table 3 Number of individuals by distinction of sex and sex ratio of pond smelts, *H. nipponensis*.

year	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
A : Number of female	51	104	433	76	190	230	215
B : Number of male	39	75	808	68	329	358	489
C : Total	90	179	1241	144	519	588	704
A/C : Rate of female (%)	57	58	35	53	37	39	31
B/C : Rate of male (%)	43	42	65	47	63	61	69

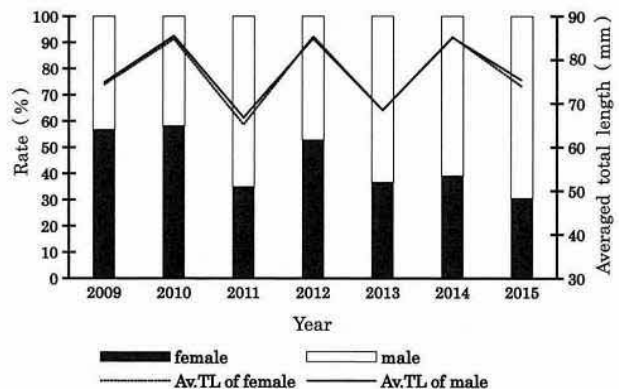


Fig.4. Annual changes of the rate of females and males, and the averaged total length of pond smelts, *H. nipponensis*.

考 察

今回の調査で得られた遡上親魚群の全長組成は、いずれの年も単峯型を示しており、遡上親魚群は概ね同一年発生群と思われた。岩手県閉伊川産ワカサギ³⁾では、産卵遡上時の魚の年齢は0+歳および1+歳で、それぞれの体長は60～90mmSL および90～110mmSLである。また、網走湖産ワカサギはほとんどの個体が満1歳で再生産に加わる⁴⁾。豊田湖産ワカサギの年齢組成については現時点では不明であるが、これらの報告に従えば、白根川に遡上産卵する親魚群は全長組成 (Fig.2) から、概ね0+歳 (満1歳) 魚に相当すると思われる。

次に、本調査で認められた親魚群サイズの小型と大型の年交替現象であるが、これは雌、雄ともにみられることから (Fig.3), 年交替は雌、雄に対して共通に作用する要因によって生じるものと思われる。

群サイズの年交替現象は岩手県閉伊川産の遡河回遊型ワカサギでも報告⁵⁾されており、密度効果に起因するとしている。さらに、井田⁶⁾はサケ *Oncorhynchus keta* Walbaum の体長の経年変化に大、小の年交替がみられ、これを密度効果の作用と報告している。筆者も本調査結果から、ワカサギにおける群サイズの年交替の要因は密

密度効果であるとする説を支持するものであるが、その密度効果がどのような過程を経て発現しているのか、その仮説の概念を Fig.5 に示した。なお、この仮説概念は、前述のように白根川の産卵親魚の年齢が 0+ 歳 (満 1 歳) に相当すると思われるので、①産卵親魚群の年齢は 3 月を基準月として 0+ 歳 (満 1 歳) であること、②環境収容力が一定であることを条件としている。

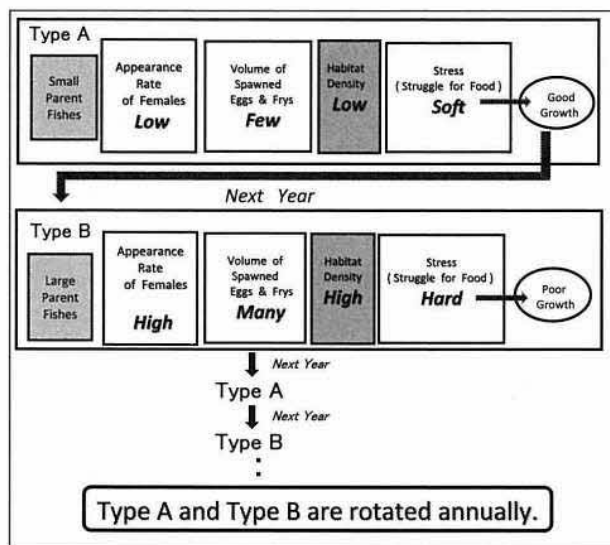


Fig.5. The schema of annual rotation of small and large parent fishes, *H. nipponensis*.

This schema is composed with two conditions following.

- ① The age of parent fishes is 0+ year old (just one year old) in March.
- ② The carrying capacity is constant.

雌雄比の経年変化によれば、雌の比率は小型親魚群 (Type A) では低く、大型親魚群 (Type B) では高くなる傾向がみられる。つまり、小型親魚群では雌が少ないため、産卵量および稚仔発生量も少なくなる。これにより生息密度は低くなり、餌料摂取競争は緩やかとなるため、成長量は増大し、次年の大型親魚群 (Type B) を構成することとなる。一方、大型親魚群では雌が多くなるため産卵量、稚仔発生量とも増加し、生息密度が高まることで、餌料摂取競争が激しくなる。その結果、成長量は減少し、次年は小型親魚群 (Type A) が構成される。この過程が年ごとに繰り返されて群サイズの年交替現象が生じる。

この現象と類似した現象が網走湖産ワカサギの漁獲量 (資源量) 変動にみられる⁴⁾。それは、資源量増加 → 親魚の小型化 → 初期生残低下 → 資源量減少 → 親魚の大型化 → 初期生残率上昇 → 資源量増加 → … というサイクル現象で、鳥澤⁴⁾はこれを資源が常に平衡に保たれるように資源変動機構が働いていると考察した。

以上から、当湖産陸封型ワカサギと遡河回遊型ワカサギに共通してみられる群サイズの年交替は資源を平衡に保ち、種の保存を維持するための戦略と考えられる。

次に、密度効果が雌雄に及ぼす影響について考察する。前述のように雌の平均全長の標準偏差は小型親魚群で大きく、大型親魚群で小さくなる傾向が見られた。Fig.5 に従えば、当年の遡河親魚の成長期は前年にあるため、小型親魚群 (Type A) は前年の大型親魚群 (Type B) より生まれた群であり、生息密度が高い状態で成長期を過ごしている。一方、大型親魚群はその反対の条件下で成長期を過ごしている。このことから、小型親魚群の雌の成長量に大きな差が生じる要因としては、成長期の餌料摂取競争が激しかったという密度効果が考えられる。他方、雄については小型親魚群と大型親魚群の成長量に雌ほどの大きな差がみられないことから、密度効果の影響は受けるものの、雌ほどの強い影響ではないと思われる。種内の餌料摂取競争では、雄が雌より優位な位置を占めていると推察される。言い換えれば、密度効果は雌に強く、雄には弱く作用していると言えよう。

また、小型親魚群の平均体長が 11 年群以降、増大していることは、雌に対する密度効果作用が低下してきていると思われる。このことは近年、生息密度の低下、つまり、資源量の減少が継続的に生じているのかもしれないし、あるいは、何らかの要因で環境収容力に変化が生じているのかもしれない。そうだとするならば、将来、群サイズの年交替現象は消失する可能性がある。

以上、群サイズの年交替および成長量の差の要因は、仮説により餌料摂取競争が介在した密度効果として提示したが、仮説の採否にあたっては豊田湖産ワカサギの資源量の変動、年齢組成の解明および餌料環境についての継続的な調査、分析が必須である。

要 約

下関市木屋川水系白根川において、2009 年から 2015 年にわたり産卵期を中心にして、陸封型ワカサギの体長組成および性比の経年変化を調べた。その結果、遡上親魚群には小型群と大型群が存在し、小型親魚群は奇数年、大型親魚群は偶数年に出現するという年交替現象が生じていた。この群サイズの年交替現象および成長量の差について仮説を設定して考察した結果、この現象は餌料摂取競争という要因が介在した生息密度の高低、つまり密度効果による資源の平衡化と種の存続を維持するための戦略と考えられた。この仮説の採否に関しては、豊田湖産ワカサギの資源量の変動、年齢組成の解明および餌料環境についての継続的な調査、分析が必須である。

謝 辞

本調査を物心ともに支援して下さった下関市豊田町台在住の岩崎 毅・穂子夫妻に深謝します。国立研究開発法人水産研究・教育機構水産大学校教授今井千文博士には本稿の校閲をお願いした。山口県水産研究センター有蘭真琴, 仲野武二、井玉 貢所長(当時)ならびに秋山隆文所長をはじめ, 同センター外海研究部海洋資源グループ職員には調査器具の使用や貸与に多大の協力をいただいた。英文作成では Wilfried Derudder 氏に指導をいただいた。ここに感謝の意を表します。

文 献

- 1) 細谷和海 (2000) : キュウリウオ科 Osmeridae. 日本産魚類検索全書の同定第2版 I (中坊徹次編), 東海大学出版会, 東京, pp.295-296.
- 2) 小林知吉 (2016) : 山口県下関市木屋川水系白根川における陸封型ワカサギの生態 - I 産卵生態. 山口県水産研究センター研究報告, (13), 61-67.
- 3) Sasaki, T, T. Saruwatari and S. Watanabe (2004) : Age Composition of Anadromous Wakasagi, *Hypomesus nipponensis*, Upstream in habiting Hei River in Iwate. Suisanzoshoku, 52(4), 325-328.
- 4) 鳥澤 雅 (1991) : 網走湖産ワカサギの生活史多型分岐と資源変動機構. 北海道立水産試験場研究報告, (56), 1-177.
- 5) Sasaki, T, T. Saruwatari and S. Watanabe (2003): Spawning Ecology of Anadromous Wakasagi, *Hypomesus nipponensis*, inhabiting Hei River in Iwate, Japan. Suisanzoshoku, 51(2), 141-150.
- 6) 井田 齊 (1995) : 環境収容力-シロザケを例として. 海の生産力と魚(谷内 透・平野禮次郎編). 恒星社厚生閣, 東京, pp.41-57.

山口県日本海沿岸域に放流したアカアマダイ 人工種苗の放流効果（短報）

河野 光久

Effectiveness of the Releases of Hatchery-produced Red Tilefish,
Branchiostegus japonicus Released in Coastal Waters off Yamaguchi Prefecture,
Southwestern Sea of Japan (Short paper)

Mitsuhisa KAWANO

A total of 256,300 hatchery-produced red tilefish, *Branchiostegus japonicus* (58-103 mm TL) were released in coastal waters off Yamaguchi Prefecture, southwestern Sea of Japan during 2006 to 2013. One-hundred-and-seventy-nine thousands of individuals of them were tagged. We investigated the effectiveness of the releases of the fishes by finding the tagged ones at a major fish market in Yamaguchi Prefecture during 2011 to 2013. The released fish were mainly caught during the period of 3-6 years after releasing. Recapture rate and economic efficiency of the fishes released in 2007 were highest during the period, i.e. 10.2% and 1.2, respectively. Those of the fishes released in other years were less than 7.4% and less than 0.7, respectively, mainly because the author could not investigate every main target age-fishes (3-6-y ages) for the short survey period.

Key words : *Branchiostegus japonicus* ; Hatchery-produced red tile fish; Effectiveness of releases

山口県では2006年以降、自県で生産したアカアマダイ *Branchiostegus japonicus* 人工種苗を山口県日本海沿岸域に毎年2万尾以上放流してきた。河野・山本¹⁾は2006～2012年に本海域に標識放流した人工種苗の再捕率及び移動について調べ、放流魚は全長230mm以上になって水深80～130mの海域で再捕され、再捕率は0.1%であったことを報告している。しかし、放流効果については明らかにされていない。放流効果を明らかにすることは、放流事業を実施する上で極めて重要であり、もし放流効果が低ければ放流事業の中止を検討する必要がある。そこで本報告では市場調査により標識魚の検出を行い、アカアマダイ人工種苗の回収率及び利益率の解明を試みたので、結果を報告する。

放流したアカアマダイ人工種苗は、放流の前年10月頃に山口県日本海沿岸域で採捕された天然親魚から採卵され、山口県外海栽培漁業センターで全長58～103mmまで飼育されたものである。2006～2013年に合計で

256,300尾の種苗を山口県日本海沿岸域に放流し、このうち179,000尾に標識を施して放流した (Table 1)。標識は左または右腹鰭を切除する方法を用いた。

標識魚の検出は、2011年4月～2013年12月に山口県水産研究センターの職員が山口県漁協萩地方卸売市場に水揚げされたアカアマダイの全長測定をしながら、腹鰭の確認をすることにより行った。標識魚の判定はクロダイの切除腹鰭再生型²⁾に基づいて行い、鰭が欠損しているか短小である個体の他、鰭条が歪んでいる個体についても標識魚と見なした。

放流効果の推定は以下の方法で行った。まず、河野³⁾と同様に、馬場ほか⁴⁾の体長別性比を全長別性比に変換し、調査したアカアマダイを雌雄に分離した。次に、林⁵⁾の年齢・体長キーを年齢・全長キーに変換し、6月のキーを用いて標識魚と天然魚の年間の全長組成を年級分解した。さらに、検出した年齢別標識魚の尾数を各年級の標識率で補正した後、市場漁獲量と測定重量の比

(88.0～135.0) で引き伸ばして放流魚の漁獲尾数を求めた。ここで市場漁獲量は山口県漁協萩地方卸売市場と仙崎地方卸売市場の合計値を使用した。放流魚の漁獲金額は年齢別漁獲尾数に年齢別単価を乗じて求めた。年齢別単価は6月時の年齢別平均全長に次式の山口県漁協萩地方卸売市場におけるアカアマダイの全長 (X, mm) と価格 (Y, 円) との関係を用いて算出した。

$$Y=16.368\exp(0.0117X)$$

放流費用は種苗1尾当たりの単価を100円として放流尾数を乗じて求めた。利益率は、年級別の放流魚の回収金額を放流費用で除して求めた。

放流後1年または2年で漁獲された放流魚は200個体以下と少なく、漁獲の主体は放流後3～6年経過した個体であった (Table 2)。

2011～2013年の回収率は (Table 2)、2007年放流群が最も高く10.2%であった。この放流群には放流後3年の個体が含まれていないにもかかわらず回収率が10%を超えていることから、過大評価になっているかもしれない。今回、標識魚の判定において鰭条の軽微なゆがみを有する個体も標識魚と判定したが、これに天然魚が含ま

れていた可能性がある。一方で腹鰭の切除が不十分な場合は鰭が再生すること考えられる。再生率を考慮しなければその回収率は過小評価となる。2008年放流群の回収率は7.4%と2007年放流群に次いで高かったが、それ以外の放流群では回収率は3.2%以下と低かった。その原因としては、調査期間が3年と短かったため、主たる漁獲対象の放流後3～6年の個体が完全には含まれていないことが大きく影響していると考えられる。その他に健苗性、種苗のサイズ¹⁾、放流場所²⁾、放流直後の食害等による減耗³⁾などが影響すると考えられるが、それらについては比較検討するデータがない。

利益率は (Table 2)、2007年放流群では1.2で上述のとおりの誤差要因はあるものの1.0を上回った。また、2008年放流群の回収率は0.7で1.0を下回ったが、放流後6年以降の個体が2014年以降に漁獲されれば1.0に達する可能性がある。一方で、2009年放流群については放流後3～4年の個体が含まれているにもかかわらず、利益率が0.2とかなり低いことから、最終的に利益率が1.0を下回るかもしれない。調査期間が短いため断定的なことは言えないが、利益率には年変動があり、1.0前後を変動することが推察される。

Table 1 Summarized results of release of hatchery-produced red tilefish, *Branchiostegus japonicus* in coastal waters off Yamaguchi Prefecture, southwestern Sea of Japan.

Release date	N. fish released (A)	N. fish tagged (B)*	Ratio of tagged to released fishes (B/A)	TL (mm)
May26-29, 2006	22,000	12,000	0.545	93
Apr.28, 2007	20,000	7,200	0.360	63-103
Apr.22-May22, 2008	22,000	13,000	0.591	85-98
Mar.11-17, 2009	43,300	29,100	0.672	67-72
Feb.20-Apr.26, 2010	26,800	21,400	0.799	61-68
Mar.7-Apr.15, 2011	65,800	44,900	0.682	58-73
Feb.14, 2012	36,400	31,400	0.863	75
Feb.14-19, 2013	20,000	20,000	1.000	78-81
Total	256,300	179,000	0.698	

*Right or left pelvic fin was cut as a tag.

Table 2 Recapture rate and economic efficiency of hatchery-produced red tilefish by release year of 2006 to 2012.

Release year	N. released	N. recaptured by year				Recapture rate (%)	Cost of seedlings (C; ×1,000 yen)	Amount of recaptured fishes (B; ×1,000 yen)	Economic efficiency (B/C)
		2011	2012	2013	Total				
2012	36,400			22	22	0.1	3,640	4	0.0
2011	65,800		4	195	199	0.3	4,490	67	0.0
2010	26,800		198	407	605	2.3	2,600	318	0.1
2009	43,300	20	772	603	1,395	3.2	4,300	1,009	0.2
2008	22,000	217	872	547	1,636	7.4	2,200	1,575	0.7
2007	20,000	636	820	575	2,031	10.2	2,000	2,477	1.2
2006	22,000	265	240	196	701	3.2	2,200	1,052	0.5

利益率は種苗単価，回収率，再捕魚の平均体重及び単価でほぼ決定される。アカアマダイについては，主に放流後3年以上経過して大型になって漁獲されること，単価が3,005円/kgと高いこと（2013年山口県漁協萩地方卸売市場，小型甘縄単価）から放流対象種として有利な条件を備えているものの，回収率が10%あったとしても，種苗単価が全長70mmサイズで100円（（公社）山口県栽培漁業公社）と他魚種に比べて高価であることが利益率を1.0から大きく上げることを妨げている。これに対しトラフグでは回収率がアカアマダイほど高くなくても，利益率が1.0を大きく上回っている⁹⁾。それは単価がアカアマダイよりもかなり高い（2013年下関地方卸売市場南風泊市場トラフグ（活）単価5,429円/kg；下関漁港統計年報平成25年版）上に，種苗が全長70mmサイズで40円（（公社）山口県栽培漁業公社）とかなり安価であることが大きく影響していると考えることができる。

現在，山口県ではアカアマダイ以外にも19種の種苗が放流されているが，今後事業の推進の是非を判断していくためには，魚種ごとに種苗単価，再捕魚の平均体重，及び単価から利益率が1.0になる回収率を求め，実際に放流費用に見合う放流魚の回収ができていないか明確にすることが必要である。もし，利益率が低くても事業を推進せざるを得ない場合には，回収率を高めるための技術開発，適正サイズによる漁獲，及び種苗生産コストの低減が不可欠である。

謝 辞

本論文を校閲いただいた国立研究開発法人水産研究・教育機構西海区水産研究所酒井猛博士に感謝する。市場調査に御配慮いただいた山口県漁協萩地方卸売市場の職員の皆様，及び放流魚の検出に協力していただいた，山口県水産研究センター安成 淳氏，南部智秀氏，元山口県水産研究センター中脇章博氏，天社博之氏（現在，山口県下関水産振興局）に感謝する。

文 献

- 1) 河野光久・山本健也（2016）：山口県日本海沿岸域に放流したアカアマダイ人工種苗の再捕率及び移動。山口県水産研究センター研究報告，(13)，1-4.
- 2) 小林知吉（1986）：クロダイの切除腹鰭再生試験に基づく鰭切除魚の識別割合。山口県内海水産試験場報告，(14)，7-9.
- 3) 河野光久（2005）：日本海西南部山口県沖におけるアカアマダイの資源管理に関する研究—Ⅱアカアマダイ資源の診断と管理。山口県水産研究センター研究報

告，(3)，61-64.

- 4) 馬場順子・田川希・多部田修（1995）：東シナ海産アカアマダイの年齢，成長，成熟および産卵について（予報）。平成6年度東海・黄海底魚資源管理調査委託事業報告書，114-144.
- 5) 林 泰行（1985）：東シナ海産アカアマダイの漁業生物学的研究。山口県外海水産試験場研究報告，20，1-95.
- 6) 松村靖治（2007）：有明海におけるトラフグの放流技術と放流効果に関する研究。長崎県総合水産試験場研究報告，(34)，45-106.
- 7) 河野光久（2010）：山口県日本海沿岸域におけるさめ類によるアカアマダイ放流種苗の被食。山口県水産研究センター研究報告，(8)，27-29.

山口県日本海沿岸域に設置された通定置網で 漁獲されるいか類の漁獲量（短報）

河野光久

Catches of Squids Caught with “Kayoi” Set Net in Coastal Waters off
Yamaguchi Prefecture, Southwestern Sea of Japan (Short paper)

Mitsuhisa KAWANO

Interannual and monthly variations in the catches of six principal squids (*Uroteuthis edulis*, *Sepioteuthis lessoniana*, *Todarodes pacificus*, *Loligo* (*Heterololigo*) *bleekeri*, *Sepia* (*Platysepia*) *escuenta* and *Thysanoteuthis rhombus*) caught with “Kayoi” set net in coastal waters off north of Yamaguchi Prefecture, southwestern Sea of Japan during 2001-2015 were analyzed. They were caught mainly during the maturation/spawning months. *U. edulis* and *S. lessonia* were also caught during the fishing months of their reproductive groups. The catches of *U. edulis*, *L. bleekeri*, *S. escuenta* and *T. pacificus* increased remarkably in 2015. Water temperatures during their main fishing seasons may influence the increase of their catches.

Key words : Catch; Squid; Set net; Southwestern Sea of Japan

山口県日本海域に生息するいか類は、コウイカ目2科17種、ダンゴイカ目2科3種、ツツイカ目10科20種の合計40種に及ぶことが知られている¹⁾。このうち本県における水産有用種は、コウイカ目のコウイカ *Sepia* (*Platysepla*) *esculenta*, シリヤケイカ *Sepiella japonica*, カミナリイカ *Sepia* (*Acanthosepion*) *lycidas*, ツツイカ目のケンサキイカ *Uroteuthis edulis*, ヤリイカ *Loligo* (*Heterololigo*) *bleekeri*, アオリイカ *Sepioteuthis lessoniana*, スルメイカ *Todarodes pacificus*, 及びソデイカ *Thysanoteuthis rhombus* の8種である¹⁾。これら有用種の出現時期や成熟・産卵期の概略については、河野ら¹⁾によって報告されている。しかし、それらの量変動についてはケンサキイカ²⁾, ヤリイカ³⁾, スルメイカ⁴⁾, 及びアオリイカ^{5, 6)}について、それぞれ異なる年代に断片的に調べられ報告されているものの、本海域において同一期間に複数種の量変動を比較した報告はない。

本研究は山口県日本海沿岸の定置網における近年の有用いか類の種別の比重と漁獲量変動の特徴を明らかにすることを目的として、通定置網の漁獲統計資料を解析し

たので、その結果を報告する。

通定置網は山口県長門市通地先の水深20～50mの日本海に設置された大型定置網である。解析に用いた漁獲統計資料は2001～2015年の日々の仕切表を種別に集計したものである。本仕切表から集計できた種は、ケンサキイカ、ヤリイカ、アオリイカ、スルメイカ、コウイカ、ソデイカの6種である。その他に春季にシリヤケイカ及びカミナリイカがごく稀に混獲されることがあるが、両種については定量的な把握ができなかった。漁獲量の変動は経年変動と経月変動について調べ、このうち経月変動については種ごとに2001～2015年の月別平均値を求め、平均的な変動パターンを調べた。

通定置網における2001～2015年のいか類漁獲量の経年変動を Fig.1 に示す。漁獲量が最も多い種は年によって替わるものの、期間を通してみると概ねケンサキイカ、アオリイカ、スルメイカ、ヤリイカ、コウイカ、ソデイカの順に漁獲量が多く、その順に重要度が高いことがうかがえる (Fig.1)。ちなみに、種別に漁獲量の15年平均値を求めると、ケンサキイカが21,467kg、アオ

リイカが19,907kg, スルメイカが12,729kg, ヤリイカが4,682kg, コウイカが1,206kg, ソデイカが534kgであった。

種別に経年変動を見ると (Fig.1), ケンサキイカ及びアオリイカの漁獲量は2001年から2006年にかけて増加した後2009年まで減少した。2010年以降, アオリイカでは変動を繰り返しながら増加傾向を示した。ケンサキイカでは2010年から2011年にかけて増加した後, 2014年まで減少を続けたが, 2015年に再び急激に増加し, 期間最高の43.5トンを記録した。スルメイカの漁獲量は2002年, 2008年及び2015年に突出して増加した。ヤリイカの漁獲量は2001年から2005年にかけて増加した後, 2010年まで減少したが, その後増加傾向を示し, 2015年には11.7トンと期間中最高となった。コウイカの漁獲量は0.5~2.1トンと少ないながらも2010年以降は比較的高水準にあり, 2015年は期間最高を示した。ソデイカは漁獲量が1.0トンを超えたのは2002年, 2004年, 2005年及び2012年のみで, その他の年にはわずかな漁獲しかなかった。

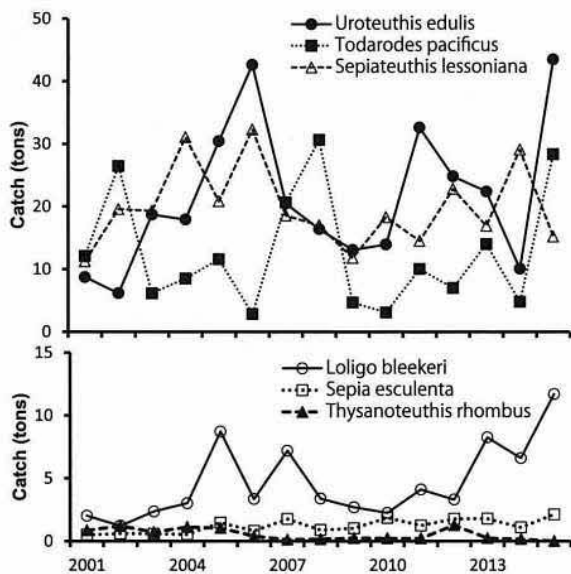


Fig.1 Interannual variations in the catches of squids caught with "Kayoi" set net in coastal waters off north of Yamaguchi Prefecture during 2001-2015.

2001~2015年の種別漁獲量の月別平均値の推移を Fig.2に示す。種別に漁獲量の経月変動を見ると (Fig.2), ケンサキイカは周年漁獲され, 5~7月の初夏と11~2月の冬に漁獲量が多い。アオリイカは10~1月の晩秋~冬期を最盛期として5~6月にも漁獲量の小さな山が見られる。スルメイカの漁獲量は1~5月に多く, 2月に突出したピークが見られる。ヤリイカの漁期は1~4月で2~3月に漁獲量が多い。コウイカの漁期は2~6月で3~6月に比較的稳定した漁獲がある。ソデイカの漁期は11~1月で12月に漁獲量のピークが見られる。

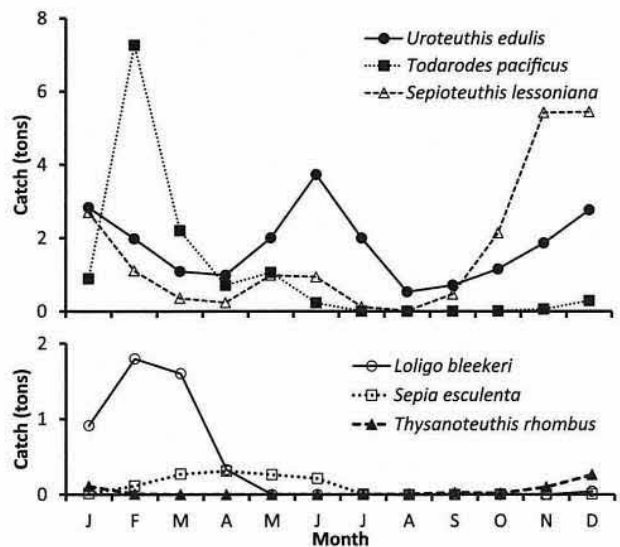


Fig.2 Variations in the monthly mean catches of squids caught with "Kayoi" set net in coastal waters off north of Yamaguchi Prefecture during 2001-2015.

各種の盛漁期を各種の生態から見ると, ケンサキイカの5~7月は成熟・産卵期¹⁾, 11~2月は再生産群の漁期, アオリイカの10~1月は5~6月の再生産群の漁期⁵⁾, スルメイカの2月は成熟群 (河野, 未発表) の漁期, ヤリイカの2~3月は成熟・産卵期³⁾, コウイカの3~6月は産卵期¹⁾, ソデイカの12月は水温低下に伴う南下回遊期^{1, 9)}に相当する。以上のとおり本海域の定置網でのいか類の盛漁期は, ソデイカを除き, 成熟・産卵期を主体に形成されるが, ケンサキイカとアオリイカではその再生産群の漁獲量がかかなり多いといえる。

2015年には漁獲量がケンサキイカ, ヤリイカ及びコウイカで期間最高となり, スルメイカも高水準にあったことが注目される。特にケンサキイカでは, 2015年には初夏の漁況のピークが例年のピークとなる6月より遅れ7月に見られたこと, 及び12月に7月の約2倍の好漁があったことが特徴的であった (Fig.3)。ケンサキイカの

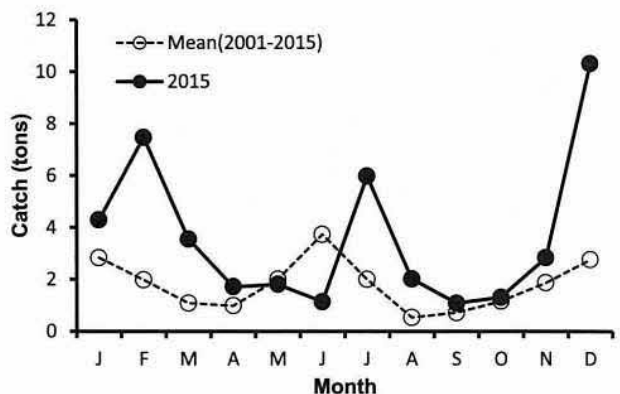


Fig.3 Monthly variation in the catch of *Uroteuthis edulis* caught with "Kayoi" set net in coastal waters off north of Yamaguchi Prefecture in 2015 and the mean catch during 2001-2015.

漁場は例年7月以降水温の上昇に伴い、水深80m以深の沖合へ移動するが⁸⁾、2015年は7月の水温が平年より2℃近く低く昇温が遅れたため (Fig.4)、多くの個体が7月も沿岸域とどまり、好漁がもたらされたのではないかと推察される。また、12月に好漁があった原因については、7月を主体とする初夏の成熟・産卵群が多く、その再生産群が多かったため、漁獲量が増えたのではないかと考えられる。ヤリイカは主に北海道周辺から黄海に至る比較的寒冷な水域に分布する種である⁷⁾ので、2015年には盛漁期の2～3月の低めの水温 (Fig.4) は本種の来遊にプラスの影響を与えたのかもしれない。スルメイカは近年水温の上昇に伴い秋以降沖合を南下するようになって⁴⁾いるが、2015年は盛漁期の2月に水温が低く (Fig.4)、沿岸寄りを回遊したため、漁獲量が増加した可能性がある。コウイカはこれら4種の中では最も南方性種で日本中部沿岸からフィリピン、インドネシアまで分布する⁷⁾ので、盛漁期5～6月の高めの水温 (Fig.4) はコウイカの来遊にプラスの影響を与えたのかもしれない。以上のとおり2015年の通定置網のいか類漁況に水温が影響を及ぼした可能性が示唆されたが、水温と漁況との関係については今後さらに検証していく必要がある。

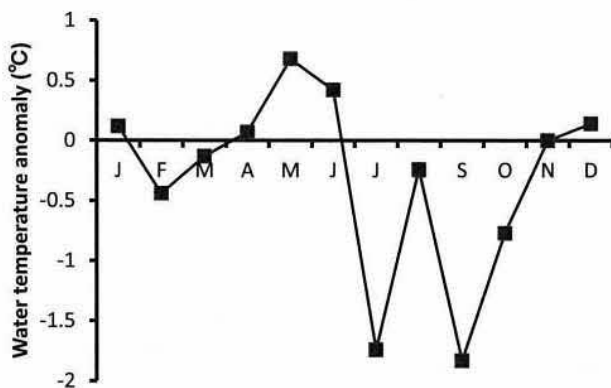


Fig.4 Monthly variation in the anomaly from the 30 years' (1981-2010) mean of sea surface temperatures in coastal waters off Yamaguchi Prefecture, southwestern Sea of Japan in 2015.

謝 辞

漁獲統計資料を提供していただいた通大敷網組合の皆様に感謝する。

文 献

1) 河野光久・土井啓行・堀 成夫 (2013)：山口県日本海域の頭足類相 (予報). 山口県水産研究センター研究報告, (10), 7-24.

- 2) 河野光久 (2008)：日本海南西山口県沿岸域におけるケンサキイカの漁況予測. 山口県水産研究センター研究報告, (6), 19-24.
- 3) 河野光久 (2005)：山口県日本海沿岸域におけるヤリイカの漁獲実態. 山口県水産研究センター研究報告, (3), 65-68.
- 4) 河野光久 (2013)：日本海南西山口県沖におけるいか釣り漁業の実態. スルメイカ資源評価協議会報告 (平成24年度), (3), 30-36.
- 5) 小林知吉・河野光久 (1992)：日本海におけるアオリイカの資源利用の研究. 平成3年度山口県外海水産試験場事業報告, 60-64.
- 6) 小林知吉・河野光久 (1994)：地域重要新技術開発促進事業 (日本海におけるアオリイカの資源利用の研究). 平成5年度山口県外海水産試験場事業報告, 45-51.
- 7) 奥谷 喬 (2005)：世界イカ類図鑑. 成山堂書店, 東京, 253pp.
- 8) 小川嘉彦・山本達雄・名角辰郎・森脇晋平 (1982)：日本海南西沿岸水域における“シロイカ”漁場の海況特性. 水産海洋研究会報, (41), 1-10.
- 9) 名角辰郎 (1975)：山陰東部水域のソデイカ漁業と生態に関する2, 3の知見. 兵庫県水産試験場研究報告, (15), 15-33.

山口県日本海沿岸域で漁獲されたイサキ、カタクチイワシ 及びヤマトカマスの黄変個体（短報）

河野光久・國森拓也・齋藤義之

Yellow Discolored Threeline grunt (*Parapristipoma trilineatum*), Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) and Japanese barracuda (*Sphyraena japonica*) Caught in Coastal Waters off Yamaguchi Prefecture, Southwestern Sea of Japan (Short paper)

Mitsuhisa KAWANO, Takuya KUNIMORI and Yoshiyuki SAITOH

Yellow discolored threeline grunt (*Parapristipoma trilineatum*), Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) and Japanese barracuda (*Sphyraena japonica*) were caught in coastal waters off Yamaguchi Prefecture, southwestern Sea of Japan in 2016. The threeline grunt (39 cm TL) was caught with gill net in waters off Nagato City on May 26. The Japanese anchovy (5-6 cm BL) were caught with dip nets and boat seines in coastal waters off Nagato and Hagi City during late September to early November. The Japanese barracuda (25-29 cm TL) were caught with set net in coastal waters off Hagi City during late September to early November. The yellowing of threeline grunt was caused by shortage of black pigments. The yellowing of Japanese anchovy and Japanese barracuda was presumably caused by accumulation of yellow carotenoids derived from their preys.

Key words : Yellow discolored fishes; *Parapristipoma trilineatum* ; *Engraulis japonicus* ; *Sphyraena japonica*

2016年にはイサキ *Parapristipoma trilineatum* (5月14日, 26日), オニオコゼ *Inimicus japonicus* (10月27日), カタクチイワシ *Engraulis japonicus* (9月下旬～11月上旬), ヤマトカマス *Sphyraena japonica* (11月5日) など例年に比多くの魚類黄変個体の報告が山口県水産研究センターに寄せられた。このうちカタクチイワシとヤマトカマスについては、黄変個体を乾製品に加工すると黄褐色に変色し、売り物にならないため、前者については山口県漁協湊地方卸売市場（以後、湊市場という。）の市場長から、また後者については山口県漁協萩地方卸売市場（以後、萩市場という。）の市場長から黄変の原因究明を求められた。本報告では当所が入手したイサキ、カタクチイワシ及びヤマトカマスの黄変個体について、その出現及び形態的特徴を記すとともに、黄変の原因について考察した。

イサキ黄変個体

イサキの黄変個体（全長39cm）は2016年5月26日、長門市沖で刺網により採捕された。本個体は眼が黒く、

尾鰭、背鰭の後半部及び尻鰭の後半部が橙色を帯びていたほかは、鮮やかな黄色を呈した（Fig.1）。



Fig.1 Yellow discolored threeline grunt (*Parapristipoma trilineatum*) caught with gill net in coastal waters off Nagato city, Yamaguchi Prefecture, southwestern Sea of Japan on May 26, 2016.

魚類の黄変個体はさまざまな魚種で報告されている^{1,3)}。そのうち、ヒラメ *Paralichthys olivaceus* では黒い色素が少ないために黄色く見えるとされている¹⁾。また、ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* では、チロシナーゼ活性の抑制の程度によって眼が赤く見える完全なアルビノ系統と眼が黒い黄変系統に区別され、後者は正常体色個体に対し単純劣性形質であることが知られている³⁾。本個体はドジョウの黄変系統と同様に遺伝的原因により黒色色素が少ない個体と考えられる。

カタクチイワシ黄変個体

カタクチイワシの黄変個体は2016年9月下旬頃から11月上旬にかけて長門市及び萩市沿岸域で抄網またはいわし船曳網で大量に漁獲された。湊市場の職員によれば、本個体は長門市湊地区では“黄金のタレ”と呼ばれ、過去にもたまに混獲されることはあったが、本年ほど多いことはなかったとのことであった。

2016年11月1日に深川湾で抄い網により漁獲され湊市場に水揚げされたカタクチイワシを入手して、黄変個体と正常色個体の形態、粗脂肪量、水分量、色素を比較した。黄変個体は191個体中80個体を占め、混入率は42%であった。黄変個体は外観上黄色を呈していただけでなく、肉色も黄色を示したことが特徴的であった (Fig.2)。



Fig.2 Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) caught with dip net in Fukawa Bay, north of Yamaguchi Prefecture on November 1, 2016. Upper: normal specimen, lower: yellow discolored specimen.

平均体長は黄変個体が51.49mm (分散8.96mm)、正常色個体が54.95mm (分散12.82mm) で正常色個体の方が有意に大きかった (t検定, $P < 0.05$)。解剖して胃内容物を調べたところ、胃内容物はすべて消化されており、餌生物の同定はできなかった。ソックスレー法で粗脂肪量、105℃常圧乾燥法で水分量を測定した結果、粗脂肪量及び水分量は、黄変個体でそれぞれ1.3%, 78.2%, 正常色個体でそれぞれ1.4%, 78.4% で、粗脂肪量及び水分量と

も両者の差は無かった。アセトンで色素を抽出し、分光光度計 (島津製作所 UV240) で吸収スペクトルを調べた結果、黄変個体は波長450nm 付近に吸光度のピークを持ち、正常色個体に比べ400nm 台の吸光度が高かった (Fig.3)。450～480nm にピークをもつ色素には、 β -カロテンとゼアキサンチンがあり、これらは黄色カロテノイドであることから、黄変個体の原因色素は黄色カロテノイドと判断された。

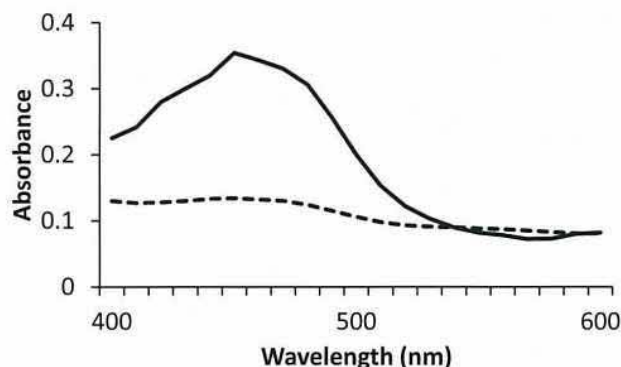


Fig.3 Absorption spectra of colored fractions separated from the muscle of Japanese anchovy. Solid line and dotted line show the yellow discolored and normal specimens, respectively.

魚類の肉色が黄変した事例は、これまでに東京湾と大阪湾のスズキ *Lateolabrax japonicus* で報告されている^{4,5)}。スズキでは原因色素は波長450～500nm に吸光度のピークを持つカロテノイドとされ、動物はカロテノイドを合成することができないため、餌生物 (甲殻類オヨギピンノ *Tritodynamia horvathi*) を大量摂取しカロテノイドを蓄積したものと考えられている^{4,5)}。同様にカタクチイワシ黄変個体も餌生物由来のカロテノイドを蓄積したために、黄変したものと推定される。11月1日の黄変個体の胃内容物からは餌生物は特定できなかったが、11月14日に入手したカタクチイワシのうち胃内容物が確認できた個体では、胃内容物として甲殻類ゾエア幼生が優占していたことから、甲殻類ゾエア幼生を大量摂取したためにカロテノイドを蓄積したのかもしれない。

ヤマトカマス黄変個体

ヤマトカマスの黄変個体 (全長25～29cm) は2016年9月下旬～11月上旬に萩市沿岸域の定置網により正常色個体に3割程度混じって漁獲された。

2016年11月5日に萩市玉江浦地先の定置網で漁獲され、萩市場に水揚げされたヤマトカマスを手し、黄変個体の形態的特徴と色素を正常色個体と比較した。黄変個体は腹鰭と臀鰭が黄色で、肉色は橙色であった (Fig.4)。胃内容物を調べた結果、カタクチイワシを飽食しており、カタクチイワシの約3割が黄変個体であった。

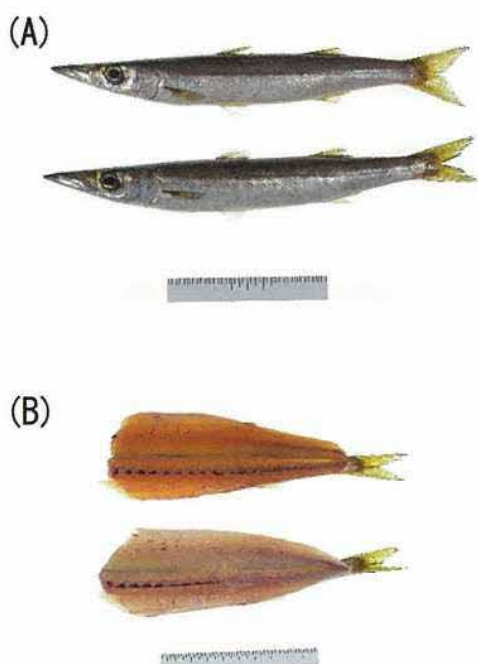


Fig.4 Japanese barracuda (*Sphyraena japonica*) caught with set net in coastal waters off Hagi City, southwestern Sea of Japan on November 5, 2016. Appearance (A) and muscle (B) of yellow discolored specimen (upper) and normal specimen (lower).

カタクチイワシと同じ方法で色素の吸収スペクトルを調べた結果、黄変個体は波長450nm付近に吸光度のピークを持ち、正常色個体に比べ400nm台の吸光度が明瞭に高かった (Fig.5)。このことは、ヤマトカマス黄変個体がカタクチイワシ黄変個体と同種の黄色カロテノイドを蓄積していたことを示すものであり、ヤマトカマス黄変個体はカタクチイワシ黄変個体を多量に捕食したために、カロテノイドを蓄積し、黄変した可能性が高い。

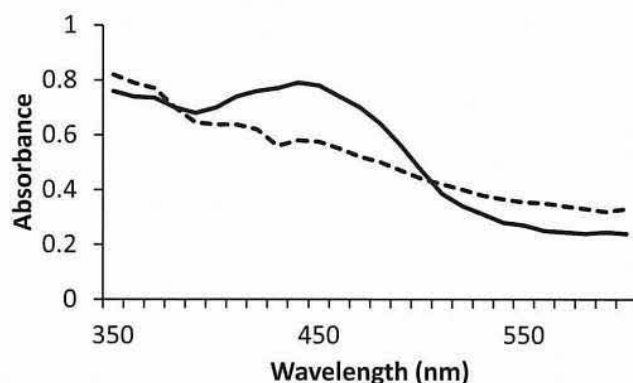


Fig.5 Absorption spectra of colored fractions separated from the muscle of Japanese barracuda. Solid line and dotted line show the yellow discolored and normal specimens, respectively.

文 献

- 1) 岩崎猛朗 (2015)：黄金色のヒラメ．神奈川県立生命の星・地球博物館自然科学のとびら, 21 (1), 1.
- 2) 中川雅博・中島 淳・浅香智也・鈴木誉士 (2008)：琵琶湖につながる農業用水路で採集されたシマドジョウの黄変個体．ホシザキグリーン財団研究報告, (11), 287-289.
- 3) 鈴木 亮・石田力蔵 (1964)：どじょう養殖の新技術．泰文館, 東京, pp.150. (中川雅博・中島 淳・浅香智也・鈴木誉士 (2008)：琵琶湖につながる農業用水路で採集されたシマドジョウの黄変個体．ホシザキグリーン財団研究報告, (11), 287-289. からの孫引き)
- 4) 佃 信夫 (1980)：東京湾におけるスズキの異常肉色とその色素について．東海区水産研究所研究報告, (102), 85-92.
- 5) 大美博昭・入江正和・石渡 卓・鍋島靖信 (2000)：大阪湾で漁獲されたスズキの肉色異常について．大阪府立水産試験場研究報告, (11), 53-57.

山口県日本海域の危険生物目録(II) 自然毒による食中毒を起こしうるもの— ①巻貝類(軟体動物門腹足綱)

堀 成夫^{*1}・河野光久・園山貴之^{*2}・國森拓也・荻本啓介^{*2}・棕木博昭^{*1}

萩博物館調査研究報告第 12 号(2017)

山口県萩市・阿武町・長門市・下関市に面する日本海域から確認されている巻貝類(軟体動物門腹足綱)のうち、自然毒による食中毒を起こしうる種、すなわち、海域に関わらず食中毒例があるもの、他種で食中毒を発生させたものと同じ毒の検出例があるもの、信頼できる文献において中毒を起こす可能性が言及されているものを調査し目録化したところ、24種が確認された。それらが持ちうる自然毒(貝毒)は種によって異なるが、フグ毒、麻痺性貝毒、テトラミンおよびその他の唾液腺毒、ネオスルガトキシン・プロスルガトキシン、ピロフェオホルバイドa と多岐に及ぶ。しかし、県内から過去10年間に食中毒例があるのは2006年のエゾボラモドキ *Neptunea intersculpta* (またはマルエゾボラ) によるテトラミン中毒1件のみである。食中毒に至った例が少なくとも、上記の貝毒のうち前3者については当海域の巻貝がすでにもっている、あるいは今後持つ可能性が十分あるため、より適切かつ効果的に食中毒を防ぐための周知・対応方法を考案していくことが望まれる。

キーワード: 山口県日本海; 危険生物; 巻貝

^{*1} 萩博物館 ^{*2} 下関市立しものせき水族館

World Squid Fisheries 世界のいか類漁業

Alexander I Arkhipkin, Paul G. K. Rodhouse, Graham J. Pierce, Warwick Sauer, Mitsuo Sakai, Louis Allock, Juan Arguelles, John R. Bower, Gladis Castillo, Luca Ceriola, Chin-Shin Chen, Xinjun Chen, Mariana Diaz-Santana, Nicola Downey, Angel F. González, Jasmin Granados Amores, Corey P. Green, Angel Guerra, Lisa C. Hendrickson, Christian Ibáñez, Kingo Ito, Patrizia Jereb, Yoshiki Kato, Oleg N. Katugin, Mitsuhisa Kawano, Hideaki Kidokoro, Vladmir V. Kulik, Vladmir V. Laptikhovsky, Marek R. Lipinski, Bilin Liu, Luis Mariátegui, Wilbert Marin, Ana Medina, Katsuhiko Miki, Kazutaka Miyahara, Natalie Moltschaniwskyj, Hassan Moustahfid, Jaruwat Nabhitabhata, Nobuaki Nanjyo, Chingis M. Nigmatullin, Tetsuya Ohtani, Gretta Pecl, J. Angel A. Perez, Uwe Piatkowski, Pirochana Saikliang, Cesar A. Salinas-Zavala, Michael Steer, Yongjun Tian, Yukio Ueta, Dharmamony Vijai, Tshie Wkabayashi, Tadanori Yamaguchi, Carmen Yamashiro, Norio Yamashita & Louis D. Zeidberg

Reviews in Fisheries Science & Aquaculture (2015), **23**:2, 93-252.

Some 290 species of squids comprise the order Teuthida that belongs to the molluscan Class Cephalopoda. Of these, about 30-40 squid species have substantial commercial importance around the world. Squid fisheries make a rather small contribution to world landings from capture fisheries relative to that of fish, but the proportion has increased steadily over the last decade, with some signs of recent leveling off. The present overview describes all substantial squid fisheries around the globe. The main ecological and biological features of exploited stocks, and key aspects of fisheries management are presented for each commercial species of squid worldwide. The history and fishing methods used in squid fisheries are also described. Special attention has been paid to interactions between squid fisheries and marine ecosystems including the effects of fishing gear, the role of squid in ecosystem change induced by overfishing on groundfish, and ecosystem-based fishery management.

Key words: Catch; Cephalopoda; Fisheries; Lifecycle; Squid

結果の要約 軟体動物頭足綱ツツイカ目に属するいか類は約 290 種に及ぶ。このうち約 30~40 種が世界で商業的な重要種となっている。いか類漁業は魚類を対象とした漁業に比較して世界の漁獲量に対する貢献度はかなり小さいものの、その比率はこの 10 年で着実に増加し、直近では横ばいの兆候がみられる。本概説は世界のすべての重要ないか類

漁業について記述する。利用されている資源の生態学的・生物学的概要、及び漁業管理の重要な点が世界のいか類商業種それぞれについて示される。漁具の影響、底魚類に対する乱獲による生態系変化におけるいか類の役割、及び生態系に基づく漁業管理を含むいか類漁業と海洋生態系との相互作用が特に注目される。

山口県水産研究センター研究報告 第14号

2017年3月発行

編集・発行者 山口県水産研究センター

〒759-4106 山口県長門市仙崎 2861-3

TEL: 0837-26-0711 FAX: 0837-26-1042

E-mail: a16402@pref.yamaguchi.lg.jp

<http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a16500/uminari/uminari-top.html>

外海研究部 (同上)

内海研究部 〒754-0893 山口市秋穂二島 437-77

TEL: 083-984-2116 FAX: 083-984-2209

E-mail: a16403@pref.yamaguchi.lg.jp
