

瀬戸内海中央部のガラモ場とこれに隣接する砂浜における 魚類群集の定量比較

平井香太郎*・上村泰洋・岩本有司・森田拓真・小路 淳

広島大学竹原水産実験所, 〒725-0024 広島県竹原市港町5-8-1

* 現所属 : NBS 長野放送局 〒380-8633 長野市大字中御所字岡田131-7

要 旨 植生の有無が魚類群集に与える影響を明らかにすることを目的として、瀬戸内海中央部の無人島（小久野島）の東岸において隣接するガラモ場と砂浜の魚類相調査を実施した。ガラモ場と砂浜に10m四方（面積100m²）の調査区画を各4ヶ所設定し、季節に1回の頻度で（2006年8月, 11月, 2007年2月, 5月）小型巻網（目合い4mm）を用いて区画内の魚類をすべて採集した。一年間の調査により、ガラモ場で20種以上1,397個体、砂浜で17種以上902個体の魚類が採集された。個体数にもとづく優占種（上位3種）は、ガラモ場ではシロメバル、ヒメハゼ、ハオコゼ、砂浜ではヒメハゼ、ボラ、スジハゼ、湿重量にもとづく優占種は、ガラモ場ではシロメバル、ハオコゼ、キュウセン、砂浜ではヒメハゼ、シロギス、ボラであった。100m²あたりの出現種数、個体密度、バイオマスはいずれもガラモ場において大きな季節変動を示した。8月にはガラモ場における種数が砂浜よりも有意に多かった。ガラモ場においては、ホンダワラ類の繁茂期である2-5月にシロメバル仔稚魚の来遊にともなう個体密度とバイオマスの急増が認められた。

キーワード：ガラモ場, 砂浜, 魚類群集, 生息場

緒 言

海藻や海草の繁茂により複雑な立体構造が形成される藻場は、魚類幼期個体にとっての摂餌場や被食シエルトーとしての機能を備えるため、浅海域における魚類生産を支える重要な生態系として位置づけられてきた（日本水産学会, 1981）。これまで野外における多くの調査により、植生の有無が魚類の個体密度や種数に影響し、植生のない砂泥底に比べて植生のある生息圏では多くの場合生息する魚類の個体密度や種数が多いことが示されている（Heck et al., 2003）。一般に、ある生息圏における魚類の個体密度やバイオマスにはその生息環境への幼生の輸送・供給条件が強く反映される。したがって、異なる植生環境を比較する場合は、地理的に近い生息場を比較するなど、輸送・供給条件を考慮して評価する必要があるが、これまでにそのような手法をしたものは非常に少ない（Beck et al., 2001）。

調査用採集具や漁具による定量採集を実施することが比較的容易であるアマモ場やソルトマーシュでは、とりわけ魚類の生態に関する研究事例は多く、個体密度、バイオマス、成長、生残過程に関する定量的知見も多く蓄積されている（Rooker et al., 1999）。これらに対して、ホンダワラ類等によって形成されるガラモ場も魚類幼期個体の重要な生息場であるものの岩礁域に形成されるために曳き網などによる定量的調査を実施しにくい。これまで得られてきた生態情報のほとんどは出現種リストや非定量的採集具により採集された個体の食性などに関する知見が中心で、分布密度やバイオマスに関する定量的知見はほとんど無いのが現状である（日本水産学会, 1981）。また、内湾域に形成されるガラモ場では水中の透明度が低い場合が多く、汎用的なスキューバ潜水による目視観察では小型個体の見落としや過小評価を引き起こしやすく、個体密度やバイオマスの正確な推定のためには定量的採集方法の確立に期待がかけられている。とりわけ、魚類の成

育場としての機能を定量的に評価するためには、生活史の中で最も成長率が高い仔稚魚のバイオマス、成長、生残に関する定量的知見が不可欠である (Beck et al., 2001)。

そこで本研究では、ガラモ場とこれに隣接する砂浜において魚類の定量採集を実施し、単位面積あたりの魚類個体密度、バイオマス、種数を2つの生息環境の間で比較した。人為的影響がほとんど無いと想定される無人島を調査地として選定し、調査エリアは水平距離100m以内の範囲に位置するため、魚類幼生の供給・加入条件がほぼ等しいと仮定したうえで、植生の有無が2つの生息場における魚類群集に与える影響を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

瀬戸内海中央部の小久野島 (広島県竹原市忠海町) 東岸に調査エリアを設けた (Fig. 1)。ガラモ場においては岩盤および直径30-50cm程度の石を基質として、約100mにわたってホンダワラ類 (ヒジキ、アカモク、ノコギリモク、マメタワラ等) の繁茂がみられる。ガラモ場の南側に約100mの砂浜が隣接している。

ガラモ場と砂浜に10m四方 (面積100m²) の調査区画 (水深2m以下: 大潮干潮時) を各4ヶ所設定し、季節に1回 (夏: 2006年8月4日; 秋: 11月16日; 冬: 2007年2月19日; 春: 5月2日) の調査を実施した。調査区画とした正方形の岸側の1辺が汀線に近づく大潮の日中干潮時 (潮位50-100cm) に、小型巻網 (長さ30m, 高さ2m, 目合い4mm: Kamimura and Shoji, 2009) を用いて他の3辺を囲んだのち、陸に向かって曳網することにより区画内の魚類をすべて採集した。区画内に岩が存在する場合は、岩およびガラモに魚類が付着していないことを確認したのち網内から取り除いた。砂浜においてもガラモ場の場合と同様の水深帯および潮位条件において4区画における採集を実施した (1回の調査につきガラモ場, 砂浜で各4回採集: 計16回ずつ)。採集された魚類を10%海水ホルマリンで固定して持ち帰り、実験室において種同定、体長・体重計測を行ったのち、1回の採集 (100m²) あたりの魚種数、個体数、バイオマス (湿重量:g) を算出した。調査時には水温・塩分測定とコドラート (0.25m²) を用いてガラモ現存量 (単位面積あたり湿重量:kg/m²) の計測を実施した。



Fig. 1. Map showing sampling area off Kokuno Island, the central Seto Inland Sea, Japan. Fish sampling and environmental surveys were conducted in the macroalgae bed (black bar) and the adjoining sandy beach (white bar) from August 2006 to May 2007.

結 果

ガラモ場および砂浜における水温はともに8月に最高(ガラモ場: 24.2°C; 砂浜: 23.7°C), 2月に最低(ともに12.0°C)となった(Fig. 2A)。塩分の季節変動は水温に比べて小さく, ガラモ場・砂浜の両方において5月に最高(ガラモ場: 32.3; 砂浜: 32.2), 11月に最低(ガラモ場: 31.0; 砂浜: 30.8)となった(Fig. 2B)。ガラモ場と砂浜の間で, 水温および塩分環境に大きな差は認められなかった。

ガラモ場に設けた調査区画の植生ではホンダワラ科が優占した。なかでもヒジキの割合が最も高く全体の約50%を占め, 他にはアカモク, ノコギリモク, マメタワラ等が認められた。ガラモ分布密度は最低値となった8月(0.58kg/m²)から増加し5月(3.46kg/m²)に最高値となった(Fig. 2C)。

1年間の調査により, ガラモ場では15科20種以上1397個体, 砂浜では13科17種以上902個体の魚類が採集された(Table 1)。個体数にもとづく優占種(上位5種)は, ガラモ場ではシロメバル(71.4%), ヒメハゼ(12.5%), ハオコゼ(4.1%), クサフグ(3.9%), アミメハギ(1.6%), 砂浜ではヒメハゼ(71.4%), ボラ(9.6%), スジハゼ(7.0%),

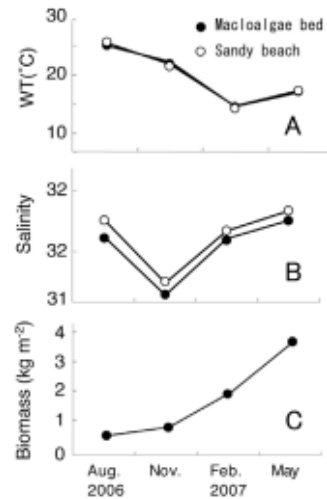


Fig. 2. Seasonal changes in water temperature (A), salinity (B) and macroalgae biomass (C) in the macroalgae bed and sandy beach from August 2006 to May 2007.

Table.1. Summary of fish collected in the macroalgae bed and sandy beach of Kokuno Island, central Seto Inland Sea, from August 2006 to May 2007. Rank in number of individuals (5 most dominant taxa) and range of total length (TL) are shown

| Species | Macroalgae bed | Rank | Sandy beach | Rank | TL range (mm) |
|------------------------------------|----------------|------|-------------|------|---------------|
| <i>Acentrogobius pflaumii</i> | 8 | | 63 | 3 | 8-59 |
| <i>Ditrema temmincki</i> | 2 | | | | 80-85 |
| <i>Fabonigobius fymnauchen</i> | 174 | 2 | 641 | 1 | 8-66 |
| <i>Halichoeres poecilopterus</i> | 19 | | | | 14-147 |
| <i>Hexagrammos agrammus</i> | 9 | | 2 | | 28-111 |
| <i>Hexagrammos otakii</i> | 1 | | | | 54 |
| <i>Hypodeytes rubripinnis</i> | 57 | 3 | 3 | | 24-90 |
| <i>Mugil cephalus cephalus</i> | 4 | | 86 | 2 | 25-62 |
| <i>Pagrus major</i> | 2 | | 8 | 5 | 30-55 |
| <i>Paralichthys olivaceus</i> | | | 1 | | 155 |
| <i>Pholis nebulosa</i> | 14 | | | | 26-83 |
| <i>Repomucenus ornatipinnis</i> | 2 | | 5 | | 37-153 |
| <i>rseudoblennius cottoides</i> | 4 | | 1 | | 6-76 |
| <i>Rudarius ercodes</i> | 22 | 5 | 8 | 5 | 11-61 |
| <i>Sebastes cheni</i> | 998 | 1 | 7 | | 5-74 |
| <i>Sebastes marmoratus</i> | | | 3 | | 14-34 |
| <i>Sillago haponica</i> | 2 | | 57 | 4 | 32-123 |
| <i>Syngnathus schlegeli</i> | 7 | | 3 | | 51-117 |
| <i>Takifugu niphobles</i> | 55 | 4 | 3 | | 23-101 |
| <i>Takifugu poecilonotus</i> | 2 | | 1 | | 65-74 |
| <i>Thamnaconus modestus</i> | 2 | | | | 74-200 |
| <i>Tridentiger trigonocephalus</i> | 13 | | 6 | | 20-47 |
| Total | 1397 | | 898 | | |

シロギス (6.3%), アミメハギおよびマダイ (ともに0.9%) であった。湿重量にもとづく優占種は、ガラモ場ではシロメバル (68.1%), ハオコゼ (8.9%), キュウセン (6.3%), ヒメハゼ (4.5%), クサフグ (2.8%), 砂浜ではヒメハゼ (46.1%), シロギス (29.1%), ボラ (5.6%), スジハゼ (4.5%), セトヌメリ (4.4) であった。

1回の採集 (面積100m²) あたりの平均種数は、ガラモ場において4.5種 (11月, 2月) から8.0種 (8月) の間で、砂浜において4.5種 (8月) から5.5種 (8月, 11月) の間でそれぞれ変動した (Fig. 3A)。8月にはガラモ場と砂浜の間で種数に統計的に有意な差が認められた (Wilcoxon test, $P < 0.05$)。1回の採集あたりの平均個体密度 (/100m²) は、ガラモ場において7.8 (2月) から239.5 (5月) の間で、砂浜においては23.3 (11月) から111.8 (5月) の間でそれぞれ変動した (Fig. 3B)。一回の採集あたりの平均バイオマス (/100m²) はガラモ場において19.8g (2月) から340.2g (5月) の間で、砂浜において9.9g/100m² (11月) から131.8g/100m² (5月) の間で変動した (Fig. 3C)。1回の採集あたりの種数, 個体数, 湿重量はいずれも砂浜に比べてガラモ場における季節変動が大きかった。

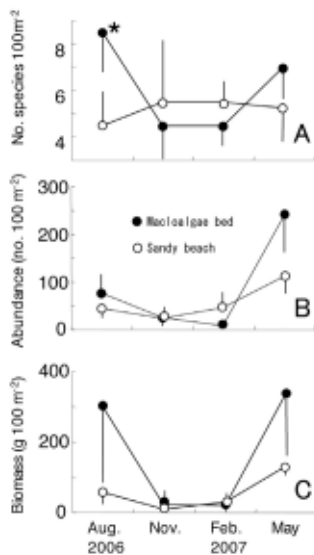


Fig. 3. Seasonal changes in mean number of fish species (100 m²: A), mean fish abundance (no. fish 100 m²: B) and mean fish biomass (g 100 m²: C) in the macroalgae bed (closed circles) and sandy beach (open circles) from August 2006 to May 2007. Asterisk in the top panel indicates a significant difference between the macroalgae bed and sandy beach in August 2006 and vertical bars standard deviation.

個体数割合にもとづく各調査月の優占種 (上位3種) は、ガラモ場において8月がシロメバル, クサフグ, ハオコゼ, 11月がヒメハゼ, アミメハギ, アカオビシマハゼ, 2月がアカオビシマハゼ, ヒメハゼ, クジメ, 5月がシロメバル, ヒメハゼ, ハオコゼ, 砂浜において8月がボラ, ヒメハゼ, マダイ, 11月がヒメハゼ, シロギス, スジハゼ, 2月および5月がヒメハゼ, スジハゼ, シロギスであった (Fig. 4)。重量割合にもとづく各調査月の優占種 (上位3種) は、ガラモ場において8月がメバル, キュウセン, ハオコゼ, 11月がウマヅラハギ, ヒメハゼ, アミメハギ, 2月がクサフグ, コモンフグ, アカオビシマハゼ, 5月がシロメバル, ハオコゼ, ヒメハゼ, 砂浜において8月がヒメハゼ, ボラ, ヒラメ, 11月がヒメハゼ, コモンフグ, シロギス, 2月および5月がヒメハゼ, シロギス, スジハゼであった (Fig. 4)。

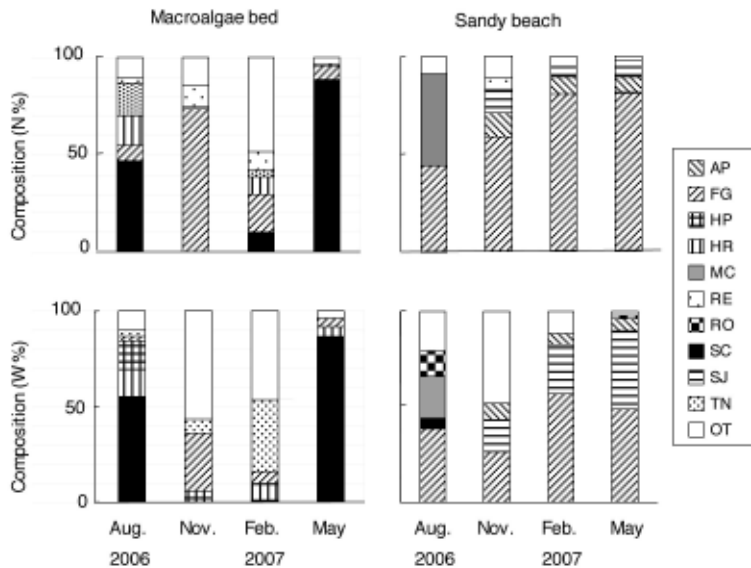


Fig. 4. Seasonal changes in composition of dominant fish species as percentage in number (N%: top panels) and in weight (W%: bottom panels) in the macroalgae bed (left panels) and sandy beach (right panels) from August 2006 to May 2007. AP: *Acentrogobius pflaumii*; FG: *Favonigobius gymnauchen*; HP: *Halichoeres poecilopterus*; HR: *Hypodytes rubripinnis*; MC: *Mugil cephalus cephalus*; RE: *Rudarius ercodes*; RO: *Repomucenus ornatipinnis*; SC: *Sebastes cheni*; SJ: *Sillago japonica*; TN: *Takifugu niphobles*; OT: others.

考 察

種数、個体密度、バイオマスの季節変動はいずれも砂浜に比べてガラモ場において大きかった。5月と8月にはガラモ場において種数、個体密度、バイオマスの全てが砂浜よりもガラモ場において大きくなったが、種数は11月と2月に、個体密度とバイオマスは2月にガラモ場において砂浜よりも小さくなった (Fig. 3)。これらのうち、種数については8月にガラモ場と砂浜の間で統計的に有意な差が認められた。以上のことから、ガラモ場においては砂浜に比べて種数、個体密度、バイオマスの季節変動が大きいものの、少なくとも8月においては砂浜に比べてより多くの魚種の生息場となっていたものと推測される。

種数、個体密度、バイオマスは、いずれも1年のうちで2月から5月にかけての増加が最も顕著であった (Fig. 3)。具体的には、ガラモ場における1網 (100m²) あたり平均種数は4.5種 (2月) から7.0種 (5月) へ増加し、合計種数は10種 (2月) から13種 (5月) へと増加した。2月から5月にかけての種数の変動に影響したものととして、2月に採集されたものの5月に採集されなかった2種 (キュウセン、クサフグ) と、逆に2月に採集されず5月に採集された5種 (シロギス、スジハゼ、セトヌメリ、アサヒアナハゼ、アイナメ) が挙げられる。しかしながら、これら7種の魚類はいずれも2月および5月における採集個体数が5個体以下と少なく、この間の魚類群集構造の変化に対する寄与は小さかった。

これらに対して、シロメバルは2月から5月にかけてのガラモ場における個体密度、バイオマスの増加に強く影響を及ぼした魚種として位置づけられる。全魚種に占めるシロメバルの割合は個体数において2月の9.7%から5月の88.8%へ、バイオマスにおいて2月の1.0%から5月の86.3%へと増加し、個体数およびバイオマスの両方において5月には最も優占する種となった (Fig. 4)。ガラモ場において採集されたシロメバルはいずれも当歳魚 (全長74mm以下) であり、本種を含むメバル属魚類が藻場に強く依存して生活する幼稚魚期の個体であると判断される (日本水産学会編, 1981; Kamimura and Shoji 2009)。本調査地では11月から5月まではガラモ現存量の増加期に相当することから、5月における魚類全体の個体密度およびバイオマスの急増は、

シロメバルが仔稚魚期の生息場であるガラモ場へ来遊したことにより生じたと結論づけられる。

2月から5月にかけてのガラモの繁茂がシロメバル仔稚魚来遊の要因となり、魚類群集全体の個体密度、バイオマスの増大に寄与したと考えられる一方で、ガラモ場との比較対象として設定した砂浜も特定の魚種に対しては重要な成育場となっていたことが想定される。本調査においてガラモ場よりも砂浜における採集個体数が多かった魚類のうち、シロギス、スジハゼ、セトヌメリ、ヒメハゼ、ヒラメ、ボラ、マダイなどは西日本の砂泥底の浅海域において普通に出現し、それらのなかには水産資源として重要な種も含まれている(森, 1995; Yamamoto and Tominaga, 2007)。本研究では隣接する砂浜海岸に比べてガラモ場が季節的に多くの魚種の生息場として利用されることが示されたが、その一方で、全ての魚類が必ずしも生息場としてガラモのような植生を必要とするわけではないことも考慮したうえで、魚類の生息場としての浅海域の環境条件を評価する必要がある。

謝 辞

採集に御協力いただいた本学生物生産学部竹原ステーション所属の井上慎太郎氏(現神戸税関)、三代和樹氏(現大分県農林水産研究センター水産試験場浅海研究所)、水野健一郎氏、調査に際し便宜を図っていただいた芸南漁業協同組合の元組合長の保手濱昭二氏、現組合長の福本 悟氏に感謝します。

引用文献

- 日本水産学会(編). 1981. 藻場・海中林-水産学シリーズ38. 恒星社厚生閣, 東京: 1-163.
- Heck Jr., K. L., Jays, G., Orth, R. J. 2003. Critical evaluation of the nursery role hypothesis for seagrass meadows. *Marine Ecology Progress Series*, **253**: 123-136.
- Kamimura, Y., Shoji, J. 2009. Seasonal changes in the fish assemblage in a mixed vegetation area of seagrass and macroalgae in the central Seto Inland Sea. *Aquaculture Science*, **57**: 233-241.
- Rooker, J. R., Holt, G. J., Holt, S. A., Fuiman, L. A. 1999. Spatial and temporal variability in growth, mortality, and recruitment potential of postsettlement red drum, *Sciaenops ocellatus*, in a subtropical estuary. *Fishery Bulletin*, **97**: 581-590.
- 森慶一郎, 1995, 山口県油谷湾における魚類の生態学的研究. 中央水産研究所研究報告, **7**: 277-388.
- Yamamoto, m., Tominaga, O. 2007. Daily rations and food availability of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*, small flounder *Tarphops ligolepis* and sand goby *Favonigobius gymnauchen* at a sandy beach in the central Seto Inland Sea, Japan. *Fisheries Science*, **73**: 314-323.