

人工種苗放流マダイに見られるなわばり行動

山岡耕作, 高木基裕, 山田徹生, 谷口順彦

(1990年3月17日受付)

Territorial Behaviour of Released Juvenile Red Sea Bream

Kosaku Yamaoka,*¹ Motohiro Takagi,*¹ Tetsuo Yamada,*¹
and Nobuhiko Taniguchi*¹

We observed the behaviours of released juvenile red sea bream *Pagrus major*, stocked in a small fishing port. Three types of individuals showing distinct behaviours were distinguished: 1) territorial individuals, 2) territorylike individuals, 3) individuals keeping no restricted cruising area. A portunid crab *Thalamita sima* and/or gobiid fishes were observed to dig the sandy substratum to make their shelters at the center of the defended area of the territorial individuals. This behaviour might make deep burrowing benthos to which *P. major* cannot generally gain access readily available to the territorial ones. The territorial individuals tended to defend smaller area, attack more frequently and show smaller number of feeding bout than the territorylike ones. Concerning the territorylike individuals, as the density became lower, the defended area of each individual became larger, but the number of both attacks and feedings smaller.

各地でマダイ *Pagrus major* の種苗放流に関する調査が行われ、成長、移動、放流効果等についての報告がなされている。^{1),*2}しかし、人工放流マダイの放流後の行動に関する研究はほとんど見られない。わずかに、三村他³⁾が廃止塩田に於ける放流後の行動を調べているにすぎない。本研究では自然環境に近いと思われる漁港内にマダイを放流し、それらを追跡調査する過程で観察されたなわばり行動について報告する。

調査場所および方法

高知県高岡郡中土佐町矢井賀漁港内の水深約 3.5 m の砂底域に一辺 20 m の正方形の枠を設置し、その中を更に 2 m 毎に区切り計 100 個のコドラートを調査域とし、建材用ブロック等を適当に配置した。放流は 3 回に分けて 7 月 14 日 (約 6 万尾, 平均全長 62.9 mm), 7 月 20 日 (約 1 万尾, 63.3 mm), 9 月 21 日 (約 3 千尾, 91.3 mm) に漁港内の Fig. 1 で示した各地点で行われた。尚、放流個体は高知県栽培漁業センターで種苗生産され、網生簀で飼育されていたものを漁船で約 2 時間かけて輸送した。放流魚の一部の個体には谷口・溝淵³⁾に従い、コウイカ等の墨を体側皮下に注射し標識とした。調査は 1989 年 7 月 23 日から 12 月 1 日まで行い、個体数調査および個体別連続追跡観察を中心とした SCUBA を用いた潜水観察を計 90 時間行った。観察に際して調査域内 (400 m²) の個体数を計数して密度を算定した。各個体

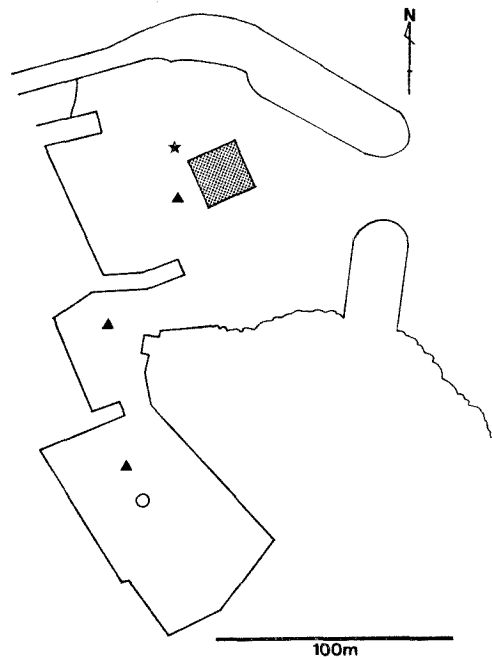


Fig. 1. Map showing releasing points in Yaiga fishing port. Circle: first release point; Star: second release point; Triangles: third release points. Dotted area shows the study site (400 m²).

*¹ 高知大学農学部 (Laboratory of Aquatic Ecology, Faculty of Agriculture, Kochi University, Nankoku, Kochi 783, Japan).

*² 今泉圭之助: 西海区ブロック浅海開発会議 魚類研究会報, (5), 23-32 (1987).

の連続追跡観察時間は通常 10-20 分間であった。その間に観察された攻撃地点または摂食地点の内の最外側のもの相互間を結ぶ最少多角形を防衛域とし、それぞれの面積を算出した。摂食回数と攻撃回数は、20 分間の頻度に換算し分析した。

結果および考察

個体数変化 第1次放流後コドラート内の放流マダイの個体数は、放流場所である船だまりから移動してきた個体により急激に増加し、放流後4日目(7月19日)には、729個体となった(Fig. 2)。

第2次放流直後、コドラート内には4,605個体が認められた。しかし、放流後4日目(7月24日)には、426個体に減少した。7月24日-29日の間、高知沖を通過した台風11号の影響を強く受けた。台風通過後の個体数は12個体となり、その後3-18個体の間で増減した。台風による波浪が、放流マダイの港外逸散を促進したものと考えられる。

第3次放流は船だまり、水路およびコドラート付近で行った。放流直後約100個体を数えたが、翌9月22日から23日にかけて個体数は減少する傾向を示し、24日

に再び増加、その後再度急激に減少した。24日に見られた増加は、第1次放流の場合と同じく、奥の船だまり等に放流された個体が観察場所付近に移動してきたためだと考えられる。9月24日の個体数は256個体と最大値を示したが、その5日後の29日には12個体と約5%に低下し、その後は漸減した。放流直後の1週間から10日間の減少が顕著であった。

行動観察 7月23日の観察でマダイの行動に関して以下の3型を認めた: 1) 他個体に攻撃を加え一定の範囲を防衛し、摂食地点がその防衛域内に位置する採食なわばりを示すなわばり型(Fig. 3), 2) 他個体に攻撃を加えてある範囲を防衛するが、摂食地点が攻撃地点の必ずしも内側でないなわばり類似型(Fig. 4), 3) 範囲を限定せずに泳ぎ回る自由遊泳型。

なわばり型個体は攻撃時には全身が黄色味を帯び、体側には数本の暗紅色の横縞が出現し、背鰭、腹鰭、尻鰭を立て一方的且つ強力に追尾し排除した。追尾はなわばり個体自身よりも大型の個体に対しても行われた。他種個体の防衛域内への進入は今回の観察では見られず、従って攻撃行動も観察されなかった。

なわばり類似型個体の攻撃行動は追尾を中心としてお

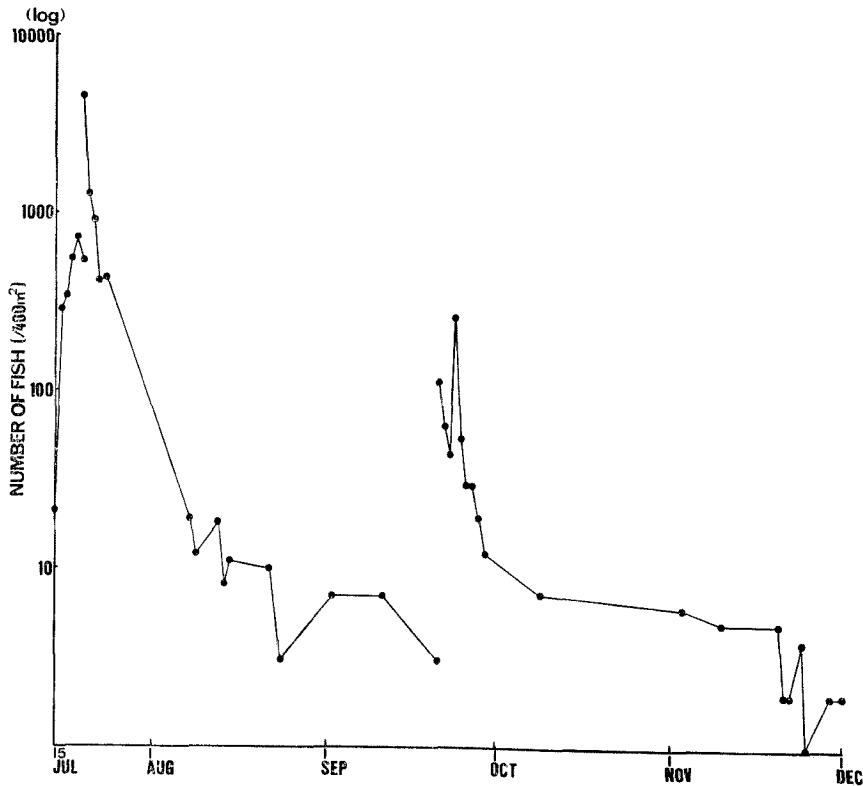


Fig. 2. Change of released fish number observed in the study site (400 m²).

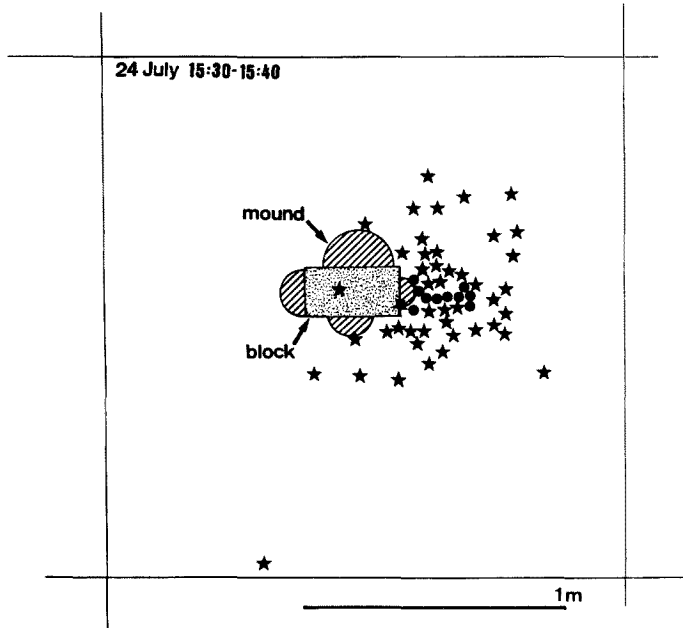


Fig. 3. A typical territory of released *P. major*. Star marks show points of attack and dots show feeding points. Mounds were formed by *T. sima* inhabiting beneath the concrete block.

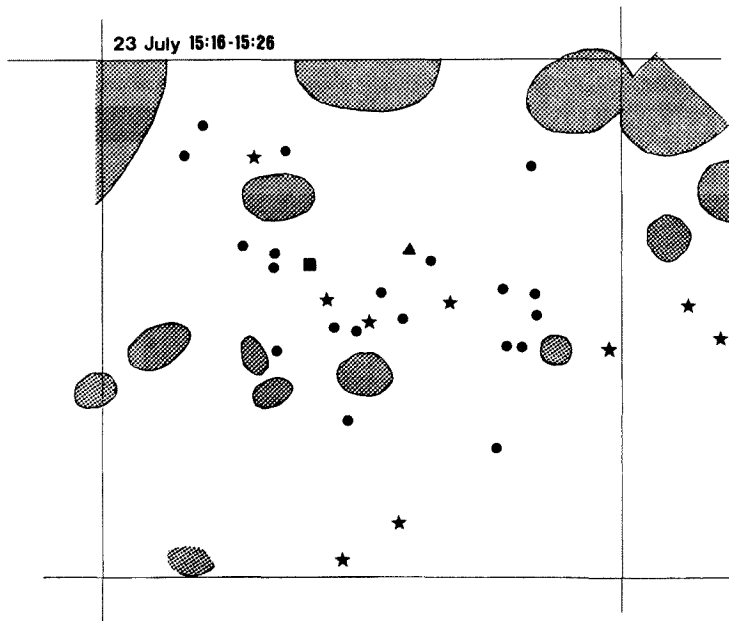


Fig. 4. A cruising area of a territorylike individuals. Triangle and square show the attacking sites against *Gerres oyena* and *Microcanthus strigatus*, respectively. Dotted area shows Sargassum zone. Other marks are same as those in Fig. 3.

り, なわばり型個体とはほぼ同様であったが, 追尾の他に威嚇と口による闘争も観察された。威嚇は攻撃時に見られる変化に加えて, 頭部を下げ気味にして緩やかに侵入個体に近づき正面誇示をし, 直接攻撃を加えずに排除する行動である。なわばり類似個体が隣接して見られる場合, 口による闘争が行われることが多かった。闘争は互いに威嚇しながら約 15 cm まで向かい合って接近し, 静止し正面誇示を行う。その後, 猛烈な勢いで前進し口を大きく開け口と口とを突き合わせ瞬間的に回転する。そして互いに離れ再び同様な距離を保ち正面誇示を行い, 威嚇しながら離れていく。クロサギやカゴカキダイ等他種個体に対しても攻撃行動を示すことがあった。同様な行動は水槽内でも観察されている。⁴⁾

なわばり類似型個体の中に, イカ墨標識等の魚体の特徴により, 同一個体である事が識別できる個体が見られた。一般に, 観察日の翌日には, 同一場所で同一個体と思われるなわばり類似型個体を見ることは少なかった。比較的長期間観察できたものとしては, 8 月 14 日-22 日の 9 日間, 9 月 23-29 日の 7 日間同一場所を防衛していた個体が見られた。

なわばり型個体となわばり類似型個体の生態比較 なわばり型個体は第 2 次放流後の高密度期に見られた。フタバベニツケガニ *Thalamita sima* やハゼ類が底を掘り起こし営業行動を行っている地点を中心として, マダイはなわばりを形成した。摂食地点はこれらの営業行動によってできた砂塚付近であった (Fig. 3)。

7 月 26 日以降台風 11 号の通過により調査域のマダイ個体数も激減した (Fig. 2)。同時にカニ類等の個体数も激減したためか, それ以降なわばり型個体は見られず, 全てなわばり類似型個体となった。

なわばり型個体となわばり類似型個体の間で, 防衛域面積, 攻撃回数, 摂食回数を比較した (Table 1)。両者間にはこれら 3 項目全てに有意差が認められ, なわばり型個体はより狭い防衛域内でより頻繁に攻撃するが, 摂食回数は少ない傾向を示した。

なわばり型個体が自己の摂食回数を抑制してまで採食なわばりを保持する事は, 個体にとって無意味ではないかとも考えられる。今回の研究では摂食回数を基質に対するつき (biting) の数として把握しており, つつき毎に実際に餌生物を摂取しているかどうかを確認していない。従って, この疑問に答えるためには, 今後なわばり型個体, なわばり類似型個体, 自由遊泳型個体の胃内容物の質量両側面の比較と同時に, 環境中での餌生物の分類群別現存量を把握する必要がある。

今回の観察の結果, その防衛域の中心にフタバベニツケガニ等の生息が確認されたのはなわばり型個体のみであった。これはフタバベニツケガニ等が深潜性ベントスを掘り起こし, マダイにとって好適な餌条件を作り出すためだと考えられる。従って, 放流マダイとフタバベニツケガニやハゼ類とは真正 (obligate) ではない偶発的な片利共生関係 (facultative commensalism)⁶⁾にあるものと推測される。これらの他にも, 底質を掘り返す行動

Table 1. Cruising area, feeding rates and attacking rates of territorial and territorylike individuals

	Cruising area (m ²)	Feeding rates (/20 min)	Attacking rates (/20 min)
Territorial individuals (n=5)	1.02±0.46 (0.58- 1.90) **	17.3±2.6 (14-20) **	48.0±29.1 (14-90) *
Territorylike individuals (n=15)	10.04±4.27 (0.88-15.51)	40.5±14.9 (19-76)	9.3± 6.5 (0-22)

*** Significant differences were found between territorial and territorylike individuals at P<0.05 and P<0.001, respectively, Mann-Whitney's U test.

Means are followed by SD. Ranges are in parentheses. Total observation time of territorial and territorylike individuals was 57 and 276 min, respectively from 23 July to 15 August.

Table 2. Correlations between density of individuals and cruising area, attacking rates and feeding rates in territorylike individuals from 23 July to 22 November

	Feeding rates (/20 min) $\bar{x} \pm SD = 32.7 \pm 16.14$ range: 8-76	Attacking rates (/20 min) $\bar{x} \pm SD = 7.52 \pm 6.30$ range: 0-22	Cruising area (m ²) $\bar{x} \pm SD = 11.40 \pm 8.10$ range: 0.88-40.81
density of individual $\bar{x} \pm SD = 47.6 \pm 104.1$	$z = 2.57^{*1}$ (n=32) (S=160)	$z = 4.01^{*2}$ (n=32) (S=248)	$z = -5.46^{*3}$ (n=32) (S=-338)

*1: $z \geq 1.96$: positive correlation, $p < 0.05$, *2: $z \geq 3.29$: positive correlation, $p < 0.001$, *3: $z \leq -3.29$: negative correlation, $p < 0.001$. Total observation time was 551 min. Figures presented are z-transformation of Kendall's rank correlation coefficient (τ).

を示す生物とは同様な関係が成立する可能性が高く、放流マダイを中心とした摂食生態面に於ける種間関係を詳細に調査する必要がある。

なわばり類似型個体の行動分析 なわばり類似型個体の個体数密度変化に対する防衛域面積、攻撃回数、摂食回数との間の関係を調べた (Table 2)。個体数密度が低下すると防衛域面積は拡大し負の相関が認められるが、攻撃回数と摂食回数は減少し正の相関が見られた。摂食回数の減少は、摂食エネルギー量の低下を伴うものと考えられる。しかし、同時に攻撃回数も減少し、運動エネルギーとしての消費量も低下するため、密度変化に伴うエネルギー収支に大きな変化はないものと思われる。少なくとも、なわばり類似行動は密度に依存したものと推測される。

本調査を行うに当たり種々のご協力を頂いた高知県裁

培漁業センター所長石田善久氏、同主任研究員桑原秀俊氏並びに矢井賀漁業協同組合長佐竹英一氏に深謝致します。

文 献

- 1) 松宮義晴, 木曾克裕: 西水研報, (58), 89-98 (1982).
- 2) 三村 元, 吉本 悟, 斉藤新一, 林 知夫, 高橋正雄: 広大生物生産紀要, **23**, 95-119 (1984).
- 3) 谷口順彦, 溝淵勝宣: 栽培技研, **7**, 47-50 (1978).
- 4) 山下金義: 水産増殖, **11**, 189-203 (1963).
- 5) M. Hori: in "Evolution and Coadaptation in Biotic Communities" (eds. by S. Kawano, J. H. Connell, and T. Hidaka), University of Tokyo Press, Tokyo, 1987, pp. 219-239.