

マダイ放流と環境収容力

高知大学栽培漁業学科水族生態学研究室

山岡耕作

1. はじめに

マダイの人工種苗生産技術はほぼ確立され、全国各地で種苗放流が盛んに行われている。しかし、生残率の高い種苗を効率良く放流する為の技術開発はほとんど進んでいない。放流技術開発にとって知るのが最も困難であり且つ重要な点の一つは、放流可能個体数の推定であろう。放流可能個体数の推定は、放流地点のマダイに関する環境収容力の推定と密接に関連している。環境収容力とはある地域で特定の種が維持しうる最高の個体群レベルを意味するため、適正な放流技術を開発するためには、マダイについてもまず環境収容力推定の為の基礎的な情報を得る必要がある。

最近明らかにされつつあるマダイ幼稚魚の生態・行動特性の一つとして、なわばり形成を挙げることができる¹⁻⁴⁾。なわばりとは侵入された場合に防衛される空間のことであるため、人工マダイ放流に際して、天然マダイがなわばりを介した先住効果を通して、環境収容力に直接的な影響を与えることが考えられる。従って、マダイ幼稚魚の適正な放流技術開発を行うためには、人工及び天然マダイ幼稚魚期のなわばりについて理解を深める必要がある。ここでは、マダイ幼稚魚期にみられるなわばり行動の特徴と、環境収容力の具体的な数字について述べてみたい。

2. 粗放の人工環境下でのなわばり行動

築堤式養魚施設である高知県栽培漁業センター幼稚仔保育場に人工マダイを放流した場合（放流個体数密度1.6個体/m²）、一般に放流後

1日目ごろから一部の個体がなわばり行動を示し始める。なわばり個体数はその後経時的に増加し、1週間後にその密度は約0.3~0.4個体/m²に達した後安定する傾向がみられた（図1）²⁾。ほぼ同じ環境の実験域（100m²）を隣接して2箇所設置し、高密度区（放流個体数密度2個体/m²）と低密度区（放流個体数密度1個体/m²）に分けて同時に放流したところ、高密度区の方がなわばり個体数の増加率について大きな値を示す傾向がみられたが、両区間（なわばり個体数密度=約0.3~0.4個体/m²）に有意差は認められなかった（図2）⁴⁾。これらのことはなわばりを介しての環境収容力の存在を示唆する。

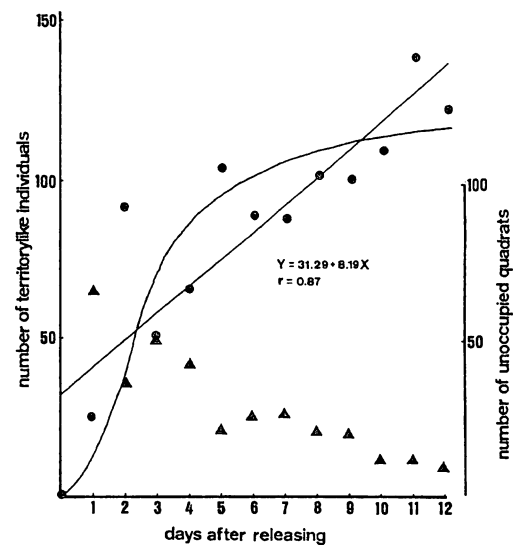


図1 放流後の日数となわばり個体数および未占有コドラート数の関係（山岡他²⁾より）。

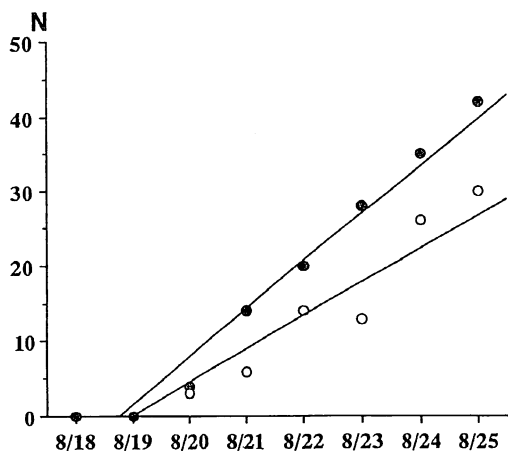


図2 高密度区(黒丸)と低密度区(白丸)における放流後の日数の経過に伴うなわばり個体数の変化(山岡他⁴⁾より)。

幼稚仔保育場内で個体識別を部分的に行いながら調査した際に、1次放流群のなわばり様個体密度がほぼ一定となった後、1次放流群全個体を一旦陸上水槽に取り上げ2日後に再度放流した。1次再放流群のなわばり様個体数の増加は急激で、再放流後1日目には既に取り上げ前の個体数レベルに近い値を示した²⁾。一定の場所で各々の防衛域を維持していた8個体中5個体は、取り上げ前と同じ場所に防衛域を占有した²⁾。従って、放流種苗は放流後防衛域を占有した場所を記憶する能力を有する可能性があることがわかる。

形態的に正常な個体と尾鰭に奇形を有する個体を各々100個体100m²に同時に放流し、なわばり個体数増加の経時的変化を調べたところ、正常個体区の方が奇形区よりも有意に増加率が高かった(図3)⁴⁾。このことは、奇形個体がなわばり形成能力において、正常個体より劣ることを示す。正常個体区のなわばり個体数密度は約0.4個体/m²であった。奇形個体の場合と同様、標識処理(色素注入法、腹鰭拔去法、アンカータグ法他)されたマダイ幼稚魚でも、なわばり形成能力が無標識魚に比べて弱まる⁵⁾ことが知られている。

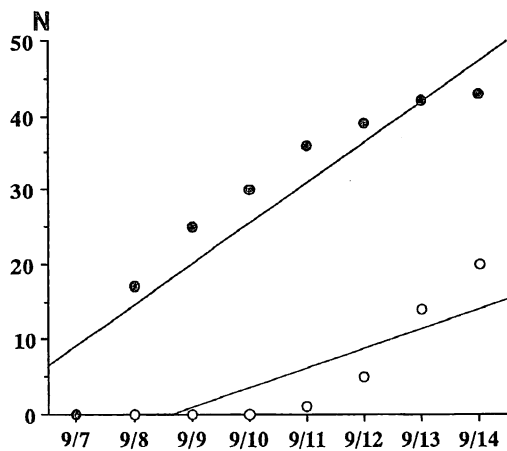


図3 正常区(黒丸)と奇形区(白丸)における放流後の日数の経過に伴うなわばり個体数の変化(山岡他⁴⁾より)。

3. 人工マダイの漁港内放流後の行動

船上より放流されたマダイの大部分の個体は、その直後に急角度で一直線に底に向かう。底に着いた後は、群れや群がり等の集団行動を示す⁶⁾。しかし放流後1日目には、集団行動を示さない単独散在型個体³⁾が出現する。この段階では、放流マダイの行動様式を次の3タイプに分類することが出来る¹⁾。

- 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型。摂食地点の中心では、カニやハゼ類等の営巣行動がみられることがある。
- 2) 他個体に攻撃を加えてある範囲を防衛するが、摂食地点が必ずしも攻撃地点の内側にない型。
- 3) 範囲を限定せずに主に集団で泳ぎ回る自由遊泳型。個体数は最も多い。

なわばり個体は攻撃時には全身が黄色みを帯び、体側には数本の暗紅色の横縞が出現し、不對鰭や腹鰭を立て一方的且つ強力に追尾し排除する。

天然海域やその環境が自然環境に近いとされる小漁港内に放流された場合、マダイの行動様式は経時的に変化し、放流後先ず大きな集団が

多数出現する(図4)。各集団のサイズが小さくなり集団の数も減少傾向を示すと同時に、な
わばり個体などの単独散在型個体が徐々に増加し、放流後数日目には一定のレベルに達する(図

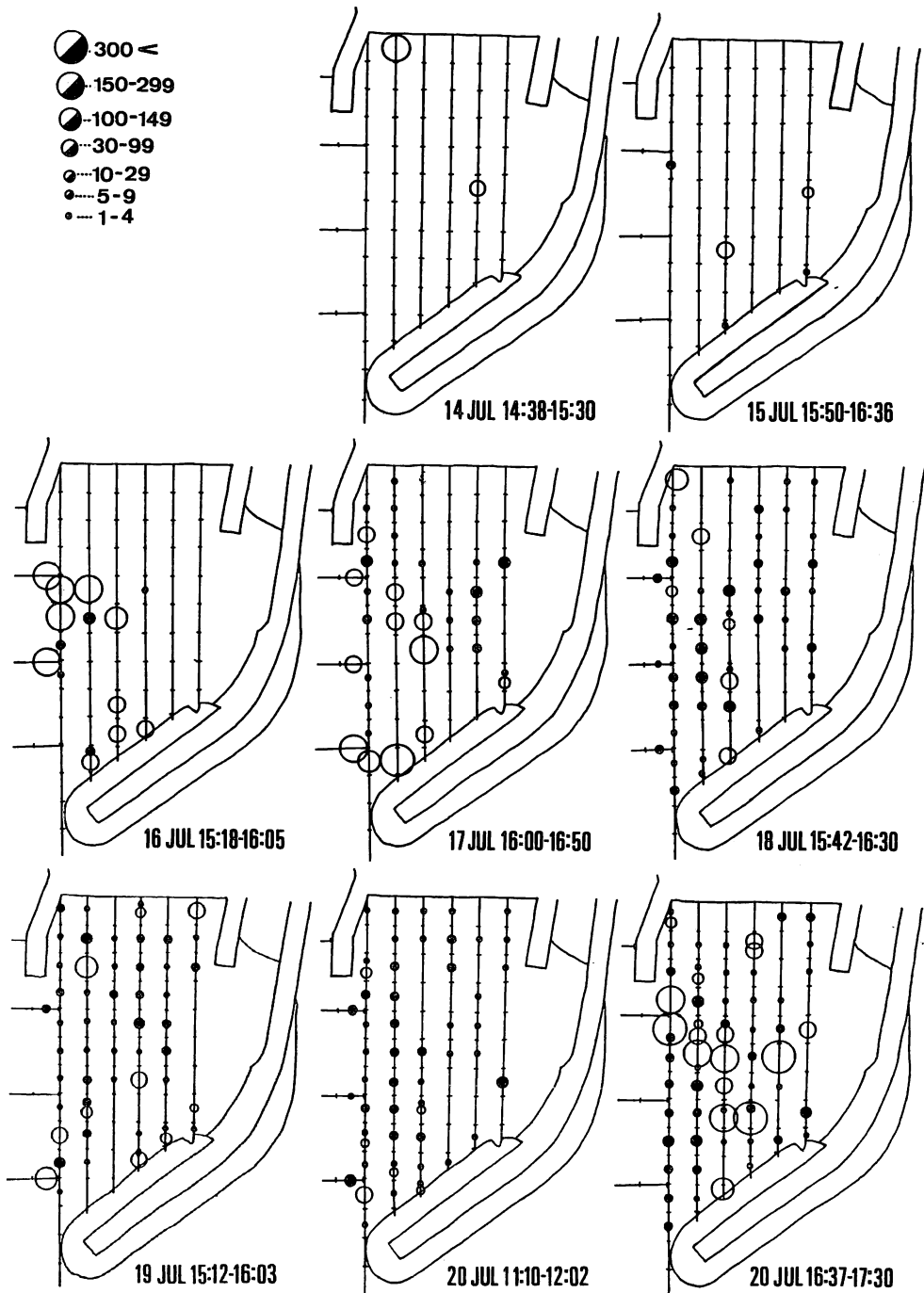


図4：矢井賀漁港湾口砂底域における放流マダイの行動様式別個体数の経時変化。黒丸(単独散在型個体)、白丸(集団型個体)(山田他³⁾より)。

5)。この際の単独散在型個体の密度は、調査地中央部のガラモ域で約0.22個体/m²となった³⁾。その後集団は消滅し、単独散在型個体のみとなった。このことは、なわばり様行動を介在した密度効果が機能していることを示唆する。

同一場所に複数回の放流を行う場合には、先住効果を考慮に入れる必要がある。上述のように、単独散在型個体のみとなった状態のところへ更に2次放流を行った場合、2次放流個体のほとんどの個体は集団を形成し、単独散在型個体の出現は抑制され、さらに集団個体もその場から速やかに逸散する(図5)³⁾。従って、1次放流の単独散在型個体が、2次放流個体に対して先住権を行使したものと考えられる事ができる。

4. 天然マダイ幼稚魚の生態

愛媛県南宇和郡御荘町室手の天然海域で、天然マダイ幼稚魚の生態と行動を調べた。天然マ

ダイの大部分の個体の行動様式は‘単独散在型’であったが、‘群がり型’も少々みられた。天然マダイの単独散在型個体は、ほぼ全て一定の範囲の空間を占有し、そこに侵入する同種個体を排除するなわばり行動を示した。天然マダイ幼稚魚単独散在型個体には海底の底質構成の季節的変動を巧みに利用し、成長にとまないガラモ域、アマモ域からウミヒルモ及び細砂底域へと徐々に分布を拡大する傾向が認められた⁷⁾。

なわばり様行動を示す天然マダイは防衛域内に侵入する天然マダイ、人工種苗マダイ、チダイに対してはほとんど常に誇示、攻撃などの排他的行動を示した。ヒメジ科魚類に対しても排他的行動を示すことが多く、クロサギに対しては関心を示さない場合が多かった。防衛域内で摂食を行うカワハギには攻撃行動を示すことなく追従し、カワハギが掘り起こした砂中の餌生物を摂食するなど、防衛域に侵入する魚種の生

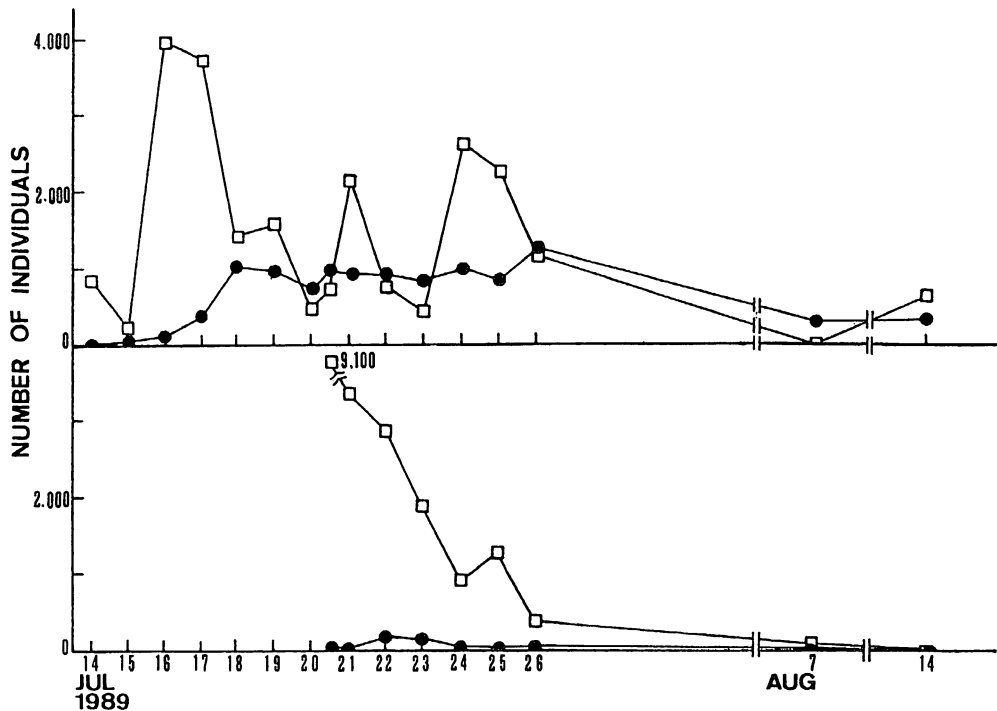


図5：放流後の集団型個体(白四角)と単独散在型(黒丸)の個体数変化。上半、1次放流群；下半、2次放流群(山田他³⁾より)。

態的地位の相違を認識し、その行動を変化させていた(図6)⁷⁾。

天然マダイの環境収容力については、長崎県平戸島志々伎湾での目視観察の結果より、資源量が多いとされた1977年に平均密度0.34個体/m²という値が得られた⁸⁾。この値はマダイに対する1等地の環境収容力の限界に近いものと考えられている⁹⁾。御荘町での天然マダイの調査結果では、なわばりではなく行動圏面積ではあるが、1個体当りの平均値が3.9m²(1992年)~2.9m²(1993年)とされる⁷⁾。この値を単純に1m²当りの個体数に換算すると、0.26個体/m²~0.34個体/m²となる。行動圏面積よりもなわばりの方が狭くなるため、実際の個体数の値はもう少し大きくなる可能性はある。

以上の情報を纏めると、人工マダイ放流に際して約0.3個体/m²という値を環境収容力の目安として考えるべきではなかろうか。今後はなわばり内の食物量となわばり面積の関係や、共存する他魚種との関係などを視野に入れた研究

を進める必要がある。

謝 辞

本研究を行うにあたり御協力頂いた高知県水産試験場の石田善久場長はじめ同場職員の皆様、高知県栽培漁業センターの三福郁夫所長はじめ同センター職員の皆様、ならびに愛媛大学理学部海洋研究所 UWA の関係者の皆様に謝意を表します。

引用文献

- 1) 山岡耕作・高木基裕・山田徹生・谷口順彦. 1991. 人工種苗マダイに見られるなわばり行動. 日本水産学会誌, 57: 1-5.
- 2) 山岡耕作・岡田賢治・谷口順彦・石田善久・桑原秀俊. 1992. 幼稚仔保育場における人工種苗マダイのなわばり様行動. 日本水産学会誌, 58: 175-180.
- 3) 山田徹生・山岡耕作・谷口順彦. 1992. 小漁港内における人工種苗マダイ幼稚魚放流後

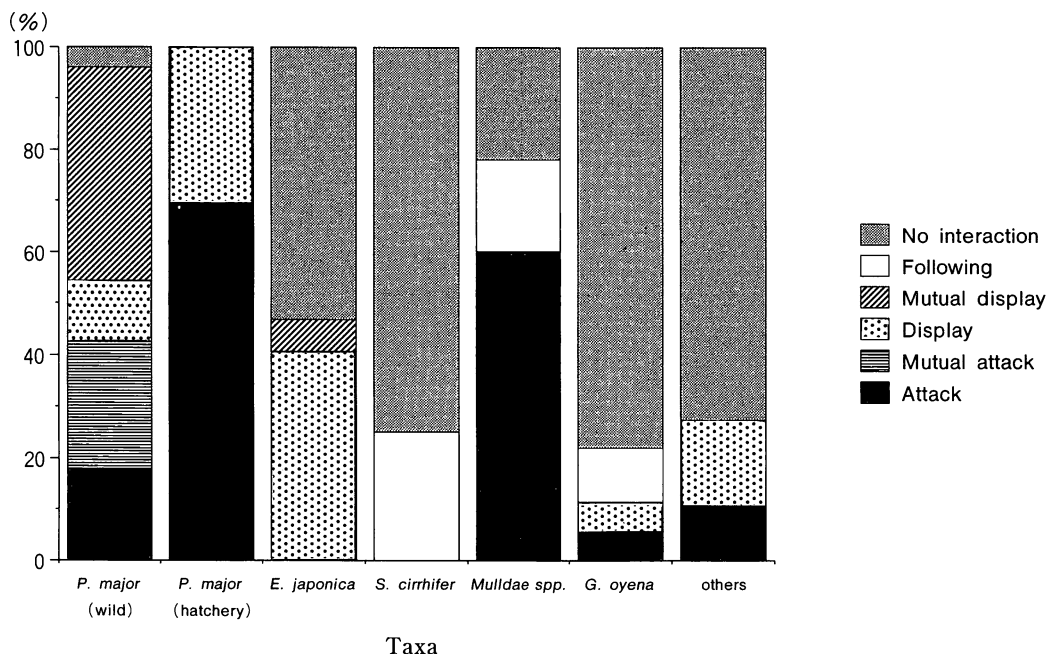


図6：天然なわばり個体の同種他個体ならびに他種に対する行動パターン(末友⁷⁾より)。

- の行動，分布および個体数変化．日本水産学会誌，58：611-617.
- 4) 山岡耕作・井上憲一郎・谷口順彦．1994．人工種苗マダイのなわばり様行動と密度および奇形との関係．くろしお特別号，(8)：21-25.
- 5) 森勇人・谷口順彦・関伸吾・山岡耕作．1993．生態形質によるマダイ種苗標識法の検討．水産増殖，41：141-147.
- 6) 山岡耕作・前川賢夫・谷口順彦．1991．マダイ種苗の漁港内放流実験．水産増殖，39：55-60.
- 7) 末友浩一．1994．天然マダイ幼稚魚および人工種苗マダイに関する行動・生態学的研究．高知大学農学部修士論文.
- 8) 松宮義晴・遠藤義文・畔田正格．1980．志々伎湾におけるマダイ当歳魚の資源量推定．西水研研報，(54)：315-320.
- 9) 畔田正格．1986．成育場における環境収容力の検討．マダイの資源培養技術（田中克・松宮義晴編），恒星社厚生閣，東京，pp. 91-105.