

資源増殖研究に関する2, 3の考察

—— 志々伎湾におけるマダイの研究から ——

畔田 正 格*

(東北区水産研究所)

長崎県平戸島志々伎湾におけるマダイ幼稚魚期の生態学的研究は、西海区水産研究所を中心に京都大学や長崎大学などの研究者の協力を得て、1975年から1989年まで15年間にわたって実施された。研究は初期のマダイの生活史や個体群動態の解明を目標としたものから、マダイをとりまく生物群集の柔構造やマダイの環境収容力に焦点をあてたものへ、さらには種苗放流による得られた知見や資源増殖手法の実証実験へと研究の進展につれ重点をスライドさせながら行われてきた。現在も蓄積された膨大な標本やデータの整理や解析が行われているが、私自身が直接かかわっていた1984までの期間を中心に調査研究を通じて得た感触を紹介し、今後の増殖研究について考えてみたい。

(1) 環境の構造的性とマダイ幼稚魚の生活様式

生物は環境と個々の要素とではなく、それらが組み合わさったものと総合的な付き合い方をしており、環境を構造的にとらえることが重要である。水温、塩分、海底地形、底質、海水の流動、プランクトンやベントスの分布状態等を総合すると、河川での環境の基本単位である瀬と淵に浅海・内湾域で対応するものは岩礁底(セ)と砂底(ハマ)であり、上、中、下流型に対応するものは外海との海水交換の相対的な度合によって分けられる湾口部、湾央部、湾奥部であろう。志々伎湾のマダイの好適成育場は湾奥部の砂底域に形成されている。浅海域のホンダワラ、アマモ等の大型海藻・草類や底生微小藻類を中心とする一次生産物やそれに由来するデトライタスは海水の流動によって閉鎖性の強い湾奥砂底域に集積され、微生物の助けを借りながらマダイ幼稚魚の主食である橈脚類やヨコエビ類等の生産が高効率で展開されていると考えられている。このような環境構造は大きくは水域の開放度の決定から、底質の形成、デトライタスの集積、底質への酸素の補給まで究極的には海水の流動によって規定されているといえる。

湾外で産卵されたマダイ稚仔魚は、4月下旬から5月下旬にかけ志々伎湾湾口部の渦流域に集積され、発育に伴って主食を橈脚類からヨコエビ類、さらには、アミ類へと切り換えながら、生息場所を湾口部→湾央部の底層→湾奥部砂底へと移し、初秋には一部は湾外へ去る。このような季節的な生息場所の変化はマダイがそれぞれの発育段階に適した餌を求めて場所、季節さらには時刻を選んで最も効率の良い摂餌活動を展開していることを反映しており、マダイの生活様式は餌生物を介して環境構造と密接に結びついている。

* 現養殖研究所

(2) マダイ幼稚魚を中心とする生物群集の構造

志々伎湾におけるマダイの主生息場所である湾奥砂底域の魚種組成の年変動は大きいですが、マダイはチダイ、ヒメジ、サビハゼなどとともに数的優占種の一つとなっており、年によっては魚類の全採集個体の $\frac{1}{2}$ 近くを占めている。一方、志々伎湾へのマダイの来遊量の年変動は20数倍に達し、その量は湾口渦流域への浮遊期仔魚の集積量によって決定されることが明らかにされつつあるが、この密度変化に伴ってマダイは生息場所を拡大・縮小したり、食性や成長を変化させている。このことは淡水魚に比べて生活様式の幅がせまいといわれている海産魚の中では適応力の強い種であることを示している。また、マダイと共存する他魚種との関係をみるとチダイやネブツダイは生活様式や摂餌時間帯をずらすことによって同じ摂食場所を時間的にすみわけて利用している。さらに、スジハゼ、サビハゼ、ヒメジ等の食性や微小生息場所の比較によってマダイは他魚種に自己の最も好む生息場所（湾奥砂底域）や餌生物（ヨコエビ類）をゆずらせる傾向があり、生態的にも優位種であることが明らかにされている。

志々伎湾における数的、生態的優位種であるマダイを出発点として骨格的な食物連鎖を下にたどるとヨコエビ類を主体とするベントスを経てデトライタスに連なる。デトライタスを作り出す一次生産者としては大型海藻・草類の役割が大きいものと考えられており、マダイの捕食者としてはアナゴ類やマエソ等があげられる。しかし、このような食物連鎖関係は固定的なものではなく、海藻・草類の繁茂面積や成長さらにはベントスや魚種組成の大きな年変動とそれに伴う鎖環間の関係の適応的な変化は生物群集の構造が動的な状態をゆとりを持って保たれていることを示唆している。

(3) 環境収容力の検討と種苗放流実験

対象資源をどのくらいまで増やせるのか、種苗放流密度はどのくらいがよいのかといったことを考える場合、その前提として平均的な環境条件のもとで生活できる対象種の限界量（環境収容力）を明らかにする必要がある。志々伎湾におけるマダイ来遊量の年変動は20数倍に達しているが、尾叉長50mm前後のものにして42万尾、一等地である湾奥砂底域の分布密度が0.34尾/ m^2 に達した1977年の場合、マダイは湾奥砂底域やアマモ場等の二等地へ生息場所を拡大する現象が認められた。このことと対応して橈脚類等の小型餌料生物への依存度が高まるとともに、他の年と比べて魚体は小型化し、やせている傾向がみられた。このような諸現象は生態的優位性や生物群集の柔構造でもカバーしきれない密度の圧力を、マダイが持ち前の生活様式の幅の広さでしのいでいることを示しており、志々伎湾全体で42万尾、一等地で0.34尾/ m^2 という値はそれぞれの環境収容力に近かったものと考えられる。いっぽう、マダイの摂餌量と消化速度の関係および酸素消費量から求めた尾叉長50mmのマダイの1日当りの食物要求量は体重の12%前後となり、1977年の志々伎湾の一等地の餌生物資源量は0.34尾/ m^2 のマダイの餌の105日分に相当していると推定された。環境収容力とは餌資源の再生産可能な状態での一定水域に生息できるマダイの量であり、多くのヨコエビ類のlife spanが2～3ヶ月とされていることからみて、1977年のマダイと餌生物の関係はかなり切迫した状態に

あったといえる。

いっぽう、志々伎湾のマダイ来遊量は50mmサイズに換算して2～42万尾の範囲にあるが、10万尾を越える年は少なく、通常2～5万尾の範囲にある。1983年8月と1984年6月に、それぞれ50,800尾（平均尾叉長40.0mm）、40,200尾（同55.4mm）のマダイをアクチバブルトレーサーで標識して一等地である湾奥砂底域に放流し、追跡調査を行った。1983年、1984年のマダイ来遊量はそれぞれ2～3万尾、5～6万尾と推定されており、環境収容力のゆとり、マダイの生活様式の幅の広さ、生態的優位者の位置等を反映して、沖合域へ完全に逸散する翌夏までの成長は順調で湾内滞留率は60%以上と極めて高い結果が得られ、研究の成果を実証することができた。しかし、魚類は個体群密度が上昇すれば増殖率を低下させ、低密度になれば増殖率を高める柔軟なフィードバック機構を種内にもっていることが明らかにされており、種苗放流によって対象種の再生産も含めたスケールの大きな資源の増殖を考える場合、成育場のゆとりだけではなく、マダイの全生活史を通じての環境収容力を検討しておく必要があり、資源管理研究との連携が重要となる。

(4) 資源増殖研究の今後の展開方向

近年の我が国沿岸域における各種プロジェクト研究や栽培漁業等の事業による生態学的研究の最も大きな成果は自然の仕組みは十分なゆとりを持って営まれており、そのゆとりに人間の手を加えて都合のいい構造に変えて行くことが可能であることを明らかにし、その限界も含めて「つくり育てる漁業」の科学的な基盤を作ったことにあると思われる。そしてこのような基盤をもとに遠洋漁場からの撤退、高度化する水産物需要等に対応するため、東北海域においてもこの20年来「つくり育てる漁業」や「資源栽培型漁業」といったいわば水産業を農業的なものへ近づける努力が積み重ねられ、サケやホタテガイにみられるように一面では画期的な成果があげられるようになってきた。しかし、ニーズに対応した生産品目の多様化や生産量の漁獲統計レベルへのスケールアップ、さらには、経済性等多くの改良の余地が残されている。また、近年の水産物輸入量は我が国の水産物総生産額の $\frac{1}{2}$ 近くに達し、産業としての生産性が国際的にも問われるようになってきている。

今後の増殖技術開発の方向としてはエネルギーを多用し、集約化を進めるといった方向を再検討し、豊かな自然を基盤に、永続的に安定した生産を行うことの出来る、自然な流れとして動く水産独自の生産システム—自然の持つ巨大な生産力、復原力等をうまくひきだすソフトの開発—を目指すであろう。また、海域に固有の環境と生物を対象とした増殖技術は極めて地域性の強いものであり、他の海域での成果がそのまま適用できることは少ない。基本的には当該海域の自然の営みの解明がその開発の前提となるべきものと考えられる。更に、工業とは異なり水産業は自然そのものを対象としており、自然の営みを解明しようとする基礎研究が放流等の技術開発や事業を推進し、事業の進展が新たな技術開発や基礎研究の発展を促すという関係もっている。「つくり育てる漁業」の新たな展開を目指した技術開発や基礎研究が事業と並行して進められる必要がある。また、増殖対象種の生活史と個体群動態を環境や生物群集の構造・機能を含めて総合的に理解し、技術開発に結びつけようとする研究の進め方は、一見、むだが多いようにみえるが、その成果は特定種の

放流技術だけではなく海域の生物生産特性を活用した複数種を組合せた放流技術や成育場造成技術、さらには新たな増養殖対象種の発掘等につながり、究極的には最も効率のよい手法と考えられる。東北水研資源増殖部ではエゾアワビ、異体類等のkey speciesを中心とする自然の営みの徹底的な分析の上に立つ総合的解明を目指し、新たなスケールの大きな増殖技術開発の基盤作りに貢献したいと考えている。

文 献

- 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.
- 可児藤吉 (1944) 溪流棲昆虫の生態. 昆虫 (古川晴男編), 日本生物誌 4, 研究社, 東京, pp. 171~317.
- Sudo, H., M. Azuma and M. Azeta (1987) Diel changes in predator-prey relationships between red sea bream and gammaridean amphipods in Shijiki Bay. Nippon Suisan Gakkaishi, 53(9), 1567~1575.
- 高橋史樹 (1989) 対立的防除から調和的防除へ. 自然と科学技術シリーズ, 農文協, 東京, 185pp.

[質疑応答]

- 内野 (京都海セ) 環境収容力の問題は、場の生産力 (量) と絡むと思う。環境収容力の一つの目安として過去の漁獲量が一つのメドとなると思うが、どの程度さかのぼることができるものなのか、教えてほしい。
- 畔田 漁獲量や漁獲効率・漁獲努力量等をもとに資源量を推定し、その上限に近い平均値を環境収容力に近いものとも考えることもできると思うが、もっと現実的なことは、現在の漁獲量と過去の上限に近い漁獲量の平均値と比べてあとどのくらい資源を増やせるかという目安にすることだと思う。資源の変動幅の小さい底魚類の場合、環境との関係は浮魚類にくらべて相対的に独立性は高いものと考えられる上漁獲効率は年々向上しており、かなり、少なくとも50年くらいはさかのぼってもいいように思う。
- 赤嶺 (日水研) 志々伎ではマダイの後でヒラメを放流したが、マダイとヒラメでは餌がヨコエビとアミに分かれていて競合しないと考えてよいか。
- 畔田 志々伎湾ではマダイとヒラメは5月上旬ほぼ同時期に底生生活に移行するが、前者の着底場所は水深10m前後の湾奥部砂底域で、主食はヨコエビ類であり、後者の着底場所は湾奥部の渚域で、主食は基本的にアミ類であり、天然の場での両者の間には棲み場所や餌をめぐる直接的な競合はないものと考えられる。
- 廣瀬 (養殖研) 人工種苗と天然のものとは違いがあるので馴れさすことが必要と思われる。その

適当な方法があるのだろうか。

畔田 人工種苗は人為環境下で大切に育てられるため天然のものと比べて淘汰圧が極めて低く、天然では生き残れない個体が数多く含まれていると考えられるうえ、本来持っている摂餌能力や外敵からの逃避能力が十分開発されていないことが予想される。現在、放流前に天然餌料を与えたり、網で仕切った天然の海に放養したりして天然環境への順化が試みられているがその効果は把握されていない。今後、発生学や行動学の知見、方法を動員して順化法開発に組織的に取り組む必要があると思う。