

キジハタ幼魚の音響馴致に影響を及ぼす環境要因について

山本章造・唐川純一

Environmental Factors Affected for the Acoustic Conditioning of Young Red Spotted Grouper *Epinephelus akaara* Reared in the Tank

Syozo YAMAMOTO and Junichi KARAKAWA

前報^{1,2)}において、キジハタ幼魚は9~13日間の音響給餌によって音に馴致し、また、一旦学習した音に対しては150日間以上記憶が持続することを明らかにした。しかし、音響給餌によって集魚する割合は50~60%の範囲で、給餌機直下に残餌が認められることが多く、馴致の徹底度は低かった。これは、音響給餌条件に問題があったと考えられ、音響給餌機の給餌間隔などを改良して再度キジハタ幼魚の音響馴致を試み、あわせて音響馴致に影響を与える給餌量や水温などの環境要因についても検討した。その結果を報告する。

材料と方法

供試魚は、岡山県水産試験場栽培漁業センターで人工生産し、陸上水槽で中間育成した幼魚である。1995年9月5日に、平均全長38.5mm、平均体重0.9gの幼魚約2,000尾ずつを実験水槽2槽に收容し、9月24日まで20日間飼育して水槽に慣らし、25日から音響馴致実験を開始した。実験開始時の供試魚は平均全長56.1mm、平均体重3.2gであった。

飼育実験水槽は前報¹⁾と同様の20kℓ容コンクリート製水槽2槽を使用し、シェルターとして水槽No. 1には瓦礁3基を、No. 2にはまぶし礁3基を設置した。飼育水はろ過海水を使用し、1日当たりの換水量は水槽の5~8回転に、加温開始後は2回転にした。実験中は原則として毎日水温を測定し、水槽底が残餌などで汚れると適宜底掃除を行い、死魚が認められた場合には尾数を計数した後除去した。

音響給餌条件は基本的には前報¹⁾と同様にしたが、音響発信から給餌開始までの時間を短縮し、また音響給餌機を微量定量型に改良して、少ない給餌量の設定を可能にした。音響給餌は、周波数が300Hz、音圧が117dBの音源のもとで、音を発信して15秒後に自動給餌機が始

動し、さらに15秒後に給餌が開始する条件に設定して実施した。給餌時刻は8時30分、10時、13時30分及び16時30分で1日4回とし、各回の給餌に15秒間隔で6~10回飼料を噴出した。飼料は市販のペレット状配合飼料を用い、1日の総給餌量は魚体重の1~5%の範囲にした。

音響に対する馴致状況は、魚の行動に影響を与えない別の場所に設置したテレビモニターで観察した。音響発信前、音響発信中及び音響給餌中に餌が投与される一定の範囲へ集中浮上する幼魚数の割合を集中率として表し、馴致状況の指標とした。

給餌量及び飼育水温などの環境要因が集中率に及ぼす影響については自然水温下で調査した。自然水温が24℃前後から徐々に低下して、20、18、15及び13℃前後の時期に、約1週間ずつ給餌量別に集中率を調査し、その平均値と最高最低値で表した。

音響馴致魚に対する取上げ、麻酔、標識付けなどのストレスが馴致の徹底度に及ぼす影響については、音響馴致魚に標識付けを実施した直後の集中率の変化を調査することによって検討した。標識作業は3月14日に実施し、実験水槽から幼魚を取り上げ、658尾についてオイゲノール200ppm液により麻酔し、体長、体重を測定した後、右腹鰭を切除した。標識作業後再び実験水槽に收容し、その後の集中率を7日間調査した。標識した幼魚の平均全長は92.0mm、平均体重は12.6gであり、開始時から終了時の水温は17.2~17.7℃であった。

結果と考察

音響に馴致するまでに要する期間 音響馴致実験を開始した後、音響発信中及び音響給餌中に幼魚が餌場に集中浮上する割合を15日間毎日調査し、その経日変化を図1、2に示した。実験期間中の水温は21~25℃、給餌率は1.9~2.5%の範囲であった。

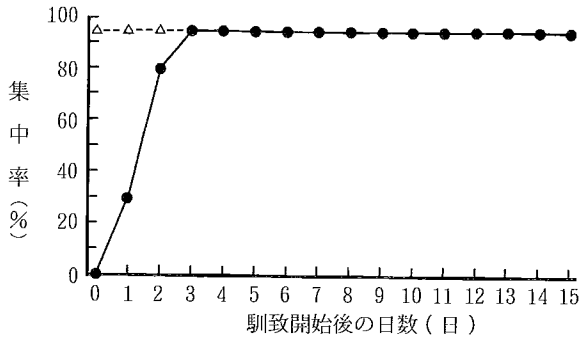


図1 音響給餌開始後の馴致状況の推移(瓦礫)
●: 音響発信中, △: 音響給餌中

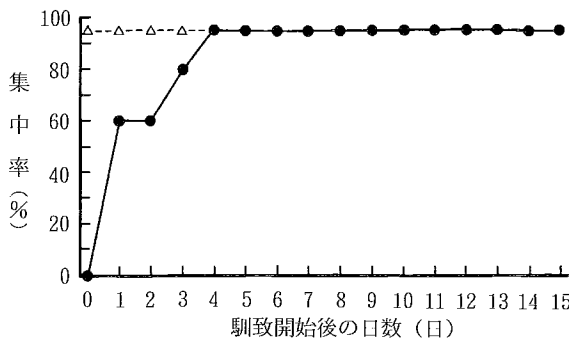


図2 音響給餌開始後の馴致状況の推移(まぶし礁)
●: 音響発信中, △: 音響給餌中

音響発信中の幼魚は、実験開始日には音響の発信と同時に方向転換や逃避などの行動を一瞬示したが、徐々に慣れてもとの状態にもどった。1日後から一部が発信音に馴致して餌場に集まり始め、3日後には発信と同時に餌場の近くを集団で大きく旋回しながら活発に遊泳し、95%以上が餌場に集中して浮上した。4日目以後も同様に活発な行動を続けた。次に、音響給餌中の幼魚は実験開始日から95%以上が餌場に集中浮上し、活発な摂餌行動を示した。2日目以後も摂餌行動は活発で集中度は高く、水槽底に残餌などは認められなかった。これらの傾向は瓦礫区とまぶし礁区でほとんど変わらなかった。

幼魚の音響馴致に要する期間は音響発信中の集中度と音響給餌中の集中度が一致する期間であり、キジハタ幼魚の馴致に要する期間は3~4日間と考えられた。前報¹⁾におけるキジハタ幼魚の馴致期間は9~13日間、集中度は50~60%の範囲であったが、今回はそれよりも著しく短く、また、集中度はより高かった。これらの違いを生じた原因としては、供試した幼魚が実験開始時から活動的であったこと、より低い給餌率で実験し摂餌行動が活発であったことなどが考えられた。馴致に要する期間は、マダイ *Pagrus major* 稚魚が2日~2週間³⁻⁵⁾、クロダイ *Acanthopagrus schlegeli* 幼魚が5~10日間⁶⁾、ヒラメ *Paralichthys olivaceus* 幼魚が11~12日

間⁷⁾、クロソイ *Sebastes schlegeli* 幼魚が8日前後⁸⁾とされている。魚種によって実験の設定条件は異なるがキジハタ幼魚はこれらいずれの魚種よりも短かった。以上の結果から、キジハタ幼魚は適正な音響馴致条件においては短期間で音響に馴致し、その徹底度が高いことが明らかになった。

給餌率、飼育水温が馴致の徹底度に及ぼす影響 音響発信中における飼育水温と集中度との関係を給餌率別に図3に示した。給餌率5%区における平均集中度は、水温が20℃以上では70~80%であり、水温の降下とともに低下し、18℃では50%、15℃では20%になった。給餌率3%区の集中度は水温が18℃まで70%以上で高く、15℃では30%以下に低下した。

一方、給餌率1%区の集中度は18℃で90%を示し、15℃でも60%前後で高かった。同じ飼育水温においては給餌率が低いほど集中度は高く、その傾向は水温が低いほど顕著であった。また、給餌率が高いほど集中度の最高最低値の差は大きく、集中度が不安定になる傾向がみられた。

音響給餌中における飼育水温と給餌率別の集中度との関係を、図4に示した。集中度は音響発信中と同様な傾向を示し、給餌率が低いほど集中度は高くなった。

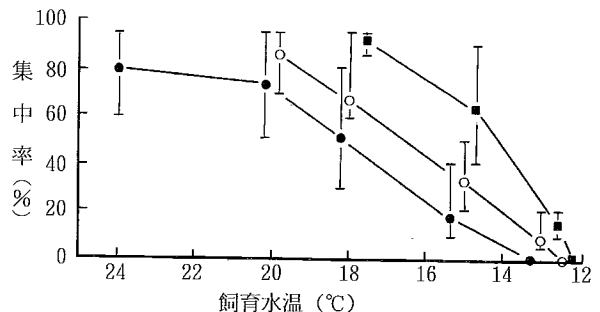


図3 音響発信時の給餌率別集中度と飼育水温との関係
給餌率: 5~6% (●), 3~4% (○), 1~2% (■)

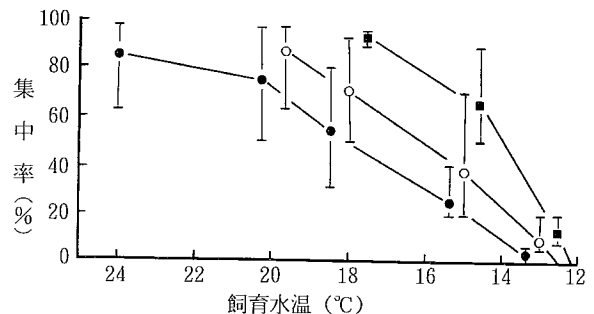


図4 音響給餌時の給餌率別集中度と飼育水温との関係
給餌率: 5~6% (●), 3~4% (○), 1~2% (■)

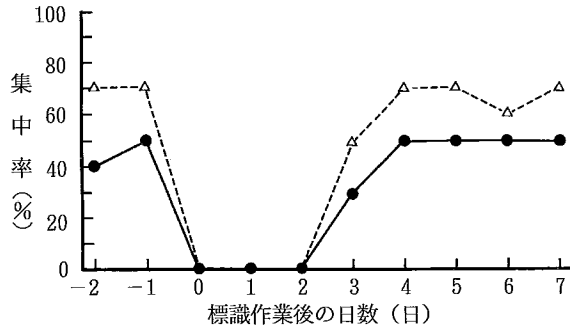


図5 標識作業が集中率に及ぼす影響

● : 音響発信中, △ : 音響給餌中

同じ飼育水温においては給餌率が低いほど集中率は高くなり、この傾向は水温が低いほど顕著になることから、音響馴致においては給餌率が低いほど馴致の効果が高いと推察された。一方、キジハタ幼魚の最大成長に必要な最小摂餌率は約4%、体重維持摂餌率は1.8%とされており⁹⁾、音響馴致に当たっては適正な給餌率の範囲内で給餌率を出来るだけ低く設定して実施することが馴致の徹底度を高めることになり、より効果的と考えられた。

標識作業などのストレスが馴致の徹底度に及ぼす影響幼魚に標識作業を実施した直後に再び実験水槽に収容し、その後の集中率を経日的に調査した結果を図5に示した。

標識作業前の集中率は、音響発信中が40~50%、音響給餌中が70%であった。標識作業後2日間は音響発信中及び音響給餌中にも餌場にはほとんど集中せず、まぶし礁の近くや水槽の隅で若干の方向転換などの反応を繰り返すだけで、摂餌行動は示さなかった。3日後から音響に反応する幼魚が現れ、音響発信と同時に約30%が餌場に集中し、さらに音響給餌中には約50%が集中した。その後反応する幼魚は徐々に増加し、4日目以後の集中率は音響発信中に50%、音響給餌中に70%に高まり、標識作業を実施する前と同程度の水準に回復した。幼魚は標識作業後、数日間、餌場に集中せず、一連の標識作業は

幼魚の音響に対する反応に影響を及ぼした。このため、標識作業の直後に放流することには問題があり、音響給餌を一定期間実施した後放流する必要があると考えられた。

文 献

- 1) 山本章造・水戸 鼓・田中丈裕, 1995: キジハタ0歳魚の音響給餌による条件付けについて, 岡山水試報, 10, 64-67.
- 2) 山本章造・水戸 鼓・田中丈裕, 1995: キジハタ2歳魚の音響給餌による条件付けと記憶の持続について, 岡山水試報, 10, 68-70.
- 3) 藤谷 超・坂口清次・福原 修, 1973: マダイ種苗の音響馴致のための研究. 浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究(備後編), 3, 251-265.
- 4) H. Ishioka, Y. Hatakeyama, S. Sakaguchi, and S. Yajima, 1986: The effect of sound stimulus on the behavioral disturbance of red sea bream, *Pagrus major*, Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab., 20, 59-71.
- 5) 上城義信・壽久 文・日高悦久・橋本晋策・益田信之, 1993: マダイ音響馴致システムのマニュアル, 大分県水試調研報, 15, 1-22.
- 6) 山本章造・福田富男・村田 守・和田 功・勝谷邦夫, 1975: クロダイの音響馴致に関する試験-1, 幼魚の馴致に適した音の種類と記憶の消去について, 岡山水試事報, 昭和49年度, 84-93.
- 7) 大塚 修・関 泰夫・池田 徹・本間智晴・渡辺誠治, 1993: 11. 底生魚類を対象とする海底牧場造成技術の研究開発, 新潟県水産試験場報告, 51-54.
- 8) マリノフォーラム21海洋牧場研究会, 1992: 音響馴致を利用した根付け魚類の資源管理システムの研究, 平成3年度, 2.
- 9) 萱野泰久・丁達 相・尾田 正・中川兵介, 1990: キジハタ稚魚に対する至適給餌頻度, 水産増殖, 38, 319-326.