

## 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

山本章造・水戸 鼓\*<sup>1</sup>・田中丈裕\*<sup>2</sup>

The Effect of Sound on Schooling Behavior in 2-year-old  
Red Spotted Grouper, *Epinephelus akaara* Reared  
by Feeding Methods Using Acoustic Conditioning  
and the Period of Persistent Memory

Syozo YAMAMOTO, Tsuzumi MIRO, and Takehiro TANAKA

キーワード：キジハタ，2 歳魚，音響馴致，記憶の持続

前報<sup>1)</sup>の結果から，人工生産したキジハタ *Epinephelus akaara* 0 歳魚は約 2 週間の音響給餌によって，音に条件付けられることが明らかになった。そして，放流した後に一定海域への定着を促進し，生残率を高める手段として，音響馴致魚の放流が有効であることが推察された。

しかし，キジハタ幼魚が馴致した音を記憶している期間についてはまだ明らかにされていない。冬期の底水温度を長期間無摂餌状態で過ごすキジハタにとって，音に対する記憶の持続期間は音響馴致魚の放流を考えるうえで重要な問題である。そのために，2 歳魚に対する音響馴致の可能性と記憶の持続期間を検討した。その結果について報告する。

### 材 料 と 方 法

供試魚は当栽培漁業センターで種苗生産し育成した平均全長 13.8 cm，平均体重 86.9 g の 2 歳魚を使用した。飼育実験は前報<sup>1)</sup>と同様水槽を使用し，水槽にはシェルターとしての瓦礁ユニット 3 基を設置して，100 尾を収容した。音響馴致は 0 歳魚と同じ音響給餌条件で行い，魚の音に対する馴致の程度は，音響発信前，音響発信中及び音響給餌中に分けて，魚が餌場へ移動集中し，浮上する状況を観察して調べた。観察は魚の行動に影響を与えないように別の場所に設置したテレビモニターで行った。

餌料は市販のペレット状配合飼料を使用し，1 日に 300

～400 g，体重の 3.5～4.5% を給餌した。飼育水はろ過海水を使用し，1 日当たり 5～8 回換水した。自然水温が 18℃ 以下に下がると加温を始め，音響馴致実験は 18℃ 以上を維持して行った。音響給餌は 1994 年 11 月 9 日から魚が音に十分条件付いたと考えられる 12 月 12 日までの 34 日間実施した。

次に，馴致した音に対する記憶の持続期間を調査するため，音響給餌を停止した後も飼育実験を継続した。継続実験中は自然水温で飼育し，餌を食べる時期には手撒きで給餌し，水温が低下して摂餌行動が緩慢になると給餌を中止した。記憶の持続状況を調査する際には，調査の 3 日前から飼育水温を徐々に加温し，調査は魚の行動が活発な状態になる 18℃ 前後で行い，その後は再び 3 日間かけて自然水温に戻した。調査は音響給餌停止後 31，63，108 及び 150 日目に同一魚群を用いて行い，調査時には音響を再び発信して，魚が音に反応し餌場に集中浮上する状況を観察した。

### 結 果 と 考 察

**音響馴致に要する期間と馴致程度** 魚が音に反応して餌場に移動集中し，浮上する尾数の経日変化を，図 1 に示した。

音響馴致実験を開始するまで，魚は通常瓦礁ユニット内に隠れており，給餌時にそこから出て餌場に集まった。その魚の数は 100 尾のうち 20～30 尾の範囲であった。音響馴致開始後，音響発信中に音に反応する魚は 3 日目から観察され始め，音響の発信によって 3～5 尾が瓦礁か

\* 1 現岡山県水産課，\* 2 岡山県水産課

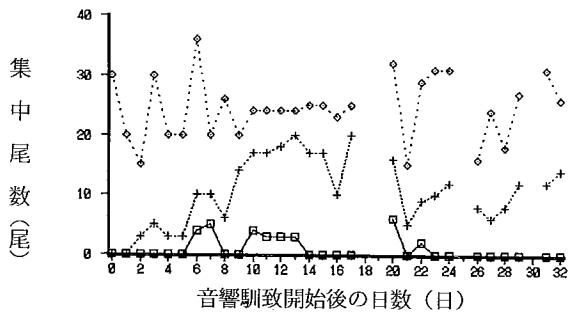


図1 2歳魚の音響馴致に伴う集中尾数の推移  
音響発信前(□), 音響発信中(+), 音響給餌中(◇)

ら出て瞬時に方向を転換するなど特異な行動を示し、音響給餌を開始すると30尾前後が瓦礫から出て、餌場に集中した。その後、集中尾数は馴致日数とともに徐々に増加し、13~14日目には音響発信とほぼ同時に20~25尾が集中浮上し、活発な索餌行動を示して最も多くなった。また、音響給餌中には30尾前後が餌場に集中した。餌場に集中浮上しない魚も、瓦礫ユニット近くでしきりに方向転換の行動を示し、音に積極的に反応している様子が窺われた。しかし、その後集中尾数は増加することはない。したがって、2歳魚の音響馴致に必要な日数は12~13日間と推定された。

音響発信中に音に反応して行動に変化を示す魚は多かったが、餌場に集中浮上する数は20~30尾の範囲であり、半数以上が餌場に集まることはなかった。0歳魚では50%以上が集った<sup>1)</sup>のに対し、2歳魚は少なかった。この原因として、0歳魚と2歳魚の間には生態的な違いがあり、2歳魚は瓦礫ユニットの中に潜む習性が強いために、すぐに餌場に移動する魚が少なかったと推察された。しかし、今回の実験中は水槽底に残餌が認められ、魚がいつでも摂餌できる状態で、常に飽食状態であったと考えられることから、音に対する反応が弱くなった可能性が高い。魚の飽食状態が音響馴致に影響を及ぼすと考えられることから、今後、音響馴致実験においては魚の摂餌状態を常に把握しておく必要があると思われた。

**音に対する記憶の持続期間** 音響馴致停止後ほぼ1か月間隔で音響を発信し、魚の反応を観察して記憶の持続状況を調査し、その結果を図2に示した。音響馴致停止後の飼育水温は18℃前後から徐々に低下し、最低10.7℃になった。水温の低下につれて瓦礫ユニット内に侵入する魚は増加し、手撒き給餌を行うと一部の魚は弱い摂餌行動を示したが、ほとんどは反応を示さない状態になった。

音響馴致を停止した日に音響の発信とほぼ同時に餌場に集まる魚の数は18尾であったが、停止31日後には23尾

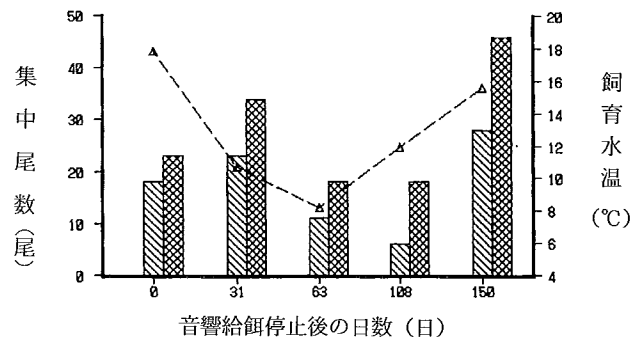


図2 音響給餌停止後の音に反応する尾数の変化  
音響発信中(□), 音響給餌中(◇), 水温(△)

に増加した。また、音響給餌中においても餌場に集まる魚の数は23尾から34尾に増加した。この間、飼育水温が10℃近くまで低下し、魚が餌を十分に捕ることができない空胃状態の日が続いたことから、餌場に集まる魚が停止時よりも増加したと考えられた。

さらに、音響馴致停止63日~108日後にかけては音響発信中に餌場に集まる魚は10尾以下に、音響給餌中に集まる魚の数も20尾以下に減少した。63日以後餌場に集中する魚が減少したのは、音に対する記憶が低下した結果とも考えられるが、この間、飼育水温は10℃以下の状態が長く続いたことから、魚の活動が低下したことによるとも考えられた。

しかし、150日後には音響の発信とほぼ同時に30尾近くが餌場に集中し、さらに、音響給餌中には50尾近くが集まった。音に反応する魚は再び増加し、これまでのいずれの時期よりも多くなった。この時期には自然水温が16℃近くに上昇しており、調査日以外の日にも瓦礫ユニットから出て索餌行動を示す魚が観察される状態であった。音に反応する魚が増加したのは、低水温期に飢餓状態が長く続いたことと水温の再上昇により行動が活発化し索餌行動を示す魚が増えたことによると考えられた。

音響馴致停止後は、同一の魚群を用いてほぼ1か月おきに記憶の持続状況を調査したわけであるが、調査の際の音響給餌が馴致の強化になっている可能性があり、記憶の持続期間を厳密に調べるためには別の音響馴致群を使って調査する必要がある。しかし、150日後に馴致魚が増加したのは少なくとも低水温期に反応しなかった群が記憶を持続していた結果によるものであり、同一群を使用したことが必ずしも再強化と結びついていないと考えられた。

以上の陸上水槽実験の結果から、キジハタ2歳魚は音に対する記憶を150日間以上持続することが明らかに

なった。馴致された魚の記憶の持続期間は魚種によって若干異なり、マダイで少なくとも4か月<sup>2)</sup>、クロダイで約2か月<sup>3)</sup>、ヒラメで少なくとも1か月<sup>4)</sup>とされている。実験した魚の年齢が異なることから一概にはいえないが、キジハタの音に対する記憶の持続期間は比較的長いと考えられた。

このことは天然域におけるキジハタの音響馴致において、冬期の低水温期にも記憶が持続することを示している。キジハタの海洋牧場化構想において、その海域に長く滞留させ生き残りを高めるために、音響馴致は有効な手段であると考えられた。マダイの音響馴致システムについてはすでにマニュアル化されている<sup>5)</sup>。キジハタについても放流環境条件を明らかにし、その生態的な特性を考慮した音響馴致システムを開発する必要がある。

**飼育水温と摂餌** 2歳魚の摂餌活動は飼育水温が18℃以上であればほとんど低下することはなかった。しかし、15℃前後では、瓦礁ユニットから出て摂餌行動を示す魚の数は変わらないが、全体の摂餌量は減少した。さらに、12℃以下になると摂餌行動を示す魚の数は激減し、給餌しても瓦礁ユニットの前に落ちてくる餌を時々ついばむ程度であった。水温が9～8℃に低下すると、摂餌行動は全く見られず、瓦礁ユニットの中にひそんだままへい死する魚が認められた。

## 要 約

1. キジハタ2歳魚に対する音響馴致の可能性と記憶の持続期間を検討するために、音響給餌実験を行った。

音響給餌条件は0歳魚と同様の条件で実施した。

2. キジハタ2歳魚は、音響給餌開始3日目から反応を始め、その後反応する魚は徐々に増加し、13～14日目で最も多く馴致されることが明らかになった。
3. キジハタ2歳魚は、一旦条件付けられた音を150日間以上記憶していることが明らかとなり、天然における冬期の越冬期間中も記憶を持続すると推察された。
4. キジハタ2歳魚は、水温が18℃以上であれば音響に積極的に反応するが、15℃以下では反応が低下した。

## 文 献

- 1) 山本章造・水戸 鼓・田中丈裕, 1996: キジハタ0歳魚の音響給餌による馴致について, 岡山水試報, 10, 64-67
- 2) 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
- 3) 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
- 4) 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
- 5) 上城義信・寿 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