

魚類の摂餌音の誘引効果について<sup>\*1</sup>竹村 暘, 西田知照<sup>\*2</sup>, 小林洋一<sup>\*2</sup>

## The attraction effect of natural feeding sound in fish

Akira TAKEMURA, Noriteru NISHIDA<sup>\*2</sup>  
and Youichi KOBAYASHI<sup>\*2</sup>

Many stimuli attracting fish are containing the characters of feeding sound emitted by the same species and the imitation sounds using for attracting fish make use of some characters of it. Using carp and yellow tail, the significant factors for attraction were investigated. These feeding sounds were consisted of a train of pulses having wide frequency components. Natural feeding sound projected into water was the best stimulus. The narrower frequency character made, the weaker effect became. But, as far as it contains time character of feeding sound, the attraction effect did not become null. On the other hand, artificial sound being used now at marine ranch showed threat effect for unlearned fish. The attraction effect depends on not only time character but also frequency component.

**Key words :** 摂餌音 feeding sound ; 誘引効果 attraction effect ; 海洋牧場 marine ranch ; 制御 control

海洋牧場をはじめとして、種々の刺激によって水族の行動を制御しようとする試みが近年とみに盛んになってきた。刺激としては人工的なものもあるが、効果の点から考えると自然に存在する刺激の方がより効果的と思われる。即ち、釣りに用いられる餌は多くの水族の臭覚や味覚を刺激し誘引させるし、その餌を摂餌する際に発生する音は更に多くの仲間をひきつける。しかし、人工刺激ではあっても、漁火のように多くの魚種に対して誘引させる効果の大きな又恒久的な刺激もあるし、ボコ釣りのように天然マダイの誘引にかなりの効果を発揮する刺激もある。電気刺激に至ってはその効果は確実で、極端な場合には死にいたらしめるこ

とすらある。

このように、これまで用いられてきた刺激は人工的なものにして天然に存在するものにして対象魚に対して何等かの生理的な意味を持つものであった。

ところが、一定海域に魚をとどめようとする多くの海洋牧場構想では技術的にも経済的にも安易に利用できる刺激として全く人工の音刺激（300 Hz の鋸歯状波）の使用が一般化しつつある。<sup>1)</sup>この刺激は魚にとって、幼い頃の数週間学習させられた人工の餌に対する条件刺激であり、本来生理的な意味を持たないものである。短期間の学習の後、囲い網のない自然の海に放たれた放牧魚は人工音刺激に反応して餌場に集まって

\* 1 水中音の研究—XIV

\* 2 長崎大学工学部, 長崎市文教町1-14

くる。しかし、無条件刺激として用いられた人工の餌と疎遠になる機会の多い自然の海では、条件刺激の消去の進んだ個体が次第が増えてくる。更に時間が経過すればこの条件刺激には全く反応しなくなるであろう。ところが、本来無関刺激であったはずの摂餌音は自然界での摂餌という行動を通して陽性の条件刺激となったものである。そして、数カ月のうちに摂餌音は無条件刺激に劣らない作用をするようになる。すなわち、摂餌音自体が明確な生理的意味を持つものになったのである。従って、摂餌音の特徴を生かした刺激を作り出すことによってより効果的な魚類誘引刺激音を開発することが可能である。

コイ (*Cyprinus carpio*) 及びブリ (*Seriola quinqueradiata*) の摂餌音の解析から魚類誘引刺激についての二、三の知見を得たので報告する。

## 資料と方法

使用したコイの摂餌音は直径6mの円形水槽で、体長約20cmのコイ約50尾に投餌した際発生した音である。ブリの場合は五島福江島南西の大宝漁協の飼い付け漁場で、天然ブリに投餌中収録した摂餌音である。

収録された音の周波数分析はシグナルアナライザー(岩崎, SM-2100)及びサウンドスペクトログラフ(リオン, SG-07)を用いて行われた。

さらに、摂餌音の周波数成分による誘引効果を調べるため、摂餌音を直接100 Hzから5 kHzまで18のオクターブバンドフィルター及びA・B・C・Dの各聴感補正特性(B & K # 1617)を通して水中に再生した。また、1秒毎に断続を繰り返す人工の純音を再生して、摂餌音との効果の比較も行った。尚、音圧は各ピーク値のスピーカー入力電圧で $\pm 2$  Vになるように調整されている。1週間にわたってランダムな時間間隔で水中スピーカー(UNIVERSITY SOUND # UW-30)の近くに投餌した結果、コイは無投餌中でも時々餌場にきて摂餌の動作をするようになった。もちろん、この間スピーカーは全く作動させていない。そこで、前述の各種周波数成分の音を再生し、各々1分間当たりの餌場への出現頻度を計数して誘引効果の指標とした。

尚、シグナルアナライザー、サウンドスペクトログラフ、水中スピーカー及びフィルターの周波数特性は

それぞれ0-40,000・30-25,000・100-10,000・2-40,000 Hzである。出力増幅器(古野, 試作器 # 1)の周波数特性は1,000-10,000 Hzでほぼ平坦であったが、100 Hzでは約14 dB下がっている。従って、オクターブバンドでの再生の際には前述のように出力の調整を行ったが、摂餌音をそのまま再生した際には1 kHz以下の成分がかなり減衰していたと思われる。

## 結果

### 1. 周波数範囲

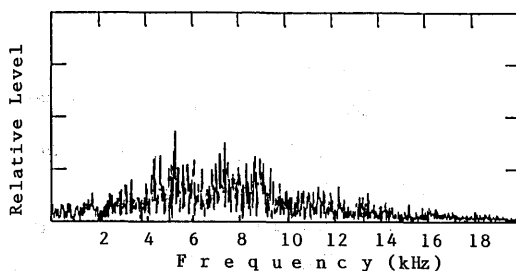


Fig. 1 Frequency characteristic of feeding sound of carp

図1はコイの摂餌音の周波数分析の結果を示したものである。周波数範囲はほとんど0 Hzより20 kHzにも及ぶ広い広がりをもっている。なかでも4-10 kHzに強い周波数成分を有していることが分かる。実験に使用した体長20cmのコイの浮袋の共振周波数はその生息水深及び大きさから計算すると150-250 Hzになる<sup>2)</sup>。

また、ブリの摂餌音の周波数範囲は図2に示すように、0 Hzからほぼ10 kHzまで広がり、2-5 kHzに強い成分を有する。

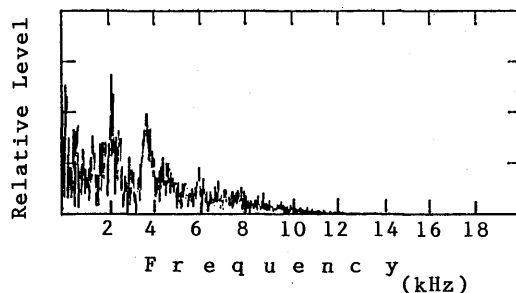


Fig. 2 Frequency characteristic of feeding sound of yellow tail

2. 持続時間

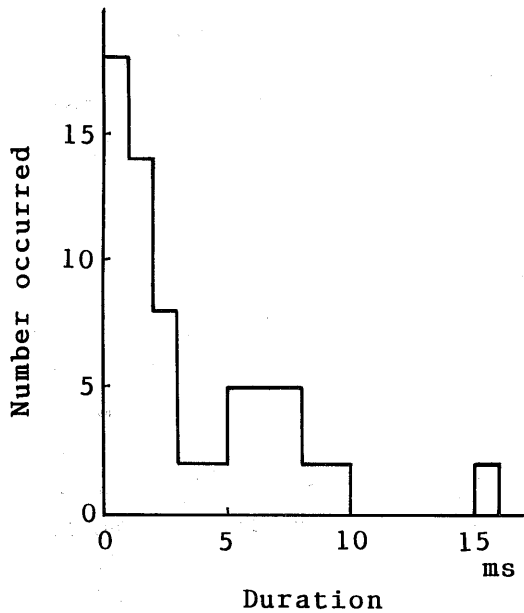


Fig. 3 Histogram

摂餌音の持続時間の頻度分布を図3に示す。持続時間はほとんどが3 ms以下であり、稀に15 msに及ぶことがある。したがって、コイやブリの摂餌音は一連のパルス音よりなるといえる。

3. 摂餌音の発生間隔

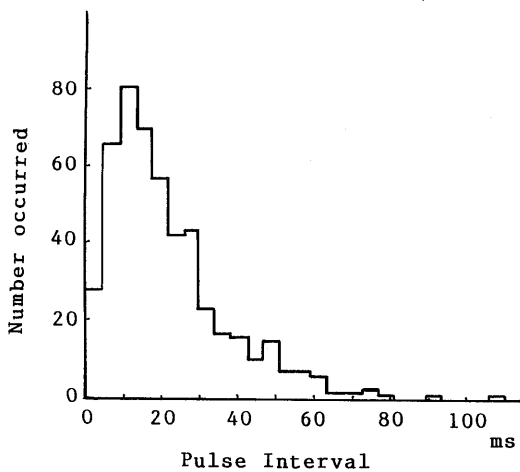


Fig. 4 Histogram of pulse interval

摂餌音の発生はランダムなものである。そして、図4に示すように、その発生間隔は10~20 msがもっと

も多い。その最大間隔は今回調査した50尾では約0.1秒であった。しかし、個体数の増加にともないこの値が減少するであろうことは容易に推測することが出来る。

4. 有効周波数

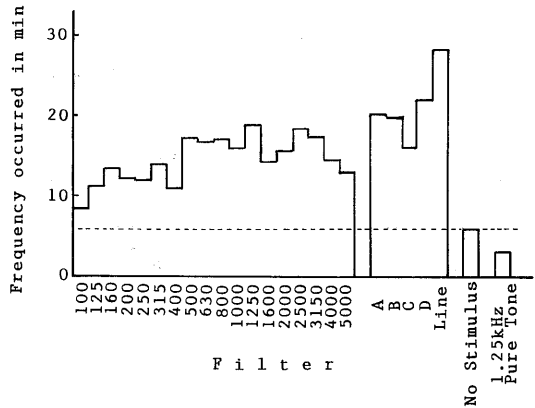


Fig. 5 Attraction effect of each frequency component of feeding sound

今回調査した周波数帯では、図5に示すようにフィルターを通さない音 (Line) の時にもっとも誘引効果が大きかった。つぎに、周波数帯域の広い聴感補正特性を持つ音に効果がある。1オクターブバンドの各周波数成分の音の中では1.25 kHzの音がもっとも効果的であったが、総じて効果は乏しい。周波数成分には各々相違があるが、摂餌音の時間的特徴をそのまま再生した上記の各刺激にはいずれもなんらかの誘引効果が示されている。それに対して、同じ1.25 kHzでも人工的な1秒毎に断続する純音の場合にはむしろ威嚇効果さえ伺える。

考 察

天然の海で生活している水族に対して、同種の水族の発する摂餌音には強力な誘引効果がある。<sup>3)4)</sup> 実際にこれまで調査された音響漁法に用いられている音の多くが捕食魚の摂餌音を真似たものであったことが報告されている<sup>5)</sup>。従って、この摂餌音の特徴を旨く利用することにより誘引効果を上げることも可能である。

今回の調査では生の摂餌音に優る誘引刺激はなかった。摂餌音の特徴が失われれば失われるほど誘引効果も失われていくことを上の結果は示している。即ち、

その特徴は主に周波数成分と時間的な変化にある。

コイの場合, 今回は餌として硬いペレットを用いてその摂餌音を収録したため, 摂餌音には高い周波数成分が多く含まれていた。天然餌料の場合には, 今回の結果より幾分低くなるのが想像される。ブリの摂餌音が低いのは魚肉を投与したことも関係していると考えられる。このように, 両者の摂餌音の違いは魚種自体の違いの他餌の違いや生息環境の相違も影響していると考えられる。もともと摂餌音は条件刺激であるので, 聞きなれた摂餌音が生理的な意味を持っているのであって, 種固有の摂餌音はありえないと考えられる。いずれにしても摂餌音自体は1 kHz以上の成分が主体である。聴覚のみを考慮すると, 浮袋の共振周波数との関係からもっと低い周波数(200 Hz前後)で来遊頻度が上がると考えられた。しかし, 摂餌音の各周波数帯の成分の音圧レベルを同一にして各々再生してもコイの来遊頻度は高周波数帯に偏って高い。また, より広い周波数域を持つ即ちフィルターを通さない原音に近い音ほど来遊頻度が上がることから摂餌音を特徴づけているのは広い周波数域の中でも魚にとってはかなり高い周波数成分ではないかと考えられる。

また, オクターブバンドの周波数帯の中で最も誘引効果の大きかった1.25 kHzを用いてその再生の仕方を時間的(1秒毎の断続)に変えるとコイに与える影響は誘引から威嚇のように正反対のものとなるのが分かる。このことは一連の摂餌音の時間的特徴をその

まま再現したことが本来生理的な意味のない各周波数帯の音にも誘引効果が発生せしめた事を示している。また, 摂餌音がパルス音であり, その持続時間が極めて短いということは現在の海洋牧場の最大の問題点である消費電力を少なくするためにも生かされるべきである。このようなパルスの刺激の方が動物に慣れを起しにくい。

## 参 考 文 献

- 1) 能津純治(1979): 音響じゅんちによる放流マダイの管理, 大分県水産試験場, 大分県の米水津湾におけるマダイ放流に関する文献集, 61-72頁
- 2) Clarence S. Clay & Herman Medwin (1977): *Acoustical Oceanography*. pp. 194-197, New York, John Wiley & Sons
- 3) 井上 実(1978): 魚の行動と漁法, 129-135頁, 東京, 恒星社厚生閣
- 4) 徳永武雄・岩切欣弘・竹村 陽(1977): ブリ飼い付け漁業における音響集魚試験, 長崎県水産試験場研究報告, 3, 134-137
- 5) Protasov V.R.: 魚類音響学 in Russian: 小山 譲・崎浦治之訳(1970), 魚類音響学, 208-219頁, 東京, 水産庁