クロソイの聴覚閾値とマスキング*1

本 松 敬一郎*2

北海道大学水産学部

音刺激を利用して魚の行動を制御するには対象海域の音環境を調べるとともに対象魚種の聴覚能力を把握することが必要であり、我が国においても近年、有用魚種の聴覚特性が種々調べられている。¹⁻⁶⁾ 聴覚閾値は魚が知覚できる最小音圧を示す最も基本的な資料であるが、魚が生息している実海域には自然発生的な海中騒音と人為的に発生した海中騒音が混在しており、魚の聴覚は周囲の雑音の影響を受けて小さな音が聴き取りにくくなり、閾値が増加するマスキングと呼ばれる現象が発生する。⁷⁾ 実海域における魚の聴覚能力を把握するためには、雑音によるマスキングについて調べるのが重要である。北海道、東北において栽培漁業の重要な対象種の一つであるクロソイの聴覚特性を調べ、聴覚閾値とマスキングについての知見⁸⁾が得られたので、その概要について紹介する。

聴覚閾値

音と電気刺激を用いて条件付けたクロソイの心拍間隔の変化を指標としてクロソイが知覚可能な最小音圧を調べ聴覚閾値 (0 dB re 1 μ Pa) を求めた。100~1000 Hz の周波数で測定した供試魚 8 尾 (全長約 30 cm) の閾値音圧の平均値を用いて作成したクロソイの聴覚閾値曲線を図 1 に示す。図には実験前に 3 時間間隔で 8 回測定した水槽内の背景雑音も示した。クロソイの聴覚閾値は周波数 200 Hz で最小 90.5 dB, 500 Hz で最大 120.3 dB となり、クロソイの聴覚感度は 100~300 Hz の周波数帯で良く、500 Hz 以上では感度が劣るといえる。また、閾値は 200~500 Hz で 1 オクターブあたり 20 dB 以上上昇し、700 Hz でやや減少する傾向を示した。

この聴覚閾値曲線は図に示した実験水槽内の背景雑音においてクロソイがどのくらいの大きさの音を聴くことができるか表したもので、雑音のスペクトラムレベルが変われば閾値も変化することが予想される。そこで、背景雑音のスペクトラムレベル (0 dB re 1 μ Pa/ $\sqrt{\text{Hz}}$) を一様に上昇させ、クロソイの閾値におよぼす雑音の影響を調べた。

図 1 クロソイの聴覚閾値曲線。

マスキング

実験手法は前述の聴覚閾値測定と同様であるが、周波数特性が平坦な雑音を人為的に発生させてクロソイの聴覚閾値を測定し、聴覚閾値と雑音スペクトラムレベルの差である臨界比を求めた。

図 1 の聴覚閾値曲線を作成した供試魚 8 尾のうち 7 尾について測定した臨界比を周波数ごとに整理して図 2 に示す。ただし、この実験で使用した雑音のスペクトラムレベルは 60 dB とした。クロソイの臨界比は周波数 100 Hz で最小 29.7 dB となり、500 Hz で最大 59.8 dB となった。また、500 Hz を除いて周波数が高くなるほど臨界比が大きくなる傾向を示した。約 60 dB のスペクトラムレベルの雑音が存在する環境ではクロソイは雑音レベルよりも 30~60 dB 大きな音圧でなければ聴こえないことが予想された。しかし、周波数 300 Hz と 500 Hz では雑音を発生させたときの閾値と図 1 の閾値

*1 Auditory Threshold and Masking in Black Rockfish *Sebastes schlegelii*.

*2 Keiichiro Motomatsu (Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Minato, Hakodate, Hokkaido 041, Japan).

図2 クロソイの臨界比（雑音スペクトラムレベル 60 dB）。

図3 背景雑音の違いによる閾値音圧の変化。

曲線で示した静穏時の閾値に差が認められず、60 dB のスペクトラムレベルでは雑音による聴覚への影響がなかったことが示された。

そこで、雑音のスペクトラムレベルを 70, 80, 90 dB と変化させて周波数 100~500 Hz の閾値を測定し、雑音スペクトラムレベルとの関係を調べた。実験は、まず静穏時の聴覚閾値を測定し、各スペクトラムレベルの雑音を発生したときの閾値を測定した。

図3に静穏時を含む各雑音スペクトラムレベルで測

定した供試魚2尾（全長約 20 cm）の閾値音圧を周波数ごとにまとめた。横軸が最小となる点は静穏時の聴覚閾値である。スペクトラムレベル 70 dB の雑音下で測定した 200 Hz と 500 Hz の閾値を除いて、スペクトラムレベルを上げていくと閾値も上昇した。また、全ての周波数においてスペクトラムレベルが 90 dB のときに閾値は最大となり、クロソイの聴覚が雑音によってマスクされていたことが確認できた。雑音を発生させた時の閾値音圧と雑音スペクトラムレベルの差から求めた臨界比は 100 Hz で 28~40 dB, 200 Hz で 20~36 dB, 300 Hz で 37~56 dB, 500 Hz で 37~44 dB の範囲となった。

一般に、魚の聴覚はある大きさ以上の雑音によって影響を受けるが、それ以下のレベルの雑音は聴覚に影響しないため閾値は一定となると考えられる。一方、マスキングが発生している場合、臨界比と雑音スペクトラムレベルの間には相関関係がみられることが報告されている。^{9,10} 雑音スペクトラムレベルを変化させた実験では測定尾数が少なく、ばらつきが大きいためマスキングと雑音の関係についてはまだ資料が不足している。今後さらに実験を行いマスキングの発生し始める雑音のスペクトラムレベルなども調べる必要がある。

文 献

- 1) H. Ishioka, Y. Hatakeyama, and S. Sakaguchi: The hearing ability of the red sea bream *Pagrus major*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54, 947-951 (1988).
- 2) 石崎宗周, 平石智徳, 山本勝太郎, 梨本勝昭: クロソイの聴覚閾値について. 日水誌, 58, 55-61 (1992).
- 3) T. Kojima, T. Shimamura, K. Yoza, N. Okumoto, Y. Hatakeyama, and H. Soeda: W-shaped auditory threshold curves of masu salmon *Oncorhynchus masou*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58, 1447-1452 (1992).
- 4) 藤枝 繁, 石野 貴, 新名 肇, 松野保久, 山中有一, 鄭 龍晋: ティラピアの聴覚閾値測定. 日水誌, 61, 320-325 (1995).
- 5) 朴 容石, 飯田浩二, 向井 徹, 桜井泰憲: スケトウダラの聴覚特性. 日水誌, 61, 159-163 (1995).
- 6) 鄭 龍晋, 松野保久, 藤枝 繁, 山中有一: マアジの聴覚閾値. 日水誌, 61, 695-699 (1995).
- 7) 畠山良己: 魚の聴覚能力. 水産工学, 28, 111-119 (1992).
- 8) 本松敬一郎, 平石智徳, 山本勝太郎, 梨本勝昭: クロソイの聴覚閾値と臨界比. 日水誌, 62, 785-790 (1996).
- 9) C. J. Chapman and A. D. Hawkins: A field study of hearing in the cod, *Gadus morhua* L.. *J. comp. Physiol.*, 85, 147-167 (1973).
- 10) Y. Hatakeyama: Masking effect on the hearing of red sea bream, *Pagrus major*, by ambient noise. *Int. J. Aq. Fish. Technol.*, 1, 271-277 (1989).