

海獣忌避の基盤技術に関する基礎検討

村田政隆, 柏谷和仁*, 小林万里**, 佐鯉輝育,
田谷嘉浩, 高橋幸悦, 加賀壽, 高橋志郎

Study on basic technology of marine animal evasion

Masataka Murata, Kazuhito Kashiwaya*, Mari Kobayashi**,
Teruyasu Sakoi, Yoshihiro Taya, Koetsu Takahashi, Hisashi Kaga, and
Shiro Takahashi

要 旨

近年、北海道の水産業では、アザラシやトド等の海獣による漁業被害が年々増加傾向にある。特に、ゼニガタアザラシは、絶滅危惧種に指定されていることや、観光資源としての効果もあることから、水産業界では海獣類との共生を図りつつ漁獲量を確保できる産業技術を必要としている。

海獣類の生態が明確に解明されていない背景から、アザラシを事例とした忌避効果が期待される基盤技術について実験的に検討した結果、音質によっては一定の効果が認められることを確認した。

アザラシやトドによる漁業被害は古くから発生しているが、ゼニガタアザラシ保全に関する活動も1968年より始められており、海獣との共生を図った忌避技術の歴史も半世紀近いと考えられる。この間、海獣によって漁獲対象魚の秋サケが食害を受ける等、直接被害の大きい定置網漁業界では、網の強化だけではなく、鉄格子の設置、敷設時期の調整、海外製音響装置の導入、かかし等、様々な取り組みを行ってきたが、効果的な技術の確立までに至っていない。また、この間、電子技術も発展し、容易に実験系を構築できるようになってきた。

そこで、年々増加する漁業被害を低減させることを目的とした海獣忌避装置の開発を見据え、過去に実施された取り組みのうち、効果が不明とされている音響技術に着目しつつ、忌避効果の可能性が考えられる基礎技術について実験した。

本実験は、稚内市ノシャップ寒流水族館の成獣

アザラシを対象に2回実施した。その実験環境を図1に、実験条件を表1に示す。



図1 実験環境

表1 実験条件

| | 成獣数 | 実験日 | 条件内容 | 条件記号 | 備考 |
|---------|-----|-----------|------|------|---------------|
| | | | | | |
| 1 回目 | 13 | H26.04.23 | 音 | SA | イルカ用忌避装置(既存品) |
| | | | | SB | イルカ用忌避装置(既存品) |
| | | | | SC | 非忌避装置 |
| | | | 光 | OA | 高輝度LED 高出カタイプ |
| | | | | OB | 高輝度LED |
| | | | | | |
| 2 回目 | 7 | H26.04.24 | 音 | SB | イルカ用忌避装置(既存品) |
| | | | | SC | 非忌避装置 |
| | | H26.07.23 | 光 | OA | 高輝度LED 高出カタイプ |
| | | | | MG | 強力なマグネット |
| | | | 泡 | BBR | プロフ |
| | | H26.07.23 | 音 | SC | 非忌避装置 |

* 株式会社仁光電機

** 東京農業大学

責任著者連絡先 (Masataka Murata) : murata@techakodate.or.jp

SA 条件に用いたイルカ用の忌避装置は、水没すると間欠的に発信音が鳴る仕様で、いくつかの異なる音を発生する特徴を持つ。SB 条件もイルカ用の忌避装置であるが16種類の音からひとつを選択でき、約2秒間発信した後、約18秒間休止する特徴をもつ。本実験では、効果について忌避行動に基づき、[効果なし]から[効果大]までを実験参加者の主観で判別評価点0~3点に分類し、興味を示し近寄っていると感じた場合には、-1点とした。また、定量評価を試みるため、アザラシが騒ぎ出す状況が騒音として観測されることを想定し、騒音測定を実施した。なお、2回目の実験では、1回目の実験の状況を踏まえ、加速度センサによる水面変動測定等の測定項目に改善を施した。

本実験の概要を図2に、平成26年4月に実施した主観的評価結果の一例を図3および図4に示す。

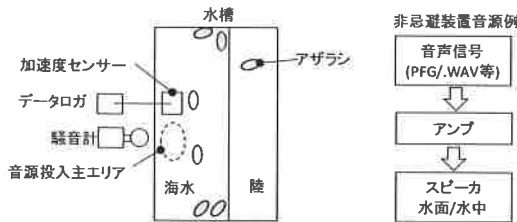


図2 実験概要

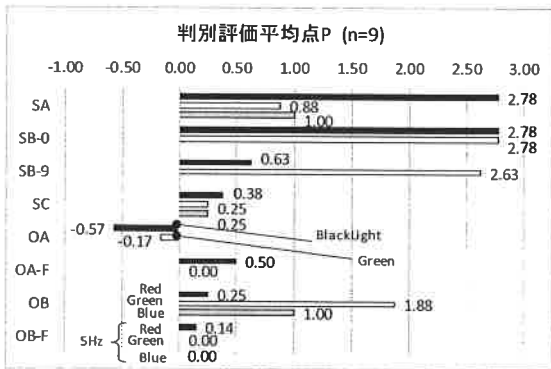


図3 実験結果例 (H26.04.23)

図3に示すように、既存のイルカ用の忌避装置であるSAとSBの結果では、水中で音が発信された後、アザラシは陸上や音源から遠い水槽壁面まで勢よく逃げ出し、忌避効果が認められることを確認した。その一方で、図2に示すように、パルスファンクションジェネレータ(PFG)を用い、水面に接触させたスピーカから正弦波音を出力したが、アザラシの反応が小さかった。また、夕方より光の実験として、OA(高出力点灯タイプ)OA-F(高出力点滅タイプ),OB(汎用高輝度タイプ),OB-F(OBを5Hzで点滅)の条件で実施した。その結果、全般的に光は音よりも効果が低く、点滅光には反応しない傾向が見受けられた。汎用高輝度タイプにおいては、赤・緑・青のうち緑を嫌う傾向があるが、高出力タイプの緑には近寄ってくる個体もあり、本実験では波長と効果の関係性は認められなかった。

図4は、図5に示すようにアザラシに給餌しながら、SBがもつ全16種類の音源に対する実験を実施した結果である。本実験結果から、音の種類によって効果が異なる可能性があると考えられ、忌避効果は周波数に依存することが示唆された。また、給餌状況では忌避効果が低下する傾向も見受けられ、定置網漁においては、網に入った捕食中のアザラシに対する音の忌避効果は小さくなると考えられる。



図5 給餌状況例

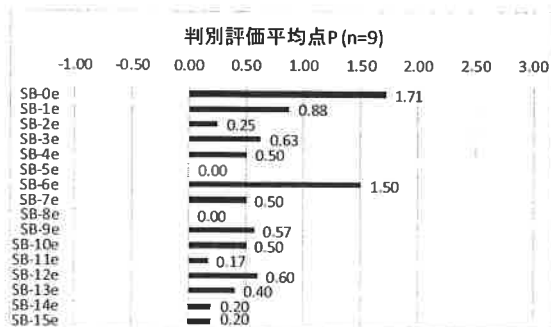


図4 実験結果例 (H26.04.24)

本実験では、忌避効果の定量化方法を検討するため、騒音測定を実施した。平成26年4月24日の実験環境は、非常に風が強く、実験前の実測にて、騒音値の変化は風の変化を捉えることを確認し、この日は騒音測定を中止し、平成26年4月23日の測定データで検討した。忌避効果が認められれば、忌避行動に伴う波の音や声が騒音として観測さ

れ、暗騒音よりも高くなる傾向にあると想定した。そこで、忌避効果が認められたSAとSBに対し、下記条件によって算出した騒音レベル差を、騒音評価指標 $\Delta L_{Aeq,10}$ [dB] とし、判別評価平均点と騒音評価指標の関係をまとめた結果を図6に示す。

$$\Delta L_{Aeq,10} = \Delta L'_{Aeq,10} - \Delta L''_{Aeq,10}$$

- $\Delta L_{Aeq,10}$: 騒音評価指標
- $\Delta L'_{Aeq,10}$: 実験時の等価騒音レベル
- $\Delta L''_{Aeq,10}$: 暗騒音の等価騒音レベル

ただし、

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

- $L_{Aeq,T}$: 等価騒音レベル
- $p_A(t)$: 音圧 (A特性)
- p_0 : 基準音圧 (=20 μ Pa)
- T : 積分時間 (= $t_2 - t_1 = 10$ sec)

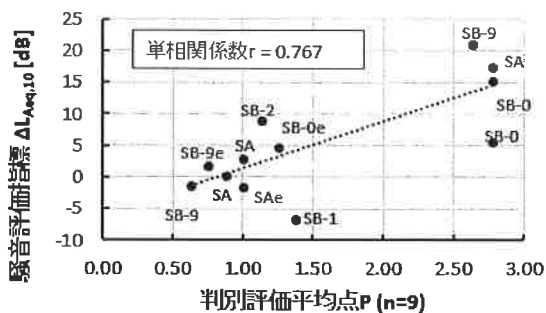


図6 判別評価平均点と騒音評価指標の関係

図6中の添字eは、給餌試験を示す。本実験において、判別評価平均点が高いほど、騒音評価指標も高く、単相関係数は $r=0.767$ と高い正の相関が認められ、騒音が忌避効果の指標と成り得る可能性を示すことができた。ただし、屋外水槽であるため、騒音値は風の影響を受けること、この4月の実験日が水族館の休館日であり、環境騒音が小さかった状況下であったことを踏まえると、騒音測定だけでは定量化の精度は高いとは判断しがたい。

7月に実施した第2回実験の結果、光、磁気、泡については、判別評価平均点 (n=9,10) が全て $P=0.12$ 未満となり、忌避効果は認められなかった。今回、非忌避装置音源では、周波数に対する影響

確認を考慮しつつ、水中スピーカを用いた実験を行った。この実験では、3軸加速度センサを用い、オペアンプによるローパスフィルタ ($f_c=10$ Hz) を介してサンプリングタイム100msecのデータログでセンサ出力を測定した。今回、忌避効果の定

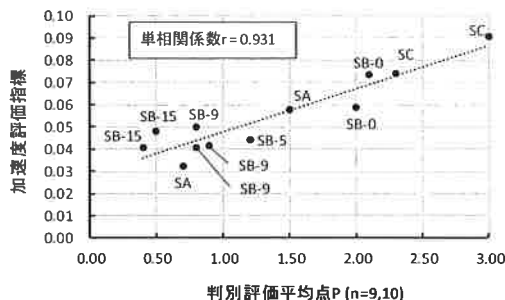


図7 判別評価平均点と加速度指標の関係

量化検討では、垂直方向成分の加速度センサの電圧測定値の標準偏差を、加速度評価指標とし、忌避効果が認められた条件における判別評価平均点と加速度評価指標をまとめた結果を図7に示す。

この結果、水面変動を捉える加速度指標と判別評価平均点との単相関係数は $r=0.931$ と高く、水槽実験では比較的有効な定量化技術と考えられる。また、本実験時の気温は約27℃と、4月時の9℃より20℃近くも高く、寒冷環境を好むアザラシの反応は悪かった可能性もあるが、7月の実験で準備したSC (非忌避装置音源) の忌避効果は高いと考えられる。今後、本実験結果や各種資料を整理し、学習効果が高いとされるアザラシに対する海獣忌避装置の開発を進めていく予定である。

謝 辞

本実験において実験環境をご準備下さった、稚内市教育委員会教育部科学振興課水族館グループの高井英徳氏、ならびに水族館関係者各位に深くお礼申し上げます。また、本実験で判別評価および実験作業にご尽力頂いた東京農大学生物産業学部アクアバイオ学科の生田駿氏、大野隼氏、湯村朋久氏に感謝申し上げます。