

「海洋生物多様性および生態系の保全・再生に資する基盤技術の創出」  
平成23年度採択研究代表者

H24年度  
実績報告

赤松 友成

(独)水産総合研究センター水産工学研究所・主幹研究員

### 海洋生物の遠隔的種判別技術の開発

(1)「水産総合研究センター」グループ

- ① 研究代表者:赤松 友成 (水産総合研究センター水産工学研究所、主幹研究員)
- ② 研究項目
  - ・生物多様性観測のための可搬型から船舶装備型までの観測プラットフォームの整備
  - ・発声頻度観測のための音響バイオロギング装置開発の着手定量的音響検出モデル

(2)「海洋研究開発機構」グループ

- ① 主たる共同研究者:川口 勝義 (海洋研究開発機構 地震津波・防災研究プロジェクトグループリーダー)
- ② 研究項目
  - ・海底ケーブル型リアルタイム観測システムを用いた長期パッシブ音響観測データの収集
  - ・観測システムに蓄積されたデータからの生物鳴音・海洋生物反応の発掘

(3)「東北学院大学」グループ

- ① 主たる共同研究者:松尾 行雄 (東北学院大学教養学部 准教授)
- ② 研究項目
  - ・音響トラッキングによる位置音響パターン認識による種判別推定
  - ・試行セットを用いた基礎的なトラッキングとパターン認識アルゴリズムの構築

## § 2. 研究実施内容

**研究のねらい** 本研究では、種の音を知り、つぎに音から種を判別し、遠隔的に海洋生物の種を判別できる技術を開発する。

**研究の概要** 平成24年度は基礎ステージの各課題が本格的に始動し、観測態勢の整備、データ共有および判別のための基本アルゴリズムであるトラッキングと音響パターン認識の整備をすすめた。観測された種やその数などの真値を取得するため、超小型水中音録音装置のプロトタイプを開発した。ケーブル観測システムでは、これまでに磁気テープなどに保存され劣化が進むデータの発掘をすすめるとともに、深海での真値録音を試みた。

**研究進捗状況** 多様な海洋生物を音響的に可視化するため、様々な要素技術を開発運用した。その結果、大型鯨から甲殻類にいたるいろいろな海の生き物が見えてきた。最終的な可視化に至るまでには、音の検出、真値との比較、判別の各過程をクリアしなければならない。現在対象としている主な海洋生物毎に、その進捗状況を下図に示す。

これまで内外で多くの研究が行われてきた鯨類は、種毎の音声の真値が明確で観測技術も発達していることから判別および可視化が進み、定量的な観測が可能になってきた。たとえば距岸距離による密度バイアスの補正<sup>1)</sup>、季節変動<sup>2)</sup>、発音頻度の行動依存性<sup>3,4)</sup>などが明らかになると共に、これらを応用した時間的<sup>5)</sup>・空間的<sup>6,7)</sup>な分布を可視化することができた。揚子江全体のスナメリの分布およびその減少を示した結果<sup>8)</sup>はBBC

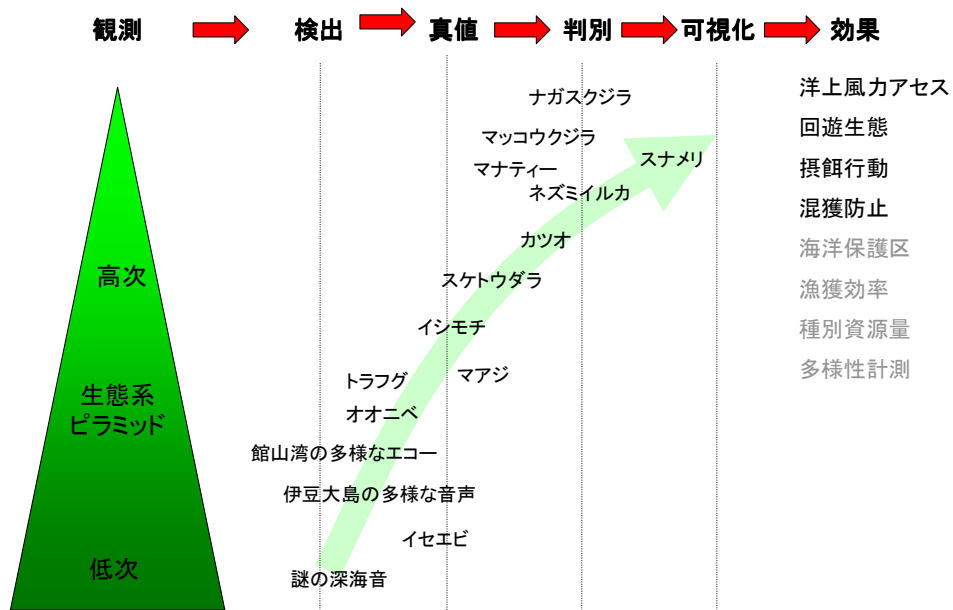


図1 海洋生物種ごとの研究進捗状況。可視化へのステップは大型動物が進んでいる

ニュースに取り上げられた。発音検出モデルを用いた密度推定<sup>9)</sup>も順調にすすんでいる。複雑な鳴音構造を持つ場合でも判別が可能な新手法を提案し<sup>10)</sup>、今後の判別効率の向上に資する結果を得た。

魚類については、広帯域スプリットビームソナー、いわゆるイルカ型ソナーを用いてマグロ類の判別に取り組み、とくにカツオをメバチやキハダと区別することに有用であることが示された。個体からのエコーの分離と位置推定手法にも進展が見られた<sup>11)</sup>、一方、大学・水産研究所・水族館の協力を得て、スケトウダラやトラフグなどの水産有用種を含む魚類鳴音が集積され始めた。これら真値の得られた音声を参照データベースとして用いることで、今後は魚類についても受動的音響手法が適用できるようになるだろう。また、フェイスブックを活用して鳴音の公開を開始し、種不明音についても広く一般の方々から情報を募る態勢を整えた。さらに地震津波観測ケーブルである DONET のデータを有効に活用するため、同設置海域の水深 2 千メートルに広帯域録音機を沈め、帯域の狭い DONET 記録と比較できるデータを取得した。生物に直接取り付けて鳴音を記録する超小型録音装置のプロトタイプも完成し、平成 25 年度の改良に向けて装着記録試験を行う予定である。

これらの結果は、多様な生き物の摂餌生態や回遊生態だけでなく、我が国の再生可能エネルギー源として期待される洋上風力発電のアセスメントなど社会的要請にも応えは始めている。今後さらに、漁獲効率や種別資源量推定あるいは海洋保護区の設定にも効果を発揮するものと考えられる。

**今後の見通し** 平成 24 年に重点的に整備された観測網を拡充するとともに、毎月膨大に取得される音響データの検出と同定をすすめる。東北学院大学に信号処理を専門とする新しいポス

ドクを配置し、解析態勢を強化するとともに、生物側研究者が利用できるソフトウェアの構築および汎用バージョンの貸与などが開始される。

音声および広帯域反射音の真値取得を引き続き試み、前ページの図にある様々な生物の可視化を進める。鯨類は、モデル生物として開発技術を適用しその有効性を検証することで、研究の先導役を果たす。この技術を、低い食物連鎖レベルの様々な生物に応用し、種・数・位置の同定を進めていく。

### §3. 成果発表等

#### (3-1) 原著論文発表

##### ● 論文詳細情報

1. Kimura S., Akamatsu T., Dong L., Wang S., Wang K., Wang D., Arai N., “Zigzag transect survey by towed passive acoustic method for finless porpoise in the Yangtze River”, Proceedings of the 7th International Symposium on SEASTAR2000 and Asian Bio-logging Science, pp.37-41, 2012
2. Kimura S., Akamatsu T., Li S., Dong L., Wang K., Wang D., and Arai N., “Seasonal changes in the local distribution of Yangtze finless porpoises related to fish presence”, Marine Mammal Science, vol. 28, No. 2, pp. 308-324,2012
3. Linnenschmidt M., Teilmann J., Akamatsu T., Dietz R., Miller L., “Biosonar, dive and foraging activity of satellite tracked harbor porpoises (*Phocoena phocoena*)”, Marine Mammal Science, vol. 29, No. 2, pp. E77-E97,2012  
(DOI:10.1111/j.1748-7692.2012.00592.x)
4. Rasmussen M.H., Akamatsu T., Teilmann J., Vikingsson G., and Miller L.A., “Biosonar, diving and movements of two tagged white-beaked dolphin in Icelandic waters,” Deep-Sea Research II, vol. 88-89, pp.97-105, 2012  
(DOI:10.1016/j.dsr2.2012.07.011).
5. Sasaki-Yamamoto Y., Akamatsu T., Ura T., Sugimatsu H., Kojima J., Bahl R., Behera S., Kohshima S., “Diel changes in the movement patterns of Ganges River dolphins monitored using stationed stereo acoustic data loggers,” Marine Mammal Science, 2012 (in press).(DOI: 10.1111/j.1748-7692.2012.00590.x)
6. Ichikawa K., Akamatsu T. , Shinke T. , Arai N., and Kanjana Adulyanukoso, “Clumped distribution of vocalising dugongs (*Dugong dugon*) monitored by passive acoustic and visual observations in Thai watersl”, Proceedings of Acoustics 2012 – Fremantle, pp.1-4, 2012
7. Lin T., Akamatsu T., Chou L., “Tidal influences on habitat use of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) at an estuarine habitat”, Marine Biology, (in press)

8. X. Zhao, D. Wang, S. T. Turvey, B. Taylor, T. Akamatsu, "Distribution patterns of Yangtze finless porpoises in the Yangtze River: implications for reserve management", *Animal Conservation*, vol. 16, pp.1-16,2013 (DOI: 10.1111/acv.12019)
9. Akamatsu Tomonari, Ura Tamaki. and Sugimatsu Harumi, Bahl Rajendar, Behera Sandeep, Panda Sudarsan and Khan Muntaz, Kar S. K. and Kar C. S., Kimura Satoko, Sasaki-Yamamoto Yukiko, "A multimodal detection model of dolphins to estimate abundance validated by field experiments", *J. Acoust. Soc. Am.*,(in press)
- 10.Tzu-Hao Lin, Lien-Siang Chou, Tomonari Akamatsu, Hsiang-Chih Chan,Chi-Fang Chen, "An automatic detection algorithm for quantifying the overall frequency use pattern of cetacean tonal sound", *J. Acoust. Soc. Am.*, (in press)
- 11.Ikuo Matsuo, "Localization and tracking of moving objects in two-dimensional space by echolocation" *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 133, No. 2, pp.1151-1157, 2013 (DOI: 10.1121/1.4773254.)