

海洋生物の発する音を指標とした関西国際空港周辺での海域再生モニタリング

(氏名) 中村清美

(所属・役職) 神戸市立須磨海浜水族園 学芸員

【はじめに】

低次の生態系を構成する種が減ると高次捕食者もその影響を受け減少するだろう。このことから、イルカやクジラ、大型魚類のような高次捕食者の存在は、その海域の生態系が健全に維持されていることの指標となると考えられる。大阪湾において、スナメリは最高次捕食者であり、遊泳能力も高い。そのため海域の環境変化に対し敏感に反応し、餌生物が減少すれば生息域を変えるなど、その海域から姿を消していくと予想される。一方、魚類やベントスは、汚濁や貧酸素といった環境変化の影響を受けやすい。とくに、移動能力の低い無脊椎動物は環境変化の影響をより受けやすいと考えられる。そこで本研究では、次の2点を目的とする。

1. 生物が発する音を利用し、その海域に生息する魚類とベントスを昼夜連続的に観察し、その動態を明らかにする。
2. 得られた生物動態の情報と精密な海洋環境データを比較することで、環境変動が各生物に及ぼす影響と再生力を検証する。

【方法】

スナメリをはじめとする小型歯鯨類は音響探索能力をもち、超音波パルス音を頻繁に発する。また、魚類においても、ニベ科やフグ目、ホウボウ科の種がよく音声を発しており、この音波を利用して生息密度や活動度を測る技術開発が行われている。さらに、海底に広く分布し、ベントスの中で、無脊椎動物のテッポウエビも、強烈な低周波パルス音を発することが知られている。そこで、本研究では音響データロガーを用いて、生物が発する音を利用したモニタリング調査を実施した。調査は、定点における長期的なモニタリングと、定点との比較のための短期的なモニタリングとして曳航式音響調査及び底生生物相調査を実施した。

定点調査は関西国際空港島の南西に位置するMT局にロガー設置し(図1)、2015年12月より開始し、現在も継続中である。曳航式音響調査では2本のマイク

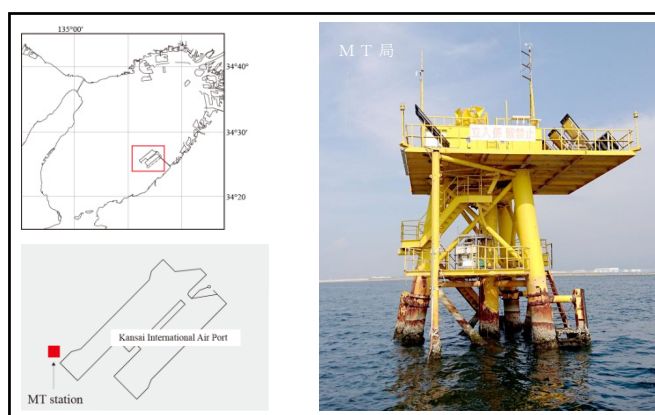


図1. 定点調査実施場所

ロホンを曳航し音声収録を4回実施した。調査日程は、日中の調査として2016年9月に1回、夜間調査として11月、12月、翌年1月に各月1回で、調査定線は関西空港周辺海域に設定した底生生物相調査は、関西空港周辺に調査定点を3地点設定し、石桁網で採集される生物相を調べた。調査は2016年9月と12月に実施した。

【結果及び考察】

■MT局における定点調査

関西空港南西側に位置するMT局において、音響モニタリングを実施した結果、主にスナメリ、パルス音、ニベ科魚類の音声を確認された(図2)。

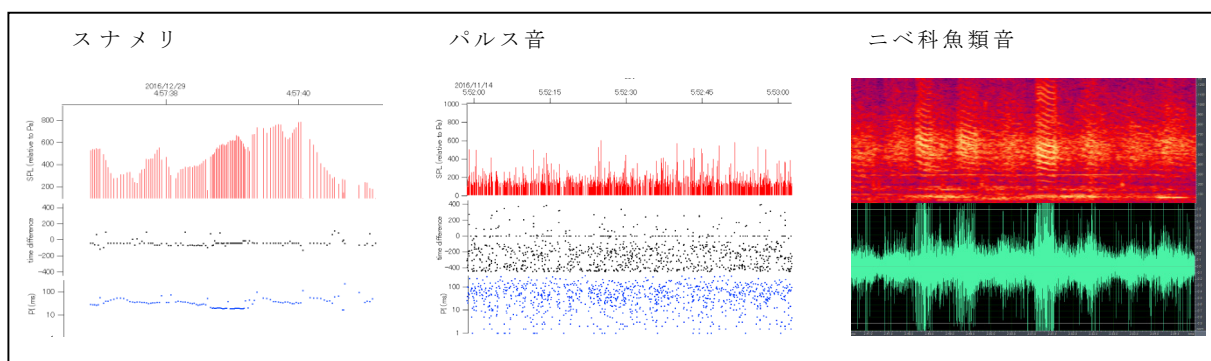


図2. 本調査において記録された音声

左から、スナメリ音、パルス音、ニベ科魚類音。スナメリ音とパルス音は上段から受信音圧(Paに比例)、音源方位、パルス間隔(ms)を示す。パルス音の方位(黒点)は下方に偏っている。これは音源が海底方向にあることを示している。魚類音は上段がスペクトログラム、下段が波形である。

1. スナメリ音

2015年12月から2016年6月までは、音数は次第に減少するがほぼ毎日のようにスナメリ音を確認することができた。また、時間帯別の音状況を見てみると、2015年12月から2016年6月までの日中に観察されたスナメリ音は夜間に比べ非常に少なく日周変動がみられた。しかし、7月以降のスナメリ音は激減し、日周変動も見られなくなった。その後、12月に入ると、スナメリ音は次第に増加し、再び日周変動がみられるようになった。さらに、音による探索距離は冬季に短く、夏期に長かった。また、音源方位は、冬季は底方向で、夏期は水平方向で確認された。スナメリ音の出現頻度が高い冬季から初夏にかけては、音で近くを見ながら遊泳しており、夏期は遠くを見ながら遊泳していたと考えられる。このことから、冬季から初夏にかけては、MT局周辺で夜間に餌を探していた可能性が、また、夏期は単に遊泳(通過)していた可能性が示唆された。

2. パルス音

定点調査（MT局）では調査期間中、底方向から発せられる 160dB re 1uPa p-p を超えるパルス音が多数観察され、季節変動がみられた。2015年12月から2016年5月にかけては、夜間に多くのパルス音が観察され、6月から7月は終日、多数のパルス音が観察された。その後、9月から11月までは日中に多数のパルス音が観察され、12月になると再び夜間に多くのパルス音が観察されるようになった。

また、曳航式音響調査では、関西国際空港島の南西側と連絡橋の紀伊半島側で受信頻度が高く、空港島周辺の狭い範囲においてもパルス音の受信頻度に差が生じることがわかった。このことから、大阪湾全体においても、場所によりパルス音の受信頻度に差が生じる可能性が示唆された。

3. ニベ科魚類

調査期間中、ニベ科魚類の音が観察されたのは8月のみであった。観察された時間帯は、18時から21時の間が多かった。ニベ科魚類は繁殖のために限られた期間の夜に近くことが知られており、本調査において8月にのみに音が検出されたのもこのためと思われる。

4. スナメリ音とパルス音

MT局におけるスナメリ音とパルス音の出現状況を比較したところ、スナメリ音が夜間に頻繁に観測される12月から6月までは、パルス音は日中よりも夜間の方が多く、スナメリ音がほとんど観察されなくなる夏期は、終日パルス音が観察された。これらのことから、海中の騒がしさがあるレベルを超えると、スナメリ音の出現が減少していくことが示唆された。

5. 海洋環境との比較

定点観察を実施しているMT局は、国土交通省が実施している大阪湾水質定点自動観測データ配信システムの1つの観測地点となっており、様々な海洋データが定期的にサンプリングされている。そこで、スナメリ音及びパルス音の出現状況とMT局における海洋データと比較した。海洋データは、パルス音が底方向から発せられていることより、水深18mのデータを用いた。

スナメリ音の出現が少なく、パルス音が終日観察された2016年7月、8月の水温は、スナメリ音が頻繁に観察された2016年12月から6月までの水温よりも高く、DO飽和度は低く、クロロフィルa濃度も比較的低い値であった。スナメリは哺乳類なので、水温やDO飽和度やクロロフィルaの濃度の影響を直接受けるとは考えにくく、これらの影響を直接受けるとして、スナメリの餌生物が考えられる。当園のこれまでの調査から、死亡して発見されたスナメリの胃より、魚類の耳石や肉質部、骨格、頭足類のビーク、甲殻類がみつまっている。また、平成28年漁況通報年報（大阪府立環境農林水産総合研究所水産技術センター）によると、大

阪湾では夏期にマイワシやカタクチイワシ、ヨシエビや小エビ類等の漁獲が多く、冬季になると、マイワシやカタクチイワシ等の漁獲は減少し、底魚の漁獲が高い。これらのことから、スナメリ音の出現には、餌生物が要因の1つとなっている可能性が考えられるがはっきりしたことはわからなかった。

■ 曳航式音響調査

4回の調査で、スナメリ音は8回観察された。それぞれの内訳は、9月1回（1群1頭）、11月4回（4群4頭）、12月発見なし、1月3回（3群3頭）であった。これらの発見位置を元にカーネル密度推定を行ったところ、関西空港の南西側に多く分布することが示唆された。同様に、調査ライン上でのパルス音の受信数からカーネル密度により面的な受信数を推定した。関西空港の南西側と連絡橋の紀伊半島側で頻繁に認められることが示唆された。

■ 底生生物相調査

9月の調査では45種類の生物が、また、12月の調査では、54種類の生物が確認された。採集した生物のうち、甲殻類に関して音声収録を試みたが、音の収録はできなかった。

【結論】

本研究では、生物を採集することなく、水中音を継続して観察することで、スナメリやパルス音を発する底生生物の季節変動や日周変動を把握することができた。パルス音はその海域における食物連鎖を支えている生態系の下位種の生物が発する音と推測されることから、底生生物の密度や活動度の指標となり、一方、スナメリは生態系の上位種であることから、その生態系の健全性を示す指標となると考えられる。海洋生物の発する音を指標として、関西国際空港周辺での生物動態を部分的にはあるが時系列的に明らかにすることができた。

目視調査やサンプリング調査は、天候の影響を受けやすくさらには調査者の熟練度によって結果に大きな違いが生じるため、結果に様々なバイアスがかかってくる可能性がある。しかし、音響調査では、基本的には24時間365日、天候の影響を受けることなく、生物の動態を調査することが可能であり、加えて、調査時の生物への影響は低いと考えられる。

このような生物の発する「音」を用いた長期モニタリングは、大阪湾では前例が乏しいが、本調査により、従来にない連続的なデータが得られることが証明された。大阪湾は大阪湾水質定点自動観測データ配信システムが整備されていることで海洋環境のデータがそろっていることから、経年的に多点調査を実施することができれば、海洋環境が大阪湾における生物相の季節変動に及ぼす影響を遠隔的に観測できると考えられる。今後、音源の種を特定する作業をすすめることで、音による遠隔観察の対象生物は増えるだろう。