

ドローン固定翼機をもちいた 有明海の絶滅危惧種スナメリと人為的活動の動的競合の可視化

森村成樹*, 杉田 暁**, 福井弘道**

*京都大学野生動物研究センター、**中部大学国際GISセンター

1. はじめに

1992年リオデジャネイロで開催された国連環境開発会議における生物多様性条約 CBD の締結にはじまり、2021年には日本領海の13.3%が海洋保護区になった。これにより、「2020年までに海域の10%を海洋保護区等として保全する」とした愛知目標が達成された。国際連合が定める2030年までに解決すべき地球規模課題の解決をさらに推進するために、2021年G7コーンウォール・サミット（イギリス）において「G7 2030年自然協約（G7 2030 Nature Compact）」を締結した。さらに、2022年12月生物多様性条約（CBD）第15回締約国会議（COP15）において、「昆明・モンテリオール生物多様性枠組」が採択され、30y30目標は世界目標となった。これは「ポスト2020生物多様性枠組」案の主要な目標として、2030年までに陸域・海域ともに30%を自然環境エリアとして保全することを約束するものである。更に2023年3月、公海についても30%を保護区とすることが決まり、地球全体の30%を保護区とする構想が動き出す。

一方で、日本では自然環境保護地域のほとんどは土地改変などの開発規制が届出のみの「普通地区」であり、許可制の「海洋特別地区」は0.2%（2009年時点）に限られる。加えて、広大な海域の資源量や海洋生物の実態を把握することは困難で、調査にかかる経済的コストもしばしば大きな制約となるなど、海洋保全は実効性に乏しいのが実情である。スナメリ（*Neophocaena asiaeorientalis*）は水産資源保護法で管理される絶滅危惧種で、仙台湾、東京湾、伊勢湾、三河湾、瀬戸内海、有明海、橘湾、大村湾などの沿岸海域に生息している（図1）。これらの海域では船やセスナ機を使用した目視調査がおよそ10年の間隔で実施されてきた。近年、無人航空機（以下、ドローン）が急速に普及し、低コストで広域な生物分布の把握が期待されている。本計画では、過去2カ年（IDEAS201818/IDEAS202119）をかけて広域な



図1. 三角西港周辺のスナメリ

海域調査が可能となる垂直離着陸（VTOL）ドローンを開発した（図2）。監視つきでの目視外飛行ながら、画像伝送距離10km超の飛行を2021年1月に実施した。最長連続飛行120km、飛行可能範囲は700km²（暫定値）



図2. 調査で使ったVTOLドローン

である。これを受け、安全性能については継続的な検証が必要ではあるものの、ドローンによる長距離・高頻度のスナメリ調査は実証研究の段階に移行した。本計画では、有明海に生息するスナメリが利用する沿岸部を重点的に調査するラインセンサスや、沿岸から沖合までの多様な環境を調査するエリアセンサスを実施し、有明海に生息するスナメリと人為的活動の分布とその季節変化から競合関係を動的に可視化することを目的とした。究極

的には、保護区内外での人間とスナメリとの共生に有効かつ迅速な意志決定に役立てるため、海洋環境、海洋生物、人為的活動の各要素を統合した海洋での生物多様性保全デジタルアース構築を目的とし、その基礎となる情報・技術を集積する。なお本計画は、国連の定める持続可能な開発目標「2030 アジェンダ」のうち、特に海洋環境の保全（目標 14）に貢献することを目標としている。なかでも、水産資源の持続的利用を推進し、多様な海洋生物と共存した水産資源の利用（14c、14.5）を図るため、藻場・干潟等の管理・回復等の推進、混獲回避のための技術向上、海洋保護区の適切な設定・管理への基礎技術開発および可視化によるその社会的実装と位置づけている。

2. 方法

調査地域：有明海の天草雲仙国立公園を含む約 130km² を調査海域として、有明海全体の 7.6% に該当する。この海域には、国立公園、有明海の主要産業である海苔養殖、そしてスナメリの生息地が含まれる。三角漁業協同組合の協力を得て、大田尾漁港（宇城市、32.639806, 130.477667）を離発着地点として調査を実施した。

調査期間：2022年6月から2023年1月までに、ラインセンサス（2ルート合計56.7km）とエリアセンサス（95km）を全7回実施した。

空撮手順：FighterVTOL（makeflyeasy 製）1機を、送信機（H16Pro・Skydroid 製）にて操作してセンサスをおこなった。ルートはQGroundControl（Dronecode Project, Inc. 製）でプログラムし、速度約50km/h、高度149mを自動飛行にて実施した。ラインセンサスの航路は1）太田尾-熊本新港航路（15km）と2）太田尾-湯島航路（15km）の2つとした（図3）。ただし、電波干渉が強い場合や海苔養殖筏を設置している場合には、安全上の理由により航路を適宜短縮した。エリアセンサスは、太田尾漁港を離発着場として、6kmを1km間隔でつづら折りに12回飛行して、面的に調査した（（図3；66km²）。本調査エリアには、海苔養殖とスナメリの生息地の両方が含まれ、海域利用の季節変化を調べた。飛行のあいだ、小型カメラ（GoPro HERO5）で毎秒1回のタイムラプス撮影をおこなった。画像はjpeg形式で保存した。この条件下での実効画角は縦99m横74mだった。カメラ内蔵のGPSにより、各撮影で位置情報を記録した。

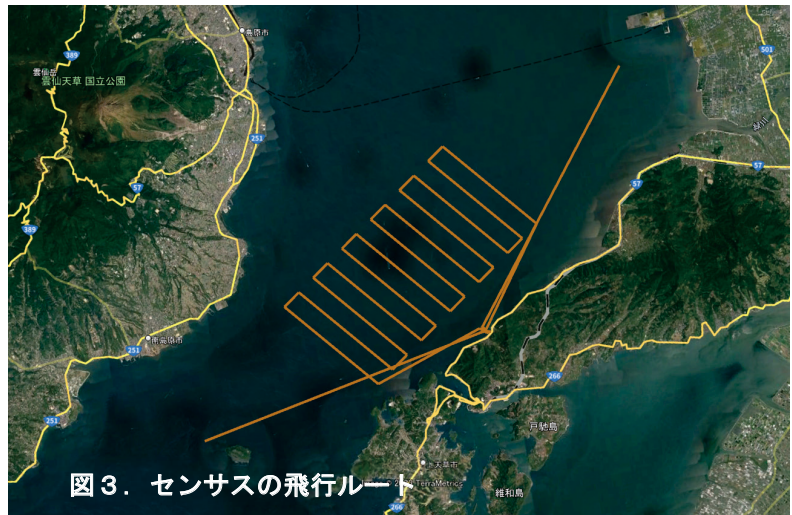


図3. センサスの飛行ルート

スナメリと船舶の空間的競合の可視化：撮影で得られた画像を後日分析して、GPS情報、スナメリおよび船舶の数をカウントして、スプレッドシートに集計した。集計データは、MotionBoard（WingArc1st Inc. 製）をプラットフォームとする情報活用ダッシュボード（SystemForest 製）を利用してスナメリの生息分布と人間活動の分布を可視化した。

3. 結果

VTOL ドローン（FighterVTOL）を用いて、エリアセンサス1コース（95km、68km²）およびラインセンサス2コース（合計44.4～56.7km）を、2022年6月より2023年1月までに合計7回実施した。調査によって、船舶116隻、スナメリ394頭を記録した。高度149mであっても、体長1.2mほどのスナメリを視認できることが確認できた（図4）。



図4. 飛行高度149mで撮影されたスナメリ

また、空間利用は調査ごとに大きく変化したが、すべてのセンサスルート上でスナメリが記録されたことから、スナメリは調査海域の全体を利用していると考えられた。またダッシュボードによる可視化（図4）か

ら、沿岸海域で特に船舶とスナメリの分布が重複することが示された。



図5. ダッシュボードで描画されたスナメリの生息分布

4. 考察

ルートを固定したラインセンサスおよびエリアセンサスの両方でスナメリおよび船舶が記録されたことから、センサ方法について改善の余地はあるものの手法の妥当性が示された。同時に、調査海域でスナメリが広く、安定的に生息していることが確認できた。その分布は調査ごとに変化しており、活発に活動していることがうかがえた。一方の船舶は、ダッシュボード可視化によって沿岸海域に分布が偏ることが確認された。このことから、人間活動とスナメリとの空間的競合は沿岸部で高まる可能性がある。本調査は予備的なものであるため定量的な比較には限界がある。今後は沿岸と沖合とで比較可能なかたちで飛行ルートを設定する必要がある。

VTOL による海洋生物の広域調査は、国内ではほとんど例がなく、本調査の知見は今後の VTOL ドローンセンサスの普及にも貢献できる。本調査では好天を選んで実施しており、1日約 200km 飛行し、1000km を超える総飛行距離で大きなトラブルは生じなかった。こうした長距離飛行は電動回転翼機では困難である。一方で、固定翼機の場合は離着陸に 100m 近く立ち入り制限区域を設ける必要があり、実施可能な場所の制限が大きい。調査で使用した VTOL ドローンはこうした問題を解決し、コンパクトに調査できるために、目的に最適な場所で実施できる。先行する調査 (IDEAS201818) や研究 (例えば Morimura&Mori, 2019) において三角西港のある小さな海峡部にスナメリが集中して利用していることが予め分かっていたことから、この周辺海域での生息状況を調べるために本調査を実施した。離発着場とした大田尾漁港は三角西港から直線で約 3km で、調査範囲のほぼ中央に位置する。加えて、VTOL ドローンは開発コストは大きくなるが、ランニングコストはバッテリー充電の電気代のみで極めて安価である。そのため、短い間隔でセンサスを実施することができ、過去のセスナ機を用いた場合に比べると調査の自由度が格段に高い。データの集積量も飛躍的に大きくすることが可能で、より精密にスナメリの行動や生態を明らかにできると考えられる。

加えて、扇状に広がるラインセンサスの結果から、熊本新港周辺ではスナメリを確認することができなかった。安全上の理由から飛行距離を短縮したため、観察努力量が一定ではないことに注意する必要があるが、熊本新港周辺は、湯島などの天草方面に比べると漁業以外でも人間活動が盛んで、その影響について今後詳しく調べる必要がある。以上のように、本調査手法の妥当性は十分に示されたことから、今後は、さらに統制的なセンサスをおこなうことで、人間活動との競合の実態を明らかにし、スナメリをはじめとする海生動物との共生に向けた意思決定に役立てる。

5. まとめ

2022年12月、カナダ・モントリオールで開催された生物多様性条約締約国会議（COP15）において締結された「30by30目標」の意義は大きい。現在、日本の海洋保護区は領海の13.9%であり、これを2030年までに30%まで引き上げるという、野心的な目標を掲げている。世界第6位の海洋大国である日本にとっては、経済活動に及ぼす影響も大きい。海生動物と人間活動の実態把握や競合の実効的な緩和について、科学的データの集積と共有は社会的課題とも言える。本研究で示された一連の結果は、VTOLドローンを用いた広域海洋調査が問題の解決に十分機能することを示した。その代替となるものは衛星画像解析であり、リモートセンシング技術の進歩によって、両者は補完的な海洋監視システムを構築することになると考えられる。また、保護区を広く設置するだけでは共存は社会に根付かない。動物は移動するために、“保護区が人間と動物との軋轢をもたらす拠点”のように見なされることが起こりえる。生物多様性保全においてどのように野生動物と共存するのか、人間社会の柔軟な制度設計が必要で、その意思決定機構を構築するうえで、生物多様性保全デジタルアースが果たす役割は極めて高い。

6. 謝辞

本研究の一部は、中部大学問題複合体を対象とするデジタルアース共同利用・共同研究IDEAS202216および三井物産環境基金（K18-0098）の助成を受けたものです。

参考文献・データ

1. Morimura, N., & Mori, Y. (2019). Social responses of travelling finless porpoises to boat traffic risk in Misumi West Port, Ariake Sound, Japan. *PLoS One*, 14(1), e0208754.