

優秀賞 「海洋生物の行動と水中音波通信を応用したリアルタイムな 海洋環境調査」

富安 信・北海道大学大学院環境科学院生物圏科学専攻

本論文では、海洋基本法における「海洋資源の開発および利用の促進」、「海洋調査の推進」に着目し、新たな海洋環境調査の方法を提案する。

第1章 日本における海洋環境調査

周りを海に囲まれた日本では、古来より海洋と人々の生活が密接に関係してきた。特に魚介類などの水産資源は人々の食生活に不可欠であり、漁獲の多寡により人々の暮らしぶりは大きく影響を受けてきた^[1]。こうした生活に密接した水産資源を安定的に供給することは日本における最重要課題の一つであり、そうした現状の中で水産資源を取り巻く海洋環境の把握も重要視されてきた。特に近年は、人間活動や気候変動の影響で海洋環境が大幅に変動しており、多くの種に影響が生じていることから、こうした調査は一層重要視されている^[2]。

海洋環境の調査では、多くの場合船から物理環境計測や生物の採集を行う。特に近年、CTDなどの環境計測機器や計量魚群探知機・ソナーなどの音響機器、外洋域まで調査可能な調査船などの技術開発により広範囲かつ簡便な調査が可能となった。しかし現状の調査方法では、船での操業が基本となるため、予め決められた範囲の重要度の高い海域のみで調査が行われている。また船での調査では、船のサイズや調査規模に比例して、人員や燃料、食料などのコストが増加する。さらにこうした調査を計画し、現場で実施していける人材の確保が難しく、少数の人員へ負担が偏っている現状が挙げられる。特に外洋域の調査になるほど問題は顕著であり、こうした現状からも今後海洋環境をより全球的に把握し、多くの生物資源との共存を実現していくには、問題点を解決できる調査方法を考案し、船舶調査で生じるコストや労力を代替させていくことが重要である^[3]。

第2章 海洋生物の行動を利用して海洋環境を捉える

前述の現状を打開していくカギは、私は「海洋生物の行動」の応用にあると考える。なぜなら、彼らは我々が多額の調査費を当て、船を動かさねば行くことすらもできない外洋域をはじめとした海域へ、簡単に行くことができるためである。また係留ブイなどによる観測では、知ることのできない鉛直方向の環境情報についても、海洋生物が潜水中に体感している環境を観測することで、労力やコストを大きく減らして調査が可能となる。こうした、生物に機器を装着して環境を観測する調査方法は、文章だけでは夢物語のような印象を受けるかもしれない。しかし現に、こうした調査は多分野の研究で展開されている。例えば、船や係留機器での観測が難しい南極の海氷下の環境データは、摂餌のた

めに大きな潜行を繰り返すミナミゾウアザラシ(*mirounga leonina*)によって取得されている^[4]。またマグロ類などの経験深度・水温を長期追いかけた例では、絶滅危惧種における物理環境の選好性を明らかにし、どのような環境をどのように守っていくか、その保全に具体的な数値での目標を与えている^[5]。これらの例のように本調査方法は、生物資源を観測という新たな面で利用し、多くのコストと労力をかけて取得していた環境情報を簡便に取得できる点で非常に有用である。

では実際にこうした調査方法を現実的な方法として確立していくには、どのようなシステムが必要だろうか。第一に考えるべきは、装着できる生物種に汎用性を持たせることである。もともとこれらの研究は、生物目線の生態研究である「バイオロギング」という学問として、海棲哺乳類などを対象に発展してきた^[6]。そのため魚類や甲殻類といった比較的小型の海洋生物には技術の導入が遅れている。今後、技術を海洋環境調査に応用し、より広い範囲の情報を多くの種から取得していくためには、魚類や甲殻類といった種にも汎用性が広い、軽量・小型の機器の導入が必要である。また第二に、取得できたデータを確実に回収するための通信技術が必要である。これまでのバイオロギング研究では、データは衛星通信を介して取得されるか、生き物や機器を再度回収する方法が取られてきた^[7]。しかし、再回収は可能性が低いというのに、衛星通信機能を備えた機器は大きく、導入できる生物の汎用性を狭めていた。こうした現状からも、高い確率でデータの回収ができ、生物の汎用性にも影響が少ない通信方法が必要となってくる。

第3章 水中音波通信と受信プラットフォームによるデータ取得

前章で述べた生物の汎用性、データの高回収率を実現できる技術として、本提案においては「水中音波通信」が不可欠である。一般的な水中での通信方法は、電波の減衰率の高さから音波が広く用いられており、魚群探知機やソナーといった機器に応用されている^[8]。またバイオロギング研究でも、音波によって個体の経験深度・経験水温を取得する超音波テレメトリーに技術が応用されている^[9]。こうした水中音波通信の技術を応用することで、観測機器や生物が回収されなくとも、観測データを回収することが可能となり、また音波通信機器は、衛星通信機器に比べ格段に小さいため、より多くの生物に汎用性がある。また通常、発信された音波データは、特定位置に設置した音波受信機によって受信・蓄積されるが、これまで受信機の回収自体にも労力や回収の不確実性が生じていた。そこで、受信機の設置と共に携帯電話やイリジウム衛星を介した通信が可能な受信プラットフォームを構築し、データのリアルタイムな取得を可能とすることを提案する。リアルタイムに情報が得られれば、受信機回収の労力やコストが掛からず、また専門性の高い施設ですぐに環境の把握ができる^[7]。またプラットフォームは、新たに海上に設置することもできるが、既存の漁業用ブ

イや海洋観測ブイなどを用いることで、効率的に設置することもできる。またウミガメのように広い範囲を回遊し、海面へ浮上する生き物の甲殻にプラットフォームを設置できれば、より広い範囲でのデータ受信を可能とすることも夢ではないだろう。

従って、水中音波通信と受信プラットフォームの設置というこれらの技術を応用することで、生物の行動による環境観測が抱えていた、導入生物の汎用性・回収率の問題を現実的に解決することができ、リアルタイムな海洋観測調査を実現していくことができる。現在バイオリギングを応用した研究は世界中で行われているが、本システムのように海洋観測に技術を応用し、システムとして確立させている例はなく、海洋観測技術の発展に先駆けてゆくことが出来ると考えられる。

以上より、本論文で提案した「海洋生物の行動と水中音波通信を応用したリアルタイムな海洋環境調査」は、船舶で行われていた海洋環境調査の労力やコスト、また探索できる範囲にブレークスルーを与え、新たに今後調査の一部を担っていくことができるだろう。また生物資源の新たな利用方法としても注目を集め、当該分野の技術発展に大きく寄与すると確信している。

【参考文献】

- [1]水産庁.(2014). 平成 26 年度水産白書, 農林統計協会: pp28–48.
- [2]水産庁.(2014). 平成 26 年度水産白書, 農林統計協会: pp1–27.
- [3]文部科学省.(2011). 海洋生物資源に関する研究の在り方について
(http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu5/attach/1312432.htm)
- [4]KayI. Ohshima, Yasushi Fukamachi, GuyD. Williams, Sohey Nihashi, Fabien Roquet, Yujiro Kitade, Takeshi Tamura, Daisuke Hirano, Laura Herraiz-Borreguero, Iain Field, Mark Hindell, Shigeru Aoki and Masaaki Wakatsuchi.(2013). Nature. Geo, 6: pp235–240.
- [5]北川 貴士.(2008). 日水誌, 74(4):pp580-583.
- [6]上田 宏.(2009). バイオリギング 最新科学で解明する動物生態学, バイオリギング研究会. pp14-17.
- [7]宮本 佳則.(2014). 日水誌, 80(6):pp1012.
- [8]海洋音響学会.(2004). 海洋音響の基礎と応用, 海洋音響学会. pp2-13.
- [9]B. A. Block. (2005). Integr. Comp. Biol, 45: pp305–320.