

海中環境に対する騒音影響調査手法の開発

著者	平井 由季乃
学位名	博士(工学)
学位授与機関	東京海洋大学
学位授与年度	2019
学位授与番号	12614 博甲第554号
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00001892/

博士学位論文内容要旨
Abstract

専攻 Major	応用環境システム学	氏名 Name	平井 由季乃
論文題目 Title	海中環境に対する騒音影響調査手法の開発		

海洋における人為雑音が海洋生物に与える影響は 1970 年代に米国で注目され始め、今や世界的な海洋汚染の話題のひとつとなっている。人為雑音源にはさまざまな種類があるが、世界中の海洋を航行する膨大な数の船舶から放射される雑音は低周波域における人為雑音の支配的成因である。また、船舶放射雑音は大型の海洋哺乳類が仲間とのコミュニケーションなどに使用する周波数帯域と重なっており、行動の阻害や鳴音のマスクング等の影響が懸念されている。

そのため、生物多様性条約 (Convention on Biological Diversity: CBD) の下に置かれている会議や国際海事機関 (International Maritime Organization: IMO) においては、数値目標を設けた雑音軽減ガイドラインの発効等、船舶放射雑音の軽減に関する議論がここ数年の間に盛んに行われてきた。しかし、広範囲かつ長期間にわたって船舶雑音が海洋生物に与える影響を調査した研究はこれまでほとんど行われておらず、船舶放射雑音が海洋生物に与える影響についての定量的なデータは不足している。そのため、現在は各国が海洋生物に対する影響について定量的な調査に取り組んでおり、日本でも、日本船舶技術研究協会が「船舶水中騒音の海洋生物への影響に関する調査研究(水中騒音プロジェクト)」として調査を行った。本プロジェクトでは、3 年間にわたり、小笠原村父島周辺海域において貨客船運航時のザトウクジラの反応行動について調査を行った。本研究は、本プロジェクトの一貫として実施したものである。

実海域における反応行動の調査において、生物の受波レベルは直接計測することが困難であるため、音源から生物までの伝搬経路の伝搬損失を推定し、それを音源レベルから引いて求める。伝搬損失を推定する際、一般的には伝搬経路の海洋環境は無視し、距離のみの関数である拡散損失の式が用いられる。十分な水深の海域において、海洋生物が音源の近くで直接波を受波する場合については拡散損失の式でも十分な精度の受波レベル推定は可能である。しかし、海洋哺乳類が多く生息する浅海域においては、音波は海面と海底面の間を多重反射しながら伝搬するなど、海洋環境によって大きな影響を受ける。また、船舶放射雑音による影響として懸念されている行動阻害やマスクング等の影響については、音源から離れた位置においても発生する可能性があるため、本プロジェクトの調査では海洋環境を考慮した受波レベル推定を行う必要がある。

本研究では、生物の受波レベルをより高精度に推定する手法の開発を目的として、以下に示す内容を実施した。

まず、対象海域の伝搬特性を調べるために貨客船の放射雑音についてハイドロフォンによる計測を行った。その結果、対象海域は水深が小さく、かつ背景雑音が目立つ周波数帯域が 0-100 Hz であるため、貨客船の中心周波数 50 Hz のプロペラキャビテーション雑音が伝搬しづらい環境であることがわかった。

次に、ハイドロフォンによる計測位置と貨客船位置を結ぶ 6 つの経路について海洋環境パラメータを入力した PE 法 (Parabolic Equation Method) による音波伝搬シミュレーションを行い、計測位置における受波レベルを推定した。従来の手法である拡散損失の式 (球面拡散損失の式、浅海拡散損失の式、円筒拡散損失の式) によって求めた推定受波レベルとの比較も行った。その結果、音波伝搬シミュレーションによって十分な精度で受波レベルを推定できることを確認した。また、音波伝搬シミュレーションを行う際に入力する海洋環境パラメータが受波レベルの推定結果に与える影響を調べ、浅

海において実際と異なる海底質を入力して音波伝搬シミュレーションを行った場合に大きな誤差が生じること、5 km 程度の経路であれば1点の音速を経路全体に入力しても推定精度に影響がないことを明らかにした。

さらに、同様の手法の音波伝搬シミュレーションおよび拡散損失の式によって小笠原村父島周辺海域の半径 10 km 円内における対象船運航時の時々刻々の受波レベルを求め、これらを運航時間にわたって積分することで、音響曝露レベルを計算した。これらの計算結果を用い、MATLAB 上で任意の時刻における音響曝露レベルのコンターマップ描画および移動する生物の音響曝露レベルの自動算出が可能なシステムを開発した。

船舶放射雑音はもちろん、洋上風力発電施設や海底資源調査等の人為雑音は今後も増加が予想される。一方で、サステイナブルな海洋利用を目指す動きは世界的に高まっており、海洋保護区や海洋空間計画が注目を集めている。そのため、将来的には本研究で開発したシステムを任意の海域で利用できるように発展させることが望まれる。そのようなシステムの実現は、広大な排他的経済水域をもつ我が国の海洋保全に大いに貢献するだろう。