HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北西太平洋亜寒帯域およびベーリング海・チャクチ海における鯨類の空間分布様式［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	佐々木, 裕子
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第11045号
Issue Date	2013-06-28
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/53213
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Hiroko_Sasaki_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（水産科学）	氏　名	佐々木　裕子

学　位　論　文　題　目

北西太平洋亜寒帯域およびベーリング海・チャクチ海における鯨類の空間分布様式

[緒言]

鯨類は世界中の海に生息し、海洋の食物網における高次捕食者の一種である。鯨類は、種によって動物プランクトンや魚類およびイカ類などの生物を幅広く利用している。鯨類の餌消費量は 1 日当たり 1,600 kg/個体（シロナガスクジラ）ともいわれ、その種数および生息数を考慮すると、餌となる生物種のバイオマスに大きな影響を与えていると考えられる。しかし、海洋生態系において鯨類を含む哺乳類の役割は非常に複雑なうえ、未解明な部分も多い。そのため、鯨類が海洋生態系の構造と機能に与える影響を把握するうえで、鯨類がいつ、どこに、どれだけ生息しているかを明らかにし、その分布様式の定量化が不可欠である。

鯨類の分布様式と海洋環境の経年・季節変化との関係の解明には、大規模な洋上調査が必要である。しかし、大規模な調査には莫大なコストと時間を要するため、調査捕鯨終了後は、取得可能なデータを用いて鯨類生息域を推定することが重要である。そこで本研究では、鯨類目視データ、および衛星リモートセンシングデータを用いて、北西太平洋亜寒帯域に生息する鯨類の空間分布、北西太平洋亜寒帯域におけるイワシクジラとニタリクジラの棲み分け要因、およびベーリング海およびチャクチ海における鯨類生息域を明らかにすることを目的とした。

[1. 北西太平洋亜寒帯域に生息する鯨類の空間分布様式]

北西太平洋亜寒帯海域に生息する鯨類分布の資料として、JARPN II 船舶調査データより、同海域に広く分布するニタリクジラ、イワシクジラ、ナガスクジラ、ミンククジラ、ザトウクジラ、シャチ、イシイルカ、およびマッコウクジラの目視調査データ（緯度・経度・群数・頭数）を用いた。また、調査努力量を調べるために調査距離データ（緯度・経度・調査距離）を用いた。鯨類の分布に影響を及ぼす海洋環境要因を調べるため、発見の有無を応答変数、海洋環境を説明変数として統計モデルを用いて解析した。使用した海洋環境データは、海表面水温（SST）、クロロフィル *a* 濃度（CHL*a*）、海面高度アノマリー（SSHA）、渦運動エネルギー（EKE）、および水深（Depth）である。

その結果、当海域の鯨類分布に最も影響を与えているのは SST であることが明らかとなった。生息確率に対し、種によって正の効果を示す範囲は異なるが、SST がほぼ全ての最適モデルで変数として選択された。また、SSHA はヒゲクジラ類の出現確率に対してのみ

重要な要因であり、約±20 cm 以内で正の効果を示していた。SST は鯨類の餌生物の分布を決める重要な要因である。さらに、ヒゲクジラ類は、集群性魚類や遊泳力の乏しい動物プランクトンを捕食しており、渦流の境目に集積する傾向がある。このことから、本解析の結果は、鯨類の餌生物の生息環境を反映したと考えられた。また、月別に出現確率を比較した結果、5 月はヒゲクジラ類の平均的な出現確率が低く、6 – 8 月に出現確率が上昇した。これは、多くのヒゲクジラ類にとって 5 月は索餌回遊初期であり、同海域に分布する鯨類が少なく、水温が低いため餌生物種の豊度も少ないことが要因であると考えられた。本解析では、ハクジラ類の生息確率を表層の海洋環境をから算出できなかった。その要因として、彼らの餌生物は日周鉛直移動するイカ類や集群性魚類であり、表層よりも中深層の海洋環境の影響が大きいためと推定された。

[2. 北西太平洋亜寒帯域におけるイワシクジラおよびニタリクジラの棲み分け]

本解析では、前述の解析結果から、イワシクジラとニタリクジラの発見データ、海洋環境特性を用いた。抽出した海洋環境変数の boxplot をもとに、最小値と最大値との範囲を生息可能範囲としてクラスタリングを行い、移行域の指標として Transition Zone Chlorophyll Front（TZCF）を重ね合わせた。さらに、両種の棲み分けに影響を及ぼす海洋環境要因を調べるため、発見された種を応答変数、海洋環境を説明変数として統計モデルにより解析した。

その結果、イワシクジラは、ニタリクジラに比べて低 SST、高 CHL*a*、低 EKE の海域に生息していた（U-test: $p < 0.001$）。クラスタリングの結果、5 月はイワシクジラ生息域のみが、6 - 8 月にかけては両種の生息域が検知できた。その境界は TZCF とほぼ一致しており、6 - 8 月には北上していた。また、統計解析の結果、選択される要因は月によって異なるが、SST が全ての月で変数として選択され、両種の棲み分けに最も影響をおよぼす要因として検出できた。同海域では、カタクチイワシが、両種の餌生物の一つである。胃内容物調査の結果から、イワシクジラはサイズの大きいカタクチイワシを、ニタリクジラはサイズの小さいものを捕食していることが報告されている。小型のカタクチイワシは高 SST 側に、大型のものは低 SST 側に分布する傾向があり、本解析結果は両種の餌生物の生息環境を反映していたと判断された。

[3. ベーリング海およびチャクチ海における鯨類生息域]

本解析では、2003 - 2010 年（2004 年は除く）の間の北海道大学練習船おしょろ丸による北洋航海時の鯨類目視調査より、ナガスクジラ、ザトウクジラ、ミンククジラ、イシイルカおよびコククジラの発見データ（緯度・経度）を用いて解析した。使用データは JARPN II とは異なり、体系的な調査ラインに基づいていない。そこで、種ごとに 10 km グリッドに集計した発見データのみを用い、Presence-only モデルの一つである MaxEnt（最大エントロピーモデル）で出現確率を算出し、生息域を推定した。用いた海洋環境データは SST、SST 前月差（ΔSST）、CHL*a*、および陸からの距離（dLand）と Depth である。

その結果、イシイルカはアリューシャン列島北側から陸棚域明確な生息域が認められ、そのパターンを検出できた。同海域のイシイルカはテカギイカ等を捕食するとの報告があり、その生息域とも一致したことから、本解析結果は餌生物の生息環境を反映したものと考えられる。ザトウクジラおよびナガスクジラは dLand の影響が大きく、島や陸の近くに生息域が認められた。また、コククジラはベーリング海峡、ミンククジラは St. Lawrence 島の南側やホープ岬の北側に生息域が認められた。両海域はそれぞれの餌生物が生息する海域であり、両種は摂餌効率の良い海域に分布していたと推定された。

[総合考察]

本研究では、SST が鯨類の分布に最も影響を与える要因であること、北西太平洋亜寒帯域におけるイワシクジラとニタリクジラの生息域の境界は TZCF と一致すること、ベーリング海およびチャクチ海では鯨類の生息域が時期によって異なること、を明らかにした。また、鯨類の分布パターンは餌生物の生息条件の影響を受けていると推定できた。鯨類は索餌回遊時の効率的な摂餌には、生物生産の高い海域を迅速に発見する必要がある。チャクチ海では、CHL*a* が浅海域でベントスを捕食するコククジラ分布に影響を与えていた。しかし、北西太平洋亜寒帯域では CHL*a* は生息域の指標となるが、CHL*a* は鯨類生息域への影響は小さかった。一方、SST は、種によって異なるが、ある一定の範囲を超えると鯨類の出現確率に負の影響を与えていた。さらに、SST はイワシクジラとニタリクジラの棲み分けを決める重要な要因と推定できた。もし、今後、地球規模での温暖化に伴って海水温が上昇した場合、北西太平洋亜寒帯域の鯨類生息域は大きく変化する可能性が高く、食物連鎖を通して海洋生態系の構造と機能に影響をおよぼすと考えられる。今後、これらの解明と予測には、広域的なモニタリングを継続して海洋環境、鯨類と餌生物の分布生態に関するデータを蓄積し、より精度の高い総合的解析を行うことが必要である。