

## 北極域における海洋状況と魚介類生息域の可視化

西川 茉優<sup>1</sup> 竹島 由里子<sup>1</sup> 加納 徹<sup>1</sup>

東京工科大学

## 1. はじめに

北極圏およびその周辺は北極域と呼ばれ、世界的な問題として重要視されている地球温暖化の影響を、もっとも受けている地域である。海水面は海水面に比べて太陽光の反射率が大きいので、海水面が占める範囲が広いほど、太陽エネルギーによる温度上昇の影響が小さくなる。また、海水が海面を覆うことにより、海水から大気への熱輸送が遮断される。この2点から、気温が上がって海水が融解すると、太陽光により海水温度が上昇し、大気への熱輸送が増加してしまい、ますます気温が上昇するという現象が生じている [1]。実際、北極域の海では、海面温度が上昇しており、生態系にも影響が出始めている。そこで、北極域がどのように地球温暖化の影響を受けているのかを理解するためには、北極域の環境変化を解析する必要がある。

データの効果的な解析方法として、様々な分野で可視化が利用されている。Matsuokaら [2] は、海洋大循環モデルで再現された海洋渦の抽出および追跡手法を提案されている。このような海洋状況の可視化は広く行われているものの、海洋状況に加えて漁獲量などのデータを複合的に可視化した事例はほとんど存在していない。

そこで本研究では、北極域における、海洋状況と魚介類漁獲量の経年変化を同時に可視化する。これにより、北極域の魚の生息域がどのように変わったのかを調査し、総合的に地球温暖化の影響について分析する。

## 2. 北極域データ

北極域データには、1993年から2016年までの海面温度、海水濃度、深度、一網で取れた漁獲量を表すCPUE値が格納されている。それぞれの情報は、位置情報（緯度、経度）と関連付けられている。CPUE値は格子状に区切った領域内の1点において、捕獲を行った際の数値を記録しているため、年によって捕獲を行った位置は若干異なる。オリジナルのデータでは、21種類の魚介類の漁獲量が格納されているが、本研究では、ツノガレイ、タラ、カラフトシ

シャモ、カジカ、大ヒラメ、ニシン、ピンクエビ、赤タラバガニ、ズワガニ、チョウザメの10種類を対象として解析する。

## 3. 可視化手法

まず、個々の項目の値がどのように分布しているかを調べるために、地図上にそれぞれの値を円でプロットする。円の色を数値に対応されることにより、色から数値の情報が読み取れるようにする。また、経年変化を調べるために、スライダーを用意して、可視化対象とする年を変更できる機能を加える。これにより、可視化結果を動的に変化させながら、各項目の経年変化を視覚的に理解することが可能になる。次に、漁獲量とその他の項目との関連性を調べるために、CPUE値とそれぞれの項目を同一地図上に重畳可視化する。ここで、複数の情報を重畳可視化する場合、それぞれの項目をどのような色を用いて表現するかが分かりやすい可視化結果作成の重要なポイントとなる。同じ色相を用いた場合、色からどの項目を表しているかを判断することが困難になってしまう。そこで本研究では、それぞれの項目で利用する彩度を変化させる。ここで輝度を変更させると、画像全体が暗くなってしまうため、彩度を利用することとした。また、漁獲量は魚の種類によって変化するため、一般的に利用されている最小値および最大値に対して色相を割り当てるのではなく、任意の範囲で色相を割り当てる機能を加える。これにより、異なる種類の漁獲量に対しても、色から定量的な数値を判断することが可能になる。

## 4. 可視化結果

図1に1993年に収穫されたツノガレイの可視化結果を示す。

図1(a)は、CPUE値だけを可視化した結果である。CPUE値の経年変化から、漁獲可能範囲に大きな変化は見られないが、2008年以降、CPUE値が最大となる位置が変化していた。また、近年になるにつれ、漁獲量が増えていることから、ツノガレイの生息域が変化してきていることが考えられる。同様に、海面温度、海水濃度、ツノガレイ以外の魚の単一可視化を行った。海面温度は、年ごとに

\*Visualization of Ocean Environments and Aquatic Habitats in the Arctic

<sup>1</sup> Tokyo University of Technology

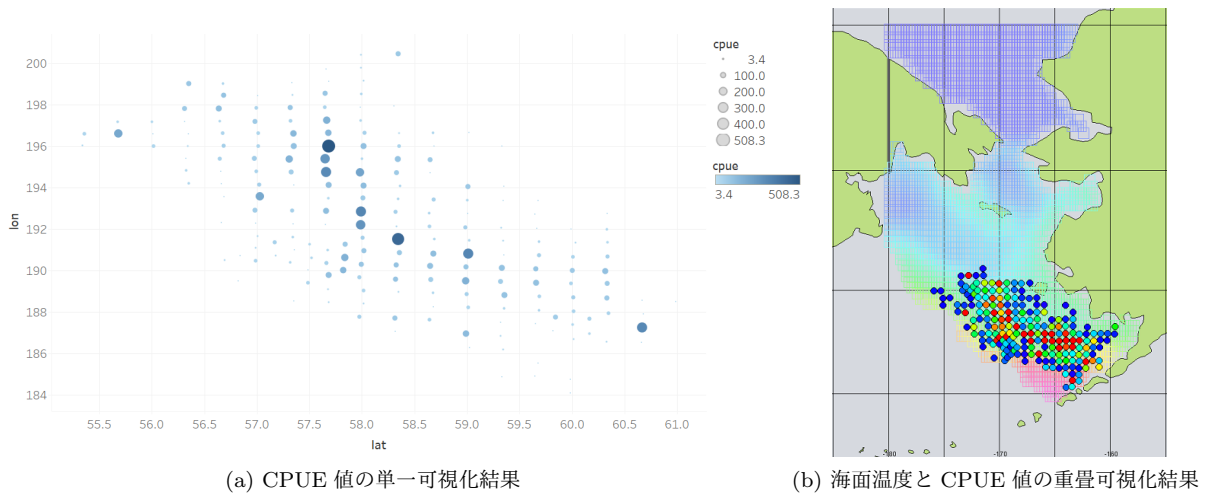


図 1 ツノガレイの可視化結果 (1993 年)

上下変動があるものの、全体として上昇している傾向が見られた。海氷濃度の経年変化からは、海氷範囲が狭くなっている傾向が見られ、北極域の氷の融解が進んでいると考えられる。個々の魚介類の種類に関しては、ツノガレイと同様に漁獲量の分布が大きく変化しているものと、漁獲量の分布に大きな変化がなく常に安定的な漁獲量を保っている種類もあった。また、それぞれの生息範囲に関しても、広い範囲で生息している種類と狭い範囲にしか生息していないものに分かれた。このことから、魚介類の種類によって傾向が異なることが分かった。

図 1(b) に海面温度と CPUE 値を重畳可視化した結果を示す。これにより、ツノガレイの漁獲量が高い地域が海面温度が 0 度から 1 度の付近に集中していた。また経年変化を調べてみたところ、漁獲量が多かった位置は海面温度が 0 度付近であった。同様に、ツノガレイ以外の魚についても重畳可視化を行った結果、魚の種類によっては生息しやすい海面温度が存在することがわかった。

### 5. 3次元可視化への拡張

前節では、2次元可視化を用いて北極域データの解析を行った。それぞれの値の経年変化や、複数の値の関係性を知ることはできるが、実際に魚が生息する範囲を空間的に捉えることは困難である。そこで、実際の北極域を模擬した3次元空間上に CPUE 値をマッピングすることで、より直感的に生息域の変化を把握することができると考えられる。また、海水温度の変化と同時に可視化することで、海水温の変化がどのように生態系に影響を与えているかを視覚的に捉えることができる。ただし、北極域データにはそれぞれの魚介類が生息する深度情報は含まれていないため、別途情報を収集する必要がある。

### 6. まとめと今後の課題

本研究では、北極域データから海洋状況と漁獲量の変化

を可視化し、分析を行った。それにより、海面温度が急激に上昇降下している傾向がみられ、環境が安定していないことがわかった。また、海面温度により漁獲量が変わることから、それぞれの魚が生息しやすい海面温度が存在すると考えられる。このことから、地球温暖化によって海面温度が上昇すると、魚の生息域が変化していくと考えられる。また、海氷濃度と魚の生息域の関連性は見て取れなかったが、年々海氷範囲が少なくなっていることから、地球温暖化問題に多大な影響を与えていると考えられる。

本稿では、3次元可視化の実装にまで至らなかったため、これを実装し、3次元空間での魚の生息域を考察する必要がある。本研究では図鑑に載っている情報から、それぞれの魚が生息する水深の情報を獲得する予定である。しかし実際は、海水温度によって生息する水深が変化すると考えられる。本研究により、それぞれの魚が好む海水温が分かったことから、どの程度の深さに実際に生息しているのかを推測し、深さ情報に利用することが考えられる。また、アニメーションを利用することにより、経年変化がより分かりやすくなることが考えられる。加えて、複数種の魚介類を同時に可視化することで、生態系の変化についても解析する必要がある。

### 謝辞

本研究で用いた北極域データをご提供いただいた北海道大学北極域研究センター齋藤誠一教授に深く感謝する。

### 参考文献

[1] 気候変動と海氷：入手先 ([http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/seaice/knowledge/eikyoku\\_kikou.html](http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/seaice/knowledge/eikyoku_kikou.html))

[2] D. Matsuoka, F. Araki, S. Kida, H. Sasaki, and B. Taguchi: "Visualization for Ocean General Circulation Model via Multi-dimensional Transfer Function and Multivariate Analysis," Transaction of the Japan Society for Simulation Technology, Vol. 4, Issue 4, pp. 168-175 (2012).