

Arctic NEMURO モデルの開発と海氷域生態系研究への応用

渡邊 英嗣¹、照井 健志²、石田 明生³、岸 道郎⁴¹ 海洋研究開発機構 北極環境変動総合研究センター² 国立極地研究所 国際北極環境研究センター³ 常葉大学 社会環境学部⁴ 北海道大学 水産科学研究院

西部北極海ノースウインド深海平原 Station NAP に設置されたセディメントトラップ係留系による時系列観測結果から、極夜が始まる 10 月以降に新鮮な有機物粒子や鉱物を多く含む沈降粒子量極大が捉えられており、水深の浅い陸棚域からの水塊輸送との関係が示唆されている。発表者らはこれまでに、北極海全域を対象にした海氷海洋物理モデル COCO に低次海洋生態系モデル NEMURO を結合させた上で季節変動実験を行い、生物生産性の高いチャクチ陸棚水がバロー峡谷の沖合で生成された海洋渦によって輸送されるプロセスが動植物プランクトンの生息環境向上にとって重要であることを明らかにしてきた [Watanabe et al., 2014]。

同じく Station NAP のセディメントトラップで捕集された夏季の試料に着目すると、2011 年にはアイスアルジー（海氷に付着する藻類）を多く含む沈降粒子量極大が捉えられている一方で、翌年の 2012 年は沈降粒子量が全体的に少ないことが報告されている [Onodera et al., 2015]。そこで本研究では、上記の低次海洋生態系モデルに新たにアイスアルジーを含む海氷生態系を組み込み（Arctic NEMURO と命名）、海洋循環変動とそれに対する生態系応答について解析を行った [Watanabe et al., 2015]。複数年を対象とした季節変動実験の結果から、2012 年は冬季の北風偏差によってポーフォート循環内部の貧栄養水が陸棚側に拡がることで、Station NAP 周辺域においてアイスアルジーの基礎生産とそれに伴う粒子沈降が抑制されたことが明らかとなった。またアイスアルジーに関する光特性・栄養塩取込過程・捕食圧・沈降速度などを変化させる感度実験を行い、海氷生態系が海洋中の食物連鎖や物質循環に及ぼす影響についても定量的な見積もりを行った。多くの海域においてアイスアルジーの年間基礎生産量は浮遊性植物プランクトンより少ないが、短期間に爆発的に増殖することで、特に氷縁域では動物プランクトンの生活史と密接な関係がある。また海氷融解後に一気に沈降することで、大気中の二酸化炭素を海洋深層に隔離する「生物ポンプ」としての働きが無視できない。アイスアルジーに関する現場観測は非常に限られているが、海氷過程を考慮した 3 次元生態系モデリングとセディメントトラップ観測などが融合しながらお互いに進展していくことで、高次捕食者を含めた北極海洋生態系の全体的な理解につながることを期待される。

本研究でこれまでに開発してきた生態系モデルでは、魚類・海鳥・海生哺乳類そのものを計算対象とはしないが、元々の栄養源となる動植物プランクトンの情報を提供する役割がある。その応用例として、生物エネルギーモデルを用いたシロサケの研究が既に行われている [Yoon et al., 2015]。生物エネルギーモデルは、シロサケ 1 個体あたりの成長率（体重増分）を主に捕食・代謝・排泄の関係式に基づいて計算するもので、捕食式の餌量および水温に上記の北極海物理生態系結合モデルの出力を与えている。地球温暖化シナリオに沿った季節変動実験の結果からは、チャクチ陸棚域における水温上昇と餌密度の増加により、シロサケの生息可能域（成長率 > 0 で定義）が北に拡大する一方、ベーリング海峡周辺では最適水温条件を超える昇温によって夏季の生息可能域がむしろ縮小することが示唆されている。このように海氷減少が水産資源に及ぼす影響を評価するためには、海洋循環変動を詳細に分析するとともに、食物連鎖を根底から調べる必要があり、本研究成果はその礎となるものである。

References

- Onodera, J., E. Watanabe, N. Harada, and M. C. Honda, Diatom flux reflects water-mass conditions on the southern Northwind Abyssal Plain, Arctic Ocean, *Biogeosciences*, 12, 1373-1385, doi:10.5194/bg-12-1373-2015, 2015.
- Watanabe, E., J. Onodera, N. Harada, M. C. Honda, K. Kimoto, T. Kikuchi, S. Nishino, K. Matsuno, A. Yamaguchi, A. Ishida, and M. J. Kishi, Enhanced role of eddies in the Arctic marine biological pump, *Nature Communications*, 5:3950, doi: 10.1038/ncomms4950, 2014.
- Watanabe, E., J. Onodera, N. Harada, M. N. Aita, A. Ishida, and M. J. Kishi, Wind-driven interannual variability of sea ice algal production in the western Arctic Chukchi Borderland, *Biogeosciences*, 12, 6147-6168, doi: 10.5194/bg-12-6147-2015, 2015.
- Yoon, S., E. Watanabe, H. Ueno, and M. J. Kishi, Potential habitat for chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in the Western Arctic based on a bioenergetics model coupled with a three-dimensional lower trophic ecosystem model, *Progress in Oceanography*, 131, 146-158, doi:10.1016/j.pocean.2014.12.009, 2015.