

日本における海洋物質循環・海洋生態系モデリング: 最近20年間レビューおよび今後の発展性

Modeling of marine biogeochemical and ecosystem in Japan: future perspective and review during the last 20 years

山中 康裕^{1*}

Yasuhiro Yamanaka^{1*}

¹ 北海道大学大学院地球環境科学研究院

¹ Faculty of Earth Environmental Science, Hokkaido University

大循環を考慮した海洋物質循環モデルの開発は Bacastow and Maier-Reimer(1990)、海洋生態系モデルでは、Fasham(1993)により行われた(国内では、例えば Yamanaka and Tajika(1996)、Kawamiya et al.(2000))。2000年頃、海洋物質循環モデルも、より短い時間スケールに注目するにつれて、亜寒帯海域での春季ブルームに伴う栄養塩や二酸化炭素分圧の低下など、明示的に生態系を表現することが多くなり、海洋生態系モデルと同程度の生物過程を表現したものが主流となった。その頃、微量栄養塩である鉄循環の表現は、両者にとって重要な課題であり、気候と炭素循環を同時で扱うことも行われ、ほぼ現在の研究の枠組みが完成した。

誰しもが、数十、数百、数千、数万種といったプランクトンやネクトンからなる海洋生態系をより詳しく取り扱ったモデルを開発したいと思う。その第一歩として、生態系に対して、栄養塩やプランクトンを明示的に比較的少数の予報変数で取り扱う、機能別プランクトングループ(Plankton Functional Types, PFTs)が導入された(例えば Le Quere, 2005; Kishi et al., 2007)。PFTs モデルには2つの方向性、物質循環のため、あるいは、生態系のためが存在する。前者は物質フローが大きい植物プランクトンに注目し、後者は魚などの高次捕食者への食物連鎖の役割をもつ動物プランクトンに注目して区分する。PFTs モデルの2つの方向性を同時に満たすには、プランクトン数×元素組成数(さらに食物連鎖網の捕食関係はプランクトン数の二乗に比例)という膨大な予報変数が必要するため、それぞれの方向へ分化するだろう。モデルの複雑さを議論する際には、予報変数の数に単に注目することが多かった(e.g., Friedrichs et al., 2007)。しかし、個別の素過程やパラメータのトレードオフの研究が重要な改良を促すことも事実である。例えば、Smithらは、栄養塩取り組みの最適化の考え(Pahlow, 2005)に基づき、古典的なミカエリスメンテンにおける半飽和定数ではなく、立ち上がり定数(Affinity)による定式化、また、非制限栄養塩の取り込みは制限栄養塩のパラメータ最適化によること、温暖化への影響などを論じている(Smith and Yamanaka, 2007; Smith et al., 2009)。また、最近、生物多様性を意識した、多数の植物プランクトンを競合させるモデルの開発が注目されている(Follows, 2007)。

もう一つの視点は、海洋生態系・物質循環モデルを開発する研究者コミュニティの発展である。海洋物質循環モデリングの先駆者たちは、海洋炭素循環モデル相互比較研究計画(Ocean Carbon cycle Model Intercomparison Project, OCMIP)を立ち上げた。議論のリードは、OCMIPの初期では先駆者たちにより行われたが、Phase 2の終わり頃(2002年)にはそのプロジェクトに関わる若手研究者によって行われた。彼らこそ、現在、この分野で世界をリードしている研究者であることは言うまでもない(Le Quere, Follows, Gruber 等)。現在行われている海洋生態系相互比較研究計画(MARine Ecosystem Model Intercomparison Project, MAREMIP)も、OCMIPの経験に基づいて設計され、次の世代がまさにいま頭角を露わさんとしている。また、いくつかの研究グループが注目される。北太平洋海洋科学機関 PICES における海洋生態系モデル NEMURO の開発は、もう一つの国際共同研究として特筆される。トレードオフなどの個別の素過程の改良に関しては北ドイツのグループのリードがある。日本の若手研究者が、海洋物質循環・生態系モデリングの国際共同研究計画の一翼を担うことを目指して欲しいと切に願う。

キーワード: 海洋物質循環, 海洋生態系, モデリング, 国際共同研究計画, 海洋炭素循環モデル相互比較研究計画, 海洋生態系相互比較研究計画

Keywords: marine biogeochemical cycles, marine ecosystem, modeling, international research project, OCMIP, MAREMIP