

地球温暖化や海洋酸性化の海洋生態系および海洋物質循環に対する影響

Impact of global warming and ocean acidification on the marine biogeochemical cycles and ecosystem

山中 康裕 [1]

Yasuhiro Yamanaka[1]

[1] 北大・院地球環境・大気海洋

[1] Environ. Earth Sci., Hokkaido Univ

1. はじめに

地球温暖化に伴って、海洋表層水は昇温するが、亜表層水や中層水の昇温はそれに比べて小さい。そのため、水温による鉛直成層が強化され、それらの水の交換が弱まる。季節変化を考えると、暖冬が増加した結果、冬季の海洋混合層の最大深度が浅くなり、冬から春にかけての海洋混合層の浅くなる時機が早まると言い換えられる。この物理的な気候変化によって、亜表層水に豊富に含まれる栄養塩の表層への供給が減少する。この“栄養塩供給に基づく基礎生産”(新生産)は減少し、輸出生産(海洋表層から下層への有機物輸送)も減少すると考えられる。基礎生産(光合成量)は、昇温に伴う効果が、栄養塩制限の強化よりも大きい場合には、増加することもあり得る。しかし、基礎生産が増加したとしても、呼吸速度や有機物の分解速度も速くなり(それに伴う再生産は増加するが)、輸出生産にはつながらない。しかし、これらの現象が時空間的に一様なことが起こるわけではない。すなわち、地域的にも昇温や成層化は一樣に起こらないし、季節的にも、春季ブルーム時期やそれ以外でも異なることが予想される。

2. 西部北太平洋における地球温暖化の影響

理想的には、海洋環境統合モデルともいべき気候モデルに低次生態系モデルを統合したモデルを用いて、気候変動から海洋循環や海洋生態系の変動をシームレスに再現したいところではあるが、現在の計算機資源では、計算速度やメモリー要領的にも難しいものがある。

Hashioka and Yamanaka (2007) では、気候モデルで得られた海面条件を用いて、海洋大循環モデルと低次生態系モデルを統合させて計算した。その結果によれば、黒潮続流域から混合水域に関しては、温暖化に伴い、冬季の表層水の冷却が十分でなく、冬季の海洋混合層が浅くなる。植物プランクトンにとっては好環境であり、冬季の生物量は増加する。海洋混合層が浅くなる時機は2週間早まり、珪藻ブルームは早まり、生物量増加も温暖化以前と変わらない。しかし、栄養塩供給が少ないために、春季ブルーム後半では、温暖化に伴い生物量が大幅に減少する。一方、その他のプランクトンは、光合成の栄養塩依存項の半飽和定数が小さいために、相対的に栄養塩供給の影響は少なく、珪藻から他のプランクトンへの遷移時機が早まり、夏季の生物量はほとんど変わらない。春季珪藻ブルームは大きく減少するが、年間の生物量減少はそれに比べると小さいものとなる。はじめに述べて陽に、栄養塩供給の減少により新生産や輸出生産は減少するが、温度上昇により基礎生産は増加している。

おおざっぱに言えば、亜寒帯海域では元々栄養塩が表層に十分供給され、亜熱帯海域は元々栄養塩供給が小さいので、それらの位置する黒潮続流域から混合水域に比べて、上で述べたような温暖化に伴う相対的な変化は小さくなる。植物・動物プランクトンから大型魚類への食物連鎖の重要な位置を占める小型浮魚類(マイワシ・カタクチ・サンマなど)は、日本近海では、日本南岸海域で孵化し、それらの餌となる動物プランクトンが春期ブルームに伴って増加した時機に、黒潮続流域から混合水域にやってきて、急速に成長し、千島沖で過ごすという成長過程や回遊経路を取ることが知られている。従って、黒潮続流域から混合水域の春季ブルームが温暖化にとってどう変化するかは、外洋における水産資源にとっても大きな影響を及ぼすかもしれない。

従来、地球温暖化に伴う水産資源への影響は、それぞれの適水温の分布が変化することにより、地理的分布の将来変化という議論が主に行われてきたが、餌としての動物プランクトンの生物量や分布がどう変わるかに基づいた議論はほとんど行われてこなかった。現在、我々は気候変動から小型浮魚類までのモデルを開発し、数値計算を行っている段階であり、植物・動物プランクトンの増減に基づく、小型浮魚類の生物量の変動を定量的に説明する議論が出来るようになりつつある。

3. 海洋酸性化

海洋酸性化は、弱アルカリ性の海洋(約pH8)に弱酸である二酸化炭素が溶ける中和反応として起こっている現象である(そういう意味では海洋中性化がむしろ正しい)。それに伴って炭酸イオン濃度が急速に減少する。大気中濃度が600ppmに達すると冷たい海域では炭酸イオン濃度が炭酸カルシウムの飽和濃度よりも低下することが分かっている(Orr et al., 2005)。炭酸カルシウムの骨格・殻を持つ冷水サンゴや動物プランクトンである翼足類に影響が出ることが確認されているが、海洋酸性化による影響については、日米欧において様々な研究計画が始まったばかりである。