

Spatial and Temporal Variability of Chlorophyll a Concentration and Primary Production in the Japan Sea Observed by Satellite Remote Sensing

生産科学研究科

山田 圭子

人工衛星の海色データを利用して、日本海におけるクロロフィル a の季節・経年変動を明らかにした。春季ブルームの発生時期は空間的に移動しているのが確認され、まず 3 月に極前線とその南部、4 月に極前線の北部・ロシア沿岸・北海道西部、最後に 5 月に日本海盆の中央部で発生していた。また春季ブルームの発生時期は経年変化しており、それは現場の風速と対応が見られた。1997 年から 2002 年の春季ブルームの中で、1998 年と 2002 年のブルームは他の年よりも 4 週間ほど早く発生していた。これらの年は現場の風速が弱かったため、弱い風速によって上層の温度成層が早く発達し、ブルームの発生が早まったと考えられた。一方、1999 年と 2001 年は日本海北部で、2000 年は日本海南部で、春季ブルームの発生が遅かった。これらの年は風速が強かったため、強い混合によって成層発達が遅れ、ブルームの発生が遅れたと考えられた。ロシア沿岸の春季ブルームは 1999 年に遅く発生していた。これは強い風速と対応していると同時に、間宮海峡部の海水の融解の遅れとも関係があることが示唆された。

秋季ブルームは、主に 10 月初旬から 12 月初旬にかけて発生していた。春季ブルーム時のような明確な空間移動は見られなかったが、クロロフィル a 濃度が $0.8\mu\text{g l}^{-1}$ を超える海域は、東部よりも西部で広がった。秋季ブルームの規模も経年変化が見られたが、秋季の平均風速との対応は見られなかった。秋季ブルームの規模には、夏季の温度成層が崩れ始めてから光律速になるまでの期間の長さ、すなわち秋季ブルームの存続に適した期間の長さが影響を与えると考えられた。

これらの結果より、日本海の植物プランクトンブルームの発生時期や規模は、現場の風の強さに大きく影響を受けていると考えられた。また現場の風は、モンスーン指数 (MOI) で示された日本海上空の風の強さとも対応しており、さらに MOI の変動は ENSO とも対応が見られることから、日本海の植物プランクトンブルームは ENSO スケールの気候変動に大きく影響を受けていると言える。

次に、日本海の基礎生産の空間・季節変動を、人工衛星データを適用した基礎生産推定モデルによって求めた。プランクトンサイズを考慮した VGPM (鉛直積算生産モデル) を日本海の現場測定値で検証したところ、日本海の基礎生産をよく再現していると考えられた ($R^2=0.93$)。年間積算基礎生産値は、ロシア沿岸、日本海盆中央部、南東部、南西部の順に、170, 161, 191, 222 $\text{gC m}^{-2} \text{ year}^{-1}$ であった。日本海の基礎生産は北部よりも南部で、東部よりも西部が高かった。推定された基礎生産は空間的に異なる動向を示し、基礎生産のピークは南部海域では春と秋の 2 回であったのに対し、北部海域では春に 1 回だけであった。ロシア沿岸の基礎生産は、他の海域に比べると夏季の生産が高かった。年間の基礎生産に占める春季・秋季の生産の割合は大きく、植物プランクトンブルーム時による

基礎生産の寄与が大きいと考えられた。推定された基礎生産は経年変化しており、その変動は春季に最も大きかった。秋季の基礎生産も経年変化しており、特に日本海盆中央部と南西部において変動が大きかった。これらは主にそれぞれの年の植物プランクトンブルームの規模に対応していた。特に春季については、冬季混合の強さと栄養塩豊富な下層冷水の深度が上層の栄養塩供給に寄与しており、春季の基礎生産の経年変動に影響を与えることが示唆された。

ENSO スケールの気候変動のほかに、十年スケールの気候変動が海洋生態系に影響を及ぼしていると言われている。しかし現在利用できる衛星クロロフィルの週平均データは1997年秋以降のものしかなく、1970年代以降より存在する船舶データは年4回のみの観測であるため、発生時期が変化する日本海の春季ブルームを長期的に正しく経年比較することは難しい。そこで、現在利用できるクロロフィル・水温・風速などの衛星データと気象庁の船舶観測のデータを用いて、春季ブルームと風速や水温などの諸要因との関係を明らかにし、1979年以降の春季ブルームを推定した。春季ブルームの発生時期は2~3月の平均風速と正の相関を示し ($R=0.787$)、ピークを迎える時期は春季の船舶観測時の上層の成層の強さと負の相関を示した ($R=0.882$)。これらの関係から春季ブルームの発生時期、ピークの時期、継続期間を過去20年にわたって推定したところ、1977/78年のシフト後の1980年代のレジームでは、春季ブルームが比較的早く3月初旬に起こり、ピークも早く3月中に起こった年が多かったことが明らかになった。また、1980年代の春季ブルームの継続期間は短かったと推定され、基礎生産もそれほど大きくなかったということが示唆された。