

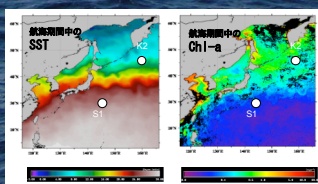
気候変動に対する生態系変動を介した物質循環の変動とフィードバック -MR10-06航海概要-

本多 牧生・松本 和彦・笹岡 晃征・藤木 徹一・川上 創・脇田 昌英・喜多村 稔
才野 敏郎・渡邊 修一 (JAMSTEC)



1. 主要観測概要

本研究は西部北太平洋を中心に、海水温暖化、成層構造強化、酸性化等の海洋変動に伴う海洋生態系およびそれを介した物質循環過程の経年～長期的変化の動態をとらえ、地球環境へのその変化のフィードバック機構について明らかにするものである。西部北太平洋は海洋環境および生物生産の季節変動が非常に大きい。そのため中期計画年度中（H21～25年度）にすべての季節を数回ずつカバーする観測を実施する。観測は生態系や水塊構造、外的要因に対する応答特性の異なる亜寒帯循環域観測点K2（北緯47度、東経160度）および亜熱帯循環域観測点S1（北緯30度、東経145度）で行う。



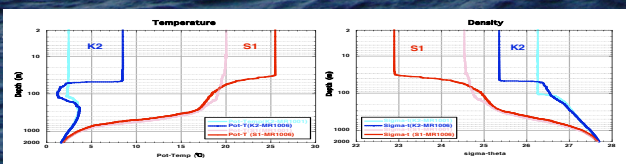
2. 航海期間

2010年10月18日～2010年11月16日

3. 定点K2, S1における観測結果概要

(1) 海洋構造

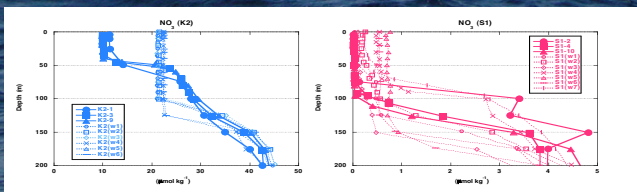
観測点K2の表層海水温は約8°Cであった。水深100m付近に水温約1°Cの中冷水が存在していた。観測点S1のSSTは26°Cであった。これらの水温は2010年1～2月に実施されたMR10-01航海で測定されたものより約5°C高いものであった。表層混合層（表層密度+0.125で定義）はK2で約42m、S1で35mであった。これらの混合層は冬期に比べると約50mも浅いものであった。K2における有光層（表層における光合成有効放射PARの0.5%水深）は約50mであった。一方、S1の有光層は約100mであった。これは水柱の粒子量の違いであると推測できた。



(2) 栄養塩

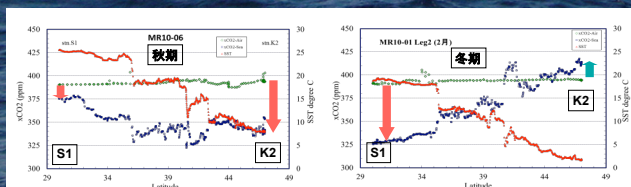
K2の硝酸塩（NO₃）濃度は水深40mまで10 μmol kg⁻¹と一定で、それ以降は急激に増加した。同年の冬期（1～2月）に測定したNO₃濃度は水深100mまで約20 μmol kg⁻¹であった。水深150m以深は大きな季節変化がなかったため150m以浅のNO₃総量の差を見積もると約296 mmol-N m⁻²、Redfield比（C/N=6.6）を用いると炭素にして約1950 mmol-C m⁻²（約23 g-C m⁻²）となった。

S1のNO₃濃度はK2に比べると極めて低く、水深200mでも5 μmol kg⁻¹以下であった。水深100m以浅では0.2 μmol kg⁻¹以下であり栄養塩がほぼ枯渇した状態であった。S1では鉛直混合が活発な冬期の表層でも1 μmol kg⁻¹以下であった。ただし冬期の基礎生産力は約500 mg-C m⁻² day⁻¹と高かった。また観測した場所、日時によって栄養塩濃度が大きく変動しており、S1での微細な物理構造と栄養塩供給／生物生産過程について精査する必要があることが示唆された。



(3) pCO₂

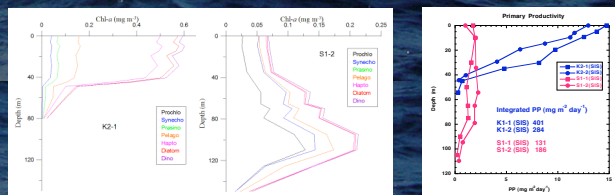
航海中は、表層海水pCO₂を連続して測定した。観測点K2（北緯47度）における表層pCO₂（xCO₂）は、大気中pCO₂濃度約390ppmに対して、約340ppmであった。このことはK2が潜在的に二酸化炭素の吸収域であったことを示唆するものである（冬は同地点は二酸化炭素の放出域）。観測点S1（北緯30度）における表層pCO₂は375ppmで大気中pCO₂より少しだけ低かった。S1も本航海中は弱いながらも二酸化炭素の吸収域であった。冬期の観測結果と比較すると、K2のpCO₂は420ppmから350ppm、約80ppm低下していた。これは生物活動による二酸化炭素の吸収によるものである。一方、S1のpCO₂は冬に比べると約50ppm増加（325ppmから375ppm）していた。これは同地点の水温上昇によるものである。



(4) 植物プランクトンと基礎生産力

K2における表層約40mのクロロフィルa濃度（Chl-a）は約0.6 mg m⁻³であった。40m以深では、Chl-a濃度は大きく低下した。高速液体クロマトグラフィ（HPLC）による補助色素の分析から、同地点の植物プランクトンの半分はハプト藻であり、西部北太平洋亜寒帯循環域の代表的なケイ藻は少なかった。観測点S1ではK2よりChl-a濃度は低かった。同地点ではクロロフィルa表層極大層が水深約90mに見られた。一般にクロロフィルa表層極大層は海洋表層日射量が植物プランクトンの成長にとっては強すぎると、また表層付近の栄養塩が枯渇していることで出現する。今回のS1の状況はそれに当てはまっていたのかもしれない。植物プランクトンの種類としては *Prochlorococcus* が優占的であった。またケイ藻はほとんどいなかった。

観測点K2では疑似現場法により基礎生産を2度測定した。基礎生産力は水深とともに低下し、有光層底部の水深50m付近でほぼゼロとなった。基礎生産力積算値（Integrated PP）は284と401 mg-C m⁻² day⁻¹であった。冬期の基礎生産力（～100 mg-C m⁻² day⁻¹）に比べると基礎生産力は増加していた。S1の基礎生産力も水深とともに減少していた。基礎生産はK2に比べるとより深いところまで（約100mまで）行われていた。S1における基礎生産力積算値は131と186 mg m⁻² day⁻¹であり、これはMR10-01航海で測定された基礎生産力積算値（～500 mg-C m⁻² day⁻¹）の1/3～1/4程度であった。なお、これらの基礎生産測定のための疑似現場培養が実施された日は曇りか雨で、光合成有効放射PARが極めて低かった（～7 mol quantum m⁻² day⁻¹）。



(5) 沈降粒子

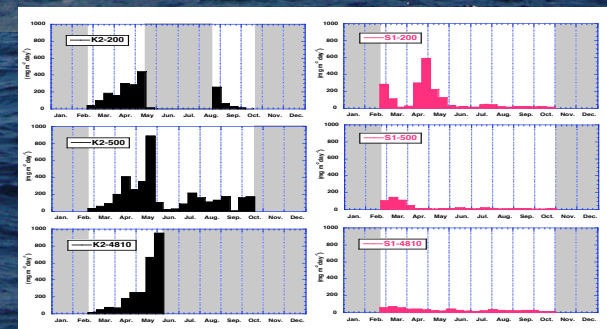
2010年2月～10月、K2とS1の水深200m、500m、および4810mで時系列的（12日毎、200mのみ一部6日毎）に沈降粒子が海底設置型セグメントトラップで捕集された。200mの捕集粒子には1mm以上の生物（小魚、エビ、動物プランクトン）が多く含まれていた。捕集された沈降粒子のうち1mm以下のものを陸上にてろ過・乾燥して全粒子束（TMF: mg m⁻² day⁻¹）を測定した。

(観測点K2)

水深200mのTMFは2月22日（捕集開始日時）から増加し始め、5月中旬頃にピークを迎えた。水深200mのTMFは9月初旬にも増加していた。水深500mのTMFも水深200mのものと似たような季節変動を示したが以下の点で異なっていた：TMFが増加する時期が1カ月前（12日）遅い、秋のTMF増加が200mに比べると小さい。最初のTMFピークは水深4810mにも見られた。ただし500mよりも1カ月前遅い時期に現れた。もしも水深500mに達した沈降粒子が水深4810mに12日後に到達した場合は、沈降速度は約360 m day⁻¹と見積もれる。高いTMFが現れた後、4810mの捕集沈降粒子はほとんどなかった。これは4810mまで沈降粒子がほとんど到達しなかった、というよりも、4810mのセグメントトラップの捕集カプロが何らかの原因で「詰まったため」と推定される。

(観測点S1)

水深200mのTMFは2月下旬から3月初旬にかけて増加し、そのピークは時間差をもって水深500m、4810mにも現れた。200mでは4月下旬にもTMF増加していたが、観察の結果、これは生物（小魚）が捕集カプロの中で腐敗したものであると考えられた。概して観測点K2に比べると、S1の沈降粒子量、季節変化は極めて小さいものであった。



本航海クルーズレポート

<http://www.godac.jamstec.go.jp/cruisedata/mirai/j/10-06.html>

本観測研究のホームページ

<http://www.jamstec.go.jp/riac/iebcpr/mbcrt/research.html>