## **BE15-P36**

### ブルーアース2015

## 2015.3.19-20 東京海洋大(品川)



# 気候変動に伴う生態系・物質循環の変動とフィードバック: K2S1プロジェクトまとめ

〇本多牧生·松本和彦·藤木徹一·Eko Siswanto·笹岡晃征·川上創·脇田昌英·喜多村稔·笹井義一·Sherwood L. Smith·橋岡豪人·吉川知里· 木元克典·渡邉修一(海洋研究開発機構), 三野義尚·鋤柄千穂·阿部理(名古屋大学)、小針統(鹿児島大学)、 永田俊·浜崎恒二·福田秀樹·金子亮(東京大学)、内宮万里央(国立極地研究所)、才野敏郎

#### [はじめに]

西部北太平洋は生態系を介した物質循環が活発な海域であり、特に珪藻が優占する亜寒帯循環域は大気中で増加する二酸化炭素を効率よく海洋内部へ輸送していることが報告されてきた。しかし近年、大気中二酸化炭素の増加に伴う気象・海象変化、とりわけ海洋表層における温暖化、酸性化、淡水化が発生、それによる生態系を介した物質循環過程の変化が懸念されるようになってきた。本件に関して西部北太平洋がどのように反応するのかを検証するため、海洋物理学・化学・生物学が異なり、また季節風・中規模渦・陸起源物質供給等外的要因が異なる西部北太平洋亜寒帯・亜熱帯循環域の観測定点において、2010年~2013年、海洋地球観測船「みらい」を中心とした季節毎観測、係留系・人工衛星による時系列観測、および数値シミュレーション研究(通称K2S1プロジェクト)を実施した。

#### [研究方法:海洋観測]

西部北太平洋の亜寒帯循環域と亜熱帯循環域における生態系/物質循環/海洋物理構造に関する比較観測研究は、北西部北太平洋亜寒帯循環定点K2(47°N/160°E)と亜熱帯循環観測定点S1(30°N/ 145°E)で実施した(図1)。海洋地球観測船「みらい」により、2010年冬(航海名:MR10-01)、秋(MR10-06)、

#### 2. 炭素循環像の構築

季節毎の採水による溶存炭酸系測定、セジメントトラップによる粒状態炭素測定、基礎生産力測定に加え、 動物プランクトンや原核生物の現存量・炭素要求量測定結果も統合した炭素循環像を構築した(図3)。予 想に反して、植物プランクトン現存量、基礎生産力、有機炭素沈降フラックスはK2とS1では同程度であった。 また水温や栄養塩濃度が大きく異なるK2とS1で、原核生物現存量および炭素要求量も同程度であった。 一方、動物プランクトン現存量や動物プランクトンによる"能動的炭素輸送量"はK2の方が高かった。



2011年冬(MR11-02)、春(MR11-03)、夏(MR11-05)、2012年晩春(MR12-02)、2013年夏(MR13-04)にK2, S1 を訪問、生態系・物質循環に関する様々な観測を実施した。



図1 (a) 観測定点K2とS1(Kawakami et al. 2014から転載)、(b) 両地点のT-Sダイアグラム

#### [主な成果]

#### 1. 季節変動の把握

季節毎の海洋観測により両地点の物理構造、生態系、栄養塩、基礎生産力の季節変動を明らかにした (図2)。特筆すべき事はS1では栄養塩濃度が極めて低いにもかかわらず基礎生産力がK2に匹敵するか、 より高かったことである。加えてS1の方が大気中二酸化炭素をより多く吸収していることが明らかとなった。



図3 表層(K2:150m、S1:200m)、亜表層(K2:150-1000m、S1: 200-1000m)における炭素循環像

#### 3. 基礎生産力の制限因子とS1における栄養塩供給メカニズム

基礎生産力の制限因子として、K2は光と微量栄養塩(鉄)、S1は栄養塩であることが示唆された。S1に おける高い基礎生産力を支える栄養塩の供給メカニズムについて海洋観測と数値シミュレーションを基に 考察した結果、アンモニア等の再生産の利用、季節的な鉛直拡散による栄養塩の供給に加え、中規模渦 や低気圧(台風等)の通過に伴うイベント的な栄養塩供給が重要である事が示唆された。またエアロゾルに よる栄養塩の供給の可能性も示唆された。

4. 両地点の酸性化状況

両地点ともにpHの経年的低下、炭酸塩飽和深度の経年的浅層化が見られた(図4)。ただしS1での進行 速度はK2のものより大きかった。これは大気中へ放出された人類起源二酸化炭素が亜熱帯モード水の形 成や循環によりS1を含む北太平洋中緯度に、より多く蓄積されるためである。潜在的にK2の方が酸性化 に対して脆弱ではあるが(元々炭酸塩飽和度が低いが)、S1に関しても注視する必要があることが示唆さ れた。

#### 5. 沈降粒子の長期変動

K2を含む亜寒帯循環域では、中断期間はあるものの、1998年から水深約5000mにおける沈降粒子を捕 集し、主要成分(有機物、Opal、CaCO<sub>3</sub>、陸起源物質)を測定してきた。トレンド解析の結果、沈降粒子中の 陸起源物質フラックスおよび濃度の経年的増加傾向が見られた(図5)。この結果は衛星データのエアロゾ ル光学的厚さ(AOT)の経年的増加傾向と一致していた。黄砂などの天然陸起源物質に加え、人為的陸起 源物質の海洋供給量の増加について今後注目する必要がある。

なおK2S1プロジェクトの詳細は、Journal of Oceanography特別号に掲載予定である。

図2 各種パラメータの季節変動。(a) (b)水温、(c) (d) 塩分、(e) (f) 鉛直混合層、(g) (h)  $pCO_2$ 、(i) (j) 光合成有効放射(PAR)、(k) (l) 硝酸+亜硝酸(NO\_3+NO\_2)、(m) (n) 積算ク DD77JVa(Chl-a)、(o) (p) 植物プランクトン組成:1-dinoflagellates (渦鞭毛藻), 2diatoms (珪藻), 3-chlorophytes (緑藻), 4-prymnesiophytes (プリムネシオ藻), 5-cryptophytes (クリプト藻), 6-chrysophytes (黄金色藻), 7-prasinophytes (プラ シノ藻), 8-cyanobacteria (シアノバクテリア(原核緑藻を除く), 9prochlorophytes (原核緑藻)、(q) (r) 積算基礎生産力(IPP)





(p < 0.0001)