

クルーズサマリー（航海概要）

1. 航海情報

(1) クルーズ名（調査船）

MR11-03（R/V みらい）

(2) クルーズ主要課題と課題概要

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

（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～長期的変化の実態をとらえ、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。かつ生態系や水塊構造の異なる亜寒帯循環域観測定点 K2（北緯 47 度、東経 160 度）および亜熱帯循環域観測定点 S1（北緯 30 度、東経 145 度）の比較研究を実施することにより、変動過程の海域特性を明らかにする。本航海の主要研究課題においては

- 1) K2、S1 における 2 種類の係留系による基礎生産と沈降粒子量の連続的観測
- 2) 船舶による物理・化学・生物過程の季節観測
- 3) 衛星データを用いた観測点周辺の広域水温、クロロフィル分布等の時空間変化解析に関する観測研究を行い、物質固定、鉛直輸送にかかわる生物の分布、活性、環境適応等の生物的要因と海水の物理化学的性質との関連を調べ、気候変動による生態系の変化のメカニズムを明らかにすることを目的とする。

(3) 首席研究員

海洋研究開発機構

地球環境変動領域

本多牧生

(4) 主要課題以外の課題

所属	課題提案者	課題名
東京大学 大気海洋研究所	浜崎恒二	西部北太平洋亜寒帯および亜熱帯海域における生物ポンプの駆動を支配する微生物・地球化学過程に関する研究- III
海洋研究開発機構	内田裕	1. 実測密度の基づく絶対塩分の測定 2. 西部北太平洋底層の水塊特性の経時変化
宇宙航空研究開発機構	大山博史	船舶搭載フーリエ変換分光計による温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT）の海洋上プロダクトの検証
海洋研究開発機構	川合義美	黒潮・親潮続流域における大気海洋相互作用観測研究
海洋研究開発機構	高井研、林為人	東日本大震災震源域海底変動による海底・深海生態系に及ぼす影響調査
非乗船課題		
鹿児島大学	小針統	動物プランクトンが栄養動態と鉛直物質輸送に与える影響
岡山大学	塚本修	海面乱流フラックスの連続測定
海洋研究開発機構	高島久洋	MAX-DOAS 法による対流圏エアロゾル・ガス成分船上観測
富山大学	青木一真	船舶型スカイラジオメーター観測から得られる海洋上のエアロゾ

		ルの光学的特性
海洋研究開発機構	須賀利雄	ARGO フロートを用いた太平洋・インド洋における海洋循環、熱・淡水輸送とそれらの変動の研究および西部北太平洋における物理・化学・生物過程の実験的総合研究
国立環境研究所	杉本伸夫	エアロゾル・雲の光学特性と鉛直分布の観測
千葉大学	中西正男	白亜紀前期から中期までの太平洋プレートの発達史の解明
琉球大学	松本剛	海洋地球物理観測データの標準化及び海洋底ダイナミクスへの応用に関する研究
海洋研究開発機構	栗田直幸	海洋上における水安定同位体分布図作成の為に降水・水蒸気・海水採取

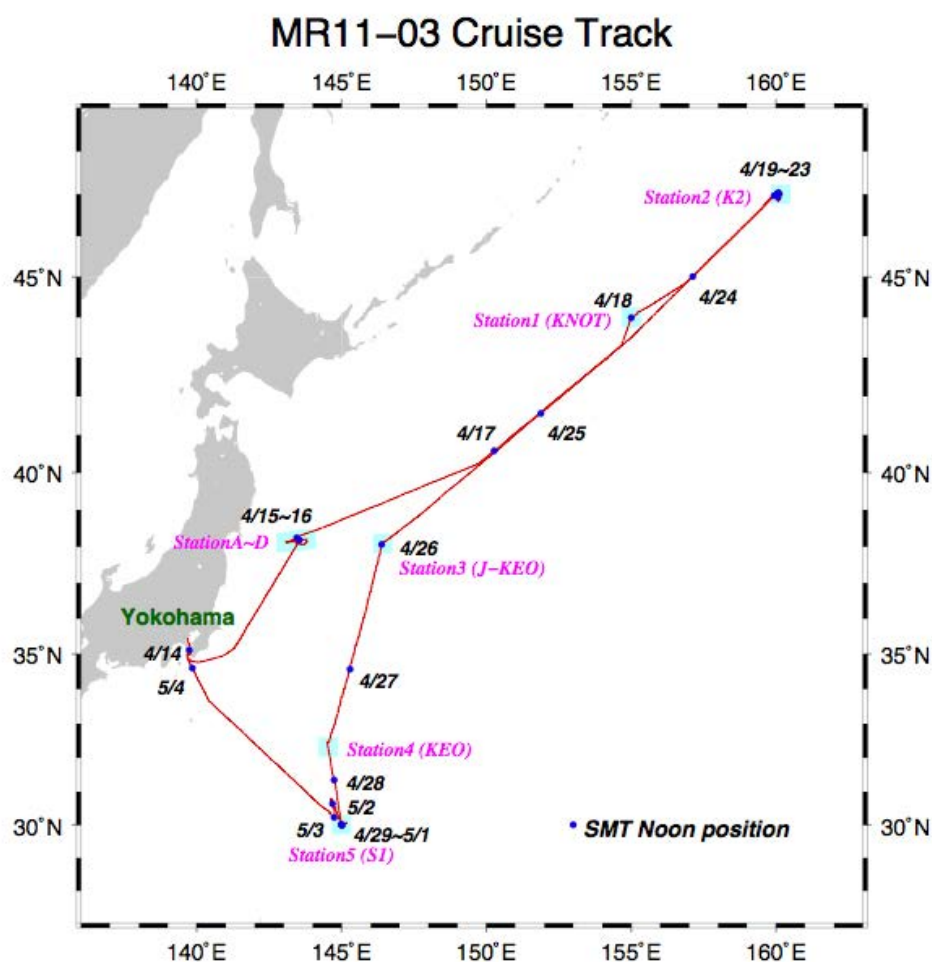
(5) 航海期間（寄港地）

2011年4月14日（横浜港出港） - 2011年5月5日（横浜港帰港）

(6) 調査海域

西部北太平洋 (50°N – 30°N, 140°E – 160°W)

(7) 航跡と観測点



2. MR11-03航海概要

(1) 目的

西部北太平洋の亜寒帯循環域と亜熱帯循環域に設けた時系列観測定点（それぞれK2とS1）で初春の生物地球化学的および海洋物理学的データを収集する。

(2) 航海概要

1) 東日本大震災に関わる緊急調査

2011 年 3 月 11 日、宮城県沖海底でマグニチュード 9.0 の巨大地震が発生した。この地震とそれによって引き起こされた高さ 10m 以上の津波が主として東北地方太平洋側を襲い、約 3 万人の死者、行方不明者、負傷者がでるという大災害となった。加えてこの地震と津波により福島県第一原子力発電所が大きく損壊、その結果大量の放射線が大気、陸、そして海洋へ漏れ続けている。この未曾有の大災害後、文部科学省（MEXT）は海洋研究開発機構（JAMSTEC）に、所有する船舶による福島沖合 30km 地点での海水、大気、大気塵の放射能モニタリングを要請した。「みらい」も約 2 週間、本業務に従事した。その後「みらい」は緊急調査を追加することで通常の西部北太平洋での研究航海（MR11-03 航海）を実施することとなった。この追加調査とは地震／津波発振源で海底付近の海水を採取することであった（図 1）。この調査は地震発生後、海底の断層から気体成分や微生物が放出されているはずという仮説に基づくものである。同海域で 4 回の採水／CTD 観測が行われ、その結果海底付近に低透過度層（高濁度層）が発見された（図 2）。これは地震により海底堆積物が再懸濁したためと推定される。今後、採水試料の化学的／生物学的分析により新たな知見が得られると考えられる。そしてより詳細な地質学的／地球物理学的／生物学的／地球化学的調査研究が JAMSTEC の研究船、曳航体、無人機（ROV）、そして「しんかい 6500」によって実施されるであろう。

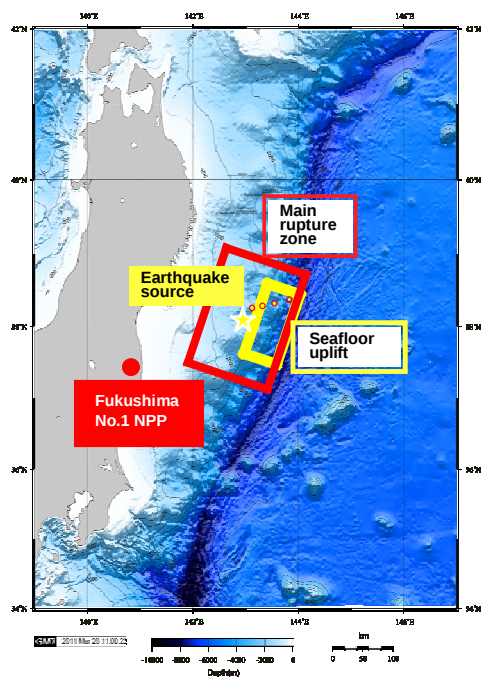


図 1 地震／津波発振源における調査地点

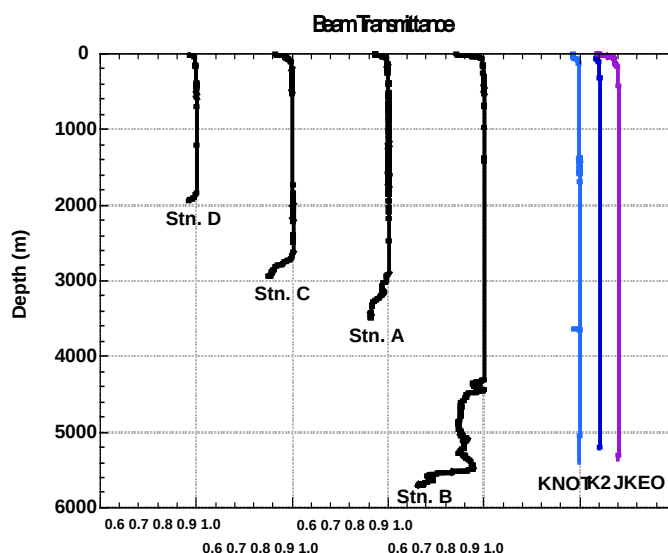


図 2 緊急調査地点 A, B, C, D における透過度の鉛直分布。比較のため時系列観測定点のものも併せて表示。

2) 観測定点 K2 と S1 における時系列観測結果概要

西部北太平洋の生態系と生物地球化学の季節的／経年的変化を把握するため、みらい MR10-06 航海（2010 年 9-10 月）、MR11-02 航海（2011 年 2-3 月）に引き続き、時系列観測定点 K2 と S1 で生物学的／生物地球化学的観測が実施された。主な観測結果概要は以下のとおりである。

2-1) 観測定点 K2

表層海水温度は約 1.7°C で、冬の MR11-02 航海時のもの（約 2°C ）より低かった（図 3a）。しかし水深 100m 付近に水温約 1°C という最低水温層の存在が確認され K2 の最寒期は終了したと推定された。表層海水の溶存ケイ酸塩 $\text{Si}(\text{OH})_4$ 濃度は約 $42 \mu\text{mol kg}^{-1}$ であり水深 100m まで一定であった。過去のデータと比較するとこの濃度は K2 のケイ酸塩濃度の年間最大値にほぼ相当する。クロロフィル a の濃度は冬季航海（MR11-02）のものより少し高いがほぼ同程度のものではあった（図 3c）。基礎生産力は約 $200 \text{ mg-C m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ であり冬季航海 MR11-02 のものより高かった（図 3d）。

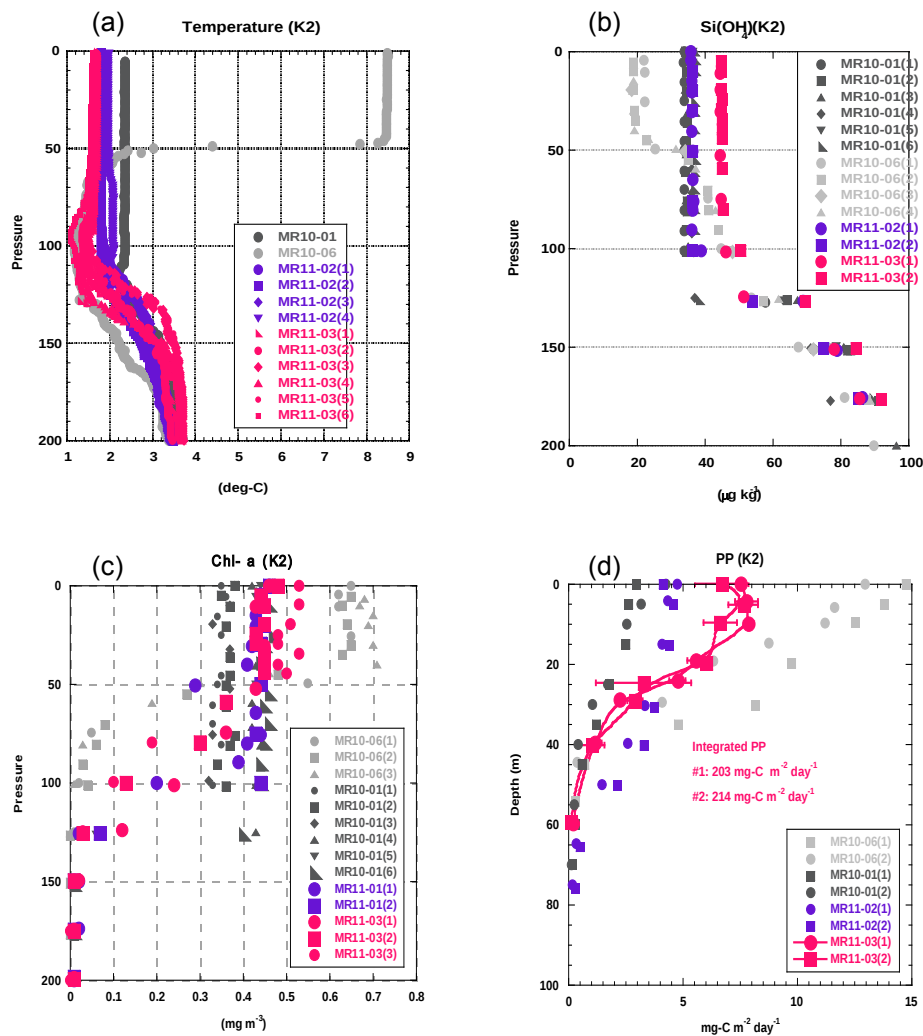


図 3 K2 における (a) 水温, (b)ケイ酸塩 $\text{Si}(\text{OH})_4$, (c) クロロフィル-a (d) 基礎生産力の鉛直分布

今回注目すべきことはK2で浮遊性有孔虫の現存量が極めて多かったことである（木元、私信）。水深 100m 以浅の最大現存量は 1m^3 に約 3,000 個体であった。優占種は *Globigerina bulloides* で、全体の 60%以上であった。*G. bulloides* は肉食種として、また湧昇の指標種として知られている。従って同種の優占は小さい動物プランクトンが増加してきたことを、またこの海域に湧昇により栄養塩が供給されたことを示唆しているに違いない。この種の顕著な増加は他の季節（2010 年 2～3 月、2010 年 10 月～11 月）には観測されなかった。同種の高い生産は同時期に炭素を中深層に輸送し北太平洋の炭素循環に大きく影響していると考えられる。今回の観測結果は過去に K2 で実施されたセジメントトラップで観測された春季の高い有孔虫フラックスによって支持されている。



図 4 プランクトンネットで捕集された浮遊性有孔虫

一方、C5 期という成長したカイアシ類の *Neocalanus cristatus* (stage c5) が IONESS サンプリングによって表層 50m 以浅で観測された（喜多村、私信）（図 5）。前回の冬季航海（MR11-02）ではカイアシ類の成体は 200-300m で休眠・越冬していた。これまでの報告では、カイアシ類の同種は晩冬期、水深 200-500m で産卵後死亡、後に孵化した幼生が春期に表層へ浮上し、表層で秋に向かって成長していく、というものであった。従って 4 月の表層付近における成体のカイアシ類 *Neocalanus cristatus* の存在は

- 2 ヶ月弱の間に、産卵・孵化・浮上・成長した。
- 2 月以前に産卵・孵化・浮上した幼若個体群が C5 期まで成長した。
- 2 月末に 200~300m で休眠・越冬していた個体群が再浮上した

等を示唆するものである。もしも前者 2 つが真実の場合、4 月における捕食圧（grazing pressure）が予想以上に大きいかもしれない。後者の場合は、



図 5 IONESS で捕集されたカイアシ類 Copepodite *Neocalanus*

これまでの報告と異なり、カイアシ類による季節的鉛直移動 (ontogenetic migration) による炭素輸送の効果は小さいことになる。今後の捕集試料の生物学的解析や船上実験により K2 における炭素循環における動物プランクトンの役割が明らかになるであろう。

2-2) 観測定点 S1

表層付近の水温は 19°C (図 6a) で前回の冬期航海 (MR11-02) 時のものよりは高かった。表層混合層は約 40m で冬期の鉛直混合層 (約 120m) よりもはるかに浅くなっていた。表層付近の硝酸塩濃度 (NO_3) はほぼゼロであった (図 6b)。クロロフィル a は変動が大きいが一昨年の冬期のもの (MR10-01, 2010 年 1 月~2 月) と同程度であった (図 6c)。クロロフィル積算値は $43 \pm 16 \text{ mgm}^{-2}$ であった。基礎生産力は表層付近で $13 \text{ mg-C m}^{-3} \text{ day}^{-1}$ で深度とともに低下した。基礎生産力の積算値は $356 \text{ mg-C m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ であった (図 6d)。前回の航海では $1,000 \text{ mg-C m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ 以上の高い基礎生産力があった (MR11-02 preliminary cruise report 参照) ので、わずか 2 ヶ月間で栄養塩が枯渇したと考えられる。しかしながら同地点での基礎生産は維持されている。どのようなメカニズムで S1 の基礎生産が維持されているのか？つまり主要栄養塩または鉄のような微量栄養塩がどのように供給されているのか？海洋内での水平輸送？大気経由？亜表層からの拡散？これらを解明する事が主要課題の一つのテーマでもある。

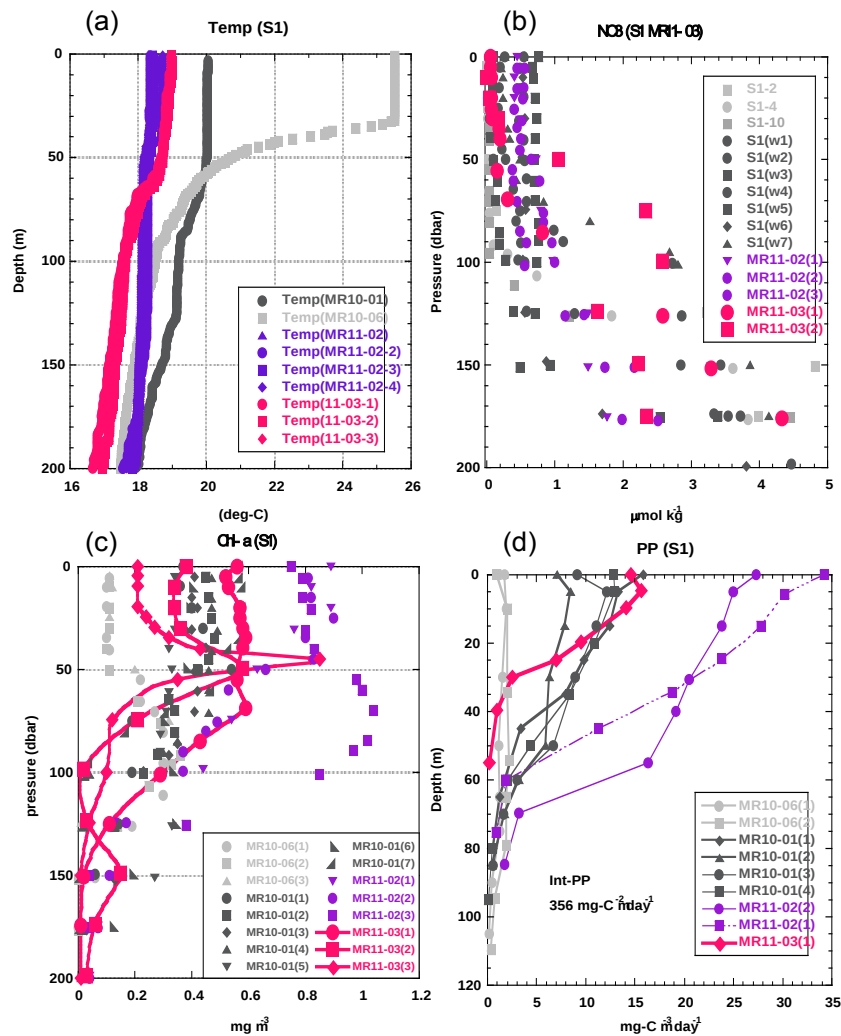


図 6 (a)水温、(b)硝酸塩、(c)クロロフィル a、(d) 基礎生産力の鉛直分布