

## 5 . 地球環境観測研究

課題代表者：独立行政法人海洋研究開発機構 地球環境観測研究センター  
杉ノ原 伸夫 (nobuo@jamstec.go.jp)

### 1 . 研究の目的

アジア・太平洋域を中心とした地域で海洋・陸面・大気の観測を行い、地球環境変動の検証、定量化を行うとともに、地球的規模の熱・水・物質循環に関する研究を推進する。

我が国における地球観測の重要な機関の一つとして、国際的な地球環境観測計画の策定・実施に貢献するとともに、国内外の関係機関と連携して地球環境観測研究を推進する。

### 2 . 研究の方法

太平洋、インド洋、北極海、ユーラシア大陸アジア域等において、研究船、ブイ等の観測施設・設備を用いて、海底堆積物を含む海洋・陸面・大気の観測を行う。

観測データの解析により、熱・水・物質循環過程とそれらの変動についての知見を得るとともに、海水温の変動や海洋が吸収する二酸化炭素量等地球温暖化の影響を検出し、数年から数万年の時間スケールでの地球環境変動についての知見を蓄積する。

収集した観測データは、適切な品質管理を行いすみやかに公開して研究、産業利用等に供する。

国際的な地球観測計画の策定・実施に貢献する。

### 3 . 研究の成果

#### 3 . 1 気候変動観測研究

西部太平洋から東部インド洋に展開されたトライトンブイ、中層ADDCP係留系、船舶観測等のデータから、太平洋暖水プール域の水温・塩分変動、南半球側の低緯度西岸境界流の経年変動について解析研究を進めた。

国際Argoの重要メンバーとして、北・南太平洋、インド洋、南大洋に合計312台のArgoフロートを投入した。Argoデータの品質管理手法の開発、太平洋、インド洋の高品質データベースの作成、

Argoデータを用いた各種モード水の形成・輸送、亜寒帯の海洋構造等の解析研究を進めてきた。

#### 3 . 2 水循環観測研究

地球規模でみて影響力が大きいと考えられる東ユーラシア・西太平洋の2大地域における水循環とそれを規定している要素の実態と長期変動を解明し、

地域規模での気候形成における水循環の役割を明らかにするために、2大地域に気象水文に関する観測網を展開した。

この3年で、積雪・凍土や地域特有の植生が存在する大陸寒冷圏地域における陸域水循環過程と大気との相互作用、さらには大陸大河川流域の流出特性を解明し、東アジア梅雨前線帯、熱帯積雲対流の季節内変動から年々変動について新たな知見をうるとともに、雲解像度モデルの資する解像度の高いデータを取得し、インドシナ半島からインドネシアを中心とした水蒸気等の水循環の特徴およびそれが大気大循環に与える役割を解明した。

#### 3 . 3 地球温暖化観測研究

北西部北太平洋に海洋物理・生物地球化学の時系列観測定点(3点)を設けて、この海域での生物ポンプ過程を定量化するのに重要な、栄養塩・炭酸系・生物生産・沈降粒子フラックスなどの季節変動などを明らかにした。

近年海水量の減少が顕著な北極海において、米加との国際共同観測を実施した。西部北極海カナダ海盆では、成層構造と循環場について新しい知見を得た。

北太平洋において採取した海底堆積物に含まれるプロキシー(代替指標)の解析によって、過去2万年の北太平洋中層の循環速度の変動、最終最寒期(1.8万年前)の親潮と黒潮の勢力関係などを復元した。

#### 3 . 4 海洋大循環観測研究

南半球の南緯30-20度帯を一周する航海(BEAGLE2003、2003年8月~2004年2月)で、水温、塩分、溶存化学物質の高精度観測を実施した。このデータを1990年代前半に実施された世界海洋循環実験計画(WOCE)のデータと比較した結果、以下のことが明らかとなった。

太平洋、大西洋、インド洋の各大洋の南極底層水で、水温の上昇傾向(約0.01)がみられた。また、南極周辺での海水変質に伴う鉛直循環(南極オーバーターン)が弱まっていることが示唆された。これらの結果が温暖化の影響といえるかどうか、更なる調査が必要である。大西洋の南極底層水では人為起

源物質であるフロンを検出した。濃度にして 0.03 ~ 0.05pmol/kg とごく微量であるが、12 年前の WOCE 航海では検出されていなかったものである。また、太平洋の南極底層水では全炭酸濃度が約 3 $\mu$ mol/kg 高くなっていった。この増加は、大気中に放出された人為起源 CO<sub>2</sub> を海が吸収した分と推定され、フロンに関する知見と共に、人間活動の影響が南極周辺での海洋循環を通して海洋深層に広がりつつあることを示している。

### 3.5 海洋・陸面・大気相互作用総合研究

西部熱帯太平洋域において、地上観測サイトによる長期連続観測に加え、船舶・航空機によるレーザー・ゾンデ・プロファイラー等を用いた集中観測を実施することにより、エルニーニョ現象に関係する季節内振動・モンスーン活動と雲対流活動との相互作用や、水蒸気輸送とその変動を明らかにした。

### 4. 今後の課題

- ・現状レベルで熱帯域観測システムを維持するとともに、インド洋やフィリピン沖への観測網拡張を可能とする簡易型ブイの開発や熱・水フラックスを高精度で計測できるブイセンサーの開発が課題である。
- ・Argo計画をオペレーショナルなシステムとして確立することが国内的・国際的に最重要の課題である。
- ・過去4年余りの観測研究結果を基に、研究課題を取捨選択・追加し、WCRP の諸中核計画に対応できるようにもする。また新機器の開発および機器の導入、国内外研究機関の協力により、観測網を拡張・緻密化するとともに高精度化する。
- ・海洋変動の鍵となる海域を設定し観測を展開する。同時に研究体制の強化を行う。近未来の環境変動と結びついた古環境変遷の観測研究を行う。
- ・BEAGLE2003で実施したような「WOCE再観測」は、全球データセットの構築を目指して国際的な調整、分担のもとに進められている。よって将来的には、このデータセット及び同化モデルや衛星観測データを総合的に用いて、温暖化に関わる海洋大循環の変動を定量的に明らかにすることを目指す。これは温暖化進行の監視と、予測モデルの検証に役立つものである。
- ・海大陸周辺域が気候システムに果たす役割の解明をめざす、総合的な観測研究計画の作成が必要である。

### 5. 成果文献

- Fukasawa, M. et al., 2004: Bottom water warming in the North Pacific Ocean. *Nature*, 427(6977), 825-827
- Harada, N., et al., 2003: Characteristics of alkenones synthesized by a bloom of *Emiliania huxleyi* in the Bering Sea. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 67 (8), 1507-1519.
- Honda, M., et al., 2002: The biological pump in the northwestern North Pacific based on fluxes and major component of particulate matter obtained by sediment trap experiments (1997-2000). *Deep-Sea Res.*, 49, 5595-5625.
- Ichiyamagi, K., et al., 2002: Interannual variations of stable isotopes in Antarctic precipitation in response to El Nino-Southern Oscillation. *Geophys. Res. Lett.*, 29, 1-1 to 1-4.
- Iwasaki, S., et al., 2004: Subvisual cirrus cloud observations using a 1064-nm lidar, a 95 GHz cloud radar, and radiosondes in the warm pool region, *Geophysical Research Letters*, 31(9), L09103, doi:10.1029/2003GL019377.
- Kumamoto, Y., et al., 2002: Bomb radiocarbon invasion into the northwestern North Pacific, *Deep-Sea Res. II*, 49, 5339-5351.
- Kurita, N., et al., 2003: Relationship between the variation of isotopic ratios and the source of summer precipitation in eastern Siberia, *J. Geophys. Res.*, 108, D11,AAC5-1-AAC5-10 (4339,doi:10.1029/2001JD001359)
- Murata, A. and T. Takizawa., 2003: Summertime CO<sub>2</sub> sinks in the shelf and slope waters of the western Arctic Ocean. *Continental Shelf Res.* 23, 753-776.
- Nishino, S., 2002: Buoyancy- and eddy-driven circulation in the Atlantic layer of the Canada Basin. *J. Geophys. Res.*, 107 (C7), 10. 1029/2000JC000286.
- Oka, E. and T. Suga, 2003: Formation region of North Pacific Subtropical Mode Water in the late winter of 2003. *Geophysical Research Letters*, 30(23), 2205,doi:10.1029/2003GL018581
- Sugiura, K., et al., 2003: Systematic error aspects of gauge-measured solid precipitation in the Arctic, Barrow, Alaska. *Geophys. Res. Lett.*, 30, 4,10.1029/2002GL015547.
- Ueki, I., et al., 2003: Observation of current variations off the New Guinea coast including 1997-98 El Nino period and their relationship with Sverdrup transport. *J. Geophys. Res.*, 108(C7), 3243, doi: 10.1029/2002JC001611.