

D-3 衛星可視域データのグローバルマッピングによる広域環境変動に関する研究

(4) 衛星可視域データ評価のための海洋表層混合層及び海流系の研究

研究代表者

運輸省気象庁気象研究所

遠藤昌宏

運輸省 気象庁 気象研究所

海洋研究部	第1研究室	遠藤昌宏・北村佳照・山中吾郎
気候研究部	第4研究室	本井達夫
地球化学研究部	第1研究室	野木義史

平成2年度～4年度合計予算額

6,150千円

[要旨]

衛星可視域データによる広域海洋のクロロフィル分布と海洋表層混合層および流動場の物理構造との相互関連を明かにすることを目的とした地球規模海流モデルを開発した。

Mellor & Yamada (1982) にもとづくシア-乱流のクロージャーモデルを海洋表層の混合過程として、世界海洋流動モデルに組み込む作業から開始した。年平均値の海面水温、海面塩分 (Levitus) に近づくような海面フラックスと年平均値の海上風応力 (Hellermann & Rosenstein) を与えて、海洋流動の定常状態を求めた。その結果を解析して、水温の鉛直構造、混合層の厚さの分布、表層の鉛直混合係数の大きさ、鉛直上昇流の水平分布などを計算した。

[キーワード] 流動モデル、表層混合層、スパコン、衛星可視域データ、プランクトン分布

1. 序

人間活動の影響は、近年、大陸棚などの広域海洋にまで拡大しており、このような海域の環境を評価する必要性が増大している。海域が広大でかつ時空間変動が顕著なため、従来の海洋観測では時間的空間的な頻度が不十分である。このため、人工衛星取得のデータを海洋環境の評価指標として利用するための研究が必要となっている。また、クロロフィル量は、海域の一次生産力をあらわしているから、栄養塩等の海洋環境要素と相関をもっている。したがって、衛星可視域データとしてのクロロフィル量の利用技術は、広域海洋環境の評価にとって必須の技術である。ただし、衛星取得量はある深度までの二次元的な光学的情報であるから、これを海洋環境の指標とするためには、一般に、衛星データ処理システム、大気補正手法、モデリング手法、海域グラウンドトゥルスサンプリング手法、鉛直分布の類型化手法等、いくつかの開発・研究プロセスが必要になる。

2. 研究の目的

本サブテーマでは、衛星可視域データによる広域海洋のクロロフィル分布と地球規模海流モデルで求めた流動場とを比較し、可視域データから得られる植物プランクトン分布と表層混合層の構

造の相互関連を明かにすることを目的とする。そのため、スーパーコンピュータを用いて、海洋の表層の流動に主眼をおいた海洋流動モデルを開発し、鉛直混合、下層からの湧昇などの現象を再現する。

3. 流動モデルの開発

クロロフィルなどのように、ほとんど海水の移動にともなって流動し、なおかつ、生物・化学物質固有の化学反応によってその濃度が変化する有機物・無機物の時間-3次元分布を定量的に理解することが最終の目的である。そのために、後者の生物化学・光学過程の定量的理解のほかに、海水の移動を支配する物理的要因、生物化学的環境を変化させる物理的要因をおさえることが重要である。

クロロフィルの流動モデルによる実証的な研究を行う前に、クロロフィルの分布に左右されない、物理環境の変動とクロロフィルの分布の相関を調べる。そこで、クロロフィルの分布に関係すると思われる物理環境とそのパラメータ（海洋表層流動、海洋表層混合層・冷却対流層、鉛直混合係数、鉛直流、湧昇流水の起源水深、直達日射量など）を調べることに出来る流動モデルを作る必要がある。今後、地球規模のデータが数年以上にわたり、日々モニター出来ることを考えると、流動モデルは全球が望ましい。

そこで、その第1歩として、全球海洋流動モデルに海洋表層混合層モデルを埋め込んで、そのパフォーマンスを調べた。モデルは、東西 2.5° ・南北 2° の水平格子間隔で、鉛直21層の格子点をもち、全球海洋を対象とする。混合層モデルは、その時点での鉛直密度勾配、水平流の鉛直勾配、海面での風の応力から診断的に推定される渦エネルギーの鉛直分布をもとにして、鉛直渦拡散係数と鉛直渦粘性係数を与える（メラ-山田レヴェル2：Mellor & Yamada, 1982¹⁾。2つの係数から、新たな水温、塩分、流れを予測する。

4. 計算の結果：年平均流動モデル²⁾

海洋表層混合層モデルと海洋表層流動のパフォーマンスを調べる。そのため、すべて年平均の外力のデータセット、即ち、Hellerman and Rosenstein(1983)³⁾の風とLevitus(1982)⁴⁾の海面水温、海面塩分を使った。準定常になるまで積分を続け、その後、データの解析を行った。

図1は、海面付近での鉛直上昇流の分布である。この分布は、ほとんど与えられた海上風の応力とコリオリの力によって決まる。熱帯、高緯度帯での上昇流、中緯度帯での下降流が表現されている。

図2は、同様に、海面付近での鉛直混合係数の分布である。平均的に東西風の強い偏西風帯と偏東風帯に $20\sim 60\text{cm}^2/\text{s}$ の大きい値が出ている。

その他、水平流動場、対流混合場、混合層厚さの分布を見て、ほぼ合理的な物理量の分布を得ている。ただ、上層部の鉛直分解能が約5mとやや粗いため混合層の厚さがややちいさめにでている。また、格子の水平分解能が悪いことと年平均の海面水温値を使ったため、亜熱帯循環の東向流（北太平洋では、黒潮続流）が高緯度まで広がり、高温水が高緯度まで運ばれ冷却される結果、活発な鉛直対流が生じる点は非現実的である。

4. 研究の成果

本サブテーマは、平成4年度から開始された。平成4年度においては、Mellor & Yamada (1982) に基づくシア-乱流のクロージャーモデルを海洋表層の混合過程として、世界海洋流動モデルに組み込む作業から開始した。その後、年平均値の海面水温、海面塩分 (Levitus)、海上風 (Hellerman & Rosenstein) を与えて、予備的に海洋流動の定常状態を求めた。その結果を解析して、水温の鉛直構造、混合層の厚さの分布、表層の鉛直混合係数の大きさ、鉛直上昇流の水平分布など定量的にほぼ満足できる値が得られた。しかし、高緯度での鉛直混合などの点で改善すべき点が見られた。

今後、得られた流動モデルに、季節的に変化する海面水温・海面温度・海上風を与えて、海洋表層の海洋構造の季節変動を計算し、クロロフィル (植物プランクトン) の衛星可視域データと海洋表層混合層及び海流系の物理的関係を明らかにする。また、混合層モデル自体の改良を図りたい。

参考文献

- 1) Mellor, G. L. and T. Yamada (1982) Rev. Geophys. Space Phys., 20, 851-875.
- 2) 遠藤昌宏 (1993) スーパーコンピュータによる地球環境ワークショップ
- 3) Hellerman, S. and M. Rosenstein (1983) J. Phys. Oceanogr., 13, 1093-1104.
- 4) Levitus, S. (1982) NOAA Prof. Papers 13, 173pp.

国際共同研究等の状況

該当無し

研究発表の状況

発表者名	発表課題	発表誌名等	英文・和文
遠藤昌宏 (1993)	クロロフィル分布にかかわる 大洋規模流動構造の研究	スーパーコンピュータによる地球環境ワークショップ	日本語口頭

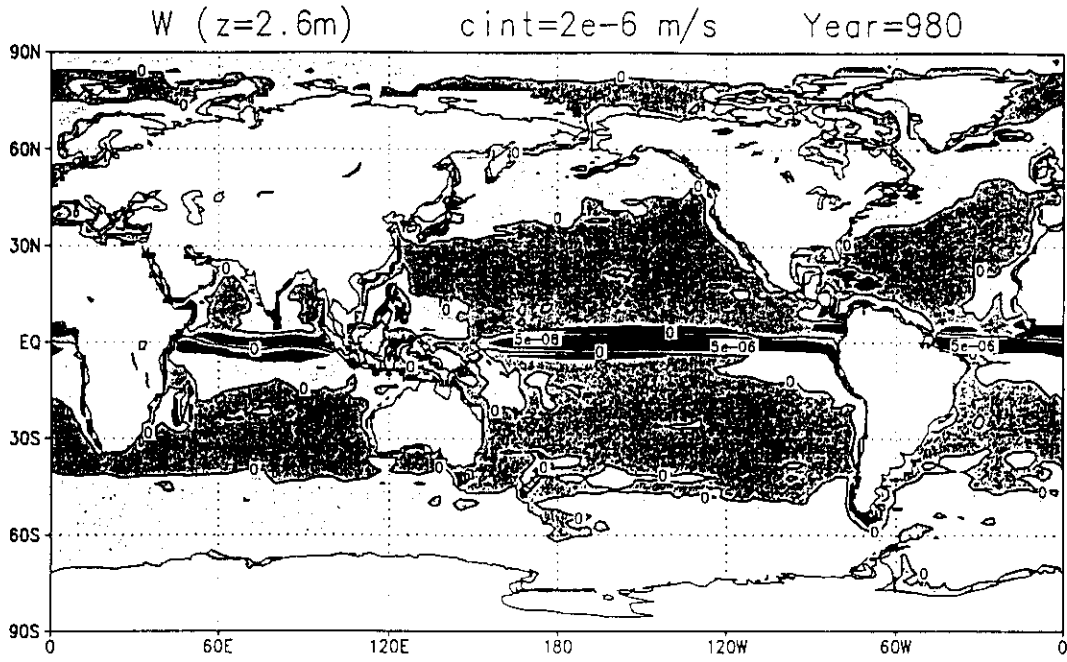


図1 準定常状態での海面付近の海水の上昇流の分布。等値線の間隔は 2×10^{-6} m/s。鉛直上向きが正の値。中緯度では負、低緯度・高緯度で正の値をとる。

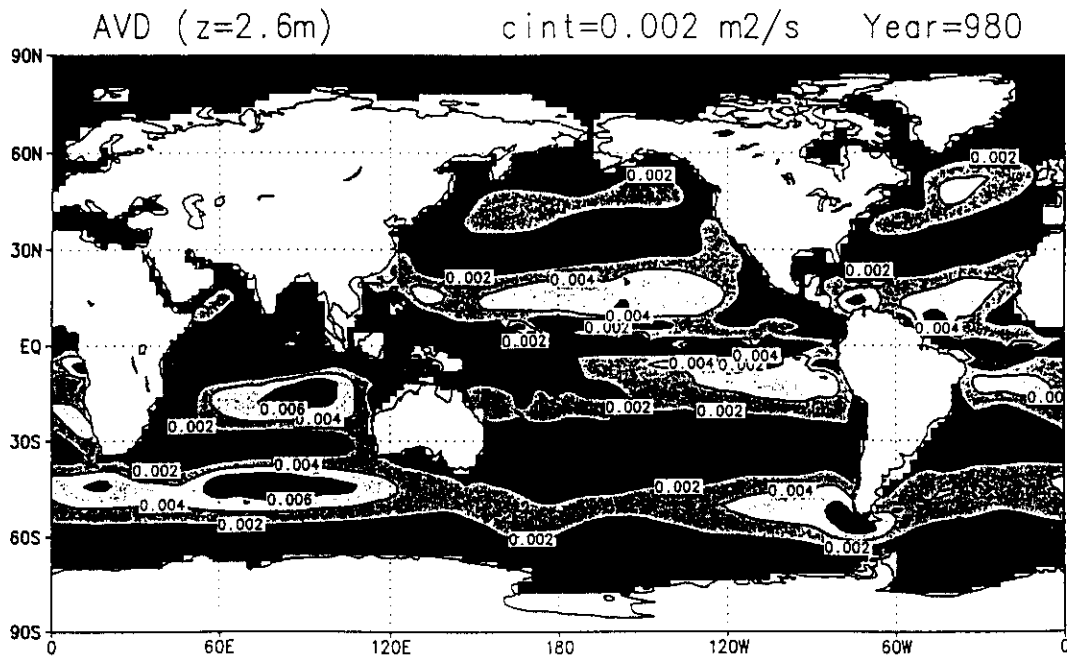


図2 準定常状態での海面付近の海水の鉛直混合係数の分布。等値線の間隔は 2×10^{-3} m²/s。各緯度帯で偏西風・偏東風の強い海域で風による強制的な鉛直混合が大きいことが分かる。