

長期モニタリングによる地球環境変動の解明をめざして — 海洋の人工放射能長期モニタリングからみえてきたもの —

地球化学研究部 廣瀬 勝己

1. はじめに

地球は、氷河期など過去に大きな気候変動を経験してきた。さらに、20世紀の後半には、気候に直接影響を及ぼすと考えられる大気中の二酸化炭素の増大が確認され、その気候への影響が懸念されている。このように人類活動の拡大が地球環境変化に直接影響を及ぼす可能性が生まれている。したがって、人類活動の影響も含め地球環境の将来予測をすることは、人類が持続的に発展していくために不可欠となっている。この目的のため、環境の長期にわたるモニタリングは極めて重要な役割を果たしている。

2. 気象庁・気象研究所における長期モニタリング

気象庁では、長期にわたり気温・水温などの地球環境を監視する物理量を測定してきた。その成果は気象庁の気候変動監視レポートや地球温暖化予測情報としてまとめられ、気候変動の徴候の検出に利用されると共にWMO/GAWやIGBP/IGACなどの国際機関にも提供されている。

1980年代以降、地球環境問題がクローズアップされ、大気中の二酸化炭素やメタン、二酸化窒素などといった微量成分を測定することが求められてきた。気象研究所では、1980年以前から世界水準の精度の測

定技術を確立し、気象庁とともに長期にわたる化学量の観測を支えてきた。現在では、上層大気、地表、海洋と日本周辺から西部太平洋にかけて気象庁及び気象研究所による温室効果ガスの観測網が広がっている（図1）。この観測網を使った観測の結果から、現在も、人類の化石燃料の消費に伴い、下層から上層大気まで、二酸化炭素の増加傾向が続いていることがわかった。また、海洋では、海水中に溶け込んでいる二酸化炭素の量が大気中の二酸化炭素の増加に追従して増加していることがわかってきた。

さらに、海洋では温暖化ガスだけでなく海水中の全炭酸、栄養塩等海洋化学成分や生物要素の観測を行っている。これらの観測項目は気候変動の解明に役立てられるばかりでなく、気候変動に伴う生態系など環境変化の検出にも有効となっている。

このように、気象庁・気象研究所では、二酸化炭素を始めとする大気・海洋の化学量観測を長年にわたって行い、地球環境の観測を継続している。

一方、大規模核実験等で大気中に放出された人工放射能も重要な観測項目と考えられ、気象庁・気象研究所においても、40年以上にわたって、大気降下物や海水中の人工放射能を観測している。この観測結果は、気象庁の放射能観測資料としてまとめられ公表されている。また、人工放射能のデータは大気、海洋の動きを最も適

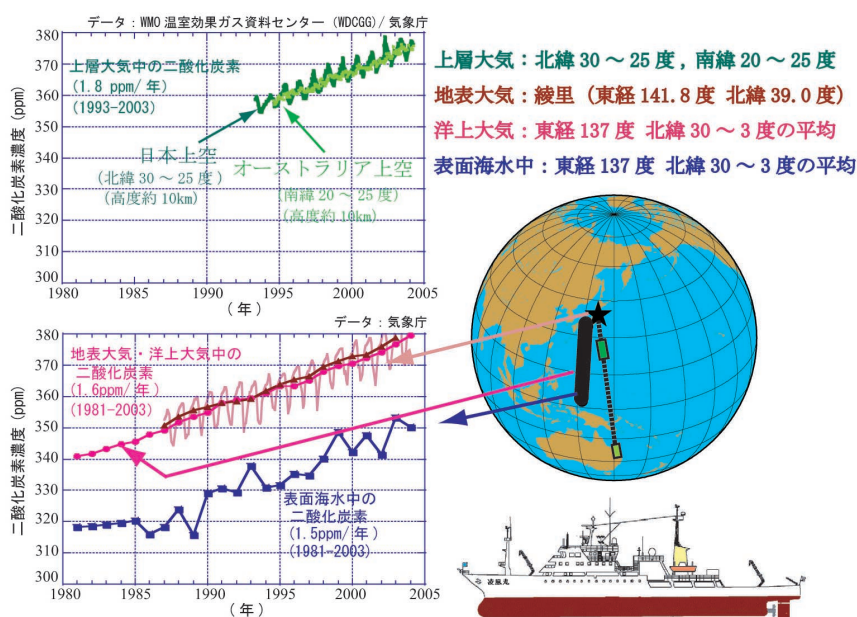


図1 増え続ける大気・海洋の二酸化炭素濃度

確に反映していると考えられ、地球上での循環の指標としても活用されてきた。

例えば、大気降下物中の人工放射能の観測結果から、大気圏における核実験の直接の影響は1980年代の前半でなくなり、以降は土壌粒子の再浮遊を反映していることがわかった。近年、大気降下物中の人工放射能は黄砂などの土壌粒子の大気中の動態に関係付けられ、気候変動に係わる砂漠化の指標となる可能性もある。

3. 海洋循環のトレーサーとしての人工放射能

地球は、その4分の3を海洋に覆われており、地球環境を考える上で海洋の果たす役割を欠かすことはできない。また、海洋は人工放射能に関して一種の貯蔵庫となっている。

海水中の人工放射能の大部分は、大規模大気圏核実験が行われた1960年代前半の比較的短期間に北半球中高緯度に降下したものに由来する。人工放射能のうち、 ^{137}Cs は、半減期が30年と長く、同時に海水に溶解した状態で安定に存在することから、数十年から100年程度の時間スケールで海水の動きの良いトレーサーとなる。気象研究所では大気・海洋中での人工放射能を追跡するために、世界各国での観測結果から、大気降下物、海水中の人工放射能のデータベースを構築した。その結果、1960年代の ^{137}Cs 降下量の再評価を行うことができ、現在国際機関で認められている値より、1.5倍大きいことがわかった。

この降下量は、「多くの観測データを基にしていること」に加えて「 ^{137}Cs が海洋に溶け込む過程が単純であること」から、インプットデータとしては、フロンなど他の海洋トレーサーをインプットデータとして用いる場合に比べて、最も信頼がおける値である。

海水中の ^{137}Cs 濃度に関する過去のデータと最近の観測結果から、主に1960年代前半に西部北太平洋に降下した ^{137}Cs は海水の移流により、約10年でアメリカ西海岸に達することがわかった。すなわち、1970年代初頭では、東部北太平洋の ^{137}Cs 濃度が太平洋の表面水で最も高い(図2a)。海洋大循環モデルでも、1970年代初頭の東部北太平洋で同様の結果が得られている(図2b)。また、北太平洋に降下した ^{137}Cs の大部分は亜熱帯ジャイアの亜表層に長期にわたり保持されていることもわかった。さらに、表層海水中の ^{137}Cs 濃度を海域ごとに30年以上追跡し、海域によって異なる濃度の時系列変化の実態を明らかにした。中でも、北太平洋亜寒帯域では、 ^{137}Cs 濃度の顕著な減少が見られた。この様子を、各海域の ^{137}Cs の滞留時間として図3に示す。

4. まとめ

以上のように、長期のモニタリングは地球環境を観測する上で重要な役割を果たしている。とりわけ、人工放射能については、環境への直接的な影響だけでなく、

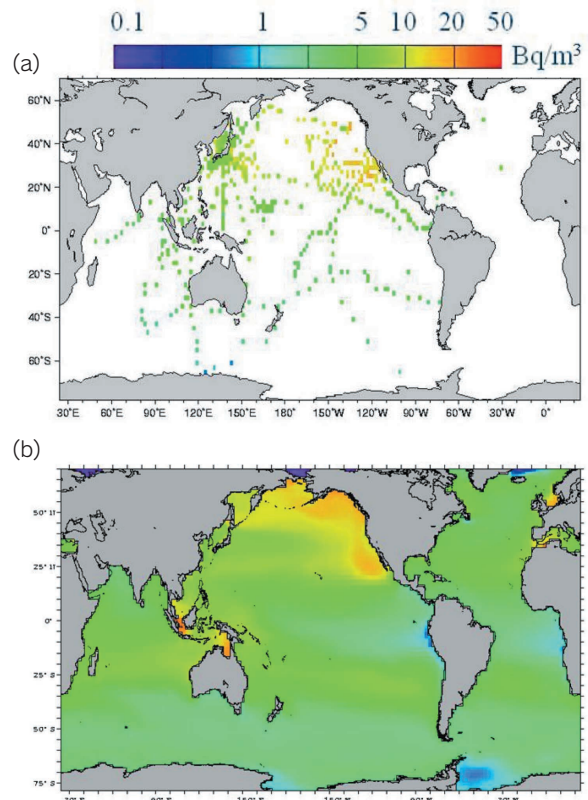


図2 1970年の表面海水中の ^{137}Cs 濃度
a: 観測値 b: モデルによる再現

大気や海洋の動きを追跡するトレーサーとして、数値計算モデルの開発・改良において有用となる。

例えば、気候変動予測を目指した炭素循環モデルは海洋循環モデルを基礎に構築されているが、現在の海洋循環モデルでは、北太平洋亜寒帯域における ^{137}Cs 濃度の大きな減少を完全に再現することは難しい。このため、海洋循環モデルの高精度化は気候変動の将来予測モデルを開発するための重要な課題となっている。したがって、人工放射能による海洋循環モデルの検証は変動予測可能なモデルの実現に極めて有効な指針を与えることができる。

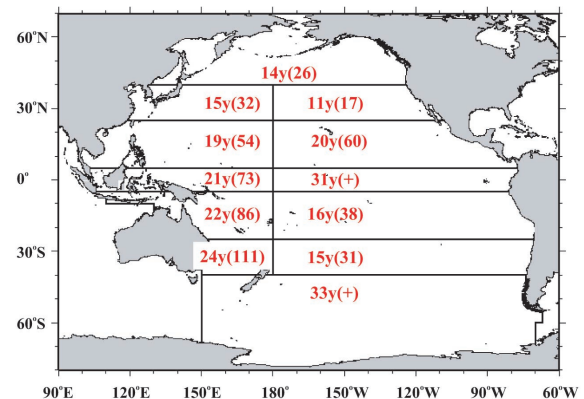


図3 太平洋各海域ごとの表面海水中の ^{137}Cs の見かけの滞留時間
(カッコ内は、放射壊変を補正した物理的滞留時間)