

46-9 太平洋域の人為起源二酸化炭素の海洋吸収量解明に関する研究

独立行政法人国立環境研究所 野尻 幸宏(yukihiro.nojiri@cao.go.jp)

1. 研究の目的

海洋・大気観測から得られる観測量、特に、海洋の二酸化炭素吸収量とその年々変動は、現状説明型炭素循環モデルの精度を高めるのに必須のデータであり、海洋二酸化炭素に関するグローバルデータセットの確立と解析が緊急に求められている。わが国では、各省庁連携体制のもとで、太平洋域の二酸化炭素に関わる海洋観測を積極的に行ってきたことから、二酸化炭素吸収量に関連したデータを含むさまざまな海洋・大気観測データセットが存在している。本研究では、これらのデータに対し統合的な解析を行うことにより、太平洋の二酸化炭素吸収量を解明し、地球規模の炭素循環の解明に貢献することを目的とする。

2. 研究の方法と成果

2.1 太平洋の海洋表層二酸化炭素データ解析による二酸化炭素吸収放出の解明に関する研究(国立環境研究所)

国立環境研究所の北太平洋表層海洋CO₂データを利用し、北太平洋中高緯度域のCO₂吸収の制御要因に関する解析研究を行った。国立環境研究所では、1995年3月から2001年5月にかけて、北太平洋航路定期貨物船を利用する大気・海洋CO₂観測を実施し、6年間の完全なデータセットを得た。最も密な観測データがある2000年に注目し、CO₂分圧変動を引き起こす水温変化、生物過程、ガス交換過程のそれぞれを分別した。ここでいう生物過程は、夏の生物生産で沈降した粒子の分解でCO₂濃度が高まった表層海水の冬の混合による表層への回帰を含む。海水採取試料の分析値がある硝酸のデータを生物過程(混合過程を含む)の効果推定に用いた。データは着目する6つの海域区分で空間分布を解析した。各海域のCO₂分圧月別値は、観測値に最小自乗フィットする調和関数から求めた。各海域区の表層海水CO₂分圧、硝酸、塩分、水温の季節変動幅を求めたところ、すべてについて北太平洋海域の中では、西部亜寒帯循環海域が最大であった。北太平洋中高緯度海域のCO₂分圧制御要因としては、どの区分でも水温と生物効果が大きく、ガス交換効果は小さかった。西部亜寒帯循環海域と東部のアラスカ循環域という2つの循環域のCO₂分圧年間振幅はそれぞれ

100 μ atmと45 μ atmであり、ほぼ2倍の差がある。その制御要因には、西部で生物過程項がより卓越し、東部で水温変化項がより卓越するという相違があった。生物効果による月あたりCO₂分圧低下は西部亜寒帯循環域では7月に95 μ atmの最大値を示し、アラスカ循環域では8月に現れる月あたり低下最大値のほぼ2倍であった。このような要因解析は海域のCO₂分圧の季節変動の理解を通して、海域のCO₂吸収過程のモデル化に役立つ。

2.2 太平洋の海洋中深層データ解析による長期的二酸化炭素吸収量の解明に関する研究(産業技術総合研究所、北海道大学)

1970年代以降の北太平洋のCO₂データを収集し、統合データベースを作成した。昨年度までに作成したデータベースを利用して東経165度の南北断面における1992年から2000年までのCO₂濃度の増加速度を見積もったところ、約1000mの深度まで最大1.0 μ mol/kg/yrの速度で人為起源CO₂の影響により濃度が上昇していることが分かった。同時に、人為起源分の数倍の濃度変動が酸素濃度の変動とともに起こっており、人為起源CO₂の溶入以外に、海洋循環の変化により海洋のCO₂蓄積量が大きく変動していることが示唆された。

さらに、収集したトレーサーおよび溶存酸素などのデータセットを時系列に並べて解析した結果、北太平洋の広範囲な海域で水深1000m程度まで、大気の変動と即座に対応する20年の周期を伴いながら海洋表層と深層との混合が弱化したことを明らかとした。およそその弱化の程度は概算ではあるが過去40年で10-20%程度と見積もられ、人為起源CO₂の吸収(Uanth)の効率が数十年スケールで急激に鈍ってきている可能性があることを示している。一方、人為起源二酸化炭素以外の二酸化炭素の海洋から大気へのやり取り(Unon)が鈍っていることも明らかになった。UanthとUnonの量比を時空間的に今後明らかにすることが、海洋のCO₂吸収に伴う気候変動解析・予測に重要であり、その変動量を太平洋スケールで明らかにすることを予定している。

2.3 海洋生物データのデータ統合化技術と炭素循環解明への活用に関する研究(水産総合研究

センター)

独立行政法人水産総合研究センターの水産研究所は主として日本近海で長年にわたり海洋観測を実施し、栄養塩やクロロフィルのデータを各々の調査ごとに公開してきたものの、すべての調査を網羅するようなデータベースの作成は行われていない。水産総合研究センター及び水産庁には12隻の調査船が配属されていて、主として日本の経済水域内で資源、海洋、増殖のための調査研究に従事している。調査で得られた栄養塩とChl.aデータ並びに同じ調査で得られた水温や塩分等のデータのクオリティコントロールを行った後データベース化し、ホームページにおいて公開した。収録されているデータの海域は、太平洋岸の北海道沖から御前崎沖までのものが多く、それ以外では瀬戸内海や北太平洋中高緯度域のものがある。データ利用により、日本近海域のCO₂固定にかかわる海洋生物生産の状況が解析された。

2.4 海洋二酸化炭素データ統合に関する分析標準化に関する研究(国立環境研究所)

海洋の二酸化炭素吸収現象を全海洋規模で推定するためには、全海洋の国際共同観測とデータ統合解析が必要である。しかしながら、測定方法の偏差が存在すると、その統合解析は極めて困難になる。本研究では、主として表層海洋のCO₂分圧測定について、測定法の国際相互比較を行い、データ統合への活用を図る。CO₂分圧測定の正確度を確保するためには、標準海水の利用が困難であるので、装置を持ち寄る相互比較実験が最もよい方法である。2003年3月に、大容量の室内海水プール(水産総合研究センター水産工学研究所)において、国内3機関、海外8機関から、13台の海洋表層CO₂分圧測定装置を集める相互比較実験を行った。実験結果を議論するワークショップを2004年1月につくばで開催し、実験結果の解析を行い海洋表層CO₂分圧測定における誤差要因を明らかにした。今回の知見は、世界各国各機関の海水CO₂分圧測定の正確さを高めることに有効であると考えられる。

2.5 海洋表層二酸化炭素観測統合データの利用による太平洋・大西洋の比較解析(国立環境研究所)

国際共同観測網の展開として、ドイツキール大学海洋研究所と共同で、大西洋の高緯度表層海洋CO₂分圧測定として、定期貨物船へ観測装置を搭載し、その季節変化、海域分布を解析する観測を

2002年2月から開始した。2003年1月までの9往復の大西洋横断航海で、片道16回の測定を行うことができた。航路は北緯35度から50度帯であり、西経35度を境に季節性に大きな相違があることが明らかになった。結果を1960年代以来の多くの航海データを解析したTakahashiら(2002)による気候値と比較した。このデータのまとめは、1960年代以来の長期にわたって存在するデータを全て利用したものであるため、いわゆる気候値として扱われるべきものである。これに対し、海域の集中観測データで季節を通じた観測を行うことで、特定の年、あるいは年範囲のデータが得られる。緯度帯毎に見たとき、高緯度で今回観測のCO₂分圧が高く、中緯度の40度帯でやや低い。また、東西を比較すると、東部海域で気候値が低く、今回観測が高い。これが、2002年1年間の観測によることが理由であるかどうかは、観測継続を行わない限り結論できないが、このような気候値との差を求められるような観測を継続することで、年々変動や経年変動を明らかにする研究観測が必要とされている。

3. 成果文献

- C. S. Wong, et. al, 2002: Seasonal cycles of nutrients and dissolved inorganic carbon at high and mid latitudes in the North Pacific Ocean: determination of new production and nutrient uptake ratios, *J. Oceanogr.*, 58, 227-243.
- T. Takahashi, et. al, 2002: Global sea-air CO₂ flux based on climatological surface ocean pCO₂, and seasonal biological and temperature effects, *Deep-Sea Res. II*, 49, 1601-1622.
- J. Zeng, et. Al, 2002: A comparison of ΔpCO₂ distributions in the northern North Pacific using results from a commercial vessel in 1995-1999, *Deep Sea Res. II*, 49, 5303-5315.
- C. S. Wong, et. al, 2002: Seasonal cycles of nutrients and dissolved inorganic carbon at high and mid latitudes in the North Pacific Ocean during the Skaugran cruises: determination of new production and nutrient uptake ratios, *Deep Sea Res. II*, 49, 5317-5338.
- T. Tanaka, et. al, 2003: Oceanic Suess effect of δ¹³C in subpolar region: The North Pacific, *Geophys. Res. Lett.*, 30, 10.1029/2003GL018503.