

47-20 陸域・海洋による二酸化炭素吸収の長期トレンド検出のための酸素および二酸化炭素同位体に関する観測研究

独立行政法人国立環境研究所 向井人史 Inmukaih@nies.go.jp

1. 研究の目的

二酸化炭素のグローバルな発生と自然界による吸収の量的相互関係は、今後の二酸化炭素の将来濃度を予測するためには非常に重要な情報をもたらさう。これまで太平洋（日本 - 豪，日本 - 米）を航行する船舶を用いて、緯度別の酸素濃度や二酸化炭素の炭素同位体比の観測を開始してきた。酸素は陸上での二酸化炭素の発生吸収と逆の関係にあるが、物理的な海の二酸化炭素吸収に関しては酸素放出を伴わない。一方、二酸化炭素の同位体効果（軽い同位体の方を早く取り込む効果）は陸上生態系の吸収のほうが海洋吸収に比べはるかに大きい。これまで、両者を用いて陸上生態系による吸収と海洋による吸収を区分してその吸収量を短期的に見積もってきた。

これらの結果では、安定した海洋の吸収と変動する陸上生態系の吸収が存在することがわかってきた。今後は、トレンドとしてその吸収量がモデル予測などが示すように二酸化炭素の濃度増加と共に増加するものなのか、それとも実際そうでないのかなどを検証していく必要がある。特に、気温の上昇トレンドや水循環の変化、また海洋循環の変化などがどのように二酸化炭素吸収量へ長期的に影響するのかなどを、観測によって早期検出して行くことが今後重要になってくると思われる。

そのために、ここでは現在ある観測船を利用した広域の大気観測を中長期的に継続すると共に、観測の行き届かなかった北半球の高緯度帯に新たに観測船を導入し、地球の広い緯度帯での観測を進める。測定する要素として、酸素、二酸化炭素の炭素同位体比の他に放射性炭素の分析を強化して解析に用いる。さらに気象要素や水循環を通して陸上生態系の変動に係わる指標として、酸素同位体比の変動を利用した解析を行う。これらを総合し、陸域、海洋の吸収量の中長期トレンドを解析する。

また、長期的な酸素の測定のために重要な標準を整備する。酸素は保存が難しく、長期的な観測に関しては標準の長期安定性の検討が必要である。例えば年間炭素吸収量に換算して1 Gt 炭素の精度を確保するには相対値で2.5 パーメグの酸素/窒素比の測定精度が必要になる。本研究では、こ

れと同程度の精度を持ち且つ比の絶対値が決められるような酸素スケールの確立を目的とする。また同位体比に関しても大気標準試料の整備を行う。

2. 研究計画

2.1 船舶による広域観測

2002年より日本 - ニュージーランド - オーストラリア間を航行する自動車運搬船を用いて、酸素や二酸化炭素同位体比を広域に観測するために、特殊な大気のボトルサンプリング装置を開発し、太平洋上を定期的に航行する貨物船に設置を行ってきた。これによって、北緯45度～南緯40度での大気観測ができるようになってきている。このサンプリングプラ



図1、ニュージーランド - 日本間を航行するトランスワールド号

ットフォームを維持し、10年程度の二酸化炭素、酸素、同位体比、放射性炭素の中長期的な観測を行うことを目標にする。

また、観測の緯度範囲をさらに広げるために北半球高緯度（北緯55度）を航行する定期貨物船を確保し、より広範囲な観測体

制を整える。定期コンテナ - 貨物船の航行に関しては数年以内にどうしても航路移転が伴うため、本研究では移転に容易に対応できるよう、新たにボトルサンプリングシステムの小型化、コントローラーの改良を行う。

2.2 定点での高頻度観測

波照間（北緯24度）や落石（北緯43度）観測所で、高頻度の観測を行う。特に日変動等の観測を行えるように試料採取装置を設計製作し、二酸化炭素、酸素の局所的な発生源について観測を行えるようにする。また、放射性炭素の測定が長期的にできるようなサンプリング方法を検討する。

2.3 標準の作成

酸素の標準は現在のところ世界に存在せず、酸素濃度の標準の作成を試みる。アルミ製高压容器に乾燥空気を充填したものを複数本用意し、仮の環境研O₂/N₂比スケールを構築する。アルミ製高压容器にこの重量充填法によりCO₂、Ar、O₂、N₂を充填し、この標準ガスを毎年調製することで、基準のO₂/N₂比スケールの安定性を評価する。本方法で1ppm程度の精度が達成できると予想される。同位体比の標準として標準大気試料を作成し、長期的に安定性や二酸化炭素標準との安定性比較を行う。

3 今後の課題

3.1 新たな協力船舶の確保

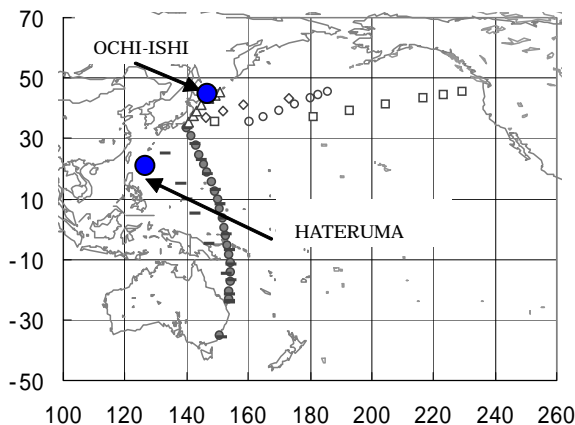


図2 太平洋上の大気サンプリング地点

図2に示したように、高緯度のサンプリングが不十分であるので、さらに高緯度を航行する定期船舶をあらたに探しており、有力候補としてスコープリン（SEABOARD社）（図3）などの調査を行っている。本船は、ベーリング海を必ず抜けて、カナダから来日するので、行き帰りにサンプリングを行うことで、月ごとの試料が得られるであろうと思われる。



図3、高緯度を航行する定期船の例

3.2 トレンドの解析

酸素および炭素同位体比の中長期的な変動を解析し、陸域や海洋での吸収量がトレンドとしてど

のように変化しつつあるかを明らかにする。図4は、これまでの海洋大気中の二酸化炭素の炭素同位体比をもとに二酸化炭素の収支の変動を推定したものである。エルニーニョや気温に反応して陸域の二酸化炭素の収支が大きく変動することが推定されているが、長期的にみるとどのようなトレンドがあるかはまだ記録が短くてなんとも言えない。気温の高温化現象を受けて、近年の二酸化炭素の上昇速度は速くなっているようにも伺えるが、これがトレンドとなっているのか、陸と海洋にわたるときに、どのような傾向があるのかなどを長期的に観測したい。また、二酸化炭素の酸素同位体比をもとに一次生産や地域的降水量、温度環境がどのように影響しているかを解析する。

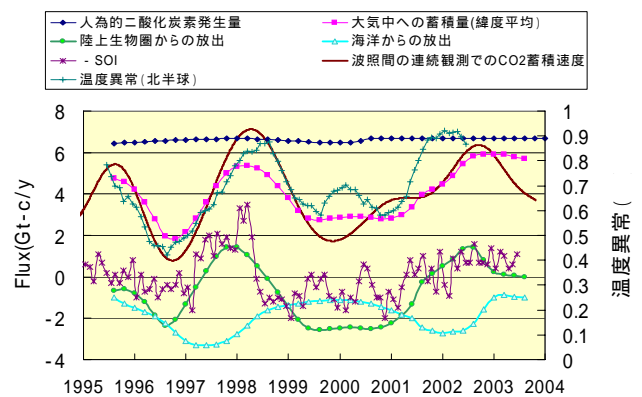
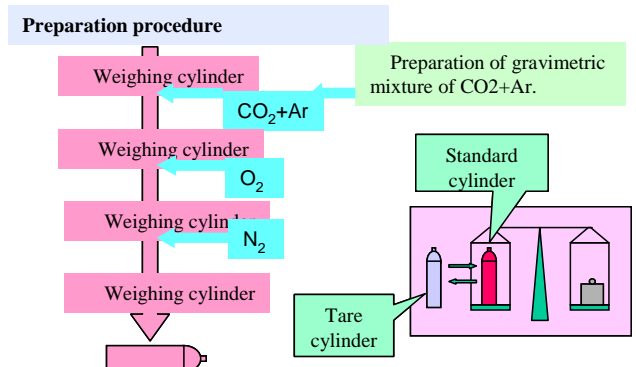


図4 炭素同位体比からみたグローバルな二酸化炭素の収支の推定

長期的には酸素や安定同位体比や放射性炭素などの変動を解析し、二酸化炭素の発生、吸収に関するトレンドの変化を解析する予定である。

3.3 標準の作成



酸素濃度を厳密に決定できるように、精密重量充填法での標準シリンダーを作成し、その安定性などを検討しつつ、国際的に行われることとなった、酸素分析の比較実験に参加している。これらにより、基準が存在しなかった世界の酸素のデータが比較できると考えられる。