

仙台市青葉山、スバルパール諸島ニーオールスン、および南極昭和基地における大気中酸素濃度の変動から見積もられた全球炭素収支

石戸谷重之¹、中澤高清¹、青木周司¹、森本真司²

¹東北大院理、²国立極地研究所

はじめに

大気中の二酸化炭素 (CO₂) 濃度と酸素 (O₂) 濃度の経年変化を組み合わせて解析することにより、人為起源 CO₂ の大気、海洋および陸上生物圏間での分配量を見積もることができる。今回は、仙台市郊外、スバルパール諸島ニーオールスン、および南極昭和基地の3カ所の地上基地での O₂ 濃度の観測結果について報告する。

大気採取と分析

仙台市郊外の青葉山 (38°N,140°E)、北極域に属するスバルパール諸島のニーオールスン (79°E,15°N)、および南極昭和基地 (69°S,40°E) において、それぞれ 1999 年 5 月、2001 年 1 月、および 2000 年 3 月より大気を除湿採取を開始した。試料大気は、仙台市郊外および昭和基地において 1 か月に 1 度、ニーオールスンにおいて 1 週間に 1 度の頻度でガラスフラスコに大気圧で採取された。採取した試料は研究室に持ち帰り、質量分析計によって O₂ 濃度 δ(O₂/N₂)* を分析した。δ(O₂/N₂)* の測定精度は ±5.4 per meg (~±1.1 ppmv) である[1]。

* δ(O₂/N₂) = ((O₂/N₂)_{sa} / (O₂/N₂)_{st} - 1) × 10⁶ ここで、sa は測定試料、st は標準試料を示す。

結果と考察

図 1 に、仙台市郊外、ニーオールスン、および昭和基地において観測された δ(O₂/N₂) および CO₂ 濃度を示す。δ(O₂/N₂) は、夏に極大、冬から春にかけて極小となる明瞭な季節変化を伴いながら経年的に減少していた。δ(O₂/N₂) の季節変化振幅は CO₂ 濃度の季節変化から予測される陸上生物活動による変化量より大きく、大気海洋間の季節的な O₂ フラックスの影響を強く受けていることが分かる。CO₂ 濃度の変動と陸上生物活動における O₂:CO₂ 交換比を利用し、δ(O₂/N₂) の変動から陸上生物圏に起因する変動成分を取り除いた Atmospheric Potential Oxygen (APO : ΔAPO = ΔO₂ + 1.1ΔCO₂) を定義することができる[2]。仙台市郊外、ニーオールスン、および昭和基地における δ(O₂/N₂)

の平均的な季節変化振幅はそれぞれ約 134、133、および 74 per meg であり、APO の振幅はそれぞれ 58、55、および 69 per meg であった。このことから北半球では約半分、南半球ではほぼ全ての季節変化が大気海洋間 O₂ フラックスによって引き起こされていたことになる。

仙台市郊外、ニーオールスン、昭和基地における δ(O₂/N₂) および CO₂ 濃度の平均経年変化率はそれぞれ -20.4、-20.5、-20.9 per meg/yr および 2.20、2.12、および 1.98 ppmv/yr であった。観測期間の最も長い仙台市郊外の結果に対して Manning and Keeling (2006)[3] による解析法を適用することで、本観測期間における陸上生物圏および海洋による平均的な CO₂ 吸収量をそれぞれ 1.2 および 2.1 GtC/yr と見積もった。また、計算された陸上生物圏および海洋による CO₂ 吸収量には約 2 年周期の明瞭な年々変動が見られ、特に仙台市郊外の結果において変動が大きかった。APO にも同様の周期を持つ年々変動が見られることから、大気海洋間の O₂ フラックスが約 2 年の周期で変動していることが示唆される。本解析では一定の大気海洋間 O₂ フラックスを仮定して CO₂ 吸収量を計算しているため、約 2 年周期の大気海洋間の O₂ フラックスの年々変動が、計算された CO₂ 吸収量の見かけの大きな年々変動の原因になっていると考えられる。3 年周期未満の変動成分を除去して解析を行った場合には、ニーオールスンおよび昭和基地における海洋の CO₂ 吸収量の年々変動はそれぞれ 0.7-3.5 GtC/yr および 1.6-3.8 GtC/yr の範囲であり、大気輸送モデルを用いた逆計算法から予測される海洋 CO₂ 吸収量の年々変動量[4] とほぼ同等であった。

参考文献

- [1] Ishidoya et al., J. Meteorol. Soc. Japan 81, 127-140, 2003.
- [2] Stephens et al., Global Biogeochem. Cycles 12, 213-230, 1998.
- [3] Manning and Keeling, Tellus 58B, 95-116, 2006
- [4] Patra et al., Global Biogeochem. Cycles 19, GB4013, 2005

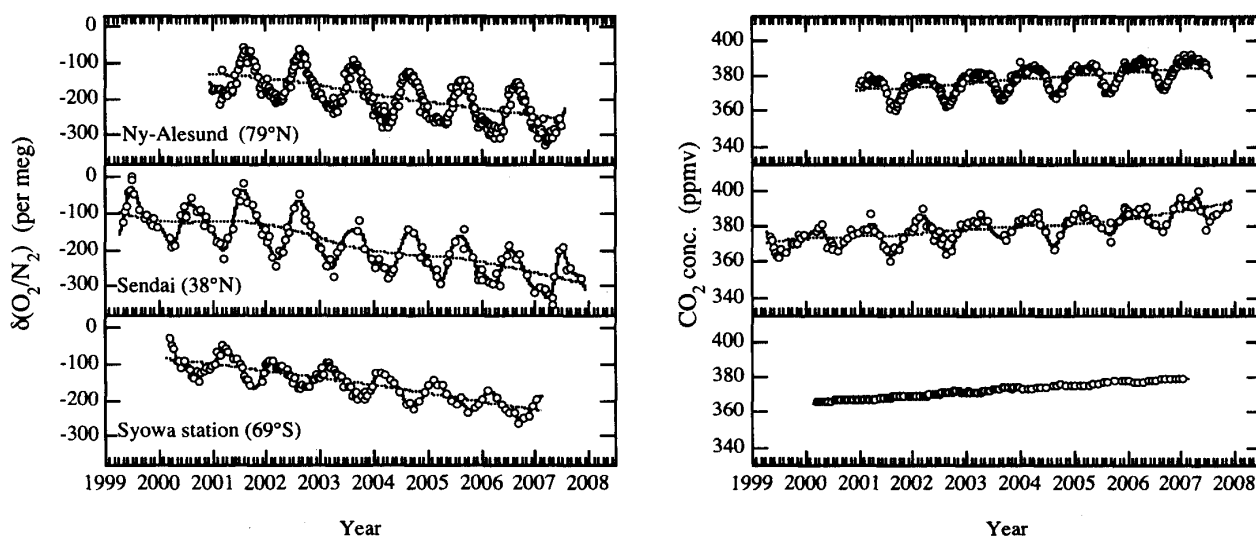


図 1：仙台市郊外、ニーオールスン、および昭和基地で観測された大気中 δ(O₂/N₂) と CO₂ 濃度の変動。