

CS-97 仙台近郊における CO_2 濃度変動の観測および推定の試み

東北大学大学院 学生員 ○岡田久子
 東北大学大学院 学生員 多田 毅
 東北大学大学院 フェロー 沢本正樹

1. はじめに

気象現象・水文現象などを対象とした研究の多くは現在、地域規模から地球規模へと視点が移りつつある。その中で、エネルギー循環・水循環に関しては、地域的な現象の解明を基礎としたグローバル化が行われている。しかし、炭素循環に関しては、その地域的な現象が十分に解明されないまま、地球規模での議論のみがクローズアップされている。本研究では、局所的な物質循環モデルとグローバルな物質循環モデルとを繋ぐような、地域的な CO_2 濃度分布の変動を測定・推定する技術を探ることを目的としている。

2. CO_2 濃度の測定

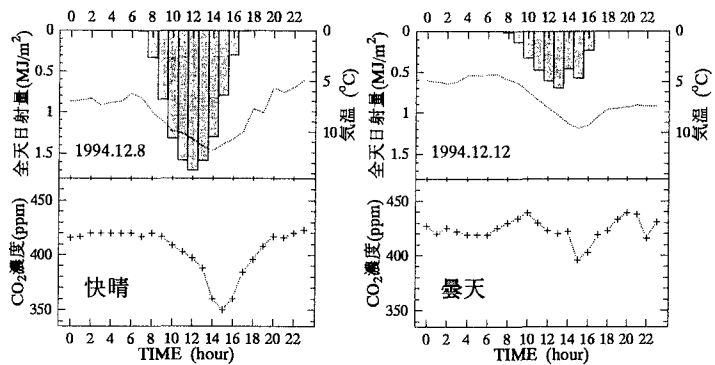
大気中の CO_2 濃度の測定は、気温や降水量といった気象条件の測定に比べ、測器が高価かつ扱いにくく、これまであまり行われていない。本研究では、比較的安価な環境測定用 CO_2 計（富士電機製、ZFP5）を使用した。測定は1994年11月より仙台市青葉山の地上30mの場所で行っている。

3. CO_2 濃度変動の特徴

大気中の CO_2 濃度は、いろいろな時間スケールと振幅をもって絶えず変動している。このような変動は、おもに植物の光合成活動にみられる日変化や季節変化を反映している。

(1) 日変化

ここでは、我々の観測したデータを利用して、 CO_2 濃度の日変化と植物活動の関係を考察する。図-1. は快晴時および曇天時における CO_2 濃度の日変化と全天日射量、気温との関係を示している。快晴の日は、日射量が非常に多いので植物の光合成活動が活発になり昼に CO_2 濃度が急激に減少する。一方、曇天の日は、日射量が少なく植物の光合成活動があまり行われないため昼に CO_2 濃度がほとんど減少しない。

図-1 CO_2 濃度・気温・全天日射量の日変化

全天日射量の一日の合計値が大

きいほど光合成活動は活発になり CO_2 濃度は下がると考えられるので、全天日射量の一日の合計値と、 CO_2 濃度の8-10時の最高濃度と12-16時の最低濃度の差の関係を図-2. に示す。なお、データは1994年12月および1995年1月のものを用いた。

図-2. より全天日射量が高いにもかかわらず CO_2 濃度の振幅が小さい日がある。これらのほとんどは、降雪のある日または前日に積雪を伴う降雪のあった日である。 CO_2 濃度の振幅が極端に小さくなる原因としては、降雪により葉面に雪が積もり植物の光合成活動が妨げられることが考えられる。降雪による影響を取り除くと、全天日射量と CO_2 濃度の変動にはある一定の相関が見られる。

(2) 季節変化

我々の CO_2 濃度の測定では装置の校正などに時間がかかり、 CO_2 濃度の季節変化を見るに至っていない。そこで、東北大学理学部により観測されている仙台空港上空における CO_2 濃度のデータを使わせて頂いた。図

-3. はその一例であり、1990 年における CO₂濃度の季節変化を示している。

図-3. より夏は植物が繁殖し光合成活動が活発に行われるので CO₂濃度が低くなり、冬には植物の活動が停滞するため CO₂濃度が高くなることからわかる。

4. 衛星データの植生指標と CO₂濃度の関係

大気中の CO₂濃度は植物の活動に強く影響を受けることが確認できた。そこで、衛星データの中で植物の活性度に相関のある植生指標 (NDVI) を利用して、大気中の CO₂濃度との相関関係を考察する。Tucker ら¹⁾は、大気中の CO₂濃度の月ごとの変化と NDVI の間に線形関係があることを示している。

ここでは、仙台空港上空における CO₂濃度と仙台空港周辺の NDVI の平均値を利用する。図-4. から、NDVI と CO₂濃度には明らかに相関のあることがわかる。

CO₂濃度に影響を与える主な要因は、植物の光合成による CO₂の吸収、土壌有機物の分解に伴う CO₂の放出、外部大気との交換である。そこで、NDVI から CO₂濃度を推定する簡単なモデルを提案する。

$$\frac{d(\text{CO}_{2l})}{dt} = a \times \text{Temperature} + b \times \text{NDVI} + \kappa(\text{CO}_{2l} - \text{CO}_{2u})$$

ここで、 $\frac{d(\text{CO}_{2l})}{dt}$:CO₂濃度の時間変化、Temperature:月平均気温、CO_{2l}:下層の CO₂濃度、CO_{2u}:上層の CO₂濃度、 a, b, κ :定数である。左辺は CO₂濃度の変化率である。右辺第一項は土壌有機物による CO₂の放出を表す。右辺第二項は植物の光合成による CO₂の吸収と呼吸による放出の差を表す。右辺第三項は外部大気との交換を表す。今回は CO₂濃度が減少する 4 月から 8 月までと CO₂濃度が増加する 8 月から 11 月までの 2 期間に分けて、上式の 3 つの係数 a, b, κ を重回帰分析によって求めた。計算値の精度を図-5. に示す。図より計算値は実測値にある程度一致した。

5. おわりに

大気中の CO₂濃度の変化には植物の光合成活動による影響が大きいことが確認できた。しかし、CO₂濃度の測定に関しては、湿度の影響や測器の校正の問題などが解決されていないため、継続的なデータは得られていない。今後はこれらの問題を改善し、測器を数多く設置することで、実測例の少ない CO₂濃度の地域分布を継続的に観測する予定である。

また、衛星データの NDVI と大気中の CO₂濃度には相関があることが確認できた。そこで、NDVI を利用して大気中の CO₂濃度がある程度推定することが可能となった。広範囲に拡張するにあたっては、他の年や地域での適応性を調べると同時に、実測データの継続的な蓄積が必要である。

謝辞

貴重なデータを使わせて頂いた東北大学理学部、中澤高清教授に謝意を表します。

参考文献

- 1) C.J.Tucker, I.Y.Fung, C.D.Keeling and R.H.Gammon: Relationship between atmospheric CO₂ variations and a satellite-derived vegetation index, *Nature*, vol.319, pp195-199, 1986.

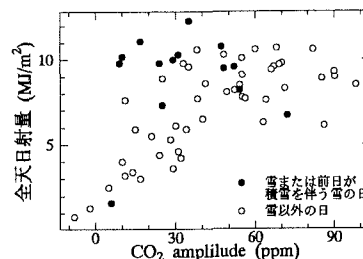


図-2 CO₂濃度と全日放射量の関係

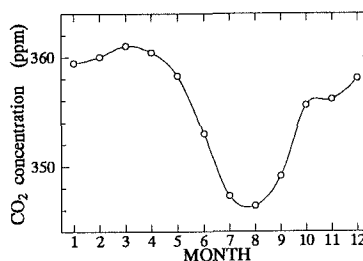


図-3 CO₂濃度の季節変化 (1990 年)

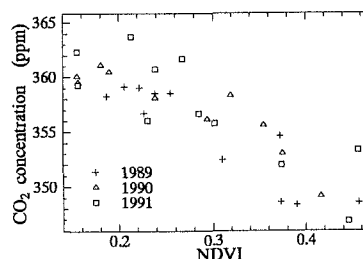


図-4 CO₂濃度と NDVI の関係

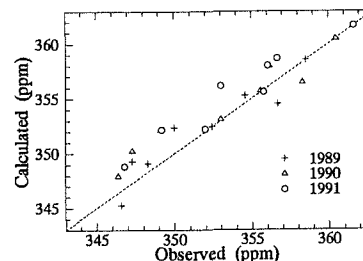


図-5 CO₂濃度推定モデルの精度