

II - 6

衛星データを用いた CO₂濃度変動のモデリング

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

生物圏は大気中における CO₂の時間的・空間的变化に重要な役割を果たしている。植物の光合成活動の過程で大気から CO₂を吸収し、植物の呼吸や土壌の分解の過程で大気中に CO₂を放出する。衛星データの植生指標 (NDVI) は広域的な植物圏の時間的・空間的变化をモニタリングし定量化することにおいて有効である。そこで本研究では、地上観測の結果をもとに、大気中の CO₂濃度の季節変化への植物活動の影響を確認すると共に、植物の光合成活動による大気からの CO₂の取り込みをモニタリングする上での NDVI の有効性を検討する。

2. CO₂濃度の季節変化の特徴

CO₂濃度の連続測定は、仙台市青葉山の東北大学工学部土木建築棟屋上および宮城県鳴子町の東北大学川渡セミナーセンター内で1時間毎に行っている。青葉山地点は仙台市のはずれに位置し市内を一望できる場所であり、川渡地点は仙台市から 60km ほど北西に位置し森林や田畑に囲まれている。

図-1 は青葉山における各月毎に平均された CO₂濃度の日変化である。CO₂濃度は7月に最も低くその後上昇している。植物は春から夏にかけて活発に成長しその後衰えていくと考えられ、CO₂濃度の季節による違いは植物の成長を反映している。また、一日の CO₂濃度の最大値の現れる時刻は、7月には6時ころであるが12月には8時ごろになっており、日の出時刻が遅くなるにつれ植物の光合成活動による CO₂取り込みの開始時刻も遅れてゆくことがわかる。また CO₂濃度が一日の最低濃度から再び増加し始める時間についても、7月は夕方近くまで低い濃度であるが、10月ではその凸型が下に鋭く、日中最低濃度に達するとすぐ再び増加をはじめている様子がわかる。これらの特徴は、日の出・日の入り時刻や気温の違いにより植物の光合成活動の開始・終了時刻が影響を受けること、また季節による植物の繁殖状況の違いが光合成活動による CO₂の取り込み量に影響を与えることが原因として考えられる。

図-2 に川渡での観測結果を示す。青葉山の場合と比較すると、川渡の方が日変化の振幅が大きく、また夏から秋に向かうにつれ振幅が小さくなってゆく様子がわかる。川渡では、植物活動の日変化あるいは植物の活性度の季節変化の影響をよく受けていることがわかる。一方青葉山では仙台市の都市の影響あるいは観測した建物での人間活動の影響を受けやすく、日変化の振幅が弱められていると考えられる。

3. 衛星データの利用

衛星データから算定される植生指標 (NDVI) は、植物の活性度に相関のある指標として知られており、植物活動の季節変化を評価する際に有効である。Tucker ら¹⁾は、大気中の CO₂濃度の月ごとの変化と NDVI の間に高い相関関係があることを示している。

図-3 に青葉山および川渡において観測された CO₂濃度の月毎の平均値と、同地点周辺の約 10km 四方に相当する NDVI との関係を示す。NDVI が大きく植物が繁殖している時には CO₂濃度は低く、NDVI が小さくなるにつれて CO₂濃度が高くなっており、NDVI と CO₂濃度の間には線形関係があることがわかる。次に図-2 から川渡における日変化の振幅が季節によって変化していることに着目し、NDVI と CO₂濃度の日変化の振幅との関係を示す (図-4)。NDVI が大きく植物活動が盛んである夏には昼間に CO₂が大量に吸収され、NDVI が小さく植物の活動が衰退する冬には CO₂の吸収される割合が少なくなる傾向をよく表しており、両者の間には良い線形関係が見られた。以上より、NDVI は植物活動に起因する CO₂濃度の変動を表現する上での良い指標となり得ることがわかる。

Fung ら²⁾は、植物の光合成活動による炭素の取り込み量 (Uptake) と呼吸・分解による炭素の放出量 (Release)

を別々に導き CO_2 フラックスを求めている。その際、Uptake は NDVI の関数として Release は気温の関数として定式化を行っている。また、著者ら³⁾が以前提案した CO_2 濃度変動の推定モデルでは、大気中の CO_2 濃度に影響を与える要因として以下の3つを仮定した。(1) 植物による CO_2 の吸収と放出、(2) 土壌有機物の分解に伴う CO_2 の放出、(3) 外部大気との交換。そして、(1) については NDVI を (2) については気温をパラメータとしてモデル化を行った。

4. おわりに

観測の結果から、 CO_2 濃度の季節変化は植物が夏に繁殖し秋にかけて活動が衰退していく季節変化に対応していることが確認できた。しかし、自然に囲まれた川渡に比べ、青葉山では人間活動の影響などが考えられ、それらの因子をどのように考慮していくかが今後の課題である。一方、 CO_2 濃度と NDVI の間には高い相関関係があることが再確認された。モデル化にあたっては検証に用いるための継続的なフィールドデータが数多く必要であり、測定技術や方法面での検討が必要である。また、NDVI や気温などを用いてモデル化するにあたり、実現象を表現できるようなパラメータ化の方法を開発することが今後の課題である。

参考文献

1) C.J.Tucker, I.Y.Fung, C.D.Keeling and R.H.Gammon: Relationship between atmospheric CO_2 variations and a satellite-derived vegetation index, *Nature*, vol.319, pp195-199, 1986.
2) I.Y.Fung, C.J.Tucker, K.C.Prentice: Application of Advanced Very High Resolution Radiometer Vegetation Index to Study Atmosphere-Biosphere Exchange of CO_2 , *J.Geophys.Res.*, vol.92, no.D3, pp2999-3015, 1987.
3) 岡田久子, 多田 毅, 沢本正樹: 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, 第51回土木学会年次学術講演会講演概要集 共通セッション, pp.194-195, 1996.

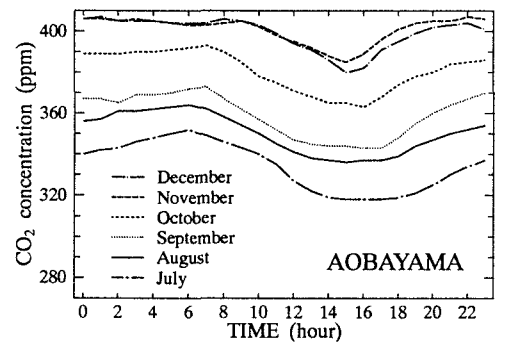


図-1 月ごとの CO_2 濃度の日変化 (仙台市青葉山)

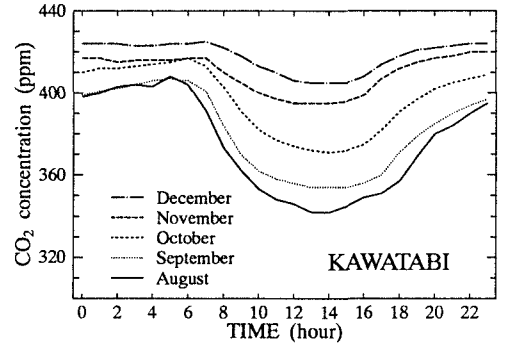


図-2 月ごとの CO_2 濃度の日変化 (鳴子町川渡)

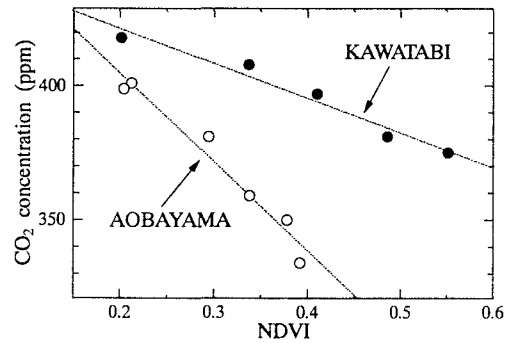


図-3 CO_2 濃度と NDVI の関係

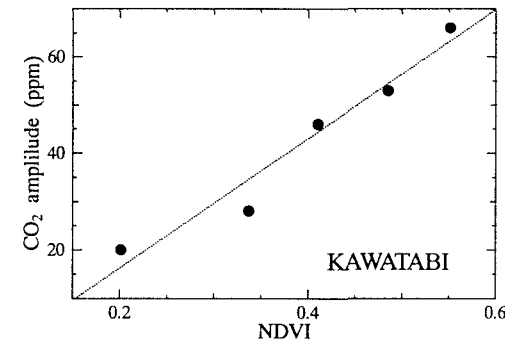


図-4 CO_2 濃度の日変化の振幅と NDVI の関係