

(II-49) 二酸化炭素濃度の時系列解析と気温、降水量との関係について

宇都宮大学	学生員	大道 隆史
宇都宮大学	正会員	長谷部 正彦
宇都宮大学	学生員	竹高 麗子

1. はじめに

十八世紀後半の産業革命以降の飛躍的な農業・工業生産活動の発展に伴い、二酸化炭素濃度は次第に増加した。二酸化炭素は化石燃料の消費や森林破壊をはじめとする土地利用の変化など、多くは人間活動に伴って増加する。二酸化炭素は量が多いだけでなく、大気中での寿命が長いので、温室効果が最も大きい。大気における二酸化炭素濃度の増加は人為起源の温室効果ガスによる気温上昇に対して 60%以上の寄与を持つと見積もられている。IPCC 第二次報告書(1996)によれば、1994 年における世界の大気二酸化炭素濃度の平均濃度は、産業革命以前の約 280ppmv に比べて約 30%増加し、358ppmv となった。これらのことより、二酸化炭素の大気中濃度の変化を把握することは、将来の気候変動を予測し、適切な対策を講ずる上で特に重要である。

本研究では二酸化炭素の時系列解析から、水文時系列の特性を把握し、年間を通しての月単位での二酸化炭素の変動、さらに周期的要因の有無などについて把握し、これらと気温や降水量との相互関係について考察する。

2. 解析方法

流域のある地点で観測された気温、降水量や二酸化炭素濃度などの水文量を、その生起順に時間的に並べると、これには、周期的と思われる変動や偶然に支配される多くの不規則変動が見られる。このような観測地の変動を時間の関数とみたとき、この観測地系列を時系列(time series)といい、その母集団に当たるものを確率過程という。

時系列解析とは、時系列に含まれる統計的性質(時系列構造をも含む)を検討し、この統計的性質を利用し、時系列の未観測地や欠測地の外挿、内挿をおこなって、これらの値を推定することである。一般に、時系列は、傾向成分(trend component)、周期成分(periodic component)、変動成分(stochastic component)の3成分から構成されている。ある時系列を Y_t とすれば、

$$Y_t = T_t + P_t + \xi_t, \dots\dots\dots (1)$$

となる。ここに T_t : 傾向成分、 P_t : 周期成分、 ξ_t : 確率変動成分。

傾向成分(T_t)と周期成分(P_t)は決定論的成分(deterministic component)である。一方、確率変動成分(ξ_t)は、非決定論的成分(non-deterministic component)で、この成分の時系列は確率論的に扱われる。決定論的成分は、最小二乗法やフーリエ解析などにより、この成分を決定することができる。このようにして決定論的成分が推定されると、原時系列からこの2成分を取り除くことによって非決定論的成分である確率変動成分が決定される。この成分の時系列を、確率論的に表現した定常(非定常)確率過程論により解析することにより、時系列 Y_t の変動模様が把握できる。

Key word : 時系列解析、地球温暖化、二酸化炭素

連絡先 : 〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部水工学研究室

TEL : 028-689-6214, FAX : 028-689-6230

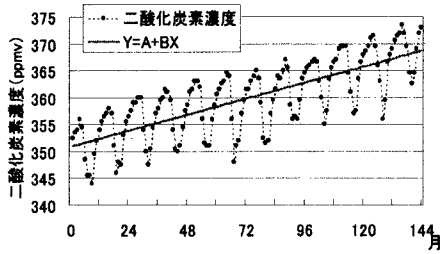


図-1 CO₂の原系列と傾向成分

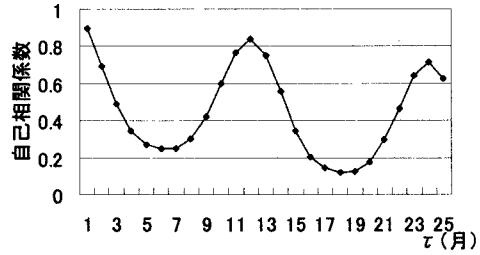


図-2 自己相関係数

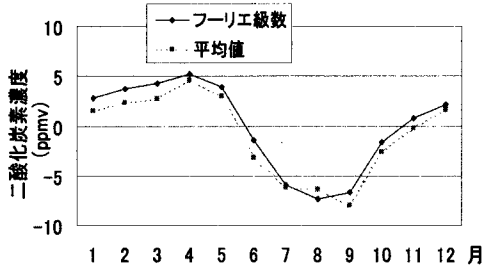


図-3 フーリエ級数と月平均

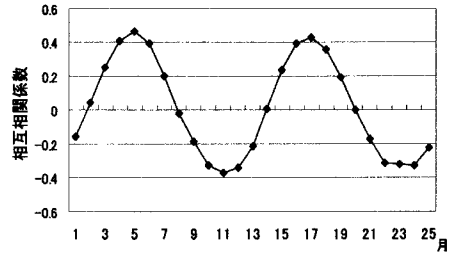


図-4 二酸化炭素濃度と気温の相互相関係数

3. 二酸化炭素時系列の解析結果

1) 傾向成分

最小二乗法により回帰直線を求め、回帰定数について検定をおこなった結果、長期傾向が見られた。(図-1)

2) 周期成分

自己相関数を用いて解析した結果、12ヶ月周期が明瞭に見られ(図-2)、残差時系列の自己相関数により、1年(12ヶ月)以外の周期が見られないことがわかった。次に周期成分を1年(12ヵ月; $k=1$)を基本周期とするフーリエ級数で表わしたところ、高周波($k=6$)の周期成分までの除去が月平均値との標準偏差が最小であった(図-3)。周期成分の存在の理由として二酸化炭素濃度の季節変動があげられ、季節変動の理由として陸上植物活動の季節依存性があげられる。季節変動は海と陸上植物活動の季節依存性によるが、北半球の場合海からの影響はほとんどなく陸上植物が要因とされている。陸上植物活動は、夏には土壌有機物の酸化分解や植物の呼吸活動による大気中への放出よりも大量の二酸化炭素が、光合成によって植物に固定される。逆に、秋から春先には光合成活動が不活発で、呼吸やバクテリアによる有機物の分解により大気中へ二酸化炭素が放出される。これが、大気中二酸化炭素濃度が季節的な脈動をう理科エス主な要因である。季節変動は、どの地域でも同じというわけではなく陸上職無りょうの違いを反映してその季節変化は、北半球で大きく南半球では小さい。また季節の違いから南半球では三月から四月にかけて最小、十月から十一月にかけて最大となり、位相が逆転する。

3) 気温との相互相関係数

気温に傾向成分が見られないけれども、参考のためにそれぞれ原系列での相互相関係数を求めた(図-4)。二酸化炭素濃度に対して5ヶ月の後れで気温の反応が見られるが気温の変動に影響を与えるものが二酸化炭素だけではないので、お互いの物理的関係が明らかではない。今後は季節毎に分けて検討する。

[参考文献]

- 根城 澄子：宇都宮の月平均気温及び月降水量の時系列解析 宇都宮大学 卒業論文 1999
気象庁：大気バックグラウンド汚染観測年報