

(Ⅶ-64) 地球規模での二酸化炭素濃度の時系列特性

宇都宮大学工学部 学生会員 井上仁志
宇都宮大学工学研究科 0 W 長谷部正彦

1. はじめに

18 世紀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、大気中の二酸化炭素濃度は現在では産業革命以前に比べて約 30%増加している。二酸化炭素は大気中での寿命が長いことため温室効果が大きく、大気中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。また、CO₂排出量の割合の多い国のほとんどが北半球に位置し、わが国も上位にあることがわかる。これらのことより、地球規模での二酸化炭素の大気中濃度の変化を把握することにより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。

2. 二酸化炭素濃度の時系列特性

時系列についての解析地点は、全 121 箇所の中から欠測が少なく観測期間が長い観測所を選択した。

(1) 長期傾向成分の有無

長期傾向成分の有無は、1 次の回帰直線に最小二乗法にあてはめて、その回帰係数を統計的に検討して長期傾向の存在の有無を確かめる。

回帰直線を以下のように仮定する。

$$y = bx + a \quad (1)$$

ここに、 a ; 定数, b ; 回帰係数。

回帰係数 b の母集団の回帰係数を β とし、確率分布が t 分布とすると下記の式により検定する。

$$t = \frac{b - \beta}{S_b} \quad (2)$$

$$S_b^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \{y_i - \bar{y} - b(x_i - \bar{x})\}^2}{(N-2) \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

ここに、 N ; 資料数, $\bar{x}, \bar{y}$; x, y の平均値

β が母回帰係数であれば、信頼度 95%, 自由度 $n (= N - 2)$ で t 分布をすることから、回帰係数 b の有意性を検定できる。

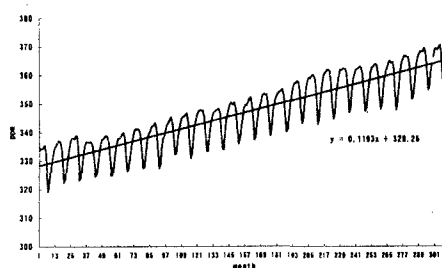


図-1 北半球の傾向成分

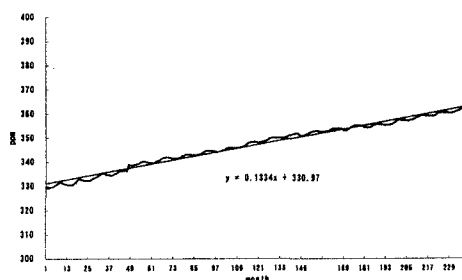


図-2 南半球の傾向成分

(2) 調和解析による周期成分の検討

周期の有無の検討は自己相関係数を求めることにより行う。すなわち、生の二酸化炭素濃度の時系列から長期成分を除いた時系列の自己相関係数を求めて周期性の有無を検討する。

Key Word : 二酸化炭素濃度 時系列 地球規模

連絡先 : 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設棟水工学研究室

Tel : 028-689-6214

Fax : 028-689-6230

周期成分の解析は、調和解析（フーリエ級数解析）を行うことにより検討する。

周期成分を1年周期を基本周期とするフーリエ級数で表すと以下の式になる。

$$P_t = \bar{x} + \sum_{k=1}^m A_k \cos \frac{2\pi k}{12} t + \sum_{k=1}^m B_k \sin \frac{2\pi k}{12} t \quad (4)$$

ここに、 $\bar{x}$ ：平均値、 m ： m 次の高調波の周期成分、 t ：月時間。
係数 A_k, B_k は下記の式である。

$$A_k = \frac{2}{N} \sum_{t=1}^N x_t \cos \frac{2\pi k}{12} t, \quad B_k = \frac{2}{N} \sum_{t=1}^N x_t \sin \frac{2\pi k}{12} t \quad (5)$$

ここに、 x ：CO₂濃度資料、 N ：資料数
生の CO₂濃度時系列から傾向成分を除いた残差時系列に、式(4)、
(5)により高調波の成分も推定する。本解析では、残差時系列とフーリエ級数の差の分散が最小になるまで高調波成分を求めた。

(3)確立過程理論による確立変動成分の解析

時系列理論を用いて、二酸化炭素濃度の原時系列から傾向成分と周期成分を除いた確率変動成分の解析を行う。

- ① 定常線形確率過程
- ② 非定常線形確率過程

3. 結果と考察

以上のような分析を行ったところ以下のような結果となった。

- (1) 統計的には二酸化炭素濃度は長期傾向成分が認められた。北半球では変動の激しい増加傾向で、赤道付近と南半球では、傾向成分が存在するものの緩やかな変動をもつ増加傾向である。また年平均増加量も文献で報告されている年増加量とほぼ一致している。
- (2) 周期成分については、北半球の観測所の二酸化炭素濃度時系列は、12月を基本周期とした周期を持っており、フーリエ級数とほぼ一致している。一方、赤道付近や南半球では北半球に比べて周期性は弱いと推測され、1年周期の山と谷の周期はほぼ一致しているが、原系列から傾向成分を引いた時系列からはずれていることがわかった。
- (3) 確率変動成分は1地点をのぞいて非定常線形確率過程で、1階の階差をとることにより定常線形理論を適用できた。

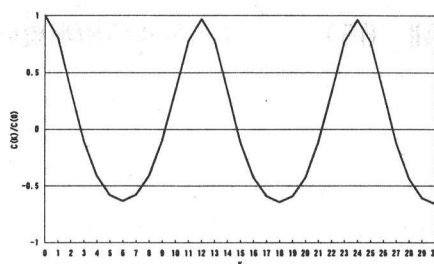


図-3 北半球の自己相関係数

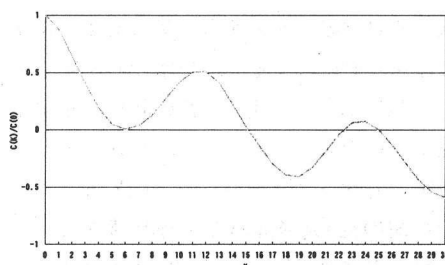


図-4 南半球の自己相関係数

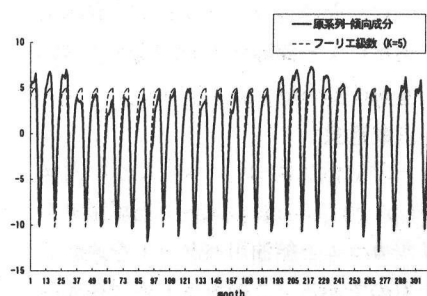


図-5 北半球の周期成分

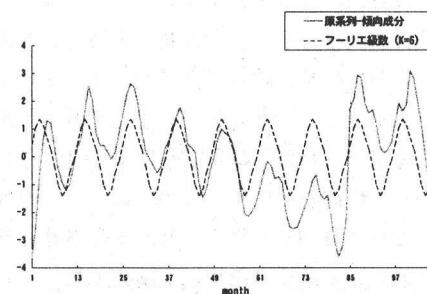


図-6 南半球の周期成分

参考文献

- (1) Summary for Policymakers: A Report of Working Group 1 of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPP member governmental in Shanghai in January 2001.
- (2) 日野幹雄：スペクトル解析，朝倉書店，1977
- (3) 日野幹雄：長谷部正彦：水文流出解析，森北出版 1985