

回答

常松展充*・甲斐憲次*

要旨

常松・甲斐(2003)で用いられている発散収束の計算方法に対し、二宮(2004)は問題点を指摘した。後者が指摘しているように、前者の計算方法の問題点は、重み付けの意味の誤解にあるといえる。そこで、中井(1982)の計算方法に従順し、夏季晴天日15時の発散収束を再計算した。その結果、前者では発散収束分布を十分に表現できていないことが分かった。ただし、常松・甲斐(2003)の重要なテーマである名古屋市北部～北東部の収束域は、今回の再計算結果によっても表現されており、彼らの主張そのものは誤りではないといえる。

1. はじめに

常松・甲斐(2003;以下TK03と略記)で用いられている発散収束の計算方法に対し、二宮(2004;以下N04と略記)は問題点を指摘した。本文は、二宮氏の的確かつ貴重なコメントに敬意を表した上で、その問題点に対して回答するものである。

2. 発散収束の計算

TK03では、愛知・岐阜・三重の東海3県にある大気汚染監視局の観測データから、次の式を用いて発散収束の計算を行った。

$$D = \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) W \quad (1)$$

ここで、 D は発散収束で、 D がプラスの場合は発散、マイナスの場合は収束である。 ∂u は2つの地点間の西風成分差(Δu ;経度の大きい地点の西風成分から経度の小さい地点の西風成分を引いたもの)で、 ∂v は2つの地点間の南風成分差(Δv ;緯度の大きい地点の南風成分から緯度の小さい地点の南風成分を引いたもの)である。

また、 ∂x は2地点間の東西方向の距離、 ∂y は2地点間の南北方向の距離である。さらに、 W は距離だけの重み係数で、中井(1982)の手法を参考にして、

$$W = \frac{1}{R^2} \quad (2)$$

とした。ここで、 R は2地点間の距離である。

この(1)式を使って、愛知・岐阜・三重の各県にある各大気汚染監視局(91局)の間の発散収束を求めた。すなわち、これら全ての2地点間の発散収束を求めた。なお、その値は2地点の中間地点の値とした。この方法で計算した、夏季晴天日(TK03で客観的に選定された夏季晴天日)の15時の発散収束分布を第1図に示す。

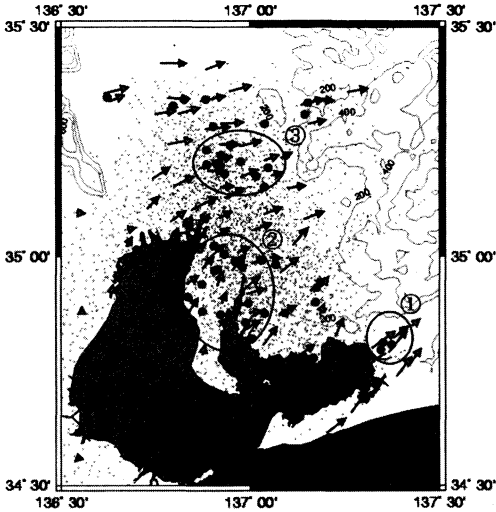
N04が指摘しているように、TK03の計算方法の問題点は、重み付けの意味の誤解(重み係数 W の乱用)にあるといえよう。中井(1982;以下N82と略記)が用いた計算方法の一部分を取り出して使用したことに問題があるものと思われる。N82の、具体的な計算方法は次の通りである。

まず、各観測地点の風を u 、 v 成分に分解し、それぞれの成分について次の内挿式によって10 km間隔の格子点の値を求める。

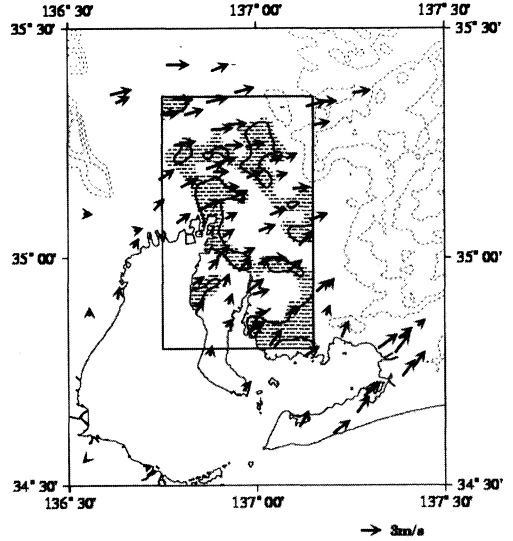
* 名古屋大学大学院環境学研究所。

—2003年10月28日受領—

—2003年12月12日受理—



第1図 夏季晴天日15時の風向風速と発散収束。矢印の向きと長さで風向風速を表している。大きな丸印で示した地点は 10^{-5}s^{-1} 以上の収束の値をもつ地点、点で示した地点は 10^{-5}s^{-1} よりも小さい収束の値または発散の値をもつ地点。楕円とその傍らの数字は、①豊川市・豊橋市付近の収束域、②知多半島・知多湾岸の収束域、③名古屋市北部～北東部の収束域である。200 m ごとの等高線を示した（線中の数字は標高）。



第2図 夏季晴天日15時の風向風速と発散収束（内挿法による結果）。陰影域は発散収束の値が $-5 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$ 以下の領域。その内側の実線は 10^{-4}s^{-1} 以上の収束の値をもつ領域を示す。矢印の向きと長さで風向風速を表している。破線は200 m ごとの等高線。四角で囲まれた部分は発散収束の計算範囲である。

$$V_{grid} = \frac{\sum_k W_k \cdot V_k}{\sum_k W_k} \quad (3)$$

V_k は観測点 k の u あるいは v 成分である。内挿には格子点を中心とする半径50 km 以内にある観測点のすべての値を用いる。重み係数 W_k は観測点 k と格子点との間の距離 R_k だけの関数で

$$W_k = \frac{1}{R_k^2} \quad (4)$$

とする。

このようにして求めた格子点の u 、 v を用いて次の差分式によって発散 Q を求める。

$$Q_{ij} = \frac{u_{i+1}^j - u_{i-1}^j}{\Delta D} + \frac{v_{i+1}^{j+1} - v_{i-1}^{j-1}}{\Delta D} \quad (5)$$

ただし、 i, j はそれぞれ10 km 間隔の格子点の東西、

南北方向の番号で、 $\Delta D = 20 \text{ km}$ ある。（N82より抜粋、一部省略、加筆。）

(3)式は N04の(9)式と同様のものである。TK03では、この W_k の定義だけを取り出して採用しているため、N04が指摘するように、その計算方法には問題があるものと思われる。

そこで、N82の計算方法をそのまま用いて、再度、TK03で選定された夏季晴天日15時の発散収束を次の通りに計算した。

濃尾平野上に 18×31 の格子点を2 km 間隔で設置する。内挿には格子点を中心とする半径10 km 以内にある大気汚染監視局の全ての値を用いる。各格子点の計算に、多くの観測点の値が含まれるよう、このような格子点設定を行った。計算範囲は北緯 $34.80 \sim 35.35$ 度および東経 $136.75 \sim 137.15$ 度である。

計算結果を第2図に示す。ここでは陸地上の発散収束分布のみ表示してある。第2図を見ると、TK03の計算結果（第1図）では表現されていない収束域、たとえば名古屋中心付近の収束域が確認できる（名古屋の地理的位置についてはTK03の第1図を参照されたい）。このため、TK03の計算方法では、発散収束分布

を十分に表現できていないといえる。

しかし一方で、第2図においては、第1図と同様に名古屋市北部～北東部の強い収束域が見られる。すなわち、TK03で注目されている名古屋市北部～北東部の収束域は、確かに夏季晴天日15時に存在する。なお、N04の第4章に、「第1著者からの御返信では、風速を内挿して再計算したところ、ほぼTK03とほぼ同じ発散分布が得られたとのこと」と書かれているが、これは、N04の第1章にも記述されているように、名古屋市北部（～北東部）の収束域について言及したものである。

3. 名古屋市北部～北東部の収束域

第2章で述べたように、TK03で用いられた発散収束の計算方法は、N04の批判にあるように、必ずしも適切なものではないと考えられる。しかしながら、TK03の重要なテーマである、名古屋市北部～北東部の収束域は、今回の再計算結果によっても表現されており、TK03の主張そのものは誤りではないことを念のため強調しておきたい。第1図あるいは第2図の風向風速分布を見ると、TK03で言及されている、伊勢湾からの南西風（海風）と、その前方の弱風、および関ヶ原・養老山地方からの西風は明らかに存在しており、そ

れらが収束する名古屋市北部～北東部に明瞭な収束域が形成されている。この収束により、夏季晴天日の名古屋市北東部において、人為起源のSPMを凝結核とする収束雲が形成されやすいことは、TK03で述べられている通りである。

4. 結び

N04が指摘した、TK03の発散収束計算の誤りは、第1著者の理解不足・勉強不足によるところが大きい。このため、論文をお読みくださり、再考の機会を与えてくださった二宮洸三先生に、厚くお礼を申し上げます。

参考文献

- 中井公太, 1982: アメダス風から計算される関東地方の発散の主成分分析, 研究時報, 34, 115-126.
 二宮洸三, 2004: 「夏季晴天日の濃尾平野における地上風収束域の汚染質と雲分布」に対する質疑とコメント, 天気, 51, 31-34.
 常松展充・甲斐憲次, 2003: 夏季晴天日の濃尾平野における地上風収束域の汚染質と雲分布, 天気, 50, 527-537.

Reply to ‘Comment and Discussion on “Pollutants and Cloud Distribution near the Surface Wind Convergence Zone in the Noubi Plain on the Summer Sunny Days” by K. Ninomiya

Nobumitsu TSUNEMATSU* and Kenji KAI**

* (Corresponding author) Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464-8601, Japan.

** Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University.

(Received 28 October 2003 ; Accepted 12 December 2003)
