

II-347 碓氷峠を中心とした領域での三次元流れ場の日変化 -客観解析-

豊橋技術科学大学（学）水谷隆一・（正）北田敏廣、国立公害研究所 植田洋臣
 豊橋技術科学大学 国井克彦、長野県衛生公害研究所 栗田秀實

1. はじめに

夏期に、日本中央部が高気圧の影響下において上層に沈降性逆転に伴う安定層があるとき、東京湾沿岸域から長野県東部への大気汚染の長距離輸送がしばしば観測されている(Kurita et al., 1985)。碓氷峠付近は、長距離輸送の経路上にあたり地形的特異性からそこでの流れ場が特に注目される。本研究では碓氷峠を中心とする比較的小規模な領域（図1参照）において、観測データを基に連続の式を満足するように客観解析を行い、詳細な三次元流れ場の日変化を明らかにした。さらにその結果を用いて仮想大気粒子の放出実験を行い、峠付近における大気汚染物質の挙動を推定した。

2. データと解析方法

対象期間は、大気汚染物質が碓氷峠を越えて輸送されたと考えられる1983年7月29日1時から24時までの24時間である。県およびAMeDASの地表風（合計55点）と13点のパイロットバルーンによる観測データを用いた。図1のような領域が x 、 y 、 z 方向にそれぞれ $\Delta x = 3.3\text{km}$ 、 $\Delta y = 2.7\text{km}$ 、 $\Delta z = 50\text{m}$ の格子間隔によって分割され、領域を構成する格子点数は総計48050であった。観測風の各格子点への内挿は、距離（観測点と格子点の間の距離）の2乗の逆数による重みづけ平均で行った。また地表風データは、地上60mの高さまでべき法則により上げて利用した。このようにして推定された流れ場（ u_0, v_0, w_0 ）が連続の式を満足するように、変分法に基づく方法により内挿値の修正を行った。この方法により得られた修正流れ場（ u, v, w ）を利用して、さらにLagrange的移流による仮想大気粒子の飛跡経路の数値実験を行った。

3. 結果および考察

（a）三次元流れ場 流れ場の客観解析により以下のことが明らかになった。Kurita et al. (1985)の指摘するように、太平洋側からの大規模風は15時には碓氷峠を越え初め、18時には完全に峠を越えて長野県側に侵入する。このとき、15～17時と18時以降では、峠付近の三次元流れ場に大きな変化があることがわかった。すなわち、図2(a)に典型的に示されているように15～17時には、まだ長野県側からの谷風が勢力を持ち、大規模風は峠上で強い水平風を得られず、収束が生じる。それに対して18時以降（図2(b)が典型的）は、長野県側の谷風の衰退と共にこの大規模風が長野側へ完全に入り込み、峠では強い水平風が達成される。この流れに対する上層からの部分的補償流が、軽井沢上空標高2000mに中心を持つ、準

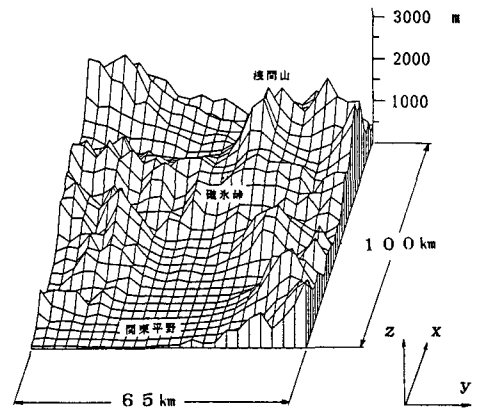
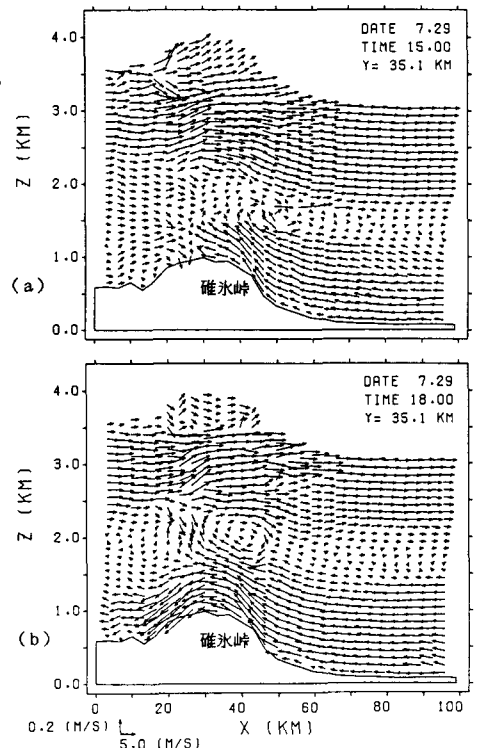


図1 対象領域鳥瞰図

図2 推定流れ場。(a),(b)それぞれ15,18時における鉛直断面 ($y=35.1\text{km}$)

定常的（22時頃まで続く）かつ鉛直面内で二次元的な循環流を生成する。

（b） 大気粒子の放出数値実験 特に関東から長野県側への物質輸送が生じる時刻における三次元流れ場の時間変化と粒子の挙動の関係を明らかにするために、（粒子の）放出時刻、放出位置（水平、鉛直）をパラメータとして数値実験を行った。13時に深谷市北方の地上100mと500mから放出した19個の粒子の位置を1時間毎にプロットしたものを図3及び4に示す。両図より、放出高度による移動経路の違いが明らかである。

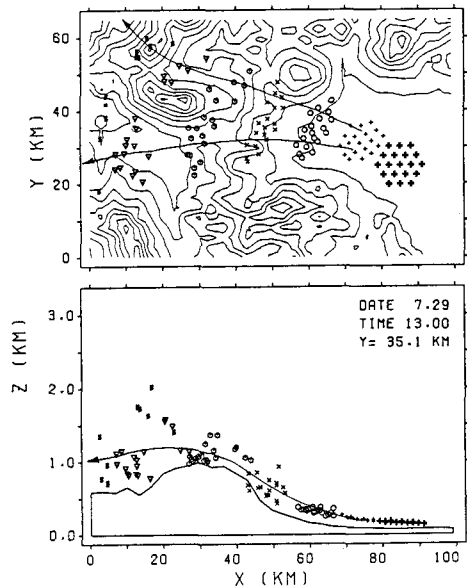


図3 放出大気粒子の飛跡図。
（13時、深谷市北部地上100m放出）

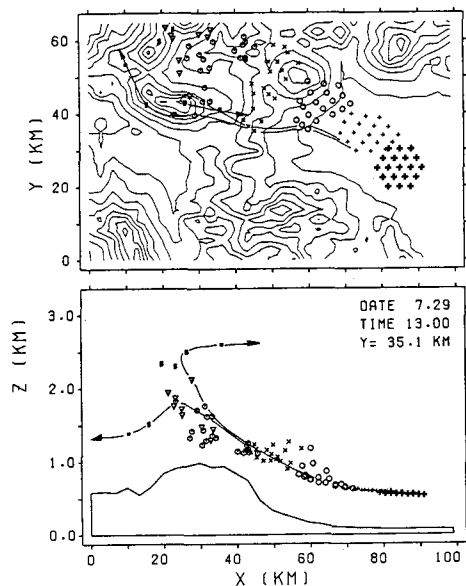


図4 放出大気粒子の飛跡図。
（13時、深谷市北部地上500m放出）

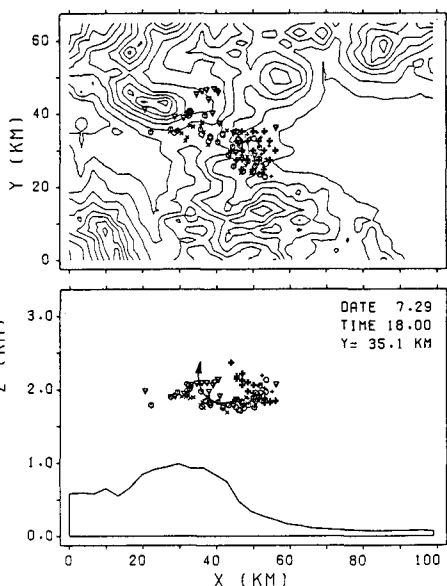


図5 放出大気粒子の飛跡図。
（18時、安中市北部地上1600m放出）

500mから出た粒子のほとんど（約89%）が榛名山から浅間山の北方に向かって長野側に入るのに対して（図4）、図3に示すように、100mから出た粒子は逆にその68%が碓氷峠付近を越えて佐久盆地に到る。さらに、図4より粒子が標高2km以上の上層に運ばれ、一般風に乗って東方に向かうのが観察される。浅間山に、関東からの大規模東風が吹きつけ、その斜面を踏台に17～18時頃に上層に運ばれるものと考えられる。18時に安中市上空1600mから放出した粒子の挙動を図5に示す。粒子が前項でみた上層の定常渦にtrapされて、放出後5時間でもなお渦外に抜けられないことがわかる。

4. おわりに

峠付近の三次元流れ場は、関東平野からの大規模東風が峠にさしかかる15～17時と、峠を越して完全に長野側にはいる18時以降で大きな違いのあることがわかった。18時以降の特徴は、軽井沢上空に鉛直面内二次元的な定常渦が生成することである。最後に、浅間、蓼科などの山々が作り出す大気下層での流れの三次元性が強く印象に残った。

（参考文献） Kurita, H., K. Sasaki, H. Muroga, H. Ueda and S. Wakamatsu, 1985: J. Climate Appl. Meteor., 24, 425-434.