

## 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

常松展充\*・甲斐憲次\*

## 要旨

夏の晴れた日の名古屋周辺域における収束雲の有無に着目し、それと局地的な風系および大気汚染との関係に焦点を当て、濃尾平野を中心とする地域の夏季晴天日について、統計解析、現地観測、数値シミュレーションを行った。まず、夏季晴天日として抽出した82日の、15時における統計解析の結果、伊勢湾からの南西風（海風）と、その前方の弱風域、および関ヶ原・養老山地方からの西風が、名古屋市北部～北東部で収束しており、同地域でSPM (Suspended Particulate Matter) の濃度が周辺地域に比べて高いことが分かった。また、気象衛星ひまわりが捉えた可視光線のアルベドを統計解析した結果、名古屋市北東部に、周辺の平野部と比べてアルベドの特に高い領域（雲の存在しやすい領域）が認められた。つぎに、夏季の晴天日に行ったSPM濃度の現地観測の結果により、名古屋市北部～北東部においてSPM濃度が周辺地域よりも高い、という統計解析の結果を確認することができた。これらのことから、夏季晴天日の名古屋市北東部においては、風の収束に伴い、人為起源のSPMを凝結核とする収束雲が形成されやすいものと考えられる。また、この現象は南関東に発生する環八雲に類似した点があるといえよう。さらに、数値シミュレーションの結果により、伊勢湾からの海風およびその前方の弱風域との間で収束する関ヶ原・養老山地方からの西風は、琵琶湖の影響を受けていることが示唆された。

## 1. はじめに

人間活動が集中する都市域においての大気現象は、近年、多くの研究者やマスコミにより注目されている。中でも夏季のヒートアイランドや局地風系、対流活動との兼ね合いから見た降水現象に注目が集まっているといえよう。佐藤・高橋（2000）は、近年東京都心における8月の強い降水の割合が増えていることを示し、その原因としてヒートアイランドの強化による上昇気流の局地的な活発化を指摘している。また、藤部ほか（2002）が、東京23区について、夏の高温日の午後に起こった短時間強雨の事例を風系と降水系との対応関係から調査し、その幾つかの特徴を明らかにしている。しかし、このような研究は、東京周辺域を対象としたものが多く、その他の大都市域を対象とした同

様の研究がやや不足しているように感じられる。

名古屋は東京と同様に大都市であり、しかも平野上の都市であることや南側に2つの大きな湾をもつことなど、地形的にも東京と類似しているといえる。このため、名古屋周辺域を対象とした大気現象の研究は、東京周辺域の研究結果と地域間比較を行う上で重要になるものと思われる。そして、地域間比較を行うことで、両地域における大気現象の個別の特色や、両地域に共通する特徴が見出されることが期待される。また、そのことが都市域の大気現象のさらなる解明に有効に働くものと考えられる。

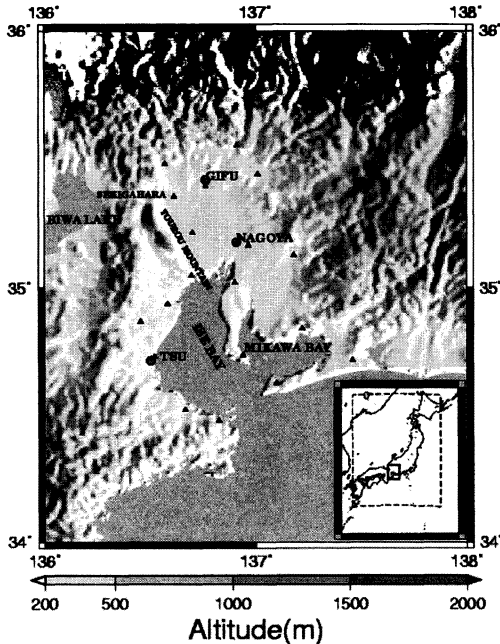
これらのことから、本研究では、名古屋を抱える濃尾平野および夏季の晴天日を対象として、とくに対流活動や降水現象と密接に関係する収束雲（風の収束域に発生する雲）の存在の有無に着目し、その発生に重要である風の収束や、都市域から多く放出され雲の凝結核に成り得るSPM (Suspended Particulate Matter; 浮遊粒子状物質) の濃度に焦点を当て、統計解析、現地観測、数値シミュレーションを行った。統計解析

\* 名古屋大学大学院環境学研究所。

n.tsunematsu@arion.ocn.ne.jp

—2002年9月17日受領—

—2003年4月30日受理—



第1図 研究対象地域。図の右下の小さな図中の実線枠内を拡大したもの。影は標高を表す。小さな▲印は晴天日抽出の際にデータを用いたアメダス地点。右下の小さな図中の点線枠は地衡風の算出範囲を示している。

では、まず夏季の晴天日を客観的に選び出し、観測網が密な大気汚染監視局のデータを用いて、局地風系およびSPM濃度の解析を行った。また、気象衛星のデータを用いて雲の分布の解析を行った。さらに、統計解析を補足するものとして、SPM濃度の現地観測、および風の場の数値シミュレーションを行い、現象に対して多角的に迫った。

## 2. 解析方法

### 2.1 対象地域

解析の対象地域は、第1図に示すように、濃尾平野、伊勢湾岸、三河湾岸の地域が主である。

名古屋のある濃尾平野の南側には伊勢湾と三河湾があり、北側には山岳地帯が広がっている。また、西側には標高1500 m以下の山地が南北に連なって存在している。

### 2.2 対象期間

解析の対象期間は1990年～1999年(10年間)の7月～8月とした。

### 2.3 使用データ

解析に使用したデータは次の通りである。

- ① アメリカの国家環境予測センター(NCEP)と国家大気研究センター(NCAR)再解析データの海面更正気圧値。
- ② アメダス観測データの風向風速値と日照時間値。
- ③ 愛知・岐阜・三重の東海3県にある大気汚染監視局観測データの風向風速値とSPM濃度値。
- ④ 静止気象衛星ひまわり5号の可視光線のアルベドデータ(高知大学・東京大学・気象庁提供)。

### 2.4 総観場の気流の分類

局地的な気象現象は、総観場の気流の影響を強く受けるため、最初に、日本付近における総観場の気流の客観的な分類を行った。

NCEP-NCAR再解析データのうち、北緯30度・東経130度、北緯30度・東経145度、北緯45度・東経130度、北緯45度・東経145度の4地点の海面更正気圧値を用いて、日本付近(第1図参照)の地衡風向と地衡風速を日別に求めた。なお、これらを求める際の東西方向の距離には、その北緯30度上における値と北緯45度上における値の平均値を採用した。

こうして算出された地衡風を日々の総観場の気流とし、日本付近における総観場の気流を客観的に分類した。そして、本研究では、総観場の気流が弱く局地循環が発達しやすい日を選ぶ意味で、地衡風速が5 m/s未満の日を抽出した。その結果、全620日の中から432日が抽出された。

### 2.5 晴天日の抽出

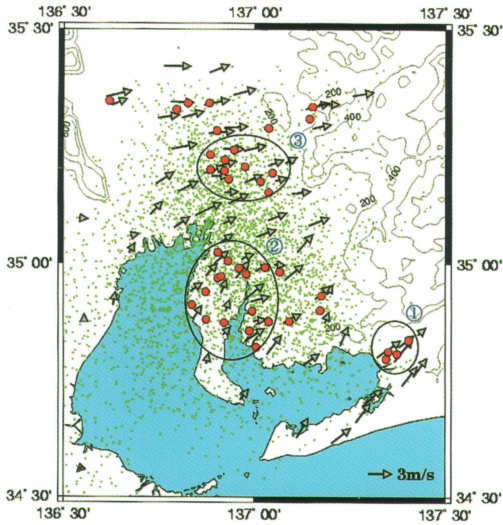
つぎに、これら432日の中から、晴天日を抽出する作業を行った。

432日のうち、濃尾平野、伊勢湾岸、三河湾岸の地域にある標高100 m以下のアメダス地点(19地点;第1図参照)全てにおいて、日照時間が6時間を超えた日、すなわち、それら全てのアメダス地点において、日中のおよそ半分以上晴れていた日を晴天日とし、抽出した。その結果、432日の中から91日が抽出された。

### 2.6 擾乱の排除

さらに、これら91日について、擾乱を排除する作業を行った。

91日のうち、地上天気図を見て、東海地方の近くに熱帯低気圧がある日や東海地方の南海上に梅雨前線が認められる日は排除した。その結果、91日の中から82日が抽出された。



第2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。赤い丸の地点は $10^{-5}\text{s}^{-1}$ 以上の収束の値をもつ地点、緑の小さな四角の地点は $10^{-5}\text{s}^{-1}$ 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本文中で述べられている各収束域を表し、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 ごと等の等高線を示した(線中の数字は標高)。

## 2.7 解析の対象

本解析は、この82日(以下“夏季晴天日”と呼ぶ)について行った。解析事項は、局地風系を調べるための風向風速および風の発散収束、大気汚染との関係からSPM濃度、雲の分布を見るための可視光線のアルベドで、全て地理的分布を解析した。また、夏季の晴天日においては1日の中で最も気温が高く局地循環や鉛直対流が発達しやすい時間帯である15時について解析を行った。なお、本解析では大気汚染監視局のデータを使用した。このうち欠測が2割以下の監視局(夏季晴天日82日中66日以上15時のデータがある監視局)のデータを採用した。

## 3. 解析結果と考察

### 3.1 風向風速と発散収束

第2図は、対象地域における夏季晴天日15時の風向風速を平均したものと、同じく発散収束を平均したものである( $10^{-5}\text{s}^{-1}$ 以上の強い収束の値をもつ地点を強調して表示してある)。なお、発散収束の値は次式から

求めた。

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

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。 $\partial u$ は2つの地点間の西風成分差(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、 $\partial v$ は2つの地点間の南風成分差(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、 $\partial x$ は2地点間の東西方向の距離、 $\partial y$ 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。

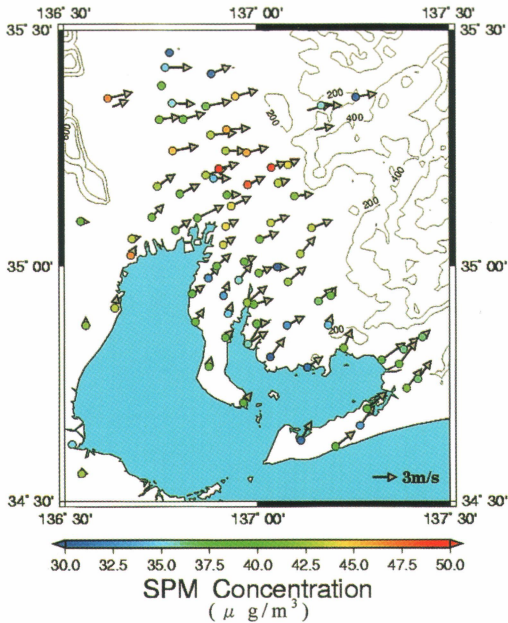
この(1)式を使って、愛知・岐阜・三重の各県にある各大気汚染監視局(91局)の間の発散収束を求めた。すなわち、これら全ての2地点間の発散収束を求めた。なお、その値は2地点の中間地点の値とした。

第2図を見ると、伊勢湾および三河湾から内陸へ向かう海風が発達し、全体的に風向が南西寄りであることに気がつく。一方、発散収束に着目すると、大きく3つの収束域があることに気がつく。すなわち、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。①は三河湾からの海風と太平洋から渥美半島を經由して来る海風との間の収束域、②は伊勢湾からの海風と知多湾からの海風と三河湾からの海風との間の収束域、そして③は、伊勢湾からの南西寄りの海風と、その前方の弱風域、および関ヶ原あるいは養老山地の方から来る西寄りの風との間の収束域であるものと見られる。③の収束域については、その中でも西側の収束地点は主に伊勢湾からの海風と関ヶ原・養老山地方からの西寄り風との間の収束地点であり、東側の収束地点の幾つかは伊勢湾からの海風とその前方の弱風域との間の収束地点である。

### 3.2 SPM濃度

第3図は、対象地域における夏季晴天日15時のSPM濃度を平均したものに、同じく風向風速分布を重ねたものである。この図を見ると、名古屋市北部～北東部に、周辺地域に比べてSPM濃度の高い地域が見られる。この地域は、前節で述べたように、伊勢湾か





第3図 夏季晴天日15時のSPM濃度と風向風速。赤色の地点ほどSPM濃度が高い地点。他は第2図と同じ。

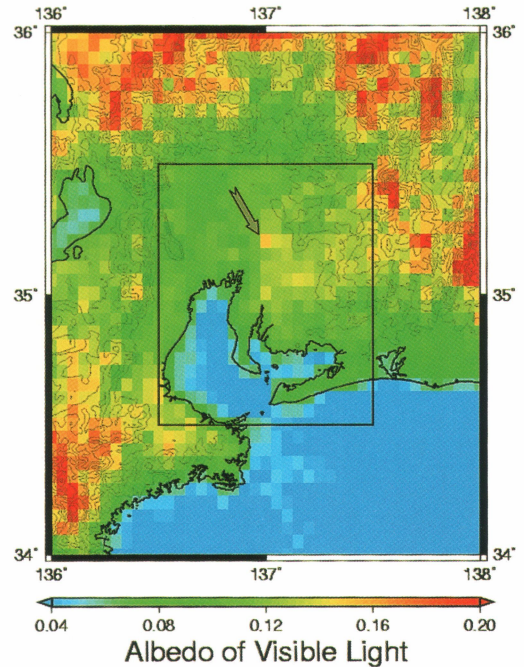
らの南西寄りの海風と、その前方の弱風域、および関ヶ原あるいは養老山地方面からの西寄りの風が収束する場所である。

原田(1966)によると、地上の局地風が収束するところでは、汚染物質が水平収束し、汚染された層が厚くなるため、地上の汚染物質の稀釈の割合が小さくなり(上下の混合による稀釈作用が小さくなり)、また風速が弱いため、地上の汚染濃度が高くなると考えられる。このことなどから考えて、名古屋市北部～北東部のSPM高濃度域は、伊勢湾からの南西寄り風と、その前方の弱風域、および関ヶ原あるいは養老山地方面からの西寄り風の収束によって形成されるものであるといえる。また、この高濃度のSPMは名古屋という都市域から放出された、人為起源のSPMと見ることができよう。

### 3.3 可視光線のアルベド

第4図は、対象地域における夏季晴天日15時の可視光線のアルベドを平均した図である。ただし、データの制約上、この図については、1996年～1999年までの29日分の夏季晴天日について平均した結果のものである。

第4図を見ると、山地でアルベドが特になら高くなっていることが分かる。甲斐ほか(1995)によると、可視



第4図 夏季晴天日15時の可視光線のアルベド。赤色の領域ほどアルベドが高い領域。平野部の中でも特にアルベドが高い領域を矢印で示した。図中の枠は第2図および第3図の範囲を表している。200 mごとの等高線を示した。

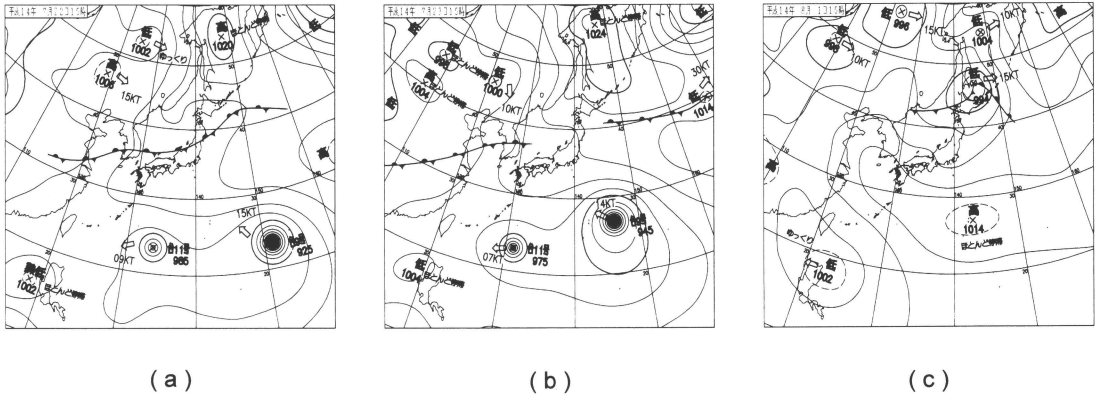
光線のアルベドが15%以上の領域は雲である可能性が高い。つまり、図の中で、黄色よりも暖色系の色の領域は、夏季晴天日に雲が存在しやすい領域である。このことから、夏季晴天日の15時においては、山地に多くの雲が存在していることが分かる。これは、谷風や豊富な水蒸気を含んだ海風が山肌を上昇することによって、山地に積雲系の雲が生じるためと思われる。

一方、平野部に目を向けると、濃尾平野の東側の地域(図の中央付近)では、他の平野部に比べてアルベドが高めであることが分かる。これは、この地域で海風の流入が盛んなこと(第2図参照)から考えて、水蒸気を豊富に含んだ海風の影響で雲が発生しやすいためと推察される。

重要なのは、平野部の高アルベド域の中でも特にアルベドの高い領域が、名古屋市の北東部に見られることである(図中の矢印で示した部分)。そして、この領域は、先に述べた、風の収束域とSPM高濃度域に一致している。

局地的な雲の生成には、上昇流の発生原因となる地





第5図 観測実施日の地上天気図. (a) 2002年7月22日15時, (b) 2002年7月23日15時, (c) 2002年8月1日15時.

上風の収束や、凝結核となるエアロゾルすなわちSPMの存在が重要であることから、このアルベドの特に高い領域は、風の収束に伴って、人為起源のSPMを凝結核とした雲が発生しやすい領域と考えられる。

なお、先の風の発散収束とSPM濃度の図は82日分の平均であるのに対して、可視光線のアルベドの図は29日分の平均であるが、この29日についても風の発散収束とSPM濃度の図を作成したところ(図省略)、82日について作成した場合と比べてその地理的分布に大きな違いは見られなかった。

### 3.4 解析のまとめ

15時について行った、夏季晴天日82日の統計解析の結果、伊勢湾からの南西寄りの海風と、その前方の弱風域、および関ヶ原あるいは養老山地方からの西寄りの風が、名古屋市北部～北東部において収束しており、その地域でSPM濃度が周辺地域に比べて高いことが分かった。このことは、夏季の太平洋高気圧や移動性高気圧に覆われた気圧傾度の緩やかな日の、名古屋付近における風系および不連続線と静穏帯について述べた、大和田(1994)の研究とも少なからず一致するといえよう。

また、名古屋市北東部には、他の平野部に比べて可視光線のアルベドの特に高い領域、すなわち雲の存在しやすい領域が認められた。つまり、夏季晴天日には、名古屋市北東部において、風の収束域とSPMの高濃度域、それに雲の存在しやすい領域が一致していることが分かった。

これらのことから、夏季晴天日の名古屋市北東部においては、風の収束に伴い、人為起源のSPMを凝結核とする収束雲が形成されやすいものと考えられる。

## 4. SPM濃度の観測

### 4.1 目的

前章では、夏季晴天日の15時には、名古屋市北部～北東部においてSPMの高濃度域が見られることを述べた。このことを実際に確認するため、本研究ではSPM濃度の観測を行った。

### 4.2 日時

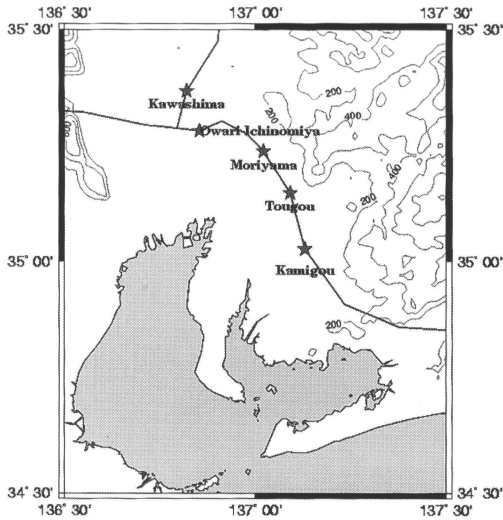
観測は、2002年7月22日、7月23日、8月1日の3日行った。観測時刻は、いずれの日も13時～16時である。第5図a、第5図b、第5図cの地上天気図に示すように、これら3日とも、東海地方は太平洋高気圧に緩やかに覆われており、観測実施中の天気は良好であった。

### 4.3 場所

観測場所は、東名高速道路の上郷SA、東郷PA、守山PA、名神高速道路の尾張一宮PA、東海北陸自動車道の川島PAの5地点で(第6図参照)、濃尾平野の北東部を南南東から北北西の方向へ、あるいは逆に北北西から南南東の方向へ移動する形で行った。なお、観測場所として高速道路のサービスエリア・パーキングエリアを選んだのは、一般道に比べて高度が高いため、地表面付近の砂埃の影響を受けにくいと考えたことと、高速道路を利用すると移動が速いため、短時間に複数の地点で観測が行えるからである。また、サービスエリア・パーキングエリア内では、他の自動車からの排気ガスの影響を受けにくい場所を極力選んで、観測を行った。

### 4.4 方法

シグマテック製のパーティクルカウンタ(MODEL TD-200S)を用いて、SPMの個数を粒径別(0.3 $\mu\text{m}$ ～5



第6図 SPM濃度観測地点。星印が観測地点のSA・PA。太線は東名高速道路・名神高速道路・東海北陸自動車道を表す。200 mごとの等高線を示した。

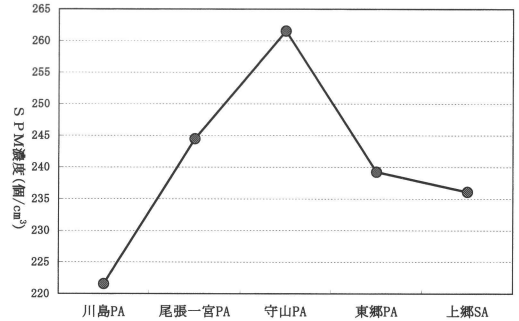
$\mu\text{m}$ )に測定した。流量は毎分3 lに設定した。また、パーティクルカウンタを自動車の屋根の上に設置して測定した。このようにして、各観測地点につき1分間測定を5回ずつ行った。

#### 4.5 結果

第7図は、全粒径のSPM個数(総数)の測定結果を、各地点について平均し、濃度としてグラフ化した図である。なお、各地点ごとに5回の測定を3日に渡って行ったので、図中の各地点の値は15回分の測定値の平均値である(ただし守山PAの値には1回分の欠測を含んでいる)。また、この図は夏季の晴天日の濃尾平野北東部におけるSPM濃度の、北北西-南南東断面図と考えることもできる。

第7図を見ると、SPM濃度は、川島PAと上郷SAで低く、両者の中間点である守山PAで最も高いという、山型の分布をしていることが分かる。つまり、濃尾平野北東部の中でもSPM濃度が高いのは名古屋市北部~北東部付近であり、前章で述べた統計解析結果と一致している。

このことから、夏季晴天日に名古屋市北部~北東部においてSPMが高濃度になるという統計解析の結果は、今回の現地観測により確認されたといえる。



第7図 SPM濃度の測定結果。各値は、全粒径のSPM個数(総数)について、15回分の測定結果を平均し、濃度に換算したものである。

#### 5. 数値シミュレーションによる西風の検証

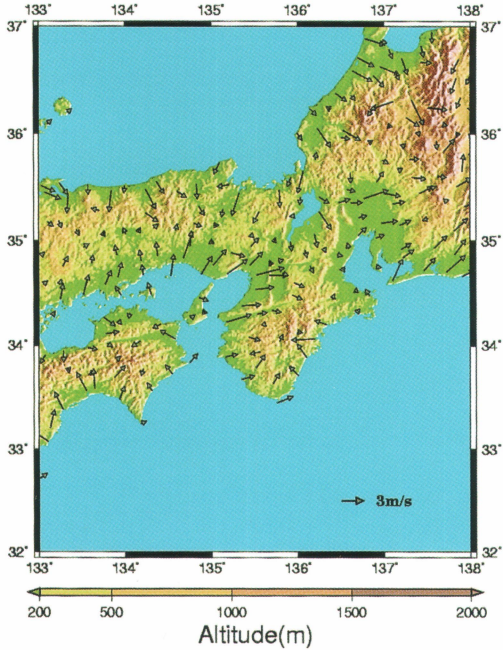
第3章では、夏季晴天日の15時には、伊勢湾からの南西寄りの風と、その前方の弱風域、および関ヶ原あるいは養老山地方からの西寄りの風が、名古屋市北部~北東部において収束しており、またそれが同地域でのSPMの蓄積に寄与しているであろうことを指摘した。

この伊勢湾からの南西寄り風が伊勢湾からの海風であることは第2図を見て明らかであるが、関ヶ原あるいは養老山地方からの西寄り風は、どこからもたらされるものなのであろうか。

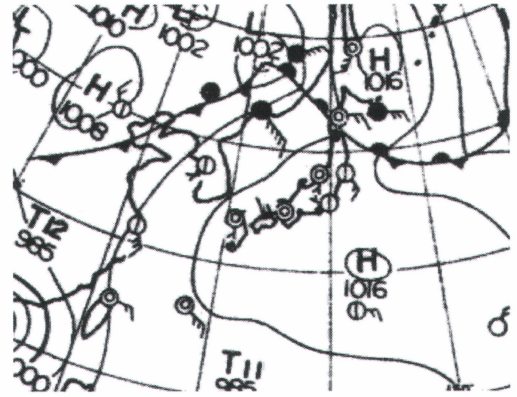
第8図は、夏季晴天日について、対象地域よりも広範囲の地域のアメダスの風向風速を平均した、風系図である。この図を見ると、若狭湾または琵琶湖方面からの西寄りの風が、関ヶ原を通して濃尾平野に達している様子が見られる。つまり、関ヶ原あるいは養老山地方からの西寄り風は、若狭湾または琵琶湖方面からの風であるものと見られる。しかし、統計解析結果からはこれ以上のことは分からない。

そこで、この西風のルートを検証するため、夏季晴天日の中でも典型的な風系の日を選び、その日について数値シミュレーションを行った。

ここで使用したモデルは、Pielke *et al.* (1992)により開発された、Regional Atmospheric Modeling System (RAMS)で、筑波大学の木村富士男教授によって手が加えられたものを使用した。モデルの概要を第1表に示す。また、北緯35度・東経137度を計算領域の中心にして、水平格子数を70×70、水平格子間隔を4.63 km、鉛直格子数を30、鉛直格子間隔を100 m~1200 m(最下層間隔は100 mで間隔が1200 mに達す



第8図 夏季晴天日15時のアメダスの風向風速。矢印の向きと長さは風向風速を表す。カラーイメージは標高。



第9図 1997年8月2日9時の地上天気図。

り良くないものの、風向についてはおおむね一致しており、RAMSによって気流の方向がよく再現されているといえる。

第10図aで、琵琶湖付近に注目すると、琵琶湖からその周辺地域へ向かって風の発散している様子が明瞭に見られる。つまり、湖風がよく発達している。重要なことは、琵琶湖からの湖風が西寄りの風となって関ヶ原を吹き抜け、濃尾平野へ吹き出していることである。そして、このうち南側の流れが名古屋市の北側まで達している。この風が、先に述べた西寄り風であるものと見られる。

つぎに、第10図cは、琵琶湖を取り除いてシミュレーションを行った結果である。この図では、当然のことながら、第10図aで琵琶湖付近に見られた風の発散が見られず、代わりにその地域では大阪湾方面から続く南西寄りの風が卓越している。そして、最も注目されるのは、関ヶ原を吹き抜けて濃尾平野へ吹き出す風の流れのうち、北側の流れは第10図aと同様に見られるものの、南側の流れ（名古屋市の北側へ向かう流れ）はほとんど見られないことである。

第1表 数値モデルの概要

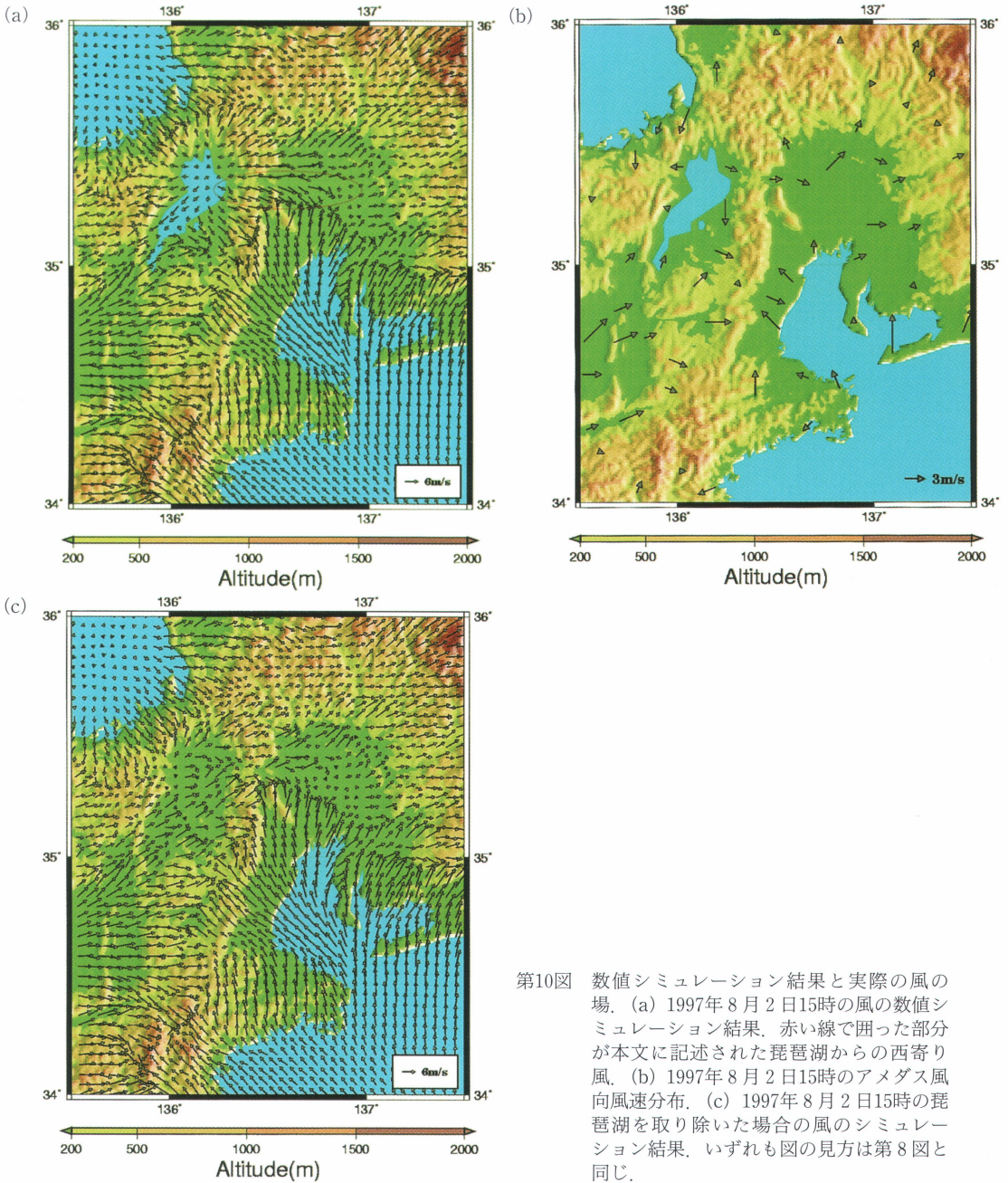
基礎方程式	非静水圧, 非弾性
物理過程	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 放射 (Nakajima <i>et al.</i>, 2000)</li> <li>• 対流 (Arakawa and Schubert, 1974)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 乱流                             <ul style="list-style-type: none"> <li>水平: deformation</li> <li>鉛直: Mellor-Yamada level 2.5 (Mellor and Yamada, 1982)</li> </ul> </li> <li>• Cloud-Microphysics (Walko <i>et al.</i>, 1995)</li> <li>• 地表面粗度 (Louis, 1979)</li> <li>• 土壌 (Tremback and Kessler, 1985)</li> </ul>

るまで上方に向かって1.2倍刻みで層の間隔が増加)、時間刻み (timestep) を60秒にそれぞれ設定し、計算を行った。なお、計算に用いた気象要素データは、NCEP-NCAR 再解析データの毎6時間値である。海水面温度として、1997年8月の月平均海水面温度データ (Reynolds SST; Reynolds and Smith, 1994) を使用した。

数値シミュレーションの対象日に選んだのは、1997年8月2日である。8月1日21時から8月2日15時まで、18時間積分を行った。第9図の地上天気図に示すように、この日は本州が太平洋高気圧に広く覆われており、日本付近の気圧傾度が緩く、典型的な夏型の気圧配置であった。このため局地循環がよく発達した。

第10図aは、1997年8月2日15時における、風向風速分布のシミュレーション結果である。また、第10図bは、同日同時刻におけるアメダスの風向風速分布である。両者を比べると、風速については再現性がある





第10図 数値シミュレーション結果と実際の風の場. (a) 1997年8月2日15時の風の数値シミュレーション結果. 赤い線で囲った部分が本文に記述された琵琶湖からの西寄り風. (b) 1997年8月2日15時のアメダス風向風速分布. (c) 1997年8月2日15時の琵琶湖を取り除いた場合の風のシミュレーション結果. いずれも図の見方は第8図と同じ.

このように、琵琶湖が存在する場合は関ヶ原を通過して名古屋市の北側へ向かう西寄り風が見られるが、琵琶湖が存在しない場合はそれがほとんど見られなくなる。このことから、第3章で述べた、名古屋市北部～北

東部において伊勢湾からの海風との間で収束する西寄り風は、琵琶湖方面からの風であり、琵琶湖の影響を受けているといえる。つまり、夏季晴天日の名古屋市北部～北東部における風の収束に、琵琶湖が影響して



いることが示唆される。

## 6. まとめ

夏の晴れた日の名古屋周辺域における収束雲の有無に着目し、それと局地的な風系および大気汚染との関係に焦点を当て、濃尾平野を中心とする地域の夏季晴天日について、統計解析、現地観測、数値シミュレーションを行った。これらの結果を総合し概念図として示したものが第11図である。

まず、夏季晴天日の15時について統計解析を行った結果、伊勢湾からの南西寄りの海風と、その前方の弱

風域、および関ヶ原あるいは養老山地方からの西寄りの風が、名古屋市北部～北東部において収束しており、その地域でSPM濃度が周辺地域に比べて高いことが分かった。また、名古屋市北東部に、他の平野部に比べて雲の存在しやすい領域が認められた。つまり、夏季晴天日には、名古屋市北東部において、風の収束域とSPMの高濃度域、それに雲の存在しやすい領域が一致する。さらに、SPM濃度の観測結果から、名古屋市北部～北東部におけるSPM濃度がその周辺地域に比べて高いという統計解析結果を確認することができた。これらのことから、夏季晴天日の名古屋市北東部においては、風の収束に伴い、人為起源のSPMを凝結核とする収束雲が形成されやすいものと考えられる。

この名古屋市北東部における一連の現象は、塚本(1982)によって発見され、その後、甲斐ほか(1995)や糸賀ほか(1998)、神田ほか(2000)などの研究によりメカニズムが明らかにされた、南関東の環八雲に類似しているといえよう。すなわち、両者とも、気流の収束の結果、都市起源と思われるエアロゾルを含んだ雲が生じるという点で類似している(ただし環八雲の方はヒートアイランドの効果も重要であるとされている)。今後、両現象の比較研究が期待される。

つぎに、数値シミュレーションの結果により、名古屋市北部～北東部において伊勢湾からの海風およびそ



第11図 本研究結果の概念図。ピンク色の矢印は伊勢湾からの海風と琵琶湖方面からの西風を表している。その両者に挟まれた領域の赤色の点々はSPMの蓄積を表現している。またその領域にある灰色の物体は雲である。名古屋の位置を●で示した。

の前方の弱風域との間で収束する西寄り風は、琵琶湖の影響を受けていることが示唆された。

本研究を通じて、夏季晴天日の最も気温が高い時間帯(15時)の、濃尾平野を中心とする地域においては、伊勢湾からの南西寄りの海風と、その前方の弱風域、および琵琶湖方面からの西寄り風が、名古屋市北部～北東部で収束しやすく、同地域でSPM濃度が高くなりやすいことが明らかになるとともに、同地域においては風の収束に伴い人為起源のSPMを凝結核とする収束雲が高い頻度で形成され得ることが分かった。濃尾平野や伊勢湾岸地域における夏季の風系や大気汚染物質濃度の地理的分布を論文上に図として表現した研究としては、大和田ほか(1993)や森ほか(1994)、Kitada *et al.* (1998)があげられるが、いずれも数日のみの事例解析あるいは数値シミュレーションの形で表現されたものであり、統計解析、現地観測、数値シミュレーションの3つを通じて求めることができた本研究のこの結果は、重要な結果であるといえよう。また、本研究で見られた琵琶湖・関ヶ原方面からの西寄り風は、前述のような従来の研究においては明瞭に解析されておらず、夏季晴天日に特有な風系として注目される。

今後は、15時以外の時刻について気温も含めた統計解析を行う必要があると思われる。また、今回見られた収束雲と、降水現象との関連性について取り組むこ

とも今後の課題である。

### 謝 辞

地域気象モデル (RAMS) についてご指導をいただきました。筑波大学地球科学系の木村富士男教授、科学技術振興事業団研究員の佐藤友徳氏、筑波大学大学院環境科学研究科 (現株式会社 CRC ソリューションズ) の青木功氏に厚くお礼を申し上げます。また、観測の際に同行して下さった名古屋大学大学院環境学研究科 (現株式会社掘場製作所) の水野裕介氏、天気図を提供していただきました株式会社アルゴスの松沢直也氏に感謝いたします。

なお、大気汚染監視局のデータは、愛知県環境部大気環境課、岐阜県健康福祉環境部環境管理課、三重県環境学習情報センターから提供していただきました。担当者の方々にお礼申し上げます。また、気象衛星ひまわりのデータは、高知大学気象情報頁 (<http://weather.is.kochi-u.ac.jp/>) の“保存書庫”にあるデータを使用させていただきました。

最後に、的確かつ有益なコメントをくださいました、お2人の査読者の方々、編集委員会の方に感謝いたします。

### 参 考 文 献

- Arakawa, A. and W. H. Schubert, 1974 : Interaction of a cumulus cloud ensemble with the large-scale environment, Part I, *J. Atmos. Sci.*, **31**, 674-701.
- 藤部文昭, 坂上公平, 中鉢幸悦, 山下浩史, 2002 : 東京23区における夏季高温日午後の短時間強雨に先立つ地上風系の特徴, *天気*, **49**, 395-405.
- 原田 朗, 1966 : 高濃度の大气汚染と気象条件について, *天気*, **13**, 417-426.
- 糸賀勝美, 甲斐憲次, 伊藤政志, 1998 : 環八雲が発生した日の気候学的特徴—1989~1993年8月の統計解析—, *天気*, **45**, 259-268.
- 甲斐憲次, 浦 健一, 河村 武, 朴(小野)恵淑, 1995 : 東京環状八号線道路付近の上空に発生する雲(環八雲)の事例解析—1989年8月21日の例—, *天気*, **42**, 417-428.
- 神田 学, 井上裕史, 鶴野伊津志, 2000 : “環八雲”の数値シミュレーション, *天気*, **47**, 83-96.
- Kitada, T., K. Okamura and S. Tanaka, 1998 : Effects of topography and urbanization on local winds and thermal environment in the Nohbi Plain, coastal region of central Japan : A numerical analysis by mesoscale meteorological model with a  $k-\epsilon$  turbulence model, *J. Appl. Meteor.*, **37**, 1026-1046.
- Louis, J.-F., 1979 : A parametric model of vertical eddy fluxes in the atmosphere, *Bound. -Layer Meteor.*, **17**, 187-202.
- Mellor, G. L. and T. Yamada, 1982 : Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems, *Rev. Geophys. Space Phys.*, **20**, 851-875.
- 森 博明, 小川 弘, 北田敏廣, 1994 : 濃尾平野における海陸風の特徴と広域海風の出現条件, *天気*, **41**, 379-385.
- 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.
- Nakajima, T., M. Tsukamoto, Y. Tsushima, A. Numaguti and T. Kimura, 2000 : Modeling of the radiative process in an atmospheric general circulation model, *Appl. Opt.*, **39**, 4869-4878.
- 大和田道雄, 1994 : 伊勢湾岸の大気環境, 名古屋大学出版会, 219pp.
- 大和田道雄, 石川由紀, 中村達博, 1993 : 伊勢湾岸地域における夏型気圧配置時の  $O_3$  濃度の分布と風の局地循環系の関係について, *愛知教育大学地理学報告*, **77**, 15-26.
- Pielke, R. A., W. R. Cotton, R. L. Walko, C. J. Tremback, W. A. Lyons, L. D. Grasso, M. E. Nicholls, M. D. Moran, D. A. Wesley, T. J. Lee and J. H. Copeland, 1992 : A comprehensive meteorological modeling system—RAMS, *Meteor. Atmos. Phys.*, **49**, 69-91.
- Reynolds, R. W. and T. M. Smith, 1994 : Improved global sea surface temperature analysis using optimum interpolation, *J. Climate*, **7**, 929-948.
- 佐藤尚毅, 高橋正明, 2000 : 首都圏における夏期の降水特性の経年変化, *天気*, **47**, 643-648.
- Tremback, C. J. and R. Kessler, 1985 : A surface temperature and moisture parameterization for use in meso-scale numerical models, Preprints, 7th Conference on Numerical Weather Prediction, 17-20 June 1985, Montreal, Canada, AMS.
- 塚本治弘, 1982 : 植物が作る雲, 環境汚染が作る雲, *気象*, **26(8)**, 28-30.
- Walko, R. L., W. R. Cotton, M. P. Meyers and J. Y. Harrington, 1995 : New RAMS cloud microphysics parameterization. Part I : the single-moment scheme, *Atmos. Res.*, **38**, 29-62.



# Pollutants and Cloud Distribution near the Surface Wind Convergence Zone in the Noubi Plain on the Summer Sunny Days.

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 17 September 2002 ; Accepted 30 April 2003)

## 第1回「天気予報研究会」の開催と講演募集のお知らせ

第1回天気予報研究会を下記の要領で開催します。

**日時**：2004年2月20日(金) 13時30分～17時

**場所**：気象庁第1会議室(予定)

**はじめに**

「天気予報研究連絡会」設立後はじめての研究会です。官、民の予報業務従事者、気象予報士、気象情報の利活用者など多方面の交流で天気予報技術および天気予報利用技術の進歩・向上を目指します。

**主題**

今回の主題は「天気予報作成および利用時での人の介在による天気予報の精度と利用価値の向上」です。予報対象は問いませんが「人」の介在という観点からおおむね以下のような枠が想定されます。

先行時間：短時間(およそ6時間以内)

空間規模：メソスケールまたは局地現象  
(大規模場との相互作用含む)

**話題** 限定はしませんが2, 3例示します。

概念モデル(特に現象のライフサイクルの観点)

新しい観測システムの利用

気象解析(いかに天気システムの発生・発達・衰弱の前兆を探知するか)

ユーザーの立場からの視点(現状の予報の問題点等)

**講演申し込み要領**：

応募締め切り12月1日(月)

講演者氏名、所属、題目、要旨(400字以内)、連絡先(電話、住所、e-mailアドレス)を添えてお申し込み下さい。

**申し込み・問い合わせ先**：

e-mail 又は郵送でお願いいたします

tenkiyoho@jcom.home.ne.jp

〒185-0013 東京都国分寺市西恋ヶ窪3-17-17

山岸米二郎

**主催** 天気予報研究連絡会  
運営委員

木俣昌久、高野 功、立平良三、登内道彦、  
富沢 勝、古川武彦、山岸米二郎、吉野勝美