

名古屋市域における O_x 濃度の分布と 気圧配置との関係について

三輪 英*・大和田道雄**

I ま え が き

大気汚染に関する研究は、最近特に数多くなされているが、工場や自動車から直接排出される SO_x ・ NO_x などの一次汚染物だけでなく、光化学スモッグなどの二次汚染物に注目している研究が少なくない(菊地・伊藤, 1974, 岡部・菊地, 1975, 菊地・太田, 1977)。 O_x 濃度は、この光化学スモッグを予報するための重要な目安となる。一般に、 O_x 濃度が高くなるのには、風が弱く、高温でかつ日射が強いという気象条件が必要である(和達, 1974)。ところが、 O_x 濃度に関与する一次汚染物の拡散には、工場が立地する地形の影響を受けた局地気候に左右されることが多い。このため、関東平野においては、河村(1972a, 1972b, 1974)が、光化学スモッグの発生条件をシノプテック・スケール(synoptic scale)から考察し、さらに海陸風の侵入範囲と O_x 濃度の分布の関係を明らかにした。また、 O_x 濃度の分布と海陸風の時間的変化を対応させた研究もみられる(M.M.Yoshino, 1975, 若松, 1975a)。四日市においては園部(1974)が、阪神地方においては池田(1974)、小路(1978)等の研究がある。その結果、 O_x 濃度の高濃度地域の分布には、海風の発達に伴って内陸に侵入する海風前線が影響を与えていることが明らかとなっている。

さらに、垂直的な O_x 濃度の分布も各地で明らかにされている(福岡, 1975, 若松, 1975b, 小路, 1978, Lea

D. A., 1968)。その結果、 O_x 濃度は300~500m付近に極大値を示し、上空の安定層と密接な関係にあることが判明した。

しかし、名古屋市も、海岸部に臨海工業地帯を有しているにもかかわらず、この種の研究はほとんど見られないのが現状である。最近になって、名古屋市内でも十数ヶ所の観測地点が設けられ、大気汚染の観測網も完備され始めている。そこで、この名古屋市公害対策局の資料から、光化学スモッグの指標となる O_x 濃度を取り上げ、気圧配置と兼合わせながら、他の気候要素、および海陸風前線とのかかわりあいを考察したので報告する。

II 対 象 地 域

名古屋市の位置する濃尾平野は、南部を伊勢湾に面し、周囲を山で囲まれた広大な平野である。この平野は、冬季、伊吹おろし(大和田, 1976)および鈴鹿おろし(大和田・原田, 1978)による北西または西よりの強い局地風が吹走する地域である。一方、夏季には平野北部に熱的低気圧が形成されて酷暑地域となり、また、太平洋高気圧の張り出しとあいまって、南西または南よりの季節風が吹走する(河村, 1970)。名古屋市は、この平野の南部伊勢湾沿いに位置し、東部に東部丘陵が横たわり、西部は庄内川が南下して伊勢湾に注いでいる。また、南部海岸沿いには、埋め立てが進み、臨海工業地帯を形成している。これを Fig. 1 に示す。名古屋市は、現在200万都市として、中部圏の中心都市を成し、市内に16の行政区を有している。市街地が都

*愛知教育大学研究生

**愛知教育大学地理学教室

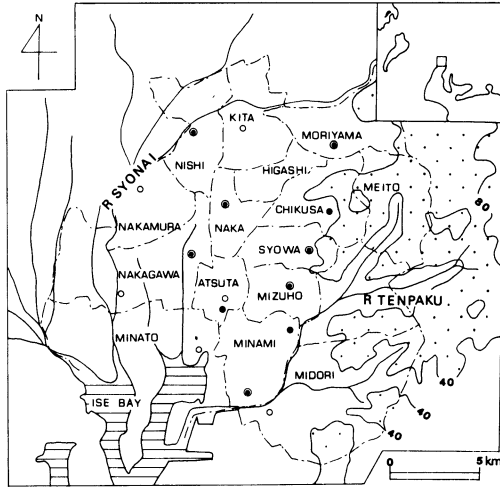


Fig. 1 Investigation area and observation points in Nagoya City.

- observation points of wind
- observation points of oxidant concentration
- ⊙ observation points of wind and oxidant concentration

心の中区・中村区を中心に展開しており、一方、海岸部の港区・南区は重化学工業地帯を形成している。また、北部の北区・守山区は、庄内川沿いに位置し、海岸から20km付近に位置するため、海風前線の進入範囲内にあたる。東部丘陵に沿う千種区・昭和区・瑞穂区は、名古屋市の住宅街を形成しているが、この地域は、海風

がSWの風向を持ち、南部工業地帯の風下側にあたるため、海岸地域から運ばれた汚染物が停滞し、高濃度汚染地域になることが予想される。

そこで、名古屋市の持つ地形的要素をふまえ、海陸風の循環系と大気汚染の関係について明らかにしようと試みた。

III 資料および整理方法

資料は、名古屋公害対策局の大気汚染資料から、1974～1977年までの4年間のOx濃度および風向・風速の観測資料¹⁾を使用した。市内には、Oxの観測地点が10ヶ所、風向・風速の観測地点が13ヶ所 (Fig. 1) あり、それぞれ毎時観測を行っている。

この資料から、まず最初に、Ox濃度の月別平均値および年平均値を地点ごとに求めた (Table 1)。この中で、3月から8月にかけては、全平均値の0.032 ppmを越える月がみられ、中でも5月が0.038 ppmと最大値を示している。特に、5月および6月に0.04 ppmを越える地点が、中区をはじめとして、東部丘陵の西に位置する千種区・昭和区・瑞穂区と、海岸部の南区にみられる。一般にOx濃度の高濃度出現が予想される7・8月においては、海風が特に強くなるため(岸田、

Table 1 Monthly and annual mean of oxidant concentration (10^{-3} ppm) at several points in Nagoya City.

Month \ Station	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	Annual mean
NAKA	38	39	40	34	36	34	30	26	33	38	42	40	36
MIZUHO	38	43	40	35	35	30	30	28	32	32	30	38	34
CHIKUSA	34	37	42	39	37	29	28	30	31	30	29	34	33
SYOWA	41	44	43	33	34	27	26	27	26	27	29	35	33
NISHI	29	35	37	30	34	27	28	27	26	24	24	30	29
ATSUTA	26	29	32	27	30	24	30	34	29	28	27	28	29
MINAMI-N	31	37	33	27	33	30	30	29	34	31	32	39	32
MINAMI-S	36	42	36	29	32	25	23	26	29	25	33	37	31
NAKAGAWA	32	33	37	30	32	26	29	27	27	29	28	31	30
MORIYAMA	40	37	28	26	37	23	27	27	28	25	33	32	30
Monthly mean	34	38	37	31	34	28	28	28	30	29	31	34	32

1974), 市内での汚染物の停滞がなく, さほど上昇しない。また, 秋季の9・10月は, O_x 濃度が全体的に低くなっている。

次に, 年平均値をみてみると, 海岸部の工業地帯にある南区よりも, 内陸の中区・瑞穂区付近に高い値が出現している。そこで, これを明らかにするために, 先の資料から, 4年間に名古屋市内の2ヶ所以上で, O_x濃度の日平均が0.06 ppm以上を記録した日を選出した²⁾。その結果, 名古屋市内でO_x濃度の高濃度を記録した日数は166日であった。そこでまず, 選出した166日の気圧配置を, 総観気候学的立場から分類してみた。

IV 気圧配置の分類

地上気圧配置の分類に際しては, 日本気象協会発行の速報天気図(3^h00^mJMT)を使用した。気圧配置の分類は, 吉野ら(1973)の用いた分類方法を参考にした。その結果, I型からVII型までの7つの型に分類することができた。それぞれ代表的な地上気圧配置をFig. 2に示す。

I型(a)は, 日本の太平洋岸に低気圧が位置し, そこから延びる前線が日本の南岸に停滞している場合である。中部日本付近には高気圧があるが, 全体の気圧傾度は極めて緩い。II型(b)は, 日本列島が移動性高気圧の影響下にある場合である。III型(c)は,

太平洋高気圧が日本列島を覆い, 典型的な夏型の気圧配置を示す型である。IV型(d)は, 大陸に高気圧があり, 日本の北方に低気圧が位置している場合である。これは, 弱い西高東低の冬型の気圧配置を示している。V型(e)は, 日本列島が気圧の谷の影響を受けている場合である。VI型(f)は, 梅雨前線が日本列島上を東西に走り, その影響を受けている場合である。また, どの型にも属さない気圧配置型はVII型とした。

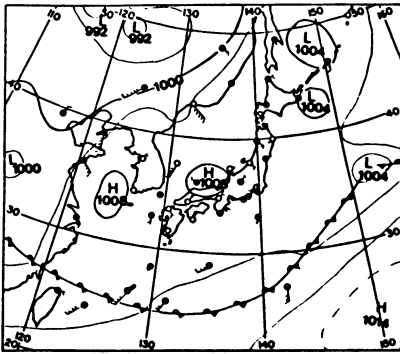
以上の7つの類型に基づいた166日の内訳をTable 2に示す。この表から, II型の56日が最も多く, 全体の30%の出現頻度を占めている。次いで, V型の38日, I型の36日と続き, この3つの型で全体の約80%の出現頻度を占める。一方, 最も出現日数の少ない型は, VI型の7日である。

次に月別に注目してみると, 4年間に5月の33日が最も高い出現日数を示している。次いで, 6月の26日, 7月の24日の順となっている。この5・6・7月の3ヶ月間は, 全体の約50%の出現頻度を占める。一方, 出現日数の最も少ない月は10月で, 1日も出現しない。また, 各気圧配置別の月別出現日数をみてみると, I型は6月に17日と年間最多出現日数を示し, 4月から8月にかけて出現する。II型は, 5月に16日と年間最多出現日数を示すが, 9月と10月を除いて年間を通して出現する。III型は7・8月に, IV型は12月から3月

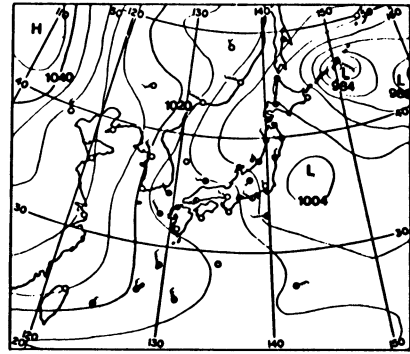
Table 2 Classification of pressure patterns on the occurrence of heavy oxidant concentration

(unit is days)

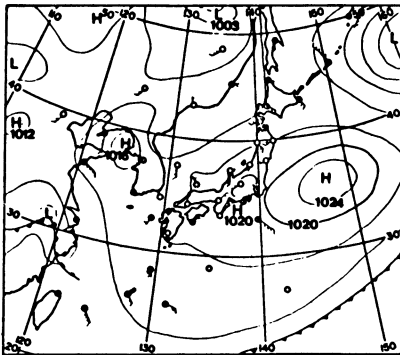
Month \ Type	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	Total
I	3	5	17	4	2			1	1			1	36
II	8	16	7	4	1			4	8	2	1	5	56
III				4	8	1							13
IV								1	1	5	1	2	10
V	1	13	1	3	2	3		4	3	3	4	1	38
VI			1	6									7
VII				3	2	1			1			1	8
Total	12	33	26	24	15	5		10	14	10	7	10	166



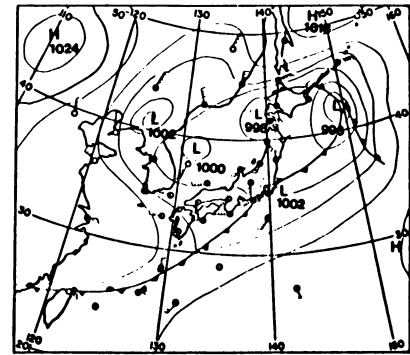
(a) Type I (July 7, 1976)



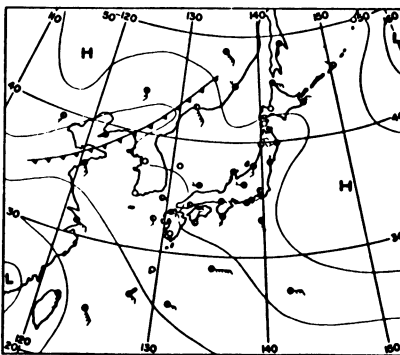
(d) Type IV (February 1, 1978)



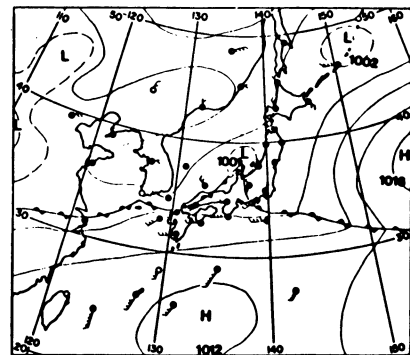
(b) Type II (May 8, 1975)



(e) Type V (May, 5, 1975)



(c) Type III (August 11, 1974)



(f) Type VI (July 15, 1974)

Fig. 2 An example of pressure patterns on the occurrence of heavy oxidant concentration in Nagoya City.

にかけて集中的に出現し、それぞれの気圧配置の特徴が現れている。また、V型はI型と同様に5月に年間最多出現日数を示すが、通年にわたって平均的に出現

する。VI型は、6・7月の梅雨期に集中していることがうかがえる。

以上のことから、名古屋市におけるOx濃度の高濃

度発生には、特に5月から7月にかけて発生する太平洋岸の低気圧、移動性高気圧および気圧の谷などが影響を与えていることがわかる。そこで、これらの気圧配置のもとでのOx濃度と風との関係を、各気圧配置別に考察してみる。

V オキシダント濃度の分布

ここでは、先に分類したI型からVI型までの気圧配置型の中で、最も代表的な日を選出し、Ox濃度、風向・風速の分布図を時間別に作成して、その関係を考察した。ここでは、紙面の都合上、高濃度汚染が顕著に出現するI型についてのみ扱うことにする。

1. オキシダント濃度（I型）と風との関係

まず、I型に属する36日の中で、1977年6月5日を代表的な日として選出した。その日の地上気圧配置をFig. 3に示す。日本列島の太平洋岸に弱い低気圧があり、それに伴った前線が日本の南岸に停滞している。また、日本列島は、北海道を除き、弱い高気圧に覆われ、緩かな天気であった。これは、I型の代表的な気圧配置である。

この時の風向・風速およびOx濃度の時間別変化の分布図を、Fig 4 (A・B)に示す。これを見ると、風向・風速の分布図から海陸風の循環系がみられる。早朝の3時から6時にかけては、市内をNよりの風が吹走して

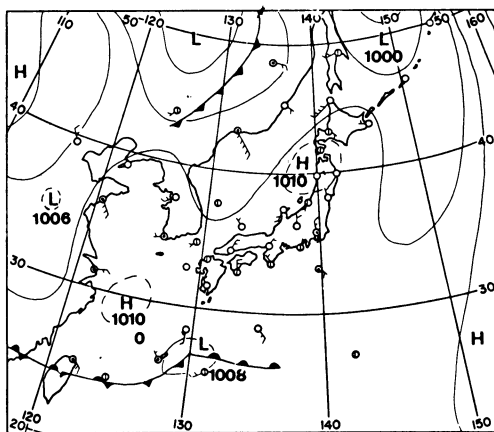


Fig. 3 Weather map on June 5, 1976.

おり、風速は1.0m/s前後である。このことから、陸風であることが予想される。特に、南区・中区・守山区付近は、0.5m/s以下の弱風域となっている。この時間帯のOx濃度の分布をみると、0.01~0.02 ppmの低い値が市内全域に分布し、中でも千種区および瑞穂区付近では、0.03 ppmの値が高い方である。しかし、9時になると、海岸部ではSWの海風の侵入が始まっている。このため、NWの陸風とSWの海風が収束する千種区から熱田区および港区にかけて、海風前線を形成しているのがうかがえる。この海風前線付近は、弱風域が形成され、特に千種区付近は風速0.5 m/s以下の弱風域となっている。この時のOx濃度は、海風前線に沿って0.05 ppmの値が分布し、他の地域より高い値を示している。12時には、市内全域をSWの海風が吹走し、海風前線はすでに市内を通過している。この海風の発達に伴って風速も増加し、15時には平均4.0 m/sと強くなる。しかし、その風速の増加傾向は、地域的に多少差異がある。海岸部では風速の増加が著しく、15時には6.0 m/s以上に達する。それに比較して、東部丘陵の西に位置する千種区から瑞穂区においては、風速の増加が見られない。これは、東部丘陵による地形的影響によるものと考えられる。また、15時に中区にみられる5.0 m/s以上の強風域は、中区が都心であるために、道路風およびビル風の影響を受けたものと思われる（大後・長尾, 1972）。この海風吹走時におけるOx濃度の分布をみると、海風の発達に伴って濃度が急激に上昇しているのがわかる。12時には市内全域が0.05 ppmの地域となり、15時には平均0.072 ppmの日最高濃度を示し、海風の発達に対応している。地域的には、12時に千種区付近に0.1 ppm以上の高濃度地域が出現する。この海風吹走時には、0.08 ppm以上の地域が、東部丘陵沿いの千種区と南部の南区に常時出現する。これは、高濃度地域が弱風域と一致していることを意味し、海風によって拡散する汚染物が、この地域で停滞したためにOx濃度が高くなったものであろう。18時以降は、海風が東より変化し、風速も

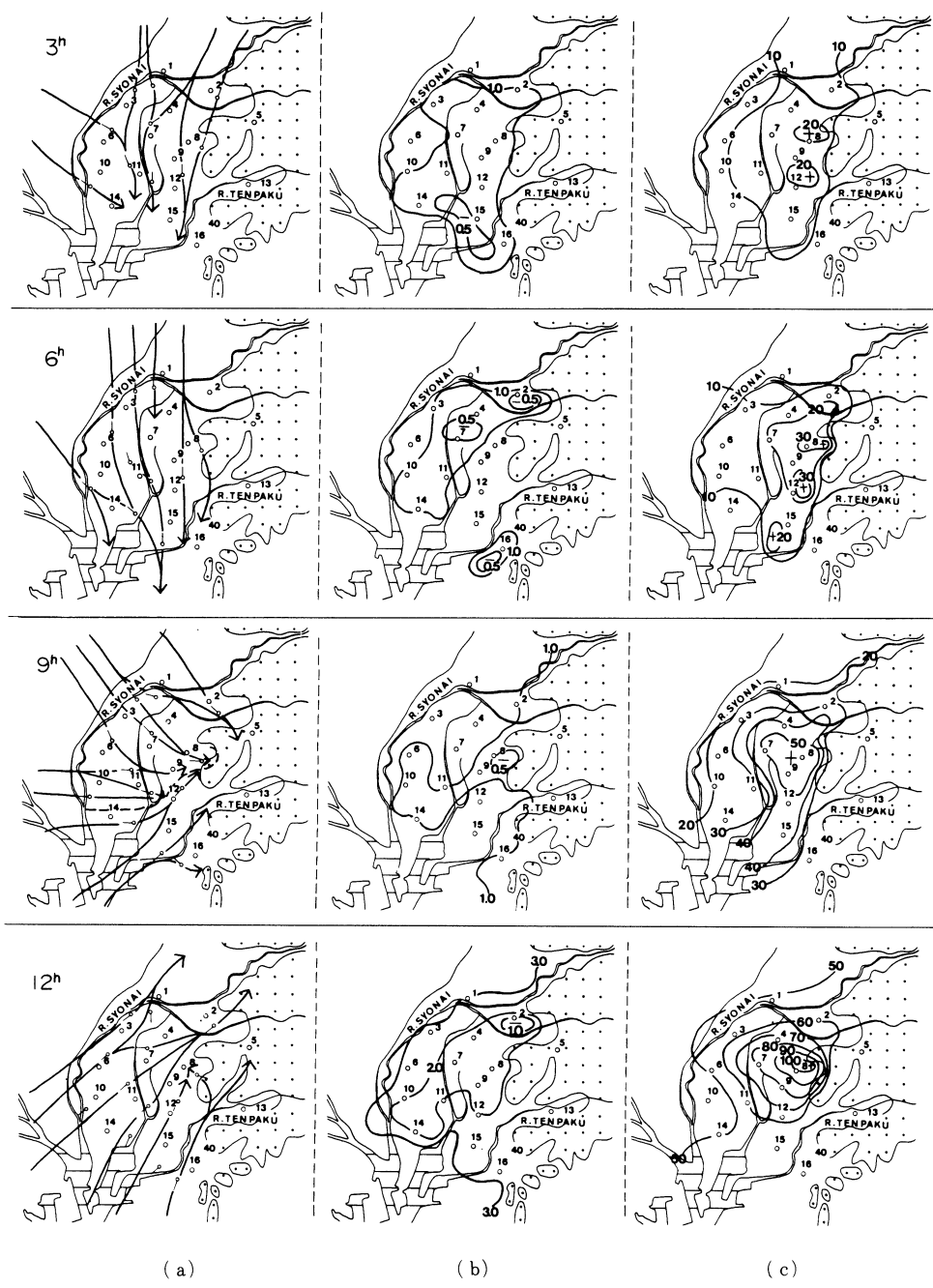


Fig. 4 A Distribution of wind and oxidant concentration (10^{-3} ppm) of Type I in Nagoya City on (3^h00^m–12^h00^m) June 5, 1976.

(a) wind direction (b) wind velocity (m/s) (c) oxidant concentration ($\times 10^{-3}$ ppm)

減少していくのが読み取れる。24時には、東部でEの風、北部ではNよりの陸風が吹走しており、風速も市内では1.0 m/s以下と再び弱くなる。この時間帯になると、O_x濃度は急激に下降し、24時には市内で0.02～

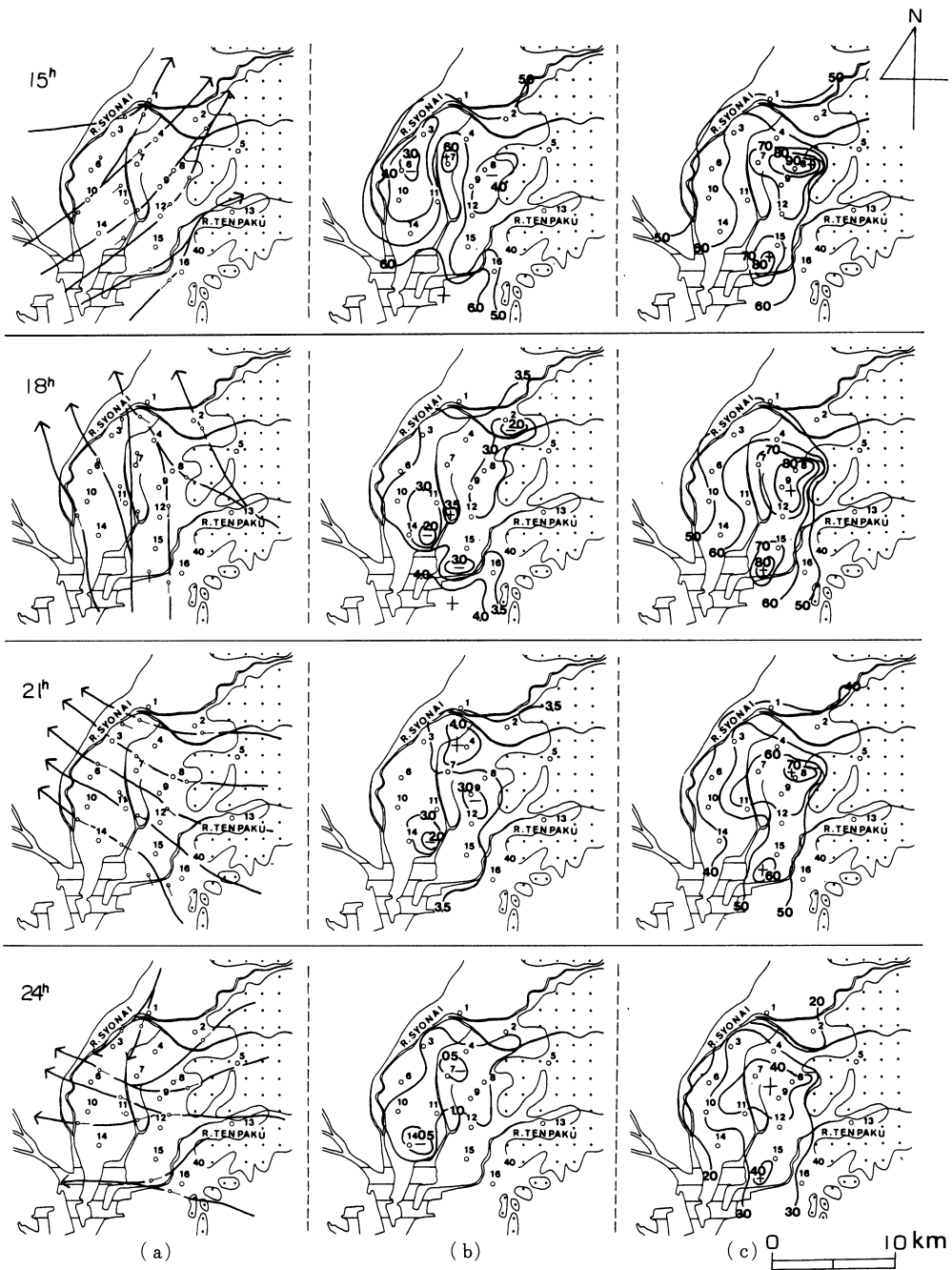


Fig. 4 B Distribution of wind and oxidant concentration (10^{-3} ppm) of Type I in Nagoya City on (15^h00^m–24^h00^m) June 5, 1976.

(a) wind direction (b) wind velocity (m/s) (c) oxidant concentration ($\times 10^{-3}$ ppm)

0.04 ppm の値にまで減少する。

以上のことから、名古屋市における Ox 濃度の分布

は、海陸風の循環系と密接な関係をもっていることが

明らかとなった。特に、東部丘陵の地形的影響による

弱風域は、汚染物を停滞させる役目をしていることがうかがわれた。

ここでは、あくまで各気圧配置を代表する I 型についてのみ、Ox 濃度と風との関係を時間的変化からみてきたが、他の気圧配置と Ox 濃度の出現状況は Table 3 に示す。

2. 各気圧配置型における高濃度汚染出現状況

各気圧配置における高濃度地域の出現状況を Table 3 に示す。最も高濃度が出現するのは III 型であり、0.052 ppm である。次いで、I 型の 0.047 ppm、II 型の 0.045 ppm である。特に III 型は、名古屋市全域にわたって高濃度汚染が出現する。中でも、昭和区および守山区などは、0.06 ppm 以上の値を示し、高濃度汚染地域となっているのがわかる。また、I 型においても、比較的高濃度汚染が全域にみられ、昭和区および瑞穂区付近の東部丘陵沿いの地域では、0.06 ppm に近い値が出現しているのがわかる。これは、海陸風の循環系と東部丘陵の地形的影響を受けたものと思われる。IV 型は南部の工業地帯に隣接する南区に、VI 型は東部丘陵沿いの瑞穂区に、それぞれ 0.05 ppm 以上の高濃度汚染が出現する。このことから、この 2 つの型は、局地的

Table 3 Heavy oxidant concentration (10^{-3} ppm) on pressure patterns.

Station \ Type	Type						
	I	II	III	IV	V	VI	M.C
NAKA	48	43	45	46	42	41	44
MIZUHO	57	54	58	44	45	58	53
CHIKUSA	47	44	52	37	44	39	44
SYOWA	59	50	60	42	49	43	51
NISHI	42	44	48	38	41	41	42
ATSUTA	39	40	48	41	42	12	37
MINAMI-N	41	46	47	50	44	20	41
MINAMI-S	49	44	52	32	49	31	43
NAKAGAWA	51	43	50	32	40	25	40
MORIYAMA	50	38	60	22	45	23	40
M.C	47	45	52	38	44	33	44

M.C = Mean concentration (10^{-3} ppm).

高濃度汚染型であることがわかる。また、V 型は市内に 0.05 ppm 以上の値を示す地域がみられないが、ほとんどの地域で約 0.045 ppm の値を示す。これは、V 型が気圧の谷の影響を受けるために、十分な日射が得られないので、さほど Ox 濃度が上昇しないと考えられる。また、市内全域で Ox 濃度にばらつきがないのは、大規模な前線性逆転が生じ、風速も弱いために、汚染物の拡散が妨げられたからであろう。最後に、Ox 濃度を総括的にみても、名古屋市内で平均以上の高濃度を示す地域は、東部丘陵沿いに位置する瑞穂区・昭和区・千種区と都心の中区である。このことから、名古屋市内における Ox 濃度の分布には、東部丘陵の地形的影響が非常に大きいことが明らかとなった。

VI 結 語

本研究は、名古屋市の大気汚染の中で、光化学スモッグの指標となる Ox 濃度に着目して資料分析を行った。その結果、

- 1) 梅雨期の 5 月から 6 月にかけて Ox 濃度が高いことが明らかとなった。
- 2) 地点別の年平均値においては、南部工業地帯に隣接する地域よりも、内陸の都心および住宅街に高い値が分布する。
- 3) Ox 濃度の日平均が 0.06 ppm 以上を記録した日の気圧配置を分類した結果、I 型から VII 型の 7 つの型に分類することができる。この型の中で、日本の太平洋岸に位置する低気圧 (I 型)、春季の移動性高気圧 (II 型)、気圧の谷 (V 型) の 3 つの気圧配置型が、全体の約 80% の出現頻度を占めた。
- 4) 各気圧配置別の風向・風速と Ox 濃度の時間別変化の分布図から、局地的な海陸風の循環系が、Ox 濃度の分布に影響を与えている。特に、海風の発達に伴って内陸に侵入する海風前線が、Ox 濃度の増加に重要な役割を果している。

以上の事実から、名古屋市は、東部丘陵の地形的影響が風や Ox 濃度の分布にみられ、この丘陵に沿っ

た千種区・昭和区・瑞穂区が弱風域となり、O_x濃度の高濃度地域を形成していることが明らかとなった。

最後に、この研究を進めるのにあたり、資料を提供していただいた名古屋市公害対策局の方々に深く御礼申しあげる。この研究は、1978年度愛知教育大学地理科の卒業論文として三輪が作成したものに、大和田が加筆補正したものである。研究の要旨は、1979年度日本地理学会春季大会および同年の愛知教育大学地理学会で発表した。発表に際し、貴重な御助言をいただいた筑波大学の河村武教授、および千葉公害研究所の菊地立氏に末筆ながら感謝の意を表したい。

注

- 1) 名古屋市公害対策局発行の大気汚染調査報告から、昭和50年～昭和53年の資料を使用した。
- 2) ここで、O_x濃度の日平均を0.06 ppm以上と決めたのは、すでに園部(1974)によって、O_x濃度の日平均が0.06 ppm以上は、日最高濃度が0.1 ppm以上に相当することが明らかにされているからである。

引用文献

- 大後美保・長尾 隆(1972)：都市気候学。朝倉書店、124～127。
- 福岡三郎(1975)：大気汚染物質の分布と気象条件との関係。気象研究ノート、127。
- 池田有光・中島暢太郎・梅木雅幸(1974)：流動する汚染気塊への光化学反応式の適用。天気、21、10、517～525。
- 河村 武(1970)：南西気流に伴う中部日本の地上風系。地理学評論、43、203～210。
- 河村 武(1972 a)：日本の都市における大気汚染。地理学評論、45、231～245。
- 河村 武(1972 b)：大気汚染の動向とその背景。天気、19、467～483。
- 河村 武(1974)：わが国における大気汚染気象の最近の動向。地学雑誌、83、30～39。
- 菊地 立・伊藤昭治(1974)：局地風系と大気汚染(第1報) — 光化学スモッグによる植物被害の地域性に関する気象解析一。千葉県公害研究所研究報告、第2巻、17～32。
- 菊地 立・太田久雄(1977)：1973年5月25日と8月8日における市原地域のオキシダント高濃度に関する局地気象の事例解析—局地風系と大気汚染(第4報)一。千葉県公害研究所研究報告、第8巻、49～63。
- 岸田和穂(1974)：広島における海陸風循環の経月変化。天気、21、11、579～586。
- 小路正弘(1975)：神戸市における大気中 NO_x、O₃濃度の空間分布。天気25、5、349～355。
- Lea D. A. (1968)：Vertical Ozone Distribution in Lower Troposphere Near an Urban Pollution complex. J. Appl. Meteor., 7, 252～267。
- M. M. Yoshino (1975)：Climate in a small area. University of Tokyo press, 110～116。
- 岡部真一・菊地 立(1975)：局地風系と大気汚染(第2報) — オキシダント濃度の地域相関一。千葉県公害研究所研究報告、第3巻、59～67。
- 大和田道雄(1976)：濃尾平野における「伊吹おろし」の小気候学的研究。愛知教育大学地理学報告、45、132～139。
- 大和田道雄・原田香子(1978)：伊勢平野に卓越する局地風「鈴鹿おろし」の局地気候学的研究。愛知教育大学研究報告、27、173～182。
- 園部美尚(1974)：四日市の光化学オキシダントの気象学的特性と予報の試案。研究時報、26、351～357。
- 和達清夫(1974)：気象の事典。東京堂出版、171。
- 若松伸司(1975 a)：オゾン濃度の平面分布と気流の観測。天気、22、8、454～459。
- 若松伸司(1975 b)：接地境界層内部でのオゾンの鉛直分布。天気、22、9、514～520。
- 吉野正敏・甲斐啓子・星野光子・野元世紀(1973)：半旬別の気圧配置の出現頻度(1941～1970)。災害科学研究会。