

大阪の大気汚染

中野道雄*

1. 大阪の大気汚染問題

工業都市の大気汚染の原因は煤煙にあることはいうまでもない。英国では19世紀から大気汚染の問題が大きくとりあげられたが、大阪でもこれがとりあげられたのはかなり前のことである。すなわち明治16~17年ごろで、このころ工場、会社が續いて増加し初めて煙害に悩まされた市民の中から厳しい非難の声が起り、府当局もこれを黙殺することができずその取締りのために種々の通達を公布した。明治21年には大阪電燈会社よりの煤煙のため「旧市内には煙突をたつる工場の建設を禁ず」という府令が出ている。その後工場の増加とともに煤煙も多くなり、明治35年に大阪府会は煤煙防止問題に関し知事に建議することを決議した。その後間もなく日露戦争が始まり、大阪が工業の中心地となるとともに煤煙防止に関する世論はますます盛んになった。明治44年の大阪の「南の大火」は大衆浴場の煙突が原因であったため、大阪府警察部は大衆浴場に消煙装置をつけることを強制し、一般工場の汽缶 900個のうち 120個に煤煙防止器の取り付けを命じた。同44年には知事を会長とする煤煙防止研究会が生まれ、市内の有力な実業家や学者を会員として煤煙防止に関する調査研究をし、また会報を出して欧米の事情を紹介するなど有意義な活動をした。明治45年大阪市は大阪市営の九条発電所の煤煙に対する非難に対して煤煙防止費 8 万円の予算を市会に提出した。明治の末から大正の初めにかけて言論機関もこれをとり上げ、住友伸銅所その他大工場よりの煤煙の放散を攻撃し、工場責任者の無責任を非難した。しかしながら大阪の煤煙防止の効果はあがらず、工業の発達の結果、煤煙量はますます増加し、大阪府知事は「大阪において営業用に石炭を燃料とするものは煤煙を吐出せざる適當の方法を講ぜざれば汽缶その他の使用を停止すべし」と強制する必要に迫られ、大正 2 年この案を「煤煙防止研究会」並びに大阪商工会議所に諮問した。大阪商工会議所では特別に委員会を設けて協議の結果「煤煙防止は完全を期し難く、これを強うれば工場閉鎖が続出する」と答申した。ま

た消煙装置の効果が不良であったため、煤煙防止研究会も大正 6 年には自然消滅した。第 1 次大戦とともに大阪の煤煙は一層ひどくなり、大正 8 年には春日日出発電所が放出する煤煙が社会問題となった。大正13年12月内務省は 6 大都市に対し「とくに煤煙問題を取締ること」を命令し、大正14年には市街地建築物取締法中に「煤煙の発散せざる装置を命ずることを得」という条項を入れるようになった。その間大阪市は大正 9 年鍋木博士に欧州における煤煙防止問題の調査をさせ、大正11年以後市立衛生試験所において市内各所の煤煙被害調査を行った。昭和 2 年大阪市会から煤煙問題を解決するよう希望があり、大阪市長が中心となり、大阪都市協会の事業として大阪煤煙防止調査委員会が生れた。従来は工場監督の管理上大阪府が煤煙防止に関与したが、今度は大阪市が中心になって解決にのり出し、大阪市長が会長となり府、市、学界、工業界より 20 名の委員が選ばれた。そして、1. 煤煙の被害調査に関する件、2. 無煙燃料の使用並びに電化に関する件、3. 完全燃焼に関する件、4. 燃焼方法に関する件、5. 煤煙防止取締に関する件の 5 項目を調査研究することを決定し活動を始めた。この委員会は昭和 3 年 6 月に大阪都市協会主催のもとに空中浄化運動を起し、各種の手段によって煤煙防止の急務を宣伝し、昭和 6 年10月の委員会では煤煙防止規則制定に関し会長関一市長の名で内務大臣、大阪府知事、大阪府警察部長に建議書を出したが、これが大阪府の煤煙防止規則の公布を促進する上に重要な力となった。昭和 7 年10月 1 日から大阪府の煤煙防止規則が実施された。以上のような煤煙防止も昭和14、15年を最後として終り、終戦後は法令の改正により府の煤煙防止規則もなくなり、現在の大阪府事業場公害防止条例では人畜または物に障害を与える煤煙は取締れるようになっているが、これは被害の陳情のあったものに対して処理するので、積極的に燃焼指導、煤煙指導防止を行うものではない。

気象の面からの調査は、戦前昭和13年~15年に当時災害科学研究所におられた和達、伊東両博士らによって調査研究された。しかし戦後はこの面の総合的な調査研究

* 大阪管区気象台

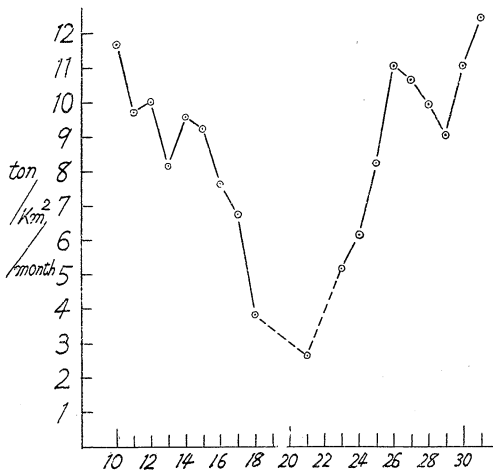
は力を入れてとりあげられず、大阪管区气象台、大阪市立衛生研究所、大阪府環境衛生課等において各個に小規模な調査を続けてきた。しかし、近年大気汚染の度合は著しく増加し、戦前最高の昭和15年をもしのぐような状態となり、昭和31年7月近畿地方大気汚染調査連絡会が府、市、阪大その他大学、气象台等の衛生、気象、化学技術の専門家の協力により結成され、総合的な調査研究を進めようとしている。

2. 大気汚染の実体、大気はますます汚染していく

戦後しばらく美しくなった大阪の空もその後年々汚濁して今では戦前のもっとも汚濁したときに近づいているといわれている。残念ながらそれを正確に示す資料はないが、次に示す三種類の資料は大阪の空の汚濁状態が戦前最悪の昭和15年に殆んど達していることを示しているものと考えられる。

1) 降下煤塵量の年次変化

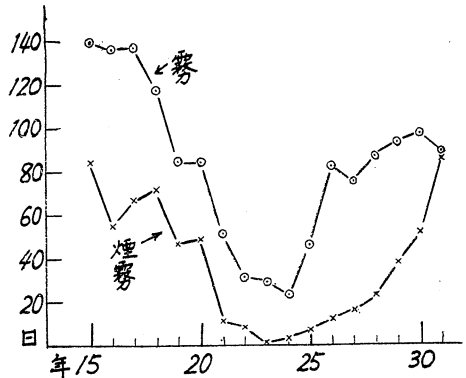
降下煤塵というのは、一定面積上に雨水とともにあるいは単独で空気中から降下した空気の夾雑物（その主なものは、煤煙と塵埃）のことで、この降下煤塵中の煤煙（不溶解性物質）量の変化を長期間について示したものが第1図である。これは大阪市立衛生研究所で測定されたもので、昭和19, 20, 22年を除き連続して測定されている。これは明らかに現在非常に増加していることを示している。



第1図 降下煤塵量の年次変化 (大阪市立衛生研究所における)

2) 大阪の霧および煙霧の発生日数

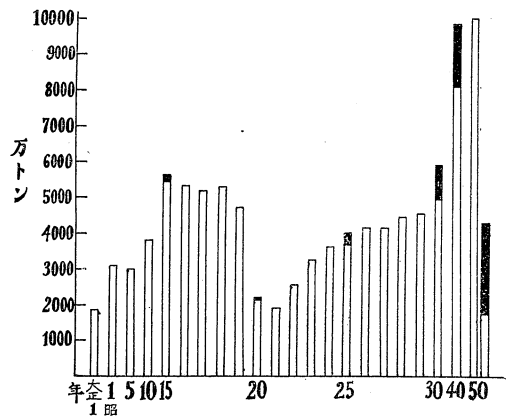
第2図は大阪管区气象台で観測した昭和15年から31年までの毎年1年間の霧と煙霧の発生日数を示したものである。霧の変化も、煙霧の変化とよく平行して変化しており、明らかに昭和22年~24年を谷にしてこれをはさんだ折線になっていて、ことに煙霧日数は昭和31年には大気汚染が最高といわれる昭和15年を突破していることは注目すべきことである。



第2図 大阪の霧、煙霧日数

3) 日本全国石炭(重油)消費量

第3図は通産省で調査した日本全国での石炭消費量の年次変化を示したものである。図中棒グラフの黒くぬりつぶした部分は重油を石炭に換算した量で、毎年重油も使用されているのであるが、昭和15, 20, 25, 30年以外は省略した。昭和40年, 50年のものは通産省の推定した量



第3図 全国石炭消費量 (通産省調) ■: 重油の石炭換算量

である。この変化も昭和21年を最低にして年々増加していることを示し、将来さらに増加することがわかる。大阪府立工業奨励館燃料課の計算によると、工場規模とその数などから大阪の石炭消費量は全国の約11%にあたるということであるから、大阪においても年々増加して、昭和30年にはすでに昭和15年を越していることを示している。

3. 大気汚染の測定

大気汚染粒子の拡散については、Bosanquet, Peason, O. G. Sutton 等によって大気の diffusion との関連において研究されているが、これらの theory は一つの汚染源から出される汚染粒子の動きについて定性的に論ずることを可能にしているが、実際の場合には汚染源が極めて多様であり、人間の活動状態、気象状態、地形等の条件の複雑さから定性的に取扱うことも非常に難しい。従って、直接大気汚染の実体を観測することが必要なわけである。

大気汚染を起す汚染物を大別すると、産業の生産過程から生ずる煤煙微粒子、ガス、粉塵等があり、これら固体状、気体状のもの他、液体状のものも観測されている。大気汚染の源として最も重要なものは石炭の燃焼で、1トンの石炭を燃焼せしめるとおよそ0.05トンの煙やガスが汚染物質として放出される。大気汚染を大別すると次のようになる。

1) 比較的大きな粒子

不完全燃焼の石炭等鉱物質が大部分で、燃焼した灰分も含まれる。これらは沈降煤塵計によって、自然に落下するものとして測定される。

2) 細かい粒子

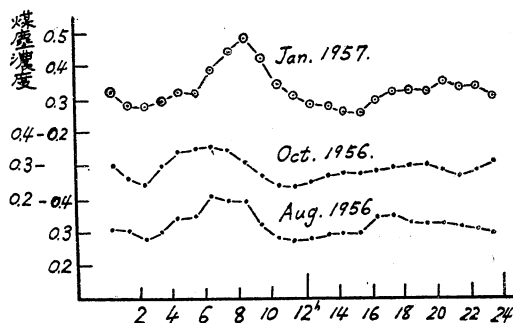
空気中に長時間浮遊しているいわゆる煙などで、地面に落下したものは沈降煤煙計で測定されるが、浮遊しているものは、一般に濾紙法で測定されている。濾紙法は比較的簡単に短時間内の大気汚染の変動を測定することができるため便利である。浮遊煤塵 (煤煙塵埃) の測定は大気汚染の指標として、また大気汚染の理論的研究のために非常に重要なものである。

3) 反応生成物 (ガス)

亜硫酸ガス、無水硫酸、一酸化炭素、アンモニア、塩酸等の気体汚染物質で、その中亚硫酸ガス (SO_2) は他のガスに比較してその絶対量が最大で、しかも人間生活その他への悪影響が著しいので一番問題である。これらはすべて化学的な方法によって測定される。

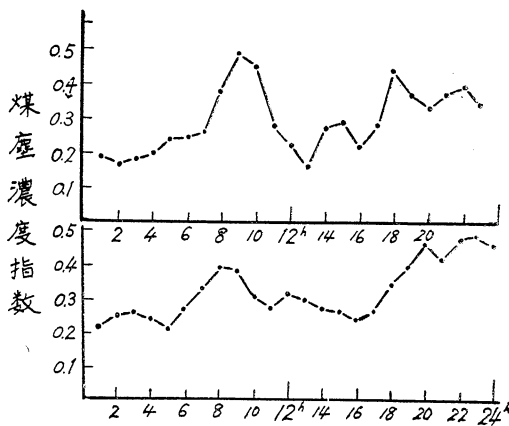
4. 大気汚染量の変化

第4図は大阪管区気象台において濾紙式自動煤塵計 (automatic air sampler) を用いて大気中浮遊煤塵を測定した結果を示したものである。3つの曲線はそれぞれ1月8月10月の平均日変化を示し、これらの大体の傾向は類似している。しかし絶対量は冬、秋、夏と減少している。これは冬季暖房用に多量の石炭を使うためもあるが、気象条件がより大きな原因になっている。これは沈降煤塵、ガス汚染物質についても同じ傾向がある。



第4図 浮遊煤塵量の平均日変化 (大阪)

これらの日変化を見ると、朝と夕方から晩にかけて1日2回の極大があり、昼間および夜間にそれぞれ極小がある。第5図は晴天の日の日変化の例で、平均としては朝に大気汚染量は最大になるのであるが、風等の気象条件によって夕方にかけて最大になることもある。



第5図 晴天日の日変化の例 1957年1月 (大阪)

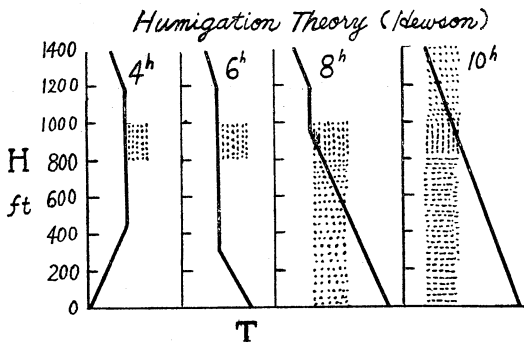
5. 大気汚染量日変化の原因

大気汚染量の日変化がなぜ起るかは、気象条件と人間の生活様式によるものである。早朝空気中の浮遊煤塵が

増加する原因としては次の2条件が考えられる。

1) 日射が始まることによって生ずる乱流のために上空に懸濁していた汚染物が地上付近におりてくる。

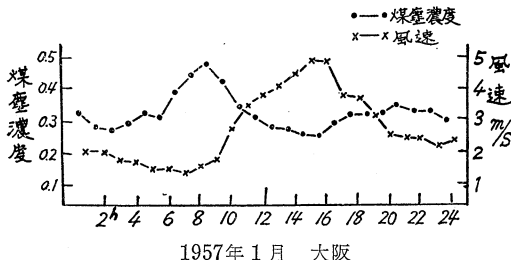
2) 朝仕事を始めた工場、会社、家庭等から煤煙その他汚染物が放出される。前者は朝乱流の起り始めに現われ、一時的に地上付近の汚染を増大するが、その後乱流の増加に伴い、汚染物を上空に拡散する。後者は朝から夕方までほぼ一定の状態を保っている。第6図は、1)を説明した Hewson の Humigation theory を示したものである。第2の浮遊煤塵量の極大の原因は、煤塵の発生量が減少しないにもかかわらず日射がなくなって煤塵を拡散する乱流が減少するためと考えられる。日中の減少は煤塵の拡散がさかんなためであり、夜間は発生が減少するためであろう。一般にこれらの変化は日射量と風速によって響きされるところが大きい。



第6図

6. 大気汚染におよぼす風の影響

第7図は1957年1月中の大気汚染浮遊煤塵と風速との関係をおのおのその平均値について示したものである。この図から両者が逆相関をもっていることが明らかにわかる。Davidson (米) は汚染濃度は風速の平方根に比例するといっているが、大阪についてはまだ検討していない

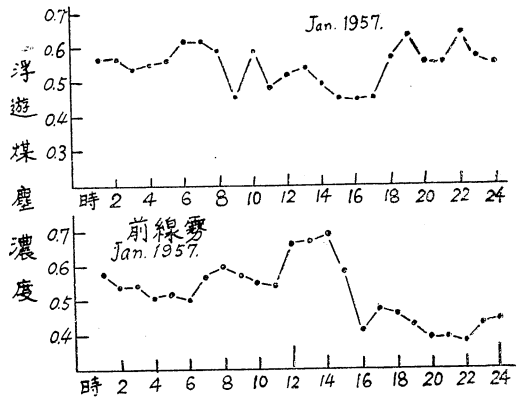


第7図 浮遊煤塵濃度と風速 (平均)

い。日中の煤塵量の減少は日射による拡散が大きな原因であるが、風速の影響も大きいことがわかる。すなわち大気汚染濃度は無風で大気が安定し、逆転層が長時間にわたり連続した場合に増大し、従って冬季大陸性高気圧におおわれた晴天の朝などに著しく汚染濃度を増す。

7. 雨の影響

降雨は大気中に浮遊する汚染物を洗い落してしまう作用があるように考えられるが、測定の結果では降雨時に浮遊煤塵は減少を示さずむしろ増加している傾向が見られる。第8図は降雨日の日変化を示したものである。終



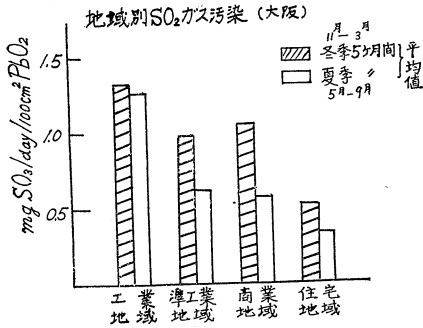
第8図 降雨日の日変化 (大阪)

日煤塵濃度指数は 0.4以上を示しているが、第5図の晴天日には 0.2から 0.5までの間を示していて降雨時には浮遊煤塵量が増大することを示している。英国、米国の都市の調査の結果でもこのことが認められている。この原因として考えられることは、降雨時には煤塵の拡散が少くむしろ集中する傾向があり、少なくとも地上付近では降雨の煤塵を洗い落とし大気を清浄にする作用が少なくかえって総体としては浮遊煤塵量を増大させるのであろう。

8. 亜硫酸ガスの測定

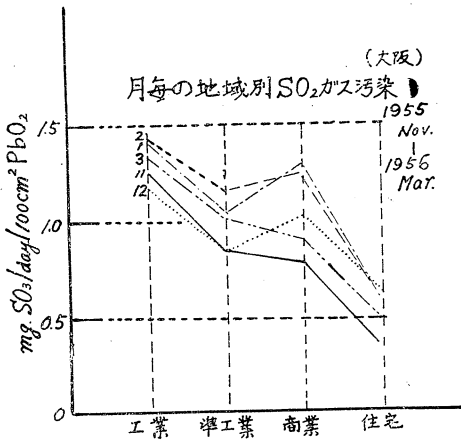
大気中の亜硫酸ガスは、煤塵とともに大気汚染の指標として重要なもので、欧米においてもこの測定を行っている。大阪府衛生部環境衛生課では1955年から、過酸化鉛法による SO₂ガスの測定を行っているが、第9図はその測定結果の一部分を示したもので工業地域、準工業地域、商業地域、住宅地域にわけてそれぞれ冬季を中心とした5カ月間 (11月~3月) および夏季を中心とした5カ月間 (5月~9月) の SO₂量の変化を示したものである。

図に明らかなように、夏季を中心とした期間においては一般に予想される通り工業地域から住宅地域へと減少しているが、冬季を中心とした期間では準工業地域よりも商業地域の方が SO_2 が増加している。これは暖房のために商業地域での SO_2 の発生が増加するためと思われる。



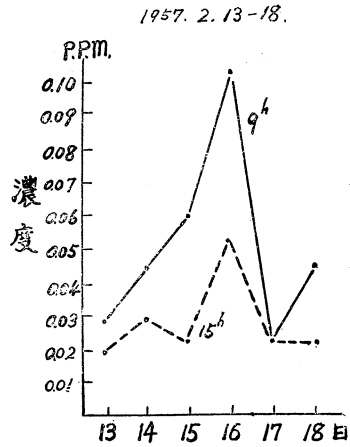
第9図 地域別 SO_2 ガス汚染 (大阪)

第10図は月別の状態を各地域毎に示したもので、12, 1, 2月では商業地域の方が準工業地域より SO_2 の量が多いことを折線によって示している。



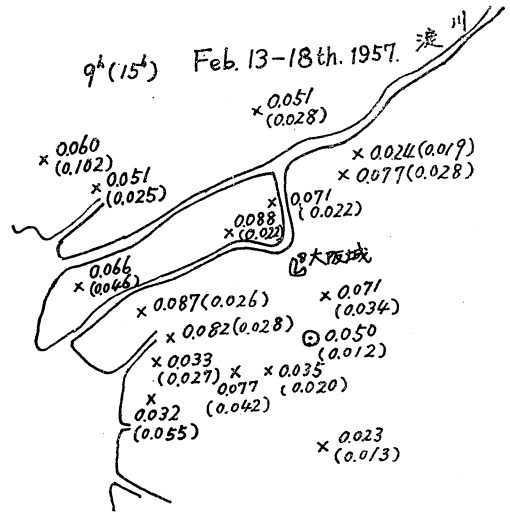
第10図

第11図はさきに述べた近畿地方大気汚染調査連絡会が参加諸機関の協力により阪神地帯22カ所でのフクシン・フォルマリン法による亜硫酸ガスの測定を今年2月13日から18日まで実施した結果で、測定期間毎日の全測定地点の9時と15時の平均値を示したものである。17日を除いて各日も9時の方が高濃度を示し、16日はスモッグの発生した日で著しく濃度が増加している。この日の午後、尼崎市では0.5 p.p.m. (part per million) とい



第11図 平均 SO_2 濃度 (阪神地域22カ所)

う高濃度が測定された。第12図は同じ測定結果を大阪市内各地点毎に p.p.m. 単位で示したもので、各地点の9時、15時 (カッコ内) の6日間の平均値である。

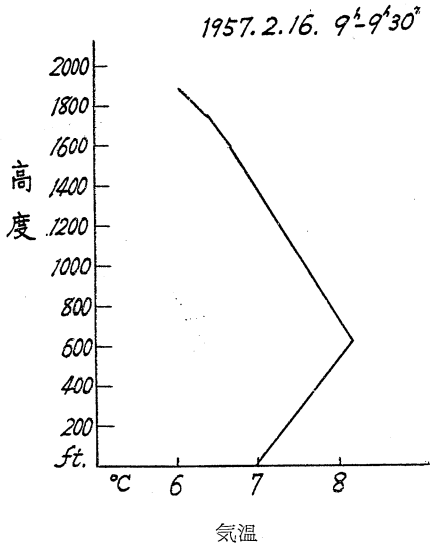


第12図 9時、15時の SO_2 濃度平均値

9. 地上付近の逆転層

大気汚染にとって地上付近の逆転層が大きな影響を与えることはよく知られており、大気汚染災害は常に逆転層が長時間続いたときに起っている。第13図は今年2月16日に飛行機による観測によって得た逆転層の大体の形を示したものである、これによれば逆転層は600ft以下

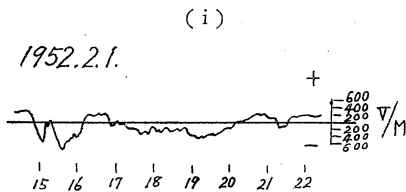
にあることがわかるが、大体都市の地上付近の逆転層は常にこの程度の高さまで顕著に現われるものと推測される。



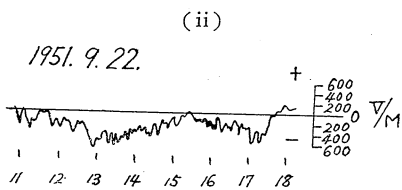
第13図 逆転層 (飛行機観測)

10. 大気電位傾度の異常じょう乱

Hewson は大気汚染測定の一として空中電気測定をあげているが、大阪管区气象台では1951年以来ベンドルフ電位計を用いて大気電位傾度の連続測定を行っている。この結果を見ると、晴天の日には本来電位傾度は終日正であるにもかかわらず(柿岡では気象静穏日に負になることはない)、大阪ではしばしば負擾乱を示し、終日正電位を示す日は少ない。第14図は大阪での大気電位傾



大気電位傾度の晴天日の擾乱 (大阪)



第14図

第1表

	A		B	
1951 Sept.	5日	4日	1952 Apr.	4日 10日
Oct.	6	14	May	4 11
Nov.	4	15	June	3 8
Dec.	2	12	July	4 13
1952 Jan.	6	11	Aug.	3 13
Feb.	5	12	Total	53 136
Mar.	7	13		

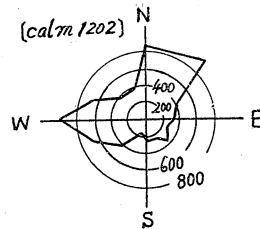
(大阪)

A: Pot. Grad. 終日正

B: Pot. Grad. 晴天日の負

度の晴天日の擾乱の一例を示したものである。第1表は1951年9月から1年間について、毎月の電位傾度が終日正であった日数と、晴天日に負を示した日数を表にしたもので、いかに異常擾乱が多いかがわかる。この原因については大気汚染粒子(煤煙)等が煙霧層のようなものを作って、これが負電荷をもっているためと考えられる。この層がどの位の大きさをもって分布しているか等のことはまだ調べていないが、近い将来この点についても究明したいと考えている。

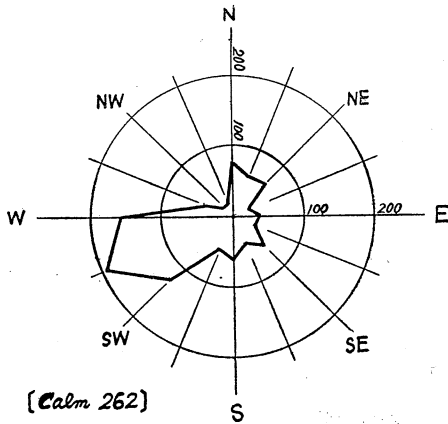
第15図はやはり1951年9月から以後1年間の大阪の毎時風向分布を示したものである。すなわち大阪では西



第15図 風向分布図, 1951年9月—1952年8月(大阪)

よび北から北東の風が多い。第16図は同期間の晴天日に大気電位傾度が負擾乱を示したときの風向分布で、これは西ないし西南西の風のときに負擾乱を示すことが多く北ないし北東風のときには極めて少ない。このことは西ないし西南西の風はちょうど大阪の工場地域から吹いてくる風でこのときに擾乱が多く、工場の少ない北ないし北東からの風のときに擾乱が少ないことを示しており、さきの考えを裏づけるものと考えられる。このような現象は柿岡地磁気観測所では勿論見られず、京都大学地球物理学教室の測定でも全く見られない。川野実氏が東京

大学地球物理学教室で測定されたときには若干こういう負擾乱は測定されたが、大阪のようなひどいものはなかったということである。



第16図

晴天時に Pot. Grad. が負を示したときの
風向分布図（大阪） 1951年9月—1952年
8月

11. 結 語

いまや大気汚染の問題は核爆発実験に伴う放射能汚染とともに煤煙の問題としても世界的に重大なる社会問題としてとりあげられており、アメリカは大統領命令による United States Technical Conference on Air Pollution が作られ、イギリスでも政府に Committee on Air Pollution が設けられ、大気汚染に関係する各分野の専門家による調査研究や討論が行われ、その対策が真剣にたてられている。わが国ではまだ国家としてその対策を考える段階には程遠いが、最近尼崎市、川崎市、横浜市、東京都、大阪市等をはじめとしてこの問題解決に漸次力を入れようとしている。尼崎市では去る5月末約1週間にわたり、公衆衛生院環境衛生部の鈴木博士らによって、直径5mの気球にサーミスターを用いて地上150mまでの風速と温度の垂直分布を測定し、さらにヘリコプターによる地上500mまでの汚染濃度の測定を行った。筆者もこの観測に参加したが、これはさらに夏、秋、冬とあと3回行う計画で、このような大規模な大気汚染機構の調査はわが国では初めての試みである。米、

英においては多分すでに行われているものと推定されるが、未だ発表されていないようである。

京阪神地方においては、昨年近畿地方大気汚染連絡会が結成され、これに参加する機関は漸次増加し、着々と観測網を整備し、今後の調査に大きな期待がかけられる。このような関係分野の専門家による大気汚染の調査組織はわが国では最初のものであって特筆すべきことであろう。大阪管区気象台もこの組織の一環として今年度においてはかなり広汎な観測を計画している。

これらの調査研究は大阪管区気象台の大谷台長、北田技術部長、鷺崎観測課長の御指導をうけ、観測課の方々の御援助により行っているものである。また、気象研究所伊東疆自博士、大阪市立大学庄司光教授の御指導におうところが大きい。これらの方々に深く感謝するものである。

参 考 文 献

- 伊藤疆自, 1940: 大阪の大気中の塵埃, 災害科学研究所報告, No. 4.
- 中野道雄, 1952: 大阪における大気電位傾度(特にその異常変化)について, 昭27年度大阪管区気象研究会誌.
- 大阪管区気象台技術部, 1953: 大阪における烟霧観測報告, 大阪管区気象台技術談話会報.
- 庄司光, 1955: 都市の公害問題, 国民衛生 24, No. 2.
- Nakano, M. 1954: On the Disturbance of Potential Gradient in Atmosphere in Osaka (Part 1), 海と空 31, No. 1.
- 伊東疆自, 1957: 都市の大気汚染, 第18回全国都市問題会議文献.
- 中野道雄, 1957: 大阪における浮遊煤塵の測定(第1報), 昭和31年度近畿地区気象研究会誌.
- 近畿地方大気汚染調査連絡会, 1957: 亜硫酸ガス調査報告第1報, 近畿地方大気汚染調査連絡会報告第1号.
- Hewson, E. W. 1951: Atmospheric Pollution, Compendium of Meteorology.
- McCabe, L. C. 1952: Air Pollution, United States Technical Conference on Air Pollution.
- Meetham, A. R. 1953: Atmospheric Pollution, Its Origins and Prevention, London Pergamon Press Ltd.
- Hewson, E. W. 1953: Atmospheric Pollution in Relation to Microclimatology and Micro-meteorology, Toront Meteorological Conference 1953.