

5. 福井・坂井地区の窒素酸化物の分布および 濃度変動に関する要因の検討（第9報）

— 風向・風速の地域特性について —

山田克則，宮永信幸

I 緒 言

風向風速は大気汚染物質の濃度変動に関する基本要因であるため，大気汚染監視観測局では，大気汚染物質とともに常時観測を行っている。観測結果から地域特性を把握するためには，ある程度長期間のデータが必要であるが，テレメータシステムによる観測開始以来，10年間のデータが蓄積された。そこで今回，福井・坂井地区，および隣接する南越地区における風向風速の観測結果を整理し，その地域特性，ならびに窒素酸化物濃度との関連について考察した結果を報告する。

II 調査方法

調査地点は当該地区が南北方向に平野がひらけているので，図-1に示すように南北方向に7地点を選んだ。三国局・春江局は坂井地区，森田局・センター局・麻生津局は福井地区，神明局・武生局は南越地区の局である。三国局は海岸線まで約2kmで，以下地点間の距離は6km，6km，5km，8km，5km，7kmとほぼ等間隔である。

調査対象期間は，昭和51年4月から昭和61年3月までの10年間とした。

- | | |
|--------|---------|
| 1 三国局 | 2 春江局 |
| 3 森田局 | 4 センター局 |
| 5 麻生津局 | 6 神明局 |
| 7 武生局 | |

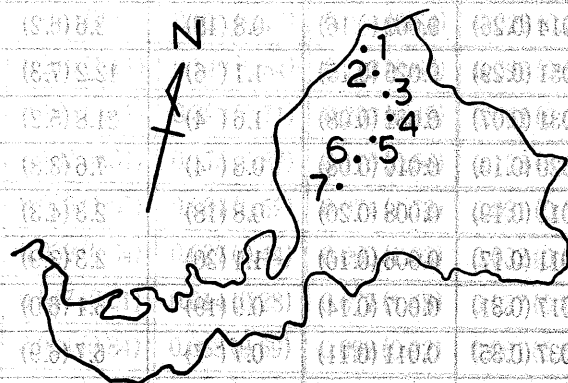


図-1 調査地点

調査項目は以下のとおりである。

1. 平均風速・風向頻度
2. 月別風速・月別風向頻度
3. 時刻別月別風系別平均風速

データの集計は，大気汚染監視テレメータシステム・オフライン系電算システムを使用した。

III 調査結果と考察

1. 平均風速・風向頻度

図-2に各観測局における年平均風速の最大値・平均値・最小値を示した。

坂井地区では3～4m/sec，福井地区では2～3m/sec，南越地区では1～2m/secであり，内陸部にゆくに従って風速が小さくなる傾向がみられる。しかし春江局は三国局よりも風速が大きく，セン

ター局は森田局よりも風速が大きい。

図-3に各観測局における風向頻度を示した。S系N系の頻度が多く、E系W系の頻度が少ない傾向が共通にみられる。S系はN系よりも頻度が多く、主風向は、三国局・春江局でSSE、森田局・センター局でSSE～S、麻生津局でSSW、神明局でSE～SSE、武生局でSであり、ほぼ地形に沿った大気の流れを示している。N系の主風向は、三国局でNNE、春江局でNNW～N、森田局でNNW、センター局でN、麻生津局でNNW、神明局でN、武生局でNNEであり、必ずしもS系の主風向の逆方向ではない。E系はW系より頻度が少ない局が多いが、三国局はやや多い。W系はWの頻度と比較すると麻生津局・神明局・武生局といった内陸部の観測局で頻度が多い。

(考察) 風は大気の流れであるので流れを妨げる障害物の少ない平野部で風速が大きく、障害物の多い内陸部で小さいのは当然なことと思われる。また、同じ平野部でも地表面粗度の違いにより摩擦効果の大小があり、森田局のように住居地域ではその効果が大きく、田園地帯の春江局やセンター局ではその効果が小さいため風速の大小を生じるものと考えられる。また、風には季節風のような一般風と、海陸風のような局地風があるが、三国局のように海岸に近い局では局地風が一般風を弱める効果があるのではないかと考えられる。

風向頻度の現われ方は、局所的な地形、例えば東西を山に挟まれているというようなことに大きく依存するが、より大きなスケールの地理的状況も関与していると考えられる。すなわち日本に対しては太平洋高気圧からの風がS系、シベリア高気圧からの風がN系となりやすい。また福井県ではS系の風が陸風であり、N系が海風であるが、持続時間はS系の陸風の方が長い。またE系とW系とでは日本が偏西風帯に位置するところから、W系の方が多いものと考えられる。ただし三国局では坂井地区北部に加越台地があるため、S系の風が曲がってE系となりやすいのでE系の方が高いものと考えられる。また内陸部では風速が小さく、風向が不安定であり、風向頻度が平均化されて相対的にW系も多いものと考えられる。S系の主風向がN系に比べて、より地形に沿った形になっているのは、S系は標高の高い所から低い所へ、通路の狭い所から広い所へと流れるため、障害物を乗り越えてゆくような流れがN系に比べて少ないためと考えられる。

窒素酸化物濃度との比較のため、各調査地点における窒素酸化物濃度平均値を調べると表-1のようになり、地区別に単純平均すると、坂井地区0.010ppm、福井地区0.022ppm、南越地区0.021ppmとなる。窒素酸化物の汚染源としては自動車の比率が大きく、その保有台数は、61年度末現在、福井市125,743台であり、鯖江市・武生市は合計でも62,342台と福井市の半分である。このように自動車台数が少ないにもかかわらず、平均濃度に顕著な差がないのは、南越地区の風速が小さく、汚染質の拡散が抑制されるためと考えられる。一方、坂井地区については、保有台数が坂井地区合計で56,803台と福井市の半分以下であり、かつ風速が大きいので低濃度であるものと考えられるが、それでも

表-1 窒素酸化物濃度平均値(NO+NO₂年平均値S53～60年度の平均、単位ppm)

地 点	三 国	春 江	森 田	麻生津	センター	神 明	武 生
地点別平均	0.009	0.010	0.019	0.030	0.017	0.020	0.022
地区別平均	0.010		0.022			0.021	

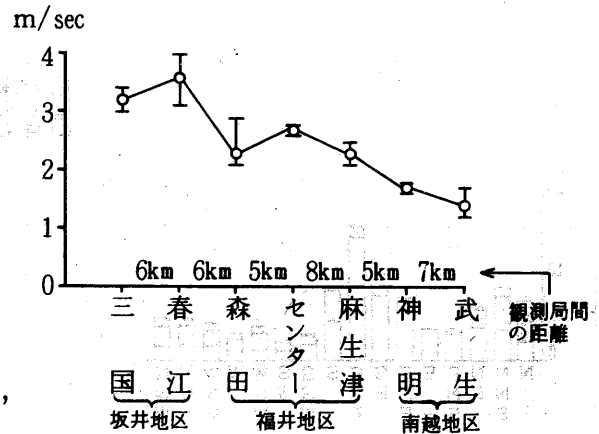


図-2 年平均風速(S51～60年度)

福井地区の半分程度の平均濃度があるのは、風向頻度においてS系の頻度がN系をうわまわり、福井地区で発生した汚染質が坂井地区に運ばれてくるためと考えられる。

2. 月別風速・月別風向頻度

表-2に各観測局における月別平均風速を示した。風速が最も小さい月は各観測局とも7月である。逆に、風速が最も大きい月は、三国・春江局は1月、他の局は4月である。ただし他の月が7月あるいは4月と同じ風速の局もある。総じて夏季に風速が小さく、冬季・春季に風速が大きい傾向がある。

月別風向頻度については図-4に代表例と

表-2 月別平均風速(S51~60年度平均) 単位m/sec

	三 国	春 江	森 田	センター	麻生津	神 明	武 生
4 月	3.5	4.1	2.6	3.3	2.7	2.1	1.6
5 月	3.2	3.8	2.4	3.0	2.5	1.9	1.5
6 月	2.8	3.2	2.1	2.6	2.2	1.7	1.3
7 月	2.6	3.0	2.1	2.4	2.0	1.6	1.3
8 月	2.6	3.0	2.3	2.5	2.1	1.7	1.4
9 月	2.7	3.0	2.1	2.4	2.1	1.6	1.3
10 月	3.0	3.4	2.2	2.6	2.3	1.6	1.4
11 月	3.3	3.6	2.3	2.5	2.2	1.6	1.3
12 月	3.9	4.2	2.4	2.8	2.3	1.7	1.4
1 月	4.0	4.4	2.4	2.9	2.3	1.7	1.5
2 月	3.8	4.1	2.4	2.7	2.3	1.7	1.4
3 月	3.5	4.0	2.6	2.9	2.5	1.9	1.5

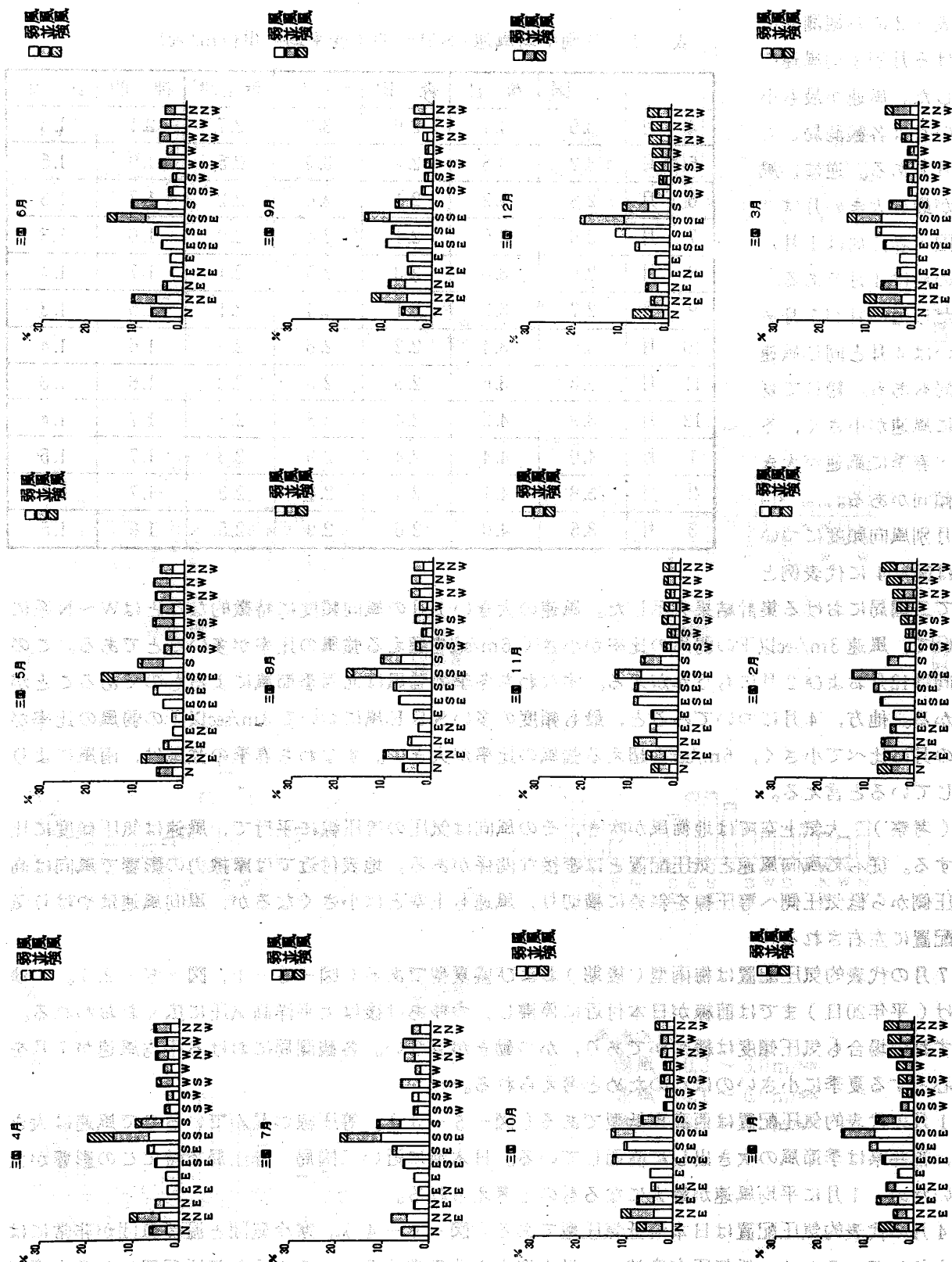
して三国局における集計結果を示した。風速の大きい1月の風向頻度に特徴的なことはW~N系において、風速3m/sec以下の弱風の比率が小さく6m/secを超える強風の比率が多いことである。この傾向は12月および2月にもうかがえる。すなわち冬季の強風は北西季節風によるものであることがわかる。他方、4月についてみると、最も頻度の多いSSE風において3m/sec以下の弱風の比率が他の月に比べて小さく、6m/secを超える強風の比率が大きい。すなわち春季の強風は、南風により生じていると言える。

(考察) 大気上空では地衡風が吹き、その風向は気圧の等圧線に平行で、風速は気圧傾度に比例する。従って風向風速と気圧配置とは密接な関係がある。地表付近では摩擦力の影響で風向は高気圧側から低気圧側へ等圧線を斜めに横切り、風速も上空とは小さくなるが、風向風速はやはり気圧配置に左右される。

7月の代表的気圧配置は梅雨型(後期)および盛夏型である(図-5-1, 図-5-2)。つゆあけ(平年20日)までは前線が日本付近に停滞し、つゆあけ後は太平洋高気圧に広くおおわれる。いずれの場合も気圧傾度は緩やかであり、かつ動きが少ない。各観測局における平均風速が7月を中心とする夏季に小さいのはこのためと考えられる。

1月の代表的気圧配置は西高東低型である(図-5-3)。等圧線が混んでいるので風速は大きく、福井県は季節風の吹き出しに直面している。日本海に近い三国局・春江局で特にこの影響が大きいので、1月に平均風速が最大になるものと考えられる。

4月の代表的気圧配置は日本海低気圧型である(図-5-4)。寒冷気団と温暖気団が非常にはっきりしているため、低気圧が発達し、日本海上を北東進する。このような気圧配置になると高気圧から低気圧に向かって強い南風が吹き、日本海側ではフェーン現象となり、気温が上がり、空気が乾燥する。4月を中心とする春季に各観測局における平均風速が大きいのは、このような気圧配置が現われやすいためと考えられる。



窒素酸化物の濃度は夏季に低く、冬季に高い傾向がある。このことは、夏季に平均風速が小さく、冬季に大きいことと矛盾するようであるが、窒素酸化物の濃度変動をもたらす気象要因としては、風向風速とともに日射量の強弱に起因する大気安定度の変化を考えなければならない。すなわち夏季は日射が強いため大気が不安定になりやすく、地上排出源からの汚染質は上空へ拡散しやすい。冬季はその逆となる。また冬季の強風は北西季節風に由来するものであり、S系の風は必ずしも強風になっていない。この点については次節において詳しく検討する。

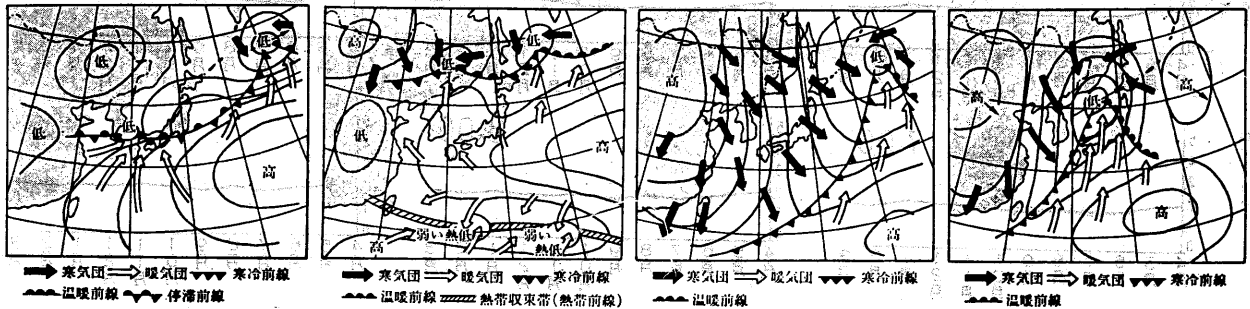


図-5-1 梅雨型(後期) 図-5-2 盛夏型 図-5-3 西高東低型 図-5-4 日本海低気圧
(共立出版「気象」より引用)

3. 時刻別月別風系別平均風速

冬季においても最多風向はS系であるので、窒素酸化物濃度との関連を検討する場合には、むしろS系の風速に注目する必要がある。また窒素酸化物排出量は時間帯により変動するので、時刻別・月別にS系・N系の平均風速を集計した。ここでS系とは風向がEからWSWまでとし、それ以外をN系とした。図-6に代表例として、森田局における集計結果を示した。

S系についてみると、1:00から9:00まで、および21:00以降は月による風速の違いが小さいが、それ以外の時間帯では風速の大きいのは4月を中心とする春季、および8月であり、逆に風速の小さいのは秋季・冬季、特に16:00までは1月、2月に小さい。

N系については1:00から11:00まで、および19:00以降の風速が、冬季を中心として大きいことが認められる。

(考察) S系において、昼間4月と8月に風速が大きいのは、前節に記した日本海低気圧および太平洋高気圧によるものと考えられる。夜間は弱いS風が卓越するため、平均化されてピークがめだたなくなるものと考えられる。昼間は陸上の気温が上がり、上昇気流が生じて海風が吹くが、冬季は日射が弱く、地上気温が上がらないため、弱い陸風が継続することが多く、このため冬季のS系の風速が小さいものと考えられる。

N系において、夜間に冬季を中心として風速が大きいのは、北西季節風がアジア大陸から太平洋に向かって吹く大きなスケールの陸風であるため、夜間の方が強く吹くのではないかと考えられる。

窒素酸化物の排出量は昼間に多く、夜間に少ない。従って昼間の弱風は高濃度をもたらしやすい。冬季に平均濃度が上昇する一因は、冬季昼間のS系風の風速が小さいためと考えられる。

IV 結 語

大気汚染監視テレメータシステムによる10年間の観測結果をもとに、風向風速の地域特性ならびに窒素酸化物濃度との関連について検討した。その結果、以下のことが推察された。

1. 平均風速は坂井地区、福井地区、南越地区と内陸部にゆくに従って小さくなる傾向がある。このことは福井地区に比べて南越地区では汚染質の拡散を抑制し、坂井地区では拡散を促進してい

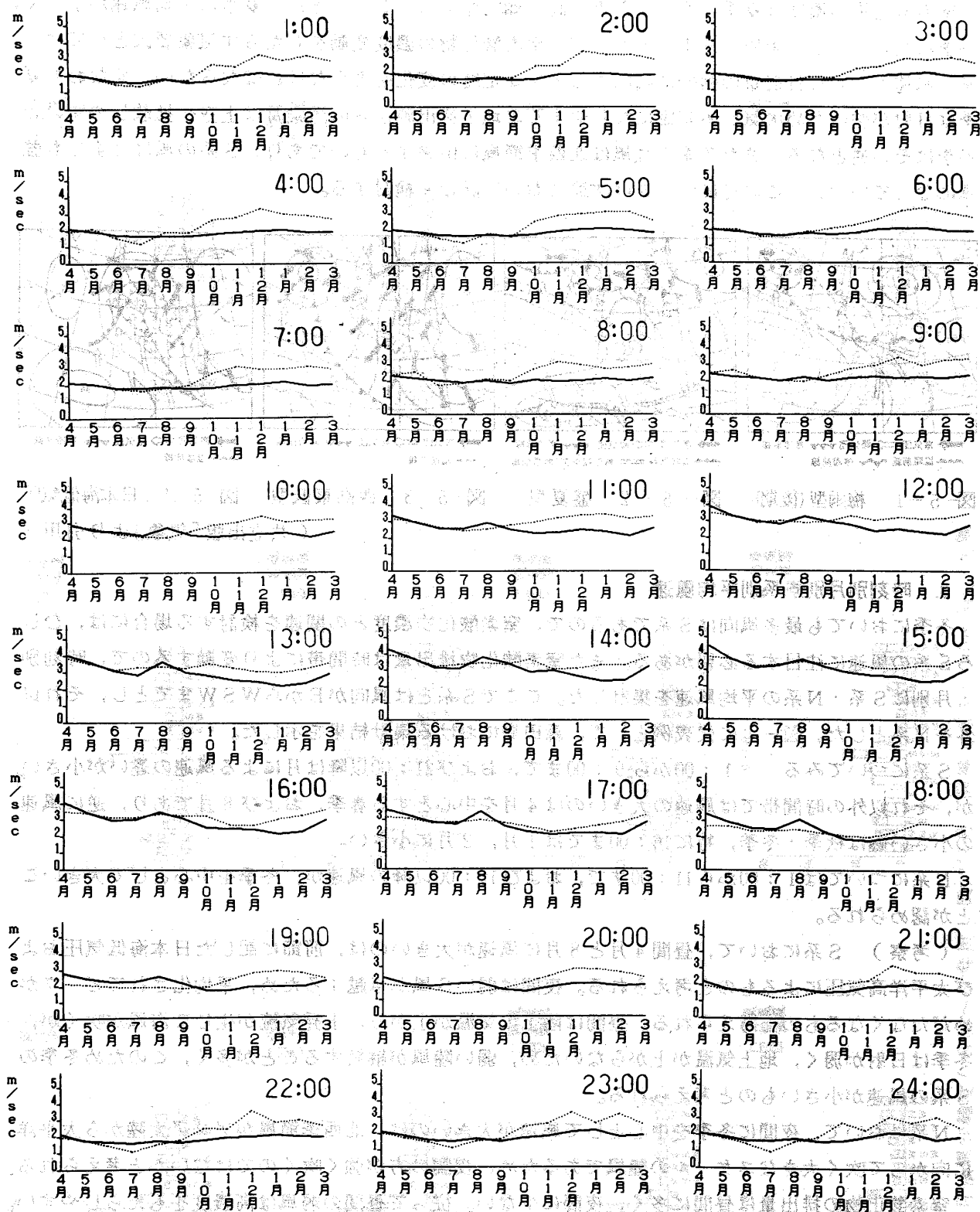
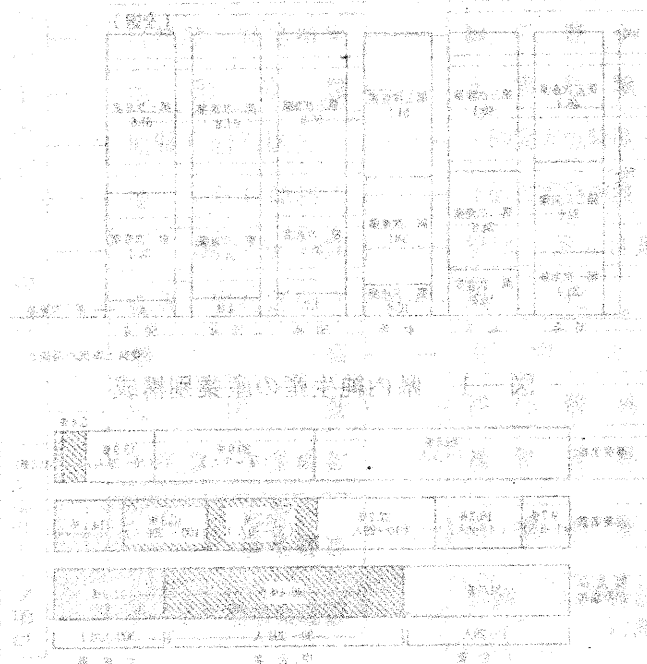


図-6 時刻別月別風系別平均風速(S 51~60年度森田局 — S系 …… N系)

る。しかしS系の風がN系より多いことは福井地区の汚染質を坂井地区に移送し、坂井地区の濃度を高めていると考えられる。

2. 月別の平均風速は夏季の弱風、冬季・春季の強風で特徴づけられる。夏季の弱風は太平洋高気圧にゆるやかに覆われるため、冬季・春季の強風はそれぞれ、シベリア高気圧からの北西季節風、日本海低気圧に吹き込む南風によるものと考えられる。冬季の強風はW～N系であるが風向頻度はS系に比べて少ないため、窒素氧化物の平均濃度に対する影響は大きくない。

3. 時刻別の平均風速は、N系風では冬季夜間に大きく、S系風では冬季昼間に小さい。窒素酸化物排出量の多い昼間にS系風の風速が小さいことは、冬季の窒素酸化物濃度を高める一因となっている。



「漢」：「聖賢」。

新編 日本書紀 卷之六

昭和38年末における本市の人口は、前年比で1.3%増加した。このうち、男性は1.2%、女性は1.4%増加した。この増加は、出生率の上昇と死亡率の低下によるものである。出生率は、前年比で0.5%増加した。死亡率は、前年比で0.2%低下した。この結果、本市の人口は、前年比で1.3%増加した。

瀬川兼助、あべのりょう、藤原義孝が金ト申
 す。この18日等贈出品張替、総計87万
 中、そのうち公営合間の者大よていはいは
 約半04、しるふを落着内限具の合贈業金小
 ぶつじきと内贈買上り給うるもの數額半銀

④ 新刊の漢書の注に於ける地理の考證 ⑤

卷之三 军事纪略 五 乱 285.11 乱 285.11 乱 285.11

(30.05 分钟) 由左端开始测 (3—图) 测 (6.5.5) 人 0.07.17 由燃品集到, (6.5.5)