

徳島市周辺の地表附近の風の乱流特性と天気*

出 洩 重 雄**

要旨: 徳島市附近は新産都市の指定に伴ない工場立地と大気汚染の問題が目前に予想されるにいたったので、大気汚染に最も関係の深い地表の乱流に関する一つの特性について調査した。この場合手持の資料としては地表風の観測値しかないが、英国の P.H. Lowry の行なった風向の変動幅による方法を用い、徳島における乱流特性の態様を推量し、また季節により、気圧配置によって乱流特性の日変化に特徴のある型のあることを示した。これは大気汚染度の可能性と汚染予報に対し一つの基礎資料を与えるものである。

1. まえがき

徳島県には昭和38年全国総合開発計画に基づき、県の東海岸に沿う鳴門、徳島、小松島および阿南の4市とその周辺町村をその圏内として徳島地区新産業都市が指定され、同地域は今後工業都市としての発展が約束された。(第1図)もちろん現在は徳島市の1部を除いてはほとんど見るべき工業施設はなく専ら将来を期している状態である。徳島県はこの新産都市の建設に先がけて将来必ずや予想せられる大気汚染等の公害対策の一つとして、昭和39年10月まづ阿南、その後小松島市、昭和41年には徳島市の工場誘致地区に対する気象調査を筆者に

依頼された。もとよりこの種の調査は事前に行ってこそ役に立つものであるから快諾したものであるが、調査費の関係で現在は上記の地区における簡単な地上風の観測と阿南市津峰山(280m)の山頂および山麓における気温観測を行っている程度である。

このように経費も思うに任せないが、それにも拘わらず何れは徳島地区においても調査しなければならないので地域気象調査の一環として表記の問題を考えてみた。

2. 目的

工場の煙突から吐き出される煤煙による大気汚染濃度を推算するために、幾つもの有名な理論式や実験式が提出されているが、なかなか実際に適わないといわれる。従ってある将来の工場地帯に対する汚染調査としては風洞実験のほか大規模な野外の実験により種々の観点から大気の拡散度を調査することが最も必要とされるであろう。われわれの場合には現在これは望めないで、まづ拡散の程度を推定する準備として手持ちの資料によって乱流の特性を定性的に当ってみることとした。

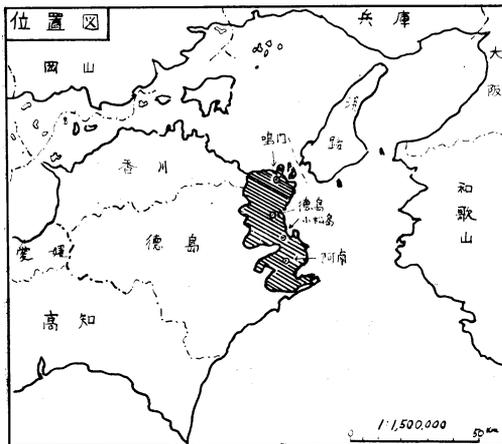
すなわち煙突から出る汚染物質が稀しゃくされるのは大気中の拡散現象によるが、それは大気中の乱流と分子伝導による。しかし分子伝導は乱流に比べて無視できるから大気拡散は乱流の程度によって決るものといつてよい。例えばイギリス気象局式¹⁾の大気拡散式によると、地表上の汚染源から風下方向軸上のある1点における汚染濃度 C_0 は次のように表わされる。

$$C_0 = \frac{2.8 \times 10^{-3}}{ud\theta h} \text{単位/m}^3$$

ここに u : 風速 (m/s)

d : 汚染源からの風下方向距離 (km)

θ : 汚染濃度の横の拡がり (度)



第1図 位置図

* A Characteristic of Turbulence near the Surface and Weather at Tokushima

** S. Izuluchi 徳島地方気象台
—1966年1月10日受理—

h : 同鉛直の拡がり (m)

上式中 θ と h とが安定度や乱流によって変る量であるから、対象地区におけるこれらを気候的に調べておくことが重要になつてくる。

乱流の強さ、大きさを直接測定することは不可能に近いので、現在これを表わすには間接的に気温の垂直分布、風速のプロフィル、その他風の息(風の変化度)等を使ってなされるが、F. Pasquill は上記式中の h を決定するために風向の上下方向の変動角の標準偏差を用いる方法のほか、このような風の資料のないときには地上風速、日射の強さ、雲量等普通の観測値を使って決定する方法を提案した。これは上記の各要素の値から安定度を6階級に分類し、これから d と h との関係を図式に求めようとするものである。また θ は風向計の自記記録から決めることになっている。さらに H.E. Cramer²⁾ は風向の変動度と安定度、地上最大濃度距離との関係を調べ、水平風向の標準偏差 (σ_A) と最大濃度との間には非常に密接な関係があることを指摘し、将来は研究が進めば σ_A を拡散の一般的な示数として使えるだろうともいっている。

さてわれわれの手許には精密なものとはいえないが風の息の観測資料がある。今は拡散実験を行ったわけではないから、ここでは単にこれによる乱流の一つの特性を調べるだけにした。すなわち風の息の観測による乱流特性の日変化、年変化等の平均的態様と各種の天気ないしは気圧配置との関係を調査し、工場立地条件と将来予想せられる大気汚染予報に関する一つの基礎資料とでもするのがこの目的である。

3. 方法

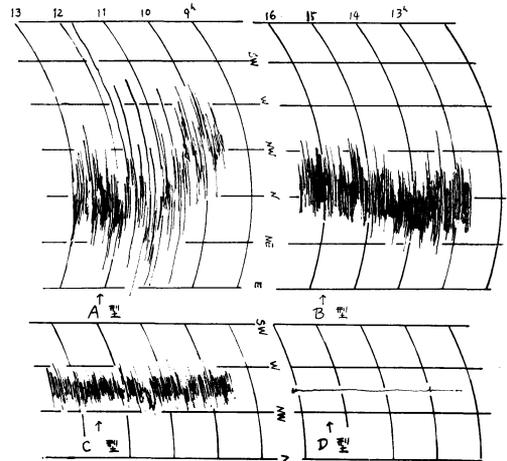
風の息(風の変化度)は風速の変化度または風向の変動度によって表わされる。風速の変化度による場合はある方向の平均風速と3方向のフレ分力(渦速度)によ

て表わすが方向のフレは観測されていない。一方風向の変動幅が横方向の大気の乱れを表わすことからイギリスの P.H. Lowry³⁾ は1951年風向の変動度を基礎にした乱流の非常に有用な基準を提案した。Lowry は風の息を第2図にあるような風向の変動度に従って4種の型に分類し、変動の型と地上汚染濃度との関係を得ている。

(第1表)

M.E. Smith⁴⁾ は同じ頃ブルックヘヴン国立研究所においてこれを研究し第2表のような結果を得ている。

このように風向変動巾に応じて乱流の型をきめ、これ



第2図 風の息型

第1表

| 風の息型 | 0°の方向からとった標準偏差(10分間) | 地上最大濃度の距離(煙突高の倍数) |
|------|----------------------|-------------------|
| A | 20° | 3 |
| B | 12° | 5 |
| C | 5° | 12 |
| D | < 1° | > 50 |

第2表 風向変動型の分類と関連諸条件 (Smith)

| 型 | 風向変動巾 | 乱流の型 | 大気安定度 | 出現時刻 | 季節 | 備考 |
|----------------|---------|-------------|--------|-----------------------------|-------|-----------------------------|
| A | >90° | ほとんど、熱的(対流) | 非常に不安定 | 0900—1500 のみ | 冬には稀 | てい減が強いほど風が強い、B型になる前によく出現する。 |
| B ₂ | 45°~90° | ほとんど、熱的 | 非常に不安定 | 0900—1500 のみ | ほとんど夏 | 同上 |
| B ₁ | 15°~45° | 熱的および機械的 | やや不安定 | 0600—1800 強いてい減の夜にも出ることがある。 | 全季節 | 一般に強い風と弱いてい減のときに現われる。 |
| C | >15° | 機械的 | やや安定 | 夜(または曇天の日中) | 全季節 | 曇天と中立いてい減の状態で典型的なもの。 |
| D | 0°~15° | なし | 非常に安定 | ほとんど夜 | 全季節 | 逆転下で典型的 |

によって大気安定度を推定している。

またある英国の学者⁵⁾は地上風向の変動度は下層の気温垂直分布に関係があること、例えば地上 100ft において10秒間隔の風向の10分間平均風向における標準偏差は6~200ft 間の気温差とセミロガリズムな関係にあるとし、気温逆転状態では標準偏差は 1~5°, 等温ないし乾燥断熱状態では 5~8°, そして超断熱状態では 8~30° の間であるともいっている。(また筆者⁶⁾も最近この風向変動巾と気温でい減度との間にかんがりの関係があることを示した。)

また前述の H.E. Cramer²⁾は 1957年, 水平方向の風向変動の標準偏差 (σ_A) および垂直方向の風の変動の標準偏差 (σ_E) と種々の安定度との関係を次のように表わした。

第3表 いろいろな安定度に対する σ_A , σ_E の推定値

| 成層状態 | 滑らかな場所 | | 粗な場所 | |
|---------|------------|------------|------------|------------|
| | σ_A | σ_E | σ_A | σ_E |
| 非常に安定 | 2~4° | 0~2° | 2~6° | 0~3° |
| 中等度の安定 | 4~8 | 2~4 | 7~15 | 3~5 |
| 中立附近 | 6~8 | 3~5 | 10~15 | 4~6 |
| 中等度の不安定 | 10~15 | 4~6 | 15~20 | 6~8 |
| 非常に不安定 | 20~25 | 7~9 | 25~30 | 9~11 |

そして前に述べたようにこの σ_A が大気の拡散に大いに関係があるというのである。

筆者はこれらの結果を参考にして徳島市周辺における乱流特性を調べることとした。資料は徳島地方気象台風力塔(地上 17.1m) 上で観測した光進ペーンによる風向記録を用い、1964年1カ年分について毎時観測値を讀取って調べた。この自記紙の1時間の間隔は約 14mm, 風向 90° の角度の中は約 15mm で、もちろん10秒間隔の風向の讀取は不可能で、Lowry や Cramer の行ったような標準偏差は算出できないからこの次の問題とし、この報告で自記記録の変動の巾を1時間間隔毎に通覧して変動巾の平均の値を毎時の値とし、やや根拠は薄弱であるが、乱流特性を次のような基準で決めることとした。

ここに定めた乱流特性の階級は上述の Smith に做ったものであるが、風向変動巾の区分については当地における観測値の頻度からみて区分しやすいうように定めた。Pasquill その他の基準の吟味についてはさらに詳細調査の際行なうこととした。

なお徳島地方気象台の地上の高さは 1.5m で、北およ

1966年7月

第4表 乱流特性決定基準

| 乱流特性 | 風向変動巾 | 安定度 |
|------|-------|--------|
| A | >60° | 非常に不安定 |
| B | 20~60 | やや不安定 |
| C | 5~20 | やや安定 |
| D | < 5 | 非常に安定 |

び東側は水田、西側は約 50m も離れて平家の建物、南西の方向には 60m 以上も離れて2階建の学校があるが、概して地形地物の影響は少ないものとみてよい。

4. 乱流特性階級別, 月別日平均

毎日毎時の乱流特性を上記の基準で讀取り、まづ各月ごとの1日の乱流特性の平均発現時間を求めた。(第5表)

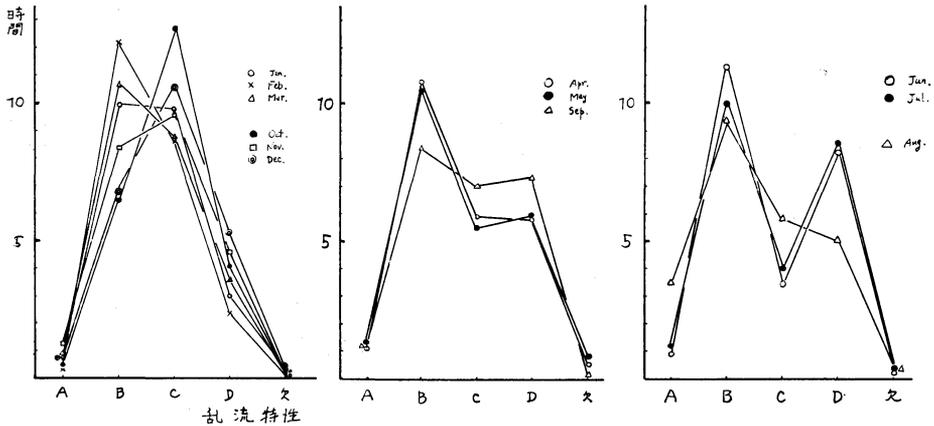
第5表 乱流特性月別日平均

| 月 | 乱流特性 | | 発現時間 | | 欠測 |
|----|------|------|------|-----|-----|
| | A | B | C | D | |
| 1 | 0.8 | 10.0 | 9.8 | 3.0 | 0.4 |
| 2 | 0.4 | 12.2 | 8.7 | 2.4 | 0.1 |
| 3 | 0.9 | 10.7 | 8.8 | 3.6 | 0.3 |
| 4 | 1.1 | 10.8 | 5.9 | 5.8 | 0.5 |
| 5 | 1.3 | 10.5 | 5.5 | 5.9 | 0.8 |
| 6 | 0.9 | 11.3 | 3.4 | 8.2 | 0.2 |
| 7 | 1.2 | 10.0 | 4.0 | 8.5 | 0.3 |
| 8 | 3.5 | 9.4 | 5.8 | 5.0 | 0.3 |
| 9 | 1.2 | 8.4 | 7.0 | 7.3 | 0.1 |
| 10 | 0.5 | 6.5 | 12.7 | 4.1 | 0.2 |
| 11 | 1.3 | 8.4 | 9.6 | 4.6 | 0.1 |
| 12 | 0.8 | 6.8 | 10.6 | 5.3 | 0.5 |

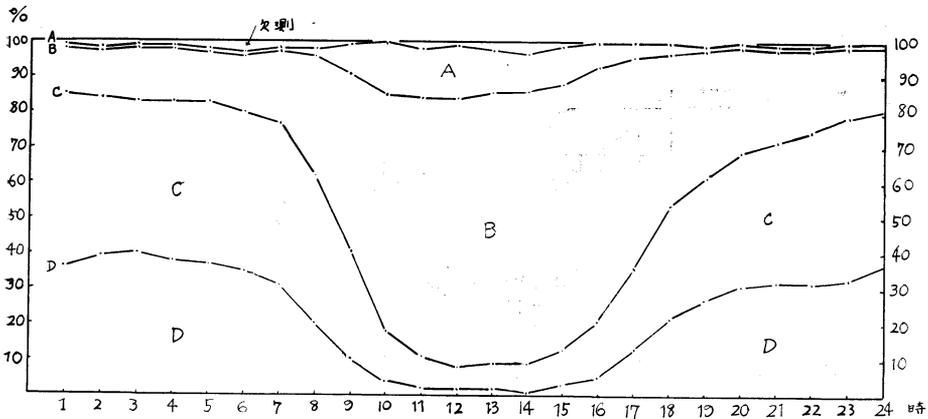
この値をよく観察すると日平均乱流特性の分布型は第3図で示すように季節によつて特徴的な次の5種類に分類できる。すなわち

| | | A | B | C | D |
|-----|-------------|----|---|---|---|
| 冬型 | 1, 2, 3月 | なし | 大 | 中 | 小 |
| 初冬型 | 10, 11, 12月 | なし | 中 | 大 | 小 |
| 春秋型 | 4, 5, 9月 | 小 | 大 | 中 | 小 |
| 初夏型 | 6, 7月 | 小 | 大 | 小 | 大 |
| 夏型 | 8月 | | 中 | 大 | 中 |

冬, 初冬型の両型は殆んどよく似ているがBとCとの頻度が逆になっている。これは 1, 2, 3月の方が10, 11, 12月におけるよりも概して風が強いことに起因しているようである。またDが前者よりも後者の方に多いことも同じ理由に因るものであろう。



第3図 月別平均乱流特性の分布型



第4図 乱流特性の全年日変化 (100分率)

春秋型 風の強い時間も多し一方、また安定型Dの占める時間もやや多い。

初夏型 は梅雨季または初夏の型で、やや不安定で風の強いBの時間も多しが非常に安定な時間が多くなり、またやや安定なCが少なくなることが特徴である。

夏型 は真夏型で非常に安定なA型がかなり現われることが特徴である。

5. 乱流特性月別日変化

1) 全年日変化

まづ全年の日変化を100分率で第4図で示す。これを見ると乱流特性の変化する原因を大まかに推量できる。すなわち英国における結果と同じように、A型は夜間早朝には殆んど出現せず、日出後次第に回数が多くなることから、まづ間違いなく地表の加熱に起因することがわかる。ここで夜間にAの出でているのは少し奇異に感じ

るがよく見ると、ほとんどの場合全部風の強いときに出ていてB型より振幅の大きいもので、むしろB型に採った方がよかつたかと思われるがB型の振幅を20°~60°と抑えたので止むなくこのようになった。従ってこのような夜間のAは熱的乱流とはいえない。

B型は夜間早朝にも若干出現するが日中にはその回数が増加することは、地形等の機械的原因によるほか熱的の原因が大きいことがわかる。C型は夜間に特に多いことから機械的原因によるものと思われる。最後にD型は夜間のみといってもよい位で気温逆転下の非常に安定なときに現われるものと思われる。

ここで各乱流特性の年間出現時間と比率は次のとおりである。(第6表)

2) 月別日変化

月別日変化を第5図に示す。これは100分率であらわ

第6表 乱流特性の全年出現時間と比率

| 乱流特性 | 出現時間 | 出現比率 |
|------|------------------------|------|
| A | 421時 | 5% |
| B | 3,514 | 41 |
| C | 2,797 | 32 |
| D | 1,940 | 22 |
| 計 | 8,672 (その他欠測 112時間) | |

したものであるが熱的および機械的乱流の日々のサイクルが明瞭に出ている。図の下部に日出日没時刻を記してあるが、各月とも日射の影響を受け始めるのは大体日出2時間後位からで日没時間前からその影響が弱り始め、同1時間後にほとんどその影響がなくなるが夏季には夜晩くまで残るようである。しかし乱流特性の最盛期は最高気温の起時とは関係なく常に12時30分から13時頃までがその中心になっているようである。また日没頃日射の影響の弱まる速度は日出後の強まる時の速度より緩慢である。

6. 乱流特性と風

1) 乱流特性別平均風速

汚染量と風速とは逆比例という密接な関係にあり、また風速が大きくなると機械的乱流が大きくなり逆転は解消されるようになる。つまり気温でい減状態になりやすい。

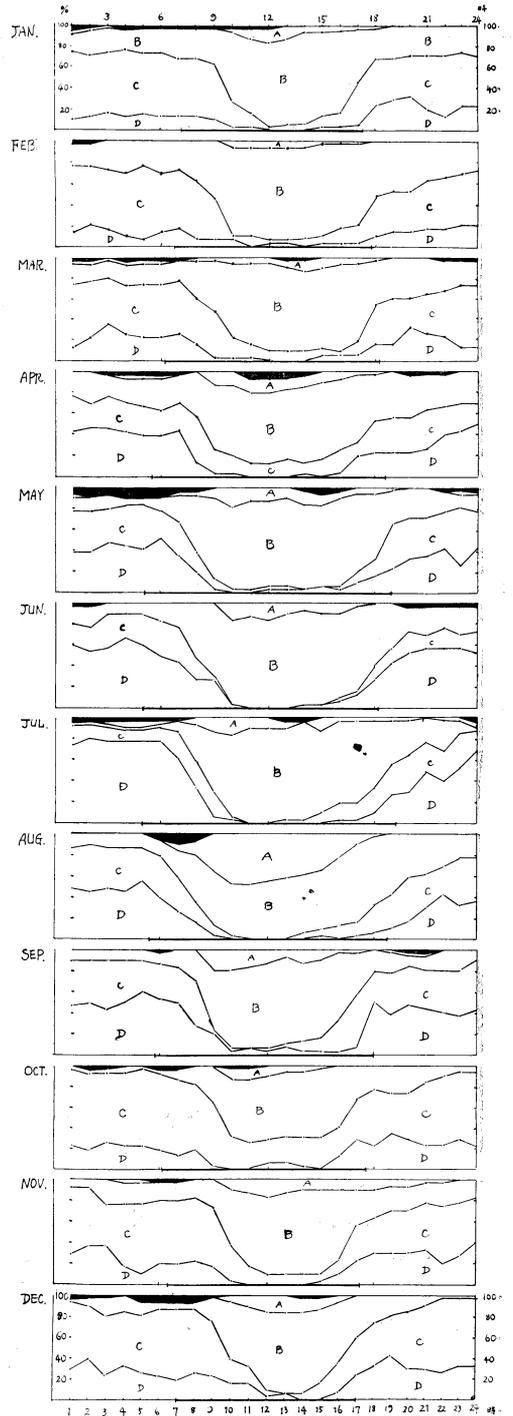
いま乱流特性別にその時の風速を月別に平均すると第6図のとおりとなり、これを全年平均すると

- A 3.4m/s (個々のデータのバラツキは大きい)
- B 5.6 (同上)
- C 3.8 (同上)
- D 1.3 (大きくても3m/s以下でバラツキは小さい)

Dは当然風の極めて弱い時に出ることはこれでわかるが、当地における年間の月平均風速(日本気候表の2による)は次のように

| | | | | | | | | | |
|--------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1月 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 徳島風速 | 4.4m/s | 4.3 | 4.4 | 4.3 | 3.9 | 3.2 | 3.1 | 3.4 | 3.3 |
| | 10 | 11 | 12 | 全年 | | | | | |
| | 3.3 | 3.5 | 4.1 | 3.8 | | | | | |
| 参考(大阪) | 1月 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 風速 | 3.4m/s | 3.2 | 3.1 | 3.1 | 2.9 | 2.9 | 2.8 | 3.0 | 2.7 |
| | 10 | 11 | 12 | 全年 | | | | | |
| | 2.6 | 2.3 | 2.9 | 2.9 | | | | | |

なっていて、7, 6, 9月の風の弱いときには第5表から

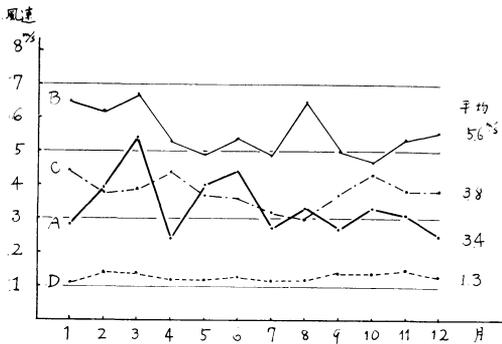


第5図 乱流特性の月別日変化(100分率)
各図下部の太線は日中の時間を示す
黒い部分は欠測%を示す。

第7表 徳島の月別風速の日変化 (1964)

| 月/時 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 | 平均(全程) |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| 1 | 4.0 | 4.1 | 4.2 | 5.5 | 5.3 | 4.4 | 3.8 | 4.0 | 4.4 |
| 2 | 4.2 | 4.6 | 4.9 | 5.2 | 6.2 | 4.4 | 4.0 | 4.0 | 4.5 |
| 3 | 3.8 | 4.5 | 5.7 | 6.5 | 6.2 | 4.1 | 3.6 | 4.1 | 4.6 |
| 4 | 2.8 | 3.2 | 4.0 | 4.6 | 4.7 | 4.6 | 4.1 | 3.5 | 3.9 |
| 5 | 2.7 | 2.4 | 3.2 | 5.6 | 5.3 | 4.1 | 3.0 | 2.6 | 3.5 |
| 6 | 2.8 | 2.8 | 3.4 | 5.5 | 4.9 | 4.1 | 3.3 | 2.9 | 3.5 |
| 7 | 1.7 | 1.6 | 2.9 | 5.3 | 4.7 | 4.3 | 2.8 | 2.0 | 3.1 |
| 8 | 2.8 | 2.9 | 3.6 | 4.9 | 5.4 | 4.9 | 3.8 | 3.0 | 3.8(台風襲来) |
| 9 | 3.1 | 2.6 | 3.5 | 4.2 | 4.1 | 2.8 | 2.9 | 2.9 | 3.3 |
| 10 | 3.8 | 3.9 | 4.0 | 4.7 | 4.7 | 3.3 | 2.6 | 3.6 | 3.9 |
| 11 | 3.1 | 4.1 | 4.3 | 4.8 | 5.0 | 3.4 | 3.1 | 2.9 | 3.8 |
| 12 | 3.1 | 4.0 | 4.1 | 4.8 | 4.8 | 3.3 | 2.9 | 3.1 | 3.6 |
| 冬期12, 1, 2月 平均 | 3.8 | 4.2 | 4.4 | 5.2 | 5.4 | 4.0 | 3.6 | 3.7 | |
| *大阪1957, 58年 1, 2, 11, 12月 平均 | 2.2 | 1.9 | 2.6 | 4.4 | 4.7 | 3.4 | 2.6 | 2.3 | |

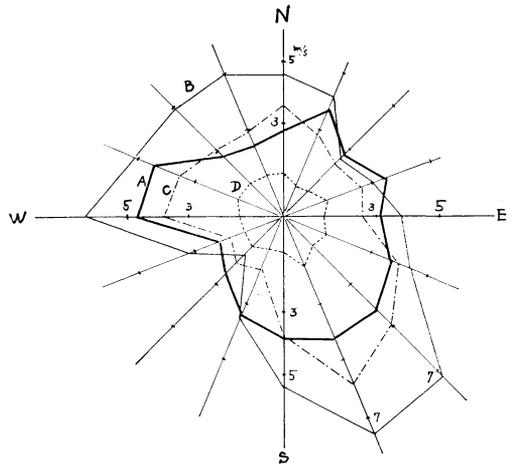
* 中野道雄: 大気汚染の分布とその機構に関する研究, 気象研究ノート, 12巻2号 153頁



第6図 乱流特性格別平均風速 (月別)

もわかるようにDの回数が大きい。これに反して1, 2, 3, 4 および12月のように風の強いときは, B, Cの合計が一般に大きい。上記に参考として大阪の月平均値を掲げたが徳島に比し平均して約1 m/s弱く, 特に冬期の差が大きい。また風速の日変化を見るに徳島に対しては第7表のようになりさらに冬期間のみの平均を出して, これと大阪のデータと比較してみる。

冬期間の風速を両地において比較すると, 大気汚染の条件のよい夜間早朝においては大阪では甚だしく風速が弱いことがわかる。従って冬期大阪におけるDの発現時間は徳島に比し相当多いに相違なく, 汚染状態の起り方に大きな差があるものと思われ, 言葉を換えていえば汚



第7図 乱流特性格別, 風向別風速 (全年)

染条件のうち少くとも風速に関しては, 徳島は大阪に比し汚染は起りにくいと推量される。

2) 乱流特性格別風向風速

乱流特性格別風向別風速を第8表に掲げ第7図に示す。大気汚染度が大きくなる条件の一つとして3 m/s以下の風速があげられているが⁷⁾, そうだとするとDの場合は全方向がこれに該当しA, B, Cでは第8表で下線で示したようにそれぞれ次のような風向になる。

第8表 乱流特性別風向別風速 (m/s) と回数

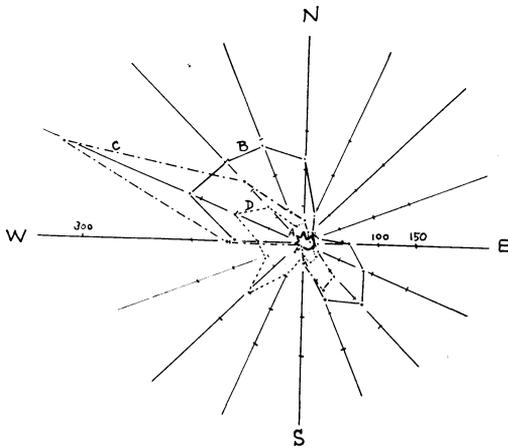
| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | C | 計 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|------------------|
| A 風速 | 2.8 | 3.8 | 2.8 | 3.5 | 3.1 | 3.7 | 4.2 | 4.2 | 3.9 | 3.4 | 2.6 | 2.2 | 4.7 | 4.5 | 2.8 | 2.5 | | |
| 回数 | 15 | 7 | 18 | 15 | 14 | 12 | 9 | 1 | 2 | 3 | 5 | 2 | 12 | 5 | 13 | 8 | 1 | 142 |
| B | 4.6 | 4.2 | 2.6 | 3.1 | 3.8 | 4.4 | 7.2 | 7.5 | 5.4 | 3.5 | 1.7 | 3.2 | 6.3 | 5.1 | 4.9 | 5.0 | | |
| 回数 | 111 | 39 | 18 | 20 | 63 | 92 | 119 | 82 | 22 | 3 | 5 | 10 | 94 | 165 | 150 | 143 | — | 1,136 |
| C | 3.6 | 2.9 | 2.4 | 2.7 | 2.5 | 3.9 | 4.9 | 5.8 | 3.8 | 1.8 | 2.1 | 1.8 | 3.8 | 3.6 | 3.1 | 3.0 | | |
| 回数 | 32 | 18 | 7 | 6 | 13 | 24 | 65 | 73 | 30 | 5 | 16 | 6 | 105 | 352 | 114 | 47 | — | 913 |
| D | 1.4 | 1.1 | 1.2 | 1.5 | 1.3 | 1.5 | 1.3 | 1.7 | 1.1 | 1.1 | 1.3 | 1.3 | 1.4 | 1.6 | 1.6 | 1.5 | | |
| 回数 | 27 | 9 | 19 | 15 | 18 | 14 | 22 | 25 | 17 | 44 | 99 | 54 | 63 | 103 | 67 | 22 | 40 | 658 |
| 合計回数 | 185 | 73 | 62 | 56 | 108 | 142 | 215 | 181 | 71 | 55 | 125 | 72 | 274 | 625 | 344 | 220 | 41 | 2,849 (欠測 79) |

Aでは N NE SW WSW NW NNW

B NE SW

C NNE NE ENE E SSW SW WSW

このうち、NE, SW などは各乱流特性に現われるにしても、第8表で見られるようにどちらもDの場合を除くと回数は非常に少ない。Dでは西寄りの風(NW, WNW, W, WSW, SW)に回数が多い。第8図にこの関係を示す。

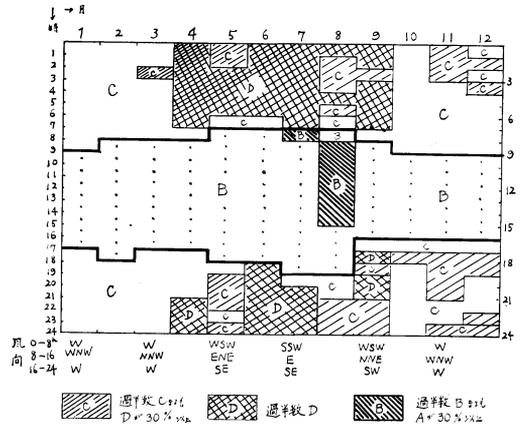


第8図 乱流特性風向別回数 (全年) 図中数字は回数を示す。

7. 乱流特性の年および日変化

今まで得られた乱流特性の年および日変化を一覧図として図示する。(第9図)これによると年間を通じて日中はBすなわち「やや不安定」で、そのうち8月には「非常に不安定」の回数が増える。また日没以後正子までと引き続き日没後2時間位までの間は「やや安定」であるが、そのうち特に4月から9月頃まではほとんど「非常に安定」となり、11月、12月には「非常に安定」の回数

が増える。ここで他の場所の例⁸⁾(川口における平均減率ダイヤグラムによると、冬季の早朝夜間は強い逆転、夏季はむしろ減速状態である)と比べて少し意外に感じしたのは冬季の夜間早朝が特に「非常に安定」とは認められないことである。また第9図の下欄にその時間における大体の主風向を記したが、これによると暖候季夜間早朝の安定度のよいとき、つまり汚染物質の滞留しやすいときの主風はもちろん 静穏もあるが WSW~SSW,



第9図 乱流特性の年および日変化 (徳島, 1964)

SE~SW 等の南寄りの風であること。また fumigation の起ると考えられる時間には暖候季には NNE~E の風が多いことを注目する必要があると思う。寒候季には主風は常に W~WNW である。

8. 風向変動型の分類と諸条件

風向変動型の分類と諸条件を E. Smith にならい徳島についてもまとめておきたい。

第9表 風向変動型の分類と諸条件 (1964, 徳島)

| 型 | 風向変動 | 乱流の型 | 大気安定度 | 出現時刻 | 季節 | 風速 |
|---|---------|----------|--------|------------------------------------|------------------|--------------------------|
| A | >60° | ほとんど熱的 | 非常に不安定 | 8h から多くなり始め 9h~15h まで顕著 (全体的には少ない) | 全季節 8月に顕著 | 平均 3.4m/s. 3, 6月 強い |
| B | 20°~60° | 熱的および機械的 | やや不定定 | 日出とともに大きく 17h頃まで顕著, 夜間は少ない | 全季節 | 5.6m/s 冬強い. 8月 強いのは台風のため |
| C | 5°~20° | 機械的 | やや安定 | 日没後一日出まで顕著, 日中少ない | 全季節, 但し夏 少なく寒候季大 | 3.8m/s |
| D | <5° | なし | 非常に安定 | 深夜から早朝にかけて大 | 4~9月 寒候季小 | 1.3m/s |

第10表 気圧配置の型とその出現回数 (日数)

| 型 | 本文中で使用 する符号 | 出現回数 | 月 別 回 数 | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------------|----------------------|---------|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12月 | |
| 1. 西高東低 | WH | 44 | 14 | 9 | 7 | — | — | — | — | — | — | — | 3 | 4 | 7 |
| 2. 西高東低くづれ | WH' | 14 | — | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 10 |
| 3. 台湾坊主 | Bo | 7 | 4 | 1 | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4. 北東風型 | NE | 6 | — | 6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 5. 帯状高気圧 | B | 5 | — | — | — | — | — | 5 | — | — | — | — | — | — | — |
| 6. 流れ出し型 | Fc | 5 | — | — | — | 5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 7. 北高型 | NH | 35 | — | — | 3 | 9 | — | 2 | — | 3 | 11 | 5 | 1 | 1 | — |
| 8. 梅雨型 | Ba | 14 | — | — | — | — | — | 14 | — | — | — | — | — | — | — |
| 9. 梅雨南下 | Ba 南下 | 4 | — | — | — | — | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — |
| 10. 移動性高気圧 | M | 72 | 4 | 2 | 8 | 2 | 25 | 1 | — | — | — | 10 | 14 | 6 | — |
| 11. 北方移動性高気圧 | NM | 9 | — | — | — | 9 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 12. 南高北低 | SH | 62 | — | — | — | — | — | — | 27 | 22 | 13 | — | — | — | — |
| 13. 気圧谷部 | TR | 50 | 4 | 8 | 4 | 2 | 2 | — | 1 | 2 | 4 | 8 | 9 | 6 | — |
| 14. 前線 | F | 3 | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — | 1 | — | — | — |
| 15. 低気圧 | L | 26 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | — | — | 2 | 3 | 1 | — | — |
| 16. 台風 | Ty | 5 | — | — | — | — | — | — | — | 4 | 1 | — | — | — | — |
| 計 | | 361 (他の5回は分類に入らなかった) | | | | | | | | | | | | | |

9. 乱流特性と気圧配置

大気の安定度は天気とかなりの関係があり, 天気は支配する気団の動きによって変るが, 気団の動きは気圧配置によって表わすことができるから, 安定度に関係の深い乱流特性も気圧配置によって特徴をもっているにちがいない. そこでそれぞれの気圧配置において1日のうちどんな型の乱流が現われやすいかを調べた.

1) 気圧配置の型 は高橋(浩)⁹⁾の分類を用いることとしたが, このほか天気の状態をあらわしたために低気圧, 低圧谷部, 前線等を加えた.

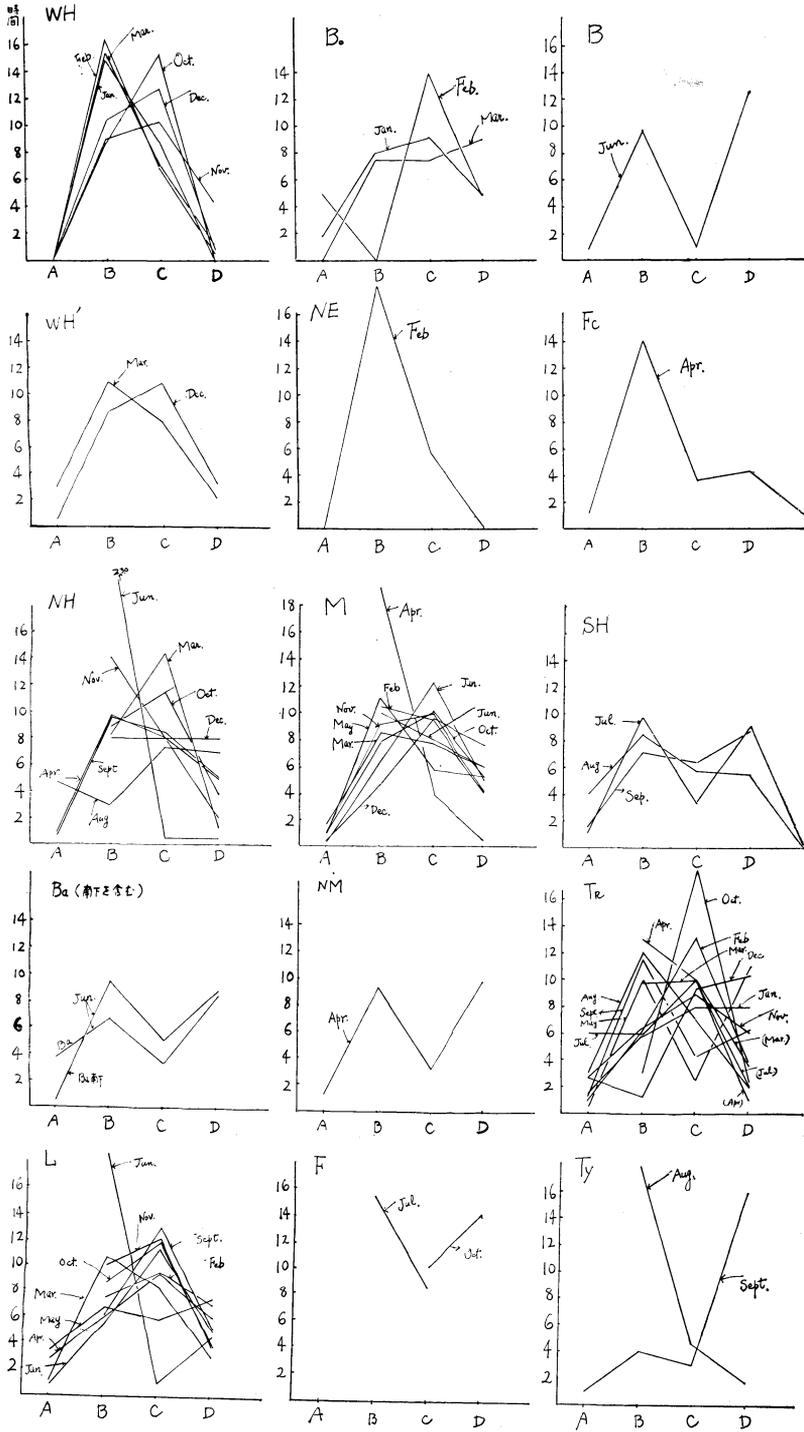
次にこれによって表わされた種類と1964年内に現われた回数(日数)を第10表に示す.

2) 気圧配置の型と乱流特性

上記の型について各月毎の乱流特性の平均値を求めさらに全体の平均をとると, 第11表のようになる. 表中雲量, 風速はそれぞれその気圧配置のあらわれた日の平均をとった.

これを図に示すと第10図のようになる. 図を見ればわかるように各型によってそれぞれ特徴をもっているが, そのうち WH, WH', NE, Bo, B, Fc, M, SH, Ba, NM および NH の各型では月が変っても比較的まとまっているようであるが, TR, L, F, Ty の各型ではバラツキが多い. これは低気圧, 不連続線, 台風, 谷部等ではその位置によって天気状態が大きく変動するから当然

⁹⁾天気 13. 7.



第10図 気圧配置と乱流特性分布

第11表 気圧配置別乱流特性平均

| 気圧配置 (発現回数) | 乱流特性 | | | | | 雲量 | 風速 |
|-------------|------|------|------|------|-----|-----|---------|
| | A | B | C | D | 欠測 | | |
| WH (44) | 0.1 | 13.6 | 9.3 | 0.8 | 0.3 | 6.3 | 5.5 m/s |
| WH' (14) | 1.2 | 9.4 | 10.1 | 3.0 | 0.3 | 4.9 | 4.8 |
| Bo (7) | 1.7 | 6.7 | 9.4 | 6.1 | — | 7.5 | 2.8 |
| NE (6) | — | 18.1 | 5.7 | 0.2 | — | 8.9 | 5.3 |
| B (5) | 0.8 | 9.6 | 1.0 | 12.6 | — | 7.3 | 2.8 |
| Fc (5) | 1.2 | 14.0 | 3.6 | 4.2 | 1.0 | 8.2 | 4.9 |
| NH (35) | 0.8 | 9.7 | 8.7 | 4.5 | 0.3 | 7.6 | 3.5 |
| Ba (14) | 0.5 | 9.5 | 5.1 | 8.8 | — | 9.5 | 3.0 |
| Ba南下 (4) | 3.8 | 6.7 | 3.3 | 8.5 | 1.8 | 7.0 | 2.9 |
| M (72) | 1.0 | 9.4 | 8.1 | 5.2 | 0.4 | 4.4 | 3.8 |
| NM (9) | 1.2 | 9.2 | 3.2 | 9.7 | 0.7 | 6.3 | 2.6 |
| SH (62) | 2.2 | 8.8 | 4.9 | 7.8 | 0.2 | 5.2 | 3.1 |
| TR (50) | 1.4 | 6.5 | 10.5 | 5.3 | 0.3 | 7.9 | 3.8 |
| F (3) | — | 10.3 | 8.3 | 4.7 | 0.7 | 9.4 | 4.1 |
| L (26) | 1.0 | 9.1 | 8.3 | 5.1 | 0.5 | 9.3 | 4.5 |
| Ty (5) | 0.2 | 15.0 | 4.2 | 4.6 | — | 9.1 | 7.0 |

第12表 気圧配置と乱流特性分布型

| 型 | 気圧配置 | 気団 | 分布型モデル | 特徴 | 雲量 | 風速 |
|-----|----------------|-----------|--------|-----------------------------|-----|---------|
| 第Ⅰ型 | WH 西高東低 | p_c | | A, D: なし | 6.3 | 5.5 m/s |
| | NE 北東風型 | P_m | | B: 非常に大 | 8.9 | 5.3 |
| 第Ⅱ型 | Fc 流れ出し型 | p_c | | A: なし C, D: 小 B: 非常に大 | 8.2 | 4.9 |
| 第Ⅲ型 | WH' 西高東低くづれ | Np_c | | A, D: とともに小 | 4.9 | 4.8 |
| | Bo 台湾坊主 | Np_c | | | 7.5 | 2.8 |
| | NH 北高型 | P_m | | | 7.6 | 3.5 |
| | M 移動性高気圧 | T_c | | | 4.4 | 3.8 |
| 第Ⅳ型 | B 帯状高気圧 | T_c | | A, C: 小 B, D: かなりあり | 7.3 | 2.8 |
| | Ba 梅雨型 (南下を含む) | P_m/T_m | | | 9.5 | 3.0 |
| | SH 南高北低 | T_m | | | 7.0 | 2.9(南下) |
| | NM 北方移動性高 | T_m | | | 5.2 | 3.1 |
| | | | | | 6.3 | 2.6 |

のことと思われる。また前者のグループでは個々の該当日のデータを見てもそんなに大きなバラツキはないようである。

また前者のグループ中乱流特性の分布の似ている型がある。これを整理してみると第12表のようになる。

すなわち大まかにいって第Ⅰ型は不安定型、第Ⅳ型は安定型、そして第Ⅱ、Ⅲ型はその中間であるが、第Ⅰ型は何れも北方からの寒冷気団に、第Ⅳ型は南方からの温暖気団に支配されており、その特色をはっきりあらわしている。大体北方からの寒冷気団においてはBが大きい

く、南の温暖気団ではDが大きいといえるので第Ⅱ型も寒冷気団に支配される程度が強いようである。

また第Ⅰ型では日平均風速が5 m/sをこえるが第Ⅳ型では大体3 m/sであり、第Ⅱ、Ⅲ型ではその中間にあることも気団と乱れとの関係をあらわしているものといえる。

10. むすび

徳島における大気汚染の可能性を検討するためおよび将来の汚染予報のための基礎資料の一つとして手初めに手近にある材料を使って乱流特性についての平均状態を調べた結果を得た。

- 1) 風向の変動幅に応じて乱流特性を4階級に分け、その日変化、年変化を求めた。
- 2) 乱流特性の発現と風向、風速の関係を求めた。
- 3) 乱流特性によって大気安定度を定性的に推定することができ、その年間の平均的発現の態様がわかった。
- 4) 1日の乱流特性の分布型には季節により特徴があること。
- 5) 1日の乱流特性の分布型と気圧配置との間には、はっきりした関係があり、これを4種の型に分けることができた。これはまた気団の発現地とも密接な関係があ

ることがわかった。

参考文献

- 1) Pasquill, F.: The Estimation of the Dispersion of Windborn Material, Meteorological Magazine, 90, 33-49, 1961.
- 2) Cramer, H.E.; A Practical Method for Estimating the Dispersal of Atmospheric Contaminants, Paper presented at First National Conference on Applied Meteorology, Hartford Conn, Oct. 1957.
- 3), 5) Magill, P.L., F.R. Holden, C. Ackley,: Air Pollution Handbook, 1956, McGraw-Hill Co.
- 3) Hewson, W.: Atmospheric Pollution, Compendium of Meteorology, P. 1150.
- 4) 伊東疆自: 大気汚染と制御, 地人書館.
- 6) 出淵重雄, 永田正明: 阿南地区の気温垂直分布(第1報)昭和40年度四国地区気象研究会誌.
- 7) 箕輪年雄: 大気汚染の予報, 気象研究ノート, 14巻3号.; 中野道雄: 大気汚染の分布とその機構に関する研究, 気象研究ノート, 12巻2号.
- 8) 大田正次: 逆転層と煙の拡散, 気象研究ノート, 11巻5号.
- 9) 高橋浩一郎: 動気候学, 岩波書店.

〔書評〕

畠山久尚著: 気象とともに, 376頁, 昭和41年(地人書館)

行き帰りの電車の中で、雑本を読むのを習慣にしているが、かなり読めるものである。最近は何の加減か知らないが、これはと思う本にぶつかることが少く、最後まで読みつづける元気を失うことも多い。しかし、本書はひさしぶり、面白く思っていて読み切った本の一つである。

これを続けて、まず感じたことは、寺田寅彦の香である。非常に読みやすく、しかもしみじみとしたものを感じさせられる。どこがどうというわけではないが、ふつうの人が書いたのではなかなかこうは書けないものである。

内容は三部にわかれ、はじめの1部は科学随筆、2部は故人となった先生や知り合いの思い出、著者の自叙伝的随筆、3部は戦後の外国旅行記である。第1部は随筆とはいっても、たとえば真珠雲と夜光雲など、学問的にも教えられるところが多い、2部には岡田、藤原先生に関するものをはじめ、永松君の思い出にまでふれられ

ている。永松君といっても、いまでは御承知ない方も多いであろうが、東大の地球物理出の若い気象学者である。戦後海軍から気象台に入ったが、戦争中の無理がたたたり、行政整理の後若くして亡った人である。紹介者としても思い出の深い人である。第3部の「パス・ポートが旅行する」は戦後日本人の外国旅行者が経験をした、苦勞の物語りである。巻末には著者の著書及び論文の目録、年譜も付せられてある。

著者はいうまでもなく前気象庁長官である。昭和3年に中央気象台に入り、あしかけ38年の長きにわたり、気象界で生活をし、今日の気象界の中心人物として活躍して来た方である。本書はこの点で、単なる個人の思い出ではなく、気象界の歴史の一面でもある。

あとがきにあるように、定年退職を機会にまとめて、知り合いに寄贈されたものであるが、聞くところによると、希望者は580円で地人書館から手に入れることが出来るそうである。

一読をすすめてもよい本の一つのように思うので、あえて、紹介する次第である。(高橋浩一郎)