

## 「局地気象と大気汚染に関する例会」報告\*

根 山 芳 晴\*\*

日本気象学会関西支部は年間4回の例会を開催することにしており、そのうちの1回として関西支部の研究グループのテーマでもある「局地気象と大気汚染」を中心にした題目で開かれた今回の第2回例会では15編の研究論文が発表された。内容は大気下層内での問題点として昨年にひきつづき、海陸風の構造や接地逆転に関するもの、主として  $O_x$  濃度に関連した各地域での地形効果、下層風、海風前線との関連実態、さらに局地気象の立場からみた山間部の風、気温変化、局地低気圧による気象要素の変化、川風や豪雨解析に対する新しい見解等に関するものであった。

82名の出席者は東京以西九州にまで及ぶ気象庁、大学、研究所、地方自治体、一般企業と多岐にわたる会員が集まり、合同庁舎の会議室はほとんど満員で、1日中活発な討論がおこなわれた。今回も事前に講演要旨集を印刷したが、各論文が気象学会年会予稿集1頁分の4倍とすることができたのでほとんど全文が掲載されており、要旨集というよりも論文集であったために、内容の理解には極めて有効であった。250部の印刷は予約でなくなり、当日会場での注文には応じられない現況であった(増刷分が若干残っています)。

各座長(勝井辰宜、中島暢太郎、浅井富雄の各会員)のたくみな進行と発表者の時間内での要領のよい発表によって、討論時間が多くとれたことはこの会の意義をさらに深めたようである。全般を通じて今回の会でも、なお今後の問題点として残され、関心を深めたことは次のようなものであったと思う。

1. 海風前線の鉛直構造に関連して着地濃度を高める機構をどのように考えるか
2. 局地的大気汚染高濃度出現に対する地形効果の役割

3. 大気汚染のシュミレーションに対するその取り扱い方の中での問題点
4. 陸上に斜面(山)をもつ場合の海陸風循環系の振舞いと両者との相互干渉
5. 局地接地逆転に対する移流性と放射冷却性との相互の効果

このような例会は理論を追究する立場の大学・研究所関係者と、観測事実をもととして立証する立場をとる気象庁・地方自治体担当者との間でお互に相補ない合う話し合いの場にすべきで、それによって気象技術者と気象学者とが表裏一体となって、技術と学問の向上に寄与することになればそれが学会と気象庁とがたずさえて開催する意義がさらに深められるように思う。地方でのこの種の会は地域会員のけいもうにもなり、学会の必要性を認識するよい機会ともなり得るであろう。しかし一方では手厚い気象庁側の援助なしにはできないことも銘記する必要がある。

46名に及ぶ懇親会出席者の間では、昼間討論しつくされなかった問題や各自の研究分野に対する他の部門からの教示、アドバイスに時のたつのを忘れての歓談は例会に勝るとも劣らざる成果があったのではなからうか。

次に各論文のエッセンスとそれに対する討論(当所職員による録音からの抽出)の主なものを、できるだけ内容に忠実にのせたつもりであるが、もし筆者の理解に誤解があったらおゆるしてください。

1. 鹿島灘系海風の構造 (吉門 洋: 公害資源研)  
鹿島地域の海風が前線状の収束線を伴って徐々に内陸へ海風域を広げるのではなく、内陸部で最も早くかなり海岸付近と同時的に海風方向の風が吹き始める場合の既発表の報告に対し日の出前頃のデータを補足して調べた。

**Q:** 鹿島灘から入った風と九十九里浜から入った風が合流したときの風向きは、また一般風との関連は。

**A:** 鹿島灘から南風が入ったときには九十九里浜から

\* Symposium on Local Meteorology and Air Pollution

\*\* Y. Neyama. 呉測所候

も南風が入る。一般風の影響は詳しく調べてない。

Q: 九十九里浜から入ってくる海風に対し鹿島灘の海風はどのように影響するか。

A: 鹿島灘から吹く風は海岸に直角とすれば東風になり、それに対し九十九里浜の風は横からの風になるので単純には合成された形になる。しかし大きいスケールの関東平野規模で考えると鹿島灘で東風であっても南分をもった風になる。

Q: 琵琶湖の南湖は陸風が両側から入ってくるため取東風となるが湖風はほとんどみられない。あるスケールからは湖風が認められる限界があると思うが。

A: そうだ。ここでは陸地の幅が5kmだが今回のデータではそこまで分らなかった。

Q: 海陸風が吹いているときの気圧配置による一般風がどちらの系統をもっているかによって鹿島灘が先に現われるとか強まるとか、またその逆の場合があるように思うが。

A: 一般風の影響はあると思うが、今回の例では南風が半分近くありその他については詳しくは調べてない。

## 2. 調和分析の結果からみた山口県瀬戸内海沿岸地帯における海陸風の特性

(永山盛善・森山康正: 下関地気)

徳山市役所、防府空港、宇部空港、小月空港の地上風の調和分析を行ない、1日周期楕円、半日周期楕円および第2調和項までを合成したホドグラフを作成し、海陸風の特性として海風の向きは時計廻り、反時計廻りに回転しているが、陸風は奇妙な回転をしていることがわかった。

Q: 半日周期の卓越した(3月15日)のは逆の半日周期がベクトル運動では違うというのか。

A: 確めてない。

## 3. オンタリオ湖畔での大気境界層の観測から

(三宅幹夫: コロンビア大, 林 正康: 公害資源研)

係留気球による気温、湿度の鉛直分布の観測から内陸湖周辺での温度、湿度に関する内部境界層について安定条件下における逆転層としての構造を調べた。

Q: 下からの加熱の場合境界層上で逆向きのヒート・フラックスが出るといわれるが

A: 今度の観測でも出ている。相関係数の大きい場合にする。

Q: バルク法は個々では合わないといわれるが月平均では合うのか。

A: そこまで断言できない

Q: 第1図の中でバルク法でも湖面の影響は年変化で分るとい話だが、バルク法とこの方法では非常に違うのでバルク法ではだめなのか。

A: バルク法から推定されるフラックスとそれから得られる高さとは関係なさそうである。

Q: 湖面が冷えているとき下向きのフラックスの取束がある場合上向きのフラックスはないのか。

A: ない

## 4. 呉における接地逆転とその広域適応性について

(根山芳晴・山本和三・大奈 健: 呉測)

寒候季における呉での接地逆転が移動高内(前面, 中央, 後面)と各型くずれの張り出し域内に入ったときに限られること, 晴天, ENE~EN で2~3m/sのときに放射冷却に地形性移流効果が加わってより顕著になることを示し, これら呉での接地逆転出現時には少なくとも瀬戸内西部山陽側ではほぼ同時に現われること立証した。

Q: 呉の逆転が放射冷却に地形効果による移流性が加わったことの根拠は。

A: 地上平均放射冷却度を21時から6時の間について調べ, 晴天時西風のときの早朝気温と北よりの風のときの低下の差を平均放射冷却度に加えると, 接地逆転時の実測地上気温とよく合うこと, 西風でも北よりでも150米気温は平均的には大きな違いのないこと等より確認した。

Q: 大阪湾では西風のときには逆転がおきにくく, 各型ゆるみのときには京都では早く大阪では遅いというように逆転の形成には地域性があるのではないか。

A: 現象の規模, 程度等には地域による違いがあるが, ある日に出現するというには共通性がある。

Q: 共通性があるというのであればどこでも逆転がおきるということで, 放射冷却による逆転は一般性がある。移流効果がきくというのなら呉特有の地形効果であり, 山が南にあれば違うので広域適応性というのには問題がある。

A: 呉での逆転が顕著に現われたときは特に地形による移流効果ははっきり分るといことである。接地逆転日だけをとってみるとそれに合致した地点があるということから, 少なくとも山陽側では高い確率で適応することである。個々の場所での出現条件や逆転の度合等は違っていても同時的におきていることは事実である。

## 5. 沿岸域の局地循環におよぼす陸地斜面の強響

(光本茂記・浅井富雄：東大海洋研)

海岸線からすぐに緩やかな傾斜面が始まって、斜面での温度が1日周期で変化し、海面の温度が一定である場合を想定して数値的に解き、斜面効果のうち力学的効果は海陸風循環を弱める方向に働き、斜面上に強制的に温度変化を与えた場合には水平地面と同じ振幅の温度変化を与えた場合に比べてより効果的に循環を作り出すことが分かった。

**Q**： $\alpha=0$  のときと海風・陸風の強さが違うということか。

**A**：そのとおり。

**Q**：海上と陸上での温度傾度の違いが高さによる場合とそうでない場合とで異なるので、 $\alpha$  を変えることと同じことが、温度を高度の函数としてどのようにおこなうかが問題となる。上をフィックスして間を線型にして温度をおいたのか。

**A**：強制的に線型にしたわけではないが傾向としてはそうだ。

**Q**：温度を高度の線型函数としておこななければパターンが非常に変わってくるのではないか。また  $\alpha$  を変えること以上にその要素が大きいのではないか。

**A**：そのように思える。

**A**：今に関連して線型にするかしないかにより斜面上のある高さでの海と陸の上との温度傾度が非常に変わる。山の斜面に近い所での水平方向の温度傾度が問題になる。

**A**：温度差がきくわけで基本的に与えた断面自体が効くことにはならぬ。

**Q**：山があるためにサーマルにどう変わるかということのおき方というものが問題になるのではないか。

**A**：なると思う。

**Q**：斜面がある場合海岸線に平行な  $V$  はどうなるのか。斜面がある場合は14時より先に最大になるのか。

**A**： $U$  の変化の位相が遅れるにしたがって  $V$  の変化の位相も遅れるのである場合には早めに最大が現われる。

## 6. 周南地区の大気汚染について (第1報)

(浦川武雄：下関地気)

下松市での  $SO_x$ 、 $O_x$  を観測した日の海陸風、低層の鉛直気温、福岡のゾンデ資料等を対比し統計的に調べ、高い濃度は移動高の前面、後面で逆転のある日 (90%)、最大混合層高度は1,200 m 前後、安定なときで北

1976年1月

西、南東風のときが多いことが分かった。

**Q**：海に近い中電での海風の始まりが奥地より早いのに陸風が海岸部の方で奥地より早く始まったのはどうゆうわけか。

**A**：風速の弱い時間帯が長いので風向きを今少し厳密に吟味すると開始時刻は沿岸部と奥地で若干ずれてくるから訂正したい。

**Q**：48年4月に高濃度出現が多く盛夏期に少ないのはなぜか。

**A**：たぶん規制が4月はまだゆるかったためかも知れない。

## 7. 大気汚染高濃度に果す地形効果について

(根山芳晴・丸本 毅・池田 浩：呉測)

呉市内の鍋山観測所だけで現われている冬季の高濃度出現には接地逆転もみられないところから、天気図と風の資料を用いて解析し、切りたった小山をこす気流に伴ううず発生によって着地濃度が高くなる地形効果の実態を述べた。そのときは西よりの風 (汚染源一山一着地点が一線上にあり、切りたった側面に対し直角方向) で4 m/s 前後、鍋山では風向きが乱れて弱く東よりのことが多い。

**Q**：発生源は東西方向にみて鍋山の風上か風下か。

**A**：発生源については特に調べてないが推定されるのは風上側である。

**Q**：風下側に源があって低地の鍋山にたまり高濃度になったのではないか。

**A**：風下側には排出源はない。山越えの下降流 (うずによる) によるものと考える。

**Q**：通り道である山頂で高くないのはおかしくないか。

**A**：観測はしてないが鍋山で高いときには体感で平常よりは濃いと感じているそう。

**Q**：モデル図によると鍋山ではうずによって東風になるのではないか。

**A**：海上で西よりの4 m/s 位の風のとき鍋山では風向が一定せず東よりのときが多いが、風が弱くて正確な向きははっきりしない。

## 8. 広島県沿岸部の $O_x$ 濃度と低層大気における気象状態

(太田盛三：広島地気)

ある日の  $O_x$  濃度に対して同じ日の低層大気における気象要素として、一次汚染には静力学的安定度と風、二次汚染には日中最高気温、日中最高気温と明け方最低気温との差を対応させて統計的調査をした。たとえ

ば  $T_{\max} \approx 20^{\circ}\text{C}$  では  $S \geq 7^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ,  $T_{\max} \approx 30^{\circ}\text{C}$  で  $S \geq 1.5^{\circ}\text{C}/\text{km}$  ぐらいから高濃度出現の可能性が大きくなっている。

**Q:** 式中  $V$ ,  $\Delta T$ ,  $T_{\max}$  以外にも変数を増やしてやられたら

**A:** 計算機能力もあってこれ以上ふやせない。

### 9. 倉敷下層風と広島県 $\text{O}_x$ 濃度との関係について

(前田米造: 広島地気)

倉敷の9時の測風気球観測を用いて  $\text{O}_x$  濃度の地区型(広島型, 福山型, 全県型)に対する各高度のウィンドローズ, 天気図型, 風の鉛直シャーを分類して調べ, 予想のためには5月は800 m以上, 6, 7月は800 m, 8月は900 m以上, 9月は700 mの風速に着目するとよいことが分った。

**Q:** 広島での午前の風の特性が午後の  $\text{O}_x$  濃度とどのような機構で効いてくるのか。

**A:** 両者の関連性は調べてない。

**Q:** まず朝の風のデーターを使う前に広島風の風向と倉敷の下層風との相関を調べ気象学的に意味づけるのが先決ではないか。

**Q:** 1日中南東のときに午後高濃度となるときと, 9時南東午後には風向が変わるときがあるはずだが, 9時だけでどれだけ予想できるか。

**A:** 両者の違いを確率的には調べてないが, 春秋の移動高におおわれたときは50%以上である。

**Q:** どの位の高度までの風が地上の  $\text{O}_x$  濃度にきいてくるのか。

**A:** 1,500 m 位が上限ではないかと思う。

### 10. 大阪平野における海風前線と $\text{O}_x$ 濃度について

(久保朋弘・奥村重作・佐藤功・内田浩一: 大阪管区)

都市域における海風前線付近と海風域内における大気の鉛直運動を観測する目的で行われた低層ゾンデ, パイポールの結果を解析し, 海風前線と  $\text{O}_x$  濃度との関係にもふれた。すなわち前線通過1~2時間後にピークになるのは疑似前線を, 通過後に急速に低下するのは主前線を対象にした場合で, 主前線の後面で  $\text{O}_x$  濃度が高くなるのは進入速度がおそい場合である。

**Q:** モデル図上の疑似前線は一般場の気圧配置には無関係に現われるか。

**A:** 気圧傾度が小さく典型的な海陸風前線の場でないとして出てこない。

**Q:** 局地天気図上のヒート・ロウとモデルとの関連は

**A:** 海風の上の反流が13時すぎ頃弱くなり海風の性格

が弱まっており, ヒート・ロウの循環は海陸風循環のスケールよりも大きくなって背も高い。大阪平野では午後には海風循環の機構は消えている。

**Q:** 12時頃に大阪平野の中央部に陸風前線が残っているのはなぜか。

**A:** そのときは一般流は南東か東よりで一般風向きに大きく作用されて現われたためである。

**Q:** ヨーロッパの研究で二重構造になっているのではないかということだがそれとの対比は。

**A:** 大阪平野で疑似前線ができるのは最も高温の部分である。人口の密集している高温域をヒートアイランド的な見方をすると地形的にそこが収束域となり疑似前線がみられる。

### 11. 京都盆地の大気汚染とそのシミュレーション

(中島暢太郎: 京大防災研)

京都盆地での大気汚染は海陸風のことをほとんど考えなくてよいこと, 逆転層の強さが非常に重要な役割をもつこと, 排出源が比較的ユニホームに分布していることが特徴である。以上のことからボックスモデルを用い排出量や濃度の分布の季節別, 昼夜別の平均状態をシミュレートした。ここでは比較的定常な淀川沿いの南西流に対してラグランジュ的な手法で, 流動する気塊に対する反応方程式からその変化をシミュレートした。

**Q:** 具体的にどのようにするのか。

**A:** 下は発生源とし200 mまでは拡散係数を一定として, それからは拡散ではなく横に流す速度を一定の量で扱う。瞬間に払えばその濃度が0になるから水平方向の流れの効果が大きい。

**Q:** 下の方は拡散で上昇する。Zについて2階の微分方程式を与える。境界条件として上下にそれぞれ1つづつ必要であるが, 上の境界条件は。

**A:** 熱伝導で下を  $100^{\circ}\text{C}$ , 上を  $0^{\circ}\text{C}$  とすると上の方に熱をとられるのは別の冷却力を考えその力を横の流れとする。

**Q:** 今のモデルで大体シミュレーションはできると思うか。

**A:** 他に比べれば京都の場合は濃度が高く出過ぎるきらいはあるが大体次元の問題とした場合はよい。

**Q:** 気流はどう与えるか。

**A:** メッシュで区切った各観測点のウィンド・ローズを作り, その範囲内の年間の平均の風を用いる。高い所の風は使っていない。

**Q:** 上は拡散だけか。

A: そうだ。

Q: 固定発生源はよく調べているが移動発生源についてはどうか。

A: 拡散モデルについては固定発生源ばかりだが、移動発生源については今やりかけている。

## 12. 夏の山間部における局地気象

(宮田賢二・杉本千鶴枝: 広島女子大)

一昨年ひうち灘から中国山地にパイボルの観測点をならべて一斉観測した結果、海風は内陸へ20 km位までは及んでいるらしいこと、夜間内陸部からかなりスケールの大きい陸風の吹くこと、夜半から早朝にかけ500 m位の高度に強い西よりの風が吹くこと等が分かった。

Q: 沿岸と内陸との温度差が一定になるのはいつか。

A: 10~11時と夕方は18時頃

Q: 高谷山の風速の日変化に2つのピークがあるが曇った日でも現われるのか。

A: 天気の良いときに観測したのでよく分らない。

Q: 地面温度の時間による違いは、

A: 測器の精度で十分な説明はできないがあまり変わらないように思う。

Q: 鹿島地方では地表面温度はある距離でジャンプ昇温するが地上の温度は海陸風が入ってくる時はゆるやかな上昇となる。地表面温度は風にはあまり左右されぬが地上温度は変化する。数値シミュレーションでの地表面温度は一定にして気温は内陸部の方で一様でないというおき方はよくないといったが、

A: 大阪のヒート・ロウのこと、内陸部のヒート・アイランドのこと等を考慮に入れて検討しなすべきだということである。

## 13. 浜田、広島間の大きな気圧差と松山低層の乱気流状態について (宮本正明: 日本気象協会関西本部)

低気圧が朝鮮海峡を通過し日本海に入る前後には本邦上空(2~4 km)では偏南風が吹き、風下効果のために萩から山陰、北陸沿岸地の気圧は中国山脈、中部山岳地帯の風上地と比較すると気圧の低下が著しいことについて実例を示した。

Q: 浜田の気温が高いのと気圧の下降との関係は

A: 雨が降っていても湿度が60%以下で広島と比べて必要以上に気温の上昇があるので、フェーン現象による下降流ではないかと思う。

Q: 上空の高い所で雨が降り出し、下の方でフェーン

になっているということか。

A: そうだと思う。

Q: 850 mb で西日本で南南西40ノット位に風が吹いているような低気圧前面場では山陰沖と瀬戸内海に低気圧または低圧部、中国山地、四国山地に高圧部の現われることが多いが、その原因についてはよく分らない。局地解析でみられるが一般場とのかねあいもあるだろう。

## 14. 河口付近の川風について

(元田雄四郎・早川誠而: 九大農)

河口付近における風向き・風速の通年観測の中で、やや離れた内陸の観測値と著るしく風の吹き方が違い、明らかに川の影響がみられたので、川風を冷氣塊流出に原因した収束流としてとり扱った。このため川風は陸風の性質が強くあらわれており、風の強さや発生状況などは陸風そのものよりさらにはっきりした形をとり、最盛時の風速は周辺の陸風よりかなり強く3 m/s以上大きいことが分かった。

Q: 川風とは冷気を伴って夜間吹いている風だけをいうのか。昼間河口から吹いている風はいわないのか。

A: どちらも川風と思う。特にここでは強い方、すなわち川下に向う風をとりあげた。

Q: メソ的に考えてそうなのか。

A: 摩擦の少ない川面を吹き、斜面を下る風により収束することによる地形の効果が大きいのではないかと思う。

Q: 鹿島では利根川を逆にのぼる風があるが。

A: それは海風成分と重なっていると思うが、川内川でははっきりでなかった。陸風時のみ特徴がみられた。

Q: 30 m 付近の最強時はいつか。

A: これは最盛期である。

Q: 図中の川に平行な成分の風杯図は何時のものであるか。

A: 一年間の一時間毎の観測値である。

## 15. 豪雨時10分間降水強度解析の一方法について

(岡本雅典: 広島大総合科学)

予め定めた一定強度以上の10分間降水量の出現する時間間隔を一つの変量とした統計的解析法を示した。実際の降雨では強弱入り混って出現し、時間間隔は確率過程 $\{t_i\}$ を構成するので、 $\{t_i\}$ の統計的解析を行うことにより強雨の構造解明ができる。今回は昭和47年7月9日から13日におきた広島県北部の集中豪雨をとりあげた。

Q: 集中性の表現としてほかに何か方法はないか。

A: そこまではやっていない。今後の課題である。