

1991年6月27日に岡山県南部で発生した強風について*

佐橋 謙**・吉田 靖**・田中 芳男***

要 旨

表題の現象について、計約50箇所の岡山県下の気象官署および公害監視網の資料により解析した。その結果、当時岡山県下には、2回の突風が観測された地域、強風は1回だけでそのとき風向変化は伴っていない地域、1回の強風だが風向変化が伴った地域、の3種類の領域があったことがわかった。

また、強風であるにもかかわらず僅か2~3 km離れた地点で、まったく違う時間変化を示す例がいくつか見いだされた。

1. はじめに

1991年6月27日昼過ぎ、岡山県南部、特に岡山市街地北部を中心に、その地方ではめったに見られない程の強風がごく短時間ではあるが吹走した。この現象については、道路脇の電柱が18本きれいに道路を横断して倒れたこともあり、当時、新聞などでダウンバースト、陣風等として報道された。

この問題に関しては、既に光田他(1991)、光田他(1992)、大野他(1992 a, b)、小倉(1992)らが岡山地方気象台や岡山空港で起こった現象がダウンバーストやマイクロバーストであるかどうかを論議の中心とした論文等を発表している。著者らは、それら既に発表された内容とは違った観点からの解析を試みた。すなわち、観測された強風がダウンバーストであるかどうかではなく、そのような現象がどのような中規模スケールの場の中で起こったのかを明らかにしようとした。

そして、著者らが得た計53箇所の風向風速の自記記録を、変化のパターンによって分類したところ3種類に分類でき、しかもそれらは地域的に北から南に順に

配列されていることが分かった。従って、このとき岡山県南部では3種類の異なった現象がそれぞれ別の地域で起こっていたということになる。それらの現象を統一的に説明するには、2つのスコールラインが相前後して、一部重複しながら、別の地域を通過したと考えればよく、さらにそのようなスコールラインの存在はレーダーエコー合成図からも確認できることが分かった。以下その解析の概要を報告する。

なお、今回の岡山県南部の強風の原因だと考えたスコールラインの定義についてはいろいろな解釈の仕方がある。スコールラインは寒冷前線の前方で発生し、その通過の際には寒冷前線と同じような性質の気象変化を起こすことから pre-cold frontal squall line と呼ばれることもある(Huschke, 1959)。しかし、Ohsawa(1958)や小元(1981)にあるようにスコールラインは梅雨前線付近に発生する場合もあるようである。また、Fujita 他(1977)によると、スコールライン中の5~10個位の下流流によって生じるメソハイに沿って突風前線あるいはガストフロントが発生することから、スコールラインの一部をガストフロントとして考える場合もある。このことについては、Atkinson(1981)にスコールラインの一部をガストフロントと呼ぶ例が図示されている。本論文ではスコールラインを突風前線の様な局地的な現象を含む pre-cold frontal squall line の様なスケールの現象としてとらえ、具体的には小倉(1986)に従い、条件付不安定な成層をしている大気中に多数の積乱雲が線状に並んで発達したもので

* High winds in the south of Okayama Prefecture on 27 June, 1991.

** Ken Sahashi, 岡山大学教育学部。
Yasushi Yoshida, 岡山大学教育学部。

*** Yoshio Tanaka, 岡山地方気象台。

—1992年10月30日受領—

—1993年6月11日受理—

あると定義した。

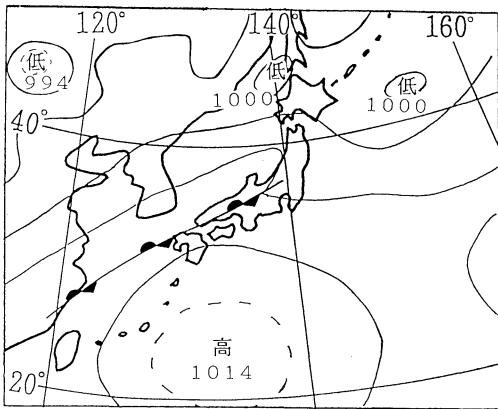
2. 現象の大要と使用した資料

当日の午前9時の天気図によると、梅雨前線が北陸から対馬海峡を通過して台湾海峡に伸び、南方海上は広く高気圧に覆われていた。岡山県南部ではほぼ全域で、強風が発生する前は10分間平均風速が4~6 m/s、最大でも8 m/s程度の南西よりの風が吹いていた。岡山市では、午前中は好晴で推移したが、正午過ぎから雷鳴が聞こえ始め、13時頃にはまさに「一天にわかにかき曇り……」という状態になり、発達した積乱雲が接近してきた。当時のこのような様子は岡山地方気象台の

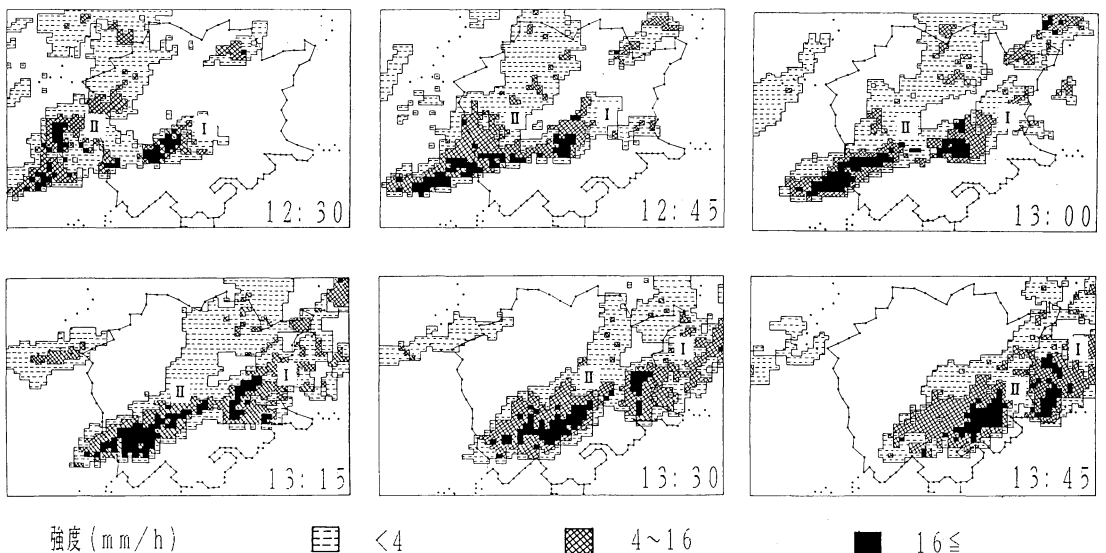
日原簿の記事にも書かれており、12時31分に岡山地方気象台の北西20~30 kmに強度0の雷鳴があり、12時49分に強度0の雷電が北10~20 km、12時56分に強度1の雷電が北10~20 km、13時25分に北5 km未満に強度1の雷電の記録がそれぞれある。このような気象状況のもとで、北西よりの強風を岡山県南部のほぼ全域で観測した。第1図に1991年6月27日15時の天気図を示すが、この時間には梅雨前線が岡山県南部まで南下していることが確認できる。

当時のレーダーエコー合成図(第2図)を見ると、受信強度の強い領域(I, II)が、それぞれ北東から南西に線状に並び、それが岡山県南部を西から東に70~80 km/hの比較的高速で移動しており、この図からスコールラインの特徴である線状積乱雲群の通過が確認できる。また、第2図の受信強度の強い領域の進行方向(西から東)の東側に特に受信強度の強い部分が存在していることは、小倉(1986)の指摘する、降雨が先端部で最も強く背後で弱くなるというスコールラインの特徴と一致している。

今回の解析に使用した記録は主として風向、風速の自記記録であり、岡山地方気象台、岡山地方気象台空港出張所(以下、岡山空港と表す)、岡南空港、岡山理科大学と岡山県の公害監視網を構成する49箇所、計53箇所から記録を集めることができた。これらの観測点の位置を第3図に示し、その観測点の名称を第1表に示す。ただし岡山地方気象台、岡山空港、岡南空港を



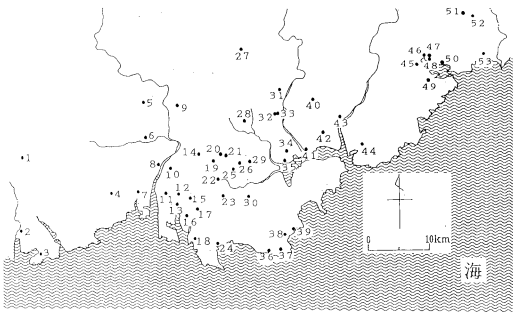
第1図 1991年6月27日15時の地上天気図。



第2図 レーダーエコー合成図。

第1表 第3図の各観測点の名称

番号	地名	番号	地名	番号	地名	番号	地名
1	井原	2	茂平	3	寺間	4	金光
5	久代	6	真備	7	玉島	8	船穂
9	総社	10	西阿知	11	連島	12	春日
13	港湾局	14	国設倉敷	15	公害センター	16	松江
17	広江	18	塩生	19	豊洲	20	長津
21	早島	22	天城	23	郷内	24	児島
25	茶屋	26	興除	27	岡山空港	28	吉備
29	保健センター	30	灘崎	31	岡山理科大学	32	気象台
33	出石	34	南輝	35	岡南空港	36	渋川
37	日比	38	玉	39	宇野	40	東岡山
41	江並	42	上南	43	西大寺	44	山南
45	浦伊部	46	西片上	47	東片上	48	沖浦
49	鶴海	50	穂波	51	野谷	52	三石
53	日生						



第3図 資料を入手した各観測点の位置。

除く他の観測点の記録はすべて公称10分間平均値のみであり、前3者の瞬間値の記録と比較するときはそれなりの注意が必要である。また記録紙上の時刻精度については、公害監視網関係のものは自記紙以外に1時間毎の毎正時に直接観測値を集録するシステムが付加されており、これと比べることにより±2分の精度を持たせることができた。

3. 解析

3-1 現象の分類

我々が入手できた計53箇所の風速の記録から、当日の12時から14時の2時間に、第4図(b), (c)の矢印で示すような10分間平均風速が5 m/s以上であり、十数分から数十分の比較的短い継続時間を持つ鋭いピーク状の強風が吹いた地域は、東は沖浦(第3図の48の地点、以下地名の次のカッコ内の数字はこれと同じ意味)、西は井原(1)、北は岡山空港(27)、南は松江(16)の地域に広がっていることが分かった(第3図参照)。

その地域内の風の記録を詳細に点検すると、次のよ

うな地域にさらに分類されることが分かった。

(A) 上述のような鋭いピーク状の強風が30~40分の時間間隔で2回観測された地域。この地域に含まれる各観測点での風向は、強風吹走前には南西風が卓越していたが、その後の経過はやや複雑である。

(B) 南西から北西への風向の急変が見られるが、その時に強風は観測されず、その後20分から30分程度おくれて鋭いピーク状の強風が1回観測された地域。

(C) 南西から北西への風向急変と同時に鋭いピーク状の強風が1回観測された地域。

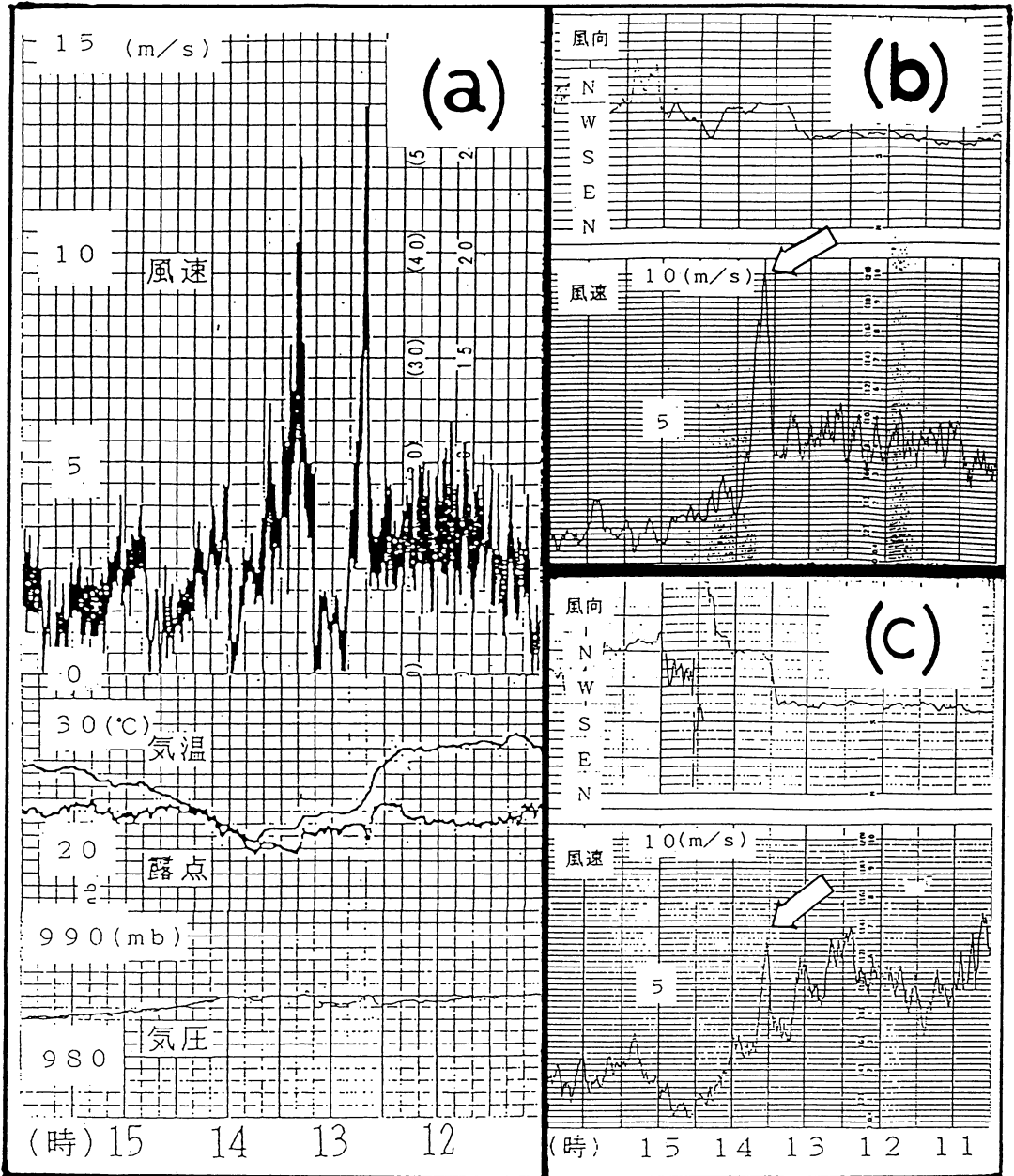
それぞれの現象の代表的な記録を第4図(a), (b), (c)に示し、それぞれの地域にその順序で[A], [B], [C]と言う名前をつけて、それらの地域の地理的分布を第5図に示す。第5図に示されるとおり、北から順に[A], [B], [C]となっている。

以下、それぞれの地域内に起こった現象とそれらの現象間の関連について解析した結果を述べる。

3-2 [A] 地域内の2回の強風

[A] 地域に属する第4図(a)の岡山空港の記録によると、2回の強風に対応して気温も露点温度も2回ずつ低下し、気圧は2回上昇している。これら2回の各気象要素の変化は、第6図に示されている[B]の地域に属する岡山地方気象台(32)での変化と、最大瞬間風速の絶対値は違うものの類似性がある。つまり、岡山地方気象台(32)で1回起こった現象と同じような現象が、岡山空港(27)では2回続いて起こったものと推定される。

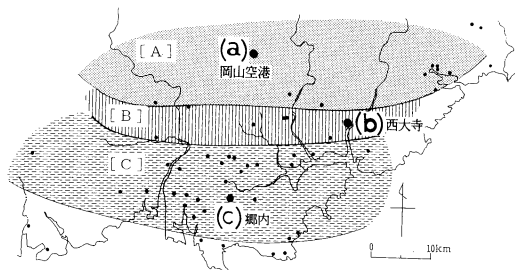
[A]の地域では2回の強風があり、[B], [C]の地域では1回の強風しかなかったことについて、第2図のレーダー合成図を参照すると、I, IIの2つのス



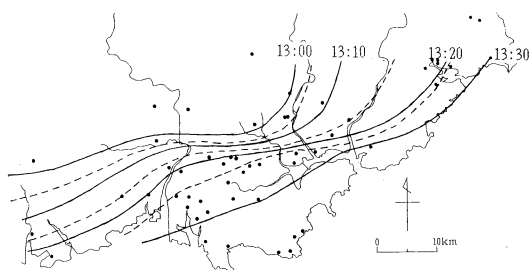
第4図 (a):岡山空港(27), (b):西大寺(43),
(c):郷内(23)での自記記録.

コールラインが岡山空港を通過する時刻と2回の強風発生時刻がほぼ一致し、しかも時間的に先行するIの積乱雲群はあまり南下していないのに対し、IIは瀬戸内海に接するほどに南下していることがわかる。このことは、北側の地域 [A] での2回の強風はそれぞれ

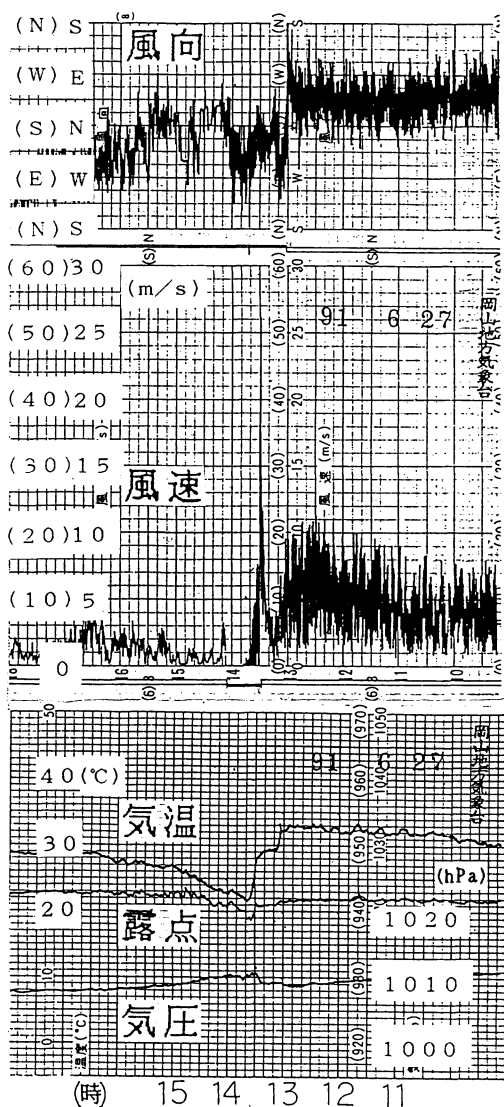
IとIIとの積乱雲群によるもの、南側の地域の [B], [C]ではIIだけによる強風との推定を可能にする。すなわち、これらの強風は積乱雲群によるスコールラインの通過に伴うものであって、[A]ではIとIIの2つのスコールラインが通過し、[B], [C]ではそのうち



第5図 [A], [B], [C]の領域の地理的分布と第4図に使用した観測点の位置。



第7図 北西風と南西風の境界線の時間的变化。



第6図 岡山地方気象台の自記記録(1991年6月27日)。

の後方の1つだけが通過してその様な現象が起こったものと考えるのである。

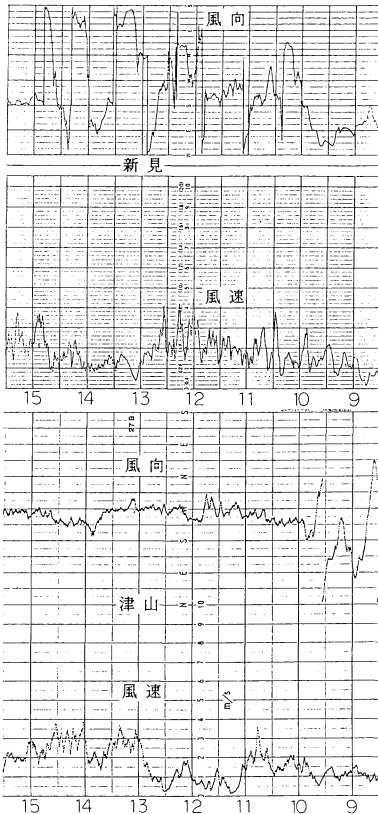
地域 [A] での2回の強風は、大野他 (1992 a) らによってマイクロバーストであると指摘されているものである。いずれにしても、これらの強風はスコールライン中に生じる突風前線に起因しているということは言えそうである。例えば第4図(a)の岡山空港の気圧の自記記録を見ると、12時30分過ぎから14時30分までの数十分間にわたって2回の気圧の上昇と低下を引き起こしており、これがスコールラインに伴って起こるメソハイであり、短時間に気圧の急な上昇を引き起こしたのがスコールライン中の突風前線だと考えることができるからである。

岡山空港の2回の強風の風速は、10分間平均風速ではそれぞれ 6.5 m/s, 7.7 m/s であり、その程度の風速が吹いた観測点は他にもいくつか存在する。しかしそのような観測点には他に気圧等の気象要素の自記記録がないために岡山空港の記録と比較することはできないが、岡山空港と同じように他の観測点の強風の原因もスコールライン内の突風前線によると考えて良さそうである。

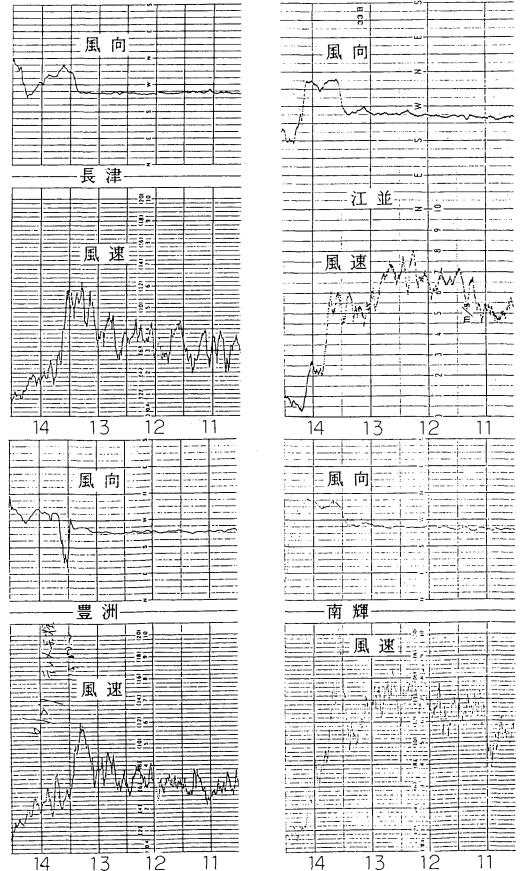
さてこのように当日の強風の原因をスコールラインとして考えると、[B], [C]のそれぞれの地域内で起こった現象の違いは何かが問題となる。次にそのことについて考察する。

3-3 [B] 及び [C] 地域内の現象

第6図の岡山地方気象台の記録を見ると、12時50分から13時05分にかけて風向が南西→西→北西と変化しているが、この時強風は観測されていない。ただし気温の下降はみられ、その数十分後に強風を記録している。この例のように風向の急変は見られるが、風向急変時に強風が観測されず、数十分後に強風を観測する地点を含む地域が [B] である。そして [B] の南側、すなわち [C] の地域では、例えば第4図(c)に示した



第8図 1991年6月27日の新見(上)と津山(下)の風の自記記録.



第9図 1991年6月27日の長津(20, 左上), 豊洲(19, 左下)と江並(41, 右上), 南輝(34, 右下)の風の自記記録.

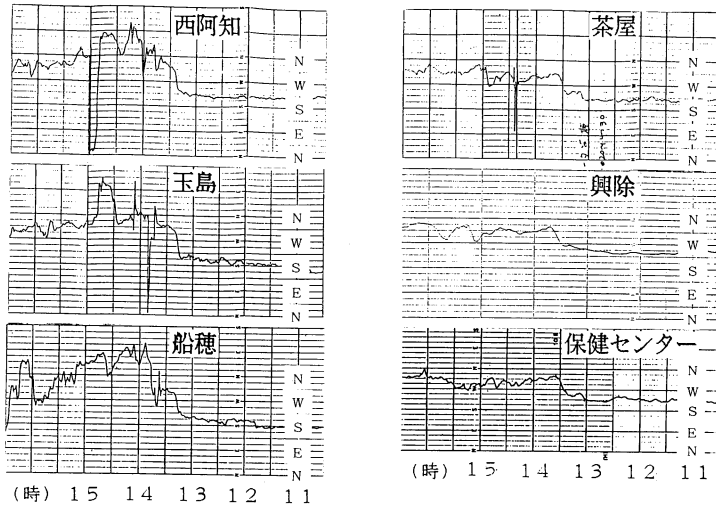
郷内 (23) のように、再び風向の急変と同時に強風が観測されている。これらの現象を統一的に解釈するのに、我々は次のように考えた。

まず初めに、第5図の [A] と [B] との境界線付近に南の端をもつスコールラインが強風を伴って12時30分ころから13時15分ころにかけて西から東へ進行した。そのスコールラインの後面では北西風が卓越しており、スコールラインの通過後はその北西風の領域が、スコールラインの通過した領域のさらに南の方にまで拡大していった。ただこの拡大に際しては、スコールラインの通過のような強風を伴うことなく、それまで南西風が卓越していた領域へ、北西風が緩やかに侵入していった。その北西風の領域の南への進行は、北西風と南西風との境界の時間的変化として第7図に示され、さらに第6図の岡山地方気象台の記録に13時00分頃の風向変化と気温低下として現れている。ここで、岡山地方気象台では、13時00分頃に風向変化と気温低下が存在しているにもかかわらず、その時同時に強風

が観測されていないことに注目する必要がある。このように風向変化と同時に強風が起こっていない、あるいは強風のあった時に風向変化がなかったのが[B]の地域の特徴である。

第7図は上述のように、風向変化のみに着目して描いた等時刻線を示している。この等時刻線を当時付近に存在していた梅雨前線の南下と見る考えも光田他(1992)によって示されているが、第8図に示すように岡山県北部の観測点である新見や津山の自記記録にはそのような風向急変の記録はない。これらのことから第7図の等時刻線の変化は、梅雨前線そのものというよりも、それに付随した岡山県南部に限られたスケールの現象といえる2つのスコールラインの通過によって起こったと考えた方が良さそうに思える。

この北西風の領域が岡山市街地の北部すなわち領域[B]の南端にまで広がった13時15分ころ、第二の積乱



第11図 C₁(左図)とC₂(右図)に属する観測点の風向変化の記録.



第10図 風向変化が類似した観測点のグループ (C₁, C₂)の位置.

雲群II, つまり2回目のスコールラインが強風を伴いながら西から接近し, 第一の積乱雲群よりも南の児島半島の中部付近まで, すなわち, [A], [B], [C]の各領域を含みながら東へ進行した. その時, 上述の北西風の領域は [C] には達していなかったから, [C] の領域ではこの新たなスコールラインの通過によって北西風が変わった. すなわち, ここでは風向変化と共に強風が吹いたのである.

以上のように, [A] では積乱雲群 I, そして [A], [B] 及び [C] では積乱雲群 II がそれぞれ通過し, それらによるスコールラインが通過したと考えることによって, 今回の現象は一応統一的に解釈することができる. 最初に述べたように梅雨前線上をスコールラインが発生し通過する例は過去にもあったが (例えば小元 (1981)), 今回のように短時間に2つのスコールラ

インが発生した例は非常に珍しいのではないと思われる.

3-4 現象の局地性

前節までで今回の現象の大筋は, 2つのスコールラインの通過によってほぼ説明されることを述べた. ここでは強風の局地性について検討する. ただし岡山空港や岡山地方气象台, そして電柱倒壊の起こった国府市場付近については第1節で挙げた研究者がそこで起こった現象について既に報告しているので本論文では他の地域について検討してみる.

当日は岡山県南部のほとんどの観測点で北西よりの強風を観測したのだが, 一部の地域では周りの観測点で強風が観測されたにもかかわらず強風を記録していない観測点も存在していた. これは今回の現象の1つの特徴であると言える. 例えば第9図の長津 (20) と豊洲 (19) あるいは江並 (41) と南輝 (34) の風の自記記録を見ても分かるように強風が吹く時刻までは両者の風の変化は非常に類似しているにもかかわらず, 強風が吹くと同時に両者の自記記録は非常に異なる. 豊洲の例では強風が吹かないで風向も異なるし, 江並の例では風向の変化は同じなのに強風が観測されていない. これらの両者の観測点の位置は第3図を見ても分かるように, 長津, 豊洲は 1.5 km, 江並, 南輝は 3 km しか離れておらず, それぞれの地点の間には特に目立った地形の変化もない. つまり, この位のスケールの局地的な現象がこのスコールラインには存在して

いたことが分かった。このことについては、著者ら(1992)は岡山県の公害監視局の風速、風向の資料を使用して全く別の手法によって、長津、豊洲付近で局地的な変化が起こっていることを視覚的に示した。このような局地的な現象は、例えば小元(1981)が風速分布に著しい局地的な変化が存在するといった内容で報告した例がある。

さらに各観測点の風向記録を詳細に検討すると、第10図C₁, C₂に示すように、数キロメートル程度の狭い範囲に限って、同じような時間変化をたどっている観測点のグループの例がいくつか見られる。第11図にC₁, C₂の記録の例を示す。これらの事実は、積乱雲の水平スケールを反映しているのかも知れない。

4. まとめ

1991年6月27日13時前後に、岡山市付近で起こった強風を解析した。約53箇所の風向風速の記録を分類したところ、当時、岡山県南部に3種類の異なった現象が起こったことが推定された。レーダーエコー合成図と気温や気圧を含めた地上気象要素の変化から考えると、現象の大筋は梅雨前線付近に発生した規模の違う2つのスコールラインの通過によって説明された。さらにスコールライン内にはダウンバーストに発達するような強い下降流による突風前線の他にも積乱雲の水平スケールに関連すると思われる局地的な現象が含まれていることも確認できた。

最後に、資料収集にご協力頂いた岡山大学教養部大滝英治教授、岡山地方气象台、岡山県環境保健センター、岡南空港、備前市役所のそれぞれの担当者、その他多くの方々に厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

Atkinson, B. W., 1981: Meso-scale Atmospheric Cir-

culations, Academic Press, 363.

Fujita, T. T., 1985: The Downburst (Microburst and Macroburst), SMRP Paper, 210, Univ. Chicago Press, 120 pp. (邦訳 藤田哲也: 下降噴流—マイクロバースト(小型噴流)とマクロバースト(大型噴流)一, 日本航空機操縦協会, 1985, 160 pp.)

Fujita, T. T. and F. Caracena., 1977: An Analysis of Three Weather-Related Aircraft Accidents, Bull. Amer. Meteor. Soc., 58, 1164-1181.

光田 寧, 林 泰一, 1991: 1991年6月27日, 岡山市で発生したダウンバーストに伴う陣風(突風), 日本風工学会誌, 49, 35-39.

光田 寧, 林 泰一, 1992: 1991年6月27日岡山市東部で発生した陣風災害について, 京都大学防災研究所年報, 35号 B-1, pp161-174.

小倉義光, 1986: 一般気象学, 東京大学出版会, 71-73.

小倉義光, 1992: メソ天気予報への道, 測候時報, 59, 234-241.

大野久男, 鈴木 修, 葦沢 浩, 小倉義光, 1992 a: 岡山マイクロバースト1991年6月27日 I, II, 1992年春季大会講演予稿集, 日本気象学会, 61, 45-46.

大野久男, 鈴木 修, 葦沢 浩, 小倉義光, 1992 b: 岡山マイクロバースト1991年6月27日 V, 1992年秋季大会講演予稿集, 日本気象学会, 62, 249.

Ohsawa, K., 1958: Analysis of a meso-scale disturbance on 30 Jan. 1955 in Western Japan, Jour. Meteor. Soc., Japan. 39, 59-81.

小元敬男, 1987: 強風災害をもたらした下降流突風の事例解析, 天気, 34, 633-642.

佐橋 謙, 吉田 靖, 1992: コンターマップ作成手法を利用した風の解析—1991年6月27日の岡山県南部の強風の場合—, 日本気象学会関西支部例会講演要旨集, 62, 40-45.

Huschke, R. E., 1959: GLOSSARY OF METEOROLOGICAL, American Meteorological Society, 441.