

昭和58年7月豪雨の解析*

渡部 浩章**

要旨

昭和58年7月22日夜から23日朝にかけて、島根県西部を中心に豪雨となり大水害をもたらした。総観場はこれまでに梅雨末期に起った集中豪雨時の特徴と同様である。梅雨前線はゆっくり南下して瀬戸内沿岸に停滞している。レーダーエコーは前線のすぐ北側の山口県沖から浜田にかけて帯状となり急激に発達しており、中国山地の風下側で衰弱している。強いエコーの南で吹く風と強いエコー域内に吹く風はほぼ直角をなしている。簡単なモデルによると島根県西部沿岸で風向が収束しており、エコーの発達域に一致している。

1. はじめに

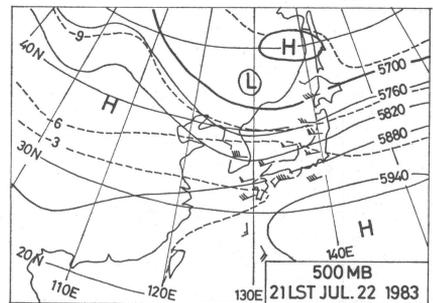
7月20日から23日にかけて梅雨前線が中国地方に停滞し、島根県西部の浜田・益田を中心に300~550mmの豪雨となった。

特に22日夜から23日朝にかけては強雨が断続した。中でも浜田では23日00時40分から01時40分にかけての1時間に91mm、また益田でも23日06時から07時の間に90mmの強雨を記録し、まれにみる大水害をもたらした。

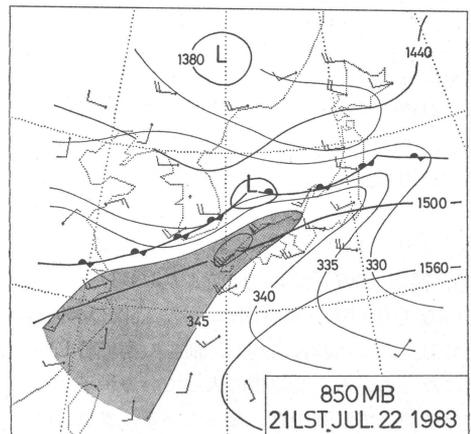
今回の報告では最初に総観場について述べ、GMS画像の特徴について説明する。次に地上風とエコーの関係・エコーの発達衰弱について報告する。また、エコーセルの追跡を行って強雨との関係について述べ、最後に簡単なモデルを用いて島根県西部では地形により地上風が収束し易いことを示す。

2. 総観場

22日21時の500mb天気図では日本海西部から朝鮮半島にかけて弱いトラフがあり、西日本は西南西流場となっている(第1図)。同時刻の850mbでは低気圧が島根県沖に東進し、前線がこの低気圧から東シナ海にのびている(第2図)。西日本は太平洋高気圧の周辺にあたり、相当温位345K以上の暖湿流は図中の陰影部で示すように東シナ海から北九州を経て中国地方へのびて湿舌を形成している。また、米子ではSW58ノットの下層ジェ



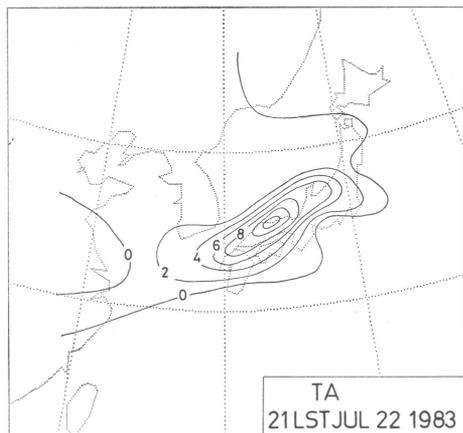
第1図 500 mb 天気図, 1983年7月22日21時.



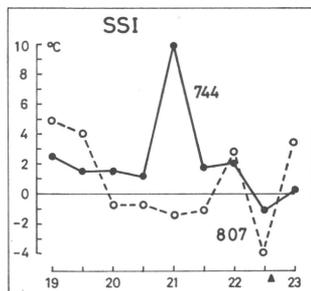
第2図 850 mb 天気図, 1983年7月22日21時.
太線はコンター, 細線は相等温位.

* Analysis of heavy rainfall in Shimane prefecture on July 23, 1983.

** Hiroaki Watanabe, 松江地方気象台.
——1984年7月23日受領——
——1984年10月11日受理——



第3図 850~500 mb の温度移流, 1983年7月22日21時. 単位は $10^{-5}^{\circ}\text{C}/\text{s}$.

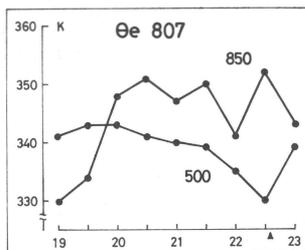


第4図 SSI, 1983年7月19日09時~23日09時. 黒い三角マークは豪雨の始まりを示す.

ットが出現している.

22日21時の850 mb と500 mb 間の温度移流の分布を調べると, 中国地方で顕著な集中性を示している(第3図). 22日09時にはこのような集中性は全く示していなかった.

次に SSI の時間変化をみると, 22日21時には米子(744), 福岡(807)で共に09時より 3°C 以上急激に下降している(第4図). 第5図に示した福岡の850と500 mb の相当温位の差は22Kに達し, 前線の南で著しい対流不安定になっている. 前線帯に入っている米子ではこの不安定は解消して湿潤中立となっている. また, 図は省略するが, 豪雨のすぐ北側の850~700 mb に極端な乾燥域が出現している. これらは従来豪雨時の総観場の特徴として報告されているものに一致している(気象研究ノート138号).



第5図 福岡の相当温位の時間変化. 以下第4図に同じ.

次に GMS 画像からみた特徴を述べる. 第6図に22日21時~23日06時の GMS の IR 画像を示す. 梅雨前線に伴い東北地方から華中にのびる雲バンドがある.

01時には島根県中部と山口県付近に低温部があり, この直前から強雨が始まっている. この時の T_{BB} 分布をみると, 島根・山口県の沿岸では海岸線に平行に -40°C 以下の低温域がみられる(第7図).

03, 06時には島根県沿岸から中国地方全域に低温域($T_{\text{BB}} < -60^{\circ}\text{C}$)が拡がっており, 引続き強い雨雲の存在を示唆している.

22日20時から23日12時までの総雨量は, 浜田から益田にかけて300mmを越し, 200mmの等値線はほぼ島根・広島県の境沿いにのびている(第8図).

3. レーダー・アメダスによる解析

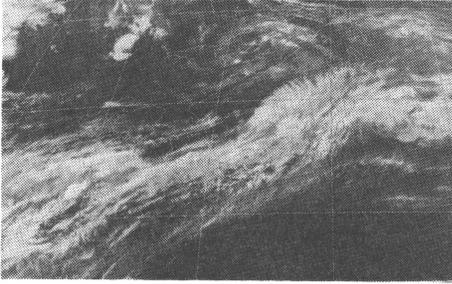
3.1. 前線の南下

第9図は前線が南下中である22日23時の地上風収束量の前1時間差(荒い斜線), 気温の前1時間差(密な斜線), 1時間雨量(点線)を重ねたものである.

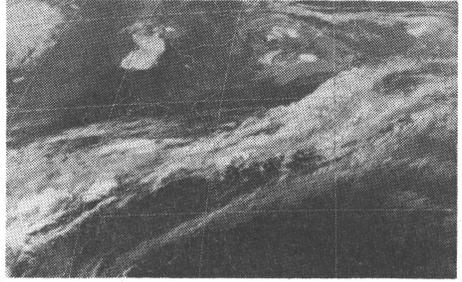
21時に島根県東部にかかり始めた前線に対応する気温下降域は, 22時には中国山地沿いまで, 23時には岡山県北部から広島県北部まで時速約30 km で南下している. 気温下降域の南側ではこれに沿って収束域が帯状にのび, 雨域が気温下降域と共に南下し, はっきりとした寒冷前線南下時の特徴を持っている. 地上気温の 26°C の等値線がこの前線に対応している. しかし, 00時以後には前線は瀬戸内沿岸に停滞し, 収束量・気温の1時間差を用いての追跡は不可能となった. また, 1時間雨量50~90mmの強雨はこの前線のすぐ北側で降っているが, 気温変化は非常に少なく 1°C 以下である.

3.2. 地上風とレーダーエコー

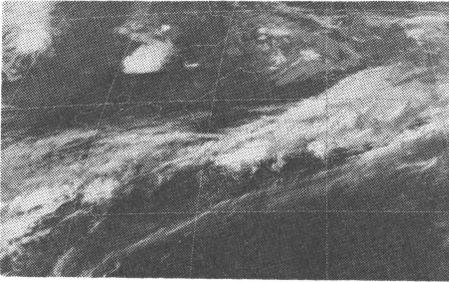
次に地上風とエコーの関係について調べる. 第10図はアメダスを客観解析して求めた地上風とエコーを重ねた



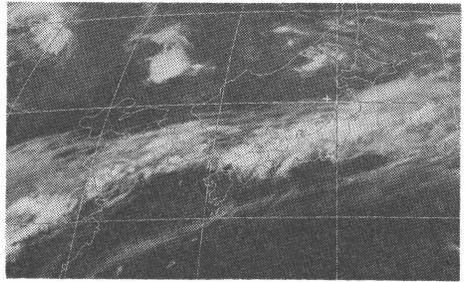
a



b

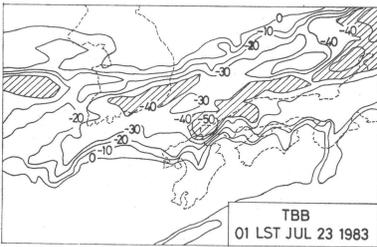


c

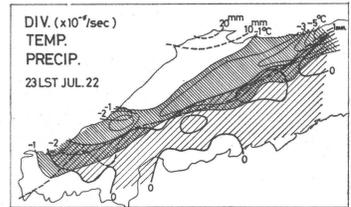


d

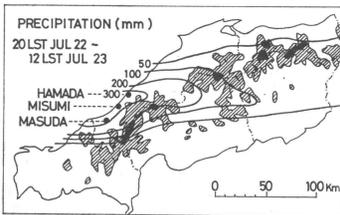
第6図 GMS の赤外画像，(a) 1983年7月22日21時，(b) 23日01時，(c) 03時，(d) 06時。



第7図 T_{BB} 分布図，1983年7月23日01時。



第9図 前線南下時の特徴，1983年7月22日23時。荒い斜線が地上風収束量の前1時間差，密な斜線が気温の前1時間差，点線が1時間雨量を示す。

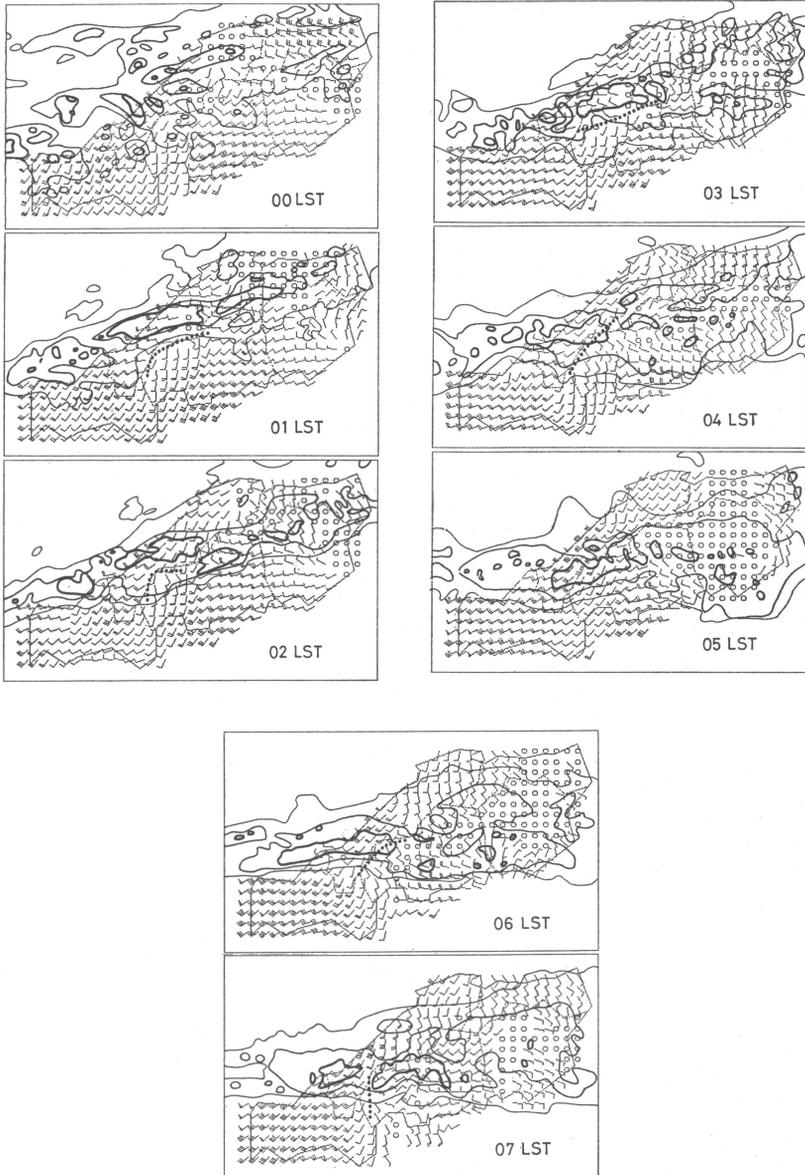


第8図 総雨量と地形，1983年7月22日20時～23日12時。黒色は海拔1,000m以上，斜線は500m。

もので、矢羽根1本が1 m/s，太線・中太線・細線はそれぞれ相等降雨強度 16 mm/h 以上 (S)・4～16 mm/h (M)・4 mm/h 以下 (W) のエコーを示す。

地上風の客観解析は、中国山地の影響を簡単に考慮に入れて 10 km 格子点にアメダスを内挿して求めた(渡部, 1983)。

エコーは00, 06時については松江, 広島, 福岡レーダーの合成図, それ以外は松江, 広島レーダーの合成図である。

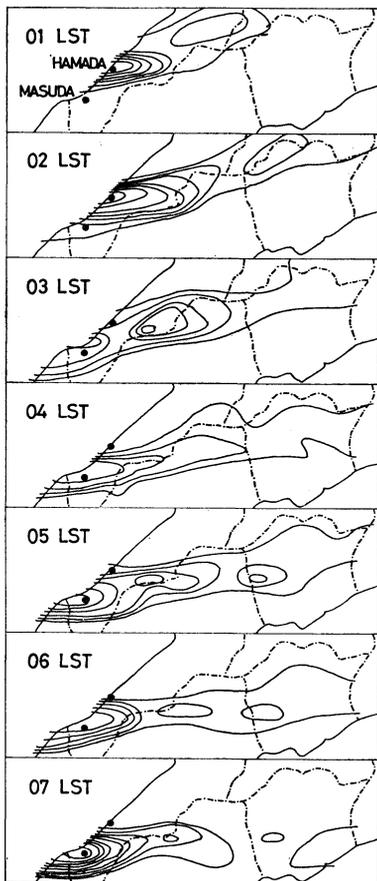


第10図 地上風とレーダーエコー, 1983年7月22日21時~23日07時, 矢羽根1本が1 m/s, 太線・中太線・細線がそれぞれ相等降雨強度 16 mm/h以上・4~16 mm/h・4 mm/h以下のエコーを示す.

豪雨の最初のピークは23日00時から02時にかけて、浜田を中心におきている(第11図)。エコーの変化をみると、東進してきたエコーは海上から浜田付近にさしかかる時に急速に帯状に組織化し、かつSエコー域も大きく発達している。特に00時から01時にかけてのエコーの強

化は劇的と言える程顕著で、エコー頂高度は13.8 kmに達している。そして1時間雨量は浜田で60 mmを記録した。

01・02時の地上風の特徴をみると、Sエコーの南では広島湾から北に向う風が卓越している。これはエコー域

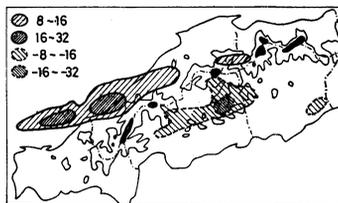


第11図 1時間雨量分布，1983年7月23日
01～07時．細線は10mmごとの
等雨量線．

内に吹く風とほぼ直角をなしており，図中（第10図）に黒丸の列で示すように両者は顕著なシアーラインを形成している．

2番目のピークは03時から07時にかけて益田・三隅を中心におきており，1時間雨量は40～90mmに達している（第11図）．Sエコーは00～02時に比べやや南下して停滞している．

さらに詳細にみると，03・04時にはSエコーは益田付近から東にのびて県境に達しており，その南にはシアーラインがある．しかし，05時にはSエコーの大部分は広島県に移動し，シアーラインは消滅している．そして，06時には益田の西海上から県境にかけて再びSエコーが強まり，シアーラインはエコーの南東にみられる．07時には06時に島根県にあったSエコーの大部分が広島県に



第12図 エコーの発達衰弱，1983年7月23日01時～08時の平均．実線が発達，破線が衰弱域を示す．

移動し，一部がまだ益田付近に残っており，弱いシアーラインが広島県西部にある．

03～07時のSエコーと地上風の対応をまとめると，島根県西部の沿岸海上から県境にかけて1時間雨量40～90mmの強雨を伴うSエコーがある時には，Sエコーの南ないし南東にシアーラインがみられる．しかし，Sエコーが広島県に移動すると1時間雨量は40mm以下になり，シアーラインが消えている．

3.3. エコーの発達衰弱

3.2で示したようにエコーは沿岸付近で急速に発達しているが，これを量的に求めるために次の計算を行った．まず10km格子でエコーをデジタル化し，ミニマムディファレンス法（入田，1980）で求めた移動速度でエコーを移流させて1時間後のエコーと比較して発達衰弱量を求めた．

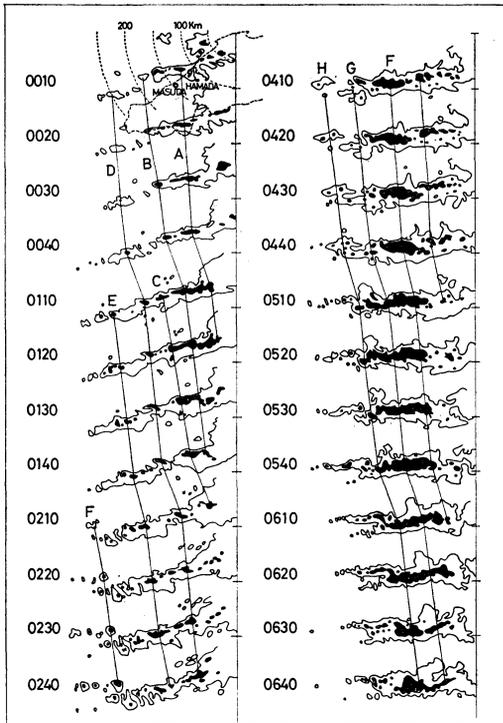
エコーのデジタル化は，気象庁のルーチン観測のエコー強度のランク付けを参考にして次のようにした．

Sエコー	60%以上	64
Sエコー	10～50%	32
Mエコー	60%以上	16
Mエコー	10～50%	8
Wエコー	60%以上	4
Wエコー	50%以下	2

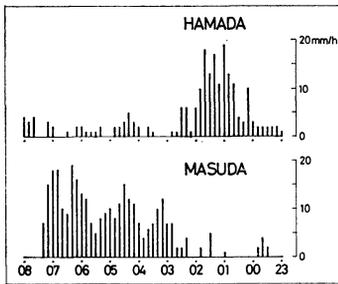
第12図は01～08時における発達衰弱の平均値を示し，実線が発達，破線が衰弱である．山口県沖から浜田にかけて帯状の発達域があり，広島県中部から東部にかけて衰弱域となっている．これはエコーが山岳の風上で発達し，風下で衰弱するというこれまでの報告にも一致する（浅田他，1966）．

3.4. エコーセルの追跡

前節の第12図は毎時のエコースケッチ図からみたエコーの発達衰弱の分布であるが，今度は35ミリフィルム of 10分ごとの写真からエコーの追跡を行った．第13図は



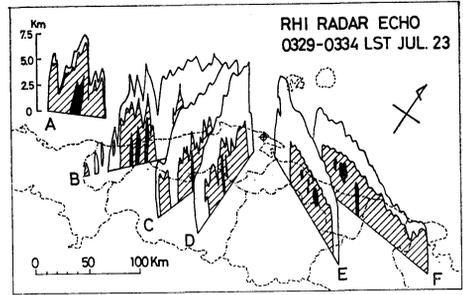
第13図 松江レーダーによるエコーセルの追跡, 1983年7月23日00時10分~06時40分. 黒色はM, 実線はWエコーを示す.



第14図 浜田・益田の10分間雨量, 1983年7月22日23時~23日08時.

00時10分から06時40分までの PPI 写真で, 黒色がM, 実線がWエコーを示す. 毎正時のデータがないことに注意して主なエコーセルを細線で追跡し, A~Hの記号が付けてある.

00時10分の PPI に重ねて示した地図を参考にすると, 00時過ぎから02時にかけての浜田の強雨(第14図)はセ



第15図 松江レーダーのRHI, 1983年7月23日03時29分~34分. 黒色がM, 斜線がW, 実線で囲った部分がVWエコーを示す.

ルA・B・Cによってもたらされていることがわかる. そして, 03時から07時にかけての益田・三隅の強雨(第14図)はセルF・G・Hによるものである. いずれのセルも松江レーダーの西200~250 km で発生したセルが急激に発達したものである.

03時30分頃の帯状エコーの垂直断面を松江レーダーのRHI でみたのが第15図で, 黒色がM, 斜線がW, 実線で囲った部分がVW(相等降雨強度1 mm/h未滿)エコーである.

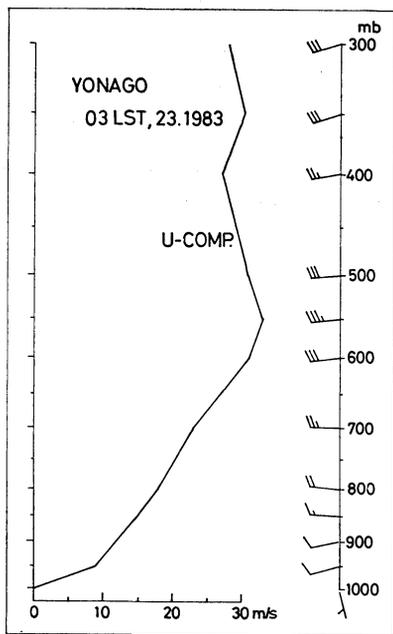
山口県沖から島根県西部にかけて(A, B)変動がはげしく, 島根県では(E, F)エコートップがなめらかになっている. これは, 発達した沿岸部のエコーが中国山地を通過して, 対流活動が弱まったものと解釈できよう. この解釈は, 第12図で見た山の風上でエコーが発達し風下で衰弱していることとも符合する.

また, 山口県沖(A)ではMエコーが上空では東へ傾いており, 第16図に示すように600 mb以下に強い風速シアアがあることを反映している.

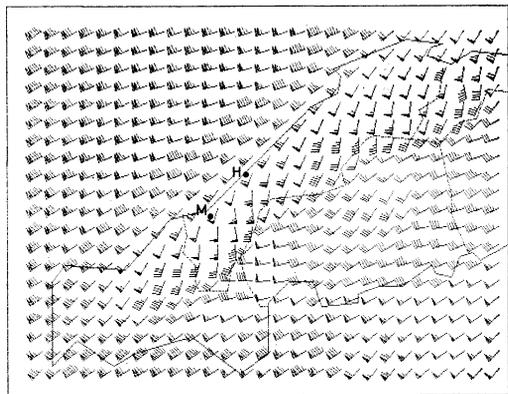
4. 地上風のシミュレーション

一様な一般風を与えた時に海岸線や山地により地表付近でどのような風となるかをみるために, Danard(1977)のモデルを用いてシミュレーションを行った. このモデルは一層プリミティブモデルで, 地形や摩擦・非断熱加熱が地上風におよぼすメソスケールの影響をシミュレートできる. また, Channelling 効果や海陸風, anabatic wind, katabatic wind 等の現象もシミュレートできる. なお, プログラムはほとんど(平沢, 1984)によるものである.

今回のケースでは, 初期条件として, 850 mbの風は255° 20 m/sとした. また, 地上の加熱を-2°C, 海上



第16図 米子における風の鉛直分布と西風成分の鉛直分布, 1983年7月23日03時.



第17図 モデルによる地上風系, 850 mb の風を $255^\circ 20 \text{ m/s}$ とした場合, 矢羽根1本が 1 m/s を示す, Hは浜田, Mは益田を示す.

の加熱を -3°C とした. 第17図は数値計算をして準定常状態になった時点における地上風を示す.

島根県沿岸海上では海岸線に沿う風が卓越し, 島根県西部では中国山地の影響で南風となっている. したがって, 浜田・益田の付近では風向が収束している. これはエコーの発達域(第12図), 雨域の中心(第8図)に一致する.

もちろん前線がどこに停滞するかはその時の総観場により決定され, 降雨強度はメソスケールのじょう乱に伴うエコーによりほとんど決まるであろうが, 地形の影響でエコーの発達が他の場所より強められる可能性を示していると思われる.

5. まとめ

以上に述べた豪雨の解析は次のようにまとめることができる.

(1) 対流圏下層で湿舌や下層ジェットが出現し, 前線の南での著しい対流不安定が前線で解消していること等は, 従来豪雨時の総観場の特徴として報告されているものに一致している.

(2) 前線はゆっくり南下し, 瀬戸内沿岸に停滞してい

る. $50\sim 90 \text{ mm/h}$ の強雨はこの前線のすぐ北側で降っているが, 温度変化はほとんどない.

(3) レーダーエコーは山口県沖から浜田付近で急速に強まって中国山地を越えて衰弱しており, これは RHI エコーにも示されている. Sエコーの南で吹く風とSエコー域内に吹く風は, 顕著なシアーラインを形成している. ただし, 中国山地を越えてエコーの衰弱域になるとシアーラインは形成されていない.

(4) 10分おきのレーダー写真では, 浜田・益田の強雨はそれぞれ主な3個のセルの通過に伴っている.

(5) 簡単なモデルを用いて地形の影響を調べると, 島根県西部で風向が収束しており, エコーの発達域に一致している.

謝辞

この研究をまとめるにあたり, 中国地方の気象官署から種々の資料を送って戴いた. 松江地方気象台 一色光雄台長には本稿を閲読して戴き, 北村 進技術課長, 難波林造予報官から貴重な助言を受けた. 気象庁予報課平沢正信予報係長からここで使用したモデルのプログラムを戴いた. 東京大学 中村 一氏には数値計算について貴重な助言を受けた. ここに厚くお礼申し上げます.

文献

- 浅田暢彦, 他, 1966: 仙台気象レーダーによる基礎調査, 研究時報, 18, 688-699.
- Danard, M., 1977: A Simple Model for Mesoscale Effects of Topography on Surface Winds, Mon. Wea. Rev. 105, 572-581.

昭和58年7月豪雨の解析

長谷川隆司, 1984: 大雨, 気象衛星資料の予報への利用, 195-215.

平沢正信, 1981: 雷雨性降水系と地形および各種気象要素との関係, 気象学会春季大会予稿集.

———, 1984: 解析用数値モデルの概要, 私信による.

気象研究ノート第138号, 1979.

入田 央, 1980: アメダスの風から求めたうず度と

レーダーエコーの発達衰弱について, 天気, 27, 635-641.

東管技術ニュース, 19, 地上風の発散・収束と降雨を伴うじょう乱に関する解析.

渡部浩章, 1983: 停滞前線上の豪雨を伴う中規模じょう乱の解析, 天気, 30, 93-101.

———, 1983: アメダスの客観解析について, 大 阪管区府県気象研究会誌, 23, 238-239.

International Cloud Modelling Workshop/Conference のお知らせ

標記の研究集会在, 1985年7月15~19日にドイツ連邦共和国の Irsee で開催されます (Irsee はババリア地方のミュンヘン南西約100キロの所です).

この集会は次の3活動分野に焦点を当てて行われます.

- (i) verification of model output against field observations (including all-liquid, maritime, continental and hail-bearing convective situations and orographic situations),
- (ii) sensitivity tests (including factors related to fluid dynamics and model architecture),
- (iii) application of models to the understanding of observed phenomena (including convective and nimbo-stratus situations).

この集会のためのデータセットのカタログは WMO

事務局に申し込めば無料で入手できます.

参加者はこのデータセットのデータを用いて研究を行う必要がありますので, 参加希望のある方は, 直接下記に請求して下さい.

請求される際には上述の3分野のうちどの分野に最も関心があるか, また集会に参加するつもりかどうかを附記されることを事務局は望んでいます.

宛先

World Meteorological Organization
International Cloud Modelling Workshop/
Conference (RDP)
Case Postale No. 5
CH-1211 GENEVA 20
Switzerland