2.11 香川県における大雨発生の必要条件の抽出・妥当性の確認と十分条件の抽出

高松地方気象台

要旨

平成23~24年度の地方共同研究では、梅雨期における「集中豪雨・大雨発生の必要条件の抽出とその妥当性」 について調査を行った。今回は、必要条件の妥当性の確認と十分条件の抽出を行う目的で調査を実施した。その 結果、必要条件の妥当性は確認したが、十分条件の抽出には至らなかった。また、メソ解析データを用いて統計 解析を行い、大雨発生の必要条件について数値的に示した。さらに、予報作業でのMSMの水蒸気フラックスの利 用について考察を行った結果、高度500mの水蒸気フラックスの流入経路、およびMSMによる予想降水量(FRR)が 大雨発生の判断の指標となることを確認した。

1. はじめに

平成23~24年度の地方共同研究では、梅雨期における「集中豪雨・大雨発生の必要条件の抽出とその妥当性」 について調査を行った(大黒ほか 2012). その結果、香川県で発生する大雨については、瀬戸内側への下層暖湿気 の流入経路が特に重要であることがわかった. しかし、統計解析を十分に行えないこともあって、結果の信頼性 に問題が残った. そこで、今回は、大雨発生の必要条件の妥当性の確認と十分条件の抽出を行う目的でさらに調 査を実施した.

2. 事例解析

香川県では対象期間(2006年以降の梅雨期)における警報事例はないため、梅雨前線による大雨事例を3事例抽 出し、解析した.3事例とも平成23~24年度にかけて行った地方共同研究における総観場のパターン(停滞前線 が停滞・南下する際に、その暖域側に香川県が位置して下層の暖湿気塊が流入するパターン)に合致していた.

事例1 2007年7月3日 (R1=34mm, R3=74mm)

事例2 2013年6月19日 (R1=28mm, R3=66mm)

事例3 2014年7月7日 (R1=20mm, R3=35mm)

注)R1は1時間積算降水量,R3は3時間積算降水量で,いずれも解析雨量.

2.1 調査資料

調査には、地上天気図、高層天気図、局地天気図、衛星画像、ウィンドプロファイラ(以後、WPR)、アメダス、 レーダー、メソ解析を用いた.

2.2 事例1 2007 年7 月3 日

2.2.1 総観場

梅雨前線は2日09時(JST,以後同じ)には中国地方にあり,2日21時には香川県付近,3日09時には愛媛県南 予~高知県西部までゆっくりと南下した(第1図).500hPaのトラフは,2日夜から3日朝にかけて朝鮮半島から 東北地方に移動し,四国地方を3日明け方に通過している(図略).また,前線に対応して,700hPaでは日本の南 と黄海付近の乾燥域の間を抜けて湿域が四国を指向して流入している(図略).850hPaでは風速及び風向シアーが 明瞭で,気温の18℃線が前線の位置とよく対応している(第2図).福岡の2日21時には,西風30KTとT-TD=0.8℃ の湿潤空気が観測されている.

2.2.2 レーダーエコー

3日02時に山口県にある発達したエコーはゆっくり南下しながら東進し,3日07時にかけて香川県を通過した. 3日04時から06時にかけて香川県西部では、解析雨量で1時間34mm,3時間74mmとなった(第3図).雨量の多い地域は、しまなみ海道付近-西讃-徳島県三好にライン状に分布した.

2.2.3 WPR

高松の WPR では、3 日 02 時から 06 時にかけて 1000m 以下では風向の変化はないが、1000~4000m 付近では 05 時前後に暖気移流場から寒気移流場に変わっていた(第4図).

2.2.4 メソ解析

3日03時の925hPaの相当温位では、東シナ海からと高気圧の縁辺からの暖湿流が九州付近で合流し、瀬戸内には345K以上の暖湿気が流入していた(第5図).一方、700hPaでは3日03時には対馬海峡から西回りで330Kの相対的な低相当温位の空気が島根、山口県境に流入し、エコーはその前面で発達していた(第6図).また、345K等温位面で高渦位域が山陰沖から九州北部にのび、06時にかけて四国地方を通過している(第7図).これに伴い、500hPaでは3日03時から06時にかけ気温が低下していた(第8図).3日06時には700hPaの相対的な低相当温位の空気が瀬戸内まで進入し、エコーはその先端部に対応して移動し、四国地方へ相対的な低相当温位領域が入ると共に強雨は終了した。また、3日03時の500mの水蒸気フラックスでは、値は最大で170g·m⁻²·s⁻¹以上と大きくないが、関門海峡から暖湿気が流入していた(第9図).

2.2.5 事例解析からの考察

この事例では、前線の南側に925hPa で相当温位が345K以上の暖湿気が西回りに入り、500hPa の気温の低下や700hPa 付近の中層域への相対的な低相当温位の空気の流入により、その先端部で不安定が助長され、香川県西部では R1=34mm の短時間強雨となった。香川県の西部と東部で降水量に大きな差が出た原因は、500hPa のトラフと700hPa 付近の相対的な低相当温位の空気が中讃地方に入る前に通過し、ゾーナル場から北西場に変わったため、不安定領域は香川県を横断せず、西讃地方から徳島県三好地方に南東進したためと考えられる。

2.3 事例 2 2013 年 6 月 19 日

2.3.1 総観場

台風第4号が東シナ海を北上する中,19日から20日朝にかけて梅雨前線が中国地方から四国付近に南下した (第10図).500hPaでは,19日夜から20日朝にかけてトラフが日本海を東進した(図略).前線に対応して,700hPa では湿域が南下し,850hPaでは風向,風速シアーがみられ,概ね気温の18℃線に対応していた(第11図).福岡 の19日21時の観測では,西風30KTとT-TD=0.0℃の湿潤空気が観測されている.

2.3.2 レーダーエコー

前線に対応するエコーはゆっくりと南下し,19日21時に山口県沖にあるやや強い領域が中国山地を越えて東進し,20日00時頃に香川県に到達した.同様に、20日01時に山口県沖にあるやや強い領域が20日03時頃に香川県沿岸に到達した(第12図).このため、香川県の沿岸部を中心に雨量が多くなった.

2.3.3 WPR

19日から20日にかけての高松のWPRでは、19日20時過ぎから1000m以下で北成分の風に変わっている.この ことから、前線は瀬戸内付近をゆっくり南下したことがわかる.また、それより上の層では鉛直シアーは弱く、 風向は南西から西南西となっていた(図略).

2.3.4 メソ解析

19日21時の925hPaの相当温位では、東シナ海から九州北部にかけてと南西諸島から九州にかけて345K以上

の高相当温位の空気の流入があり、九州北部で合流していた(第13回). 19日21時の950hPaの水蒸気フラックスを見ると、関門海峡から瀬戸内海にかけて210g·m⁻²·s⁻¹程度の帯状に流入している領域が見られる(第14回). その後、この領域は周防灘付近までの流入に留まっている.また、925hPaの水平風収束域を見ると瀬戸内海付近で停滞している(図略).

2.3.5 事例解析からの考察

この事例では、925hPa の水平風収束域やアメダス分布図から前線帯がゆっくりと南下しているのがわかる(図略). その前線帯の南側には925hPa の相当温位で345K以上の高相当温位の空気が流入した事により、一様な降水が長時間続き、大雨となったと考えられる.

2.4 事例3 2014 年7 月7 日

2.4.1 総観場

台風第8号が沖縄の南を北上する中,梅雨前線は6日夜から7日にかけて九州地方から四国地方に北上し停滞 した(第15図).500hPaでは,6日21時から7日09時にかけて,弱いトラフ(正渦度の極大域)が通過していた(図 略).700hPaから850hPaでは梅雨前線に対応した湿域が東シナ海から九州北部を経て中国・四国地方に見られる (図略).福岡の6日21時には,850hPaで西風20KT,湿数1.8℃の湿潤空気が観測されている.また,7日00時 の水蒸気画像では朝鮮半島から九州北部にかけて暗域が進入,その前面で雲域が発達していた(図略).

2.4.2 レーダーエコー

7日02時に大分県にあった雨雲は、豊後水道を発達しながら北東進し、山口県や広島県で非常に激しい雨を降らせた.その後、雨雲は弱まりながら東進し、香川県では06時から09時にかけて解析雨量で1時間20mm、3時間35mmの強い雨を観測した(第16図).

2.4.3 WPR

高松の WPR では、7日00時から12時にかけて 5000m 付近及び 3000m 付近で風向や風速が変化しており、4回の トラフ通過がわかる.このトラフ通過のタイミングでエコーが強まっていた.下層では南西風が持続しており、 前線の通過ははっきりしていない(図略).また、アメダスの気温や風向を調査したが、地上でも前線通過ははっ きりしない.

2.4.4 メソ解析

7日09時の925hPaの相当温位では、南海上からの345K以上の暖湿気が高縄半島から芸予諸島まで流入し、高 縄半島以東や芸予諸島以東では345K未満となっていた(第17図).7日09時の950hPaの水蒸気フラックスでは、 210g・m⁻²・s⁻¹を超えるような数値の大きな地域は高縄半島から西にあり、高縄半島にブロックされる形で香川県に おける最大値は120g・m⁻²・s⁻¹程度であった(第18図).

2.4.5 事例解析からの考察

この事例では、下層の風向が南南西のため、高相当温位や水蒸気フラックスの大きな領域は高縄半島までしか 流入しなかった. 香川県では、西風が直接入らなかったため、大雨にならなかったと考えられる. 南南西風の影 響を受けた山口県や広島県では、非常に激しい雨を観測した.

2.5 **事例の相違**点

3事例とも、925hPaの相当温位は九州付近で合流しているが、下層の風系に違いがあった。事例1と2では西 風系となっており、暖湿気が関門海峡から直接香川県に入って来る場となっていた。事例3では周防灘や豊後水 道付近は南南西風となっており、暖湿気が高縄半島にさえぎられたため、直接香川県に流入しなかった。このた め、水蒸気フラックスは、事例1と2では170g·m⁻²·s⁻¹以上が香川県に流入しているが、事例3では120g·m⁻²·s⁻¹ 前後までとなっていた.また、水蒸気フラックス断面図を比べてみると、事例3では香川県付近の下層に高い水 蒸気フラックスが入っておらず、大雨には下層にかけて厚い湿潤層が必要と考えられる(第19図).

2.6 23~24 年度の地方共同研究の結果との比較

香川県では、梅雨前線の南下と停滞のパターンで大雨になることが、平成23~24 年度の地方共同研究(大黒ほか 2012)で明らかになっている。事例1 では前線南下、事例2 では前線停滞パターンとなっており、平成23~24 年度の地方共同研究の結果と合致していた。また、九州付近で合流した高相当温位域が下層の西よりの風により、 香川県に直接暖湿気が流入したために大雨となった。事例3 では、前線停滞パターンに該当していたが、暖湿気の流入が下層の南南西風により香川県に直接入らなかったため、大雨にならなかったと考えられる。

3. 統計解析

2006 年から 2012 年(各年 6 月から 8 月)の期間について,抽出格子の地点 A(133E, 34.3N): 燧灘周辺と,地点 B(134E, 34.3N): 高松地方気象台付近の各要素のメソ解析データを使用した(第 20 図). なお,メソ解析データは, 2006 年から 2008 年は 10km 格子におけるデータ, 2009 年以降は 5km 格子におけるデータである.また,大雨事例 は地上天気図に前線が解析され,香川県付近を前線が南下または停滞し(熱雷,前線北上,台風は除く),解析雨 量で R1=30mm, R3=45mm となったものとした.この期間においては,11 事例が大雨事例に該当した.

3.1 調査方法

抽出格子の地点 A, B における各要素のデータからグラフを作成(箱ひげ図,バブルグラフ等)して,特徴を調べた. なお,大雨との関係については,水蒸気フラックスと雨量について時系列グラフを作成した結果,雨量のピークと 6 時間前までの対応が良いことから,6 時間の幅を対象とした(図略).ただし,風向は雨量と同時刻とした. 各要素の中で,水蒸気フラックス,相当温位,風速については 6 時間内の最大値を,湿数については 6 時間内の最小値を調査した.また,熱雷による事例を除くために,高度 500mの風速が 8m/s 以上のものを対象とした. さらに,地上天気図を用いて前線北上と台風に伴う事例は除外した.

3.2 バブルグラフ

大雨事例は前線に対応したものを抽出しているため、地点Aとの対応がよかった.よって、地点Aで検討した.

高度 500m 相当温位と高度 500m 水蒸気フラックスのバブルグラフをみると、水蒸気フラックスが 180g・m²・s⁻¹ から 340g・m⁻²・s⁻¹の範囲かつ相当温位が 345K から 360K の範囲で、ほぼすべての大雨事例が該当していた(第 21 図).

高度 500m 水蒸気フラックスと高度 500m 風向のグラフより、大雨事例では1事例を除き風向が 215 度から 270 度の範囲に入っていた(第 22 図).大雨事例以外の強雨でも同様な傾向があるが、東よりの風向が増えてくる.このことは、四国山地の影響により強雨となりにくい風向があることを示唆していると考えられる.

高度 500m 水蒸気フラックスと高度 500m 風速のグラフでは、風速が 10m/s から 20m/s の範囲に大雨事例が該当 していた.水蒸気フラックスが 340g·m⁻²·s⁻¹より大きいと大雨事例がないことから、風速が大きすぎても大雨にな らないことが分かる(第 23 図).

高度 500m 相当温位と 700hPa 湿数のグラフより、大雨事例では湿数が 1℃以下になっており、中層ではかなり 湿っていることが分かる(第 24 図).

なお, R3 雨量についても同様な傾向がみられる.

3.3 調査結果

香川県で大雨となる条件は、高度 500m で水蒸気フラックスは 180g·m⁻²·s⁻¹から 340g·m⁻²·s⁻¹,相当温位は 345K

から 360K,風向は 215 度から 270 度,風速は 10m/s から 20m/s であり,700hPa で湿数は 1℃以下であった.ただし、これらの条件を満たしたとしても必ず大雨が発生するのではなく,あくまでも必要条件となる.

4. 大雨発生の必要条件と十分条件

統計調査から求めた香川県における梅雨前線による大雨(R1MAX≧30mm and R3MAX≧45mm)となる条件を,第1 表に示す.

+分条件については、各事例ともショートトラフが日本海を通過している他は、どの事例も他県で強まったエ コーが弱まりながら香川県に入るパターンで、その他の条件の抽出には至らなかった.

5. 予報作業で利用できる指標の検討

5.1 高度 500mより上の層の調査

高度 500m では地形の影響が関与していると考えられるため,高度 500m より上の層の水蒸気フラックスについて調査した.

5.1.1 調査方法

期間は、第3項と同じとした.抽出エリアは、平成23~24年度の地方共同研究で調査した2エリアと、西側へ 同じサイズで拡張した2エリアをあわせた4エリアとした.第25図に各エリアの区分を示す.データは、各エリ アの925hPaの水蒸気フラックスの最大値をメソ解析データから求めた.大雨事例は、第3項の該当事例から同時 刻の解析雨量でR1=30mm、R3=50mm となったものとした.この期間においては、6事例が該当した.

5.1.2 調査結果

6事例の内5事例については、水蒸気フラックスが西回りで帯状に流入していることが確認できた(第26図). 流入していなかった事例を除いた5事例の最小値から、大雨となる条件は、A~Dの各エリアにおいての最大値が、 大雨発生の3時間前に210g・m⁻²・s⁻¹以上であった(第2表).

5.2 予報作業で利用できる指標の調査1

予報現場で実際に利用することを目的に, MSM 予報値の可能性を探った.したがってイニシャルは, 03UTC および 15UTC とし,予報時間もFT=0~15 とした.

5.2.1 調査方法

期間は MSM 予報値(GPV データ)のある 2011 年から 2012 年(各年 6 月から 8 月)とした. エリアは第 5.1.1 項と同じ4 エリアとし、A~D の各エリアにおいて高度 500m の水蒸気フラックスの MSM 予報値の最大値が 180g・m⁻²・s⁻¹以上を抽出した. なお、閾値 180 g・m⁻²・s⁻¹は第 3.3 項から求めた. この期間においては、35 日が該当した. 抽出した事例について、WebKplot を使用して MSM 予報値と 925hPa のメソ解析データの水蒸気フラックスを描画して、視覚により比較した.

5.2.2 925hPaのMSM 予報値の調査

第5.1項の結果から、まず925hPa について比較したところ、MSM 予報値はメソ解析データより過大であること がわかった.過大となる要因はモデルの特性が考えられる.その中でも、豊後水道から流入した水蒸気フラック スが瀬戸内海で東に向きを変えて流入していることが、西回りの流入の判断をより難しくしている(第27図).

5.2.3 高度 500mの MSM 予報値の調査

高度 500m も含めて 925hPa より下層について比較した.その結果,高度 500m が最も対応が良かった.水蒸気フ ラックスは地形の影響を受けて香川県の近傍では弱まっているが,西回りの流入を判断するエリア A~C において は、モデルの特性で過大となり、925hPaのメソ解析データと対応が良いと考えられる(第28図). なお、925hPa より下層の水蒸気フラックスについて、メソ解析データの断面図から、大雨発生の3時間前に高度500m付近まで 180g・m⁻²・s⁻¹以上が流入していることを確認した(第29図).

5.3 予報作業で利用できる指標の調査2

次に、予報現場で実際に利用することを目的に、高度 500mの MSM 予報値で「空振り」、「見逃し」の調査をした.

5.3.1 調査方法

第5.2.1項の手法を用いて, 閾値を変えながら抽出した. 調査期間中の大雨事例は, 第5.1.1項のうち2事例 が該当した.

5.3.2 調査結果

モデルでの閾値 180g·m²·s⁻¹は、第3.3 項で求めた必要条件より低くなる(第5.2.3 項の理由による).また、閾値 270g·m⁻²·s⁻¹では「見逃し」となるため、共に不適切と考える. 210g·m⁻²·s⁻¹と 240g·m⁻²·s⁻¹では「空振り日数」 の差に大きな差はないが、両者の中では「見逃し」がより少ないであろう 210g·m⁻²·s⁻¹が閾値として適切であると 考えた(第3表).抽出された日は、20日となり、「見逃し0日」、「空振り18日」であった.

5.4 予報作業で利用できる指標の調査3

さらに、予報現場で実際に利用することを目的に、「空振り」の改善に向け調査した.

5.4.1 水蒸気フラックスの西回りの調査

大雨となるには水蒸気フラックスが西回りで帯状に流入する必要がある.第5.3.2項で抽出した20日の内,視 覚による判断で、帯状の西回りと違う日が14日あった.これにより、抽出日は6日となり、「見逃し0日」、「空 振り4日」となった.

5.4.2 降水システムの調査

これまでの調査で、水蒸気フラックスが西回りで帯状に流入していても、大雨にならない場合があることがわかっている(第30図).これは、風が強くても、水蒸気量が少ない場合や、下層の水蒸気を上空に持ち上げる降水システムがないためである.そこで、これらの条件が組み込まれ、結果として出力される FRR について調査した. 第5.3.2 項で抽出した 20 日の内、香川県において地上の MSM 予報値で FRR3=20mm 以上を予想している日は6日であった(第31 図).

5.4.3 予報作業で利用できる指標の検証

両者のどちらも満たす日(第5.4.1項かつ第5.4.2項)は3日となり、「見逃し0日」、「空振り1日」となった.

5.4.4 予報作業で利用できる指標

高度 500m の MSM 予報値(FT=0 から FT=15)において,水蒸気フラックスが 210g·m²·s⁻¹以上で,香川県に西回り で帯状に流入している 3 時間後に,地上の MSM 予報値において香川県で FRR3≧20mm 以上が予想された時(第 32 図),大雨(R1=30mm, R3=50mm)となる可能性が高い.

6. まとめ

今回の事例解析や統計解析から、総観場は大雨の条件に合致していても、下層風が西風系で周防灘から燧灘に 帯状のある程度高い水蒸気フラックスの流入がないと大雨とならないことが確認できた.

また、統計解析により、第1表の必要条件を求めたが、十分条件の抽出はできなかった.

さらに、予報作業での水蒸気フラックスの利用について考察を行った結果、MSM の予想値は実況値より過大で、 予想値で使用すると空振りが増え、そのまま利用できないことがわかった.また、大雨の判断には、高度 500m 水蒸気フラックスの流入経路,およびFRR が指標となることを確認した.

参考文献

大黒正夫,田中滋司,細木光,藤野芳彦,平井明宏,内藤健治,2012:香川県の梅雨前線による大雨の着目点. 平成 23~24 年度地方共同研究.

| 500m水蒸気フラックス | 180 gm ⁻² s ⁻¹ ∼340 gm ⁻² s ⁻¹ ※ | | |
|--------------|--|--|--|
| 500m相当温位 | 345K~360K 💥 | | |
| 500m風向 | 215度~270度 | | |
| 500m風速 | 10m/s~20m/s 💥 | | |
| 700hPa湿数 | 1℃以下 ※※ | | |

第1表:統計調査から求めた香川県における梅雨前線による大雨となる条件

ただし、※については前6時間の最大値を、※※については前6時間の最小値をとっている。 その他は雨量と同時刻の値としている。

R1=30 & R3=50 2006/6/25 A В С D 3時間前 245 245 281 273 大雨発生時 209 204 218 205 2006/6/30 A В C D 372 293 231 231 3時間前 大雨発生時 276 284 166 174 2007/7/2 В С D А 218 231 184 204 3時間前 178 176 150 179 大雨発生時 В 2009/7/19 A С D 3時間前 301 231 215 229 大雨発生時 314 277 253 253 2011/7/4 В С D A 293 3時間前 254 276 266 142 175 214 211 大雨発生時 2012/7/6 Α В С D 3時間前 337 338 375 331 大雨発生時 191 245 275 188

第2表: A~D エリアの最大値

第3表: 閾値における抽出状況

| 閾値 (gm ⁻² s ⁻¹) | 抽出日 | 見逃し | 的中 | 空振り |
|--|-----|-----|----|-----|
| 180 | 35 | 0 | 2 | 33 |
| 210 | 20 | 0 | 2 | 18 |
| 240 | 15 | 0 | 2 | 13 |
| 270 | 9 | 1 | 1 | 7 |



第1図: 地上天気図. (左: 2007年7月2日09時, 右: 2007年

7月3日09時.



第2図: 850hPa 天気図(2007年7月2日21時). 緑色カラーは 湿数3°C以下の湿潤域,紫色破線は前線の位置,Cは低気圧性循 環の中心,ACは高気圧性循環の中心を示す.



第3図: レーダー画像(2007年7月3日01時~06時).



第4図:WPR 高松(2007 年7月3日00 時~06 時).



第5図:メソ解析の925hPa相当温位(2007年7月3日03時).



第6図:メソ解析の700hPa相当温位(2007年7月3日03時).



第7図:メソ解析の345K等温位面渦位(左:2007年7月3日03時,右:2007年7月3日06時).



第8図:メソ解析の500hPa 気温(左:2007年7月3日03時,右: 2007年7月3日06時).



第9図:メソ解析の950hPa水蒸気フラックス(2007年7月3日





第10 図: 地上天気図(左: 2013 年 6 月 19 日 09 時, 右: 2013 年





第11 図: 850hPa 天気図(2013 年 6 月 19 日 21 時). 緑色カラー は湿数 3°C以下の湿潤域, 黄色カラーは湿数 3°C以上の乾燥域, 紫色破線は前線の位置, C は低気圧循環の中心, AC は高気圧循 環の中心を示す.



第12図: レーダー画像(2013年6月19日21時~02時).



第13図:メソ解析の925hPa相当温位(2013年6月19日21時).



第14回:メソ解析の950hPa水蒸気フラックス(2013年6月19日21時).



第15 図: 地上天気図(左: 2014年7月6日21時, 右: 2014年

7月7日09時).



第16図: レーダー画像(2014年7月7日05時~10時).



第17図:メソ解析の925hPa相当温位(2014年7月7日09時).



第18 図: メソ解析の 950hPa の水蒸気フラックス (2014 年7月7 日 09 時).



第 19 図: メソ解析の水蒸気フラックスの断面図(左: 2013 年 6 月 19 日 21 時,右: 2014 年 7 月 7 日 09 時).



第 20 図: 抽出格子(赤丸内格子: 地点 A(133E, 34.3N), 地点 B(134E, 34.3N)).



第21 図: バブルグラフ(縦軸: 500m 相当温位, 横軸: 500m 水蒸 気フラックス, バブルのサイズ: R1). 青バブル:全事例, 紫バ ブル:R1≧30mm の事例, 赤バブル:大雨事例.



第22図: バブルグラフ(縦軸: 500m風向, 横軸: 500m水蒸気フ ラックス, バブルのサイズ: R1). 青バブル:全事例, 紫バブル:R1 ≧30mmの事例, 赤バブル:大雨事例.



第23 図·ハッルクラッ (加福: 300m) (風速, 1940: 300m) (東文文) ラックス, バブルのサイズ: R1). 青バブル:全事例, 紫バブル:R1 ≧30mmの事例, 赤バブル:大雨事例.



第24図: バブルグラフ(縦軸: 500m 相当温位, 横軸: 700hPa 湿数, バブルのサイズ:R1). 青バブル:全事例, 紫バブル:R1≧30mmの事例, 赤バブル:大雨事例.



第25図:エリアの区分図



第26図:メソ解析の925hPa水蒸気フラックス.



第27図:(上段)メソ解析の925hPa水蒸気フラックス,(下段)MSM 予報の925hPa水蒸気フラックス.



第28 図: (上段)メソ解析の925hPa水蒸気フラックス, (下段)MSM 予報の高度 500mの水蒸気フラックス.



第30図: (上段) MSM 予報の高度 500m の水蒸気フラックス, (下 段) MSM 予報の FRR3.



第 29 図: メソ解析の(上段)水蒸気フラックスの鉛直断面, (下 段)925hPaの水蒸気フラックス.



第31図: (上段) MSM 予報の高度 500m の水蒸気フラックス, (下 段) MSM 予報の FRR3.



第 32 図: (上段) MSM 予報の高度 500m の水蒸気フラックス, (下

段) MSM 予報の FRR3.