

### 3. プリミティブモデルによる雨量の短期予想\*

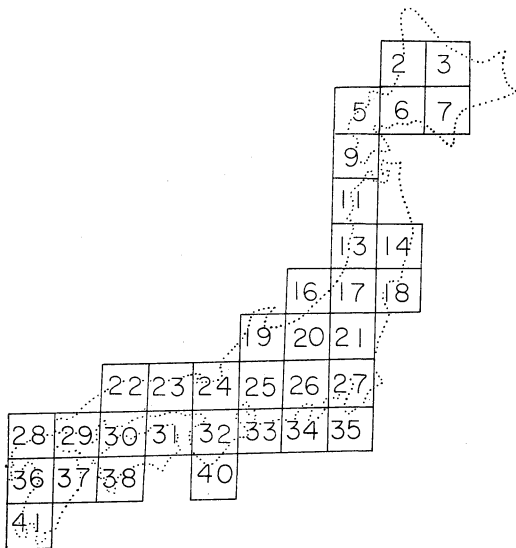
山 岸 米 二 郎\*\*

プリミティブ・モデルによる雨量の予想（雨量ではなく、単にモデルで計算された水蒸気の凝結量と呼ぶべきであろうが簡単のため雨という用語を用いる）のケース・スタディについてはすでに報告がある（新田，1974）。ここでは、これまでの半年間の検証結果からモデルのくせを調べ、問題点を若干考察することにする。

うに番号をつけ、2～41の34の区域について検証する。検証結果は第1表に示す。検証は冬期間（1973年11月20

第1表

地区	適中率 (%)			空振り率 (A) (%)		空振り率 (B) (%)	
	冬	春	夏	春	夏	春	夏
2	21	53	50	7	36	66	55
3	21	53	59	3	11	70	53
5	19	51	57	10	19	69	54
6	24	65	62	3	21	54	48
7	47	66	52	9	16	48	64
9	23	58	72	14	11	60	39
11	25	54	74	16	14	61	34
13	25	58	73	15	9	59	39
14	34	62	73	11	5	55	43
16	42	65	79	3	12	57	25
17	30	65	63	3	15	53	50
18	40	73	64	13	6	37	53
19	35	61	75	9	15	55	32
20	39	68	55	9	0	46	72
21	37	64	49	11	3	51	78
22	32	63	66	10	11	49	47
23	48	74	78	9	7	37	34
24	44	75	73	3	11	39	42
25	46	74	71	6	2	38	53
26	68	76	71	15	6	29	53
27	83	68	65	19	5	38	58
28	39	62	69	24	12	44	43
29	43	65	70	19	9	43	43
30	51	72	64	10	6	38	54
31	49	70	69	14	5	40	52
32	40	74	64	11	7	35	61
33	75	79	70	14	12	25	46
34	86	79	73	8	16	29	38
35	75	72	63	9	8	40	60
36	53	70	63	17	7	41	53
37	57	77	65	16	6	28	51
38	64	73	65	18	8	34	53
40	81	74	64	15	18	33	49
41	62	72	67	13	5	39	51



第1図 予想の検証に用いた地区の番号，グリッドは各地区の中心にある。

#### 1. 実測の降水と予想降水との対応

##### 1-1. 適中率

検証の対象とする降水量としてはすべて24時間降水量をとり、00Zをイニシアルとする予想のみについて考える。予想降水とは格子点の値そのものであり、これに対応させる実測降水とは、その格子点に代表される区域内の3～4ヶ所の観測値の平均で定義する。モデルの格子点に代表される区域を、日本付近について第図1のよ

\* Precipitation forecast by fine-mesh primitive model

\*\* Y. Yamagishi, 気象庁電計室

日～1973年2月27日, 100例), 春期間(1974年2月28日～5月31日, 92例), 夏期間(1974年6月1日～8月31日, 92例)に分けて行われている。第1表の最初の3列はモデルの予想の降雨の有無の適中率である。但し予想では0.01mm以上, 実測では0.0mm以上をそれぞれ雨ありとしてある。第1表の空振り率(A)とは, モデルが降水ありと予想して実測降水がなくて予想のはづれた割合, 空振り率(B)とはモデルが降水なしと予想し, 実際には降水があって予想のはづれた割合であり, これは春, 夏の期間について示してある。第1表の結果によると,

(1) 春, 夏の期間の降水の有無で判定した場合の適中率は大体60～70%である。

(2) 冬期間の適中率は北日本及び日本海側の地域で20～30%の低率となっている。これはモデルが冬の季節風降雪を殆んど予想し得なかったことを示している。

(3) 春, 夏の両期間とも, 空振り率(B)が空振り率(A)に比して圧倒的に大きい。空振り率(A)は春, 夏の雨期間ともほぼ10%程度である。実用的観点からみるならば, モデルの降雨予想の適中率は60～70%とあまり高くないが, 少なくともモデルで降水が予想されているならば雨ありと予報して適中する可能性は90%程度あると云える。

次にモデルが雨なしと予想してはずれた地区が3つ以上ある日を6月, 7月について選び出し, 主観的ではあるがやや強引に分類すると次のようになる。

(1) 全面的に予想はづれとみられるもの 7

予想し得なかった実測降雨域が主たる予想降雨域の

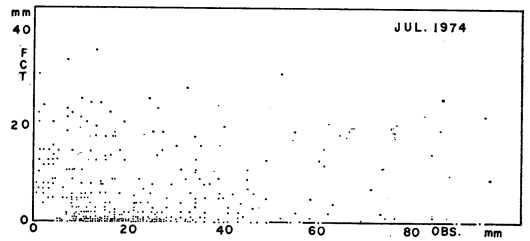
(2) 西側に存在する場合 15 (4)

(3) 東側に存在する場合 10

(4) 北側に存在する場合 21 (4)

(5) 南側に存在する場合 5

(2)～(5)では大体予想降雨域の広がり不足しているとみなせるが, 主たる降雨域とは別の降雨域を予想し得なかったとみられるのが( )内に示してある。ここで次の点が指摘される。1つは上記(4)によるはづれが(5)によるはづれより圧倒的に多いこと(これは前線が東西に停滞し勝ちな7月に多く出ている)。第2はモデルで予想される地上の高, 低気圧などのじょう乱は実況に比しておくれる傾向のある事が指摘されているが, 予想降雨域については単純におくれていると考えるわけにはゆかないようである。(2)によるはづれは比較的はっきりしたじょう乱の通過した6月に多く, 寒冷前線の後面の降雨が予想されないケースが目立つ。上記の結果からこのモデルは前線の寒気側の降雨域が予想されにくい



第2図 予想雨量と実測雨量の関係(1974年7月)

ということが定性的に云えそうである。

1-2. 量的対応。

第2図は実測と予想の24時間降水量の対応を示したものである。ここには7月の全区域についてのもののみを示す。降水量5mm以下はプロットしてない。当然予期されるように量的対応は非常に悪いが特に目立つことは

(1) 実測日降水量が30mmに達するような時でも予想降水量が0又は0に近いケースが極めて多い。これが1-1での空振り率(B)に反映している。(この付近は同一点に2つ以上のケースが対応している時は1つしかプロットしてないので実際はもっと多い)。

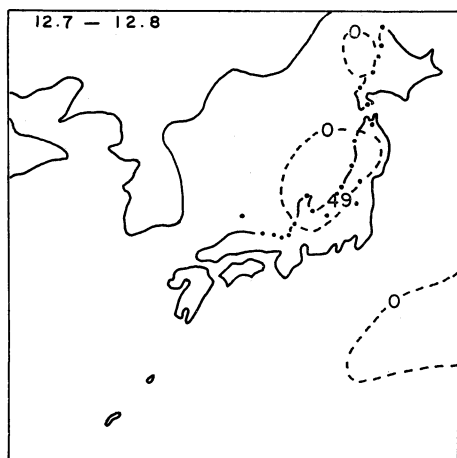
(2) 実測降水量が多い時に予想降水量が少く, 逆に実測降水量が少い時に予想降水量が多く出るケースが目立っている。予想降水量の最大値の包絡線を描くと実測降水量に対し逆の相関を関を示す傾向があるという極めて望ましくない結果となっている。

6月, 8月をみると7月より量的対応はよく, 春期間は更に対応がよくなっている。又, 予想降水量の最大値を結んだ包絡線の値は, 実測降水量が増大するにつれて増加する傾向を示している(勿論モデルで予測される降水量には限度があるから, 実測降水量が100mm以上となるような場合は除外して考える)。7月のみ他の月より対応が悪い原因については不明である。

## 2. 簡単な検討

このモデルには対流のパラメタリゼーションとして対流調節方式が用いられている。対流のパラメタリゼーションには, (1) モデル大気の静的不安定領域に発達するグリッド・スケールの対流を抑えるという計算上の要請, (2) 対流活動による潜熱放出と熱や水蒸気の垂直方向の再配分の効果を取り入れることにより大規模場の予想を改善する, (3) 対流による効果を取り入れることにより結果として降水予想の改善も期待するという3つの側面があると考えられる。従って対流のパラメタリゼーションの導入をストレートに降水予想の改善に結びつけ

るのは問題があろう。しかし対流調節は予想降水量に大きな影響を及ぼす。しかもパラメタリゼーションの導入により改善が期待される冬期の季節風降水及び梅雨期の降水の予想が特に悪いという結果が得られているのでこの点について若干考察する。



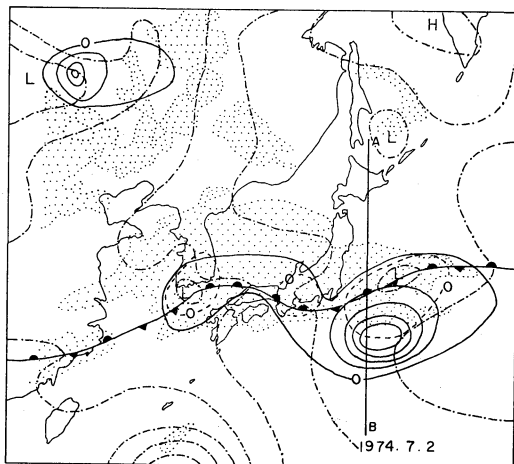
第3図 1973年12月7日00Zを初期値とする24時間予想降水、(2mm毎)。・印は実測24時間降水量5mm以上の地点。数字は最大降水量。

2-1. 冬期の季節風降水について

季節風の吹き出しで日本海側の地方に多量の降雪があったにもかかわらずモデルで予想されなかった1973年12月上旬についてモデルを少しかえてテストした。第3図に12月7日00Zをイニシアルとする予想降水を示す。量的には不十分であるが日本海側に一応降水が予想されている。ルーチン・モデルとの主な変更点は海面からの顕熱及び水蒸気補給量の上限を除いたことである。日本海域平均でのモデルの顕熱及び潜熱補給量は各々、453 ly/day, 393ly ではば妥当な値とみなせる。この時の対流調節による輸送は800mb以下のみに起っていた。地域的には日本海中部から日本海沿岸部にかけて次第に対流調節が活発になっている。対流による輸送量の垂直分布や上昇流のパターン等を総合した冬期の気因変質過程をシュミレートするという立場からはまだまだ不十分である。しかし海面からの補給量の見積りを改善することにより、量的にはともかくも、冬期の季節風降水についての降水の有無の適中率(第1表)はかなり改善されると期待できる。

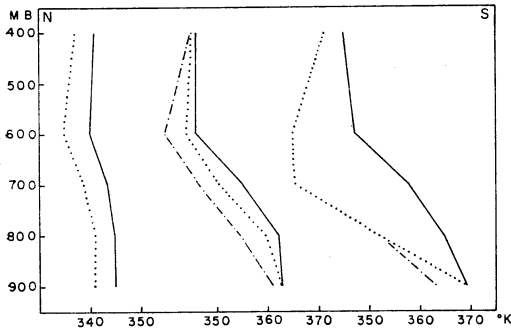
2-2. 暖候期の検討。

1975年3月



第4図 モデルで予想された降水量(実線, 5mm毎, 初期値, 1974年7月2日00Z)。鎖線は7月3日00Zの地上等圧線。点線は対流調節を組み入れない時の予想降水量。影をつけた部分は2日19時57分の気象衛星による主要な雲域。

先にみたように予想と実況の量的対応は悪く、量的予想に利用するには問題がある。第2図に示されている望ましくない傾向のうちで、ここでは実況雨量がそれ程多くない時に予想雨量が多く出ている事について考えてみる。この原因も1つではないであろうがここで対流調節とモデルの初期値について考える。これまでの経験では20mm/dayを越す降水が予想されている時にはそこでは対流調節が顕著に行われていることは確実である。1例として1973年7月2日をとる。第4図はルーチン・モデルによる予想雨量である。本州の南東に30mmを越す降水が予想されている。こは図に示した気象衛星の雲分布及び天気図解析からあまり降水の期待できない地域である。第4図の直線ABにそって、予想降水域の中心及びそこから南北にそれぞれ4グリッド離れたグリッドでの初期場の成層状態を第5図に示す。予想降水域の中心グリッドでは初期の温度場は全層にわたって強い条件付不安定成層を示し、しかも相対湿度も高い。モデルの対流調節方式ではこの成層は非常に不安定と判定され、“中立成層”になおすため急激な調節が行われる。このグリッドでの時間変化をみると、対流調節による上層の加熱により強い上昇流が生じ、上昇流の最大(400mb面)は4時間後に-47mbに達し(初期は-1mb)12時間後には-6mbに減るといふ急激な変化を示す。降水量も最初の6時間で20mmが計算されている。第4図の点線は



第5図 第4図の直線ABに沿うグリッド上の初期の成層。実線は飽和相当温位、点線は相当温位、鎖線は“中立”になるように水蒸気分布を変更した時の相当温位。

対流調節を全然組み入れてない時の雨量分布である（この時はたまたま計算不安定は起っていない）。今の方式では“中立成層”は気温減率と相対湿度の関数としている。与えられた成層が“中立成層”より不安定な時には、丁度“中立”になるように水蒸気量のみ変化させると仮定して得られる初期の相当温位の分布が第5図鎖線である。この初期場で予想され降水量分布は対流調節を含まない時の分布に近く、上に述べた上昇流の急激な時間変化もみられない。このケースは、対流調節がかなり任意的に設定されているため、初期場に敏感であること、又そのため実際には期待されにくい所に、モデルでは多量の降水を予想するおそもあることを示す1つの例であろう。この点も含めて対流のパラメタリゼーションには問題点が多い、ここでの主題ではないのでその検討は別の機会にゆづりたい。

総体的にみれば今の残階ではプリミティブ・モデルによる降水の予想は準地衡風モデルで得られた結果（斉藤，1973）と同程度に止っている。予報への利用も雨域の広がりや雨域全体の移動といった定性的な面には利用できるが、量的対応や雨域の細部の分布まで論じるのは無理である。

なお第1表及び第2図に示した資料は気象庁予報課保科氏より提供していただいた。お礼申し上げます。

## 文 献

- 新田 尚，1974：Fine-mesh 数値モデル，気象研究ノート，120，109-123。  
 斉藤直輔，1973：雨量予報の具体例，予報作業指針（その7），177-182。

## 討 論

—：今の話の範囲では水蒸気がどう、熱がどうという事であるが、全体として細かい所を改良する基本方針があるのかどうか伺いたい。

山岸：対流調節方式が短期の雨量の予想に対してどのように影響を及ぼしているかという点を考えてみたいと思った。大気大循環とか台風発達の数値実験の場合、適当なイニシャル分布からスタートし、しかも平均的な分布を問題にすることが多い。しかし数値予報の場合は初期値がかなり自由な分布をするのでここに1つ問題がある。又対流のパラメタリゼーションが、たとえば中間規模じょう乱とか、雨の予想にどの程度有効であるかは、これから調べてゆく段階だという気がする。

ただ冬の気団変質時の対流の役割については松本或いは二宮の詳しい解析があるのでそれと対比できる。しかし暖候期についてはそういう解析はほとんどないと思う。

もう一つ、はたして対流調節方式というのが自然界の対流の起りやすい状況をうまく表現し得るかどうかという事がある。温度とか相対湿度だけで判定しているので、下層のじょう乱と無関係に降水を予想することができる。

田村（仙台管区，気象台）：今の予想雨量の時間的変化について、6時間位の所で極が出やすいという事だが、これは別として、普通我々の所に流して貰うものについて、時間的にどのような変化をするのか、どこに極があるのかという問題に対しては、その後改良できるかという事を伺いたい。

山岸：北日本では不安定性降水が比較的になく、移動性のじょう乱に伴うものが顕著なので、時間経過を定性的に利用するならば6時間ごとの予想雨量の利用も大きな問題はないと思う。ただ暖候期の前線の南の不安定性降雨については、モデルによる雨の計算が温度場や水蒸気場のイニシャルゼーションにも関係するので、24時間雨量を更に細分してみるのはかなり問題もあると考える。

松本：少しわかりにくかったのではなかったかと思うので、前半の話と対流調節の話との関連をもう一度まとめて話してほしい。それから対流調節に不備があるとすれば今後の方向は。

山岸：現在のモデルによる雨量の予想がどの程度のものかを知っていただくつもりで話した。ただプリミティブ・モデルによる雨の予想を考察する時には対流のパラ

メタリゼーションのことを避けて通るわけにはゆかないのでその影響についても考えてみたということである。

松本：学会なのでちょっと妥当でないかもしれないが、参加している人が現場の人が多いのでお聞きしたい。モデルについて不備を指摘されたのだと思うので、こんな不備があるのだけれどこういう風にみていただきたいというような事をまとめてコメントして欲しい。

山岸：量的対応は非常に悪く利用がむづかしい。定性的対応さえも非常に悪かった冬の季節風降雪に対しては、今年の冬からは、モデルでもかなり降水を予想しうると思う。ただそれが大雪のポテンシャル予報にも利用できるかという点については自信がない。チェックをお願いしたい。暖候期についても雨域の広がりとか、全体としての移動とか云った定性的な事には利用できる。しかし量的対応を考えると、大雨のポテンシャル予報に用いようとするには無理があるようだ。特にははっきりしたじょう乱にともなわずモデル大気の安定性を解消する結果生ずるような降水については、注意が必要と思う。地域的には日本の南部特に沖縄方面で一番問題になりそうに思う。改善のメドについては次の暖候期までにと云うのを目標にせざるを得ない。ただ対流のパラメタリゼーションは雨の予報だけを目的にしているものではないので、雨ということからみれば実況ではあまり降水のない所に予想で多く出てしまうケースが多いというのが一番問題と思われる。

駒林：今の話にコメントしたい。もともと対流調節という思想を真鍋さんが導入した最初の理由は、水蒸気や気温その他の高層のデータが豊富にあるアメリカ大陸で雨量の数値予報をやってみたところ、今でいえば対流調整を入れない一番単純な数値予報だが、雨の降る、降らないの範囲は合う。けれどもフロリダやミシシッピ河口のような南部の所で、雨量が非常に降り足りないという欠陥がでた。

それでフロリダやミシシッピ河口のような比較的熱帯的な所で雨量を増すために対流調節というもののができた。

そうすると、先ほど山岸さんがいわれたが、低い所のじょう乱が無い所でも降ってしまう。たしかそういう欠陥があったと思われる。

一たん降ることがわかっていけば、その量は合う、けれども降ることがわかっていない時には、簡単に対流調節をさせると、降らない所に降ることにしてしまっ、沖縄などで迷惑をかける。そういう事があるので下層のじょう乱と対流調節を結びつけるものが必要な気がする。

そのために観測が必要だと思うが、現在のバイメタル方式のラジオゾンデでなくて、サーミスターのようなレスポンスの早いもので小さな温度構造を解明できる観測が必要だと思う。

551. 57

#### 4. レーダー情報の利用\*

立 平 良 三\*\*

雨量予報の技術は、その予報時間の長さによってかなり違っている。24時間程度の子報の場合は、数値予報による予想総観場が主な拠りどころとなる。しかし注意報・警報に密接に関連する数時間先の子報の場合は、数値予報は大きな役割をもたなくなる。レーダー情報が利用されるのは、主に数時間先の子報の分野なので、こちらをまず取上げてみよう。

##### 1. レーダーを利用した短時間雨量予報

###### 1-1. 降雨実況の把握

何の子報でも、まず初期値解析が正確でないことには始まらない。雨量予報の場合は、これは実況の即時把握ということで、その重要性は以前から強調されていた。

短時間予報の場合は、初期値としてきめの細かいいわゆるメソスケールの構造が必要とされ、通常の総観場予想のための初期値とは違っている。

现阶段で考えられる最善の方法は、AMeDAS とレーダーの組合せであろう。AMeDAS のデータは値は正確だが、どの程度の領域の雨量を代表しているかにあまい点があり、一方レーダーは雨量分布を連続的に表現

\* Utilization of weather radar for rainfall forecasting

\*\* R. Tatehira, 気象庁電計室