

東北支部主催シンポジウム 「雨量予報の現状と問題点」報告

目 次

- | | |
|--------------------------|---------|
| 1. 仙台管区气象台における雨量予報技術の問題点 | 野 口 和 則 |
| 2. 府県中枢における雨量予報の問題点 | 酒 井 一 |
| 3. プリミティブ・モデルによる雨量の短期予報 | 山 岸 米二郎 |
| 4. レーダー情報の利用 | 立 平 良 三 |
| 5. 雲物理と雨量予報 | 駒 林 誠 |

まえがき

東北支部主催シンポジウム「雨量予報の現状と問題点」は1974年8月21日、仙台市で開催された。各話題提供者の要旨と討論抄録を報告する。なお司会は、1と2については田村邦雄氏、3～5については鯉沼正一氏（いずれも仙台管区气象台）である。又、討論記録の作成には仙台管区气象台調査課の安藤清、渡部好友両氏の労をわずらわした。

551. 57

仙台管区气象台における雨量予報技術の問題点*

野 口 和 則**

1. 仙台管区气象台の雨量予報***.

1-1. 混合比収束法.

混合比保存則から温度変化がないとして、降雨に有効な混合比の収束量を求める。これによって、日本周辺の雨量強度分布を求め、その分布が変形しないで、東北地方に流れるものとして予想雨量を求める。

この方法は、雨量の量的予報に関する情報が全く無かった時代のたき台として十分役立ってきた。しかし現在では検討しなおす必要がある。

1-2. 統計的方法.

じょう乱によっては階級別予報を行なう。経験則に基づいて、対象地域に適する予報因子を選定し、それらの因子を組み合わせて雨量を階級別（注意報の要不要の判定）に予報する方法である。最近では電算機によって因子を処理する方法がとられている。しかし小地域を対象とする場合は、そこでの経験則をまとめる方が無理がない。

1-3. 対流不安定.

暖候期には、対流不安定にともなう雨量強度を求めている。乾燥している気層では、たとえ対流不安定であっても、降雨をもたらすためには、大きな飽和化のエネルギーを必要とする。

一般に、十分な厚さで飽和気層を持った雨を観測する

* A Review of the Rainfall Forecasting Method at Sendai District Meteorological Observatory.

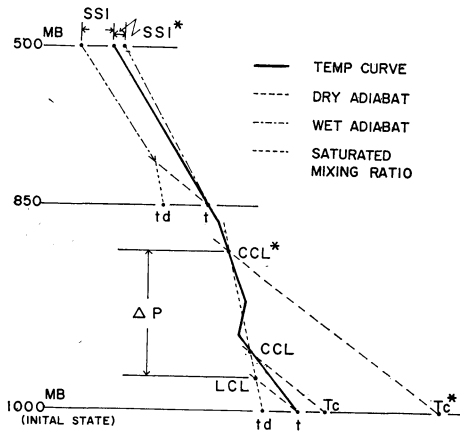
** K. Noguchi, 仙台管区气象台

*** 仙台管区气象台, 1968: 東北地方における雨量予報,

ことはまれである。降雨時観測された相対湿度の変動幅から考えられる最大湿度をとって、飽和気層を求める。ここでは、このような飽和気層のみを扱うことにする。この気層が不安定である場合に、放出されるエネルギーを、パーセル法から求めるエネルギーから算出し、全て上昇速度に変わるとして、雨量強度を求める。力学的に難点があるとされているが、現業に利用できる方法である。

1-4. 雷雨予報.

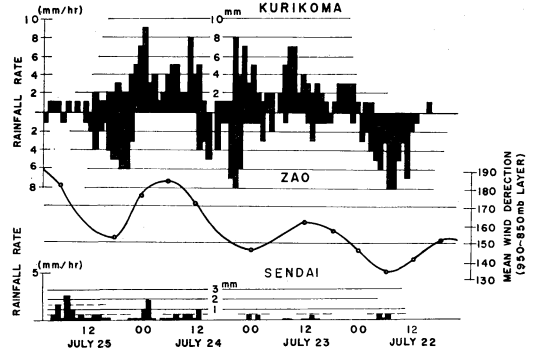
よく SSI が用いられ、安定でも発雷があるといった判定基準を用いる。しかし測器の精度を考えると850mbをより湿潤化させているとみなすことができる。仙台では、はじめから850mbは飽和しているとした SSI (SSI*と呼んでいる) を常用している。両者を比較すると、SSI では発雷の有無(0または負で発雷し、正でなし)の予報成績はいずれの場合も50%の適中率であり、予報の信頼性はない。一方 SSI* は正であれば発雷なしとして100%の適中率である。または負の SSI* は発雷の可能性を示しており、対流の発達する指標を与える(野口, 1972)。



第1図 SSI, SSI*, CCL*, Δp の定義

雷雨予報の成績が良い方法は、下層の状態を加味したものである。ここでは下層の状態を LCL-CCL* (第1図. Δp と呼んでいる) という指数で表わした。Δp が105mb以下である場合は、日中の昇温によって Δp=0 となり容易に対流性の雲が発生するようになる。Δp は下層のトリガーを表わす指数と言える(加藤等, 1970)。

SSI* が0または負であり、下層にトリガーがあれば大きな積雲対流を生ずる、と予想できる。2ヵ年間の実用試験において、発雷の有無のいずれの場合も80%以上



第2図 1972年7月21~25日宮城県西部山岳部における雨量強度と仙台の高層風向の変化との対応

の適中率であり、かなりの確からしきで80%前後の適中率を期待できる方法である。

残された問題の一つに地域予報がある。これは AMEDAS 観測網によって予報できそうである。他に強度予報や夜間の発雷予報がありまだうまい手掛りが無い。

2. 大雨対処の現業的手段

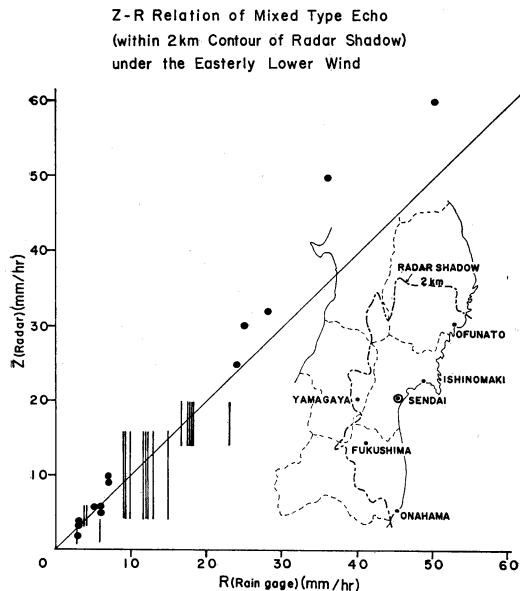
2-1. 雨量と地形.

地形分布と雨量分布との結びつきは経験的にも大きい。レーダー設置以来この関係を降雨細胞の消長と関連させて調査している。ここでは浜田(1972)の調査を紹介する。あまり背の高くない積雲の発生している場合を扱った。宮城県北部の南に開いた山岳部(栗駒)と西部の東に開いた山岳部(蔵王)における雨量強度の変化を調べた。第2図を一見して海岸地方(仙台)の雨量変化には無関係に約1kmの高度の風向変化によく対応していることがわかる。降雨細胞は地形によって発達が促されていることを示していると考えてよい。このように地形の役割りを考えると、地形を熟知しておくことが大切である。

一方山下等(1970)は、海洋との関係で地形が相対的寒気場となって対流を抑制し降雨を下流ににもたらさないという考えを発表した。これら2つの場合は、十分検討する必要がある。

2-2. エコーと大雨.

個々の雨になるとたとえば狩川豪雨のように、必ずしも地形との結びつきからその分布を説明できるとは限らない。個々の雨ではレーダーを利用することが最も有効である。これまでレーダー天気図を見ても、雨の実況に沿った注意報を発表したいためにまず雨量実況を把



第3図 仙台レーダーの低ビーム高度領域におけるレーダー反射強度と雨量強度の相関

握してから処置する場合が多い。エコーがあっても雨が降っているとは言えないためであろう。しかし山川(1971)の調査(第3図)からもわかるように、ビーム高度が低い領域ではレーダー反射強度と雨量強度との対応は良い。またエコー分布と雨量分布との終びつきについても多くの報告が見られるようになった。

これらのことから、強い反射強度を持つエコーがありその軸と同じ方向にセルが動いている場合に大雨が起っていると見えるレーダー天気図を見て、直ちに必要処置をしてから実況把握をする、といった方向に改める必要があるだろう。注警報の基準といった業務面からみても、これは許されることであり、空振りを恐れず積極的にやって良いだろう。

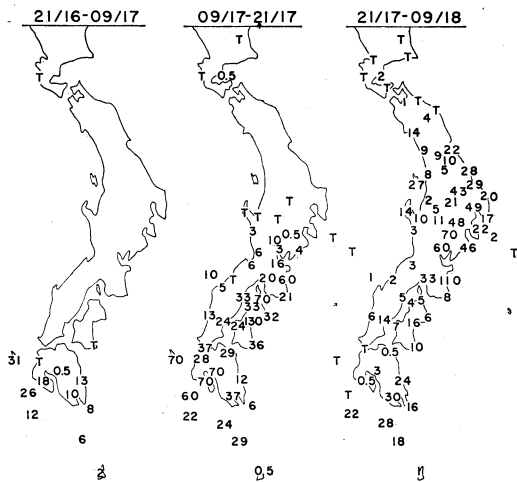
2-3. レーダーによる大雨監視。

レーダーが面の監視機構であるという特長をより大きくするためには、少なくとも1日1回はレーダー合成図を作成する必要がある。合成することによって監視の緩急や観測上注意しなければならない地域や事項を知ることができる。

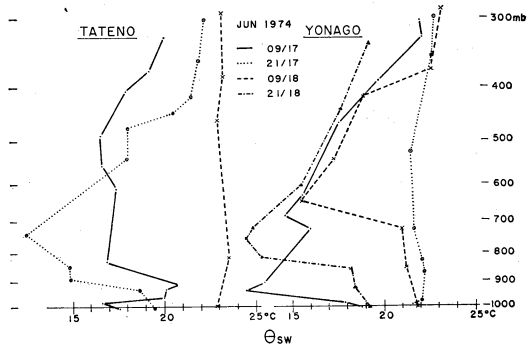
2-4. AMeDASによる大雨監視。

AMeDASによる実況把握は非常に心強い。しかしこの網にかからない場合も監視しなければならないので、AMeDASは点の監視機構であるという認識のもとに活用する必要がある。

1975年3月



第4図 1974年6月16~18日の時間雨量分布



第5図 偽湿球温位の変化。館野は降雨前米子は降雨後の変化を示している。

3. 湿球温位の鉛直分布と雨

多くの場合相当温位が用いられている。しかし単純な過程で求め、求めた値が身近に考えられる値である偽湿球温位 (θ_{sw}) を用いる θ_{sw} の鉛直分布が雨と結びついてどのように変化したかを示す。

1974年6月17~19日南岸沿いに北上した雨域(第4図)を対象とし、現業で得られる資料から θ_{sw} を求めた。降雨前の変化を館野によって、また降雨後を米子によって見たのが第5図である。ここでは1-3で述べたような飽和気層ではなく、生の値を用いたので、 θ_{sw} の鉛直分布における多少の屈曲は平滑化して眺めることにする。その特長は、次のようにまとめられる。

初めは不飽和で鉛直的な2つの空気塊があり、その間が前線となっている。降雨前には下層で θ_{sw} の減少がある。一方上層では θ_{sw} の増加が続いている。降雨域では

θ_{sw} は鉛直的である。この結果、降雨前には θ_{sw} は空間的にも時間的にも大きな勾配となる。降雨が止むと、この逆の過程をたどってもとの状態に戻る。

昭和48年度全国予報技術検討会において大雨は、安定度の正負の境界近くで、むしろ正の領域で起っており、傾度の大きいところで起っているとまとめられている。このまとめでは、安定度は850mbと500mbの相当温位の差が用いられている。 θ_{sw} によって得られた結果と一致する部分もある。しかし θ_{sw} の場合、飽和して不安定な層はなく850, 500mbと固定した場合むしろ負になる期待はさらに小さくなっている。

製図は千葉(孝)技官にして頂いた。

文 献

- 浜田忠昭, 1972: 低高度対流雲について——暖候期の場合——昭和47年度東北地方調査研究会資料。
加藤一靖その他, 1970: レーダーによる東北地方の雷調査, 研究時報, **22**, 257-279。
野口和則, 1972: 雷雨予報, 東北技術だより, **61**, 1-24。
山川 弘, 1971: 地表面付近の状態から決定される対流性エコーの発現分布, 研究時報, **23**, 179-188。
山下 洋・土屋 喬, 1970: 北東気流が卓越するとき、海上で発達する対流性雲と沿岸の大雨, 研究時報, **22**, 305-316。

討 論

立 平 (気象庁電計): 対流不安定のところで雨量への寄与率の表があった。その中で力学的、またはうず性など、どのようにして出したものか。対流不安定の寄与率が大き過ぎるように思うのだが。

野口: 力学的というのは昔の地衡風近似から求まる上昇速度を考え、うず性とは正野先生の出されたものを現業化したもの、地形性とは斉藤(直)さんのものを現業化したもの前線性はソビエトの学者のものを引用して求めた。

立平: 1時間20mm以上の雨が降るような場合、伴っている現象はメソスケール或はもっと小さいスケールと思われるので、そういうスケールだったら力学的なものの寄与率ももっと大きいのではないか。ここに出されたものはラージスケールの場合の力学的寄与率を出されたので、メソ現象でもっと大きな上昇流を伴う系なら、この寄与率ももっと違ったものになると思うのだが。

野口: そうだ。

駒林 (気象大): 東北地方の太平洋側の東からエコー

が入って来たとき、1,500m以上の上空のエコーの強さと地上の雨量とは非常に良い関係があるという話があった。

名古屋の尾鷲でかなり強い雨が降っているのに、名古屋のレーダーでは強く見えないということがあった

昨年、啓風丸が尾鷲の雨をレーダーで観測するのに丁度良い距離にいて、観測したところ、尾鷲の雨とは良く対応し、少なくとも東から入るエコーに関しては差がないことがわかった。同時に名古屋のレーダーでは弱く観測されるので、これまで月例会などで我々が言ってきたことは違う原因が名古屋のレーダーにあるのではないかと判断される段階になっている。

松本 (気象台・仙台): 今の例で、宮城県の栗駒・蔵王の雨の降り方が、仙台の風向によってはっきりと分けられて見事な例だったと思うけれども、総合的には地形性の効果は小さいという結論が出されていた。この例では地形性のファクターが強いということになる、その関係はどうなのか。

もう一つ、示されたスライドで見ると、多分梅雨末期の状況のようだが、判然とした1日半ぐらいの週周期性があったようだ、これは中間規模のじょう乱の Propagation のという見方ができるのではないか。

野口: これは雨量強度の余り大きくない場合で、そうゆうときは地形性のものが大きく寄与する。

また周期性の問題は現地気圧の変化を見たらどうかという程度で、当時余り注目していなかった。不勉強で良く分からない。

松本: 雷雨予報の所で、 $4p$ の方法のスキルスコアが非常に良いので驚いている。それくらい良いものなら中味がフィジカルにある筈なので、その考え方と実用面とを聞きたい。

野口: 雷雨予報のいろいろな指数を調べると、下層の状態を加味したものが良い成績を収めていた。そこで下層の気温、安定度や湿度で分割すると、発雷可能域が求まってきた。日中の昇温量によって CCL* に対応する対流温度に達すれば CCL* と LCL とが一致することになる。もし昇温量でこの対流温度に達し得ないならば、空気塊が上昇して CCL* に達することはむづかしく、対流性の雲は発生しないだろう。気候的な9時以後の昇温量は山沿いで4~5°Cでありこれによって乾燥断熱的に変化する層厚は100~120mbである。したがって $4p$ がこの層厚以上であれば平均状態として $4p=0$ となるチャンスはない。これに着目して判定値を105mbと

したが、この値は地域的に変化しているようだ。

4p 方式の実用成績は翌年も80%以上の適中率を得ており、統計的にもかなりの信頼度で80%前後の適中率を期待できる。その後は予報課で計算し結果をレーダー担当者に通報して監視に役立っている。

小野寺（気象台・山形）：地形性効果で対流細胞の活動が抑圧されて消滅する場合と逆に活発になるときと2つの例があったが、その違いはどこにあるのか。

野口：山下さんによると、地上温度が海面温度より低いのでそこで抑圧されると説明しているの、活発になるのはその逆とも考えられるけれど、よく分からない。

駒林：この2つの例は別の人が別の見方をしているので、日によって違うのが起こるといったのではないかと思う。とすると、小野寺さんは新しく問題を提起したと理解してよいか。

小野寺 降雨細胞の発達段階のある時期によって違うのか、下からの熱効果、海面状態と内陸に入ってから経過によって違いがでるのかなどの点を聞きかかった。

駒林：その点について、北陸地方で能登半島から富山県へかけての山岳部に洋上から冬季に、余り背の高くな

い積雲が入って来たとき、山につまずいて積雲が変形する日と平気で山を越す日がある。天気の良い日に山を素通りし、よく降る日、天気の悪い日につまずくような印象を持っている。今のところなぜそうなるか決め手になるものは分かっていない。それこそ雲の力学、降水要素の生長まで含めて、ニューメリカル・コンピューターションを使って、そういうものの区別ができるかどうかを見ることが、基本的に理解するためには必要だと思う。

また山にかかる積雲の観測を雲物理的な見方ばかりにとられず、気流を含めた観測を時々やる必要があると思っている。

座長：今のなぜそうゆう違いがでるのか学問的にも面白い問題だと思う。

もう一つ、レーダーの問題で、対象地域をしぼると、雨量はレーダーと実測ではなかなか合わない。ただ気象台では定性的に使っているの、エコーの動きや走向などから、一過性のものか停滞性のものか、その区別などについて、立平さん、何にか。

立平：色々あるが、あとでまとめて話したい。

551. 577. 5

2. 府県中枢における雨量予報の問題点*

酒 井

一**

府県中枢における雨量予報は、気候特性・地域性などにより、その作業形態の細部や資料面で各官署とも必ずしも一様とは考えられない。また、仙台管区外の府県中枢における雨量予報の実態もよくわからないので、ここでは府県中枢としては主として福島地方気象台について述べることになることを了承願いたい。従って府県中枢における雨量予報の問題点についても、他の管区の府県中枢については、そぐわない点もあることと思うがよろしく推察願いたい。

1. 府県中枢における雨量予報の実態

府県中枢における予報作業は、地方予報中枢からの地方指示報・地方雨量指示報等にもとずき、府県中枢でのルーチンの予報解析作業に、府県中枢独自の予報資料・

経験則等を併用する型で実施されており、この結果が府県指示報として府県内各測候所・通報所に通報されている。府県中枢の雨量予報作業は、このような予報作業と別個のものでなく、降雨が予想される場合は、予報作業全体が雨中心の見方・解析となり、予報作業即雨量予報作業と考えてよいように思われる。

東北地方では、管区が適切な地方指示報・雨量指示報を数多く流してくれることもあって、雨量予報も含めて府県中枢予報作業に占めるこれら指示報の役割は非常に大きい。しかし、これら指示報は総観規模の解析で、府県区あるいは府県内をいくつかに分けた地区予報区のような小面積の地域に対応するものではない。さらに、府県中枢におけるルーチンの予報解析作業も、府県中心の見方をしているとはいふものの、資料の関係でやはり総観規模の解析で、このような小面積に対応する規模（メソあるいは中規模）の解析はほとんど行われな

* On Some Aspects of the Rainfall Forecast at Local Meteorological Center

** H. Sakai, 福島地方気象台