

気象衛星資料は雲粒の情報を与えてくれるので、将来こういうものを総合した短時間予報技術が生まれてくるはずだと思う。

松本：シノプチックスケールとメソスケールのリンクの話をして、その追求を強調しているが誠にそのとおりでと思う。

現在 GARP ではメソシステムを飛び越して、シノプチックスケールとコンベクションとの結び付きを調べようとしている。グローバルのモデルを考える場合、このようなアプローチは実際の問題として第1ステップとしては容認するが、不安も感じている。というのは、スケールはたくさんあるが、主要なものはシノプチック、メソ、コンベクションである。私はコンベクションとメソの間のリンクが一番強いのではないかという気がする。

コンベクションはシノプチックスケールにはねかえるし、もちろんメソスケールにもはねかえる。そこで将来三つのリンクをどのようなふうに入れていくか、あるいは段階的に、どこまでどのようなふうに入れていくかという問題があるのではないか。

立平：私も今の意見に賛成である。山岸さんの話でも、現在の対流調整は本来ラージスケールの場をうまく予想するために導入されたテクニックであるとの説明があった。

対流調整により雨量予報を良くするためには、従来のやり方を変えなければならないのではないかという意見を持っているが、その一つの方向としては、いま松本さんがいわれたように間に一つメソスケールを介在させるという考え方があられる。

不安定の解消は、現実には集中され、オルガナイズされたメソスケールで起ることが多い。どういう場所であるかということは今何んにもアイデアがないが、その辺をきちんとやれば、対流調整というものが雨量予報とよく結びつくのではないかという考えはある。

立平：午前中の話で府県中枢に対して、注意報・警報を出すために必要な資料をもっと提供すべきだという話があった。これについての私の考えを第3節に述べたが、その他こんなものがあれば助かる、あるいは他の形のこんなものが欲しいというような要望はないか。

酒井：考えていた以上の資料で、これだけいただければ現業的には当面は十分のように思う。しかし、雨量予報だけでなく、ローカル予報技術の確立が目的であるし、もっとローカル予報をシステムチックにやりたいので、単に予報を出す手段としてだけの資料でなく、これらの種になる資料という面で、もう少しなんとかならないかという希望も持っている。

551. 57

## 5. 雲物理と雨量予報\*

駒 林 誠\*\*

### 1. 昔の雲物理

雲物理学が始まった時代には、なぜか海上の雲や霧が熱心に議論されている。地中海の出口にあたるジブラルタル海峡に現れる黒い雲が、今にも降りそうで決して降らないのはなぜか（たとえば今井一郎、1956 参照）。ノルウェーの西海岸地方へ海からやって来る雲では小さい雲からも降ることがあるのはなぜか。さらにさかのぼれば、大陸移動説を唱えたウェーゲナーが北極探検をしたときに、北氷洋の海上の霧が $-35^{\circ}\text{C}$ の低温であるにもかかわらず凍結しないで過冷却のままであることを観察して、空気がきれいに過ぎて氷晶を形成するための核が欠

如しているからこおれないのではないか (Wegener 1911) と唱えるなど、海の上の話が多い。

航海中に、見えるものと言え果しない海と空だけのとき、神経がひとりで雲の振まいに着目して知らず知らずのうちに注意深く観察を重ねるからであろうか。あるいは、よくわからない不思議な現象の原因を、気象観測網の粗い未知な海に求めようとする気持の現れであろうか。

ウェーゲナーと同じ頃、凝結核について、スコットランドのエイトケンは大気中の核数を測定した。彼は潮の引いたあとの海岸で凝結核の数が多くなると報告し、その原因として波に打上げられた海藻から蒸気が発生して核をつくるのではないかと考えた (Aitken, 1911)。もっとも、その考えは今では否定されているが、海に要因を求

\* Cloud Physics and Forecasting of Precipitation

\*\* M. Komabayasi, 気象大学校

めようとする態度が表れている論文である。では、現在の雲物理はどうであろうか。ごく最近の研究に限って調べると次のようなものである。

## 2. 雲物理の現状

現在では、海上とか陸上とかを特別には考慮しないで、水蒸気の多少、温度の日変化の大小、凝結核、氷晶核の性質、個数の違いを入れることで、考察の対象は自動的に海上の雲であったり、陸上の雲であったりする。これは雲の数値モデルをつくるのが当面の仕事になっているからである。具体的な個別の雲が忘れられたわけではないが、発想の出発点になりにくくなっていることは否定できない。

もちろん、雲の数値モデルをつくることは従来の知識を定量的に吟味して、正しい事実を整理する上で重要なことである。雲の数値モデルについては、アメリカ気象学会発刊になる Meteorological Monographs 第10巻を参照されたい (Kessler, 1969)。この本は日本気象学会の気象研究ノートに相当するが、雲の微物理的パラメータ、たとえば雲の水分が雨滴の水分へ転化する速さを表現する autoconversion rate などについて詳しく述べてある。

昨年あたりからは三次元モデルを使って積雲や積乱雲の対流を表現することができるようになり、雲のモデル自体が迫真性を増して来た。これらの論文では、二次元対流と三次元対流とでは鉛直シャーがあるとき様子が大きく違い、三次元対流のモデルが実物によく似ていること (Steiner, 1973)、また雲の中で降水にもとづく下降流が発生すると、対流の構造が質的に変化することが注目されており、その下降流の発生が雲物理的因子によって敏感に変化することが強調されている (Miller and Pearce, 1974)。

一方、観測面では、豪雨、豪雪の特別観測がおこなわれて来た。観測面では、昔の雲物理の海洋指向性が現在でも続いている。たとえば、ハワイ島の降雨、英国のシリー諸島 (南西海上の小島) の降雨、日本海沿岸、九州西方海上でのプロジェクト、AMTEX が進行中の南西諸島、アジアのモンスーンをこれから調べる MONEX 計画など海洋指向性を示している。

私自身が参加したこともある三重県尾鷲地方の多雨域の研究も海洋指向型の一つであるが、最近、尾鷲測候所、名古屋大学、気象研究所が雲物理的な装備をして特別観測をしている (武田喬男, 1974; 藤原ら, 1974; 柳沢ら, 1974)。また海洋気象部、名古屋地方気象台、気

象研究所、気象大学校が、尾鷲沖の熊野灘で気象観測船啓風丸から、尾鷲付近の降雨観測をおこなっている (斎藤実, 1974 a, b)。これらの観測結果は、いずれも、尾鷲の海岸に群がっている背の高くない積雲 (高度 4 km 以下) の役割をあらためてクローズアップしている。

すなわち、高度 1 km, 2 km あたりの低いところに、毎秒 10 m 近くの上昇流があること、降雨の最盛期には補償流としての下降流がなく、いたるところ上昇流となること、西側の紀伊半島ごしに尾鷲に到達するエコーは上空に雪があることを示すブライツバンドを有するが、東の海側から来る問題の積雲は暖かい雲タイプの降水能力を持っているなどである。

## 3. 雲物理をどこに活用するか

さて、雲物理の考え方は、現業の雨量予報のどこに貢献できるであろうか。ここでは、観測用の重装備を持たなくても気の付きやすい海上の雲と陸上の雲の違いを中心に論点を絞りたい。日本では海岸近くの土地にしばしば豪雨や豪雪がおこる (福井, 1967)。このとき海から陸にはいる降水セルの性質が降水量の大小に影響すると考えられるが、それを判断するときには雲物理が役立つのではなからうか。

以下に私が気にかけている若干の問題をかかげて見解を述べるが、その見解は観測にもとづいて確認されているのではなく、話題提供のための作業仮説 (たたき台のこと) と考えていただき、討論の時間にみな様の観測経験にもとづく修正意見をいただきたいと思っている。

### 論点 1. その雲は山にけつまずくか

名古屋大学の武田喬男助教授が私に語ったことであり、私自身も目撃した事象であるが、日本海から北陸地方にはいつて来る積雲のうち、能登半島の付け根にある海拔 600 m 程度の山にその雲がさしかかったとき (石川県内灘海岸から上陸して宝達山 637 m にさしかかる)、ある日には積雲の形を保ったままそこに山がないかのように通り過ぎる。しかし、別の日には山にけつまずくかのように突然形を崩して片層雲に転化したたなびき、あるいは山の風上側の斜面に目白押しに雲がつかえてたまってしまふ。

a) この違いはどうしておこるか。

b) どちらの日に、豪雨や豪雪になりやすいか。

かりに作業仮説として以下の数項目を想定して a), b) を説明しよう。

① 海上を走る積雲では空気がきれいなせいで凝結核の総個数が少ない。したがって単位体積中の雲粒の個数

が少ない。雲水量が普通にあるとすれば、雲粒の1個あたりに配分される水の量が大きく、粒径は大きくなり、雲粒相互の衝突併合が活発になって雨が降りやすい（たとえば、Gunn and Phillips, 1957）。また、雲粒の体積が大きいと、過冷却の破れる確率が高く、凍結してアラレの発生をうながす。

② 積雲が陸上にあるとき、人間活動起源の多数の凝結核が供給された場合には、雲水量が普通であるとすれば雲粒1個あたりに配分される水の量は小さく、粒径は小さく、雲粒相互の衝突併合はおこりにくく、降水は生じにくい。

この①と②は、珍説、奇説ではなく、作業仮説というよりは常識的なことであって、凝結核が少ないほど雨が降りやすいことを前提にしたものである（ただし凝結核が完全に欠如すれば雲ができないが自然界にはありえないことである）。一般的に言って、この考え方は海上と内陸との積雲の性質の違いを強調しているオーストラリアのCSIRO（科学産業庁）の研究グループの観測事実と合致する。

③ 積雲が西風に押されて陸にはいったときに、もし下層大気内に水蒸気の混合比の水平こう配があり、海側が湿潤で内陸側が乾いている場合には、雲の背面から流入する空気がより湿っているために、雲の後側に新しい雲の塔が生じて、雲の位相は空気に相対的に後向きに伝ば（プロパゲイト）する。その結果、雲の対地速度は西風よりおそくなる。このような雲が山を越えると湿潤空気の供給を断たれて対流がこわれる。

④ 積雲が西風に押されて陸にはいったときに、凝結核の個数が②に述べたように増加した場合には、粒径が小さくなり降水をおこさない雲になるなるだろう。雲の中には降水にもとづく下降気流が存在せず、上昇する気泡のみからなる組織化されない対流となり、山の周辺で速度シャアの大きい流れに抵抗できずに雲がこわれる。

⑤ 積雲が西風に押されて陸にはいったときに、海上の空気がそのままはいる、水蒸気分布と凝結核の個数が海上と違わない場合には、降水を生じて下降流と上昇流が相接して同時に存在する組織化された対流となり、山の周りの風速シャアに耐えて雲の形を維持する。

以上の③④⑤から、雲が山にけつまずく日にはそれほど降らないが、山を平気です通りする日には激しい降水をおこしやすいと思われる。

この考えだけを極端に進めると、豪雨雪は地形に関係

がないことになる。しかし、日本海の沿岸に降る大雪とか、紀伊半島南東部の大雨を調べると、特定の地域に降水量が大きいことは確かであるから、地形に全く無関係とする論法は不自然であろう。そこで別の角度から作業仮説を付け加えよう。今までに積雲が山にけつまずくかどうか、雲の足腰が強いかどうか、雲の中央部から雲底よりの議論をしたので、次に雲の中央部から上の雲頂近くの議論をしたい。

## 論点 2. いが栗状アラレをめぐる問題点

北陸地方の冬では、にわか雪は積雲からのアラレが主であり、ちらつく雪は高層雲からの結晶である。休みなく降り続き、見る見る積もる激しい雪（毎時10cm）は、高層雲または乱層雲に埋めこまれた積雲のあたりから降る。その雪の粒子は、普通の雪の結晶でなく、普通のアラレでもなく、アラレ状の白い塊から、栗のいが、あるいはウニのとげのように沢山の突起が放射したものであった。実体顕微鏡（集点距離が深く、凸凹のある物体にピントを合わせることでできる特別の顕微鏡）で写真を撮ったところ、アラレから柱状、針状、板状などの雪結晶が生えたものであった（儀野ら, 1967）。しかも、そのいが栗状アラレは単独でパラパラ降るのでなく、数10個が集合して雪片をつくり、落下速度は大きい音が立てずに降る。

ここで、いが栗状アラレをつくる気象条件について作業仮説を立て、豪雨や豪雪とどう結びつくかを考えてみたい。

① アラレが成長するときには氷晶が積雲の中の上昇気流のコアの付近にいて、過冷却水滴を捕捉して凍結させながら成長したに違いない。そのアラレが積雲の上部ないし側面から外へとび出したのだろう。もし外へ出ずに積雲の中を落下したならば、昇華（析出）によって枝を伸ばす機会はなく、過冷却水滴の捕捉を続けて大きいアラレかヒョウになっただろう。

② 積雲の外へとび出したアラレがいが栗状に結晶を放射するには、乾いた空気を落下したのではだめで、昇華によって水蒸気が析出しやすい環境、すなわち水に対して過飽和であるが過冷却水は存在しないところの水に対して未飽和な雲の中に浮遊しなければならぬ。その雲の上昇流は水過飽和をもたらしほど強くなく、かと言ってアラレがすぐに下方へ抜け落ちるほどには弱くなく、毎秒数10cmであろう。その上昇流の面積は“いが”の成長する数10分の時間にわたって粒子がこぼれ落ちないように広範囲をおおっているだろう。肉眼ではAsま

たはNsに分類されるだろうが、はじめにアラレをつくったCuまたはCbとその雲との境界に晴れた空間がなく、アラレがアラレのままで落下するすき間がないことが必要であろう。つまりCuがAsをつらぬいた状態である。

③ 積雲の周辺に上昇気流の補償流としての実質的な下降流がないとすれば、すなわち積雲内外いたるところで上昇流になっているとすれば、メソスケールないし中間規模のかなり強い上昇流が存在して積雲の補償流を上まわっているに違いない。低緯度地方の気象観測を整理した結果によると、積雲対流による上向き輸送は対流圏上部の水平発散の強さとよい相関があると報告されている(Yanai *et al.*, 1973)。いが栗状アラレが日本海沿岸で生れるときにも、低緯度の話に似て、対流圏の上部または中層に相当に強い発散場があって、積雲の空気と外側の空気との両方を、いわばポンプが吸い上げる形で汲み上げているならば、説明するのに大変に都合がよい。

④ メソスケールの場が上側から吸い上げるため、積雲対流の活動中心は必ずしも下層の頭在化している不安定にあるとはかぎらず、もっと高度の高いところにあることが多いだろう。雲底部分が山にさしかかったとしても、上空の発散場が健全な場合には積雲が山でこわれることは少ないだろう。こわれたとしても間もなく回復するだろう。

⑤ しかし、雲内の下降気流がなく、したがって対流自体はじゅうぶんに組織化されていないため、山にけつまずく性質をも残しているのではなからうか。このような性質はいが栗状アラレの有無にかかわらずありえるから、東風で海から積雲が上陸する太平洋沿岸の豪雨においても成立するかもしれない。

⑥ 雪が激しく降るとき、いが栗状アラレが数10個集合して雪片をつくっている原因は、高層雲、乱層雲の中で、上昇気流と落下速度が相等しくなって、Atlas (1966) がヒョウについて唱えているバランス・レベルと同じものがいが栗状アラレについても形成されて、いが栗状アラレの空間的な個数密度が大変に大きくなった結果ではなからうか。

また、いが栗状アラレないしその雪片として空中に支えられた固形の水分は、雲が陸の小さい山にけつまずいたり、よるめいたりするあたりへ、集中的に降るのではなからうか。降雪の季節以外でも、沿岸に激しく雨が降るときには、0°C高度より上空で似たようなことがあるのではなからうか。

#### 4. おわりに

本日のシンポジウムで私が提供した話題はスペキュレーションが多く、単に討論の着眼点を固定するためにもうけた作業仮説である。観測によって証拠づけられたものではない。現場の方々から、実際の経験にもとづいた多くの討論をいただければ幸甚である。

#### 文 献

- Aitken, J., 1911: On some nuclei of cloudy condensation, Part II. Proc. Roy. Soc. Edinburgh, **31**, 478-498.
- Atlas, D., 1966: The balance level in convective storms. J. Atmos. Sci., **23**, 635-651.
- 藤原美幸, 青柳二郎, 椎野純一, 柳瀬利子, 1974: 尾鷲における低い降水雲の構造について, 気象研究所報告, **25**, 23-50.
- 福井英一郎, 1967: 日本における集中豪雨の研究, 東教大地理学研究所報告, **11**, 83-95.
- Gunn, R. and B.B. Phillips, 1957: An experimental investigation of air pollution on the initiation of rain. J. Meteor., **14**, 272-280.
- 今井一郎, 1956: 降水生成論の概要, 気象研究ノート, **7**, 52-61.
- 磯野謙治, 駒林 誠, 高橋 勲, 1967: 北陸における豪雪時の雪片の特徴について, 第4回災害科学総合シンポジウム論文集, 1967於仙台, 文部省特定研究災害科学総合研究班発刊, 32-35.
- Kessler, E., 1969: On the distribution and continuity of water substance in atmospheric circulations. Meteor. Monogr., **10**, No. 32, 84 pp. Amer. Meteor. Soc., Boston.
- Miller, M.J. and R.P. Pearce, 1974: A three-dimensional primitive equation model of cumulonimbus convection. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., **100**, 133-154.
- 斎藤 実, 1974a: レーダで観測された尾鷲付近の降雨塊の立体構造, 日本気象学会秋季大会予稿集(於福岡), p 43.
- 斎藤 実, 1974b: 熊野灘における強雨時のレーダエコーパターンの特徴, 同上, p 83.
- Steiner, J.T., 1973: A three-dimensional model of cumulus cloud development. J. Atmos. Sci., **30**, 414-435.
- 武田喬男, 1974: 集中豪雨の降水特性と微物理学的過程, 気象研究ノート, No. 120, 501-515.
- Wegener, A., 1911: Thermodynamik der Atmosphäre. J.A. Barth, Leipzig, 81 pp.
- 柳沢善次, 青柳二郎, 神林慶子, 1974: 尾鷲付近の降雨構造のレーダ解析, 気象研究所報告, **25**, 51-80.
- Yanai, M., S. Esbensen and J.-H. Chu, 1973:

Determination of bulk properties of tropical cloud clusters from large-scale heat and moisture budgets. *J. Atmos. Sci.*, **30**, 611-627.

### 討論

**矢野** (福岡管区気象台) : 今年の6月に南北に走り東進する前線に伴って鹿児島付近で発生したエコーが200kmほど北上して急速に発達し背振山の前面でひょうを降らして山の北側では衰弱して無くなった例があった。エコーはバンド状の中に直径50km ぐらいの強い塊があり背の高いものだった。

**駒林** : 背振山があったからひょうが降ったとすると私の言ったことは矛盾することになる。

**矢野** : 各地でもひょうが降っていたが、山を越して北の海上付近で急速に衰弱したことが特に興味を引いた。

**駒林** : ガスバーナーを使い、ナトリウムの焰色反応を利用して核を計る方法があるが背振山の上で計って見ると面白いと思う。

ひょうが降ったということは、過冷却水が充分あったということ、ひょうの大きさ、例えば2cmの大きさに生長するには、夏雲水量の大きいときでも1時間近く雲の中にあることが必要で、そういう状況を造り続けなければならない。両方必要だ。

**立平** : 豪雪のときイガ栗状のあられができるという話の中で、Asの中に対流雲のあられが飛び込むところをもっと説明してほしい。あられが飛び込むには空気の運動がある筈で雲粒も一諸に出るのではないか。

**駒林** : 雲粒も一諸に出るが過冷却水の雲粒は蒸発し、あられが残る。そのあられが、氷晶に囲まれ、または氷晶になりたい環境に入って、またあられの上に氷の結晶として伸びて行く。そのような状況がシノプテック、或いはメソ的にどういう状況で起こるか。

**田村** (仙台管区気象台) : イガ栗ができる話の中でAsが4000mぐらいでCbがそこをつき抜け雲頂が5000mぐらいになることが北陸豪雪などではよくあるがそのような場合はどうなるのか。

**駒林** : その雲の中のあられが、過冷却水滴の無くなった環境を経験すればイガ栗になり得るが、雲が一斉に氷晶化してしまえば核の過剰の場合と似て、かなとこ雲としてたなびくだけで、イガ栗として強く降ることはできない。イガ栗として強く降るには、あられに水蒸気が集中的に集まらなければならない。層状雲を対流雲が貫くときのように混合するか理論的には未開拓で学問的に興味のあるところだが、このAsの中の氷の雲がCu,

Cbの中に供給されたために、Cu, Cb内の過冷却雲が減って、もし普通のCbの中ではあられかひょうになるところだが、このCbの中では、あられが雪に転化する。あられは自分自身不規則な形をしているので、その上に結晶が伸びても全体として不規則な形になり、それがイガ栗であるということも考えられる。

**田村** : 凝結核が多過ぎて雨量が減少するということがあったが、都市では核が多いから雨量が多くなるという文献がある。実際都市の雨量はどうなっているのか。

**駒林** : 電気製鋼をやっている工業都市では凝結核が多いのではなく氷晶核が多くて雨量が多くなっているという文献がある。製鋼をやらない普通の都市では核過剰のため、雨が霧雨になり、雨量は多少減って持続時間が長くなることが推定される。以前吉野正敏教授が世界中の都市の雨の降り方を調べて、雨量が明らかに減っていると学術会議のシンポジウムに発表した。

**光野** (盛岡地方気象台) : 先ほど4000mとか5000mということがあったが高度そのものより温度がきいてくるのではないかと思うが、何度ぐらいなのか。

**駒林** : 北陸豪雪のとき私が雲の中を4200mで飛行したとき $-30^{\circ}\text{C}$ だった。降水要素が大きくなるにはある時間雲の中になければならないので雲の厚さも大事になる。大気中の水蒸気が上空ほどexponentialに少なくなっているのは厚い雲ほど降り易く単に高さに比例することではなく高さの2乗とか3乗など、もっと勢いよく降りやすいからだと思う。

**光野** : 水蒸気は温度が高い方が多いから例えば $-5^{\circ}\text{C}$ 付近に長時間いればよけい大きくなるように思う。大雨予想をするときの目安として500mbの温度が $-5^{\circ}\text{C}$ で飽和していると大雨の危険が大きい。大雨のときの地上気温は大体 $+26\sim 27^{\circ}\text{C}$ で丁度500mb、 $-5^{\circ}\text{C}$ を湿潤断熱線に沿って地上に下すとそのぐらいの温度になる。つまり大雨のときは成層は湿潤断熱線に沿っていると思う。

**駒林** : 今までの議論は冬のことを言っていたが、夏の場合なら冬の場合より倍以上水蒸気が多くなり氷晶は余り大事ではなく、どんな方法でも雨になりやすい。例えば $-5^{\circ}\text{C}$ から小さな積雪でも立てばすぐ $-15^{\circ}\text{C}$ くらいになり氷晶を作ることもできるし、 $-5^{\circ}\text{C}$ あたりに雲が広がっていれば、その高度は水分の供給源として強く作用するから、一たん降雨が $-15^{\circ}\text{C}$ 近傍で始まれば、 $-5^{\circ}\text{C}$ 近傍に降雨の中心が移行することは考えられる。

**光野** : 北陸の場合、 $-30^{\circ}\text{C}$ では水蒸気の絶対量が不

足していると思うが、そんな大きなものができるのか。

**駒林**：北陸の場合水平に水蒸気があるのではなく、海面近くのものの上で来るので混合比3ぐらいはある。勿論北陸豪雪は水に換算すれば豪雨にはならない。ただ豪雨の上空では北陸豪雪と同じようなことが起っていると思う。水蒸気が沢山できて、空気中の水を集めて引おろす能力の中の一つにこういう問題がある。

**酒井**：台風の前面などで日雨量 200mm を越す雨が福島県の海岸地方の平地に降ることが多い。そのときのエコーは、中が狭まぐ南北に帯状に連なり、エコー頂が4~6km で、沖から次々と来るエコーは無いように見える。地上では時には1時間60mm にもなる強い雨が降り、数時間から十数時間も降り続くことがある。どのような降雨機構を考えたら良いのか。

**駒林**：台風前面の場合、海洋性の空気が入っている訳だから、凝結核過剰ということは考えられず、典型的な海洋性に相当し、小さな雲でも降水能力が充分あってメソ系がなくても降ることができることが考えられる。沿岸からどのぐらい入ってくるのか。

**酒井**：降雨が強い場合は海岸線から高々15km くらいで、海岸線近傍の場合が多い。時には東西方向に10km 内外の範囲で動いているように見られることもある。

**駒林**：ほとんど三重県の尾鷲と同じようだ。よく見ると、生れたばかりの雲が海上から陸上へ入ってきて或程度背が高くなって降らしながら運動が反転して再び海上へ出て行く形になっている。その雲をPPI で見ると止まっているように見える。その雨水を化学分析すれば蒸留水に近く、含まれている塩分は海水に近い組成の、海洋性のものになるのではないかと思う。もしそうなら海塩核に基づく急激な降雨ということになる。雲が下層、上層、中層の3つあるいはそのうち2つくらいあって、所々でそれを貫くと云った、ある系に伴って降るものでなく雲一つで降れるものと思う。

**三瓶**：(仙台管区気象台)：福島の場合、傾斜のない平らな所であるのかかわらず、エコーが陸地の存在を感ずるかのように入陸するとただちに反転するというのはどのように考えられるか。

**駒林**：今は阿武隈山地を考えてしゃべっていた。完全な平地なのにエコーが入らないのか。雲が消滅するのだろうか。

ハワイでは、凝結核が少なく日本と比べると水滴が1/100 ほどしかなく、雲が来て雨が降ると、雨即ち雲で、ところてんを押し出すように雲の背がだんだん低くな

り、遂には最後の雨が空中に残っているうちに雲がなくなる。雨にならない水滴はない状況にある。福島の沖でもハワイに近い状況が起っていれば肉眼で見られると思うのだが、雲が入ってこないのか、あるいは入っても雲がすっかり無くなるのだろうか。

**酒井**：目視観測がないのではっきりしないが、雨量分布などから見ると雲はあるが強いエコーとしては現われないように思われる。

**駒林**：レーダーに見える降水の始まった雲は海岸で消えるが、降水活動をしていない目で見える雲は内陸に入ってくるのか。時期はいつか。

**酒井**：台風が福島県の沖を北々東に進むようとき起こる。福島県の豪雨地帯は浜沿いの平地で、殆んどこのような降り方である。

**駒林**：洋上の積雲が上陸したときどう変わるか。例えば洋上で適正な核で降りやすい雲が核の多い陸地に入って非降水雲に変化したとすると、レーダーで見てどうなるだろうか。

**酒井**：そういうことだと、何時間も強雨が続くことはないと思うが、最も長い例では18時間だった。それが内陸に入ったり海岸にもどったりして雨域が動いている。

**駒林**：例えば、内陸の凝結核がだんだん使われて無くなり、海洋性の空気になると内陸に入って山まで行くということはないか。

**酒井**：雨量の少ないときには阿武隈山地まで入るが、強いものは海岸平地で止る。逆に海岸線で降らしていたエコーが、東風が吹いているのに東に移って行くこともある。

**駒林**：山がなくても反転する例があるのか。

**酒井**：反転というよりも、南北にのびたバンド状のエコー全体が東に移動するように見える。

**駒林**：入って来た時よりも高い所を帰るのではないか。RHI で見たらどうか。

**三瓶**：宮崎県などの東海岸の豪雨はみな海洋性のCu と考えられるのか。

**駒林**：宮崎県、高知県、三重県、伊豆半島、房総南部、阿武隈山地東斜面とが全部同じかも知れない。東風で降ることと、エコーが余り高くないという著しい共通点がある。

これはやはり啓風丸など海上からレーダーで陸と同じ方法で観測し、共通点、相違点をはっきり知りたいものだ。