

## 測雲用ミリ波レーダーエコーの解析\*

柳 沢 善 次\*\*

**要旨:** 波長 8.6mm の測雲用レーダーで観測したエコーを大別すると4種類に分類することができた。分類したエコーの各型と天気型との比較によると、I型は北東気流の卓越している時や低気圧の後面で観測し、II型は低気圧や前線の中心付近、III型は低気圧の前面や前線の後面に主として発生し、IV型は台風の東側や夏季の太平洋高気圧の内で多く観測した。

雲形との比較では、I型は層雲形、II型は層雲形の外に積雲形も観測した。III型はよい対応を示さないが、IV型は積雲形の雲とよい対応を示した。

I型のエコー高度は1~3kmに分布しその温度は0~10°Cの間に大部分が分布している。II型ではエコー頂高度は大部分6~8kmの間にあり温度は-15~-25°Cの間に全体の65%が分布していた。エコー頂高度は前線面より平均1km高いことが示された。

雲に含まれている含水量や粒子の大きさの量的測定はレーダーを用いることにより可能である。この量的測定より降水粒子の発生や落下中の生成過程を推定できる。

## 1. 緒 言

近年各地に気象用レーダーが設置され台風や集中豪雨等の観測や研究に利用されている。このようなレーダーは3~10cmの波長を用いているので観測できる対称は主として雨滴を含んでいる降雨域に限定され、雨滴に比較して小さい粒子を含んでいる雲や霧等はほとんど観測できない。このような雲を観測するレーダーとしては波長を短くすることが有効であり波長1cm程度のレーダーを測雲用として使用している。

気象研究所においても数年前より雲物理研究のために波長1cm程度の測雲用レーダーの必要性を痛感して準備を進め、1961年6月研究所構内に波長8.6mmの測雲用レーダーを設置した。

レーダー観測は1961年6月下旬より開始し1962年度はレーダー装置の動作不良のため観測回数は少ない。等エコー線指示装置によるエコー強度の量的測定は記録装置や測定装置等の関係で1963年8月より観測を行なった。

現在まで観測した結果よりエコーの分類を行ない、エコー型と天気型との関係やエコー頂の高度とその温度さらに前線面との関係について解析した。

Boucher (1959) は1951~1954年の間に波長1.25cmのレーダーで観測したエコーを分類し、各エコー型と気象状態との関係について解析した。その結果より、冬期に発生する低気圧周辺での各エコー型の模式的分布を示した。I型は低気圧の後面、II型は中心付近でIII型は前面に分布している。またエコー頂の温度や前線面との関係については Douglas, Gunn and Marshall (1957) が3cmレーダーを用いて解析した。その結果によるとエコー頂高度の温度は大部分-12~-34°Cの間に分布し、エコー頂高度は前線面より平均値として1,500feet高いことを示している。この観測結果もほとんど同じような結果を示した。これらの結果から降水粒子の発生源の究明やこれらの前線との関係等を解明するために利用できる。

エコー強度の垂直分布を量的に測定することは現在までに多くの人々によって行なわれた。レーダーによる量的測定の場合にはレーダー反射因子と降水強度、含水量等との関係が観測誤差を決定する場合重要となる。雲の含水量の量的測定を行なうため Boucher (1952), Atlas (1954) 等は Diem (1948) やワシントン山での観測結果を用いてレーダー反射因子と含水量、粒子の大きさとの関係式を示した。

このような関係を検討するためには各種の雲に含まれ

\* Study of 8.6mm Cloud Detection Radar Echoes

\*\* Z. Yanagisawa, 気象研究所台風研究部

—1964年1月17日受理—

ている粒子の大きさや含水量の実測が少ないため前記のような関係式を用いて等エコー線指示装置で観測したエコー強度より含水量の量的推定を行なった。

2. レーダー装置の概要

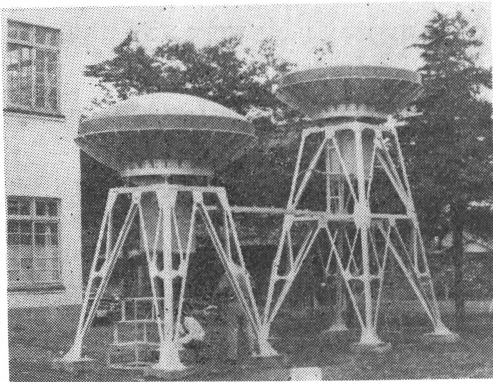
気象研究所構内に設置した測雲用レーダーの性能は次の通りである。

第1表 ミリ波レーダーの性能

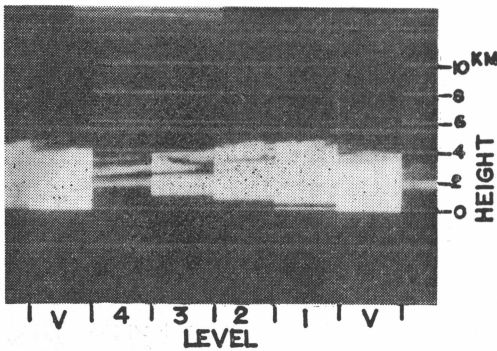
(a) 周波数	35,040MC
(b) 波長	8.6mm
(c) パルス巾	0.5 $\mu$ s
(d) パルス繰返し周波数	500P.P.S
(e) 最大出力	32KW
(f) ビーム巾	1/4度
(g) 受信感度	87dbm

第1図にレーダーの送受信装置を示す。

記録はファクシミリ装置で連続記録し、エコー強度を測定する装置として等エコー線指示装置が附属している。



第1図 ミリ波レーダーの送受信装置  
(左)送信部 (右)受信部



第2図 等エコー線指示装置による観測例  
各レベルは5秒ごとに切替える。レベルVは距離補正を行なわないエコーを示す。

る。この装置の出力はブラウン管を使用してフィルムに連続記録し、レベルは7段階に自動切換えすることができる。第2図にその観測例を示す。

3. レーダーエコーの分類

1961年6月から測雲用レーダーのファクシミリに記録したエコーを大別すると4種類の型に分類することができた。各エコー型は次のような特性をもっているものとして分類した。

I型: エコー底は地上に達し、エコー頂は3 km 前後で比較的一様に分布している場合。

II型: エコー底が地上に達し、エコー頂は高度7~8 km で不規則に分布している。さらにブライトバンドが明瞭である場合。

III型: エコーは層状を示しエコー底は地上に達しない高度4~6 km にあり、エコー頂は8~12 km である場合。

IV型: エコーは垂直に発達して柱状を示しエコー頂は8~12 km の場合と4~5 km の場合がある。

第3図に各型の例を示した。上記の型の外にI型とIII型の複合したようなエコーも観測したが回数は少ない。

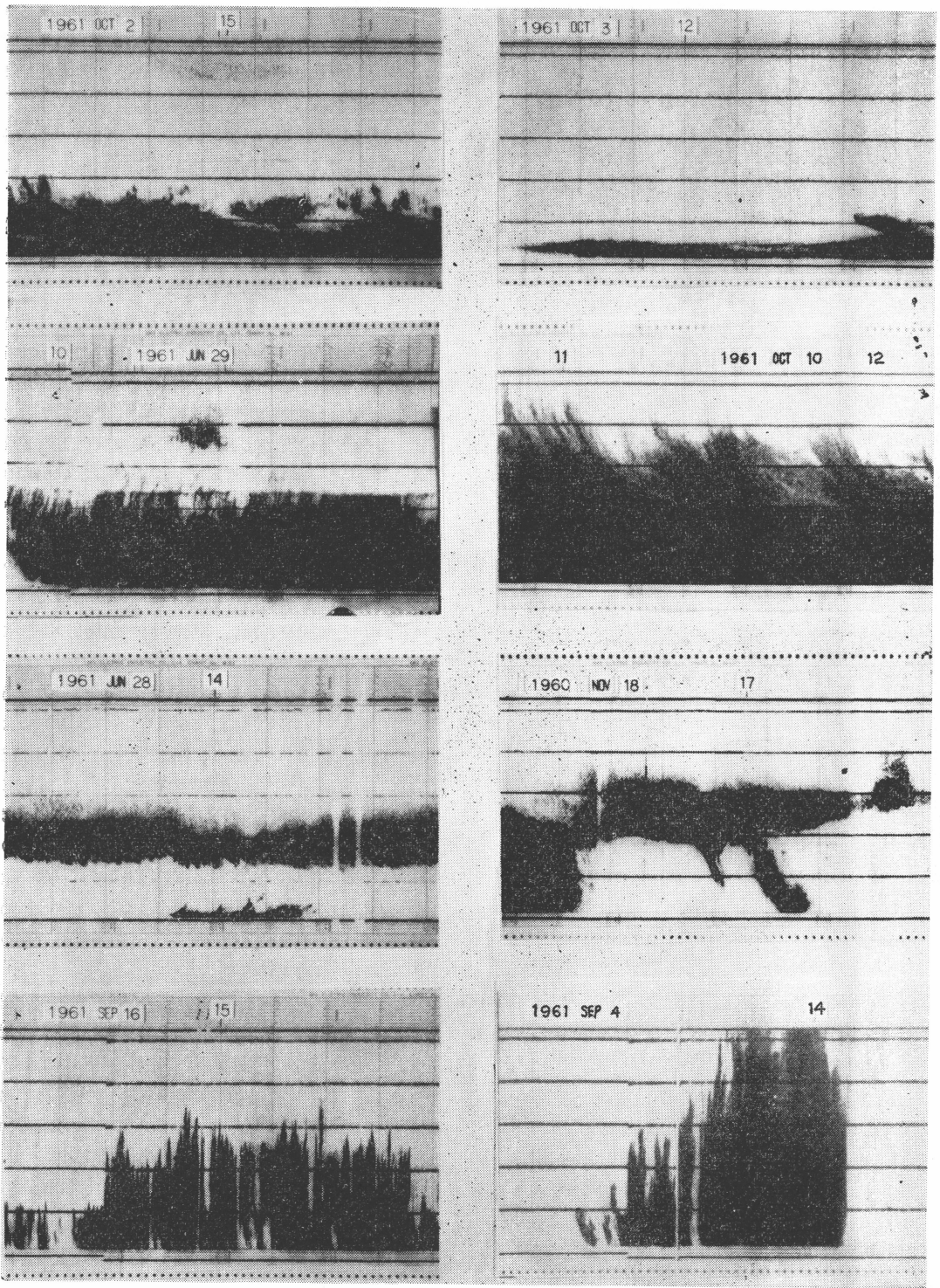
測雲用レーダーによる観測と同時に気象用の3 cm レーダーのPPIによる観測も行なった。ミリ波レーダーで観測したエコーの各型に対応するPPI像を第4図に示した。

4. エコー型と天気型との関係

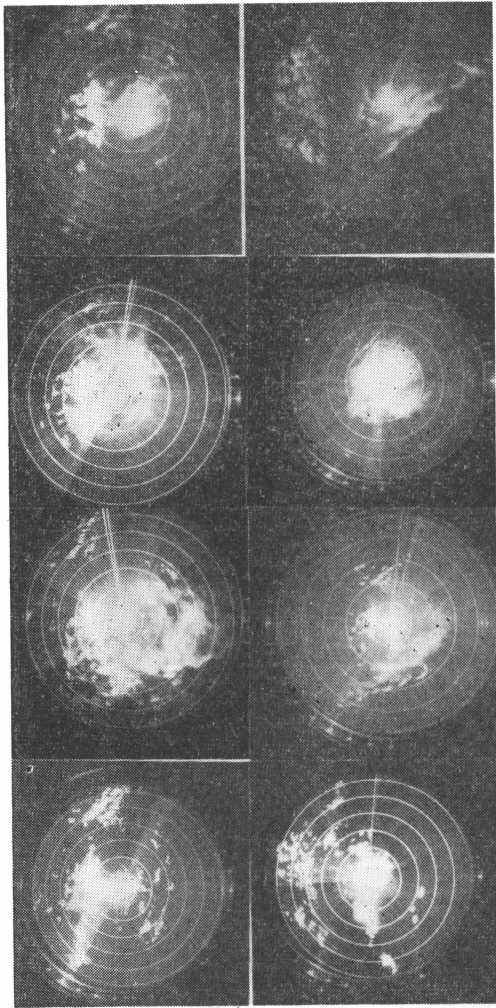
前述の方法で分類した各エコー型とその時の気象状態との関係を調査するため、3時間毎の地上天気図とエコー型との比較を行った。エコー型の特性を詳細に説明するためには上層天気図との比較も必要であるので、レーダー観測時間と対応する数例について比較を行なった。

(1) I型と天気型との関係。I型を観測した回数は少なく、代表的観測例は1961年10月の例がある。すなわち10月2日から5日までの間は同じような気象状態であり、北海道付近の冷たい高気圧が関東付近に張り出して地上では北東流が観測された。I型を観測した時の地上天気図とエコー例を第5図に示した。このような気圧配置では、関東地方の南海岸に近寄るほど天気は悪く、夜間に雲が厚くなって降雨を伴い日中は雲がうすれる。このような現象はレーダーエコーの変化にも多少あらわれている。降雨強度はほとんど1 mm/h 以下で微雨程度である。

I型のエコー頂高度は館野のゾンデ観測結果から統計的に推定した雲頂高度とよい一致を示し、北東気流の降



第3図 分類した各エコー型 縦線は10分ごとの時間目盛、横線は2kmごとの高度目盛



第4図 ミリ波レーダーで観測したⅠ～Ⅳの各エコー型に対応するPPI像

水機構の特殊性をあらわしている。関東内陸の降水機構は関東平野の摩擦収斂と西部山岳による塞止効果とに関係する地形性のもので、凝結高度は低く、海上からの熱と水蒸気の補給によるものであることが示されている。エコー頂高度の低いⅠ型の降水機構はこれらの現象をよくあらわしている。Ⅰ型はその外低気圧の後面でも観測した。

(2) Ⅱ型と天気型との関係 Ⅱ型のエコーを観測したのは前線、低気圧等の中心付近が通過した時にもっとも多く、観測回数ももっとも多い。観測例として第6図に36.6豪雨(6月28～29日)の時の天気図とエコー例を示した。28日09時頃前線はレーダー局付近を通過して南

下し10時20分頃までⅡ型を観測した。その後関東南部に停滞して集中豪雨をもたらした前線は、16時頃より北上しはじめてレーダー局付近に達し、16時30分頃より29日中Ⅱ型を観測した。

この期間Ⅱ型を観測した時は高度4.5km(この高度は融解層を示す)以上の雪片層からのエコーはほとんど観測できなかった。これは融解層以下に存在する雨滴による電波の減衰に原因するため、降雨強度の比較的強いⅡ型の場合には減衰による観測誤差を生ずるため、ミリ波レーダーによる観測は不適當である。

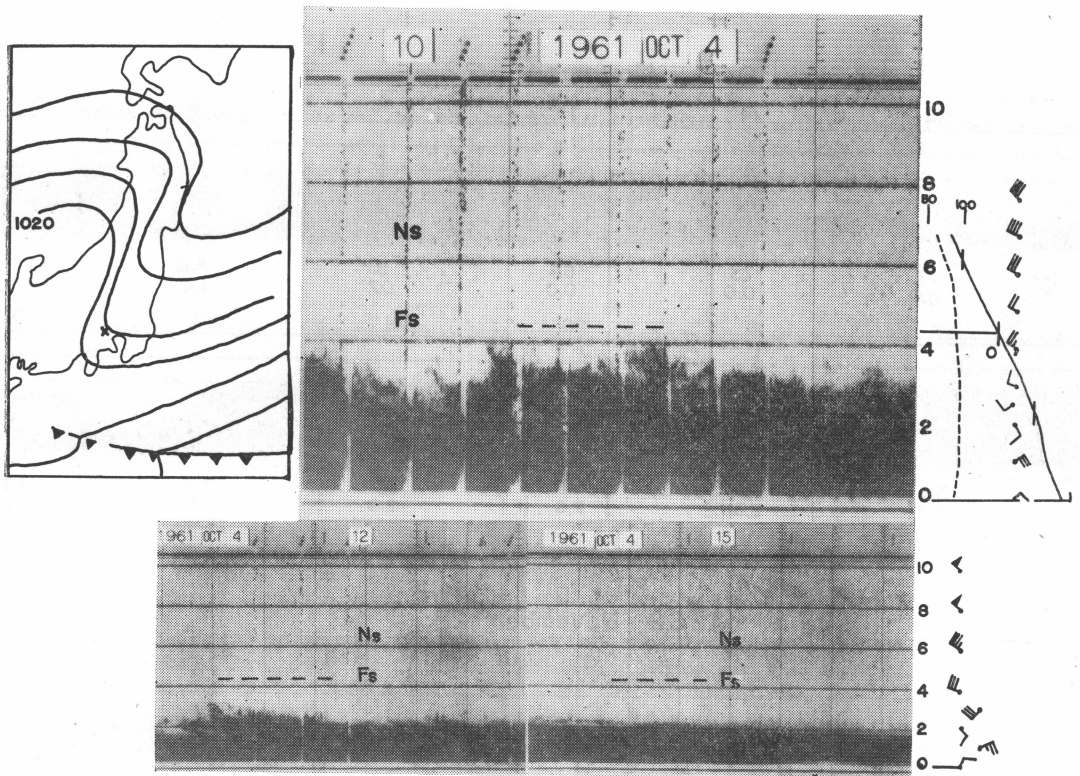
Ⅱ型エコーの解析を行なう場合、雨滴による減衰を避けるためには、融解層の低い場合や降雪時に観測することが有効である。融解層の低い場合の例として1962年11月2日と28日の観測結果を第7図(a, b)に示した。この両日も融解層の高度は1km以下で雨滴による減衰は非常に少ない。このため雪片の生成層であるgenerating cellや粒子の落下と風のシャーによって生ずるstreamerが明瞭に観測された。

さらにエコー頂付近のエコー型を比較すると22日は比較的一様な分布を示しているが、28日は明瞭な対流性のセル状エコーが観測された。Boucher(1959)等はこれらのエコーを分類し、前者は低気圧の北側のやや遠い地域に発生し、後者は中心付近の活潑な地域に発生することを示している。第8図にこの時の地上天気図を示した。22日は低気圧が南海上にあってゆっくり東の方向に移動しており、レーダー局はその北側300km付近の所にある。しかし、28日の場合は日本海南部にも弱い低気圧があってレーダー局はこれらの低気圧の間であり、850mb天気図によると08時頃温暖前線がレーダー局付近を通過した。これはレーダー観測結果にも明瞭にあらわれており、前線の接近を示すエコーの降下が午前中観測された。

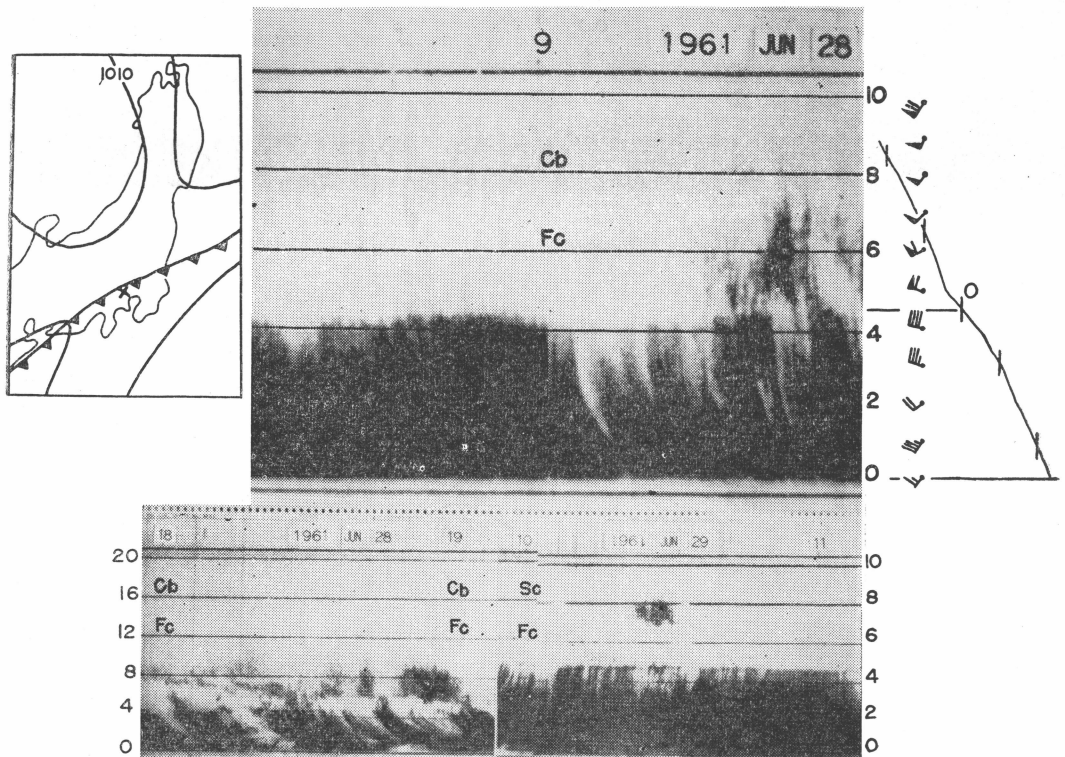
その外のエコー観測例とその時間に対応する天気図を第9図に示す。下図は前線南岸に停滞し台風6124が接近して、関東南部に集中豪雨発生した時の観測例である。エコー図の右側に示したように風のシャー強いためstreamerが明瞭に観測されている。この時間の降雨強度は1～5mm/hであって、比較的弱い時間である。

(3) Ⅲ型と天気型との関係 Ⅲ型を観測したのは前線がレーダー局上を通過して南下した後に、その北側で観測した。Ⅲ型の代表的観測例は36.6豪雨の時みられた。第6図において、11時30分より16時30分の間にⅢ型を観測した。このような長時間観測した例はこの時のみ



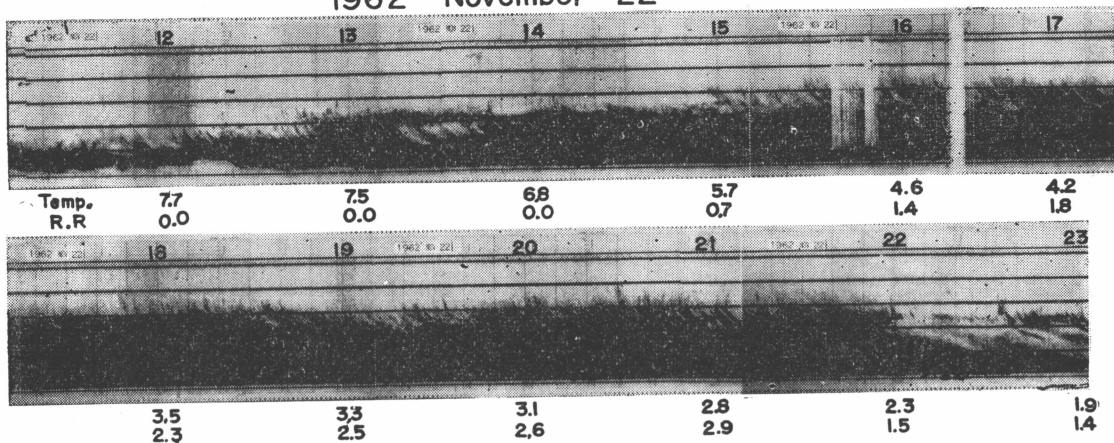


第5図 I型の観測例とI型を観測した時の代表的天気図(1961年10月4日09時)



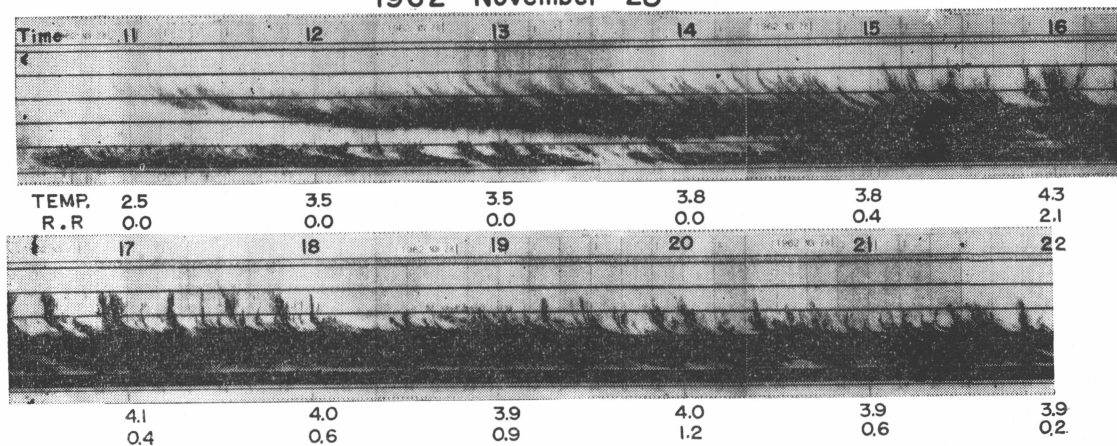
第6図 II型の観測例とその時の代表的天気図(1961年6月28日09時)

1962 November 22

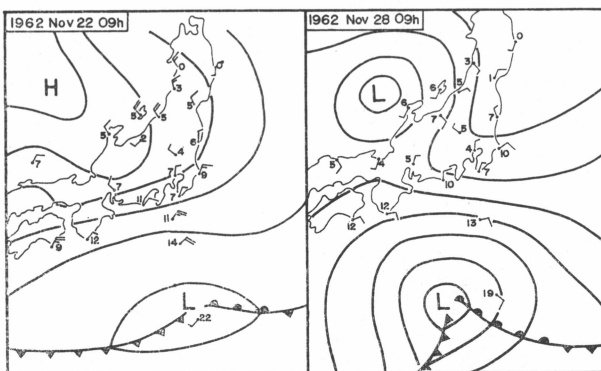


第7図(a) II型エコーの観測例

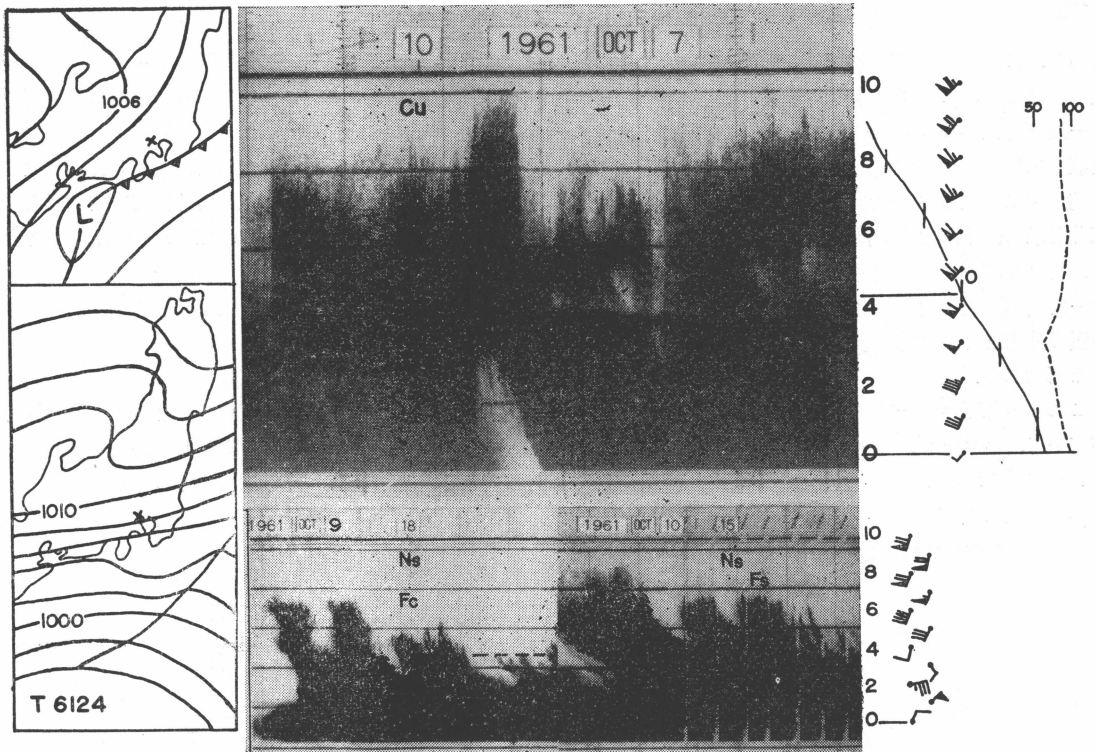
1962 November 28



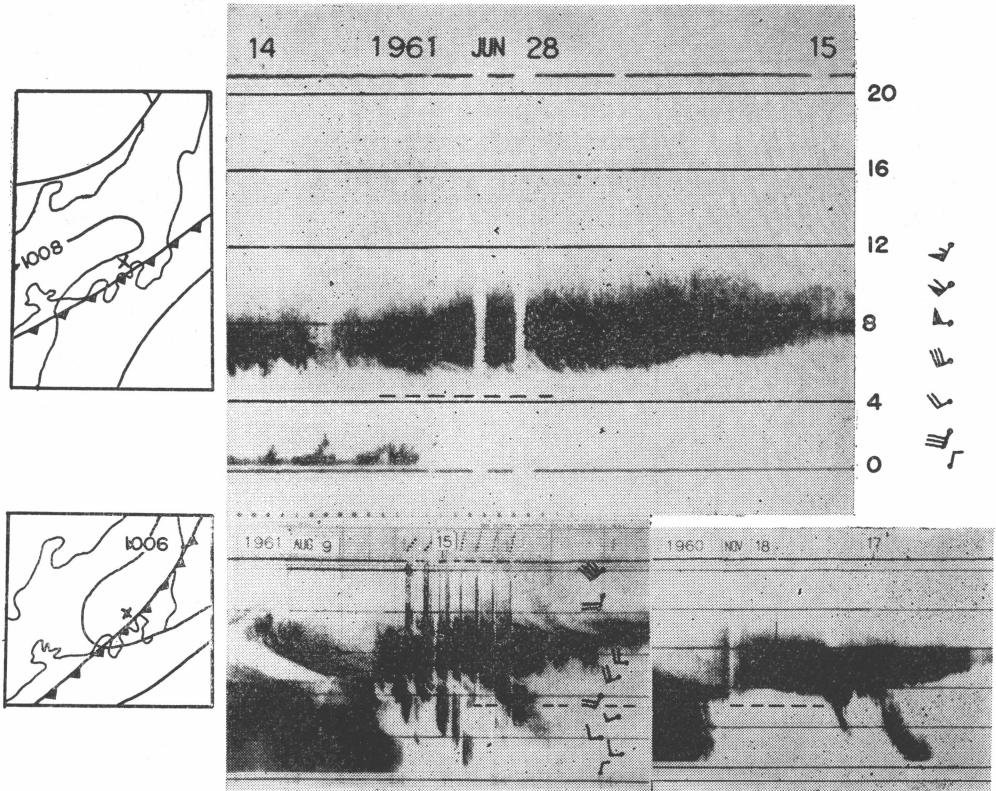
第7図(b) II型エコーの観測例



第8図 第7図のエコーを観測した時の地上天気図



第9図 II型エコーの観測例と地上天気図(上図, 1961年10月7日09時, 下図, 1961年10月9日18時)



第10図 III型エコーの観測例と地上天気図(上図, 1961年6月28日, 下図, 1961年8月9日15時)

であり、これは前線が関東南部に停滞していたことに原因し、この地域には集中豪雨が発生した。エコー頂とエコー底高度は各々 10km, 6 km で、他の前線の場合に比較して各々 2~3 km 高いのも特徴である。

第10図にⅡ型の観測例を示した。上図は36.6豪雨の一部分を示し、下図は弱い前線が通過した時の観測例である。その外温暖前線の接近する時にもこのような層状エコーを観測した(第7図(2)参照)。このことは前線付近の雲の分布とよい対応を示し、前線構造を示しているものと思はれる。

これらのⅡ型エコーは前線の後面約 50km 付近まで延びていて、エコー頂、エコー底の平均温度は各々 -20°C, -5°C である。

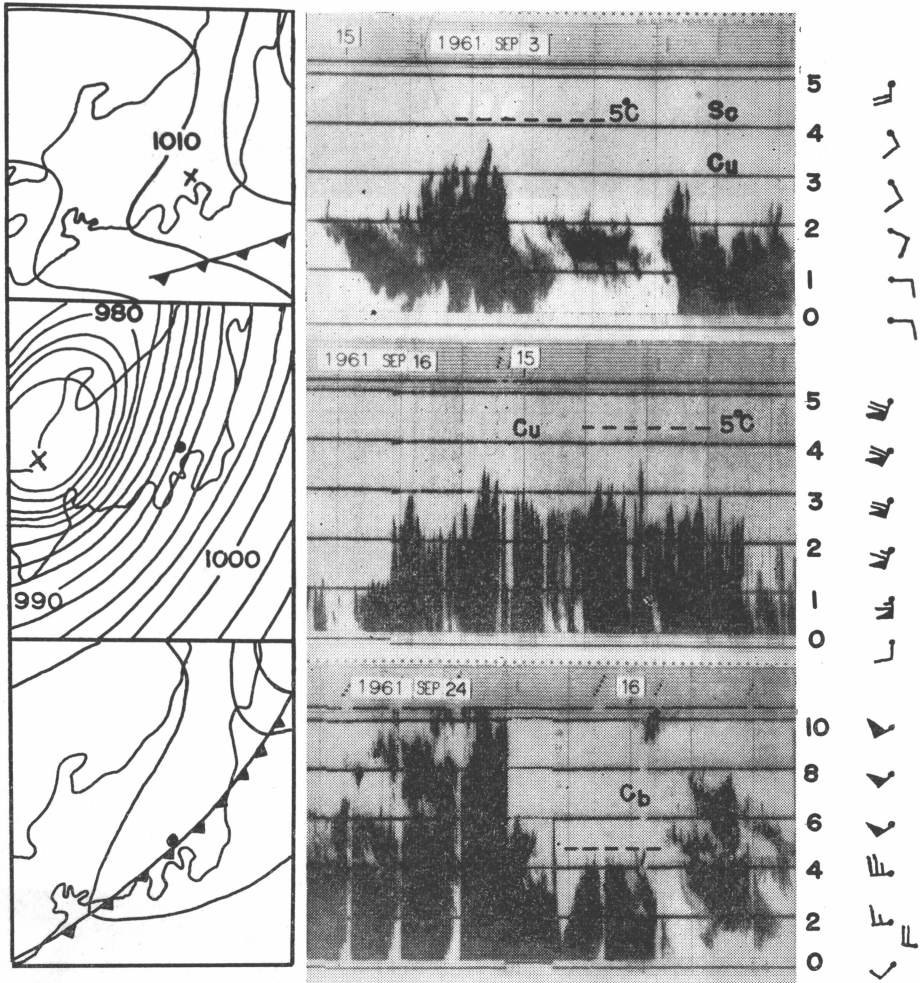
(4) Ⅳ型と天気型との関係。 Ⅳ型はエコー頂が 8~

12km の高度まで発達した雷雨性エコーと、高度 3~5 km であるしゅう雨性エコーとに分けられる。Ⅳ型は対流性エコーに対応する。

第11図にⅣ型の観測例を示した。9月3日の例はⅠ型のエコーとエコー型も天気型もよく似ていてⅠ型とⅣ型の分類が困難である例を示した。9月16日の例は台風6188の東側で観測したしゅう雨性エコーの場合で、エコーセルがはっきりと観測された代表例である。9月24日の例は前線付近に発生した雷雨性エコーである。

5. エコー型と雲型との比較

分類した各エコー型と目視観測による雲形との対応を調べるため東京管区気象台で観測した雲型との比較を行った。今回はレーダー装置の感度校正の不備や、地上からの雲写真撮影の不足等により、量的に雲形の検出度



第11図 Ⅳ型エコーの観測とその時間に対応する地上天気図



を検討することはできなかった。また雲の目視観測点はレーダー局の東南東約10kmはなれているがその誤差については考慮していない。

Plank 等 (1955) は波長 1.25cm の測雲レーダーを用いて観測したエコーと、地上からの写真撮影による雲形との比較を行ない、各種の雲の検出度について論じている。その結果では、各種の雲の検出度はNs, Cu, Cbは100%, Ac, Asでは20~60%で、国際雲分類法による雲の検出度は約47%であることを示している。

I型のエコーを観測した時間には高度200~300m付近にFs, 1km付近にはNsを観測した例がもっとも多く、雲量はほとんど10である。雲の移動方向は南、南西方向への移動がほとんどである。地上雨量は1mm/h以下で少ない。

II型との対応はFc, FsやNs, Cbがもっとも多く、移動方向は各方向に分布していた。地上雨量は他のエコー型の場合に比較して多い。

III型は各雲形に対応し他のエコー型に比較して対応は悪い。地上雨量はほとんどない。

IV型に対応する雲型はCu, Cbがほとんどで地上雨量の変化ははげしい。

第1表に1961年に観測した各エコー型と雲形との対応を示した。雲形の観測は1時間ごとに行なったものを用いた。

第2表 各エコー形に対する雲形の発生頻度分布 (1961年6~12月)

エコー型 \ 雲形	I	II	III	IV
Fs—Ns	13	6	1	
Fc—Ns	2	5		
Fc—Cb		4	1	1
Cu—As			1	
Cu—Ac			1	3
Cu		1		2
Cb				2

### 6. エコー型の上層解析

ミリ波レーダーで観測したエコーは4種類に分類できることを前に示したが、各型とも特徴的な型を示している。各エコー型の発生機構や内部の気象的構造を究明するため、各気象要素の垂直分布とその時間的変化をしらべ、降雨機構の研究や低気圧、前線等の構造を研究するのに応用できる。

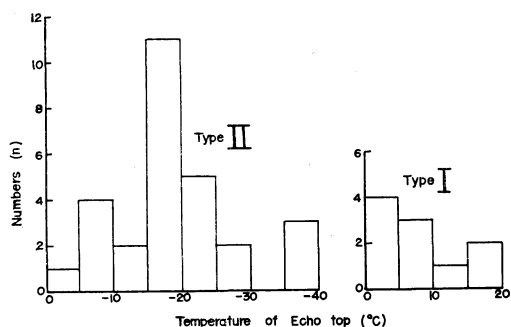
各エコー型についての気象要素の垂直分布をしらべるため、館野のゾンデ観測資料と、前線面の解析のため、

140°E線にそった断面図を用いた。ゾンデ観測回数は日2回のため、レーダーエコーの短時間の変化との対応は困難なので、今回はI型、II型のみについて解析した。

(1) エコー頂高度の温度と前線面との関係、

途中の雨滴による電波の減衰が少ない場合には、エコー頂は雪片の生成層に対応するので、その層の温度をしらべることにより雪片の生成や成長と温度との関係についての問題の解明が可能となり、降水粒子の生成源を究明することができる。

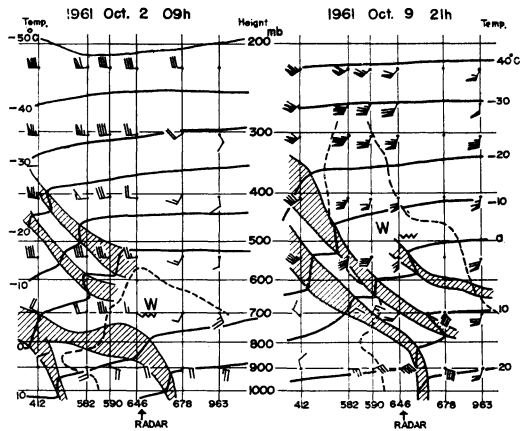
エコー高度はI型では2~3kmの高度に分布し、II型では6~8kmに分布している。これらのエコー頂の温度頻度分布を第12図に示した。I型は観測した10例と



第12図 I型、II型のエコー頂温度の頻度分布も0°C以上の温度を示し、そのうちの70%は0~10°Cの間に分布している。I型の場合は観測例が少ないため、この結果から結論を出すことは不可能であるが、この結果はI型の降水機構をあらわしていると思われる。II型は0°C以下の温度に分布してそのうちの65%は-15~-25°Cの間に分布している。この温度はDouglas等が観測した値と一致し、生成層の温度を代表しているものと思われる。

エコー頂高度と前線面高度との比較は断面図を用いて行なった。数例の解析結果ではエコー頂は前線面より約1000m高い値を示した。しかし、この値は平均値で日により400~2000mの間に分布している。この高度差は前線面上の含水量や安定度に関係する値で、さらに多くの解析を種々の気象状態の場合について行なう必要がある。第13図に前線解析の例として、I型とII型のエコー型を観測した時の断面図を示した。

I型とII型の気象的エコー特性をしらべるために、1961年10月2日より10日までの期間における混合比と温度と露点温度との差の時間変化をしらべた。その結果を第14図に示す。2~4日の間はI型のエコーを示す北東気流の卓越した期間で、7日は前線通過により、9日は



第13図 垂直断面図の前線とエコー頂 (---印) との関係

台風6124の影響によりII型を観測した期間である。

上層風の特徴を比較すると、I型のエコーを観測した期間は風速が弱く、700mb (エコー頂高度) 以下では東乃至南寄りの風が吹いているが、この高度以上では西寄りの風が卓越している。しかしII型を観測した期間は風速も強く、風向も上層まで南寄りの風が卓越している。瀬下 (1963) によると、北東気流の吹き込む時の関東内陸では、1.5km までは収束域を示し、3 km 以上では発散域である。この結果はI型のエコー頂高度とよい一致

を示している。

混合比の比較では、I型の場合は 10g/kg の等値線がエコー頂付近の高度まで達し、II型では地上付近に分布している。また温度と露点温度との差の分布はエコーの垂直分布とよい一致を示し (温度差 1°C 以下の部分)、縦線で示した温度差 1°C 以下の部分は湿度 95% 以上に対応する。

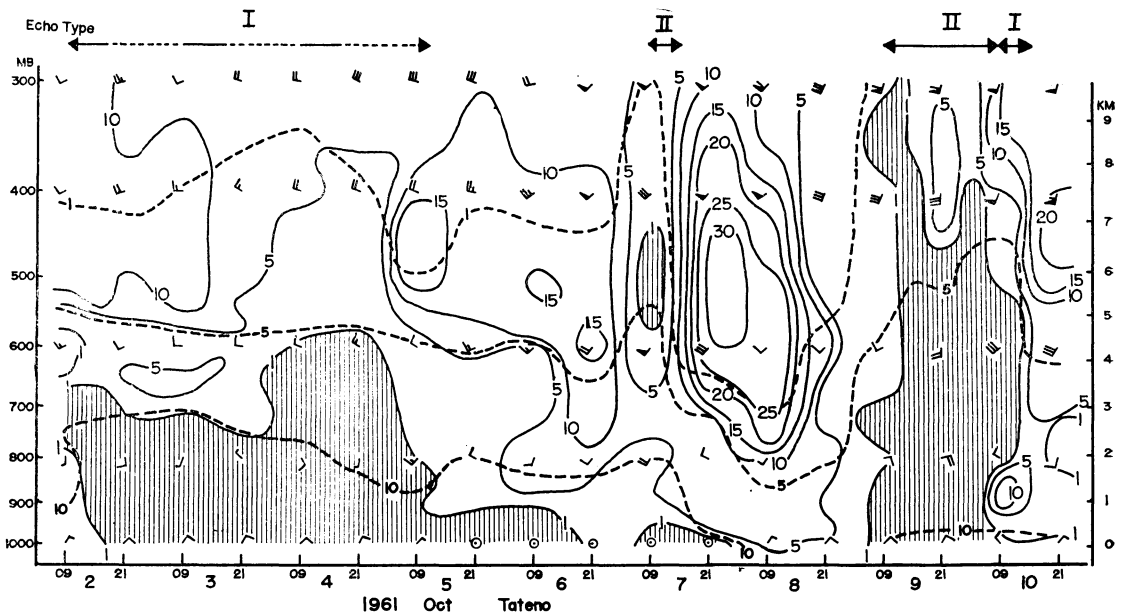
今回はI型とII型のエコー型について解析したが、さらにIII型、IV型についても観測例を増して解析する予定である。上層風を用いての各高度における発散・収束の計算も一部行なったのでその結果について検討し、さらに上昇流とエコー型との関係についても解析する予定である。

### 7. エコー強度の量的測定

ミリ波レーダーを用いて雲の含水量や粒子の大きさを量的に測定するため等エコー線指示装置が付属している。

レーダー方程式の中で、レーダー反射因子 ( $Z$ ) は雨滴の大きさとその分布に関して、一般には  $\sum Nd^6$  ( $N$  は粒子の数) であらわされる。降雨強度 ( $R$ ) をレーダーで測定する場合には  $Z=CR^{1.6}$  なる関係が用いられ、 $C$  の値は降雨の種類により変化するが、一般には定数として用いられる。

雲の観測の場合には、含水量 ( $W$ ) と粒子の大きさ



第14図 I型、II型のエコー型を観測した時の混合比 (点線) と温度と露点温度の差 (実線) の時間変化

(d) を量的に測定することが必要であり、この場合には  $Z$  と  $W$ ,  $Z$  と  $d_0$  との関係が重要となる。ここで  $d_0$  は粒子の体積中央直径をあらわす。

Atlas (1954) は  $Z$  と  $W$ ,  $d_0$  との関係式を次のような形であらわした。

$$Z = (6/\pi\rho)d_0^3WG \times 10^{-6} \quad (1)$$

$Z$ :  $\text{mm}^6/\text{m}^3$ ,  $W$ :  $\text{g}/\text{m}^3$ ,  $d_0$ :  $\mu$ ,  $\rho$ :  $\text{g}/\text{cm}^3$ .

ここで  $G$  は次式の関係で定義される。

$$G = d_0^{-3}(\sum Nd^6 / \sum Nd^3) \quad (2)$$

すなわち  $G$  は雲の中での粒子の大きさの分布をあらわす係数で、雲形によって異なる値を示す。Atlas は Diem (1948) が行なった飛行機による雲の観測結果を用いて、各雲形についての  $G$  の値を求めた。

第3表 各雲形による  $G$  の値とその標準偏差

雲形	$G$	偏差	観測日数
好晴積雲	1.25	11%	7
層積雲	1.25	11	14
高積雲・高層雲	1.32	17	15
雄大積雲	1.38	29	5
層積雲	1.44	22	14
乱層雲	1.44	43	10
平均	1.35	35	65

この表より、地上に降雨を観測するような雲（雄大積雲、層積雲、乱層雲）では、 $G$  とその偏差は大きくなる。これは粒子の大きさの分布がこのような雲では広いことを示している。

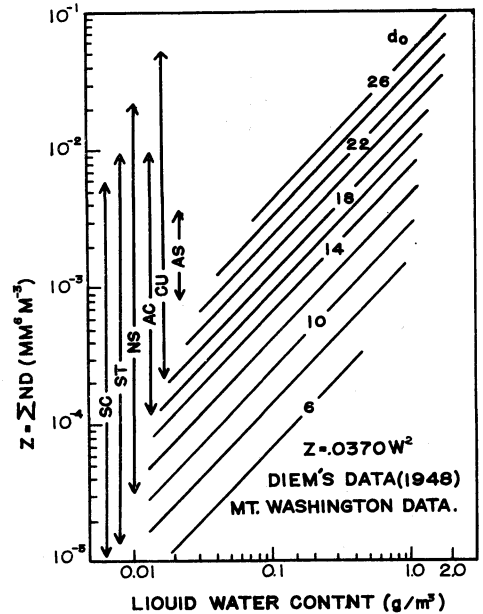
Boucher (1952) は Diem とワシントン山との観測結果を用いて  $Z$ ,  $W$ ,  $d_0$  の多重相関を求めるため第15図のような関係図を作った。Atlas (1954) はこの関係を用い、 $Z$  と  $W$ ,  $Z$  と  $d_0$  との関係式を求めた。

$$Z = 0.048W^2$$

$$Z = 138d_0^6 \times 10^{-12}$$

この関係式は種々の雲形の平均的関係を示している。定数の値は雲形によって異なる故、レーダーによる雲の含水量等を量的に観測する場合には、この平均値を用いると誤差を生ずる。

しかし、レーダーによる降雨強度の測定に使用されている関係式  $Z \approx CR^{1.6}$  の場合でも、定数  $C$  の値は 60~500 の範囲内を変化するが、一般にはある定数 ( $\approx 200$ ) を使用している。レーダーによる量的測定の精度を上げるためには実測による粒子の大きさの分布をしらべる必要がある。吉原 (1956) は雨滴の分布による観測誤差を



第15図 レーダー反射因子、含水量、粒子の大きさの多重相関

論じている。 $Z$  のちらばりは約50%程度で、 $Z$ -Pr (受信電力) の散布指数は約60%となる。

各雲形に対する  $W$  と  $d_0$  の値を求めるため Atlas (1953) は Diem の実測値を用いて計算した。その結果を第4表に示した。 $Z$  の値は  $Z$  と  $W$  の関係式より求めた。

第4表 各雲形に対する含水量、粒子の大きさ、反射因子の値

雲形	$W(\text{g}/\text{m}^3)$	$d_0(\mu)$	$Z(\text{mm}^6/\text{m}^3)$
層積雲	0.13	8(3~24)	$9 \times 10^{-4}$
層積雲	0.19	13(2~42)	$1.9 \times 10^{-3}$
高積雲・高層雲	0.22	11(2~30)	$2.4 \times 10^{-3}$
乱層雲	0.31	13(2~42)	$4.5 \times 10^{-3}$
積雲	0.50	12(3~40)	$1.2 \times 10^{-2}$

使用したレーダーの検知能力は、レーダーの最小受信感度と雲の含水量とに関係する。レーダー方程式を用いて、等エコー線指示装置の各レベルにおける受信可能な反射因子と含水量の値を第5表に示した。

第5表より、使用したレーダーの最小受信感度は  $Z$  の値で  $5 \times 10^{-3} \text{mm}^6/\text{m}^3$  で  $W$  の値は  $0.3 \text{g}/\text{m}^3$  となる。この値を第4表の各雲形の値と比較すると、観測可能な雲形は乱層雲、積雲形の雲に限定される。しかし、この

第5表 各レベルにおける  $Z$  と  $W$  の値

level	$Z(\text{mm}^6/\text{m}^3)$	$W(\text{g}/\text{m}^3)$
1	$5 \times 10^{-3}$	0.3
2	$2 \times 10^{-2}$	0.6
3	$8 \times 10^{-2}$	1.3
4	$3.2 \times 10^{-1}$	2.6
5	1.3	4.5
6	5.1	10.6
7	20	20.0

値は距離10kmの場合の値である。

等エコー線指示装置による観測例を第16図に示した。上図は弱い低気圧が通過した時に観測したもので、22時15分頃高度7.5km付近にレベル1の弱いエコーが発生し、1分後にはこのエコーはレベル2に成長した。エコーは徐々に下降し、22時18分頃より部分的にはレベル3に成長して、融解層まで下降した。この時の融解層の高度は4.5kmで、この高度以下のエコーは弱くなっている。これは融解層で雪片から水滴に変化した粒子が蒸発したものである。同時時間のフィクシミルの観測結果からも、4.5km付近から8km付近までに強いエコーのあることが示された。フィクシミル観測では距離補正をしてない故、含水量の値は下層と上層を比較すると、その差はさらに大きくなる。

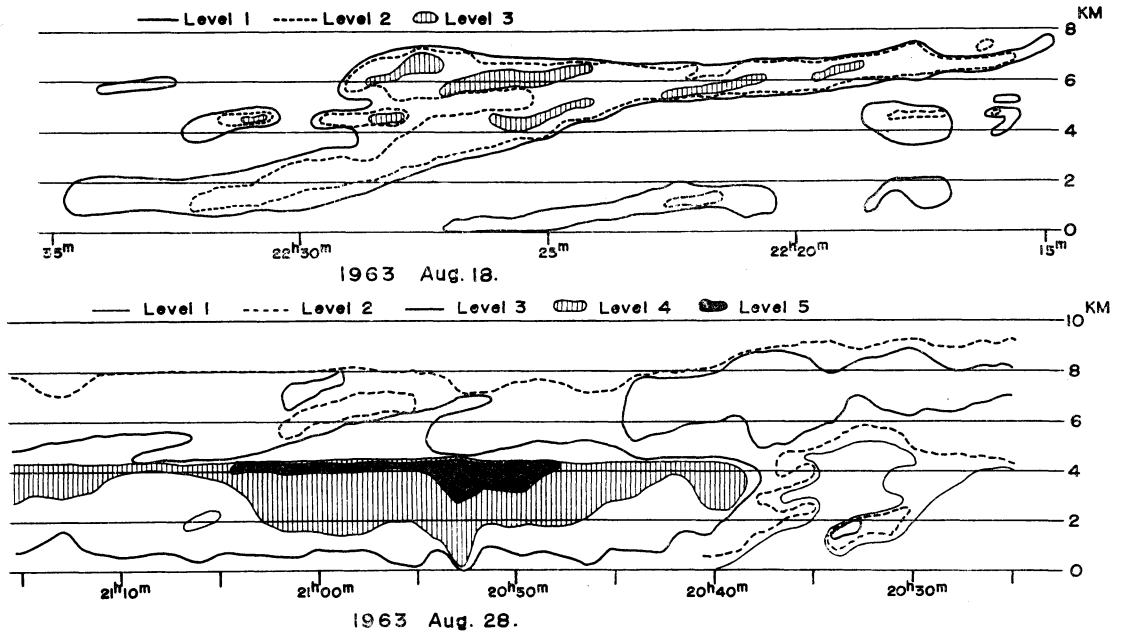
下図は地上に弱い降雨(0.5mm/h)のある場合に観測した例である。地上に降雨のない20時40分までは高度9km付近までレベル2のエコーを観測したが、その後はエコー頂高度が低くなっている。これは雨滴による減衰のためと思われる。融解層ではレベル4~5の値を観測した。

等エコー線指示装置による観測例はこの外数例ある。ほとんど地上に降雨を観測した時で、雨滴による減衰を考慮せねばならない。

ミリ波レーダーで観測できる雲はほとんど下層雲に限定されることを示したが、ときには、下層雲のない時高度6~8km付近にⅢ型のような弱いエコーを観測することがある。この時の目視観測による雲形は巻雲形の雲が観測される。このような雲は氷晶雲と呼ばれて、雲の粒子は氷晶の状態で存在し、その大きさは $50\mu\sim 80\mu$ の範囲内にあって水滴の粒子より大きい。レーダー反射は粒子の直径の6乗に比例するので、大きい粒子を含んでいる氷晶雲は反射因子の値が大きくなり、距離が比較的遠いにもかかわらずレーダーで観測することができる。

8. 結語

ミリ波レーダーで観測したエコーを分類し、各エコー型と雲形、天気型、前線との関係やエコー頂の温度等について簡単な解析を行なった。さらに、このような解析では量的測定が極めて重要であり、ミリ波レーダーによ



第18図 等エコー線指示装置による観測例



量的観測を行う場合の問題点について述べた。

前記のような解析から、雲の発生機構や降雨機構の問題や、このような機構と天気型との関係等についての研究を行なうことができる。

今回の解析は1961～1963年の間に観測したエコーについて行なったもので、量的観測はほとんど含まれていない。今後、量的観測も含めた長時間観測を行ない、さらに、ミリ波レーダー観測は一点観測であるため、3-cmレーダーによるPPI, RHI観測も併用して、総合的な解析を行なう必要がある。さらに、このような問題についての検討を進め、個々の問題についての詳しい解析を行なう予定である。

最後に、種々御指導をいただいた今井台風研究部長および観測その他で御協力いただいた台風研究部第三研究室の方々に感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) Atlas, D., 1954: The estimation of cloud parameters by radar. *J. Meteor.*, **11**, 309～317.
- 2) Boucher, R.J., (1959): Synoptic-dynamic implications of 1.25cm vertical beam radar echoes. *J. Meteor.*, **16**, 312～326.
- 3) Douglas, R.H., K.L.S. Gunn and J.S. Marshall, 1957: Pattern in the Vertical of snow generation. *J. Meteor.*, **14**, 95～114.
- 4) Plank, V.G., D. Atlas and W.H. Paulsen, 1955: The nature and detectability of clouds and precipitation as determined by 1.25cm radar. *J. Meteor.*, **12**, 358～378.
- 5) 瀬下応長, 1963: 関東地方の北東気流, 気象研究ノート, **14**, 81～91.
- 6) 吉原善次\*, 1956: レーダーによる降雨強度観測の精度について, 研究時報, **8**, 568～583.

\* 現在 柳沢善次

## 気 象 界 消 息

### 1. 南極解析センターへ日本気象技術者、はじめて参加

WMOおよび南極特別委等から、国際南極解析センター基金が日本にあたえられ、東京航空地方気象台予報官吉田菊治氏が5月12日から1年間、メルボルンに出張し、解析業務および調査研究に従事することとなった。

### 2. 北極圏の学術調査

アメリカ、カナダ、デンマークに北極海をふくめて、北極圏の気象調査のために4月27日、長期予報管理官付根本順吉予報官が出張した。帰国は5月17日の予定。

### 3. アラスカ地震の調査

アラスカで先頃おこった地震の状況と視察調査のため研究所地震研究部、末広重二第二研究室長は4月18日から5月5日までアラスカへおもむいた。

### 4. 火山地震・火山活動予知の研究

気象研究所地震研究部、木沢綏第一研究室長は4月18日から40年2月17日までニュージーランド・ウェリントンに出張し、火山に関する研究をおこなう。

### 5. 日航機はげしいじょう乱に遭遇

4月22日、香港から東京へ飛行中の日航機が鹿児島附近の上空で、突然はげしいタービュランスに遭遇し、乗客3名が負傷する事故をおこした。これは積乱雲上空の下降気流がおこしたタービュランスと考えられる。

### 6. サマルカンドの洪水

ソビエト連邦の古都として有名なサマルカンド附近に

4月25日頃大地震があつて、巨大な土砂が Zeravshan 河にくずれおち、水をせきとめ巨大な湖を作ってしまった。加えて大雨のためこの新しい湖の水位は刻々上昇し、サマルカンドの谷に溢れだす危険すら生じた。ソビエト政府は緊急防護に軍隊を派遣し、この巨大な土砂の一方に穴をあけ、水を他方に流れさせ、ようやくサマルカンドの流出をくいとめた。

### 7. ハリケーン、黒海をあれ狂う

4月27日、モスクーのラジオが黒海にハリケーンがおそい、風速は96マイル/時に達したと報じた由。

### 8. ギリシヤの地震

アテネから約120km程北の Aegean 島で地震があつた。4月29日のこの地震は100戸中40戸の家屋を破壊し、道路に大きなき裂を生じたという。

### 9. 5月のブリザード、コロラドを襲う

ユタ州のコロラドロックビーに5月3日、ブリザードが荒れ狂い、時ならぬ雪をふらした。コロラドでは大雪と強風に見舞われ、ユタ州ではソートレークシティの積雪が35cmにも達した。

### 10. 日本海側に地震

東北地方から北海道地方の一部にかけ、5月7日午後5時に地震があつた。この震央は珍らしく青森県西の日本海々底にあり、深浦では60cmの津波を記録した。被害はなかった。

(170頁へ続く)