

風向に並行する多数の線状エンゼルエコー*

小 花 隆 司**

要 旨

波長5.66cm 出力300kWの札幌管区気象台レーダーは夏季の風の強い晴天の日の午後、内陸の平野部にしばしば風向に並行してならぶ多数の線状のエンゼルエコーを観測する。このエコーの現われているときは内陸の高温域に海上から冷気塊が流れ込んでおり、地表より200~500mが強い不安定層になっている。この不安定層の上は安定層で多くは逆転層が存在する（このため逆転層のエンゼルエコーが観測されることもある）。また、このときは例外なく低層に大きな風速の鉛直シアーが存在する。エコーはこの高温域に現われる。このようなことよりロール状対流に伴う現象と考えられ、エコーは対流渦周辺における屈折率の乱れによって現われると考えられる。

風向に並行してならぶ多数のエンゼルエコーのレーダー反射能は 10^{-13} ~ 10^{-11} cm⁻¹であり、屈折率の乱れの強さ Cn^2 は 10^{-12} ~ 10^{-11} cm⁻³と大きい値になるが、これは大きな屈折率こう配のためと考えられる。

1. まえがき

エンゼルエコーは晴天大気中の実体のないと考えられるところに現われるエコーであって、種々の原因によって現われ、いろいろな形状を示す。この現象については世界各地で観測され、また調査研究も数多い。札幌でも過去に次のような型のエンゼルエコーが観測された。

(1) 春・夏・秋の高気圧におおわれた晴天の日、札幌から北西方の海上（第1図参照）に現われるものでW字型を呈することが多い。このエコーが現われているときはラジオダクトによる異常伝搬のエコーが現われていることが多く、Rai (1964) が取り扱ったものと同一現象と考えられる。

(2) 海風前線によると思われるエンゼルエコー

(3) 逆転層付近に現われるエンゼルエコー

(4) 夏から秋の高気圧におおわれた日射の強い晴天の日の午後（午前にも現われることもある）、札幌から南東方30km付近の平野部に現われ、細胞状の模様を含んだ幕状のエンゼルエコー。熱気泡によるものと考えられる。

(5) 上記(4)項の変型と考えられるエンゼルエコーで、風の強い日に限られている。形状は風向に平行な多数の線状エコーである。

以上のうち、(5)項の風向に並列してならぶ多数の線状のエンゼルエコーは特異なもので、過去に報告の例を見ないので、以下に紹介し、その発生原因について考察した結果を述べる。

2. 観測に使用した装置

エンゼルエコー観測に使用したレーダーは札幌管区気象台の現業に使用している気象レーダーで、尖頭出力300kW、波長5.66cmのCバンドレーダーである。性能などは次に示すとおりである。

尖頭出力	300kW
周波数	5300MHz
パルス繰り返し数	260PPS
パルス幅	1 μ S
ビーム幅	1.5°
偏波	垂直偏波
アンテナ	直径3m放物面鏡
最小受信電力	-112dbm程度
(パラメトリック増幅器付属)	

3. 観測例

前述のように、列状に並ぶ多数の線状エンゼルエコーは夏季の日射の強いしかも風の強い日の午後に現われ、昭和42年中（この年は気温の高い日が多く札幌の8月の最高平均気温は26.9°C）に観測されたのは第1表に示したように7月が2例、8月4例、9月2例、また昭和43年中（気温の高い日が少なく、札幌の8月の最高平均気温は25.2°C）は8月の3例のみとなっている。これらは

* Multiple-line-type angel echoes running parallel with wind direction

** R. Obana 札幌管区気象台

—1968年10月24日受理—

第 1 表 風向に平行してならぶ多数のエンゼルエコーの要素

出現年月日	出現時刻(JST)	要素	エコーの間隔	エコー頂の高さ	エコーの走行	島松の風向	札幌の風向	極大風の風向風速(出現高度)	逆転層(安定層)の底の高さ	シヤアの大きさ	η	Cn^2
		単位	km	m	度	度	度	度/ms ⁻¹ (m)	m	$\times 10^{-3}$ s ⁻¹	$\times 10^{-12}$ cm ⁻¹	$\times 10^{-12}$ cm ⁻²
1967.7.25	14~16		1.2~2.5	300	325~345	330	330	330/6 (220)	120*	10		
1967.7.29	14~16		1.5~3		325~355	320	330	340/9 (200)	?	28		
1967.8.3	14~16		2		322~336	330	320	324/7 (260)	300*	18		
1967.8.6	14~16		2	500	322	310	330	330/10 (260)	400*	25	2.8	10
1967.8.7	14~16		2.5		330	320	330	343/9 (240)	400	17		
1967.8.11	15		2~3		337	330	330	338/7 (1200)	550*	6	8.1	37
1967.9.3	9~12		2.5	1000	328	欠	330	328/9 (200)	1100	28		
1967.9.9	9		2~2.5	700	165~171	欠	150	163/14 (1000)	700	13	1.5	7
1968.8.4	14~16		2~2.5	550	320~330	310	310	327/8 (230)	200*	14	2	9
1968.8.15	14~16					320	330	329/9 (630)	200*	7		
1968.8.16	9~10		1.5	300	160~170	160	140	136/5 (220)	150	10	0.2	1

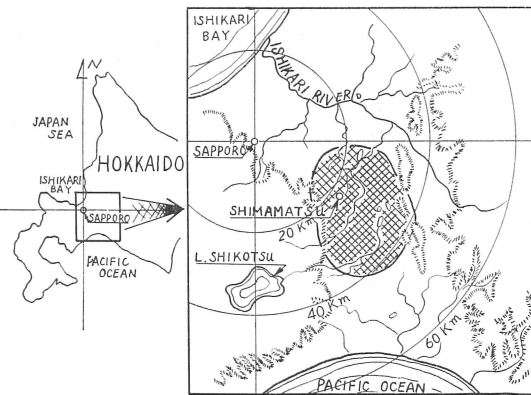
注：*はエコー出現時に近い時刻(09時)の観測値

皆、ルーチン観測中に発見されたものであり、発生していても発見されなかったものを含めると更に数が増えると考えられる。

現象が現われる場所は定まっていて、札幌の東~南東20~40kmの地域である(第1図参照)。図からわかるよ

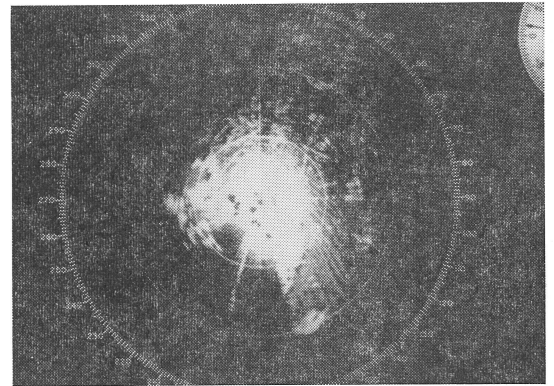
発生している。この付近は、また東西の山地がもっとも迫った場所で当然ここで風は収束し、風速は増大すると考えられる。

PPI上に観測される列状エンゼルエコーは第2図および第3図に示すように、1km以下(500m程度)の幅



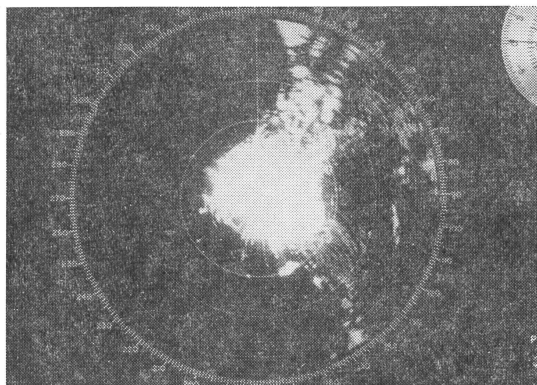
第1図 風向に並行してならぶ多数の線状エンゼルエコーの出現地付近の地形図。ケバは海拔高度100m以上の山地。斜線の部分は出現地域を示す。

うにこの地域は北の日本海と南の太平洋にはさまれ、また東西に山地を配した南北に細長い平野部で、両海洋の影響を受けるところである。現象はこの平野部のほぼ中央部、すなわち、両海洋からの影響がもっとも小さい、見方を変えると日射の影響をもっとも受けやすい地域で

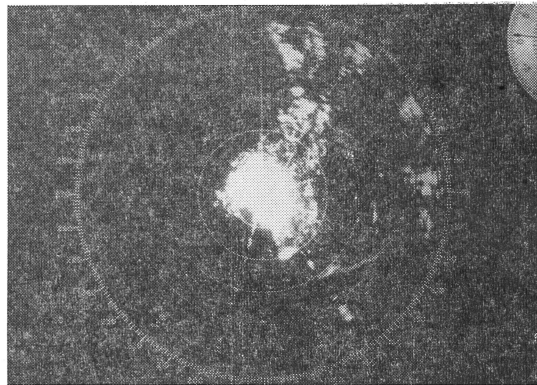


第2図(a) 風向に並行してならぶ多数の線状エンゼルエコーの例。アンテナ迎角1.5°, レンジマーク10kmごと。(昭和42年7月25日15時20分)。

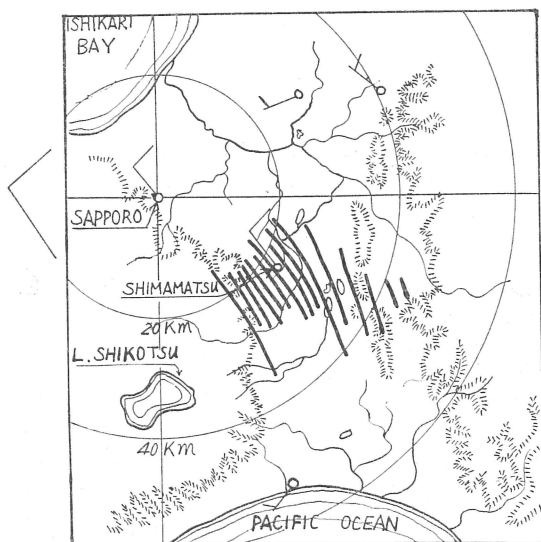
を持つごく細いそして多数の線エコーで、見方によっては波状とも見える。ちょうど、冬季の季節風時、日本海上に現われる降雪のバンドエコーのミニチュアのようにも見え、また列状雲が存在しているのではないかと疑いたくなるような現象であるが、地上観測によると、この地域は全くの快晴である。この現象が現われている地



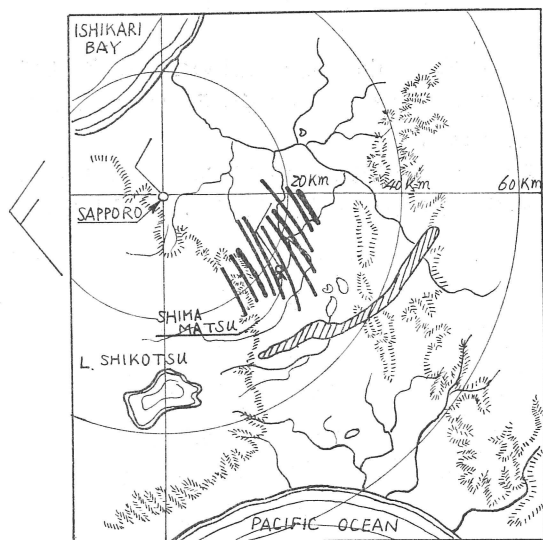
2 図(b) (a)と同じ。ただし、アンテナ迎角 0.5° 、レンジマーク10kmごと。



第4 図 海風前線によるエンゼルエコーの後を追って伸びてゆく風向に並行してならぶ多数の線状エンゼルエコー。この後、間もなく消滅した。迎角 1.0° 、レンジマーク10kmごと。(昭和42年8月3日15時41分)。



第3 図 第2 図のエコーの位置を地図上に表わした図。



第5 図 第4 図のエコーのスケッチ。斜線の部分は海風前線によるエンゼルエコー。

域にある農業気象観測所の自記紙は完全な日射の記録をえがき、現象が雲によるものでもなく、もちろん降水によるものでもないことを示している(第4節第2項参照)。

また、第4 図、第5 図は発生原因を示唆するような興味深い特徴を持った例である。最初(14時30分)、海風前線によると思われるほぼ北東から南西に伸びる細長い線状のエンゼルエコーが札幌の南東15km 付近で発見された。このエンゼルエコーは約15km/hr で南下し、15時ごろ札幌の南東約25km 付近に達したとき、その後面(北側)にはほぼ北西から南東方向の多数の線エコーが列状に並んで出現した。そして、前記の海風前線によると思われるエンゼルエコーの南下と共に、この列状に並ぶ

多数の線状のエンゼルエコーの南端はあたかも湧き出するがごとくに次第に伸びていった。その後、海風前線によると思われるエンゼルエコーは南下しつつ衰弱、札幌の南東40~45km 付近に達した16時ごろにはほぼ消滅、列状エンゼルエコーも次第に消滅していった。

RHIで観測した多数の列状エンゼルエコーの断面は地表付近から鉛直に立った多数の柱状である。この柱の高さは数百mから1km程度で、ほぼ逆転層(あるいは安定層)の下部まで達しているようである。後に述べる

ように、この列状のエンゼルエコーが現われるときは逆転層が存在することが多い。

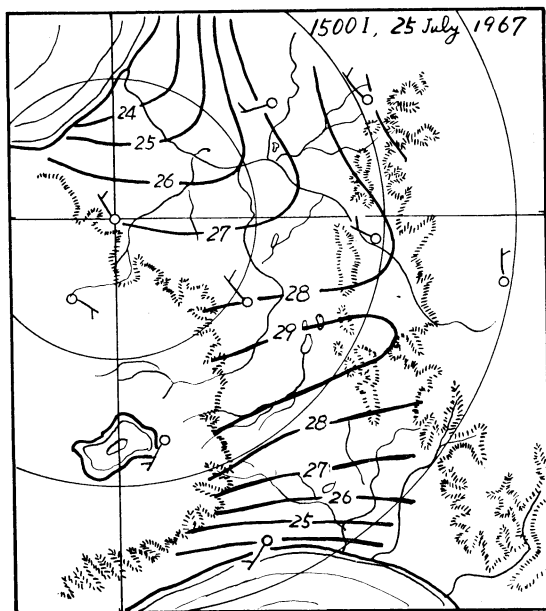
エコー頂の高さと各エコーの間隔との関係は第1表に示すようにほぼ1:3から1:5の程度で、現象が対流による(第5節参照)と仮定したときの理論値や Kuettnner (1959) が帯状雲で調査した結果とほぼ一致している。

4. 列状エンゼルエコー発生時の気象条件

夏季の晴天の日の午後に、しかも風の強い日のみ現われるということは既に述べたが、気温・風の水平、鉛直分布を調べた結果次のことがわかった。

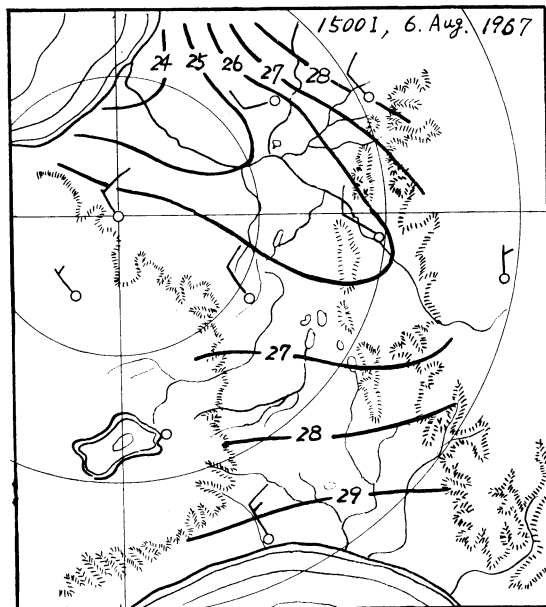
(1) 気温と風の水平分布

観測点が少なく正確ではないが、列状に並ぶ多数の線状エンゼルエコー発生時の気温と風向の分布の例として第6 a 図と第6 b 図の二つを示す。第6 a 図のような場合が多い。いずれにしても等温線が舌状にふくらみ、海



第6 a 図 エコー発生時の気温分布。(昭和42年7月25日15時)。

上からの低温の気塊が陸地深く侵入してきていることがわかる。多くの場合は海風が両側の海洋よりは入り込み陸地の中央部付近が高温域になっている。この高温域は収束域でもある。そしてこの高温域は南北両移流の勢力関係によって移動するようである。以上のことは齊藤(1963)の勇払原野の霧の調査や由田・藤原・今井(1968)の石狩平野の気候調査の結果、明らかにされた気温分布



第6 b 図 6 a 図と同じ(ただし、昭和42年8月6日15時)。

とよく一致している。エンゼルエコーはこの高温域に出現する。

(2) 日照と雲

エンゼルエコー発生地域にある農業気象観測所(島松)および気象台(札幌)の資料によって雲の存在の有無をみると第2表のようになる。

エコー観測時における札幌の天気は快晴か晴で、雲があっても、7月29日の例を除いて、上層雲が大部分であり、下層雲は雲量1以下となっている。日照も7月29日の例を除いて全く完全で、日射をささぎるほどの雲は存在しなかったことを示している。札幌から22km南東の島松(エンゼルエコー出現地付近)では7月29日も含めたすべてのエコー観測時に、問題になるほどの雲は存在しなかったらしく完全なる日射を記録している。また当然のことながら両観測点とも降水を記録していない。

以上のことより、エンゼルエコーが観測された当日は降水がないことはもちろん、レーダーで検出されるほどの水滴を含んだ雲はなく、かなりの日射量があったことが考えられる。

(3) 風向とエコーの走行

列状エンゼルエコーの走行とエコー出現地域にある島松農業気象観測所の地上風向、札幌の地上風向、札幌の地上500mの風向を比較してみると第1表のようになる

第2表 エコー発現時の日照と雲

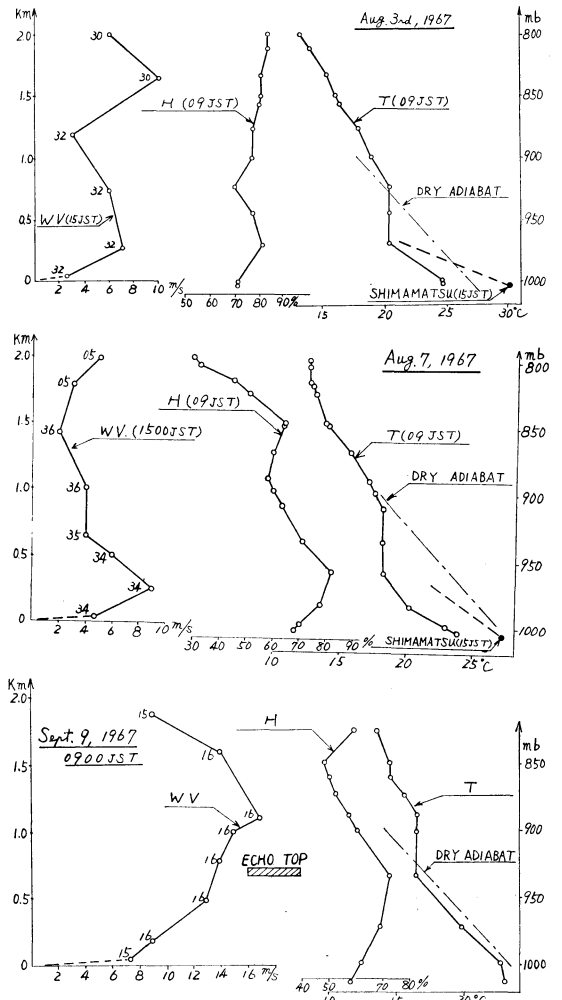
年月日	出現時刻	日照時間		出現時の札幌の雲量	天気
		時刻	札幌 島松		
1967年7月25日	14~16	12~13	1.0 1.0	(15時) 1 Cu, 6 Cs, 2 Ci	①
		13~14	1.0 1.0		
		14~15	1.0 1.0		
		15~16	1.0 1.0		
1967年7月29日	14~16	12~13	0.9 1.0	(15時) 2 St, 4 Cu	①
		13~14	— 1.0		
		14~15	0.6 1.0		
		15~16	0.9 1.0		
1967年8月3日	14~16	12~13	1.0 1.0	(15時) 0+Cu, 0+Ac	○
		13~14	1.0 1.0		
		14~15	1.0 1.0		
		15~16	0.9 1.0		
1967年8月6日	14~16	12~13	1.0 1.0	(15時) 0+Ci	○
		13~14	1.0 1.0		
		14~15	1.0 1.0		
		15~16	1.0 1.0		
1967年8月7日	14~16	12~13	1.0 1.0	(15時) 3 Ci	①
		13~14	1.0 1.0		
		14~15	1.0 1.0		
		15~16	1.0 1.0		
1967年8月11日	15	12~13	1.0 1.0	(15時) 0+Cu, 6 AC, xCi	①
		13~14	1.0 1.0		
		14~15	1.0 1.0		
		15~16	0.8 1.0		
1967年9月3日	9~12	7~8	0.2	(9時) 1 Cu, 0+Ac 6 Ci	①
		8~9	0.8		
		9~10	1.0		
		10~11	1.0		
1967年9月9日	0830~0930	7~8	0.9	(9時) 1 Cu	○
		8~9	1.0		
		9~10	1.0		
		10~11	1.0		
1968年8月4日	14~16	12~13	1.0 1.0	(15時) 1 Cu, 0+Sc, 1 Ci	○
		13~14	1.0 1.0		
		14~15	1.0 1.0		
		15~16	1.0 1.0		
1968年8月15日	14~15	12~13	1.0 1.0	(15時) 0+Cu, 1 Ac 3 Ci	①
		13~14	1.0 1.0		
		14~15	1.0 1.0		
		15~16	1.0 1.0		
1968年8月16日	9~10	7~8	0.4 0.7	(9時) 10-Cs	⊙
		8~9	1.0 1.0		
		9~10	1.0 1.0		
		10~11	1.0 1.0		

(エコーが300°←→120°に向くときはエコーの走行を300°または120°とした)。地上500mの風向を選んだのはエコー頂の高さがおおむね500~1000m程度のためである。この表よりエコーの走行はエコー発生層内の風向(次の

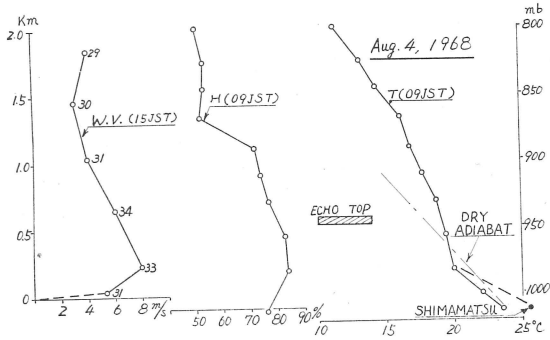
(4)項のようにエコー発生層内の風向はほとんど変化していない)とほとんど一致していることがわかる。

(4) 風の鉛直分布

第7図にエンゼルエコーが出現した時刻にもっとも近い時刻(9時または15時)の札幌における風の鉛直分布の四つの例を示す。列状エンゼルエコーが現われているときは例外なく低層に大きな鉛垂シャーが現われ、またほとんどの場合(11例中、例外1例)200~300m付近に風速の極大域が現われている。風向は地表からエコー頂まではほとんど変化していない。これらのことは列状雲に関する過去の調査(Kuettner 1959, Higuchi 1963, Miyazawa 1965, Tuchiya and Fujita 1967)と全く類似している。しかも低層における鉛直シャーの大きさ

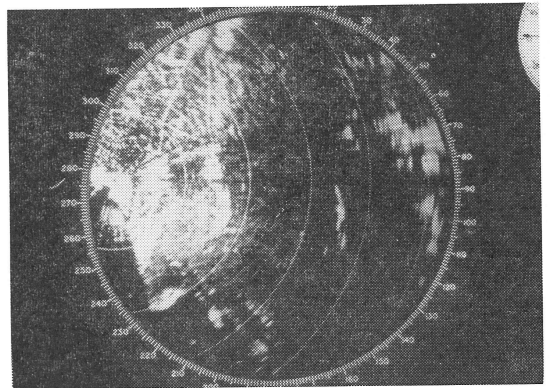


第7図



第7図 エコー発生時または発生時にもっとも近い時刻の札幌における状態曲線および高層風の鉛直分布。Tは気温、Hは湿度、WVは風速。風速分布の傍の数字は36方位による風向を示す。

で述べた(第8図参照)。



第8図 熱気泡によると思われるペナルセル状のエンゼルエコー。アンテナ迎角 0.5° 、レンジマーク10kmごと(昭和42年8月19日12時36分)。

(最大)は 10^{-3}sec^{-1} 程度、また風速極大層におけるシアー傾度は $10^{-6}\sim 10^{-7}\text{cm}^{-1}\text{sec}^{-1}$ と数量的にも一致した値を示している。

(5) 気温・湿度の鉛直分布

札幌における09時の状態曲線(第7図)を見ると500m程度以下の低層が不安定層になっていることがわかる。日射によって地表付近の気温が上昇することを考えると午後にはきわめて不安定になっていると想像できる。実際、エコー出現地域にある島松農業気象観測所の15時の気温によってこの時刻のこの地域における安定度を推定すると、図中の破線のようにきわめて不安定ということになる。本節第1項で述べたように、エンゼルエコー出現地(島松付近)は日射の影響を受けやすく、日中にはかなり昇温する地域である。

この不安定層の上は安定層で、多くの場合に逆転層が存在する。このため、列状エンゼルエコーが発生している時に逆転層によるエンゼルエコーも3回観測されている(小花1968)。

5. 列状エンゼルエコー発生の原因

列状に並ぶ多数の線状エンゼルエコーは前節で述べたような気象条件のとき発生している。それらのことより発生の原因を考えてみる。

エコーが日射の強い晴れた日に、高温域に発生することより、対流による熱気泡が関係しているのではないかと想像できる。実際、過去において熱気泡によるエンゼルエコーが観測されたといういくつかの報告がある(たとえば、Konrad and Randall, 1966)。札幌でも熱対流によると思われる細胞状の模様を含んだ幕状のエンゼルエコーがかなり観測されているということは第1節

で述べた(第8図参照)。

また、この細胞状の対流渦に流れの方向に強い鉛直シアーを与えるると流れの方向に軸を持つロール状対流になるということが理論的に研究され、また実験的にも確かめられている(Terad 1928, Chandra 1938, Brunt 1951, Magono et al 1967)。

また、帯状雲は強い鉛直シアーを持った不安定気層中に生じているという多くの解析例があることは第4節第4項で述べた。

以上に述べたように風向に並列してならば多数の線状エンゼルエコーは強い鉛直シアーを持った気層中での対流、ロール状対流、によって起きる現象で、前記実験の現象や帯状雲が発生する条件と全く同じような条件のもとに発生していて、類似現象と考えられる。

結局、海上(多くは北西方の日本海上)の冷湿な気塊が高温域(日射によって加熱された陸地)へ流入し下層から熱せられて不安定化し、さかんに対流が起きるが、雲の発生までにいたらないうちに上部を逆転層に押えられる。しかも流れの方向に強い鉛直シアーを持った流れの中であるため、対流渦は流れの方向に細長いものになる。レーダーはこの対流渦の内側の高温高湿な空気と外側の低温低湿な空気の境界付近に存在する屈折率こう配の大きい部分による電磁波の散乱を受信していると考えられるが、それを確めるはっきりした観測事実はない。

6. 電波気象学的考察

レーダーで受信される列状に並ぶエンゼルエコーは非コーヒレントで、Aスコープの上では降水エコーのように見えるが、かなり弱く、第1表に示すように30kmで

-91dbm 程度 (雨の強さにすると 0.2mm/hr ほどの強度) である。この値よりレーダー反射能 η を計算すると第 1 表に示したように $2 \times 10^{-13} \sim 8 \times 10^{-12} \text{cm}^{-1}$ 程度となる。札幌レーダーのビーム幅は 1.5° で 20km 付近のビームの広がり約 500m, またパルス幅は 300m である。一方, エコーは高さ 500~1000m, 長さ 10~20km 程度, 幅は 500m 程度 (PPI 上での測定) であることを考えるとビーム充満率 I は満たされていると考えて良さそうである。

η 算出に使用したレーダー方程式は下に示した第 (1) 式である。この方程式は通常よく使われているプロバートジョーンズの気象レーダー方程式のうち $\frac{\pi^5}{\lambda^4} \left| \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \right|^2 \times \sum D^6 = \eta$ とおいたものである。符号などは通常のものである。

$$P_r = \frac{\lambda^2}{2^{10} \pi^2 \ln 2} P_t k G^2 \theta \phi \frac{1}{r^2} \eta \times 10^{-0.2K_0 r} \times 10^{-0.2L} \dots (1)$$

次にこのレーダー反射能よりエンゼルエコーを発生させた大気屈折率変動の程度を推定してみる。Hardy and Atlas et al (1966) によるとエンゼルエコー (層状) は大気屈折率の空間的・時間的変動 (乱流によって生ずる) の結果, 電磁波が散乱され現われると考えられる。この現象は極超短波の見逃し外伝搬など利用面もあって, 多くの人によって研究され, 屈折率の変動の程度とレーダー反射能 η との関係は Smith et al (1963), Hardy and Atlas et al (1960) らによって第 2 式のように導き出されている。

$$\eta = 0.39 C_n^2 \lambda^{-\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (2)$$

ただし, C_n^2 は屈折率変動の強さを表わす量で, 次の式で与えられる (Tatarski, 1961)。

$$C_n^2 = a^2 L_0^{\frac{4}{3}} M^2 \dots \dots \dots (3)$$

ここで, 乱流は等方性であり, その三次元のエネルギー・スペクトルが波数の $-\frac{11}{3}$ 乗に比例する。領域 (慣性小領域) にあるとされている。 L_0 はこの慣性小領域における最大の等方性乱流渦の大きさである。また M は散乱層におけるポテンシャル屈折率 (Flavell, 1964) の平均こう配, a はリチャードソン示数 R_i にもとづく定数 (R_i が 0.1 のとき $a^2 = 1$) である。

第 2 式の関係を使って C_n^2 を計算すると $\eta = 2 \times 10^{-13} \sim 8 \times 10^{-12} \text{cm}^{-1}$ に対して $C_n^2 = 1 \times 10^{-12} \sim 4 \times 10^{-11} \text{cm}^{-3/2}$ となる。この値は過去に観測された値をはるかにこえる大きなものであり, 非常に大きな屈折率の乱れがあった

ことになる。Hardy and Atlas et al (1966) が上部対流圏における晴天乱流の場合について推定し, また観測した C_n^2 の値は最大でも $10^{-14} \text{cm}^{-3/2}$ 程度である。

しかし, もちろん本例の場合は非常に強い乱流が存在していたとは考え難い。第 3 式よりわかるように C_n^2 が L_0 と M の二つの値に支配されていることを考えると, そして現象が M の空間的変動の大きい下部対流圏に起きていることを考えると, C_n^2 が大きいのは L_0 が大きいのではなく, M すなわち屈折率こう配が大きいためと考えたほうが妥当である。不安定気層内の強い上昇流によって生じた高湿な熱気泡と周辺の大気境界付近には当然に大きな屈折率こう配が考えられるからである。

このような状態はさきに述べた逆転層のエンゼルエコーの場合にも同じことがいえる。第 4 節の最後で述べた逆転層のエンゼルエコーのうち最も顕著な例は昭和 42 年 9 月 3 日のもので, η は $7 \times 10^{-13} \text{cm}^{-1}$ で, C_n^2 は $10^{-12} \text{cm}^{-3/2}$ 程度であった。一方, ゾンデ資料によって計算されたエコー出現層 (1000~1300m, 小花 1968 を参照願いたい) の M は $1.2 \times 10^{-3} \text{cm}^{-1}$ ときわめて大きい。これらの値を第 3 式に入れて計算すると L_0 はきわめて小さいものになり, この場合も C_n^2 の大きい原因が大きな屈折率こう配にあるといえるようである。

7. むすび

エンゼルエコーは特に珍しい現象ではないが, 本文で紹介したものは特異なものと考えられる。またエンゼルエコーは実用的には何の価値もないように考えられるが, 晴天大気の構造や運動をうかがい知るための手段の一端として使えるし, 電波気象学にはいろいろの興味ある問題を提供している。

本調査の大部分は昭和 42 年度札幌管区研究会および気象学社レーダー気象月例会で発表したものである。しかし, まだ不十分な点が多く更に詳細な調査が必要ではあるが, このような現象があるという紹介の意味で書いた。

終わりに, 貴重なお意見をお寄せ下さった札幌管区気象台安斎技術部長, 同江田観測課長, 同観測課斉藤主任技術専門官に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- Atlas, D., K.R. Hardy, K. Naito, 1966: Optimizing the radar detection of clear air turbulence. *J. Appl. Met.*, 5, 450-460.
 Atlas, D., K.R. Hardy, and T.G. Konrad, 1966: Radar detection of the tropopause and clear air

- turbulence. Proc. 12th Wea. Radar Conf., Boston, Amer. Met. Soc., 279-284.
- Atlas, D., K. Naito, 1966: Bistatic scatter from turbulent media. Proc. 12th Wea. Radar Conf., Boston, Amer. Met. Soc., 285-290.
- Brunt, D., 1951: Experimental cloud formation. Compendium of Met., 1255-1262.
- Chandra, K., 1938: Instability of fluids heated from below. Proc. Roy. Soc., A 164, 231-241.
- Flavell, R.G., 1964: Further radio-meteorological analysis using potential refractive index. J. Atmos. Terrest. Phys., 26, 41-49.
- Hardy, K.R., D. Atlas, and K. M. Glover, 1966: Multiwavelength backscatter from the clear atmosphere. J. Geophys. Res., 71, 1537-1552.
- Hardy, K. R., K. M. Glover, 1966: 24 hour history of radar angel activity at three wavelengths. Proc. 12th Wea. Radar Conf., Boston, Amer. Met. Soc., 269-274.
- Higuchi, K., 1963: The Band structure of snow-falls. J. Met. Soc. Japan, 41, 53-70.
- Kuettner, J., 1959: The band structure of the atmosphere. Tellus, 11, 267-294.
- Konrad, T.G., D. Randall, 1966: Simultaneous probing of the atmosphere by radar and meteorological sensors. Proc. 12th Wea. Radar Conf., Boston, Amer. Met. Soc., 300-305.
- 孫野長治, 1967: 眼で見る気象学. 天気, 14, 241-243.
- 宮沢清治, 1965: 北陸地方の豪雪について(3). 研究時報, 17, 751-758.
- 小花隆司, 1968: レーダーで検出された晴天大気中の逆転層. 天気, 15, 463-464.
- Rai, D.B., 1964: A theory of offshore radar angels. Proc. 11th Wea. Radar Conf., Boston, Amer. Met. Soc., 28-33.
- 斎藤実, 1963: 勇払原野の霧. 研究時報, 15, 333-353.
- Smith, P.L., R.R. Rogers, 1963: On the possibility of radar detection of clear-air turbulence. Proc. 10th Wea. Radar Conf., Boston, Amer. Met. Soc., 316-322.
- Tatarski, V. I., 1961: Wave propagation in a turbulent medium. New York, McGraw-Hill Book Co., 285 PP.
- Terada, T. and second year students of physics, 1928: Som experiments on periodic columnar forms of vortices caused by convection, Report Aeron. Res. Inst. Tokyo Imp. Univ., 3, 3.
- Tsuchiya, K., T. Fujita, 1967: A satellite meteorological study of evaporation and cloud formation over the western Pacific under the influence of the winter monsoon. J. Met. Soc. Japan, 45, 232-250.
- 由田建勝・藤原繁喜・今井俊男, 1968: 石狩平野の夏季の気温と天気. 石狩地方農業気象協議会農業気象資料 No. 4, 1-24.

第15期第6回常任理事会議事録

日時 昭和44年1月13日 15.00~19.00

場所 気象庁予報部会議室

出席者 山本理事長, 大田, 毛利, 竹内, 朝倉, 岸保, 有住, 小平, 大井, 神山, 北川, 各常任理事.

列席者 須田理事

報告 庶務:

1. 12月26日, 気象界(日中国交回復)連絡事務局から12,055円寄付があった.

2. 12月25日, 日本地球物理学連合~科研費配分委員候補者として浅田(地震)磯野(気象)吉田(海洋)加藤(地球電磁気)の各氏を推薦した.

3. 12月23日, 中浅測器KKの可知平氏が黄綬褒賞を受賞され, 同社から藤原賞基金として20万円寄付された.

4. 6月28日学会が地方発明表彰受賞候補者として推薦した榎田巖, 川瀬二郎, 中島正一, 伊達一俊各氏の「可燃性ガス容器の自然発火の防止」の発明考案に対し, 11月1日発明協会から表彰された.

地物研連学会連合: 1. Journal of Geophysics の出版が今年度は中止になったので, 集誌のアブストラクト掲載も自然解消となった.

2. 44年度科研費補助金配分審査委員候補者として, 第1段審査委員9名, 第2段審査委員2名を推薦した.

天気: 短報欄に大学の卒論に関連するようなものを載せたら読者層も増すのではないかという意見があった. 講演企画: 講演申込用紙に, 必要と思われるときは, 希望部門をくわしく書くように注意を付加えた.

須田理事: 外国文献のリプリント刊行の中間報告があった.

議題 議決事項

1. 名誉会員の推薦について

評議員会の答申を尊重し推薦の手続を進める.

2. 国際数値予報シンポジウムのプロシーディング刊行について: 増し刷の方法により研究者に廉価で頒布する方針とし, 気象庁と打合わせ計画をする.

3. その他

気象庁, 大学などの定員削減に関連し, 気象事業および研究の整備拡充を関係官庁に要望することについて準備を進める.

承認事項 木内佐知子外18名の入会を承認する.