

長崎市東部から諫早市方面に伸びるライン状降雨エコーの 解析と地形効果に関する考察

荒生 公雄

長崎大学教育学部地学教室

中根 重勝

長崎大学水産学部海洋情報科学講座

藤吉 康志・武田 喬男

名古屋大学大気水圏科学研究所

(平成8年3月15日受理)

Analysis of a Line-shaped Rain Echo Extending in the NE Direction
from Higashi-Nagasaki in Kyushu, Japan

Kimio ARAO

Faculty of Education, Nagasaki University, Nagasaki 852, Japan

Shigekatsu NAKANE

Faculty of Fisheries, Nagasaki University, Nagasaki 852, Japan

Yasushi FUJIYOSHI and Takao TAKEDA

Institute for Hydrospheric-Atmospheric Sciences

Nagoya University, Nagoya 464-01, Japan

(Received March 15, 1996)

Abstract

A line-shaped rain echo, which extends in the northeastern direction from Higashi-Nagasaki and lasts as long as seven hours or more over the same location, was studied in the viewpoint of a topographical enhancement of rain clouds.

Main results are as follows.

- (1) On 2 July 1995, long-lasting line-shaped rain echoes were observed by our RHI and marine radars. These echoes existed over the same region from Higashi-Nagasaki to the NE direction of Isahaya and Konagai area.
- (2) These echoes consisted of small convective echoes which moved from SW to NE. The direction of the line agreed with the direction of the movement of individual echoes and with upper wind conditions.
- (3) The features of these rain echoes and the weather conditions are strongly suggesting the topographical enhancement of rain formation by a deep valley at the Nagasaki Peninsula.

1. はじめに

梅雨期間中の1995年7月2日の午後、長崎市東部（東長崎地区）を起点にして北東方向に伸び、しかも長時間持続するライン状降雨エコーが、長崎大学の教育学部RHIレーダーと水産学部船舶用レーダーの2つのレーダーによって観測された。そのライン状エコーの実態は、比較的小規模なエコーが東長崎地区で次々に新規発生し、それらがラインの走向と同じ北東の方向に移動するものであった。周辺の地域に降雨エコーがほとんどない状況において特定の場所だけに長時間にわたってエコーが出現するということは、特別のメカニズムの存在を示唆する。本報においては、この日の気象の概況とエコーの実態を報告するとともに、それらと関連させて地形効果の可能性を考察することにしたい。

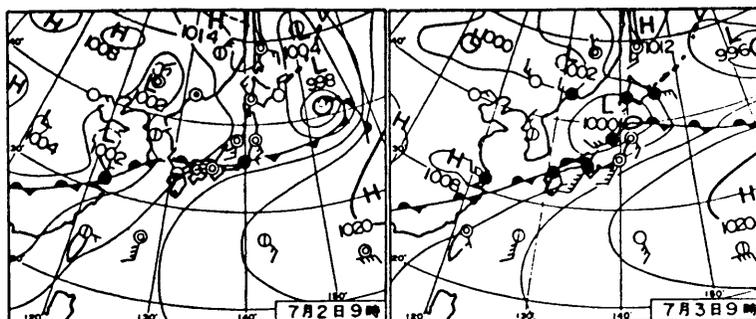
2. 天気概況と降雨の実況

2-1 天気概況

第1図は1995年7月2日と3日の09時の地上天気図である。この年の6月30日から7月3日にかけては、梅雨前線を低気圧が頻繁に通過し、九州地方の広い範囲でかなりまとまった雨量を観測した。そのうち、7月2日の長崎県南部地方は、第1表に示すように、午前中（07～13時）と夕方（19時）以降の2回にわたって顕著な降雨となった。ただし、第1表の観測地点のうち、アメダス多良岳だけは佐賀県に位置する。さらに、図には示されていないが、7月2日15時の地上天気図では対馬列島北方に新たな低気圧が発生したため（その低気圧の15時の中心気圧は1002hPa、3日09時の天気図ではそれが青森県付近に移動している）、第2表のように、長崎県南部地方は長時間にわたって強い南風となった。特に、長崎半島の先端に位置し、本報告の地形効果の考察対象地域に近い野母崎（アメダス）では09時から20時までSSWの風向で10～15m/sの強風となっていた。また、市街地であって普段は比較的風が弱い長崎大学教育学部においても、風向S、風速5～8m/sとなっており、かなりの強風であった。

一方、第3表に示すように、福岡および鹿児島島の09時、15時および21時の高層気象観測によると、大気中層の500～700hPa付近（高さ3.1～5.6km）の主風向はSW、風速は30～50knot（15～26m/s）程度であった。ただし、鹿児島地方気象台は当日週1回の保守日にあたっていたため15時の観測は行われていない。福岡と鹿児島を比べると、09時の風速は福岡で弱く、その傾向は福岡では15時まで維持されている。鹿児島では09時の観測の時から風速はかなり強く（18～22m/s）、その強さは21時まで継続している。また、両地点の風向を16方位でみるとWSWの場合もあるが、それらも方位角240～245°程度であったから、実際上SWにかなり近い。このようなことを総合すると、以下に報告するライン状エコーの移動方向と移動速度は、どちらかと言えば福岡よりも鹿児島の上空の気流とよく対応していたことになる。

第2図は研究対象地域の略図である。図には教育学部RHIレーダーの位置、水産学部船舶用レーダーの位置（教育学部本館屋上）および第1・2表の観測所の位置を示した。また、ライン状エコーの発現域（最初に発現した地域）となっていた長崎市東部の牧島の位置を示すとともに、深い谷地形のある長崎市千々町も図示した。



第1図 地上天気図 (1995年7月2日および3日の09時; 月刊誌「気象」による)

第1表 長崎市周辺の1時間降水量の記録 (1995年7月2日; 単位: mm)

時刻	長崎海洋 气象台	長崎大学 教育学部	長崎県 総合農試	AMeDAS 諫早	諫早 消防署	高来 町役場	小長井 町役場	AMeDAS 多良岳	AMeDAS 百花台
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	1.5	0	0	0	0	0	1	0
6	0	0	0	1	0.5	1.0	4.5	0	2
7	1.5	12.0	3.0	2	3.0	2.5	6.5	3	4
8	2.5	3.0	16.5	13	13.0	9.5	10.0	25	4
9	2.0	2.5	2.0	2	1.5	10.0	5.0	10	0
10	5.0	16.0	16.0	16	8.0	4.0	37.0	36	1
11	15.0	17.0	36.0	26	21.0	45.0	19.5	40	1
12	1.5	1.0	33.0	21	21.0	20.5	4.0	26	0
13	0	0.5	20.5	3	7.0	9.5	0	17	0
14	0	0	6.0	2	2.0	0.5	0	18	0
15	0	0	1.0	5	4.5	0	0	1	0
16	0	0	0.5	0	0	3.5	0	7	0
17	0	0	1.0	5	5.5	2.0	0	0	0
18	0	0	0.5	3	3.0	7.0	0	0	0
19	0	0	4.5	5	4.5	1.5	0	2	0
20	0	0.5	11.5	0	1.5	0.5	0	25	0
21	1.5	3.5	9.0	3	3.5	1.0	0.5	37	1
22	12.0	16.5	17.5	12	6.5	7.0	4.5	15	5
23	5.5	8.0	17.5	13	11.5	20.0	18.0	55	20
24	0	0.5	1.0	1	0.5	11.0	14.5	15	4
13~20	0	0.5	25.0	20	21.0	15.0	0	53	0

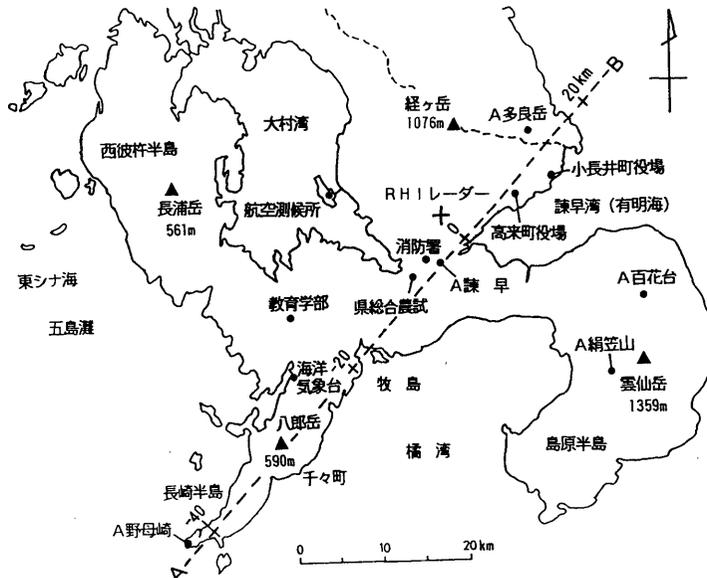
第2表 長崎市周辺の観測点における地上の風向と風速
(1995年7月2日09~20時；風速の単位は m/s)

時刻	AMeDAS 野 母 崎	長 崎 海 洋 気 象 台	長 崎 大 学 教 育 学 部	長 崎 県 総 合 農 試	AMeDAS 網 笠 山
09時	S S W 10	S W 5.2	S 5.8	S 7.4	S S W 10
10	S S W 13	S S W 6.4	S S W 8.4	S W 5.8	S S W 12
11	S S W 13	S S W 6.8	S 6.0	S W 4.0	S S W 13
12	S S W 13	S S W 7.4	S 8.0	S S W 6.3	S S W 12
13	S S W 13	S S W 5.9	S 6.9	S S W 6.5	S S W 10
14	S S W 13	S S W 7.0	S 5.5	S W 7.4	S W 11
15	S S W 13	S S W 6.7	S 5.2	S S W 6.9	S W 12
16	S S W 14	S S W 6.6	S 7.0	S W 7.5	S W 12
17	S S W 13	S S W 6.1	S 5.7	S S W 6.0	S W 11
18	S S W 13	S W 6.9	S 6.2	S S W 6.8	S W 10
19	S S W 15	S W 6.2	S 6.9	S S W 7.4	S W 10
20	S S W 14	S W 6.4	S 6.8	S W 3.3	S W 11

第3表 福岡と鹿児島の高層風の状況 (1995年7月2日)

1995年 7月2日 時 刻	気圧面 (hPa)	福 岡				鹿 児 島			
		風 向 (方位角)	風 速 (16方位)	風 速 (knot)	風 速 (m/s)	風 向 (方位角)	風 速 (16方位)	風 速 (knot)	風 速 (m/s)
09時	850	205	S S W	29	14.9	215	S W	35	18.0
	700	215	S W	37	19.0	235	S W	37	19.0
	600	230	S W	33	17.0	240	W S W	43	22.1
	500	215	S W	35	18.0	245	W S W	43	22.1
15時	850	229	S W	24	12.4	(保守調整日のため休止)			
	700	233	S W	30	15.4				
	600	239	W S W	36	18.5				
	500	241	W S W	22	11.3				
21時*	850	255	W S W	41	21.0	220	S W	41	21.0
	700	240	W S W	51	26.2	230	S W	45	23.1
	600	240	W S W	64	33.9	235	S W	45	23.1
	500	245	W S W	60	30.8	235	S W	47	24.2

* 福岡では23時の観測であった



第2図 長崎県南部地方の略図 (地点名の頭のAはアメダスの意味)
破線A-Bは第5図の鉛直断面図のライン

2-2 ライン状エコーの実態

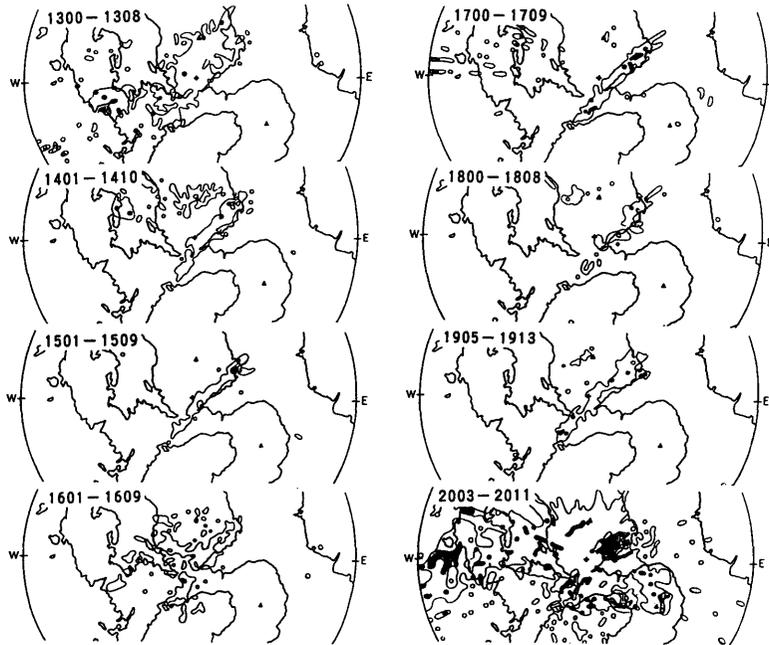
第3図は同じ場所に長時間持続したライン状エコーの分布とその時間的経過を示す。本学部RH I レーダーの観測範囲は半径方向0~50km, 高さ方向0~15kmであり, 第3図は高さ2kmにおけるC A P P I (Constant Altitude Plane Position Indicator) の約1時間ごとの7時間にわたるエコーの分布を示す。最初の13時と最後の20時では, 降雨エコーが広範囲に現れているが, その他の時間帯(14~19時)では, 長崎市東部の牧島付近から諫早市を通り, 小長井町方面に伸びている。その幅はせいぜい4~5kmに過ぎないのに, 長さは30km以上に及んでいる。このライン状エコーは,

- (1) 個々のエコーの発現域は牧島付近に限られ,
- (2) 個々のエコーの走向は北から測った方位角が43°程度であり,
- (3) 同じ細い帯状の地域にのみ7時間以上にわたって続いた,

という特徴をもつ。ただし, 第3図では高感度のRH I レーダーによる15dBZ以下の弱いエコー域まで示したのでライン状になっているが, 次に示す船舶用レーダーでは, ラインの中に存在するエコーの強弱によって斑点状エコーの連なりになっていた。

第4図は船舶用レーダーのポラロイド写真の一例である。第4図の(a)は24海里の範囲のエコーを約30分間隔で示し, (b)は12海里の範囲のエコーを2分間隔で示す。両者とも船舶用レーダーのゲインを最大にして撮影したもので, 斑点状のエコーの連なりから個々のエコー域の移動の速さを精度よく見積もることができた。すなわち, (b)のような2分間隔の写真から個々のエコーの位置を追跡し, それぞれのエコーの速さを推定した結果が第4表である。表から明らかなように, 個々のエコー域はおおよそ45knot(23m/s; 82km/h)であり, 第3表に示した鹿児島の高層風の風速とよく一致していた。

第5図はRH I レーダーによる任意断面図の一例である。図はエコーのラインの主軸にあたる方位角が43°で, レーダーサイトから下ろした垂線の距離が4kmである直線上の降雨



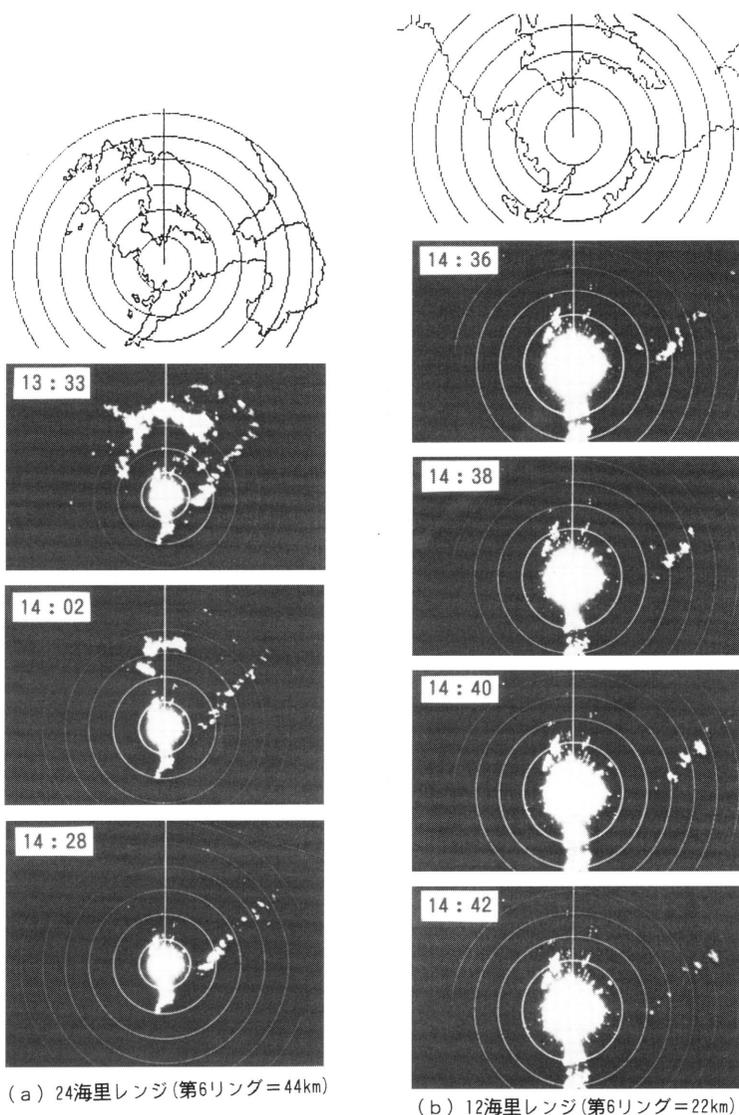
第3図 RHIレーダーで観測されたライン状エコー（2km-CAPPI）
 黒：20dBZ，縞：20～15dBZ，実線：15dBZ以下

エコーの鉛直断面図である。そのラインのうち、距離 $-40\text{km}\sim+20\text{km}$ の部分は第2図に破線A-Bで示している。第5図には4画面しか示していないが(16時43分～17時17分)、この種の鉛直断面図の解析から以下のことが明らかになった。

- (1) エコーは距離 -17km 付近(牧島)で連続的に発生し、それぞれ北東(右手)側に移動しながらエコー頂を伸ばしている。
- (2) エコー強度の強弱やエコー頂の凹凸から、エコーの移動の速さも $10\sim11\text{km}/8\text{分}$ ($75\sim82\text{km}/\text{h}$)と推定でき、この値は第4表とおおむね一致する。
- (3) エコー発生直後のエコー頂はせいぜい 3km 程度で、しかも、地面付近よりも高さ $2\sim3\text{km}$ のあたりで最初に発生している。
- (4) この日の気温の 0°C 層の高さは 4.5km 付近にあったので、高さ 3km 付近でのエコー発生は「暖かい雨」の降雨機構によるものと考えられる。ただし、距離 $+10\sim20\text{km}$ ではエコー頂は約 7km に達しており、そこでは「冷たい雨」になっていたと考えられる。
- (5) なお、距離約 $+12\text{km}$ から後方では、地面付近のエコーが現れていない。これはレーダーサイトの北東側には多良山系の裾野が広がっており、レーダーの送受信波が影になるためである。

2-3 長崎県南部地方の局地的な気象状況

第5表に長崎大学教育学部本館屋上(地上高 40m)における7月2日の気象状況の変化を示す。すでに示した第1～3表とあわせて、ここで特に注目したい局地的な気象の状況を



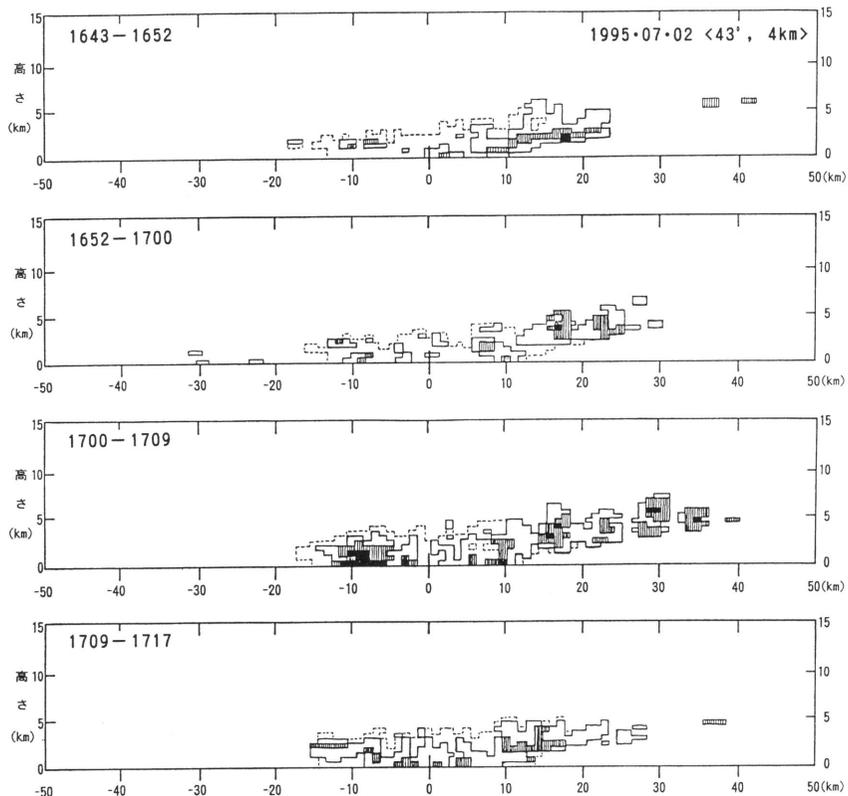
第4図 船舶用レーダーによるエコーの写真（観測地点は長崎大学教育学部）
 (a) 24海里レンジ(第6リング=44km) (b) 12海里レンジ(第6リング=22km)
 中心部分とその南南西に伸びる「ノ」の字形のエコーはグランドエコー

を以下にまとめる。

(1) この日の日中は南風が卓越し、風速5～8 m/sの強風であった。この場合、風向がSであることと、強風であることの両方に重要な意味がある。ただし、第2表でみたように、最も代表性がよいと思われるアメダス野母崎の風向はS SWで、風速は長崎大学の約2倍もあった。なお、瞬間の風向は10～20°程度の変動をするのが普通であるから、この場合のSとS SWの平均風向の違いにこだわる必要はない。実際に、長崎大学教育学部の午後の

第4表 長崎大学船舶用レーダーによる個々のエコーの移動速度
(1995年7月2日)

エコー の分類	推定時刻	移動の速さ		
		(m/s)	(knot)	(km/h)
A	14時30分～40分	25	49	89
B	14時34分～44分	23	45	81
C	14時36分～46分	23	45	83
D	14時40分～50分	23	45	83
E	14時42分～52分	22	43	78
F	14時50分～60分	22	43	78
速さの平均値		23m/s	45knot	82km/h



第5図 RHIレーダーによるラインA-B上のエコー強度の鉛直分布
各枠の左上の数字は観測時刻(時分)を示し、ラインA-Bの位置は第2図に表示。
八郎岳は距離-30km、アメダス諫早(市役所)は距離-4kmに位置する。
黒：25dBZ以上、縞：25～20dBZ、実線：20～15dBZ、破線：15dBZ以下

第5表 長崎大学教育学部屋上における毎時の気象要素 (1995年7月2日)

時刻	風向 (16方位)	風速 (m/s)	気温 t (°C)	湿度 (%)	露点温度 τ (°C)	気温露点差 t - τ (°C)	凝結高度 (m)
1	SW	2.0	24.4	95	23.5	0.9	113
2	SSW	1.9	24.4	96	23.7	0.7	88
3	S	1.8	24.3	92	22.9	0.4	50
4	S	2.0	24.6	92	24.2	0.4	50
5	—	0	24.0	98	23.7	0.3	38
6	—	0	23.9	98	23.6	0.3	38
7	S	2.6	23.3	99	23.1	0.2	25
8	S	4.8	23.9	99	23.7	0.2	25
9	S	5.8	24.5	99	24.3	0.2	25
10	SSW	8.4	25.2	99	24.9	0.3	38
11	S	6.0	25.0	99	24.8	0.2	25
12	S	8.0	25.6	98	25.3	0.3	38
13	S	6.9	25.7	97	25.2	0.5	63
14	S	5.5	26.2	93	25.0	1.2	150
15	S	5.2	26.3	92	24.9	1.4	175
16	S	7.0	26.4	92	25.0	1.4	175
17	S	5.7	26.5	92	25.1	1.4	175
18	S	6.2	26.8	90	25.0	1.8	225
19	S	6.9	26.2	92	24.8	1.4	175
20	S	6.8	25.8	96	25.1	0.7	88
21	S	8.0	25.1	98	24.8	0.3	38
22	S	7.0	25.0	99	24.8	0.2	25
23	SSW	7.0	25.2	99	24.9	0.3	38
24	SSW	7.3	25.7	98	25.4	0.3	38

瞬間風向はSSW～S～SSEのあいだを頻繁に変動していた。

(2) 転倒ます型雨量計の1転倒に対応する0.5mm基準の雨量でみれば、長崎大学教育学部では13時以降少なくとも6時間は降雨を観測していなかった。しかし、諫早市や高来町では、13～19時の7時間に15～25mmの降水量を観測していた(第1表)。さらに、佐賀県側のアメダス多良岳ではこの時間帯に53mmの降雨となっていた。

(3) 気温と露点温度の差は、広い範囲で降雨となっていた午前中(07～13時)と夜(19時以降)においては0.2～0.3°Cと非常に小さい。しかし、長崎大学では降雨がなく、諫早方面にのみライン状エコーが現れた時間帯(13～19時)では1.2～1.8°Cと大きかった。したがって、広域の降雨時の凝結高度は非常に低い(25～38m)、ライン状エコーの出現時には150～225mとかなり高くなっていた。すなわち、降雨のあるときは、雨水によって湿度は100%に近い状態になり、上昇流があれば至る所で凝結が可能な大気状態になる。

(4) 一方、この日の13～19時頃の状況は、低気圧の暖域内の無降水域にあってやや湿度が

低く(とは言っても、湿度は90~92%)、南寄りの強風になっていたことが最大の特徴である。このような性質の空気が特定の地域においてのみ凝結し、降水を伴う雲にまで成長するためには、何らかの十分に合理的な降水雲形成メカニズムが必要である。そのメカニズムの最も有力な仮説は、強い南風が深い谷間を昇ることによって引き起こされる上昇気流の維持・強化の過程である(荒生ほか、1995および1996)。

3. 長崎半島の谷地形

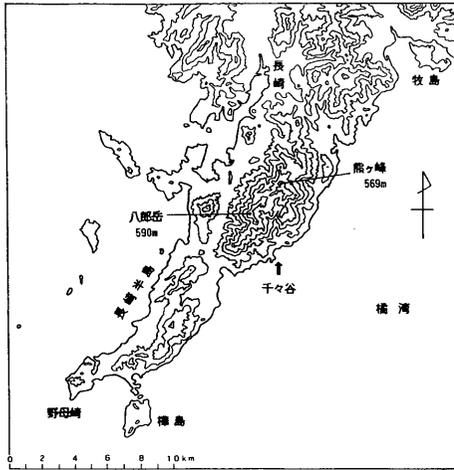
第6図は長崎半島の地形図である。長崎半島最高峰の八郎岳(標高590m)の南東斜面は南側に開いた深い谷となっている。谷は第2の高峰である熊ヶ峰(569m)の山頂付近から始まるが、海岸線付近では西方から張り出す丘陵のために谷川はやや東側に蛇行して海岸に至る。熊ヶ峰から南側の地域は長崎市千々(ちぢ)町と呼ばれ、谷の海岸付近にはひとまとまりの集落が形成されている。そこで本稿では、この谷を「千々谷」と記す。

第7図の上部は標高50mごとに表した千々谷付近の地形図である(ただし、地図上の南北を水平にとっている)。さらに、その地形図上に谷筋線と尾根筋線を記入し(両者の間隔は400m)、それらの線における地形の東西断面を第7図の下部に示した。なお、尾根筋は谷の東と西の両側にあるが、図は標高差が小さい東側の尾根筋を表示した。すなわち、西側の尾根は東側の尾根よりも鉛直方向に堅固な断面を形成している。第7図のように谷と尾根の地形線が比較的わかりやすく表現できたのは、谷も尾根もほぼ南北方向に伸びているからである。

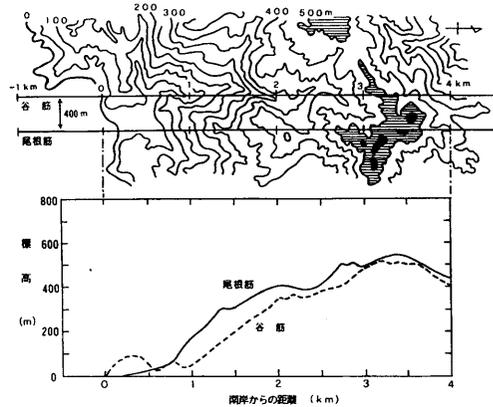
さらに、第8図には南側から見た谷の東西断面を、海岸からの距離1~2kmの幅1kmに限って0.25km間隔で図示した。第7図と第8図から明らかな地形の特徴は以下の通りである。

- (1) 千々谷は海岸線から測って北側1km~2kmの幅1kmのあいだで、標高差が約300mに達し、勾配3/10(30%)の急峻な谷底地形をつくっている。
- (2) しかも、谷と尾根筋の間には100~150mの標高差があり、下方からの気流が上昇しやすい構造をもつ。
- (3) 実際の谷地形は標高500mにまで及ぶ。谷の最奥の尾根(熊ヶ峰付近)までの距離は海岸線から約3.2kmであり、谷全体の平均勾配は16%である。
- (4) 千々谷は東シナ海に向かって南側に開いており、海面を渡ってくる湿潤な気流を強制上昇させ、気流を効率よく凝結させることが可能である。

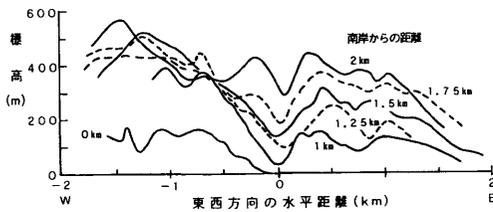
このように上昇気流の発生に好条件をもつ深い谷の存在はかなり稀である。たとえば、長崎県南部地方について、「海岸に近く、南に開いた谷地形」という観点から点検してみると、千々谷に匹敵するほどの深い谷はない。また、南側に開いた谷だけでなく、暖湿気流の流入しやすい南西の方向全般に着目しても、千々谷ほどの谷は存在しない。このように千々谷は本地域では特筆に値する谷地形である。



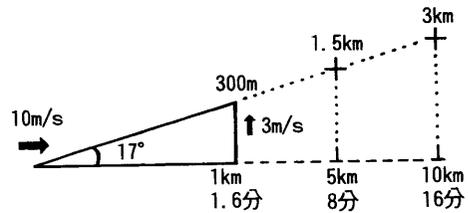
第6図 長崎半島の地形図と千々谷の位置
等高線は100m間隔



第7図 千々谷の谷筋と尾根筋の平面図（上）
と南北断面図（下）



第8図 千々谷の東西断面図(海岸線から1kmから2kmまでの範囲)

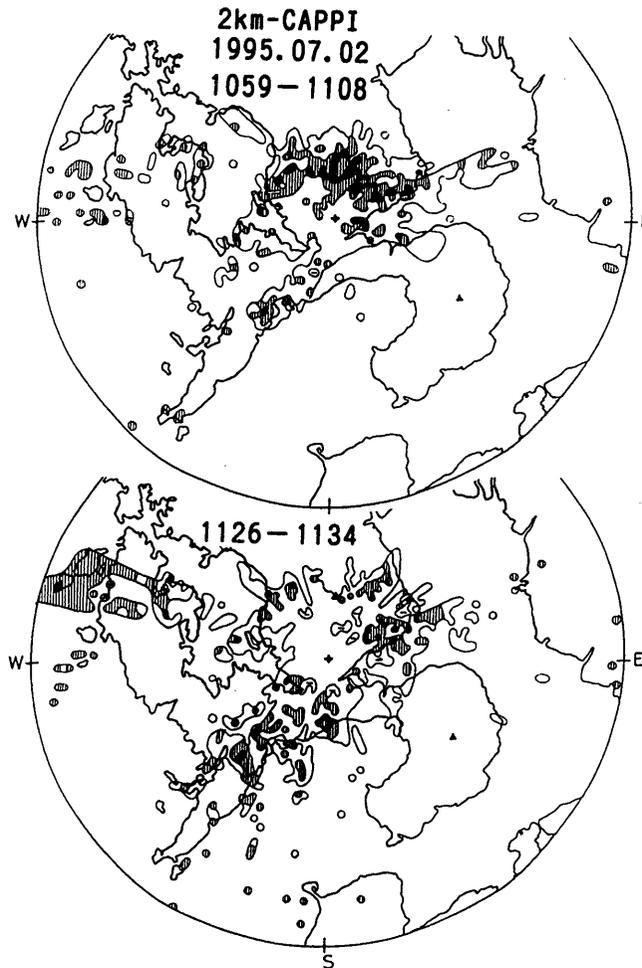


第9図 千々谷上昇流の概念図
(高さ0~300m)

4. 地形効果に関する考察

第9図は千々谷を上昇する気流の概念図である。ただし、海岸から距離1km~2kmの間の高さ300mの傾斜に限定して作図している。また、地上の南風の風速10m/sは代表的な場合として表示したものである。真南から風速10m/sの風が吹けば、谷は毎秒3mの強い上昇気流を発生させる。この上昇速度は積雲または積乱雲の上昇速度に近い。また、高さ300mの谷は気温と露点温度の差が2.5°Cの気塊までを凝結させる。実際の千々谷のように標高差500mの谷であれば、気温・露点差4.0°Cまでの気塊を凝結させることができる。その気温を28°Cとすれば、高さ300mと500mの谷では、それぞれ、湿度86%、79%の地上風までを凝結させることができる。以下では便宜上300mの谷として考察を行う。

第9図の風下側の破線は3/10の傾斜を外挿したもので、そのままの勢いで上昇が続くと仮定した場合の風下距離と上昇高度を示す。風速10m/sであれば、風下距離10kmのところでは高さ3kmとなる。ライン状エコーの発現域は谷から約12kmの牧島付近であるから、気流が上述の傾向を保てば、谷を上昇し始めてから約15~20分後にエコーが発生したことになる。したがって、谷を上昇してから約20分の間に暖かい雨が形成されることが可能ならば、



第10図 1995年7月2日午前中の2 km-CAPPIの例
 黒：20dBZ，縞：20～15dBZ，実線：15dBZ以下
 (上) 10時59分～11時08分，(下) 11時26分～11時34分

谷の地形効果は十分に説明可能となる。このことについては武田(1981)の解説が示唆深い。すなわち、「上昇速度が1 m/sの場合の暖かい雨の雨滴の成長に要する時間は約40分である」というBowenやFletcherの論文を紹介している。この場合の上昇速度はその3倍であるから、15分程度で雨滴が形成される可能性は十分にあると考えられる。

ここまでの議論では、7月2日13時以降のライン状エコーだけが出現している状態に着目してきた。しかし、当然のことながら、上述の地形効果は周辺にエコーが存在する南風の条件下でもはたらくはずである。第1表をみると、同日10～12時の降雨も長崎大学や海洋気象台よりも八郎岳の北東方向で強く、しかも午前中の南風も午後と同じように強い(第2表)。すなわち、長崎県南西部の広い範囲で降雨がある状況においても上述のライン状降

雨がある可能性を示唆する。午前中のC A P P I を点検してみると、実際に、第10図に示すように、谷から北東に伸びるライン状エコーの存在が確認できた。ただし、高さ2 kmのC A P P I では、北側の多良岳方面の10km以上がshadowになることに留意されたい。第10図に示した2例の場合には、エコー発現域が牧島よりも千々谷に近い地点にあることも注目に値し、十分に湿った気流は急速に降水雲をつくることを暗示する。

地形効果が顕著であるならば、偶然ではなく、しばしば同様の現象が観測されるはずである。千々谷の場合について調べてみると、同様のライン状エコーを水産学部船舶用レーダーは1987年7月24日にも観測し、それを写真に撮影していた(荒生ほか, 1989)。この時も南風が強く(同日01時の長崎大学で $S7.2m/s$)、長崎大学や長崎海洋気象台では降雨がなかったのに、長崎県総合農林試験場では $46.5mm$ (24日00~14時)のかんりの雨量を観測した。この時の低気圧は青森県付近にあったが、距離はやや遠いものの、低気圧に吹き込む南風が強かったことは今回の場合と共通する。さらに、福岡管区気象台が撮影した背振山レーダーの写真によると、1972年7月3~4日にも諫早市付近から北東に伸びるライン状エコーを観測していた(福岡管区気象台, 1973; 福岡管区気象台レーダー班, 1974)。この時の地上天気図では低気圧が朝鮮半島中部にあって、暖域側の長崎県地方はやはり南風の強い状況にあった。以上のように、今回報告したライン状エコーはしばしば発生している可能性が濃厚であり、地形効果の存在を裏付けていそうである。このような観点から、今後も千々谷周辺の気流と降雨エコーに注目し、本報で提示した仮説をじっくりと吟味したい。

謝 辞

本研究にあたり、長崎海洋気象台、福岡管区気象台および佐賀地方気象台からはさまざまな御援助をいただいた。また、諫早地区の雨量観測機関からは貴重な観測資料を提供いただいた。さらに、観測と資料の整理にあたっては、諫早市の岩永政太郎氏と藤山雅照氏、長崎大学院生(水産学)の太田綾子嬢に多大な御協力を賜った。上記の機関と各位に厚くお礼申し上げます。

本研究には、平成7年度名古屋大学大気水圏科学研究所共同研究経費および同年度長崎大学教育研究特別経費(特別分)から御援助をいただいた。関係者各位に謝意を表します。

参 考 文 献

- 荒生公雄, 椿 隆博, 中田勝夫, 1989: 1987年に観測された長崎県南部地方の対流性降雨の微細構造, 長崎大学教育学部自然科学研究報告, No40, 55-66.
- 荒生公雄, 中根重勝, 藤吉康志, 武田喬男, 1995: 長崎半島周辺の地形性降雨に関する考察, 日本気象学会秋季大会講演予稿集, No68, 29.
- 荒生公雄, 中根重勝, 藤吉康志, 武田喬男, 1996: 長崎市東部を起点にして北東方向に伸びる持続型ライン状降雨エコーの特徴, 日本気象学会九州支部講演要旨集, No17, 27-28.
- 気象庁, 1995: 天気図, 1995年7月.
- 武田喬男, 1981: 大気科学講座2「雲や降水を伴う大気」(4章 水の相変化と降水形成の微物理過程),

東京大学出版会, 73-106.

長崎海洋気象台, 1995: 長崎県気象月報, 1995年7月号.

日本気象協会, 1995: 気象, 1995年9月号 (同年7月の天気図日誌).

福岡管区気象台, 1973: レーダーと集中豪雨, 福岡管区気象台要報, No.28, 135-173.

福岡管区気象台レーダー班, 1974: 福岡レーダーからみた九州の空, 天気, 21, 265-279.