

寒候期における積乱雲について

伊集院 久吉* (旧姓 茶屋道)

寒候期における西高東低の気圧配置の時、枕崎地方（日本海沿岸地方、九州西岸地方なども同様と推察される）に、しゅう雨、しゅう雪、あられなどを降らせて通過する雲は何であるか？ 筆者はこの雲は既に30年前より積乱雲として観測記録して来たが、その形状は多種多様である。(1) 屏風型 (2) 椀型 (3) 摺鉢型 (4) 帆型 (5) 雑型 (不定型) などが多く、波状的に襲来する特性がある。その週期は31分乃至40分が最も多い。この Cb は (1) 西高東低の気圧配置の季節風が卓越している時 (2) 低温の時 (3) 積雲の発生が多い日、など最も多く発生する。この積乱雲の発生機構について次のように考える。(1) 季節風の吹く時、冷乾な空気が黄海、東海などを渡る際、海面より熱と水蒸気の補給を受けて、大気を変質上昇して積乱雲が発生する。寒波が山脈を強制上昇する影響は認められない。

1. はしがき

寒候期における西高東低の気圧配置の時、枕崎地方に、しゅう雨、しゅう雪、あられ、などの発生通過が非常に多いので、古来枕崎地方には「女心と冬の天気は1日に7度半変る」と言う天気り言が伝承されている。この現象は寒候期において低気圧又は不連続線の通過後に起るのであって殊に NW の季節風が卓越している時に顕著である。筆者はこの時の雲について種々検討してみた。

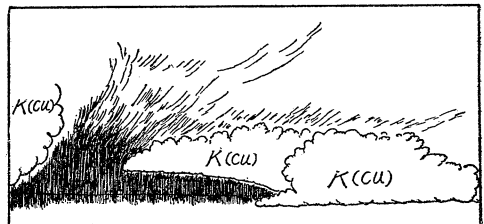
2. 寒候期における季節風中の積乱雲

寒候期において全国的に、ことに日本海沿岸や九州西岸地方に、しゅう雨、しゅう雪などを降らせる雲は何であるか、筆者はこの雲は既に30年前より積乱雲であると信じて、Cb (Kn) と観測記録して今日に至っておるが、従来季節風が旺盛な時には積乱雲は発生しえないというような一種の先入観念のもとに寒候期には全国的に、この雲を積乱雲として採っていた箇所はごくまれであったように思われるし（昭和24年1月1日雲の観測法改正後は積乱雲として採る箇所が急増している）また、この雲を積乱雲であると主張して論じた文献は筆者の研究発表（昭和22年10月）以前においてはほとんど見当らなかったようである。そこで筆者は枕崎測候所創立以来の資料によって調査を試みた。

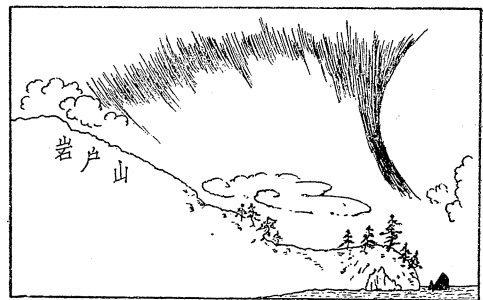
3. 寒候期積乱雲の形状

寒候期において枕崎地方を通過するこの積乱雲の形状はだいたい次のようなものが多い。

A 夏期盆地などに発生する熱源雷雲のような典型的な朝顔型や鉄砧型ばかりではなく、多種多様である。
(第1図、第2図)



第1図 Kn (Cb) (N—NE)
昭和22年12月6日 08時20分 (伊集院久吉)



第2図 Kn (Cb) (ESE)
昭和22年2月20日 16時20分 (中村彪)

B その型を分類してみると次のような型が多い。
(1) 屏風型 (2) 宛型 (3) 摺鉢型 (4) 帆型
(5) 雑型 (不定型)

4. 調査資料

大正12年(7月1日創立) から昭和15年に至る資料と

* 枕崎測候所

第1表 Cb 出現季節（枕崎）

初 日					終 日				
平均	最早	最晩	平均気温	最低極温	平均	最早	最晩	平均気温	最低極温
11月22日	11月16日	12月14日	14.0	4.2	3月13日	2月20日	4月25日	10.8	-1.5
統計年数	13	13	12	12	10	10	10	9	9

第2表 Cb 出現回数と日数（6^h 9, 10, 12, 14, 15, 18, 22^h 観測）

年	月	11月		12月		1月		2月		3月		4月	
		回数	日数	回数	日数	回数	日数	回数	日数	回数	日数	回数	日数
大12~昭26		79	30	262	102	290	102	161	62	42	22	8	5

註, 昭和 3~昭和 13 除外。(資料焼失のため)

昭和16年から昭和25年に至る資料を使った。但し昭和3年から昭和13年までの分は資料焼失のため調査不能である。

(2) 低温の日に多く出現する。これを温度別にみると第3表のとおりである。

5. 調査の結果

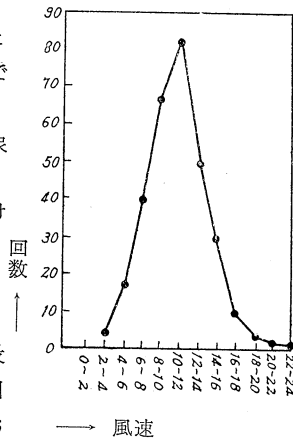
A 寒候期における Cb の出現季節は第1表のとおりである。

B Cb の出現回数と日数は第2表のとおりである。

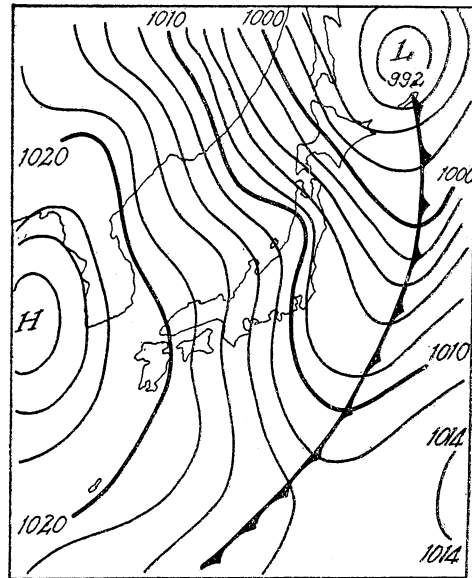
C Cb 出現日の気象状態

積乱雲の発生日における気象状態を調べてみると

(1) 西高東低の気圧配置の暴風の吹く時が最も多く、これを風速度別にみると、第3図のとおりである(天気図参照)



第3図 Cb 出現頻度図



昭21年12月6日15^h の天気図

第3表 温度別（最低気温）Cb 出現日数（枕崎）

月	温度 °C										
	98~0	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~12	12~14	14~16	16~18	
11月	—	—	—	8	8	9	1	2	2	—	
12月	—	16	28	25	12	4	4	4	—	—	
1月	14	32	31	17	5	2	1	2	—	—	
2月	4	24	7	10	5	3	—	1	—	—	
3月	—	2	6	4	1	2	2	1	—	—	
4月	1	—	—	—	—	2	—	2	1	—	
計	19	74	72	64	31	22	8	12	3	0	

6. Cb の波状的襲来

この積乱雲は波状的に襲来する特性があるので、昭和16年12月から昭和25年12月までの10年間の資料にもとづいて、Cb が出現した日の、しゅう雨的降水すなわちしゅう雨、しゅう雪、あられなどのあった日の現象をいち

いちピックアップして検討した。

A Cb通過の周期

しゅう雨、しゅう雪、あられなどを降らせて通過した雲をCbの襲来したものとして1854回の週期を5分ごとに区分して調査したところ第4表のような結果を得た。

第4表 Cb 通過の週期

周 期	1~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30	31~35	36~40	41~45	46~50	51~55	56~60	61~65	66~70
回 数 (分)	3	33	47	80	97	126	109	122	98	87	90	83	69	62
	36		127		222(12%)		231(12%)		185		173		131	

註 (71分~914分までは省略)

また1日中にしゅう雨が頻繁にあった日、すなわち20回以上30回までの、しゅう雨のあった日(16日間)をとくを選んで周期を計算してみると第5表のとおりである。

第5表 しゅう雨の周期

年	種 目 しゅう雨 回 数	周 期 (平均)		長周期 回 数
		短周期	長 周 期	
昭17~25	20~30回	39分	分 166(92~266)	2(平均)

B しゅう雨降水の間隔時間

次に、しゅう雨的降水の間隔時間を計算してみるのも面白いと考えたのでこれも前者同様5分ごとに区別して調べたところ第6表のような結果となった。

第6表 しゅう雨的降水の間隔時間頻度表

間隔時間 (分)	1~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30	31~35	36~40	41~45	46~50	51~55	56~60	61~65	66~70
回 数	93	183	208	163	158	138	107	90	87	74	47	41	38	40
	276		371(20%)		296		197		161		88		78	

註 (71分~905分までは省略)

なおこの中から特に、しゅう雨の多かった日(20回~30回)を採って、しゅう雨間隔時間を計算してみたところ、第7表のような結果が得られた。

みた結果第10表のとおりとなった。

以上の結果によって、しゅう雨降水回数と風速との間には相当深い関係があることが判る。

第7表 しゅう雨間隔時間 (16回平均)

種 目 年 月	しゅう雨 回 数	しゅう雨間隔時間		長 期 回 数
		短 期	長 期	
昭17.1~25.12	20~30	24m	132m	1

第9表 しゅう雨回数と風速との関係表

回数	種目	平均風速		最大風速		しゅう雨 日 数	しゅう雨 総 回数
		m/s	m/s	m/s	m/s		
1回~9回		2.0~11.6	3.7~19.8			151	775
10回~19回		3.2~14.2	6.5~21.9			69	927
20回~30回		5.2~12.0	8.7~23.7			16	388
合 計						236	2090

7. しゅう雨と風速との関係

しゅう雨回数と風速とは密接な関係があるようである。すなわち風速の強い日は、しゅう雨回数多く風速の弱い日はしゅう雨回数が少い傾向がある。第8表と第9表はこの関係を明らかに表わしている。

そこで、しゅう雨回数と風速との相関係数を計算して

第10表 平均風速としゅう雨回数との相関

回 数	相関係数 (r)	公算誤差 (w)
16回	+0.463	±0.133

(昭17年1月1日~17年1月23日)

第8表 しゅう雨回数別風速度（平均）別相関表

風速	回数																														総計						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
m/s																																					
m/s																																					
14.1~15.0																																					
13.1~14.0																																					
12.1~13.0																																					
11.1~12.0					1	1																															
10.1~11.0					1																																
9.1~10.0			1			1																															
8.1~9.0	1		1	1	1	2	1	2	1	3	3		1		0	0	1	1	0	0	0	2															
7.1~8.0	0	1	1	1	1	3	6	3	2	1	4		2	1	1	2	0	1	2	0	0	0															
6.1~7.0	2	2	2	4	5	3	3	0	3	0	4	2	1	2	0	1	0	2	0	1	1																
5.1~6.0	2	3	2	2	2	10	5	3	4	1	3	1	1	1	2	0	1	0	0																		
4.1~5.0	3	3	5	3	5	1	0	2	2	3	3	0	1	2																							
3.1~4.0	6	3	5	3	2	1	2	2	1																												
2.1~3.0		1	2			1	2																														
1.0~2.0						1																															
合計	しゅう雨日数	14	13	19	16	17	23	19	12	18	9	18	4	9	6	5	4	5	4	3	3	2	1	1	0	0	0	0	1	4	1	236					
合計	しゅう雨総数	14	26	57	64	85	138	133	96	162	90	198	48	117	84	75	64	85	90	76	60	63	44	23	24	0	0	0	28	116	30	2090					

8. 雲の発生におよぼす海象の影響

水温と気温との較差がほぼ 5°C になれば、水蒸気は、ぎょう結して目に見える位になるし又その較差が 8°C になれば雨が降ると筆者は聞いている。そこで寒候期における支那東海の一地点の水温と長崎の気温との関係と比較してみると第11表のとおりである。（第4図参照）

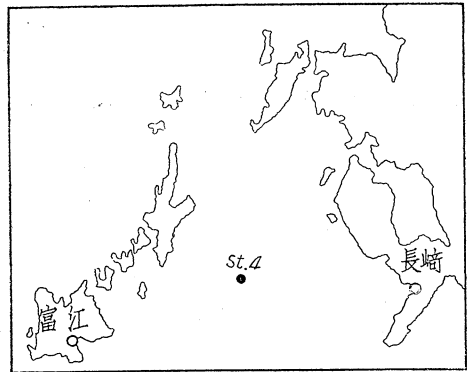
長崎の気温と海水温との較差が最小 6°C，最大 12°C ある点は，前記理論の目安になると思われる。

第11表 平均気温と平均海水温

年	地点	月				
		11	12	1	2	3
昭24~25	平均気温(長崎)	12.78	8.47	8.0	6.8	9.3
	平均水温(st.4)	21.23	18.88	16.57	15.35	15.35
昭25~26	平均気温(長崎)	13.1	6.6	5.9	8.0	8.5
	平均水温(st.4)	21.47	18.60	16.47	14.98	15.63
昭26~27	平均気温(長崎)	13.2	9.8	6.6	6.0	0.1
	平均水温(st.4)	21.18	17.83	15.87	15.29	15.42

註, st.4 は対島暖流分岐の代表点

又枕崎地方に降雪があり、Cb(しゅう雪) 頻繁に通過した時における九州沿岸各地の海水と気温との関係は第12表および第5図のとおりである。（その他の場合は省略）季節風が卓越している時、日本海を吹走する気流が山脈を強制上昇する以前に既に海上において降水がある事実、山間部よりも日本海沿岸地方に雪が多い事実は



第4図

海象の影響によるものであって、現在反論をとこなえるものはほとんどなくなったようである。

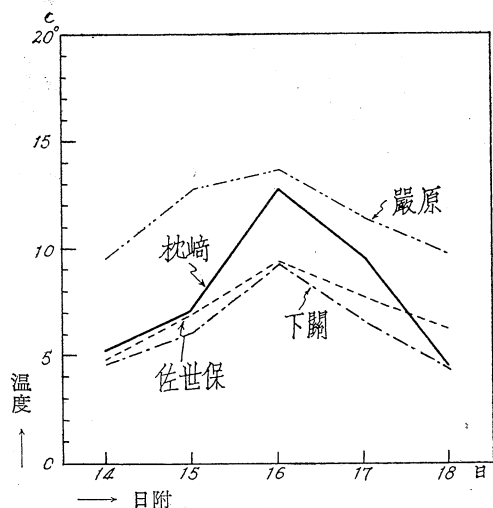
そこで九州沿岸においてもこれと同様の現象が認められる。すなわち昭和31年1月8日~10日における降雪状態を見るに第13表のとおりである。この1例によっても沿岸地方よりも山間部が降雪が少ない傾向を示している。

9. 海面から立昇るスモークが雲になって行く状態

高気圧が大陸より張出して南西諸島までひろがった場合、海水温と気温との較差が大きくなると暖かい海面の

第12表 九州沿岸水温と気温（昭和23年1月）

地名		日	15	16	17	25	26	27	28	29	30
巖原	水気較降積	水温	14.0	13.7	14.2	13.5	13.3	13.8	13.2	14.0	14.0
		气温	2.2	1.2	3.8	3.0	0.1	2.0	1.6	2.5	6.7
		温差	11.8	12.5	10.4	10.5	13.2	11.8	11.6	11.5	7.3
		降雪	*	*		*	*	*	*	*	
積雪	2.5	2.0			0.3	0.3					
下関	水気較降積	水温	11.5	11.0	8.7	9.1	9.5	9.7	9.2	9.0	9.1
		气温	2.2	98.8	2.0	4.3	2.7	99.1	1.5	99.7	5.5
		温差	9.3	12.2	6.7	4.8	6.8	10.6	7.7	9.3	3.6
		降雪	*	*			*	*	*	*	
積雪	6.2	8.0				1.5	3.0				
富江	水気較降積	水温	11.6	11.0	11.7	11.8	10.7	9.6	10.2	9.7	10.5
		气温	3.9	2.9	5.3	5.7	2.4	1.8	5.1	2.7	8.8
		温差	7.7	8.1	6.7	6.1	8.3	7.8	5.1	7.0	1.7
		降雪	*	*			*	*	*	*	
積雪	0.4	1.8			0.5	0.1					
佐世保	水気較降積	水温	9.5	8.6	8.5	9.5	9.4	8.8	9.1	8.6	9.0
		气温	5.4	1.7	3.4	5.8	5.2	4.1	4.0	3.0	5.9
		温差	4.1	6.9	5.1	3.7	4.2	4.7	5.1	5.6	3.1
		降雪	*	*			*	*	*	*	
積雪	0.4	1.8			0.5	2.0	4.3				
長崎	水気較降積	水温	12.3	11.5	12.1	12.5	12.2	11.6	11.3	11.8	11.2
		气温	4.6	2.1	6.1	8.0	4.0	1.8	6.6	2.0	5.4
		温差	7.7	9.4	6.0	4.5	8.2	9.8	4.7	9.0	5.8
		降雪		*			*	*	*	*	
積雪		1.0			0.7		1.7				
枕温	水気較降積	水温	11.5	12.5	12.5	16.0	14.0	15.8	12.7	12.8	13.3
		气温	5.1	4.2	8.6	7.4	7.5	3.6	1.2	5.6	10.9
		温差	6.4	8.3	3.9	8.6	6.5	12.2	5.5	7.2	2.4
		降雪		*			*	*	*	*	
積雪					0.2	1.0					



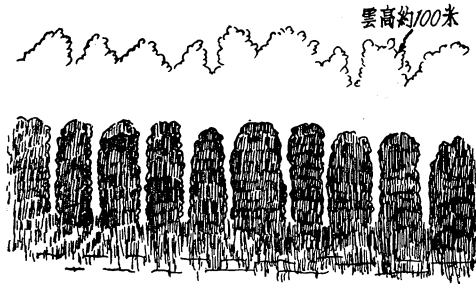
第5図 沿岸水海と気温との較差 (昭和24年1月)

影響で海面よりスモークがさかんに立ち昇って行く。ことにこの現象は降雪のある日が顕著である。昭和31年1月9日に実見した見取図は第6図および第7図のとおりである。(写真No. 1) (写真No. 2)

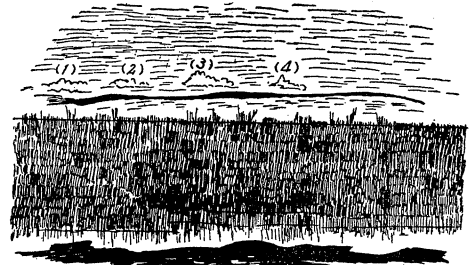
寒気襲来した時、ことに雪の朝など枕崎近海における海面から立ち昇るスモークは、朝だいたい8^h30^m~9^h30^m頃「すだれ」または「海月の足」みたいな状態を呈して雲になって行く。また第7図(写真No. 1, No. 2参照)のような状態を呈してスモークのために水平線もおぼろになる。それでこんな現象が大陸附近の沿岸より黄海、東海、九州沿岸一帯にわたって現われるものと推察される。(日本海も同様と想像される)すなわち黄海、東海、日本海などは、広大な天然の温水プールであるとみるべきである。そこで海上において積乱雲発生の状態を模図的に描いてみると第8図のようなものと考えられる。

第13表 主要各地の最深積雪（昭和31年1月）

月日	地名	巖原	下関	富江	佐世保	長崎	牛深	阿久根	枕崎	鹿児島	都城
1 7		0.0	0.0	2	0.5	1		0.4		6	1
8		0.2	0.0	3	6.2	9	15	28	12	9.7	—
9		0.0	0.0	5	9	17	28	28	11	—	7
10			0.0	3	2.5	3	21	16.0	0.8		
11					0.0		8	7.0			



第6図 海面より立昇るスモークが雲になって行く状態（昭31年1月9日08時30分～09時30分、雪の朝枕崎にて）（伊集院久吉）



第7図 枕崎の海面より立昇るスモークが雲((1)~(4))になって行く状態（昭31, 1, 9, 午前。伊集院久吉）（雲高(1)~(4)約100m）



写真 No.1 海面より立昇るスモークが雲になって行く状態（雪の朝）昭31年1月9日午前（中村技官写）



写真 No.2 海面より立昇るスモークの（降雪中）（水平線も立神岩も船もおぼろ）昭31年1月8日午前（伊集院技官写）



第8図 海上における積乱雲発生の模図（昭27年5月茶屋道久吉作）

10. 寒候期における各地の Cb 出現季節

日本列島における寒候期の Cb 出現地点を中央の印刷天気図（季節風の吹く時）によって調査したところ、第14表のような結果を得た。すなわち北は稚内より南は石垣島にかけて日本海沿岸地方（その附近）や九州沿岸地方（その附近）や南西諸島などに出現しているのである。

第14表 寒候期に Cb の出現する地点の季節（昭和24年1月1日観測法改正後）

地名	初日			終日			地名	初日			終日		
	年	月日	気温	年	月日	気温		年	月日	気温	年	月日	気温
稚内	昭24	11.3	5.5°C	昭25	3.21	-3.5	西郷	昭24	12.6	3	昭25	3.21	-1.5
札幌	〃	11.9	2	〃	3.22	-3.0	富江	〃	12.7	8	〃	3.21	4
寿都	〃	11.2	6	〃	3.22	-3.5	浜田	—	—	—	〃	3.11	0
函館	昭25	1.4	-4.5	〃	3.22	-1.0	福岡	昭25	1.7	1			
秋田	24	11.7	3	〃	3.12	0	鹿兒島	〃	11.14	6			
酒田	〃	11.3	9	〃	3.22	-1.5	屋久島	〃	11.14	11			
新潟	〃	12.25	1	〃	3.22	0.5	名瀬	〃	12.5	15.5			
相川	〃	12.8	0.5	〃	3.21	2	南大東島	〃	11.18	21.5			
輪島	〃	12.8	-0.5	〃	3.21	2	石垣島	〃	12.8	20			

11. 考 察

寒候期における季節風中の積乱雲の発生機構について筆者はつぎのように考える。

A 西高東低の気圧配置の時、冷乾な空気が、黄海、東海、および日本海を渡って来る途中、海面より熱と水蒸気の補給を受けて、大気は不安定となり、変質上昇して積雲が発生し、これが発達して積乱雲となり波状的に本邦に襲来する。

B 季節風が強くなればなるほど、海面は波立ち、飛沫は空中に吹上げられますます水蒸気を大気に送るべく拍車をかけることになり、いよいよ積雲や積乱雲が頻発する。

C 季節風が九州西岸の山脈に突きあたって強制上昇して積乱雲が発生して、雨雪を降らせることは起り得ると考えられるが、これはただ拍車をかけるだけであって、山脈に到達しない前に、すでに海上において Cb は発生するものと考えられる。すなわち枕崎の SW 海上を NW より SE に通過する Cb や枕崎の南方海上を W より E に進行する Cb が相当に多い事実から考察して山脈の影響は認められない。

D 季節風が吹いている時、気温よりも海面水温が高い場合、大気の下層では不安定になって降水が起り、気温よりも海水温が低くなれば、下層大気の均合が安定になり降水がやむ。つまり Cb の発生は季節風式降水理論によって解釈されるものと考えられる。

E この Cb は夏期陸上の盆地などに発生する熱源積乱雲が垂直に発達するものとは反対に水平に移動しつつ発達するものであるが、熱源によって発生する根本的原因はほとんど同一のものと考えられる。

12. 寒候期積乱雲についての経験則

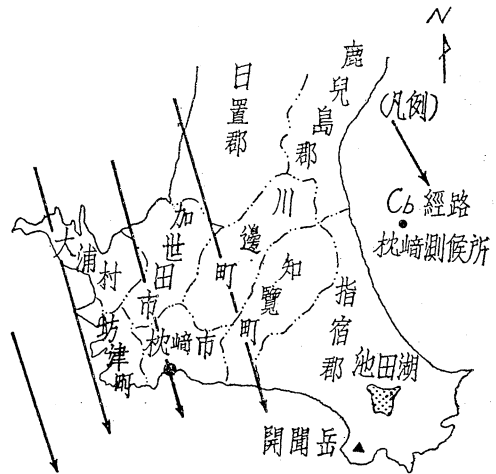
以上によって筆者は次のような経験則を得た。

A 寒候期における Cb は西高東低の気圧配置の時に発生する。

B Cb は季節風の卓越している時、ことに暴風の日が最も多く発生する。

C Cb は低温の日に多く発生する。

D Cb は枕崎地方を NW より SE に通過する経路が最も多いが、時には枕崎の南方海上を W より E に進行するものもある。（中国中部に高気圧がある場合など）（第9図参照）



第9図 Cb 経路図

E 積雲の発生が多い日（青空と雲がはっきりして非常に美しい）に積乱雲の発生も多い。

F 層積雲の発生している時には積乱雲の発生はほと

んどない。(あってもごくまれである)

G Cb は巻雲を伴っているが、時には乳房積雲を伴っているものもある。

H この Cb は同一の上空に垂直に発達せずに横に移動しながら発達し、発達しながら、推移進展して行く。

I この積雲に伴う巻雲は下層雲と同じ速度をもって移動する。

J Cb の上層部(巻雲)と下層部(下層雲)との境界は判然とせずにしてだいに変化して、雨(雪)を降らせる。

K Cb は風速が強い日は発生通過が多く弱い日は発生通過が少い。

L Cb 通過の周期には短期のものと長期のものがあり、短期のものはぞくぞくと頻繁に通過するが、1日のうちでときどき短周期は途切れて長周期が現われる。

(長周期が1回も現われぬ日もあるがそれはごくまれである)

M 長周期のものが通過後は短周期のものがぞくぞくと続く傾向がある。

N 寒波の吹走して行く状態は間断なくぞくぞくと流れ通しではなく、大きなブロック的な寒気塊が流れ、この中に小気塊が連続して流れて雲を発生せしめるものようである。

13. 寒候期における積乱雲の実相

筆者がこの雲を30年前より積乱雲であると信じて観測記録してきたことはつぎの理由による。

A 団塊状の雲が、しゅう雨(雪、あられ)を降らしつつ枕崎附近で上層雲が生ずるので積乱雲であると信じたこと(写真No. 3参照)

B この雲が太陽にかかった時、「うん」が現われ下層はしゅう雨を降らしていること(第10図, 11図参照)

C しゅう雨は積乱雲より降るものと思っていたこと

14. 結 び

寒候期において天気図の気圧配置による風速の予想は出来るから、風速の予想によってしゅう雨降水回数(回数)の予想もまたある程度は可能であると考えられる。この研究が天気予報上多少でも参考になるならば幸いであると思う。

なお筆者はこの雲を「海洋性熱源移動積乱雲」と名づけてはいかがであろうかと思うのでここに提言するしたいである。(枕崎測候所)

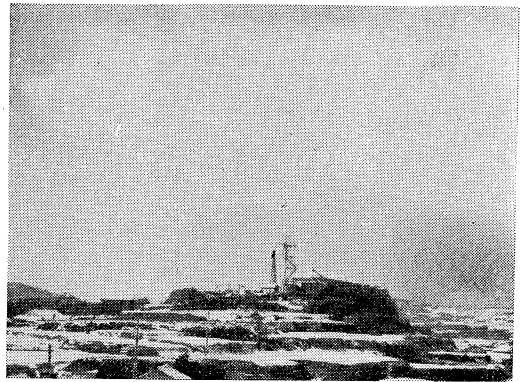


写真 No. 3 季節風中海上に発生した Cb (上は上層雲現われ下部は降雪中なり) ENEよりWSWを望む昭31年1月9日 11^h10^m (中村技官写)



第10図 日暈 (Cb に現われる)
昭22年1月27日17時 (SW) (伊集院久吉)



第11図 異常日うん (Cb に現れる)
昭22年1月29日16時45分~16時51分 (SW)
(伊集院久吉)

参考文献

- 荒川秀俊, 1941: 日本気象学史 (季節風式降水).
和達清夫, 1946: 大陸の気候, 天気と気候, 12, No. 6.
茶屋道久吉, 1947: 積乱雲について, 西部管区気象研究会誌, 1, No. 2.
茶屋道久吉, 1952: 寒候期における積乱雲について (2), 西部管区気象研究会誌, No. 11.
茶屋道久吉, 1954: 寒候期における積乱雲について (3), 西部管区気象研究会誌, No. 13.
伊集院久吉, 1956: 寒候期における積乱雲について (4), 西部管区気象研究会 (南部地区) 発表.