

飛行機観測による本州上空の雲について*

中 沢 全 一**

1. ま え が き

雲の観測結果を纏めたもので日本では古くは布良測候所の写真経緯儀を使って観測した測雲報告(1930年3月中央気象台)があり、その後も測風気球・測高器などを使って雲高を調査したものがあり、また1950年度には全国的な研究プロジェクトに指定されるなどして雲の観測についてはいろいろと努力がはらわれている。

雲は降水機構の鍵を握るものとして重要なものであり、この立体構造を十分把握することは、雲の生成や降水現象の究明を通じて気象学上大いに価値のあることと考える。

ところで航空気象の立場からは現実の予報作業上、雲の垂直分布を細かく予報する様決められており、またこれを参考にして飛行計画が立てられる場合もあるので、こう云った面から飛行機観測による雲の資料を集めて調査した。

2. 資 料

ここで資料として取り上げたものは主として自衛隊の飛行機の観測したものでPIREP型式の資料をもとにして調べた。

地上における雲の目測と実測との相違についてはすでに報告¹⁾があり、目視による雲高観測が特に高い雲については難しいことがわかっているが、飛行機による雲の観測はチェックした自分の飛行高度を基準にしてその付近の雲を観測するので高い雲についてもかなり精度のよい資料として利用することができると考えてよい。

3. 雲の出現高度

第2節で述べた資料を使い、上・中・下3層に分類して月別に雲の高さを調べてみた。雲の高さによる分類の基準はベターセンの著書を参照して次のとおりとした²⁾。すなわち Low Clouds < 8000ft (2500m), Middle Clouds = 8000~20000ft (2500~6000m), High Clouds > 20000ft (6000m) である、次にこの分類に従って各層

* The Height of Clouds over Honsyu Observed by Pilots.

** Zen'ichi Nakazawa 名古屋航空測候所
—1962年1月20日受理—

別に雲の出現高度を調査した。

(1) 下層雲の出現高度

第1表は月別・高度別に下層雲の出現回数を調べたもので、更に月別に平均高度も算出した。これによると梅雨期にあたる6月から7月にかけては平均高度3800ft、冬期にあたる1月から2月にかけては観測資料が少ないのではつきりは云えないが平均高度は4700ftとなっている。

第1表 下層雲の出現高度 単位: ×100ft

月	1~10	10~30	30~50	50~70	平均	標準偏差
4	1	5	12	10	42.3	12.4
5	5	17	25	23	39.2	17.8
6	4	18	26	18	37.9	17.0
7	2	14	19	12	37.7	16.4
8	2	10	18	15	40.7	16.6
1		1	2	3	46.7	14.9
2		1	8	7	47.5	12.0

また標準偏差を考慮すると下層雲が出現しやすい高度の中が出されるので、これによって下層雲の下限・上限の推定ができる。下層雲の場合下限は2000~3500ftであり上限は5500~6000ftとなっていてこの間に最も雲が生じやすいと云える。

ここで新潟や福岡で行われた雲高の調査^{3),4)}を引用するとCu型の雲底高度は3000ftくらい、Sc型の雲底高度は5000ftくらいであるとのことなので、これを参考にすれば雲形による出現高度の目安も得られると思う。

(2) 中層雲の出現高度

第2表は下層雲のときと同じ様にして中層雲の出現高度について調べたものである。これによると平均高度は8月を除いて各月とも13000~14000ftとなっており、中層雲の高度は下限が9000~1000ftで上限は約17000ftとなっており、こういった高度の間に雲が生じやすいと云える。

(3) 上層雲の出現高度

第3表もやはり下層雲、中層雲のときと同じ様にして調べたものでここでは上層雲の出現高度を出したもので

第2表 中層雲の出現高度 単位: ×100ft

月	80~ 100	100~ 130	130~ 160	160~ 180	180~ 200	平均	標準 偏差
4	12	2	4	6	2	128.1	39.7
5	21	16	18	13	9	134.7	36.7
6	16	13	17	12	8	137.3	36.3
7	9	10	9	7	5	136.6	36.1
8	14	10	3	2	2	115.6	36.8
1	1	3	3	1	1	137.7	31.0
2	1	4	4	3	2	146.1	32.0

第3表 上層雲の出現高度 単位: ×100ft

月	200~ 250	250~ 300	300~ 350	350~ 400	400~ 450	平均	標準 偏差
4	5	7	5	2		285.5	47.5
5	18	17	19	9	1	292.2	53.9
6	12	19	10	8	2	294.6	56.1
7	9	13	9	5	1	292.6	53.5
8	4	5	3	1		278.8	45.8
1	1	2	2			286.0	37.4
2	7	4	1			250.0	32.3

ある。これによると資料の少ない冬期を除けば平均高度は28000~29000ftとなり、出現高度の下限は23000~24000ft 上限は32000~35000ftであってこういった高度の間で最も雲が出やすいと考えられる。

(4) 積乱雲の高度

積乱雲の雲頂高度を第4表に掲げた。これは雷雨報告の資料とも対称して発雷したと思われる積乱雲について、飛行機観測の資料から月別に回数を調べたものであり、雲頂高度は上層雲の上限と大体一致している。

第4表 積乱雲の雲頂高度 単位: ×100ft

月	200	250	300	350	400	400以上
6			1			
7			1	3	2	2
8		1	3	3		

4. 雲高の予報

(1) 下層雲の予報

これについては即ち研究調査が行われており、例えば下層雲の雲底は凝結高度を求めることによってその高さがわかるとされており、このことは地上の観測および雲高の実測を比較してみても大体満足できる結果が得られている。

(2) 中層雲の予報

これについては断熱図などから状態曲線上で飽和に近

い湿潤気層を求めて出現高度を予想することができる。

(3) 上層雲の予報

上層雲については出現範囲が広く、高層資料も限られてしまうので雲の高さを予報することが難しい。

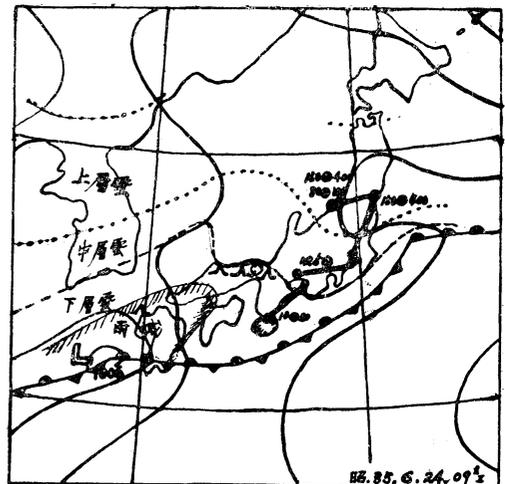
上層雲の発生機構についてはすでに来海氏の研究⁵⁾や大阪管区気象台で実施した上層雲共同観測総合報告⁶⁾などがあり、また米国ではジェット・ストリームの研究プロジェクトの一貫として飛行機観測によつてジェット・ストリームと上層雲の出現状態が調べられている⁷⁾。

ここではそれ等の研究結果を総合した見方で現業面でも容易に行える方法で上層雲の予報を試みた。まず圏界面天気図を作つて断層線(Break line)を描き、この線を境界とした南側の主圏界面高度と観測された上層雲の雲頂高度との関係がどうであるかを調べたのが第5表である。これから上層雲の上限はすべて圏界面高度に等し

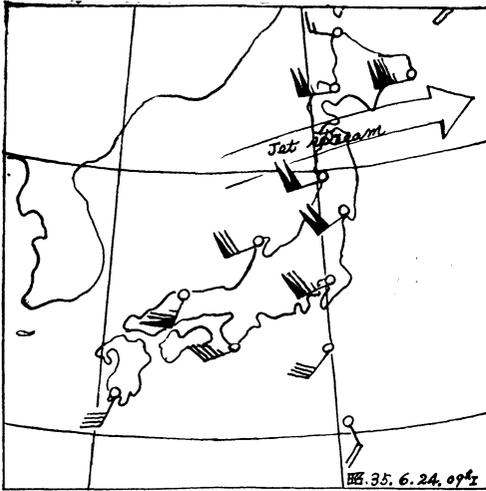
第5表 上層雲頂高度と圏界面高度(昭.35.5~7)

圏界面高度	雲頂高度			
	33000~ 36000	36000~ 39000	39000~ 42000	42000~ 45000
12000gpm	1	3		
13000 //	3	6	2	
14000 //	1	5	2	
15000 //	1	2	4	1
16000 //				1

いかそれよりも低いことがわかる。また上層雲の現われる範囲を調べてみると、主として地上の前線に向う側の断層線の南側約5度くらい(緯度にして)までであり、断層線の北側では上層雲が殆んど観測されていない。



第1図 地上天気図と雲の分布



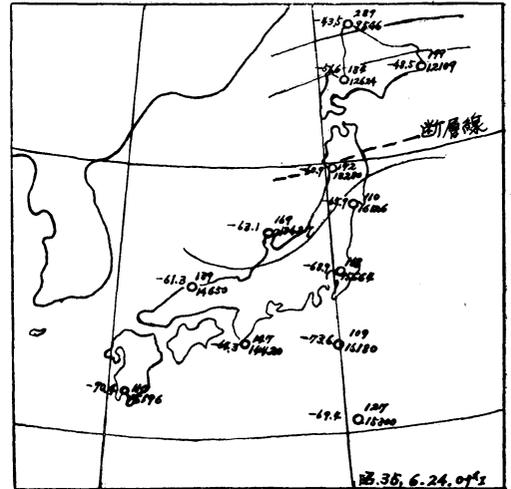
第2図 300mb 高層風

いま一例として昭和35年6月24日に観測された雲について調べてみよう。第1図にこの日の地上天気図をのせ雲の分布状態を地上観測と飛行機観測とを併用して図上に表わした。この日は本州南海上に前線帯があるため、本邦上空には前線性の雲が拡がっており、北日本では上層雲が出ていて雲頂は40000ftにまで達していると報じられた。第2図に300mbの上層気流図を掲げたが津軽海峡付近に100ノットを越えるはっきりした強風帯のあるのがみられ垂直断面図解析からは秋田の上空40000ft付近に風速140ノットに達するジェット・コアがあることがわかる。

第3図には圏界面の気圧・気温・高度を記入した図を掲げた。この図の断層線の位置と上層雲の拡がっている範囲および上層雲の雲頂高度と圏界面高度との関係が第1図と第3図を対応させてみるとわかる。

5. むすび

ここでは飛行機観測による雲の観測資料を集めて主と



第3図 圏界面天気図

して各層の雲の出現高度を調べ応の標準を求めたが、更に雲の予報として特に上層雲の雲頂高度を推定する一つの簡単な方法を実例についてテストしてみた。

参考文献

- 1) 斎藤卓己, 1953: 雲の目測と実測の相違, 研究時報, 第4巻9号。
- 2) S. Petterssen 1956: Weather Analysis and Forecasting. Second Edition Vol. 2.
- 3) 渡多正二, 1954: 新潟における雲高の調査, 研究時報, 第6巻7号
- 4) 富高四郎, 1957: 福岡における雲について, 研究時報, 第9巻7号。
- 5) 米海徹一, 1952: 上層雲と高層気象要素との関係, 気象集誌, 第30巻9号。
- 6) 斎藤将一, 成川二郎, 1954: 上層雲共同観測総合報告, 研究時報, 第6巻8号。
- 7) George S McLean 1957: Cloud Distribution in the Vicinity of Jet Stream. Bul. Amer. Met. Soc., Vol. 38. No. 10.

【新書紹介】 地球の科学

島山久尚, 根本順吉, 諏訪 彰, 半沢正男著

B4版 159頁 株式会社小学館発行 定価450円

最初の約100頁は色別ものの綺麗な絵と説明で、後の約60頁は解説となっている。この本の主眼は最初の色刷にあるらしいが、この方は絵に場所をとられるから内容の方はどうしても不十分となるのは止むを得ない。内容の面白いのは、後の部分で、これは、地球のすがた、ふしぎな自然現象、資源特に地下資源について、自然の災害、

自然現象の予報特に天気予報について、数表、の各項目に分けて説明されている。読者層としてはどの辺をねらったか、はつきりしないが、後の部分を父兄が読んで、説明し、子供は色刷りの部分を見るというねらいかも知れない。「陸海空の現象がそれぞれ関連しあって起こるものであるということ、ときあかそう」として書かれた、とあるが、その点は特に異色があるとも思われない。しかし思いきり美しく作った本で、読者を美しく飾られた博物館にさそって勉強する効果をねらったもので、大人が読んで楽しむ本と云える。