

本邦各地の 0°C 層の高さについて*

坂 本 篤 造**

1. ま え が き

航空気象庁では飛行機の運航に際して、0°C 層の高さが要求され、又飛行場の基地予報や航空予報図には、その高さを示すことが規程されている。0°C が水と氷の限界温度であるからには過冷却の現象があるにしても、着氷など低温ともなう飛行障害に対しては、特にこのような層の高さを知ることが必要であろう。

国際標準大気 (ICAN, 1924) によれば、0°C 層の高さは約 2,300m となっている。しかし実際にはどのようにかわっているのか調べてみても必要と考え、本邦各地の高層観測にもとづき 0°C 層の高さの変化を主に気候学的に調べたので概報する。

2. 高さの算出

一般に大気中の高さの計算は気圧測高公式

$$\phi_b - \phi_a = -R_d \int_a^b T^* \delta (\ln P)$$

によるが、観測の実際ではダイアグラムを用いて等温層による高度の決定

$$\phi_b - \phi_a = R_d T^* m \ln \frac{P_a}{P_b}$$

により、図上で算出される***。この調査では気象庁の Aerological data にある 0°C 層の高さをそのまま使用した。

3. 高さの単位

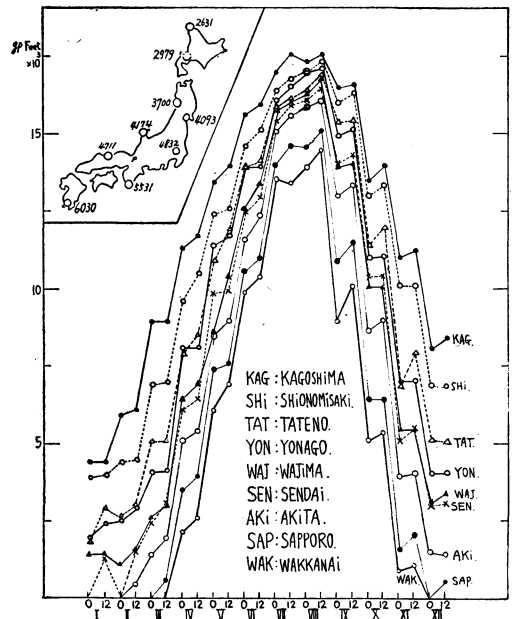
現在航空関係では日本でも米国式に高さの単位として feet が採用されている。従って、Aerological data にのっている gpm を gpf に換算した。又航空の実用上は幾何学的尺度が必要であろうが、意味は違っても数字自体には大差ないから feet にはなおさず、gpf そのままとした。すなわち、本文中の高さはすべて geopotential feet である。

4. 月別平均の変化

地上気温の変化から考えられるとおり、冬季が最低で

夏期に最高となることは云うまでもない。1951~1955年の0時と12時の観測による5ヶ年平均の月別高度を第1図に示した。

最北の稚内では12月~3月の4ヶ月間は0°C層が地上に現われず、8月の最高が14,567 gpfであるのに対



第1図 5ヶ年平均の月別 0°C 層高度変化 (0時12時) と年平均値

して、鹿児島では最低が1月の4,501 gpfで最高は7月の17,647 gpfとなっている。南北の傾度が最大となるのは11月0時で稚内の883 gpfに対し、鹿児島は10,994 gpfとなっており、その差は10,111 gpfに達している。この傾度が最小となるのは8月12時で稚内の14,567 gpfに対し鹿児島は17,582 gpfとその差は3,015 gpfにすぎない。

各地とも0時より12時の値が高くなっているが、中でも高いのは輪島の5月で、その差は1,700 gpfに達している。年平均値の分布を第1図の左上に示したが、鹿児島6,030 gpfから稚内2,631 gpfにかけて略一様に減少しており、年平均では本州の各地とも

* On the Variation of Freezing Level over Japan.

** Tokuzo Sakamoto 名古屋航空測候所
—1961年1月25日受理—

*** Jørgen Holmboe etc.: Dynamic Meteorology.
4.17(4), 4.21(3).

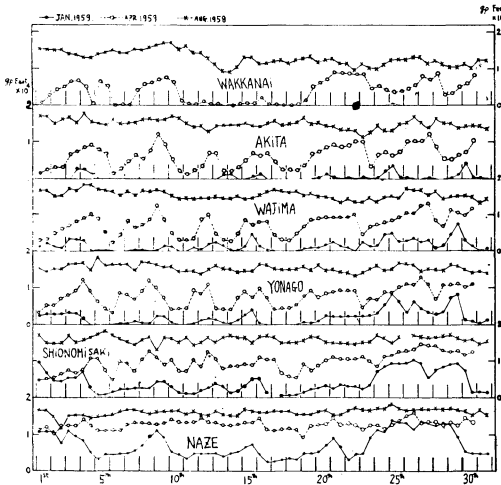
0°C 層は国際標準大気それよりも高度が低い。

5. 日々の変化

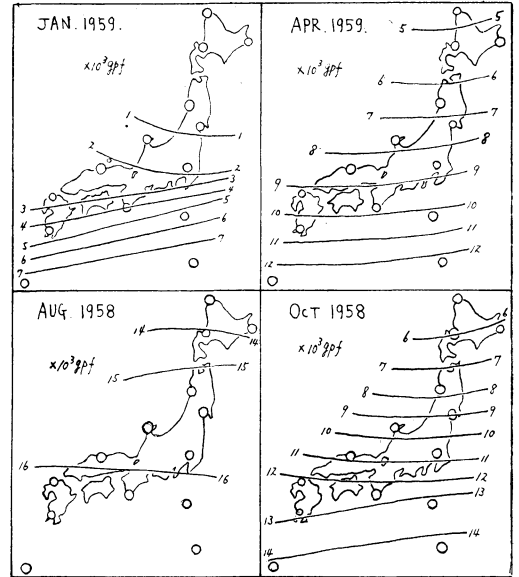
1958年8~12月と1959年1~7月について、日々の変化をみると、季節により、又場所によりその変化は異なっている。然しながらあとでのべるように6ヶのグループにわけられるから、そのうち一つづつを選んで、第2図に示した。

夏期は一般に変化が小さく、比較的一様であるが、変化が大きいのは、本州、北海道、九州とも春秋の時期であり、南海上の離島では冬期に変化が大となっている。月平均値の分布を第3図に示したが、1月は本州南岸で

傾度が強く、8月は1月と対称的であるが、傾度は小さく、4月と10月は略々緯度圏に沿って等値線がひかれ、本邦上空では0°C層が平板的に北方に低下していることを示している。ところで、わずか1ヶ月にすぎず観測回数 of the 寡少をまぬがれないが、各地の日々の変動の測度として正規分布を仮定し、第3図の月平均値に対する標準偏差を 100 feet のオーダーで計算すると第1表及び第4図ようになる。即ち1月は鹿児島が最も変動が小



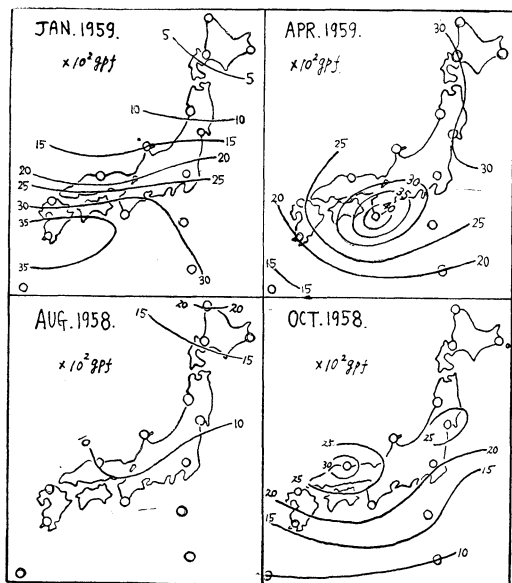
第2図 0°C層高度の日々の変化



第3図 月平均値の分布

第1表 月平均と標準偏差 (gpf)

| | 1 月 | 4 月 | 8 月 | 10 月 |
|-------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 名 瀬 | 7,177±3,400 | 12,730±1,200 | 16,327± 700 | 1,846±1,000 |
| 鹿 児 島 | 4,126±3,700 | 10,645±2,000 | 16,022± 600 | 12,989±1,600 |
| 福 岡 | 2,745±2,800 | 9,050±2,500 | 16,153± 800 | 12,287±2,400 |
| 米 子 | 2,166±1,600 | 8,211±2,600 | 15,746±1,000 | 10,870±3,100 |
| 潮 岬 | 3,967±3,400 | 9,799±4,100 | 16,206± 900 | 12,289±2,100 |
| 鳥 島 | 7,328±3,100 | 12,310±2,100 | 16,193± 800 | 14,843±1,000 |
| 八 丈 島 | 5,272±2,800 | 10,432±2,600 | 16,144± 700 | 13,291±1,800 |
| 館 野 | 1,734±2,300 | 8,701±2,900 | 15,951± 800 | 10,468±2,000 |
| 輪 島 | 1,466±1,500 | 7,423±2,800 | 15,604±1,100 | 9,104±2,200 |
| 仙 台 | 853±1,400 | 7,182±3,000 | 15,299±1,100 | 8,814±2,600 |
| 秋 田 | 440± 900 | 6,308±2,900 | 15,167±1,300 | 7,981±2,200 |
| 札 幌 | 58± 400 | 5,232±3,000 | 14,116±1,500 | 5,958±2,100 |
| 根 室 | 50± 200 | 5,751±3,400 | 13,550±1,700 | 6,024±2,200 |
| 稚 内 | 4± 0 | 4,642±3,100 | 13,022±2,000 | 5,291±2,100 |

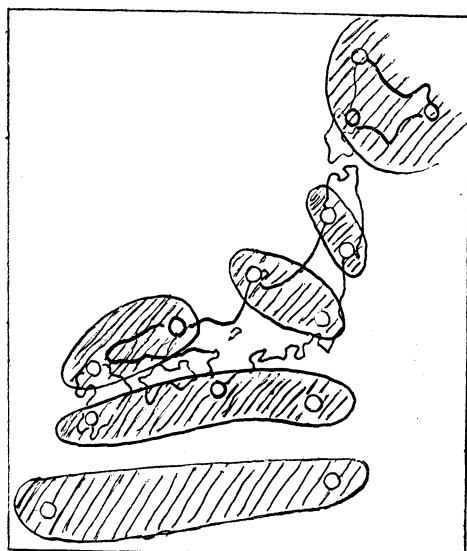


第4図 標準偏差の布分

さく、4月では潮岬、10月では米子の変動が大きくなり、8月は各地とも比較的変動が小さいが、その中で北海道が大きくなっている。

6. 考 察

0°C層の高さであるから、大気の垂直温度分布によって一義的にきまるわけで、季節による上下は勿論、一般には寒気の侵入にともなって高度がさがり、暖気の侵入にともなって高度があがることになり、特に日々の高度



第5図 区域別

変化においては移流が大きな役割を果たしていよう。0°C層の高度変化における季節を考えると第1図からもわかるように本州及び九州では12~3月を冬季、4~5月を春季、6~9月を夏期、10~11月を秋季に、北海道では11~4月を冬季、5~6月を春季、7~8月を夏季、9~10月を秋季にわけられる。0時より12時が高くなっているが、この値には日射補正がほどこしてないので日変化かどうかはわからない。月平均から云えば国内定期線で数多く使われている DC-3 クラスの航空機の常用高度 (6,000~9,000 feet) では6~9月の4ヶ月間は 0°C 以下を飛ぶことはない。日々の変化では、かなり激しい変化を示しており、中でも札幌の4月には36時間で 10,000 gpf も下降している場合がある。第4図から第5図のようなグループにわけられる。第4図は冬季の寒気の氾濫、夏期は中緯度高気圧、春秋両季はトラフの通過等天気図における特徴とよく符合している。

7. 結 論

本邦各地の 0°C 層の高さは

- (1) 5ヶ年月別平均では鹿児島が最高(南海上の離島は除く)で7月に 17,647 gpf に達している。
- (2) 冬季は北海道では 0°C 層は殆んど地上にあらわれない。
- (3) 0°C層の高度変化からみた季節は地上気温による季節と若干の差異があり、北海道も区別される。
- (4) 夏期は変化が小さく、変化が大きくなるのは南海上では冬、陸上では春秋である。
- (5) 6~9月の間は平均では 10,000 gpf まで 0°C 層にあり心配はない。

8. あとがき

本調査は 0°C 層の高さを予報する問題に対処するのが目的であるが、今の所はきわめて常識的な、しかも定性的な記述に終わってしまった。気温予報が等圧面高度予報で実施されているような数値予報方式で行なわれるようになれば 0°C 層の高さの予報には問題がなくなる。現在でも 0°C 層の高さの予報が不適のために重大な事故をおこしたと云うことは聞かないし、又今や Jet 機時代をむかえて巡航高度が高くなるに従い、0°C 層の高さの必要性もすすめてくるように考えられ、あまり切実な問題ではない。然しその実態が知れ、又現在国内飛行の航空機にとって少しでも参考になれば筆者の幸はこの上もない。

おわりに平素ご指導を賜まわる滝沢元助所長を始め、ご便宜を与えられた平野俊朗予報課長ならびに当所予報課の諸氏に厚くお礼申し上げます。

要 旨

航空気象では飛行機の運航や基地予報や航空予報図に 0°C 層の高さを要求されたり、予報するように規定されている。気温予報が数値予報でできれば問題はないが、0°C 層の高さの予報について、それに対処するために本邦各地の高層観測から 0°C 層の高さを調べてみた。0°C 層の高さは大気の垂直温度分布で一義的にきまるから、

夏高くなり冬低くなる。平均では離島を除いて鹿児島が 7 月が最高で 17,647 gpf に達し、冬の北海道では殆んど地上に現われない。日々の変化を標準偏差からみると夏季は変動が小さく、変動が大きくなるのは南海上で冬、陸上では春秋である。航空機が 10,000 feet 位までの間で 0°C 層に関係なく飛べるのは夏の 4 ヶ月間である。

新 書 紹 介

雪氷の研究 No. 3

最近の雪氷に関する研究展望 (1950~1958)

日本雪氷学会 B5版 139頁 定価250円

解説編 (7~30頁) と文献編 (31~122頁) の 2 部に分かれ、解説編は 24 項目に分けて、その道の専門家二十数氏が担当している。文献編も解説編と同じ 24 項目に分けて、最近 10 年間に出了る文献 1500 を記載している。また巻末には略名表、雑誌・資料名一覧表、研究機関名一覧表 (宛先付) がついている。

解説編の内容は、各項目毎に、雪氷と生活や産業との関係等が、筆者の持味で語られていて、雪氷専門の以外の人にも大変面白い。

磯野謙治著 雨の科学

恒星社厚生閣発行 定価350円 B6版 203頁

雲はどうしてできるか、雨や雪はどのようにして降るか、人工降雨はどのようにして降らせるか、などをわかり易く説明した本。

雨についての研究の進歩を通して、科学はどのように発展して来たか? また科学の研究はどのように進めなければならないか、を暗示している。著者の自然科学観がよく表われていて、興味深い。

ひょうの成因の新説、暖かい雨、ジェット機雲など最近の話題が盛り込まれているが、最も興味のあるのは著者の専門である人工降雨に関する検討で、降った雨が果して人工降雨であるかどうかを苦心してきめる所、である。

気象の英語 (37)

40. big, large, litte, small など

“大きい” という意味の最も普通の語は, great, big, large であるが, それらの違いは, 物体の大きさ, 広さに関していうときは, big が最も普通の言葉で, large は多少形式ばる。Great になると大変 formal で, 詩的であり, その物が notable または印象的 (imposing) であることを示す。たとえば, 次の語を無理に区別して訳せば

- a big man = 肥った男
- a large man = 体かくのよい大男
- a great man = 偉大な男

といった具合であろうか。a big tree, a large tree, a great oak はどう区別して訳したら良いだろうか。

程度とか量とかについて云うときは, great beauty, great mistake などのように great が普通の言葉で, big もよく使われる。large は程度をいう時には使われず, 量についてだけ用いられる。たとえば, a large number など。

“小さい” については, small, little があり littl- は, big の反対で大きさ, 広さ, 量について使われる最も一般的な言葉。small は large および great の反対で (little と同じようにも使われるが), 制限されているもの, 大きさが並以下のものなどに特に使われる。big は little の反対, small は large および great の反対だから, 大小という時には,

large and small など

といって, big and small などとは云わない。おとぎばなしでも, little bears が出れば, 大きな方は, big bears であって, large bears ではまずい。

“小さい” には, 以上の他に, 非常に小さいことを意味する tiny, 並みよりはるかに小さいものを指す diminutive, 見分けるのがむづかしい程小さいことを示す minute がある。

“大きい” にも上述のほか, 非常に大きいことを示す huge, immense, 広がり大きい extensive, 容積の大きい bulky, massive, capacious, voluminous などがある。

(有住直介)

“天気” 8. 4.