

気圧、気温および日照の相関について*

荒井 康** 矢島 栄三**

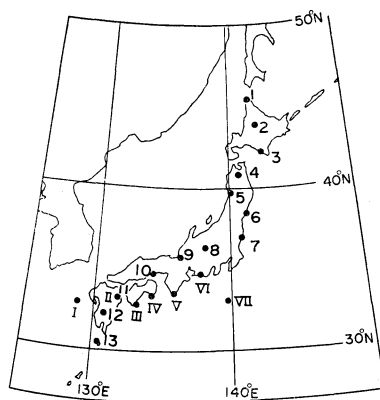
要 旨

長期間の日平均地上気圧、気温、日照ならびに月平均気温、気圧差を用い、相互の相関係数を求めてその特徴を調べた。日本付近では1地点の日平均気圧は、その点を中心とした緯度あるいは経度 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ (平均 7.5°)の範囲の気圧を代表する。気圧場は気温、日照とかなりの相関があり、その意味を説明できるものが多い。

1. まえがき

地上の気圧分布を分類し、それぞれの型と気温、降水量等との対応がいろいろと調べられている、たとえば、LUND (1963)、吉野 (1968)、筆者等も最近日本付近の地上気圧分布の分類を行なったが(荒井・矢島, 1974)この種の解析にはまず気圧場と気象要素の関係を明らかにし、その結果を基礎とすることが必要である。今回のテーマはこのような必要性から選んだもので、この解析の主な目的は気圧の地域的代表性、気圧場と気温や日照との相関々係から日本付近の日平均気圧場の特徴を明らかにすることである。

以下で使う資料は1953-1972年の20年間の1, 4, 7, 10月の22地点の日平均地上気圧で、日平均値を用いたのは資料が得やすい意味であり、同じ資料が筆者等の地上気圧分布の分類でも使われている。第1図に番号をつけた19地点と札幌、根室、福岡がこの22地点で、地点番号11とIIは共に大分である。気温については札幌、福島、浜松、福岡、鹿児島の日平均値を用い、毎日の日照は札幌、浜松、福岡の値である。これらの要素の毎日の平均値は20年間の平均値で、この平均値からの差が偏差である。以上の資料のほかに1907-1966年の60年間の日本の46地点の月平均気温と、八丈島-札幌および八丈島-福岡の気圧差も使用している。札幌、浜松、福岡を選んだのは北、中部、西日本の地点ということであるが、福島と鹿児島島の気温と東西ならびに南北の気圧差をとった理



第1図 1~13の南北の地点とI~VIIの東西の地点。11とIIは共に大分。

由は第4節で述べる。月平均値に関しては年値は60年間の平均値で、これからの差を偏差とする。

日平均をとると移動性のじょう乱の振巾は小さくなるが、周期が約3日のじょう乱、たとえば、波長が3,000 kmで移動速度が経度で 10° /日のものが全く消されてしまうことはない。また、波長が1,000 kmでじょう命が1日のオーダーのいわゆる中間規模じょう乱はほぼ消去されると考えられるので、われわれが主に対象とするのは総観規模のじょう乱である。

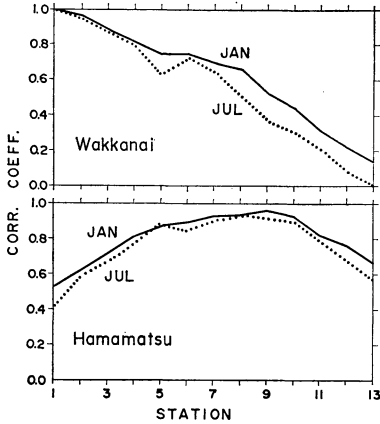
相関係数の有意性についていえば、独立な資料が約100あれば0.25程度の相関係数は危険率1%で有意である。気圧や気温の日平均偏差は持続性があるといえないが、それぞれの月で約600の資料があるから、以下では0.25以上の相関係数を有意とし、月平均偏差に関する相関は0.3以上を有意とする。

* On the correlations among pressure, temperature and sunshine.

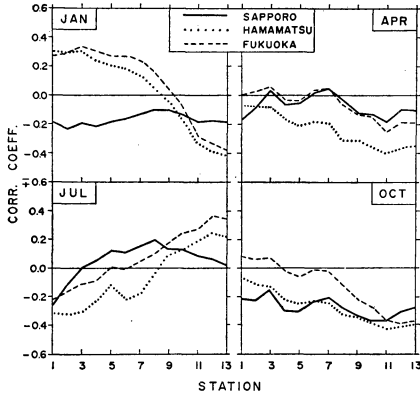
** Y. Arai, E. Yajima. 気象研究所

——1975年10月24日受領——

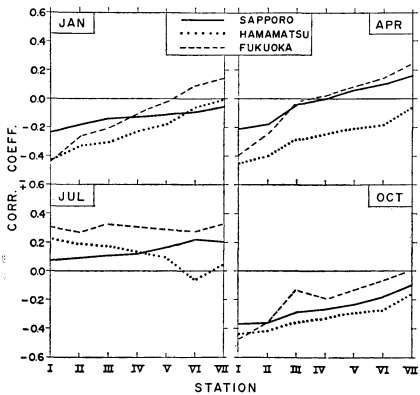
——1975年12月22日受理——



第2図 1月と7月の稚内(上), 浜松(下)と13地点の日平均気圧偏差の相関分布, 資料は1953-1972.



第3図 日平均の3地点の気温偏差と13地点の気圧偏差の相関分布, 1953-1972.



第4図 日平均の3地点の気温偏差と7地点の気圧偏差の相関分布, 1953-1972.

2. 日平均気圧の代表性

1 地点の気象要素の値がどの範囲まで代表性があるかは, 気候型の区分とも関係しており, 気象要素によって違いがあるが, 気圧や気温の代表性は地域性の強い降水量, 視程等より大きいと考えられる. これ等の要素の地域分布を分類しようとするとき, 一般には代表性の大きなものは分類する型の数が少くてすみ, 小さければ多いはずであるから, 気圧分布の分類では気圧の代表性を調べておく必要がある. 代表性がどこまであるかを知るにはそれぞれの地点を中心として, そこにおける気圧と他の地点の気圧との相関分布を見るのがよい.

第2図上は稚内と13地点の日平均気圧偏差の1月と7月の相関分布である. この両月の分布はほとんど違いがなく(4月と10月も同様), 稚内と屋久島の気圧偏差の相関は1月には0.15, 7月にはほぼ零である. すなわち日本附近では, 緯度にして約15°はなれた2地点間の気圧偏差に相関がほとんどなく, また, 稚内の偏差と0.5の相関のあるのは中部日本の偏差である. 第2図下の浜松を中心とした分布では, 浜松と緯度約4°はなれた屋久島の偏差の間には0.6程度の相関があり, 0.5の相関のある地点は屋久島の南にある.

図にはしていないが, ほぼ同じ緯度にあつて経度約11°はなれている八丈島と福江(富江)の偏差の相関は, 1月には0.58, 4月には0.47, 7月には0.68, 10月には0.63である. 気圧の代表する範囲を相関係数でいってどこまでとするかは明確には決めにくい, 相関が0.5あれば少なくとも変化の傾向は似ているので, ここではこの0.5を採用する. そうすると, 1地点の日平均気圧偏差の代表する範囲は緯度または経度で5°~10°(平均で7.5°)で, 特に5°以内では代表性は相当によいことがわかる.

気圧の代表性からいうと, この解析の目的に対しては第1図にあるような多くの点は必要でなく, 南北と東西方向でそれぞれ数地点あれば足りる. しかし気圧分布の分類では気圧の谷が日本列島にかかっているような場合, それがどこにあるかは重要で, これを決めるのには第1図に示した程度の地点は必要である.

3. 気圧と気温

札幌, 浜松, 福岡の日平均気温偏差と13地点の日平均気圧偏差の相関分布が第3図に掲げられている. 1月の浜松と福岡に対する分布はよく似ていて北日本で正, 西日本で負で, 札幌に対してはどこの地点でも値は小さいが負相関となっている. 北日本でははっきりしないが,

第1表 日平均の5地点の気温偏差と福江—根室の気圧差の偏差の相関係数 (10^{-2}), 資料は1953-1972.

月	1	4	7	10
札幌	4	-14	15	-12
福島	-24	-10	49	12
浜松	-53	-23	42	-17
福岡	-53	-29	30	-34
鹿児島	-58	-42	24	-48

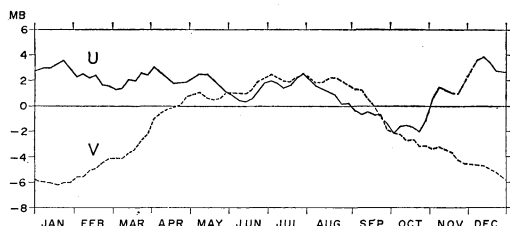
西高東低の気圧配置が強くなれば気温は下り、ゆるめば高くなることが示されている。

7月には浜松と福岡の分布は1月と逆になり、気温は梅雨型で低く、南高北低型で高くなる。札幌に対する分布はかなり違っていて、0.2の小さな正相関の中心が松本附近に見られ、屋久島との相関は零に近い。このことから、小笠原高気圧が北偏して張り出すと、北海道の気温が高くなる傾向がうかがわれる。4月になると分布の様子はかなり違ってくる。浜松に対してはどの地点でも負相関で、大分における-0.4が最大である。札幌、福岡の気温との相関は一般に非常に小さいが、大分附近ではやはり負相関となっている。10月の浜松と札幌の分布は4月の浜松の分布と似るようになる。春と秋に共通した特徴は九州に現われる負相関である。

つぎに、第4図の東西の分布を調べよう。7月を除けば分布の様子は似ており、福江の気圧偏差と-0.4程度の相関があり、福岡の気温偏差と八丈島の気圧偏差の相関は小さな正かほぼ零となっている。福江における負相関は、一般に移動性高気圧の前面の北風で低温、後面の南風で高温ということで、このことは正と負の気温偏差の特に大きい日の天気図によく現われている。7月の相関は1つを除いてすべて正で、その中でも福岡の気温偏差に対する相関が一番大きく、小笠原高気圧の張り出しで高温になることが示されている。

4. 気圧差と気温

第3, 4図の相関分布では相関の符号が南と北および東と西で反対であるか、一方がほぼ零に近い場合が多いから、気圧差と気温にも当然相関がある。ちなみに、福江と根室の気圧差の偏差と5地点の気温偏差との相関係数を計算すると第1表のようになる。相関係数の単位はすべて 10^{-2} であるから、 ± 27 というのは ± 0.27 のことである。すべての月で ± 0.4 以上の相関がいくつかあり、これらは第3, 4図に見られる大きな相関と同程度



第5図 八丈島—札幌の気圧差Uと八丈島—福岡の気圧差Vの半年平均値の変化。

か幾分大である。このような結果から、気圧差を求める際の2地点間の距離は南北方向では緯度 10° 、東西方向では経度 10° 程度でよいことがわかる (10° が最もよいということではない)。そこで、八丈島—札幌の気圧差Uと八丈島—福岡の気圧差Vを使うことにするが、これらの示数は慣用されていないのでその年変化について述べる。

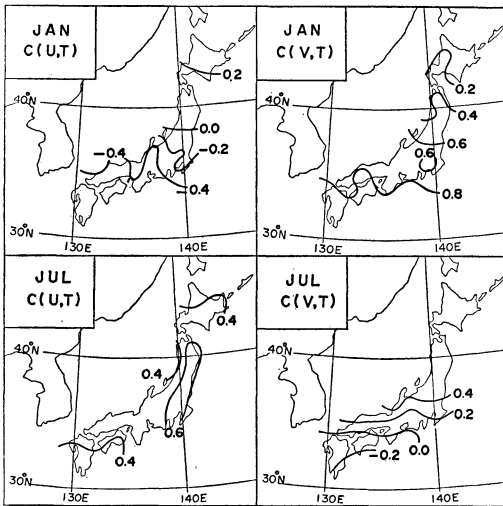
第5図にあるのがUとVの半年平均値の変化で、日本気候表その4 (気象庁, 1962年) の地上気圧半年別平滑年平均値から作った。Uは3月上旬の極小を別にすると、1月から5月中頃まで割合に一定している。梅雨期の6月中旬にかなりはっきりした極小が出現し、その後増加して7月末に極大となる。10月には台風が日本に接近すること等によって負となり、それから急速に増大して12月中旬に年間の最大値に達する。これに比べてVの変化は単調で、正負の交代期が4月と9月にあり、7月から8月にかけて正の年間最大値となってから9月以後急に減少していく。

第2表の60年間のUとVの年平均値の特徴も第5図と同様で、Uの年平均値は10月の東風以外はすべて西風、Vの年平均値は7月は南風、他の月は北風を示している。第2表にはU, Vの月々の正の度数の割合ものせてあるが、これらは年平均値と対応した値になっている。1月と10月のVの偏差が正ということはその月の北風が平年より弱いことで、負というのは平年より強いことを表わす。7月にはVの偏差の正は南風が平年より強く、負は弱いことである。4月の場合には偏差の負は平年より強い北風、正は南風と平年より弱い北風である。20年間の日平均についてもUとVの正の度数の割合を第2表に掲げたが、月平均の場合と対応した値になっている。このようにVの偏差の正と負が、南風と北風に必ずしも対応しないことを注意する必要がある。Uについても同様である。

以下に用いる気温 T, U, V はすべて偏差を意味

第2表 60年間の月平均のUとVの1, 4, 7, 10月の平年値(上段), UとVの正の度数の割合(中段), 20年間の日平均のUとVの正の度数の割合(下段).

月	U				V			
	1	4	7	10	1	4	7	10
月平均値の平年値 (mb)	3.1	2.5	1.8	-1.4	-6.0	-0.6	2.1	-2.8
(月平均値)>0の度数の割合(%)	93	97	80	22	0	28	100	0
(日平均値)>0の度数の割合(%)	74	64	68	37	10	46	80	24



第6図 1月と7月の月平均のTとU, Vとの相関分布. 資料は1907-1966.

し, TとUの相関係数をC(U, T), TとU, Vの重相関係数をC(T/U, V)のように表わす.

つぎに月平均値によって求めた相関を調べる. この相関は時間と空間スケールの大きな現象と関連しており, 日平均値を使う場合と違った意味を持ち, 長期予報的な解析にも参考になると思われる. 第6図にあるのはTとU, Vの1月と7月の相関分布である. 1月のC(U, T)は西日本で-0.4程度の値となっており, 高いとはいえないが有意である. これは西風が(平年より)強ければ気温は(平年より)低くなり, 弱ければ高くなることである. 1月のC(V, T)は特に西日本で高く, 九州と四国では0.8以上で, 北風が強(弱)ければ気温は低(高)くなる. すなわち, ここでいう北西の季節風が卓越すると, 西日本を中心に気温が低下することが示さ

れている.

7月には関東から東北にかけてC(U, T)は0.6程度になり, C(V, T)は北日本で約0.4である. 北海道と東北地方では南西季節風が卓越すると気温が高くなる傾向がある. C(V, T)は中部地方から九州にかけて7月に小さく, このためにその南北分布は1月の場合と逆になっている. このことについては総観的立場から説明できると考えているが, ここで示すまで調べていない.

月々の相関分布の模様をさらに詳しく見るために, 5地点のC(U, T)とC(V, T)の月々の値を第3表にまとめた. C(U, T)は4月と10月頃全国的に小さくなり, これらの月を境として符号が変わっている. C(V, T)はC(U, T)より全般的に大きいのが特徴であるが, 7月と8月だけは浜松とその南で小さい. C(U, T)とC(V, T)の極大はそれぞれ福島の6月の0.80と鹿児島島の1月の0.89であり, 福島のC(U, T)は7月もかなり大きく, この意味でこれら2地点は気温に関して代表地点と見ることができ. もっとも, 福岡と鹿児島島の気温はどちらかあれば足りる.

UとVには八丈島の気圧が同様に入っているが, C(U, V)は1月には-0.44, 7月には0.43で符号が反対である. 1月の負相関は西風が強(弱)ければ北風も強(弱)いということで, これは, 北西季節風が月平均地上気圧分布(西高東低型)を強く特徴づけていることを意味する. 7月の正相関は南西季節風が南高北低型を特徴づけていることを示す. 比較のために日平均値によって計算したC(U, V)の値を示すと, 1月は-0.09, 4月は0.18, 7月は0.10, 10月は0.19ですべて小さく, これは短周期のじょう乱の影響が加わるためである. 西高東低型と南高北低型の気圧分布は, 短周期のじょう乱を伴う気圧分布より時間, 空間スケールが大きく, この

第3表 月平均の5地点の気温偏差とU, Vとの月々の相関係数 (10^{-2}), 1907-1966.

C (U, T)

地 点	月	相関係数											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
札幌	幌	25	-2	-12	-6	-36	43	45	-17	36	2	-16	-15
福	島	-6	-18	-14	-3	48	80	68	47	43	-13	-43	-43
浜	松	-49	-27	-28	-24	-4	56	51	43	35	-19	-63	-66
福	岡	-47	-18	-15	3	26	52	48	47	38	-20	-56	-53
鹿	児 島	-59	-37	-28	-31	-2	39	30	48	32	-28	-59	-63

C (V, T)

地 点	月	相関係数											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
札幌	幌	26	49	53	40	37	32	52	19	42	18	44	48
福	島	57	67	65	65	54	42	49	37	60	30	65	65
浜	松	81	84	72	63	28	34	1	-7	48	45	67	82
福	岡	80	79	65	63	64	46	-2	18	51	50	66	80
鹿	児 島	89	83	76	67	51	48	-19	5	52	50	72	88

第4表 日平均の5地点の気温偏差とU, Vとの単および重相関係数 (10^{-2}), 1953-1972.

地 点	月	C (U, T)				C (V, T)				C (T/U, V)			
		1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10
		札幌	幌	23	29	28	22	17	40	17	30	30	46
福	島	-14	35	60	26	23	47	7	8	26	54	60	26
浜	松	-41	6	35	2	40	33	-24	25	55	33	45	25
福	岡	-27	22	35	-4	59	62	-5	48	63	63	36	50
鹿	児 島	-34	-5	23	-18	59	53	-10	53	66	55	26	60

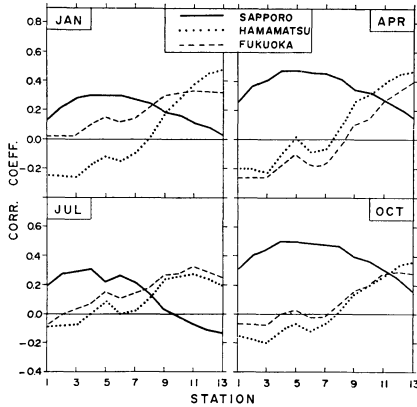
ことと上に述べた事実とは対応している。

20年間の日平均気温偏差Tについても5地点でUとVとの相関係数を求め、重相関係数とともに第4表にまとめた。C (U, T) の4月と10月の分布は第3表の結果と違っているが、1月と7月はともに同じ分布で、C (V, T) の分布についてはどの月でも同様である。ただ、月平均値に対する相関のほうが日平均値に対するものより一般に大きい。重相関係数 C (T/U, V) の値はほとんどが0.3~0.7の間にあり、最大値は1月は鹿児島、4月は福岡、7月は福島、10月は鹿児島で見られ、どれも0.6以上あり、気温と気圧場の相関はかなりあるといえる。気温は気圧そのものより、気圧差との相関が大きいのが特徴になっている。

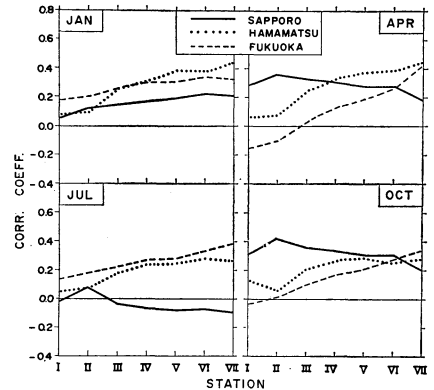
5. 気圧と日照

毎日の日照偏差Sと13地点の日平均気圧偏差の相関分布は札幌、浜松、福岡 だけについて求めた(第7図)。浜松の日照に対する分布は7月は幾分明瞭でないが、他は南で正、北で負で、気温の場合と違ってか3月共よく似ている。福岡の日照に対する分布は1月の北日本を除いて浜松の分布とほとんど一致しており、このような分布は西高東低型、夏型、移動高通過型で日照時間が長くなり、北高型で短い傾向があることを意味している。

札幌の日照については分布の様子が全く異なっていて、どの月でも秋田附近に正相関の最大があり、高気圧圏内で多照、低気圧圏内で少照という事実が反映されている。4月と10月の秋田の気圧との相関は0.5近くあってかなり大きく、相関が0~-0.3程度の気温の場合と



第7図 3地点の日照偏差と13地点の気圧偏差の相関分布, 1953-1972.



第8図 3地点の日照偏差と7地点の気圧偏差の相関分布, 1953-1972.

第5表 3地点の日照偏差とU, Vとの単および重相関係数 (10⁻²), 1953-1972.

地点	月	C (U, S)				C (V, S)				C (S/U, V)			
		1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10
札幌	札幌	-11	-24	-32	-24	19	11	8	12	21	29	34	29
浜松	浜松	40	30	11	30	-35	-30	-31	-9	51	47	34	34
福岡	福岡	13	18	11	3	-14	-50	-32	-39	18	57	35	40

第6表 3地点の日平均気温偏差と日照偏差の相関係数 (10⁻²), 1953-1972.

地点	月	1	4	7	10
札幌	札幌	-24	20	31	-8
浜松	浜松	-40	-10	58	4
鹿児島	鹿児島	1	-21	48	-28

対照的である。移動性高気圧の径路からいうと、140°Eでは38°N附近を通過することが最も多く、30°N附近を通過する傾向もやや大きい(高橋, 1955), この径路の差が第7図の相関分布に反映しているように思われる。日照と気圧の東西の相関分布は第8図にまとめられているが、大部分は正で、4月の福岡の場合を別にするればほぼ一様であるものが多い。すなわち、相関係数の東西方向の差は気温のそれより小さく、この緯度では気圧の全体的な上がり下がりが日照との関係が深い。

第5表にまとめたのは3地点のSとU, Vの単および重相関係数である。値のごく小さいものがあるが傾向

としては、C (U, S) は札幌では負、浜松と福岡では正であり、C (V, S) はこの逆である。浜松で日照時間が長いのは冬は北西季節風の強い場合、夏は南風の弱い場合である。重相関は0.2~0.6の間において気温の場合よりやや小さく、このことは単相関についてもいえる。最後に、気温偏差と日照偏差の相関係数を調べよう(第6表)。1月には札幌と浜松で負相関、7月は3地点のどこでも正相関で、4月と10月の値は一般に小さい。日照の多いのは浜松の1月では気温の低い場合、7月には3地点で気温の高い場合である。

6. むすび

今回の統計解析の結果には常識的なものがあったが、気圧場と気温、日照との相関はかなり大きく、その意味を理解できるものがかかなりあった。われわれの選定した領域は狭いといえる点もあるが、この領域内の気圧(したがって気圧傾度)がわかれば気温と日照をある程度推定できることになる。このような特徴があるために、荒井・矢島(1974)の地上気圧の分類では型と気温に対応が見られ、さらにいくつかの実用的な結果が得られている。この意味において、気圧分布の分類の基礎にしよう

とするこの解析の主な目的は、一応達せられたように思われる。

参考文献

Lund, A.L. 1963: Map-pattern classification by statistical methods. *Jour. App. Meteor.*, 2, 56-65.

吉野正敏, 1968: 東アジアの夏型気圧配置の出現状態およびその異常と気温分布. *地理学評論*, 41, 721-731.

荒井 康・矢島栄三, 1974: “相関法”による毎日の地上気圧分布の分類(第1報). *研究時報*に投稿中.

高橋浩一郎, 1955: *動気候学*. 岩波書店, 316 pp.



**The Natural Stratosphere of 1974
(CIAP Final Report, 1975)**

超音速旅客機 (SST) の飛行が成層圏大気ひいては地球上の諸環境に如何なる影響を及ぼすかを調査する目的のもとに、1970年から米国運輸省の肝入りで進められてきた CIAP 計画 (Climate Impact Assessment Program) の最終報告がこのほどまとめられ、6部にわたるぼう大な monograph として出版された。その内容の概略は、
1. 成層圏の自然状態 2. 成層圏への流出物 3. 汚染による成層圏の変化 4. 対流圏の現状と汚染変化
5. 気候変動の生物圏への影響 6. 生物圏及び気候変動の社会的・経済的影響である。これらの題目からもわかるように、このレポート全体の含んでいる内容は従来の気象学・大気物理学の範疇を超えた多くの問題を扱っているが、ここでは気象学・大気物理学に密着したアカデミックな色彩の濃い第1部のみについて紹介してみたい。

Natural Stratosphere に関する調査委員会は E.R. Reiter を座長としてアメリカにおける高層大気物理学の第一線研究者約百人が名を連らねている。第1部の編集方針は、SST 問題を論ずる背景としてまず成層圏の

自然状態が如何なるものであるかを純粋に科学的立場から記述しようとするものであり、成層圏の climatology とその変動、大気組成、放射、化学、乱れによる輸送、モデリング、火山爆発などの効果、観測の精度、等々の諸項目につき1974年迄の研究成果を総合報告の形で要領良くまとめている。

成層圏の専門家以外の人々にも理解出来るようにとの配慮から、記述はむしろ平易であるが、それだけにかえて明快であり、オリジナルペーパーからの多くのダイアグラムの抜すい、要点の数式、テーブル、詳細な文献リスト、索引など学術報告書としてのレベルは充分保たれている。CIAP の元締 Grobecker も序言で述べているように、特にこの第1部は広義の利用一たとえば高層大気の勉強を始める人へのガイドブック、大学院の教材、専門家の座右に置く資料集としての効用などが期待出来るよう。

このついでにいささかの暴言を許していただけるならば、自然そのものの充分な研究の背景を持つことなしに気候変動や大気汚染に関する安直な議論が横行している(ように見える)昨今、本書のような金と時間と労力とを充分費した報告書の与える無言の警鐘に耳を傾けてほしいものである。

タイプ印刷の本書は第1部だけでも約1400頁。National Technical Information Service, Springfield, Virginia 22151, U.S.A. から入手可能。Report 番号は DOT-TST-75-51~56. (廣田 勇)

(以下42ページの続き)

これらの比較 (Baumhefner, and Julian, 1972), あるいは Reference-Level の問題について種々の報告がなされてはいるが、確定的な結論には至っていません。

(住 明正)

文献

Baumhefner, D.P. and P.R. Julian, 1972; The Reference-Level Problem: Its Location and Use in Numerical Weather Prediction, *J.A.S.* 29,

285-299.

Gauntlett, D.J., and R.S. Seaman, 1974; Four-Dimensional Data Assimilation Experiments in the Southern Hemisphere, *J. Appl. Met.*, 13, 845-853.

Kasahara, A., 1972; Simulation Experiments for Meteorological Observing Systems for GARP, *Bull. Amer. Met. Soc.* 53, No. 3, 252-264.

新田 尚, 1971; GARP. 数値実験実施プログラム, *天気*, 18, 521-527.