

## 極気象に関するジュネーブ・シンポジウム報告\*

和田 英 夫\*\*

もともとこのシンポジウムは、ICPM(北極気象国際委員会), SCAR(南極気象研究科学委員会)およびWMOの三者の共催によるもので、まず筆者のような畑違いの者が出席する機会を得た経緯からお話しておこう。実はこのシンポジウムが開催されるという通知が、気象庁にきたのは昨年(1966)の春である。この時に南極観測事務室の守田さんのお勧めで、極気象資料の利用者という立場から、朝倉正さんと共同名で“極低気圧の動向と長期予報”という論文の名乗りをあげておいた。しかし気象庁の予算ではとても旅費が出そうもないので出席を全く諦めて、6月までに英文アブストラクトを提出せよというも怠っていたのである。ところが会議も真近い8月下旬になって、旅費はWMOで負担するからと一名の派遣を求められ、思いがけなく気象庁を代表して出席の機会を得たのである。昨年は広島地方気象台の根山さんも、WMOの経費で、5月にウィーンで開かれたシンポジウムに出席しているし、自分の研究に関連したシンポジウムが開催される時には、今後とにかく名乗りだけはあげておくと望みなきにはあらずと言えそうである。

さて会場にはジュネーブの郊外にあるWMOの会議室が当てられ、講演、討論にはすべて英語が用いられた。出席した国をあげるとアメリカ(10)、ソ連(4)、ネーザerland(4)、ノールウェー(4)、スイス(3)、オーストラリア(2)、フランス(2)、カナダ、ハンガリー、オーストリア、イギリス、スペイン、アフリカ、フィンランド、日本およびWMOの関係者約50名である。括弧の中の数字は出席者数を示している。さすがアメリカは各大学の気象学者も出席して、大勢になっているが、これでも最近では旅費が十分でなくて仲々思うように会議に出席できなくなったとのことである。

\* Symposium on Polar Meteorology

\*\* H. Wada 気象庁

—1967年3月20日受理—

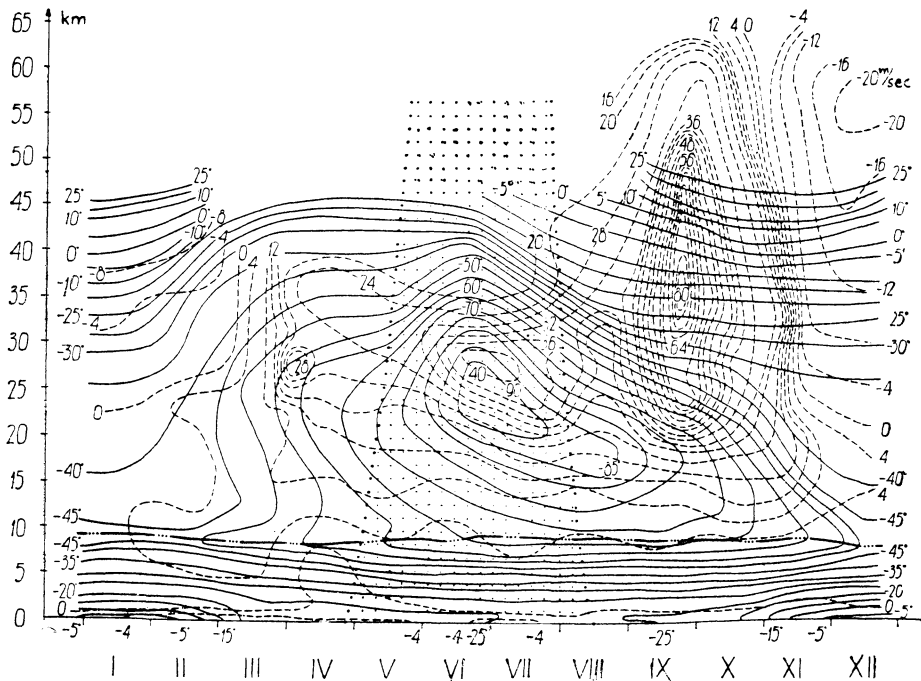
会の全般の世話は、WMOのLanglo博士があたり、研究発表および討論は8つの主題にわけて行われた。発表論文数は33編で、気象学の各部門にわたっているが、大気大循環や気候変動の問題が注目をひいた。一応会の次第と座長の名前をあげると次のようである。

## 会の概要

|     |   | 論文数 |
|-----|---|-----|
| 第1日 | Session I 大気の組成——水蒸気, オゾン<br>座長 Prof. Bleeker (Netherlands) | 3   |
|     | “ II 境界層の問題<br>“ Prof. Bryson (U.S.A.)                      | 4   |
| 第2日 | “ III 物理過程——放射<br>“ Dr. Schieldrup Paulsen (Norway)         | 4   |
|     | “ IV 物理過程——熱平衡<br>“ Dr. Hoinkes (Austria)                   | 3   |
| 第3日 | “ V 自由大気の研究——大循環<br>“ Dr. Orvig (Canada)                    | 7   |
|     | “ IV “ ——成層圏, 局地気象, 圏界面<br>“ Dr. Schwerdtfeger (U.S.A.)     | 5   |
| 第4日 | “ VII 気候変動<br>“ Dr. Taljaard (Africa)                       | 4   |
|     | “ VIII 特殊な研究<br>“ Prof. Dzerdzeevski (U.S.S.R.)             | 3   |
| 第5日 | “ IX まとめ<br>“ Mr. Rubin (U.S.A.)                            |     |

計 33

上の概要からもわかるように、極気象のシンポジウムとはいうものの、気象学の基本的な問題も多く、またブリザードに伴う大気中の電位変化に関する講演のように、筆者にとって難解のものもあった。しかし最近東京で、成層圏グループの一人として、北極、南極の成層圏昇温や熱帯地方の成層圏に見られる風の26か月周期などグローバルな大循環の研究の紹介や討論を行ってきたが、今回これらに関連した多くの講演があり、筆者としてもこれまでの研究のほかに、新しい智識をうることができた。こゝでは成層圏や気候変動に関連した問題に焦点をあわせて、その概要を紹介しよう。



第1図 Monthly mean temperature (1) and zonal wind (2) in Antarctica, based on rocket observations in McMurdo (78°S), June 1962–October 1963, and on the vessel “Ob” (65–69°S) in December 1957–April 1958, as well as on radiozonde ascents in McMurdo in 1960–1964.

### ○成層圏循環に関連した問題

すでによく知られているように1952年にドイツの Scherhag 博士が成層圏の突然昇温の現象を発見してから、この問題について多くの研究がある。現象的にみると、北極地方では冬期間中にもしばしば突然昇温があり、現在では冬から春への変化過程として起こる昇温を最終突然昇温として区別している。その発生機構や原因については、まだよくわかっていない点が多いのであるが、その一般的な特性を知るためには、南極における昇温と比較して研究する必要がある。ソ連の Gaigeror は、現在までの南極周辺の資料を駆使して、まず図のように月平均の値で65kmくらいの高さまでの風や温度の変化がどうなっているか調べた。これはソ連式とも言えるかなり大胆に描かれた図であるが、観測所はいろいろの場所のものを用いているので、大体南極周辺の変化と考えればよい。これからわかるように、25kmでは気温の変化が $-35^{\circ}\text{C}$ から $-90^{\circ}\text{C}$ まで変化し、60kmでは12月に20m/sの東風となり、一方冬期の6月に60m/sの西風の極大があり、その後9月には35kmの高さで80m/sの極大が別に現われている。この第二次の極大の

時期が南極成層圏の昇温に大いに関連している。南極の成層圏では春に冬と別の風速の最大が現われることは注目すべきことであろう。

彼の研究成果の中から南極と北極の成層圏昇温の特性をあげると次のようになる。

- (1) 南極では最終昇温が北極に比較して約1~2か月遅い。
- (2) 北半球の極渦が非常に発達した年は、北極の成層圏機構は南極のものによく似ている。
- (3) 北極における最終昇温の遅速は、循環の春への転換の時期と正相関になっている。南極でも循環の早い春への転換の年には、8月に昇温があり、遅い年には11月から12月にかけて起こる。
- (4) ドイツの Labitzke 博士の指摘した北極成層圏昇温の動向についての2年周期は、南極でも見られるが、1957~58年にはこの周期が崩れ、これは南北両極で同時に起こっているように思われる。

以上のように資料面ではまだまだ不十分ながらも、両極における成層圏循環の特性が明らかにされた。

しかし南極ではこれまで風船が早く破れるため、50mb

以上の高さの観測は極めて少なかった。オーストラリアの *Phillpot* は、最近の 20mb までの南極観測結果を用いて、これをオーストラリアの観測と結びつけてかなり広範囲にわたる成層圏循環について調べた。彼は総観的な立場から (i) なぜ南極でも突然昇温の時期が年によって異なるのか (ii) なぜ昇温がいつも印度洋 (オーストラリア地区) で起こるのか (iii) 対流圏と成層圏との関連に主題をおいて解析を試みた。主に 1963~65 年の *Mirny* や *Wilks* などの観測資料を用いて、気温の断面図、風の経過図、等温位解析により詳細な調査を行なっている。何しろスライドと英語で、おまけに *Phillpot* 氏は早口で残念ながら十分理解できるまでに至らなかった。しかしスライドの中で 1963 年の各期間中に 3 回も突然昇温のある資料が提出され、御本人は特に気がつかなかったが私には極めて興味ある観測事実であった。というのは今までの報告では、南極の成層圏では、北極のように冬期間にしばしば突然昇温が起らないと考えられていたのである。この点について、つたない英語で質問したが、私達が北極のことしか知らないように、彼も北極の現象については知らないといえよ返事は貰えなかった。ところがアメリカの *Bryson* 教授が代って答えてくれ、南極でも冬期間中しばしば昇温のあること、さらに南極で昇温が起る場合には、印度洋からのブロッキング高気圧が伴っており、これは北半球の太平洋高気圧の北上と似ていることまで言及してくれた。もっとも北半球の方については私達の常識なのであるが、*Phillpot* 氏は、このほか今まで南極成層圏について多くの研究をしており、メルボルンの気象台にある国際南極気象研究センターのホープである。

この他、ソ連の *Zhdanov* 氏の南極における昇温の論文も提出されていたが本人の出席がなく、また代読もなかった。彼はメルボルンの気象台にいて南極の成層圏解析をし、興味ある論文を発表しており、私も気象庁でその論文を紹介していたので是非会いたかった人である。

成層圏循環に関連して、熱帯成層圏における風の 26 か月周期についてオーストラリアの *Berson* 氏から論文が提出され、本人が出席しないので代読された。彼は南半球全体にわたって 26 か月周期の追跡を試み、南極地方の成層圏気温の 2 年周期は赤道成層圏の気温変動と極めてよく関連していることを見出した。例えばカントン島 (3°S) と *McMurdo* (78°S) の 50mb の気温の相関は  $-0.84$  という値になっている。この事実はすでに見出されている *Angell*, *Korshover* の結果ともよく一致している。

さらにオゾンと 26 か月周期についても調べている。本人が出席しないので詳しい討論がなかったが、極地方の成層圏昇温や熱帯地方の 26 か月周期などは全球的な現象として、同じ機構のもとで説明されるべき現象のような印象をうけた。なお *Berson* 氏は、熱帯成層圏の西風発見者であり、*Berson* 風として知られている人の子息だそうである。親子二代にわたって熱帯成層圏の研究をしていることになる。

#### ○気候変動に関する問題

このシンポジウムには気象界によく名の知られている人が沢山出席しているが、その中での老大家としてソ連の *Girs* 氏と英国の *Lamb* 氏がいる。*Lamb* 氏はかなりの年であるが、今なお現役として多くの精力的な論文を発表している。*Girs* 氏は一般になじみの少ない名前かも知れないが、長期予報の本としては、世界唯一の本である“長期予報の基礎”の著者として、また大気の大循環型の分類者としても私達の間で著名な人である。*Lamb* 氏は近年の世界の気候変動について論じ、1940 年以来それまで温暖化傾向にあった世界の気温も、最近では反対傾向になっていることを指摘し、これを大循環の立場から説明しようとして試みている。特に北極の冷化、大西洋地区の海水の増大などが 1950 年以後の傾向として心配されている。また南氷洋の氷の変動についても言及した。

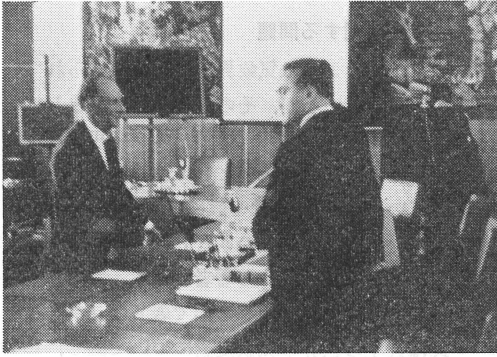
一方 *Girs* 氏は過去 75 年間の北半球の大循環の型から、気候変動を論じ、*Wangengeim* の環流型の分類により、近年は 10~30 年の期間で次のように変動していることを指摘した。

W + C (1891—1899), W (1900—1928), E (1929—1939), C (1940—1948),

E + C (1949—1964), W (1965— ) .

ここで、W は大気の流れが東西流、E と C は南北流の卓越した型を示している。これからわかるように、彼の分類によると現在は北半球で W 型の卓越する時代に入っていることになる。ところが討論で *Lamb* 氏から質問され、現在の気候変動が転換期にあるという意見には同意するが、W 型の卓越するというのには異存があると滔々と反論された。客観的にみると *Girs* 氏の分類は高緯度に主として着目しているし、*Lamb* 氏は中緯度に重点をおいているので見方の相違によるのと思われ、むしろ結論的には、現在の北半球の大循環は高緯度で東西流、中緯度で南北流の卓越した時代になっているのである。*Lamb* 氏の反論にも拘らず *Girs* 氏から何の答弁

もなかったが、実は、彼は殆んど Lamb 氏の英語がわからなかったのだと思われる。その証拠には、翌日私のような英語の下手な者を掴えて、君は英語ができていゝねと言っていたのだから。まあ今回のように英語だけの討論となると非常にすっきりした点もあるが、またこのような場合に興味のある討論が聞けないという欠点もあるように思われる。



WMO 会議室にて 左 Lamb 氏 (英国)  
右 Girs 氏 (ソ連)

アメリカの Van Loon は、南半球の中、高緯度における海面気圧の変動を解析し、その中に半年周期のあることを見出し、その振幅が  $40\sim 50^{\circ}\text{S}$  では3月と9月に最大となるが、 $65\sim 70^{\circ}\text{S}$  では1月と7月に最大となることを指摘し、これを周極流に伴うトラフの変動で説明した。

これらの主題のほか、1963年11月末から12月にかけて南極大陸上で著しい太陽放射の減少を観測し、これは Bali 島の火山爆発によるというアメリカの Flowers の研究や南極や北極地方の観測を用いた熱平衡に関する多くの論文も発表された。これらの論文は近く WMO の技術報告として出版される予定になっている。

折角欧州を訪れる機会を得たので、帰途西ドイツのベルリン自由大学を訪れ、Labitzke 博士に会いベルリン気象台を見学した。彼女は成層圏循環の研究者として有名で、1964年の秋に気象庁を訪問したことがあり、また曾祖父が日本人という大の親日家でもある。大学の研究所を兼ねた気象台で、建物こそ古いが、ここでは北半球7層にわたる天気図が解析され、翌日出版されるという驚異的な仕事をしている。しかも天気図の記入も数人の女子がやっている程度で、印刷も地下にある機械ですぐ出来るようになっている。さらに北半球の気象衛星の写真まで毎日発行しているというその仕事の速報性には全

く感嘆のほかなかった。また天気予報は24時間制で、夜中でも必ず1時間おきに外部へ通報するようになっていゝ。これには Labitzke 博士自身も一寸異論がありそうだったが、絶えざる社会へのサービスがボス Scherhag 博士の信念のようである。ここで筆者の特に注目をひいたのは対流圏から成層圏に至る各層の毎日の値が各格子毎に読まれて保存されていることであった。これから対流圏と成層圏の関係を調べようとする長期予報関係者にとっては、長期間のこれらの資料は全く垂涎の代物であった。しかしこのような貴重な資料もベルリン大学では余り研究に活用されていないと思われるが、これは適当な研究者がいないことと計算機のないことによると見たが果して僻目か。

さらに忿ばって、英国の気象局にも立ち寄り、長期予報業務を見学した。気象局はロンドン市内から遙かに離れた Bracknell というところにあり、訪問するには1日を必要とする。ここでは有名な Sawyer 部長にお会いし、さらに長期予報の資料や技術についてのいろいろの意見の交換を行なってきた。気象局にいたのはわずか2時間であったが、長期予報関係の論文でよく名前を知っている Cradock, Ebdon, Hay などの諸氏と直接討論できたのは大きな収穫であった。500mb の北半球の気象資料では、日本の方がはるかによく整備されており、帰国してから早速英国から古い資料を電計のテープで送ってほしい旨依頼されたほどである。ただ北半球のデータの記入はすでに自動化されているのを見て、日本も早く自動化の必要性を痛感した。

今回のシンポジウムに関連し、感じたところをまとめると次の通りである。

(1) 気象観測の発展に伴い、大循環の研究も全球的なものが多くなり、日本としても早急に成層圏も含めた全球的な資料収集のセンターが必要である。

(2) 熱帯地方や南半球に関する研究は、単に大循環という問題だけでなく、台風の長期予報という観点からも、この研究体制の確立が必要である。これは最近の WWW 計画とも関連し、その資料の活用にとって重要であろう。

(3) 今回のようなシンポジウムには、日本からできるだけ出席することが望ましく、関連する論文は代読でもよいから発表するようにした方がよい。

気象学の研究も、大循環に関する限り、成層圏も含めた全球の研究というバスが動き出したという感じで、日本としても早く将来を見通して資料の収集その他について対処する必要がある。