

月例会「南極圏の気象」(第6回)の報告

テーマ：大気-雪氷相互作用

第6回「南極圏の気象」月例会を、昭和61年度秋季大会の前日11月4日に名古屋地方気象台会議室にて開催した。

気候変動の研究も、WCRP(世界気候変動研究計画)とも関連して、最近とみに活発になってきた。地球の気候を考える上で、heat source としての熱帯域と共に、heat sink としての極域・高緯度域での諸過程も重要視されてきつつある。今回は、その中でも特に大切な過程である大気-雪氷の相互作用をテーマとして取り上げた。とくに短期の気候変動においては、海水温とならんで、大陸の積雪と極域の海水は、大気循環と密接にからんだ要素として重要であるが、この分野における日本の研究者の取り組み方は、今のところはなほ不十分である。今回は新たな問題意識を持ってこの問題に取り組んでおられる、あるいは取り組もうとされている方に話題提供をお願いした。また、1987年から開始される、日本の南極域における気候変動に関する研究計画である ACR について、極地研究所の山内・和田両氏から概要の説明もいただいた。

50名以上の参加を得て、樋口敬二氏の司会のもとに活発な議論がなされ、予定時間を大はばに超過して盛会のうちに終了した。講演の要旨は以下の通りである。(幹事：安成哲三、筑波大学)

1. 1月の大気大循環におよぼす南極大陸の影響(数値実験)

野田 彰・時岡達志(気象研究所)

大規模な山岳が大気大循環に及ぼす影響については、Charney と Eliassen (1949) 以来、多くの理論的研究、数値実験が行われてきた。近年、テレコネクションの問題と関連して、準停滞ロスビー波の球面上の水平伝播が注目されている。我々は、気象研究所大気大循環モデル(MRI・GCM-1)を用いて、全球山岳有(M)、全球山岳無(NM)、アジア大陸上の山岳のみ除去(NAS)、北米とグリーンランドの山岳のみ除去(NRG)、の4種類の数値実験を行い、相互比較によって、停滞場に及ぼす大規模山岳の効果を調べた。実験は、1月の状態に固定し、各々、210日間数値積分した。ここでは、南半球夏期の停滞波の成因と、南極大陸が極域の気温に及ぼす効果について議論する。

南半球夏期の停滞波の成因については、南アフリカ、オーストラリア、南アメリカの大陸による強制、南極大陸塊の強制、北半球からの伝播が考えられる。

南半球中緯度帯においては、東西波数2~4の停滞波が卓越している。傾圧的構造が著しく、又、MとNMにほとんど差がないことから、この波は3大陸による熱的強制によって生じている、と結論出来る。

M-NMの南半球高緯度帯には、NMの北半球高緯度帯で熱的強制を受けた波数1の停滞波と同じ構造を持つ波数1の停滞波が見られる。このことは、南極大陸の強制が、熱的強制として働いていることを示唆している。実際、南極大陸塊は東西方向に一樣ではなく、熱源の東西分布に大きな影響を及ぼしている。

ニュージーランド西方には、順圧的な高気圧性渦が見られ、観測データにも同様の渦が存在している。NMとM-NMで渦の強さ(中心気圧)が2:1なので、熱的強制の効果の方が効いていると思われるが、上述の中緯度帯の停滞波とは異なり、順圧的である点が興味深い。

M, NAS, NRGの南半球の山岳は同じなので、アジア大陸の山岳(主にチベット高原、及び、ロッキー・グリーンランドの山岳)によって強制された停滞波の南半球への伝播の効果は、それぞれ、M-NAS, M-NRGの南半球における停滞波となって現れる。両者を比較してみると、ロッキー・グリーンランドの効果の方が大きいことが分かる。赤道大西洋上に間欠的に生じる西風ダクトを通して、ロッキー・グリーンランドの効果が、南半球に伝播している。このことは、「赤道を横切る伝播には赤道上に西風ダクトが必要である」とする Webster と Holton (1982)の理論を支持している。

南極大陸が極域の気温に及ぼす効果については、極向

き渦熱輸送に対する障害効果, 即ち, 南極大陸があるために, 非停滞波が南極大陸の縁辺の緯度帯より極側に伝播出来ず, 極向き渦熱輸送が防げられ, Mの極域の気温の方が NM より低くなるのが, Mechoso (1980, 1981) によって言われている. 実際, 我々の結果では, 極域の温度で見ると, Mの方が低くなっている. しかし, 停滞波と非停滞波双方による全極向き渦熱輸送は, Mの方が大きいことを示しているのが, Mechosoの説明は, 少なくとも南半球が夏の場合には成り立っていない. 我々の実験では南極大陸塊の冷却効果が卓越することを示している. この冷却効果は, MとNMの間の雲の鉛直分布の差, 及び, 雪のアルベードのパラメタリゼーションに拠ると考えられる. 実際, 雪のアルベードは $\min(0.85, 0.7+0.15h)$ (h : 高度 (単位 km)) で与えてあるので, NMでは南極大陸のアルベードが減少し, 極域地表面における熱収支を計算してにると, 太陽放射の一部は雪を溶かすために使われている. 極域の熱バランス, 及び温度バランスを考える上で, 雪のアルベードのパラメタリゼーションが重要であることを示している.

2. 雪氷面の大気に及ぼす熱的影響

大畑哲夫 (名古屋大学水圏科学研究所)

地球上至る場所に氷河, 氷床, 積雪等の雪氷塊が存在している. それらは, 現在の気候下において大気と平衡状態を保っていて, なんらかの影響で気候状態が変化すると雪氷塊の質量, 面積が変化し, また大気に影響を与える. すなわち一つの系を為している.

大気との平衡状態を考える上で重要なのが雪氷塊の表面での熱収支や降水である. ここでは前者を扱い, これにとって最も効いてくるのが表面状態である. この違いによって大気に対する影響は大きく異なってくる.

話を南極域に絞ると, この付近の地表面は氷床, 海洋, 海水に分類でき, それぞれ熱収支に関する物理的特性が異なる. その中でも重要な量は, アルベード(α), 粗度(Z_0), 熱容量(C)である. これらを念頭において, 南極域を地域区分すると内陸域, 沿岸消耗域, 沿岸海水域, 海水域1 (85%以上の海水密集度), 海水域2 (85%以下の密集度)の5つに分けることができる. これらの内観測点が最も多い沿岸消耗域, 沿岸海水域は面積が最も小さく, 観測点の少ない内陸域及び海水域1, 2で面積の99%を占める. 内陸域について観測はある程度なされており, アルベードや熱収支の代表的な値は明らかになってきている. しかし, その年々変動, あるい

は, そこでの熱収支と密接に関係している独自の風系 (逆転風, 斜面下降風) や雲等が熱収支にどのような影響を及ぼしているのかについては, まだ解明がなされていない.

また, 冷源としての効果が最も強いと考えられる海水域における熱収支, 顕潜熱フラックスについては, まだほとんど分かっていないと言ってよい. これらは, 文献等で推定値としてしか出てこない. 海水のシミュレーションにおいても, 納得のいく範囲で分布の変化が再現されていないのも, 表面での熱過程や, 海洋熱流量の観測が欠如しているからである. 海水域が大気に与える影響を見積もるためには, データの集積が重要と考えられる.

南極の熱的な役割についての研究は今後衛星を有効に利用したものが増えると考えられるが, 必要とされている表面付近での複雑な過程の研究には, 現場での精密な観測が引き続き必要であろう.

3. 北半球における雪氷域と大気循環の相互作用

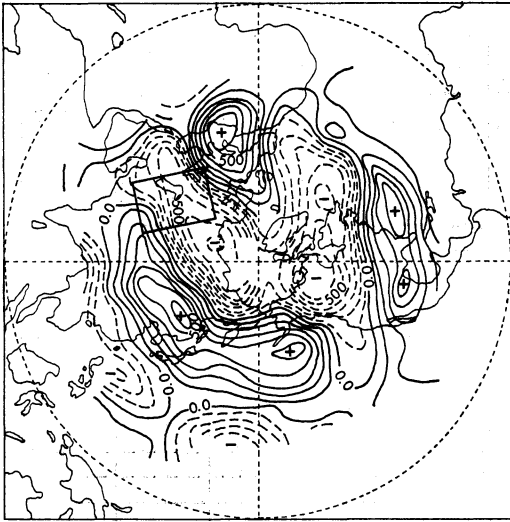
安成哲三・森永由紀 (筑波大地球科学系)

気候変動における大気-雪氷相互作用の役割は, 例えば熱平衡気候モデルにおける snow-albedo フィードバックに見られるように, 気候の遷移過程に重要な役割を果たしていると考えられる. しかしながら, 広域スケールの積雪分布と大気循環場の相互作用に関する研究は, まだあまり進んでいないのが現状である. この研究では, この実態を明らかにする目的で, 北半球のユーラシア・北米両大陸上の積雪分布の変動と, 500 mb 高度分布の変動が, 相互にどのように関連し合っているかを, 相関シノプティックスの手法を用いて調べた. 用いたデータは, NOAA/NESS 北半球積雪分布 データ (1966-80) と, 北半球月平均格子点データ (気象庁編集) である.

Key region として, 特に積雪域の変動の大きな中央アジア, 北米東岸, 東シベリアを選び, これらの地域の積雪分布変動と 500 mb 高度との時差相関を月ごとに調べた結果, 次のようなことが明らかとなった.

中央アジアで季節的に最大に達する2月の積雪域の変動は, 12月から1月の大気循環パターンに支配されており, 一方2~3月頃の積雪域変動は, 4月頃の極東~太平洋域の循環場を支配しているという, 強い時差を持った相関を示している. とくに注目すべきことは, 2月に積雪の正偏差をもたらす12月の大気循環は, 第1図に示すように極東から太平洋域の正の高度偏差と関連しているが, 2月の積雪の正偏差は12月頃と同じ地域の負の高

ICOR. SNOW VS Z500 2-12 B



第1図 中央アジア(四角い黒枠)地域の2月の積雪面積偏差と12月の500mb高度年偏差の間の相関係数の分布、値は0.1ごと、負の値は破線で示す。

度偏差と関連していることである。このことは、ヨーロッパで正、中央アジアで負、東アジアで正という、各期の高度偏差パターン(いわゆるEUパターンに対応、第1図参照)に関連して生じた中央アジアの積雪域の拡大(正偏差)が、積雪面の非断熱過程を通して、風下側の東アジアの春の高度偏差を逆転させていることを示唆しているようで、興味深い。これに対し、北米東岸では真冬(1月)の大気循環との同時相関が顕著であり、積雪域の極大はとくにPNAパターンと関連している。東シベリアでの積雪域と大気循環の相関は、融雪期(4~6月)にとくに顕著である。これらの事実を、ユーラシア大陸と北米大陸の積雪分布の、大気循環に果たす役割が大きく異なることを示唆させる。

4. 南極昭和基地の高層データに見られる水蒸気場の変動

瀬古勝基(名古屋大学水圏科学研究所)

現在の南極大陸には、厚さ3,000m以上の氷床が存在しているが、その氷床を涵養しているものは、主に大陸周辺をとりまく低気圧による降水である。また、南極氷床は大気に対する冷源となっており、大陸上には顕著な子午面循環が存在する。また、大陸と同程度の面積を

もって変動する海水域が低気圧活動とどう関係しているか等、大気-雪氷相互作用の優れたTest fieldが南極である。南極における水蒸気場については、主に氷床の質量収支の観点から調べられたものはいくつかあるが(Bromwich, 1979)変動については、あまり知られていない。昭和基地の5年間の高層データを用いて水蒸気場の変動を調べた結果、顕著な季節変動として極向き水蒸気フラックスが、3月に顕著なピークをもつことがわかった。南半球における傾圧場は、3月と9月にピークを持つ。9月に水蒸気フラックスのピークが見られないのは、海水の季節変動の非対称性(冬の状態が長びく)によって、張り出しが最大となる9~10月には、低気圧活動の中心が赤道側にずれるためだと思われる。これは、van Loon(1967)の言うcoreless winterを水蒸気フラックスの立場から見た結果であるが、このような冬の状態を維持するものが大気-雪氷相互作用であると言える。一方、季節変動と同程度の振幅をもつ季節内変動(30~60日周期)が、水蒸気場に見られる。この変動は、雲、降水の変動にも現れており、子午面循環、プラネタリー波の変動とどう関係しているかを調べるのが今後の1つの課題である。

5. 南極域における気候変動に関する総合研究計画(ACR)

山内 恭, 和田 誠(国立極地研究所)

南極における気候の変動の実態とその形成機構を調べることが、単に南極という一地域の気候を理解するだけでなく全地球規模の気候に対し、南極の果たしている役割を解明するという点からも重要である。南極域は平均標高2,300mの広い氷の大陸と、それをとり囲む季節変動の著しく大きい海水域から構成されている。ほとんどすべての地表面が雪や氷で覆われていることで、日射に対し高い反射率(アルベド)をもち、受けとる熱が少なく、地球の冷源としての働きをしている。この冷源域の変化が、どのような気候の変動をひき起こすか、また逆に気候の変化に対して冷源域がどのように応答するかを、明らかにしなければならない。そのため、大気および海水の年々変動を大きな重点課題とし、1987年(第28次南極観測隊)から5カ年計画でACRを開始する。第1表に項目および観測手段を示したが、簡単に説明する。雲の存在は放射収支を大きく左右する。そこで昭和基地で受信する気象衛星NOAAのデータをもとに雲の分布図を作成する。また衛星から見た雲と地上で観測され

第1表 南極域における気候変動に関する総合研究計画

観測年次計画案		隊次	28次	29次	30次	31次	32次
		越冬年	(1987)	(1988)	(1989)	(1990)	(1991)
		予算年度	61年度	62年度	63年度	64年度	65年度
		特徴	雲の分布 と放射	雲と降水	大気・海水 ・雪氷	海水 ヘリコプタ	海水・雪氷
1. 大気状態の年々変動 a) 雲と降水の変動の観測	・気象衛星観測	衛星データ処理装置					
	・放射観測	可視・赤外放射計 マイクロ波放射計					
	・レーダ観測	降雪レーダ 氷盤観測装置					
	・ゾンデ観測 (航空機)	雲粒子、雲水量、放射					
	b) 広域気象観測						
	・あすか観測拠点における気象観測	地上気象観測、熱収支観測、高層気象観測					
	・みずほ基地における観測の自動化。	地上気象(自動: ARGOS, CNOS, メカ方式)					
	・無人気象観測網の展開(みずほ以北)						
	c) 微量成分モニタリング	CO ₂ 連続測定、気体サンプリング 微量気体成分測定(ガスクロ) 雪氷サンプリング					
	2. 海水・大気の相互作用	衛星、ブイ、熱収支、海洋観測 ヘリコプター					
3. 氷床および棚氷変動	山岳域氷河観測						
4. 氷床コア解析	掘削テスト、氷掘掘削 〈夏隊隊員〉			(あすか)			

— 衛星観測項目
— 観測項目
--- 人工観測項目

る放射量の対応関係を明らかにし衛星観測によって放射収支分布を類推する手掛りとする。また雲の放射特性の把握のため地上および航空機により放射フラックスの観測を行い、合わせて雲の透過スペクトルの観測を行う。雲の情報を得るため各種レーダによって雲の垂直分布、内部構造を調べる。検証データとして雲粒子等のゾンデの観測を、雲水量についてはマイクロ波放射の観測をおこなう。水輸送の中で低気圧性擾乱や晴天降水の担う割合などを解明するためレーダ等の連続観測をおこなう。地上での降雪の採集も合わせておこなう。これらが雲と降水の変動の観測である。

広域気象観測では、あすか観測拠点で気象観測を行うと共に、みずほ基地およびみずほ以北の地域の氷床上、海水上に無人気象観測装置を配備する。

大気中のCO₂やエアロゾル、その他微量成分は温室

効果や遮蔽作用をもち、これらの物質の変化は気候を改変する可能性がある。また局地的な人為的汚染の影響の最も少ないバックグランド値としてその長期モニタリングが重要であり微量成分の測定を行う。

海水研究は海水域と気候とのかかわりを明らかにすることを目的としている。冬に大きく広がる南極海水域の内部は衛星情報を得ても不明の点が多く、漂流ブイなどを開発して、南極海水域の実態を知るための気象・海水・海洋の観測を行う。これらを航空機や人工衛星からのリモートセンシング情報の地表真値として対比研究を進め、衛星情報の高次利用を可能にする。

氷床コアの研究は現在あるコアの解析により、過去の気候を知ること、今後の氷床コアの深層掘削を行う準備をすることが計画されている。

雲・降水の変動の研究は始めの3年間('87, '88,

89)が主であり、海氷の研究は終わりの3年間('89, '90, '91)が主である。広域気象観測は89年が、大気微量成分のモニタリングは'88, '89年が、氷床コアの研究は'89

年が主となっている。表の右側に大体的な予定を示している。

第24期 第5回常任理事会議事録

日時 昭和62年2月25日(水) 13:30~17:35
場所 気象庁観測部会議室
出席者 山元、関口、浅井、中村、重原、山川、村上、
荒川、土屋、松野

議事

A. 報告事項

〔学会賞〕

2月14日(土)学会賞及び藤原賞の合同推薦委員会を開催し、選定規定に従って秋山孝子(気象研究所)、山形俊男(九州大学応用力学研究所)の2名を選び理事長に報告した。これにより規定に従って推薦理由を付して全理事の投票を行う。

なお、担当理事から選考経過の説明があった。選考基準等について実情にありよう今後委員会で検討することとなった。また、技術賞のようなものを関係理事で検討していくことになった。

〔藤原賞〕

選定規定に従って川口貞男(国立極地研究所)を選び理事長に報告した。これにより規定に従って推薦理由を付して全理事の投票を行う。

なお、担当理事から選考経過の説明があった。

〔奨励金・各賞〕

昭和62年度岡田賞受賞候補者は該当者なし。

〔総合計画〕

- (1) 日本学術会議会員候補者等の選出方法についての全理事による投票結果は賛成多数で承認された。天気に掲載する予定である。
- (2) 日本学術会議第14期会員の選出に係わる学術研究団体の登録を本年6月30日(火)までに行う。
- (3) 登録学術研究団体等との連絡協議会(第1回)が3月4日(水)開催される。
- (4) 日本学術会議から研究動向に関するアンケート調査について依頼があった。
- (5) 日本学術会議では国際学術交流の内規の改正に伴い、加入国際学術団体の見直しを行うこと

になった。日本気象学会関連としては、IUGG, ICSU (WCRP) がある。

〔学術用語〕

本年中に刊行できる予定。

B. 審議事項

1. 昭和62年度予算案について

(1) 会計担当理事から第2次案について説明があり、この案を全理事に送付して意見を伺うことが了承された。

(2) 昭和62年度の機関誌の印刷業者は印刷請負入札の結果にもとづき、「天気」は三報社、「気象集誌」は学術図書に決定した。

(3) 気象集誌特別号の販売については、国内個人会員を除いて(株)ユニバーサル・アカデミー・プレスに一任することが了承された。

2. ゼロックス・コピーのサービスについて

庶務担当理事から説明があり、学会員の便宜をはかるため、事務局にあるゼロックスを使用してコピーのサービスを実施することが承認された。

3. IAMAP の招致について

浅井担当理事から第5回総会の誘致についての経緯について説明があり、第7回総会の招致については、1) 新しい情報を入手して検討する、2) 今年8月に開催される IUGG の会議に提案しておく等前向きに検討することが了承された。

なお、気象庁の協力が不可欠なので気象庁の意向を伺うこととなった。

4. 日中協力国際学術交流事業について

本年4月中国の成都で開催される International Conference on the General Circulation of East Asia を日中協力国際学術交流事業にする。1名追加し、3名に旅費援助を行う。

なお、日本気象学会も共催とする。

5. 会員の新規加入について

個人会員田尾孝幸ほか12名の新規加入が承認された。