

## 月例会「長期予報と大気大循環」の報告

—1989年9月29日、気象庁—

標記の月例会では、一昨年は「'86/87 ENSO」、昨年  
は「中・高緯度対流圏の長周期変動」をメイン・テーマ  
に活発な議論を行った。海洋、大気と取り上げてきたの  
で、本年は、気候系のもう一つの重要な構成要素である  
陸面、その中でも近年活発に研究が進められている雪氷  
をメイン・テーマに取り上げた。雪氷分布と大気大循環  
の関係の実測データによる解析および GCM を用いた  
シミュレーションについての話題が3題、また、気象学会  
では普段めったに聞くことのできない、雪氷の観測や解  
析に直接携わっておられる方からの話題提供が3題あ  
った。その他、昨年の議論を引きついで、対流圏の長周期  
変動に関する話題が2題、また、GCM を用いた成層圏  
の季節進行のシミュレーションについて1題あり、月例  
会としては近年にない盛り沢山の内容となった。

それぞれの講演は非常に興味深いものであったが、紙  
面の関係で後に掲げる要旨を参照していただくことに  
し、ここでは触れない。(詳しい内容は「グロースベッ  
ター」第28巻2号に掲載される予定ですので、関心をお  
持ちの方は、気象庁長期予報課にお問い合わせ下さい。)

メイン・テーマである「雪氷と大気大循環」について  
まとめると、気象研究所の千葉・小寺氏や筑波大学の森  
永氏らが述べているように、実際の積雪分布データの解  
析から、春先のユーラシア大陸西部の積雪が梅雨季夏～  
季の北半球循環場に影響を与えていることはまちがいな  
いようである。また、筑波大学の安成氏らによる GCM  
実験からは、グローバルスケールの循環系、さらにはモ  
ンスーン循環の変動を通して ENSO サイクルへの影響  
も示唆される。ただ、具体的にどのようなプロセス(例  
えば、アルベド効果や融雪による土壌水分増大の効果)が  
どの程度寄与しているのかについては、不確実な部分  
が多い。実際にこれらの知見を応用するためには、どの時  
期にどの程度の積雪異常が存在すれば、どのような影響  
がどの程度の確率で大気に現われるかといった問いに対  
して答えられるよう、過去データの解析や GCM の感  
応度実験を通して経験を積み重ねていく必要があると思  
う。

'80年代に入って、熱帯の循環や海洋の変動について

は、新しい知見が増え、理解も深まったが、雪氷の気候  
に対する役割については、古くからその重要性が指摘さ  
れながら、その理解はひと昔前とほとんど変わっていな  
いように思われる。殊に日本では、全球の雪氷データに  
対してほとんど米国に頼りきっているという現実があり、  
自前の観測解析システムを持たないための制約がある。  
その意味で、佐々木氏の紹介したような新しい観測  
手法は重要であり、また MOS 衛星のデータの利用・  
蓄積についても促進する必要があると感じた。

(山田真吾・気象庁長期予報課)

### 1. 冬季の20日の時間スケールを持つ寒気の吹き出し について

渡邊朝生(東北大学理学部)

冬季の南西諸島の名瀬の10日から50日でバンドパスさ  
れた日平均気圧データの0クロス日を基準日として、北  
半球の地表気圧、500 hPa 高度場の合成図解析を行っ  
た。'61/62 冬季から '87/88 冬季までの27冬季のデー  
タを用いた。地表気圧、500 hPa 高度場の資料は気象庁長  
期予報課から提供された $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ 、半月平均値データで  
あり、このデータを各半月の中央日のデータとして扱い  
1日毎の合成図を作成した。

抽出された変動の時間スケールは20日である。日本で  
の寒気の吹き出しの前に、北大西洋からユーラシア大陸  
上に500 hPa 高度場で北大西洋とシベリアに負偏差、  
( $60^{\circ}E$ ,  $70^{\circ}N$ )と日本に正偏差を持つ波が存在するこ  
と、この波が現れた直後にシベリア高気圧が急激に発達  
し吹き出しが始まること、寒気の吹き出しとともにシベ  
リア高気圧が南下し弱まってゆくことなどがわかった。

### 2. 冬季における異なった天候レジーム間の遷移過程 にみられるいくつかの連鎖形式

金谷年展(東北大学理学部)

北半球冬季対流圏における天候レジーム間の遷移過程  
およびそれらと成層圏 QBO、太陽活動度との関係を調  
べた。

まず、北半球の4つの領域において1946年～1985年の

40年間の冬季(12月, 1月, 2月, 3月)における半旬平均 500 hPa 面高度偏差に主成分分析を施し, それによって得られた成分のスコアを考慮して16個の天候レジーム型を設定した. さらに40年間の全半旬から, 各型の天候レジームが出現している半旬をすべて抽出し, それらの出現過程を統計的に調べたところ, 主として, 上流側領域のレジームからの連鎖(Type I), 上流側領域のレジームと対象とした領域の前の時期のレジームの組合せからの連鎖(Type II), 下流側領域のレジームとさらにその下流側領域のレジームの組合せからの連鎖(Type III)の3つのタイプの連鎖過程があることがわかった. Type I は ENSO と深く関わっており, Type II は波列型, Type III は南北振動型のレジームの出現過程にとって重要である.

次に, 成層圏 QBO の phase と太陽黒点数によって4つのカテゴリーに分け, 各天候レジームの出現頻度を調べた. その結果, それぞれのカテゴリーによって出現頻度の高いレジーム, 低いレジームが明瞭に存在していることがわかった. 例えば A1<sup>+</sup> (グリーンランド付近で正偏差, 大西洋上の 30°N~40°N で負偏差のレジーム) は, QBO の西風 phase (50 hPa 面) で太陽黒点数の多い時, はほぼ例外なく高頻度で出現している.

### 3. 太陽紫外線加熱変動の大気循環に及ぼす影響——成層圏・対流圏大循環モデルによる感応実験

小寺邦彦・千葉 長・柴田清孝  
(気象研究所気候研究部)

近年, 北半球の上部成層圏の12月の西風ジェットが1979年から1986年にかけて 30 m/s 以上も低下を示した. これと時を同じくして, 北半球上部成層圏のオゾンも, ウンケル法での観測によると, 約15%低下している. この程度の減少でははたしてこのような大きな西風の変動が生じるか, 大循環モデルで太陽紫外線による加熱率をいろいろ変化させて調べた.

その結果, 一次元モデルで知られているように, プラネタリー波と一般流の相互作用から, 西風の弱い状態と強い状態の二つが出現する. 季節進行とともに西風の強い状態から弱い状態への遷移が12~2月頃起こるが, この遷移の時期が放射加熱の多少によって大きく変化する. そのために, 遷移時期には非常に大きな西風のレスポンスが得られた.

### 4. 梅雨の変動——地表面条件との関連

千葉 長・小寺邦彦 (気象研究所気候研究部)

梅雨期にはしばしばオホーツク海高気圧が現われ, 東日本・北日本に低温をもたらす. このような時, 500 hPa 高度でも顕著な尾根が現われている. Kodera & Chiba (1989) はこのオホーツク海域における尾根の発現が4月の西シベリアの積雪面積と非常に良い対応を示すことを明らかにしている.

大気大循環モデル (MRI-GSPM-R 24 L 11 バージョン) を用いて積雪面積及び積雪量に対する感応度実験を行った. 積雪が多い時はオホーツク海域の尾根の発達は見られず, 太平洋高気圧は西太平洋域 (小笠原海域) で強まっている. 雪が消え, ユーラシア大陸 (特に東シベリア) の温度が十分高くなると (850 hPa の 280°K の等温線が 60°N 付近に位置する) オホーツク海域にリッジの発達が見られ, 日本付近には梅雨前線に伴った気圧の谷が現れ, 小笠原海域の高気圧は弱くなっている.

### 5. ユーラシア大陸の積雪と大気の関係

森永由紀 (筑波大学地球科学系)

ユーラシア大陸の積雪はその広大な面積のゆえ, 北アメリカの積雪よりも大気に及ぼす影響が大きいことはこれまで示されてきた (Matson & Wisnet, 1984, Morinaga & Yasunari, 1987). 積雪と大気の関係は季節と地域によって異なるので, 積雪の変動について主成分分析を行って地域区分を行うと, はほぼ 90°E を境に大陸の東西に分かれた. 今回はモンスーンとの関連も深いと思われるユーラシアの西側の積雪について NOAA/NESDIS 雪氷面積データと気象庁長期予報課の 500 hPa 等圧面高度場を用いて月毎の解析を行った.

1968~1987年に冬季の最大積雪面積が多かった5年間の 500 hPa 面高度合成図を見ると, 初冬 (10, 11月) に NAO パターン (グリーンランドが負) が現われる. やや遅れて (ここでは月平均の解析なので1カ月) EU パターン (中央アジアが負) が現われるが, 積雪面積が最大に達する1, 2月になると, EU の逆転が見られる. これは EU (-) がユーラシア大陸の西側に広い面積の積雪をもたらす, その結果上空の大気が冷やされて EU (+) への逆転が起きたと解釈できるかもしれない.

積雪から春・夏の大気への影響をみるための4月に積雪の多かった5年間の 500 hPa 面高度合成図を作成した. その結果は多雪の4月に続く5月, 6月の日本付近に負の偏差が生じるというデータ解析の結果 (Kodera

& Chiba, 1989) や、8月にアラスカから北米北部にかけて大きな正負の偏差が現われるというモデルの結果 (Yasunari et al., 1989) とほぼ一致するが、解釈などについては今後解析を進めていきたい。

## 6. 大気大循環におけるユーラシア大陸の積雪の役割 —MRI・GCMによる数値実験

安成哲三 (筑波大学地球科学系)

鬼頭昭雄・時岡達志 (気象研究所気候研究部)

北半球の積雪変動を支配するユーラシア大陸の積雪変動は、あとに続く夏のアジアモンスーンの変動を支配する大きな要素のひとつであることは、古くから指摘されている。また、大陸上の積雪異常が、モンスーンのみならず中・高緯度の気候にも大きく影響している観測事実が報告されている。さらに最近では、ユーラシア大陸上の冬の降雪量変動と、引き続き暖候期における地表の水循環過程の変化が、地球温暖化に伴うアジアモンスーンの変化傾向を決定する重要な要素であることが、数値実験の結果から指摘されている。

今回の発表では、気象研究所大気大循環モデル (MRI-GCM) を用いた、ユーラシア大陸上の積雪異常が引き続く春夏の大気に与える影響の数値実験の結果を紹介した。この実験では、大気に対する積雪のアルベド効果と、融雪水文学的效果が、季節と地域 (緯度) に大きく依存することがわかった。すなわち、春の低緯度側、特にチベット高原の積雪はアルベド効果により、大気柱全体を効率よく冷却するのに対し、夏の高緯度側、特に東アジアの積雪は、融雪水文学的效果により土壌水分の増加とそれに伴う蒸発量の増加をもたらし大気下層の冷却 (加熱の抑制) を促進することが明らかとなった。また、ローカルな積雪異常が大気のテレコネクションを通して、北米大陸上の大気大循環異常をも引き起こすことなど、いくつかの新しい知見も得られた。

## 7. 極域の雪氷コアに見られる気候変動——積雪量の変動

西尾文彦 (国立極地研究所)

積雪量は基本的な気候要素であり、氷床の流動モデルの基本量であるため、過去の積雪量を推定することは重要である。コアから積雪量を推定するには年代のわかった2つの層の厚さから平均積雪量を知る方法とコアの化学特性などの季節変動の周期性から知る方法がある。広大な氷床上の現在の積雪分布は温度逆転層上の飽和水蒸

気圧と関係して内陸部になるにしたがって積雪量は小さくなる分布を示す。南極やグリーンランド氷床の北部では海岸から内陸部になるにしたがって積雪量は小さくなる同心円状の分布をする。過去の積雪分布も現在と同じであったかどうかは多くのコアの解析から求めることが可能である。南極氷床での積雪量の長期変動は水期には現在の約50%と推定されているが、短期的な変化は季節の指標となる層が必ずしも毎年きれいに現われないための推定が難しい。グリーンランド氷床では積雪が多く、過去の年積雪量を連続して推定することができる。グリーンランド氷床南部の4本の氷床コアを用いて過去数百年の積雪分布を推定すると、現在とはほぼ同じであることが考えられる。4本のうち1本の氷床コアは1989年6月に掘削したもので、氷床コア中に検知される火山活動の記録を鍵層として2つの層の間の厚さから平均積雪量を推定した。

## 8. 海水の年々変動

加納裕二・佐藤清富 (気象庁海上気象課)

海水の変動はつぎのような観点から気候との関係が注目されている。①CO<sub>2</sub>等による温暖化の影響は、海水域のある高緯度で大きいこと。②高緯度における気象観測データは少なく、海水域の変動が気候のモニターになること。③海水域の変動は、アルベドや潜熱、顕熱のフラックスといった気候に最も重要なパラメータを変化させること。④高緯度の温暖化が進めば、グリーンランドや南極の氷河や氷床が融解し、海面水位を上昇させる可能性があること。

現在までの全球の海水域の年々変動を見るかぎり、一面的な変化傾向は見いだされていない。気象が海水におよぼす影響は、多くの論文で述べられているが、逆に海水が広域の気象・気候におよぼす影響については、実証的に示されてはならず、モデルによる予想にとどまっている。しかしこれは現象の時間スケールに比べ、衛星による全球の海水データの蓄積が20年程の短期間のためと考えられるので、今後も上記の可能性を念頭において全球の海水域の変動に注意を払う必要がある。

## 9. GMSによる雪氷のモニター

佐々木秀行 (気象衛星センター)

GMSの視野内の陸面のアルベドの整備作業の一環として、GMSの可視データによる雪氷の識別の可能性を調査した。期間は1987年3月～1988年12月で範囲は北緯

60度～南緯60度，東経80度～西経160度の緯経度 0.25 度  
区画毎である。

今回作成した雪氷の分布図と NOAA が毎週発行する  
北半球雪氷分布図を比較したところ 大まかな分布パ  
ターンは一致していた。また，地上観測（最深積雪）との  
比較からも，GMS の可視データから積雪の有無につい  
ての推定が可能であることが分かった。

GMS で雪氷域をモニターすることの利点は，部分的  
な冠雪あるいは雪の古さに関する情報を含む，ある領域

の平均的なアルベドに近い量を提供できることである。  
問題点としては，積雪深が分からないこと，雲域を積雪  
域に誤認する可能性があること，積雪の有無を判定する  
場合のしきい値の設定に地域的な特性を考慮する必要が  
あることなどがある。このうち，積雪深については測定  
の原理的な問題であるため対処できないが，他のもの  
については，積雪状態を含めた地表面のアルベドの年変化  
のデータを整備して対処したい。

## 日本気象学会誌 気象集誌

### 第 II 輯 第 67 卷 第 5 号 1989 年 10 月

U.C. Mohanty・K.J. Ramesh・S.K. Dash: FGGE 冬期における熱帯循環のエネルギー変換

多田一正: 日豪全球スペクトルモデルによる数値予報比較

梶川正弘: 初期雪片の落下運動の観測 第 2 部: 落下速度の変動について

E.A. Smith・A. Mugnai: 降水をとまなう雲を通しての多周波数マイクロ波の宇宙への放射伝達

第 3 部: 大きな氷粒子の影響

坪木和久・藤吉康志・若濱五郎: 陸風の構造とその前線における降水の強化

矢野順一・西 憲敬: NOAA・OLR データで見た熱帯大気の時空間変動の階層性・自己相似性

山崎信雄・村上勝人: 西太平洋における短周期熱帯擾乱の季節内振幅変動

米谷俊彦・大滝英治: 水田上の接地境界層における炭酸ガスと水蒸気の乱流輸送過程

北村康夫・廣田 勇: レーゾンゾンデ観測に基づく下部成層圏小規模擾乱の解析

花輪公雄・吉川泰志・渡邊朝生: 西部北太平洋の海面水温アノマリと ENSO イベントに関する

冬期の海面風応力ベクトルの合成図解析 Part II. ENSO イベントに対する解析

浅野正二・塩原匡貴: 対流圏エアロゾルの放射効果の航空機観測 第 I 部 放射収支の観測結果

宮崎保彦: 冬季の熱帯の対流活動と日本の天候

小川 浩・田中正之・中島映至: 天空光強度における偏光の影響の補正法

山崎孝治・岡田菊夫・岩坂泰信: 南極上部対流圏のエアロゾルはどこから来たのか?

1983年1月のケース・スタディ

瀬上哲秀・栗原和夫・中村 一・上野 充・高野 功: 日本域モデルによるメソ・スケール現象の数値予報

#### 要報と質疑

小林文明・菊地勝弘: 1986年9月23日北海道北村で発生したマイクロバースト

高橋正明: 2次元対流モデルを使った梅雨前線に伴う下層ジェットの数値シミュレーション