

Dr. Labitzke 女史の特別講演

成層圏循環と突然昇温について*

—気象庁 日本気象学会共催—

気象庁と日本気象学会との共催で11月25日気象庁第一会議室で Dr. Labitzke 女史の講演が行なわれ、北岡博士の司会ではじめられた講演は、須田博士によって通訳されました。慎重に準備された講演は、わかりやすい英語によって話され、要領よく通訳されたので、成層圏気象にはじめて接した人でも、よく理解できました。

本論は、清水正義氏、久保木光熙氏にとくにお願ひして講演の要旨をまとめていただきました。(講演企画委員会)

Karin Labitzke 博士

はベルリン自由大学気象地理物理研究所の成層圏天気図研究室の室長をして居られる。所長 Richard Scherhag 博士はシノプチック気象学の第一人者として自他共に許す人であるが、占領下にあるベルリンでは気象台がなく、この研究所が其の役割を兼ねて居り、オッフエンバッハから北半球回線を引き込んで毎日現業的に地上から 5mb まで各層の北半球天気図を描いて研究を行い、又ドイツ各地から集った 100 人の学生の教育も行っている。職員数は 180 人である。こういう雰囲気の中で Karin 女史が育てられた事は意義深いと云えよう。夫人の最大の仕事は成層圏天気図の資料のない部分を描くための三原則を作ったこと、成層圏突然昇温の総ての場合を調べ、それを型別分類したこと、成層圏天気図とヨーロッパの気候との関係を示した事等である。夫人の曾祖父は浅野家の家老西川虎之助氏であり、お父さんが 16 才迄日本で育ち日本語を完全に話した事等は夫人の来日を個人的にも意義あらしめた要素であろう。(大井正一紹介)

1. はじめに

今日、私は成層圏循環について話そうと思う。

1952年 Scherhag 教授が成層圏の爆発的昇温を発見して以来、冬の成層圏で極めて劇的な展開が起きることが知られて来た。この現象をもつと詳しく調べるには、高

々度における毎日の天気図を作る必要があった。そのため Scherhag 教授は 1957 年夏に 100, 50, 30, 10mb の北半球全体にわたる成層圏天気図を毎日解折するという大きな仕事を始められ、現在までに既に 7 回の冬が研究に利用出来るようになっている。

以下、中部成層圏について話すのであるが、これは 30 ~ 5mb (23 ~ 40km) の層を言い、10mb (30km) でもっともよく代表される*。これより下の成層圏では対流圏の循環とよく補償されており、この層では温暖な谷と寒冷な尾根がある。一方中部成層圏内では寒冷な谷と温暖な尾根とになる。

2. 成層圏循環の季節別特徴

(1958年1月 10mb の平均図を示しながら) 冬の循環の平均状態は、非常に冷たい周極うずが北極附近にあり、他の特徴としてアリューシャンには温暖高気圧が見られることである。熱帯高気圧がヨーロッパの南にあるがこれはアリューシャン高気圧よりずっと南にある。

(1960年3月 10mb の平均図) 3月には弱くなった周極うずがグリーンランド付近にかたより、一方アリューシャン高気圧は消えている。熱帯高気圧は 20°N にある。このような循環は冬から夏へ移行する前の典型的な春の状態である。

(1958年4月 10mb の平均図) 依然として低気圧が極

* On the Stratospheric Circulation and Sudden Warmings.

—1964年12月22日受理—

* 普通、圏界面から 20km までを下部成層圏、20 ~ 30km 間を中部成層圏、30 ~ 50km 間を下部成層圏とわけている。

地方にあり、熱帯高気圧も見られる。後で別の年の例を示すように3月4月は年によって非常に異なる。

(1958年7月10mbの平均図)冬とは全く違って高気圧の中心は北極にあり、Zonalな東風が極をとりまいている。等高度線はほとんど同心円で、他に何も特徴はない。夏には、毎日の天気図もほとんどこれと似ており、天気図解析上からは冬の方が変動が大きくもっと興味深いと思われる。

10月には極地方にふたたび低圧部ができ、太平洋にはアリューシャン高気圧も出きかける。以上は上・中部成層圏の季節変化の概観であるが、高度場と温度場についてみると次のようである。

(1964年1月30mb平均図)平均風は強く、寒気の内容は低気圧の中心からずれて -85°C を示し、アリューシャン高気圧は -40°C である。10mbでは、周極うず内は同じぐらいの最低温度で、アリューシャン高気圧はやや暖かくなっている。また冬のこのような特徴は毎年みられる所である。たとえば、(1958—62年1月10mb, 5年平均図を示して)周極うずはやはりグリーンランドよりになり、非常にいちじるしいアリューシャン高気圧も見られる。これらの特徴は5年平均をとっても見られるのである。しかし毎日の天気図には次のような場合もあることを指摘しておく必要がある。

1961年12月30日の10mbは、円形の非常に冷たい低気圧が極にあった。周極うずの外側では特に目立つものもなかった。このようなパターンは普通ではない。

3. Midwinter warmings

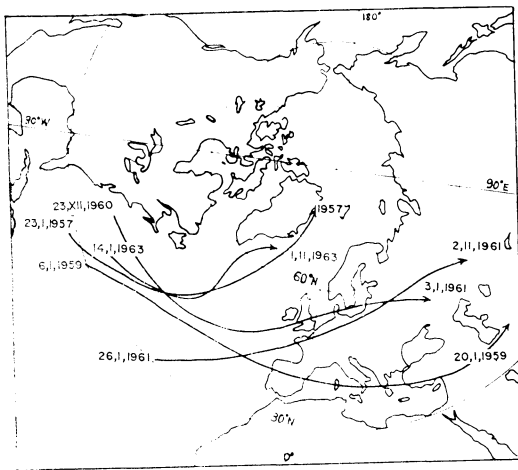
次に daily map について各冬の昇温現象を見よう。

1958年1月28日は、典型的な真冬の昇温の最盛期の状態を示し、極夜うずはアメリカとロシアとの二つにわかれ、温暖高気圧はイングランドとアリューシャンとにあった。このときヨーロッパで昇温がおり、暖域の中心は -30°C に上昇している。また二つにわかれたうづの一つに伴う寒冷域の中心はカナダ南東部にあって -75°C であった。

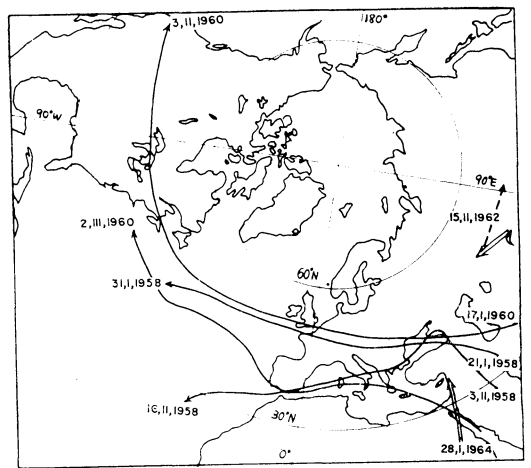
真冬の昇温をさらに詳しく話す為次に3つに分類する。

- I. アリューシャン型: アリューシャン高気圧の動きと結びついており、カナダの方へ動いて著しい昇温を起す。毎冬起る。
- II. アメリカ型: 1957, '59, '61, '63年のように2年目毎に起る。
- III. ヨーロッパ型: 1958, '60, '62, '64年のように2年目毎に起る。

第1図はアメリカ型とヨーロッパ型との midwinter warming の動きを示す。左側はアメリカ型の場合の10mbにおける昇温に伴う高気圧の動きを示し、奇数年にはアメリカの南東部に始まってヨーロッパの方へ動いた。右側の偶数年には昇温がヨーロッパで始まりアメリカ南部の方へ動いた事を示す。このような2年交代の昇温の型を熱帯の風向の26ヶ月周期と較べることは非常に興味深い。



1957, 1959, 1961, 1963

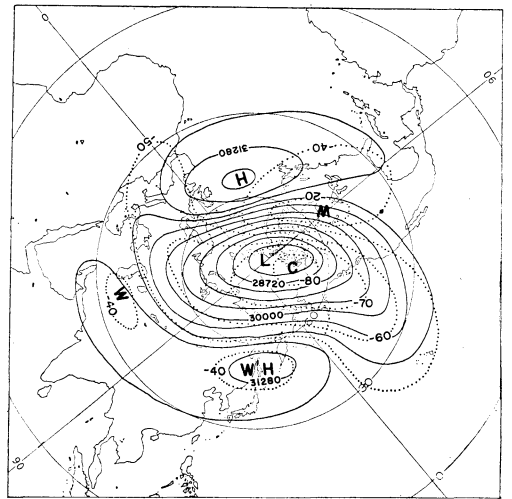


1958, 1960, 1962, 1964

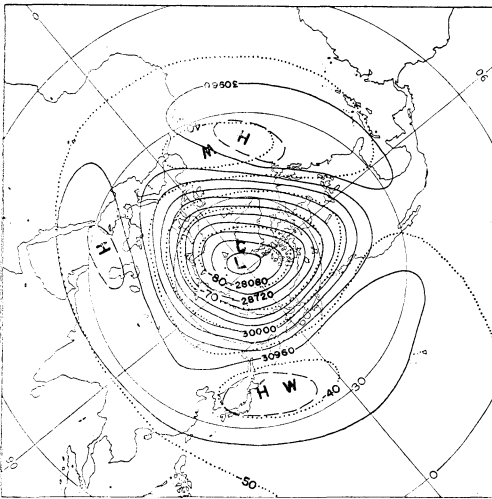
第1図 真冬の成層圏昇温にともなう10mbの高気圧の動き。(左)アメリカ型,(右)ヨーロッパ型。

JAN/YEAR	10 MB	30MB	MOVEMENT OF THE STRAT. WARMINGS
1954	E → E	E → E	↑ P
1955	P	W → W	↑ P
1956	E → E	E → E	↑ P
1957	W → W	E → W	↓ N
1958	E → E	W → E	↓ N
1959	E → W	E → W	↓ N
1960	E → E	W → E	↓ N
1961	W → W	E → W	↓ N
1962	E → E	W → E	↓ N
1963	E → W	E → W	↓ N
1964	E → E	W → E	↓ N

第2図 カントン島における1月の10mb, 30mbの風向およびその変化傾向と昇温の移動方向。



第4図 1963年1月20日10mb. 実線は高度 (m), 点線は温度 (°C)



第3図 1963年1月12日10mb. 実線は高度 (m), 点線は温度 (°C)

第2図は太平洋のCanton島(2°46' S)の10mbおよび30mbにおける風向変化の傾向と、成層圏の温暖高気圧の移動方向とを対比したものであるが、Canton島の風向と同じ向きに温暖高気圧が動いていることがよくわかる。この対応は、高緯度における26ヶ月周期の始めのsynoptic indicationであると思われる。

次に、各型の昇温現象の例をあげよう。

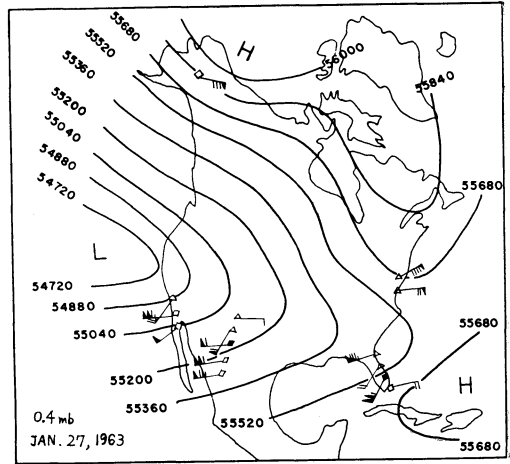
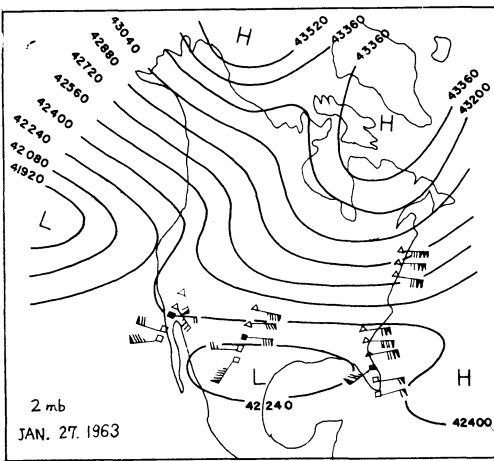
すでにのべたように1963年にはアメリカ型の昇温が起り、しかも非常に強い昇温であった。1月12日(第3図)には昇温はまだ始っていなかったが、約1週間後の1月25日(第4図)では昇温があって、アメリカ北部で

は非常に暖かく(-20°C)になっている。高気圧は太西洋にあり、一方極夜うずはまだ分裂していないけれどもアリューシャンの方へ伸び、そのためにアリューシャン域は幾分冷たい-55°Cとなっていた。第5図はFinger and Teweles(1963: Journ. Applied Met. Vol. 3, p 1-15)によって解析された1963年1月27日の0.4mb(55km)と2mb(43km)の天気図であるが、これによる昇温は中部成層圏のみならず非常に高々度でも起っていることがわかる。

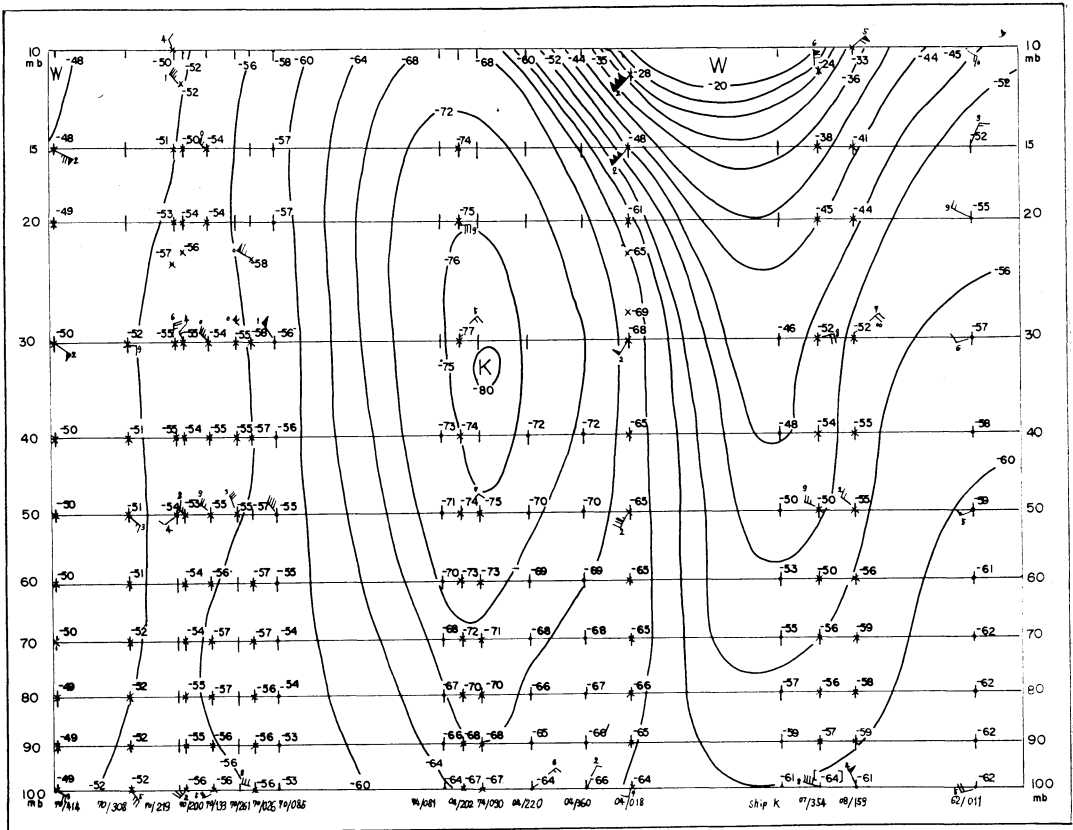
1961年もアメリカ型昇温であった。1月25日には極夜うずはまだ冷たく、アイスランド上空は-75°Cになっていた。しかしわずか3日後の28日には、アイスランド上空では-10°Cと65°Cも昇温した。第6図は1月28日のアラスカ-グリーンランド-ヨーロッパにわたる断面図である。アイスランドとグリーンランドとの間には強い温度傾度が見られ、グリーンランド付近の低温域の中心は35mbまで下っている。

次にヨーロッパ型の例を示そう。

1958年はSchcrhag(1960: Journ. Met. Vol. 17, p. 575-582)により報告された有名な例である。1月24日(10mb)には高気圧はトルコにあり、その後西の方へ動いた。ベルリン上空はすでにかなり暖かく、-30°Cになっていた。1月28日には高気圧はさらにイングランドに移動し、グリーンランド南方では昇温がおきている。極夜うずは2分してアメリカ北部とロシアとに移動している。1月30日にはアリューシャン高気圧と太西洋



第5図 1963年1月27日の2 mb, 0.4mb 天気図. 風速はノット



第6図 アラスカ(左)からグリーンランドを経てヨーロッパ(右)にいたる温度(°C)の断面図
1961年1月28日

側の高気圧とは結びつき、その中心はアメリカ北部とヨーロッパにあったが、2月4日にはヨーロッパにあった高気圧はさらに西へ廻ってアメリカ南東部に移動し、アメリカ東岸で次の昇温がおこっている。

次はアリュージョン型昇温の例である。

(1949—53年1月100mb平均図を示しながら)すでにのべたように持続的なアリュージョン高気圧は冬のいちじるしい特徴である。Wege (Met. Abhand: 1957 Band V Heft 4, 1958 Band VII Heft 1) も同様な図を發表して、温暖域がアリュージョンにあることを指摘した。もっと高い所(50mb 1月5年平均図)でもこの傾向は変わらずアリュージョンに温暖高気圧が見られる。

1959年12月の10mbにおけるアリュージョン高気圧の動きを示すと、16日には高気圧はまだ平年位置にあり、かなり暖かかった(-37~-35°C)。23日には高気圧は暖気とともにカナダへ動き始め、極地方にあった極夜うずははるかヨーロッパ南部へ動いた。これにしたがってカナダでは昇温がおこりヨーロッパでは寒冷となった。16日と23日との差をとるとカナダ上で170mの増加があった。

4. Final spring warming

次に別の型の昇温すなわち final spring warming についてのべる。この昇温は毎年起きるが、年々その様相が異なり、夏型の循環へと急変してゆく。これは常にアリュージョン高気圧から起こり、その時期は普通3月である。

1960年は final warming の良い例であった。3月22日にはアリュージョン高気圧は日本の北にあり、一方極夜うずはなお強く、中心付近の気温は-70°Cであった。一週間後にはアリュージョン高気圧はベーリング海に移り150ノットの強風が極を横切っていた。さらに2週間後には、高気圧はカナダに移動し、極夜うずはロシアに移った。4月25日には高気圧はほぼ北極全体をおおうようになり、低気圧の名残りは高気圧の廻りを西に廻って消え、夏型へ移行した。

すでにのべたように final warming は年々異なるので、3月は特に興味深い。1958年3月の10mb平均図では、極夜うずは弱まってはいるが、夏型への移行のきざしは見られなかった。1959年の昇温は非常に早く、3月には高気圧がカナダにあって前年と非常に違っていた。1960年3月は1958年と似ており、極夜うずはまだ極地方にあり、アリュージョン高気圧の動きのきざしは小さい。1961年3月の平均図は1959年のものと非常に似てお

り、高気圧はアメリカ、低気圧がロシアにあった。1962年3月は、また1960年に似ており、低気圧が極地方にあって周囲に高圧部があった。ここまでは3月の平均図できれいな2年周期の類似性がみられたのであるが、1963年は全く変わってしまった。1963年はその前年1962年と同様に極低気圧のまわりに高圧部があった。26ヶ月周期から推定すれば1961年のようにアリュージョン高気圧が動いて低気圧が極からずれているはずなのであるが、そうになっていなかった。これは24ヶ月周期ではなくて26ヶ月周期であるためかもわからないが、こう考えるのが良いかどうかはもう数年様子をみなければならぬ。

質疑

北岡 非常に興味深いお話しを感謝する。

それでは質問をうけたい。

和田 対流圏のアリュージョン低気圧と成層圏のアリュージョン高気圧とは密接に結びついているが、アイスランド低気圧の上の成層圏にはアリュージョン高気圧に相当する高気圧がないのはどうしてか？

Labitzke 太平洋では地形の影響でジェット気流が大西洋より強い。それが一口でいうと原因ではないかと思うが、成層圏のアリュージョン高気圧の成因については北岡博士の研究(1963: Met. Abhand, Band XXXVI, Berlin stratospheric symposium, Aug 1962, p 121—152)がある。

和田 最終温暖化以前の昇温現象に二つの型があり、これが低緯度の26ヶ月周期と関係があるという考えは画期的だ。対流圏の steering の考えを応用するならば、成層圏のそのようなじょう乱を動かす原動力はもっと高々度にあるのでないだろうか？

Labitzke その実証のためには高々度の資料がないので将来の問題であろう。

北岡 第2図の疑問符はどうしてつけたのか？

Labitzke '54年、'56年については成層圏天気図がなかったので、昇温前の対流圏の様子からヨーロッパ型だと推定した。しかし'53年、'55年については分からないので疑問符をつけた。

須田 成層圏昇温の対流圏におよぼす影響はどうか？

Labitzke ヨーロッパ型の昇温は10日以内に対流圏にブロッキングがおこり、このブロッキングは1週間—3週間続くことが多い。しかしアメリカ型の昇温は対流圏の気圧の上昇を伴うが、必ずしもブロッキングにはならない。というのは昇温がアメリカからヨーロッパの方へ動く時には地上気圧も次第に上

昇してゆくのでブロッキングがよくわからないのである。これについては現在なお調査中である。

(紹介者注) Labitzke 博士の講演で注目される点は、今まで成層圏昇温が、その時期についても強さについても毎年非常に異なりうまくまとめるのが困難視されていたのを、

(A) 1, 2月の midwinter warming

I. フリューション型, II. ヨーロッパ型, III. アメリカ型

(B) 3月の final spring warming

と明確に分類し、しかも低緯度にみられる26ヶ月周期に対応した変化が高緯度のシノプチック・スケールの現象にも見られることを発見された点であろう。

この紹介は Labitzke 博士の講演を通訳された須田博士のメモに負う所が大きい。また長期予報管理官室、高層課の皆様にも校閲加筆の労をいただいた。あわせてここに感謝の意を表する。なお講演はその大部分がスライドの説明であったため、入手しやすい図はとり入れるようにしたが、文章は modify したことを附記しておく。

国際雲物理会議の参加者と傍聴者について

上のことについて国際雲物理学会議組織委員長より下記の通り当学会理事長宛申出がありましたのでお知らせします。参加者又は傍聴を御希望の会員は直接同会議事務局宛申込み願います。

記

本年5月、IAMAP/IUGG, WMO, 日本学術会議及び日本気象学会は、四者共催の下に、別紙の通り1965年国際雲物理学会議を開催することになりました。

つきましては、会場の余裕のある限り、多数の方々の御参加又は傍聴を希望しておりますので、御多用中恐縮ながら、出席の御希望者の氏名、勤務先を至急(遅くとも3月末日までに)御知らせ下さるようお願いいたします。

なお、宛先は下記に願います。

東京都杉並区馬橋4~499 気象研究所内
国際雲物理学会議事務局長

大谷 東 平

1. 会議の議題

今回の会議では、(1)降雨雪機構に関する問題 (2)凝結核および氷晶核の問題 (3)雲の力学的な問題 (4)雲物理と関係の深いレーダー気象学、気象電気学、大気化学の問題 (5)人工降雨の基礎研究に関連した問題が主な議題となっています。これらに関する研究発表及び討論が行なわれます。

2. 日程と場所

5月24日(月)~28日(金)

場所 東京 帝国ホテル会議室

5月31日(月)~6月1日(火)

場所 札幌 北大クラーク会館

3. 会議用語 英語

4. 登 録

参加者は、会場受付において2,000円を添えて登録していただきます。

5. 資 料

プログラム、アブストラクト集、予稿集等を準備しております。

6. 会議以外の催し

レセプション、エクスカージョンが予定されていますが、詳細は未定です。

7. 傍聴者について

会議を傍聴したい方々のために、傍聴者の席を設けます。

傍聴者の登録料は200円とし、プログラムを御渡しします。

傍聴の御希望者は、会議当日までに便宜の方法で、事務局宛に御知らせ下さい。