

第II輯 第59巻 第3号 1981年6月

伊藤久徳：水平及び鉛直シアー流のもとでの β 面上のプラネタリー・ロスビー波とそれによる帯状流加速のいくつかの性質

余田成男：帯状流一傾圧不安定波相互作用モデルにおけるエネルギーの周期的変動

宮原三郎：下部熱圏に於ける太陽一日潮汐波動による平均風生成

S.W. Lyons・村上多喜雄：冬季循環におよぼすロッキー山脈の影響 第1部；大規模現象

安成哲三：インド周辺の夏季モンスーンにみられる約40日周期の変動の構造

Chen, T.C., A.R. Hansen and J.J. Tribbia: 有効位置エネルギーの変換についてのノート

佐橋 謙：地面に起伏のある場合の海陸風の数值実験 I—モデル—

北林興二：密度成層気流中におかれた障壁上流側のよどみ域について

榊原 均：非常に背の低い対流雲から生じた豪雨

織笠桂太郎・太田圭一：地吹雪と風塵の電荷分離

鈴木 款・杉村行勇・三宅泰雄：東京における降水・エーロゾル中のセレン含量と化学形について

小川利紘・柴崎和夫・鈴木勝久：可視吸光分光法による成層圏 NO₂ 高度分布の気球観測

小野 晃・岡田菊夫・赤枝健治：個々のサルフェイト粒子検出法として用いられる塩化バリウム薄膜法の有効性について

ノート

藤吉原先：波状型変化を示す地上大気電場と中層降水雲のレーダーエコー構造

柴崎和夫・小川利紘：対流圏 NO₂ 全量について

磨屋敏夫・足立俊三：AMTEX '75 期間中宮古島で発生した竜巻のステレオ写真観測

Julian P.R. and R.A. Madden: 「インド周辺の夏季モンsoonにおける雲量変動の30~40日周期の準定常的出現」に関するコメント

水平及び鉛直シアー流のもとでの β 面上のプラネタリー・ロスビー波とそれによる帯状流加速のいくつかの性質

伊藤久徳 (和歌山大学教育学部地学教室)

β 面上でのプラネタリー・ロスビー波とそれによる帯状流加速のいくつかの性質が2-スケール法を用いて解析的に研究される。帯状流(\bar{u})は西風のチャンネル流が仮定され、また水平及び(弱い)鉛直シアーが許される。更にチャンネルの両側壁で $\bar{u}=0$ が仮定される。

このような場におけるプラネタリー波の水平構造に関して次のような性質が示される。まずプラネタリー波の水平スケールは帯状流のそれより大きい。帯状流が弱いとき、波の振幅の最大は最大帯状流速の緯度と離れたところに現われる。そして帯状流速が速くなるとともに、波の振幅の水平形状は帯状流のそれに近づく。更に波の位相は、正の鉛直シアー流中では、帯状流速の速い場所で遅れ、逸散流体中では、そこで進む構造を持つ。流路

の中心に関して非対称な流れにおいては、逸散波の位相の最大は、弱い帯状流のときはジェットの側へ、強い帯状流のときはジェットの反対側へ、それぞれ位相を転じる。また帯状流が強ければ強いほど、位相の水平方向の傾きはますます小さくなることも示される。

対称ジェット流中での逸散波による帯状流加速は次のような性質を持つ。帯状流が強かつジェットが鋭いとき、東風加速はジェット付近で大きく、それ以外の場合端付近で大きい。非対称ジェット流においては、ジェットは、弱い帯状流のときさらに端に転じ、強い帯状流のとき中心方向に移動する。

このように、プラネタリー波とそれによる帯状流加速は、帯状流速の大きさに依存して明瞭な性質の違いを示す。更にプラネタリー波の水平位相の傾きと帯状流加速の水平形状は、放射減衰率と摩擦減衰率の比に敏感であることもわかる。

帯状流—傾圧不安定波相互作用モデルにおける エネルギーの周期的変動

余田成男 (京都大学理学部地球物理学教室)

摩擦と加熱の頂を含む2層準地衡 β チャネルモデルを用いて、帯状流と傾圧不安定波の非線型相互作用を数值的に調べた。一連の実験で南北加熱差を変化させ、傾圧不安定波の振舞いの季節による違いを明らかにした。結果を要約すると、

- (1) 非線型相互作用の結果として、2~3週を周期とするエネルギー変動が存在する。
- (2) 夏に対応する南北加熱差が小さい場合、この周期帯のエネルギー変動は、水平渦運動量輸送の変動によって維持されている。主要なエネルギー変換の過程は順圧過程である。
- (3) 南北加熱差を大きくするにつれて、傾圧過程—渦による熱の輸送の効果—が重要になる。

Webster と Keller (1975), McGuirk と Reiter (1976) は、対流圏に半球規模で、“index cycle” 又は “tropospheric vacillation” と呼ばれる2~3週間の時間スケールをもつ周期的変動があることを示したが、このような現象を説明する1つの可能なメカニズムとして、本論文で扱ったような帯状流と傾圧不安定波の相互作用が考えられる。

下部熱圏に於ける太陽—日潮汐波動による平均 風生成

宮原三郎 (九州大学理学部物理学教室)

下部熱圏に於ける平均風の生成について、散逸する一日潮汐波動による運動量輸送の観点に基づいて議論する。下部熱圏に於ける潮汐波動の振幅や生成される平均風の強さに最も大きな影響を与えるのは、中間圏や下部熱圏に存在する重力波や乱流と考えられる。この研究では、これらの小規模運動の効果を渦拡散やレーリー摩擦の形でパラメタライズした大気モデルを使って、それぞれの場合について、潮汐波動と平均風の振舞いについて調べる。潮汐波動の振舞いについては、どちらのパラメタリゼーションを用いても結果に顕著な相違は見られず、観測とも一致する結果が得られた。他方、これらの潮汐波動によって生成される平均東西風は、その大きさを、かなり異にする。渦拡散を用いた場合の方が、レーリー摩擦を用いた場合よりも約3倍大きな平均東西風が得られた。これは、レーリー摩擦の場合には、運動量が場から取り除かれるのに対して、渦拡散の場合には、拡散され

るのみである為と考えられる。実際の観測結果が乏しい現状では、どちらの結果がより現実的であるかを結論づける事はできないが、いづれにしても、一日潮汐波動が下部熱圏の平均風の生成に大きく関与している事は明らかである。

冬期循環におよぼすロッキー山脈の影響

第I部；大規模現象

スティープ・ライオンズ, 村上多喜雄
(ハワイ大学気象教室)

用いたデータは1日2回、8層の風、気温、および高度場で、期間は1978-79 (FGGE) の冬3カ月である。下部対流圏 (700mb 以下) では風はカリフォルニア西岸で南、北流に分流するが、かなりの部分はロッキー山脈をこえる。700mb の風はロッキー山上できわめて弱く、摩擦層の影響を表わしている。

300mb では、ロッキーの西側ではジェットは南北 (28°N, 50°N) に分流しているが、東側では収剣して一本 (38°N) になる。南の分流は東に向かって急激に加速する。この東向き加速は非地衡風の、南風成分 (南北循環) による。一方北の分流は擾乱による運動量収剣によって維持されている。

カリフォルニア西岸近くには、強い直接 (間接) 循環が30°N以南 (以北) に存在する。アメリカ・ロッキーの南側では強い直接循環がみられるが、これは山による強制下降のためである。アメリカ東部海岸ではジェットが最も強くなるが、そこでは弱い南北循環がみられる。

擾乱による顕熱輸送は太平洋—ロッキー—カナダに到達する。またメキシコ湾から北米東部へ向う顕熱輸送も顕著である。

インド周辺の夏季モンスーンにみられる約40日 周期の変動の構造

安成哲三 (京都大学東アジア研究センター)

インド周辺の夏季モンスーンには、約40日周期の大きな active-break のサイクルがほぼ毎年のように見られることは、気象衛星からの雲量の解析ですでに明らかにした (Yasunari, 1979; 1980)。今回は、主として高層資料を用いて、この周期性にともなう大気構造の時間的空間的変動の様相を調べた。

スペクトル解析の結果、対流圏上層と下層を中心に、高度場と風の場には約40日周期が卓越していることがわかった。そして、これらの変動は、対流圏上層の高度場

をのぞき、雲量の変動に見られたように、赤道付近からヒマラヤへと北上する位相を示している。対流圏上層の高度場のみは、インド中部に最大振幅域をもつ standing oscillation として現われている。

クロススペクトルの手法を用いて、温度、湿度、高度、風の場における、この周期帯の鉛直構造を調べた結果、とくに温度場と高度場の構造が、雲量の極大（又は極小）の位相の北上にともなって、南インドから北インドへと、大きく変質されていくことが明らかになった。たとえば、雲量の極大域にともなって、赤道インド洋上から南インドにかけては、対流圏上層に cold core、最下層に warm core が存在していたのが、モンスーントラフ域の中・北部インドへと北上するにつれ、対流圏中・上層に warm core が拡がり、下層に cold core の存在する構造へと変質していく。高度場においても、対流圏を通して、ほぼ鉛直に立っていたトラフが、北上にともなって、次第に南へ tilt していき、北インドでは、下層のトラフと上層のリッジが coupling した構造へと変質していく。この雲域北上にともなう鉛直構造の変化には、北へいくにしたがって対流活動がより活発になること、および雲量（降水量）をもたらしょう乱が、南インドと中・北部インドで異なった構造であること、などが深く関連していると推測される。

この周期の active-break サイクルを支配する機構には、赤道方面への大規模な寒気の吹き出しをともなう、南半球中・高緯度の偏西風波動が重要な役割を果たしていることも、気象衛星資料、高層天気図の解析から示唆された。

以上の解析結果をもとに、約40日周期のモンスーンの変動は、南半球中緯度からヒマラヤにいたる子午面上で、複数の anomaly cell 構造をもつハドレー循環系の南北方向の変位、として把握できることを提示した。

有効位置エネルギーの変換についてのノート

Tsing-Chang Chen and Anthony R. Hansen
(Department of Earth Sciences Iowa State University)

Joseph J. Tribbia

(National center for Atmospheric Research)

指定気圧面に於ける二カ月間(1977年12月~1978年1月)の高度場と温度場を使って、有効位置エネルギー(A)と運動エネルギー(K)との変換、 $C(A, K)$ を求めた。その結果、次の事が明らかになった。

1. 平均子午面循環による変換は、 $C(A_z, K_z) = -0.18 \text{ Wm}^{-2}$ であり、擾乱による変換は、 $C(A_E, K_E) = 2.6 \text{ Wm}^{-2}$ である。
2. $C(A_z, K_z)$ は定常性(2カ月平均)のモードに起因しているのに対して、 $C(A_E, K_E)$ は変動性の擾乱に因っている。
3. 長波($n=1\sim4$)、及び低気圧や短波($n=5\sim15$)の $C(A_E, K_E)$ への寄与は次のとおりである。
 - a. 変動性の低気圧や短波は、中緯度と中層で支配的である。
 - b. 変動性の長波の影響は、中高緯度の中層で重要である。
 - c. 停滞性の長波の影響は、中緯度と中層では無視できない。

地面に起伏のある場合の海陸風の数值実験 I

—モデル—

佐橋 謙(岡山大学教育学部)

起伏のある地面上の2次元の大気境界層の新しい数值モデルが提示される。このモデルでは静水力学の仮定も、ブシネスク近似も必要でない。方程式系は直交曲線座標について記述され、そのうちの1つの座標軸(ξ)が地表面と一致するようにとられる。その方程式系はスペクトル法に従って、 ξ と時間についてフーリエに展開され、これによって方程式系は2階の常微分連立方程式となる。

このモデルの長所は次の通りである。(1)地面の任意の起伏に容易に適用し得る。(2)海風前線のような鉛直加速度を無視できないような現象に対して詳細な議論ができる可能性がある。(3)波数切断によって解の計算上の不安定性を除去できる。このモデルによる海陸風循環の計算結果の1例は、他の地形のもとでも十分適用し得ることを示している。

密度成層気流中におかれた障壁上流側のよどみ域について

北林興二(公害資源研究所)

大気が安定成層状態にある時、山岳あるいは構築物の上流側に“よどみ域”が発生する。このよどみ域の発生条件を風洞実験および、理論モデルにより検討した。

山岳あるいは構築物を二次元薄板障壁でモデル化し、温度成層をなす風洞中で流れの観察を行った。その結果、フルード数がある臨界値より小さい場合に、障壁上

流側に気塊の動きの少ない、よどみ域が形成されることが確かめられた。

また、流れを非粘性、密度成層流とし、Perturbation法で解くことにより、フルード数による流れの変化を検討した。風洞実験の結果、よどみ域の発生する臨界フルード数 $Fr_{\pi c} = U_0 \pi / NH$ は障壁高さにはほぼ比例することが明らかとなり、この結果は理論モデルの結果とも整合する。

非常に背の低い対流雲から生じた豪雨

榊原 均 (気象研究所)

非常に背の低い対流雲から生じた豪雨を調べる。非常に背の低い雲から豪雨が生ずるのに必要と思われる大きな凝結率と高い降水能率の原因に注目する。

下部対流圏では弱い熱帯低気圧が豪雨域の南西海上でほぼ停滞していた。暖かく湿った空気がその熱帯低気圧の東部の逆転層の下で観測された。下部対流圏の成層状態は潜在不安定であった。雨量分布は山岳地形の影響を強く受けているように見える。密集した積雲から成ると思われる幅の狭い真直ぐなエコー帯が、ある山脈の風上側地域で繰返し観測された。解析結果から、900mb以下の気流が山脈によってせき止められ650mbまで上昇したと仮定すると、豪雨域に対する平均降水能率は非常に高かった。豪雨域付近の密集した海洋性積雲と非常に湿った空気は高い降水能率が実現するのに好都合であろう。

地吹雪と風塵の電荷分離

織笠桂太郎・太田圭一 (室蘭工業大学・北海道新聞社)

北海道札幌市、手稲山頂で観測された地吹雪による正電場の発生、又札幌市内で観測された風塵による負電場の発生などの原因を説明するために、新しい装置を用いてこれらの現象を再現し、定性的な実験解析を行った結果、実験の際に見られる粒子の帯電符号と、同時に発生する優勢なイオンの符号を支配する興味ある規則性を見出した。即ち、実験の際、装置内の空間に浮遊する微少粒子の荷電符号と同時に発生する優勢なイオンの符号はその物質の電荷担体の符号と一致するというのである。

この規則性は、雷雲、火山の噴火、砂塵嵐などに伴う強電場の発生現象や、粉体を扱うあらゆる種類のプラントなどで発生する爆発現象などの要因と考えられている強電場の発生などに統一的に寄与する1つの効果的機構と考えられる。

1981年7月

東京における降水・エアロゾル中のセレン含量と化学形について

鈴木 款・杉村行勇 (気象研究所)
三宅泰雄 (地球化学研究協会)

1975年6月から1977年末までの期間に、東京(高円寺)において採取した降水とエアロゾル中のセレン含量とその化学形の研究を行なった。セレンの分析は、蛍光法を用いた。降水の全セレン含量は $5 \sim 118 \text{ ng l}^{-1}$ で、平均 69 ng l^{-1} を示した。降水中のセレンの大部分は4価の原子価をもち、その量は、全セレンの $0.5 \sim 0.9$ を占める。残りのセレンは粒子状で存在することがわかった。また、東京におけるエアロゾル中のセレン含量は $1.7 \sim 4.2 \text{ ng m}^{-3}$ で、平均 3.0 ng m^{-3} であった。エアロゾルの水溶性部分に含まれるセレンの化学形は4価イオンであり、その割合は、全セレンに対し 0.5 から 0.6 であることが明らかとなった。

可視分光光法による成層圏 NO_2 高度分布の気球観測

小川利紘・柴崎和夫・鈴木勝久
(東京大学理学部地球物理研究施設)

1978年5月29日三陸気球センターから揚げた気球に光電分光計を搭載し、波長 $427 \sim 450 \text{ nm}$ 域の太陽スペクトルの観測を正午から日没にかけて行なった。太陽天頂離角 35° 、気球高度 24 km で得られた太陽スペクトルを基準として、統計的解析によって太陽スペクトル中の NO_2 の微小吸収を検出し、太陽光路に沿った NO_2 の積分量を求めた。太陽天頂離角による NO_2 積分量の見かけの変化から、 $14 \sim 35 \text{ km}$ にわたる NO_2 の鉛直高度分布を求めた。この観測で得た NO_2 高度分布は、同じ可視分光法を用いたカナダの観測結果に近い。最大密度は高度 $22 \sim 25 \text{ km}$ において約 5×10^9 分子 $\cdot \text{cm}^{-3}$ 、鉛直積分量は 7×10^{15} 分子 $\cdot \text{cm}^{-2}$ であった。

個々のサルフェイト粒子検出法として用いられる塩化バリウム薄膜法の有効性について

小野 晃・岡田菊夫・赤枝健治
(名古屋大学水圏科学研究所)

Bigg, Ono and Williams (1974) により開発された、個々の sulfate 粒子を検出する塩化バリウム薄膜法の有効性を確立するための基礎になる研究を行った。

まず、塩化バリウムを真空蒸着 (10^{-6} トール程度) してつくった薄膜の化学的性質をX線回折で調べた。その

結果、薄膜は、真空蒸着に用いた素材と同じ塩化バリウムであることが確かめられた。

つぎに、塩化バリウム薄膜法を大気中のエアロゾル粒子に適用して得られた反応生成物について、S と Ba の元素面分析をX線マイクロプローブアナライザー (Hi-500) を用いて行った。その結果反応生成物は、硫酸バリウムであることが確かめられた。

以上の実験結果から、塩化バリウム薄膜法は、大気中のエアロゾル粒子に含まれている sulfate イオンを選択的に検出することができる有効な手段であることを示すことができた。

波状型変化を示す地上大気電場と中層降水雲のレーダーエコー構造

藤吉康志 (名古屋大学水圏科学研究所)

1978年11月から1979年9月まで、RHI レーダーと回転集電器を用いて、中層降水雲のレーダーエコー構造と地上大気電場の同時観測を行った。レーダーエコー構造

は対流性エコーを含むか否かによって、地上大気電場は時間的に正と負に大きく変化するか否かによって、それぞれ第2型と第1型、及び波状型と定常型という2つの型に分けて観測例を分類した。

その結果、層状性の中層降水雲及び厚い対流雲を含む中層降水雲に対応すると思われるレーダーエコーが現われたとき、地上大気電場はそれぞれ常に定常型及び波状型変化を示した。

一方、浅い対流雲を含む中層降水雲に対応すると思われるレーダーエコーが現われたときには、概ね地上大気電場は定常型変化を示していたが、少数例が波状型変化を示した。地上大気電場が波状型変化を示した時間帯、及びその時間帯前後において定常型変化を示していた時間帯でのレーダーエコー構造の違いから、異なった対流雲からの降水粒子が 0°C 高度以上において、互いに混合しあう過程と電荷生成とが密接に結びついていることが示唆された。