

第II輯 第60巻 第2号 1982年4月

吉崎正憲：2層チャンネル流内の有限振幅傾圧波動の安定性 (1)弱非線型領域

吉崎正憲：2層チャンネル流内の有限振幅傾圧波動の安定性 (2)中程度に非線型な領域

村上多喜雄・住 明正：WMONEX (1978-79) 期間中における南半球の夏期モンスーン循環；第1部 平均場

村上多喜雄・住 明正：WMONEX (1978-79) 期間中における南半球の夏期モンスーン循環；第2部 モンスーンの入りと中休み

Ernest C. Kung・Taher A. Sharif：高層気象要素と海面温度を用いたインド夏季モンスーンの始まりと雨量の長期予報

Richard H. Johnson：赤道付近の冬季モンスーンにおける中規模対流系に伴う鉛直運動

穂積邦彦・播磨屋敏生・孫野長治：雲量の関数としての積雲のサイズ分布

孫野長治・穂積邦彦：風の鉛直シャーの場における晴天積雲の回転運動

遠峰菊郎・阿部成雄： σ -座標系において、気圧傾度力の打切誤差を減らすための試み

大野久雄：補正された重回帰式による北半球圏界面高度の解析と予報

岡本雅典・岩瀬晃盛：数個の気候時系列の特徴を刈り込み操作で表わした統計的示数

後町幸雄：暖候期における鈴鹿山脈周辺の降雨特性と気象条件との関係に関する統計的研究

青木忠生：衛星搭載放射計が観測する雲天視野での晴天放射決定法の改良

三田昭吉：球形の不均質なエアロゾル粒子の光吸収特性

望月 定：日本列島近海の洋上大気中のラドンとその娘核

梶川正弘：初期雪片の落下運動の観測 (I) 自由落下パターンと構成雪結晶の数および形との関係

水野建樹・横山長之・安楽岡 顕：大気境界層中における地上煙源からの鉛直拡散について

要報と質疑

広瀬勝己・土器屋由紀子・杉村行勇：エーロゾル中の垂鉛：セントヘレンズ火山噴出物の長距離輸送の一指標について

R. J. Francey・佐橋 謙：カップ式風速計を用いる際の風速の過大評価

近藤洋輝・斎藤和雄・間宮嘉久・原 昌弘・繰り返し時間積分スキームにおける、低周波のエネルギーの保存について

2層チャンネル流内の有限振幅傾圧波動の安定性

(1) 弱非線型領域

吉崎正憲 (東京大学海洋研究所)

2層チャンネル流内の有限振幅傾圧波動の安定性を、弱非線型領域で調べた。振幅の時間および空間の変調を表わす一般化されたランダウ方程式を用いた。この方程式の平面波解をまず求めて、次にその安定性を調べた。

超臨界な状態で、波数 α が不等式 $L_{\pm}^2 (\alpha_{\pm} - \alpha_c)^2 > (\alpha - \alpha_c)^2$ を満たす領域にある場合、その有限振幅波動

は安定である。ここで α_c は臨界波数を、 $\alpha_{\pm} (\alpha_+ > \alpha_-)$ はある超臨界なシアに対する中立波動の波数を表わす。ベータ効果がない場合は $L_{\pm}^2 = \frac{1}{3}$ であり、ベータ効果がある場合は一般に $L_{\pm}^2 > \frac{1}{3}$ である。

2層チャンネル流内の有限振幅傾圧波動の安定性

(2) 中程度に非線型な領域

吉崎正憲 (東京大学海洋研究所)

2層チャンネルモデルを用いて、中程度に非線型な領域

域における有限振幅傾圧波動の安定性と振舞について調べた。そのために2つの独立な方法を用いた。1つは、定常解をまず求め次にその安定性を調べる方法である。もう1つは、初期値問題としてグリッドモデルを時間積分する方法である。鉛直シア U を除いて、無次元パラメータをある値に固定した場合しか扱っていないが、多くの面白い結果を得た。主な結論は次の通りである。(1)定常な有限振幅傾圧波動の(α, U)平面の安定領域は、サイドバンド不安定によって主に決められる。(2)有限振幅で実現する波数 α は線型論の予想とは一致しない。(3)ベータ効果が加わると、有限振幅波動の安定領域は小さくなる。(4)同じパラメータの値であっても、初期条件が異なると別の波数の波動が実現する事がある。このような波数選択の履歴現象を数値実験で再現する事ができた。安定領域に2つ以上の波数がある場合に、波数選択の履歴現象が起る。(5)波数の揺動(Wave number vacillation)や振幅の揺動(amplitude vacillation)を再現する事ができた。サイドバンド不安定によって、これらの時間振動する運動をおこす事ができる。この不安定による揺動のメカニズムは、Lorenz (1963)やPedlosky (1976, 1977)のメカニズムとは異なっている。

WMONEX (1978—79) 期間中における 南半球の夏期モンスーン循環

第1部：平均場

村上多喜雄 (University of Hawaii)
佳 明正 (気象庁電計室)

客観解析による850と200mbの風のデータを用いた。期間は1978年12月1日から1979年2月28日まで、範囲は $90^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$, $30^{\circ}\text{N}-30^{\circ}\text{S}$ である。

モンスーン循環は1月中旬にもっとも顕著になり、強い西風帯(850mb)が 10°S にそって印度洋(100°E)から、アラフラ海(130°E)をへて、南太平洋(180°)にまでびる。モンスーン域の東端近く(南太平洋)では強い下(上)層収斂(発散)があり、モンスーン循環の熱源の中心域と思われる。

モンスーン・トラフ付近(15°S)では、下層擾乱は主として発散効果により発達する。一方赤道から 10°S までのモンスーン偏西風帯では、下層擾乱は帯状流とのバロトロピック交換により発達する。

WMONEX (1978—79) 期間中における 南半球の夏期モンスーン循環

第2部：モンスーンの入りと中休み

村上多喜雄 (University of Hawaii)
住 明正 (気象庁電計室)

モンスーンの入りは12月23~27日頃におこった。下層のモンスーン偏西風は南太平洋西部(10°S , 170°E)で最初に顕著になった。この南半球偏西風は北太平洋貿易風と北西の赤道越え気流の強化(下層直接循環)に伴って起った。下層西風域は次第に西へ拡がり、約1周期後にはインドネシア、オーストラリア域にまで拡がった。

2月8~17日の期間中には下層偏西風はきわめて弱くなり、所によっては東風に変った。下層収斂は小さくなり、下層擾乱の活動もきわめて弱まった。この期間はモンスーンの中休みに相当する。西風から東風への位相変化は最初に西部南太平洋(10°S , 160°E)で起り、次第に西へ拡がった。下層の直接循環もきわめて弱くなった。

高層気象要素と海面温度を用いたインド夏季 モンスーンの始まりと雨量の長期予報

Ernest C. Kung and Taher A. Sharif
(University of Missouri, Columbia)

インド夏季モンスーンの始まりと維持に関係していると思われる気象要素を、回帰解析により調べた。その結果、インド南西部のモンスーン入りの日と、インド中央部の全降水量の長期予報方式を求めた。この予報方式では、モンスーン入りの予報には5個の気象因子を、また、降水量の予報には6個の因子を用いている。これらの気象因子は、インドおよびオーストラリアの100, 200, 700mbでの気温と、インド領域の海面温度である。1958~77年の期間について予報を行った結果、モンスーン入りと降水量の予報値は、観測値と非常によく一致した。この予報方式について、様々な角度から検討を行った。

赤道付近の冬季モンスーンにおける中規模対流 系に伴う鉛直運動

Richard H. Johnson
(Colorado State University)

冬のモンスーン実験(Winter MONEX)で得られた観測資料を用いて、1978年12月、南シナ海南部で見られた背の高い中規模対流系内の鉛直流を解明した。ボルネオ北岸沖でソ連の観測船は一辺約400kmのほぼ正三角

形の頂点に位置したが、それらのレーウィンゾンデ資料を鉛直流の算定に用いた。

12月中、ボルネオ北方の南シナ海上で、対流活動の日変化が見出された。対流はその成熟期には中規模(200~400km)の背の高い(500mbから100mbまで)少し降水を伴う層状の雲層によって特徴づけられる。三角形域で計算された鉛直速度と雲のまわりの無雲域では正味放射冷却を打ち消す程度の沈降流があるという仮定を用いると、中規模雲域内では、上昇流は平均するとその最大値は $\sim 12\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ に達し、それは対流圏上部250mb(10km)近くで見出される。中規模雲系の下では下降流が見出され、その最大値は $\sim -3\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 、650mb(3.5km)付近である。熱帯の他の地域や中緯度帯でこれまで報告されている中規模対流系の鉛直流との比較もした。中規模雲系は大きな地域をカバーしているので、それらはおそらく、赤道付近の冬季モンスーン域における大規模な大気の質量、熱、水蒸気収支に重要な寄与をしているであろう。

雲量の関数としての積雲のサイズ分布

穂積邦彦*・播磨屋敏生・孫野長治

(北海道大学理学部地球物理学教室)

航空機からの写真観測で、大きさの小さな積雲群のサイズ分布が調べられた。写真は三角測量の方法で解析された。積雲のサイズ分布は指数分布で表わされ、 $N=a\cdot\exp(-bD)$ の形で記述された。Nは100km²の領域において雲の直径を0.5km間隔で調べた時、平均直径がDである雲の数である。また、この式の係数aとbが雲量の関数として指数関数の形でそれぞれ表現された。

対流セルの扁平度もまた調べられた。セルの直径はその深さに比例し、扁平度は深さに反比例することが示された。

風の鉛直シヤーの場における晴天積雲の回転運動

孫野長治・穂積邦彦

(北海道大学理学部地球物理学教室)

1975年2月、宮古島付近の海上で晴天積雲が水平軸のまわりに回転するのが観測された。しかし、この回転運動は成長中の積雲にかぎって発生した。回転の向きは雲の高度の鉛直シヤーの符号で決まるようである。すなわち、観測期間中は雲高度の鉛直シヤーの符号は負のことが多

かったが、この場合回転積雲は移動方向に関し前方上昇・後方下降の後退回転運動を示した。まれにシヤーの方向が正の時は、前方下降・後方上昇の前進回転運動を示した。しかし、鉛直シヤーの大きさが $1.0\times 10^{-3}/\text{s}$ 以下の時は、回転しないで通常の対流運動を示した。

積雲の輪郭部でみた回転速度は一樣ではなくて、下降部は上昇部に比べてはるかに大きかった。この切線回転速度の非一樣性は、晴天積雲の回転が単に鉛直シヤーによるのみではなくて、積雲の対流運動にも関係することを示すものである。

上述の回転運動の性質は、鉛直シヤーと簡単な軸対称対流運動を合成したモデルで一応理論的に表現された。その結果、晴天積雲の回転運動は風の鉛直シヤーと対流運動の合成の結果と結論された。

σ -座標系において、気圧傾度力の打切誤差を減らすための試み

遠峰菊郎・阿部成雄(防衛大学校)

急斜面を伴う計算領域において、 σ -座標系を用いて気圧傾度力を計算すると、しばしば大きな打切誤差が現われる。この誤差は静力学の近似を用いたために生じていると言われている。そこで、我々は気圧傾度力の計算をする際に、ジオポテンシャルハイトを静力学の式による一次近似ではなく、多項式によって近似することを考えた。我々はここで、 $\log p$ による多項式を用いてみた。 i 番目と $i+1$ 番目の格子点間における気圧傾度力は、多項式を用いて表わされる等圧面上の2点におけるジオポテンシャルハイト ϕ_i と ϕ_{i+1} の差によって示される。この方法によると、気圧傾度力中の誤差は、以前からの方法によるものと比べ、ずっと小さくなる。

補正された重回帰式による北半球

圏界面高度の解析と予報

(主として航空気象業務に供するため)

大野久雄(気象庁電子計算室)

北半球領域で総観スケール圏界面高度を解析及び予報する重回帰式を日々作成した。説明変数には、100mb, 200mb, 300mb高度, 200~300mb間, 300~500mb間安定度及び500mb高度の6変数群から、日々有効な4個が選ばれた。重相関係数は、冬期の予報(~ 0.65)を除きおよそ0.85であった。こうして作られた重回帰式は解析においても予報においても中緯度圏界面と極圏界面をよく表現したが、さらに熱帯圏界面および寒冷渦圏界面

* 北海道斜里高等学校。

をよく表現するように重回帰式に補正が加えられ、成功をおさめた。

その結果、補正重回帰式で解析された圏界面高度は観測値をもとにした主観解析高度とよい一致を示した。また予報においては、予報高度と解析高度との平均2乗誤差が冬場を除き20mb以下にまで減少させることが出来た。したがって、我々はWMOの勧告に沿って圏界面高度の解析および予報図を供し得るようになったが、冬期の予報についての精度は他の季節に比してややおちる。

数個の気候時系列の特徴を刈り込み操 作で表わした統計的示数

岡本雅典 (広島大学経済学部)

岩瀬晃盛 (広島大学工学部)

太陽黒点数を含むいくつかの単位の異なる気候変動時系列に共通する特徴を総合的に示す統計的示数を作るため、もとの時系列をレベル切断による刈り込み系列(hand limiting series)に変換し、これらの総和系列として示数を与えた。時間的変化の同時生起に対する弱い規準を与えて、1200~1900年にわたる7個の気候変動の時系列データに対してこのような総和系列を分析した結果、著しい寒候期(Maunder Minimum)と暖候期を示数の変化によって表現することができた。また海面水位、年輪中の ^{14}C 、太陽黒点数の長年変化と比較した。これらの比較から、この示数系列は使用した原系列の各特徴を同時に保存しているように見える。

このような示数の統計的性質を知るために、その相異なる2時点間の相関係数(自己相関係数)の不偏推定量を定式化し、この推定量の分散を最小化するような切断を最適な切断レベルとした。さらに、示数の共分散関数は切断レベルと2時点間の母相関係数の陽表的かつ数値計算可能な積分関数で表わされることを示した。また上記の母相関係数をその不偏推定値で代用して求めた積分関数値と示数の共分散関数との差の平均の大きさは概して小さく、その差の平均と分散を共分散関数の各ラグに対して示した。

暖候期における鈴鹿山脈周辺の降雨特性と 気象条件との関係に関する統計的研究

後町幸雄 (京都大学防災研究所)

鈴鹿山脈周辺の約4000km²の領域で、3年間の暖候期の全日(463日)と11年間に領域内の最大日雨量が100mm以上あった大雨日(87日)を対象に、主として領域

内の6時間雨量と浜松の高層気象資料を解析して、降雨の諸特性と気象条件との関係を統計的に調べる。この地域では降雨に対する山岳の影響が顕著であること、さらに、降雨に対する対流圏の下層と中層の風が重要であることが示される。

対流圏下層に南風成分の風があれば、その約半数の場合に降雨がある。その風速が強ければ、その割合は増し、雨域の広い降雨が多くなる。風速が弱い場合には雨量の少ない場合が多いけれども、時には総雨量が100mm程度の強雨がある。

降雨度数には下層風が南東と南西の時に極大があり、対流安定度は、平均的には、南東風の時に最も中立に近く、南西風の時に最も不安定である。

雨量最大は、山頂付近(下層の風向が南東の時)の他、下層の風向に対して、山脈の風上側に出現することが多い。最大が山脈の風下側にある場合もあるが、それらの地点はかなり山頂に近い。

山頂の6時間雨量と下層(900mb)の風速との相関が、南東風を中心に高い。一般に山頂付近で雨量、特に日雨量が多い1つの理由は、例外はあるけれども、それ程強くない降雨が長時間続く傾向があるからであろう。

伊勢湾から山脈を横切って流入する下層風のある時には、その南風成分の増大と共に最大雨量地点は山脈沿いに北上する傾向がある。またその場合、一般に風向は高度と共に順転しているが、風速の鉛直shearが大きい程(上方の西風成分が大きい程)、最大雨量地点は東寄りになる傾向がある。

同様な場合に、一般に風速と最大雨量との間にも正の相関があり、風速に対して雨量の増加する割合は、南風成分が大きい程、大きくなる傾向がある。一方それらの場合を安定度別にみると、どのような安定度でもかなりの降雨があり、その割合は、安定度の低下と共に大きくなる傾向がある。そして、雨域の大きさは、不安定である程小さい場合が多く、安定になる程大きい場合が多くなる。

衛星搭載放射計が観測する曇天視野で の晴天放射決定法の改良

青木忠生 (気象衛星センター)

放射計 AVHRR の画像データを使って放射計 HIRS の晴天放射を決定する Aoki の方法を変形して、画像データを使わないで晴天放射を求めるための計算スピードの速い統計的手法を開発した。これを気象衛星 NOAA-

6号の観測データに適用したところ、画像データを使う方法に比べるとやや精度は落ちるが、従来の McMillinの方法に比較すると精度は非常によいことが分った。

また、画像データを使う場合の、雲量や雲頂高度が得られる等の多くの利点に鑑みて、画像データ処理時間を省略するための新しい放射計システムを提案している。

球形の不均質なエアロゾル粒子の 光吸収特性

三田昭吉* (名古屋大学水圏科学研究所)

吸収物質の中心核と非吸収物質の外殻とから成る不均質粒子の光吸収特性を、2層構造をもつ球形粒子による光散乱の理論を用いて調べた。中心核は煤 (soot) または赤鉄鉱 (Fe_2O_3) から成るものとした。この両者は、いずれも大気中のエアロゾルの可視域での吸収性を決める上で重要とみなされている物質である。さらに、これらの不均質粒子が霧乗則の粒度分布で浮かんでいるような多分散系について、その吸収特性を調べた。

球形の煤または赤鉄鉱粒子が、中心を同じくする非吸収物質の球殻 (屈折率1.33~1.53) で覆われると、その光吸収断面積は約2倍程度増加しうる。この吸収の増加は、煤粒子についてはすべての粒径に対して起こる。しかしながら、赤鉄鉱粒子については、粒子の大きさが光の波長と同程度の領域では、非吸収物質の殻は粒子の吸収断面積を減少させる場合も生じる。また、吸収物質と非吸収物質とから構成されているエアロゾルの有効複素屈折率の虚数部は、吸収成分が上記のような混合粒子として存在した場合に若干大きくなることがわかった。

日本列島近海の洋上大気中のラドンと その娘核

望月 定 (室蘭工業大学工学部)

陸地に近い洋上大気中では、陸上から洋上へ拡散するラドンとその娘核は陸地を離れた後、その時間経過とともに徐々に放射平衡に達することが見出され、冬季においては、陸地から100~150kmで放射平衡に到達することが見出された。陸地から150km以遠では、放射平衡状態からの偏りがしばしば観測された。

初期雪片の落下運動の観測 (I)

梶川正弘 (秋田大学教育学部地学教室)

初期雪片 (2ないし6個の結晶から構成された雪片)

の自由落下パターンが、立体写真法を用いて観測された。

解析された雪片の大部分 (約80%) が、らせん型または回転型の落下パターンを示した。一方、安定運動 (水平運動を伴わない落下パターン) は、2個の結晶から成る雪片のうち少数にのみ観測された。そのような雪片が安定運動を示すかどうかは、平均鉛直運動のレイノルズ数、2個の構成結晶の結合状態および大きさの比に依存している。

らせん運動の無次元振動数と周期は、おのおのレイノルズ数と無次元振幅に比例して増加した。さらに、らせん軸の変位速度は、初期雪片の落下速度に比例して増加した。

大気境界層中における地上煙源からの 鉛直拡散について

水野建樹・横山長之 (公害資源研究所)
安楽岡 顕 (数理計画)

大気境界層に関する横山らの乱流構造モデルを用いて拡散の微分方程式を解き、地上煙源からの鉛直拡散について調べた。方程式を無次元することにより、代表的な鉛直拡散幅 ($Z\sigma$ で表わす) を境界層の高さ (h) で割った値 ($Z\sigma/h$) は、混合層、中立層のとき X/Reh (x : 煙源からの風下距離, Re : 拡散係数と風速および高さについての代表値を組み合わせてできる無次元パラメータ) と z_0/h (z_0 : 地表面粗度長) で表わされることが導かれる。安定層ではさらに h/L (L : Monin Obukhov 長さ) がもう1つの無次元パラメータになる。この結果を用いると、混合層中の鉛直方向拡散幅 $Z\sigma$ は煙の輸送時間に依存し、中立層、安定層では風下距離だけの関係となることがわかる。

計算した結果について特徴的なことは、混合層では拡散初期のころ、 $Z\sigma$ が急激に増加し後にゆるやかに増加するようになる。中立層、安定層ではこのような顕著な変化は認められない。また、混合層での濃度分布形は、拡散初期に指数分布に近く、次第にガウス分布に近づくのに対し、安定層でははじめから既に、ガウス分布に近く、拡散するにつれて、増々丸みをおびた形になる。

モデルの妥当性は、大気中における拡散実験および Pasquill-Gifford 線図と比較することにより検討した。

* 現在所属：神戸海洋気象台。