

第II輯 第59巻 第4号 1981年8月

岩坂泰信：レーザーレーダによって観測された成層圏エアロゾルの濃度変化；I. 季節変化と、対流圏から成層圏へのイオウ化合物の流束

岩坂泰信：レーザーレーダによって観測された成層圏エアロゾルの濃度変化；II. フェゴ火山爆発後の長期変動

大谷 健・小野 晃：都市域における大気中のエアロゾル粒子の凝結核としての不活性度

松尾敬世・佐粧純男・佐藤靖裕：地上で観測される降水の型と地上気象要素との関係

田平 誠：大気中のインフラソニック波の研究. インフラソニック波観測のためのマルチパイプ・ラインマイクロホン

竹田 厚：海面に接する大気境界層内の風速変動のスペクトル特性に及ぼす水面波動の影響

高橋正明・瓜生道也：定常散逸惑星波に伴うオイラー及びラグランジュ平均運動

曲建華・柳井迪雄・隋中興：熱帯地方の渦度場に対する積雲対流の効果 第1部 大規模収支

山崎孝治・二宮洸三：豪雨時のリアルデータに対する Arakawa-Shubert 積雲パラメタリゼーションモデルの応答

二宮洸三・猪川元興・秋山孝子：アジア亜熱帯湿潤気候区の長続きした Cb クラスタ

秋山孝子：日本海沿岸地域の大雪の時・空間的変動 Part 1 降水の時・空間的変動のEOFによる記述

秋山孝子：日本海沿岸地域の大雪の時・空間的変動 Part 2 典型的な降雪分布時の総観気象状況

原田 朗：関東地方の大気境界層に夜間に発生する低気圧性じょう乱の解析

要報

岩坂泰信：成層圏エアロゾルの偏光におよぼすセント・ヘレン火山の噴火

レーザーレーダによって観測された成層圏エアロゾルの濃度変化；I. 季節変化と、対流圏から成層圏へのイオウ化合物の流束

岩坂泰信（名古屋大学水圏科学研究所）

名古屋におけるレーザーレーダ観測の結果をもとに、成層圏エアロゾル濃度の季節変化について議論した。結果は、顕著な冬季の極大がみられ、他の研究者の結果と同様なものである（Hofmann *et al.*, 1975; Hofmann and Rosen, 1977; Bigg, 1975; Reiter *et al.*, 1979）。名古屋での結果は、1977年さらには1976年の夏季にも第2の極大が見られる。小さな夏季の極大は、他の研究者の結果にも見出されており、1975年の夏の極大は Gras and Laby (1979) の結果に、また1978年および1977年の夏の極大は、Reiter 等の観測に見られる。種々の結果をまとめてみると、冬季の極大は定常的に地球規模で観測され、小さい冬の極大が時々見られる。

もし成層圏エアロゾルが、75%の硫酸液滴からなっていると考えるなら、粒子状物質が沈降によって失われる

量とつりあうためには、イオウ化合物の対流圏から成層圏への flux は、 5×10^7 (S) atoms/cm²/sec である。

レーザーレーダによって観測された成層圏エアロゾルの濃度変化；II. フェゴ火山爆発後の長期変動

岩坂泰信（名古屋大学水圏科学研究所）

フェゴ火山爆発（1974年10月）以後の成層圏エアロゾル濃度の減少について、レーザーレーダ観測の結果にもとづき議論した。観測結果は約2年の時間スケールで減少していることがわかったが、この時間スケールは、今までの結果（Hofmann and Rosen, 1977; Russell and Hake, 1977）より長いものである。この違いは主として、解析対象にした観測時間のちがいに由来すると思われる。従来の研究では、観測時間が短かすぎ、十分でないように思われる。ごく最近、Reiter 等は、各地のレーザーレーダ基地の結果をまとめた（1980）。彼らは、エアロゾル濃度の減少の時間スケールを出してはいないが、

まとめられた結果は、約2年の時間スケールを示しており、われわれの結果とはほぼ同じ値である。

都市域における大気中のエアロゾル粒子の凝結核としての不活性化度

大谷健・小野晃（名古屋大学水圏科学研究所）

都市のエアロゾル粒子が、有機物の効果により、凝結核としてどの程度不活性化されているかを明らかにするために、縦型熱拡散チャンパーとインパクターを用いて実験的研究を行なった。約1%以下の過飽和度下でゆっくり成長するか、あるいは全く成長しない不活発な粒子を、活発な粒子から分離して捕集した。そして透過電子顕微鏡を用いて、これら不活発な粒子の濃度を参照試料の粒子の濃度と対比させた。ところが、不活発な粒子はほとんど見出されなかった。この結果は、有機物の汚染がかなりあると考えられている都市においてさえも、ほとんどの大気中のエアロゾル粒子は凝結核として極度には不活性化されていないことを示している。

地上で観測される降水の型と地上気象要素との関係

松尾敬世・佐粧純男（気象研究所）
佐藤靖裕（埼玉大学）

輪島、松本、日光の地上気象観測データの解析によって、地上で観測される降水の型（雪、みぞれ、雨）と気象要素との関係を調べた。降水の型は、地上気温だけではなく、地上の相対湿度にも依存していた。同じ地上気温でも湿度の違いによって降水の型が臨界的に変化した。ある地上気温に対して、2つの臨界湿度が認められる。下部臨界湿度までは、降水はすべて雪であるが、下部臨界湿度から上部臨界湿度までの遷移領域では、雪、みぞれ、雨がみられる。上部臨界湿度以上では、降水はすべて雨となる。回帰分析により3地点の臨界湿度 RH cri (%) と地上気温 T (°C) の関係を求めると次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{RH cri(snow)} &= -7.5 T + 93 \\ \text{RH cri(rain)} &= 46\sqrt{6.2 - T} \end{aligned} \quad \text{輪島}$$

$$\begin{aligned} \text{RH cri(snow)} &= -7.3 T + 96 \\ \text{RH cri(rain)} &= 39\sqrt{7.2 - T} \end{aligned} \quad \text{松本}$$

$$\begin{aligned} \text{RH cri(snow)} &= -6.2 T + 91 \\ \text{RH cri(rain)} &= 43\sqrt{6.8 - T} \end{aligned} \quad \text{日光}$$

ここで、RH cri (snow) は下部臨界湿度を示し、関係

式は降雪の判別式となる。一方 RH cri (rain) は上部臨界湿度を示し、関係式は降雨の判別式となる。雨の判別式に見られる地点間の相違は、地点間の降水中の雪片の性質の違いに基づいているものと考えられる。雪の判別式の場合は、地点間にあまり相違が見られないが、これは判別式が雪片の性質には影響されないことを示している。みぞれは、雪と雨の判別式で囲まれた遷移領域にのみ存在し、その出現頻度は強い降水強度とも関連があった。

解析によって得られたこれらの結果は、松尾、佐粧 (1981, a) の計算結果と良く一致している。

大気中のインフラソニック波の研究。

インフラソニック波観測のためのマルチパイプ・ラインマイクロホン

田平 誠（愛知教育大学地学教室）

愛知県刈谷市の愛知教育大学において、最近インフラソニック波の常時観測が開始された。当面の主なねらいは、頻繁に山頂噴火をくり返している桜島火山からのインフラソニック波を観測し、その伝播を大気構造と関連させて調べることである。

乱流境界層中で、インフラソニックシグナルを検出しようとする時は、風の変動によって生ずるノイズがしばしば障害となるので、その低減が必要である。本研究においては、そのようなノイズ減殺のために新たにマルチパイプ・ラインマイクロホンを考案した。その機能は、気圧場における1つの直線上の空間平均をとるものであり、本質的には Daniels (1959) が提案したものと違いはないが、製作の段階で生ずる無理が除かれ、単純となっている。また、必要に応じて2次元的な空間平均をとることができるのも利点の1つである。

ノイズ減殺効果の実地テストを行なったところ、かなりの効果が認められたが、その減殺量は Priestley (1965) の乱れのモデルによって計算したものよりは幾分か小さい値となった。

海面に接する大気境界層内の風速変動のスペクトル特性に及ぼす水面波動の影響

竹田 厚（国立防災科学技術センター平塚支所）

水面の波動から受ける影響に特に注目して、海面に接した大気境界層中の風速変動のスペクトル特性を調べた。

海上の観測塔などで得られた、波浪と風速変動の同時

測定の中から、風と波浪の進行方向が大体一致している場合の例を選び、スペクトル解析等をおこない、波浪上の、風速の水平平均風向成分 u と鉛直成分 w についての2次元的な風速変動の場について、いろいろと検討した。その結果、つぎのような事実が分った。

1. 海面上で測定されたスペクトルは、 u 成分 w 成分ともモニンオブコフの相似理論に基づくモデル(ここでは、多くの実験結果をまとめて導いた Kaimal *et al.* (1972) のものと Busch (1973) のものを引用した)にくらべて主として低周波側で、顕著な上向きの偏倚を生じる。モデルスペクトルからのこのような偏倚は、Busch and Panofsky (1968) によっても示唆されている。

2. これらの風速変動中には、通常の大気境界層の乱流とは別に、水面の波動とコヒーレントな擾乱が、かなりの割合で含まれていることが、今回の関連度関数の解析から明らかになった。この擾乱のスペクトルへの寄与を推定し、それを測定されたスペクトルから引き去ると、偏倚はほとんどなくなって、モデルスペクトルに大体一致したスペクトルが得られる。

3. u と w のコスベクトルに対するこの擾乱による寄与は小さいと推定され、事実、測定されたコスベクトルは Kaimal らのモデルコスベクトルの形にほとんど一致している。コスベクトルの積分形である共分散 \overline{uw} は運動量の鉛直輸送を形成するが、これに対するこの擾乱の寄与は概ね 10% 以下で、測定誤差の程度であると思われる。これは本研究の結果の中でとくに注目すべきことがらであろう。

4. 水面の波動を入力としてこの擾乱を出力とする線形応答系を想定し、応答関数を求めてみた結果、この擾乱は、風速よりも速い位相速度をもつ波浪の成分波、すなわちうねりによって効果的に引き起こされることが示された。擾乱の u 成分は w 成分より若干大きめであり、どちらも海面からの高度による減衰は、今回の高度 5 m までの測定範囲では顕著でない。また、うねりの周波数域でのこの擾乱の両成分の間には、かなり明確な 90° の位相差がみられるところから、この擾乱は、今回の観測条件で、平均風向の鉛直面内では、長軸が水平な楕円の軌道運動をしているものと推測される。

以上のような興味ある事実を、さらに明確に記述するためには、波と風のいろいろな条件のもとでのデータの解析と、流体力学の理論とに基づいた研究が必要であろう。

定常散逸惑星波に伴うオイラー及びラグランジュ平均運動

高橋正明・瓜生道也(九州大学理学部物理学教室)

定常散逸惑星波に伴うオイラー及びラグランジュ平均運動を、 β -平面上の channel model で議論する。波は底面の凸凹の運動で励起し、時定数 $\lambda\alpha$ で作用するレーリー摩擦と α で作用するニュートン冷却で散逸すると仮定し、平均流についても同じとする。主として $\lambda=1$ で、次の3つの場合を議論した。

- (1) 基本流 U_0 も散逸率 α も一定、
- (2) U_0 は高さとともに変化するが α は一定、
- (3) U_0 も α も高さとともに変化する。

オイラー及びラグランジュ平均運動は、密度のスケールハイトと散逸のスケールハイトの差によって変わる(cf. Dunkerton, 1979; Uryu, 1980)。

惑星波がニュートン冷却のみで散逸するという仮定について再考した。(1)の場合、もし $\lambda \ll |(U_R - U_0)/U_0|$ (U_R は2次元ロスビー波の速度) でなければ、レーリー摩擦の項は無視できないことがわかる。また、波はニュートン冷却のみで散逸すると仮定する一方、オイラー平均した x 方向の運動方程式にレーリー摩擦を入れると、ラグランジュ平均流は、波にもレーリー摩擦を入れた場合とは、基本流が小さい場合は別として、全く違った結果を得る。例えば $U_0=30$ m/sec で $\alpha=1/7$ day⁻¹ のとき、ラグランジュ平均子午面循環は 3-cell 構造になっている。一方オイラー平均流に定性的な違いはない。

熱帯地方の渦度場に対する積雲対流の効果

第1部 大規模収支

曲 建 華 (Space Science and Engineering Center, University of Wisconsin)

柳井道雄・隅 中 興 (Department of Atmospheric Sciences, University of California)

マーシャル群島領域上の渦度の大規模収支を、1956年4月から7月にいたる期間の風の資料に基づいて再吟味した。渦度方程式中の水平移流項および立上り項の正確な見積りを得る努力をほらった。擾乱のある条件下での収支残差の平均垂直プロファイルは、上部対流圏に正渦度の大きなみかけ上のソースを、また表面附近はシンクを示す。しかしながら、この平均プロファイルは、同領域で従来得られていたものよりもっと複雑である。静穏な場合の平均渦度収支は大きな局所時間変化と、それをほと

んど補償する絶対渦度の水平移流とによって特徴づけられる。

豪雨時のリアルデータに対する Arakawa-Schubert 積雲パラメタリゼーションモデルの応答

山崎孝治・二宮洸三

(気象研究所・気象庁電子計算室)

Arakawa-Schubertの積雲パラメタリゼーション(CU)を、1972年6月27日に九州で発生した豪雨の場合に適用して、その応答を調べる。

観測された大規模場の移流による温度・湿度の変化を与えて、簡単な1次元モデル(CU, 大規模場の凝結(LSC), 中層対流調節(ML))を含むを積分して、大規模場の影響を調べる。モデルは、雲の高さ、降水量などの観測された特徴をよく再現する。モデルの計算結果によると、低気圧の暖域中では、MLが重要な役割を果たし、LSCとCUは豪雨の起きた前線のすその部分(training portion)で重要な働きをしている。豪雨の前半では、LSCが重要な働きをし、後半ではCUが重要な働きをする。

大規模な移流による成層の不安定化に抗して、CUとMLは成層を安定化するように働く。豪雨時のマス・フラックスはほぼ大規模場の上昇流に等しい。基準雲仕事関数(baseline cloud work function) A_0 を Lord (1978) の値ではなく、ゼロにした方が観測との一致はよい。

アジア亜熱帯湿潤気候区の長続きした Cb クラスタ

二宮洸三(気象庁電子計算室)

猪川元興・秋山孝子(気象研究所)

1979年7月12~16日、アジア亜熱帯湿潤気候区で、長続きしたCbクラスタが静止衛星によって観測された。これは弱い偏西風帯のトラフにともなって発生し、 32°N にそって $\sim 1,000\text{ km/day}$ の速さで東進した。この期間 T_{BB} (雲頂放射温度)は $-75\sim -60^{\circ}\text{C}$ (高さ10数kmに相当)を示した。

Cbクラスタは観測データの稠密な九州上空を通過し、雨量観測・レーダ観測により、その内部に数本のエコー・バンドがありその一部で $50\sim 100\text{ mm/hour}$ の強雨が発生し、エコー頂高度は10数kmに達していたことが確かめられた。

1981年8月

このCbクラスタの発達過程は次の2つのステージにわけられる; Cbクラスタ・ステージ(7月12~14日)および中間規模低気圧ステージ(14~16日)。

中国大陸~東シナ海域通過時にはCbクラスタは明瞭であるが、まだ地上低気圧は形成されない(Cbクラスタ・ステージ)。この領域では湿潤層下面は高いが、成層は著しい対流不安定を示す。対流圏下層の傾圧性は非常に弱く、このため低気圧への発達はゆるやかであったものと推論される。

Cbクラスタが日本列島南岸~本州東海洋上の“前線帯”に入ると、地上低気圧の形成がはじまる(中間規模低気圧ステージ)。“前線帯”では湿潤層下面は低いが、対流不安定層は大陸におけるほど厚くはなく、 T_{BB} から推定される雲頂高度は相対的に低い。

Cbクラスタ・ステージから中間規模低気圧ステージへの変化にさいして、擾乱の垂直構造の変化が見られた。

日本海沿岸地域の大雪の時・空間的変動

Part 1 降水の時・空間的変動のEOFによる記述

秋山孝子(気象研究所)

日本海沿岸部豪雪地帯に位置する、新潟県の冬期(30カ月)の日降水量(~ 40 観測点)の時間的・空間的変動を、EOF(Empirical Orthogonal Function)によって解析した。

降水変動は $\sum A_i(t)B_i(x)$ によってあらわされる。ここで B_i は空間分布関数、 A_i は時間変動関数である。 A_1B_1 および A_2B_2 は降水全変動量の $\sim 50\%$ 、 $\sim 15\%$ をそれぞれ記述している。 B_1 の極大域は、県南部標高約500mのENE~WSWにのびる山岳地帯にあり、時間平均降水量のパターンとはほぼ一致する。 B_2 のパターンは、県南部の標高 $\sim 1,000\text{ m}$ の山岳地帯と、 $\sim 200\text{ m}$ 以下の沿岸平野部とにおける、降水変動の対照をあらわしている。

第1, 第2時間変動関数($A_1(t)$, $A_2(t)$)にもとづいて、日降水分布を、3分布型(山地型, 平均型, 平野型)に分類し、各分布型の出現状況を冬期30カ月をとおして観察した。大雪の年(または月)には、ある特定の分布型の出現に偏り易い。特に豪雪年には、平野型分布が支配的である。

各分布型の短周期変動に注目した。大雪($\geq 20\text{ mm}\cdot\text{day}^{-1}$)は数日の期間(heavy snowfall period)で出現する。1つのheavy snowfall period中、1つの分布型

の継続する傾向がある。

以上のことから、各分布型の大雪は、それぞれ異なる総観気象状況下で発生することが推測される。この問題は part 2 で扱う。

日本海沿岸地域の大雪の時・空間的変動

Part 2 典型的な降雪分布時の総観気象状況

秋山孝子(気象研究所)

Part 1 で、新潟県の冬期日降水量(資料, 30ヵ月)をEOFによって解析し、降水空間分布を3分布型(山地型, 平均型, 平野型)に分類した。Part 2 では、その3分布型の豪雪期間(3日間)の総観場の変動状況を、輪島の高層資料、および合成天気図を用いて解析した。

豪雪時、各分布型に共通して、上層 trough が非常に寒冷なこと、気団変質層の深い(SFC~700 mb)ことが、大きな特徴として指摘される。

山地型の豪雪は、wedge 型の深い trough が日本列島上を急速に通過し、それに伴って急速に発達した地上低気圧の後面の強い季節風下に発生する。下層(SFC~800 mb, 境界層と対流混合層)の WNW~NW 風は山岳に対してはほぼ直角をなしており、厚い対流層の形成とその地形上昇によって、山岳地帯(標高, ~1,000m)の豪雪はもたらされると推測される。

平野型の豪雪は、上層の cold vortex が日本海上で南下(または深まった)後、ゆっくりと東方へ向かう時、

その寒気内で発生する。地上の depression は大きく発達しないし、急速に東方へ移動もしない。大陸上の高気圧の張出しも弱く、したがって、下層の季節風も弱い。上層の寒気は、山地型(~-35°C)に比して、より冷く(~-37°C)、気団変質層(対流混合層)はより上層まで及んでいる。平野型豪雪時、下層風の風向(WNW~WSW)は山岳に対して直角でなく、風速も弱い。地形上昇は副次的と推測される。

上記のように、小領域(新潟県, ~100×150 km²)の降雪量・降雪分布は、大規模循環系に支配されていることが分かった。

関東地方の大気境界層に夜間に発生する低気圧性じょう乱の解析

原田 朗(気象研究所)

天気がよく、地上の気圧傾度が弱い状態で、山風が支配的であろうと思われる気象条件のもとで、関東地方の大気境界層にしばしば小規模な低気圧性じょう乱が発生する。その水平規模は約 100 km で、1 km の高さまで伸びている。この風系は、海陸風の理論や観測例から推測されるものとはかなり異なっている。また、うず度は $3 \times 10^{-4} \text{ sec}^{-1}$ ほどの大きさになる。最下層の収れんとその上の層の発散は、その間に上昇流を生じ、鉛直断面内の循環は自由大気中にエクマン層の空気を汲み上げる2次循環とみなせるであろう。

創立 100 周年記念事業について

記念事業については昨年より準備委員会を設置して計画を進めており、その現況をお知らせします。

1) 記念式典

昭和57年度春季大会(5月26~28日)の前日、すなわち5月25日(火)午後2時より記念式典を日本教育会館大講堂で開催、理事長、来賓のあいさつ、祝辞、科学講演会(内容未定)その他を予定している。なお式典終了後同会館で懇親会を開催する予定。(例年の大会2日目の懇親会は取り止める)

2) 熱帯気象国際シンポジウム

WMO および AMS と共催の熱帯気象シンポジウムを秋(10月18~23日)に開催の予定。プログラムについては決り次第お知らせする。

3) 日本気象学会 100 年史編纂

1957年に75年史が刊行されているので、その後の25年

史を中心に作成し、重複をさけるが、75年史を所有しない会員も多いことを考え重要事項は取り上げ、天気へ掲載する。

4) 「天気」

4月号を特別号としてレビュー、座談会、100年史、総目録を掲載する。

5) 「気象集誌」

100年記念特別号を計画、すでに論文の募集を行っている。また集誌の Subject Index を1982年から新設する。

6) 地方支部における記念講演会

気象庁がホストする Study Conference on Large-Scale Oceanographic Experiments in the WCRP に来日する外人のうち数名に地方支部での講演を依頼する。