

気象研究所応用気象研究部

花房 龍男・佐藤 康雄・藤谷 徳之助・吉川 友章

1. 歴史

応用気象研究部はその性格上、気象研究所の他の研究部と趣を異にしている点が多い。つまり他の研究部が気象学や他の地球物理学に固有な研究分野をそれぞれの研究部の研究対象としているのに対し、応用気象研究部は気象学の応用という部門を対象としている関係上その研究内容は多彩である。

応用気象研究室という名称が組織上に現れたのは1942年（昭和17年）で、その後いくつかの変遷を経て現在の3研究室からなる応用気象研究部となったのは1956年（昭和31年）である。発足当初は衛生気象および降水機構の研究が中心で、電子顕微鏡が設置されたのは1957年（昭和32年）である。1960年代に入り大気汚染の研究に着手し、1970年代になると高度成長に伴う環境汚染に関連する研究が多くなり、気象庁を中心とした西瀬戸、むつ・小川原地域および秋田地域の大気環境調査に参加し、大気拡散の研究成果を活用した。また、自然放射能の研究が、人間活動によって生じるエアロゾルの放射化分析による物質同定の研究へと発展した。1980年（昭和55年）に気象研究所が東京から筑波研究学園都市に移転した際、電子顕微鏡を始めとする多くの機器が更新された。

最近では、局地気象及び局地気候並びに異常気象による災害についての解明および予報の改善や、大気境界層の構造やエネルギー輸送過程の解明、大気汚染物質の移流・拡散モデルの開発・改良などが研究テーマとなっている。以下に各研究室毎にその主な研究テーマについて述べる。

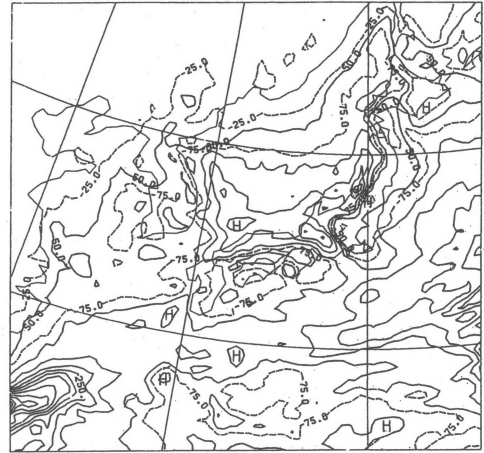
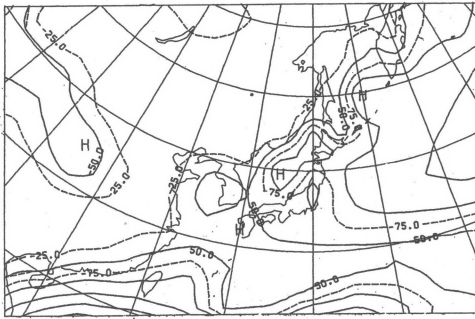
2. 第1研究室

局地気象現象は、直接的な形で人間活動に影響を与

える現象であり、時として災害として発現する。また長期的に見れば、それぞれの地域の固有の気候（局地気候）を形成し、人間活動の条件の基本的性格を特徴づける。従って、災害気象を予測したり、局地気候の変化の要因を明らかにするためには、それぞれの地域の災害に係る気象現象や局地気候系の特性を把握しなければならぬ。第1研究室ではこの目的のために主として数値モデルを用いた局地気象現象の研究を行っている。

最近の局地気象現象の研究の流れとして、非静力学モデルの開発がある。対象とする大気現象の水平と鉛直のスケールの比が1に近くなる、すなわち10 km ぐらいより短い空間スケールの現象を正確に表現しようとすれば、一般に使用されている静力学平衡の近似は成立しなくなる。対流活動を正確にパラメーター表示すれば、静力学平衡で十分であるという立場もあり得るが、対流や重力波そのものを直接表現できないという点で不十分である。当研究室で開発された2次元非静力学モデルを用いて、日本海北部の収束雲、ピレネー山脈の風下波等のシミュレーションを行い、観測結果と良い対応を示す結果を得た。現在3次元非静力学モデルも完成しており、その妥当性について検討を進め始めているが、大型計算機の計算時間が十分でないのが悩みである。

当研究室が力を注いでいるもう一つの研究は、ネスティングの手法を用いた局地気候モデルの開発である。これまでのネスティングは短時間の積分でしか意味がないと考えられていたのを、新しい技法にもとづく領域モデルに適用し、非常に長期にわたる結果を得ようとするものである。すなわち全球モデルの計算結果等をスペクトル分解し、その長波長成分（総観規模）を我々のスペクトル結合法における境界値とした上で、それより短波長成分を領域モデルで計算を行った。



第1図 全球気候モデル（左，気候研究部第2研究室提供）と局地気候モデル（右）による1月の積算降水量分布。等値線間隔は25mm。

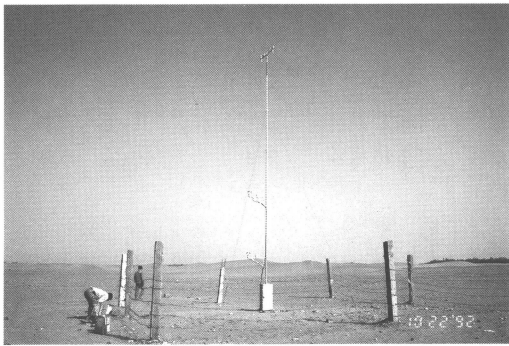


写真1 中国タクラマカン砂漠における自動気象観測。

メッシュの粗密の効果が顕著に現われると思われる1月積算降水量についてみると、全球モデルでは日本海中央部での降水となっているが、領域モデルでは観測値と同様、日本列島の背梁山脈について日本海側と太平洋側の降水の非対称性が良く表現されている（第1図）。また、人工的境界の不自然さは1か月の長さにとわってモデルの性能を低下させていない。ごく近い将来、このモデルを用いて「地球温暖化」の研究にも貢献できると考えている。全球気候モデルの長期ラン（例えば100年）の結果をこの局地気候モデルの境界条件として一定の期間走らせ、その結果の長時間平均をとれば、それは局地気候そのものである。このようにすれば、炭酸ガス倍増が予想されている100年先の局地気候が、高分解能全球気候モデルを100年積分することなしに一応求まる。当研究室でも陸地生態系と大気との間

の炭酸ガスフラックスを直接扱うモデル開発に着手した所である。

不均一で複雑な地形上における汚染物質の拡散についても未だに解決されない多くの問題を抱えている。都市化の影響が局地循環にどのように影響を与え、また大気汚染にどのように関連しているか等の研究も行われている。

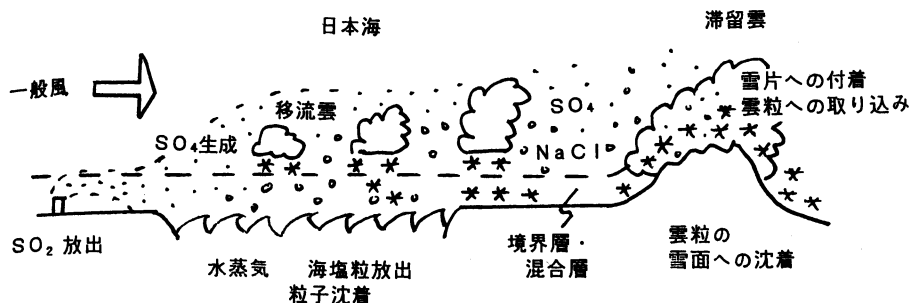
3. 第2研究室

当研究室では大気境界層におけるエネルギーや水循環の機構を明らかにするための大気・地表面相互作用の観測的研究と、大気エアロゾルに関する実験的研究を実施している。

気象研究所構内にある接地気象観測装置・大型ライシメータ・土壌水分測定装置・地下水位測定装置などを用いて、平坦で一般的な地表面条件における水収支に関する観測を継続している。

埼玉県比企郡滑川町にある、建設省所管の国営武蔵丘陵森林公園において、高さ約30mの記念塔を利用して、風向・風速・気温・露点温度・日射・長波放射等を測定し、さらに森林キャノピー層の特徴である葉面積指数や遮断蒸発量についても研究を進めている。

砂漠化問題に関連して、科学技術庁の「砂漠化機構の解明に関する国際共同研究」に参加し、中国新疆ウイグル自治区のタクラマカン砂漠の南西部に位置するオアシス都市ホータン近傍に自動気象観測装置等を設置して、砂漠気候の長期連続観測を実施し（写真1参照）、



第2図 日本海側の雪汚染の概念図.

また、観測の結果を、大気境界層-土壌結合モデルで得られた結果と比較して、砂漠化機構の解明を行っている。地球規模の気候変動に密接に関連する太平洋赤道海域における大気-海洋結合系の振る舞いを明らかにするために行われた、科学技術庁の「太平洋における大気・海洋変動と気候変動に関する国際共同研究」に参加し、観測船を利用して熱帯域における熱、水蒸気等の物理量の直接測定を行い、海面熱収支の年々変動などの解析を行った。

さらにメソスケールのシビアウエザー（竜巻、ダウンバーストなど）や強風の研究も行っている。

大気中のエアロゾルは雲物理過程を通して、あるいはそれ自身によって、大気の水循環や放射収支に影響を及ぼしており、地球規模の気候変動を理解する上で重要な役割を果たしている。当研究室では、大気中のエアロゾルの性質を、電子顕微鏡およびX線分析装置を用いて、実験的に明らかにしている。

対流圏エアロゾルの性質、特にその広域拡散状態を明らかにするため、航空機を利用して資料を採取し、得られた資料を電子顕微鏡で分析することによって、変動特性を明らかにする研究を実施している。また、この研究に関連して湾岸戦争後のクウェート油田火災に伴う煤粒子の採取と分析を実施した。

地球温暖化問題に関連して、科学技術庁の「地球温暖化の原因物質の全球的挙動とその影響に関する観測研究」に参加し、航空機を利用して太平洋全域でエアロゾルの採取と分析を行い、大気エアロゾルの放射収支に及ぼす影響について研究を進めた。さらに、火山噴火の大気大循環や気候への影響を把握するために、科学技術庁の「ピナトゥポ火山噴火が気候・大気環境へ与える影響解明に関する研究」に参加し、ゾンデを用いて成層圏エアロゾル粒子の直接採取と分析を行っ

ている。

また、東アジア地域における広域の酸性雨の性質を明らかにする目的で、黄砂粒子を採取し、これを電子顕微鏡で分析して、その長距離輸送過程の特徴を解明する研究なども実施している。

4. 第3研究室

当研究室では大気環境に係る汚染物質が大気中に放出された時、移流・拡散と物理・化学的な変質を経て、地表や水面に沈着するまでの過程を究明し、これらの現象を予測、防止するための数値計算モデルを開発する研究を行っている。

経常研究では「霧・降水を考慮に入れた大気汚染物質の移流・拡散モデルに関する研究」が平成2年度から継続中で、高尾山や赤城山を対象として、山頂と山麓で気象、大気汚染の測定、霧水・雨水サンプルの採集を行った。これらの資料を解析した結果、山谷風の起こる晴天時には山麓都市の NO_x が対流で山稜に這い昇り、 NO と NO_2 が同程度の濃度を示したり、汚染気塊が山地に滞留する条件では光化学反応が進み、 NO がほとんど無くなって O_x が高まるなどの現象が解析された。また、悪天時には汚染気塊とともに山麓に達した霧が上空からの雨よりも高濃度の汚染を含んでいるのに対し、山麓では雨が空中の汚染された霧を取り込んでくるため、山稜の雨よりも汚れていることを明らかにした。また、赤城山域及び上信越地域で冬型気圧配置の時に降る雪の表層サンプルを多点で同時に採取し、山稜の $\text{SO}_3 \cdot \text{Na} \cdot \text{Cl}$ が平地より桁違いに高く、 pH も平地の5~6に対し稜線で4に近い値であることを検出した。その他の要素は NO_3 が稜線でわずかに高かったが、 $\text{Ca} \cdot \text{NH}_4$ などは局地的に分散していた。これらの分布を数値シミュレーションで表す

ため、海上から山地に至る気流拡散場と混合層の効果に加えて、過冷却水滴の汚染取り込みと雪片への凍結の効果を算入するモデルを構築し試算している(第2図)。

特定研究では、科学技術庁の原子力試験研究費による「放射性物質の雨・雪等への取り込みメカニズムの解明とモデル化に関する研究」を行っている。これは昭和56年以来継続されている原子力施設の緊急時対策の一環として行われている研究で、すでに科学技術庁所管のもとに常時運用されている、緊急時拡散予測システム(SPEED1)のために気象・拡散場予測モデルを完成し、地形と不均質な地表効果による局地対流を導入するバージョンアップモデルも開発した。さらに最近は全天候に対処するため、雨や雪の取り込みを算入するモデルの開発を進めており、1993および1994年の秋には、赤城山北西麓の広大な農地で降雨時にガスと粒子のトレーサを同時に放出し、風下15点で大気中濃度や雨水に取り込まれて沈着した濃度を測定してモデルの基礎資料とした。1995～1996年には北陸平野で同様な実験を行い、雪、霧等への取り込みを明らかにする事としている。

東アジア地域における酸性雨による影響評価の手法

として酸性雨の主要原因である硫黄酸化物を対象とした長距離輸送モデルの開発を進めており、現在は汚染質と雲との相互作用による沈着過程のモデル化の研究を行っている。

大気中のガス状あるいは粒子状汚染の物理的挙動を解明するこれらの研究では、当研究部が国内で初めて採用したり、特別に開発した測定機器や実験法がいくつかある。例えば、上空約1,000 mあたりまでの気流と拡散パラメータの高度分布を自動測定できるドップラーソーダ(音波レーダ)、粒子の形を区別して粒子別の個数を自動測定できる映像解析システム、微量の粒子トレーサを放出して大気中濃度と雨・雪への取り込み量を放射化分析する拡散実験法、レーダ反射物体を放出して、2箇所のだップラーレーダで拡散パラメータと気流の動きを時々刻々、3次元で測定する手法等が、斬新な発想とハイテク技術によって実用化されたものである。

応用気象研究部の各研究室の対象としている研究はいずれも複雑な現象なので、理論的な考察はもちろんのこと、野外観測にも重点をおいて研究を推進している。

35巻1号(1988年1月)依頼約7年にわたって連載してまいりました「研究機関めぐり」を今回をもって終了させていただきます。これまでに約50の研究機関の紹介を行うことが出来ました。ご協力頂きました関係機関の方々に対してこの場を借りてお礼を申し上げます。

学会員がおられる研究機関ということで紹介を行ってきておりましたので、あるいはご紹介が出来なかった機関があるかと思われませんが、この点につきましてはご了承を頂きたいと思えます。

今後の新企画につきましては、現在編集委員会におきまして検討を行っております。具体的な企画が決まりました時点で会員の皆様にお知らせ致します。

長期間のご愛読ありがとうございました。

「天気」編集委員会