



天 気

1983年7月
Vol. 30, No. 7

402:602 (大気汚染物質)

大気汚染物質の除去作用に関する第4回国際会議 に出席して

村上正隆*

1. はじめに

一昨年(1982年)の12月頃、表記の会議がアメリカであるとの案内を入手し、あれこれ思案した末に思い切って論文を提出したところ、口頭発表の機会が与えられたので会議に出席した。日本からの参加者は私一人であったので、会議のプログラムや会議で印象に残ったことを簡単に紹介したい。

2. 会議の運営

SCADDER に関する第4回国際会議が、1982年11月29日から12月3日までの5日間にわたりロスアンゼルス市の西隣の有名な行楽地 サンタモニカ市で開催された。会場となった Miramar-Sheraton Hotel は海岸段丘の上に位置し、そこからは太平洋を一望することができた。会議の事務局が幹旋したので私もこのホテルに泊まったが、当地で最も格式の高いホテルとあって料金の高いのには閉口した。この会議は、Pacific Northwest Laboratory の Slinn 博士が世話役を務め、UCLA の Pruppacher 教授の研究室の協力で運営されていた。アメリカ、ヨーロッパ、アジアなど10数ヶ国から200人余りの研究者が出席し、プログラムに載った講演数は130余りで、14のセッションに分けて発表された。その内訳は、全体の3分の2以上が Precipitation Scavenging に関するもので、Resuspension に関するものは全体の1割程度しかなかった。



写真1 国際会議の会場となったホテル。

日本から出席したのは私一人だったので、プログラムにユタ大学の福田博士の名前を見つけて楽しみにしていたが、残念ながら欠席されたようで、とうとう会議中は一人の日本人とも会うことができなかった。

研究発表は毎日朝8時から夕方6時まで、途中、昼食とコーヒーブレイクをはさんで行われた。また、研究発表の一部はポスター展示形式で行われた。ポスターは会議場の隣のコーヒーブレイクの部屋に展示され、コーヒーを片手に発表者を囲んで議論をかわす光景が部屋の所々に見られた。さらに、最初の3日間は夜8時からセミナー・セッションが開かれ、2~3人の著名な研究者からの問題提起とそれに関する討論が夜10時、遅いときには12時近くまで続けられ、その熱心さにはいささか驚かされた。そして、最終日の午後には、各セッションの座長による“Topics for future studies”と題するセッションがあった。このようなセッションは日本の学会ではあ

* Masataka Murakami, 北海道大学大学院環境科学研究所。

第1表 国際会議のプログラム(セッション名と座長)

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
8:00 am	Opening Session H.R. Pruppacher A.C. Chamberlain	Micro-Physics I O. Vittori	Micro-Physics II O. Vittori	Micro-Physics III O. Vittori	Air-Sea Exchange P. Buat-Ménard
9:30	Gas Scavenging I H.W. Georgii	Gas Scavenging II H.W. Georgii	Fog and Rainwater H.W. Georgii	OSCAR Studies D.F. Gatz	Tropical and Polar Studies P. Buat-Ménard
11:00	Mountain Studies H. Rodhe	Plume Studies H. Rodhe	In-Cloud Scavenging H. Rodhe	Precipitation Chemistry II D.F. Gatz	Global Scale P. Buat-Ménard
Noon					
2:00 pm	Dry Deposition I B.B. Hicks	Dry Deposition III B.B. Hicks	Precipitation Chemistry I R.W. Beadle	Precipitation Chemistry III G.R. Hilst	Future Studies I J.M. Hales
3:30	Dry Deposition II J.A. Garland	Dry Deposition IV J.A. Garland	Dry Deposition V R.F. Abbey	Scavenging Models I P.W. Summers	Future Studies II J.M. Hales
5:00	Resuspension I D.A. Gillette	Resuspension II G.A. Schmel	Dry Deposition VI W.H. Keith	Scavenging Models II P.W. Summers	
6:00		6:00 MIXER			6:00 OUTING
7:00				7:00 BANQUET Speaker: R. J. Engelmann	
8:00	8:00 Seminar Session I D.A. Gillette		8:00 Seminar Session III W.G.N. Slinn		
9:00		9:00 Seminar Session II G.A. Schmel			

まり馴染みがないが、同様な研究分野で研究をしている者が共通の問題意識をもつことは極めて重要であり、有

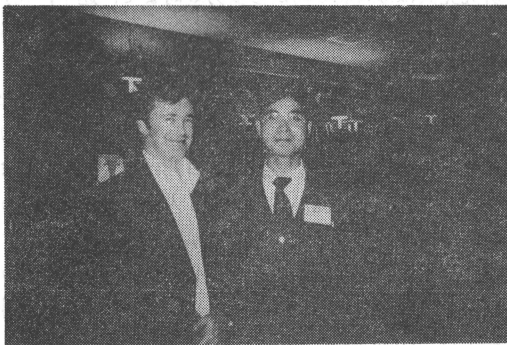


写真2 Slinn 博士(左)と著者。

意義なセッションであった。会議の期間中、2日目の夕方に懇親会(チーズとワインによるパーティー)と、4日目に晩餐会(スピーカーはケニアの Dr. Engelmann)があった。懇親会では、日本から唯一人の参加者ということもあって、Slinn 博士が私のような駆け出し者を非常に歓迎してくれ、さっそく雪結晶によるエアロゾル捕捉について意見を交換した。Slinn 博士は Precipitation Scavengingだけでなく、Dry Depositionや Resuspensionにも精通した理論家であるが、観測や実験についても詳しい人である。私の論文や孫野先生の論文(Murakami *et al.*, 1981; Magono *et al.*, 1979)も良く読んでいて、細かい点まで質問されてきたのには驚かされた。その後も、会議の期間中何度か博士と Precipitation Scavengingに関するいくつかの問題点について話す機会を持てたこ

とは、国際会議参加の大きな収穫であった。

3. 研究発表の報告

ここでは130余りの発表論文の中から Microphysics のセッションで発表されたものと、その他の Precipitation Scavenging に関するもので、特に印象的だったものをかいつまんで報告する。

私の論文 (Murakami・Magono; An experimental study of the effect of electrical charge on aerosol particle scavenging by snow crystals) は、3日目の Microphysics のセッション (座長はイタリアの Vittori 教授) で発表した。内容はすでに日本気象学会で発表したものと同じで、エロゾルチェンバーを用いた雪結晶によるエロゾル捕捉実験で、雪結晶に電荷を与えた場合に捕捉率が約1桁大きくなることを示したものである。従来、このような実験が行われていなかったので、Slinn, Prodi, Podzimek, Wang 博士らが評価してくれた。Slinn 博士と Prodi 博士からは、私の今後の研究にとって大変有意義なコメントもいただいた。私の実験結果と比較する適切な理論または数値計算に関する研究がないので、とりあえず雪結晶を扁平な回転円体で近似した Martin *et al.* (1980) の計算結果と比較したところ、真先に、厳密な意味では比較できないのではないかと意見を述べたのが Wang 博士であった。私もそれには同意したのだが、すぐ後で、Wang 博士が意見を述べた理由が理解できたのである。それは、彼の発表では随分時間をかけて、より複雑で天然の雪結晶の形に近い collector による粒子の捕捉を教学的に取り扱うことを計画中であると言っていたからである。Wang 博士と同様に、以前 Pruppacher 教授のもとで捕捉率に関する数値計算を行っていた Martin 博士とも実験結果と数値計算の結果の相違点について意見を交換することができたのも幸いであった。

この国際会議への参加を呼びかけた Slinn 博士の手紙には、Snow scavenging に関する研究をおおいに歓迎すると書いてあったにもかかわらず、これに関する発表は私の他に、Prodi, Wang, Podzimek 博士など数えるほどしかなかった。Prodi 博士は cold chamber 中に氷晶・微水滴・エロゾルを共存させた実験から、氷晶によるエロゾル粒子の捕捉に及ぼす泳動力の効果を報告した。一部分はすでに公表済みのものであったが、メンブランフィルター上での化学反応を利用したエロゾル粒子の氷晶上での deposition pattern を示す写真は印象的

であった。それは、エロゾル粒子が氷晶の周辺部に集中して付着する様子を見事に示していた。博士は、成長中の氷晶の方が蒸発中のものより効率良くエロゾルを捕捉するという、従来の数値計算とは正反対の結果を示したのである。彼の実験にもまだ幾つかの問題点があるので、現段階では何とも言えないが、更に検討を要する問題であろう。Podzimek 博士は、風洞内で円板状のモデルを用いてエロゾルの捕捉実験を行い、エロゾル粒子が円板のどの部分に付着するかを調べた。彼は円板の後面での wake capture を強調したが、これはレーノルズ数が数百のときであって、天然に降ってくる雪の場合はレーノルズ数も collector の形も異なるので wake capture がどのくらい効くかは今後の課題であろう。Wang 博士は、柱状結晶によるエロゾルの捕捉に及ぼす電気的効果を、氷晶を有限長の円柱で近似することによって計算で求めていた。

雨滴や霧粒によるエロゾル粒子の捕捉に関する発表は、雪に関するものより多いくらいであった。Latham 博士は、雨滴によるエロゾル粒子の捕捉に及ぼす電気的効果を実験的に求めて1~2桁捕捉率が大きくなることを示した。Beard 博士や Martin 博士は蒸発中の雲粒によるエロゾル粒子の捕捉率を実験や計算から求め、Grover 博士, Perret 博士, Rosenkilde 博士は、雨滴や雲粒によるエロゾル粒子の捕捉に及ぼす turbulence の効果について研究を始めたとのことであった。

Microphysics のセッションで発表されたものを除くと、Precipitation Scavenging に関する発表論文の大部分は降水中の化学成分濃度や大気中のガスおよびエロゾルに含まれる化学成分濃度の測定結果の報告であり、測定項目で有機化合物や aqueous oxidation を意識した O_3 , H_2O_2 , Fe, Mn などを含むものが一部あったものの、さほど目新しいものはなかったように思われた。そのような中で、私は個人的理由から、次の3つの論文に興味をもった。Borys *et al.* は雲水中の化学成分濃度の方が雪に比べて2~3倍高く、雪の場合は riming の量が多くなるほど高濃度になるという観測結果を報告した。Hegg and Hobbs は、雲水中の SO_4^{2-} に対しては、gas (SO_2) scavenging よりも aerosol (SO_4^{2-}) scavenging の方が重要であると報告した。Raynor and Hayes は、雨より雪の方がその中に含まれる化学成分濃度が高いという観測結果から、雲底下での除去効率は雪の方が良いのだらうと報告した。これらの発表を聞いて、どこでも同じようなことを考えているんだなあと思ひ、また、わ

れわれが以前日本気象学会で発表した結果と矛盾していないことにホッとしたりもした。さほど目新しさが無い発表が多かった中で、特に注意を引いたものの一つに Graedel *et al.* の発表が挙げられよう。彼らは、雨滴やエアロゾル粒子に organic surface film が形成された場合に、雨滴やエアロゾル粒子による gas scavenging にどのような影響があるかを簡単なモデルで計算した。この問題には多くの研究者が関心を持っていたようで、コーヒーブレイクの時も Graedel 博士を囲んで盛んに議論がなされていた。

4. 今後の課題

次に、Slinn 博士の“A potpourri of deposition and resuspension questions”と題する講演と、各セッションの座長による“Topics for future studies”と題する Summary から、現在、SCADDER の分野で何が問題となっているのか、印象的だったものを列挙すると

- (1) 雪結晶によるエアロゾル粒子の捕捉に関しては $0.1\mu\text{m}$ 以下のエアロゾル粒子に対する diffusion と $10\mu\text{m}$ 以上のエアロゾル粒子に対する inertial impaction のメカニズムについては比較的良く研究されているが、その中間の粒子に対する捕捉のメカニズムと考えられている interception に関する研究が不足している。
- (2) 雪結晶による gas scavenging に関する研究がほとんど行われていない。
- (3) 降水中、あるいは雲水中の有機化合物に関する研究が不足している。
- (4) 単に cloud chemistry と air chemistry の測定だけでなく、cloud dynamics, microphysics も組み込

んだ研究が必要である。

- (5) 地球表面の約70%を占める海洋上でのエアロゾル除去作用に及ぼす海面付近での急激な湿度変化と sea-spray scavenging に関する研究が不足している。
- といったことになる。

最後に、technical term の変化に触れることにする。従来、Junge (1963) の定義にならって、雲内での除去機構をまとめて“rainout”，雲底下でのそれを“washout”と呼んできたが、この会議ではこれらに代わって、数年前に Slinn 博士が提唱した“in-cloud scavenging”と“below-cloud scavenging”がもっぱら用いられていた。rainout や washout は別の意味で用いられていた。これに関する詳細は“Precipitation Scavenging に関する最近の研究”(大気電気研究・第25号)で紹介してある。新しい用語に最初は戸惑うかもしれないが、よく考えられた合理的な命名なので広く世界中の研究者に受け入れられているようである。

5. おわりに

日本からの出席者が私だけという国際会議に出席するまでに一抹の不安がなかった訳ではなかったが、5日間の会議はまったく充実しており、終わった後の満足感は計りしれないものがあった。会議の内容が最近、特に注目されている問題ということもあってか、出席者全員が最初から最後まで真剣であったのが印象的であった。わが国でもエアロゾルに関する各分野の研究討論会(エアロゾル科学・技術研究討論会)がこの夏、開催されることであるが、これを機にこの分野の一層の発展が望まれる。