

## ----- 日産科学賞業績の概要 -----

研究題目：有機エアロゾルの組成・分布・変質と地球環境への影響

Composition, distribution and transformation of atmospheric organic aerosols and their impact on Earth environment

河村 公隆（北海道大学低温科学研究所 教授）

（1951年6月1日 55才）

### 略歴

- 1981年3月 東京都立大学大学院理学研究科化学専攻博士課程修了(理学博士)
- 1981年7月 日本学術振興会奨励研究員
- 1981年10月 カリフォルニア大学ロサンゼルス校(UCLA)博士研究員
- 1985年2月 米国ウッズホール海洋研究所(WHOI)訪問研究員
- 1987年10月 東京都立大学理学部化学科助教授
- 1996年3月 北海道大学低温科学研究所教授
- 1996年4月 同大学院地球環境科学研究科大気海洋圏環境科学専攻教授（併任）
- 2005年4月 同大学院環境科学院地球圏科学専攻教授（組織改変、併任）

### 業績の概要

大気エアロゾル（微粒子）は太陽光を反射・吸収するとともに凝結核として雲の生成に関与する。エアロゾルの直接・間接的効果は、地球の放射バランスに重大な影響を及ぼす。微細粒子（ $< 1 \mu\text{m}$ ）には有機物が30-70%も存在することが知られている。しかし、その組成や分布についてはよくわかっていなかった。氏は酸性雨が社会問題となった1980年代に都市大気・降水中に存在する有機物の先駆的研究に取り組み、カルボン酸など極性有機物がエアロゾルの重要な成分であることを明らかにした。90年代には、有機エアロゾルの研究を海洋・極域大気へと広げ、シュウ酸を主成分とする水溶性有機物が地球的規模で大気エアロゾル中に広く存在することを明らかにした。氏の業績は以下の3つに大別できる。

1. 大気中の有機物の知見が限られていた1980年代に、都市大気および降水中の極性有機物に着目し、低分子モノカルボン酸およびジカルボン酸の測定法を開発した。この分析法を用いて、気相中ではギ酸・酢酸など低分子モノカルボン酸が、エアロゾル相ではシュウ酸・コハク酸など低分子ジカルボン酸が主要な有機成分であることを明らかにした。この一連の研究は、大気化学分野で現在最も注目されている課題の一つである有機エアロゾルの組成、吸湿・凝結核特性、放射および気候影響に関する研究に対して先導的役割を果たした。また質量分析計による未知化合物の構造解析にとりくみ海洋エアロゾル中にケトカルボン酸・ヒドロキシカルボン酸・ハロゲンを含むジカルボン酸を発見するとともに、不飽和脂肪酸の光化学的酸化と水溶性有機エアロゾルの生成メカニズムを提案した。

2. 東京におけるエアロゾル観測から、低分子ジカルボン酸など水溶性有機物の光化学的生成は夏に最大となること、また早朝から昼にかけて大きく増加することを明らかにした。北極での大気観測から冬期に低・中緯度から大気輸送された揮発性有機物が春のポーラーサンライズとともに急激な光化学反応をうけカルボン酸を含む微粒子の生成に大きく寄与することを明らかにした。また、赤道太平洋域でエアロゾル炭素に占めるシュウ酸など低分子ジカルボン酸の割合が大きく増加することを発見した。こうした研究から、水溶性有機物の光化学的生成が大気エアロゾルの化学的・物理的特性を変化させ（エアロゾル表面を水溶性にする）水蒸気を吸収する能力を高めるといふ、有機エアロゾルの化学像を確立した。陸起源の炭化水素・脂肪酸

など指標有機化合物を外洋および極域大気中で測定し、アジア大陸から北太平洋や北極への陸源物質の長距離大気輸送の実体を明らかにした。

3. エアロゾルの凝結核としての特性（吸湿特性）を測定するために、吸湿特性タンデムDMA(Differential Mobility Analyzer)装置を製作し、それを用いて森林火災などバイオマス燃焼生成物（レボグルコサンなど）の吸湿特性を測定し、極性有機物と有機エアロゾルが持つ高い凝結核能を明らかにした。タンデム DMA 装置を用いたエアロゾル粒子の吸湿成長特性とエアロゾルの化学組成の解析から、水溶性有機物の二次的生成と変質がエアロゾルの凝結核能を増大させるという観測結果を得た。

以上、氏の大気中の有機物測定法の開発からはじまった有機エアロゾルの組成・分布・変質に関する先駆的研究は、地球環境と気候変動に関する科学の中でその研究の重要性を明らかにした。特に、(1) および (2) の業績は、有機エアロゾル研究と大気化学分野における発展に多大な貢献をするとともに国際的に確立した知識として教科書等にも引用されている。氏の研究の更なる発展が期待される。

#### 参考論文

1. Kawamura, K. and I. R. Kaplan (1986), Motor-exhaust emissions as a primary source for dicarboxylic acids in Los Angeles. *Environ. Sci. and Technol.* **21**, 105-110.
2. Kawamura, K. and R. B. Gagosian (1987), Implications of  $\omega$ -oxocarboxylic acids in the remote marine atmosphere for photo-oxidation of unsaturated fatty acids. *Nature* **325**, 330-332.
3. Kawamura, K., and K. Ikushima (1993), Seasonal changes in the distribution of dicarboxylic acids in the urban atmosphere. *Environ. Sci. & Technol.* **27**, 2227-2235.
4. Kawamura, K., H. Kasukabe and L. A. Barrie (1996), Source and reaction pathways of dicarboxylic acids, ketoacids and dicarbonyls in arctic aerosols: one year of observations. *Atmos. Environ.* **30**, 1709-1722.
5. Kawamura, K. and F. Sakaguchi (1999), Molecular distributions of water soluble dicarboxylic acids in marine aerosols over the Pacific Ocean including tropics. *J. Geophys. Res.* **104**, 3501-3509.
6. Narukawa, M., K. Kawamura, N. Takeuchi and T. Nakajima (1999), Distribution of dicarboxylic acids and carbon isotopic compositions in aerosols from 1997 Indonesian forest fires. *Geophys. Res. Lett.* **26**, 3101-3104.
7. Kawamura, K., Y. Ishimura and K. Yamazaki (2003), Four year observation of terrestrial lipid class compounds in marine aerosols from the western North Pacific, *Global Biogeochemical Cycles*, **17**, No.1, 1003, doi: 10.1029/2001/GB001810.
8. Kawamura, K., M. Kobayashi, N. Tsubonuma, M. Mochida, T. Watanabe and M. Lee (2004), Organic and inorganic compositions of marine aerosols from East Asia: Seasonal variations of water-soluble dicarboxylic acids, major ions, total carbon and nitrogen, and stable C and N isotopic composition, In: *Geochemical Investigation in Earth and Space Science: A Tribute to Issac R. Kaplan (eds. R. J. Hill et al.)*, The Geochemical Society, Publications Series No. 9, Elsevier, 243-265.
9. Mochida, M. and K. Kawamura (2004), Hygroscopic properties of levoglucosan and related organic compounds characteristic to biomass burning aerosol particles, *J. Geophys. Res.*, **109**, doi: 10.1029/2004JD004962.
10. Kawamura, K. and O. Yasui (2005), Diurnal changes in the distribution of dicarboxylic acids, ketocarboxylic acids and dicarbonyls in the urban atmosphere. *Atmos. Environ.* **39**, 1945-1960.