

2006年度堀内賞の受賞者決まる

受賞者：横内陽子（国立環境研究所化学環境研究領域 動態化学研究室室長）

研究業績：大気中の自然起源揮発性有機化合物の動態解明に関する研究

選定理由：森林や海洋などの生物圏から大気中に放出される揮発性有機化合物（以下 VOC）はエアロゾルやオゾンの前駆体物質として、あるいは成層圏オゾン破壊物質などとして、対流圏および成層圏の大気質に重要な影響を及ぼしている。横内氏はこれまで、VOC 測定法の開発と体系だった観測を中心として自然起源 VOC の動態解明研究を進め、以下に示す重要な成果を挙げた。

- (1) 森林起源有機ガスと二次生成エアロゾルに関する研究：森林から放出されるモノテルペン類の反応実験と現地測定を行い、森林エアロゾル中にピノンアルデヒドを検出し、ブルーヘイズと呼ばれる森林地帯の霧の原因が森林起源 VOC の反応であるという仮説の検証データを得た。テルペン起源エアロゾルは自然起源の微小有機エアロゾルとして大気の放射収支に大きく貢献しているもので、横内氏の研究は関連研究の端緒を拓いた。
- (2) 塩化メチル発生源の特定に関する研究：天然の成層圏オゾン破壊物質である塩化メチルは海洋が主要な発生源であると長年考えられていた。横内氏らは、世界各地から集めた大気試料を分析して塩化メチルのグローバルな濃度分布を明らかにし、大量の塩化メチルが熱帯の陸域から放出されていることを見出した。さらに、植物からの放出ガスを測定し、古代に繁茂した大型シダの仲間の子実やラワン材として知られる大木のフタバガキなどの熱帯植物が最大の発生源であることを明らかにした。大量の塩素が熱帯林によって大気中に放出されているという結果は、赤道付近上空の成層圏のオゾン量バランスへの影響や塩素の循環にも関わる大きな発見として評価の高い研究である。
- (3) 海洋起源 VOC の分布と発生源に関する研究：海洋起源 VOC に関する知見は極めて限られている。横内氏らは広範囲の海域における大気中 VOC を詳細に調べ、ヨウ化エチルを初めて検出すると共に、ヨウ化メチルについては、表層海水

中の光化学反応によって生成されていることを示すデータを得た。さらに新しい手法を用いてこれら海洋起源臭素化合物のグローバルな発生量を従来の推定値よりも大幅に上方修正する必要があることを見出した。これは海洋起源ハロカーボンによる成層圏、対流圏オゾンへの影響見直しを迫る点で大いに注目されている研究である。

この他、北極における国際観測プロジェクトでは、世界で最初に実用化した「自動大気濃縮—キャピラリーGC/MS」による VOC 観測によって、春の地表オゾン減少が臭素との反応によって引き起こされているという画期的な発見にも貢献した。

このように横内氏の研究では高感度・高精度の VOC 測定法の開発が重要な鍵となっており、これらの一連の研究は VOC による対流圏・成層圏大気質の変化を通して気象学と密接なつながりを持つものである。気象学の境界領域・隣接分野での調査・研究を通して大気環境の動態解明を進めたことは、気象学の発展・向上に大きく寄与したものと考えられる。

以上の理由から、日本気象学会は横内陽子氏に2006年度堀内賞を贈るものである。

参 考 文 献

- Yokouchi, Y. and Y. Ambe, 1985 : Aerosols formed from the chemical reaction of monoterpenes and ozone, *Atmos. Environ.*, **19**, 1271-1276.
- Yokouchi, Y. and Y. Ambe, 1988 : Diurnal variations of atmospheric isoprene and monoterpene hydrocarbons in an agricultural area in summertime, *J. Geophys. Res.*, **93** (D4), 3751-3759.
- Yokouchi, Y., 1994 : Seasonal and diurnal variation of isoprene and its reaction products in a semi-rural area, *Atmos. Environ.*, **28**, 2651-2658.
- Jobson, B. T., H. Niki, Y. Yokouchi, J. Bottenheim, F. Hopper and R. Leaitch, 1994 : Measurements of C₂-C₆ hydrocarbons during the Polar Sunrise 92 Experiment : Evidence for Cl atom and Br atom chemistry, *J. Geophys. Res.*, **99** (D12), 25355-25368.
- Yokouchi, Y., H. Akimoto, L. A. Barrie, J. W. Bottenheim, K. Anlauf and B. T. Jobson, 1994 : Serial GC/

MS measurements of some volatile organic compounds in the Arctic atmosphere during the Polar Sunrise Experiment of 1992, *J. Geophys. Res.*, **99** (D12), 25379-25389.

Yokouchi, Y., H. Mukai, H. Yamamoto, A. Otsuki, C. Saitoh, Y. Nojiri, 1997: Distribution of methyl iodide, ethyl iodide, bromoform and dibromomethane over the ocean (East and Southeast Asian Seas and the Western Pacific), *J. Geophys. Res.*, **102** (D7), 8805-8809.

Yokouchi, Y., Y. Nojiri, L. A. Barrie, D. Toom-Sauntry, T. Machida, Y. Inuzuka, H. Akimoto, H.-J. Li, Y. Fujinuma and S. Aoki, 2000: A strong source of methyl chloride to the atmosphere from tropical coastal land, *Nature*, **403**, 295-298.

Yokouchi, Y., Y. Nojiri, L. A. Barrie, D. Toom-Sauntry, Y. Fujinuma, 2001: Atmospheric methyl iodide: High correlation with surface seawater temperature and its implications on the sea-to-air flux, *J. Geophys. Res.*, **106**, 12661-12668.

Yokouchi, Y., M. Ikeda, Y. Inuzuka and T. Yukawa, 2002: Strong emission of methyl chloride from tropical plants, *Nature*, **416**, 163-165.

Yokouchi, Y., D. Toom-Sauntry, K. Yazawa, T. Inagaki, and T. Tamaru, 2002: Recent decline of methyl bromide in the troposphere in accordance with the Montreal Protocol phase-out schedule, *Atmos. Environ.*, **36**, 4985-4989.

Yokouchi, Y., F. Hasebe, M. Fujiwara, H. Takashima, M. Shiotani, N. Nishi, Y. Kanaya, S. Hashimoto, P. Fraser, D. Toom-Sauntry, H. Mukai and Y. Nojiri, 2005: Correlations and emission ratios among bromoform, dibromochloromethane, and dibromomethane in the atmosphere, *J. Geophys. Res.*, **110**, D23309, doi: 10.1029/2005JD006303.

受賞者: 見延庄士郎 (北海道大学大学院理学研究科教授)

研究業績: 北太平洋における気候の数十年スケール変動に関する研究

選定理由: 気候はさまざまな時間スケールで変動しているが、中でも十年から百年の時間スケールを持つ変動を意味する数十年スケール変動は、近年注目を集めている。実際、現在進行中の「気候変動性と予測可能性研究計画」(CLIVAR)においても、数十年スケール変動の解明は、大気海洋陸面相互作用、および人為的気候変化とともに3つの主要研究項目

の1つとして位置付けられている。

「レジーム・シフト」とはある準定常な気候の状態が他の準定常な気候の状態に、急激に遷移することであり、1970年代半ばのレジーム・シフトは広く知られていた。見延氏は、1997年、各種の気象海洋観測データおよび年輪データを組み合わせ、このような気候レジーム・シフトが20世紀に3回生じたことを時系列解析により示した。これらの気候レジーム・シフトと密接に関連する50年から70年の時間スケールを持つ変動は、地表面気温、海面気圧、海面水温に見られ、北太平洋、北米大陸さらにはインド洋にも広く分布することを明らかにした。この50-70年の変動が日本沖のマイワシにも大きな影響を与えたことが、その後の研究で明らかになっている。さらに、見延氏は、1999年に、これらのレジーム・シフトは20年変動と50-70年変動の重ね合わせとして理解できると提案した。そして、20年変動は冬季に顕著であるのに対し、50-70年変動は冬だけでなく春にも見られるので、これら2つの変動は物理的に別な起源を持つと推定した。

これらの研究は国際的に高い評価を受けており、IPCC第3次評価報告書(2001)の他、広く頻繁に引用されている。

見延氏は、その後も50-70年変動、および20年変動の時間・空間構造を詳細に調べ、多くの知見を得ている。例えば、3回のレジーム・シフトが、アリューシャン低気圧の経年変動に振幅変調をもたらし、平均として強いアリューシャン低気圧を持つレジームの方が、経年変動の振幅も大きいことを示した。さらに、降水変動にも有意な20年変動が存在し、南日本やハワイを含め北太平洋およびその周辺領域に広く分布していることも見出し、水蒸気収支解析によってその原因を明らかにした。

一方、見延氏は、北太平洋西側の縁辺海である日本海とオホーツク海において、初めて年々変動の解析が可能な上層水温データセットを独自に作成し、それらへの解析によってこれらの縁辺海に、北極振動の数十年スケール変動成分が強い影響を与えていることを示した。また、歴史的海上気象観測データより、新たな海洋表面水温の格子化データセットを作成し、北太平洋亜寒帯フロントと亜熱帯フロントが、1940年代のレジーム・シフトにおいても変動中心であったことを明らかにした。これらのデータセットはインターネット上に公開されており、今後

これらの地域の研究を大きく促進することが期待される。

見延氏によるこれら一連の数十年スケール変動に関する研究成果は、気象学の境界領域・隣接分野である海洋物理学・水産学における重要な研究であると同時に、気象学の未開拓分野の発展に多大な貢献をしたと認められる。

以上の理由から、日本気象学会は見延庄士郎氏に2006年度堀内賞を贈るものである。

参 考 文 献

- (1) Minobe, S., 1997 : A 50-70 year climatic oscillation over the North Pacific and North America, *Geophys. Res. Lett.*, **24**, 683-686.
- (2) Minobe, S., 1999 : Resonance in bidecadal and pentadecadal climate oscillations over the North Pacific : Role in climatic regime shifts, *Geophys. Res. Lett.*, **26**, 855-858.
- (3) Minobe, S. and N. Mantua, 1999 : Interdecadal modulation of interannual atmospheric and oceanic variability over the North Pacific, *Prog. Oceanogr.*, **43**, 163-192.
- (4) Minobe, S., 2000 : Spatio-temporal structure of the pentadecadal variability over the North Pacific, *Prog. Oceanogr.*, **47**, 381-408.
- (5) Minobe, S., T. Manabe and A. Shouji, 2002 : Maximal wavelet filter and its application to Bi-Decadal Oscillation over the Northern Hemisphere through the 20th century, *J. Climate*, **15**, 1064-1075.
- (6) Minobe, S. and T. Nakanowatari, 2002 : Global structure of bidecadal precipitation variability in boreal winter, *Geophys. Res. Lett.*, **29**, 1396, doi 10.1029/2001GL014447, 22 May 2002.
- (7) Minobe, S., 2002 : Interannual to interdecadal changes in the Bering Sea and concurrent 1998/99 changes over the North Pacific, *Prog. Oceanogr.*, **55**, 45-64.
- (8) Minobe, S. and M. Nakamura, 2004 : Interannual to decadal variability in the southern Okhotsk Sea based on a new gridded upper water temperature dataset, *J. Geophys. Res.*, **109**, C09S05, doi : 10.1029/2003JC001916.
- (9) Minobe, S. A. Sako and M. Nakamura, 2004 : Interannual to interdecadal variability in the Japan Sea based on a new gridded upper water temperature dataset, *J. Phys. Oceanogr.*, **34**, 2382-2397.
- (10) Minobe, S. and A. Maeda, 2005 : 1-degree SST dataset compiled from ICOADS from 1850 to 2002 and Northern Hemisphere frontal variability, *Int. J. Climatol.*, **25**, 881-894.
- (11) Sasaki, Y. N. and S. Minobe, 2005 : Seasonally dependent interannual variability of sea ice in the Bering Sea and its relation to atmospheric fluctuations, *J. Geophys. Res.*, **109**, C05011, doi : 10.1029/2004JC002486.
- (12) Nakanowatari, T. and S. Minobe, 2005 : Moisture balance for bidecadal variability of wintertime precipitation in the North Pacific using NCEP/NCAR reanalysis, *J. Meteor. Soc. Japan*, **83**, 453-469.