

したオゾンがヨーロッパで生成したオゾンより高々度に鉛直輸送され、より効率よく長距離輸送されて、日本付近で沈降するためと考えられる。

大陸間輸送の影響が比較的に大きいと思われる4月について、八方尾根における地表オゾンの観測データと全球モデル計算結果を比較し、オゾン濃度の内訳をみたものを図4-19に示す⁷³⁾。

この期間、実測オゾン濃度はしばしば60-100 ppbに達しているが、20日以降には我が国自身の寄与が主要であるのに対して、5~10日、15~18日には中国など東アジアからの越境輸送の寄与が、我が国からの寄与と同程度である。一方、ヨーロッパ・北米及び成層圏からの移流が全期間を通じてバックグラウンド的に大きな寄与をなしていることがわかる。このように、東アジア内での越境輸送は、我が国の高濃度オゾンに対して、大きな影響を与えるケースとそうでないケースとが明確であるのに対して、大陸間輸送は日々変動が小さく、バックグラウンドに一定の寄与を与え続けているのが大きな特徴である。その寄与はヨーロッパ、北米合わせて数ppb程度と思われ、一見大きくないように

思われるが、月平均値では中国などからの越境輸送に匹敵する。このことはAOT40など暴露積算量で評価されるオゾンの植物影響などに対して、大きな影響を与えているものと思われる。

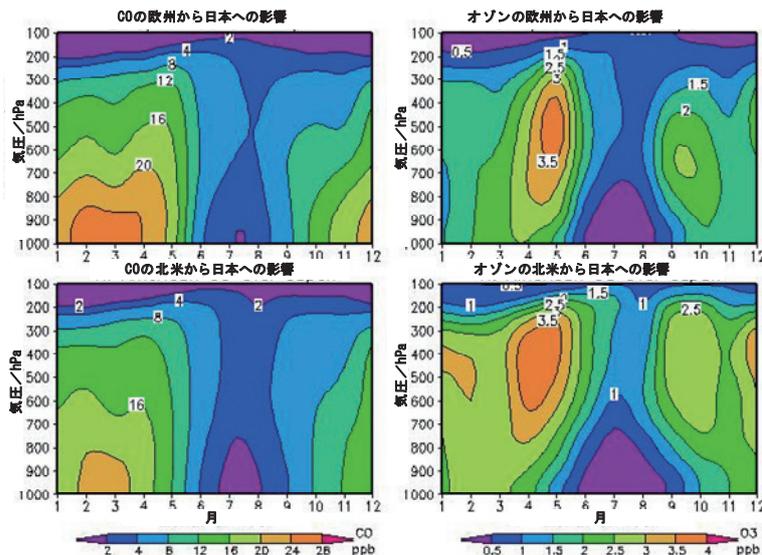


図4-18 CO (左列) 及びO₃ (右列) の日本 (八方尾根) に対するヨーロッパ (上段) 及び北米 (下段) からの高度別・月別影響⁷³⁾

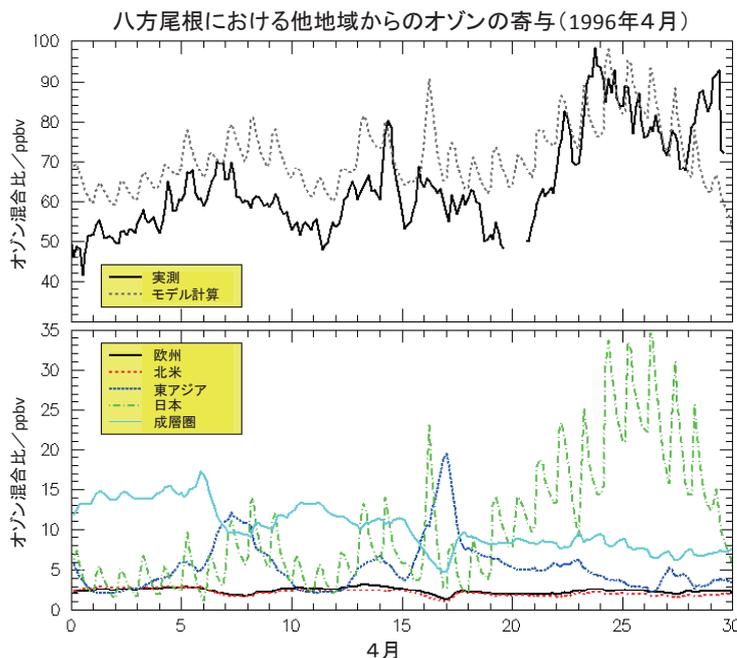


図4-19 我が国の長野・八方尾根の1996年4月の地表オゾン変化⁷³⁾

このことはAOT40など暴露積算量で評価されるオゾンの植物影響などに対して、大きな影響を与えているものと思われる。

引用文献

- 1) Oden, S., 1976: Water, Air and Soil Pollution, 6, 137-166.
- 2) Johnson, R.W., G.E. Gordon, Eds., 1987: The Chemistry of Acid Rain, Sources and Atmospheric Processes, ACS Symposium Series 349, American Chemical Society, Washington, DC
- 3) EANET, First Periodic Report on the State of Acid Deposition in East Asia, 2007.
- 4) Ohara, T., Akimoto, H., Kurokawa, J., Horii, H., Yamaji, K., Yan, X., and Hayasaka, T.: An Asian emission inventory of anthropogenic emission sources for the period 1980-2020, Atmos. Chem. Phys., 7, 4419-4444, 2007.
- 5) Nakicenovic, N. J. and Swart, R. (Eds.): IPCC special report on emissions scenarios, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, 2000.
- 6) Zhang, Q., Streets, D. G., He, K., Wang, Y., Richter, A., Burrows, J. P., Uno, I., Jang, C. J., Chen, D., Yao, Z., and Lei, Y. : NO_x emission trends for China, 1995–2004: The view from the ground and the view from space, J. Geophys. Res., 112, D22306, doi:10.1029/2007JD008684, 2007.
- 7) Tian, H., Hao, J., and Nie, Y.: Recent trends of NO_x emissions from energy use in China, Conference abstracts of Acid Rain 2005, 32, 2005.
- 8) Hao, J., Tian, H., and Lu, Y.: Emission inventories of NO_x from commercial energy consumption in China, 1995–1998, Environ. Sci. Technol., 36, 552–560, 2002.
- 9) He, Y., Uno, I., Wang, Z., Ohara, T., Sugimoto, N., Shimizu, A., Richter, A., and Burrows, J. P.: Variations of the increasing trend of tropospheric NO₂ over central east China during the past decade, Atmos. Environ., 41, 4865-4876, 2007.
- 10) Streets, D. G., Tsai, N. Y., Akimoto, H., and Oka, K.: Trends in emissions of acidifying species in Asia, 1985–1997, Water Air Soil Poll., 130, 187–192, 2001.
- 11) Streets, D. G., Bond, T. C., Carmichael, G. R., Fernandes, S. D., Fu, Q., He, D., Klimont, Z., Nelson, S. M., Tsai, N. Y., Wang, M. Q., Woo, J.-H., and Yarber, K. F.: An inventory of gaseous and primary aerosol emissions in Asia in the year 2000, J. Geophys. Res., 108, 8809, doi:10.1029/2002JD003093, 2003.
- 12) SEPA (State Environmental Protection Administration): Report on the state of the environment in China, State Environmental Protection Administration of China, Beijing, 2003.
- 13) REAS, <http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/p3/emission.htm>
- 14) Byun, DW. and JKS. Ching (Eds.), Science algorithms of the EPA Models-3 community multi-scale air quality (CMAQ) modeling system, NERL, Research Triangle Park, NC. EPA/600/R-99/030, 1999.
- 15) Yamaji, K., T. Ohara, I. Uno, H. Tanimoto, J. Kurokawa, and H. Akimoto, Analysis of seasonal variation of ozone in the boundary layer in East Asia using the Community Multi-scale Air

- Quality model: What controls surface Ozone level over Japan? *Atmospheric Environment*, 40(10), 1856-1868, 2006.
- 16) Wild, O., P. Pochanart, and H. Akimoto, Trans-Eurasian transport of ozone and its precursors, *Journal of Geophysical Research*, 109, D11302, doi:10.1029/2003JD004501, 2004.
 - 17) Sudo, K. and H. Akimoto, Global source attribution of tropospheric ozone: Long-range transport from various source regions, *Journal of Geophysical Research*, 112, D12302, doi:10.1029/2006JD007992, 2007.
 - 18) Pochanart, P., S. Kato, T. Katsuno, and H. Akimoto, Eurasian continental background and regionally polluted levels of ozone and CO observed in northeast Asia, *Atmospheric Environment*, 38(9), 1325-1336, 2004.
 - 19) Tanimoto, H., Y. Sawa, H. Matsueda, I. Uno, T. Ohara, K. Yamaji, J. Kurokawa, and S. Yonemura, Significant latitudinal gradient in the surface ozone spring maximum over East Asia, *Geophysical Research Letters*, 32, L21805, doi:10.1029/2005GL023514, 2005.
 - 20) 大原利眞、鶴野伊津志、黒川純一、早崎将光、清水厚 (2008) 2007年5月8、9日に発生した広域的な光化学オゾン汚染—オーバービュー—, *大気環境学会誌*, 43, 198-208.
 - 21) 高見昭憲、今井孝典、清水厚、松井一郎、杉本伸夫、畠山史郎 (2006) 沖縄辺戸で観測された人為起源エアロゾルと黄砂の輸送、*エアロゾル研究*、21,341-347
 - 22) UNECE, *Hemispheric Transport of Air Pollution 2007*, United Nations, New York, 2007.
 - 23) Uematsu, M., Yoshikawa, A., Muraki, H., Arao, K., and Uno, I.: Transport of mineral and anthropogenic aerosols during a kosa event over East Asia, *J. Geophys. Res.*, 107, D7, 4059, doi:10.1029/2001JD000333 (2002).
 - 24) Matsumoto, K., Uyama, Y., Hayano, T., Tanimoto, H., Uno, I. and Uematsu, M.: Chemical properties and outflow patterns of anthropogenic and dust particles on Rishiri Island during the Asian Pacific Regional Aerosol Characterization Experiment (ACE-Asia), *J. Geophys. Res.*, 108, D23, 8666, doi:10.1029/2003JD003426 (2003).
 - 25) Igarashi Y., et al., Seasonal variations in SO₂ plume transport over Japan: Observations at the summit of Mt. Fuji from winter to summer, *Atmos. Environ.*, 40, 7018-7033 (2006).
 - 26) Uno, I., G. R. Carmichael, D. G. Streets, et al. (2003a): Regional chemical weather forecasting system CFORS: Model descriptions and analysis of surface observations at Japanese island stations during the ACE-Asia experiment, *J. Geophys. Res.*, 108, 8668, doi:10.1029/2002JD002845.
 - 27) Uno, I., G. R. Carmichael, D. Streets, et al. (2003b): Analysis of surface black carbon distributions during ACE-Asia using a regional-scale aerosol model, *J. Geophys. Res.*, 108, 8636, doi: 10.1029/2002JD003252.
 - 28) Jordan, C. E., J. E. Dibb, B. E. Anderson, and H. E. Fuelberg (2003), Uptake of nitrate and sulfate on dust aerosols during TRACE-P, *J. Geophys. Res.*, 108 (D20), 8817,

- doi:10.1029/2002JD003101.
- 29) Hatakeyama, S., A. Takami, F. Sakamaki, H. Mukai, N. Sugimoto, A. Shimizu, and H. Bandow, "Aerial measurement of air pollutants and aerosols during March 20–22, 2001, over the East China Sea" *J. Geophys. Res.*, 109, D13304, doi:10.1029/2003JD004271 (2004).
 - 30) Hatakeyama, S., A. Takami, W. Wang, and D. Tang, "Aerial observation of air pollutants and aerosols over Bo Hai, China" *Atmos. Environ.*, 39(32), 5893-5898, doi:10.1016/j.atmosenv.2005.06.025, (2005).
 - 31) Streets, D., T.C. Bond, G.R. Carmichael, S.D. Fernandes, Q. Fu, D. He, Z. Klimont, S.M. Nelson, N.Y. Tsai, M.Q. Wang, J.-H. Woo, and K.F. Yarber (2003), An inventory of gaseous and primary aerosol emissions in Asia in the year 2000, *J. Geophys. Res.*, 108(D21), 8809, doi:10.1029/2002JD003093.
 - 32) 畠山史郎、高見昭憲、三好猛雄、王瑋、中国から東シナ海を経て沖縄まで輸送されるエアロゾル中の主要イオンの関係、エアロゾル研究、21, 147-152 (2006).
 - 33) The secretariat of LTP project、 The 11th Expert Meeting for the Long-range Transboundary Air Pollutants in Northeast Asia: Proceeding (2008).
 - 34) Lin, M., T. Oki, M. Bengtsson, S. Kanae, T. Holloway, D.G. Streets (2008). Long-range transport of acidifying substances in East Asia—Part II: Source-receptor relationships. *Atmospheric Environment*, 42, 5956-5967.
 - 35) 井上雅道、大原利眞、片山学、村野健太郎 (2005) 数値シミュレーションモデル RAMS/HYPACT による東アジアにおける硫黄化合物の年間ソース・リセプター解析、エアロゾル研究, 20, 333-344.
 - 36) Ichikawa, Y., H. Hayami, T. Sugiyama, M. Amann, and W. Schopp (2001). Forecast sulfur deposition in Japan for various energy supply and emission control scenarios, *Water, Air, & Soil Pollution*, 130, 301-306.
 - 37) Carmichael G. R. and R. L. Arndt (1995) Chapter 5, ATMOS module, Long range transport and deposition of sulfur in Asia (Rains-Asia: An assessment model for air pollution in Asia, Foell, W. et al., Report on the World Bank Sponsored Project “Acid Rain and Emission Reductions in Asia”), V51-V58.
 - 38) Ichikawa, Y., H. Hayami, and S. Fujita (1998) A long-range transport model for East Asia to estimate sulfur deposition in Japan, *J. Applied Meteorology*, 37, 1364-1374.
 - 39) 池田有光、東野晴行 (1997) 東アジア地域を対象とした酸性降水物の沈着量測定 (II) — 発生源寄与を中心とした検討 —, *大気環境学会誌*, 32, 175-186.
 - 40) Lin, M., T. Oki, T. Holloway, D.G. Streets, M. Bengtsson, S. Kanae (2008). Long-range transport of acidifying substances in East Asia—Part I: model evaluation and sensitivity studies. *Atmospheric Environment*, 42, 5939-5955.
 - 41) Ohara, T., M. Inoue, M. Katayama, and K. Murano (2005). Annual source-receptor relationships

- of sulfur and nitrogen oxides in East Asia using a regional transport modeling system coupled with a meteorological model, Conference abstracts of Acid Rain 2005, 57.
- 42) Holloway, T., H. Levy II, and G. Carmichael (2002). Transfer of reactive nitrogen in Asia: development and evaluation of a source-receptor model, *Atmos. Environ.*, 36, 4251-4264.
 - 43) Carmichael, G., et al. (2001). Model intercomparison study of long range transport and sulfur deposition in East Asia (MICS-ASIA), *Water, Air, & Soil Pollution*, 130, 51-62.
 - 44) Acid Deposition Monitoring Network in East Asia (EANET), Periodic report on the state of acid deposition in East Asia, Part 1: Regional Assessment, 2006.
 - 45) 片山学、大原利眞、鶴野伊津志、原宏 (2008). 日本の SO_4^{2-} 沈着量における経年変動のモデル解析, *大気環境学会誌*, 43, 136-146.
 - 46) Uno, I., M. Uematsu, Y. Hara, Y. J. He, T. Ohara, A. Mori, T. Kamaya, K. Murano, Y. Sadanaga, and H. Bandow (2007). Numerical study of the atmospheric input of anthropogenic total nitrate to the marginal seas in the western North Pacific region, *Geophys. Res. Lett.*, 34, L17817, doi:10.1029/2007GL030338.
 - 47) Ohizumi, T., N. Fukuzaki, and M. Kusakabe (1997). Sulfur isotopic view on the sources of sulfur in atmospheric fallout along the coast of the sea of Japan, *Atmos. Environ.*, 31, 1339-1348.
 - 48) Yanagisawa, F., N. Akata, R. Motoyama, A. Kawabata, and A. Ueda (2001). Seasonal variation of sulfur isotope ratios on non-sea salt sulfate in wet deposition in Japan, *J. Ecotechnology Res.*, 7, 1-6.
 - 49) Byun, D.W. and J.K.S. Ching (Eds.), Science algorithms of the EPA Models-3 community multiscale air quality (CMAQ) modeling system. NERL, Research Triangle Park, NC. EPA/600/R-99/030, 1999.
 - 50) Yamaji, K., Ohara, T., Uno, I., Kurokawa, J., Pochanart, P., and Akimoto H., Future Prediction of Surface Ozone over East Asia using Models-3 Community Multiscale Air Quality Modeling System (CMAQ) and Regional Emission Inventory in ASia (REAS), *JGR-Atmosphere*, Accepted.
 - 51) 独立行政法人海洋研究開発機構プレスリリース「アジア域の大気汚染物質排出シナリオを用いた将来のオゾンの増加予測」(2008年04月24日)より
 - 52) Akimoto, H., T. Ohara, J.Kurokawa, and N. Horii, Verification of energy consumption in China during 1996-2003 by satellite observation, *AE*, 40, 7663-7667, 2006.
 - 53) 山地一代, 秋元肇, 最近のモデル研究による東アジアオゾン汚染の現状と将来予測, *資源環境対策*, 43(7), 28-35, 2007.
 - 54) Stevenson, D.S., F.J. Dentener, M.G. Schultz, K. Ellingsen, T.P.C. van Noije, O. Wild, G. Zeng, M. Amann, C.S. Atherton, N. Bell, D.J. Bergmann, I. Bey, T. Butler, J. Cofala, W.J. Collins, R.G. Derwent, R.M. Doherty, J. Drevet, H.J. Eskes, A.M. Fiore, M. Gauss, D.A. Hauglustaine, L.W. Horowitz, I.S.A. Isaksen, M.C. Krol, J.-F. Lamarque, M.G. Lawrence, V. Montanaro, J.-F. Müller, G. Pitari, M.J. Prather, J.A. Pyle, S. Rast, J.M. Rodriguez, M.G. Sanderson, N.H. Savage, D.T.

- Shindell, S.E. Strahan, K. Sudo, and S. Szopa, Multimodel ensemble simulations of present-day and near-future tropospheric ozone, *JGR-Atmosphere*, 2006.
- 55) Dentener, F., D. Stevenson, K. Ellingsen, T. van Noije, M. Schultz, M. Amann, C. Atherton, N. Bell, D. Bergmann, I. Bey, L. Bouwman, T. Butler, J. Cofala, B. Collins, J. Drevet, R. Doherty, B. Eickhout, H. Eskes, A. Fiore, M. Gauss, D. Hauglustaine, L. Horowitz, I. Isaksen, B. Josse, M. Lawrence, M. Krol, J.F. Lamarque, V. Montanaro, J.F. Muller, V.H. Peuch, G. Pitari, J. Pyle, S. Rast, J. Rodriguez, M. Sanderson, N.H. Savage, D. Shindell, S. Strahan, S. Szopa, K. Sudo, R. Van Dingenen, O. Wild, G. Zeng, The global atmospheric environment for the next generation, *EST*, 40(11), 3586–3594, 2006.
- 56) Dentener, F., J. Drevet, J. F. Lamarque, I. Bey, B. Eickhout, A. M. Fiore, D. Hauglustaine, L. W. Horowitz, M. Krol, U. C. Kulshrestha, M. Lawrence, C. Galy-Lacaux, S. Rast, D. Shindell, D. Stevenson, T. Van Noije, C. Atherton, N. Bell, D. Bergman, T. Butler, J. Cofala, B. Collins, R. Doherty, K. Ellingsen, J. Galloway, M. Gauss, V. Montanaro, J. F. Müller, G. Pitari, J. Rodriguez, M. Sanderson, F. Solmon, S. Strahan, M. Schultz, K. Sudo, S. Szopa, and O. Wild, Nitrogen and sulfur deposition on regional and global scales: A multimodel evaluation, *GBC*, 20, GB4003, doi:10.1029/2005GB002672,2006.
- 57) 秋元肇「大気汚染物質の大陸間輸送と半球規模汚染」大気環境学会誌, 41(1), A1-A8, 2006.
- 58) Husar, R.B., et al. (2001) The Asian dust events of April 1998, *J. Geophys. Res.*, 106, 18, 18317-18333.
- 59) Jaffe, D., T. Anderson, D. Convert, K. Kotchenruther, B. Trost, J. Daneilson, W. Simpson, Bernstein, T.K., S. Karlsdottir, D. Blake, J. Harris, G. Carmichael (1999) I. Uno, Transport of Asian air pollution to North America, *Geophys. Res. Lett.*, 26, 711-714.
- 60) McKendry, I.G., J.P. Hacker, R. Stull, S. Sakiyam, D. Mignacca, and K. Reid (2001) Long-range transport of Asian dust to the Lower Fraser Valley, British Columbia, Canada, *J. Geophys. Res.*, 106, 18,361-18,370.
- 61) Uno, I., H. Amano, S. Emori, K. Kinoshita, I. Matsui, , NN. Sugimoto (2001) Trans-Pacific yellow sand transport observed in April 1998: A numerical simulation, *J. Geophys. Res.*, 106, 18331-18344.
- 62) Vaughan, J.K., C. Claiborn, and D. Finn (2001) April 1998 Asian dust event over the Columbia Plateau, *J. Geophys. Res.*, 106, 18,381-18,402.
- 63) Bernstein, T.K., S. Karlsdottir, D.A. Jaffe (1999) Influence of Asian emissions on the composition of air reaching the north eastern United States, *Geophys. Res. Lett.*, 26, 2171-2174.
- 64) Jacob D.L., J.A. Logan, P.P. Murti (1999) Effect of rising Asian emissions on surface ozone in the United States, *Geophys. Res. Lett.*, 26, 2175-2178.
- 65) Yienger, J. J., M. Galanter, T. A. Holloway, M. J. Phadnis, S. K. Guttikunda, G. R. Carmichael, W. J. Moxim, and H. Levy II (2000) The Episodic Nature of Air Pollution Transport from Asia to

- North America. *J. Geophys. Res.*, 105, 26,931-26,945.
- 66) Fiore, A.M., D.J. Jacob, I. Bey, R.M. Yantosca, B.D. Field, A.C. Fusco, and J.G. Wilkinson (2002) Background ozone over the United States in summer: Origin, trend, and contribution to pollution episodes, *J. Geophys. Res.*, 107 (D15), doi:10.1029/2001JD000982.
- 67) Derwent, R.G., P.G. Simmonds, S. Seuring, C. Dimmer (1998) Observation and interpretation the seasonal cycles in the surface concentrations of ozone and carbon monoxide at Mace Head, Ireland from 1990 to 1994, *Atmos. Environ.*, 32, 145-157.
- 68) Li, Q., D. J. Jacob, I. Bey, P.I. Palmer, B.N. Duncan, et al. (2002) Transatlantic transport of pollution and its effects on surface ozone in Europe and North America, *J. Geophys., Res.*, 107, doi:10.1029/2001JD001422.
- 69) Stohl, A., and Trickl (1999) A textbook example of long-range transport: Simultaneous observations of ozone maxima of stratospheric and North American origin in the free troposphere over Europe, *J. Geophys. Res.*, 104, 30,445-30,462.
- 70) Stohl, A., S. Eckhart, C. Forster, P. James (2002) Spichtinger, *J. Geophys. Res.*, 106, doi:1029/2001 JD001396.
- 71) Pochanart, P., H. Akimoto, Y. Kajii, V.M. Potemkin, and T. Khodzer (2003) Regional background ozone and carbon monoxide variations in remote Siberia/ East Asia, *J. Geophys. Res.*, 108, doi: 10.1029/2001JD001412
- 72) Wild O., and H. Akimoto (2001) Intercontinental transport of ozone and its precursors in a three dimensional global CTM, *J. Geophys. Res.*, 106, 27,729-27,744.
- 73) Wild, O., and H. Akimoto (2004) Trans-Eurasian transport of ozone and its precursors, *J. Geophys. Res.*, 109, doi:10.1029/2003JD004501.

5. 今後の酸性雨対策の課題

酸性雨長期モニタリング計画に基づく平成15年度から19年度のモニタリング結果について、昭和58年度から平成14年度までの調査結果と比較すると、湿性沈着は全体として同じレベルであった。また、酸性沈着の影響と判断される植生衰退等の生態系被害は認められなかった。一方、伊自良湖重点調査により、伊自良湖集水域では酸性沈着を原因とする土壌の酸性化が継続していることが明らかにされた。

近年、東アジア地域では著しい経済発展により、酸性雨の原因物質である大気汚染物質の排出量が増加しており、今後も増加し続けることが予測されている。また、光化学オキシダント注意報発令地域の広域化等の一因として東アジア大陸からの越境汚染が挙げられていること、及び黄砂の飛来頻度が増加していることなどから、越境大気汚染の影響が懸念されている。さらに、オゾンやエアロゾル等大気汚染物質の大陸間輸送による半球規模汚染も問題となってきた。

このようなことから、酸性沈着だけでなく、オゾンやエアロゾル等も対象に越境大気汚染全般について取り組んでいくことが重要である。また、伊自良湖だけでなく、他の地域においても酸性沈着による生態系への影響が発現する恐れがある一方で、その影響把握には長期継続的なモニタリングが必要であることから、生態影響の監視に重点を置いたモニタリングを適正に実施していくことも必要である。

東アジア地域では、酸性雨問題に関する地域協力体制の確立を目的として、EANETが参加国共通の手法による酸性雨モニタリングなど、活発な活動を展開している。しかし、今後、大気汚染問題が深刻化する恐れがあるとともに、我が国が地理的・気象条件等により越境大気汚染の影響を受けやすいことから、地域の酸性雨対策の推進が必要である。

このような状況を踏まえ、今後の酸性雨対策を進めるにあたり、主に以下の取組を推進していくことが重要と考えられる。

5.1 国内における酸性雨対策の推進

(1) 長期モニタリングの実施

ア. 長期モニタリングの着実な実施

酸性雨による影響は長期継続的なモニタリング結果によらなければ把握しにくく、また、湖沼や土壌の緩衝能力が低い場合には一定量以上の酸性物質の負荷の集積により急激に影響が発現する可能性があること等から、今後も長期モニタリングを着実に実施していく必要がある。また、近年pHの低い地点に対しては、注視していくことが重要である。

また、本モニタリングは地方公共団体の協力を得て実施されているが、地方公共団体の環境・公害関連試験研究機関では、モニタリング等に関する経験・技術が豊富な団塊の世代の大量退職によりその伝承が困難になっている。質の高いモニタリ

ングを継続していくため、研修等により測定現場の技術水準を維持する努力やモニタリングに携わっている地方公共団体と環境省の一層緊密な連携協力が重要である。

イ. 酸性雨長期モニタリング計画の見直し

(ア) 測定所の集約化

東アジア地域における大気汚染物質の排出量の増加等、我が国への影響が懸念されていることから、今後も引き続き確実なモニタリングを実施する必要があるが、立地条件や気象状況により欠測率の高い測定所が見うけられること、機器更新の遅れ、及び機器の老朽化に伴う故障の増加などにより、質の高いデータを継続して取得することが困難になっている。

このため、平成19年度酸性雨対策検討会等において、これまでのモニタリング結果を踏まえつつ、課題及び予算規模に応じた確実なモニタリング体制の構築に向けて計画が見直された。その結果、大気汚染物質の長距離輸送の監視や生態系への影響監視に重点をおき、測定所の集約化を図ることが必要とされ、尾花沢、筑波、犬山及び倉橋島の測定所を廃止し、五島における湿性沈着モニタリングの廃止及びオゾンモニタリングを実施することとされた。なお、21年度より新たなモニタリング体制へ移行する予定としている。

(イ) 降水捕集単位の変更

酸性雨長期モニタリング計画において、降水の捕集は、pHの低い降水の把握や汚染物質の長距離輸送の解明等のため、原則24時間毎（daily）に捕集しており、流跡線解析など汚染源の推定のための解析に用いることができる。また、沈着量を把握し生態系への影響を監視することを主な目的とする地点については、1週間毎（weekly）に試料を捕集している。

しかしながら、dailyの捕集装置は構造が複雑であるためか、weeklyの捕集より完全度が低くなる状況がみられている。このため、dailyをweeklyに変更することにより、故障の低減による完全度の改善や捕集装置の円滑な修繕が期待できることから、次の基本的な考え方に従い、捕集単位の見直しを行った。

- ①EANET局はdaily
- ②生態影響監視局はweekly
- ③長期継続局は、データの継続性を確保するため同じ方法
- ④降水量の多い局はdaily
- ⑤シミュレーションを用いた長距離輸送の解明に資する局はdaily
- ⑥上記以外の局は weekly

検討の結果、八幡平、篔岳、赤城、京都八幡、尼崎、潮岬及び筑後小郡は daily から weekly に変更し、対馬についてはデータ取得率が改善されない場合は daily から weekly に変更することとされた。

(ウ) 乾性沈着モニタリングの充実化

本報告書では、乾性沈着に関しては、大気濃度と沈着速度を基に乾性沈着量を推計している。乾性沈着量を推計することにより、湿性沈着量と併せて、土壌・植生、陸水への影響を評価する道が開かれたことになる。しかし、乾性沈着モニタリングは、湿性沈着モニタリングと比較して測定局によりモニタリング項目のばらつきがあることから、湿性沈着量のデータを生かすためにも、測定局間の均質化が望ましい。一方、PM_{2.5}については測定法に関する検証が進められており、また、オゾン計についても校正方法の適正化が検討されているところである。これらの検討の動向を見極め、対応していくことが重要である。

(エ) 溪流・河川モニタリングの追加

溪流・河川は、流域内での土壌酸性化を中心とした物質循環の変化が直接反映されるため、湖沼よりもダイナミックな応答が期待される。近年、山岳地域の溪流・河川の長期的酸性化が示唆されており、伊自良湖重点調査についても流入河川での変化が最初の議論の出発点であったことから、より溪流・河川に着目したモニタリングが必要である。このため、まずは、伊自良湖流入河川（釜ヶ谷川）のモニタリングを補強するため、重点調査終了後も2週に1回程度の採水を継続し、併せて流入・流出等の物質収支についても長期的に評価することが必要である。

(オ) オゾンによる植物影響に関する調査の検討

欧州では、植物葉についてオゾンに特有な可視障害の観察が実施されており、オゾン影響の早期発見に力が入れている。一方、我が国においては、近年、光化学オキシダント注意報発令地域の広域化やその濃度が漸増傾向にあり、その影響の未然防止を図るため、大気汚染との因果関係を明示できる可能性があるオゾン可視障害の観察を、新たなモニタリング項目として検討することが望まれる。

具体的には、パッシブサンプラーの活用と植物の配置法などのモニタリング手法を検討し、今後2、3年を目途にパイロットモニタリングを実施した上でモニタリングを開始するような段階的な取組が想定される。

(2) 調査研究の推進

ア. 乾性沈着モニタリング体系の検討

乾性沈着モニタリングは、自動測定機を用いたモニタリングと、フィルターパック法によるモニタリングが実施されている。これらの大気モニタリングは、採取地点の気候条件による影響を受けやすいことが知られている。特に、東南アジア地域

のような高温、多湿の地域では、フィルターパック法におけるアーティファクト¹の影響や、自動測定機への湿度等による影響等、データの精度に影響を及ぼしていることが考えられる。EANETにおけるモニタリングを支援する観点から、我が国以外の地域におけるこれらのモニタリングの精度の検証が重要であるとともに、将来に向けた改善方法等についての検討が必要である。また、EANET参加国における乾性沈着モニタリングの拡大の必要性から、適当な簡易測定法の導入を含む乾性沈着モニタリング体系の総合的な検討が求められる。

イ. 大気シミュレーションモデルの精緻化及び排出インベントリの高精度化

モニタリングは限られた数の地点で行わざるを得ないため、酸性沈着やオゾン等大気汚染の状況を総合的に解析評価するためには、シミュレーションモデルの開発、精緻化が不可欠であり、また、シミュレーションモデルの精緻化には東アジア地域の排出インベントリの高精度化が必要とされる。シミュレーションモデルを活用することにより、時間的空間的な沈着量分布の把握に加え、大気汚染状況の変動要因の抽出や定量的なソース・レセプター関係の解明を含めた総合的な解析評価、さらには汚染物質の排出から移送、沈着を経て生態影響にいたる一連のプロセスに対する理解を深めることが可能になると期待される。また、モニタリングデータの解析とシミュレーションモデルを用いた将来予測結果を基に、酸性雨等越境大気汚染対策の立案を行うことも期待される。

ウ. 土壌、陸水、植生に係る評価方法の検討

(ア) 土壌、陸水、植生の感受性指標の検討とホットスポットの抽出

酸性沈着を含む越境大気汚染による生態系への影響に関して、より明確な評価とメッセージが出せる仕組みを検討することが重要である。近年、伊自良湖集水域で酸性沈着の影響を示唆する酸性化徴候がみられるなど、土壌や地質の緩衝能が小さいと考えられる地域においては、河川の酸性化傾向も報告されつつある。今後、酸性化のリスクが高いと考えられるホットスポットとなる地域の抽出は重要な課題である。そのため、土壌及び陸水の感受性の定量的指標に関する議論を始める必要があると考えられる。

また、水生生物の種組成は、河川 pH のわずかな低下でも変化する場合があることから、酸性化の指標となる水生生物種を特定し、生物指標として、影響評価に活用することが期待される。さらに、植物においては、可視障害が生じる前にクロロフィルが発する遅延蛍光がストレス指標として活用できる可能性が示されるなど、新たな指標が提案されている。これらの情報の収集、ケーススタディの推進などを通じて、生物影響のモニタリング手法の高度化を検討すべきである。

¹ 捕集フィルター上で起こる、共存物質による化学反応や物質の揮散などの要因により起こる観測誤差

(イ) 土壌の長期的酸性化を評価するための酸性雨対策調査のフォローアップ

土壌の長期的酸性化の評価についてより明確な議論を進めるため、過去の土壌調査における調査地点で再調査を実施することが必要である。具体的には、比較的多くのプロットが設定された第3次酸性雨対策調査地点（平成5～9年度）において、再度、土壌を採取・分析して土壌化学性の変化を把握するものである。なお、再分析を実施する地点については、赤黄色系の土壌、花崗岩地域に分布する乾性褐色森林土など、酸性物質に対する感受性が高い土壌を中心に、地点の保存状況などを考慮しながら選定する。

エ. 集水域解析の推進

伊自良湖の事例でも明らかなように、集水域を単位とした生物地球化学的な物質の流れを解析することにより、より定量的に酸性沈着の生態系への影響を検討することが可能である。また、大学や研究機関による既存試験地における調査・研究との連携も進め、期間を定めた共同観測やデータ比較のための観測手法の標準化などを推進することによって、伊自良湖データを含めた我が国における集水域に関する総合的な評価が可能になると考えられる。これらの取組を基に、集水域解析手法を生態系影響の総合的モニタリング・評価手法として、推進していくことが期待される。

オ. 生態系シミュレーションモデルの開発・精査

酸性沈着の影響を評価するための総合的モニタリング手法として、集水域解析を十分活用するためには、伊自良湖重点調査で得られた定量的データを基に集水域モデルの開発を進める必要がある。さらに、開発された集水域モデルを活用することにより、伊自良湖集水域における酸性化メカニズムの検証や酸性化の将来予測が進められるとともに、今後酸感受性が高いと考えられる地域での集水域酸性化の顕在化の可能性について有用な情報が得られることが期待される。

(3) 越境大気汚染問題への取組

近年の光化学オキシダント注意報発令地域の広域化やその濃度の漸増傾向の一因として東アジア大陸からの越境汚染が指摘されている。また、黄砂については飛来頻度が増加傾向にある。さらに、オゾンやエアロゾル等大気汚染物質の大陸間輸送による半球規模汚染も問題となってきている。オゾンは、EANETの乾性沈着の将来方向性に係る戦略ペーパーの中で、第1種優先物質に位置づけられており、黄砂は酸性物質の中和に関わりを持ち、酸性沈着と深い関連のある現象である。このため、酸性雨対策を越境大気汚染対策のひとつに位置づけ、酸性沈着だけでなく、オゾン及びエアロゾル等を統合した越境大気汚染モニタリングを実施していくことが必要である。

5.2 国際的な酸性雨対策の推進

(1) EANET における現行モニタリング活動の強化

2007年（平成19年）11月に開催されたEANET第9回政府間会合において、今後のEANETの活動を発展させるために、2つのタスクフォース（観測機器タスクフォース及び調査・研究・企画・調整タスクフォース）と4つの専門家グループ（乾性沈着量の算定、湿性沈着モニタリング技術マニュアルの改訂、陸水モニタリング技術マニュアルの改訂及び第2次評価報告書の作成に係る専門家グループ）を新しく設置することが合意された。これらのうち、特に専門家グループの活動は、国内酸性雨モニタリングと密接に関わる事項であることから整合性を図る必要がある。そのためにも、国内においてもこれらの活動を支援、検討することが求められており、その体制を整える必要がある。

(2) EANET 活動のスキープの拡大

地理的・気象条件等により越境大気汚染の影響を受けやすい我が国にとっては、大気汚染が環境に与える悪影響を防止又は低減するための国際的な協力関係を構築していくことが重要である。現在、EANETは酸性沈着のモニタリングに重点を置いた活動を行っているが、東アジア地域における大気環境管理の推進に取り組むため、スキープを拡大し、オゾンやエアロゾル等の大気汚染問題への取組や、排出インベントリの策定、シミュレーションモデルの活用等の活動の実施に向けてEANET参加国の合意が得られるよう努める必要がある。

(3) 他のイニシアティブとの連携

オゾンやエアロゾル等大気汚染物質については、大陸間輸送によって北半球のバックグラウンド濃度が上昇しており、特にオゾンについてはその環境基準の達成に影響を及ぼしている。このような問題に対しては、東アジア地域における環境協力だけでなく、長距離越境大気汚染条約（CLRTAP）参加国で構成される長距離移動大気汚染物質モニタリング・欧州共同プログラム（EMEP）等の地域的なモニタリングネットワークや世界気象機関（WMO）による全球大気監視（GAW）計画等の国際機関のモニタリングネットワークとEANETの連携が密となるよう、積極的役割を担うことが期待される。また、大気汚染の半球移動に関するタスクフォース（TF-HTAP）等との科学的知見の交換など、連携を進めていくことが必要である。

(4) クリーンアジア・イニシアティブの推進

平成19年11月に開催された第3回東アジア首脳会議において気候変動や環境問題が主要議題のひとつとなり、20年からその枠組で環境大臣会合が行われることになるなど、アジア地域における環境政策の充実が重要課題となってきた。「21世紀環境立国

戦略（19年6月閣議決定）」に盛り込まれた「クリーンアジア・イニシアティブ（CAI）」は、日本の経験・技術・組織・制度をパッケージとして移転することにより、アジア諸国の経済発展がリープ・フロッグし、持続可能な社会の構築を目指すものである。東アジアにおいては、科学的知見をベースとした包括的な大気汚染防止戦略がないことから、環境大臣会合の枠組みにおいて将来のビジョンを示せるよう、各国の大気汚染物質の排出量予測や影響評価、大気環境管理施策の動向等の解析に基づき、越境大気汚染の軽減に効果的な東アジア大気汚染物質削減シナリオを検討し、国際的な合意形成に向けた取組を推進する必要がある。

参考資料

1. 酸性雨のメカニズムと影響

・ 酸性雨のメカニズム

酸性雨は、化石燃料などの燃焼で大気中に排出された硫黄酸化物や窒素酸化物などが、雲粒に取り込まれ、そこで反応して硫酸イオンや硝酸イオンなどに変化して、pHの低い雨や霧、雪など（湿性沈着）及びガスやエアロゾル（乾性沈着）の形態で沈着するものを全てあわせて酸性雨と呼んでいる。

酸性雨が生じる仕組みを簡単に示すと、次のようになる。

火力発電所、工場などの発生源（固定発生源という）や自動車、飛行機などの発生源（移動発生源という）から硫黄酸化物や窒素酸化物が排出される



排出された硫黄酸化物や窒素酸化物が大気中で硫酸、硝酸等に変化する



大気中で変化した硫酸や硝酸等が取り込まれた雨や雪等及びガスやエアロゾルが地上に沈着する

・ 森林への影響

酸性雨や硫黄酸化物、窒素酸化物、オゾン等の大気汚染物質が複合的に作用することにより樹木の黄変、芽や葉の喪失、樹木の枯死などの影響が生じることが、ヨーロッパ諸国等において報告され、1970～1980年代にはドイツのシュバルツバルト（黒い森）の被害に代表されるようにヨーロッパでは非常に深刻な問題となり、また、北米や中国においても大規模な被害が報告されている。ヨーロッパにおける森林枯損は、1990年から継続して取得されている広域評価（観察木：38,000～45,000本）によると、平均落葉率が1994年をピーク（約25%）に減少に転じ回復がみられたが、近年は22-23%ぐらいで横ばい傾向にある（ICP Forests 2008）。プロット単位では、1997年から2007年までの10年間に、28.7%のプロットで落葉率の上昇がみられ、減少がみられたのは10.2%であった。残りの61.1%のプロットで明確な傾向はみられていない。現在、欧米では酸性雨による影響よりもオゾンによる影響が懸念されている（「3.4 諸外国との比較」参照）。

・ 湖沼への影響

ヨーロッパや北米では、1950年代に酸性雨による湖沼の酸性化が深刻な問題になり、酸性化した湖沼を中和するために大量の石灰を散布するなどの処置を行った国もあった。なお、現在欧州においては、排出量の削減により陸水は回復傾向にある（「3.4 諸外国との比較」参照）。

図 生物が生息できる水



淡水中の pH の低下に対する水生生物・様々な淡水種が生存できるおおよその限界を示す。多くの種は pH6 以下では生存不可能であり、pH5 では魚類は湖から消滅する。(出典：スウェーデン農業環境省 第 82 委員会、1982 年)

- その他の影響
その他の影響として建築物や石像などの歴史的資産への影響などが問題となっている国もある。

引用文献：

ICP Forests 2008. The Condition of Forests in Europe, 2008 Executive Report. Institute of World Forestry, Hamburg.

2. モニタリング地点の情報

酸性沈着モニタリング地点の概要

(注 1)

地点名	区分	所在地	緯度 ^(注2) (北緯, 度, 分, 秒)	経度 ^(注2) (東経, 度, 分, 秒)	標高, ロー・ト 地上 高(m)	捕集 単位	捕集装 置名	分析 単位	調査地点の概況	サン プー の 位置	調査地点の評価(都市地域調 査地点参考) ^(注3)			
											(1)	(2)	(3)	(4)
利尻	遠隔	北海道利尻郡利尻町仙法志字神磯193	45.07.11	141.12.33	40 3.0	日毎	DKK DRS-20 0分離型	日毎	利尻島南西部。海岸から約3 km。付近の地面は、笹、雑草、低木で覆われている。	屋上	○	○	○	○
札幌	都市	札幌市北区北19条西12丁目	43.04.54	141.20.01	12 9.0	週毎	小笠原 US-420	週毎	札幌市中央部に位置する北海道環境科学研究所センター屋上。付近に幹線道路・研究機関の建物あり。	屋上	—	—	—	—
落石岬	遠隔	北海道根室市落石西243-2	43.09.43	145.29.50	49 2.0	日毎	小笠原 US-420	日毎	北海道東部根室半島の南端落石岬の先端部に位置。落石港の南南西2 km。付近は湿地帯及び草地。	地上	○	○	○	○
竜飛岬	遠隔	青森県東津軽郡外ヶ浜町三厩字鉄山国有林84林班り2小班	41.15.06	140.20.59	106 3.3	日毎	小笠原 US-420 分離型	日毎	竜飛岬から南東、津軽海峡側に約1km。海岸から200m。付近に電柱、送電線、送電鉄塔有り。草地。	屋上	○	○	○	×
八幡平	田園 (生態)	岩手県岩手郡雫石町大字長山第53地割字小松倉14-2	39.49.28	140.56.20	830 5.0	日毎	DKK DRS-20 0分離型	日毎	岩手山・南西山麓のスキー場リフト山麓乗場から10m。北・西側は草地。南・東は雑木林。	屋上	○	○	×	×
笠岳	田園	宮城県遠田郡涌谷町小塚字桜清水ニ1-1	38.33.21	141.10.18	165 5.0	日毎	小笠原 US-421	日毎	宮城県北東部・笠岳山(232m)の丘陵地。北・東～南側は草地・ゴルフ場に、西側は広葉樹林に面する。	屋上	○	○	○	×

尾花沢	田園 (生態)	山形県尾花沢市 大字鶴子字屋敷 平国宥林 96 林班 イ小班	38. 31. 41	140. 32. 08	366 6.8	日毎	小笠原 US-420 分離型	週毎	山形県北東部・宮城県境に近い新 鶴子ダム湖畔に位置する。西側は 山林に、東側はダム湖畔に面す る。	屋上	○	○	○	○
筑波	田園	茨城県土浦市永 井 987	36. 09. 50	140. 10. 58	155 4.8	日毎	小笠原 US-420	日毎	筑波山南東部の丘陵地域。土浦市 北方約 10km。周囲は広葉樹林。 南西側は広葉樹が近接。	屋上	×	×	×	○
赤城	田園 (生態)	群馬県勢多郡富 士見村大字赤城 山 1-2	36. 32. 16	139. 10. 53	1500 5.6	日毎	DKK DRM-2 00	日毎	赤城山地蔵岳の麓。赤城小沼から 西に約 400m。周囲は 5m 程度の 雑木林。道路及び駐車場に近接。	屋上	○	○	○	○
小笠原	遠隔	東京都小笠原村 父島旭山地内	27. 05. 30	142. 12. 58	230 5.0	日毎	小笠原 US-420 分離型	日毎	父島北東部・夜明山山頂付近の窪 地に位置する。雑木林に囲まれ今 後、樹木が仰角条件を超える恐れ がある。	屋上	○	○	○	○
東京	都市	東京都千代田区 北の丸公園 2 番 1 号	35. 41. 18	139. 45. 22	26 22	日毎	小笠原 US-420	日毎	測定所は、皇居の北部の北の丸公 園内に立地する科学技術館の 5 階屋上に設置されている。	屋上	-	-	-	-
佐渡関岬	遠隔	新潟県佐渡市関 204	38. 14. 59	138. 24. 00	136 4.6	日毎	小笠原 US-420 分離型	日毎	佐渡島北西部関岬に位置する。南 東 150m にオートキャンプ場が 有るが夏季のみ営業。	屋上	○	○	○	○
新潟巻	田園	新潟県西蒲区越 前浜字向谷地 5876-2	37. 48. 33	138. 51. 09	52 1.7	日毎	小笠原 US-420	日毎	新潟市中心部から南西約 20km の砂丘丘陵地。県青少年研修セン ター敷地内。西 1.5km に日本海。 付近は畑地及び松林。	地上	○	○	○	○
越前岬	遠隔	福井県丹生郡越 前町血ヶ平 9 字上 丸山 2-2	35. 58. 52	135. 58. 04	220 5.6	日毎	小笠原 US-420 分離型	日毎	福井県越前岬に位置する。西 150m に保養所。大きな固定発生 源はない。南西～西～北方向は日 本海。	屋上	○	×	○	×
八方尾根	遠隔	長野県北安曇郡 白馬村大字北城 4488-227	36. 41 48	137. 47 53	1850 5.0	日毎	小笠原 US-420 分離型	日毎	北アルプス唐松岳八方尾根スキ ー場の頂上付近に位置する。麓側 100m に山小屋。周囲は低木・草 地。	屋上	○	○	○	×

伊自良湖	田園 (生態)	岐阜県山県市長 滝釜ヶ谷 27-7-3	35. 34 20	136. 41. 38	140 4.3	週毎	小笠原 US-420 分離型	週毎	岐阜市の北方約 15km。伊自良湖の北西 1.2 km、釜ヶ谷川沿いの谷間に位置。周囲は桜等の広葉樹。	地上	×	×	○	○
犬山	田園	愛知県犬山市大 字犬山字東洞 15	35. 23. 10	136. 57. 52	100 5.0	日毎	紀本 ARS- 100	日毎	愛知・岐阜県境の木曽川に近接する浄水場の南東一角に位置。東側は公園、南から南西側に果樹園。	地上	○	○	○	○
京都八幡	都市	京都府八幡市男 山雄徳 1	34. 52. 27	135. 41. 37	70 1.6	日毎	紀本 ARS- 100	日毎	京都府と大阪府の境界近くの都市近郊田園地域に位置。北側と東側は竹林、南に児童公園樹木あり。	地上	-	-	-	-
尼崎	都市	兵庫県尼崎市東 難波町 4-16-21	34. 43. 33	135. 24. 53	0 20.0	日毎	小笠原 US-420	日毎	尼崎市の中心部・阪神尼崎駅から北西 1km。社会福祉センター(5階) 屋上(H19,2 まで)、総合老人センター敷地内(H19,3 より)。	地上	-	-	-	-
潮岬	遠隔	和歌山県東牟婁 郡串本町潮岬 668-1	33. 26. 26	135. 46. 52	70 4.0	日毎	紀本 ARS- 100	日毎	紀伊半島南端・潮岬に位置。20m 以内は平坦な草地。100m 以内は樹高 20m 以内の樹林又は草地。	地上	○	○	○	×
隠岐	遠隔	島根県隠岐郡隠 岐の島町北方福 浦 1700	36. 17. 19	133. 11. 06	90 1.5	日毎	小笠原 US-420	日毎	隠岐諸島、島後北西部・福浦崎灯台から東 200m。西郷市から北西 15 km。付近は草地、低い松林。	地上	○	○	○	○
蟠竜湖	都市 (生態)	島根県益田市高 津町イ 2340-3	34. 40. 54	131. 47. 59	53 1.5	週毎	小笠原 US-420	週毎	島根県南西部・益田市中心部から西方約 4km に位置する。南方 500m に石見空港。西方 50m 以内に県道有。	地上	-	-	-	-
倉橋島	田園	広島県呉市倉橋 町石休 235	34. 06. 56	132. 30. 16	178 4.3	日毎	紀本 ARS- 100	日毎	呉市南方、倉橋島の南部地域に位置する。市営グラウンド、照明設備・電柱等に近接。	地上	×	×	○	×
構原	遠隔	高知県高岡郡梶 原町太郎川 3757-2	33. 22. 45	132. 56. 05	790 1.5	日毎	小笠原 US-420	日毎	高知県北西部愛媛県境に近い梶原町の中心部から約 2 km。山地頂上付近の森林を切開いた造成地。	地上	○	○	○	○

筑後小郡	田園	福岡県小郡市大字井上字尾辺田434	33. 24. 31	130. 34. 50	25 4.0	日毎	小笠原 US-420	日毎	福岡県南部佐賀県境に近い小郡市中心部から北東約3km。周辺150m以内は水田、雑木林等。	屋上	×	×	×	×
対馬	遠隔	長崎県対馬市厳原町北里大多羅(上見坂公園内)	34. 14. 30	129. 17. 09	390 5.0	日毎	小笠原 US-421	日毎	対馬市厳原町の北部高台の公園内に位置する。展望台・駐車場に近接。南方4.5kmに厳原港。	屋上	×	×	×	×
五島	遠隔	長崎県五島市玉之浦町大宝1148	32. 36. 23	128. 39. 24	95 4.6	日毎	小笠原 US-420	日毎	五島列島南西部・福江島西端に位置する。五島市中心部から南西20km。市営グラウンドに近接。	屋上	×	×	×	×
大分久住	田園 (生態)	大分県竹田市久住町大字久住平木3991-168	33. 02. 38	131. 15. 04	560 3.5	週毎	小笠原 US-420	週毎	大分市の南西40km、日田市の北西16km。九重連山山麓の牧草地帯に位置する。南方30mに国道。	屋上	○	○	×	×
えびの	遠隔	宮崎県えびの市大字榎田字北野570-1	32. 04. 59	130. 49. 56	720 1.6	日毎	小笠原 US-420	日毎	宮崎県南西部えびの市中心部から北方2km。自衛隊えびの送信所内山頂部付近。南方60kmに桜島。	地上	○	×	○	○
屋久島	遠隔 (生態)	鹿児島県熊毛郡上屋久島町一湊字手ノ字都西2377-3	30. 26. 42	130. 28. 51	250 4.0	日毎	小笠原 US-420	週毎	屋久島北部のシイ、カシ、杉、ヒノキ、サワラ林山地に位置する。宮之浦港から西10km、一湊漁港1km。	屋上	○	○	○	×
辺戸岬	遠隔	沖縄県国頭郡国頭村字宜名真	26. 51. 58	128. 14. 55	60 1.5	日毎	小笠原 US-420	日毎	沖縄県北端辺戸岬灯台から150mに位置する。名護市の北東40km。海岸線から南東に300m。雑草地。	地上	○	○	○	○

(注1：本表は、各調査地点の捕集地点及び試料捕集に関する自治体から環境省への報告情報(平成18年度調査報告書)及びサイトの現地調査結果等から作成した。

(注2：測定局の緯度経度は、世界測地系表記に統一した。

(注3：調査地点の評価は、最新のサイト現地調査結果報告書をもとに作成した。調査地点の条件は(都市調査地点を除く)、以下の通り。

- (1) 開放的な草地で近傍にいかなる障害物もないこと。
- (2) 大きな障害物までの距離が、障害物の高さの2倍以上、または捕集装置から見た障害物の最上部の仰角が30度未満であること。
- (3) 廃棄物処分場、焼却炉、駐車場、駐車場、農作物の野外貯蔵庫、家庭の暖房等局地汚染源からの汚染が無く、これらから100m以上離れていること。
- (4) 捕集装置と雨量計、または乾性沈着の捕集装置の間には、2m以上の距離を保ち、かつ、降水時の卓越風向に対して垂直に設置すること。

3. モニタリング結果の参考データ

参考表 1 年間降水量

(単位: mm y⁻¹)

調査地点	平成15年度 (2003年度)	平成16年度 (2004年度)	平成17年度 (2005年度)	平成18年度 (2006年度)	平成19年度 (2007年度)	5年平均
利尻	852	857	922	1291	881	961
札幌	991	1043	1102	1028	926	1018
落石岬	827	626	844	958	897	830
竜飛岬	1219	1468	1164	1006	959	1163
八幡平	2067	2444	2325	2185	2041	2212
篔岳	1211	1294	924	1503	1001	1186
尾花沢	1421	1600	1439	1678	1643	1556
筑波	1379	1647	1194	1570	1271	1412
赤城	1563	1607	1565	1873	1819	1685
小笠原	1467	1220	1999	1502	1788	1596
東京	-	-	-	-	1267	1267
佐渡関岬	1278	1535	1085	1316	1085	1260
新潟巻	1630	1771	1581	1901	1693	1715
八方尾根	2627	3126	2910	2729	2162	2711
越前岬	1957	2539	2192	2086	1998	2154
伊自良湖	2883	3650	2607	2685	2174	2800
犬山	1796	2077	1433	1544	1400	1650
京都八幡	1656	1612	**	1527	1300	1524
尼崎	1389	1426	842	1365	979	1200
潮岬	2675	2424	2177	2339	2227	2368
隠岐	1538	1415	1281	1356	1211	1360
蟠竜湖	1589	1795	1350	1873	1408	1603
倉橋島	1704	1983	1197	1779	1277	1588
禰原	2754	4124	2184	3148	2532	2949
筑後小郡	1815	1958	1348	2533	1622	1855
対馬	2921	**	**	**	2123	2522
五島	2016	1871	1801	1894	1132	1743
大分久住	2091	1603	1740	2482	1933	1970
えびの	3312	3148	2493	4300	2333	3117
屋久島	3646	5123	3561	3850	2973	3831
辺戸岬	1467	1901	1788	1879	2602	1927
最大値	3646	5123	3561	4300	2973	3831
最小値	827	626	842	958	881	830
平均値	1858	2031	1680	1972	1634	1830

- 未測定。

** 年判定基準で年間値が棄却されたもの。

最大値 年判定基準で有効とされた年間値を対象とした。

最小値 年判定基準で有効とされた年間値を対象とした。

平均値 全地点について、年判定基準で棄却された年間値を除いた平均値とした。

参考表 2 pH の年平均値

調査地点	平成15年度 (2003年度)	平成16年度 (2004年度)	平成17年度 (2005年度)	平成18年度 (2006年度)	平成19年度 (2007年度)	5年平均
利尻	4.85	4.86	4.73	4.66	4.59	4.71
札幌	4.76	**	4.70	4.54	4.57	4.64
落石岬	4.88	4.70	4.82	4.86	4.79	4.81
竜飛岬	**	**	**	4.60	4.58	4.59
八幡平	4.75	4.70	4.75	**	4.81	4.75
篔岳	4.77	4.75	4.54	4.92	4.70	4.74
尾花沢	4.72	4.65	4.65	4.83	4.72	4.71
筑波	4.61	4.64	4.56	4.89	4.71	4.68
赤城	4.59	**	**	**	4.83	4.70
小笠原	5.04	5.02	4.84	**	4.99	4.95
東京	-	-	-	-	4.77	4.77
佐渡関岬	**	**	4.59	4.65	4.51	4.58
新潟巻	4.60	4.65	4.47	4.61	4.48	4.56
八方尾根	4.90	**	4.78	4.96	4.78	4.85
越前岬	4.54	**	4.49	4.57	4.48	4.52
伊自良湖	4.40	4.65	**	4.46	4.54	4.51
犬山	4.63	**	4.50	4.57	4.64	4.59
京都八幡	4.67	4.84	**	**	4.60	4.70
尼崎	4.71	4.85	4.56	4.57	4.63	4.66
潮岬	4.74	**	**	4.62	4.54	4.63
隠岐	4.80	4.76	4.55	4.69	4.69	4.70
蟠竜湖	4.65	4.67	4.55	4.64	4.53	4.61
倉橋島	4.48	4.63	4.52	4.64	4.55	4.57
禰原	4.76	4.92	4.67	4.83	4.78	4.80
筑後小郡	4.85	4.83	**	4.49	4.82	4.69
対馬	4.83	**	**	**	**	4.83
五島	4.82	4.90	**	4.62	4.64	4.73
大分久住	4.59	4.70	4.58	4.74	4.79	4.67
えびの	**	4.82	4.59	4.69	**	4.70
屋久島	4.67	4.78	**	**	**	4.73
辺戸岬	4.83	**	4.88	4.95	4.98	4.92
最大値	5.04	5.02	4.88	4.96	4.99	4.95
最小値	4.40	4.63	4.47	4.46	4.48	4.51
平均値	4.69	4.76	4.63	4.67	4.67	4.68

- 未測定。

** 年判定基準で年平均値が棄却されたもの。

最大値 年判定基準で有効とされた年平均値を対象とした。

最小値 年判定基準で有効とされた年平均値を対象とした。

平均値 全地点での降水量による加重平均値とし、年判定基準で棄却された年平均値は除いた。