

南極昭和基地における大気微量成分モニタリング観測

後藤大輔¹、森本真司²、青木周司²、石戸谷重之³、橋田元¹、中澤高清²、山内恭¹

¹ 国立極地研究所

² 東北大学大学院理学研究科

³ 産業技術総合研究所

Monitoring of the atmospheric greenhouse gases at Syowa Station, Antarctica

Daisuke Goto¹, Shinji Morimoto², Shuji Aoki², Shigeyuki Ishidoya³, Gen Hashida¹, Takakiyo Nakazawa² and Takashi Yamanouchi¹

¹ National Institute of Polar Research

² Graduate School of Science, Tohoku University

³ National Institute of Advanced Industrial Science and technology

To elucidate temporal variations of the atmospheric CO₂ concentration, we initiated continuous measurements of the atmospheric CO₂ concentration at Syowa Station, Antarctica, in 1984 (e.g. Morimoto et al., 2003). Since then, in-situ continuous observations of CH₄, CO and O₂ concentrations were successively started in 1988, 2000 and 2008, respectively. In addition to the in-situ measurements, systematic air samplings with subsequent laboratory analysis of other species and isotopic ratios of CO₂ and CH₄ have also been carried out at Syowa Station. We also have cooperated with the air-sampling program of National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Measurement species at Syowa Station are summarized in Table 1.

In the period of Japanese Antarctic Research Project phase VIII (2010–2015), we have maintained these measurements and air samplings. As shown in Figure 1, the CO₂ concentrations show a clear seasonal cycle superimposed on a secular increase with an average rate of 1.7 ppm yr⁻¹ for the 32 years. The CH₄ concentration increased rapidly in 1980's and 1990's, however, its increase was stopped in the period of 2000–2006, and has been increasing again after 2007. It is known that those unique variations are global phenomenon, because those have also been observed at other observational sites. The analysis of O₂ concentration (O₂/N₂ ratio) in the Syowa air samples was started in 2001. The O₂ concentrations also show clear seasonal variations superimposed on a secular decrease due to consumptions of fossil fuel. By analyzing observed secular trends of O₂ and CO₂, the average CO₂ sinks to the ocean and terrestrial biosphere during the period 2001–2009 was estimated to be 0.8 ± 0.9 and 2.9 ± 0.8 GtC yr⁻¹, respectively (Ishidoya et al., 2012). In the Antarctic Research Project phase IX, we will maintain those in-situ and air sampling observations at Syowa Station, and we plan to initiate an in-situ continuous measurement of atmospheric N₂O and measurements of Ar concentration (Ar/N₂ ratio) using flask air samples.

温室効果気体の増加による地球温暖化が大きな問題になっている。この問題に関する最も基本的なデータとして、大気中温室効果気体濃度の長期高精度観測とその動態把握が国際的・社会的に強く求められている。我々は、南極域における大気中の CO₂ 濃度の長期変動を監視し、その放出源、吸収源に関する情報を得ることを目的として、1984 年に昭和基地における CO₂ 濃度の連続観測を開始した (e.g. Morimoto et al., 2003)。その後も現在に至るまで CO₂ 濃度の高精度観測を維持すると共に、1988 年に CH₄ 濃度、2000 年に CO 濃度、2008 年に O₂ 濃度の連続観測を開始するなど、昭和基地におけるモニタリング観測を拡充してきた。さらに、国内での CO₂ および CH₄ の同位体比やその他各成分の分析のため、昭和基地での定期的な大気サンプリングを実施している他、アメリカ大気海洋庁 (NOAA) の大気採取にも協力している。昭和基地における観測項目を Table 1 にまとめた。

南極地域観測第 VIII 期 (2010-2015) においても、これらの精密な連続観測および定期的大気採取を維持してきた。図 1 (Figure 1) に昭和基地および北極・ニューオースン基地で観測された CO₂ 濃度の変動を示す。昭和基地においては、明瞭な季節変化を伴った CO₂ 濃度の経年的増加傾向 (32 年間の平均年増加率: 1.7 ppm yr⁻¹) や、エルニーニョ現象と同期した濃度の急増やピナツボ山噴火後の濃度増加停滞など、さまざまな時間スケールの変動の様子が詳細に明らかになった。CH₄ 濃度は、1988 年の観測開始以降緩やかに上昇していたが、2000-2006 年には濃度増加が停滞し、2007 年頃から再び増加に転じている。このような変動傾向は他のサイトでも確認されており、全球的な現象であることが分かっている。2001 年以降、昭和基地で採取された大気試料の O₂ 濃度 (O₂/N₂ 比) 測定も実施してきた。O₂ は季節変化を伴いながら化石燃料消費による経年的な減少傾向を示した。観測した O₂ 濃度および CO₂ 濃度の同時解析により、2001-2009 年の期間中、化石燃料起源の大気に放出された CO₂ (8.0 GtC yr⁻¹) は、陸上生物圏および海洋にそれぞれ約 0.8 ± 0.9 GtC yr⁻¹、約 2.9 ± 0.7 GtC yr⁻¹ 吸収されていると推定された (Ishidoya et

al., 2012)。第IX期においても引き続き、CO₂、CH₄、CO、O₂濃度の各連続観測、昭和基地での定期大気採取を継続し、南極域における温室効果気体及び関連気体の変動とその原因を明らかにする。さらに、主要な温室効果気体の中で唯一現場での連続観測を実施していなかった N₂O の観測や、大気中 O₂濃度の変動を解釈するために有益な情報を与える Ar 濃度 (Ar/N₂ 比) の観測も開始する予定である。本発表では、大気微量成分モニタリング観測が抱える課題についても触れる。

Table 1. Summary of measurement species at Syowa Station.

Species	Frequency	Initiation	Measurement Technique	Institution
CO ₂	Hourly (in-situ)	1984	NDIR ^{†1}	NIPR ^{†8} /TU ^{†9}
	Weekly (flask air sampling)	1983	NDIR	TU
CH ₄	Hourly (in-situ)	1988	GC-FID ^{†2}	NIPR/TU
	Weekly (flask air sampling)	1987	GC-FID	TU
CO	Hourly (in-situ)	2000	GC (UV) ^{†3}	NIPR/TU
O ₂ (O ₂ /N ₂ ratio)	Hourly (in-situ)	2008	FC ^{†4}	NIPR/TU
	Every 2 weeks (Flask air sampling)	2001	Mass spectrometer	TU
N ₂ O	Weekly (flask air sampling)	1991	GC-ECD ^{†5}	TU
SF ₆	Weekly (flask air sampling)	2000	GC-ECD	TU
δ ¹³ C of CO ₂	Weekly (flask air sampling)	1995	Mass spectrometer	NIPR/TU
δ ¹³ C of CH ₄	Weekly (flask air sampling)	2000	GC-C-MS ^{†6}	NIPR/TU
δD of CH ₄	Every 2 months (Archived air)	2006	GC-P-MS ^{†7}	TU

^{†1}Non-dispersive InfraRed Analyzer, ^{†2}Gas Chromatograph equipped with Flame Ionization Detector, ^{†3}Gas Chromatograph equipped with hot mercuric oxide reduction detector, ^{†4}differential Fuel-Cell oxygen analyzer, ^{†5}Gas Chromatograph equipped with Electron Capture Detector, ^{†6}Gas Chromatograph-Combustion isotope ratio Mass Spectrometer, ^{†7}Gas Chromatograph-Pyrolysis isotope ratio Mass Spectrometer, ^{†8}National Institute of Polar Research, ^{†9}Tohoku University

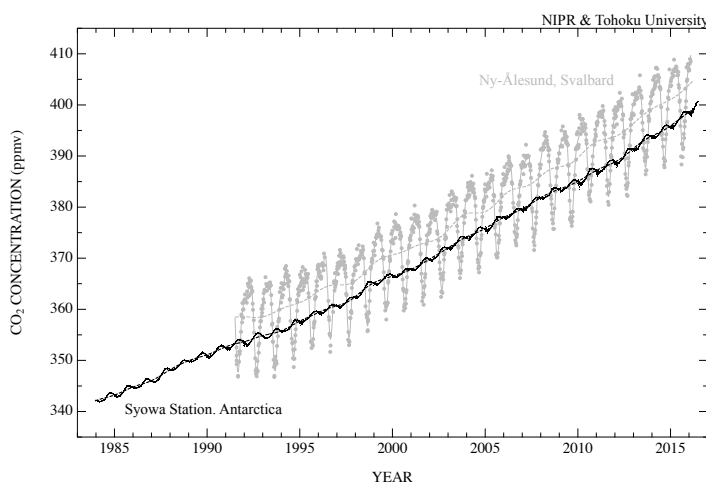


Figure 1. Temporal variation of the atmospheric CO₂ concentration observed at Syowa Station, Antarctica (black). Dots, solid lines and dashed lines indicate observed values, best-fitted curves and long-term trends, respectively. Also shown are those observed at Ny-Ålesund, Svalbard (gray).

References

Ishidoya, S., S. Morimoto, S. Aoki, S. Taguchi, D. Goto, S. Murayama and T. Nakazawa, Oceanic and terrestrial biospheric CO₂ uptake estimated from atmospheric potential oxygen observed at Ny-Ålesund, Svalbard, and Syowa, Antarctica, *Tellus B* 2012, **64**, 18924, <http://dx.doi.org/10.3402/tellusb.v64i0.18924>, 2012.

Morimoto, S, T. Nakazawa, S. Aoki, G. Hashida and T. Yamanouchi, Concentration variations of atmospheric CO₂ observed at Syowa Station, Antarctica from 1984 to 2000, *Tellus*, **55(B)**, 170–177, 2003.