

南大洋における溶存イソプレンの分布とその成因に関する研究

吉田 怜¹、亀山 宗彦²、谷本 浩志³、奥沢 和浩³、猪俣 敏³、鈴木 光次²、吉川 久幸²、野木 義史⁴

¹ 北海道大学大学院環境科学院

² 北海道大学大学院地球環境科学研究院

³ 国立環境研究所

⁴ 国立極地研究所

Distribution characteristics and its controlling factors of isoprene dissolved in surface seawater in the Southern Ocean

Satoshi Yoshida¹, Sohiko Kameyama², Hiroshi Tanimoto³, Kazuhiro Okuzawa³, Satoshi Inomata³, Koji Suzuki², Hisayuki Yoshikawa-Inoue², Yoshifumi Nogi⁴

¹ Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

² Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

³ National Institute for Environmental Studies

⁴ National Institute of Polar Research

Isoprene (2-methyl-1,3-butadiene, C₅H₈) is produced by terrestrial vegetation and marine organism, and play important roles in the formation of ozone (O₃) and secondary organic aerosol (SOA) (Claeys et al., 2004). In comparison with terrestrial ecosystems, the ocean is a weak source of isoprene. However, the oceanic isoprene emission cannot be negligible at the open ocean, because the large terrestrial source of isoprene has less impact on the open ocean (Meskhidze et al., 2006). It is suggested that isoprene is mainly emitted by phytoplankton, and positive correlations between concentration of dissolved isoprene and chlorophyll concentration have been observed in the field measurements (Broadgate et al., 2004). It is confirmed that various phytoplankton groups can produce isoprene and the emission rate is different depending on the group (Shaw et al., 2003). However, large uncertainty remains, such as magnitude of emission rate from the ocean and its controlling factors. In this study, we measured dissolved isoprene concentration covering a broad area in the southern Indian Ocean and the Southern Ocean, and investigated the controlling factors by comparison between isoprene distribution and the biogeochemical parameters such as community composition of phytoplankton groups.

Field observation was made during the cruise KH-10-7 of the R/V *Hakuho-Maru* from December 2010 to January 2011. We continuously measured dissolved isoprene concentration and obtained seawater samples for measurement of biogeochemical parameters. Monitoring of dissolved isoprene was carried out with proton transfer reaction-mass spectrometry (PTR-MS) combining with a bubbling-type equilibrator.

In this observation, we successfully measured isoprene dissolved in seawater from 27°S to 64°S and from 37°W to 115°W in the southern Indian Ocean and the Southern Ocean. Isoprene concentrations throughout the study period ranged from 0.2 to 395 pmol L⁻¹, and the range is generally higher than that of previous studies. Concentrations of fucoxanthin, a diatom marker, were high especially south of 50°S, showing diatoms were dominant in the area. Isoprene concentration correlates with fucoxanthin concentration than with total chlorophyll *a* concentration, on the other hand there is no clear correlation with the other phytoplankton. Therefore, the biomass of diatoms can be considered as one of the controlling factors of isoprene distribution in surface seawater in the studied area.

イソプレン(2-メチル-1,3-ブタジエン)は、海洋生物や陸域植物から放出される炭化水素であり、大気中の OH ラジカルと反応して、対流圏オゾンや二次有機エアロゾルの形成に寄与する(Claeys et al., 2004)。海洋におけるイソプレンの放出量は陸域に比べて少ないが、陸域からの影響が少ない外洋においては、海洋から放出されるイソプレンの大気環境への寄与を無視することはできない(Meskhidze et al., 2006)。海洋におけるイソプレンの生成は、主に植物プランクトンの活動に起因するといわれており、海洋観測の結果から生物指標となるクロロフィル *a* との間に正の相関があることもわかっている(Broadgate et al., 1997)。さらに、培養実験の結果から様々な植物プランクトン種からイソプレンの生成が確認されており、種によって放出速度の差があることも報告されている(Shaw et al., 2003)。しかしながら、実際の海洋におけるイソプレンの放出量や生成、分布を制御する要因などはまだ十分に理解が進んでいない。そこで、本研究では生物生産量の多い南インド洋と南大洋における海洋観測を行ない、南大洋広域にわたる溶存イソプレンの分布を調べるとともに、植物プランクトンの群集組成等の生物地球化学的なパラメータと比較することによって、イソプレンの放出要因を調べることを目的とする。

本研究では、海洋研究開発機構の学術研究船白鳳丸の KH-10-7 次航海(2010/12/17-2011/1/17)に参加し、海水中のイソプレン濃度のモニタリングおよび比較パラメータ用の試料採取を行なった。海水モニタリングでは、バブリング型気液平衡器と陽子移動反応-質量分析計(PTR-MS)を組み合わせた連続測定装置を用いて、海水中に溶存するイソプレン濃度を測定した。また、各観測点及びイソプレン濃度増加時において採取された試料は、植物プランクトンの現存量および群集組成を評価するために、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)を用いて分析を行なった。

本航海では、南北方向に南緯 27 度から南緯 64 度、東西方向に東経 37 度から東経 115 度までの広範囲にわたり溶存イソプレンの分布データを取得した。イソプレン濃度は、0.2-395 pmol L⁻¹ の範囲で変動し、この値は先行研究よりも全体的に高い値を示していた。また、植物プランクトンの色素分析の結果から南緯 50 度以南の海域では珪藻類の指標色素であるフコキサンチン濃度が高くなり、珪藻類が優占していることが確認された。相関は低いながら、クロロフィル *a* 濃度よりフコキサンチン濃度のほうがイソプレン濃度との相関が良く、また他の植物プランクトン種とは相関がないため、南インド洋と南大洋では優占種の珪藻類の量が溶存イソプレンの分布を決める一つの要因となっていると考えられる。

References

- M. Claeys, B. Graham, G. Vas, et al., Formation of secondary organic aerosols through photooxidation of isoprene, *Science*, 303(5661), 1173–1176, 2004.
- N. Meskhidze and A. Nenes, Phytoplankton and cloudiness in the Southern Ocean, *Science*, 314(5804), 1419–1423, 2006.
- W. J. Broadgate, P. S. Liss, and S. A. Penkett, Seasonal emissions of isoprene and other reactive hydrocarbon gases from the ocean, *Geophysical Research Letters*, 24(21), 2675–2678, 1997.
- S. L. Shaw, S. W. Chisholm, and R. G. Prinn, Isoprene production by *Prochlorococcus*, a marine cyanobacterium, and other phytoplankton, *Marine Chemistry*, 80(4), 227–245, 2003.