

大気中の温室効果気体濃度と同位体比観測

森本真司¹、後藤大輔²、藤田遼¹、青木周司¹

¹ 東北大院理

² 国立極地研究所

Observations of mole fractions and isotope ratios of the atmospheric greenhouse gases

Shinji Morimoto¹, Daisuke Goto², Ryo Fujita¹ and Shuji Aoki¹

¹ Graduate School of Science, Tohoku University

² National Institute of Polar Research

Carbon dioxide (CO₂), the most important anthropogenic greenhouse gas, has increased mainly due to fossil fuel consumption and land use change. Methane (CH₄), an important greenhouse gas next to CO₂, has also increased in the atmosphere by anthropogenic activities such as fossil fuel production, livestock, paddy field and so on. Understanding the current CO₂ and CH₄ budget on the earth's surface and their fluctuations is indispensable to estimate the carbon cycle in the future climate. However, since the respective contributions of CO₂ and CH₄ sources/sinks to atmosphere are difficult to distinguish using observations of the atmospheric mole fraction alone, the source(s)/sink(s) responsible for the long-term variations have not been clearly identified yet. The stable carbon isotopes of CO₂ (denoted as δ¹³C) and carbon and hydrogen isotopes of CH₄ (denoted as δ¹³C and δD) provide us additional information for understanding the CO₂ and CH₄ cycle, since CO₂ and CH₄ released from and absorbed to each source/sink category has characteristic δ¹³C (and δD) value(s). In the presentation, I will introduce the analytical methods of isotope ratios and show the observation results for mole fractions and isotope ratios of atmospheric CO₂ and CH₄ in the Arctic region.

人為起源の温室効果気体として最も重要な二酸化炭素 (CO₂) は、人間活動に伴う化石燃料消費・セメント製造と土地改変 (森林の伐採など) によって大量に大気中に放出されている。また、CO₂ に次いで重要な温室効果気体であるメタン (CH₄) も、化石燃料生産・輸送や家畜・水田耕作・埋め立てなど様々な人間活動の活発化によって大気中への放出量が増加してきた。その結果、大気中の CO₂ 濃度、CH₄ 濃度は、産業革命後の約 200 年間でそれぞれ 40% 近く、また 2.5 倍へと増加しており、温室効果の強化による気候変化が懸念されている。将来の気候変化による地球表層での炭素循環の変化に関する知見を得るために、そして濃度予測の精度を高めるためには、まず現在の大气中 CO₂、CH₄ 収支とその変動についての理解が不可欠である。しかしながら、大気中 CO₂、CH₄ 濃度の観測のみからは多種多様な放出源の寄与が区別できないことが理解への妨げになっている。

CO₂ や CH₄ 分子に含まれる炭素、及び炭素・水素の安定同位体比 (¹³C/¹²C 比と D/H 比: それぞれ δ¹³C、δD と標記される) はそれぞれの放出・吸収源毎に特徴的な値を示す。例えば、大気-海洋間で交換される CO₂ の同位体比は大気中 CO₂ の同位体比とほぼ同じであるが、大気-陸上生物圏間で交換される CO₂ および化石燃料起源 CO₂ は同位体的に軽い (¹³C が少ない) ことが知られている。一方、CH₄ についても、多様な放出源から放出される CH₄ の同位体比は 3 つのカテゴリーに分けることができ、微生物活動起源、化石燃料起源、そしてバイオマスバーニング起源 CH₄ はそれぞれ特徴的な δ¹³C、δD を示す。これらのことを利用し、大気中の CO₂、CH₄ 濃度と同位体比の同時精密観測から、CO₂ と ¹³CO₂、及び CH₄ と ¹³CH₄、CH₃D の収支式を解くことにより、大気中 CO₂、CH₄ 濃度の変動原因に関する情報を得ることが出来る。本講演では同位体比の分析方法を紹介し、北極域での観測データから CO₂、CH₄ 放出源の変動を推定した結果を報告する。