

5.2 気相中二酸化炭素及び分子状水素のパッシブサンプラーの開発とその応用 Development of Passive Diffusion Samplers for $^{14}\text{CO}_2$, Tritium in Water Vapor, and Molecular Hydrogen in Air and Their Applications

柿内 秀樹

環境影響研究部

Hideki KAKIUCHI

Department of Radioecology

Abstract

A passive diffusion sampler is a device for sampling trace substances from gaseous media based on molecular diffusion without controlled conveyance of the gas to be investigated, and it needs no electricity for sampling. In this study, passive diffusion samplers were developed for $^{14}\text{CO}_2$, tritium in atmospheric water vapor, and molecular hydrogen in air. The developed passive diffusion sampler for $^{14}\text{CO}_2$ in air showed good reproducibility. The developed passive diffusion sampler for tritium in atmospheric water vapor showed performance comparable to that of the old method. However, the passive diffusion sampler for tritium in atmospheric water as molecular hydrogen did not work well; its operation should be improved.

1. 目的

一般的に気相中に存在する水蒸気や分子状水素、及び二酸化炭素を捕集するには、ポンプを用いて定量的に気体を吸引する必要がある。しかし、ポンプを用いる手法（アクティブ法）は電力が必要であることや装備が高額になることが多く、多地点で連続的に採取するのが困難である。一方、パッシブサンプラーとは、気体を透過する膜（ガス透過膜）を有した容器に捕集剤が入った構造である。この透過膜及び捕集剤を変更することで、その他の多様なガスの捕集に応用することができる。本研究課題において、大気水蒸気及び二酸化炭素パッシブサンプラーについて、大気のみならず土壌から発生する二酸化炭素捕集や大気中トリチウムを化学形毎に評価に汎用的に利用できるようにシステムの開発を行う。開発したシステムを用いて大気水蒸気及び分子状水素中トリチウム濃度の定量を行うとともに、土壌から発生する二酸化炭素量と土壌有機物中 ^{14}C 濃度から求めた土壌有機物の分解速度の関係を調べる。

ここでは、大気水蒸気パッシブサンプラーの改良について、依然として大気水蒸気中 ^3H 濃度が高いと報告されている福島県大熊町で比較検証を行った結

果を報告する。

2. 方法

平成 18 年度に開発した大気水蒸気捕集用のパッシブサンプラー（環境科学技術研究所、2007）は水蒸気捕集剤としてモレキュラーシーブ（MS）-3A を用いるものである。新規パッシブサンプラーは捕集剤としてシリカゲルを用いた。それぞれのパッシブサンプラーを福島第一原子力発電所敷地境界から南方向へ約 500 m 地点に設置し、約 1 ヶ月間隔で試料を採取した。パッシブサンプラーは地上から 2 m の高さに、簡易型温湿度計データロガー（Pro v2 U23-01、HOBO 社）とともに設置した。試料採取後、重量増加量から水蒸気捕集量を評価した。従来の MS-3A を捕集剤としたパッシブサンプラーからの水の回収は窒素気流下 400°C で 5~6 時間加熱脱着して液体窒素トラップに回収した。また新手法のシリカゲルを捕集剤としたパッシブサンプラーからの水の回収は 200°C で 3 時間加熱して脱着して回収した。それぞれのパッシブサンプラーから回収した水分は、過マンガン酸カリウムと過酸化ナトリウムを加えて蒸留した。HTO 測定用試料は、試料水 50

mL と液体シンチレータ (ULTIMA GOLD LLT、PerkinElmer 社) 50 mL を 145 mL 低拡散ポリエチレンバイアル内で十分に混合して調整した。 ^3H 濃度は、低バックグラウンド液体シンチレーションカウンター (LSC-LB5 又は LSC-LB7、Hitachi) を用いて、1000 分間 (50 分間×20 回) 測定し試料採取日に減衰補正して求めた。さらに、シリカゲルに捕集した水分はシリカゲルに含まれる結晶水により希釈されているため (環境科学技術研究所、2012)、水分捕集量から補正して ^3H 濃度を求めた。

3. 成果の概要

捕集剤として MS-3A を用いたパッシブサンプラ

ーによる捕集法 (従来法) とシリカゲルを用いた捕集法 (新手法) による大気水分捕集率を比較すると (新手法/従来法) = 0.97 ± 0.03 (n=8) であり、新手法による大気水分の捕集は従来法と同程度であった。またそれぞれの手法により得られた大気水蒸気中 ^3H (HTO) 濃度を Fig. 1 に示す。従来法及び新手法により得られた HTO 濃度は約 $2 \text{ Bq L}^{-1}\text{-H}_2\text{O}$ ~ $9 \text{ Bq L}^{-1}\text{-H}_2\text{O}$ に分布し、それぞれよい相関を示した。この結果新手法による評価も妥当であることが示された。

今後さらに継続してデータを集積して新手法による HTO 評価手法の信頼性を高めていく予定である。

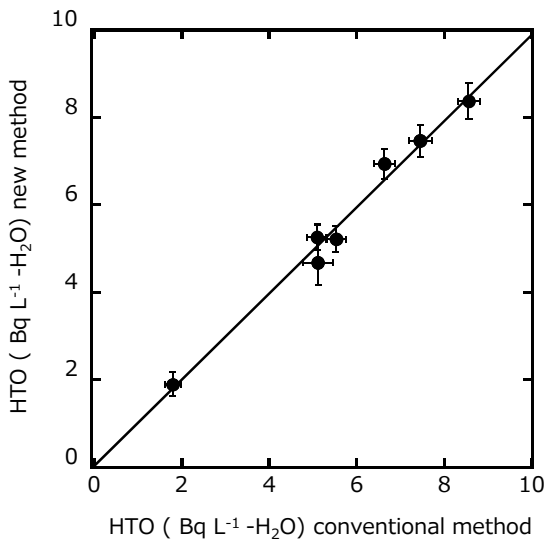


Fig. 1 Comparison of tritium concentration in atmospheric water vapor (HTO) collected at Okuma Town, Fukushima Prefecture by the conventional method and the new method

環境科学技術研究所 (2007) 平成 18 年度放出放射能環境分布調査報告書, 青森県.
環境科学技術研究所 (2012) 平成 23 年度排出放射能環境移行調査報告書, 青森県.