

青森県の現生・化石植物中の¹⁴Cによる環境動態解析

Study on environmental dynamics with ¹⁴C in recent and fossil plants from the Aomori prefecture

堀内 一穂¹⁾・千葉 拓児¹⁾・星野 安治²⁾・大山 幹成²⁾・田中 孝幸³⁾

Kazuho HORIUCHI, Takuji CHIBA, Yasuharu HOSHINO, Motonari OHYAMA, and Takayuki TANAKA

¹⁾弘前大学、²⁾東北大学、³⁾原子力機構

八甲田カルデラの火山性 CO₂ 放出地として知られる窪地（通称ガス穴）にて、生育する現生草本類の¹⁴C濃度を分析した。その結果、ガス穴の深部ほど¹⁴C濃度が減少する傾向が明らかになった。またガス穴中腹に存在する火山性 CO₂ ガス放出孔付近でも、草本類の¹⁴C濃度はガス穴基底部より高かった。こうした事実は、大気より重い火山性 CO₂ ガスが、放出後に下降してガス穴深部に一旦滞留することを強く示唆する。即ち、ガス穴での¹⁴C分布は、主に放出された火山性 CO₂ ガスの滞留状況に依存していると考えられる。

地域間での年輪中¹⁴C濃度の差を検討するために、いくつかの年輪標準試料について¹⁴C分析を行った。年輪標準試料の $\Delta^{14}\text{C}$ は、同時代の大气¹⁴C濃度（Levin and Kromer, 2004）と調和的に、年代を経る毎に減少する傾向を示した。七戸東縁山間部のブナと平館山地のブナの $\Delta^{14}\text{C}$ は、梵珠山地のヒノキアスナロより、前者で2~13‰（n=11）、後者で2~10‰（n=9）高い値を示した。また七戸と平館山地のブナの値を比較すると、後者が前者より1~5‰低かった（n=4）。加速器質量分析の精度（±4‰ [1σ]）を考慮するとブナ間の違いは明瞭とは言えないが、海に近い平館山地では¹⁴Cに比較的乏しい海洋起源の炭素の影響があると捉えることもできる。一方で、ブナとヒノキアスナロとの違いは、ブナ間の違いよりもかなり大きく、地域差よりも樹種差の方が激しいことを示唆する。

キーワード：¹⁴C, 青森県, 植物試料, 環境動態解析

1. 目的

本研究の目的は、青森県から得られた現生・化石植物中の¹⁴Cに基づいて、現在と過去の環境動態解析を行うことである。地中から CO₂ ガスが放出されるような火山帯に生育する樹木や、化石燃料からの CO₂ ガスの影響を被った樹木・草本などの¹⁴Cを分析し、これらとコントロールとの比較により、¹⁴Cを含まない化石 CO₂ ガスの長期挙動を復元するためのトレーサー実験を行う。また、地層中に含まれる材や種子など化石植物は、その種属構成や産状が過去の環境を知る良い手がかりになると共に、¹⁴C法により正確な年代決定を行うことで長期環境動態解析に供することもできる。

2009年度は、八甲田カルデラの火山性 CO₂ 放出地である窪地（通称ガス穴）に生育する草本類の¹⁴C濃度を測定した。これにより、ガス穴での火山性 CO₂ の放出状況と滞留状況が明らかになった。また地域間での年輪中¹⁴C濃度の差を検討するために、いくつかの年輪標準試料について¹⁴C分析を行った。

2. 方法

八甲田カルデラでは、1997年に3名の死者が出る火山性 CO₂ 吸引事故が起きている（平林ほか、1999）。筆者らは、この事故現場のガス穴（N40°41.155'；E140°55.449'）に生育するブナを対象に、1991~2001年に相当する年輪の¹⁴C分析を、2008年度に行った。さらに2009年の8月には、同ガス穴内に生育する草本類であるヒメスゲ（*Carex oxyandra* (Franch. & Sav.) Kudô）とブナの葉を採取した。ヒメスゲは、ガス穴の内壁をなす高さ約5mの急崖を対象に、最下部からガス穴の縁に至るまで、高さ1m毎に生育する個体が採取された。また、ガス穴中央の基底部からも1個体、急崖の対斜面に確認されている（Hernández et al., 2003）火山性 CO₂ ガス放出孔付近から1個体、ガス穴外部の草地からも1個体が採取された。さらに、以前年輪の分析がなされたブナについて、ガス穴の縁から3m上空にある葉と4m上空にある葉が、それぞれ採取された。ヒメスゲとブナの葉は、弘前大学に持ち帰られ、酸-アル

カリ酸 (AAA) 処理に供された。

年輪標準試料には、七戸東縁山間部 (N40°43.689'; E 140°57.534') より成長錐コアにて採取されたブナ試料と、平館山地 (N41°10'; E 140°33') より採取され、年輪年代学的・気候学的研究 (Hoshino et al., 2008) に用いられたブナ試料が用いられた。前者については 1991～2001 年に、後者については 1986～1994 年に相当する年輪が切り分けられた。また前年度に 1991～2001 年に相当する年輪の ^{14}C 分析を行った梵珠山地のヒノキアスナロ (Ohyama et al., 2007) について、1986～1990 年に相当する年輪がさらに切り分けられ、分析に供された。全ての年輪試料は、AAA 処理にて二次的汚染を洗浄した後に、リグニン等が除去され、 α セルロースが単離された。

AAA 処理後の葉試料と α セルロース処理後の年輪試料は、双方とも封管燃焼法によりガス化され、精製の後に加速器質量分析に適したグラファイトへと変換された。 ^{14}C の加速器質量分析には、日本原子力研究開発機構青森研究開発センターのタンデトロン加速器を利用した。分析の標準には、弘前大学にて調整した NIST シュウ酸を用いた。

3. 研究成果と考察

八甲田カルデラガス穴にて採取したヒメスゲとブナの葉の ^{14}C 濃度を、 $\Delta^{14}\text{C}$ 値 (Stuiver and Polach, 1977) として図 1 に示す。ガス穴の急崖では、上端の $263 \pm 4\text{‰}$ より下方に向かって濃度が徐々に減少し、最下部では $-704 \pm 6\text{‰}$ の $\Delta^{14}\text{C}$ 値を示した。ガス穴基底部ではさらに濃度は低く、 $-773 \pm 7\text{‰}$ の値となった。また、急崖の対斜面中腹に存在する火山性 CO_2 ガス放出孔付近の $\Delta^{14}\text{C}$ ($-706 \pm 6\text{‰}$) は、急崖下部と同等であった (図 1)。一方でカルデラ外に生育するヒメスゲは $14 \pm 4\text{‰}$ の $\Delta^{14}\text{C}$ 値を示し、さらにブナの葉は $23 \pm 4\text{‰}$ (地上 3m) と $25 \pm 4\text{‰}$ (地上 4m) となった。

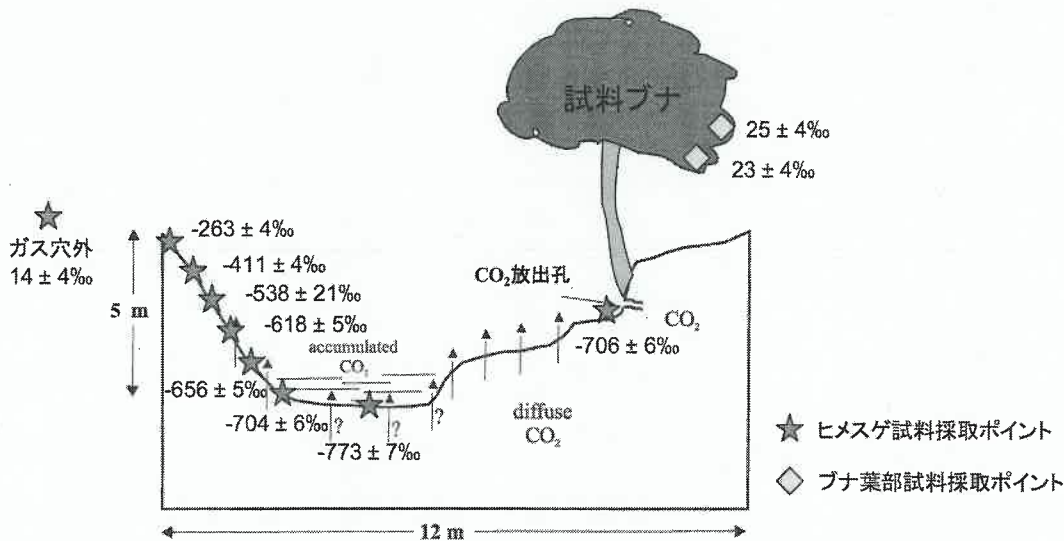


図 1. 八甲田カルデラガス穴に生育する植生の $\Delta^{14}\text{C}$. ガス穴の概略は Hernández et al. (2003) による。

ガス穴の急崖部にて深部へと $\Delta^{14}\text{C}$ が減少する事実は、デッドカーボンである火山性 CO_2 ガスの影響がガス穴の深部ほど大きいことを意味する。また、ガス放出孔付近に生息するヒメスゲの $\Delta^{14}\text{C}$ がガス穴基底部より高いことは、大気より重い火山性 CO_2 ガスが、放出後に一旦ガス穴深部に滞留することを強く示唆する。即ち、ガス穴での ^{14}C 分布は、主に放出された火山性 CO_2 ガスの滞留状況に依存していると考えられる。

ガス穴外の草地に生息するヒメスゲの $\Delta^{14}\text{C}$ は、ガス穴内とは異なり正の値を示すものの、同じくガス穴外に位置するブナの葉の値より 10‰ 以上低い (図 1)。またブナの葉の $\Delta^{14}\text{C}$ は、地上 3m と 4m で有意な差を示さず、これらはガス穴より流出する火山性 CO_2 の影響をあまり受けていないと考えるのが妥当である。前年度までの研究にて、同ブナ年輪の ^{14}C 濃度がカル

デラ外のブナに比べて系統的に低いことが明らかになったが、その程度は最大 1.5%とさほど大きい違いではなかった。年輪を構成する炭素は、葉より吸収された大気中の炭素を起源とすることより、火山性 CO₂ の影響をあまり受けなかった結果と結論づけられる。

年輪標準試料の $\Delta^{14}\text{C}$ は、同時代の大气 ^{14}C 濃度 (Levin and Kromer, 2004) と調和的に、年代を経る毎に減少する傾向を示した。一方で、七戸東縁山間部のブナと平館山地のブナの $\Delta^{14}\text{C}$ は、梵珠山地のヒノキアスナロより、前者で 2~13‰ (n=11)、後方で 2~10‰ (n=9) 高い値を示した。また七戸と平館山地のブナの値を比較すると、双方が重複する 1991~1994 年の期間で、後者が前者より 1~5‰ 低かった。加速器質量分析の精度 ($\pm 4\%$ [1 σ]) を考慮するとブナ間の違いは明瞭とは言えないが、海に近い平館山地では ^{14}C に比較的乏しい海洋起源の炭素の影響があると捉えることもできる。一方で、ブナとヒノキアスナロとの違いは、ブナ間の違いよりもかなり大きく、地域差よりも樹種差の方が激しいことを示唆する。しかし、ブナが採取された平館山地とヒノキアスナロが採取された梵珠山地は、双方とも広い意味では津軽山地に属しているものの、厳密には同一地域とは言えない。よって今後、同一地域 (理想的には同一地点) に生育する樹木の年輪を用いて、樹種による ^{14}C 濃度の違いを確実に検証する必要があるだろう。

4. 謝辞

東北大学植物園の米倉浩司博士には、ガス穴に生息するヒメスゲの同定をして頂いた。記して謝意を表する。

5. 引用文献

- Hernández et al. (2003) *J. Geophys. Res.*, 108(B4), 2210.
平林ほか (1999) *Volcanol. Soc. Jpn. and Natl. Comm. of Volcanol. and Chem. of the Earth's Inter.*, Tokyo, Rep. B17, 63.
Hoshino et al. (2008) *J. Wood Sci.*, 54, 183.
Levin and Kromer (2004) *Radiocarbon*, 46(3), 1261.
Stuiver and Polach (1977) *Radiocarbon*, 19, 355.
Ohyama et al. (2007) *J. Wood Sci.* 53, 367.