

尾瀬ヶ原泥炭の炭素同位体比の鉛直変化

蓑毛 康太郎¹、赤木 右²、米村 祥央¹、楊 宗興²、鶴田 治雄³、中村 俊夫⁴
(¹東京農工大院、²東京農工大農、³農環研、⁴名大年代測定資料研究センター)

【1.はじめに】

生物中の炭素同位体比($\delta^{13}\text{C}$)は環境中の二酸化炭素濃度や温度等、炭素同化・固定の諸条件によって変化することが知られており¹⁾、サンゴや樹木を用いた過去の環境変化の有効な推定法の一つである。このような観点から、過去に堆積した泥炭も重要な研究対象であるが、およそ一万年前に遡ることができる尾瀬ヶ原の泥炭の炭素同位体の研究は行なわれていない。また、このような研究により湿原の形成史に対しても重要な知見が得られる可能性がある。

1995年から2年間、第三次尾瀬総合学術調査に参加する機会を得、福島大学檜村利道教授らのグループによる泥炭のコアサンプリングに加わり、試料の一部を頂いた。この試料を用いて、尾瀬ヶ原の泥炭の炭素の同位体比の測定を行った。

【2.サンプリング】

サンプリングは尾瀬ヶ原下田代にて行なった(図1)。泥炭採取はヒラー式泥炭採取器によるハンドボーリングで30cmごとに、およそ5mの深さまで行なった。



図1 サンプリング地点

【3.実験】

コアサンプルに時間軸を設定し他の指標との比較をするために、タンデトロン加速器質量分析計で ^{14}C による年代測定を行なった。

炭素同位体比は何も処理を施さない試料の他に、リグニンとホロセルロースを分離し^{2,3)}、

測定を行った。有機溶媒で油脂や色素を除く脱脂を行い、脱脂試料を硫酸で処理して残った成分をリグニンとし、また酢酸酸性化の亜塩素酸ナトリウム溶液で処理して残った成分をホロセルロースとした。

試料は完全燃焼させ、得られたCO₂を専用の真空ラインで精製し質量分析計（英国VG社、SIRA-10）にて炭素同位体比を測定した。

【4.結果・考察】

図2に年代測定の結果と、年代を示す曲線の微分値の逆数から求めた見かけの堆積速度を示す。年代測定の結果は坂口らが20年前に別の場所で行った調査結果⁴⁾と類似しており信頼のできるものと思われる。曲線は波打っており、これは湿原の成長や分解による影響だと考えられる。100cm、350cm付近で曲線はなだらかになっており、堆積速度は2つの極大値をもつ。

泥炭中の成分量の変化を図3に示す。深い試料ほどリグニンの割合は高く、ホロセルロースの割合は低くなっている。初め豊富だったホロセルロースが分解されて、より分解を受けにくいリグニン成分が残ったことが分かる。リグニンとホロセルロースの割合の和はどの年代でも大体60%とほぼ一定の値を示した。

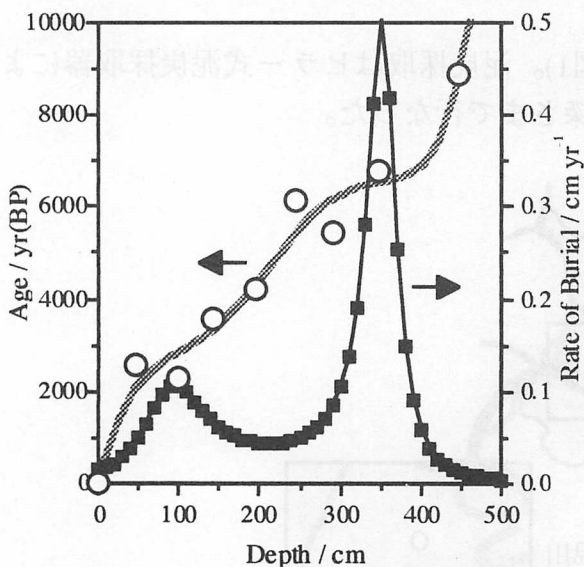


図2 深さと年代、堆積速度の関係

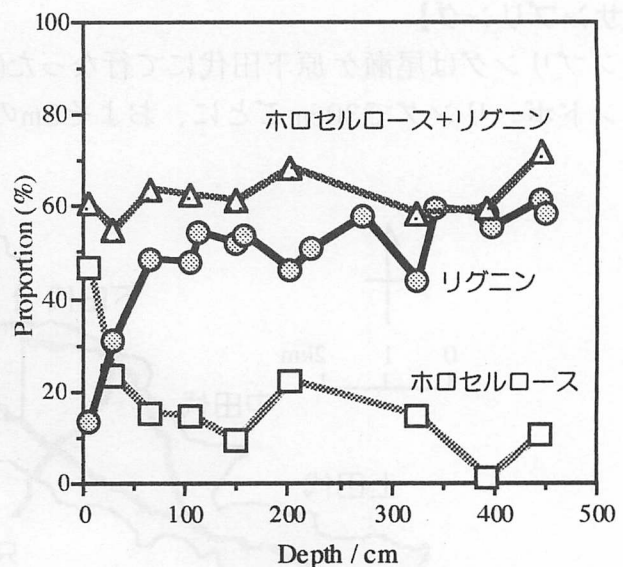


図3 泥炭の成分の割合

$\delta^{13}\text{C}$ 変化を図4に示した。炭素同位体比は次式により δ 値として表した。

$$\delta^{13}\text{C}(\text{‰}) = \left\{ \frac{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{sample}}}{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{PDB}}} - 1 \right\} \times 10^3$$

未処理試料に対してリグニンは低い $\delta^{13}\text{C}$ 値、ホロセルロースは収量が極端に低いことがあり、コンタミネーションの恐れなどがあるが、常に高い $\delta^{13}\text{C}$ 値をもつのがわかった。未処理試料の $\delta^{13}\text{C}$ 値は深いところほど低くなっており、分解によって $\delta^{13}\text{C}$ 値の低いリグニンの割合が増加しているためと考えられる。

分解を受けにくいリグニンの $\delta^{13}\text{C}$ 値の変化は過去の環境変化を反映していると考えられる。過去1万年の間に大気中の $\delta^{13}\text{C}$ 値が大きく変動したという報告はなく^{5,6)}、それ以外の

環境変化を示している可能性が高い。環境の変化として色々な要因が考えられるが、大きく次の2つ可能性が挙げられるだろう。

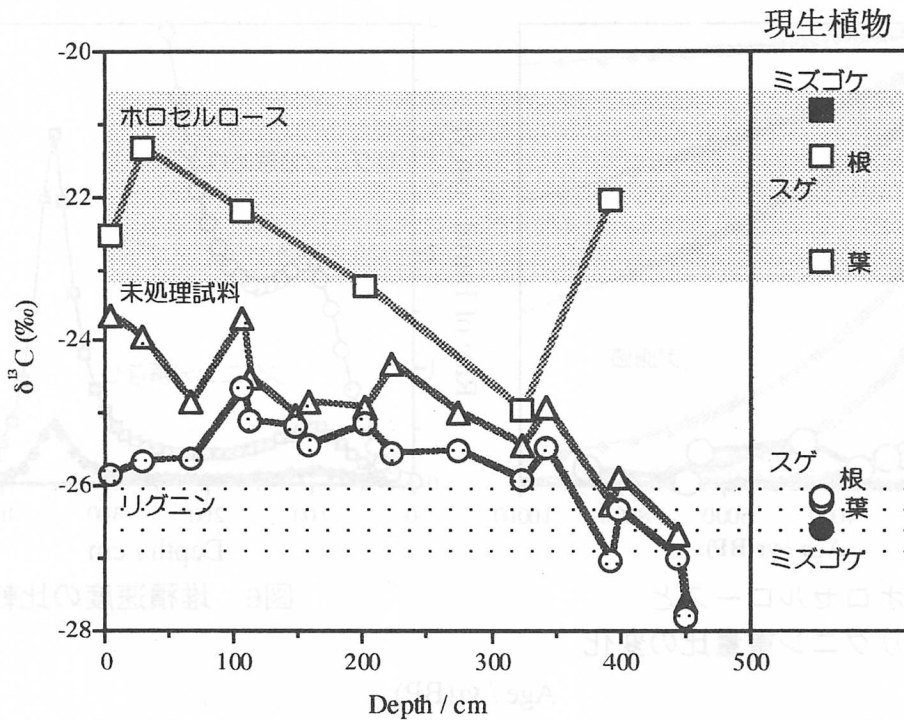


図4 尾瀬ヶ原泥炭の $\delta^{13}\text{C}$ 変化

(1) 植生の変化。現生の植物の $\delta^{13}\text{C}$ 測定はサンプリング地点の主要な種であるミズゴケとスゲについて行い、コアサンプルの表層付近の値とはよく一致した。しかし100~200cmに見られる高い $\delta^{13}\text{C}$ 値や450cm付近の低い $\delta^{13}\text{C}$ 値を説明するには情報が不足しており、現在他のグループによる植物の遺骸分析等の結果を待っている段階である。

(2) 植物は成長が速いと高い $\delta^{13}\text{C}$ 値を示すことが知られており⁷⁾、植生にほとんど変化がなければ $\delta^{13}\text{C}$ 値は植物、すなわち湿原の成長を示す。

後者について考察を進める。

湿原の正味の成長を求めるために分解モデルをつくり堆積速度の補正を行った。植物の分解率が指数関数で表されるとし、試料中のセルロースとリグニンの重量比の理論値と実測値を比較すると図5のようになる。リグニンが分解を受け、セルロースとリグニンの分解速度の比がBennerらの報告⁸⁾にある場合と、リグニンが分解を受けない場合の堆積物の量を計算し、図2の堆積速度を補正すると図6のようになる。

現在堆積速度は年間1mm程度であるのに、リグニンが分解を受けるとすると過去に年間数cmも堆積していたことになる。これは極めて考えにくいいため尾瀬ヶ原ではリグニンはほとんど分解を受けずに、過去の環境の情報を保存しているものとする。この場合、堆積速度とリグニンの $\delta^{13}\text{C}$ 値の変化を図7に比較した。

$\delta^{13}\text{C}$ 値と堆積速度は2つの不連続点が一致し、100~400cm(2000~7000年前に相当)近辺の盛り上がり類似しており、リグニンの $\delta^{13}\text{C}$ 変化が堆積速度に関与している可能性が十

分考えられる。これにより何が要因かは分からないものの、7000~2000年前にかけて湿原が急速に発達した可能性が示唆された。

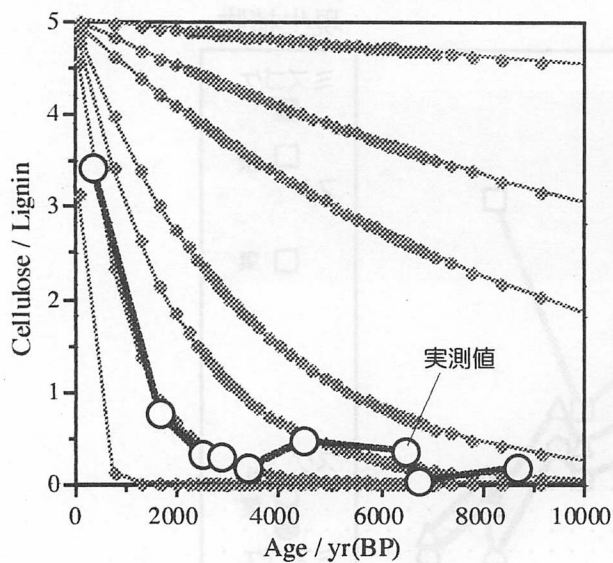


図5 ホロセルロースと
リグニン重量比の変化

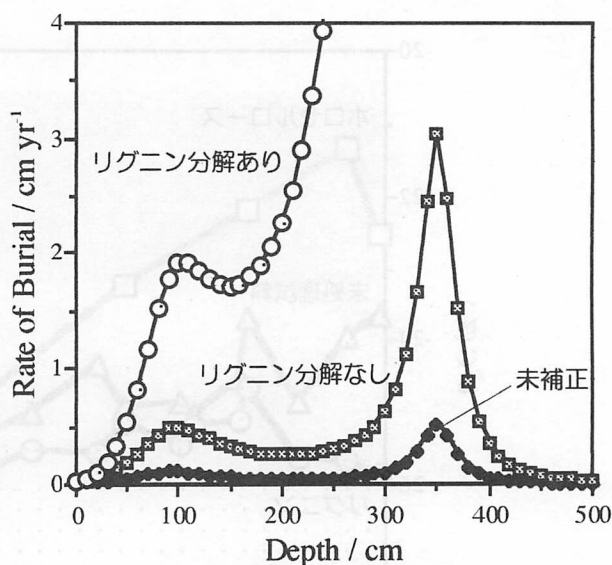


図6 堆積速度の比較

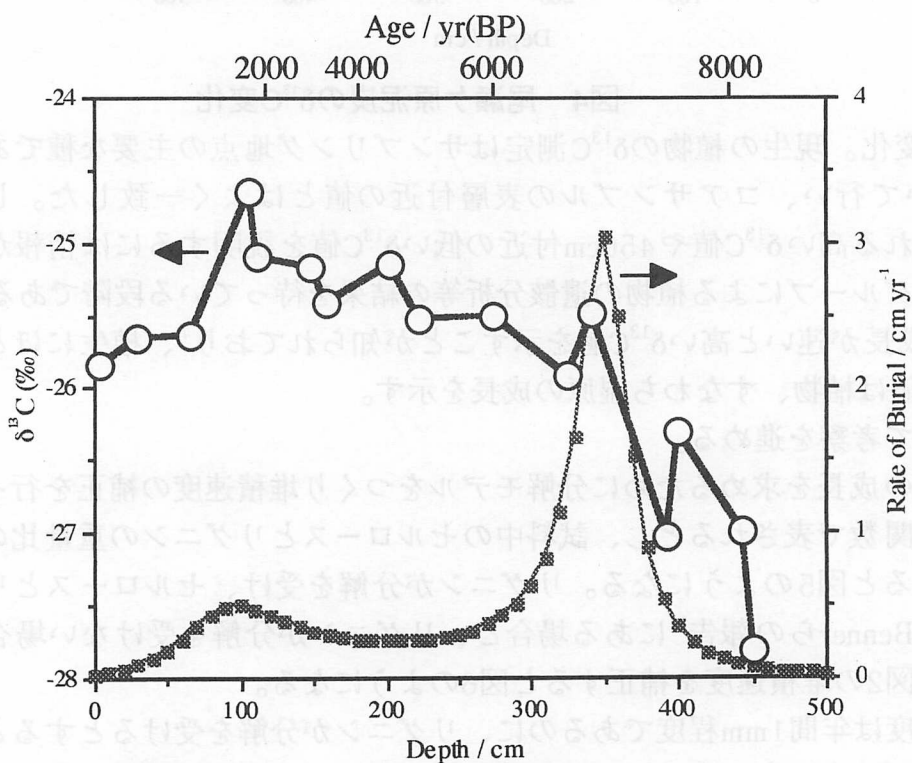


図7 リグニンの $\delta^{13}\text{C}$ 変化と堆積速度の補正值

【5.結論】

- (1) 泥炭中のリグニンの割合は古い程増加し、ホロセルロースは減少する。
- (2) 泥炭の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、低い $\delta^{13}\text{C}$ 値をもつリグニンの増加に伴い、古くなるほど低くなる。

(3) 泥炭中のリグニンの $\delta^{13}\text{C}$ 変化が湿原の堆積速度を表す可能性があり、7000～2000年前にかけて湿原の急速な発達があったと思われる。

【謝辞】

現地調査の際、尾瀬ヶ原山の鼻ビジターセンターの皆様には色々お世話になりました。厚くお礼申し上げます。第三次尾瀬総合学術調査の実施母体である群馬、福島、新潟3県の関係者の方々には、貴重な経験をさせていただいたことに感謝いたします。大島康行団長をはじめとする他の研究グループの皆様にも様々な助言をいただき、ありがとうございました。福島大学の檜村利道教授とその共同研究者の皆様には貴重なサンプルを分けて頂きました。感謝いたします。

年代測定に際し、名古屋大学年代測定資料研究センターの太田友子氏、池田晃子氏および青木浩氏には色々ご指導頂きました。厚くお礼申し上げます。

【引用文献】

- 1) J.Hoefs (1987) Stable Isotope Geochemistry. Springer-Verlag.
- 2) 日本木材学会・化学編編集委員会 (1985) 木材科学実験書II・化学編、有限会社中外産業調査会
- 3) 中野準三編 (1978) リグニンの化学、ユニ広報
- 4) 阪口 豊 (1989) 尾瀬ヶ原の自然史、中公新書
- 5) D.Raynaud, J.Jouzel, J.M.Barnola, J.Chappellaz, R.J.Delmas & C.Lorius (1987) The Ice Record of Greenhouse Gases. Science 259,926-934.
- 6) B.D.Mario, M.b.McElroy, R.J.Salawitch & W.G.Spaulding (1992) Glacial-to-Interglacial Variation in the Carbon Isotope Composition of Atmospheric CO_2 . Nature 357,461-466.
- 7) E.Wada, T.Yoneyama, M.Minagawa, T.Ando, B.D.Fry (1995) Stable Isotopes in the Biosphere. Kyoto University Press Japan. pp.78-91.
- 8) R.Benner, M.L.Fogel, E.K.Sprague & R.E.Hodson (1987) Depletion of ^{13}C in Lignin and its Implication for Stable Carbon Isotope Study. Nature 329,708-710.

$\delta^{13}\text{C}$ vertical change of peat in the Ozegahara Wetland

K. Minomo¹, T. Akagi², S. Yonemura¹, M. Yoh² & H. Turuta³, T. Nakamura⁴

1) Graduate school of Agriculture, Tokyo Univ. of Agri. and Tech.

2) Faculty of Agriculture, Tokyo Univ. of Agri. and Tech.

3) National Inst. of Agro-Environ. Sci.

4) Dating and Materials Research Center, Nagoya Univ.

Abstract

Carbon isotope composition of peats in wetlands has been widely studied to understand paleoenvironment. In this study carbon isotope ratio ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) of the holocellulose and lignin components of peat in the Ozegahara Wetland were measured separately.

The $\delta^{13}\text{C}$ values of the untreated peat show a decrease with the sampling depth. The reason for the decrease has been proved that the lignin component having lower $\delta^{13}\text{C}$ value became more dominant with the increasing depth.

Lignin is more preservative than holocellulose and it is considered that the $\delta^{13}\text{C}$ value of lignin gives more straightforward information of paleoenvironment. The change of the $\delta^{13}\text{C}$ value resembles that of the burial rate based on ^{14}C -age, which is corrected assuming that only holocellulose have decayed exponentially. It is likely that the growth of plants in the Ozegahara Wetland increased between 7000 to 2000 years before present.