

平成16年度 厚岸湖・別寒辺牛湿原学術研究助成

「土壌有機物から推定する

別寒辺牛湿原の過去の環境変遷」

北海道大学大学院地球環境科学研究科

長尾誠也

## 要 旨

別寒辺牛湿原の過去 2000 年程度の環境変遷を有機物の観点より検討するため、高層湿原とその周辺の低層湿原、別寒辺牛川とチライカリベツ川流域の低層湿原でピートコアサンプラーにより土壌の柱状試料を採取し、有機炭素含量、炭素と窒素の濃度比、炭素・窒素同位対比を測定した。その結果、高層湿原とその周辺の低層湿原では、有機炭素含量は 25~35%と高く、一般的な湿原の状況を呈していた。一方、高層湿原縁辺部のトライベツ川付近の低層湿原では、有機炭素含量が表層 0-5cm の 22%から深さ 10-15cm で 2.3%と急激に減少し、それ以深では 1.5~4.7%であった。測定した  $^{14}\text{C}$  から少なくとも有機物含量が高い 184yrB.P.以降に上記の地点が湿原として形成、つまり湿原域が拡大したと考えることが出来る。一方、別寒辺牛湿原下流域（別寒辺牛川の下流域とチライカリベツ川の中流域）の湿原土壌において、有機炭素含量は深さ 100cm 以深で 3~5%と低い値であった。別寒辺牛川流域の湿原土壌は、深さ 100~150 cm で炭素・窒素安定同位対比がその上層や他の地点の試料とは異なり、炭素同位対比では 2.5‰、窒素同位対比では 2.4‰重い値であった。これらの結果は、別寒辺牛川流域の湿原域は海進に相当する 2531yrB.P.~2260yr.B.P.間で環境変動の影響を受け、その植生が変化したことを示唆している。

## 1. はじめに

別寒辺牛湿原は、北海道東部の厚岸町の北部に位置する総面積 8320ha の湿原である。厚岸湖に流入する別寒辺牛川本流と支流のトライベツ川の中・上流域に分布している。湿原の大半は、ヨシ、イワノガリヤス、スゲ類とハンノキ林を主体とする低層湿原であるが、厚岸湖から北方に約 10 km の別寒辺牛川中流域にミズゴケを主体とする高層湿原が存在している（厚岸町教育委員会, 2001）。

別寒辺牛湿原を含む北海道東部の地域では、人為的な影響が少なく、過去の環境変遷が比較的良い保存状態で記録されている湿原域を対象とした研究が報告されている（Kumano et al., 1990, 太田ら, 1990, Maeda et al., 1992, 大平ら, 2000）。別寒辺牛湿原の低層湿原では、沢井、鹿島(1996)、沢井、三塩(1998)、Sawai (2001)が珪藻遺骸を用いた過去 3000 年間の環境変遷の検討を行い、海進・海退の事象を明らかにした。高層湿原では、五十嵐(2002)が花粉分析により過去の環境変遷を推定している。

本研究では、湿原の特徴の 1 つである有機物の蓄積に着目して、別寒辺牛湿原の過去 2000 年程度の環境変遷を有機物の堆積量とその特性から検討した。沢井、鹿島(1996)、沢井、三塩(1998)の研究によって比較的環境変遷の影響を受けていない高層湿原とその周辺部（中間湿原および低層湿原）、海進等の影響を受けた別寒辺牛川下流域とチライカリベツ川流域の低層湿原を対象に土壌試料を採取し、試料の有機物含量、炭素と窒素の濃度比、炭素・窒素同位対比を測定した。また、堆積年代を決定するために、 $^{14}\text{C}$  の測定を行い、有機物の堆積状況の違いから過去の環境変遷を考察した。

## 2. 試料と方法

### 2. 1. 試料採取

別寒辺牛湿原の調査は、2003 年 7 月 24 日と 2004 年の 7 月 27 日と 29 日に行った。別寒辺牛湿原土壌は図 1 に示した 7 地点でピートコアサンプラーにより採取した。採取された土壌試料の長さは、測点 5 で 150 cm、測点 6 で 152 cm、測点 7 で 90 cm、測点 10 では 123 cmであった。高層湿原では 2 本のコアを採取し、50 cm と 64 cm であった。高層湿原周辺の低層湿原の測点 22 では 50 cm、高層湿原にアクセスするための林道入り口の沼沢地では 47 cm で

あった。

## 2. 2. 試料前処理

採取した土壌試料は現場で5 cmあるいは10 cm毎にステンレス製のヘラでカットし、ビニール袋に入れ、冷蔵状態で室内の実験室に運んだ。その後、真空凍結乾燥し、メノウ乳鉢で粉砕し、分析用の試料とした。なお、コア上部の植物遺骸が多い層の試料は、ミルカッターで植物遺骸を粉砕した。

## 2. 3. 分析方法

土壌の有機炭素含量は、1M 塩酸で炭酸塩を溶解させた後、有機炭素計 (Leco 社 WR-112) で測定した。土壌有機物の放射性炭素 ( $^{14}\text{C}$ ) は 1M 塩酸で炭酸塩を溶解させた後、核燃料サイクル開発機構の加速器質量分析計により測定した (Xu et al., 2000)。また、ガスの一部を採取し、質量分析計により炭素安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) を測定した。土壌試料の窒素含量と窒素同位体 ( $\delta^{15}\text{N}$ ) は質量分析計 MAT252 により測定した。それぞれの炭素同位体の表示法は以下の通りである。

$$\delta^{13}\text{C} (\text{‰}) = [(\text{R 試料}/\text{R 標準物質}) - 1] \times 1000$$

$$\text{R} = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}, \text{ 標準物質は PDB(Pee Dee Belemnate)}$$

$$\delta^{15}\text{N} (\text{‰}) = [(\text{R 試料}/\text{R 標準物質}) - 1] \times 1000$$

$$\text{R} = {}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}, \text{ 標準物質は atmospheric N}_2 \text{ gas}$$

## 3. 結果と議論

### 3. 1. 湿原土壌の特徴

別寒辺牛湿原の環境変遷を調べるために、高層湿原とその周辺、別寒辺牛川下流部とチライカリベツ川流域の湿原土壌の有機炭素含量を測定した。ピートコアサンプラーで採取した土壌試料の測定結果は、図 2～4 に示した。有機炭素含量は、高層湿原の測点 20 では 27～37%、白色の火山灰が存在した層では 4% まで有機物含量が減少した。地下水面が湿原の上に存在する低層湿原の測点 22 では、白色の火山灰が存在する深さにおいて有機炭素含量が 11～16% と低い、それ以外の層では 25～32% であった (図 2)。これらの値は谷ら(2001) が測定した別寒辺川付近の中間と低層湿原表層土壌の値とほぼ一致した。高層

湿原での過去の観測から白色の火山灰層は 1739 年に噴出した樽前 a 火山灰(Ta-a)と考えられる (西村ら, 2000)。

トライベツ川付近の低層湿原に位置する測点 7 では表層 10 cm で有機炭素含量が高く、それ以深で急激に減少し、ほぼ 1.5~3.5% と大きな変動は示していない (図 3)。また、高層湿原への林道の入り口付近に存在する沼沢地の土壤試料では、5~11% であった (図 3)。別寒辺牛川流域の測点 5 では有機炭素含量が 2.7%~8.6% と湿原としてはそれほど高い値ではなかった。チライカリベツ川の流域の測点 6 の表層 50cm までは、14~34% と高い値であるが、それ以深では 100cm まで徐々に減少し、3~8% の範囲で変動していた (図 4)。また、より下流域に位置する測点 11 では、深さ 18~48cm 間の有機炭素含量は、火山灰が存在する 23~28cm を除くと 32~35% と一定であるが、深さ 48~58cm では 20~25%、63~113cm では 12~16%、113~116cm で 7.9%、粘土層の 116~123cm 間で 3.0~3.9% と鉛直的な変動を示した。

地表から 100cm の深さでの  $^{14}\text{C}$  年代は、別寒辺牛川の河岸の測点 5 の土壤で約 2300 年前、チライカリベツ川の測点 6 の有機物で 660yrB.P.、測点 7 の試料では 970yrB.P. と土壤を採取した地点により大きく異なった。これは有機物の蓄積速度の違いを反映している。

図 5 には別寒辺牛湿原土壤の炭素・窒素同位体比と有機炭素と全窒素の比 (C/N) をまとめた。測点 7 の土壤の炭素安定同位対比は -26.0~-28.6 の範囲、窒素同位対比は 1.0~2.6 で変動していた。測点 6 では、炭素安定同位対比は -27.5~-28.2‰ とほぼ一定の値を示した。一方、測点 5 の土壤は表層 0~60 cm と下層 100~150 cm で炭素・窒素安定同位対比が異なっていた。なお、測点 5 の 0~60 cm と測点 6, 7 のコア試料の炭素と窒素安定同位対比は他の湿原土壤 (剣淵、中池見湿原) の測定値とほぼ一致した (新井, 2002, Nakanishi, 2003)。

### 3. 2. 湿原周辺的环境変動

高層湿原の土壤試料は深さ 64cm までしか採取できなかったために、それほど古い時代までさかのぼることは出来ていない。測点 20-2 で観察された深さ 13.5~28.5cm の火山灰は、過去の高層湿原の観測結果 (五十嵐, 2000) から、Ta-a と考えられる。採取されたコアの深さ間隔では有機物含量の大きな変動は認められず、環境変動は小さいと考えられる。

別寒辺牛川流域に位置する測点 5 では、0~60cm と 100~150cm 間で有機物

含量、炭素・窒素安定同位対比、炭素と窒素のモル比が異なる（図5，6）。それぞれの深さの各パラメータの平均値と偏差は表1にまとめた。標準偏差を考慮すると、両者には明らかに有意の差が存在する。<sup>14</sup>C年代によると100～150cm間は2260yrB.P.～2531yrB.P.に相当している。測点5の河川の対岸において沢井、鹿島（1996）により行われた研究によると、この時期は海進が進行した時期に相当する。そのため、植生の変化が有機物含量とその質の違いとして安定同位対比に反映されたと考えられる。

チライカリベツ川流域の測点6では、炭素同位対比の平均値と偏差は $-27.7 \pm 0.3\%$ と大きな変動は認められず、ほぼ同じ環境であったことが示唆される。

測点7は高層湿原が存在する湿原域の低層湿原に分類され、トライベツ川に近い縁辺部に位置している。有機炭素含量は最近の0～10cmで15～22%と比較的高いが、それ以深では967yrB.P.まで1.5～5.1%と低い値を変動している。深さ30～40cmで有機炭素含量が3.5～5.1%と高い層を除くと炭素安定同位体比は $-27.2 \sim -28.6\%$ と測点5の上部や測点6とほぼ一致する値である。これらの結果より、この地域の植生はそれほど大きく変わらないものの、有機物が蓄積するような湿原の形態に移行したのは、少なくとも184yrB.P.以降（0-5cmが1955年でmodern、40-45cmは733yrB.P.の測定結果より、その期間内で有機物の蓄積速度が一定と仮定して算出）と考えられる。

#### 4. まとめ

本研究では、別寒辺牛湿原の高層湿原周辺域と別寒辺牛川下流域、チライカリベツ川中流域において柱状の土壌試料をピートコアラーで採取し、有機物含量とその炭素・窒素同位体比から過去の環境変遷を検討した。その結果、高層湿原周辺の低層湿原の拡大が現在より約230年前に起こったこと、また、現在から2580～2309年前の海進時に、海進の影響を受けたと考えられる別寒辺牛川流域の測点において、土壌の有機炭素含量が低く、炭素・窒素同位対比が約3%重くなったことから、植生の変化が生じたことが明らかとなった。

#### 謝辞

本調査において多くの便宜を行って頂いた厚岸町水鳥観察館専門官の渋谷辰

生氏をはじめとするスタッフの皆様に厚く感謝いたします。また、核燃料サイクル開発機構の岩月輝希氏には土壌有機物の  $^{14}\text{C}$  を測定して頂いた。渋谷辰生氏と北海道大学名誉教授の大場忠道先生には高層湿原の調査に同行していただいた。2004年の湿原域の調査では、北海道大学大学院地球環境科学研究科M1の山本恭史君、理学部地球科学科4年生の久米川雅志君、伊藤静香さん、中村洋平君に試料採取を手伝ってもらった。以上の方々に深く感謝いたします。

## 文 献

- 厚岸町教育委員会 (2001) 別寒辺牛湿原調査報告書
- 新井宏受 (2002) 北海道の剣淵盆地における土壌コア中の炭素・窒素同位対比の変動について, 北海道大学卒業論文, p.40.
- 五十嵐八枝子 (2002) 別寒辺牛湿原の植生史. 北海道の湿原(編者、辻井達一、橘ヒサ子), 北海道大学図書刊行会、p.43-50.
- Kumano, S., Ihira, M., Kuromi, M., Maeda, Y., Matsumoto, E., Nakamura, T., Matsushima, Y., Sato, H. (1990) Holocene sedimentary history of some coastal plains in Hokkaido, Japan. V. Sedimentary history of Kushu Lake and Akkeshi. *Ecological Res.*, 5, 277-289.
- Maeda, Y., Nakada, M., Matsumoto, E., Matsuda, I. (1992) Crustal tiling derived from Holocene sealevel observations along the east coast of Hokkaido in Japan and upper mantle rheology. *Geophys. Res. Lett.*, 19, 857-860.
- Nakanishi, T. (2003) Biogeochemical environments in the Japan Sea during the past 80000years as estimated by biomarkers and stable isotopes. Dr thesis, Hokkaido University, p.90.
- 西村裕一、宮地直道、吉田真理夫、村田泰輔、中川光弘 (2000) 北海道霧多布湿原の泥炭層中から発見された1843年の津波堆積物. *第四紀研究*, 39, 451-460.
- 太田陽子、海津正倫、松島義章 (1990) 日本における完新世相対的海面変化とそれに関する問題-1980・1988における研究の展望. *第四紀研究*, 29, 31-48.
- 大平明夫、海津正倫、浜出智 (2000) 風蓮湖周辺地域における完新世後半の湿

原形成, 第四紀研究, 33, 45-50.

Sawai, Y. (2001) Episodic emergence in the past 3000 years at the Akkeshi estuary, Hokkaido, Northern Japan. *Quat. Res.*, 56, 231-241.

沢井裕紀、鹿島薫 (1996) 珪藻遺骸群集からみた北海道厚岸地方における完新世後半の相対的海水準変動と古環境の復元. *化石*, 61, 21-31.

沢井裕紀、三塩和歌子 (1998) 北海道東部厚岸湿原における過去 3,000 年間の海進・海退. *第四紀研究*, 37, 1-12.

谷昌幸、近藤鍊三、筒木潔(2001) 泥炭土における鉄の形態および地下水面との関係. *日本土壤肥料学雑誌*, 72(2), 180-188.

Xu, S., Ito, S., Iwatsuki, T., Abe, M., Watanabe, M. (2000) A new AMS facility at the JNC Tono Geoscience Center, Japan. *Nucl. Inst. Methods Phys. Res. B*, 172, 18-23.

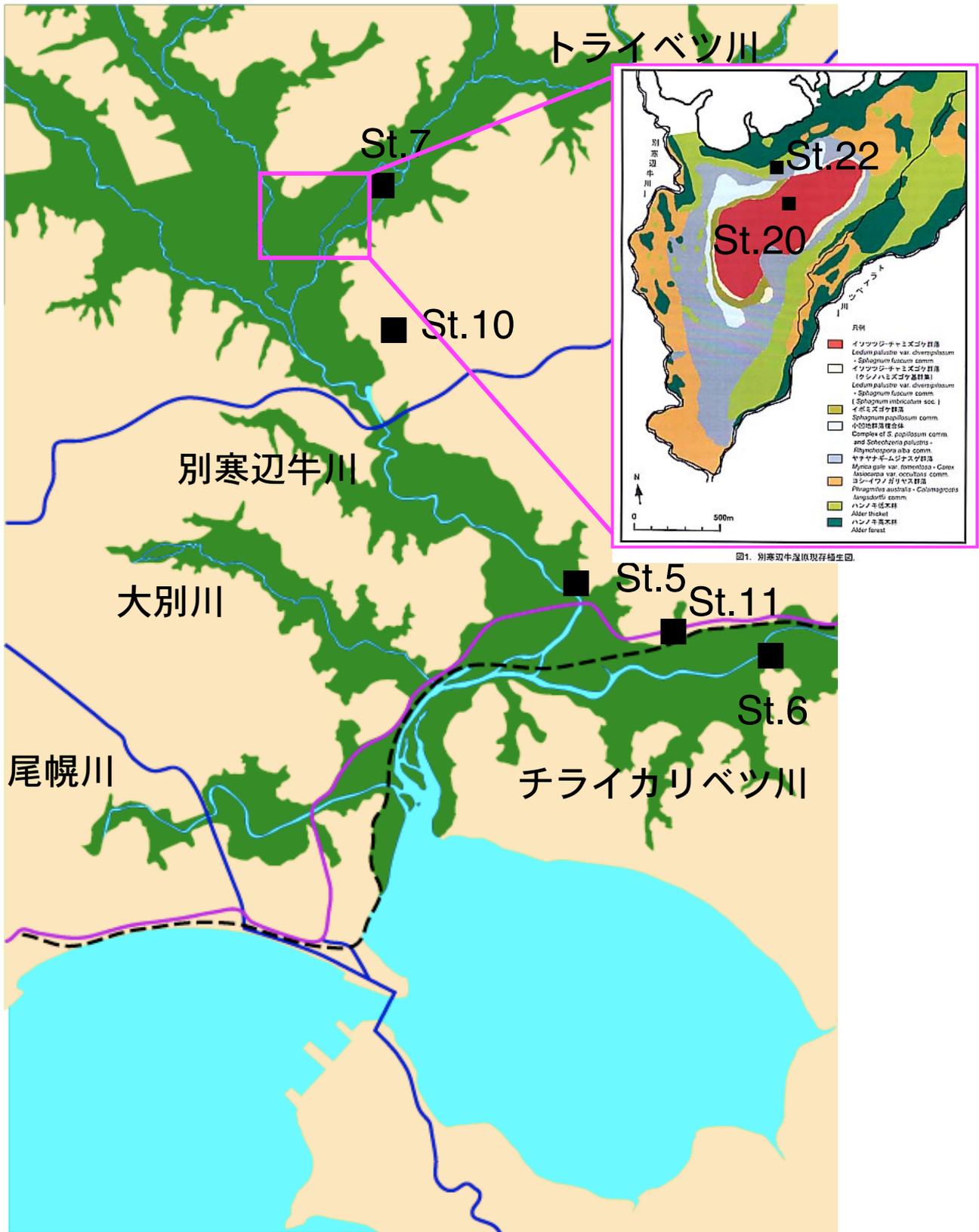


図1 土壌試料採取地点  
高層湿原付近の拡大図は佐藤ら (2001)より引用

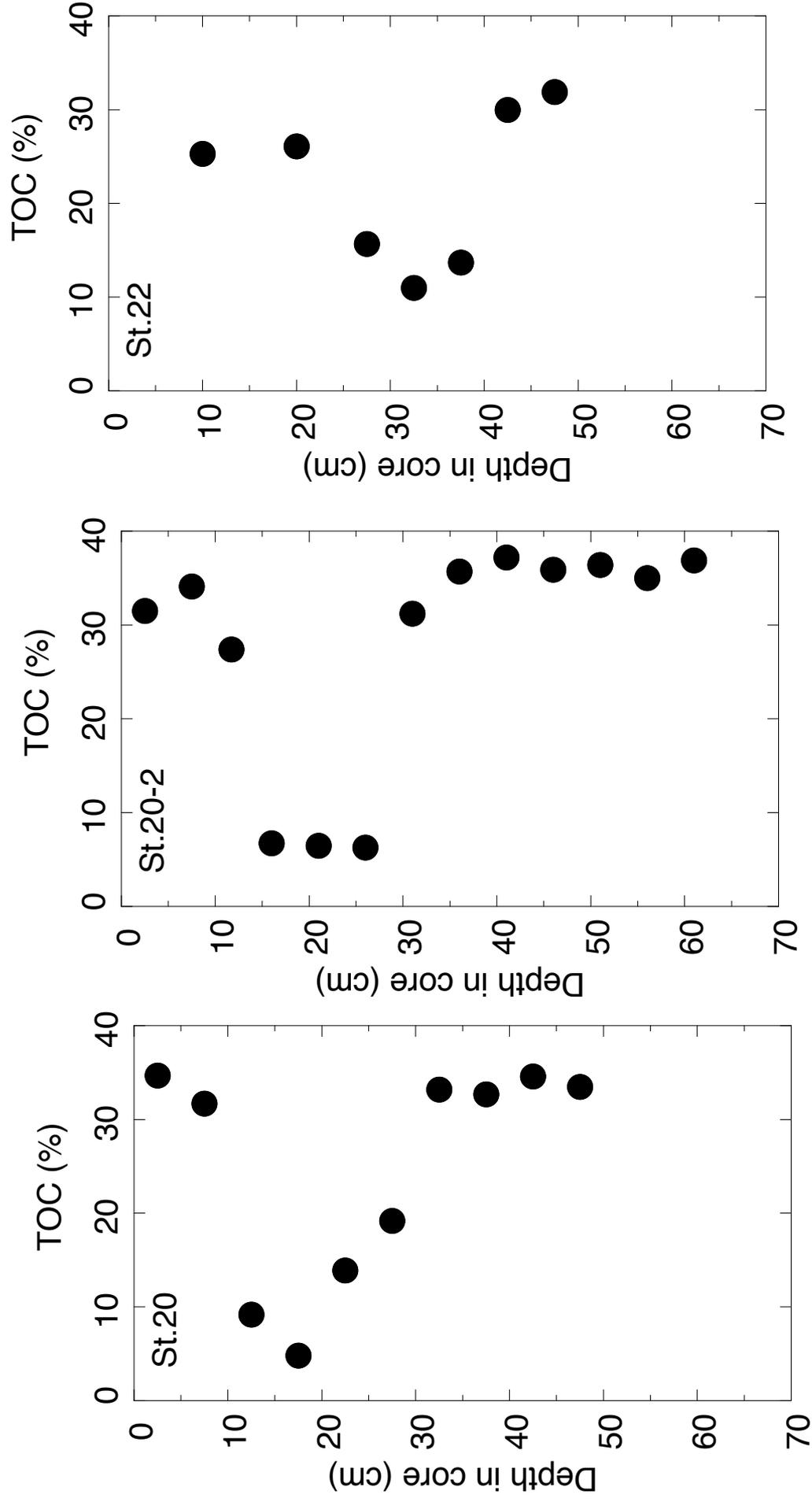


図2 高層湿原(St.20,St.20-2)と低層湿原(St.22)土壤の有機炭素含量

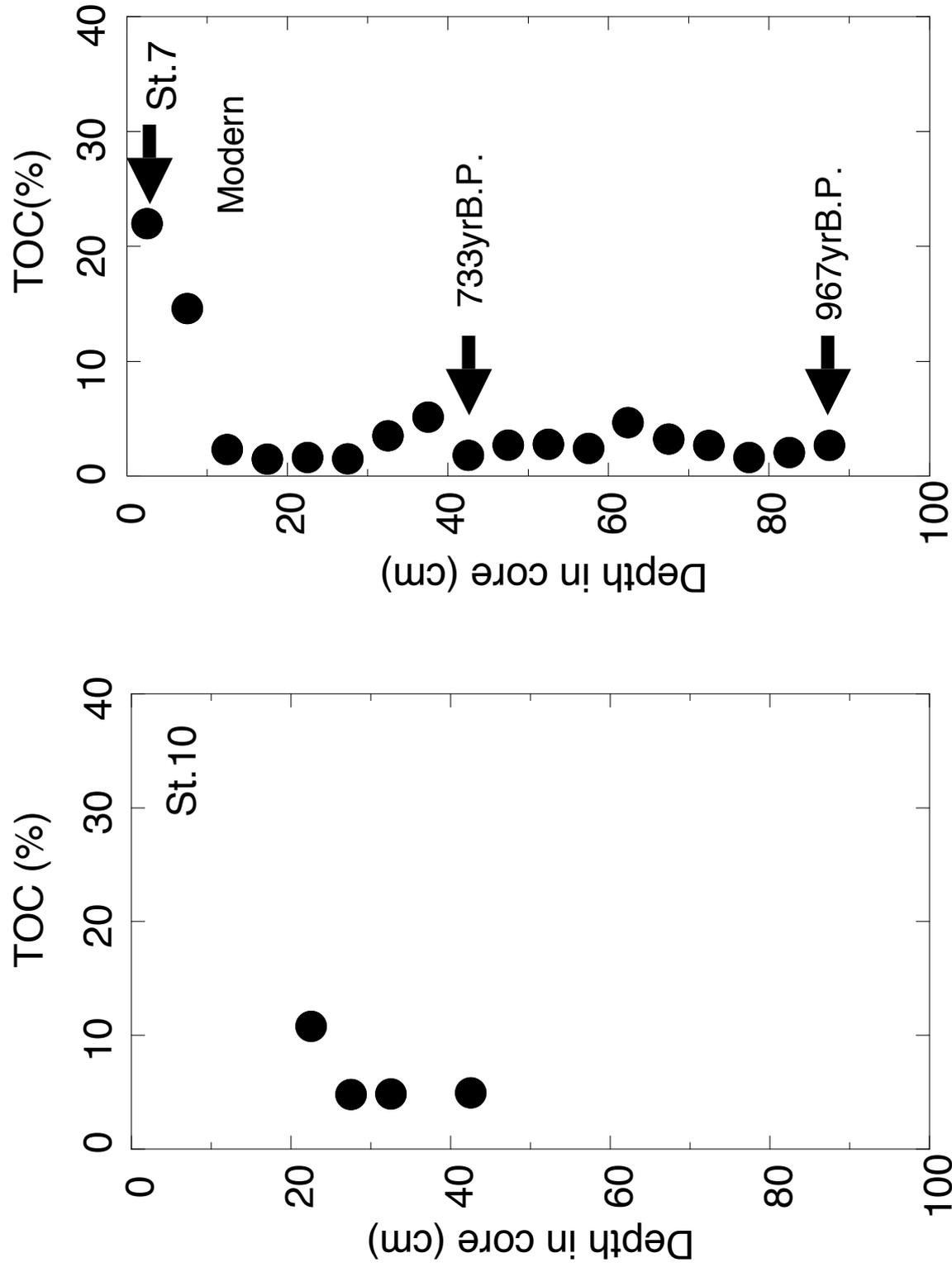


図3 沼沢地(St.10)と低層湿原(St.7)土壌の有機炭素含量

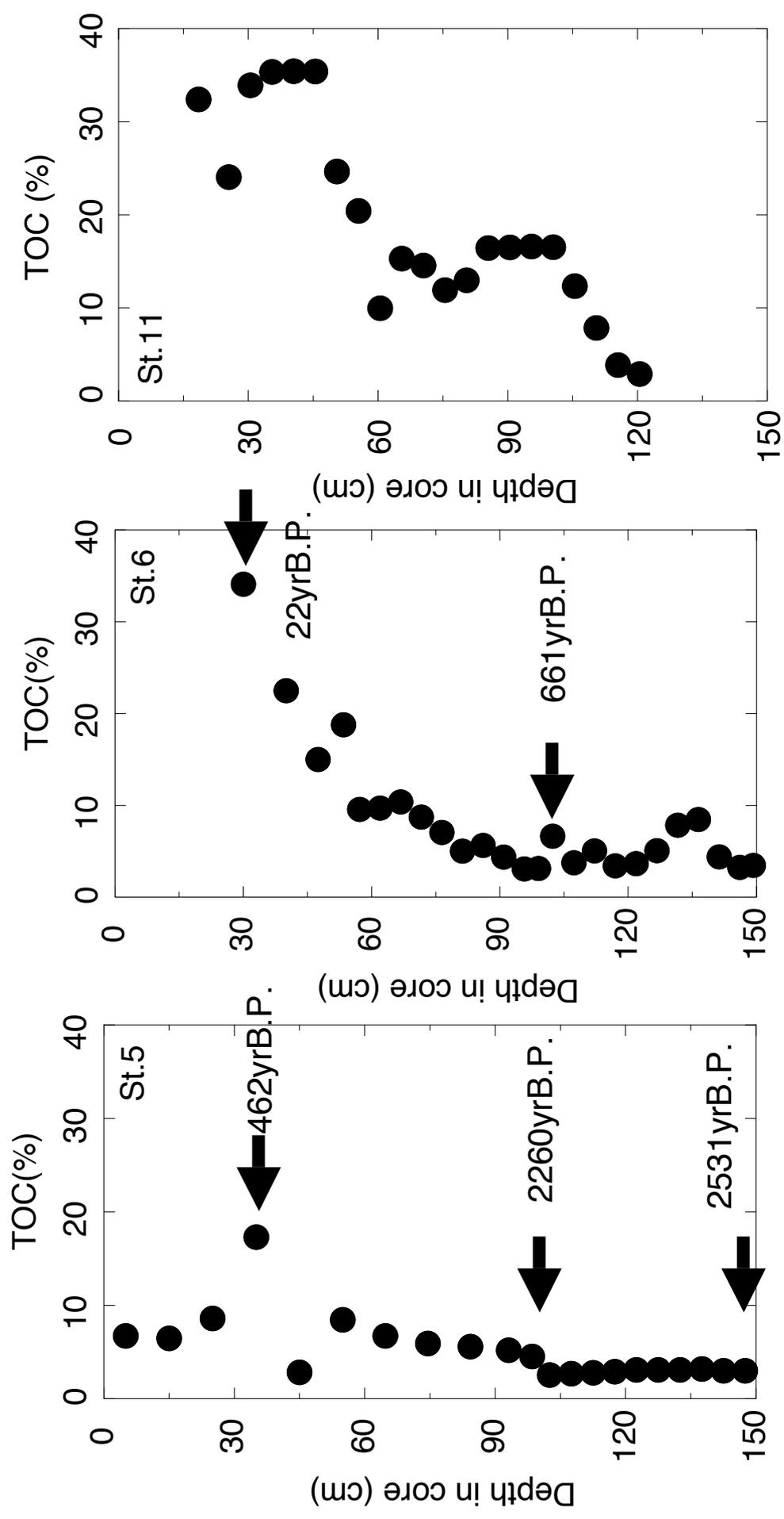


図4 別寒辺牛川流域(St.5)とチライカリベツ川流域低層湿原(St.6, St.11) 土壤の有機炭素含量

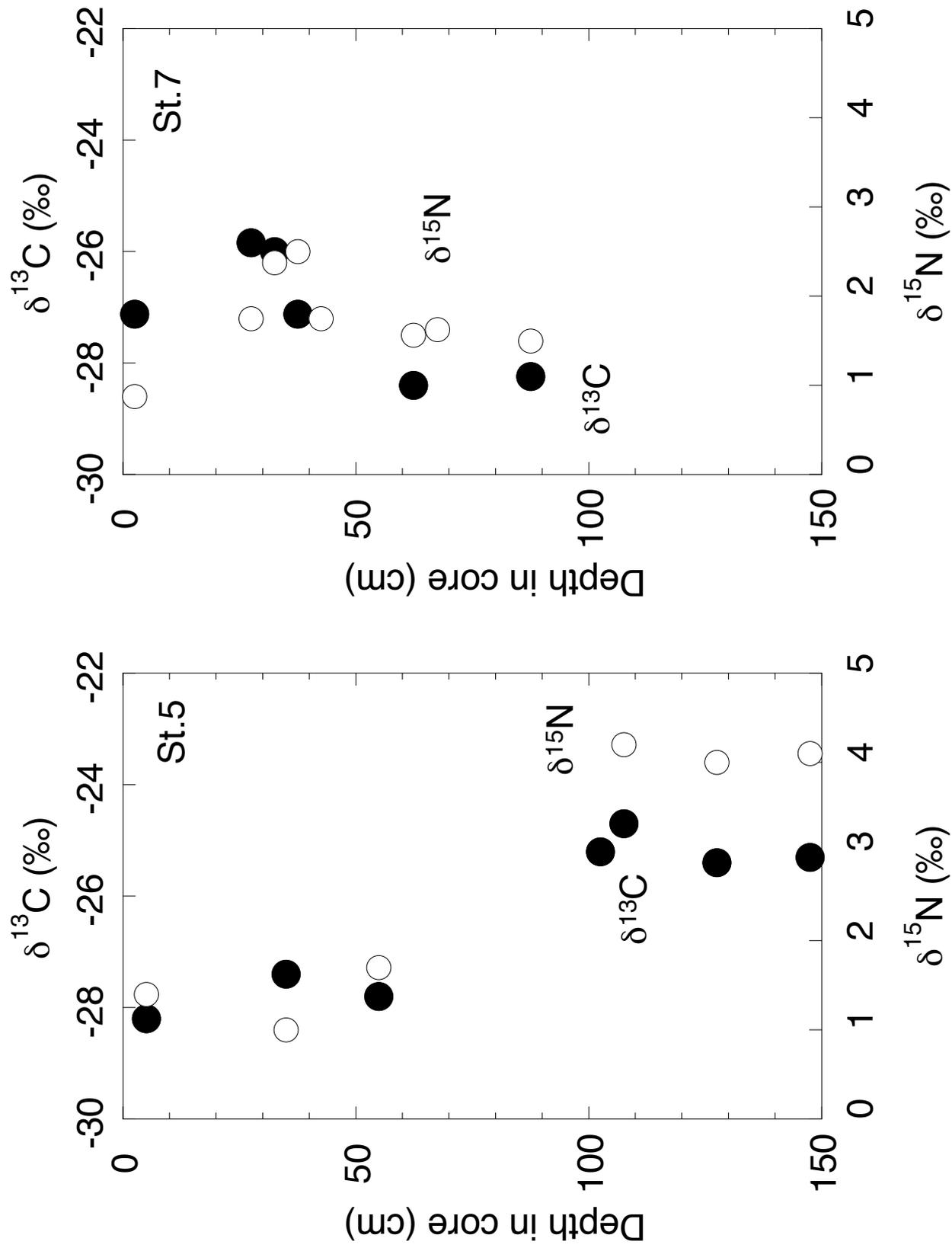


図5 低層湿原土壌の炭素・窒素同位対比の鉛直分布

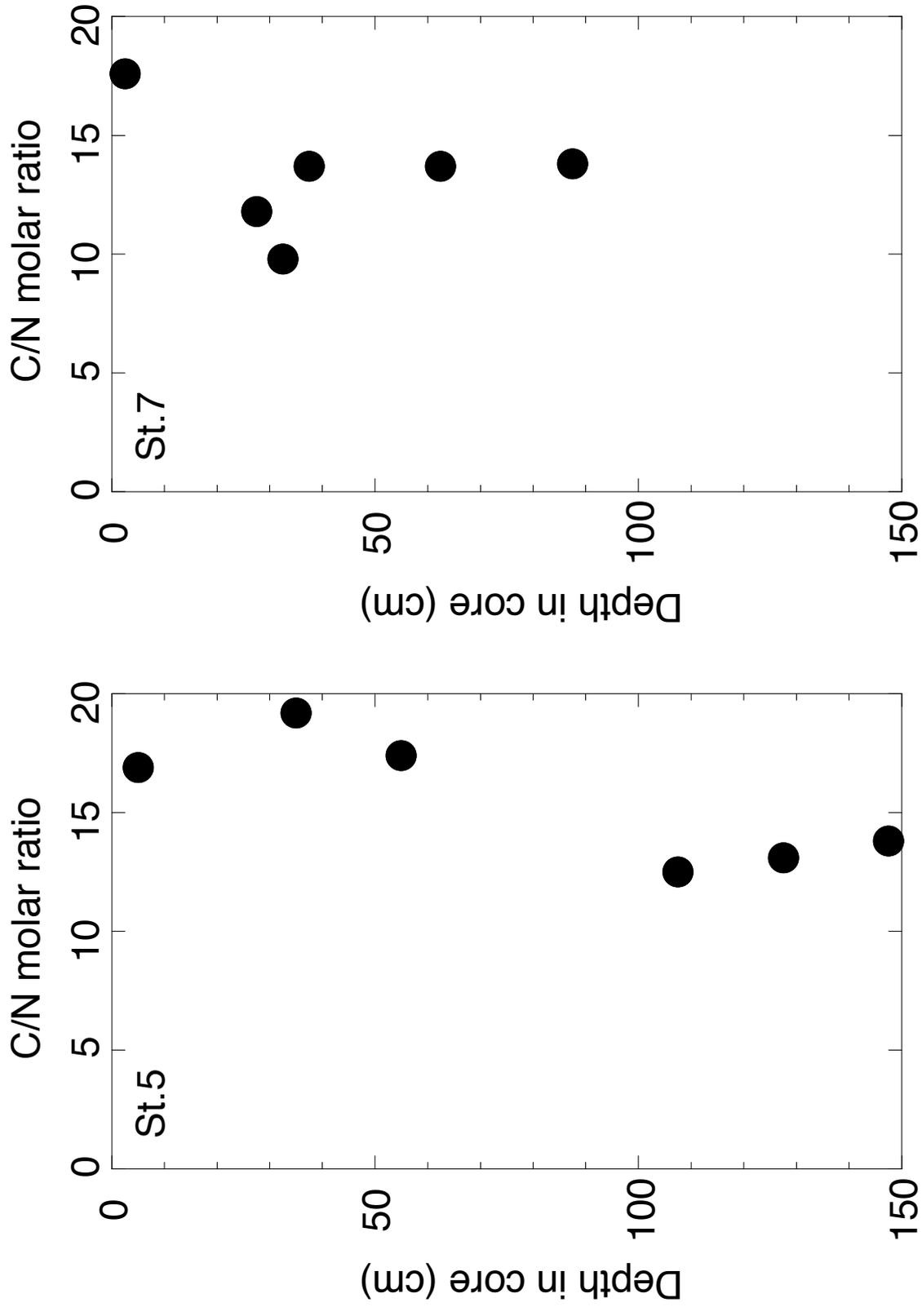


図6 低層湿原土壌のC/Nモル比の鉛直分布