

土壌層の持つ土地利用メモリーと地中水との相互作用の解明

著者	田瀬 則雄
著者別名	Tase Norio
発行年	2000
URL	http://hdl.handle.net/2241/444

8. 窒素および炭素の安定同位体比の鉛直分布

田瀬則雄（筑波大学・地球科学系）

岡田英樹（筑波大学・環境科学研究科）

米山忠克（農林水産省・農業研究センター）

8.1 はじめに

土壌の炭素や窒素の安定同位体は、植生や土地利用を反映した値を持つと考えられている(米山, 1987, 1994)。土壌炭素の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、一般的には $-22\sim-28\%$ で、 C_3 植物の $\delta^{13}\text{C}$ 値($-25\sim-30\%$)に近いものである。 C_4 植物の $\delta^{13}\text{C}$ 値は $-10\sim-12\%$ で、サバンナのかん木地域ではこの値に近い。トウモロコシやサトウキビなどの C_4 植物の導入は土壌炭素の $\delta^{13}\text{C}$ 値を大きく(重く)することが報告されている。

本研究では、金子台のC地点とD地点(図1-1および表2-2参照)で採取したボーリングコアの炭素および窒素の安定同位体比を測定し、その深度プロファイルを検討することにより、農業活動の影響が土壌中に現れているかを、土質や他の化学成分(6章)との関連から考察した。

対象としたC地点は茶畑で、手入れの行き届いた茶樹であった。栽培者の方が途中で亡くなられたため、施肥状況などの詳細は不明である。一方のD地点は700年前から神社で、杉林の間の笹藪である。農業活動は行われていないが、隣地の畑地に近いため若干の影響を受けている可能性があるかもしれない。

これらの地点は、層厚10m前後のローム層に覆われており、分析対象とした土壌も表土・耕作土を含めたロームである(図1-2参照)。下末吉面に相当する金子台のローム層は上層より立川ローム、武蔵野ローム、下末吉ロームとなっており、ローム層の下位は砂礫層となっている。ローム層間の境界は明瞭でないが、ボーリングデータ、関東ローム研究グループ(1986)、今回の土壌理化学性から、立川ロームと武蔵野ロームの境界は地表面下3m付近、武蔵野ロームと下末吉ロームの境界は5~6m付近にあるものと考えられる。

分析方法は2-2で簡単に述べたように、元素分析計同位体比質量分析計(EA/IRMS)により土壌中の総炭素・総窒素の含有量と炭素・窒素の安定同位体比 δ 値を測定した。

8.2 分析結果と考察

図8-1に茶畑と神社の全窒素、C/N、 $\delta^{15}\text{N}$ 値、 $\delta^{13}\text{C}$ 値の深度プロファイルを示した。また、図8-2に全窒素と全炭素の関係を示した。さらに図8-3に全窒素と $\delta^{15}\text{N}$ 値の関係、図8-4に全炭素と $\delta^{13}\text{C}$ 値の関係、そして図8-5に $\delta^{15}\text{N}$ 値と $\delta^{13}\text{C}$ 値の関係を、2.5mまでの表層とそれ以深の深層に区別して表現した。

図8-1には全炭素のプロファイルを示さなかったが、全窒素のプロファイルとほぼ同様のパターンである。図8-2の関係をみると炭素と窒素の関係はほぼ一定で、神社の方が炭素量は多いが、茶畑の方が窒素量は多いことがわかる。このことは茶畑のC/N比が全体に高いことからわかる。2.5m以深では窒素・炭素量とも微減傾向

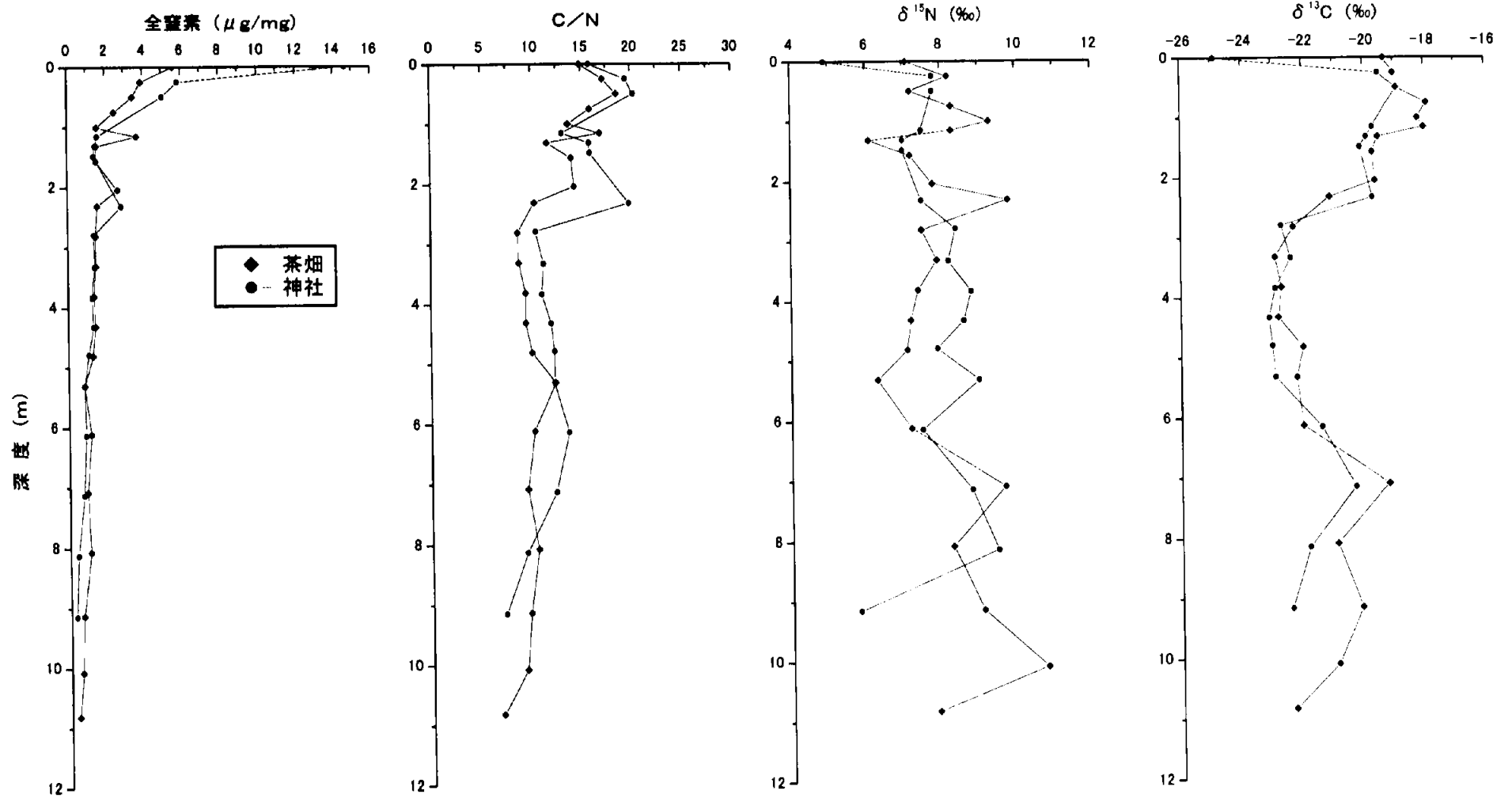


図8-1 C地点(茶畑)とD地点(神社)の全窒素、C/N、 $\delta^{15}\text{N}$ 値、 $\delta^{13}\text{C}$ 値の深度プロファイル

にあるが、C/N比はほぼ一定であることから定常的な状態にあると推測される。

$\delta^{15}\text{N}$ 値は、茶畑で6.1~10.8%、神社で4.9~9.5%と茶畑で若干高い値となっている。図8-1のプロファイルでは、変動があるものの両者とも下層へ上昇傾向にあり、両者に大きな違いはみられない。ただし、畑地では3~6mで低い傾向にある。平均的には、筑波の火山灰土の8%と同等である(米山、1987)。畑地では3mまで周期的な凹凸がみられるが、これが化学肥料と堆肥の施用に対応している可能性はあるが、現段階では断定できない。硫安系の化学肥料の $\delta^{15}\text{N}$ 値は0%前後で、堆肥は10%以上の値を一般に示す(田瀬、1996)。なお、堆肥を施用している日本の畑地の土壌の $\delta^{15}\text{N}$ 値は6.3~12.5%との報告がある(米山、1987)。ただし、神社の表層の値も、茶畑に比べると若干低いものの、この範囲に入るの、検討が必要である。図8-3から窒素量と $\delta^{15}\text{N}$ 値の関係をみると、表層付近で茶畑は両方の変動大きい、神社では窒素量の変動に対して $\delta^{15}\text{N}$ 値はほぼ一定である。深層では窒素量が減少するとともに $\delta^{15}\text{N}$ 値が上昇する傾向がみられ、脱窒の影響が伺える。

なお、宮沢(1997)と小川ほか(1998)による金子台における地下水中の $\delta^{15}\text{N}$ 値は、4.0~10.9%であり、ほぼ同様の範囲に入るのは興味深い(表4-1参照)。

$\delta^{13}\text{C}$ 値は、茶畑と神社は若干の差異はあるものの同じプロファイルを示している。神社では表層で非常に軽い値を示しているが、2mまでは-18~-20%で、茶畑で重めである。 $\delta^{13}\text{C}$ 値のプロファイルで特徴的なことは、3~6mの間で、-22~-23%と軽くなっている点である。これは C_3 植物起源の有機物の残査が集積していると考えられるが、上下層との関係が問題となる。神社の地表付近は明らかに C_3 植物(-25~-30%)の影響を受け、軽い値になっているが、2m過ぎまで20%程度でかなり重くなっている。サンプリング地点は杉林の間の笹藪(刈り取り)であり、これらはやはり C_3 植物で、重い同位体に富んだ C_4 植物(-10~-12%)ではない。茶畑についても同様の傾向であるが、神社よりも重くなっている。これはトウモロコシなど C_4 植物を飼料とする家畜の堆肥を使用している影響が出ている可能性がある。炭素量と $\delta^{13}\text{C}$ 値の関

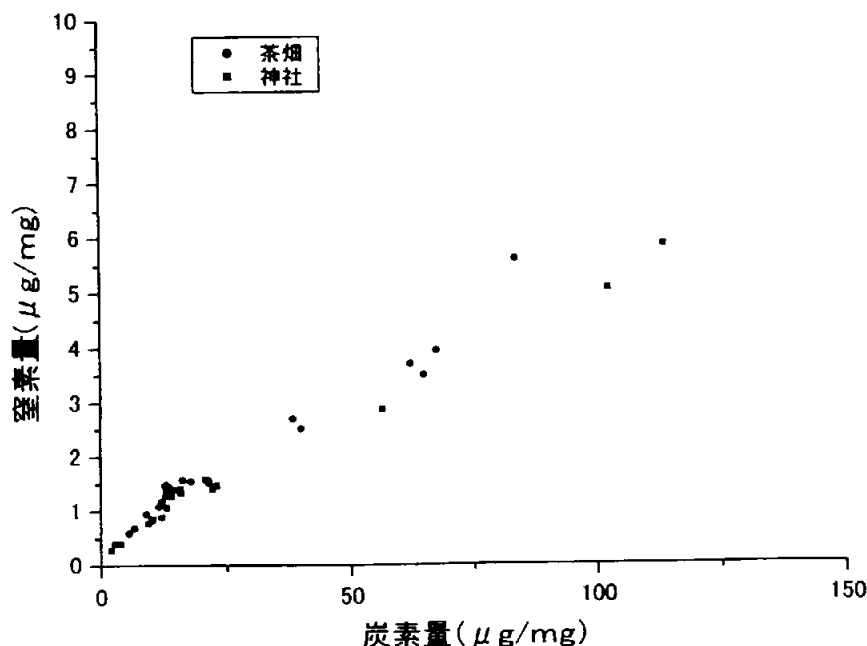


図8-2 全窒素と全炭素の関係

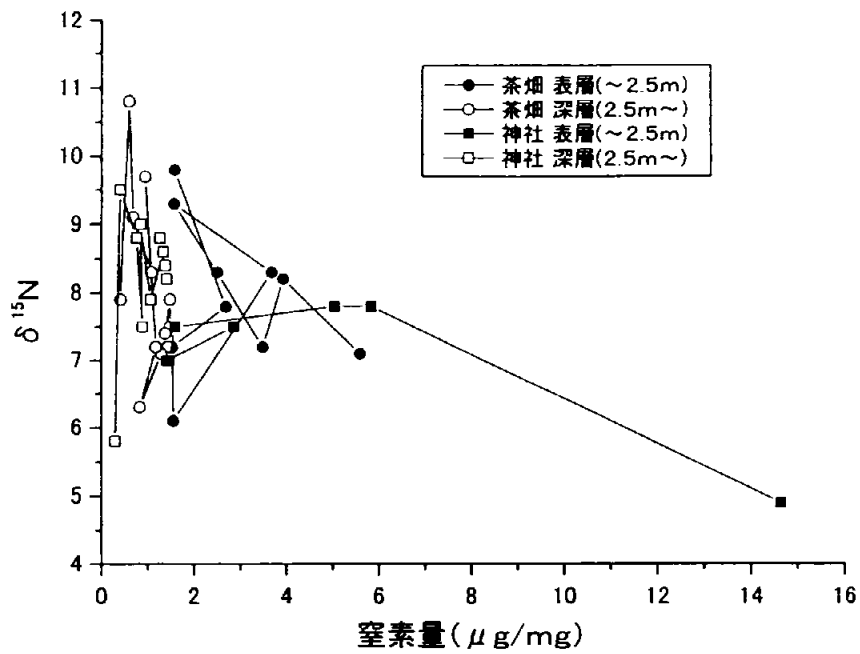


図8-3 全窒素と $\delta^{15}\text{N}$ 値の関係

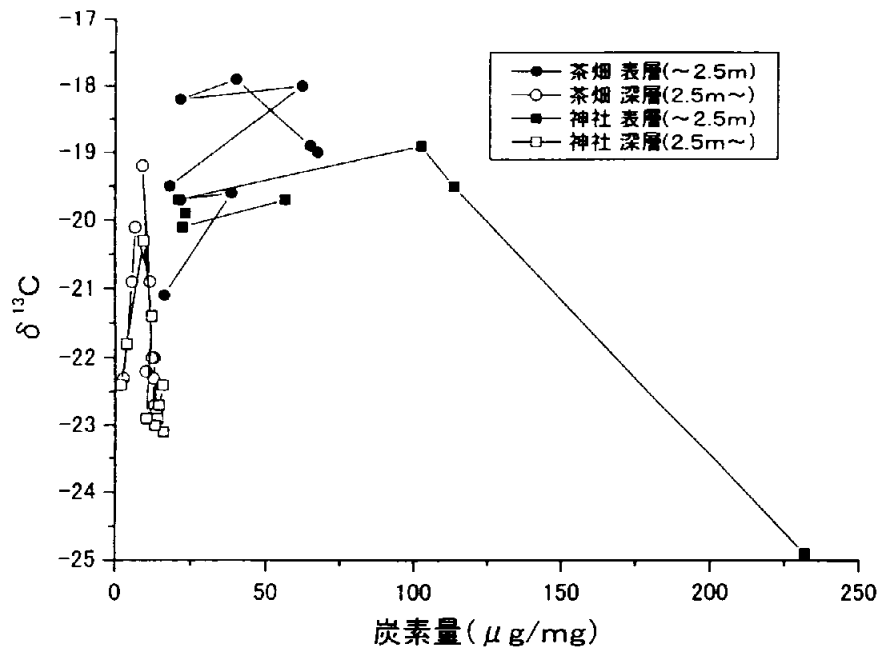


図8-4 全炭素と $\delta^{13}\text{C}$ 値の関係

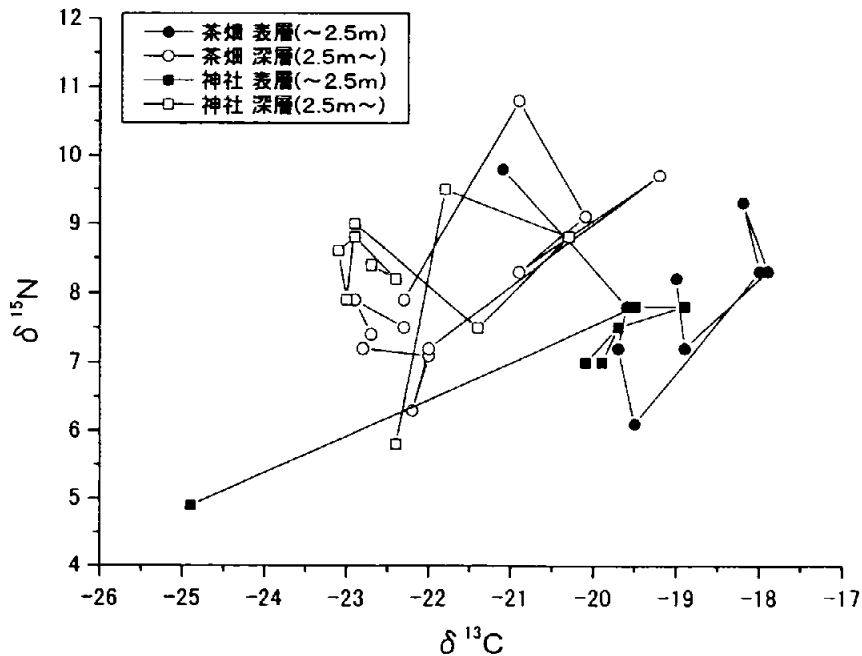


図8-5 $\delta^{15}\text{N}$ 値と $\delta^{13}\text{C}$ 値の関係

係は、窒素の場合と類似している。表層では、茶畑で変動が大きく、神社では $\delta^{13}\text{C}$ 値が安定している。ただし、表面のサンプルには有機物が混入していたと考えられ値を示している。下層については、茶畑と神社で同様なパターンを示す。見方を変えると、 $\delta^{13}\text{C}$ 値のプロファイルについては、立川、武蔵野、下末吉の3つの関東ローム層に対応した分布ともみることができる。万年というオーダで炭素が保持されているとは考えにくいので、土質との関係については今後の検討が必要かと考えられる。

総合的に茶畑と神社を比較すると、炭素についてはほぼ同様な傾向を示していると考えられるが、窒素については差があるとみることができ、農業活動の影響がいて考えられる。しかし、 δ 値の大小、変動などがどのように対応しているかについては、今後検討して行きたい。とくに、これまで、10mもの深度について、土壌の同位体比を測定した研究がなく、窒素、炭素の量と同位体の関係を解析するには、もう少し事例の蓄積が必要と考えられる。

引用文献

- 小川祐美・田瀬則雄・檜山哲哉・嶋田 純(1998)：埼玉県金子台付近における不圧地下水の硝酸性窒素の起源に関する一考察．日本水文科学会誌，28(4)，125-134。
- 関東ローム研究グループ(1986)：関東ローム その起原と性状．築地書館。
- 田瀬則雄(1996)：地下水中の硝酸性窒素濃度と窒素安定同位体比—汚染源の同定は可能か—．水，38，70-78。
- 宮沢直樹(1997)：埼玉県入間市付近における不圧地下水の水質特性について．平成8年度筑波大学環境科学研究科修士論文。
- 米山忠克(1987)：土壌-植物系における炭素，窒素，酸素，水素，イオウの安定同位体自然存在比：変異，意味，利用．日本土壌肥料学雑誌 58(2)，252-268。
- 米山忠克(1994)：土壌-植物系における炭素，窒素，酸素，水素，イオウの安定同位体自然存在比：1987年以降の研究の進歩．日本土壌肥料学雑誌 65(5)，585-598。