

8-9 深層土壌は地球上の炭素の循環に関与している —核実験由来の放射性炭素の半世紀にわたる追跡による炭素循環の解明—

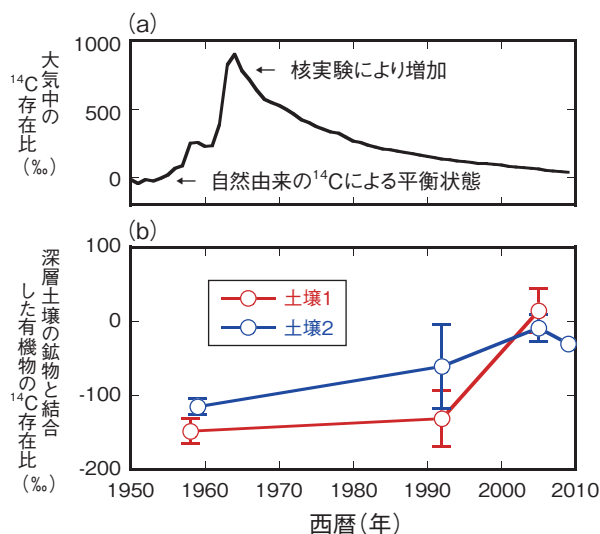


図 8-23 大気と深層土壌の ^{14}C 存在比の変化

縦軸の ^{14}C 存在比は、1950 年の大気の ^{14}C 存在比との差を千分率で表しています。(a) 大気の ^{14}C 存在比は核実験によって 1960 年代前半に急激に増加し、その後減少しています。(b) 一方、深層土壌 (20 ~ 60 cm) の鉱物と結合した有機物の ^{14}C 存在比は負の値を示し、平均して土壌に長く留まっていることを反映しています。しかし、1992 年以降に、核実験由来の ^{14}C の混入による存在比の増加が見られました。

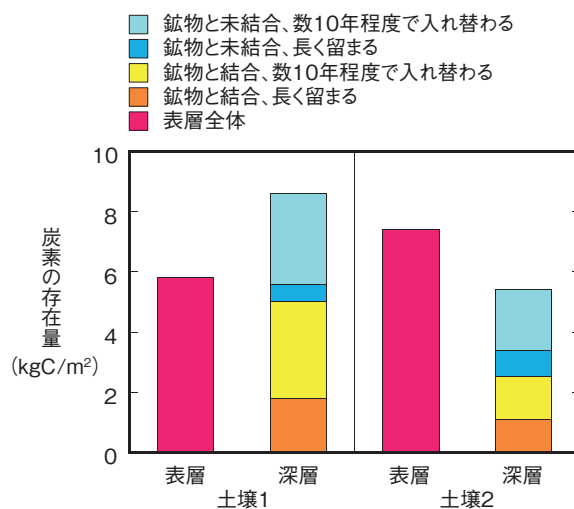


図 8-24 深層土壌における入れ替わり速度別の炭素の存在量

深層土壌には、表層土壌(表面から 20 cm まで)に匹敵する量の炭素が蓄積していました。深層土壌の炭素は、約半分が鉱物と結合していない状態で存在し、そのうち約 7 割以上の炭素が数 10 年程度で入れ替わっていると見積もられました。鉱物に結合している有機物の中にも、数 10 年程度で入れ替わる炭素が見いだされ、入れ替わりの速い炭素の総量は 1 m^2 当たり約 3 ~ 6 kg にも達すると推定されました。

土壌は大量の炭素を有機物として蓄えており、大気や植物と絶えず炭素を交換することで、地球上での炭素の循環に重要な役割を果たしています。近年、土壌炭素の多くが表層土壌 (表面から 20 cm まで) よりも深い深層土壌 (20 ~ 60 cm) に蓄えられていることが分かってきました。しかし、深層土壌の炭素は平均の年代が数 100 年から数 1000 年前と古いことから、鉱物との結合などによって安定な状態で存在していると考えられ、大気との炭素の交換への寄与という観点では注目されてきませんでした。

私たちは、放射性炭素 (^{14}C) を利用して、深層土壌の炭素の動きの解明を試みました。 ^{14}C には、宇宙線により大気圏で常に作られているもの (自然由来) と、主に 1960 年代前半に行われた核実験によって作られたもの (核実験由来) があります (図 8-23(a))。大気中の ^{14}C は、普通の炭素と同じように、光合成によって植物に有機物として固定され、土壌へと入ります。この有機物が土壌の中で留まっている時間が長いと、 ^{14}C の存在比は 5730 年の半減期で減っていきます。一方、核実験由来の ^{14}C を含んだ有機物が付加された場合は ^{14}C の存在比が増加します。したがって、もし深層土壌に数 10 年程

度で比較的速く大気と交換している炭素が相当量存在するならば、核実験由来の ^{14}C の混入によって、1960 年以降に深層土壌で炭素の ^{14}C 存在比が増加し、その変化を調べることで炭素交換量を推定できると考えました。

米国カリフォルニア州の二つの森林で 1958 ~ 2009 年の期間に数回、同じ場所で採取された深層土壌試料の ^{14}C を分析しました。鉱物と結合した有機物で ^{14}C 存在比の増加が見られ、その増加が大気中での増加よりも 20 年以上遅れて現れていることが分かりました (図 8-23(b))。また、モデル解析の結果、この有機物に含まれる炭素の約 4 ~ 7 割が数 10 年で入れ替わっていると推定されました。さらに、鉱物と未結合の有機物や、2009 年の土壌から放出された CO_2 にも、核実験由来の ^{14}C の混入が確認されました。

この結果から、土壌の深層には大気と交換している多くの炭素が存在していること (図 8-24)、この交換プロセスは環境の変化に対して 20 年以上遅れて応答していることが明らかになりました。

本成果は、地球炭素循環の理解や環境変化の予測精度の向上につながることが期待されます。

●参考文献

Koarashi, J. et al., Dynamics of Decadally Cycling Carbon in Subsurface Soils, Journal of Geophysical Research, vol.117, issue G3, 2012, p.G03033-1-G03033-13.