

温度、水分、および炭素含量が森林黒ボク土の二酸化炭素放出に及ぼす影響 Effect of temperature, moisture and carbon content on carbon mineralization of Japanese forest andosols.

○吉田泰輔* 井本博美* 関勝寿** 西村拓* 宮崎毅*
Taisuke Yoshida*, Hiromi Imoto*, Katsutoshi Seki**, Taku Nishimura* and Tsuyoshi Miyazaki*

1. はじめに

近年問題となっている地球温暖化は、地球の平均気温の上昇のみならず降雨パターンの変化を引き起こす。土壌温度の上昇は土壌から大気中への二酸化炭素放出を促進し、土壌水分量の変化も土壌からの二酸化炭素放出に影響を与えることが知られている (Howard and Howard, 1993)。追加的に放出される二酸化炭素は、その温室効果によって、地球温暖化を促進する可能性がある。したがって、地球温暖化を正確に予測するためには、土壌温度や土壌水分量が土壌からの二酸化炭素放出に与える影響を定量的に把握する必要がある。

日本の森林黒ボク土は炭素含有率が高く、二酸化炭素放出速度が大きいことが予想される。そこで本研究では、以下を目的として室内培養実験を行った。(1)日本の森林黒ボク土において温度・水分が土壌からの二酸化炭素放出に与える影響の定量的把握。(2)土壌の層位の違いが土壌からの二酸化炭素放出に与える影響の検討。

2. 実験

(1)試料 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林田無試験地の森林黒ボク土を用いた。試料採取地には3 cmのリター層が観測されたため、それを取り除いた表層を深さ0 cmと定義し、表層から深さ0-5、5-10、10-15、25-30、65-70 cmの層を試料とした。

(2)方法 室内培養実験を行うに当たって、各層位の試料の水分量を Water Holding Capacity(WHC)30、50、70%に調整した。WHCは、最大容水時の含水比に対する試料含水比の割合である。最大容水量は、試料を約24時間飽和させた後、4-10時間排水させた時の含水比とした。容積約500 mlの培養びんに所定の水分量の試料を乾土重10 g分入れ、フタを閉め密閉状態とした。それぞれの培養びんを、所定の温度(4、10、20、30、40℃)に調節した恒温チャンバーで5日間培養した。培養開始後2、

3、4、5日目に各培養びん内の二酸化炭素濃度をガスクロマトグラフ(GC-14A, SHIMADZU)で分析・測定し、濃度変化量から二酸化炭素放出速度を算出した。

各層位の試料において、CN コーダー(NC-90A, SHIMADZU)で全炭素量を、希釈平板法で微生物数を測定した。

(3)Q₁₀ 値の導出 温度が二酸化炭素放出速度に与える影響を分析するために、Q₁₀ 値を算出した。Q₁₀ 値は、温度が10℃上昇した時に二酸化炭素放出速度が何倍になるかを示す指標である。まず、温度と二酸化炭素放出速度の関係を指数関数 $r_{\min} = r_0 \exp(\beta T)$ で近似した。ここで、 r_{\min} は二酸化炭素放出速度($\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ dry mass day}^{-1}$)、 T は温度(℃)、 r_0 、 β はフィッティングパラメーターである。Q₁₀ 値は次式で求めた。 $Q_{10} = \exp(10\beta)$

3. 結果と考察

(1)温度が土壌からの二酸化炭素放出に与える影響 深さ0-5、5-10 cmの試料における温度と二酸化炭素放出速度の関係を図1に示す。凡例は試料の層位と WHC の値を示している。図から、二酸化炭素放出速度が温度上昇に伴って指数関数的に増大していることが分かる。

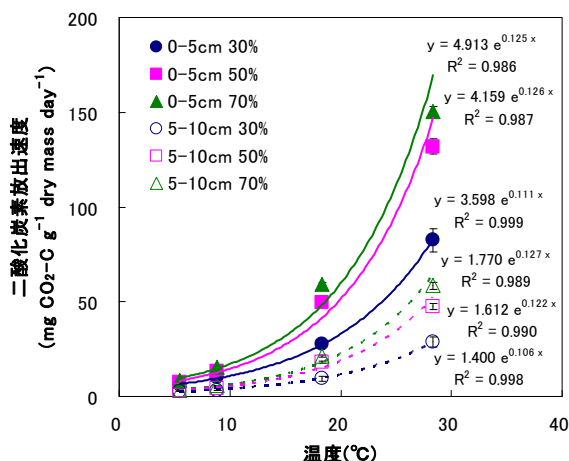


図1 温度と二酸化炭素放出速度の関係 (深さ0-5、5-10 cmの試料)

(2) 土壌水分が土壌からの二酸化炭素放出に与える影響 深さ 0-5 cm の試料における WHC(土壌水分量)と二酸化炭素放出速度の関係を図 2 に示す。図中の数字は培養温度を示している。4、10℃では二酸化炭素放出速度は土壌水分にあまり影響を受けないのに対して、20、30、40℃では土壌水分の増加とともに二酸化炭素放出速度は増大した。その傾向は、特に低水分領域において顕著であった。

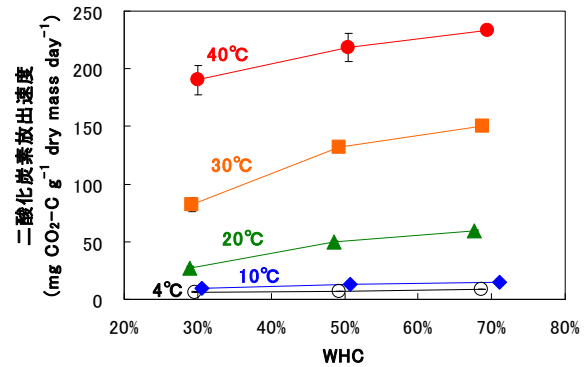


図 2 WHCと二酸化炭素放出速度の関係 (深さ 0-5 cm の試料)

(3) 試料の層位の違いが土壌からの二酸化炭素放出に与える影響 各層位の試料における二酸化炭素放出速度(培養温度 20℃、WHC50%)、全炭素量および微生物数を図 3 に示す。いずれの値も、より表層に近いほど大きいことが分かる。次に、図 3 のデータを用いて、全炭素量および微生物数と二酸化炭素放出速度の関係を検討した(図 4)。その結果、炭素含量と二酸化炭素放出速度には指数関数的関係が見られ、微生物数と二酸化炭素放出速度には線形関係が見られた。

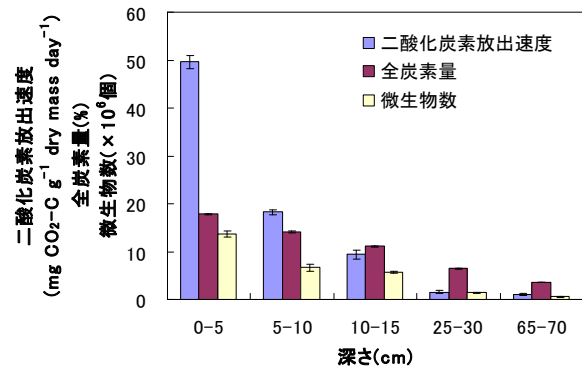


図 3 各層位の試料における二酸化炭素放出速度、全炭素量および微生物数

(4) Q_{10} 値の導出 図 1 のように温度と二酸化炭素放出速度の関係を指数近似した結果、決定係数は 0.977 から 0.999 の範囲となった。近似によって得られた指数関数を用いて算出した Q_{10} 値を表 1 に示す。 Q_{10} 値は、2.76 から 3.52 の範囲で、平均値は 3.23 となった。

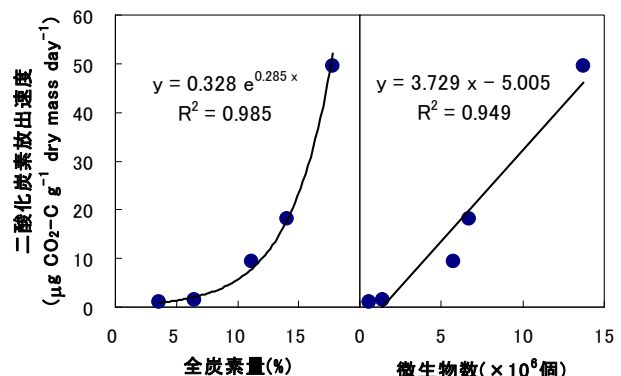


図 4 全炭素量および微生物数と二酸化炭素放出速度の関係

Hashimoto(2005)は、日本国内の森林土壌における Q_{10} 値をまとめ、その範囲を 1.30 から 3.45、平均値を 2.18 と報告している。本研究によって得られた Q_{10} 値が、比較的高い値であることが分かる。また、 Q_{10} 値は、試料の水分量の増加に伴って増大し、試料の層位が表層に近いほど増大する傾向があった。

4. おわりに

本研究により以下のことが分かった。(1) 土壌からの二酸化炭素放出速度は温度上昇に伴って指数関数的に増大した。(2) 土壌からの二酸化炭素放出速度は土壌水分の増加に伴って増大する傾向があった。(3) 土壌からの二酸化炭素放出速度は、表層に近いほど大きかった。(4) 二酸化炭素放出速度は、全炭素量と指数関数的関係にあり、微生物数と線形関係にあった。(5) 田無試験地の森林黒ボク土における Q_{10} 値は 2.76 から 3.52 の範囲で平均値は 3.23 となり、日本国内の他の森林土壌における Q_{10} 値と比較して大きかった。

表 1 各層位、各水分条件における Q_{10} 値

		土壌水分量		
		WHC30%	WHC50%	WHC70%
試料の層位	0-5 cm	3.03	3.52	3.48
	5-10 cm	2.89	3.40	3.55
	10-15 cm	2.76	3.23	3.24

[参考文献] Howard D.M., Howard P. J. A. (1993) Relationships between CO_2 evolution, moisture content and temperature for a range of soil types. Soil Biol. Biochem., 25, 1537-1546.
Hashimoto S. (2005) Q_{10} values of soil respiration in Japanese forests. J. For. Res., 10, 409-413.