

降雨および土壌水分変動が土壌呼吸の温度特性におよぼす影響

Effects of rainfall and soil moisture fluctuation on the relationship between soil respiration and temperature

阪田匡司*¹・野口享太郎*¹・平井敬三*¹Tadashi SAKATA*¹, Kyotaro NOGUCHI*¹ and Keizo HIRAI*¹

* 1 森林総合研究所

Forestry and Forest Products Research Institute

要旨：降雨や土壌水分の変動が土壌呼吸の Q_{10} 値におよぼす影響を明らかにするために、茨城県かすみがうら市に位置する 40 年生スギ人工林において、降雨遮断処理をおこない、降雨前後の土壌呼吸測定をおこなった。無降雨期間中の土壌水分の低下に伴い土壌呼吸は低下したが、鉍質土層からの CO_2 放出の低下は明瞭でなかったことから、乾燥に伴う A_0 層からの CO_2 放出の低下によるものであると考えられた。降雨前および降雨後の土壌呼吸の Q_{10} 値は対照区では違いはなく、降雨遮断区では上昇し、 A_0 層を除去した場合には対照区・遮断区ともに変化しなかったことから、乾燥による A_0 層の分解抑制が土壌呼吸の Q_{10} 値の変動に強く関与していることが考えられた。

キーワード： Q_{10} ・乾燥処理・ A_0 層・鉍質土層・有機物分解

I はじめに

土壌呼吸は根呼吸や微生物分解呼吸によって土壌中で生成される CO_2 が大気中に放出される現象のことで、陸域生態系の炭素循環において、光合成に次いで大きな炭素フローである (IPCC (1))。そのため、大気中の CO_2 循環や森林生態系の炭素動態を予測するためには、土壌呼吸の変動要因をすることは明らかにする必要がある。土壌呼吸はさまざまな環境要因に応答し、特に温度と水分との関係が重要であることが知られている (Luo and Zhou (3))。近年の気候変動による気温や降水パターンの変動に伴って、温度上昇のみならず、地域によっては過湿や乾燥の極端化が危惧されている (IPCC (1))。そのため、土壌呼吸の将来予測のためには温度と水分の変動が土壌呼吸におよぼす影響をより正確に評価することが重要である。

土壌呼吸は温度に強く依存し、指数回帰による Q_{10} モデル式がよく用いられる (Luo and Zhou (3))。

$$R_s = a \times Q_{10}^{(T/10)}$$

ここで、 R_s は土壌呼吸 ($gCm^{-2}d^{-1}$)、 T は温度 ($^{\circ}C$)、 a および Q_{10} はパラメータを表す。また、土壌水分にも影響をうけ、乾燥や過湿条件で土壌呼吸が低下する制限モデルが報告されている (Luo and Zhou (3))。しかし、温度依存性のパラメータである Q_{10} 値と土壌水分は独立で扱われることが多く、 Q_{10} 値に土壌水分がどのように影

響するかは明らかになっていない。そこで、本研究では土壌呼吸の Q_{10} 値に対する土壌水分の影響を評価するために、水分条件以外を同一条件にした降雨遮断処理区と無処理区を設けて土壌呼吸観測をおこない、降雨および土壌水分の変動による土壌呼吸の Q_{10} 値の変動解析をおこなった。

II 方法

1. 調査地 本研究は茨城県かすみがうら市に位置する (研) 森林総合研究所千代田苗畑構内にあるスギ人工林でおこなった。林齢は 40 年生で下層植生のほとんどなく、地形はほぼ平坦、土壌型は適潤性褐色森林土または適潤性淡黒色土である。その他、調査地詳細については Konopka *et al.* (2) を参照されたい。

2. 調査項目 2016 年 7 月 24 日より土壌呼吸の連続観測を開始した。対照区および降雨遮断区にそれぞれ 4 基の自動開閉チャンバーを設置し、そのうち、それぞれの処理区で A_0 層を除去したチャンバーを 1 基ずつ設けた。降雨遮断区は 8 月 15 日より 2.7×5.4m のビニールシートを高さ 1~1.5m に樹幹の間に張り、降雨遮断を開始した。土壌呼吸の測定間隔は 1 時間おきにおこない、6 分間チャンバーが閉じたときの CO_2 濃度上昇速度から土壌呼吸を算出した。その他、林内の気温および深さ 5 cm の地温、深さ 20cm の土壌含水率を 10 分間隔で連続測

定した。

III 結果と考察

全ての処理区で土壤呼吸は概ね地温の変動に追従するように変動していた(図-1)。無降雨期間終盤の8月中旬頃のA₀層を除去していない土壤呼吸は、A₀層を除去したチャンバーの土壤呼吸とほぼ同水準まで低下していたことから、A₀層からのCO₂放出がほとんどなかったと考えられた。このことから、鉍質土層よりもA₀層の有機物分解の方がより無降雨による乾燥の影響を受けやすいことが示唆された。

8月16日以降の100mmを超える大雨により対照区では土壤含水率が急激に大きくなり、遮断区ではわずかに大きくなった。遮断区で土壤含水率が上昇したのは林床面からではなく、土層側方から浸透水の影響のためであろう。降雨前後において地温も上昇傾向で、対照区の土壤呼吸は上昇した。その後、地温または土壤含水率の変動に土壤呼吸は追従して推移した。一方、遮断区の土壤呼吸は降雨直後上昇したのち低下し、約2週間後にはA₀層を除去したチャンバーの土壤呼吸と同水準まで低下した。遮断区における土壤呼吸の低下はA₀層からのCO₂放出の低下によるものと考えられ、また、対照区のA₀層を除去したチャンバーの土壤呼吸も同水準なことから、本研究での乾燥程度では鉍質土層からのCO₂放出への影響はほとんどなかったと考えられた。

約2週間の無降雨期間後の降雨前後において、対照区の土壤呼吸のQ₁₀値は大きな違いは見られなかったが、遮断区では有意に変化していた(表-1)。また、A₀層を除去したチャンバーの土壤呼吸は対照区および遮断区とも降雨前後でのQ₁₀値の違いは見られなかった。このことはA₀層からのCO₂放出のQ₁₀値が降雨遮断処理によって変化したことを示唆し、乾燥によってA₀層からのCO₂放出が低下し、見かけ上の土壤呼吸のQ₁₀値が上昇したと考えられた。

以上のことから、A₀層からのCO₂放出は鉍質土層からのCO₂放出よりも乾燥の影響を受けやすく、また、土壤呼吸のQ₁₀値の変動はA₀層からのCO₂放出のQ₁₀値の変動に強く影響されることが示唆された。今後はA₀層からのCO₂放出のQ₁₀値に対する乾燥の影響をより詳細に明らかにする必要がある。

謝辞：本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金「土壤呼吸の温度特性におよぼす土壌水分変動の影響」(課題番号26450216)によって実施された。

引用文献

- (1) IPCC (2013) Climate Change 2013: the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, New York: 1535 pp
- (2) KONOPKA B., NOGUCHI K., SAKATA T., TAKAHASHI M. and KONOPKA Z (2007) Effects of simulated drought stress on the fine roots of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) in a plantation forest on the Kanto Plain, eastern Japan. *J. For. Res.* **12**: 143-151
- (3) LUO Y. and ZHOU X. (2006) Soil respiration and the environment. Academic Press, London: 316 pp

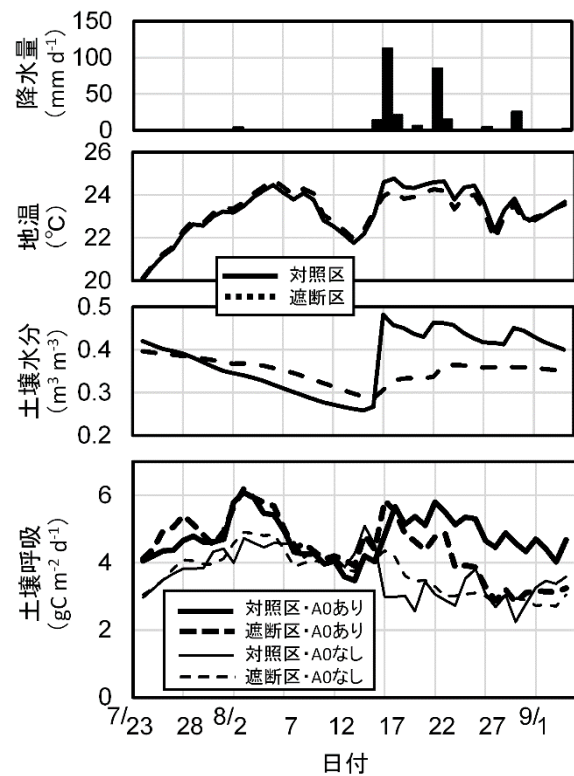


図-1. 土壤呼吸と環境要因の経時変化(日平均値)

表-1. 降雨前後の土壤呼吸のQ₁₀値

処理	降雨前 (7/27-8/6)	降雨後 (8/19-8/28)
対照区・A ₀ あり	2.79 ^a	2.52 ^a
遮断区・A ₀ あり	1.82 ^a	9.94 ^b
対照区・A ₀ なし	1.96 ^a	1.97 ^a
遮断区・A ₀ なし	1.95 ^a	2.01 ^a

アルファベットの相違は降雨前後のQ₁₀値の有意性(P<0.05)を示す