

土壌呼吸速度の律速因子の林床での変化

九州大学農学部 大橋 瑞江・玉泉幸一郎
齋藤 明

1. はじめに

土壌呼吸は温度、風速、CO₂濃度といった環境因子の影響を受け変動する^{2,3,4}。自然条件下ではこれらの環境因子が不安定に変動し、土壌呼吸に影響を及ぼしている。しかし、土壌呼吸の測定に広く用いられるチャンパー法では、チャンパー内の環境で土壌呼吸が測定されるため、これらの環境因子の変動が考慮されない場合が多い。

そこで本実験では林床における風速、温度、CO₂濃度の変動量を明らかにし、それらが土壌呼吸に及ぼす影響を検討した。

2. 試験地および測定方法

実験は九州大学構内苗畑にある28年生アラカシ林で行った。本林分では林床植生はほとんど見られなかった。1998年8月30日から9月4日まで林床から高さ5cmにおける風速、温度、CO₂濃度を10分毎に測定した。風速の測定には電子風速計(V-01-1AND3, IET)を、地表面温度の測定にはサーミスタ式の温度計(LG-CI, LOG)を、CO₂濃度の測定には非分散赤外線ガスセンサー(GMW22, VAISALA)を用いた。

1998年9月2日の7時~17時に土壌呼吸速度と地表面温度の経時変化を1時間毎に測定した。この時、チャンパー内の風速は1.0m/sで一定とし、送入空気中のCO₂濃度が0ppm(低濃度)と大気CO₂濃度(高濃度)の時の土壌呼吸を測定して2点間の傾きから400ppmの時の土壌呼吸速度を算出した。

1998年9月3日にチャンパー内のCO₂濃度を0~400ppmの間で5段階、風速を0~1.0m/sの間で6段階変化させ、土壌呼吸速度を測定した。測定は10時~15時の間に行い、この時、地表面温度は30℃でほぼ一定であった。CO₂濃度の調節はソーダライムを通る空気の流量を調節することで行った。風速はチャンパー上部に取り付けたファン

の回転速度を変化させることで調節した。土壌呼吸速度の測定には通気式土壌呼吸測定装置を用いた¹⁾。

3. 結果と考察

図-1と図-2には林床CO₂濃度、風速、地表面温度の8月30日から9月4日までの変化を示した。CO₂濃度は日中に減少、夜間に増加の日変化を示し、その値は550~800ppmと大気CO₂濃度よりも高く、変動幅も広がった。風速は0.5m/s以下で、日中に増加、夜間に減少の明瞭な日変化を示した。地表面温度は26~32℃の範囲で日中に増加、夜間に減少の日変化を示した。

一般に土壌呼吸速度はチャンパー内CO₂濃度の増加に伴い、直線的に減少する^{3,4}。本実験においても両者の関係は負の直線式で近似された(図-3)。しかしその傾きと切片は風速によって異なり、土壌呼吸速度はCO₂濃度と風速を変数とした次式によって表わされた。

$$SR' = - (0.19WS + 0.48) CO_2 + 236WS + 457 \quad (1)$$

ここでSR'は土壌呼吸速度(g/m²/hr)を、WSは風速(m/s)を、CO₂はCO₂濃度(ppm)を表す。①式においてCO₂が一定ならSR'はWSを関数とした直線式となり、既存の報告^{3,4}と一致する。

土壌呼吸速度は地表面温度の増加に伴い、指数関数的に増加した(図-4)。同様の結果はこれまでも報告されている³⁾。①式が地温30℃の条件下で作られたことから、地表面温度が30℃の時の土壌呼吸速度を指数関数式から算出し、その値をベースとして地表面温度の影響を①式に組み込んだ。

$$SR = \{ f(T) / f(30) \} \times SR'$$

$$f(T) = 11.8 \exp(0.115T) \quad (2)$$

ここでSR'は土壌呼吸速度(g/m²/hr)を、Tは地表面温度(℃)を表わす。

さらに土壌呼吸速度を対数変換し、9月2日と3日のすべての測定値を重回帰分析して次式を得た。

$$\ln(SR) = 0.269WS - 0.0013CO_2 + 0.102T + 3.17 \quad (3)$$

②式と③式から得られる推定値を9月2日に測定した低CO₂濃度と高CO₂濃度における土壌呼吸の実測値と比較したところ、良好に一致した(図-5)。そこで両式に林床で測定した各環境因子(図-1, 図-2)を代入したところ、土壌呼吸速度は日中に増加、夜間に減少の日変化を行った(図-6)。またチャンバー法を想定し、風速とCO₂濃度を一定として温度1因子を代入した場合の土壌呼吸速度を推定したところ、変化のパターンは自然条件

下と同様であったが、呼吸速度ははるかに大きくなった(図-6)。よってチャンバー法で土壌呼吸速度を測定する場合、外気環境の影響を考慮する必要がある。

引用文献

- (1) 玉泉幸一郎・齋藤 明: 九大演報, 72, 53-62, 1995
- (2) HANSON, P. J. et al.: Tree Physiology, 13, 1-15
- (3) NAKADAI, T. et al.: Ecol. Res., 8, 65-71, 1993
- (4) OHASHI M. et al.: J. Jpn. For. Soc., 77, 599-601, 1995
- (5) 下野竜志他: 京大演報, 60, 46-59, 1989

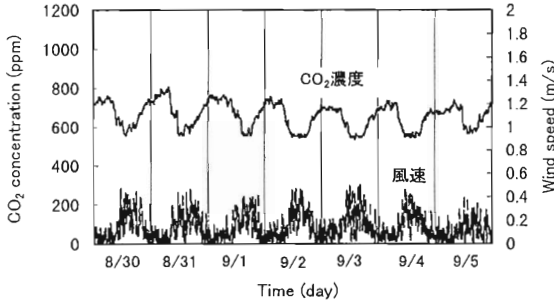


図-1 風速とCO₂濃度の日変化

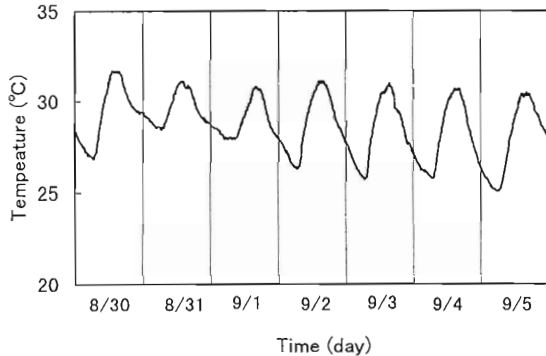


図-2 地表面温度の日変化

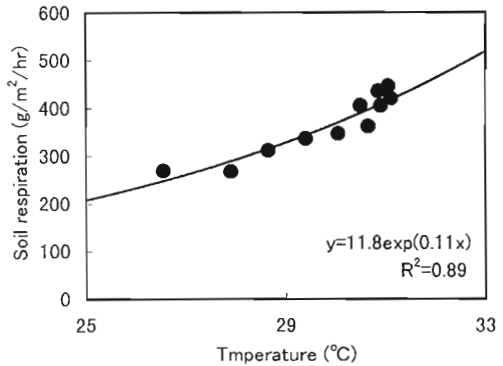


図-4 土壌呼吸速度と地表面温度との関係

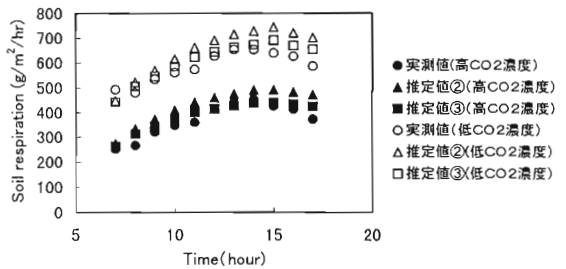


図-5 土壌呼吸速度の推定

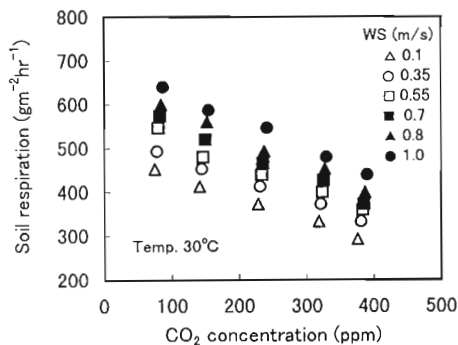


図-3 土壌呼吸速度とCO₂濃度との関係

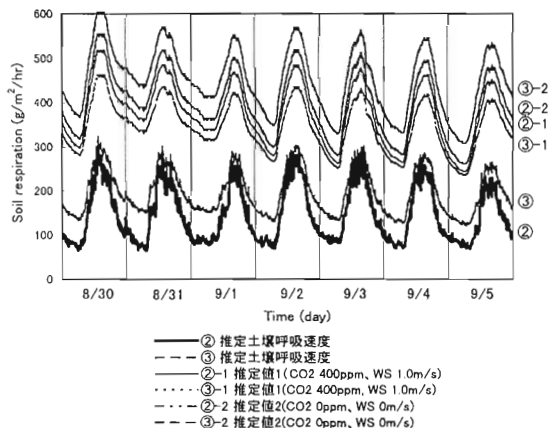


図-6 土壌呼吸速度の日変化の推定