

森林土壌中における CO₂ ガス濃度の季節変化

前橋工科大学大学院 学生会員 ○ 縄田 孝彦

前橋工科大学 学生会員 保坂 香

前橋工科大学 正会員 土屋 十園

1. はじめに

地球温暖化問題が深刻化する中、森林の公益機能である CO₂ ガスの吸収源としての役割が期待され、森林の CO₂ ガス収支に関する評価は重要性を増している。

従来、濱田・田中¹⁾、三谷ら³⁾、島田ら⁴⁾によって森林土壌中を対象とした CO₂ 動態に関する研究が行われ、地温や土壌水分量等の環境因子との関係について明らかにされてきている。しかしながら植生を考慮した異なる森林土壌中の CO₂ ガスの動態を対象とした研究は多くないのが現状である。

本研究は利根川源流森林域を対象として、植生等の異なる3タイプの森林土壌にて土壌中の CO₂ ガスの時間的・空間的分布特性を把握することを目的とした。また、その季節変化や昼夜での時系列変化に関する長・短期の現地調査を行い、土壌・地質特性を考慮した土壌中 CO₂ ガス濃度の推定式の算出を目的とした。

2. 調査地概要

調査地は群馬県利根郡川場村試験地内に幼齢林試験地 (St.1)、針葉樹壮齢林試験地 (St.2) 及び広葉樹壮齢林試験地 (St.3) を設定した。St.1 は試験地面積 9.3ha で、シイ、クヌギ等が植林され 2~7 年が経過し林分は未閉鎖の幼齢林試験地である。St.2 は樹齢約 50 年生前後のスギ林に覆われた人工林試験地である。樹林地面積は 0.38ha、落葉が殆どないため表土、腐食土層が比較的薄い特徴がある。以上 2 試験地は定期的な人為的管理が行われ光環境が良い特徴を持つ。St.3 は樹齢約 50 年生前後の落葉広葉樹のコナラに覆われた自然林試験地である。人為的管理は一切行われず林床には倒木が目立つ。落葉が多いために表土、腐食土層は比較的に厚く、その下層に粘土層が厚く堆積する。

以上 3 試験地にて積雪のある 2005/3/22 から翌年度の積雪初期の 2005/12/20 まで計 10 回の調査を行った。

3. 調査方法

土壌中 CO₂ ガス濃度の測定には赤外線法を採用したハンディタイプ CO₂ 計 (VAISALA 社製 - GM70) を用いた。

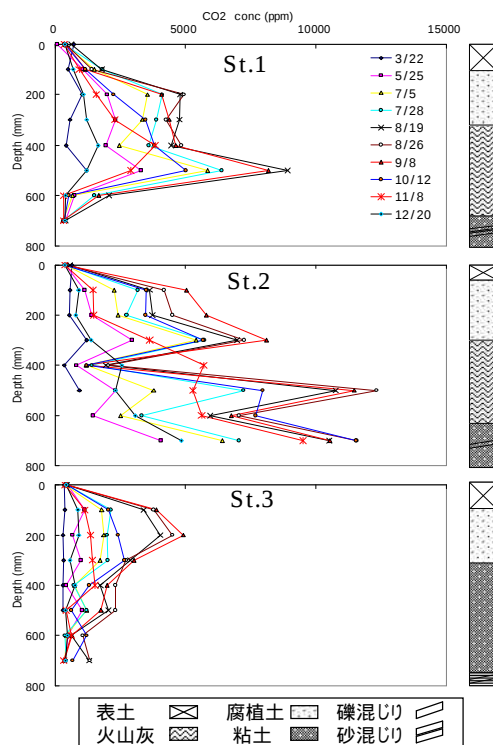


図 - 1 土壌中ガス濃度の鉛直分布及び土壌種類

表 - 1 土壌中 CO₂ ガス濃度測定結果(ppm)

	St.1	St.2	St.3
平均値	2361.9	3955.9	1387.5
最大値	3905.7 (8/19)	6201.4 (8/26)	2517.0 (8/26)
最小値	992.7 (12/20)	2545.0 (5/25)	660.8 (12/20)
変動係数	0.45	0.52	0.53
サンプル数	76	78	78

現地での測定に先立ち 3 試験地には地表 (0mm) から鉛直方向に 100mm 間隔で 700mm まで採気管の埋設し、管内の空気を簡易ポンプにより吸引し CO₂ 計のセンサー素子に通気させ土壌中の CO₂ ガス濃度の測定を行った。

4. 調査結果及び考察

3 試験地の土壌中 CO₂ ガス濃度は一般的な大気 CO₂ ガス濃度である 360ppm を下回ることはなく、季節が変化し気温、地温の上昇に伴い高いプロファイルを示した。特に St.2、St.1、St.3 の順に顕著である。St.2 では最大で 12320ppm、深層部で濃度が高い傾向があった。St.1 でも St.2 と同様、地表から 500mm 付近で濃度のピークがあり、最大で 8920ppm であったが、それより深層部の粘土層では地表付近と同程度の濃度まで低減する。St.3 では全体的に濃度は低く、比較的地表に近い

キーワード 土壌中 CO₂ ガス濃度、幼齢林試験地、スギ林試験地、コナラ林試験地、地温、

連絡先 〒371-0805 前橋市上佐鳥町 460 番地の 1 前橋工科大学 TEL 027-265-0111

腐食土層で 4910ppm のピークが形成された。

各試験地の鉛直分布より(図-1 参照), 土壌水分量が比較的に高い表土層, 腐食土層, 火山灰土層での微生物の活動が活発であり, 主な CO₂ ソースであることが推測できる。一方, 粘土層より深部での高濃度が確認できた St.2 では, 深部でスギの根系が CO₂ ソースとして存在し, 夏季までその強度が高いことが示唆された。

昼夜での土壌中 CO₂ ガス濃度の変化を検討するため 24 時間連続観測を実施した結果, 3 試験地ともに昼夜での地温変化は土壌中 CO₂ ガス濃度にわずかではあるが反映されるが規則的な変化は認められなかった。よって, 土壌中 CO₂ ガス濃度は短時間での地温には大きく影響されにくいことが指摘される。

5. 土壌中 CO₂ ガス濃度の推定

土壌中 CO₂ ガス濃度を決定する環境要因は, 従来行われてきた研究より, 地温と土壌水分量に大きく依存することが多く報告されている^{1), 2), 3)}。本研究でも 3 試験地にて深さを考慮して回帰分析を行った結果, 地温と土壌中 CO₂ ガス濃度には深さをパラメータとして指数関数的な関係が認められた。これより地温データからの土壌中 CO₂ ガス濃度の推定を試みた。得られた推定式は以下のとおりである。

C = ae^{bt} (1)

ここで C は係数 a, b から推定される土壌中 CO₂ ガス濃度を示し, t は実測した地温を示す。

実測した土壌中 CO₂ ガス濃度と推定式曲線との相関係数 r を表 2 に示す。地温及び土壌中 CO₂ ガス濃度の上昇期, 減少期を区別すると推定式曲線の精度が上がる。これは地温変化と植物の成長時期のズレ等が影響していることが推察できる。以上より比較的オーダーの低い地表面付近, St.1 及び St.3 の深層部の粘土層を除けば実測地との相関係数は良く, 土壌中 CO₂ ガス濃度の推定式はほぼ正確に再現していることがわかる。

6. まとめ

本研究は, 利根川上流の森林域を対象として, 異なる森林土壌における CO₂ ガス濃度の時間的・空間的変動特性を把握することを目的として調査を行った。得られた知見を以下に示す。

- 1) 3 試験地の土壌中ガス濃度は大気中の濃度を常に上回り, 季節変化の地温の上昇に伴い CO₂ ガス濃度も上昇する傾向が確認できた。
- 2) 本研究結果は, 既往研究³⁾である名古屋大学構内コ

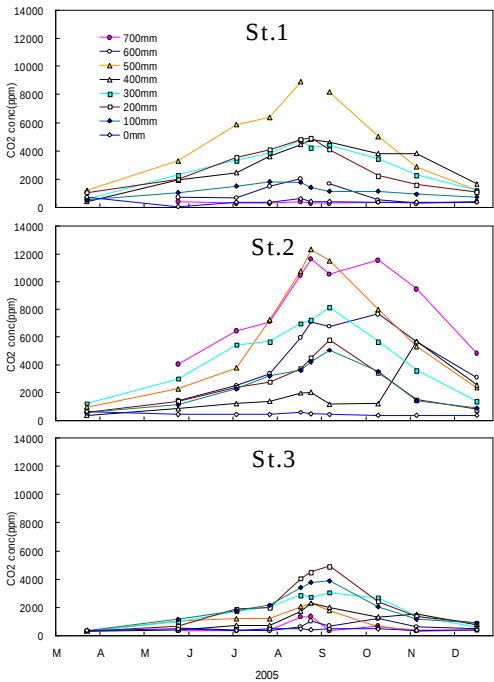


図-2 土壌中 CO₂ ガス濃度の季節変化
表-2 推定値と実測地の相関係数

Depth (mm)	相関係数 r								
	年間			濃度上昇期			濃度減少期		
	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3
700	0.461	0.841	0.568	0.443	0.971	0.564	0.883	0.917	0.153
600	0.720	0.602	0.439	0.771	0.923	0.572	0.715	0.920	0.633
500	0.983	0.929	0.869	0.995	0.973	0.933	0.997	0.998	0.816
400	0.859	0.271	0.714	0.984	0.955	0.860	0.945	0.574	0.927
300	0.958	0.984	0.950	0.989	0.991	0.986	0.995	0.994	0.979
200	0.972	0.951	0.893	0.982	0.963	0.963	0.977	0.979	0.967
100	0.877	0.932	0.919	0.869	0.968	0.972	0.930	0.964	0.940
0	0.172	0.105	0.441	0.204	0.613	0.604	0.633	0.542	0.207

ナラ二次林(最大 13000ppm)や, 神奈川県伊勢原のスギ林土壌の(最大 47500ppm)に比べ濃度は低い結果となった。

- 3) 昼夜 24 時間観測の結果より, 土壌中 CO₂ ガス濃度は短時間の地温の変化には大きく影響されないことが推測された。
- 4) 土壌中 CO₂ ガス濃度と地温の関係は指数関数的な分布を示し, 濃度上昇期, 減少期で 2 種類の精度の高い推定曲線が得られた。

参考文献

1) 濱田洋平・田中正：森林土壌空気中における二酸化炭素濃度の時空間分布, 日本水文科学会誌 27, pp.3 -16, 1997
2) 三谷智典・小杉緑子ら：ヒノキ人工林における土壌呼吸量の時間的・空間的変動, 日緑工誌, pp.153 -158, 2003
3) 島田博匡ら：異なる斜面位置の森林土壌中における CO₂ ガス濃度の季節変化, 日本土壌肥料学会, pp.170 -177, 1997