

模擬森林火災下における土壌中の水・熱・有機物の移動と変化に関する研究  
 Transport and changes in moisture, heat and organic matter of soils  
 under simulated wildfire

○ 小渕敦子 井本博美 西村拓 溝口勝 宮崎毅

A. Obuchi, H. Imoto, T. Nishimura, M. Mizoguchi, and T. Miyazaki

1. はじめに

近年、森林の違法な伐採やエルニーニョの影響と思われる異常な乾燥が続いたことにより、世界各地で森林火災が発生し、森林の消失による生態系への影響が懸念されている。生物多様性を保全するために森林火災後の植生回復は重要であり、それを考える上で森林火災の土壌への影響を調べることは重要な課題である。

Giovannini ら(1988)は有機物の消費は土壌温度が 200~250°C で始まることを報告し、DeBano ら(2000)は土壌の撥水性と土壌温度に関係があることを報告した。このように、燃焼時の土壌温度が土の性質に大きく影響するにも関わらず、火災時の熱や水の移動に関する報告はあまりされていない。そこで本研究では、模擬実験により土壌タイプ及び初期水分量が、森林火災時の土壌温度の変化に与える影響、また森林火災が土壌有機物量の変化や撥水性の発現に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

試料は豊浦砂、黒ぼく土、豊浦砂+園芸用ピート（以下、泥炭混合砂）を用いた。試料の初期体積含水率と乾燥密度を、Table 1 に示すように調整し、素焼きカラム（内径 15 cm, 高さ 30 cm）に充填した。カラムには熱電対を深さ 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30 cm に挿入し、ECH<sub>2</sub>O 水分センサを深さ 5, 10, 15, 20, 25 cm に挿入した（Fig.1）。そしてカラムの土壌表面を、炭火を用いて 6 時間加熱した。加熱中は温度変化と水分量、加熱後は体積含水率と CN 含有率、撥水性強度を測定した。撥水性は WDPT 法（Doerr, 1998）を用い、土壌表面に垂らした水滴が土壌中に浸入するまでの時間で評価した。

Table 1 供試土の条件

試料	体積含水率 $\theta$ ( $m^3 m^{-3}$ )	乾燥密度 ( $g cm^{-3}$ )
豊浦砂	0	1.5
	0.15	1.5
	0.23	1.5
黒ぼく土	0.15	0.75
	0.32	0.75
	0.39	0.75
	0.45	0.75
泥炭混合砂	0.01	1
	0.1	1
	0.15	1
	0.2	1

3. 結果と考察

(1)温度変化（黒ぼく土  $\theta=0.32$  の場合、Fig. 2）：表面温度はいずれの試料でも 600~700°C に上昇した。また、豊浦砂の  $\theta=0$  以外の試料では、100°C 付近で温度上昇が停滞した後、急な温度上昇が見られた。温度上昇の停滞は蒸発潜熱の消費のためだと考えられる。また、黒ぼく土では体積含水率が小さいほど 100°C 以上になる深さは深くなった。土壌温度が 100°C 以上になる深さと燃焼時間の関係は指数関数でよく近似され

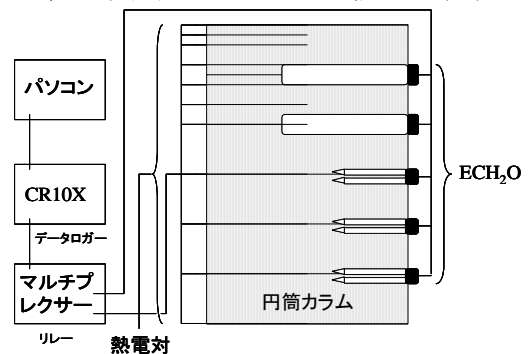


Fig.1 実験装置図

(Fig.3)、体積含水率を  $\theta = 0.15$  で揃えて比較すると 100°C 以上になる深さは黒ぼく土、豊浦砂、泥炭混合土の順に深くなった。

(2)体積含水率分布 (黒ぼく土の場合、Fig.4) : ECH<sub>2</sub>O 水分センサの温度依存性のため燃焼中の正確な水分量を求めることはできなかった。燃焼後自然冷却させた後に測定した体積含水率分布では、乾燥前線は深さ 6~10 cm に観察された。黒ぼく土では、初期体積含水率が小さいほど乾燥前線は深くまで進んだ。また、乾燥前線と土壌温度が 100°C を超えた深さはほぼ一致した。

(3)CN 含有率 (黒ぼく土の場合の C/N 比、Fig.5) : 燃焼後は炭素含有率、窒素含有率ともに、初期体積含水率によらず表層近傍で減少した。このような減少が確認された深さの土壌温度はいずれも約 200°C 以上であった。C/N 比は深さ 4 cm 以上で増加し、深さ 2 cm 以上では 20 を超えることがわかった。一般に植物の生育に適する C/N 比は 20 以下であると言われていることから、模擬森林火災直後の表層下約 2 cm の土壌は窒素飢餓状態で、植物の生育に不利であると考えられる。

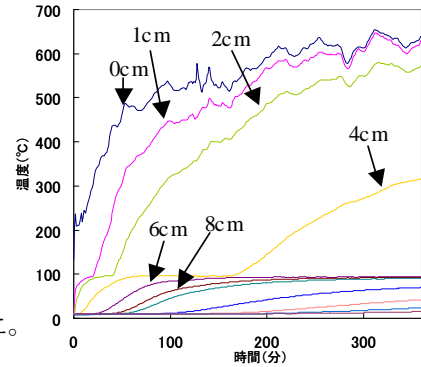


Fig.2 各深さの温度変化(黒ぼく土  $\theta = 0.32$ )

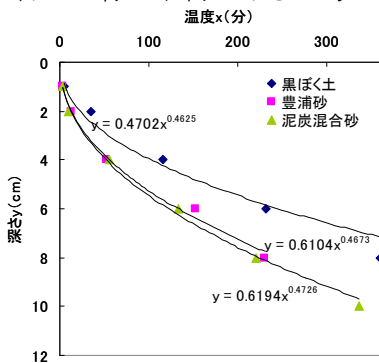


Fig.3 100°C を超える深さと時間 ( $\theta = 0.15$ )

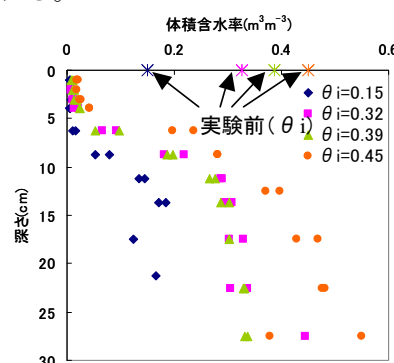


Fig.4 燃焼後の体積含水率分布(黒ぼく土)

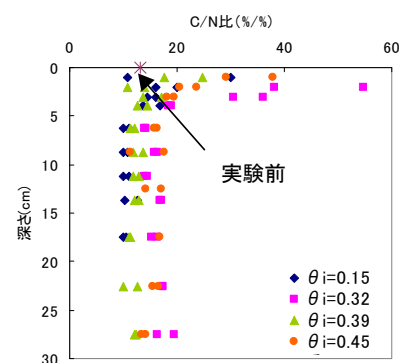


Fig.5 燃焼後の C/N 比分布(黒ぼく土)

(4)撥水性: 燃焼後の試料を風乾させた後に WDPT 法で撥水性を測定した。豊浦砂、黒ぼく土では撥水性はみられなかったが、泥炭混合砂では初期水分や深さによって撥水性に違いが生じた。

泥炭混合砂における燃焼終了直前の温度と撥水性強度の関係を示したのが Fig.6 である。撥水性強度の分類は Bisdom et al.(1993)による。土壌温度が 100°C 以下では、初期体積含水率 0.01 (風乾) の試料で撥水性が強いがその他の試料では弱かった。また、100~500°C では初期体積含水率によらず、撥水性が高くなった。約 500°C 以上になると撥水性は弱くなったが、同じ深さでも初期体積含水率が高いと撥水性の低下が抑えられる傾向が見られた。

#### 4. おわりに

本研究により次のことが分かった。(1)模擬森林火災により土壌表面温度は 600~700°C まで上昇した。(2)黒ぼく土、豊浦砂、泥炭混合砂の順に火災の影響は深くまで及んだ。(3)火災直後の土壌は窒素飢餓状態で、植物の生育に不利であると考えられた。(4)泥炭混合砂では初期水分や深さによって、火災後の撥水性に違いが見られた。

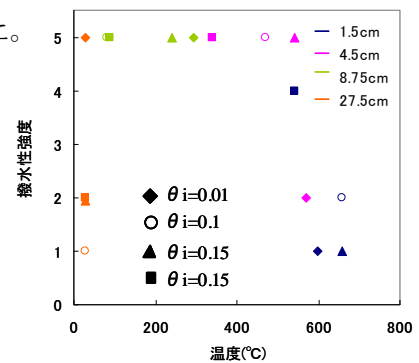


Fig.6 燃焼後の撥水性強度(泥炭混合砂)

引用文献: Giovannini G *et al.*(1988), Soil Sci. 146:255-261, DeBano, L.F. (2000), J. of Hydrology. 231-232:195-206, Doerr, S. H. (1998), Earth Surf. Process and Landforms 23:663-668