

褐色森林土を用いた土壌水分センサー10HSの較正における温度の影響

Temperature dependence on calibrating 10HS soil moisture sensor for brown forest soils.

関口 覧人¹・釣田 竜也¹・小林 政広¹

¹ 森林研究・整備機構 森林総合研究所

要旨(Abstract)

褐色森林土を対象として、静電容量型の土壌水分センサー10HSの較正を行い、その際の温度依存性と、較正式の普遍性について検討した。その結果、センサー出力値に温度依存性が認められたが、それは水分量の変動に対しては無視できるほど小さかった。また、較正式の普遍性は認められず、センサーを使用する土壌深度において個別の較正が必要であった。

キーワード：土壌水分、褐色森林土、土壌水分センサー、10HS

Key words: soil water dynamics, brown forest soils, soil moisture sensors, 10HS

1. はじめに

気候変動に伴い、近年頻発する豪雨や長期無降雨といった極端な降雨現象が、森林環境に与える影響を定量的に評価することが急務である。そのためには、森林土壌中の水分変動を連続観測することが不可欠である。従来の時間反射領域(TDR)型より安価な静電容量型の土壌水分センサーの普及により、連続観測は容易になった。土壌水分センサーは、対象土壌に対して個別の較正を必要とする一方で、森林土壌における静電容量型の土壌水分センサーの個別の較正は十分に検討されていない。加えて、センサー出力値には温度依存性が予想される。本研究では、褐色森林土を対象として、静電容量型の土壌水分センサーを用いた個別の較正を行った。その較正における、センサー出力値の温度依存性について検討した。

2. 方法

茨城県城里町に位置する桂試験地の林地斜面の尾根部と谷部の、深さ10, 30, 60および100 cmから、かく乱土壌試料を採取した(図1)。土壌は、火山灰を母材とする褐色森林土であり、土性はほとんどで埴壤土(clay loam)であった(表1)。採取後のかく乱試料は金属

バットにひろげ、樹木の細根などの有機物や礫を大まかに取り除き、2週間室内で風乾した。

風乾後の土壌試料を、採取地点の乾燥密度となるように2Lのアイボーイに充填した。風乾土の含水比は炉乾法により測定した。充填した試料の含水比は、風乾、25, 50, 75, 100および125%に設定した。アイボーイ上部から土壌水分センサー10HSを挿入した後、インキュベーター内に静置し、温度を0°Cから40°Cまで10°Cごとに変化させた。センサーはロガー(EM50)に接続し、1時間ごとに出力値(raw counts)を自動記録した。

土壌試料の一部(200 mg程度)は乳鉢により粉末にし、全炭素量をNCアナライザーにより測定した。

温度依存性は、統計ソフトRを用いて5%有意水準でTukey-HSD法により多重比較した。較正式は、pythonを用いて3次または4次回帰を行い、作成した。

3. 結果と考察

図2に、センサー出力値(raw counts)と温度の関係を示す。多重比較の結果、5%有意水準で、同じ含水比のときは、温度によりraw countsが有意に異なった。70 MHzで動作す

る 10HS には温度依存性がある可能性が指摘されており、今回はそれらの既往研究を裏付けた。しかし、温度依存性について一定の傾向はみられなかった。

さらに、体積含水率の変化による raw counts の変化と温度の変化による raw counts の変化を比較した。低体積含水率では、体積含水率の増加にともなう raw counts の増加率も大きかったが、飽和に近づくにつれ、その増加率は減少した。体積含水率の変化による raw counts の変化は、最大で 3%程度、最小で 0%程度であり、地点・深度によらず平均で 0.9% の変化であった。温度が 1°C 変化したとき raw counts は最大で 0.5% 変化したが、平均するとその変化は 0.1% 程度であった。このことから、飽和に近い状態では、温度依存性に注意する必要があるが、それ以外の場合では温度変化の影響はかなり小さい。

図 3 に、Meter 社の提供する較正式（以下、メーター式とする。図 3：青線）、採取した土壌個別の較正式（図 3：赤線）から求めた体積含水率を示す。個別の較正式における推定誤差は 2% 以内に収まった。10HS の取扱説明書においても、対象とする土壌ごとに個別の較正を行うことで、体積含水率の推定誤差が 2% 以内に収まるとしており、本研究の結果とも合致する。体積含水率の推定値と実測の体積含水率との二乗平均平方根誤差の平均は、メーター式で 0.105、個別の較正式で 0.032 であり、メーター式による推定値の誤差が 30% 程度大きかった。

5. おわりに

本研究の結果は、農用地土壌を対象として行われた同様の研究の結果をおおむね支持するものとなった。すなわち、対象とする土壌個別の較正の必要性を提示した。加えて、10HS の出力値に温度依存性が認められたが、体積含水率の変化によるセンサー出力値の変化の方が大

きかった。

表 1 土壌採取地点の特性

	Depth [cm]	Bulk density	Total carbon	Soil texture
		[g cm ⁻³]	[%]	
lower	10 cm	0.44	7.76 ± 0.437	CL
	30 cm	0.63	3.59 ± 0.074	CL
	60 cm	0.55	1.50 ± 0.133	CL
	100 cm	0.64	0.92 ± 0.113	SCL
upper	10 cm	0.49	8.39 ± 0.233	CL
	30 cm	0.59	0.91 ± 0.024	CL
	60 cm	0.74	0.59 ± 0.005	C / CL
	100 cm	0.69	0.44 ± 0.019	C / CL

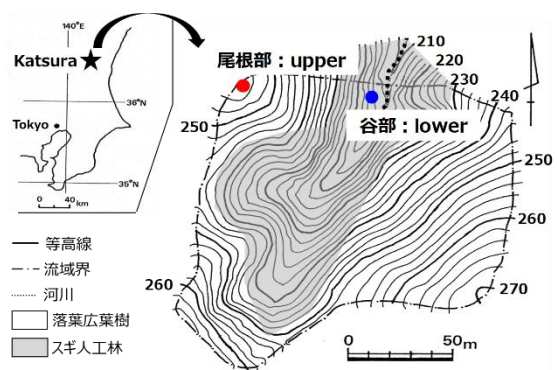


図 1 土壌採取地点の概況

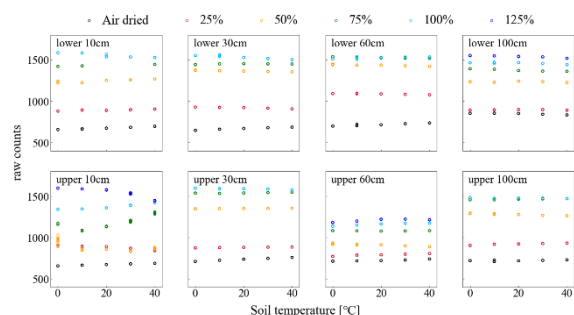


図 2 土壌ごとのセンサー出力値と温度の関係

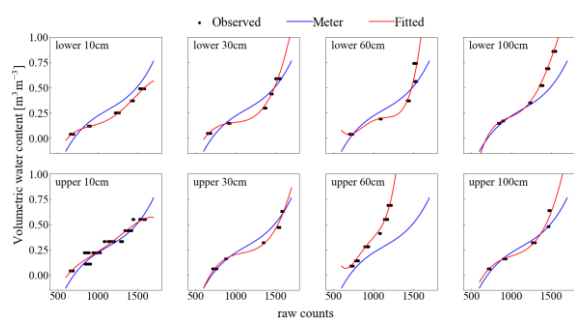


図 3 較正式の違いが体積含水率の推定におよぼす影響