

『新型土壌水分センサーの現状と課題』



第8回農業農村情報研究部会勉強会

平成18年2月3日
東大農学部7号館A-114



盟和商事株式会社
井上 裕太

Decagon Device, Inc.
Dr. Colin Campbell



『新型土壌水分センサーの現状と課題』 プレゼンの流れ

1. 盟和商事株式会社について
2. Decagon Device, Inc. について
3. 現行の土壌水分センサー
4. 新型土壌水分センサー
 - EC-5 ECHOプローブ 5cm
 - ECHO-TE ECHOデジタルプローブ
 - EC/土壌水分/土壌温度測定



『1. 盟和商事株式会社について』

設立 : 1968年
事業内容 : 理化学機器の輸入・輸出・販売
: 理化学機器の製造開発・販売
: 輸入理化学機器のメンテナンス
事業部 : **エコサイエンス事業部**
: フロンティアバイオ事業部
: ナノテクノロジー事業部

エコサイエンス事業部 取り扱いメーカー
LI-COR社
Decagon社
Dynamax社
その他



『2. Decagon Device, Inc. について』

アメリカ合衆国 ワシントン州

創立: 1983年

創始者: Dr. Gaylon Campbell

(開発責任者: Colin Campbell, Ph.D.)



製造開発品目:

- ・ 農学研究機器開発 - Agricultural Research -
- ・ 食品品質検査機器 - Food Quality Testing -
- ・ 農学研究機器販売 - Commercial Agriculture



「3. 現行の土壤水分センサー」

EC-20 ECHOプローブ (20 cm)

- 基本タイプ, 広域測定用プローブ。



EC-10 ECHOプローブ (10 cm)

- 小型プローブ, 狭い箇所での測定ニーズに合わせて開発。
温室測定、その他限られた範囲での測定用

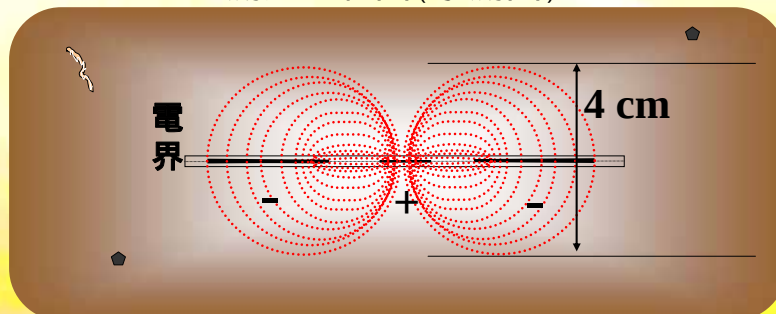


ECHOプローブについて 誘電率の変化を測定するセンサー

あらゆる物質は固有の誘電率持つ

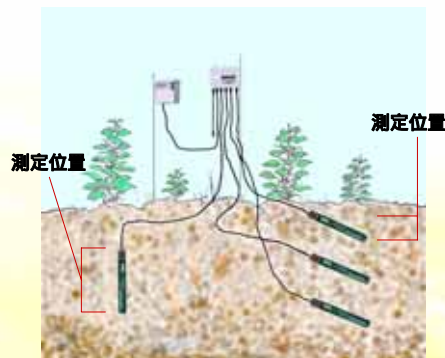
空気	1	水の持つ高い誘電率によって 土壌中の含水量が変化すると 土壌中の誘電率も大きく変化する
土壌鉱物	4	
氷	5	
水	80	

測定の範囲(予測図)





ECHOプローブについて ECHOプローブの設置例



プローブ長の平均水分量を測定する。

測定目的により、水平か垂直で設置を行なう。(地面に対して直角に埋設します。)

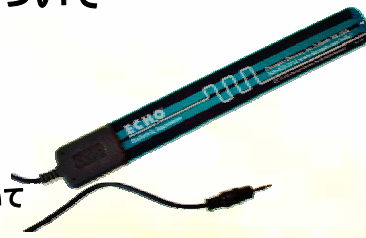
また、深さ別のプロファイルを測定する場合は、縦穴を掘り側部からプローブを設置する。



ECHOプローブについて

問題点

- 温度依存性
 - 砂質(細かい粒子)土壌において
 - 通常土壌から高塩濃度土壌において
- 塩濃度依存性
 - 校正曲線が、電気伝導度 < electrical conductivity (EC) > により、シフトしてしまう。
 - 高水分土壌での感度の減衰が生じる。
- その他
 - 土壌へのインストール

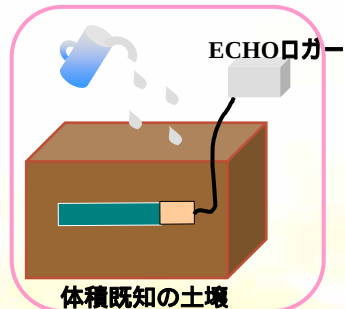


原因は何か？

- ECHOプローブの電気回路は5 MHzにて作動している。
- 低周波数での測定では、上述の問題が生じる。



キャリブレーション方法例



ZERO点の測定

ある一定の容器に絶乾した土をいれる。
ECHOプローブで測定 (mV) を行う。

飽和点までの測定

容積の10%の水をいれ、土をよくかきまぜて
ECHOプローブで測定 (mV) を行う。
測定が終わったら、続けて水を10%ずついれ
飽和点まで測定 (mV) を行う。



「4. 新型土壤水分センサー」

< 開発バックグラウンド >

● 一般的な知識として

- 周波数を増加させることにより、減少する事があります：
 - 塩濃度依存性
 - 温度依存性
 - 土壌組成によるキャリブレーションの違い

● 文献にて報告されている周波数について

- 50MHz (Campbell et al., 1988)
- 300 MHz? (Or, 2003)
 - Based on network analyzer analysis
 - 温度や塩濃度による誘電性の減少について
- >500MHz (Kelleners et al., 2004)
 - Based on network analyzer
 - 火山灰土における誘電性の減少について
 - 温度影響を含まない



<開発バックグラウンド >

● 開発における制約

- 周波数を増大する場合、課題がある
 - 科学上 : 500MHz以上で誘電性のばらつきが増大する
 - 製造上 : 測定周波数をあげることは、コストも増大する



<開発目標>

● 目標として

- ECH₂O テクノロジーの革新:
 - 温度と電気伝導度(EC)の依存性の減少
 - 精度の“維持”または“向上”
 - リーズナブル
 - 堅牢なつくり



< 目標達成へ - ハードウェア >

ECHOの回路

回路周波数を5から150MHzへ
変化させ測定をする。

プローブの設計

- 小型プローブの設計

- 2タイプのNewプローブ

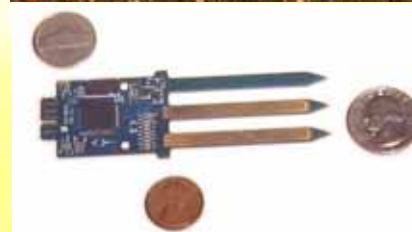
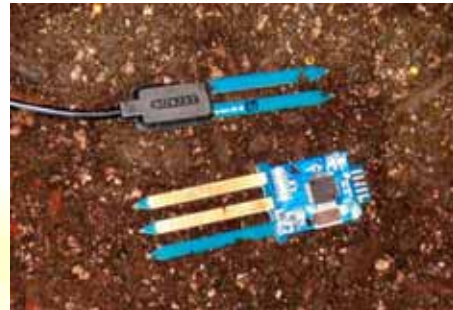
- ECHO-TE

- 体積含水率
 - 電気伝導度(EC)
 - 温度

- EC-5

長さ5cmのECHOプローブ

- センサーの構造は両者とも同様
- 同じ回路にて、体積含水率測定



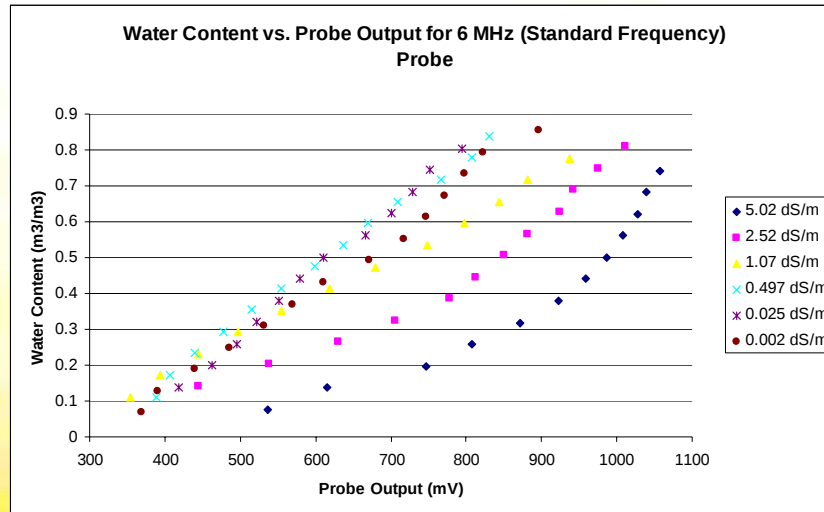
< EC-5/ECHO-TEにおけるロックүүлでの評価 >

- 高周波数は高塩濃度の影響を減少させる
- 6.5 MHz以上へ周波数を増加させることにより、依存性の最大限の減少が確認できるか

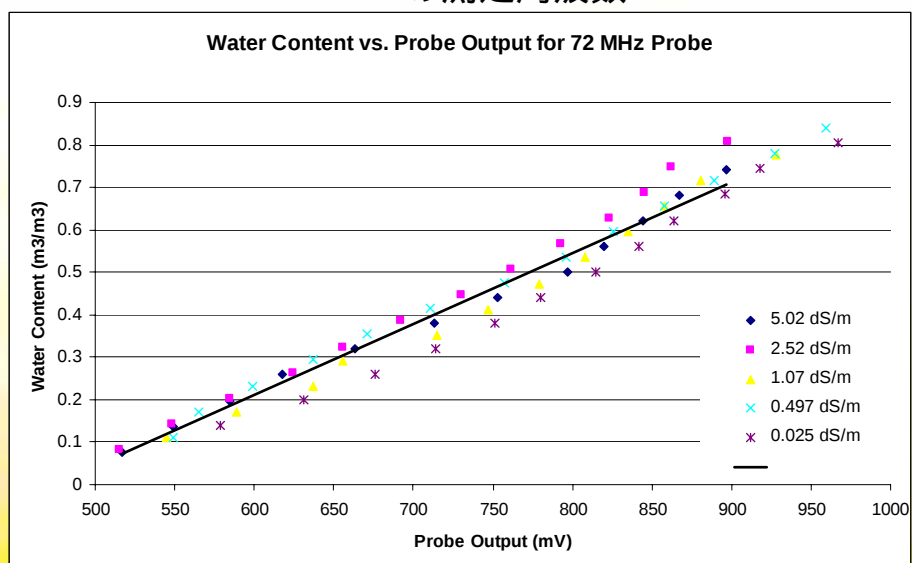




ロックウールでの測定グラフ (EC-5) < 従来の測定周波数 >

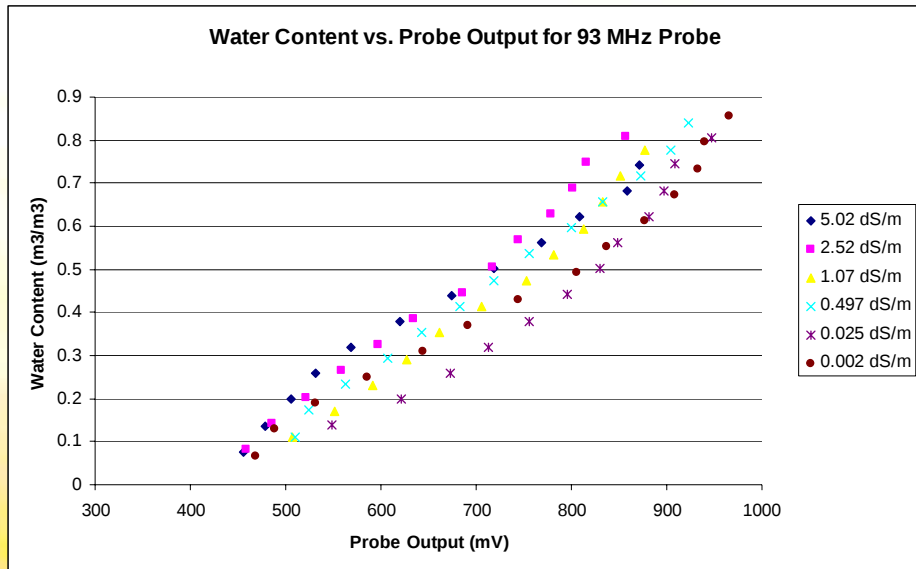


ロックウールでの測定グラフ (EC-5) < 72MHzの測定周波数 >

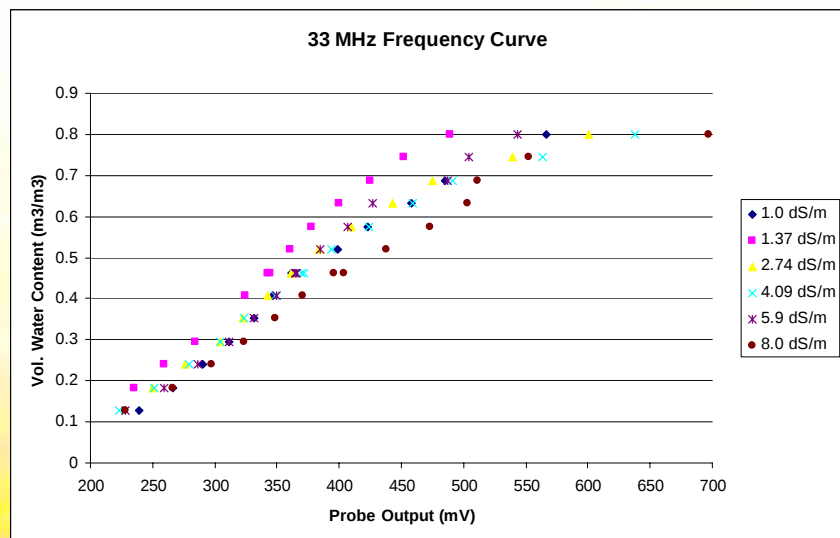




ロックウールでの測定グラフ (EC-5) < 93MHzの測定周波数 >

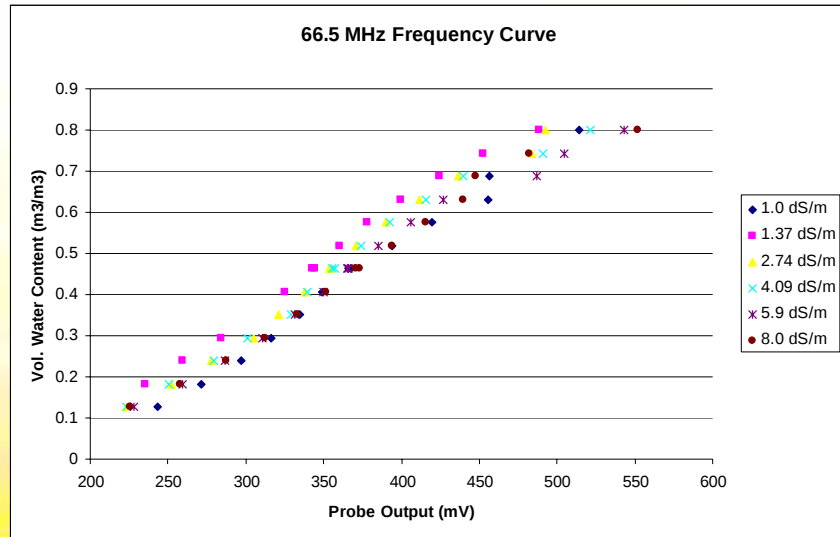


ロックウールでの測定グラフ (ECHO-TE) < 33 MHzの測定周波数 > (新開発回路は、3種の周波数の同時測定が可能)

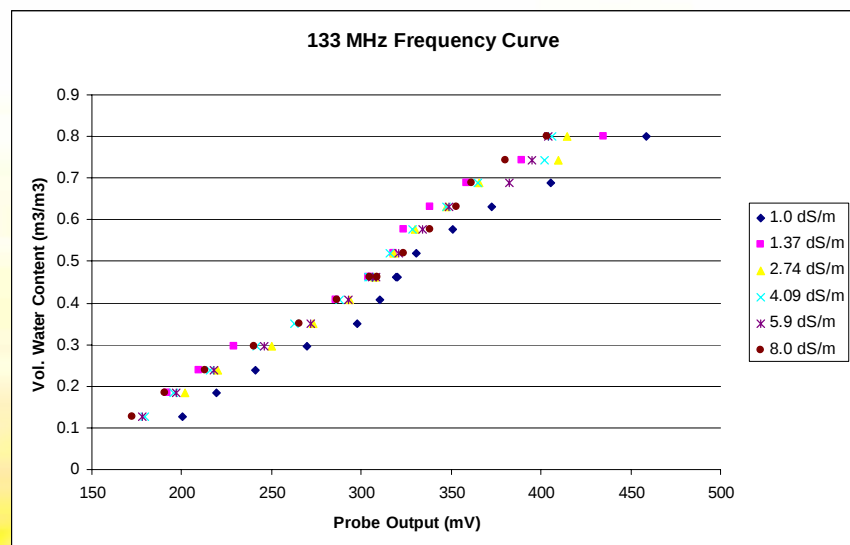




ロックウールでの測定グラフ (ECHO-TE) < 66.5 MHzの測定周波数 >



ロックウールでの測定グラフ (ECHO-TE) < 133 MHzの測定周波数 >



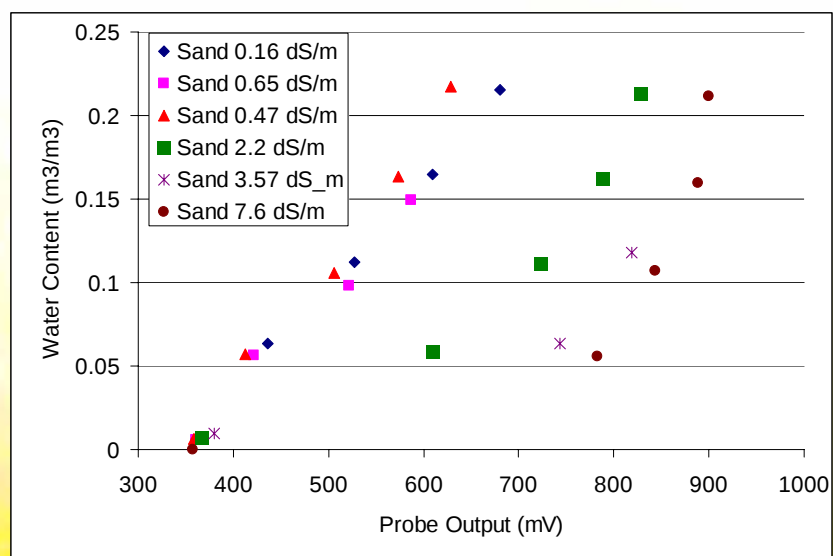


< 有機土壌における影響 >

- 有機土壌においても、ロックウールと同様な結果が得られた。
 - 粗い粒状の砂において高周波数は高塩濃度の影響を大きく減少させた
 - 細かい粒子土壌においても違いは見られなかった
 - 土壌組成の違いによるキャリブレーションの必要性も減少した

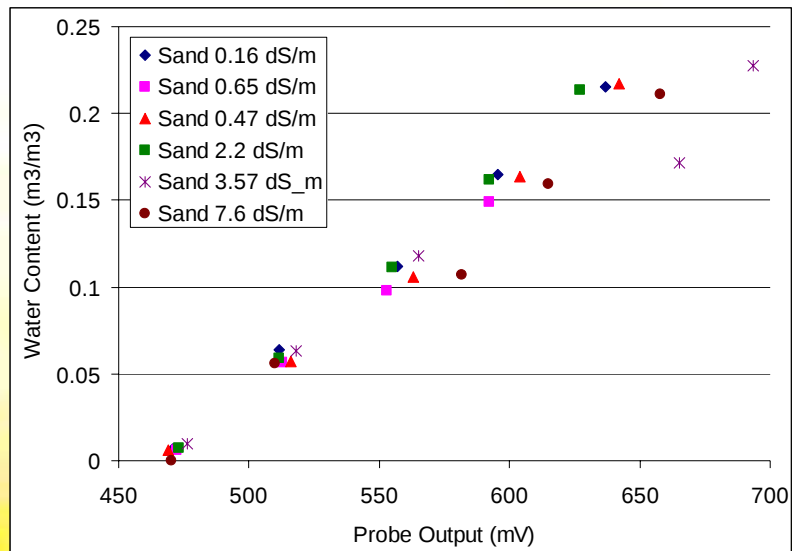


EC-10 10cmプローブ 6MHzでの測定 < 砂質土壌-Dune sand - >

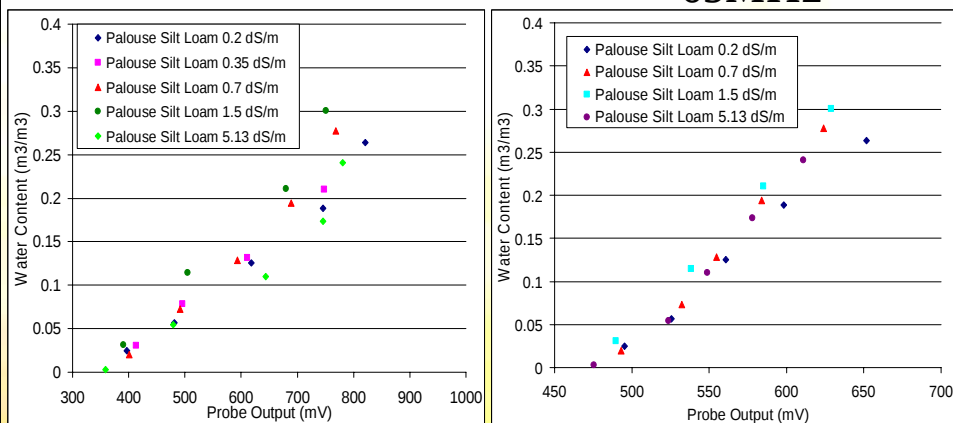




EC-10 10cmプローブ 65 MHzでの測定 < 砂質土壌-Dune sand - >

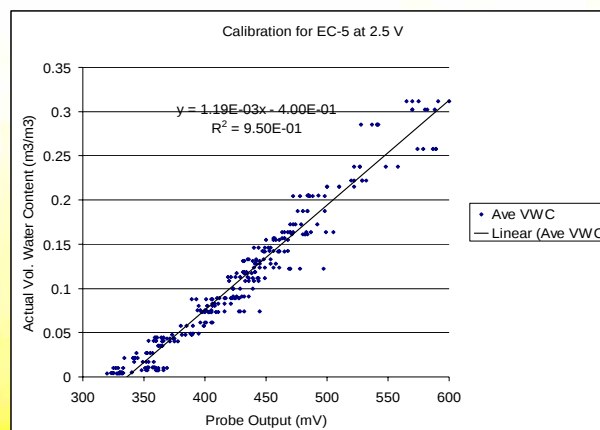


EC-10 10cmプローブ 周波数の違いによる比較 < 粘土質土壌-Silt Loam - > 6MHz 65MHz

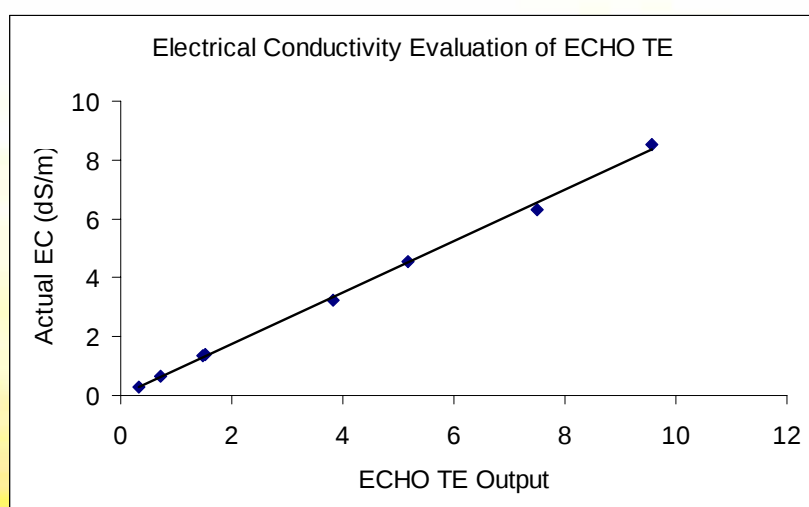




EC-5土質別キャリブレーションからの解放 <すべての土質において>



ECHO-TEによる EC 測定解析





< 結論 >

- 高周波数測定は、多くの条件において、測定精度の向上または維持が見られた
- 70 MHzでの測定が最適であった
 - EC溶液での感度変動の減少
 - ロックウールと土壌における塩濃度依存性の減少
 - 温度依存性は変化はあったが、向上にはいたらなかった（実験が必要である）
- 高周波は多くの場面に有効だが、テストにおいて顕著な改善ではなかった
- ECの測定においては、良い結果がみられた



EC-5 ECHOプローブ 5cm

- ・New Type ECHOプローブ
- ・コンパクト設計
- ・さまざまな土壌タイプに対応



精度	: $\pm 3\%$ (すべての土壌タイプ対応, 8dS/mまでの環境において), $\pm 2\%$ (キャリブレーション時)
仕様電源	: 2.5 - 5VDC @ 10mA
出力	: $\sim 200\text{mV}$ (空気中), $\sim 750\text{mV}$ (純水中)
測定時間	: 10ms
動作環境	: $-40 \sim 60^\circ\text{C}$, 0 ~ 100% RH
測定範囲	: 0 ~ 100% VWC
サイズ	: 長さ8.9cm × 幅1.8cm × 厚0.7cm ケーブル5m



ECHO-TE ECHOデジタルプローブ (EC/土壌水分/温度測定センサー)

- ・新設計マルチセンサー
- ・瞬時3成分同時測定
- ・Em50 ECHOデジタルロガー専用



<土壌水分>

精度 : <有機土壌> : $\pm 4\%$ (8dS/mまでの環境において), $\pm 2\%$ (キャリブレーション時)
: <ロックウール> : $\pm 3\%$ (0.5 ~ 8dS/m)
: <培養土> : $\pm 3\%$ (3 to 14 dS/m)

仕様電源 : 3VDC@0.3 mA, 9ms測定時@10 mA

動作環境 : - 40 ~ 60 , 0 ~ 100%RH

測定時間 : 10ms

測定範囲 : 0 ~ 100%VWC

サイズ : 長さ10cm × 幅3.2 cm × 厚0.7cm ケーブル5m

<温度>

測定範囲 : - 40 ~ 50

分解能 : 0.1

精度 : ± 1 (0 ~ 50 において)

<EC(電気伝導度)>

測定範囲 : 0 ~ 15 dS/m(溶液)

分解能 : 0.01 dS/m

精度 : $\pm 10\%$



『今後の課題』

1. 温度依存性の問題点の改善
2. 野外にての長期測定の耐用性
3. 従来品の改良
4. 品質検査の方法
5. その他

終了
ありがとうございました。

盟和商事株式会社
www.meiwafosis.com



メイワフォーシス に
2006年盟和商事は変わります。

井上 裕太