

討 論

座長 上野 義視（農環研）

雨宮（東大農）：粕淵さんに。20秒というスキニング・タイムについて、どのように考えておられましょか。例えば、どの土でも20秒でよいのでしょうか。

粕淵（北農試）：水分張力が小さい場合には早く安定します。それが大きくなると、安定までに時間がかかります。水分張力が大きい場合には、もう少し時間をかけた方がよいのかなと思います。また、実際に行ってみないと、分からないという部分もあります。ビニールチューブが長い場合には、その影響が当然出てきます。すなわち、水分張力が高まると、チューブの中に気泡ができます。それが何箇所かできると、それらによるメニスカスが効いて、応答がずいぶん遅れるということがあるわけです。気泡がなく、完全に水で繋がっている場合には、相当早く応答します。しかし、気泡はどうしても出来てしまいますので、水の繋がりが切れた状態では、正確な値が出るまでに少し時間がかかるということになります。ここでは20秒に設定したものを報告致しましたが、条件に応じて工夫した方がよいと思います。私どもの方法では、設定時間の変更はごく簡単です。

雨宮：フルードスイッチを使う場合には、違うテンションにパッと切り換わることになるので、当然その影響が出てくると思われます。それに関して、計器の時定数等のような、何か評価基準になるものがあつたのでしょうか。

粕淵：実際のところ、私どもの場合には、実施して見るしかないということでした。実施してみて、20秒というのが丁度良かったということです。良くなければ、30秒ぐらいでということになったと思います。計器等の影響はそれほどなかったと思います。

雨宮：テンシオメータの問題だけでなく、ポーラスカップの周囲の土の性質、例えば不飽和透水係数、あるいはセンサーの感度が十分に関連したものとして、設定時間は決まるのではないかと思います。

安富（茨大農）：圧力センサーによる値が温度によってかなり変化するということでしたね。これの温度補正は行っておられると思いますが、水分ポテンシャルと含水比との関係がなかなか得にくいということについては、これにも温度が関係していて、その影響がバラツキ

となって出ているのではないかと思います。この点についていかがでしょうか。

粕淵：そうではないと思います。温度変化が相当にある状態を作り出して、10日間ぐらい測って見ましたが、それにもかかわらずといえますか、温度変化のうちで、温度がそれほど高くない状態の部分だけを引き出してみても、やはり同じようなバラツキが出てくるのです。温度の影響があるかなと思って試みてみたら、実際にはなかったということです。

中野（新潟大農）：テンシオメータのビニールチューブ接続部分から上を少し長く取った方がよいということですが、それについてもう少し詳しく説明をお願いします。また、テンシオメータの上部に溜ったエアの除去を自動化できないでしょうか。さらに、似たようなものを作ったことがあります。高所への移動、台風などにより、センサーがその影響を受けるようです。これについてもいかがでしょうか。

粕淵：ビニールチューブ接続部分から上を長くした方がよいというのは、エア抜きと関係しています。その部分に少し水が溜っていた方が、ビニールチューブ内に水を吸引する時に楽なわけです。そうでないと、エアが入ります。長い方が水がめを大きくするという意味で、便利だということです。15 cm ぐらいあれば十分だと思います。また、それはビニールチューブの太さにもよりますが、出来るだけ細いものを使うようにすれば良いと思います。

エア抜きの自動化が出来ないかということについては、可能ではないかと思えます。リレーの1つに自動開閉出来るバルブを付けて、テンシオメータやビニールチューブの中に水がどんどん入っていけるようにしておきます。そして、それらの中のエアが抜ける程度の時間を実験的に調べ、逆にその時間、水が通り抜けるようにしておけば、可能ではないかと思えます。ただ、少しお金がかかるといえます。

それから、圧力センサーに、気圧の変化が影響を及ぼすかということですが。特に、その影響を受けるのは、ビニールチューブの中にエアが発生するといった場合ではないかと思えます。私の方法では、それをなるべく避けようということで、測定のためにキャリブレーションを行ったわけです。外圧を基準にした絶対圧測定の結果

を見てみますと、外圧、すなわちゼロの圧が変化するのは。試験地では、ゼロが80 mV ぐらいでしたが1~2 mV は変化しました。その値をキャンセルしましたので、気圧変化の影響はそれで避けられたのではないのでしょうか。

西出 (岐阜大農) : 圧力センサーのタイプはどのようなものでしたか。切り替えスイッチによる平衡時間が20秒ということとの関係で、何かタイプがありましたでしょうか。

また、圧力センサーからデータ入出力装置までの距離が3 km あっても測れるのでしょうか。私の実験では、電圧がドロップしてしまい、データがきれいに出来ないということがありました。

粕淵 : 圧力センサーのタイプは、普通の圧電式のもので、実際にモニターをしてみると、応答性は良好でした。例えば、パイプで水位を 50 cm に設定しておいて、パット 1 m に下げた時に応答がどのようになるかを見てみますと、数秒でその圧力が測れますので、相当に応答性の良いセンサーであったと思います。それ以外のことについては、詳しく分かりません。

また、3 km 離してもというのは、データ入出力装置からコンピュータまでの距離ということであって、この場合には現場にデジタル変換する装置がなければ不可能です。これは、電流で信号をやり取りするという方法ですから、電圧の問題はデジタル信号には、ほとんど影響がないということです。他に、最近、光ファイバーが非常に安価になってきており、1 km ぐらい離れても良いと聞いていますので、今後は、そのようなものを使っていた方が良いのではないかなと思います。

西出 : テンシオメータから圧力センサーまでの距離はどのくらいでしょうか。また、その部分にビニールチューブを使っておられるようですが、その伸び縮みが圧力センサーに大きく影響を及ぼすのではないかと思います。

粕淵 : テンシオメータから圧力センサーまでの距離が一番遠くしたのは、地下水位を測ったときで、5 m ぐらいでした。実は、圧力センサーの限界内であれば、この圧力センサーを使って、地表面下 5 m ぐらいまでの地下水がモニターできます。この場合、先端にはテンシオメータが使われているわけですが、この時に最大が 5 m ぐらいだったということです。

また、ビニールチューブの伸び縮みは、あまり気にせずというところですが、確かに、温度が激しくチューブが伸び縮みする場合には、問題になるかとは思いますが。他方、ポラスカップの応答性が良ければ、それが消去

されるのではとも思われます。しかし、そのことはポラスカップの応答性とチューブの伸び縮みとのスピードの違いによって決まるのではないのでしょうか。

塩沢 (東大農) : 圧力変換器というのは直線性が非常に良く、かなり保証できるものであると思います。一方、これまで圧力と出力電圧との間の感度をきちんと把握することができないので、この感度が温度の影響を受けたり、あるいは経時的な変化の影響を受けたりしていても、補正ができなかったわけです。ところが、粕淵さんらの方法は基準になる圧力を同時に測るので、キャリブレーションが必要でないということになり、現場で用いるにも非常に優れたものであると感心した次第です。また、スキャンニングの時間がそれほど早くなければ、平衡時間はあまり問題にならないと思います。

ところが、感度の経時変化に関してですが、圧力変換器を使っていて、半年とか一年とかの時間経過の中で、感度がだいぶ変わるというようなことはなかったのでしょうか。

粕淵 : 本報告のセンサーは数ヶ月間連続で使われました。ディスクに入れたものは変換した値でして、今の御意見を聞きまして、しまったなと思いました。つまり、生のデータと変換した後のデータの両方とも入れておけばよかったなど、今反省をしていたところですが。少なくとも圧力変換器の感度の経時変化というか、日変化はありました。

寺沢 (太陽コンサルタント) : 水分張力を測定できるのが pF 2.5 以下ということですが、実際はそれ以上に乾く場合が日本でも、海外でも乾燥期には多く見られるわけです。そうなると、テンシオメータは使えません。pF 2.5 以上の測定については、どのように考えればよいのでしょうか。

粕淵 : 私は土壌水分量を測る方法でよいのではないかと考えています。例えば、pF 3.0 付近ですと、それほどヒステリシスもありませんので、土壌水分量を測って、逆にその測定値から水分張力を求めるわけです。土壌水分量については、今日、比較的正確に測れる方法がありますので。

成岡 (東京農大) : 小前さんに。RI の方法に外的方法と内的方法があるということですが、それらの方法に使い分けがあるのでしょか。例えば、外的方法では孔隙構造を解析する、内的方法では土壌溶液の濃度分布を解析するとかということです。

また、RI を使って、3次元の立体的孔隙構造や溶液の濃度分布の解析が可能なのでしょうか。もし、可能であれば、その手法は現段階でどこまで進んでいて、その

解析法にはどのようなものがあるのでしょうか。

小前（農士試）：外的、内的の区分は、今指摘されたようなものではなくて、検査したい試料と放射性同位元素の存在する場所とによるものです。映像として捕える場合で考えれば、また別の区分があらうかと思えます。

次に、3次元的な画像についてですが、木材関係や医学の方で利用されているようです。また、医学の方では、多重にスライスしたデータから3次元的なものを捕える方法も行われているそうです。ただ、RIの方法が土壌の不均一性に使えるだけの精度・分解能等を持っているかということになると、とても使える段階ではないと思えます。なお、画像処理の技術の面から見ると、線質や検出器を選択して、非常に細かい角度で沢山の情報を捕えることができれば、RIの方法でも理論的には可能だらうと思えます。

座長：前田さんに。含水比と山中式による硬度との関係の測定方法を具体的に教えて下さい。

前田（北海道中央農試）：山中式硬度計は地表面のクラックの入っていない部分に刺しました。

座長：その時の含水比というのは、地表面からどのくらいの深さまでのものですか。

前田：含水比は、地表面の部分の5mmぐらいを剥ぎ取って、それ以深のほぼ7cmぐらいまでを採土し、測定しました。

座長：硬度を測ったところは地表面で、含水比はそれより多少深い部分でということですね。

長谷川（農士試）：還元田の方が地温が高いという原因についてコメントをいただけますか。

前田：非常にむずかしい問題でして、まだ深く追究しておりません。ただ、微気象を研究されている北農試の泊さんによれば、それは、湛水する前に、すでに一般の水田と還元田との間に地温差があったからではないかということです。また、これは1つの想像ですが、一般のヘドロ状の土壌構造をもつ水田と、3年間畑地として利用して、膨軟な土壌構造となり、作土も深くなった還元田における熱伝導の違いが地温差に影響を及ぼしたのではないかと考えられます。