

付録:

土壌水分モニタリングの実施例に関する アンケート調査結果と問題の総括

APPENDIX: Survey of Practice on Soil Moisture Monitoring and its Summary

山中 勤*
Tsutomu Yamanaka

はじめに

筑波大学陸域環境研究センターワークショップ「多様な地域における土壌水分モニタリングの実践」(2003年2月17日)の開催に先立ち、土壌水分モニタリングの実施例に関するアンケート調査を実施した。この調査の目的は、様々な調査事例を集積することにより、現在のモニタリング手法が抱える問題点を浮き彫りにすることにある。近年では様々なセンサー類を比較的安価に入手することができるが、必ずしも常に満足いく測定が行えるわけではない。そういった不具合はメーカーのカタログなどのみから予測することは難しく、実際に使用してみなければ分からないような問題も多い。したがって、研究経費と時間の浪費を防ぐためには口コミに頼るほかないのが現状であるが、残念ながらそうした情報は流通しにくい。そこで本稿では、アンケートに対する回答結果をもとに、生じうる問題点を要約する。

調査方法

Hydro-ML (<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/Hydro/hmlJ.html>) をはじめとする幾つかのメーリングリ

スト宛に、アンケートへの協力依頼をEメールにて行った。調査項目は、測定方法、使用測器、対称地域、対称土壌、土地利用、測定結果の良否、校正の有無・方法・効果、およびその他の特記事項、の8項目である。回答内容の信頼性を確保するため、回答者の実名と所属を同時に回答してもらい、氏名・所属の公表にあたっては回答者の同意を得ることとした。なお、氏名・所属の公表を拒む回答者はいなかった。

調査結果

およそ2週間の回答受付期間の中で、のべ37件の回答があった。回答結果を表1に示す。この結果から幾つかの問題が指摘できる。大別すると以下の4点である。

まず1点目は出力値の環境依存性である。塩分濃度の高い乾燥地域で土壌水分量が過大評価されたり、周囲の地温変動により見かけ上土壌水分測定値が同じ周期で変動したりという事例が報告されている。これらは測定手法の原理上回避しきれない部分もあるが、そのような誤測定に気づかずに測定結果を完全に信用してしまうと現象の解釈に重大な誤りを生じさせる可能性がある。これらの誤差は類似した手

法、類似した地域での測定であっても、誤差が顕著な場合とそうでない場合とがあり、今後さらに事例を集積してその原因に関する理解を深めると同時に、有効な補正法を考案してゆく必要があるだろう。

2 点目は測器固有の誤差である。上述のように、類似の条件下であってもセンサーの種類・メーカーによって誤差の程度や特性が異なる場合がある。また、TDR 法は（有機質に富むなどの）特殊な土壌を除けばキャリブレーションなしでメーカー公称精度内での測定ができることが魅力の一つであるが、実際には一方的に過小評価するようなセンサーもあるようである。こうした情報はややもするとメーカーへの誹謗中傷ととられかねない危険性があるが、質の良いモニタリングを確実に実施するには欠くべからざる情報であり、問題を起こさない範囲で客観的な情報を流通させる必要があるだろう。

なお、測器の設置状況も測定精度に影響をおよぼす重大なファクターである。良好な設置方法を習得する努力と情報交換が必要であるが、測器によってその影響の程度は異なるので、測器の選択を行う際にその設置方法と調査地域の土壌特性（礫の多少、穴の掘りやすさ・崩れやすさ、など）とを考慮する必要があるだろう。

3 点目はキャリブレーションの方法についてである。回答結果のおよそ半数でキャリブレーションが行われているが、その労力に比して効果が少ないという意見も目立つ。特に、土壌水分量やそれを規定する土壌物理特性は空間的な不均質性が高く、炉乾法との比較により現場でキャリブレーションを行おうとすると、土壌サンプリングの位置が（たとえ数十 cm の範囲内でも）異なることにより、参照すべき値のほうの変動してしまう。したがって、空間変動が大きい場合には測定精度をある程度以上にまで向上させることはできない。より精密な測定を志向するならば、水分量を任意に制御できる室内実験によるキャリブレーションを行うべきであるが、実験に用いた土壌条件と野外での条件を全く同一にすることは難しいため、野外における真の状態を測定できているかは不安が残る。この点は、ある程度の誤

差を容認するならば現場キャリブレーションのほうで安心できる。したがって、完全なキャリブレーションは室内であれ現場であれ非常に難しく、悩ましい問題であるはあるが、時間変化を問題にするのか、空間的差異を問題にするのか、など明らかにしたい対象に応じて個別の対策を練るよりほかないと思われる。

おわりに

乱流観測機器など、大気関連の測定器に関しては多数の研究者やメーカーが参入して行う比較検証実験が数多く試みられてきたが、土壌水分測定機器に関しては対象とする土壌の種類やその地域の気候条件などによって誤差要因が多様であるため、一度の比較観測ではなかなか一般性を持った結論を導きにくい。このため、その有効性を検証するためには多数の調査事例を集積するほかない。今回のアンケート調査に応じた回答者の数は必ずしも多くないが、事例としてはバラエティーに富むかなりの数の回答が得られた。協力いただいた回答者の方々に御礼申し上げます。また、本調査結果（表 2）はワークショップの総合討論の際に資料として配布し、これを叩き台として参加者の方々にご意見をいただいた。その発言内容はできるかぎり本稿に反映したつもりである。ワークショップに参加された皆様に改めて謝意を申し述べる

