

土壌水分計測の高度化に関する研究(I)
- ビルトインシリンダ式テンシヨメータの開発 -
The research on the upgrading of the soil moisture measurement(I)
-Development of built-in cylinder style tensiometer-

谷川寅彦¹矢部勝彦²
TANIGAWA Torahiko, YABE Katsuhiko

1. はじめに：これからの環境保全を考えたとき、地域から地球規模の問題まで様々なスケールでの検討が必要とされる。広大な地域を対象とするとき、同じように見える植生地でもその晒されている土と水の環境は必ずしも均等ではない。そのため、安価かつ維持・操作・稼動・耐久性等にも優れる多点展開可能な実スケール環境計測手法・装置に対する要請は明らかに高まり、これは地球環境版 **High-Low Mix** 戦略（元はUSの政府機関造語）の方向性だといえる。**High** は衛星リモセンや高価高性能な観測機器などと位置付けられるようが、**Low** の方はカリフォルニア大学、インテル社の **mote**（チリ、ほこりの意味；基本構成では温度、加速度計測などで無線通信の機能をも持つ）などが既に実用化しつつあるといった情勢である。しかし、このようなマイクロ化の要件、機器自体の構造などをみても土壌水分環境測定機器に関してはそれほど進んだ状況とはとても言えない。本報では、このような要請に従って各種測定システム構造面からの検討として簡易安価なテンシヨメータを対象に精度維持、操作性の向上に関するプロトタイプ試作検討を行った。

2. 試作装置の概要：テンシヨメータによる土壌水分マトリックポテンシャル（土壌水分張力、土壌水分吸引圧）測定値の精度は、内部に空気が残留することにより、それが吸引圧、温度変動により体積変化する空気パネとして働くため大きく影響を受ける。さらに、それを避けるために注水作業を行い一度吸引圧が失われると、高吸引圧に戻るまでの反応遅れにより測定値に狂いが発生する。

この現象自体は古くから知られており各種対応策も確立しているが、いずれも比較的複雑高価であったり熟練を要するなど一般利用には不向きであるのが実態である。そこで、**図1**に示すように気泡排除、吸引圧セットが容易なビルトインシリンダ式テンシヨメータを試作し、その基本性能、さらにその性能を活かし、栽培条件下での給水管理に適用し地下水環境等に悪影響を与える給水の降下浸透損失抑制に活用できるかどうかを検討した。

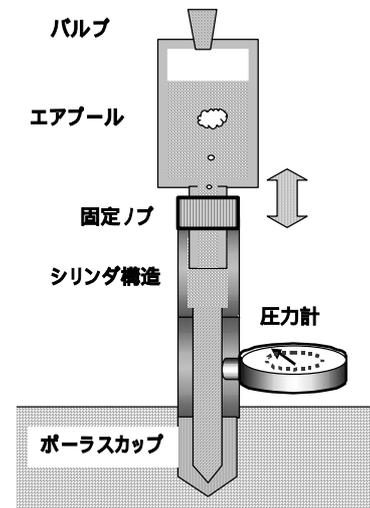


図1 ビルトインシリンダ式テンシヨメータの概要

¹ 大阪府立大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University

² 滋賀県立大学環境科学部 School of Environmental Science, University of Shiga Prefecture

キーワード：テンシヨメータ、ビルトインシリンダ、土壌水分張力測定

3 .栽培試験の概要：要旨では栽培試験結果の概略を示す。ビニルハウス内に設置したライシメータ（幅 1.5m 奥行き 1.5m 深さ 1.5m）において、対象作物をカリフラワー（スノークイーン：04/10/14-05/1/20）として黒ボク土試験区に 9 株植栽（株間 30cm 格子状植栽）の 2 つの試験区を設定した。給水は、各株位置に設置したドリップ灌漑エミッタより行いタイマ制御で給水量を制御している。05/1/1 よりテンシヨメータ区（K-1）では、0-40cm の土層を代表し深さ 10cm、30cm に株間位置で埋設したテンシヨメータの測定値を参考に給水時期を調整し、間断灌漑区（K-2）では 5 日間断固定で給水を行った。両試験区とも 1 回当たり給水量は、間断灌漑区の浸透損失水量の状況等を参考に調整している。また、05/1/16-1/20 の期間については、両試験区ともより頻繁に灌漑する効果を確認するため毎日 1 回灌漑を実施した。測定項目は土壌の物理・保水性、給水量、土壌水分張力、浸透損失水量に加え、気温、日射量、pH、電気伝導度などである。

4 .実験結果と考察：カリフラワー栽培試験における各試験区の給水量、浸透損失水量等を表 1 に示す。1/1-1/5 の期間、テンシヨメータの観測結果から判断して給水を行わなかった K-1 でもそれまでの余剰水分がまだ排水されておらず約 2L の降下浸透による排水が観測され、1/6-1/10 までの期間では K-2 では給水量を 27L に減少させたが浸透損失は 23.6L も観測された。1/11-1/15 では、K-1 のテンシヨメータ観測値が給水の目安とした pF2.3 を超えたので K-1、K-2 試験区とも灌漑を行った。灌漑水量を 18L としたところ、浸透損失は K-1 で 0.2L、K-2 で 6.7L となり、K-1 でも 15 日間断後でさえ浸透損失が発生するが、K-2 では損失は明らかに少ない。1/16-1/20 の期間は正確な環境管理のため水分測定精度維持が望ましいといえる。5 日間の給水総量は、18L と 1/11-1/15 と同じで毎日 1.6L（1 株当たり 0.18L）を灌漑したが、損失はほとんどなく、有効土層の水分回復に有効に利用されたと考えられる。なお、土壌水分張力は好適な範囲内であった。損失水の水質についてみると pH は 7.8-8.7 であり、EC は損失水量が少ないとき大きい傾向であった。

表1 土壌水分消費と浸透損失の状況(カリフラワー栽培試験)

| 期間 | 灌漑水量 | | 浸透水量(損失割合) | | pH | | EC | |
|------------|---------------------|--------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|
| | K-1 テンシヨメータ 区 | K-2 間断灌漑区 | K-1 テンシヨ メータ区 | K-2 間断灌漑 区 | K-1 テンシヨ メータ区 | K-2 間断灌漑 区 | K-1 テンシヨ メータ区 | K-2 間断灌漑 区 |
| 05/1/1-1/5 | 0mm | 18mm(40.5L) | 2.0L | 38.7L(96%) | 7.9 | 8.2 | 4.4mS/cm | 2.8mS/cm |
| 1/6-1/10 | 0mm | 12mm(27.0L) | 0.0L | 23.6L(87%) | なし | 7.9 | なし | 2.7mS/cm |
| 1/11-1/15 | 8mm(18.0L) | 8mm(18.0L) | 0.22L | 6.7L(37%) | 7.8 | 8.1 | 5.8mS/cm | 2.7mS/cm |
| 1/16 | 1.6mm(3.6L) | 1.6mm(3.6L) | 0.0L | 0.05L | なし | 8.7 | なし | 6.1mS/cm |
| 1/17 | 1.6mm(3.6L) | 1.6mm(3.6L) | | | | | | |
| 1/18 | 1.6mm(3.6L) | 1.6mm(3.6L) | | | | | | |
| 1/19 | 1.6mm(3.6L) | 1.6mm(3.6L) | | | | | | |
| 1/20-1/21 | 1.6mm(3.6L) | 1.6mm(3.6L) | | | | | | |

5 .まとめ：基本性能試験などについては講演時報告する。本研究のビルトインシリンド式テンシヨメータは上述の試験でも既に実用レベルの性能を確認しており、注水作業が容易で高精度の測定が可能であるが電子的構成要素などについては追加していない（現時点でも市販装置の追加で十分対応可能ではあるがそれが最終的なゴールとは考えていない）。これらを基本に発展させ進化した記録機能電子化等を含め比較的安価により高度化された機器についても開発目処はついているので今後追加して発表をしていきたい。