

## 温度補償型水封式テンシオメータの試作

千葉工業大学 学生員 ○大小田 晋也

千葉工業大学 正会員 篠田 裕

### 1. 研究の背景・目的

乾燥地での不適切な灌漑は塩類集積を促進させ、土地の荒廃と沙漠化を早める。適切な灌水の時期・量を決める手法として、土壌の水分状態を測定することが有効であり、実用的な現地土壌測定法として、テンシオメータが広く用いられている。しかし、テンシオメータは気温・地温の影響によって、導管材質の熱膨張と内液水中の溶解脱気気で内圧変化を起こし、その測定値に誤差を生じる。この気温・地温の影響を少なくする対策として、埋設型のテンシオメータが開発されているが、埋設型のテンシオメータは、測定地点まで土壌を掘り返さなければならないことや、保管方法にも注意が必要であるため、利便性が高いとは言えない。

そこで、従来のタイプの土壌挿入型テンシオメータで、気温・地温の影響を補償した水封式テンシオメータを考案試作し、実験的にその効果を確認することによって、利便性が高い温度補償型水封式テンシオメータの完成を目指すこととした。

### 2. 実験概要

ポーラスカップの付いたテンシオメータと、付いていないダミーのテンシオメータ(ダミーセンサー)を用意した。2本のテンシオメータで同時測定を行い、気温・地温の影響で生じた誤差をダミーセンサーで測定し、ポーラスカップの付いたテンシオメータの気温・地温補償を行った。これは、当研究室の過年度の研究で、ポーラスカップの付いたテンシオメータと付いていないテンシオメータで同時測定を行い、気温・地温によって生じた誤差を補償する方法に見通しがついたものの、ダミーセンサーと気温・地温との明確な関係が見いだせなく、異なるタイプのテンシオメータとの比較も行われていない。

そこで、温度補償型水封式テンシオメータとして、タイプが異なるマイクロテンシオメータと SK 型圧力式テンシオメータの2種類を用意し、温度影響が少ない埋設型感応水分センサーと同時測定を行い、それぞれのテンシオメータにおいて気温・地温の影響を確認することで、

温度補償型水封式テンシオメータを考案することとした。

実験場所は、テンシオメータが直射日光に当たらないように使用されることから、日陰の場所を選び、電球を点滅させることで温度変化を与えた。

実験土壌槽に使用した土壌は、赤玉土と九十九里海岸の砂を混合することによって、保水性・排水性のバランスをとった。

### 3. 実験

#### (1) 使用器材

- ・ライシメータ (長さ 65cm×幅 65cm×高さ 65cm)
- ・SK 型圧力式テンシオメータ  
(サンケイ理化(株)製、SK-5608A)
- ・マイクロテンシオメータ  
(サンケイ理化(株)製、SK-5500-HM06)
- ・埋設型感応水分センサー  
(サンケイ理化(株)製、SK-5500ET)
- ・地温計(白山工業(株)製、ST110)
- ・温湿度計(ヴァイサラ(株)製、HMP35D)
- ・データロガー (大起理化工業(株)製、DIK-9421)
- ・2.0mm ふるいを通過した土壌  
(赤玉土 7 割、九十九里の砂 3 割)

#### (2) 実験手順

実験土壌の水分量を調整し、ライシメータ内に敷き詰めた。テンシオメータは、図1のように配置し、乾燥過程で測定を行った。測定後、テンシオメータの圧力水頭から、ダミーセンサーの圧力水頭を差し引き、差し引いた値で p F 値を求め、埋設型感応水分センサーの p F 値との比較を行った。



図1 SK 型圧力式テンシオメータを用いた実験の様子

キーワード 沙漠化対策, 塩類集積, テンシオメータ, 温度影響

連絡先 〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 工学部 建築都市環境学科 Tel 047-478-0446

#### 4. 結果および考察

ダミーセンサーの出力電圧と気温・地温の相関を図2に示し、図3には、気温・地温の時間変化に伴う圧力水頭の変化を示した。

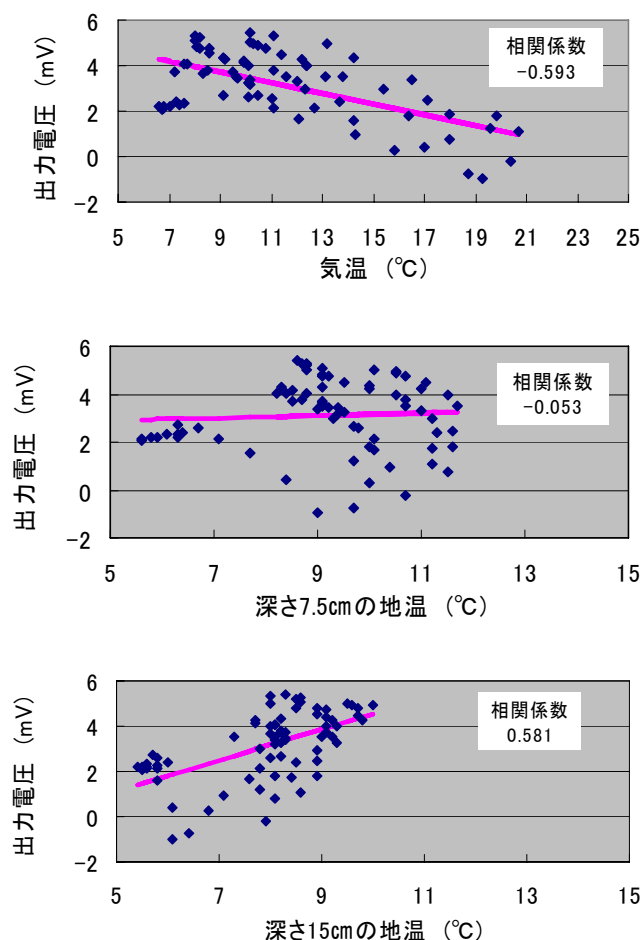


図2 ダミーセンサーの出力電圧と気温・地温の相関

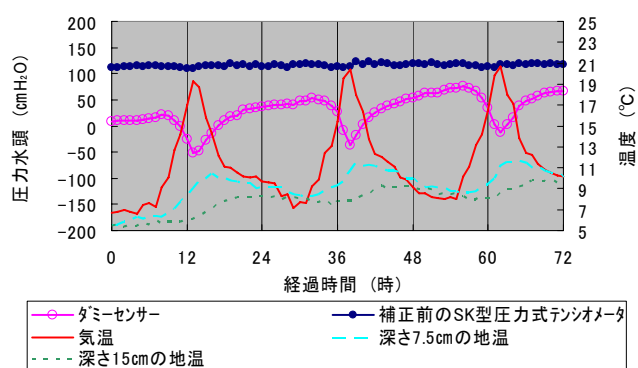


図3 時間変動に伴う圧力水頭の変化

これらの図から、ダミーセンサーの圧力水頭は、温度変化に強く影響され、気温とは負の相関関係がみられる。深さ 15 cm の地温とも相関関係がみられる。ダミーセンサーは、導管部が気温の影響を強く受け、さらに、地中 15 cm の地温の影響を受けることが分る。7.5 cm 深の地温の影響は、気温と 15 cm 地温の平均的な値になったので、影響が少ない。しかし、図3に見るように、SK 型圧力式テ

ンシオメータには、気温・地温の影響が現れていない。この原因としては、最低気温と最高気温がともに低いことや、日射ではなく電球によって暖めたことによって、ポラスカップを通して影響が緩和され、測定値に変化を及ぼすまでに至らなかったためだと思われる。

図4には、SK 型圧力式テンシオメータの圧力水頭から、ダミーセンサーの圧力水頭を差し引いてpF値を求めたものを補正後とし、補正前の値と、埋設型感応水分センサーの値を示した。

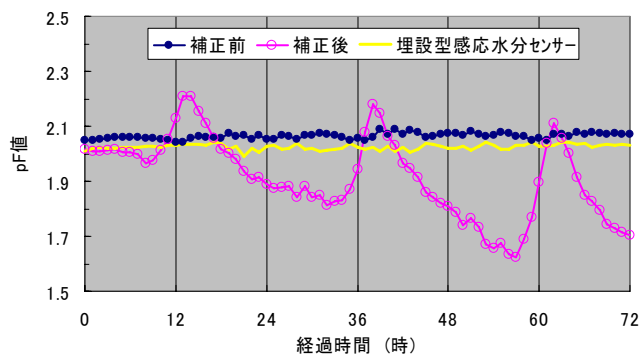


図4 補正後のpF値と、他のpF値との比較

補正前と埋設型感応水分センサーのpF値は近い値を示しているが、補正することによってpF値に時間変化がみられるようになり、埋設型感応水分センサーとは異なるpF値となっている。これは、変化に敏感なダミーセンサーと、ある程度の影響をポラスカップで緩和するテンシオメータの違いによるところが大きく、器具が温まりづらく、気温・地温の低い条件下では、この方法による気温・地温の補償は難しいとも考えられるが、現在さらに検討中である。

マイクロテンシオメータでも同様の実験を行った。気温・地温の低い条件下では、どのpF値もあまり変化がなく、相互に近い値を示していたが、気温・地温の高い条件下では、ダミーセンサーが測定限界を超えてしまい、pF値を求めることができなかった。これは、地表部に出ている部分が少なく、導管が太いために内液が多い、マイクロテンシオメータの仕様に起因するところが大いと考えられるが、現在継続観測中である。

#### 5. 今後の課題

地表部に出ている部分が少なく、導管が細いマイクロテンシオメータをベースに、温度補償型水封式テンシオメータを試作し、高温の日射条件下において、乾燥・湿润過程での実験を行い、気温・地温の影響を補償することのできる温度補償型水封式テンシオメータを完成させたい。