

農業気象測器に関する研究 第2報

塚本喜蔵* 高橋克己*
常岡伸祐** 三寺光雄**

1. はじめに

農作物を研究対象とする人々にとって、農作物の環境を適確に測定し、評価することは、きわめて重要なことである。近年、物理、化学的測器の進歩によって、外界諸条件の測定は、精密に行われるようになった。だが、それにもかかわらず、作物の反応や、生活をとおして、外界の条件を評化する方法^{1),2)} (広い意味での Phytometer method) は確立されていない。

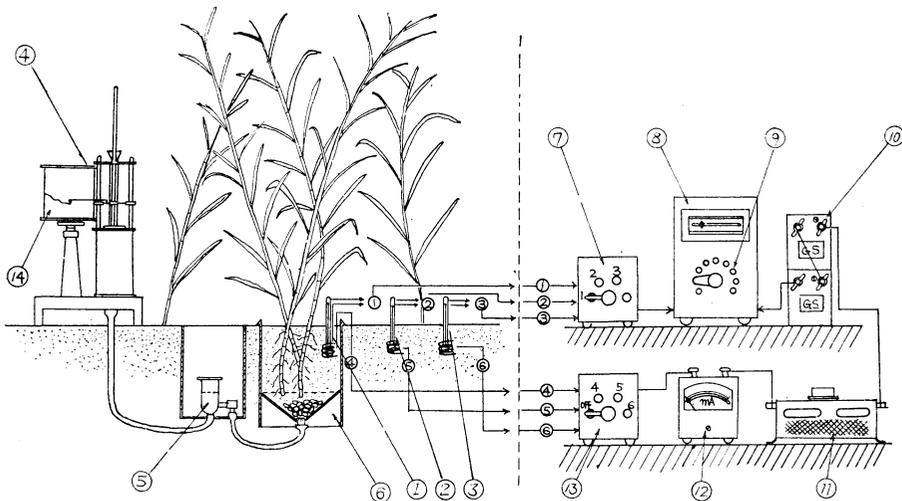
農業気象学の分野では、環境に対する理解のしかたは、きわめて単純で、農作物にあたる外界の諸条件の關係 (action) だけが、取り扱われる傾向にあった。したがって、環境測定の方法も、また単純な one factor 主義であった。このような方法は、気象環境としての、一面をとらえることはできても、農作物の環境構造 (eco system) として、全体を理解することはできない。近年、生態学の分野では、micro habitat あるいは micro environment に注意がむけられてきた³⁾。これは結局、環境の理解のしかたとして、環境作用の面だけではなく、環境形成作用 (reaction) が注目されるようになってきたからではないかと思う。農業気象でも、微気象の研究が活発になってきたが、これは、必ずしも、生態

学でいう、環境観と同じものか疑問である。いずれにしても、農業気象の測器に関する研究は、より生態的な角度から進めなければならないことは、いうまでもない。このような分野を開拓するためには、植物生態を研究する者と、測器の専門家との協力なしにはできないことである。今回の研究は、先に発表した、三寺、上利⁴⁾の、自然状態において、土壌水分と地中温度を同時に測定するための装置の研究に引続き、農地の乾湿状態を測定する装置の研究である。ここで第2報としたのは、三寺、上利の研究を第1報としたためである。

2. 土壌乾湿測定装置

農地の土壌水分の測定方法は、数多くあるが、これらの測器では、農地の土壌水分の分布を推定するには、きわめて困難である。それは結局、自然状態のまま測定することができないということからきている。

われわれの土壌乾湿測定装置は、農地の水分状態を短時間に知る目的のためと、また、農地の水分収支を自動的に知るための2つの目的をもたせている。今回は、第1の目的である、水分分布の測定について述べ、第3報で、第2の目的である、水分収支の自動装置について報告する考えである。



第1図 土壌水分測定装置および配置図

* 測器研究部 —1957年9月2日受理

** 応用気象研究部

第1図で示した装置の原理は、人工的に、圃場含水量 (field capacity) をつくり、この装置の中に、三寺、上

利が考案した、水分計を挿入すると同時に、農地の他の場所にも水分計を配置しておき、水分計を同時に作働させることによって、各場所の水分が圃場容水量にくらべて、どの位乾燥しているかを知ることができる。もし水分計が多くない場合には圃場容水量の測定に使用している以外の1個の水分計を、移動させることによって、土壤水分の分布状態を知ることができる。この方法によれば field が異なった場合でも（土壤が異なる場合）いちいち、水分計の読みと、土壤水分について calibration を行わなくてもよいのである。次に原理図（第1図）について、説明する、図中で(1), (2), (3)は、土壤水分計である。水分計の読み取りは、thermometer selector (7), を通して temperature indicator (8), で読むことができる。また thermometer selector の 1, 2, 3. は水分計 (1), (2), (3) に対応している。切替スイッチである、また temperature indicator の (9) は range selector である、傾は、水分計を作働させるために使用される、12 volt の battery である。(11) は、heater regulator, (12) は milli-ammeter で、これは、水分計を作働させるために、一定の電流を送らなければならないが、一定の電流が、流れているかどうかを知るために使用される、(13) は、水分計 (1), (2), (3) を加熱する際の熱源切替スイッチである。

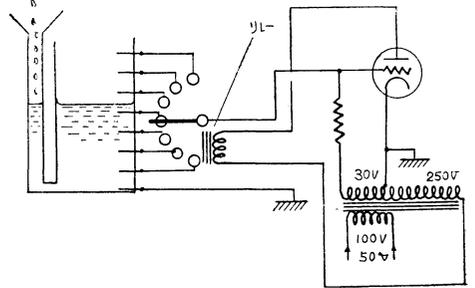
次に (6) は、soil tank である、(5) は、soil tank の水位（破線で示した位置）を常に一定に保つための装置として motor cycle 用の carburetor float chamber を応用した。(4) は水槽で、その中に float を浮べてある部分、recording instrument である。また (14) は、recording drum である、ここでは1日巻の時計を使用した。

われわれは、圃場容水量を人工的に、つくりだすために、蒸発散計 (evapotranspirometer) を利用した。蒸発散計については、多くの研究があるが、ここでは、一応、水槽の大きさはサイフォン型自記雨量計のものと同じものを使用した。また soil tank は、直径 20 cm, 深さ 50 cm のものを使用した。この容量は、一般には小さすぎるけれども、研究費の点から、これ以上のものは、望めなかった。

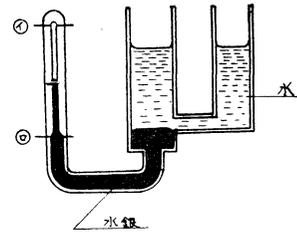
3. 野外実験

第1図は、江戸川のヨシ (phragmites communis) 群落の乾湿状態の測定に使用した配置図である。使用方法は、まず水槽に水を入れる、次に soil tank を土中にうめ、ビニール管で水槽と、float chamber と Soil tank を連結させる。次に水位を適当に、きめるために、水槽の位置を変えることによって、調節する。水位がきまったら、soil tank をうめるときに、ほりおこした、土壤と植物（この場合ヨシ）を tank の中へ静かに入れる、この操作が一応終れば、土壤は、毛管作用によって、水位面から、地表面へと移動を始めるが、あ

る条件のもとで含みうる一定の水分量に達すると、移動はきわめて不活発となる。これを、ここでは、安定した状態と考えることにした。この点をたしかめるために一定の深さに、水分計を挿入して、その読みで確かめることができる。また蒸発散は、地温の影響を受けるので、この水分計で、地温も測定して、圃場の地温を比較する、次に水分が安定したときに、初めて自記紙（この場合は、サイフォン型自記雨量計用のもの）を recording drum にとりつけ、float にとりつけたペンによって記録させばよい。もし測定期間中に降雨があった場合は、当然、soil tank の中に入ってくるので、水位は上昇する、したがって、この量を排水しないと、降雨が止んだ後、ただちに作働しないので、始めにきめた水位にあわせて、soil tank のわきにガラス管をとりつけば、水位の上昇した部分の水は排除される。この排水された量は、水位を隔測記録する方法¹¹⁾によって記録することができる。または第2図に示すように、ガラス管の内側に



第2図 滲透水測定装置

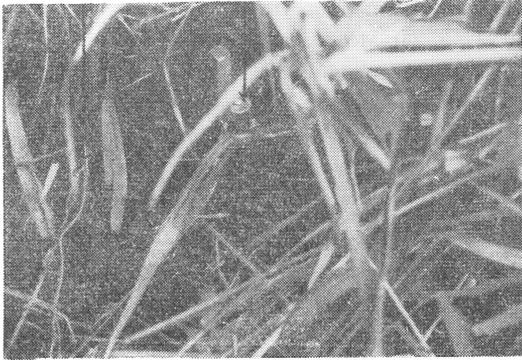


第3図 滲透水測定装置（水銀）

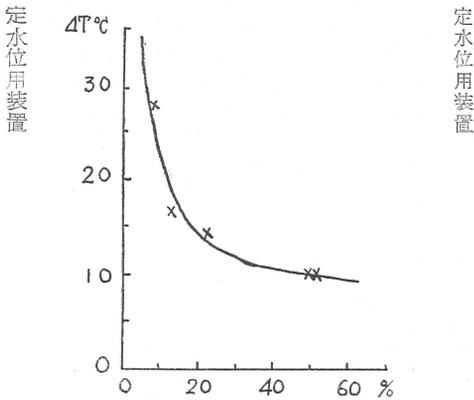
白金線を等間隔にとりつけて、水位の増加によってリークし、グリッドはカソードと同電位となり、真空管のプレート、回路に入れてあるリレーが作動し次の位置に切換えられるので、水位の位置は常に切換スイッチの位置によって追せきしていくことができる。あるいは第3図で示すような装置にすれば(1)と(2)の間には高抵抗の抵抗線が封入してあるから、今水の増加によって水銀はイロの方向に移動する。したがって、イ、ロ図に封入した抵抗値は減少する、この値を自記記録することによっても可能である。

写真は、江戸川のヨシ群落について測定しているところである。矢印(1)は、soil tank を土中にうめた部分

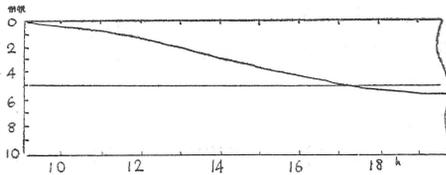
水分計用温度計 定水位用装置



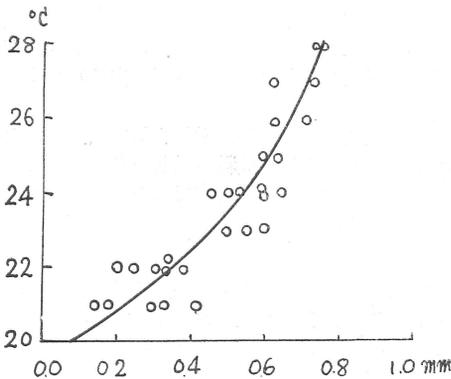
江戸川ヨシ群落中における蒸発散位の測定状況



第4図 温度上昇と含水量との関係



第5図 蒸発散量の変化(8月1日)



第6図 蒸発散と気温との関係

で、矢印(2)は、定水位装置、である。第4図は soil tank に挿入した、水分計について3分間一定電流を加えた場合の温度上昇の値と、含水量の関係を示したものである。この実験で圃場含水量としては50%の値で一応安定している。第5図での自記(8月1日)は、この時の蒸発散量の変化の様子を示している。第6図は、7月14日から19日の期間6h~18h までの時間について、毎時の値を自記から読み、その時の気温から、蒸発散と気温の関係をめたものである(図中の点はかさなりあうので、その部分は記さない)この関係に関する、数量的な論議は、今後の資料によって検討したい、土壌水分の分布については、江戸川が増水していたために、まわりの土壌は、きわめて湿潤化していたので測定には、不適當で実施しなかった。

4. おわりに

今回のものは、試作的なものであるために必ずしも満足すべき結果は、えられなかったが一応、この方法によって、農地の土壌水分を推定するための資料が、えられそうに思う。また、蒸発散計は、この目的以外に、農地の水分収支の測定にも使用できるので、今後の問題としては、降水量、給水量、排水量の3要素から、ただちに水分収支計算が自動的にできるような測器を考案すると同時に、実用化の段階にまでもっていききたい。

最後に、この研究で、多くの便宜をいただいた測器研究部長、応用気象研究部長、研究所工作掛員に感謝したい、また江戸川のヨシ群落についての野外実験には、千葉大学、沼田博士にお世話になったので、感謝の意を表わしたい。

文献

- 1) Clemnts, F. E. and G. W. Goldsmith: The Phytometer Method in Ecology, 1924.
- 2) 三寺光雄: 環境探索の方法, 生物進化, 第2巻, 第4号, 96頁, 1955.
- 3) 中原孫吉, 三寺光雄: 佐渡の稲作と気候について(日本の農業気候の研究)第1報, 産業気象報告, 第16巻第1号, 1952.
- 4) 沼田真: 植物気候とその問題点, 生物科学 第9巻, 第1号, 3頁, 1957.
- 5) 三寺光雄, 上利周一: 生態測器の考案(土壌水分計と自記装置), 日本生態学会誌 Vol. 5 No. 2. p.54, 1955.
- 6) Whitney, Milton, F. D. Gardner and L. J. Briggs: An Electrical Method of Determining the Moisture Content of Arable Soils. U. S. Dept. Agr. Bur. Soils Bull., 6. 1896; Bull., 12. 1898.
- 7) Livingston, Burton E and Riichiro Koketsu, The Water-supplying Power of the Soil as

- related to the Wilting of Plants, Soil Sci., 9, 469-485, 1920.
- 8) Richards, L. A. and O.R. Neal: Some Field Observations with Tension Meter, Soil Sci. Soc. Am. Proc., 1, 71-91.
- 9) Mather, J. R.: Manuel of Evapotranspiration, Micrometeorology of the Surface Layer of the Atmospheres. Supplement to Interium-report No. 10. The Johns Hopkins Univ. Laboratory of Climatology, 1950.
- 10) Thornthwaite, C. W., and J. R. Mather: The Role of Evapotranspiration in Climate, Arch. für Met, Geoph. und Biocli., S. B. Bad. III. p. 16. 1951.
- 11) Tsukamoto, K., S. Tsuneoka and K. Takahashi: A New Remote Rain Gauge and Its Tests on Odaigahara-San, Reprinted from the Papers in Meteorology Geophysics, Vol. II. No. 2, 1952.

北海道支部だより

北海道支部研究発表会

前日の北部管区研究会に引き続いて12月6日午前9時から札幌管区気象台大会議室において第一回北海道支部研究発表会が開催された。12月に入って早々道央地方に降った30糎ばかりの雪も連日の暖さにはほとんど消えて、陽光のさんさんと降りそそぐ会場には定刻前より続々と詰めかける北大、農試等の会員をはじめ、前日の長時間にわたる管区研究会に出席した気象台関係の会員で一杯になった。会場を担当された札幌管区気象台長の開会の挨拶に引続き、前日の研究会の指導官および本発表会にわざわざ東京よりおいでを願った島山理事長の挨拶があり下記の発表に移った。熱心な討論に終始し、午後に入って北大孫野教授および低温研究所の吉田教授の総合報告はスライド、図表、原理実験をまじえての名講義、また当支部長、北大中谷教授の延々2時間にわたる名講演は満堂の百名を越える聴衆を魅了し、午後6時30分吉田教授の閉会の挨拶をもって幕を閉じた。

(研究発表) 記

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| 1 日射量に関する諸調査 | 岡林俊雄 (札幌気象台) |
| 2 気候、季節、天候の推移の類似性について | 木村耕三 (旭川気象台) |
| 3 降雨量の数値予報 (第一報) | 井沢竜夫 (函館気象台) |
| 4 海氷の分類について | 千島昭司 (網走気象台) |
| 5 輻射霧について | 大喜多敏一 (北海道学大) |
| 6 プロッキング活動の研究 (第一報) | 柏原辰吉 (札幌気象台) |
| 7 個々の降水要素から検出した海塩粒子について | 若浜五郎 (北大低温研) |
| 8 雪結晶の過冷却微水滴の捕捉の観測 | 熊井 基 (北大理学部) 肥沼正一 (〃) |
| 9 Fall-out における放射能の大きさによる分布 | 板垣和彦 (北大理学部) |
| 10 全天写真解析の一つの試み | 樋口敬二 (北大理学部) |
| 11 空中電位の気象擾乱について | 孫野長治 (北大理学部) 織笠桂太郎 (〃) |

(総合報告)

雲の電気発生機構の基礎実験 孫野長治 (北大理学部)

雷雲の発生機構の主な部分は霰または雹の発生、生長と密接に結び付いていると考えられている。またこの両者が生長する際の電気発生に関する実験や観測が数多くなされているが結果に不一致が見られる。これは生長の源になる過冷却、微水滴自身の電荷に起因する部分もあると考えられるので実験室内および雲中(手稲山頂)で微水滴の個々の電荷を測って見た。

人工霜を作る装置で水蒸気供給用のピーカーから微水滴があぶくとしてでる時は正負の電気を帯びており、水温により符号に変化の現われることがわかった。天然の雲では霧雨程度に大きくなると雲粒の電荷が急増することがわかったがまだ観測値の数は少い。レナード効果も再検討しているが水滴が分裂する際にすでに電場が存在すると静電誘導のため桁外れに大きな電気を帯びた水滴のできることも気付いた。

積雪の話 吉田順五 (北大低温研)

おもに積雪の、力に対する反応のしかた、すなわち積雪の機械的性質についてお話をしたい。積雪は自重によってたえず沈降してゆくが、このとき積雪にはたらいっている力は小さい。このような小さい力のもとでは、積雪は粘性的ないしは塑性的変形をする。それについて求めた法則を利用すると、毎日観測されている積雪降水量の値から、積雪の深さ、積雪内での密度の鉛直分布などが計算によって求められる。

(特別講演) グリーンランドの雪と氷 中谷宇吉郎 (北大理学部)