泥炭地水田の用水量調査について*

千葉 豪

(北海道農業試験場)

Researches on duty of water in the rice-field of peat-bog

T. Chiba

(Hokkaido National Agricultural Experiment station.)

1. 緒 言

本調査は泥炭地水田の用水量を測定し、造田及び灌漑計画の資料とするために行つた。泥炭地は鈹質土とは全く趣を異にし、測定方法に関して種々考慮すべき点を生じたので、適宜補足的測定を行つて調査結果に補正を施した。又調査開拓時期が遅れたため試験田の選定、調査施設等にも制限をうけ、灌漑全期間にわたる結果は得られなかつた。ここでは用水量調査につき、現地の特異性に基いて考慮すべき事柄と補正事項及び調査結果とを述べる。

2. 調 査 方 法

美唄、岩見沢の泥炭地に於ける一般の水田の中からそれぞれ試験田を選定し、これと比較するため琴似の鈹質土の水田に於ても測定を行つた。調査は葉面蒸発量、株間蒸発量、田面蒸発量、滲透量の各項目について行い一般気象及び微気象的観測も併せ行つた。試験田の状況は第1表に示した。

第1表 試験田の状況

	岸 見 沢	美 唄	琴 似
株 間	1尺; 4寸	1尺2寸; 4寸	1尺3寸; 4寸
暗 渠	有 り	無 し	有 り
客 土	5~6 立坪	12 立 坪	無 し
土 質	低位泥炭	高位泥炭	砂 壤 土
水田面積	4 畝	9 畝	8.3 畝

先ず水田に灌漑水を流入せしめた後流入孔及び流出孔を密閉し、水田に打込んだ杭によりフックゲージを用いて一昼夜の水面降下を測定した。更に大小2種のポットを用い、大ポットには稲を2株植え小ポットには土と水だけを入れて水田中に埋め込み、ポットの中に尖端をとがらせた針金を立てて尖端すれすれに水を入れておき、翌日蒸発して減つた分の水をメスリンダーで測りながら注入して一昼夜の減水量を測定することにした。上の

装置を水田中の3ヶ所に設け、蒸発量の計算に当つてはそれぞれの値を平均して次式から算出した。

$$x = \frac{v}{a} \quad (1)$$

$$X = \frac{1}{10000} \frac{v}{a} (10000p - qn) \quad (2)$$

$$z = \frac{1}{2} nA \times \frac{V}{A} + \left(10000p - \frac{n}{2} A \right) \frac{v}{a} \quad (3)$$

$$Z = \frac{1}{100} zp \quad (4)$$

$$Y = Z - X \quad (5)$$

但し株間蒸発量を Xm^3 又は xcm 、葉面蒸発量を Ym^3 、田面蒸発量を Zm^3 又は zcm で表し、 Vcc は大、 vcc は小ポットの注入量、 Acm^2 は大、 acm^2 は小ポット面積、 pm^2 は水田面積、 qcm^2 は稲1株当りの面積を表している。稲株面積 q は時と共に増大するので1旬毎にその平均値をとつた。従つて蒸発量は1旬毎に区切つて算出した。

次に前記の水田水面降下に水田面積を乗じたものから田面蒸発量 Z を引き、降水量を加えることによつて滲透量を求めたが、滲透量については後記の様に多くの補正が必要であつた。最後に純用水量は田面蒸発量と滲透量の和から有効雨量を差し引いて求めた。測定は気象観測などの都合上毎日10時に行い、この他数次にわたつて必要な補正を施すための昼夜観測を行つた。

以上の方法によつて得た結果の当否、及び測定方法の適否については吟味するため、琴似に於ては、水口に設けた堰によつて灌漑期間中の流入水量を求め、岩見沢に於ても灌漑末期ポンプと堰によつて同様の測定を行つた。

3. 測定結果とその吟味及び補正

測定結果の中、旬平均の気温温度及び旬間積算の株間、葉面蒸発量を mm で表し第1図に示した。同様に田面蒸発量、滲透量、降水量及びこれ等から計算した純用水量の旬間積算を $m^3/反$ で表し第2表に示した。しかしこれ等は下に述べる種々な補正を行つた値である。調査は代厩後1~2旬おくれ開始したため始めの値は得ら

* 昭和27年11月29日北海道支部例会に於て発表

第1図 測定結果

第2表 測定結果

旬		株間蒸 発量 m ³ /反	葉面蒸 発量 m ³ /反	田面蒸 発量 m ³ /反	滲透量 m ³ /反	降水量 mm	純用水量 m ³ /反
岩見沢 (自六月十七日 至六月二十五日)	2	57.3	2.4	59.7	197.2	25.8	231.3
	3	52.0	13.0	65.0	195.3	7.0	253.4
	4	50.3	26.4	76.7	189.2	51.1	215.4
	5	40.7	27.6	68.3	180.5	5.5	243.3
	6	24.4	44.4	68.8	165.5	31.4	203.1
	7	22.2	50.8	73.0	147.8	2.5	218.3
	8						
	(4日間)	8.45	18.9	27.4	52.7	0.8	79.3
美唄 (自六月十二日 至六月十八日)	計	255.4	183.6	438.9	1128.2	124.1	1444.0
	3	43.2	0.8	44.0	121.0	26.9	138.3
	4	55.1	10.8	65.9	117.1	4.7	178.3
	5	50.4	45.8	96.2	111.1	89.1	218.9
	6	22.5	40.2	62.7	101.2	10.6	153.4
	7	19.5	74.0	93.5	89.3	1.2	181.6
	8						
	(6日間)	8.5	39.0	47.5	43.9	0	91.4
琴似 (自六月十九日 至六月二十九日)	計	199.2	210.6	409.8	583.6	132.5	861.9
	3	50.0	5.2	55.2	132.9	14.9	173.3
	4	30.6	26.0	56.6	122.0	89.4	90.0
	5	12.1	65.0	77.1	111.0	2.3	185.8
	6	3.7	70.0	73.7	100.0	202.0	26.3
	7	100.0	71.2	81.2	89.4	0.3	170.3
	8						
	(2日間)	0.54	16.8	17.3	16.9	0	34.2
	計	106.9	254.2	361.1	572.2	308.9	626.3

れなかつた。

(1) 蒸発量 第1図によつてわかることを列挙すれば (i) 稲の生長につれて葉面蒸発量は増加し逆に株間蒸発量は減少する。(ii) 葉面蒸発量は出穂期の旬に急増を来し岩見沢は6旬目、美唄は7旬目、琴似は5旬目

がこれにあたっている。

この場合ポットに植えた稲は他の稲に比して生育が悪く、葉面蒸発量の実測値は実際より少くなると思われるので、ポット内外の稲の葉面積の比率に従つて補正を施した。第2表の田面蒸発量はこの補正値と株間蒸発量の和である。

一般に灌漑期間を通じて葉面蒸発量は株間蒸発量の1.5~2倍位であると云われているが⁽¹⁾、第2表によれば琴似に於ては葉面蒸発量が比較的多い。これは主として株間蒸発量として加えられる調査開始前の蒸発量が勘定に入っていないためであろう。同様に考えれば他の2地帯に於ける葉面蒸発量が多少少ないことになるが、これは株間が広くとつてあることと泥炭地の稲の生育がよくなかつたことなどのためであろう。

尚美唄に於ける調査期間中の蒸発計蒸発量は約260 mmで、これを1としたときの田面蒸発量は1.6となり、この地方の収量その他より考え合せれば大体妥当な数値と見てよいであろう⁽¹⁾⁽²⁾。

(2) 透過量 田面蒸発量は気象要素及び水稻の生育状態によつて灌漑期間中種々変化するが、一般には葉面蒸発の増加と共に次第に増大する。逆に透過量は稲の生長と共に地盤が固まるため次第に減少するが、降雨の有無、地下水位の変化、用水の増減などにより、必ずしも単調な変化に終始するとは限らない。殊に泥炭地に於ては水の保存が充分でなく、外的条件によつて透過量に複雑な変化を来す。以下各地帯毎に透過の状態を示す。

a) 岩見沢 試験田は5枚の水田をへだてて平行に走る灌漑溝と排水溝の最も上の田即ち灌漑溝寄りの水田で、この一続きの水田にそつて灌漑溝と排水溝をつなぐ用水路が通っている。5枚の水田はいずれも一方の口に於て用水路から水を供給され、他の口からこの用水路に水を吐き出している。用水路の水は間断灌漑のため2~3日の過期で甚しく増減し、水田の透過量の測定値は用水路の水が増加したときに少く、減少したときに多く現れた。しかし用水路の水が枯れて試験田の透過が最大になつた時の値即ち最大透過量の間には一定の傾向がみられ

$$y = 5.22 - 0.0065x - 0.00055x^2 \quad (6)$$

なる実験式が得られた。 y は最大透過量をcmで、 x は調査開始からの日数を現す。第2図には以上の状況が示してある。以上のことは泥炭地の水田の畔が如何に漏水しやすいかを示すもので、無底円筒を用いて測定した結果最大透過量の約 $\frac{1}{3}$ は畔から漏水していることがわかつた。故に(6)式を積分した結果に $\frac{2}{3}$ を乗じて試験田

第2図 灌漑期間中の浸透量の変化

第3図 地下水位と浸透量の関係

当っている。第3図の実線は5枚の水田の各上の方の畔ではかつた地下水位の一例であり、破線は無底円筒を用いて測った各水田の浸透量である。地下水位は下の方の田程高く従つて浸透量は少いが、一番下の田は排水溝を距てて畑に面しているため浸透量が多かつた。暗渠は通常水閘で止められているため、上の田の浸透水が下の田の地下水に溜り、下の田の地下水位が高くなっているが、一番下の田の畑寄りの畔で測った地下水位は比較的低かつた。地下水位は日によつて変動し、殊に雨後と乾天の日とでは10 cm位の相違があつたが、位置に関しては大きな変化がなく上記の補正割合も略一定とみることが出来た。故に2つの補正を考慮して $2/3 \times 1/2 = 1/3$ を補正係数とし、(6)式から得た値に補正係数を掛けて第2表の値を出した。

b) 美唄の高位泥炭は岩見沢の低位泥炭よりも一層水もちがわるいので水田には暗渠を設けず、数枚の水田をとりまく排水溝は皆せきとめて漏水を防いでいる。故に水田の水はそのまま地下水と続いており、無底円筒その他の浸透計を使用することは不可能であつた。しかしかえつて地下水位の差による用水の変化を考える必要がなく、補正は畔から漏水する分にとどめることが出来た。

先ず各水田一齊に灌水した後試験田の流入孔、流出孔を閉じ、毎日の水田水位の降下を測定したのであるが、周囲の水田は適宜水を補給されているため、次の試験田の灌水日迄に試験田の水位は周囲の水田の水位よりかなり低くなる。泥炭地の畔はこの水位差を保ち得ない

の浸透量を算出した。

次に試験田は5枚続きの一番上に位置しているので

(第3図の①)、一つの灌漑系統の平均の浸透量を求めるため5枚の平均をとつたこれは試験田の浸透量の1/2に

から水位の差が大きくなればなる程畔を透して試験田に侵入する量が増大し、測定の上からは試験田の浸透が如何にも少く現れる。従つて真の浸透量は試験田に灌水した直後、各水田の水位が比較的釣合っている時の値であると思ふべきではない。これは勿論灌水日から次の灌水日迄の毎日の浸透量の中最大を示す値である。故に岩見沢と同様最大浸透量を結ぶ曲線から

$$y = 1.23 - 0.001x - 0.00014x^2 \quad (7)$$

なる実験式を得た。これを積分して旬毎に計算した値が第2表美唄の浸透量である。

c) 琴似に於ける砂壤土の水田で浸透量を測定した結果は

$$y = 2.38 - 0.019x \quad (8)$$

となり、略直線的に減少した。

d) 総括的に3地帯の浸透量をみると、一般に考えられている通り泥炭地の浸透量は鉱質土のものよりも大きい⁽³⁾。しかし上記の様な人為的条件が最も大きく影響し、自然客土の良好な低位泥炭にある岩見沢の水田が、高位泥炭の美唄よりも多量の浸透を示すのはこのためである。しかし地下水が水田の水と続いている美唄の水田の状態は水田地帯の中央部に見られることであり、畔を透して周辺部へ流れ出た水は全体として他地帯より一層多量に周辺の高位泥炭地へ向けて浸透して行くと思ふされる。高位泥炭と低位泥炭の浸透速度を同じ条件下で比較するため、原土の畑に円筒浸透計を打込んで水の浸透速度を調べたが、殆ど差異を認めることが出来なかつた。

(3) 純用水量

補正後の蒸発量と浸透量の和から降水量を差引いて純用水量を求めたが、第2表からは灌漑全期間の値を知ることが出来ない。琴似に於て試験田の水口に設けた鋭縁直角三角堰により代掻時からの流入量を測定した結果によれば、全期間の流入量190 cmに対し、調査開始時即ち代掻後3旬目からの流入量は113 cmであつた。即ち代掻後2旬間の流入量77 cm、以後約5旬間の流入量113 cmで、用水量は灌漑初期に於て非常に多いことがわかつた。尙蒸発量、浸透量、横方向への漏水の総和は135 cmであり、この期間の降水量31 cm 流入量113 cmを加えた144 cmに比較すると7%程の差でよく合致した。

参考文献

- (1) 狩野徳太郎：農業水利，p. 276，養賢堂，昭24
- (2) 牧隆泰：新編農業土木学，p. 120，地球出版株式会社，昭22
- (3) 北海道農業試験場：報告，第15号

Résumé

In this paper the author described mainly the specil quality of peat-bog and considered the method of researches on the duty of water. Observations were carried out at the experimental rice-fields at Iwamizawa, Bibai and Kotoni in Hokkaido. Duty of water was counted every decade from percolation, evaporation and transpiration.

Evapotation and transpiration were estimated by formulae (1)-(5) from fall of water in some pots in the rice field; in half the number of the pots were soil, water and two rice-plants and in the other were only soil and water.

Apparent percolation was taken as the difference between fall of water in the rice-field and evaporation from the rice-field surface, and leakage of water through the raised foot-path between rice-fields was eliminated by measuring percolation with a cylinder without bottom. For instance, the more water in irrigation canal decreased the more the apparent percolation in the rice-field increased, on the contrary the more the water increased the more the percolation decreased, because the apparent percolation included leakage of water through the raised foot-path between rice-fields. When the percolation was maximum, that is, when the water in the irrigation canal was minimum, true percolation (in vertical direction) was $2/3$ the volume of the apparent percolation. The maximum percolation decreased gradually as the ground became hard (Fig. 2). Percolation also was affected by the ground water level. In Fig. 3 as the culvert was closed at relief well, the lower parts of the rice-fields had higher level of ground water, and at ⑤ (Fig. 3) water leaks to the farm at a great rate and it seemed that the lowest part of the rice-field adjoining a farm had a considerably lower ground water level.

 雑 報

冷 害 管 見

本年の冷害の様相を評して一口に「晩稲凶作」或は「貧乏凶作」といい、また人災天災の論議もやかましいが、冷害の實際を極めて一通りではあるが実見して感ずることは、もろもろの貧しさが平年比僅かの低温に洗い出されているということである。

すべてを農家の貧しさの故と投げてしまうことは易しいには違いないが、そのことは前以て百も承知の農学の徒であつて見れば、もつとこまごました感想も生れずにはいられない。特に気象の問題に限つての管見をつづてみよう。

中央気象台の7月初めに出了た予報が少くとも8月中旬までの異常気象は殆ど正しくいい当てていたということは注目すべきことであつた。惜しむらくはそれがもつと以前に自信を以て大声で発表されなかつたことである。最近の長期予報の理論的な根拠も、又どれ程この方面に力が注がれているかもよく知らないが、もつと長期予想の研究に重点がおかれて、予報の精度が上るならば、稲作りの方は品種といい、栽培技術といい、今年位の低温には一向に驚かない所まで来ているといえよう。

といつても猶いろいろと気になることが、ない訳ではない。青森の八戸海岸は例年冷害の代表的地点に挙げられる所であるが、この辺で見る冷害の種々相にはいろいろのことを教えられる。

先づ冷風に対する防風施設の問題がその一つである。八戸市から北、奥入瀬川口一帯の数十町歩は一望の美田であるが、海からのやませに対しては完全に無防備で、

海に近づくにつれ目に見えて被害は強い。そのなかにあつて、数戸の農家を包む屋敷林の風下に反当3石以上と見られる田が一劃をなして、吹き曝しの田とよい対照を示している。又同じ南部地方でも之で凶作かと審かしかる程の作柄を示している三戸地帯は、海との間に高さ200mにたりない山が風を遮ぎる所である。先の昭和9年の冷害に神秘的な4石取と寺尾博士が称讃された名久井村の例もこの山の蔭による地の利が最大の原因で土地の技術者は左程不思議としていない。

兎もあれ、この様な防風の効果が鮮か過ぎる程のこのやませ地帯で、左程防風林や類似のものが問題とされないのはさて何の貧しさの為であろうかと自問してみることであつた。

岩手から青森へと進む東北沿線では、それ程ひどい青立はなかなか見当らぬが、沿線からそれで山間地に入ると田の水口は勿論であるが、数枚連続して青立という例は至る所見受けられる。青森東岸から入ると驚く程美しい色に熟している秋田県北地帯でも、山峡の田になると青立を免かれていない。山間地は冷害を受け易いというのは常識であるが、それを肯定するには何か一つ盲点がある様に感じられる。標高による気温差までは農学者の頭に入っているが、水温の標高差と冷水がかもし出す接地気温のそれとがどれ程であるか、特に水温を高める熱の少い冷害年では、ということがここらで取上げられてくると標高200m=緯度1°といった観念は稲作にはひどくおかしいものになりそうな気がしてならない。

(三 原 義 秋)