

砂丘畑における陸稲の蒸発散量並びに間断日数推定に関する研究

若 松 幸 夫・阿 部 幹 雄

(山形県立農業試験場砂丘分場)

Yukio WAKAMATSU & Mikio ABE : Studies on the Inference of Evapo-transpiration
and Number of the Intermittent Days of the Upland Rice Plant in the
Sand Dune Area of Shonai District.

1. は じ め に

砂丘地における畑地灌漑は、全国的にも未だその実例に乏しく、灌漑計画立案にあたつてもその基礎的資料が甚だ不充分である。

従つて、本研究の目的は、現地砂丘地においての適正なる用水量、間断日数を把握し、この未踏の分野に属する畑地灌漑の基礎的資料を得ようとした。

本研究に当り、終始懇篤な御教示を戴いた仙台農地事務局技術課佐藤技官、中村砂丘分場長に対し、深甚な謝意を表する。

2. 試験方法及び材料

イ. 設 備

第1図の如き測定装置を使用した。即ち、ポットは直径80cm、深さ35cmのブリキ製で、ポットの下部は漏戸状になつており透過水はパイプを通じて測定用バケツに入る様になつている。ポットの数10箇で鉄筋製コンクリート製、暗渠型の測定室の上に設置してある。

ロ. 試験区の構成

10箇のポットの試験区分は下記の通りである。

記 号	作 物	1回の灌漑水量	間断日数
A	無	無	
B	陸	20mm	3日
C	作	20	4
D	物	30	3
E	稲	30	4

備考 (イ) 供試品種 農林22号

(ロ) 1ポット3本植 5月26日播種

(ハ) 施肥量 アール当り 硫加燐安7.5kg

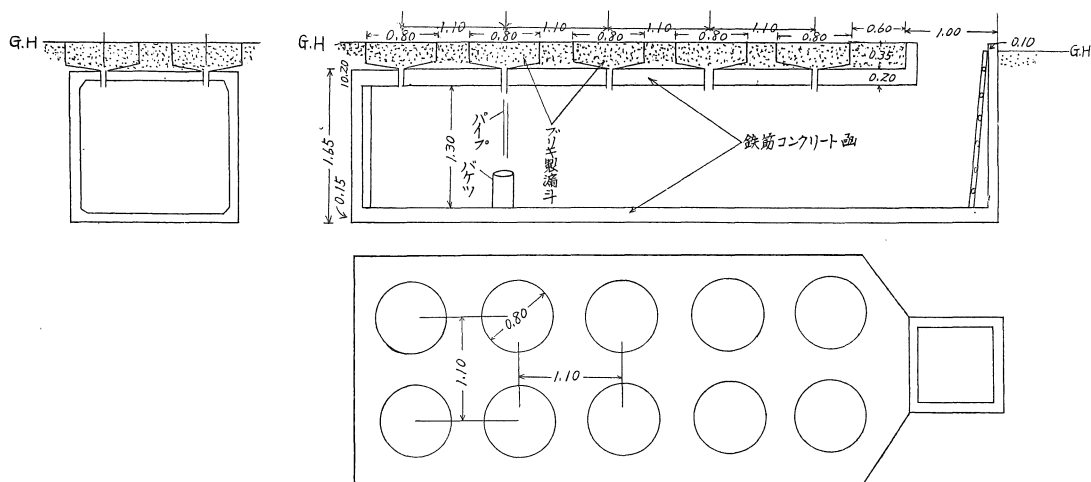
上記の試験区分について透過量の測定を行つたが、測定要領は下記の通りである。

i) 降水量はポットと同位置に自記雨量計を設置し測定した。

ii) 透過量は直径20cm、深さ50cmの測定用バケツに溜つた水量を1lシリンダーで測定した。

iii) 灌水量は1lシリンダーで所要量を測定した後如露にて撒水した。

iv) 降雨のあつた場合の灌水量Iは下記式により算



第1図 透過量測定用ポット施設図

第1表 旬蒸発散量算出表

	降水量	A			B			C			D			E		
		透過量	土壌面蒸発量	灌水量	透過量	蒸散量	発量	灌水量	透過量	蒸散量	発量	灌水量	透過量	蒸散量	発量	灌水量
5月下旬計	3.1	0	3.1	38.6	15.2	26.5	26.5	36.9	10.1	29.9	29.9	58.6	28.6	33.1	33.1	56.9
6月上旬	54.3	18.7	35.5	36.3	52.8	37.8		18.0	47.2	25.1	66.3	75.8	44.8	38.0	66.5	25.8
中旬	61.9	43.2	18.6	32.4	49.7	44.5		29.9	50.8	41.0	52.4	58.6	55.6	49.9	57.9	53.8
下旬	33.0	17.4	15.6	33.1	43.8	22.3		13.1	35.0	11.1	57.0	65.5	24.5	27.0	46.3	13.7
計	149.2	79.3	69.7	101.8	146.3	104.6		61.0	133.0	77.2	175.7	199.9	124.9	114.9	170.7	93.3
7月上旬	119.2	106.6	13.0	12.7	97.5	34.4		12.7	99.3	32.6	22.7	101.6	40.3	22.7	99.6	42.3
中旬	55.9	43.1	12.8	44.0	56.1	43.9		14.7	45.9	24.6	76.0	80.6	51.2	24.7	56.6	23.9
下旬	86.0	73.2	12.9	20.0	68.6	37.5		20.0	66.0	40.0	30.0	99.7	16.4	30.0	76.4	39.7
計	261.1	222.9	38.7	76.7	222.2	115.8		47.4	211.2	97.2	128.7	281.9	107.9	77.4	177.1	105.9
8月上旬	27.5	15.9	11.6	60.0	9.1	78.4		40.0	8.5	59.0	92.5	56.6	63.4	60.0	29.9	57.6
中旬	40.5	20.8	19.7	21.5	13.2	48.8		5.1	9.2	36.4	49.5	52.1	37.8	23.1	21.3	42.3
下旬	265.9	240.9	25.0	18.9	221.2	63.6		0	229.3	36.6	29.0	232.7	62.2	7.4	228.5	44.8
計	333.9	277.6	56.3	100.4	243.5	190.8		45.1	247.0	132.0	171.0	341.4	163.4	90.5	279.5	144.7
9月上旬	108.5	88.5	20.0	19.2	90.0	37.7		18.4	83.5	43.5	29.2	113.5	24.3	28.4	86.0	50.9
中旬	22.2	8.3	13.8	44.0	19.2	47.0		27.2	5.3	44.0	74.0	38.5	57.7	47.2	14.5	54.9
下旬	25.6	9.0	16.6	17.7	13.7	29.6		3.9	10.0	19.5	39.1	35.6	29.2	13.9	30.6	8.9
計	156.3	105.8	50.4	80.9	122.9	114.3		49.5	98.8	107.0	142.3	187.6	111.2	89.5	131.1	114.7

第2表 旬蒸発散量

試験区分	5月	6月			7月			8月			9月		
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
A	3.1	35.5	18.6	15.6	13.0	12.8	12.9	11.6	19.7	25.0	20.2	13.8	16.6
B	26.5	37.8	44.5	22.3	34.4	43.9	37.5	78.4	48.8	63.6	37.7	47.0	29.6
C	29.9	25.1	41.0	11.1	32.6	24.6	40.0	59.0	36.4	36.6	43.5	44.0	19.5
D	33.1	44.8	55.6	24.5	40.3	51.2	16.4	63.4	37.8	62.2	24.3	57.7	29.2
E	45.2	25.8	53.8	13.7	42.3	23.9	39.7	57.6	42.3	44.8	50.9	54.9	8.9
B~E計	134.7	133.5	194.8	71.8	149.6	143.6	133.6	258.4	165.3	207.2	156.4	203.6	87.2
B~E平均	33.7	33.4	48.7	17.9	37.4	35.9	33.4	64.6	41.3	51.8	39.1	50.9	21.8

出した。

$$I = X - A \left(1 - \frac{B}{Y}\right)$$

茲にXは灌水規定量、Yは間断日数

BはB日前にAmmの降水量である。

V) 灌水は降雨量測定後、午前9時～10時の間にを行った。

Vi) 透過量は前日の午前9時から翌日の午前9時迄のものを前日の透過量とみなした。

上記のポット試験の外に圃場試験として、1回灌漑水量20耗、間断日数3日、4日、5日の3区を設け、ポット試験と併行して試験を行った。

3. 調査結果

1) 蒸発散量について

前述の方法により、昭和34年度灌漑期間中の降水量、灌水量を観測した旬蒸発散量は第1表の如くである。

第1表によつて算出された旬毎の蒸発散量をとりまと

第3表 日平均蒸発散量表 (月平均)

試験区分	6月	7月	8月	9月	平 均
A 無作無灌水	2.32	1.25	1.81	1.93	1.83
B 20耗3日間断	3.48	3.73	6.15	3.68	4.26
C 20耗4日間断	2.57	3.13	4.25	4.11	3.52
D 30耗3日間断	4.16	3.48	5.27	4.27	4.29
E 30耗4日間断	3.11	3.41	4.66	4.41	3.89mm
B~Eの平均	3.33	3.44	5.08	4.12	4.54

め、試験区分B～Eについて旬毎の平均値を求めると第2表の如くなる。

次に第1表の月総量蒸発散量から日平均の蒸発散量を求めたのが第3表、第4表の日平均蒸発散量である。

第3表で明らかな様に日蒸発散量の平均値は4.54mmであり、8月に最大が現われており、その最大値は、5.08mmであつた。

又、同じ灌水量であれば、間断日数が長い程、蒸発散量は少なく、同じ間断日数であれば、灌水量が多い程、蒸発散量が多くなつている。

第4表 日平均蒸発散量 (旬平均)

試 験 区 分	5 月	6 月			7 月			8 月			9 月		
	下 旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
A 無作無灌水	0.62	3.55	1.86	1.56	1.30	1.28	1.29	1.16	1.97	2.50	2.0	1.38	2.76
B 20耗3日間断	5.30	3.78	4.45	2.23	3.44	4.39	3.75	7.84	4.88	6.36	3.77	4.70	4.93
C 20耗4日間断	5.98	2.51	4.10	1.11	3.26	2.46	4.00	5.90	3.64	3.66	4.35	4.40	3.25
D 30耗3日間断	6.62	4.48	5.56	2.45	4.03	5.12	1.64	6.34	3.78	6.22	2.43	5.77	4.86
E 30耗4日間断	9.04	2.58	5.38	1.37	4.23	2.39	3.97	5.76	4.23	4.48	5.09	5.49	1.48
B～Eの平均	6.74	3.34	4.87	1.79	3.74	3.59	3.34	6.46	4.13	5.18	3.91	5.09	3.26

第5表 陸稻の限界灌水量の計算

No. 1 作 物	No. 1 作 物	D	F	W	F-W	$\frac{D(F-W)}{100}$	No. 2	D	F	W	F-W	$\frac{D(F-W)}{100}$
陸	R ₁	50mm	13.5%	4.0%	9.5	4.8mm	R ₁	50mm	11.5%	4.0%	7.5	3.8mm
	R ₂	100	12.0	2.8	9.2	9.2	R ₂	100	12.3	2.8	9.5	9.5
	R ₃	100	11.4	5.2	6.2	6.2	R ₃	100	14.1	5.2	8.9	8.9
	R ₄	100	10.8	10.6	0.2	0.2	R ₄	100	11.8	10.6	1.2	1.2
	R ₅	100	11.4	—	—	—	R ₅	100	9.7	—	—	—
稻	4ΣR n=1					20.4mm						23.4

(註) Filed capacity は No. 1 は 32. 11. 1. No. 2 は 32. 8. 22 に測定したものを使用. Wilting point は 32. 8. 22 に測定したものを使用.

2) 間断日数の推定について

イ. 用水量の算定

圃場容水量と萎凋点を基礎として畑地灌漑を行う場合に
必要な灌漑水量を次式により計算した.

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

$$R_1 = \frac{D_1(F_1 - W_1)}{100}, R_2 = \frac{D_2(F_2 - W_2)}{100},$$

$$R_n = \frac{D_n(F_n - W_n)}{100}$$

茲に R₁, R₂……R_n は各土層深

D₁, D₂……D_n については土壤水分含量を萎凋点から圃場容水量まで増加せしめるために必要な灌漑水量である (限界灌漑水量と仮称する).

F₁, F₂……F_n は各土層の圃場容水量 (容積%)

W₁, W₂……W_n は各土層の萎凋点 (容積%)

上記の計算式により, 陸稻の限界灌水量 R を計算すると第5表の通りである.

第5表で明らかなように, 作物が萎凋状態を呈した場合の限界灌水量は土層深 D=30cm として, 陸稻で平均 21.9mm である.

又 D=40cm として計算しても大差ない値を示している. このことは砂丘土壤においては D=30cm より, 上層部では既に萎凋点に達しているからである.

従つて, 砂丘土壤においては灌水量を計算する場合, D=30cm にとどめて充分であると考えられる.

以上の計算は概念的に作物の萎凋点 (Wilting point) と

圃場容水量 (Field capacity) との差を有効水分量と考え, 作物根の分布する土層の深さ (D=30cm) を設定し, その土層厚について, 有効水分量を満し得るまでの灌漑水量を求めたものである.

間断日数は1回に灌漑すべき限界灌水量又は純用水量を Q (mm), 日平均蒸発散量を E.T. (mm) とすると間断日数 d は次式により計算される.

$$d = \frac{Q}{E.T.}$$

即ち, 陸稻の場合は限界灌水量 (保留量) 21.9mm に対し, 日平均蒸発散量の日平均の最大は 5.08mm であるから $d = \frac{21.9\text{mm}}{5.08\text{mm}} = 4.3$ 日 となる.

即ち, 陸稻は灌水後, 最低 4.3 日で萎凋状態を示す計算となる. これは圃場試験に於いて生育状態を観察した結果と一致する.

然し, 実際に灌漑栽培を行う場合, 作物が萎凋状態を呈してから灌漑したのでは, 潜在的旱害を繰返すことになり, 灌漑時期としては適当ではない.

従つて, 灌漑栽培に於いて作物の正常な生育状態を常に保つためには限界灌水量に安全率を乗じた純用水量を対象として間断日数を決定した方がより安全であることは云うまでもない.

この安全係数を仮に70%とすると, 1回に灌漑すべき純用水量は $21.9\text{mm} \times 0.7 = 15.3\text{mm}$ となり, $d = \frac{15.3\text{mm}}{5.08\text{mm}} \approx 3$ 日の計算となる.

即ち, 陸稻の場合には3日間断が適正なる間断日数と考えられる.

第6表 ポット試験 (3株平均1株当)

区 別	項 目	出穂期	成 熟 期	於 成 熟 期			稈 重	精 籾 重	一穂粒数
				稈 長	穂 長	穂 数			
B	20耗 3日	8月1日	9月20日	64.9cm	15.6cm	30.0	63.3	32.7	69.4
C	20耗 4日	8月1日	9月20日	61.5	15.4	21.3	55.0	28.3	61.0
D	30耗 3日	8月1日	9月20日	68.9	16.3	33.3	85.0	33.3	72.5
E	30耗 4日	8月1日	9月20日	64.0	15.4	23.3	61.7	29.9	62.9

圃 場 試 験

区 別	項 目	出穂期	成 熟 期	於 成 熟 期			ア ー ル 当		同左対標準比
				稈 長	穂 長	穂 数	稈 重	精 籾 重	
20	耗 3 日	8月3日	9月18日	48.9cm	16.3	(50cm間) 86.7	24.3kg	18.6kg	124.9
20	耗 4 日	8月3日	9月18日	44.9	15.8	84.7	20.3	14.9	10.0
20	耗 5 日	8月3日	9月18日	42.5	15.3	74.0	21.8	9.2	62.9

以上の間断日数は平均値であるが、栽培試験と同じ傾向を示している。

然しながら、実際の間断日数は期別によつて異なることは当然である。即ち、その年の気温、湿度などの気象状態並びに作物の生育状態などにより、かなり変動するものと考えられる。

4. 摘 要

砂丘畑における畑地灌漑の用水量算定に要する基礎資料を得るために、砂丘畑作物としては、もつとも水分を要求する陸稲を供試し、ライシメーターで、降水量、灌水量に対する透過量を測定することによつて、相対的に蒸発散量を求めた。

又萎凋点と圃場容水量から限界灌水量（純用水量）を求め、これを日平均蒸発散量で除して、間断日数を推定した。

その結果、陸稲の限界灌水量は21.9mmであり、日平均蒸発散量の日平均最大は5.08mmであつた。従つて、間断日数は4.3日となる。即ち灌水後、最低4.3日で萎凋状態を示すことになるが、実際には作物が萎凋する前に灌水する必要があるので、この有効水分量に対し、安

全係数70%を乗じ、陸稲の1回に灌漑すべき純用水量15.3mmを求め、間断日数を計算した結果、3日が適正なる間断日数と考えられ、圃場試験と同一傾向を示した。

参 考 文 献

- 1) 種田行男：畑地かんがいの合理化 土地改良6巻7号
- 2) Musgrave, G. W. (1940) : Relative Infiltration and Related Physical Characteristics of Certain Soils USDA TB No. 729
- 3) 農林省農地局：土地改良事業計画設計基準 第2部 第1編かんがい 1954
- 4) 種田行男：蒸通発量に関する実験的研究 (I) 農業土木研究 第23巻 第4号 1955
- 5) 種田行男：同上 (II) 農業土木 第24巻 第3号 1956
- 6) 種田行男：同上 (III) 農業土木 第25巻 第4号 1957
- 7) 鳥居管生：砂丘地のかんがいに関する研究 (第1報) 農業土木 第19巻 第1号 1951
- 8) 鈴木博彦：撒水灌漑法 土地改良新聞社 1955