

スプリンクラーによる灌水時刻が 菜豆の生育・収量に及ぼす影響

吉 野 蕃 人

Shigeto YOSHINO

Studies on the Effect of Irrigation Time of
Day to the Growth and Yield of Beans.

緒 言

従来砂地畑の灌水はそれぞれの圃場に掘られた池から桶によって汲みあげて行い、灌水時刻は、慣行的に早朝と夕刻に多くが行われて来た。近年畑地灌漑の重要性が認識され、一集団地を一規模にした大灌漑施設が各地に出来つゝある。この様な灌漑施設が出来ることにより今迄の灌水と異って灌水の共同化が生れ、其の使用に当っては共同性から来る灌水時刻の割当てが必然的に生じて来る。その場合唯機械的な灌水時刻の割当ては作物の生育、収量に異った影響を与えることがうかがわれる。然し乍ら今迄灌水量と灌水間隔などについて研究が行われて来たが、何れもスプリンクラー灌水によって行われたものでなく、スプリンクラーを使用したものでは灌水区と無灌水区の比較試験を脱しておらず、スプリンクラー灌水の灌水時刻の影響と云う観点にたったの試験は全く皆無である。そこで筆者は1959年砂地畑で菜豆を用い播種から収穫期迄、早朝、白昼、夕刻のそれぞれの時刻にのみ生育に応じ、同一時間スプリンクラー灌水を行って栽培し生育・収量、微気象についての調査を行ったのでこゝに取纏め報告する。本研究を行うに当り終始懇切な御指導を頂いた高馬教授に深く謝意を表する次第である。

材料及び方法

島根農科大学神西砂丘農場において、菜豆（マスターピース）を用い5月30日、畦間45種、株間25種に一ヶ所精選種子2粒を播種し1a当り窒素1.5kg、磷酸1.2kg、加里1.5kgの成分量を与えて栽培した。撒水器はH社製No. 20 A 7°を用い、地上60種の位置に設置した。灌水区分は①早朝区（6時撒水開始）、②白昼区（12時撒

水開始）、③夕刻区（18時撒水開始）とし、灌水量は発芽期である5月30日～6月10日の間は1日当り3耗、花芽分化期である6月11日～27日には1日当り5耗、開花成熟期に当る6月28日以降は1日当り9耗とし灌水間隔は隔日とした。供試面積は1区当り33平方米とし以上3区の外に参考区として④無灌水区を設けた。又生育最盛期の快晴日に各区共規定時刻に18耗（撒水時間2時間）の灌水を行い2昼夜の間畦間の空中温度、湿度、地中温度及び土壌湿度の推移について調査を行った。

結 果

1. 生育及び収量

発芽後の生育状況は第1表の如くである。灌水区3区間においては草丈、葉数共に早朝区が極く僅か優れてい

第1表 灌水時刻と菜豆の生育（一株当り平均）

月 日	草 丈 (種)				葉 数 (枚)			
	早朝区	白昼区	夕刻区	無灌水区	早朝区	白昼区	夕刻区	無灌水区
6.18	11.5	10.1	10.3	7.1	9.0	9.0	9.0	6.0
28	20.8	19.8	19.3	7.3	18.9	18.0	17.8	8.9
7. 8	29.2	28.7	28.9	17.1	45.2	44.1	44.3	17.8
18	38.4	36.7	36.6	26.9	62.1	58.9	58.4	38.6
28	40.6	39.0	38.8	枯死	71.1	68.5	69.1	—

る傾向が見えるが判然とした差は生じなかった。無灌水区は自然降雨にまかした為発芽に要する土壌水分も不足し、発芽揃が灌水3区に比較し8日も遅れ、其の後の生育も劣り梅雨明けの7月下旬には遂に枯死してしまつた。

収量は第2表、第1図の如くである。前半期の収量は7月上旬の連続的降雨の影響により各灌水区間に相違

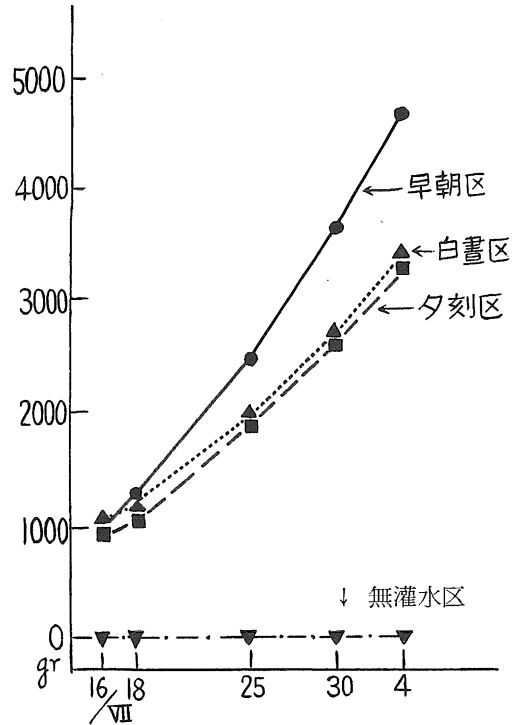
第2表 灌水時刻と菜豆の収量 (33平方メートル当り)

収穫期間	早朝区	白昼区	夕刻区	無灌水区
7月16日	993.6 ^{gr}	1,030.5 ^{gr}	910.7 ^{gr}	0 ^{gr}
17~18	280.2	237.7	294.5	0
19~25	1,183.6	711.7	759.3	0
26~30	1,140.0	746.7	689.7	0
31~8月4	1,065.2	682.3	691.2	0
合計	4,662.6	3,408.9	3,345.4	0

が生じなかったが、天候の回復した中期以降に差が生じて来た。最も収量の多かったのが早朝区であり、其の収量を100とすると白昼区73.1、夕刻区71.7の比率を示した。無灌水区は収量皆無の儘枯死してしまい灌水無くしての菜豆栽培は成立しないことを示している。

2. 灌水時刻と空中温度及び湿度

菜豆の生育している畦間の10種、30種、50種の温度変化は第3表の如くである。即ち早朝区は他区が日照と共に気温上昇するに反して、撒水によって気温昇らず撒水終了時である8時に10種で3.4°C、30種で3°C、草丈より高い位置である50種で0.2~0.6°Cの差で低温を保ちその影響は午前中続いている。これに対して白昼区は撒



第1図 菜豆の収量

第3表 スプリンクラーの灌水時刻と畦間温度

	時	10種			30種			50種		
		早朝区 °C	白昼区 °C	夕刻区 °C	早朝区 °C	白昼区 °C	夕刻区 °C	早朝区 °C	白昼区 °C	夕刻区 °C
7月	6.00	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.6	22.6	22.6
	8.00	25.8	29.2	29.2	26.1	29.1	29.2	28.8	29.0	29.4
	10.00	31.2	32.6	32.6	31.9	32.3	32.3	31.6	32.2	32.2
	12.00	32.6	33.0	33.1	33.4	32.9	33.0	32.4	32.0	31.8
	14.00	32.0	31.3	32.9	30.6	29.4	32.8	30.6	29.0	30.8
	30日	16.00	30.4	30.5	30.8	30.1	29.7	30.1	30.0	30.0
31日	18.00	28.4	28.0	28.2	27.7	27.8	28.1	27.7	27.8	27.8
	20.00	25.8	25.8	25.5	25.3	25.4	25.2	25.3	25.6	25.1
	22.00	23.7	23.5	23.5	23.1	23.5	23.2	23.2	23.4	23.6
	24.00	22.9	23.0	22.8	22.8	22.7	22.8	22.7	22.5	22.4
	2.00	21.1	21.0	21.0	21.0	21.0	20.9	21.1	21.1	21.1
	4.00	21.1	21.2	21.1	21.1	21.0	20.9	21.2	21.1	21.1
	6.00	21.7	21.7	21.7	21.6	21.6	21.5	21.6	21.6	21.5
	9.00	29.9	30.0	30.6	29.8	30.0	30.0	30.1	29.9	29.9
8月	12.00	32.8	33.0	33.0	31.6	31.2	32.2	31.1	31.5	30.0
	15.00	32.2	32.2	31.6	32.1	31.5	31.1	31.4	31.0	30.6
	18.00	28.4	28.4	28.6	28.2	28.8	28.9	28.6	28.9	28.7
	21.00	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	25.4
	24.00	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.6	22.6	22.6
	1日	3.00	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8
	6.00	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.6	21.6	

太字は撒水中の測定値

水終了時夕刻区に比較し10糎で1.6°C, 30糎で3.4°C, 50糎で1.8°C低くなっているが, 早朝区に比較すれば其の差は僅かである。又夕刻区の撒水は圃場が全体的に温度降下しつゝある時であるので他区に比べ10糎で0.3°C, 30糎で0.2°C, 50糎で0.2~0.5°Cしか低くなっていない。これからみて畦間の気温に最も影響を与えるのは早

朝区であり白昼区は之に次ぎ夕刻区は殆んど影響を与えない。然しながらこの変化は灌水当日のみで翌日に迄影響を及ぼしていない。

湿度の状況は第4表の如くであり湿度の場合と同じ傾向を示している。即ち早朝区は夜間の湿度状態から撒水に入るのて撒水終了時の8時でも各畦間の高さ共に96~

第4表 スプリンクラーの灌水時刻と畦間湿度

	時	10糎			30糎			50糎		
		早朝区	白昼区	夕刻区	早朝区	白昼区	夕刻区	早朝区	白昼区	夕刻区
7月 30日	6.00	99	99	99	99	99	99	99	99	99
	8.00	99	73	73	99	82	83	96	75	75
	10.00	78	62	62	71	64	64	64	57	57
	12.00	72	57	56	64	56	55	64	60	58
	14.00	76	77	59	77	89	60	73	84	70
	16.00	80	81	74	82	78	75	78	77	74
	18.00	90	90	88	89	88	86	89	88	87
	20.00	95	98	96	96	97	100	97	96	99
	22.00	100	100	100	100	100	100	100	100	99
	24.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100
31日	2.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	4.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	6.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	9.00	72	70	68	65	67	65	66	62	63
	12.00	67	62	62	67	65	65	66	63	67
	15.00	70	67	67	72	68	68	69	69	68
	18.00	82	79	80	79	73	75	77	74	74
	21.00	97	97	97	97	96	96	96	96	95
24.00	99	99	99	99	99	99	97	97	97	
8月 1日	3.00	99	99	99	98	98	98	100	100	100
	6.00	99	99	99	99	99	99	98	98	98

太字は撒水中の測定値

99%の湿度を示し、其の後午前中他区に比較して湿度高く10糎の位置で、他区が56~57%迄湿度が低下するに対し、早朝灌水区は最も低下した時でも72%であり、30糎でも約10%湿度が高く保持されている。白昼区は12時に56~60%に低下した湿度も撒水により77~89%迄高まって来てはいるが、早朝区の如く撒水中でも100%近い湿度にはならない。又12時を頂点として各区共に湿度が高まって来る為白昼撒水の影響は殆んど午后に迄及ばない。夕刻区は全般に湿度が高まって来ており灌水開始時88~90%であるが、撒水により他区に先じて96~100%の湿度となりその儘夜間湿度に入る。早朝区、白昼区共に22時になれば100%の湿度に達し、翌朝6時迄その儘

の湿度を保っている。翌日は温度の場合と同様湿度にも前日の灌水の影響は及んでいない。

3. 灌水時刻と地中温度及び湿度

第5表の如く早朝区は未だ地温が特に上昇している時でなく、又夕刻区は灌水時に地温が低下しつゝある時であるので共に灌水による地温の特別な降下はみられない。地温降下の点では白昼区が最も影響大きく、地下5糎で約4°C他区より地温が降下する。然しながら何れにしても其の影響は地下5糎で4時間、地下10糎で4~6時間程度しか存しない。

土壌湿度は第6表の如く灌水時刻の特徴をよく示し、

第5表 スプリンクラーの灌水時刻と畦間地下温度

		地下 5 糎			地下 10 糎		
		早朝区	白昼区	夕刻区	早朝区	白昼区	夕刻区
7月 30日	時	°C	°C	°C	°C	°C	°C
	6.00	23.8	24.1	23.7	24.6	25.6	25.6
	8.00	26.5	27.0	27.5	26.3	26.5	26.5
	10.00	28.0	29.1	30.2	29.0	28.2	28.1
	12.00	32.5	32.6	32.1	30.7	30.5	30.3
	14.00	34.5	30.5	34.6	31.6	29.6	33.0
	16.00	31.7	30.6	32.8	31.3	30.0	32.9
	18.00	29.5	28.8	30.5	29.5	29.6	31.6
	20.00	27.6	27.9	27.2	28.5	28.7	29.6
	22.00	27.5	26.9	26.3	27.6	28.5	28.7
24.00	25.4	25.7	25.1	26.4	27.3	27.8	
31日	2.00	24.3	24.7	24.2	26.0	26.5	26.6
	4.00	23.5	24.1	23.6	24.7	26.1	25.6
	6.00	23.0	23.7	23.0	24.3	25.5	25.4
	9.00	26.7	27.1	27.7	26.4	26.4	26.6
	12.00	32.2	32.5	32.4	30.4	30.7	30.5
	15.00	34.5	34.4	35.5	32.8	32.1	32.8
	18.00	30.7	31.1	31.5	31.0	31.5	32.0
	21.00	27.3	27.9	27.5	28.5	29.2	29.3
24.00	24.9	25.8	25.1	26.4	27.2	27.8	
8月 1日	3.00	24.0	24.7	24.1	25.9	26.4	26.5
	6.00	22.8	23.7	22.9	24.5	25.6	25.2

太字は撒水中の測定値

第6表 灌水時刻と土壤湿度の推移 (-10糎)

		早朝区	白昼区	夕刻区
30日	時	%	%	%
	10.00	10.1	4.8	4.9
	16.00	7.1	8.1	4.2
	22.00	7.0	7.7	8.1
31日	4.00	6.6	7.2	7.2
	12.00	6.2	6.6	7.0
	24.00	5.4	5.8	6.2
1日	6.00	5.4	5.5	5.8

早朝区は空中温度、湿度、風等の関係より撒水した水の効率最もよく、地下10糎の土壤水分は10.1%まで昇り、其の後6時間に3%の水分が低下するが、以後は徐々に水分低下して5.4%に達し、こゝで再び灌水によって水分は上昇する。これに対して白昼区、夕刻区共に早朝区程撒水効率はよくなく、灌水後でも土壤水分は8.1%ま

でしか復さない。そして次回灌水前に白昼区で4.8%、夕刻区で4.2%に迄水分は低下する。従って土壤水分の面よりすれば、作物の生育にとって早朝区が最も効果的であり、続いて白昼区、夕刻区の順となる。

考 察

スプリンクラー灌水の撒水効率はノズルから噴射された水滴が土壤に達する迄に起る、蒸発、飛散、葉面遮断等の損失程度によって異なり、その程度は灌水時の気象条件に基だしく左右される。即ち灌水時の気温、湿度、特に風による影響は大きく、風の点につき白井氏は風速1.5m/Sec までは損失率はほぼ一定だがそれ以上になると風速が増すにつれて急激に増大すると述べている。普通中間圧式撒水器での損失は1m/Sec で2%程度、2m/Sec で10%程度、3m/Sec で15%であるとされているが、本実験における灌水時の風速は第7表の如く早朝区は1.5m/Sec 以下であるが、夕刻区は早朝区より強く、白昼区は常に他区より風強く殆んど2.5m/Sec 以上であ

第7表 灌水時の一秒間当り風速平均

		早朝区	白昼区	夕刻区
		m/Sec	m/Sec	m/Sec
6月	上旬	0.5	2.7	1.8
	中旬	1.2	2.6	1.7
	下旬	1.0	2.2	1.0
7月	上旬	0.7	1.9	1.8
	中旬	1.1	2.3	1.6
	下旬	0.9	2.6	1.6
8月	上旬	1.4	3.2	2.7

った。更に地温の上昇した土壌面からの蒸発損失量も多く撒水効率の点から白昼区は最も水の損失多く、之に次いで夕刻区の損失が大であり早朝区灌水が最も効率がよいわけである。この様な条件のもとでの菜豆栽培において、草丈、葉数など生育面で格別の差が生じなかったことは、菜豆が生育するに必要な土壌水分だけは与えられていたことによるもので、無灌水区が発芽が遅れ生育も遅々として進まず遂に枯死してしまったことよりうかがい知ることが出来る。ところが開花結実ということになると灌水中及び其の後の微気象、土壌水分の推移が甚だ強く影響を与えている。即ち菜豆の開花が朝早く行われることからして、授精、結実に対して早朝区の空中温度及び湿度が好都合に働き、更に豆の肥大に対して最も影響を及ぼす土壌水分が好条件であったことである。遠山、林氏はポット栽培による甜瓜を用いての実験で、常時13.8%の土壌水分で栽培した区を100とした場合、圃場容水量である4.3%に達した時灌水により13.8%に土壌水分を復しながら栽培した区が90、4.3%に達した時灌水により8%に土壌水分を復しながら栽培した区は47で

あったと報じ、倉岡・吉野・吉田が行った砂丘畑での茄子の灌水試験の結果でも圃場容水量を割らないで土壌水分の復元が高く、且つ間隔の短いもの程空中湿度が高いため収量多く品質の良かったことを報じており今回の結果と傾向が合致している。この様に作物を栽培しての灌水は、たゞ同一時間であれば何れの時刻にでも割当てを行えばよいと云うものでなく、更に多くの資料に基き灌水時刻の組合せやら、気象状況に応じた灌水時間の長短などを考慮した上で取りきめ、作物栽培上に不合理が生じない水の共同化を実施せねばならない。

摘 要

水の共同化により生ずる灌水時刻の割当ての資料として、菜豆を用い全生育期間早朝（6時）、白昼（12時）、夕刻（18時）のそれぞれの時刻にのみスプリンクラー灌水を行い其の影響について調査を行った。

1 収量は早朝区最も優れ、その収量を100とすれば白昼区73・夕刻区72であつた。

2 撒水効率は気象条件より早朝区最も効率良く、白昼区が最も劣るが、作物に利用される土壌水分の面からすれば白昼区の方が夕刻区より有利であつた。

3 水の共同化による灌水時刻の割当ては作物の生育上からみた灌水時刻の組合せや、気象条件に応じた灌水時間の長短等の配慮が必要である。

参 考 文 献

- 1 倉岡唯行・吉野蕃人・吉田正温：砂丘畑茄子の灌水が収量及び品質に及ぼす影響、砂丘研究 2 (2), 1955.
- 2 遠山正瑛・林真二：砂丘地の園芸的利用に関する研究（第1報）鳥取農学会報 10 (3), 1954.
- 3 山崎不二夫・長谷川新一：畑地かんがい 農文協, 1958.

Summary

The present studies were carried out to obtain a data about the quota of the time of day, which was one of the most important problems on the occasion of joint irrigation.

1. With the beans, three experiment plots were arranged and were irrigated by sprinkler respectively. The 1st plot was sprinkled in the early morning (6.00) only, the 2nd plot was in the daytime (12.00) only and the 3rd plot was in the evening (18.00) only through all over the plant life.

2. In point of yield, the early morning plot was excellent. The daytime plot and the evening plot was 73% and 72% respectively to the early morning plot.

3. On the irrigation efficiency of sprinkling, the early morning plot was superior and the daytime plot was inferior to others. But the irrigated water was utilized effectively by the plant in the daytime plot.