

寒冷地における畑地かんがい栽培技術

第1報 黒ボク土における灌水基準

宮下慶一郎・千葉行雄・斎藤博之

Study on Upland Irrigation in Cold Regions in Japan :
Part 1, Methods of Upland Irrigation on Ando-Soil
by

Keiichiro MIYASHITA, Yukio CHIBA and Hiroyuki SAITO

目 次

- | | |
|----------------------|----------------------|
| I 緒 言 | 2. 作物別かんがい効果と灌水基準の策定 |
| II 材料と方法 | IV 考 察 |
| 1. 試験圃場 | 1. 生育初期のかんがい効果と灌水基準 |
| 2. 供試土壌 | 2. 作物別かんがい効果と灌水基準 |
| 3. 作物別かんがい効果と灌水基準の策定 | V 結 論 |
| III 結 果 | VI 摘 要 |
| 1. 生育初期のかんがい方法に関する試験 | 引用文献 |

I 緒 言

岩手県においては、総面積約12,000haにおよぶ
国・県営の大規模な畑地開発と畑基盤整備事業が
計画（一部着工・一部完工）されている。これら
の事業のうち、約7,500haについては畑地かんが
い施設が組み込まれ、一部地域では昭和62年から
畑地かんがいによる営農が展開されようとしてい
る。

岩手県は年間降水量約1,000mmと日本国内では
比較的降水量が少ない地域であり、春から夏にか
けてしばしば干ばつにみまわれる。特に、梅雨の
影響が弱いために夏干ばつ時には大きな被害を受
けやすく、また、県北部および北部沿岸地帯は軽
しょうな黒ボク土地帯であり、春干ばつによる風
食の影響も受け易いと考えられている。

一方、畑地かんがい計画面積の大きい県北部お

よび北部沿岸地帯は、土壌の水分保持能の大きい
黒ボク土の分布が広く、また、ヤマセの影響によ
り気温が低く、日照も少ない。したがって、土壌
水分が不足する条件に乏しく、畑地かんがい効果
も低くなる懸念がある。

このような地帯において、畑地かんがい事業の
効果を高めるためには、より効果的なかんがい技
術を確立する必要がある。このような背景で、総
合助成課題「寒冷地傾斜畑におけるかんがい栽培
技術の確立」として、1980年から1984年の5ヶ年
にわたり研究を進めてきた。本報告は、その内、
主として精密圃場における成果をもとに、黒ボク
土における畑地かんがい効果と灌水基準について
とりまとめたものである。

本報告をはじめ、一連の研究については、岩手
農試元場長古沢典夫氏、同前場長高橋慶一氏、同
場長千葉明氏、同前県北分場長佐々木誠氏、同県

北分場長佐々木邦年氏はじめ農業試験場、園芸試験場、県庁関連各課の多くの関係される方々から、試験遂行上種々のご助言を頂いた。また、実際の研究遂行の面では、岩手農試元県北分場次長菅野昭五氏、同佐々木信夫氏、小沢龍生氏、同前県北分場上席専門研究員岩館信三氏はじめ県北分場在職の研究員、職員の協力を得た。ここに記して厚く感謝申し上げる。

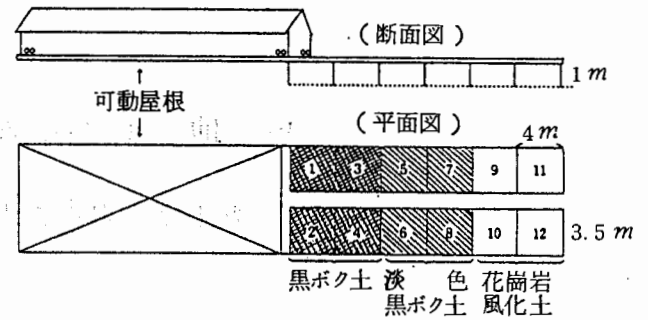


図1 畑地かんがい精密圃場

II 材料と方法

1. 試験圃場

- 1) 名称：畑地かんがい精密圃場
(以下「ライシメーター」と略称する。図1)
- 2) 様式：無底コンクリート枠、深さ 1 m
- 3) 1区画面積：12.75 m² (4.5 m × 3.5 m)
- 4) 区画数：12区画
- 5) その他：自動降雨遮断装置付
(降雨感知器により、降雨があれば自動稼動する屋根により降雨が遮断される。)

2. 供試土壌

- 1) 土壌の種類：①黒ボク土(県北分場新圃場より搬入)、②淡色黒ボク土(同前)、③花崗岩風化土(九戸郡大野村館市地内より搬入)。
- 2) 充填方法：各区画の最下部に砂土を10から15cm入れ、その上に各土壌を4区画ずつ充填した。
- 3) 供試土壌の理化学性：表1, 2

表1 供試土壌の理化学性(その1)

土 壤	粒 径 組 成				pH	リン酸吸 有効*	CEC	置換性塩基					
	粗砂	細砂	シルト	粘土				CaO	MgO	K ₂ O	Na		
	%	%	%	%	土性(H ₂ O)	取係数	リン酸	mg	mg	mg	mg	mg	
黒ボク土	47.7	27.5	16.8	8.0	SL	6.1	1,630	2.1	12.7	163	31	17	3
淡色黒ボク土	32.0	22.7	38.5	6.8	L	6.3	1,700	0.8	11.0	143	42	11	8
花崗岩風化土	40.7	46.0	10.8	2.5	LS	6.9	—	1.9	3.2	44	35	6	3

*：トルオグ法

表2 供試土壌の理化学性(その2)

土 壤	*1 層位	pF—水分率*3								仮比重	透水係数	孔隙率
		pF0.0	pF1.0	pF1.5	pF1.8	pF2.0	pF2.4	pF2.8	pF3.2			
		%	%	%	%	%	%	%	%	cm/sec	%	
黒ボク土	I	68.8	63.0	52.4	48.5	42.6	35.0	32.2	31.2	0.60	5.7 × 10 ⁻³	78.4
	II	72.4	68.6	59.7	53.7	46.8	39.5	35.8	33.9	0.67	6.7 × 10 ⁻³	76.0
	III	72.0	69.1	60.0	55.2	52.9	51.9	50.6	48.3	0.72	3.7 × 10 ⁻³	74.9
	IV	68.9	67.3	66.1	64.0	59.5	53.3	48.3	45.7	0.79	4.3 × 10 ⁻⁴	72.1
淡色黒ボク土	I	69.3	61.7	54.9	50.4	44.2	39.7	37.8	37.3	0.58	7.3 × 10 ⁻³	80.4
	II	67.0	61.6	54.8	52.9	47.7	42.3	39.3	37.7	0.66	4.7 × 10 ⁻³	78.2
	III	71.9	71.0	61.5	60.0	57.3	53.4	51.7	50.4	0.70	1.5 × 10 ⁻³	74.7
	IV	72.1	71.4	63.6	61.3	58.9	56.1	53.0	51.0	0.68	2.8 × 10 ⁻³	74.7
花崗岩風化土	I	36.4	33.0	30.4	28.4	24.7	19.5	17.5	16.2	1.14	6.7 × 10 ⁻⁴	58.5
	II	41.4	32.1	29.9	28.2	23.9	17.9	15.8	14.2	1.20	1.0 × 10 ⁻³	56.0
	III	43.6	39.6	34.0	29.3	24.5	21.1	19.6	18.5	1.43	2.2 × 10 ⁻³	47.6
	IV	45.3	41.0	30.4	26.0	21.8	18.7	17.9	17.7	1.37	9.3 × 10 ⁻³	50.6

*1: 代表プロット 黒ボク土: №.4, 淡色黒ボク土: №.7, 花崗岩風化土: №.12

*2: I: 0~5 cm, II: 10~15 cm, III: 20~25 cm, IV: 30~35 cm.

*3: 測定方法 pF 0.0~pF 1.0: 砂柱法, pF 1.8~pF 3.2: 加圧板法(24時間加圧)

3. 灌水方法

ドリップ方式（耐圧ポリエチレンチューブ、ノズル式、灌水強度 3mm/h 、水圧 1.5kg/cm^2 、ノズル間隔 50cm 、ライン間隔 50cm 、1区画あたりノズル数 63個）

4. 試験方法

1) 生育初期のかんがい方法に関する試験

a. 試験年次：昭和55, 56年

b. 供試作物：（直播）コマツナ、シュンギク、ハクサイ、ダイコン、ハウレンソウ、レタス、短根ニンジン、エダマメ、スイートコーン、キヌサヤ、ダイズ、サヤインゲン。（移植）エダマメ、スイートコーン、キウリ、レタス、トマト、セルリー

c. 試験方法：試験①（試験期間 昭和55年10月17日～24日）播種前灌水区と無灌水区による検討。播種後は、いずれの区も無灌水。1区1作物あたり50粒播種。試験②（試験期間 昭和56年5月1日～12日）灌水処理は試験①に同じ。1区1作物あたり100粒播種。試験③（試験期間 昭和56年6月3日～7月8日） $\mu 1$ ：pF 2.0 [1.9] 以下維持区、 $\mu 2$ ：pF 2.0 [1.9]～pF 2.3 [2.1] 維持区、 $\mu 3$ ：pF 2.3 [2.1]～pF 2.6 [2.3] 維持区、 $\mu 4$ ：pF 2.6 [2.3] 以上維持区の4区による比較。ただし、[]内は花崗岩風化土の場合である。「直播」は1区1作物100粒播種とし、6月20日の間引き後は1区1作物20株（ $10\text{cm} \times 20\text{cm}$ ）とした。「移植」は1区1作物10株（ $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ）とした。

2) 作物別かんがい効果と灌水基準策定

a. 試験年次：昭和55年～59年

b. 供試作物：レタス、ブロッコリー、ミツバ、エダマメ、スイートコーン、ピーマン、セルリー

c. 試験方法：試験方法は、大きく分けて3種類の方法を取り入れて行なった。①pF値による土壌水分管理を行なう方法、②一定の期間の干ばつ処理を行なう方法、③過去の干ばつ年（昭和48年、50年または52年、53年）の降水状況を再現する方法であるが、具体的な処理については「結果」の中で詳述する。

5. 土壌水分測定方法

1) 測定方法：テンシオメーター

2) 測定深度：地表下10cm

3) 観測時刻：午前9時

III 結 果

1. 生育初期のかんがい方法に関する試験

1) 播種直前灌水の効果

播種直後から出芽までの灌水は土壌面の固化あるいは種子移動の原因となり、出芽条件を悪くするので、播種前灌水により土壌水分を十分に高めた後、播種して一気に発芽させ根の伸張を促すようにするのが良いとされている¹⁾。そこで、この播種前灌水の効果を確認するために試験①、②を行なった。

播種前灌水区と無灌水区の試験期間中の土壌水分を図2、3に示した。土壌pF値の上昇は、淡色黒ボク土>黒ボク土>花崗岩風化土の傾向がみられ、試験期間中の土壌pF値もほぼこの順で経過した。各作物の出芽率は、表3、4に示したが、作物あるいは土壌の種類によって著しく異なる結果となった。花崗岩風化土では比較的低pF値で経過しても全般に出芽率が低いことや、またハウレンソウ、短根ニンジン等では播種前灌水だけでは十分な出芽が望めないことなどが明らかとなった。

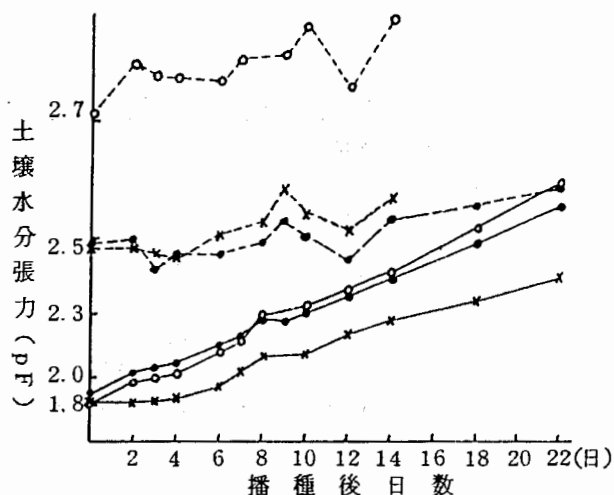


図2 土壌水分張力の推移

（生育初期かんがい試験①）

●：黒ボク土，○：淡色黒ボク土，×：花崗岩風化土
—：播種前灌水区，……：播種前無灌水区

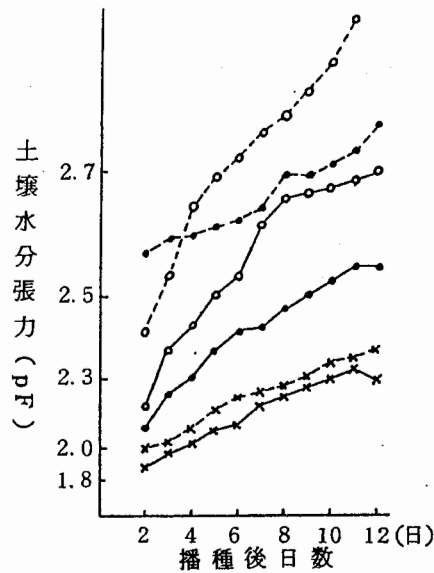


図3 土壌水分張力の推移②
(生育初期かんがい試験②)

●:黒ボク土, ○:淡色黒ボク土, ×:花崗岩風化土
—:播種前灌水區,:播種前無灌水區

表3 播種前灌水の有無と出芽率* (試験①)

土 壤 種 類	播種前水	コ	ソ	ハ	ダ	ホ	レ	短	エ	ス
		マ	ギ	ク	イ	ソ	レ	ニ	ダ	コ
		ツ	ユ	サイ	コン	ウ	ウ	ン	マ	ト
		ナ	ク	イ	ン	レ	ス	根	メ	ン
		%	%	%	%	%	%	%	%	%
黒ボク土	有	86	36	46	64	58	32	18	21	8
	無	56	8	34	50	2	8	0	0	0
淡色黒ボク土	有	88	82	88	74	54	88	34	20	6
	無	4	6	26	10	2	0	0	0	0
花崗岩風化土	有	2	6	66	16	0	0	0	0	0
	無	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*: 播種後22日目

表4 播種前灌水の有無と出芽率*1 (試験②)

土 壤 種 類	播種前水	播種時	ハ	レ	ホ	キ	短
		土壌pF	ク	ウ	ソ	ヌ	ニ
			サイ	ス	ウ	サ	ン
			イ	ス	レ	ヤ	根
			%	%	%	%	%
黒ボク土	有	pF 2.1	95	88	86	62	17
	無	pF 2.5	79	59	4	0	5
淡色黒ボク土	有	pF 2.1	81	85	80	48	0
	無	pF 2.4	89	70	17	77	0
花崗岩風化土	有	pF 1.8	85	37	46	84	0
	無	pF 2.0	23	14	9	0	0

*1: 播種後12日目

*2: 深度10cm テンシオメーター示度

2) 生育初期灌水の効果

次いで、土壌タイプや作物の種類の違いによる生育初期灌水の効果をみるために試験③を実施した。

a. 生育初期における土壌水分の垂直分布

試験開始後25日目(6月27日)に№.1(最湿潤)区と№.4(最乾燥)区の土壌を表面から1cmごとに採取し水分を測定し、その結果を図4に示した。

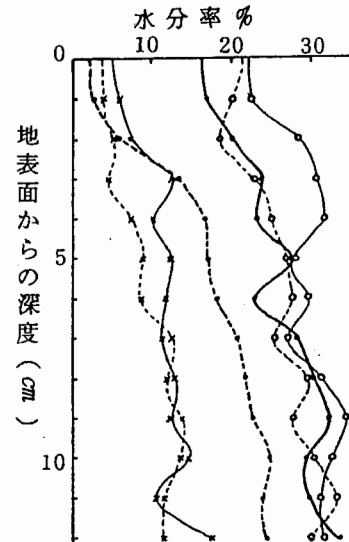


図4 土壌水分の垂直分布

●:黒ボク土, ○:淡色黒ボク土, ×:花崗岩風化土
—:湿潤状態,:乾燥状態

また、移植後36日目(7月8日)には100ccコアを利用して全区の0, 10, 20, 30cmの深度の土壌水分を測定し、その結果を表5に示した。

25日目の調査では、いずれのケースでも深度10cm付近から表面にかけて水分減少が大きく、特に深度4cmから表面にかけての水分減少が著しいことが認められた。黒ボク土では深度4cm付近から急速に乾燥化が進み特に№.4区でその傾向が顕著である。淡色黒ボク土では他の二土壌に比べ表層乾燥化の程度は小さい。花崗岩風化土では深度10cm付近から表面にかけて一気に乾燥化が進む。

36日目調査によれば、深度10cm以深では、№.1~4区間の土壌水分の差は深度10cmまでに比べると比較的少ない。花崗岩風化土では特にその差は小さく下層の乾燥化が余り進まないのに対し、黒ボク土では下層まで乾燥化が進む傾向が見られる。

このように、作物の生育初期の水分給源である土壌表層の乾燥には著しいものがあり、また土壌

表5 試験開始後36日目における深度別土壌水分率

土 壤	区名*1	№1: pF 2.0 (1.9) 以下維持				№2: pF 2.0 (1.9) ~ 2.3 (2.1)				№3: pF 2.3 (2.1) ~ 2.6 (2.3)				№4: pF 2.6 (2.3) 以上維持			
		0cm	10cm	20cm	30cm	0cm	10cm	20cm	30cm	0cm	10cm	20cm	30cm	0cm	10cm	20cm	30cm
黒ボク土		26.1	34.6	45.3	50.8	23.2	27.7	33.2	42.9	21.6	24.5	51.6	48.2	18.7	20.8	27.0	38.4
淡色黒ボク土		32.0	36.9	52.6	52.5	31.3	36.5	45.5	54.8	30.0	33.2	40.9	55.7	28.5	31.1	45.8	44.1
花崗岩風化土		10.9	13.2	16.2	20.2	11.1	12.2	15.4	17.0	10.6	11.5	13.8	20.2	7.3	9.4	11.5	14.7

*1: ()内は花崗岩風化土対照

*2: 層位は 0cm: 0~5cm, 10cm: 10~15cm, 20cm: 20~25cm, 30cm: 30~35cmの位置.

の種類によっては土壌表層の乾燥化に差があることなどが明らかとなった。

ての葉数の増加状況を表7に示した。湿润状態に比べ乾燥状態で明らかに出芽が劣り、また図5に示したように出芽に要する日数も多くなっている。

b. 出芽・活着と土壌水分

作物別の出芽率を表6に、また活着の指標とし

表6 灌水処理と出芽率*1

土 壤	区名	区	名*2	播種時土壌pF	灌水*4		ダイズ	ダイコン	サヤインゲン	ホウレンソウ	スイートコーン
					回数	水量					
黒ボク土	№1	pF 2.0 (1.9) 以下維持区		pF 1.9	7	40.8	95	91	100	55	88
	№2	pF 2.0 (1.9) ~ 2.3 (2.1) 維持区		pF 2.2	1	13.1	66	48	75	29	45
	№3	pF 2.3 (2.1) ~ 2.6 (2.3) 維持区		pF 2.3	1	11.4	78	22	78	13	56
	№4	pF 2.6 (2.3) 以上維持区		pF 2.5	1	5.9	42	3	56	8	38
淡色黒ボク土	№1	pF 2.0 (1.9) 以下維持区		pF 1.8	7	47.7	98	86	99	92	89
	№2	pF 2.0 (1.9) ~ 2.3 (2.1) 維持区		pF 1.8	2	20.3	97	79	100	72	91
	№3	pF 2.3 (2.1) ~ 2.6 (2.3) 維持区		pF 1.7	2	13.8	92	93	100	81	93
	№4	pF 2.6 (2.3) 以上維持区		pF 2.6	1	5.4	14	11	49	20	40
花崗岩風化土	№1	pF 2.0 (1.9) 以下維持区		pF 1.7	8	31.1	82	11	91	65	73
	№2	pF 2.0 (1.9) ~ 2.3 (2.1) 維持区		pF 1.6	4	18.9	75	62	87	20	61
	№3	pF 2.3 (2.1) ~ 2.6 (2.3) 維持区		pF 1.8	0	0.0	35	7	60	4	56
	№4	pF 2.6 (2.3) 以上維持区		pF 2.1	0	0.0	30	2	20	0	28

*1: 播種後20日目

*2: ()内は花崗岩風化土対照

*3: 深度10cm テンシオメーター示度

*4: 播種後20日目までの灌水回数と総灌水量

表7 灌水処理と活着*1

土 壤	区名	区	名*2	定植時土壌pF	灌水*4		エダマメ	カンラン	スイートコーン	トマト	キュウリ	セルリー
					回数	水量						
黒ボク土	№1	pF 2.0 (1.9) 以下維持区		pF 1.9	9	65.7	0.097	0.38	0.11	0.19	0.32	-
	№2	pF 2.0 (1.9) ~ 2.3 (2.1) 維持区		pF 2.2	2	23.9	0.077	0.38	0.12	0.21	-	0.14
	№3	pF 2.3 (2.1) ~ 2.6 (2.3) 維持区		pF 2.3	2	21.1	0.077	0.40	0.12	0.20	-	0.13
	№4	pF 2.6 (2.3) 以上維持区		pF 2.5	1	5.9	0.054	0.28	0.10	0.17	0.25	-
淡色黒ボク土	№1	pF 2.0 (1.9) 以下維持区		pF 1.8	10	77.9	0.086	0.33	0.13	0.22	0.32	-
	№2	pF 2.0 (1.9) ~ 2.3 (2.1) 維持区		pF 1.8	4	46.8	0.083	0.39	0.11	0.19	-	0.17
	№3	pF 2.3 (2.1) ~ 2.6 (2.3) 維持区		pF 1.7	4	35.8	0.083	0.38	0.12	0.19	-	0.16
	№4	pF 2.6 (2.3) 以上維持区		pF 2.6	2	16.8	0.080	0.34	0.11	0.18	0.28	-
花崗岩風化土	№1	pF 2.0 (1.9) 以下維持区		pF 1.7	12	63.5	0.086	0.39	0.10	0.19	0.29	-
	№2	pF 2.0 (1.9) ~ 2.3 (2.1) 維持区		pF 1.6	7	56.5	0.083	0.35	0.12	0.17	-	0.18
	№3	pF 2.3 (2.1) ~ 2.6 (2.3) 維持区		pF 1.8	2	16.6	0.071	0.28	0.11	0.19	-	0.15
	№4	pF 2.6 (2.3) 以上維持区		pF 2.1	0	0.0	0.054	0.28	0.12	0.16	0.27	-

*1: 定植後の葉数・節数の増加速度 = [(定植後12又は35日目葉数・節数) - (定植時葉数・節数)] ÷ 定植後日数 (カンラン, セルリーは定植後12日目, 他は定植後35日目調査)

*2: ()内は花崗岩風化土対照

*3: 深度10cm テンシオメーター示度

*4: 定植後35日目までの灌水回数, 総灌水量

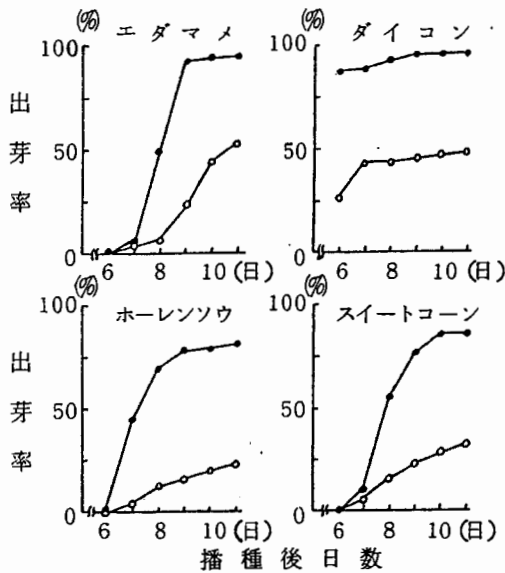


図 5 黒ボク土における土壤水分と出芽率の推移
 ・：pF 2.0 以下維持，○：pF 2.0～2.3 維持
 ただし pF は深度 10cm のテンシオメーターによる。

土壤タイプ別では、花崗岩風化土は全般に出芽率が低く、吸水力の弱いホウレンソウのような作物の場合には黒ボク土でも出芽率が低下する傾向が認められる。これは、先にみた土壤水分の垂直分布の状況をそのまま反映している。

活着の状況も出芽率と同様の傾向が見られるが、出芽率の場合ほどの極端な差はない。土壤タイプによる違いは全く認められず、花崗岩風化土でも他の土壤と変わらない葉数の増加経過を示している。これは、播種位置に比べ、定植位置の方が深く、それだけ表層乾燥の影響を受けにくいと考えられる。

このように、土壤水分管理の指標を深度 10cm のテンシオメーターに求める場合、作付け直後の土壤 pF 値を十分に低く維持することは、出芽に対する効果が非常に大きいですが、活着に対しては余り効果はなく、ある程度の pF 値を維持すれば十分であることがわかる。

c. 初期生育量と土壤水分

播種・定植後 35 日目の地上部生体重を表 8 に示した。出芽・定植後の生育量も出芽率や葉数増加量と類似の傾向を示すが、№.1 区が必ずしも最大生育量を示すわけではなく、作物あるいは土壤によって好適水分があることを示唆する結果となっている。ただ、№.3 区が最大生育量を示す場合もあるが、一般的に pF 2.3 以下の管理で最大生育量を示した。

表 8 灌水処理と初期生育 *1

土 壤 区 名	区 名 *2	直 播 移 植											
		ダイズ	ダイコン	サヤインゲン	ホウレンソウ	スイートコーン	エダマメ	カンラン	スイートコーン	レタス	トマト	ケウリ	セルリー
黒ボク土	№.1 pF 2.0 (1.9) 以下維持区	9/株	118.8	19.4	7.4	14.4	12.2	672	41.0	623	204	297	-
	№.2 pF 2.0 (1.9)～2.3 (2.1) 維持区	6.2	129.1	21.2	4.6	10.2	10.3	631	40.7	571	170	-	67.4
	№.3 pF 2.3 (2.1)～2.6 (2.3) 維持区	5.7	98.5	17.8	1.4	8.1	7.1	526	26.2	420	168	-	47.8
	№.4 pF 2.6 (2.3) 以上維持区	4.4	71.1	12.2	1.6	5.6	6.0	330	12.2	249	123	139	-
淡色黒ボク土	№.1 pF 2.0 (1.9) 以下維持区	10.5	81.3	25.8	8.0	11.9	17.3	476	33.8	646	248	265	-
	№.2 pF 2.0 (1.9)～2.3 (2.1) 維持区	10.7	94.6	22.2	4.0	8.2	14.8	540	39.0	663	227	-	97.3
	№.3 pF 2.3 (2.1)～2.6 (2.3) 維持区	9.3	79.1	20.6	5.0	9.6	13.9	544	29.9	610	200	-	108.6
	№.4 pF 2.6 (2.3) 以上維持区	5.4	78.1	18.9	1.9	9.5	10.2	420	32.3	410	172	142	-
花崗岩風化土	№.1 pF 2.0 (1.9) 以下維持区	7.8	98.9	20.7	5.1	11.2	20.7	419	53.6	731	177	191	-
	№.2 pF 2.0 (1.9)～2.3 (2.1) 維持区	9.3	106.4	19.4	6.0	17.3	16.2	458	49.8	508	171	-	92.9
	№.3 pF 2.3 (2.1)～2.6 (2.3) 維持区	6.2	78.8	16.9	4.7	9.6	11.1	340	27.9	443	151	-	51.6
	№.4 pF 2.6 (2.3) 以上維持区	3.4	72.8	8.9	-	3.1	5.2	297	22.7	241	126	98	-

*1: 播種・定植後 35 日目における地上部生体重 (灌水回数, 灌水量, 播種・定植時土壤 pF 値は表 6, 7 に同じ)

*2: () 内は花崗岩風化土対照

2. 作物別かんがい効果と灌水基準の策定

1) スィートコーンの灌水基準（昭和55年）

a. 耕種概要

品種 ハニーバンタム中生，播種期6月14日，移植期7月1日，収穫期9月23日，栽植距離 100 cm×25cm（400株/m²）1本立

b. 区の構成

№.	雄穂抽出まで	出穂後3週間
1	灌水始点 pF 2.4	灌水始点 pF 2.4
2	" pF 2.7	" "
3	" pF 2.4	" pF 2.0
4	" pF 2.7	" "

1回あたり灌水量 10mm，pF値は深度10cm。

7月4日 №.1，2に約20mmの灌水 7月6日から14日にかけて全区に約40mmの均一灌水。

c. 結果

表9に灌水量と収穫期調査結果を示した。黒ボク土，淡色黒ボク土では，雄穂抽出期まではpF 2.4灌水よりもpF 2.7灌水のほうが，また出穂後3週間ではpF 2.0灌水よりpF 2.4灌水のほうが多収となった。しかし，花崗岩風化土では雄穂抽出期まではpF 2.7灌水よりもpF 2.4灌水のほうが，また出穂期3週間ではpF 2.4灌水よりpF 2.0灌水のほうが多収となる傾向を示し，

表9 スィートコーンの収穫期調査成績

土 壤 区	灌水処理*1	灌 水 実 績								生 育 調 査				
		活着期		雄穂抽出まで		出穂後3週間		合 計		草丈	稈長	茎葉重	雌穂重	*2 同左比
		回数	水量	回数	水量	回数	水量	回数	水量					
黒 ボ ク 土	№.1 pF 2.4/pF 2.4	6	58.1	4	42.6	1	19.1	11	119.8	212.5	174.7	829.5	257.8	100
	№.2 pF 2.7/ "	6	57.2	2	20.5	3	39.3	11	117.0	223.8	186.6	943.8	288.8	112
	№.3 pF 2.4/pF 2.0	5	37.5	5	49.2	4	58.0	14	145.7	214.5	178.3	887.5	265.0	103
	№.4 pF 2.7/ "	5	37.5	2	19.9	6	68.7	13	127.1	199.3	167.4	819.0	273.5	106
淡色黒 ボ ク 土	№.1 pF 2.4/pF 2.4	6	57.9	7	63.1	2	29.3	15	150.3	211.7	176.7	980.0	282.5	100
	№.2 pF 2.7/ "	6	57.2	3	26.8	4	40.8	13	124.8	209.5	167.5	993.5	299.0	106
	№.3 pF 2.4/pF 2.0	5	37.5	7	61.4	5	47.2	17	147.2	202.3	161.9	994.0	263.5	93
	№.4 pF 2.7/ "	5	37.5	3	25.4	5	47.6	13	111.5	206.7	167.0	933.8	273.8	97
花崗岩 風 化 土	№.1 pF 2.4/pF 2.4	6	57.0	6	47.1	3	18.8	15	132.9	202.3	166.2	846.0	311.5	100
	№.2 pF 2.7/ "	6	57.9	2	18.4	3	31.6	11	107.9	200.1	162.1	813.5	261.5	84
	№.3 pF 2.4/pF 2.0	5	37.5	6	61.6	6	53.2	17	153.3	203.7	164.7	868.8	293.8	94
	№.4 pF 2.7/ "	5	37.5	2	18.7	5	61.6	12	118.8	200.1	161.6	853.0	292.0	94

*1: 「雄穂抽出期まで灌水始点」/「出穂以後3週間灌水始点」

*2: №.1区を基準にした比

他の二土壌と全く逆の結果となった。

以上のように，スィートコーンは保水量の多い土壌では比較的高pFでの土壌水分管理で多収となるが，保水量の少ない土壌では低pF値を灌水始点とした水分管理の必要がある。

2) セルリーのかんがい効果（昭和56年）

a. 耕種概要

品種 トップセラー，播種期7月20日，収穫期 10月1日，栽植距離 100 cm×30cm，2条植（条間30cm），6.7本/m²

b. 区の構成

№.	区 名	処 理 内 容 *1
1.	対 照 区	全期間乾燥処理なし *2
2.	中期乾燥A区	定植後15日～50日無灌水
3.	中期乾燥B区	"（20日目に30mm灌水）
4.	初期乾燥区	定植後30日目まで無灌水

*1: 播種・定植直前に全区に約50mmの均一灌水を行なった

*2: 蒸発計蒸発量に相当する水量を約5日の間断日数で灌水

c. 結 果

を、図6には土壌pF値の推移を示した、

表10に試験期間中の灌水量及び収穫期の生育量

表10 セルリー(昭56)の灌水量と収穫期生育量

土 壤 区	No.	区 名	灌 水 量 ^{*1}					収 量			可食葉 ^{*3}	
			I期	II期	III期	IV期	合計	全重	調整重	同左比 ^{*2}	葉数	第1節間長
			mm	mm	mm	mm	mm	g/株	g/株	100	枚/株	cm
黒ボク土	No.1	対 照 区	56.5	36.7	32.7	29.2	201.4	1,183	612	100	7.3	20.7
	No.2	中期乾燥A区	40.0	0.0	0.0	45.7	136.0	1,034	509	82	6.3	19.2
	No.3	中期乾燥B区	35.6	26.4	0.0	39.6	147.4	1,108	570	92	7.3	19.7
	No.4	初期乾燥区	0.0	22.6	32.3	46.3	146.6	910	513	83	7.7	20.1
淡色黒ボク土	No.1	対 照 区	58.2	38.6	51.2	38.4	237.5	1,118	567	100	8.0	19.8
	No.2	中期乾燥A区	29.6	0.0	0.0	56.3	133.9	889	447	79	7.0	19.6
	No.3	中期乾燥B区	32.6	29.9	0.0	55.7	165.9	914	430	76	7.0	19.0
	No.4	初期乾燥区	0.0	22.2	55.7	48.3	171.1	1,076	558	98	7.7	20.4
花崗岩風化土	No.1	対 照 区	69.8	36.2	48.8	32.0	232.2	503	220	100	7.0	15.7
	No.2	中期乾燥A区	45.1	14.3	0.0	42.6	153.0	537	290	132	8.0	15.4
	No.3	中期乾燥B区	47.7	35.9	37.7	48.3	212.6	502	216	98	7.3	17.0
	No.4	初期乾燥区	36.6	23.7	60.0	63.4	233.8	733	416	190	9.0	18.6

*1: I期:定植~20日目, II期:21~30日目, III期:31~50日目, IV期:51日目~収穫
 なお, 定植時に全区に約50cmの灌水をした

*2: 「対照区」を100とした指数

*3: 第1節間長が10cm以上の葉

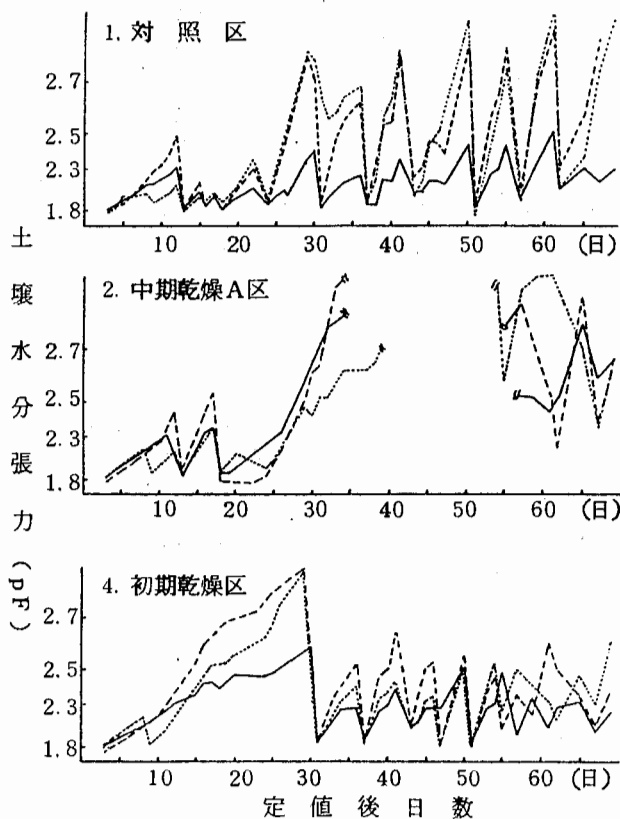


図6 土壌水分張力の推移(セルリー, 昭56)

—: 黒ボク土 - - -: 淡色黒ボク土
: 花崗岩風化土

No.2~4区の総灌水量は、黒ボク土<淡色黒ボク土<花崗岩風化土の順に多くなっているが、深度10cmの土壌pF値の推移は三土壤であり差がない。一方、No.1区は三土壤共通の灌水管理であるが、定植後25日目ころから淡色黒ボク土や花崗岩風化土で著しく乾燥化する傾向が見られ、特に花崗岩風化土ではNo.2, No.3区と大差ない土壌pF値の推移を示した。この土壌間の土壌水分変動の違いは、主として土壌の保水能の差によるものと考えられる。

水分が切れ目なく供給された対照区を基準に考えると、黒ボク土では初期および中期の干ばつ処理により調整重で10~20%の減収となり、非黒ボク土では中期の干ばつ処理で20~25%の減収となる。一方、淡色黒ボク土の初期乾燥区あるいは花崗岩風化土の各乾燥区では、対照区と差がないかあるいはより多収となっている。これは、これらの土壌では初期干ばつの影響を受けにくいことをも示唆しているが、定植後50~60日目以降の灌水量が対照区に比べ、多くなっていることも一因であると考えられる。

以上のように、セルリーの生育初期、中期の干

ばつは土壌によっては20%以上の減収をもたらす。つまり今回の試験処理程度の干ばつに遭遇した場合には、灌水によって20%以上の減収防止ができることが分かった。ただし、今回の対照区の処理では、保水能の低い土壌では灌水不足の傾向は否めず、これらの土壌では灌水量を検討することによって更にかんがい効果を高めることは可能と考えられる。

3) セルリーの灌水基準(昭和57年)

a. 耕種概要

品種 トップセラー, 定植期7月14日, 収穫期10月6日, 栽植距離 50cm×50cm (4株/m²)

b. 区の構成

No.	区名	処理内容*2
1.	対照区*1	8月:14.1mm, 9月:12.9mm
2.	高水分区	灌水始点 pF 2.0 (1.9)
3.	中水分区	" pF 2.3 (2.1)
4.	低水分区	" pF 2.5 (2.3)

*1: 半旬ごとの灌水量

2年に1回程度出現する干ばつ時の半旬降水量を想定

*2: ()内は, 花崗岩風化土

7月中は降雨利用による均一灌水(30mm)

c. 結果

表11に灌水の実績を, 図7には対照区の土壌

表11 セルリー(昭57)の灌水量と収穫期生育量

土 壤	No.	区 名	灌 水 量 *1				収 量			可食葉 *3	
			7月	8月	9月	合計	全重	調整重	同左比 *2	葉数	第1節間長
			mm	mm	mm	mm	g/株	g/株		枚/株	cm
黒ボク土	№.1	対 照 区	30.7	94.1	74.5	199.3	3,329	1,995	100	9.9	27.8
	№.2	高水分区	30.7	142.9	175.2	348.8	3,038	2,023	101	11.4	29.3
	№.3	中水分区	30.7	64.6	104.4	199.7	3,005	1,912	96	9.8	27.7
	№.4	低水分区	30.7	74.0	78.4	183.1	2,993	1,838	92	9.7	27.6
淡色黒ボク土	№.1	対 照 区	30.7	82.6	71.7	185.0	3,314	1,986	100	10.5	28.2
	№.2	高水分区	30.7	149.9	174.6	355.2	3,466	2,139	108	11.6	27.9
	№.3	中水分区	30.7	96.6	127.7	255.0	3,303	1,895	95	10.6	27.7
	№.4	低水分区	30.7	68.7	78.5	177.9	3,157	1,953	98	10.8	26.7
花崗岩風化土	№.1	対 照 区	30.7	84.7	67.0	182.4	1,834	918	100	9.3	24.5
	№.2	高水分区	30.7	187.7	197.0	415.4	2,317	1,164	127	9.4	27.1
	№.3	中水分区	30.7	141.3	135.2	307.2	2,351	1,239	135	10.8	26.0
	№.4	低水分区	30.7	110.5	102.5	243.7	2,172	1,161	126	10.1	26.6

*1: 7月は降雨利用による均一灌水, 9月は収穫まで(10月6日)の灌水量

*2, *3: は表10に同じ

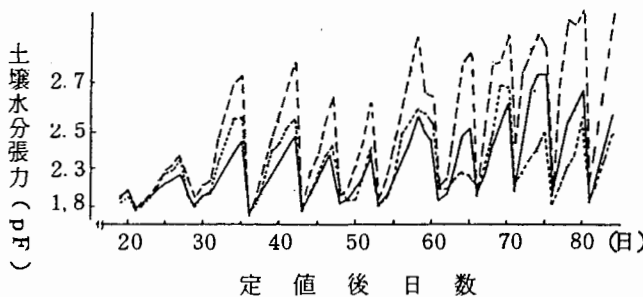


図7 土壌水分張力の推移(セルリー, 昭57, 対照区)

—: 黒ボク土 - - - : 淡色黒ボク土
 : 花崗岩風化土

pF値の推移を示した。対照区の土壌水分の変動推移をみると, 前期は比較的高水分, 後期は低水分となっており, 灌水量は黒ボク土で中水分区並, 淡色黒ボク土で低水分区並, 花崗岩風化土で低水分以下となっている。

表9には生育・収量調査の結果を示したが, 生育・収量はほぼ灌水量に比例する傾向がみられる。前期高水分, 後期低水分に経過した対照区は, 全重の割に調整重が少ない傾向がみられる。

花崗岩風化土は土壌肥沃度が低いために, 全般に生育が悪く, 収量水準も低かった。

4) レタス, ブロッコリー, ミツバ, エダマメのかんがい効果(昭和58年)

a. 耕種概要

a) レタス

品種 マイレタス、栽植距離 50cm×30cm

作型 ①6月7日定植・無マルチ, ②8月9日定植・マルチ

b) ブロッコリー

品種 早生緑、株間 30cm、定植期6月7日

c) ミツバ

品種 柳川2号、条間 15cm、播種期6月8日

d) エダマメ

品種 サッポロミドリ、栽植距離 50cm×30cm、播種期 6月7日

b. 区の構成

No.	区名	処理内容*1
1.	対 照 区	蒸発計蒸発量相当量の灌水.*2
2.	干ばつⅠ区	昭和53年(Ⅰ), 50年(Ⅱ),
3.	干ばつⅡ区	48年(Ⅲ)の降水分布にみあ
4.	干ばつⅢ区	た量の灌水.*3

*1: 6月7日に全区へ約30mmの均一灌水

*2: 6日間断(花崗岩風化土は3日間断)

*3: 過去の干ばつ年を想定(県北分場気象観測データをもとに灌水計画をたてた)

c. 結果

図8に灌水量・時期を模式的に示した。図か

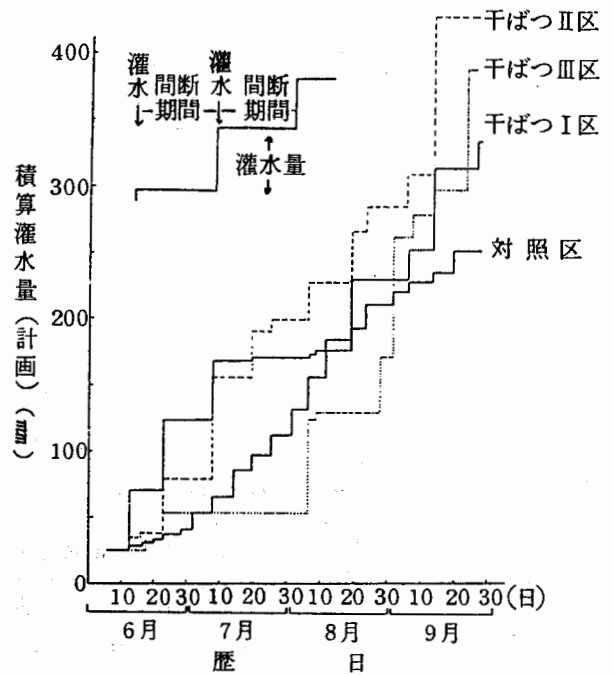


図8 昭和58年度試験灌水計画模式図

ら明らかなように、昭和53年は7月上旬から8月中旬にかけて、昭和48年は6月下旬から8月上旬にかけて著しい干ばつ状況が出現している。昭和50年は7月下旬から9月上旬にかけて好天が続き、期間中の降水量は昭和48、53年と大差ないが、長期にわたる無効雨とはならず昭和48、53年とは異なったパターンを示している。

表12には時期別の計画灌水量を旬別に示した。

表12 灌水計画(昭58)

No.	区名	6月			7月			8月			9月			総量
		上旬*1	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	
1.	対 照 区*2	25	3	6	12	21	22	54	33	18	17	17	14	242
2.	干ばつⅠ区	25	47	50	45	3	0	5	53	0	22	61	21	332
3.	干ばつⅡ区	25	14	39	75	36	8	27	40	18	25	128	0	435
4.	干ばつⅢ区	25	7	20	2	0	0	73	0	41	108	19	90	385
作 期	レタス ①	_____												
	レタス ②	_____												
	ブロッコリー	_____												
	ミツバ	_____												
	エダマメ	_____												

*1: 均一灌水

*2: 試験期間中蒸発計蒸発量実測値

これによると、レタス①、ブロッコリーでは生育後期に、レタス②では生育初・中期に、ミツバでは生育中期に、エダマメでは生育中・後期に干ば

つに遭遇した形となっている。

a) レタス

表13, 14にレタスの収量調査成績を示した

表13 レタス①の収穫期調査成績

土 壤 区	No.	区 名	総灌 水量 ^{*1}	生育量 ^{*2}			収 量				
				全重	球重	球重率 ^{*3}	全重 ^{*4}	球重	同左比	不結 ^{*5} 球率	腐敗率 ^{*5}
			mm	g/株	g/株	%	g/m ²	g/m ²		%	%
黒ボク土	No.1	対 照 区	117	891	379	42.5	4,950	2,106	100	0.0	16.7
	No.2	干ばつⅠ区	203	831	408	49.1	5,078	2,493	118	0.0	8.3
	No.3	干ばつⅡ区	199	939	499	53.1	6,261	3,329	158	0.0	0.0
	No.4	干ばつⅢ区	53	821	402	49.0	3,649	1,787	85	0.0	25.0
淡色黒ボク土	No.1	対 照 区	117	1,003	351	35.0	6,687	1,560	100	0.0	25.0
	No.2	干ばつⅠ区	208	803	347	43.2	4,907	2,121	136	0.0	8.3
	No.3	干ばつⅡ区	230	880	321	36.5	5,867	1,427	91	0.0	25.0
	No.4	干ばつⅢ区	57	899	393	43.7	5,991	2,617	168	0.0	0.0
花崗岩風化土	No.1	対 照 区	133	868	350	40.3	4,822	1,944	100	0.0	16.7
	No.2	干ばつⅠ区	185	821	393	47.9	5,474	2,183	112	0.0	0.0
	No.3	干ばつⅡ区	206	1,003	495	49.4	6,683	3,301	170	0.0	0.0
	No.4	干ばつⅢ区	53	853	362	42.4	5,212	2,212	114	0.0	8.3

*1：6月7日～8月3日までの灌水実績

*2：結球株調査

*3：全重に対する球重の比率

*4：不結球株を含む

*5：植え付け株数に対する各々の株数の比率

表14 レタス②の収穫期調査成績

土 壤 区	No.	区 名	灌水量		生育量 ^{*1}			収 量				
			定植前 5日間	定植後 灌水量	全重	球重	球重率 ^{*2}	全重 ^{*3}	球重	同左比	不結 ^{*4} 球率	腐敗率 ^{*4}
			mm	mm	g/株	g/株	%	g/m ²	g/m ²		%	%
黒ボク土	No.1	対 照 区	20	112	1,010	449	44.5	6,057	2,692	100	0.0	10.0
	No.2	干ばつⅠ区	3	210	989	344	34.8	4,621	458	17	70.0	10.0
	No.3	干ばつⅡ区	33	258	862	333	38.6	4,668	1,330	49	40.0	0.0
	No.4	干ばつⅢ区	86	245	1,096	443	40.4	6,575	2,638	99	0.0	10.0
淡色黒ボク土	No.1	対 照 区	22	161	1,018	456	44.8	6,701	2,737	100	10.0	0.0
	No.2	干ばつⅠ区	3	156	894	442	49.4	5,466	2,357	86	10.0	10.0
	No.3	干ばつⅡ区	27	217	757	352	46.5	4,252	1,642	60	10.0	20.0
	No.4	干ばつⅢ区	88	267	1,056	498	47.2	4,929	2,324	85	0.0	30.3
花崗岩風化土	No.1	対 照 区	23	167	783	456	58.2	5,280	2,126	100	30.0	0.0
	No.2	干ばつⅠ区	3	162	1,143	473	41.4	6,709	2,521	119	10.0	10.0
	No.3	干ばつⅡ区	27	188	894	392	43.8	6,093	1,044	49	60.0	0.0
	No.4	干ばつⅢ区	86	250	918	472	51.4	6,121	3,149	148	0.0	0.0

*1～*4：表13に同じ

夏どり(①)では、定植期から生育前期は全区に適度の水分供給があり、干ばつ処理区では定植後20～30日目ころからの干ばつ処理となった。干ばつ処理期間の長さは干ばつⅠ区>干ばつⅡ区>干ばつⅢ区の順である。干ばつⅢ区で一部収穫の遅れがみられたが、全般に干ばつ処理区の方が多収となる傾向がみられる。対照区では全重の割に球重が小さく、また腐敗球が多発し低収となった。

秋どり(②)の、定植直前・直後の灌水量は干ばつⅢ区(73mm)>対照区(63mm)>干ばつⅡ区(27mm)>干ばつⅠ区(5mm)と干ばつⅠ、Ⅱ区で土壌の乾燥化が著しく進んだ。一方、定植後の灌水量は定植時とは逆に干ばつⅠ、Ⅱ区で多くなった。収量的には、定植時に土壌乾燥の著しかった干ばつⅠ、Ⅱ区で不結球が増加して低収となり、特に黒ボク土でこの傾向が顕著にみられた。

以上のように、移植レタスでは、定植期から生育初期における土壤水分の不足が収量に与える影響が大きいこと、また結球期にはある程度の水分供給があった方が多収となるが、収穫間際の灌水は腐敗球の多発や結球の遅れ等の原因となることが明らかとなった。

b) ブロッコリー、エダマメ、ミツバ

表15~17にブロッコリー、エダマメ、ミツバの生育・収量成績を示した。

ブロッコリーはレタス①とほぼ同一の作期であり、土壤水分変動はレタス①と類似の経過を示した。全重は花崗岩風化土で干ばつ処理区で軽くなるが、他では全般に干ばつ処理区の方が重くなり、花蕾重は黒ボク土では干ばつ処理による差は殆どみられないが、他では干ばつ処理区の方が重くなる傾向がみられた。また、黒ボク土では干ばつ処理により収穫時期が遅れる傾向がみられた。

エダマメは、黒ボク土で干ばつ処理により着

表15 ブロッコリーの収穫期調査成績

土 壤 区	No.	区 名	全重	花 蕾				時期別収穫株割合		
				重	同左比	縦径	横径	7/18	7/21 ~22	7/25 ~28
			g	g		cm	cm	%	%	%
黒ボク土	No.1	対 照 区	802	130	100	10.0	8.3	22.2	77.8	—
	No.2	干ばつI区	833	130	100	8.4	7.8	—	88.8	11.2
	No.3	干ばつII区	886	130	100	8.9	8.4	—	77.8	22.2
	No.4	干ばつIII区	842	123	95	8.8	7.9	—	90.0	10.0
淡色黒ボク土	No.1	対 照 区	839	112	100	9.3	8.3	55.6	33.3	11.1
	No.2	干ばつI区	853	133	119	10.6	9.6	50.0	40.0	10.0
	No.3	干ばつII区	1,020	137	122	10.3	8.7	44.4	33.3	22.2
	No.4	干ばつIII区	817	136	121	11.5	9.1	66.7	33.3	—
花崗岩風化土	No.1	対 照 区	721	121	100	9.3	8.5	37.5	50.0	12.5
	No.2	干ばつI区	672	134	111	10.6	9.9	77.8	11.1	11.1
	No.3	干ばつII区	650	122	101	10.5	9.3	40.0	40.0	20.0
	No.4	干ばつIII区	669	138	114	11.0	9.5	70.0	10.0	20.0

表16 エダマメの収穫期調査成績

土 壤 区	No.	区 名	主茎長	着莢数	総莢重	有効莢重*	同左比	茎葉重
黒ボク土	No.1	対 照 区	26.0	545	1,082	876	100	1,271
	No.2	干ばつI区	28.1	526	1,055	849	97	1,111
	No.3	干ばつII区	28.5	508	970	749	86	1,250
	No.4	干ばつIII区	26.3	531	1,078	834	95	1,431
淡色黒ボク土	No.1	対 照 区	23.2	392	741	537	100	1,545
	No.2	干ばつI区	25.5	424	838	629	117	1,449
	No.3	干ばつII区	26.0	421	869	668	124	1,639
	No.4	干ばつIII区	26.4	478	979	775	144	1,370
花崗岩風化土	No.1	対 照 区	24.1	390	746	573	100	1,441
	No.2	干ばつI区	24.6	502	922	727	127	1,364
	No.3	干ばつII区	25.3	464	858	658	115	1,639
	No.4	干ばつIII区	21.9	436	777	605	106	1,310

* : 2粒以上

表17 ミツバの収穫期調査成績

土 壤	区No.	区 名	株 数	葉 重	根 重	全 重	同左比
			株/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²	
黒ボク土	No.1	対 照 区	365	4,134	949	5,083	100
	No.2	干ばつⅠ区	699	5,420	1,323	6,743	133
	No.3	干ばつⅡ区	591	5,054	1,415	6,469	127
	No.4	干ばつⅢ区	558	6,153	1,557	7,710	152
淡色黒ボク土	No.1	対 照 区	485	6,027	1,806	7,833	100
	No.2	干ばつⅠ区	764	4,723	1,647	6,370	81
	No.3	干ばつⅡ区	456	5,863	1,699	7,562	97
	No.4	干ばつⅢ区	594	7,794	1,909	9,703	124
花崗岩風化土	No.1	対 照 区	260	2,772	1,140	3,912	100
	No.2	干ばつⅠ区	362	3,874	1,046	4,920	126
	No.3	干ばつⅡ区	547	2,846	1,101	3,947	101
	No.4	干ばつⅢ区	200	2,230	732	2,962	76

莢数が減り、莢重も減少する。しかし、他の土壌では干ばつ処理区の方が莢数が多く、収量も多かった。

ミツバは、生育初期に比較的多量の灌水のあった干ばつⅠ、Ⅱ区で面積当たりの株数が多く、これらの区で多収となった。

以上のように、これらの作物では干ばつ処理の影響が判然としない結果であった。これは、植え付け時の条件を揃えるために播種・定植時25mmの均一灌水を行なったために、活着・出芽が順調に進みその後の干ばつ処理の影響が出にくかったことが大きな要因と考えられる。特に、ブロッコリーのように作期の短い作物やミツバのように出芽の良否がその後の生育を大きく左右する作物でその影響が大きいと思われる。土壌タイプ別では、黒ボク土で灌水効果が大きくなる傾向がみられた。

5) ビーマンのかんがい効果（昭和59年）

a. 耕種概要

品種 下総2号。定植期 ①6月2日（3月20日播種苗）、②6月15日（2月10日播種苗）

表18 ビーマンの灌水実績（黒ボク土）

区No.	区 名	5/15	6 月			7 月			8 月			9 月			10月	総量
		~31	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬		
No.1	対 照 区	40.0	43.4	31.9	41.8	46.0	11.9	38.7	44.4	37.0	18.0	31.3	20.0	10.4	18.5	433.3
No.2	干ばつⅠ区	44.9	66.3	74.4	45.9	18.0	31.7	0.0	5.3	52.6	2.8	22.0	60.8	20.6	0.0	445.3
No.3	干ばつⅡ区	99.8	13.3	32.9	0.0	27.3	51.7	8.7	56.5	39.6	58.4	76.4	34.4	1.3	12.6	522.8
No.4	干ばつⅢ区	15.3	53.9	0.0	30.6	3.0	0.0	0.0	74.6	0.0	41.7	111.5	103.1	11.9	3.2	448.8

栽植距離 50cm × 100cm 1区 12株

b. 区の構成*1

No.	区 名	処 理 内 容*2
1.	対 照 区	蒸発計蒸発量相当量の灌水*3
2.	干ばつⅠ区	昭和53年（Ⅰ）、52年（Ⅱ）、
3.	干ばつⅡ区	48年（Ⅲ）の降水分布にみあっ
4.	干ばつⅢ区	た量の灌水

*1：基本的には昭和58年度の試験と同じであるが、干ばつⅡ区を昭和52年想定とした

*2：5月15日より灌水処理開始

*3：3～4日間断

c. 結果

表18に時期別の灌水量を、また図9には土壌pF値の推移を示した。総灌水量は、干ばつⅡ区が約500mm、他の区で約450mmと処理間の差は殆どない。昭和59年は7月下旬から8月中旬にかけて著しく高温の気象経過となり土壌pF値も高く経過した。この間、土壌pF値が2.5を越えた日数は、干ばつⅠ、Ⅲ区で約30日、干ばつⅡ区およ

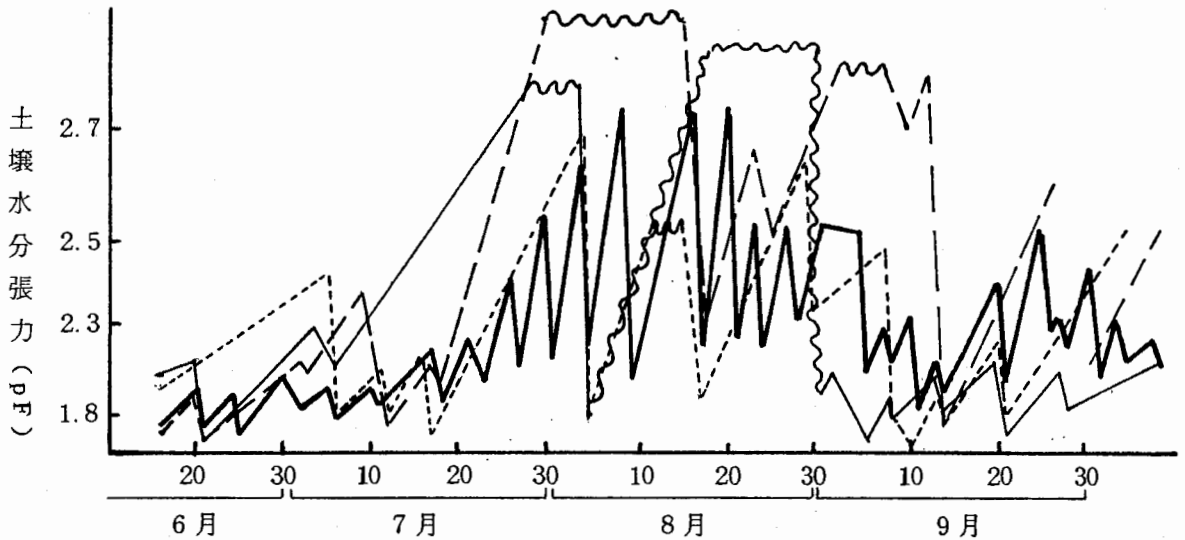


図9 土壌水分張力の推移(昭59, ピーマン②, 黒ボク土)

——: 対照区, - - - : 干ばつⅠ区, : 干ばつⅡ区, ——— : 干ばつⅢ区
 ~~~~ : 過乾燥による欠測, 不連続部 : 機械トラブルによる欠測

び対照区で約15日であった。

収量成績を表19, 20に示した。黒ボク土, 淡色黒ボク土では対照区に比べ干ばつ処理の各区の収量は10~30%減少し, 良果率も低下した。花崗岩風化土では干ばつ処理の影響が判然としなかった。

これは, 生育量が少なく, 水分消費の影響が余り強くでなかったためと考えられる。従って, 以下の考察では主として黒ボク土, 淡色黒ボク土について述べることとする。

図10には, 収穫1ヶ月前の灌水量, 灌水回数と

表19 ピーマン①の収穫期調査成績

| 土 壤    | 区No. | 区 名   | *1               |                  |     |      | 障害果個数 *2         |                  |                  |                  |
|--------|------|-------|------------------|------------------|-----|------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|        |      |       | 良果個数             | 良果収量             | 同左比 | 良果率  | 乱形               | 黒変               | 尻腐               | 病虫               |
|        |      |       | ヶ/m <sup>2</sup> | g/m <sup>2</sup> |     | %    | ヶ/m <sup>2</sup> | ヶ/m <sup>2</sup> | ヶ/m <sup>2</sup> | ヶ/m <sup>2</sup> |
| 黒ボク土   | No.1 | 対 照 区 | 199              | 5,991            | 100 | 86.1 | 11               | 5                | 13               | 4                |
|        | No.2 | 干ばつⅠ区 | 155              | 4,279            | 71  | 86.3 | 7                | 2                | 13               | 4                |
|        | No.3 | 干ばつⅡ区 | 162              | 4,791            | 80  | 77.6 | 13               | 4                | 21               | 9                |
|        | No.4 | 干ばつⅢ区 | 142              | 4,015            | 67  | 78.2 | 22               | 3                | 10               | 6                |
| 淡色黒ボク土 | No.1 | 対 照 区 | 182              | 5,510            | 100 | 85.6 | 7                | 6                | 17               | 2                |
|        | No.2 | 干ばつⅠ区 | 135              | 3,998            | 73  | 72.1 | 17               | 6                | 24               | 6                |
|        | No.3 | 干ばつⅡ区 | 193              | 5,733            | 104 | 81.6 | 8                | 2                | 31               | 3                |
|        | No.4 | 干ばつⅢ区 | 182              | 5,208            | 95  | 76.4 | 8                | 8                | 38               | 2                |
| 花崗岩風化土 | No.1 | 対 照 区 | 85               | 2,548            | 100 | 71.4 | 5                | 4                | 20               | 6                |
|        | No.2 | 干ばつⅠ区 | 81               | 2,365            | 93  | 68.2 | 5                | 3                | 26               | 4                |
|        | No.3 | 干ばつⅡ区 | 103              | 2,853            | 112 | 61.0 | 9                | 16               | 34               | 14               |
|        | No.4 | 干ばつⅢ区 | 101              | 2,873            | 113 | 63.2 | 5                | 7                | 40               | 8                |

\*1: 良果=A果+B果

\*2: 乱形=乱形果, 黒変=黒変果, 尻腐=尻腐れ果, 病虫=病害果及び害虫被害果

表20 ピーマン②の収穫期調査成績

| 土 壤    | 区No.  | 区 名   | *1               |                  |     |      | 障害果個数 *2         |                  |                  |                  |
|--------|-------|-------|------------------|------------------|-----|------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|        |       |       | 良果個数             | 良果収量             | 同左比 | 良果率  | 乱形               | 黒変               | 尻腐               | 病虫               |
|        |       |       | ヶ/m <sup>2</sup> | g/m <sup>2</sup> |     | %    | ヶ/m <sup>2</sup> | ヶ/m <sup>2</sup> | ヶ/m <sup>2</sup> | ヶ/m <sup>2</sup> |
| 黒ボク土   | No. 1 | 対 照 区 | 249              | 4,858            | 100 | 94.1 | 7                | 1                | 6                | 4                |
|        | No. 2 | 干ばつⅠ区 | 217              | 6,491            | 83  | 90.8 | 3                | 1                | 14               | 5                |
|        | No. 3 | 干ばつⅡ区 | 205              | 6,419            | 82  | 89.7 | 10               | 1                | 8                | 6                |
|        | No. 4 | 干ばつⅢ区 | 217              | 6,714            | 85  | 95.6 | 6                | 0                | 3                | 1                |
| 淡色黒ボク土 | No. 1 | 対 照 区 | 261              | 8,707            | 100 | 93.4 | 4                | 4                | 7                | 4                |
|        | No. 2 | 干ばつⅠ区 | 188              | 5,907            | 68  | 89.7 | 3                | 3                | 13               | 4                |
|        | No. 3 | 干ばつⅡ区 | 246              | 7,794            | 90  | 95.0 | 3                | 3                | 5                | 3                |
|        | No. 4 | 干ばつⅢ区 | 232              | 7,533            | 87  | 90.1 | 2                | 5                | 18               | 1                |
| 花崗岩風化土 | No. 1 | 対 照 区 | 142              | 4,300            | 100 | 79.8 | 6                | 5                | 17               | 9                |
|        | No. 2 | 干ばつⅠ区 | 154              | 4,712            | 110 | 87.3 | 5                | 7                | 9                | 2                |
|        | No. 3 | 干ばつⅡ区 | 136              | 3,821            | 89  | 81.4 | 7                | 6                | 17               | 2                |
|        | No. 4 | 干ばつⅢ区 | 148              | 4,391            | 102 | 79.3 | 8                | 6                | 19               | 7                |

\*1: 良果 = A果 + B果

\*2: 乱形 = 乱形果, 黒変 = 黒変果, 尻腐 = 尻腐れ果, 病虫 = 病害果及び害虫被害果

収量の関係を示した。収穫開始前30日間の灌水量が50mm以下では収量が伸びない。また、同一収量水準で見た場合、灌水回数の多い方が尻腐れ果の発生が少なくなっている。

図11には、収穫盛期の灌水と収量、品質の関係を示した。干ばつⅡ、Ⅲ区より灌水量の少ない対照区の収量が最も多く、また尻腐れ果の発生も少なくなっている。

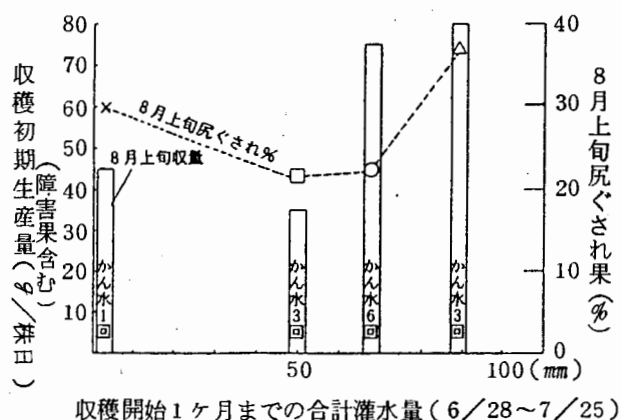


図10 収穫前灌水と収量(ピーマン①, 黒ボク土)

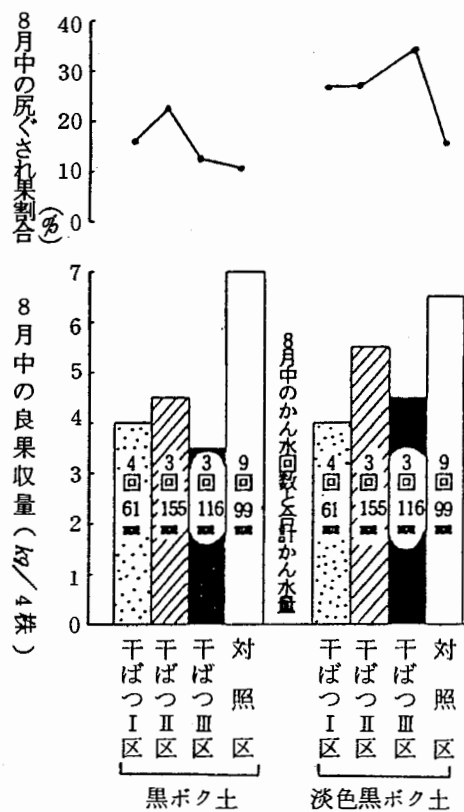


図11 収穫盛期の灌水と品質, 収量(ピーマン①)

図12には、灌水時 pF 値および灌水量と灌水後の収量の関係を示した。事例が余り多くないので灌水時 pF 値や灌水量と収量の関係は判然としませんが、一般的に灌水後 2~7 日後から灌水効果が現われ、10 日後には効果が無くなる傾向がみられる。

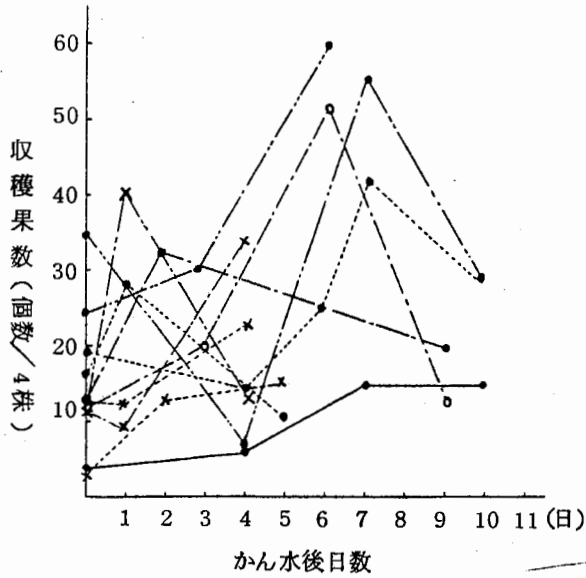


図12 灌水時土壌水分張力、灌水量と収量 (ピーマン②)  
 [灌水量] × : 1~10mm, ○ : 20~40mm, ● : 40mm~  
 [灌水時pF値]  
 — : ~pF 2.1, - - - : pF 2.1~pF 2.6  
 ····· : pF 2.6~pF 2.7, ..... : pF 2.7~

図13には、収穫期の平均土壌 pF 値と収量の関係を示した。pF 2.5 以上になると収量が著しく低下する傾向が認められる。

図14には、灌水により土壌水分が圃場容水量に達してからの土壌 pF 値の推移を高温乾燥期とその他の期間に分けて示した。黒ボク土、淡色黒ボク土では圃場容水量から pF 2.4 に上昇するまで、高温乾燥期で 3~6 日、その他の期間で 8~12 日要した。

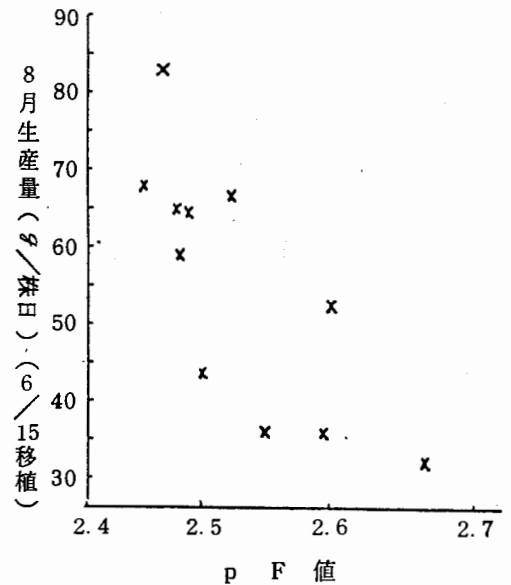


図13 収穫期土壌水分張力と収量 (ピーマン②)

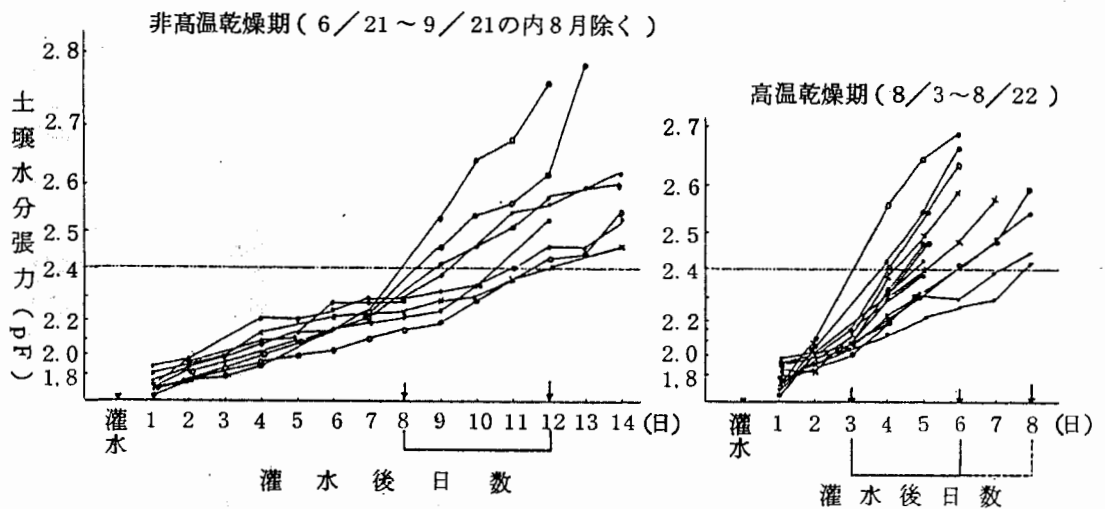


図14 圃場容水量時からの土壌乾燥経過 (ピーマン①, ②)  
 深度10cm テンシオメーター示度  
 ● : 黒ボク土, ○ : 淡色黒ボク土, × : 花崗岩風化土



## IV 考 察

### 1. 生育初期のかんがい効果と灌水基準

出芽・活着の揃いあるいは初期生育量の確保は作物の安定生産の上で、非常に重要と考えられる。特に、北東北太平洋側では4～5月にかけて降雨が少なく、例年春干ばつを受ける地帯であり、この時期の作物の生育量を確保することは、その後のヤマセ等による被害の軽減にもなることなどから生育初期灌水による計画生産・安定生産への寄与は大きいものと期待され、播種期における灌水方法も提起されている<sup>1)</sup>。しかし、この時期の灌水については、土面固化、種子移動、病害発生等の懸念<sup>1), 3)</sup>や、あるいは水分消費の少ないことなどから余り積極的な対応がなされていない。

一般的には、「播種・定植」前に十分な灌水を行い、その後は一定の土壌水分(pF値)に達した時点で灌水する方法が採られている<sup>1)</sup>。しかし、降雨を遮断できる施設において、この方法で「出芽試験」を実施したところ、作物(ニンジン等種子の吸水力の弱い物やハウレンソウ等播種位置の浅い物)や土壌(土壌表層の乾燥しやすい黒ボク土や花崗岩風化土など)の種類によっては十分な出芽率を確保出来ないことのあることが明らかとなった。

一方、同一土壌での深度10cmにおけるpF値の差は、直播の場合にはその出芽率に顕著に現われたのに対し、移植の場合には活着の差としては余り大きく現われず、特に花崗岩風化土でその傾向が顕著である。これは、直播では表層乾燥の影響を強く受けるのに対し、移植物では播種位置に比べ定植される位置が深いために表層乾燥の影響をあまり強く受けないためと考えられる。花崗岩風化土ではセルフマルチングが作用して、より明確にその効果が現われたものと考えられる。

土壌水分の垂直分布や出芽・活着の良否あるいはその後の作物の生育経過からみて、本試験に供試した花崗岩風化土のような粗粒質の土壌、あるいは黒ボク土のように孔隙量の多い土壌では、短期間の連続干天でも土壌表層の乾燥化が進むことから、生育初期の土壌水分の管理が初期生育に大きく影響するものと考えられる。また、比較的土壌表層の乾燥化程度の低い場合でも、作物によ

ては「出芽率」が低下するケースがみられることや、出芽・活着後の生育はpF 2.3(花崗岩風化土はpF 2.1)以下の土壌水分で最も良い経過を示していることなどから、深度10cmのpF値で土壌水分を管理する場合には、生育初期はかなり低いpF値で灌水を開始しなければならないと思われる。しかし、深度10cmのテンシオメーターで生育初期の作物への水分供給位置の土壌水分を制御することは困難である。

一方、試験実施場所付近の日平均蒸発計蒸発量は3～4mmであり、裸地における蒸発散比が0.5程度とみられることから、出芽・活着期の圃場の日消費水量は約2mmと推定される。しかも、この時期の土壌水分消費は主として土壌表層から行なわれるので、この水分消費に見合った量を土壌表面から供給することによって前記の条件が確保されるものと考えられる。実際、播種・定植時に十分灌水し、その後は約3日間隔で1回当たり5mm前後の灌水を行なうことでこの条件が確保できている。したがって、土壌や作物によってはさらに詳細な検討を要する部分もあるが、一般的には「播種・定植時に十分灌水し、その後は3日間隔5mm灌水する」ことで生育初期の生育が十分に確保されると結論することができる。

本試験はドリップ方式によるものであり、特に直播作物を対照とした場合には全面散水でなければならないという問題があり、結果の実際面での適用にあたってはこの点を考慮する必要がある。しかし、播種・定植直前灌水ではプロット全面が圃場容水量状態に達していること、圃場容水量に達した後の土壌乾燥の経過の追跡によれば土壌の種類によっては(特に黒ボク土、花崗岩風化土)表層の乾燥化の著しいものがあること、あるいは、出芽・活着後の生育はその後の灌水の有無により著しい差がみられることなどから基本的には本試験の結果を散水かんがいに適用できるものと考えられる。また、既存資料<sup>2)</sup>や気象資料(蒸発計蒸発量)等からみても本試験の結果は妥当なものといえる。

なお、本試験結果の圃場実証および生育初期灌水の他の諸問題(土面固化、種子移動等)については第II報で検討する。

### 2. 作物別かんがい効果と灌水基準

作物別の畑地かんがい効果を実証するために延べ11作物(うち、ダイコン、ハウレンソウ、シュンギクのデータは省略)を供試し試験を行なった。

初期生育を揃えるために生育初期に十分灌水した試験ではかんがい効果を顕著に示す結果が得られない場合が多かった。特に、生育期間の短い作物(レタス、ブロッコリー等)でその傾向が顕著であった。また、テンシオメーターの測定範囲内(pF 2.7以下)でのpF値の組み合わせによる灌水試験でも灌水処理の効果を明確に現わす結果を得ることができなかつた。pF 2.7以下での多水分あるいは少水分の影響はみられるのであるが、収量に大きく影響するに至っていない。作物の水分生理に関する試験では一般的にこのような手法がとられるのであるが、筆者らが目的としたかんがい効果の実証あるいは現実的な灌水基準の策定にはやや不向きな手法であったと思われる。さらに、試験期間が冷害年にあたっていたために、作物の生育が低温のために抑制されたことも、灌水効果を低下させたと考えられる。

そこで、当面求められている畑地かんがいの効果は干ばつ時の減収防止にあることから、一定期間の干ばつ処理を行い、干ばつにより作物がどのような影響を受けるか、あるいはどのような条件であれば干ばつの影響を余り強く受けないのかを作物別に検討することにした。干ばつ処理の方法として、期間を適当に区切って無灌水処理とする方法(昭56:セルリー、ダイコン)と過去の干ばつ年とされた年の降水を再現する方法(昭58:レタス①、②、エダマメ、ブロッコリー、ミツバ、昭59:ピーマン①、②)をとりいれた。いずれの場合も、対照区として全期間干ばつ処理なし区を作り、圃場内に設置した蒸発計の蒸発量に相当する水量を3~6日間断で灌水した(蒸発散比を1と考えた量である)。

これらの試験結果を総合してみると、一般的に生育初期に強い干ばつに遭遇した場合に著しい障害を受け、初期生育が十分に確保された場合(おそらく根の伸張が図られたと考えられる)にはその後強い干ばつに遭遇しても殆ど影響を受けないか、受けたとしてもその程度は比較的小さい。特に、レタスのように作期の短い作物、あるいは、黒ボク土のように保水量の多い土壌でこの傾向が

顕著である。一方、ピーマンのように、連続的に収穫される作物ではその時期までの生育量とは無関係に干ばつの影響を受ける。特に、品質面への影響が大きく現われる。

過去の干ばつ年を再現した試験において、干ばつ処理区が必ずしも減収とならない場合がみられる。それは、前述のように生育初期に十分な灌水を均一処理として採ったためにその後の干ばつの影響が小さくなったこともあるが、対照区の灌水量が絶対量として少なかつたことや、灌水の影響がレタスの腐敗球の増加、あるいは、エダマメ・レタスの結球や成熟の遅れ等として出たために、相対的に干ばつ処理区の収量が高まったと考えられる。

また、これらの試験の中で多収となった事例を解析してみると、生育初期を除き、各々の作物にとって生育上重要な時期(レタスの結球期等)の土壤水分張力はpF 2.5以下の場合が多い(図6、図7、図9等)<sup>4)</sup>。これは、従来灌水始点として示されてきた数値<sup>2), 3)</sup>(文献は2), 3)以外にも多数ある)よりもかなり低い値である。しかし、近年の資料<sup>5), 6)</sup>によれば、筆者らの得た結果と近い数値が示されてきている。これは、試験方法の違いによるところが大きいと思われる。特に、露地試験の場合には降雨の影響を除去出来ないために、pF値が高く設定される傾向がみられる。

## V 結 論

1. 試験に供試された作物は、植え付け直前から生育初期にかけての干ばつの影響を非常に強く受ける。特に直播される作物、あるいは生育期間の短い作物では回復が不可能な場合があり、この時期の土壤水分の確保が非常に重要である。

生育初期の試験によれば、黒ボク土や花崗岩風化土では短期間で土壤表層の乾燥が進むことから、従来採られてきた方法(播種前灌水のみ)では十分な出芽量が確保出来ない。また、出芽・活着後の生育も、灌水回数、灌水量の多いもので良好であった。

以上の結果から、「播種・定植直前に十分な灌水。その後は3日間断、1回あたり5mm灌水。」が生育初期における好適な灌水方法であるとする

結論を得た。この値は気象条件等から判断しても妥当な数値であった。

2. 生育中・後期の干ばつ処理の影響は作物や土壌の種類により異なるが、多収となった事例をみると、生育上重要な時期の土壌水分張力がpF値で2.5以下を維持している。一方、連続的な灌水や特定の時期（特に収穫間際）の灌水は病害発生や生育遅延等の原因となる場合がみられた。

これらの試験結果および既往の成績<sup>1), 7), 8)</sup>等から、現場対応上結論の急がれる作物を中心に以下のような灌水基準を策定した<sup>9)</sup>。なお、生育初期は基本的に、前述の生育初期灌水の基準による。また、pF値は深度10cmのテンシオメーターの示度である。

a. ミニセルリー

a) 活着後1回目追肥まで無灌水。

b) 1回目追肥以降収穫期まで、黒ボク土では5日間断で20mm程度もしくはpF 2.4～2.5を灌水始点としてpF 1.8になるまで灌水する。保水量の小さい砂質土壌などでは3日間断10mm、あるいはpF 2.3～2.4を灌水始点として灌水する。

b. レタス

a) 出芽・活着後結球始期まで：灌水始点 pF 3.0

b) 結球始期前後から結球肥大期まで：灌水始点 pF 2.3

c) 収穫期：無灌水

1回あたり灌水量は、圃場容水量にまで戻す量。

c. ピーマン

a) 活着後収穫開始前までは、およそ5日間断で10～15mm程度の灌水を行なう。

b) 収穫開始後は灌水始点pF 2.4とし、1回の灌水量はpF 1.8（圃場容水量）まで下げる量とする。

## VI 摘 要

1. 降雨遮断装置付きの精密圃場（黒ボク土、淡色黒ボク土、花崗岩風化土 各4区画）において、灌水効果の確認と灌水基準策定のための試験を実施した。

2. 生育初期の灌水は、従来とられてきた播種・

定植直前の灌水だけでは不十分である。特に、本県に広く分布する黒ボク土は、土壌表層の乾燥化が進みやすく、初期生育確保のためには播種・定植後の灌水の効果は大きいと考えられる。

3. 当面求められている畑地かんがいの効果は干ばつによる減収防止の効果であることを前提に、過去の干ばつ年を再現する方法を用いて、灌水効果の検討をした。

4. 灌水効果の現われ方は、作物の種類や生育時期あるいは土壌の種類によってことなるが、一般的に生育初期に干ばつに遭遇する条件下での灌水効果が顕著であった。

5. 干ばつ処理がなされた場合でも、生育の重要な時期に適度の水分供給（およそpF 2.5維持。ただし、生育初期を除く）があれば干ばつの影響が少ない。

6. 以上の結果をもとに、生育初期における灌水基準、およびミニセルリー、レタス、ピーマンの灌水基準を策定した。

## 引用文献

- 1) 農林水産技術会議事務局，実用化技術レポート Ⅻ.16，畑地かんがいの灌水技術，p 60，農林統計協会，東京
- 2) 農林水産技術会議事務局，研究成果 59，畑地かんがい，p 273，農林水産技術会議事務局，東京
- 3) 農林水産技術会議事務局，農林水産研究文献解題 Ⅻ.3，畑地かんがい編，p 363，農林水産技術会議事務局，東京
- 4) 岩手農試県北分場，昭和55～59年度 寒冷地傾斜畑におけるかんがい栽培技術の確立（第一編）；71～202（1985）
- 5) 畑地と水編集委員会，畑地と水，p 495，畑地農業振興会，東京
- 6) 日本土壌協会，農作物生育環境指標 第1集（未定稿），p 216，日本土壌協会
- 7) 長野農試桔梗ヶ原分場，昭和48年度 土壌肥料試験成績書；66～100（1973）
- 8) 青森県畑作園試，昭和48年度 畑地かんがい試験成績書；20～37（1973）