

# 水稲の短期深水灌漑に関する研究 (I)

嵐 嘉一, 高野圭三, 新田英雄 (作物学研究室)

Kaichi ARASHI, Keizo TAKANO and Hideo NITTA :

## Studies on the Short-Termed Flooding Irrigation in Rice Plant, Cultivation (I)

### 緒 言

わが国の水稲栽培にとって灌漑の持つ意義は極めて重要であり、その巧拙が作柄に対し支配的であることは言うまでもない。

従来の知見では、長期に亘る深水灌漑は水稲の生育に対し不良影響を示すものとされ、主として稲の生育時期を対照として、灌漑の水量、方法等について種々の研究がなされ、多くの成果が得られている。一方、節水的栽培として最近北村<sup>(24)</sup>及びその他<sup>(23)</sup> <sup>(25)</sup> <sup>(26)</sup>により進展せられている晩期灌漑の研究については、暖地稲作を考える上に極めて重要な種々の示唆を与えている。

灌漑法の今後の研究の主方向は暖地の乾田地帯に於ては寧ろ合理的な晩期灌漑栽培に向う可能性が高いのではないかと思われるが、稲に対する灌漑の基礎理論を追求する意味に於ては、それとは逆の方向ではあるが、深水灌漑の意義を究めておくことも極めて大切であろうと考える。

従来の諸研究を総合するに、稲に対する深水灌漑の影響については、次に示すような効否の両面が挙げられる。

先づ、マイナスの面としては、生育特に分蘖の抑制<sup>(5)</sup> <sup>(6)</sup> <sup>(7)</sup> <sup>(18)</sup>、徒長<sup>(3)</sup>、組織の軟弱化<sup>(9)</sup> <sup>(15)</sup>及びそれに伴う倒伏並びに一部の病虫害の増加等が示されている。その反面、プラスの面としては、移植直後の植傷み防止、蒸散に対する補いや、温度が制限因子となるような場面では保温<sup>(3)</sup> <sup>(8)</sup> <sup>(11)</sup> <sup>(12)</sup> <sup>(13)</sup> <sup>(15)</sup> <sup>(20)</sup> <sup>(22)</sup>、幼穂の冷害からの防止<sup>(18)</sup>、更には雑草特にヒエの発生防止<sup>(1)</sup> <sup>(8)</sup> <sup>(10)</sup> <sup>(17)</sup> <sup>(19)</sup> <sup>(21)</sup>、螟虫、稈蠅等の虫害の回避又は防止等があげられ、更に稲の初期生育の過剰となるような場面ではその適度の抑制による増収効果<sup>(19)</sup>等も暗示されている。

かかる深水灌漑の効否は水田の立地、稲の生育型の相違等により灌漑方法—特に水深、時期等—と関連して或る程度可変的の場面が多く、今後更に明らかならむべき多くの問題の存することが推定される。

深水灌漑は除草労力の合理化をねらうアメリカ<sup>(4)</sup> <sup>(8)</sup>、ソ聯<sup>(10)</sup>、イタリー<sup>(10)</sup>等の稲作では既に実用化せられ、又筆者の一人嵐<sup>(2)</sup>の現地調査によれば原始の状態にあるセイロンの稲作に於ても重要な管理の1つとなっている。除草労力の評価の低かつたわが国の稲作では寧ろこの方面の研究並びに実用化は等閑に附された感があるが、北海道では一部の農家により既にかなり以前より効果をあげている実例<sup>(14)</sup>もあり、新潟に於ける深水直播<sup>(19)</sup>も極めて興味ある結果を示している。近時2・4-Dの実用化とともにヒエの防除を主目的として漸くこの問題に対する関心が高まりつつある<sup>(1)</sup> <sup>(8)</sup> <sup>(10)</sup> <sup>(17)</sup>。

筆者等は、深水灌漑の基礎的研究の1部として、主として作物学的立場から稲の生育時期別の影響を検討せんがために、本実験を企図した。研究施設の乏しいため実験方法としても種々不備な点があり、又試験考察の上から重要な事項の調査を失している点もあるが、茲にその才1報として1953年度に施行せる健全土壌下に於ける成績を紹介したい。尚本報文に於ては、今後追求すべき問題の所在点を明かにした処もあり、寧ろ多分に予報的性格の域を脱し得ないことをお断りする。

本実験中好意的な便宜と貴重な助言を賜った竹崎学長に対し深甚なる謝意を表する。

### 実験材料及び方法

供試品種は中生の農林22号。可及的均播をなせる水苗代育成の苗の中から特に生育の均齊なものを厳選して供試した。播種期5月15日。移植期6月26日。1/20,000反Wagner Potを供用し、1ポット当2株、1株3本植とした。移植に際しては可及的植傷み防止に留意したので外見的な植傷みの徴候は全く認められなかつた。施肥量は当地方の標準量を参考として決定した。

試験区は4連制とし、任意配列法をとつた。各処理期直後の抜取用として夫々別に2~4個のポットを準備した。但し雑草調査用としては別に1/50,000反ポットを供用せる場合もある。

才1表 試験設計一覽

Table 1. Design of Plot

試験区番号 Plot No.	深水処理期間 Period of flooding treatment	全左曆日による期間 Date of each treatment (from beginning to finishing)	処理開始時の 主穂葉数
C	無処理 Untreatment	—	—
1	活着期処理 Transplanting stage	VI 26 ~ VII 6	6 <i>l</i> ~ 7 <i>γ</i>
2	有効分蘗前期処理 Early available tillering stage	VII 6 ~ VII 16	7 <i>l</i> ~ 8 <i>γ</i>
3	有効分蘗後期処理 Late available tillering stage	VII 16 ~ VII 26	9 <i>l</i>
4	無効分蘗期処理 Unavailable tillering stage	VII 26 ~ VIII 5	11 <i>l</i>
5	幼穂形成期処理 Primordia formation stage	VIII 5 ~ VIII 15	12 <i>l</i> ~ 13 <i>m</i>
6	穂孕期 Booting stage	VIII 15 ~ VIII 25	13 <i>l</i> ~ 14 <i>m</i>
7	出穂期 Heading stage	VIII 25 ~ IX 4	15(14) <i>l</i>

(備考) 無処理区の水稲の生育状況 Growth stages of rice plant in control plot  
note : 田植期 Trans planting date ; 6.26. 有効分蘗終止期 Limit of available  
tillers ; 7.28. 最高分蘗期 Date of the highest tillering ; 8.10  
幼穂形成期 Primordia formation date ; 8.5 出穂期 Heading date ; 8.29  
成熟期 Ripening date ; 10.16

試験区の構成は才1表の如くである。水深は無処理の場合は2 cm, 深水処理の場合は13cmに保持し, 処理期間は, 夫々10日間とした。尚深水処理は縦3尺, 横1.75尺深さ1.5尺(容積約8立方尺)の地中に埋設された水槽(2個)中にポットを入れ, 所定の水深を保つた。無処理又は無処理期間のものはポットの外面を藪簀で捲き可及的に温度変化を少なくするよう努めた。

処理並びに無処理区間には, その地水温に関し, 後掲の才15表の如き変異が認められた。水深による地水温の差異は一般水田に於ても当然随伴するものであるが, ポット試験に於ては水田環境とはかなりの相違のあることが予想されるので, 才16表及び才6図に示す如く, 本田についても浅水(2 cm深), 深水(13cm深)区を設け, その日変化を追跡して比較参考供した。この調査結果については後に詳述する。

供試土壤は本学農場の水田表土で, 冬季間は半湿田状態に放置された埴壤土であり, 稲の生育から見れば胡麻葉枯病の発生全くない健全生育型土壤である。

気象は苗代後期より本田初期を通じてかなり低温, 少照, 多雨に経過したが, 7月下旬よりはほぼ平年並となり, 9月中旬より高温, 多照で特に秋日和がよかつた。従つて, 気象, 土壤から見れば, 水稲は秋落的傾向な

く, むしろ初期生育をある程度抑制された場合の深水処理の影響を検討する結果となつた。

病虫害については, 若干の穂首いもち病の発生を見たが, 実験に支障を来さず程度ではなかつた。

尚, 実験結果の説明に際しては, 筆者の1人嵐が1952年に九州農業試験場に於て予備的にポット試験として施行せる深水, 中干の関連試験成績(未発表)を補足的に援用した。この試験に於ける処理法は水深は浅水区では2 cm, 深水区では11cmとし, 処理期間は深水中干共に8日間であつた。中干区は過早に失し稍々早害をひき起した。

## 實驗結果

### I. 深水処理の水稲の生育に及ぼす影響

#### (1) 葉の生育並びに草丈の変化

深水処理により葉に現われる顕著な変化は, 処理開始当時伸長の比較的初期の状態にある葉身の長さ, 幅及び葉鞘長の増大である。(才2表参照)而してこの増大効果は主として当該葉に限られ, 処理終了後に伸長を開始する葉位のものに対してはあまり影響のないことが認められた。その結果, 才1図に示す如く, 草丈の優位性は処理期間中に漸増し, 処理終了後は次々に消滅する。結

オ2表 葉位別葉身の長さ、幅及び葉鞘長の深水処理による増加程度

項目	試験区別	葉 位 別 (下より数える)									
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
葉身長	C	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1	101	99	106	102	96	98	99	105	108	102
	2			101	106	105	97	98	91	93	89
	3				97	102	101	97	100	—	92
	4					100	99	101	99	—	100
	5						98	96	98	102	98
6						99	101	102	107	102	
葉身幅	C	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1	98	98	103	100	97	101	99	106	104	98
	2	100	101	104	103	100	100	97	99	100	99
	3	97	98	100	99	96	104	103	103	—	98
	4						104	103	103	—	98
	5						100	102	102	101	94
6						103	101	105	102	98	
葉鞘長	C	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1	101	110	100	95	96	100	99	102	100	100
	2			113	103	96	97	96	98	99	97
	3				103	104	100	99	101	—	100
	4					99	102	100	102	—	98
	5					97	99	98	100	102	98
6						102	99	103	101	101	

(備考) 各区ともCを100とせる比数にて示す。

太字は深水処理開始期より伸長せんとする葉位を示す。

局、処理開始時に伸長の初期段階にある葉身及び葉鞘を持つ葉が草丈に関与する期間が主に草丈が高いこととなる。深水処理により草丈の増大する事実は従来諸研究でもひとしく認められていた処であるが、本実験の程度の処理では葉幅も同時に若干の増大を示しており、従来云われる如く、単なる徒長とのみ解するには若干の疑問がある。しかし、幾分軟弱気味に生育せることは、当該葉の完全抽出後少々垂れる状態からも、又処理直後の稲体の乾物率が無処理のものに比し少々低い点からも一応肯定される。

尚、草丈増加の1要因としては、節間伸長後は下位節間長の増大をも考慮する要があるが、本実験の程度の処理では稈の下位節間(上位よりオ5, 6節間目)は殆んど増加を示さない。従つて前述の草丈の増加は専ら葉の伸長に影響されているものと思われる。

この草丈乃至は葉身及び葉鞘長の処理による優位性は稲生育の早期に処理せるものほど(換言すれば下位葉位のものほど)概して大きく、生育後期の処理(即ち、比

較的上位葉位のものほど)では差がないか又は幾分大きい程度である。この一因としては比較的下位葉(8~12葉)では深水処理によつて伸長中の葉が比較的長く水中に置かれるのに対し、上位葉では水中に置かれる期間が短かいか又は水上に位置するため処理の作用力が異なるためであろうと思われる。従つてこの点の吟味については、稲の生育時期によつて水深を変えた場合の影響を見る要がある。

葉色は処理によつて稍々濃くなるが、その程度も概して早期処理のものに明かで、後期処理のものほどその差異が縮小する。オ3表は九州農試に於て施行せる活着期処理直後に於ける稲体の窒素含量の差異である。本表によると、葉身、葉鞘ともに処理区の方が窒素含量が高い。尚、沃度法により葉鞘の組織中の澱粉蓄積状況を見るに、窒素とは逆に処理区の方が明かに少い。

苗令の進行状態については、活着期処理区のみは無処理区に比し

稍々促進される傾向があるが、分蘗前期より無効分蘗期の範囲内では逆に僅かの遅延を示すものの如く、幼穂形成期以降の処理ではこの関係は明かではない。

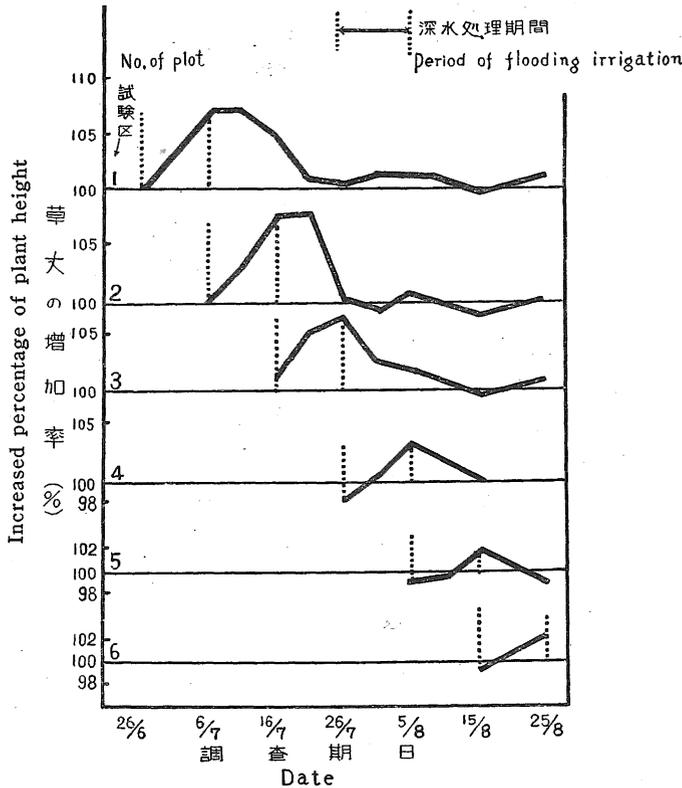
オ3表 深水処理による稲体のN%の差位

葉の部分	処理別	N含有率(%)	
		全 N	蛋白質N
葉身	浅水区	3.64	3.47
	深水区	4.92	4.70
葉鞘	浅水区	1.45	1.30
	深水区	2.64	2.13

(備考) 深水11cm, 10日間処理  
浅水 3cm,  
葉色は深水区の方が濃

才1図 無処理区に対する草丈の増加率の時期別変化

Fig 1 Increased Percentage of Plant Height of Each Treatment to Control Plant



(2) 一株茎数の変化

茎数の増加は才2図及び才4表に示す如く深水処理により一時かなり抑制される傾向にあるが、処理終了期が分蘖発生可能期限内にあれば、その後更に分蘖の発生を

才4表 深水処理による分蘖発生の差異

試験区 番号	有効茎 限界期	最高 分蘖期	最高 分蘖数	有効茎 歩合	一株 穂数	同右内訳		
						主稈	才1次	才2次
C	7.28	8.10	27.0	76	20.5	3.0	12.1	5.4
1	7.28	8.6	25.0	78	19.6	3.0	11.5	5.1
2	7.29	8.10	28.8	78	22.6	3.0	12.8	6.8
3	8.1	8.10	27.0	74	19.9	3.0	11.5	5.4
4	7.26	8.6	22.9	84	19.2	3.0	11.7	4.5
5	7.28	8.10	26.4	79	20.8	3.0	12.0	5.8
6	7.28	8.10	26.9	76	20.4	3.0	11.9	5.5
7	7.28	8.10	27.0	76	20.5	3.0	12.2	5.3

続け弱小又は夭折分蘖を発生させる。しかし可能期限後になるとも早や分蘖の増加はなく、単に茎数の減少と云う形をとる。即ち、具体的に云えば、有効分蘖前期処理区では処理終了後も盛んに分蘖を続け、最高茎数に於ては却つて無処理区を凌駕するが、貧弱な穂を持つ遅れ穂的分蘖が多くなり、稈長の株内変異が稍々大となる。有効分蘖後期処理区に於ても、処理終了後分蘖を続け、最高茎数は無処理区とはほぼ同一となるが、無効分蘖並びに遅れ穂が増大し、有効茎歩合が低下する。従つて稈穂長の揃い方が最も不良である。尚有効分蘖限界期も稍々遅られる。しかるに、無効分蘖期処理区(厳密には本実験ではこの区の治療開始は限界期よりも若干早くなつてゐる)に於ては、処理終了期が既に分蘖発生限界期にあるので処理終了後は分蘖せず、従つて無効茎並びに遅れ穂の発生が特に少く、有効茎歩合は最も高率を示す。稈穂長の株内変異も最も小さく、穂揃いが良好となる。しかし、無処理では当然有効となるべき分蘖の一部がこの区では無効となり、一株穂数が最も少いのので収量構成上から稍々不利となつてゐる。最高分蘖

期、有効限界期は稍々早目にくるようである。

それより以後の処理区に於ては分蘖数、穂数には無処理区に比し殆んど差異は認められない。

活着期処理区では分蘖の初発が稍々遅れ、最高茎数は無効分蘖期処理区について少く、穂数も稍々少い。

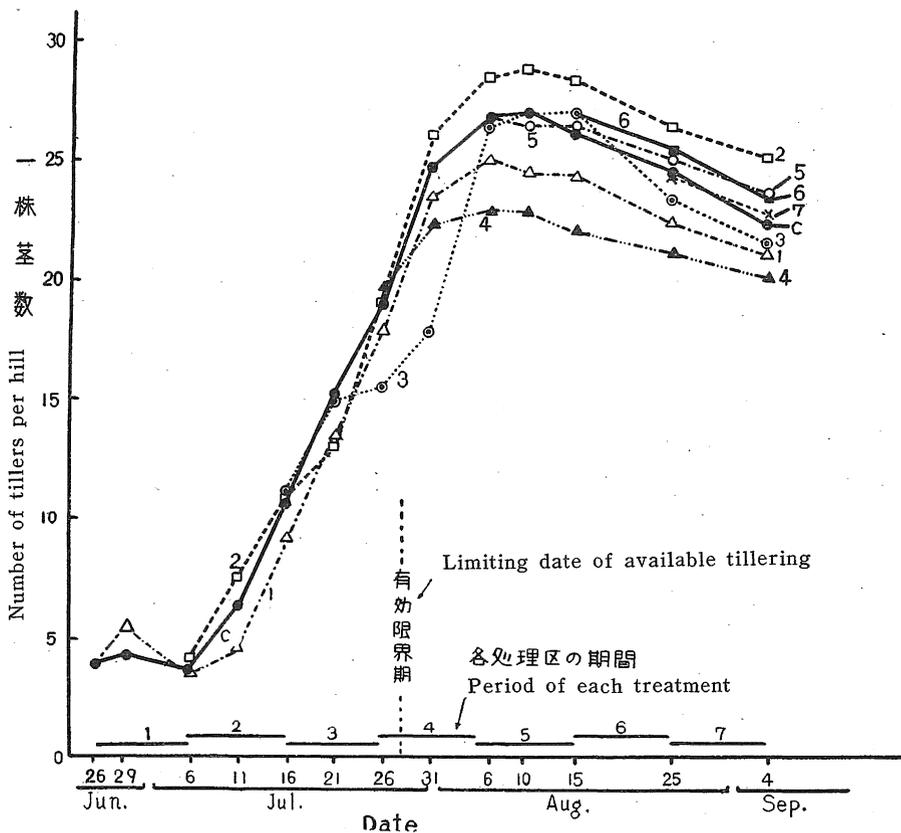
(3) 分蘖発生節位の変化

上述の事実を、更に、分蘖発生節位について検討するに、才5、6表の如くである。本表の供試材料は各ポットの各株より任意の1個体宛の葉数標識個体を採用した。供試個体数が少いのであまり厳密な考察は下せないが、一応の試験区間の差異の傾向を知ることが出来たので、その概要を述べる。

無処理区では、才1次分蘖は才4~8節より発生しその中5~7

才2図 各処理区に於ける1株茎数の変化

Fig. 2 Changes of Number of Tillers per Hill in Each Plot



才5表 深水処理による節位別分蘖発生状況の差異

試験 区別	才 1 次 茎							才 2 次 茎					総 茎 数	
	4	5	6	7	8	9	計	4	5	6	7	計	健全茎	夭折茎
C	4	8	8	8	4	1+(1)	33	2	8+(2)	3+(3)	1	14	47	6
1	—	7	8	8	8	(1)	31	—	4+(1)	6+(1)	2+(1)	12	43	4
2	3	8	8	8	6+(1)	2+(1)	35	3+(1)	7+(2)	7+(2)	—	17	52	7
3	4	8	8	6	2+(1)	3+(2)	31	—	8+(3)	1+(1)	1+(1)	10	41	8
4	4	8	8	8	2+(1)		30	—	3+(2)	4	—	7	37	3

(註) 8個体当発生数を示す。他に主稈1本宛 ( )は無効分蘖数

才6表 深水処理による節位別茎の一穂重(瓦)の差異

試験 区別	主 茎	才 1 次 茎							才 2 次 茎			
		4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	
C	3.11	2.23	3.19	2.83	2.61	1.74	1.40	1.95	1.96	1.48	1.00	
1	2.90	—	2.86	3.31	2.72	2.04	—	—	1.75	1.64	1.23	
2	2.90	2.72	2.85	2.51	1.86	1.33	0.84	1.42	1.73	1.44	—	
3	3.38	2.45	3.12	2.70	2.61	0.85	0.81	—	1.65	1.25	0.65	
4	3.01	2.53	2.89	3.17	2.31	1.66	—	—	2.07	2.05	—	

節が主体、オ2次分蘖ではオ4~7節のオ1次分蘖より発生が認められるが、オ5, 6分蘖よりの分が主体をなしている。而してオ3次分蘖は発生しなかつた。

これに比し、活着期処理区では、オ1次については下位節(主にオ4節)よりの発生が少く、その代り上位節(オ8節)よりの発生が稍々多く、オ2次でもオ5分蘖よりのものが少く、オ6, 7分蘖よりのものが多い。このことは活着期処理では主要分蘖節位が一節だけ上位に移動せることを示している。而して移動した上位節の莖では無処理区の同一節位のものに比し穂重が稍々重い。

有効分蘖前期処理区では、オ1次では上位節(オ8, 9節)よりのものが若干多く、オ2次でも上位分蘖(オ6節)のものが多い。しかし、この区では無処理区に比しオ1次の上位分蘖の穂重がかなり小となり、オ2次のものもすべて稍々低位にある。

有効分蘖後期処理区では、オ1次, 2次とも分蘖節位については無処理区と大差はないが、オ1次の上位節(オ8, 9節), オ2次のすべてが無処理区に比しかなり貧弱な穂となつている。

無効分蘖前期処理区では、オ1次の上位節(オ8, 9節)並びにオ2次分蘖が少いが、穂重については無処理区と大差なく、オ2次ではかなり増加を示している。

天折莖の節位別の分布状況は前述の無効分蘖の変化と対応しているので説明を省略する。

(4) 地上部重量の変化

本調査は前記の収量調査用の試験区と併行して補足的に生育経過を追跡する目的で、各期処理終了直後に抜取調査により行つたものであり、供試株数も僅少であるので、必ずしも確言は出来ないが、大体の傾向を把握する程度に考察をすめる。但し、活着期並びに有効分蘖前期処理区は供試個体稍々多く有意差の検定をなすことが

出来た。オ7表の如く、処理終了直後の稲の地上部重量(生体重)は、活着期処理に於ては無処理区に比し明かに大であるが、有効分蘖前期処理では逆に若干少ない。

オ7表 深水処理終了直後の稲の生育状況

調査項目	処理別	処 理 期 別 (試験区番号)						
		1	2	3	4	5	6	7
一株生体重 (g)	標準	5.13	18.9	61.9	144.5	219.5	319.0	345.0
	処理	5.90	16.6	60.1	142.3	234.0	335.5	339.0
	有意差	米米	米					
草 丈 (cm)	標準	46.3	60.8	78.9	91.3	94.0	103.6	113.9
	処理	50.0	64.8	83.6	94.2	95.3	104.3	116.9
	処理/標準	108	107	106	103	102	101	103
最長根長 (cm)	標準	12.1	18.6	25.5	26.9	38.0	43.0	47.8
	処理	11.2	19.4	25.7	28.6	36.9	44.0	44.8
一株根数	標準	89	191	341	662	789	885	863
	処理	79	179	297	653	762	867	829
	処理/標準	89	94	87	98	95	98	96
一株生根重 (g)	標準	1.5	7.2	23.2	65.9	84.0	69.1	67.4
	処理	1.3	4.6	17.6	48.7	60.5	67.6	66.6
	処理/標準	87	64	76	74	72	98	98
一株乾根重 (g)	標準	0.13	0.78	2.56	8.09	8.10	8.60	8.63
	処理	0.11	0.47	2.20	5.39	7.20	8.51	8.33

備考 2 Pot平均, 試験区1, 2区では4~6 Pot供用

これは活着期処理では草丈高く、苗令も稍々進み、葉の生育がよいためであり、分蘖前期処理では分蘖の発生が劣るためであろう。

しかし有効分蘖後期以後の処理に於てはその差異が明らかではないが、収量調査用試験区の生育経過の観察よりするも大差はないものようである。

尚、活着期処理に於ける稲体の乾物重歩合は、無処理区22.8, 処理区21.2%で、後者の方が稍々低い傾向にある。他の各期の処理区については後記の発根検定に供用したので乾物重の測定が出来なかつた。

(5) 地下部重量の変化

前述の地上部重量の場合と同一材料を供用したのでこの場合も大体の傾向を示すにとめる。(オ7表参照)

先づ、最長根長(1株中最長根5本の平均)については各処理区とも大差は認められない。しかし、1株根数については両者間に大きな差はないが若干処理区が劣るものようである。1株生根重並びに乾根重については両者間に稍々大なる差異が示されており、処理区に劣勢

が認められる。穂孕期以降の処理区ではこの差異は明瞭ではない。

更に、盛夏に行える活着期処理のオ2回実験では、上記の傾向は更に明瞭であり、最長根長、根数、根重のいづれについても処理区にかなりの劣勢が認められた。

(オ8表参照)之を要するに、根の発生並びに生育は、

オ8表 活着期処理の影響 (オ2実験)

	調査項目	標準	処理
処理直後の稲体の生育	草丈 (cm)	62.0	63.0
	莖数	9.0	4.0
	苗令	9	9
	最上葉(9)の出現長 (cm)	25.8	32.1
	1株生体重 (g)	12.8	12.5
	最長根長 (cm)	15.9	10.8
	1株根数	138	127
	1株生根重 (g)	3.7	2.4
	1株乾根重 (g)	0.24	0.15
葉色	中	稍濃	
植傷部の重量 (g)	0.27	0.17	
発根(十日後)検定成績	最長根長 (cm)	7.8	4.8
	1個体根数	31.0	18.9
	1個体生根重 (g)	0.46	0.21
	1個体乾根重 (g)	0.017	0.007

(備考) 播種期 7.20 田植期 8.21  
深水処理期間 11日間 調査日 9.1

少なくとも深水処理期間中並びに終了後のある期間中に於ては処理により若干抑制的にはたらくものと解し得るのではあるまいか。かかる傾向は笠原氏<sup>(10)</sup>によつても認められ、田植5日目後よりの30日間の深水(15cm深)処理では、飽水並びに5cm深区に比し、処理期間は勿論、その後の或る期間も明かに地下部の生育が劣つてゐることが示されている。

尚、各処理区について、処理終了後の長期間に亘る根の生育経過については設備の関係で追跡

し得にかつたことは誠に遺憾であつた。

(6) 発根力の変化

各処理区とも処理終了直後の稲について生育中庸の5~6個体を選び、既出の根を全部剪除し、水道水中にその基部を浸して10日間水耕を行い、新根の発生状況を調査した。その調査結果はオ9表及びオ9図に示すごとく、根の再生力は無処理区に比し、活着期処理区では極めて小さく、有効分蘗前期以降に於ても少々小さい傾向にある。しかるに、穂孕期以降の処理では逆転を示し、出穂期処理では明かに処理区の方が優位におかれている。

このように、処理の直接的影響としての処理直後の稲体の根の再生力とは穂形成期までは無処理に比し少々弱い傾向にあり、穂孕期以降は逆に少々強いことがうかがわれる。この事實は、穂孕期、出穂期に於ける処理による増収事実とらみ合せて出穂期以後の稲の根の活力の点から注目さるべき事實ではあるまいか。これらの時期に於ては既に新根の発生はかなり衰えを見せる点から処理区に於ける前述の如き根の優位性が効果的にはたらくのではあるまいか。しかし、この調査結果は全く養分を添加しない水耕であり、しかも処理後10日間と云う短かい特殊環境にあるので、之れを以て当該区の処理終了後の長期間に亘つての地下部の發育傾向と見ることは妥当ではない。

尚、こゝに無処理区の発根力が処理区に比し穂孕期のものでは若干、出穂期のものでは極めて劣位にある事實については一考を要する点がある。それは次項に於て詳

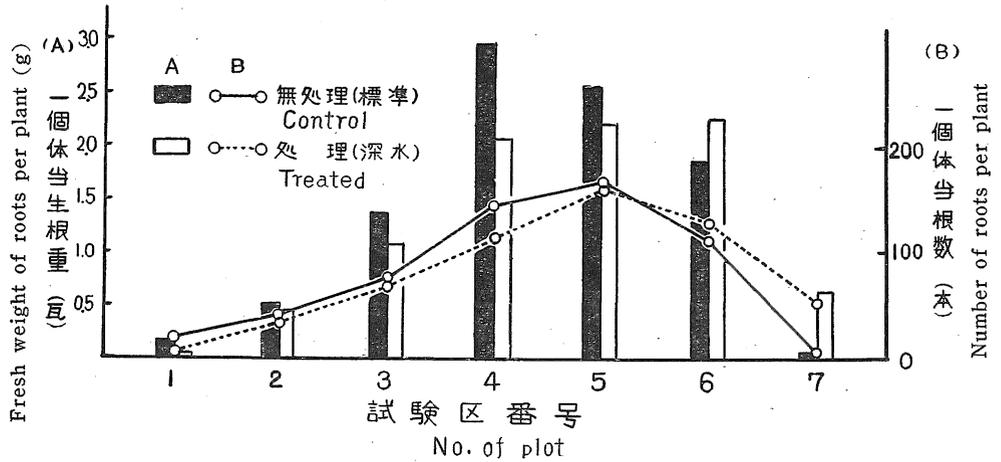
オ9表 深水処理終了後の新根発生状況

調査項目	処理別	処 理 期 別 (試験区番号)						
		1	2	3	4	5	6	7
根 長 (cm)	標準	7.9	7.8	7.7	9.2	9.5	12.1	2.0
	処理	1.3	7.6	7.7	7.5	7.8	12.2	10.0
	有意差	***	—	—	—	—	—	***
根 数	標準	16.0	37.0	74.8	147.4	169.0	111.4	7.8
	処理	4.6	33.2	67.4	114.8	162.2	126.4	52.8
	有意差	***	—	—	—	—	—	***
生 根 重	標準	0.14	0.52	1.38	2.96	2.58	1.88	0.02
	処理	0.02	0.44	1.08	2.06	2.22	2.28	0.61
	処理/標準	14%	85	78	70	86	121	305
乾 根 重	標準	0.010	0.037	0.104	0.164	0.180	0.154	—
	処理	0.002	0.030	0.082	0.100	0.156	0.172	—

(備考) 5個体供試, 10日後調査

才3図 各試験区に於ける発根力の差異

Fig 3 Difference of Root-producing Ability of Each Treatment from Control Plant



述する如く、発根力検定処理中に地上部の葉の萎凋度（進んでは早害程度）について上記の2処理区と無処理区との間に相当明瞭な差異を示すことである。若しかゝる両区間の萎凋度の差が逆に発根力に影響するものとするれば、前述の考え方は少しく別の角度から検討し直す必要があるのではなからうか。

(7) 深水処理直後の稲体の早魃に対する萎凋抵抗性について

前述の発根力検定に於て既出の根を前部剪除して水耕を行つた場合、地上部の昼間の萎凋度—延いては早害徴の発現程度—に関しては処理区と無処理区との間にかなり明かな差異が認められる。即ち、才10表に示す如く、処理区の方が無処理区に比し葉の健全度が高く、葉の枯死部分（早害と認むべきもの）が少く、葉の萎凋も軽度であつた。この傾向差は出穂期処理区では更に拡大さ

れ、穂についても無処理区では早害による白穂の発生が増大する。

かゝる萎凋度の差異は一応発根力の多少による結果とも考えられるが、又逆に、莖葉の衰えが発根を抑制しているのではないかと考えられ、少くとも莖葉の萎凋衰弱と発根力とは相互に因果的にはたはらっているのであらうと考えられる。

このように、深水処理区の方が無処理区に比し、萎凋が少く、延いては早害徴を現わすことの少い事実は極めて注目さるべき事実と思われるが、その原因についての考察はしばらく保留する。

尚、同様な事実は、筆者の一人嵐が1952年九州農試に於て施行せる実験中、深水処理期を異にせる試験区並びに無処理区間について、その後早魃に遭遇せしめた試験成績からも明瞭に認めることが出来た。(才11表参照)

才10表 発根力検定区に於ける稲体の萎凋、枯死程度

試験区番号		葉身の枯死程度				葉色	1個体当枯葉重	白穂数		葉の萎凋度
		才4葉	才3葉	才2葉	才1葉			完全	部分	
6	標準	黄化	½黄化	健	健	淡	2.7g	—	—	(+)
	処理	僅か黄化	健	健	健	濃	2.0	—	—	0
7	標準	—	全枯	½黄化	健	淡	5.9	12	16	++
	処理	—	僅か黄化	健	一部捲く 健	稍濃	3.1	0	3	(+)

(備考) 検定10日目の調査

1個体当枯葉重は葉身の枯死部分のみの重量

7区では置床後1日で標準区は葉の萎凋を起したが処理区では殆んど萎凋しない。

即ち、早魃処理直前に深水処理を終了した区は深水処理を行わなかつた区に対しては勿論、早期に深水処理を終了した区に比しても葉の萎凋度、葉の早害による枯死程度について明かな減少を認めることが出来た。

尚、この場合土壌水分を測定したが各区間には全く差異を認めることが出来なかつたので、この

才11表 深水処理の早魃に対する影響

試験区 番号	深 水 処理期間	下 位 の 枯 葉 死 数	上 位 の 枯 葉 数	日中の 萎凋度	新 根 数	
					地 表	ポツト 側 面
C	無	31.5	28.5	++	7	16
1	7.24~7.31	30.2	18.5	+(+)	12	17
2	7.31~8.7	29.5	8.5	(+)	19	82

(備考) 全区, 中干(早魃) 8.7~8.14 深水区11cm 8日間処理  
土壌含水量 どの区も31~32%で差なし

原因は主として稲体自体の何らかの条件にもとづくものと推定された。尚, この場合, 早魃処理終了時に於ける発根状況は才11表の如く, 三区間に相当の差異が認められた。

## II. 深水処理の水稻の収量並びに収量構成要素に及ぼす影響

1株全重並びに同穂重については処理区間に有意差を

才12表 深水処理期別収穫物調査成績

試験 区別	一 株 全 重	一 株 穂 重	同 左 比 率	穂 重 歩 合	不 穂 歩 合	籾 千 粒 重	不 玄 米 粒 重	選 米 粒 重	玄 米 千 粒 重	不 完 全 粒 歩 合
	g	g	%	%	%	g	g	g	g	%
C	110.0	50.7	100	46.1	5.5	25.3	21.2	21.6	21.6	7.8
1	107.6	50.8	100	47.2	5.7	25.3	21.0	21.7	21.7	10.7
2	105.6	49.5	98	46.9	5.6	25.1	20.8	21.3	21.3	14.4
3	105.2	50.2	99	47.7	5.8	25.7	21.4	21.4	21.8	9.2
4	107.3	51.0	101	47.5	5.7	25.6	21.3	21.3	21.8	9.7
5	112.6	51.0	101	45.3	6.3	25.6	21.4	21.4	21.8	8.1
6	115.1	53.2	105	46.1	6.4	25.6	21.4	21.4	21.8	9.1
7	113.5	51.8	102	45.6	4.9	26.2	21.7	21.7	21.9	4.0
有意差 の検定	無	無	—	—	無	米	米米	無	米米	

認めることは出来ないが, 才12表及び才4図に示す如く, 生育経過並びに後述の収量構成要素の変化とにらみ合せて考うるならば, 一応の傾向としては穂孕期処理区最もよく, 出穂開花期之につき, 分蘖発生期間の処理区は概して低収傾向が認められ, 殊に有効分蘖前期処理に於て問題があるように思われる。

これを収量構成要素から見るに, 才4表に示す如く1株穂数は無効分蘖期処理区に最も少く, 活着期処理区がこれに次ぐ。有効分蘖前期処理区は最も多いが, 内容的には高次分蘖の関与が大きい。尚, この影響は深水処理によることは勿論であるが, 本実験ではこれらの処理期間が特に低温少照に経過したのでそれだけ深水による抑制が強かつたのではあるまいが(本実験では深水区の夜温も無処理区に比し概して大差を認めなかつた)。活着期処理区は活着後の初期生育は少々進み(但し分蘖は若

干抑制), 1穂重も少々大であるが1株穂数の少々少いため無処理区と収量では大差がない。

才13表に示す如く, 穂長については, 有効分蘖前期処理に最も小さく, 無効分蘖期処理区に少々大きい。これは前者では弱小分蘖の多発により, 後者では無効分蘖の抑制によるものであろう。

平均1穂重についても大体穂長の変化に伴っているが, 無効分蘖期処理区最も高く, 穂孕期処理区も少々高くなっている。

不稔歩合については各処理区間に殆んど差異は認められない。

1穂重を主程, 才1次, 才2次茎別に見るに, 才14表の如く, 無処理区に比し少々優位を認められるのは, 主程では活着期, 有効分蘖後期, 穂孕期, 出穂期処理区, 才1次茎では活着期, 無効分蘖期, 穂孕期, 才2次

茎では特に無効分蘖期, 穂孕期が明かである。逆に, 無処理区に比し劣位を示すのは, 有効分蘖前期処理の全期, 有効分蘖後期処理の才2次茎等であり, 幼穂形成期処理区も全期若干低位にあるものようである。この中, 無効分蘖期, 穂孕期処理区の才2次茎の1穂重が顕著な増加を示している事実は注目されてよ

才4図 処理期別一株全重及び穂重の差異

Fig 4 Difference of Total and Panicle Weight per Hill between the Different Plots

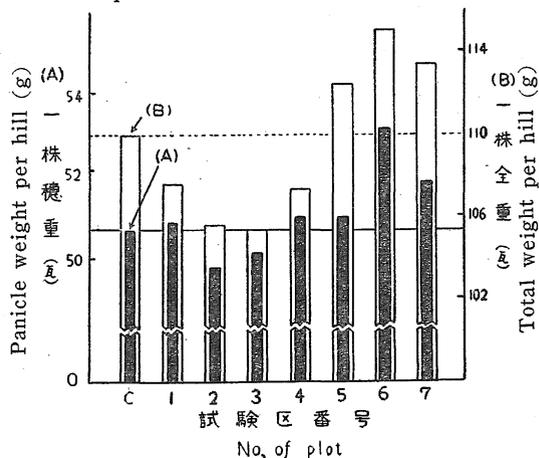


表13 深水処理による出穂期、稈長、穂長の差異

試験区 番号	出穂始 月日	出穂期 月日	穂揃期 月日	穂揃 日数	主 稈 葉 数	一株平 均稈長 cm	遅れ穂数		一株平 均穂長 cm	変 異 係 数	
							I	II		稈 長	穂 長
C	8.24	8.29	9. 2	4	14.8	84.8	8	17	19.4	14.6	12.6
1	24	29	2	4	14.9	84.7	5	12	19.6	14.1	12.8
2	25	30	3	4	14.7	79.9	17	25	18.5	15.5	12.9
3	23	28	2	5	14.3	81.7	19	37	19.4	16.8	15.4
4	24	29	1	3	14.4	82.8	3	10	20.0	11.8	10.7
5	25	30	2	3	15.0	83.1	8	16	19.2	13.6	13.7
6	25	30	2	3	14.9	83.8	8	12	19.6	12.6	12.9
7	24	29	2	4	14.8	84.7	9	13	19.3	13.0	13.2

(備考) 遅れ穂 I 稈長60cm以下 4 Pot合計とする

II 稈長65cm以下

表14 深水処理による分蘗次別一穂重の差異

試験区 番号	平均一穂重 (g)				同左比率 (%)			
	全 株	主 稈	1 次	2 次	全 株	主 稈	1 次	2 次
C	2.47	3.08	2.67	1.84	100	100	100	100
1	2.59	3.15	2.72	1.80	105	102	102	99
2	2.19	3.00	2.34	1.51	90	97	88	82
3	2.52	3.23	2.69	1.60	102	105	101	87
4	2.66	3.12	2.72	2.06	108	101	102	112
5	2.45	3.02	2.62	1.82	99	98	98	99
6	2.61	3.13	2.75	2.05	106	102	103	111
7	2.53	3.20	2.63	1.85	102	104	99	100

い。有効分蘗後期処理区の主稈が特に高穂重を示す原因については明らかではない。尚、これらの関係は既述の分蘗発生節別穂重の調査結果とも大体によく符合している。

表12表、表5図に示す如く、粒の充実の一指標としての籾並びに玄米1,000粒重について見るに、籾並びに玄米の1,000粒重については不選別のものでは処理区間に有意差が認められ、有効分蘗前期処理区の低位と出穂期に於ける高位とが明らかである。

尚、概して有効分蘗後期以降の処理区では無処理区に比し僅か乍高位の傾向が認められる。このように、粒の充実に関し、有効分蘗後期以降特に出穂期処理区に優位性を示す事実は、恐らく生育後期に於ける根の活力とも密に関連せるものの如く思惟せられ、殊に穂孕期、出穂期処理区では既述の発根力の優位性との間に何等かの関連を考え得るのかも知れない。

不完全粒歩合は処理区間に有意差が認められ、有効分蘗前期処理区に大きく、次いで活着期処理区にも稍々大であるが、出穂期処理区に稍々少ない。

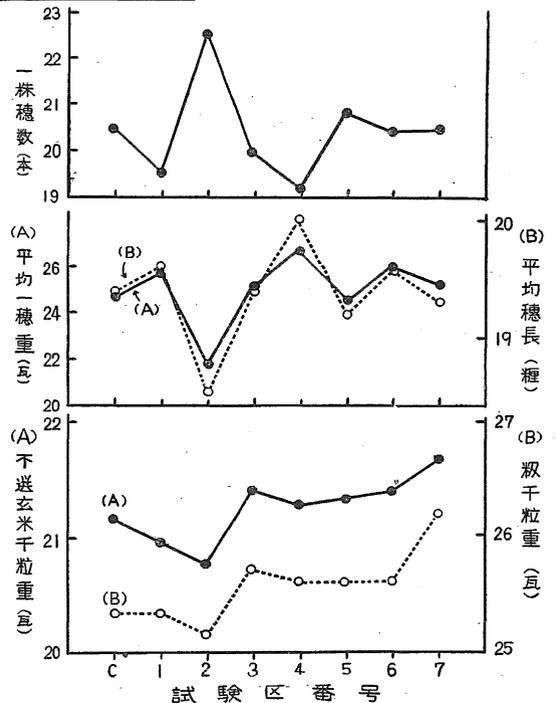
### Ⅲ. 深水処理の雑草の発生並びに生育に及ぼす影響

深水処理の影響については、水稻そのものを対照とする他に、雑草の発生防止の見地からも考究されなければならない。その意味から本項に於ては、水深処理の時期と雑草の発

生並びに生育との関係及びそれらの深水処理による後作用等について述べる。尚、本実験では水稻に対する影響を主目的とするため、この調査に供用せるポット数も充分ではなく、従つてこゝでは補足的にその大略の傾向を述べる程度に止める。

先づ、深水灌漑下に発生せる雑

表5 深水処理による収量構成要素の差異



草としては、特に発生の多かつたものはミゾハコベ、コナギであり、之に次いでカヤツリグサ、アブノメ、アゼナ等であり、キカシグサ、ヒエ等は僅少であつた。

処理時期の影響については、才15表 (I) (III) に示す如く、田植直後の活着期間並びに田植期より2週間後の有効分蘗期間に各々10日間宛処理したものについて見るに、前者の場合では雑草の発生量並びにその生育量につ

いては極めて顕著な効果を認めることが出来る。而して雑草の種類による抑制効果は本実験の範囲内ではいづれの雑草にも認められているが、その種類間の抑制程度については明らかではない。

有効分蘗期間の処理区に於ても雑草の発生量については尚若干の差異を認めることが出来るが、活着期処理に比べその効果は著しく少ない。尚、こゝに注目すべき

才15表 雑草の発生、成育に対する深水処理の影響

(I) 活着期処理の場合

調査項目	処理別	発 生 本 数							同 左 比 率 %
		ミゾハコベ	コナギ	アブノメ	カヤツリグサ	キカシグサ	ヒエ	計	
発生本数	無処理	212	46	11	10	5	1	285.0	100
	処理	77	40	3	2	1	0.5	123.5	43
乾物重 (mg)	無処理	90	90	3	5	10		198	100
	処理	20	70	3				93	47

(備考) 1/20,000反ワグネルポット4区平均  
深水13cm, 10日間処理, 水稻栽植の場合

(II) 活着期処理の後作用

調査項目	処理別	雑 草 名						計	同左比率 %	乾物重 g	同左比率 %
		ミゾハコベ	コナギ	アブノメ	カヤツリグサ	ヒエ	その他				
発生本数	無処理	40	31	12	7	1	4	95	100	0.40	100
	処理	36	25	3	5	1	4	74	78	0.16	40
草丈(cm)	無処理	—	5.2	2.6	4.4	21.5					
	処理	—	2.7	1.7	2.5	3.0					

(備考) 活着期10日間深水処理後浅水として2週間を経過したもの、深水処理終了直後既発生の雑草を全部抜取り、その跡に発生した雑草を調査す。  
1/20,000反ポット4区合計、水稻を栽植せず。

(III) 有効分蘗前期処理の場合

調査項目	処理別	雑 草 名							計	同左比率 %
		ミゾハコベ	コナギ	アブノメ	カヤツリグサ	キカシグサ	ヒエ	アゼナ		
発生本数	無処理	180	4	21	14	5	3	35	262	100
	処理	129	8	39	0	2	1	18	197	75
乾物重 (g)	無処理	1.15	0.08	0.10	0.12	0.10	0.02	0.11	1.68	100
	処理	1.05	0.13	0.13	0	0.06	0.02	0.10	1.49	89
草 丈 (cm)	無処理	4.8	6.2	2.5	8.2	1.9	19.0	2.8	—	—
	処理	8.3	12.8	4.2	0	4.2	36.0	3.3	—	—

(備考) 整地灌水(浅水)後2週間を経て10日間の深水処理、  
1/50,000反ポット2区合計、水稻を栽植せず。

事実として、この場合には雑草の草丈は却つて処理区に大であつて、発生本数についての対無処理区の比率よりも乾物重についての対無処理区比率が少々高い点より見るも、生育が少々旺盛であることが認められる。この場合無処理区では引続き雑草の発生が認められるが、処理区では処理後の発生がかなり抑えられ、既発生の雑草の生長が旺盛となつた。この処理区に於ける雑草生育の優位性はそれが単に立毛密度の差異によるものか、又は深水処理の直接的影響によるものかは明かではない。

このように、雑草防止の見地からは、特に活着期処理が重要な目標となることは当然であつて、このことはDunshee氏<sup>(4)</sup>、笠原及び本下氏<sup>(10)</sup>、杉谷氏<sup>(19)</sup>等の成績からも明らかである。

深水処理の後作用として才15表 (II) に示す如く、

活着期処理に於ては一応深水処理を終了せる後も或る期間は(本実験では2週間)かなりの抑制効果が認められる。雑草の発生量については処理直後ほどの大差は認められないが、その生育は草丈についてもわかるように、いづれの種類でも処理区の方がかなり不良であり、従つてその乾物重についても大きな差異を示している。この事実は恐らく深水処理期間中の雑草種子の発芽並びに抑制効果の後作用によるものであらうと解せられる。

之を要するに、活着期間の深水処理はその処理期間中の雑草の発生並びに生育の抑制は勿論、その後の或る期間内に於てもその後作用的効果を期待することが出来るようである。

最近2・4-Dの実用化に伴い、ヒエの発生防止対策として深水灌漑の効果が叫ばれているが、本実験に於てかヒ

エの発生が極めて少なかったので、この点には触れることが出来ない。

### Ⅲ. 深水処理による地水温の変化

水深並びに灌漑方法によつて起る地水温の変化については、緒論に於て述べた如く、既に多くの研究がなされている。従つて茲では地水温の変化に関する一般論的な記述は省略し、本実験にあらわれた深水区と浅水区との間の顕著な特異性について述べることにする。

#### (1) 本実験供試ポットに於ける生育期間の測定成績

各処理期間を通じ毎日10時並びに14時30分の2回に観測せる地水温を処理時期別に平均して示せば、才16表の如くである。

才16表 処理期間中の地水温の差異(ポット試験)

観測時刻	処理区	標準			処理区			気温	処理区と標準区の温度差			平均気温 <sup>*</sup>	
		水温		地温	水温		地温		水温		地温	昭28	平年
		表面	表面	5cm	表面	表面	5cm		表面	表面	5cm		
10時	1	24.9	25.0	23.3	22.8	22.4	21.9	21.4	-2.1	-2.6	-1.4	21.8	22.6
	2	23.9	24.1	23.6	23.2	23.1	22.8	22.4	-0.7	-1.0	-0.8	23.2	24.4
	3	27.7	27.9	26.9	26.0	25.4	24.9	24.3	-1.7	-2.5	-2.0	25.6	25.9
	4	30.4	30.2	29.3	27.9	27.1	26.5	25.9	-2.5	-3.1	-2.8	27.3	26.8
	5	28.5	28.3	27.7	27.7	27.1	26.8	26.2	-0.8	-1.2	-0.9	27.3	27.1
	6	31.5	31.1	30.1	29.0	28.2	27.6	27.2	-2.5	-2.9	-2.9	28.6	26.6
	7	23.6	23.6	23.1	24.5	24.1	23.9	23.7	0.9	0.5	0.6	24.2	25.1
全期間平均→								-1.3	-1.8	-1.5	25.4	25.5	
14時30分	1	26.2	26.6	25.8	24.6	24.5	23.6	22.1	-1.6	-2.1	-2.2	-	-
	2	25.3	25.6	25.7	24.7	24.5	24.0	22.9	-0.6	-1.1	-1.7	-	-
	3	30.2	30.2	30.0	28.6	28.1	27.2	25.6	-1.6	-2.1	-2.8	-	-
	4	31.6	31.8	31.9	30.3	29.7	28.9	27.3	-1.3	-2.1	-3.2	-	-
	5	29.6	29.5	29.1	28.9	29.0	28.3	27.2	-0.7	0.5	-0.8	-	-
	6	29.9	29.9	30.0	30.3	30.0	29.4	28.3	0.4	0.1	-0.6	-	-
	7	25.3	25.3	25.1	25.6	25.1	24.8	24.3	0.3	0.2	-0.3	-	-
全期間平均→								-0.7	-1.1	-1.7	-	-	

(備考) \*平均気温(10時気温ではない)は本学に近接せる松江測候所の調査による。

本表によれば、地水温とも出穂期処理区を除いては、いづれも深水区に低く、出穂期処理区では(14時30分では穂孕期の水温も)逆に若干高いことが示されている。

その中処理区と無処理区との差は処理時期によりかなりの差があり、無効分蘗期処理区に最も大きく、有効分蘗後期、活着期処理区にも相当大で、10時の分では穂孕期

処理区もかなり大きかつた。

尚、本表から両区間の温度差は、10時と14時30分とを比較すれば、概して前者の方に大きく、又、10時では地表温の差が最も大きく、14時30分では5cm深地温が最大で、地面温、水表温の順に小さくなっている。普通水田では一般に地水温を通じ、深部に進むほど一日の中の温度差は少いのであるが、本実験の数値は前述せる如き少々異状の環境におかれたためであろう。

元来水深と地水温とは当然相関連して変動するとは云え、上述の地水温の関係から見れば、本実験成績は一般水田の場合とは若干趣きを異にするであろう。同一水深の処理でも当然気象条件等によつて地域的に温度に差異のあることが考えられるので、厳密には更に温度条件を加えて深水処理の影響を考慮されねばならないであろう。本報はその場合の1事例としか考えられない。

（2） 深水、浅水区間の地水温の日変化の差異

快晴の7月25日朝より同26日朝に亘り本田並びに供試ポットにつき、処理、無処理区の地水温の連続観測結果を示せば、才17表及び才6図の如くである。尚、本田に於ては灌漑水は若干移動するようにした。

先づ本田については、その地水温は早朝よりの温度上昇時間ではその上昇は深水区の方が少々遅れ、最高温度に達する時刻も遅れる。午後よりの温度下降時の下降も深水区の方が少々おくれ、地中の少々深層では最低温度に到達する時刻もおくれる。この傾向は水面より土壤の深層に行くにつれて概して顕著になる。最高温度は深水区の方が少々低く、最低温度は逆に高い。而してこれらの両区間の差異は下層ほど少くなっている。日較差は深水区の方に少ないが、両区間の差異は下層ほど縮まっている。

ポットに於てもこれらの温度変化の傾向はほぼ本田と同様であるが、本田に比し、最高、最低温度ともに少々低い傾向にある。日較差についても本田と同一傾向ではあるが、ポットの方が概して小さい。このことは前述の如く、供試ポットの少々異常な環境におかれたためと考えられ

る。尚、浅水区では水及び土壤の深さによる日較差の減少があまり顕著ではないが、深水区ではかなり明瞭である。

深水区は浅水区に比し、昼間の低温の程度及び持続時間は地水温ともポットの方が少々大きく且つ長い。このことは地温について特に明かに認められる。同じく、夜間に於ける高温の程度及び持続時間については両区間に大差はない。従つて、本実験（ポット）では深水処理による温度保持の影響は一般水田の場合に比してかなり少なかつたものと思われ、この点は本成績を考察する上に留意すべき点であろうと考えられる。本年の分蘗期の天候は大半低温少照に経過したので、この試験成績の考察には深水処理そのものの影響の他に低温としての影響をも合せ考えねばならないであろう。

才6図 本田並びにポットに於ける深水処理による地水温の差異

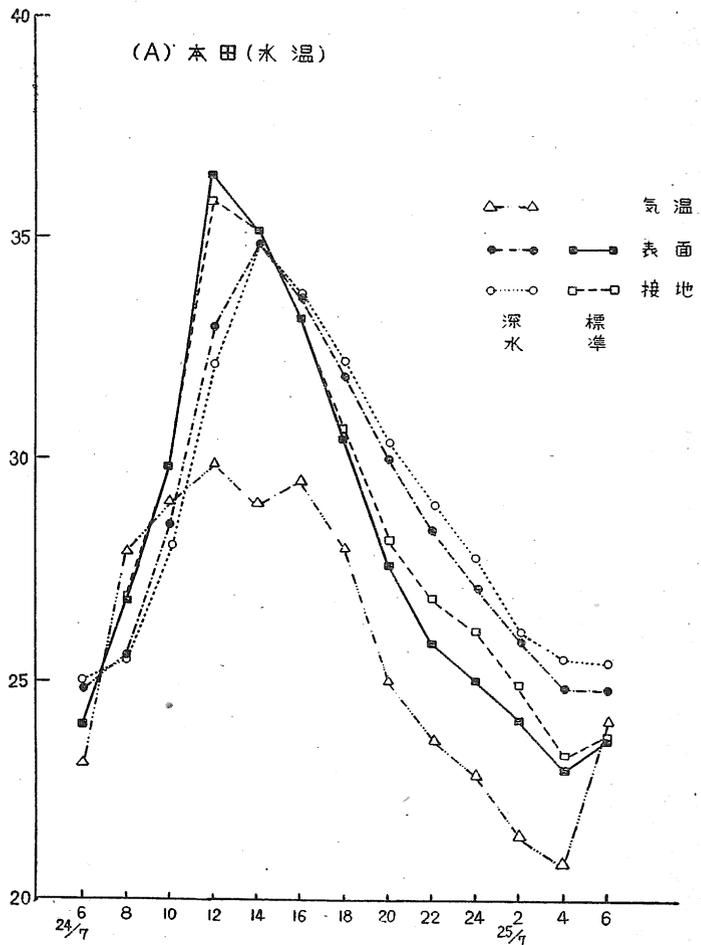
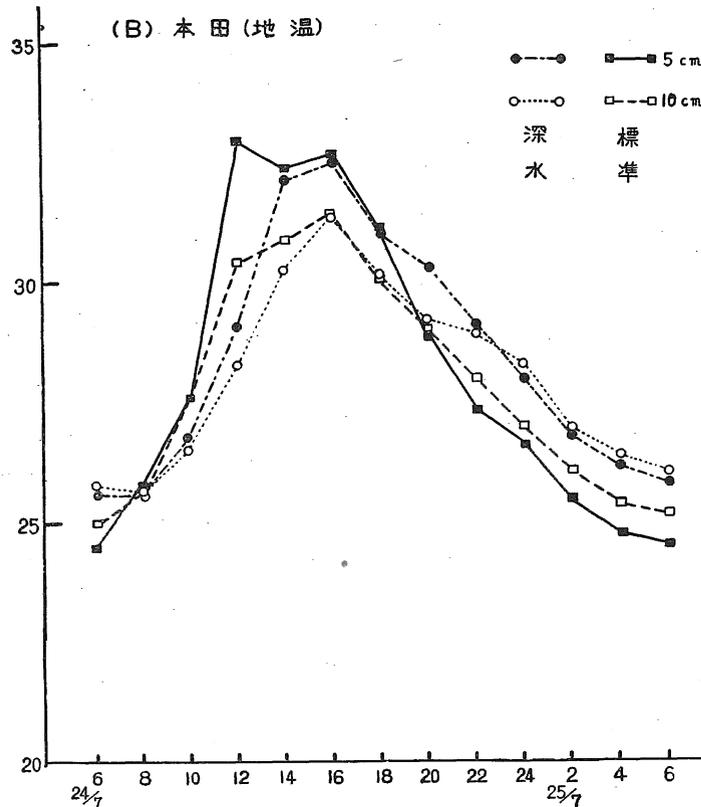
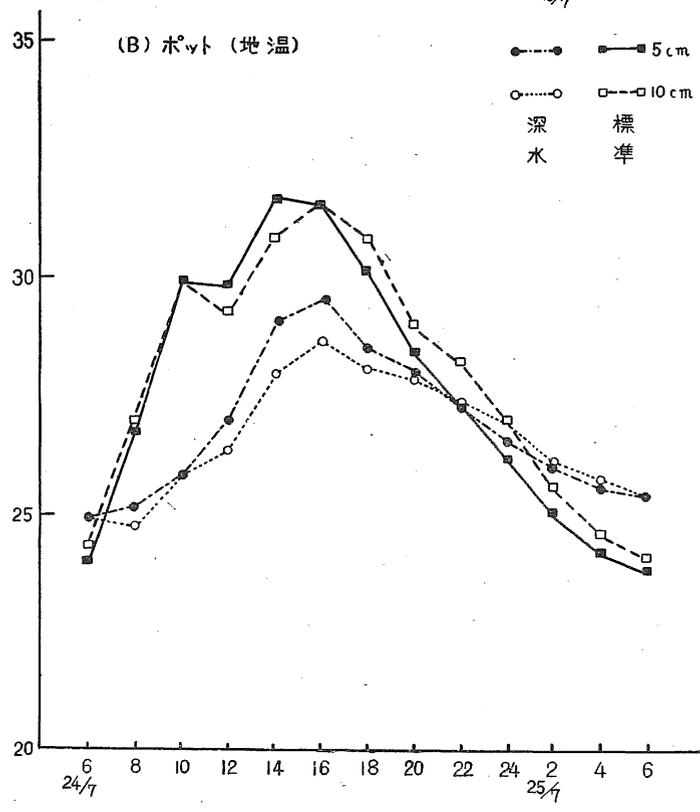
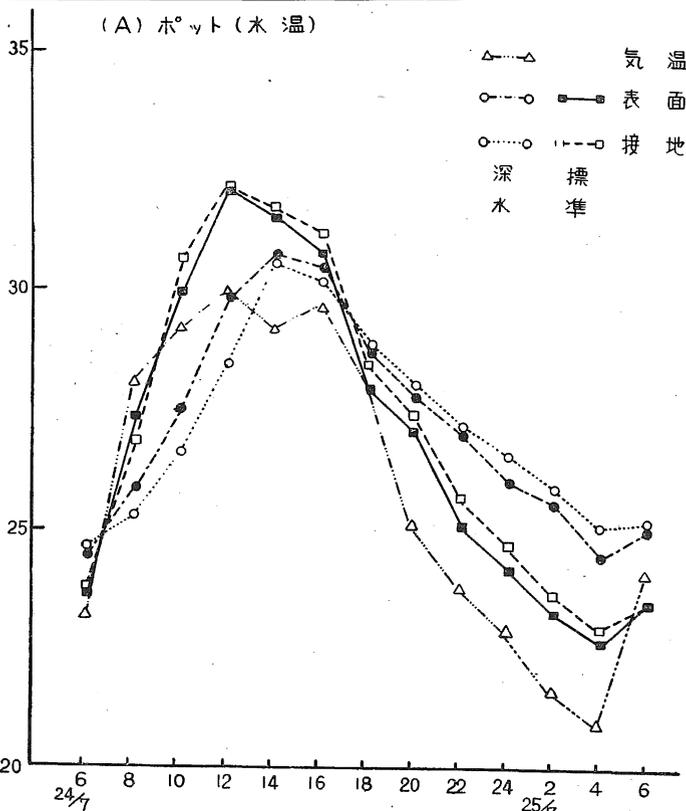


表17 本田及びポットに於ける深水処理による地水温の日変化の差異  
(深水区と浅水区との差を示す)

項目	調査日時	圃 場				ポ ッ ト			
		水 温		地 温		水 温		地 温	
		表 面	接 地	5 cm	10cm	表 面	接 地	5 cm	10cm
7月24日	6	0.8	1.0	1.1	0.8	0.8	0.8	0.9	0.5
	8	-1.2	-1.4	-0.1	0.1	-1.5	-1.5	-1.5	-2.1
	10	-1.2	-1.7	-0.8	0.1	-2.4	-4.0	-4.1	-4.1
	12	-3.3	-3.6	-3.9	-2.1	-2.2	-3.7	-2.8	-2.9
	14	-0.4	-0.4	-0.1	-0.5	-0.7	-0.9	-2.5	-2.8
	16	0.5	0.6	-0.2	0.0	-0.3	-0.9	-1.9	-2.8
	18	1.5	1.6	0.0	0.2	0.9	0.4	-1.7	-1.3
	20	2.4	2.1	1.5	0.7	0.8	0.7	-0.3	-1.1
	22	2.6	2.2	1.9	1.0	2.0	1.5	0.0	-0.8
	24	2.1	1.7	1.4	1.4	1.8	1.9	0.4	0.0
7月25日	2	1.6	1.3	1.4	1.0	2.4	2.2	1.0	0.6
	4	1.9	2.2	1.5	1.0	1.9	2.2	1.4	1.1
	6	1.1	1.6	1.3	1.0	1.6	1.7	1.6	1.2
深水区	最 高	34.8	34.8	32.5	31.4	30.7	30.5	29.6	28.7
	最 低	24.8	25.0	25.6	25.8	24.5	24.6	24.9	24.8
	較 差	10.0	9.8	6.9	5.6	6.2	5.9	4.7	3.9
浅水区	最 高	36.4	35.8	33.0	31.4	32.0	32.1	31.7	31.5
	最 低	22.9	23.3	24.5	25.0	22.6	22.8	23.8	24.4
	較 差	13.5	12.5	8.5	6.4	9.4	9.3	7.9	7.1

(備考) 観測時間中は概ね快晴





考 察

深水灌溉が水稻の生育全期に亘る場合、又は深きに過ぎるような場合に、水稻に対し不良影響を与える点については、古くより多くの実証があり、一応問題とはならない。しかし、その処理が稲の生育時期と関連して適度の期間、又は深さの場合には必ずしも不良影響を示さない場面も相当認められている。

従来諸研究を総合するに、深水灌溉の効果は活着期に於ける植傷み防止は勿論、温度条件が制限因子となるような場合には当然保温作用としてはたつき、又省力の見地からは雑草の発生防止に役立つ。近時わが国では2・4-Dの実用化に伴い、特にヒエの防除に対する深水効果がねらわれている。しかもこの場合、灌溉方法並びに栽培方法を合理的に行えば水稻に悪影響を与えないで済むことが可能である。更に、虫害の面ではメイチュウ、カラバエ等では1化期の回避(カラバエは直播栽培に於て)、又は殺去等の場面から考えられる点がある。又、深水による風害の保護についても考えられて来た。

こうした種々の面から、外国では直播栽培では前述の如く既に実用化されているところもあり、わが国に於ても古来局所的には慣習化されていた処もあり、現在行われんとする気運にある処もある。又、普通的水稻栽培についての灌溉法のねらい処としては稲の生育時期に照合した时期的灌溉の緩急点が研究し実施されている。

筆者等は、本実験から短期深水灌溉の水稻に及ぼす作物学的影響を中心として若干の考察を試みたい。但し、この考察も一応前述のような地水温下で行われたものであり、深水処理の程度は軽度になされ、従つてその影響も比較的軽微に止まつたことを念頭に置いて進めるべきであらうと思われる。

尚、この考察には少々仮説的な部分もあり、更に今後の研究によつて、之に対する正しい批判を加えたいと考える。従

つて、一部には寧ろこの課題に対する若干の問題点を提起する形になつている処もあり、調査資料の不足にかゝらず、或る部分では議論の稍々先走つていることのそしりは免がれない。

深水処理の水稻の生育に及ぼす影響としては、先づその促進面については、才1に活着期処理の場面がある。この期の処理では、処理終了後の地上部重量が大となり、苗令の進み方も稍々早くなつている。これは恐らく植傷みの防止から来る有利性によるものと思われる。しかし、この良影響は稲の生長するにつれて漸次消滅し、若干の穂数の減少も加つて、結局最後の収量には変りがない。これは、わが国の西南地方では初期生長の優秀性の意義がさして大きくないことを示しているのであらう。

次には、各処理区とも処理期間中に伸長中の葉の發育の稍々よくなることが認められる。しかし、この影響は大部分は当該葉に限られ後続の葉についてはあまり差異がない。従つて稲の生育経過から見れば一時的の草丈の増加に終つている。尚、この葉の長さの増加を徒長と見ることは本実験の範囲内では妥当ではない。本実験の如き比較的軽度の処理では処理によつて葉の發育を何かプラスに導くものがあるのではないか。しかし、もつと深く且つ長期に亘る処理では恐らく徒長的傾向が主体となつて現れるのであらう。

尚、この葉の發育量の増加は灌漑水中に直接没している期間の長い下位葉期処理の場合に顕著であつて、深水を張つてもその直接的影響を受けることの比較的少い上位葉期処理では漸減する。

才るには、生育前期の処理により葉色が濃化し、稲体のN%の増加を認めることが出来るが、これは寧ろ後述の生育抑制による結果であろうと思われる。而して、かかる処理によるN%の優位性が処理終了後何時まで持続されるか、又比較的生育後期の処理に於ても同様な増加を見るかどうかについても今後に究明されねばならない。若しかゝる事実があるとすれば、恐らく暖地の水稻作としては稔実の良好化と相関連して考慮されるべき点が見出されるのではあるまいか。

筆者等は深水処理の影響は、寧ろ生育の抑制と云ふ点に主点があるように考える。従つて、深水処理の効果をプラスにするためには、その抑制の程度が問題となり、その抑制が強過ぎれば当然マイナスとなるが、逆にそれが却つて生育後期に何らかのプラスをもたらすような場合には増収を來たすであらう。

先づ、地上部については主として分蘖の抑制面が考えられる。この抑制が強過ぎるような場合には絶対穂数の

減少を來たして減収をまぬがれぬが、処理時期によつては寧ろ分蘖体系の規整となつて効果的に尙く場合も考えられる。分蘖の發生様相は処理時期によつてかなり異なり、有効分蘖期中の短期処理では処理終了後も尚分蘖の發生が可能であるので、却つて弱小な分蘖を發生し、そのため弱小穂や無効茎の發生を多くして、稈穂の揃いがわるく、稈実が低下して減収する。しかし、無効分蘖期の処理では無効分蘖の抑制にはたつき、稈穂の揃いがよく一穂重が高まる形となる。本実験に於ては、この期の処理では無処理区に比し稍々絶対穂数が不足したので増収とはならなかつたが、特に暖地の過剰栄養生長に陥り易い場面ではかなりの効果を期待し得るのではあるまいか。

次に、地下部についても深水処理により一時的抑制が認められるものようである。この抑制は恐らく地上部のそれと相関連するものであらうが、深水処理により更に土壤条件についての差異—例えば通気状態など—が起るものとすれば、根の發生、生長に対してのみではなく、既出根の機能についても若干の抑制になるかも知れない。深水処理による土壤の通気性的変化については、本実験では調査されていないので確言は出来ないが、処理後新しい根がかなり地上に露出する事実より見れば、若干問題の存する如くにも思われる。若し、深水により土壤中の酸素が少くなるものとすれば、それが長期に亘る場合は、恐らく根の老化が促進されるであらう。しかし、本実験の如き短期処理の場合には、その機能の一時的抑制に止まるのではなからうか。かゝる根に対する抑制が大き過ぎて処理期間中の稲の生育にかなりの不利をもたらすような場合には終局に於て減収に導かれるであらうが、若し、適度の一時的抑制が却つて既出根の活動生命を延長し、且つ後期の發根力を高め、更に、その根の機能活動を登熟期間にまで繰延べるならば、稈実の良化を招來することになるであらう。この事実については本実験に於ては遺憾ながら確認することが出来ず尚今後の検討に俟たねばならない。暖地の水稻作に於ては、兎角生育後期に於ける根の早期老化が重要な問題となるのであるが、かゝる場面から深水灌漑の効果を考えることは無理であらうか。實際一応の傾向としては、無効分蘖期以降の処理では若干稈実度の良化を示しているのも、こうした一面を物語つていのではないであらうか。笠原氏等<sup>(10)</sup>によれば、深水区は浅水乃至は飽水区に比し、深水処理期間中並びにそれ以後の若干の期間は根の發育が劣つているが、生育の中途から逆転して穂孕期以後は却つて優位の傾向にある。同氏はその原因として、飽水区に於ける雑草の繁茂による抑制とその秋落的傾向

を指摘している。こうした実験結果も上述の推理に対する一示唆を与えているものと解し得るのではあるまいか。この点は今後更に追究する必要がある。

水稻の晩期灌漑栽培法<sup>(23)</sup> <sup>(24)</sup> <sup>(25)</sup> に於ては、生育前期の畑期間に於ける生育の抑制と、幼穂形成期の灌水後の根の活動力の強化によるプラスをねらつて健全型水稻に仕上げているが、こうした効果が、たとえ程度の差はあるにしても深水灌漑によつてもある程度までは可能なのではあるまいか—但し、土壤に対する影響は別として。

深水処理終了直後の稲の新根発生能力については、生育初期の処理では無処理のものに比し明かにわるく、それが穂孕期頃の処理から逆転して良好となる。この原因は発根力検定の際の断根後の稲体の萎凋度が両区に間に差異を示すことから萎凋—延いては地上部の衰弱が逆に発根力を支配しているとも考えられるが、こうした穂孕期より出穂期にかけての処理による発根力の増大は前述の推定を支持する一つの材料となるのではなからうか。

古来水稻に対する灌漑のこととして「穗水」「花水」と云うことが一般に云われており、又場所によつては「土用の深水」と云うことも唱えられている。この中、前者に対しては、その時期の稲体の蒸散量の大きい点と関係づけて説明されており、後者についてはその生理的役割を否定し、単に螟虫防除の効に帰している人もある。しかし、深水灌漑にはこうした面とは別にもつと重要な生理作用を稲に与えているのではないかと考えられる節もあるようである。こうした点はすべて今後の詳細な研究を俟つて考察を進めたいと思う。

## 摘 要

1. 本実験は水稻に対する深水灌漑の基礎的研究の一部として、水稻の生育時期別の処理の影響を究明せんとしたものである。尚補足的に深水処理による雑草の発生、生育の差異並びに地水温の変化をも調査した。
2. 深水処理法としては、水稻の本田生育期を7期に分け各期について10日間の13cm深の深水灌漑を行った。
3. 深水処理の水稻の生育に及ぼす影響としては、葉については (a) 処理期間中に伸長せる葉身長、同幅、葉鞘長の増大—延いては草丈の一時的増加 (b) 葉色の濃化 (c) N%の増加 (d) 苗令進行の若干の遅延 (但し活着期処理のみは少々促進) (e) 稲体乾物率の若干の低下等が挙げられる。
4. 分蘖の発生については、深水処理は抑制的又は遅延的にはたらくが、処理終了期が分蘖発生可能期間内にあれば高次の弱小又は無効分蘖を発生し、分蘖体系を

乱すこととなる。しかし、無効分蘖期処理では無効分蘖の抑制となる。その結果、処理時期により稈穂の揃い方に明らかな差異を生ずる。

5. 地上部重量は深水処理直後に於ては、活着期処理では明かに増大し、有効分蘖前期処理では少々減少する。
6. 地下部重量は処理直後に於ては、概して処理区が若干劣位にある。深水処理は根の発生、生育に対しても若干抑制的にはたらくものようである。
7. 処理直後の稲の根の再生力は、処理により生育の前期にはマイナスに、後期には逆転してプラスにはたらくようである。その中特に明らかなのは、活着期処理の劣位と出穂期処理の優位である。かかる生育後期の処理による発根力の優位性は米粒の稔実に対し一つの有利な条件になるのではあるまいか。
8. 深水処理直後の稲体の早魃に対する萎凋抵抗性は無処理のものに比し却つて強い傾向が認められる。
9. 深水処理期による一株全重、同穂重の差異については有意差は認められなかつたが、一応の傾向としては、穂孕期処理が最も高く、出穂期処理之につき、有効分蘖期間中の処理は、無処理区に比し概して不良影響を示すものようであつた。

更に、上記の収量の差異の傾向を収量構成要素の変化とにらみ合せて考察し裏付けした。

10. 深水処理により雑草の発生は抑制されるが、活着期処理に効果が大きく、且つ処理終了後浅水に戻した場合でも或る期間は後作用的効果を示す。有効分蘖期処理ではそれほどの効果は認められない。この場合既発雑草の生育は却つてよくなる。
11. 供試ポット並びに本田につき、深水処理による地水温の変化を追跡し、本実験成績考察上の参考に供した。
12. 結局、深水灌漑の水稻自体に及ぼす影響としては、温度条件が制限因子とならないような場面では、地上部、地下部に対してともに主として抑制的に作用するものと考えられる。而してその影響を有利に導くためには、地上部に対しては過剰生育の抑制又は分蘖体系の規整に向けるべく、地下部に対しては適度の一時的抑制により根の発生力並びに活力の維持期間を後期に繰延べることによつて米粒の登熟を有利に進めることにあるのではなからうか。従つて、かかる線に沿つた深水灌漑方法を種々の角度から検討することが望ましいと思われる。

## 引用文献

- (1) 荒井正雄, 大槻誠 (1951) 水深と水田野生稗の発芽, 生育との関係 (I) 農及び園 26; 3
- (2) 嵐嘉一 (1954) セイロン島に於ける稲作事情調査報告書 アジア産業協力会
- (3) 青森農試 (1933) 苗代水深の程度と温度並に苗の生育に就て 青森農会報 238
- (4) Dunshee C. F. (1923) Results of rice experiments in 1922. Calif. Exp. St. Bull No. 354
- (5) 深城貞義 (1927) 稲の分蘖に関する研究 (第1報) 灌漑水及び日光供給度, 其他の一二条件の分蘖度に及ぼす影響, 九大学芸雑 2; 5
- (6) 花井藤一郎 (1904) 灌水の多少並に稲の特性と収量との関係 農試報告 29
- (7) 岩永鶴松 (1932) 稲の灌水量と分蘖度, 稈長及び収量との関係に就きて 水原高農創立25周年記念論集
- (8) Jones. J. W. (1933) Effect of depth of submergence on the control of barnyard grass and yield of rice grown in pots. Journ. Amer. Soc. Agr. 25; 9
- (9) 加藤茂苞, 安田貞雄 (1925) 深く灌漑せられたる稲の倒伏し易き原因について 九大農芸雑 1; 2
- (10) 笠原安夫, 本下收 (1952) 水田雑草ヒエの防除に関する研究 (第1報) 水稲の深水栽培がノヒエの防除及び稲の生育収量に及ぼす影響 (1) 農学研究 40; 3
- (11) 近藤万太郎 (1921) 苗代の温度の研究 農学会報 223
- (12) " (1922) 苗代に於ける種籾の発芽及び生育に就いての研究 農学会報 240
- (13) 難波得三 (1930) 水田の温度に就いて 日作紀 2; 1
- (14) 永富 (1952) 伸び行くイネの深水栽培, 農業朝日 7; 1
- (15) 佐藤庚 (1950) 水稲の湛水灌漑に関する研究 (1) 継続せる湛水が生育及び稈の構造に及ぼす影響 日作紀 19; 1~2
- (16) 佐藤庚 (1951) 水稲の湛水灌漑に関する研究 (2) 継続湛水が生育及び分蘖系に及ぼす影響 日作紀 20; 1~2
- (17) 佐藤庚 (1951) 野生稗に関する研究概観 農及び園 26; 10
- (18) 酒井寛一 (1949) イネの冷害と深水灌漑 農及び園 24; 6
- (19) 杉谷文之 (1953) 水稲の深水直播栽培法 農及び園 28; 1
- (20) 田中稔 (1938) 苗代水温上昇度を左右する気象要素の検索 日作紀 10; 2
- (21) 東条健二, 佐藤庚 (1951) 水稲の灌漑 綜合作物学 食用作物篇
- (22) 八鍬利助 (1932) 水深を異にする苗代の温度に就いて (第1報) 農及び園 7; 5
- (23) 天辰克己, 其の他 (1954) 水稲直播栽培に於ける灌漑時期に関する研究 九州農試彙 2; 2
- (24) 北村英一 (1951) 水稲直播栽培に於ける灌漑時期に関する研究 中国四国の農業
- (25) 高井静雄, 渡辺徳太, 来島義一 (1953) 水稲の晩期灌漑栽培に関する研究 山口農試研究彙 1
- (26) 吉岡金市 (1947) 水稲の直播栽培法

## SUMMARY

1. This study was carried out with an object of clarifying the flooding effects of the different stages of growth to rice plant, as a part of the fundamental studies of short-termed flooding irrigation for rise culture.

Concurrently, supplemental investigations were also made for appearance and growth of weeds as well as the variation of temperature of water and soil in connection with flooding irrigation.

2. As a method of flooding treatment, as shown in Table 1, the growing stage of rice plant was divided into 7 stages, and for each stage flooding was kept for 10 days at 13Cm. in depth of

water. The depth in control plots was always kept at nearly 2Cm.

3. The effects of flooding treatment on the growth of rice plant are as follows:

(a) The length and Width of leaf blade put at the developing stage in treatment period are somewhat prolonged, so the height of plant becomes taller temporarily.

(b) The color of leaves is darkened and their nitrogen content becomes also high.

(c) The appearance of new blade is somewhat delayed.

(but quickened in transplanting stage treatment only)

(d) The dry-matter percentage of plant body becomes low.

4. As for tillering the flooding irrigation has remarkable influence on it, either oppressively or tardily.

When the treatment falls on within the tillering stage, the tillers come out weakly from high nodes, otherwise become as unavailable tillering and the tillering system is disturbed.

The treatment in unavailable tillering stage, however, may avoid useless tillerings. Consequently, the difference about unevenness of panicle and culm developments can be recognized between the stages of treatment.

5. A rice plant, immediately after flooding treatment increases in top weight distinctly at transplanting stage treatment, but decreases at the treatment belonged to earlier available tillering stage.
6. The weight of root of a plant, immediately after treatment is noticed some inferiority compared with normal plant as a rule. These treatments are supposed to give some checking effect on the appearance and growth of roots.
7. The regenerative power of root of a plant, soon after treatment, are supposed to be appeared as minus in earlier stage treatment, but as plus in later stage ones. Above all, we can recognize markedly obvious effect of the inferiority in the transplanting stage treatment and of the predominance in the heading stage treatment.

In latter case, this effect may give better ripening of grains.

8. The durability to withering in drought of plant immediately after flooding treatment is more stronger than that of control one.
9. The total and panicle weight of a plant have no significant differences between the each flooding stage.

But, as a rule, they are highest at the booting stage and at the heading stage, they come to the next to follow. The treatment during available tillering stage shows some inferior result to control one.

To add to the above explanation, further proof was also made from the components of yield.

10. The appearance of weeds are oppressed by flooding treatment, and its effect is most effectively in the transplanting stage. After above treatment, the weeds receive some after-effective action for some extent of time even though when they are sent back to shallow water.

In the available tillering stage treatment only little oppressive effect is obtained, but the growth of weeds that have grew before treatment turns out rather more vigorously on the contrary.

11. By our survey on the variation of temperature of water and soil both in the test pot and the paddy field, many references are obtained to consider about the results of these data.
12. In conclusion, in the case that temperature condition should not be the limiting factor, the direct effect to rice plant itself in the flooding irrigation is chiefly due to the oppressive actions both to top and root growth.

In order to lead these oppressive effects to the favorable side, for the growth of top, it is considered to control its over-growing, or else to regulate the system of tillering normally.

And, also, for the growth of root, by putting temporary and proper checking of root growth as well as by elongation of its duration of vital power until later stage, the better ripening of grains can be obtained, we suppose.

It is therefore, desirable to take up more topics from every angles along the favorable line with the method of flooding irrigation.