

透水不良水田の水管理が根圏土壌の酸化還元， 水稲の養分吸収に及ぼす影響

塩島 光洲・千葉 隆久

(宮城県農試)

1 ま え が き

透水不良水田においてかんがい水の畦畔漏水を防止して、中干し・間断かんがいなどの水管理を実施した場合に、根圏土壌の水分減少乾燥は、根圏下土壌より上昇する毛管伝達水と、降雨による水分増加から水稲根による吸水および田面より蒸発する水分減少の差引きによって示される。すなわち、透水良好な水田における場合と異なる点は、地下水位の高低による根圏下土壌水分の上昇あるいは根圏土壌水分の降下透過を無視しうるが、一面において根圏土壌の乾燥は全く気象的因子(降水と蒸発散)により支配され、人為的な関与をほとんど不可能としている。本報告は1969, 1970の両年において得られた結果に基づくものであるが本

文中において述べるごとく、両年とも稲栽培期間の全般または一時期を通じて平年に比べ異常な程度に降水量が少なく、したがって根圏土壌の水分減少・乾燥もかなり進み試験計画において、期待したほどに中干しあるいは間断かんがいによる土壌水分の減少が可能となったことを特記する。

2 試 験 方 法

1 試験圃場および土壌の理化学性の概要

仙台市原町宮城農試圃場(灰褐色土壌粘土型)、日減水深(6 mm)、日透過量(0.3 mm)の透水不良水田でその理化学性は第1表に示した。なお、圃場地下水位は50 cm以下で低い。

第1表 試験圃場土壌の理化学性

土層 No	層位	土性	Silt	Clay	透水係數 (未風乾土)	pH (H ₂ O)	T-N	T-C	C.E.C.ex-CaO	Fe ₂ O ₃ [*]	MnO ^{**}	
	cm		%	%	cm/日		%	%	me	me	%	mg
1	0~11	L i C	10.3	39.7	5.3 × 10 ⁻⁵	5.20	0.18	1.34	16.42	4.29	1.28	9.5
2	~19	L i C	21.5	30.4	1.7 × 10 ⁻⁷	5.68	0.17	1.28	16.83	5.08	—	—
3	~65	L i C	29.2	29.1	2.1 × 10 ⁻⁷	5.65	0.05	0.26	16.43	5.20	0.75	3.7

*遊離酸化鉄 **易還元性マンガン 乾土100g当り

2 試験区の構成および水管理規準

第2表に示す。

第2表 試験区の構成

No	区 名	水 管 理 の 規 準
1	常 時 湛 水	入水5月18日~落水9月8日
2	中 干 し	pF 2.2 6月30日~7月23日 日中干し後は間断かんがい
3	間断かんがい	活着6月3日より pF 1.4 まで

間断かんがい区の上記 pF 指標は、作土田面に軽微な亀裂が生成し始まる段階であり、また、中干し区のそれは、幅2~3 mm・深さ2~3 cm以下の亀裂が畦間はもちろん株間に至るまで生成する程度に土壌の乾

燥が進んだ状況であり、これらの水管理指標の是非については当然論議の多いところであるが、一応亀裂の生成という肉眼的な、かつ、慣行的な規準を採用した。なお、間断かんがいは活着時、中干しは有効分けつ終止期より開始したが、中干しの終了期については中干し前半降水多く、上述の程度まで土壌乾燥が到達した時期が7月23日であった。落水期は出穂期より30日とした。

3 その他の供試条件

- (1) 供試品種 ササニシキ
- (2) 栽植密度 30×15 cm, 2.22株/m²
- (3) 1区面積および連数 45.6 m², 2連制
- (4) 施肥条件 窒素・りん酸・加里ともに7 Kg/10 aを施用(硫加里ん安使用)。
- (5) 田植 5月20日

3. 試験結果

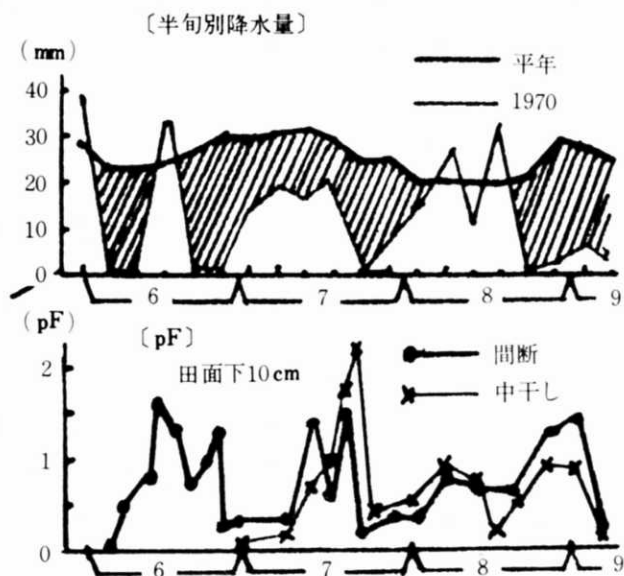
1 土壌水分の消長と降水量 第1図に間断区・中干し区の土壌水分と半月別降水量を示した。土壌水分は活着後から6月25日までは作土層から採取した試料を熱乾法にて測定しpF値に換算した。それ以降はテンションメーターの測定部分を作土下層10cmに埋設して調査した。なお、晴天無降雨状態下において落水後の土壌水分の減少を経時的に追跡した結果を第3表に示した。無降雨状態ではpF 1.5の土壌水分に到

第3表 落水後の土壌水分pFの経時変化

項目 \ 日数	1	2	4	6	10	15
水分容積	63.0	55.5	50.1	46.2	38.0	33.7
空気容積	8.7	10.5	15.0	16.7	18.0	19.5
含水比(%)	42.6	36.4	34.9	33.2	25.8	22.8
pF	0.2	1.0	1.5	1.7	2.7	3.3

注. 1969; 9月5日以降調査

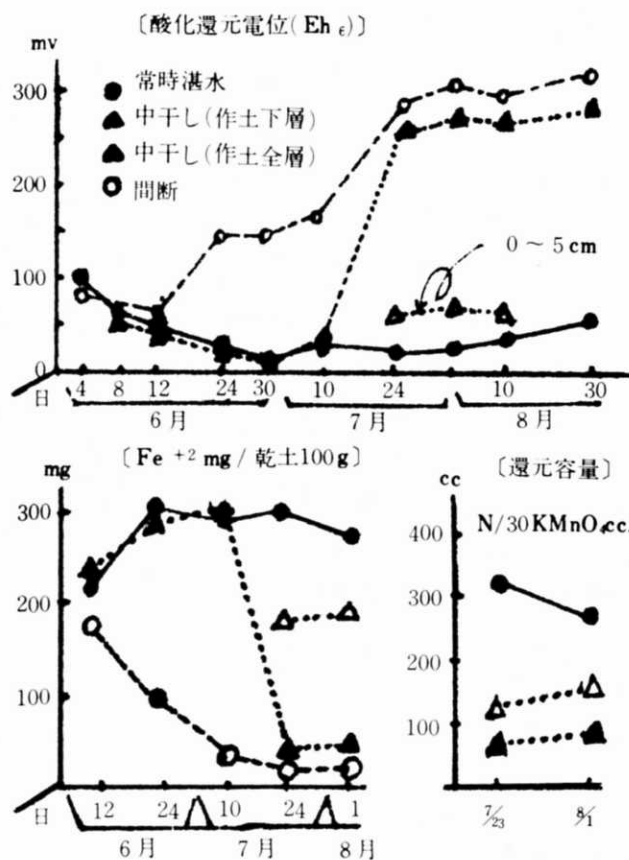
達するために4日以上、pF 2.2付近まで低下するためには8日以上晴天日数を要するとみられる。間断かんがい区において作土表層に亀裂を生じたのは6月9日間断かんがい後7日目であった。亀裂の生成と土壌水分pFとの関係は前述のとおりであるが、土壌の乾燥により田面凸所では塑性は強くなり、凸所より水分減少の遅れる凹所は、液性が残るために土壌乾燥による収縮の水平応力の弱線である凹所から亀裂は発生



第1図 降水量および土壌水分の消長(1970)

し始める。足跡による凹所が多く、かつ、株間に比べ水稲根群密度の少ない畝間に初期の亀裂は発生し、次いで株間に及ぶ。中干しに入り7月5日から13日まで日照はゼロで連日小雨のため土壌水分は全く減少しなかったが、14日以降は順調に乾燥して、7月23日には田面下10cmの土壌水分はpF 2.2を示したが、この時点で田面下20cmのpFは1.7を記録した。6~8月の降水量は平年に比し75.0%以下であるが、とくに6~7月期の小雨が第1図にみられるように本年の特徴である。

2 土壌の酸化還元動態 酸化還元電位は常法により白金電極挿入30分後に測定、二価鉄は0.2%塩化



第2図 根圏土壌の酸化還元動態について

アルミニウム溶液の浸出法、還元容量は0.02N硫酸浸出液につき過マンガン酸カリ溶液の電位差滴定を行なって乾土100g当りで表示した。間断かんがい区では水管理後20日、間断かんがい2反覆の後によくEhの上昇・二価鉄の減少が明らかとなった。中干し区では中干し後10日間は上記のような水分状態で酸化的な様相を示さず、中干し24日後(脱水が順調に経過して10日後)には酸化的動態を示した。しかし、中干し区作土下層部の分析値からうかがえるように酸化的方向への拡がり立体的にはもちろん、水平的にも

かなり不均一であって、亀裂の深度と密度あるいは気相の存在状態とその量的関係から酸化還元系の動態を把握することが必要であろう。

3 稲体の養分吸収に及ぼす影響

(1) 乾物生育量と窒素吸収との関係を第4表に示した。生育量は間断かんがいにより有効分けつ終止期

第4表 乾物生育量と窒素吸収の変化

項目	区名	月日				
		6/30	7/10	7/24	8/10	9/30
乾物重 (g/m^2)	湛水	190	315	569	877	1196
	中干し	196	312	578	866	1177
	間断	164	298	506	777	1002
茎葉の N %	湛水	2.43	1.82	1.40	1.75*	0.58
	中干し	2.60	1.64	1.20	1.88	0.58
	間断	2.19	1.55	1.05	1.93	0.63
N 吸収量 (g/m^2)	湛水	4.62	5.73	7.97	8.90	10.10
	中干し	5.10	5.12	6.94	7.73	9.32
	間断	3.59	4.62	5.31	7.35	8.37

* 葉身；出穂期 8月10日

までに減少し、窒素濃度の低下、窒素吸収量の減少が明らかとなるが、生育後半の窒素吸収状況は湛水区・中干し区に比べて全く遜色はない。中干しによって茎葉の窒素濃度は中干し終期には低下し、窒素吸収量も減少するが、乾物生育量は中干し終期までには減少せず、その後出穂期までの経過において若干生育量の減少を示した。出穂期の葉身窒素濃度は生育量とは全く逆に生育量の少ない間断かんがい区が高く、生育量の大きい湛水区が最も低い葉身窒素濃度を示した。以上のように水管理によって、まず窒素吸収の低下ないし抑制があり、引き続いて、窒素吸収の変化に伴う生育量の変化が現われる。窒素吸収の低下・停止と同時に生育量の減少、停止が惹起する土壌水分状態は、本試験におけるpF範囲よりさらに高いpFレベルにあると推測されるが、土壌中の施肥残存窒素濃度の高い生育初期ほど、水管理による窒素吸収の抑制効果、生育量の調整効果の大きいことが、透過量の少ないこの種水田でも認められた。

(2) 他の無機養分の吸収(第5, 第6表)

その他の無機養分の吸収に現われた水管理の影響の特徴的差異をみると、鉄含有率の低下、マンガン含有率および珪酸含有率の上昇がきわめて顕著に現われた。したがって、鉄/マンガンの濃度比は増大するが、間断かんがいでは7月10日、中干しでは出穂期におい

第5表 養分吸収量の変化 (成熟期： g/m^2)

養分 区名	N	P_2O_5	K_2O	Fe_2O_3	Mn_2O_3	SiO_2
湛水	10.10	4.56	16.9	0.34	0.50	112
中干し	9.32	5.07	15.9	0.25	0.63	112
間断	8.37	4.46	13.5	0.22	0.58	103

第6表 茎葉のFe/Mn濃度比と珪酸濃度(%)

項目	区名	月日			
		6/30	7/10	7/24	8/10
Fe/Mn 濃度比 (%)	湛水	127	145	97	176*
	中干し	130	136	138	388
	間断	150	304	312	411
SiO_2 (%)	湛水	5.40	6.05	6.63	13.86*
	中干し	5.70	6.02	7.26	14.62
	間断	6.28	6.62	8.24	14.11

* 葉身部

てこの傾向が認められ、作土が明らかに酸化的動態を示す時期からいずれも15日以上を経過している。りん酸およびカリ含有率については、水管理による差異を認めがたい。マンガンおよび珪酸の吸収量は間断かんがい区においても湛水区より多くなった。

3 要 約

好天、少雨の気象条件下で透水不良水田における地上水管理～間断かんがい・中干し～を実施し次の結果を得た。

1 土壌酸化還元動態は、pF 1.4以上の土壌水分をある期間保持することにより酸化的方向へ支配することができる。pF 1.4は亀裂の発生初期水分である。

2 水管理による窒素吸収の抑制、鉄/マンガン濃度比の増大、珪酸含有率の上昇など稲体内栄養条件に及ぼす影響を認めた。