

異常根圏環境下における水稻根群の生育について

田中典幸・野相師康*
 (佐賀大学農学部・福岡県田川農業改良普及所)

北部九州における、かつての筑豊炭田では現在鉱害復旧事業により水田の基盤整備が実施され、その面積は8,000 haにおよんでいる。しかし、炭坑閉山後十数年を経た今日でもいまだ鉱内水の流入や微粉炭の堆積によりきわめて異常な環境にある水田が多く残っている。そこで、このような異常な根圏環境下での水田における水稻の根群形態について調査したので、その概要を報告する。

実験材料および方法

調査場所として福岡県鞍手郡内の各地に、標準田区 (pH(H₂O) 6.9)、微粉炭田区 (pH 7.6)、強酸性田区 (pH 4.9)、アルカリ田区 (pH 6.3) の4地区を設けた(第1表)。供試品種にあそみのり(福岡県奨励品種)を用いて、6月22日移植した。施肥量および施肥体系は福岡県の基準で行なった。植付け本数は1株1本植(根系調査)と3本植(収量調査)に分け、1本植えについては主稈出葉を調査し一週間おきにエナメルでチェック

第1表 各試験区における灌漑水の水質

項目	pH(H ₂ O)	EC μv	CaO ₂ ppm	Na ₂ O ppm	SO ₃ ppm	NH ₄ -N ppm
標準区	7.1~7.2	460~600	1-1	345~475	134	0.47~1.0
微粉炭区	7.2~7.4	430~700	1-1	25~475	652~1132	1.2~3.5
強酸性区	2.5~3.5	2000	200~300	50~60	800~900	-
アルカリ区	7.9~8.1	660	48	(76)	458	-

※水質の分析値は、福岡県立農業試験場鉱害試験地で測定したものである。

- 標準区……………六田川
- 微粉炭区……………新川
- アルカリ区……………徳丸池
- 強酸性区……………長谷溜池

した。各区の灌漑水のpHとECを定期的に測定した。草丈、茎数および収穫物調査は作物調査基準に従った。根の活力は水中溶存酸素吸収量をもって示した³⁾。根重はコアサンプラー(長さ50 cm, 管の内径10 cm)を株を中心に25 cmの深さまで打ち込み、その中に含まれる根の乾物重を5 cmの土層別に求めた。発根力は8月3日に各区稲株の主稈をとり出し、その根を切断した後、標準水耕液(木村氏, pH 5.5)、強酸性灌漑水(pH 2.5)、アルカリ性灌漑水(pH 8.2)に一週間水耕したのち形成された根群を調査した。根群の分布は出穂期にモノリス法によ

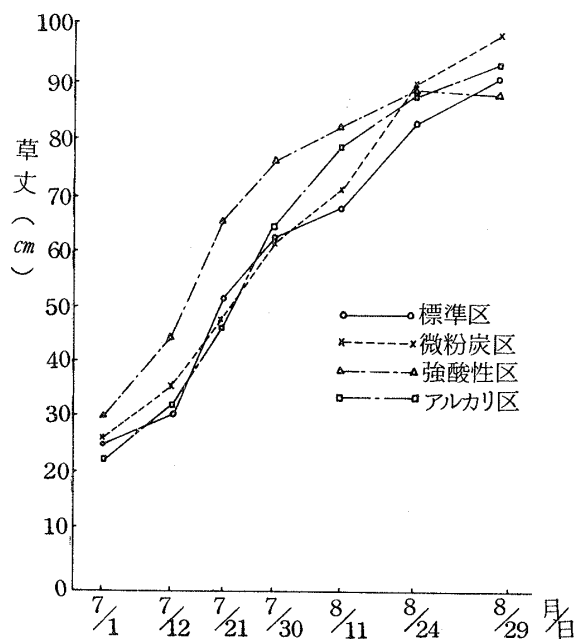
て観察した。根の形態は1本植えの稲株から主稈の根だけを選び出し、節位別に分けて調査した。

実験結果

1. 草丈および茎数

まず、微粉炭区における草丈の伸長は、初め標準区と変りなかったが、最高分げり期以後急速に伸長し、出穂期(8月29日)には標準区より7.5 cmも長く、有意差が認められた。茎数については差は認められなかった。強酸性区ではpHが低いにもかかわらず初期生育が旺盛で、幼穂形成期頃まで草丈、茎数は標準区にまさった。

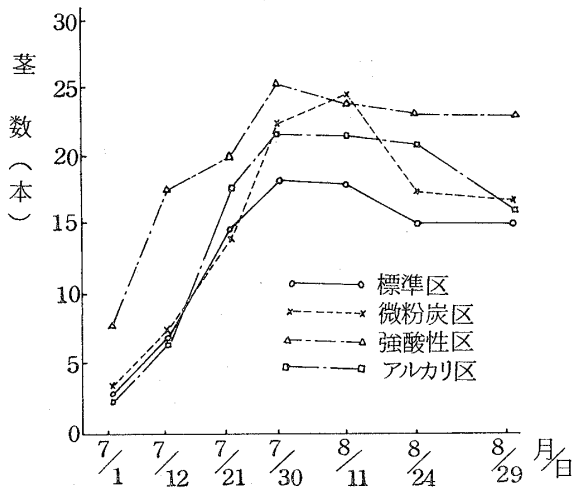
穂ばらみ期以後の草丈は、強酸性区ではその伸長が停止してしまつた。このことは根系の障害と関係があると考えられ後述する。アルカリ区については活着が標準区より遅れたため、初期の草丈の伸長および茎数の増加は標準区より劣つたが、幼穂形成期以後は逆に優る傾向がみられた(第1,2図)。



第1図 草丈の推移

2. 葉身長および葉巾

穂揃期に各区の主稈の上位3葉について、葉身長および葉巾について調べた(第2表)。その結果、微粉炭区の葉身長が止葉、二葉、三葉とも標準区より短くなった。強酸性区およびアルカリ区では、止葉、二葉、三葉はともに狭く有意差が認められた。微粉炭区および強酸性区では差は認められなかった。アルカリ区では葉巾が狭くなることにより葉が直立して受光態勢は良くなった。



第2図 茎数の推移

第2表 葉身長および葉巾

項目区	測定部位	止葉	次葉	三葉
標準区	葉身長 cm	28.0	41.3	43.5
	葉巾 mm	12.3	11.3	9.3
微炭粉区	葉身長 cm	** 22.1	** 32.2	*** 37.5
	葉巾 mm	11.6	10.7	10.0
強酸性区	葉身長 cm	27.2	40.7	** 37.9
	葉巾 mm	11.6	10	8.7
アルカリ区	葉身長 cm	28.8	40.6	38.3
	葉巾 mm	** 10.3	*** 8.4	*** 7.6

3. 根の活力

幼穂形成期(8月7日)の調査では(第3表)環境条件の悪い区ほど活力が低く、標準区>アルカリ区>微粉炭区>強酸性区の順であった。出穂期の調査(8月29日)では根の重量が最大となり新根の発生が多く、第3次根、第4次根の発根が著しいため、一時的に根の活力は高ま

第3表 根の活力

項目区	水1ℓの/根(乾物)の量, 1gが12時間処理後, 水中溶存酸素を吸収した量	
	層位	
	8月7日	8月29日
	土層 0~2.5 cm	
標準区	5.3 mg	6.9 mg
微粉炭区	1.7	4.8
強酸性区	0.9	5.9
アルカリ区	3.5	4.7

るが、この時期でも標準区に比較して、微粉炭区、強酸性区、アルカリ区では根の活力の低下が認められた。

4. 断根後の発根力

8月上旬に、各区の主稈を断根後それぞれの水耕液で水耕し、発根状況を測定した(第4表)。その結果、強酸

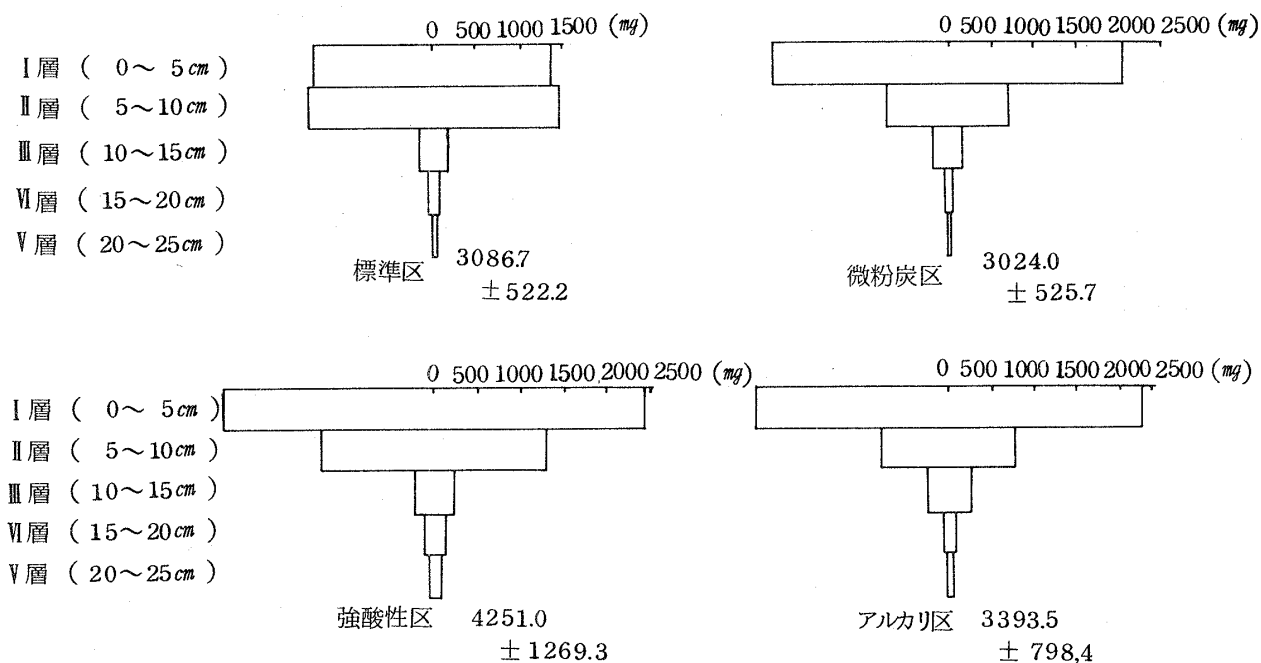
第4表 断根後の発根力 個体当たり

項目区	水耕液の種類	冠根の発根数	根長
標準区	木村氏B培養液 pH55	12.9 本	40.5 mm
	強酸性灌漑水 pH25	12.0	6.5***
	アルカリ性灌漑水 pH82	8.5***	26.0
強酸性区	木村氏B培養液 pH55	16.5***	12.0**
	強酸性灌漑水 pH25	18.5***	9.0**
	アルカリ性灌漑水 pH82	8.5	6.5**
アルカリ区	木村氏B培養液 pH55	10.0	35.0
	強酸性灌漑水 pH25	7.5*	6.0**
	アルカリ性灌漑水 pH82	8.0	25.0*

性区で育った稲の発根数には影響はみられなかったが、冠根長は明かに抑制される傾向が認められた。アルカリ区で育った稲は、木村氏B液では発根数は多かったが、強酸性の水耕液およびアルカリ性水耕液では発根数が減少した。また、根に対する各区の灌漑水の影響について見ると強酸性灌漑水は根の伸長に影響をおよぼし、アルカリ性の灌漑水は発根数に対する影響が大きく根長への影響は少なかった。

5. 出穂期における根の分布

コアサンプラーによる根重測定⁴⁾の結果は(第4図)、1層(0~5cm)において微粉炭区、アルカリ区および強酸性区とも標準区より多いが、2層(5~10層)では3区とも少なかった。モノリス法による調査では、標準区で根腐れが少なく表層(0~5cm)に大部分の根が分布しており、また、酸化鉄が付着して健全であるのに対して、微粉炭区では根群の発達が悪く根は0~10cmの層に分布しており、白色根が多く根腐れも目立った。アルカリ区も微粉炭区と同じ根群形態を示し、特に下層の根腐



第3図 出穂期の根重(層別乾重: 8月29日)

れがひどく根色は暗褐色を呈した。強酸性区では、灌漑水に多量のFeO₃が含まれているために根色は明るい赤褐色を呈しており根腐れがなかった。一方、第Ⅳ層(15~25cm)における根の分布はバラツキが多く均一ではなかった(第3図)。

6. 冠根の形態

節位別の冠根数を第5表に示した。微粉炭区は6, 7, 12節, 強酸性区は6, 7, 8, 9節, アルカリ区は5, 6, 7, 8節において標準区より少なかった。特に強酸性区は下位節を除いて各節とも6~7本少なかった。冠根の太きさは(第6表), 強酸性区の8, 9, 10, 11節において細くなる傾向が明らかに認められた。冠根の屈曲数(第7表)は強酸性区が標準区より明らかに多かった。第2次根の密度は第8表のように微粉炭区の9節で差が認められ, 他区では差が認められなかった。第2次根の長さには(第9表), 最高分げつ期の7節と幼穂形成期の11

節に区間差が認められた。強酸性区ではさらに9, 10, 11節で短かかった。第3次根の密度は(第10表)微粉炭区で, 強酸性区は7, 10節, アルカリ区は6, 7, 11節で少なかった。特に強酸性区の11節は根の発生が認められず8, 9節からは上位根のみが認められた。逆に, 微粉炭区, アルカリ区は12節で第3次根の発生がみられた。なお, 強酸性区は8, 9節根に第4次根が形成され, 標準区では11節に第5次根の形成が認められた。これに対し, 微粉炭区, アルカリ区では第3次根が認められるにとどまった。第3次根の長さは強酸性区で7, 10節, アルカリ区では5, 7, 11節で短くなった(第11表)。

7. 収量

収量調査の結果を第12表に示した。1m²当たり有効穂数および有効茎歩合ともに強酸性区が高かった。しかし, モミ/ワラ比は他区に比べて低かった。平均一穂全粒数は56.3粒と低かった。登熟歩合は微粉炭区が劣った。玄米粒重はアルカリ区では高く, 強酸性区では明らかに低

第5表 節位別の冠根数(主稈)

調査時期: 出穂期 8月29月
(6~10個体供試)

試験区	節位別の冠根数 (主稈の1本当りの各節の本数)				
	5	6	7	8	9
標準区	9.3	14	13.3	13.3	13
微粉炭区	5.8	5.8***	7***	9.8	7.8
強酸性区	12.3	7***	7.8***	6***	4.5***
アルカリ区	7.5***	6.3***	8.9***	9***	10.8

第6表 冠根の太さ

区	主稈の節位 (mm)				
	8	9	10	11	12
標準区	0.97	1.06	0.85	0.8	0.21
微粉炭区	0.95	1.05	0.96	0.85	0.63***
強酸性区	0.75***	0.7***	0.59***	0.59***	—
アルカリ区	0.91	0.96*	0.92	0.8	0.55***

第7表 冠根の屈曲数
(基部から5~7cm間の2cmについて)

区	節位	主稈の節位				
		8	9	10	11	12
標準区		1.3	1.3	1.3	1.3	0.8
微粉炭区		1.8	1.6	1.4	1.6	1.2
強酸性区		3.1***	4***	3.7***	1.7	—
アルカリ区		1.1	1.1	1.9	1.8	0.7

かった。不稔籾(糶)は、標準区に比較して微粉炭区、強酸性区、アルカリ区ともに多くなった。収量は玄米千粒重の高かったアルカリ区が高かった。

考 察

異常環境下の土壤理化学性によって、根群の形態、根³⁾色および活力が異なってくる。特に強酸性区では上位節

第8表 第2次根の密度(2cm間)

区	節位	主稈の節位(本)				
		8	9	10	11	12
標準区		2.07	9.4	14.9	2.07	—
微粉炭区		25.6	21.1*	21.7	22.9	15.2
強酸性区		21.3	12.2	7.2	9.1	—
アルカリ区		23.4	19.9	20.3	21.3	4.8

になるほど発根数が少なく、また、冠根も細いばかりか第2次根長が短くなり、第3次根の密度も減少した。さらに、根の活力も低下した。これらのことが、幼穂形成期以後の生育を悪化したものと考えられる。また、強酸性灌漑水はFe₂O₃含量が多く、そのため根色が赤褐色を呈した。しかし、根端の生長点が障害を受けるものが多

第9表 第2次根の長さ(2cm間)

区	節位	主稈の節位(mm)				
		7	8	9	10	11
標準区		22.8	10.1	13.0	18.9	24.9
微粉炭区		10.2***	12.1	9.2	9.2	7.2***
強酸性区		6.9***	8.4	7.4*	1.9***	0.5***
アルカリ区		10.0***	7.5	8.5	11.9	7.1***

第10表 第3次根の密度(冠根2cm間)

区	節位	主稈の節位(本/2cm)				
		7	8	9	10	11
標準区		45.3	10.1	40.3	57.1	90.4
微粉炭区		17.7	11.1	21	22.8	13.7***
強酸性区		10.8*	19.4	14.1	8.3***	—
アルカリ区		5.6*	2.0	6.5	33.1	12.3***

第11表 第3次根の長さ

区	節位	主稈の節位(cm)				
		7	8	9	10	11
標準区		3.4	4.3	2.5	8.8	5.9
微粉炭区		2.2	1.8	1.9	2.5	2.7
強酸性区		1.1***	2.5	1.6	0.1*	—
アルカリ区		1.5***	0.5	1.2	2.7	1.0***

第12表 収量

項目	区	標準区	微粉炭区	強酸性区	アルカリ区
1m ² 当り有効穂数(本)		370	373	492	398
有効茎歩合(%)		74.9	73.9	89.6	75.4
モミ/ワラ比		1.1	1.0	0.8	1.0
不稔籾(糶)(%)		2.8	4.1***	3.9***	6.2*
平均一穂全粒数(粒)		720	686	56.3	65.0
登熟歩合(%)		85.7	81.8	85.9	87.9
玄米千粒重(g)		23.1	23.1	22.4***	24.5***
収量(kg 10a)		527.3	483.5	533.0	577.1

く、冠根の屈曲数が多いにもかかわらず第2次根数は多くなかった。なお、一穂粒数は極端に減少する傾向が認められた。アルカリ区では、生育初期から根腐れが発生し、冠根数が減少した。地上部では葉身の葉巾が狭くなる傾向がみられた。微粉炭区は石灰アルカリ性を呈していたが、湛水状態では還元が激しく、白色根が多く確認された。これらの根は出穂期以後、硫化水素などの有害物質の影響をうけて活力が低下し、登熟歩合を低下させる原因になっているものと考えられた。また、微粉炭の集積したきわめて物理性の悪い環境下にあるため、各節位の冠根数が少なかった。その結果補償的²⁾に第2次根、第3次根の密度が増加する傾向が認められた。なお、微粉炭区は秋落ち現象とともにゴマ葉枯病が多発した。

引用文献

- 1) 藤井義典：稲、麦における根の生育の規則性に関する研究、佐賀大学農学彙報 12, 1~177 (1961)
- 2) 星川清親・北條良夫共著：作物その形態と機能 作物の根, 166-185 農業技術協会 (1976)
- 3) 川田信一郎・山崎耕宇・石原愛也：水田における根群の形態形成について、とくに土壤環境を考慮した場合の一例、日作紀 38, 434~441 (1969)
- 4) 田中典幸：多収稲根群の形貌とその生育環境、農及園 51(3), 377~380 (1976)