

# 稗麦の生育障害に対する生化学的研究

## I. 酸性土壌の障害の品種による差異

斎藤 文次

九州農業試験場

SAITO, B. Studies on the Causes of Poor Growth of Naked Barley  
from the View Point of Biochemistry

### I. Difference between Varieties for Acid-soil Injury

#### 緒 言

麦類の耐酸性は、その種類によつて差異があるばかりでなく、品種によつてもまた差異があるものであつて、池田(1952)はこの品種による差異は根の細胞液の緩衝作用及び根に対する Aluminon 試薬による呈色反応と密接な関係があることを報じた。著者は共同研究者と共に1952から、九州地方に栽培される稗麦品種中から春播性の程度を異にする赤神力及び島原の2品種を選び、肥料成分欠乏に対する抵抗性の差異について圃場試験を行つてゐるが、たまたま両品種間の耐酸性に顕著な差異のあることを認めたので、土壌反応と幼植物の根系及び Biological activity に関係があると思われる2, 3の事項との関係について実験を行つた。ここに報告するのは、上記の圃場試験及び室内実験の概要である。

#### 試験方法並に成績

##### 1. 圃場試験

供試品種赤神力及び島原の特性は、その春播性の程度を福岡農試(1942)の成績によつて見ると、前者は4月5日播で完全出穂するのに対して後者は2月17日播で異常少数出穂となり、また藤吉(1953)によると播種期の変動による収量の変動はその変異係数が前者の21.4に対して後者は56.2である。供試種子は赤神力は福岡農試に島原は長崎農試に夫々依頼して分譲をうけた。両品種共に発芽率及び発芽勢良好で両者間に殆んど差異が認められなかつた。

圃場は土壌は植壤土で沖積層と洪積層との中間に位し、水田を転換した畑であつて、数年間夏冬共に硫酸・過石・塩加及び消石灰を施して畑作をした石灰施用区と、硫酸・過石及び塩加を施して畑作をした石灰無施用区を供試した。両区共に夫々5地区を用いたのであるが、その土壌反応は地区によつて相当の変異があり、石灰施用区は  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$  5.2~6.0・平均5.7で、石灰無施用区は3.9~4.6・平均4.3である。

試験方法は、4.4坪の各地区に畦間2.3尺の6本の作条を設け、夫々3本の作条に赤神力を他の3本には島原を無作意に配置し、前者は11月25日に後者は

11月20日に夫々段当3升の割合で播種した。肥料は石灰施用区には消石灰を段当20貫施したが、その他の肥料は両区共通に基肥として段当硫酸4.2貫・過石10貫・塩加3貫を施し、2月10日及び3月10日の2回に夫々硫酸4.2貫を追肥した。

発芽は各区共に良好であつたが12月下旬に至り、石灰無施用区の赤神力及び島原の草態に顕著な差異を示し、赤神力の幼植物は殆んど正常の草態であるのに対して島原では葉色劣り葉端黄化して貧弱な草態になつた。この差異は生育の進むに伴つて益々著しくなり3月上旬には、島原は葉端から基部に向つて白く枯れ生存部は色が淡く葉脈に添つて白化し、分けつは極めて少く生育が著しく遅延するに至つた。4月中旬には赤神力は殆んど正常に近い草態でしかも正常に出穂したが、島原は枯死した個体が多く局地的に残生した個体も不正常の草態で出穂も著しく遅延した。写真1及び2に圃場における両品種の差異を示した。

収量の差異は5地区の平均値で次表に示したが、赤神力では石灰施用区と石灰無施用区との収量に殆んど差異がないのに対し、島原では石灰無施用区の収量が著しく低く子実重で石灰施用区の僅かに27%に過ぎなかつた。

第1表 土壌反応が収量に及ぼす影響の両品種の差異

品 種	事 項	石 灰	石 灰
		施用区	無施用区
赤神力	全 重 { 段当貫 比 率	203 100	229 101
	子実重 { 段当貫 比 率	68 100	77 101
島 原	全 重 { 段当貫 比 率	189 100	62 33
	子実重 { 段当貫 比 率	67 100	18 27

##### 2. 根 系 調 査

土壌反応が幼植物根に及ぼす影響の両品種の差異を見るため、両品種の種子を4月25日に石灰施用区及

び石灰無施用区に下種し、42日後に幼植物を根を損じないように注意して堀取り水洗して根系を調べた。その結果は、第2表に示すように土壌反応は根の長さに影響し、その程度は赤神力に較べて島原において著しいことを認めた。また、土壌反応の影響は根の長さ以外の点でも認められ、石灰無施用区の島原の根は短かく太くなり、枝根及び根毛の数が少く且つ短かく、淡褐色を帯び、細かく曲りくねつた部分があつて石灰

第2表 土壌反応が幼根に及ぼす影響(圃場)

品種	土壌の pH (H <sub>2</sub> O)	葉令	高さ	根数	根の長さ
赤神力	5.9	1.5	cm 10.0	5.0	cm 30
	4.7	1.5	6.5	5.0	28
島原	5.8	1.5	8.0	5.0	29
	4.6	1.5	6.5	5.0	16

(註) 根の長さは、個々の根の長さの総和で示した。施用区に較べて明白な異常を呈したが、赤神力ではこの異常の程度が極めて軽微であつた。

さらにこの事実を確かめるため、関塚(1950)に従つて作つた根箱を用いて実験を繰返して行つた。この根箱に石灰無施用区の pH (H<sub>2</sub>O) 4.4 の土壌をつめ、これを土壌をとつた地点に埋めて5月4日に、赤神力及び島原の種子を硝子瓶2枚をへだてて夫々 0.5 cm の深さに播種した。種子は予め 30°C の定温器内で40時間保温し、種子根3本生じたものを選んで用いたのであるが、発芽の状況は島原は赤神力よりも2日遅れて発芽した。播種後は乾燥を防ぐために時々灌水し、26日後に根箱を掘上げて調査した。写真3及び第3表は根箱の硝子瓶をはずして Monolith の洗滌版にのせ、注意して土壌を洗い去つて調べた結果である。写真によつて根の開張角度、根長、枝根数等の

第3表 土壌反応が幼根に及ぼす影響(根箱)

品種	土壌の pH (H <sub>2</sub> O)	葉令	高さ	根数	根の長さ	風乾物重	
						地上部	根
赤神力	4.4	4.0	cm 10.0	6.0	cm 98	mg 37	mg 55
	4.4	3.0	11.0	6.0	77	31	41

(註) 根の長さは、個々の根の長さの総和で示した。差異が視われ、また、上表から根の長さ及び根重に差異のあることが知られる。

### 3. 根の酸素消費力

根の酸素消費力は Biological activity に関係があると思われるので、これにつき両品種の差異を検定した。4月25日に播種し、25日後に根を損じないように注意して堀取り、根を水洗して室内の窓際にて水耕し、46時間後に水耕液に溶存する酸素量を Winkler (1888) の方法で定量した。水耕には広口硝子瓶を用い、これに Shell's chemical formula の4分の

1濃度のものに Minor elements を加えた水耕液 (Eastwood 1947) 600 cc を入れ、Parafine を塗り中央に1cmの孔をあけた Nirone net を覆つて針金で結びつけ、この孔に供試幼植物を3個体づつ根を挿入して脱脂綿で固定した。Controlとして Nirone net の孔に脱脂綿のみをつめたものを設け、根の酸素消費量は Control の水耕液の溶存酸素量と幼植物を水耕した液のそれとの差によつて求めた。その結果は第4表に示すように、両品種の酸素消費量に差異が認めら

第4表 幼植物根の酸素消費量

品種	葉令	高さ	根の長さ	3個体の生体重	生体 1 g/m 24時間当り O <sub>2</sub> 消費量
赤神力	3.3	cm 13.8	cm 12.6	gm 1.35	cc 0.162
島原	3.2	12.1	9.6	1.20	0.125

れ赤神力は島原に較べて消費量が大きである。酸素消費量は、幼植物の葉令及び根長によつても左右されるようであるが、この差異は両品種の特性に基くものと見做してよいであろう。

### 4. 根の酸化還元電位

根の細胞原形質の酸化還元電位はその活力と関係があつて、活力が旺盛であればその電位は高いものと思われるので両品種の幼植物根について電位を検定した。両品種の種子を4月25日に石灰施用区及び石灰無施用区に播種し、20日後に幼植物を堀取り根を水洗して供試した。幼根の先端から5mmの附近で横断切片を作り、細胞原形質の酸化還元指示薬に対する反応を山崎(1952)に従つて検鏡した。その結果は Cortical parenchyma の部分において、細胞原形質が Thionin 及び Methylen blue に対して若干の還元反応を示すことが認められた。写真4に赤神力の根の細胞原形質が Methylen blue に対して Root hair, Epidermis 及び Procambium strands の部分では酸化的に作用し、Cortical parenchyma の部分

第5表 幼植物根の酸化還元指示薬に対する反応

品種	土壌の pH (H <sub>2</sub> O)	Thionin (7H 16.5)	Methylen blue (7H 14.4)	Nile blue (7H9.2)	Phenosafrin (7H 5.7)
赤神力	5.9	—	—	+	+
	4.7	—	—	+	+
島原	5.8	—	—	+	+
	4.6	—	—	+	+

(註) —は指示薬が Cortical parenchyma の部分で若干退色されたことを示し、+は退色されな

が還元的に作用する模様を示した。しかし、幼植物根の酸化還元指示薬に対する反応、すなわち、酸化還元電位の両品種間の差異及び土壌反応の相異による差異については、第5表に示すように、いずれも同一傾向を示し差異を判定することが困難であつた。

### 5. 酸化酵素の作用力

Catalase 及び Peroxidase は植物の呼吸と重大な関係があるとされているので、酸性障害の程度と兩種酵素の作用力との関係について実験した。5月4日に石灰無施用区の島原の残生した個体の中から、第6表の如き酸性障害の程度を異にする個体を選んで刈取り、その根及び葉について夫々兩種酵素の作用力を比較した。

第6表 供試植物 (島原)

障害程度	土壌の pH (H <sub>2</sub> O)	1株の葉数	高さ	根の長さ	1株の生体重	
					地上部	根
極めて顯著	4.3	1.1	16.3	9.7	0.6	0.2
	4.5	5.0	43.3	15.3	35.6	25.0

供試植物に附着している水分を濾紙にて吸取つた後上位の2葉及び根を夫々鉢を用いて細かく切り、Nord (1941) に従つて一定量の試料に H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> を加えて一定時間に生じる酸素を定量し、その量によつて Catalase の作用力の強弱を判定した。その結果は、第6表に示す如く、酸性障害の程度による Catalase の作用力の

第7表 酸性障害の程度と Catalase の作用力

障害程度	部位	生体 1 gm 当り O 量 (mg)	
		1 分後	10 分後
極めて顯著	根	2.6	2.6
	葉	7.0	23.8
顯著	根	2.6	2.6
	葉	25.5	46.6

差異は葉の場合において認められ、障害の極めて顯著な個体の葉は作用力が弱い。これに対して根においては、障害の顯著な個体の根も極めて顯著な個体の根も共に Catalase の作用力が微弱であつて、両者間に殆んど差異が認められなかつた。

次に、上記の Catalase の場合と同じ試料を用い、Guthrie (1931) に従つて Peroxidase の作用力を比較した。この方法は、一定量の試料に p-Phenylene-

第8表 酸性障害の程度と Peroxidase の作用力

障害程度	部位	Toluene 相の色の濃さ
極めて顯著	根	+++
	葉	++
顯著	根	+++
	葉	++

diamine chloride 及び  $\alpha$ -Naphthol を用いて作つた試薬と H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> とを作用させ、酸化によつて生じる青色化合物を Toluene 相に移してこれを比色するのであるが、満足な数値が得られなかつたので、Toluene 相の色の濃淡を比較するに止め、その結果を第8表に示した。これによると、Peroxidase の作用力は葉よりも根において強く、Catalase の場合と反対の傾向にある。しかし、酸性障害の極めて顯著な個体とその顯著な個体との間には、葉の場合根の場合共に、その Peroxidase の作用力に差異が認められない。

### 6. 根の Aluminium

土壌中の可溶性 Aluminium は植生に対して重大な影響があるとされているので、石灰無施用区の両品種につき根の細胞原形質の Aluminium の濃度を比較した。両品種の種子を4月25日に土壌 pH (H<sub>2</sub>O) 4.5 の石灰無施用区に播種し、50日後に刈取り活力を保つている新根を供試した。根の先端から5mmの附近で横断切片を作り、これを Slide glass のの上におき、0.1% Aluminium の1滴を加えて Cover glass をおき、1.5時間後に検鏡して細胞原形質の色の濃淡によつて Aluminium の濃度を判定した。その結果は、赤神力及び島原共に Epidermis 及び Procambium Strands の部分では赤色が濃く、Cortical parenchyma は比較的淡色であつたが、両品種間の差異は認められ、島原は赤神力に較べて細胞原形質の赤色が濃く、従つて Aluminium の濃度の高いことを示した。

### 摘 要

九州地方で栽培される稈麦の中から春播性の程度を異にする赤神力及び島原の両品種を選び、酸性土壌の障害に対する差異について試験した結果を要約すると次の如くである。

- 1) 赤神力は耐酸性が強く、pH (H<sub>2</sub>O) 4.3 附近の酸性土壌でもよく生育して相当の収量をあげるが、島原は耐酸性が弱く、酸性土壌では著しく減収する。
- 2) 赤神力の幼植物根は酸性に強いが、島原の幼植物根は酸性に弱く酸性による異常を来し易い。
- 3) 赤神力の幼植物根は島原のそれよりも、酸素の消費力が強い傾向がある。
- 4) 幼植物根の細胞原形質の酸化還元指示薬に対する反応には、赤神力と島原との間に差異が見られない。
- 5) 酸性障害の程度と酸化酵素の作用力との関係は、Peroxidase では明かな差異がなく、Catalase では葉において障害の程度の著しいものはその作用力が弱い。

6) 酸性土壌に生育した幼植物の根の細胞原形質の Aluminium による呈色反応は、赤神力よりも島原の方が強い傾向がある。

この試験を行うに当つて供試品種の選択に助言をいただいた桐山技官、供試種子を分譲された立石技師及び瀬戸口技師に対して深く感謝する。

写真1 石灰無施用区の赤神力及び島原  
(4月1日撮影)



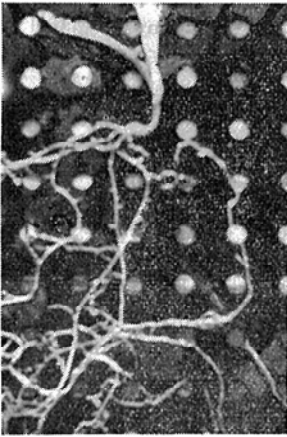
島 原 赤 神 力

写真2 石灰無施用区の赤神力及び島原  
(5月10日撮影)

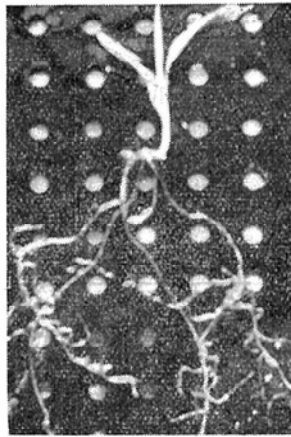


島 原 赤 神 力

写真3 酸性土壤に生育した赤神力及び島原の幼植物根



赤 神 力



島 原

写真4 Methylene blue に作用する赤神力の根の細胞

