稻根に對するアンモニア鹽の作用に關する研究

(第1報) 根の生長並に原形質流動*

土井彌太郎・菅谷豊司

越水幸男・村上信一

(農林省農事試験場)

Studies on the effect of ammonium salts on rice roots. (1) Growth of roots and protoplasmic streaming. Y. Doi, T. Sugaya, Y. Koshimizu and S. Murakami.

緒 言

水稻では品種によつて窒素の吸収力が異り、更に之に關連して稻熱病に對する耐病性が異なることは周知の事實であるが、其の生理的機構に關しては未だ殆んど解明されていない。本研究に於いては水稻數品種の幼苗について水耕實驗したのであるが、就中前記の特性の相反する龜治と神力に就いて興味ある結果を得たので茲に報告する。本研究は農林省農事試験場西ヶ原本場及び同中國支場で施行し、田杉平司氏、明日山秀文氏、繁村親氏、及び鑓方末彦氏の御教示並に御援助を受けた。厚く感謝の意を表する。

實驗の方法及び結果

[實 驗 1]

發芽直後より 10 日間硫酸アンモニア (化學用、最純) の加用量を異にし他の養分を加用しない井戸水で水

第1表 硫酸アンモニアの濃度と稻の生育

	硫酸アンモニア		草 丈				最 長 根 長				根 數			
	濃 度		龜 治		神 力		龜 治		神 力		龜 治		神 力	
	モル	(%)	糶 比率	糶 比率	糶 比率	糶 比率	糶 比率	糶 比率	糶 比率	糶 比率	本 比率	本 比率	本 比率	本 比率
A	0.076	(1)	0.9	9	1.0	11	0.2	1	0.2	1	1.1	21	1.4	28
	0.0076	(0.1)	6.3	66	6.4	74	6.6	46	7.5	54	4.6	88	3.3	66
	0.00076	(0.01)	9.6	100	8.7	100	8.1	56	8.5	62	4.6	88	4.4	88
	0.000076	(0.001)	7.7	80	6.7	77	14.1	97	13.5	98	5.2	100	5.0	100
	0	(0)	7.1	74	5.7	66	14.5	100	13.8	100	5.2	100	4.9	98
B	0.1		0.9	9	0.8	9	0.1	1	0.1	1	1.2	23	1.4	30
	0.05		1.3	14	1.8	21	0.2	1	0.2	1	1.9	37	2.4	52
	0.01		5.5	58	4.5	52	6.2	39	7.0	43	4.1	79	3.2	70
	0.005		8.4	88	7.1	83	7.7	49	7.9	48	4.2	81	4.1	89
	0.001		9.5	100	8.6	100	9.0	57	9.2	56	5.2	100	4.4	96
C	0		6.0	63	4.9	57	15.7	100	16.3	100	5.1	98	4.6	100
	0.05		1.3	31	1.3	31	0.2	2	0.2	2	3.2	71	2.4	55
	0.03		2.1	50	2.3	55	1.2	11	1.5	13	3.2	71	2.3	52
	0.01		3.5	83	3.5	83	6.4	57	7.2	62	3.8	84	4.1	93
	0.001		4.2	100	4.2	100	8.6	77	8.9	77	4.2	93	4.4	100
a	0		3.5	83	3.6	86	11.2	100	11.6	100	4.5	100	4.3	98
	0.05		2.1	57	2.2	58	4.8	43	5.3	46	2.6	58	2.5	58
	0.03		3.0	81	2.9	76	4.8	43	5.4	47	3.4	76	3.5	81
	0.01		3.2	86	3.3	87	7.5	67	7.9	68	4.1	91	4.0	93
	0.001		3.7	100	3.8	100	9.0	80	9.3	80	4.2	93	4.2	98
b	0		3.5	95	3.6	95	11.2	100	11.6	100	4.5	100	4.3	100

[備考] Aは 1943 年 2 月、Bは同 2—3 月、Cは同 3 月施行。供試個體數は名區共 20

* 昭和 24 年 4 月 10 日第 83 回講演會に於て發表 同日受理

日本作物學會紀事 第 19 卷 第 1~2 號

耕（5日後に1回液を更新）した場合（第1表 A, B, C-a），又は發芽直後より5日間は井戸水のみで水耕し，其後5日間硫酸アンモニアの加用量を異にした井戸水で水耕した場合（第1表 C-b）について地上部と地下部の生育を比較した。

根長（最長根長）は硫酸アンモニアを全然加用しない場合に最大であつた。然しその濃度が増すに従つて抑制されたが，神力は龜治に比べて抑制される度合が小であつた。なお根数についても略々同様な傾向があつた。草丈は硫酸アンモニアの濃度が0.001 モル附近に於いて最大となつた。AとBの實驗に於いて龜治の草丈と根長の推移を第1圖に圖示する。

第1圖 硫酸アンモニア濃度と稻の生育並に原形質流動

第2圖 硫酸アンモニア濃度及び水素イオン濃度と稻の生育

〔備考〕 各區の左側は龜治，右側は神力。各 10 個體平均硫酸アンモニア含量・0 は無加用， $1/10$ は 9.434 mg/l 加用，1 は 94.34 mg/l 加用，10 は 943.4 mg/l 加用

〔實驗 2〕

硫酸アンモニアの濃度と根毛に於ける原形質流動の速度との関係を龜治について實驗した。その結果は第2表と第1圖に示す通りである（實驗方法の詳細は農林省農事試験場報告に掲載）。之によれば原形質流動の速度は0.001 モル附近で最大となり，草丈の最大となる濃度と合致している。

第2表 硫酸アンモニアの濃度と原形質流動速度（龜治）

硫酸アンモニア濃度(モル)	平均流動速度(μ/sec)	測定回数	溶媒
0.2	停止		蒸留水
0.1	5.6	6	蒸留水
0.01	6.1	6	蒸留水
0.001	6.7	8	井戸水
0.0001	6.0	6	井戸水
0	6.0	6	井戸水

〔備考〕 浸漬後 30—60 分に 20°C で測定濃度の稀薄な時は蒸留水を溶媒とすれば浸透壓の害が出るので井戸水を溶媒とした。

〔實驗 3〕

前記の實驗1に於いて硫酸アンモニアの濃度が高い場合にはイオンの選擇吸收の結果酸性が強くなる事による障害も考えられるので，硫酸を以て pH を 5.5 又は 7.0 に調節した培養液を毎日更新しながら發芽直後より 10 日間培養して，地下部は最長根長と各根の根長の合計について比較した。但し此の場合の培養液は木村氏の水耕液より井戸水（東京西ヶ原）に含有されている成分を差引いたもの（井戸水 1 立中に硫酸アンモニア 94.34 匙，硫酸加里 13.64 匙，硫酸マグネシウ

△ 29.86 珎, 重磷酸加里 19.16 珎, 枸橼酸鐵 34 珎, を溶解したもの) と, 井戸水に前記の量の硫酸アンモニアのみを溶解したものを標準とし, 更に両者に於いて硫酸アンモニアの $\frac{1}{10}$ 量及び 10 倍量の區を設けた。

此の結果を第2圖によつてみれば, 井戸水と水耕液の何れの場合も, また何れの pH の場合も, 草丈は硫酸アンモニアの標準濃度區に於いて最大である。然し最長根長及び根長合計は硫酸アンモニアの濃度が増すに従つて減少しているが, 神力は龜治よりも減少度合が小さい, 換言すれば, 地下部の生育に關しては硫酸アンモニアの濃度が低い時に龜治が神力よりも優り, その濃度が高い時に神力が龜治より優つてゐる。此の結果は實驗1の結果を裏書するものである。

〔實 驗 4〕

次に井戸水の pH と根の生育との關係を知るために苛性加里又は硫酸によつて pH を調節した井戸水に發

第3表 水素イオン濃度と稻の生育

	pH		草丈 珎	最長根長 珎	根長合計 珎	根數
	開始時	終了時				
龜治	9.8	7.2—9.0	4.3	10.2	17.2	4.6
	6.4	6.0	4.4	7.5	17.3	5.1
	3.8	4.0—4.4	5.0	6.2	14.1	4.7
神力	9.8	7.2—5.0	3.9	10.5	14.2	4.0
	5.4	6.6	3.9	8.9	14.7	4.4
	3.6	4.0—4.4	4.7	8.8	13.3	3.9

(備考) 調査個體數番區 20

測定した結果は第4表の通りである。之によれば本實驗の範圍では pH の値の小さい場合に神力は龜治より流動速度が低下し難いことが窺知される。

〔實 驗 5〕

硫酸によつて強い酸性にした井戸水に地下部を浸漬し根毛の原形質流動の停止について觀察した。その結果は第5表に示す通りで, 神力は龜治に比べて pH の値が小さい時の流動根毛數の歩合が高く, 實驗4と5の結果を裏書している。

第4表 水素イオン濃度と原形質流動速度 (25°C)

品種名	pH	平均流動速度 μ/sec	測定回數
龜治	9.4—9.6	9.8	10
	7.4—7.6	9.0	10
	6.4	8.9	12
	4.0—4.2	8.7	10
神力	9.4—9.6	9.3	11
	7.4—7.6	8.7	19
	6.4	8.6	12
	4.0—4.2	9.9	10

第5表 水素イオン濃度と原形質流動の認められる根毛の歩合

品種名	pH	流動根毛歩合 %	平均
龜治	3.4—3.6	87	97
	3.0—3.2	84	73
神力	3.4—3.6	90	98
	3.0—3.2	88	84

(備考) 25°C に保ち 1—1.5 時間後根端より 0.5—1.5 珎間の根毛について調査, 調査個體各區共3

考 察

以上の水稻幼苗に就いての水耕實驗では, 神力は龜治に比べて培養液中の硫酸アンモニアの濃度が高い場合, 若しくは酸性が強い場合に根の生長の抑制される度合が小さく, またこの抑制度は根毛に於ける原形質流動の抑制度とも並行的關係があることが判つた。故に土壤中に硫酸アンモニアを多量に施した場合又は其れに關連してアンモニアイオンの選擇吸收の結果, 硫酸根の殘留に因り酸性が強くなる場合に龜治は神力よりも根の生長並に活力が抑制されて過剰のアンモニアを吸収し難くなるものと推察される。從來龜治は環境に對して鈍感であり, 逆に神力は敏感であると言われているが, 斯る觀點よりすれば, 通念とは逆に龜治が敏感であり神力が鈍感であると言わざるを得ない。また神力は龜治に比べて窒素肥料の吸収力が強く多收性の品種であるがその反面稻熱病に對する耐病性が弱い事が知られているが, 此の様な生理的性質もその一因となるであろう。

摘 要

1) 井戸水中の硫酸アンモニアの濃度が高くなるに従つて稻の幼苗に於ける根の生長が抑制される。然し硫酸アンモニアの抑制作用は井戸水及び水耕液の pH の値を 5.5 又は 7.0 に調節した何れの場合に於いても神力 (多収性, 稻熱病罹病性品種) は龜治 (少収性, 稻熱病耐病性品種) より程度が稍軽い。

2) 根の生長を抑制する硫酸アンモニアの高濃度に於いては根毛の原形質流動も抑制される。適當に稀釋した硫酸アンモニアの溶液 (0.001 モル) に於いては原形質流動の速度が稍増加するが、それは地上部の生長にも最適と認められた濃度である。

3) 井戸水の pH の値が甚だ低い (酸性強) 場合は根の生長及び原形質流動が抑制されるが神力は龜治に比べてその程度が稍軽い。

参 考 文 献

1. 土井彌太郎; 作物の根毛に於ける原形質流動に關する研究農林省農事試験場報告 印刷中
2. 木村次郎; 水耕上に於ける水稻の營養的特性, 特に大麥との比較に就て, 農事試験場彙報 1 (4) 昭 6
3. —————; 同上 (續報) 農事試験場彙報 2 (1) 昭 7.
4. —————, 千葉春雄; 水耕に於ける水稻の窒素養分吸收時期と其生育並に収量との關係に就て, 日本土壤肥料學雜誌 12 (1) 昭 13.

Summary

1. The growth of roots of rice seedlings are inhibited as the concentration of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ in wellwater increases. The inhibiting effect of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ is less in the "Shinriki" variety (high yield and susceptible to rice blast) as compared to the "Kameji" variety (low yield and insusceptible to rice blast) in wellwater as well as in nutrient solution with the pH controlled at 5.5 or 7.0.

2. High concentration of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ which inhibits the growth of roots also inhibits the protoplasmic streaming in root hairs. The rate of streaming increases somewhat in adequately diluted solution (0.001 mol) of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ which was also found to be the optimum concentration for top growth.

3. When pH values of wellwater are distinctly low, the growth of roots and protoplasmic streaming are inhibited with the effects being less in the "Shinriki" variety as compared to the "Kameji" variety.