

稲の分蘖に関する研究：第三報 水耕に於ける培養液の酸度・濃度並に含窒素鹽類の形と分蘖度との關係に就ての二三の實験

深城，貞義
九州帝國大學農學部植物學教室

<https://doi.org/10.15017/20852>

出版情報：九州帝國大學農學部學藝雜誌. 5 (4), pp.337-351, 1933-09. 九州帝國大學農學部
バージョン：
権利関係：



原 著

稻の分蘖に関する研究

第三報。水耕に於ける培養液の酸度・濃度並に含窒素鹽類の形と分蘖度との關係に就ての二三の實驗¹⁾

深 城 貞 義

(昭和八年五月十日受理)

I. 緒 言

植物の生育に土壤若くは培養液の酸度の關係に就ては可なり研究せられてゐる處であつて、今其主なる結果に就て見るに、陸生植物に關しては TOTTINGHAM 氏(15)は小麥について PH 6.5—7.5 に於て、LOO 氏(11)は玉蜀黍について PH 6.6 に於て、THERON 氏(14)は玉蜀黍・大麥・綿及豌豆等に就いて PH 5.0—6.0 に於て最適であるこの結果を得、MEVIUS 氏(12)は玉蜀黍及ルービン等に就ての結果は多少酸度高く PH 4.1—5.1 に於て最良なる事を記してゐる。水生植物に關しては、CLERK 氏(2)は *Lemna major* について PH 4.7—4.8 に於て、HOPKINS 及 WANN 兩氏(8)は *Chlorella* について、PH 5.5—5.7 に於て最大生長を示せるも、枸橼酸ソーダを添加して鐵鹽を可溶性に保てる場合では PH 7.5 に於て最良の結果を得てゐる。植物の生育の時期(15)若くは培養液の鹽類組成(2,8)の如何によりて最適 PH 價に相違を來すべき事は豫想せられるも、尙植物の種類によつても異なるらしい。一般に陸生植物に對しては PH 5.5—6.5 若くは其附近に於て大體適せるもの・如く、水生植物に對してはそれより多少 PH 價の低部即酸度の多少強き部に於て適せるらしい。

稻に就ては LOO 氏(10)は幼植物につき、著者(5)は全生育期を通して水耕し、培養液の酸度が可なり稻の生育の上に影響を及ぼす事を指摘せるも、其生育に對する培養液の最適 PH 價如何若くは分蘖度と培養液の酸度の關係如何に就ては明かでない。

培養液の濃度と植物の生育との關係に就ても從來種々研究され、培養液の組成乃至は植物の

種類によつて一致しない様であるが、一般に陸生植物に對しては 0.025—0.005 モル濃度(7,1), 水生植物に對しては多少それより低い様である。稻に就ては EPINO 氏(4) は其最適濃度は 0.0016—0.0038 モル濃度の結果を得、木村氏(9) も其生育に全鹽濃度の關係の研究を詳細になし、磷酸濃度の低い場合には 0.01 モル、磷酸濃度の高い場合は 0.004—0.002 モル濃度に於て良好なる結果を得てゐるも、分蘗度の關係については未だ明白にされてゐない。

NAGAOKA 氏(13) 及 DAIKUCHARA and IMASEKI 氏等(13) は稻の窒素肥料としてアムモニア鹽類を施せる場合は硝酸鹽類を施せる場合よりも著しく稈數並に収量を増す事を記せるも、培養前後に於ける土壤の酸度に對して餘り考慮が拂はれてゐない様である。

仍て著者は數年來水耕試験により、培養液の酸度、濃度並に其窒素鹽類の形如何が稻の分蘗度の上に如何に影響を及ぼすかの實驗をなした。未だ完璧を期し難きも、該方面に對して聊か知見を加ふる事が出来たので、茲に纏めて報告する事とした。

本實驗は九州帝國大學農學部植物學教室に於て行ひたるもので、終始懇篤なる指導を賜はつた瀧田教授に對して茲に謹んで深厚なる謝意を表はす。尙本論文執筆に際して多大の御厚意に預かつた本校小林校長並に文獻の涉獵に便宜を與へられた大原農業研究所近藤所長及西門博士に對し深甚の謝意を表はす。

II. 實驗材料及方法

實驗材料として晚稻神力を用ひ、そのよく精選せる種子をウスプルンにて消毒せる後井水及蒸溜水にて洗滌して硝子皿(徑 15 cm) 上に張れる粗目のガーゼ上に播いた。それに培養液を注ぎ、苗の長さ 10 cm 内外まで何れも同様に生長させた。培養液の基本原液は下記の通りである。

基本原液	Ca(NO ₃) ₂	0.50 g	KCl	0.12 g
	(NH ₄) ₂ SO ₄	0.40 "	FeCl ₃	微量
	KH ₂ PO ₄	0.50 "	蒸溜水	1 立
	MgSO ₄	0.25 "	モル濃度 ...	0.013

酸度の實驗にはその 1/10 濃度のものを用ひ、培養液の PH 價はそれぞれ 2.5, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0 及 8.0 とした。之等の各種酸度の培養液調製に際しては前記基本原液に M/10 NaOH 及 M/10 HCl を、若くは M/10 K₂HPO₄, M/10 KH₂PO₄ 及 M/10 H₃PO₄ 溶液を適宜混合して所定の PH 價を維持すると共に液の調節作用の増大をはかつた。

濃度の實驗には基本原液の 4 倍 (0.052 モル濃度), 2 倍 (0.026), 1 倍 (0.013), 1/2

(0.0065), 1/5 (0.0026), 1/10 (0.0013), 1/20 (0.00065), 1/80 (0.00016) 及 1/200 (0.000065) 濃度の液を用ひた。

含窒素鹽類の形と分蘖度との關係の研究に際しては、基本原液の兩含窒素鹽類のうち、硫酸アンモニアか若くは硝酸石灰の何れか一方のみを窒素源とし、其量は原液に於ける兩鹽の全量に相當せる化學當量を用ひた。

液は一週間毎に更新し、其培養前後は必ず其 PH 價を測定し、尙培養中その變化の著しいものに對しては更新の途中に於て更に其 PH 價を測定し、其偏倚度に應じて調節劑を添加した。PH 價の測定は比色法により、其標準液はキンヒドラ電極によつて決定された。實驗に使用せる水耕器は 1.82 立容積の硬質硝子圓筒に 5 個の植物挿入孔を有せるコルク栓をなし、その圓筒の周圍は黒色厚紙圓筒で覆ふた。本實驗に使用せる藥品は主にメルク社若くはカールバウム社製のものを用ひ、稀に日本藥局方のものを以て填てた。

實驗は 10 cm 内外の幼苗期から分蘖旺盛期若くは出穂並に成熟期迄繼續し、培養中は生育狀況（稈葉の色、外見上の健康度、稈長及稈數等により）を常に觀察調査し、實驗終了後は分蘖稈數、分蘖稈の總長さ並に地上部及根の乾量若くは穀粒の數及重量等を測定した。

III. 培養液の酸度と分蘖度との關係

第一實驗 (1930 年)

本實驗に於ける各種の酸度の培養液作製に對し、其調節劑として前記の HCl 及 NaOH 溶液を用ひ、其 Na イオンの量を等しくせん爲に NaCl 溶液を添加した。其結果、全體としての濃度は基本原液の 1/10 よりも多少濃厚になれるも、各酸度の培養液間の濃度には大差がないものと認められる。尙無機鐵鹽ではアルカリ側に於て鐵吸收不能に陥るこの不利 (7,8) を避けん爲に、本實驗では枸橼酸鐵を培養液の鐵鹽として 3—4 日毎に少量宛添加した。8月29日に播種し、9月8日に苗の長さ 9—13 cm のものを種々の PH 價の液を容れた所定の水耕器に移植し、10月6日即分蘖旺盛期迄實驗を繼續した。今分蘖稈の最初の出現並に其後の經過に就て見るに第一表の通りであつて、次の如き事が認められる。

即生育初期には PH 5 の液では分蘖稈數及分蘖稈の總長さは最大を示し、其最初の出現期も最も早い。而して主稈の長さも之と同様である。然るに分蘖旺盛期には稍趣を異にして主稈の長さ及全乾量が生育初期と同様に PH 5 に於て最大を示せるにも拘はらず、分蘖稈數及分蘖稈の總長さは PH 6 に於けるもの最大となり PH 5 に於けるものや、劣る。尙茲に注目

に値する事は、生育初期に於て PH 8 液に於けるものが PH 6 若くは PH 7 液のそれよりも分蘗度（分蘗程の最初の出現期に就ても同様）が勝つてゐる事で、この傾向は生育の進むにつれて漸次消失し、分蘗旺盛期頃には其事實を認むる事が出来ず、主稈の長さや全乾量と同様の傾向をされる事である。

培養四週間後即 10 月 6 日（分蘗旺盛期）に培養を終り、測定せる結果によれば分蘗度（分蘗程数並に稈の總長さ）並に地上部乾量に對する根の乾量の比は、PH 6 液に於けるもの最大を示し、それより PH 價の上昇若くは低下するに従つて漸減の傾向を示す。全乾量に對する根の乾量の比についても大體同様である。地上部及根の乾量並に主稈の長さは PH 5 液に於けるもの最大となり、PH 6 に於けるもの僅かに劣り、それより PH 價の上昇するにつれて若くは低下するに従つて遞減してゐる。

培養液の酸度と苗の外見上の健康度との關係を見るに、PH 2.5 に於けるものでは培養 4—5 日後より漸次不健康の兆を呈し始め、2 週間後では葉片大部枯れ、一部のものは枯死し始め

第一表. 培養液の酸度と稻の分蘗程の最初の出現期及び其後の
發育経過との關係（1930 年、3 個體宛 2 組の平均）¹⁾

培養液の PH 價	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	平 均	
分蘗程の最初の出現日の早さ ²⁾	—	—	(5.0)	(2.5)	(4.2)	(4.9)	(3.3)		
九(の)月一(生育初期)五日(調査)	主稈の長さ	73.8	79.7	103.5	108.0	103.5	105.4	92.1	100(20.2 cm)
	分蘗程數	0	0	140.0	233.7	93.5	93.5	140.0	100(0.214)
	分蘗程の總長	0	0	154.0	316.2	60.0	68.4	102.6	100(1.17 cm)
	主稈の長さ	— ³⁾	64.3	125.0	126.0	115.2	98.2	71.4	100(27.7 cm)
一(の)〇月六日(分蘗旺盛期)調査	分蘗程數	—	0	128.0	146.7	160.0	101.3	64.0	100(3.75)
	分蘗程の總長	—	0	134.4	155.5	175.9	88.2	46.0	100(65.2 cm)
	地上部乾量	—	15.6	139.5	180.9	151.6	80.0	32.3	100(0.314 g)
	根の乾量	—	6.0	100.0	181.4	176.4	92.4	25.8	100(0.101 g)
	全 乾 量	—	13.2	131.2	182.6	159.2	83.1	30.7	100(0.415 g)
	根の乾量 / 全乾量	—	48.4	90.0	115.2	128.1	125.1	93.2	100(21.5 %)
	根の乾量 / 地上部乾量	—	41.2	85.1	117.1	136.1	131.5	88.8	100(28.4 %)

1) 表示數字は全比較材料の平均値を 100 とする場合の比數である。但し括弧内の數字は實數を示す。

2) 全實驗個體中最初に出現せるものを 1 とし、其の翌日・翌々日を 2, 3 等の如くして、それぞれ各區の平均數を以て示す。

3) PH 2.5 材料は 9 月 25 日に枯死せるにつき培養を中止。

3 週間後では全部枯死した。PH 3 液に於けるものでは培養数日後より稈葉が多少黄褐色を呈し、下葉の先端一部枯れしのみなるも、其後は漸次下葉の葉片部枯死の度を増し、3 週間後に於ては或個體では瀕死の状態を呈せるものもあり、本酸度では大體酸性に對する稻の生長の限度と認められ、HOPKINS 及 WANN 兩氏の *Chlorella* に就て (PH 3.5) の結果 (8) と大體一致せるらしい。PH 4, 5 及 6 に於けるものは一般に濃綠色を呈し健康の外観を呈せるも、PH 6 のそれは最初は多少淡黄綠色となり幾分白化現象 (Chlorose) の兆を呈した。PH 7 に於けるものでは一週間後可なり強く白化現象を呈した。PH 8 液では PH 7 のそれよりも一層黄褐色となり、一般外見による不健康の度は著しかつた。

要するに本實驗に於ては全生育期を通じて培養液の PH 價が 5 若くは 6 附近に於て常に良好に生育し分蘖度も大である、而して PH 4 に於ては生育度前二者よりも多少劣るも左程不適當ではない事が認められる。

第二實驗 (1930 年)

實驗は大體第一實驗と同様なるも、培養液の鐵源を無機鹽なる鹽化鐵で與へた。7 月 28 日に播種し 8 月 9 日に 15 cm 内外の苗を所定の水耕器に移植し、9 月 9 日迄實驗を繼續した。其結果は大體第一實驗の結果と同様なるも、本實驗に於ては分蘖度(稈數並に總長さによりて)は全乾量並に主稈の長さと同様に PH 5 液に於けるもの 最大を示せる事は多少第一實驗の結果と趣を異にせる處である。然し一般生育度(全乾量、稈葉の高さ、分蘖度及外見上の健康度等よりして)が PH 4, 5 及 6 に於て良好なる事は全く一致せる處であつて、此點に就ては鐵鹽の有機、無機間の差異が餘り見出されない様である。尙生育初期に乾量の小なる PH 8 液に於て PH 7 に於けるより分蘖度の進める事實も前實驗と同様に認められた。

第三實驗 (1930 年)

第一實驗と同様の實驗法に依れるも、只各種酸度の培養液の調製に際しては M/10 K_2HPO_4 , M/10 KH_2PO_4 , M/10 H_3PO_4 及び M/10 NaOH 液を調節劑として夫々適宜量宛添加した。6 月 17 日に播種し、同月 28 日に苗の長さ 11—13 cm の時に所定の水耕器に移植して實驗を開始し、7 月 18 日迄培養を繼續した。其結果は大體第一實驗のそれと同様である。就中分蘖稈の最初の出現状況を見るに、PH 4 液では苗の長さは相當に伸長し可なり健康なる外見を呈せるにも拘らず未だ分蘖稈の出現を見なかつた。然るに PH 7 及 8 液に於ては PH 4 液の夫よりも著しく苗の長さは短く、外見極めて不健康の相を呈せるものに於て分蘖稈を出現せる事は

特に注目に値する處である。

IV. 濃度と分蘗度との關係

第四實驗 (1930 年)

7 月 2 日に播種し、8 月 6 日に所定の各種濃度 ($\times 2$, $\times 1$, $1/2$, $1/5$, $1/10$, $1/20$ 及 $1/80$ 濃度) の培養液中に移した。各液共 2 組宛實驗し、分蘗旺盛期迄培養を繼續した。分蘗程の最初の出現の時期並に其後の發育經過は第二表に掲ぐる通りであつて、次の如き事が認められる: i) 分蘗程の最初の出現期は $1/5$ 濃度に於けるもの最も早く、それより濃度の高まるに従つて若くは低下するにつれて遅れる。ii) 分蘗程數, 分蘗程の總長さ並に主程の長さに就ても $1/5$ 濃度に於けるもの最大であつて、 $1/10$ 濃度に於けるもの多少劣り、他は兩端に向つて漸減の傾向をみる。而て $1/80$ 濃度のもの若くは基本原液並に 2 倍濃度のものに於ては本實驗期間中分蘗せず。iii) 全乾量並に平均分蘗程の高さについては $1/10$ 濃度に於けるもの最大となり、 $1/5$ 濃度のもの僅かに劣り、他は兩端に向つて漸次減少してゐる。iv) 全乾量に對する根の乾量の % は濃度の低下するに従つて増大する傾向にあるのは BRENCILEY 氏 (1) の大麥に就ての

第二表. 培養液の濃度と分蘗程の最初の出現期並に其の發育經過との關係 (1930 年, 5 個體宛 2 組の平均)¹⁾

培養液の濃度	$\times 2$	$\times 1$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{80}$	平均	
モル濃度	(0.026)	(0.013)	(0.0065)	(0.0026)	(0.0013)	(0.00065)	(0.00016)		
分蘗の最初の出現日 ²⁾	—	—	(12.0)	(3.7)	(4.7)	(7.4)	—		
八月二日(分蘗初期)調査	主稈の長さ	82.0	87.2	107.1	127.7	122.5	100	74.5	100(26.7 cm)
	分蘗稈數	0	0	0	524.6	175.4	0	0	100(0.057)
	分蘗稈の長さ	0	0	0	544.7	155.3	0	0	100(0.514 cm)
	主稈の長さ	66.0	91.2	111.6	125.3	121.8	111.1	72.5	100(35.3 cm)
九月四日(分蘗旺盛期)調査	分蘗稈數	0	0	54.1	297.3	256.7	94.6	0	100(0.74)
	分蘗稈の長さ	0	0	50.3	306.7	269.0	70.7	0	100(13.01 cm)
	分蘗稈の平均高さ	0	0	103.7	107.9	109.7	73.7	0	100(16.8 cm)
	全乾量	30.8	48.3	78.9	176.1	179.6	132.3	54.0	100(0.312 g)
	全乾量に對する根の乾量の%	57.4	56.9	56.3	34.0	102.9	164.1	178.2	100(18.46 %)
	根の長さ	78.2	72.4	81.1	86.0	91.3	137.0	154.0	100(20.59 cm)

¹⁾ 數字は凡て全比較材料の平均値を 100 させる場合の比數で示す。但し括弧内の實數を示す。

²⁾ 第一表參照。

結果よく一致する。根の長さに就ても大體同様の傾向にある。

而て其培養期間中の生育状態を見るに、2 倍濃度の液中のものは 1—2 週間培養後漸次不健康の兆を呈し、下葉から枯れ始めた。一ヶ月後には半ば枯死し、9 月 4 日の實驗終了時には大部の葉は枯凋し極めて不健康の外観を示した。1 倍濃度即基本原液に於ては大體實驗終了迄生育せるも、3—4 週間後より漸次不健康の兆を呈し始め下葉より黄褐色となつて枯れ始めた。1/2 濃度のものでは實驗後期より下葉黄褐色に變じ、漸次枯れ始めしも其度は 1 倍濃度のものより低かつた。1/5、1/10 及 1/20 濃度では何れも濃綠色を呈し、常に健康に生育し、就中 1/10 濃度のものでは最も健康の外観を呈した。1/80 濃度のものでは 3—4 週間後漸次淡黄色となり、明白に營養不足の兆を呈した。

第五實驗 (1930 年)

第四實驗と大體同様の實驗をなせるも、只其培養液の 1/2 濃度のもの、代りに 4 倍濃度のものを加へた。6 月 15 日に播種し、同月 28 日に所定の培養液中に移し實驗を開始した。其結果は大體第四實驗と同様の傾向なるも、只此場合では地上部乾量並に分蘖程の平均高さに就ても 1/5 濃度のものは 1/10 濃度のものに明白に勝つてゐる。而て 4 倍液では一週間培養後大部葉身は枯凋し始め、2 週間後に於て全部枯死した。

第六實驗 (1928 年)

5 月 11 日に播種し、同月 29 日に所定の水耕器に移し、10 月 22 日即出穂し成熟する迄培養した。7 月 29 日迄は各區 3 個體宛 2 組について實驗せるも、其以後は一組についての實驗である。培養液は第四實驗と同一のものなるも、その濃度は 1/5、1/20、1/80 及 1/200 のものを用ひた。而て實驗中培養液は一週間毎に更新せるも、其途中液の PH 價を測定し、其偏倚度に應じて $M/10 K_2HPO_4$ 液を添加して出來得る限り近似の酸度を保たせる様にした。其結果によるに (第三表) 分蘖率數、全乾量、主程の長さ及一株當り穀粒數等に於て 1/5 濃度のもの最大を示し、それより濃度の低下するに従つて漸次遞減してゐる。然し穀粒の乾量に就ては稍々趣を異にして、1/20 濃度のものより 1/5 濃度のもの多少劣るは後者に於て過度に分蘖せる結果成熟期遅れ、實驗終了時に際して尙未熟の粒が多くあつた爲とも考へられる。これに依つて見るに、成熟期迄培養せる場合でも第四實驗の分蘖旺盛期迄のそれと略同様の結果を呈し、1/5 濃度に於けるもの最適にして 1/20 濃度以下にては稻の水耕に對し稀薄に過ぎる事を證せるものと認められる。

第三表. 培養液の濃度と稻の分蘗度並に其他の生育
度との關係 (1928 年 3 個體宛 2 組の平均)¹⁾

	培養液の濃度 モル濃度	1/5 (0.0026)	1/20 (0.00065)	1/80 (0.00016)	1/200 (0.000065)	平均
一個體當り 分蘗 稈 數		270.0	130.0	0	0	100(1.0)
同 地上部乾量		217.9	130.5	37.0	14.6	100(3.946g)
同 根の乾量		151.8	158.9	61.6	27.7	100(0.542%)
同 全乾量		210.1	133.6	40.1	16.2	100(4.488%)
同 穀粒の乾量		91.3	216.3	67.2	25.3	100(0.843%)
主稈の長さ(稈及穗長)		122.9	116.8	93.1	67.1	100(57.6cm)

¹⁾ 數字の取扱ひ方は第一・第二表と同様。

V. 培養液中の窒素素鹽類の形と分蘗度との關係

第七實驗 (1928 年)

使用せる培養液は既記の如き基本原液の 1/10 濃度のものを以てし、窒素源として硫酸アムモニア又は硝酸石灰を用ひ、2 週間に一回宛培養液を更新した。而て窒素源の相違によりて反應の相反せる方向に偏倚せんとする傾向を出来る限り除去せんが爲に 2—3 日毎に培養液の酸度を測定し、其アルカリ性に傾けるものに對しては 1% H_3PO_4 並に 1% KH_2PO_4 の混合液 (2:8, PH 2.2) を、其酸性に傾けるものに對しては 1% K_2HPO_4 を適宜調節劑として添加した。6 月 9 日に播き同月 16 日に一立の培養器に、9 月 10 日に所定のもの (1.82 立) に移植した。

實驗結果：最初の分蘗稈の出現状況を見るに、硝酸石灰區では各分蘗稈の出現は平均して硫酸アムモニア區よりも 20 日位遅れた。尙其後の分蘗状況を第四表に就て見るに、分蘗稈數並に分蘗稈の總長さに於て常に硝酸石灰區に於けるものはアムモニア區に比して著しく劣る。主稈の長さに就ては一般に大差なきも分蘗初期にはアムモニア區に於て勝り、最大分蘗期には却つて硝酸區に於けるものが勝る。

而て健康度に就ては、生育初期には硝酸區では多少稈葉は淡黃色となり稍々不健康となれるも後期に於て綠色となり健康恢復の兆を呈せるに反し、アムモニア區では初期は濃綠色を呈し極めて健康の外觀をなせるも後期には多少不健康の兆が認められた。出穂期に就てもアムモニア區では多少早かつた。10 月 29 日に大體成熟せるにつき收穫して調査せる結果は第五表の通りである。

第四表 培養液中の含窒素鹽類の形と分蘗度との關係並に培養液の PH 價の變化 (1928 年 5 個體宛 3 組の平均)¹⁾

含窒素鹽類	硫酸アムモニア					硝酸石灰				
	主稈の長さ	分蘗の總長さ	分蘗の稈數	健康度 ²⁾	PH 價 ³⁾	主稈の長さ	分蘗の總長さ	分蘗の稈數	健康度 ²⁾	PH 價 ³⁾
分蘗初期	102.4 (42.3cm)	196.3 (21.1cm)	190.4 (1.2)	卅	(4.4)	97.6 (40.3cm)	3.7 (0.5cm)	9.6 (0.06)	+	(5.1)
最大分蘗期	95.6 (56.4cm)	163.6 (64.8cm)	144.8 (2.1)	卅	(4.1)	104.4 (61.8cm)	36.4 (14.3cm)	55.2 (0.8)	卅	(5.3)
成熟期				卅	(4.4)				卅	(5.4)
全培養期中の PH 價の平均値					(4.3)					(5.3)
PH 價の變化の範圍					(2.6—5.8)					(3.6—6.5)

¹⁾ 表示數字は兩比較材料の平均値を 100 とした場合の比數。括弧内の數字は實數。

²⁾ 卅 卅 + は稈葉濃綠色にして至極健康の外見を呈せるものより漸次黄綠色となり一見して不健康の兆を認め得るまでの階梯を示す。

³⁾ 培養期間に於ける培養液の PH 價平均値、詳言せば培養前の PH 價並に培養開始後 2—3 日毎に測定せるもの、調節劑添加後の PH 價及培養液更新の際に測定せるもの、平均値を以て示す。

即ち出穂稈數、不出穂稈數及不出穂稈の總長さについては硫酸アムモニア區では硝酸石灰區に對して著しく勝る。全乾量に就ても同様の傾向である。然るに穀粒の乾量並に全乾量に對する穀粒の乾量の比に就ては硝酸石灰區に於て可なり勝る。全乾量に對する根の乾量の比に就て

 第五表 培養液の含窒素鹽類の形と分蘗度並に收穫量との關係 (1928 年 3 個體 3 宛組の平均)¹⁾

窒素鹽類の形		硫酸アムモニア	硝酸石灰	平均
一個體當り	出穂稈數	138.1	61.9	100(2.1)
同	不出穂稈數	141.9	58.1	100(3.1)
同	不出穂稈の總長さ	140.0	60.0	100(49.9cm)
同	全乾量	118.6	81.4	100(3.844 g)
同	稈葉の乾量	122.7	77.3	100(2.426 g)
同	穀粒數	120.7	79.3	100(63.2)
同	穀粒の乾量	96.9	103.1	100(0.857 g)
同	根の乾量	108.8	91.2	100(0.562 g)
	根の乾量/全乾量	100.2	99.8	100(14.6%)
	穀粒の乾量/全乾量	88.2	111.8	100(22.6%)

¹⁾ 表示數字の取扱ひ方は第一表と同様。

は兩者殆んど其差異を見る事が出来ない。尙アムモニア區では出穂期以後稈の基部より後期的に分蘗稈を發生し、收穫時に於て第五表に見る如く多數の不出穂稈を成生せる事は特に注目値する。

第八實驗 (1927 年)

大體第七實驗と同様の方法で實驗し、培養液の濃度は基本原液の 1/20 に稀釋せるものを用ひた。7 月 18 日に播種し、同月 26 日に所定の水耕器に移植して 8 月 19 日迄調節剤を添加せずに培養し、其後 1% H_3PO_4 及 K_2HPO_4 を調節剤として添加して 11 月 9 日迄培養を繼續した。最初は 3 個體宛 6 組について、後には 3 組について實驗した。其結果によれば大體第七實驗と同様の傾向なるも、本實驗では硝酸鹽區に於ける分蘗度及其他の生育度がアムモニア區に比して劣れる程度は一層甚しかつた。これは生育初期に於て調節剤を添加せざりし事に因る培養液のアルカリ化の結果と考へられる。

VI. 考 察

上記の實驗結果を通覽するに、培養液の酸度、濃度並に含窒素鹽類の形如何は著しく分蘗度の上に影響を及ぼす事は明かに認められる處であるが、尙文獻に徴し、諸種の結果に再吟味を下す事に依つて一層明白なる解決が得られる。

先づ培養液の酸度と稻の生育との關係について見るに、全乾量は培養液が PH 5 若くは其附近に於ては常に最大となれる事は既記の他の多くの陸生植物に對してのそれより多少低價に存するものと認められ、著者の前研究結果 (5) の PH 3.5—5.5 の範圍に於ては不適ではないとの結論を更に裏書せるものと認められる。

分蘗度に對しては PH 5 若くは 6 に於て最大となり全乾量のそれに大體近似せるも、兩者必ずしも常に一致しない事が認められる。尙生育初期に於ては PH 8 に於ける分蘗度 (稈數、稈の總長さ及出現の早さ等に依り) は PH 7 若くは 6 液のそれよりも勝れるも、生育の進むにつれて漸次其現象は消失して全乾量や主稈の長さと同様の傾向ををる。此事實は著者の溫度と分蘗度との關係の實驗に於て (6)、多少水溫の高きに過ぎた場合に異常的に分蘗促進作用を招來せるものと類似の現象と見られる。即ち健康が害はるゝ様な事情の存在が分蘗度を却つて促進するためではないかとも思はれる。此現象は又分蘗度が全乾量や其他の生育度と常に必ずしも一致するものに非ずこの上述の結果を多少裏書せるものと思はれる。

次に培養液の全鹽の濃度に就て見るに、1/5 濃度の液に於けるもの常に分蘗度最大にして、

1/10 濃度に於けるものもそれと大差なきも僅かに劣る傾向が認められ、それよりも濃度の上昇若くは低下せる場合は常に分蘗度が急激なる低下を示してゐる。全乾量に就ては 1/5 濃度若くは 1/10 濃度のもの最大を示し、大體に於て分蘗度と一致の傾向をみる。濃度と生育度との關係についての結果は木村氏 (9) の培養液の全鹽濃度に關する實驗の磷酸多量の場合に於ける結果並に ESPINO 氏 (4) の稻に對して最適濃度は 0.0016—0.0038 モル濃度であるこの結果とよく一致する。

著者の第六實驗の成熟期迄培養せる結果に於ても 1/5 濃度に於ける生育度は最良にして (全乾量、稈數及穀粒の數に就ては然るも、穀粒の乾量は 1/20 濃度に於けるもの最大) 大體に分蘗旺盛期迄培養せる他の實驗結果とよく一致せる處であつて、本培養液では 1/5 若くは 1/10 濃度に稀釋せるものでは稻の全生育期中不適ではないこの結論が得られる。然れども穀粒の生成に對しては液の濃厚に過ぐるよりも寧ろ稀薄の方に於て有利であるらしい。

最後に培養液中の含窒素鹽類の形と分蘗度との關係に就て見るに、アムモニア區では常に分蘗度並に他の生育度 (全乾量につき) は硝酸區に著しく勝る。而も前者に於ては出穂期以後稈の基部より後期的に分蘗の發生を見たのは、硫酸アムモニアは分蘗に對し常に有利に作用するこの結論に對し更に確實さを増すものと認められる。

然れ共アムモニア區では硝酸區よりも分蘗度及其他の生育に對し有利なる事は硫酸アムモニア其物は直接に有利に作用せるか若くは該鹽は生理的酸性なるにより、液を酸性化せる結果生理的アルカリ性なる處の硝酸石灰よりも有利に作用せる事に因るに非ずやこの疑問が起る。仍て今第七實驗に就て見るに、硝酸石灰區では全培養期中の PH 價の平均値が 5.7 にして、其變化の範圍が 3.6—6.5 である。然るにアムモニア區では平均値が 4.3 にして變化の範圍が 2.6—5.8 である。前記酸度の實驗結果に徴するに、PH 5 の結果は最良にして、PH 4 と PH 6 に於ける結果に大差なく、PH 3 若くは PH 2.5 液に於ける結果は著しく不良である。

之に依つて見るに、硝酸區では培養液の酸度がアムモニア區よりも不適であつたことは考へられなく、寧ろアムモニア區のそれが多少不利らしく認められるにも拘らず、既記の如き結果を呈せるは、少く共其原因の大部は前者に即硫酸アムモニア其物は直接有利に作用せるものと認められる。

然しながら茲に注目に値する事は、一般に硫酸アムモニアでは生育初期には至極健康に生育せるも後期には稍々不健康の外觀を呈せるに反し、硝酸石灰では生育初期には稍々不健康なるも漸次健康を恢復し前者よりも穀粒の收量が増してゐるのは、アムモニア鹽では過度に分蘗を

促進せる爲生育後期に於て却て不健康に陥り、其結果收穫量の減少を招いたらしい。此點は特に應用上看過すべからざる事柄であつて、將來更に研究を要する事と思はれる。

VII. 摘 要

1) 稻を種々の PH 價の培養液 (PH 2.5, 3, 4, 5, 6, 7 及 8) に幼苗期より分蘗旺盛期迄水耕せる場合に、PH 5 若くは其附近に於て最も早く分蘗程を出現し且分蘗度 (稈數、稈の總長さにより) が最大となり、それより酸度の上昇若くは低下するに従つて漸次減少の傾向をさる。

全乾量に就ても、大體分蘗度と同様の傾向を示し、主稈の長さに就ても類似の傾向を示してゐる。

而して、PH 3 より強き酸度に於ては一向分蘗程を出現せず、尙生育に對し不適と認めらるゝ酸度の液 (PH 8) では其分蘗度が生育初期に於て一時的に促進せられるもの、様である。

2) 培養液の全濃度を種々に保てる場合 (0.052, 0.026, 0.013, 0.0065, 0.0026, 0.0013, 0.00016 モル濃度) に、0.0026—0.0013 モル濃度に於て分蘗度最大にして、それより濃度の上昇若くは低下するに従つて、分蘗度が急激な低下を示してゐる。

全乾量及主稈の長さについても、大體分蘗程のそれと同様の傾向である。

3) 稻の水耕に對する培養液の窒素源としての硫酸アムモニアを用ひた場合は、當量の硝酸石灰を用ひた場合に比して分蘗度並に其他の生育度が著しく勝る。

然れ共前者に於ては、稈葉の繁茂就中分蘗度を過度に促進せる結果却つて穀粒の成生に對しては寧ろ後者の夫に劣るを見た。

而して、分蘗度並に其他の生育に對し硫酸アムモニアの硝酸石灰に勝る原因の大部は少く共硫酸アムモニア其物は、培養液の酸度に影響する事と無關係に、直接有利に作用せるものと認められる。

(廣島縣立庄原實業學校に於て)

文 献

- 1) BRENCHLEY, W. E., The effect of the concentration of the nutrient on the growth of barley and wheat in water cultures. *Ann. Bot.* 30:77-90, 1916.
- 2) CLERK, N. A., Plant growth-promoting substances, hydrogen ion concentration and the production of Lemna. *Plant Physiol.* 1: 273-279, 1926.
- 3) DAIKUHARA, G. and IMASEKI, T., On the behavior of nitrate in paddy soils. *Bull. Imp. Centr. Agr. Exp. Stat. Japan.* 1:9-36, 1907.
- 4) ESPINO, R. B., Some aspects of the salt requirements of young rice plants. *Phil. Jour. Sci.* 16:445-523, 1920.
- 5) 深城貞義 (FUKAKI, S.), 稻の水中培養に於ける窒素源としてのアモニア及硝酸鹽の營養價值に就て. 九大農學部學藝雜誌, 第 3 卷, 224-264, 1929.
- 6) —, 稻の分蘖に関する研究. 第 2 報, 溫度及空中濕度と分蘖度との關係. 九大農學部學藝雜誌, 第 4 卷, 336-357, 1931.
- 7) GILE, P. L. and CARRERO, J. O., Assimilation of iron by rice from certain nutrients solutions. *Journ. Agr. Res.* 7:503-528, 1916.
- 8) HOPKINS, E. F. and WANN, F. B., Relation of Hydrogenion concentration to growth of *Chlorella* and to the availability of iron. *Bot. Gaz.* 81:353-376, 1926.
- 9) 木村次郎 (KIMURA, J.), 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, 1:375-402, 1931.
- 10) LOO, T. L., On the mutual effect between the plant growth and the change of reaction of the nutrient solution with ammonium salts as the source of nitrogen. *Jap. Journ. Bot.* 3:163-203, 1927.
- 11) —, Studies on the absorption of ammonia and nitrate by the root of *Zea mays* = seedlings, in to the concentration relation and the actual acidity of culture solution. *Journ. Faculty Agr. Hokkaido Imp. Univ.*, 30:1-118.
- 12) MEVIUS, W., Kalzium-Ion und Wurzelwachstum. *Jahrb. wiss. Bot.* 66:183-253, 1927.
- 13) NAGAOKA, M., On the behavior of the rice plant to nitrates and ammoniumsals. *Bull. Coll. Agr. Tokyo Imp. Univ.* 6:285-334, 1904.
- 14) THERON, J. J., Influence of reaction on inter-relations between the plant and its culture medium. (*Univ. Cal. Publ. Agr. Sci.* 4:413-444.) *Bot. Abst* 13:Ent. 4652, 1924.
- 15) TOTTINGHAM, W. E. and E. J. RANKIN, Nutrient solutions for wheat. *Amer. Journ. Bot.* 9:270-276, 1922.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE BESTOCKUNG DER REISPFLANZEN
(*ORYZA SATIVA*). III. EINFLUSS DER ACIDITÄT UND KONZEN-
TRATION DER NÄHRLÖSUNG UND DER FORM DER STICKSTOFF-
HALTIGEN SALZE IN DERSELBEN AUF DIE BESTOCKUNG
BEI DER WASSERKULTUR¹⁾

(Resumee)

Sadayoshi FUKAKI

Die Reispflanzen (eine Sumpfreis-Sorte „Shinriki“) wurden von der Keimlingsphase bis zur maximalen Bestockungszeit kultiviert, um die Beziehungen zwischen der Bestockungsweise und der Azidität, der Konzentration der Nährlösung und weiter der Form der N-haltigen Salze in derselben und zwar Ammoniumsulfat oder Calciumnitrat zu studieren.

Eine modifizierte Knopsche Nährlösung (0.013 Mol Konzentration) wurde als Grundmedium der Kultur gebraucht, die bei den auf die Azidität oder Form der Salze beziehenden Studien meistens in 1/10 Verdünnung benützt wurde. Lösungen in verschiedenen PH-Werten oder in verschiedenen Konzentrationen wurden studiert, indem die PH-Werte gelegentlich mittels NaOH, HCL, K_2HPO_4 , KH_2PO_4 oder H_3PO_4 immer wieder zweckdienlich reguliert wurden.

Die Kulturlösungen wurden regelmässig wöchentlich erneuert. Die Haustergebnisse des Versuches waren die folgenden:

1) Der maximale Bestockungsgrad beurteilt durch die Gesamtlänge und Zahl der Bestockungshalme wurde in den Materialien erzielt, die in der Nährlösungen von PH 5 oder dieser nahe liegenden PH-Werten kultiviert wurden; und war die Entfaltung der Bestockungstriebe in solchen Lösungen am frühesten. Die beide Erscheinungen wurden durch Auf- oder Absteigen der PH-Werte allmählich verkleinert bzw. verspätet. Die Grenze der sauren Reaktion der Nährlösung für die Entfaltung der Bestockungshalme liegt wahrscheinlich bei PH 3 oder in der Nähe.

Grob genommen, stimmt der optimale PH-Wert für Vergrößerung des Bestockungsgrades mit demjenigen für das Gesamtrockengewicht überein.

2) In 0.0026-0.0013 Mol Lösungen wurde der maximale Bestockungsgrad erzielt und stimmt diese Konzentration beinahe mit derjenigen des maximalen

¹⁾ Arbeiten aus dem botanischen Laboratorium der Kaiserl. Kyushu-Univ., No. 49.

Gesamtrockengewichtes und Längenwachstums der Haupthalme überein. Alle diese Erscheinungen wurden durch Aufsteigen oder Abfallen der Konzentration gleichartig stark verringert.

3) Für den Bestockungsgrad (die Zahl und die Gesamtlänge der Bestockungshalme und auch die erste Entfaltung der Bestockungstriebe) und gleichartig für die gesamte vegetative Entwicklung der Reispflanzen ist Ammoniumsulfat günstiger als Calciumnitrat. Diese günstige Wirkung von Ammoniumsulfat scheint mir nicht eine indirekte, verursacht durch die günstige Reaktion der Lösung, sondern eine direkte zu sein.
