

# 熱帯農學會誌

第十卷 第二號

原 著

## 水稻の生育に對する硼素の影響に就て(第三報) 水耕試験結果

徳岡松雄・徐水泉

Über den Einfluss des Bors auf das Wachstum der Reispflanze. III.

von

M. TOKUOKA und S. DYU

(昭和13年4月22日受理)

### 緒 言

硼素の微量が植物生育に對し效果的なる事は從來多數學者の認めたることにして、今その中の水耕試験に關する二三の研究報告を示せば T. R. SWANBACK<sup>1)</sup> は煙草生育に對する硼素の最適施用量を 2 p.p.m. とし、J. E. MOMURTREY<sup>2)</sup> も亦煙草に於て硼素 0.5 p.p.m. 以下では發育不完全なる事を示した。E. S. JOHNSTON 及 W. H. DORE<sup>3)</sup> 等によればトマトの正常生育には水耕液中に 0.5 p.p.m. 以上の硼素量を必要とし 5.5 p.p.m. 以上となれば害作用が現はれる。尙 K. SCHARRER 及 W. SCHROPP<sup>4)</sup> 等も硼素の微量は甜菜、蕪菁及小麥等の生育に對して效果的なる事を認めた。その外 E. A. ROWE<sup>5)</sup> が甜菜生育に對して硼素の最適施用量を 1 p.p.m. とした。

以上硼素が植物に必要な微量要素である事は土耕及水耕兩試験の示す如くであるが土耕と水耕とに於て他の栽培條件が同一でも屢々結果の異なる事<sup>6)</sup>がある。それ故土耕と水耕との試験結果に於ける關係を明かにする目的で前回の土耕試験<sup>7)8)</sup>に引續き硼素の水稻生育に對する影響を水耕法によりて研究した。以下研究結果に就て報告する。

實 験 之 部

供試作物としては水稻莖中 65 號の約 10 cm に伸びた 20 日苗を用ひた。培養器は内容 2.2 L の硝子圓筒にして水耕液としては大體春日井<sup>1)</sup>氏の處方に従ひ其 1 L 中に含まるゝ各種の栄養素の量は次の如くである。

(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.1447 g	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.0366 g	MnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	0.00014 g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.0383 g	CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	0.0109 g		
KCl	0.0324 g	FeCl <sub>3</sub>	0.0003 g		

尚液の稀釋には水道水を用ゐたる故 Si 其他の諸元素の混入せる事も確實である。以上の培養液に 1:3 の HCl の適量を加へて其 pH を大體 5.5 附近に保ち水稻苗は 1 本宛竹笊の上に清淨なる石英片にて保持した。硼素は硼酸として與へ其施用量は次の如くである。

區 別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
硼 素(p.p.m.)	0	0.01	0.1	1	2	5	10	15	20	40

水耕液の更新は大體 3 日毎に行ひ收穫前 2 週間は水道水に微量の HCl を添加して、pH を 5-6 の間に保てるものゝみを與へた。試験は 2 箇宛平行に施行し、次に示す各表中の數字は其平均値である。各培養器は全生育期間中硝子室内に靜置した。

實驗結果の概要を示せば次の如くであつて昭和 12 年 7 月 9 日に移植し、11 月 25 日に收穫した。

I. 生育調査、生育中草丈、根長等に就ての調査結果を第 1 表に示す。

第 1 表 生育調査表(其一)

區 別	11		29			50			68		
	(7月19日)		(8月6日)			(8月27日)			(9月14日)		
	草丈 cm	根長 cm	草丈 cm	根長 cm	分蘗 本	草丈 cm	根長 cm	分蘗 本	草丈 cm	根長 cm	分蘗 本
1	16.3	16.1	23.1	16.8	1	72.0	17.8	3	74.0	17.4	3
2	16.0	13.4	34.5	13.4	1	65.0	16.1	2.5	67.7	17.9	3.5
3	15.9	14.8	25.2	15.5	1	53.8	17.1	3	68.1	17.3	3
4	16.7	15.5	34.7	17.4	1	67.9	18.3	3.5	77.5	19.4	4
5	18.6	13.7	40.0	18.7	1.5	59.2	19.6	4	73.6	22.2	5
6	15.6	13.6	25.2	13.8	1	58.2	16.7	3	69.1	17.1	3
7	16.45	11.7	23.4	13.8	1	51.5	15.5	1	67.6	18.5	2.5
8	16.9	13.9	18.1	14.3	1	49.9	15.9	1	66.6	17.3	3
9	16.4	15.4	16.6	16.8	1	15.1*	17.0*	1*			
10	16.2	10.7	12.1*	12.6*	1*						

第 1 表 生育調査表(其二)

區 別	94 (9月29日)			96 (10月11日)			115 (10月30日)			134 (11月18日)		
	草丈 cm	根長 cm	分蘗 (本)	草丈 cm	根長 cm	分蘗 (本)	草丈 cm	根長 cm	分蘗 (本)	草丈 cm	根長 cm	分蘗 (本)
1	75.8	18.4	5	78.4	25.2	10	87.2	27.4	16	86.6	29.0	16
2	68.8	18.1	3.5	76.2	18.9	9	82.5	18.7	9.5	84.0	23.6	14.5
3	68.5	17.7	4	69.9	17.9	9	76.3	18.1	10.5	77.2	23.3	12.5
4	77.9	17.8	4	79.4	21.0	8	84.7	19.7	11	85.9	23.6	18.5
5	76.6	22.5	5.5	83.7	22.7	6.5	93.6	25.4	11.5	93.9	31.6	16.5
6	70.2	18.7	3.5	72.6	19.6	6.5	89.3	20.3	11	92.1	23.8	12
7	68.8	19.5	3.5	74.1	20.0	6	84.6	21.3	9.5	88.1	23.8	11
8	73.2	18.0	3	74.1	18.7	5	78.9	20.1	5	81.2	27.1	5

第 1 表の調査結果を見るに草丈の伸長は移植後約 2 箇月位の時期に於て最も顯著である。  
 酸素施用量の多い 10 及び 9 の兩區は夫々 8 月 6 日、8 月 27 日の調査日には枯死してしま  
 つて表中数字右肩の \* 印は之等枯死したものに就て調査した数字なる事を示す。大體草丈に於  
 ては 2 p.p.m. 區が一番良好にして 1 p.p.m. 區と標準區が之れに次いでゐる様である。根長に  
 就ては大體草丈の場合に於ける傾向と等しいが 11 月 18 日に於ける飛躍的伸長は特に注目す  
 べきである。尙分蘗数は 11 月 18 日の調査迄は標準區が一番多い。

次に生育中出穂期日に就ての調査結果を第 2 表に示す。

第 2 表 出穂期日

區 別	1	2	3	4	5	6	7	8
期 日	10月11日	10月9日	10月8日	10月10日	10月20日	10月20日	10月24日	10月23日

上記の結果によれば酸素 1 p.p.m. 迄は何れも標準區より出穂が早い。2 p.p.m. 以上になれ  
 ば著しく出穂が遅れて居る。

II. 生育中に於ける水耕液 pH の變化

生育中に於て水耕液交換の際に使用後の液に付き測定せる pH の結果を第 3 表に示す。

第 3 表 pH 値 (キンヒドロン電極法に依る)

移植後経過 過日數	15	26	40	57	77	91	103	118
區 別	(7月23日)	(8月3日)	(8月17日)	(9月3日)	(9月22日)	(10月6日)	(10月18日)	(11月2日)
1	6.63	4.53	3.65	3.44	3.47	3.65	3.53	2.99
2	6.44	4.79	3.66	3.50	3.52	3.54	3.74	3.27
3	6.54	4.76	3.70	3.44	3.52	3.48	3.69	4.31

區別	移植後経過日数	15	26	40	57	77	91	103	118
		(7月23日)	(8月3日)	(8月17日)	(9月3日)	(9月22日)	(10月6日)	(10月19日)	(11月2日)
4		6.54	4.86	3.57	3.33	3.65	3.52	3.59	3.49
5		6.56	4.76	3.58	3.43	3.50	3.51	3.68	3.35
6		6.34	5.92	3.66	3.41	3.53	3.61	3.70	3.27
7		6.54	5.73	3.84	3.49	3.56	3.76	3.77	3.26
8		6.58	5.82	3.82	3.44	3.58	4.60	4.31	3.32
9		6.60	5.76	3.81					
10		6.65	5.74						

上表を見るに何れの區に於ても最初は高い値を示して居るが8月3日以後からは略々一定となつて居る。尙大體に於て pH 値は硼素供給量によりて影響されないものと認められる。

III. 收穫物調査。收穫物に付き調査した結果を第4, 5表に示す。

第4表 有效分蘗數と穀實收量

區別	有效分蘗數(本)	穀實收量(g)
1	6	4.1
2	6	5.8
3	6	5.2
4	4	4.3
5	3	5.2
6	2.5	5.3
7	3	4.5
8	1.5	2.0

有效分蘗數に於て1, 2, 3區は何れも6本であつたが4以上の區は著しく少なくなつて居る。穀實收量は8區を除けば皆無硼素區より多く特に0.01 p.p.m.の時が多い。

第5表 乾物量(g)

區別	根	莖	合計
1	4.6	14.5	19.1
2	3.8	13.3	17.2
3	4.2	13.3	17.5
4	5.0	14.2	19.2
5	4.4	12.3	16.7
6	3.5	11.5	15.0
7	2.9	11.6	14.5
8	1.6	6.5	8.2
9	0.014	0.052	0.066
10	0.011	0.014	0.025

9, 10 區の數字は枯死したものに就て調査した。8 區迄の乾物量の中最高は 4 區の 19.2 g で最小は 8 區の 8.2 g である。

#### IV. 窒素含量

著者等は棉の肥培研究<sup>11)</sup>に於て硼素施用は根の窒素含量を比例的に低下せしめる事を認めたとが水稻の場合に於ても同じ現象を示すか否かを調べる目的で收穫物の中根、葉等に就きてガニング氏變法により窒素を定量した。之れを第 6 表に示す。

第 6 表 窒素分布表 (氣乾物中%)

區	別	葉	根
1		1.39	1.52
2		1.41	1.57
3		1.39	1.47
4		1.39	1.52
5		1.38	1.51
6		1.36	1.43
7		1.36	1.38
8		1.30	1.32

即ち硼素の施用は確かに窒素含量を低下せしめる傾向を示す。

### 考 察

以上の結果を綜合して見るに水耕培養に於て硼素を 20 p.p.m. 以上施すと水稻の生育が停止され、微量施用の時と雖ども水稻の生育には左程著しき有效作用を認め得なかつたが、穀質收量に對しては明かに好影響を及ぼし 10 p.p.m. 迄の硼素施用區は何れも增收を來して居る。大體に於て最適施用量は 0.01-1 p.p.m. の間にあるらしく又 20 p.p.m. 以上の時既に致命的施用量なる事は著しく土耕試験の場合と趣きを異にして居る。此の事は Mc. HARGUE 及 CALFÉS<sup>12)</sup>の理論に従へば大體説明出来る。然るに硼素を全然施用しなかつた標準區がその生育及收量に於て相當良好なる成績を納めて居る點と前回の土耕試験結果とから吟味して水稻に對しては硼素は恐らく不可欠な要素でなくて唯微量に施用すればその刺激作用によりて水稻の生育及收量が良好になるのではないかと考へられる。

又水稻の生育期間中硼素施用量に基く pH の變化は殆んど認められなかつた。故水稻に對する硼素の影響が直接作用して影響するものと想像しうる。

尚收穫物の窒素含量は土耕試験<sup>13)</sup>に於ては硼素施用に影響されないと結論したが今回に於ては明かに硼素施用による影響が現はれて居る。之は恐らく土耕試験程度の窒素施用量では其の影響は殆んど認められないで水耕試験程度に與へて始めて其影響が現はれるのであらう。次

に試験末期に於ける根の急激な伸長は 栄養素の不足に基因するといふ理論で多少説明が付くではないかと思はれる。

### 總 括

本試験は水稻莖中 65 號に對する硼素の影響を 0.01-40 p.p.m. (水耕液重量に對し)の範圍内に於て水耕法により研究したもので以下その結果の概要を示す。

- 1) 微量の硼素施用は草丈、根長、分蘗及乾物量等に著しき好影響を及さない。
- 2) 水稻生育期間中 pH の變化は認められない。夫故水稻に硼素は直接作用して影響するものと考へられる。
- 3) 硼素施用量 10 p.p.m. 迄は穀實收量の増加を來し、0.01-1 p.p.m. の時は出穂が稍早くなる。
- 4) 全般的に見て水稻に對し硼素施用量 10 p.p.m. 以下の時は效果的であつて 10 p.p.m. 以上になれば害作用が現れ、20 p.p.m. になると最早致命的施用量となる。
- 5) 硼素施用により水稻の葉根中の窒素含量が減少する。

(臺北帝國大學理農學部土壤肥料學教室)

### 引 用 文 獻

- 1) T. R. SWANBACK. *Plant Physiol.* 2, 475-486, 1923.
- 2) J. E. MOMENTREY. *J. Agr. Res.* 38, 371-380, 1929.
- 3) E. S. JOHNSTON, W. H. DORE. *Plant Physiol.* 4, 31-63, 1929.
- 4) K. SCHARER, W. SCHROPP. *Phytopath.* 7, 245-254, 1934.
- 5) E. A. ROWE. *Annals of Botany.* 50, 735-746, 1936.
- 6) J. S. Mc HARGUE, R. K. CALFÉS. *Plant Physiol.* 8, 304, 1933.
- 7), 8) 徳岡、諸岡、熱帯農學會誌, 8, 12, 211, 1936.
- 9) 徳岡、諸岡、日本土壤肥料學雜誌, 10, 189, 1936.
- 10) 春日井、日本土壤肥料學雜誌, 8, 401, 1934.
- 11) 徳岡、徐、熱帯農學會誌, 9, 330, 1937.
- 12) S. YAMAGUCHI. *J. Fac. Sc. Hokkaido Imp. Univ. Ser V. Vol. IV. No. 1.* 25, 1935.

## Über den Einfluss des Bors auf das Wachstum der Reispflanze.

### III. Studien durch Wasserkultur.

von

M. TOKUOKA und S. DYO.

Das vorliegende Problem, das bereits durch dreimalige Gefäßversuche von den Verfassern und H. MOROOKA studiert wurde, wird nun wieder durch Wasserkultur geforscht, zwecks seiner Bestätigung, ob das Boron bei Wasserkultur auch dieselbe Rolle wie bei Gefäßversuch spiele. Die einzelne Pflanze wurde auf einem Glassylinder, dessen Inhalt 2.2 L. beträgt, auf einem Bambuskorb mit gereinigten Quarzstücken gehalten.

Die Nährlösung enthielt in einem Liter folgende Nährstoffe:

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	$\text{KCl}$	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	$\text{FeCl}_3$	$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
0.144 g	0.0333 g	0.0324 g	0.0366 g	0.109 g	0.003 g	0.00014 g

In die oben angegebenen Lösungen wurden die folgende Menge des Bors als Borsäure zugegeben.

Gruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B (in v. M.)	0	0.01	0.1	1	2	5	10	15	20	40

Jede Gruppe besteht aus zwei Zylindern. Das pH der Nährlösungen vor jeden Anwendungen beinah 5.5 gehalten. Diese Lösungen wurden in jeden 4 Tagen erneuert. Die Vegetationszeit dauert von 9. VII. 1937 bis 28. XI. 1937.

Das Resultat war principiell ganz dasselbe wie bei Gefäßversuche. Zusammenfassend kann man folgendes sagen:

- 1) Borzugabe von bis 10 v.M. hat das Wachstum der Reispflanze beschleunigt und die Ernte an der Frucht erhöht.
- 2) Von 10 v.M. an ist das Bor schon giftig gegen Reispflanze, und 20 v.M. ist recht tödlich.
- 3) Der Stickstoffgehalt des Strohs und des Wurzels vermindert sich entsprechend dem Borzugabe.
- 4) Die Giftigkeit bei diesem Falle ist dem Bor selbst zu zuschreiben, und nicht der durch Borzugabe verursachten Nebenwirkung.