

棉の肥培に関する研究 (第一報)

棉花栽培に於ける硼素の効用に就て

徳岡松雄・徐水泉

Über die Baumwolle-Düngung. I.

Die Nutzwirkung vom Boron beim Baumwolle-Anbau.

von

M. TOKUOKA und S. DYO.

(昭和12年11月27日受理)

緒 言

近來植物生育に及ぼす微量物質の役割が盛んに研究せられ、その重要な事は最早一般の認める所である。之等微量物質の中硼素に就ては1857年 WITTSTEIN 及び APOIGIER¹⁾ がアビシニヤ産の植物種子を分析した時灰分中より発見されたのに始まり、その後多くの研究を経て來たにも拘はず硼素が生理的に如何なる役割を演じてゐるか今日尙不明なるも、多くの學者達が之を缺く時は植物の生長組織を痛め、細胞を分裂崩壊し褪色せしめる事を認めてゐる。換言せば硼素は植物に必要な微量要素であつて、其の必要な事は多數植物に就て確められてゐるが此の中棉に及ぼす硼素の影響の研究は至つて少い。

即ち1923年 J. J. SKINNER 及び F. E. ALLISON²⁾ は棉の生育及び結實に及ぼす硼素の害作用を示し、1937年、J. J. SKINNER, H. B. MANN, E. R. COLLINS, E. J. BATTEN, R. P. BLEDSOE³⁾ 等により棉作に對し微量成分 (Mn, Cu, B, Zn) の影響なき事を認められ、又 R. P. BLEDSOE⁴⁾ も棉花肥料に硼素を含有すると減收を來すと報告したが之等の所謂硼素の障害作用の起るのは硼素施用量の過多に基因するものであらう。

然るに1932年、F. M. EATON⁵⁾ により硼素は棉花の新陳代謝を旺盛にし、10p.p.m. の硼素含量の時最高收量を擧げて硼素の棉花に對する促進作用を證明した。

此の外 J. A. NAFTEL⁶⁾ は硼素が過剰石灰による障害防止及治癒作用を有するのは不溶性の石灰硼酸鹽形成に因る事を蕪菁、燕麥、キャベツ、大豆等について確めた。

斯くの如く棉に對する硼素の影響が未だ明瞭になつてないのと近時本島棉作がその重要性を認められる様になつた爲め、硼素の棉花に及ぼす影響を一層明かにする目的を以て此の研究を開始したのである。

実験之部

栽培試験

1) 土壤、本學附近の丘陵地より得たる第三紀砂岩頁岩質の細壤土をワグナー氏鉢當り 12 kg と水源地の川砂 3 kg とを使用した。即ち最下層は 2 kg 礫、中層は 7 kg 細壤土及び 3 kg 川砂、最上層は 5 kg 細壤土より成り肥料及礫酸を可及的均一に混合して充填した。

2) 肥料及元素、鉢當り窒素 0.6 g (三井硫酸 2.86 g), 燐酸 0.4 g (竹印燐酸肥料 2.67 g), 加里 0.6 g (市販硫酸加里 1.11 g) を播種當日よく土壤と混和して施した。本試験に於ては如何なる濃度より影響が現はれるかを究める爲め下記の範圍に於ける礫素の濃度を用ひて行つた。

區別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
礫酸 g	0	0.0282	0.0564	0.1128	0.2255	0.3383	0.4511	0.5638	1.1276	1.6915	2.8191	5.6382	11.2764
礫素 g	0	0.005	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	2.0
P.P.M.	0	0.33	0.67	1.33	2.66	3.99	5.33	6.66	13.32	19.93	33.30	66.60	133.20

3) 播種、昭和 12 年 7 月 7 日臺灣總督府中央研究所農業部種藝科より分譲を受けた陸地棉 Half and Half の種子を鉢當り 5 粒播種した。

4) 管理、適時澆水し、芽の出揃ふた 7 月 15 日に第一回の間引をして 2 本仕立となし 7 月 23 日に再び第 2 回の間引を行つて一本仕立とした。その後適當に澆水と共に除草驅蟲に努めた。即ち「ワタノアブラムシ」の驅除に 8 月 4 日、9 月 8 日、10 月 2 日の三回に分けて「硫酸ニコチン」を噴霧器を使用して撒布し又蟻の驅除に棉の根元に「Tree tangle foot」なる薬剤を塗布した。而して生育中草丈、枝数等に就て一定の日を定めて調査した。

I. 生育調査

礫素施用量の最大なる 13 區は A、B、共に發芽後 10 日目の 7 月 17 日に全く枯死した。12 區も第一回生育調査後 A は 8 月 17 日、B は 8 月 14 日に夫々亦枯死した。11 區 A は異品種なる事後日發見せる爲め之れを削除した。

尙礫素施用増加により葉縁の褐色部分が廣まり、即ち 5 區迄は褐色葉縁なく生育は至つてよいが 6-9 區では僅かであり、10、11 區は稍々顯著となり、12、13 區に至つては全葉褐色を呈して枯死した。

今生育調査結果を示せば第 1 表の通りである。

第 1 表の結果を見るに草丈は發芽後 2 箇月位迄に殆どその頂點に達し以後左程の増長を示さない。此の中第一回生育調査に於て最高の草丈を示してゐる區は 5 區の A で最小は 12 區の B である。A、B の平均値では 2 區が第一位であり、3、5 區が之に次ぐ。而して礫素 5.33 p.p.m. (7 區) 以上になると何れの區も無礫素區の平均草丈より小さい。

第二回生育調査に於ては略々第一回の場合と同様の傾向を示して居り、第三回及び收穫當

第 1 表
生育調査表

區 別		播種28日後 (8月3日)	播種65日後 (9月1日)	播種87日後 (10月1日)	播種106日後 (10月20日 收 穫)			區 別		播種28日後 (8月3日)	播種65日後 (9月1日)	播種87日後 (10月1日)	播種106日後 (10月20日 收 穫)		
		cm 草丈	cm 草丈	本 枝数	cm 草丈	本 枝数	cm 草丈			本 枝数	cm 草丈	cm 草丈	本 枝数	cm 草丈	本 枝数
1	A	25.8	62.0	10 77.4	14 78.0	15 70.0	8	A	23.0	65.2	10 70.0	10 72.6	12 71.4		
	B	23.6	63.2	9 80.0	11 80.0	11 63.4		B	23.0	57.8	10 65.4	12 69.8	12 47.0		
	平均	27.2	65.1	9.5 78.7	12.5 79.0	13 66.7		平均	22.5	61.5	10 67.7	11 70.7	12 59.2		
2	A	33.4	76.0	9 82.8	10 84.0	10 78.4	9	A	21.8	52.0	10 64.6	10 64.8	12 74.2		
	B	29.4	78.0	10 86.8	10 94.4	11 64.0		B	24.8	63.0	10 69.2	10 76.4	13 65.6		
	平均	31.4	77.0	9.5 84.8	10 89.2	10.5 71.2		平均	23.3	57.5	10 66.9	10 70.6	12.5 69.9		
3	A	23.4	75.2	10 85.0	10 86.0	10 62.2	10	A	19.4	59.8	8 67.2	9 68.6	10 55.2		
	B	30.4	80.0	9 85.8	10 85.8	10 53.6		B	21.4	57.8	10 69.4	11 76.2	13 69.4		
	平均	29.4	77.6	9.5 85.4	10 85.9	10 57.9		平均	20.4	58.8	9 68.3	9.5 72.4	11.5 62.8		
4	A	26.0	64.2	11 67.2	10 67.6	10 56.4	11	A	削除	—	—	—	—		
	B	28.4	72.0	9 80.0	10 84.2	10 52.2		B	16.6	36.2	5 67.2	10 67.2	11 42.6		
	平均	27.2	63.1	10 73.6	10 75.9	10 54.3		平均	16.6	36.2	5 67.2	10 67.2	11 42.8		
5	A	34.4	84.4	10 87.0	10 88.2	10 82.8	12	A	15.4	枯死(8月17日)					
	B	26.2	66.6	10 76.4	10 76.8	11 50.6		B	11.8	枯死(8月14日)					
	平均	30.3	75.5	10 81.7	10 82.5	10.5 66.7		平均	13.6						
6	A	26.0	68.2	10 88.4	13 88.5	13 66.8	13	A	枯死(7月17日)						
	B	31.4	64.2	8 98.8	12 99.0	12 59.8		B	枯死(7月17日)						
	平均	28.7	66.2	9 93.6	12.5 93.7	12.5 63.3									
7	A	27.8	75.6	10 86.0	10 91.0	11 65.4									
	B	22.2	53.0	6 67.2	8 67.4	9 81.6									
	平均	25.0	64.3	8 76.9	9 79.2	10 73.5									

日の草丈の最高は何れも 6 區であつて 4 區を除ては平均草丈は 2, 3, 5, 6 區が何れも無硝素區より大きい。此の場合も硝素含量 5.33 p.p.m. (7 區) 以上になるとやはり平均草丈は 1 區より小さい。

枝數に就てもやはり發芽後 2 箇月位迄に最高本數に達し其後餘り變化がない。一般に 10 本内外である。

根長に就ては 2, 7 區を除けば他は何れも 1 區より小さい。

尚硝素が開花及開架に如何なる影響を及ぼすかを見る爲めに生育中生育調査と共に開花始日及開架始日を各區に就て調査した結果を集録すれば第 2 表の通りである。

之れを見るに開花に於ては 4 區が断然早く 2, 3 區も割合に早い。開花始日の一番遅いのは 10, 11 區である。總體的に見て 2, 3, 4 區は無硝素區より早く 5, 6, 7, 8, 9 區は無硝素區と同様で特に遅いのは 10, 11 區である。

區 別		1 A	1 B	2 A	2 B	3 A	3 B	4 A	4 B	5 A	5 B	6 A	6 B		
棉	重量(g)	5.3	6.9	8.5	0	0	1.5	0	0	0	0	11.7	5.4		
	一箇當重量 ^(g)	1.8	2.3	2.3	0	0	1.5	0	0	0	0	2.0	1.8		
	期 數	摘 採	2	3	3	3	3	4	5	5	7	6	2	2	
		木 探	開	3	3	3	0	0	1	0	0	0	0	6	3
			無 開	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
		全 數	7	6	6	6	3	5	5	5	7	6	8	5	
	合 計	重 量 ^(g)	12.3	16.0	20.1	7.7	11.4	17.2	19.4	20.1	16.1	16.9	16.2	11.0	
		A + B	23.3		27.8		23.6		39.5		33.0		27.2		
		實 棉 ^(g)	2.6		3.1		3.6		3.6		2.5		2.1		

第 3 表
收穫物調查表 (b)

區 別		7 A	7 B	8 A	8 B	9 A	9 B	10A	10B	11A	11B	
實 棉	摘 採 棉	各箇重量 ^(g)	4.1	0	3.2	3.9	4.3	4.9	4.6	3.3	削除	0
			3.1		2.7	3.5	3.2	4.6	4.2	4.0		
			4.0		1.3	2.9		2.6	4.4			
			3.9		2.1							
	重 量(g)	15.1	0	9.3	10.3	7.5	12.1	13.2	7.3		0	
	一箇當重量(g)	3.8	0	2.3	3.4	3.7	4.0	4.4	3.7		0	
	木 探 棉	各箇重量 ^(g)	0	5.2	2.0	2.5	4.3	0	0	0		2.6
				6.6	2.0	2.7						1.0
						1.3						
	重 量(g)	0	11.8	4.0	6.5	4.3	0	0	0		3.6	
一箇當重量(g)	0	5.9	2.0	2.2	4.3	0	0	0		1.8		
期 數	摘 採	4	0	4	3	2	3	3	2		0	
	木 探	開	0	2	2	3	1	0	0	0		2
		無 開	0	0	0	0	0	0	0	0		0
	全 數	4	2	6	6	3	3	3	2		2	
合 計	重 量(g)	15.1	11.8	13.3	16.8	11.8	12.1	13.2	7.3		3.6	
	A + B	26.0		30.1		23.9		20.5		3.6		
	實 棉 ^(g)	5.4		2.5		4.0		4.1		1.3		

第 3 表を見るに先づ摘採棉に就ての最高収量は 4 區にして 5 區は之に次ぎ、最小は 7, 11 區の零である。尙一箇當重量の最高は 10 區の A を除けば 4 區が良い成績を示してゐる。摘採棉蒴数の最多區は 5 區の A にして 7 區の B 及び 11 區の B は何れも零である。一般に 3, 4, 5 區に多く 6 區になると急に減少し以後は不定である。

木採棉に關しては大體に於て摘採棉の多い區は少くなつてゐる傾向を示し、合計的に實棉としての収量及び全蒴数を見るに全収量の最高は 4 區の 39.5 gr で最小は 11 區である。8 區を除けば硼素の微量施用は良結果を與へ 4 區が最高にして 6 區になると無硼素區より少くなり、それ以上硼素含量を増加すればする程減少して來る。全蒴数に就ても大體之と同様な傾向を示して居り、實棉一箇當重量に就ては 7 區が最高にして 9, 10 區が之に次ぎ、2, 3, 4 區はやはり無硼素區より大きい、故に 7, 9, 10 區を除けば 4 區迄は何れも無硼素區より良好なる結果を示し、5 區以後は何れの區も無硼素區より結果が悪い。

收穫物の中生體量及び乾物量等に就ての結果を第 4 表に示す。

第 4 表
收穫物調査表

區別	生體量 (g) (葉+莖+根)	乾物量 (g)			S/W	區別	生體量 (g) (葉+莖+根)	乾物量 (g)			S/W
		莖+根	根	莖				莖+根	根	莖	
1 A	73.8	27.6	7.9	19.7	2.49	7 A	57.2	19.5	4.5	15.0	3.33
B	73.6	23.6	7.1	16.5	2.32	B	52.6	17.6	4.7	12.9	2.74
平均	73.7	25.6	7.5	18.1	2.42	平均	54.9	18.5	4.6	13.9	3.02
2 A	72.4	22.3	6.8	15.5	2.27	8 A	50.1	17.4	4.2	13.2	3.14
B	93.0	31.1	8.1	23.0	2.83	B	33.2	11.8	2.9	8.9	3.06
平均	82.7	26.7	7.4	19.2	2.55	平均	41.6	14.6	3.5	11.0	3.10
3 A	84.6	34.9	7.7	27.2	3.53	9 A	※ 32.0	12.0	3.0	9.0	—
B	67.2	24.3	5.3	19.0	3.58	B	※ 37.1	14.1	3.2	10.9	—
平均	75.9	29.6	6.5	23.1	3.55	平均	34.5	13.0	3.1	9.9	—
4 A	56.3	18.3	5.6	12.7	2.26	10 A	※ 46.4	16.7	3.7	13.0	—
B	38.4	16.1	4.1	12.0	2.92	B	※ 41.3	15.5	3.5	12.0	—
平均	47.3	17.2	4.8	12.3	2.59	平均	43.8	16.1	3.6	12.5	—
5 A	59.6	23.9	5.7	18.2	3.19	11 A	削除				
B	46.5	18.9	5.2	13.7	2.63	B	※ 27.3	9.5	2.3	7.2	—
平均	53.0	21.4	5.4	15.9	2.91	平均	27.3	9.5	2.3	7.2	—
6 A	55.4	18.3	4.1	14.7	3.53						
B	67.2	30.2	6.5	23.7	3.64						
平均	61.3	24.5	5.3	19.2	3.61						

備考 S=Stamm.

W=Wurzel.

※印は根の採集稍々不完全なりしもの。

第 4 表を見るに生體量の最高は 2 區であつて、3 區は之に次ぎ、後は皆無硼素區より小さい。乾物量に就ては 3 區が最高にして、2 區が之に次ぎ、6 區は第 3 位になる。後は何れ

も無硝素区より小さい。根の乾物量の最高は無硝素区にして後は何れも之れより小さい。莖については 2, 3, 6 区は何れも無硝素区より大きく他は何れも無硝素区より小さい。

次に S/W とは莖重量に対する根重量の比の値にして T-R 比率の様子を知らんが爲めに設けたものである。此の値を見るに無硝素区の平均値は他区の何れよりも小さく一般に硝素施用量の増加と共に値が増大してゐる。

III. 窒素含量

窒素含量は根部に就てのみガンニング氏變法に依りて定量した。其結果は第 5 表に集録した。

第 5 表
根の窒素含量

區別	水分%	N % (風乾物中)	N % (無水物中)	N全量g	區別	水分%	N % (風乾物中)	N % (無水物中)	N全量g
1 A	9.87	1.127	1.250	0.039	7 A	9.57	0.760	0.840	0.034
B	9.65	1.232	1.418	0.091	B	10.14	1.033	1.205	0.050
平均	9.76	1.204	1.334	0.090	平均	9.85	0.921	1.002	0.042
2 A	8.81	1.037	1.137	0.071	8 A	10.40	0.555	0.619	0.023
B	10.11	1.011	1.124	0.032	B	9.90	0.806	0.894	0.023
平均	9.46	1.024	1.131	0.076	平均	10.15	0.680	0.756	0.023
3 A	10.32	0.971	1.032	0.075	9 A	9.44	0.642	0.703	0.019
B	10.39	1.021	1.139	0.054	B	9.90	0.423	0.469	0.013
平均	10.35	0.996	1.110	0.064	平均	9.67	0.532	0.538	0.016
4 A	9.57	1.007	1.113	0.056	10 A	9.66	0.570	0.630	0.021
B	8.46	0.997	1.039	0.041	B	9.57	0.338	0.429	0.016
平均	9.01	1.002	1.101	0.048	平均	9.61	0.479	0.529	0.018
5 A	9.47	1.001	1.105	0.057	11 A	削除	—	—	—
B	9.31	1.003	1.106	0.052	B	9.41	0.395	0.436	0.009
平均	9.39	1.002	1.105	0.054	平均	9.41	0.395	0.436	0.009
6 A	9.63	0.972	1.075	0.039					
B	9.80	0.899	0.996	0.053					
平均	9.71	0.935	1.035	0.048					

備考 葉莖の水浸出液はニコチンの定性反應 (Silico-Wolframsäure による) を示すも根は之れを示さない。故に根丈に就て窒素を定量した。

第 5 表の實驗結果を見るに水分含量は一般に 10% 内外である。窒素含量は無硝素区が最高で後は皆無硝素区より小さく硝素施用量の増加に連れて減少してゐる事を明かに示してゐる。

考 察

生育調査結果を全般的に見ると此の品種の生長期間は最初の 2 箇月間であると思はれる。又生育状態が硝素濃度の低い 2, 3, 4, 5, 6 区が無硝素区より良く、7, 8, 9, 10, 11 区は無硝素区より一般に悪い事は硝素の微量施用が棉花生育を良くするも過量施用の時はかへつて悪影響

を及ぼす微量元素の一般性質であらう。

枝数が各區を通じて略々同一なる値を示す事は一見硼素の影響なき事を示すも併し收量と結び付けた時硼素は恐らく有效枝数と関係があるではないかと思はれる。

根長が一般に硼素施用區が無硼素區より短いのは多分硼素そのものが根の生育を阻害するものであるか或は硼素施用によつて起る二次的因子により根の發育が阻害されるのであるかは明かでない。

開花始日に就て見るに 4 區が一番早く 2, 3 區も割合に早い事はやはり微量硼素施用の結果であらう。又 10, 11 區の特に遅いのは單に硼素そのものゝ害か若しくは過量硼素施用に基因する二次的因子の害か或は又此の二つの因子によるのかは明かでない。

開架に就ては大體開花の早い區は開架も早いが唯 7 區の B と 11 區の B が一つも開架してないのは恐らく硼素の影響ではなくて偶然の結果であらう。

次に收穫物調査結果に就て考察するに實棉の最高收量は 4 區を頂點としてその前後に介在する事も大體よく生育狀況と一致する事は即ち硼素微量施用は生育を盛んにして收量の増加を招來するものと思はれる。次に實棉一個當重量に就ては 7, 9, 10 區が却つて 2, 3, 4 區より重い事は 7, 9, 10 區に於て全重量の割合に蒴数が少い爲めて硼素の好影響ではないと思ふ。尙又生體量及乾物量に就ては 6 區或は 7 區以上になると何れも無硼素區より軽いのは過量硼素施用の結果と思はれる。又根重量が硼素施用區が何れも無硼素區より軽いのは恐らく硼素の作用は地上部よりも地下部により多く現はれる爲めであらう。此の事は莖重に對する根重の割合即ち S/W 値が硼素施用區よりも無硼素區の方が小さい點と略々一致する様である。

最後に根の窒素含量に就て考察する。根の窒素含量が硼素施用の増加に連れて減少してゐるのは硼素施用の結果 Ammonium-Borates の形成に基因するとも考へられるが併し如何なる種類の Ammonium-Borate が形成されてゐるかを確めてない以上斷言出来ない。

唯硼素微量施用區の窒素百分率が低いにも拘はらず收量が却つて無硼素區より良好なる事は Bobko⁶⁾ 等の“硼素微量の時他榮養素の利用率は割合に大なるも收量大なる爲め百分率は低下する”といふ推論で大體説明がつくではないかと思はれる。

總 括

本研究は棉の生育及び收量に對する硼素施用量の影響を調べる目的で行はれたものであつて棉の品種は陸地棉「Half and Half」を、土壤は砂岩頁岩質の細壤土を用ひた。研究結果より得たる主なる事項を擧ぐれば次の如くである。

1. 微量の硼素施用は草丈、生體量、收量、蒴數、實棉一個當重量の増加を來すも枝數には影響ない。
2. 微量の硼素施用は開花、開架を早める。
3. 微量硼素施用の好影響は地上部にあつて地下部は却つてその生育を阻害される。

4. 硼素の好影響は土壤重量に對し 0.33-3.99 p.p.m. の間に現はれ就中 2 p.p.m. 最も良く、5 p.p.m. 以上になれば害作用が現はれ、66 p.p.m. になると最早致命的である。
5. 硼素施用は根中の窒素含量を低下せしめる。

(臺北帝國大學土壤肥料學教室)

引用文獻

- 1) WITSTEIN and APOIGER, Fertiliser. 20, 720, (1935).
- 2) J. J. SKINNER and F. E. ALLISON, J. Agr. Res. 23, 433-443, (1923).
- 3) J. J. SKINNER, H. B. MANN, E. R. COLLINS, E. J. BATTEN and R. P. BLEDSOE, Soil Sc. 44, 1-22, (1937).
- 4) R. P. BLEDSOE, Better Crops with Plant Food. 15, (1937).
- 5) E. W. BONKO, G. S. SSYWOROTKIN and A. I. FILIPPOV, Bodenkunde u. pflanzenernähr. 4 334, (1937).
- 6) F. M. EATON, Soil Sc. 34, 301, (1932).
- 7) J. A. NAFFEL, J. Am. Soc. Agron. 29, 761, (1937).