

硼砂의 施用이 Alfalfa 收量에 미치는 影響

金 炯 均

Kim Hyung-gyun: The Influence of Borax Application on the Yield of Alfalfa in Cheju-Do.

SUMMARY

This study was conducted to investigate the effects of borax application to the green yield of alfalfa on Cheju-do.

Seeds of two varieties of alfalfa, Superstan Brand 21 alfalfa and Rover Brand 21 alfalfa, were sown on the tenth of June and on the tenth of July. Before seeding, borax was applied to the soil at the rate of 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0kg per ten are.

The results obtained are summarized as follows:

The value of F for the borax amount applied and for the interaction of the borax amount and seeding date was remarkably significant. But the value for variety and other interaction was not significant.

In the case of alfalfa sown on the tenth of June in borax-treated soil, the yield of the alfalfa was more than the control's yield. This tendency was most pronounced with 1.0 and 1.5kg of borax per ten are. But application of 2.0kg was less effective in increasing the yield than treatments with 1.0 and 1.5kg.

In the case of those sown on the tenth of July, one month after borax application, the treatments with 1.5 and 2.0kg of borax per ten are gave highly significant yield increases. But there was no significant difference between application of 0.5kg and the control.

According to this study borax application was effective in increasing the yield of alfalfa on Cheju-do. However boron losses by percolation or chemical fixation appeared to occur rapidly on the trial field.

緒 言

Alfalfa에 對한 硼素의 施用이 乾草 또는 生草의 收量에 有利한 影響을 준다는 것은 널리 알려져 있고 이 施用이 Alfalfa 栽培에 實用化되고 있다.¹⁾

일찍이 Aglhon(1910)이 植物體에 硼素가 存在한다는 것을 發見한 後 식물의 正常的인 生長

에 適量의 硼素가 必要하다는 것이 많은 學者들에 依하여 確認되었고 植物에 有利한 影響을 주는 生理作用 및 過剩時의 害毒作用 또는 식물에 따르는 施用 適量等에 對하여서도 많은 研究가 遂行되었으며^{3) 5) 6) 9) 10) 11)} 硼素가 施用되었을 때에 土壤內에서 硼素의 行動에 關한 報告도 있다.^{1) 2)}

本 研究에서는 濟州道에서 Alfalfa를 栽培할 때에 그 收量이나 採種量에 有利한 影響을 주는 硼砂의 施用 效果를 檢討하기 爲하여 遂行되었으나 우선 硼砂의 施用에 依하여 影響을 주는 生草의 收量에 關하여 報告한다.

材 料 及 方 法

1968年 濟州大學 實驗園場에서 Superstan Brand 21 alfalfa와 Rover Brand 21 alfalfa를 供試品種으로 하여 10a當 硼砂 0.5 1.0 1.5 2.0kg에 相當하는 量을 plot마다 施用하고 第一回 播種은 硼砂의 處理와 同時에 行하였고 (6月10日) 第二回は 硼砂를 處理한 1個月 後에 播種되었다. (7月10日)

硼砂를 處理하기 前에 토양은 消石灰를 施用하여 PH7로 矯正하였고 施肥는 10a當 埋肥 1,200kg 硫安 7.5kg 重過石 14.8kg 塩加 10kg에 相當하는 量을 試驗區에 施用하였다. 試驗區의 畦幅은 50cm 株間 30cm의 거리로 4~5粒씩 点播하였고 發芽하여 幼植物이 定着한 後에는 2本씩만 남기고 其외의 것은 除去하였다.

品種을 主區, 播種期를 細區, 硼砂의 處理를 細區로 하여 3反覆의 Split Split plot design으로 시험구를 配置하고 區當面積을 6m²으로 하였으며 11月 25日 第1回 刈取한 生草重을 秤量하여 이를 各 處理의 效果로 分析하였다.

結 果 及 考 察

Alfalfa에 對한 硼砂의 處理와 品種 및 播種期의 差異에 따르는 生草의 收量은 Table 1과 같다.

Table 1 Green yield of alfalfa as affected by seeding date, variety and borax application (kg per 6m²)

Borax amount applied → variety or seeding date ↓	0	0.5	1.0	1.5	2.0	average
Superstan Brand 21 June 10	5.43	5.66	5.04	5.94	5.55	5.72
July. 10	3.74	3.91	4.24	4.30	4.43	4.12
Rover Brand 21 June. 10	5.15	5.46	5.80	5.78	5.40	5.52
July. 10	3.61	3.75	4.13	4.21	4.36	4.01
Superstan Brand 21	4.59	4.78	5.14	5.12	4.99	4.92
Rover Brand 21	4.38	4.61	4.97	4.99	4.88	4.77
June. 10	5.29	5.56	5.92	5.86	5.48	5.62
July. 10	3.68	3.83	4.26	4.26	4.40	4.07
ave rage	4,483	4,695	5,053	5,058	4,935	4,846

硼砂의 施用이 Alfalfa 收量에 미치는 影響

Table 2. The results of ANOVA for the yield of alfalfa

Variation due to	DF	SS	MS	F
Block	2	0.23	0.115	
Variety (V)	1	0.35	0.350	2,692
Error (a)	2	0.26	0.130	
Main plots	5	0.84		
Seeding date (S)	1	35.94	35.94	958.40***
V X S	1	0.05	0.05	1,333
Error	4	0.15	0.0375	
Split plots	6	36.14		
Borax amount applied(B)	4	3.10	0.775	23,846***
V X B	4	0.03	0.0075	<1
S X B	4	0.85	0.2125	6,538***
V X S X B	4	0.03	0.0075	<1
Error C	32	1.04	0.0325	
Split split plots	48	5.05		
Total	59	42.03		

수량을 분산분석한 Table 2 에서 보는 바와 같이 品種間的 有意의 差나 播種期와 品種의 相互作用에는 有意의 差가 認定되지 않으나 과정 기간에는 심한 차이를 나타내고 있는데 6月 10日에 播種한 것이 7月 10日에 播種한 것보다 收量이 매우 많다. 種子 購入上 播種期가 늦어 刈取時 까지 生育日數가 충분치 않았으나 1個月 후에 播種한 것이 生育期間의 부족으로 수량이 적음은 쉽게 理解가 간다.

硼砂의 施用量에 對한 생초 수량에는 高度의 有意의 差가 있고 播種日과 硼砂處理의 相互作用에도 높은 有意性이 認定된다.

Table 3 Effects of borax application on the yield of alfalfa

Borax amount applied	average	June. 10	July. 10
0	4,483	5.29	3.68
0.5	4,695	5.56	3.83
1.0	5,053	5.92	4.19
1.5	5,058	5.86	4.26
2.0	4,935	5.48	4.40
LSD. 5%	0.157	0.211	
1%	0.211	0.285	

硼砂의 사용량에 따르는 生草의 生産量에 對하여 살펴보면 Table 3에서와 같이 10a當 1.5, 1.0, 2.0kg 處理한 것이 生草의 增收에 가장 効果的이었고 이들 處理間에는 차이를 認定할 수 없었다. 10a當 0.5kg을 施用한 것도 無處理에 比하여 增收 效果는 認定되나 前述한 1.0 1.5 2.0kg을 施用한 區에 比하여서는 生草수량이 低下되고 있다. 以上과 같이 硼沙의 施用은 無處理한 것보다 增收效果가 顯著하나 어느 一定量 以上の 增施에 比例하여 Alfalfa의 수량 증가는 기대하기 어렵다.

硼素시용이 作物의 生育에 有利한 生理作用을 한다는데에 關하여서는 不確實한 點이 많으나 Briggs, Scripture, Mchargue 등은 硼素가 植物體內에서 窒素代謝에 關與한다고 했고³¹⁾ Sommer와 Sorokin은 生長點의 分裂組織이나 形成층의 細胞分裂에 關與한다고 했으며 McMurtrey는 硼素가 結莢될 때 胚珠의 生育이 低下되는데 현저한 特徵은 生長點이 害를 받아 頂芽가 죽는다고 했다³²⁾ Johnston과 Dore는 토마토에서 硼素가 부족될 때에 生長點이 죽고 줄기의 通導組織이 파괴되며 줄기와 葉柄이 현저한 취弱 및 根의 生育이 低下된다고 했다. Brenchley와 Thoruton은 硼素가 結莢될 때에는 蚕豆의 뿌리에 根瘤가 發育하는데에 뚜렷한 影響이 있었다고 하였고 硼素를 施用하지 아니한 식물에서는 根瘤의 數가 적었다고 했다.³³⁾ Gilbert와 Pember도 Redclover를 水耕栽培할 때 硼素와 方糖의 結莢에 매우 예민한 反應을 보였고 이들 成分을 소량 添加했을 때에 根部와 基莖의 生育이 현저히 增加하였다고 했다. Alfalfa를 비롯한 草科 作物은 禾本科 作物에 比하여 硼素의 要求量이 매우 많고 硼素가 結莢되면 上단부의 節間이 短小하고 頂端部에서 側枝가 發生하여 Rosette 型을 이루며 뚜렷한 증상으로는 葉이 黃化하고 植物體가 矮小하며 甚할 때에는 頂芽가 죽는다고 했다.³⁴⁾ Berger³⁵⁾는 硼素의 必要量에 따라 作物을 分類하고 Alfalfa, Red clover 등은 100mg중의 有效硼素 0.5 ppm 以上을 要求하는 作物이라고 했는데, 본도 토양의 硼素含量이 他道에 比하여 높고 北濟州(平均 0.25 ppm)에 比하여서도 南濟州가 含量이 높으나 (평균 0.35 ppm, 範圍 0.1~0.47 ppm) Alfalfa의 정상적인 生育에 충분한 含量은 아니다.

식물의 生育을 助長하는 硼素의 適正 濃度의 幅은 매우 좁은데 硼素의 多量施用에 依하여 쉽게 過剩의 害가 나타난다. Jordan 과 Powers³⁶⁾는 완두에 關한 연구에서 토양중의 有效硼素가 0.5 ppm 이하이면 부족현상이 나타나나 0.75 ppm 이상에서는 害毒의 症狀를 보였다고 했다. 硼素의 害作用에 對한 저항력은 作物에 別하여 差가 甚하다. Warrington은 水耕栽培에서 蚕豆의 健全한 生育에 必要한 硼素의 量이 보리에서는 其 以下の 濃度에서 害를 받았다고 했다. 硼素가 過量일 때에는 柑橘類나 호도의 잎은 얇아지고 斑紋이 생기며 黃化되어 오구라진다고 Haass가 지적했고 Webber는 감귤류에서의 硼素의 害作用은 舊葉에서 현저한 症狀를 보였는데 이때에는 葉의 尖端이나 葉緣이 黃化되고 때로는 葉緣이 褐色化되거나 갈색반점이 생겨서 早期 落葉이 되거나 기형의 葉이 發生하기도 한다. 그러나 核果類에서는 葉에 그러한 症狀가 나타나

지 않고 Prunes와 Apricots의 葉柄이나 큰 葉脈이 갈색화되고 거칠며 때로는 Gum물질을 分泌한다고 했다. 본 시험에서 10a當 礫砂 1.0, 1.5, 2.0kg 施用區가 생초수량이 가장 많고 礫砂의 增施에 의한 생초량의 증가는 보이지 않았으나 과잉에 의한 뚜렷한 害毒症狀도 보이지 않았다. Powers와 Jordan도 Oregon 洲에서 acre當 30파운드의 礫砂를 施用해도 Alfalfa는 病소의 害毒作用에 충분히 저항한다고 했다.

붕사의 施用과 동시에 행한 第1回播種에서 붕사의 施用 效果가 뚜렷하고 最少量 施用區가 생초수량이 저하하는데에 반하여 붕사처리 1개월 후인 第2回播種한 것은 붕사의 施用量增加에 따라 增收의 效果를 나타내고 있고 (Table 3) 0.5kg의 處理區는 無施用區와 有意的인 增收을 보이고 있지 않은데 이는 붕사의 施用後 病소의 溶脫 또는 화학적인 固定등에 기인된 結果로 사료된다.

Wilson 등은¹²⁾ Norfolk 砂壤土에 施用한 수용성 礫素는 6개월 후에는 8 inch의 表층에서보다 16~24 inch 깊이의 층에 훨씬 많았고 Cecil 土에서는 8 inch 이하까지 通過한 水溶性 礫素가 極少量이었다고 한다. New Jersey 洲의 연간 평균 강우량의 4분의 1에 該當하는 물을 acre當 20Lb의 붕사를 施用한 病소의 약 85%가, 양토 및 미사질양토에서는 약 75%가 溶脫되었다고 한다.

礫砂의 施用時 病소의 이동은 礫砂의 성분인 Na^+ 의 이동과 무관하다고 하며 대부분의 Na^+ 은 礫砂의 施用後 즉시 土壤膠質中の 他陽이온과 置換되는 데에 반하여 病소는 置換浸出된 Ca, K, Mg 및 H이온과 結合하여 迅速히 이동한다고 한다.

礫素의 고정에 관하여 Parks는 석회를 施用하여 토양의 PH를 높이면 硅酸의 溶解度는 증가하고 가용성인 病소는 溶解된 硅酸과 결합하여 難溶性인 Boro-Silicate를 형성하여 화학적인 고정이 일어나고 또한 토양이 乾燥함에 따라 土壤溶液中에 硅酸과 礫素의 濃度가 높아져 Boro-Silicate 형태로 沈澱하여 乾濕을 거듭할 수록 石灰飽和粘土에 의한 礫素의 고정이 많다고 한다. 또 그는 PH와 礫素의 고정 관계를 조사하고 PH7 이하에서는 病소의 고정이 거의 없으나 PH7 이상에서는 고정량이 PH에 比例한다고 하고 석회 과용으로 다량의 病소가 不可給態로 고정되는 사실을 밝혔다.

본 연구에 있어서 시험지의 토양이 塩基의 고정력이 弱한 火山灰土壤이고 강우량이 많으므로 礫素의 溶脫이 쉽게 일어나고 Alfalfa의 생육을 도모하기 위한 석회의 施用 또는 토양의 乾濕에 의한 病소의 화학적인 고정도 충분히 고려할 수 있다.

따라서 제주도에서 Alfalfa 재배에 適正量의 붕사의 施用은 生草收量의 증가에 뚜렷한 效果가 있고 施用된 病소의 손실도 빠른 것 같다.

要 約

제주도에서 Alfalfa를 재배하는데 礫砂의 施用효과를 검토하기 위하여 10a當 礫砂 0.5, 1.0

1.5, 2.0kg을 사용하고 2個의 품종 즉 Superstan Brand 21 Alfalfa와 Rover Brand 21 Alfalfa를 6月 10日과 7月 10日에 播種하여 生草收量を 조사 검토하였다.

硼砂의 施用量 및 파종기에는 有意의 차가 있고 硼砂施用과 파종기의 상호작용에도 有意性이 인정되나 其外에는 有意의 차를 인정할 수 없었다.

1회 파종 즉 硼砂處理와 同時에 파종한 것은 1.0kg 1.5kg 施用區가 Alfalfa 增收에 가장 效果的이고 이들 間에는 大差가 없으나 이들에 비하여 2.0kg인 區는 오히려 生草수량이 저하되었고 0.5kg의 施用區도 無處理에 대하여 有意의 增收效果가 認定되었다.

硼砂處理한 1個月後에 파종한 것은 生草수량이 2.0 및 1.5kg 施用區에서 가장 많았고 0.5kg 처리구는 無施用區와 차이를 인정할 수 없었다.

본 시험의 결과 適正量의 硼砂의 施用은 Alfalfa의 增收를 助長하며 施用된 硼素의 流失도 迅速히 이루어지는 것 같다.

— 參 考 文 獻 —

- 1) Berger, K, C (1949) Boron in Crops and Soils, *Amer. Soci, Agron, Adv. in Agron*: 321~351
- 2) Jorand J, V and W, L, Powers (1947) Status of boron in Oregon soils and plant nutrition, *Soil sci, Soc, Amer. Proce*, 11: 324~332.
- 3) Edwin C. Miller (1938), The elements absorbed by the plant, *Plant physiology* 283~406.
- 4) Gilbert H Ahlgren <1956> *Growing alfalfa, Mineral nutrition, Forage crop* 64~384
- 5) 高橋治助 (1961) 田作物에 대한 養分の 天然供給, 土肥講座 I 37~40
- 6) " " 微量要素 및 特殊成分 欠乏土壤, 土肥講座 II 28~48
- 7) 村上馨 (1963) 荳科牧草의 生理生態의 特性, 作物大系牧草類 76~134.
- 8) Beeson, K, G, and MacDonald, H, A (1951) Absorption of mineral elements by forage plants, *Agron. Jour*, Vol 43 No. 12.
- 9) Meger, B, S, and D, B Anderson (1959) Specific roles of the essential elements in Plants, *Plant physiology* 478~489.
- 10) Otis, F, Curtis and Daniel G. Clark (1950) The essential elements, *Plant Physiology* 366~377.
- 11) Eaton, F, M, <1944> Deficiency, toxicity on accumulation of boron in plants, *Jour, Agric, Res.* 69: 237~277
- 12) Wilson, C, M, (1951) Movement and accumulation of water soluble boron Within the soil profile, *Agron, Jour.* 43: 363~367.