

開墾地 桑田에 發生하는 發芽不良 現象의 原因 및 防除에 관한 研究

柳 根 燮

서울産業大學

Studies on the Cause and Control for Non-sprouting Bud in the
Utility Reclaimed Hill Side Mulberry Field.

Keun Sup Ryu

Seoul Municipal College of Industry

SUMMARY

These studies are conducted to find out inducing factors for the non-sprouting bud which appears in the utility reclaimed hill mulberry field and to establish control method for it since 1971.

The results are as follows:

1. In spring, winter bud does not germinate at all on the top of branches or does wither suddenly after or during its gemination. Necrosis and browning are appeared in cortex and phloem of non-sprouting bud branch.

In autumn, the deterioration of leaves, the abnormal leaves on the top of branch, and browning of veins or petioles are also observed.

2. The soil of non-sprouting bud mulberry field were found to be sand loem derived from granite rocks.

The sub soil of it was very poor in development of root system because it had hard soil and lower pore space ratio.

Especially, the sub soil to bring about severe non-sprouting bud had been easily appeared with deficiency of moisture content because of high density solid.

3. Content of soil moisture was significantly lower in the severe non-sprouting bud soil than in the healthy field.

The sub soil of the healthy field contained proper moisture content. On the other hand, the sub soil of the severe non-sprouting bud field contained almost critical moisture content for wilting.

4. The depth of available soil was shallow in the non-sprouting bud than in the healthy field. The more rate of the non-sprouting bud was severe, the more available soil depth was shallow.

5. Available boron content in soil was affected by moisture content in soil. There was lower moisture content in the non-sprouting bud field than that in healthy field during 5, June to 5, September.

6. There was no significant correlation between soil pH and available boron content. On the other hand, the correlation of the content of organic matter and available boron content appeared to be highly positive significance.

7. The quantity of boron was significantly contained more in healthy mulberry field (0.34~0.43ppm) than in non-sprouting bud field (0.10~0.28ppm).

8. Boron content in leaves and barks was significantly lower in the non-sprouting bud trees than in healthy trees.

9. The symptom of non-sprouting bud induced from boron free sand culture was similar with that arised in the non-sprouting bud field.

10. The rate of non-sprouting bud was high by the increased application of lime.

Considering the facts mentioned the above, author may conclude that the non-sprouting bud of mulberry tree is caused by boron deficiency, but also it is affected by the parent rocks, organic matter, soil moisture content and lime application.

11. The non-sprouting bud may be completely controlled by the application of 6~9kg borax per 10a mulberry field twice a year in spring and summer.

緒 言

우리나라의山地開墾桑田面積은全體桑田面積의25%에該當하는約20,000ha⁽²⁸⁾이며,이面積은鹼價의昂騰및低丘陵地의利用度를높이기爲한田地造成計劃에依하여每年急増되어가고있다.⁽⁶⁾

開墾地桑田의生産性은平地桑田의그것에比하여매우낮은데,이것의主要한要因은土壤의理化學的性質이매우不良한데있다.^(30,31)

뽕나무는一般田作物과달라서多年生이며深根性이기때문에表土의肥沃度도좋아야하지만土壤全層의物理性도肥沃度못지않게重要하다고볼수있다.

그러나우리나라開墾地桑田의有機物含量은1%未滿이고,強酸性이며,植物의有効成分이매우낮고,⁽³⁰⁾有効土深이얕으며保肥力및保水力이낮은便인데이러한開墾地桑田에有機物은 거의施用치않고金肥爲主의施肥를實施하고있다.

따라서開墾地桑田에서는여러가지榮養障害가發生하고있으며,그중에서도특히表土를깎아내리고階段을만들어造成한開墾地桑田에서는春期の不發芽및秋期の葉의老化,葉脈및葉柄의褐變그리고發育不良現象等은開墾地桑田의生産性을크게威脅하고있는것이다.

이러한被害症狀中에서도특히發芽不良現象은뽕나무의寒害또는枝枯性病害와判異하게區別되므로著者는우리나라의山地開墾桑田에發生하는發芽不良現象도生理的인障害로推定하고1971년부터1974년까지4年間에걸쳐서이에關한研究를實施하여이제그結果를얻었기에여기에報告하는바이다.本誌

驗을遂行하는데끝까지指導해주시는恩師金文浹博士,吳旺根博士,試驗方法에對해서많은助言을하여준金鍾天博士,그리고試料를分析하는데協助해준植物環境研究所임경남,홍종운研究官및原子力研究所生理室職員들께깊은感謝를드린다.

研究史

뽕나무의硼素缺乏에關한研究는極히最近의일로서柳沼^(49,53,54) 등이福島縣開墾地桑田에發生하는發芽不良,葉의老化,葉脈葉柄의龜裂및褐變,枝條基部의粗皮症狀等을硼素缺乏으로推定하고硼砂를施用하여治癒시켰다고報告하였다,東野⁽¹²⁾ 등은불도저로表土를깎아내리고階段을만든赤黃色土의開墾地桑田에서硼素缺除水耕栽培한뽕나무에發生한硼素缺乏症과꼭같은症狀을나타내는桑田에10a當3~10kg의硼砂를施用하여100%의回復率을보았다고報告하였다.

植物體의硼素缺乏症狀에對해서Mclarty & Woodbridge⁽²⁴⁾는복숭아나무의硼素缺乏症狀은봄에가지가말라죽어내려오는소위Die-back現象과葉芽및花芽가發生하지못하고살아남은葉芽에서發生한新梢는작고그先端은안쪽으로말려든다고하였다.金⁽²¹⁾ 등은사과나무의硼素缺乏症狀은新梢先端에붙은葉이Rosette狀을띠고심한경우에는發芽가전혀안되거나初期에약간發生하다가그대로發育을中止하여로젯트化하고,1~2年生가지는겉질이天然痘에걸린것처럼凹凸이생겨망간過多에생기는赤疹病과相似하다고하였다.

柳沼⁽⁵⁴⁾는뽕나무의硼素缺乏症狀은主幹部또는枝條基部에粗皮症狀을띄우지만절대적인것은아니고

이러한 것은 發芽가 不良하거나 겨우 發芽한것도 脫苞~燕口 때로는 2~4開葉期까지 가서 말라 죽으며 開葉한 葉의 生長點과 葉形이 畸形을 나타낸다고 하였다.

東野⁽¹³⁾는 礫素缺乏症狀의 特徵은 桑田에서 春期에 枝條先端의 發芽가 不良하고 基部에만 發芽를 하나 新梢의 生長이 抑制되어 春期の 收量이 激減된다고 하였다. 秋期에는 枝條의 生長抑制 停止와 先端葉이 着生한 位置와 모양 그리고 葉의 形態가 正常葉과 다르고 缺乏度가 심하면 葉脈 葉柄이 龜裂되어 先端部가 落葉이 된다고 하였다.

礫素缺除水耕栽培의 경우 礫素缺乏症狀은 枝條의 先端部가 萎縮하여 葉이 작아지고 生長이 停止되며 重症段階에 들어가면 葉脈, 葉柄이 龜裂이 생겨서 大栓化되어 先端部가 落葉이 된다고 하였다.

Gauch,⁽¹⁴⁾ Whittington,⁽⁴³⁾ Hewitt⁽¹⁵⁾ 등은 礫素는 植物體의 正常的인 細胞分裂에 必要하며 礫素가 缺乏할 경우 生長點의 分裂이 抑制된다고 하였고, 礫素는 植物體의 糖移動에 重要한 役割을 하는데 이것이 缺乏하면 葉內에 糖이 蓄積된다고 하였다.

Arthur⁽¹⁾는 礫素가 缺乏하면 細胞가 褐變하고 木栓化된다고 하였으며 山崎⁽⁵⁶⁾는 礫素가 缺乏하면 pectin의 形成이 不良하여 頂端의 生長이 抑制되며 細胞膜이 褐變한다고 하였다.

한편 山崎⁽⁵⁶⁾는 礫素가 缺乏하면 植物의 中心柱附近에 黑褐色의 崩壞가 보이며 中心柱와 皮層細胞에 强酸性을 나타내고 木部와 어린 篩管部의 細胞가 破壞되고 褐色이 된다고 하였다.

Oberly & Boynton⁽²⁷⁾ 등은 礫素가 缺乏하면 잎에서 合成된 糖이 體內로 移動하기 어려우므로 貯藏養分이 不足하여 凍害를 받기 쉽다고 하였다. Johnston⁽¹⁶⁾과 Van Schreven⁽⁴¹⁾은 葉內에 炭水化合物이 蓄積되는 原因은 篩部의 障害때문이라고 推定하였고 Dennis⁽¹¹⁾는 篩部の 障害를 받기 前인 礫素缺乏初期에도 糖移行에 支障을 받는 것을 觀察할 수 있었다고 報告하였다.

礫素의 缺乏을 促進하는 要因으로서는 土壤의 物理化學的인 條件, 環境條件, 土壤속의 必須要素와의 量的인 균형 등을 들 수 있다. 먼저 土壤條件으로서 Michell⁽²⁵⁾ Page⁽³²⁾, 柳沼^(45,47,53)는 酸性花崗岩의 母材로서 本來부터 礫素含量이 낮은 土壤, 特히 柳沼⁽⁵³⁾는 有効土深이 얇은 土壤, 表土를 깎아내고 心土가 露出된 곳에 造成한 桑田에서 礫素缺乏症狀이 잘 나타난다고 하였으며 Cook⁽⁹⁾는 丘陵地, 傾斜地 또는 心土가 砂質인 土壤에서는 礫素의 溶脫이 잘 되기 때문에 사탕무에 심한 礫素缺乏症狀을 發生시켰다고 하였다. Ouollete⁽²⁹⁾는 砂土, Chipman⁽⁶⁾은 酸性의 泥炭土에서 礫素의 缺乏現象

이 심하다고 하였다.

Page⁽³²⁾는 礫素는 炭酸石灰에 依해서 固定된다고 하였으며 Berger⁽⁴⁾ 등은 0~60cm 깊이의 土壤 pH와 有効礫素含量間의 關係를 調査한바 pH값이 7.0以下일 때에는 pH값과 有効礫素含量間에 有意한 正相關이 있고 pH값이 7.0이상일 때에는 負의 相關이 있다고 하였다.

Piland⁽⁸⁴⁾ 등은 有機物含量이 많은 表土가 有機物含量이 적은 心土에서 보다 有効礫素含量이 많다고 하였고, 柳沼^(49,53) 등도 有機物含量이 적은 下層土에서 礫素의 缺乏症이 심하다고 하였다.

朴⁽⁷⁾ 등은 우리나라 田作物栽培地帶土壤의 有効礫素含量은 0.01~0.59ppm 사이인데 262點의 平均은 0.147ppm 이라 밝혔고 높은 有効礫素含量을 要하는 菜蔬類와 果樹를 栽培할 때에는 礫素缺乏에 對한 注意가 必要함을 指摘하였다.

環境條件으로서 Parks⁽³³⁾ 堤⁽³⁹⁾ 등은 乾燥할 때, McLarty⁽²³⁾ 등은 土壤에 水分供給이 抑制當하거나 水分이 너무 많은 경우에 礫素缺乏症이 나타나기 쉽다고 하였으며 佐藤⁽⁴⁰⁾은 高溫乾燥는 樹體內의 礫素移動이 妨害되므로 缺乏症이 쉽게 나타난다고 하였다.

Winsor⁽⁴⁴⁾는 熱水抽出法에 依해서 可溶性 礫素를 測定한바 未耕細砂土에 있어서 乾燥할 경우에는 有効礫素가 0.13ppm, 乾燥한 여름에는 0.33ppm, 濕한 여름에는 0.52ppm 이었고 既耕細砂土의 有効礫素含量은 各時期別로 0.06ppm, 0.14ppm, 0.16ppm 으로 時期와 土壤水分含量의 多少에 따라서 有効礫素含量이 다름을 報告하였다.

柳沼⁽⁵⁴⁾ 등은 礫素缺乏症發生桑田의 平均水溶性礫素含量은 0~28cm 깊이의 土壤에는 0.20ppm, 28~65cm 까지의 土壤에는 0.04ppm인데 正常桑田은 各各 0.78ppm, 0.29ppm 으로 缺乏症發生桑田보다 正常桑田의 水溶性礫素含量이 높음을 報告하였고, 土壤中の 礫素缺乏限界는 0.3ppm 이라고 하였다. 東野⁽¹²⁾는 礫素缺乏症을 띄우는 桑田의 水溶性礫素含量은 0.3~0.4ppm 이었고, 健全桑田의 그것은 0.7~0.8ppm 이었다고 하였으며 土壤中の 有効礫素含量이 0.4ppm 以下일 경우에는 礫素의 施用을 考慮해야 한다고 하였다.

Wallace⁽⁴²⁾는 土壤中 有効礫素含量이 낮은 경우 加里肥料를 增施하면 礫素缺乏을 助長시킨다고 하였고 大野⁽³⁴⁾ 등은 加里肥料뿐 아니라 石灰의 適用 역시 礫素缺乏을 助長시킨다고 하였다.

Reeve⁽³⁵⁾는 培養液의 칼슘 濃度を 높게 할 경우 礫素缺乏을 防止하기 爲해서는 더 많은 礫素가 要求되고 이때 礫素濃度を 相當히 높여도 遲滯障害가 일어나지

않는다고 하였다. 또 培養液中的 칼슘농도의 增加는 植物體內 硼素含量的 減少를 가져오나 이때 培養液中的 硼素농도는 植物體內 칼슘수용에 거의 영향을 미치지 않는다고 하였다.

Shear⁽⁸⁸⁾는 Tung tree의 砂耕栽培에서 葉內的 마그네슘, 硼素의 絕對值와는 關係없이 Mg/B比와 硼素의 過剩 障害와는 높은 負의 相關關係가 있다고 하였다.

Jones⁽¹⁷⁾ 등은 植物은 칼슘, 硼素의 吸收比가 一定한 範圍의 균형을 維持할때 正常的인 生育을 한다고 하였으며 當量으로 計算한 Ca/B比가 담배에서 1,200:1, 大豆에서 500:1, 사탕무에서 100:1이었으며 어떤 作物이든 硼素의 缺乏狀態가 심할수록 Ca/B比가 높아진다고 하였다.

金⁽²⁰⁾은 硼素의 缺乏때문에 發生하는 포도의 果肉內 黑變發生率은 成葉, 幼葉 및 葉柄의 Mg/B比와 有意한 相關關係가 있다고 하였으며 Mg/B比는 黑變發生率을 推定할 수 있는 좋은 指標가 될 수 있으나 이것은 硼素의 含量이 缺乏限界點 以上일때에만 適用된다고 하였다.

콩나무의 硼素缺乏防除法에 對해서 柳沼^(40,53,54)는 桑田10a當 6~9kg의 硼砂를 施用하여 完治시킬 수 있다고 하였는데 1회의 施用量은 3kg가량 施用하는 것이 安全하다고 하였다.

東野⁽¹²⁾는 10a當 3~10kg의 硼砂를 施用 100%, 1kg를 施用하여 60%의 回復率을 보였다고 報告하였다.

I. 發芽不良現象의 原因에 關한 研究.

1. 材料 및 方法

가. 發芽不良 콩나무의 被害症狀(1971~1973)

春期發芽開業調査: 1971年度에 發芽가 不良하였던 桑田과 發芽가 良好하였던 桑田에서 各各 30株씩 選定하여 1972年 4月下旬부터 開綻期, 脫苞期 및 開業狀況을 調査하였다.

夏期伐採後의 發育調査: 春期發芽開業調査를 實施한 同一한 桑田에서 6月15日에 夏期伐採를 實施한 後의 發芽發育狀況을 10日 間隔으로 調査하였다.

秋期에는 桑葉의 異常有無를 觀察調査하였다.

나. 發芽不良現象과 土壤의 物理化學性 및 植物體의 成分과의 關係(1971~1972)

1) 試料의 採取場所

1971年度 春期에 發芽不良現象이 심하게 나타났던 京畿道 利川郡 父鉢面에 있는 郡直營桑田에서 被害植物體와 土壤그리고 同一桑田에서 健全한 植物體와 土壤을 5月17日에 採取하였다.

土壤水分의 經時的 變化에 따른 土壤의 有效硼素含量을 調査分析하기 爲한 土壤試料中 土壤水分含量調査用 試料는 6月5日부터 9月15日까지 10日 間隔으로 採取하였고, 硼素含量分析用 試料는 6月5日부터 9月5日까지 30日間隔으로 採取하였다.

이 桑田은 1967年에 秋植한 四年生이었고 大部分이 花崗岩母材의 岩碎土이었으며 表土를 깎아 내리고 階段을 만들어 造成한 桑田이었다.

2) 試料採取方法

가지는 中部以上, 葉은 中, 下部, 土壤은 그루에서 30cm 떨어진 곳의 表土(5~20cm)와 心土(30~50cm)를 區分해서 採取하였다.

3) 試料의 分析法

土性은 펄펄트法, 保水力은 氣壓法, 鹽基置換容量은 Ammonium acetate method, 有機物은 Turin氏法, 有效磷酸은 Lancaster法, 置換性鹽基, 鐵, 망간 및 亞鉛은 原子吸光分析法, pH는 물1:1 懸濁液을 硝子電極法으로 測定하였다.

土壤의 硼素는 土壤試料 20g을 40ml의 증유수로 열탕침출하고 Curcumin으로 發色시켜 Hitachi Spectrophotometer로 比色定量하였고, 植物體는 試料 0.1~0.5g을 10ml의 NHCl로 침출후 Curcumin으로 發色시켜 比色定量하였다. 土壤은 水溶性硼素를, 植物體는 全體硼素를 定量하였다.

다. 發芽不良現象과 土壤水分含量과의 關係(1972~1973)

1971年에 發芽不良桑田土壤의 理化化學性 및 植物體의 成分을 分析한 結果 發芽不良現象은 硼素含量과 密接한 關係가 있었으며, 이 硼素含量은 特히 土壤水分含量의 經時的 變化에 따라서 달라지고 또 乾燥한 土壤에서 發芽不良現象이 심하게 나타남을 考察할 수 있었으므로 다음과 같은 試驗을 實施하였다.

1) 試驗區

處理區	反 覆	硼素施用量 (g/pot)	施肥量(g/pot)		
			N	P	K
適濕+硼砂	3	0.45	6	6	4
適濕-硼砂	3	—	6	6	4
乾燥+硼砂	3	0.45	6	6	4
乾燥-硼砂	3	—	6	6	4

2) 供試土壤의 理化化學性

가) 供試土壤: 發芽不良이 極甚한 現地의 心土를 採取하여 使用하였다.

나) 供試土壤의 物理性: 土性은 砂壤土, 組成比率는 極粗砂 21.9%, 粗砂 19.1%, 中砂 16.3%, 細砂 11.8%, 極細砂 7.0%, 微砂 20.2%, 粘土 3.7%.

다) 供試土壤의 化學性: pH 4.7, 有機物含量 0.1%, 有效磷酸 10ppm, 鹽基置換容量 4.15m.e./100g, 置換性鹽基는 Ca 0.23, Mg 0.11, K 0.23m.e./100g, 鹽基飽和度 15.6%, 有效硼素含量 0.19ppm.

3) 供試苗木의 植材 및 育成

20,000a分の 1 와그너 포트를 使用하였으며 1포트당 供試土壤을 12kg씩 넣고 新梢插木에 依해서 生産된 苗重이 50g 内外의 苗木을 1포트당 2個⁽¹⁰⁾씩 栽植하였다.

發芽後에 各 포트別로 發育이 均一한 1本단 남기고 숙이 었으며 實驗着手前까지는 同一한 條件하에서 管理를 하였다.

4) 土壤水分의 調節

土壤水分은 重量法에 依하여 實驗을 着手하기前(8月 4日)까지는 全部同一하게 對乾土水分量이 16~19%가 되도록 調節하였으며, 實驗着手後(8月5日)에는 適濕區에서는 계속 16~19%를 維持시켰으며 乾燥區에서는 6~9%가 되도록 調節하였다. 灌水用 물은 脫鹽水를 使用하였으며 灌水後에는 비닐로 土壤面을 被覆하여 水分蒸發을 防止하였다.

5) 調査方法

가) 生育調査: 8月5일부터 10月5日까지 10日 間隔으로 條長을 測定하였다.

나) 被害調査: 處理別로 觀察 調査하였으며 10月5日에는 土壤과 葉을 採取하여 無機成分 分析用 試料를 만들었다.

다) 發芽調査: 1포트를 그대로 비닐하우스 內에서 越冬시켜 翌年 5月20日에 調査하였다.

라. 石灰의 施用이 發芽不良現象에 미치는 影響 (1972~1974)

우리나라 開墾地桑田의 pH는 5内外의 強酸性土壤이 大部分이어서 石灰의 施用이 不可避한 實情이다. 그러

나 石灰를 施用하면 土壤中の 石灰, 마그네슘含量이 增加되어 硼素의 固定作用이 심해져서 硼素의 缺乏을 促進하는 結果가 된다. 따라서 被害桑田에 石灰를 增施하였을 때 發芽不良과의 關係를 알기 爲해서 本 實驗을 實施하였다.

1) 試驗區

石灰의 種類	年度別施用量(kg/10a)	
	1972	1973
Ca I (消石灰)	100	100
Ca II (")	300	300
Mg I (마그네시아石灰)	100	100
Mg II (")	300	300
Agri Ca I (農用石灰)	300	300
Agri Ca II (")	600	600

2) 供試石灰別 Ca O, Mg O 및 硼素含量(%)

石灰의 種類	Total CaO	Total MgO	硼素
마그네시아石灰	42.91	28.45	7.2
農用石灰	34.55	9.08	4.8
消石灰	54.24	3.21	1.8

3) 石灰의 施用方法

1972年과 1973年 秋期落葉後 各石灰의 所定量을 그루에서 30cm 떨어진 곳에 甕이로 약간 파고 施用한 다음 覆土하였다.

마. 砂耕栽培에 依한 發芽不良現象의 誘起(1971~1973)

硼素缺除에 依하여 發芽不良現象을 誘起시킬수 있는 지, 그것을 誘起시킬수 있다면 그 被害症狀이 桑田에서 發生한 症狀과 同一한 것인지를 確認하기 爲해서 몇가지 必須成分의 濃度を 달리하여 다음과 같은 砂耕 試驗을 實施하였다.

1) 試驗區

處 理	培養液의 組成(ppm)											
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Ca	Mo	B	
標準濃度 硼素 缺除	100	30	100	100	30	5	0.5	0.5	0.1	0.1	—	
加里高濃度 "	100	30	200	100	30	5	0.5	0.5	0.1	0.1	—	
갈승高濃度 "	100	30	100	200	30	5	0.5	0.5	0.1	0.1	—	
標準濃度 硼素添加	100	30	100	100	30	5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.5	

注: 培養液은 大山, 間氏의 培養液을 參考로 加減하였음.

2) 試驗方法

20,000a分の 1 와그너 포트에 5%鹽酸으로 여러번 씻은 石英砂를 使用하였다. 培養液의 供給은 4月20日 부터 脫卷하기 前까지는 每日 2回씩 硼素를 除外한 培養液을 供給하다가 5月15日부터 處理別로 硼素를 添加

하였다.

培養液은 脫鹽水를 使用하였으며 7~10日 間격으로 更新하였다. 培養液의 pH는 鹽酸과 苛性소다로 5~6이 되게 調整하였다.

供試苗木은 新梢插木으로서 苗重이 40g가량 되는 것

을 使用하였으며 비닐하우스 內에서 管理하였다.
凍死를 防止하기 爲해서 12월부터 2月末까지는 供試
꽃트를 地下室에서 管理하였다.

2. 結果 및 考察

가. 發芽不良 뽕나무의 被害症狀

Table 1 . Symptom of damaged mulberry trees

Mulberry	Spring	Autumn	Growth
Damage	①Non-Sprouting bud on the top of branch ②Death of germination bud ③Necrosis and browning of internal bark, cortex and phloem	①Deterioration of leaves ②Abnormal of top leaves ③Browning of veins and petioles	poor
Healthy	normal	normal	good

表 1, 그림 1에서 보는 바와 같이 被害뽕나무의 先端部의 芽, 葉은 전혀 發芽를 하지 못하거나 發芽를 한 것이라도 脫苞~燕口期까지 進行되다가 말라죽은 것이 大部分이었으며 典型的인 Die-back現象을 나타내고 있었다. 枝條의 下半部에서 開葉한 葉도 어떤것은 生長이 停止된것도 있었으나 大部分은 正常的인 發育를 繼續하고 있었다.



Fig. 1. Mulberry trees of non-sprouting bud.

不發芽現象은 一般的으로는 枝條의 中部以上에서 나타나지만 때로는 枝條의 基部까지 나타나는 경우도 있었다.

이 경우의 Die-back現象은 一見 寒害나 枝枯性病害와 類似한 듯 하나 細密히 觀察하면 判異하게 區別되었다.

即 寒害를 받은 枝條는 低溫에 接한 組織이 죽어서 말라 있고, 枝枯性病害는 表皮, 木部 또는 木部와 接한 皮層部에 여러가지 形態의 病斑이 보이거나 硼素缺乏에 依한 生理的 障害를 받은 枝條는 봄에 生長이 始作

될때까지 組織이 살아 있으며 어느 組織에서나 病斑이 보이지 않았다.

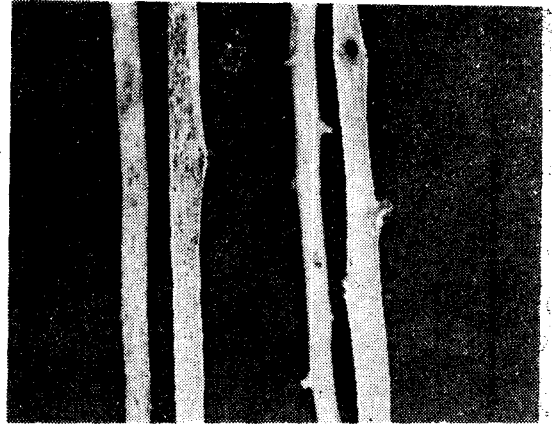


Fig 2. Necrosis and browning of internal bark and xylem (Left: Xylem and bark of non-sprouting bud. Right; Xylem and bark of healthy)

그림 2에서 보는 바와 같이 發芽不良枝條는 5月末頃부터 皮層 및 木部에 褐色의 細長한 壞死部가 보이기 始作하여 6月中旬頃 夏期伐採를 할 때에는 細長한 壞死部가 더 많아지는 것을 볼 수 있었다. 이와같은 細長한 壞死部가 있는 部位를 顯微鏡下에서 그 組織을 觀察하면 그림 3에서 보는바와 같이 皮層 및 韌皮部의 細胞가 破壞되어 褐色을 띠고 있었다.

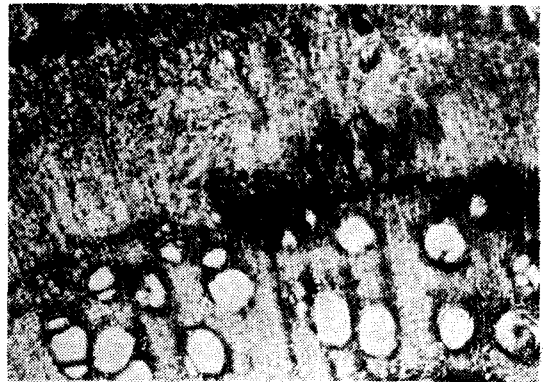


Fig 3. Necrosis of internal bark and phloem.

發芽가 不良하거나 發芽開葉途中에 눈이 말라죽는 소위 Die-back 症狀을 나타내는 것은 McLarty⁽²⁴⁾ 및 金⁽¹⁸⁾ 등이 報告한 복숭아나무의 硼素缺乏症과 비슷하였다.

皮層 및 韌皮部의 細胞가 破壞되어 褐色으로 되는 것은 Arther⁽¹⁾, 山崎⁽⁵⁶⁾, Berg⁽³⁾의 報告와 一致하는 것이다.

柳沼^(44,46,47,51) 등은 뽕나무의 硼素缺乏症狀은 發芽不

良 및 脫苞~燕口期에서 눈이 말라죽고 어떤 것은 主幹部 또는 枝條에 粗皮症狀를 띄운다고 하였는데 本試驗을 實施한 桑田에서는 粗皮症狀를 띄우는 枝條는 거의 없었으며 發芽途中에 눈이 말라죽는 現象이 가장 두드러진 被害症狀이었다. 東野^(12,13)나 高岸⁽¹⁰⁾도 礫素缺乏症으로 枝條의 粗皮症狀에 對한 報告가 없는 것으로 보아 粗皮症狀이 礫素缺乏의 代表的인 症狀이라고 말하기는 어려울 것 같다.

要컨대 開墾地 桑田에서 發生하는 發芽不良現象은 그 被害症狀으로 보아 凍害나 枝枯性 病害와 完全히 區別되는 症狀이라고 認定되었다.

나. 發芽不良現象과 土壤의 物理化學性 및 植物體의 成分과의 關係

1) 發芽不良桑田土壤의 物理性

調査對象桑田의 土壤母材는 花崗岩, 土性은 砂壤土, 土壤類型은 岩碎土로서 뽕나무의 生育에 매우 不良한 土壤이었다. 불도저로 表土를 攪아 내리고 階段을 만들어 切土地에 植栽한 山頂 및 山中腹의 뽕나무가 被害를 많이 입었고 表土가 쌓인 山尾의 盛土地에 植栽

된 뽕나무는 被害를 받은 것도 약간 있었으나 健全하게 發育하는 것이 더 많았다.

表2에서 보는바와 같이 健全地土壤은 心土까지 흙이 부드럽고 孔隙率이 50% 이상이어서 뽕나무의 뿌리 發達에 좋은 土壤構造를 가지고 있는 反面에 發芽不良이 極甚한 土壤은 下層土가 緻密堅固하고 孔隙率이 너무 적어서 根群發達에 매우 不良한 土壤構造로 되어 있었다.

土壤三相은 表土에서는 發芽不良程度에 따라 變化되는 傾向을 볼 수 없었다. 그리고 心土에서는 土壤採取時期가 早魃이 甚한 時期이었기 때문에 全般的으로 液相이 적은 便이긴 하지만 健全地 土壤에서는 뽕나무 發育의 適正範圍內에 있었고 發芽不良甚地土壤에서는 固相이 過大하여 早魃時에는 水分不足現象이 나타나고, 濕潤時에는 氣相이 너무적어 通氣性이 매우 不良한 條件이었다.

有効土深은 發芽不良甚地는 15~25cm, 發芽不良中位地 30~60cm, 健全地 60~90cm 로서 被害程度가 甚할수록 有効土深이 얇은 傾向을 보이고 있었다.

Table 2. Physical properties in soil of non-sprouting bud mulberry field.

Severity of non-sprouting bud	horizon of soil	Particle size distribution (1/mm) %							soil texture	porosity %	3 phase %			Moisture retention %			Moisture content %	soil depth cm
		VCS	CS	MS	FS	Vfs	silt	clay			volume of solid	volume of liquid	volume of air	1/10 atm	1/3 atm	15 atm		
		Severe	surface soil	20.0	14.5	14.1	10.9	7.5			25.4	6.7	S.L	54.8	45.2	9.5		
sub soil	21.9	19.1	16.3	11.8	7.0	20.2	3.7	S.L	37.6	62.4	9.6	28.0	22.6	19.3	4.5	5.5		
Slight	surface soil	20.0	16.1	17.8	11.7	7.5	20.2	11.4	S.L	53.6	46.4	13.4	40.2	23.8	19.6	7.2	10.9	30~60
	sub soil	17.0	19.3	17.0	11.0	6.9	18.3	10.0	S.L	43.9	56.1	11.7	32.2	21.9	18.0	6.5	8.0	
Healthy	surface soil	14.9	17.3	16.4	12.2	7.2	13.1	13.8	S.L	51.8	48.2	11.8	40.0	23.3	17.7	7.7	9.2	60~90
	sub soil	17.5	19.3	17.6	12.7	7.2	17.2	9.0	S.L	53.6	46.3	14.1	39.6	20.7	17.3	6.2	11.5	

S *

note: A. Surface soil; 5~20cm

B. sub. soil; 30~50cm

C. a,b indicate Duncan's new multiple-range test

D. The same letters indicate Duncan's multiple range groupings which do not differ significantly at the 5% level.

Mitchell, ⁽²⁵⁾ Page, ⁽³²⁾ 柳沼는 ⁽⁵²⁾ 酸性花崗岩母材로 된 土壤은 本來부터 礫素含量이 낮아서 礫素缺乏症이 잘 나타난다고 하였으며, 特히 柳沼는 花崗岩母材라도 有効土深이 얇거나 表土를 攪아 내리고 心土에 造成한 桑田에서 礫素缺乏이 잘 나타난다고 한 報告와 本試驗의 結果는 잘 一致된다고 볼 수 있다.

土壤水分含量은 健全地와 發芽不良中位地 사이에는 有意性은 없었으나 健全地가 약간 많은 傾向 있었으

며 發芽不良甚地는 健全地에 比하여 有意있게 적었다.

特히 心土의 水分含量에 있어서는 健全地가 5.5%로 서 適當한 水分條件을 維持하고 있는데 反하여 發芽不良甚地土壤은 5.5%로 거의 萎凋點에 가까운 水分含量으로서 甚한 水分不足狀態이었다.

Parks ⁽³³⁾, 堤 ⁽³⁹⁾ 등은 土壤이 乾燥할 때 礫素缺乏症이 잘發生한다고 하였고, 佐藤 ⁽⁴⁰⁾는 高溫乾燥는 植物體內의 礫素移動을 妨害하므로 礫素缺乏症이 보다 쉽

게 나타난다고 하였는데 本 試驗에 있어서도 土壤水分含量이 낮은 乾燥한 곳에서 發芽不良現象이 甚하게 發生되었다.

2) 發芽不良桑田의 水分含量의 經時的 變化와 有效硼素含量

發芽不良桑田 및 健全桑田의 水分含量의 經時的 變化와 이에 따른 土壤內有效硼素含量을 調査한바 그림 4

에서 보는바와 같이 土壤水分含量은 어느 경우에도 降水量에 依해서 增減하지만 6月5일부터 9月5일까지 發芽不良地土壤의 水分含量은 健全地의 그것보다 恒常적이었다.

有效硼素含量도 發芽不良桑田이 健全桑田보다 적었으며 土壤水分含量의 增減과 같은 傾向으로 有效硼素含量이 增減하였는데 그 傾向은 健全地土壤에서 뚜렷하였다.

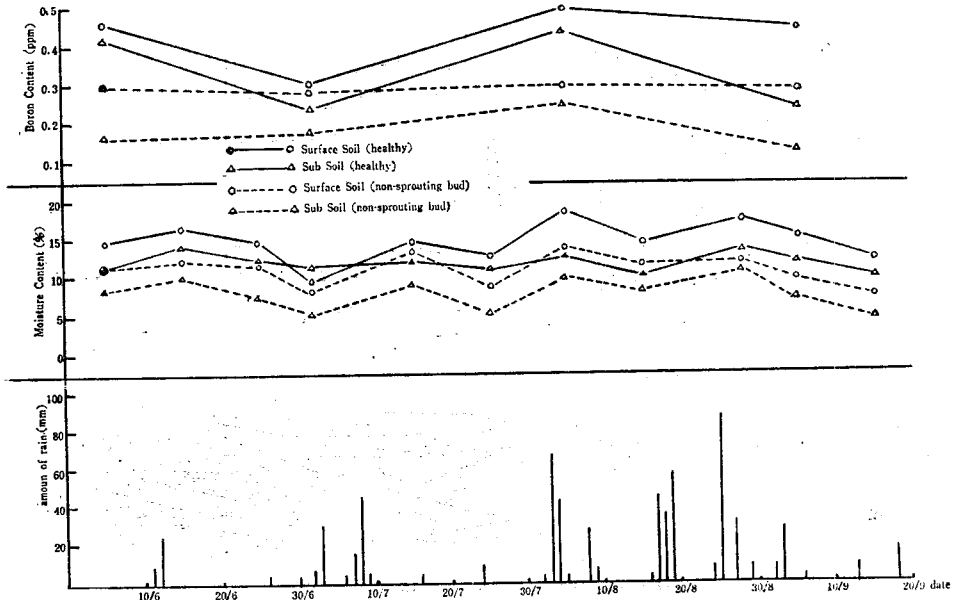


Fig. 4. Relation between boron content and moisture content with the laps of time of non-sprouting bud mulberry field.

그림5는 健全地 및 發芽不良地의 土壤水分含量과 有效硼素含量과의 關係를 알기 위해서 回歸關係 및 相關關係를 調査한 것인데 回歸直線式 $y=0.03x-0.032$ ($r=0.86$)**의 回歸關係와 有意한 正相關關係가 있음을 알수 있었다.

3) 發芽不良桑田土壤의 化學成分

表3에 依하면 土壤 pH는 發芽不良基地는 4.7~4.8, 發芽不良中位地는 5.0~5.2, 健全地는 4.8~5.6으로서 健全地의 pH가 多少 높은 傾向이기는 하지만 土壤 pH (4.7~5.6)와 發芽不良現象과는 有意성이 없었다.

이와같은 結果는 柳⁽⁸⁵⁾가 土壤 pH와 뽕나무의 發芽不良과는 有意한 相關이 없었다고 한것과, 柳沼⁽⁶¹⁾가 土壤 pH와 뽕나무의 發芽不良과는 直接關係가 없다는 報告와 金⁽⁸⁵⁾이 포도나무의 硼素缺乏症이 土壤의 pH와 有意한 相關關係가 없었다고 한것과 一致한다. 그러나 한편에서는 Berger⁽⁴⁾, 朴⁽⁷⁾等과 같이 pH 7.0 以下에

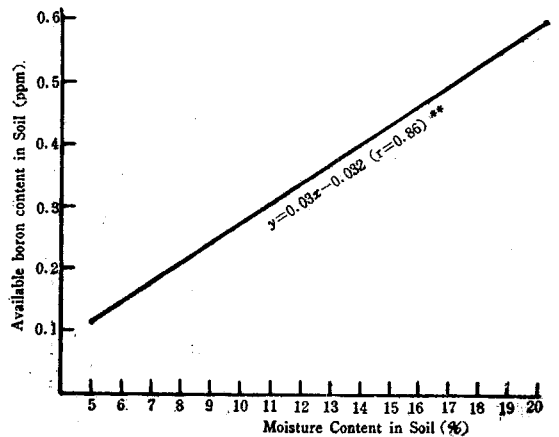


Fig. 5. Correlation and regressions between moisture content and available boron content in soil

Table 3. Chemical composition of non-sprouting bud mulberry field

Severity of non-sprouting bud	horizon of Soil	pH H ₂ O	Organic matter (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	CEC me/mg	Exchangeable cation m.e./100g					Base saturation %	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)
						Ca	Mg	Na	K	Total					
Severe	Surface Soil	4.8	0.07	225	5.05	1.28	0.31	0.14	0.28	2.01	39.8	0.85	9.53	1.24	0.28
	Sub Soil	0.7	0.10			10	4.15	0.23	0.11	0.08					
Slight	Surface Soil	5.2	0.42	148	5.10	1.28	0.60	0.12	0.45	2.45	48.0	0.98	8.86	1.15	0.28
	Sub Soil	5.0	0.41			19	4.80	0.28	0.14	0.06					
Healthy	Surface Soil	5.6	0.90	324	5.50	2.63	0.45	0.21	0.39	3.68	67.0	1.09	7.80	1.07	0.43
	Sub Soil	4.8	0.66			8	3.80	0.25	0.10	0.16					

N-S S*

S *

note : A. a,b,c indicate Duncan's new multiple-range test

B. The same letters indicate Duncan's multiple range groupings which do not differ significantly at the 5% level.

서는 pH 값과 有效土壤硼素含量間에 有意한 正相關이 있다고 하는 사람도 있어 이러한 報告와는 一致되지 않는다.

發芽不良程度에 따라 變化되는 傾向을 볼 수 있는 成分은 表3에서 보는바와 같이 有機物含量과 鹽基飽和度 및 硼素含量등이며 나머지 化學的性質은 各區 모두 비슷한 傾向이었다.

有機物含量은 表土 및 心土 어느경우에나 健全桑田(0.66~0.9)이 發芽不良甚桑田(0.16~0.67) 및 發芽不良中位桑田(0.41~0.72)에 比하여 有意하게 많았으며 發芽가 不良할 수록 有機物含量이 적은 傾向을 나타냈다.

이와같은 結果는 柳沼⁽⁴⁴⁾가 發芽不良에 依해서 枝條 枯死現象이 甚한 土壤은 健全土壤에 比하여 有機物含量이 적었음을 報告한것과 一致되는 것이다.

鹽基飽和度は 發芽不良程度에 따른 變化가 心土에서는 나타나지 않고 表土에서만 볼 수 있었는데 이와 같은 事實은 健全地土壤은 發芽不良地土壤보다 더 잘 管理되었음을 證明하는 것이다.

表土의 有效硼素含量은 健全桑田이 0.43ppm으로 發芽不良桑田의 0.28ppm, 發芽不良中位桑田의 0.28ppm 보다 有意하게 많았다. 心土의 有效硼素含量도 表土의 경우처럼 健全桑田이 0.34ppm으로 發芽不良桑田의 0.19ppm, 發芽不良中位桑田의 0.24ppm보다 有意하게 많았다.

이것은 柳沼⁽⁵⁸⁾의 硼素缺乏이라고 認定되는 發芽不良土壤의 有效硼素含量은 表土에서 0.20ppm, 心土에서 0.04ppm 이었고 健全土壤의 그것은 表土에서 0.41ppm, 心土에서 0.21ppm이었다고 報告한 것과 비슷한 含量範圍이 있었으며 柳沼⁽⁵⁴⁾는 土壤中の 有效硼素含量이

0.3ppm 以下가 되면 硼素缺乏症이 發生한다고 하였다.

東野⁽¹²⁾는 硼素의 缺乏症을 나타내는 表土로부터 心土까지의 有效硼素含量은 0.26~0.30ppm 이었고 健全한 土壤에서는 0.7~0.8ppm 이었다고 하였으며 土壤中 有效硼素含量이 0.4ppm 以下가 되면 硼砂의 施用을 考慮해야 한다고 主張하였다.

따라서 本 試驗에 있어서 發芽不良桑田의 有效硼素含量 0.19~0.28ppm 은 充分히 硼素缺乏症이 發生할 수 있는 낮은 含量範圍이라고 思料된다. 特히 朴⁽⁷⁾ 등은 우리나라 田作物栽培地土壤의 平均有效硼素含量은 0.147ppm 이라고 밝혔고, 本 試驗의 調査圃場이 있는 京畿道 利川郡地方의 平均有效硼素含量이 0.11ppm 이라고 報告한 것 등은 本 試驗의 硼素缺乏被害를 뒷받침하여 주는 것이라고 생각된다.

有機物含量과 有效硼素含量과 의關係를 알기 爲해서

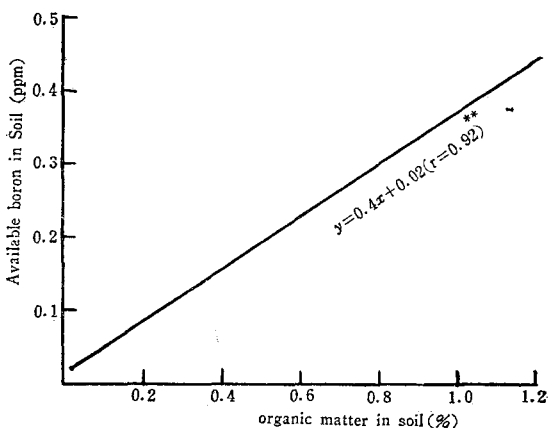


Fig. 6. Correlation between organic matter and boron content.

回歸 및 相關關係를 調査한바 그림 6에서 보는바와 같이 回歸直線式 $y=0.40x+0.02$ ($r=0.92^{**}$)의 回歸關係와 有意한 正相關關係를 얻었는데 이것은 Page⁽⁵²⁾, 柳沼⁽⁵³⁾, 朴⁽⁷⁾ 등의 報告와 一致하는 것이다.

4) 發芽不良 穞나무의 葉 및 皮層內 硼素含量
發芽不良現象의 原因을 究明하기 爲하여 發芽不良現象이 發生된 穞나무를 不發芽程度別로 區分하여 桑葉 및 枝條의 皮層內 各種成分을 分析한바 表4와 같다.

Table 4. Inorganic composition in leaves and barks of non-Sprouting bud mulberry trees.

Severity of non-Sprouting bud	Leaves							Banks						
	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm	Fe ppm	Zn ppm	B ppm	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm	Fe ppm	Zn ppm	B ppm
Svere	1.14	1,423	0.301	115	125	35	3.1	0.86	1,667	0.358	121	112	24.2	5.8
Medium	2.06	1,670	0.541	120	141	62	11.6	0.78	1,563	0.281	98	113	19.4	10.2
Healthy	1.34	2,312	0.382	108	137	53	27.2	0.82	1,899	0.295	102	94	21.5	15.5
	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	S**	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	S**

L.S.D1%=7.82

L.S.D5%=4.70

L.S.D1%=2.78

L.S.D5%=4.60

表4에서 보는바와 같이 K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, 等은 葉 및 皮層 똑같이 發芽不良程度에 따라 變化되는 傾向을 보이지 않았으나 硼素含量은 發芽不良程度에 따라서 有意한 差를 나타내고 있다. 即 葉內의 硼素含量은 發芽不良甚이 3.1ppm, 發芽不良中位가 11.6ppm, 健全이 27.2ppm 으로서 發芽不良程度間에 뚜렷한 有意差를 나타냈으며, 皮層內의 硼素含量도 發芽不良甚이 5.8ppm, 發芽不良中位가 10.2ppm, 健全이 15.5ppm, 로서 葉內의 硼素含量의 경우와 같이 發芽不良程度사이에 有意있는 差를 보이고 있다.

葉內의 硼素含量에 있어서 發芽不良樹의 3.1~11.9ppm과 健全樹의 27.2ppm은 柳沼⁽⁵¹⁾가 報告한 發芽不良樹葉의 硼素含量 6.0~10.3ppm, 健全樹葉의 硼素含量 24.8ppm과 비슷한 含量範圍이었고, 皮層內의 硼素含量에 있어서 發芽不良樹의 5.8~10.2ppm, 健全樹의 15.5ppm은 亦是 柳沼⁽⁵¹⁾가 報告한 各各 10.7~12.2ppm, 25.1~26.9ppm보다 比較的 낮은 含量範圍이었다.

그리나 枝條의 硼素缺乏症으로 報告한 東野⁽¹²⁾의 4~11ppm과는 매우 비슷한 含量範圍이라고 볼수 있다.

다. 發芽不良現象과 土壤水分含量과의 關係

桑田에서 나타나고 있는 硼素缺乏에 의한 發芽不良現象의 程度가 土壤水分含量의 多少에 依해서 크게 左右됨을 알고 水分條件이 硼素缺乏症發生에 미치는 影響을 確實하게 究明하기 爲하여 試驗한 結果는 다음과 같다.

1) 水分缺乏이 穞나무의 生育 및 硼素缺乏症發生에 미치는 影響

그림7에 依하면 水分條件을 同一하게 한 8月4일까지는 處理間에 生育差를 볼수 없으나 8月15일부터는 適濕

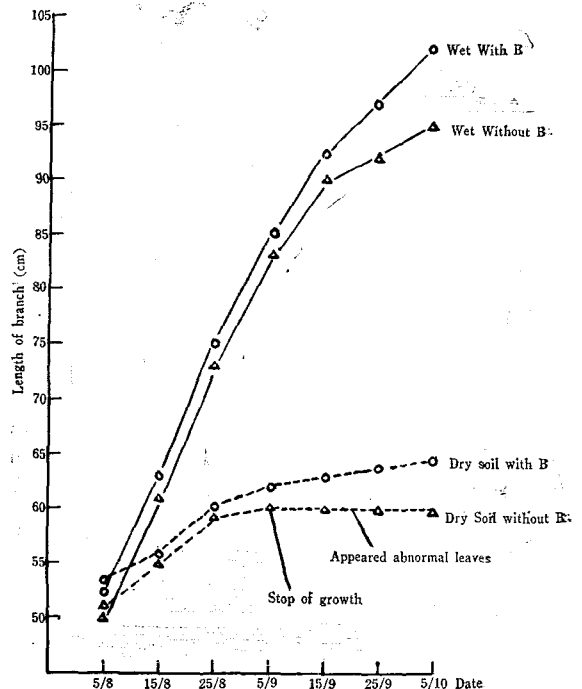


Fig. 7. Effects of soil moisture condition on the growth of shoot and the appearance of boron deficiency systom.

區와 乾燥區間의 生育差가 현저하게 나타나기 始作하였으며 生育末期인 10月5日에는 適濕區가 乾燥區보다 거의 2배가량 條長이 길었다. 다만 適濕-硼砂區의 條長이 適濕+硼砂區와 거의 비슷하게 成長된것은 貯藏 養分및 土壤水分含量이 크게 作用한 것 같다.

適濕+硼砂區와 適濕-硼砂區 間에서는 生育의 差가 근소하였으며 適濕+硼砂區는 勿論 適濕-硼砂區 即 適濕條件에 硼砂를 缺除한 區에서도 硼素缺乏症이 나타나지 않았다.

그리고 乾燥+硼砂區와 乾燥-硼砂區間에서는 生育의 差는 없었으나 乾燥-硼砂區에서는 9月5日부터 生育이 停止되었으며 9月20日傾에는 節間이 짧아지고 葉脈, 葉柄의 褐變等 典型的인 硼素缺乏症을 나타냈다.

그래서 翌春에 各區의 桑葉을 化學分析하여 各成分의 變化狀態를 調査하여 보았더니 表5에서 보는바와 같이 葉內의 硼素含量은 適濕-硼砂區 및 乾燥-硼砂區는 適濕+硼砂區 및 乾燥+硼砂區에 比하여 硼素含量이 有意하게 적었으며 또 土壤의 硼素含量에 있어서도 葉內

의 硼素含量과 같은 傾向을 나타냈다. 이와같은 成績을 前記한 대로 適濕-硼砂區에서는 硼素缺乏症이 나타나지 않았으나 乾燥-硼砂區에서는 硼素缺乏症이 發生한 事實과 結付시켜 考察한다면 硼素缺乏症은 土壤 및 植物體의 硼素含量의 絶對量不足에 依해서 發生되지만, 水分含量이 適當한 土壤에서 보다 水分含量이 적은 乾燥한 土壤에서 더욱 容易하게 發生함을 알 수 있다.

表 6에 依하면 適濕-硼砂區, 乾燥+硼砂區 및 乾燥-硼砂區는 適濕+硼砂區에 比하여 不發芽比率이 有意하게 많음을 認定할수 있었고, 適濕-硼砂區와 乾燥+硼砂區는 發芽不良比率이 거의 비슷하였으며 乾燥-硼砂區의 不發芽比率은 무려 81.8%로서 被害가 極甚하였다.

이와 같은 結果는 그림7에서의 適濕-硼砂區에서는 硼素缺乏症이 나타나지 않았지만 乾燥-硼砂區에서는 硼素缺乏症이 나타난 事實과 密接한 關係가 있는것 같았다.

Table 5. Effects of borax application related to moisture content on the boron content in leaves and soil.

Treatment	Leaves										Soil
	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Boron				
							Top leaves	middle leaves	bottom leaves	mean	
Wet soil with Borax	1.65%	1.44%	0.22%	78 ppm	233 ppm	31 ppm	43.2	47.8	52.0	47.7	0.70 ppm
Wet soil without Borax	1.53%	1.38%	0.15%	65	243	38	3.5	3.4	7.4	4.8	0.25
Dry soil with Borax	1.77%	1.12%	0.27%	84	194	31	31.2	38.9	57.2	45.8	0.65
Dry soil without Borax	1.25%	1.31%	0.24%	52	186	31	3.8	4.4	7.1	4.9	0.28

L.S.D 5%=5.88 L.S.D 5%=0.35
L.S.D 1%=9.02 L.S.D 1%=0.53

Table 6. Effects of borax application related to soil moisture content on non-sprouting bud mulberry in the following spring.

Treatment	Top part of branch					Middle part of branch				Bottom part of branch				No. of non-sprouting bud	percent of non-sprouting bud	
	A	B	C	D	W.I	A	B	C	D	A	B	C	D			
																Wet Soil with Borax
Wet Soil without Borax		1	3	2	5		1			8	2			10	11	37.5
Dry Soil with Borax	1	1		3	6					8	3			7	11	37.9
Dry Soil without Borax	1	2	3		3	1	2	4		2				4	18	81.8

note: A—Death of winter bud
B—Death of green winter bud
C—Death of germination
D—Normal germination
W-I—Winter injury

S **
L.S.D 5%=14.43
L.S.D 1%=21.85

따라서 枝條의 成長은 貯藏養分과 土壤水分 含量에 크게 左右되며, 春期의 뿌나무 發芽不良의 主因은 土壤 및 植物體內의 礫素含量의 不足에 있지만 土壤水分 含量의 多少도 礫素缺乏症發生에 다소 作用하는 要因으로 볼수 있을 것 같다.

라. 石灰의 施用이 發芽不良現象에 미치는 影響

1) 石灰의 施用이 發芽不良에 미치는 影響
 消石灰, 農用石灰, 마그네시아 石灰를 供試하여 施用量을 달리하였을 때 뿌나무의 發芽不良에 어 影響 量을 미치는 가를 調査한 바 그成績은 表7과 같다.

Table 7. Effects of sort and amount of limes on the non-sprouting bud.

Rep Treatment	Percent of non-sprouting bud				
	I	II	III	Total	Mean
Ca 100ka/10a	19.2	31.3	22.4	72.9	24.3
Ca 300kg/10a	62.0	40.5	58.8	161.3	53.8
Agri Ca 300kg/10a	23.4	47.7	32.3	103.4	34.5
Agri Ca 600kg/10g	54.2	60.1	49.1	163.4	54.5
Mg 100kg/10a	27.7	41.5	39.4	108.7	36.2
Mg 300kg/10a	59.3	68.9	76.6	204.8	68.3
Check	25.6	31.5	22.4	79.5	26.5

L.S.D. 1%=22.6

L.S.D. 5%=16.1

處理區別로 보면 消石灰 300kg/10a 區, 農用石灰 600 kg/10a 區, 마그네시아石灰 300kg/10a 區의 不發芽比率는 對照區보다 有意하게 높았으며 그중에서도 特別 農用石灰600kg/10a 및 마그네시아 石灰 300kg/10a 는 各各 68.2%, 54.5% 의 不發芽比率를 나타냈는데, 이것은 石灰를 增施할수록 發芽不良現象이 甚하게 發生한다는 事實을 말해주는 것이다. 이와같은 結果는 小林⁽²²⁾의 有機物含量이 낮은 土壤에서는 石灰를 施用하면 pH가 6以下 일지라도 礫素의 缺乏을 일으키는 일이 있다고 한 것과 同一한 것이며, Reeve⁽⁸⁵⁾가 培養液中 石灰濃度의 增加는 植物體內 礫素含量을 減少시킨다고 報告한 結果와 同一한 傾向이라고 할 수 있다.

本 試驗에서 마그네시아石灰를 多量施用한 區에서 發芽不良現象이 極히 甚한 것으로 보아 마그네슘은 뿌 나무의 發芽不良現象을 誘起시키는 한가지 主要한 要因이 된다고 推定할 수 있는데 이것은 小林⁽²²⁾가 礫素의 可給度를 低下시키는 作用은 水酸化마그네슘이나 水酸化칼슘등이 가장 强하다고 한 것과 一致하는 것이며 金⁽²⁰⁾도 礫素缺乏에 依해서 發生하는 포도의 果肉黑變現象이 마그네시아 石灰를 多量施用한 곳에서 甚했다는 報告와 同一한 傾向이라 할 수 있다.

石灰를 施用하지 않은 對照區에서도 發芽不良比率이 26.5%나 發生된 것은 本 試驗園의 土壤內에 有效礫素含量이 적었기 때문인 것 같다.

2) 葉 및 皮層의 成分含量과 發芽不良現象과의 關係
 뿌나무의 發芽不良現象을 誘發시키는 要因을 究明코

자 石灰를 施用한 試驗區에서 調査된 發芽不良比率과 葉 및 皮層內의 礫素含量, Ca/B比 및 Mg/B比 와의 相關 關係를 調査하였는바 그成績은 다음과 같다.

表8과 그림8에서 보는바와 같이 葉內礫素含量과 不發芽比率과는 $r = -0.89$ 로서 有意한 負相關關係가 成立되었고, 表8과 그림9에서 葉內의 Ca/B比와 不發芽率과는 $r = 0.82$ 로서 有意한 相關關係가 있으며, 表8과 그림10에서 葉內의 Mg/B比와 發芽不良比率과도 $r = 0.88$ 로서 亦是 相關關係가 成立되었다.

表8과 그림11에서 皮層內의 礫素含量과 發芽不良比率間에는 $r = -0.88$ 로서 有意한 負相關關係가 있었으며, 表8과 그림12에서 皮層內의 Mg/B比와 發芽不良比率과도 $r = 0.76$ 로서 有意한 相關關係가 있었으나 皮層內의 Ca/B比와 不發芽率間에는 相關關係가 없었다.

Shear⁽¹⁸⁾은 Tung tree의 砂耕栽培에서 葉內의 礫素, 마그네슘, 絕對值와는 關係없이 Mg/B比 와 礫素의 過剩障害와는 높은 負의 相關關係가 있었다고 하였는데 本試驗에서도 이러한 傾向이 있는 것으로 推定된다.

金⁽²⁰⁾은 礫素의 缺乏에 依해서 發生되는 포도의 果肉內黑變發生率은 成葉, 幼葉 및 葉柄의 Mg/B比와 有意한 相關關係가 있다고 하였으며 Mg/B比는 黑變發生率을 推定할 수 있는 좋은 指標가 된다고 報告한 것과도 同一한 傾向이라고 생각된다.

Scott⁽⁸⁷⁾는 포도나무가 缺乏症을 일으키는 礫素의 葉內 含量은 品種에 따라 6~24ppm 이라고 하여 礫素缺乏限界量의 範圍가 넓음을 報告하였고, 柳沼^(50,58,54)나

Table 8. Correlation between boron content, Ca/B and Mg/B ratio in leaves and barks, and the appearance of non-sprouting bud.

No. of trees	percent of non-sprouting bud (%)	Leaves					Barks				
		Ca (%)	Mg (%)	B (ppm)	Ca/B	Mg/B	Ca (%)	Mg (%)	B (ppm)	ca/B	Mg/B
1	25.6	0.435	0.510	9.4	462.8	552.1	1,298	0.247	16.8	772.6	147.0
2	29.0	0.520	0.623	11.6	460.8	541.7	1,114	0.328	11.3	985.8	246.0
3	62.0	0.423	0.301	3.1	1364.5	970.9	1,667	0.358	5.8	2805.0	617.2
4	36.6	0.671	0.541	11.6	578.4	466.3	1,563	0.282	10.1	1547.5	279.2
5	46.7	0.565	0.429	6.7	843.2	640.3	1,987	0.243	7.4	268.8	328.2
6	39.8	0.400	0.411	7.6	526.3	540.7	1,192	0.230	12.7	938.5	181.6
7	22.4	0.370	0.482	12.2	303.2	395.0	1,282	0.256	13.0	979.1	196.2
8	31.5	0.426	0.523	11.7	364.1	447.0	1,604	0.233	11.1	1445.0	202.9
9	59.3	0.513	0.624	10.1	513.0	624.0	1,756	0.275	7.7	228.0	357.1
10	41.9	0.814	0.610	8.6	934.8	871.4	1,630	0.284	12.5	1304.0	226.7
11	0	0.320	0.483	26.4	121.2	145.3	1,480	0.201	16.8	893.3	119.1
12	0	0.321	0.282	27.2	118.0	103.6	1,899	0.295	15.5	1225.1	190.3
		$r=0.49$	$r=0.48$	$r=0.89$	$r=**$ -0.82	$r=0.88$	$r=0.17$	$r=0.40$	$r=**$ -0.98	$r=0.16$	$r=0.76$

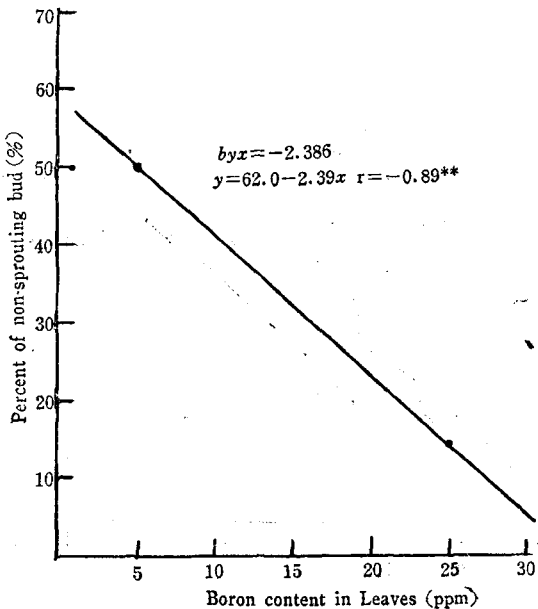


Fig. 8. Correlation and regression between boron content in leaves and appearance of non-sprouting bud.

東野^(12,13)도土壤内の有効硼素含量的缺乏限界는 0.3 ~ 0.4ppm 이라고 分明하게 報告하였으나 葉 및 皮層内の 硼素含量的 缺乏限界에 對해서는 全然 言及이 없는 것으로 보아 植物體内の 硼素含量的 缺乏限界量을 決定한다는 것은 어려운 點이 많은 것 같다.

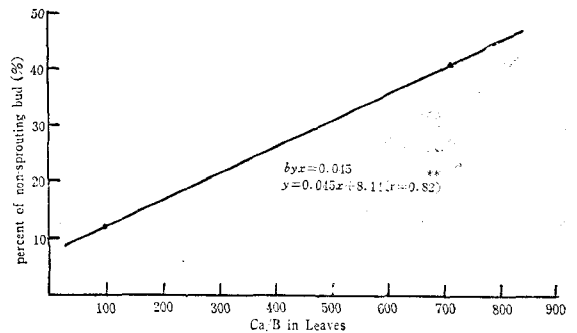


Fig 9. Correlation and regression between Ca/B ratio in leaves and appearance of non-sprouting bud.

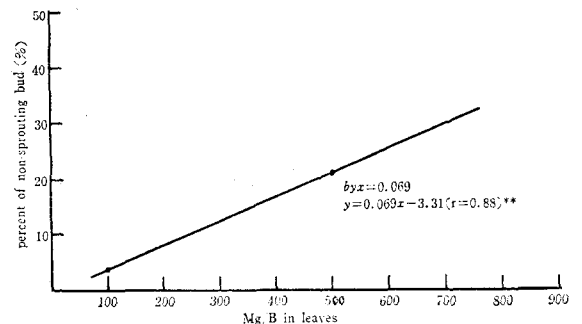


Fig. 10. Correlation and regression between Mg/B ratio in leaves and appearance of non-sprouting bud.

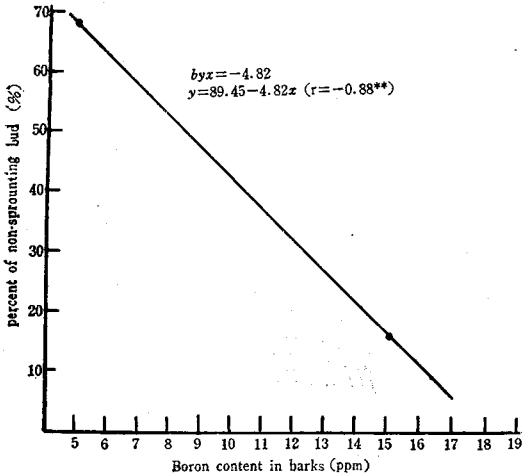


Fig 11. Correlation and regression between boron content in barks and appearance of non-sprouting bud

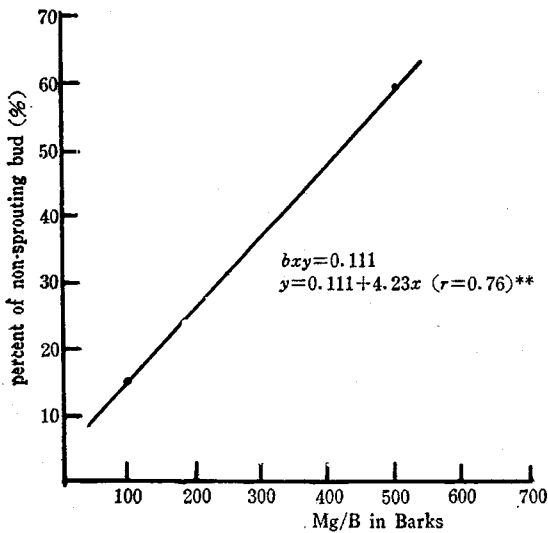


Fig. 12. Correlation and regression between Mg/B in barks and appearance of non-sprouting bud

그러므로 實際栽培에 있어서 植物體內的 硼素含量은 缺乏症을 나타낼 정도로 낮지 않음에도 불구하고 發芽不良現象이 發生하였을 때에는 硼素單一成分의 含量만을 基準하는 것보다 Ca/B比 및 Mg/B比를 基準하는 것이 安定하다고 推定된다.

마. 砂耕栽培에 依한 發芽不良現象의 誘起

圃場에서 發生되고 있는 뽕나무의 發芽不良現象이 硼素缺乏에 基因된다는 推定下에 硼素缺除로 誘起되는 症狀을 確認하고 培養液中, 必須成分의 濃度差에 依해

서 發芽不良現象以外的 다른 缺乏症狀이 나타나는 時期를 究明하고자 몇가지 必須成分의 濃度를 달리하여 試驗한 結果는 다음과 같다.

그림 13에 의하면 標準濃度의 培養液에 硼素를 첨가한 것은 뽕나무의 發育이 9月30일까지 繼續되었으며 硼素의 缺乏症이 보이지 않았다. 硼素를 缺除한 標準濃度培養液, 칼리高濃度培養液, 칼슘高濃度培養液區는 모두 9月10日頃에 發育이 停止되었으며 葉脈, 葉柄의 褐變等 典型的인 硼素缺乏症을 나타냈다. 그러나 칼리, 칼슘 高濃度의 培養液이 標準濃度의 培養液에 比하여 硼素의 缺乏症이 빨리 나타나지 않았고, 그 缺乏症狀도 甚한 便이 아니었다.

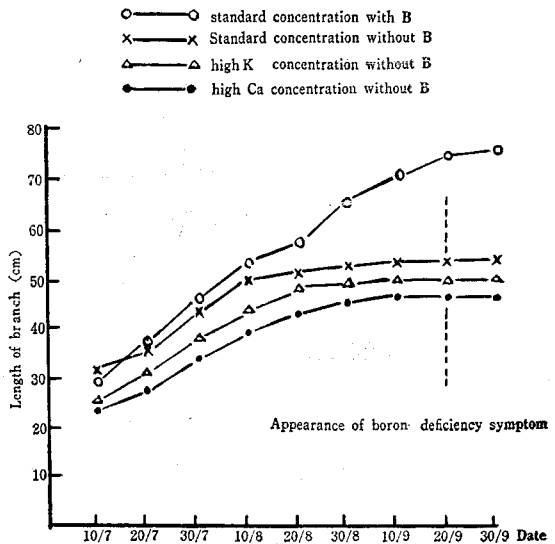


Fig 13. The appearance of boron deficiency symptom related to the concentration of cultural solution.

表9에 依하면 不發芽比率이 處理間에 有意있는 差를 認定할수 있었는데, 標準濃度硼素첨가區가 17.2%로서 가장 적었다. 標準濃度硼素缺除區, 칼리高濃度硼素缺除區, 칼슘高濃度硼素缺除區의 不發芽比率은 各各 66.7%, 60.9%, 61.9%로서 有意差를 認定할수 없었다.

이와 같은 結果는 前年度 秋期에 硼素첨가 區를 除外한 標準濃度硼素缺除區, 칼리高濃度素缺除區, 칼슘高濃度硼素缺除區에서는 發育의 停止, 葉脈 및 葉柄에 硼素缺乏症이 나타난 事實과 傾向을 같이하는 것으로 볼 수 있다.

硼素缺除區에서 나타난 發芽不良現象은 圃場에서 나타난 發芽不良現象과 同一한 것이다.

Table 9. Effects of concentration of cultural solution and boron free sand culture on the non-sprouting bud of the following spring.

Treatment	Top of branch					Bottom of branch				No. of non-sprouting bud	percent of non-sprouting bud
	A	B	C	D	W.I	A	B	C	D		
Standard concentration without B	—	2	3	—	5	3	—	1	7	14	66.7
Standard concentration with high content K and without B	1	5	—	—	4	2	—	2	9	14	60.9
Standard concentration with content Ca and without B	1	4	—	—	5	3	—	3	8	16	61.9
Standard concentration with B	—	—	—	12	4	2	—	—	17	6	17.2

S **

L.S.D. 5%=17.93

L.S.D. 1%=27.16

Note : A...Death of winter bud
 B...Death of green winter bud
 C...Death of germination
 D...Normal germination
 W.I...Winter injury

II. 發芽不良現象의 防除에 關한 研究

1. 材料 및 方法

가. 硼砂 및 堆肥施用이 發芽不良現象에 미치는 影響

1) 試驗區

處 理 區	供試株數
硼砂 3kg/10 施用	60
硼砂 6kg/10a 施用	68
硼砂 9kg/10a 施用	65
堆肥 2,000kg/10a施用	73
無 處 理	60

2) 施用時期 및 方法

가) 施用時期 : 1971년에는 6月下旬과 8月上旬, 1972년에는 4月上旬, 7月上旬에 各處理區別로 硼砂를 等分해서 施用하였다.

나) 施用方法 : 그루에서 40cm 範圍以內를 호미로 약간 파고 施用한 後 다시 覆土하였다.

堆肥는 蠶沙로서 1971년에는 6月上旬에, 1972년에는 3月下旬에 그루 周圍를 파고 均等하게 施用한 後 覆土하였다.

다) 不發芽調査 : 1972년과 1973년 5월 20일에 各各 實施하였다.

나. 硼砂施用後의 土壤 및 植物體의 有效硼素含量

1971년 發芽不良被害가 가장 甚하였던 뽕나무에 對

해서 1972년부터 1972년까지 2個年間 硼砂를 施用한 後 土壤과 葉 및 皮層의 硼素를 分析하였다.

硼砂施用量은 1년에 10a當 9kg이었다.

2. 結果 및 考察

뽕나무의 發芽不良現象이 硼素의 缺乏에 基因된다는 事實을 알게 되어 1971년 春期에 發芽不良現象이 甚하였던 뽕나무에 1971년 부터 1972년까지 2年間에 硼素와 堆肥施用試驗을 實施한바 그 成績은 表10과 같다.

硼素와 堆肥施用에 依한 不發芽現象의 回復效果를 보면 表10에서 보는바와 같이 1972年度에는 B₁, B₂, B₃는 B₀에 比하여 回復率이 有意하게 높았으며 堆肥施用區는 回復效果가 認定되지 않았다.

1973年度에는 B₁, B₂, B₃, 堆肥施用區는 B₀에 比하여 回復率이 有意하게 높아졌으며, 特히 B₂, B₃는 100%의 回復效果를 보였고 堆肥施用區도 1971年度에 比한다면 括目할 程度의 回復效果를 나타냈다. 따라서 硼素缺乏에 의한 發芽不良現象은 硼砂를 施用하면 完全하게 回復시킬 수 있으며 硼砂의 施用量은 10a當 6~9kg가량이다. 堆肥의 增施도 不發芽現象을 어느程度까지는 防除할 수 있으나 이것만으로는 完全防除은 어려운 것 같다.

이와같은 結果는 柳沼⁽⁵⁴⁾가 硼素缺乏에 의한 發芽不良桑田에 10a當 6~9kg의 硼砂를 施用하여 完治시킨 事實과 또 堆肥를 10a當 2,000kg 施用하여 1年次에 30%

2年次에 97.7%의 回復率을 보였다고 報告한 것과 같은 結果이었다. 한편 東野⁽¹²⁾도 硼素缺乏에 依한 發芽不良現象이 發生한 뽕나무에 10a當 3~10kg의 硼砂를 施用하여 100%의 回復率을 보였다고 報告한 바 있다.

그리고 硼砂施用에 따르는 土壤의 硼素含量的 變化를 보면 表11에서 보는바와 같이 硼素用前이 0.24ppm,

硼素施用後가 0.48ppm으로서 施用前보다 兩 倍增이 되었으나 有意差는 認定할수 없었다.

葉의 硼素含量은 施用前이 3.0ppm, 施用後가 26.0ppm으로서 施用前보다 有意하게 많았다.

皮層의 硼素含量도 施用前이 5.8ppm, 施用後가 15.7ppm으로서 亦是 施用前보다 有意하게 많았다.

Table 10. Effects of borax and compost application on the sprouting bud.

Treatment	No. of trees	Sum of branch (A)		Before application 1971				After application								
				γ	β	$\gamma+\beta$ (B)	percent of non-sprouting bud (B/A)	1972			1973					
								γ	β	$\gamma+\beta$ (C)	percent of non-sprouting bud (C/B)	percent of recover (100-C/B)	γ	β	$\gamma+\beta$ (D)	percent of non-sprouting bud (D/B)
B ₁ Borax 3kg/10a	株 60	個 351	個 28	個 283	個 311	85.8%	個 0	個 18	個 18	5.8%	94.2%	個 0	個 8	個 8	2.6%	97.4%
B ₂ Borax 6kg/10a	68	415	65	325	390	94.0	0	26	26	6.7	93.3	0	0	0	0	100
B ₃ Borax 9kg/10a	65	344	109	190	299	86.9	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
Compost	73	463	83	358	441	95.3	57	276	333	75.5	24.5	15	82	97	22.0	78.0
B ₀ Check	60	372	30	324	354	95.2	44	255	299	87.3	12.7	25	245	270	76.3	23.7

L.S.D. 5%=16.9 L.S.D. 5%=13.6

L.S.D. 1%=24.5 L.S.D. 1%=19.8

Note : γ : No. of branches with non-sprouting bud appeared more than half of each branch length.

β : No. of branches with non-sprouting bud appeared in less than half of each branch length.

Table 11. Effects of borax application on the boron content in soil, leaves and barks.

Treatment	Soils				Leaves				Barks			
	I	II	III	mean	I	II	III	mean	I	II	III	mean
Before application	0.27	0.18	0.27	0.24	2.5	3.3	3.3	3.0	6.0	6.0	5.5	5.83
After application	0.38	0.59	0.48	0.48	23.7	26.3	28.0	26.0	17.4	14.6	15.0	15.7

N.S

S **

S **

$t=18.0 > 9.9 = t_{0.01}$

$t=12.1 > 9.92 = t_{0.01}$

柳沼^(49,53,54)는 硼素缺乏症이 發生한 桑田에 10a當 9kg의 硼砂를 施用하여 缺乏被害를 完治시켰는데 이때 土壤의 有效硼素含量은 施用前이 0.22ppm, 施用後가 0.84ppm 이라 하였다. 그러나 本 試驗의 結果는 硼砂施用後가 0.48ppm으로서 柳沼⁽⁵³⁾의 0.84ppm 보다 낮은 水準의 含量이라고 생각되나 硼素缺乏限界量 0.3~0.4ppm^(12,51)에 比하면 약간 높은 含量이라 볼 수 있다.

한편 皮層의 硼素含量에 있어서도 東野⁽¹²⁾는 硼素缺乏症發生桑田에 10a當 10kg의 硼砂를 施用하여 缺乏被害를 100% 回復시킬 수 있었는데 이 때 枝條의 硼素含量은 硼砂施用前이 10.3ppm, 施用後가 15.0ppm 이었다고 하였다. 이것은 本 試驗의 施用前 5.83ppm, 施用後 15.7ppm 과 거의 비슷한 含量範圍라고 할 수 있

다. 그러나 東野⁽¹²⁾의 成績은 皮層의 硼素含量이 아니라 枝條(皮層+木部)의 硼素含量이기 때문에 正確한 比較는 되지 않는 것이다.

綜合考察

뽕나무 枝條先端部の 不發芽現象의 原因은 지금까지 알려진 것으로는 大體로 두가지가 있는데, 첫째는 寒害이고, 둘째는 枝枯性病害(主로 芽枯病, 胴枯病)이다.

그러나 開墾地桑田에 發生하는 發芽不良現象은 이들 寒害 및 枝枯性病害와는 全然 다르며, 生態적으로 볼 때 다음 세가지 點에서 判異하게 區別된다.

첫째는 寒害를 입은 枝條는 低溫에 接한 組織이 말라서 죽어있고, 枝枯性病害를 입은 枝條는 表皮, 本部

또는 木部와 接한 皮層部에 여러가지 形態의 病斑이 보이나 開墾地桑田에서 發生하는 不發芽現象은 봄에 生長이 始作될 때까지 어느 組織이나 살아 있으며, 그리고 어느 組織에서나 病斑을 찾아 볼 수 없다.

둘째는 寒害나 枝枯性病害는 冬芽가 全然 發芽를 하지 못하고 말라 죽는데 反하여 開墾地桑田의 不發芽現象은 冬芽가 一旦 發芽를 하기 始作하여 開綻期, 脫苞期, 또는 燕口期까지 進行되다가 갑자기 말라죽는 것(Die-back)이 特徵으로 되어 있다.

셋째는 冬芽가 發芽하다가 갑자기 말라죽을 때에는 木部와 皮層部組織이 살아 있으나 20~30日이 經過한 5月末頃부터 皮層部 및 木質部에 細長한 褐色의 壞死部가 보이기 시작하여 날이 갈수록 점차 褐色의 壞死部가 커진다.

이와같은 뽕나무의 發芽不良現象은 金^(18,21) 등이 報告한 사과나무와 복숭아나무의 硼素缺乏症, 柳沼^(45,48,51,55) 東野⁽¹³⁾가 報告한 뽕나무의 硼素缺乏症과 비슷하나 完全히 一致되는 것은 아니며 皮層 및 韌皮部의 細胞가 파괴되어 褐色으로 變하는 것은 Arther⁽¹⁾, 山崎⁽⁵⁰⁾, Berg^(2,3)의 硼素缺乏症과 거의 一致되는 것으로 볼 수 있었다.

따라서 우리나라의 山地開墾桑田에 發生하는 發芽不良現象도 生理的인 障害로 推定하고 發芽不良桑田의 土壤의 理化學성과 뽕나무의 葉 및 皮層部의 成分을 分析하여 본 結果 調查對象桑田의 土壤母材는 花崗岩이었고, 土性은 砂壤土, 土壤類型은 岩碎土이었다. 表土를 깎아 내리고 階段을 만들어 切土地에 植栽한 뽕나무가 發芽不良現象이 甚하였고, 表土가 쌓인 山尾의 盛土地에 植栽된 뽕나무는 發芽不良現象이 가벼웠다. Mitchell,⁽²⁵⁾ Page⁽³²⁾ 柳沼⁽⁵²⁾는 酸性花崗岩母材로 된 土壤은 本來부터 硼素含量이 낮아서 硼素缺乏症이 잘 나타난다고 하였으며 특히 柳沼는 花崗岩 母材라도 有效土深이 얇거나 表土를 깎아내리고 心土에 造成한 桑田에서 硼素缺乏症이 잘 나타난다고 한 報告와 本試驗의 結果는 잘 一致된다고 볼 수 있다, 發芽不良桑田土壤은 健全桑田土壤에 比하여 有效土層이 얇고, 有機物 및 水分含量이 낮았으며 특히 硼素含量은 表土(5~25cm)가 0.28ppm, 心土(30~50cm)가 0.19ppm으로서 柳沼⁽⁵⁸⁾의 缺乏限界量 0.3ppm, 東野⁽¹²⁾의 缺乏限界量 0.4ppm에 未達하는 含量이었다. Parks,⁽³³⁾ 堤⁽³⁰⁾ 등은 土壤이 乾燥할 때 硼素缺乏症이 잘 發生한다고 하였고, 佐藤⁽⁴⁰⁾은 高溫乾燥는 植物體의 硼素移動을 妨害하므로 硼素缺乏症이 보다 쉽게 나타난다고 하였는데 本試驗에 있어서도 土壤水分含量이 낮은 乾燥한 土壤에서 發芽不良現象이 심하게 發生되었다.

한편 뽕나무 葉內의 硼素含量은 發芽不良樹(3.1ppm)

가 健全樹(27.2ppm)에 比하여 有意하게 적었으며, 皮層內 硼素含量도 發芽不良樹(5.8ppm)가 健全樹(15.5ppm)에 比하여 有意하게 적었다.

以上の 結果로 보아, 開墾地桑田의 發芽不良現象을 硼素缺乏에 依한 被害로 斷定하고 硼素缺乏을 促進하는 要因 即 土壤의 pH^(4,7), 土壤內의 有機物含量^(7,34,54) 土壤의 水分含量^(23,33,30,44), 必須成分과 硼素와의 量的 均衡^(5,16,20,35,39,42) 등과 發芽不良과의 關係를 調査 實驗하였다.

土壤 pH(4.7~5.6)와 有效硼素含量과는 有意한 相關關係가 없었으며, 有機物含量과 有效硼素含量間에는 $r=0.92$ 로 高度의 相關關係가 있었다. 土壤水分含量과 有效硼素含量間에는 $r=0.86$ 으로 亦是 高度의 相關關係가 있었다.

그리고 發芽不良現象의 程度가 土壤水分含量의 多少에 依해서 크게 다르다는 事實을 알고 發芽不良地의 硼素가 缺乏한 花崗岩母材로 된 岩碎土를 “와그너 포트”에 넣고 水分條件을 달리하여 試驗한바, 硼砂를 添加하지 않더라도 水分條件이 適當할 경우에는 秋期에 硼素缺乏症狀을 나타내지 않았으며 翌年 春期の 不發芽比率도 낮은 便이었으나 人爲的으로 水分을 制限해서 供給한 乾燥土壤에서는 秋期에 硼素缺乏症狀이 나타났고, 翌年 春期에는 發芽不良現象이 大端히 甚하였다.

砂耕試驗에서는 圃場에서 發生하는 發芽不良現象과 똑같은 被害症狀을 誘起시킬 수 있었다는 點에 意義를 찾아 볼 수 있었다.

圃場에서는 消石灰 마그네시아 石灰 및 農用石灰를 增施할 수 록 發芽不良比率이 높아지는 傾向을 볼 수 있었으며 특히 葉內의 Ca/B, 葉內의 Mg/B比 및 皮層內의 Mg/B比와 不發芽比率間에는 高度의 相關關係가 認定되었다.

以上の 結果로 보아, 發芽不良現象의 要因은 硼素缺乏被害라고 斷定할 수 있으나, 硼素의 單獨의인 缺乏被害라기 보다는 土壤內의 有機物 및 水分含量의 缺乏이 硼素의 缺乏을 加速化하여 發生한 現象으로 생각되며, 土壤內의 칼슘 및 마그네슘 含量의 增加와 桑葉 및 皮層內의 Ca/B比, Mg/B比의 增加 또한 發芽不良現象에 크게 영향을 미친 것으로 믿어진다.

發芽不良現象이 極甚한 桑田에 硼砂와 堆肥를 2個年間に 施用한 結果, 1年間の 施用은 硼砂施用區가 93~100%, 堆肥는 24.5%의 回復率을 보였고, 2年間の 施用效果는 硼砂施用區가 97~100%, 堆肥施用區는 78%의 回復率을 나타냈다.

따라서 山地開墾桑田에 發生하는 發芽不良現象을 防除하기 爲해서는 우선 硼砂를 10a 당 6~9kg을 2회에 分施하는 것이 가장 效果의이며 硼素缺乏을 抑制하는

要因 即 有効土深을 두껍게 하고, 有機物含量的 增大 및 保水力을 높게하기 위해서는 有機物을 増施하는 것이 바람직하다고 생각된다.

한편 土壤酸度的 矯正을 爲해서 石灰를 施用할 때에는 施用適量範圍를 넘지 않도록 할것이며 硼砂를 섞어서 施用하는 것이 좋을 것 같다.

摘 要

本 研究은 山地開墾桑田에 發生하는 發芽不良現象의 原因을 究明하고 防除法을 確立코자 1971~1974년까지 4個年間に 걸쳐 實施하였으며 그 結果는 다음과 같았다.

1. 被害症狀은 春期에는 枝條의 先端部가 發芽를 하지 않거나 發芽途中 即 脫苞~燕口期까지 進行되다가 갑자기 말라 죽는다. 發芽不良枝條의 皮層및 韌皮部에는 Necrosis 現象이 일어나고 褐色으로 變한다. 秋期에는 葉의 老化, 先端葉의 異常, 葉脈, 葉柄이 褐變한다.

2. 發芽不良桑田土壤은 花崗岩母材에 粘質의 比率이 매우 낮은 砂壤土로 되어 있으며 下層土가 緻密 堅固하고 孔隙率이 너무 적어서 根群發達에 매우 不良한 土壤構造로 되어 있었다. 特히 發芽不良極基地의 心土는 健全地에 比하여 固相이 過大하여 旱魃時에는 水分不足現象이 일어나기 쉬운 條件을 갖추고 있었다.

3. 發芽不良極甚桑田은 健全桑田에 比하여 土壤水分含量이 有意하게 적었으며 特히 心土의 水分含量은 健全地가 適當한 水分含量을 維持하고 있었는데 反하여 發芽不良極甚地는 거의 萎凋點에 가까운 水分含量이었다.

4. 有効土深은 發芽不良桑田이 健全桑田에 比하여 얇았고, 發芽不良程度가 甚한곳일수록 有効土深은 얕아지는 傾向을 나타냈다.

5. 土壤水分含量의 經時的變化는 土壤內 有効硼素含量에 影響을 미쳤으며 發芽不良桑田의 水分含量은 健全桑田에 比하여 6月5일부터 9月5일까지 繼續 적은 含量을 維持하고 있었고, 有効硼素含量도 水分含量의 増減과 같은 傾向으로 變化되었다.

6. 土壤의 pH(4.7-5.6)와 有効硼素含量間에는 相關關係가 없었으나 有機物含量과 有効硼素含量間에는 高度의 正相關關係가 있었다.

7. 土壤中 有効硼素含量은 發芽不良桑田이 0.19~0.28ppm, 健全桑田이 0.34~0.43ppm 으로서 發芽不良桑田보다 有意하게 많았다.

8. 葉 및 皮層內의 硼素含量은 發芽不良樹가 健全樹보다 有意하게 적었다.

9. 砂耕試驗의 硼素缺除區에서는 發芽不良現象이 誘發되었으며 그 被害症狀은 圃場에서 發生되는 症狀과 同一하였다.

10. 石灰의 施用은 施用量이 增加할 수록 發芽不良現象을 多少 높게하는 傾向이 있었다.

以上の 結果를 綜合하여 볼때 뽕나무의 發芽不良現象은 硼素의 缺乏에 基因되나 硼素의 缺乏被害程度는 土壤母材, 土壤內 有機物含量 및 水分含量 그리고 石灰施用等에 依해서도 左右되는 것으로 認定된다.

11. 發芽不良現象은 硼砂를 10a 당 6~9kg 을 春, 夏 2回分施하면 防除할 수 있으며, 10 a 당 2,000kg 의 堆肥를 數年間 繼續施用하는 方法도 相當한 防除效果를 얻을 수 있다고 믿어진다.

引 用 文 獻

1. Arther, Prince (1953): Boron important to crops. Better crops with plant food.
2. Berg, Anthony, and Clulo, Genevieve (1943): Boron in relation to internal bark necrosis of apple. (Abs) phytopathology 33: 1.
3. Berg, Anthony, and clulo, Genevieve (1958): Internal bark necrosis of apple resulting from manganese toxicity. West virginia univ. Agr. Expe Sta Tech Bull 414. T.
4. Berger, and E. Truog (1945): Boron availability in relation to soil and organic matter content. soil Sci. Soc. Amer. proc. 10: 470~487.
5. Berger, K.C (1949): Boron in soils and crops. advanced in Agronomy, 1: 321~348. Academic press Inc.
6. 朴振煥 (1968): 農地開發活動의 經濟分析, 山地開發中心으로, 145~150.
7. 朴天緒, 朴來正 (1966): 우리나라 田作物栽培地帶의 有効硼素含量에 關한 研究, 農試研報 9(1): 163~174.
8. Chipman, E.W. and D.C. Mackey (1957): Preliminary studies with acid peat and muck for vegetable production, Canada. Dept. Agr. Exp. Farm, Kentville, Nova Scotia, Progr. Rept. 19526-6: 24~25.
9. Cook, R.L and C.E.Miliar (1940): Some Soil factors affecting boron availability. Adven. Agro. 4: 297~301.
10. 高岸秀次郎(1971): 桑のチソン, 微量要素榮養, 蠶絲科學と技術 10 (5):3.

11. Dennis, R.W.G (1937): The relation of boron to plant growth. Sci. Prog. 32 : 58~69. Tech Bull. A-80. Univ. Maryland.
12. 東野正三, 今西三好, 鹽見文武 (1967): 開拓桑園に發現した 桑の 硼素について. 日本蠶絲學會關西支部 第33回 研究發表會講演要旨 23-24.
13. 東野正三, (1973): 桑の要素缺乏症と過剩症, 蠶絲科學と技術 12(10) : 1~3.
14. Gauch, H.G. and W.M. Dugger, Jr (1954): The Physiological action of boron in higher plants; a review and interpretation, Tech Bull. A-80. Univ of Maryland.
15. Hewitt, E.J (1963): The essential nutrient elements. Requirement and interaction in plants. Plant physiology Voll III. Chap II edited by F.C. Steward 1963 Academic press.
16. Johnston, E.S and W.H. Dore(1929): The influence of boron on the chemical composition and growth of the tomato, plant physiol. 4 : 31~62.
17. Jones, H.E and G.D. Scarseth(1944): The calcium-boron balance in plants as related to boron needs. Soil Sci 57 : 15~24.
18. 金圭來, 卞在均, 金鍾天 (1969): 복숭아나무의 硼素缺乏現象에 關한 調査研究, 農試研報12(2) : 29~34.
19. 金文浹 (1967): 桑樹의 耐乾性에 關한 研究. 韓國蠶絲學會誌, 7 : 3~6.
20. 金鍾天 (1969): 포도 Campbell Early 品種에 發生되는 果肉黑變現象의 誘起要因 및 防除에 關한 研究. 農試研報 12(2) : 1~20.
21. 金鍾天, 卞在均 (1967): 開墾丘陵地의 사과 幼木에 發生되는 新梢枯死現象의 原因究明試驗. 農試研報 10(2) : 56~61.
22. Kobayashi, A (1958): Fruit Nutrition 99~108. Yokendo (japaneas)
23. Mclarty, H.R. and C.G. Woodbridge (1950): Boron in relation to culture of the peach tree. Sci. Agr. 30 : 392~395.
24. Mclarty, T.C. Wilcox, and C.G. Woodbridge(1936): The control of drought Spot and Corky core of the apple in British colombia. pro. Wosh. Stat. Hort. Sol. 32 : 142~146.
25. Mitchell, R.L (1955) Trace elements, Chap. 9 : 253~285. F. E. Bear. Ed. Amer. Chem. Soc. monograph Series No. 126.
26. 농수산부 (1974): 國內의 잠사견업정보 41 : 4.
27. Obely, G.H. and D. Boynton(1966): Fruit nutrition (N.F. Childers) : 37.
28. 大野俊雄, 吉田覽兒 (1957): 葡萄の 硼素缺乏に對して. 園藝學雜誌 25 : 35.
29. Oueltte, G.J. and R.O. Lachance (1954): Soil and Plant analysis as means of diagnosing boron deficiency in Quebec. Canada. Jour. Agr. Sci. 34 : 494~503.
30. 이종기, 이춘수 (1972): 야산개밭지 뽕밭의 지력증진시험. 식물환경연구보고서. 459~473.
31. 임정남, 오재섭, 경태암 (1970): 桑田土壤의 物理性에 關한 調査研究. 農試研報. 13 (식물환경편) : 77~81.
32. Page, N.R. and W.R. Paden (1954) : Boron-Supplying power of Several South Carollina Soils. Soil Sic. 77 : 427~430.
33. Parks, W.L (1951): Boron relation in clay and humus system. Thesis Ph.D. Purdure Univ. : 65.
34. Piland, J.R. and E.F. Ireland (1944): The importance of borax in legume seed production in the south. Soil Sic. 57 : 75~84.
35. Reeve, E. and J.W. Shive (1944): Potassium-boron and calcium-boron relationships in plant nutrition. Soil Sci. 57 : 1~4.
36. 柳根燮 (1972): 開墾地桑田에 發生하는 枝條枯死現象의 原因究明試驗. 韓國蠶絲學雜誌14(1) : 1~5.
37. Scott, L.E (1941): An instance of boron deficiency in the grape under field condition. proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 38 : 375~378.
38. Shenr, C.B (1948): Nutrient-element balance; application of concept to the interpretation of foliar analysis. proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51 : 319~326.
39. 堤和敏, 松野瑞彦, 柳沼泰衛 (1971): 桑の 硼素缺乏症發現におよぼす土壤水分條件の影響. 日本蠶絲學會 第41回學術講演會 部門 : 15.
40. 佐藤公一 (1956): 落葉果樹の 要素缺乏. 農業及園藝 31(1) : 221~225.
41. Van Schreven, D.A (1934) : External and internal symptoms of boron deficiency in tomato Tijdschrift over plantenjetem 40 : 98~129. Tech, Bull. A-80. Univ of Maryland.

42. Wallace, A. and F.E. Bear (1949): Influence of potassium and boron nutrient-element balance and growth of Ranger alfalfa. *Plant physial* 24 : 664 ~680.
43. Whittington, W.J (1959): The role of boron in plant growth. II. The effect on growth of theradicle. *Tour. Expt. Botany* 10 : 93~103.
44. Winsor, H.W (1962): Variation in Soil boron with cultivation and Season. *Soil. Sci.* 74 : 359~364.
45. 柳沼泰衛, 天野音次, 後藤喜代治, 大瀬 清(1967): 開墾造成桑園に 發現する 異常障害桑に 關する試験 (1) 發生概況 について. 日本蠶絲學會 東北支部 第21回 研究發表會 講演要旨 : 26~27.
46. 柳沼泰衛, 天野音次, 後藤喜代治, 大瀬 清(1967) 開墾造成桑園に 發現する 異常障害桑に 關する試験 (2) 枝條に 發現する粗皮症狀について, 日本蠶絲學會 東北支部 第21回 研究發表會講演要旨 : 27~28.
47. 柳沼泰衛, 松野瑞彦(1968): 開墾造成桑園に 發現する 異常障害桑に 關する試験, (3) 發生實態調査, 日本蠶絲學會第22回 研究發表會講演要旨 : 36.
48. 柳沼泰衛, 松野瑞彦 (1968): 開墾 造成桑園に 發現する 異常障害桑に 關する試験(4) 障害土壤における 硼素缺乏について. 日本蠶絲學會 東北支部 第21回 研究發表會 講演要旨 : 38~39.
49. 柳沼泰衛, 松野瑞彦, 菅野利夫, 中村陸子(1969): 開墾造成桑園に 發現する 異常障害桑に 關する試験 (5) 土壤改良資材の 施用効果, 日本蠶絲學會 東北支部 第23回 研究發表會 講演要旨 : 4.
50. 柳沼泰衛, 松野瑞彦, 堤和敏 (1969): 開墾造成桑園に 發現する 異常障害桑に 關する試験 (6) 水耕栽培におけるの 豫備試験. 日本蠶絲學會 東北支部 第23回 研究發表會 講演要旨 : 5.
51. 柳沼泰衛, 松野瑞彦, 井砂久三子 (1969): 開墾造成桑園に 發現する 異常障害桑に 關する試験 (7) 硼素 缺乏水耕栽培による 粗皮類似障害の發生について. 日本蠶絲學會 東北支部 第23回 研究發表會講演要旨 : 5~6.
52. 柳沼泰衛, 松野瑞彦, 堤和敏, 菅野利夫 (1970): 粗皮發生桑園にみられる 發芽不良について. 日本蠶絲學會 東北支部 第24回 研究發表會 要旨.
53. 柳沼泰衛 (1970): 桑の新病「粗皮病」, 蠶絲科學と技術. 9(6) : 1~4.
54. 柳沼泰衛, 松野瑞彦(1971): 桑の粗皮障害に 對する土壤改良資材の施用効果. 福島縣蠶業試験場要報 11 : 13~26.
55. 柳沼泰衛 (1973): 桑園土壤診斷のポイント, 蠶絲科學と技術 12(11) : 1~2.
56. 山崎傳(1971): 植物における硼素の役割. 微量要素と多量要素 : 243~246.