

뽕나무 品種別 古條挿木에 있어서 挿穗內 貯藏物質의 經時的 變化

崔 榮 哲·柳 根 燮*

農村振興廳 蠶業試驗場·*慶北大學校

Studies on the Changes with Time of the Reserve Substances in the Hardwood Cutting of Mulberry Varieties

Young Cheol Choi and Keun Sup Ryu*

Sericultural Experiment Station, R.D.A., Suwon, Korea and

*Kyungpook National University, Taegu, Korea

Summary

To investigate changes of dry weight, C/N ratio, carbohydrate, protein and nucleic acids in the barks of the hardwood cutting of mulberry plants, the barks of the hardwood cutting were taken every 10days from the cutting day to 40days after cutting. Results were summarized as follows:

Growth of new shoot and root in Keomseolppong(*Morus bombycis* Koidz.) after cutting was better than that in Kaeryangppong(*Morus alba* L.) and Daeryugppong(*Morus Lhou*(SER.) Koidz.).

Dry weight in the barks of the hardwood cutting decreased up to 40days after cutting (decrease percentage of dry weight: about 14%) and Keomseolppong showed the highest decrease percentage of dry weight.

Change of C/N ratio decreased in the initiation, whereas that from 10days after cutting increased with the growth of new shoot, C/N ratio was the highest in Keomseolppong and the lowest in Kaeryangppong.

Total sugar showed decreasing tendency up to 40 days after cutting the increase from 10 days to 20 days. Reducing sugar increased in the first 20days, followed gradually decrease up to 40 days after cutting. Starch levels decreased up to 40days. Change in the content of starch closely paralleled to that of dry weight of bark of the hardwood cutting. Content of total sugar and starch in Keomseolppong was the highest, and was consumed more than that in the rest of varieties.

Crude protein and soluble protein increased up to 10 days after cutting, followed decrease up to 40 days. Protein content of Keomseolppong was smaller than that in the rest of varieties.

RNA content showed the same tendency with that of protein content, but Keomseolppong showed always the highest. Content of DNA, did not show any change and difference among three varieties.

緒 言

뽕나무는 遺傳學上으로 純系가 아닐뿐 아니라 他花受粉을 하므로 營養繁殖法에 依해서 生産되며, 우리나라의 境遇 주로 接生力을 이용한 接木法에 依存하고 있는 實情이다. 이 方法은 臺木을 生産해서 接木을 해야 하는 等 苗木을 生産하기까지는 2年이 所要되므로, 보다 簡便한 插木法의 實用化가 要求되고 있다.

插木法 中에서도 新梢插木은 生産過程이 複雜하여 實用化가 어렵기 때문에 生産過程이 보다 簡便한 古條插木法이 有利할 것으로 생각된다.

木本植物의 古條插木에 있어서 不定根의 發生은 根基組織에 의한 發育과 새로 分化해서 形成된 不定根原體에 의한 것이 있다. 根基組織은 가지가 生長함에 따라서 葉跡의 基部에 形成되는 組織으로서 어린가지에서는 形成되지 않고 落葉期에 根基組織이 發現되며, 根基의 外部組織은 뿌리와 같으므로 適當한 條件만 주어지면 發根하게 된다.

그러나, 不定根原體는 새로운 組織이 分化되어 形成된 組織으로서, 發根物質의 作用과 分裂組織의 活動에 必要한 環境條件 아래서 새로 分化 形成된다. 뽕나무의 古條插木에 있어서는 두 不定根의 發生中 不定根原體에 의한 發根이 優勢하다.

木本植物의 發根은 插穗自體의 形質條件과 여러가지 外部環境條件에 의해 支配를 받는다. 發根에 關與하는 要因으로서 插穗自體가 지니고 있는 遺傳形質, 內部組織構造, 生長調節物質 및 插穗內 貯藏物質이 發根에 直接 또는 間接적으로 影響을 미친다.

지금까지는 不定根의 發生에 影響을 미치는 環境條件에 관한 研究가 活潑히 遂行되어 왔으며, 주로 生長調節劑를 處理하여 發根을 促進시키려는 試圖가 꾸준히 進行되어 왔다.

그러나, 뽕나무 插穗內 貯藏物質이 發芽, 發根生理에 미치는 影響에 대해서는 아직 많은 研究가 이루어져 있지 않는 實情이다. 따라서, 本 實驗에서는 古條插木法의 實用化를 위하여 發根과 發芽에 影響을 미치는 插穗內 貯藏物質의 經時的 變化를 알아봄으로써 發根과 發芽生理의 基礎資料를 얻고자 하였다.

研究史

植物體는 自身の 어떤 組織이나 器官을 切斷하면 喪失한 組織이나 器官을 再生하여 完全한 植物體로 復元하려는 機能이 있다(本多, 1969a; 金, 1978). 즉, 植

物은 外傷을 받으면 再生機能에 依해서 傷處部位의 分裂組織이 旺盛하게 分裂하여 癒傷組織(Callus)을 形成함으로써 곧 傷處部位를 아물게 하며, 不定根의 分化 生長으로 發根을 하게 된다(Mackenzie et al., 1986; 南澤, 1976; White & Lovell, 1984).

Went & Thimann(1937)은 Van Der Lek(1925)의 報告를 引用, Lek는 發根에 관한 組織學的 研究를 통하여 뿌리의 發現에는 두개의 起源이 있다는 것을 처음 發見하였으며, 그것은 마디 附近에 潛在해 있는 根基組織의 發達로 뿌리가 形成되는 것과 插木 後 새로운 木質部內에 不定적으로 分化形成된 不定根原體의 發達로 뿌리가 形成되는 것이 있다고 하였다(Esau, 1977; Hartmann & Kester, 1983; 本多, 1969a, 1970).

그 後 여러 植物에 關하여 根基組織을 調査한 結果 樹種에 따라서 根基組織이 있는 植物과 根基組織이 없는 植物이 밝혀졌다(本多, 1969a). 뽕나무에서도 根基組織이 確認되었으며(山下, 1931), 浜田(1942)는 뽕나무 古條插木을 했을 때 根基組織의 發育으로 뿌리가 形成되었음을 報告하였다.

또한, 不定根原體의 分化 및 發達에 關한 研究는 여러 學者들(Barker et al., 1986; Chandra et al., 1971; Harris & Lovell, 1980)에 依해 插木實驗을 통하여 지금까지 活潑히 進行되고 있다. 本多(1963, 1964)는 뽕나무 新梢插木의 境遇 發芽 後 45日 前後의 新梢를 使用하여 插木했을 때 發根한 大部分이 不定根原體에 의한 것이라고 하였다.

뽕나무는 比較的 發根力이 높은 植物인데(金, 1978), 非休眠品種이 休眠品種에 比하여 높고, 山桑系統의 劍雪뽕이 가장 發根이 잘 되는 品種인 것으로 報告되었으며(本多, 1969a; 金, 1970; 林, 1981; 中川等, 1984), 같은 品種이라도 倍數性에 따라 發根에 差異가 있다고 報告하였다(東成·渡邊, 1985).

이와 같이 發根에 關與하는 要因은 品種固有의 遺傳의 特性, 組織構造, 生理的인 內的 要因과 溫度와 照度(本多, 1970), 土壤水分(關口, 1979), 土性과 土壤硬度(李等 1986; 文等, 1987; Ryu, 1979), 氣相率(中川·直井, 1984)等 各種環境(本多, 1969b, c)에 依한 外的 要因이 作用한다고 하였다. 또한, 植物體內 生長調節物質이 發根을 促進시킨다는 것이 밝혀졌다(Anand & Heberlein, 1975; Biran & Helevy, 1973; Stolz & Hess, 1966b). 本多(1963, 1969c)는 發根促進物質이 插穗의 貯藏養分을 發根初期의 뿌리形成에 使用되도록 轉流시키는데 有效하고 그 發根生理는 品種과 環境條件에 따라 다르다고 하였다.

한편, 植物體內의 各種貯藏物質인 炭水化合物, 窒素化

合物, 核酸 및 微量元素 等도 植物의 發芽, 發根生理에 影響을 미치는 것으로 밝혀졌다(Dugger et al., 1957; Kang et al., 1982; Stolz & Hess, 1966a; Suzuki, 1984).

뽕나무에 있어서 春期發芽初期의 成長은 前年에 蓄積된 貯藏物質을 利用하기 때문에(白田·高岸, 1987b) 古條挿木을 했을 때 發芽한 새로운 잎에 依한 光合成作用으로 成長과 生命維持에 必要한 物質이 生成되는 期間까지는 挿穗의 貯藏物質에 依存한다고 하였다(村上, 1979; 大山·間, 1964). 服田·本間(1972c)는 뽕나무 古條挿木에서 挿穗內의 貯藏物質은 體管部를 通하여 뿌리와 新梢로 移動한다고 하였다. 大山·間(1964), 間·直井(1964)은 뽕나무 古條挿木 後 初期生長에 있어서 挿穗의 貯藏養分에 依存하는 限界日數는 約 45日이라 하였으며, 服田·本間(1971, 1972a)는 挿木 後 約 1個月까지의 成長은 挿穗 中の 貯藏物質에 依存한다고 하였다.

Tromp & Ova(1971), Kang et al. (1982), Suzuki & Kohno(1983), Suzuki(1984), 白田·高岸(1987a)은 枝條內 貯藏窒素가 春期植物成長에 使用된다고 하였으며, 高等(1981)은 葡萄가지의 挿木 前의 總窒素含有率은 發芽와 新梢의 生長이 進行됨에 따라 減少하는 傾向을 나타냈다고 하였다. Stolz(1968)는 發根時 核酸과 蛋白質合成에 必要한 最小限의 窒素含量은 必須的인 要素로 作用한다고 하였다.

Haissig(1974), Veierskov et al. (1982)은 炭素와 窒素의 含量比인 C/N率과 發根과의 關係를 調査해 본 結果 C/N率이 發根에 重要한 關係가 있다는 것을 알았으며, Hyun & Hong(1968)은 C/N率과 發根은 正의 相關을 보였는데 主로 窒素含量이 낮은 것에 起因한다고 하였다. Kim et al. (1977)은 회양목 挿木發根의 季節의 變化에 關한 生理學의 研究에서 C/N率의 變化는 發根率의 變化와 비슷한 推移를 보였다고 하였으며, 林(1981)은 뽕나무 古條挿木을 通하여 C/N率을 調査한 結果 C/N率이 높을수록 發根率이 높았는데, 이것은 炭水化合物含量이 높는데 起因한다고 하였다. Chung(1977)은 新梢挿木에서 挿穗의 C/N率은 發根率이 높은 品種은 挿木 後 20日까지 增加하나 그 後는 減少하였으며 挿穗줄기에서는 全期間에 걸쳐 增加하는 傾向이라고 하였다.

Howard(1965), Stolz & Hess(1966a), Hansen et al. (1978)은 炭水化合物이 發根에 必要한 에너지 供給源이며 새뿌리의 形成에 重要한 役割을 한다고 하였다. Gautheret(1969)는 glucose가 發根에 가장 重要하다고 하였으며, 服田·本間(1972c)는 貯藏器官 中の 炭水化

物이 發芽初期 뿌리와 新梢의 生長을 위해 轉流될 때의 形態는 주로 sucrose라 하였다. 또한 柏田(1954, 1961)는 糖의 消費에 關하여 paper chromatography 分析으로 挿穗의 sucrose, fructose 및 raffinose 등이 發芽初期에 消失한다는 것을 觀察하였다.

林(1981)은 全糖含量이 많을수록 發根力이 強하나 還元糖과 澱粉含量은 많으면 發根力이 弱한 傾向이라고 하였다. Murata et al. (1968)은 씨의 發育에 따른 胚乳의 α -amylase活性이 急激히 높아짐에 따라 澱粉含量이 減少한다는 것을 報告하였는데, 뽕나무에 있어서도 發芽前의 枝條에는 澱粉, sucrose 등이 含有되어 있으므로, 初期成長期間에 있어서 이들의 轉化, 轉流에 amylase, invertase 等の 酵素가 作用한다고 하였다. 間·直井(1964)은 挿穗의 澱粉消費를 半定量的 方法을 使用하여 新梢의 乾物量 增加와 함께 挿穗의 澱粉이 減少한다는 것을 觀察하였다.

한편, 果樹의 休眠 後 初期發芽는 貯藏養分인 가지 내 蛋白質과 炭水化合物이 各種酵素의 關與로 아미노酸 또는 單糖類 같은 轉流物質로 變하여 일어나는 現象으로 O'Kennedy & Titus(1979)는 杼科作物에서는 種子에 貯藏蛋白質이 多量 存在하지만 越冬 中 果樹에서는 生長에 必要한 大部分의 蛋白質이 樹皮內에 存在한다고 하였다.

核酸含量과 發根力과의 關係에 對해 Hemberg(1951), Jain & Nanda(1972)는 發根할 때 새로운 組織을 形成하는데 必要한 蛋白質合成에 RNA가 關與한다고 報告한 바 있다. 林(1981)은 뽕나무 挿木當時에는 品種間에 RNA 및 DNA含量의 差異가 없으나 挿木 後 RNA含量은 發根力이 높은 品種에서 1~2週까지는 增加하였는데, 이것은 새뿌리 形成에 있어 蛋白質合成을 위한 RNA의 生成으로 보이나 發根에 直接的인 關與는 하지 않으며, DNA는 전혀 發根에 關與하지 않는다고 하였다.

材料 및 方法

1. 供試品種 및 挿木方法

現在 우리나라에서 栽培되고 있는 獎勵品種 가운데 山桑系統의 劍雪뽕(*Morus bombycis* Koiz.), 白桑系統의 改良뽕(*Morus alba* L.), 魯桑系統의 大陸뽕(*Morus Lhou*(Ser.) Koiz.)을 使用하였다.

各 品種 모두 가지基部에서 2~3芽 남기고 바로 위에서 4芽씩 붙여서 한 가지에서 하나를 挿穗(基部의 가지 直徑 1.2cm內外)로 하여 1988年 3月 29日 蠶業試驗場 뽕나무 育種溫室(自然光下에서 溫度 25°C內外)

에서 插木하였다.

插穗는 各 品種別로 80個씩 採取하여 15個씩은 採取當日 分析用으로, 나머지 65個씩은 모래를 담은 15cm 길이 플라스틱 箱子에 2芽를 모래 속으로 들어가도록 插木하였으며, 插木 後 40日째 各 品種 20個씩 採取하여 活着比率, 發根量, 最長根長, 新梢長과 葉數를 調査하였다.

2. 插穗內 貯藏物質分析

分析試料는 插木當日부터 40日까지 10日間隔으로 各 品種 當 無作爲로 15個씩 採取하여 10個씩은 插穗의 皮部를 벗겨 70~80°C 熱風乾燥機에 24時間 乾燥시킨 後 乾物量을 測定하고 乾燥粉末試料를 만들었으며, 나머지 5個씩은 비닐 봉지에 넣은 다음 -40°C 冷凍器에 保管한 後 다음과 같은 方法으로 插穗皮部의 成分을 分析하였다.

가. 全窒素 및 粗蛋白質

插穗皮部의 粉末試料 0.5g을 $H_2SO_4-HClO_4$ 濕式分解法으로 microkjeldahl 分解 flask에서 分解한 後 蒸溜하여 全窒素量을 定量하였으며, 全窒素量에 6.25倍하여 粗蛋白質量으로 하였다.

나. 全炭水化物

粉末試料 0.5g을 0.7N HCl 液 25ml를 加하여 100°C water bath에서 2.5時間 加水分解한 後 100ml로 하여 0.3N $Ba(OH)_2$ 와 $ZnSO_4$ 로 除蛋白한 다음 5ml를 取하여 Somogyi法(日本作物分析法委員會編, 1976)으로 糖을 定量하여 glucose%로 하였다.

다. 還元糖, 全糖 및 澱粉含量

還元糖含量은 粉末試料 0.5g을 取하여 여기에 80% Ethanol을 加한 後 80°C water bath에서 30分間 靜置한 다음 遠心分離(2,500r.p.m., 10分)를 2回 反復하고 이를 合하여 同一한 煮沸抽出液으로 하여 減壓濃縮으로 Ethanol을 除去하고 除蛋白한 後 濾過하여 100ml로 한 다음 5ml를 取해서 Somogyi法으로 定量하였으며, 單位는 glucose mg/g, D.W.로 하였다. 全糖含量은 위의 나머지 液 가운데 2ml를 取하여 4% H_2SO_4 2ml를 加하여 15分間 100°C water bath에서 分解시킨 後 4% NaOH로 中和하여 Somogyi法으로 定量하였다. 澱粉含量은 糖을 抽出하고 난 殘渣를 80°C에서 乾燥 後 蒸溜水 2ml를 加하고 10分間 100°C water bath에서 교반 後 60% $HClO_4$ 2ml를 加하여 15分間 溫室에서 分解한 다음 蒸溜水 10ml를 加하여 遠心分離하고 殘渣에 4.6N $HClO_4$ 2ml를 加한 後 2回 反復抽出 50ml로 하고 이 中 2ml를 取하여 2時間 100°C water bath에서 加水分解冷却 後 4% NaOH로 中和하여 Somogyi法으로 定量하였다.

다. 水溶性 蛋白質含量

Lowry變法(Lowry et al., 1951)에 準하여서 插穗皮部의 生體重 0.5g 試料를 乳鉢 및 乳棒을 使用하여 pH 7.6 Phosphate buffer 6ml로써 抽出한 後, 그 抽出液을 遠心分離(3,000r.p.m., 30分)하고 上澄液을 TCA (Trichloroacetic acid) 沈澱시킨 後, 다시 遠心分離

0.5g of Mulberry Tissue.

Homogenized in 0.05M Tris-HCl buffer (pH7.5).
Suspended in 4ml of 10% cold Trichloroacetic acid (T.C.A).

Centrifuged at 3,000 r.p.m. for 10min.

Precipitate

Washed with 20ml of 5% cold T.C.A.
Kept in cold water bath for 10min.

Precipitate

Suspended in 30ml of Ethanol : Ether=1 : 1
Kept in 50°C water bath for 15min.
Centrifuged at 3,000r.p.m. for 10min.

Precipitate

Suspended in 30ml of Ethanol : Ether=1 : 1
Centrifuged at 3,000r.p.m. for 10min.

Precipitate

Suspended in 20ml of 0.3N KOH.
Kept at 37°C for 18hrs.
Suspended in 1ml of 6N-HCl.
Suspended in 2ml of 60% Perchloric acid(P.C.A.).
Centrifuged at 3,000r.p.m. for 10min.

Supernatant...RNA fraction 1.

Precipitate

Suspended in 17ml of 5% P.C.A. for 10min.
Centrifuged at 3,000r.p.m. for 10min.

Supernatant...RNA fraction 2.

RNA fraction 1+RNA fraction 2.
Measured O.D. at 260m μ in spectrophotometer.

Precipitate

Suspended in 20ml of 5% P.C.A.
Kept in boiling water for 15min.
Centrifuged at 3,000r.p.m. for 10min.

Supernatant...DNA fraction 1.

Precipitate

Suspended in 20ml of 5% P.C.A.
Centrifuged at 3,000r.p.m. for 10min.

Supernatant...DNA fraction 2.

DNA fraction 1+DNA fraction 2.
Measured O.D. at 260m μ in spectrophotometer.

Fig. 1. Procedures of both RNA and DNA determination of mulberry tissue (Modified schmidt-thannauer-Schneider method).

(4,000r.p.m., 15分) 하여 上澄液은 버리고 殘渣에 0.5N NaOH, 蒸溜水, 發色劑, phenol 試藥을 加하여 沈澱物을 溶解시켜 UV Spectrophotometer를 使用, 500m μ 에서 測定하여 BSA 標準曲線으로써 濃度換算하였다.

마. RNA 및 DNA含量

그림 1의 Schmidt-Thannhauser-Schneider變法(水野, 1973; 日本作物分析法委員會編, 1976)에 準하여서 分析하였다. RNA分割은 Double beam spectrophometer를 使用하여 260m μ 에서 吸光度를 測定하였으며, RNA含量은 RNA 1 μ g/ml의 吸光度가 0.022, DNA含量은 DNA 1 μ g/ml의 吸光度가 0.020이라는 關係式에서 換

算하였다.

結果 및 考察

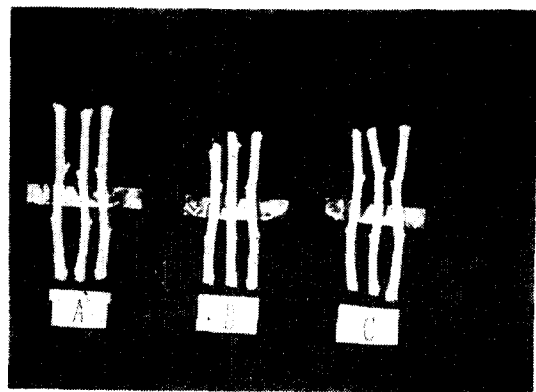
1. 뽕나무 品種別 古條插穗의 發芽 및 發根

現在 우리나라에서 栽培되고 있는 獎勵器 品種 가운데 劍雪뽕, 改良뽕, 大陸뽕의 發芽와 發根狀態를 알아 보기 위하여 插木 後 40日째 뿌리와 新梢의 生長을 調査한 結果 다음과 같았다(表 1).

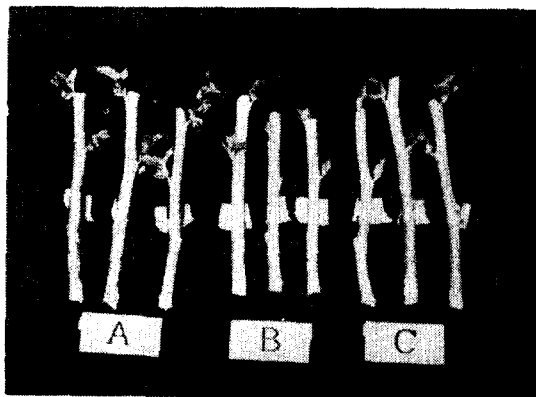
表 1에서 보는 바와 같이 各 品種間에 活着率, 發根量, 最長根長, 新梢長과 葉數에 있어서 큰 差異를 보

Table 1. Screening of new shoot and rootability in the hardwood cutting of mulberry varieties

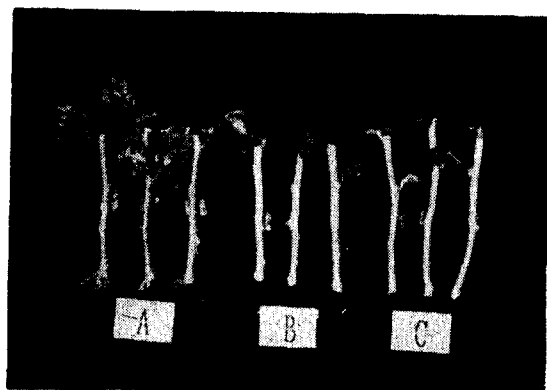
Variety	Item	Survival percentage	Total root weight (10 cuttings)	Max. root length	New shoot length	No. of leaves
Keomseolppong		100(%)	7.6(g)	7.4(cm)	7.8(cm)	5.6
Kaeryangppong		51.7	0.4	3.7	2.5	3.5
Daeryugppong		83.4	1.5	3.9	3.6	4.1



10 days after cutting



20 days after cutting



30 days after cutting



40 days after cutting

Fig. 2. Progress of new shoot and root in the hardwood cutting of mulberry varieties; Keomseolppong(A), Kaeryangppong(B), Daeryugppong(C).

었는데, 劍雪뽕의 活着率은 100%를 보였으며 發根量도 가장 많았고 新梢의 發育도 가장 좋았다. 反面 改良뽕의 活着率은 50%程度로서 가장 낮았으며, 發根 및 新梢生長도 가장 작았다.

이러한 事實은 林(1981)이 뽕나무 品種과 發根力과의 關係를 調査한 實驗에서 劍雪뽕의 發根力이 가장 強했고 改良뽕이 弱했다는 報告와 一致하고 있다.

그림 2는 뽕나무 古條插木 後 10日間隔으로 調査한 뿌리와 新梢의 生長過程을 나타낸 것이다.

插木 後 10日째에는 3個 品種 모두 發根은 되지 않았고 發芽는 始作되었으며, 插木 後 20日째에는 新梢가 자라면서 發根이 서서히 進行되고 있는 것을 볼 수 있었다. 插木 後 30日째에는 劍雪뽕이 다른 品種에 비해 뿌리와 新梢의 生長이 빨랐으며, 根基組織에서의 뿌리 形成보다는 不定根原體에 의한 뿌리 形成이 優勢하였으며, 插木 後 40日째에는 改良뽕과 大陸뽕도 뿌리와 新梢의 生長이 상당히 進行되었음을 볼 수 있었다.

이와 같이 發根力 등에 差異가 있는 것은 品種固有의 發根能力에 差異가 있기 때문인 것으로 생각되며, 또한 枝條 中の 貯藏養分의 多小에 따라 發芽와 發根에 差異가 있을 것으로 생각된다.

2. 뽕나무 品種別 古條插穗皮部の 乾物量의 經時的 變化

插木 後 插穗皮部の 乾物量 變化를 보면 그림 3과 같이 3個 品種 모두 插木 後 40日째까지 점차 減少하였다.

品種間에 있어서 乾物量은 插木 當時 劍雪뽕과 改良뽕이 各各 53.0%, 51.5%인데 비해 大陸뽕은 49.3%였으며 插木 後 40日째까지 14%內외의 減少率을 보였고 劍雪뽕의 減少率이 가장 컸다. 그리고 各 品種 모두 插木 後 20日까지 乾物量의 減少率이 컸었다.

大山·間(1964)은 뽕나무 古條插木에서 나온 뿌리를 切斷한 實驗에서 4~5開葉까지의 成長은 插穗 中の 貯藏物質에 依存한다고 報告하였으며, 服田·本間(1971, 1972a)는 插木 後 約 20日까지 뿌리와 新梢의 成長은 主로 貯藏物質에 依存하며 이 期間에는 插穗皮部の amylase活性이 높고 뿌리와 新梢의 invertase活性도 急激히 上昇하여 插穗皮部の 乾物量이 減少했다는 報告와 같은 傾向을 보였다.

이와같이 插穗皮部の 乾物量 減少는 插木 後 새로 展開하는 器官인 뿌리와 新梢의 生長에 따른 插穗內 貯藏物質의 減少때문이라 생각되며 뿌리와 新梢의 生長은 乾物量의 減少로 보아 插木 後 40日까지는 貯藏物質에 依存하는 것으로 생각된다.

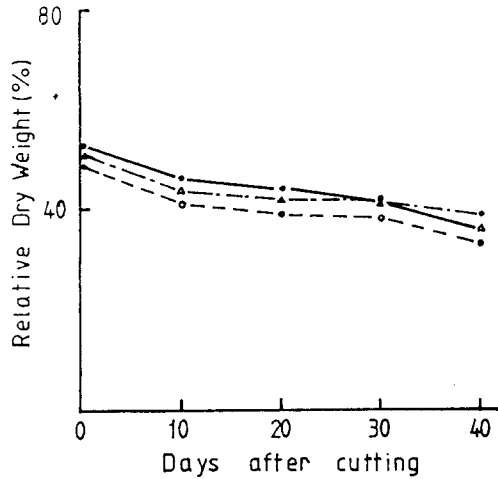


Fig. 3. Changes of dry weight with time in the barks of hardwood cutting: Keomseolppong (---○---), Kaeryangppong(---△---), Daeryugppong(.....○.....).

3. 插穗內 貯藏物質의 經時的 變化

① C/N率

그림 4는 插穗內 貯藏物質 가운데 全窒素에 대한 全炭水化物的 含量比率(C/N率)을 나타낸 것으로서 C/N

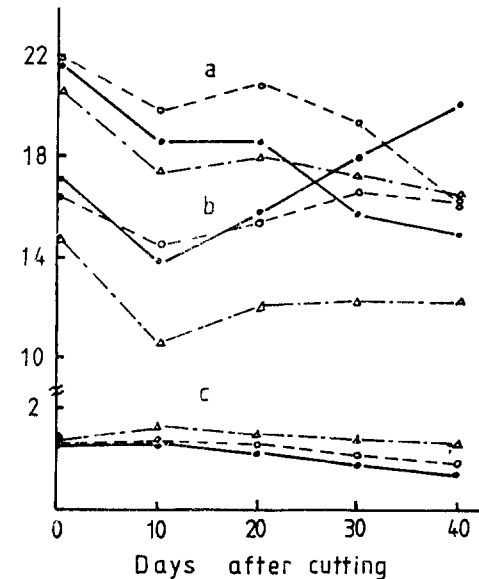


Fig. 4. Changes of carbohydrate and nitrogen and C/N ratio with time in the barks of the hardwood cutting: Keomseolppong(---○---), Kaeryangppong(---△---), Daeryugppong(.....○.....), (a : Carbohydrate %, b : C/N ratio, c : Nitrogen %).

率의 經時的 變化를 보면 各 品種 모두 插木 後 10日까지는 減少하다가 그 後 增加하였다. 插木 當時에는 劍雪뽕과 大陸뽕이 改良뽕에 비해 C/N率이 높았으며, 插木 後 뿌리와 新梢의 生長에 따라 劍雪뽕의 C/N率이 상당히 높게 變化한 反面 改良뽕은 가장 낮았다.

이와 같이 C/N率이 높은 것은 全炭水化物的 含量이 全窒素含量에 비해 상당히 많기 때문인 것으로 생각되는데, Stolz & Hess(1966a)가 木芙蓉에서 發根이 容易한 個體는 全炭水化物的 含量이 높다고 한 事實과 間·直井(1964)이 插木 後 發芽와 發根이 始作됨에 따라 全炭水化物含量이 減少했다는 報告와 一致하였다. 또한, Kim et al. (1977)과 Chung(1977)은 木本植物에서 C/N率이 높은 것은 全窒素含量이 적은데 起因한다고 하였으나, 뽕나무에서는 全炭水化物的 含量이 發根에 重要한 役割을 하는 것으로 생각된다. 또 Hyun & Hong(1968)은 뿌리가 形成될 때 높은 C/N率이 必要하다는 事實과 林(1981)은 C/N率이 높을 수록 發根力도 높았다는 研究結果와 같은 傾向이었다.

이와 같은 事實은 어떤 特定成分이 많고 적음도 重要하지만 그들 成分間의 含量比도 關係가 된다는 것을 뜻한다.

② 全糖, 還元糖 및 澱粉含量

插木 後 뿌리와 新梢의 生長에 따른 插穗皮部의 各糖 및 澱粉含量의 變化를 調査한 結果 다음과 같이 나타났다(그림 5, 6, 7).

그림 5는 全糖含量의 經時的 變化를 나타낸 것으로서 插木當時에는 3個 品種 모두 거의 비슷한 含量이었

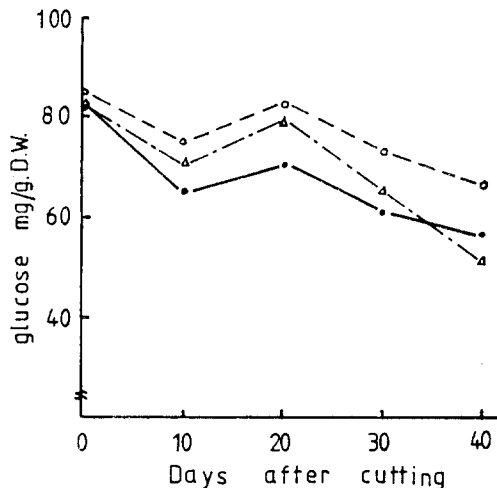


Fig. 5. Changes of total sugar content with time in the barks of the hardwood cutting: keomseolppong(---○---), Kaeryangppong(---△---), Daeryugppong(····○····).

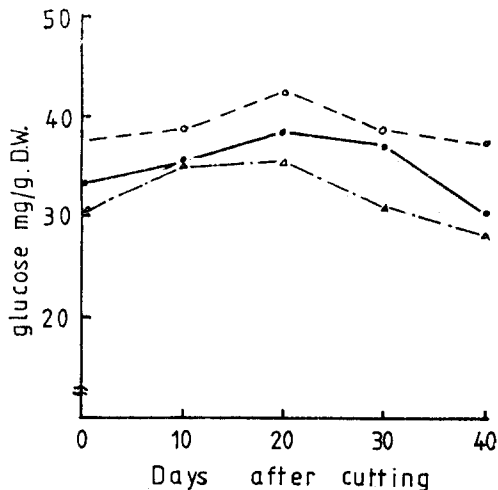


Fig. 6. Changes of reducing sugar content with time in the barks of the hardwood cutting: Keomseolppong(---○---), Kaeryangppong(---△---), Daeryugppong(····○····).

으나, 插木 後 뿌리와 新梢가 生長함에 따라 3個 品種 다 같이 減少하였으며, 특히 뿌리와 新梢의 生長이 빠른 劍雪뽕의 全糖含量이 많았다. 이러한 變化는 全炭水化物的 境遇와 같이 插木 後 40日까지 減少하였으나 10日째 부터 20日째 사이에는 약간의 增加를 보이면서 減少하였다.

이와 같은 結果는 插木 後 뿌리와 新梢가 生長함에 따라 插穗內 貯藏物質의 消費와 蓄積에 의한 現象으로 생각된다. 服田·本間(1971)가 插穗 中の 可動性炭水化物的 經時的 變化를 調査한 結果 6月 中上旬까지 減少했다는 研究結果와 같은 傾向이었다.

그림 6은 還元糖含量의 經時的 變化를 나타낸 것으로서 3個 品種 모두 插木 後 20日까지 增加하였으나 그 後 減少하였다. 이와 같은 結果는 服田·本間(1972b)가 插穗皮部의 澱粉含量이 急激히 消費되는 插木 後 20日까지 還元糖은 增加하였으며, 그 後 減少했다는 研究結果와 一致하며, 還元糖含量이 20日까지 增加한 것은 澱粉의 加水分解로 因한 還元糖의 生成으로 생각된다.

그림 7은 澱粉含量의 經時的 變化를 나타낸 것으로서 插木當時에는 劍雪뽕의 澱粉含量이 가장 많았으며 各 品種 모두 插木 後 40日까지 減少하는 傾向을 보였다.

이것은 服田·本間(191, 1972b)가 報告한 結果와 같은 傾向으로서 插木 後 20日까지의 澱粉含量이 急激히

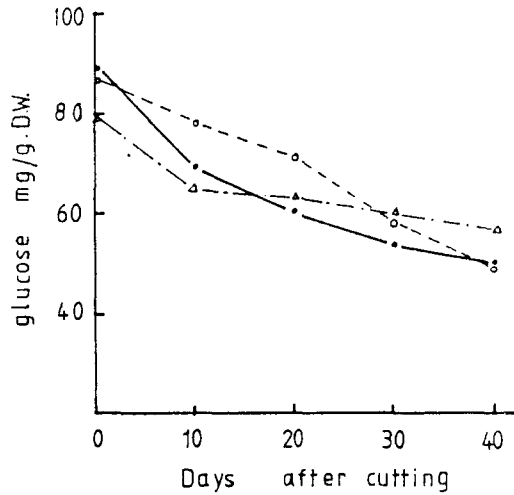


Fig. 7. Changes of starch content with time in the barks of the hardwood cutting: Keomseolppong(---○---), Kaeryangppong(---△---), Daeryugppong(---●---).

減少하였는데, 이는 挿木 初期에 뿌리와 新梢가 生長함에 따라 貯藏物質의 消費가 큰 때문으로 생각되며, 이 時期에 服田·本間(1972a)는 挿穗皮部 中の 澱粉을 分解하기 위하여 amylase活性이 높아졌으며 以後急激히 減少했다는 研究結果로 보아 挿穗皮部 中の amylase活性이 높은 挿木 後 20일까지 澱粉의 消費가 큰 것으로 생각된다.

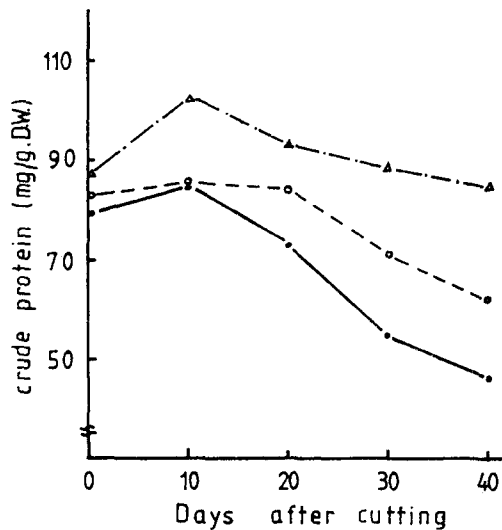


Fig. 8. Changes of crude protein content with time in the barks of the hardwood cutting: Keomseolppong(---○---), Kaeryangppong(---△---), Daeryugppong(---●---).

③ 蛋白質含量

挿穗皮部の 蛋白質含量의 經時的 變化를 보면 그림 8에서 보는 바와 같이 粗蛋白質含量은 挿木 後 10일까지는 增加하였으나 그 後 減少하였다. 品種間에 있어서는 改良種의 粗蛋白質含量이 가장 많았으며 劍雪甯은 가장 적었다.

그림 9는 水溶性蛋白質含量의 變化를 나타낸 것인데 水溶性蛋白質含量도 粗蛋白質含量의 變化와 거의 비슷한 傾向이었다.

이와 같이 粗蛋白質과 水溶性蛋白質의 含量이 挿木 初期에 增加한 것은 蛋白質인 酵素가 澱粉 等の 分解를 위하여 增加된 때문으로 생각되는데, 服田·本間(1972a)는 挿木 後 初期成長 過程에 關하여 酵素活性 變化를 調査한 結果 挿木 初期에는 amylase, invertase 活性이 增加하다가 減少하였다는 研究結果로 보아, 本實驗에서도 이 時期에 뿌리와 新梢의 生長에 必要한 窒素化合物의 轉流와 함께 蛋白質의 合成이 이루어지면서 貯藏蛋白質이 消費된 것으로 생각된다.

④ RNA 및 DNA含量

挿木 後의 RNA 및 DNA量의 經時的 變化를 알아보기 위하여 挿穗皮部를 分析한 結果 그림 10과 같이 나타났다.

RNA의 變化를 보면 蛋白質의 變化和 같은 傾向을 보였으며, 品種間에 있어서는 劍雪甯의 RNA含量이 가장 많았다.

林(1981)은 挿木 後 RNA의 經時的 變化를 調査한 結果 挿木當時의 RNA含量은 發根力이 강한 品種群에

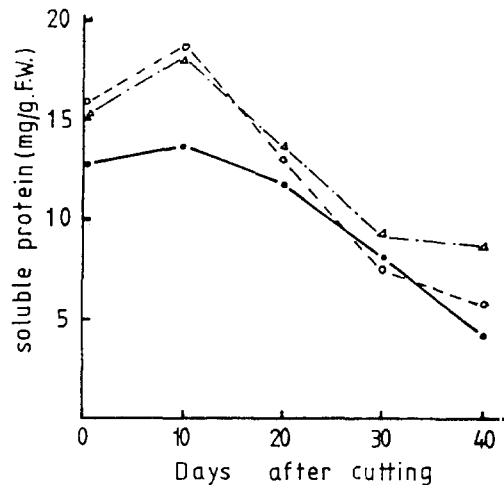


Fig. 9. Changes of soluble protein content with time in the barks of the hardwood cutting: Keomseolppong(---○---), Kaeryangppong(---△---), Daeryugppong(---●---).

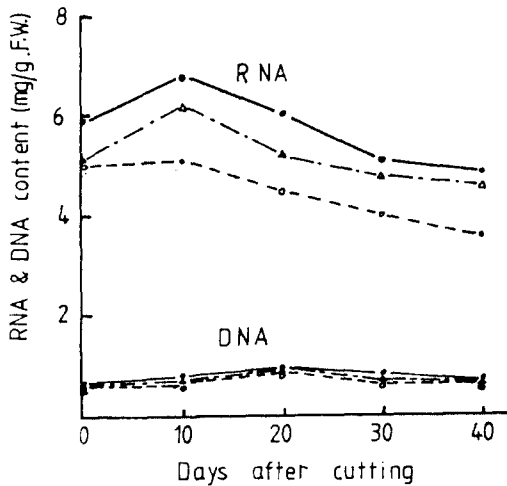


Fig. 10. Changes of RNA and DNA content with time in the barks of the hardwood cutting: Keomseolppong(---), Kaeryangppong (—·—·—) Daeryugppong(·····).

속하는 劍雪뽕과 낮은 品種群에 屬하는 改良뽕과 큰 差異는 없지만 挿木 後 새로운 組織이 形成되면서 差異가 생겨 挿木 1週日 後 부터 2週日까지는 劍雪뽕이 改良뽕에 比해 含量이 많았으며, 그 後 부터는 차차 減少하였다는 結果와 같은 傾向이었다.

이와 같은 事實은 挿木 後 뿌리가 形成될 때 必要한 蛋白質合成을 위한 RNA의 生成으로 解析되며 發根에 直接的으로 關與는 하지 않으나 糖이 存在하는 狀態에서는 蛋白質 및 RNA合成이 이루어져서 뿌리組織形成에 影響을 미친다는 研究結果와 같은 傾向이었다(Jain & Nanda, 1972; 林, 1981).

DNA變化를 보면 挿木 後 40日까지 含量의 經時的 變化와 品種間의 含量差異를 보이지 않았다. 이와 같은 結果는 林(1981)이 DNA와 發根과의 關係를 調査한 結果와 같았으며, DNA는 뿌리나 新梢의 生長에 直接的인 關係가 없는 것으로 생각된다.

摘 要

뽕나무 古條挿木에 있어서 各 品種別로 挿穗皮部의 乾物量, C/N率, 炭水化物, 蛋白質 및 核酸 등의 挿木 後 經時的 變化를 알아보기 위하여 挿木當日 부터 挿木 後 40日까지 10日 間隔으로 挿穗의 皮部를 採取 分析하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 뿌리와 新梢의 生長은 劍雪뽕(*Morus bombycis* Koidz.)이 가장 旺盛하였으며, 다음으로 大陸뽕(*Morus*

Lhou(Ser.) Koidz.)과 改良뽕(*Morus alba* L.)順으로 낮았다.

2. 挿穗皮部의 乾物量은 挿木當日 50%內外에서 挿木 後 40日째에는 36%內外로 約 14%程度 減少하였으며, 뿌리와 新梢의 生長이 빠른 劍雪뽕이 가장 높은 減少率을 보였다.

3. C/N率은 挿木 初期에 減少하다가 뿌리와 新梢가 生長함에 따라 10日부터 增加하였으며, 劍雪뽕은 C/N率이 가장 높았고 改良뽕은 가장 낮았다.

4. 全糖의 含量은 挿木 後 40日까지 減少하는 傾向이었으나, 10日부터 20日사이에는 약간의 增加를 보였다. 還元糖은 挿木 後 20日까지 서서히 增加하였으며 그 後 減少하였다. 澱粉은 挿木 後 40日까지 減少하였으며 乾物量 減少와 같은 傾向이었다. 劍雪뽕은 다른 品種에 比해 全糖, 澱粉의 含量이 많았으며, 뿌리와 新梢가 生長함에 따라 消費量도 많았다.

5. 粗蛋白質과 水溶性蛋白質은 挿木 後 10日까지 增加하였으나 그 後 減少하였으며, 劍雪뽕의 蛋白質含量이 가장 적었다.

6. RNA는 蛋白質의 變化와 같은 傾向이었으나, 劍雪뽕의 含量이 가장 많았다. DNA는 含量의 經時的 變화와 品種間 含量의 差異를 보이지 않았다.

引 用 文 獻

- Anand, V.K. and G.T. Heberlein (1975) Seasonal changes in the effects of auxin on rooting in stem cutting of *Ficus infectoria*. *Physiol. Plant.* 34: 330-334.
- Barker, W.G., R.B. Hussey and R.F. Horton (1986) Involvement of the cotyledon in adventitious root initiation in *Impatiens balsamina* L. seedlings. *Ann. Bot.* 58:397-405.
- Biran, I. and A.H. Helevy (1973) Endogenous levels of growth regulators and their relationship to the rooting of *Dahlia* cuttings. *Physiol. Plant.* 28: 436-442.
- Chandra, G.R., L.E. Gregory and J.F. Worley (1971) Studies on the initiation of adventitious root on mung bean hypocotyl. *Plant & Cell Physiol.* 12:317-324.
- Chung, T.A. (1977) Physiological and biological characteristics of cuttings of mulberry tree in Korea (abstract). *Korean J. Seric. Sci.* 19(1):37-38.

- Dugger, W.M. Jr., T.E. Humphreys and B. Calhoun (1957) The influence of boron on starch phosphorylase and its significance in translocation of sugars in plants. *Plant Physiol.* 32:364-370.
- Esau, K. (1977) *Anatomy of seed plants*. 2nd ed. John Wiley & Sons. Inc., 253-255.
- Gautheret, R.J. (1969) Investigations on the root formation in the tissues of *Helianthus tuberosus* cultured in vitro. *Amer. Jour. Bot.* 56(7):702-717.
- Haissig, B.E. (1974) Metabolism during adventitious root primordium initiation and development. *N.Z.J. For. Sci.* 4:324-337.
- Hansen, J., L.H. Strömquist and A. Ericsson (1978) Influence of the irradiance on carbohydrate content and rooting of cuttings of pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.). *Plant Physiol.* 61:975-979.
- Harris, G.R. and P.H. Lovell (1980) Adventitious root formation in *Veronica* Spp. *Ann. Bot.* 45:459-468.
- Hartmann, H.T. and D.E. Kester (1983) *Plant propagation, principles and practices*. 4th ed. Prentice-Hall Inc., 235-282.
- 服田春子・本間 慎(1971) クワにおける展開器官の成長におよぼす貯蔵物質の影響. 日蠶雑 40(4):307-312.
- 服田春子・本間 慎(1972a) クワのさし木後の乾量成長とアマミラザならびにインペルターザ活性の變化. 日蠶雑 41(1):15~20.
- 服田春子・本間 慎(1972b) クワのさし木後における各器官中の糖およびゼンブ含有率の経時的變化. 日蠶雑 41(3):159-164.
- 服田春子・本間 慎(1972c) クワの展開期における古條中炭水化物の轉流. 日蠶雑 41(3):165-169.
- Hemberg, T. (1951) Rooting experiments with hypocotyls of *Phaseolus vulgaris* L. *Physiol. Plant.* 11:1-9.
- 浜田成義(1942) 桑樹發根の組織學的研究(要旨). 日蠶雑 13(6):298.
- 本多恒雄(1963) 桑の新梢さし木における不定根原基の形成および發達 I (要旨). 日蠶雑 32(2):152-153.
- 本多恒雄(1964) 桑の新しようさし木における不定根原基の形成および發達 II (要旨). 日蠶雑 33(3):212.
- 本多恒雄(1969a) 接木, 取木の生理. 蠶絲科學と技術 8(2):68-71.
- 本多恒雄(1969b) さし木發根と環境要素(1). 蠶絲科學と技術 8(5):68-71.
- 本多恒雄(1969c) さし木發根と環境要素(2). 蠶絲科學と技術 8(6):40-43.
- 本多恒雄(1970) 桑のさし木に關する研究. 蠶試報 24(1):133-230.
- Howard, B.H. (1965) Increase during winter in capacity for root regeneration in detached shoots of fruit tree root stocks. *Nature* 208:912-913.
- Hyun, S.K. and S.O. Hong (1969) Fundamental mechanism of root formation in the cuttings of forest tree. *Research Report of the Institute of Forest Genetics* 6:1-52.
- Jain, M.K. and K.K. Nanda (1972) Effect of temperature and some antimetabolites on the interaction effect of auxin and nutrition in rooting etiolated stem segments of *Salix tetrasperma*. *Physiol. Plant.* 27:169-172.
- 間 和夫・直井利雄(1964) 古條さし木における新しようの生長に伴う枝條中の貯蔵物質の變化について. 蠶絲研究 (52):1-6.
- Kang, S.M., K.C. Ko and J.S. Titus (1982) Mobilization and metabolism of protein and soluble nitrogen during spring growth of apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(2):209-213.
- 柏田 豊(1954) 桑の炭水化物に關する研究(I) 桑に於ける raffinose, stachyose の存在とその消長. 日蠶雑 23(6):325-328.
- 柏田 豊(1961) 桑の炭水化物に關する研究(Ⅱ) 桑の各部位におけるラフィノースおよびスタキオースの消失と出現の順序. 日蠶雑 30(4):354-358.
- 金文浹(1970) 挿木再育苗の 育成에 關한 研究. 韓蠶學誌 11:31-44.
- 金文浹(1978) 栽桑學. 郷文社, 124-134.
- Kim, Y.J., H.K. Ryo, T.Y. Yu and D.Y. Yeam (1977) Physiological mechanism of seasonal fluctuation of rooting in Korea boxwood (*Buxus microphylla* var. *Koreana* Nakai) cutting. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 18(1):63-87.
- 高光出・John S. Titus・姜性模(1981) Ethephon과 Gibberellin處理가 Concord 葡萄休眠挿穗의 生長과 가지內 貯蔵窒素의 變化에 미치는 影響. 서울大農學研究 6(1):173-179.
- 李鍾漢・金東一・柳承甲・李億世(1986) 뽕나무 古條挿木에 關한 研究. I. 挿木方法 및 時期가 活着率에 미치는 影響. 韓蠶學誌 28(2):9-14.
- 林秀浩(1981) 뽕나무 古條挿木의 發根에 關한 組織 및

- 生化學的研究. 韓蠶學誌 23(1):1-31.
- Lowry, O.H., N.J. Rosebrough, A.L. Farr and R.J. Randall (1951) Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193:265-275.
- Mackenzie, K.A.D., B.H. Howard and R.S. Harrison-murray (1986) The anatomical relationship between cambial regeneration and root initiation in wounded winter cutting of the apple rootstock M. 26. *Ann. Bot.* 58:649-661.
- 南澤吉三郎(1976) 栽桑學(基礎と應用). 鳴鳳社出版, 182-184.
- 水野重木樹(1973) 核酸の一般的分離定量法. 東京大學出版會, 16-27.
- 文興奎・朴裕憲・李龜淵・金元雨(1987) 發根促進劑 및 培養土에 따른 상수리 나무의 挿木發根. 林育研報 23:38-46.
- 村上 毅(1979) 桑枝條における貯藏物質量の推定法Ⅱ. 枝條乾物量の推定. 蠶絲研究 (111):43-53.
- Murata, T., T. Akazawa and S. Fukuchi (1968) Enzymic mechanism of starch breakdown in germinating rice seeds. I. an analytical study. *Plant physiol.* 43:1899-1905.
- 中川 泉・直井利雄(1984) 桑推苗生産に及ぼす挿床用土の氣相率の影響について. 蠶絲研究 (128):26-35.
- 中川 泉・四方榮市・直井利雄(1984) 桑古條さし木における發根性の品種間差異. 蠶試彙報 (119):15-31.
- 日本作物分析法委員會編(1976) 栽培植物分析測定法. 第3版 養賢堂, 272-375.
- O'kenedy, B.T. and J.S. Titus (1979) Isolation and mobilization of stored proteins from apple shoot bark. *physiol. plant.* 45:419-424.
- 大山勝夫・間 和夫(1964) クワの水耕さし木苗の初期乾物生長一とくに剪根との關係一. 蠶絲研究 (51):33-36.
- Ryu, K.S. (1979) Factors affecting the rooting in mulberry the hardwood cutting in the bottom heat bins. *Korean J. Seric. Sci.* 21(1):15-20.
- 關口治郎(1979) 桑古條さし木の初期生育とさし床土の水分含量との關係について. 日蠶雜 48(4):327-337.
- 白田和人・高岸秀次郎(1987a) 成木桑における窒素および関連物質の周年變化. 日蠶雜 56(1):52-58.
- 白田和人・高岸秀次郎(1987b) 成木桑における炭水化物の周年變化. 日蠶雜 56(2):99-105.
- Stolz, L.P. (1968) Factors influencing root initiation in an easy-and difficult-to-root *Chrysanthemum*. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 92:622-626.
- Stolz, L.P. and C.E. Hess (1966a) The effect of girdling upon root initiation: Carbohydrates and amino acids. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 89:734-743.
- Stolz, L.P. and C.E. Hess (1966b) The effect of girdling upon root initiation: Auxin and root cofactors. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 89:744-751.
- Suzuki, T. and K. Kohno (1983) Changes in nitrogen levels and free amino acids in rooting cuttings of mulberry (*Morus alba* L.). *Physiol. Plant.* 59:455-460.
- Suzuki, T. (1984) Total nitrogen and free amino acids in *Morus alba* stems from autumn through spring. *Physiol. Plant.* 60:473-478.
- 東成功・渡邊 四志榮(1985) 桑品種劍持の同質4倍體における挿木發根性について. 蠶絲研究 (135):43-60.
- Tromp, J. and J.C. Ovaas (1971) Spring mobilization of storage nitrogen in isolated shoot section of apple. *Physiol. Plant.* 25:16-22.
- Veierskov, B., A.S. Andersen and E.N. Eriksen (1982) Dynamics of extractable carbohydrates in *Pisum sativum*. I. Carbohydrate and nitrogen content in pea plants and cutting grown at two different irradiances. *Physiol. Plant.* 55:167-173.
- Went, F.W. and K.V. Thimann (1937) *Phytohormones*, Experimental Biology Monographs. Macmillan Co., 196-198.
- White, J. and P.H. Lovell (1984) Anatomical changes with occur in cutting of *Agathis australis* (D. Don) Lindl. 1. Wounding responses. *Ann. Bot.* 54:621-632.
- 山下卯三郎(1931) 桑樹 1年生枝條の節における發根部位の形態學的及び解剖學的所見並に生理學的要約の下における發根機能について. 蠶絲學報 13(1):14-40.