

## 短期間의 파라콰트處理가 리기다소나무의 樹脂增收에 미치는 影響<sup>\*1</sup>

朴 元 圭<sup>\*2</sup> · 安 元 榮<sup>\*2</sup>

### Effects of Short-Term Paraquat Treatment on Oleoresin Increases in Pitch Pine<sup>\*1</sup>

Won Kyu Park<sup>\*2</sup> · Won Yung Ahn<sup>\*2</sup>

#### Summary

The purpose of this study was to evaluate the effect of short-term paraquat treatment without insecticides on the enhancement in oleoresin of pitch pine (*Pinus rigida* M.) at various distances from the wound height. The trees were treated with 0.5, 2 and 4% paraquat solutions using the bore-hole technique. Duplicate cores from treated and untreated sides of treated trees were made at 5 height levels (-0.3, 0.0, 0.3, 0.9 and 1.5 m above the wound height) at 3 months after treatment. The alcohol-benzene extractives based on unextracted oven-dry cores were taken as oleoresin contents.

The results were as follows:

1. The effect of oleoresin enhancement at wound height were not affected by paraquat concentration.
2. Ascending distance of the enhancing effects above the wound height was directly related to paraquat concentration. Only in 4% paraquat treated trees, the effect extended to 1.5 m above the wound height.
3. As a result of examining descending distance of the enhancing effects at 0.3 m below the wound height, the effects extended to there in 4% and 2% paraquat treated trees.

#### 1. 序 論

現在人類가 利用하고 있는 에너지 중 그 대부분이 化石資源이기 때문에 再生産이 不可能하여 머지 않은 將來에 枯渴될 것이다. 이에 따라 天然再生産 또는 栽培資源(natural renewable resources)인 바이오매스(biomass)를 利用한 에너지 生産에 대한 研究가 活潑하다. 이 바이오매스源中 光合成能力이 높고 그 栽培量이 많은 森林으로부터 化学原料나 에너지를 生産한다는 것이 여러 研究中 한 對象으로 대두되었다.

森林의 主生產物인 木材의 組成分은 主成分이 木材纖維素, 헤미셀룰로오스, 리그닌 이외에 副成分인抽出成分으로 構成되는 있는데 抽出成分은 그 利用度가 보통 낮으나 소나무類의 抽出成分의 대부분을 차지하는 樹脂은 그 本體가 炭化水素로, 精油(essential oil)인 터펜틴(turpentine)과 主로 樹脂酸으로 構成된 固松脂(robin)로 精製할 수 있어 그 利用度가 높으며 이들은 現在 塗料의 溶劑, 合成樟腦, 製紙用 사이즈剤等으로 利用되고 있다.

한편 現在의 이들 用途이외에 터펜틴으로부터 接着剤, 에너지用 燃料, 이소프랜等을 生産한 수 있는

\*1. Received for Publication on Jun. 15, 1983

\*2. 서울대학교 農科大学 College of Agriculture, Seoul National University

데 아직은 石油製品과 價格面에서 不利하나 石油價格이 現在의 두배로 되는 때에 樹脂로부터 이들 製品을 加工하는 것이 有利할 것이라 한다.(Collier, 1977).

全世界的으로 1950年代까지는 樹脂資源으로 檢樹脂를 대부분 利用하였으나 生產費의 60% 이상을 人件費가 차지하기 때문에 그 生產量이 激減하고 있으며 美國의 경우, 1970年代에 固松脂은 木樹脂와 シュハイト樹脂에서 각각 50%, 40%를 生產하였으며 터펜틴은 70%以上을 シュハイト樹脂에서 生產하였다. 그런데 木樹脂 역시 原料의 不足으로 生產量이 減少하고 있으며 シュハイト樹脂 生產量도 木材中樹脂含有量이 制限되어 現象維持에 그치고 있다.

이러한 狀況에서 1973年 美國 農務省 山林局이 美南部소나무類에 除草剤인 파라퀼(paraquat : 1, 1'-dimethyl-4'-bipyridinium dichloride)를 处理하였을 때 樹脂含有量이 驚異的으로 增加된다는 것을 發表한 뒤 “라이트우드(lightwood)”라 불리우는 樹脂木(resin-soaked wood)에 대한 研究가 시작되었다.

現在까지의 研究結果에 의하면 파라퀼處理로 樹脂가 增加되는 效果는 樹種, 处理方法, 파라퀼濃度, 处理期間等에 따라 多樣한데 美南部소나무類에 파라퀼 1~5%용액을 立木의 樹幹에 여러번 反復하여 处理하면 2年以内에 全木材中 樹脂含有量을 10~20倍 程度 增加시킬 수 있으며 1회에 2回의 处理로 2~5倍 가량이 增加되는 것으로 밝혀졌다.(Roberts, 1977 a).

形成된 樹脂木으로부터 樹脂를 分離利用하는 方法으로써 이 樹脂木을 펄프材로 使用하여 탈오일(tall oil)과 터펜틴(turpentine)을 副產物로 回收한다는데 主眼點이 주어졌으며 이것은 木材로부터 纖維(fiber)와 化學藥品(chemical)을 同時に 얻는 方法이며 파라퀼處理效果가 크기때문에 労動力を 節約할 수 있다는 長점이 있어 林產資源의 省力化의 手段으로 각광을 받고 있다(Cooper, 1976),

本研究는 國內 소나무類中 많은 造林面積을 가지고 있는 리기다소나무(*Pinus rigida* Miller)에 대하여, 濃度別(0.5, 2, 4%) 파라퀼處理의 樹脂形成效果가 비교적 短期間인 3個月만에 处理높이로부터의 距離에 따라 어떻게 变化되는지를 調査 研究하고자 遂行되었다.

## 2. 研究史

파라퀼이 어떤 機作으로 樹脂를 增加시키지는 正確히 밝혀져 있지는 않은데 보통 파라퀼處理시 樹幹의 生長量이 減少되는 것으로 보아 正常의 木質生產에 쓰이는 光合物質이 樹脂合成에 利用되는 것으로 알려졌다(Brown, 1976).

Schwarz(1977)는 파라퀼處理는 林木內 代謝物質中脂質, 탄닌, 濕粉質의 含量을 減少시켰다고 하였으며 樹脂構內 分泌細胞의 膜이 크게 變形·破壞된 것으로 보아 增加生成된 樹脂가 隣接한 仮導管으로 有緣膜孔을 通하여 移動함을 確認하였다.

또 Holton(1978)은 파라퀼處理가 樹脂酸과 터펜틴의 量은 增加시켰으나 脂肪酸의 量은 減少되거나 変하지 않은 것으로 보아 파라퀼이 脂肪酸에서 樹脂酸과 터펜틴으로의 炭素骨骼(carbon skeleton)의 再配置(redistribution)를 誘導한다고 하였다.

파라퀼處理效果는 主로 소나무類에 局限되는데 Cononley(1977), Rowe(1976), Kiatgrajai(1976a, b), Sandberg(1977)等에 의하면 美國에선 主로 南部소나무中 스파워소나무(*Pinus ellottii* E. var. *ellottii*), 테다소나무(*P. taeda* L.)等이 가장 效果가 높은 것으로 밝혀졌다.

本研究의 供試樹種인 리기다소나무(*P. rigida* M.)에 대한 研究는 별로 없는데 Peter等(1976)은 쇼트리프소나무(*P. echinata* M.), 버어지니아소나무(*P. virginiana* M.), 리기다소나무, 폰드소나무(*P. serotina* M.), 스프루스소나무(*P. glabra* W.)等에 對하여 試驗한 바 이들 樹種 모두 樹脂木 形成效果가 있었는데 모두 그 效果가 비슷하였으나 스파워소나무 보다는 뜻하다 하였다.

파라퀼溶液을 处理하는 方法으로 樹高 0.5~1m部位를 剝皮後 藥劑를 塗布하는 剝皮法(back streak), 一定間隙(3인치 또는 1인치)으로 高壓注射器를 利用하여 注入하는 注射注入法(injection), 生長錐나 穿孔器로 穿孔한 뒤 파라퀼을 处理하는 穿孔注入法(bore-hole), 도끼로 5~7cm의 傷處를 낸 뒤 파라퀼을 塗布하는 도끼打入法(ax-frill) 等이 있는데 Conner等(1977), Drew(1976), Roberts(1979b)等은 이들 处理方法間에 有意性이 認定되지 않았다고 하였다.

파라퀼濃度에 따라 樹脂木形成效果가 다른데 Joyce等(1977)과 Conner(1977)는 高濃度(8% 또는 5%)가 低濃度(0.5% 또는 2%)보다 效果가 높다고 하였으나 Drew(1976)는 2%가 8%보다

效果的이라 報告하였고 Wroblewska 等 (1977) 은 高濃度일 때는 樹脂木이 形成되는 높이를 上昇시킨다는 것을 밝혔다. Clason (1978)은 低濃度의 파라콜은 枯死木의 發生比率을 減少시킬 수 있으며 高濃度로 处理할 때에는 딱정벌레의 侵入을 막기 위해 殺虫剤의 撒布가 必要하다고 하였다.

파라콜處理時 가장 問題가 되는 것은 虫害를 입는다는 것인데 이는 파라콜處理時 分泌되는 樹脂成分이 딱정벌레를 誘引하기 때문이라 하였으며 Stubb (1978)는 파라콜處理費用의 50%以上이 殺虫剤의 費用이라 하였다. Barker (1976)는 파라콜處理後 2 年後 調查한 結果, 52%가 虫害를 입었으며 处理木 400株中 36株가 枯死하였다고 하였다. Drew (1977)는 处理後 伐採하기까지의 期間 즉 处理期間에 따라 樹脂增收效果가 17個月까지는 比例的으로 增加되나 그 以後 減少하다고 하였으며 生長停止期인 1月에 处理하였을 때와 生長期인 7月에 处理하였을 때를 比較하였을 때 1個月 후에는 7月에 处理하는 것이 더 效果의이었으나 6個月后에는 이들의 差異가 認定되지 않았다고 하였다.

파라콜處理로 形成된 樹脂木을 利用하는 方法 (Waight, 1977)으로는 크라프트 펄프화 중 副產物로 回收하는 方法이 試圖되었는데 Hurley 등 (1976, 1977)은 스크류소나무에 4%, 8%파라콜을 剥皮法에 의하여 处理한 後 7個月, 12個月이 되는 때에 伐採하여 펄프用材로 利用할 경우 회수하는 터펜틴과 탈오일이 7個月处理木인 경우 각각 56%, 15%增收되었으며, 12個月处理木은 각각 70%, 27%, 18個月处理木은 각각 180%, 75%增加되었고 크라프트펄프화 工程의 要因과 製品(종이)의 品質에는 아무런 影響이 없다고 하였다.

處理 높이로부터 거리에 따른 파라콜處理效果는 보통 处理높이로부터 8~10m以上의 樹高에서는 效果가 없었는데 Roberts (1977a)는 베타소나무에 剥皮法으로 8% 파라콜을 处理한 後 9個月 後 伐採하여 分析한 結果 0.1m까지만 樹脂增加效果가 있으며 处理 높이로부터 0.1m까지의 木材內 樹脂含有量은 5.5倍에 이른다고 하였다. Nix (1976)는 베타소나무에 2%, 8%파라콜을 剥皮法으로 处理하면 8個月 만에 处理높이에서는 樹脂含有量이 16.8% ~ 14.0%, 处理높이 0.6m上端에서는 7.5% ~ 9.1%, 1.2m上端에서는 5.0 ~ 6.4%, 上端 2.4m에서는 3.0 ~ 5.0%이었으며, 低濃度(2%)로 处理하였을 때에는 樹脂含有量이 处理높이와의 거리에 比例하여 急激하게 減少하며 高濃度(8%)处理時には 완만

히 減少한다고 하였다.

Roberts (1979a)는 殺虫剤 撒布 없이 处理期間을 3個月로 하였을 때는 殺虫剤를 撒布하고 处理期間을 12個月로 하였을 때 보다 樹脂生產量은  $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ 에 지나지 않으나 古死木 發生比率과 殺虫剤 处理費用을 고려하면 3個月 处理가 12個月 处理보다 不利하지 않다고 하였다.

그런데 处理期間이 短期間이었을 때 处理높이로부터 細分된 距離와 파라콜濃度에 따른 樹脂含有量 变化는 研究된 바 있다.

### 3. 材料 및 方法

#### 3.1. 供試木

서울大学校 農科大学 演習林(水原) 内에 있는 61年生 리기다소나무(*Pinus rigida* Miller) 林分 가운데  $30 \times 30\text{ m}$ 의 試驗區를 設定하고 試驗區內의 總 99株에 對한 每木調查를 한 後, 生長이 良好하고 胞高直徑이 18 ~ 22cm 範圍內에 屬하는 林木 12株를 供試木으로 選定하였다.

#### 3.2. 供試藥劑

市販用 24.5% 파라콜(商品名: Gramoxone) 을 蒸溜水로 0.5%, 2%, 4%로 稀釋하여 使用하였다.

#### 3.3. 파라콜處理

1981年 6月 30日에 供試木에 藥劑를 濃度(0.5%, 2%, 4%)別로 각각 3株를 任意로 選定하여 处理하였으며 나머지 3株는 無處理木으로 하였다. 处理方法은 그림 1에 나타낸 바와 같이 地上 1m높이의 서쪽 樹幹에 生長錐(直徑 0.5cm)를 利用하여 樹幹돌레의  $\frac{1}{2}$ 을 向하여 약간 下向으로 10cm 깊이의 구멍을 뚫고 파라콜溶液 5ml를 注射器로 注入한 後 코르크 마개를 하였다.

#### 3.4. 試料의 採取

處理 3個月後에 生長錐를 利用하여 分析用 試料을 採取하였다. 处理木의 경우는 处理높이(地上 1.0m)로부터 -0.3, 0.0, 0.3, 0.9, 1.5m높이에서 处理部位(東쪽)와 非處理部位(西쪽)로부터 각각 2個씩 髓를 通過하는 木片(core)을 採取하여 試料를 使用하였다. 無處理木의 경우는 東, 西 두 部位에서 1個씩 木片을 採取하였으며 採取높이는 处理木의 경우와 같았다.

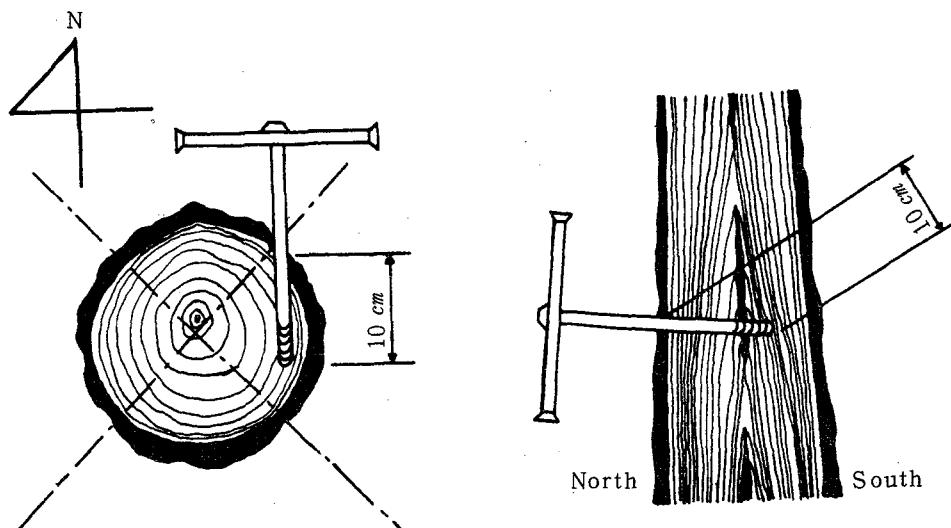


Fig. 1 Method of paraquat treatment.

### 3.5. 抽出物定量

採取한 木片을  $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 24時間 乾燥시킨 뒤 抽出前 全乾重( $W_A$ )를 測定하였다. 이 木片을 알코올·벤젠 混合溶液(알코올:벤젠 = 1:2, v/v)으로 10時間 抽出한 뒤 上記와 같은 乾燥方法으로 抽出後 全乾重( $W_B$ )를 測定하였다.

抽出物의 量은 다음 公式을 적용하여 求하였다.

$$\text{Extractives (\%)} = \frac{W_A - W_B}{W_A} \times 100$$

두 木片의 抽出物(%) 平均을 각각 無處理木, 處理木處理部位, 處理木非處理部位의 樹脂含有量으로 推定하였다.

알코올·벤젠 抽出物은 非樹脂物質을 多量 包含하기 때문에 補正의 必要가 있다(Franklin, 1970). 또한 抽出하기 後에 試料를 全乾시키기 때문에 高溫에 依해 樹脂가 酸化되고 高分子化되는 欠点이 있다.

本 研究에서는 樹脂增量의 絶對的 評價는 어려운 短点이 있으나 林木를 살리고 迅速히 分析하기 위하여 (Squillace; 1976, 1978), 알코올·벤젠 抽出法을 利用하였다.

## 4. 結果 및 考察

### 4.1. 處理높이에서의 樹脂含有量 變化

파라콰트濃度의 變化에 따른 供試木 處理높이(地上 1.0 m)에서의 無處理木(control tree), 處理木(treated tree)의 處理部位(treated side)

와 非處理部位(untreated side)의 樹脂含有量은 表 1에 나타낸 바와 같으며 이를 分散分析한 結果(表 2), 處理間에 高度의 有意性이 認定되었다.

處理濃度에 關係없이 非處理部位의 樹脂含有量은 無處理木의 含有量과 類似한 結果를 나타내었다. 이를 L.S.D. 檢定한 바 有意差가 認定되지 않았다. 이러한 結果는 Landrie 등 (1975)과 Sioumis (1979)의 報告와 一致하며 Miniutti (1977)가 增收된 樹脂의 移動은 樹脂構로부터 放散·分散되는 것이 아니라 一次的으로 隨線柔細胞와 連累된 移動이라고 밝힌 것과도 相關된다. 그런데 Zinkel (1978)은 非處理部位의 樹脂含有量은 無處理木과 비슷하였으나 그 組成은 差異가 있어 處理部位의 樹脂組成과 類似하다고 報告한 바 있다.

處理部位의 樹脂含有量은 高濃度의 파라콰트을 處理한 경우 높게 나타났다. 파라콰트 4% 處理木은 11.30%, 2% 處理木은 10.06%, 0.5% 處理木은 9.71%의 樹脂含有量을 나타내었는데 이는 無處理木의 含有量에 比하여 각각 2.6倍, 2.2倍, 2.1倍 增加된 것이다. 그런데 處理部位의 樹脂含有量을 處理濃度에 대하여 L.S.D. 檢定을 試行하였던 바, 4% 處理木은 2% 處理木과 0.5% 處理木과 有意性이 認定되었으나 2% 處理木과 0.5% 處理木은 有意性이 認定되지 않았고 또 各濃度間에 高度의 有意差가 없었다. 따라서 파라콰트을 리기다소나무에 3個月 處理하였을 때 處理높이에서의 樹脂增收效果는 파라콰트濃度(0.5, 2, 4%)에 큰 影響을 받지 않았다고 생각된다.

Table 1. Extractives yield of paraquat-treated and -untreated pitch pine at wounded height<sup>1)</sup>

Treatment <sup>2)</sup>	Replication			Mean <sup>3)</sup>
	I	II	III	
T1	12.26	9.84	11.81	11.30 a
T2	9.27	10.12	10.79	10.06 b
T3	9.34	10.14	9.67	9.27 b
	3.57	3.16	3.80	3.51 c
T5	2.13	3.21	2.99	2.98 c
T6	3.24	2.52	3.39	3.05 c
C	3.32	3.17	3.03	3.17 c

- 1) Percent, Alcohol-benzene solubles contents based on unextracted oven-dry weight.  
 2) T1, T2, T3; Treated sides of 4, 2 and 0.5% paraquat-treated trees, respectively. T4, T5, T6; Untreated sides of 4, 2, and 0.5% paraquat-treated trees, respectively. C; East and west sides of control trees.  
 3) Values having the same letter adjacent are not significantly different at the 0.05 level.

Table 2. ANOVA of Table 1

S.V.	d.f.	S.S.	M.S.	F.
Trts.	6	274.03	45.67	104.25**
Error	14	6.13	0.44	
Total	20	280.17		
LSD 0.05 = 1.16		LSD 0.01 = 1.60.		

처리높이에서의 파라퀼濃度影響에 관한 研究중 Roberts(1977a)은 테타소나무에 0.5%, 2.5% 파라퀼을 18個月間 처리하였을 때 처리높이에서는 각濃度間의 樹脂形成效果는 비슷하였으나 Nix(1977)는 테타소나무에 2%, 8%파라퀼을 8個月間 처리하였을 때 2%處理木이 8%處理木보다 2倍以上樹脂量이增加하였다고 報告한 바 있다.

#### 4.2. 處理높이 上端 0.3m에서의 樹脂含有量 變化

처리높이 上端 0.3m에서의 樹脂含有量은 表3에 나타낸 바와 같았다. 이를 分散分析한 結果(表4), 处理間에는 高度의 有意性이 認定되었다. 이境遇에도 非處理部位와 無處理木의 樹脂含有量間에는 有意性이 認定되지 않았다.

파라퀼 0.5%處理木의 处理部位와 경우 非處理部位와 有意性은 認定되었으나 無處理木과의 有意性은

認定되지 않았다. 따라서 低濃度(0.5%)파라퀼處理는 处理期間이 짧을 경우 处理높이에서는 效果가 있으나 处理높이 上端 0.3m까지는 그 效果가 없는 것으로 밝혀졌다.

파라퀼 4%, 2% 处理部位 樹脂含有量은 각各 8.85%, 6.69%로 無處理木에 比하여 각各 1.8倍, 1.1倍정도 增加된 것으로 나타났다.

處理높이와 处理높이 上端 0.3m에서의 樹脂含有量을 比較하였던 바 低濃度 파라퀼을 处理한 木材일수록 樹脂含有量의 減少가 크게 나타났다.(그림 2)

Table 3. Extractives yield of paraquat-treated pitch pine at 0.3m height above wound<sup>1)</sup>

Treatment <sup>2)</sup>	Replication			Mean <sup>3)</sup>
	I	II	III	
T1	10.17	7.33	9.04	8.85 a
T2	6.35	6.77	6.95	6.69 b
T3	3.92	5.58	3.71	4.40 c
T4	3.19	2.54	3.30	3.01 d
T5	2.71	3.33	3.48	3.17 dc
T6	3.29	1.91	3.14	2.78 d
C	3.43	2.69	3.28	3.13 dc

1), 2), 3) are the same as those of Table 1.

Table 4. ANOVA of Table 3

S.V.	d.f.	S.S.	M.S.	F.
Trts.	6	97.39	16.23	26.73**
Error	14	8.50	0.61	
Total	20	105.89		

LSD 0.05 = 1.36 LSD 0.01 = 1.89

#### 4.3. 處理높이 下端 0.3m에서의 樹脂含有量 變化

處理높이 下端 0.3m에서의 樹脂含有量은 表5에 나타난 바와 같았다. 이를 分散分析한 結果(表6), 各 处理間에는 高度의 有意性이 있었다. 이경우에도 非處理部位와 無處理部位의 樹脂含有量間에 差異가 認定되지 않았으며 파라퀼 4%, 2%, 0.5% 处理木部位의 樹脂含有量은 각각 6.73%, 5.02%, 3.87%로 無處理木에 比하여 각각 2.3倍, 1.7倍, 1.3倍정도 높게 나타났으나 处理높이 上端 0.3m와 比較하여 볼때 낮은 結果를 보였다. 따라서 处理높이 下端에는 樹脂木形成이 处理높이 上端의 경우와 比較하여 낮다는 結論을 얻었다.

Wroblewska(1977)는 페드파인에 도끼打入法으로 파라콰트 0.25%, 1%, 5%를 처리한後 27個月 경과된 다음 樹脂含有量을 調査한 結果 각各 处理높이 下端 35cm, 40cm, 45cm까지 樹脂增收效果을 얻을수 있다고 하였다.

#### 4.4. 处理높이 上端 0.9m에서의 樹脂含有量 變化

处理높이 上端 0.9m에서의 樹脂含有量은 表 7에 나타낸 바와 같으며 이들에 대하여 分散分析을 行한 結果(表 8), 处理間에는 高度의 有意性이 認定되었다. 各 处理間 L.S.D. 檢定을 試行한 바 处理木의 非處理部位와 無處理木의 樹脂含有量間에는 差異가 나타나지 않았다.

处理木处理部位의 樹脂含有量은 4%处理木이 5.04%, 2%处理木이 3.61%, 0.5%处理木이 3.19%이었는데 4%处理만이 無處理木과 处理木非處理部位와 有意性이 認定되었다. 따라서 저농도(0.5%, 2%)의 파라콰트處理는 处理期間이 3個月일때 处理높이 上端 0.9m에서 樹脂增收效果가 나타나지 않았다. 林木의 生育條件과 파라콰트處理方法은 다르지만 리기다소나무에 0.25% 파라콰트을 12個月間 处理하였을때 1m까지 樹脂增收效果가 있었다는 Peter

Table 5. Extractives yield of paraquat-treated pitch pine at 0.3m height below wound<sup>1)</sup>

Treatment <sup>2)</sup>	Replication			Mean <sup>3)</sup>
	I	II	III	
T1	7.71	5.53	6.73	6.73 a
T2	5.04	5.15	4.86	5.02 b
T3	3.94	4.43	3.24	3.87 c
T4	2.59	2.52	1.91	2.34 d
T5	2.77	3.04	2.86	2.89 d
T6	2.28	3.17	2.15	2.52 d
C	3.12	2.81	2.87	2.93 dc

1), 2), 3) are the same as those of Table 1.

Table 6. ANOVA of Table 5

S.V.	d.f.	S.S.	M.S.	F
Trts.	6	46.06	7.68	25.65**
Error	14	4.19	0.30	
Total	20	50.25		

LSD 0.05 = 0.96 LSD 0.01 = 1.33

(1977)의 報告와 比較하면 리기다소나무에 3個月間 2% 또는 0.5% 파라콰트處理는 樹脂增收 效果가 매우 낫았다고 생각된다.

그런데 4%파라콰트處理時에도 樹脂含有量은 处理

Table 7. Extractives yield of paraquat-treated pitch pine at 0.9m height above wound<sup>1)</sup>

Treatment <sup>2)</sup>	Replication			Mean <sup>3)</sup>
	I	II	III	
T1	4.31	4.46	6.33	5.03 a
T2	3.24	3.64	3.95	3.61 b
T3	3.32	3.29	2.97	3.19 cb
T4	3.16	2.93	2.86	2.98 cb
T5	2.92	3.37	2.51	2.93 cb
T6	2.85	2.41	2.88	2.71 c
C	2.61	2.64	2.43	2.56 c

1), 2), 3) are the same as those of Table 1.

Table 8. ANOVA of Table 7

S.V.	d.f.	S.S.	M.S.	F
Trts.	6	12.71	2.12	8.61**
Error	14	3.45	0.25	
Total	20	16.16		

LSD 0.05 = 0.87 LSD 0.01 = 1.21

높이로부터 거리가 上端 0.3m에서 0.9m로 떨어짐에 따라 急激히 減少하는 傾向을 나타내었다.(그림 2). 이러한 傾向을 長期間(18個月) 处理하였을때도 나타났는데 (Roberts, 1977), 長期間일 경우는 그 傾向이 다소 완만하여 效果가 持続되는 距離가 길어진다는 것이다.

한편 Clason(1978)은 处理높이에서의 樹脂含有量增加보다는 그 增收效果가 얼마나 완만히 減少되어 持続되는냐가 樹脂木生產의 經濟性을 左右한다고 하였다.

#### 4.5. 处理높이 上端 1.5m에서의 樹脂含有量 變化

处理높이 上端 1.5m에서의 樹脂含有量은 表 9에 나타낸 바와 같으며 이들을 分散分析한 結果 处理間에는 高度의 有意性이 認定되었다.(表 10). 이 경우에도 非處理部位와 無處理木의 樹脂含有量間에는 有意性이 認定되지 않았다.

4% 처리한 나무의 처리 부위의樹脂含有量이 無處理木과 有意性이 認定되었으며 이때의樹脂增收量은 56%에 달하였다. 따라서 处理높이가 上端 1.5m에서 樹脂增收效果는 4% 처리한 나무의 경우에만 있었다.

Table 9. Extractives yield of paraquat-treated pitch pine at 1.5m height above wound<sup>1)</sup>

Treatment <sup>2)</sup>	Replication			Mean <sup>3)</sup>
	I	II	III	
T1	3.84	4.53	4.61	4.33 a
T2	3.11	3.03	3.23	3.12 b
T3	3.04	3.16	2.82	3.01 b
T4	2.91	2.71	2.88	2.83 b
T5	2.58	2.94	2.65	2.72 b
T6	2.45	2.57	3.06	2.69 b
C	2.68	3.12	2.53	2.78 b

1), 2), 3) are the same as those of Table 1.

Table 10. ANOVA of Table 9.

S.V.	d.f.	S.S.	M.S.	F
Trts.	6	5.97	0.995	14.96**
Error	14	0.93	0.067	
Total	20	6.90		

LSD 0.05 = 0.45      LSD 0.01 = 0.63

## 5. 結論

리기다 소나무에 殺虫剤의 处理없이 파라콰트를 3個月間 处理하였을 때, 濃度에 따른樹脂增收效果를 处理높이로부터의 距離別로 分析한結果는 結論은 다음과 같다.

1. 파라콰트处理높이에 있어서의樹脂增收效果는 파라콰트濃度에 큰影響을 받지 않았다.

2. 樹脂增收效果가 樹幹內에서 上昇되는 距離는濃度가 增加할 수록 높았는데 4% 파라콰트处理의 경우에만 处理높이의 上端 1.5m까지 增收效果가 있었다.

3. 樹脂增收效果가 樹幹內에서 下降되는 距離를

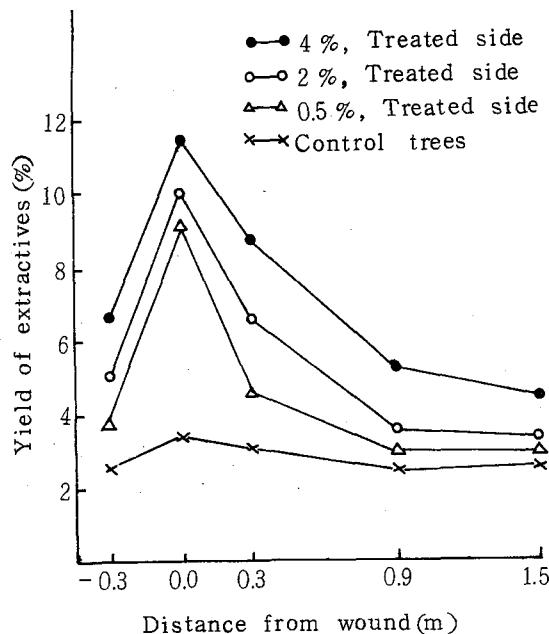


Fig. 2 Extractives yield of paraquat-treated pitch pine at various heights.

처리높이의 下端 0.3m에서 調査한 바, 4%와 2%의 파라콰트处理의 경우에만 그效果가 있었다.

## Literature Cited

- Barker, J.A. 1976. Observations on lightwood induction field experiments installed by International Paper Company. Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet. 1976: 47.
- Brown, C.L., T.R. Clason, and J.L. Michael. 1976. Paraquat induced changes in reserve carbohydrates, fatty acids and oleoresin content of young pines. Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet. 1976: 8-19.
- Clason, T.R. 1978. Utilization of paraquat in a silvicultural thinning regime-first year results. Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet. 1978: 14-18.
- Collier, T.J. 1977. Feasibility of petrochemical substitution by oleoresin. Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet. 1977: 172-187.
- Conner, A.H., M.A. Diehl, H. Wroblewska, and J.W. Rowe. 1977. Effect of paraquat treatment of northern and western conifers. Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet. 1977:

- 34-56.
6. Conley, J.M., E.P. Crowell, D.H. McMahon, and R.G. Barker. 1977. Increases in turpentine, rosin, and fatty acid content of slash and loblolly pines by paraquat treatment. *Tappi* 60(12): 114-116.
  7. Cooper, R.W. 1976. Lightwood inducement- its status today. *Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet.* 1976: 3-5.
  8. Drew, J. 1976. Extractives of Paraquat-treated trees. *Wood Sci.* 9(2): 84-88.
  9. Drew, J. and D.R. Roberts. 1977. Development in paraquat treatment of trees to induce lightwood formation. *Forest Prod. J.* 27(7): 43-47.
  10. Franklin, E.C., M.A. Taras, and D.A. Volkman. 1970. Genetic gains in yield of oleoresin, wood extractives, and tall oil. *Tappi* 53: 2302-2304.
  11. Holton, R.W. 1978. Tall oil and turpentine analysis of virginia and loblolly pines treated with paraquat in East Tenessee. *Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet.* 1978: 8-14.
  12. Hurley, D.W., D.A. Volkmal, R.S. Andrews, Jr., and J.J. Schmid. 1976. Pulping and by-product yield of paraquat treated slash pine. *Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet.* 1976: 143-144.
  13. Hurley, D.W., R.S. Andrews, Jr., J.A. Parker, and J.J. Schmid. 1977. Pulping and by-product yields of slash pine at 7, 12, 18, and 24 months after paraquat treatment. *Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet.* 1977: 138-140.
  14. Joyce, D.W., D.A. Volkmal, R.S. Andrews, Jr., and J.J. Schmid. 1977. Final report on cooperative Orange Park, Florida paraquat study. *Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet.* 1977: 65-70.
  15. Kiatgrajai, P., A.H. Conner, J.W. Rowe, W. Peters, and D.R. Roberts. 1976a. Attempt to induce lightwood in balsam fir and tamarack by treating with paraquat. *Wood Sci.* 9(1): 31-36.
  16. Kiatgrajai, P., J.W. Rowe, A.H. Conner, W. Peters, and D.R. Roberts, 1976b. Attempt to induce lightwood in eastern hemlock by treating with paraquat. *Wood Sci.* 8(3): 170-173.
  17. Landrie, J.F. and D.F. Zinkel. 1974. Yield and quality of Kraft pulp and naval stores byproducts from artificially lightered slash pine. *Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet.* 1975: 102-117.
  18. Miniutti, V.P. 1977. Microscopic observation of paraquat induced lightwood in slash pine. *Wood Sci.* 9(3): 113-117.
  19. Nix, L.E. 1976. Paraquat induction of resin soaking in pines in the South Carolina Piedmont. *Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet.* 1976: 102-108.
  20. Nix, L.E. 1977. Seasonal aspects of the response of slash, loblolly, and short-leaf pines to paraquat. *Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet.* 1977: 84-89.
  21. Peters, W. and D.R. Roberts, 1976. Paraquat-induced lightwood develops in all southern pines. *Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet.* 1976: 55-65.
  22. Roberts, D.R. and W.J. Peters. 1977a. Chemically inducing lightwood formation in southern pines. *Forest Prod. J.* 27(6): 28-30.
  23. Roberts, D.R. and W.J. Peters. 1977b. Evaluation of various methods of paraquat application for oleoresin production. *Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet.* 1977: 71.
  24. Roberts, D.R. 1979a. Short-term production of lightwood without insecticides. *Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet.* 1979: 78-81.
  25. Roberts, D.R. 1979b. Methods of applying paraquat in planted slash pines, *Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet.* 1979: 107-110.
  26. Rowe, J.W., Conner, A.H., Diehl, M.A., and Wroblewska, H. 1976. Effects of treating northern and western conifers with paraquat. *Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet.* 1976: 66-76.
  27. Sanberg, K.R., Herrick, F.W. and Selder, A.A. 1977. Paraquat treatment of northwest conifers for lightwood induction. *Wood Sci.* 10(1): 28-30.
  28. Schwarz, O.Z., C. Ling, and S. Crouch, 1977.

- Transport and cytochemical action of paraquat in loblolly pine. Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet. 1977: 106-111.
29. Sioumis, A.A. 1979. Paraquat-induced resinosis in *Pinus radiata* III. Appita 33(3): 189-194.
30. Squillace, A.E. and E. Moyer. 1976. Genetic and environmental variation of induced resin-soaking in slash pine-second year results. Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet. 1976: 93-101.
31. Squillace, A.E. 1978. Paraquat treatment reduces wood density after alcohol-benzene extraction. Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet. 1978: 50-53.
32. Stubbs, J. 1978. Large scale field testing of paraquat application techniques. Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet. 1978: 116-123.
33. Waite, P. 1977. Mill experience pulping lightwood enriched loblolly. Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet. 1977: 152-155.
34. Wroblewska, H., A.H. Conner, and J.W. Rowe. 1977. Lightwood formation in red pine treated with paraquat. Wood Sci. 10(1): 1-5.
35. Zinke, E.F. and C.R. McKibben. 1978. Chemistry of naval stores from pine lightwood - a critical review. Lightwood Res. Coord. Counc. Proc. Annu. Meet. 1978: 133-156. ■