

木材의 汚染에 의한 變色 (2)

- 韓國産 闊葉樹材의 化學的 變色^{*1}

安景模^{*2}·孔泳士^{*2}·趙在明^{*2}

Discoloration of Woods (2)

- 36 Commercial Hardwoods Grown in Korea^{*1}

Kyung-mo Ahn^{*2}· Young-to Kong^{*2}· Jae-myeong Jo^{*2}

SUMMARY

Discoloration sensitivities of woods grown in this country haven't reported yet. Therefore we examined discoloration sensitivities of domestic wood specimens to iron (0.1%, FeCl₃.6H₂O), alkali (pH 12.0, NaOH), acid (pH 1.0, C₂H₂O₄) and exposing to sunlight (40 hrs). Thirty-six hardwood species were collected and examined. All specimens were prepared from heartwoods of the collected species. But the specimens of 4 *Betula* species were divided into sapwoods and heartwoods.

By iron stain, the color differences (ΔE) of 21 wood specimens including one *Betula* sapwood showed above 12.0, which means strong discoloration sensitivities, and of 3 specimens including one *Betula* sapwood showed below 2.5, which means weak discolorations. The most strong iron discoloration species was Jungkukgulpi-namu (*Pterocarya stenoptera*). By alkali stain, the color differences (ΔE) of 3 wood specimens showed above 9.0, which means strong discoloration sensitivities, and of 18 wood specimens including 4 *Betula* sapwoods showed below 2.5, which means weak discolorations. By acid stain, the color differences (ΔE) of 6 wood specimens showed above 10.0 which means strong discoloration sensitivities, and of 12 wood specimens including one *Betula* sapwoods showed below 2.5, which means weak discolorations. By exposing to sunlight, the color differences (ΔE) of 31 wood specimens including one *Betula* sapwoods showed below 6.5, which means strong discoloration sensitivities, and of only one specimens showed below 2.5, which means weak discoloration. The most strong discoloration species by exposing to sunlight was Guirung-namu (*Prunus padus*). In general, it was shown that hardwoods grown in Korea were most subject to change of color by exposing to sunlight and next were by iron stain. Domestic hardwoods showed some differences in discoloration sensitivities from domestic softwoods previously reported.¹⁾

序 言

木材는 自然의 變色을 느끼게 한다. 即 春材部

와 秋材部로 이루어진 對照的인 模樣, 연속적인 導管의 排列, 呈色物質의 存在 등이 樹種固有의 나뭇결과 色調를 만들어 플라스틱이나 콘크리트에는 없는

1) Received for Publication on Feb.10, 1986.

Part 1: this journal: 11(6): 3-9 (1983)

2) 林業試驗場 Forest Research Institute, Seoul, Korea.

다스람(혼혼함) 을 자아낸다.

옛부터 建築, 家具, 工藝 등 여러分野에서 木材가 利用되어 왔고, 表面化粧材로서 큰 役割을 해왔다. 그러나 最近 優良材의 供給이 적어지자 色調가 多少나쁜 木材도 利用하지 않을 수 없다. 또 木材加工의 多樣化와 더불어 加工 後에 豫期되지 않던 汚染이 發生되는 경우가 많아지고 있다.

木材의 汚染에 의한 變色은 여러가지 原因이 있다. 特有的 成分에 의한 變色, 木材加工工場에 있어서 切削機械에 의한 鐵汚染의 發生, 木材의 管理不充分에 의한 곰팡이 汚染의 發生, 各種 處理液으로 處理한 경우의 pH에 의한 變色등이 主要要因이라 볼 수 있다. 이러한 汚染에 의한 變色은 製品의 表面에 국한되는 경우가 많으나 사람의 購買를 좌우하기 때문에 이의 意義는 크다. 따라서 著者들은 韓國產 針葉樹 16 樹種에 대한 報告한 바 있어 今回에 闊葉樹 36 樹種에 대한 汚染에 의한 變色の 程度를 報告코져 한다.

材 料 및 方 法

1. 供 試 材

供試樹種은 國內產 闊葉樹 36 樹種 (Table 1 參照) 으로 供給試驗片 (纖維方向 7.5 cm, 橫軸方向 7 cm, 두께 3.5 mm) 은 모두 心材部에서 採取하였으나 心邊材의 區分이 明確치 않은 樹種은 供試材의 內側部에서 各 20 個씩 採取하였다. 단, 거계수나무, 사스레나무, 박달나무, 물박달나무의 4 樹種은 心·邊材를 區分 試料를 調製하였다.

2. 處 理 方 法

供試片의 各 處理方法은 前報¹⁾와 同 一條件으로 하였다.

3. 材 色의 測 定

材色은 前報¹⁾와 同一하게 測定하였다.

結 果 및 考 察

1. 鐵 汚 染에 對 한 樹 種 別 感 性

FeCl₃ · 6H₂O 水溶液 (0.1%) 中에 浸漬한 結

果 各 樹種의 試驗片은 대부분 灰黑色으로 變하였고, 樹種別 處理前後의 色差 (ΔE) 및 明度減少率 (Y_d)를 試驗片 5 板에 對한 平均値로 나타낸 結果는 Table 1 과 같았다. 汚染度의 判定은 前報¹⁾와 同一하게 掘池 等⁴⁾이 使用한 判定基準에 의거 하였다. 따라서 色差 $\Delta E = 12.0$ 以上을 나타내는 樹種을 鐵汚染에 대해 強한 感性을 갖는 樹種 (Strong Stain) 으로, 또 色差 $\Delta E = 2.5$ 以下를 弱한 感性을 갖는 樹種 (Light Stain) 으로 明記하였다.

鐵汚染에 의한 感性이 가장 強한 樹種材 (變色이 가장 심한 樹種材) 는 중국 굴피나무 ($\Delta E = 39.5$) 로서, 明度減少率도 51.0%로 높은 값을 나타냈다. 變色이 극히 심하여 色差 ΔE 가 20.0 以上인 樹種材는 중국 굴피나무 외에도 서어나무, 계수나무, 밤나무, 졸참나무, 갈참나무, 가래나무, 신갈나무, 박달나무 邊材의 9 樹種材에 達하였고, 그 다음으로 色差 ΔE 가 20.0 未滿 12.0 以上인 樹種材는 총총나무, 이태리포플러 I-476, 까치박달, 가중나무, 박달나무 心材, 느티나무, 들메나무, 귀룽나무, 은백양, 거계수나무, 버드나무, 왕벚나무의 12 樹種材였다. 前報¹⁾의 韓國產 針葉樹材에서 適用하였던 色差 $\Delta E = 12.0$ 以上인 樹種材 (變色 程度가 強한 樹種材) 는 모두 21 樹種材로서, 針葉樹材보다 鐵汚染에 對한 感性이 強한 現象을 나타내었다. 鐵汚染에 의한 感性이 弱한 樹種材 (ΔE 가 2.5 以下) 는 사스레나무 邊材, 풍계나무 및 오동나무의 3 樹種材 뿐이었고, 그 외는 中間程度의 感性을 나타냈다.

心·邊材 區分된 樹種은 心材가 邊材보다 變色 程度가 심하였고, 같은 이태리포플러 이나 屬이 다른 I-476이 I-214 보다 變色이 심하였으며, 또 참나무 屬이 比較的 強한 汚染을 나타낸 것이 特徵이었다.

2. 알칼리汚染에 대한 樹種別 感性

가성소다 水溶液 (pH 12.0) 中에 浸漬한 各 樹種의 變色 程度는 Table 1 과 같으며, 汚染 程度의 判定은 前報¹⁾와 同一한 값을 適用하였다. 알칼리 汚染에 의한 感性이 強한 樹種材 (變色이 심한 樹種材: 色差 $\Delta E = 9.0$ 以上) 는 갈참나무, 가래나무, 버드나무의 3 樹種材 였고 感性이 弱한 (色差 $\Delta E = 3.6$ 以下) 樹種材는 물박달나무 邊材, 현사시, 유나무, 고로쇠나무, 신갈나무, 자작나무, 물박달나무

Table 1. Discoloration sensitivity of wood species to iron and alkali stain

Species	Iron Stain (FeCl ₃)			Alkali stain (NaOH)			
	Color difference ΔE	Decrease ratio of lightness Yd (%)	Stain grade*2	Color difference ΔE	Decrease ratio of lightness Yd (%)	Stain grade*2	
은 백 양 <i>Populus alba</i>	13.9	31.0	S	14.6	38.8	S	
황 철 나 무 <i>P. maximowiczii</i>	3.3	7.2	M	2.1	4.8	L	
이태리포플러 <i>P. euramericana (214)</i>	3.2	2.6	M	2.4	6.1	L	
이태리포플러 <i>P. euramericana (476)</i>	16.1	22.1	S	6.9	3.1	M	
현 사 시 <i>P. alba x. glandulosa</i>	4.1	73.0	M	0.7	1.6	L	
버 드 나 무 <i>Salix koreensis</i>	13.3	13.3	S	9.3	1.1	S	
중국굴피나무 <i>Pterocarya stenoptera</i>	39.5	51.0	S	4.6	10.6	M	
가 래 나 무 <i>Juglans mandshurica</i>	21.3	50.8	S	14.1	21.6	S	
거 제 수 나 무 <i>Betula costata</i>	Heart	13.5	21.5	S	1.5	2.0	L
	Sap.	6.5	18.0	M	2.3	6.7	L
사 스 례 나 무 <i>B. ermanii</i>	Heart	5.5	16.4	M	4.4	8.6	M
	Dap.	1.0	1.9	L	1.6	2.4	L
박 달 나 무 <i>B. schmidtii</i>	Heart.	15.0	38.8	S	2.8	3.0	L
	Sap.	20.4	37.5	S	3.3	6.5	L
자 작 나 무 <i>B. platyphylla var. japonica</i>		2.7	4.2	M	1.4	3.1	L
물 박 달 나 무 <i>B. Davurica</i>	Heart	5.2	12.4	M	1.4	3.1	L
	Sap.	6.9	15.5	M	0.4	0.4	L
오 리 나 무 <i>Alnus japonica</i>		4.2	4.5	M	3.8	1.4	M
까 치 박 달 <i>Carpinus cordata</i>		15.7	21.8	S	8.6	3.5	M
서 어 나 무 <i>C. laxiflora</i>		30.5	49.6	S	5.6	7.5	M
밤 나 무 <i>Castanea crenata</i>		27.6	60.4	S	7.2	1.5	M
상 수 리 나 무 <i>Quercus acutissima</i>		6.8	15.2	M	17.3	46.4	S
굴 참 나 무 <i>Q. variabilis</i>		8.7	13.8	M	3.8	5.6	M
갈 참 나 무 <i>Q. aliena</i>		23.8	54.4	S	15.6	42.6	S
신 갈 나 무 <i>Q. mongolica</i>		21.3	52.0	S	1.4	0.7	L
줄 참 나 무 <i>Q. serrata</i>		25.1	56.3	S	2.3	11.3	L
느 티 나 무 <i>Zelkove serrata</i>		14.8	40.6	S	2.0	6.0	L
풍 계 나 무 <i>Celtis jessoensis</i>		1.8	2.6	L	4.8	7.2	M
귀 롱 나 무 <i>Purnus padus</i>		14.0	29.6	S	5.3	12.0	M
왕 벗 나 무 <i>P. yedoensis</i>		13.1	39.5	S	1.6	1.8	L
벗 나 무 <i>P. serrulata var. spontanea</i>		7.9	24.8	M	3.7	10.2	M
아 까 시 나 무 <i>Robinia pseudoacacia</i>		10.4	26.2	M	4.9	14.2	M
가 중 나 무 <i>Ailanthus altissima</i>		15.3	10.6	S	6.5	4.0	M
고 로 쇠 나 무 <i>Acer mono</i>		6.2	16.3	M	1.2	1.3	L
단 풍 나 무 <i>Acer palmatum</i>		5.8	11.4	M	6.5	5.0	M
음 나 무 <i>Kalopanax pictum</i>		5.0	15.6	M	0.7	0.8	L
층 층 나 무 <i>Cornus sontroversa</i>		15.7	35.2	S	5.5	5.8	M
들 메 나 무 <i>Fraxinus mandshurica</i>		14.8	27.4	S	6.8	1.7	M
오 동 나 무 <i>Paulownia coreana</i>		2.3	2.2	L	3.1	7.6	L
계 수 나 무 <i>Cercidiphyllum japonicum</i>		28.5	56.6	S	4.8	12.2	M

* 1. Number of specimens: 5
 2. L: Light stain (ΔE = -2.5) M: Medium stain (ΔE = 2.5-12.0) S: Strong stain (ΔE = 12.0 -)
 3. L: Light stain (ΔE = -3.6) M: Medium stain (ΔE = 3.6-9.0) S: Strong stain (ΔE = 9.0 -)

Table 2. Discoloration sensitivity of wood species to acid stain and to exposing to sun light.

Species	Acid Stain (C ₂ H ₂ O ₄)			Exposing to Sun light			
	Color differences ΔE	Decrease ratio of lightness Yd (%)	Stain grade*2	Color differences ΔE	Decrease ratio of lightness Yd (%)	Stain grade*3	
은 백 양 <i>Populus alba</i>	5.1	23.8	M	18.1	46.8	S	
황 백 나 무 <i>P. maximowiczii</i>	2.4	3.6	L	12.9	30.8	S	
이태리포플러 <i>P. euramericana (214)</i>	3.6	2.5	M	11.0	21.5	S	
이태리포플러 <i>P. euramericana (476)</i>	10.7	14.4	S	17.7	38.4	S	
현 사 시 <i>P. alba x. glandulosa</i>	8.4	5.2	M	8.6	20.6	S	
버 드 나 무 <i>Salix koreensis</i>	18.5	32.3	S	20.5	44.0	S	
중국굴피나무 <i>Pterocarya stenoptera</i>	1.9	4.4	L	24.2	56.8	S	
가 래 나 무 <i>Juglans mandshurica</i>	2.3	2.6	L	22.7	60.6	S	
거 제 수 나 무 <i>Betula costata</i>	Heart	2.5	9.3	M	2.9	6.0	M
	Sap.	3.1	9.9	M	10.9	25.1	S
사 스 레 나 무 <i>B. ermanii</i>	Heart	5.3	13.9	M	4.1	13.5	M
	Sap.	3.1	8.8	M	3.1	6.8	M
박 달 나 무 <i>B. schmidtii</i>	Heart	2.2	1.4	L	6.4	21.3	M
	Sap.	3.8	9.7	M	12.1	32.5	S
자 작 나 무 <i>B. platyphylla var. japonica</i>	5.3	16.1	M	5.4	14.7	M	
물 박 달 나 무 <i>B. davurica</i>	Heart	3.3	10.3	M	11.6	27.9	S
	Sap.	2.4	7.0	L	3.1	6.2	M
오 리 나 무 <i>Alnus japonica</i>	6.6	4.5	M	2.1	2.5	L	
까 치 박 무 <i>Carpinus cordata</i>	15.4	26.4	S	20.6	42.4	S	
서 어 나 무 <i>C. laxiflora</i>	2.5	4.4	M	14.1	36.8	S	
밤 나 무 <i>Castanea crenata</i>	19.2	42.5	S	24.9	59.5	S	
상 수 리 나 무 <i>Quercus acutissima</i>	2.8	26.3	M	18.8	49.8	S	
굴 참 나 무 <i>Q. variabilis</i>	6.0	13.6	M	17.1	50.3	S	
갈 참 나 무 <i>Q. aliena</i>	2.2	3.0	L	16.0	41.6	S	
신 갈 나 무 <i>Q. mongolica</i>	2.1	7.3	L	5.3	16.1	M	
솔 참 나 무 <i>Q. serrata</i>	3.8	3.0	M	23.2	55.2	S	
느 티 나 무 <i>Zelkove serrata</i>	0.9	2.7	L	7.5	23.2	S	
풍 계 나 무 <i>Celtis jessoensis</i>	2.1	3.0	L	10.7	25.5	S	
귀 룡 나 무 <i>Purnus padus</i>	1.9	6.0	L	34.6	72.8	S	
왕 벗 나 무 <i>P. yedoensis</i>	5.8	6.9	M	6.8	23.7	S	
벗 나 무 <i>P. serrulata var. spontanea</i>	5.0	7.0	M	21.7	60.4	S	
아 까 시 나 무 <i>Robinia pseudoacacia</i>	4.3	10.9	M	10.8	27.7	S	
가 중 나 무 <i>Ailanthus altissima</i>	10.6	17.9	S	19.5	40.3	S	
고 로 쇠 나 무 <i>Acer mono</i>	2.5	7.2	M	11.9	32.9	S	
단 풍 나 무 <i>Acer palmatum</i>	2.6	6.0	M	19.7	50.6	S	
음 나 무 <i>Kalopanax pictum</i>	2.4	11.3	L	5.2	13.5	M	
총 총 나 무 <i>Cornus sontroversa</i>	4.7	8.2	M	13.4	35.3	S	
들 메 나 무 <i>Fraxinus mandshurica</i>	11.7	2.0	S	17.8	41.7	S	
오 동 나 무 <i>Paulownia coreana</i>	1.4	1.5	L	11.8	17.0	S	
제 수 나 무 <i>Cercidiphyllum japonicum</i>	3.6	5.4	M	15.5	38.2	S	

* 1. Number of specimens: 5

2. L : Light stain (ΔE = -2.5) M : Medium stain (ΔE = 2.5-10.0) S : Strong stain (ΔE = 10.0 -)

3. L : Light stain (ΔE = -2.5) M : Medium stain (ΔE = 2.5-6.5) S : Strong stain (ΔE = 6.5 -)

心材, 거제수나무 心材, 사스레나무 邊材, 왕벗나무, 느티나무, 황철나무, 거제수나무 邊材, 졸참나무, 이태리포플러 I-214, 박달나무 心材, 오동나무, 박달나무 邊材의 18 樹種材였고, 그 以外는 中 程度의 感性(變色)을 나타냈다.

3. 酸汚染에 對한 樹種別 感性

酸 水溶液 (pH1.0) 中에 浸漬한 各 樹種의 變色 程度는 Table 2 와 같으며, 汚染 程度의 判定은 前報와 同一한 값을 適用하였다.

調査한 36 樹種中 酸汚染에 의한 變色 程度가 심한 樹種(色差 $\Delta E = 10.0$ 以上)은 밤나무, 버드나무, 까치박달, 들메나무, 이태리포플러 I-476, 가중나무의 6 樹種材였고, 變色程度가 弱한 樹種은 느티나무, 오동나무, 중국 굴피나무, 귀룽나무, 신갈나무, 풍계나무, 박달나무 心材, 갈참나무, 가래나무, 황철나무, 물박달나무 邊材, 음나무의 12 樹種材였다.

4. 太陽光에 對한 樹種別 感性

太陽光에 40 時間 暴露시킨 各 樹種의 變色 程度는 Table 2 와 같으며, 汚染 程度의 判決은 前報)와 同一한 값을 適用하였다.

處理한 36 樹種 中 太陽光에 의한 汚染程度가 弱한 ($\Delta E = 2.5$ 以下) 樹種은 오리나무 한 樹種 뿐이었고, 그 外 樹種材는 모두 中 程度 또는 強한 變色을 나타냈다. 가장 變色이 심한 樹種은 귀룽나무로 明度減少率도 72.8%로 가장 높은 값을 나타내었다. 귀룽나무 다음으로 變色이 심한 樹種은 밤나무, 중국 굴피나무, 졸참나무, 가래나무, 벗나무, 까치박달, 버드나무로 色差 ΔE 가 20.0 以上이었고, 그 다음으로 단풍나무, 가중나무, 상수리나무, 은백양, 들메나무, 이태리포플러 I-476, 굴참나무, 갈참나무, 계수나무의 9 樹種材는 色差 (ΔE)가 22.0 未滿 15.0 以上이었으며, 서어나무, 층층나무, 황철나무, 박달나무 邊材, 고로쇠나무, 오동나무, 물박달나무, 心材, 이태리포플러 I-214, 거제수나무, 아까시나무, 풍계나무의 11 樹種材는 色差가 15 未滿 10.0 以上 이었고, 현사시, 느티나무, 왕벗나무의 3 樹種材는 色差가 10.0 未滿 6.5 以上으로서, 色差가 6.5 以上(變色이 심한)인 樹種材는 總 31 種에 達하였다.

以上の 結果는 堀池 等⁴⁾이 報告한 파푸아뉴기니 産材의 境遇보다 國內產 闊葉樹材의 太陽光 暴露에

의한 變色 程度가 심한 傾向을 나타내었다. 前報¹⁾의 國內產 針葉樹材의 경우도 太陽光에 依한 變色程度가 심하여, 國內産材는 光變色이 심한 것으로 나타나, 앞으로 國內産材 加工時 이점 特別 考慮해야 할 것으로 여겨진다.

結 論

國內產 闊葉樹 36 樹種의 鐵汚染, 알칼리 汚染, 酸 汚染 및 太陽光 暴露에 의한 變色을 測定한 結果 얻어진 結論은 다음과 같다.

1. 鐵汚染에 對한 變色程度가 가장 심한 樹種은 중국 굴피나무 ($\Delta E = 39.5$)였고, 그 다음이 서어나무, 계수나무, 밤나무, 졸참나무, 갈참나무, 가래나무, 신갈나무, 박달나무 邊材, 층층나무, 이태리포플러 I-476, 까치박달, 가중나무, 박달나무 心材, 느티나무, 들메나무, 귀룽나무, 은백양, 거제수나무, 버드나무 및 왕벗나무로서, 變色이 심한 樹種은 21 樹種에 達하였다. 變色程度가 弱한 樹種은 사스레나무 邊材, 풍계나무 및 오동나무의 3 樹種材 뿐이었고, 그 外는 中 程度의 變色을 나타내었다.

2. 알칼리 汚染에 대한 變色의 程度가 심한 樹種은 갈참나무, 가래나무, 버드나무의 3 樹種材 뿐이었고, 變色程度가 弱한 樹種은 물박달나무 邊材, 현사시, 음나무, 고로쇠나무, 신갈나무, 자작나무, 물박달나무 心材, 거제수나무 心材, 사스레나무, 邊材, 왕벗나무, 느티나무, 황철나무, 거제수나무 邊材, 졸참나무, 이태리포플러 I-24, 박달나무 心材, 오동나무, 박달나무 邊材의 18 樹種材였다.

3. 酸汚染에 의한 變色의 程度가 심한 樹種은 밤나무, 버드나무, 까치박달, 들메나무, 이태리포플러 I-476, 가중나무의 6 樹種材였고, 變色程度가 弱한 樹種은 느티나무, 오동나무, 중국 굴피나무, 귀룽나무, 신갈나무, 풍계나무, 박달나무 心材, 갈참나무, 가래나무, 황철나무, 물박달나무 邊材, 음나무의 12 樹種材였다.

4. 太陽光 暴露에 의한 變色程度가 가장 심한 樹種은 귀룽나무 ($\Delta E = 34.6$)였고, 그 다음이 밤나무, 중국 굴피나무, 졸참나무, 가래나무, 벗나무, 까치박달, 버드나무, 단풍나무, 가중나무, 상수리나무,

은백양, 들메나무, 이태리포플러 I-476, 굴참나무, 갈참나무, 계수나무, 석어나무, 층층나무, 황철나무, 박달나무 邊材, 고로쇠나무, 오동나무, 물박달나무 心材, 이태리포플러 I-214, 거계수나무, 아까시나무, 풍계나무, 현사시, 느티나무, 왕벗나무로서, 變色이 심한 樹種은 31 樹種材에 達하였다. 變色程度가 弱한 樹種은 오리나무 1 樹種材 뿐이었다.

以上の 結果, 國內産 闊葉樹材는 太陽光 暴露에 의한 變色(強變色이 31 樹種材)과 鐵汚染에 의한 變色(強變色이 21 樹種材)이 심한 편으로 나타났고, 酸汚染과 알칼리汚染은 比較的 變色程度가 작았다. 前報¹⁾의 國內産 針葉樹材는 太陽光 暴露에 의한 變色이 가장 심하고 그 다음으로는 알칼리汚染, 鐵汚染, 酸汚染의 順으로 나타나, 本報의 闊葉樹材의 境遇와 多少差異가 있었다.

參 考 文 獻

1. 安景模 等, 1983, 목재공학 11(3): 3-9.
2. 武南勝美, 1965, 木材學會誌 11(2): 41-52.
3. Feist, W.C. & D.N-S. Hon, 1984, Weathering and protection, in The Chemistry of Solid Wood, ed. by R.M. Rowell. American Chemical Society, Washington D.C. pp.401-454.
4. 堀池 清 等, 1977, 日本 林業試驗場 研究報告 第 265 號: 196-215.
5. 峰村伸哉, 1983, 木材工業 38(8): 363-369.
6. 峰村伸哉, 梅原勝雄, 1979. 北海道 林産 試驗場 研究報告 68:92-145.