

목재의 흡방습에 관한 연구*¹

—수중에 의한 흡방습성의 차이—

이 원 희*²

Studies on Absorption and Desorption Wood*¹

— Difference of Absorption and Desorption Behavior of Wood —

Lee, Weon Hee*²

ABSTRACT

In this paper, the difference of the property of absorption and desorption for five species in semi-steady state are studied. The species used are listed in Table 1 and the dimension of specimen was $8 \times 8 \times T$ (Tangential direction) cm and tested in various conditions. A change of average moisture content with time were measured in each cycles. The results obtained are summarized as follows. When the relative humidity in air was maximum or minimum, the distribution of moisture in wood of all specimens were illustrated by exponential curves of decrease or increase from face to center of wood.

From the consideration of coefficient of decrease(C), the amount of moisture change of spruce was larger than the others. This phenomenon was considered no relation to the specific gravity in air dry, but the wood structures. The velocity of the absorption and desorption for species decreased in the order spruce(*Picea sitchensis*), neodobam(*Fagus crenata*), solsong(*Tsuga heterophylla*), meranti(*Shorea sp.*) and kaesoo(*Cercidiphyllum japonicum*). In case of constant temperature and water vapor pressure is changed, the amount of absorbed moisture was larger than that of constant water vapor pressure and temperature varied. In this fact, it is considered that the property of sorption of wood is strongly influenced by vapor pressure gradient than temperature gradient.

1. 諸 論

木材는 外氣의 溫濕度에 대해서 끊임없이 일

정의 平均含水率에 이르기까지 吸濕, 혹은 放濕을 계속하여 안정되는 것이 알려져 있다. 이 때문에 목재는 住環境에 있어서 濕度調節機能

*1. 接受 1991年 10月 2日, Received October 2, 1991

*2. 경북대학교 농과대학 College of Agriculture, Kyung-Pook University, Taegu 702-701, Korea

을 발휘하고, 居住性的의 향상에 기여하고 있다. 3.3.5) 그런데, 목재는 그 수종에 의해 細胞의 形態 및 配列, 細胞壁의 구조, 壁構成成分의 비율 및 存在形態등이 다르기 때문에 목재의 吸放濕 特性도 樹種에 의해 다양할 것이라 예상된다.^{3,4}

본 연구에서는 木材의 吸放濕에 관한 性質을 수종을 중심으로 검토했다. 흡방습 특성의 수종에 의한 차이를 조사함에 있어서 溫度, 水蒸氣壓을 正弦曲線으로 변화시키는 準正常狀態에서 실험을 행하였다.

2. 實驗

2.1 供試材料

試驗片에는 스프루스(*Picea sitchensis*), 北美產 솔송나무(*Tsuga heterophylla*), 너도밤나무(*Fagus crenata*), 계수나무(*Cercidiphyllum japonicum*), 메란티(*Shorea sp.*)을 이용하였다. 시험편은 8×8cm의 柁目版으로서, 두께는 2, 4, 6, 8, 10mm의 5종류이다. 또 柁目面 이외는 粘着테이프로서 密封하였다. 시험편의 갯수는 각 두께마다 4枚로서 1수종당 20매를 사용하였다. 시험편을 20℃, 65%RH의 恒溫恒濕室에서 3개월간에 걸쳐

Table 1. Specific gravities in air dry and standard deviation of specimens.

Thickness	spruce	solsong	kaesoo	neodobam	meranti
2mm	0.380	0.551	0.562	0.620	0.448
S.D.*	0.001	0.002	0.000	0.003	0.002
4mm	0.380	0.555	0.562	0.616	0.445
S.D.	0.001	0.002	0.000	0.001	0.001
6mm	0.380	0.549	0.561	0.635	0.430
S.D.	0.000	0.002	0.000	0.003	0.002
8mm	0.380	0.554	0.562	0.621	0.445
S.D.	0.001	0.004	0.001	0.001	0.001
10mm	0.380	0.549	0.562	0.621	0.445
S.D.	0.000	0.003	0.000	0.001	0.001

Note: S.D.*: Standard deviation

spruce(*Picea sitchensis*), solsong(*Tsuga heterophylla*), kaesoo(*Cercidiphyllum japonicum*), neodobam(*Fagus crenata*), meranti(*Shorea sp.*)

쳐 含水율 약12%로 調濕하였다. 각 수종의 比重을 Table 1에 나타냈다.

2.2 實驗裝置

溫度와 濕度を 制御하기 위해서 온습도 제어 챔버(TABAI WFG Co Ltd製 PRI-E型)를 이용하였다. 溫度가 一定일 때는 水蒸氣壓이 正弦的으로, 혹은 수증기압 一定일 때는 온도가 正弦的으로 움직이도록 각각 프로그램하였다. 챔버내의 風速은 약 2m/sec이다.

2.3 測定條件 및 測定方法

챔버내 측정조건을 Table 2에 나타낸다. 이

Table 2. Assumed surface moisture content(%).

Condition	Temperature (°C)	Water vapour pressure (mmHg)	M.C. (%)
(1)	35.0	28.7+9.5sin ωt	13
(2)	50.0	62.9+20.1sin ωt	12
(3)	65.0	128.5+41.3sin ωt	11
(4)	25+5sin ωt	15.5	12
(5)	35+5sin ωt	30.3	12
(6)	45+5sin ωt	50.5	13

Note: M.C.: Moisture content(%)

(1)~(3): constant temperature

(4)~(6): constant water vapor pressure

들의 조건하에서는, 平均含水率은 약 6%에서 23%까지 變化한다. 試驗片을 濕度 또는 溫度가 週期 12, 24, 48時間으로 正弦的으로 變化하는 準正常狀態에 두고 實驗하였다. 각각의 주기에 있어서 準正常狀態에 이르렀다고 판단되는 5주기를 경과한 후에 $\pi/6$ 라디안의 一定時間間隔으로 試片重量의 經時變化를 측정하였다. 이 경우에 있어서 챔버측면에 시험편을 이동시킬 수 있을만한 구멍을 만들어 중량 측정시에 이용하였다. 챔버내부의 風速은 약 2m/sec이기 때문에 챔버내부에서의 정확한 중량측정은 불가능하였다. 그래서 챔버측면에 만든 구멍옆에 천평을 설치하여 측정시간에 있어

서 순서대로 한개씩 꺼내어 측정하고 챔버내에 넣는 방법을 반복하였다. 또 흡방습과정에 있어서 材内の 함수율 分布는, 대패를 이용하여 吸放濕方向으로 連續적으로 각아서 측정하였다. 단, 이 경우에 있어서는 10mm 두께의 시험편만을 이용하였다. 함수율분포 시험편의 채취를 위해서 챔버에서 꺼낸 시험편을 신속하게 시험편의 중앙부위를 약 2×2cm의 단면적으로 절단하여 대패로 각아, 미리 준비한 평량병에 넣어 전건법에 의해 함수율을 측정하였다. 대패질하여 나온 切屑의 두께(d_i)는 절설의 全乾重量(W_{oi})과 材전체의 전건중량(ΣW_{oi})과의 比로서 次式에 의해 算出하였다.

$$d_i = W_{oi} \cdot L / \Sigma W_{oi}$$

단, L은 吸放濕方向의 材전체의 두께(mm)이다.

절설의 중량측정은 0.1mg 精度의 천평을 이용하였다. 절설의 중량이 극히 작은 관계로 이것보다 낮은 精度에서는 정확한 함수율 측정이 불가능하였다.

3. 結果 및 考察

3.1 吸放濕過程

12시간 주기에 있어서 챔버내의 온도와 수증기압의 實測例를 Fig. 1에 나타낸다. 相對濕度(RH)와 平均含水率(EMC)은 계산치이다. 設定條件에 있어서 온도 혹은 수증기압의 정현곡선의 句配가 각각 負 혹은 正일 때가 吸濕過程이고, 正 혹은 負일 때가 放濕過程이다.

3.2 吸放濕過程에 있어서 平均含水率의 變動

Fig. 2에 스프루스의 두께 2mm와 20mm材의 24시간 주기에 있어서 平均함수율의 經時變化의 例를 나타내었다. ○등의 기호는 실험치이고 곡선은 그것을 正弦曲線에 맞춘 것이다. 이 일례에 의해 목재의 두께에 의해 平均함수율의 振幅과 位相差는 큰 차이가 있음이 인정된다.

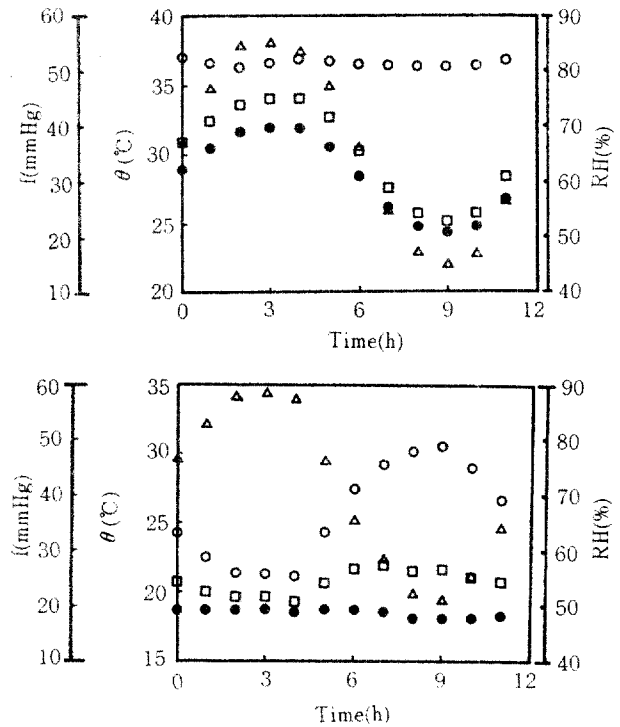


Fig. 1 Experimental temperature conditions(○:DBT, □:WBT) as a function of sin-curve. RH(△) and f(●) were obtained from the difference between DBT and WBT.

- a) $\theta_1 = 35^\circ\text{C}$, $f = 28.7 + 9.5\sin \omega t$ (mmHg)
- $T = 12\text{h}$. b) $f_1 = 15.5$ (mmHg),
- $\theta = 25 + 5\sin \omega t$ ($^\circ\text{C}$), $T = 12\text{h}$.

우선 外氣의 濕度變動에 대한 木材의 平均含水率 變化의 진폭에 대해서 검토한다. 온도, 주기, 두께의 모든 조건에 있어서 스프루스가 나머지 4수종보다 진폭이 크고, 동일조건하에서 비교하면 진폭은 材의 두께와 더불어 작게 되는 傾向을 보였다. Fig. 3에는 스프루스의 여러조건에 있어서의 平均함수율의 振幅値를 나타냈다. 설정온도가 35°C(Fig. 4a)에서 12시간 주기의 경우, 두께 2mm와 10mm의 材에서는 平均함수율의 진폭치에 큰 차이가 있음이 인정되었다. 또 주기가 길게 됨에 따라서 材에 대한 濕氣의 出入量도 많게 된다. Fig. 3의 b, c에서도 같은 사실을 말할 수 있다. 즉 溫度一

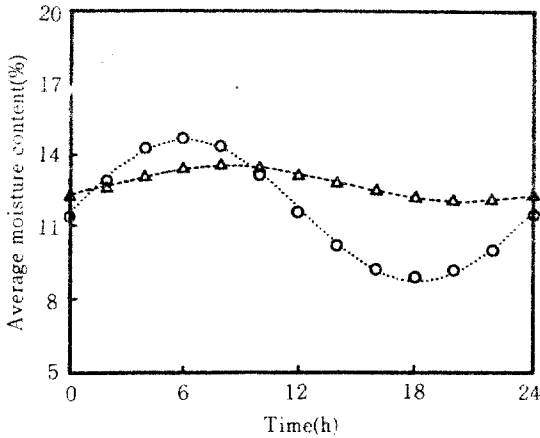


Fig. 2 A change of average moisture content(%) with time.
 $\theta_1=35^\circ\text{C}$, $f=28.7+9.5\sin\omega t(\text{mmHg})$,
 $T=24\text{h}$.
 spruce ○ : $2\text{mm } U_2=11.7+3.0\sin(\omega t-0.04)$
 △ : $20\text{mm } U_{20}=12.8+0.8\sin(\omega t-0.61)$

定이고 水蒸氣壓을 변화시킨 경우, 同一材에 있어서도 평균함수율의 變動幅은 높은 온도의 경우가 낮은 온도의 경우보다, 長週期の 경우가 단주기의 경우보다 각각 큰 값을 나타내는 것이 인정되었다. 65°C , 48시간 주기의 경우 평균함수율의 진폭이 가장 큰 사실을 보면 알 수 있다. Fig. 3의 d, e, f에 수증기압 일정한 경우에 있어서의 평균함수율의 振幅値를 나타냈다. 설정수증기압이 30.3mmHg (Fig. 3e)에서 재의 두께 2mm 와 10mm 의 材에서는 평균함수율의 진폭치에 차이가 있고, 週期가 길게됨에 따라서 材에 대한 습기의 출입양도 많게 된다. 振幅은 수증기압이 높을수록 크게 되는 경향을 보이나, 條件에 의한 진폭의 차이는 온도일정의 경우에 비해 작다. Fig. 3의 d, f에서도 똑 같은 사실을 말할 수 있다. 그 외의 수증에서도 조건에 의한 傾向은 스프루스의 경우와 동일하였다.

3.3 木材의 吸放濕過程에 있어서 水分變化量

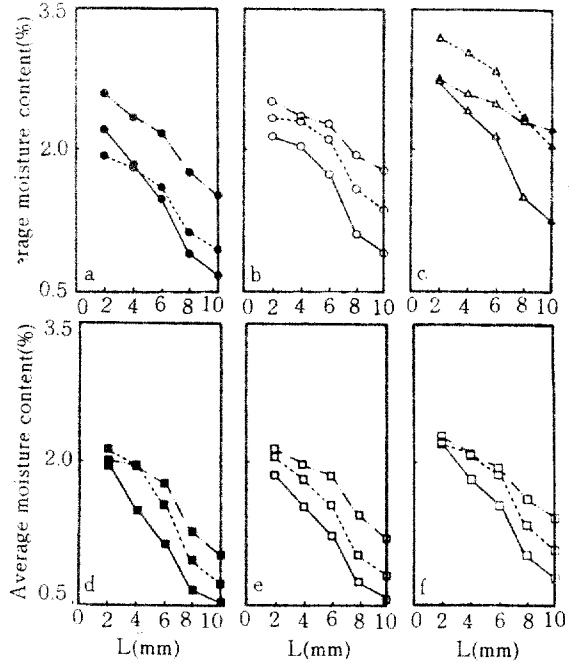


Fig. 3 Amplitudes of moisture content of specimens at different conditions of spruce.
 a) $\theta_1=35^\circ\text{C}$ b) $\theta_2=50^\circ\text{C}$ c) $\theta_3=65^\circ\text{C}$ d) $f_1=15.5\text{mmHg}$ e) $f_2=30.3\text{mmHg}$
 f) $f_3=50.5\text{mmHg}$, Cycle: —12h, ---24h, ----48h.

外氣의 水蒸氣壓이 最大일 때와 最小일 때의 試片重量의 差異를 水分變化量이라 부르기로 한다. Fig. 4(a-c)에 메란티의 온도일정의 外氣條件에 있어서 吸放濕과정의 수분변화량을 각 두께마다 나타냈다. 5수종 모두 같은 경향을 나타내기 때문에 대표적으로 메란티의 경과를 검토하기로 한다. Fig. 4에서 수분변화량은 低温에서는 材의 두께가 증가해도 일정치에 이르나, 高温의 경우에는 두꺼워질수록 증가하였다. 또 週期가 길어지면 두께가 두꺼워질수록 증가하는 경향은 보다 명료하게 되었다. 또 얇은 材가 두꺼운 材보다도 온도에 의한 차이는 보이지 않았다.

Fig. 4의 12시간 주기의 경우 두께 6mm 에서 수분변화량이 最大로 되는 것에 관해서는 두께

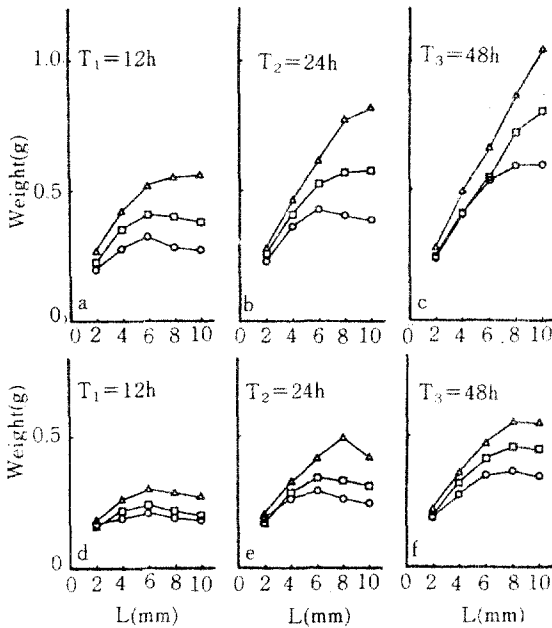


Fig. 4 Amounts of moisture change of meranti at the semi-steady state.
 a-c; ○35°C, □50°C, △65°C. d-f; ○15.5mmHg, □30.3mmHg, △50.5mmHg

6mm이상이 되면 外氣의 濕度變化에 따를 수 없게 되는 것에 기인하는 것으로 推定된다. 48시간주기, 65°C의 경우에는 흡방습과정에 있어서 수분이동량과 材의 두께와의 관계가 원점을 지나는 직선에 가깝게 된다. 주기가 길어짐에 따라서 두꺼운 材에서도 외기의 습도변화에 따를 여유가 있으므로, 수분변화량과 材의 두께는 직선적인 관계로 된다.

Fig. 4(d-f)에 메란티의 수증기압 일정의 外氣條件에 있어서 흡방습과정의 수분이동량을 두께별로 나타냈다. 여기서는 온도일정의 경우의 결과와도 비교, 검토를 행하였다.

수증기압 일정의 경우 수분변화량은 온도일정 경우의 결과와 거의 같은 것이 인정되었다. 단, 條件에 의한 차이가 온도일정의 경우만큼 명료하게는 나타나지 않았다.

다른 4수종에 대해서도 거의 같은 경향을 나타냈다. 水分變化量은 溫度一定일때, 水蒸氣

壓을 變化시킨 경우의 결과보다 작지만, 樹種에 의한 吸放濕速度의 順位에는 변화가 없었다.

3.4 吸放濕方向의 含水率 分布

Fig. 5a에 35°C, 24시간週期에 있어 솔송나무의 材內의 分布를 나타냈다. 또 Fig. 5b에는 水蒸氣壓 50mmHg, 24週期에 있어서 계수나무

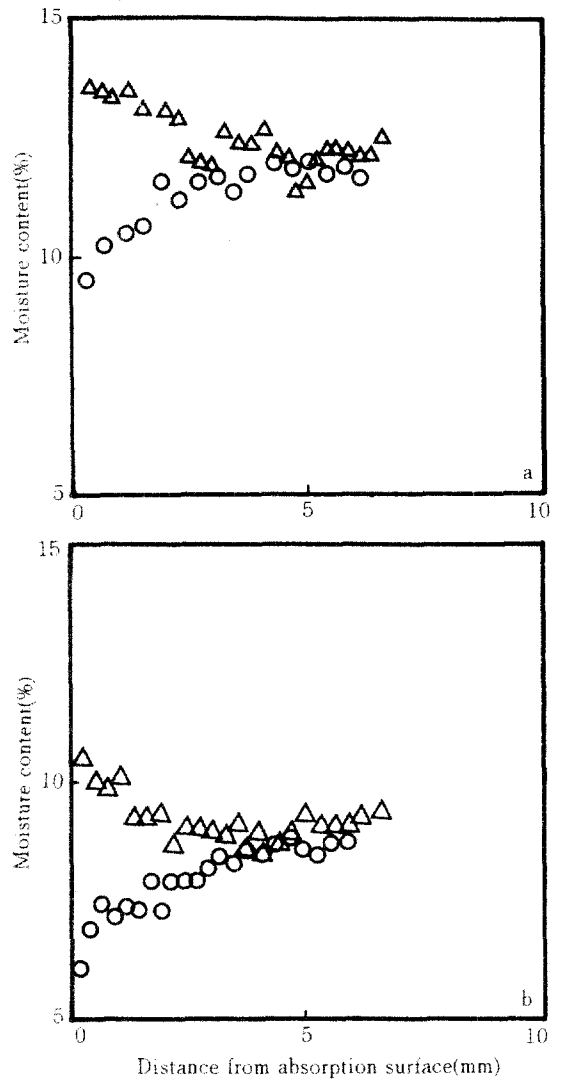


Fig. 5 Distribution of moisture content in the tangential direction of wood. a. solsong, $\theta_1=35^\circ\text{C}$, $T=24\text{h}$, b. kaesoo, $f_3=50.5\text{mmHg}$, $T=24\text{h}$. ○ U_{\min} , △ U_{\max} .

의 材內의 水分分布를 나타냈다. 이것은 外氣의 濕度 振幅値가 最大(△表示), 最小(○表示)일 경우에 있어서 材內의 水分分布이다. 이외의 여러조건에 있어서 수분분포를 조사하였으나, 全樹種 모두 같은 傾向을 보임이 인정되었다. 즉, 外氣의 平均含水率이 최대치와 최소치로 된 때의 材內의 水分分布는 材의 表面에서 內部中心을 향해 指數函數의으로 減少 또는 增加하고 있다.

목재내부의 함수율변동은 이 두개의 곡선사이에서 일어나게 된다. 이와같이 準正常狀態에서의 材內의 수분분포는 振動하고 있다고 생각된다. 수종이나 실험조건에 의한 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았다.

3.5 吸放濕特性을 評價하기 위한 指標

외기의 濕度가 正弦曲線으로 變動할때, U_0 를 木材含水率의 平均値, U_1 을 材의 表面含水率, ω 를 角振動數라 둔다. 週期를 T 라 하면, $\omega = 2\pi/T$ 로 된다. 이 경우, 木材內部的 水分分布 $U(x, t)$ 를 Fig. 8, 9의 수분분포의 실험 결과로부터 다음의 경험식

$$U(x, t) = U_0 + U_1 \cdot \exp(-Cx) \sin(\omega t - kx) \dots (1)$$

으로 나타낸다.

C 는 振幅減少係數라 부르며, 이 값이 크면, 內部에서 振幅變動이 작게 된다. kx 는 位相差(rad.)이다. 즉, 材의 깊이 x 의 位置에서는 最高, 最低 함수율은 표면의 그것보다 시간이 늦어지게 된다. 여기서는 材로의 수분출입에 관한 係數 C 값으로 부터 樹種에 의한 차이를 논하기로 한다.

정수 C, k 값은 다음 관계식으로 부터 구한다. 材內의 함수율 분포를 나타내는 경험식(1)을 積分해서 흡방습하는 방향의 材의 두께(L)로 나는 깊이 목재의 平均含水率 U 로 된다. 즉

$$U = 2 \cdot \int_0^{\frac{L}{2}} U(x, t) dx / L = U_0 + \frac{2U_1}{L \cdot \sqrt{C^2 + k^2}} \cdot \sin(\omega t - \phi) \dots (2)$$

$$\phi = \tan^{-1}(k/C) \dots (3)$$

이다.

다음에 材전체의 平均 함수율의 經時變化 U_i (Fig. 3)을 最小自乘法으로서 正弦曲線에 맞추었다.

$$U_i = u_2 + u_3 \cdot \sin(\omega t - \delta) \dots (4)$$

의 偏差平方和 $S = \sum (U_i - U_i(t))^2$

가 최소로 되는 조건은

$$\frac{\partial S}{\partial u_2} = 0, \frac{\partial S}{\partial u_3} = 0, \frac{\partial S}{\partial \delta} = 0 \dots (5)$$

에 의해

$$u_2 = \frac{\sum U_i}{n}, u_3 = \tan^{-1} \cdot \frac{\sum B_i \cdot \cos \omega t_i}{\sum B_i \cdot \sin \omega t_i} \dots (6)$$

가 각각 구해진다. 단, $B_i = U_i - u_2$ 이다.

經驗式 (2)와 實驗式 (4)와의 관계로 부터 목재의 흡방습과정에서의 位相差 k 와 振幅減少係數 C 가 산출된다. 즉

$$u_2 = u_0, u_3 = \frac{2U_i}{L \cdot \sqrt{C^2 + k^2}}, \delta = \phi \dots (7)$$

의 관계로 부터 定數 C, k 는

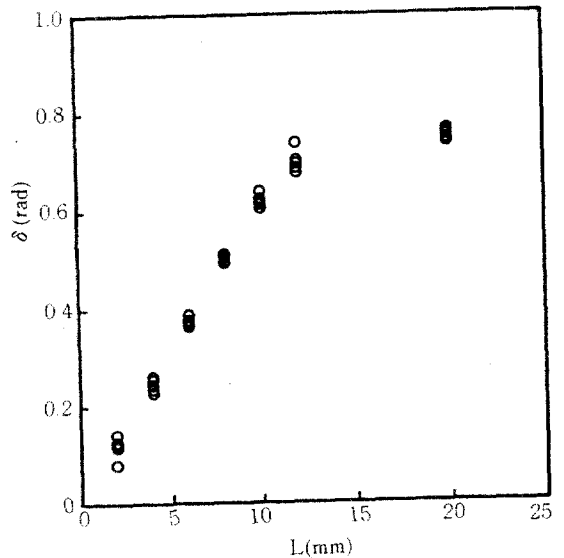


Fig. 6 Relationship between phase lag and thickness of specimen. spruce, $\theta_2 = 50^\circ C$, $T = 12h$, $f = 62.9 + 20.1 \sin \omega t$ (mmHg).

$$C = \frac{2U_i \cdot \cos \phi}{L \cdot U_3}, k = C \cdot \tan \delta \dots\dots\dots (8)$$

로 구해진다. 단 木材의 표면함수율 u_i (%)가 정해지지 않으면 정수 C, k는 구할 수 없다. 그

래서 材表面에서의 함수율 u_i 은 실험으로부터 推定하였다. 推定値를 Table 2에 나타낸다.

외기의 습도변화에 대한 목재의 평균함수율의 위상차 δ 를 스프루스의 두께에 대해서 플

Table 4. Operational conditions(f =constant) and constant value, C.

T (hr)	L (mm)	$f_1=15.5\text{mmHg}$ $\theta=25+5\sin\omega t(^{\circ}\text{C})$					$f_2=30.3\text{mmHg}$ $\theta=35+5\sin\omega t(^{\circ}\text{C})$					$f_3=50.5\text{mmHg}$ $\theta=45+5\sin\omega t(^{\circ}\text{C})$				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
12	2	5.992	5.889	7.253	5.975	7.945	6.424	6.262	7.246	5.949	9.337	6.578	5.824	7.528	5.480	6.784
	4	4.267	3.308	5.481	4.081	6.031	4.291	3.553	4.779	4.018	5.391	3.932	3.314	4.619	3.590	4.471
24	6	3.845	2.768	4.379	4.090	6.212	3.878	2.677	3.845	3.598	5.351	3.526	2.452	3.728	3.176	4.125
	8	4.282	3.514	4.800	4.664	6.450	4.133	3.145	4.394	4.182	6.233	3.700	2.606	3.811	3.418	4.206
	10	4.491	3.720	4.888	4.131	6.455	4.309	3.404	4.770	3.724	5.888	3.458	2.633	3.839	2.846	4.205
	2	5.446	5.478	6.596	4.937	7.368	5.754	5.781	7.286	5.514	7.750	6.080	5.790	6.695	5.153	6.522
48	4	3.385	2.768	3.979	2.860	4.680	3.346	3.178	3.952	3.241	4.331	3.234	2.986	3.664	2.831	3.929
	6	2.942	2.017	3.095	2.339	4.145	2.821	2.329	2.881	2.196	3.663	2.737	2.049	2.575	2.539	3.400
	8	2.766	2.013	3.027	2.049	3.974	2.657	2.447	2.532	2.254	3.356	2.590	2.062	2.130	1.972	3.194
	10	2.780	2.364	2.821	1.981	3.666	2.740	2.310	2.119	1.755	3.451	2.643	2.002	2.438	1.756	3.008
84	2	5.515	5.875	6.783	4.790	7.387	5.712	5.492	6.470	4.815	6.606	5.516	5.537	6.380	4.848	6.243
	4	3.167	2.943	4.186	2.865	4.022	3.015	2.896	3.546	2.837	3.711	3.051	2.985	3.514	2.799	3.647
	6	2.694	2.129	2.976	2.304	3.416	2.353	2.028	2.416	2.178	2.744	2.300	2.093	2.555	2.177	2.825
	8	2.590	2.099	2.699	2.278	3.402	2.147	1.844	2.105	2.163	2.494	2.003	1.801	2.184	2.152	2.461
10	2.660	2.014	2.797	1.968	3.145	2.092	1.684	2.122	1.815	2.520	1.880	1.574	2.025	1.442	2.332	

Note: A: solsong, B: spruce, C: meranti, D: neodobam, E: kaesoo, T: cycle, L: thickness of specimen, θ : temperature($^{\circ}\text{C}$)

Table 3. Operational conditions(θ =constant) and constant value, C.

T (hr)	L (mm)	$\theta_1=35^{\circ}\text{C}$ $f=28.7+9.5\sin\omega t(\text{mmHg})$					$\theta_2=50^{\circ}\text{C}$ $f=62.9+20.1\sin\omega t(\text{mmHg})$					$\theta_3=65^{\circ}\text{C}$ $f=128.5+41.3\sin\omega t(\text{mmHg})$				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
12	2	5.510	5.578	6.897	5.112	7.150	4.749	5.462	5.719	4.537	5.964	4.114	4.347	4.794	4.658	4.652
	4	3.325	3.048	4.156	3.494	4.674	2.861	2.776	3.201	2.542	3.539	2.460	2.394	2.764	2.925	2.834
24	6	3.154	2.332	3.373	3.320	4.550	2.408	2.016	2.494	2.155	3.112	1.946	1.714	2.014	2.362	2.291
	8	3.395	2.726	3.697	4.003	4.773	2.507	2.189	2.481	2.456	3.190	1.883	1.729	1.911	2.534	2.104
	10	3.462	2.876	3.856	3.797	4.990	2.479	2.067	2.494	2.309	3.233	1.645	1.555	1.802	1.984	1.998
	2	5.522	5.984	5.188	4.464	7.047	4.243	4.669	4.657	3.938	4.935	3.901	3.246	4.025	3.802	4.231
48	4	2.752	2.915	2.652	2.368	3.671	2.480	2.258	2.486	1.952	2.443	2.048	1.655	2.115	1.991	2.130
	6	2.574	2.025	1.901	2.026	3.015	1.971	1.495	1.736	1.396	1.801	1.456	1.127	1.436	1.369	1.501
	8	2.546	1.975	1.864	2.191	2.876	1.776	1.357	1.494	1.364	1.615	1.245	0.964	1.132	1.166	1.257
	10	2.266	1.889	1.931	2.046	2.933	1.514	1.123	1.345	1.185	1.549	1.056	0.844	0.995	0.999	1.128
84	2	4.160	3.795	4.192	3.453	4.633	3.791	4.062	4.665	3.767	4.453	3.316	3.531	3.765	3.285	3.863
	4	2.039	1.909	2.130	1.702	2.239	1.902	1.999	2.304	1.826	2.177	1.703	1.797	1.816	1.539	1.894
	6	1.413	1.245	1.408	1.139	1.437	1.326	1.300	1.505	1.215	1.486	1.094	1.199	1.280	1.059	1.303
	8	1.100	1.018	1.121	1.033	1.357	1.020	1.018	1.111	0.990	1.161	0.905	0.932	0.926	0.819	1.007
10	1.076	0.843	1.005	0.871	1.284	0.889	0.796	1.031	0.847	1.031	0.606	0.728	0.719	0.661	0.790	

Note: A: see the note of Table 4. f: water pressure(mmHg)

로트하면 Fig. 6과 같이 된다. 흡방습의 반복에 의한材 전체의 평균함수율은 외기의 습도변동에 대해서 시간적으로 늦어지게 된다. 이것은 목재의 표면에서 외기의 온습도변화에 빨리 대응하지만, 목재의 내부로 갈수록 그 대응에 시간차가 생기기 때문이라고 생각되며, 주기적으로 변동하는 외기조건에서 일정두께이상의 목재내부에서는 외기에 영향을 받지 않음을 알 수 있다.

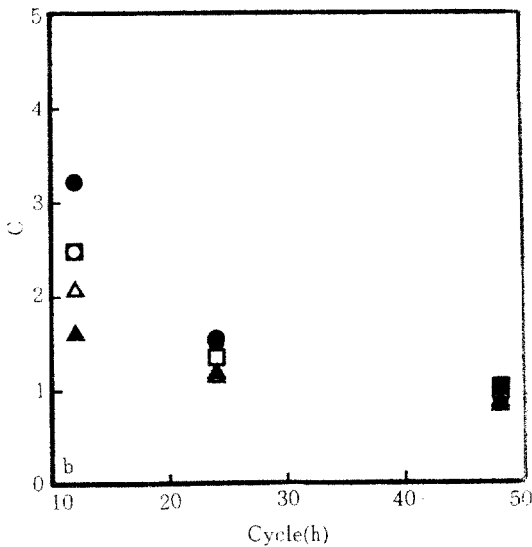
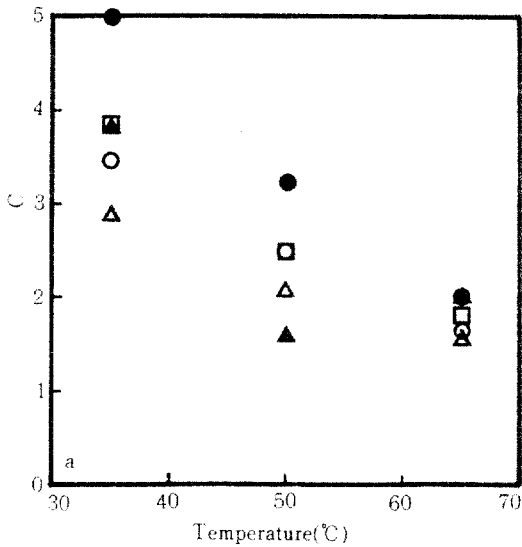


Fig. 7 Relationships between coefficient of decrement and temperature and cycle. $\theta_2=50^\circ\text{C}$. ●kaesoo, □meranti, ○solsong, △spruce, ▲neodobam.

3.6 含水率 減少係數 C

a) 溫度一定일때 水蒸氣壓을 變化시킨 경우
C값이 작을수록 材의 内部깊은 곳까지 수분의 이동이 일어남을 나타낸다. 함수율 감소계수에 관한 데이터는 Table 3과 Table 4에 別途로 添附한다. Fig. 7a에 각 수종의 두께 10mm의 시험체에 대해 온도와 C의 관계를 12시간 週期에 대해 나타낸다. 각 수종의 C값은 온도 35°C의 경우 계수나무가 가장 크고, 메란티, 솔송나무, 너도밤나무, 스프루스의 順으로 작아진다. 50°C의 경우는 너도밤나무가 가장 작은 값을 나타내고 있고, 65°C의 경우 樹種間의 差異는 작아지지만 각 수종간의 傾向은 온도에 상관없이 같은 것이 인정되었다.

Fig. 7b에 週期和 減少係數 C의 관계를 두께 10mm체에 대해 나타냈다. 여기서도 주기의 長短에 관계없이 全體의 傾向은 거의 같고 각 조건에 있어서 C값의 수종간의 差는 보다 작아진다. 48시간의 경우 C의 수종간의 差는 거의 보이지 않았다. 여기서 高温이고 長週期の 경우가 水分이 内部깊은 곳까지 移動함을 알 수 있다. 이 현상은 고온인 경우가 저온인 경우보다 수증기압차가 큰것에 기인되는 것으로서, 온도가 상승하면 물분자의 활성화에너지가 크짐에 의해 흡방습속도는 물분자의 수에 의존하여 빠르게 진행되는 것으로 생각된다.¹⁰⁾

樹種에 관해서는 스프루스, 너도밤나무, 솔송나무, 메란티, 계수나무의 順으로 水分移動의 어려움이 認定되었다.

b) 水蒸氣壓 一定일때 溫度를 變化시키는 경우

Fig. 8a에 각 수종의 두께 10mm의 시험편에 있어서 수증기압과 係數 C의 關係를 각 週期마다 나타냈다. 12시간 주기에 있어서 각 수종의 C값은 수증기압 15.5mmHg의 경우 5수종중에서 스프루스가 가장 작고 너도밤나무, 솔송나무, 메란티, 계수나무의 順으로 크게 된다. 수증기압이 30.3mmHg, 50.5mmHg로 증가됨에 따라 樹

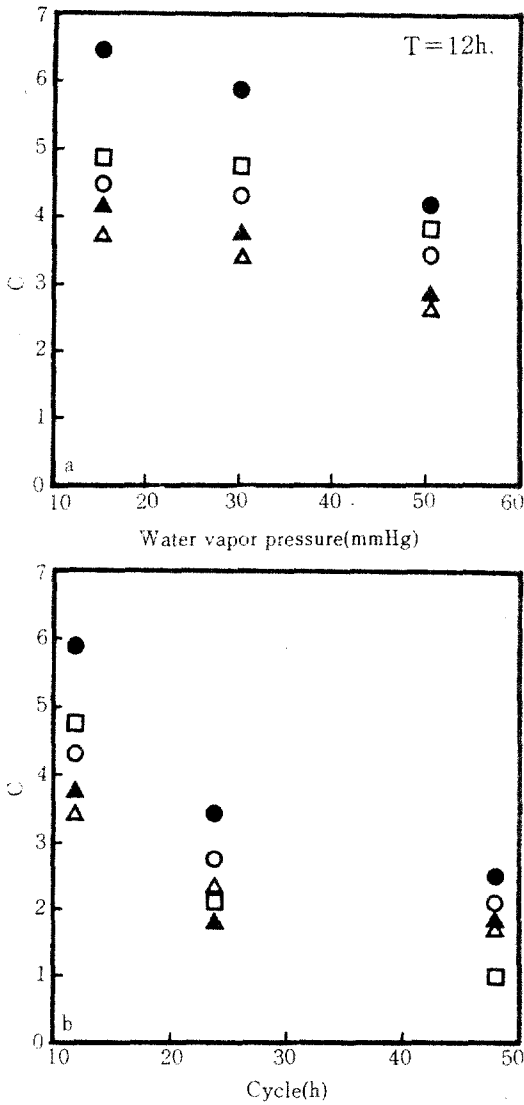


Fig. 8 Relationships between coefficient of decrement and water vapor pressure and cycle. $f_2=30.0\text{mmHg}$. ● kaesoo, □ meranti, ○ solsong, △ spruce, ▲ neodobam.

種間的 順位는 같은 傾向이나 C값은 보다 작았다. Fig. 8b에 두께 10mm경우, 각 수증기압에 있어서 각 수종의 週期和 係數 C의 關係를 나타냈다. 전체적으로 주기가 길어지면 전수종 모두 C값은 작아진다. 계수나무가 가장 큰 값을 나타내고 스프루스나 너도밤나무가 작은 값을 나타내었다.

以上の 結果로부터 吸放濕速度는 스프루스가 가장 빠르고, 계수나무가 가장 느린 것이 인정되었다. 樹種間的 差異가 생기는 原因으로서는 우선 比重의 差異를 생각할 수 있다. 그러나 比重이 거의 같은 너도밤나무, 참나무의 半徑方向과 接線方向의 吸放濕速度에 差異가 보이는 것"이나 본 실험에 있어서 比重이 거의 같은 솔송나무, 계수나무에 있어서도 吸放濕速度의 差異가 보이는 것으로 부터 오히려 木材固有의 組織構造와의 關聯이 強하다고 推定되었다. 즉 木材의 吸放濕速度는 內腔을 차지하는 空間의 比率이나 壁孔系의 通導性에 의해 크게 影響을 받기 때문에 목재의 構成細胞가 다르면, 同一比重에서도 크게 差異가 생기는 것이라고 생각되었다.

4. 結 論

木材의 吸放濕過程에 있어서 樹種間的 差異를 檢討하기 위해 溫度一定이고 水蒸氣壓을 正弦的으로 變化시킨 경우와 水蒸氣壓 一定이고 溫度를 正弦的으로 變化시킨 경우, 목재의 吸放濕過程에 있어서 材內的 含水率分布와 平均含水率의 經時變化를 測定하였다.

結果를 要約하면 다음과 같다. 外氣의 濕度가 最大, 最小일 때 水分이 移動하는 두께방향의 수분분포는 指數的으로 감소, 증가하는 傾向이 있음이 발견되었다. 여기서 吸放濕過程에 있어서 수종간의 차이를 定量的으로 설명할 수 있는 減少係數 C를 구하였다. 감소계수 C값으로부터 含水율의 變動幅은 스프루스, 너도밤나무, 솔송나무, 메란티, 계수나무의 順으로 작아졌다. 이것은 材의 比重의 影響보다 材固有의 組織構造와의 關聯이 강하다고 推定되었다. 同一樹種에 있어서도 平均含水率의 變動幅은 높은 溫度 혹은 높은 水蒸氣壓의 경우가 낮은 온도나 낮은 수증기압의 경우보다, 또 長週期가 短週期보다 각각 큰 것이 인정되었다. 또

목재의 吸放濕速度는 溫度의 影響보다 水蒸氣 壓의 영향이 큰 것이 인정되었다. 수종간에는 스프루스가 가장 빠르고 계수나무가 가장 느린 것이 發見되었다.

參 考 文 獻

1. 上村武, 小原二郎, 所莊吉. 1991. 壁裝ど調濕. 1-154. 壁裝材料協會發行, 彰國社, 東京.
2. 澤邊 攻. 1979. 木材細胞壁の空隙構造に關する研究, Ph D. Thesis, 京都大學(日本).
3. 山田 正(編). 1987. 木質環境の科學. 251-372. 海靑社, 京都.
4. 橫田德郎. 1959. 木材の細胞壁内における收着水の擴散. 日本木材學會紙. 5(4):143-149.
5. 渡邊 要(編). 1983. 建築計劃原論Ⅲ. pp. 131-174. 丸善株式會社, 東京.
6. E.T., Choong. 1965. Diffusion coefficients of softwoods by steady-state and theoretical methods. Forest Prod. J.15(1): 21-28.