

# 歴史的建造物由来古材の材質評価Ⅹ 木材細胞壁の経年変化についての一考察



○横山 操、川井秀一  
京都大学 生存圏研究所



## Introduction

木材の経年変化について明らかにすることを目的とし、履歴の明らかな古材を収集し、樹種同定、年代特定、材質評価に至る一連の研究を行っている<sup>1, 2)</sup>。文化財建造物修理現場において再利用されないと判断された履歴の明らかな建築部材の提供を受け、年輪年代、放射性炭素年代による年代評価ならびに解剖学的特徴に基づく樹種識別によって選定したヒノキ古材の材質評価を行い、各々の物性について、経過年数に対する変動傾向を各論的に記述してきた。本報告では、これまでの基礎的検討に基づき、経年によって生じる木材細胞壁の変化について考察を試みる。



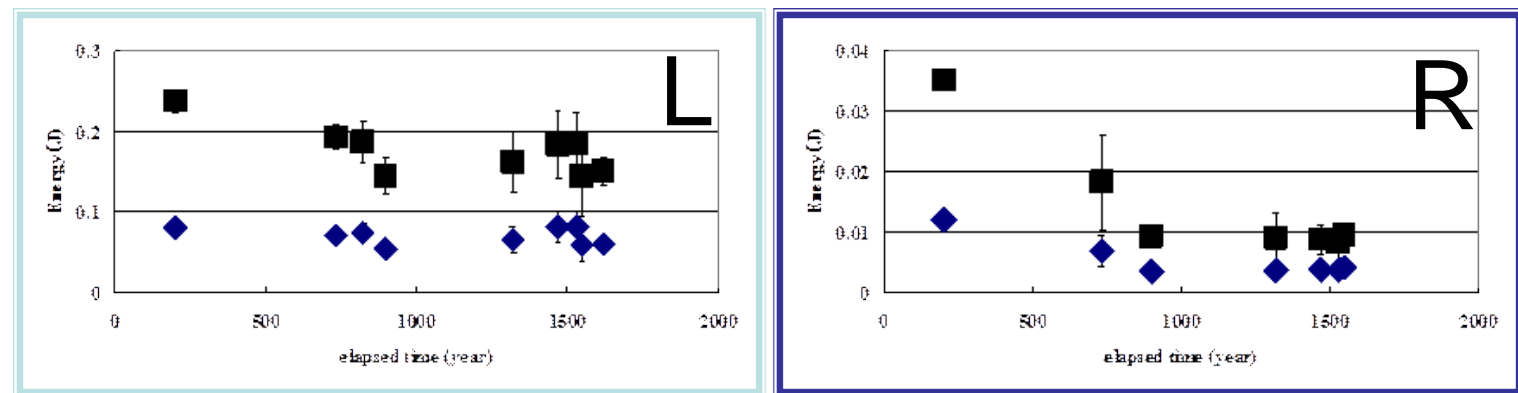
Horyu-ji temple, Nara, JP

法隆寺は7世紀建立とされる世界最古の大型木造建築であり、法隆寺資材帳をはじめとする史資料から修理変遷などをたどることができる。本報告での古材の年代測定結果はそれらの付帯文書も含め、学際的に検証を行った<sup>1)</sup>

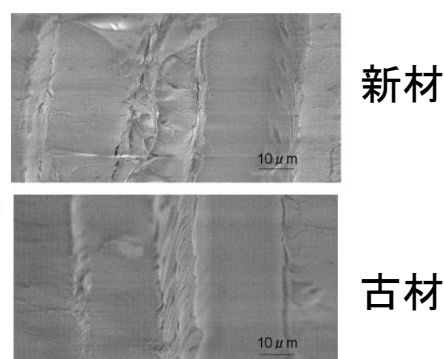
## Results

### 3 point bending test

破断エネルギーは、半径方向において顕著に低減<sup>2)</sup>



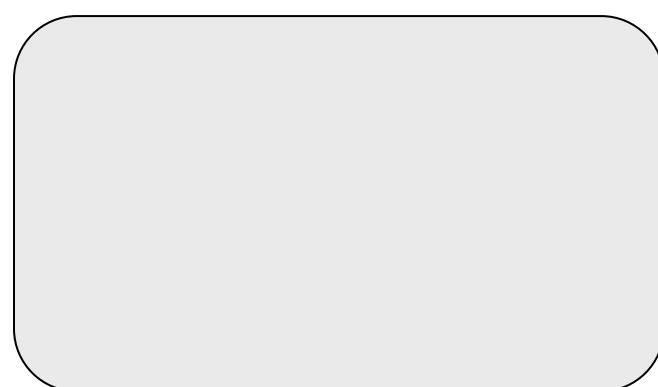
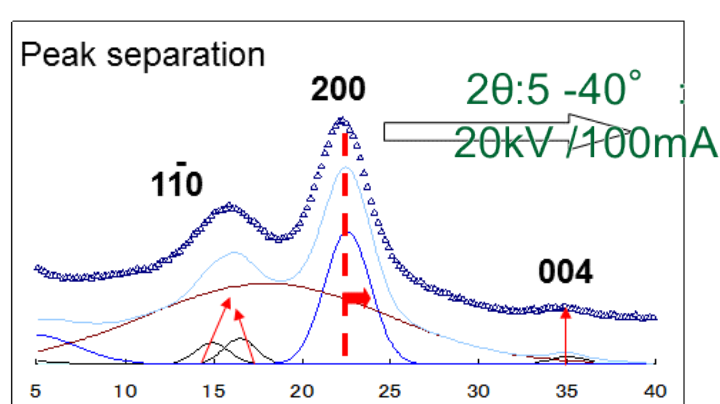
半径方向試料の破断面性状  
新材は細胞壁そのものの破断<sup>2)</sup>  
古材の破断面は平滑：細胞間層での剥離<sup>3)</sup>



### Chemical analysis

セルロース結晶化度、  
ホロセルロース量に経年による変化は認められない。

### X ray diffraction



D<sub>space</sub>と結晶幅は経年によって微増??

## Bibliography

1) 横山操 他8名、歴史的建造物由来ヒノキ材の年代判定、歴史民俗博物館特集号“歴史資料研究における年代測定の活用法に関する総合的研究”(印刷中) 2) Misao YOKOYAMA et.al, Mechanical characteristics of aged hinoki wood from Japanese historical buildings, Comptes Rendus Physique, 10, pp601-611 (2009) 3) 横山操ら“歴史的建造物由来古材の材質評価(V)-ヒノキ材強度の変化-”日本木材学会研究発表要旨集CD-ROM (2008) 4) 横山操ら“歴史的建造物由来古材の材質評価(VII) 経年による水分吸着特性の変化-”日本木材学会研究発表要旨集CD-ROM (2009)

## Methods

飛鳥から現代までの履歴の明らかな9点のヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* Endl) 材を選定し<sup>2)</sup>、3点曲げ試験<sup>2)</sup>、化学成分分析<sup>3)</sup>、X線回折<sup>3)</sup>、水分吸着特性<sup>4)</sup>の実験に供した。各々の試料は送風乾燥、真空乾燥それぞれ60°C 24時間行い、これを全乾状態とした。

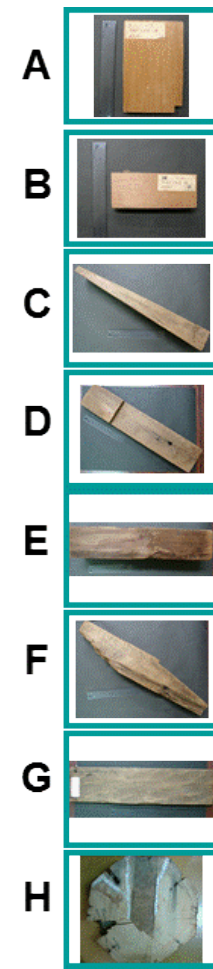


Table 1: Origin and dating of the samples

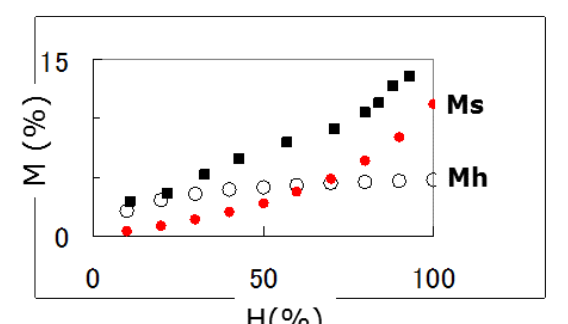
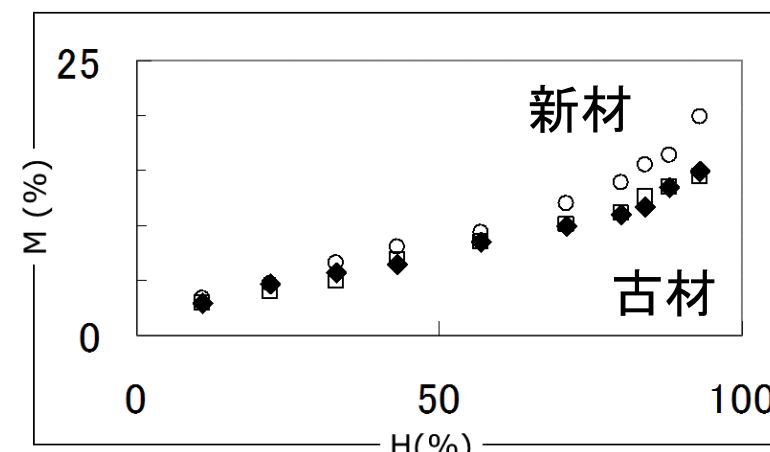
	Collection	Origin	Block dimensions (R x T x L, cm)	RW (mm)	Dendro chronology* (AD)	<sup>14</sup> C interval dating* (AD)	t <sub>w</sub> (yrs)	t <sub>r</sub> (yrs)
A	KYOw2701, RISH	HYJ	11 x 3.4 x 10	0.8	343 / 434	367 / 458	1618	1583
B	KYOw2738, RISH	HYJ	7.0 x 4.2 x 10	0.5	458 / 612	418 / 572	1467	1405
C	private	HYJ (leg)	6.7 x 11.5 x 47	0.9	400 / 502	418 / 520	1548	1515
D	private	HYJ (leg)	7.5 x 11.5 x 55	0.8	431 / 537	421 / 527	1530	1480
E	private	HYJ (leg)	9.5 x 13 x 42	0.7	584 / 792	587 / 795	1319	1225
F	private	HYJ (leg)	5 x 7.8 x 52	1.0	1029 / 1086	1000 / 1059	899	931
G	private	HYJ (leg)	2.5 x 14 x 58	0.8	1106 / 1270	1098 / 1262	822	747
H	(temple donation)	SJJ	1100 (⊙) x 30 (L)	0.8	1069 / 1438	1071 / 1438	753	569
I	(workshop)	Kiso forest		1.0	1622 / 1988	1631 / 1973	200	19

HYJ = Horyuji temple, Nara; (leg) = legendly; SJJ = Senjuji temple, Mie; RW = average width of annual rings; \* dates (A.D.) of first/last measured growth ring; t<sub>w</sub> = mean time elapsed since wood formation in the measured portion; t<sub>r</sub> = time elapsed since tree felling (estimated upper bound for samples A to G); t<sub>w</sub> and t<sub>r</sub> are estimated from dendro dating.

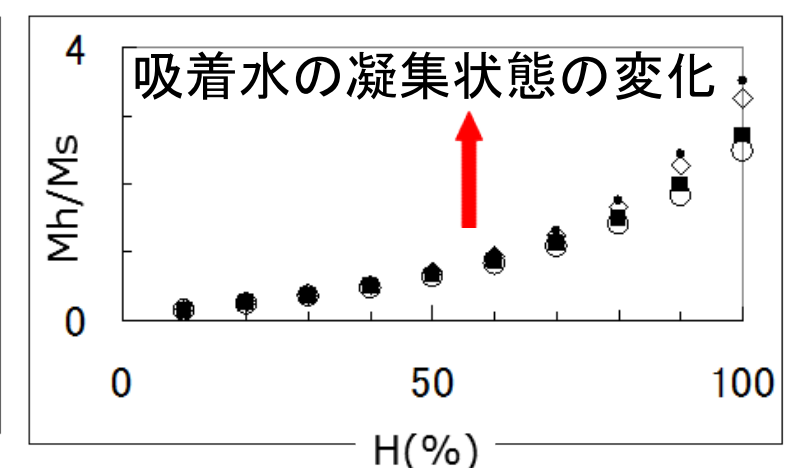
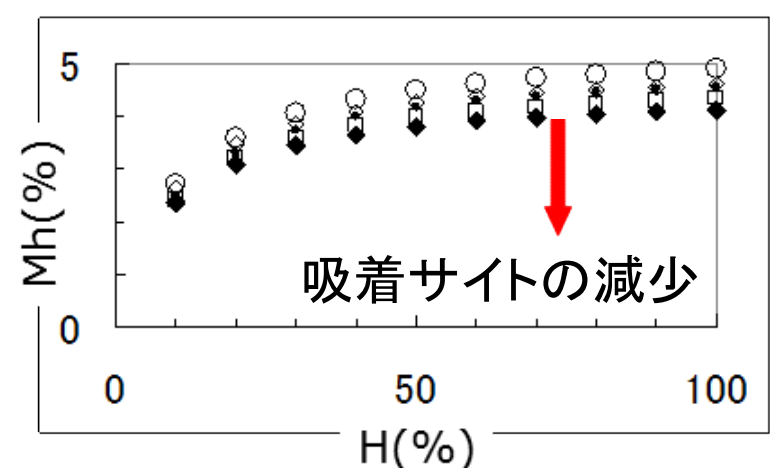
## Results

### Adsorption isotherm

水分吸着等温線をHailwood-Horrobin理論に基づき解析。単位質量あたりの吸着サイト数は経年によって減少し水分子の凝集状態も変化（凝集水分子数の増加）

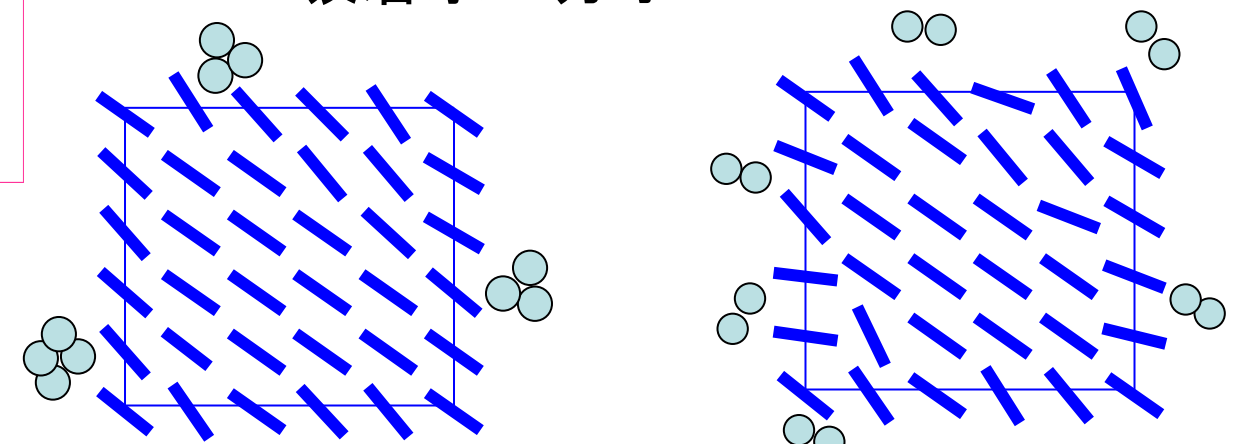
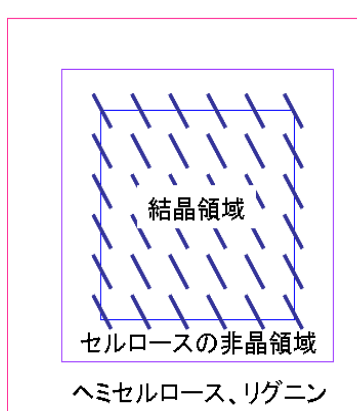


Mh水和水（単分子層吸着）とMs溶解水（多分子層吸着）に分離



## Conclusions

木材細胞壁の経年変化について、例えば、則元・高部の細胞壁単位胞モデル(1985)をベースに模式的に表すと下図のようになる  
●：吸着水一分子



高相対湿度での古材（左）と新材（右）

経年による吸着サイトの減少、また凝集状態の変化はヘミセルロース量の低減、リグニンの質的变化にも起因していると考えられる。今後、経年による糖成分の変化についての解析をはじめ、細胞壁構成成分ネットワークについて吸着水も含めた視点で考察を深めたい。