

# ウエザリングによる木材の劣化

善 本 知 孝

# ウェザリングによる木材の劣化

善本知孝\*

自然界における木材の分解の一つとして、ウェザリング（風化）は古くから知られている事柄だが、発表された研究は少なく、右田ら編の「木材化学」<sup>1)</sup>にも数行の記載があるにすぎない。そこにあげられている風化で主要な役割を果す因子としては「水分、空気中の酸素、日光の作用や風雨の摩擦」がある。そこで、これらの因子ごとに、主に光化学的見地から「ウェザリングによる木材の劣化」を解析してみよう。

## 1. 酸素の役割

光や風雨の作用がまったくないような環境におかれた木材の変質は、普通、老化（エイジング）として区別されているので、木材の風化における酸素の役割は、ここでは光をあびた場合の出来事とする。

第1表 ウェザーメーター試験と屋外曝露<sup>2)</sup>

	曝露前	1年曝露後*
ウェザーメーター試験	21.4 (83)	20.0 (69)
屋外曝露試験	19.3 (92)	14.9 (84)
	15.6 (92)	7.3 (100)

数値…接着力 kg/cm<sup>2</sup>, \*…ウェザーメーター試験は9日間(1年相当), ( )…木破率

はじめに一つの研究を紹介したい。桜田らの合板の接着力試験に関する報告である<sup>2)</sup>。第1表によると、屋外曝露1年相当のウェザー・メーター試験の場合には、接着力の低下はほとんど認められない。しかし1年間屋外曝露したものは低下は著しく、また木破率が100%に近くなっている。これは屋外曝露時には接着力が低下したというより、むしろ材質自体が劣化したことを示すものと考えられている<sup>2)</sup>。衆知のようにウェザー・メーター試験では、日照量、雨量、温度および湿度は任意にきめられるが、送風は左右出来ない。第1表は、ウェザー・メーター試験9日間と屋外曝露試験1年間との比較で、したがって、木材表面に供給される風、すなわち酸素の量には、両者の間に著しい差がある筈である。この酸素供給量の差が第1表に示された材質劣化の差を生んだと、私は解釈したい。

光の作用下において酸素が木材の劣化に果す役割についての研究はないが、私達はヘミセルロース、リグニンについて実験を行ない、上の解釈を裏付ける結果をえた。すなわち、山岸ら<sup>3)</sup>はシナノキのヘミセルロースについ

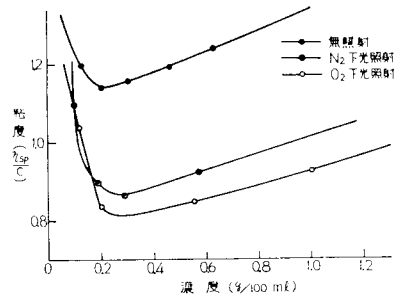
て実験して、光による分解が酸素により促進することを見出した（第1図）。また善本ら<sup>4)</sup>はヒノキのリグニンについて実験し、そのベンゼン環がこわれ、またリグニンが分解することも見出した（第2図）。セルロースの光分解が酸素により促進されることは多くの研究者が見出している<sup>5)</sup>。実験室でのこれらの仕事は私の上記の解釈と矛盾しないが、勿論他の可能性もありうる。

## 2. 光の役割

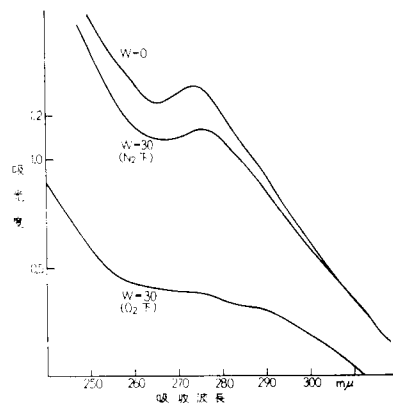
### 2.1 光分解機構

1で木材の風化での酸素の役割を強調したが、考え方としては光の作用で劣化がおり、酸素がそれを促進するとすべきであり、風化での主役は光であると断定してよいだろう。また、光化学の法則によると光反応が起るには当該物質は光を吸収しなくてはならない。そこで光の作用について少し深く考慮しよう。説明の都合上、光

の作用を二段階に分ける。第一段の問題は物質が光を吸収するか否かのこと、第二段の問題は物質に吸収された光エネルギーがさばっていく径路のことである。第一段の問題は物質の化学構造によりきまる。なぜならば、太陽光線は300 m $\mu$ 以上の一定波長からなる

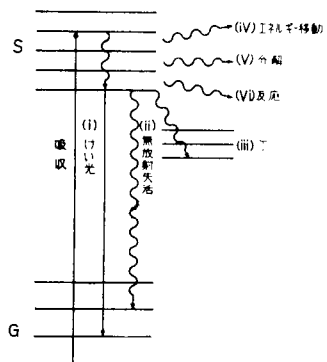


第1図 ヘミセルロースの光分解



第2図 ジオキサンリグニンの光分解  
W: 光照射時間 N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> はそれぞれ窒素, 酸素気流下

\* 東京大学農学部



第3図 光エネルギーの吸収と放出

第二段の問題は複雑である。吸収した光のエネルギーを物質がどうさばくかということは、物質の化学構造のみでなく、その濃度、共存物質の性質とその濃度などで変る。第3図のように基準状態Gにある物質は光を吸収して励起状態Sとなる。Sは吸収しているエネルギーを(i)―(iv)のいずれかの径路で放出するが光反応は(iii)～(vi)の放出でおこる。

	R	光反応の径路
CH <sub>2</sub> -R	A H	(iii)
C=O	B CH <sub>3</sub>	(iii)
	C	(iii)と(V)
	D	(V)

第4図 フェノン類の光分解主径路

放出径路の研究例として第4図に佐分<sup>9)</sup>中田<sup>7)</sup>の報告をあげた。但し第4図のA・Bの2物質は溶剤の影響を強くうけ、例えばベンゼン中では光分解しない。既述の酸素の影響も含め、光反応がこのように環境の影響をうけやすいことは、木材の風化の研究上のみならず、実用上、例えば塗料の選択などのときにも、常に考慮しなければならない事柄であろう。

### 2.2 木材の光分解

木材からとりだしたリグニン、セルロース、ヘミセルロースが(iii)～(vi)のどの径路で光分解するかは未報告だが、それらが光分解するという事実は報告されている。私達のジオキサソリグニンに関する研究<sup>9)</sup>よりつと古く1940年にForman<sup>9)</sup>はBrawnsのリグニンに光をあてて、メトキシ含量の減少を認めた。Bečlik<sup>9)</sup>らはマツ2種の材からとりだしたセルロースに光をあて単糖、炭酸ガスの発生を検出した。また彭ら<sup>9)</sup>はスギなど樹種からとりだした5%苛性カリ易溶ヘミセルロースに光をあて、キシロースの発生、粘度の低下を認めた。

このように、木材からとりだした3主成分は光分解するが、これらのことから木材が光劣化するとは断定しがたい。それは、光反応が環境の影響を受けやすいという前述の理由からだ。木材の光劣化を暗示する報告も2,3ある。木材中のリグニンに関しては、Forman<sup>9)</sup>はエゾマツに光をあて硫酸リグニンの減少を見出し、

ので、これと共鳴するもの、すなわちπ電子をもつ物質が光を吸収することになる。したがって、それをもつか否かできまる。例えばリグニンは最も光を吸収しやすく、セルロース、ヘミセルロースは光を吸収しにくい。第二段の問題は複雑で

Sander mann<sup>11)</sup>らは溶剤処理後の楓など10種の材に光をあてアルコール抽出液を検索してバニリン、シリンガアルデヒドを検出した。木材中のヘミセルロースが分解したとみなされる実験は善本ら<sup>12)</sup>が行なつた。すなわち、ヒノキ、シナノキに光をあて0.5%苛性ソーダ抽出液を検索して、キシロースを主構成糖とする多糖類が増加することを見出した。木材中のセルロースは光分解しない、とSander mann<sup>11)</sup>は言っているが、善本ら<sup>13)</sup>はヒノキなど4種の材に光をあて熱水抽出物を検索して、セルロースの分解物とみなしうものを見出した。

これまでの研究を概観すると、木材は光の作用で劣化すると考えてよいが、どの成分が主に分解するかは明らかにされていない。リグニンが先ず分解することは、それが強く光を吸収することから推測されるが。

### 3. 水の役割

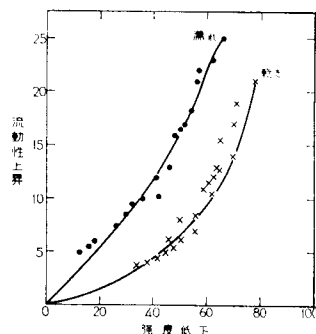
木材のウェザー・メータ試験では、周期的に散水するのが普通だが、木材および木材成分の光分解で光のはたす役割は、ほとんど研究されていない。そこで綿セルロースに関するEgertonら<sup>14)</sup>の興味深い報告の紹介で、これにかえよう。

彼らはセルロースを湿度0% (乾き)と100% (濡れ)で光照射して強度および流動性を測定した。いずれの状態の光照射によつても強度は低下し流動性は増したが、強度低下は乾き状態で、流動性増加は濡れ状態で顕著だつた。興味深いことには、これらすべてのデータをまとめて、横軸に強度低下、縦軸に流動性上昇をとると第5図のようになり、乾き状態での光照射では、流動性の上昇が強度低下と較べると異常に低く現われた。Egertonはこの現象を、濡れ状態のセルロースは乾き状態のものよりセルロース鎖の内部で光分解したためと説明している。彼らの考え方の根底には、水で膨潤して繊維がほぐれたとき、セルロースは鎖の内部で光分解するようになるとの前提があると

私は考えるが、これは光化学的に納得出来るものであり、今後の木材風化の研究上参考になるう。

### 3. まとめ

これまでに酸素、光、水が夫々風化ではたす役割を解析してきた。しかし現実のウェザリングの状



第5図 セルロースの強度と流動性の変化  
×, ●: 種々の光照射時間の試料

態ではこれ以外の因子も大きく影響するであろう。そこで本論文のむすびとして、数少ないウェザリングに関する報告を総括しようと思う。

木材、合板の場合には表板の劣化についての報告は二つに分けられる。第1は表面割れに関するもので、半井ら<sup>15)</sup> Bosshard ら<sup>16)</sup>が報告している。塗装合板のウェザーメータ試験200時間の結果であるが、半井らは、乾湿15回繰返し試験後選別した良好の塗装合板に200時間光をあてたところ、ラワン、ニレにはシナ、ブナより多い、50cm<sup>2</sup> 当り20~30ヶの割れが生ずることを見出した。劣化の第2は強度に関するもので、櫻井<sup>2)</sup>、平井ら<sup>18)</sup>が報告している。平井らはブナ、シナを表板に使用したとき、屋外曝露2年間で曲げ強さが約2割となつてしまつたことを見出した。これらの試験には何らかの形で光が関与しているものと思える。またこれらの報告に共通に認められる事柄として、屋外曝露2年間で木材表面の劣化が顕著になることがある。

なお、今迄述べた劣化のなかに、ウェザリングによる木材表面の変色という実用上重要な問題があるが、これについては稿をあらためてまとめてみたい。

## 文 献

- 1) 石田伸彦・米沢保正・近藤民雄：木材化学下，共立出版，52 (1968)
- 2) 櫻井誠一・山口光雄・田村靖夫・一瀬哲夫：木材工業，20，215 (1964)
- 3) 山岸隆・善本知孝・南享二：第19回日本木材学会大会（札幌）要旨集，222 (1969)
- 4) 善本知孝・佐分義正・田口幸央・南享二：木材誌（未発表）
- 5) Phillips, G. O. : Adv. Carbohydrate Chem., 18, 9 (1963)
- 6) 佐分義正・善本知孝・南享二：日化，89，1248 (1968)
- 7) 中田富紘，善本知孝，南享二：第19回日本木材学会（札幌）要旨集，252 (1969)
- 8) Forman, V. L. : Paper Trade J. (Tappi section) 43, 266 (1940)
- 9) Beélik, A., Hamilton, K. : Papier, 13, 77 (1959)
- 10) 彭振揚・南享二・善本知孝：木材誌，13，155 (1967)
- 11) Sandermann, W.・Schlumbom, F. : Holz als Roh-und Werkstoff, 20, 245 (1962)
- 12) 善本知孝・内田雅勝・南享二：木材誌（未発表）
- 13) 善本知孝・南享二：木材誌，14，324 (1968)
- 14) Egerton, G. S.・Attle, E.・Guirguis, F.・Rathor, M. A. : J. Soc. Dyers & Colourists, 79, 49 (1963)
- 15) 半井勇三・渡辺俊毅：木材工業，23，261 (1968)
- 16) Bosshard, H. H.・Futó, L. P. : Forest Products J., 557 (1963)
- 17) 平井信二・大熊幹章：木材工業，23，267 (1968) (1969. 10. 23 受理)