

多機能液状吸着剤を用いた水浸出土木材の PEG 含浸処理法における PEG 溶液の劣化抑制と浄化効果の研究

北 爪 健 二

1 はじめに

現在、当団では昭和56年度より大型 PEG 含浸装置を導入して、群馬県下の遺跡から発掘された、水浸出土木材の PEG 含浸処理を行っている。

水浸出土木材の PEG 含浸処理法の歴史は古くヨーロッパ諸国、特にデンマークやスエーデン⁽¹⁾などで実施したバイキング船の保存は、その代表的なものである。

PEG はポリエチレングリコール (Polyethylene Glycol) の略称で、化学的一般式と構造は $\text{HO}-\text{H}-\text{O}-\text{C}(\text{H})_2-\text{C}(\text{H})_2-\text{O}-\text{C}(\text{H})_2-\text{C}(\text{H})_2-\cdots-\text{O}-\text{C}(\text{H})_2-\text{C}(\text{H})_2-\text{O}-\text{C}(\text{H})_2-\text{C}(\text{H})_2-\text{O}-\text{H}$ (CH₂CH₂O)_nCH₂CH₂OH で、その化学的特性は、

水や種々の薬剤に対して高い相溶性をもっている。PEG 含浸処理に用いられる PEG⁽²⁾は、平均分子⁽²⁾量3000~3700の白色フレーク状個体が一般的に用いられる。

低濃度の PEG 水溶液タンクに水浸出土木材を漬け、長期間に亘り熱を加え PEG 濃度を上げ水浸出土木材に含まれる水分と PEG を置換することにより、水浸出土木材の保存状態をより安定なものに変える処理方法である。

2. PEG含浸処理法の問題点

水浸出土木材の PEG 含浸処理法も幾つかの重要な課題をかかえており、まず PEG 溶液の長期間にわたる加熱による PEG の強度劣化現象、図-1 E. DE Witte, A. Terfve, J. Vynckier⁽³⁾ 氏らの PEG 4000の、Gel permeation chromatography による報告がある。また処理中に木材から抽出、遊離される各種金属イオンや好気性、嫌気性バクテリアの PEG 水溶液中での繁殖による悪臭などが挙げられ、このような現象は少なからず PEG の劣化を促進させる要因の一つであるといえる。PEG の劣化現象は、処理後木材

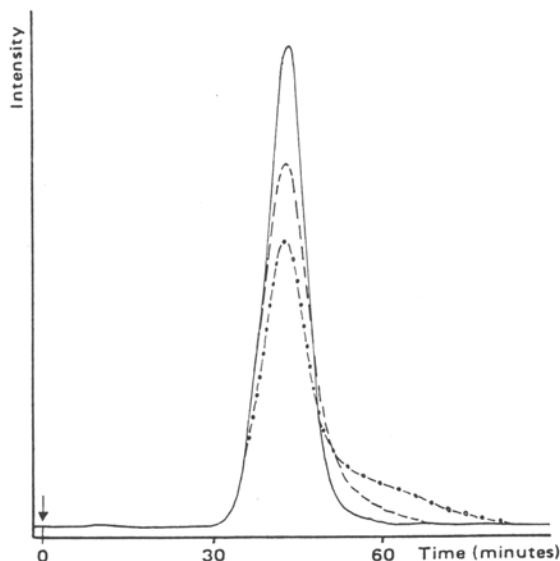


図-1 Gel permeation chromatography of PEG 4000. (a) new PEG (—). (b) PEG heated for 22 months at 65°C (---). (c) PEG heated for 28 months at 65°C (-o-o-).

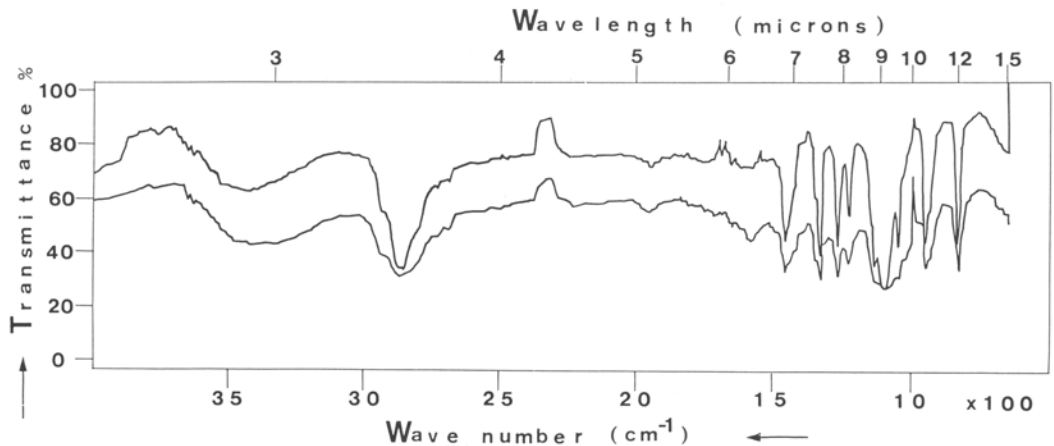


図-2 IR spectrum of pure PEG 4000 (upper trace) and impregnated wood (lower trace).

の寸法安定性や、黒化現象、表面劣化などにも直接的な影響を及すものと考えられる。図-2は⁽³⁾未使用の PEG 4000と、木材中に含まれる処理後の PEG 4000の IR spectrum の比較データである。含浸処理終了後の木材中に含まれる PEG 4000は、全波長域で吸収率が低下しているのわかる。

従来まで劣化した PEG を何度となく再利用して含浸処理を行ってきたが、今後これらの諸問題を解決していかなぬことには、より良い処理条件での水浸出土木材の保存は望めない。

3. 多機能液状吸着剤を用いた PEG 溶液の浄化

PEG の劣化抑制及び浄化について、これまでさまざまな薬品を用いて実施、検討を試みた。ここで多機能液状吸着剤⁽⁴⁾を用いた PEG 溶液の浄化作用について報告してみたい。

多機能液状吸着剤⁽⁴⁾（商品名・アニコ）通産省工業技術院化学技術研究所開発品で、硫酸第一鉄 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ と L-アスコルビン酸 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_6$ （ビタミンC）からなる化合物で、化学構造は図-3の通りで、その化学特性として有機的な悪臭成分を化学的に脱臭する作用があり、厚生省指定の食品添加物として、使用量制限のないものであり毒性が少なく、繊維などの担体に浸透し、性能

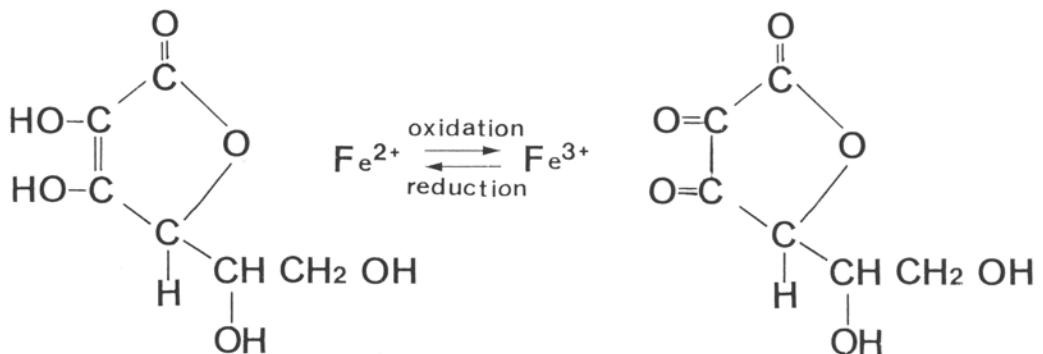


図-3

表－1

PEG溶液	濁 度 (前)	濁 度 (後)	条 件 及 び 操 作
蒸 溜 水	0.00 ppm	0.00 ppm	濁度：蒸溜水をゼロとした場合の透過散乱比光度法(ppm)による測定値
10% PEG 溶液	0.04 ppm 濃い茶褐色を帯びている。	0.01 ppm やや薄く黄色味を帯びているが透明。	劣化変質したPEG10%溶液に数%多機能液状吸着剤を添加し、3日間室温で放置後濾過を行った。
35% PEG 溶液	0.35 ppm 透明度なし。 茶褐色を帯びている。	0.04 ppm やや黄色味を帯びているが透明である。	劣化変質したPEG35%溶液に数%多機能液状吸着剤を添加し、3日間室温で放置後濾過を行った。

が劣化しにくい。また最大の効果として水処理効果が挙げられ、ポリ塩化アルミニウム、硫酸バンドと比較して、フロックの生成が速く、かつ重いので沈殿生成に優れておりこの沈殿物は微生物との親和力が強く、水中浮遊物コロイド状の有機物、嫌気性微生物などの除去に効果的で、特に重金属類などの除去に優れている。

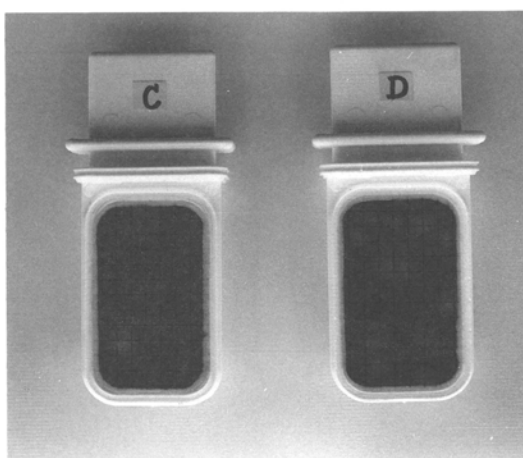
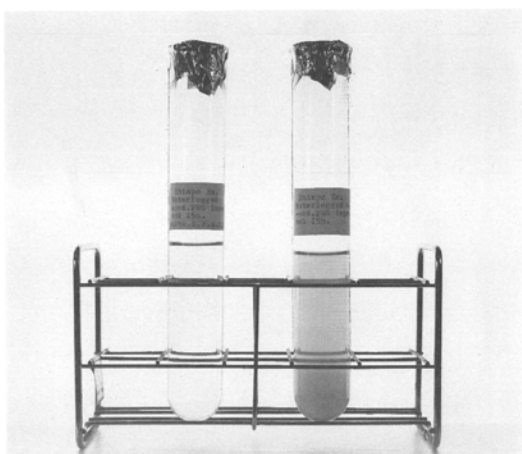
表－1 は、含浸処理途中の汚染の激しいPEG10%溶液と処理終了後貯蔵中の汚染の激しいPEG35%溶液に多機能液状吸着剤を加えたものの試験結果である。表－2 は制菌効果⁽⁴⁾を示したものである。写真1は現在処理中の汚染したPEG15%溶液右側とその溶液に多機能液状吸着剤0.1%加えたものを室温で24hr 放置後、濾過したもの左側との比較試験である。

写真2は、群馬町三ツ寺II遺跡より出土した推定年代8世紀の、アカガシ *Quercus acuta* Thunb を試験片とし、多機能液状吸着剤を0.1%加え、35°C、24hr incubation したもの-Cと無添加のもの-Dの水溶液をそれぞれ(ミリポア社製)液体中微生物検査用サンプラー⁽⁵⁾で、35°C、24hr incubation したものの比較写真である。多機能液状吸着剤を加えた試験片-Cのコロニー数は、-Dに比べ少なく、多機能液状吸着剤の制菌阻止効果は高く。サンプラーに発生した白い放射状のコロニーについてはカビであると推定され、この同定等についてはまた今後の研究課

●制菌効果

(単位：ppm)

細 菌	微 生 物	完全発育阻止濃度
	大腸菌	5000
酵 母	黄色ブドウ球菌	5000
	パン酵母	5000
カビ	青カビ	1000
	黒コショウカビ	1000



題としたい。

4. 現状と処理作業

右の写真3は、処理実行中のものであり実際に多機能液状吸着剤を加え、効果を上げているものである。簡単に操作手順を示すと、各々の濃度域での処理終了後、水浸木材を溶液から取り上げた後、60℃以下で約6 hr 加熱すると沈殿物等がタンク底部に沈殿する。次に含浸タンクに設置された、ギャーポンプと特殊フィルター（東洋科学産業社製・クリーンフィルター CF-60E）を連動させ、浮遊物のなくなった PEG 溶液を濾過し他の容器へ移し換え、次に含浸タンクの清掃を行ない、再び木材をタンクにもどし、濾過した PEG 溶液を加えるといった作業を繰り返す。尚この操作の際に、木材等が乾燥せぬ様に心がけなければならない。



おわりに

多機能液状吸着剤の化学的特性として、弱酸性の条件下で配位し、中性からアルカリ性でイオン結合を起す。今回の実験に際し劣化汚染した貯蔵中の PEG 溶液についての pH 測定結果としてそのほとんどのものが、酸性域の性質を示した。このことから多機能液状吸着剤の化学反応は配位型であり、多機能液状吸着剤を加えた際に更に酸性域に溶液が変化してしまうことなどや、木質部に与える影響など、今回は水浸出土木材の PEG 含浸処理法の、PEG 溶液という能動側について論じたが、受動側である木材についても今後更に総合的な研究を実施して行きたいと考える。最後になったが、本文を草するに当り試験片などについて種々便宜を図って下さった、当団研究員女屋和志雄氏、主事笠原秀樹氏。図面作成に助言をいただいた青木静江氏に厚く御礼申し上げる次第である。

参考および引用（註）文献

- (1) B. Bronson Christensen : The Conservation of Waterlogged Wood National Museum of Denmark (1970)
- (2) PEG. 4000 : 三洋化成工業株式会社製
- (3) E. DEWitte, A. Terfve, J. Vynckier : The consolidation of the waterlogged wood from the Gallo-Roman boats of Pommeroeel, *Studies in Conservation* 29 (1984) 77-83 より Figure 7 及び Figure-9 を一部改筆して記載したことを述べる。
- (4) ダイセル化学工業社製 : KM1013 を使用、表 2 はダイセル化学工業社パンフレットから記載させていただきました。
- (5) 日本ミリポア・リミテッド : 液体中微生物検査用サンプラー Total-CountTM 型
- (6) 増沢文武・松田隆嗣
保存科学研究室紀要 [2] [3] [4] [5] [6]。元興寺仏教民俗資料研究所
- (7) 岡村圭造、岡本 一、谷口 藤、原田 浩、藤田 稔 : 木製遺物の保存の基礎としての劣化現象の研究、古文化財の自然科学的研究、85-99、S. 59. 7. 20、古文化財編集委員会編、同朋社