

文化財の長期保存に関する研究 (第2報)

出土遺物等の保存への BO-PVA フィルムの応用

新井 英夫・見城 敏子・森 八郎

1. はじめに

BO-PVA フィルムは、同時二軸延伸ポリビニルアルコールフィルム (Biaxially Oriented Polyvinylalcohol Film) の略称である。筆者らは、文化財の長期保存法の1つとして BO-PVA フィルム製袋の応用について検討しているが、前報⁽¹⁾⁽²⁾では、BO-PVA フィルム製袋を用いて、酸素濃度を調節した場合の、材質への影響と生物劣化防除の効果について報告した。

BO-PVA フィルムの利用法については、その後も検討を継続しているが、なかでも出土遺物等の保存法として簡便かつ有効な方法であると考えられるので、ここにその応用例を紹介することにした。

2. BO-PVA フィルムについて

まず、BO-PVA フィルムの特性を述べておく。すなわち、合成樹脂フィルムは、樹脂原料が極性の原子や原子団を多くもった結晶性の高い樹脂ほど、ガス遮断性の高いことが知られている。たとえば、市販の合成樹脂フィルムのガス遮断性は、ポリビニルアルコール系、ポリ塩化ビニリデン系、ポリアマイド系、ポリエステル系、オレフィン系の順に低くなっている。この1例を数値で示すと、ポリ塩化ビニリデンで被覆したフィルムの酸素透過性が $20\sim 50 \text{ cc/m}^2$, 24 hrs, atm であるのに対し、ポリビニルアルコール樹脂のフィルムは、 1 cc/m^2 , 24 hrs, atm 以下に保つ性能のあることが知られている。また、合成樹脂フィルムは、樹脂原料を延伸して製造されるが、その延伸方法に、(i)1方向のみに延伸する「1軸延伸」、(ii)縦横2軸方向への延伸を順次に行う「逐次2軸延伸」と、(iii)同時に行う「同時2軸延伸」の3種類がある。結晶性の高い樹脂は、延伸すると、樹脂分子が高度に配向して緻密な組織となり、ガス分子の樹脂への溶解と拡散が一層困難となって、ガス遮断効果が向上するのである。

BO-PVA フィルムは、ポリビニルアルコール樹脂を同時に2軸方向に延伸した後、その両面をポリ塩化ビニリデンで被覆して製造された厚さ 15μ の3層からなる透明なフィルムである。したがって、BO-PVA フィルムは、合成樹脂のなかで、最もガス遮断性の高い樹脂原料を用い、これを同時に2軸方向に延伸してガス遮断効果をさらに高めた後、その両面を防湿性が高く、ガス遮断性もポリビニルアルコールに次いで優れているポリ塩化ビニリデンで被覆されていることになる。それ故に、BO-PVA フィルムは、吸湿性が高いポリビニルアルコール樹脂の最大の欠点を改良したガス遮断性の高いフィルムであるので、多湿な環境下で外気と遮断した空間を形成できる特性があるといえよう (商品名エンブラー OV, ユニチカ KK 製)。

3. 出土遺物保存の現状と問題点

考古学分野の発掘調査が実施されると、種々の材質の遺物が出土する。わが国の埋蔵文化財は、種々の条件下に出土する。きわめて浅い土層などから出土することもあるが、溝等の遺構から出土するときには、水漬けの状態またはきわめて多湿な状態で出土する。発掘直後の出土

木材などのなかには、あたかもいま製材したばかりで木の香がたどようような鮮明な色彩、形をしているものもあると聞く。ところが、これらの出土遺物は、数時間後には見る見るうちに変色するということである。漆器または、その破片などは、発掘後、空気中に置いておくと、水分を失って、漆塗膜が湾曲または巻き込んでしまったり、亀裂が入って粉々になってしまうことがある。一度湾曲または巻き込んでしまった漆塗膜を、もう一度ひろげるのはほとんど不可能なことが多い。このために、水分を含んだ有機質の出土遺物は、水漬けにして保存されてきた。また、鉄など金属製の遺物は、発掘後、空気中に置くと酸化が進行して、錆でふくれあがってもろくなり、やがて形をなさなくなる。そのために、大量に出土する鉄製遺物などを一時的に保存する簡便な方法を考古学分野から強く要望されてきた。

従来出土遺物の保存は、大型の木製品の場合、自然乾燥、プールに浸漬、ポリエチレングリコールによる含浸処理等の方法で実施されてきた。小型の木製または漆製遺物の場合は、大きさに応じた、タッパウェアにガーゼを敷いて水を張り、そのなかに納めて収蔵庫に保存している。しかし、水中にカビが発生し、遺物周辺にも繁殖して(図-1)、木材表面はぬるぬるとなり、溶解されていく。このカビを防除するためにホルマリンが用いられてきたが、ホルマリンは蒸散するので、水中のホルムアルデヒド濃度が低下すると青カビが繁殖する。したがって、ホルマリンは、定期的に補充しなければならないが、数が多くなると、この作業に費す時間が無視できなくなる。また、ホルマリン液は、眼や咽喉などの粘膜を著しく刺激する性質があるので、作業担当者には、好ましくない作業である。近年、ホルマリンに代わる低毒性薬剤として、硼砂硼酸を用いているところがあるが、水浸状態で本薬剤を用いても防カビ効力は弱く、下に敷いたガーゼにカビの繁殖しているのに遭遇したことがある(図-2, 3, 4)。さら

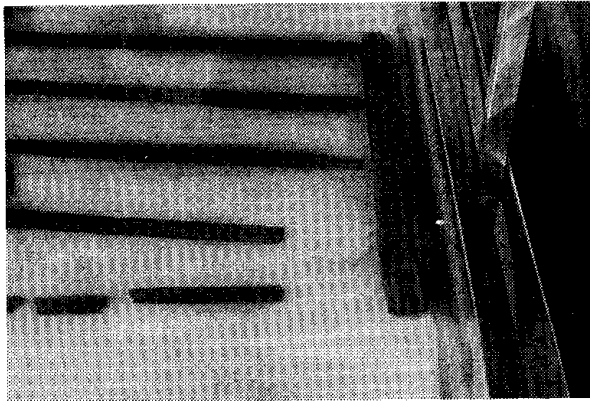


図-1 水漬保存した出土木器にカビが発生



図-2 硼砂硼酸液中に保存した漆器下のガーゼにカビ(*Fusarium* sp.)が発生

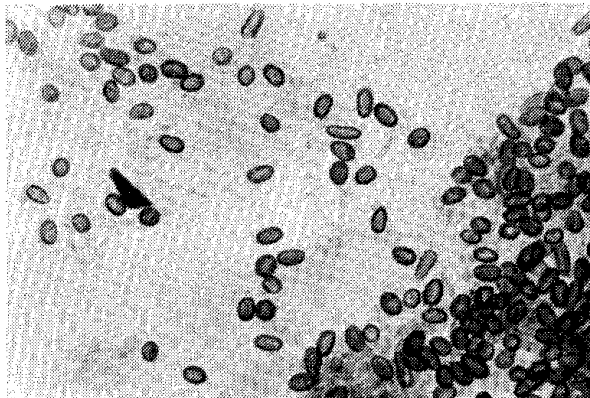


図-3 同前のガーゼの黒褐色部を検鏡するとカビの分生子が多数認められる

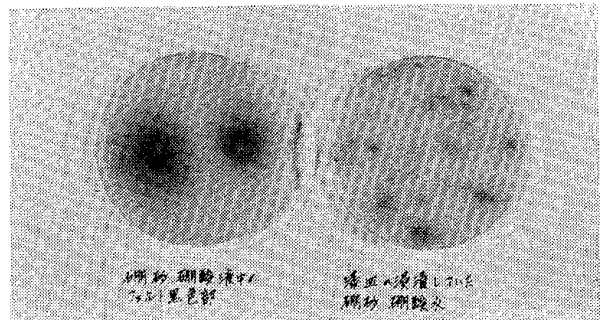


図-4 同前のガーゼの黒褐色部ならびに硼砂硼酸水からカビが分離される

に、本剤によって漆塗膜に影響を受けているものも認められるので、水浸保存に本剤を用いるのは好ましくないと考えている。

出土遺物は、発掘によって埋蔵されていた環境から大気中にとり出され、光、空気、風、温度、生物等、激しく変動する自然環境中に曝されることになる。出土遺物は、これまで、埋蔵されていた長い年月の間に、徐々に劣化を受け、材質そのものは脆弱化されているので、それが、激しく変化する大気中におかれると、一たまりもなく崩壊するということが、衆目の一致するところであろう。それならば、出土遺物の取扱い方として、遺物がとり上げられたならば間髪を入れず、埋蔵されていたときと同じ環境に一時期保存しておくのが最もよいであろうと、筆者らは考えるのである。そして、出土遺物の材質、状態を十分検討してから、個々の保存対策ならびに保存方法を定めて、順次保存処理に移行するのが理想的な姿であろう。

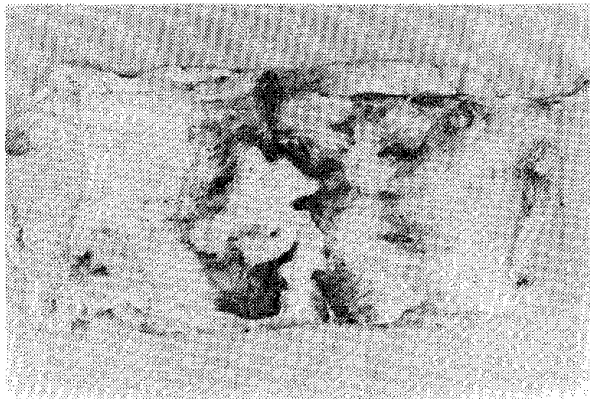
4. 出土遺物等の保存への BO-PVA フィルムの応用

筆者らは、昭和48年から、古墳の埋蔵環境について研究を進めているが、これは、多湿な埋蔵環境における種々の保存環境を調査研究し、発掘後の古墳の保存に資することを目的としている。その一環として、埋蔵文化財が出土したとき、まず、その場で直ちに BO-PVA フィルムに密封してしまえば、従来に比べて、埋蔵環境とほぼ同じ状態に保つことができると考えた。何故ならば、BO-PVA フィルムは、現存する合成樹脂フィルムの中で最もガス遮断性の高いフィルムだからである。筆者らは、このような観点から BO-PVA フィルムを出土遺物等の保存に応用する実験を実施している。すでに各種の処理をして BO-PVA フィルムに密封した試料を調製して 2.5 年を経過しているが、保存状態は良好である。

ただし、本方法は、現存するフィルムで包める範囲の出土遺物に適用可能である。大型の出土遺物については別の方法（たとえば、PEG 処理等）で保存することが必要であろう。

つぎに、BO-PVA フィルムによる保存法の利点を列挙した。

- (1) 出土遺物は、発掘現場でとり上げた直後に、BO-PVA フィルムで密封するので、空気に曝される時間がきわめて短い。
- (2) BO-PVA フィルムの袋内には、水溶性防カビ剤に浸漬したガーゼで包んだ板を入れて台とし、その上に出土遺物を置くが、ガス遮断性のよい袋なので封入時の薬剤および水分を長期間保持できる。
- (3) 破片等も同時に密封できるので散逸することがない。
- (4) 一度、BO-PVA フィルムで密封しておく、持ち運びに便利であり、かつ透明なので、外側から遺物を観察することができる。換言すれば、観察の都度、空気中に曝さなくてよい。
- (5) 収蔵する場合、遺物の形によるが、タッパウェアに比べて、収蔵する空間が少なくてもよい。
- (6) 密封してあるので、水分、薬剤の蒸散が少なく、頻繁に水を取り換える必要がなく、それだけ省力化が可能である。BO-PVA フィルム袋の取り換えは、フィルムが破損した場合、フィルムの材質の寿命によるが、現在、2.5 年間の実験では、フィルムは良好な状態を保っている。
- (7) 金属製遺物の場合、BO-PVA フィルムの袋内にシリカゲルをガーゼに包んで入れ、その上に出土遺物を置いて密封すれば、空気との接触を遮断し、錆の進行を防ぐことができる。
- (8) BO-PVA フィルムで作成した袋は、ヒートシーラーによる密封が完全であると、1 年間経過しても袋内の酸素が 0.1% → 0.6% で止まっていた。



図一五 硼砂硼酸液中に保存した漆器から黒色漆塗膜成分が溶出している

色し汚れている(図一五)。これは、明らかに漆器からの抽出物によるものと考えられる。そこで、その遺物をBO-PVAフィルムに密封しなおすと、その後のガーゼの変色は認められず、ガーゼは白色を保っている。

5. 応 用 例

筆者らは、昭和55年からBO-PVAフィルムによる保存法について、出土漆器片ならびに市販の漆器片を用い、各種の条件を組合せて、実験をしている。現在2.5年を経過しているが、保存状態は良好なので、その実例を紹介する。

なお、実用に供したBO-PVAフィルムは、厚さ 15μ (エンブラーOV)+ 60μ (CPP, ポリプロピレンラミネート)で、幅50cm、長さ90mのフィルムをロール状に巻いたものを試作してこれを用いた。

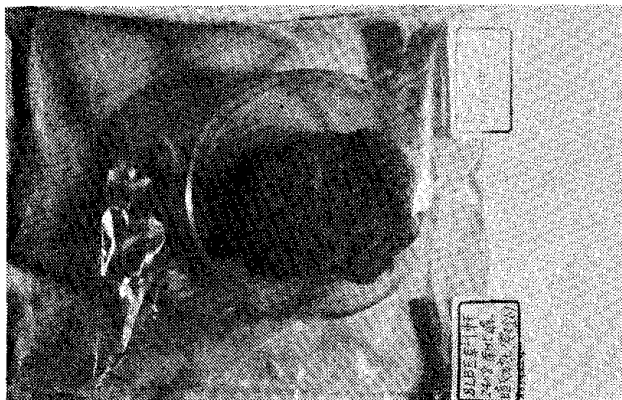
(1) 出土漆器片

発掘現場で、図一六のように漆膜がわずか残っている場合、土と一緒に切りとって、袋に封入すれば、出土状況そのままの形で保存することができる(図一六)。

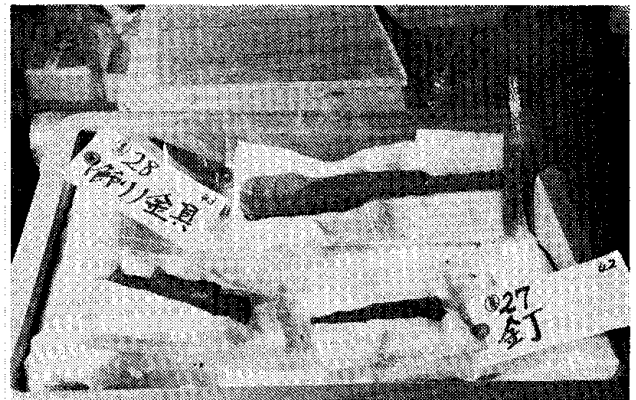
また、土器に僅か漆のようなものが塗られている破片の場合も、袋に封入すれば、塗膜の乾燥もなく保存ができる。

(2) 伊達家三代綱宗公墓所調査

宮城県仙台市は、伊達三代綱宗公の墓所調査を計画し、昭和58年1月17日から石室の発掘調



図一六 わずかの漆塗膜が出土した場合、土と一緒に切りとって、BO-PVAフィルムに封入



図一七 伊達家第3代綱宗公墳墓出土遺物の発掘現場における保存処置

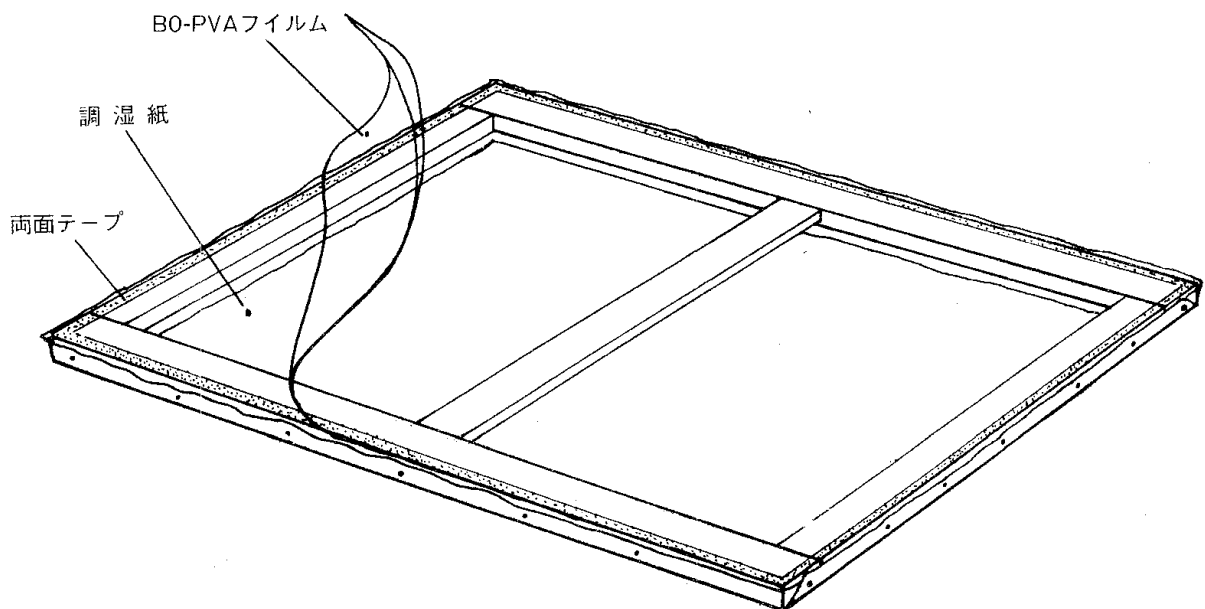
(9) BO-PVA フィルムの袋内に設置した、アマニ油膜と空気中に設置したアマニ油膜の変化を比較検討した。その結果、空気中に設置したアマニ油膜は淡黄色から褐色となったが、BO-PVA フィルムに封入したアマニ油膜の変化は淡黄色から黄色であった。すなわち、BO-PVA フィルム中では酸化の速度はおそいと考えられる。

実際にタッパウェアのなかにガーゼを敷いて、水を張り、出土漆器を納めた出土遺物を観察すると、ガーゼは褐色に着

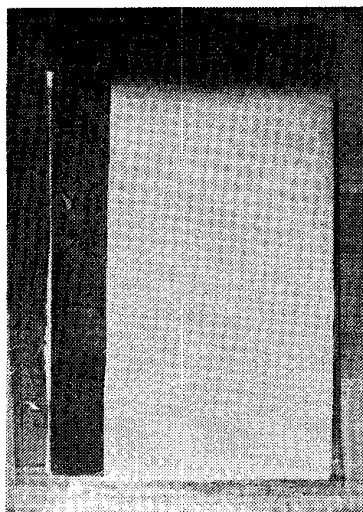
査を始めた。筆者らは、きわめて密閉度の高い石室内の保存環境を調査したが、同時に出土遺物の現場における保存対策としてBO-PVAフィルムを用意した。筆者らの滞在中に、石室の内張りに用いた木材の釘、甕棺を納めた木箱の一部等がとり上げられたので、これを直ちBO-PVA にフィルムによる密封保存を実施した(図一7)。

- (a) 木材片等、多湿な状態に保つ必要のある場合、合板を5%ホルマリン水に浸漬したガーゼでくるみ、その上に出土木材片を置き、BO-PVA フィルムで包み、周囲をヒートシーラーで密封した。
- (b) 釘等の金属の場合、シリカゲルをガーゼでくるみ、その上に出土遺物を置き、それをフィルムで包み込んで周囲をヒートシーラーで密封した。
- (3) 油彩画の裏面はキャンバスが露出している。高温多湿となる梅雨の時期には裏面から湿気が入り、長い期間には絵の具の油を変質させる⁽³⁾。

図一8に示したように、調湿紙⁽⁴⁾とBO-PVA フィルムを用いて油彩画の裏面を密封する



図一8 多湿な環境における油彩画の調湿にBO-PVA フィルムの利用
(油彩画の裏側に調湿紙をBO-PVA フィルムで封じ込む)



図一9 書籍の保存にBO-PVA フィルムを利用(書籍を調湿紙と共に封入する)

と、油彩画裏面からの湿気と汚染因子の侵入を防止することができる。

- (4) 和書その他書籍等は湿度に敏感であり、これの保存は大変むずかしい。常に一定の温湿度に保つのが建て前の書庫でも、突然、空調の運転が止まると、直ちに収蔵している和書等に影響を与える。調湿紙とBO-PVA フィルムで和書を封入すれば、庫内の温度が変化しても、常に一定の湿度を保持し、かつ塵埃および庫内空気との接触を遮断することもできる(図一9)。

文 献

- (1) 新井英夫・森八郎：文化財の長期保存に関する研究（第1報），(1)同時2軸延伸ポリビニルアルコールフィルム製袋の文化財生物劣化防止への応用，古文化財の科学，**25**, 89—102 (1980)
- (2) 見城敏子：文化財の長期保存に関する研究（第1報），(2)文化財顔料への酸素濃度の影響，同上，103—107 (1980)
- (3) T. KENJO : Change in Oil Paintings Kept under Hight Humidity and Temperature Environment, Studies in Conservation 投稿中 (1982)
- (4) T. KENJO : A Rapid-Response Humidity Buffer Composed of NIKKA PELLETS and Japanese Tissue, Ibid., 27, 19—24 (1982)

Studies on the Long-term Conservation of Cultural Properties

(Part 2) Using Biaxially Oriented Polyvinylalcohol Film to Preserve Excavated Materials and Other Objects

Hideo ARAI, Toshiko KENJO and Hachiro MORI

Biaxially Oriented Polyvinylalcohol film (BO-PVA film) is a transparent synthetic resin film which is 15μ thick and composed of two layers of polyvinylidene chloride sandwiching one layer of polyvinylalcohol. Because BO-PVA film has excellent gas-tight and moisture proof characteristics, it is ideally suited for wrapping and protecting objects from high humidity environments.

Excavated materials if kept in normal atmospheric conditions, undergo various kinds of deterioration. The authors believe, however, that excavated materials can be preserved in almost the same condition as in their buried environments if they are covered with BO-PVA film as soon as possible at the site of excavation.

In addition, BO-PVA film has also proven to be an effective moisture proof shield for oil paintings, books and other cultural properties.

The authors describe the following advantages in using BO-PVA film.

- (1) Sealing excavated materials with BO-PVA film at the field of excavation greatly reduces their exposure to air.
- (2) Moisture and fungicides enclosed in BO-PVA film can be kept for a long time.
- (3) Sealing excavated fragments in this film prevents their being scattered and lost.
- (4) Sealed materials can be observed without exposing them to air.
- (5) Metal objects, which are particularly susceptible to air and moisture, are easily preserved by BO-PVA film.
- (6) Tests show that after one year the oxygen concentration in a sealed BO-PVA film bag increased barely 0.5% (0.1→0.6%).
- (7) Linseeds oil films kept in BO-PVA film showed slower oxidization than oil films exposed to air.

The authors also note the following actual examples in which BO-PVA film has been utilized.

- (1) Small fragments of lacquer films, sealed with soil still attached, being preserved in good condition (Fig. 6).
- (2) Excavated materials taken from the stone chamber of the DATE Family tumulus on January 17, 1983 and immediately sealed in BO-PVA film (Fig. 7).
- (3) The reverse sides of oil paintings sealed with BO-PVA film and humidity control paper in order to prevent moisture and dust from harming the front side (Fig. 8).
- (4) Books sealed in BO-PVA film and humidity control paper being stored at constant humidity, and safe from dust and air, without airconditioning facilities (Fig. 9).