

ポリエステル・フィルム・エンキャプシュレーション

本稿は Polyester Film Encapsulation の抄訳である。原本は、1980 年に米国議会図書館 (LC) のコンサーベーション部門から発行された 24 頁の小冊子。日本には「ポリエステル・フィルム封入法」として 1984 年に紹介された(かなやひろたか抄訳、『ゆずり葉』21)。今回の掲載に当たり、化学用語等の若干の手直しをした。原本には以下の章とともに、使用材料、イラストを駆使した方法の紹介などが行われている。

Library of Congress. Preservation Office. Research Services.
Polyester Film Encapsulation. Washington, D.C.: Library of Congress, 1980.

はじめに

ポリエステル・フィルムを用いて資料を封入し保存する方法は、アメリカ議会図書館における開発と改良を経て、今日ひろく活用されることとなっている。

このフィルムが選ばれたのは、現在の様々なプラスチック・フィルムのうちでもっとも安定性があり、不活性で、製造上のばらつきも少ないからだ。このフィルムはエチレン・グリコールとテレフタル酸を縮合して作られる。フィルムに仕上がった際の縦横の引張り特性が等しくなるよう二軸延伸法といわれる成形法で作られたものが多い。溶解された原料の重合体を一度平たく押し出し、それを冷却した後に、再び加熱して今度は延伸する。延伸の過程で結晶化したフィルムは丈夫で寸法安定性がある。最終的な形は厚さは 0.25～14、ミル、幅は最大 120 インチまでのロール状で得られる〔1ミルは千分の 41 インチ、1 インチは約 25.4 mm〕。おもな需要先は寸法安定性が重視される写真関係と、高温での安定性が重要である電気関係である。

保存に使うポリエステル・フィルムは、可塑剤・紫外線防止(吸収)剤・染料・含浸剤を含まず、表面塗工を施さないものでなければならない。また国の L-P-00670B(2)「保護用品-文書」と L-P-377B「プラスチックのシート、テープ=ポリエステル」の規定に合致しなければならない(具体的な商品名ではデュポン社の Mylar-A,D,S, 3M社の ScotchPar, 英国のICI社の Melinex-516 が該当する---原注)。ポリエステル・フィルムは結晶性のプラスチックであるため融解温度が高く、普通考えられる熱源では溶けず、したがってフィルム同士を融着できない。超音波を使えば完全に溶けて融着できるが、大規模な作業以外には機械の価格が高価すぎる。

ポリエステル・フィルムの劣化

強いアルカリ性溶液(濃縮アンモニアなど)や、紫外線(砂漠の太陽など)に長期間さらすと劣化する。もちろん、この二つはセルロースをも破壊する!

ポリエステル・フィルムの耐久性と耐用性

当館の保存研究・試験室では、3、4、5ミルのものをそれぞれ 90°C+相対湿度 50%、および

100°Cの乾熱条件下に 60 日間以上おいて変化を調べた。これは自然条件下での数百年にあたりとされるが、結果は透明性・柔軟性・明度においてほとんどあるいはまったく減少がなかった。耐折強さの保持率も良く、酢酸セルロース・フィルムや、保存性がよいとされるアルカリ含有紙よりも優れていた。詳細な結果はこれから公表される予定だが、ポリエステル・フィルムが、従来使われてきた酢酸セルロース・ラミネーションより優れた耐久的保存力を発揮することは確実である。

その他の物理的・化学的特性

ポリエステル・フィルムは(薄い場合は特に)静電気を帯びる。3、4、5ミルのものを使い、二枚のフィルムにはさんで四辺を封じると、フィルム自体の衝撃吸収力や柔軟性とあいまって、極めてもろくなった紙でも、このわずかな静電引力のおかげで破砕の恐れがほとんどなくなる。さらに静電気は、壊れやすくなった文書を一体にまとめておく力があるので、小さい裂け目の修補が完全に不要になるわけではないが、大幅に減らすことができる。ひとつの資料がバラバラになっていたり、裂け目が長い場合にだけ修補が必要となる。しかし、はがれ落ちやすい材料(ある種のインキ、パステル、木炭などの紙の表面への接着度の低いもの)を使った作品には、このフィルムは不適當である。静電気が材料の破片をひきはがし、破片が封のなかに散らばることがある。

封じ方

超音波による融着に替る方法は探すのにそれほどむずかしくなかった。まず、フィルムを溶かす強力な溶剤系接着剤が試みられたが、これは接着剤をきれいに真直ぐに引くのがむずかしく、適当でないことがわかった。そこで両面粘着テープを各種調べたところ、使いやすく、加速劣化試験で著しい安定性を示すものが見つかった。3M 社のスコッチの両面テープ No.450 だった。これは 0.5ミルのポリエステル・フィルムの両面にアクリル系の粘着剤を塗布したもので、ポリエステル・フィルム同士を着けるのに使った場合、低温で流れ出すことも、高温で---ポリエステル・フィルムの融解点である約 270°Cでも---しみだすことがないし、水に浸けても粘着剤がフィルムから分離しなかった。また、90°C+相対湿度 50%、および 100°Cの乾熱条件下に 60 日間以上おいてもでも、テープは柔軟性を保ち、粘着剤は初期の粘着力を大きく留めた。わずかに粘着剤が変色したが、予想したほどではなかった。

常識的にいっても、封入物の端と粘着物が塗布されたテープとは 1/8 インチ[3 mm]以上近づけることは好ましくあるまい。それを守ったサンプルを試験したところ、テープから、封入した紙粘着剤が移行することはなかった。

注意事項

永久保存の場合は、右のテープであれ他の粘着テープであれ、紙の対象物に直接使用してはならない。フィルム同士の間に使った場合は粘着剤は比較的不活性であるが、ある種の紙は直接接触させると有害な反応を起す。ポリエステル・フィルム同士を封ずる場合も、他の粘着テープを使う時は注意が必要である。前出のものと同等の耐久性が証明されたものでなければ、この目的に用いてはならない。

事前に脱酸処理をすることの必要性

よくある質問は「劣化した対象物を、封入する前に脱酸して弱アルカリ化することは保存性を高めるか」というものだ。もちろん答は「然り」である。長期に(数百年の単位で)現物保存をしようとするなら、対象物に含まれた酸を中和しアルカリ土類の炭酸塩を定着させることは、エンキャプシュレーション法、ラミネート法、長期保存用の箱や袋へ収納する方法、フォルダーに挟む方法のいずれにおいても、ほとんどすべての劣化した紙の寿命を延ばす。非常に長期に現物を残したいというならば、封入する前に必ず脱酸して弱アルカリ化すべきである。そうした処置がとれない場合、脱酸をせずに封入することでエンキャプシュレーション特有の保存効果(例えば取り扱い時の物理的な補強など)を期待することもできるだろうが、常に忘れてならないのは、封入した内部では対象物の化学的劣化が続いている点である。

従来の酢酸セルロース・ラミネーション方では、脱酸をしていないほとんどの紙、特に 19、20 世紀の紙に害を及ぼすことは、今日までの研究で解っている。ラミネートされた文書が発する劣化生成物はラミネート材料---材料それ自体も単独で劣化する---に影響を及ぼし、全体の劣化を起す。このことは脱酸した文書と、脱酸しなかった文書をラミネートしたものの比較で明らかである。未処理のものはラミネート直後から耐折強さが大幅に落ち始め、短期間のうちに全体を極めてもろくする。一方、効果的に脱酸した場合は、初期の耐折強さを大きく留め、物理的劣化速度は遅くなる。

劣化の進行速度には多くの要素があるが、単純には、紙はラミネート前の劣化度が高ければ高いほど、ラミネート後の劣化速度も高い。同じことは脱酸をせずにポリエステル・フィルムに封入した場合にもいえるが、ひとつ大きな違いがある。ポリエステル・フィルムはラミネート材料と異なり、紙のなかの劣化生成物、あるいは紙に特有な物理的劣化の影響をまったく受けない。さらに、フィルムと紙の間に接着剤が入らないため---ラミネート法は資料とフィルムの全面が接着剤で着けられる---物理的な力はすべてフィルムに吸収されて紙にとどかない。これらは当館がポリエステル・フィルムの特性を酢酸セルロースと薄葉紙とを組み合わせる方法よりも優れていると信ずる理由であり、またポリエステル・フィルム・エンキャプシュレーション法が従来のどの方法よりも有望な選択肢を提供していると考えられる理由である。

資料の劣化速度に対する影響

もうひとつ、よくある質問が「脱酸する、しないにかかわらず、セルロース性物質はエンキャプシュレーションした方がしない場合よりも早く劣化しないのだろうか」というものである。答は単純でなく、データは残念ながら決定的なものがまだない。当館の保存研究・実験室の調査では、初期の耐折強さが高かった紙を封入した後、とり出して加速劣化(90°C+50%、100°C乾熱)させたいくつかの場合、エンキャプシュレーションしなかった紙に比べてわずかに劣化速度が早くなることがわかった。初期の耐折強さが低い紙の場合には、その差は非常に小さく、ある場合(新聞紙)では、エンキャプシュレーションした方が、しなかったものよりも耐折強さの減少率が低かった。だがこの結果はいくぶん誤解を招きかねない。そもそもポリエステル・フィルム・エンキャプシュレーションや酢酸セルロース・ラミネーションの主目的は、すでにもろくなった資料に強度を与えることだからである。

劣化要因の分析において、保護を与えられた資料と与えられなかった資料とを直接比較する際に、もっとも重要な変数となるのは物理的損耗である。いま、あらゆる点で同一の条件にあ

る二つの対象物があるとする。ひとつは封入するかラミネートするかして通常の使用に供し、他はパーマライフ・フォルダーに収めて金庫に入れ、数百年間使わせないでおく。この仮説的に保管された紙をとり出して試験する時一封入やラミネートをしない紙は、保護膜をとり去った使用された紐よりわずかに耐折強さの減少率が低いかもしれない。だが、もしエンキャプシュレーションした紙としない紙が(現状のように)使用に供されたとしたら、しない紙は急速に分解し、ラミネートした紙がそれに続き、エンキャプシュレーションをした紙はもとの状態を保つだろう。

ポリエステル・フィルム・エンキャプシュレーション法の長期保存性に対するもうひとつの見方は、耐折強さゼロの紙を封入し、そのまま合計 60 日間加速劣化させ、12 日ごとに耐折強さを試験した時の当館での研究にうかがえる。試験は 1.5 kg の張力で行われた。60 日間の加熱試験後、フィルムは切れるまでに 3~6 万回の耐折力を示し、なかの紙が切れるまでは 40 回であった。この試験は、同じ耐折力ゼロの紙で、脱酸したものとししないものの違いを見るためにも行われ、その結果は興味あるものだった。60 日間の劣化後、明度の測定値は似たものだったが、耐折強さの保持率は、炭酸メチルマグネシウムで脱酸処理したものより、処理をしない方が大きかった。その示唆するところは、紙がもろくなる時は、脱酸が測定可能な効果をもたらすことはほとんど、あるいはまったくないということである。処理をした標本の耐折強さが小さかった理由は、炭酸マグネシウムの微粒子からくるフィルム内面への摩擦の結果だと考えられている。この現象を少し詳しく述べたのは、永久保存資料は脱酸すべきでないと言うためではなく、エンキャプシュレーション法を使う場合、脱酸が「時間の無駄」となる一定の段階が存在するようだという指摘するためである。もちろんそれは、ラミネーションにはあてはまらない。ラミネーションは、もろい紙を脱酸した時に保存性が高まるのである。

なにに適用するか——選択の重要性

激しい利用が予想されなかったり、非常に貴重な資料で直接手で扱ってはならないもの場合は、構造的に安全ならば物理的な補強を加える習慣は、いかなる種類のものであっても疑問とすべきである。激しい利用に供される場合でも、接着剤をそうした資料に直接塗ってはならない。構造的に安全であるにもかかわらず、稿本や文書がラミネートされているのを多く見かけるはめずらしくなく、また、修復法が事実上ラミネーション法のみというようにただ一種類しかない設備や計画をもった工房も極めて多い。こうしたやり方でなにが危険かといえば、ラミネート用の機械とそのオペレーター作業は、遅かれ早かれ、そのままでも安全な資料までをもラミネート機にゆだねることになる点にある。そしてまずいことには、機械とオペレーターのために仕事を作ることが正当化され、生産の増大が管理者を喜ばせることになる。

たとえば議会図書館においても、ある時期は、少しでももろくなった稿本資料が利用者から要求されると、整理や目録の担当者や利用者の手に渡る前に、お定まりのラミネーション(通常は脱酸せず)に廻された。現在この習慣は、無酸・弱アルカリ性の”パーマライフ”という厚紙で作ったフォルダーや、四辺のひとつだけを融着したポリエステル・フィルム・フォルダのおかげで廃止されている。修復室では現在、そうしたフォルダーを稿本や楽譜部門に年間何千個と供給し、利用者が利用することで弱くなった資料の保護や、一枚ものの資料の整理に使われている。また、貴重なで、しかしそのまま扱うのは不安なほど脆くなっている資料をマイクロフィルム化する時の一時的な保護にもこうしたフォルダー類が使われている。

エンキャプシュレーションの利点と欠点

保存材料として優れた品質を備えているとはいえ、それは決して万能薬ではなく、欠点もある。フィルムには光沢があり、ラミネーションより多少重く、材料費もラミネーションより高い。ただし、封入する文書の準備にかかる時間は短くてすみ、特に修補の量が少なくなるので、経費はラミネーションと同等になっている。さらに封入法は比較的経験の浅い職員でも行える点は、実際上も経済上も利点である。そのうえすぐにも完全な形で取り出せるということは、ポリエステル・フィルム・エンキャプシュレーションが欠点より利点を多くもつことを物語っていよう。

私たちは様々な処理の形態について知るにつけ、長期的観点から見る場合には、現在の技術と新しい方法とを柔軟に考えることが必要であろう。ポリエステル・フィルム・エンキャプシュレーションはいまある保存法に替りうる少なくともひとつの方法として十分確立しており、その活用範囲は一時的保護からさらに耐久的な永久保存にわたりうる。ラミネーションに上まわる最大の利点は、フィルムと対象物の間に接着剤や含浸剤が入らないため、有害な化学反応による物理的・視覚的変化が起らないことである。ラミネーションと比べ、もとの資料がとり出せる点は、おのずと正しい方法であることを明かしていよう。

図書館におけるあらゆる保存技術で私たちが求めるのは、「単純さ」と「もとに戻しやすさ」の理想の実現である。どんな材料が大規模な方法として適切かを決めるには、科学者の研究に支えられた修復家の経験が不可欠である。そうした技術は、蔵書構成と奉仕活動とを評価しうる、保存問題に精通した図書館員との間で成長させなければならない。