

ビュッケブルグ保存法による大量脱酸と保存

Helge Kleifeld/Volker Hingst

1. はじめに

専門家達の間では酸の構築により紙が脆くなり、崩壊してゆくという問題に長い間気づいていました。そして崩壊過程を加速させる原因が科学的に調査され認知されました。ドイツでこの問題に対処すべく技術開発の研究が開始されたのは1980年代で、市販するにふさわしい技術が獲得されたのは90年代でした。

とりわけ文書原本を保存すべき職業的必要性があったのは公文書保管に関する領域で、ドイツでは部分的には法的な要請でもありました。それゆえ国立、州立、地方自治体、また私有レベルであっても、すべての図書館で問われなければならなかったことが、いかにこの問題に取り組み、公文書館における固有の、きわめて重要性の高い文書を本来の形態で保存するためにどうすれば紙の崩壊過程に終止符を打つことができるかということでした。そしてこれは各国で共通の問題でもあるのです。

図書館員や図書館員達は、紙の強度特性が低下してゆくこと、そして脆くなってゆく傾向にあることを特に憂慮しています。最も著しくこの崩壊の影響があるのは書籍と公文書に使用された過去160年間の紙です。1840年頃から紙は従来と異なり木材を基礎とした繊維物質とアラムを添加したロジンの内添サイズ剤とで以前よりも工業的に製造されてきました。図書館、公文書館に保存されている文書のおよそ90%が1840年以降のもので、長期的に見て、ドイツおよび他所でも相当の割合の刊行記録が分解の危機に晒されているとみなすことができます。ある推定では公文書館に保管されている全ての文書の20%、図書館の重要書類の15%が既に著しい分解の影響を受けているということです。

2. 問題の解決策の開発 - “ビュッケブルグ (Buckeburg) 保存法”

1996年ネーシェン社は同社がその後この機械と技術を発展させた、いわゆるビュッケブルグ保存法をローワーザクセン (Lower Saxon) 州より引き継ぐ契約を交わしました。これは1枚ずつの紙の保存処理を水性保存液で行う保存法でビュッケブルグにある州立公文書館で1980年代以降開発されました。

Dr. Helge Kleifeld (Neschen社 上級公文書保管員)、Dr. Volker Hingst (Neschen社 修復士)

文書は水槽内の保存液を通過中に下記処理が行われます。

- (1) インクの滲み留め (定着)
- (2) 紙の脱酸化
- (3) アルカリバッファの付加
- (4) 安定性付加のためのリサイジング (乾燥中にメチルセルロースがHブリッジでセルロース繊維と結びつき紙の強度を増大させます。)

とりわけ処理過程で紙を強化するリサイジングが行われるという要素が「保存」という語の根拠となり、またビュッケブルグ保存法を他のすべての方式から際立たせているのです。リサイジングによって紙を強化することが最も重要、且つビュッケブルグ保存法固有のセールスポイントなのです。

ネーシェン社は単槽方式で下記の液剤を使用します。

インクの滲み留め	Rewin® 及び Mesitol®
脱酸	炭酸水素マグネシウム
強化	メチルセルロース
溶媒	純水

ビュッケブルグ保存法により処理を行った紙の処理後の評価は下記のとおりです：

- (1) pH 値が最小7.5、最大9.1まで上昇¹
- (2) アルカリリザーブの付加は最大2% CaCO₃/kg
- (3) 9割の紙で30%程度紙の強化が見られる

この結果は DIN ISO 9706 (Ph 値：7.5 - 9.0、アルカリバッファ) 準拠のアルカリ性紙製造時に求められる数値に近接した値です。

ビュッケブルグ保存法により処理を行った文書に期待される効果とともに限られた種類のインクのにじみなどの一種の副作用が生じることがあります。しかしこのような副作用は程度の差こそあれ、ドイツの競合するすべての他方式が本来有する共通の属性です。

ドイツでは大量処理では軽微な副作用は許容せざるを得ないという事実がますます

¹ 用紙により pH 値は7から7.5の間になることがあります。

受容されつつあり、世界的にも紙の崩壊により文書すべてを喪失することを避けるためならばこれを受容する度合いがますます高まっています。しかしながら、いかなる副作用によっても公文書上の記録情報の喪失が生じることが無いことは保証されなければなりません。ビュッケブルグ保存法ではいかなる情報の喪失が起こることもありません。

3. ビュッケブルグ保存法に適さない紙

専門家の間での一般的な見解では5.0以下の pH レベルは紙の劣化の主因とみなされているセルロースのその後の分解により紙の長期保存が損なわれる危険にさらされています。この理由から上述の pH 値の範囲にあるすべての文書は脱酸化処理を施すべきとういこととなります。ビュッケブルグ保存法は原理的には木材機械パルプや内添サイズ剤（ロジン - 硫酸アルミニウム）を用いて製造された紙を含むすべての紙に適しています。この紙はセルロースと同様に酸化過程で着色、酸性化した混合物を発達させるヘミセルロースやリグニンを含んでいます。1970年代以降、紙の品質は改善されましたが、酸性の内添サイズ剤によるサイジングはいまだに標準の製造工程です。当保存法はインクの腐食に苛まれている文書にも適しています。インクの腐食は、成分に鉄分を含んだある種のインク（フェロガリック）の酸化加水分解過程により起こります。また、過剰な没食子酸量も紙に悪影響をもたらします。

下記はビュッケブルグ保存法の処理に適さないか、水性脱酸や緩衝の付加を必要としない種類の紙です。

- (1) ぼろ布を主原料とした紙。ほとんどの場合非常に良い状態で保存されていません。
- (2) 1980年代以降に DIN ISO9706 規格に準拠し製造された紙。この紙はすでに経年劣化に耐性があります。
- (3) 極薄の紙（GSM < 40g/m²）は機械脱酸処理工程では水分吸収により重量が増加するため損傷のリスクが高くなります。
- (4) 写真用紙やゼラチン層のある写真の再生物はゼラチン層が損傷し、用紙のしわやべたつきの原因となるため適しません。
- (5) アート紙またはエッチングを施した紙も描線が用紙から剥離する可能性があり情報の喪失の原因となりうるため水性処理に適しません。
- (6) 酸化亜鉛をホワイトコーティングする手法で複製した文書は脱酸タンク内で溶解する可能性があります。
- (7) 感熱紙は脱酸機の乾燥ユニットで黒く変色する可能性があり、その結果表記

が解読困難になる可能性があります。

- (8) 青写真は青から茶へ変色、または脱色する可能性があるため決してアルカリ性薬剤と接触させることはできません。
- (9) 封緘紙で封印をされた文書²は封印または封緘紙が液中で膨張し、印章が不鮮明になり、またカバー紙が剥離する可能性があるため水性保存処理を施すべきではありません。

4. ビュッケブルグ保存法における機械技術

4.1 CoMa4

CoMa4 の給紙部分は A 4 サイズの文書を横に 3 枚まで配置して同時に処理を行うことができる横幅があります。二つの金網状のコンベアーがタンク内で安全に文書の搬送を行います。脱酸タンクは全長約 7メートルで、保存液は他の機械におけるのと同様常時タンク内を循環し、最適な反応が得られる13 に冷却されています。コンベアーの網目は文書全体を完全に脱酸化処理するよう十分な隙間が開いており、毎分 2m の速度で約 3 分半タンク内を通過する間に文書が確実に保存液に浸されるよう、当機には一並びの保存液の噴出口が装備されました。水中処理区間が終了すると文書はコンベアーからブラシ状の装置でクロスコンベアーに移載され、次にブラシ状装置により乾燥エリアへ搬送されます。CoMa4 では水中処理部分の上方に位置した乾燥区間でファンを使って循環させ、適温に保たれた温風で文書の乾燥を行います。文書の処理は開始した給紙部で完了、排出されるので、1人で当機を使用した処理作業を行うことが可能です。



CoMa4

4.2 C900 2

C900 2 は長さ3.6m、高さ1.5m、幅1.4mとコンパクトであるため標準的な広さの作業空間に設置することが可能です。900mm の処理幅は A 4 用紙を同時に 4 列までに並べて処理することができ、大判の用紙や新聞の処理も行うことができます。また、処理を行う文書を機械に装入する部分は作業が楽な1.25mの高さにあります。当機で

² スタンプや印章を押した封緘紙等

は1時間にA4サイズ用の紙でおよそ300枚の処理を行うことができます。

文書は回転するブラシ状装置で脱酸タンク内を搬送され、約3分半溶液中に留まる間に文書の脱酸化、アルカリバッファの構築、そしてメチルセルロースによるリサイジングで紙の構造が強化されます。この水中処理工程で効果的な定着剤がインクの退色、滲みを防ぐ働きをします。この処理の後、乾燥装置の中へ文書を導くブラシ状装置により残っている液剤が除去されます。およそ50



C900 2

での乾燥時間は4分で、装置から出された文書は直ちに利用可能です。このようにC900 2の操作は非常に容易に行うことができます。

この大量保存作業工程内において、さらに小規模の修復、マイクロフィルムおよびデジタル化処理を行うことは、必要なすべての処理を1度の作業の流れの中で実行することができるため、可能且つ有意義です。この結果、大量保存、修復作業、マイクロフィルムおよびデジタル化の一貫した保全作業を、それぞれの作業を個別に行うよりも大幅に費用を抑えて行うことができます。

5. 修復作業

修復作業は手作業による保存と、修復という二つの領域に分割することができます。機械による脱酸化処理を行うことが不可能な文書は手作業による保存処理を施すこととなります。この場合も機械処理で使用するのと同じ保存液が使用されます。

下記は手作業による保存処理を施す文書の例です。

- (1) 深刻な紙繊維の分解が見られ、非常に脆くなっている文書。
- (2) 大きな穴や破れのある紙。機械処理を行うことで、こうした損傷がより悪化する可能性があります。
- (3) シェラックの封印がしてある文書。封印が機械内で損傷する可能性があります。
- (4) 紙片付の電報。紙片が保存溶液中ではがれ、情報喪失につながる可能性があります。

- (5) 水溶性接着剤が付着した文書。
- (6) 結合した2枚以上の用紙から構成される文書で、分離してはならないもの。
- (7) 2枚以上の文書が互いに張り付いていて、分離すべきもの。
- (8) 郵便切手や封緘紙等の貼付物を剥離してはならないもの。
- (9) 非常に薄い文書 (GSM < 40g/m²)

手作業の保存処理を行う際は、まず書類を一枚ずつポリエステル製テキストイルシートに載せ、保存溶液の中に入れます。シートは文書を支持し、紙全体が保存液に均一に浸るよう文書を分離しておくのに役立ちます。機械内での処理と同様、文書は保存液中に約3分半浸け置きます。

もしインクに問題がある場合や、インクが厚い層になり施されているために定着が不十分な時は文書を保存液の中でゆっくりと前後に動かすことで、紙の表面からインクが過剰、また不定着の部分をなくすことができます。これは所謂ハロフォメーション“haloformation”と言われる文書上のインクの不鮮明さを確実に最小限に抑えませんが、目に見える反作用はほとんどありません。

文書は保存液中で順番に重ねて置き、取り出す際に順番どおりになるよう最後に重ねた文書をまとめて上下反対にして置きます。そして溶液中のシートから文書を取り出し傾斜したガラス板に置き、不要な液をゴム製のスキージーを使って文書表面から拭き取ります。さらにシートを使い、文書を吸取紙の上に移動し、2枚の吸取紙の間で一晩かけて乾燥させます。これは機械の乾燥システムを使用した乾燥に比べゆっくりですが、紙への負担は軽くなります。

手作業による修復工程では文書のすべての破れ、隙間の補修、裏面の張り合わせを行い、著しく損傷している文書、または大いにその危険がある文書は両面の張り合わせを行います。どちらの方法かを顧客が適宜要望することができる、異なった二種類の手法が用いられます。はじめに、修復の側面からは最善であるとみなすべき小麦でんぷん糊と厚みが異なる和紙を使用した方法があります。この方法はしかしながら比較的多くの時間を要し、その結果コストも高くなります。

修復のもう一方の手法は非常に容易、迅速かつ低コストで作業を行うことができるフィルムプラストR³を使用する方法です。フィルムプラストRを文書の破れの長さに合うようロールから切り取り、破れている箇所を覆い、アイロンで接着剤を活性化

³ 透明、長繊維、酸を含まない専用の和紙 (8.5g/m²)。中性、熱で活性化する可塑剤を含まないアクリル接着剤でコーティングされています。炭酸マグネシウムで緩衝を作ります。

させ貼り付けます。はみ出したフィルムプラストRの端は直ちに切り取ります。貼り付けたフィルムプラストRの透明度は温度及びかけられた圧力に依存します。

6. 書籍の保存

次に現在開発中の書籍脱酸機による書籍および装丁書類の保存処理について解説したいと思います。

作業はまず、脱酸化処理を行う書籍の背の部分で機械の取り外しができるキャリアに固定することから始まります。そこで書式の背の横幅より約10cm開くよう書籍のページを広げ処理の準備を行います。次に保存液で満たされた円筒形の機械容器内に書籍を固定したキャリアを挿入すると、用紙が



書籍脱酸機（イメージ）

折り重なった部分深くまで確実に保存液が浸透するよう開いたページに向かって緩やかに保存液の流れが向かいます。

必要に応じ、ほこりや遊離した汚れの粒子を予め除去するために、保存処理の前段階で洗浄用のタンクを設置することが可能です。

短時間の反応過程が終了すると、保存液は容器内から排出され、貯蔵タンク内に戻り、書籍は真空と低温熱により乾燥を行います。保存液の再生利用を行うため、高度に密閉された循環過程が用いられます。最後に処理の済んだ書籍とともにキャリアを機械から外し、次の処理のために予め準備された新しいキャリアを挿入します。書籍にはこれ以上の処理は必要なく、直ちに利用することができます。当機はA4と同等のサイズの書籍が処理できるよう設計され、処理ユニットとサービスモジュールに分かれます。これらはおよそ6㎡の空間を占有し、運搬可能なため移動利用にも適合します。

7. おわりに

ビュッケブルグ保存法では一つの保存液槽で文書の水性処理を行い、インクの定着、酸の中和、アルカリバッファの付加、そして文書のリサイジングすべてを1度の処理で実現します。これにより文書内部の分解過程は停止し、図書館、公文書館資料を後世へと長期間永続的に保全することを確実にします。

現在ドイツ国内の2か所のアーカイブセンターで修復作業を含むビュッケブルグ保存法による大量保存処理、そしてそれらとともに一貫した作業の流れの中で行われる

マイクロフィルム化、デジタル化事業を行っていますが、機械技術を発展させ、当方式による処理作業を国外でも行うことが可能になりました。今日までに C900、C900 2 の 2 機種はフランス、オランダ、ドイツ、ポーランド、ハンガリー、ロシアで設置利用されており、さらにベトナムでも当社の脱酸機械 4 台が導入されました。このように所が変わっても公文書館や図書館においてビュッケブルグ方式に基づく処理作業を自らの施設内で行うことが可能です。

将来ネーシェン社では、文書を 1 枚ずつ処理するビュッケブルグ方式の保存処理、書籍脱酸機による保存処理、修復作業、さらにマイクロフィルムおよびデジタル化作業すべての作業を一連の作業工程で行う完全な保存センターを世界に向けて提供したいと考えています。この保存センターでは公文書館、図書館資料に必要なすべての保全作業を一つの作業空間で同時に行うことができますようになります。

記事に関する問い合わせ先

フィルムルックス株式会社 (<http://www.filmolux.co.jp/>)

企画開発部 TEL : 03 3260 8355 / FAX : 03 3260 8445

担当 : 六嘉 (ロッカ)