

永久紙のための製造基準

—アメリカ標準規格の紹介—

関川 雅彦

1. はじめに

書庫の片隅で古い資料を手にした時に、思いのほか傷みが激しいのに驚いた経験を持つ図書館員は、少なくないだろう。しかし多くの場合は、その傷みの原因を深く穿鑿せずに、古い年代のものだから、或いは、過去の文化的遺産を蓄積する図書館の宿命と、諦めてしまいがちではなかったか。

一方、ここ数年、紙の劣化の問題が新聞や雑誌でとりあげられることが多く、その内容も単に紙の劣化による資料の崩壊という現象面をセンセーショナルにとりあげるだけでなく、紙の劣化の原因やその対策といった記事も目につくようになってきた。そして、紙の劣化が、単に時間的な経過や保存状態の良し悪しだけではなく（もちろんそれも関係するが）、紙そのものの構造に原因があることが明確になってくるに連れ、我が国の図書館界でも、紙の劣化の問題に積極的に対処しようという動きが出はじめてきた。国立国会図書館では、1983年から館内に酸性紙対策班を設けて調査や報告を行っているし、図書館大会の分科会の中でも紙の劣化の問題を取り上げて検討が行われている。

紙の劣化による資料の崩壊に対する取り組み方としては、すでに崩壊が進みつつある資料をどのようにして保護していくかという問題と、どのようにして劣化しない紙をつくるかという問題の、2つに大きく分けられるだろう。

そこで本稿では、紙の劣化の原因とその対策を概観するとともに、アメリカ規格協会が発表した、劣化しない紙の基準を紹介する。¹⁾

2. 紙の劣化と脱酸処理

2.1 劣化と紙

資料が傷む原因としては、紙を製造する工程に

すでに内在しているものと、資料の保管条件や取り扱い方によるものとが考えられる。このうち、後者については、現在のように紙の劣化が目される以前から、温度や湿度を一定に保つようになり、直射日光を避けるようにしたり、或いは虫やカビ等の生物による被害を防ぐようにする、といった形で関心が払われてきた。しかし、何故温度や湿度や日光が紙によくはないのか、という原因について分析をすることはなく、快適な環境を維持すれば資料にもよいだろう、という現象面での対応に終始していたところが多分にある。しかし、これらの温度や湿度や日光も、実は紙そのものに内在する劣化因子と深く関わっていることが明らかになってきた。

ひと口に紙といっても、その原料、製造方法、添加物などによって、様々な種類のものがある。そして、そのいずれもが同様に劣化の過程を進むわけではなく、最近話題になっているのは、洋紙それも19世紀後半以降につくられるようになった木材パルプを原料とする近代的製造法による紙についてである。

2.2 劣化の機構

産業革命後、紙を大量に生産する機械が使用されるようになると、従来の紙の原料となっていた綿や麻が不足するようになったため、1800年代の中頃に木材から作られた木材パルプが紙の原料として用いられるようになった。日本で木材パルプを原料として使用する洋紙の生産量が和紙を上まわるのは、比較的遅く1910年代に入ってからである。

木材パルプを作るためには、木材を繊維状に分解する必要があるが、その方法としては大きく分けて、物理的な力を加えて機械的に繊維状にする方法と、薬品を用いて分解させる方法とがある。

機械的に作った木材パルプは、主として新聞や雑誌に使用される紙の原料に用いられる。機械パルプを原料とする紙は、木材の中に含まれているリグニンという物質を多く含んでいるが、このリグニンは、光に対して非常に反応しやすく、紙の繊維を分解し脆くする。

一方、薬品を用いて作る化学パルプは、製造工程でリグニンを溶出させ、セルロースとヘミセルロースからできている。従って、リグニンによる劣化は問題とならず他の劣化原因が問題となる。化学パルプには、紙としての機能を高めるために、いくつかの添加物—填料とかサイズ剤とか助剤—が加えられている。

填料は、紙の白色度を増し油性インクのしみ込みを調節する働きを持ち、化学的に不活性の白土や酸化チタンなどの顔料が用いられる。また、サイズ剤は、液体の浸透速度を低下させにじみ止めのために用いられるが、松脂からとったロジンや石油からとれるワックス、膠などがある。サイズ剤そのものは水をはじく性質を持っているため、パルプ繊維に付着しやすくするために助剤を用いる。この助剤には、硫酸アルミニウム $Al_2(SO_4)_3$ (アラム) を用いることが多い。

填料やサイズ剤は、紙の化学的性質にはほとんど影響を及ぼすことはないが、助剤のアラムは硫酸基を含んでいるため弱酸性であり、紙もごくわずかながら酸性を示すことになる。

紙中のアラムが長い時間をかけて、紙中の水分の濃度が高いところでしだいに解離し水素イオンを発生させる。この水素イオンが紙のセルロースを分解し劣化現象が生じる。

水素イオン濃度は、通常 pH (水素イオン指数) で示され、pH 7 が中性で、それより値が小さいものが酸性、大きいものがアルカリ性である。

アラムの解離は、温度が高く湿度が高いほど活発になるため、紙を保存するためには、温度と湿度を低くして保管することが大切になってくる。

2.3 脱酸処理

以上述べてきたように、紙の劣化の最大の原因は紙の酸性であり、これを中和することによって劣化をくい止め、或いは劣化速度を大幅に低下させることが可能になる。この酸を中和する方法(脱酸処理)については、様々な工夫が考えられてきた。

当初は、炭酸マグネシウムや炭酸カルシウムの水溶液に紙を浸して処理する方法(パロー・メソッド)が考えられた。この方法は、紙を一枚ずつ水溶液に浸し、それを乾燥させてから本に綴じ直す必要があり、非常に多くの労力がかかる。また、インクによっては水溶性のものがあつ、この方法では処理できない。

次に考えられたのがスプレー式脱酸処理法で、これは炭酸マグネシウムや炭酸カルシウムの水溶液を霧状にして書物に吹きつける方法である。スプレー式脱酸処理法は、水溶液に浸す場合よりも簡便に処理できるが、その効果は低い。

これらの方法は、全く脱酸処理をしない場合と比較すると、顕著な効果をもたらすことが実験により証明されている。しかし、大量の資料を処理しようとする場合には、労力と費用がかかりすぎ不向きである。そこで、ガスを用いて大量脱酸処理を行う方法が開発された。

現在、ガスを用いた方法としては、ジエチル亜鉛法とマグネシウム・メトキシド液体ガス法があり、前者の実用化の例としては、アメリカの議会図書館が処理施設を1988年までに完成予定であり、また後者の場合、カナダ国立図書館が1981年から処理設備の運転を開始している。²⁾

3. 永久紙のための製造規準

紙の劣化及び劣化しない紙について多くの業績を残し現在の酸性紙問題研究の基礎を築いたのは、J.W. パローである。パローの業績と意義については他の文献³⁾で詳しく紹介されているのでここでは省略するが、パローは、多くの実験を積み重ねて紙の劣化の原因究明を行い、さらにその結果に基づき劣化しない紙を製造する際の具体的な指針を発表した。

彼は、紙の強度を耐折れ強さと引き裂き強さとして表わし、それに紙の pH を加えて、1960年に「耐久性のある非塗工化学パルプ書籍用紙の仮仕様書」を作成した。この仮仕様書の有効性については、概ね妥当であるという評価が下されたが、必ずしも仮仕様書に基づく紙が製造されたわけではなかった。

その後、1981年になって CLR (Council of Library Resources) の「本の長寿のための製造指針」委員会が、「永く残る本のための仕様」を発

表した。

これらの成果を参考にしながら、「図書館情報学及び出版事業についてのアメリカ標準規格委員会」のS小委員会によって作成された「図書館資料用の紙の永続性についての基準」(アメリカ標準規格Z39.48—1984)が、1984年にアメリカ規格協会によって承認された。

この基準が作成された背景としては、19世紀から20世紀にかけて出版された資料が、紙の劣化のためにその原形をとどめないまでに崩壊しようとしているにもかかわらず、図書館資料に直接適用できるように標準的な規格がなかった、という点にある。従って、この基準の目的は、「非塗工紙の永続性についての基準を設定し、紙の十分な長寿を確保する」ことであり、「通常の図書館での利用と保管のもとで、紙が重大な劣化を起さずに数百年間もつような紙についての試験条件を明記する」ことである。さらに「永久紙の必要条件を確立することによって、永久紙の重要性についての認識を広め、永久紙の使用を促進する」ことであった。そのために、資料の特定の場所に、永久紙を使用している旨を明示し、特別なマークをつけることを推奨している。

また、この基準を使用する際には、次の規格も参考するように指定されている。

ANSI/TAPPI T401 os-74, 紙とボール紙の繊維分析法

ANSI/TAPPI T414 om-82, 紙の引き裂き耐性試験法

ASTM D3290-81, 永久保存記録のためのラグ紙についての仕様書

TAPPI T509 om-83, 紙中の水素イオン濃度(pH)の抽出法—冷水抽出法

TAPPI T511 sm-69, 紙の耐折れ強さ試験法(MIT 試験機)

TAPPI UM531, 塗工紙内の炭酸塩(質に関して)

さらに、この基準は、「非塗工紙」についてのものであり、その定義としては、「紙の繊維にサイズ剤や染料などを添加することはかまわないが、25インチ×38インチの大きさ500枚(一連)につき、片側25ポンド以上表面塗工を施していいな

の」ということになっている。

次に満足すべき必要条件を項目ごとに示す。

(1) 水素イオン指数(pH)

pHについては、TAPPI T509で規定されている冷水抽出法に従って計測し、pHが7.5以上なければならないと指定されている。pH7が中性であるからわずかにアルカリ性ということになる。酸性が紙の劣化に大きな影響を及ぼすことはすでに述べたが、それではアルカリ性にすればよいかという、必ずしもそうはいえない。というのは、アルカリ性ではパルプのセルロースが非常に不安定になるからであり、やはり中性領域にする必要がある。ちなみに、1960年のパロー仕様書では、pHは6.5以下ではないこと、となっており、これは、当時はアルカリ性サイズ剤が少なかったためと思われる。

(2) 耐折れ強さ

1kgの張力で、2つ折れ最低30回以上(TAPPI T511で反復25回)。紙の重量は、一連(500枚)で30ポンドから60ポンド、となっている。パローの仕様書では、張力が0.5kgで300回以下でないこととなっているが、通常製紙業界では1kg張力で計測しており、張力の違いを換算するとほぼ同程度の規準が設定されていると見てよいだろう。

(3) 引き裂き強さ

TAPPI T414に従い、エルメンドルフ試験機を用いて、反復10回、8枚重ねで次の強さをクリアすること。

紙の重量 (一連当りのポンド)	縦方向の最低引き裂き 強さ(グラム)
60	50
50	40
40	32
30	24

この数値は、パローの仕様書とほぼ同じである。

(4) アルカリ性保留物

カルシウム化合物換算で、絶対乾燥重量比で最低2%以上(TAPPI UM531の品質試験、或いはASTM D3290-81の11.4品質試験を参照)。

パローの仕様書で、はアルカリ性保留物についての条件は特に規定されていないが、加熱老化試験でpHが急速に低下しないこと、となっている。

(5) 製紙原料

碎木パルプや漂白しない木のパルプを含まない

こと。(ANSI/TAPPI T401 参照)。

以上の条件を満足した紙を使用した場合には、「この出版物に使用された紙は、情報科学に関するアメリカ標準規格『図書館資料用の紙の永続性についての基準 (ANSI Z39.48-1984)』を満している」という文章を印刷し、次のようなマークを使用するように指定している。



この文章とマークは、標題紙の裏や奥付等の場所に印刷するように指定している。

その他、特に基準として示されていないが、本の寿命に影響を及ぼす要因としては、本を保管する環境が重要であることが指摘されており、さらに製本の際には材料と方法の選択を慎重に行うこと、使用するインクは酸性や高いアルカリ性の成分を含まないこと、についても言及している。

4. ま と め

紙の劣化による資料の崩壊という、ショッキングな事態に直面して、早急にその対策を講じようという動きが出てきている。そして、そのこと自体は歓迎すべきことであり、図書館界全体として取り組まねばならない問題であろう。しかし、その視野の中には、過去の資料の崩壊だけでなく、現在も生産されている酸性紙も含まれていなければならないだろう。なぜなら、過去から受け継いだ文化的遺産である書物を無事に後世へ引き渡すことが我々の義務であると同時に、劣化しないような紙で書物を作り、後世から批難を浴びないようにすることも、我々に課せられた重要な責務のはずだからである。劣化しない紙—中性紙は、少

しづつではあるが、すでに我が国でも生産されている。図書館界として、この中性紙の使用を広く普及させるよう、積極的に取り組むだけでなく、劣化しない紙についての公的な基準を、早急に確立するよう関係機関に働きかける必要があるのではないだろうか。

最後に、本稿を書くにあたって、その機会と「図書館資料用の紙の永続性についての基準」のオリジナルを提供していただいた、図書館情報大学教授・松村多美子先生に深く感謝いたします。

注・参考文献

- 1) 本稿を書くために、いくつかの文献を参考にさせていただいたが、とりわけ次の文献からは多くの知識と教示を受けた。
白田誠人：紙の寿命，図書館の窓，22 (6)：57-59，1983。
紙の劣化と図書館資料の保存—シンポジウムの記録。図書館研究シリーズ，(24)：129-232，1984。
- 2) 議会図書館とカナダ国立図書館の脱酸処理計画については、次の文献が詳しい。
高橋和雄：米国議会図書館およびカナダ国立図書館における大量脱酸設備について。国立国会図書館月報，(298)：2-10，1985。
- 3) 安江明夫：「永く残る本」に向けて—ウィリアム J. パローの研究開発 (前) (後)。科学技術文献サーブिस，(65)：1-9，(66)：6-15，30，1983。
この文献も非常に参考にさせていただいたが、特にパローの仮仕様書についてはこの文献に負うところが大きい。

<60.10.22 受理 せきかわ・まさひこ

東京大学附属図書館>