



## ◎紙は、とける？ とけない？

### ○ 紙が「とける」って？

水場や水気の多い場所で紙を使っていると紙が水を吸って、しだいに紙の繊維が散らばり、紙が溶けることがよくあります。

**この現象の解説** 紙は繊維と繊維が重なり合うように絡み合っていて、さらに絡み合う繊維と繊維を結びつける接着剤の役割を果たすわずかな水（結合水といわれ、この水による結びつきを水素結合といわれています）の存在が、少々引っ張っても破れない紙の強度を作っています。絡み合う繊維と繊維のすき間に水や湿気が入り込めると、結合水の働きが解消され、繊維同士を結びつける力が弱くなり、紙の繊維が簡単に解（ほぐ）されます。この解れ現象で紙が溶けるように見えます。

そのため、経験上紙は水に弱く、一般に紙が溶けると表現されています。しかし、溶けるとは、ある物質が液体に溶解して均一に混合した液体になる現象です。特殊な紙を除いて紙の繊維は基本的に溶けないため、紙が溶けると言うのは正確な表現ではなく、現象としては水に解ける（散らばる、分散する）との表現が的確な表現となります。

### ○ 解（と）ける紙、解けにくい紙

**解ける紙** トイレtpーパーがあります。繊維同士の絡み合いが水素結合だけで結びついているため、水に濡れるとすぐに解けます。トイレtpーパーは用便の後始末で水に流しますから、排水管や浄化槽を詰まらせないようにするためです。

**解けにくい紙** 一般的な紙です。紙には重要な情報を記録したり、大切な物を包んだりする役目があります。そのような紙が水に濡れたり、湿気を吸って簡単に解けては、紙の役目が十分に果たされません。一般的な紙には水素結合だけでなく、湿潤紙力増強剤などが加えられ、濡れたときも繊維同士の絡み合いの力を強くする工夫が施されています。ティッシュペーパーは鼻をかんだり、水を拭き取ったりする場面で使われますので、水が着いても解けにくい紙になっています。

**溶ける紙** カルボキシメチルセルロースなどの水に溶ける特殊な繊維を原料にした紙です。水につけるとたちまち溶けます。秘密のメモ用紙に使われたり、灯籠流しの提灯に使われたりします。

### ○ 紙の解けを測る

トイレtpーパー	ティッシュペーパー
解ける	解けない
回転数上昇	回転数低いまま

紙投入から回転数が540rpmに戻るまでの時間を計測

ほぐれやすさのJIS規定

回転数540rpmに戻るまでの時間

100秒以内

※写真には撮影用に染色した水を使用しています。

JIS「トイレtpーパー」規格の「ほぐれやすさ」試験の様子

トイレットペーパーのJIS規格には、紙の解け具合を検査する「ほぐれやすさ」試験（写真：試験の様子）があります。トイレットペーパーは解れるのに対して、ティッシュペーパーは全く解れない様子がわかります。

数十年前まで日本ではちり紙がティッシュペーパーやトイレットペーパーとして使われていました（現在の生産は激減）。そのため、解けないティッシュペーパーをトイレに流してしまうケースがあったようです。ティッシュペーパーなど解けない紙はトイレには絶対に流さないようにしましょう。

また水に解ける紙であっても、紙が厚かったり、大量であったりすると、流す水と紙の量のバランスが悪くなり、簡単に解けないことがありますので、トイレに流すときは注意が必要です。

## ◎試験方法の紹介

### ○透気度試験について

紙には顕微鏡を通してしか見えない細かい孔があり、その孔は表から裏にかけ部分的につながり複雑に貫いています。そのため紙の表から裏に、裏から表に空気や液体が透過します。この紙の特徴は、例えば各種フィルターとして、電池やキャパシターのセパレータとして、様々な機能製品の材料として用いられます。この特徴を他の製品と比較したり、より特徴付けするためには、性能を評価する必要があります。最近では特殊な孔を持つシート需要が増え、透気に関する依頼試験や技術相談も年々増加しています。

そこで、空気の透過の程度の指標である透気度の試験方法について紹介します。

### ・ガーレー法による紙の透気度試験

ガーレー法による紙の透気度は、JIS規格（JIS P8117：2009「紙及び板紙－透気度及び透気抵抗度試験方法(中間領域)－ガーレー法」）に規定されています。

ガーレー試験機には、A形とB形があり、いずれも一部に油が満たされ外筒と、上部が開放（A形）又は密閉されている（B形）外筒中を自由に上下動する内筒で構成されています。JISではB形が望ましいとされ、紙業部にはB形が設置されています。



ガーレー透気度試験機（B形）

試験の原理は、外筒の油に浮かぶ内筒の自重によって空気を圧縮し、この空気が試験片（紙）を透過します。内筒は徐々に降下しますので、一定体積（100ml）の空気が透過するのに要する時間（透気抵抗度（ガーレー））を測定します。その値から次の計算によってISO透気度を算出します。

$$\text{ISO 透気度 } P = 135.3 / t$$

P：ISO 透気度 [ $\mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$ ]

t：空気100mlが通過する時間の平均値（s、秒）

試験の適用範囲

ISO透気度：0.1～100  $\mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$

透気抵抗度：1.4～1,300 s

**紙業部では、ガーレー法による紙の透気度試験を行います。お気軽にお問い合わせください。**

JIS規格（JIS L 1096やL 1913など）にはガーレー法による織物や不織布などの通気性試験方法が規定されています。紙のガーレー法による透気度試験と同じ原理ですが、紙の規格とは違い、試料を透過する空気の体積（300ml）が異なります。また織物や不織布などの通気性試験には、ガーレー法の他にフラジール形法、KES法があります。ガーレー法とは測定原理が異なり、フラジール形法では試験片を通過する空気量（ $\text{cm}^3/\text{cm}^2\cdot\text{s}$ ）を、KES法では所定流量の空気を試験片に流した時の圧力損失（大気圧との差圧）から通気抵抗（ $\text{kPa}\cdot\text{s}/\text{m}$ ）を算出する方法です。