

4.7. 古紙配合品調査手法の解説

本「古紙配合品調査手法の解説」は、古紙配合品における古紙パルプの有無及びその配合率を評価する手法について述べたものである。詳細は以下の解説に述べられているが、これらの手法は古紙パルプを用いている全ての製品に対して適用できるものではなく、定量的な評価を保証するものではない。ここで挙げられた手法を適用する場合には、これらのことに留意して実施することが望ましい。

また本解説は、調査実施者の使いやすさを考慮し、日本工業規格（JIS 規格）で用いられる書式を準用した。しかしながら、本解説は信頼性を確保しようとする調査者の参考に供することのみを目的としており、規格化を意図して作成されたものではない。

今後本調査をもとに更なる研究が展開されることが望まれる。⁶¹

⁶¹当該分野に関わる研究例は現時点では知見が十分でなく、「信頼性確保ガイドライン」に記述されている検証方法（評価結果、評価基準など）は、現時点での知見を基に作成されており、環境省及び請負事業者（下請事業者を含む）は、「信頼性確保ガイドライン」に従って行われた分析の結果及び解釈について責任を持たない。

古紙配合品調査手法

古紙配合品調査手法

| | | |
|-------|--------------------------------|----|
| 1 | 概要 | 1 |
| 2 | 適用範囲 | 1 |
| 3 | 蛍光染料付着繊維の存在割合の測定 | 1 |
| 3.1 | 測定の原理 | 1 |
| 3.2 | 装置及び器具 | 1 |
| 3.3 | 試験片及び離解 | 2 |
| 3.3.1 | 試験片 | 2 |
| 3.3.2 | 試験片の離解 | 2 |
| 3.4 | スライドの調製 | 2 |
| 3.5 | 繊維種の判別 | 3 |
| 3.6 | 定量操作 | 3 |
| 4 | 機械パルプの存在割合の測定（主要繊維の構成比の測定） | 3 |
| 4.1 | 測定の原理 | 3 |
| 4.2 | 装置及び器具 | 3 |
| 4.3 | 試験片及び離解 | 4 |
| 4.3.1 | 試験片 | 4 |
| 4.3.2 | 試験片の離解 | 4 |
| 4.4 | 染色液 | 4 |
| 4.5 | 染色及びスライドの調製 | 4 |
| 4.6 | 繊維種の判別 | 5 |
| 4.7 | 定量操作 | 5 |
| 5 | 製品に表示されている古紙パルプ配合率の評価 | 6 |
| 5.1 | 蛍光染料付着繊維の存在割合を指標とする評価 | 6 |
| 5.2 | 機械パルプの存在割合を指標とする評価基準 | 6 |
| 5.3 | 製品に記載されている古紙パルプ配合率の評価手順 | 7 |
| 附属書 A | 顕微鏡による繊維観察例 | 9 |
| 附属書 B | 計数本数の検討 | 12 |
| 附属書 C | 精度管理試験結果 | 14 |
| 附属書 D | 蛍光染料付着繊維の存在割合を指標とする評価についての基本設計 | 15 |
| 附属書 E | 機械パルプの存在割合を指標とする評価についての基本設計 | 17 |

1 概要

古紙配合品調査手法は、古紙パルプに由来すると考えられる繊維を計数し、その存在割合を把握することで、再生紙等の紙製品中における古紙パルプ配合の有無及びその配合率を評価するものである。

一つ目の指標は、「蛍光染料付着繊維の存在割合」である。紙の製造時に添加されたり塗工されたりしてパルプ繊維中に付着した蛍光染料は、脱インク処理などの古紙処理においても容易に脱離しないことが知られている。したがって、紙製品中の蛍光染料付着繊維の存在割合を調査することで、古紙パルプ配合の有無及び配合率を評価することが可能になる。

二つ目の指標は、「機械パルプの存在割合」である。日本では、印刷用紙、情報用紙及び衛生用紙に用いられるバージンパルプとしては化学パルプ（クラフトパルプ）が大部分を占める。一方、古紙、とりわけ流通量の多い新聞ちらし古紙は機械パルプを多く含んでおり、これを主原料として作られた再生紙においてはバージンパルプを主原料とする紙製品と比べて機械パルプの割合が高くなる。したがって、紙種ごとの古紙原料に関する基本的な統計情報と合わせて、紙製品中の主要繊維の構成比を調査することで、古紙パルプ配合の有無を推定することが可能になる。

上記2指標からなる古紙配合品調査手法は、蛍光染料付着繊維の存在割合についてはKawanobe and Okayamaの論文¹⁾を、機械パルプの存在割合についてはJIS P 8120²⁾を基に構築したものである。

- [1] Kawanobe, S. and Okayama, T., Estimating wastepaper pulp content in recycled paper by visual observation using a fluorescence microscope, SEN'I GAKKAISHI 2010, 66(2), 43-50.
- [2] JIS P 8120「紙、板紙及びパルプ—繊維組成試験方法」

2 適用範囲

蛍光染料付着繊維の存在割合を指標として用いた評価は、**情報用紙**、**印刷用紙**及び**衛生用紙**に適用する。機械パルプの存在割合を指標として用いた評価は、**情報用紙**及び**印刷用紙**に適用する（衛生用紙は、一般的に化学パルプ主体の上質系古紙が用いられるため、機械パルプの存在割合を指標とすることができない。）。ただし、塗工紙については、適用範囲外とする。なお、いずれの評価も古紙パルプ配合率についての記載が60%以上の用紙を適用対象とする。

3 蛍光染料付着繊維の存在割合の測定

3.1 測定の原理

古紙パルプの指標である蛍光染料付着繊維の測定は蛍光顕微鏡を用いた方法で実施する。紙繊維中に残留する蛍光染料は、365 nmの励起光を照射した条件下において、蛍光を発する。試料を代表する少量の繊維を分散させたスライドについて、蛍光顕微鏡を用いて蛍光を発する繊維を判別する。

定量分析 スライドを規則的に走査しながら、視野上の蛍光を発する繊維及び発しない繊維を計数し、蛍光染料付着繊維の存在割合（本数百分率）を求める。

3.2 装置及び器具

装置及び器具は、次による。

- a) **蛍光顕微鏡** 可動ステージを備えたものを用いる。励起波長 365 nm を含む励起フィルタでの落射蛍光観察が行えるものを用いる。繊維の判別及び繊維数の測定には、100倍率程度のものが望ましい。
- b) **分散機（ホモジナイザー）** 10000 rpm 程度まで回転数が設定できるホモジナイザー又はこれと同等の機能を備えた分散機を用いる。
- c) **温熱板又は乾燥機** 50～60℃に保持できるもの。

- d) 滴下管 0.2～0.3 mL程度滴下できるもので、先端を細めていないもの又は先端を切ったピペット、チップ等内径の太い器具。
- e) スライド 26×76 mm のものが望ましい。
- f) 解剖針
- g) 共栓付き試験管 50 mL の目盛りが付いたもの。
- h) 加算计数器 計数した繊維数の記録に用いる。

3.3 試験片及び離解

3.3.1 試験片

- a) 試料全体を代表するように試料の様々な位置から引き裂いた小片を、総量で約 0.25 g 採取し、試験片とする。
- b) 紙の性状に応じて、試料の代表性が担保できるよう試験片の採取方法に工夫をする。

3.3.2 試験片の離解

- a) 試験片 0.25 g 及び精製水 30 mL をホモジナイザーのカップに入れる。
- b) ホモジナイザーを用いて繊維を離解させる。この際、ホモジナイザーの刃による繊維の切断を抑えるため、刃の先端を丸めるか、テフロンテープ等で巻くなどの処理を施しておく。粒状の固まりが残っている場合には、さらに離解時間を長くする。参考として、離解が不十分な繊維懸濁液及び離解が十分な繊維懸濁液の写真を図 1 に示す。また、情報用紙、印刷用紙及び衛生用紙について良好な離解が認められたホモジナイザーの条件例を表 1 に示す。
- c) その他特殊な加工処理を施した紙については、JIS P8120 を参考に、試験片の前処理方法を工夫する。

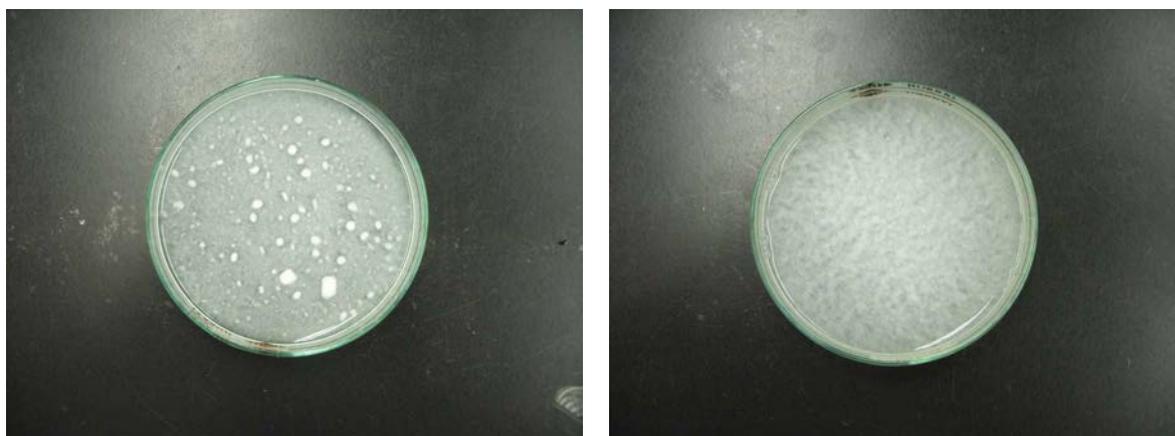


図 1 離解が不十分な繊維懸濁液（左）と離解が十分な繊維懸濁液（右）の写真

表 1 各試験用紙について良好な離解が確認されたホモジナイザー条件例

| 用紙種類 | 回転数 | 時間 |
|-----------------|------|------|
| 情報用紙 | 5000 | 15 分 |
| 印刷用紙 | 5000 | 15 分 |
| 衛生用紙（ティッシュペーパー） | 5000 | 10 分 |
| 衛生用紙（トイレトペーパー） | 3000 | 10 分 |

3.4 スライドの調製

- a) 離解処理後の繊維懸濁液約 3 mL (1/10 量) を、先端を切ったピペット、チップ等内径の太い器具を用いて、

50 mL 容の共栓付き試験管に入れる。そこに精製水を加えて約 50 mL とする。

- b) 滴下管を用いて清浄なスライド上に a) の懸濁液を約 0.2~0.3 mL 滴下し、解剖針を用いて均一に分散させる。
- c) 温熱板又は乾燥機を用いて、スライドを乾燥した後、室温で冷却する。

3.5 繊維種の判別

蛍光顕微鏡を用いて、365 nm の励起光を照射した条件下において 100 倍程度の倍率で観察し、蛍光（波長 500~550 nm）の有無により蛍光染料付着繊維を判別する。観察例については**付属書 A** に示す。

3.6 定量操作

可動ステージ上でスライドを動かし、水平方向又は垂直方向に 1 ラインずつ規則的にゆっくりとスライドを移動させ、繊維が存在する視野を走査する。加算計数器を用いて視野上の蛍光を発する繊維数と発しない繊維数を計数する。目視で 400 μm 以上の繊維を計数対象とし、少なくとも 2 枚のスライドについて、繊維の総数が 600 本以上になるまで計数する。蛍光染料付着繊維の存在割合は次の式によって本数百分率で表す。

$$x_i = \frac{100 \cdot n_i}{n}$$

x_i : 蛍光染料付着繊維の存在割合 (% : 本数百分率)

n_i : 蛍光染料付着繊維の本数

n : 計数した総繊維本数

4 機械パルプの存在割合の測定（主要繊維の構成比の測定）

4.1 測定の原理

古紙パルプの指標である機械パルプの測定は、染色一顕微鏡観察法による。紙製品の主要な構成繊維である機械パルプ、広葉樹晒クラフトパルプ、針葉樹晒クラフトパルプに対して異なる呈色を示す染色液（C 染色液）を用いて、試料を代表する少量の繊維を分散させたスライドを染色する。顕微鏡観察下、繊維の染色性及び形態的特長に基づいて上述の代表的な繊維組成を判別する。

定量分析 スライドを規則的に走査しながら、走査線上の繊維を種別ごとに計数し、重み係数によって質量百分率に換算する。

4.2 装置及び器具

装置及び器具は、次による。

- a) **顕微鏡** 可動ステージ及びセンターマーク（十字線又は中央点）付き接眼鏡を備えたものを用いる。照明用光源として、昼光ランプ又は昼光フィルタ付きランプを用いる。繊維の判別及び繊維数の測定には、100 倍程度の倍率で観察できるものが望ましい。
- b) **分散機（ホモジナイザー）** 10000 rpm 程度まで回転数が設定できるホモジナイザー又はこれと同等の機能を備えた分散機を用いる。
- c) **温熱板又は乾燥機** 50~60°C に保持できるもの。
- d) **滴下管** 0.2~0.3 mL 程度滴下できるもので、先端を細めていないもの又は先端を切ったピペット、チップ等内径の太い器具。
- e) **スライド** 26×76 mm のものが望ましい。
- f) **カバーガラス** 24×50 mm のものが望ましい。
- g) **解剖針**

h) 共栓付き試験管 50 mL の目盛りが付いたもの。

i) 加算計数器 計数した繊維数の記録に用いる。

4.3 試験片及び離解

4.3.1 試験片

a) 試料全体を代表するように試料の様々な位置から引き裂いた小片を、総量で約 0.25 g 採取し、試験片とする。

b) 紙の性状に応じて、試料の代表性が担保できるよう試験片の採取方法に工夫をする。

4.3.2 試験片の離解

a) 試験片 0.25 g 及び精製水 30 mL をホモジナイザーのカップに入れる。

b) ホモジナイザーを用いて繊維を離解させる。この際、ホモジナイザーの刃による繊維の切断を抑えるため、刃の先端を丸めるか、テフロンテープ等で巻くなどの処理を施しておく。試料片の粒状の固まりが残っている場合には、さらに離解時間を長くする。

c) その他特殊な加工処理を施した紙については、**JIS P 8120** を参考に、試験片の前処理方法を工夫する。特に、着色紙については、60～70℃程度の熱水を用いて離解処理を行うことで、染色性が良くなることがある。

4.4 染色液

本調査手法においては、機械パルプ、広葉樹晒クラフトパルプ、針葉樹晒クラフトパルプの分類を目的とするため、染色液として C 染色液を用いる。C 染色液の調製は次による。

a) 塩化アルミニウム溶液 (20℃で比重 1.16) 塩化アルミニウム (III) 六水和物約 40 g を、水 100 mL に溶かす⁽¹⁾。

b) 塩化カルシウム溶液 (20℃で比重 1.37) 塩化カルシウム約 100 g を、水 150 mL に溶かす⁽¹⁾。

c) 塩化亜鉛溶液 (20℃で比重 1.82) 塩化亜鉛約 100 g を温水約 50 mL に加え、不溶分が残るまで飽和させる。室温まで冷却し、塩化亜鉛の結晶が析出するのを確認する⁽¹⁾。

d) よう素溶液 よう化カリウム 0.90 g とよう素 0.65 g を混合する。ピペットを用いて水 50 mL をかくはんしながら滴下する⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾。

e) C 染色液 a) で調製した液 20 mL, b) で調製した液 10 mL 及び c) で調製した液 10 mL をピペットで取り出し、メスシリンダに入れて混合する。これに d) で調製した液 12.5 mL を加えて混合し、暗所に保存する⁽³⁾。

12～24 時間後に沈殿ができたならば、その清澄部を褐色瓶に入れ、よう素 1 片を加えて暗所に保存する。

備考 新しい液を用いる前に、機械パルプを含む見本によって確認試験をする。**4.6 表 2** に示した色と一致しない場合、少量のよう素を加えて再び試験をする。それでも、色が満足でないときは、新しい混合液を調製する。

注⁽¹⁾ 溶液は、褐色瓶に保存する。

注⁽²⁾ よう化カリウムがよう素に対する溶媒となるので、滴下する水の量は、よう素の溶解に必要な最少量であることが重要である。水の滴下が早すぎると、よう素が溶けずに残ることがあるが、その場合は、溶液を捨てる。

注⁽³⁾ 2～3 か月ごとに新しい溶液を準備する。

4.5 染色及びスライドの調製

a) 離解処理後の繊維懸濁液約 3 mL (1/10 量) を、先端を切ったピペット、チップ等内径の太い器具を用いて、50 mL 容の共栓付き試験管に入れる。そこに精製水を加えて約 50 mL とする

b) 滴下管を用いて清浄なスライド上に a) の懸濁液を約 0.2～0.3 mL 滴下し、解剖針を用いて均一に分散させ

る。

- c) 温熱板又は乾燥機を用いて、スライドを乾燥した後、室温で冷却する。
- d) c)のスライド上の試料に、2～3滴のC染色液を滴下する。
- e) 気泡が入らないようにカバーガラスを載せる。1～2分間放置した後、余剰の染色液を吸取紙で除く。

4.6 繊維種の判別

染色した繊維のスライドを顕微鏡下で100倍程度の倍率で観察し、表2に示す繊維の染色性及び形態的特徴によって繊維組成を判別する。本調査手法では、再生紙中の主要繊維である機械パルプ、広葉樹晒クラフトパルプ、針葉樹晒クラフトパルプを計数対象とする。C染色-光学顕微鏡による観察例については**付属書A**に示す。

表2 C染色液の呈色表

| パルプ繊維の種別 | | 呈色 | | | | | |
|------------------------|--------|-------------------|--|---------------|---------------|----------|---------|
| 針葉樹パルプ | KP | 未ざらし | 黄と茶色の陰影色 | ← 針葉樹晒クラフトパルプ | | | |
| | | さらし | 明るい青みの灰色又は灰色 | | | | |
| | | 溶解 | 茶色みの紫 | | | | |
| | SP | 未ざらし | 黄の陰影色 蒸解が進むにつれて、 →明るい灰オリーブ色→灰ピンク | | ← 広葉樹晒クラフトパルプ | | |
| | | さらし | 明るい茶系色 | | | | |
| | | 溶解 | 明るい茶系色又は紫 | | | | |
| | SCP | | 鮮やかな黄 | | | | |
| | 広葉樹パルプ | KP | 未ざらし | | | 青みの緑～暗い青 | ← 機械パルプ |
| | | | さらし | | | 強い青 | |
| 溶解 | | | 青紫 | | | | |
| SP | | 未ざらし | 黄みの灰色系 蒸解が進むにつれて、 →明るい灰紫→明るい灰オリーブ色 | | | | |
| | | さらし | 明るい青又は青みの灰色 | | | | |
| | | 溶解 | 明るい茶系色 | | | | |
| SCP | | 未ざらし | 緑系（さまざまな陰影色） | | | | |
| | | さらし | 強い青 | | | | |
| MP | | | 鮮やかな黄 | | | | |
| わら, エスパルト CP | 未ざらし | 緑みの青（多くの色相） | | | | | |
| | さらし | 灰青, すみれ青, 強い青 | | | | | |
| ぼろ（木綿, リネン, 大麻, ラミーなど） | | ワインレッド又は茶赤色 | | | | | |
| マニラ麻 | | 黄みの灰色, 薄い青及び灰紫 | | | | | |
| 竹, バガス | | くすんだ青～薄い紫 | | | | | |
| がん皮, みつまた | | 明るいオリーブ色～明るい青みの灰色 | | | | | |
| こうぞ, 桑 | | 薄い赤みの茶色 | | | | | |

機械パルプ…MP, クラフトパルプ…KP

(JIS P 8120 より引用)

4.7 定量操作

可動ステージ上でスライドを動かし、接眼鏡のセンターマークがカバーガラスの一端から3～5mmになるようにする。水平方向又は垂直方向に1ラインずつ規則的にゆっくりとスライドを移動させながら、繊維が存在する全視野を観察し、形態的特徴及び染色性を考慮しながら繊維組成を判別する。加算計数器を用いて、接眼鏡のセンターマークを通過する繊維の数を種別ごとに計数する。計数ルールは**JIS P 8120**に準じ、倍率100倍で2枚以上のスライドで繊維の総数が600以上になるまで計数する（目視で400µm以上の繊維を計数対象とする。）。なお、機械パルプ、広葉樹晒クラフトパルプ及び針葉樹晒クラフトパルプの重み係数は**JIS P 8120**

に準じ、1.7、0.45 及び 0.9 をそれぞれ用いる。判別した各種別繊維の割合を、次の式によって質量百分率で表す。

$$x_i = \frac{100 \cdot f_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^k f_i \cdot n_i}$$

x_i : 各種別繊維の質量百分率 (%)

f_i : 各種別繊維の重み係数

n_i : 各種別繊維の総数

k : 種別数

5 製品に表示されている古紙パルプ配合率の評価

5.1 蛍光染料付着繊維の存在割合を指標とする評価

蛍光染料付着繊維の存在割合を指標とする古紙配合についての評価は、情報用紙、印刷用紙及び衛生用紙について行う。

製品に記載されている古紙パルプ配合率 (%) に対して、蛍光染料付着繊維の存在割合 (%) が著しく低いものを「原料情報の確認が必要」と評価する。なお、評価基準値についての詳細は**付属書 D** に記す。

また、再生紙の原料として蛍光染料付着繊維の割合が低い古紙が高配合率で用いられた場合には、古紙パルプ配合率が適正に表示されている製品であっても蛍光染料付着繊維の割合は低い値を示す。このため、この評価をもって、ただちに「古紙パルプ配合率が不適正に表示されている」とは言えないことに注意する必要がある。この場合は、原料等について、メーカーに詳細を確認する必要がある。

原料情報の確認が必要と評価するケース

$$\frac{\text{蛍光染料付着繊維の存在割合 (\%)}}{\text{製品に記載されている古紙パルプ配合率 (\%)}} < \text{評価基準値}$$

5.2 機械パルプの存在割合を指標とする評価基準

機械パルプの存在割合を指標とする古紙配合についての評価は、情報用紙及び印刷用紙について行う。

評価対象製品の機械パルプの存在割合 (%) が、古紙パルプ配合率 0% 製品群における機械パルプの存在割合と比べて差異がないものを「原料情報の確認が必要」と評価する。なお、評価基準値についての詳細は**付属書 E** に記す。

また、再生紙の原料として機械パルプの存在割合が低い上質系の古紙が用いられた場合には、古紙パルプ配合率が適正に表示されている製品であっても機械パルプの存在割合は低い値を示す。このため、この評価をもって、ただちに「古紙パルプ配合率が不適正に表示されている」とは言えないことに注意する必要がある。この場合は、原料等について、メーカーに詳細を確認する必要がある。

原料情報の確認が必要と評価するケース

$$\text{機械パルプの存在割合 (\%)} < \text{評価基準値}$$

5.3 製品に記載されている古紙パルプ配合率の評価手順

製品に記載されている古紙パルプ配合率の評価手順を、印刷用紙及び情報用紙については図2に、衛生用紙については図3に示す。

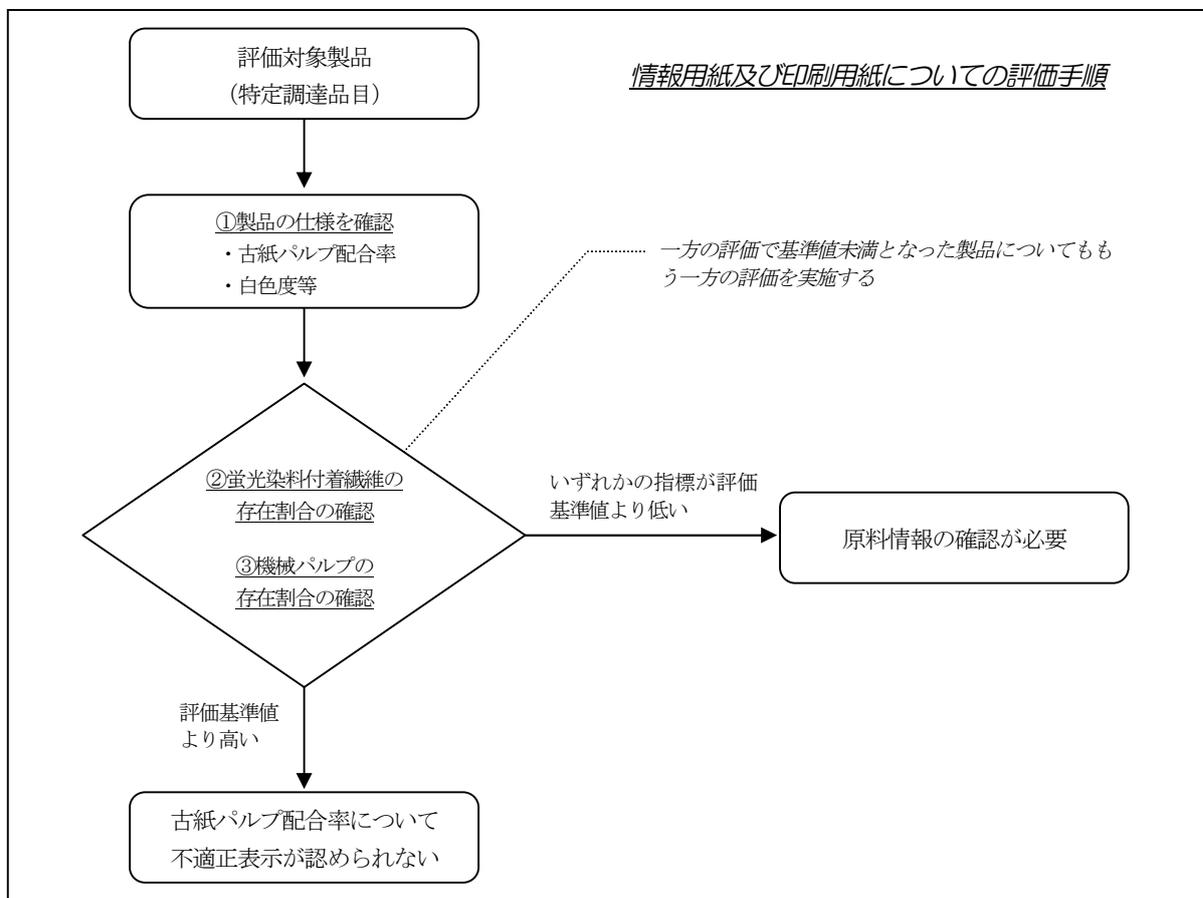


図2 情報用紙及び印刷用紙についての古紙パルプ配合率表示の評価手順

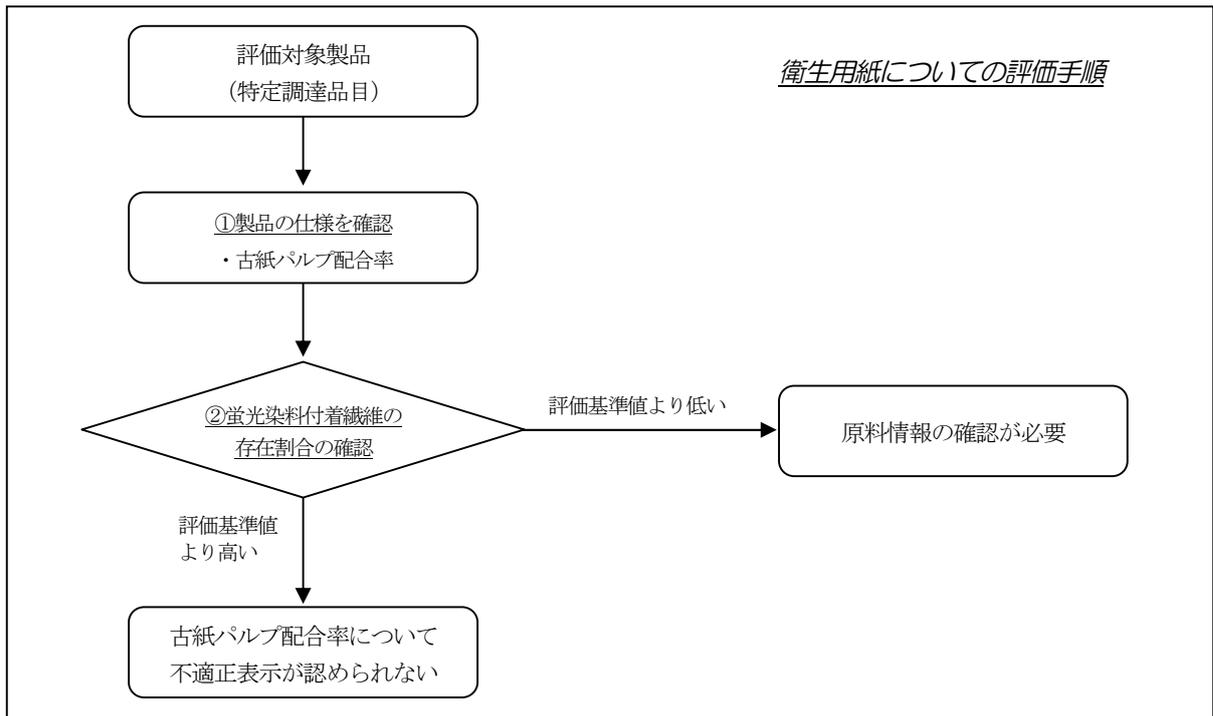


図3 衛生用紙についての古紙パルプ配合率表示の評価手順

附属書 A 顕微鏡による繊維観察例

本付属書では、代表的な紙製品についての蛍光顕微鏡法及びC染色-光学顕微鏡法における観察例を示す。

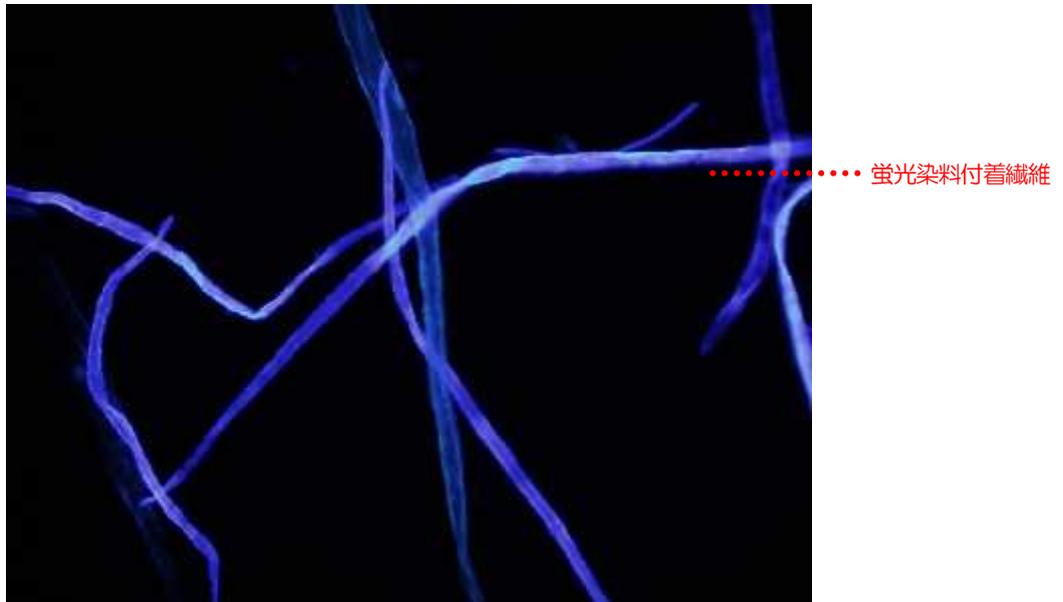


図 A.1 蛍光顕微鏡法による再生コピー用紙の観察例（記載されている古紙パルプ配合率：70%以上）

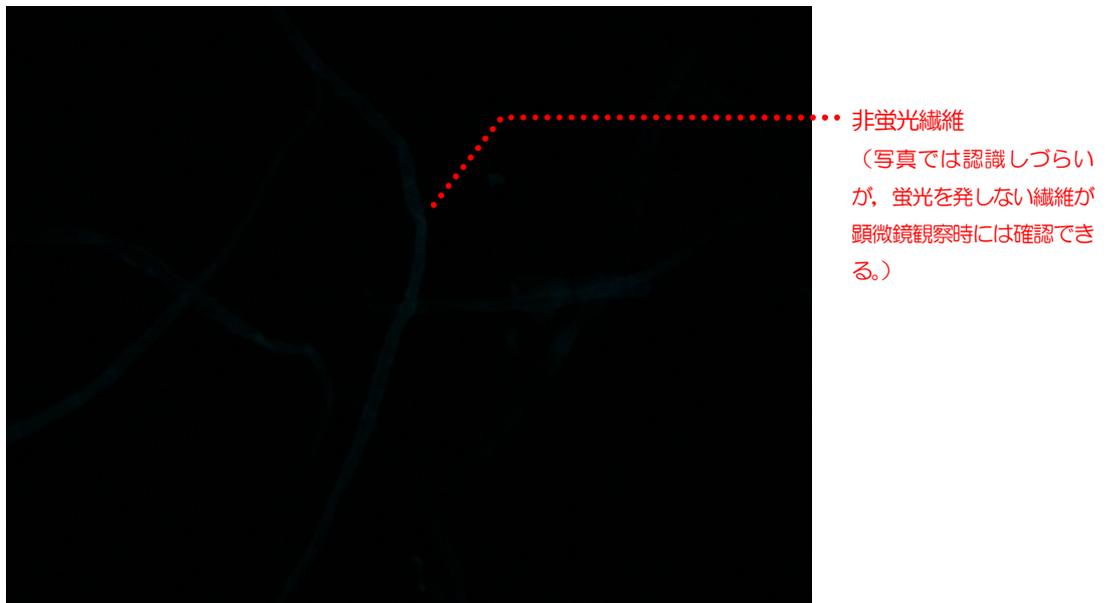


図 A.2 蛍光顕微鏡法によるバージンパルプ 100%のコピー用紙の観察例

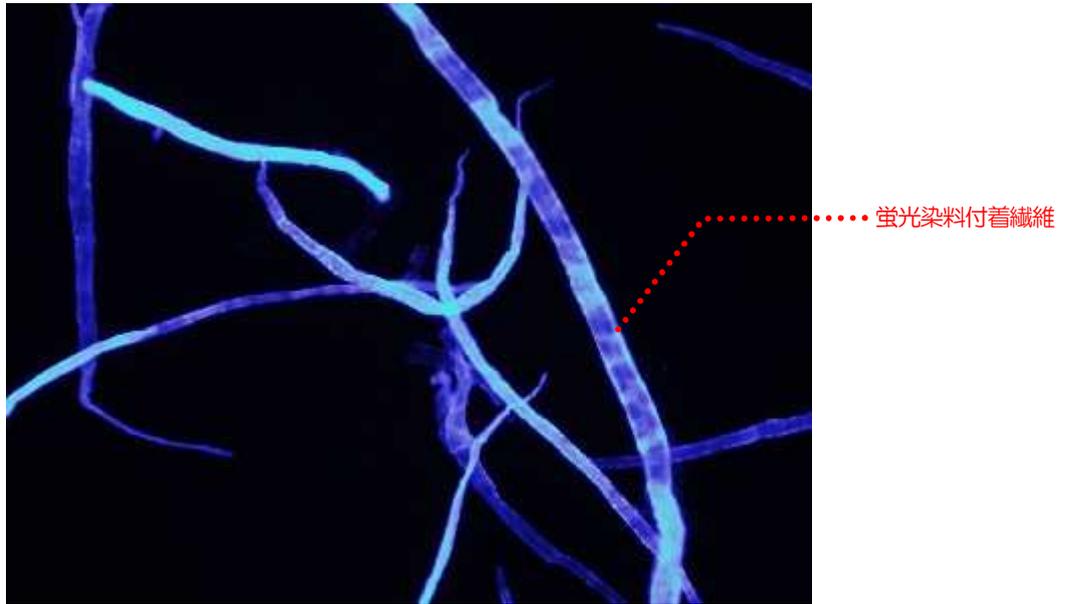
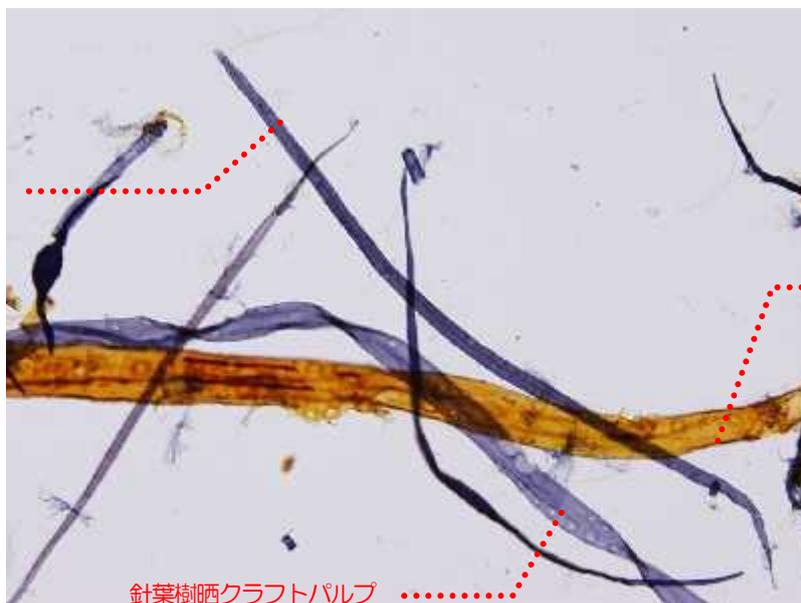


図 A.3 蛍光顕微鏡法による再生トイレットペーパーの観察例（記載されている古紙パルプ配合率：100%）



図 A.4 蛍光顕微鏡法によるバージンパルプ 100%のトイレットペーパーの観察例

広葉樹晒クラフト
パルプ



機械パルプ

針葉樹晒クラフトパルプ

図 A.5 C 染色-光学顕微鏡法による再生コピー用紙の観察例（記載されている古紙パルプ配合率：70%以上）

広葉樹晒クラフト
パルプ

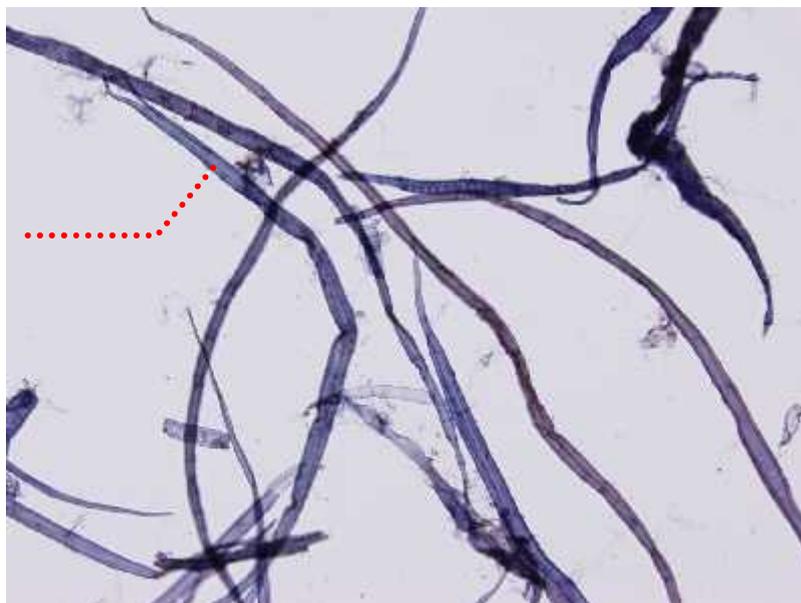


図 A.6 C 染色-光学顕微鏡法によるバージンパルプ 100%のコピー用紙の観察例

附属書 B 計数本数の検討

古紙配合品調査手法においては、蛍光染料付着繊維の本数を蛍光顕微鏡観察にて、そして、機械パルプ、広葉樹晒クラフトパルプ、針葉樹晒クラフトパルプの本数を C 染色—光学顕微鏡観察にて計数し、二つの指標である「蛍光染料付着繊維の存在割合」及び「機械パルプの存在割合」を把握する。本計数操作において何本程度の繊維を計数することで良好な繰り返し精度が得られるのかについての検証試験を実施した。

評価は、計数本数を 100 本、300 本、600 本、1200 本と変化させたときの指標値（各繊維の存在割合、%）の繰り返し精度（標準偏差）を比較することにより行った。試験用紙としては、蛍光顕微鏡観察用には 30% 蛍光繊維含有再生紙モデル試料を、C 染色—光学顕微鏡観察用には再生コピー用紙（古紙パルプ配合率 70% 以上と記載）を用いた。両計測における計数本数と指標値の繰り返し精度の検証結果を図 B.1 及び図 B.2 に示す。

本結果より、計数本数が 600 本以上の条件において指標値の繰り返し精度が 5% 未満と良好な値を示すことが確認された。したがって、古紙配合品調査手法での両顕微鏡観察においては 600 本の繊維を計数することとした。

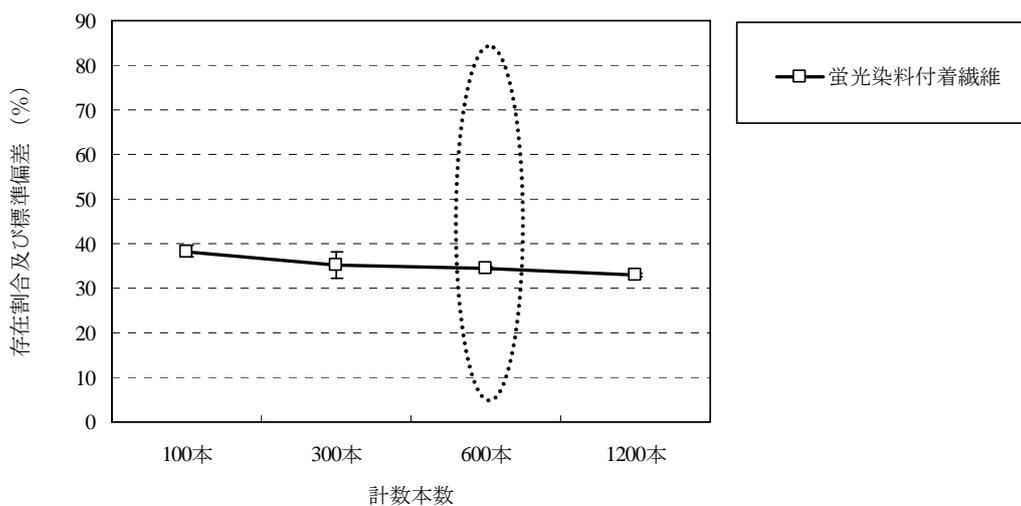


図 B.1 蛍光顕微鏡観察における計数本数と繰り返し精度 (試験用紙: 30% 蛍光繊維含有 再生紙モデル試料)

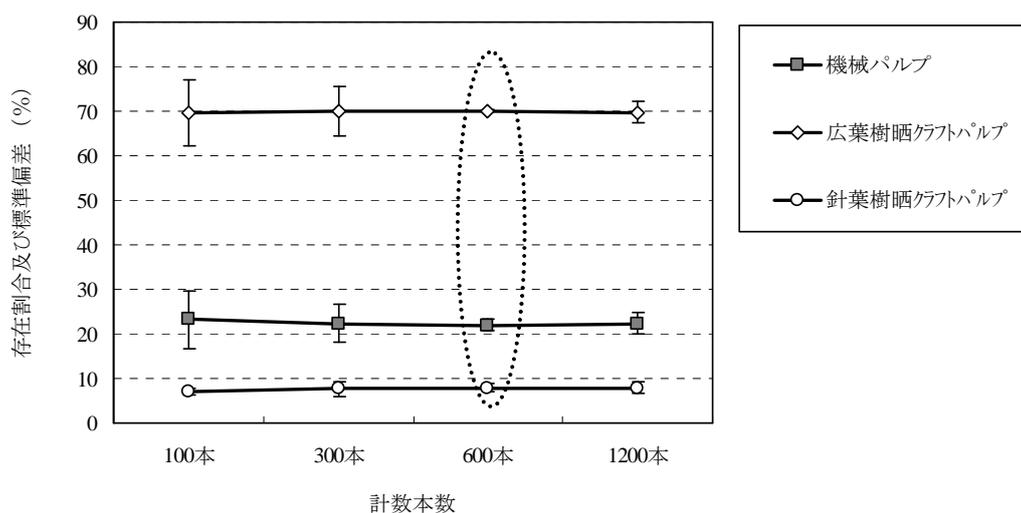


図 B.2 C 染色—光学顕微鏡観察における計数本数と繰り返し精度
(試験用紙: 再生コピー用紙, 古紙パルプ配合率 70%以上と記載)

附属書 C 精度管理試験結果

古紙配合品調査手法により得られる2つの指標の計測値についての室内再現性及び室間再現性を評価した。試験は、3試験所にて実施した。試験用紙としては、蛍光顕微鏡観察用には30%蛍光繊維含有再生紙モデル試料を、C染色—光学顕微鏡観察用には再生コピー用紙（古紙パルプ配合率70%以上と記載）を用い、古紙配合品調査手法に従い計数ならびに指標値の算出を行った。両計測における室内再現性及び室間再現性の結果を表C.1及び表C.2に示す。

本結果より、いずれの計測においても室内再現性、室間再現性ともに標準偏差5%未満と良好な値を示すこと、すなわち本調査手法の汎用性が確認された。

表 C.1 蛍光顕微鏡観察による定量結果の室内再現性及び室間再現性

| | | 平均値 ± 標準偏差 (%) | |
|-------------------|-------|----------------|------------|
| | | 蛍光繊維 | 非蛍光繊維 |
| 各試験所における 室内再現性 | 試験所 A | 33.5 ± 0.8 | 66.6 ± 0.8 |
| | 試験所 B | 28.9 ± 1.8 | 71.2 ± 1.8 |
| | 試験所 C | 27.7 ± 0.7 | 72.4 ± 0.7 |
| 3 試験所における室間再現性 | | 30.4 ± 3.0 | 69.7 ± 2.0 |

試験用紙：30%蛍光繊維含有再生紙モデル試料

試験回数：n=3

表 C.2 C染色—光学顕微鏡観察による定量結果の室内再現性及び室間再現性

| | | 平均値 ± 標準偏差 (%) | | |
|-------------------|-------|----------------|--------------------------|--------------------------|
| | | 機械パルプ | 広葉樹晒クワトパ [®] ルプ | 針葉樹晒クワトパ [®] ルプ |
| 各試験所における 室内再現性 | 試験所 A | 22.0 ± 1.3 | 70.2 ± 0.3 | 8.0 ± 1.1 |
| | 試験所 B | 22.8 ± 3.8 | 70.7 ± 3.7 | 6.6 ± 0.1 |
| | 試験所 C | 20.5 ± 0.3 | 70.8 ± 1.0 | 8.9 ± 0.7 |
| 3 試験所における室間再現性 | | 20.2 ± 1.0 | 72.2 ± 2.0 | 7.8 ± 1.0 |

試験用紙：再生コピー用紙（古紙配合率70%以上と記載あり）

試験回数：n=3

附属書 D 蛍光染料付着繊維の存在割合を指標とする評価についての基本設計

本附属書では、蛍光染料付着繊維の存在割合を指標とする再生紙の評価についての基本設計を記す。

バージンパルプは本調査手法において蛍光を発しない、あるいは発しても弱いレベルにあるが、古紙パルプは蛍光を発するものが多い。したがって、再生紙中の古紙パルプ配合率が高くなるにつれて蛍光染料付着繊維の存在割合は高い値を示すと推測される。ただし、蛍光染料は再生紙の製造段階においても添加されることがあるため、古紙パルプ配合率が低い製品でも蛍光染料付着繊維の割合は高くなることもあり得る。

よって、一般的な再生紙では「蛍光染料付着繊維の存在割合／記載の古紙パルプ配合率」の比は1近傍あるいはそれより大きな値を示すと考えられ、1より大きく下回る値を示す可能性は低いと推測される。

一方、記載されている古紙パルプ配合率に対して実際には著しく低い割合の古紙しか配合されていない製品では「蛍光染料付着繊維の存在割合／記載の古紙パルプ配合率」の値は、1より小さい側に大きく乖離すると推測される。

このような考えから、本調査手法では「蛍光染料付着繊維の存在割合／記載の古紙パルプ配合率」の値が1よりも著しく低いものを「原料情報の確認が必要」と評価することとした。

ここで、実際の古紙配合率が明らかな 18 製品を対象に蛍光染料付着繊維の存在割合を測定したところ、**図 D.1** のような分布を示し、「蛍光染料付着繊維の存在割合／記載の古紙パルプ配合率」の比は 0.87-1.35 の値をとることが確認された。このような、古紙原料、古紙配合率が明らかな製品についての蛍光染料付着繊維の存在割合の値を参考とし、適切と考えられる評価基準値を設定することになる。

仮に、評価基準値を 0.6 とした場合を図示すると、**図 D.2** の斜線領域にプロットされるものが「原料情報の確認が必要」と評価されることになる。この場合、不適正表示製品 11 製品はすべて検出可能であった。

ただし、再生紙の原料として蛍光染料付着繊維の割合が低い古紙が高配合率で用いられた場合には、古紙パルプ配合率が適正に表示されている製品であっても蛍光染料付着繊維の割合は低い値を示す。このため、この評価をもって、ただちに「古紙パルプ配合率が不適正に表示されている」とは言えないことに注意する必要がある。この場合は、原料等について、メーカーに詳細を確認する必要がある。

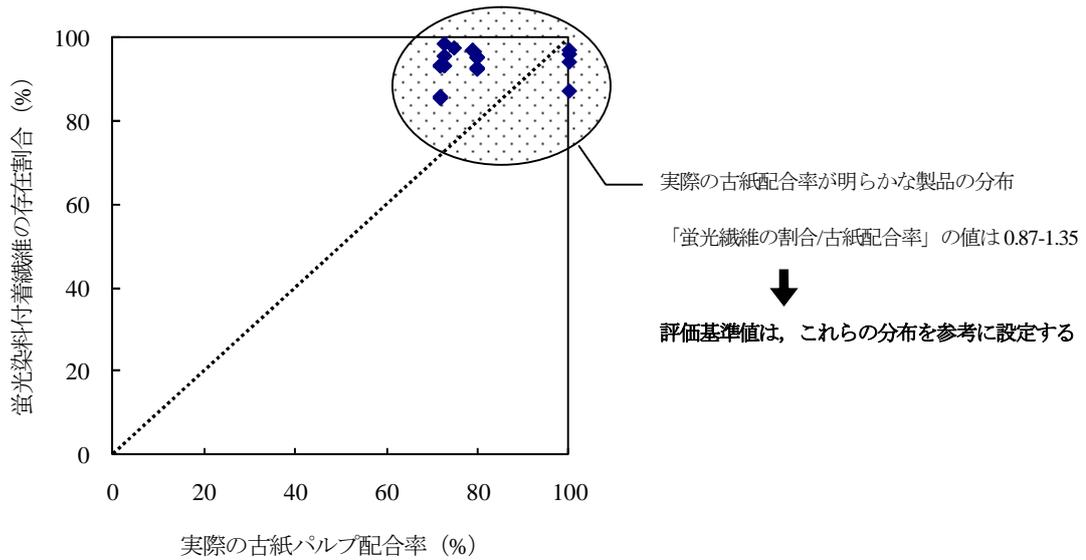


図 D.1 古紙配合率が明らかな製品についての蛍光染料付着繊維の存在割合の値の分布⁶²

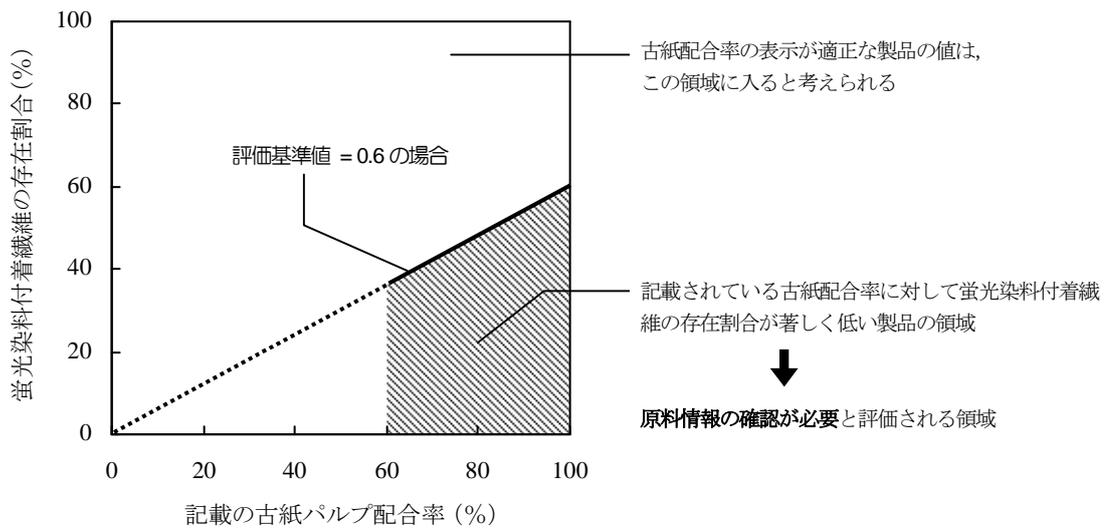


図 D.2 蛍光染料付着繊維の存在割合からの古紙パルプ配合率表示の評価方法概念図⁶²
(評価対象：古紙パルプ配合率表示が60%以上の製品)

⁶² 国内メーカーの代表的製品を測定

附属書 E 機械パルプの存在割合を指標とする評価についての基本設計

本付属書では、機械パルプの存在割合を指標とする再生紙の評価についての基本設計を記す。

日本では、印刷・情報用紙及び衛生用紙用のバージンパルプとしては化学パルプが主に用いられている。古紙については、衛生用紙では、化学パルプが主体の上質系古紙が主に用いられているが、印刷・情報用紙用では、機械パルプを多く含む新聞古紙（ちらしを含む）が多量に用いられている。

したがって、印刷・情報用紙の中でも古紙パルプ配合率の高い製品では、古紙パルプ配合率0%の製品と比較して機械パルプの存在割合が高い値を示すと推測される。

このような考えから、本調査手法では、評価対象試料と古紙パルプ配合率0%の製品群における機械パルプの存在割合との間に十分な差異が認められないものを「原料情報の確認が必要」と評価することとした。

ここで、実際の古紙配合率が明らかな18製品を対象に機械パルプの存在割合を測定したところ、**図 E.1**のような分布を示し、機械パルプの存在割合は、5.5-24.0%の値をとることが確認された。このような、古紙原料、古紙配合率が明らかな製品についての機械パルプの存在割合の値と、古紙パルプ配合率0%製品群における機械パルプの存在割合とを参考とし、適切と考えられる評価基準値を設定することになる。

仮に、評価基準値を2.0%とした場合を図示すると、**図 E.2**の斜線領域にプロットされるものが「原料情報の確認が必要」と評価されることになる。この場合、不適正表示製品11製品中7製品が検出可能であった。

ただし、再生紙の原料として機械パルプの存在割合が低い上質系の古紙が高配合率で用いられた場合には、古紙パルプ配合率が適正に表示されている製品であっても機械パルプの存在割合は低い値を示す。このため、この評価をもって、ただちに「古紙パルプ配合率が不適正に表示されている」とは言えないことに注意する必要がある。この場合は、原料等について、メーカーに詳細を確認する必要がある。

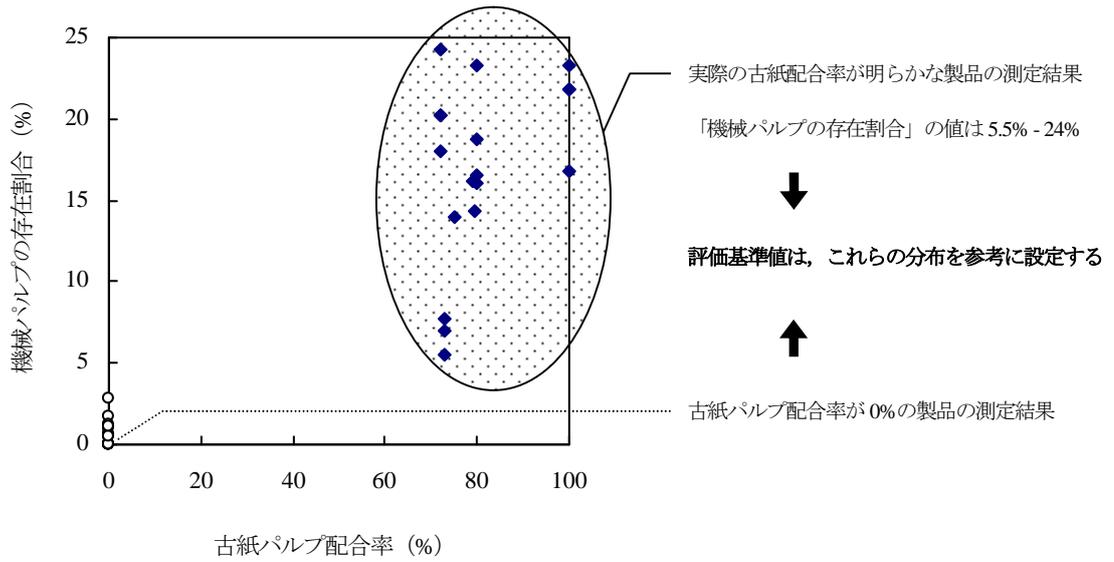


図 E.1 古紙配合率が明らかな製品についての機械パルプの存在割合の値の分布⁶³

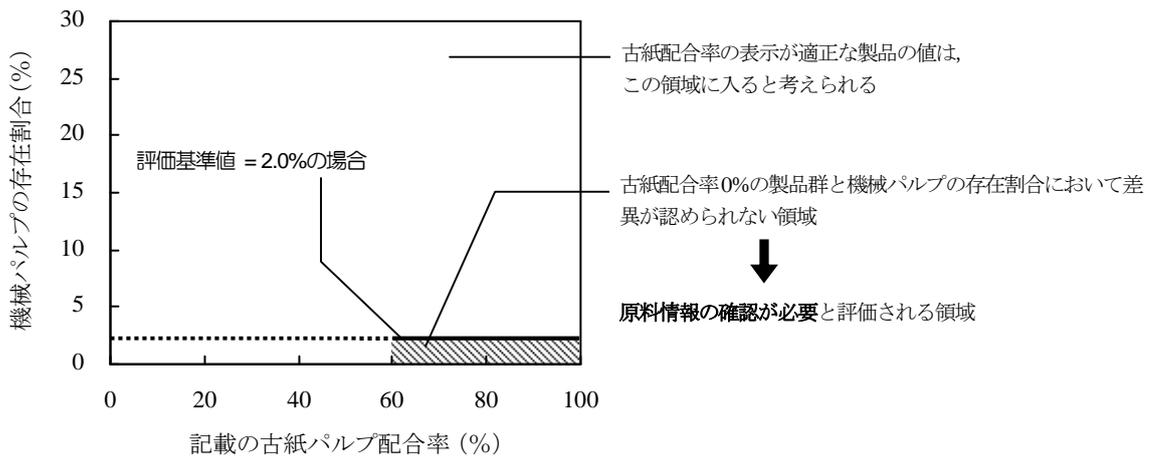


図 E.2 機械パルプの存在割合からの古紙パルプ配合率表示の評価方法概念図⁶³
(評価対象：古紙パルプ配合率表示が60%以上の製品)

⁶³ 国内メーカーの代表的製品を測定