

身近な植物で紙を作る新手法

小川 誠¹

[Makoto Ogawa¹ : A new method of making paper from familiar plants]

キーワード：紙漉き，パルプ作り，和紙，漂白剤

日本の手漉き和紙技術が国連教育科学文化機関（ユネスコ）によって無形文化遺産に登録されたために，紙漉きに注目が集まっている．著者はパイナップルやナシなど身近な植物を元に紙を簡単かつ安全に作る手法を開発し（小川，2012），徳島県立博物館の普及事業や展示事業で実践したので報告する．なお，紙漉きという用語は，狭義には紙の原料であるパルプを，水の中で漉いて紙を作成する過程を示しており，新しく開発した部分はその材料であるパルプ作りの過程が主であるので，以下では紙作りという表現を用いる．

1. 開発の経緯

1990 年台後半くらいに，ケナフという植物を元に紙作りをすることが，この植物が二酸化炭素をよく吸収するという点で環境に良いとされ，環境教育として広まった．その中でケナフを土手や路傍に植えて利用する活動

も行われたので，その植物が逃げ出して生態系に影響を及ぼすことが心配された（上赤，2001）．著者も，パルプの元になる植物を植えて森林伐採を少なくするという考えは理解できるものの，外来植物については逸出の可能性を考慮しながら慎重に栽培するべきであるという考えだった．ある時雑談の中で，倉敷市立自然史博物館の狩山俊悟学芸員にその件を話したところ，イネのような身近な植物でも紙ができることを教えていただいた．身の回りの植物を使った様々な体験の中で身近な自然を知ってもらうことが博物館教育の中で重要であると著者は考えていたので，2000 年度に，徳島県立博物館の普及行事の中に「みどりの工作隊」というシリーズを新設し，「身近な植物を使った紙作り」という体験講座を行うことにした．

当時は，従来行われた紙作りと同様に，博物館の裏山で採取した草木を細かく切り，重曹や水酸化ナトリウムで煮て，繊維をバラバラにしてパルプを作成した．しか

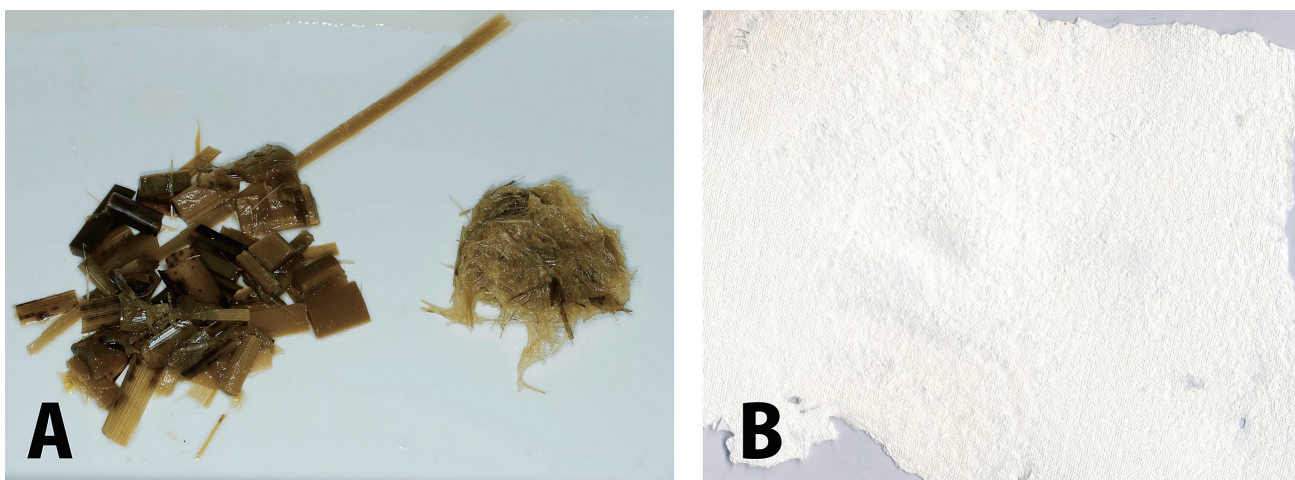


図1 新手法開発のきっかけとなったタケの紙．A：重曹水に3年以上浸けたタケ（左）とそれをミキサーで細かくしたもの（右）．B：漂白剤で処理して漉いた紙．

2015 年 12 月 10 日 受付，12 月 25 日 受理．

¹ 徳島県立博物館，〒770-8070 徳島市八万町文化の森総合公園．Tokushima Prefectural Museum, Bunka-no-Mori Park, Tokushima 770-8070, Japan.

し、二酸化炭素を吸収することが環境に良いとされたにもかかわらず、ガスで加熱して繊維を取るために二酸化炭素を出すことは矛盾であると気がついた。また、水酸化ナトリウムなどの強アルカリを用いるとその扱いが難しく、加熱による火傷などの危険もあったので、家庭や学校での活用は難しかった。

ある年の行事の後に竹が残ったので、細かく砕き重曹を溶かした水に漬けて、ステンレス容器に入れて3年以上放置した(図1A)。それを水洗いしたところ、柔らかくなっており、ミキサーでかき混ぜて細かく砕き漂白剤処理を行ったところ、紙を作ることができた(図1B)。これをきっかけにして、非加熱で繊維を取る方法を試したところ、新しい手法を完成することができた。

2. 新しい紙作りの方法

従来の手法との違いを表1にまとめた。大きな違いは、

薬剤として次亜塩素酸ナトリウムや水酸化ナトリウムを含む塩素系漂白剤(以下漂白剤)を使うこと、加熱せず常温で長時間処理することである。

一般に植物から繊維を取るのには、繊維の主成分であるセルロースをバラバラにして取り出すことである。そして、セルロースは接着剤の役目をするリグニンでくっついているため、そのリグニンを取り除くことが重要である。リグニンはアルカリ性溶液に溶けやすく、熱や力を加えることによってより取り除きやすくなる。従来行われている方法では、アルカリ性水溶液(水酸化ナトリウムや重曹、灰汁)で加熱し、たたいて繊維をバラバラにしている。新しい手法では、漂白剤(アルカリ性)に長時間つけ込んでリグニンを溶かし、さらにミキサーでバラバラにしている。

新しい手法について簡単に説明する(図2)。材料を剪定鋏などで細かく切り、ミキサーにかけることができるものはさらに細かく砕く。ミキサーが使えない場合は、

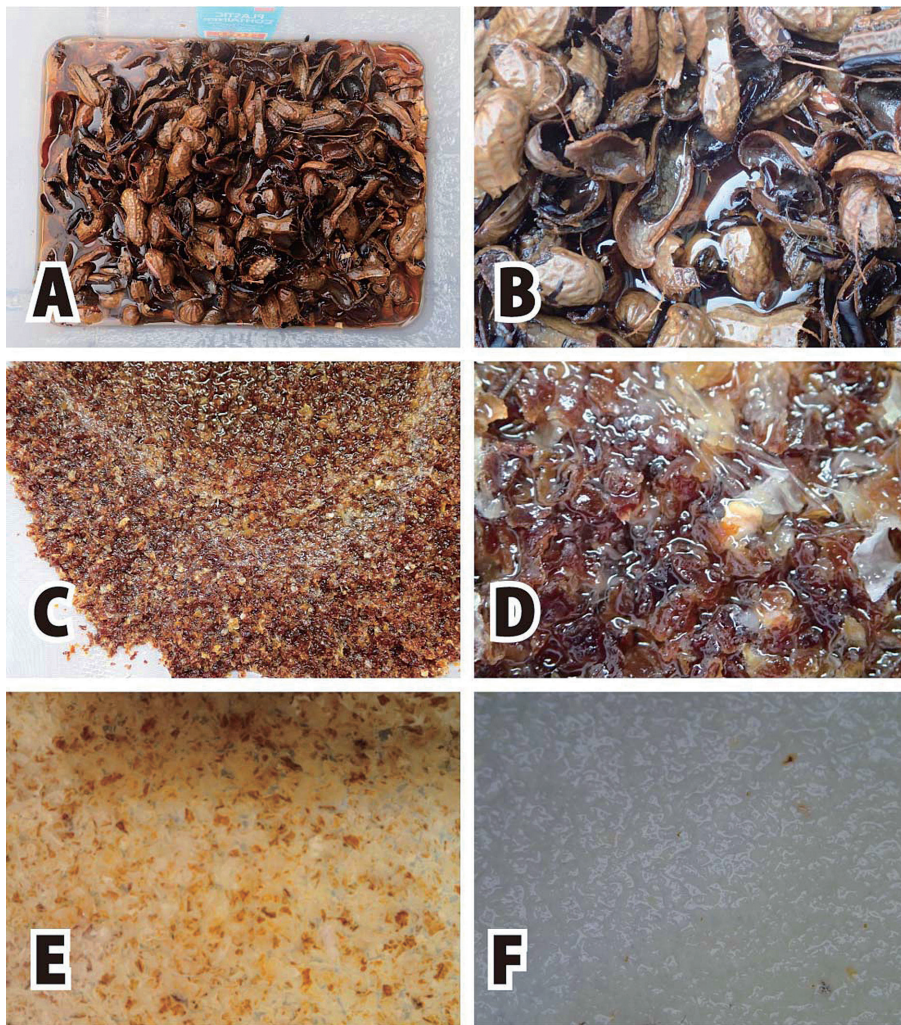


図2 新しい手法による落花生の殻を用いた紙作り。重曹水に浸けた落花生の殻(A)とその拡大(B)。さらにミキサーで細かく砕いた殻(C)とその拡大(D)。1週間漂白剤につけこんだもの(F)、さらに1週間漂白剤に漬け込み完成したパルプ(G)。

表1 紙作りの方法の比較

	従来の紙作り	新しい紙作り
材料の下準備	木の枝の芯の部分は固くて短時間では処理できないので、皮をむいて使う。	何回かにわけて繊維を取ることができるので、固い部分があっても繊維にすることができる。枝を芯の部分ごと小さく切って使うので皮をむく必要なし。
使用する薬剤	水酸化ナトリウム、重曹、草木の灰を水に溶かしたものの上澄み液などのアルカリ性溶液を用いる。特に、水酸化ナトリウムは「劇物」に指定されるほどの強アルカリ性の薬品なので、入手や取り扱い、廃棄が難しい。	漂白剤、重曹、草木の灰を水に溶かしたものの上澄み液などのアルカリ性溶液を用いる。漂白剤は家庭用の薬品として普通に使われるものなので、入手が簡単で、取り扱いもそれほど難しくない。
加熱の有無	材料をアルカリ性溶液に入れて煮るために、加熱が必要。火傷や沸騰による薬品の飛散など、作業には注意が必要。また、ガスで加熱する場合は、二酸化炭素が大量に発生する。	加熱は不要で、植物をアルカリ液に入れてペランダなどの日当たりと風通しの良い場所に放置するだけ。加熱する代わりに太陽の光で温度が高くなることを利用する。加熱がない分、二酸化炭素が発生しないので環境にもやさしい。
処理時間	1～数時間で繊維がとれるので短時間で処理が可能。材料の質が均一でない場合（たとえば枝の皮と芯を含む場合）、加熱を止めるタイミングが難しい。	繊維がとれるまで数日～数ヶ月かかる。実際の作業は短時間になるので、好きな時に作業でき、材料の質が均一でない場合でも、処理が簡単にできる。

布にくるんで、木槌やプラスチックハンマーなどでたたき、細かく砕く。水洗いして、タッパーに入れて、重曹の飽和水溶液（以下重曹水）に浸ける。2～3日したら水洗し、再び重曹水に浸ける。2～3日したら水洗して、漂白剤に浸ける。この時漂白剤は1/3から1/4に薄めたものを用いる。2～7日後、水洗する。ミキサーで細かくして水洗し、さらに漂白剤に浸ける。漂白剤はだんだん薄めものを使用する。漂白剤の再利用はしない。繊維が白くなり完全にバラバラになったら、1時間以上水洗し、紙漉き枠で紙を漉き、乾燥させる。

一般向けに公開している紙作りの方法を掲載した資料を図3～6に示す。最初に重曹で処理を行っているが、酸性の材料の場合、漂白剤とまぜると有毒ガスが発生する恐れがあるからで、弱アルカリ性の重曹による中和を行った方が安全である。柑橘類の果実のように材料の酸性が強い場合には、安全性を考慮してこの方法では行わないのが望ましい。

作業上注意する点としては、次のようなことがあげられる。タッパーの置き場は風通しと日当たりの良い場所にする。また、処理中にガスが発生する可能性があるため、密閉容器（ペットボトルなど）は用いない。タッパーは水が入らない程度に隙間をあけて蓋を閉める。漂白剤を使う際は、ゴム手袋やゴーグルを装着する。

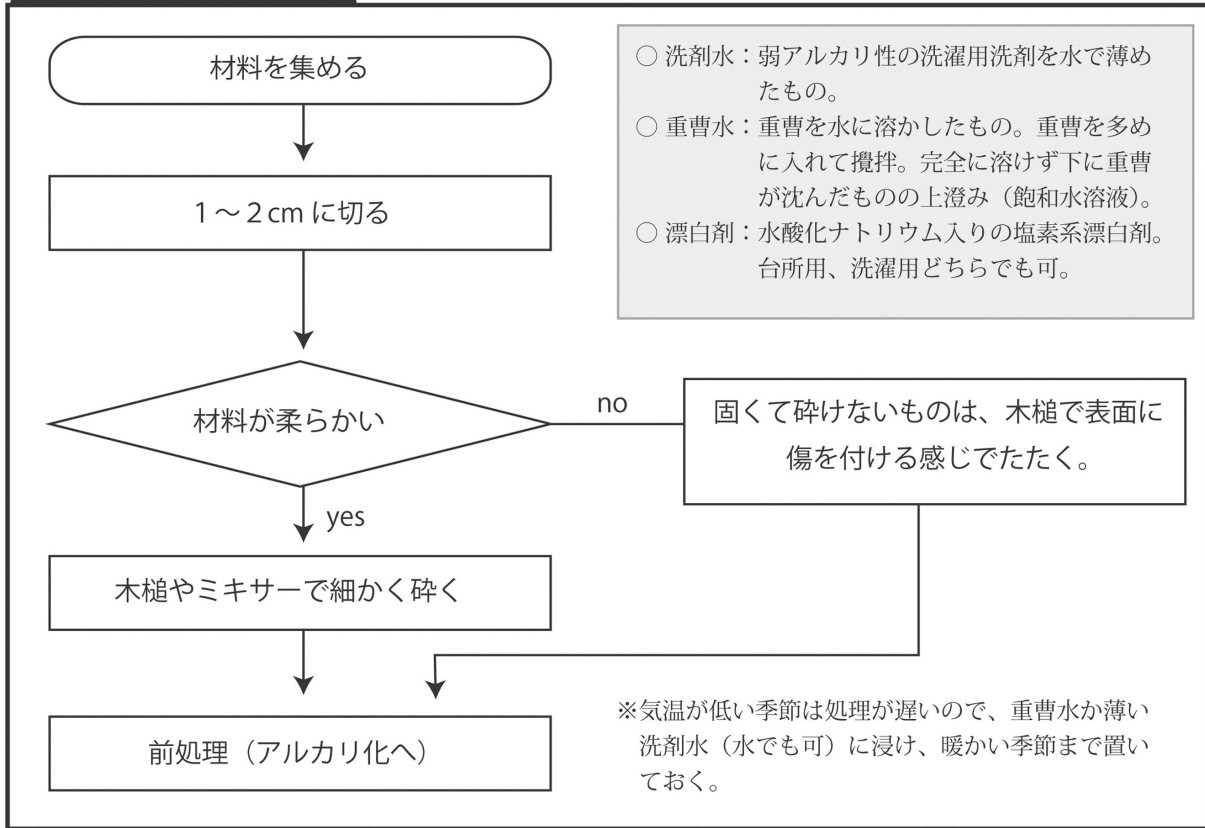
今のところ、維管束植物については試行したすべての種についてパルプを作成できている。以下に紙作りができた植物を列記する。

アイ、アオキ、アカメガシワ、アカメヤナギ、アキニレ、アキノタムラソウ、アキノノゲシ、アケビ、アスパラガス、アマゾントチカガミ、アメリカネナシカズラ、

アレチウリ、アレチマツヨイグサ、イタチハギ、イチゴ、イヌタデ、イヌビワ、イネ、イノコヅチ、イロハカエデ、ウシハコベ、ウツギ、ウバユリ、エダマメ、エノコログサ、オオアレチノギク、オオオナモミ、オオカナダモ、オオキンケイギク、オオニシキソウ、オオバウマノスズクサ、オオバコ、オクラ、オシロイバナ、オトコヨモギ、オニユリ、カエデドコロ、ガガイモ、カキ、カクレミノ、カタバミ、カシア、カナムグラ、カニクサ、カブ、カボチャ、ガマ、カラスウリ、カラムシ、カンガレイ、カンサイタンポポ、カンスゲ、カンナ、ガンピ、ギボウシの一種、キャベツ、キュウリ、キリ、クサギ、クズ、クスノキ、クヌギ、クリ、クロバイ、ケヤキ、コウゾ、コオニタビラコ、コセンダングサ、コナギ、コナラ、ゴボウ、コマツナギ、ササバモ、サツマイモ、サネカズラ、シソ、シナサルナシ、シナダレスズメガヤ、シバ、シマツユクサ、シャガ、シャシャンボ、ジュズダマ、シュロ、シヨクヨウガヤツリ、シロザ、シロダモ、シロツメクサ、シンビジウム、スイカ、スギ、スギナ、ススキ、スズメウリ、スズメノヒエ、スダチ、セイタカアワダチソウ、セイパンロコシ、セージ、セリ、セロリ、センニンソウ、ソクズ、ダイコン、タチスズメノヒエ、タマネギ、チヂミザサ、チャ、ツタ、ツユクサ、ツルウメモドキ、ツルヨシ、テイカカズラ、テングサ、トウモロコシ、トダシバ、トチノキ、トベラ、ナギナタコウジュ、ナシ、ナズナ、ナヨクサフジ、ナンテン、ニガイチゴ、ネザサ、ネズミモチ、ネムノキ、ノアサガオ、ノアズキ、ノイバラ、ノカンゾウ、ノジギク、ノブドウ、パイナップル、ハクサイ、ハコベ、ハチク、バナナ、ハハコグサ、ピーマン、ヒガンバナ、ヒサカキ、ヒトモトススキ、ヒメジョオン、

材料の下準備

材料をできるだけ細かくしたり傷を付け、液が浸透しやすくする。



前処理（中和処理）

材料を弱アルカリ性の液で中和する。また、液を浸透しやすくする。

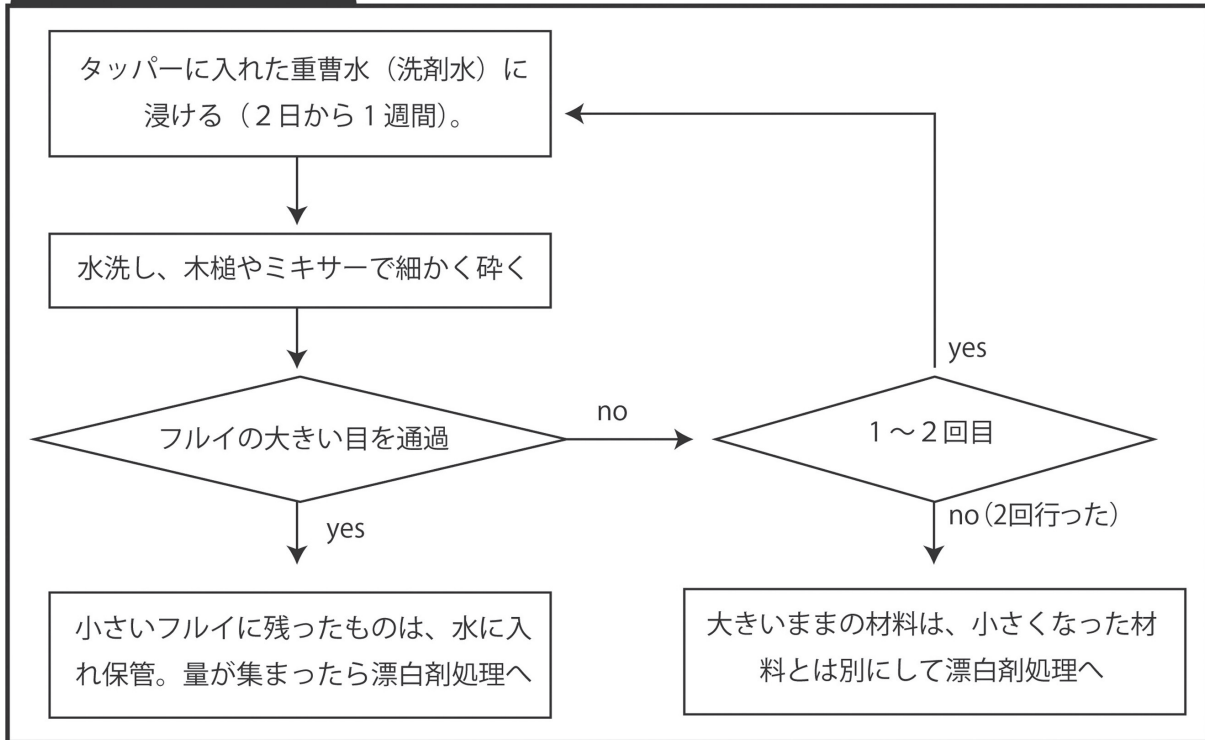
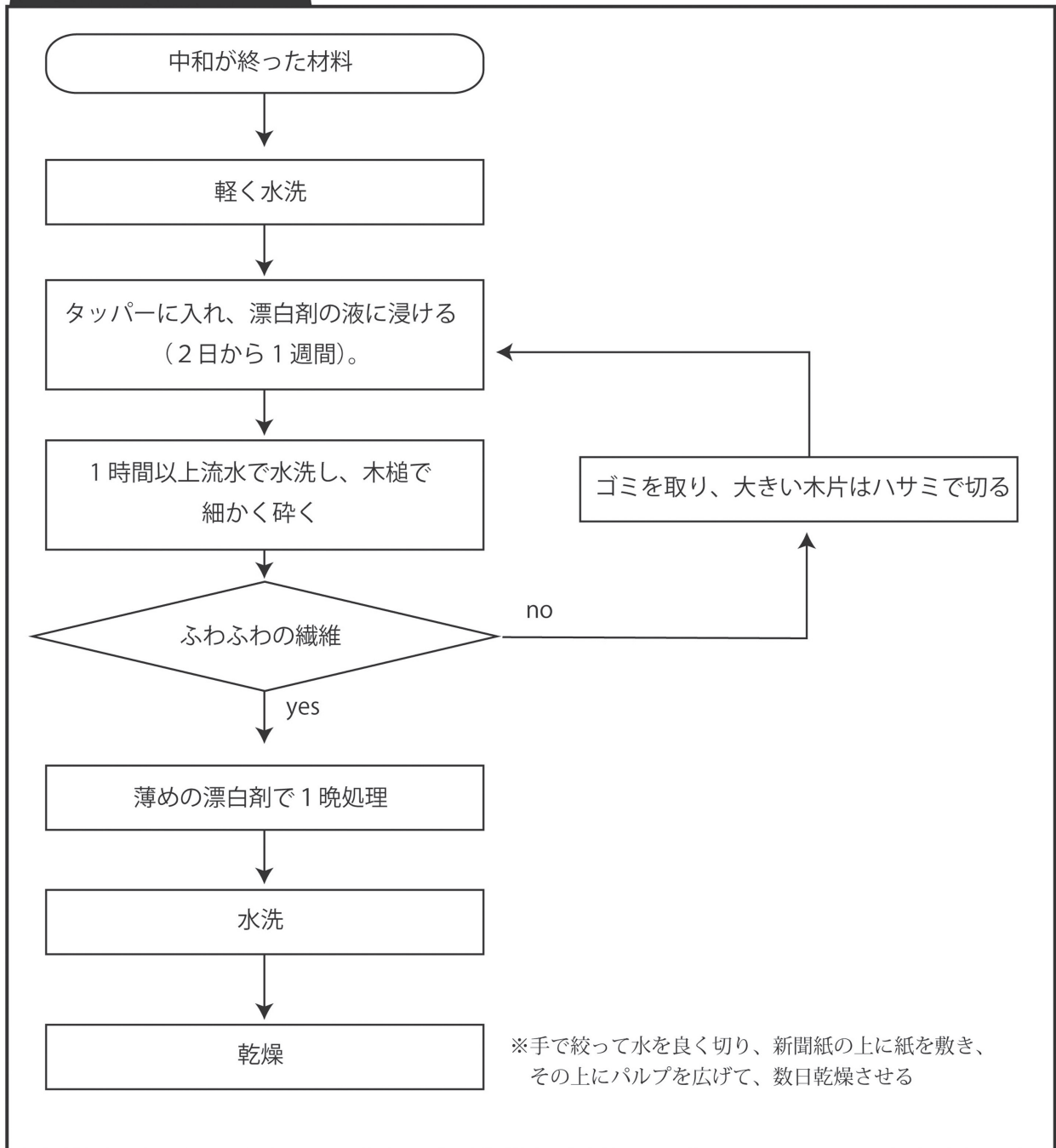


図3 一般に公開している紙作りの方法.

漂白剤処理

繊維をバラバラにしパルプにする。ついでに漂白もしてしまう。




- ・ 漂白剤の濃さは材料や季節、処理の状態に合わせて変える。1/2 から 1/4 に水で薄めた漂白剤を使い、濃い溶液から薄い液に変えていく。ただ、漂白剤が濃すぎると、繊維が溶けてしまうので、薄めで処理するのが良い
- ・ 漂白剤は酸性の液と混じると有毒なガスが発生する。よくアルカリ溶液で中和すると、屋上やひらけた庭など、屋外の換気の良い場所で作業すること。また、目や皮膚につかないよう、ゴーグルやゴム手袋をする。衣服に付くと色が落ちるので、良く水洗し、できるだけ水が飛び散らないようにして作業する。


図4 一般に公開している紙作りの方法 (続き)。

アルカリ液（漂白剤など）に漬けるのは
家の中では絶対にしないでね！！

風通しの良い屋外でしようね



漂白剤などのアルカリ液を触る場合は
ゴム手袋とゴーグルをしようね



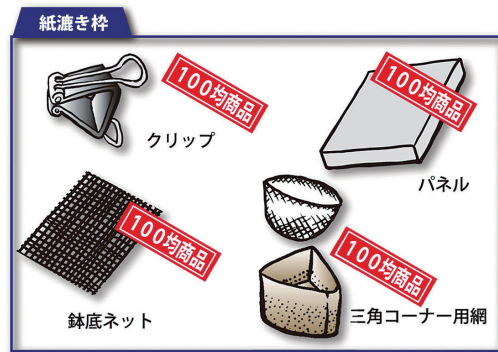
紙づくりの方法（できるだけ安全な方法）

安全性を重視して、漂白剤をできるだけ使わず、ミキサーも使わない方法を紹介します。
※木綿布に包み、木槌で砕くところは、材料がやわらかくなったら、ミキサーを使うと早くできます。

■ 用意するもの

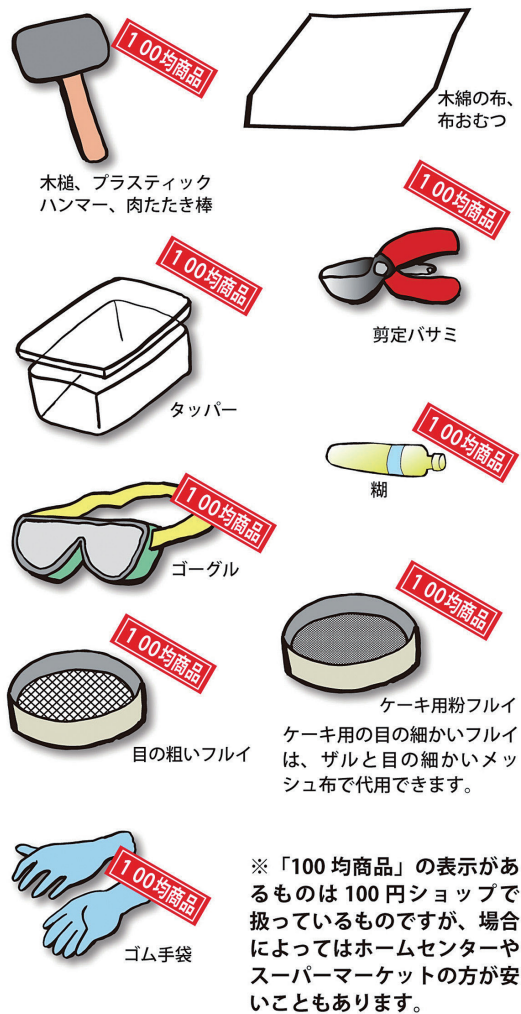
次のようなものを100円ショップやホームセンターなどで入手しましょう。

紙にする材料は、紙づくりのテーマによって変わります。「庭の草木を紙にする」や「外来種の活用について」などのテーマを最初によく考えることが大切です。



■ パルプ作り

① 剪定ばさみで材料を1～2cmの長さに切る。



※「100均商品」の表示があるものは100円ショップで扱っているものですが、場合によってはホームセンターやスーパーマーケットの方が安いこともあります。

② ゴーグルとゴム手袋をして、材料を木綿布に包み、木槌で砕く。

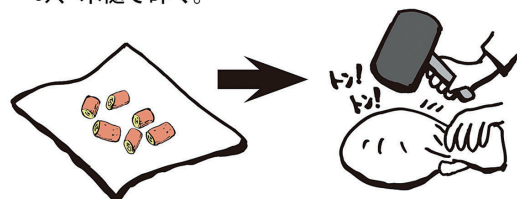
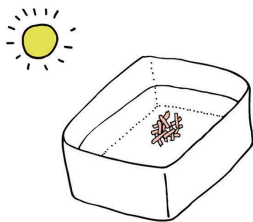


図5 一般に公開している紙作りの方法（続き）。

- ③ 多めの重曹をペットボトルに入れて水を注ぎ、よく振って、上澄み液だけを取り出す（重曹の飽和水溶液）。



- ④ 重曹の溶液を、材料を入れたタッパーに注いでケーキ用へらでよく混ぜて蓋をし、屋外の風通しと日当たりの良い場所に置く。



- ⑤ 3～5日後、ケーキ用粉フルイと目の粗いフルイを重ねて、上から材料の入った液を入れる。水を流しながら、よく水洗する。



※たくさんの繊維を作る場合は小さいケーキ用粉フルイではなく、大きめのザルにメッシュ布を敷いたものを用いる。

- ⑥ ケーキ用粉フルイにたまったパルプになりかけの細かい繊維を新しいタッパーに入れる。目の粗いフルイに残ったものは②～⑤を繰り返し細かくしていく。

※液の色が茶色い場合は、まだまだ処理が必要。だんだん透明になってきて、手で触ると植物が簡単につぶれるようになる。

- ⑦ ケーキ用粉フルイにたまったパルプになりかけの繊維を、木綿の布に入れて木槌で碎き、よく水洗する。

- ⑧ 水で薄めた塩素系漂白剤に繊維を入れる。これは漂白を行うと同時に堅い部分をバラバラにしてパルプにする作業である。

- ⑨ 1～2日後、よく水洗し、布に包み木槌でたたいて細かく碎く。紙に使えるパルプになっていなかったら⑦に戻る。

■ 紙漉きと乾燥

- ① ペットボトルによく水洗したパルプを入れ、水を多めに入れる。糊を少し加え、よく振って混ぜる。

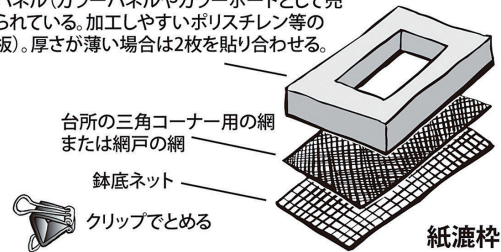
- ② 紙漉き枠を作る。

A パネルと三角コーナーの網を鉢底ネットと同じ大きさに切る。

B パネルの真ん中を、作る紙の大きさにくりぬく

C それらを組み合わせて四方をクリップで止めて、パルプの液が横からもれないようにする。

パネル(カラーパネルやカラーボードとして売られている。加工しやすいポリスチレン等の板)。厚さが薄い場合は2枚を貼り合わせる。

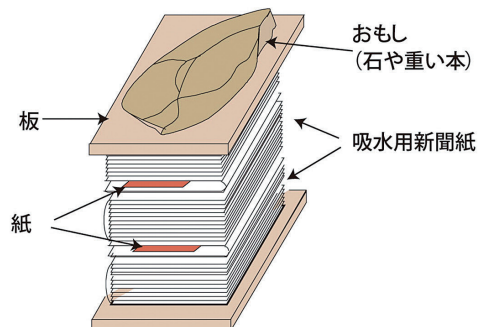


- ③ 糊を少し加えて水とよく混ぜたパルプを紙漉き枠に入れて、紙を漉く。

- ④ 斜めにした「すのこ」の上に紙漉き枠を置いて、よく水を切る。

- ⑤ 新聞紙と木綿の布を敷いた上に、できた紙を置き、上から木綿布をかける。紙の上下を木綿布で覆うようになる。

- ⑥ 新聞紙を上下に載せて板を置き、新聞紙を換えながらよく乾かす。



著作：小川誠@徳島県立博物館 2013
無断転載を禁じます。

図6 一般に公開している紙作りの方法（続き）。

ビワ、フジ、フジバカマ、ブドウ、ヘクソカズラ、ベニシダ、ヘラオオバコ、ホウキギク、ホウレンソウ、ホシアサガオ、マテバシイ、ママコノシリヌグイ、ミゾシダ、ミソハギ、ミツバ、ミツマタ、ムクノキ、ムラサキツメクサ、メハジキ、メヒシバ、メリケンカルカヤ、メロン、モチツツジ、モヤシ、ヤツデ、ヤナギハナガサ、ヤブガラシ、ヤブツバキ、ヤブニッケイ、ヤブマオ、ヤブムラサキ、ヤマグリ、ヤマザクラ、ヤマノイモ、ヤマモモ、ユコウ、ヨシノアザミ、ヨモギ、ラベンダー、レタス

特に、アメリカネナシカズラのような少量しか入手できない材料からも作成可能であった。また、藻類（テングサ）や蘚類（コケ）などからもパルプを採って紙を作ることができている。さらに割り箸からも紙を作ることができた。

3. 新しい紙作りの実践

(1) 普及行事としての実践

新手法は2011年に完成し、それに切り替えてから2015年で4年目となった(図7)。特に、2015年は夏に開催した文化の森サマーフェスティバル(8月23日開催)で「木や草でハガキを作ろう」の行事を行い、約90名の家族等の方々に紙作りを体験してもらった。また、パイナップルを使ってパルプ作りから体験する2回の講座「パイナップルで年賀状を作ろう」を11月15日と12月13日に行った。

さらに、学芸員養成のための博物館実習に加えて、最近では職場体験で小・中学生、および高校生が博物館を訪れ、学芸員の仕事などの職場体験活動が増えているが、その際に紙作りのための材料の採取や調整、パルプ作りなどを体験してもらっている。

(2) 展示活動としての実践

紙作りが安全かつ簡単にできることを知ってもらった



図7 普及行事「身近な草木で紙作り」の様子。

めに展示を行った。

2013年2月5日から4月7日には、部門展示「身近な草木で紙づくり」を行って、紙作りの方法やできた紙を展示した(図8)。トウモロコシやパイナップル、カキなどの野菜やくだもの他に春の七草を使った紙を展示することで、身近な植物から紙ができることを示した。

さらに同年7月19日から9月1日に開催した企画展「エイリアンスピーシーズ ―知られざる外来生物の姿―」では、セイパンモロコシやアメリカネナシカズラなどの外来植物を使った紙を展示した。

展示したパネルは、材料である植物のイラストを加え、完成した紙を貼っている。大きさをそろえたために展示や保管がしやすく、上記以外の展示や「教員のための博物館の日」といった1日だけのイベントの際などに活用している。

(3) 地域おこし等の要望に対する実践

博物館のホームページで紙作りの方法を公開しているが、様々な地域から地元の植物を使った紙作りの問い合わせが来ている。沖縄県からは小学生の卒業証書を身近な植物で作りたいとの問い合わせがあった。長崎県からは特産品の落花生の殻を使った紙作りの問い合わせがあった。さらに、大分県では地域の活性化のためにジュズダマを活用しようとしたグループがあり、ジュズダマの紙作りの問い合わせがあった。徳島県海部郡牟岐町からは地元の特産品であるテングサを使った紙作りの問い合わせがあった。テングサについてはすでに紙作りが成功しているので問い合わせに応じ、テングサを煮てトコロテンをとった絞りかすから紙を作成する講習を行った。このようにいろいろな地域から、紙作りの問い合わせが寄せられている。

4. 今後に向けて

紙作りは身の回りの自然環境に興味をもってもらうために始めたが、それ以外に地域おこしなどにも応用が利くことがわかった。

現在は漂白剤で主な処理を行っているが、漂白剤も家庭で扱うことのできる薬剤ではあるものの、酸性のものと混合すると有毒ガスが発生したり、目に入ると失明の恐れがあるなど、取り扱いには十分な注意が必要である。したがって、漂白剤をできるだけ使用しない方法を模索している。1ヶ月以上時間をかければ、重曹や灰汁で繊維をおおいたバラバラにして、最後に漂白剤で整えることでパルプができることは確認している。さらに、夏期の気温の高い時期にカラムシの皮を水に漬けて腐らせ、

繊維のみを取り出すことができることを確認している。これらの方法を用いて漂白剤をできるだけ使わない紙作りの方法を確立する予定である。

最後に、身近な植物で紙作りのきっかけを与えてくださった狩山俊悟氏（倉敷市立自然史博物館）と展示パネルで材料がわかりやすくイメージできるようたくさんの植物の絵を描いてくださった平野由美子氏に感謝いたし

ます。

引用文献

上赤 博文. 2001. ちょっと待ってケナフ！これでいいのビオトープ？. 184p. 地人書館, 東京.

小川 誠. 2012. 情報ボックス 身のまわりの植物で簡単紙漉き. 徳島県立博物館ニュース, (88) : 5.

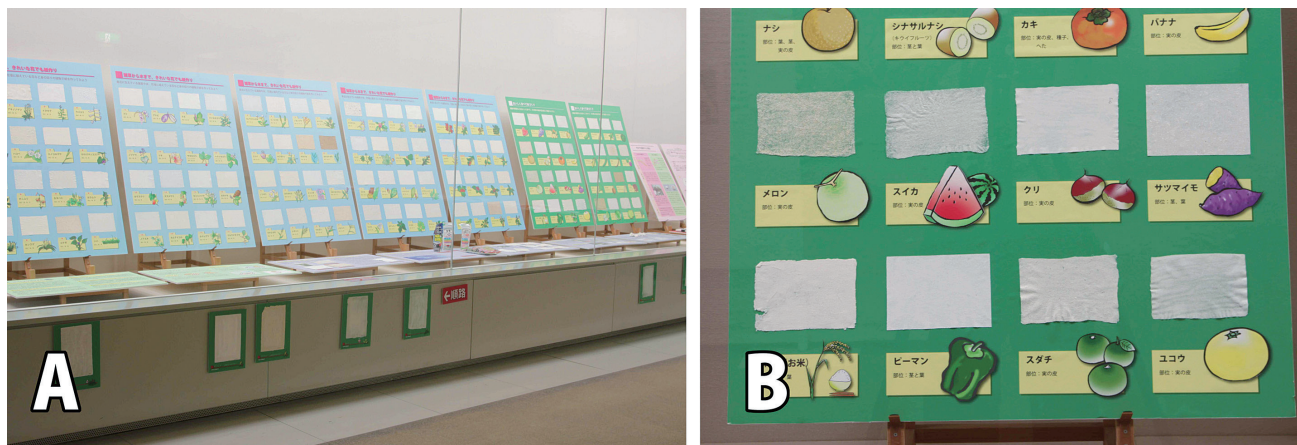


図8 部門展示「身近な草木で紙づくり」の展示風景 (A) と展示パネルの拡大 (B).