

落花生パルプの性質と紙の強度

静岡県立富岳館高等学校
自然科学系列 3 年 北詰 優 他 9 名

1 動機

私たちが住む富士宮市は、ご当地グルメで町おこしをしている。ご当地グルメとして有名な「富士宮やきそば」の他にも、富士山の湧水で育った「ニジマス」や朝霧高原の「乳製品」、「ゆで落花生」などがある。「ゆで落花生」とは、落花生を塩茹でにしたものである。市内の保育園では、おやつ時間にでるところもあり、富士宮市に生まれ育った人にとっては、馴染み深い「食べ物」である。

ある日、研究班の一人が大量の「落花生の殻」のゴミが捨てられているのを目にした。確かに落花生の殻は食べられないし、私たちは「落花生の殻」を捨てることが「あたりまえ」だと考えている。本校の生物生命系列（農業科）では、落花生を栽培している（図 1）。さらに、地域の JA と協力して、富士山をイメージした「落花生糖（落花生に砂糖の衣をまぶした伝統的な菓子）」を開発、販売している（図 2）。落花生糖の商品開発を担当している生徒に話を聞くと、商品開発の際に大量の落花生の殻のゴミが出ていることを知った。



図 1：落花生の収穫の様子



図 2：オリジナル落花生糖

平成 28 年度の調査では、日本国内で落花生は年間 15500 トン収穫されている。殻のみで計算すると、5735 トンである。環境省によると、日本全国で年間 30180000 トン（3018 万トン）の家庭ゴミを排出している。1 人が年間に排出する家庭ゴミを計算すると、約 236kg である。もし、日本で収穫された全ての落花生の殻をゴミとして捨てたら、約 24300 人が年間に排出する家庭ゴミの量と同じとなり、膨大な量のゴミになると考えた。

私たちは、落花生農家や落花生を販売している業者が落花生の殻をどのように処分しているのか疑問に思った。そこで、落花生を取り扱う落花生農家と販売業者にインタビュー調査を行った。落花生農家や販売業者、合計 10 社に「どのように落花生の殻を処分しているか」をインタビューした。その結果、「（殻が剥かれた落花生を輸入しているため）わからない」が 2 社、「ゴミとして捨てている」が 3 社、「土に混ぜている」が 5 社という結果になった。多くの農家や業者が落花生の殻を「土に混ぜている」ということがわかった。

私たちは、この落花生の殻の特性を生かして、土に混ぜる以外の再利用方法はないか考えた。富士宮市に隣接する富士市は全国有数の「紙のまち」であり、製紙関連産業は富士市の主要産業の一つである。そこで、こうした地域の主要産業や特産品に着目し、落花生の殻から紙を作れないかと考えた。

紙とは、細長い繊維が集まったものである。紙はパルプから作られており、パルプとは、木材や草

などから抽出した繊維のことで、主成分はセルロースである。このセルロースは水素結合により結びつく性質があり、紙はこの特性を利用する。紙の性質は、パルプの叩解、精粹、サイジング、填充、抄紙、乾燥等の処理によって著しく影響を受けるが、根本的にはそのパルプ本来の性質によって決まるといえる。しかし、パルプの形態的、物理的・化学的性質は複雑多岐であり、紙の強度も各種の要素から構成されているので、パルプの性質と紙の強度との関係は簡単ではない。一般に、紙の強度はこれを構成する繊維自身の強度と、繊維相互の結合性(化学的結合と物理的絡合)によるといわれるが、単繊維強度も繊維結合度も測定に問題があるため、普通はパルプの強度は、一定の条件の下に、そのパルプを叩解、抄紙、乾燥して作製した手抄紙の強度によって推定できる。通常、紙の強度は引張強さ、破裂強さ、引裂強さ及び耐折強さによって表示される。また、紙の強度は紙の水分、つまり湿度によって非常に影響を受け、湿度が高いと引張強さや破裂強さは低下するが、引裂強さは向上する。また、湿度が低い時はこの逆になる。

以上のことを背景に、研究の目的を次のように設定した。

2 研究の目的

本研究では、落花生パルプから手抄紙を作製し、その性質と紙の強度を明らかにする。

3 研究の方法

- (1) 落花生からパルプを取り出す。落花生の殻からどの程度のパルプを抽出できるかを調べる。
- (2) 手漉き法で手抄紙を作製する。
- (3) 作製した手抄紙の性質を調査する。

4 実験の結果(落花生の殻のパルプ化)

まず、植物をパルプにする先行研究を調べた。小川(2016)は、様々な植物をパルプにする実験を行っている。落花生の殻からパルプを取り出すには、落花生の殻を砕き、砕いたものをアルカリ処理して、繊維をバラバラにした後、漂白する必要がある。小川(2016)を参考に次の手順で、落花生の殻からパルプを取り出した(図3)。

- (1) 100gの落花生の殻をミキサーに入れ、約1分粉碎する。
- (2) 砕いた落花生の殻と重曹水(蒸留水500gに100gの重曹を加えた後、1時間以上放置したものの上澄み)を容器に入れ、密閉したまま、3日程度、室温で放置する。
- (3) (2)をよく洗い、粉ふるいに通して、粉ふるいの網目を通ることができたものを取り出す。
- (4) 蒸留水90mlにキッチンブリーチを10ml加えた漂白液の中に(2)で取り出したものを入れ、1日程度、室温で放置する。
- (5) (4)の溶液から取り出した後、蒸留水でよく洗い、乾燥する。

5 実験の結果(落花生の殻のパルプから「漉き紙」の作製)

次に、落花生の殻から取り出したパルプを使用して、漉き紙を作製した。取り出したパルプは、うす茶色であった。漉き紙にするために、次の操作を行い、漉き紙を作することに成功した(図4)。比較的、安価な材料で作製できた。

- (1) 蒸留水2L程度に取り出したパルプを入れ、やわらかくもどし、ミキサーにかける。
- (2) パルプが水によく混ざったら、水を8L程度の水で薄め、のり剤を0.1g程度加え、よく混ぜる。
- (3) 漉き枠を使い、静かにすくい上げる。
- (4) すくい上げた漉き枠を前後左右に傾けながら、水分を抜く。
- (5) 板の上に吸い取り用の布を敷き、金網を上にして静かにのせる。

- (6) 板を斜めにして、金網ごしに押さえ、軽く水切りして、金網をはずす。
- (7) 2～3日乾燥させ、しわを伸ばすようにアイロンをかける。

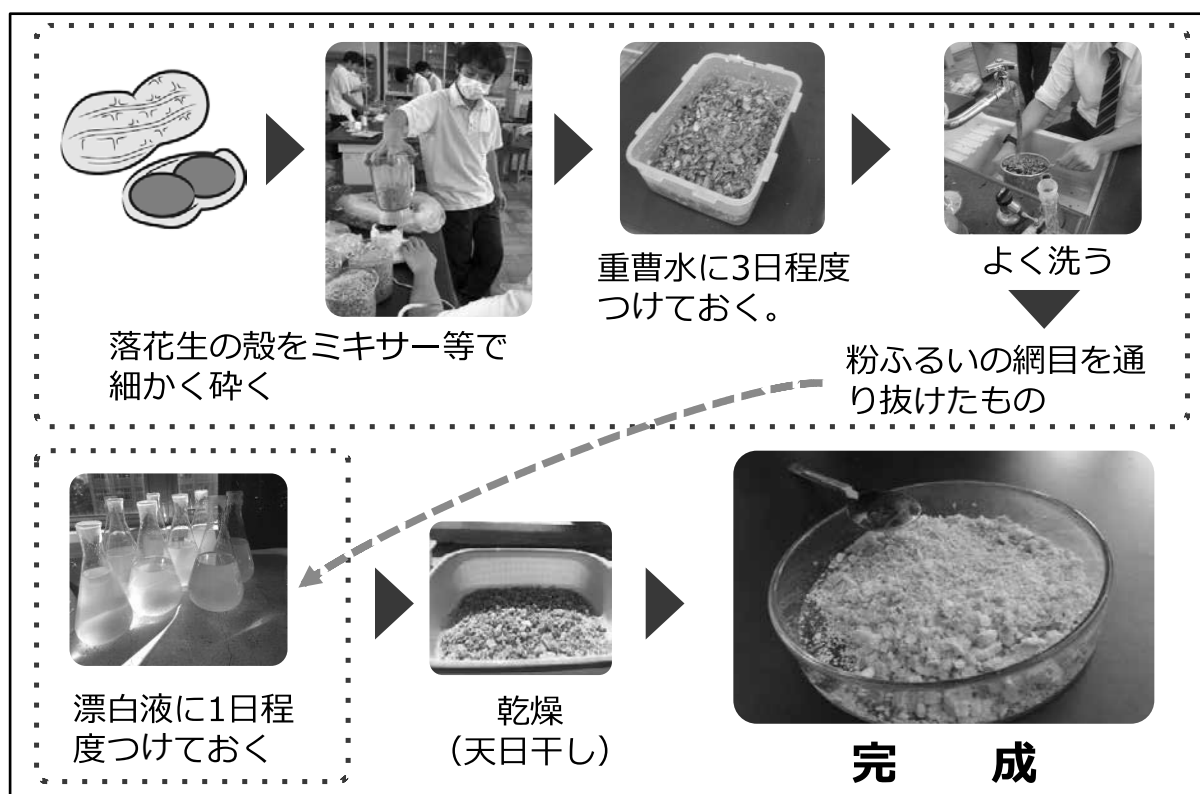


図3：パルプ作製の流れ



図4：漉き紙作製の流れ

6 実験の結果（落花生の殻から作製した紙の性質）

（1）吸水性

ア 目的

落花生の殻を原料とした漉き紙の吸水率を明らかにする。本研究における吸水性とは、液体状の水分を吸い取る性質とする。

イ 方法

作製した漉き紙を 1 cm³ の正方形に切り、その重さを測定する。水を吸収させた後、もう一度測定し、水を何 g 吸収したかを調べる。

ウ 結果

紙の重さは平均 0.02g、水を吸収させた後の重さは、0.062g、平均で自重の 2.1 倍の水を吸収した。普通紙（コピー用紙）でも同様に実験した。紙の重さは平均 0.02g、水を吸収させた後の重さは、0.042g、平均で自重の 1.1 倍の水を吸収した。

エ 考察

普通紙に比べると、落花生の殻から作製した紙の方が吸水率が高かった。しかし、単純にパルプの違いによる差だけではなく、紙にする際の工程の違いによる影響も大きいと考えられる。この実験結果から、落花生の殻を原料とした漉き紙の吸水性が普通紙に比べると、落花生の殻を原料とした漉き紙の方が水の吸水性が高かった。この性質を生かすことで、キッチンペーパーや掃除用の紙のような特別紙として活用が期待できると考えた。

（2）耐火性

ア 目的

落花生の殻を原料とした漉き紙の耐火性を明らかにする。

イ 方法

作製した漉き紙を 5 cm³ の正方形に切る。アルコールランプの火に近づけて、何秒で燃焼するかを調べる。

ウ 結果

3 回の実験では、すべてのサンプルがすぐに着火し、よく燃えた。

エ 考察

一般的に、植物性の繊維の紙は燃えやすい。同様に、落花生の殻から作製した紙は燃えやすいことがわかった。

（3）引張強さ

ア 目的

落花生の殻を原料とした漉き紙の引張強さ(tensile strength)を明らかにする。本研究における引張強さとは、荷重によって与えられた縦方向の応力と、それに伴うひずみによって破壊された時の紙の抗張力とする。

イ 方法

作製した漉き紙から図 5 のような sample を作製した。デジタルフォースゲージを用いて、sample の穴に金具を引っ掛け、どのくらいの力で破壊されるか測定する。比較するために落花生の殻のパルプと別に、和紙の原料であるミツマタの紙でも実験を行った。

ウ 結果

落花生の殻をパルプにした紙の方が、引張強さが強かった。

エ 考察

落花生の殻の紙は、手触りがミツマタの紙（和紙）に比べて、ザラザラしていて、固かった。落花生の殻のパルプ自体の手触りも固いので、紙にした時に引っ張りに強い紙になるのではないかと考えた。

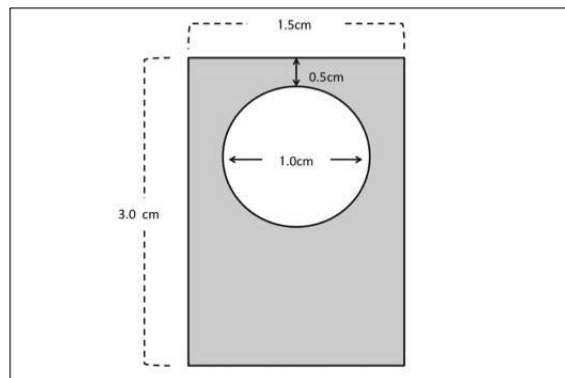


図5：作製した sample

7 今後の課題

本研究では、落花生の殻を用いた紙の作製に成功し、その紙を用いたしおりの商品化を行うことができた。学校祭では、地域の人々が落花生の殻から作製した紙に興味を持ってくれたため、落花生の殻の再利用をPRするための手段として有効であると考えた。学校説明会の際には、こうした活動をスライドにまとめ、地域の中学生などにも紹介する活動を行い、普及活動を行ってきた。実験を通して、課題も明らかになった。今後の課題として2つ挙げる。

1つ目は、より効率の良いパルプ生産方法を考案することである。現状では、100gの落花生の殻から30g程度のパルプしか取り出せていない。アルカリ処理における薬品や殻の砕き方を変え、回収率を50%以上にしたい。現在、粉碎の際に、フードプロセッサーなどを使い、より細かく粉碎することで、パルプの回収率が上がることが明らかになった。富士宮市の隣にある富士市は、製紙業が盛んである。地元の製紙関連企業の方に助言をいただきながら、さらに落花生の殻からパルプを取り出す方法を改良し、効率を上げていきたい。

2つ目は、パルプを取り出す際に出る、パルプにならなかった落花生の殻の余りの活用方法の検討である。現在、肥料に出来ないかと考え、土に戻す実験を行っている。肥料になることが明らかになれば、落花生の殻を無駄にしない活用方法が完成する。

こうした落花生を余すことなく利用した落花生PRが完成すれば、「富士山と落花生の町」富士宮市として、富士宮市の町おこしにつながると考える。地元の企業や市役所と連携して行い、地域の活性化に貢献したい。

8 謝辞

なお、本研究は、令和元年度山崎自然科学教育振興会研究助成の助成を受けて行われたものである。

9 引用文献および参考文献

- (1) 山内龍男 (2006)、紙とパルプの科学、学術選書。
- (2) 小宮英俊 (2001)、トコトン優しい紙の本、B&T ブックス。
- (3) 小川誠 (2016)、身近な植物で紙を作る新手法、『徳島県立博物館研究報告』、No. 26、87 頁-95 頁。
- (4) 全国落花生協会、日本の落花生生産（ホームページ）
<http://www.jpfr.or.jp/industrials/figures.html>（最終閲覧日 2019年9月4日）