

廃棄ショウガを原料とした紙「しょうがペーパー」の開発

藤田陽師*1・吉松幸徳*2・谷脇 萌*2・島津 栞*2・山本葉月*2・堀池勇馬*3・佐藤元紀*4

Development of a Paper used Disposal Ginger, “Shoga Paper”

Harunori FUJITA, Hidenori YOSHIMATSU, Moe TANIWAKI, Shiori SHIMADU,
Haduki YAMAMOTO, Yuma HORIIKE, Motoki SATO

Summary

Kochi prefecture is number one in ginger volume shipment in Japan, accounting for half of domestic volume. However, more than one quarter of all harvested ginger is discarded. We examine the possibility of using this discarded ginger to produce paper. This *shoga paper* has many anticipated applications. We report our success making this paper using *tosa washi* technology.

1. 緒 言

高知県は農業が盛んであり、特に、ショウガ、ミョウガなどの施設野菜が農作物の販売金額の多くを占めている^[1](図1-1)。これは上記の施設野菜の生産量が多いということを示唆しており、中でもショウガについては、高知県が全国の生産量の約半分を占めていることが農林水産省の統計よりわかっている^[2](図1-2)。一方で、販売に至るまでにかかなりの割合のショウガが廃棄されている。たとえば、平成22年度のデータでは、高知県のショウガ生産量に対して、出荷量はその77%にとどまっている。出荷できない内訳の一部としては、台風等による被害が挙げられる。廃棄されるショウガは農場においてだけではない。ショウガは他の野菜と比較するとそのままの状態、すなわち青果として販売される割合は少なく、ある一定の割合で何らかの加工が施された商品として販売される。このショウガの加工前、加工工程でショウガの各部位が大量に廃棄される。

ショウガ農家への新しい提案、および廃棄物再利用という環境配慮の面から、我々はこれら廃棄ショウガの再利用について検討を始めた。廃棄ショウガは高知県内で廃棄される生鮮物であることを鑑み、かつ廃棄物の再利用のための運送など、不必要なエネルギーを消費しないようにするために、用途としては廃棄ショウガを原料として活用でき、高知県内で製造できるモノが好ましいといえる。本研究で着目したのは廃棄ショウガによる「製紙」である。高知県は1000年以上前の古くから和紙作りの伝統があり、手漉き和紙「土佐和紙」は様々な用途で利用されている。戦後、紙の需要の増大に伴い手漉きから多くの製紙会社が誕生し、現在に至っている。和紙はコウゾ、ミツマタなどの植物の繊維質が絡み合ってきたものであるが、ショウガは様々な健康への有効成分以外に繊維質も有しており、ショウガを原料とした紙が作成できることが十分に期待できる。

*1 高知工業高等専門学校 ソーシャルデザイン工学科 准教授

*2 高知工業高等専門学校 物質工学科 4年生

*3 高知工業高等専門学校 専攻科 物質工学専攻 卒業生

*4 高知工業高等専門学校 ソーシャルデザイン工学科 講師

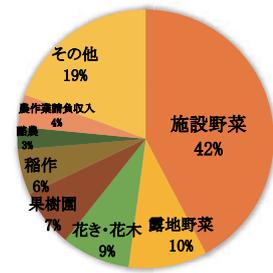


図1-1 高知県の農業部門別 販売割合

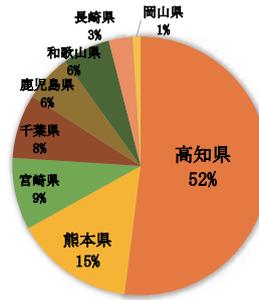


図1-2 全国生姜生産量(平成24年度)

以上のことから、本研究では廃棄ショウガに着目し、新しい用途の種として「製紙」を試みた。ショウガ自体は食用として様々な加工がなされているが、紙としての加工の実用例、研究例は他にはない。逆に、製紙の観点から様々な植物からの製紙が試みられた例はあるが^[3]、ショウガを原料とした製紙例はない。たとえ出荷できなくとも健康食品のひとつとして広く知られているショウガの主要成分が残ったまま製紙することができれば、その成分の殺菌効果、保温効果、血行改善効果などから、貼付しての使用をはじめ、香気を利用した工芸品・日用品・文具としての紙など、非常に幅広い用途が期待できる。

2. ショウガを原料にした紙の製作手法

2.1 原料

本研究を進めるべく、ショウガの加工・卸会社である株式会社あさのに本検討を持ち掛けたところ、原料の提供にご快諾いただいた。前章にて述べたように、ショウガは仕入れたショウガをそのまま出荷するだけではなく、加工を施して商品、または商品の一部となるものも多い。この加工の過程で様々な廃棄ショウガが生まれる。実際の加工工程とともに算出される廃棄ショウガの種類を図2-1に示す。

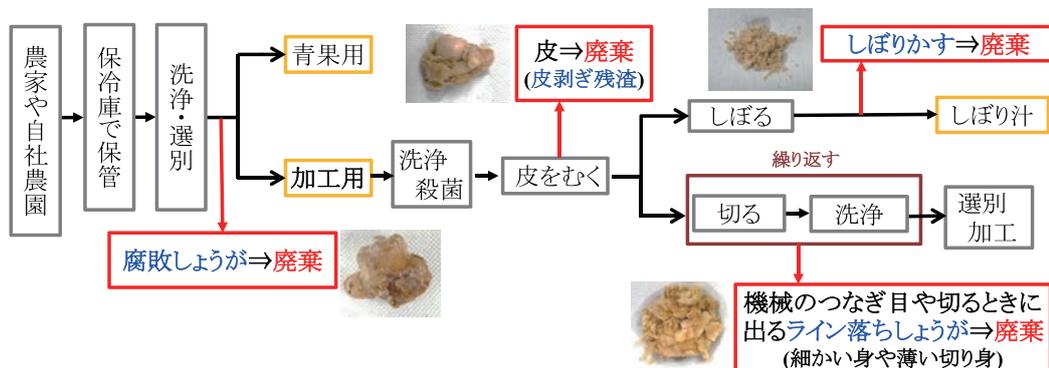


図2-1 ショウガの加工工程と加工工程中に廃棄されるショウガ

農家や自社農園で収穫されたショウガは社内の保冷库にて貯蔵、保存される。保冷库から搬出されたショウガの大きな塊は、ベルトコンベヤーの上を流れながら水圧で土を洗い流される。その後、高知産で見た目がきれいなものは青果用に、青果用のものよりも見た目は劣るが味に問題がないものは加工用に利用される。腐敗が進んでいるなどの理由により、青果用にも加工用にも利用できないショウガはここで廃棄される。このショウガを「腐敗ショウガ」とする。加工ショウガはその後、

洗浄、殺菌され、皮がむかれる。皮のむき方は容器の中でショウガをぶつけ合い、皮を剥いでいく方法である。この工程で出るショウガの皮も廃棄ショウガとなる。これを「皮剥ぎ残渣」とする。皮がむかれたショウガは、加工ラインを通り、様々な形状にスライスされる。この工程では、ラインとラインのつなぎ目などから落下するショウガの細かい身やスライス片が生じる。これも廃棄される部位となる。これを「ライン落ちショウガ」とする。また、切り身ではなく、搾り取って果汁を抽出する加工も行われる。ショウガ汁を搾った後に出る残渣は廃棄されるショウガ部位となる。これを「しぼりかす」とする。以上の4種の廃棄部位を用いて紙を作成した。得られた紙を「しょうがペーパー」と称することにする。

2.2 製紙手法

本研究における製紙手法は土佐和紙の製紙工程をモデルに実施した。土佐和紙の手漉きについては、手漉き和紙作家のロギール・アウトンボーガルト氏の助力のもとで進めた。

土佐和紙の原料はコウゾ、ミツマタである。まずはこれらを取穫、皮を剥いで消石灰の飽和水溶液で30分ほど煮る。アルカリ性水溶液中でコウゾ、もしくはミツマタを煮詰めることにより、繊維の周りの成分が溶解し、繊維のみを取り出すことができるようになる。煮詰めたあと、取り出した繊維を十分に水洗し、叩解する。叩解とは、繊維の塊を叩くことにより、繊維の塊を分散させる工程である。木製の机の上で木製の槌で叩いて繊維を解していく手作業の工程が本来の叩解であるが、次に水の中に繊維を分散した状態で「ねり」をいれる。ねりはこの分散液の粘度を増加させ紙漉きの際の溶液の除去速度を適切に保つ役割をもつ。土佐和紙においては天然の練り植物のトロロアオイ（ハナオクラ）の根の粘着成分を使用する。このトロロアオイ自身は食することが可能である。適切な粘度の分散液を簀桁にかけ、紙漉きをする。紙漉き後、簀桁より取り出し、プレス機を用いて圧搾する。この操作により、含有する水分を絞り出すとともに、紙表面の緻密性を高め、滑らかにする。紙漉き直後は繊維が十分に絡まっておらず、分解しやすいため、紙の形が崩れないように徐々に加圧をしていく。数時間のプレスの後、乾燥させる。

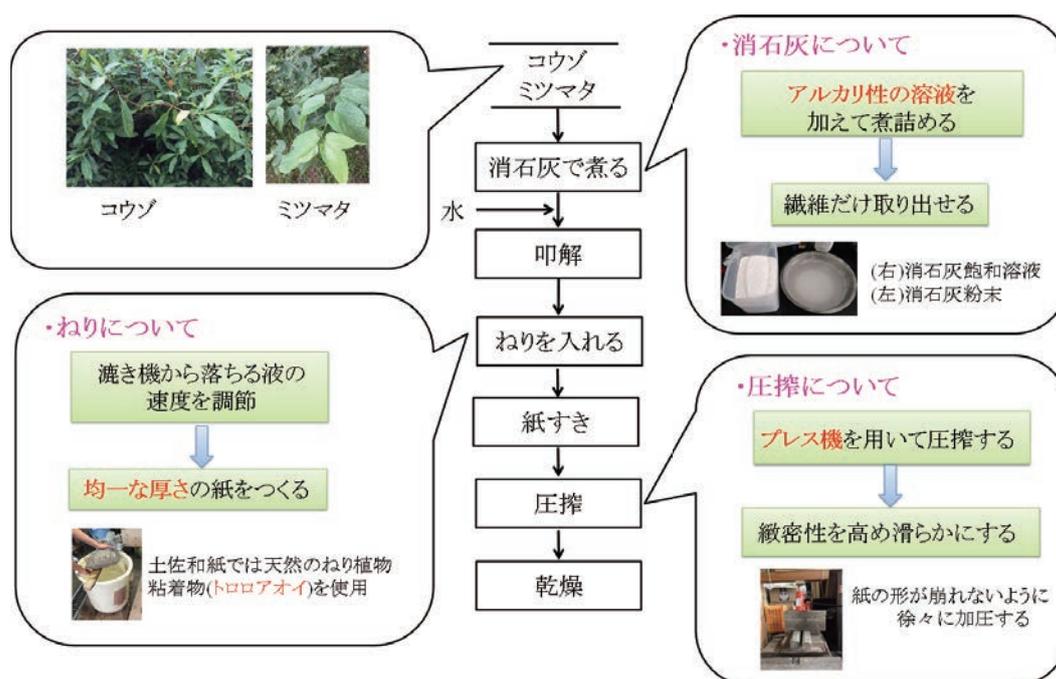


図2-2 土佐和紙の作成工程

以上のような工程で土佐和紙は作られる。この工程を参考に、2点の変更を取り入れ、ショウガを原料とした手漉き紙の作成を実施した。2点の変更は主に検討の効率化を図るものである。

- (1) 叩解工程： 叩解工程は本来、木材の板の上にサンプルを置き、木槌で叩くことで繊維を解していく。手作業であり、非常に長時間を要すること、その設備導入が難しいことにより、叩解の手段をミキサーに代替しての製紙が可能か検討した。
- (2) ねりの種類： 土佐和紙はすべての原料が植物より成っており、ねりはトロロアオイの根の粘着成分を使用した。しかし、トロロアオイの根は年間通じて入手できるわけではないこと、またねりとして使用するまでの取り扱いが煩雑であることから、人工のねり的一种である化学ねりの使用を検討した。本研究にて使用した化学ねりはアワガミファクトリー製の化学ねりでポリエチレンオキサイド、ポリアクリルアミドから成る。

3. 結果と考察

3.1 製紙工程の変更

本節では製紙方法の変更の可否に関する検討結果を示す。叩解工程に関しては手作業による叩解については20分、ミキサー処理については30秒とした。その結果を表3-1に示す。

表3-1 叩解工程およびねり原料種類の変更と得られる紙の外観の関係

サンプル	叩解工程	ねり原料	外観	外観図
1	手作業による	トロロアオイの根	もとの繊維の並びが残っており、滑らかではない	
2	ミキサー処理	トロロアオイの根	もとの繊維の並びは残っておらず、滑らかな表面	
3	ミキサー処理	化学ねり	もとの繊維の並びは残っておらず、滑らかな表面	

表3-1より、20分ほどの手作業による叩解では、繊維が十分に解れておらず、表面が滑らかな紙を得ることができなかった。一方、ミキサー処理では、十分に叩解できており、得られる間の表面も滑らかであった。ねりに関しては、トロロアオイの根および化学ねりのいずれを用いても外観はほぼ同等の紙を得ることができた。本研究では、叩解にはミキサー処理、ねりについては化学ねりを標準的に使用することとした。なお、廃棄ショウガではなく、加工ショウガ、化学ねりではなくトロロアオイの根をねりとして用いることで全ての成分が食材から成るしょうがペーパーが作成できる。実際に、サンプル2を食してみた。若干の辛み成分が残ったサンプルが得られていることがわかった。このことは、食するシートとしてのしょうがペーパーの新しい用途展開が可能であることを示している。

3.2 廃棄ショウガの種類と得られた紙の性質

腐敗ショウガ、ライン落ちショウガ、しぼりかすおよび皮剥ぎ残渣のそれぞれの廃棄ショウガについてこれを原料として紙を作成した。その結果を表3-2に示す。

表3-2 原料の廃棄ショウガの種類と得られた紙の特性

サンプル	原料生姜	香気	外観	外観図
4	腐敗ショウガ	ショウガの腐敗臭	こげ茶色	
5	しぼりかす	木材の香り	ベージュ色	
6	皮剥ぎ残渣	ショウガの香りがあるが弱い	黄土色で繊維がほとんどなく、もろくちぎれやすい	
7	ライン落ち	ショウガの香り	黄土色	

腐敗ショウガ、ライン落ちショウガ、しぼりかすに関してはそれぞれの特徴があるものの、紙を作成することができた。しかしながら、皮剥ぎ残渣については、紙という状態を得ることはできず、すぐにちぎれてしまうような脆くて小さな片が分散した状態としてしか得ることができなかった。一般的にショウガは身の中心のほうが繊維質が多いことがわかっている。皮剥ぎ残渣はショウガの最外部にあたる。そのため、紙を作るための繊維が不足し、香りも弱かったと考えられる。

紙の色合いに関して、搾りかすを原料とした場合にはその原料の色合いが残り、肌色皮剥ぎ残渣を原料とした場合にはベージュ色であったが、ライン落ちショウガを用いた場合にはこれよりも黄味がかかった黄土色であった。搾りかすからの比較では搾り汁(黄土色)の分だけ色が異なることからこちらの成分がライン落ちショウガが原料の場合に色合いに出たのかもしれない。腐敗ショウガは原料が若干黒ずんでいる部位があり、この成分がそのまま紙に残り、これが反映されたことが示唆される。

紙の香りに関しては、腐敗ショウガ、ライン落ちショウガ、しぼりかすに関して全て違った香気を呈した。すべて原料に起因する差異と考えられる。腐敗ショウガは原料が腐敗しているため、その香気成分がそのまま残存し、ショウガの腐敗臭がしたといえる。皮剥ぎ残渣に関しては、皮のすぐ下にはショウガの香気成分が多く含まれる精油成分があるものの、皮そのものには香りはない。その結果得られるものも香気がなかったといえる。搾りかすに関しては、皮を剥いだうえに、搾った際にショウガの香気成分が搾り汁側に大部分が残存したため、得られた紙はショウガとしての香気はほとんど残っていなかったと推察される。ショウガの香気成分は非常に多種類にわたる^[4]。ショウガの香気成分が各廃棄ショウガに定量的にどのくらい含まれており、製紙工程におけるこれら香気成分の変化に関しては今後検討を進める予定である。

本検討では化学ねりを使用したため、味覚に関する官能試験を実施することはできない。ショウガの辛みの主成分はジンゲロール類と言われている。特に6-ジンゲロールが最も多く含まれているが、この成分が抗酸化作用^[5]、抗血栓作用^[6]などをはじめとする様々な効用が知られている。このジンゲロール類は加熱により、脱水反応を起こしショウガオール類を生成することが知られてお

り、これも辛み成分ではあるが、その辛みの強さはショウガオール類のほうがより強く、抗酸化作用もショウガオール類のほうが強い^[7]など、ジンゲロール類とショウガオール類では効用の強弱に変化がある。実際にショウガの調理過程の前後で6-ジンゲロールと6-ショウガオールを定量し、変化を確認した例もあるが^[8]、本研究で実施している製紙工程においても加熱処理、乾燥処理など、脱水反応が起きうる条件を満たした工程が存在する。これらの工程での辛み成分の変化の追跡に関しては、前述の香り成分の追跡と同様に今後検討を進めていく予定である。

3.3 紙としての機能

上記より、様々な部位の廃棄ショウガのうち皮の部分は紙への活用が困難であることがわかり、それ以外に関しては紙の外見を有するものが得られた。このサンプルを紙として使用することが可能であるか検討した。まずはボールペンを用いてサンプルに文字が書けるか検討した。その結果、全く問題なく文字が書けることを確認できた。さらに、インクジェットプリンタにて印刷できるかどうかを検討した。この検討結果を図3-1に示す。図3-1より、若干の湾曲部分がプリンタと干渉し、プリンタに付着していた黒インクが転写されたものの、平面部分においては問題なく印刷されていることが確認できる。インクジェットプリンタを用いた印刷が可能な程度の強度をショウガペーパーは有しているといえる。今後はさらなる平面性を担保するとともに製紙方法と厚み、および強度等の関連性に関する知見を得ていく計画である。



図3-1 しょうがペーパーへのインクジェットプリンタ印刷

4. 本報告のまとめ

本報告では、廃棄ショウガを有効活用すべく、廃棄ショウガを原料とした紙の製作を検討した。様々なショウガ部位を原料として製紙を試みたが皮の部位以外には繊維が多く存在しており、土佐和紙技術をそこに取り入れることにより、ある程度の平面性と薄さ、強度を兼ね備えた紙を得ることができた。現状ではボールペンなどで文字を書き、インクジェットプリンタで印刷ができる程度の品質である。さらに均一な厚みとなるよう、製紙工程に改良を加えていく計画である。また本検討にて、様々なショウガ部位を原料により、香気、色味等に差異がみられた。原料種と製紙工程による、これらと辛み成分の成分量の変化を今後は検討する予定である。

謝 辞

原料ショウガに関しては株式会社あさのよりご提供いただきました。また同社商品開発部 吉本雄大氏にはショウガの特徴に関するご助言・ご意見をいただきました。手漉き和紙作家・高知工科大学客員教授 ロギール・アウテンボーガルト氏には土佐和紙の制作技術をご教授いただきました。深く感謝申し上げます。

参 考

- [1] 地域経済分析システム (RESAS) 高知県の農業部門別 販売金額 (総額) 調査
- [2] 農林水産省 野菜生産出荷統計 2012
- [3] 小川誠, *Bull. Tokushima Pref. Mus.* 26 87-95 (2016)
- [4] 阪村倭貴子, 林修一, *日本農芸学会誌* 52 207-211 (1978)
- [5] Kikuzaki H., Usuguchi J., Nakatani N., *J. Food Sci.*, 58, 1407-1410 (1993)
- [6] Chrubasik S., Pittler M. H., Roufogalis B. D., *Phytomedicine*, 12, 684-701 (2005)
- [7] Dugasani S., Pichika M. R., Nadarajah V. D., Balijepalli M. K., Tandra S., Korlakunta, J. N., *J. Ethnopharmacol.*, 127 515-520 (2010)
- [8] 吉田真美, 平林佐央里, *日本調理学会誌* 48 398-404, (2015)