

## バインダーを添加したかんぴょう錠剤の性能評価

田中 孝国\*、江口 智之、印口 真央、川越 大輔、高屋 朋彰  
小山工業高等専門学校 物質工学科(〒323-0806 小山市中久喜 771)

\*tanakatakakuni@oyama-ct.ac.jp

### Estimation of the performance of a kanpyo desiccating tablet with a binder

Takakuni TANAKA, Tomoyuki EGUCHI, Mao OSHIGUCHI,  
Daisuke KAWAGOE and Tomoaki KOUYA

Oyama National College of Technology

(771 Nakakuki, Oyama-city, Tochigi-Pref. 323-0806, JAPAN)

(Received March 10, 2014; Accepted April 4, 2014)

Kanpyo (dried gourd shavings) consists of a lot of fiber and 95% water. We noticed this structure and performed the basic preparation of a new desiccating tablet. In a previous study, we reported on making a kanpyo desiccating tablet. This tablet showed water-absorption capability around 50-60 wt%. On the other hand, the tablet was fragile after absorbing the water. In this study, we examined how to increase the strength of the tablet. First, kanpyo powder was added to seven kinds of binders individually. Next, the powder was pressed by a press machine (3.0t, holding time 5min). The water-absorbing performance of the tablet with the binder was confirmed in a saturated container. The results showed that tablets with and without the binder continued absorbing water under the saturated condition for 300-350 hours. However, the tablets showed mold growth after 400 hours. Absorbed water was detected in the tablet that included the binder.

Key words: kanpyo, dried gourd, desiccating tablet, binder

#### 1. 背景

干瓢(かんぴょう)は栃木県の代表的な産物である。農林水産省生産局園芸課によると、栃木県のかんぴょう生産量は全国生産量の90.5%を占めており、特に県南部の下野市・小山市・壬生市・上三川町等の畑地帯が主産地である[1]。

かんぴょうは現在、新しい調理法の探索および、食物繊維やミネラルが豊富であるという特徴を生かした機能性食品の開発が進められており、栃木県内で広く販売されている [2] が、生産量は昭和53年(1978年)をピークとして減少傾向をたどっている[3]。

前報[4]で我々は、かんぴょうの多孔質性お

よび吸水性に着目し、かんぴょうのみを原料とした錠剤の作製を行った。この錠剤は、相対湿度 90%以上の条件において約 50wt%の吸水率を示した。これは同条件下の包装用シリカゲルの示す 30~50wt%[5]と同程度以上の吸水率であった。塩化カルシウム製品の示す約 200wt%[6]には及ばないものの、生石灰の 30~40wt%吸水率[7]と比較しても高い吸水率であった。その一方、かんぴょう錠剤は強度が低く、崩壊しやすいという問題点が存在した。

本研究では、かんぴょう錠剤の強度向上を目的として実験を行った。代表的な食品用バインダー7種をかんぴょう粉末に各々添加して錠剤を作製し、その吸水特性や強度について評価試験を行ったので報告する。

## 2. 実験操作

### 2-1 かんぴょう粉末試料の前準備

市販の紐状かんぴょう製品を試料として使用した。市販のかんぴょう製品は、調理時の吸水性を高める目的で水分を 20-30wt%程度含んでいるため、前報と同様、製品を乾燥器(55℃、4日)で乾燥させ、その後1minのミル破碎を行い、かんぴょう粉末試料として以後の実験に使用した。乾燥方法については、安価で簡便な製造法の開発を目指しているため、特定の装置が必要な凍結乾燥法については今回検討を行っていない。

### 2-2 バインダーの添加

かんぴょう粉末試料にバインダーとして、食品用の粘着剤や増粘剤を準備した。準備したバインダーは7種で、カゼインナトリウム、グルテン、カルボキシメチルセルロース(CMC)、ヒドロキシプロピルセルロース(HPC)、デンプン、ピロリン酸ナトリウム(SPP)、ステアリン酸マ

グネシウム(MS)である[8]。試薬メーカーより入手したこれらのバインダー7種を各々かんぴょう粉末試料に添加し、回転架台(ANZ-10S, ASONE社製)を用いて50分間混合した。バインダーの添加濃度は、顆粒の結合剤として我々と同じバインダーを使用して錠剤を作製している、伊東らの成功例を基に10%wt濃度と設定した[9]。尚、開封後のバインダーはデシケーター内で保存した。

### 2-3 かんぴょう粉末試料の錠剤化

かんぴょう粉末試料0.50gのプレス成型を行った。用いたプレス機は、SHOP PRESS(ZD102, Jiashan Zhida Machinery & Electrycal Appliance Co. Ltd)、プレス条件は3t、5minの条件である。バインダーを添加した試料も同様に成型を行った。

### 2-4 かんぴょう製品およびかんぴょう錠剤の吸水実験

バインダー無添加のかんぴょう錠剤、バインダーを添加したかんぴょう錠剤を秤量済みの磁性ルツボに入れ、図1の吸水実験装置に設置した。装置内は相対湿度90%以上、25℃に設定し、かんぴょう錠剤の重量の経日変化を測定することで吸水性を評価した。

### 2-5 かんぴょう錠剤の強度試験

吸水前後のバインダー無添加錠剤および各バインダー添加錠剤について、材料試験機(島津AUTODRAPHAGS-X)を用いて、圧縮の強度試験を行った。試験速度5mm/minで破断するまでデータ収集を行い、それぞれの破断点を比較し、強度の比較を行った。かんぴょう錠剤は、圧力がかけられた際にクラックが生じて崩壊する。本報告の破断点とは、材料試験中にクラック

クが発生したことで、試験圧力[N]が低下した点のことである。

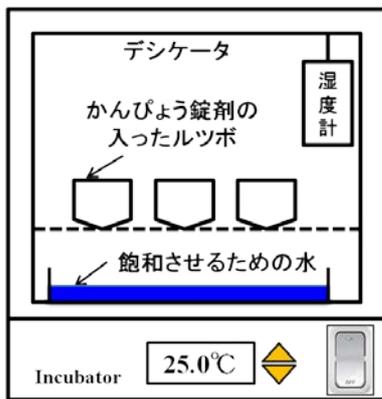


図1 吸水実験装置の模式図

### 3. 実験結果及び考察

#### 3-1 バインダー添加かんぴょう錠剤の作製

図2に、カゼインナトリウムをバインダーとして添加した、かんぴょう錠剤の写真を記載した。バインダーの有無、違いによる外見上の色等の違いは無かった。



図2 錠剤化したかんぴょう粉末試料  
(直径15mm, 厚さ2mm)

#### 3-2 かんぴょう錠剤の吸水実験結果

バインダー無添加のかんぴょう錠剤および、添加したかんぴょう錠剤の吸水実験を行った。図3には、HPC、デンプンのバインダーを添加したかんぴょう錠剤の吸水特性を示した。300時間までのバインダー添加かんぴょう錠剤の示

す吸水率については、全ての種類について表1,2にまとめた。吸水率は、以下の(1)式を用いて計算を行った。

$$\text{吸水率 [wt\%]} = 100 \times \frac{\text{変化量}}{\text{錠剤の総質量}} \quad (1)$$

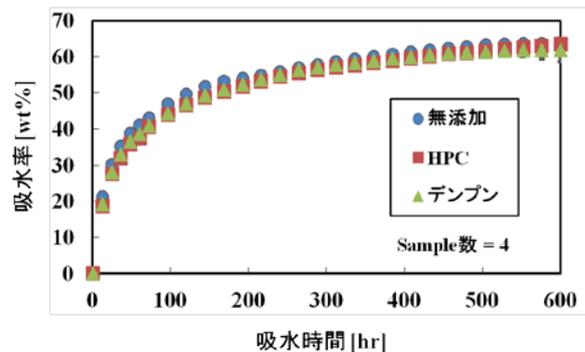


図3 バインダー入りかんぴょう錠剤の吸水特性

吸水後のかんぴょう錠剤は、濃い茶色への変色が見られた。図3および表1より、全てのかんぴょう錠剤は、総質量の50~60wt%の吸水が可能であり、バインダーの種類の違いによる吸水率の変化は見られないことが判明した。また、400時間以上の吸水を続けるとカビの発生が見られた。発生したカビは、白色もしくは黒色であったこと、実験時は開放系であったことから、室内カビであるコウジカビ属や毛カビ属が空中落下により付着し、増殖したと考えられた [10]。かんぴょう中には、豊富な糖質やミネラルが存在しており、吸水後にカビがそれらを利用しやすくなったと考えられる。また、吸水450時間を超えると全ての条件で滲出水が確認された。錠剤の吸水は膨潤によるものと考えられるため、吸収した水分が限界量に達することで錠剤から水分が滲み出し、滲出水に繋がったと考えられた。現在、滲出水の防止に対して検討を行っている最中である。

表 1 バインダー入りかんぴょう錠剤の平均吸水率 [wt%] (sample 数=4)

吸水時間 [hr]	無添加	グルテン	CMC	カゼイン Na
50	38.8 ±0.3	37.8 ±0.5	36.3 ±0.2	36.0 ±0.1
100	46.9 ±0.4	45.8 ±0.3	44.6 ±0.1	44.4 ±0.3
200	54.1 ±0.4	53.1 ±0.2	51.0 ±0.1	50.7 ±0.2
300	58.6 ±0.3	57.7 ±0.2	55.6 ±0.2	55.6 ±0.3

表 2 バインダー入りかんぴょう錠剤の平均吸水率 [wt%] (sample 数=4)

吸水時間 [hr]	HPC	デンプン	SPP	MS
50	36.0 ±0.2	36.5 ±0.5	40.3 ±0.1	36.2 ±0.1
100	44.0 ±0.1	44.3 ±0.5	48.9 ±0.1	45.7 ±0.2
200	51.8 ±0.1	52.3 ±0.4	56.9 ±0.4	53.7 ±0.4
300	57.2 ±0.1	57.8 ±0.5	61.6 ±0.3	57.6 ±0.4

### 3-3 吸水試験前のかんぴょう錠剤における材料試験結果

表 3 にバインダー無添加のかんぴょう錠剤と、各バインダーを 10wt% 添加したかんぴょう錠剤の吸水前における材料試験結果を表した。視覚的には、全ての錠剤は圧縮されると、まず大きなクラックが入り、徐々に破断していく様子が観察された。バインダーを添加した錠剤は、無添加の錠剤と比較すると全て高い強度を示した。特に、デンプン(約 2.4 倍)、HPC(約 2.8 倍)の添加錠剤が強度上昇に最も効果的であることが判明した。この 2 種は食品用の増粘剤であり、食品を接着し形が崩れないようにする結着剤として広く使用されている。本研究では、バインダーは全て常温の乾燥粉体で使用したため、デ

ンプンの強い結合力は糊化状態によるものではないと考えられ、結合力に関する詳細は不明である。しかし、デンプンの粒子が大きい場合、糊化開始温度が低く、膨潤しやすいので高粘度を示すとされている[11]。今回使用したデンプンは、粒子が 3~100µm であり、数 10µm 以上の大きな粒子を含んでいる。そのため、実験開始前後の保存にはデシケーターを使用しているものの、操作中に空気中から微量の水分を吸ってしまい、糊化現象が起こったことによる強度上昇が原因の 1 つとして考えられた[11]。HPC は、薬剤にも使用されているバインダーであり、錠剤・顆粒剤の製造時の結合剤として、10wt% 以上の添加で強い結合力を持つことが広く知られているが[7]、結合様式については明らかになっていないため、今回の結合の詳細については不明である。

表 3 バインダー入りかんぴょう錠剤の吸水実験前の材料試験まとめ (sample 数=4)

バインダー	吸水実験前の破断点を示した値の平均値[N] ± 標準偏差
無添加	49.0 ± 7.8
カゼインナトリウム	62.5 ± 5.0
グルテン	56.4 ± 8.8
CMC	53.8 ± 9.6
HPC	137 ± 29
デンプン	118 ± 31
SPP	83.3 ± 11
MS	96.1 ± 5.2

### 3-4 吸水試験後のかんぴょう錠剤における材料試験結果

表 4 にバインダー無添加のかんぴょう錠剤と、各バインダーを 10wt% 添加したかんぴょう錠剤の吸水後における材料試験結果を表した。バインダー無添加の錠剤と MS 添加錠剤については、材料試験を行うことは不可能であった。

通常、強度のみを重視するのであれば、バインダー添加時は数 wt% の水分とバインダーを

加えて成型する[12] もしくは、バインダーの添加濃度と強度が比例関係であることを利用して添加濃度を上昇させる手法が一般的にとられる[13]。今回我々は乾燥剤の作製を主体とし、バインダーを乾燥粉体のままかんぴょう粉末と混合したため、バインダーとかんぴょうとの初期結合が弱かったことも原因として考えられた。以上の結果より、MS 以外のバインダーを添加することで錠剤の強度は上昇し、HPC、デンプンの 2 種のバインダーが強度上昇に効果的であることが判明した。

表 4 バインダー入りかんぴょう錠剤の吸水実験後の材料試験まとめ(sample 数=4)

バインダーの種類	吸水実験後の破断点を示した値の 平均値[N] ± 標準偏差
無添加	測定不可
カゼインナトリウム	0.22 ± 0.03
グルテン	0.20 ± 0.06
CMC	0.53 ± 0.004
HPC	0.64 ± 0.04
デンプン	0.75 ± 0.3
SPP	0.35 ± 0.03
MS	測定不可

表 5 各バインダーの 1g あたりの価格 [14]

バインダー	価格 [円/g]
カゼインナトリウム	40
グルテン	18
CMC	5
HPC	100
デンプン	4
SPP	20
MS	7
キチン	104
キトサン	340

### 3-5 コスト面から見たバインダーの評価

安価で簡便な乾燥剤を目指すためには、バインダーのコストは重要である。各バインダーの 1g あたりの価格を表 5 に示した。デンプンおよ

び HPC のコストを比較すると、デンプンは 4 円/g、HPC は 100 円/g であった。HPC はデンプンの 25 倍のコストがかかり非常に高価であるため、今回用いたバインダーの中ではデンプンが最も適していると考えられた。

### 4. まとめと今後の展望

今回我々は、乾燥剤として開発中である、かんぴょう錠剤の強度を上昇させる目的で、種々のバインダーの添加を試みた。その結果、デンプンおよび HPC が錠剤の強度上昇に効果的であることが判明した。またこれらのバインダーを添加した錠剤は、吸水率も変化することなく使用することが可能であった。吸水後の錠剤は滲出水およびカビの発生への対応が必要であることが示唆された。今後、滲出水への対応として粒径、およびカビへの対応として防カビ剤の添加等の検討を行い、新規乾燥剤の開発を引き続き目指して行きたいと考えている。

### 参考文献

- [1] 橋本智：とちぎ農作物はじまり物語，pp.7-26，随想舎(2009)
- [2] 小山商工会議所の「かんぴょううどん」ページ：<http://www.oyama-cci.or.jp/kanpyou/> 等
- [3] 栃木県かんぴょう商業協同組合のかんぴょう専門情報サイト：<http://www.kanpyo.jp/>
- [4] 田中孝国 他：かんぴょうを材料とした乾燥剤の作製と評価，電気化学会 技術・教育研究論文誌，Vol. 20, No.1, pp.39-44 (2013)
- [5] JIS Z 0701:1977 包装用シリカゲル乾燥剤
- [6] ニッソーファイン株式会社の製品等  
<http://www.nissofine.co.jp/func/func001.html>
- [7] 三菱ガス化学株式会社の製品等  
<http://www.mgc.co.jp/seihin/a/ageless/>
- [8] 山中英明 他：食品衛生学，pp.145-147，恒

星社厚生閣 (1999)

[9] 伊藤明彦 他：割線入り錠剤の分割に及ぼす結合剤の濃度の影響, 病院薬学, Vol.15, No.1, pp. 11-16 (1989)

[10] 相磯和嘉, 食品衛生学概説, pp.2-5, 光生館 (1991)

[11] 川上謙：澱粉およびその食品への利用(I), 調理科学, Vol.24, No.4, pp.48-54 (1969)

[12] 鎌田靖弘 他：ウコン類における錠剤成形の技術開発, 沖縄県工業技術センター研究報告書第9号, pp. 1-5 (2007)

[13] 鎌田靖弘 他：高品質・低コスト製品を目指した粉体加工技術に関する研究, 沖縄県工業技術センター研究報告第9号, pp.7-10 (2006)

[14] 和光純薬工業株式会社 37th 試薬カタログ(2012)