

# 食品加工廃棄物を利用した新規天然繊維の開発

三木靖浩<sup>\*1)</sup>、首藤明子<sup>\*1)</sup>、辻坂敏之<sup>\*1)</sup>、若子倫菜<sup>\*2)</sup>

## Development of the New Natural Fiber Using the Waste of Food Processing

MIKI Yasuhiro<sup>\*1)</sup>, SHUTO Akiko<sup>\*1)</sup>, TSUJISAKA Toshiyuki<sup>\*1)</sup> and WAKAKO Lina<sup>\*2)</sup>

In this study, to develop new natural fiber using waste of kudzu, the methods to remove unnecessary elements such as starch, and to make kudzu fiber slim are investigated. Scanning electron micrographs revealed that using  $\alpha$ -amylase solution cleaned waste of kudzu effectively. Kleistase T, one of  $\alpha$ -amylase, removed starch well when the solution temperature was 60 . We found that using pectinase made kudzu fiber slim and soft, because pectin contained in kudzu fiber was removed.

### 1. 緒言

吉野葛は全国的に知られた葛の根より採取される良質な澱粉の最高級品であるが、根に含まれる澱粉は10%程度であり澱粉採取後の根の大半は廃棄されている。また、最近健康と環境に配慮したライフスタイルが広がりつつある。そこで、奈良県繊維工業協同組合連合会が新しい素材として葛根の繊維を含有した糸による製品開発プロジェクトを開始したが、技術的な課題のために商品展開が限られている。筆者らは信州大学の協力の下、葛根の繊維を化学処理によって細繊維化し、綿50%・葛根50%の混率で混紡糸の作製を行った<sup>1)~3)</sup>。

一方、量産時の問題点として、廃棄葛根を短時間で効率的に洗浄して泥や残留澱粉を取り除くことが必要となる。また、強アルカリを用いる代わりに酵素を用いるなど廃水処理が容易な方法によって、繊維を細く柔らかく処理することが必要となる<sup>4)~6)</sup>。

そこで、酵素を用いた廃棄葛根原材料の精製方法、とくに残留澱粉を効率的に除去するために  $\alpha$ -アミラーゼ酵素を用いた洗浄結果およびペクチン質を取り除いて細繊維化するためにペクチナーゼ酵素を用いた精製処理結果について報告する。

### 2. 実験方法

#### 2.1 試料

葛根は葛粉澱粉を採取した後の乾燥させた廃棄葛根を用いた。

澱粉除去用  $\alpha$ -アミラーゼ酵素はスピターゼ PN4 (ナガセケムテックス(株)) およびクライスターゼ T (大和化成(株)、現在は天野エンザイム(株)が販売) を用いた。

ペクチン質除去の実験には、ペクチナーゼ XP-534 (ナガセケムテックス(株))、ペクチナーゼ G (天野エンザイム

(株))、およびペクチナーゼ SS (ヤクルト薬品工業(株)) の3種類のペクチナーゼ酵素を用いた。

#### 2.2 $\alpha$ -アミラーゼ酵素を用いた廃棄葛根の洗浄

葛根に絡みついた澱粉を分解させるため、澱粉分解酵素 (耐熱  $\alpha$ -アミラーゼ) を用いて洗浄実験を実施した。

澱粉除去用洗浄液、時間、温度の3因子をそれぞれ3水準、すなわち A: 洗浄液 (水(ブランク)、スピターゼ PN4 0.1%(0.3gを溶解)、クライスターゼ T 0.1%(0.3ml添加))、B: 時間 (30分、60分、90分) 及び C: 温度 (30、40、60) として、洗濯堅牢度試験機を用いて洗浄実験を行った。廃棄葛根 10g と洗浄液 300ml (pH6.5) を試験容器に入れ、実験計画法を用いて  $L_9(3^4)$  直交表による割付により、27条件中9条件の実験を行った。各因子の条件を Table 1 に示す。洗浄結果は、電子顕微鏡による観察で評価を行った。

Table 1 Experimental conditions.

No.	(1)	(2)	(3)	(4)
Experiment No.	A	B	A × B	A × B <sup>2</sup>
1	Water	30min.		30
2	Water	60min.		40
3	Water	90min.		60
4	SpitasePN4	30min.		60
5	SpitasePN4	60min.		30
6	SpitasePN4	90min.		40
7	Kleistase T	30min.		40
8	Kleistase T	60min.		60
9	Kleistase T	90min.		30
	Factor A	Factor B		Factor C

\*1) 繊維・高分子技術チーム \*2) 電子・情報・デザイン技術チーム

### 2.3 ペクチナーゼ酵素を用いた精製処理

ピーカーに漂白処理後の葛根繊維 5g および 250ml の水を入れ、試料の酵素にあった pH 調整を行い、ペクチナーゼ酵素を 0.05% (0.125g / 250ml) 加えて 50 の湯浴に入れ、1 時間時々かき混ぜながら処理をおこなった。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 アミラーゼ酵素を用いた洗浄実験結果

洗浄実験後の試料について電子顕微鏡 S-2380N(日立製作所)を用いて拡大観察を行った。表面の拡大写真を Fig.1 ~ Fig.9 に示す。Fig.1 に示すように洗浄前の廃棄葛根は球状の残留澱粉や不要物で覆われている。洗浄実験した試料の観察の結果、実験番号 8 が良く洗浄されていた。すなわち、アミラーゼ酵素を使用することで澱粉除去効果が大きく特にクライスターゼ T が良好であった。また温度に関しては 60 で効果が大きかった。時間について比較検討した結果、60 分で十分であると思われる。

### 3.2 ペクチナーゼ酵素を用いた精製処理結果

各ペクチナーゼ酵素で処理を行った葛根繊維およびブランクの電子顕微鏡による拡大写真を Fig.10 ~ 13 に示す。ブランクのリグニン処理済み葛根繊維に比べ 3 種類のペクチナーゼ酵素による処理をした葛根繊維は表面にある立方体状のカルシウム分が多く析出している。すなわち、細胞間のペクチン質が分解されていると考えられる。

手で触った評価では、ブランクのリグニン処理済み葛根繊維に比べ乾燥した後も繊維が固まらずほぐれやすい。また、柔らかさも向上している。

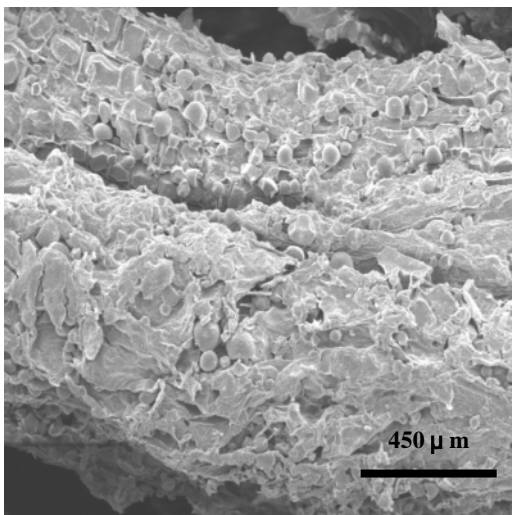


Fig.1 SEM micrograph of root of Kudzu, showing features of the surface

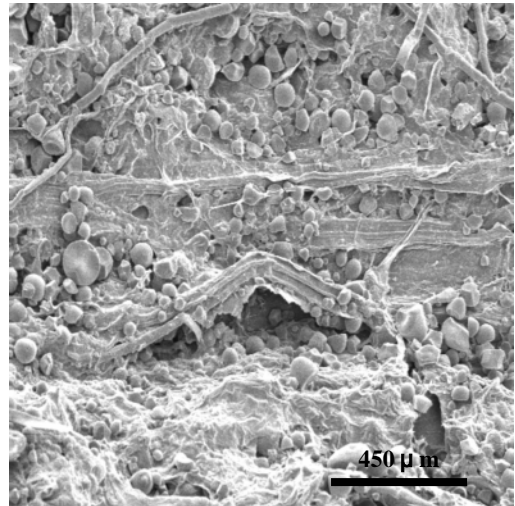


Fig.2 SEM micrograph of root of Kudzu, Ex. No. 1.

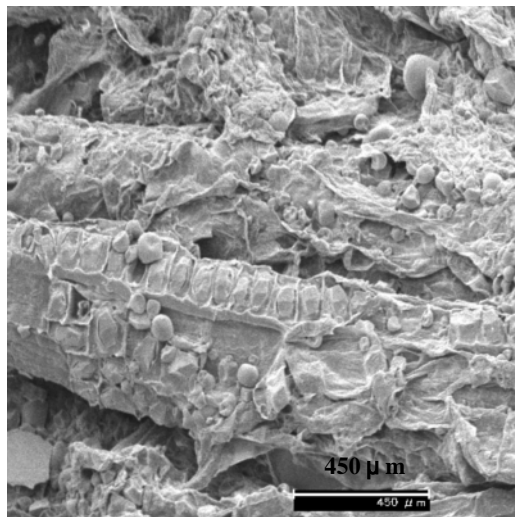


Fig.3 SEM micrograph of root of Kudzu, Ex. No. 3.

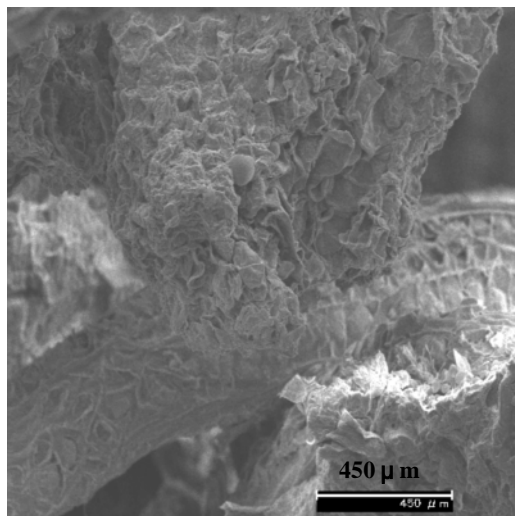
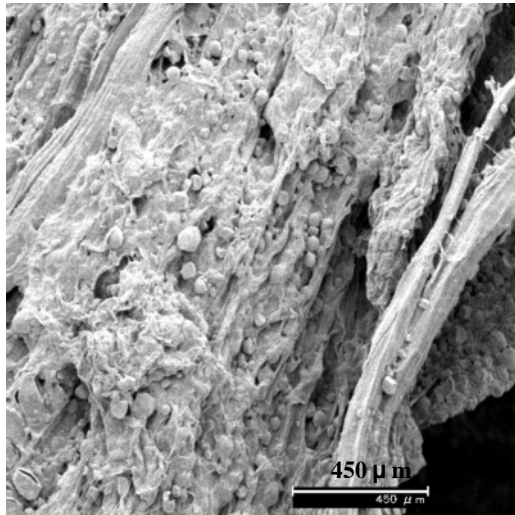
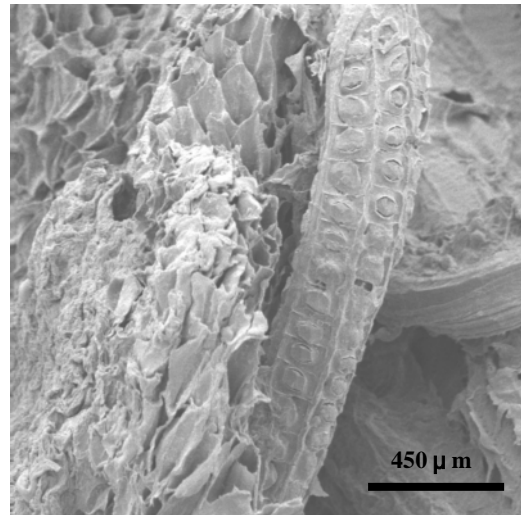


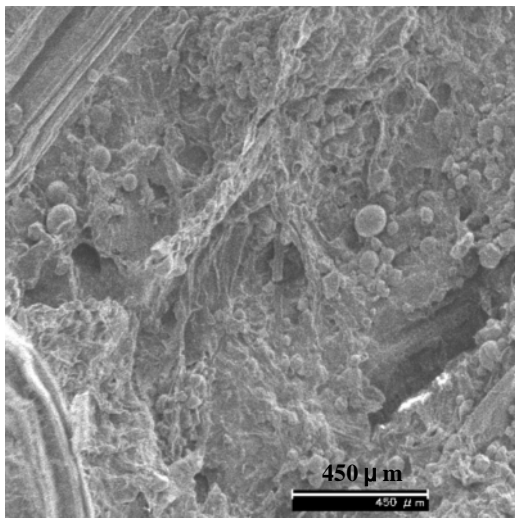
Fig.4 SEM micrograph of root of Kudzu, Ex. No. 4.



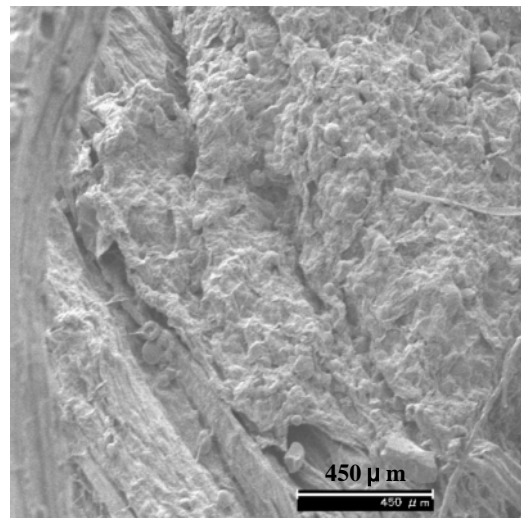
**Fig.5** SEM micrograph of root of Kudzu, Ex. No. 5.



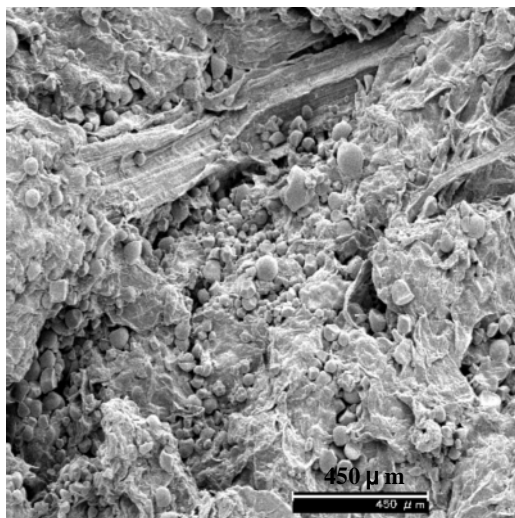
**Fig.8** SEM micrograph of root of Kudzu, Ex. No. 8.



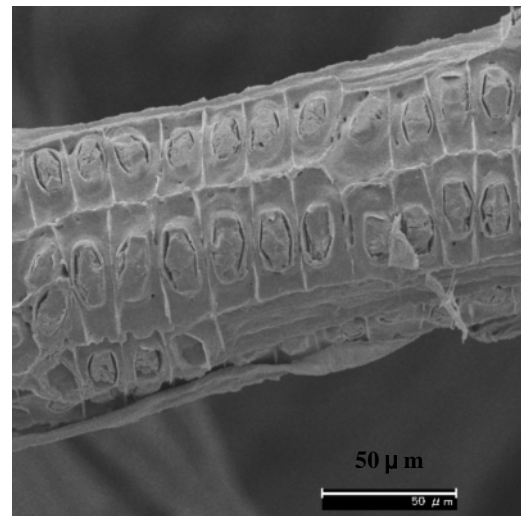
**Fig.6** SEM micrograph of root of Kudzu, Ex. No. 6.



**Fig.9** SEM micrograph of root of Kudzu, Ex. No. 9.



**Fig.7** SEM micrograph of root of Kudzu, Ex. No. 7.



**Fig.10** SEM micrograph of root of Kudzu, which was washed by water and removed lignin

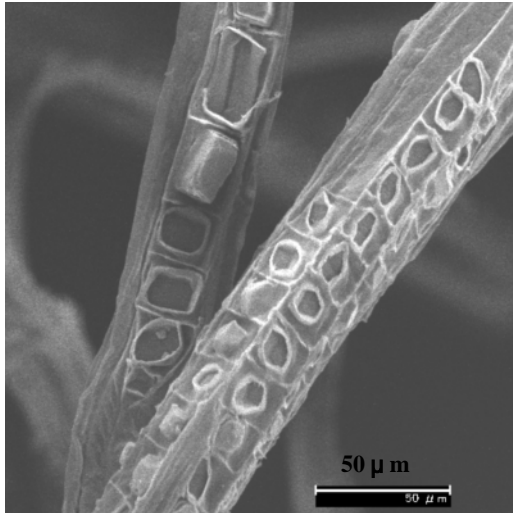


Fig.11 SEM micrograph of root of Kudzu, which was removed pectin by Pectinase XP-534.

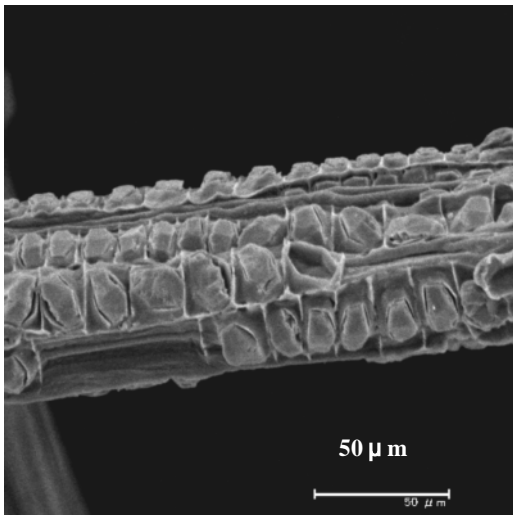


Fig.12 SEM micrograph of root of Kudzu, which was removed pectin by Pectinase SS.

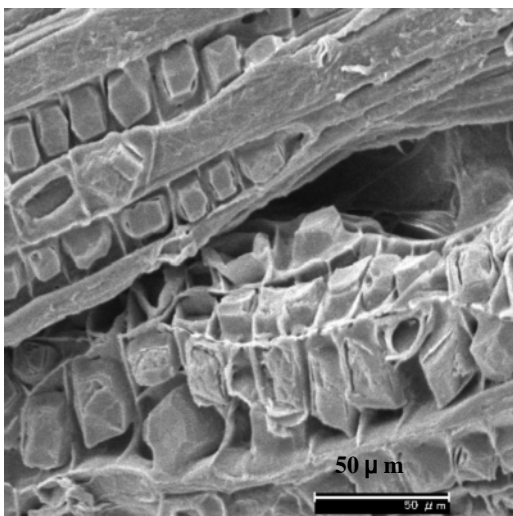


Fig.13 SEM micrograph of root of Kudzu, which was removed pectin by Pectinase G.

#### 4. 結言

廃棄葛根の繊維精製方法において、アミラーゼ酵素を用いて効率的に澱粉除去する方法およびペクチナーゼ酵素を用いて不要なペクチン質を除去し細繊維化する方法について検討した。その結果、次の知見が得られた。

(1) 葛根の残留澱粉除去に、アミラーゼ酵素が有効であることがわかった。

(2) アミラーゼ酵素に関してはクライスターゼ T、スピターゼ PN4 とともに洗浄が良好であった。また温度に関しては 60 で効果が大きかった。時間について比較検討した結果、60 分で洗浄効果は十分であった。

(3) ペクチン質の除去により葛根の繊維を細繊維化する方法として、ペクチナーゼ酵素を用いた処理が効果のあることがわかった。

#### 謝辞

本研究開発を実施するにあたり、終始熱心なご指導、ご支援を賜りました信州大学繊維学部の松本陽一教授に感謝の意を表します。また、葛根繊維原料の調達などご協力いただきました奈良県繊維工業協同組合連合会の森鎮雄専務理事および山内弘行氏に感謝の意を表します。さらに、葛根繊維を混紡した糸を試作していただいたダイワボウノイ株式会社の山内洋氏およびダイワボウマテリアルズ株式会社の林禎弘工場長に感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 樋口明久, 宇井剛, 関口敏昭, 小林研吾, 橋本京子, 東京都立産業技術研究所研究報告, **6**, 127-128(2003).
- 2) 樋口明久, 橋本京子, 清水義雄, 高寺政行, 第 16 回繊維連合研究発表会講演予稿集, 101(2005).
- 3) 掛端正俊, 吉田紘章, 奈倉正宣, 後藤康夫, 大越豊, 第 16 回繊維連合研究発表会講演予稿集, 32(2005).
- 4) 河原豊, 津田知幸, 遠藤利恵, 南秀明, 西内滋典, 繊維学会予稿集, **61**, 113(2006).
- 5) 茶谷悦司, 北野道雄, 愛知県産業技術研究所研究報告, **4**, 196-199(2005).
- 6) 佐藤嘉洋, 斉藤秀夫, 丹羽隆治, 愛知県産業技術研究所研究報告, **1**, 214-217(2002).