



バクテリアセルロース を用いた ストローの開発と評価



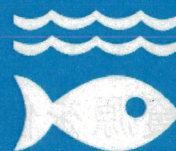
福島県立福島高校スーパーサイエンス部
1年 岩佐奈々 加藤舞花 松永楓

1

〈目次〉

1. 研究背景
2. バクテリアセルロース (BC) とは？
3. 実験内容と結果
 - (1) BC ストローの耐水性評価
 - (2) 引張強度の測定による B C の強度評価
 - (3) ストローの圧縮強度
4. 結論と今後の展望
5. 参考文献

14 海の豊かさを
守ろう



2

An underwater photograph showing various pieces of plastic waste floating in the water. A large, clear plastic bag is prominent on the right. Other items include a green and blue can, a black object, and some smaller debris. A semi-transparent white circle with a blue border is overlaid on the left side of the image.

1. 研究背景



14 海の豊かさを
守ろう



プラスチックごみの増加により多くの被害



代替品として紙や生分解性プラスチックが使用されてきたが、森林資源を使って作製しているほか、使用感が不十分である。



**自分たちで生分解性があり森林資源を利用しない素材を作り
プラスチックごみ削減に貢献したい！**

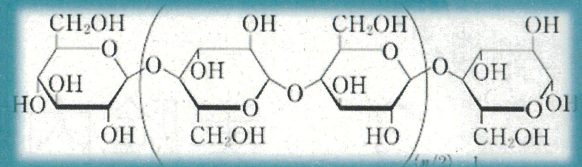
2. バクテリア セルロース (BC) とは？



14 海の豊かさを
守ろう



バクテリアセルロース 〈Bacteria cellulose/BC〉



→酢酸菌が生成し、木材を用いないセルロース繊維

○生分解性・耐水性に優れ、成分上人体に影響なし

○緻密な構造

繊維の太さが植物性セルロースの約 $1/100$ で、高い強度を持つ

BCの材料である「酢こんにゃく」とは？

→食酢の製造過程で表面に発生する膜（酢こんにゃく）は、微生物が生産するセルロースナノファイバーであるバクテリアセルロース（BC）の一種である。

→伝統的な酢の製造法「**静置発酵法**」で副産物として生成

○酢の生産に不要なものとして、**ろ過・廃棄**されている。

○大手メーカーの台頭により、静置発酵法を守る酢店は減少

○福島県には、静置発酵法を守る酢店が存在



造酢産業の新たな付加価値の提案

3. 実験内容 と 結果



実験(1) BCストローの耐水性評価

目的

- ・ 性質の異なる**ストロー**を用いたBCストローの耐水性評価
→BCストローの耐水性は他の種類のストローに対してどれほどのものなのかを調べる
- ・ 性質の異なる**飲料**を用いたBCストローの耐水性評価
→性質の異なる飲料によってBCストローはどのような変化を示すのかを調べる

6

実験(1) BCストローの耐水性評価

<性質の異なるストローを用いたBCストローの耐水性評価>

～比較対象～

- ・ BCストロー
- ・ 紙ストローA
- ・ 紙ストローB
(コーティング除去)
- ・ プラスチックストロー



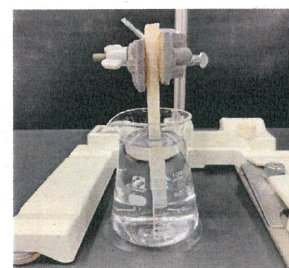
▲実際に製作したBCストロー

7

実験(1) BCストローの耐水性評価

～実験方法～

- ①各ストローの始めの質量を測定し、純水に60分間浸した。
- ②その間、質量を経過時間ごとに記録し、60分経過後にストローを用いて試飲した。



▲実験装置

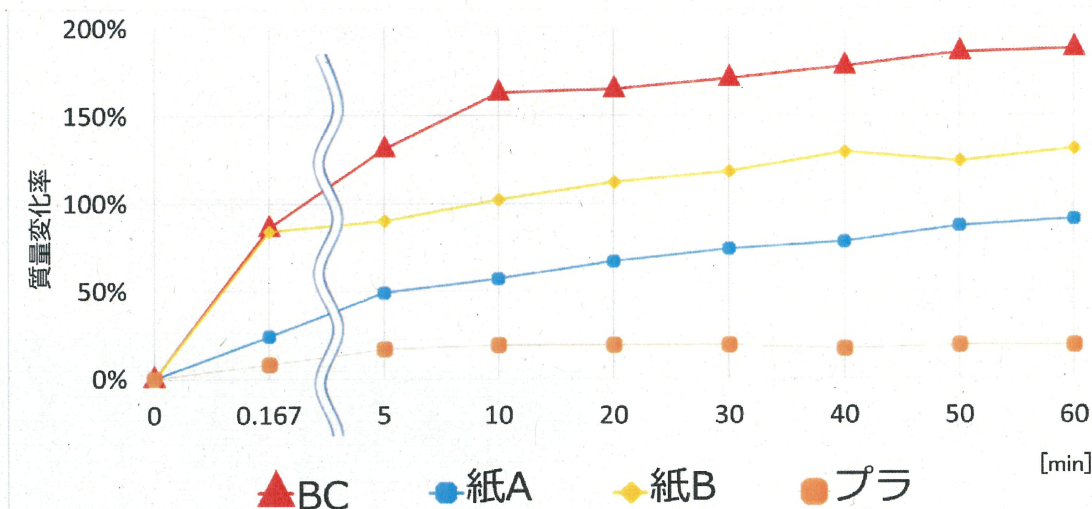
(質量変化) ÷ (ストローの吸水率) として耐水性評価

$$\text{質量変化率} = \left(\frac{\text{経過時間ごとのストローの質量}}{\text{浸水前のストローの質量}} - 1 \right) \times 100$$

8

実験(1) BCストローの耐水性評価

～結果～



▲各ストローにおける時間と質量変化率

9

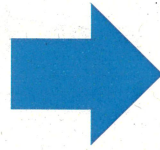
実験(1) BCストローの耐水性評価

～結果～

○開始10秒における質量の増加

○浸水後5分以降の質量変化率はプラスチックストロー以外のストローでは似た傾向が見られた

○どのストローも正常に試飲可能



ストロー表面に付着した水が原因で質量変化率が急激に増加したが、試飲に影響を与えなかった

10

実験(1) BCストローの耐水性評価

<性質の異なるストローを用いたBCストローの耐水性評価>

～実験方法～

①7種類の飲料

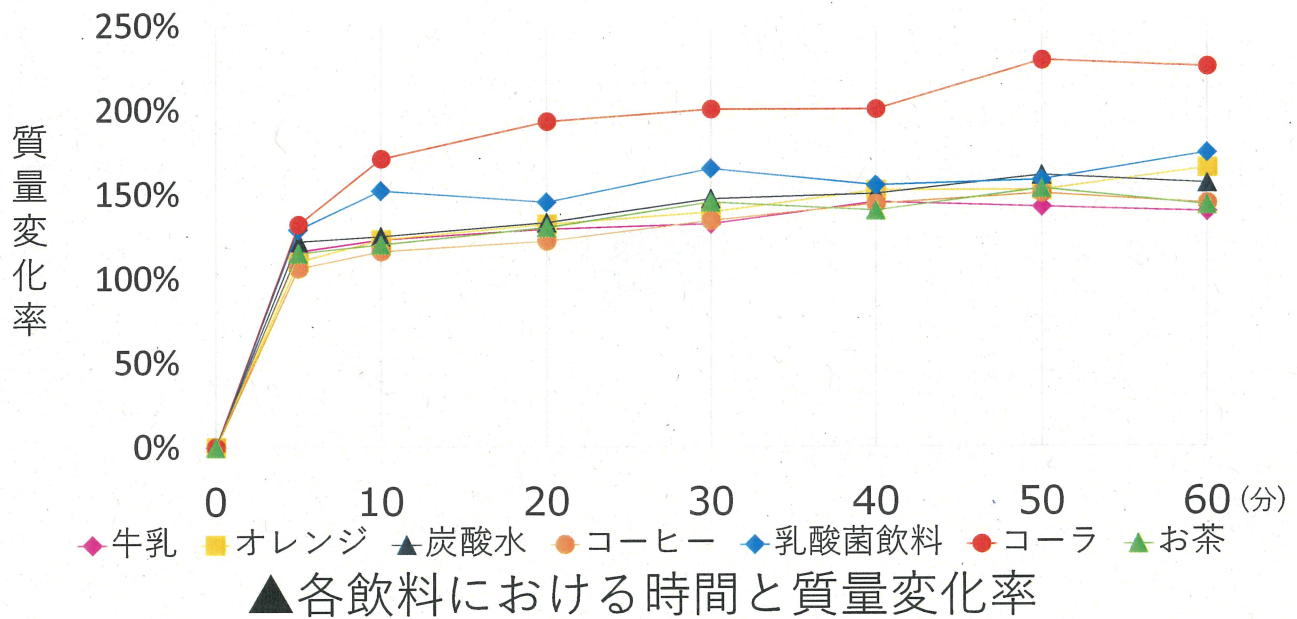
(コーラ:pH2, 乳酸菌飲料:pH3, オレンジジュース:pH4, 炭酸水:pH5, お茶:pH6, コーヒー:pH7, 牛乳:pH7)を用意した。

②各飲料にBCストローを浸し、経過時間ごとに質量を測定した。

11

実験(1) BCストローの耐水性評価

～結果～



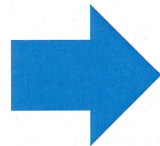
12

実験(1) BCストローの耐水性評価

～結果～

質量変化率が高かった飲料

- 第一位 コーラ (pH2)
- 第二位 乳酸飲料 (pH3)
- 第三位 オレンジジュース (pH4)
- ・
- ・
- 第七位 牛乳 (pH7)



pHが小さい飲料ほど、質量変化率は大きくなる

13

実験(2)引張強度の測定によるBCの強度評価

目的

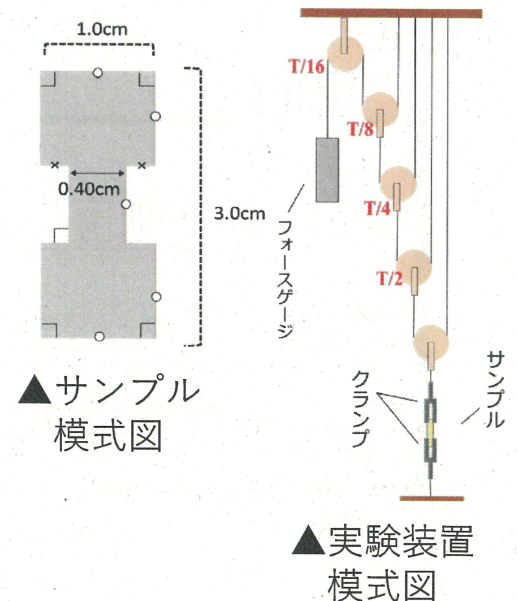
紙ストローの原料である紙とBCストローの原料で
あるBCの強度を測定・比較し、ストローとしての
強度を図る

14

実験(2)引張強度の測定によるBCの強度評価

～実験方法～

- ①紙ストロー、BCストローを切り開き、右図の様なサンプルを作製し、全体を一定時間純水に浸した
- ②各サンプルを動滑車を組み合わせた実験装置(右図)に設置した
- ③サンプルを垂直に引っ張り、破れた際の力を測定した



15

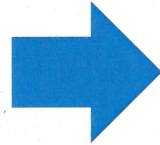
実験(2)引張強度の測定によるBCの強度評価

～結果～

○浸水0分の時点では紙の方が引張強度に優れていたが、時間が経つにつれ、著しくその強度は低下した

○BCに急激な変化は見られず、長時間の浸水に対しても強度は安定していた

○BCの方が紙に比べて平均の厚さが約三分の一だった



紙ストローより

BCストローの方が強度が高い

16

実験(3) ストロー圧縮強度

目的

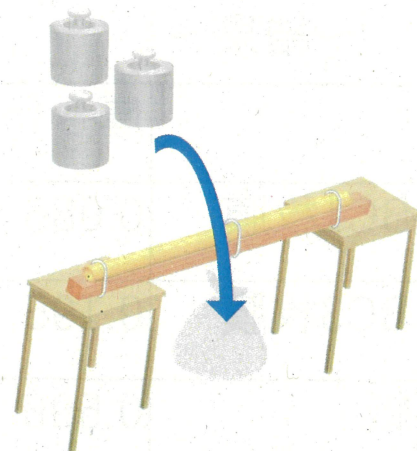
ストロー側面から圧力をかけ、変形や破損する時点の力の大きさを測定することで、製品としての強度を示す。

17

実験(3) ストロー圧縮強度

～実験方法～

- ①各ストローの直径・厚さを測定後、右図の装置に取り付けた
- ②ストローの中央付近に取り付けた袋に分銅を入れていき、変形・潰れ・破損が起こる際の、銅の質量を記録した

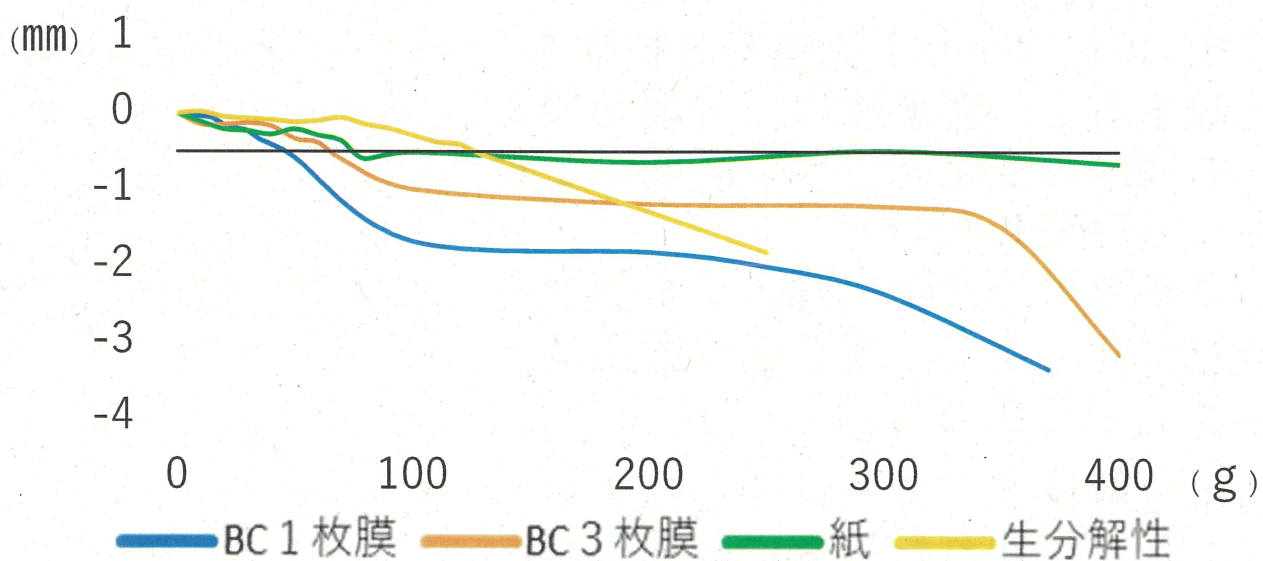


▲実験装置模式図

18

実験(3) ストロー圧縮強度

～結果～



▲質量ごとの直径の変化

19

実験(3) ストロー圧縮強度

～結果～

	厚さ(mm)	変形(g)	潰れ(g)	破損(g)
BC1枚膜	0.086	50	300	370
BC3枚膜	0.195	70	350	400
紙	0.596	80	1300	1550
生分解性	0.057	130	計測不可	250

▲各ストローの厚さと、変形・潰れ・破損 が起きた際の分銅の質量

20

実験(3) ストロー圧縮強度

～結果～

○BCストローの1枚膜と3枚膜を比較すると、変形後に、分銅を加えても直径の変化が少ない区間がどちらにも存在した。

○3枚膜の方が1枚膜よりも強度が高かった。また、厚さは3倍にはなっていなかった。

○生分解性ストローは変形しなかったが、潰れた直後に破損した。

→重ねる膜の枚数を増やすとストローの強度も上がる。さらに、薄さの点で使用感に大きな影響は与えない。

→ストローを噛んだ際に、容易に破損する。

21

An underwater photograph showing various pieces of plastic waste floating in clear blue water. A large, crumpled clear plastic bag is prominent on the right. Other items include a green and yellow can, a black object, and some smaller debris. A semi-transparent white circle with a thin blue border is overlaid on the left side of the image, containing the section title.

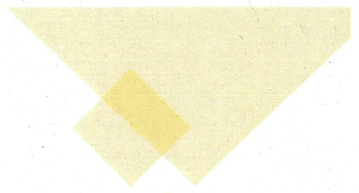
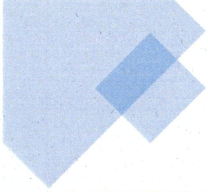
4. 結論と 今後の展望

結論として

- ◆酢こんにゃく由来のBCストローの作製に初めて成功
- ◆BCストローは使用想定時間内なら使用可能だった
- ◆BCストローは浸水後も引張強度の大幅な減少が見られなかった



- ・ 紙ストローの代替品としてのBCストローの普及
- ・ 世界のプラスチックごみ削減に貢献
- ・ 伝統的な造酢産業への新たな付加価値の提案
- ・ 原発事故の風評被害が残る福島的一次産業の活性化



〈今後の展望〉

- ・ 衛生面でのBCストローの性能評価、使用感の改善
- ・ BCの生産の効率化
- ・ 文化祭や地元行事での試飲調査
- ・ IRスペクトル解析によるBCの浸水前後での構造的変化の解析



23

5. 参考文献

(1) 伝統てきなお酢産業最高作戦～日本独自の発酵産業の 文化的・科学的価値～

小山絵風 (愛媛大付属高校)

(2) 山中茂 「微生物がつくる超微細セルロース利用研究の最近の進歩」

繊維学会誌 52 (3)、p 115-118、1996

(3) 吉永文弘、外内尚人、渡部乙比古

24