

アオサを用いた紙の強度

～海の厄介者のアオサを有効活用～

福岡工業大学附属城東高等学校科学部 1年 田口結菜 2年 大石圭悟

1. 背景・目的

私たちの身近にある博多湾では、毎年アオサ (*Ulva sp.*) が大量発生し、処理が問題になっている。これは博多湾が、アオサが繁殖するうえで好条件な特徴を持っているためだ。閉鎖的かつ水深が浅く、日当たりがよいため水温が高い。また、多くの川が流れ込んでいるため、工場排水や生活排水が多く流れこむことで海の富栄養化が進み、リンや窒素化合物を含んでいる。さらに、アオサは成長速度が速く、約2週間で、もとの5・6倍もの大きさまで大きくなるといわれている。また、短期間で繁殖を繰り返すため、大量発生し、処理が問題となっている。これが陸に打ち上げられ、腐敗が進行すると悪臭を放つほか、ヘドロ化したものが蓄積することで、アサリやエビなどの干潟の生き物が窒息や死滅する原因にもなる。そのため、アオサは「海の厄介者」と呼ばれ、回収が進められている。

そこで私たちはアオサの活用方法として、アオサを用いたリサイクル紙の制作に取り組んだ。本研究では、三種類の制作方法でアオサのリサイクル紙を制作し、より強度の高い紙の作成方法を研究した。

2. アオサとは

- ・学名 : *Ulva sp.*
- ・植物界緑藻植物門緑藻綱
アオサ目アオ科アオサ属



(図1: アオサ)

3. 仮説

アオサには、細胞間物質にラムナン硫酸という多糖類が含まれていることを知った。そこで、紙の繊維の間にアオサの粒子が入り込み、ラムナン硫酸がノリの役割をはたすことで、紙の強度が高くなると考える。よって、アオサの割合が高くなるほど紙の強度が上がると思う。

4. 機材

電子天秤 メスシリンダー シュレッダー
ミキサー ミルサー (図2) うらごし

5. 研究方法

アオサを用いた紙の強度とアオサの粒の大きさの関係を調べるため、下記の A, B, C の作成方法で紙を作り強度を比較した。

(1) 作成方法

- ① アオサを沸騰した水酸化ナトリウム水溶液で40分間煮て、乾燥させる
- ② シュレッダーにかけた不要な紙に水200mLを加え、1分間ミキサーにかける (以下原液とする)

③

- A a 乾燥させたアオサに水200mLを加え1分間ミキサーにかける
- b a で出来たものを原液とともに、水を入れたバケツの中で混ぜる
- B a 紙を作る直前に再度アオサを5分間煮る (図3)
- b 再度煮たアオサに水200mL加え、1分間ミキサーにかける
- c a でできたものを原液とともに、水を入れたバケツの中で混ぜる
- C a アオサを1分間ミルサーにかけ、ふるいにかける
- b a でできたものを原液とともに、水を入れたバケツの中で混ぜる

- ④ A, B, C それぞれ b または c まで終わらせた後、和紙を作る時のようにうらごしで紙を漉く (図4)

- ⑤ 紙を乾燥させる

A, B, C それぞれアオサの割合を20%ごとあげ、0%から80%まで制作した。これらと紙100% (以下「K100」とする) の強度の比較実験を行った。



(図2: ミルサー)



(図3: アオサを煮る様子)



(図4: 紙を漉く様子)

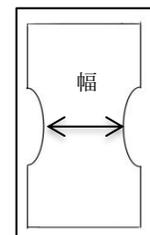
(2) 解析方法

引っ張り検査

卓上型引張圧縮試験機 NCT-1150 (図5) を用いて、各10枚ずつ実験を行った。紙の厚さ、重さ、幅を計り、紙の強度を比較した。

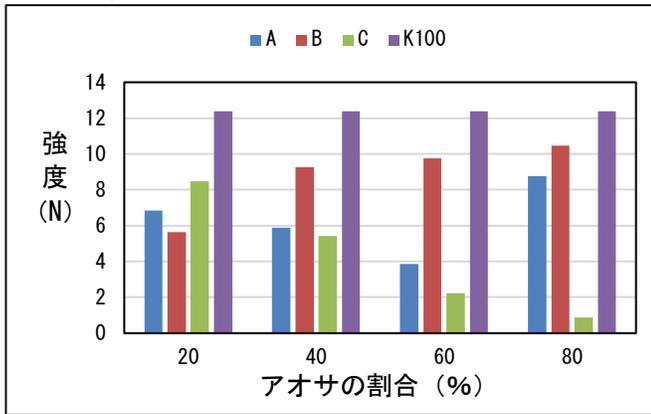


(図5: 卓上型引張圧縮試験機)



(図6: 試験紙にかけた紙のイメージ図)

6. 結果



(グラフ：各 K100 と A, B, C の強度の平均値)

(表：各 k100, A, B, C の強度, 重さ, 厚さ, 幅の平均値)

アオサ (%)	強度 (N)	重さ (g)	厚さ (mm)	幅 (mm)
K 100	12.39	0.11	0.24	25.8
A 20	6.85	0.17	0.27	26
40	5.87	0.13	0.36	26
60	3.87	0.10	0.23	25.3
80	8.75	0.29	0.34	25.2
B 20	5.62	0.11	0.46	25.7
40	9.24	0.13	0.31	26.1
60	9.75	0.13	0.37	26.4
80	10.45	0.11	0.35	26
C 20	8.47	0.11	0.27	25.9
40	5.41	0.14	0.32	25.8
60	2.21	0.14	0.33	25.8
80	0.89	0.14	0.34	25.8



(図7:A 80%)



(図8:B 80%)



(図9:C 80%)

A はアオサの割合が高くなるほど強度が低くなった。しかし、アオサが 80% のとき強度が高くなった。、図 7 のようにできた紙のアオサの粒子は大きく、裏側と表面でのアオサの比率の差が大きく、表面にアオサが集まっていた。

B はアオサの割合が高くなるほど強度が高くなった。図 8 のようにできた紙のアオサの粒子は A よりも細かくなり、A に比べ、表面と裏面のアオサの比率の差が小さくなり、A のように表面に集まることは無かった。

C はアオサの割合が高くなるほど強度が高くなるほど強度が低くなった。図 9 のように、できた紙のアオサの粒子は、A, B, C のなかで最も細かくなり、A, B に比べてムラが少なく、表面にアオサが出てこなくなった。

7. 考察

A では、20% から 60% までは、アオサの割合が高くなるほど強度が低くなったが、アオサが 80% のとき強度が高くなった。このとき、アオサ 80% の紙の厚さは、アオサ 40% の紙の重さの約 2 倍だが、厚さには大差がなかった。この重さの差は、アオサの方が紙よりも薄いためだと考える。よって、紙の密度がほかの紙に比べて高くなったため、紙の強度が増したと考える。

B はアオサの割合が高くなるほど強度が高くなった。これは、アオサの細胞が壊れず、細胞間物質も残っていたため、ラムナン硫酸が残り、ノリの役目を果たしたためだと考える。そのため、アオサの割合が高くなるほど、紙の繊維に入り込むアオサの粒子が増えるため、強度が高くなったと考える。

C はミルサーで、アオサがかなり細かくなり、アオサの細胞間物質が流れ出してしまったため、アオサの割合が高くなっても強度が上がりなかったと考える。

8. 結論

A, B, C では、B が最も強度が高くなった。また、B はアオサの割合が高くなるほど強度が高まっていった。つまり、B では細胞が壊れない程度にアオサを細かくすることができたため、細胞間物質のラムナン硫酸が残った。それが、紙の繊維に絡まったアオサの粒子から溶け出し、ノリの役目を果たしたため強度が高まった。このことから、適切な手順を踏めば、アオサのリサイクル紙を作成し、強度を高めることができるといえる。

9. 今後の展望

今回作成したアオサを用いた紙では、A・C でできた紙は、強度が下がり続けた。A では、アオサがうまく紙の繊維に絡まず、紙の表面に出てきた。しかし、紙の強度が 60% まではさがり続けたが、80% で急に強度が増した。なぜ、急に 80% でこのような変化が見られたのか今後の研究で明らかにしたい。

10. 謝辞

本研究を行うにあたって、福岡工業大学生命環境化学科の三田教授に大変お世話になりました。紙面を借りて御礼申し上げます。

11. 参考文献・参考資料

・福岡市 アオサ回収
(https://www.city.fukuoka.lg.jp/kowan/kankyotaisaku/hakata-port/aosa_kaisyu.html)

・アオサ | 海藻・植物 | 市場魚貝類図鑑 (zukan-bouz.com)

<https://www.zukan-bouz.com/syu/%E3%82%A2%E3%82%AA%E3%82%B5>

・月刊染織 α NO. 172 1995 年 7 月号 P58~60 染織と生活社