

地域素材としての水草（コカナダモ）を用いた紙づくりの教材化

三輪 祥代・辻 彰 洋・鳥本 昇

(1996年11月28日受理)

1 はじめに

紙は情報の伝達などといった産業の基幹を支えるものであるため「紙の消費は文化のバロメータである」とさえ言われ、日常生活に欠かすことのできないものである。この紙を作る過程を通して環境への関心を高める教材を考えられないかと著者らは考えた。

一方、「水環境」について考えるとき、著者らの住む「滋賀県」は「琵琶湖」という豊かな湖に日頃より接しているためか、環境に対する意識が高いように感じる。また、1994年夏の琵琶湖の異常湧水は私たちに「水環境」の大切さを再認識させた。さらに同年は水草の大量発生も社会問題となり、藻刈り船やブルドーザー・トラックを利用した処分が行われた。

著者らは、地域性を活かした教材として、紙と水草を結びつけたいと、水草紙の教材化に取り組んだ。

本報では、水草の一つコカナダモを用いた紙作りを行い、処理に用いるアルカリ濃度の最適条件を求めると共に、その教材化について検討を加えた。

2 実 験

2.1 水草の採取

コカナダモ (*Elodea nuttallii* (Planch.) St. John) は1995年8月の下旬に琵琶湖湖岸に打ち上げられたものを採取した。

2.2 繊維の取り出しと紙漉き

天日乾燥したコカナダモ150gと水2lをそれぞれ入れたステンレス製ボウルを5個用意し、これに各々

水酸化ナトリウムを水の重量に対して重量パーセントで、0, 0.3, 1.0, 3.0, 10.0%になるように加えた。その後、かき混ぜながら1時間煮沸した後、ステンレス網で繊維を濾別し、流水で十分に洗浄した。この際、他の水草やごみを手で取り除いた。その後、それぞれの繊維を一部ずつ取り20秒間ミキサーにかけて、繊維をほぐした。それぞれの繊維を乾重量にして2gずつ取り、水300mlに加えてよく分散させた後、15×10cmの金網上に流して紙を漉いたり。

2.3 電子顕微鏡による表面構造の観察

乾燥させた紙の薄片を白金蒸着し、走査型電子顕微鏡（日本電子, JSM-5800）を用いて観察した。

2.4 折れ強度の測定

折れ強度は、2cm巾に切り取った紙を、折り返しの度に250gの重りを吊りし、切れたときの折り返し回数を折れ強度とした。測定は7回行い、最高値と最低値を除いた5点について平均と標準偏差を求めた。

3 結果と考察

3.1 アルカリ濃度と繊維の収率・強度・表面構造

まず、乾燥によってコカナダモの乾重量は湿重量の12.8%に減少した。水酸化ナトリウム濃度と繊維の収率・折れ強度との関係を図1に示す。また、濃度の違いによる紙の表面構造の違いを写真1に示す。

水だけの処理では、繊維の収率は37%と高いものの、これで漉いた紙は非常に脆く強度は極めて小さかった。この紙はまだ繊維になっていない、水草植物体の断片が重なっただけの構造をしている。0.3%の濃度で、収率は急激に低下(18%)し、折れ強度は8.2回と上昇した。1%の濃度では、収率・折れ強度ともにそれほど変化しなかった。3%の濃度では収率は12.3%になり、折れ強度は37.4回と大きく増加した。表面構造は、植物体がほぐされて繊維が現れているのが見られた。より高濃度(10%)では、収率はそれほ

Paper Making using *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John as a Local Material.

Satiyo MIWA 滋賀大学大学院教育学研究科 修士課程。
Akihiro TUJI 京都大学生態学研究センター 後期博士課程。
[連絡先] 520-01 大津市下坂本(所属)。
Noboru TORIMOTO 滋賀大学教育学部 教授 工学博士。

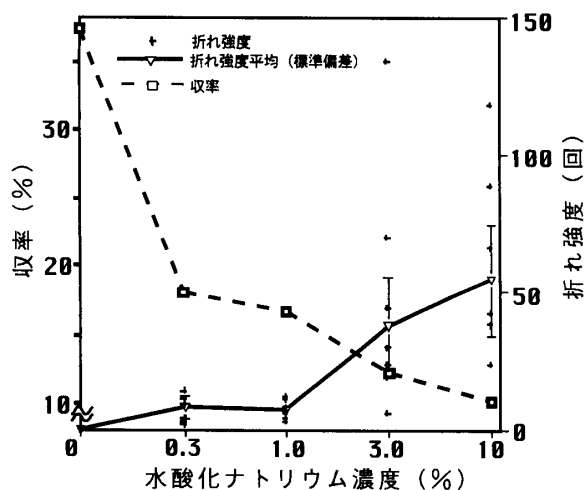


図1 水酸化ナトリウム濃度とコカナダモ紙の収率・折れ強度との関係。

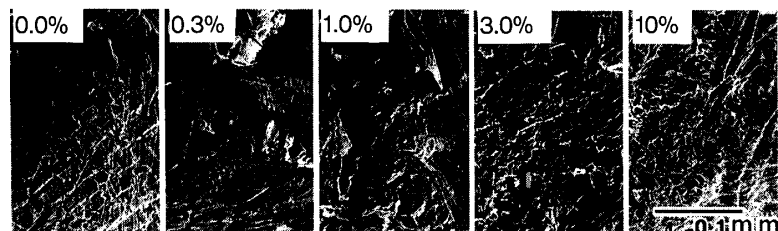


写真1 水酸化ナトリウム濃度と紙の表面構造。
アルカリ濃度：左より0, 0.3, 1.0, 3.0, 10%

ど減少しなかった (10.2%) が、強度は 54.6 回に増加した。表面構造は、繊維がより絡み合っただけになって見られる。

収率の低下が極めて低濃度 (<1%) で起こることは、アルカリの存在による浸透圧の増大で細胞膜の破壊が生じ、細胞質の溶出が起こったためと考えられる。そして、この濃度では、植物体断片が小さくなり、断片同士がより密着されるものと考えられる。0.3%~1.0%の間で強度に大きな変化がないことは、この作用は 0.3%以下の薄いアルカリ濃度で十分であることを示している。

今回の結果より、本来の手漉き紙としての強度を得るためには、3%以上という高い濃度のアルカリが必要と考えられる。この濃度では細胞質の溶出に加え

て、細胞壁をくっつけている物質が溶け去り、繊維が現れるフィブリル化と呼ばれる現象が起こるものと考えられる。この作用により折れ強度の上昇と透明感・表面の滑らかさなどの紙らしさが生じたと考えられる。

水草や野草といった草本植物は楮や三桠といった木本植物に比べて柔らかい感じがするため、低濃度でフィブリル化が進み、紙作りが出来ると考えられやすい²⁾。今回の著者らの結果は、このような植物においてもフィブリル化を十分に行うためには木本植物と同じ程度のアルカリ濃度 (水酸化ナトリウムで3%程度) が必要であることを示している。水草以外の草本植物を用いた紙作りにおいても同様のことがいえると考えられる。

4 紙作りの教材化

コカナダモの繊維の長さは 2.0 mm と楮 (9.8 mm) などの繊維に比べて短くまた細いため、薄い紙が得やすく、透明感のある紙を漉くのに適している。これらの性質を活かして草木染により紙を染め³⁾、封筒や紙風船などを作ってみた。葉書や封筒については実際に使用してみたが強度的にも問題なく、実用性のあるものであった。また、吸水性が低く水ぬれに強いので、樟脳で水面を走る紙船を作ったが十分に耐えた。

謝 辞

本研究を進めるにあたって、滋賀大学教育学部鈴木智恵子元教授、鈴木紀雄教授、横山和正助教授、富山県中央植物園の橋屋誠学芸員にはいろいろとご助言いただいた。また、滋賀県立琵琶湖博物館の楠岡泰学芸員には電子顕微鏡の利用にあたって、ご配慮いただいた。以上の方々に紙面をかりて深く御礼申し上げたい。

文 献

- 1) 谷村載美, 鳥本昇, 化学と教育, 34, 343 (1986).
- 2) 相沢征雄, 野草で紙を作る, 創和出版 (1993), pp. 1-64.
- 3) 谷村載美・鳥本昇, 化学と教育, 35, 265 (1987).

