

## N-10 回収ケナフをキノコ生産の原料に用いる環境保全・資源循環型産業の創成

群馬高専/環境都市工学科 青井 透、(有)環境サポートシステム 片亀 光

## 1. はじめに

ケナフはアフリカ原産の熱帯性1年生草本であるが、その成長力の旺盛さから、単位面積当りの二酸化炭素の吸収量が多く、地球温暖化防止に役立つと一時はとても話題に登ったが、そのブームが去り一般の方々の関心は薄くなった。最も実業の世界では、世界のトヨタがセルシオのドア内張や、新型ラウムのスペアタイヤボックス等に、ケナフ繊維とPPの複合材を積極的に導入、また松下電工のパナホームはケナフ繊維で製造した、通気性があり薄くて強いケナフ合板を外壁材に使用、さらにNECは携帯用パソコンに、ケナフ短繊維を結晶促進剤に使用したポリ乳酸プラスチック(生分解性)を一部導入するなど、着実に実用化に向けて進んでいることは、あまり知られていない。

このような現象は、1992年のリオデジャネイロ地球サミットで宣言された、持続可能な開発・循環型社会への転換を背景に、すすめられているダイナミズムやCO<sub>2</sub>排出権問題等に由来していると思われる。

さて私が行きがかり上代表を務める"ぐんまケナフ研究会"(事務局長片亀光)は、平成11年11月11日に発足した。既に日本中に主に紙作りを目的とした各ケナフの会が立ち上がった後だったので、私どものケナフ研究会は、紙以外の利用を当初から目標として、群馬の環境に適合した利用方法をいろいろと模索した結果、群馬県が近代キノコ生産技術発祥の地であること(森産業の種駒が嚆矢である)、原木生シイタケ生産日本一で、キノコ産業が盛んであること等から、成長したケナフ幹をキノコ菌床の培地として利用する研究を開始した。

まず伝統の農業高校である勢多農林高校にお願いして、栽培が楽で成長の早いヒラタケでの適用試験を実施したところ、100%広葉樹オガクズ代替でも、ケナフ芯部でヒラタケが成育できることを確認した<sup>1)</sup>。しかし、ケナフが広くキノコ産業の原料として利用できることを確認するためには、成育条件のより難しいキノコで実験をする必要があったために、栽培が難しいとされるナメコを対象に、工場操業規模の製造試験を実施し、同時に群馬県におけるケナフの、環境改善に対する位置づけを検討したので報告する。

## 2. 群馬県特有の環境問題とケナフの適用

群馬県は、日本有数の工業県であるが、同時に畜産(豚・乳牛・採卵鶏)、園芸野菜などでも日本有数の出荷額を誇っている。とくに赤城山山麓には畜産業と畑作農業が広く展開している。畜産糞尿の不適切処理(野積みや地下浸透:今年11月からは畜産三法で規制を受ける)や畑作の多量施肥などにより、地下水の硝酸態窒素汚染が進んでおり、農地は過剰栄養になっている。

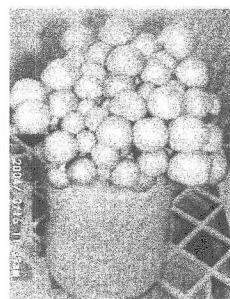
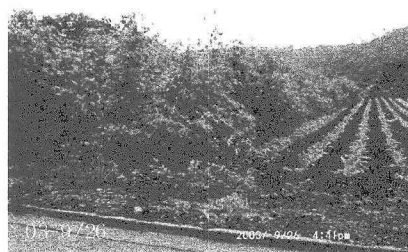


写真1 ナメコ by Kenaf



03-11/23収穫日/暖冬のため完全に枯れていない



図1 肥沃な農地におけるケナフの生育

表1 高圧剪断破碎とチョッパーシュレッダーでのケナフ繊維長の相違

| 破碎方法        | 繊維長   |      |       |        | 備考          |
|-------------|-------|------|-------|--------|-------------|
|             | Avg   | Max  | Min   | STDV   |             |
| 高圧剪断破碎      | 6mm   | 14mm | 2mm   | 2.95mm | 中嶋農畜産A20    |
| チョッパーシュレッダー | 5.5cm | 19cm | 1.5cm | 3.12cm | コマツゼノアSR110 |

また群馬県環境基本計画では、温暖化防止の優れたプラン(CO2削減プラン<sup>2)</sup>)が進行中であるが、かならずしも削減目標が達成されるとは言い難い。さらに赤城山南麓に接続する大間々扇状地の地下水窒素汚染は、硝酸態窒素の水道水質基準値超過率は90%を越える深刻な状態<sup>3)</sup>であり、この地下水が最終的に利根川に流入し、汚濁を加速する方向にあることは憂慮すべきことである。他方産業として盛んなキノコの広葉樹オガクズは、県内での自給ができず他県から移入している現状にある。

特に宮城村・新里村・富士見村等の赤城山南麓では、集約的に農畜産業が発展し、農地や地下水・河川水の窒素過多が発生しているが、一方では水田の休耕田率は4割を突破し、代替作物が待たれる環境でもある。またキノコ産業も、同時に赤城山南麓に多く展開しているので、ケナフを過剰栄養の休耕田に作付けし、畑地を適正栄養状態に戻す(ケナフは土壤浄化作物(clean-up crop)として作用<sup>4)</sup>)とともに、過剰栄養で太く成育したケナフは二酸化炭素を吸収して、地球温暖化防止に貢献するとともに、ケナフ回収茎が原料としてキノコ産業で利用できることになれば、赤城山南麓の環境問題は改善され、水田農家は代替作物で収入が得られ、農業振興にもなる可能性が高いわけである。

### 3. 実験方法

収穫したケナフの利用には、半乾燥したケナフ全茎がほど良い繊維長さに破碎されることが不可欠である。本ケナフ研究会会員の情報から、(株)中島農畜産研究所の湿式高圧剪断破碎機が良好であることがわかった。ナメコ生産には、工場の日操業分のケナフ原料が必要と、協力頂いた(有)横堀キノコに指示を受けていたので、(株)林牧場の協力を頂き、過剰栄養の農地でケナフを生産(図1)収穫し(図2)、中島農畜産の湿式高圧剪断破碎機(A20型:図3)で、ケナフ全茎破碎物(図4)を製造し、そのまま横堀キノコ工場に搬送して、副資材と混合(図5)して、菌床ナメコ(写真1,図6)を製造して、ナメコ原料化の可能性検討を進めた。

### 4. 結果および考察

湿式高圧剪断破碎機によるケナフ全茎の破碎物を、一般的なチョッパーシュレッダー破碎物と比較した結果を表1に示した。高圧剪断破碎物の平均繊維長は6mmであり、キノコ菌床にそのまま利用できることがわかった。



図2 林牧場でのケナフ収穫 (幹を1m長に切断し結束)



収穫したばかりのケナフ(含水率高くこのままでは高圧剪断破碎不能)



図3 中島農畜産の高圧剪断破碎機(断面図)による全茎ケナフの破碎

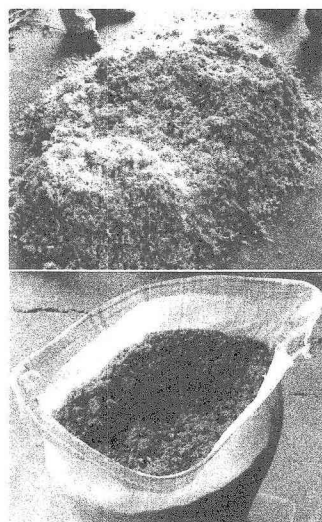
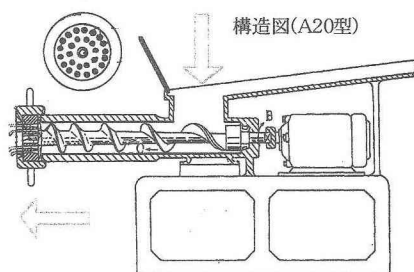


図4 高圧剪断破碎後の全茎ケナフ

ナメコ製造試験では、広葉樹オガクズの大半をケナフ破砕物に置き換え、半日操業分以上のロットを全てケナフ原料で製造した。原料の組成を表2に示したが、このような配合の原料を850mlのPPビン2500本に充填して、成育実験を実施したところ、表3に示す結果となり、広葉樹オガクズと殆ど遜色ない収量であった。

ケナフは成長の早い草本なので、重金属の影響を調べるために、各原材料および広葉樹とケナフで製造したナメコの重金属含有量を測定し、結果を表4に示した。表4中、材料のケナフ芯、ケナフ靱皮は図1に示した肥沃な農地で成育したものであるが、一部農地外でボランティアが成育した全茎試料(ケナフ全茎:渡良瀬川上流域で成育)では、比較的高い銅(Cu)濃度を示したので、食品原料としてケナフを使用する場合には、畑地で栽培する必要があることがわかった。

## 5.まとめ

本研究は、多くの協力者および学生の積極的な協力を得て実現したものであるが、利用でボトルネックとなる破砕工程を、公共関与の破砕ステーション(剪定枝などの加工と再利用が可能)で実施できれば、ケナフにより既存の各産業を接続することが可能(農家は代替作物としてケナフを栽培し、破砕ステーションで破砕したものをキノコ工場に納入、キノコ工場は県内で主原料を自給)となり、群馬県では環境保全(温暖化防止、水質汚濁防止、地下水汚染防止)・資源循環型産業が成立できる可能性が高いことがわかった。

## 謝辞

本研究でケナフの栽培・収穫・破砕・ナメコ製造に係わって頂いた全ての方々に厚くお礼申し上げる。尚本研究の一部は、H15年度群馬県産官学連携補助推進補助金(トライ補助)及びNPO法人非木材紙普及協会ボランティア助成を受けて実施したものである。また本研究の一部は、H16年3月23日にNHK総合テレビ「おはよう日本首都圏版」でも報道された。

## 参考文献

- 1)横田和人、青木勇太郎、青井 透(2000)1年生草本ケナフ幹からのキノコ製造試験報告書、財団法人クリタ水・環境科学振興財団助成報告書、p3
- 2)群馬県(1998)群馬県地球温暖化対策推進計画、群馬県生活環境部環境政策課
- 3)岩田浩二、斉藤達之、青井 透、大塚富男(2004)大間々扇状地地下水の高い窒素濃度の現状とその由来についての検討、土木学会環境工学研究論文集、Vol.41(投稿中)
- 4)青井 透、鈴木 学(2001)木質系熱帯性草本ケナフの水質浄化能力と成育特性、土木学会環境工学論文集、Vol.38,pp31-42



図5 ナメコ培地の混練機(工場実機)

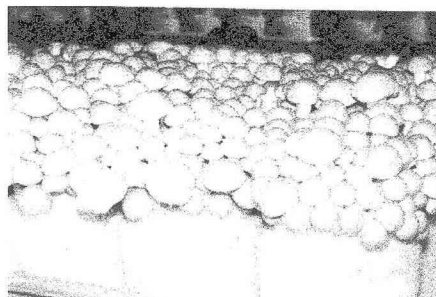


図6 ケナフを原料として生育したナメコ

表2 ケナフを用いたナメコ栽培試験での原料組成

| 材料     | 湿重量   | 備考        |
|--------|-------|-----------|
| 広葉樹オガコ | 80kg  |           |
| 廃菌床    | 120kg |           |
| ケナフ破砕物 | 200kg |           |
| 栄養体    | 137kg | フスマ、ビール粕等 |

水分はビン詰時65%に調整

表3 ケナフを原料とした栽培試験の各条件ナメコ収量

| 種類     | 栽培日 | 収量   | 芽数  | タンパク質 |
|--------|-----|------|-----|-------|
| コントロール | 70日 | 175g | 108 | 1.5W% |
| ケナフ    | 60日 | 145g | 86  | 1.8W% |
| ケナフ    | 70日 | 158g | 85  |       |

コントロールは広葉樹オガ70%,廃菌床30%  
ケナフはオガ20%,廃菌床30%,ケナフ50%  
タンパク質の測定は、物質工学科林教授の協力による

表4 各原材料と成育ナメコの重金属含有量の比較

| 測定対象 | 材料   |      |       |       | ナメコ  |      |
|------|------|------|-------|-------|------|------|
|      | 広葉樹  | ケナフ芯 | ケナフ靱皮 | ケナフ全茎 | 広葉樹  | ケナフ  |
| Cd   | <1   | <1   | <1    | <1    | <1   | <1   |
| As   | <1   | <1   | <1    | <1    | <1   | <1   |
| 総Hg  | <0.2 | <0.2 | <0.2  | 1     | <0.2 | <0.2 |
| Pb   | <20  | <20  | <20   | 23    | <20  | <20  |
| Cr6+ | <2   | <2   | <2    | <2    | <2   | <2   |
| Cu   | 1    | 10   | 5     | 74    | 9    | 15   |
| 水分%  |      |      |       |       | 91.3 | 90.1 |

注記:単位は乾燥状態のmg/kg、ケナフ芯・靱皮は林牧場の農地栽培  
またケナフ全茎は太田ボランティア栽培