

## 焼酎蒸留粕と古紙で作製された蘇生紙の生物・化学的特性

鹿児島高専 学 中島直紀

正 山内正仁 平田登基男 前野祐二 木原正人

福岡大学 正 松藤康司 柳瀬龍二

## 1. はじめに

これまでの研究において焼酎蒸留粕と古紙で作製された蘇生紙は、従来の再生紙に比べて物理的・力学的に弱いものであることが明らかにされたが、蘇生紙の枚数を重ねることで段ボール緩衝材、卵パックなどのモールド製品への利用が可能と思われた。また、この蘇生紙は焼酎粕と古紙から作られていることから肥料成分を多く含有していることが推察され、農業用資材への応用も考えられる。今後、蘇生紙の用途拡大を計るためには、これらのことを検討する必要がある。そこで本研究では、まず、蘇生紙の構成成分を定量的に明らかにするために、炭素、窒素、リン、カリウム濃度を測定した。また、焼酎蒸留粕の窒素の大部分は有機態の形をしていることから、16週間にわたり甘藷、麦両蘇生紙に含まれる有機態窒素の無機化試験を行い、若干の知見が得られたのでここに報告する。

## 2. 実験方法

## 2.1 蘇生紙の化学的特性

蘇生紙の化学的特性を明らかにするために、古紙混合比2%、4%、7%の蘇生紙に含まれる炭素(C)、全窒素(N)、酸化カリウム(K<sub>2</sub>O)、リン酸(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)を測定した。炭素、全窒素は熱伝導度検出器で測定した。カリウム、リンについては、それぞれ原子吸光法、モリブデンブルー吸光光度法を用いて定量した。さらに、ブランク用として焼酎粕、古紙のみについても同様な分析を行った。その際、焼酎粕の水分を48時間真空凍結乾燥することで除去した。

## 2.2 窒素無機化試験

甘藷、麦焼酎粕を用いて作られた2種類の蘇生紙(いずれも焼酎粕：古紙、100：7)を窒素の無機化試験に用いた。Fig. 1に外観図を示すように、最大溶水量の60%に水分調整した畑土壌12.3g(乾土10g)を250ccポリエチレン瓶に入れ、その上に1cm角に切った蘇生紙0.25g分を置き、さらにその上を畑土壌12.3g(乾土10g)で覆った。また、蘇生紙を入れない土壌のみの瓶も準備し、同様に準備した。その後ポリエチレンビニールと輪ゴムでポリエチレン瓶に封をし、ビニールに刺し針で10カ所穴をあけ、30℃で1、2、4、6、8、12、16週間恒温培養した。1週間置きに最大溶水量の60%となるように土壌の水分補給を行い、培養後10%塩化カリウム100mlをポリエチレン瓶に加え1時間振とう後、ろ過し、蒸留法を用いてアンモニア態窒素、硝酸態窒素を測定した。



Fig. 1 窒素無機化試験用瓶の外観図

Table 1 甘藷粕、甘藷蘇生紙の化学的特性  
(乾物当たりの重量比)

## 3. 実験結果と考察

## 3.1 蘇生紙の化学的特性

Table 1に甘藷粕、甘藷蘇生紙、Table 2に麦粕、麦蘇生紙、Table 3に古紙中に含まれる化学成分の乾物重量%を示す。今回は施肥の目安として測定されることの多いカリウム、リン酸、窒素および炭素について分析した。蘇生紙の原料の一部である古紙は肥料の三要素を含有していないため、蘇生紙の肥料成分は全て焼酎粕由来のものであることがわかる。炭素については焼酎粕原液とほぼ同様な結果であった。蘇生紙に含まれる化学成分は古紙混合比が増加すると徐々に減少する傾向にあった。これは古紙混合比の増加にともない、単位重量当たりに占める焼

| 粕：紙   | 含有される化学成分(%)     |                               |      |      | C/N  |
|-------|------------------|-------------------------------|------|------|------|
|       | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | C    | N    |      |
| 100：0 | 3.42             | 1.09                          | 46.0 | 4.43 | 10.4 |
| 100：2 | 2.18             | 0.82                          | 45.7 | 3.34 | 13.7 |
| 100：4 | 1.70             | 0.62                          | 46.1 | 2.62 | 17.6 |
| 100：7 | 1.44             | 0.49                          | 45.2 | 2.11 | 21.4 |

Table 2 麦粕、麦蘇生紙の化学的特性  
(乾物当たりの重量比)

| 粕：紙   | 含有される化学成分(%)     |                               |      |      | C/N  |
|-------|------------------|-------------------------------|------|------|------|
|       | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | C    | N    |      |
| 100：0 | 1.47             | 1.49                          | 51.0 | 6.48 | 7.9  |
| 100：2 | 1.02             | 0.93                          | 49.8 | 4.20 | 11.9 |
| 100：4 | 1.02             | 0.72                          | 49.8 | 3.75 | 13.3 |
| 100：7 | 0.81             | 0.63                          | 49.3 | 3.25 | 15.2 |

耐粕含有率が減少するためである。つぎに両蘇生紙に含まれるそれぞれの成分について比較すると、リン酸含有率は甘藷蘇生紙で0.49～0.82%, 麦蘇生紙で0.63～0.93%と両者の差は顕著でなかった。

Table 3 古紙の化学的特性  
(乾物当たりの重量比)

| 粕：紙     | 含有される化学成分 (%)    |                               |      |   | C/N |
|---------|------------------|-------------------------------|------|---|-----|
|         | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | C    | N |     |
| 0 : 100 | 0.02             | 0.03                          | 45.9 | — | —   |

炭素、窒素含有率は麦蘇生紙の方が甘藷蘇生紙に比べ高く、カリウム含有率は甘藷蘇生紙の1/2程度と低い傾向にあった。また、C/N比は甘藷蘇生紙で21.4～13.7, 麦蘇生紙で15.2～11.9であった。以上の結果から、蘇生紙の成分は材料(焼酎粕)により異なり、全体的に窒素が多く、リン酸が少ない傾向にあることがわかった。また、原液のC/N比は甘藷粕で10.4, 麦粕で7.9と低い比率であるが、古紙を添加することでC/N比を調整することができることも明らかになった。

### 3.2 窒素無機化試験

Table 4に蘇生紙の無機態窒素含量を示す。アンモニア態窒素は蘇生紙100g中に甘藷粕で62mg, 麦粕で109mgと麦粕に多く含まれた。硝酸態窒素

Table 4 蘇生紙中の無機態窒素含量  
(mg/乾物100g)

|                    | NH <sub>4</sub> -N | NO <sub>3</sub> -N |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| 甘藷(焼酎粕：古紙 100 : 7) | 62                 | 29                 |
| 麦(焼酎粕：古紙 100 : 7)  | 109                | 14                 |

は甘藷粕で29mg, 麦粕で14mgと甘藷粕の方が麦粕に比較して若干高かった。また、甘藷粕, 麦粕いずれもアンモニア態窒素は硝酸態窒素より高かった。これは原料の焼酎粕において、甘藷粕, 麦粕共にアンモニア態窒素が硝酸態窒素より高いためである。また、Table 1, Table 2の蘇生紙の化学的特性から100 : 7における蘇生紙100g中の全窒素量は甘藷, 麦それぞれ2110mg, 3250mgと非常に高いことから、蘇生紙中には無機化されていない有機態窒素が多く含まれていることがわかった。

Table 5に30℃で1, 2, 4, 6, 8, 12, 16週間恒温培養し、

Table 5 蘇生紙から溶出した無機窒素含量  
(mg/乾物100g)

蘇生紙に由来するアンモニア態窒素, 硝酸態窒素の含量を示す。甘藷蘇生紙のアンモニア態窒素は培養1週間後が最も高く16mg/100gであったが、その後減少し、4週間目以降はほとんど変化が見られなかった。麦蘇生紙のアンモニア態窒素は甘藷蘇生紙と同様に培養1週間後が最も高く472mg/100gであったが、その後急激に減少した。一方、硝酸態窒素は甘藷蘇生紙の場合、4週間目までは蘇生紙からの溶出は見られず、6週間目に137mg/100gの硝酸態窒素の溶出が確認され、それ以降は増加傾向にあった。麦蘇生紙の場合、1週間後で50mg, 2週間後で29mgと低く推移したが、4週間後には242mgと高くなり、その後増加傾向にあった。このように両者において窒素の無機化に顕著な差が生じたのは、原料中のタンパク構成が全く異なるためと推察される。また蘇生紙現物100g当たりの16週間後の硝酸態窒素は甘藷で278mg, 麦で439mgと麦が高かった。以上の結果から、蘇生紙の無機化試験を30℃の条件下で行った場合、甘藷蘇生紙では6週間目以降、麦蘇生紙では4週間目以降、無機態窒素の溶出が始まることが明らかとなった。

|    |                    | 1   | 2   | 4   | 6   | 8   | 12  | 16週間後 |
|----|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 甘藷 | NH <sub>4</sub> -N | 16  | 11  | 2   | -1  | 1   | 5   | -2    |
|    | NO <sub>3</sub> -N | -23 | -44 | -29 | 138 | 160 | 202 | 278   |
| 麦  | NH <sub>4</sub> -N | 472 | 5   | 4   | 1   | -1  | 9   | 1     |
|    | NO <sub>3</sub> -N | 50  | 29  | 242 | 173 | 305 | 330 | 438   |

### 4. おわりに

蘇生紙は窒素を多く含む資材であることがわかった。また蘇生紙中の窒素の無機化は甘藷蘇生紙, 麦蘇生紙で異なることがわかった。これは原料中のタンパク構成が甘藷と麦では全く異なるためと思われる。今後は、両蘇生紙のポット試験を行い、肥料の代替品としての蘇生紙の利用可能性を調査したい。

なお、本研究は財団法人クリタ水・環境科学振興財団(平成9年度萌芽的研究)と廃棄物学会(平成10年度奨励研究)の補助金の援助を受けた。ここに記して謝意を表します。