

焼酎蒸留粕で作製した蘇生紙ポットの土壌還元特性

鹿児島高専 (学) ○二田 剛 山内正仁 木原正人 平田登基男
 宮崎大学 (正) 増田純雄、福岡大学 松藤康司

1. はじめに

産業廃棄物である焼酎蒸留粕で作製した蘇生紙ポットは、ポリポットに比べ、肥料成分を含有する点、ポットごと直接土壌に苗を定植できる点で実用化が期待されている。本研究では、土壌におけるポットの分解特性を明らかにするためにポット側面から切出した試験片を圃場に埋設し、定期的に成分分析、物性試験及び形状調査を行った。

2. 実験方法

本試験は、学内に設置されているビニルハウス内(圃場)で実施した。まず、古紙混合比 3%で作製した蘇生紙ポットの側面から 10cm 四方の試験片を切り取り、24 時間、60℃で乾燥後、試験片の重量を測定した。つぎに、市販の水切りネットの中にその試験片を 3 枚ずつ重ならないように入れ、深さ 10cm の土壌に 20cm 間隔で 24 セット(3 枚 1 セット)埋設した。今回の試験で使った土壌は伊集院産の黒ボク土であり、表-1 の性状を持つものであった。また土壌の pH 値が 2.1 になるように、灌水した。さらに、蘇生紙の対照紙として新聞紙(M 新聞紙:鹿児島県鹿児島市)も同様に土壌に埋設した。ハウス内の温度、地温等については毎朝、灌水前に測定した。

表-1 試験土壌の性状

分析項目 土壌	pH	EC	NH ₄ -N	NO ₃ -N
	H ₂ O	ms/cm	mgN/100g乾土	
伊集院産黒ボク土	6.20	0.019	0.02	0.29

土壌に埋設した蘇生紙及び新聞紙を最初の 6 ヶ月間は 1 ヶ月間隔で、その後は 2 ヶ月間隔で回収した。まず回収後、紙中の養分流出状況を把握するために、紙を乾燥させ、紙に付着した土壌をはけて落とし、重量と C、N 含量を測定した。C、N 含量の測定には全自動元素分析装置を使用した。つぎに、紙の分解状況を把握するために、紙を温度 20℃、湿度 65%の環境下で 24 時間調整後、長さ 50mm、幅 15mm の試験片を作製し、厚さを測定後、自動記録式引張試験機(シグマ-AGS 5kNB Type SBL-500K-350)で引張強さを計測した。なお、新聞紙については、繊維方向(縦方向)の引張強さを測定した。また、電子顕微鏡を用いて、各試験片の繊維の絡み具合等も観察した。なお、本論文においては紙面の都合上、考察のみを記載した。SEM 写真については講演発表時に OHP で示す。

3. 実験結果と考察

図-1 に土壌埋設後の蘇生紙、新聞紙の重量減少率の経日変化を示す。各試験紙の重量減少率は土壌埋設時の乾燥重量(ブランク)から各取出し日における試験紙の乾燥重量を差引き、この結果を土壌埋設時の乾燥重量で除して求めた。蘇生紙の乾燥重量は土壌埋設後 1 ヶ月間で 33.4%急激に減少した。それ以後は、2 ヶ月で 47.6%、3 ヶ月で 58.1%と直線的減少を示し、5 ヶ月以後は、75%前後を推移した。新聞紙の乾燥重量は埋設初期においては重量の減少は見られなかったが、1 ヶ月経過後から減少し始め、5 ヶ月間で 48.8%減少した。それ以後はさほど大きな変化は見られなかった。

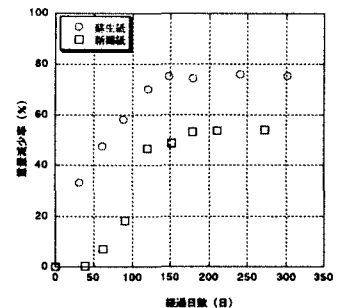


図-1 蘇生紙、新聞紙の重量減少率の経日変化

図-2 に各経過日数における蘇生紙中に残存する C、N 量の割合(%)を示す。蘇生紙中の C 量割合は埋設後 1 ヶ月間で 66.4%まで急激に減少後、埋設 4~5 ヶ月頃まで直線的な変化を示し、5 ヶ月以後は 25%前後で一定となった。この結果は、図-1 の重量減少率と同様な傾向にあった。一方、N 量割合は埋設 1 ヶ月目で 70.0%であり、C 量と同様な傾向を示した。また、焼酎粕中の蒸発残留物量、SS 量から溶解性残留物量の割合を算出すると、35.9%であった。以上のことから、埋設初期における重量減少は蘇生紙を構成する焼酎粕成分のうち溶解性のものが土壌中に溶出したためと考えられる。それ以後は 3 ヶ月頃まで C、N の残存割合に顕著な差が見られ、4 ヶ月を経過するとその差は小さくなる傾向にあった。

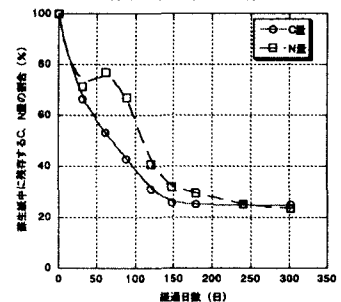


図-2 蘇生紙中に残存する C、N 量の割合

図-3 に各経過日数における新聞紙中に残存する C 量の割合(%)を示す。埋設後 2 ヶ月間は新聞紙中の C 量の割合に変化はなかったが、2 ヶ月から 4 ヶ月目にかけて約半分まで急激に減少した。4 ヶ月目以降はさほど大きな変化は見られなかった。なお、新聞紙中に残存する N 量の割合については、新

間紙そのものに N が含有されていないため、算出できなかった。しかし、埋設 2 ヶ月目以降の N 分析では新聞紙から C 量の 1/60~1/100 程度の N 量を測定できた。

写真 1 に試験開始時 (BL) と埋設 3 ヶ月目、5 ヶ月目及び 10 ヶ月目の蘇生紙、新聞紙の SEM 写真を示す。試験開始時の蘇生紙は新聞紙と比較して繊維は少ないものの焼酎粕成分が繊維間の空隙を埋め、さらに繊維表面を覆っていることがわかる。また蘇生紙表面に酵母菌が付着していることがわかる。一方、新聞紙は軽量化や高速印刷に対応するためにシリカや有機高分子製の填料が使用されているため、表面の凹凸は少なく、また繊維も密になっていることがわかる。埋設 3 ヶ月目になると蘇生紙は新聞紙に比べ細菌や糸状菌が多く観察され、また、埋設時、焼酎粕に覆われていた繊維の表面が目立つようになった。このことから、図-2 において埋設 1 ヶ月後から 3 ヶ月頃にかけて蘇生紙の C、N 量の残存割合に顕著な差が生じたのは、蘇生紙の微生物分解によるものと蘇生紙表面に付着した土をはけて落とす際にその摩擦で表面の一部が剥離したためと考えられる。5 ヶ月経過後は両紙ともに繊維間を覆っていた焼酎粕成分や填料はなくなり、空隙が生じ、繊維のみの状態であった。このことから、蘇生紙中の焼酎粕成分は埋設 5 ヶ月程度で土壤中に溶出もしくは微生物分解されることが明らかとなった。また、両紙とも繊維の一部に一定間隔で空洞が見られるようになった。さらに 10 ヶ月目になると蘇生紙は繊維の空洞が多く観察され、繊維質の分解が進んでいることが判明した。一方、新聞紙も全体的に繊維間が広くなり、空隙が多く見られ微生物分解が進んでいることが明らかとなった。

図-4 に蘇生紙、新聞紙の引張り強さの経日変化を示す。蘇生紙の引張り強さは埋設前で 112.7N であったが埋設後は急激に低下し、1 ヶ月目で 46.9N となった。これは、図-2 で考察したように蘇生紙は水分を吸収し易い特性 (吸水度が高い) を持つことから、蘇生紙を構成する焼酎粕成分のうち、溶解性のものが土壤中に溶出し、繊維間の接着力が弱くなったためと考えられる。それ以降は、緩やかな減少傾向を示し、3 ヶ月で 25.4N、5 ヶ月で 10.2N と埋設時の 1/11 程度まで低下した。5 ヶ月経過後は試験片を作成する段階で崩れるものもあり、強度にばらつきがみられた。新聞紙の引張り強さは、埋設後 1 ヶ月間は差ほど大きな変化はなく、1 ヶ月から 2 ヶ月目にかけて急激な強度の低下が見られた。このことから、新聞紙の繊維間を覆っているシリカや有機高分子製の填料等は土壤中に溶出し始めるのに約 1 ヶ月を要することがわかった。2 ヶ月目以降の強度変化は、蘇生紙と同様な傾向を示し、4 ヶ月で 2.8N と埋設時の 1/14 程度となり、それ以降は、引張り強さにばらつきがみられた。

以上の結果から、両試験紙ともに埋設 4~5 ヶ月目以降になると、繊維間に空隙が生じ、繊維質の分解が始まることがわかった。また、試験紙の分解は引張り強さの時間的変化が小さくなり、強度にばらつきが大きくなる蘇生紙では 10N、新聞紙では 2N 以下で始まるものと考えられた。

4. おわりに

蘇生紙、新聞紙を土壤に埋設し、両紙の土壤分解試験を実施し、以下のことが明らかとなった。

- 1) 埋設初期における蘇生紙の重量減少は蘇生紙を構成する焼酎粕成分のうち、溶解性のものが土壤中に溶出したためと考えられた。
- 2) 蘇生紙中に残存する C、N 量割合と SEM 写真から、蘇生紙は埋設 2~3 ヶ月頃から微生物分解が活発になることが明らかとなった。
- 3) 蘇生紙中の焼酎粕成分は埋設 5 ヶ月程度で土壤中に溶出もしくは微生物分解されることが明らかとなった。また新聞紙についても同様な結果が得られた。
- 4) 蘇生紙、新聞紙の SEM 写真、引張り強さの結果から、埋設 4~5 ヶ月目以降になると繊維間に空隙が生じ、繊維質の分解が始まることがわかった。また、試験紙の分解は引張り強さの時間的変化が小さくなり、強度にばらつきが大きくなる蘇生紙では 10N、新聞紙では 2N 以下で始まるものと考えられた。

本研究は NEDO (新エネルギー・産業技術総合開発機構) の平成 12 年度即効型産業技術研究助成事業の助成を受けた (プロジェクト ID 00X42004x, 研究代表者: 山内正仁) ことを付記し、ここに関係各位に深謝致します。

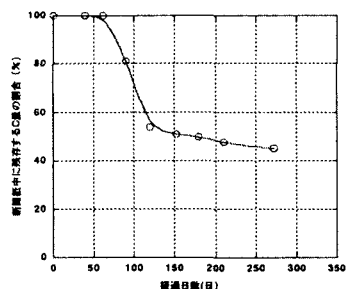


図-3 新聞紙中に残存する C 量の割合

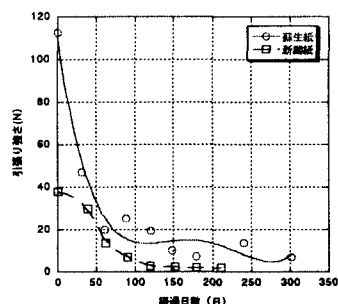


図-4 蘇生紙、新聞紙の引張り強さの経日変化