

焼酎蒸留粕から作製した資材の土壤還元に関する基礎的研究

宮崎大学 工学研究科 (学) ○安井 賢太郎, 工学部 (正) 増田 純雄, 農学部 佐伯 雄一  
鹿児島工業高等専門学校 (正) 山内 正仁

1. はじめに

全国の本格焼酎(乙類焼酎)生産量の約95%を占める九州では、焼酎蒸留粕(以下、焼酎粕)が年間50.9万ton発生している(平成14酒造年度)。図-1に焼酎生産量、および蒸留粕処理量<sup>1)</sup>を示す。焼酎粕の処理法は、海洋投棄、肥料化、飼料化、その他に大別される。九州本格焼酎協議会は、『廃棄物その他の投棄による海洋汚染の防止に関する条約(ロンドン条約)』の趣旨に沿い、海洋投棄量の削減に努めているが、発生量の3割を海洋投棄に依存している。これは、焼酎粕が季節的に多量に発生し、腐敗しやすいため、処理法の確立が困難なためである。また、最近の焼酎ブームによる焼酎生産量の増加、それに伴う焼酎粕発生量の増加を考慮すると、これら処理法に加えて多量に処理できる方法が必要である。

著者らは、焼酎粕に古紙や稲ワラを混合し、加工した資材を法面・屋上の緑化資材として利用する研究を行っている。本研究では、焼酎粕から加工した資材を使用した際の土壤への影響、肥料効果の調査を行った。

2. 実験方法

本実験は、平成15年10月7日から学内のビニルハウス内で行った。実験に使用した焼酎粕はU酒造の甘藷焼酎粕と麦焼酎粕である。甘藷焼酎粕に古紙(重量比4%)、稲ワラ(重量比3%)、麦焼酎粕に稲ワラ(重量比5%)を混合し、加圧ろ過による固液分離を経て、板状に成型、乾燥(60℃, 24h)させたものを、資材として実験に用いた。図-2に土壤還元実験の概略図を示す。黒ボク土(表-1)を入れたプランター上に、実験開始10日目から各条件で作製した資材を設置した。図中の『①対照区』を試験区①、順に、試験区②~⑤とする。試験区①、⑤には、実験開始10日目にコマツナを播種し、資材による肥料効果の対照実験を行ない、56日目に収穫した。また、すべての試験区のpF値が2.0以下になるよう灌水を行った。土壤中の水質測定には、表土から深さ5cmの位置に土壤溶液採水器(DAIKI-30113)を埋設し、シリンジで吸引採水した試料水を用いた。また、黒ボク土の理化学性を土壤環境分析法、収穫したコマツナの元素含有率を植物体分析法で測定した<sup>2)</sup>。

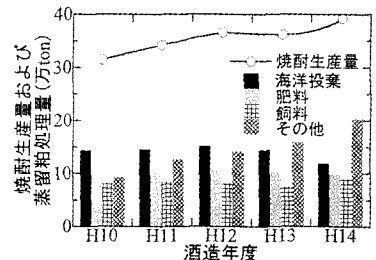


図-1 九州における焼酎生産量および蒸留粕発生量<sup>1)</sup>

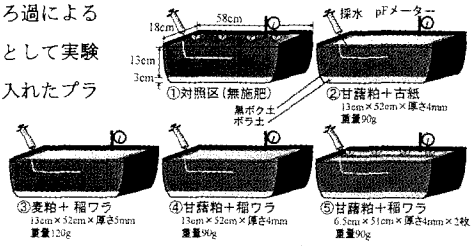


図-2 土壤還元実験

表-1 都城産黒ボク土の理化学性

pH	EC	C	N	C/N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	トルオーグP <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
(H <sub>2</sub> O)	(dS/m)	(%)	(%)		(mg/乾土100g)	(mg/乾土100g)	(mg/乾土100g)	(mg/乾土100g)
4.25	0.09	9.85	0.45	21.9	3.85	5.39	3.20	122.5

3. 実験結果と考察

図-3にTOCの経日変化を示す。資材設置後(実験開始から10日目)の土壤中のTOCは、資材を設置した試験区②~④のすべてで上昇し、試験区③は377.2mg/Lと最も高かった。しかし、TOCの値は数日間で減少した。これは、灌水による希釈、もしくは生物による分解が起こったためと考えられる。25日目に試験区③のTOCのみが再び上昇した。これは、採水中に試験区③の土壤溶液採水器が外れて埋設し直したことで、表層付近の資材に接している土壤が攪拌された、もしくは資材中に含まれている有機成分が灌水により溶出したためである。

図-4にNH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、図-5にNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nの経日変化を示す。NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nは、どの試験区にも資材設置による濃度変化は見られなかった。生育を行なっている試験区①、⑤の25日目にNH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nが53.1mg/Lまで上昇した。これは、先に述べた土壤の攪拌が原因であると考えられる。NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nも、資材設置による濃度変化は見られず、試験区②、④のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nは、実験期間中10~15mg/Lで一定であった。試験区③のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nが30日目から上昇し、55日目に35mg/Lとなった。これは、アンモニアが硝化されたた

【キーワード】 焼酎蒸留粕, 土壤溶出試験, 生育試験

【連絡先】 〒889-2192 宮崎市学園木花台西1丁目1番地 TEL; 0985-58-7342 FAX; 0985-58-7344

めだと考えられる。試験区①、⑤の  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$  共に、30日目から減少し始めた。これは、コマツナが吸収したためだと考えられる。資材に即効性の肥料効果が見られないことがいえる。試験区②、④は、30日目から徐々にではあるが  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  が高くなってきている。これは、窒素の無機化が始まったことが原因だと考えられる。この後  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  の上昇、硝化が起り、資材の肥料効果が現れる可能性がある。

図-6に、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  の経日変化を示す。資材設置による  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  の変化は若干あるものの、その肥料効果は持続しなかった。これは、資材(焼酎粕)中にPがほとんど含まれていないためだと考えられる。

図-7に  $\text{K}^+$  の経日変化を示す。資材により  $\text{K}^+$  が上昇していることが分かる。焼酎粕中に  $\text{K}^+$  などの交換性塩基類は余り含まれていない<sup>6)</sup>ことから、添加した稲ワラに含まれる  $\text{K}^+$  が溶出したためだと考えられる。試験区①、⑤に22日目から  $\text{K}^+$  の低下が見られるのは、コマツナが吸収したためだと考えられる。また、資材による pH の影響は見られず、pH は  $6.0 \pm 0.3$  であった。焼酎粕は、一般的に pH4.0 であるため、焼酎粕を直接土壤に還元していないこと、土壤の緩衝作用が原因であると考えられる。

表-2に、収穫時のコマツナの生育および元素含有率を示す。試験区⑤の方が、試験区①に比べ、葉数、葉重、根重の値が高く、肥料効果が見られた。コマツナ播種と資材設置を同時期に行なったため、資材の肥料効果が現れる前に生育し、収穫したことが考えられ、コマツナの播種を資材設置20~30日後に行なえば、肥料効果がさらに現れ、生育に顕著な差が見られるのではないかと考えられる。

4. おわりに

焼酎粕に古紙、稲ワラを添加し、作製した資材を土壤に還元する実験を行い、以下のような知見が得られた。

- 1) 資材に即効性の肥料効果はなく、窒素の無機化に、設置後1ヶ月程要する。
- 2) リン酸濃度が低いため、均衡のとれた肥料として使用する場合、リン酸の添加が必要である。
- 3) 資材を設置したことで、土壤中の pH に影響は見られなかった。
- 4) 資材の材料による土壤への影響、肥料効果の違いは、今回の実験では判断できなかった。

【注釈】水質：pH は pH メーター、TOC は全有機炭素計、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$  はネスラー法<sup>2)</sup>、 $\text{NH}_3\text{-N}$  はカドミウム還元法<sup>2)</sup>、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  はモリブデン青法<sup>3)</sup>、 $\text{K}^+$  は原子吸光法<sup>3)</sup>で測定。土壤<sup>4)</sup>：pH は pH メーター、EC は EC メーター、C、N は NC アナライザー、無機態窒素はプレムナー法で抽出したものを蒸留法、 $\text{P}_2\text{O}_5$  はトルオーグ法、 $\text{K}_2\text{O}$  はバッチ法で抽出したものを炎光光度法で測定。作物体<sup>5)</sup>：乾燥粉砕物を C、N は NC アナライザー、P、K は灰化、塩酸で抽出したものを、それぞれバナドモリブデン法、原子吸光法で測定。

【参考文献】

- 1) 九州本格焼酎協議会；平成10~14酒造年度 本格焼酎原料別製成数量と焼酎粕の処理別・月別数量 (1999~2003)
- 2) 日本水道協会；土水試験方法 (1985)
- 3) 日本分析化学会北海道支部；水の分析 第4版、化学同人 (1994)
- 4) 日本土壤肥料学会；土壤環境分析法、博友社 (1997)
- 5) 日本土壤協会；土壤、水質及び植物体分析法 (2001)
- 6) 鹿児島県農政部；焼酎廃液(粕)の農耕地施用のガイドライン、pp.2~3 (1995.7)
- 7) 山内 正仁 他；甘藷および麦焼酎蒸留粕で作製した蘇生紙の化学的特性とチンゲンサイの生育試験に関する研究、廃棄物学会論文誌、Vol. 11, No. 5, pp. 231~240 (2000)

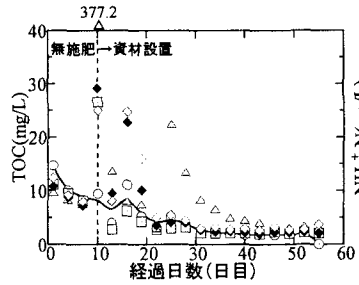


図-3 土壤中の TOC の経日変化

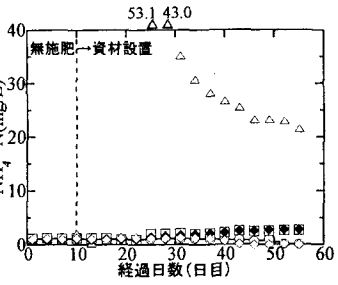


図-4 土壤中の  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  の経日変化

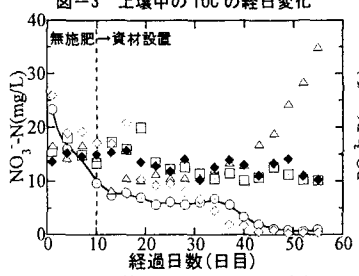


図-5 土壤中の  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  の経日変化

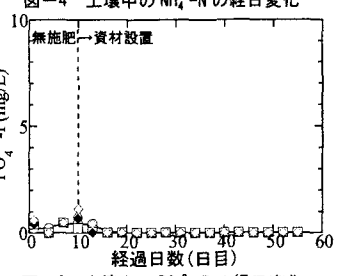


図-6 土壤中の  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  の経日変化

○:①対照区(生育)  
□:②甘藷粕+古紙  
△:③麦粕+稲ワラ  
◆:④甘藷粕+稲ワラ  
◇:⑤甘藷粕+稲ワラ(生育)

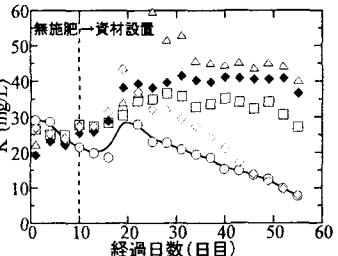


図-7 土壤中の  $\text{K}^+$  の経日変化

表-2 コマツナの生育および元素含有率

条件	葉数	葉重	根重	C(%)		N(%)		P(%)		K(%)	
	(枚)	(g-乾)	(g-乾)	葉	根	葉	根	葉	根	葉	根
①対照区	8.0	1.52	0.31	36.5	39.1	2.5	2.2	0.23	0.27	5.8	3.3
標準偏差(n=4)	0.8	0.40	0.05	1.2	0.9	0.3	0.1	0.02	0.02	0.6	0.7
⑤甘藷粕+稲ワラ	8.5	2.45	0.54	37.7	37.2	2.1	1.9	0.25	0.33	5.8	2.8
標準偏差(n=4)	1.3	0.50	0.12	0.5	0.6	0.0	0.4	0.01	0.03	0.8	0.4