

サツマイモ焼酎粕濃縮液の施用が雑草の発生に及ぼす影響

小林 透・安達克樹¹⁾・鈴木崇之¹⁾

(2006年4月18日 受理)

要 旨

小林透・安達克樹・鈴木崇之(2006) 焼酎蒸留粕濃縮液の施用が雑草発生に及ぼす影響。九州沖縄農研報告

焼酎蒸留粕濃縮液を用いた畑雑草の出芽及び生育抑制について検討を行った。メヒシバ、ホソアオゲイトウ種子を播種後、焼酎蒸留粕濃縮液を0, 80, 160, 400, 800mL/m²相当土壌表面散布したところ、800mL/m²相当散布区でメヒシバ、ホソアオゲイトウの出芽が他の処理区に比べ抑制された。この出芽抑制は焼酎蒸留粕に含まれる発芽阻害物質によるものと考えられた。メヒシバでは濃縮液散布後、時間の経過とともに出芽する個体が増えたことから、出芽抑制は濃縮液の散布後、時間の経過とともに弱くなると考えられる。濃縮液散布後28日の雑草生存個体数は、対照区に比べメヒシバで70%, ホソアオゲイトウで44%に減少した。また、ホソアオゲイトウでは、出芽後一部の個体が枯死した。これらから、濃縮液は草種によっては生育も抑制する作用があると考えられる。焼酎蒸留粕濃縮液に肥料成分が含まれるため、出芽後の個体は濃縮液の散布量に比例して大きくなった。濃縮液の散布のみで化学合成除草剤に匹敵するほど十分な雑草抑制効果を得ることは困難である。

キーワード：サツマイモ、トウモロコシ、メヒシバ、ホソアオゲイトウ、畑雑草、焼酎粕、出芽抑制。

I. 緒 言

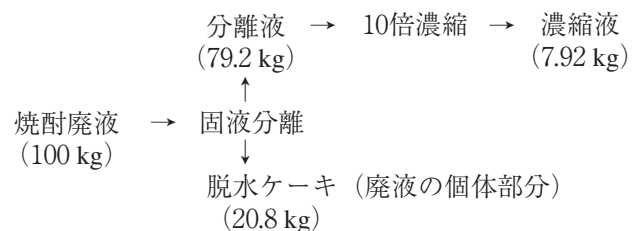
近年、焼酎ブームにより、焼酎の醸造量は増加傾向にあり、2003～2004年（平成15酒造年度）に宮崎、鹿児島両県で12万 KL のサツマイモ焼酎が醸造され、焼酎生産により排出される焼酎蒸留粕の量も増加している。焼酎蒸留粕はこれまでは海洋への投棄や圃場への還元が行われていたが、環境への影響を考慮しこれら処理方法が困難となっている。そのため焼酎蒸留粕の新たな利用が模索されている。これまでの研究では、焼酎蒸留粕を還元した圃場ではキャベツの生育阻害がある³⁾ こと、黒糖焼酎粕がサトウキビの生育を阻害する¹⁾ ことなどが知られており、圃場での積極的な使用には堆肥化などが必要である。一方、焼酎蒸留粕を散布した圃場では雑草の発生が少なくなることが経験的に知られており、また焼酎蒸留粕抽出物がレタス種子の発芽を阻害すること⁶⁾ が報告されている。しかし、焼酎蒸留粕が雑草の発生に与える影響については明らかになっていない。そこで、焼酎蒸留粕の植物成長を抑制する作用に着

目し、焼酎蒸留粕を用いた畑雑草の出芽及び生育抑制について検討を行った。

II. 材料および方法

1. 焼酎蒸留粕濃縮液の特性

本試験ではサツマイモを主原料に作られるイモ焼酎の蒸留粕を材料として用いた。イモ焼酎は醸造期間が半年ほどであり、通年醸造が行われていないため蒸留粕も排出される時期が限られている。また、蒸留粕は、蒸留時にもろみに水蒸気を吹き込み蒸留を行うため水分含量が高く、常温では数日で腐敗が始まり保存性が悪い。このため、通年利用するには常温で長期間保存できる状態に加工する必要がある。



第1図 焼酎粕濃縮液製造の概略



写真1 焼酎蒸留粕濃縮液
左：焼酎蒸留粕 右：焼酎蒸留粕濃縮液

焼酎蒸留粕濃縮液（以下濃縮液）は、焼酎蒸留粕を固体部分と液体部分に分離し、分離した液体部分を約10倍に濃縮することで製造される。濃縮することにより濃縮液の水分活性が低下し細菌の増殖がおさえられ、密閉した状態では20℃で100日以上保存が可能となる（第1図）。濃縮液は黒褐色のカaramel臭を有する液体である（写真1）。本試験で使用した濃縮液のpHは4.0、肥料成分は全窒素が1.16%、リン酸が0.74%、カリが2.15%含まれ、含水率は67%である（第1表）。なお、窒素含量はケルダール法で、リン酸含量は硝酸と過塩素酸を用い分解後比色法で、カリ含量は硝酸と過塩素酸を用い分解後炎光法で各々測定した。また、濃縮液の硝酸態窒素の発現量を明らかにするために、静置培養法により無機態窒素量を測定をした。作土量を風乾土壌で100kg/m²と仮定し、濃縮液が800mL/m²となるよう、乾土10gに対し濃縮液0.08mLを土壌表面散布し、30℃で35日間培養した。対象として濃縮液を加えない土壌を静置培養し、濃縮液を加えた土壌の硝酸態窒素量から差し引いて濃縮液由来の硝酸態窒素量を求めた。硝酸態窒素の測定は水抽出後、分光光度計により252nmの吸光を測定し求めた。

2. 濃縮液が雑草の出芽および生育に与える影響
南九州で一般に見られる雑草のうちイネ科のメヒシバ (*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler), 広葉雑

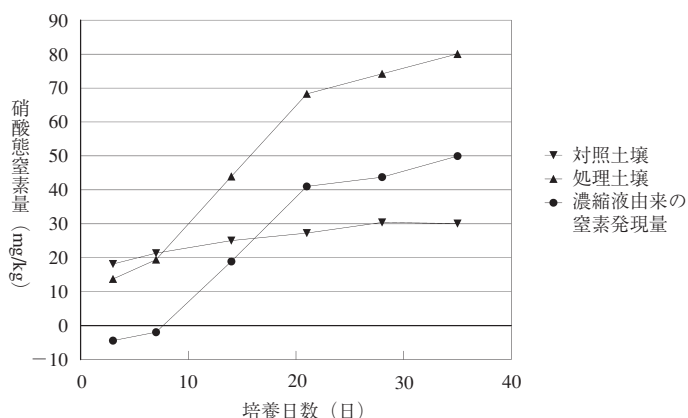
草としてヒユ科のホソアオゲイトウ (*Amaranthus patulus* Bertoloni) および、対象として作物であるトウモロコシ (*Zea mays* L. 品種：スノーデント王夏) を供試した。

穴あきコンテナ (306×214×86mm) に九州沖縄農業研究センター都城研究拠点内圃場のクロボク土壌を充填し、各種子を1コンテナ当たり50粒播種後、散布量を5段階 (0, 80, 160, 400, 800mL/m²相当) に設定した濃縮液を土壌表面に施用した。その後、温度30℃のガラス温室内で土壌表面が乾燥しないように適宜灌水を行い栽培を行った。播種後28日間、出芽後の生存植物個体数を調査し、播種後28日目に地上部の乾物重を測定した。試験は4反復で行った。同時に濃縮液を0および800mL/m²散布した土壌のpHを測定した。pHの測定は土壌表層から2～3cmを採土し、土壌分析法に従い測定を行った。

Ⅲ. 結 果

1. 焼酎蒸留粕濃縮液に含まれる窒素の無機化特性

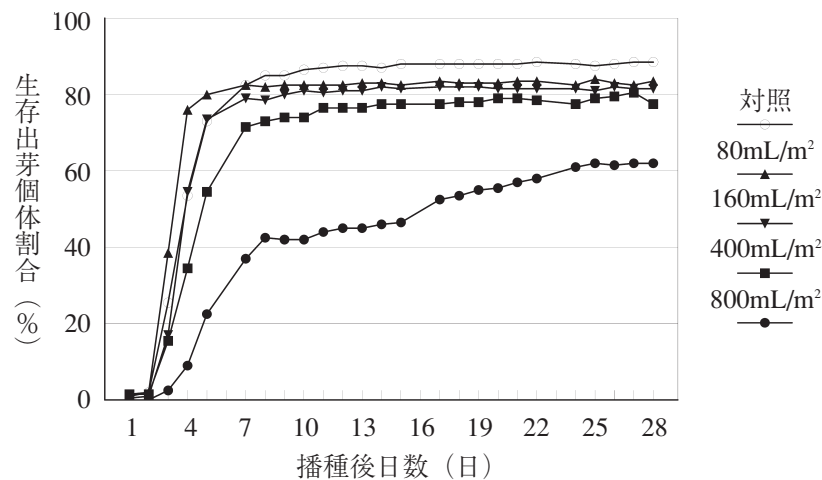
濃縮液処理土壌では、培養初期には硝酸態窒素量は対照土壌に比べ減少した。これは、濃縮液中の易分解性有機物の分解により、硝酸態窒素の有機化が起きたためと考えられる。培養7日目以降、濃縮液処理土壌の硝酸態窒素量は増加し、培養35日目の窒素発現量は50mg/kgとなった（第2図）。このときの無機化率は約54%であった。



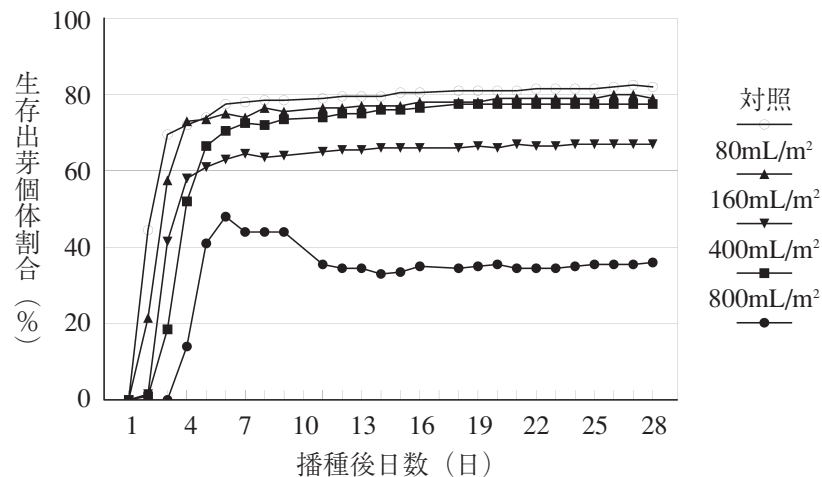
第2図

第1表 焼酎粕濃縮液のpHおよび肥料成分

pH	窒素 (%)	リン酸 (%)	カリ (%)	含水率 (%)
4.0	1.16	0.74	2.15	67



第3図 濃縮液の散布がメヒシバの出芽に与える影響
生存出芽個体割合は、観察日の出芽し生存している
個体／播種数×100で算出した。(以下の図も同じ)



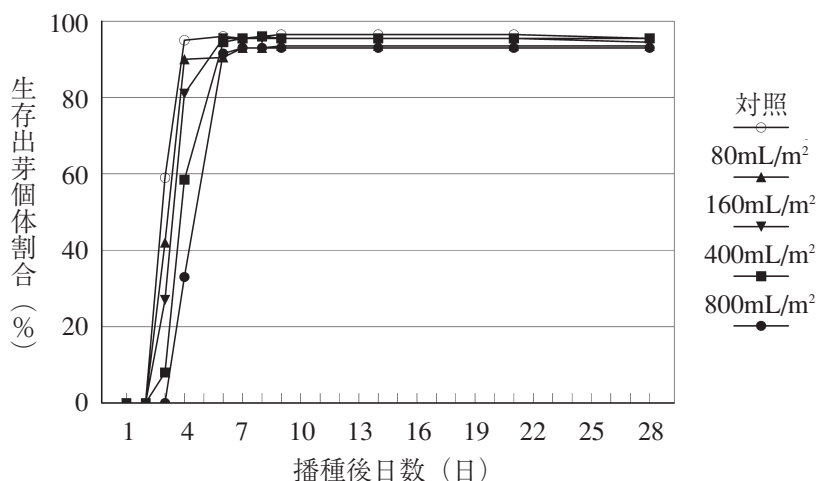
第4図 濃縮液の散布がホソアオゲイトウの出芽に与える影響

2. 濃縮液が雑草の出芽に及ぼす影響

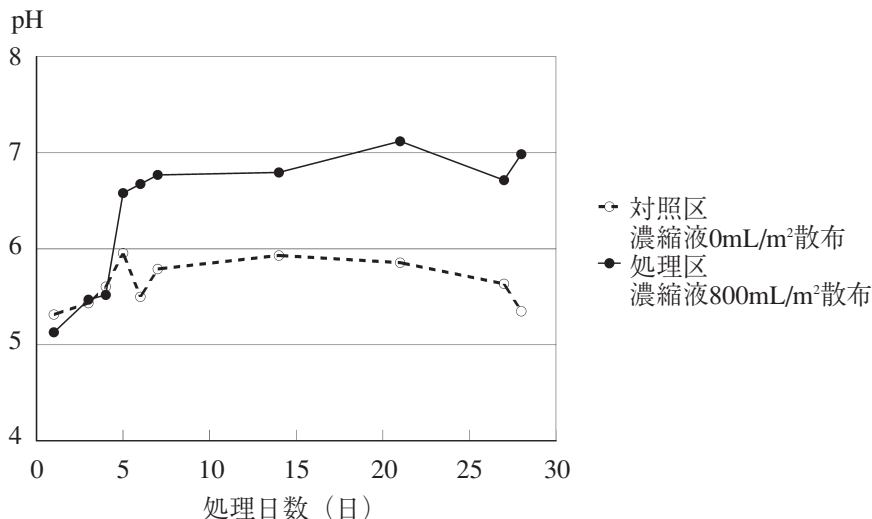
メヒシバは、濃縮液0, 80, 160, 400mL/m²散布区では、播種後1日目から出芽を開始し、播種後7日目までにはほぼ出芽が終わり、それ以降新たに
出芽する個体はほとんどみられなかった。一方、800mL/m²散布区では、他の処理区と異なり、播種後3日目に出芽を開始し、播種後24日目頃まで出芽が続いた。播種後7日目の生存個体割合は0, 80, 160mL/m²散布区で約80%, 400mL/m²散布区では72%で処理区間に有意差はなかった。しかし、800mL/m²散布区の出芽個体割合は37%で、他の処理区に比べ有意に低かった。播種後28日目の生存個体割合は0 mL/m²散布区が89%で最も高く、80, 160, 400mL/m²散布区では約80%, 800mL/m²散布区では62%であった。いずれの処理区でも出芽

後に枯死する個体はほとんどみられなかった(第3図)。

ホソアオゲイトウは、濃縮液0, 80, 160, 400mL/m²散布区では、播種後2日目から出芽を開始した。播種後4日目までは濃縮液の散布量が多くなるほど出芽が遅くなったが、播種後7日目までにはほぼ出芽が終わり、それ以降新たに
出芽する個体はほとんどみられなかった。一方、800mL/m²散布区では播種後4日目に出芽を開始し、播種後6日目までは出芽個体割合が増加した。播種後7日目の生存個体割合は0, 80, 400mL/m²散布区で約75%, 160mL/m²散布区では65%で処理区間に有意差はなかった。しかし、800mL/m²散布区の出芽個体割合は44%で、0, 80, 400mL/m²散布区に比べ有意に低かった。播種後28日目の生存個体割合は0, 80, 400mL/m²



第5図 濃縮液の散布がトウモロコシの出芽に与える影響



第6図 濃縮液散布後の土壌 pH の推移

散布区が約80%で最も高く、160mL/m²散布区では67%，800mL/m²散布区では36%であった。800mL/m²散布区では播種後5日目以降には枯死する個体があり生存個体割合が減少した（第4図）。

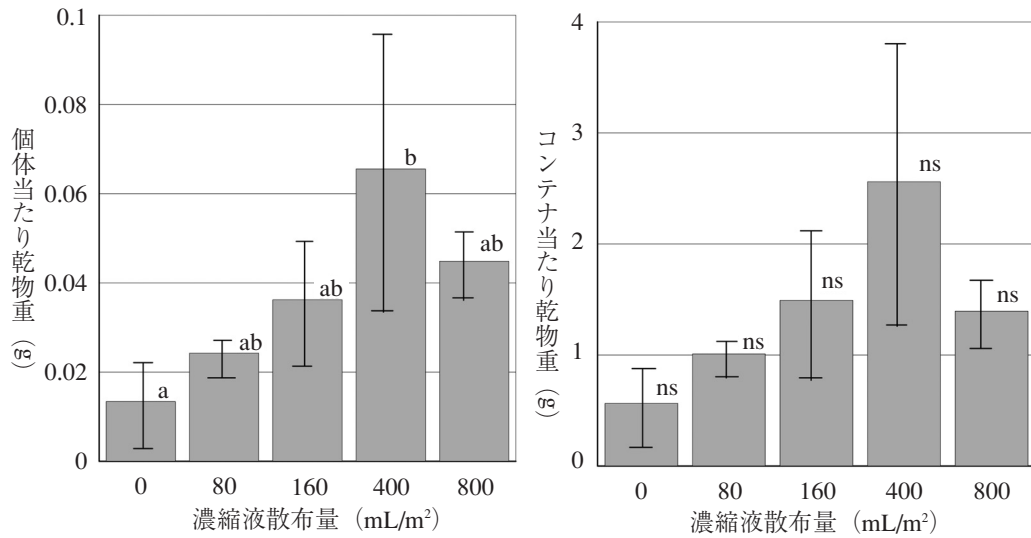
トウモロコシは濃縮液0，80，160，400mL/m²散布区では，播種後3日目から出芽を開始し，濃縮液800mL/m²散布区では播種後4日目から出芽を開始した。濃縮液0，80mL/m²散布区は播種後4日目までに，160，400，800mL/m²散布区では播種後6日目までに発芽が終わった。播種後28日目の出芽個体割合はすべての処理区で90%以上であった。播種後6日目以降，生存出芽個体割合は処理区間に有意差はなかった。いずれの処理区も出芽後枯死する個体はほとんどみられなかった（第5図）。

土壌 pH は，濃縮液800mL/m²散布区では処理後5目に急激に上昇した。施用後7日目の pH は対照

区（0 mL/m²散布区）で約5.8，800mL/m²散布区で約6.8となり，その後，両区ともに pH は大きく変化せずに推移した（第6図）。

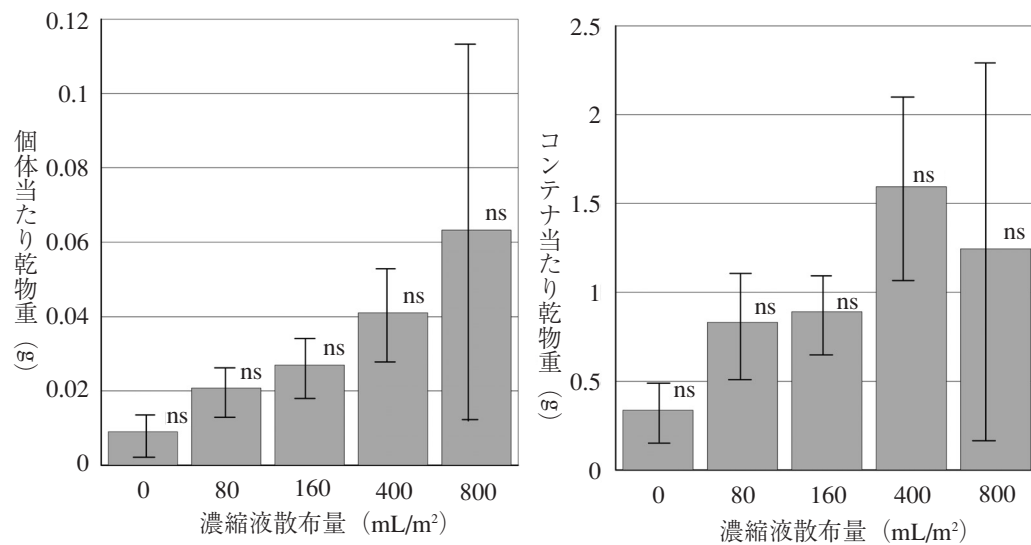
3. 濃縮液が雑草の生育に及ぼす影響

播種後28日目の乾物重を草種別にみると，メヒシバでは0，80，160，400mL/m²散布区では濃縮液の散布量に比例して個体当たり，コンテナ当たりともに乾物重が増加した。しかし，800mL/m²散布区では400mL/m²散布区よりも乾物重が減少した（第7図）。800mL/m²散布区では出芽が遅延したため，初期に出芽した大きな個体と遅れて出芽した小さな個体が混在していた（写真2）。ホソアオゲイトウでは個体当たり乾物重は濃縮液の散布量に比例し大きくなった（第8図，写真3）。しかし，コンテナ当たり乾物重はメヒシバと同様に400mL/m²散布区

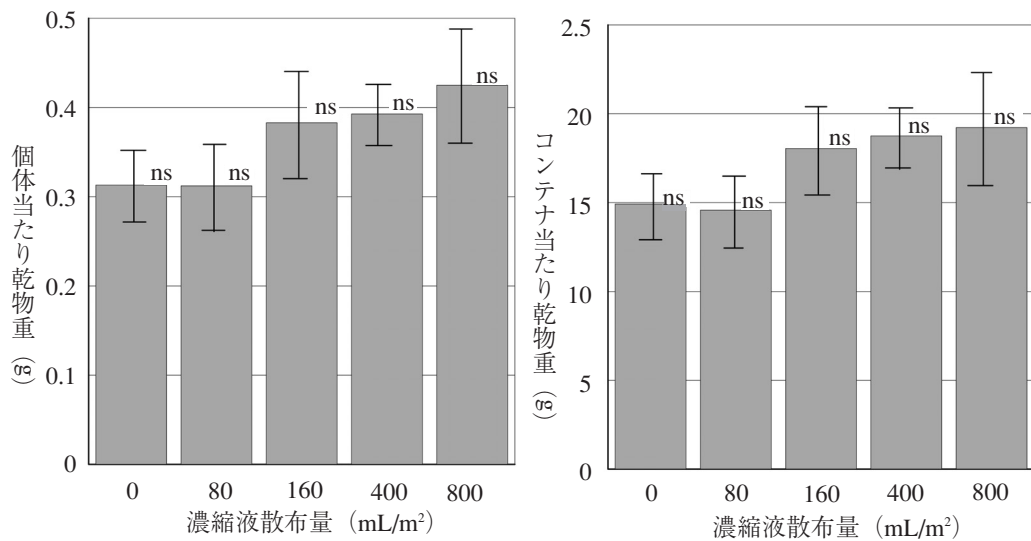


第7図 播種後28日メヒシバ乾物重

- 異なる英文字間には Tokey-Kramer 法で検定し 5 %水準で有意な差があることを示す。
- グラフ内の棒線は土標準偏差を示す。(以下の図も同じ)



第8図 播種後28日ホソアオゲイトウ乾物重



第9図 播種後28日トウモロコシ乾物重



写真2 メヒシバの育成状況
左から濃縮液0, 400, 800mL/m²散布 (播種後28日目)



写真3 ホソアオゲイトウの育成状況
左から濃縮液0, 400, 800mL/m²散布 (播種後28日目)

までは濃縮液の散布量に比例して増加したが、800mL/m²散布区は400mL/m²散布区に比較して減少した (第8図)。

トウモロコシでは、個体当たり乾物重、コンテナ当たり乾物重ともに濃縮液の散布量が多くなるほど大きくなった (第9図)。しかし、トウモロコシでは雑草と比較して濃縮液の散布量が増加しても乾物重は顕著に増加することはなかった。

Ⅳ. 考 察

濃縮液を800mL/m²土壌表面に散布することにより、メヒシバ、ホソアオゲイトウともに、出芽が遅れ、出芽数も減少した。その結果、28日後の生存個体割合は、メヒシバ、ホソアオゲイトウともに800mL/m²散布区が0 mL/m²散布区に比較して有意に減少した (第3図, 第4図)。このことから、濃縮液には雑草の出芽抑制効果があると考えられる。そこで、出芽抑制の要因を検討してみる。土壌 pH は、作物や雑草の発芽に影響を及ぼすことが知られている¹²⁾。本試験では、濃縮液の散布後に土壌の pH が上昇した (第6図)。焼酎蒸留粕には酢酸、イソ酪酸などの有機酸が含まれており、土壌添加後 pH が上昇する⁵⁾ が、濃縮液を散布した場合も同様に有機酸が分解し土壌 pH が上昇したと考えられる。

しかし、その値は7程度であり、植物の生育の最適 pH である6～7の範囲¹²⁾であり、雑草種子の出芽を阻害したとは考え難い。次に、有機物施用の影響について考えてみる。水田では、有機物を施用することで雑草の発生を抑制するとされており^{4,8,9,13)}、その雑草発生抑制の要因としては有機物による遮光⁴⁾、有機物分解による異常還元^{8,9)}、有機物から放出されるアレロパシー物質¹³⁾ があげられている。しかし、本試験で使用した濃縮液は液状であるため遮光が起こったとは考え難い。また畑状態で濃縮液を施用しており、濃縮液の分解にともない硝酸態窒素が放出されることから土壌の異常還元が起きたとも考え難い。これらより、有機物が遮光や土壌の異常還元を引き起こしたとは考え難い。しかし、濃縮液中の有機物が土壌中で分解されることで、発芽を抑制した可能性もあり、今後の検討が必要である。濃縮液の原料であるイモ焼酎の蒸留粕は、その酢酸エチル可溶画分にはレタス種子に対する発芽阻害活性がある⁶⁾ こと、イモ焼酎の蒸留粕に含まれるカフェ酸エチルがホソアオゲイトウの種子発芽を抑制する⁷⁾ ことが報告されている。本試験においても濃縮液に含まれる発芽阻害物質により雑草種子の発芽が抑制された可能性がある。しかし、出芽阻害物質が土壌中で分解せずに存在しているかどうかは確認し

ていないことから、出芽抑制のメカニズムは今後のさらなる検討が必要である。一方、トウモロコシは雑草に比べ出芽に対する濃縮液の影響が小さかった(第5図)。トウモロコシはイネ科雑草を十分抑制する量の除草剤を使用しても出芽、初期生育に対して影響を受けないことが報告されており¹⁰⁾、雑草の出芽を抑制する作用を持つと考えられる濃縮液を用いた場合でも同様に発芽が抑制されなかったと推測される。また、トウモロコシは種子が大きく、生育初期から個体の大きさが雑草に比べ大きいので、濃縮液の影響が小さいと考えられる。

濃縮液の出芽抑制作用は、メヒシバでは800mL/m²の濃度の濃縮液の散布後、時間の経過とともに発芽する個体が増えたことから、時間の経過とともに弱くなると考えられる。これは、濃縮液に含まれる発芽抑制物質が分解、もしくは土壌下層へと移動したためであると考えられる。本試験のメヒシバの出芽数の推移から濃縮液の出芽抑制作用が持続する期間は、濃縮液散布後1ヶ月程度であると推察されるが、対象とする草種や散布する濃度によって、発芽抑制効果が持続する期間は異なると考えられるため、今後の検討が必要である。濃縮液800mL/m²散布後28日の発芽後の生存個体は、0mL/m²散布区に比べメヒシバでは70%、ホソアオゲイトウでは44%であった。本試験では、除草剤処理による出芽抑制についてのデータはないが、除草剤処理後約1ヶ月の雑草数が、無除草区の3~62%で、複数の除草剤を組み合わせることで、無除草区の3~6%となるという報告^{10, 11)}があることから、濃縮液の散布だけで化学合成除草剤に匹敵するほど十分な雑草抑制効果を得ることは困難であると判断される。

ホソアオゲイトウでは発芽後に枯死する個体があった。これは、濃縮液に出芽抑制以外の作用があることを示唆している。サトウキビの株出し栽培に焼酎蒸留粕を施用すると生育が阻害される¹⁾こと、焼酎蒸留粕施用直後にキャベツを定植すると下葉が枯れるなどの強度の生育障害が起こり、生育初期から根への障害がある³⁾こと、焼酎粕に含まれるカフェ酸エチルがホソアオゲイトウの発芽や幼根伸長を阻害する⁷⁾ことが報告されており、本試験においてもこれと同様に、ホソアオゲイトウの幼植物体は濃縮液の施用により根への障害を受け、養水分の吸収が困難となり、枯死したものと推察される。一

方、メヒシバでは、濃縮液の散布後、時間の経過とともに発芽する個体が増え、枯死する個体も認められなかったこと、ホソアオゲイトウに比べカフェ酸エチルの影響を受けにくい⁷⁾ことから、ホソアオゲイトウに比べ濃縮液の影響を受けにくいと考えられる。また、イネ科植物は生育に伴い節の部分から次々に冠根が発生する²⁾ので、メヒシバでは、根に障害を受けても新しい根が発生するためホソアオゲイトウのように生育途中で枯死する個体はなかったと考えられる。

発芽後の個体当たりの乾物重は、両草種ともに発芽抑制のみられない濃縮液の散布量である400mL/m²までは、散布量に比例して大きくなった(第7図、第8図)。これは、濃縮液の散布量を増やすと、肥料成分量が増加し、植物体の生長が促進されたためと考えられる。メヒシバは濃縮液を800mL/m²散布することで、発芽が遅延し、生育にばらつきが生じたため、個体当たり乾物重(平均値)は減少したが、初期に出芽した個体は、400mL/m²散布区と同様に生育していることから(写真2)、濃縮液は発芽後の個体に対しては生育を促進するといえる。ホソアオゲイトウは、濃縮液を800mL/m²散布することで枯死する個体があったが、正常に生育した個体は、400mL/m²散布区と同様に生育していることから、濃縮液は正常に生育した個体に対しては生育を促進するといえる。試験終了時の播種後28日目には、800mL/m²散布区では40mg/kg以上の硝酸態窒素が発現しており(第2図)、雑草の生育を促進するには十分な量であると考えられる。また、発芽抑制のみられない400mL/m²散布区までは濃縮液の散布量に比例して個体当たり乾物重が増加しているが、このとき、濃縮液から発現する硝酸態窒素も濃縮液の散布量に比例して増加すると考えられる。このため、濃縮液から発現する硝酸態窒素は雑草の生育を促進する大きな要因であると考えられる。

発芽抑制がみられた800mL/m²散布区では、播種後28日のコンテナ当たりの乾物重はメヒシバ、ホソアオゲイトウともに400mL/m²散布区に比べ有意差はなかったが減少する傾向にあった。これは、メヒシバでは0mL/m²散布区に比べ発芽した個体数が少ないこと、発芽遅延の小さな個体があることよると考えられた。ホソアオゲイトウでは個体当たりの乾物重は増加したが、0mL/m²散布区に比べ個体数

が半分以下であるためコンテナ当たりの乾物重が減少したと考えられる。

トウモロコシは濃縮液の散布量に対する乾物重の増加が雑草に比較して小さくなった。これは、密植で根域の制限されたコンテナ栽培のため生育が制限され、濃縮液の肥料効果が現れにくかったと考えられる。

以上の結果から、濃縮液の雑草種子に対する効果は出芽を抑制する作用が中心であり、濃縮液を800mL/m²相当、土壌の表面に散布することでメヒシバで約70%、ホソアオゲイトウで約50%の出芽抑制効果があることが示唆された。さらに、ホソアオゲイトウでは出芽後枯死した個体があったことから、草種によっては出芽後も幼植物体の生育を阻害する効果があると考えられた。しかし、濃縮液を散布後、時間の経過とともにそれらの効果は徐々に弱くなり、濃縮液の分解により生じる窒素などの肥料成分により出芽した個体の生育はむしろ促進されることが考えられる。今後は、雑草の発芽及び生育抑制に関する濃縮液中の成分物質を同定することなどにより、抑草作用のメカニズムを解明する必要がある。また、濃縮液の散布と圃場で生育が早く被陰効果の高い作物の栽培と組み合わせることで、抑草効果を高める方法について検討する必要がある。

V. 摘 要

焼酎蒸留粕から作られた濃縮液の抑草効果を検討し以下の結論を得た。

1. 濃縮液を800mL/m²相当施用することで雑草に対する出芽抑制効果が認められた。
2. 濃縮液の効果は草種により異なり、ホソアオゲイトウでは発芽後に枯死する個体があった。
3. メヒシバでは遅れて出芽する個体があったことから、出芽抑制効果は時間とともに効果が弱くなると推測された。
4. 濃縮液には肥料成分が含まれるため、出芽した雑草個体の生育を促進する作用が認められた。

引用文献

- 1) 古江広治, 永田茂穂 (1994) サトウキビに対する黒糖焼酎廃液の施用効果. 鹿児島県農業試験場報告 23: 33-40.
- 2) 北条良夫, 星川清親 (1976) 作物—その形態と機能— 上巻. P175. 農業技術協会, 東京
- 3) 上村幸廣, 鳩野哲也, 西園直生子 (1993) 農耕地還元技術. 鹿児島県農業試験場報告 22: 105-111.
- 4) 河原祐志 (1993). 農業技術体系 作物編 2-② 「イネ=基本技術」 技552の9の82-87.
- 5) 柯貴城, 平井光代, 正田誠, 久保田宏 (1988) サツマイモ蒸留廃液の農地還元利用. 日本土壤肥科学会誌 59: 156-163.
- 6) 奥野成倫, 吉元誠 (2002) レタス種子発芽に及ぼすカンショ焼酎廃液抽出物の影響. 九州農業研究 64: 43.
- 7) 奥野成倫, 田原秀隆, 浮田和貴, 森山和之, 吉元誠 (2006) サツマイモ焼酎廃液に含まれる植物成長阻害物質カフェ酸エチルの単利と同定. 日本食品化学会誌 53: 207-213.
- 8) 齋藤邦行, 黒田俊郎, 熊野誠一 (2001) 水稻の有機栽培に関する継続試験. 日作紀 70: 530-540.
- 9) 関谷恒久, 井上直人 (2001) 有機物施用が水田雑草とイネの生育に及ぼす影響. 北陸作物学会報 36: 50-52.
- 10) 高橋哲二, 吉田宣夫, 富田道則, 井出喜三 (1983) 飼料用作物の除草剤に関する試験 I サイレージ用とうもろこし除草剤比較試験. 埼玉県畜産試験場研究報告 21: 42-44.
- 11) 高橋哲二, 吉田宣夫, 富田道則, 井出喜三 (1983) 飼料用作物の除草剤に関する試験 II 除草剤アラクロールのサイレージ用とうもろこしに及ぼす影響. 埼玉県畜産試験場研究報告 21: 45-48.
- 12) 高井康夫, 三好洋 (1977) 土壌通論. P45-46. 朝倉書店, 東京
- 13) 續栄治, 三浦元康, 榎尚子, 吉野俊成 (1999) 植物による雑草防除に関する基礎的研究 第1報 雑草の発芽ならびに生育に及ぼすアルファルファペレットの影響. 日作九支報 5: 39-40.

Effect of Application of Condensed Liquid Made from Sweetpotato Shochu Distiller Waste on Emergence of Upland Weeds.

Tooru KOBAYASHI, Katsuki ADACHI¹⁾ and Takayuki SUZUKI¹⁾

Summary

We studied the inhibitory effect of condensed liquid made from sweetpotato shochu distiller waste on the growth of upland weeds. We first seeded soil-filled containers with *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler and *Amaranthus patulus* Bertoloni and then applied a condensed liquid made from sweetpotato shochu distiller waste to the soil surface in quantities of 0, 80, 160, 400, and 800mL/m². Emergence of the weeds was significantly inhibited by the 800mL/m² application. It seems that the inhibitory effect on weed emergence was likely to be affected by germination-inhibiting compounds contained in shochu distiller waste. Twenty-eight days after applying this condensed liquid, counts of emerged weeds decreased for the application of 800mL/m² compared with the control. Specifically, the counts of *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler were 70% and those of *Amaranthus patulus* Bertoloni were 44% of the control. Some seedlings of *Amaranthus patulus* Bertoloni died after emergence, suggesting that the condensed liquid also inhibits growth in some species of weed. After application of the condensed liquid, the number of weed seedlings gradually increased for 28 days. It seems that the inhibition on weed emergence gradually decreased with time. Growth of the weed seedlings increased in proportion to the application dosage of condensed liquid because the condensed liquid also contains nutritional fertilizer elements. The condensed liquid did not control weed emergence as well as chemically synthesized herbicides.

Key words: Sweetpotato, corn, *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler, *Amaranthus patulus* Bertoloni, upland weeds, shochu, inhibition of emergence.