

焼酎もろみ粕より製造した有機質肥料がオオムギの収量と品質に及ぼす影響

廣瀬大介

(南九州大学環境造園学部)

要旨：焼酎もろみ粕肥料の施用量の違いがオオムギ（ニシノホシ）の収量と品質に及ぼす影響を調査し、焼酎もろみ粕肥料の肥効を明らかにすることを目的に行った。その結果、子実重と整粒重は窒素施用量が慣行区の2倍になるように焼酎もろみ粕肥料を施用した区で慣行区と同等以上の値となった。一方、品質面では、タンパク質含有率は焼酎もろみ粕肥料の施用量の増加に伴って高くなったが、澱粉価は逆に低くなった。これらのことから、化学肥料を施用した場合と同程度の収量をあげるには焼酎もろみ粕肥料は、化学肥料に比べて2倍程度多く施用する必要性が示唆された。一方、品質は焼酎もろみ粕肥料の増量に伴って低下することが示された。

キーワード：オオムギ、収量、焼酎もろみ粕、窒素、品質、有機質肥料。

宮崎県をはじめとする九州地方では焼酎製造が盛んであるが、その製造過程では、蒸留粕（以下、焼酎もろみ粕）が多量に排出される。これまでは、焼酎もろみ粕の処理は主に海洋投棄や農地へ直接還元されてきた（柯ら 1988, 小林ら 2006）。しかし、近年の環境保全への関心の高まりに伴って、原則的にこのような処理は困難な状況となっている（古江・永田 1994, 佐伯ら 2004b, 平木ら 2007）。このため、各焼酎メーカーには、焼酎もろみ粕の環境に配慮した処理が求められている。そのような中、焼酎もろみ粕が植物の生育に必要な窒素を初め、リン酸やカリを含むため（柯ら 1988, 上村ら 1993, 古江・永田 1994, 佐伯ら 2004a, b, 住吉ら 2006）、肥料として利用することが検討されている（柯ら 1988, 古江ら 1992, 上村ら 1993, 西園・上村 1993, 古江・永田 1994, 廣瀬・鈴木 2004, 住吉ら 2006, 小林・田中 2007, 平木ら 2007, 土屋ら 2008）。これらの中には種々な利用方法が見られるが、特に環境に配慮した方法として堆肥化（以下、焼酎もろみ粕肥料）して利用を試みている報告がある（上村ら 1993, 廣瀬・鈴木 2004, 小林・田中 2007, 平木ら 2007）。しかし、著者が行った報告（廣瀬・鈴木 2004）以外は、焼酎もろみ粕肥料単用と慣行栽培との比較がなく、焼酎もろみ粕肥料の肥効のほどは判然としない。これまでに著者が行ったジャガイモとハクサイの研究では、窒素、リン酸及びカリが慣行栽培と同量になるように施用した場合は、両作物とも収量は慣行栽培より劣るが、ジャガイモではビタミンC含量が、ハクサイではビタミンC含量と糖含量が、それぞれ高くなることを示した（廣瀬・鈴木 2004）。このため、焼酎もろみ粕肥料の施用量を増やせば、慣行栽培と同等の収量が上げられるものと考えられる。

一方、焼酎は、米、サツマイモ、オオムギなどから製造されているが、オオムギを原料としたものが最も生産量が多い（中野 2006）。このため、焼酎もろみ粕肥料をオオムギ栽培に利用できれば環境保全への貢献だけでなく、循環

型農業にも寄与できるものと期待される。また、オオムギ栽培では、施肥窒素の多少は収量への影響が大きいと言われている（三枝ら 1989, 中鉢ら 1991, 前岡・小林 2003）。さらに、窒素施用量の増加に伴いタンパク質含量も増加すると言われている（水沢ら 1997, 前岡・小林 2003）。しかし、焼酎製造用としてオオムギを見た場合、タンパク質含量が低いものが求められている（土井 2001）。このため、窒素の施用量の多少は、オオムギの収量や品質に大きく影響を及ぼすものと考えられる。

そこで本研究では、焼酎もろみ粕肥料の施用量の違い、特に窒素施用量の多少がオオムギの生育、収量と品質に及ぼす影響を調査し、焼酎もろみ粕肥料の肥効を明らかにすることを目的に行った。

材料と方法

1. 供試品種及び栽培方法

本試験は、2005年から2007年までの3年間（播種年）、宮崎県児湯郡高鍋町内の圃場（厚層多腐植質黒ボク土）で行った。当該圃場は、実験開始前2年間は、耕作放棄地であった。品種ニシノホシを用いた。試験区は、宮崎県のオオムギ栽培指針に示された施肥量（10aあたり窒素10kg, リン酸12kg, カリ10kg）を化学肥料のみで施用した慣行区、慣行区と同等の窒素施用量になるように焼酎もろみ粕肥料を施用したもろみ粕1倍区、窒素施用量が慣行区の1.5倍となるように焼酎もろみ粕肥料を施用したもろみ粕1.5倍区、2倍となるように施用したもろみ粕2倍区の4区設けた（第1表）。なお、リン酸とカリについては、いずれの試験区も同量になるように化学肥料を用いて調整した。また各区2反復とした。実験に用いた焼酎もろみ粕肥料は、およそ窒素2%, リン酸とカリ1%含有しており、焼酎もろみ粕に石灰と麦ぬかを混ぜ、攪拌、堆肥化させ製造したものである（黒木本店ホームページ 2008）。1区あたりの面積は25m²（5×5m）とし、各区の肥料が交じり合わな

第1表 試験区の構成.

試験区	堆肥	焼酎もろみ粕肥料	ようりん (g m ⁻²)	硫酸カリ	化成肥料
もろみ粕1倍区	1000	500	40	13	—
もろみ粕1.5倍区	1000	750	33	10	—
もろみ粕2倍区	1000	1000	23	7	—
慣行区	1000	—	4	—	72

化成肥料は、窒素、リン酸、カリをそれぞれ14%, 16%, 14%含む.

—は施用しなかったことを示す.

いように隣接する試験区とは90 cmの間隔を設けた. なお, 試験は, 各区とも3年間同一の場所で行った. 実験期間中の3か年とも11月2日に各区に堆肥とようりんを, もろみ粕区にはさらに焼酎もろみ粕肥料をそれぞれ施用し, 耕起した. 11月24日に慣行区に化成肥料と硫酸カリを, もろみ粕区には硫酸カリをそれぞれ施用し, 耕起した. その後, 条間50 cmで条播した(1区あたり9条). 播種量は, 6 g m⁻²とし, 出芽後, 各区の生育個体をm²あたり108本とした.

2. 生育調査, 収量調査および品質調査

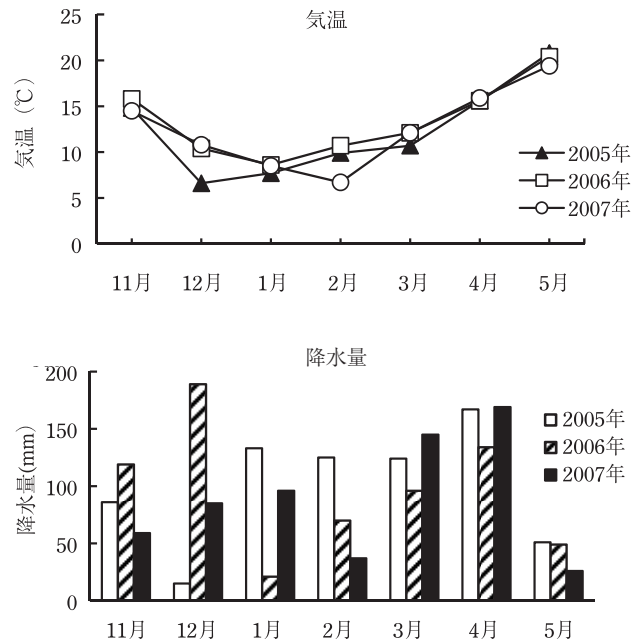
生育調査として播種後30日目, 幼穂形成始期, 最高分げつ期, 出穂期および収穫期に各区任意の4条からそれぞれ1 m分の茎数を数え, m²あたりに換算した. 収穫は, 対角線法に基づき各区, 4箇所(4条)からそれぞれ1 m分ずつ採取し, 子実重, 整粒重, 千粒重および容積重を測定し, 水分含有率13.5%に換算した. なお, 整粒重, 千粒重および容積重については, ライスグレーダ(サタケ社製, VG40 B)で粒厚2.5 mm以上に選別したものを測定対象とした. また, 容積重の測定には穀類水分計(kett社製, PM830-2)を用いた. 品質調査は, 各区の4箇所の試料をひとまとめにし, 小型精米機(Kett社製, パーレスト)を用いて65%に精麦した後, 国税庁所定分析法(木崎2006)に基づいて粗タンパク質含有率, 粗脂肪含有率, 粗繊維含有率, 粗灰分含有率および澱粉価を測定した(各区2反復).

3. 製麴適性試験

今回実験に用いたニシノホシは焼酎原料として用いられているので製麴適性(醸造特性)試験も併せて行った. 蒸し麦に焼酎用K型麹菌(ビオック社製)を接種し, 恒温器で麴を作り(35℃で24時間, その後30℃で16時間それぞれ培養した(共に湿度は飽和状態とした)), 堀江ら(1992)の方法をもとにこの麴の消化性, 糖化性および総合力価を求めた.

4. 土壌の可給態窒素含有量の調査

実験開始前, 播種直前, 播種後30日目, 幼穂形成始期, 最高分げつ期, 出穂期および収穫期に各区任意の3点から土壌を採取し(採取層は, 0から20 cm), 風乾後, ビーカー



第1図 試験期間中の気温, 降水量の推移.

培養法(土壌養分測定法委員会1994)を用いて2週間培養し, 土壌の可給態窒素含量を測定した.

5. 気象条件

実験期間中の気象データは, 気象庁の宮崎県高鍋町(北緯32度7.4分, 東経131度31.6分, 標高4 m)の値を利用した.

結 果

実験期間中の気温と降水量の推移を第1図に示した. 気温は, 2005年の12月と2007年の2月が他の年に比べ, 低くなったが, その以外の月は各年ともほぼ同じ値となった. 降水量は2005年では12月に他の年に比べ, 著しく少なかったが, 1月と2月は逆に多かった. 2006年は, 11月と12月に他の年に比べ多かったが, 1月は著しく少なかった. 2007年は, 2月が他の年と比較して少なかった.

茎数の推移を第2表に示した. 播種後30日目では2005年はもろみ粕2倍区が, 2006年はもろみ粕1.5倍区が, それぞれ他の区に比べ最も多くなった. しかし, 2007年は,

第2表 焼耐もろみ粕肥料が茎数に及ぼす影響.

播種年	試験区	播種後 30 日目	幼穂形成始期	最高分げつ期 (本 m ⁻²)	出穂期	収穫期
2005	もろみ粕 1 倍区	135 b	908 c	1016 c	607 c	504 d
	もろみ粕 1.5 倍区	143 b	1102 b	1242 b	705 b	529 c
	もろみ粕 2 倍区	157 a	1295 a	1350 a	831 a	658 a
	慣行区	138 b	1107 b	1226 b	800 a	576 b
2006	もろみ粕 1 倍区	221 b	698 c	693 c	407 c	386 c
	もろみ粕 1.5 倍区	248 a	740 b	740 b	401 c	397 c
	もろみ粕 2 倍区	219 b	852 a	945 a	608 b	500 a
	慣行区	223 b	832 a	969 a	799 a	456 b
2007	もろみ粕 1 倍区	273 a	641 b	726 b	494 d	444 b
	もろみ粕 1.5 倍区	286 a	605 b	673 c	554 c	474 b
	もろみ粕 2 倍区	273 a	604 b	707 b	688 b	630 a
	慣行区	286 a	748 a	834 a	717 a	632 a

各値の異なるアルファベットは同一年の同一時期の試験区間に Tukey 法で 5%水準で有意差があることを示す.

第3表 焼耐もろみ粕肥料が生育に及ぼす影響.

試験年	試験区	出穂期 (月 / 日)	成熟期 (月 / 日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本 m ⁻²)	1 穂粒数 (粒)	倒伏程度
2005	もろみ粕 1 倍区	3/18	5/8	90.8 b	6.5 b	370 c	27.0 a	0.0 c
	もろみ粕 1.5 倍区	3/19	5/9	97.7 a	8.0 a	422 b	27.5 a	0.1 b
	もろみ粕 2 倍区	3/22	5/13	99.7 a	6.5 b	540 a	27.3 a	0.3 a
	慣行区	3/20	5/10	97.3 a	6.5 b	503 a	27.8 a	0.1 b
2006	もろみ粕 1 倍区	3/13	5/1	77.6 b	6.1 a	281 b	27.6 a	0.0 b
	もろみ粕 1.5 倍区	3/13	5/1	75.7 b	6.6 a	293 b	28.0 a	0.0 b
	もろみ粕 2 倍区	3/15	5/3	89.0 a	6.7 a	404 a	28.0 a	0.1 a
	慣行区	3/14	5/1	91.8 a	6.8 a	394 a	28.0 a	0.0 b
2007	もろみ粕 1 倍区	3/19	5/6	87.7 b	7.0 a	333 b	31.2 a	0.0 c
	もろみ粕 1.5 倍区	3/19	5/6	93.8 b	6.8 a	375 b	31.2 a	0.0 c
	もろみ粕 2 倍区	3/21	5/9	93.5 b	7.0 a	523 a	32.5 a	0.2 b
	慣行区	3/21	5/7	101.3 a	7.2 a	518 a	32.3 a	0.7 a

各値の異なるアルファベットは同一年の同一項目の試験区間に Tukey 法で 5%水準で有意差があることを示す. 倒伏程度は、根元と穂首節を結んだ直線が根元からの垂直線に対し何度倒伏したかを 0 (0~9°), 1 (10~27°), 2 (28~45°), 3 (46~63°), 4 (64~81°), 5 (82~90°) の 6 段階に区分し、それらを面積比率で表したものである.

各区に有意な差は見られなかった. また、最高分げつ期を見てみると、2005 年ではもろみ粕 1.5 倍区が、2006 年ではもろみ粕 2 倍区が、それぞれ慣行区とほぼ同じ値となったが、2007 年ではもろみ粕各区とも慣行区に比べ、有意に少なくなった.

出穂期と成熟期は、2005 年ではもろみ粕 1 倍区が、2006 年と 2007 年ではもろみ粕 1 倍区ともろみ粕 1.5 倍区が、それぞれ最も早かった (第3表). 稈長は、2005 年ではもろみ粕 1 倍区が他の試験区に比べ最も短くなった. 2006 年は、もろみ粕 2 倍区と慣行区には差は見られず、もろみ粕 1 倍区ともろみ粕 1.5 倍区より有意に長くなった. 2007 年では慣行区が最も長くなったが、焼耐もろみ粕肥料を施用した各区間には差は見られなかった. 穂長は、2005 年では

もろみ粕 1.5 倍が他の試験区より長くなったが、2006 年と 2007 年では各試験区間に差は見られなかった. 穂数は、2005 年では焼耐もろみ粕肥料の増加に伴って多くなり、もろみ粕 2 倍区は慣行区と有意な差がなかった. 2006 年と 2007 年は、もろみ粕 2 倍区は慣行区と有意な差がなかったが、もろみ粕 1 倍区ともろみ粕 1.5 倍区より有意に多くなった. 1 穂粒数は、いずれの年も各試験区間に有意な差は見られなかった. 倒伏程度は、焼耐もろみ粕肥料が多くなると大きくなる傾向が認められた. 特にもろみ粕 1 倍区ではいずれの年も倒伏は見られなかった.

子実重と整粒重は、いずれの年も焼耐もろみ粕肥料の増加に伴って増加する傾向が見られた (第4表). また、2005 年と 2006 年ではもろみ粕 2 倍区の子実重と整粒重は、

第4表 焼酎もろみ粕肥料が収量に及ぼす影響.

試験年	試験区	子実重 (g m ⁻²)	整粒重 (g m ⁻²)	整粒歩合 (%)	千粒重 (g)	容積重 (g L ⁻¹)
2005	もろみ粕1倍区	559 c	540 c	96.7 a	46.5 a	686 b
	もろみ粕1.5倍区	564 c	541 c	96.0 a	46.4 a	699 a
	もろみ粕2倍区	674 a	622 a	92.3 b	45.8 a	682 b
	慣行区	618 b	571 b	93.3 b	44.6 b	681 b
2006	もろみ粕1倍区	378 c	355 c	94.1 b	48.0 a	719 a
	もろみ粕1.5倍区	371 c	356 c	96.0 a	48.8 a	716 a
	もろみ粕2倍区	543 a	517 a	95.3 b	48.8 a	710 b
	慣行区	530 b	490 b	92.4 c	46.7 b	703 b
2007	もろみ粕1倍区	451 c	414 c	91.7 a	44.0 a	682 a
	もろみ粕1.5倍区	483 b	429 b	88.7 b	43.4 a	675 a
	もろみ粕2倍区	563 a	479 a	85.1 b	42.4 b	661 b
	慣行区	571 a	462 a	81.0 c	40.2 c	659 b

各値の異なるアルファベットは同一年の同一項目の試験区間に Tukey 法で5%水準で有意差があることを示す.

第5表 焼酎もろみ粕肥料が品質に及ぼす影響.

試験年	試験区	外観品質	粗タンパク質含有率 (%)	粗脂肪含有率 (%)	粗繊維含有率 (%)	粗灰分含有率 (%)	澱粉価
2005	もろみ粕1倍区	2.3 b	8.0 b	1.02 a	0.51 a	0.89 a	71.60 a
	もろみ粕1.5倍区	2.6 b	8.5 b	1.06 a	0.49 a	0.87 a	70.95 a
	もろみ粕2倍区	3.0 a	10.1 a	0.98 a	0.45 a	0.88 a	70.25 b
	慣行区	2.8 b	9.6 a	1.03 a	0.48 a	0.86 a	70.25 b
2006	もろみ粕1倍区	2.4 c	7.6 b	1.34 a	0.44 a	1.15 a	76.10 a
	もろみ粕1.5倍区	3.1 b	7.7 b	1.31 a	0.31 a	1.08 a	72.20 b
	もろみ粕2倍区	4.6 a	8.5 a	1.30 a	0.47 a	1.04 a	77.29 a
	慣行区	3.4 b	8.4 a	1.28 a	0.35 a	1.09 a	73.96 b
2007	もろみ粕1倍区	1.6 c	6.5 b	0.94 a	0.55 a	1.02 a	63.52 a
	もろみ粕1.5倍区	2.1 b	6.9 b	0.93 a	0.56 a	1.03 a	64.50 a
	もろみ粕2倍区	2.3 b	7.7 a	0.93 a	0.62 a	1.03 a	62.69 b
	慣行区	3.3 a	7.5 a	0.88 a	0.69 a	0.96 a	62.89 b

各値の異なるアルファベットは同一年の同一項目の試験区間に Tukey 法で5%水準で有意差があることを示す. 外観品質はサンプル粒と比較の上, 上上 (1), 上下 (2), 中上 (3), 中中 (4), 中下 (5), 下 (6) の6段階で評価した.

慣行区より重かったが, 2007年では, いずれもほぼ同じ値となった. 整粒歩合は, 2005年ではもろみ粕1倍区ともろみ粕1.5倍区が, ほぼ同じ値でもろみ粕2倍区と慣行区より高い値を示した. 2006年では, もろみ粕1.5倍区が, 2007年では, もろみ粕1倍区が, それぞれ最も高くなった. 千粒重は, いずれの年のもろみ粕各区とも慣行区を上回った. 容積重は, 2005年は, もろみ粕1.5倍区が最も重くなった. 2006年と2007年は, いずれももろみ粕1倍区ともろみ粕1.5倍区に有意な差が見られず, もろみ粕2倍区と慣行区より重くなった.

外観品質は, 2005年と2006年ではもろみ粕2倍区が, 2007年は, 慣行区がそれぞれ最も高い値を示し, 品質が低下した (第5表). 精麦の粗タンパク質含有率はいずれの年ももろみ粕1倍区ともろみ粕1.5倍区に有意な差が見

られず, もろみ粕2倍区と慣行区より低い値となった. 粗脂肪含有率, 粗繊維含有率および粗灰分含有率は, いずれの年も各試験区間に有意な差は見られなかった. 澱粉価は, 2005年と2007年ではもろみ粕1倍区ともろみ粕1.5倍区に有意な差は見られず, もろみ粕2倍区と慣行区より高い値を示した. 2006年は, もろみ粕1倍区ともろみ粕2倍区に有意な差が見られず, もろみ粕1.5倍区と慣行区より高い値を示した.

各区の製麴適性能を第6表に示した. 消化性は, 2005年と2006年では慣行区が有意にもろみ粕各区より高かった. また, 焼酎もろみ粕肥料を施用した各区には有意な差は見られなかった. 2007年は, もろみ粕2倍区が慣行区と同程度の値となりもろみ粕1倍区ともろみ粕1.5倍区より高くなった. 糖化性は, 2005年ではもろみ粕1.5倍区が他

の区に比べ有意に低かった。2006年では各区に有意な差は見られなかったが、2007年では慣行区ともろみ粕2倍区が同程度の値でもろみ粕1倍区ともろみ粕1.5倍区より有意に高かった。総合力価は、2005年では慣行区が最も高かった。2006年はもろみ粕1倍区が最も低くかった。2007年は慣行区ともろみ粕2倍区が他の2区に比べて有意に高い値となった。

各区の土壤中の可給態窒素含有量の推移を第7表に示した。播種直前では、2005年と2007年ではもろみ粕2倍区が最も高くなった。2006年ではもろみ粕1.5倍区ともろみ粕2倍区がほぼ同じ値で他の区より高かった。播種後30日目から幼穂形成始期までは、いずれの年も慣行区が最も高い値を示した。しかし、出穂期では、いずれの年ももろみ粕各区が慣行区より高い値を示した。

第6表 焼酎もろみ粕肥料が製麹適性能に及ぼす影響。

試験年	試験区	消化性	糖化性	総合力価
2005	もろみ粕1倍区	68.3b	17.2a	1185.2b
	もろみ粕1.5倍区	67.6b	15.1b	1018.8b
	もろみ粕2倍区	70.0b	16.5a	1159.3b
	慣行区	73.5a	19.1a	1402.1a
2006	もろみ粕1倍区	66.8b	21.4a	1428.9b
	もろみ粕1.5倍区	72.7b	20.9a	1517.8a
	もろみ粕2倍区	73.0b	21.0a	1531.1a
	慣行区	77.5a	20.5a	1590.5a
2007	もろみ粕1倍区	71.0b	14.9b	1083.8b
	もろみ粕1.5倍区	72.6b	16.2b	1174.7b
	もろみ粕2倍区	75.6a	18.7a	1415.6a
	慣行区	75.6a	18.8a	1422.3a

各値の異なるアルファベットは同一年の同一項目の試験区間に Tukey 法で5%水準で有意差があることを示す。

考 察

もろみ粕各区と慣行区の子実重を比較してみるともろみ粕1倍区ともろみ粕1.5倍区ではいずれの年も慣行区より少なかった(第4表)。一方、もろみ粕2倍区では2005年と2006年では慣行区を上回り、2007年では、ほぼ同量となった(第4表)。これらのことから、オオムギ栽培に焼酎もろみ粕肥料を利用する場合は、窒素施用量が栽培指針より2倍程度多くなるように施用しないと慣行栽培と同等以上の収量が得られないことが示された。もろみ粕1倍区ともろみ粕1.5倍区の倒伏程度を見てみると、いずれの年も倒伏はほとんど認められなかった(第3表)。したがって、慣行区との収量の差は倒伏の有無によって生じたとは考えられない。ホウレンソウを用いた実験によると無機質肥料施用に比べ、有機質肥料施用の収量が劣った一因に有機質肥料の無機化程度が低かったことが報告されている(霞田 1990)。本実験の結果からは、焼酎もろみ粕肥料の無機化率は明らかではないが、土壤中の可給態窒素含有量の推移から焼酎もろみ粕肥料は化成肥料に比べて生育初期の窒素供給力が低いことが示されており(第7表)、このことがもろみ粕1倍区ともろみ粕1.5倍区の収量が慣行区より少なくなった一因と考えられた。また、オオムギでは、穂数と茎数が多いほど収量が多くなる傾向が報告されている(中鉢ら 1991)。穂数を見てみるといずれの年ももろみ粕1倍区ともろみ粕1.5倍区は慣行区より少なかった(第3表)。茎数もいずれの年も幼穂形成始期以降、もろみ粕1倍区ともろみ粕1.5倍区は慣行区に比べ、同等以下であった(第2表)。このように本実験においても同様な傾向が認められ、もろみ粕1倍区ともろみ粕1.5倍区の収量が慣行区より少なかったのは、穂数と茎数の差も一因と考えられた。また、ナトリオオオムギを用いた実験では、基肥窒素が少ない場合は、その後追肥を行っても基

第7表 各区の土壤中の可給態窒素含有量の推移。

播種年	試験区	実験開始前	播種直前	播種後30日目	幼穂形成始期 (mg/100g 乾土)	最高分げつ期	出穂期	収穫期
2005	もろみ粕1倍区	1.5a	1.8b	2.4b	3.2c	3.5b	8.5a	1.6a
	もろみ粕1.5倍区	1.4a	1.7b	2.5b	3.8b	3.1b	8.8a	1.9a
	もろみ粕2倍区	1.6a	2.2a	3.9b	4.2b	4.6a	9.2a	1.8a
	慣行区	1.4a	1.5b	8.8a	6.5a	5.0a	3.5b	1.8a
2006	もろみ粕1倍区	1.2a	1.8b	1.8c	2.2c	2.9b	5.4b	1.6a
	もろみ粕1.5倍区	0.9a	2.2a	1.9c	2.9b	3.1b	5.8b	1.2a
	もろみ粕2倍区	1.0a	2.5a	2.3b	3.2b	3.8a	6.7a	1.2a
	慣行区	1.0a	1.6b	6.2a	5.0a	4.1a	2.3c	1.2a
2007	もろみ粕1倍区	1.4a	2.0b	1.5c	2.7c	2.5b	7.4a	1.9a
	もろみ粕1.5倍区	1.4a	2.0b	1.9c	4.1b	3.4b	7.4a	1.5a
	もろみ粕2倍区	1.6a	3.2a	2.8b	4.9b	4.6a	6.3b	1.3a
	慣行区	1.3a	1.3c	7.1a	5.9a	4.6a	2.1c	1.9a

各値の異なるアルファベットは同一年の同一時期の試験区間に Tukey 法で5%水準で有意差があることを示す。

肥窒素が多い場合に比べ、穂数が多くなることが報告されている（中鉢ら 1991）。可給態窒素含有量の推移を見ても、もろみ粕 1 倍区ともろみ粕 1.5 倍区は、いずれの年も最高分げつ期までは慣行区より少なかったが、出穂期では逆に多くなった（第 7 表）。このため、本実験においてももろみ粕 1 倍区ともろみ粕 1.5 倍区の穂数が慣行区を下回ったのは、生育初期の可給態窒素含有量が少なかったためと考えられた。

実験期間中の気象条件を見てみると気温に比べ、各年の降水量に大きな差が見られた（第 1 図）。しかし、もろみ粕 2 倍区の子実重は、2005 年と 2006 年は慣行区を上回り、2007 年は、ほぼ同量となった（第 4 表）。このことから、慣行区より窒素施肥量が 2 倍多くなるように焼酎もろみ粕肥料を施用すれば、気象条件の変動に関わらず、慣行区と同等の収量が得られるものと考えられた。

各区の容積重は 2005 年を除き、もろみ粕 1 倍区ともろみ粕 1.5 倍区が同様な値となり、有意にもろみ粕 2 倍区と慣行区に比べ、重くなった（第 4 表）。また、もろみ粕各区の千粒重は、慣行区より重かった（第 4 表）。このため、もろみ粕各区、特にもろみ粕 1 倍区ともろみ粕 1.5 倍区は、慣行区に比べて粒の充実度が優れていたことが示された。

ビールオオムギでは追肥時期を遅くするほど整粒歩合と千粒重が増加することが報告されている（糸川ら 2004）。千粒重と整粒歩合は、いずれの年も慣行区に比べ、もろみ粕各区の方が重く、高かった（第 4 表）。また、もろみ粕各区の可給態窒素含有量を見てみると、いずれの区も出穂期のみ慣行区より高い値となった（第 7 表）。このため、慣行区に比べ、もろみ粕各区の千粒重と整粒歩合が重く、優れたのは、焼酎もろみ粕肥料が化成肥料に比べ緩効的に肥効が発現したためと考えられた。

製麹適性能（醸造特性）の各項目のうち総合力価の値が大きいほどアルコール収量が多くなると考えられている（白石ら 1999）。各区の総合力価を見てみると、2005 年は、もろみ粕各区间に有意な差が見られず、慣行区より低かった（第 6 表）。2006 年は、もろみ粕 1 倍区を除く、他の試験区間に差は見られなかった（第 6 表）。2007 年は、もろみ粕 2 倍区と慣行区が有意にもろみ粕 1 倍区ともろみ粕 1.5 倍区より高くなった（第 6 表）。このことから、アルコール製造用原料としては焼酎もろみ粕肥料が多いほど優れる傾向が示され、また、もろみ粕 2 倍区は栽培初年度を除き、慣行区と同程度のアルコール収量が可能であることが示唆された。しかし、焼酎醸造適性の点からは、澱粉含量が多く、タンパク質含量が少ないオオムギの方が好ましい（土井 2001）。粗タンパク質含有率を見てみると焼酎もろみ粕肥料が増加するにつれて高くなった（第 5 表）。一方、澱粉価は、焼酎もろみ粕肥料が少ない方が高い傾向が見られた（第 5 表）。このため、焼酎もろみ粕肥料の施肥量が少ないほど焼酎醸造適性としては優れていることが示唆された。さらに、もろみ粕 1 倍区ともろみ粕 1.5 倍区は慣

行区よりタンパク質含有率は低く、澱粉価は高かった（第 5 表）。このことから、宮崎県の栽培指針に基づいた標準施肥量より 1.5 倍程度の焼酎もろみ粕肥料の増量までは、化成肥料を用いて栽培した場合より品質が優れるものと考えられた。

ハウレンソウ、チンゲンサイ、レタスおよびキャベツでは、窒素の供給が少ない有機質を施用すると作物体内の硝酸濃度が低くなり、還元糖含量は増加して品質が向上することが報告されている（山崎・六本木 1998）。本実験では、焼酎もろみ粕肥料は化成肥料に比べて最高分げつ期まで窒素供給力が少なかった（第 7 表）。このため、もろみ粕 1 倍区ともろみ粕 1.5 倍区の品質が慣行区より優れたのは、焼酎もろみ粕肥料の肥効が緩効的であったためと考えられた。

以上見たように、オオムギ栽培に焼酎もろみ粕肥料を利用する場合は、宮崎県でのオオムギ栽培指針に示された窒素施肥量より 2 倍程度増量しないと化成肥料を用いた慣行栽培と同様な収量が得られないことが示された。一方、品質は焼酎もろみ粕肥料の施肥量が少ないほど慣行栽培より優れた。廣田ら（2002）の実験によるとハウレンソウでは、土壌条件によって有機質肥料の肥効発現が異なり、有機質に富む土壌条件下では化成肥料施用と同程度以上の生育量や外観品質のものが得られたことが報告されている。一方、コマツナでは、土壌条件によっては有機質肥料の施用は必ずしも化成肥料施用より品質を向上させるとは限らないことが示されている（中川ら 2000）。このため、土壌条件によっては本実験とは異なる結果が生じることも考えられる。また、スイカを用いた実験では、緩効性の有機質肥料を窒素含量の低い土壌下で用いる場合は、収量と品質の低下を防ぐために化学肥料との併用が望ましいことが報告されている（小宮山ら 1996）。今後、焼酎もろみ粕肥料の肥効をより詳細に明らかにしていくためには、土壌条件の影響や化成肥料との混合施用について検討を加えていく必要があるものと考えられる。

謝辞：本研究の遂行にあたり、株式会社黒木本店より焼酎もろみ粕肥料を、株式会社ビオックより麹菌をそれぞれ分譲頂いた。品質の分析においては日本穀物検定協会の御協力を賜った。圃場試験においては、南九州大学環境造園学部地域環境学科資源植物生産学研究室の学生諸子の協力を頂いた。さらに製麹適性試験においては、株式会社三和酒類の岩田太輔氏、梶原康博氏、小川清氏の各位に助言を頂いた。ここに謝意の意を表します。

引用文献

- 土井芳憲 2001. 食糧用二条オオムギの品種と選択. 田谷省三 改訂. 転作全書（第一巻）ムギ. 農文協編. 農文協, 東京. 150 - 151.
- 古江広治・永田茂穂・林政人 1992. 黒糖焼酎廃液の耕地還元技術の確立. 九農研 54 : 56.
- 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, 鹿児島農試研報 23 : 33-40.
- 土壤養分測定法委員会 1994. 土壤養分分析法, 養賢堂, 東京, 206-207.
- 平木永二・轟篤・下田透・平原哲郎・小林透・田中章造 2007. 冬どりレタス及び中晩生タマネギ栽培における焼酎蒸留粕堆肥の肥効, 九農研第 70 回発表要旨 : 33.
- 廣瀬大介・鈴木孝康 2004. 焼酎もろみ粕より製造した有機質肥料に関する研究, 第1報初めて施用が作物の収量と品質に及ぼす影響, 日作九支報 70 : 50-52.
- 廣田智子・永井耕介・福島昭・井上喜正 2002. 土壌と肥料の違いがハウレンソウの生育および品質に及ぼす影響, 兵庫農技研報 50 : 41-46.
- 堀江修二・土佐典昭・細谷達也 1992. 吟醸麹の品質評価について, 醸協 87 : 57-61.
- 柯貴城・平井光代・正田誠・久保田宏 1988. サツマイモ焼酎蒸留液の農地還元利用, 土肥誌 59 : 156-163.
- 木崎康造 2006. 原料麦, 注解編集委員会編集, 国税庁所定分析法注解, 日本醸造協会, 東京, 169-178.
- 小林透・安達克樹・鈴木崇之 2006. 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, 九州沖縄農研報 48 : 49-57.
- 小林透・田中章造 2007. ハウレンソウ露地栽培における焼酎蒸留粕堆肥の肥効, 九農研 第 70 回発表要旨集 : 32.
- 小宮山誠一・赤司和隆・山上良明・熊谷秀行 1996. スイカに対する各種有機物肥料の肥効評価, 土肥誌 68 : 458-461.
- 糸川晃伸・谷口義則・山口昌宏・渡邊修孝・山口恵美子・関和孝博・加藤常夫 2004. ビール大麦への追肥が収量と麦芽品質に及ぼす影響, 栃木農試研報 53 : 27-34.
- 黒木本店ホームページ 2008. 有機肥料工場, <http://www.kurokihonten.co.jp/hiryo/> (2008/6/14閲覧).
- 前岡庸介・小林行高 2003. 二条大麦「アサカゴールド」の栽培法, 山口農試研報 54 : 37-42.
- 水沢誠一・斎藤祐幸・田村良浩・岩津雅和 1997. 大麦の生育診断と肥培管理, 第3報 窒素追肥量が精麦品質に及ぼす影響, 北陸作報 32 : 82-84.
- 中川祥治・山本秀治・五十嵐勇紀・田村夕利子・吉田企世子 2000. 堆肥および有機質肥料の施用がコマツナ (*Brassica campestris* L. rapifera group) の硝酸, 糖, アスコルビン酸および β -カロチン含量に及ぼす影響, 土肥誌 71 : 625-634.
- 中野元 2006. 第3次本格焼酎ブームと産地間競争の変容, 熊本学園大学産業経営研究 25 : 15-36.
- 西園直生子・上村幸廣 1993. 焼酎廃液の農耕地還元技術, 九農研 55 : 68.
- 佐伯雄一・下入佐克志・三重野愛・赤尾勝一郎・杉本安寛・長友由隆 2004a. 芋製焼酎粕施用農耕地における硝酸態窒素濃度の経時的変化-第I報, 現地調査-, 宮大農研報 50 : 31-39.
- 佐伯雄一・中村扶沙恵・三重野愛・下入佐克志・赤尾勝一郎・杉本安寛・長友由隆 2004b. 芋製焼酎粕施用農耕地における硝酸態窒素濃度の経時的変化-第II報, 圃場試験-, 宮大農研報 50 : 41-48.
- 三枝正彦・渋谷暁一・安部篤郎 1989. 強酸性黒ボク土における飼料作物の省力・多収栽培に関する研究, 第1報 大麦の窒素施肥法と生育収量, 日作東北支報 32 : 70-72.
- 白石真貴夫・斎藤清男・河津浩二・佐藤吉昭・小川清・大森俊郎・下田雅彦・水江智子・古江国昭 1999. 焼酎醸造適性をもった二条大麦「ニシノホシ」の特性, 大分農技セ研報 29 : 1-11.
- 住吉正・保田健太郎・大段秀記 2006. 焼酎廃液由来濃縮液の水稻初期生育に対する肥料代替効果の推定, 九農研第 69 回発表要旨集 : 27.
- 土屋一成・住吉正・古畑昌巳 2008. サツマイモ焼酎蒸留粕濃縮液の施用が水稻「ヒノヒカリ」の生育・収量・品質に及ぼす影響, 日作九支報 74 : 1-5.
- 中鉢富夫・水多昭雄・沼倉正二・加藤清一 1991. ナトリオオムギの施肥法と収量・千粒重との関係, 宮城農セ報 57 : 15-34.
- 上村幸廣・鳩野哲也・西園直生子 1993. 甘しょ焼酎廃液の農耕地還元技術, 鹿児島農試研報 22 : 105-111.
- 山崎晴民・六本木和夫 1998. 有機物施用が葉菜類の収量及び品質に及ぼす影響, 埼玉園試研報 21 : 7-20.
- 蒔田隆治 1990. 有機農産物と窒素化合物, 北陸作報 25 : 100-104.

Effects of Manure Made from the Lees of Shochu Moromi on the Yield and Quality of Barley : Daisuke HIROSE (Fac. of Environmental Landscape architecture, Minamikyushu Univ., Takanabe, Miyazaki 884-0003, Japan)

Abstract : The effects of application rate of manure made from the lees of shochu moromi on the yield and quality of barley were investigated to clarify its fertilizer effect. The results showed that the seed yield and whole-grain yield in the manured plot with two-fold nitrogen compared with conventional plots, were mostly comparable to or greater than those in conventional plots. On the other hand, the greater the manure application rate, the greater the protein content, but the lower the starch content. Therefore, in order to improve the yield of plots with manure made from the lees of shochu moromi to a level comparable to conventional plots, it is necessary to double the current nutrient-supply level. However, the results suggest that the greater the application rate of manure made from the lees of shochu moromi, the lower the quality of barley.

Key words : Barley, Lees of shochu moromi, Manure, Nitrogen, Quality, Yield.