

米焼酎粕濃縮液の濃縮度が貯蔵性に及ぼす影響

鈴木知之・服部育男・田中正仁¹⁾・神谷裕子¹⁾・神谷 充・佐藤健次・地下和志²⁾
福山満生²⁾・板谷真積³⁾・西岡俊一郎³⁾・濱本 修³⁾

(2010年7月29日 受理)

要 旨

鈴木知之・服部育男・田中正仁・神谷裕子・神谷 充・佐藤健次・地下和志・福山満生・板谷真積・西岡俊一郎・濱本 修 (2011) 米焼酎粕濃縮液の濃縮度が貯蔵性に及ぼす影響。九州沖縄農研報告 55: 15-29.

本試験では米焼酎粕濃縮液の貯蔵にともなう品質および化学成分の変動を明らかにするために、まず、米焼酎粕原液の固液分離および濃縮の程度が化学成分に及ぼす影響を検討し、続いて濃縮度が異なる米焼酎粕濃縮液(設定水分含量80, 70および60%)を異なる温度条件(30℃あるいは5℃)および異なる環境(嫌気あるいは好気条件)で14週間貯蔵した場合の品質および化学成分の変動を検討した。焼酎粕上清濃縮液(濃縮液)は焼酎粕原液に比べて、乾物当たり粗脂肪、中性デタージェント繊維(NDFom)およびカリウム含量が低かった。粗脂肪とNDFom含量については濃縮が進むにつれて低下したが、可消化養分総量(TDN)および窒素含量への濃縮処理の影響は小さかった。濃縮液の水分、貯蔵温度および貯蔵条件によらず、貯蔵14週後の乾物当たりTDNおよび窒素含量は調製時とほぼ同程度であった。設定水分60%および70%の濃縮液では、pH、水分活性、微生物相および有機酸組成の貯蔵中における変動は見られず一定した品質を保っていた。一方、水分80%の濃縮液では30℃で貯蔵した場合、酪酸およびアンモニアが生成しpHが上昇していた。以上の結果から、米焼酎粕濃縮液は水分70%以下まで濃縮すれば、3ヵ月程度の貯蔵を経ても品質および化学成分に大きな変動はないことが明らかになった。

キーワード：化学組成，濃縮度，焼酎粕濃縮液，米焼酎粕，貯蔵性。

I. 緒 言

近年、本格焼酎の生産量は増加しており、2004年度の国内本格焼酎生産量は50万klとなり、このうち約8割が九州で生産されている(野間, 2006)。本格焼酎の主な原料は米、麦、カンショおよびソバであり、熊本県では米焼酎の生産が盛んで、蔵元は県南部の人吉・球磨地方に集中している。

環境への配慮と焼酎生産量の急増から、九州では焼酎粕処理施設の設置が急速に進んでいる。主な処理方法の一つは90%を超える水分を含む焼酎粕を固液分離し、分離液についてはさらに加熱濃縮し、固形部とともに乾燥して、飼料や肥料として利用するものである。焼酎粕濃縮液(以下、濃縮液)は焼酎粕原液に比べて水分含量が低いため、貯蔵性およびハンドリングに優れ、乾燥品に比べ

調製コストが低いと言われている。また、濃縮液は成長促進物質、クエン酸、 α -トコフェロール、ポリフェノール等の機能性成分を多量に含んでいるため(林ら, 2009)、栄養やコスト的な利点に加え、家畜の健全性や生産物の品質向上にも寄与するものと考えられ、近年、濃縮液そのものの飼料利用が進んでいる。濃縮液の飼料利用については、発酵混合飼料の原料として利用した報告(服部ら, 2010)、乳牛(柄本ら, 2002; 鈴木ら, 2010a, 2010b)あるいは肉牛(稲田ら, 2003)への給与に関する報告が見られる。一方で、焼酎粕原液と濃縮液の化学成分や栄養価を比較した報告はないため、濃縮による栄養学的な利点は明らかではない。また、濃縮液を家畜に給与するまでの貯蔵中の変敗の有無および化学成分の変動を明らかにする必要があるが、これまで、麦焼酎粕濃縮液でのpHおよび揮発性塩基態窒素

九州沖縄農業研究センターイネ発酵TMR研究チーム：〒861-1192 熊本県合志市須屋2421

1) 暖地温暖化研究チーム

2) 球磨焼酎リサイクル株式会社

3) 三井造船株式会社

(VBN) 含量の推移に関する知見 (東ら, 1999) し
か得られていない。貯蔵に伴う品質や化学成分変化
は濃縮液の濃縮度 (水分含量), 貯蔵温度, 貯蔵時
の嫌気・好気条件が影響するものと考えられる。焼
酎粕濃縮液の流通と発酵TMRなどの高度利用を推
進するには, 以上述べた焼酎粕の濃縮に伴う化学成
分変化および貯蔵に伴う品質と化学成分変化の解明
が急務である。

本試験では米を原料とした焼酎粕濃縮液のウシ用
飼料利用に着目し, 1) 加熱濃縮時間を変動させて
濃縮度の異なる濃縮液を調製することにより, 濃縮
処理が化学成分および栄養価に及ぼす影響を明らか
にすること, およびこの濃縮液を温度条件および保
存条件の異なる環境で貯蔵した場合の2) pH, 水
分活性, 有機酸および微生物相といった品質に関す
る項目の変動, および3) 化学成分の変動を明らか
にすることを目的とした。

本研究を遂行するに当たり, 田中基晴研究管理監
には試験設計から本稿作成まで有意義なご助言をい
ただいた。九州沖縄農業研究センター業務支援セン
ター乳牛班諸氏には焼酎粕濃縮液の貯蔵管理および
サンプリングにおいて多大な支援を頂いた。ここに
記して感謝の意を表す。本研究は九州沖縄農業研

究センター, 三井造船株式会社および球磨焼酎リサ
イクリーン株式会社との協定研究「家畜飼料用の米
焼酎粕濃縮液の製造, 品質およびコスト管理に関す
る研究」の一部として実施された。

II. 材料および方法

濃縮液調製試験は球磨焼酎リサイクリーン株式
会社の焼酎粕処理プラント (宮崎ら, 2008) で行っ
た。試験に用いた焼酎粕原液は球磨焼酎酒造組合に
加盟する蔵元から排出された米焼酎粕であり, 米以
外の原料による焼酎廃液は含まれていなかった。焼
酎粕処理工程を図1に示した。蔵元から排出される
焼酎粕原液 (DG) は, はじめに固液分離機で固形
部と分離液 (DS) に分離される。分離液は過熱濃
縮機で水分が揮散され, 濃縮液 (CDS) が得られ
る。加熱濃縮時間が長いほど濃縮液の水分含量が低
下するが, 本試験では濃縮中の焼酎粕の比重を経
時的にモニタリングし, 設定比重が1.045, 1.080, お
よび1.110 (目標とする水分含量はそれぞれ, 80, 70
および60%) に到達したときに10ℓ容のフレキシ
ブルバッグ (ステリテナー, 積水化学工業, 東京) 4
個分のサンプルを採取した。

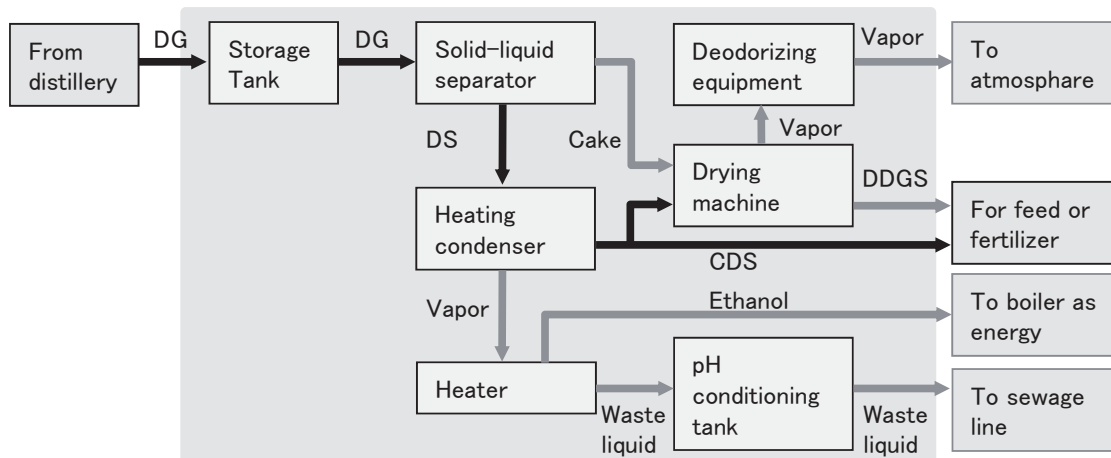


Fig. 1 Process flow of distillers solubles (DS), condensed distillers solubles (CDS), dried distillers grain with solubles (DDGS) from distillers grain (DG)

貯蔵性試験は濃縮度 (目標水分80, 70および60%
区), 温度 (5℃区および30℃区) および保存条件
(嫌気区および好気区) を要因とする3元配置で
行った。温度条件は設定温度を5℃ (冷蔵室) ある
いは30℃ (恒温槽) とし, 保存条件はバッグのフタ
を開けた好気条件あるいはフタを閉めた嫌気条件と

し, 濃縮度の異なる濃縮液ごとに4個のバッグをそ
れぞれの条件に割り当てた。サンプルは濃縮液調製
後0, 1, 2, 3, 4, 9, および14週目に採取し
た。また, 焼酎粕原液および分離液についても化学
分析用サンプルを採取した。嫌気条件のバッグはサ
ンプル採取後, バッグをつぶすことによりバッグ内

の空気を抜き、フタを閉めて保存した。採取したサンプルの一部は品質評価にただちに供し、化学分析用サンプルは分析まで冷凍保存した。

貯蔵時の品質評価指標としてpH、有機酸、水分活性、および微生物相を測定した。pHはガラス電極pHメーター（自給飼料利用研究会，2009），有機酸組成はHPLCによるBTBポストラベル法（自給飼料利用研究会，2009），水分活性は水分活性測定器（EZ-100，フロイント産業，東京）で測定した。微生物相はペトリフィルム法（守山，2002）を用い、好気性細菌、大腸菌、大腸菌群、酵母、糸状菌、ホモ発酵型乳酸菌およびヘテロ発酵型乳酸菌について生菌数を計測した。

解凍した生サンプルの一部を用いてケルダール法により窒素含量を測定し、微量拡散法によりVBN含量の測定を行った（自給飼料利用研究会，2009）。また、一部のサンプルについては通風乾燥（55℃，48時間）し、乾物含量（105℃，4時間）、および灰分含量（600℃，2時間）を求めた。カルシウムおよびカリウム含量については生サンプルを湿式灰化した後、原子吸光光度計を用いて測定し、リン含量については同様に湿式灰化した後、GOMORIの方法で測定した（矢野，2001）。さらに、一部の生サンプルは化学成分既知の、粉碎（メッシュ目開き1mm）した輸入エンバク乾草と混合し、通風乾燥（55℃，48時間）した後、粉碎した。このエンバク乾草との混合サンプルについて、中性デタージェント繊維（NDFom）、酸性デタージェント繊維（ADFom）、酸性デタージェントリグニン（ADL）を測定した（自給飼料利用研究会，2009）。中性デタージェント不溶性窒素（NDIN）、および酸性デタージェント不溶性窒素（ADIN）含量を測定し（LICITRA et al., 1996）、ウシにおける維持量摂取時の可消化養分総量（TDN）を算出した（NRC，2001）。混合サンプルの成分含量からエンバク乾草の成分含量を差し引くことにより、米焼酎粕原液、分離液、および濃縮液の各成分含量を算出した。

Ⅲ. 結 果

原液、分離液ともに水分含量は94%であった（表1）。80、70および60%区濃縮液の実際の水分含量

はそれぞれ、78.8、66.8%、および57.6%となり、ほぼ設定どおりの濃縮液を得ることができた。粗灰分は原液、分離液および濃縮液の順に高くなり、加えて濃縮が進むほど高くなった。粗脂肪は原液および分離液で乾物当たり11%であったが、濃縮の進展とともに7.5から6.6%まで低下した。乾物当たりTDN含量は原液が最も高かった。濃縮によって粗脂肪含量が低下したため、TDN含量も分離液に比べ濃縮に伴い低下する傾向にあったが、TDN含量の最も高い分離液と最も低い60%区濃縮液との差は2ポイント程度であった。

固液分離により繊維が固形部に多く移動したため、NDFom含量は焼酎粕原液に比べて分離液の方が低くなったが、ADFomおよびADL含量は原液よりも液状部の方が高かった（表2）。また、濃縮が進むほどNDFomおよびADFom含量が低下した。

窒素含量は原液、分離液および各濃度の濃縮液で乾物当たり9から10%であり、固液分離や濃縮に伴う変動は小さかった（表3）。また、NDINおよびADIN含量についても固液分離あるいは濃縮による一定の傾向は認められなかった。

カリウム含量は原液、分離液および濃縮液の順に低くなった（表4）。リン、カルシウムおよびカリウム含量ともに貯蔵に伴う一定の傾向は見られなかった。

図2に乾物、VBN、窒素、および粗灰分含量の経時的变化を示した。70%区および60%区では温度や貯蔵条件によらず、乾物含量はほぼ一定値で推移していた。一方で、80%区の濃縮液では2週以降、30℃区の方が5℃区よりも乾物含量が低く推移した。現物当たり窒素含量は濃縮の程度、貯蔵条件によらず、経時的な一定の傾向は認められなかった。一方で、窒素当たりVBN含量は80%区濃縮液の30℃区において、貯蔵2週から急速に上昇し、4週以降でプラトーに達した。粗灰分については濃縮液の水分、貯蔵温度や条件によらず、貯蔵に伴う一定の傾向は認められなかった。

pHは原液、分離液ともに4.0であったが、濃縮が進むにつれて上昇する傾向にあり、80%区、70%区および60%区でそれぞれ、4.6、4.7および4.8であった（表5）。60%区および70%区は処理によらず、貯蔵期間を通してpHの変動はほとんど無かった。80%区では5℃区において変化が無く、30℃区は嫌

Table 1 Dry matter (DM), crude ash, ether extract (EE), and total digestible nutrients (TDN) contents of distillers grain (DG), distillers solubles (DS), condensed distillers solubles (CDS) of different condensation level, and the CDS stored at different temperature and condition during 14 week

Composition	Storage period	Temperature	Condition	DG	DS	CDS		
						80% ¹	70%	60%
DM	0 wk	-	-	5.8	6.0	% of FM ²		
	14 wk	5°C	anaerobic	-	-	21.2	33.2	42.4
	14 wk	5°C	aerobic	-	-	21.4	33.6	44.1
	14 wk	30°C	anaerobic	-	-	21.6	34.0	44.0
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	19.2	34.1	44.5
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	18.6	35.7	45.0
Crude ash	0 wk	-	-	2.3	2.6	% of DM		
	14 wk	5°C	anaerobic	-	-	2.6	3.1	3.5
	14 wk	5°C	aerobic	-	-	3.8	3.5	3.3
	14 wk	30°C	anaerobic	-	-	3.3	3.3	3.1
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	3.7	3.1	3.7
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	3.6	3.5	3.3
EE	0 wk	-	-	10.9	11.2	% of DM		
	14 wk	5°C	anaerobic	-	-	7.5	7.0	6.6
	14 wk	5°C	aerobic	-	-	6.9	7.0	7.1
	14 wk	30°C	anaerobic	-	-	7.3	7.2	6.7
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	9.0	7.1	6.5
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	9.1	7.4	7.1
TDN	0 wk	-	-	87.2	86.2	% of DM		
	14 wk	5°C	anaerobic	-	-	85.5	85.0	84.3
	14 wk	5°C	aerobic	-	-	82.6	80.9	84.6
	14 wk	30°C	anaerobic	-	-	83.8	81.7	83.6
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	86.8	84.2	84.6
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	86.6	87.0	86.3

¹Setting moisture level at condensation.

²Fresh matter.

Table 2 Neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and acid detergent lignin (ADL) contents of distillers grain (DG), distillers solubles (DS), condensed distillers solubles (CDS) of different condensation level, and the CDS stored at different temperature and condition during 14 week

Composition	Storage period	Temperature	Condition	DG	DS	CDS		
						80% ¹	70%	60%
NDF	0 wk	-	-	27.6	22.7	% of DM		
	14 wk	5°C	anaerobic	-	-	21.1	19.9	17.4
	14 wk	5°C	aerobic	-	-	22.6	26.8	20.8
	14 wk	30°C	anaerobic	-	-	21.1	26.6	20.7
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	20.3	20.4	17.5
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	20.5	15.9	17.5
ADF	0 wk	-	-	12.0	17.4	% of DM		
	14 wk	5°C	anaerobic	-	-	12.0	11.1	9.7
	14 wk	5°C	aerobic	-	-	12.1	13.0	11.4
	14 wk	30°C	anaerobic	-	-	11.3	12.3	12.9
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	12.6	12.1	10.0
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	14.1	11.1	10.2
ADL	0 wk	-	-	2.7	4.6	% of DM		
	14 wk	5°C	anaerobic	-	-	3.3	3.1	3.2
	14 wk	5°C	aerobic	-	-	3.3	3.5	3.6
	14 wk	30°C	anaerobic	-	-	3.5	3.8	3.9
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	3.8	3.5	3.0
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	4.4	3.3	3.4

¹Setting moisture level at condensation.

Table 3 Nitrogen (N), neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN), and acid detergent insoluble nitrogen (ADIN) contents of distillers grain (DG), distillers solubles (DS), and condensed distillers solubles (CDS) of different condensation level, and the CDS stored at different temperature and condition during 14 week

Composition	Storage period	Temperature	Condition	DG	DS	CDS		
						80% ¹	70%	60%
----- % of DM -----								
N	0 wk	-	-	9.5	9.2	9.8	9.7	9.9
	14 wk	5°C	anaerobic	-	-	9.4	9.4	9.6
	14 wk	5°C	aerobic	-	-	9.5	9.4	9.5
	14 wk	30°C	anaerobic	-	-	9.8	9.4	9.3
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	9.9	9.5	9.5
----- % of N -----								
NDIN	0 wk	-	-	6.7	5.2	4.9	3.7	6.3
	14 wk	5°C	anaerobic	-	-	7.1	5.8	6.5
	14 wk	5°C	aerobic	-	-	5.4	6.4	7.6
	14 wk	30°C	anaerobic	-	-	6.2	7.6	6.5
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	6.2	7.5	6.7
----- % of N -----								
ADIN	0 wk	-	-	4.2	4.9	3.3	3.2	4.1
	14 wk	5°C	anaerobic	-	-	3.5	3.7	2.8
	14 wk	5°C	aerobic	-	-	3.6	3.2	3.1
	14 wk	30°C	anaerobic	-	-	2.8	3.2	3.3
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	2.6	2.9	2.7

¹Setting moisture level at condensation.

Table 4 Phosphorus, calcium, and potassium contents of distillers grain (DG), distillers solubles (DS), and condensed distillers solubles (CDS) of different condensation level, and the CDS stored at different temperature and condition during 14 weeks

Composition	Storage period	Temperature	Condition	DG	DS	CDS		
						80% ¹	70%	60%
----- % of DM -----								
Phosphorous	0 wk	-	-	0.89	0.83	0.76	0.73	0.72
	14 wk	5°C	anaerobic	-	-	0.73	0.74	0.71
	14 wk	5°C	aerobic	-	-	0.75	0.73	0.71
	14 wk	30°C	anaerobic	-	-	0.89	0.72	0.70
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	0.86	0.74	0.72
----- % of DM -----								
Calcium	0 wk	-	-	0.12	0.09	0.10	0.09	0.09
	14 wk	5°C	anaerobic	-	-	0.10	0.09	0.09
	14 wk	5°C	aerobic	-	-	0.09	0.09	0.09
	14 wk	30°C	anaerobic	-	-	0.11	0.09	0.08
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	0.11	0.09	0.09
----- % of DM -----								
Potassium	0 wk	-	-	1.11	0.96	0.73	0.65	0.67
	14 wk	5°C	anaerobic	-	-	0.68	0.73	0.61
	14 wk	5°C	aerobic	-	-	0.68	0.68	0.62
	14 wk	30°C	anaerobic	-	-	0.76	0.65	0.63
	14 wk	30°C	aerobic	-	-	0.81	0.62	0.62

¹Setting moisture level at condensation.

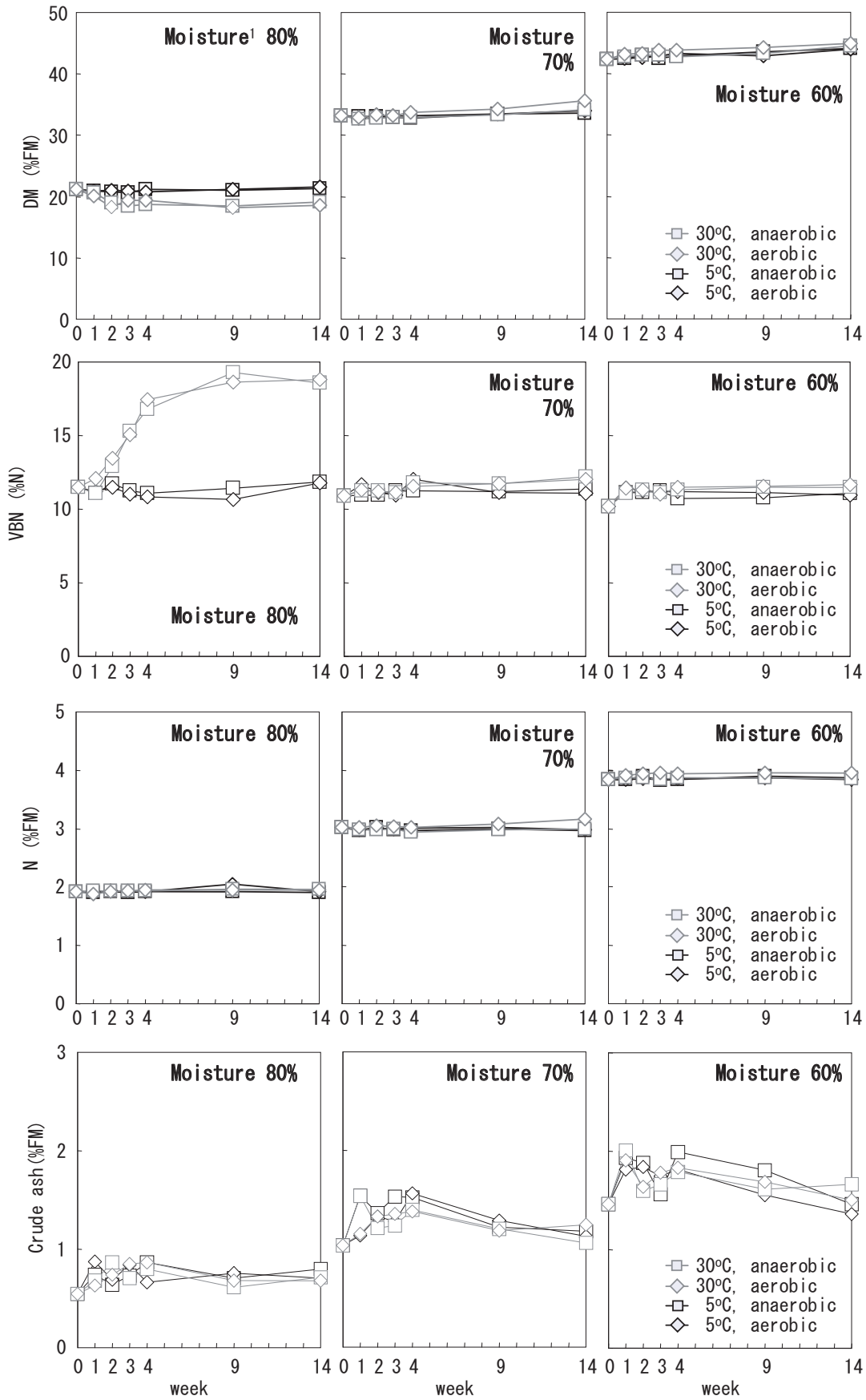


Fig. 2 Changes of dry matter (DM), volatile basic nitrogen (VBN), nitrogen (N), and crude ash contents of condensed rice distillers solubles of different condensation level with storage length at different ambient temperature and storage condition

¹Setting moisture level at condensation.

気、好気区ともに日数の経過に伴ってpHが上昇した。

水分含量が高いほど水分活性は高く、80%区では0.98とほとんどの微生物が生育可能な値とされる0.95（高橋, 2004）より高かった（表6）。いずれの試験区も貯蔵期間中の変化は少なかった。

微生物相についてみると、80%区では大腸菌と大腸菌群は貯蔵期間を通し、全ての区で増殖がほとんど認められなかった（表7）。酵母菌数は貯蔵3週以降、全ての区で増殖が認められた。乳酸菌数は30℃区において、嫌気、好気区ともに貯蔵1週間から高まった。一方、5℃区では嫌気区において、貯蔵9週から乳酸菌数が高まった。

70%区では大腸菌および大腸菌群は5℃、好気区における貯蔵14週を除き、ほとんど検出されなかった（表8）。酵母菌数は開始時にはほとんど認められなかったが、貯蔵3週以降、全ての区で増殖し、5℃区の好気区で最も増殖した。糸状菌数は5℃区の好気区で貯蔵9週を除き、検出されなかった。乳

酸菌数は貯蔵9週以降で増殖が認められ、30℃区が5℃区より生菌数が高かった。

60%区では処理、貯蔵期間にかかわらず、大腸菌および大腸菌群はほとんど検出されなかった（表9）。酵母、糸状菌は温度によらず、好気区の9週以降で、若干の増殖が見られた。乳酸菌は調製時に 10^3 レベルで存在し、その後はほとんど増殖しなかった。

有機酸組成についてみると、貯蔵開始時にはいずれの濃縮程度においても、乳酸が乾物当たり11-15%程度と最も優先しており、ついで、酢酸が2-4%の範囲であり、若干量のプロピオン酸、酪酸が認められた（表10, 11および12）。80%区では30℃区は嫌気、好気区ともに貯蔵にともない乳酸が減少し、酢酸、プロピオン酸が増加した（表10）。また、5℃区は好気区における貯蔵14週を除き、ほとんど変化がなかった。60%、70%区では処理にかかわらず、貯蔵に伴う有機酸組成の一定の変動はほとんど無かった（表11および12）。

Table 5 Changes of pH of condensed rice distillers solubles of different condensation level with storage length at different ambient temperature and storage condition

Moisture ¹	Storage period	5℃		30℃	
		anaerobic	aerobic	anaerobic	aerobic
80%	0 wk	4.6	4.6	4.6	4.6
	1 wk	4.7	4.7	4.7	4.7
	2 wk	4.7	4.6	4.9	5.0
	3 wk	4.7	4.6	5.1	5.3
	4 wk	4.6	4.6	5.3	5.3
	9 wk	4.7	4.7	5.5	5.4
	14 wk	4.6	4.7	5.5	5.5
70%	0 wk	4.7	4.7	4.7	4.7
	1 wk	4.7	4.7	4.7	4.7
	2 wk	4.9	4.9	4.8	4.8
	3 wk	4.8	4.8	4.8	4.8
	4 wk	4.7	4.7	4.7	4.8
	9 wk	4.8	4.8	4.8	4.8
	14 wk	4.8	4.8	4.8	4.8
60%	0 wk	4.8	4.8	4.8	4.8
	1 wk	4.8	4.8	4.8	4.8
	2 wk	4.8	4.9	4.9	4.9
	3 wk	4.8	4.9	4.8	4.8
	4 wk	4.8	4.8	4.8	4.8
	9 wk	4.8	4.9	4.8	4.8
	14 wk	4.9	4.9	4.8	4.9

¹Setting moisture level at condensation.

Table 6 Changes of water activity value of condensed rice distillers solubules of different condensation level with storage length at different ambient temperature and storage condition

Moisture ¹	Storage period	5°C		30°C	
		anaerobic	aerobic	anaerobic	aerobic
80%	0 wk	0.98	0.98	0.98	0.98
	1 wk	0.97	0.95	0.96	0.97
	2 wk	0.96	0.98	0.97	0.97
	3 wk	0.97	0.97	0.97	0.97
	4 wk	0.97	0.95	0.96	0.98
	9 wk	0.97	0.97	0.97	1.00
	14 wk	0.97	0.97	0.97	0.97
70%	0 wk	0.94	0.94	0.94	0.94
	1 wk	0.94	0.94	0.95	0.94
	2 wk	0.95	0.95	0.94	0.94
	3 wk	0.93	0.92	0.93	0.96
	4 wk	0.94	0.94	0.94	0.94
	9 wk	0.96	0.95	0.95	0.94
	14 wk	0.95	0.95	0.95	0.93
60%	0 wk	0.91	0.91	0.91	0.91
	1 wk	0.91	0.90	0.91	0.90
	2 wk	0.91	0.91	0.90	0.90
	3 wk	0.92	0.90	0.89	0.92
	4 wk	0.91	0.91	0.91	0.90
	9 wk	0.90	0.91	0.92	0.91
	14 wk	0.91	0.91	0.92	0.92

¹Setting moisutire level at condensation.

Table 7 Changes of microflora of condensed rice distillers solubules containing 80% moisture with storage length at different ambient temperature and storage condition

Temperature	Condition	Storage period	viable count of microorganisms (LogCFU/gFM)						
			Aerobic bacteria	<i>E.coli</i>	coliform bacterium	yeast	mould	Homo-LAB ¹	Hetero-LAB
5°C	anaerobic	0 wk	4.4	- ²	-	-	-	4.1	4.1
		1 wk	4.0	-	-	-	-	3.9	3.6
		2 wk	4.1	-	-	-	-	5.4	2.9
		3 wk	4.6	-	1.8	3.3	-	3.4	3.5
		4 wk	4.5	-	-	2.6	-	3.4	3.3
		9 wk	4.5	-	-	3.1	-	5.2	3.0
		14 wk	4.8	-	-	4.1	-	5.0	4.5
	aerobic	0 wk	4.4	-	-	-	-	4.1	4.1
		1 wk	4.1	1.9	-	-	-	4.3	3.5
		2 wk	4.6	1.6	1.6	-	-	5.4	2.8
		3 wk	4.6	-	-	3.0	-	3.3	3.5
		4 wk	4.7	-	-	-	-	3.3	3.4
		9 wk	4.5	-	-	3.3	-	3.3	3.6
		14 wk	4.3	-	-	5.4	4.8	5.0	5.3
30°C	anaerobic	0 wk	4.4	-	-	-	-	4.1	4.1
		1 wk	3.9	-	-	-	-	6.6	6.8
		2 wk	3.9	-	-	-	-	7.4	6.9
		3 wk	4.5	-	-	2.8	-	7.2	7.3
		4 wk	4.6	-	-	1.8	-	5.8	6.7
		9 wk	4.4	-	-	2.5	-	5.2	5.1
		14 wk	4.7	-	-	2.8	-	5.9	5.6
	aerobic	0 wk	4.4	-	-	-	-	4.1	4.1
		1 wk	4.0	-	-	-	-	7.0	7.0
		2 wk	3.9	-	-	-	-	7.4	6.9
		3 wk	4.5	-	1.7	3.8	-	8.0	8.0
		4 wk	4.3	-	-	2.3	-	6.2	6.6
		9 wk	4.5	-	-	1.8	-	5.5	6.0
		14 wk	4.4	-	-	3.0	-	7.2	6.0

¹LAB, lact acid bacteria.

²Not ditected.

Table 8 Changes of microflora of condensed rice distillers solubles containing 70% moisture with storage length at different ambient temperature and storage condition

Temperature	Condition	Storage period	viable count of microorganisms (LogCFU/gFM)						
			Aerobic bacteria	<i>E.coli</i>	coliform bacterium	yeast	mould	Homo- LAB ¹	Hetero- LAB
5°C	anaerobic	0 wk	4.3	- ²	-	-	-	3.2	4.2
		1 wk	3.9	-	-	-	-	3.8	2.0
		2 wk	3.8	-	-	-	-	2.8	2.5
		3 wk	4.3	-	-	3.0	-	3.5	2.9
		4 wk	4.3	-	-	-	-	3.5	3.0
		9 wk	4.5	-	-	1.8	-	4.4	3.0
		14 wk	4.5	-	-	-	-	4.1	3.3
	aerobic	0 wk	4.3	-	-	-	-	3.2	4.2
		1 wk	3.9	-	-	-	-	4.0	2.0
		2 wk	3.8	-	-	-	-	3.1	3.0
		3 wk	4.4	-	-	3.5	-	3.4	3.1
		4 wk	4.6	-	-	2.0	-	3.6	3.0
		9 wk	4.4	-	-	3.7	4.0	4.4	3.0
		14 wk	4.2	4.0	-	4.5	-	4.4	3.0
30°C	anaerobic	0 wk	4.3	-	-	-	-	3.2	4.2
		1 wk	3.9	-	-	-	-	3.5	3.0
		2 wk	3.9	-	-	-	-	3.3	3.3
		3 wk	4.5	-	2.0	2.0	-	3.5	2.8
		4 wk	4.5	-	-	-	-	3.7	3.0
		9 wk	4.5	-	-	2.0	-	5.5	5.6
		14 wk	4.2	2.0	-	-	-	5.0	6.5
	aerobic	0 wk	4.3	-	-	-	-	3.2	4.2
		1 wk	3.9	-	-	-	-	3.7	3.8
		2 wk	3.8	-	-	-	-	3.8	4.0
		3 wk	4.6	-	-	3.0	-	3.4	3.3
		4 wk	4.4	-	-	1.3	-	3.0	3.0
		9 wk	4.5	-	-	1.7	-	4.8	5.5
		14 wk	4.7	-	-	2.0	-	4.7	5.7

¹LAB, lact acid bacteria.²Not detected.

Table 9 Changes of microflora of condensed rice distillers solubles containing 60% moisture with storage length at different ambient temperature and storage condition

Temperature	Condition	Storage period	viable count of microorganisms (LogCFU/gFM)						
			Aerobic bacteria	<i>E.coli</i>	coliform bacterium	yeast	mould	Homo- LAB ¹	Hetero- LAB
5°C	anaerobic	0 wk	4.3	- ²	-	-	-	3.2	3.1
		1 wk	3.5	-	-	-	-	3.5	3.5
		2 wk	4.2	-	-	-	-	3.1	1.3
		3 wk	4.4	-	-	-	-	3.4	2.6
		4 wk	4.4	-	-	-	-	3.5	2.8
		9 wk	4.4	-	-	-	-	4.4	4.0
		14 wk	4.5	-	-	-	-	4.7	3.6
	aerobic	0 wk	4.3	-	-	-	-	3.2	3.1
		1 wk	5.9	-	-	-	-	4.2	2.0
		2 wk	3.7	-	-	-	-	3.4	2.6
		3 wk	4.0	-	-	-	-	3.1	3.0
		4 wk	4.1	-	-	-	-	3.4	3.0
		9 wk	4.5	-	-	1.6	-	4.2	2.8
		14 wk	4.3	-	-	2.3	-	4.3	2.6
30°C	anaerobic	0 wk	4.3	-	-	-	-	3.2	3.1
		1 wk	3.7	-	-	-	-	3.8	3.6
		2 wk	3.6	-	-	-	-	2.9	-
		3 wk	4.4	-	1.5	1.6	-	3.5	3.0
		4 wk	4.3	-	-	-	-	3.5	3.0
		9 wk	4.1	-	-	-	-	4.2	2.8
		14 wk	4.4	-	-	-	-	3.9	2.0
	aerobic	0 wk	4.3	-	-	-	-	3.2	3.1
		1 wk	3.0	-	-	-	-	3.8	3.5
		2 wk	3.6	-	-	-	-	3.2	2.7
		3 wk	4.4	-	-	-	-	3.6	2.8
		4 wk	4.3	-	-	-	-	3.7	3.3
		9 wk	4.4	-	-	3.1	-	4.5	2.5
		14 wk	4.3	-	-	-	-	4.0	3.0

¹LAB, lact acid bacteria.²Not detected.

Table 10 Changes of organic acids contents of condensed rice distillers solubles containing 80% moisture with storage length at different ambient temperature and storage condition

Temperature	Condition	Storage period	Organic acids contents (%DM) ¹						
			Lact.	Acet.	Prop.	n-But.	i-But.	n-Val.	i-Val.
5°C	anaerobic	0 wk	15.08	3.61	0.08	0.15	0.08	0.00	0.04
		1 wk	16.02	3.78	0.00	0.17	0.04	0.00	0.09
		2 wk	13.03	3.09	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
		3 wk	13.27	3.03	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00
		4 wk	11.44	2.67	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
		9 wk	13.32	3.03	0.05	0.10	0.00	0.00	0.00
		14 wk	13.75	3.28	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00
	aerobic	0 wk	15.08	3.61	0.08	0.15	0.08	0.00	0.04
		1 wk	15.99	3.79	0.07	0.17	0.00	0.00	0.00
		2 wk	13.16	3.06	0.00	0.13	0.00	0.00	0.04
		3 wk	16.18	3.88	0.05	0.17	0.04	0.00	0.06
		4 wk	14.09	2.47	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00
		9 wk	13.69	3.06	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00
		14 wk	22.53	5.48	0.00	0.25	0.08	0.00	0.07
30°C	anaerobic	0 wk	15.08	3.61	0.08	0.15	0.08	0.00	0.04
		1 wk	16.02	3.85	0.11	0.17	0.00	0.00	0.00
		2 wk	7.49	6.67	1.87	0.18	0.00	0.00	0.00
		3 wk	4.84	7.78	2.08	0.24	0.00	0.00	0.05
		4 wk	3.91	7.95	2.03	0.31	0.00	0.00	0.09
		9 wk	2.64	9.33	2.39	0.50	0.00	0.00	0.00
		14 wk	1.93	10.48	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00
	aerobic	0 wk	15.08	3.61	0.08	0.15	0.08	0.00	0.04
		1 wk	20.37	5.40	0.24	0.20	0.00	0.00	0.00
		2 wk	7.32	8.29	2.37	0.20	0.00	0.00	0.00
		3 wk	4.25	6.86	1.86	0.26	0.00	0.00	0.08
		4 wk	3.17	8.65	2.36	0.31	0.00	0.00	0.00
		9 wk	2.48	12.25	3.45	0.63	0.06	0.00	0.00
		14 wk	0.63	9.66	2.88	0.38	0.35	0.00	0.00

¹Lact., lactic acid ; Acet., acetic acid ; Prop., propionic acid ; n-But., butyric acid ; i-But., isobutyric acid ; n-Val., valeric acid ; i-Val., isovaleric acid.

Table 11 Changes of organic acids contents of condensed rice distillers solubles containing 70% moisture with storage length at different ambient temperature and storage condition

Temperature	Condition	Storage period	Organic acids contents (%DM) ¹						
			Lact.	Acet.	Prop.	n-But.	i-But.	n-Val.	i-Val.
5°C	anaerobic	0 wk	14.53	3.21	0.00	0.15	0.05	0.00	0.00
		1 wk	14.33	3.13	0.00	0.17	0.07	0.00	0.00
		2 wk	12.00	2.49	0.00	0.11	0.00	0.00	0.05
		3 wk	10.86	2.22	0.00	0.12	0.03	0.00	0.00
		4 wk	10.35	2.11	0.00	0.11	0.02	0.00	0.02
		9 wk	12.19	2.45	0.00	0.13	0.06	0.00	0.04
		14 wk	10.81	2.22	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00
	aerobic	0 wk	14.53	3.21	0.00	0.15	0.05	0.00	0.00
		1 wk	13.64	2.94	0.00	0.16	0.05	0.00	0.00
		2 wk	12.65	2.64	0.00	0.15	0.03	0.00	0.00
		3 wk	11.06	2.35	0.00	0.13	0.02	0.00	0.05
		4 wk	10.26	2.10	0.00	0.12	0.04	0.00	0.00
		9 wk	10.82	2.14	0.00	0.12	0.03	0.00	0.05
		14 wk	11.32	2.27	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00
30°C	anaerobic	0 wk	14.53	3.21	0.00	0.15	0.05	0.00	0.00
		1 wk	12.33	2.61	0.00	0.15	0.06	0.00	0.00
		2 wk	12.02	2.46	0.00	0.11	0.00	0.00	0.06
		3 wk	11.26	2.35	0.00	0.12	0.03	0.00	0.00
		4 wk	11.35	2.36	0.00	0.19	0.05	0.00	0.00
		9 wk	8.26	1.70	0.00	0.20	0.03	0.00	0.00
		14 wk	10.04	2.18	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00
	aerobic	0 wk	14.53	3.21	0.00	0.15	0.05	0.00	0.00
		1 wk	13.70	2.88	0.00	0.16	0.06	0.00	0.00
		2 wk	12.03	2.38	0.00	0.14	0.06	0.00	0.00
		3 wk	10.98	2.22	0.00	0.12	0.05	0.00	0.05
		4 wk	10.57	2.07	0.00	0.16	0.02	0.00	0.00
		9 wk	14.14	2.36	0.00	0.16	0.05	0.00	0.04
		14 wk	10.66	2.24	0.00	0.29	0.04	0.00	0.00

¹Lact., lactic acid ; Acet., acetic acid ; Prop., propionic acid ; n-But., butyric acid ; i-But., isobutyric acid ; n-Val., valeric acid ; i-Val., isovaleric acid.

Table 12 Changes of organic acids contents of condensed rice distillers solubles containing 60% moisture with storage length at different ambient temperature and storage condition

Temperature	Condition	Storage period	Organic acids contents (%DM) ¹						
			Lact.	Acet.	Prop.	n-But.	i-But.	n-Val.	i-Val.
5°C	anaerobic	0 wk	11.40	2.22	0.00	0.15	0.06	0.00	0.00
		1 wk	12.20	2.44	0.00	0.17	0.06	0.00	0.00
		2 wk	10.65	1.98	0.00	0.13	0.05	0.00	0.00
		3 wk	10.70	1.98	0.00	0.13	0.06	0.00	0.08
		4 wk	8.96	1.64	0.00	0.11	0.04	0.00	0.00
		9 wk	10.26	1.87	0.00	0.12	0.05	0.00	0.00
		14 wk	9.51	1.71	0.00	0.12	0.02	0.00	0.00
	aerobic	0 wk	11.40	2.22	0.00	0.15	0.06	0.00	0.00
		1 wk	10.92	2.07	0.00	0.13	0.02	0.00	0.00
		2 wk	10.62	2.00	0.00	0.13	0.02	0.00	0.00
		3 wk	9.60	1.76	0.00	0.11	0.05	0.00	0.00
		4 wk	9.42	1.70	0.00	0.12	0.05	0.00	0.00
		9 wk	10.84	1.96	0.00	0.13	0.05	0.00	0.00
		14 wk	9.90	1.74	0.00	0.11	0.02	0.00	0.06
30°C	anaerobic	0 wk	11.40	2.22	0.00	0.15	0.06	0.00	0.00
		1 wk	10.70	1.96	0.00	0.13	0.03	0.00	0.00
		2 wk	9.85	1.76	0.00	0.10	0.03	0.00	0.00
		3 wk	9.97	1.83	0.00	0.10	0.03	0.00	0.00
		4 wk	8.92	1.58	0.00	0.10	0.02	0.00	0.02
		9 wk	13.84	2.65	0.00	0.19	0.04	0.00	0.00
		14 wk	9.58	1.66	0.00	0.11	0.03	0.00	0.03
	aerobic	0 wk	11.40	2.22	0.00	0.15	0.06	0.00	0.00
		1 wk	11.55	2.17	0.00	0.16	0.07	0.00	0.06
		2 wk	10.58	1.92	0.00	0.11	0.03	0.00	0.11
		3 wk	10.08	1.85	0.00	0.12	0.02	0.00	0.00
		4 wk	7.79	1.41	0.00	0.08	0.04	0.00	0.00
		9 wk	11.39	2.31	0.00	0.31	0.03	0.00	0.00
		14 wk	9.39	1.68	0.00	0.11	0.05	0.00	0.05

¹Lact., lactic acid ; Acet., acetic acid ; Prop., propionic acid ; n-But., butyric acid ; i-But., isobutyric acid ; n-Val., valeric acid ; i-Val., isovaleric acid.

IV. 考 察

1. 固液分離および濃縮に伴う化学成分の変化

焼酎は通常、常圧蒸留法あるいは減圧蒸留法により蒸留される。常圧蒸留では、蒸留液に水およびエタノールの他に、フルフラールおよび脂肪酸エステル等からなるフーゼル油が含まれるが、減圧蒸留の場合、フーゼル油の大部分は焼酎粕に残る（幡手，2005）。球磨焼酎リサイクリンに持ち込まれる焼酎粕原液の大部分は減圧蒸留によるものであることから、本試験で用いた焼酎粕原液もフーゼル油等の比較的沸点の低い成分を含み、これらは90°Cを超える濃縮中に揮散していたものと考えられる。本試験では粗脂肪含量が濃縮に伴い低下していた（表1）。粗脂肪には中性脂肪の他に、脂肪酸等が含まれることから（自給飼料品質評価研究会，2009），加熱濃縮時のフーゼル油蒸発が濃縮液の粗脂肪含量低下に影響したものと考えられる。

本試験では濃縮度の進展とともに繊維含量が低

下したが（表2），NDFomを構成する主な成分はセルロース，ヘミセルロース，リグニンおよび一部の窒素であり，また，ADFomはセルロース，リグニンおよび結合性窒素であり，NDFomおよびADFomともに加熱によって揮散するような成分は含まれない。このことから，加熱濃縮に伴う繊維含量低下の原因は不明であり，今後の検討が必要である。

加熱による窒素と炭水化物の結合によって生じるメイラード反応生成物はADINに含まれるが（前田ら，1985），本試験では加熱濃縮によるADIN含量の増加は見られなかった（表3）。ADINは家畜における利用性が低いことが知られている（GOERING et al., 1972）。鈴木ら（2010a）は，米焼酎粕濃縮液のADIN含量は大豆粕よりも高く，乳牛における窒素利用性が大豆粕よりも低いことを報告しているが，本試験結果からADIN含量の高さは加熱濃縮が原因ではないことが示された。

日本標準飼料成分表（農業技術研究機構，2001）

に掲載されている製造粕類のカリウム含量の平均値は乾物当たり1.18%であるが、本試験における米焼酎粕原液はこれと同程度であった(表4)。また、濃縮液のカリウム含量は焼酎粕原液よりも4割程度低かった。ウシではカリウムの過剰摂取はCaの吸収を阻害し、乳熱等の疾病の原因となる(農業・食品産業技術総合研究機構, 2007)。近年、日本では牛糞堆肥の施用により自給粗飼料のカリウム含量が一般的に高く、カリウムの過剰摂取が問題となってきた。したがって、カリウム過剰摂取の抑制という観点からは原液よりも濃縮液の方に利点がある。ただし、加熱濃縮によるカリウム低減のメカニズムは明らかではなく、今後検討が必要である。

現在、ウシ用飼料として一般的に流通している濃厚飼料(農業技術研究機構, 2001)と米焼酎粕濃縮液を比較すると、乾物当たりTDNおよび窒素含量を指標にした場合、濃縮液は大豆粕に近い(それぞれ、86.8%および8.4%)。一方で、濃縮液の方が大豆粕よりも粗脂肪含量(7.0% vs. 1.5%)、およびADIN含量(窒素当たり4% vs. 2%)は高く、逆にカリウム含量は低い(0.68% vs. 2.40%)。大豆粕を等量の濃縮液で置き換える場合、ウシにおける窒素の利用性が低下すること(鈴木ら, 2010a)に注意が必要である。

2. 貯蔵に伴う品質の変化

一般に微生物の増殖に影響する環境条件のなかで重要と考えられる要因は、水分(水分活性)、温度、空気(酸素)、光、水素イオン濃度(pH)、化学薬品などが挙げられる(有藤, 1980)。本試験において最も濃縮度の低い80%区の濃縮液では30℃区で嫌気、好気区ともに乳酸菌の増殖が進み、有機酸組成では乳酸の減少、および酢酸の増加が認められた(表7および10)。焼酎粕にはクエン酸が多量に含まれていることが知られている(玉岡ら, 1971)。クエン酸の存在下では乳酸菌は乳酸を発酵し、ギ酸と酢酸を生成する(LINDGREN et al., 1990)ことが報告されていることから、貯蔵2週以降、乳酸が酢酸に分解されて、pHが上昇し、さらに酪酸の増加も認められたことから、酪酸菌の増殖も進んでいたと考えられた。したがって、貯蔵期間中、微生物の活動は停止することがなく、安定的に貯蔵できなかった。5℃区については嫌気区で貯蔵

3週以降、酵母菌数、乳酸菌数が増加傾向にあったがpH、有機酸については、変化がなかった。一般に酪酸菌は10℃以下では発育が著しく抑制される(MCDONALD et al., 1991)ことから、低温下による酪酸菌の増殖抑制、嫌気化による糸状菌、酵母の生育抑制が行われ、安定的に貯蔵できていたと考えられた。一方、同じ5℃区でも好気区では、貯蔵3週以降、酵母菌数が増加し、14週では糸状菌も増加した。これは30℃区と異なり酪酸菌の生育が抑制され、糸状菌、酵母に対して強い制菌作用がある酪酸が生成されず、酵母、糸状菌が生成しやすかったと考えられた。このことから貯蔵中に品質は低下していたと言える。

70%区濃縮液の嫌気区では5℃の貯蔵下で微生物相の変化がほとんどなかった(表8)。30℃区における嫌気区では9週以降乳酸菌が増殖傾向にあったものの、pHには変化が無く、有機酸組成も乳酸の若干の減少にとどまった(表5, 8および11)。このことから、嫌気的条件下にある設定水分70%の濃縮液は、温度に関係なく、安定的に貯蔵できていたと考えられた。一方、好気区は温度条件によらず、貯蔵3週以降、酵母菌数が増加傾向にあったが、pH、有機酸については嫌気区と同様に乳酸が若干減少するにとどまった。好気区においても、水分活性は0.94と低く、酸性条件下であったことが、糸状菌および酵母の生育を抑制していたものと考えられ、好気条件下においても品質に問題は見られなかった。

最も濃縮度の高い60%区濃縮液は貯蔵中、温度、および空気の有無にかかわらず、微生物がほとんど増殖せず、有機酸もほとんど変化しなかった(表9および12)。これはpHが4.8と酸性条件であり、かつ水分活性が0.91と低かったことから(表5および6)、乳酸菌はもとより、酵母、糸状菌といった低水分条件下で活動できる真菌類も低水分活性と低pHとの相乗効果により活動が抑制されたことによると考えられた。これらの結果、60%区および70%区濃縮液は温度の高低や酸素の有無の影響をほとんど受けなかったと考えられ、どのような条件でも安定的に保存された。

3. 貯蔵に伴う化学成分の変化

東ら(1999)は、水分73%の麦焼酎粕濃縮液を5

月から6ヵ月間室内に放置した場合、濃縮液のpHおよびVBN含量に変化が見られなかったことを報告している。このときの室温に関する記述はないが、本試験でも水分70%以下の濃縮液では貯蔵条件によらずpHおよびVBN含量の上昇は見られなかったことから(図2および表5)、麦および米焼酎粕濃縮液では水分70%付近がアンモニアを主成分とするVBNの生成を抑制する上限なのかもしれない。

本試験では乾物含量の測定を加熱乾燥法により行ったが、この方法ではVBN等の揮発性物質は加熱中に揮散するため、乾物には含まれない。80%区における30℃区では貯蔵に伴い乾物含量が低下したが、このときのVBN含量の増加は乾物含量の低下とほぼ一致することから(図2)、VBNの生成が乾物含量測定値の低下原因であったものと考えられた。

調製時における水分80、70および60%濃縮液のTDNおよび窒素含量の平均値は乾物当たり84.9%および9.8%であり、14週におけるすべての条件の濃縮液のTDNおよび窒素含量の平均値は84.4%および9.5%であり、それぞれの変動係数は2.4%および1.9%であった(表1および3)。これらの結果は濃縮の程度や貯蔵温度および条件は貯蔵14週のTDNおよび窒素含量にほとんど影響しないことを示す。

V. 摘 要

米焼酎粕濃縮液の調製および14週間の貯蔵が品質および化学成分に及ぼす影響を検討し、以下の結論を得た。

1. 米焼酎粕濃縮液は原液に比べて、乾物当たり粗脂肪、NDFomおよびカリウム含量が低く、濃縮が進むにつれてpH、水分活性、乾物当たり粗脂肪およびNDFom含量が低下する。
2. TDNおよび窒素含量は調製方法、貯蔵条件あるいは貯蔵期間によらず、大豆粕と同程度であるが、水分80%の濃縮液は冷蔵していない場合、貯蔵中に酪酸およびアンモニアが生成しpHが上昇するため、飼料には適さない。
3. 米焼酎粕濃縮液は水分70%以下まで濃縮すれば、3ヵ月程度は安定した品質および化学成分を保つことができる。

引用文献

- 1) 有藤和雄 (1980) 新食品微生物. p.50-54. 農業図書, 東京.
- 2) 柄本康, 田中哲也, 溝辺敬美 (2002) 乳蛋白質向上のための給与飼料の選定と構成-製造副産物の利用-. 宮崎県畜試研報 **15**: 50-56.
- 3) GOERING, H. K., GORDON, C. H., HEMKEN, R.W., WALDO, D.R., VAN SOEST, P. J. and SMITH, L. W. (1972) Analytical estimates of nitrogen digestibility in heat damaged forages. *J. Dairy Sci.* **55**: 1275-1280.
- 4) 幡手泰雄 (2005) 第5章蒸留. 「大学講義焼酎2005」(幡手泰雄編) p.42-48. デイエスネット, 鹿児島.
- 5) 服部育男, 鈴木知之, 神谷充, 佐藤健次, 加藤直樹 (2010) 焼酎粕濃縮液の混合が発酵TMRの発酵品質と乾物回収率に及ぼす影響. 日草誌 **55**: 297-301.
- 6) 林國興, 前田真希, 北原和弥, 田子山徹, 大塚彰 (2009) 焼酎粕上清濃縮液給与によるブロイラーの生産性および肉質の改善. 日畜会報 **80**: 35-39.
- 7) 東正則, 古澤邦夫, 田中友子, 伊藤重雄 (1999) 地域飼料資源利用開発試験-焼酎廃液の飼料化試験-. 宮崎県畜試研報 **12**: 52-69.
- 8) 稲田淳, 平嶋善典, 古賀鉄也, 磯崎良寛 (2003) 麦焼酎粕(液)の給与割合が乳用種去勢牛の産肉性及び収益性に及ぼす影響. 福岡県農試研報 **22**: 95-98.
- 9) 自給飼料利用研究会 (2009) 三訂版粗飼料の品質評価ガイドブック. 日本草地畜産種子協会, 東京.
- 10) LICITRA G., HERNANDEZ T.M. and VAN SOEST P. J. (1996) Standardization of procedures for nitrogen fraction of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Tech.* **57**: 347-358.
- 11) LINDGREN, S.E., AXELSSON, L.T. and MCFEETERS, R. F. (1990) Anaerobic l-lactate degradation by *Lactobacillus plantarum*. *FEMS Microbiology Letters.* **66**: 209-213.
- 12) 前田良之, 増子孝義, 淡谷恭蔵, 杉村敬一郎 (1985) 加熱処理が粗飼料の成分変化に及ぼす影響. 日草誌 **31**: 332-338.
- 13) MCDONALD P., HENDERSON A.R. and HERON S.J.E. (1991) The biochemistry of silage 2nd edition. p.108-122. Chalcombe publications, UK.
- 14) 宮崎陽子, 濱本修, 西岡俊一郎 (2008) 省エネ・高付加価値型焼酎粕飼料化システムの構築. 三井造船技報 **193**: 30-35.
- 15) 守山隆敏 (2002) 1. ペトリフィルム法. 「食品微生物の簡便迅速測定法はここまで変わった」(伊藤武編) p.76-81. サイエンスフォーラム, 東京.
- 16) 農業技術研究機構 (2001) 日本標準飼料成分表 (2001年版). 中央畜産会, 東京.
- 17) 農業・食品産業技術総合研究機構 (2007) 日本飼養標準乳牛 (2006年版). 中央畜産会, 東京.

- 18) 野間重光 (2006) 焼酎ブーム下の清酒産地の変容と課題. 熊本学園大学産業経営研究 **25**: 37-54.
- 19) NRC. (2001) Nutrient Requirement of Dairy Cattle, seventh edition. National Academy Press, Washington, DC.
- 20) 鈴木知之, 神谷裕子, 田中正仁, 服部育男, 佐藤健次 (2010a) 大豆粕の米焼酎粕濃縮液への置き換えが乳牛の乳生産成績に及ぼす影響. 日畜会報 **81**: 443-448.
- 21) 鈴木知之, 神谷裕子, 田中正仁, 服部育男, 野中最子, 佐藤健次 (2010b) カンショ焼酎粕濃縮液を添加した発酵TMRの発酵品質と乳牛における乳生産成績への影響. 日畜会報 **81**: 449-456.
- 22) 高橋治男 (2004) 第5章乾燥化で生存する微生物. 「食品のストレス環境と微生物-その挙動・制御と検出」(伊藤武・森地敏樹編) p.161-169. サイエンスフォーラム, 東京.
- 23) 玉岡寿, 田辺幾之助, 大林晃, 松村悦男, 小林武一 (1971) 旧式焼酎醸造の微生物学的研究 (2) 仕込過程中の微生物相変遷-米麴・生白糠. 醸協 **66**: 816-818.
- 24) 矢野史子 (2001) 新編動物栄養試験法 (石橋晃編) p.501-515. 養賢堂, 東京.

Effects of Condensation Level on Storage Stability of Condensed Rice Distillers Solubles

Tomoyuki Suzuki, Ikuo Hattori, Masahito Tanaka¹⁾, Yuko Kamiya¹⁾
Mitsuru Kamiya, Kenzi Sato, Kazushi Jige²⁾, Mitsuo Fukuyama²⁾, Masumi Itaya³⁾
Shunichiro Nishioka³⁾ and Osamu Hamamoto³⁾

Summary

The present study seeks to clarify the effect of condensation on the quality of rice shochu distillers solubles (CDS) during storage. Chemical compositions and nutritional values of condensed CDS with water contents of 80, 70 and 60% were evaluated after 14 weeks storage at 5 and 30°C in aerobic and anaerobic conditions.

Ether extract (EE) (7.5→6.6%DM) and neutral detergent fiber (NDFom) (21.1→17.4%DM) contents of CDS decreased with progressive condensation, whereas total digestible nutrients (TDN; 84.9±0.6%DM) and nitrogen (9.8±0.1%DM) contents were not changed. After 14 weeks of preservation, TDN (84.2±2.0%DM) and nitrogen (9.5±0.2%DM) contents of CDS were little changed regardless of their water content, preservation temperature, or storage condition. Water activity, pH, microflora, and organic acid composition also changed little. However, for CDS with 80% moisture, volatile nitrogen and butyric acid contents were increased and pH was raised after two weeks of preservation. In conclusion, CDS with moisture below 70% can be safely stored for at least three months.

key words : Chemical composition, Condensation level, Condensed distillers grain, Rice distillers grain, Storage stability.

Research Team for Rice-TMR Production and Feeding Systems, National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, Koshi, Kumamoto, 861-1192 Japan.

Present Address :

- 1) Research Team for Effect of Climate Change on Agriculture (Kyushu Region)
- 2) Kuma Shochu Recycleclean (Hitoyoshi, Kumamoto)
- 3) Mitsui Engineering & Shipbuilding (Tokyo)

