原 著

濃厚洗米排水の保存性改善と飼料特性評価

立川健治・大森英之*・田島 清*・立川 洋*・井尻 哲・川島知之*

食協株式会社, 広島市南区松川町 5-9, 732-0826

*(独)農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所, つくば市池の台 2, 305-0901

(2011 年 5 月 27 日受付, 2011 年 8 月 9 日受理)

要 約 本研究の目的は、濃厚洗米排水の保存性を改善し、その飼料特性を評価することである。飼料添加物として認められているギ酸もしくはプロピオン酸を用いて濃厚洗米排水の保存方法を検討した。濃厚洗米排水に対して重量比でギ酸を 0.3%, 0.6%, 1.5%, プロピオン酸を 0.5%, 1.5%, 2.7% 添加し、25℃で 7 日間保存して一般生菌、酵母、大腸菌群数を調査した。一般生菌数はギ酸を 0.6% 以上添加することにより回収直後の菌数を下回った。酵母数はギ酸を 0.3% 以上あるいはプロピオン酸を 0.5% 以上添加することにより、回収直後の菌数を下回った。大腸菌群はギ酸、プロピオン酸ともに全ての添加レベルにおいて検出されなかった。以上の結果から、ギ酸を 0.6% 添加する方法が濃厚洗米排水の鮮度保持方法として最適であると判断した。また、全国 5ヵ所の精米工場から濃厚洗米排水を 5 検体ずつ回収し、化学成分を検査した。工場によって水分は 91.6% から 94.6% まで変動し、化学成分の含有量にも差がみられた。そのため、濃厚洗米排水を飼料原料として利用する場合は、留意する必要があることが分かった。続いて、消化試験を行い、濃厚洗米排水の消化率を調査した。平均体重 25 kg の LWD 交雑種の去勢豚 6 頭を供試し、クロスオーバーモデルにあてはめた。試験区は基礎飼料 22.2% に水 77.8% を配合した対照区、基礎飼料 12.5% に濃厚洗米排水 87.5% を配合した濃厚洗米排水区とし、両区の飼料の乾物率が 20% になるように設計した。濃厚洗米排水の成分ごとの消化率は、粗蛋白質 85.7%, 粗脂肪 85.9%, NFE95.4%, 粗繊維 35.0%, ADFom42.8%, NDFom86.4% であり、成分と消化率から算出した可消化養分総量 (TDN) は原物として 6.9%, 乾物換算で 97.2% だった。この結果より、濃厚洗米排水が飼料原料として十分な栄養価をもつことが明らかとなった。

緒 言

平成 18 年秋以降、畜産業界では穀物価格が高

騰し、高止まりしたまま、畜産物価格が低迷しており、畜産農家の経営は極めて困難な状況にある。平成 22 年 3 月、政府は新たな食料・農業・農

Improvement of the Preservative Quality of Concentrated Rice Washing Water and Evaluation of its Feed Characteristics

K. TATSUGAWA, H. OHMORI*, K. TAJIMA*, H. TACHIKAWA*, S. IJIRI and T. KAWASHIMA*
Shokkyo Co., Ltd., Hiroshima 732-0826, Japan*National Institute of Livestock and Grassland Science, Tsukuba 305-0901, Japan
連絡者: 立川健治 (E-mail: tatugawa@shokkyo.co.jp Tel. 082-842-4820)

村基本計画を策定し、飼料自給率を平成 20 年度の 26% から平成 32 年度には 38% まで引き上げる目標を決定した（農林水産省, 2010）。この目標に向けた課題として、政府は国産畜産物の需要の掘り起こしと共に、国産の飼料作物やエコフィード等の利用拡大を掲げている。エコフィードに関しては、各県において低・未利用資源を飼料利用するための技術開発が進められており、(社) 配合飼料供給安定機構（2009）および阿部ら（2000）によって報告されている。

平成 21 年度の我が国の主食用・加工用米の消費量は約 840 万トンであった（農林水産省, 2009）。洗米工程時には米の固形分の約 2% が流失しており、その資源量は約 17 万トンと推定される。洗米排水、いわゆる研ぎ汁中の固形分は精米の表層部にある糊粉層が主体であるため、栄養豊富で機能性成分も多く含まれているが（中国経済産業局, 2003）、多くの精米工場や炊飯工場等ではこれを排水処理している。国内の精米工場は加水精米方式もしくは乾式研米方式によって無洗米を製造している。加水精米方式では精白米 1kg あたり 0.15kg の水しか必要としない超節水型洗米機が広く使われており、この装置から排出される濃厚洗米排水の固形分濃度は通常の洗米排水に比べて非常に濃いことが知られている。既存の洗米ラインに超節水型洗米機を組み込み、洗米排水を濃厚回収し、これを飼料原料として利用することで、排水処理時の環境負荷の低減も期待できる。また、米は全国で安定的に供給可能であり、濃厚洗米排水の飼料利用は飼料自給率の向上にも繋がる。本試験は、濃厚洗米排水の飼料利用を目的に、その保存性と消化率を調査した。

材料および方法

1. 濃厚洗米排水の成分値と保存性試験

(1) 試験期間と場所

平成 21 年 10 月 19 日から 11 月 11 日まで、広島県の食協株式会社において保存性試験を実施した。

(2) 化学成分と微生物学的品質

精米工場で無洗米製造時に超節水型洗米機を介して排出された濃厚洗米排水と、炊飯工場で超節

水型洗米装置を介さず排出された通常の洗米排水をそれぞれ回収し、それらの水分、一般生菌、酵母、乳酸菌、大腸菌群、大腸菌を検査した。微生物検査は厚生労働省（2004）の食品衛生検査指針に従って実施した。すなわち、滅菌生理食塩水 9g を入れた試験管に洗米排水 1g を加えて攪拌し、10 倍希釈液を調製した。段階希釈法により必要に応じて希釈倍率を調整した。この希釈液を選択培地で混釈して好気培養した。一般生菌の検査では栄研化学(株) 製の標準寒天培地を使い、35℃で 2 日間培養した。酵母の検査では栄研化学(株) 製のポテトデキストロース寒天培地にクロラムフェニコールを 100mg/l 加えた培地を使い、25℃で 7 日間培養した。乳酸菌の検査では関東化学(株) 製の MRS 寒天培地に寒天を 1.5 重量% 加えた培地を使い、35℃で 2 日間培養した。大腸菌・大腸菌群の検査では栄研化学(株) 製の ES コリマーク寒天培地を使い、35℃で 1 日間培養した。ピンク色から赤紫色のコロニーを大腸菌群、青色から青紫色のコロニーを大腸菌とした。また、5カ所の精米工場から製造ロットの異なる濃厚洗米排水を 5 つずつ集めて、それらの水分、粗蛋白質、粗脂肪、NFE、粗繊維、ADFom, NDFom, 粗灰分を藤田（2001）の定法に基づき分析した。

(3) ギ酸とプロピオン酸による鮮度保持試験

ギ酸およびプロピオン酸は飼料の品質の低下を防止する飼料添加物であり、その効果は（独）農業・生物系特定産業技術研究機構（2005）、松田ら（1994）、松田（2004）、および大塚ら（2007）によって報告されている。そこで、精米工場から濃厚洗米排水を回収して、同排水 300ml にギ酸あるいはプロピオン酸を添加することによる品質保持効果を調べた。回収直後の pH は 6.9 だった。濃厚洗米排水に対して重量比でギ酸を 0.3%, 0.6%, 1.5%, あるいはプロピオン酸を 0.5%, 1.5%, 2.7% 添加して、25℃で 7 日間保存し、一般生菌、酵母、大腸菌群を調べた。微生物検査の方法は既述と同様とした。

(4) 中規模保存性試験

容量 50ℓ の耐酸性容器を 3 つ用意し、精米工場から濃厚洗米排水を 47kg ずつ回収した。回収直後の濃厚洗米排水の pH は 6.9 だった。前述のギ

酸とプロピオン酸による鮮度保持試験の結果に基づいて、ギ酸を 0.6% 添加したギ酸区と、プロピオン酸を 1.5% 添加したプロピオン酸区を設け、これらを蓋で密封して 7 日間静置し、一般生菌、酵母、大腸菌群、pH の経時変化を調査した。微生物検査の方法は既述と同様とした。平成 21 年 10 月 19 日から 10 月 27 日まで、平均気温 18℃ の環境下で試験を実施した。

(5) 大規模保存性試験

濃厚洗米排水を大量に回収するため、攪拌機能、pH 自動調整機能、強制排出機能を備えた容量 1m³ のステンレス製の貯留タンクを精米工場内に設置した。貯留タンクに濃厚洗米排水を 1 m³ 回収した後、99% ギ酸換算で 0.6 重量 % に相当するように、24% ギ酸を 2.6 重量 % 添加して pH3.4 に調整した。pH 調整後、タンクに蓋をして 5 日間保存し、各区の一般生菌、酵母、大腸菌群、pH の経時変化を調査した。微生物検査の方法は既述と同様とした。平成 21 年 10 月 28 日から 11 月 2 日まで、平均気温 16℃ の環境下で試験を実施した。

2. 濃厚洗米排水の消化試験

(1) 試験期間と場所

平成 21 年 12 月 4 日から 12 月 22 日まで、(独) 農業・食品産業技術研究機構畜産草地研究所において消化試験を実施した。

(2) 供試した濃厚洗米排水

当社精米工場の無洗米製造工程から排出される濃厚洗米排水を用いた。濃厚洗米排水を貯留タンクへ送る過程で、同排水に対して重量比で 0.6% に相当するギ酸を自動滴下し、pH3.5 に調整した。排出ポンプで濃厚洗米排水を容量 1m³ の搬送用タンクへ移し、これを畜産草地研究所へ搬送した。搬送時のタンク内の平均温度は 10.5℃ だった。

(3) リキッド飼料の調製

日本飼養標準・豚 ((独) 農業・生物系特定産業技術研究機構, 2005) に基づき、トウモロコシ、マイロ、大豆粕を主体とする基礎飼料を設計した (表 1)。飼料原料は 2mm 以下に粉碎したものを用いた。対照飼料と濃厚洗米排水飼料の乾物率を 20% に設計し、基礎飼料 22.2% と水 77.8% を混合

表 1. 基礎飼料の組成

Table 1. Ingredients of basal diet

飼料名		
トウモロコシ	%	62.60
グレインソルガム (マイロ)	%	15.00
大豆粕	%	20.00
炭酸カルシウム	%	0.83
リン酸二石灰	%	0.65
食塩	%	0.20
ビタミン ADE	%	0.20
ミネラル	%	0.20
ビタミン B 群	%	0.20
DL-メチオニン	%	0.05
塩酸 L-リジン	%	0.07
計	%	100.00

表 2. リキッド飼料の組成

Table 2. Ingredients of liquid feed

		対照区	濃厚洗米排水区
基礎飼料	%	22.2	12.5
水	%	77.8	0.0
濃厚洗米排水	%	0.0	87.5
計	%	100.0	100.0

した対照飼料と、基礎飼料 12.5% と濃厚洗米排水 87.5% を混合した濃厚洗米排水飼料を調製した (表 2)。また、消化率を算出するためのマーカーとして、飼料風乾物あたり 0.1% 量の酸化クロムを添加した。酸化クロムは基礎飼料に配合し、水および濃厚洗米排水は、給与直前に基礎飼料と混合して給与した。

(4) 供試豚

LWD 交雑種の去勢豚 6 頭 (体重 25.1±1.9 kg) を供試した。3 頭ずつ 2 区に分け、スノコケージで単飼とした。

(5) 飼料の給与量と給与方法

1 頭 1 日あたりの飼料給与量は乾物換算で体重の 3.6% 量とし、定量給餌した。試験期間は馴致

期を 4 日間、試験 1 期を 7 日間（予備期 4 日間、糞採取 3 日間、試験 2 期を 7 日間（予備期 4 日間、糞採取 3 日間）とした。試験 1 期と 2 期はクロスオーバー法により、試験区を反転して実施した。体重は試験開始時および各試験期の最初に測定した。1 日あたりの給餌回数は馴致期に 1 回（午前 9 時）、試験期に 2 回（午前 9 時と午後 1 時）とし、飲水は自由とした。

(6) 分析用試料の調製

基礎飼料を 1 mm メッシュに粉碎し、これを分析用試料とした。濃厚洗米排水は凍結乾燥後に 1 mm メッシュに粉碎し、これを分析用試料とした。試験 1 期と 2 期のそれぞれ最後の 3 日間、尿などに汚染されていない糞を採取し、約 60℃ で乾燥して風乾後、1 mm メッシュに粉碎して、これを分析用試料とした。

(7) 分析項目

飼料および糞の水分、粗蛋白質、粗脂肪、NFE、粗繊維、ADFom、NDFom、粗灰分、酸化クロムを分析した。これら一般成分および酸化クロムは、それぞれ藤田（2001）および武政ら（1992）の定法に基づき分析した。

(8) 消化率の計算方法

対照飼料と濃厚洗米排水飼料の消化率は、各個体の消化率（6 頭×2 期分）を飼料中および各個体の糞中の栄養成分と酸化クロムの比率からインデックス法により求めた。濃厚洗米排水の消化率は、各個体の対照飼料および濃厚洗米排水飼料の消化率から、基礎飼料の消化率が変わらないものとして、個体ごとに間接法により算出した（（独）農業技術研究機構，2001）。算出した消化率が負の値を示した場合は 0%，100% を超えた場合は

100% とみなした。

結果および考察

1. 濃厚洗米排水の成分値と保存性試験

(1) 化学成分と微生物学的品質

通常、洗米操作においては、米重量の約 2% に相当する固形分が流出する。炊飯工場では米 1 kg に対して 10 kg から 15 kg の水を使用するのに対し、精米工場の水洗式洗米加工装置の洗米機では米 1 kg に対して 0.15 kg の水しか使用しない。そのため、通常の洗米排水の乾物率は 0.3%，濃厚洗米排水の乾物率は 12.4% となり、濃厚洗米排水の乾物率は通常の洗米排水に比べて約 40 倍高かった。また、両排水の回収直後の一般生菌は、通常の洗米排水 5.3×10^3 cfu/g、濃厚洗米排水 2.5×10^6 cfu/g であり、濃厚洗米排水の初発菌数は通常の洗米排水に比べて 1000 倍多かった（表 3）。さらに、当社と同じ超節水型洗米機を備えた全国 5 ヶ所の精米工場から濃厚洗米排水を 5 検体ずつ回収して化学成分を検査した結果、水分は 91.6% から 94.6% まで変動し、化学成分の含有量にも差がみられ、濃厚洗米排水を飼料原料として利用する場合は、その点に留意する必要があることが分かった（表 4）。

(2) ギ酸とプロピオン酸による鮮度保持試験

回収直後の濃厚洗米排水の微生物学的品質は、一般生菌 1.6×10^7 cfu/g、酵母 1.0×10^6 cfu/g、大腸菌群 4.0×10^5 cfu/g であった。保存 7 日後の濃厚洗米排水中の菌数は、有機酸を添加しない場合、一般生菌数は増加し、酵母および大腸菌群数は低下したものの検出された。一方、有機酸を添加した場合、一般生菌はギ酸を 0.6% 以上添加す

表 3. 洗米排水の微生物学的品質

Table 3. Biological quality of rice washing water

		通常の洗米排水	濃厚洗米排水
一般生菌	cfu/g	5.3×10^3	2.5×10^6
酵母	cfu/g	2.6×10^2	1.2×10^5
大腸菌群	cfu/g	1.7×10^2	9.6×10^4
pH		6.9	6.6

表 4. 5 カ所の精米工場から回収した濃厚洗米排水の化学成分 (各 5 検体, 計 25 検体)

Table 4. Chemical composition of concentrated rice washing water

工場	水分	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維				粗灰分	総エネルギー	
	Moisture (%)	CP (%)	EE (%)	NFE (%)	CF (%)	ADFom (%)	NDFom (%)	CA (%)	GE (Mcal/kg)	(MJ/kg)
a	93.1	1.1	1.0	3.8	0.1	0.3	0.5	0.7	0.3	1.4
	(0.4)	(0.1)	(0.1)	(0.3)	(0.0)	(0.1)	(0.2)	(0.0)	(0.0)	(0.1)
		15.5	15.0	55.1	1.2	3.7	6.7	10.6	4.7	19.8
b	91.7	1.3	1.3	4.4	0.1	0.3	0.6	1.0	0.4	1.7
	(0.3)	(0.1)	(0.1)	(0.3)	(0.0)	(0.1)	(0.2)	(0.1)	(0.0)	(0.1)
		15.5	15.3	53.3	1.0	4.1	7.0	11.8	4.9	20.4
c	94.6	1.1	1.0	2.4	0.0	0.3	0.4	0.6	0.3	1.2
	(0.6)	(0.1)	(0.2)	(0.4)	(0.0)	(0.1)	(0.2)	(0.1)	(0.0)	(0.1)
		19.9	18.7	44.3	0.9	5.4	7.6	11.8	5.2	21.6
d	91.6	1.3	1.2	4.8	0.1	0.3	0.5	0.9	0.4	1.7
	(1.9)	(0.3)	(0.4)	(1.0)	(0.0)	(0.1)	(0.2)	(0.2)	(0.1)	(0.4)
		15.3	14.2	56.6	0.8	3.6	6.2	10.3	4.8	19.9
e	92.7	1.2	1.0	4.0	0.0	0.3	0.6	0.7	0.3	1.5
	(0.6)	(0.1)	(0.1)	(0.3)	(0.0)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.0)	(0.1)
		16.2	14.2	55.4	0.5	4.6	7.8	9.7	4.8	20.0
平均	92.8	1.2	1.1	3.9	0.1	0.3	0.5	0.8	0.4	1.5
	(1.4)	(0.2)	(0.2)	(1.0)	(0.0)	(0.1)	(0.2)	(0.2)	(0.1)	(0.3)
		16.5	15.5	52.9	0.9	4.3	7.1	10.8	4.9	20.4

※上段：原物中，下段：乾物中，括弧内：標準偏差

表 5. 濃厚洗米排水の小規模保存性試験の結果

Table 5. Small-scale preservability trial of concentrated rice washing water

保存 7 日後									
		回収直後	無添加区						
			無添加区	ギ酸区			プロピオン酸区		
				0.3%	0.6%	1.5%	0.5%	1.5%	2.7%
一般生菌	cfu/g	1.6×10^7	1.9×10^9	3.1×10^8	4.1×10^6	不検出	1.9×10^9	2.9×10^8	7.7×10^7
酵母	cfu/g	1.0×10^6	7.1×10^5	1.1×10^5	不検出	不検出	8.1×10^5	5.2×10^3	不検出
大腸菌群	cfu/g	4.0×10^5	6.5×10^1	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出

ることにより，回収直後の菌数を下回った。酵母はギ酸を 0.3% 以上あるいはプロピオン酸を 0.5% 以上添加することにより，回収直後の菌数を下

回った。大腸菌群はギ酸，プロピオン酸ともに全ての添加レベルにおいて検出されなかった（表 5）。以上の結果から，ギ酸を 0.6% 添加する方法

表 6. 濃厚洗米排水の中規模保存性試験の結果

Table 6. Middle-scale preservability trial of concentrated rice washing water

		対照区		ギ酸区		プロピオン酸区	
		排水回収後	7 日後	酸添加後	7 日後	酸添加後	7 日後
一般生菌	cfu/g	1.7×10^7	3.2×10^8	3.7×10^5	1.4×10^3	1.8×10^6	3.4×10^7
酵母	cfu/g	2.0×10^6	1.1×10^7	不検出	不検出	3.3×10^3	1.0×10^4
大腸菌群	cfu/g	4.9×10^6	不検出	不検出	不検出	1.0×10^5	不検出
pH		6.9	3.7	3.6	3.7	4.5	4.2

表 7. 濃厚洗米排水の大規模保存性試験の結果

Table 7. Large-scale preservability trial of concentrated rice washing water

		排水回収後	ギ酸添加直後	ギ酸添加 5 日後
一般生菌	cfu/g	4.9×10^8	1.5×10^7	5.9×10^2
酵母	cfu/g	1.3×10^7	不検出	8.8×10^3
大腸菌群	cfu/g	1.8×10^7	不検出	不検出
pH		6.4	3.4	3.4

が、コストの面からも鮮度保持方法として最適であると判断した。

(3) 中規模保存性試験

回収直後の濃厚洗米排水の微生物学的品質は、一般生菌 1.7×10^7 cfu/g, 酵母 2.0×10^6 cfu/g, 大腸菌群 4.9×10^6 cfu/g だった。保存 7 日後の対照区は一般生菌 3.2×10^8 cfu/g, 酵母 1.1×10^7 cfu/g であり、一般生菌と酵母が増加していた。ギ酸区は一般生菌 1.4×10^3 cfu/g, 酵母は検出されず、プロピオン酸区は一般生菌 3.4×10^7 cfu/g, 酵母 1.0×10^4 cfu/g だった。また、全ての区で大腸菌群は検出されなかった (表 6)。これらの結果から、前述の小規模保存試験で得られたギ酸の有用性が中規模試験でも確認された。ただし、飼料添加物として流通している 85% ギ酸の価格は約 360 円/kg であり、これを 99% ギ酸換算で濃厚洗米排水に対して重量比で 0.6% 加えた場合、1 kg あたり 2.5 円のコスト増が推定される。また、ギ酸添加量の基準は飼料安全法で 0.5% と定められているため、飼料給与時は他の飼料と混合するなどして安全基準を満たすよう留意する必要がある。

(4) 大規模保存性試験

回収直後の濃厚洗米排水の微生物学的品質は、一般生菌 4.9×10^8 cfu/g, 酵母 1.3×10^7 cfu/g, 大腸菌群 1.8×10^7 cfu/g だった。保存 5 日後、一般生菌は 5.9×10^2 cfu/g, 酵母は 8.8×10^3 cfu/g, 大腸菌群は検出されなかった (表 7)。よって、濃厚洗米排水を 1 m^3 規模にスケールアップしても、ギ酸を添加することにより鮮度を保持できることを確認した。

2. 濃厚洗米排水の消化試験

(1) 流通過程における濃厚洗米排水の品質

畜産草地研究所へ搬送した濃厚洗米排水について、搬送前後の pH を調べた結果、どちらも pH 3.4 だった。到着時の微生物学的品質は、酵母 1.5×10^4 cfu/g, カビと大腸菌群は検出されなかった。この結果より、流通時に雑菌汚染による変敗は起きず、濃厚洗米排水の品質が保持されていたことを確認した。

(2) 濃厚洗米排水の消化率

豚に供試した濃厚洗米排水の化学成分は水分 92.9%, 乾物あたりの粗蛋白質 15.5%, 粗脂肪 15.6

表 8. 濃厚洗米排水の消化率

Table 8. Digestibility of concentrated rice washing water

	粗蛋白質 CP (%)	粗脂肪 EE (%)	NFE (%)	粗繊維 CF (%)	ADFom (%)	NDFom (%)
消化率	85.7 (5.6)	85.9 (6.8)	95.4 (1.2)	35.0 (31.3)	42.8 (28.8)	86.4 (21.2)

※上段：6 頭の平均値，括弧内：標準偏差

表 9. 濃厚洗米排水の TDN および DE

Table 9. TDN and DE of concentrated rice washing water

	TDN (%)	DE	
		(Mcal/kg)	(MJ/kg)
原物中	6.9	0.30	1.24
乾物中	97.2	4.18	17.49

%, NFE55.8%, 粗繊維 1.7%, ADFom3.3%, NDFom 4.1%, 粗灰分 11.5% だった。濃厚洗米排水中の成分ごとの消化率は，粗蛋白質 85.7%, 粗脂肪 85.9%, NFE95.4%, 粗繊維 35.0%, ADFom42.8%, NDFom86.4% だった（表 8）。

化学成分と消化率から算出した可消化養分総量（TDN）は，原物として 6.9%，乾物換算で 97.2% であり，可消化エネルギー（DE）は原物として 1.24 MJ/kg (0.30 Mcal/kg)，乾物換算で 17.49 MJ/kg (4.18 Mcal/kg) だった（表 9）。この結果より，濃厚洗米排水の飼料価値は高く，濃厚洗米排水が豚用リキッド飼料原料として有用であることが示唆された。

謝 辞

本研究を実施するにあたり，化学成分分析にご協力を頂いた独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所機能性飼料研究チームの花木千穂氏，山崎恭子氏に感謝致します。本研究は，平成 20 年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業（低・未利用食品残さの高度利用技術の開発）により実施した。

文 献

- 阿部 亮・吉田宣夫・今井昭夫・山本英雄編：2000，未利用有機物資源の飼料利用ハンドブック，65-191，(株)サイエンスフォーラム，東京。
- 中国経済産業局：2003，平成 13 年度地域新生コンソーシアム研究開発事業成果報告書，58-71。
- (独)農業技術研究機構編：2001，日本標準飼料成分表（2001 年版），221-224，中央畜産会，東京。
- (独)農業・生物系特定産業技術研究機構編：2005，日本飼養標準・豚（2005 年版），12-21，75，中央畜産会，東京。
- 藤田泰仁：2001，飼料の化学分析，改定 粗飼料の品質評価ガイドブック，自給飼料品質評価研究会編，5-13，社団法人日本草地畜産種子協会，東京。
- 厚生労働省：2004，食品衛生検査指針微生物編 2004，116-144，349-360，361-446，(社)日本食品衛生協会，東京。
- 松田敏夫：2004，有機酸の抗菌作用，食衛誌，**45**，189-196。
- 松田敏夫・矢野俊博・丸山晶弘・熊谷英彦：1994，有機酸類の抗菌作用，日本食品工業学会誌，**41**，687-702。
- 農林水産省：2009，米穀の需給及び価格の安定に関する基本指針，1-2。
- 農林水産省：2010，食料・農業・農村基本計画，40-43。
- 大塚 舞・大森英之・田島 清・川島知之：2007，ギ酸添加による甘しょ焼酎粕の保存性改善，日本畜産学会報，**78**，349-354。
- (社)配合飼料供給安定機構：2009，食品残さの飼料化をめざして，121-151。
- 武政正明：1992，リン酸カリ試薬による酸化クロム定量法の改良，畜試研報，(52)，7-13。

Improvement of the Preservative Quality of Concentrated Rice Washing Water and Evaluation of its Feed Characteristics

Kenji TATSUGAWA, Hideyuki OHMORI*, Kiyoshi TAJIMA*, Hiroshi TACHIKAWA*,
Satoru IJIRI and Tomoyuki KAWASHIMA*

Shokkyo Co., Ltd., Hiroshima 732-0826, Japan

* National Institute of Livestock and Grassland Science, Tsukuba 305-0901, Japan

The objectives of this research were to improve the preservative quality of concentrated rice washing water (CRWW) and evaluate its feed characteristics. The effect of formic acid or propionic acid addition on the preservation of CRWW was examined. Formic acid (0.3%, 0.6% and 1.5%, by weight) or propionic acid (0.5%, 1.5% and 2.7%, by weight) was added to CRWW. The samples were stored at 25°C for 7 days and standard plate counts for bacteria, yeast, and coliform were carried out. The standard plate bacteria count number in 0.6% or more formic acid additions was less than that in counts made immediately after collection. The number of yeast in all levels of either organic acid was less than that in counts made immediately after collection. Coliform was not detected in all levels of either organic acid. From the results, 0.6% formic acid addition was the best choice to preserve the quality of CRWW. Next, twenty five samples of CRWW were collected from five rice milling factories and chemical compositions were determined. Moisture varied from 91.6% to 94.6%, and chemical compositions also varied. From this, variations in moisture and chemical compositions within factories must be noted when using CRWW as feed ingredient. Finally, a digestion study was carried out to investigate the digestibility of CRWW. Six crossbred barrows (Landrace×Large White×Duroc) were used and assigned to a crossover model. Feed given to the animals were 22.2% basal diet and 77.7% water for the control group and 12.5% basal diet and 87.5% CRWW for the experimental group. The digestibility of nutrients of CRWW was 85.7% for crude protein, 85.9% for crude fat, 95.4% for NFE, 35.0% for crude fiber, 42.8% for ADF, 86.4% for NDF. Total digestible nutrients were 97.2%. These results indicate that CRWW contained enough nutrients as a feed ingredient.

Jpn. J. Swine Science, **48**, 4 : 169-176

Key words : concentrated rice washing water, preservation, feed characteristic, liquid feed, pig