

イネ発酵粗飼料給与牛肉の食味特性

Ascertaining the Sensory Characteristics of Beef Fed Whole Crop Rice Silage

伊藤 美穂* 飯田 文子**
Miho ITO Fumiko IIDA

要約 稲発酵粗飼料給与牛肉の食味を明らかにするため、埼玉県、千葉県、長野県で管理・飼養された稲発酵粗飼料給与牛の食味について詳細な分析型官能評価を行った。試験区 33 頭（千葉 11・埼玉 7・長野 15）、対照区 15 頭（千葉 4・埼玉 3・長野 8）の枝肉を対象に、8 段階評価尺度による分析型官能評価を行った。さらに客観測定（破断測定、遊離アミノ酸・イノシン酸測定）の結果と併せて比較検討を行った。試験区は線維感がなく、脂っこくなく、風味・うま味の評価が高く、総合評価も高値であった。イノシン酸含量とグルタミン酸含量の統合値で有意に試験区の方が高い値であった。以上より、イネ発酵粗飼料給与牛肉は、食感・味風味に優れた牛肉であることが示された。

キーワード：稲発酵粗飼料，交雑牛，官能評価

Abstract An analytical sensory evaluation of beef fed whole crop rice silage was performed in order to ascertain its characteristics. The cattle in question were managed and bred at livestock research facilities located in Saitama, Chiba and Nagano prefectures. Results were compared to objective measurements (rupture properties, free amino acids, and inosinic acid content). The cattle consisted of a test group of 33 crossbred steers (11 head from Chiba, 7 from Saitama, and 15 from Nagano) and a control group of 15 steers (4 head from Chiba, 3 from Saitama, and 8 from Nagano). Analytical sensory evaluation was performed using an eight-point evaluation scale. The test cattle had lower values for "fattiness" and higher values for "overall texture," "intensity of flavor," "desired umami taste," and "overall rating" in comparison to the control group. There were no significant differences between the two groups in terms of rupture stress. Total inosinic acid and glutamic acid content were significantly higher in the test group compared to the control group. Sensory evaluation indicated that beef fed whole crop rice silage had superior characteristics compared to the control group.

Key words : Whole crop rice silage, Crossbred steers, Sensory evaluation

I. 緒言

牛肉は国産であるにも関わらず、飼料を輸入に多く依存しているため、自給率が低い。そこで、日本国内にある多くの休耕田を利用し、また、イネの栽培

技術も生かして家畜のえさ用のイネを栽培し、牛の飼料とすることや糞尿を堆肥として還元する等の環境にもやさしい畜産農家の取り組みの研究がなされている（広岡ら 2009）¹⁾。さらに、より安全安心な畜産物を求める消費者ニーズも強く、国産粗飼料である飼料イネの利用拡大は大いに望まれている。牛肉の飼料に関する研究は、黒毛和種牛肉の産肉性向上のためのビタミンA給与制限に関する研究（中西ら 2002、林ら 2003）^{2), 3)}、濃厚飼料の給与制限に関する研究（村元ら 2002）⁴⁾がある。一方、海外では牛肉の種類は異なるが、牧草飼育と穀物飼育の

* 十文字学園女子大学
人間生活学部 健康栄養学科
Department of Health and Nutrition,
Faculty of Human Life, Jumonji University

** 日本女子大学家政学部食物学科
Department of Food and Nutrition, Faculty of Human
Sciences and Design, Japan Women's University

比較 (R.B.Cox at.al,2006)⁵⁾ や餌に亜麻仁シードを加えて、色やフレーバーが改善された(H.J.LaBrune 2008)⁶⁾ ことやアルファルファなどを加えた飼料 (T.Jiang at.al 2010)⁷⁾、豆を加えた飼料 (K.H.Jenkins at.al 2011)⁸⁾ の試験を行い、食味特性が改善された報告がある。また、近年ではバイオエタノール残差である Dried distillers' grain を飼料に添加し、脂肪酸組成 (n3 系脂肪酸が増加) に改善がみられたという研究もある (S.A.Salami at.al.2021)⁹⁾。しかし、イネ発酵粗飼料給与牛肉は日本独自のものであり、その食味は未知であり、検討が必要である。

そこで、稲発酵粗飼料給与牛肉の食味を明らかにするため、埼玉県農林総合研究センター、千葉県畜産総合研究センター、長野県畜産試験場で管理・飼養された稲発酵粗飼料給与牛の食味について詳細な分析型官能評価を行った。また、その結果について、主成分分析、重回帰分析を行いその構造を検討した。さらに客観測定 (破断測定、遊離アミノ酸・イノシン酸測定) の結果と併せて比較検討を行い、イネ発酵粗飼料給与牛肉の官能評価特性を解明することを目的とした。

II. 実験方法

II-1. 試験牛肉

官能評価および客観測定に用いた稲発酵粗飼料給与牛肉は、Table 1 に示したとおりである。

内訳は平成19年度試験牛は、千葉県12頭 (試験区8, 対照区4)、長野県15頭 (試験区11, 対照区4) である。平成20年度試験牛の①千葉県3頭 (試験区) は、若潮牛 (交雑種去勢牛で稲 WCS 給与「クサホナミ」)、②埼玉県10頭 (試験区7, 対照区3) のうち、試験区のはまさり牛 (褐毛和種去勢牛) は前期配合・自家配・稲発酵粗飼料給与で肉質等級 A2, B.M.S No. 2.8, 対照区は前期配合・自家配・イタリアンストロー給与で肉質等級 A2, B.M.S No. 3.2 である。③長野県8頭 (試験区4, 対照区4) は、蓼科牛 (交雑種) である。

以上、合計試験区33頭 (千葉11・埼玉7・長野15)、対照区15頭 (千葉4・埼玉3・長野8) の合計48頭の枝肉を対象とした。

Table 1 List of beef fed whole crop rice silage

	産地	試験区	牛番号	粗脂肪含量%	
平成19年度	千葉県	試験区	9877	31.9	
			2995	27.0	
			1470	34.6	
			3069	18.9	
			9688	37.3	
			8709	35.4	
			9669	29.5	
			3084	41.5	
		対照区	6414	24.1	
			9868	43.7	
	0043		19.1		
	6201		25.7		
	長野県	試験区	0159	27.6	
			0173	24.1	
			0180	35.3	
			1364	27.5	
			1524	19.4	
			1586	15.7	
			1630	18.0	
			1395	26.4	
1517			20.0		
1562			21.8		
1579		22.7			
対照区		1357	32.4		
		1371	17.9		
		1500	34.6		
	1616	25.1			
平成20年度	千葉県	試験区	4224	21.6	
			4111	22.9	
			4925	40.2	
	埼玉県	試験区	4008	26.7	
			7481	24.0	
		試験区	はまさり	1818	10.3
				6545	11.7
				9508	26.1
				1771	21.6
				6552	20.2
				1939	18.0
		対照区	1273	29.6	
			9484	21.5	
	2888		17.6		
	長野県 (蓼科牛)	試験区	2932	24.0	
			0758	19.9	
			6556	15.0	
			5107	19.3	
対照区		3938	24.9		
		2291	14.1		
		8082	18.1		

II-2. 官能評価

飯田の方法(飯田 2016)¹⁰⁾に従い分析型官能評価を行った。つまり、各試験牛の胸最長筋部を1 cm 厚さにスライサーで切り、220℃にあたためたホットプレートで表面60秒、裏面75秒加熱し(内部温度60℃)、3×4cmに切り、官能評価用試料とした。

パネルは日本女子大学調理学研究室9-16名の牛肉の格付け等級の違いによる評価等の訓練を行った訓練パネルにより、牛肉の食味を代表する9項目について8段階評価尺度による分析型官能評価を行った。解析はSPSS16.0j, JUSE-Stat Worksを用いて、相関分析、主成分分析、重回帰分析を行った。

II-3. 定速圧縮破断測定

山電製のレオナー RE2-33005Sを使用し、牛肉接触面積6mm² ナイフカッターを用い速度1.0mm/secで、定速圧縮破断を行い応力-ひずみ曲線を求めた。その破断点から、破断応力を算出した。本実験では、プランジャー接触面積が試料より小さいため、みかけの破断応力値であるが、以下「みかけ」を省略し、破断応力と表記した。実験は、同種の肉につき、5回ずつ(計135回)行った。

II-4. うま味成分測定

イノシン酸測定はSenshupak PEGASIL-B ODS カラム(4.6Φ×250mm)を用い、HPLC(島津 LC-20AD)で定量した。移動相はリン酸緩衝液、流速1.0ml/min、検出260nmで行った。アミノ酸測定は、アミノ酸アナライザー(JASCO LCSS-950 Analyzer)にて定量した。検出法はニンヒドリン検出法で行った。試料の調製法はいずれも鈴木ら(Suzuki.A.1994)¹¹⁾の方法に従った。

III. 結果および考察

III-1. 官能評価

埼玉県農林総合研究センターで管理飼養の牛肉10頭分につき、官能評価を行った結果をTable 2およびFig.1に示した。試験区と対照区で比較すると、試験区は「線維感」(飲み込むまでに噛んだ時の線維感1:非常にある、8:非常にない)がなく、「多

汁性」(1:非常に多汁性がない、8:非常に多汁性がある)がなく、「あぶらっこさ」(1:非常にあぶらっこくない、8:非常にあぶらっこい)がないと判断された。

千葉県畜産総合研究センター管理飼養の牛肉15頭分の官能評価結果をTable 3に、試験区と対照区で比較した図をFig.2に示した。試験区は対照区に比較し、「総合的な食感」(1:非常に悪い、8:非常に良い)で食感が良く、「総合評価」(1:非常に悪い、8:非常に良い)で評価が高かった。

長野県畜産試験場で管理飼養された牛23頭分につき、官能評価を行った結果をTable 4に、試験区と対照区別に比較した図をFig.3に示した。試験区は対照区に比較し「あぶらっこさ」が低く、「風味の強さ」が高く、「牛肉の好ましいうま味」があるとされた。

そこで、上記①から③までをすべて統合し、試験区と対照区に分け、比較したものをFig.4に示した。試験区は「あぶらっこさ」が低く、「総合的な食感」が高く、「風味の強さ」が高く、「牛肉の好ましいうま味」が高く、「総合評価」の値も高値であった。つまり、線維がなく、歯ごたえや口ざわりがよい食感が好まれ、脂肪の入り方が細かく、粗脂肪含量は試験区平均24.7%と対照区平均24.5%とほぼ同含量にも関わらず、試験区はさっぱりしていると捉えられたと推察された。また風味うま味が良いとされ、総合評価も高かった。総合評価に寄与する項目を明らかにするため、重回帰分析を行ったところ、Table 5に示すように総合評価に寄与する因子は、「総合的な食感」次いで「牛肉の好ましいうま味」とされた。

官能評価の各項目間の関係を見るため、Fig.5に主成分分析結果を示した。X軸プラスの方向に食感、Y軸プラスの方向に風味・うま味がプロットされた。総合評価はやや風味・うま味寄りではあるが、「風味」「うま味」と「食感」の中間にプロットされ、どちらも関与していると推察された。味と食感は異なる方向性ではあるが双方が寄与していることが示されたと考えられる。

Table 2 Results of analytical sensory evaluation in Saitama Prefecture

	牛番号		やわらかさ	やわらかさ	線維感	多汁性	あぶらっ	総合的な	風味の強さ	牛肉の好ま	総合評価
			(咀嚼前)	(咀嚼時)			こさ	食感	しいうま味		
試験区	4008	平均	4.9	4.9	4.6	4.9	4.6	5.1	4.9	5.6	5.4
		S.D.	0.75	0.90	1.00	0.56	0.70	0.66	0.78	0.79	0.86
	7481	平均	5.5	5.1	4.8	5.0	4.7	4.8	4.7	5.1	4.8
		S.D.	0.88	0.81	0.83	0.73	0.87	0.83	0.77	0.81	0.65
	1818	平均	4.0	4.1	3.9	3.7	3.3	4.0	4.7	4.8	4.2
		S.D.	0.82	0.74	0.74	0.47	0.47	0.47	0.82	0.63	0.63
	6545	平均	4.7	4.3	4.1	3.4	3.2	4.1	4.3	4.3	4.6
S.D.		0.82	1.05	1.10	0.68	0.63	0.74	0.67	0.82	1.07	
9508	平均	4.9	5.2	4.4	5.2	5.0	5.3	5.0	5.2	5.4	
	S.D.	0.74	0.79	0.83	0.42	0.67	0.47	0.82	0.42	0.68	
1771	平均	4.7	4.7	4.6	5.3	5.0	5.3	4.9	5.2	5.4	
	S.D.	0.82	0.82	1.17	0.67	0.67	0.47	0.57	0.63	0.68	
6552	平均	4.9	4.7	4.8	5.3	4.6	5.8	5.3	5.6	5.8	
	S.D.	0.99	1.05	0.79	0.82	0.68	0.42	0.67	0.68	0.42	
対照区	1939	平均	4.3	4.4	3.7	5.3	5.1	4.3	4.6	5.0	4.6
		S.D.	1.15	1.22	0.92	0.98	0.78	0.83	1.00	0.87	0.79
	1273	平均	5.4	5.0	4.1	5.0	4.9	4.9	4.6	4.8	5.0
S.D.		0.80	0.73	0.93	0.73	0.96	1.00	0.95	0.91	1.10	
9484	平均	5.0	5.2	4.6	5.3	4.8	4.8	4.9	5.3	4.8	
	S.D.	0.89	0.75	0.71	0.77	1.05	0.91	0.81	1.10	0.98	

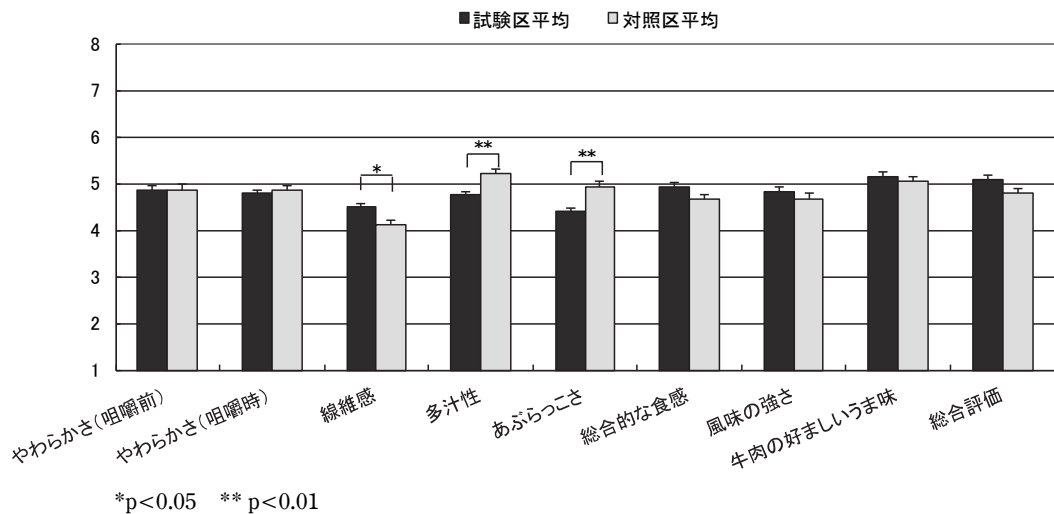


Fig. 1 Comparison of mean values for sensory evaluation of beef from the test plot and control plot in Saitama Prefecture

Table 3 Results of analytical sensory evaluation in Chiba Prefecture

	牛番号		やわらかさ	やわらかさ	線維感	多汁性	あぶらっ こさ	総合的な 食感	風味の強さ	牛肉の好ま しいうま味	総合評価
			(咀嚼前)	(咀嚼時)							
試験区	9877	平均 S.D.	5.9 0.99	5.3 0.67	4.7 0.82	5.4 0.83	5.9 0.99	5.3 0.67	4.7 0.94	5.0 0.67	4.8 0.79
	2995	平均 S.D.	5.7 0.67	5.4 0.68	4.7 0.82	5.1 0.99	4.9 0.99	5.3 0.67	4.9 0.87	5.0 0.67	5.0 0.47
	1470	平均 S.D.	5.6 1.26	5.1 1.29	4.6 1.57	5.6 0.96	5.1 0.99	5.1 0.74	5.1 0.74	5.1 0.74	5.2 0.79
	3069	平均 S.D.	5.1 0.74	5.0 0.67	4.6 0.96	4.3 0.94	5.1 0.99	5.1 0.87	4.8 0.79	5.3 1.15	5.4 1.07
	9688	平均 S.D.	5.9 0.57	5.7 0.67	4.8 1.13	5.6 0.68	5.3 0.47	5.4 0.83	5.0 0.94	5.4 0.83	5.2 1.03
	8709	平均 S.D.	5.0 0.94	5.0 1.05	4.6 0.96	5.2 0.42	5.1 0.57	5.1 0.74	5.2 0.63	5.6 0.83	5.6 0.96
	9669	平均 S.D.	5.0 0.67	4.8 0.79	4.6 1.26	5.3 0.82	5.8 0.63	5.1 0.87	5.2 0.63	5.3 0.82	4.8 1.23
	3084	平均 S.D.	5.3 0.67	5.4 0.96	4.6 1.26	5.7 0.47	5.7 0.94	5.2 0.63	4.7 0.94	4.7 0.67	4.9 0.87
	3707	平均 S.D.	4.3 0.82	4.0 1.05	4.0 1.05	3.8 0.63	4.0 0.94	4.2 0.79	4.1 0.31	4.6 0.50	4.4 0.83
	3609	平均 S.D.	5.8 0.63	5.2 0.79	5.1 0.74	5.3 0.67	5.1 0.57	5.3 0.94	4.2 1.03	5.0 1.33	5.2 0.92
	3912	平均 S.D.	5.1 0.74	5.1 0.74	4.3 0.82	5.8 0.42	5.9 0.57	4.8 0.63	5.0 0.94	4.8 1.03	4.6 0.83
	対照区	6414	平均 S.D.	4.8 0.79	4.6 1.07	3.7 0.94	4.6 1.07	4.9 0.99	4.4 0.96	5.2 0.63	5.2 1.23
9868		平均 S.D.	5.7 0.82	5.6 0.83	5.1 0.74	5.2 0.79	5.4 0.68	4.8 1.13	4.8 0.92	4.3 0.47	4.3 1.05
0043		平均 S.D.	5.0 1.41	4.4 1.34	4.4 1.26	4.7 1.15	4.7 0.82	4.1 0.99	4.7 1.15	4.8 1.13	4.0 1.05
6201		平均 S.D.	4.6 1.17	4.6 1.07	3.9 0.87	4.9 0.74	5.1 0.57	4.2 0.92	4.2 0.63	4.6 1.17	4.4 0.50

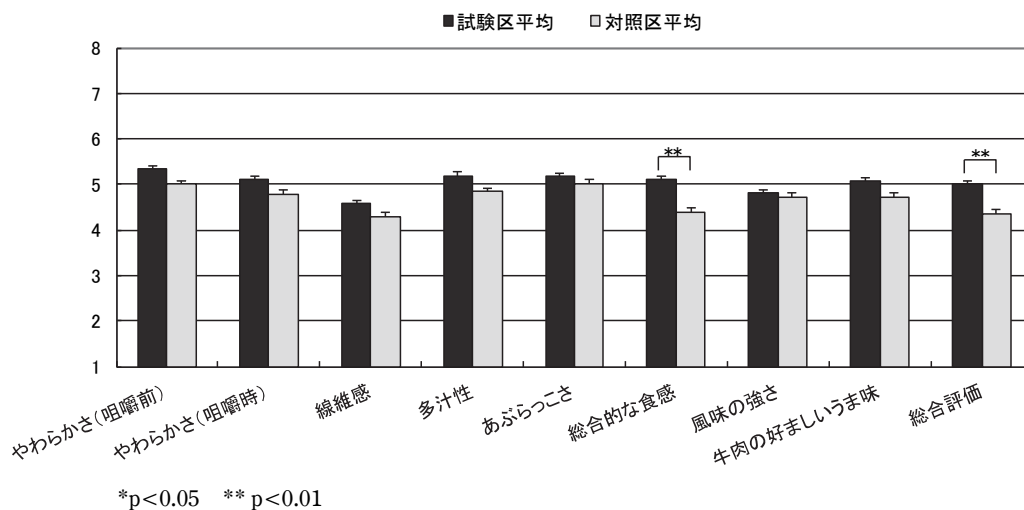


Fig. 2 Comparison of mean values for sensory evaluation of beef from the test plot and control plot in Chiba Prefecture

Table 4 Results of analytical sensory evaluation in Nagano Prefecture

	牛番号		やわらかさ (咀嚼前)	やわらかさ (咀嚼時)	線維感	多汁性	あぶらっ こさ	総合的な 食感	風味の強さ	牛肉の好ま しいうま味	総合評価
試験区	0159	平均 S.D.	5.8 0.42	5.7 0.47	5.3 0.82	5.4 0.83	5.0 0.67	5.7 0.47	5.0 0.67	5.3 0.67	5.4 0.68
	0173	平均 S.D.	4.9 0.87	4.9 1.10	4.3 0.94	5.3 0.67	4.9 0.87	4.8 0.79	5.7 0.82	5.8 0.63	5.0 0.67
	0180	平均 S.D.	5.4 1.07	6.0 1.05	5.2 1.03	6.0 0.67	6.0 0.47	5.1 1.37	4.2 0.79	5.1 0.74	4.7 0.94
	1364	平均 S.D.	5.4 0.50	5.2 0.92	4.9 0.74	5.4 0.68	5.0 0.82	5.2 0.63	5.0 0.67	5.1 0.87	4.9 0.87
	1524	平均 S.D.	4.5 1.00	4.5 1.00	4.4 1.11	4.6 0.99	4.0 1.00	5.0 0.87	5.3 1.09	5.4 0.99	5.4 1.11
	1586	平均 S.D.	3.7 0.67	3.9 0.57	3.7 0.67	4.0 0.00	3.4 0.68	4.0 0.47	4.9 0.87	5.3 0.47	4.4 0.96
	1630	平均 S.D.	4.0 0.67	4.4 1.07	4.0 1.05	4.2 0.79	3.8 1.03	4.2 0.92	4.7 0.94	5.6 0.83	4.3 0.82
	1395	平均 S.D.	4.9 0.99	4.9 0.99	4.8 1.03	5.1 0.74	4.4 0.83	5.2 0.63	5.1 0.57	5.0 0.82	5.6 0.96
	1517	平均 S.D.	5.3 0.43	4.9 0.60	4.4 0.48	5.0 0.00	4.3 0.43	5.1 0.60	4.9 0.33	4.9 0.60	5.3 0.66
	1562	平均 S.D.	5.3 1.15	4.8 0.92	4.4 0.83	5.0 0.67	4.9 1.29	4.9 0.57	4.8 0.79	5.1 0.74	4.9 1.10
	1579	平均 S.D.	5.3 0.67	5.6 0.50	4.9 0.74	5.2 0.63	5.0 0.47	5.3 0.47	5.1 0.57	5.2 0.92	5.3 0.47
	2888	平均 S.D.	5.1 0.57	4.7 0.67	4.3 0.94	4.8 1.03	4.2 0.92	4.9 0.87	5.1 0.74	5.3 0.82	5.2 0.79
	2932	平均 S.D.	5.3 0.94	5.3 0.94	4.6 0.96	4.9 0.99	4.6 1.26	5.0 0.94	4.8 0.92	5.2 0.92	5.0 0.82
	6556	平均 S.D.	3.9 0.99	3.4 0.83	3.9 0.87	4.0 0.67	3.6 0.50	4.0 0.82	4.0 0.67	4.7 0.82	3.9 0.74
	0758	平均 S.D.	5.3 1.15	5.0 0.82	5.0 1.05	5.3 0.94	4.7 0.82	4.9 0.99	4.7 0.67	4.9 0.87	4.9 0.74
対照区	1357	平均 S.D.	5.9 1.05	6.1 0.60	5.4 0.86	6.0 0.50	6.3 0.43	5.3 0.83	4.4 0.86	4.6 0.86	4.5 0.87
	1371	平均 S.D.	4.3 0.82	4.3 0.47	4.3 0.82	4.7 0.67	4.4 0.68	4.3 0.47	4.7 0.67	4.8 0.79	4.4 0.50
	1500	平均 S.D.	5.0 1.25	4.9 0.87	4.2 1.03	5.2 0.63	5.1 0.99	5.0 0.94	4.7 0.82	4.9 0.87	5.2 1.13
	1616	平均 S.D.	5.4 0.50	5.6 0.68	5.0 0.94	5.4 0.68	5.2 0.79	5.4 0.68	4.7 0.67	4.8 0.63	5.2 0.63
	2291	平均 S.D.	5.0 0.67	5.2 0.42	4.6 0.68	5.0 0.67	4.6 0.68	5.2 0.63	4.9 0.74	4.8 0.92	5.1 0.57
	3938	平均 S.D.	4.4 0.68	4.4 0.83	4.0 1.05	5.1 0.74	4.8 0.92	4.8 1.03	4.2 0.63	4.3 0.67	4.9 0.74
	5107	平均 S.D.	5.2 1.03	5.7 0.94	5.2 0.79	5.9 0.74	5.2 0.63	5.4 0.96	4.4 0.83	4.4 0.96	4.7 0.67
	8082	平均 S.D.	4.3 1.05	4.7 0.94	4.0 0.67	4.7 1.15	4.6 0.50	4.4 1.07	4.6 0.83	4.7 0.94	4.4 1.07

イネ発酵粗飼料給与と牛肉の食味特性

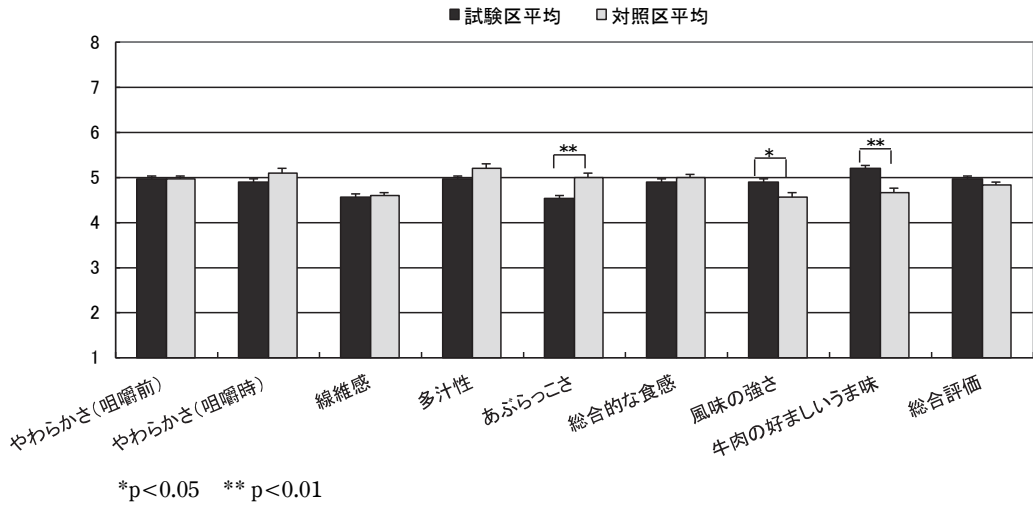


Fig. 3 Comparison of mean values for sensory evaluation of beef from the test plot and control plot in Nagano Prefecture

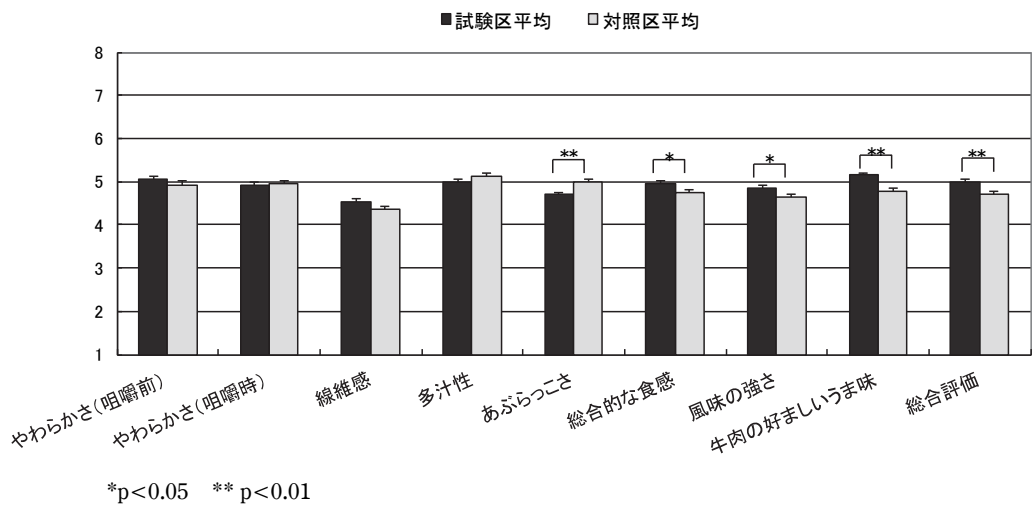


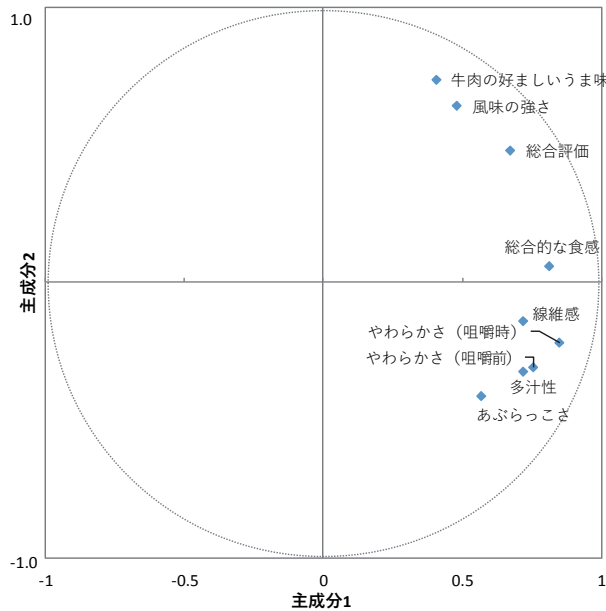
Fig. 4 Comparison of mean values for sensory evaluation of beef from the test plot and control plot

Table 5 Multiple regression equation for results of sensory evaluation

$$Y = 0.087 + 0.547X_1 + 0.253X_2 + 0.182X_3$$

寄与率：54%

Y；総合評価, X₁；総合的な食感, X₂；牛肉の好ましい味, X₃；風味



主成分 1:4.167, 主成分 2:1.618, 累積寄与率 64.3%

Fig. 5 Results of principal component analysis for sensory evaluation of beef fed whole crop rice silage

III-2. 破断測定

定速圧縮破断測定の結果を Table 6 に示した。破断応力は試験区 5.09-7.68 (×0.1MPa) であり、対照区 3.24-8.53 (×0.1MPa) と差がみられず、どちらの試料も客観測定によれば、同程度のかたさと考えられた。

Table 6 Breaking stress of beef fed whole crop rice silage
破断応力 (×0.1MPa)

	試験区	SD	対照区	SD
埼玉県	5.09	2.28	3.52	0.66
千葉県	7.68	2.51	8.53	1.44
長野県	5.38	3.05	3.24	3.79

n. s

III-3. うま味成分測定

うま味成分測定の結果を Table 7 に示した。イノシン酸含量は試験区 1.35-3.19 (μmol/g meat), 対照区 1.43-3.13 (μmol/g meat) であり、長野県畜産試験場で管理された牛肉 (試験区 n=15, 対照区 n=8) のみ有意に試験区が高い結果となった。

Table 7 5'-inosinic acid and glutamic acid content
(μmol/g meat)

	試験区	SD	対照区	SD
イノシン酸量				
埼玉県	1.35	1.04	1.43	0.03
千葉県	3.19	1.17	3.13	0.84
長野県	3.07a	1.10	1.92a'	1.56
統合	2.75	1.31	2.14	1.34
グルタミン酸量				
埼玉県	0.60	0.43	0.54	0.21
千葉県	0.39	0.10	0.38	0.04
長野県	1.12	0.40	0.68	0.25
統合	0.55a	0.42	0.35b	0.19
Imp+glu	3.07a	1.52	2.16b	1.31

試験区と対照区の有意差：アルファベット表記が異なるもの p<0.01

アルファベットにがついているもの p<0.05

遊離アミノ酸測定によるグルタミン酸含量は、試験区 0.39-1.12 ($\mu\text{mol/g meat}$) 対照区 0.38-0.68 ($\mu\text{mol/g meat}$) であり、すべての統合値で有意に試験区の方が高い値であった。うま味成分値として、イノシン酸とグルタミン酸の合計値をみると有意に試験区の方が高く、官能評価による結果が裏付けられた。このことは、イノシン酸単独では、有意に差が無い試料でも、人間は、グルタミン酸との相乗効果によりより強くうま味を感じ分ける (國中, 1960)¹²⁾ ので、双方の合計値が官能評価値に近い値になることが考察された。

今回の実験により、稲発酵粗飼料給与と牛肉は、肉の線維がやわらかく、あぶらっこくなく、牛肉らしい風味やうま味がある、食味の良い牛肉であると考察された。チーム内の他機関の研究報告より、稲発酵粗飼料にはビタミン E 含量が多く (中西, 2009)¹³⁾、血中 α -トコフェロール値が高い (井出, 2009)¹⁴⁾ と報告されており、そのことから、健康的な牛であり、筋線維が老化してないことが「線維感」がないと考えられ、つまり食感がよく、また、熟成後の脂肪の酸化が抑制され、メト化も抑制されること (中西, 2009)¹³⁾ から、風味も良いとされたと考えられた。このことは血中 α -トコフェロール値が牛肉の肉質に及ぼす影響を調べた (R.T.Nassu et.al.2011)¹⁵⁾ の結果と一致する。また、うま味成分値が多いことは、通常飼育の黒毛和種に比較し、脂肪含量が少なく、筋肉のたんぱく質含量多いことなどが考えられるが、赤身志向のヘルシーな牛肉でもあることが示され、イネ発酵粗飼料給与飼育法は今後のさらなる発展性が期待される。

IV. 結論

イネ発酵粗飼料給与と牛肉の官能評価において、粗脂肪含量は試験区平均 24.7% と対照区平均 24.5% とほぼ同含量であったが、試験区は線維感がなく、脂っこくなく、風味・うま味の評価が高く、総合評価も高値であった。

定速圧縮破断測定から得られた破断応力は試験区 5.09-7.68 ($\times 0.1\text{MPa}$) であり、対照区 3.24-8.53 ($\times 0.1\text{MPa}$) と差がみられず、同程度のかたさと考えられた。

イノシン酸含量は試験区 1.35-3.19 ($\mu\text{mol/g meat}$)、対照区 1.43-3.13 ($\mu\text{mol/g meat}$) であり、

長野県畜産試験場で管理された牛肉 (試験区 $n=15$ 、対照区 $n=8$) のみ有意に試験区が高い結果となった。

遊離アミノ酸測定によるグルタミン酸含量は、試験区 0.39-1.12 ($\mu\text{mol/g meat}$) 対照区 0.38-0.68 ($\mu\text{mol/g meat}$) であり、すべての統合値で有意に試験区の方が高い値であった。

以上より、イネ発酵粗飼料給与と牛肉は、食感・風味に優れた牛肉であることが示された。

謝辞

平成 18-19 年度地域農業確立総合研究「関東地域における飼料イネの資源循環型生産・利用システムの確立」において行った。チームリーダーの元農研機構石田元彦氏に感謝申し上げる。

引用文献

- 1) 広岡博之他：飼料イネ生産と結びついた肉用繁殖生産システムの窒素の利用性と循環性に関するモデル分析, 日畜会報, 80 (1), 17-25(2009)
- 2) 中西直人他：黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼすビタミン A の影響, 日畜会報, 73(2), 273-282(2002)
- 3) 林孝他：肉牛枝肉形質と肥育過程における各種血漿成分の関心の解析, 日畜会報, 74(4), 537-545(2003)
- 4) 村元隆行：肥育全期間における濃厚飼料の制限給与が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響, 日畜会報, 73(1), 57-62(2002)
- 5) RYAN B.Cox at.al : Determining Acceptance of Domestic Forage-or Grain-Finished Beef by Consumers from Three Southeastern U.S. States, Journal of Food Science, 71, 542-546(2006)
- 6) H.J.LaBrune at.al : Effect of grain processing and dietary lipid source on performance, carcass characteristics, plasma fatty acids, and sensory properties of steaks from finishing cattle, Journal of Animal Science, 86, 167-172(2008)
- 7) T.Jiang at.al : The influence of forage diets and aging on beef palatability, Meat Science, 86(3), 642-650(2010)
- 8) K.H.Jenkins at.al : Evaluation of performance, carcass characteristics, and sensory attributes of beef from finishing steers fed field peas, Journal

- of Animal Science, 89(4), 1167-1172(2011)
- 9) S.A.Salami et al.: Fatty acid composition, shelf-life and eating quality of beef from steers fed corn or wheat dried distillers' grains with solubles in a concentrate supplement to grass silage, Meat Science, 173, (2021)
- 10) 飯田文子: 食肉の官能評価, 食肉の科学, 57(2), 169-175(2016)
- 11) Suzuki.A. et al.: Effect of high pressure treatment on the flavor-related components in meat. Meat science, 37, 369-379(1994)
- 12) 國中明: 核酸関連化合物の呈味作用に関する研究, 日農化誌, 34, 489-492(1960)
- 13) 中西直人, 山田知哉, 川上眞一, 井出忠彦, 石崎重信, 吉羽宣昭, 石田元彦: 稲発酵粗飼料の給与が牛肉品質に及ぼす影響, 日本畜産学会第109回大会講演要旨, 33(2009)
- 14) 井出忠彦, 石田元彦, 中西直人: 稲発酵粗飼料の通年給与が黒毛和種繁殖雌牛の健康状態, 繁殖製に及ぼす影響, 日本畜産学会第109回大会講演要旨, 33(2009)
- 15) R.T.Nassu et al.: Effect of α -tocopherol tissue levels on beef quality, Animal, 5(12), 2010-2018(2011)