

体質制御による地域草資源高度活用型ブランドビーフの開発

Grass-fed Wagyu (Japanese Black) beef production by Metabolic Imprinting on Nutrition manipulation and Utilization of domestic grass resources

藤田達男、阿比留真吾、木下正徳、松田謙一郎*、後藤貴文*（*九大農）

要 旨

黒毛和種雄牛 12 頭を用いて、哺育期に炭水化物を強化した代用乳および人工乳給与後、育成期を濃厚飼料給与区と乾草のみ給与区に分け、さらに肥育期には両区を畜舎内乾草給与区と放牧区の計 4 区に分けて約 30 ヶ月齢まで飼育した。7～23 ヶ月齢の体重は、育成期に濃厚飼料を給与した区が有意に高く、育成期の濃厚飼料給与は発育に強く影響することが示唆された。枝肉格付け等級は A2：2 頭、B2：4 頭、B1：6 頭であったが、育成期に濃厚飼料給与した区の方が枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さおよび BMSNo が高い傾向がみられ、育成期の濃厚飼料給与は発育と肉質の双方を高める効果が示唆された。部内職員を対象として食味試験した結果、予想以上に柔らかく、あっさりして美味しかったといった好意的な評価が多かった。経済性を試算した結果、育成期に濃厚飼料を多給し代謝的インプリンティングを誘導した後に放牧肥育を行う方法が最も収益性が高かった。

（キーワード：黒毛和種、放牧肥育、代謝的インプリンティング、グラスフェッド）

背景および目的

県内には草原等多くの草資源を抱えており、県内草資源に立脚した粗飼料多給による牛肉生産システムを検討することは、環境にやさしい物質循環型牛肉生産並びに県産粗飼料を多給した安全・安心の牛肉生産に資すると考えられる。近年、ヒトの代謝生理的インプリンティング¹⁾に着目した牛の初期成長期の代謝制御技術が注目されている。後藤ら¹⁾は、初期成長期に高栄養代謝体質を獲得させれば、その後の発育においても粗飼料からの栄養吸収力増強が期待でき、草資源を主体とした牛肉生産が可能であるとするコンセプトを提唱している。このコンセプトを取り入れ、肉用牛における代謝生理的インプリンティング効果を応

用した地域草資源高度活用型ブランドビーフの開発を目的とする。

材料および方法

1. 供試牛

黒毛和種雄子牛 12 頭を供試した。12 頭は、大分県農林水産研究指導センター畜産研究部（以下、当部という）で生産された「寿恵福」を父とする半兄弟の雄牛 4 頭、および九州大学農学部附属農場高原農業実験実習場（以下、九大農場という）で生産された「竜馬 03」を父とする雄牛 8 頭から成る。いずれも約 5 ヶ月齢時に去勢を施した。

表 1. 育成期、肥育期の飼育方法と試験区分

哺育期 (0~3ヵ月齢)	育成期 (4~10ヵ月齢)	肥育期 (11~31ヵ月齢)	試験区	(飼育場所)
代用乳+人工乳+乾草 n=12	濃厚飼料+乾草 n=6	放牧(冬期は乾草) n=3	濃厚飼料-放牧(C-G)区	(九大)
		乾草のみ n=3	濃厚飼料-乾草(C-HP)区	(当部)
	乾草のみ n=6	放牧(冬期は乾草) n=3	乾草のみ-放牧(H-G)区	(九大)
		乾草のみ n=3	乾草のみ-乾草(H-HP)区	(当部)

2. 飼育方法

育成期、肥育期の飼育方法と試験区分を表 1 に示した。供試牛は、生後 6 日から 16 日の間に当部に集め、哺乳ロボットで乳糖を強化した代用乳 (TDN;99%、CP;26%、EE;10%) を温湯に溶かし 1 日あたり最大 1.8kg を目標として給与した。代用乳から徐々に市販人工乳 (TDN;99%、CP;20.7%) に切り替え、人工乳は 1 日あたり 1.0 ~ 2.5kg 給与した。生後 3 ヶ月齢時に、発育に偏りがないように 2 群に分け、濃厚飼料を給与する (C) 区 (6 頭) と乾草のみ給与する (H) 区 (6 頭) とした。C 区では、1 日あたり体重の 2.5 % を目標として市販育成用飼料と市販肥育後期用飼料を等量ずつ混合した濃厚飼料 (TDN;73%、CP;12%) を 10 ヶ月齢になるまで給与した。いっぽう、H 区では、場内で生産されたイタリアンを主体とした 1 番草 (TDN;48%、CP;8%) を自由摂取とした。10 ヶ月齢に C 区および H 区のそれぞれを発育に偏りがないように 3 頭ずつ 2 群、合計 4 群に分け、畜舎内で乾草のみを与える乾草 (HP) 区 (C-HP 区、H-HP 区) と、放牧肥育する放牧 (G) 区 (C-G 区、H-G 区) を設定した。HP 区は当部で、G 区は九大農場で飼育した。なお、G 区では冬季に牧草がなくなる時期は放牧地で乾草を給与した。

3. 調査項目

毎月、体重を測定するとともに 3 ヶ月齢、10 ヶ月齢、17 ヶ月齢および 22 ヶ月齢時に血中 IGF-I (主要成長因子) 濃度を

測定した(リンテック株式会社)。

供試牛は、概ね 30 ヶ月齢に達した時点で社団法人大分県畜産公社に出荷し、社団法人日本食肉格付協会の格付け成績を解析に使用した。

4. 食味試験

舎飼い乾草肥育した C-HP 区と H-HP 区のいずれも B2 格付のサーロイン部位を用いて、部内職員 (年齢 20 ~ 50 代、男 40 名、女 2 名) を対象とした食味試験を行った。調理方法は、焼き肉用にカットした肉を電気プレートで加熱後、塩コショウで食べる方法と県内の肉販売業者に依頼して「たたき」に加工したものを塩コショウで食べる方法で「肉の外観」、「風味・フレーバー」、「柔らかさ」、「多汁性」、「コク」、美味しいかどうかの「総合評価」の 6 項目について、アンケート用紙に感想を記入してもらい回収、集計した。

5. 経済性の評価

枝肉格付成績および大阪市場 (2011 年 1 月 25 日) 和牛去勢枝肉平均価格をもとに、1 頭あたりの経済性を試算した。飼料費は試験区ごとに、育成期の濃厚飼料費と乾草費、肥育期の乾草費と放牧に要する経費、及びその他費用は、平成 21、22 年度農林水産統計をもとに経済性の評価を行った。

結果および考察

(1) 体重は、舎飼い乾草肥育 (C-HP 区と H-HP 区)、放牧肥育 (C-G 区と H-G 区)

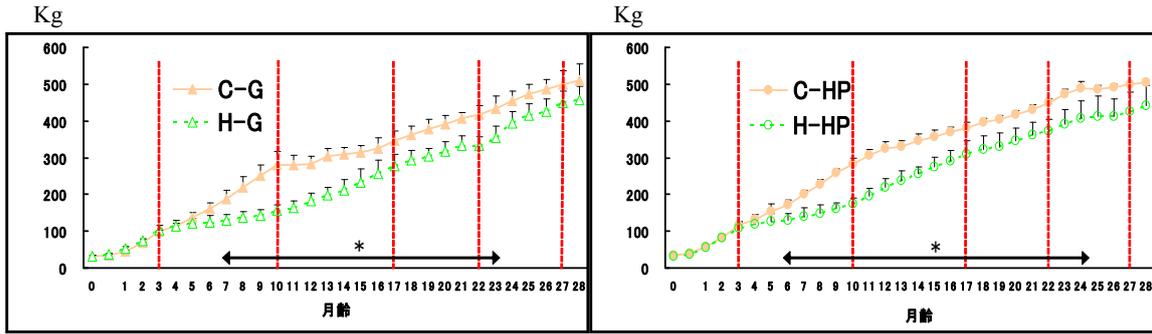


図 1. 育成期の飼育方法が発育に及ぼす影響 (* : P<0.05)

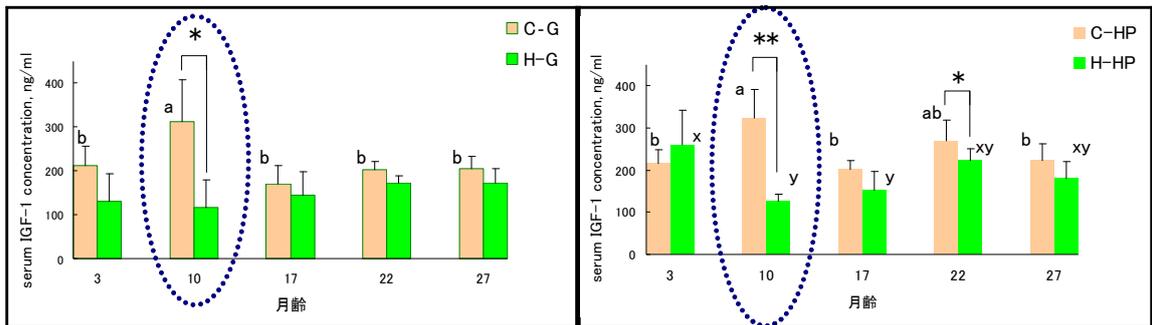


図2. 血中 IGF-I 濃度の経時的変化 (** : P<0.01, * : P<0.05)

のいずれにおいても、7～23ヵ月齢の計測値は、育成期に濃厚飼料を給与した C-G 区と C-HP 区が有意 ($P < 0.05$) に高く、育成期の濃厚飼料給与は発育に強く影響することが示唆された (図 1)。図 2 に血中 IGF-1 濃度の経時的変化を示した。生後 10ヵ月齢の血中 IGF-I 濃度について、C-G 区は H-G 区より ($P < 0.05$)、C-HP 区は H-HP 区より ($P < 0.01$) 有意に高かった。このことから育成期の濃厚飼料給与は成長ホルモンの分泌を促し、この分泌によって発育が促進され、後藤ら¹⁾ が提唱する代謝的インプリーディングが誘導されていることが示唆された。いっぽう、舎飼い乾草肥育区と放牧肥育区の間には体重の推移に関して有意差はなかった。

(2) 枝肉成績を表 2 に、試験区ごとの平均値を表 3 にまとめた。枝肉重量について、C-G 区は H-HP 区よりも 50kg 以上重く、

この差は有意 ($P < 0.05$) であった。バラの厚さについて、H-HP 区は C-G 区と C-HP 区の両区よりも 1cm 有意 ($P < 0.05$) に薄かった。育成期に濃厚飼料を給与した (C-G & C-HP) 区と給与していない (H-G & H-HP) 区とを比較すると、育成期に濃厚飼料給与した区の方が枝肉重量 ($P < 0.05$)、バラの厚さ ($P < 0.05$) が有意に高く、ロース芯面積 ($P = 0.09$) および BMSNo ($P = 0.06$) は高い傾向がみられ、育成期の濃厚飼料給与は枝肉の量と質の双方を高める効果があることが示唆された。各試験区に配置された当部由来の子牛 4 頭の枝肉切断面の画像を図 3～図 6 に示した。ロース芯面積が 30～35cm²、バラの厚さ 4～4.5cm と一般的な枝肉断面の形状に比べて小型で、すべての試験区に共通して、肉色が濃く、また皮下脂肪表面はわずかに黄色を帯びていた。皮下脂肪の黄色化は β -カロテンの影響²⁾ と考えられた。

表 2. 枝肉格付け成績

区分	出荷月齢	等級	歩留まり					肉 質									
			枝肉重量	ロース芯	バラ	皮下脂肪	歩留基準値	BMSNo	BCS	光沢	等級	締まり	きめ	等級	BFS	光沢と質	等級
C-G 区	31.6	A2	312.8	39	4.7	1.4	72.5	2	5	2	2	2	3	2	4	3	3
	29.8	B1	280.2	34	4.1	0.8	72.4	2	6	1	1	2	1	4	2	2	
	28.6	A2	321.0	37	4.9	1.5	72.2	2	4	2	2	2	2	3	2	2	
C-HP区	30.5	B2	292.8	36	4.1	1.1	72.2	3	5	3	3	2	3	2	3	3	
	30.3	B2	295.8	32	5.3	1.4	72.2	2	5	2	2	2	3	2	3	2	
	29.9	B2	292.9	33	4.5	2.2	71.1	2	5	2	2	2	3	2	3	2	
H-G 区	31.3	B1	263.3	30	4.3	1.1	71.9	2	5	1	1	1	2	1	4	2	
	30.9	B1	308.8	38	4.4	1.0	71.9	1	6	1	1	1	2	1	4	2	
	31.5	B1	259.4	30	4.0	0.9	72.0	1	5	1	1	1	2	1	5	2	
H-HP区	31.1	B2	289.5	36	4.0	1.6	71.7	3	4	3	3	2	3	2	3	3	
	30.4	B1	243.4	25	3.5	1.5	70.6	1	5	1	1	1	2	1	3	2	
	28.4	B1	218.2	33	3.4	0.8	72.5	1	5	1	1	1	2	1	3	2	

表 3. 枝肉格付け成績（各試験区平均値）

区 分	等 級	枝肉重量	ロース芯	バラ	皮下脂肪	歩留基準値	BMSNo
C-G 区	A2,A2,B1	304.7 ^a	36.7	4.6 ^a	1.2	72.4	2.0
C-HP区	B2,B2,B2	293.8	33.7	4.6 ^a	1.6	71.8	2.3
H-G 区	B1,B1,B1	277.2	32.7	4.2	1.0	71.9	1.3
H-HP区	B2,B1,B1	250.4 ^b	31.3	3.6 ^b	1.3	71.6	1.7

* 同列異符号間に有意差あり：P<0.05)



図 3. C-G区(A2, 312.8kg)

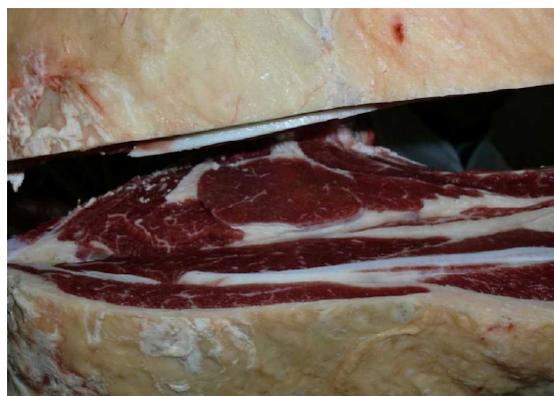


図 5. H-G区(B1, 259.4kg)



図 4. C-HP区(B2, 292.8kg)



図 6. H-HP区(B2, 289.5kg)

表4. 食味試験アンケート集計結果

項目	外観			風味・フレーバー			柔らかさ			多汁性			コク			総合評価		
	美味 しそう	普通	まず そう	好ま しい	普通	好ま しくない	ある	普通	ない	ある	普通	ない	ある	普通	ない	美味 しい	普通	まず い
焼き肉 (%)	14	27	1	13	28	1	29	13	0	8	31	3	10	28	4	20	22	0
	33.3	64.3	2.4	31.0	66.7	2.4	69.0	31.0	0.0	19.0	73.8	7.1	23.8	66.7	9.5	47.6	52.4	0.0
たたき (%)	24	17	1	7	31	4	27	15	0	3	35	4	5	33	4	16	24	2
	57.1	40.5	2.4	16.7	73.8	9.5	64.3	35.7	0.0	7.1	83.3	9.5	11.9	78.6	9.5	38.1	57.1	4.8

(3) 食味試験の結果を表4にまとめた。供試した2頭は、いずれも乾草のみ給与で肥育した牛であり、いわゆるグラスフェッド牛肉に特有の臭みが心配された。しかし、アンケート結果では「風味・フレーバー」が好ましくないと答えたのはわずかであり、67%が「普通」と答え、「好ましい」という答えも31%あった。総合評価では、「普通」～「美味しい」との評価がほとんどで、「まずい」はわずか2名であった。これは調理方法の違いによるものと思われた。感想の欄には「硬い肉のイメージがあったが思ったより柔らかかった」、「あっさりして美味しかった」、「いくらでも食べられる」という感想が多く、「僅かに臭みがある」、「パサつく、味気ない」とい

う感想が各1件あったものの、供試した牛肉を好意的に評価する結果であった。

(4) 枝肉格付成績および大阪市場(2011年2月8日)和牛去勢枝肉平均価格をもとに、1頭あたりの経済性を試算し表5に示した。表3に示した各試験区の格付け成績から、C-G区はA2、C-HP区はB2、H-G区とH-HP区はB1に格付けされたと評価し、各試験区の平均枝肉価格を試算した結果、枝肉価格は32.1～42.7万円となった。飼料費およびその他経費合計(④+⑤)は、育成期の濃厚飼料費と肥育期に乾草費を要したC-H区が438,564円で最も高く、濃厚飼料を給与せずに放牧肥育したH-G区が293,383円で最も安価であった。想定され

表5. 経済評価試算

1頭当たり		C-G区	C-HP区	H-G区	H-HP区
枝肉重量(kg)①	*1	304.7	293.8	277.2	250.4
枝肉格付け		A2	B2	B1	B1
枝肉単価(kg/円)②	*2	1,400	1,383	1,283	1,283
枝肉価格③(円)(①×②)		426,580	406,325	355,648	321,263
飼料費(円)④		147,470	212,356	92,594	157,480
うち育成期		115,076	115,076	60,200	60,200
うち肥育期		32,394	97,280	32,394	97,280
その他経費⑤	*3	200,789	226,208	200,789	226,208
④+⑤		348,259	438,564	293,383	383,688
差引(円)③-(④+⑤)		78,321	-32,239	62,264	-62,425

*1 各試験区の平均枝肉重量

*2 大阪市場(2011,2,8)和牛去勢枝肉平均価格(B1は該当がなかったためB2単価の100円引きとした)

*3 酪肉近代化計画(H17)から引用(C-G、H-G区：舎飼型(繁殖牛20頭規模)、C-HP、H-HP区：里山利用型(繁殖50頭規模)、いずれも家族労働費を除く)

表6. 枝肉単価1,400円～2,000円と想定したときの収益性試算

1頭当たり	1,400円	1,600円	1,800円	2,000円
枝肉重量(kg)① *1	300	300	300	300
枝肉単価(kg/円)②	1,400	1,600	1,800	2,000
枝肉価格③(円)(①×②)	420,000	480,000	540,000	600,000
④+⑤ *3	348,259	348,259	348,259	348,259
差引(円)③-(④+⑤)	71,741	131,741	191,741	251,741

*1 C-G 区の平均枝肉重量に設定。 *3 表5と同様

る枝肉販売価格③から(④+⑤)を差し引くと、C-G 区は 78,321 円、H-G 区は 62,264 円の収益があったが、C-HP 区と H-HP 区は 3～6 万円程度の損失が試算された。この試算結果から C-G 区、すなわち育成期に濃厚飼料を多給し代謝的インプリンティングを誘導した後、放牧肥育を行う方法が最も収益性が高くなると推察された。なお、本技術の普及は繁殖農家または一貫経営農家をターゲットとして想定しており、また各試験区間の収益性の差をみるための試算であるため、表5では素畜となる子牛価格は計上していない。

これまでに豊富な草資源を活用した牛肉生産として、いくつかの先進的な事例が報告されている。熊本県阿蘇郡産山村上田尻牧野組合では、阿蘇外輪山上に広がる豊かな草資源を活用したあか牛（褐毛和種）生産に取り組み、生産された牛肉は「草牛」として通常の市場を通さずに、愛知県の食品会社と生産委託契約を結び産直販売を展開している。いっぽう、北里大学獣医学部八雲牧場では、自給飼料 100%の牛肉を生産する技術を開発し、生産した牛肉は安全で安心できるヘルシーな食材として、一部は北里大学病院の入院患者用の給食材料としても利用されている。また、北海道釧路市の個人経営牧場では、アンガス種の特性を最大限生かした放牧主体の肉用牛経営を構築し、輸入穀物の使用を減らし、国内産飼料の自給率を高めた、人と家畜と環境にやさしい「eーびーふ」の名称で、首都圏

の生協組合員へ、クリーンで安全・安心な牛肉として供給している。これらの実践例に共通することは、既存の枝肉評価と通常の食肉流通システムに依存しない独自の流通システムを開拓し、安心安全、環境への負荷軽減、食糧自給率向上、健康への関心といったストーリーを描き、消費者の理解と満足を得て、農業者として誇りを持って生産活動に励んでいる点である。

そこで本試験の成果を普及するとき、どんな消費者をターゲットとして、どんなストーリーを描いていくか戦略を練る必要がある。今回の試験で最も収益性の高かった C-G 区、すなわち育成期に濃厚飼料を多給し代謝的インプリンティングを誘導した後、放牧肥育を行う方法で枝肉重量 300kg が得られた場合、枝肉単価を 1,400 円～2,000 円と仮定して販売したときの収益性を表6に試算した。枝肉単価が A5 相当の 2,000 円の場合、差し引き 251,741 円となり、草資源の豊富な地域の繁殖農家または一貫経営農家をターゲットとして、本技術の普及は可能と思われた。

参考文献

1. 後藤貴文・衛藤哲次・塩塚雄二・林恵介・文田登美子, 放牧を軸とした国内草資源フル活用による新たな肉牛飼養システムの提案, 日本草地学会報, 54: 182-194, (2008).
2. 松本和典ほか シバ型草地放牧が黒毛和種去勢牛肉の変色に及ぼす影響, 平成 18

年度畜産草地研究成果情報

3. 大滝典雄、生産現場に定着した省力・低コスト化のための放牧期間延長技術，日本の肉牛，21，35-41，（1988）.
4. 萬田富治、自然・食・ヒトの健康を保全する地域資源循環型畜産の構築：北里大学八雲牧場における理論と実践（〈特集〉

- 風土に根ざした家畜生産システムをめざして).日本草地学会誌 50(5)：453-460(2004)
5. 高い自給飼料率を実現し、環境にやさしい牛肉生産に取り組む榛澤保彦・恵美子さんの経営、畜産会経営情報、256，4-10，(2011).