



日本中央競馬会
特別振興資金助成事業

平成20年度 民間活力による畜産生産技術研究開発推進事業

褐毛和牛の放牧及び粗飼料多給による 生産牛肉の健康機能性成分調査報告書

平成21年3月

社団法人 熊本県畜産協会
社団法人 畜産技術協会

はじめに

日本の肉牛肥育において粗飼料の給与水準は全乾物給与量に対して10%前後で、濃厚飼料多給による肉生産が一般的である。最近、粗飼料多給による肥育様式の実態と生産された牛肉は消費者に対して有効な機能性成分と食味、食感に大きな関心が持たれるようになって来た。

阿蘇地方は広大な牧野を有し、草資源に恵まれており、古くからあか牛を放牧していた。しかし、枝肉の格付け評価が黒毛和種にくらべて低いことや、経済的理由から放牧も減り、草資源の有効活用が課題になっていた。

一方で、近年は健康志向から、放牧・草を食べた健康な牛・健全な牛肉に注目が寄せられており、草資源の活用が取り組まれている。

今回の調査は、放牧・草(粗飼料)多給による牛及び牛肉の特性を科学的に調査分析し、サシ等の肉質以外の面を明らかにして、消費者に情報提供し理解されることにより、あか牛の生産安定に資することを目的として社団法人畜産技術協会から助成を受けて実施した。

本報告書は良質牧草多給牛肉肥育、一夏目の親子放牧育成肥育素牛をあたかも二夏目も放牧したような粗飼料多給肥育(2シーズン放牧型の牧草多給牛肉生産)の結果をとりまとめたものである。

調査研究に当たっては調査牛の提供、データの記録・記帳及びとりまとめなど熊本県阿蘇郡高森町の南阿蘇畜産農業協同組合と阿蘇郡産山村の井博明牧場にまた、血漿中ビタミン濃度検査においては阿蘇家畜保健衛生所、中央家畜保健衛生所に、最終的な分析、報告書作成については九州沖縄農研センターの常石英作氏に全面的にご協力いただいた。ここにお礼を申し上げます。この報告書が関係者の参考になれば幸甚である。

平成21年 3月

社団法人 熊本県畜産協会

目 次

良質牧乾草多給牛肉の特徴

(九州沖縄農研センター：常石英作)

- 1．牛肉中の化学成分測定の意義 P 1
 - (1) 第 1 群 (移行性) の化学成分 P 1
 - (2) 第 2 群 (機能性) の化学成分 P 1
 - (3) 第 3 群 (食味性) の化学成分 P 1
- 2．牧乾草多給牛肉の概要 P 2
- 3．牧乾草多給牛肉における化学成分
 - (1) 第 1 群 (移行性) の化学成分 P 3
 - (2) 第 2 群 (機能性) の化学成分 P 3
 - (3) 第 3 群 (食味性) の化学成分 P 4
- 4．2 シーズン放牧型の牧乾草多給牛肉の特徴 P 5

参考資料：褐毛和牛の放牧及び粗飼料多給による生産牛肉の健康機能性成分調査

- 1．供試牛の概要
 - (1) 供試牛の概要 P 6
 - (2) 飼料給与設計モデル P 7
 - (3) 全期間飼料給与量 P 8
 - (4) 給与飼料成分 P 9
 - (5) 調査牛の血漿中ビタミン濃度検査成績 P 10
 - (6) 調査牛の肥育終了時の概要と枝肉重量 P 11
 - (7) 調査牛の枝肉格付の明細 P 12
- 2．出荷牛の事例写真 P 13

良質牧乾草多給牛肉の特徴

九州沖縄農研：常石英作

1. 牛肉中の化学成分測定の意義

本報告で調査対象とする化学成分の概要と、牧乾草多給肥育の牛肉でこれらを測定することの意義について記述する。

第1群（移行性）の化学成分

不飽和脂肪酸のn6/n3比率：食品栄養学的にこの比率は低いことが望ましいと言われている。

牧草にn3脂肪酸のリノレン酸が多いため、牧草多給でこの数値は低下する。

ビタミンA（レチノール、カロテン）：レチノールはビタミンAの主体で、粘膜を正常に保つ働きがあり、その前駆物質カロテンは免疫調整作用を有している。

ビタミンE（トコフェロール）：抗酸化活性による細胞の老化防止作用がある。また、牛肉保存中のメトミオグロビン形成と脂質酸化を抑制し、肉色の保持効果がある。

これらの化学成分は、飼料となる植物が有する栄養成分であり、消化吸収を通じて牛体内に蓄積する。このため牧草摂取の影響が大きく、放牧飼養あるいは牧草多給飼養の検証手段となり得る。

第2群（機能性）の化学成分

カルノシン：2つのアミノ酸（アラニンとヒスチジン）のペプチドで、植物性食品とは異なる抗酸化性を発揮するとともに、運動時の筋肉中乳酸蓄積による弊害を予防する。

クレアチン：筋肉エネルギーの緩衝役として、運動機能向上に関わっている。食肉に特徴的に含まれ、肉料理における「コク」に関わる成分である。

ナイアシン：ビタミンB群の1つで、様々な酵素の補酵素として機能している。アルコールの分解を助ける働きを有する。

カルニチン：脂肪酸の体内燃焼に不可欠な物質であり、体脂肪燃焼やスタミナ源としての効果が期待されている。牛などの草食動物由来の肉に多く含まれる。

タウリン：アミノ酸類似物質で、脂質の消化吸収に関与し、疲労回復に役立つ。魚介類に多く含まれる。

カルノシン、クレアチン、カルニチンなどの動物由来の機能性成分は飼料中にほとんど含まれておらず、健康な家畜が体内で生合成する成分である。ヒトも動物であるため生合成が可能であり、必須栄養素という訳ではないが、ストレスや老化に伴って不足がちになる。これらは牛自身にとっても機能性成分であり、快適な飼養環境下で牛自らが豊富に生合成したことは、その牛肉に対する安心感の醸成につながるものと期待される。

第3群（食味性）の化学成分

水分(脂肪含量)：水分含量は脂肪含量（霜降り）と負の相関があり、本報告では脂肪含量の推定値を水分含量から《脂肪% = 101.7 - 1.35 × 水分%》で算出した。

不飽和脂肪酸割合：脂肪の質を左右する項目であり、一般的に不飽和脂肪酸割合が高い牛脂

肪は柔らかく溶け易く、風味が優れると考えられている。

イノシン酸：筋肉活動の原動力であるATP(アデノシン3リン酸)から産生する物質であり、
鰹ダシに代表される水溶性旨味成分である。

遊離アミノ酸：水溶性呈味成分である。その代表であるグルタミン酸は昆布ダシの旨味成分
であり、前述のイノシン酸との間で旨味における相乗効果を発揮する。

これらの美味しさに関わる成分は、消費リピーターの確保につながるものであり、最も重要な成分である。しかし、美味しさについては調理法などの影響が大きく、消費者にデータを直接紹介することよりも、料理法の提案を行うための基礎情報として利用することが望まれる。

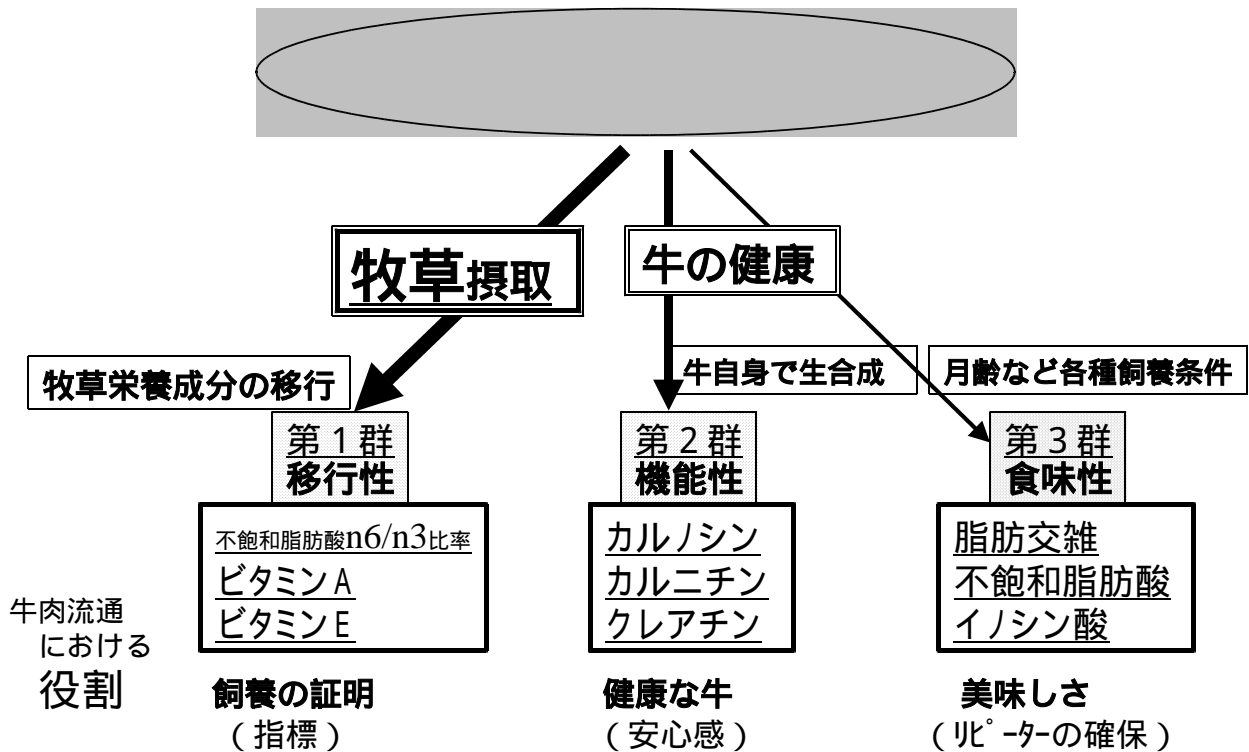


図1 . 牛肉の化学成分に対する牧乾草多給飼養の影響

2 . 牧乾草多給牛肉の概要

かつて肥育全期間にわたり良質牧乾草を多給し、粗飼料の乾物摂取割合を35～40%にまで高める肥育方式による実証試験を、褐毛和種去勢牛6頭(草区)を用いて南阿蘇畜産農協で実践し、同農協での慣行的な肥育牛6頭(慣行区)と比較した。

今回、草区と同様の良質牧乾草多給試験を改めて同農協で実施することとし、褐毛和種去勢牛6頭(草区)を肥育した。また産山村上田

表1 . 供試牛の概要(褐毛和種去勢牛)

概要	区の名	供試頭数	出荷月齢	枝肉重量	脂肪含量	飼養の特徴	
2006年度	対照区	慣行	6	24.6月	474 kg	24%	南阿蘇での慣行肥育
	試験区	草	6	27.2	462	24	南阿蘇での実証試験
2008年度	試験区	草	6	28.3	446	27	南阿蘇: 2回目の試験
	試験区	産山	6	29.9	544	19	粗飼料多給+運動

尻牧野組合では、快適な飼養条件を実現するため常時運動可能なパドック付きの牛舎を用い、

褐毛和種去勢牛6頭(産山区)を良質牧乾草多給で肥育した。各区の概要を表1に整理した。

各区の牛肉の特徴として、慣行区は若齢にもかかわらず良好な格付けを示し、草区は粗飼料多給ではあるが長期肥育によってある程度の格付けを確保し、草区は粗飼料多給で草区以上の長期肥育によって高い格付けを実現し、産山区は健康的で個性ある牛肉となった。これらの供試牛24頭分のロース芯および皮下脂肪における各種化学成分含量を調査した。

3. 牧乾草多給牛肉における化学成分

第1群(移行性)の化学成分

まず、牧草由来の栄養成分が牛体内に移行蓄積する化学成分含量を表2に示した。慣行区以外の試験区におけるロース芯の不飽和脂肪酸n6/n3比率は、牧草中のn3脂肪酸の蓄積によって有意に低い値を示した。ビタミンAの主体であるレチノールの皮下脂肪における含有量は、試験区が有意に高く、カロテンも草区を除き有意に高い値を示した。-カロテンは牧草中に多量に含有される成分であり、牧草の摂取に伴い牛体内に移行蓄積し、レチノールは牛体内で-カロテンから生合成されたものである。これに対しビタミンEのトコフェロールは草区が他の区と比較して有意に低い値となった。トコフェロールは牧草に多く含まれているが、濃厚飼料にも含まれているため、処理区の違いが明確にならなかったものと思われる。

表2. 植物由来の栄養成分(第1群:移行性成分)

区名	ロース芯		皮下脂肪	
	不飽和脂肪酸n6/n3比率	レチノール	カロテン	トコフェロール
慣行	16.7 a	6.8 c	0.0 c	0.35 a
草	9.2 b	25.7 a	26.2 a	0.52 a
草	10.3 b	15.8 b	2.3 c	0.05 b
産山	8.6 b	19.2 ab	12.5 b	0.42 a
区間差	**	**	**	**

** : p<0.01 a>b>c

これらのことから、牧草給与の検証手段としては不飽和脂肪酸n6/n3比率とレチノールが有効であると考えられた。両者による散布図は、図2に示すとおり試験区と慣行区との識別を可能にした。将来、慣行的な肥育方式でありながら牧草多給牛肉として販売するような「まがい物」が増えることが危惧されるが、その予防策としての検証手段は不可欠であり、その1つの方法としてこれらの化学成分値が有効となるであろう。また、これらの牧草給与に起因する成分は食品栄養学的に好ましい成分であることは有り難い。

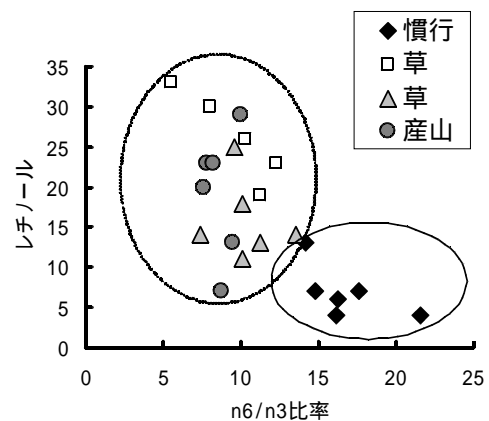


図2. 化学成分による牧草給与の検証

第2群(機能性)の化学成分

動物由来の各種機能性成分およびビタミンB群のナイアシン含量を表3に示した。試験区におけるロース芯カルノシン含量は慣行区と比べて高い値を示し、草区を除き統計的に有意であった。クレアチン含量は草区が、ナイアシン含量は草区が、タウリン含量は産山区が、慣行区に対してそれぞれ有意に高い値を示した。これに対し、カルニチン含量は草区でやや低い値となった。良好な増体を示すような高栄養飼養の場合、カルニチン含量が低下すること

が知られている。草 区は豊富な脂肪含量（27%）から高栄養飼養であったことが伺われ、このことがカルニチン含量の低下要因となったのかもしれない。

試験区において、牛自らが生合成し、牛自身にとっても機能性を発揮する各種栄養成分含量が豊富であったことは、飼養方法に対する安心感の醸成に繋がる。なお、これらは高齢者による積極的な摂取が望まれている栄養成分である。

表3. ロース芯における動物由来の栄養成分(第2群:機能性成分)

区名	カルノシン (Car)	クレアチン	ナイアシン	カルニチン	タウリン (Tau)
慣行	357 b	367 b	4.29 b	88.6 a	21.0 b
草	438 a	408 a	4.83 b	94.0 a	22.5 ab
草	419 ab	355 b	5.68 a	75.3 b	19.1 b
産山	439 a	403 ab	4.72 b	99.5 a	25.3 a
区間差	*	*	**	*	*

*:p<0.05, **:p<0.01 a>b>c

第3群（食味性）の化学成分

食味に関わる各種化学成分含量を表4に示した。脂肪含量（脂肪交雑）は草区が高く、産山区が低い値を示したが、処理区間に統計的な有意差は認められなかった。また、脂肪の質に関わる不飽和脂肪酸割合においては若齢であった慣行区が低い値を示したが、これについても有意差は認められなかった。

表4. ロース芯における味に関わる化学成分(第3群:食味性成分)

区名	脂肪含量 (推定値)	不飽和脂肪酸割合	イノシン酸 (IMP)	遊離アミノ酸(FAA)
慣行	23.9 -	53.1 -	0.02 b	235 a
草	24.5 -	55.0 -	0.05 a	143 c
草	27.4 -	54.5 -	0.02 b	221 ab
産山	19.3 -	54.1 -	0.06 a	158 bc
区間差	ns	ns	**	**

ns:p>0.05, **:p<0.01 a>b>c

草 区と産山区は、イノシン酸含量が有意に高い値を示したが、遊離アミノ酸含量は慣行区と比較して有意に低い値となった。図3に示すとおり、牛肉中のイノシン酸含量は屠畜後の急激な上昇とその後の低下が、遊離アミノ酸含量は直線的な増加が、それぞれ認められている。このため、各区の牛肉の熟成期間の違いが化学成分含量に影響した可能性が考えられる。牛肉では消費者の元に届くまでに屠畜後10日以上経っている場合が多く、慣行区と草 区は、10日以上冷蔵保存によってイノシン酸が低下し、同時に遊離アミノ酸が増加したものと考えられた。これに対し、草 区と産山区はその逆で、冷蔵保存期間が短かったためイノシン酸の低下を免れたものの、遊離アミノ酸の増加が不十分であったものと考えられた。今後はそれぞれの牛肉の特徴を活かすような、適正な熟成日数を検討する必要があるものと考えられる。

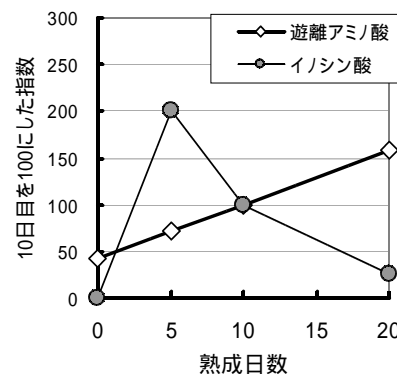


図3. 冷蔵熟成によるイノシン酸と遊離アミノ酸の変化

なお、呈味に対してイノシン酸とアミノ酸は相乗効果を有することが知られており、供試牛24頭において脂肪含量と「イノシン酸×アミノ酸」との間の相関係数を算出したところ、-0.470と5%水準で有意となった。各区の平均値の散布図を図4に示したが、産山区は脂肪含量は少ないものの、呈味成分「イノシン酸×アミノ酸」は多かった。

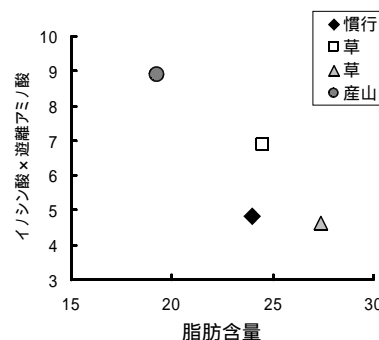


図4. 脂肪含量と呈味成分との関係

4.2 シーズン放牧型の牧乾草多給牛肉の特徴

2シーズン放牧を想定し、粗飼料多給だけでなく運動場も確保して肥育した産山区は、慣行区と比較して、移行性成分も機能性成分も高く（n6/n3比率は低く）、脂肪含量は若干少ないものの、脂肪の質では差がなく、呈味成分「イノシン酸×アミノ酸」の値は高かった。すなわち、特徴的な牛肉となっていたものと思われる。

これらの特徴をまとめると図5のとおりとなる。

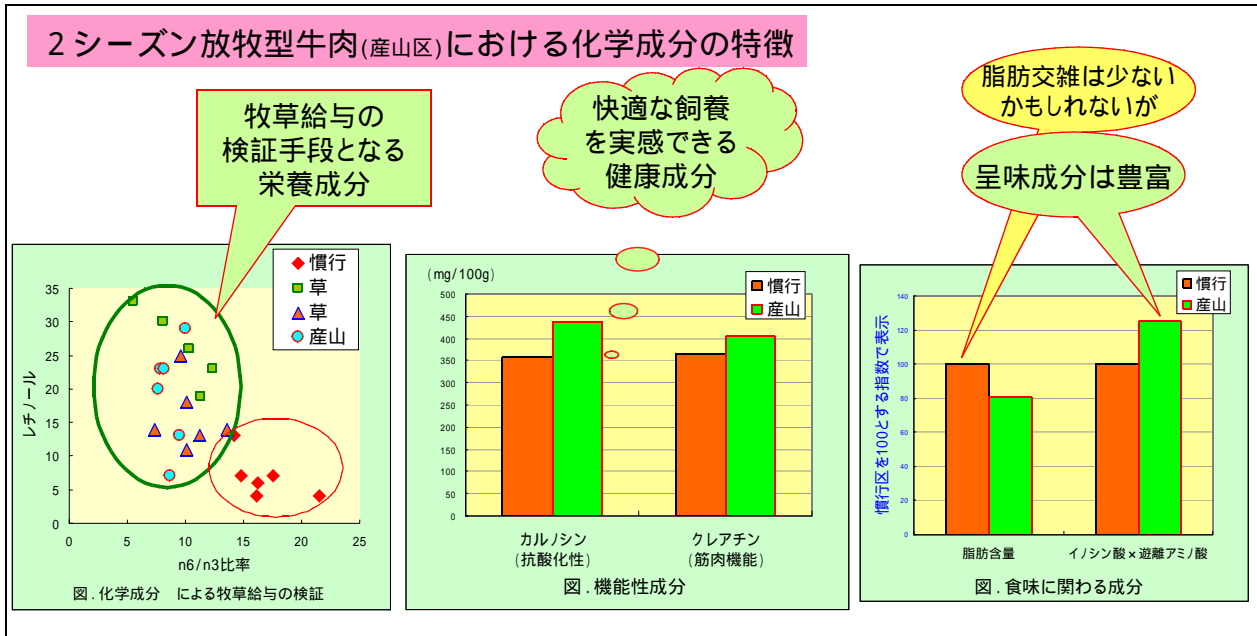


図5. 放牧型牛肉の化学成分紹介のイメージ

参考資料 出荷牛の事例写真（枝肉断面、分析用サンプル）

調査牛の枝肉(事例1) 牛No.10



調査牛のサンプル(事例2)

