

# Studies on utilization of tropical grasses in dry-aged beef production toward establishing an Okinawan food brand

花ヶ崎, 敬資

<https://hdl.handle.net/2324/6787704>

---

出版情報 : Kyushu University, 2022, 博士 (農学), 論文博士  
バージョン :  
権利関係 :

氏名	花ヶ崎 敬資		
論文名	Studies on utilization of tropical grasses in dry-aged beef production toward establishing an Okinawan food brand (沖縄フードブランドの確立を目指したドライエイジングビーフ製造のための暖地型牧草導入に関する研究)		
論文調査委員	主査	九州大学	職名 教授 氏名 辰巳 隆一
	副査	九州大学	職名 教授 氏名 安尾 しのぶ
	副査	九州大学	職名 准教授 氏名 鈴木 貴弘

## 論文審査の結果の要旨

日本最南端の沖縄は日本有数の畜産振興県であり、農業総生産額に占める牛肉産業の割合は約25%を占め、過去10年間の仔牛の販売数は全国4位の実績を有する。また、沖縄県の公式発表によると、2018年に沖縄を訪れた外国人観光客は300万人を超え、2019年には国内外から約1000万人の観光客を記録している。観光客数の増加に伴う需要増加(経済効果)に対応するため、「石垣牛」、「山城牛」、「宮古牛」など、沖縄が誇る個性豊かなブランド牛の生産増強が急務である。繁殖効率と生産性を向上させるには良質な牧草(飼料用草本)を給餌することが飼養・管理の基本であるが、十分な量の牧草を安定的に生産することが難しい状況にある。即ち、沖縄は一年を通して温暖な亜熱帯気候を呈するため多年生草本の栽培が可能ではあるが、肉牛飼育が盛んな本島周辺の小島の多くは年間降水量が不足しており牧草の収量が低い。このため、乾燥耐性の高い新種の飼料用草本の導入および栽培方法の至適化が強く求められている。本研究では、沖縄ブランド牛肉の生産技術基盤確立と差別化を目指して、導入する暖地型牧草とその繁殖法を確立すると共に、牛肉熟成法としてカビ熟成ドライエイジングを提起するに至った。その概略を以下に記す。

先ず、導入暖地型牧草の収量と栄養価の調査、栄養繁殖による草地造成法の開発、および沖縄産牧草などのサイレージ発酵特性に関して研究を実施した。暖地型牧草であるバシリスクの単一栽培(試験Ⅰ)およびバシリスクとMG5の複合栽培(試験Ⅱ)の生産性と栄養価を沖縄県奨励品種と比較した。試験Ⅰでは、バシリスクの乾物収量(119.5 t/ha)は沖縄県奨励品種の代表であるトランスバーラを有意に上回った。乾物消化率(56.7 ± 0.1%)も他の奨励品種(51.4 ± 0.3~54.5 ± 0.2%)を上回っていた。加えて、可消化乾物収量(64.8 t/ha)と粗タンパク質含量(13.7 t/ha)もトランスバーラを上回った。試験Ⅱでは、バシリスクとMG5の乾物収量はそれぞれ93.0 t/haと97.2 t/haであり、いずれも沖縄県奨励品種であるパラグラスの78.6 t/haを上回った。バシリスクとMG5の可消化乾物収量はそれぞれ48.8 t/haと50.3 t/haであり、これらの値はパラグラスを有意に上回ると共に、粗タンパク質含量(10.4 t/haと10.9 t/ha)は他の*Urochloa*属品種と同等であった。従って、バシリスクとMG5は一般的な沖縄県奨励品種と比べて優れた生産性と栄養価を有することが明らかになった(第2章)。本結果を受けて両品種は平成28年に沖縄県飼料作物の奨励品種として認定された。

上述のバシリスクとMG5は沖縄県内では採種率が極めて低いことから、栄養繁殖による草地造成法の開発を試みた。即ち、牧草の幹(茎)を地面から約10 cmの位置で切断し、これを培養土と土の混合土に深さ3 cmで挿して発根させる方法により、77%の発根苗率の獲得に成功した。また、生

育した牧草の3節を残して高刈りし、下側の節から発根した状態で先と同様に混合土に挿した場合にも発根苗率67%の好成績を得た。これらの苗を国頭マージ土壤に定植したところ、良好に生育・定着することを確認した(第3章)。また、栄養価が高く経済的なサイレージの発酵プロセスを解析する目的で、沖縄県内で調製された様々なサイレージ中の乳酸菌の生化学的性状解析および16S rDNA塩基配列解析を行い、計16属37菌種の多様な乳酸菌を同定した。品質の良いサイレージでは*Lactobacillus*属菌種が優占種であることを見出し、これが高品質サイレージの重要な要素であることを示唆した(第4章)。本研究で明らかとなった導入牧草バシリスクとMG5の優れた生産性と栄養価、草地造成法の開発、およびサイレージ発酵菌叢解析は、沖縄ブランド牛のコマーシャル化に必要な優れた生産性と肥育特性などの栄養飼養学的基盤の構築に大きく寄与すると期待された。

次に、沖縄ブランド牛肉の差別化を目的に牛肉熟成法に関する研究を実施した。先ず、沖縄県産経産牛肉などを供試材料としてドライエイジング(湿度80%、2℃、28日間熟成)とウェットエイジング(真空パック包装、2℃、28日間熟成)の肉質特性を比較した。タンパク質構成アミノ酸である旨味系、甘味系、および風味系アミノ酸は両熟成(エイジング)区で有意に増加した他、破断応力、剪断力価、および歪率の測定結果から熟成に伴い食肉が軟化することを確認した。ドリップロスとクッキングロスにはウェットエイジングに比べドライエイジングで低値を示し、ドライエイジングが進むにつれ減少する傾向が認められたことから、牛肉に対するドライエイジングの有効性が示された(第5章)。また、ドライエイジングのうち、欧米で主流なカビ熟成に適した菌の単離に成功し、菌の形態観察およびITS領域DNA塩基配列の分子系統解析から*Mucor flavus*と同定した。カビ熟成28日後では、カビ無し熟成に比べ有意に軟らかく、また、カビ熟成肉の内部(トリミング後深さ3cm)では遊離アミノ酸含量の有意な増加はなかったが、カビが生育しているトリミング部では、牛肉では一般的に検出されないギャバ、プロリン、アスパラギン酸などを含め旨味系、甘味系、風味系アミノ酸全ての増加を認めた(第6章)。さらには、トリミング後の肉表面(通常食する部位)では、総遊離アミノ酸、甘味系アミノ酸、および風味系アミノ酸含量が有意に増加することも明らかにした。アミノ酸はグルコースとの加熱反応により様々な風味を呈する香気成分を生じることから、肉表面の焼き(グリル加熱)はこれら香気成分の生成に寄与すると考えられた。さらには、高極性化合物が多く検出された他、2-オクテナール、2,4-ノナンジエナール、2-ウンデセナールなどのナッツ香・焼肉香成分はカビ熟成肉のみで検出されたことは特筆に値する。よって、これら高極性化合物がカビ熟成肉特有の風味に寄与していることが示唆された(第7章)。

以上要するに本論文では、沖縄ブランド牛生産の基盤となる栄養飼養学的知見と共に、カビ熟成ドライエイジングによる食肉の軟化、旨味系・甘味系・風味系アミノ酸の増加、および特徴的な香気成分の発生を見出した。これらの知見は、食味や食感の向上および独特な風味の付与による沖縄ブランド牛肉の差別化、ひいては、沖縄フードブランドの確立に大きく貢献する価値ある業績と認める。よって、本論文は博士(農学)の学位に値すると認める。