

研究課題名：

ウシ初期成長期の代謝生理的インプリンティング効果を利用した
荒廃農地放牧による安全な牛肉生産システムの構築



後藤貴文（研究代表者、左写真）・飛佐 学*（研究分担者）・橘 哲也*（研究分担者）（農学部附属農場・高原農業実験実習場、*農学研究院）

背景：

輸入飼料の大量給与に支えられた我が国の牛肉生産はBSE等伝染病の流入や環境汚染等の問題を深刻化させており、早急に我が国の草資源を利用した牛肉生産システムへのシフトが必要である。現在、我が国には放棄され荒廃した多くの農地があり、その使用はなおざりにされたまま数十年が過ぎようとしているものもある。そのような土地を農地として保全しておくことは有事の備えとして重要である。本研究は“農業が食料問題や環境問題、医療問題（疾病の予防と言う意味において）に対して著しく大きな役割を担っている”という観点から、草資源による良質牛肉生産に適応した牛の体質を形成するための“初期成長期の代謝生理的インプリンティング効果”（幼少期の栄養環境等によりその後の代謝生理機能が制御されていくような不可逆的な効果）という新奇概念を導入して、荒廃農地の未利用草資源を活用した安全かつ低コストな新奇良質牛肉生産システムを開発しようという先駆的で独創的な試みである（Figure 1）。すなわち、牛肉生産に関与した遺伝子機能の相互作用、ゲノムワイドな遺伝子の発現、ゲノムレベルでの転写調節機構について解析し、初期成長期の代謝生理的インプリンティング効果の分子メカニズムを解明するとともに、良質牛肉生産、食料自給率の向上、農地保全、景観の維持機能を兼ね備えた新奇な次世代型農業分野の構築を目指すものである。近年、ヒトやラットでは遺伝だけでなく肥満や動脈硬化症等の体質は初期成長期あるいは幼少期の栄養環境が大きく影響していることが報告されている。しかしながら、反芻類家畜における、いわゆる代謝生理的インプリンティング効果に関しては不明な点が多い。本研究ではまず草資源による良質で安全な牛肉生産に適応したウシの体質形成プログラムの構築を目指し、幼少期の栄養環境を変化させることによる初期成長期の代謝生理的インプリンティング効果解明のための基礎的研究、ならびに荒廃農地を利用した牛肉生産システム構築のための基礎的研究を行った。

本経費による研究助成の成果：

本研究は以下に挙げる2つの大きなテーマに分けて実験を行った。

(1) 草資源、特に雑草を活用して良質で安全な牛肉を生産するウシの体質形成プログラムの構築に関する基礎的研究

ホルスタイン去勢牛を用いて初期成長期（幼少期）に高栄養区（濃厚飼料区:concentrate-fed）と低栄養区（粗飼料区:roughage-fed）に分けて飼養し、肉質に関連する遺伝子群の筋内での発現がどのような差異を示すのかを検討した。調査遺伝子として肉質に関連

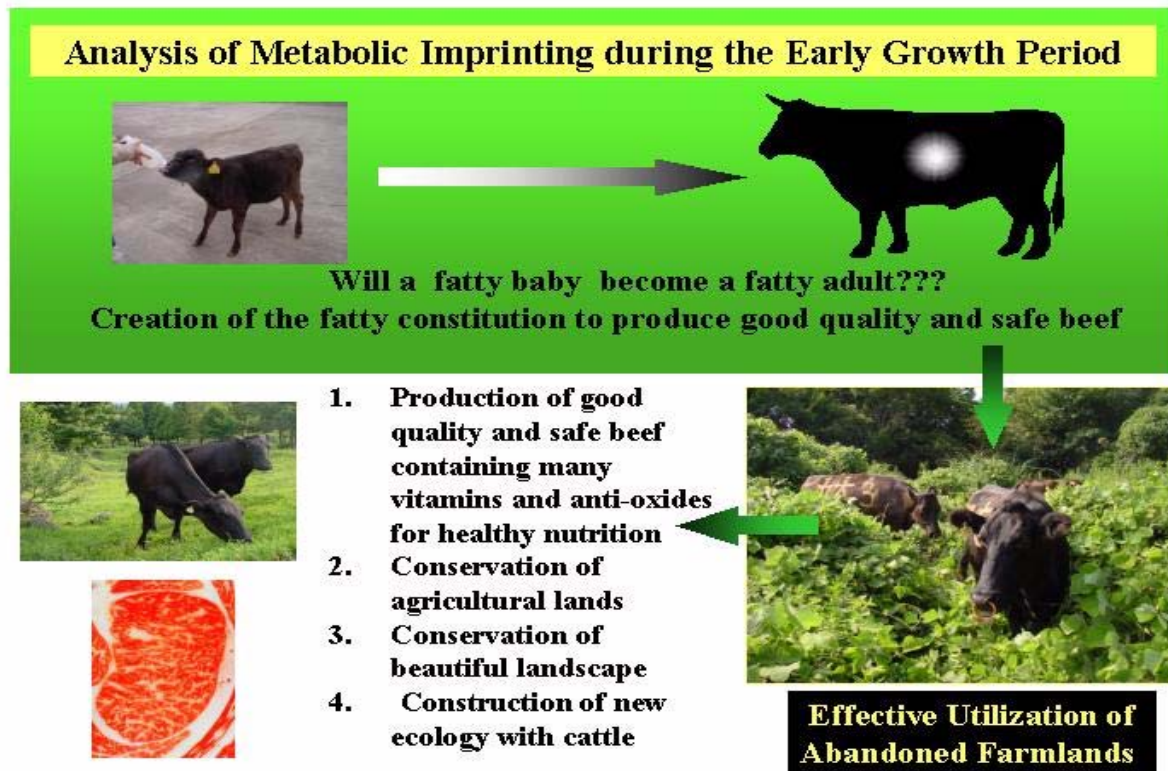


Figure 1. The strategy of a new beef production system: the utilization of abandoned agricultural lands for field grazing of Wagyu metabolically imprinted with a more fatty constitution.

する筋内脂肪細胞の分化制御因子であるペルオキシゾーム増殖剤応答性受容体 (PPAR γ) と肉量に関連する筋発達制御因子マイオスタチン (myostatin) の発現を調査した。実験牛群が5カ月齢に達したところでバイオプシー (Figure 2) により2種類の筋サンプル(胸最長筋 LT、大腿二頭筋 BF)を採取し、RT-PCR 法により上記2種の遺伝子の発現について解析した。また、主要な筋成長



a. Needle Biopsy



b. Shot Biopsy

Figure 2. Two techniques of muscle sampling from muscles of cattle.

因子であるインスリン様成長因子-I (IGF-I) の血中濃度を定量した。その結果、筋内 PPAR γ の発現は初期成長期の飼養条件により有意に異なり (Figure 3)、筋内のマイオスタチンの発現は有意な差異が認められなかった。血中の IGF-I 濃度は飼養条件により異なった。初期成長期の飼養条件により処理直後における筋内の脂肪細胞分化因子の発現が異なったことより、今後も調査を継続してこの差異が体質としてその後の成長過程で維持されていくかを調査する予定である。

また、処理区間に有意な体重差が認められ、血中 IGF-I 濃度にも有意な差異が認められたにも関わらず、筋発達制御因子の発現に有意な差異は認められなかった。筋内マイオスタチンの発現は病的あるいは人工的に施された異常な状態において変化が起こることが報告されているが、本研究の結果より、マイオスタチンは通常の生体において恒常性を維持できる範囲内の飼養条件の変化では影響されず、これは筋発達をより高次に制御しているものと推察された。

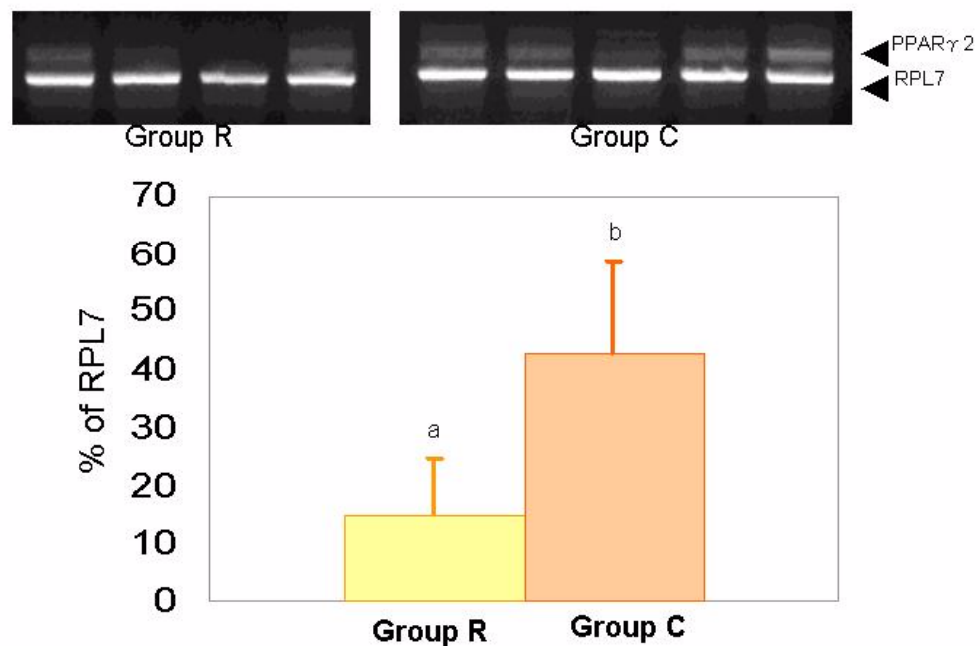


Figure 3. Comparison of the expression of PPAR γ 2 mRNA between Groups R (roughage-fed) and C (concentrate-fed) in longissimus thoracis muscle (LT) of Holstein at 5 months of age. At this age in LT of Holstein, the expression of PPAR γ 2 mRNA in Group C was significantly higher than that in Group R. a, b: Significant difference at $P < 0.05$

(2) 荒廃農地における植生変化のモニタリングとウシの管理システムに関する基礎的研究

大分県豊後高田市の果樹園跡地（ミカン園跡地）を利用して、雑草が繁茂している荒廃農地の植生がウシの導入によってどのように変化していくのかを植生調査によりモニターした。それにより、放牧に適した荒廃農地の植生の選択、荒廃地の面積に対する導入するウシの適正頭数（放牧圧）を決定するスタンダードをつくり、永続的に繁殖牛あるいは肥育牛を飼養する管理システムを構築することを目的としている。本年度は夏季にクズ (*pueraria lobata Ohwi*) が繁茂していた果樹園跡地において放牧を行い、異なる放牧強度が放牧牛の採植物、植物構成現存量に及ぼす影響について検討した。樹園跡地に強放牧区 (1.5ha) および弱放牧区 (3.2ha) を設置し、2002年7月よりそれぞれ黒毛和種繁殖雌牛3頭 (平均62ヵ月齢、平均体重448kg) を放牧し、その後毎月中旬に調査を行った。各区、トランセクト (100m、3反復) を設置し、1m間隔の地点において出現植物を記録し、出現種数および出現率を求めた。また、各区3地点 (1m²) において地上部の刈取りを行い、現存量を測定した。放牧牛の採食物は、10月より昼間計6時間行動調査を行い、3分間隔でその採食物を記録した。現存量は8月より12月にかけて減少したが、両区間

に有意な差は認められなかった。同様に出現種数にも両区間の有意な差は認められなかった。一方、10月にクズの採食観察率は強放牧区において有意に高い値となり ($P < 0.05$)、採食物の約8割を占めるほどであった。しかし、10月に強放牧区においてはクズの採食観察率が急激に減少し、12月には両区ともほとんど観察されなかった。1月には両区においてクズの茎部の採食、弱放牧区においてはクズの落葉の採食が認められた。イネ科多年生草本であるカモジグサ (*Agropyron tsukushiense* Ohwi) の採食観察率は、強放牧区において10月から1月にかけて、0.00から0.28まで増加した。植物構成の変化に関して8月から9月にはクズの出現率が増加したが、その後減少に転じ、12月以降は葉部が枯死したため茎部のみが観察された。9月から10月にかけて強放牧区においてクズの出現率が大きく減少し、弱放牧区と比べて低い値となった ($P < 0.05$)。これは10月の採食観察率に示唆されたように、クズが集中的に採食されたためであると考えられた。また、8月には出現率が0.01以下であった裸地および1~2年生草本が増加していく傾向にあったが、放牧強度の影響は明確には現れなかった。

以上、6ヵ月間の放牧期間中に現存量、出現種数および植物構成に関して放牧強度の影響は小さかったが、クズの生育期あるいは開花期における被食程度の違いは、来春以降のクズの生育および今後の植生の変化に影響をおよぼすと考えられた。

本教育研究経費による研究助成により牛初期成長期の代謝生理的インプリンティング効果による体質形成プログラム構築に関する重要な基礎的知見ならびに荒廃農地、特に果樹園跡地の未利用草資源を用いた放牧による牛肉生産システムに関する重要な基礎的知見が得られた。本研究助成は今後の本研究の進展に著しい成果をもたらしたものと確信する。本研究により得られたデータをもとに、今年度から代謝生理的インプリンティング効果処理を施した牛群を荒廃した樹園跡地に実際に放牧し、実証的な牛肉生産実験を行う予定である。

論文:

1. Gotoh T. 2003. Histochemical properties of skeletal muscles in Japanese Cattle and their meat production ability . Review. *Animal Science Journal* 74. accepted.
2. 後藤貴文. 2003. 果樹園跡地の未利用草資源を利用した牛肉生産システムの再構築. 草地学会九州支部会報 33(1):18-25.
3. Gotoh, T. 2003. Creation of a Novel Beef Production System in Japan: Effects of Metabolic Imprinting during Early Growth and Utilization of Abandoned Agricultural Land. Proceedings of the 1st international symposium; Present and Future of Transgenic Cloned Pig Research (Daejeon, Korea): 41-45.

学会発表:

1. 後藤貴文. 果樹園跡地の未利用草資源を利用した牛肉生産システムの再構築戦略. 西日本畜産学会・日本草地学会九州支部・九州沖縄農業試験研究推進会議畜産草地推進部会共催シンポジウム (大分)、2002年10月.
2. 林 恵介・宮川 創・植田 彩・衛藤哲次・塩塚雄二・重盛 進・増田泰久・名田陽一・後藤貴文. 放牧強度が異なる樹園跡地における植生の短期的変化. 第58回日本草地学会 (筑波). 2003年3月.

3. 宮川 創・林 恵介・植田 彩・塩塚雄二・衛藤哲次・重盛 進・増田泰久・名田陽一・後藤貴文. 樹園跡地植生の群落内照度に及ぼす異なる放牧強度の影響. 第 58 回日本草地学会 (筑波). 2003 年 3 月.
4. 植田 彩・林 恵介・宮川 創・衛藤哲次・後藤貴文・増田泰久. 放棄果樹園におけるセイタカアワダチソウの放牧牛による採食利用. 第 42 回日本雑草学会 (東京). 2003 年 4 月.

略歴 :

- 1964年10月30日生まれ
- 1996年 九州大学大学院農学研究科畜産学専攻博士後期課程修了
- 1997年 3月 博士 (農学)、九州大学
同年3月より九州大学大学院農学研究院 助手
- 2000年 8月より九州大学大学院農学研究院 助教授 (農学部附属農場高原農業実験実習場)
- 2001年 3月 「和牛骨格筋の産肉能力と組織化学的特質」にて日本畜産学会賞受賞