

総 説

東北アジア地域の次世代型肉用牛開発の展望

— 環境と調和した産肉システムの視点から —

山口 高弘*

(東北大学大学院農学研究科

環境保全型牛肉生産技術開発学寄附講座)

2010 年 10 月 10 日 受理

1) はじめに

近い将来、中国、韓国を中心とする近隣諸国の食生活の向上に伴い、日本を取巻く食事情、特に食肉の需要と供給のバランスは大きく変化する。とりわけ、日本を含む東北アジアの牛肉の需要は著しく拡大することが確実視されている。この地域では牛肉の消費量は持続的に増加し、供給量は追いつかず、牛肉不足は食生活のみならず経済的にも大きな打撃を与えることが予想される。このことを解決するには、東北アジア地域での肉用牛遺伝資源の開発と牛肉の持続的増産の基盤整理を長期的展望に立ち実施することが不可欠である。共用可能な専用肉用牛遺伝資源の開発に関しては、①寒冷地での産肉効率が高いこと、②放牧特性ならびに粗飼料資源の利用特性が優れていること、③環境負荷が小さいこと、④繁殖・飼養管理が容易であること等が重要な指標として挙げられる。また、牛肉の持続的増産に関しては、消費者のニーズに対応した生産拡大が必要である。欧米ではもちろんのこと、脂肪交雑（霜降り）の優れた高級牛肉の生産にたよりがちであったわが国でも、近年、脂肪量の少ない赤身牛肉の消費が拡大し、その嗜好は健康感と共に徐々に増加する傾向にある。今後、中国や韓国でも同様の傾向が予測される。以上のような背景から、東北アジア地域での牛肉需要に応えるためには、高品質の赤身肉を効率的に生産する専用肉用牛資源を造成し、わが国を主体とした近隣諸国での赤身牛肉の増産のための基盤構築が不可欠である。

限られた地球規模の中で、どのように持続的な牛赤身

肉の増産を達成するかは大きな課題であるが、その解決には、現存する肉用種の中から東北アジアの風土、気候に適応し、目的を満足する専用肉用牛遺伝資源の開発を念頭に共通するグローバルスタンダードとなる環境負荷の少ない赤身肉の産肉性に優れた専用肉用牛資源（グローバルスタンダード専用肉用牛資源）を選抜し、その造成と高度活用を目指すことが必要である。

このような視点から、将来的な東北アジア地域での牛肉需要に対応し、消費者のニーズに応える赤身肉増産を持続的に行うための基盤構築のための現状と専用肉用牛の遺伝資源開発に向けた調査を、わが国をはじめ、中国、韓国、欧州で行ったので紹介する。

2) 中国の肉用牛の現状

「中国家畜地方品種」では、各地域在来固有の黄牛（Chinese Yellow Cattle）が約 50 品種紹介されている¹²⁾。黄牛は、一般的に斜尻で後軀は小さく、骨格筋量は少ない。毛色は黄色が最も多く、赤色や黒色のものもあり、品種によって様々で、品種内でもバリエーションがある。黄牛は晩熟で肉の生産能力が劣るために、産肉能力は肉用専用種に比べて低い。雄では肩峰と胸垂の発達しているものが多いが、胸深は浅い。これら黄牛の中で、延辺牛、秦川牛、南陽牛、魯西牛および晋南牛の 5 品種が肉用牛に適するとされている。

黄牛は、役用として長い間飼養されてきたが、農業の機械化や生活水準の向上等により、農家は牛を肉用として飼い始めるようになった。したがって、中国における本格的な肉用牛生産は、最近になってからである。

中国の牛（水牛を含む）の飼養頭数は、1981 年で 7,170 万頭であったが、2005 年には、141,575 千頭と倍増した（表 1）。その約 75% は役肉兼用種の黄牛であり、

* 連絡者：山口 高弘（やまぐち たかひろ）
（東北大学大学院農学研究科
環境保全型牛肉生産技術開発学 寄附講座）
〒981-8555 宮城県仙台市青葉区堤通雨宮町 1-1
Tel: 022-717-8892
E-mail: ty1010@bios.tohoku.ac.jp

表 1. 中国の肉用牛飼養頭数
及び牛肉生産の年次推移

年次	飼養頭数 (千頭)	牛肉生産量 (千トン)
1980	71,700	269
1990	102,900	1,256
1994	123,318	3,270
1995	132,060	4,154
1996	110,318	3,557
1997	121,822	4,409
1998	124,419	4,799
1999	126,983	5,054
2000	128,663	5,328
2001	128,242	5,488
2002	130,848	5,846
2003	134,672	6,304
2004	137,818	6,759
2005	141,575	7,115

された。多く活用された品種は、シンメンタール種、ショートホーン種、ヘレフォード種、リムジン種およびシャロレー種である。特に、兼用種のシンメンタール種は、粗飼料下でも能力を発揮したことから、最も多く利用された^{4,5)}。一般の農家レベルでは、交雑したF₁雌牛にリムジン種またはシャロレー種を交配してF₂牛を生産する方式、F₂雌牛に在来の黄牛雄を交配して生産する方式が一般的に採用されている。

中国の牛肉生産量（枝肉重量）は1980年に26.9万トンであったが、1999年には500万トンを越えるまでに拡大し、2005年には712万トンに達した（表1）。現在、中国はアメリカ、ブラジルに次ぐ、世界第3位の牛肉生産国であり、牛肉生産の増加率は豚肉、鶏肉、羊肉など

純粋種は少なく、交雑種がほとんどである³⁾。

中国では、黄牛の改良のために1910年に外国種を導入し始めた。主に7品種、シンメンタール種、ショートホーン種、ヘレフォード種、シャロレー種、シンデー赤牛、ムラー種等がカナダ、英国、スイス、フランス、オーストラリアから導入

の畜産物の中で最も高く、2000年以降は年率5～7%で増加している^{4,5)}。

中国の牛の屠殺頭数は、1980年に300万頭であったが、2002年には4,400万頭に、枝肉重量は1980年の83.3kgから2002年には133.0kgとなり、約1.6倍に増加した。しかしながら、世界の平均枝重（153kg）および先進国のそれ（252kg）に比較すると、依然として低い値である^{4,5)}。

中国では、牛肉生産の約95%は国内で消費されており、国民一人当たりの牛肉消費量は、1980年の0.27kgから2004年の5.2kgに増加した。

中国の黄牛と造成品種（草原紅牛、新疆褐色牛、三河牛）の分布を図1に示した^{6,7)}。肉用牛の主要な産地は、中国北部と西部の草原地帯の内モンゴル自治区、甘粛省、新疆ウイグル自治区、青海省、チベット自治区であったが、肉用牛飼育は最近では、過放牧等により、これらの地域で減少し、中央平原の河南省、河北省、山東省、安徽省などの農業地帯と北東部の黒龍江省、吉林省、遼寧省で増加している。

以上のように、中国では外国種の導入により大型化と産肉性の向上を目指した黄牛の品種改良が図られているが、専用肉用種の確立は十分でないのが現状である。近年、中国の牛肉産業は急速に発展しているが、肉用牛の枝肉重量の増大、肉質の改善等の課題が残っている。

本稿では、中国の一般農家の肉用牛の飼養形態、肉用牛として期待されて最も多く飼育されている黄牛の一品



図 1. 中国の黄牛と造成品種の分布

種である秦川牛（Qinchuan breed）と新しく造成された品種の草原紅牛（Chinese Grass Steppe）を中心に紹介する。

1. 黄牛の現地調査

i. 一般農家での調査

江蘇省徐州新沂市（XinYi）の多種経営管理局（農業改良普及センターに相当）で黄牛の飼育状況と近郊の飼育農家の調査を行った。

新沂市には役畜として2万頭程度の黄牛が飼養されている。主な黄牛の品種は魯西黄牛と秦川牛である。

一般の農家では、粗飼料として野草のほか農場副産物としてトウモロコシの幹、麦ワラが豊富であり、濃厚飼料も自給可能である。粗飼料は、乾燥物を積み上げてビニールシート等をかぶせて貯蔵する。

この地域の黄牛は通常15ヶ月齢で初回種付けされ、平均終身産次は12産程度である。肥育素牛の生産は増体を重視して外国種が利用されており、黄牛の雌にシャロレー種、シンメンタール種、リムジン種、アンガス種等の外国種の精液が人工授精され、また、黄牛と外国肉用種との交雑種も後継牛として利用されている。このような交配方法は、30年間以上続けられている。黄牛の役用牛としての重要性は高いことから、当分は現在のような形態で牛用肉素牛の供給が行われるとのことであった。農家での黄牛の飼養形態は基本的に繋留飼育であり、屋外では立木の下や畜舎の脇に繋留している。

農家から出荷された子牛は肥育業者が引き取り、肥育農家に預ける。肥育牛は体重500～600kg程度で出荷する。価格は、生体重で取引するのが一般的である。

ii. 秦川牛の調査（陝西秦川牛業公司）⁸⁾

現在の秦川牛は、在来の秦川牛の中の優秀なものを、選抜して改良したものである。秦川牛の種雄牛は大きいもので、体重が1トン（4.5歳）になる（図2）。しかし、



図2. 秦川牛（種雄牛）

肉用品種としては、前軀が大きく、後軀が小さく、十分に改良されているとは言えない。改良された秦川牛は、純粋品種で在来品種保存の観点から、外国種などの交雑は行われていない。1.5歳で人工授精を行い、毎年出産し、繁殖成績は良好である。性質はおとなしい。体軀の深みは少なく（体深が浅い）、角は生まれつき短い。日本短角種に比べて、体高が高く、肢が長い。陝西省内で飼養されている約100万頭の秦川牛の7割は改良された秦川牛である。

秦川牛の改良目標形質は肉と皮で、肉に関しては、肉量と肉質が重要である。皮は、4～5歳で利用に適するようになる。肥育（400～450kg）後は主に香港に出荷されている。秦川牛の肉質は、中国農業科学院の研究の結果、中国品種の中でNo.1であるとされているが、現段階では日本の和牛肉のような柔らかさはない。

秦川牛の生時体重は30～35kgである。雌子牛は生後4ヶ月で農家に委託する。ワラや農場副産物を給与し、2歳で戻す。一部の雌牛は繁殖用として販売する。雄の肥育は、去勢しないで行う。肥育は生体重200～250kgで開始し、肥育仕上げは生体重が350～400kgに達してから行い、約500kgで出荷する。

訪問した公司では、秦川牛の受精卵を採取して、販売している。中国には、約3,000頭の種雄牛がいる。また、秦川牛の種雄牛の精液を販売し、人工授精師を派遣して、人工授精を行っている。

給与飼料として、繁殖牛には、トウモロコシの茎葉とワラ、ふすまが、肥育牛には、ふすま、濃厚飼料、大豆粕などが使用されている。また、サイレージがバンカーサイロで作製されており、トウモロコシ（スウィートコーン）の残渣をサイレージにして利用している。

iii. 草原紅牛の調査（吉林省農業科学院畜牧分院）⁷⁾

新品种の「中国草原紅牛：Chinese Grass Steppe（Step Red）」は、在来の蒙古牛（モンゴル牛：茶色、内蒙古自治区原産）と外国種のショートホーン種を交配して、



秦川牛（繁殖雌牛）

1958 年からを造成し、1985 年に国から品種指定を受けた（図 1）。草原紅牛は乳肉兼用種として改良に取り組んでおり、肉質は他品種より優れている。1987 年以降、肉用と乳用種の改良を進めている。乳用種は、草原紅牛の乳質と特性を維持しながら、乳量を向上させるために、デンマーク赤牛を交雑して改良を進め、乳量の目標は 5,000kg / 年以上を目指している。

現在、試験場には草原紅牛が約 5,000 頭飼育されている。種畜用雄（図 3）が 20 頭、肥育用雄が 1,000 頭、繁殖雌が 2,000 頭である。繁殖は、人工授精で周年行う。精液は凍結精液が主であるが、液状精液が使われる場合もある。草原紅牛の気質は温和である。代用乳を人工哺乳しているので、人と接する機会が多いことも、性格がおとなしい一因と思われる。子牛は初乳を飲ませた後、すぐに離乳して人工哺乳している。出産後の牛乳生産量は 3,000 ～ 3,500kg で、牛乳は飲用と加工用に利用する。産乳量はシンメンタール種には及ばない。

この地域で 6 万頭飼われている草原紅牛は、ほとんどが自然哺乳である。搾乳農家では早期離乳して搾乳しているが、子牛生産を目的としている農家では自然哺乳が多い。子牛は 6 ヶ月齢で販売されている。

飼料は一般的に購入して給与しており、飼料会社から給与マニュアルも配布されている。一方、農産物の残渣などの安い飼料を給与することも多く、トウモロコシ茎葉とアルファルファのペレットなどは周年給与が可能である。

草原紅牛は、一般に放牧はしないので、生草を食べることはない。飼養標準に基づいて配合された飼料とワラを給与する。配合飼料はすべて国産である。管理しやすいように、1 頭ずつ繋ぎ飼いをしている。パドックは肥育牛には使用せず、敷料も使用しない。



図 3. 草原紅牛（種雄牛）

肥育に関して、雌は乳用として利用するため、雌の肥育は少なく、雄の肥育が中心である。草原紅牛は、元来、草で飼育される品種であることから、放牧していたが、

肉を生産するために、生体重が 150kg ごろから 7 ヶ月間肥育し、仕上げ体重は 400kg 以上としている。肉質は高く評価されており、雄は去勢した方が良くなる。草原紅牛肉は、他の牛肉より高く販売される。改良目標は、外国種のようにもう少し体格を大きくして肉量を増やすことである。

草原紅牛の肥育に関して下記のような目標が挙げられている。

- ①成長速度：成長が良く、12 ヶ月間肥育して、18 ヶ月で肥育終了する。その間の DG は 1.15kg 位とする。
- ②産肉性：肉量が多く、産肉に優れるもの。9 ヶ月齢で体重は 300kg 前後とする。
- ③肉の軟らかさ：せん断力価は雄の成績で 2.23 程度とし、他の品種（2.8）より軟らかい牛肉生産を目指す。

一般の農家では母牛を飼って、子牛は離乳後に、雄を肥育農家や牛肉肥育会社へ売る。雄子牛は約 13 ヶ月間、肥育後に肉牛肥育会社に出荷される。多くは、販売契約を結んでおり、18 ヶ月齢位まで肥育する。草原紅牛は、他の品種より、約 10% 高く取引される。

中国では、草原紅牛以外にも新たな品種が造成されている。

iv. 黄牛の主要品種とその特徴^{2,6,7)}

黄牛は分布と形態的状况に基づいて、北方型、中央平原型および南方型の 3 つのグループに分類される。

北方型は黄牛の中で最も頭数が多く、内蒙古と北東中国及び北西中国に広く分布する。このグループには中国の有名品種の蒙古牛、延边牛、哈薩克牛、复州牛等が含まれる。体格は中型で、毛色は、通常黄褐色または、白黒で、角は細くて長い。胸垂は小さく、肩峰は低く、斜尻で、乳房はよく発達し、四肢は頑丈である。過酷な環境下で放牧されたことから、皮膚は厚く、骨は頑丈で、胸部は広くなり、体格は良くなったと考えられている。また、北方黄牛は、粗放な管理下と粗末な飼料にも良く適応する。

中央平原型は一般に大型で、肉用牛としては良いタイプと言える。これらの黄牛は、南東甘肅省、山西省、河南省、山東省、陝西省及び河北省を通る中央平原の黄河流域沿いに分布する。肉用に適する代表的な品種は秦川牛、南陽牛、魯西牛および冀南黄牛等である。

南方型の黄牛の体格は小型であり、台湾や陝西省に広く分布する。粗放な飼養管理に適応し、堅固でコンパクトな体型と強健な脚が特徴である。毛色は、黄色または褐色で、光沢のある毛皮、隆起した肩峰と長くて大きい

胸垂を持つ。多くは黒い角と蹄を持っている。性質は、おとなしく従順で、高温環境下に耐えるだけでなく、ダニやピロプラズマ症に対しても強い抵抗性がある。主要な品種は閩南牛、巫陵牛、盤江牛、雷琮牛等である。

2. まとめ

中国の牛肉生産は世界水準と比較して、枝肉重量は世界水準平均の3分の2、カナダ、オーストラリア、アメリカなど畜産先進国の約2分の1であり、このことは栄養価の低いワラや農産物残渣で飼育していることが一因であると指摘されている⁹⁾。

今回調査した黄牛ならびに造成された品種は、専用肉用牛としての産肉能力（増体、歩留等）は、Wen Gongらが指摘するように⁹⁾、決して優れているとは言えない。しかしながら、中国の風土・気候に適しており、これらの品種を有効に活用することにより、北東アジアの専用肉用牛遺伝資源を開発する方策を構築することが可能である。特に、草原紅牛は、現在は兼用種であるが、中国の北部で造成され、専用肉用種としての改良の可能性が期待されることから、東北アジアで共通するグローバルスタンダード専用肉用牛資源として有望であると考えられる。

3) 韓国の専用肉用牛の現状^{10,11)}

韓国では専用肉用種として、韓牛（Hanwoo Korean Native Cattle）が改良選抜されている。

韓牛は韓国の在来種であり、その祖先はBC 2000年頃からヨーロッパ牛（*Bos primigenius*）とインド牛（*Bos indicus*）が交配されたものが、中国の満州地方をわたって韓国で飼育されるようになったと考えられている。他の品種と交雑なしに飼育され、韓国の気候・風土の条件下に適応した牛である。

韓牛は歴史的には農耕牛として利用されてきたが、1950年ごろから良質な牛肉生産のために肉用牛として改良が開始された。韓国の全国的な統一を図る目標から、韓牛の品種選別と選抜が行われ、1969年に韓牛種畜改良協会が設立され、韓牛登録事業の推進が行われた。その後、40年間に渡る遺伝育種的な改良によって、韓牛の牛肉生産の基盤は拡大し、消費者の需要や市場に対応するようになった。

韓牛は能力検定と子牛選抜を進める国家的なレベルでの育種計画により改良が進んでいる^{12,13)}。一方、韓牛の純粋系統の多様性の維持のため、遺伝資源として多様な精液を保存するのが適切であるとする考えもある。

1. 韓牛の現地調査

i. 一般農家での調査

韓牛の規模の異なる繁殖・肥育一貫経営農家を調査した。農家Aは繁殖牛70頭、肥育・育成牛150頭を、農家Bは繁殖牛30頭、肥育牛70頭を飼育している。

農家Aの場合、特徴はまき牛を2頭保有していることである。基本的に人工授精だが、3回種付け後も不妊の場合、まき牛で種付けする。韓国でもこの方法は一般的ではない。子牛体重は、初産では18～20kg、3産以降では20～23kgである。2～3ヶ月齢で離乳するが、離乳時期は発情回帰を早めるため徐々に早くなっている。乳牛に韓牛の受精卵を移植して、産子を得ている。乳牛母親には3～4頭の里子をつける。自給飼料としては、私有地でライ麦とトウモロコシの2毛作をしている。さらに、5haの水田を借り、冬期間にライ麦を飼料として栽培している。肥育前期・中期はライ麦を給与するが、後期は脂肪色を確保するため稲ワラを給仕する。

農家Bでは、飼育面積は1頭/3坪が韓国推奨サイズであるが、より広くしたいとのことであった。開閉屋根と扇風機利用により、敷料の使用量は激減したとしている。肥育牛には、トレーサビリティ確保のための耳標制度があり、参加すると、500ウォン/kgの補助金ができる。肥育は26ヶ月～30ヶ月齢で生体重670kgを目標にしている。繁殖牛は3頭/15坪だが、2頭にしたいとのことであった。敷料はモミガラで、呼吸器への吸入を防止するため子牛が生まれるときは稲ワラを使用する。子牛の価格は取引月齢の6ヶ月齢で平均260万ウォンである。離乳は40～60日齢で行い、下痢対策を実施している。屋根は高くし、呼吸器病に気をつけている。飼料はTMR給与を行なっている。パン屑やトウフ粕を発酵させたものも飼料として利用している。

ii. 韓牛試験場での調査^{12,13,14)}

韓牛の体重と体形の改良状況を表2に示した。体重では2001/1974年度対比で、雄牛は1.7倍、雌牛は1.3倍に数値が増大した。体形では腰角幅と胸囲の発達により、後躯の充実が進み、耕牛から肉用牛の体形へと改良されたことが伺える。

韓牛は前駆の発達が優れており、日本短角種と比べる

表2. 18ヶ月齢韓牛の体重と体形の改良状況

	体重 (kg)	体高 (cm)	体長 (cm)	胸深 (cm)	腰角幅 (cm)	胸囲 (cm)
雄	512.0 (1.76)	125.7 (1.07)	144.8 (1.13)	70.5 (1.18)	48.0 (1.33)	192.4 (1.22)
雌	338.0 (1.38)	117.8 (1.05)	133.1 (1.09)	62.0 (1.10)	39.8 (1.12)	165.0 (1.10)

※括弧内：年度比（2001／1974）

（家畜改良年報、2002）

と、後駆の肉付きは乏しい（図4）。毛色は薄い茶から濃い茶まで多様であり、品種改良の過程で外国種等が交配された影響であると考えられ、まだ形質が固定されていないものと思われる。性質は温順で、環境に対する適応力に優れる。試験場では、群飼で放牧されている（図5）。成牛は、雄で600kg、雌で400kg程度である。



図4. 韓牛



図5. 群飼される韓牛

2. まとめ

韓国において、専用肉用種として改良選抜が進められている韓牛は、体型が肉用牛としては選抜が十分に進んでいるものではないと判断された。韓牛は脂肪交雑が重視されて選抜されており、その肉は韓国の国内では高級肉として評価され、肉質は黒毛和種と同様に霜降りが重視されている。そのため、体形は小型であり、産肉能力も特に優れているものではない。

このようなことから、韓牛は、放牧適性は認められるものの、グローバルスタンダード専用肉用牛資源としての適正は高いとは判断されない。

4) 欧州での肉用牛の調査

中国の肉用牛調査で、在来の黄牛と欧州の専用肉用牛との交雑による肉用牛の育種改良が多く見られた。このことから、欧州での専用肉用種を調査し、その東北アジア地域での有効利用の可能性を評価した。フランスで

は、Belgian Blue 種、Charolais 種、Salers 種、Blonde d' Aquitaine 種、Limousine 種、スイスでは、Swiss Brown 種と放牧畜産の実態を調査した。

1 フランスでの肉用牛の現地調査

i. ベルジアン・ブルー種の調査

ベルジアン・ブルー改良組合会長の自宅を訪問し、骨格筋のサイズを負に制御するミオスタチンが自然欠損し、産肉量に優れるベルジアン・ブルー種の飼育の現状を調査した。ベルジアン・ブルー種（図6）は骨格筋が著しく発達し、筋肉量が通常牛の約1.3～1.4倍増加する。飼料はビート、大麦、亜麻仁油粕を使用し、牧草ができるときは放牧をしている（図7）。亜麻仁油粕はω



図6. ベルジアン・ブルー種（種雄牛）



図7. ベルジアン・ブルー種の母子。
母牛には帝王切開の手術痕がある。

3 脂肪酸の改善のために給餌している。成牛は、雄が1,200kg、雌が750kg程度で、15ヶ月前後に成熟に達する。胎児は大きく、95%以上が帝王切開による出産となることから、出産回数は4～5回程度である。DGは1.3～1.5kgである。生産者は増加しているが、帝王切開による出産等の手間がかかるため、幅広い普及には至っていない。

枝肉歩留は70%～80%で、肉質はEU枝肉格付規格（EUROPA規格）の最上級Eランクとされている。ベルジアン・ブルー種の肉は、柔らかく脂肪の少ない健康に良い赤身肉であるため評価が高い。一般的に、脂肪の多い肉はフランスでは売れない肉であり、売れる肉を作るのが農家の考え方である。

ii. シャロレー種の現地調査

a. シャロレー種登録協会での調査

協会には2,000戸の登録農家があり、登録協会としてはフランスでは最も古い。現在、6万頭のシャロレー種が登録されている。耳標取り付け時に耳刻片（軟骨片）をバイオプシテックという器具（図8）で採取し、DNA登録を行っている。育種改良時のサンプルとして冷凍保



図8. バイオプシテック

存し、解析の依頼がきたら実施できるようにデータベースの管理をしている。雌が5万頭、雄が1万頭、肥育用のものは4万頭分保管されている。DNAデータベース化は登録協会が独自で国の事業に

先行して実施しており、5年目であるが、現在はまだ収集のみにとどまっている。DNAから、血縁関係を判定できる。雄には、産子体重が45kgと55kgと違う系統がある。シャロレー協会の国際組織は17カ国で結成されている。

検定牧場では、シャロレー種の雄牛に10ヶ月齢から6ヶ月間検定を行う。検定した50頭のエリート牛を常時販売している。エリート牛の価格は6,000～8,000ユーロで、通常雄牛は1,500～2,000ユーロである。フランスでは雌牛の肉が好まれ、雄牛は10ヶ月齢でイタリ



図9. シャロレー種. 種雄牛（上）と繁殖雌牛（下）

アに売られ、18ヶ月齢で出荷される。シャロレー種の成牛は、雄が1,400kg、雌が800kg程度であり（図9）、脂肪の少ない良質の赤身肉を生産する。DGは約1.5kgで、枝肉歩留は65～70%程度である。

b. 生産農家での調査

使用頭数は、180頭で、2人（10～11時間労働）で営農している。農地は260haで、飼料用として大麦と小麦を35ha栽培している。余剰が出たら販売する。雌雄の後継牛生産にETを実施している。冬場の飼料は自家産ロールグラスサイレージ（雌繁殖用）を使用している。農地は3年輪作でトウモロコシ、小麦、大麦を栽培している。麦ワラは敷料として使用している。牛は基本的に放牧し（図10）、牧草地は10年で更新する。

分娩は舎飼いで行い、人工授精は所有の種雄牛エリート牛を用いる。自家産の種雄牛は2006、2007年の全仏チャンピオンである。繁殖雌の体重は、一般的には800kgであるが、当農場では4年間にわたり、繁殖雌の体重が1,200kg（平均：900kg）であり、双子率は6%で高いということであった。

湿気の多い牧草地なので牛は遅く放牧して牧草地を守っている。子牛の生時体重は平均52kg、7ヶ月齢の体重は380kgである。子牛の市場平均は2,300ユーロであるが、本牧場の生産子牛は3,000～4,000ユーロと高値で取引される。



図10. シャロレー種の放牧風景

iii. ブロンド・ダキテーヌ種 (Blonde d' Aquitaine)
の現地調査

Migatese 種雄牛センターでの調査

フランスの牛の飼養頭数は約 800 万頭（乳用 400 万、肉用 400 万）であり、ブロンド・ダキテーヌ種は 60 万で増加している。ブロンド・ダキテーヌ種はピレネー種（小型乳用）、ギャロネー種（役用痩せ型）、クエルシ種（山地品種）の地域系統 3 種を統合して改良され、1962 年に品種名を登録した（図 11）。

雄成牛の体重は 1,300kg 級であり、最大は 1,746kg、枝重は 876kg 程度である。成長が早く、14 ヶ月で枝重 410 kg になる。トウモロコシサイレージ給与で 1 ヶ月早い仕上がりが見込まれ、DG は 2.4kg を目標にしている。

出産は安産であり、子牛の体型は細長く、後に発育がよい晩熟型となる。粗飼料利用性のデータは確立しており、基本的には高栄養型飼料で高い増体を目指す。

種雄牛選抜スケジュールは 3 万 5 千頭の選抜群から 1 万 6 千頭を選抜し、さらに候補牛を 900 頭選抜する。これらの牛を試験場で、直接検定で 250 頭に、間接検定で 50 頭にし、さらに種雄牛を 10 頭選定する。この種雄牛を後代検定（雄 30 は肉質、雌 25 は繁殖能力）し、選抜



図 11. ブロンド・ダキテーヌ種.
種雄牛（上）と繁殖雌牛（下）

種雄牛 3～4 頭をカタログに載せる。

ブロンド・ダキテーヌ種は良質の赤身肉を生産し、牛肉はシャロレー種より単価 1 ユーロ/kg 高い。枝肉歩留は 74% 程度でシャロレー種より優れる。高い歩留を実現させるために飼料給与など飼養管理に高い技術を要する。シャロレー種の肉は大衆向け、ブロンド・ダキテーヌ種の肉は専門店向けという位置付けになっている。

iv. サレール種 (Salers) の現地調査

a. サレール種選抜改良組合での調査

フランスでサレール種（図 12）は約 21 万頭飼育されている。雌の成牛の平均体重は 820kg であるが、1,000kg を超えるものもある。雄成牛の体重は 1,100～1,200kg 前後である。

主産地はカンタル、ピールドン、コレーズ地方で、フランスの 85 県で飼育されている。肥沃な南部では、トウモロコシサイレージや穀物肥育経営が、海拔 1,000 m を超えるカンタル県の北部では、火山灰土壌のため、放牧肥育経営が多い。最近、頭数が増えている理由として、分娩が容易、死亡率が低いなど、飼育の容易さ等が理由となっている。そのため兼業経営でも多く飼育されている。



図 12. サレール種. 種雄牛（左）と繁殖雌牛（右）

サレール種は乳肉兼用種で、95%が子牛生産、5%が乳生産で利用され、年間乳量は3,000kgである（子牛への哺乳分は含まない）。農家は乳肉兼用種の特性を期待して飼育している。最高乳量は3ヶ月でピークに達し、ピーク時乳量は10kg/日を超え、泌乳の持続性に優れている。乳成分はタンパク質と脂肪のバランスがよく、チーズ原料乳として優れており、チーズには原産地表示の認証がされている。肉用と乳用は遺伝的に対立しているため、両者のバランスを取りながら改良が行われている。

サレール種は丈夫で、急激な気温の変動に強く、-15℃以下でも耐えられ、周年屋外飼育が可能である。起伏の大きい傾斜地でも適応する。冬期飼料は乾草飽食が主体、農家によっては濃厚飼料を補給し、分娩後は増し飼いをする農家もある。産次回数は多く、骨盤幅が広いため安産で、純粋種はもちろん、サレール種の交雑種も含めて、自然分娩が99%に達している。残りの1%でも分娩介助の必要ない。離乳は8ヶ月後、離乳時体重は雄が320kg、雌が305kgである。放牧だけでも十分に発育し、DGは1.15kgと高い。枝肉量はシャロレー種よりサレール種の方が多いが、高い肉生産量および増体量を期待する場合はシャロレー種との交雑種生産が行われている。肉色は赤く、脂肪を含み、旨みがあり、フランスでは評価されている。脂肪はサシとして肉眼では見えないが、筋肉中に脂肪が入っているとのことであった。

サレール種の改良は全飼養頭数のうち、3,000頭の雌牛について乳量チェック、45,000頭について増体量・肉量チェック、計48,000頭のうち3/4がハードブックに登録されている。遺伝的能力の情報から選抜された候補種雄牛の90頭がステーションで飼育される。改良目標は体重と体型を指標に、同じ条件で比較選抜後、2～3頭の種雄牛が人工授精用に供用される。検定用飼料は乾草が主体で濃厚飼料は2～3kg程度補給される。乾草を主体にする理由は、粗飼料利用能力を維持するため、能力の高い牛は高齢牛でも人工授精用に供用されている。サレール種の精液は精液生産センターで採取され、販売されている。サレール種は南アフリカでは優れた耐暑性、カナダの寒冷地では耐寒性が評価され、世界中の風土と飼育環境に適応する。

b. 生乳生産を主体にした農家の調査

サレール種の純粋種が飼養され、牛乳生産を行っている農家を調査した。耕地面積は畜舎施設を含めて50haの他、湿地帯と森林を所有している。

50haのうち15haが飼料作物および穀物生産に供用されており、2.5haでトウモロコシ、残りの12.5haで麦が栽培されている。35haが自然草地に供用され、ホワイトクローバを含む混播草地である。成雌牛の飼養頭数は45頭、未經産雌牛は28頭である。放牧は5月初旬から10月末まで行われ、交配時期は3月中旬から4月中旬までで、パドックで交配される。交配はまき牛による自然交配で、人工授精は行っていない。分娩時期は1月中旬～3月末までに畜舎で分娩する。草地管理は堆肥や化学肥料の施用はほとんど行っていない。冬期間は、親子は畜舎、未經産牛はバーンで飼養される。放牧時期は朝夕の2回、親子を畜舎に収容して搾乳する。

泌乳雌牛は、乳量に応じて穀物と高タンパク質飼料から構成される濃厚飼料が給与されている。乳量は3,000kg/年である。生乳はチーズを製造する協同組合に出荷し、チーズ用に仕向けられる。生産調整が行われており、乳量割り当て量は8万kg/年で、乳価は2.4フラン/Lである。総売り上げに占める乳代の割合は30%となっている。

放牧地は、35haを3～4区画に電気牧柵で分けし、輪換利用している（図13）。放牧牛の群分けはしない。雌牛は音色が異なるカウベルを付け、見分けが付くようになっている（図14）。性格は、非常におとなしく、親子同居の搾乳方法の影響であると見られる。サレール種の体型は放牧地に向いており、草利用性の高い牛の選抜効果の結果と見なされる。放牧地は放牧専用で、採草利用はないが、草勢はクローバも適度に混入し、状態は良好である。放牧地では、泌乳最盛期である5月末～6月初めにかけて乾草を50～60%放牧地で給与させる。サレール種は、蹄は黒色であるのが特徴で、消化能力が高く、長命連産性に優れ、18～20才まで分娩した例もある。生涯の平均分娩回数は8～15回である。子牛は出生後3～4日間で親牛から分離して飼育され、搾乳時にのみ親牛と同居する。乳房炎の発症はほとんどないが、この理由として子牛は生まれたら自ら親牛の乳を吸いにいく



図13. 電気牧柵で仕切られた牧区

行動を取り、親子分離後も搾乳前の乳と搾乳後に、子牛が残りを飲むことを挙げていた。雄牛は自家産で外部導入はないとのことであった。



図 14. サレール種の放牧中の雌牛

c. 山地放牧地での生産農家の調査

放牧地は標高 1,000 m の場所に所在し、傾斜地である（図 15）。山地放牧地の面積は 150ha で、里に近い場所に 100ha の牧場を所有しており、合計した放牧地は 250ha である。会社組織で経営されており、3 名で管理している。冬の仕事は分娩と人工授精作業が集中するので、分娩管理作業と牧草地の牧柵などの補修作業が主となる。積雪量は 40 ～ 50 cm 程度で雪の期間は 1 ヶ月間位しかないため、屋外作業も可能である。

放牧期間は 5 ～ 10 月でサレール種の純血種が放牧される。雄も放牧するが基本的には放牧は妊娠中の雌である。季節繁殖で 1 ～ 3 月に分娩牛舎で分娩する。平均初産月齢は 30 ヶ月、年間 110 頭が分娩するが、介助の必要は 3 ～ 4 頭であるとのことであった。これは、選抜しているためであり、一般農家では無介助の自然分娩が当たり前である。若雄牛は販売するため、8 月末～終牧時までの 2 ヶ月間、補助飼料を給与する。成雌牛は 3 ～ 14 歳で販売され、17 ～ 18 歳まで繁殖供用が可能であり、繁殖供用年数は非常に長い。搾乳牛には放牧が始まる春からカウベルを装着しないとウシが落ち着かない様子と



図 15. 傾斜のある放牧地に放牧されるサレール種

のことである。

放牧地の施肥管理は石灰をトラクターで散布する程度で、石灰散布は特に時期をえらばず適宜行っている。一般農家はグループで共同放牧を行っている。

v. リムジン種の現地調査

i. UPRA 育種改良ステーションでの調査

リムジン種は現在ブルターニュ地方で増加しており、その輸出先は 70 カ国以上である。選抜－生産－データ回収－選抜のフィードバックにより選抜を推進している。2000 ～ 2010 年の改良目標は Maternal quality（産乳量）と Beefing ability（体型、筋発達と増体、正味肉量）のバランスを取って改良することである。選抜には Pedigree EBVs 育種価と直検成績を活用している。

フランス国内には 100 万頭のリムジン種が飼育されており、8 万 5 千頭が HerdBook 登録されている。選抜には繁殖性も重視するが、安産率と成長指数は相反する。成牛の体重は、雄で 1,100 ～ 1,200kg、雌で 700kg 程度である（図 16）。脂肪の少ない赤身肉生産能力の向上を目指している。枝肉歩留は 70% 程度、DG は 1.2kg 前後である。リムジン種には DM 形質が存在するが、難産となるので育種要素からは排除している。



図 16. リムジン種. 種雄牛（上）と繁殖雌牛（下）



図 17. 放牧中のリムジン種

ii. リムジン種の生産農家の調査

リムジン農家で一番古く、1888 年からリムジン種を飼育している農家を訪問した。草地面積は 95ha で、現在 60 頭を放牧飼育している(図 17)。雌の肥育の多くは、1 産取りで、4 才で出荷する。ここでは、30%が未経産肥育で、70%が経産肥育であった。

2. スイスでの肉用種開発の調査

i. FiBL (スイス有機農業研究所) での調査

FiBL の研究は Low-input production の有機農業を目指している。所長の意見は、スイスの肉用牛生産は体重 600 ~ 700kg 程度で、粗飼料給与を増やし、穀物飼料を減らすとのことである。高蛋白、高エネルギーのトウモロコシの給与が増えている。有機畜産では濃厚飼料は 10%に抑えることになっているが、コーンサイレージは粗飼料に含まれる。トウモロコシの栽培では、有機生産のために初期の雑草対策は機械的除草を行なっている。

有機農産物の規格として、世界では 3 つの主要なものがあり、アメリカの NOP、EU の EUP、そして日本の JAS (有機 JAS) である。

FiBL では 30 年前から有機農産物の研究を開始した。現在では、国の予算が付くプロジェクトとなっている。有機農産物を取り扱うスーパーマーケット (COOP 社など) などのマーケティング分野からの資金援助もある。

有機畜産物の消費動向をみると、1990 年までは 1,500 万 CHF 程度の総売上高であったものが、1992 年にスーパーマーケットチェーンの COOP 社が有機畜産物の取扱いに参入した後、年間 30%のペースで消費拡大が進み、2005 年には 1 億 2 千万 CHF の売上高に達している。

スイスでは 1 人当たり、160 CHF の有機畜産物を購入していることになる。現在でも、消費は 5 ~ 10%程度の伸びがある。

隣国ドイツでも有機農産物の消費が年間 20%の伸びを示している。このように、消費者の有機農産物を求めるニーズは高まっているとのことであった。

ii. 有機畜産農家の現地調査

a. 農家 A

この農家では、アンガス種とリムジン種を飼養し、有機畜産を実施している。まき牛で自然交配させ、産子は 11 月 ~ 12 月頃に出産する。牛群は肥育用の雄群と繁殖用の雌群に分け、雄群はさらに順位の強弱で細分している。冬季は乾草、麦ワラ、グラスサイレージを給与している。タワーサイロでコーンサイレージを作っている。

飼料基盤として、110ha の農地と山地に 150ha の放牧地を保有する。農地の内訳は、10ha の自然草地、50ha の改良草地、残りが飼料畑で、2ha のワイン用ブドウ園と 3ha の果樹園を含む。

アンガス種とリムジン種の仕上げ体重は 14 ヶ月で 500kg を目安としている。シャロレー種だと同じ月齢で 700kg になるので大き過ぎて手に余る。DG は平均で 1.2kg/日、0.7 ~ 1.3kg の幅がある。生後、10 ヶ月齢まで育成舎 (60 頭規模) で飼育し、育成期は終日放牧ではなく、昼間は舎内に入れる。

放牧地はジュラ山地の標高 600 ~ 1,000 m の高地で、肥育は 3 ~ 4 ヶ月間終日放牧する。

生産する有機牛肉は、枝肉単価で 9CHF (スイスフラン) /kg とそれほど高くない。また、通常の牛肉も同じ

程度で、有機牛肉だからといって値段が違うわけではない。現在、有機畜産物のシェアはそれほど大きくないので増産で対応する訳にはいかない。有機畜産物として認められるのは、飼料中の非有機飼料含有率を 20% 以下にして飼育されたものである。

b. 農家 B

酪農から放牧肥育を行うために有機畜産経営に転換した。35ha の牧草地に 45 頭の牛を放牧している。スイスの放牧形態としては、やや過放牧気味ではある。草地は 10 年間不耕起であるが、年に 2 回窒素の施肥を行っている。放牧頭数が多いので草地管理には注意している。年間 10 ～ 12 t の乾物収量を維持している。使用している飼料は牧草が基本であり、放牧に加え乾草とラップサイレージを生産している。

子牛は、出生後は母牛に付けたまま哺乳させ、人為的な離乳は行わない Suckler cow の方式（図 18）を取っている。リムジン種の子牛の場合、10 ヶ月齢で 450kg となり、DG は 1.4kg/ 日で、枝肉歩留は 54% である。10 ヶ月齢で屠畜される放牧子牛は、大手スーパー・COOP 社がナチュラルビーフとして販売している。

放牧肥育には、増体と肉質の面からブラウンスイス雌にリムジン雄を掛けた交雑種か、シンメンタール雌にシャロレー雄を交配した雌にリムジン雄を掛けた交雑種を用いている。従来飼養されて来たブラウンスイス種は兼用種であるため、牛肉生産に主眼を置いた現在の方法では利用されなくなってきた。



図 18. 子付き放牧で哺乳育成する Suckler cow

c. 農家 C

有機牛肉生産用に 16ha の草地に 14 頭の牛を放牧している。アンガス種とリムジン種を放牧飼養し（図 19）、年間 22 ～ 30 頭を出荷する。草だけだと DG は 0.7 ～ 0.8kg 程度あるので、24 ヶ月肥育で 500kg に仕上げる。食肉加工室を持っており、直販している。



図 19. 交雑種による有機牛肉生産

d. 農家 D

最初に有機放牧牛肉（Bio Weide Beef）の生産を開始した。酪農と有機牛肉生産を行なう乳肉複合経営である。20 年前に就農し、当初は酪農であったが、乳価制度（クォータ制）の制約があり、肉牛部門を拡大した。

ブラウンスイス種（図 20）、レッド＆ホワイト種、フリージャン種などを飼育しており、リムジン種は、有機放牧牛肉生産に適している品種であるので、種雄牛として使用している。有機放牧牛肉は大手スーパー・ミグロ社で販売している。有機放牧牛肉 Bio Weide Beef（図



図 20. ブラウンスイス種



図 21. 店頭に並ぶ有機放牧牛肉（Bio Weide Beef）

21) は品種限定ではなく、飼養形態によるブランド名である。

3. まとめ

東北アジア地域での有効利用の可能性を評価するため、欧州の専用肉用種を調査した。フランスでは、ベルジャン・ブルー (Belgian Blue) 種、シャロレー (Charolais) 種、サレール (Salers) 種、ブロンド・ダキテーヌ (Blonde d'Aquitaine) 種、リムジン (Limousine) 種を、スイスでは、ブラウンスイス (Swiss Brown) 種と有機放牧畜産の実態を調査した。

フランスの肉用牛は一般的に大型で、産肉量に優れた赤身肉生産が主流であった。調査した中で、東北アジア地域での赤身肉生産に向けて有効活用が可能な品種はサレール種と判断された。サレール種は乳肉兼用種であるが、放牧適性、産肉量、寒冷地適性、繁殖ならびに哺育能力を考慮すると東北アジア地域の風土気候に適応が可能で粗飼料での産肉性に優れると考えられることから、この地域での肉用牛遺伝資源の開発に十分活用可能な有望な品種と判断される。

スイスの産肉形態は草資源を有効に活用する放牧を取り入れた赤身肉生産が主流であった。純粋な品種を使用することよりも、草資源で産肉能力が十分に発揮できる交雑種の開発がなされていた。このことは、粗飼料多給で産肉性に優れた東北アジア地域でのグローバルスタンダードとなる遺伝資源を開発する上で、大変参考になるものである。

5) わが国の専用肉用牛の現状⁵⁾

わが国には、放牧特性に優れた日本短角種牛や褐毛和種牛など、優れた専用肉用種が存在する。しかしながら、わが国の優れた肉用牛遺伝資源を国際的に比較し、その活用に関する調査研究はなされていない。われわれのこれまでの中国、韓国、欧州の調査結果に基づく産肉性、粗飼料利用性、寒冷地適正等の観点から、わが国の専用肉用種の中で日本短角種牛 (Japanese Shorthorn Cattle) が東北アジア地域でのグローバルスタンダード専用肉用種を開発する遺伝資源として有望であると判断された。

日本短角種牛は南部牛と外来のショートホーン種牛が交配されて造成された専用肉用種であり、北東北地方中山間地域での、「夏山冬里まき牛生産方式」を基盤に改良が計られてきた。このことから、厳しい自然的条件下でも、よく適応して産肉能力を発揮する。このように、

日本短角種は放牧適性と地域の草資源の放牧利用に優れ、高い子牛生産を可能にする。また、発育能力が高く肥育時間が比較的短いので、飼料の総量を低く抑えて、低コスト生産が可能である。日本短角種の牛肉は、黒毛和種の脂肪交雑の優れた高級牛肉の肉質に比べれば、脂肪交雑も少なく、きめ、しまりが劣るとされる。しかしながら、健康志向の消費者の増加により、低脂肪でおいしい日本短角種牛肉は再評価されつつある。そこで、日本短角種の特性と産肉性を再調査して、グローバルスタンダード肉専用牛開発のための遺伝資源としての活用の可能性を解析した。

1. 日本短角種の現地調査

i. 奥羽牧場での調査

家畜改良センター奥羽牧場での飼養家畜頭数は肉用牛 870 頭で、黒毛和種が 550 頭 (成牛が 300 頭) と日本短角種が 320 頭 (成牛が 120 頭) (図 22) である。奥羽牧場では、日本短角種の検定事業はすでに終了している。



図 22. 奥羽牧場の日本短角種雌牛

奥羽牧場の肉用牛飼育は下記のように行われている。

- ①放牧：4 月から入牧を開始する。牧区の大きさは、10~15 ha と 20~30ha である。牧草地の更新は数年毎に行う。
- ②育成管理：日本短角種は、黒毛和種に比べて分娩の事故が少ない。通常、分娩後 2 ヶ月くらいで離乳している。除角は生後 1 ヶ月で実施する。発育ステージによって牛群の入替えを行う。
- ③日本短角種と黒毛和種の特性の比較：両品種とも子牛を母牛に付けておくと、発情回帰が遅くなる。また、受胎率でも黒毛和種と日本短角種との間で差はない。分娩間隔は両品種とも 14~15 ヶ月である。
- ④繁殖：日本短角種では、主にまき牛繁殖を行うが、黒毛和種でも実施している。繁殖牛は、通常 4~6

月に人工授精を行い、1~2月に分娩させるようにしている。繁殖牛は、分娩の1~2ヶ月前に分娩牛舎に収容する。分娩予告は短時間で体温が測定できる体温計でチェックする。

日本短角種は従来、放牧とまき牛を組み合わせた季節繁殖が主体であったが、生産、販売、流通の周年安定体制を実現するために、秋子生産を図る取り組みも行われてきた。しかし、肉の歩留や品質にばらつきが生じるため、現在ではあまり普及していない。

現在、日本短角種の生産に取り組んでいる地域は、岩手県久慈市（旧山形村）、岩泉町、秋田県鹿角市、北海道えりも町などである。主産地である岩手県では、農業研究センター畜産研究所で間接検定を実施している。青森県でも青森県肉牛研究所が日本短角種の直接検定と間接検定を実施している。

日本短角種の肥育方式は濃厚飼料に依存したものが多いが、今後、粗飼料多給による肥育方式の適用に向けた検討が必要である。

ii. 七戸畜産農協での調査

青森県で日本短角種の生産に精力的に取り組む、有機牛肉生産にも取り組む七戸畜産農協（七戸畜協）を訪問し、日本短角種に関する調査を行った。

七戸畜協の短角肥育牛の素牛の導入先は青森市場（50頭）と秋田、岩手（70頭）である。肥育中の日本短角種の事故は少ない。生産者の中には、短角の飼育が好きな農家もいるが、短角種の肥育は儲からないのが現状である。

七戸畜協で供用されている日本短角種の種雄牛は奥羽牧場と青森県のもので（図23）、横浜町にある七戸畜協の牧場では、まき牛繁殖を実施している。

七戸畜協では、日本短角種を年間130～150頭出荷している。日本短角種は首都圏のレストランからの需要が多いが、パーツ（ロースなど）の高級部分の需要が多いので応じられないのが実情である。



図 23. 七戸畜産農協の日本短角種雄牛

七戸畜協では横浜町の繁殖牧場で平成15年度から日本短角種の有機牛肉生産と販売実証試験を行っている。トウモロコシサイレージの生産・給与と2シーズン放牧を組み合わせた生産方式（図24）で、その柱は、①無農薬・無化学肥料で自家製堆肥を活用したトウモロコシと牧草の生産、②放牧と自家産飼料主体による牛肉生産、③再生産できる価格での販売である。



図 24. 2シーズン放牧による有機短角牛の生産

2. 日本短角種牛の草資源利用特性調査

周年放牧による草資源利用調査は社団法人宮城県農業公社牡鹿牧場で行い、7ヶ月齢の日本短角種子牛（去勢雄、6頭）を購入し、開始した。子牛は12ヶ月間、林間地と牧草地に周年放牧し（図25）、その後6ヶ月間は畜舎内で飼育された。放牧中の飼料は、基本的には牧草



図 25. 周年放牧調査に用いた日本短角種

と野草であり、牧草の無い冬の期間は稲ホールクロップサイレージ（WCS）を給与した。畜舎内の6ヶ月間の飼料は、WCSと稲ワラが主であり、濃厚飼料は体重当たり0.5%を給与した。試験期間中には、放牧適性と草資源利用を調査し、増体量に関するそれらの影響を明らかにした。

試験終了1ヶ月前の時点で、平均体重は約530kgであった（表3）。増体は、放牧中は低く、舎飼時に回復した（図26）。放牧終了時の20ヶ月齢の平均DGは、0.34kg/日で、その後の舎飼時のDGは、0.96kg/日となり、8ヶ月齢から25ヶ月齢までの平均DGは、0.51kg/

日であった。また、冬季を含む放牧期間前期での、DGは最も低く、平均で約0.32kgであった。このことから、12ヶ月間の林間と牧草地での周年放牧では、草資源が十分ではなく、特に、冬季の飼料条件は厳しかったが、日本短角種の周年放牧には大きな問題はないものと判断された。

表 3. 周年放牧を行った日本短角種の体重と日増体量

月齢	7ヶ月齢	15ヶ月齢	20ヶ月齢	25ヶ月齢
体重(kg)	260±11	358±27	387±41	528±74
DG(kg)	—	0.42±0.10	0.17±0.05	0.92±0.21

平均 ± 標準偏差

今回の周年放牧の結果を個々の個体レベルで観察すると、25ヶ月齢で、体重は425～597kgと大きな個体差が認められた。試験開始時の体重はほぼ同じであったが、増体の良い個体は、放牧終了時の体重は大きく、試験期間中を通して、高い増体を示した。

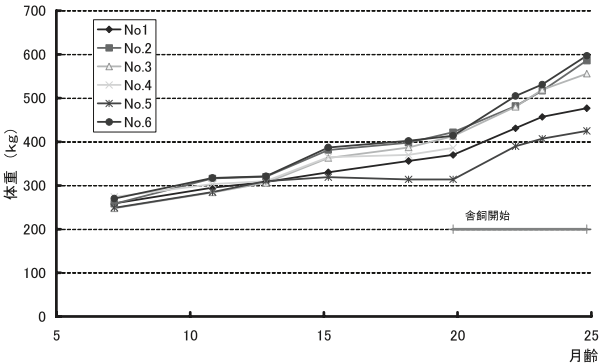


図 26. 周年放牧を行った日本短角種の増体の推移

今回の試験から、日本短角種は過酷な飼養条件でも増体することが明らかとなった。放牧終了時の20ヶ月齢の体重は、濃厚飼料多給の場合に比べ、約200kg小さいが、2シーズン放牧肥育の放牧終了時の体重と大きな差は認められなかった。放牧終了後、粗飼料多給で舎内肥育したところ、増体が回復し、DGが1.20kg/日を超える個体も認められ、周年放牧がその後の増体に大きく影響しないことが示された。

次に、通常の日本短角種の粗飼料多給型・短期肥育試験を宮城県農業公社牡鹿牧場で行った。粗飼料多給区には稲発酵粗飼料（ホールクロップサイレージ）とデントコーンサイレージを8:2の割合で給与し、濃厚飼料は体重当たり0.5%給与とした。若齢時から肥育終了時までの肥育特性を毎月の体重と体長の測定結果の推移から解析した（図27、28、表4）。

粗飼料多給による日本短角種の短期肥育法において、体重は通常飼料区に比べてやや低い値で推移したが、増体に支障を来すほどの発育停滞等はみられず、通常肥育と遜色無い肥育成績が得られた。

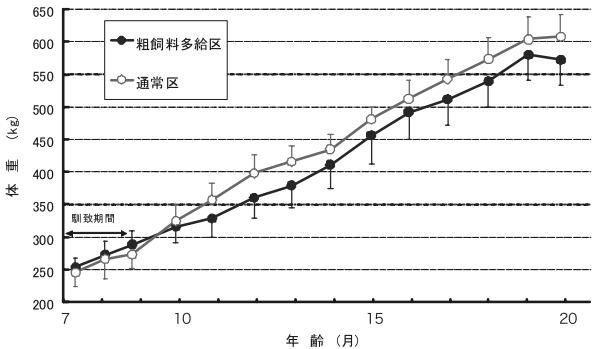


図 27 肥育試験における体重推移

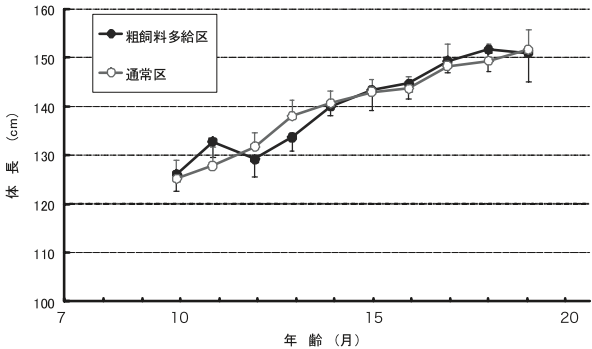


図 28 肥育試験における体長推移

表 4 日本短角種粗飼料多給型・短期肥育試験

	粗飼料多給区	通常肥育区
開始月齢	7.5 ± 0.5	7.1 ± 0.4
開始体重(kg)	250.0 ± 11.5	248.3 ± 25.6
終了時月齢	20.2 ± 0.4	19.9 ± 0.3
終了時体重(kg)	572.3 ± 39.3	608.3 ± 33.3
枝肉総重量(kg)	302.2 ± 29.8	336.7 ± 16.3
日増体量(kg)	0.85 ± 0.08	0.94 ± 0.03

17ヶ月齢前後で体長の増加が緩やかになり、20ヶ月齢までに体格の完成が見られた。このことから、日本短角種の高い粗飼料利用能力と短期肥育法の有効性が示された。

3. 草原短角牛の造成と実用化の取り組み

筆者らは、農林水産省の「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」と「イノベーション創出基礎的研究推進事業（発展型研究）」において、産肉能力に優れた肉用牛遺伝資源を活用する研究に取り組んでいる。本稿ではその成果の一部を紹介する。

肉用牛の産肉能力を左右する要因として、近年、注目されているのが1997年に発見されたミオスタチンである。ミオスタチンは骨格筋の成長にブレーキを掛けて発育を調節する働きを持ち、このタンパク質が働かなくなると骨格筋が著しく発達して筋量が増大する「Double muscle (DM)」形質が発現する。ヨーロッパの肉牛生産現場では、200年も前から骨格筋が生まれつき発達し

た状態で生まれる DM 形質が肉用牛遺伝資源として利用されており、ベルジャン・ブルー種やピエモンテ種など DM 形質肉用牛品種が造成されている。

わが国において、1998 年に岩手県農業研究センター畜産研究所の鈴木らによって、岩手県内の日本短角種の「豚尻」が作用型ミオスタチンを持たないベルジャン・ブルー種と同型の DM 遺伝形質によるものであることが報告された¹⁶⁾。この DM 遺質を有する日本短角種は殿部から大腿部に掛けての骨格筋が著しく発達し、丸く見えるために「豚尻」の名が付けられたものである。このことは、わが国にもかつて DM 形質肉用牛が存在していたことを示すのだが、残念なことに肉用牛登録基準では DM 形質日本短角種（豚尻）は脂肪交雑が極めて低いと淘汰対象とされ、優れた産肉性の価値が顧みられることはなく、活用されることはなかった。

筆者らは 2003 年より、DM 形質日本短角種の高い産肉能力に注目し、将来の牛肉生産に活用することを目指して研究を進めている¹⁷⁾。これまでに DM 形質日本短角種を造成し、2009 年には、「草原短角牛」と命名し（商標登録 5270386、図 29）、その実用化を検討している。草原短角牛の子牛（図 30）は、一見して判るように、殿部から大腿部さらには肩の骨格筋が著しく発達している。繁殖は、ベルジャン・ブルー種のような帝王切開を



図 29. 草原短角種の種雄牛（13 ヶ月齢）

必要とせず、自然分娩が可能である。肥育試験を行なって産肉能力を検証したところ、胸最長筋断面積（ロース芯面積）、歩留基準値、枝肉歩留および部分肉歩留は日本短角種に比べて有意に高いことが明らかとなった。個々の骨格筋の重量から、草原短角牛の産肉量は平均で約 1.5 倍日本短角種より高いことが判明した。しかも、飼料要求量は通常牛との差はなく、草原短角牛は摂取飼料を効率良く正味肉量へ変換する高い産肉能力を有すると言える。日本短角種はもともと放牧適性に優れた牛であり、自給飼料を利用した牛肉生産には最適な肉用牛品種である。その特性に加え、より高い産肉能力を持つ草原短角牛は放牧主体の牛肉生産体系の構築に有望な手駒となる可能性を秘めている。

草原短角牛の肉は、図 31 から分かりますとおり、非常に脂肪の少ない牛肉である。その脂肪含量は約 2% で、筋肉内の脂肪交雑のみならず、皮下脂肪や内臓脂肪も極めて少なく、これが骨格筋の著しい発達と高い産肉性をもたらしている一因でもある。一般に、脂肪交雑の少ないいわゆる赤身肉は硬いと言われているが、草原短角牛肉の破断強度をレオメーターで測定したところ、破断強度は日本短角種牛肉の半分の値を示し、大変柔らかい牛肉であることが判明した（図 32）。欧米でも DM 形質牛肉は赤身だけれど柔らかい肉として珍重されており、「Prime beef」として小売店では最も値段の高い肉に位置付けられている。

近年のわが国の消費者動向調査での牛肉嗜好では、赤身肉を好む層が徐々に増加し、霜降り牛肉を好む層とはほぼ同程度の比率を占める状況にある。EU の健康に良い牛肉のグローバルスタンダードとしての「EU Healthier Beef」基準によると健康に良い牛肉とは脂肪含量 5% 以下で多価不飽和脂肪酸の多いものとされている。この点から、草原短角牛は赤身肉生産の向上を目指すためのグローバルスタンダードに合致した次世代型の遺伝資源であるといえる。

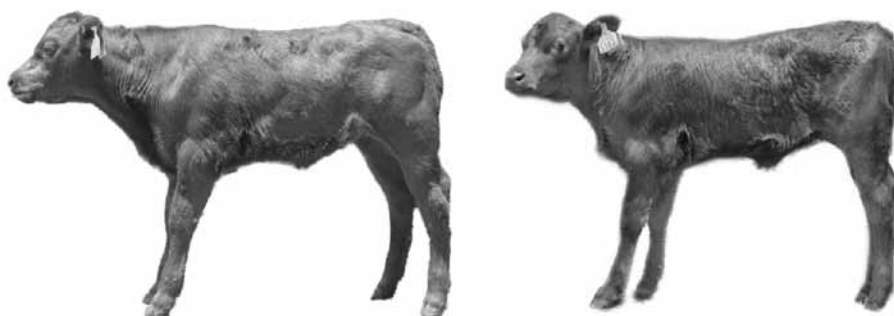


図 30. 草原短角牛（左）と通常牛（右）の子牛（1 ヶ月齢）



図 31. 草原短角牛肉 (左) と通常牛肉 (右)

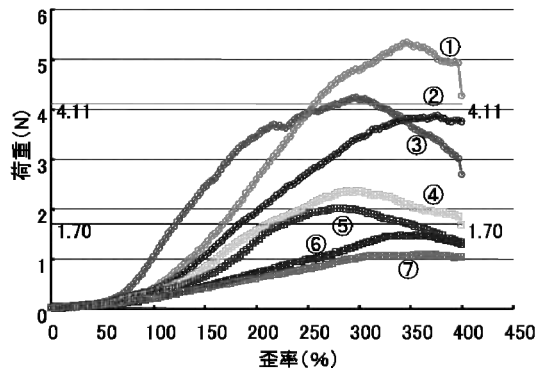


図 32. 牛肉の柔らかさ (破断荷重)

①～③：通常日本短角種
④～⑦：草原短角種

4. まとめ

本調査で、日本短角種は優れた赤身肉の産肉性を有するが、周年放牧において、冬季の過酷な環境の影響が個体より大きく異なることが明らかとなった。また、粗飼料多給短期肥育において、高い粗飼料利用能力と短期肥育法の有効性が示された。このことから、日本短角種は東北アジアで共通するグローバルスタンダード専用肉用牛資源として極めて有望であるが、粗飼料多給のさらに効率的な赤肉増産を行う上で、日本短角種群から高い放牧特性を持つ牛群の再選抜が重要であると考えられる。

「草原短角牛」は日本短角種からミオスタチン遺伝子を指標として造成された日本短角種牛群である。脂肪交雑は期待されないが、柔らかな赤身肉の産肉性に著しく優れ、放牧ならびに肥育特性は日本短角種とほぼ同様である。このことから、将来的にグローバルスタンダード専用肉用牛資源として活用されることが期待される。

6) 東北アジア地域の専用肉用牛遺伝資源の開拓

近い将来、日本、中国、韓国を含む東北アジア地域での牛肉の消費量の持続的増加に対応するため、この地域での共通する肉用牛遺伝資源の開発と牛肉増産の基盤構築を長期的展望に立ち実施することが不可欠である。こ

のことから、本研究では、日本、中国、韓国、フランス、スイスで肉用牛の学術ならびに現地調査を実施し、現存する肉用種の中から東北アジアの風土、気候に適応し、目的を満足する専用肉用牛遺伝資源の開発を念頭に、候補牛を選抜し、東北アジアで共通する環境負荷の少ない赤肉産肉性に優れた専用肉用牛資源（グローバルスタンダード専用肉用牛資源）の造成と高度活用を目指す基盤構築を試みた。

供用可能な専用肉用牛遺伝資源の候補牛の選抜には、「寒冷地での産肉性」、「放牧特性」、「草資源の利用特性」、「環境負荷軽減」、「繁殖・飼養管理」等を主な指標とした。

韓牛は脂肪交雑を重視して選抜されており、小型で、産肉能力も特に優れているとはいえないことから、韓牛を東北アジアのグローバルスタンダード専用肉用牛資源の候補牛とするのは適当ではないと判断された。

中国では、今回調査した品種の中で、特に草原紅牛は、中国の北部で造成され、専用肉用種としての改良の可能性が期待されることから、東北アジアで共通するグローバルスタンダード専用肉用牛資源としての有望であると考えられる。

フランスでは、ベルジアン・ブルー (Belgian Blue) 種、シャロレー (Charolais) 種、サレール (Salers) 種、ブロンド・ダキテーヌ (Blonde d' Aquitaine) 種、リムジン (Limousine) 種を、スイスでは、ブラウンスイス (Swiss Brown) 種と放牧畜産の実態を調査した。調査した中で、東北アジア地域での有効利用が可能な品種はサレール種と判断された。サレール種は乳肉兼用種であるが、放牧適性、産肉量、寒冷地適性、繁殖ならびに哺育能力を考慮すると東北アジア地域での肉用牛遺伝資源として十分活用可能である。また、スイスでは、純粋種を使用することよりも、草資源で産肉能力が十分に発揮できる交雑種の開発がなされていた。このことは、粗飼料多給で産肉性に優れた東北アジア地域でのグローバルスタンダードとなる遺伝資源を開発する上で、新たな交雑種の活用を検討する必要があることを示すものである。

日本短角種は過酷な飼養条件でも増体することが明らかとなり、東北アジア地域のスタンダード牛遺伝資源開発の有望な候補牛となると判断された。しかしながら、周年放牧の影響が個体より大きく異なることが明らかとなり、日本短角種群からさらに産肉性に優れた高い放牧特性を持つ牛群の選抜が重要である。また、われわれが造成した草原短角牛は赤身肉の産肉性に優れ、日本短角種と同様の特徴を有することから将来的に東北アジア地域のスタンダード牛遺伝資源として活用することが可能と考えられる。

本学術調査において、東北アジア地域の専用肉用牛遺

伝資源の開拓のための候補品種として、草原短角種を含む日本短角種、草原紅牛、サレール種が選抜された。研究目的である東北アジア地域の専用肉用牛遺伝資源の造成には、日本短角種を基盤としたこれら選抜種との交配により、この地域の気候風土に適した新しい肉専用品種の造成に取り組むことが適切であると考えられる（図 33）。

本調査による成果は、世界に先駆けて、東北アジア地域の牛肉の供給問題と環境問題を協調解決できる戦略を構築し、これまで例のない東北アジア地域で新たな高品質赤肉産生・専用肉用牛資源造成の可能性を示すものである。一方で、草原短角牛を含む日本短角種牛は専用肉用種として、きわめて優れた能力を有している。しかしながら、わが国での活用が十分に図られていないのが現状である。調査成果は、これらわが国の遺伝資源を国際的に高度活用するという戦略的な研究展開に貢献する。

国建国大学）、Zhao Guoqi 教授（中国揚州大学）、Sun Longsheng 助教授（中国揚州大学）の協力を、韓国の調査は、佐藤衆介教授（東北大学大学院農学研究科）、小倉振一郎准教授（東北大学大学院農学研究科）、Jeon Byong-Tae 教授（韓国建国大学）、Lee Sang-Moo 教授（韓国尚州大学）の協力を、欧州の調査は、萬田富治教授（北里大学獣医学部）、大山利男研究員（農林水産政策研究所）、渡邊康一助教（東北大学大学院農学研究科）の協力を、国内の調査は、内田宏名誉教授（宮城大学食産業学部）、渡邊康一助教（東北大学大学院農学研究科）の協力をいただいた。

本稿は、調査に参加していただいた協力者の報告書を基に著者が整理し、本人の考えを加えたものである。本学術調査に関して、各先生方の専門的所見と報告書等のご協力に、厚く感謝する。

謝 辞

本学術調査研究は、科学研究費補助金（基盤研究（B）海外学術調査）によって支えられ、調査は、平成 18 年 7 月から 19 年 8 月の間に実施された。

中国の調査は、萬田富治教授（北里大学獣医学部）、内田宏名誉教授（宮城大学食産業学部）、麻生 久准教授（東北大学大学院農学研究科）、渡邊康一助教（東北大学大学院農学研究科）、Jeon Byong-Tae 教授（韓

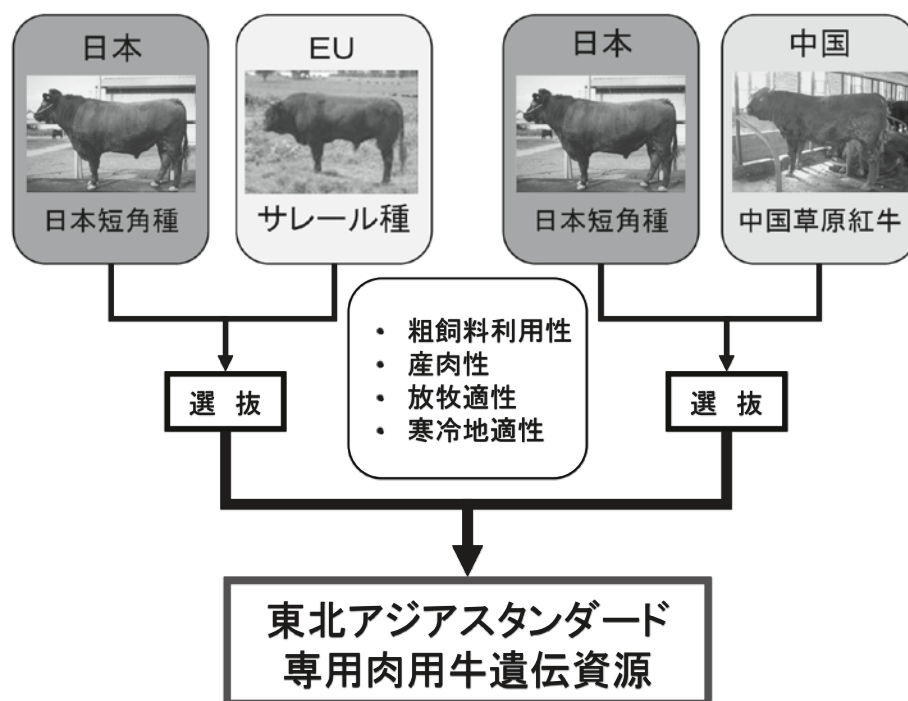


図 33. 東北アジア地域の専用肉用牛遺伝資源の造成

引用文献

- 1) 陳佛生、徐桂芳編：中国家畜地方品種資源図譜、中国農業出版社、北京、2004.
- 2) Qiu Huai, Ju Zhiyong and Chang Zhijie: A survey of cattle production in China-Dairy cattle and dual-purpose breeds Yellow cattle (中国における牛生産の研究－乳用牛、兼用種および黄牛－), <http://www.fao.org/docrep/V0600T/v0600T07.htm>.
- 3) J. W. Longworth, C.G. Brown, S.A. Waldron : Beef in China, University of Queensland Press, Australia, 2001.
- 4) Kansas Asia Community Connection Bringing Asia to Rural Kansas Commuties: Beef Production In China. http://www.asiakan.org/ag_products/beef_production_china.shtml, 2006.
- 5) Kansas Asia Community Connection Bringing Asia to Rural Kansas Commuties: History of Cattle and Beef in China. http://www.asiakan.org/ag_products/beef_production_china.shtml, 2006.
- 6) 常洪主編：中国家畜遺伝資源研究、陝西人民教育出版社、西安、1998.
- 7) 内田 宏、渡邊康一、萬田富治、趙 国琦、孫 龍生、全 炳台、山口 高弘、中国の黄牛と肉用牛生産、畜産の研究、62:449-460、2008.
- 8) 内田 宏、渡邊康一、萬田富治、趙 国琦、孫 龍生、全 炳台、山口 高弘、中国の黄牛とわが国の日本短角種の特性比較、畜産技術、632:54-57、2008.
- 9) Wen Gong , Rodney J. Cox:A Review of China's Beef Industry and Beef Supply Chain,Proceeding of 16th Annual Conference of the Association for Chinese Economics Studies, Australia, Brisbane, QLD, 19-20, July, 2004.
- 10) 薛東燮、韓牛の改良法案、韓畜紙、23 : 359-398、1981.
- 11) Na ki-jun. 韓牛改良と高級肉生産技術開発、畜産技術研究所、2001.
- 12) 朴哲眞、朴英一、非去勢韓牛集団において成長形質と枝肉形質についての遺伝母数の推定、韓国動物資源科学学紙、45: 23-32、2003.
- 13) 韓牛遺伝能力評価報、農村進興廳、畜産技術研究所、2003.
- 14) 尹護白、金施東、羅昇歡、張銀美、李鶴教、全光珠、李得歡、去勢韓牛の枝肉形質についての遺伝母数の推定、韓国動物資源科学学紙、44: 383-390、2002.
- 15) 社団法人日本短角種登録協会：日本短角種＝短角を上手に飼うために＝、鈴木印刷所、仙台、1980.
- 16) 鈴木 暁之、大田原健二、野口 龍生、杉本 喜憲、田中 修一、小松 繁樹、吉川 恵郷、日本短角種におけるウシ筋肉肥大（Double muscling）原因遺伝子の同定とその産肉性、東北畜産学会報、52:11-17、2002.
- 17) 小梨 茂、佐藤洋一、鈴木暁之、渡邊康一、林 晋一郎、長谷川喜久、大池裕治、谷藤隆志、吉川恵郷、西田 朗、山口高弘、東北畜産学会報、56:39-45、2006.