

和牛における育種の現状と展開

神戸大学大学院農学研究科 大山憲二

これまでの和牛育種

和牛改良の原点とされる「蔓」の歴史は古く、19世紀にはすでに中国地方を中心にいくつかの蔓が独自に形成されていた。明治時代に入り、外国種を利用した育種改良が奨励されたが、和牛の欠点を補う一方、利点を失ってしまう結果となり、外国種との雑種となった和牛の良いところを残す選択淘汰が行われるようになった。大正時代には中国地方の各県を中心に審査標準が定められ、同時に登録も開始されるようになった。その後、審査標準や登録組織が一元化され、1944年には品種として黒毛和種が公認されるに至った。同年には褐毛和種と無角和種の2品種も公認され、やや遅れて1954年に日本短角種が公認された。

その後もまだまだ和牛は役用としての性格を強く残していたが、高度経済成長期の耕耘機の普及により和牛は肉専用種となった。この和牛を優れた肉用種とするための取組みの中核を成したのが1968年に開始された産肉能力検定直接法ならびに間接法である。これらの検定はやや形を変えながら改正されているものの、基本的な形態は現在も維持されており、優秀な種雄牛を造成するために欠かせない検定となっている。

種雄牛選抜の第1段階である直接検定は増体能力の遺伝率が低いことを根拠とし、種雄牛候補牛自身の増体能力の表現型での選抜が後代の増体能力を向上させることを期待している。実際、直接検定での1日当たり増体量の遺伝率は2002年までの検定で0.40(Shojoら, 2005)、それ以降の検定で0.26(Okanishiら, 2008)と推定されている。しかし、改良の重点が置かれてきた脂肪交雑と1日当たり増体量は遺伝的に無相関であることも報告されており(Mukaiら, 1995)、直接検定での増体量での選抜が脂肪交雑の優れた個体を淘汰している危険性が示唆された。

一方の間接検定は、種雄牛候補牛の後代を調査牛として枝肉データを取得し、候補牛の遺伝的能力を推定するための検定であるが、調査牛間の共通環境と遺伝能力の交絡が原因となり、正確な遺伝率の推定が困難であった。また種雄牛の年次を超えた比較も難しく、より効率的な検定法が求められるようになっていた。

現在の和牛育種

このような問題を解決し、加えて後代の能力の半分を担う繁殖雌牛の重要性の再認識から、記録を持たない個体の遺伝的能力を正確に予測するBLUP法が和牛に導入されることとなった。現在和牛改良の主軸となっている枝肉形質の育種価評価は、広島県の肥育牛データを利用して種雄モデルにより1990年代前半から試行された。これは牛肉の輸入自由化や牛枝肉取引規格の改正とときを同じくしているが、すべては単なる偶然ではなくこれらを契機として和牛の育種に育種価という海のものとも山のものとも分からない代物を当時全国和牛登録協会の専務であった並河澄博士が輸入牛肉に対抗する切り札として強力に推

進したのである。折しもこの頃、コンピュータが急速に普及し始め、その性能は年々飛躍的に増大していた。和牛の育種価評価もその恩恵を大きく受け、種雄モデルより前提条件の少ないアニマル（個体）モデルへとその評価法が移って行った。計算アルゴリズムの変化はあるものの現在の育種価評価も基本的にはその当時に確立した手法が使用されている。ルーチンの評価対象となっている形質は枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さ、皮下脂肪厚、推定歩留および脂肪交雑の枝肉 6 形質が主体で、2010 年 6 月現在、全国 42 道府県で 218 万頭を超える肥育牛のデータから 230 万頭を超える種牛が評価対象となっていて、近年の遺伝的趨勢は皮下脂肪厚が若干の減少傾向、その他の形質は明らかな増加傾向となっている（全国和牛登録協会、2010）。なかでも脂肪交雑の遺伝的変化は顕著であり、過去 15 年ほどの間に 2.5 遺伝標準偏差程度の増加を示している。

BLUP 法による育種価予測が導入されて 20 年ほどが経過し、枝肉形質の遺伝的能力は順調に増加したが、近年は和牛集団の遺伝的多様性の減少が懸念されている。遺伝的な改良と多様性は拮抗関係にあり、少数の優秀な個体で次世代を形成するほど改良は進むが多様性の減少は速くなる。過去には地域の谷ごとに蔓牛系統があり、谷間の遺伝的交流は実牛の移動が必要なことから限定されていた。しかし、凍結精液を用いた人工授精が普及し、かつ BLUP 法により優秀な個体が明確になったことで、それらの個体に供用が集中し遺伝的多様性を急速に失う結果となった。例えば黒毛和種の始祖個体の有効ゲノム数は 1960 年から 2000 年までの 40 年間に 86.6 頭から 7.3 頭まで減少し（Honda ら、2004）、1970 年から 2000 年の褐毛和種の有効ゲノム数は熊本で 32.7 頭から 4.9 頭、高知で 14.1 頭から 3.9 頭へ大きく低下した（Honda ら、2006）。なかでも但馬牛と称される兵庫県産の黒毛和種は平均近交係数が 0.17、平均相加的血縁係数が 0.41（Honda ら、2002）と非常に高い。これはランダムに但馬牛を 2 個体抽出すると、それらがほぼ親子に近い程度の血縁を有することを示している。

これからの和牛育種

前述のように枝肉 6 形質については育種価の評価体制も整備され、改良が順調に進む環境ができた。近年は和牛に脂肪交雑以外の付加価値を持たすため、牛肉の食味を向上させるための研究が精力的に推進されている。その中でもっとも注目を浴びているのがオレイン酸を代表とする一価不飽和脂肪酸である。脂肪の不飽和度が高まると融点が低くなり、一般に口どけの良い脂肪となる。さらに一価不飽和脂肪酸は悪玉コレステロールと称され動脈硬化の要因である LDL コレステロールを低下させるといわれている。不飽和脂肪酸の遺伝率は高く推定されており（井上ら、2008；Nogi ら、2010）改良の可能性は大きいですが、実際の測定はガスクロマトグラフィーが必要で手間がかかる。そこで近赤外分光分析装置を利用した不飽和脂肪酸の推定法が研究され実用段階に入っている（Irie ら、2003）。不飽和脂肪酸は遺伝生化学からのアプローチも盛んで、飽和脂肪酸を不飽和化する SCD 遺伝子に多型が発見され、和牛の脂肪酸組成との関連性も報告されている（Taniguchi ら、2004）。近年の健康志向の高まりも勘案すると、和牛の肉質に関する研究が今後ますます重要になるのは間違いない。

このような新たな形質に選抜を加えるには、和牛に十分な遺伝的多様性が残っていなけ

ればならない。消失した遺伝資源を復活させることはできないが、残された遺伝資源を有効に活用し多様性の減少にある程度歯止めをかけることは不可能ではない。そのためには短期的には種雄牛の供用頻度をコントロールする方法（Oyama ら，2007）は十分に有効であり，長期的にはいくつかの系統を維持した輪番交配（Honda ら，2005）などを計画する必要がある。和牛では現在，地域に埋もれた希少系統の掘り起しが各地で行われており，系統の特徴を把握する作業も行われている。このような地道な作業が遺伝的多様性の重要性を生産現場にも浸透させ，将来に保存しておくべき大切な資源の発掘にも繋がることであろう。

和牛の経済形質に関しては，枝肉形質に加え他の形質の遺伝的評価も行われつつある。例えば繁殖雌牛の4歳時での生産子牛数を表す子牛生産指数（Oyama ら，2009）や，どの程度摂取した飼料を有効に利用したかを示す余剰飼料摂取量（Hoque ら，2006；Okanishi ら，2008；Hoque ら，2009）である。配合飼料をはじめとした生産資材の高騰は和牛生産の非効率性を改めて認識させ，和牛は今後高品質であることはもちろん，効率的であることも求められるようになった。そんななか，子牛生産指数は平成24年に開催される第10回全国和牛能力共進会の出品資格条件に採用され，余剰飼料摂取量は直接検定を受検した各種雄牛候補牛ごとに算出されるようになった。これらの形質はともに和牛による牛肉生産を効率的に推進するための重要な指標であり，今後の和牛改良の中心的役割が期待される。

和牛は役用から役肉用へ，そして肉用へその役割を変化させてきた。その時代時代にわれわれは和牛に異なる能力を要求し，和牛は忠実に応えてきた。これは他でもなく和牛がもっていた遺伝的多様性が可能にしてきたことであり，それを失いつつあるいま，果たして和牛にわれわれのこれからの要求に応える余力があるのだろうか。50年，100年先の改良目標が明らかではない以上，可能な限りの遺伝的多様性を和牛に残しておくことが肝要である。

引用文献

- Honda T, Fujii T, Nomura T, Mukai F. 2006. Evaluation of genetic diversity in Japanese Brown cattle population by pedigree analysis. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 123:172-179.
- Honda T, Nomura T, Mukai F. 2005. Conservation of genetic diversity in the Japanese Black cattle population by the construction of partially isolated lines. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 122:188-194.
- Honda T, Nomura T, Yamaguchi Y, Mukai F. 2002. Pedigree analysis of genetic subdivision in a population of Japanese Black cattle. *Animal Science Journal* 73:445-452.
- Honda T, Nomura T, Yamaguchi Y, Mukai F. 2004. Monitoring of genetic diversity in the Japanese Black cattle population by the use of pedigree information. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 121:242-252.
- Hoque MA, Arthur PF, Hiramoto K, Oikawa T. 2006. Genetic relationship between different measures of feed efficiency and its component traits in Japanese Black (Wagyu) bulls.

- Livestock Science* 99:111-118.
- Hoque MA, Hosono M, Suzuki K. 2009. Genetic parameters for dry matter, energy and protein intake, and their relationships with performance and carcass traits in Japanese Black cattle. *Journal of Animal Breeding Genetics* 126:14-21.
- 井上慶一, 庄司則章, 小林正人. 2008. 黒毛和種肥育牛の脂肪融点, 脂肪酸組成および格付形質間の遺伝的關係. 日本畜産学会報 79 : 1-8.
- Irie M, Oka A, Iwaki F. 2003. Fibre-optic method for estimation of bovine fat quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83:483-486.
- Mukai F, Oyama K, Kohno S. 1995. Genetic relationships between performance test traits and field carcass traits in Japanese Black cattle. *Livestock Production Science* 44:199-205.
- Nogi T, Honda T, Mukai F, Okagaki T, Oyama K. 2010. Heritabilities and genetic correlations of fatty acid compositions in *longissimus* muscle lipid with carcass traits in Japanese Black cattle. *Journal of Animal Science* (accepted).
- Okanishi T, Shojo M, Katsuta T, Oyama K, Mukai F. 2008. Genetic analysis of residual feed intakes and other performance test traits of Japanese Black cattle from revised protocol. *Animal Science Journal* 79:291-296.
- Oyama K, Fujiwara S, Katsuta T, Honda T, Mukai F. 2009. Number of calves produced at specified age as a measure of reproductive performance in beef cattle under artificially-inseminated breeding scheme. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 22:162-167.
- Oyama K, Nojima M, Shojo M, Fukushima M, Anada K, Mukai F. 2007. Effect of sire mating patterns on future genetic merit and inbreeding in a closed beef cattle population. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 124:73-80.
- Shojo M, Yong J, Anada K, Oyama K, Mukai F. 2005. Estimation of genetic parameters for growth and feed utilization traits in Japanese Black cattle. *Animal Science Journal* 76:115-119.
- Taniguchi M, Utsugi T, Oyama K, Mannen H, Kobayashi M, Tanabe Y, Ogino A, Tsuji S. 2004. Genotype of stearoyl-CoA desaturase is associated with fatty acid composition in Japanese Black cattle. *Mammalian Genome* 15:142-148.
- 全国和牛登録協会. 2010. 育種価評価の現状. 「和牛」 253:22-36.