

学位論文全文に代わる要約 Extended Summary in Lieu of Dissertation

氏名： 高橋和裕
Name

学位論文題目： 肉用牛の生産性向上に対する遺伝要因・環境要因の研究
Title of Dissertation

学位論文要約：
Dissertation Summary

離乳前の子牛の発育に影響を与える遺伝的な能力は、子牛自身が持つ発育能力と母牛の哺育能力が考えられる。子牛自身の発育能力は父牛と母牛から 1/2 ずつ譲り受けた直接遺伝効果であり、母牛が持つ哺育能力は、さらに母牛の母性遺伝効果と永続的母性環境効果に分けられる。肉用牛の遺伝的能力評価は、これらの効果が及ぼす影響を考慮した数学モデルの選択が必要である。このことから、肉用牛の生時体重、生時から 1 ヶ月齢時までの 1 日増体量(以下、「DG」とする)、生時から 2 ヶ月齢時までの DG、生時から 3 ヶ月齢時までの DG、生時から 6 ヶ月齢時までの DG および枝肉格付記録を用い、遺伝的能力評価に用いる数学モデル(数学モデル 1：直接遺伝効果と母性遺伝効果の数学モデル、数学モデル 2：直接遺伝効果、母性遺伝効果および永続的母性環境効果の数学モデル、数学モデル 3：直接遺伝効果のみの数学モデル)について検討した。

この結果、生時体重、生時から 1、2、3 および 6 ヶ月齢時までの DG では、特に生時から 2 ヶ月齢時までの DG、生時から 3 ヶ月齢時までの DG、生時から 6 ヶ月齢時までの DG の遺伝的能力評価の推定には直接および母性遺伝効果の他に永続的母性環境効果を取り上げた数学モデルが望ましいと推察された(表 1)。一方、枝肉格付記録による枝肉形質の母性遺伝効果、永続的母性環境効果はともに低かった。このことから枝肉形質の遺伝的能力評価には、直接遺伝効果の他に母性遺伝効果、永続的母性環境効果を数学モデルに加えても、母性遺伝効果や永続的母性環境効果の影響は少ないと推察された(表 2)。また数学モデル 2、3 で推定された直接遺伝効果の育種価間の相関係数は有意に高く($P < 0.001$)、枝肉形質の直接遺伝効果の育種価推定には母性遺伝効果や永続的母性環境効果の影響は少ないと考えられた(表 3)。これは離乳時期から肥育終了までの時間経過によるものと推察された。

表 1 褐毛和種子牛の生時体重と生時から各月齢時までの DG の遺伝率と永続的母性環境割合

数学 モデル	区分	生時 体重	DG			
			1 ヶ月齢時	2 ヶ月齢時	3 ヶ月齢時	6 ヶ月齢時
1	h_a^2	0.39	0.18	0.27	0.34	0.43
	h_m^2	0.11	0.08	0.38	0.49	0.20
2	h_a^2	0.40	0.18	0.27	0.34	0.48
	h_m^2	0.10	0.06	0.21	0.31	0.10
	C^2	0.01	0.01	0.12	0.12	0.08

h_a^2 : 直接遺伝効果の遺伝率、 h_m^2 : 母性遺伝効果の遺伝率、 C^2 : 永続的母性環境割合

(様式5) (Style5)

表2 黒毛和種肥育牛の枝肉形質の遺伝率と永続的母性環境割合

数学モデル	区分	枝肉重量	ロース芯面積	バラの厚さ	皮下脂肪厚	歩留基準値	脂肪交雑
2	h_a^2	0.46	0.32	0.33	0.43	0.42	0.30
	h_m^2	0.04	0.04	0.02	0.05	0.08	0.08
	C^2	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00
3	h_a^2	0.55	0.46	0.38	0.60	0.61	0.57

h_a^2 : 直接遺伝効果の遺伝率、 h_m^2 : 母性遺伝効果の遺伝率、 C^2 : 永続的母性環境割合、

表3 数学モデル2、3で推定した黒毛和種肥育牛の枝肉形質の直接遺伝効果の育種価間の相関係数

形質	枝肉重量	ロース芯面積	バラの厚さ	皮下脂肪厚	歩留基準値	脂肪交雑
相関係数	0.990	0.976	0.995	0.961	0.971	0.989

相関係数は全ての形質で有意差が認められた(P<0.001)

直接および母性遺伝効果による遺伝的能力評価は、評価する形質の後代記録が必要である。このため遺伝的能力評価が判明するまで多大な年月が必要となる。遺伝的能力評価と関連する遺伝子多型を活用すれば子牛が生まれた時点でその能力の予測が可能になる。黒毛和種の成長ホルモン受容体(以下、「*GHR*」とする)遺伝子の肝臓特異的転写制御領域に存在する LINE-1 In/Del 多型は生産形質に影響を与える可能性が示唆されている。このことから *GHR* 遺伝子多型を活用した黒毛和種の子牛市場出荷時体重や枝肉格付記録による遺伝的能力評価について検討した。

この結果、*GHR* 遺伝子多型のタイプと子牛市場出荷時体重による繁殖雌牛の直接および母性遺伝効果の育種価は、L型ホモ(LL)がS型ホモ(SS)、ヘテロ型(LS)がS型ホモ(SS)に対して有意に高かった(P<0.01、表4)。このことから *GHR* 遺伝子多型はL型遺伝子を有する LL 型、LS 型の遺伝子型が子牛自身の発育性や母牛の泌乳性の増加に有効であることが示された。さらに *GHR* 遺伝子多型のタイプと肥育牛の枝肉形質の中でロース芯面積およびバラの厚さについては L 型ホモ(LL)がヘテロ型(LS)および S 型ホモ(SS)に対して有意に優れていた(P<0.05、表5)。歩留基準値は、L 型ホモ(LL)が S 型ホモ(SS)に対して有意に高かった(P<0.05、表5)。これらの結果から、*GHR* 遺伝子多型は筋肉量と関連し、L 型遺伝子の導入が肉量増加に有効であることが示唆され、筋肉量に関する経済形質の改良を進めることが可能と推察された。そして、*GHR* 遺伝子の LINE-1 In/Del 多型の L 型遺伝子を有することが、子牛自身の発育性や母牛の泌乳性、肥育牛の肉量増加につながり、生産性の向上に有効な遺伝子と推察された。

表4 黒毛和種繁殖雌牛の *GHR* 遺伝子の LINE-1 In/Del 多型ごとの直接及び母性遺伝効果の育種価の平均値

区分	<i>GHR</i> 遺伝子多型		
	LL	LS	SS
直接遺伝効果 (kg)	13.84±2.31 ^a	11.18±2.53 ^a	-0.29±3.03 ^b
母性遺伝効果 (kg)	4.87±1.47 ^a	2.10±2.25 ^a	-8.61±1.51 ^b

平均±標準誤差、異符号間に有意差あり(P<0.01)

表 5 黒毛和種肥育牛の枝肉形質の *GHR* 遺伝子の LINE-1 In/Del 多型ごとの育種価の平均値

形 質	遺伝子型		
	LL	LS	SS
枝肉重量 (kg)	18.30 ± 2.75	13.35 ± 2.39	14.97 ± 2.77
ロース芯面積 (c m ²)	6.32 ± 0.32 ^a	4.83 ± 0.31 ^b	4.58 ± 0.35 ^b
バラの厚さ (cm)	0.56 ± 0.03 ^a	0.43 ± 0.03 ^b	0.40 ± 0.04 ^b
皮下脂肪厚 (cm)	-0.34 ± 0.04	-0.37 ± 0.03	-0.40 ± 0.04
歩留基準値 (%)	1.40 ± 0.07 ^a	1.18 ± 0.07 ^{ab}	1.12 ± 0.07 ^b
脂肪交雑 (BMS No.)	0.92 ± 0.03	0.85 ± 0.03	0.90 ± 0.03

平均± 標準誤差、異符号間に有意差あり(P<0.05)

また肉用牛の生産性の向上にはビタミン A が重要である。ビタミン A は肉用牛の増体量に影響を及ぼすことが知られており、ビタミン A の減少は肉用牛の生産性の低下につながる。飼料タンクに貯蔵した配合飼料のビタミン A は飼料タンク内の温度の影響を受ける。このため飼料タンクに貯蔵する配合飼料の貯蔵技術の改善を図ることを目的として、飼料タンク内の換気を促す装置(特許第 4403234 号、写真 1、写真 2)を開発し、これまでの通常の飼料タンク(容量 3t、以下、「従来型飼料タンク」とする)内と換気装置を設置した飼料タンク(以下、「換気式飼料タンク」とする)内と飼料タンク外の気温(以下、「外気温」とする)と湿度(以下、「外湿度」とする)を比較し、飼料タンク内の空気の換気の効果について検討を行った。なお、それぞれの飼料タンク内の温度並びに湿度の測定部位は、飼料補給口から配合飼料までの空間で、温湿度レコーダーをタンク上部にある飼料補給口からロープで吊るした 20cm 下(以下、「上部」とする)と 160cm 下(以下、「中部」とする)の 2 カ所とした。

その結果、従来型飼料タンクの上部の平均温度は中部よりも高くなっており、更に外気温よりも高く、従来型飼料タンク内の空気を排除しなければ飼料タンク内温度の上昇を防ぐことはできないと推察された(表 6、表 7)。また、従来型タンクの上部と中部の平均湿度は外湿度より高く、従来型タンク内は外気と比較して高温多湿となっていると示唆された(表 6、表 7、表 8)。換気式飼料タンクの平均温度並びに平均湿度は、上部および中部のそれぞれで従来型飼料タンクの上部、中部よりも有意に低下した(P<0.05、表 7、表 8)。これらのことから換気式飼料タンクは従来型飼料タンクと比較し、平均温度並びに平均湿度の上昇の抑制が認められた。このことから、飼料タンクに換気式蓋を設置することで飼料タンク内温度並びに湿度の上昇の抑制につながり、飼料タンクに貯蔵される配合飼料の貯蔵環境の改善の一助となり、ビタミン A の低減の抑制につながると示唆された。そして、飼料タンクに貯蔵される配合飼料の品質低減の抑制のために換気を促す装置を設置することは肉用牛の生産性の向上につながると考えられた。



写真 1 タンク内の換気を促す装置



写真 2 通常の飼料タンクの蓋と同様に開閉可能な換気式蓋

表6 飼料タンク内温湿度測定時の外気温並びに外湿度

区分	平均(°C)	最高(°C)	最低(°C)
外気温	24.2	31.1	15.8
外湿度	55.6	82.0	28.0

表7 飼料タンク内の温度に及ぼす換気の影響

区分	平均(°C)	最高(°C)	最低(°C)	
従来型タンク	上部	27.6 ^a	51.9	14.4
	中部	25.8 ^b	44.2	14.6
換気式タンク	上部	25.9 ^b	45.1	14.9
	中部	24.8 ^c	38.5	15.0

表8 飼料タンク内の湿度に及ぼす換気の影響

区分	平均(%)	最高(%)	最低(%)	
従来型タンク	上部	58.9 ^{a b}	82.0	12.0
	中部	60.2 ^a	78.0	28.0
換気式タンク	上部	53.5 ^d	72.0	17.0
	中部	58.2 ^{b c}	73.0	35.0

a、b、c、d:異文字間に有意差あり(P<0.05)

これらの研究結果から子牛の発育には直接および母性遺伝効果の他に永続的母性環境効果が関与することから子牛の発育記録を用いた遺伝的能力評価の推定には直接および母性遺伝効果の他に永続的母性環境効果を取り上げた数学モデルが望ましいと示唆された。一方、枝肉形質の遺伝的能力評価には、母性遺伝効果や永続的母性環境効果を数学モデルに取り上げても、直接遺伝効果の遺伝的能力評価に与える影響は少ないと推察された。次に、子牛市場出荷時体重の直接および母性遺伝効果や枝肉形質のロース芯面積、バラの厚さ、歩留基準値の育種価は*GHR*遺伝子のLINE-1 In/Del多型に関連し、L型遺伝子を有することが、子牛自身の発育性や母牛の泌乳性、肥育牛の肉量増加につながることを示唆され、肉用牛の生産性の向上に必要な遺伝子と推察された。しかしながら、肉用牛の遺伝的能力の発現には日々摂取する配合飼料の品質も重要である。これらのことから肉用牛の遺伝的能力向上のみならず、よりよい飼育環境が肉用牛の生産性の向上につながると考えられた。