

1. 肉用牛の産肉性向上に関する研究  
(2) 血統情報、遺伝的能力を取り入れた育種改良  
7. 種雄牛の遺伝的寄与率と産子の能力との関連性

Relation to genetic contribution of sire and production ability of those progeny.

伊藤雅之<sup>1)</sup>

要 旨

枝肉市場に出荷された肥育牛の記録を用いて、種雄牛および繁殖雌牛の遺伝的能力の評価を行っている。その結果、計画交配によって高能力種雄牛が造成されたことから、産肉能力の改良に大きな効果も認められ、また繁殖雌牛の能力向上にも大きな影響を与えている。

しかしながら、最近では高能力種雄牛への利用が偏り、産子の血縁の高まりが危惧されるようになってきたことから、現存の繁殖牛群の血縁関係を考慮に入れながら、最適な種雄牛群の造成を行う。

1. 肥育牛個体毎に算出した各種雄牛の遺伝的寄与率と枝肉成績との相関係数は、各形質とも0から0.1程度と極めて低い値であった。
2. 種雄牛の遺伝的寄与率の程度によってグループ分けを行い、産子の成績と比較したところ、ほとんどの始祖種雄牛で遺伝的寄与率の上昇に伴って産子の能力が低下する傾向がみられたが、第7系桜では遺伝的寄与率の上昇に伴って産子の能力は上昇する傾向がみられた。
3. 現在供用中の繁殖雌牛の血統構成をみると、全体の半数以上が糸福の娘牛または孫牛であり、今後もこの傾向は継続すると思われる。
4. 現存する繁殖雌牛群と現在供用中または造成中の種雄牛との交配シミュレーションから得られた遺伝的寄与率は交配様式によって様々であるが、肉質面では高能力が期待されるものが多くみられたが、肉量的に高能力が期待されるものは少なかった。
5. 今後の種雄牛は第7系桜の遺伝的寄与率をある程度確保しつつ、他の血液を導入できるものが必要である。繁殖雌牛の遺伝的寄与率を考慮に入れながら交配種雄牛を選択することにより、繁殖牛群内の遺伝的多様性を確保しつつ、産子の能力の画一<sup>1)</sup>化が図られるものと期待される。

(キーワード：遺伝的寄与率、血統分析)

背景および目的

肉用牛の育種改良を効率的に推進するためには、いかにして遺伝的産肉能力の高い種牛を獲得できるかにかかっている。そこで、後代など血縁個体の枝肉市場成績を利用した現場後代検定を行い、前もって遺伝的に高能力が推定される種雄牛候補生産のため、交配計画策定が必要となっている。

そのため、全国の枝肉市場で収集された大分県

産素牛の肥育牛データを用い、種牛の遺伝的産肉能力を評価し、これを利用した育種改良に取り組んだことにより、高能力種雄牛が造成され、改良の効果も認められてきた。

また、基礎データの蓄積により、評価頭数が増大し、正確度も向上することにより、利用者の信頼も高まり、繁殖雌牛の改良にも大きな影響を与えている。しかしながら、最近では高能力種雄牛

1)三重家畜保健衛生所

への利用が偏り、産子の血縁の高まりが危惧されるようになってきた。

本研究では、祖先種雄牛の遺伝的寄与率と産子の子牛市場成績ならびに枝肉市場成績との関連性を解明するとともに、現存する繁殖牛群の遺伝的寄与率を解析し、現存する種雄牛および現在造成中の種雄牛との交配シミュレーションを行い、今後必要となる血統を検索する。

### 材料および方法

材料としては、子牛市場成績と枝肉市場成績を用いた。子牛市場成績は、大分県内の大分、豊肥、久大および県北の4子牛市場に1987年度から2001年度までの15年間に出荷された雌子牛118,336頭、去勢子牛126,096頭、合計244,432頭の出荷時体重、出荷時日齢(MWT)および日齢体重(DG)の記録である。

枝肉市場成績は1988年4月から2002年3月までの間に全国の枝肉市場で収集した大分県内で生産され県内で肥育され鼻紋照合によって血統が確認されたものおよび、県外で肥育され(社)家畜改良事業団により、(社)畜産物価格安定基金協会が装着した耳標番号から血統が確認された肥育牛の枝肉成績記録の内、分析に必要な要因および分析対象形質情報に欠測値のあるものや不確かなものを除外した黒毛和種肥育牛45,552頭の枝肉成績を用いた。分析項目は枝肉重量(CWT)、1日あたり増体量(DG)、ロース芯面積(RIBA)、バラ厚(BARA)、皮下脂肪厚(SUBF)、BMSナンバー(BMS)の6形質である。

遺伝的寄与率はWienerが定義し、ある特定の祖先集団が現在の集団にどの程度影響を与えているかを示す指数であり、以下の式により推定した。

$$(1/2)^n f_n / N$$

ただし、N：個体数、n：標本世代から遡及する世代数、 $f_n$ ：n世代目に出現した始祖種雄牛の度数を示す。本研究では対象祖先を牛群ではなく1960年代に活躍した種雄牛、第36栄竜、第33東豊、第7系桜、田安土井、菊則土井、茂金波、気高、金水9の

8頭を代表的種雄牛として計算した。次いで、始祖種雄牛毎に産子の遺伝的寄与率の程度によって0%、3%、6%、9%、12%、>12%の6群にグループ分けし分析した。ただし、第7系桜は全体に遺伝的寄与率が高かったため0%、9%、15%、18%、21%、27%、>27%の7群に分割した。

#### 1. 種雄牛の遺伝的寄与率と産子の子牛市場成績との関連性

子牛市場成績のうち1997年度から2001年度までに出荷された雌子牛37,952頭、去勢子牛40,500頭合計78,452頭を用いた。これらの子牛における各始祖種雄牛の遺伝的寄与率と子牛市場時記録から得られた出荷時体重および日齢体重を比較した。

#### 2. 種雄牛の遺伝的寄与率と産子の枝肉成績との関連性

肥育牛について各始祖種雄牛の遺伝的寄与率を求めるとともに、肥育牛個体の枝肉成績について環境要因の補正を行うため遡及世代数を0に設定したMTDFREMLを実行して、産肉能力育種価を求め、両者を比較した。

#### 3. 繁殖雌牛の血統構成の推移

1985年度、1990年度、1995年度および2000年度に子牛市場に出荷された全子牛の母親について各始祖種雄牛の遺伝的寄与率を求め、血統構成の推移を検討した。次いで2000年度および2001年度に子牛市場に出荷された全子牛の母親について重複を除去したものを現存する繁殖雌牛として各始祖種雄牛の遺伝的寄与率を求め、それぞれの父親別に血統構成を検討した。

#### 4. 繁殖雌牛と種雄牛との交配シミュレーションによる産子の能力予測

現存する繁殖雌牛と供用中および造成中の種雄牛を交配した際の産子の遺伝的寄与率を求め、遺伝的寄与率と産子の能力との関連性をもとにして、今後生産される産子の能力を予測し、さらに、今後の改良において必要な血統を具備した種雄牛の血統を検討した。

## 結 果

1. 種雄牛の遺伝的寄与率と産子の子牛市場成績との関連性

表 - 1 に始祖種雄牛の遺伝的寄与率と産子の子牛市場成績との相関係数を示した。個体別に比較するとすべての種雄牛および形質で相関係数は0.1以下と低い値ではあるが、有意な相関の見られるものもあった。一方、遺伝的寄与率の程度によ

ってグループ分けしたものでは一部の始祖種雄牛および形質で有意な相関が認められ、特に第7系桜および気高では遺伝的寄与率の上昇に伴い産子の能力は向上していた。図 - 1 はその関係を示したものである。（参考 付表 - 1）

2. 種雄牛の遺伝的寄与率と産子の枝肉成績との関連性

表 - 2 に始祖種雄牛の遺伝的寄与率と産子の枝肉成績との相関係数を、図 - 2 にその散布図を示した。個体別にみると子牛市場成績を用いた解析と同様に、0.1程度と低い相関係数ではあるが、有意な相関が見られるものもあり、特に、第7系桜ではすべての形質において有意であり、その遺伝的寄与率が高くなるほど産子の産肉能力が高くなっていた。遺伝的寄与率の程度によってグループ分けしたものでは、形質および始祖種雄牛によって違いがあるものの、増体形質である枝肉重量およ

びDGでは、兵庫系種雄牛の田安土井、菊則土井および茂金波は、0%から3%の群で最大となり、その後遺伝的寄与率の上昇に伴い低下しているのに対し、第7系桜と鹿児島系種雄牛の気高および金水9は遺伝的寄与率の上昇に伴い産子の能力は高くなっていた。第36栄竜および第33東豊では遺伝的寄与率の上昇に伴って産子の能力は低下していた。ロース芯面積では菊則土井、茂金波、気高および金水9は0%から3%、第33東豊および田安土井では3%から6%の群で最大であった。第7系桜では21%程度まで上昇しその後遺伝的寄与率が増加しても高い値で推移した。バラ厚はどの種雄牛においても遺伝的寄与率の変化に対して産子の能力も変化しているが、その変動幅は1mm以下で非常に小さいものであった。皮下脂肪厚は第33東豊で遺伝的寄与率の上昇とともに厚くなり、菊則土井では薄くなっていた。BMSナンバーでは第33東豊、菊則土井、茂金波、気高および金水9は0%から3%、田安土井では0%から6%の群で、第7系桜は18%から21%の群で最大であり、第36栄竜では遺伝的寄与率の上昇とともに産子の能力は高くなっていた。（参考 付表 - 2）

表 - 1 種雄牛の遺伝的寄与率と産子の子牛市場成績との相関係数

種雄牛名	個体						グループ別					
	雌子牛		去勢子牛		全子牛		雌子牛		去勢子牛		全子牛	
	体重	DG	体重	DG	体重	DG	体重	DG	体重	DG	体重	DG
第36栄竜	-0.00	-0.01	0.03	0.02	0.01	0.00	0.66	0.41	0.96*	0.94*	0.89**	0.69
第33東豊	-0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.01	-0.02	-0.72	-0.75	-0.82**	-0.88**	-0.75	-0.81
第7系桜	0.03	0.03	0.07**	0.07**	0.05	0.05	0.89*	0.87**	0.98*	0.89*	0.97*	0.92
田安土井	-0.02	-0.03	-0.04	-0.06**	-0.03	-0.04	-0.71	-0.79	-0.86**	-0.92*	-0.80	-0.87
菊則土井	-0.04	-0.04	-0.05	-0.05	-0.04	-0.04	-0.82**	-0.78	-0.90**	-0.88**	-0.86**	-0.83
茂金波	-0.03	-0.02	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.74	-0.74	-0.96*	-0.75	-0.97*	-0.92
気高	0.04	0.06**	0.05	0.09*	0.04	0.07**	0.86**	0.95*	0.84**	0.90**	0.92*	0.94

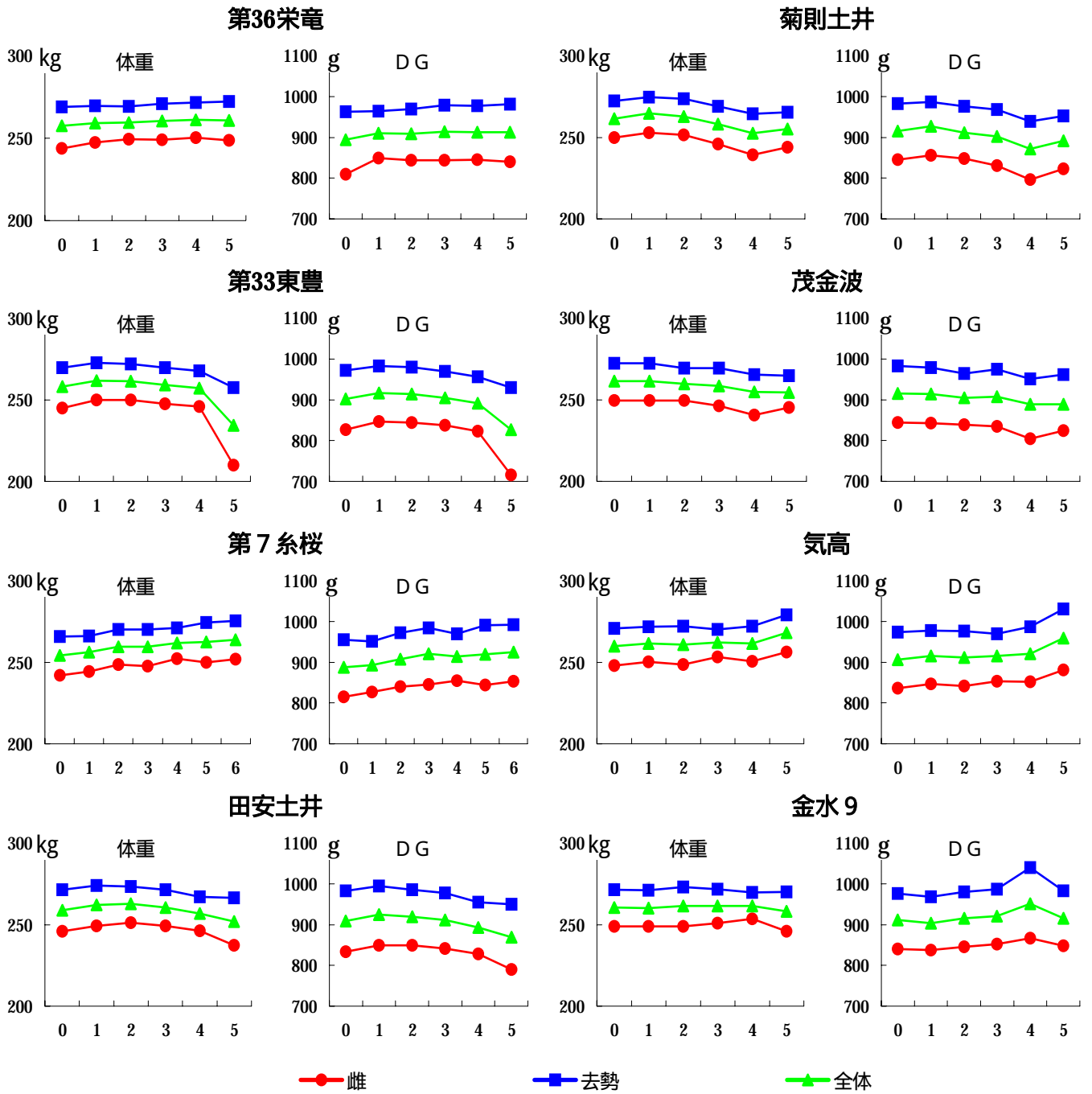


図 - 1 種雄牛の遺伝的寄与率と産子の子牛市場成績との関係

表 - 2 種雄牛の遺伝的寄与率と産子の枝肉市場成績との相関係数

種雄牛名	個体別						グループ別					
	枝肉重量	D G	ロ-ス芯面積	ハラ厚	皮下脂肪厚	B M S	枝肉重量	D G	ロ-ス芯面積	ハラ厚	皮下脂肪厚	B M S
第36栄竜	-0.06	-0.05	-0.03	-0.02	0.14 *	0.09 *	-0.89 **	-0.84 **	0.85 **	-0.82 **	0.94 *	0.92 *
第33東豊	-0.08 **	-0.05	-0.06	-0.06	0.17 *	-0.00	-0.97 *	-0.93 *	-0.85 **	-0.95 *	0.99 *	-0.73
第7糸桜	0.10 *	0.07 **	0.13 *	0.07 **	-0.11 *	0.12 *	0.94 *	0.94 *	0.84 **	0.91 *	-0.57	0.42 *
田安土井	-0.09 *	-0.03	-0.01	-0.05	0.00	-0.01	-0.91 **	-0.77	-0.55	-0.81	-0.68	-0.46
菊則土井	-0.06	-0.04	-0.03	-0.03	-0.09 *	0.00	-0.94 *	-0.88 **	-0.73	-0.83 **	-0.96 *	-0.44
茂金波	-0.05	-0.03	-0.09 *	-0.07 **	-0.02	-0.04	-0.89 **	-0.82 **	-0.97 *	-0.89 **	0.11	-0.91 **
気高	0.10 *	0.07 **	-0.03	0.02	-0.05	-0.07 **	0.83 *	0.76	-0.83 **	0.59	-0.71	-0.62
金水9	0.06	0.04	-0.04	0.01	-0.06	-0.07 **	0.77	0.63	-0.74	0.46	-0.56	-0.63

\*: p<0.01      \*\*: p<0.05

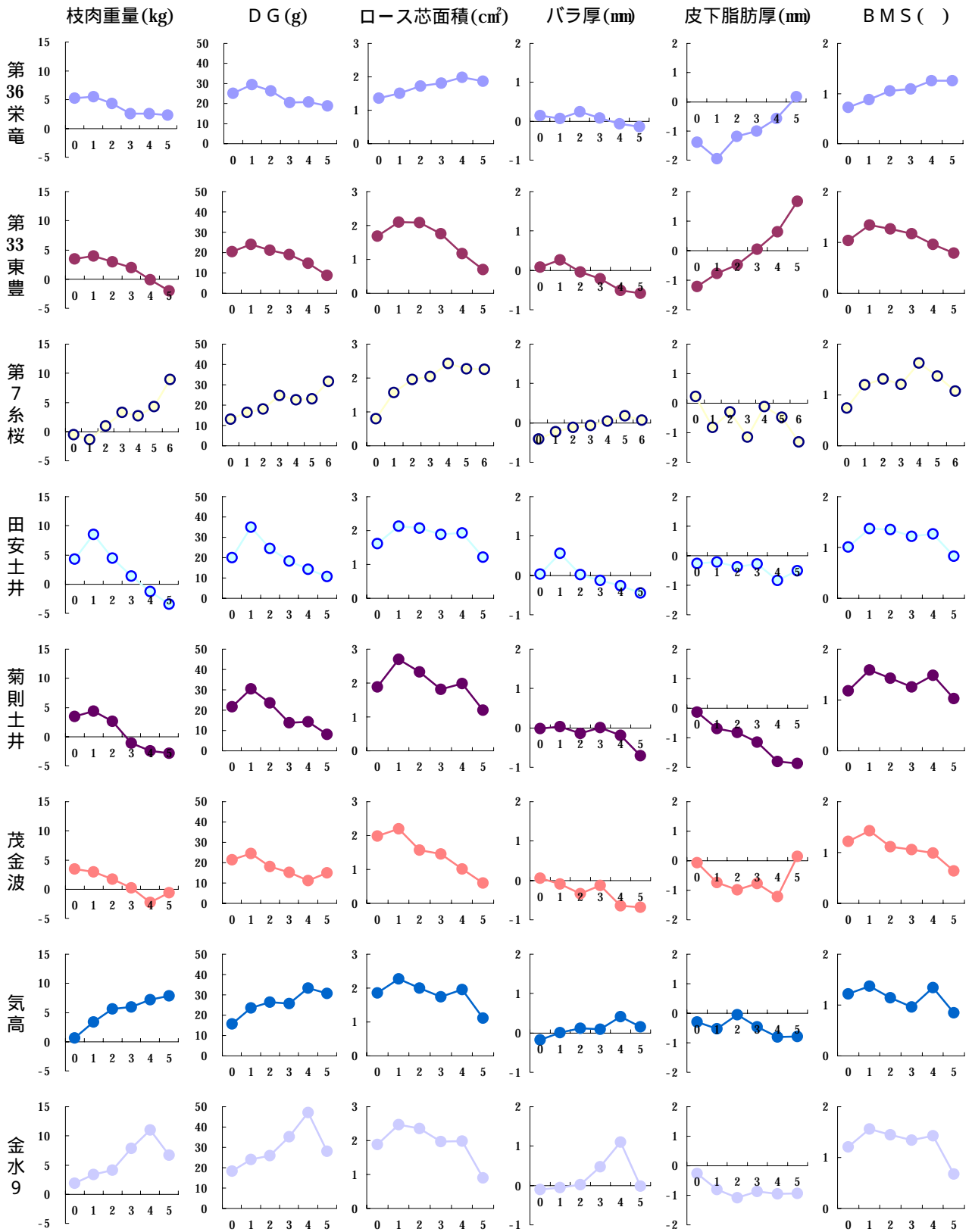


図 - 2 種雄牛の遺伝的寄与率と枝肉成績との関係

3. 繁殖雌牛の遺伝的寄与率

繁殖雌牛の血統構成の推移をみるために1985年、1990年、1995年および2000年における子牛市場出荷牛の母牛の遺伝的寄与率を求めた。その結果は図 3 に示したとおりである。1990年に第7系桜の遺伝的寄与率が10%程度であったが、1995年には20%以上になりその後も同様に推移した。また、2000年には増体性の高い種雄牛への指向が高くなったことから気高の遺伝的寄与率が10%程度まで上昇していた。

繁殖雌牛の血統構成の現状および今後の予測を把握するために、2002年1年間に子牛市場に出荷された子牛の母牛の血統を調査した。その結果、図 - 4 に示すように糸福の産子が全体の38.8%を占め、さらに初藤、糸梅、福鶴土井および大船7の産子についても大半が糸福の孫であり、その割合は12.7%であり、現存する繁殖雌牛の半数以上は糸福の系統牛であることが確認された。

次に、繁殖雌牛の血統別年齢構成は図 - 5 に示すとおりで、糸福の産子は大半が10歳以下であり、近年繁殖牛として保留されているものおよび子牛市場出荷牛の血統をみてもそのほとんどが祖父または曾祖父に糸福を持つものであることから、さらに糸福の系統牛が増加することが伺えた。

図 6 は繁殖雌牛の父親別に遺伝的寄与率を

示したものである。比較的高齢の八重福、福鶴57、第2福鶴および平茂金の産子群ではそれぞれの群毎に血統的特徴が比較的明確であり遺伝的多様性が保たれているといえた。これらの次の世代であり、次世代雌牛の基礎世代となる糸福および糸竜の産子群では第7系桜の遺伝的寄与率は約25%に上昇した。現在保留が進んでいる世代は糸福の産子に但馬系種雄牛を交配したものと糸竜産子の種雄牛を交配した2つのグループに大別される。これらの雌牛の遺伝的寄与率をみると、但馬系種雄牛である初藤、福鶴土井の産子では第7系桜の遺伝的寄与率が約10%に低下し、それに代わって田安土井の遺伝的寄与率が同程度まで上昇していた。また、糸竜産子の種雄牛である糸梅、大船7の産子では第7系桜の遺伝的寄与率は約25%あり前の世代である糸福、糸竜の産子の遺伝的寄与率とほとんど変化がみられなかった。

図 7 に現在供用中および造成中の種雄牛の遺伝的寄与率を示した。種雄牛毎に遺伝的寄与率の構成には差があり、第7系桜の遺伝的寄与率は0%、10%、25% 3群に大別される。さらに0%および10%の種雄牛では但馬系あるいは気高、金水9の遺伝的寄与率が優位を占めるものに大別され、様々な繁殖雌牛に対応が可能となっている。

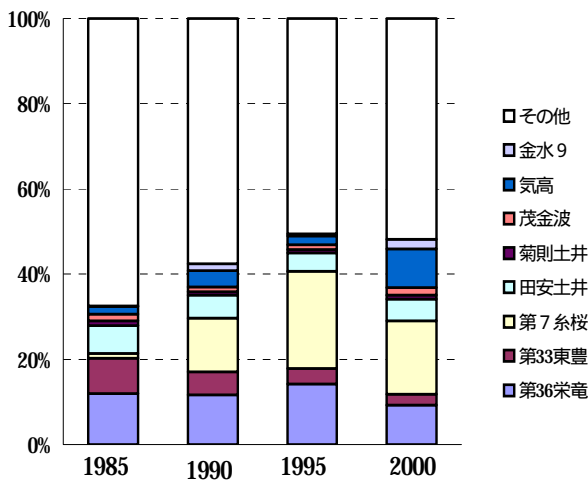


図 - 3 雌牛の遺伝的寄与率の年次別推移

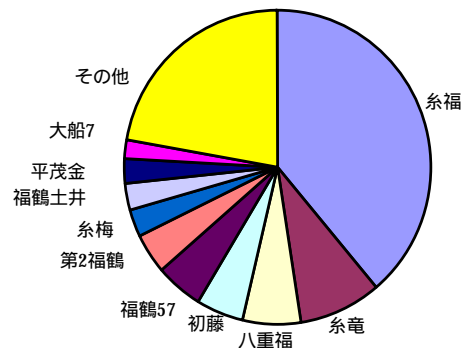


図 - 4 繁殖雌牛の父親別頭数割合

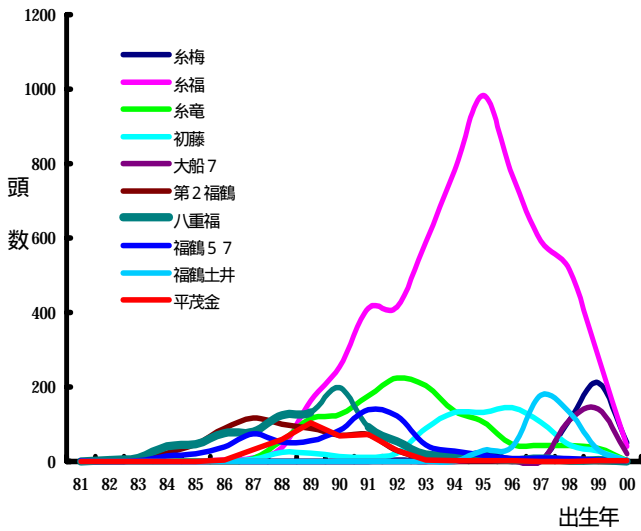


図 - 5 子牛市場出荷牛の母牛の血統別年齢構成

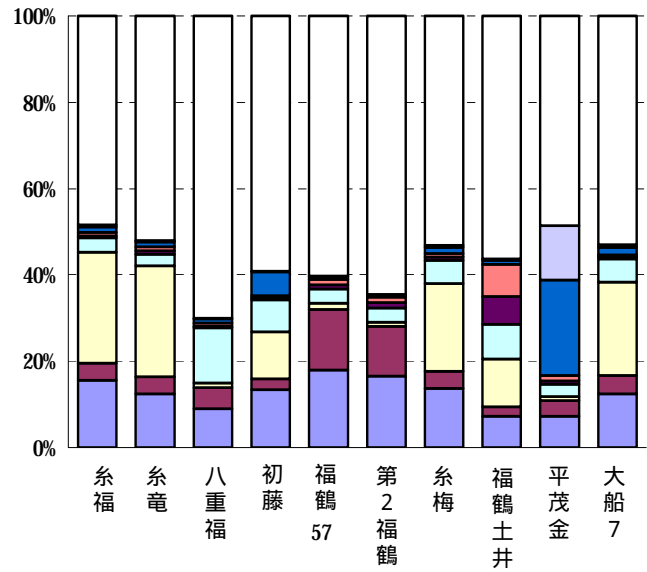


図 - 6 雌牛の父親別遺伝的寄与率の平均値

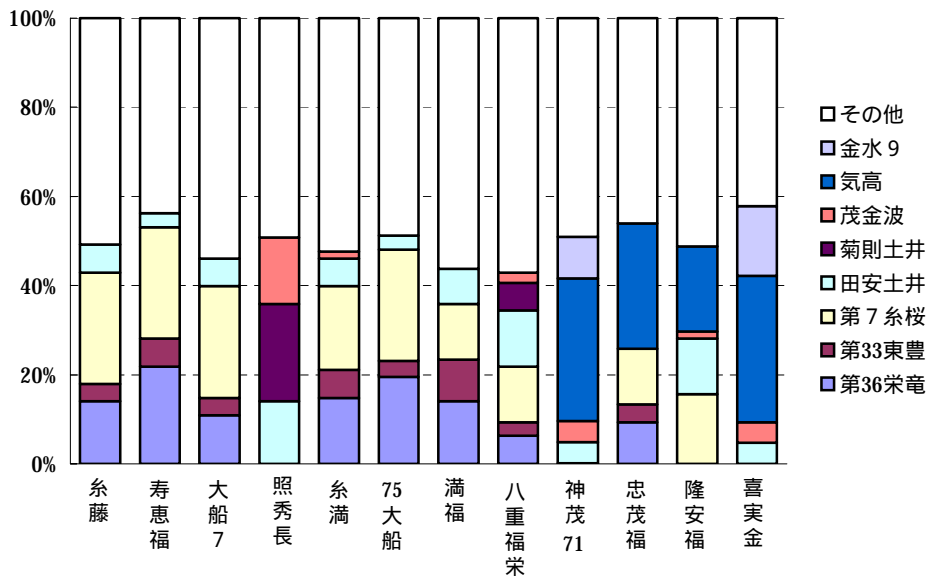


図 - 7 供用中および造成中の種雄牛の遺伝的寄与率

#### 4. 種雄牛との交配シミュレーション

第3項で解析した繁殖雌牛群と、種雄牛群との総当たりの交配による産子の遺伝的寄与率を求め、第2項で求めた各始祖種雄牛の遺伝的寄与率の程度と枝肉成績との関連から、BMSナンバーと枝肉重量について最も高能力が期待される範囲を表3の様に設定し、それぞれの交配様式の中

表 - 3 高能力が期待される遺伝的寄与率の範囲

	BMSナンバー	枝肉重量
第36栄竜	10以上	3以下
第33東豊	0～3以下	3以下
第7系桜	18～21以下	20～
田安土井	0～6以下	0～3以下
菊則土井	0～3以下	0～3以下
茂金波	0～3以下	0～3以下
気高	0～3以下	3～
金水9	0～3以下	6～



から、肉質および肉量の両面で最も高能力が期待できる組み合わせを検討した。

その結果は、表 4 および表 5 に示したとおりである。全体に、BMSナンバーについては高能力が期待できる範囲内にあるものが多いが、枝肉重量についてはその範囲から外れるものが多かった。これは、これまでは肉質面での改良を重視して但馬系種雄牛を中心に利用してきたため特に

田安土井の遺伝的寄与率が高く保たれていることと、気高および金水9系の利用が少なかったことによるものと考えられた。また、近年保留されている系統としては糸福の産子に但馬系または糸桜系の種雄牛を交配したものが多いが、但馬系種雄牛の産子では第7系桜の遺伝的寄与率が低下するために、次の世代の遺伝的寄与率が十分に保たれていないものと考えられた。

表 - 4 交配シミュレーションによる産子の遺伝的寄与率の最適範囲（その1）

母の父	交配種雄牛	遺伝的寄与率							
		第36栄竜	第33東豊	第7系桜	田安土井	菊則土井	茂金波	気高	金水9
八重福	糸藤								
	寿恵福								
	大船7								
	照秀長								
	75大満								
福鶴57	糸藤								
	寿恵福								
	大船7								
	照秀長								
	75大満								
第2福鶴	糸藤								
	寿恵福								
	大船7								
	照秀長								
	75大満								
平茂金	糸藤								
	寿恵福								
	大船7								
	照秀長								
	75大満								

高能力が期待される遺伝的寄与率の範囲内のもの（ : BMSナンバー : 枝肉重量）

表 - 5 交配シミュレーションによる産子の遺伝的寄与率の最適範囲 (その2)

母の父	交配 種雄牛	遺伝的寄与率							
		第36栄竜	第33東豊	第7糸桜	田安土井	菊則土井	茂金波	気高	金水9
糸福	系藤福								
	寿恵船7								
	大照秀系								
	75大満船福								
	八重福栄								
	神茂71								
糸竜	神茂71								
	神忠茂福								
	隆安福								
	喜実金								
	系藤福								
	寿恵船7								
福鶴土井	大照秀系								
	75大満船福								
	八重福栄								
	神茂71								
	神忠茂福								
	隆安福								
初藤	喜実金								
	系藤福								
	寿恵船7								
	大照秀系								
	75大満船福								
	八重福栄								
糸梅	神茂71								
	神忠茂福								
	隆安福								
	喜実金								
	系藤福								
	寿恵船7								
大船7	大照秀系								
	75大満船福								
	八重福栄								
	神茂71								
	神忠茂福								
	隆安福								

高能力が期待される遺伝的寄与率の範囲内のもの ( : BMSナンバー : 枝肉重量)

### まとめおよび考察

子牛市場成績および枝肉市場成績と種雄牛の遺伝的寄与率との関連性を検討した結果、個体別に見るとその相関係数はすべての形質において、0から0.1程度と極めて低い値であった。しかしながら、遺伝的寄与率の程度によってグループ分けを行い、群としての能力差を検討すると、有意な相関係数が得られる形質もあった。また、始祖種雄牛別ではほとんどの始祖種雄牛で遺伝的寄与率の上昇に伴って産子の能力が低下する傾向がみられたが、第7系桜では遺伝的寄与率の上昇に伴って産子の能力は上昇する傾向がみられた。

繁殖雌牛の遺伝的寄与率は、1980年代初めまでは大分県本来の血統である第36栄竜および第33東豊に但馬系種雄牛を組み合わせたものであったが、1980年代末に第7系桜の産子である系竜および系福の後代検定が終了し高能力が確認されたことから繁殖雌牛としての保留が始まりそれに伴って第7系桜の遺伝的寄与率が上昇しはじめ、1995年には20%以上になっていた。しかしながら、1990年代後半には大分県産牛本来の能力である発育性が低下する傾向がみられたことから、肉質のみでなく肉量への指向が高くなり2000年には増体能力が高い気高の遺伝的寄与率が10%程度まで上昇してきた。このような状況の中で、現在供用中の繁殖雌牛の血統構成をみると、全体の半数以上が系福の娘牛または孫牛であることから、系福が大分県の肉用牛改良に大きく貢献しているといえた。また、この傾向は血統別年齢構成からも明らかであるように今後も継続すると考えられた。そこで、現存する繁殖雌牛の血統および年齢の構成から、今後の遺伝的寄与率は第7系桜が基本となり、それに但馬系、気高および金水9といったものが加わってくるのが容易に予測できる。このような繁殖雌牛群に交配する種雄牛は第7系桜の系統牛を中心として但馬系、気高および金水9等の血液を加えたものを準備し、多様な繁殖雌牛群に対応する必要があると考えられる。

現存する繁殖雌牛群と現在供用中または造成中の種雄牛との交配シミュレーションから得られた

遺伝的寄与率は交配様式によって様々であるが、肉質面では高能力が期待されるものが多くみられたが、肉量的に高能力が期待されるものは少なかった。これは、これまでの改良の過程で但馬系種雄牛を多用してきたことにより、田安土井の遺伝的寄与率が高くなってきたこと、気高および金水9の利用が少なかったことによるものと考えられた。

具体的に今後の交配方法を検討するため、最近後代検定が終了し優秀な成績であった寿恵福、忠茂福および安金福を、雌牛の主な保留系統である大船7および福鶴土井の産子に交配していった際の近交係数と遺伝的寄与率を表6に示した。近交係数はどのような順番で交配をした場合でも3%から10%の範囲内にあり、特に問題にはならなかった。遺伝的寄与率では、第7系桜の遺伝的寄与率が17%から23%と現在と同水準に保たれ、但馬系も適度のものになっていた。

以上の結果から、今後の種雄牛は第7系桜の遺伝的寄与率をある程度確保しつつ、他の血液を導入できるものが必要である。繁殖雌牛の遺伝的寄与率を考慮に入れながら交配種雄牛を選択することにより、繁殖牛群内の遺伝的多様性を確保しつつ、産子の能力の画一化が図られるものと期待される。

表-6 具体的な交配方法と近交係数および遺伝的寄与率

血統						近交 係数	遺伝的寄与率							
1代	2代	3代	4代	5代	6代		第36 栄竜	第33 東豊	第7 糸桜	田安 土井	菊則 土井	茂金波	気高	金水9
			大船7		八重福	4.19	10.06	3.17	18.75	2.73	0.00	0.78	14.06	0.00
	安金福	寿恵福			福鶴57	4.39	10.55	3.37	18.75	2.54	0.00	0.88	14.06	0.00
			福鶴土井		八重福	3.07	9.18	2.73	17.19	3.13	0.78	1.66	14.06	0.00
忠茂福					福鶴57	3.45	9.96	3.22	17.19	2.73	0.78	1.66	14.06	0.00
			大船7		八重福	5.00	12.21	3.96	18.75	2.34	0.00	0.39	14.06	0.00
	寿恵福	安金福			福鶴57	5.19	12.70	4.15	18.75	2.15	0.00	0.49	14.06	0.00
			福鶴土井		八重福	3.87	11.33	3.52	17.19	2.73	0.78	1.27	14.06	0.00
					福鶴57	4.25	12.11	4.00	17.19	2.34	0.78	1.27	14.06	0.00
			大船7		八重福	5.47	8.89	2.20	21.88	4.30	0.00	1.56	7.03	0.00
	忠茂福	寿恵福			福鶴57	5.43	9.38	2.39	21.88	4.10	0.00	1.66	7.03	0.00
			福鶴土井		八重福	5.45	8.01	1.76	20.31	4.69	0.78	2.44	7.03	0.00
安金福				糸福	福鶴57	5.36	8.79	2.25	20.31	4.30	0.78	2.44	7.03	0.00
			大船7		八重福	7.17	10.45	2.49	23.44	4.69	0.00	1.56	3.52	0.00
	寿恵福	忠茂福			福鶴57	7.13	10.94	2.69	23.44	4.49	0.00	1.66	3.52	0.00
			福鶴土井		八重福	7.15	9.57	2.05	21.88	5.08	0.78	2.44	3.52	0.00
					福鶴57	7.06	10.35	2.54	21.88	4.69	0.78	2.44	3.52	0.00
			大船7		八重福	8.31	15.33	4.54	21.88	3.13	0.00	0.39	7.03	0.00
	忠茂福	安金福			福鶴57	8.53	15.82	4.74	21.88	2.93	0.00	0.49	7.03	0.00
			福鶴土井		八重福	7.27	14.45	4.10	20.31	3.52	0.78	1.27	7.03	0.00
寿恵福					福鶴57	7.69	15.23	4.59	20.31	3.13	0.78	1.27	7.03	0.00
			大船7		八重福	9.21	14.75	4.05	23.44	3.91	0.00	0.78	3.52	0.00
	安金福	忠茂福			福鶴57	9.43	15.23	4.25	23.44	3.71	0.00	0.88	3.52	0.00
			福鶴土井		八重福	8.17	13.87	3.61	21.88	4.30	0.78	1.66	3.52	0.00
					福鶴57	8.58	14.65	4.10	21.88	3.91	0.78	1.66	3.52	0.00

参考文献

1)伊藤雅之・井上一之・岡正則・川辺卓郎  
枝肉市場成績形成要因の解析と現場後代検定  
を利用した次世代種雄牛の造成  
大分畜試報告 24(1995) 76~83

2)伊藤雅之・川辺卓郎・木本勝則・岡正則  
耳標データによる肉用牛産肉能力育種価の推定  
大分畜試報告 25(1996) 56~72

3)伊藤雅之  
耳標データによる肉用牛産肉能力育種価の推定  
大分畜試報告 29(2000) 41~50

4)伊藤雅之  
血統情報、遺伝的能力を取り入れた育種改良  
大分畜試報告 30(2001) 90~94

5)大分畜試  
大分県肉用種雄牛評価成績  
1(1994)~ 8(2001)

6)佐々木義之  
動物の遺伝と育種  
浅倉書店

7)動物遺伝育種シンポジウム組織委員会  
家畜ゲノム解析と新たな家畜育種戦略

8)野村哲郎  
黒毛和種の集団構造に関する遺伝学的分析  
1.供用種雄牛の多様性と有効性  
全国和牛登録協会誌 第210号

9)野村哲郎  
黒毛和種の集団構造に関する遺伝学的分析  
2.近交係数と集団の有効な大きさ  
全国和牛登録協会誌 第211号

付表 - 1 種雄牛の遺伝的寄与率のグループ別産子の子牛市場成績の平均値および標準偏差

種雄牛 グループ	雌					去勢					全体					
	体重		DG		頭数	体重		DG		頭数	体重		DG		頭数	
	平均	SD	平均	SD		平均	SD	平均	SD		平均	SD	平均	SD		
第36栄竜	0	243.69	51.75	809.24	183.04	575	268.91	40.13	962.81	186.77	702	257.55	47.40	893.66	200.20	1277
	1	247.38	35.13	849.24	138.98	241	269.63	38.76	964.55	151.88	267	259.07	38.68	909.84	156.74	508
	2	249.35	40.48	843.88	152.03	3436	269.19	39.34	969.00	157.95	3613	259.52	41.11	908.01	167.22	7049
	3	248.95	42.85	843.49	159.71	8577	270.96	36.25	978.26	150.04	9236	260.36	41.07	913.37	168.79	17813
	4	250.18	45.16	844.97	165.55	9130	271.56	36.65	977.33	148.58	9690	261.19	42.37	913.12	170.40	18820
	5	248.59	53.12	839.42	191.31	15993	272.34	37.22	980.58	148.75	16992	260.82	47.15	912.13	184.71	32985
第33東豊	0	244.98	56.96	826.61	204.14	2619	269.75	38.39	971.83	155.80	2876	257.95	49.70	902.61	194.48	5495
	1	249.92	45.03	846.31	166.70	12071	272.57	36.37	983.16	150.02	12862	261.60	42.34	916.91	172.46	24933
	2	249.97	47.01	844.37	171.34	15876	271.99	37.16	979.65	150.07	16932	261.33	43.62	914.19	174.36	32808
	3	247.64	50.14	836.68	182.31	6440	269.58	37.42	969.26	149.80	6840	258.94	45.39	904.97	179.06	13280
	4	246.04	46.06	822.59	161.70	864	267.82	36.75	956.11	143.75	903	257.17	42.95	890.83	166.70	1767
	5	210.00	93.90	716.17	322.76	82	257.45	63.68	929.90	235.31	87	234.43	83.02	826.19	300.08	169
第7系桜	0	241.91	48.57	814.44	173.56	1921	265.62	37.26	955.24	161.98	2061	254.18	44.68	887.32	181.81	3982
	1	244.35	47.46	826.26	175.67	971	266.07	42.67	950.49	169.69	1115	255.96	46.24	892.66	183.26	2086
	2	248.58	43.34	839.48	158.62	15411	269.85	36.14	971.60	146.80	16431	259.55	41.18	907.66	166.30	31842
	3	247.51	46.78	845.66	173.62	748	269.84	40.23	983.75	163.30	878	259.57	44.76	920.22	181.62	1626
	4	252.22	39.05	854.93	149.65	3462	271.01	40.55	969.11	158.93	3616	261.82	40.91	913.26	164.66	7078
	5	249.71	54.28	843.59	195.47	13024	274.29	36.35	990.13	146.98	13866	262.38	47.53	919.15	187.10	26890
	6	251.86	49.29	853.12	184.90	2415	275.15	37.36	991.64	152.98	2533	263.78	45.12	924.03	182.91	4948
田安土井	0	245.86	58.28	832.70	209.12	2539	271.31	39.28	982.73	158.48	2567	258.66	51.25	908.13	199.99	5106
	1	249.07	49.76	848.77	184.94	2157	273.90	37.45	993.76	154.04	2354	262.03	45.48	924.43	184.33	4511
	2	251.21	46.29	849.45	170.87	13619	273.15	37.41	984.63	153.11	14666	262.58	43.33	919.54	175.43	28285
	3	249.04	47.22	841.77	172.02	14310	271.21	36.65	976.74	147.61	15325	260.50	43.52	911.57	173.50	29635
	4	246.12	45.27	827.66	161.38	4661	266.99	36.04	954.56	143.82	4933	256.85	42.10	892.91	165.25	9594
	5	237.18	57.38	790.34	203.17	666	266.45	37.21	949.73	149.07	655	251.69	50.59	869.37	195.35	1321
菊則土井	0	249.92	49.45	845.35	180.49	27192	272.34	37.83	981.87	153.33	28746	261.44	45.27	915.51	180.48	55938
	1	252.83	43.60	856.10	158.90	552	274.75	38.32	986.99	151.75	643	264.63	42.27	926.53	168.21	1195
	2	251.65	45.30	847.54	165.04	1594	273.63	36.10	975.87	141.88	1600	262.66	42.39	911.83	166.70	3194
	3	246.00	42.59	830.08	155.08	7326	268.87	34.64	968.11	141.83	8078	257.99	40.28	902.47	163.51	15404
	4	239.27	47.61	796.65	168.95	285	264.26	32.80	938.99	138.13	320	252.49	42.31	871.94	168.98	605
	5	243.89	45.76	822.66	168.60	1003	265.42	36.81	952.44	150.64	1113	255.21	42.66	890.92	172.04	2116
茂金波	0	249.59	48.61	844.02	177.91	22066	272.30	37.25	981.93	150.81	23156	261.22	44.64	914.64	178.44	45222
	1	249.65	49.48	843.22	178.33	6136	272.33	37.33	977.91	149.87	6641	261.44	45.04	913.22	177.41	12777
	2	249.37	45.49	838.54	168.27	4043	269.32	39.44	964.06	161.14	4448	259.82	43.58	904.29	176.10	8491
	3	246.35	44.14	835.21	160.47	5276	269.47	33.86	974.14	140.01	5716	258.37	40.80	907.46	165.44	10992
	4	240.45	53.62	803.71	184.82	313	265.34	42.10	951.10	161.86	432	254.88	48.82	889.18	186.55	745
	5	245.36	42.98	823.83	159.55	118	264.61	38.42	961.32	164.83	107	254.52	41.91	889.21	175.75	225
気高	0	248.01	48.69	835.68	175.19	23521	270.76	35.86	972.63	144.79	24995	259.73	44.06	906.24	174.25	48516
	1	250.18	46.69	846.60	173.17	4850	271.65	38.75	977.78	154.49	5208	261.30	44.09	914.52	176.39	10058
	2	248.51	52.57	840.78	192.99	3093	272.00	38.72	976.13	154.28	3338	260.70	47.38	911.03	186.65	6431
	3	252.98	42.36	853.11	158.73	475	269.90	40.77	969.93	163.70	532	261.92	42.36	914.83	171.52	1007
	4	250.37	41.42	851.76	156.55	4180	271.85	37.58	986.17	152.42	4443	261.44	40.92	921.02	168.41	8623
	5	256.11	46.59	881.27	176.79	1833	278.83	42.69	1029.69	184.59	1984	267.92	46.02	958.42	195.47	3817
金水9	0	248.81	48.74	840.12	177.12	31709	271.43	37.04	976.50	149.52	33901	260.50	44.55	910.59	177.08	65610
	1	248.70	43.66	837.37	163.70	363	271.10	32.72	968.32	133.40	364	259.91	40.14	902.94	162.95	727
	2	248.96	48.47	845.74	180.56	1180	272.88	37.25	979.66	147.57	1283	261.42	44.61	915.50	177.28	2463
	3	250.79	40.96	851.41	153.39	4450	271.58	37.74	986.46	154.41	4705	261.47	40.69	920.82	168.06	9155
	4	253.46	38.55	866.86	159.08	85	269.78	30.79	1038.83	309.52	80	261.37	35.84	950.24	257.96	165
	5	245.94	60.94	847.21	221.52	165	269.85	48.26	982.08	194.73	167	257.97	56.14	915.05	218.84	332

SD：標準偏差

付表 - 2 種雄牛の遺伝的寄与率のグループ別産子の枝肉成績の平均値および標準偏差

種雄牛 グループ	枝肉重量		DG		ロース芯面積		バラ厚		皮下脂肪厚		BMS		頭数	
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD		
第36米竜	0	5.27	10.82	25.02	33.49	1.36	1.49	0.15	1.40	-1.39	2.04	0.72	0.58	1146
	1	5.51	10.99	29.46	35.04	1.50	1.45	0.07	1.33	-1.96	1.92	0.88	0.52	275
	2	4.32	10.21	26.42	34.40	1.72	1.49	0.24	1.41	-1.19	1.98	1.05	0.57	2950
	3	2.53	9.39	20.59	32.50	1.81	1.46	0.09	1.36	-1.01	2.04	1.09	0.57	9000
	4	2.56	8.92	20.66	31.94	1.99	1.48	-0.06	1.36	-0.57	2.14	1.25	0.56	9395
	5	2.32	8.31	18.92	31.27	1.87	1.52	-0.14	1.30	0.17	2.31	1.26	0.61	22802
第33東豊	0	3.50	9.15	20.57	32.69	1.68	1.45	0.09	1.24	-1.21	2.07	1.04	0.61	5477
	1	3.97	8.92	23.94	31.14	2.10	1.42	0.26	1.30	-0.76	2.17	1.34	0.55	9604
	2	2.93	8.88	21.16	32.23	2.09	1.48	-0.04	1.34	-0.48	2.16	1.27	0.59	15919
	3	2.01	8.68	18.95	31.69	1.76	1.50	-0.22	1.34	0.05	2.22	1.17	0.60	10001
	4	-0.08	8.28	14.85	32.59	1.17	1.48	-0.50	1.35	0.63	2.20	0.96	0.58	2689
	5	-2.00	7.58	8.90	29.34	0.71	1.31	-0.59	1.32	1.68	2.30	0.79	0.53	1878
第7糸桜	0	-0.48	8.71	13.18	31.41	0.80	1.33	-0.41	1.38	0.22	2.35	0.74	0.52	9686
	1	-1.33	7.76	16.35	32.99	1.57	1.39	-0.23	1.36	-0.81	1.98	1.20	0.50	663
	2	0.98	8.34	18.15	31.27	1.96	1.40	-0.11	1.35	-0.29	2.25	1.31	0.50	12729
	3	3.33	9.06	24.75	34.24	2.04	1.35	-0.07	1.37	-1.15	2.20	1.20	0.51	748
	4	2.73	8.57	22.62	31.86	2.43	1.45	0.05	1.38	-0.12	2.45	1.63	0.50	1327
	5	4.28	8.09	23.14	31.36	2.27	1.36	0.18	1.28	-0.47	2.19	1.38	0.56	16239
	6	8.95	9.51	31.56	32.97	2.25	1.57	0.07	1.25	-1.30	1.98	1.08	0.64	4176
田安土井	0	4.27	9.02	20.04	31.78	1.62	1.51	0.03	1.38	-0.25	2.33	1.00	0.60	10318
	1	8.56	8.77	34.93	33.28	2.12	1.49	0.56	1.39	-0.22	2.33	1.37	0.54	2123
	2	4.42	8.86	24.63	31.97	2.08	1.51	0.03	1.32	-0.38	2.28	1.35	0.58	10716
	3	1.38	8.20	18.44	31.13	1.89	1.50	-0.12	1.31	-0.28	2.25	1.22	0.58	16304
	4	-1.27	7.77	14.29	30.78	1.93	1.39	-0.27	1.29	-0.84	2.12	1.27	0.52	4122
	5	-3.44	7.86	10.65	33.52	1.22	1.33	-0.44	1.27	-0.50	2.08	0.83	0.57	1985
菊則土井	0	3.49	8.79	21.78	31.88	1.88	1.52	-0.02	1.34	-0.13	2.27	1.19	0.61	36610
	1	4.37	8.72	30.55	36.24	2.69	1.41	0.03	1.30	-0.70	2.16	1.59	0.53	350
	2	2.61	9.08	23.56	35.43	2.33	1.43	-0.14	1.35	-0.81	2.29	1.43	0.55	1028
	3	-1.10	8.12	13.90	30.59	1.81	1.37	0.01	1.28	-1.15	1.88	1.26	0.48	5384
	4	-2.40	7.47	14.29	29.92	1.99	1.30	-0.18	1.29	-1.80	1.86	1.48	0.49	145
	5	-2.84	8.19	8.00	30.42	1.20	1.41	-0.70	1.31	-1.87	2.08	1.03	0.54	2051
茂金波	0	3.43	8.91	21.38	31.62	1.99	1.47	0.06	1.32	-0.07	2.25	1.22	0.60	27857
	1	3.00	8.99	24.61	34.95	2.20	1.45	-0.09	1.35	-0.73	2.22	1.43	0.55	4999
	2	1.69	8.75	18.00	32.31	1.57	1.46	-0.34	1.32	-0.98	2.23	1.12	0.59	5477
	3	0.27	8.24	15.32	29.52	1.45	1.52	-0.12	1.35	-0.76	2.15	1.05	0.55	6190
	4	-2.27	8.50	11.15	31.66	1.01	1.60	-0.64	1.40	-1.21	2.06	0.99	0.58	533
	5	-0.60	9.08	14.89	37.75	0.60	1.52	-0.68	1.42	0.15	2.32	0.64	0.55	512
気高	0	0.67	8.19	15.72	30.67	1.86	1.51	-0.17	1.33	-0.29	2.26	1.22	0.59	28625
	1	3.40	8.56	23.66	31.98	2.28	1.47	0.00	1.29	-0.53	2.24	1.38	0.57	3340
	2	5.65	9.44	26.40	33.40	2.00	1.41	0.11	1.27	-0.05	2.40	1.15	0.58	6043
	3	5.92	9.49	25.79	33.46	1.74	1.48	0.09	1.32	-0.45	2.23	0.97	0.63	908
	4	7.16	8.46	33.45	32.23	1.96	1.41	0.41	1.44	-0.80	2.15	1.34	0.53	3422
	5	7.87	8.72	30.74	31.56	1.11	1.42	0.15	1.38	-0.79	2.10	0.85	0.60	3230
金水9	0	1.89	8.75	18.37	31.61	1.89	1.50	-0.10	1.32	-0.26	2.29	1.21	0.60	38896
	1	3.34	8.26	24.08	26.56	2.47	1.30	-0.06	1.23	-0.80	1.89	1.56	0.47	146
	2	4.15	8.31	25.88	31.61	2.35	1.38	0.02	1.30	-1.07	2.06	1.45	0.50	729
	3	7.89	8.64	35.19	32.57	1.98	1.40	0.48	1.44	-0.86	2.12	1.34	0.52	3551
	4	10.99	8.33	47.04	35.39	1.98	1.48	1.10	1.45	-0.94	1.75	1.43	0.51	41
	5	6.66	8.02	28.08	30.58	0.90	1.29	-0.01	1.36	-0.93	1.94	0.68	0.52	2205

SD：標準偏差