



日本中央競馬会  
特別振興資金助成事業

肉用牛の高度生産  
体系確立・普及事業

# 種雄牛の脂肪酸組成 ゲノミック育種価

高オレイン酸・高MUFA

低オレイン酸・低MUFA



Genomic

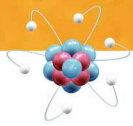


令和3年4月



一般  
社団法人

家畜改良事業団



# 和牛肉と脂肪酸

牛肉に含まれる脂肪酸は飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸から構成されており、オレイン酸を含む一価不飽和脂肪酸(MUFA)が多い脂肪は低い温度で溶けるため、口当たりが良いと言われています。

肉用牛の枝肉6形質については着実に改良が進められている一方で、一価不飽和脂肪酸やオレイン酸等をはじめとした「脂肪の質」の改良についても関心が増えています。

## 牛肉に含まれる主な脂肪酸

脂肪酸には融点の低いものと高いものがあります。下表は7種類の脂肪酸を100%とした場合の各脂肪酸の割合(%)を示したものです。MUFAは、一価不飽和脂肪酸(融点の低い脂)3種類の合計となります。

### 7種類の脂肪酸の融点と構成割合

分類	脂肪酸名	数値表記	融点(°C)	構成割合(%)
不飽和脂肪酸	ミリストレイン酸	C14:1	-4.5	1.7
	パルミトレイン酸	C16:1	-0.1	6.7
	オレイン酸	C18:1	13.4	53.2
	リノール酸	C18:2	-5.0	2.6
飽和脂肪酸	ミリスチン酸	C14:0	54.4	2.8
	パルミチン酸	C16:0	62.9	25.7
	ステアリン酸	C18:0	69.6	7.3

一般的に黒毛和種の肉には、ホルスタイン種や外国産牛肉よりも多くの一価不飽和脂肪酸(MUFA)が含まれているといわれています



小 ← MUFA → 大  
オレイン酸

和牛肉は  
脂肪の融点が低く、柔らかく感じる!

## 一価不飽和脂肪酸の遺伝率

脂肪酸	遺伝率
MUFA	0.62
オレイン酸	0.68
ミリストレイン酸	0.76
パルミトレイン酸	0.69

遺伝率とは、個体の表現型値がどの程度その遺伝(遺伝子型値)によって決まるのかを示す尺度であり、左表のように、脂肪酸の遺伝率は高い傾向にあります。

遺伝的に改良が可能な形質です!

## 主要6形質との遺伝相関

MUFAとオレイン酸について、主要6形質(枝肉重量・ロース芯面積・バラの厚さ・皮下脂肪の厚さ・歩留基準値・BMS No.)との遺伝相関を見たところ、いずれの形質とも高い相関は認められませんでした。

	枝肉重量	ロース芯面積	バラの厚さ	皮下脂肪の厚さ	歩留基準値	BMS No.
MUFA	-0.02	0.09	0.03	0.07	0.07	0.12
オレイン酸	0.04	0.05	0.03	0.10	0.00	0.07

MUFAとオレイン酸は主要6形質との相関が低いため、改良を進めても6形質に与える影響は少ないと考えられます。

# 脂肪酸組成のゲノミック育種価 ①

## 脂肪酸の測定方法

平成24年～令和2年11月までに出荷された現場後代検定調査牛および同期牛13,295頭(去勢:7,921頭、雌:5,374頭)の枝肉について、僧帽筋脂肪中の脂肪酸を測定精度が高いガスクロマトグラフ法により測定(7種類)しました。



## ガスクロマトグラフ法による後代の成績

脂肪酸	最大値	平均値	最小値
MUFA	71.0	61.6±2.8	52.3
オレイン酸	64.1	53.2±2.8	43.0

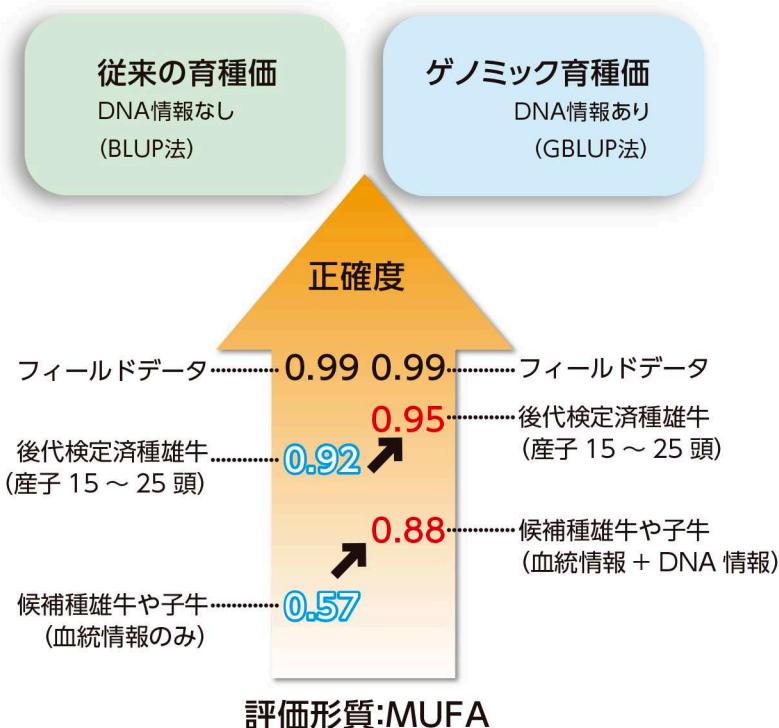
## 育種価評価

脂肪酸組成のゲノミック評価のための参照集団(リファレンス集団)は、肥育牛13,295頭のSNP情報を取得し、GBLUP法を用いて種雄牛のゲノミック育種価を算出しました。



## ゲノミック育種価の正確度について

産子の枝肉データを持つ種雄牛と産子枝肉データを持たない種雄牛について従来の育種価(BLUP法)とゲノミック育種価(GBLUP法)による正確度の違いを算出しました。ゲノミック育種価は、DNA情報が加わっているため、従来の育種価に比べ正確度が高くなっています。特に、後代を持たない牛でも早期に高い正確度で評価を得ることができます。



## 評価方法による正確度の違い

産子を持たない種雄牛(若雄牛)

後代数0頭

脂肪酸	BLUP法	GBLUP法
MUFA	0.56	0.88
オレイン酸	0.57	0.89

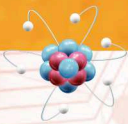
(平成22年以降生まれ)

産子を持つ種雄牛(検定済種雄牛)

後代数15~25頭

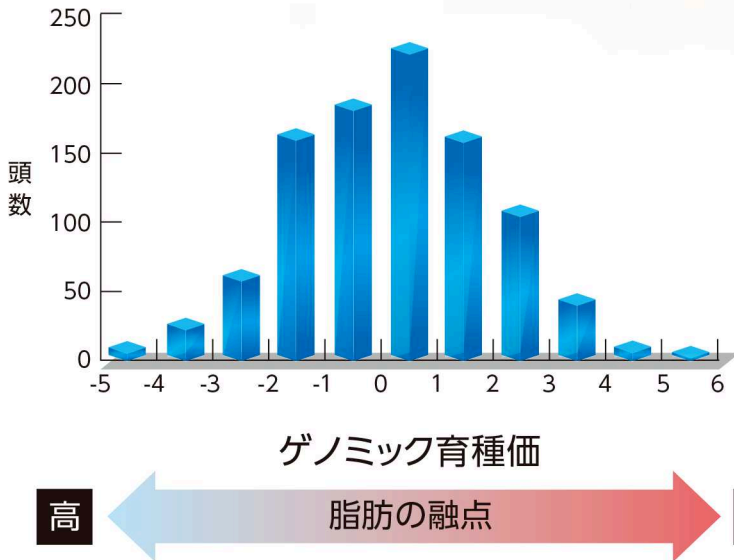
脂肪酸	BLUP法	GBLUP法
MUFA	0.92	0.95
オレイン酸	0.92	0.95

(平成22年以降生まれ)

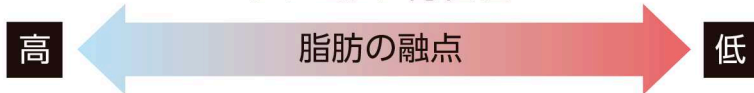


# 脂肪酸組成のゲノミック育種価 ②

## 種雄牛におけるMUFAのゲノミック育種価分布



当社が分析したMUFAのゲノミック育種価を持つ種雄牛1,063頭の分布。  
 ゲノミック育種価評価において数値が大きくなればなるほど、脂肪の融点を低い方へと遺伝的に改良を進めることができます。



## 脂肪酸組成のゲノミック育種価表示例

### 例 脂肪酸組成ゲノミック育種価および後代の成績

後代数	一価不飽和脂肪酸(MUFA)			オレイン酸		
	育種価	正確度	後代の成績	育種価	正確度	後代の成績
28	4.970	0.96	65.0%	5.985	0.97	57.0%

ガスクロ分析によりデータ取得した頭数。

平成26年～30年生まれの雌牛3,166頭のG育種価の平均をゼロとして種雄牛のG育種価を表示しています。

推定された育種価の正確さを示します。値が大きいほど正確になります。最大値は1です。

分析値の(去勢平均+雌平均)÷2を示しています。

肉用牛の枝肉主要6形質に加えて、「脂肪の質」に係わるMUFA(一価不飽和脂肪酸)、オレイン酸のゲノミック育種価という新たな改良情報が加わりました。黒毛和種における特徴的な形質の遺伝的改良にご活用ください。



肉用牛の高度生産体系確立・普及事業での取組み

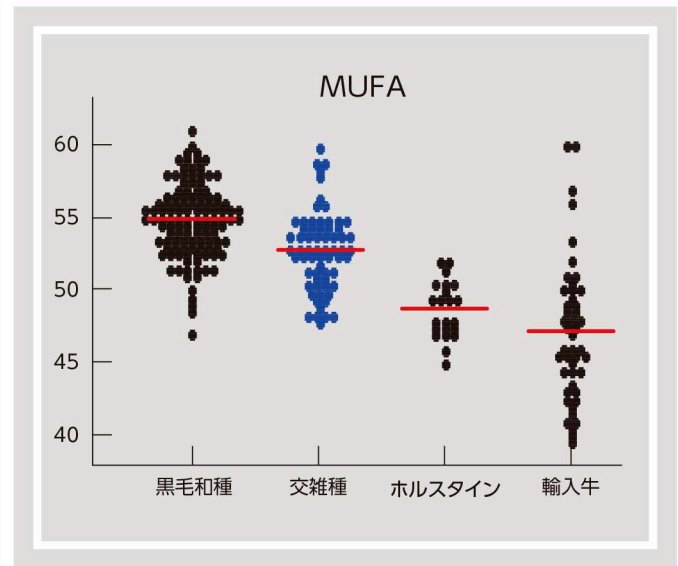
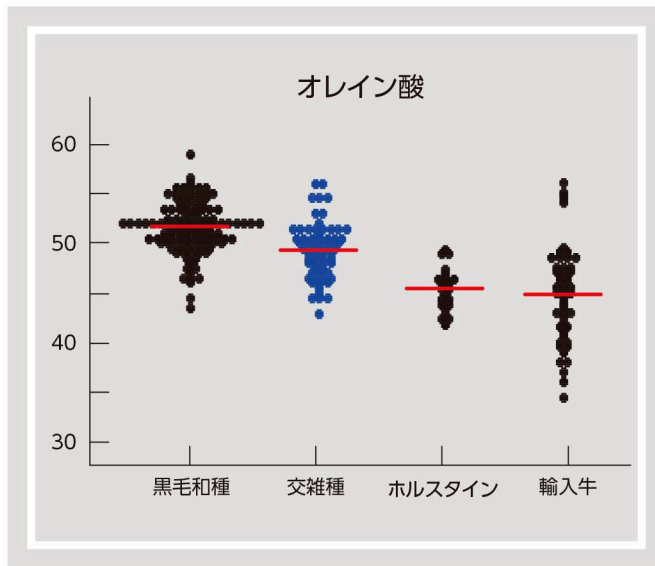


## 脂肪酸組成ゲノミック育種価を活用した 輸入牛肉との差別化ができる交雑種牛肉の生産体系

肉用牛の高度生産体系確立・普及事業では、牛肉の新たな価値観である脂肪酸組成に着目し、脂肪酸組成のゲノミック評価を活用することで、一価不飽和脂肪酸 (MUFA) 割合を高めた交雑種牛肉の生産性を上げる事が可能かどうか検証しましたので紹介します。

### 脂肪酸組成の品種間の差

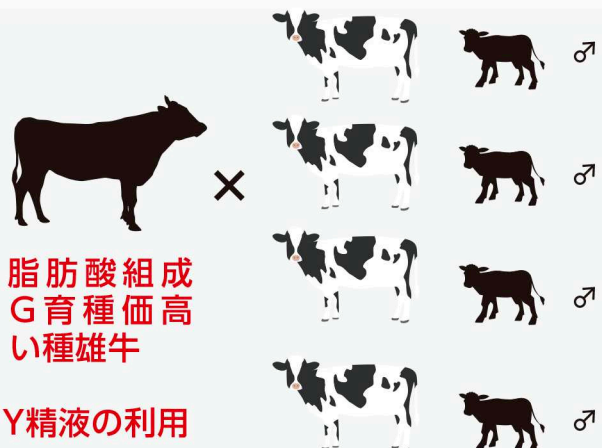
交雑種牛肉の不飽和脂肪酸割合は、和牛肉と乳用牛の間にあり、不飽和脂肪酸割合が和牛肉の並みの交雑種牛肉もある事がこれまでに検証されています。



※JRA牛肉のおいしさ評価技術高度化研究開発事業より

### 実証する脂肪酸組成G育種価を活用した交雑種牛肉の生産体系

- ① MUFAのG育種価が高い種雄牛を交配することにより、和牛並みの不飽和脂肪酸割合を持つ交雑種の肥育素牛生産が可能になる。
- ② 和牛並みの不飽和脂肪酸割合の交雑種牛肉が生産可能になることで、輸入牛肉との差別化、ブランド化を推進できる。
- ③ Y精液を使うと90%以上の♂子牛が得られ、販売に有利となり、収益性向上が見込まれる。





肉用牛の高度生産体系確立・普及事業での取組み事例紹介(途中経過)



## 交雑種牛肉の脂肪酸組成ゲノミック育種価と不飽和脂肪酸割合の関係性

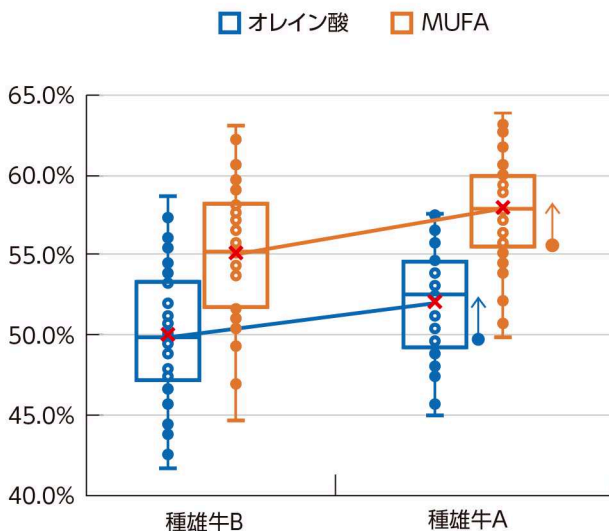
種雄牛G育種価と交雑種牛肉のオレイン酸、MUFA測定値平均

平均	頭数	G育種価		測定値平均	
		オレイン酸	MUFA	オレイン酸*	MUFA*
種雄牛A	37	2.24	3.22	52.0%	57.9%
種雄牛B	32	-3.42	-2.94	49.9%	55.1%
計	69			51.0%	56.6%

\*p<.05

オレイン酸、MUFAのG育種価の高い種雄牛Aと低い種雄牛B比較したところ、オレイン酸、MUFAのいずれも種雄牛Aが統計的に有意に高いことが明らかになりました。

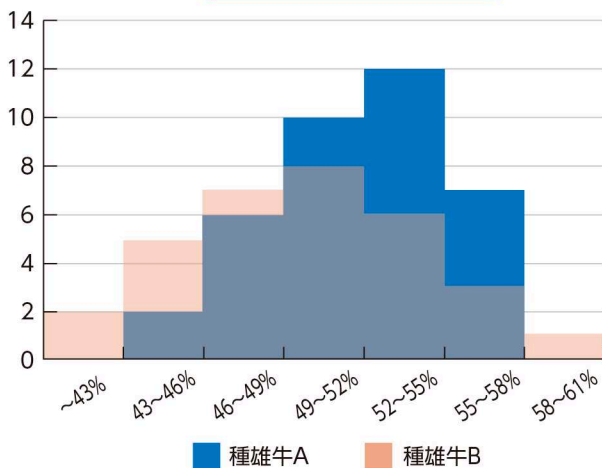
種雄牛別の交雑種牛肉のオレイン酸とMUFA測定値の分布



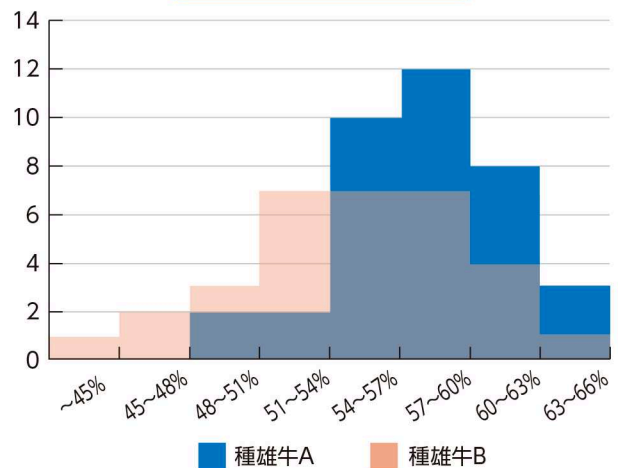
オレイン酸、MUFAのG育種価の高い種雄牛Aの方がオレイン酸、MUFAともに2~3%高い傾向を示しました。

脂肪酸組成G育種価の高い種雄牛Aの方が、種雄牛Bと比較して、安定して高い測定値が得られているから、種雄牛Aをまとめて交配した方が、交雑種牛肉でも脂肪酸組成の高い牛肉を多く生産できそうだ!

オレイン酸分布



MUFA分布



脂肪酸組成G育種価の高い種雄牛産子の交雑種牛肉は、脂肪酸組成G育種価の低い種雄牛と比較して不飽和脂肪酸割合の高い牛肉が多く生産することが可能と考えられます。