

19. 産肉性に関するゲノム育種価評価法の確立と 肉用牛改良速度向上の取り組み

農林水産研究指導センター畜産研究部
○寺山将平・(病鑑) 佐藤亘・飯田賢

【はじめに】

肉用牛の産肉能力は、推定育種価の活用により向上してきたが、推定育種価の判明には数年を要することから、早期に評価できる手法の確立が課題とされてきた。

近年、ゲノム塩基配列の一塩基多形（以下、「SNP」という）情報を利用した肉用牛の早期育種価評価（以下、「ゲノム育種価」という）の研究が開始され、ゲノム育種価評価の共同研究に本県も参画し、県内肉用牛のゲノム育種価評価の実施と、その精度検証を行った。また、ゲノム育種価を活用した候補種雄牛の選抜など、肉用牛改良への取組を開始したので報告する。

【材料と方法】

1 ゲノム育種価の評価

材料：凍結精液（歴代県有種雄牛68検体）、血液（候補種雄牛42検体、供卵牛を含む繁殖雌牛92検体）計202検体と、公益社団法人全国和牛登録協会算出の推定育種価（2019年4月評価）を用いた。

また、ゲノム育種価算出に必要な基礎データとするために、2012年から2018年にかけて収集した肥育去勢牛の腎周囲脂肪835検体と、それに付随する枝肉情報を用いた。

方法：各サンプルからDNAを抽出してクオリティチェックを行った後、DNA量が確保できた202検体についてillumina Bovine LD SNPチップを用いて、illumina社製 iScan及び専用ソフトウェアによるSNP型の解析を行った。

ゲノム育種価の算出は、独立行政法人家畜改良センターにてGblup法により行った。

評価項目は、枝肉6形質（枝肉重量、ロース芯面積、バラ厚、皮下脂肪厚、歩留基準値、脂肪交雑基準値）、母数効果を性、市場（県）、年次、共変量を出荷月齢、変量効果を個体の効果とした。

共同研究参画機関の約30000検体（うち大分県875検体）のSNP情報、枝肉成績、血統情報を連結し、ゲノム育種価評価の参照集団とした。

2 ゲノム育種価の精度検証

材料：ゲノム育種価を評価した202頭のうち、推定育種価を持つ64頭を用いた。

方法：公益社団法人全国和牛登録協会算出の推定育種価とゲノム育種価との相関を確認することで精度検証を行った。相関には、相関係数と順位相関係数（スピアマン

材料と方法① ゲノム育種価の評価

- ①参照集団：脂肪(n=835)→ゲノム育種価評価の基礎データ
- ②評価個体：凍結精液(n=68)血液(n=134)

DNA抽出

- illumina BovineLD SNPチップ
- iScanと専用ソフトウェア(illumina社)にてSNP型別を実施。(約7,500カ所)
- 解析ソフトにより補充処理(約30,000カ所)

ゲノム評価 **SNPデータ**

- 参照集団：SNPデータ=枝肉成績+血統情報 (共同研究参画機関：約30,000検体、大分県：835検体)
- 評価個体：202検体
- 評価項目：6項目 (枝肉重量、ロース芯面積、バラ厚、皮下脂肪厚、歩留基準値、脂肪交雑基準値)
- 共変量：出荷月齢
- 母数効果：性、出荷市場(県)、年次
- 変量効果：個体の効果
- 評価方法：GBLUP法[®](家畜改良センター)

※計算プログラム、バージョンアップにより提供

の順位相関)を用いた。

ゲノム育種価と推定育種価における相関を確認する際、推定育種価の正確度が0.95以上の区 (n=43) と0.95未満の区 (n=21) について比較を行った。

【結果】

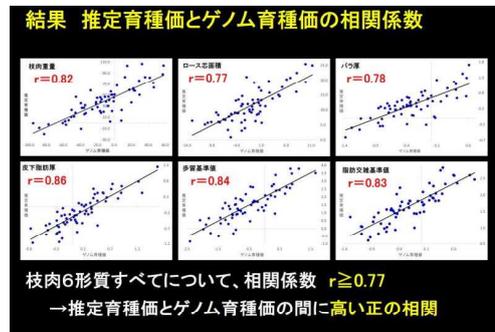
1 Gblup 法によるゲノム育種価の判明

歴代県有種雄牛、候補種雄牛、供卵牛を含む繁殖雌牛、合計202頭のゲノム育種価が判明した。

2 ゲノム育種価の精度検証

推定育種価とゲノム育種価の間における相関係数は、枝肉6形質すべてにおいて0.77以上と高い正の相関がみられた。

また、正確度0.95以上の推定育種価とゲノム育種価の間には、更に高い正の相関がみられた(相関係数0.81以上、順位相関係数0.79以上)。



【考察】

精度検証においてゲノム育種価が、正確度0.95以上の推定育種価と高い正の相関を示したことから、ゲノム育種価は推定育種価に近い精度をもっていると考えられた。

このためゲノム育種価は、早期能力評価の指標のひとつとして、肉用牛改良に活用することが可能であると推察された。

結果 推定育種価とゲノム育種価の相関

	相 関(r)					
	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	歩留基準値	脂肪交雑基準値
正確度<0.95	0.80	0.72	0.75	0.84	0.76	0.76
正確度 ≥ 0.95	0.82	0.82	0.81	0.88	0.87	0.86

	順位相関(rs)					
	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	歩留基準値	脂肪交雑基準値
正確度<0.95	0.79	0.58	0.69	0.86	0.74	0.85
正確度 ≥ 0.95	0.80	0.85	0.79	0.87	0.86	0.85

正確度 ≥ 0.95 の区の推定育種価: $r \geq 0.81$ $r_s \geq 0.79$
→ゲノム育種価との間に高い正の相関

【ゲノム育種価を活用した現在の取り組み】

1 種雄牛造成

従来の種雄牛選抜では、産子の枝肉成績から判明する推定育種価を用いることにより産肉能力を評価してきた。従来の選抜手法にゲノム育種価を追加することで、早期から産肉能力について一定の評価が可能であると考えられた。このようななか、2017年度に導入した直接検定牛6頭についてゲノム育種価を評価したところ、これらの脂肪交雑基準値のゲノム育種価が、歴代県有種雄牛の数値を上回る結果となった。なかでも「葵白清」号は、脂肪交雑基準値のゲノム育種価が特に優れていることが判明した。

現場後代検定牛の選抜

- ・他県の優良種雄牛の精液利用
- ・平成29年度に導入した種雄牛候補をゲノム評価
- 歴代種雄牛を大きく上回る

脂防交雑基準値順	種雄牛
1	葵白清
2	・
3	・
4	・
5	・
6	・
歴代種雄牛	10 種雄牛A
	11 種雄牛B
	12 種雄牛C

・葵白清
母の能力が未判明
→脂肪交雑のゲノム育種価が最も高い種雄牛を造成

2018年4月評価のゲノム育種価

そのため、2018年9月、直接検定終了後の現場後代検定牛選抜の際に、ゲノム評価値を指標に加えるとともに、本県初の試みとなる生産者を交えた「現場後代検定法に供する種雄牛の一次選抜会」を開催した。選抜会では6頭から4頭の候補種雄牛を選抜した。ゲノム育種価を活用した種雄牛候補に対する生産地の期待の高まりは異例のものとなり、選抜した候補種雄牛4頭における凍結精液の配布本数は著しく向上した。供用開始から、わずか1年間で5112本を配布している。

現場後代検定牛の選抜

現場後代検定法に供する種雄牛の一次選抜会

全国に先駆けて、従来の選抜手法にゲノム育種価を追加した選抜会を開催

6頭から4頭の現場後代検定牛を選抜

ゲノム育種価で選抜された種雄牛
現場後代検定法終了前の需要としては異例
⇒生産地域の期待の高さ

参考) 精液配布数
・葵白清 : 3,555
・紫百合 : 889
・加代白清 : 344
・勝美2 : 324
合計 5,112

開催: 平成30年9月13日
参加: 生産者、関係者200名

令和元年11月現在

2 高能力繁殖雌牛の選定

これまでは推定育種価を基準にして優良な繁殖雌牛を選定し、その産子から種雄牛候補を選抜してきたが、ゲノム育種価を活用することで、推定育種価が判明していない段階から高能力が期待される繁殖雌牛や、県外から導入した供卵牛についてゲノム育種価をもって一定の評価を与えることが可能となる。

高能力繁殖雌牛の選定について

これまでは… 推定育種価

高能力雌牛の選定
種雄牛候補の選抜に利用

ゲノム育種価

- 推定育種価が高い繁殖雌牛
- 推定育種価を持たない高能力若雌
- 県内外から導入した供卵牛

※全国トップレベルの繁殖雌牛
⇒種雄牛造成に活用

※後継繁殖雌牛の自家保留を推進
⇒繁殖雌牛群のレベル向上

※高能力雌牛を速く若雌の登場

脂肪交雑基準値	名号	備考
1	雌牛A	
2	雌牛B	
3	葵白清	候補種雄牛
4	雌牛C	
6	百合文一	候補種雄牛
7	供卵牛A	畜産研究部
24	*	歴代種雄牛

令和元年7月詳細のゲノム育種価

地域の繁殖雌牛のゲノム育種価を評価するなかで、すでに脂肪交雑基準値のゲノム育種価が「葵白清」号をしのぐ繁殖雌牛が確認されている。このような、ゲノム育種価が高い繁殖雌牛については、高能力繁殖雌牛として種雄牛造成に活用する対象に指定するなど、種雄牛造成に活用するとともに高能力繁殖雌牛の雌産子についてもゲノム育種価を参考にした自家保留を推進することで、繁殖雌牛群における産肉能力レベルの向上に取り組んでいる。

【まとめ】

ゲノム育種価は、推定育種価に近い精度の数値として早期から判明することから、肉用牛における早期能力評価の指標として利用可能であると考えられる。

現在、種雄牛造成における活用として、現場後代検定牛の選抜基準にゲノム育種価を継続的に活用するとともに、直接検定牛についても選抜前にゲノム育種価を活用する取り組みを行っている。また繁殖雌牛についても、ゲノム育種価が特に高い繁殖雌牛を種雄牛造成に活用するとともに、生産現場における高能力後継牛確保を図る手段として期待できる。

まとめ

- ゲノム育種価は推定育種価と同等の精度の数値として早期利用可能

種雄牛

- 現場後代検定牛の評価に継続活用
- ⇒直接検定牛の選抜前にゲノム育種価評価

繁殖雌牛

- 高能力繁殖雌牛を種雄牛造成に活用
- ゲノム育種価が高い後継繁殖雌牛の確保※
- 更新基準に活用

※高能力雌牛保留推進事業(令和元-3年)

雌雄双方向から県内肉用牛の改良速度を向上

さらに…

- DNA抽出に必要な脂肪サンプル+枝肉情報+血統情報を蓄積

このような、雌雄双方向からの取り組みにより、県内肉用牛の改良速度の向上を目指している。そのためのSNP情報蓄積の継続が重要であり、また今後オレイン酸生成能力などの新たな形質のゲノム育種価についても評価していく体制を構築していきたい。