

北海道のホルスタイン集団における育種価から見た 調整交配雌牛の実態

岩崎早生里¹・寺脇 良悟²・斉藤 祐介³・河原 孝吉⁴・後藤 裕作⁴

¹酪農学園大学酪農学部, 江別市 069-8501

²酪農学園大学短期大学部, 江別市 069-8501

³北海道酪農検定検査協会, 札幌市 060-0004

⁴日本ホルスタイン登録協会北海道支局, 札幌市 001-8555

Genetic merit of recording cows inseminated by young sire in Hokkaido Holstein population

Saori IWASAKI¹, Yoshinori TERAWAKI², Yusuke SAITO³,
Takayoshi KAWAHARA⁴ and Yusaku GOTOH⁴

¹Rakuno Gakuen University, Ebetsu 069-8501

²Rakuno Gakuen University Dairy Science Institute, Ebetsu 069-8501

³Hokkaido Dairy Cattle Milk Recording and Testing Association, Sapporo 060-0004

⁴The Holstein Cattle Association of Japan, Hokkaido Branch, Sapporo 001-8555

キーワード：後代検定, 調整交配, 調整交配雌牛, 候補種雄牛, 育種価

Key words : Progeny Test, Inseminating by young sire, Recording cow inseminated by young sire, Young Sire, Breeding Value

Abstract

In order to evaluate a young sire's genetic performance, the young sire must produce his daughters. When a cow is inseminated by young sire and become the dam of the young sire's daughter, the genetic merit of the cow (= dam) might influence the genetic evaluation of the young sire. Therefore, we investigated the genetic merit and calving age of dams in Hokkaido, Japan. When the dams and recording cows were compared by year of birth, the mean breeding values for lactation traits (fat, milk and protein yields) were found to be similar. The mean breeding values were a little higher for the dams than for the recording cows, when compared by year of mating (mating years of recording cows were assumed to be birth year plus 4 years). But considering culling on the recording cows, the mean breeding values of the recording cows was higher than of dams. When the dams and recording cows were compared for 3 lactation traits by calving year, the mean breeding values of the dams were lower than of the recording cows. Comparisons between the dams and recording cows indicated different results among the 13 counties in Hokkaido Prefecture. The calving age of the dams were at least 12 months older than those of the recording cows. The mean calving ages of the dams born before or in 1990 were 60 to 80 months. On the other hand, for calves born after 1990 the mean was 42 to 58 months, similar to that of the recording cows.

要 約

候補種雄牛の遺伝評価に不可欠な娘牛生産のために

調整交配が実施されている。そこで、北海道で調整交配された雌牛(調整交配雌牛)の実態を遺伝的能力(育種価)と分娩月齢から調査した。調整交配雌牛を生年別で検定雌牛と比較したところ、泌乳形質である乳量、乳脂量および乳タンパク質量の遺伝的能力において大

差は見られなかった。さらに、候補種雄牛確定年別調整交配雌牛との比較では、乳量、乳脂量および乳タンパク質量において大差はなく、常に候補種雄牛確定年別調整交配雌牛が若干高い値を示した。しかし、調整交配時までの検定雌牛の淘汰を考慮すると、候補種雄牛確定年別調整交配雌牛より検定雌牛の遺伝的能力の方が高い値を示した。さらに分娩年で調整交配雌牛と検定雌牛を比較すると、分娩年に関わらず3形質すべてについて検定雌牛が高い値であった。支庁別で調整交配雌牛と検定雌牛を比較した結果、各支庁によって両者の差および値の高低は大きく異なり、また遺伝的能力においても異なった。平均分娩月齢で候補種雄牛確定年別調整交配雌牛と検定雌牛を比較すると、候補種雄牛確定年別調整交配雌牛の方が12ヶ月以上高い月齢の雌牛を用いていた。また、生年別調整交配雌牛の平均分娩月齢では1992年以前は60ヶ月から80ヶ月齢と高い月齢であったが、それ以降は58ヶ月から42ヶ月齢と検定雌牛に近い月齢となった。

緒 言

現在、候補種雄牛から種雄牛を選抜するための方法として、個体の遺伝的能力をその後代の検定記録から推定する後代検定が用いられている。後代検定にエントリーした候補種雄牛の精液は全国の牛群検定参加農家で飼養されている雌牛に対し、可能な限りランダムになるような交配（調整交配）が実施され、後代（娘牛）を生産する。これらの娘牛には泌乳能力検定および体型審査が実施され、その結果を用いて推定された遺伝的価値（推定育種価、以下、育種価という）は、候補種雄牛の選抜の一材料となる。一般的に、種雄牛と交配雌牛の評価値の和の1/2が平均的な娘牛の能力の推定値とされていることから、種雄牛の能力だけでなく交配雌牛の能力も高いと後代の能力も高くなると推察できる。そのため、現在では理論的に調整交配される雌牛の能力の偏りを補正できるアニマルモデルが用いられている。しかし、わが国の場合、後代検定にかけられる乳用種雄牛の多くは海外から輸入された個体であり、例えば国産種雄牛と呼ばれる種雄牛であっても両親もしくは祖父母が海外で生産された個体に依存している。そのため、日本国内の産乳能力検定記録を用いて算出された個体の育種価は母牛自身の産乳能力の記録や父牛の後代検定成績を利用できない場合が多いと河原ら（2003）は指摘している。また、アニマルモデルを用いる以前、交配雌牛の能力を評価できなかった時は交配雌牛の能力に種雄牛毎の偏りがあると、その種雄牛の遺伝的能力が正しく評価されない可能性があったため交配雌牛の能力を揃えることは必須であった。しかし、アニマルモデルを利用するようになった現在でも調整交配娘牛の記録数が少ないなど、育種価推定にとって好ましくないデータ構造が存在す

る場合、調整交配雌牛の能力が候補種雄牛間で偏っている状況は望ましいことではないと考えられる。つまり、調整交配のランダム性が、より一層大切であると推測できる。しかし、わが国で行われている後代検定事業において調整交配される雌牛の遺伝的能力は明らかではなく、本来ランダムに行われなければならない調整交配の実態は定かでない。1984年から現在のフィールド方式による後代検定事業が開始され、今後さらに乳牛改良を行っていかうという中で、娘牛の能力の半分を担う調整交配雌牛の能力を把握しておくことは重要である。本研究では、生年、飼養地域（支庁）、調整交配相手の候補種雄牛後代検定確定年（候補種雄牛と確定された年）などの条件で調整交配に用いられた雌牛を分類し、その遺伝的能力の実態を調査した。

材料および方法

本研究で用いた分析材料は北海道酪農検定検査協会において推定された産乳記録を持つ個体の育種価ファイルと候補種雄牛ファイルである。育種価ファイルには個体（本牛）の登録番号、父牛登録番号、母牛登録番号、本牛育種価および本牛生年月日などが含まれている。候補種雄牛ファイルには候補種雄牛の後代検定確定年および候補種雄牛登録番号が含まれている。泌乳形質の育種価は、1976年1月から2002年6月までに240日以上305日の乳期を終了した記録から推定された。これらの育種価は、アニマルモデルを使用し、河原ら（2003）の手法によって推定された。育種価ファイルは乳脂量および乳量について1,050,777個体、乳タンパク質量では1,048,365個体を含んでいた。候補種雄牛ファイルには2,792個体の記録があった。候補種雄牛ファイルの候補種雄牛後代検定確定年に基づき、その候補種雄牛の調整交配期間を決定し、この期間内に生まれ、父牛が候補種雄牛である育種価ファイル内の本牛を乳量および乳脂量で44,202個体、乳タンパク質量で44,198個体抽出した。これらの本牛を調整交配娘牛とし、本牛の母牛を調整交配雌牛とした。調整交配雌牛の遺伝的能力は、その登録番号を用いて育種価ファイルから抽出した。その結果、乳量および乳脂量では36,467個体、乳タンパク質量では35,954個体の調整交配雌牛についての育種価が得られた。これらの調整交配雌牛の育種価を含むファイルを調整交配雌牛ファイルとした。さらに、調整交配雌牛ファイルを支庁別に振り分けたものを支庁別調整交配雌牛ファイルとした。比較対象データとして、育種価ファイル内の全本牛を検定雌牛ファイルとし、そこから支庁別に分けたものを支庁別検定雌牛ファイルとした。

調整交配娘牛および調整交配雌牛ファイルを用いて、娘牛のデータ内にある父牛番号と候補種雄牛の登録番号を照らし合わせ、2,152個体の候補種雄牛ごとに調整交配雌牛のデータをまとめた候補種雄牛別調整

交配雌牛ファイルを作成した。このファイルから調整交配確定年で分類したものを候補種雄牛確定年別調整交配雌牛ファイルとした。結局、本研究における分析対象雌牛は1980年から1995年に生まれた個体となった。遺伝的能力として乳量、乳脂量および乳タンパク質量の育種価を用い、分類したファイル間の比較を行った。遺伝的能力以外に調整交配雌牛の分娩月齢での比較も行った。

結果および考察

1) 調整交配雌牛と検定雌牛の生年別平均育種価の比較

調整交配雌牛と検定雌牛の乳量、乳脂量および乳タンパク質量に関する平均育種価の推移を雌牛の生年を基準にし、図1に示した。乳量は1980年から1983年および1991年から1994年の間において調整交配雌牛で高い値を示したが、1984年から1990年ではほぼ同じ値となり、停滞した。乳脂量において1980年から1983年にかけて調整交配雌牛が上回っていたが、1984年以降は差がほとんどなく平行した。乳タンパク質量において1980年から1995年のすべての年で調整交配雌牛が若干高い値を示したまま平行して推移した。いずれの場合においても近年、検定雌牛が調整交配雌牛に近づく傾向が見られた。また、1995年まではすべて

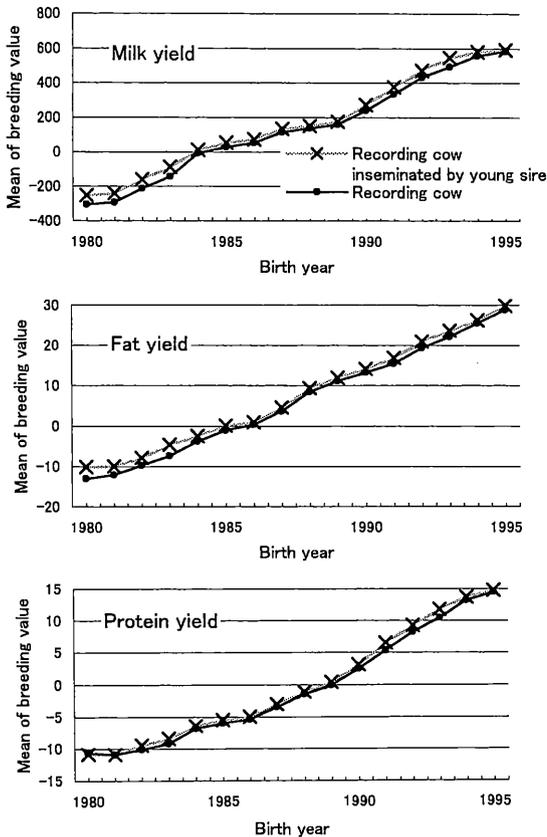


Fig. 1 Mean of breeding value for milk, fat and protein yield by birth year.

の年において検定雌牛よりも調整交配雌牛の方が若干ではあるものの高い値を示した。生年を基準にした場合、その年の検定雌牛平均よりやや高い育種価を持つ雌牛を調整交配に用いていることが明らかになった。

2) 生年別検定雌牛と候補種雄牛確定年別調整交配雌牛の平均育種価の比較

乳用牛群能力検定成績のまとめ(1984-1998)によると、北海道の検定雌牛が分娩する平均年齢は約4歳であった。この事実から検定雌牛が授精される平均年齢を4歳と仮定し、比較した。また、検定雌牛における4歳時までの淘汰を考慮するため、個体の305日間成績(2001)の過去10ヶ年の年齢別頭数より生まれてから4歳までに約半数の個体が淘汰されていると仮定し、検定雌牛の平均値にその年の検定雌牛から算出した標準偏差と選抜係数($ip=0.798$)をかけたものを加え、調整交配雌牛の選択時に存在するすべての検定雌牛の平均育種価とした。生年別検定雌牛に4年を加算したもの、生年別検定雌牛の淘汰を考慮したものと、候補種雄牛確定年別調整交配雌牛の乳量、乳脂量および乳タンパク質量に関する平均育種価の推移を図2に

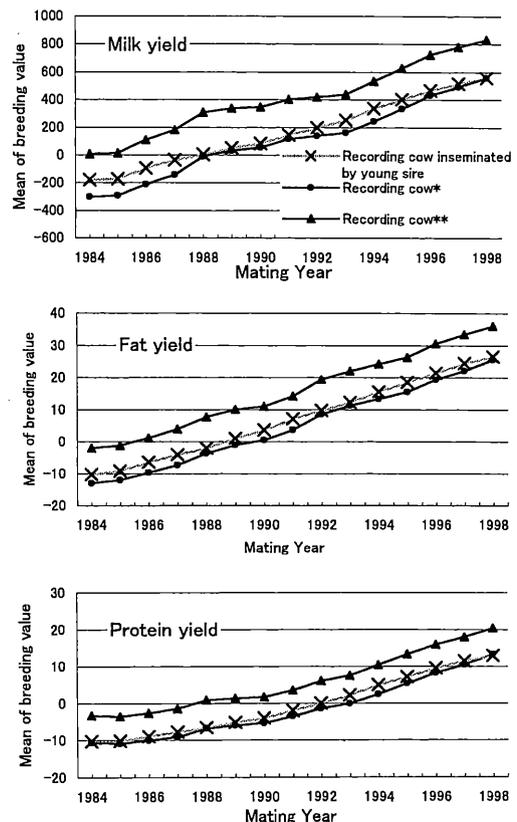


Fig. 2 Mean of breeding value for milk, fat and protein yield by mating year. (*; Mating year for recording cow is assumed to be birth year + 4 years. **; Mean of breeding value are calculated by adding means of breeding value of recording cow * and s.d. * selection intensity factor($ip=0.798$).

示した。乳用牛群能力検定成績のまとめ(1984-1998)より仮定した平均分娩月齢を利用し、検定雌牛に対するX軸の年次は検定雌牛が実際に生まれた年に4年を加えた年で示した。生年別検定雌牛に4年を加算したものと候補種雄牛確定年別調整交配雌牛の比較では、全般的に候補種雄牛別調整交配雌牛が若干高い値を示した。しかし、検定雌牛の淘汰を考慮したものと候補種雄牛確定年別調整交配雌牛の比較では、検定雌牛の方が明らかに高い値を示し、乳量では約300kg、乳脂量では約10kg、乳タンパク質量では約7kgの差であった。

3) 調整交配雌牛と検定雌牛の分娩年別平均育種価の比較

調整交配雌牛と検定雌牛の乳量、乳脂量および乳タンパク質に関する平均育種価の推移を分娩年を基準にして図3に示した。乳量、乳脂量および乳タンパク質量について、調整交配雌牛の平均育種価は検定雌牛より低い値で推移した。この現象は、生年で両者を比較した図1と対照的であった。また、図2における選抜を考慮した検定雌牛と調整交配雌牛との比較に比べ、図3の両者の差異は小さかった。これは、検定雌牛の実際の選抜が単一形質に対する切断型選抜よりかなり効率が悪いことを示唆している。図1、2および3の結果から、生年時では調整交配雌牛の方が検定雌牛より高い遺伝的能力を持っているが、4年(平均分娩年齢)後に生存している検定雌牛を調整交配の対象にした場合、調整交配雌牛の遺伝的能力はそれらの検定雌牛より低いということが分かり、実際の調整交配では検定雌牛の平均育種価より低い育種価を持つ雌牛を選抜し、調整交配に用いていると推察できる。

4) 調整交配雌牛と検定雌牛の支庁別での比較

(1) 頭数の比較

調整交配雌牛と検定雌牛の頭数およびその割合を支庁別に分類し、図4に示した。牛群検定を受けている牛(検定雌牛)が最も多い支庁は十勝であり、270,496頭であった。続いて網走の166,506頭、根室の179,250頭、釧路の140,022頭となり、最も少ない支庁は松山で、9,137頭であった。調整交配雌牛の頭数が最も多い支庁は十勝で、10,004頭であったが、検定雌牛に対す

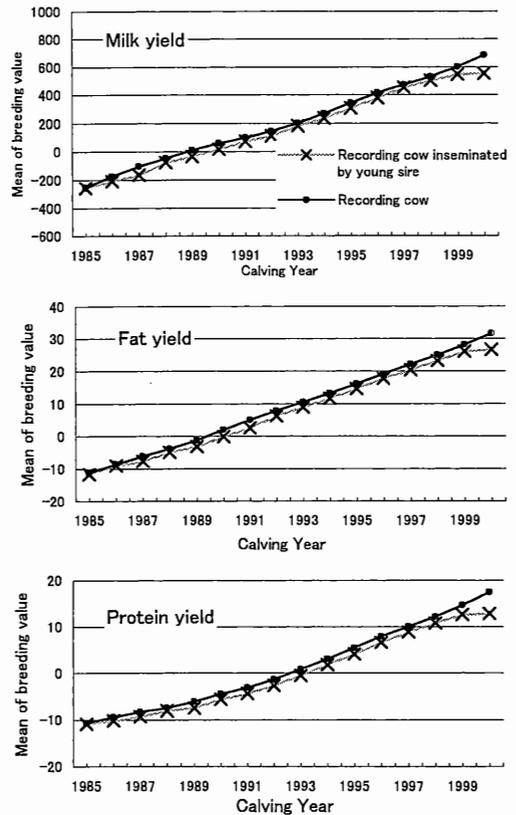


Fig. 3 Mean of breeding value for milk, fat and protein yield by calving year.

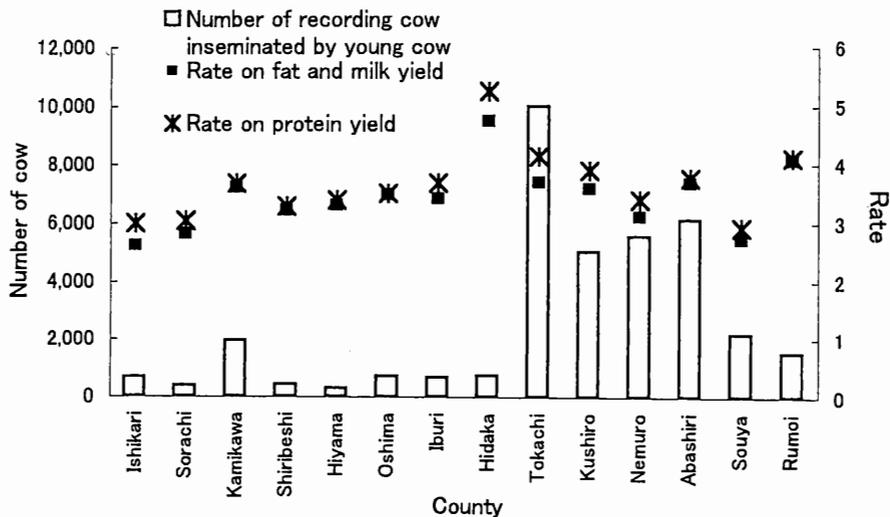


Fig. 4 Number of recording cow inseminated by young sire and rate on number of recording cow.

る調整交配雌牛頭数の割合は日高が最も高く、4.8% (調整交配雌牛は750頭)であった。次いで留萌の4.1%(1,546頭)、十勝の3.7%(10,004頭)であった。最も低かった支庁は石狩で、2.6%(698頭)であった。これらの結果から、調整交配雌牛の割合は支庁間で差異があり、大きく変動することが明らかとなった。

(2) 遺伝的能力の比較

調整交配雌牛と検定雌牛の乳量、乳脂量および乳タンパク質量に関する平均育種価を支庁別に算出し、図5に示した。乳量では石狩、後志、胆振、日高、釧路、根室の支庁で検定雌牛より高い育種価を示す雌牛を調整交配に用いていた。前記した支庁の育種価は111.2 kg(検定雌牛は90.7 kg)、205.9 kg(145.9 kg)、142.6 kg(121.3 kg)、197.6 kg(152.5 kg)、180.4 kg(149.3 kg)、201.8 kg(187.1 kg)であった。前記に含まれている後志は調整交配雌牛と検定雌牛の差が最も大きく、調整交配雌牛の育種価が高い値を示した。逆に差は大きい、調整交配雌牛の育種価が低い値を示した支庁は松山で38.4 kg(86.1 kg)であった。乳脂量において渡島、十勝、網走、留萌以外の支庁で検定雌牛より高い能力の雌牛を調整交配に用いていた。前記した支庁の調整交配雌牛の育種価はそれぞれ8.0 kg(検定雌牛は8.6 kg)、6.3 kg(6.8 kg)、8.1 kg(8.4 kg)お

び8.4 kg(9.2 kg)であった。調整交配雌牛と検定雌牛の差が最も大きく、調整交配雌牛の育種価が高い値を示していた支庁は胆振で、8.9 kg(7.3 kg)であった。逆に差は大きい、調整交配雌牛の育種価が低い値を示した支庁は留萌であった。調整交配雌牛の育種価が最も低い値を示した支庁は松山の5.1 kg(4.7 kg)であった。乳タンパク質量に関しては、後志のみで検定雌牛より育種価の高い雌牛を調整交配に用いていた。後志の調整交配雌牛の平均育種価は0.86 kg(-0.68 kg)であった。調整交配雌牛と検定雌牛との育種価の差が最も大きく、調整交配雌牛の育種価が低い値を示した支庁は十勝であり、-1.07 kg(0.8 kg)であった。調整交配雌牛の育種価が最も高い値を示した支庁は留萌の1.14 kg(1.7 kg)であり、最も低い値を示した支庁は石狩の-1.8 kg(-0.8 kg)であった。支庁別に調整交配雌牛と検定雌牛の平均育種価を比較した結果、13支庁で乳タンパク質量の調整交配雌牛平均が検定雌牛平均より低い値であった。特に十勝支庁において、その差は非常に大きかった。わが国の総合指数であるNTPでは乳タンパク質量の重みが大きく、この形質の遺伝的改良を重要視していることが明らかである。このことから、乳タンパク質量の遺伝的能力に優れた若雄牛が候補種雄牛としてエントリーされる傾向が強いと推測される。調整交配雌牛を提供する酪農家は、乳タンパク質量が劣った雌牛に候補種雄牛を交配することでこの形質の遺伝的能力が改良された個体を生産できると期待しているのではないかと推察できる。

5) 候補種雄牛確定年別調整交配雌牛および検定雌牛の平均分娩月齢から見た比較

候補種雄牛確定年別調整交配雌牛と検定雌牛および生年別調整交配雌牛の平均分娩月齢の年次推移を図6に示した。検定雌牛の平均分娩月齢は検定牛の分娩時年齢別頭数(乳用牛群能力検定成績のまとめ、1984-1998)を用いて算出した。検定雌牛と候補種雄牛確定年別調整交配雌牛を比較すると、候補種雄牛確定年別調整交配雌牛の方が12ヶ月以上高齢であった。近年、検定雌牛の平均分娩月齢が若干低くなっているため、両者の差は広がった。また、生年別調整交配雌牛に4年(検定雌牛平均分娩月齢)を加算したもので、1984年から1992年までは高い分娩月齢の60ヶ月から80ヶ月を示していたが、1992年以降は検定雌牛の平均に近い分娩月齢の58ヶ月から42ヶ月齢になった。以上を平均した場合の分娩月齢はおおよそ62ヶ月であり、検定雌牛の平均分娩月齢より12ヶ月以上高い月齢の雌牛を調整交配に用いる傾向があると推察された。

本研究の結果から、生年において調整交配雌牛は検定雌牛の平均より育種価の高い雌牛であり、実際の選択時(調整交配時)においては選択対象となった検定雌牛より育種価が低く、分娩年齢が高い雌牛と考えら

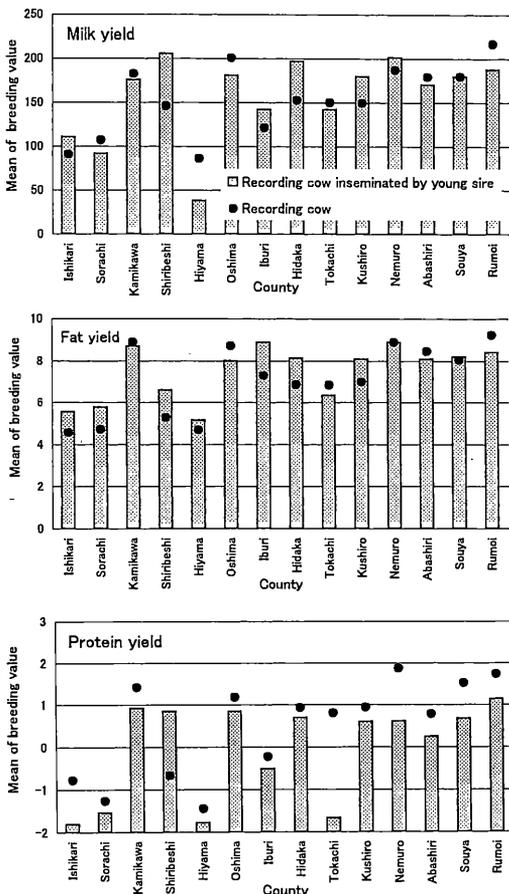


Fig.5 Mean of breeding value for milk, fat and protein yield by County.

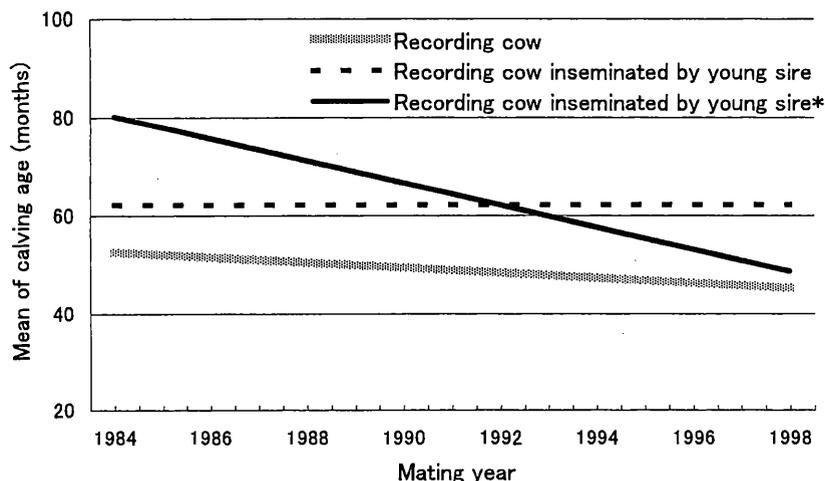


Fig. 6 Mean of calving age by mating year. (*; Mating year is assumed to be birth year + 4 years.)

れる。それは、生年時に検定雌牛の中で育種価の高い雌牛が、その後の淘汰過程を潜り抜ける可能性が高く、調整交配には高齢の雌牛を用いる傾向があるため、必然的にそのような雌牛が調整交配雌牛になると推察できる。しかし、支庁別での比較で推測できるように、本来の調整交配される雌牛はランダムに選ばれ、その遺伝的能力が候補種雄牛間で偏らないことが望ましいにも関わらず、各酪農家の調整交配に対する考えや方法が異なり、実際には選択交配が行われている可能性がある」と推測される。磯貝 (1993) は特に、娘牛の記録数が少ない場合の候補種雄牛の調整交配時における偏りや、農家の飼養管理などによる偏りは、選抜され広く利用されるようになってから、成績が変化しかねないと指摘し、Powell and Norman (2001) は国内の遺伝評価では、種雄牛と雌牛の育種価を再推定する際に、情報量の増加に伴い育種価が変動することを認めている。以上のようなことから、調整交配における交配のランダム性、または種雄牛1頭あたりの娘牛数などの正確さが問われてくる。今後は調整交配の実態を継続的に把握し、様々な偏りを改善しつつ、調整交配した雌牛の遺伝的能力が候補種雄牛の最終的な遺伝評価に与える直接的影響について調査していく必要があると考えられた。

文 献

A. R. PETERS and P. J. H. BALL (1987) *Reproduction in Cattle*. 176-182. Butterworths. London.

Backer. RAYMOND. B (1973) *Dairy Cattle Breeds*. 96-99. University of Florida Press. Gainesville.

独立行政法人 家畜改良センター (2002) 乳用牛評価報告. 73-81.

G. R. WIGGANS, I. MISZTRAL and L. D. VAN VLECK (1988) Animal Model Evaluation of Ayrshire Milk Yield with All Lactations, Herd-Sire Interaction, and Groups Based on Unknown Parents. *J. Dairy*

Sci., **71**: 1319-1329.

H. D. Norman, R. L. Powell, J. R. Wright, and C. G. SATTLER (2001) Overview of Progeny-Test Programs of Artificial-Insemination Organizations in the United States. *J. Dairy Sci.*, **84**: 1899-1912.

磯貝 保 (1993) アニマルモデルを用いた乳用牛の遺伝的能力評価(1). *畜産の研究*, **47**: 967-971.

磯貝 保 (1993) アニマルモデルを用いた乳用牛の遺伝的能力評価(2). *畜産の研究*, **47**: 1065-1072.

河原孝吉・後藤裕作・萩谷功一・鈴木三義・曾我部道彦 (2003) 乳用種雄牛の国際遺伝評価値を国内の遺伝評価に利用した場合の育種価の安定性. *日畜会報*, **74**: 13-21.

L. D. VAN VLECK, M. C. DONG and G. R. WIGGANS (1988) Genetic (Co) Variances for Milk and Fat Yield in California, New York, and Wisconsin for an Animal Model by Restricted Maximum Likelihood. *J. Dairy Sci.*, **71**: 3053-3060.

M. C. DONG, L. D. VAN VLECK and G. R. WIGGANS (1988) Effect of Relationships on Estimation of Variance Components with an Animal Model and Restricted Maximum Likelihood. *J. Dairy Sci.*, **71**: 3047-3052.

POWELL P. L., NORMAN H. D. (2001) Stability and Bias of Yield Evaluations for Holstein Bulls in Artificial Insemination Service. *J. Dairy Sci.*, **84**: 1913

社団法人 北海道酪農検定検査協会 (2001) 個体の305日間成績. 4

社団法人 家畜改良事業団 (1984-1998) 乳用牛群能力検定成績のまとめ. 42-44.

社団法人 家畜改良事業団 (1996) 乳用種雄牛能力検定推進実態調査報告書. 32-43.

和田康彦・建部晃 (1986) 牛群検定データに基づく乳用種雄牛評価の可能性. *日畜会報*, **56**(2): 97-102.