

乳牛の初産時月齢が乳量および繁殖成績に及ぼす影響

鈴木 貴博¹⁾・坂口 実²⁾・高橋 芳幸¹⁾¹⁾北海道大学大学院獣医学研究科, 札幌市 060-0818²⁾北海道農業研究センター, 札幌市 062-0045

Effects of Age at First Calving on First Lactation and Reproductive Performance in Dairy Cattle

Takahiro SUZUKI¹⁾, Minoru SAKAGUCHI²⁾, Yoshiyuki TAKAHASHI¹⁾

1) Graduate School of Veterinary Medicine, Hokkaido University, Sapporo-shi 060-0818

2) National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, NARO, Sapporo-shi 062-0045

キーワード: 初産時月齢, 初産時乳量, 空胎期間, 人工授精回数

Key words: Age at first calving, First lactation, Days open, Number of service

Abstract

The period from 1979 to 1997 was divided in 3 phases (early, middle and late phase) based on the history of genetic improvement. The effects of age and body weight at first calving, on first lactation and reproductive performance of cattle produced in each phase was evaluated.

The age at first calving did not differ between the 3 phases. However, body weight at first calving and milk yield increased with the passage of phase. In the early phase, milk yield increased as the age at first calving increased, while no correlation was found between the milk production and the age at first calving in the middle and late phases.

Days to first service, the number of services to conceive and the number of days open did not differ between middle and late phases. In the middle phase, the number of services needed to conceive increased as body weight at first calving increased. In the late phase, the number of services needed to conceive increased as age at first calving increased. The number of days open increased as the age, body weight at the first calving and milk yield increased in the late phase. Further, the number of services needed to conceive tended to increase as body weight at first calving and milk yield increased.

The present results suggest that early breeding may not be detrimental on the first lactation and may be associated with better reproductive performance and improve productivity of the dairy cows.

要 約

北海道農業研究センターで1979年から1997年までに生産されたホルスタイン種雌牛を繁殖管理方針に基づき, 改良前期, 中期および後期の3つの時期に分類し, 各時期の初産時月齢, 体重および乳量と初回分娩後の繁殖成績の関係を調べ, 初産時月齢が初産時の乳量および繁殖成績に及ぼす影響について検討した。

初産時月齢は3つの時期で差異はみられなかった

が, 初産時体重および乳量は年代が進むにつれて増加した。また, 改良前期では初産時月齢と初産時乳量の間に正の相関がみられたが, 改良中期および後期では相関はみられなかった。

初回 AI 時期, 受胎に要した AI 回数および空胎期間は改良中期と後期の間に差異はみられなかった。また, 改良中期では初産時体重と受胎に要した AI 回数とのみ正の相関がみられた ($p < 0.05$)。一方, 改良後期では初産時月齢と受胎に要した AI 回数だけでなく, 初産時月齢, 体重および乳量と空胎期間の間にも正の相関がみられた ($p < 0.05$)。また, 初産時体重お

よび乳量と受胎に要した AI 回数の間には相関のある傾向がみられた ($p < 0.1$).

これらの結果から、現在の牛群では初産時月齢の若い牛でも乳量の低下はなく、繁殖成績が優れていることから、早期繁殖供用をはかり初回分娩時期を早めることによる生産性の向上が期待される。

緒 論

近年、ホルスタイン種雌牛における遺伝的改良および飼養管理技術の進歩により、全国平均の305日補正乳量は1985年の7,000 kgから2000年の8,800 kgへと飛躍的に向上し(家畜改良事業団, 1985, 2000), 1乳期あたりの生産性が向上している。一方で、平均産次数は全国で1985年の3.1産から2000年の2.7産へ、北海道でも3.2産から2.8産へと低下しており、ホルスタイン種雌牛からの肉専用種の子牛生産等とも関連して、将来的にホルスタイン種の後継牛不足が危惧されている。また、平均産次数の低下は乳牛が一生の間に乳生産を行う回数の減少を意味しており、乳牛の生涯生産における育成コストおよび初産時の乳量の占める割合は相対的に高まっている。1989年から1999年の間に、全国の初産から4産までの牛の割合は変化していないが、5産以上の牛の割合は17.4%から15.3%へと低下していることから、平均産次数の低下は、産次の少ない時期での疾病や繁殖障害を理由とした淘汰による高産次牛の割合の減少が原因していると考えられる。また、繁殖成績については、1985年から2000年までの間に受胎に要する人工授精回数が1.9回から2.2回、空胎期間が134日から155日、分娩間隔が402日から430日へと増加しており、平均産次数の低下に深く関与していると推察される。

遺伝的改良および飼養管理方法の進歩により育成牛の体格も向上しているが、1999年の平均初産時月齢は27ヵ月であり、1985年の28ヵ月と差異がない。従って、早期繁殖供用により初回分娩時期を早めれば育成期間が短縮し、育成期コスト削減により酪農経営を改善させる余地は十分にあるといえる。野中と猪野(2000)は初産時月齢を27ヵ月から21ヵ月齢まで早めることにより育成費用を約3割削減できると試算している。一方で乳生産の観点から、FISHER *et al.* (1983)は初産時月齢の若い牛で乳量の低下がみられると報告していることから、初回分娩時期を早めることによる乳量の低下が懸念される。また、初産時月齢とその後の繁殖性の関係については、初産時月齢が21ヵ月と25ヵ月の牛を比較した結果、初回分娩後の繁殖成績に違いはないと報告されている(VAN AMBURGH *et al.*, 1998)。しかし、初産時月齢が25ヵ月齢以降の牛を含めた報告はない。乳牛は一般に初回分娩後も成長期にあることから、初回分娩時期を早めた場合、その後の繁殖成績が低下することも懸念される。そこで本研究では、1

実験牛群の初産時月齢、体格および乳量の推移を調べるとともに、初産時月齢および体格が初産時乳量とその後の繁殖成績に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

1979年から1997年までに独立行政法人農業技術研究機構北海道農業研究センター(北農研)で生産されたホルスタイン種雌牛267頭に関する分娩、体重、体高、乳量および人工授精(AI)の記録を用いた。調査対象牛は育成期および初回分娩約1ヵ月前までは基本的に群飼とし、夏期(5~11月)は昼夜放牧、冬期(12~4月)は舎飼を行った。舎飼期間中は日本飼養標準・乳牛(農林水産技術会議事務局, 1999)に従って、サイレージ、乾草および濃厚飼料を給与した。初回分娩後の搾乳期は基本的にフリーストール飼養とし、日本飼養標準に従ってサイレージおよび濃厚飼料を個別に給餌し、乾草は自由に採食させた。搾乳牛についても夏期昼間放牧を行ったが、乳量を目安に濃厚飼料の給餌量を調整した。

全対象牛について初産時月齢、体重および乳量と初回分娩後の繁殖成績(初回 AI 時期、受胎に要した AI 回数および空胎期間)について調査した。初産時月齢は生年月日と初回分娩年月日から算出した。初産時体重は分娩後2週間以内の測定値を用いた。初産時乳量には305日補正乳量を用いた(WOOD, 1967)。初回 AI 時期は分娩後最初の AI 実施日とし、受胎に要した AI 回数は初回 AI から受胎するまでの AI の回数とした。空胎期間は初回分娩日から受胎が確認できた最終 AI 日までの日数とした。なお、1回の発情時に2回以上の AI を行っている場合は AI 回数1回とし、最初の AI を行った日を AI 実施日とした。

データを解析するにあたって、北農研における繁殖管理方針の経緯に基づいて調査対象牛を3つの時期に分類した。すなわち、乳牛の頭数維持を主な目的として繁殖管理を行っていた1979年から1986年(改良前期)に生産された牛(83頭)、乳量および乳成分の向上を目的として改良を始めた1987年から1991年(改良中期)に生産された牛(83頭)、および改良中期に生産された牛の産子が主体となった1992年から1997年(改良後期)に生産された牛(101頭)に区分した。

最初に各期における平均初産時月齢、平均体重および平均乳量を比較した。次に、初産時月齢および体重が初産時乳量に及ぼす影響を明らかにするために、初産時月齢および体重と初産時乳量との相関を調べた。最後に、初産時月齢、体重および乳量が初回分娩後の繁殖成績に及ぼす影響を明らかにするために、改良中期および後期における初産時月齢、体重および乳量と初回分娩後の初回 AI 時期、AI 回数および空胎期間との相関を調べた。なお、改良前期については初回分娩後の AI 記録が得られなかったため、繁殖成績の解析

から除外した。

統計処理には、統計ソフト JMP (SAS INSTITUTE INC.)を用いた。初産時月齢、初産時乳量、初回 AI 時期および受胎に要した AI 回数については、一変量の分布の分析を行い、その結果、外れ値と判定された牛は解析から除外した。また、初産時月齢、体重、乳量および繁殖成績は一元配置分散分析を行った後、Fisher の最小有意差法を用いて平均値を比較した。初産時月齢、体重と乳量、初産時月齢、体重および乳量と初回分娩後の初回 AI 時期および空胎期間の関係は、Pearson の相関係数の検定により検討した。また、受胎に要した AI 回数はノンパラメトリックなデータとみなし、初産時月齢、体重および乳量と受胎に要した AI 回数の関係は Spearman の順位相関検定を用いて検討した。

結 果

初産時月齢が 30 ヶ月以上、あるいは初産時乳量が 3,000 kg 以下の牛は外れ値と判定されたため、改良前期の 16 頭 (平均 30.2 ヶ月齢, 3,755 kg), 改良中期の 16 頭 (平均 29.3 ヶ月齢, 4,152 kg) および改良後期の 22 頭 (平均 28.2 ヶ月齢, 4,756 kg) のデータは解析に用いなかった。なお、初産時月齢、体重および乳量には一部欠測値があった。Table 1 に示したように、初産時体重および乳量は改良が進むにつれて有意に増加したが ($p < 0.05$), 初産時月齢に差異はみられなかった。

Fig. 1 に示したように、改良前期の初産時月齢と乳量との間には有意な相関がみられたが ($p < 0.05$), 改良中期および後期では相関がみられなかった。また、いずれの時期においても初産時体重と乳量の間には相関がみられなくなった。

分娩後初回 AI 時期が 150 日以上、あるいは AI 回数

Table 1 The average of age and body weight at first calving, first lactation and reproductive performance in 3 phases (early, middle and late phases)

	Phase (Year)					
	Early ('79~'86)		Middle ('87~'91)		Late ('92~'97)	
Age at first calving, mo	26.3 ± 1.3 [23.2 ~ 29.3]	(67)	26.0 ± 1.4 [23.2 ~ 29.3]	(67)	25.9 ± 1.3 [23.2 ~ 29.0]	(78)
Calving body weight, kg	480 ± 54 ^a [421 ~ 553]	(7)	514 ± 42 ^b [438 ~ 636]	(66)	561 ± 39 ^c [461 ~ 638]	(77)
Milk yield, kg	5700 ± 1077 ^a [3347 ~ 7879]	(67)	6198 ± 860 ^b [4459 ~ 8432]	(67)	7102 ± 1087 ^c [4321 ~ 9983]	(76)
Days to first service	ND		77.5 ± 28.0 [31 ~ 128]	(40)	76.3 ± 22.9 [42 ~ 141]	(64)
Number of services	ND		1.4 ± 0.6 [1 ~ 3]	(39)	1.5 ± 0.7 [1 ~ 3]	(61)
Days open	ND		97.8 ± 41.4 [31 ~ 202]	(39)	95.7 ± 35.6 [42 ~ 216]	(61)

ND: No data, (): number of cows examined, [] : range

a, b, c: Values (means and SD) in the same row with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$).

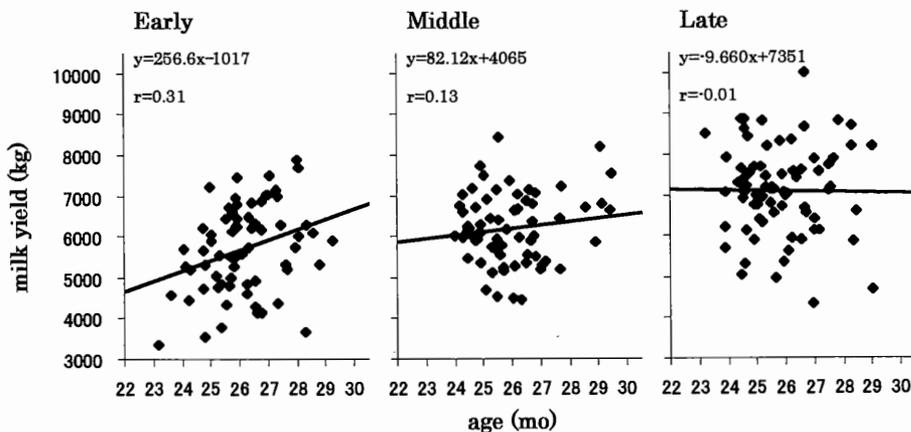


Figure 1 The relationship between age at first calving and milk yield in first lactation in 3 phases (early, middle and late phases)

4回以上の牛は外れ値と判定されたため、改良中期の18頭（平均210日，1.9回），改良後期の12頭（平均97日，4.2回）のデータは解析に用いなかった。なお，初回分娩後初回AI時期，受胎に要したAI回数および空胎期間にも一部欠測値があった。

初産時月齢，体重および乳量と初回AI時期に改良中期，後期ともに相関はみられなかった。また，初産時月齢，体重および乳量と受胎に要したAI回数の関係は，改良中期では初産時体重とAI回数，改良後期では初産時月齢とAI回数に相関がみられ（いずれも $p < 0.05$, Fig. 2），改良後期において初産時体重および乳

量とAI回数に相関のある傾向が示された（ともに $p < 0.1$, Fig. 3）。さらに，初産時月齢，体重および乳量と空胎期間に改良中期では相関がみられなかったが，改良後期では初産時月齢，体重および乳量と空胎期間との間に相関がみられた（ $p < 0.05$, Fig. 4およびFig. 5）。

考 察

年代の経過とともに初産時体重および乳量は増加し，改良中期以降は初産時月齢の若い牛でも乳量の低下がみられなくなった。初産時月齢と初産時乳量の関

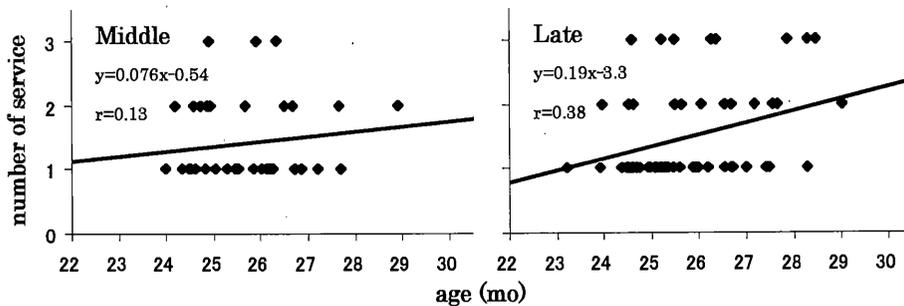


Figure 2 The relationship between age at first calving and number of services to conceive after first calving in middle and late phases

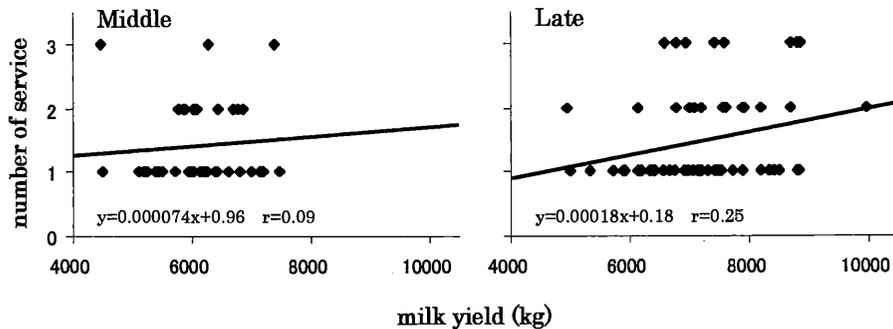


Figure 3 The relationship between milk yield in first lactation and number of services to conceive after first calving in middle and late phases

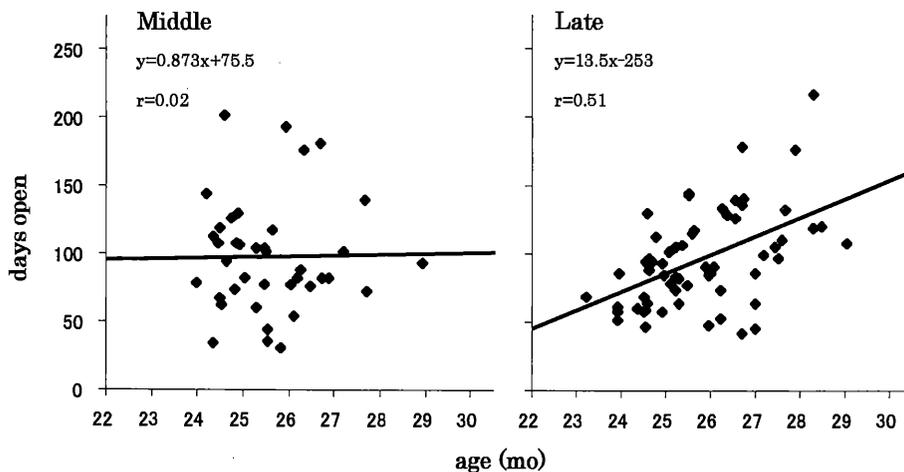


Figure 4 The relationship between age at first calving and number of days open after first calving in middle and late phases

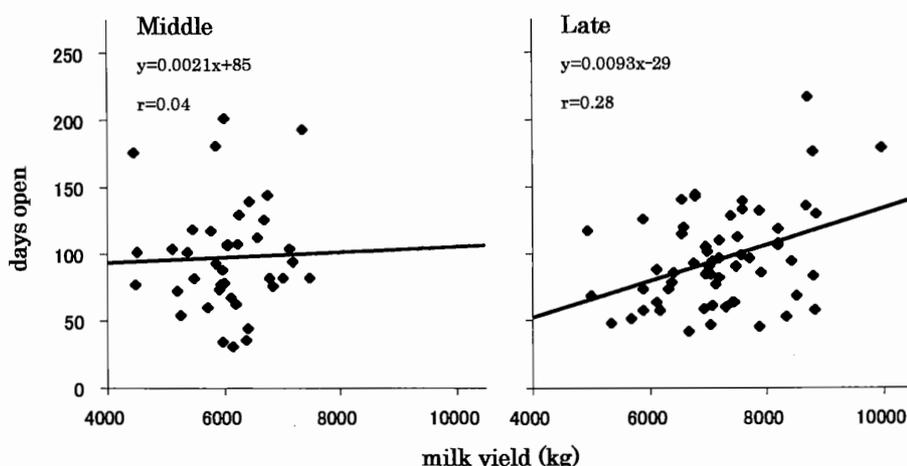


Figure 5 The relationship between milk yield in first lactation and number of days open after first calving in middle and late phases

係については、初産時月齢 24 ヶ月と 36 ヶ月の牛の初産時乳量には差異がないとする報告 (SWANSON *et al.*, 1967) や、初産時月齢 24 ヶ月と 27 ヶ月の牛で初産時乳量には差がないとする報告 (WICKERSHAM and SHULTZ, 1963) がある。本研究の改良前期 (1979 から 1986 年) の成績は、初産時月齢と初産時乳量の間には正の相関がみられるという報告 (FISHER *et al.*, 1983) と一致した。また、北海道で飼育された初産牛の初産時月齢と初産時乳量に関する報告 (北海道酪農検定検査協会, 1989~1998) では、改良中期以降に相当する年代 (1989 年~1998 年) の初産時乳量は初産時月齢 (24~30 ヶ月齢) の影響を受けないとしており、本研究の結果と一致した。

本研究では、いずれの時期においても初産時体重と初産時乳量の間には相関はみられなかった。しかし、FISHER *et al.* (1983) は平均初産時体重および乳量がそれぞれ 520 kg および 5,600 kg の初産牛を対象に解析した結果、初産時体重と初産時乳量の間には正の相関がみられたと報告している。また、SEJRSEN *et al.* (2000) は同じ飼養管理のもとで高い発育能力を示す牛は泌乳能力も高いと報告している。FISHER *et al.* (1983) の用いた牛群の体重は改良中期、乳量は改良前期の平均値と同程度であったことから、本研究に用いた牛群の泌乳能力より低かったため、本研究と異なった結果が得られた可能性がある。

改良後期における受胎に要した AI 回数は、初産時月齢の若い牛の方が有意に少なく、初産時体重の軽い牛および乳量の少ない牛でも AI 回数に減少傾向がみられた。また、空胎期間は初産時月齢の若い牛、体重の軽い牛および乳量の少ない牛で短縮する傾向がみられた。受胎に要する AI 回数および空胎期間の増加は、分娩後の乳量増加と可消化エネルギーの摂取量低下によるエネルギーバランスの低下に起因するといわれている (BUTLER and SMITH, 1989)。本研究の初産時乳

量の高い牛でみられた繁殖成績の低下傾向は、この泌乳量増加時のエネルギーバランスの低下に原因すると考えられる。また、北海道酪農検定検査協会が行った調査では、今回の調査における改良中期にあたる 1989 年から 1991 年までは平均初産時乳量が 6,700 kg 前後で、乳量が増加しても空胎期間の延長はみられていない。しかし、今回の調査の改良後期にあたる 1992 年以降は平均初産時乳量が 6,900 kg を超え、乳量の増加に伴い空胎期間が延長する傾向があり、本研究の結果と一致した。一方、初産時月齢および体重と受胎に要する AI 回数および空胎期間について調査した報告はないが、栄養状態を示す指標の 1 つであるボディコンディションスコア (BCS) と繁殖性の関係については報告がみられる。PRYCE *et al.* (2001) によると、1 日平均乳量が約 30 kg、平均 BCS が 2.6 の牛群で BCS と繁殖成績の関係を検討した結果、BCS と繁殖成績の間に相関はないと報告している。しかし、ROCHE *et al.* (2000) は分娩時の BCS が高く (3.8 以上)、過肥状態にある牛では分娩後の繁殖成績が低下すると報告している。このことから、体格が大きくなった改良後期では、月齢が進み体重の重い牛において過肥がみられ、その結果、繁殖成績が低下した可能性がある。

以上の結果から、現在の牛群では初産時月齢が 24 ヶ月の牛でも泌乳能力に問題がなく、むしろ繁殖成績が優れていることから、早期繁殖供用をはかり初回分娩時期を早めることによる生産性の向上が期待できると考えられた。

文 献

- BUTLER, W. R. and R. D. SMITH (1989) Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **72**: 767-783.

- FISHER, L. J., J. W. HALL and S. E. JONES (1983) Weight and age at calving and weight change related to first lactation milk yield. *J. Dairy. Sci.*, **66**: 2167-2172.
- 北海道酪農検定検査協会 (1989~1998) 個体の305日間成績.
- 家畜改良事業団 (1985~2000) 乳用牛群能力検定成績のまとめ.
- 野中敏道・猪野敬一郎 (2000) 高蛋白質給与による乳牛子牛の早期育成. 栄養生理研究会報, **44**: 113-124.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局 (1999) 日本飼養標準・乳牛.
- PRYCE, J. E., M. P. COFFEY and G. SIMM (2001) The relationship between body condition score and reproductive performance. *J. Dairy. Sci.*, **84**: 1508-1515.
- ROCHE, J. F., D. MACKEY and M. D. DISKIN (2000) Reproductive management of postpartum cows. *Anim. Reprod. Sci.*, **60-61**: 703-712.
- SAS INSTITUTE INC. (2001) JMP 統計およびグラフ機能ガイドブック.
- SEJRSEN, K., S. PURUP, M. VESTERGAARD and J. FOLDAGER (2000) High body weight gain and reduced bovine mammary growth: physiological basis and implications for milk yield potential. *Domest. Anim. Endocrinol.*, **19**: 93-104.
- SWANSON, E. W., B. J. BEARDEN, E. W. CULVAHOUSE and J. T. MILES (1967) Restricting growth of cattle without depressing lactation. *J. Dairy. Sci.*, **50**: 863-869.
- VAN AMBURGH, E. M., D. M. GALTON, D. E. BAUMAN, R. W. EVERETT, D. G. FOX, L. E. CHASE and H. N. ERB (1998) Effects of three prepubertal body growth rates on performance of holstein heifers during first lactation. *J. Dairy. Sci.*, **81**: 527-538.
- WICKERSHAM, E. W. and L. H. SCHULTZ (1963) Influence of age at first breeding on growth, reproduction, and production of well-fed Holstein heifers. *J. Dairy. Sci.*, **46**: 544-549.
- WOOD, P. D. P. (1967) Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*, **216**: 164-165.