



新しい牛群検定成績表について(その70)

— いろいろな乳量③ —

情報分析センター 部長 相原 光夫

2回に渡って、「いろいろな乳量」と銘打ち、復習をかねて乳量の考え方を紹介しました。そうしましたところ、「基本となる乳量の考え方を、これまでと違った視点で復習できて良かった」といううれしい声が寄せられました。そこで、乳量はまだまだ検定成績表に表示されていますので、もう少し乳量の考え方を再整理して紹介することを継続したいと思います。今回は、「検定日乳量階層」を紹介します。これは、本連載では、極めて初期の「その7 (LIAJNews121号2010年3月)」、「その41 (LIAJNews157号2016年3月)」に掲載したものを含みますので、当団ホームページ (<http://liaj.lin.gr.jp/>) または「牛群検定成績表」で検索を併せて参照してください。

1 検定日乳量階層

図1に検定日乳量階層の事例を示しました。この成績は、分娩後日数順で初産と2産以上に分けて牛群検定データを見ることが出来るものです。飼養管理上の弱点を見極めるためには大変便利なものです。活用事例を以下に示します。

・矢印①

牛群内で乳量が極端に低い落ちこぼれ牛を容易に見つけることができます。分娩後日数を手がかりに、成績表の2枚目検定日個体成績から該当牛を見つめます。病気が原因になっていることが多いので牛舎で観察することが肝要です。

・矢印②

2産以上の産褥期(泌乳初期)の飼養管理に課題があることがわかります。高乳脂率と低蛋白質率は、飼料の食い込みが悪いことを示しています。

・矢印③

牛群全般で体細胞数が高い傾向のある牛群ですが、特に2産以上の泌乳後期において体細胞数の高い牛が集中しています。搾乳のやり方に課題があることが多く、清拭や離脱、ミルクカーのメンテナンスなどを確認してください。牛床を清潔に乾燥させることも必要です。

・矢印④

2産以上の泌乳ピーク期のBCS(ボディコンディショ

ンスコア)が低く、削瘦しています。矢印②のように泌乳初期で餌の食い込みが悪いことが原因となります。

・矢印⑤

2産以上の泌乳後期のBCSが高く過肥になっています。泌乳後期の過肥は乾乳期の過肥に直結し、分娩事故の原因や矢印②の産褥期の飼養管理に影響します。

事例の農家では、総じて2産以上の牛の管理に課題が多いようです。長命連産を達成するために、課題解決に努めて頂きたいと思います。

図1

検定日乳量階層(検定成績表の1枚目 左下)

| 検定日乳量階層 | 頭数 | 1 産 | | | | | | 2 産 以上 | | | | | |
|------------|----|----------------------------------|------|------|-------|-------|--------|----------------------------------|------|------|-------|-------|--------|
| | | MAX:31.6 DAY:38 MID:24.9 LP:88.7 | | | | | | MAX:31.9 DAY:31 MID:25.8 LP:90.3 | | | | | |
| | | 21日以下 | 22日~ | 50日~ | 100日~ | 200日~ | 300日以上 | 21日以下 | 22日~ | 50日~ | 100日~ | 200日~ | 300日以上 |
| 55以上 | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 2 | | | | | | | 1 | 1 | | | | |
| 35 | 3 | | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | |
| 30 | 9 | | 2 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 2 | | | |
| 25 | 4 | 1 | | | | | | | | 1 | 2 | | |
| 20 | 13 | | 1 | | 1 | 2 | | ① | | 1 | 2 | 6 | |
| 15 | 9 | | | | | 2 | | | | | | 2 | |
| 15未満 | 9 | | | | | 2 | | | | ② | 1 | 6 | |
| 頭数(頭) | | 1 | 4 | 1 | 2 | 5 | 2 | | 4 | 5 | 5 | 10 | 10 |
| 標準乳量 | | 31.6 | 35.0 | 34.2 | 28.5 | 26.9 | 22.1 | | 27.4 | 24.0 | 25.2 | 29.2 | 26.6 |
| 平均乳量 | | 25.7 | 32.7 | 32.3 | 25.7 | 22.0 | 13.6 | | 22.6 | 28.6 | 26.6 | 22.2 | 14.6 |
| 乳脂率% | | 3.33 | 3.17 | 2.32 | 3.74 | 4.01 | 4.46 | | 5.14 | 3.42 | 3.69 | 4.17 | 4.08 |
| 蛋白質率% | | 3.31 | 3.01 | 2.81 | 3.20 | 3.49 | 3.74 | | 2.79 | 3.03 | 2.99 | 3.51 | 3.59 |
| 無脂固形分率% | | 8.84 | 8.61 | 8.42 | 8.60 | 8.93 | 9.28 | | 8.20 | 8.30 | 8.33 | 8.74 | 8.76 |
| 体細胞数(千/ml) | | 310 | 119 | 96 | 449 | 829 | 706 | | 752 | 691 | 565 | 1253 | 1443 |
| 高体細胞牛の割合% | | 100 | | | 50 | 60 | 50 | | 50 | 20 | 40 | 50 | 70 |
| MUN mg/dl | | 8.2 | 9.5 | 5.6 | 10.5 | 10.2 | 9.4 | | 7.2 | 9.2 | 8.3 | 6.9 | |
| 濃厚飼料給与量 | | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 8.6 | 8.5 | | ④ | 9.0 | 9.0 | 8.4 | 8.7 |
| B C 管理 | | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | | 2.00 | 2.20 | 3.00 | 3.00 | 3.74 |

2 泌乳曲線

(1) Wood曲線

いろいろな乳量の本論にはいりません。まず、この成績表で最も目立つグニャッと曲がった曲線ですが、これは泌乳曲線と呼ばれるものです。畜産学の基礎でもあり、農業高校の教科書にも紹介されています。泌乳曲線は今でも世界中で研究されていますが、牛群検定ではWood曲線と呼ばれるモデル式を採用し、回帰という計算手法で表示しています。詳しい方なら「Wood曲線にしては、曲線がグニャグニャしている」と感じるかも知れません。これは、横軸に相当する成績表での区分を22日として、産褥期（泌乳初期）を重視した帳票としているためです。

Wood曲線の良いところは、その考え方が畜産的であるということなのです。畜産として重要な最高乳量を求めるには、数学的には微分方程式を解く必要があります。ところがWood曲線では、図2に示した通り極めて簡便に計算出来ます。泌乳曲線の分析結果として、牛群検定では図3に示した基本的な4項目（MAX、DAY、MID、LP）を成績表示しています。

(2) 泌乳曲線の分析

泌乳曲線の分析は、大きく2通りあります。ひとつは、牛個体に注目し分娩から乾乳までの乳期としての泌乳曲線を分析するものです。もうひとつは、牛群に注目し検定月（季節）ごとの、牛群の泌乳曲線を分析するものです。前者は、牛個体ごとの改良などを考案するのに有効で、牛群検定では図4に示した検定情報サマリーに表示しています。

検定成績表に示してある泌乳曲線は後者に相当します。春夏秋冬の季節により変化し、各農家の牛群としての生産性の特徴を知るのに優れたものです。

例えば、図5に良好な泌乳曲線の例を示しました。高乳量で泌乳持続性が高く乳量が下がりにません。また、斉一性に優れた牛群は曲線付近に各牛が集中し、図1の矢印①のような曲線から離れた牛は出てきません。また、良好であれば、初産よりも2産以上の方が高乳量となります。図1では明らかに2産以上の乳量が低いことがひと目でわかります。このことは、同じく図1のなかの標準乳量（前々回解説）を見てもわかります。2産以上の標準乳量が初

図2

Wood曲線

$$Y = A t^B e^{-Ct}$$

Y: 検定日乳量
t: 分娩後日数
e: 自然対数の底
2.71828...
A, B, C: 回帰により求める係数

最高乳量到達日数

$$DAY = B \div C$$

最高乳量

$$MAX = A \times DAY^B \times e^{-C \times DAY}$$

160日目乳量

$$MID = A \times 160^B \times e^{-C \times 160}$$

図3

泌乳曲線の記号表示

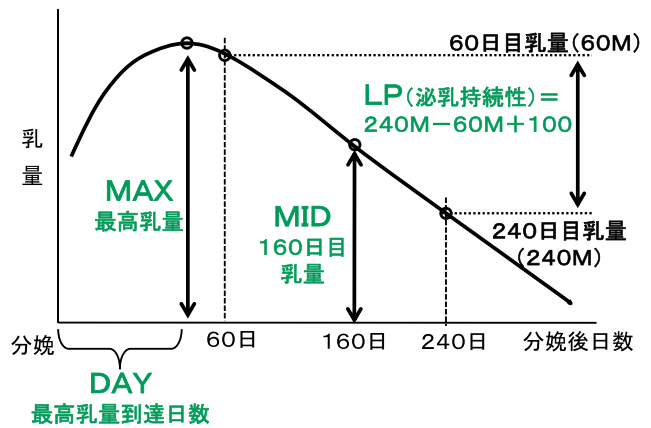


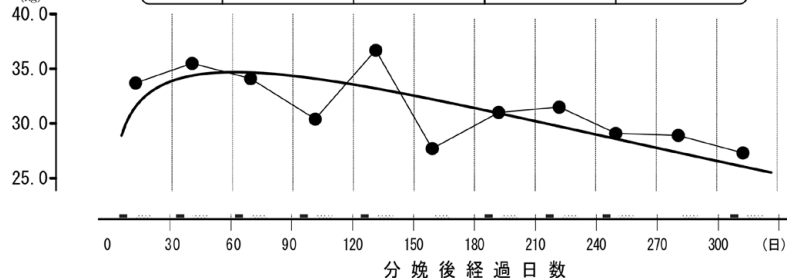
図4

検定情報サマリー - 検定終了通知書 -

農家コード 20-01-001 検定コード 0495 品種 ホルスタイン

最近産次の検定日記録の推移

| 今産の(注2)泌乳曲線 | 最高乳量 | 最高乳量到達日数 | 分娩後160日目乳量 | 泌乳持続性(注3) | | | |
|-------------|-------------|----------|------------|-----------|-----------|----|------|
| MAX | 34.7 (kg/d) | DAY | 61 (日) | MID | 32.2 (kg) | LP | 94.3 |



産よりも下がっています。

春夏秋冬の各季節における都府県の全平均は図6に示しました。これによれば、乳量は初産2産以上とも春季に高乳量となり、夏季に低乳量となります。ま

た、初産は泌乳持続性が高く、夏季であってもその影響は2産以上よりは低いものです。なお、季節別の泌乳曲線は当団HPに公開しています。「乳牛最新情報」で検索して下さい。

<http://liaj.lin.gr.jp/japanese/newmilk/>

3 MAX、DAY、LP

図7にはMAX（最高乳量）、DAY（最高乳量到達日数）、LP（泌乳持続性）の各例を示しました。MID

は後述しますが、この3項目は近年になって注目され始めたものです。飼養管理方法として、フリーストールを採用される農家が増えています。飼料は、TMRが主流となり、繋ぎ牛舎であってもTMRの利用は珍しくありません。昔ながらに1頭1頭の飼料を手加減することは難しくなっているわけです。飼料設計の基本は乳量にありますので、このような状況下では、乳量がそろった牛群でなければ飼料設計を何にあわせるか極めて困難です。単純に平均的な牛に合わせて設計すれば、斉一性のない牛群では高乳量の牛は栄養不

図5

良好な泌乳曲線の例

最高乳量まで緩やかに上がり、その後も緩やかに下っており、極端に乳量の低い落ちこぼれ牛もいない。

| 検定日乳量階層 | 頭数 | 1産 | | | | | | 2産以上 | | | | | |
|---------|----|----------------------------------|------|------|-------|-------|--------|----------------------------------|------|------|-------|-------|--------|
| | | MAX:33.5 DAY:88 MID:32.4 LP:96.8 | | | | | | MAX:44.3 DAY:52 MID:40.3 LP:91.9 | | | | | |
| | | 21日以下 | 22日～ | 50日～ | 100日～ | 200日～ | 300日以上 | 21日以下 | 22日～ | 50日～ | 100日～ | 200日～ | 300日以上 |
| 55以上 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | |
| 50 | 3 | | | | | | | 2 | 1 | | | | |
| 45 | 6 | | | | | | | 1 | 1 | 2 | | | |
| 40 | 8 | | | | | 1 | | 1 | | 2 | 3 | 1 | |
| 35 | 14 | | 1 | 2 | | 1 | 1 | | 1 | | 5 | 2 | 1 |
| 30 | 23 | | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | | | | | 8 |
| 25 | 6 | 2 | | | | | 1 | | | | | | 3 |
| 20 | 7 | 1 | 1 | | | | 3 | | | | | | 1 |
| 15 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | |
| 15未満 | | | | | | | | | | | | | |
| 頭数(頭) | | 3 | 3 | 4 | 3 | 5 | 8 | 4 | 4 | 3 | 13 | 5 | 14 |

図7

MAX DAY MID LP

| 検定日乳量階層 | 頭数 | 1産 | | | | | 2産以上 | | | | | | |
|---------|----|-------|------|------|-------|-------|----------------------------------|------|------|-------|-------|----------------------------------|--|
| | | 21日以下 | 22日～ | 50日～ | 100日～ | 200日～ | 21日以下 | 22日～ | 50日～ | 100日～ | 200日～ | | |
| 55以上 | 1 | | | | | | MAX:31.6 DAY:38 MID:24.9 LP:88.7 | | | | | MAX:31.9 DAY:31 MID:25.8 LP:90.3 | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 2 | | | | | | | | | | 1 | 1 | |
| 35 | 3 | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | |
| 30 | 9 | | | 2 | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | |
| 25 | 4 | | 1 | | | | | | | | | 1 | |
| 20 | 13 | | | 1 | | 2 | | | | | 1 | 2 | |
| 15 | 9 | | | | | 2 | | | | | | 2 | |
| 15未満 | 9 | | | | | | | | | | 1 | 1 | |

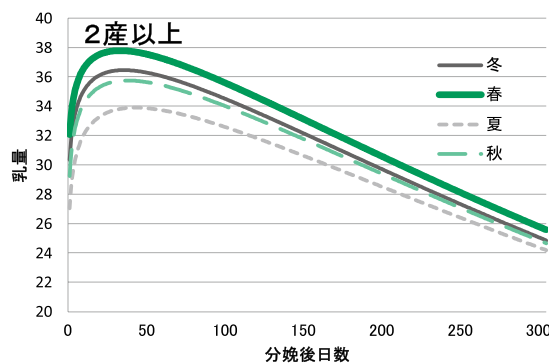
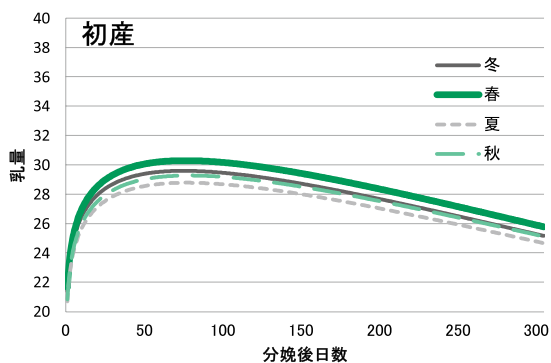
MAX:ピーク時乳量(kg), DAY:泌乳ピークに要した日数(日)
MID:分娩後160日目乳量(kg), LP:泌乳持続性

図6

令和02年 泌乳曲線の季節変化(都府県)

牛群平均情報から、四季を代表する検定月(2月、5月、8月、11月)の泌乳曲線を表示しています。
牛群平均情報 http://liaj.lin.gr.jp/japanese/heikin_cowdas/pref/heikin/prefmain.html

| 令和2年 | MAX ピーク時乳量Kg | DAY 泌乳ピークに 要した日数 | MID 分娩後160日 目乳量Kg | LP泌乳持続性 240日目乳量 -60日目乳量 +100 | Wood曲線 Y=At^Bexp(-Ct) | | | |
|------|-----------------|------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------|----------|----------|
| | | | | | A | B | C | |
| 初産 | 冬(2月) | 29.6 | 75 | 28.5 | 97.2 | 21.423952 | 0.097488 | 0.001301 |
| | 春(5月) | 30.3 | 76 | 29.2 | 97.2 | 21.698213 | 0.100126 | 0.001313 |
| | 夏(8月) | 28.8 | 77 | 27.8 | 97.5 | 20.741268 | 0.097982 | 0.001269 |
| | 秋(11月) | 29.3 | 79 | 28.3 | 97.5 | 20.864702 | 0.100730 | 0.001280 |
| 2産以上 | 冬(2月) | 36.5 | 36 | 31.7 | 91.8 | 30.397524 | 0.070740 | 0.001986 |
| | 春(5月) | 37.8 | 33 | 32.6 | 91.4 | 32.123454 | 0.065065 | 0.001967 |
| | 夏(8月) | 33.9 | 43 | 30.2 | 93.1 | 27.105427 | 0.081179 | 0.001895 |
| | 秋(11月) | 35.8 | 38 | 31.3 | 92.1 | 29.310973 | 0.075315 | 0.001979 |



(注)分娩月により区分したものではありません

足、低乳量の牛は栄養過多となってしまいます。そこで、泌乳持続性が注目されているわけです。泌乳の初期も後期も乳量にあまり変化のない牛群としなければTMRの飼養環境下では過肥や削瘦の温床となり、周産期病を招くことになります。MAXとDAYも、泌乳持続性との関係があることがわかっています。分娩後の日数で、あまりに早く最高乳量となる牛が多い牛群は泌乳持続性に劣ることがわかっています。図5のような牛群であれば初産と2産以上の2群管理で飼料設計も行いやすく、図7のような牛群では飼料設計は難しいものになり、周産期病を罹患しやすい牛群となります。

4 MID

図7に示したMID（分娩後160日目乳量）は、前述した泌乳持続性に大きく関係する乳量です。当然、泌乳持続性が高い牛群ほど高いものとなります。しかし、MIDにはもっと別の意味があります。

結論から先に記しますと、MIDは繁殖と関連の高い値です。繁殖を改善すると、乳量も改善出来るという話を聞かれたことがある方は多いと思います。MIDはこれを具体化したものです。

(1) MID（分娩後160日目乳量）

牛群検定では、繁殖の目標として、分娩間隔380日を掲げています。もし、全頭が380日を達成したと仮定します。乾乳日数も全頭60日とすれば、乳期の搾乳日数

は全頭320日となります。更に、全頭が季節に偏らずに全季節にまんべんなく分娩するとすれば、この理想牛群の平均搾乳日数は160日（ $= (380 - 60) \div 2$ ）となります。先に判明した泌乳曲線に、この160日を入れて計算した乳量がMIDとなります。すなわち、MIDとは牛群が繁殖良好の場合に期待できる乳量です。

(2) 平均搾乳日数

図8に、平均搾乳日数の事例を示しました。この事例は図1、図7と同じ農家の成績になります。平均搾乳日数は成績表では2カ所に表示されていて、最近13カ月の推移がわかるものと、産次別がわかるものが示されています。当該農家の現状の繁殖成績を意味します。

(3) 繁殖改善で期待できる乳量

牛群検定では泌乳曲線が計算されMIDが示されているので、図8に示したとおり繁殖改善で期待できる乳量の目安を容易に知ることが出来ます。図8では、搾乳日数の全平均は226日です。これが繁殖改善して160日となった際には、MID（初産24.9kg、2産以上25.8kg）までアップすることが期待できるわけです。

具体的には産次別にみます。実は、この事例の農家は初産と2産についての搾乳日数は156日、162日と現状では良好です。ですので、その平均乳量も初産25.1kg、2産25.9kgとMIDに近いものです。しかし、3産以上の搾乳日数が291日と長期化し、乳量が21.6kgとなっています。もし、繁殖が改善出来てい

れば、25.8kg搾れていたはずなので、105kg（ $= (25.8 - 21.6) \times 25$ 頭）の乳量増が期待できたこととなります。言い方を変えれば、繁殖成績が原因で105kg損失していたこととなります。これは、日量なので、月に換算すれば、3,150kg（ $= 105 \text{kg} \times 30$ 日）にも相当します。

以上、今回はいろいろな乳量として、検定日乳量階層から泌乳曲線、MAX、DAY、MID、LPを、その計算方法も含めて紹介しました。検定日乳量階層は、牛群を産次別、泌乳ステージ別に分けて、ダイナミックに特徴や弱点を把握できる成績です。特に大規模経営の場合は有効ですので、是非ともご活用下さい。

図8

平均搾乳日数

検定成績表(1枚目中央左)

| 移動 13カ月 成績 | 牛 群 構 成 | | | |
|------------------|---------|------|------|------|
| 検定年月日 | 経産牛 | 搾乳牛 | 搾乳牛率 | 搾乳日数 |
| 19.07.26 | 58 | 46 | 84 | 270 |
| 19.08.13 | 56 | 46 | 84 | 281 |
| 19.09.29 | 55 | 45 | 82 | 287 |
| 19.10.25 | 55 | 45 | 80 | 265 |
| 19.11.29 | 54 | 49 | 88 | 257 |
| 19.12.25 | 56 | 47 | 90 | 234 |
| 20.01.24 | 56 | 47 | 86 | 236 |
| 20.02.23 | 56 | 38 | 84 | 209 |
| 20.03.29 | 54 | 41 | 76 | 222 |
| 20.04.27 | 53 | 40 | 81 | 230 |
| 20.05.29 | 54 | 42 | 78 | 241 |
| 20.06.29 | 57 | 52 | 89 | 221 |
| 20.07.29 | 58 | 49 | 92 | 226 |
| 平均・計 | 54.0 | 45.4 | 83 | 247 |
| 前年成績 | 62.3 | 54.1 | 87 | 217 |

検定成績表(2枚目検定日個体成績の最末尾)

| 産次成績 | 分娩時年齢 | 産次 | 搾乳日数 | 経産牛頭数 | 搾乳牛頭数 | 乳量 |
|------|-------|-----|------|-------|-------|------|
| 初産平均 | 1-11 | 1.0 | 156 | 15 | 15 | 25.1 |
| 2産平均 | 3- 2 | 2.0 | 162 | 12 | 9 | 25.9 |
| 3産以上 | 7- 0 | 5.0 | 291 | 31 | 25 | 21.6 |
| 平均 | 4-10 | 3.4 | 226 | 58 | 49 | 23.5 |

