

乳用牛の生産寿命を延ばす 初産時の管理重要ポイント

酪農学園大学 獣医学群 教授 中田 健
ふくおか県酪農業協同組合 福岡診療所 後藤 聡

【要約】

国内の生産乳量の維持、向上には、生産効率を高め、計画的に生産頭数を確保、維持する取り組みが必要である。生産農場では生産効率を高めるために連産する牛を増やす必要があり、連産に結びつく管理注意点を明らかにすることが求められている。そこで、本研究は、連産をしている牛の初産の繁殖および生産の特徴を明らかにし、初産時までの管理点を探索する目的で行った。北海道で乳用牛群検定に継続加入している2037農場について、2004年4月から2011年2月に初産分娩し、2016年3月までに2産および3産で除籍（早期群）、または5産分娩（連産群）の乳牛21万4793頭を対象とした。早期群および連産群の生産効率、および初産時の繁殖および生産成績を比較した。連産する牛は、早期除籍牛より生涯の生産性は高く、初産の繁殖成績も良いものの、乳生産量は低いことが示された。連産する牛の確保には、生涯の生産性向上を目標に、初回分娩年齢が遅延しない育成管理、初回分娩後早期に授精および妊娠させる周産期および繁殖管理が重要であると考えられた。

1 はじめに

乳牛の遺伝的改良による泌乳能力の向上に加えて、経営規模の拡大も進められ、多頭飼育に合わせた飼育施設および飼料給与方法の普及が行われてきた。酪農場での作業の効率化を進めるための、コントラクター事業とともにTMRセンターも各地に設立され利用農場も増えてきている。近年では、酪農場の作業の機械化ならびに省力化を目的とした自動搾乳および自動給餌などの機器を導入する農場も増えてきている。一方、放牧やつなぎの飼養形態を維持している農場も全体の農場の

70%以上存在する。このように、国内の酪農場での飼養管理方法は多様化している。乳用牛群検定の報告によると、牛の乳生産能力の一つの指標である1頭当たりの305日乳量の全国平均値は、平成元年は7706キログラムであったのに対して平成28年では9601キログラムと泌乳量が年々増加しており、一泌乳期で2万キログラムを超える個体も珍しくなくなっている[6]。国内の酪農場の初産牛の頭数割合は北海道および都府県でそれぞれ31%と30%を超えており、経産牛

の平均産次数は2.6産（3歳10月）および2.5産（4歳6月）となっている[7]。平成元年の平均産次数は、北海道および都府県でそれぞれ2.9産および2.7産であり、北海道で0.3産、都府県で0.2産低下している。また、北海道および都府県で平均の除籍産次数は3.4産（5歳8月）および3.2産（5歳9月）となっている。これらの背景には、周産期の疾病が増加し、繁殖効率の低下または意図しない淘汰牛の割合が増加することによる更新の増加が考えられる。その乳牛の除籍理由を調べると、疾病等による「死亡」の他、乳房炎や乳頭損傷などの「乳器障害」、卵胞^{とうた}腫^{しゅ}などの「繁殖障害」が大多数を占めている[1,2,6,11]。それらを受けて、乳用牛の受胎率低下が継続かつ深刻化しており、近年は45%前後と低迷している。それに伴い分娩間隔は、平成元年の牛群検定における全国平均は405日であったが、年々増加し平成23年度にはピークの438日に達し、その後緩やかな減少を示し平成28年度は432日となり現在に至っている[6]。

大規模農場では、更新率を高めて若い牛を中心とした牛群で疾病コストや繁殖障害による経済的損害を最小限に抑える方針の所もある。経産牛の平均産次数の数値だけで農場の経営を評価することはできないが、疾病や繁殖障害が原因で若い産次で除籍される個体が多いのが現状である。

酪農経営を安定化させる一つの考え方に生産寿命の延長がある。個体の生産効率は年型（年齢分類）でみると4から6年型が乳量および乳成分を考慮したエネルギー補正乳量、乳飼比（乳代に対する濃厚飼料購入費の割合）および飼料効果（乳生産量を濃厚飼料給与量で割り、濃厚飼料給与1キログラム当たりの乳量）による生産効率が最も高くなる

[7]。それぞれの農場で飼養できる頭数は牛舎スペース、牛床数に依存するため、一定の頭数を維持管理する場合には、4から6年型を多く飼養していると乳の生産効率が高くなると考えられる。健康に生産寿命を延長することができれば、更新率も低く抑えることができ、後継牛として飼養する育成牛の頭数も少なくなるため育成牛の飼養スペースを小さくすることにつながり、育成牛の管理が軽減される。また、余剰となる牛の個体販売または計画的な肉用牛の肥育素牛生産による副次的収入の増加につながる。

乳牛は初回分娩から乳の出荷による収入が発生するため、出生から初回分娩までの飼料代などを全て含めた牛一頭当たりの育成費用または導入牛費用を回収し利益を得るためには、初回分娩以降の継続的な乳生産が不可欠である。疾病などのリスクを低減し、長期間牛群で乳生産を継続することが、その個体の生産性を高めることにつながる。

一方、初産の飼養管理が生産性に影響を与え、初産次で泌乳量の高い個体はそれ以降の除籍リスクが高くなると報告されている[5,7]。乳牛の生活スタイルは初産分娩を経て劇的に変化する。分娩に伴う生理的変化ならびに環境の変化とともに乳生産によるエネルギー消費が激しくなることで体への負担も増える[13]。農場の飼養形態によっては、未經産牛を初回分娩の前に経産乾乳牛と同居させるため、動物を含めた環境の変化がストレス要因となることがある。これらのことから初産の飼養管理が重要であると考えられる。初産分娩月齢が生産性に影響を与える因子であることが、国内外で報告されており、最適な時期での初産分娩が乳生産や生涯生産効率を最も高めると言われている[3-5,8-10,12]。初産分娩月齢は育成期での発育お

よび受胎時期によって変動するため、育成期での飼養管理が初産分娩月齢を決定づける因子となっている。

以上のことから、育成期から初産次の飼養管理は乳牛のその後の生産性に大きな影響を与えると考えられる。そのため、連産につながる個体の初産次の特徴を明らかにすることは、連産に結びつく管理重要点の考察につな

がり、飼養管理方法の改善、選抜淘汰を行う際の有益な情報を生産者に提示することになる。そこで本研究では、基本的な情報として連産をしている牛および早期に除籍された牛の初産の乳生産および繁殖特性を明らかにし比較する目的で、乳用牛群検定データを用いた研究を行った。

2 材料および方法

(1) 利用データ

2004年1月から2016年3月までの北海道で乳用牛群検定組合に加入する全農場の乳用牛群検定データを使用した。

(2) 対象農場

対象農場は北海道で2004年4月から2016年3月まで乳用牛群検定組合（牛群検定）に継続加入し、平均経産牛飼養頭数が50頭以上（範囲50～1004頭）、期間内の経産牛頭数の変動が少ない（変動係数（cv:標準偏差/平均値）20%以下）2307農場とした。生産および繁殖データが存在した分析対象農場の経産牛頭数（平均値 ± 標準偏差）は、90.0 ± 61.8頭であった。

(3) 対象動物

対象動物は、個体の分布などを考慮して以下の条件を満たす個体とした。

- 1) 初回分娩後1800日までの結果で群分けができるように、2004年4月1日から2011年2月28日の間に初回分娩の記録がある個体。

- 2) 初回分娩年齢が1.7歳以上3.0歳以下。
- 3) 初回分娩後1800日間情報を収集でき、その期間内に除籍または5産分娩まで経験した個体。
- 4) 除籍個体は最終分娩後730日（2年）以内に除籍された個体。

初産の生産状況、繁殖状況を比較するため、初産の情報が全て得られる2産で除籍（2産除籍群）された6万8461頭、3産で除籍（3産除籍群）された7万378頭、5産分娩（5産分娩群）した7万5954頭の3群合計21万4793頭を対象とした。

(4) 群分け

早期除籍した牛として2産除籍群、および3産除籍群、連産した牛として5産分娩群の3群を使用した。

(5) 調査項目

生産効率の評価については、在籍期間、生産期間、搾乳期間および在籍1日当たり乳量を用いた。乳生産の評価については、初産次の泌乳初期一日当たり乳量、および初産次のエネルギー補正305日乳量を用いた。繁殖

成績の評価については、初回分娩年齢、初産次の分娩後初回授精日数、初産次の空胎日数、および初産から2産の分娩間隔を用いた。以上の10項目の結果変数を使用した。

1) 生産効率の項目

a. 在籍期間

在籍期間は、2産除籍群および3産除籍群では出生から除籍まで、5産分娩群では出生から5産分娩までの期間とした。

b. 生産期間

生産期間は、2産除籍群および3産除籍群では初回分娩から除籍まで、5産分娩群では初回分娩から5産分娩までの期間とした。

c. 搾乳期間

搾乳期間は、生産期間から乾乳期間を除いた期間とした。

d. 在籍1日当たり乳量：(在籍1日乳量：(生涯乳生産量/在籍期間) × 100 (%))

生涯乳生産量は、2産除籍群および3産除籍群では初回分娩後から除籍までの累積乳量、5産分娩群では初回分娩後から5産分娩までの累積乳量とした。在籍1日当たり乳量は、在籍期間1日に換算した乳量であり、生涯乳生産量を在籍期間で割った乳量とした。

2) 初産乳生産の項目

a. 1産次の泌乳初期1日当たりエネルギー補正乳量(泌乳初期乳量)

分娩後の100日(範囲：分娩後85~115日)までの累計乳量を、3.5%の乳脂肪率および3.2%の乳タンパク質率のエネルギー量で補正し、エネルギー補正累計乳量を算出した[14]。そのエネルギー補正累計乳量を分娩後日数で割り泌乳初期の1日当たり乳量とした。

b. 1産次の305日エネルギー補正乳量(305日乳量)

分娩後の305日乳量を用いた。対象個体

の最大の搾乳日数が240日未満の場合はデータなし、搾乳日数が240日以上305日未満は305日推定乳量とし、搾乳日数が305日以上は実乳量を305日乳量とした。また、搾乳日数が241日以上の検定日記録が存在する場合は、搾乳日数が最大となる検定日の記録の値を使用した。エネルギー補正305日乳量は、305日乳量を3.5%の乳脂肪率および3.2%の乳タンパク質率のエネルギー量で補正した[14]。

3) 初産繁殖性の項目

a. 初回分娩年齢

出生日から初産次分娩日までの年数を算出した。

b. 1産次の分娩後初回授精日数(初回授精日)

分娩から初回の人工授精に至るまでの日数。

c. 1産次の空胎日数(空胎日数)

分娩から受胎に至る人工授精までの日数。

d. 1産から2産次の分娩間隔(2産分娩間隔)

初回分娩から2産分娩までの間隔。

(6) 研究のデザイン

初回分娩から1800日以内の分娩記録および除籍記録より、群分け(2産除籍、3産除籍および5産分娩群)を行い、調査する項目として生産効率、初産乳生産および初産繁殖性の記述を行う横断研究を行った。

(7) データ処理分析

データの処理および分析はEnterprise Guide6.1(SAS 9.4)(SAS Ins.Japan, 東京)を使用した。まず基になるデータ群より、農場番号、個体識別番号、産次数を基に

対象個体のデータの抽出および必要項目のデータの作成を行った。全てのデータ項目を群ごとに要約統計量を算出し、データ分布の正規性を検討した。その後一元配置分散分析を

行い、群間に違いの認められた場合には多重比較検定を行い群間の違いの有無を検討した。各検定における有意水準は5%未満とした。

3 結果および考察

生産効率、初産の乳生産および初産の繁殖性の特性を示した結果を表に示した。

表 各群の生産効率、初産乳生産、および初産繁殖性項目の要約統計量および分析結果

項目	群	n	平均	標準偏差	中央値	四分位点 (下側, 上側)	ANOVA P	多重比較
生産効率								
在籍期間	2産除籍	68,461	1,549	225	1,538	(1,391, 1,692)	< 0.0001	a
(日)	3産除籍	70,378	1,952	240	1,938	(1,780, 2,110)		b
	5産分娩	75,954	2,348	140	2,343	(2,245, 2,446)		c
生産期間	2産除籍	68,461	773	202	769	(627, 902)	< 0.0001	a
(日)	3産除籍	70,378	1,181	218	1,171	(1,023, 1,324)		b
	5産分娩	75,954	1,588	111	1,587	(1,503, 1,676)		c
搾乳期間	2産除籍	68,461	683	187	673	(555, 799)	< 0.0001	a
(日)	3産除籍	70,378	1,027	204	1,014	(882, 1,158)		b
	5産分娩	75,954	1,340	117	1,338	(1,257, 1,424)		c
在籍1日乳量	2産除籍	68,376	11.7	3.0	11.6	(9.6, 13.7)	< 0.0001	a
(kg/日)	3産除籍	70,305	14.7	3.1	14.7	(12.6, 16.8)		b
	5産分娩	75,883	16.6	3.1	16.5	(14.5, 18.6)		c
初産乳生産								
泌乳初期乳量*	2産除籍	64,782	30.7	5.7	30.8	(27.0, 34.5)	< 0.0001	a
(kg/日)	3産除籍	66,598	30.7	5.5	30.7	(27.1, 34.3)		a
	5産分娩	72,054	29.5	5.1	29.5	(26.0, 32.9)		b
305日乳量*	2産除籍	66,082	9,265	1511	9,252	(8,231, 10,269)	< 0.0001	a
(kg)	3産除籍	68,183	9,233	1458	9,214	(8,233, 10,206)		b
	5産分娩	72,721	8,805	1380	8,767	(7,844, 9,725)		c
初産繁殖性								
初回分娩年齢	2産除籍	68,461	2.13	0.24	2.07	(1.95, 2.25)	< 0.0001	a
(歳)	3産除籍	70,378	2.11	0.23	2.06	(1.95, 2.23)		b
	5産分娩	75,954	2.08	0.21	2.04	(1.94, 2.18)		c
初回授精日	2産除籍	67,296	92.5	45.6	81	(64, 108)	< 0.0001	a
(日)	3産除籍	69,271	88.4	40.2	79	(62, 103)		b
	5産分娩	74,528	78.5	29.1	73	(59, 92)		c
空胎日数	2産除籍	67,250	160.9	100.4	133	(88, 205)	< 0.0001	a
(日)	3産除籍	69,240	145.6	85.9	122	(83, 184)		b
	5産分娩	74,510	108.2	52.9	95	(70, 133)		c
2産分娩間隔	2産除籍	68,461	439	101	411	(366, 483)	< .0001	a
(日)	3産除籍	70,378	424	86	400	(361, 462)		b
	5産分娩	75,954	386	52	373	(348, 411)		c

*: エネルギー補正乳量

ANOVA:各項目における一元配置分散分析

多重比較: 同一項目で異符号間に違いあり (P < 0.05)

(1) 生産効率の項目

出生してから除籍または5産分娩までの在籍期間では、2産除籍、3産除籍および5産分娩の群間全てに有意な違いが認められた。在籍期間の中央値は、2産除籍が1538日、3産除籍が1938日および5産分娩が2343日と生存産次が増加するに従い有意に増加した。在籍期間は、連産の5産分娩群で、早期除籍の2産除籍群および3産除籍群よりそれぞれ805日および405日長かった。

初回分娩から除籍または5産分娩までの生産期間では、2産除籍、3産除籍および5産分娩の群間全てに有意な違いが認められた。生産期間の中央値は、2産除籍が769日、3産除籍が1171日および5産分娩が1587日と生存産次が増加するに従い有意に増加した。生産期間は、連産の5産分娩群で、早期除籍の2産除籍群および3産除籍群よりそれぞれ818日および416日長かった。

生産期間から乾乳期間を除いた搾乳期間では、2産除籍、3産除籍および5産分娩の群間全てに有意な違いが認められた。生産期間の中央値は、2産除籍が673日、3産除籍が1014日および5産分娩が1338日と生存産次が増加するに従い有意に増加した。搾乳期間は、連産の5産分娩群で、早期除籍の2産除籍群および3産除籍群よりそれぞれ665日および324日長かった。

生涯または5産分娩までの累計乳量を在籍期間で割った在籍1日当たりの乳量では、2産除籍、3産除籍および5産分娩の群間全てに有意な違いが認められた。在籍1日当たりの乳量の中央値は、2産除籍が1日当たり11.6キログラム、3産除籍が同14.7キログラムおよび5産分娩が同16.5キログラムと生存産次が増加するに従い有意に増加した。

在籍1日当たりの乳量は、連産の5産分娩群で、早期除籍の2産除籍群および3産除籍群よりそれぞれ1日当たり4.9キログラムおよび同1.8キログラム多かった。

連産とした5産分娩群で、生産効率の項目である在籍期間、生産期間、搾乳期間および在籍1日当たりの乳量全て、早期除籍の2産および3産除籍群より、有意に長いまたは多い結果であった。このことは、連産をする個体は、農場での生産効率が高いことを示している。

(2) 初産乳生産の項目

分娩後100日までの泌乳初期1日当たりエネルギー補正乳量である泌乳初期乳量では、2産除籍、3産除籍および5産分娩の群間に違いが認められ、泌乳初期乳量の中央値は、2産除籍が1日当たり30.8キログラム、3産除籍が同30.7キログラムおよび5産分娩が同29.5キログラムと5産分娩群でのみ他群と比較して有意な減少が認められた。泌乳初期乳量は、連産の5産分娩群で、早期除籍の2産除籍群および3産除籍群よりそれぞれ同1.3キログラムおよび同1.2キログラム少なかった。

個体の泌乳能力を評価する305日エネルギー補正乳量では、2産除籍、3産除籍および5産分娩の群間全てに有意な違いが認められた。305日乳量の中央値は、2産除籍が9252キログラム、3産除籍が9214キログラムおよび5産分娩が8767キログラムと生存産次が増加するに従い有意な減少が認められた。305日エネルギー補正乳量は、連産の5産分娩群で、早期除籍の2産除籍群および3産除籍群よりそれぞれ485キログラムおよび447キログラム少なかった。

連産とした5産分娩群で、初産乳生産の項目である泌乳初期乳量および305日エネルギー補正乳量ともに、早期除籍の2産および3産除籍群より、有意に少ない結果であった。このことは、連産をする個体は、初産の乳生産量が早期に除籍となる個体よりも低いことを示している。

(3) 初産繁殖性の項目

1産目の分娩年齢である初回分娩年齢では、2産除籍、3産除籍および5産分娩の群間に違いが認められ、初回分娩年齢の中央値は、2産除籍が2.07歳、3産除籍が2.06歳および5産分娩が2.04歳と生存産次が増加するに従い有意な減少が認められた。しかし、その違いは日齢にして11日以内の違いであった。

1産の分娩から初回の人工授精に至る日数(初回授精日)では、2産除籍、3産除籍および5産分娩の群間全てに有意な違いが認められた。初回授精日の中央値は、2産除籍が81日、3産除籍が79日および5産分娩が73日と生存産次が増加するに従い有意な減少が認められた。初回授精日は、連産の5産分娩群で、早期除籍の2産除籍群および3産除籍群よりそれぞれ8日および6日短かった。

1産で受胎に至る人工授精の分娩後日数(空胎日数)では、2産除籍、3産除籍および5産分娩の群間全てに有意な違いが認められた。空胎日数の中央値は、2産除籍が133日、3産除籍が122日および5産分娩が95日と生存産次が増加するに従い有意な減少が認められた。空胎日数は、連産の5産分娩群

で、早期除籍の2産除籍群および3産除籍群よりそれぞれ38日および27日短かった。

初回分娩から2産分娩までの間隔(2産分娩間隔)では、2産除籍、3産除籍および5産分娩の群間全てに有意な違いが認められた。2産分娩間隔の中央値は、2産除籍が411日、3産除籍が400日および5産分娩が373日と生存産次が増加するに従い有意な減少が認められた。2産分娩間隔は、連産の5産分娩群で、早期除籍の2産除籍群および3産除籍群よりそれぞれ38日および27日短かった。

連産とした5産分娩群で、初産繁殖性の項目である初回分娩年齢、初回授精日、空胎日数および1産から2産の分娩間隔全てで、早期除籍の2産および3産除籍群より、有意に少ないまたは短い結果であった。このことは、連産をする個体は、育成での受胎に至る年齢が早いこと、初産の繁殖成績が早期に除籍となる個体よりも高いことを示している。

これらの結果をまとめると、早期に除籍された牛と比較し連産した牛の特徴は、在籍期間1日に換算した乳量が高い、初産分娩年齢が早い、初産分娩後早期に人工授精に至る、初産の空胎日数が短い、一方、初産の泌乳初期乳量および泌乳能力は低かった。このことは、連産する牛は、早期除籍牛より生涯の生産効率は高く、初産の繁殖成績も良いものの、乳生産量は低いことを示している。農場で連産する牛の確保には、生涯の生産性向上を目標に、初回分娩年齢が遅延しない育成管理、初回分娩後早期に授精および妊娠させる周産期および繁殖管理が重要であると考えられる。

4 おわりに

今回調査した研究は北海道全域でおよそ7年間にわたる分娩記録で行っているが、研究デザインは横断的で対象となる群と調査項目の1対1の関係性を分析したものである。それぞれの地域、農場の飼養頭数、飼養形態、牛の分娩年、分娩季節など、対象となる動物の更新（除籍）と乳生産、または繁殖性の関連性をゆがめてしまう因子（交絡因子）の調

整は行っていない。そのため、より詳細な関連性を調査するためには、今回の調査項目の結果を参考に調査項目を基にしたグループ分けを行い、交絡因子を含めた他因子を含め数年間追跡を行う研究モデルを用いて連産に強く影響を与える要因の解析が必要であると考える。

引用文献

1. Brickell, J. S. and Wathes, D. C. 2011. A descriptive study of the survival of Holstein-Friesian heifers through to third calving on English dairy farms. *J. Dairy Sci.* 94: 1831-1838.
2. Dechow, C. D. and Goodling, R. C. 2008. Mortality, culling by sixty days in milk, and production profiles in high- and low-survival Pennsylvania herds. *J. Dairy Sci.* 91: 4630-4639.
3. Ettema, J. F. and Santos, J. E. 2004. Impact of age at calving on lactation, reproduction, health, and income in first-parity Holsteins on commercial farms. *J. Dairy Sci.* 87: 2730-2742.
4. Froidmont, E., Mayeres, P., Picron, P., Turlot, A., Planchon, V. and Stilmant, D. 2013. Association between age at first calving, year and season of first calving and milk production in Holstein cows. *Animal.* 7: 665-672.
5. Haworth, G. M., Tranter, W. P., Chuck, J. N., Cheng, Z. and Wathes, D. C. 2008. Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. *Vet. Rec.* 162: 643-647.
6. 一般社団法人家畜改良事業団. 乳用牛群能力検定成績速報 平成28年度. <http://liaj.lin.gr.jp/japanese/newmilk/index.html> (2018/3/17)
7. 一般社団法人家畜改良事業団. 牛群平均情報平成30年2月. http://liaj.lin.gr.jp/japanese/heikin_cowdas/pref/heikin/prefmain.html (2018/3/17)
8. 中田健 2012. 初回分娩月齢とその後の生産性は関係があるのか?. *産業動物臨床医学雑誌.* 3:

147 -155.

9. Nilforooshan, M. A. and Edriss, M. A. 2004. Effect of age at first calving on some productive and longevity traits in Iranian Holsteins of the Isfahan province. *J. Dairy Sci.* 87: 2130-2135.
10. Pirlo, G., Miglior, F. and Speroni, M. 2000. Effect of age at first calving on production traits and on difference between milk yield returns and rearing costs in Italian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 83: 603-608.
11. Sewalem, A., Miglior, F., Kistemaker, G. J., Sullivan, P. and Van Doormaal, B. J. 2008. Relationship between reproduction traits and functional longevity in Canadian dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 91: 1660-1668.
12. Simerl, N. A., Wilcox, C. J., Thatcher, W. W. and Martin, F. G. 1991. Prepartum and peripartum reproductive performance of dairy heifers freshening at young ages. *J. Dairy Sci.* 74: 1724-1729.
13. Tsuruta, S., Misztal, I. and Lawlor, T. J. 2005. Changing definition of productive life in US Holsteins: effect on genetic correlations. *J. Dairy Sci.* 88: 1156-1165.
14. DHI Glossary.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.686.2482&rep=rep1&type=pdf>