

ホルスタイン種雄牛の精液性状に関する 父系統間の差異について

寺 脇 良 悟

家畜生産科学科肉畜増殖学研究室

1. 目 的

繁殖成績は乳牛群の生産性に重大な影響を及ぼす。しかし、繁殖生理面での画期的な技術革新が望めない状況下では、精液処理の改善による凍結精液の高品質化や雌牛の生理面の改善による繁殖成績の向上は期待できない。一方、繁殖に関わる形質の育種学的研究はわが国においてほとんど行われていない。したがって、繁殖形質の改良に対する選抜・淘汰の有効性は明らかでない。そこで、本研究では、繁殖形質として精液性状を取り上げ、北海道のホルスタイン種雄牛集団における精液性状の父系統間差異及び遺伝率を推定し、遺伝的改良の可能性を検討した。

2. 方 法

本研究では、13の父系統に分類されるホルスタイン種雄牛44頭の0.5 ml ストロー凍結精液を用いた。各凍結精液は北海道内の6採精場所において昭和61年6月から同年11月までの期間、1ヶ月ごとに採取された。

検査は、凍結精液を38°Cで融解した直後（以後、融解直後とする）と恒温器（38°C, 5% CO₂）内で4時間保存した後（以後、4時間保存後とする）の精子活力（以後、活力とする）、精子の生存及び先体の有無について行った。活力は、精液性状検査板で+以上の前進運動を示す精子の割合とした。また、精子の生存及び先体の有無についての判定は、Triple-stain法を用いて行った。融解直後ならびに4時間保存後の活力、生存率及び生存しかつ先体を有する精子の割合を対象形質とした。

各形質に関する分析には、以下の統計モデルを用いた。

$$Y_{ijklmn} = \mu + S_i + P_j + I_k + M_l + A_m + B(S, P, A) n + (IM)_{kl} + (MA)_{lm} + (PI)_{jk} + (PM)_{jl} + (PA)_{jm} + e_{ijklmn}$$

ここで、

Y_{ijklmn} : i 番目父系統に属する年齢 m の種雄牛 n の採精間隔 k の下で l 番目採精季節に採精場所 j で採精された精液性状の観察値

μ : 集団平均

S_i : 父系統 i の効果 ($i = 1, 2, \dots, 13$)

P_j : 採精場所 j の効果 ($j = 1, 2, \dots, 6$)

I_k : 採精間隔 k の効果 ($k = 1, 2, 3, 4$)

M_l : l 番目採精季節の効果 ($l = 1, 2, \dots, 6$)

A_m : 年齢 m の効果 ($m = 1, 2, \dots, 5$)

B(S, P, A) n : 父系統, 採精場所及び年齢によって nested された種雄牛 n の効果 ($n = 1, 2, \dots$, 44)

(IM) kl : 採精間隔と採精季節の相互作用

(MA) lm : 採精季節と年齢の相互作用

(PI) jk : 採精場所と採精間隔の相互作用

(PM) jl : 採精場所と採精季節の相互作用

(PA) jm : 採精場所と年齢の相互作用

$eijklmn$: 誤差。

また, 各形質の遺伝率を推定するための統計モデルを以下に示した。

$$Yijkl = \mu + Mi + Pj + (MP)ij + Sk + eijkl$$

ここで,

$Yijkl$: i 番目の採精季節に採精場所 j で採精された父系統 k に属する種雄牛 l の精液性状の観察値

μ : 集団平均値

Mi : i 番目の採精季節の効果を示し, 母数効果とする ($i = 1, 2, \dots, 6$)

Pj : 採精場所 j の効果を示し, 母数効果とする ($j = 1, 2, \dots, 6$)

(MP) ij : 採精季節と採精場所の相互作用を示し, 母数効果とする

Sh : 父系統の変量効果であり, 各々独立で平均が 0 分散が σ_s^2 をもつ

$eijkl$: 各観察値の残差であり, 各々独立で平均が 0 分散が σ_e^2 をもつ変量効果とする。

3. 結 果

融解直後及び 4 時間保存後の各形質に関する平均値を父系統ごとに表 1 に示した。融解直後の最も高い活力は K 系統で認められた。生存率及び生存しかつ先体を有する精子の割合は, L 系統で最も高かった。一方, 活力は, G 系統において最も低かった。また, E 系統は, 生存率及び生存しかつ先体を有する精子の割合に関して最も低い値を示した。

4 時間保存後では, K 系統がすべての形質で最も高い値を示した。一方, 最も低い活力は, G 系統で認められた。C 系統は, 生存率及び生存しかつ先体を有する精子の割合に関して最も低い値であった。

融解直後及び 4 時間保存後の各形質に関する分散分析の結果を表 2 に示した。父系統の効果は, 融解直後の生存率及び生存しかつ先体を有する精子の割合に関して認められた ($p < 0.01$)。一方, 採精場所は, すべての形質について有意な効果を示した ($p < 0.01, 0.05$)。採精季節及び種雄牛の効果もかなり多くの形質で認められた。採精間隔及び年齢の効果は, まったく認められなかった。有意な効果をもつ相互作用は, ほとんど採精場所を含むものであった。

各形質に関する遺伝率を表 3 に示した。融解直後の活力, 生存率及び生存しかつ先体を有する精子の割合に関する遺伝率は, それぞれ 0.19, 0.07 及び 0.02 であった。4 時間保存後の活力及び生存しかつ先体を有する精子の割合に関する遺伝率は, それぞれ 0.24 及び 0.03 であった。なお, 4 時間保存後の生存率に関する遺伝率は, 推定できなかった。

表1. 父系統別の各形質に関する平均値 (%)

父系統	種雄牛数	検体数	融 解 直 後			4 時間 保 存 後		
			活 力	生 存 率	生・有 ^a	活 力	生 存 率	生・有
A	4	14	63.2 6.4 ^b	67.4 9.0	65.4 8.5	35.7 18.2	42.0 14.2	39.7 15.3
B	1	6	64.2 4.9	73.1 8.8	69.0 13.0	25.5 16.0	47.6 11.2	43.5 12.0
C	4	24	58.3 7.0	62.7 14.0	59.7 16.7	25.2 16.5	31.8 14.7	30.1 14.9
D	5	30	60.0 10.9	66.3 10.4	63.3 11.8	34.2 21.1	39.1 15.6	36.2 16.0
E	1	5	57.0 5.7	59.2 13.7	58.5 14.8	27.0 12.5	43.5 16.0	41.3 17.2
F	1	5	67.0 4.5	69.9 6.9	66.9 10.1	50.0 11.7	37.6 6.4	34.1 6.8
G	10	58	55.2 8.5	62.7 12.7	59.4 15.2	21.9 18.4	33.8 13.8	31.1 14.5
H	5	25	58.0 6.5	66.2 12.9	63.2 15.6	25.4 ^b 20.3	37.0 17.3	35.6 17.4
I	1	6	62.5 7.6	67.7 6.0	65.7 7.2	50.0 14.1	44.2 15.4	40.7 16.6
J	5	30	61.3 9.6	73.2 8.8	71.6 10.1	37.7 20.5	38.9 14.2	35.5 14.2
K	1	6	68.3 4.1	74.6 10.0	70.0 9.5	56.7 11.3	52.0 13.1	49.7 13.3
L	1	6	63.3 6.8	78.2 8.1	76.3 7.0	55.8 8.0	49.7 9.8	45.0 9.2
M	5	29	57.8 10.7	67.5 16.2	64.4 17.1	32.4 18.6	39.0 17.7	37.0 17.3
全 体	44	244	59.1 9.0	66.8 12.5	63.9 14.2	31.9 20.5	38.0 15.3	35.4 15.5

a : 生存しかつ先体を有する精子の割合

b : 下段は標準偏差

表2. 各形質に関する分散分析

変 動 要 因	自 由 度	融 解 直 後			4 時 間 保 存 後		
		活 力 平均平方	生 存 率 平均平方	生・有 ^a 平均平方	活 力 平均平方	生 存 率 平均平方	生・有 平均平方
父 系 統 (S)	11	80	310**	318**	284	105	128
採 精 場 所 (P)	5	343**	226*	286*	2,650**	1,442**	1,587**
採 精 間 隔 (I)	3	56	36	68	143	43	18
採 精 季 節 (M)	5	30	481**	597**	759**	426**	470**
年 齢 (A)	4	23	123	146	113	73	65
種 雄 牛 B (S, P, A)	8	75	363**	342**	409	288**	305**
(I) * (M)	10	62	146	187	122	178*	156
(M) * (A)	20	48	111	158	206	86	83
(P) * (I)	2	23	263	314	123	118	185
(P) * (M)	25	54	188**	296**	289	406**	455**
(P) * (A)	10	151**	219**	242*	206	100	82
誤 差	135	46	89	121	221	92	99

a : 生存しかつ先体を有する精子の割合

* : P < 0.05

** : P < 0.01

4. 考 察

受胎率と精液性状の関連性に関する研究は以前から数多く行われており、活力や生存率が重要であると言われている。また、最近の研究で、先体の形態や数時間保存後の精液性状も受胎率に影響することが報告されている。

分散分析の結果、採精場所はすべての形質に対して有意な効果を示した。採精場所には、気象条件、種雄牛の管理、精液処理に関わる技術など多数の要因が含まれていると考えられ、これらの効果を明確に分離することが重要である。4時間保存後の活力に関する平均平方は、融解直後に比べ非常に大きく推定された。これは、活力を維持する能力が各検体間でかなり異なることを示唆した。雌牛の生殖器内に射精された多くの精子が受精部位に到達するまでの時間は通常2ないし3時間から数時間と言われている。したがって、受胎率の変動を説明する要因として4時間保存後の活力は重要であると考えられた。また、4時間保存後の各形質に関する採精場所による平均平方は、融解直後と比較して非常に大きかった。これは、融解直後では明らかでないが、4時間保存することによって、採精場所に含まれる要因の効果が各形質に対して明瞭に表れた結果と考えられた。

精液性状に関する遺伝率は、0.15から0.30の範囲で報告されている。本研究では、活力の遺伝率がこの範囲に含まれるが、他の形質については低い推定値であった。今後、父系統当りの種雄牛頭数で推定に使用する記録を制限すること、また、血統情報を利用した推定方法を用いることなどが考えられる。

表3. 各形質に関する遺伝率

	活 力	生 存 率	生・有 ^a
融 解 直 後	0.19	0.07	0.02
4 時 間 保 存 後	0.24	—	0.03

a : 生存しかつ先体を有する精子の割合