

北海道における乳牛への性選別乳牛精液の使用が 産子の性別及び母牛の生存率に及ぼす影響

萩原精一^{1)†} 菅野智裕²⁾ 伊藤純一¹⁾ 廣田和久¹⁾
永野昌志²⁾ 片桐成二²⁾

1) 北海道農業共済組合連合会 (〒060-0004 札幌市中央区北4条西1-1 北農ビル15階)

2) 北海道大学大学院獣医学研究科 (〒060-0818 札幌市北区北18条西9)

(2015年12月16日受付・2016年5月12日受理)

要 約

性選別乳牛精液が産子の性別、母牛の分娩後生存率に与える影響を明らかにするために道内16農業共済組合により人工授精されたホルスタイン種母牛379,468頭と、その産子の診療履歴を調査した。性選別乳牛精液による雌産子の出生割合(初産牛92.3%, 経産牛89.4%)は、通常乳牛精液(初産牛49.1%, 経産牛45.4%)より有意に高かった($P<0.01$)。性選別乳牛精液により受胎した経産牛の死産発生率(6.1%)は通常乳牛精液で受胎した場合(7.7%)より有意に低かった($P<0.01$)。性選別乳牛精液により受胎・分娩した初産・経産牛の分娩後1年生存率は、通常乳牛精液より有意に高かった($P<0.01$)。本研究の結果から性選別乳牛精液の利用により、雌産子の出生は増加し、かつ母牛の供用年数は高まることが示唆された。——キーワード: 乳牛, 産子の性別, 性選別乳牛精液, 生存率。

-----日獣会誌 69, 383~388 (2016)

性選別乳牛精液は、X染色体を持つ精子(雌)がY染色体を持つ精子(雄)よりDNA含量が約3.8%多いことを利用して、X染色体を持つ精子(雌)を高率に選別したものである。一般にこの選別工程による精子の傷害と通常精液より少ない精子数が、性選別乳牛精液の受胎率を低下させると考えられており、性選別乳牛精液の受胎率は、通常精液の75~80%程度であることが報告されている[1, 2]。

このように性選別乳牛精液には受胎率が低い欠点がある一方で、雌を高率に生産する利点がある。米国では性選別乳牛精液による雌産子の出生割合は90%前後であり、性選別乳牛精液の普及に伴い雌産子の出生割合が増え、母牛の難産が減ったと報告されている[3]。このため性選別乳牛精液は雌を高率に生産するのみならず、事故を低減させる副次効果のあることが期待されている。

しかし、国内における性選別乳牛精液の使用、雌産子の出生割合、母牛の生存率に与える効果を詳細に調べた報告はみられない。本研究の目的は、性選別乳牛精液の使用が産子の性別、母牛の生存率に与える影響を明らか

にすることである。

材料及び方法

本研究は北海道16農業共済組合の乳牛の診療と人工授精の履歴(牛の出生, 除籍, 共済事故, 人工授精を含む履歴: 北海道農業共済組合連合会大規模データベースシステム, 北海道農業共済組合連合会, 札幌市)を調査した。調査対象は人工授精日に9カ月齢以上で、2011年4月1日~2014年3月31日に分娩したホルスタイン種の雌牛379,468頭と、その産子である(表1)。分娩履歴は事業年度(4月1日~翌年3月31日)別に集計した。その受胎に至る人工授精日は分娩日からさかの

表1 分娩したホルスタイン種母牛の年度別頭数

事業年度	初産	経産	計
2011	33,210	97,108	130,318
2012	31,770	94,313	126,083
2013	30,576	92,491	123,067
計	95,556	283,912	379,468

† 連絡責任者: 萩原精一(北海道農業共済組合連合会)

〒060-0004 札幌市中央区北4条西1-1 北農ビル15階

☎011-271-7257 FAX011-261-8630

E-mail: seiiti_hagiwara@hknosai.or.jp

性選別乳牛精液の使用が産子性別・母牛生存率に及ぼす影響

表2 用いた精液の種類別にみた年度別の初産及び経産牛の分娩頭数

事業年度	性選別乳牛精液			通常乳牛精液			通常肉牛精液			全ての精液		合計
	初産	経産	小計	初産	経産	小計	初産	経産	小計	初産	経産	総計
2011	1,851 (5.6)	467 (0.5)	2,318 (1.8)	14,418 (43.4)	87,491 (90.1)	101,909 (78.2)	16,941 (51.0)	9,150 (9.4)	26,091 (20.0)	33,210 (100.0)	97,108 (100.0)	130,318 (100.0)
2012	2,845 (9.0)	886 (0.9)	3,731 (3.0)	13,980 (44.0)	85,439 (90.6)	99,419 (78.9)	14,945 (47.0)	7,988 (8.5)	22,933 (18.2)	31,770 (100.0)	94,313 (100.0)	126,083 (100.0)
2013	3,591 (11.7)	1,363 (1.5)	4,954 (4.0)	12,853 (42.0)	83,203 (90.0)	96,056 (78.1)	14,132 (46.2)	7,925 (8.6)	22,057 (17.9)	30,576 (100.0)	92,491 (100.0)	123,067 (100.0)
計	8,287 (8.7)	2,716 (1.0)	11,003 (2.9)	41,251 (43.2)	256,133 (90.2)	297,384 (78.4)	46,018 (48.2)	25,063 (8.8)	71,081 (18.7)	95,556 (100.0)	283,912 (100.0)	379,468 (100.0)

括弧内の数値 (%) は初産・経産及び小計それぞれにおける各事業年度とその計の総分娩頭数に対する割合

例：2011年度に分娩した初産母牛頭数の合計 33,210 頭のうち 1,851 頭 (5.6%) が性選別乳牛精液, 14,418 頭 (43.4%) が通常乳牛精液, 16,941 頭 (51.0%) が通常肉牛精液により受胎していた。

ぼって 220～320 日前であり, 母牛の妊娠期間は 97.6% (370,333 頭) が 261～300 日, 2.0% (7,557 頭) が 220～260 日, 0.4% (1,578 頭) が 301～320 日であった (データは表中に記載せず)。

人工授精用精液は, 性選別乳牛精液, 通常乳牛精液及び通常肉牛精液に区分した。使用した性選別乳牛精液の種雄牛頭数は 216 頭であった。なお通常乳牛精液と通常肉牛精液の種雄牛頭数は正確に集計できなかったため記載していない。死産は家畜共済制度によって記録される胎齢 240 日齢以上の胎子死亡あるいは出生当日の産子の死亡・廃用と定義した。死産胎子は個体ごとに体表発毛, 切歯の萌出, 体格等から胎齢 240 日齢以上であることを獣医師が確認した。なお, 家畜共済においては胎齢 240 日未満で死亡した胎子は記録されず, 胎齢 240 日未満の分娩であっても出生後, 生存していた産子の履歴は記録される。

初産・経産牛の生存率は, 2013 年 4 月 1 日～2014 年 3 月 31 日の間に分娩した牛 (初産牛 30,576 頭, 経産牛 92,491 頭) について, 分娩日から分娩後 365 日までの生存率を日ごとに算出した。

2013 年 4 月 1 日～2014 年 3 月 31 日の間に性選別乳牛精液により受胎・分娩した初産・経産牛を対象として分娩後 365 日までの母牛の生存率の向上による費用対効果を試算した。性選別乳牛精液による効果は, 通常乳牛精液の分娩後 365 日生存率と比較して生存期間が延長したと考えられた初産・経産牛の資産価値 (家畜共済の個体評価額) の計とした。また性選別乳牛精液の使用に要した費用として, 通常乳牛精液との精液価格差の計と, 低受胎率のために余分に必要となった性選別乳牛精液の価格の計とした。試算の前提条件として精液価格を性選別乳牛精液 7,500 円及び通常乳牛精液 3,000 円とした。また初回から 4 回までの人工授精による受胎率を, Butler ら [2] の報告から初産牛の通常乳牛精液 60%, 性選別乳牛精液 45%, 経産牛の通常乳牛精液 30%, 性

選別乳牛精液 23% とした。また 5 回授精時の受胎率をいずれも 100% として試算した。

精液の種類が雌産子の出生及び多子分娩の発生率に与える影響, 多子分娩が死産の発生率に与える影響, 精液の種類が分娩後 30 日, 90 日及び 365 日の生存率に与える影響は, χ^2 検定により比較した。性選別あるいは通常精液を用いた人工授精において産出された多子の性別 (雌・雌:雄・雄と雌・雄の計) が, 単子における雌産子の割合から推定された期待値と乖離するか χ^2 分布を用いて検定した。統計処理は JMP pro ver.12.0 を用いて実施した。P<0.05 を有意差有りとした。

成 績

性選別乳牛精液 (11,003 本) の 75.3% (8,287 本 / 11,003 本) は初産牛に, 24.7% (2,716 本 / 11,003 本) が経産牛に使用されていた (表 2)。初産牛における性選別乳牛精液の使用割合は, 2011 年度には 5.6% にすぎなかったが, 2013 年度には 11.7% にまで増加した。経産牛における性選別乳牛精液の使用割合は, 2011 年度の 0.5% から 2013 年度の 1.5% にまで 3 倍に増加した。

性選別乳牛精液により受胎した経産牛の死産発生率 (単子・多子分娩の計) は, 通常乳牛精液及び肉牛精液により受胎した場合より有意に低かった (表 3, P<0.01)。しかし初産牛の死産発生率 (単子・多子分娩の計) は, 性選別乳牛精液と通常乳牛精液とで同等であり, 肉牛精液より高かった (P<0.01)。初産・経産牛とも多子分娩における死産発生率 (表 3, 符号 y) は単子分娩 (表 3, 符号 x) より有意に高かった (P<0.01)。

性選別乳牛精液により受胎した初産・経産牛の産子は, 単子の場合, 雌が有意に多く (P<0.01), 多子の場合, 雄を含む多子 (雄・雄と雌・雄の計) が雌のみの多子 (雌・雌) より有意に多かった (表 4, P<0.01)。単子と多子を合計した場合, 性選別乳牛精液により受胎した初産牛の 92.3% 及び経産牛の 89.4% が雌産子を分娩

表3 用いた精液の種類別にみた単・多子別の分娩・死産した母牛頭数 (2011~2013年度累計)

産子	初産牛				経産牛			
	性選別 乳牛精液	通常精液		初産牛 計	性選別 乳牛精液	通常精液		経産牛 計
		乳牛精液	肉牛精液			乳牛精液	肉牛精液	
単子 (%) [*]	8,248 (99.5)	40,803 (98.9)	45,574 (99.0)	94,625 (99.0)	2,637 (97.1)	243,100 (94.9)	23,762 (94.8)	269,499 (94.9)
うち死産 (%)	1,075 (13.0)	5,248 (12.9)	3,696 (8.1)	10,019 (10.6 [*])	135 (5.1)	14,966 (6.2)	1,646 (6.9)	16,747 (6.2 [*])
多子 (%) [*]	39 ^a (0.5)	448 ^b (1.1)	444 ^b (1.0)	931 (1.1)	79 ^a (2.9)	13,033 ^b (5.1)	1,301 ^b (5.2)	14,413 (5.1)
うち死産 (%)	17 (43.6)	204 (45.5)	170 (38.3)	391 (42.0 ^y)	30 (38.0)	4,788 (36.7)	418 (32.1)	5,236 (36.3 ^y)
計 (%) [*]	8,287 (100)	41,251 (100)	46,018 (100)	95,556 (100)	2,716 (100)	256,133 (100)	25,063 (100)	283,912 (100)
うち死産 (%)	1,092 (13.2 ^a)	5,542 (13.2 ^a)	3,866 (8.4 ^b)	10,410 (10.9)	165 (6.1 ^a)	19,754 (7.7 ^b)	2,064 (8.2 ^c)	21,983 (7.7)

a, b, c: 異符号間で有意差有り ($P<0.01$) x, y: 異符号間で有意差有り ($P<0.01$)

*: 初産及び経産牛それぞれにおける全分娩数に対する割合

表4 用いた精液の種類別にみた単・多子別の性別ごとの産子数 (2011~2013年度累計)

産子	性別	初産牛				経産牛			
		性選別 乳牛精液	通常精液		初産牛 計	性選別 乳牛精液	通常精液		経産牛 計
			乳牛精液	肉牛精液			乳牛精液	肉牛精液	
単子	雌	6,694 ^x (92.8)	17,731 (49.7)	19,942 (47.5)	44,367 (52.3)	2,313 ^x (92.2)	109,551 (48.0)	10,438 (47.1)	122,302 (48.3)
	雄	522 ^y (7.2)	17,968 (50.3)	22,036 (52.5)	40,526 (47.7)	195 ^y (7.8)	118,895 (52.0)	11,704 (52.9)	130,794 (51.7)
多子	雌・雌	8 (17.0 [*])	8 (1.7 [*])	10 (2.1 [*])	26 (2.7)	0 (0.0 [*])	293 (2.1 [*])	40 (2.9 [*])	333 (2.2)
	雄・雄	1 (2.1)	124 (26.6)	144 (30.8)	269 (27.4)	3 (3.8)	3,788 (27.8)	449 (32.4)	4,240 (28.1)
	雌・雄	38 (80.9)	334 (71.7)	313 (67.0)	685 (69.9)	76 (96.2)	9,552 (70.1)	898 (64.7)	10,526 (69.7)
計	雌	6,702 ^a (92.3)	17,739 ^b (49.1)	19,952 (47.0)	44,393 (51.7)	2,313 ^a (89.4)	109,844 ^b (45.4)	10,478 (44.5)	122,635 (45.7)
	雄	523 (7.2)	18,092 (50.0)	22,180 (52.3)	40,795 (47.5)	198 (7.7)	122,683 (50.7)	12,153 (51.7)	135,034 (50.3)
	雌・雄	38 (0.5)	334 (0.9)	313 (0.7)	685 (0.8)	76 (2.9)	9,552 (3.9)	898 (3.8)	10,526 (3.9)

a, b: 異符号間で有意差有り ($P<0.01$) x, y: 異符号間で有意差有り ($P<0.01$) 産子性別不明の25,400頭を除く*: 単子における雌子牛の割合 (性選別 (雌・雌 85.9%: 雄・雄と雄・雌の計 14.1%), 通常 (雌・雌 23%: 雄・雄と雄・雌の計 77%)) と有意差あり ($P<0.0001$) 括弧内の数値は初産及び経産牛における精液毎の単子及び多子の割合 (%)

しており、通常乳牛精液より雌が有意に多かった ($P<0.01$)。また、性選別乳牛精液を用いた場合、雌性多子 (雌・雌) は初産牛で17%、経産牛では0%であり、単子における雌産子の割合 (初産と経産牛の合算値 92.6%) から推定される期待値 85.9%より有意に低く ($P<0.0001$)、異性多子が初産・経産牛とも80%以上を占めていた (表4)。通常乳牛あるいは肉牛精液を用いた場合も、雌性多子の割合は初産・経産牛ともに2%程度であり、単子における雌産子の割合 (初産と経産牛の合算値 48%) から推定される期待値 23%より有意に低

かった ($P<0.0001$)。多子分娩の発生率は初産・経産牛ともに性選別乳牛精液により受胎した場合 (表3: 初産 0.5%, 経産 2.9%), 通常乳牛精液で受胎した場合 (表3: 初産 1.1%, 経産 5.1%) より有意に低かった (表3, $P<0.01$)。

初産牛における性選別精液使用時の分娩1年後の生存率は、通常肉牛精液使用時と同等であったが、通常乳牛精液使用時に比べて有意に高かった (図1, $P<0.01$)。一方、経産牛の分娩1年後の生存率は、性選別精液使用時は通常乳牛精液使用時より有意に高く、通常肉牛精液

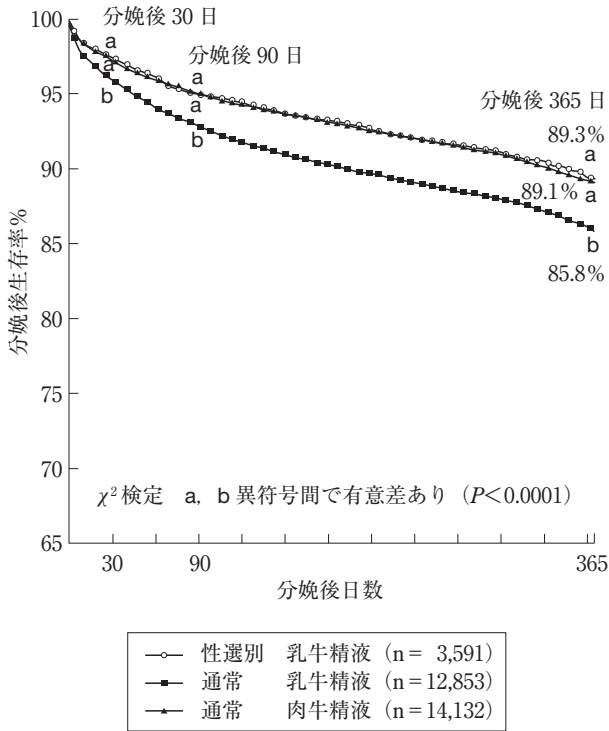


図1 初産牛における分娩後の生存率

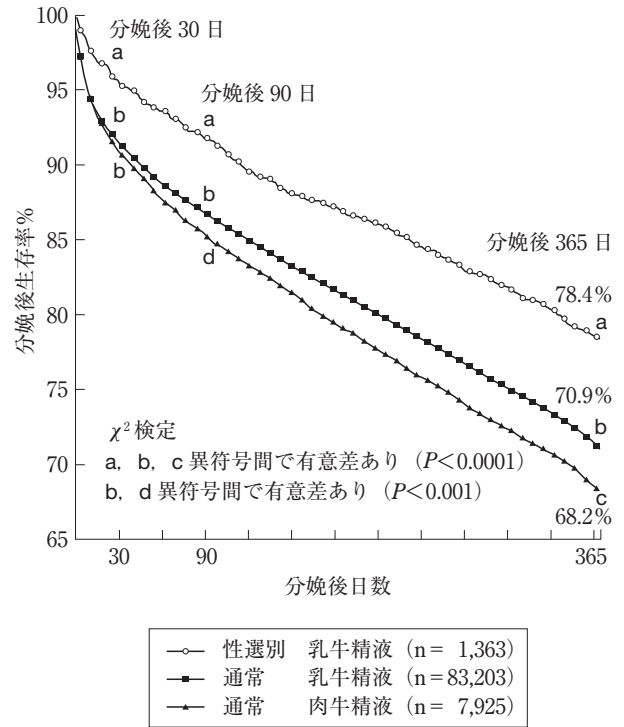


図2 経産牛における分娩後の生存率

使用時は通常乳牛精液使用時より有意に低かった(図2, $P<0.01$). また, 分娩後30日, 90日及び365日における母牛の生存率は, 初産(図1)・経産牛(図2)とともに, 性選別乳牛精液使用時が通常乳牛精液使用時より有意に高かった($P<0.0001$).

性選別乳牛精液により受胎した母牛の分娩365日後生存率(初産牛89.3%, 経産牛78.4%)と通常乳牛精液の生存率(初産牛85.8%, 経産牛70.9%)の差(初産牛3.5ポイント, 経産牛7.5ポイント: 図1, 2)から, 性選別乳牛精液の使用によって通常乳牛精液より相対的に生存期間が延長した初産牛は126頭, 経産牛は102頭と算定された. これら計228頭の資産価値(家畜共済の個体評価額)の計108,546,000円が性選別乳牛精液使用による効果として算定された. また性選別乳牛精液の使用にあたって追加負担した費用として, 通常乳牛精液との精液価格差の計は22,293,000円であった. また, 低受胎率のために余分に必要となった性選別乳牛精液費用の計は16,470,000円と算定され, 合計38,763,000円が性選別乳牛精液の費用として算定された. 以上のことから, 通常乳牛精液のみを使用した場合と比較して, 性選別乳牛精液使用による増収は69,783,000円と算定された.

考 察

北海道において性選別乳牛精液の使用割合は調査期間である2011年度から2013年度にかけて増えていた. 米国においても未経産乳牛への人工授精に占める性選別

精液の割合は1.4%(2006年)から17.8%(2008年)にまで増えたことが報告されている[3]. また, 平成27年畜産統計(2013年2月~2014年1月, 農林水産省)において, 初めて雌の乳用種年間出生頭数が雄を上回ったことから, 今後もこの傾向は続くと考えられる.

性選別乳牛精液による雌産子の出生割合は, 初産牛では92.3%, 経産牛では89.4%であった. 経産牛の雌出生の割合は諸外国の報告値85~90%[8-10]と同様の値を示した.

経産牛における死産発生率は, 通常精液より性選別乳牛精液で受胎した場合に少なかった. 初産牛での死産発生率は性選別精液と通常乳牛精液とで等しかった. Normanら[3]は経産牛の死産は性選別精液の使用により減じたが, 初産牛では減じなかったと報告しており, 本研究結果と一致した. 死産は経産牛より初産牛で多発し[4, 5], 雌産子より雄産子で多発する[4, 6]. 初産牛は産子体格に比して母牛骨盤が相対的に小さいため難産に陥り死産に至ると考えられている[7]. 性選別乳牛精液により体格の小さい雌産子を高率に生産しても, 初産牛では体格が小さいために死産を抑制するに至らないが, 経産牛では体格が大きいために死産を抑制するに至ったと考えられた. また, 死産は単子分娩より多子分娩で多く, 既報[4]と一致した. 本研究で使用した診療履歴では, 死産時の産子性別は不明であるため, 今後, 産子性別と死産発生率の関係について精査する必要がある.

多子分娩は, 経産牛より初産牛で少なく, 通常乳牛精

液より性選別乳牛精液で少なかった。乳牛の双子分娩は経産牛より初産牛で少ないことが報告されている [11, 12]。また双子は通常乳牛精液より性選別乳牛精液で少なかったと Norman ら [3] が報告しており、本研究結果と一致した。性選別乳牛精液は通常乳牛精液より1本のストローに含まれる精子数が少なく、性選別工程による精子傷害により受胎率が低くなると考えられている [13]。性選別乳牛精液使用時に多子分娩が少なかった原因は、低受胎率の原因と同様、注入される精子数が少ないこと、性選別工程・凍結・融解による精子の運動能・生存能低下 [14] に起因すると考えられた。

多子の場合の産子性別については、性選別乳牛精液による多子の80%以上が異性多子であった。また、通常精液を用いた場合であっても雌性多子の割合は胚の性別が胚の生存に影響しないと仮定して予測される確率よりも低値を示した。雄胚は、雌胚より発育が早いことが知られている [15]。また、雄胚は、母牛子宮内膜の蛋白質発現を胚生存に適するよう働きかけることによって受胎性を高めるが、雌胚ではこの作用は確認されていない [16]。以上のことから、多胎の妊娠初期において、雄胚は発育が早いために着床・妊娠に至る確率が高く、胚生存に適した子宮内膜の環境を整えるため、他の胚と共存した場合、多子分娩が多くなると考えられた。

性選別乳牛精液により受胎・分娩した初産・経産牛は、通常乳牛精液により受胎・分娩した場合よりも分娩1年後の生存率が高かった。これは性選別乳牛精液では多子分娩が少なく、体格の小さい雌を高率に生産するため、分娩時の侵襲が小さかったことに起因すると考えられた。また性選別乳牛精液を授精される初産牛は遺伝形質が優れている等の理由で、淘汰対象になり難いことを反映した結果とも考えられた。Xu [17] は性選別精液により人工授精された牛は通常精液より淘汰された牛の割合が低く、その理由として、性選別精液により受胎した牛の淘汰を畜主が避けるためと考察している。また、経産牛において肉牛精液使用時に生存率が最も低くなったことは、淘汰対象となった経産牛は生産性・遺伝形質が低い等の理由で後継子孫を期待されないため乳牛精液より肉牛精液が優先使用された結果を反映したものと考えられた。

性選別乳牛精液の使用による費用対効果は費用の2.8倍の約1億円であった。効果約1億円から費用約4千万円を差し引いた約6千万円が性選別乳牛精液使用効果の純益と考えられた。本研究が用いた牛群は北海道全体の17%を占めていたことから北海道全体の経済効果は約6億円、効果純益は約4億円と推察された。本研究は母牛の乳量、産子の価格、遺伝的效果等を効果に算定していないが、これらを考慮に入れると経済効果はさらに高くなると考えられる。Sasaki ら [18] は日本の酪農家に

おける性選別乳牛精液の使用は、ホルスタイン・黒毛和種交雑種 (F1) などの高価な牛を生産する余力を生み、農業収入を増やすと報告している。また、Weigel [19] は性選別乳牛精液の使用は、後継雌牛を効率的に自家生産するため、後継牛の外部からの導入を抑制しバイオセキュリティにも寄与すると報告している。これらのことから、性選別乳牛精液は効率的な後継雌牛生産によって間接的に牛白血病ウイルス感染牛の淘汰を亢進させるなど、各種伝染病清浄化にも寄与し得ると考えられる。

本研究から、北海道内での性選別乳牛精子の使用率が年々高まっていることが示された。また、性選別乳牛精液の使用により、雌産子の出生は増加し、母牛の生存率は高まることが明らかとなった。さらに、性選別乳牛精液は通常乳牛精液のみを使用した場合と比較して、69,783,000 円の増収をもたらしたことが分かった。

輸入性選別精液の情報を提供していただいた家畜精液輸入協議会に感謝する。

引用文献

- [1] Karakaya E, Yilmazbas-Mecitoglu G, Keskin A, Alkan A, Tasdemir U, Santos JEP, Gumen A : Fertility in dairy cows after artificial insemination using sex-sorted sperm or conventional semen, *Reprod Dom Anim*, 49, 333-337 (2014)
- [2] Butler ST, Hutchinson IA, Cromie AR, Shalloo L : Applications and cost benefits of sexed semen in pasture-based dairy production systems, *Animal*, 8, 165-172 (2014)
- [3] Norman HD, Hutchison JL, Miller RH : Use of sexed semen and its effect on conception rate, calf sex, dystocia, and stillbirth of Holsteins in the United States, *J Dairy Sci*, 93, 3880-3890 (2010)
- [4] Mee JF, Berry DP, Cormie AR : Prevalence of, and risk factors associated with, perinatal calf mortality in pasture-based holstein-friesian cows, *Animal*, 2, 613-620 (2008)
- [5] Steinbock L, Näsholm A, Berglund B, Johansson K, Philipsson J : Genetic effects on stillbirth and calving difficulty in Swedish Holsteins at first and second calving, *J Dairy Sci*, 86, 2228-2235 (2003)
- [6] Johanson JM, Berger PJ : Birth weight as a predictor of calving ease and perinatal mortality in Holstein cattle, *J Dairy Sci*, 86, 3745-3755 (2003)
- [7] Hansen M, Misztal I, Lund MS, Pedersen J, Christensen LG : Undesired phenotypic and genetic trend for stillbirth in Danish Holsteins, *J Dairy Sci*, 87, 1477-1486 (2004)
- [8] Bodmer M, Janett F, Hässig M, den Daas N, Reichert P, Thun R : Fertility in heifers and cows after low dose insemination with sex-sorted and non-sorted sperm under field conditions, *Theriogenology*, 64, 1647-1655 (2005)
- [9] DeJarnette JM, Nebel RL, Marshall CE : Evaluating the success of sex-sorted semen in US dairy herds

- from on farm records: *Theriogenology*, 71, 49-58 (2009)
- [10] Borchersen S, Peacock M : Danish A.I. field data with sexed semen, *Theriogenology*, 71, 59-63 (2009)
- [11] Kinsel ML, Marsh WE, Ruegg PL, Etherington WG : Risk factors for twinning in dairy cows, *J Dairy Sci*, 81, 989-993 (1998)
- [12] Hossein-Zadeh NG, Nejati-Javaremi A, Miraei-Ashtiani SR, Kohram H : An observational analysis of twin births, calf stillbirth, calf sex ratio, and abortion in iranian holsteins, *J Dairy Sci*, 91, 4198-4205 (2008)
- [13] Frijters AC, Mullaart E, Roelofs RM, van Hoorne RP, Moreno JF, Moreno O, Merton JS : What affects fertility of sexed bull semen more, low sperm dosage or the sorting process?, *Theriogenology*, 71, 64-67 (2009)
- [14] Rath D, Moench-Tegeder G, Taylor U, Johnson LA : Improved quality of sex-sorted sperm: A prerequisite for wider commercial application, *Theriogenology*, 71, 22-29 (2009)
- [15] Avery B, Jørgensen CB, Madison V, Greve T : Morphological development and sex of bovine in vitro-fertilized embryos, *Mol Reprod Dev*, 32, 265-270 (1992)
- [16] Gómez E, Caamaño JN, Corrales FJ, Díez C, Correia-Álvarez E, Martín D, Trigal B, Carrocera S, Mora MI, Pello-Palma J, Moreno JF, Muñoz M : Embryonic sex induces differential expression of proteins in bovine uterine fluid, *J Proteome Res*, 12, 1199-1210 (2013)
- [17] Xu ZZ : Application of liquid semen technology improves conception rate of sex-sorted semen in lactating dairy cows, *J Dairy Sci*, 97, 7298-7304 (2014)
- [18] Sasaki O, Kimura H, Ishii K, Satoh M, Nagamine Y, Yokouchi K : Economic effects of using sexed semen in Japanese dairy herds, *Anim Sci J*, 82, 486-493 (2011)
- [19] Weigel KA : Exploring the role of sexed semen in dairy production systems, *J Dairy Sci*, 87, E120-E130 (2004)

The Effect of Sex-Sorted Semen on Sex of Offspring and Survival Rate of the Dam of Dairy Cattle in Hokkaido

Seiichi HAGIWARA^{1)†}, Chihiro KANNO²⁾, Junichi ITO¹⁾, Kazuhisa HIROTA¹⁾, Masashi NAGANO²⁾ and Seiji KATAGIRI²⁾

1) *Federation of Hokkaido Agricultural Mutual Aid Associations, North 4 West 1-1, Chuo-ku, Sapporo, 060-0004, Japan*

2) *Laboratory of Theriogenology, Department of Veterinary Clinical Sciences, Graduate School of Veterinary Medicine, Hokkaido University, North 18 West 9, Kita-ku, Sapporo, 060-0818, Japan*

SUMMARY

To evaluate the effects of artificial insemination (AI) using sex-sorted semen on the sex of offspring and survival of Holstein dams, the medical records of Holstein dams (n=379,468) with AI history resulting in parturition and the medical records of their offspring were collected from 16 agricultural mutual aid associations in Hokkaido and examined. The proportion of females among the offspring that were conceived using sex-sorted semen (heifers 92.3%, cows 89.4%) was significantly higher than that of offspring conceived using conventional semen (heifers 49.1%, cows 45.4%, $P < 0.01$). The occurrence of stillbirths when cows were conceived using sex-sorted semen (6.1%) was significantly less than when conventional semen (7.7%, $P < 0.01$) was used. Heifers and cows that were impregnated through the use of sex-sorted semen had a significantly higher survival rate one-year after their parturition ($P < 0.01$) than the heifers and cows that were impregnated through the use of conventional semen. Results of this study indicate that AI using sex-sorted semen increases the proportion of female offspring and extends the life of the dam in dairy cattle.

— Key words : dairy cattle, offspring sex, sex-sorted semen, survival rate.

† *Correspondence to : Seiichi HAGIWARA (Federation of Hokkaido Agricultural Mutual Aid Associations) North 4 West 1-1, Chuo-ku, Sapporo, 060-0004, Japan
TEL 011-271-7257 FAX 011-261-8630 E-mail : seiiti_hagiwara@hknosai.or.jp*

— *J. Jpn. Vet. Med. Assoc.*, 69, 383 ~ 388 (2016)