

# ホルスタイン種経産牛の乳蛋白質率, 乳中尿素窒素 (MUN) および 発情持続時間が性選別精液深部注入後の受胎率に及ぼす影響

昆野 勝<sup>\*1</sup>・細川 泰子<sup>\*2</sup>

## 緒 言

牛性選別精液は 2006 年から外国産, 2007 年から国産が国内で販売されるようになり<sup>14)</sup>, 以降その需要は増加している。酪農経営において, 既に産乳能力や体形等が判明し, かつ, 難産等の心配のない優良なホルスタイン種経産牛で後継牛を効率的に確保するため, 性選別精液を活用することは, 有効な手法である。しかし, ホルスタイン種経産牛における性選別精液の受胎率は同未経産牛に比べ有意に低いことから, 受胎率の向上が課題となっている<sup>3,7,14)</sup>。

ホルスタイン種経産牛の受胎率向上には, 分娩後の負のエネルギーバランスをできるだけ抑制<sup>2)</sup>することが重要であり, 飼養管理面から乳中の蛋白質率や尿素窒素 (以下, MUN とする。)成績の活用が推奨<sup>1)</sup>されている。また, 高い受胎率を期待し, 授精適期に人工授精をするため, 発情発現を把握し, 持続時間を観察できる発情発見装置が市販<sup>13)</sup>されている。一方, 性選別精液の利用においては, 深部注入器を用い子宮角深部への注入<sup>8,14,16)</sup>や一般精液より少し遅い時間帯で高い受胎率が得られることが報告<sup>15)</sup>されている。

そこで, ホルスタイン種経産牛における性選別精液の受胎率向上を目的とし, 牛群検定成績より把握した乳蛋白質率および MUN, 発情発見装置 (加速度センサ<sup>5)</sup>)を用いた発情時の活動量の増加や持続時間と受胎率の関係を調べ, 人工授精後に高い受胎率が得られる選定基準を作成するとともに, 性選別精液の深部注入における授精適期を明らかにした。

## 材料および方法

### 1 調査農場の概要

調査農場は岩手県内の酪農経営 A, B および C の 3 農場で, 経産牛飼養頭数は, それぞれ 210, 85, および 40 頭であった。飼養方式は, A および C 農場はフリーストール, B 農場は繋ぎ飼い, 発情監視に A および C 農場は加速度センサ, B 農場は歩数計を利用した発情発見装置を用いていた。経産牛1頭当たりの乳量は A 農場が 12, 230 kgと 3 農場の中で最も多かった。授精開始日数は B 農場で 101.4 日と他の農場より 30 日程度遅く, 平均初回授精受胎率は B 農場が 42.3%と高かった。平均空胎日数は C 農場が最も長く, A 農場が最も短かった (表 1)。

### 2 調査の概要

#### (1) 乳蛋白質率および MUN と受胎率との関係 (試験 1)

供試牛は平成 27 年 12 月から 29 年 8 月までの期間に, 分娩後 60 日以降に人工授精を行った延べ 788 頭とした。

内訳は, 性選別精液を深部注入した 136 頭 (A 農場 102 頭, B 農場 9 頭, C 農場 25 頭), 一般精液を注入した 3 農場 652 頭 (A 農場 462 頭, B 農場 124 頭, C 農場 66 頭)であった。調査項目は, 人工授精直前の牛群検定成績の乳蛋白質率および MUN を用い, 性選別, または, 一般精液での受胎率との関係を解析した。

#### (2) 発情時の活動量の増加持続時間並びに乳蛋白質率および MUN と受胎率との関係 (試験 2)

供試牛は平成 27 年 12 月から 30 年 8 月までの期間に, 自然発情を呈した延べ 117 頭 (A 農場 94 頭, C 農場 23 頭)と

表1 調査農場の概要

農 場	飼養頭数 (経産)	飼養形態	平均乳量 (kg/日・頭)	牛年間乳量 (kg/年・頭)	平均授精 開始日数 (日)	平均初回 授精受胎率 (%)	平均空胎 日数(日)
A	210	フリーストール	39	12,230	71	24.7	155.2
B	85	繋ぎ飼い	30	8,790	101.4	42.3	177.3
C	40	フリーストール	31	9,690	76.7	21.7	182.5

(牛群検定成績から抜粋)

\*1畜産研究所家畜育種研究室

\*2畜産研究所家畜育種研究室(現 外山畜産研究室)



図1 発情発見装置の加速度センサ

した。調査項目は、①発情時の活動量の増加持続時間が受胎率に及ぼす影響、②人工授精直前の乳蛋白質率およびMUNが活動量の持続時間および受胎率に及ぼす影響、③活動量の増加開始から人工授精までの時間が受胎率に及ぼす影響を調べた。

### 3 調査の方法

#### (1) 活動量の基準の設定

活動量は、加速度センサ(ヒータイム HR 株式会社コーンズ・エージー:図1)から2時間毎に出力されるデータを使用した。A農場の27頭を対象に(当該時間の活動量/過去3日間の同時刻の活動量の平均)の平均+標準偏差×2を算出したところ、 $1.11+0.76=1.87$ であったことから、1.87を基準値と設定した。

#### (2) 発情の開始、終了および持続時間の判定

発情開始時間の判定は、基準以上となった時間を発情開始、基準未満に減少した時間を終了時間とし、その間を持

続時間とした。ただし、終了時間から8時間以内に再度基準以上に増加した場合は、前の増加開始からの持続時間とみなした。

#### (3) 人工授精および精液

性選別精液の人工授精は、モ4号AIおよびモ5号(ミサワ医科工業(株))を用い主席卵胞側子宮角の深部へ、一般精液は、牛人工授精用注入器で子宮体部へ注入した。また、ホルスタイン種性選別および一般精液は、A農場では海外生産品、BおよびC農場では国内生産品を用いた。

#### (4) 妊娠診断

AおよびB農場は人工授精後30日以降に管理獣医師が超音波診断装置または直腸検査で、C農場は人工授精後30から40日に超音波診断装置(本多電子HS-1500V)で診断した。

#### (5) 統計処理

受胎率の群間の比較は、Bonferroni法で補正したフィッシャーの正確確率検定、活動量の持続時間は、一元配置分散分析で行い、危険率 $p<0.05$ で有意差ありとした。

## 結 果

### 1 乳蛋白質率およびMUNと受胎率との関係(試験1)

性選別精液深部注入における受胎率について、乳蛋白質率およびMUNでクロス集計をした。その結果、受胎率は、乳蛋白質率が3.2~3.4%未満かつMUNが10~13mg/dl未満の牛で最も高い50.0%(7/14頭)であった(表2)。乳蛋白質率が3.2~3.4%未満の受胎率は37.0%(10/27頭)、2.8%未満はすべて不受胎で、受胎率に有意差が認められ

表2 性選別精液授精牛の乳成分レベル別受胎率

(%, 受胎頭数/授精頭数)

乳成分 レベル	乳蛋白質率(%)					合計	
	2.8未満	2.8~3.0未満	3.0~3.2未満	3.2~3.4未満	3.4以上		
MUN (mg/dl)	8未満	0 (0/4)	20.0 (1/5)	0 (0/5)	0 (0/3)	20.0 (1/5)	9.1 (2/22)
	8~10未満	0 (0/9)	16.7 (1/6)	18.8 (3/16)	22.2 (2/9)	0 (0/2)	14.3 (6/42)
	10~13未満	0 (0/9)	25.0 (3/12)	33.3 (5/15)	50.0 (7/14)	0 (0/6)	26.8 (15/56)
	13~16未満	0 (0/3)	16.7 (1/6)	0 (0/4)	100 (1/1)	100 (1/1)	20.0 (3/15)
	16以上	- (0/0)	- (0/0)	- (0/0)	- (0/0)	0 (0/1)	0 (0/1)
合計	0 <sup>a</sup> (0/25)	20.7 (6/29)	20.0 (8/40)	37.0 <sup>b</sup> (10/27)	13.3 (2/15)		

ab: 異符号間に有意差あり( $p<0.05$ )

表3 一般精液授精牛の乳成分レベル別受胎率 (%, 受胎頭数/授精頭数)

乳成分 レベル	乳蛋白質率(%)					合計	
	2.8未満	2.8~3.0未満	3.0~3.2未満	3.2~3.4未満	3.4以上		
MUN (mg/dl)	8未満	14.3 (1/7)	40.9 (9/22)	50.0 (20/50)	41.2 (14/34)	64.3 (18/28)	47.3 (62/131)
	8~10未満	12.5 (1/8)	40.0 (12/30)	39.1 (18/46)	45.5 (25/55)	41.4 (24/58)	40.6 (80/197)
	10~13未満	31.6 (6/19)	54.9 (28/51)	47.3 (35/74)	46.8 (29/62)	34.5 (20/58)	44.7 (118/264)
	13~16未満	25.0 (1/4)	66.7 (8/12)	31.6 (6/19)	25.0 (4/16)	66.7 (4/6)	40.4 (23/57)
	16以上	0.0 (0/1)	100.0 (1/1)	100.0 (1/1)	-	-	66.7 (2/3)
	合計	23.1 (9/39)	50.0 (58/116)	44.4 (80/180)	43.1 (72/167)	44.0 (66/150)	

た(p<0.05). MUNが10~13mg/dl未満の受胎率は26.8%(15/56頭)であった. MUNのレベルによる受胎率に差は認められなかった. 一般精液では, 乳蛋白質率が2.8%以上の受胎率は43.1%以上, MUNの受胎率はすべてのレベルで40.6%以上であった(表3). 乳蛋白質率およびMUNのレベルによる受胎率に違いは認められなかった.

## 2 発情時の活動量の増加持続時間並びに乳蛋白質率およびMUNと受胎率との関係(試験2)

発情時の活動量の増加持続時間と受胎率の関係では, 持続時間が7時間未満であった牛の受胎率は8.8%(6/68

頭), 7~17時間は26.5%(13/49頭)であり持続時間により受胎率に有意差(p<0.05)が認められた(図2).

乳蛋白質率と活動量の増加持続時間との関係では, 乳蛋白質率が2.8%未満では持続時間が5.5±0.72(平均値±標準誤差)時間であった. また, 受胎率は乳蛋白質率2.8%未満で0%(0/11頭)であった(図3). MUNと活動量の増加持続時間との関係では, MUNが8mg/dl未満で5.0±0.58時間であった. また, 受胎率は8mg/dl未満で6.3%(1/16頭)であった(図4).

活動量の増加開始から人工授精までの時間と受胎率との関係は, 活動量の増加持続時間が7~17時間の牛において

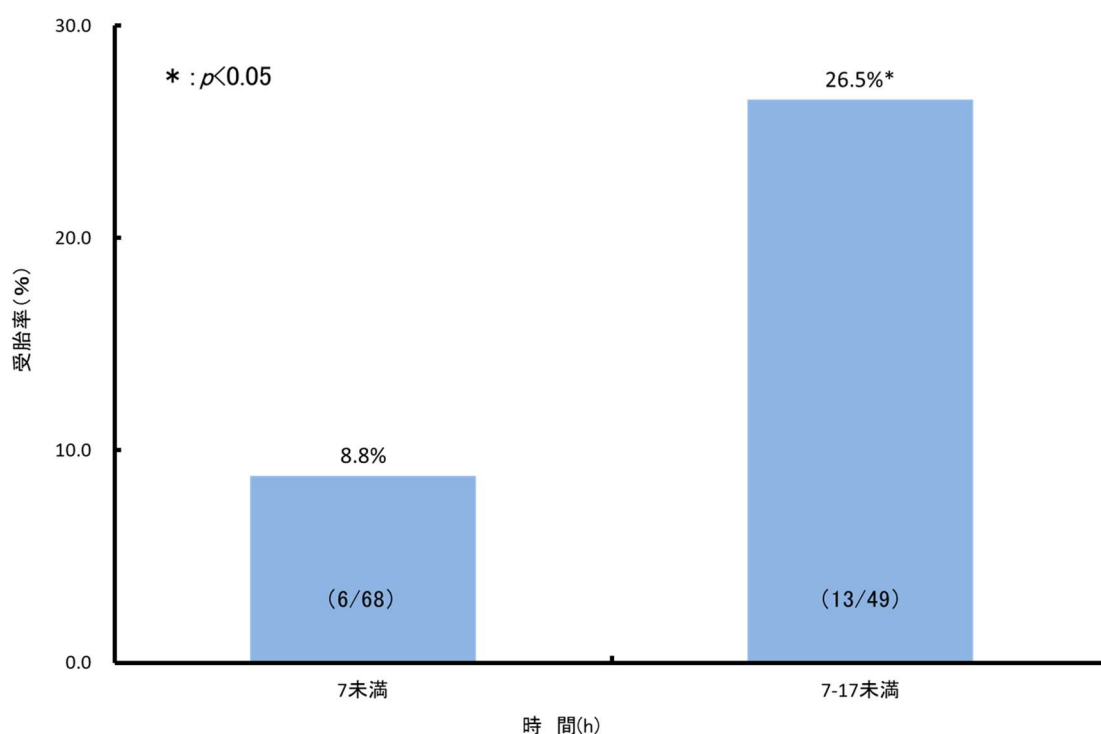


図2 活動量の増加持続時間と受胎率の関係(受胎頭数/授精頭数)

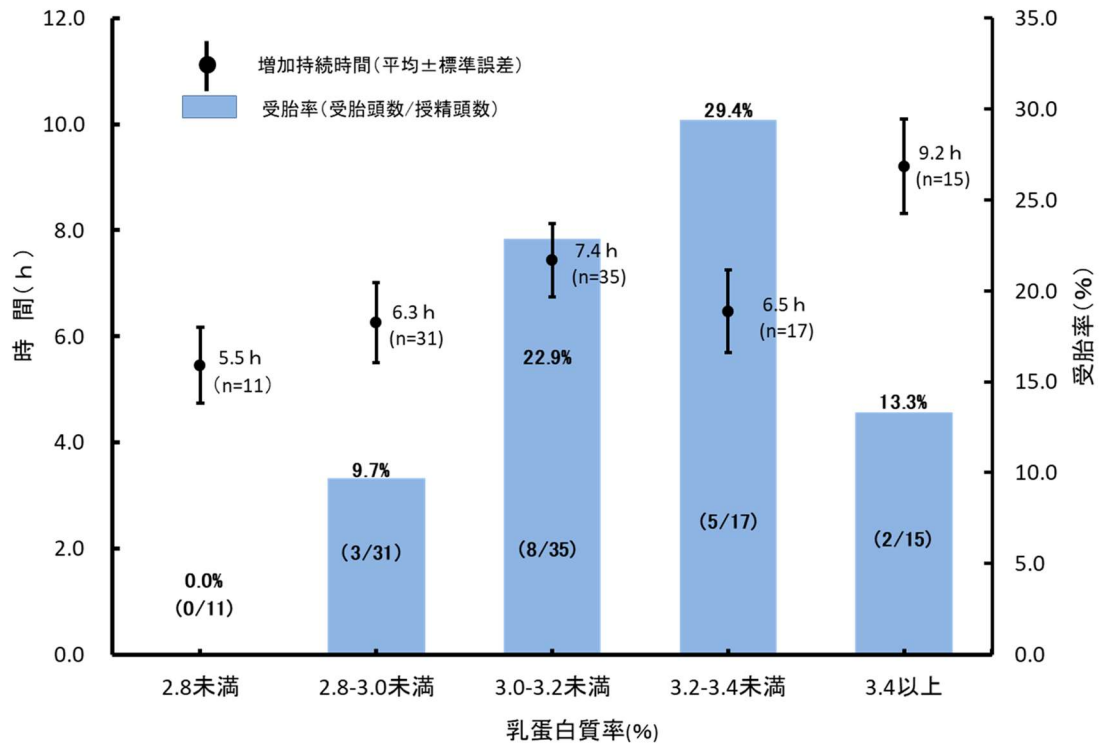


図3 乳蛋白質率と活動量の増加持続時間および受胎率の関係

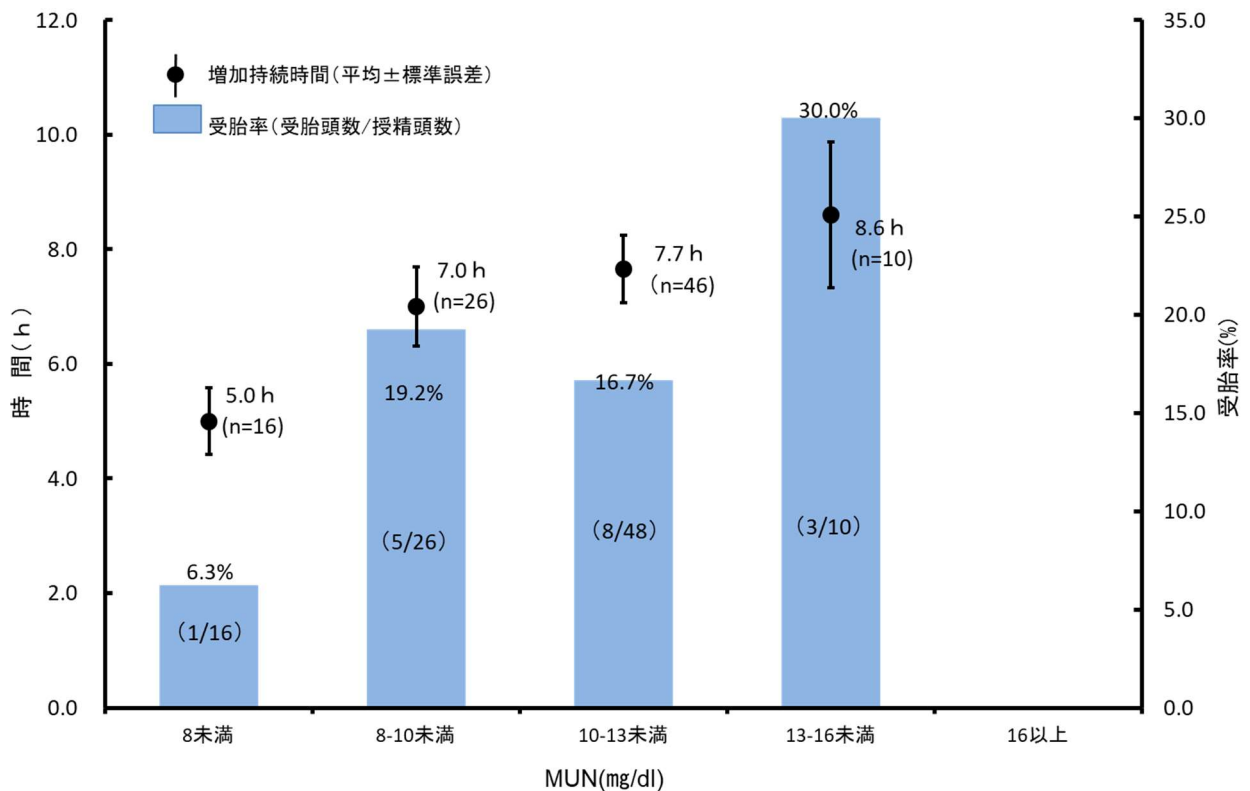


図4 MUNと活動量の増加持続時間および受胎率の関係

活動量の増加開始から12~17時間後の人工授精で  
38.1% (8/21頭)であった(図5).

### 考 察

牛群検定の乳蛋白質率およびMUNの成績は、牛群や  
個体毎の給与飼料の設計診断として活用が推奨されてい  
る。<sup>1)</sup>乳蛋白質率はエネルギーの充足度を反映し、低下は

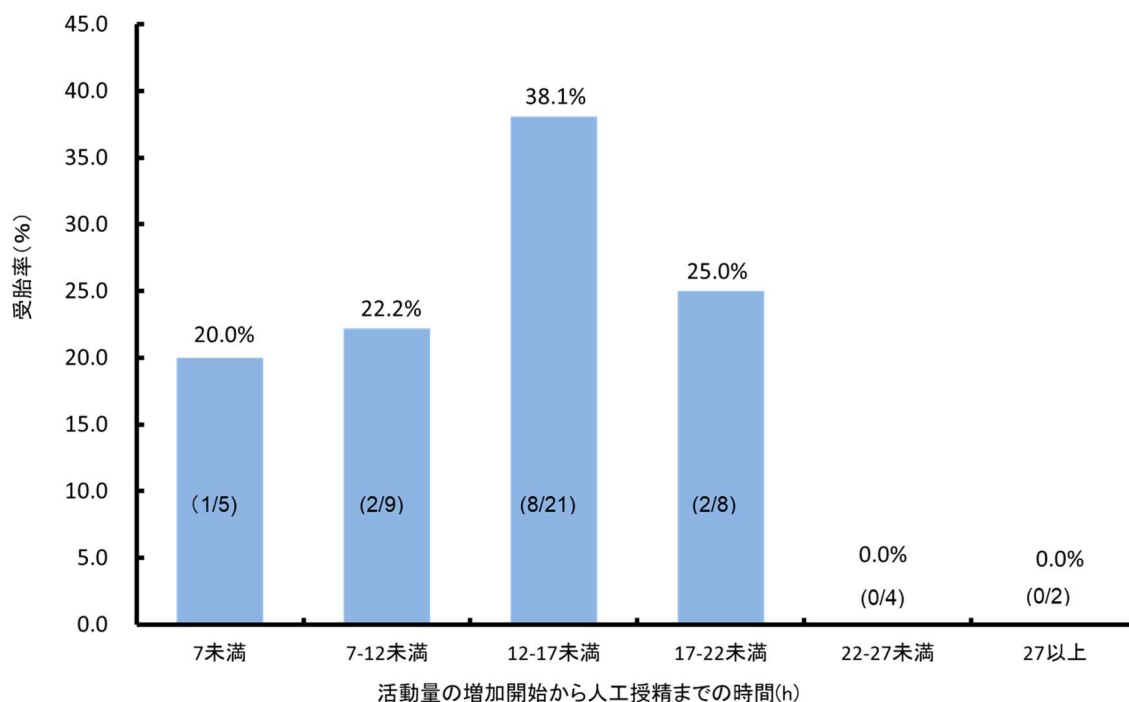


図5 活動量の持続時間が7から17時間の牛における増加開始から人工授精までの時間と受胎率との関係(受胎頭数/授精頭数)

エネルギー不足の状態であり繁殖機能(卵巣の発育, 排卵等)に影響する<sup>4,8)</sup>。摂取エネルギー不足時はルーメン内での飼料由来蛋白質から生成されるアンモニアを微生物体蛋白質へ合成する効率の悪化を引き起こし, 利用可能蛋白質が減少し乳中の蛋白質が低下する。併せて, 利用されなかったアンモニアが血中に移行し, 最終産物である尿素窒素の一部が血液から乳汁中に移行することでMUNが上昇する<sup>1)</sup>。一方, 摂取蛋白質不足時にも, 合成される微生物体蛋白質の絶対量が少ないため乳中の蛋白質が低下するとともに, MUNは低下する。MUNは蛋白質の摂取状況を反映し, 卵子に毒性のある血中尿素窒素と高い相関があり<sup>1,10)</sup>, 繁殖成績(卵子の受精能力, 受精卵の生存率等)に影響<sup>1)</sup>するなど乳蛋白質率とMUNは受胎率の成績に関与している。その乳蛋白質率は, 泌乳前期で2.8%以上, 泌乳中後期では3.2~3.4%, MUNは8~16mg/dlが適正範囲とされている<sup>1)</sup>。

本試験の性選別精液を人工授精した牛では, 乳蛋白質率レベルと受胎率に違いあることが判明した。また, 乳蛋白質率が3.2~3.4%かつMUNが10~13 mg/dlで最も高い受胎率を示したことから, 性選別精液を人工授精する対象牛の選定の指標として乳蛋白質率およびMUNが有効と考えた。同じ農場で一般精液を人工授精した牛の受胎率は, 乳蛋白質率で2.8%以上およびMUNですべてのレベルの広い範囲で40%以上であった。このことは, 性選別精液を人工授精し, 受胎率の向上が期待できる乳蛋白質率およびMUN

の適正範囲は, 一般精液より狭く, また, その値を把握できる牛群検定成績が, 人工授精対象牛の選定に有用であることを示唆している。

発情は段階的な発情兆候の発現で観察され, 持続時間は個体差があり, 年齢などにより異なると言われる<sup>6,9)</sup>。

発情を効率的に見出すための発情発見装置には, スタンディング感知器や歩数計が知られており<sup>13)</sup>, 試験に供した加速度センサは, 歩数計と同様に活動量を捉える装置である<sup>5)</sup>。今回, 加速度センサを用い発情時における活動量の増加持続時間を計測したところ, 受胎率は, 持続時間が7時間未満の牛で低く, 持続時間と受胎率の間に有意差が認められた。このことから, 活動量の増加持続時間が性選別精液を人工授精する牛の選定の指標として有効と考えた。

発情持続時間の短縮化はエストラジオール濃度の低下に関係し, 濃度の低下は摂取エネルギー不足に起因すると考えられている<sup>2)</sup>。また, MUNが低いと乳蛋白質率も低いことが多くエネルギー不足から受胎率を下げるとされている<sup>1)</sup>。活動量の増加持続時間が7時間未満の牛は受胎率が低く, また, 受胎率の低い牛は牛群検定成績の乳蛋白質率およびMUNも低値であった。また, 乳蛋白質率およびMUNが増加により受胎率が増加, 持続時間が延長していることから, 飼料摂取量の不足に由来するエネルギーの不足が受胎成績や持続時間に影響したものと推察された<sup>2,4)</sup>。

発情発見装置と授精適期の関係では, スタンディング感知器を用いたホルスタイン種経産牛への一般凍結精液によ

る人工授精では、スタンディング発現後 4~16 時間、特に 4~12 時間の授精で受胎率が高く、性選別精液では一般精液の子宮体部への授精適期より少し遅い時期(スタンディング発現後 16~24 時間)の授精で受胎率が高くなることが報告されている<sup>15)</sup>。また、歩数計では、歩数の増加とマウンティングが同時刻に開始するとの報告<sup>12)</sup>があり、一般精液では歩数の増加開始から 6~17 時間で受胎率が高いとされている<sup>15)</sup>。今回の加速度センサによる活動量の増加と子宮角深部への人工授精による授精時期と受胎率の関係では、活動量の増加開始から 17~22 時間、活動量持続時間が 7~17 時間の牛では増加開始から 12~17 時間の受胎率が高く、この時期が授精適期と考えた。

以上から、ホルスタイン種経産牛への性選別精液の深部人工授精では、乳蛋白質率が 3.2~3.4%かつ MUN が 10~13 mg/dl の範囲、加速度センサによる活動量の増加持続時間が 7 時間以上の牛を選定し、活動量の増加開始から 12~17 時間後に注入することで受胎率が向上すると考えた。

## 謝 辞

本研究にあたり、ご協力を戴いた一般社団法人家畜改良事業団に深謝します。

## 摘 要

性選別精液を用いたホルスタイン種経産牛の受胎率は同未経産牛に比較し有意に低下することが知られている。また、性選別精液の受胎率向上には子宮角深部注入による人工授精が有効であることが報告されている。そこで、ホルスタイン種経産牛における性選別精液の受胎率向上を図るため、①牛群検定成績により把握した牛の乳蛋白質率、MUN および子宮角深部注入後の受胎率との関係、②発情発見装置(加速度センサ<sup>5)</sup>)を用いた、性選別精液の深部注入における授精適期、③活動量の増加持続時間と受胎率との関係を明らかにした。その結果、ホルスタイン種経産牛への深部注入では、①人工授精直前の牛群検定成績で乳蛋白質率が 3.2~3.4%未満かつ MUN が 10~13mg/dl 未満、②活動量の増加持続時間が 7 時間以上の牛を選定し、③活動量の増加から 12~17 時間後の人工授精で受胎率が向上すると考えた。

## 引用文献

1) 相原 光男(2011). 新しい牛群検定成績表について(そ

の 16), LIAJ NEWS, 家畜改良事業団, 130, 25-29.

- 2) 堂地修(2011). 特別講演乳牛の繁殖成績の現状と課題, 家畜人工授精, 263, 1-29.
- 3) 濱野 清三(2015). 性選別精液の課題と対策, 家畜人工授精, 284, 14-18.
- 4) 平井洋二(2003). 第2章 異常発情と飼料給与, “乳牛の繁殖障害とエサ給与”, デーリ・ジャパン, 東京, pp. 31-34.
- 5) 株式会社コーンズ・エージー(2011). 発情検知&反芻計測システム HeatimeHR(ヒータイムHR)の導入効果, 北海道家畜管理研究会報, 46, 50-51.
- 6) 加茂前 秀夫(2008). 特別講演雌牛の繁殖向上を期して, 家畜人工授精, 245, 1-20.
- 7) 加藤 聡(2015). 深部注入器による受胎率向上で経営安定を, 家畜人工授精, 284, 4-10.
- 8) 川井 倫次(2018). 繁殖成績向上の決め手は分娩前後の栄養管理, LIAJ NEWS, 家畜改良事業団, 101, 29-34.
- 9) 松井 基純(2016). 第 3 章 雌の繁殖生理, (2) 発情周期, “人工授精講習会テキスト(家畜人工授精編)”, 日本家畜人工授精協会, pp. 173-181.
- 10) 中辻 浩喜(2018). 高泌乳牛管理の注意点とその栄養について, 酪農ジャーナル電子版 酪農 PLUS, 酪農学園大学, 10.
- 11) 永野昌志(2016). 第 5 章 妊娠・分娩, “人工授精講習会テキスト(家畜人工授精編)”, 日本家畜人工授精協会, pp. 235-245.
- 12) 大滝 忠利(2005). 授精適期を知らせる乳牛の発情発見システム, 根釧農試 研究通信, 14.
- 13) 清家 昇(2002). 発情発見装置と補助具, 酪農家のための技術シリーズ, 衛生管理編, 04.
- 14) 砂川 政広(2011). 牛選別精液の子宮角内深部注入による人工授精(野外事例), 平成 23 年度問題別研究性判別精液を用いた牛の人工授精会資料, 平成 23 年度近畿中国四国農業試験研究推進会議, pp. 10-13.
- 15) 高橋 芳幸(2016). 第 6 章 人工授精技術, 精液の注入, “人工授精講習会テキスト(家畜人工授精編)”, 日本家畜人工授精協会, pp. 319-322.
- 16) 戸田 昌平・上田 大ほか(2013). 乳用牛経産牛におけるモ 4 号 AI を用いた深部注入による選別精液 (Sort90) の受胎成績, 東日本家畜受精卵移植研究会会報, 28, 36-37.