

連載

第18回

牛の性選別精液

ジェネティクス北海道 顧問 たかはし よしゆき
高橋 芳幸

昭和50年 北海道大学大学院獣医学研究科修士課程修了、
農林省畜産局採用(農林技官)
昭和51年 農林省日高種畜牧場勤務
昭和58年 北海道大学獣医学部・助教授
昭和61年 獣医学博士(北海道大学)
平成10年 北海道大学大学院獣医学研究科・教授
平成24年 北海道大学特任教授、名誉教授
平成25年 現職

性選別精液の授精受胎率は、近年少しずつ向上しています。その大きな原因の1つは、昨年2019年11月のサイア Vol.439で早川が紹介した「SexedULTRA™」という新しい性選別処理法です。そこで今回は、SexedULTRA™処理により作製された性選別精液・精子に関する筆者の「ノート」の一部を紹介します。

1.従来の性選別精液の授精成績

SexingTechnologies(ST)は2006年からX-精子選別処理・凍結精液(性選別精液)の販売を始めた。性選別精液(封入精子数210万)の授精受胎率は、通常凍結精液(通常精液:封入精子数1000~1500万)の受胎率の70~75%が想定され、未経産牛への授精が推奨されていた。

アメリカの農務省がまとめた2006~2008年の全米のホルスタイン種雌牛の授精成績は、当初の予想通り、未経産牛における性選別精液の受胎率は通常精液の受胎率の約70%(相対受胎率70%)であった。また、経産牛の性選別精液の相対受胎率は約80%であるが、初回授精受胎率は約25%と低かった(図1)。

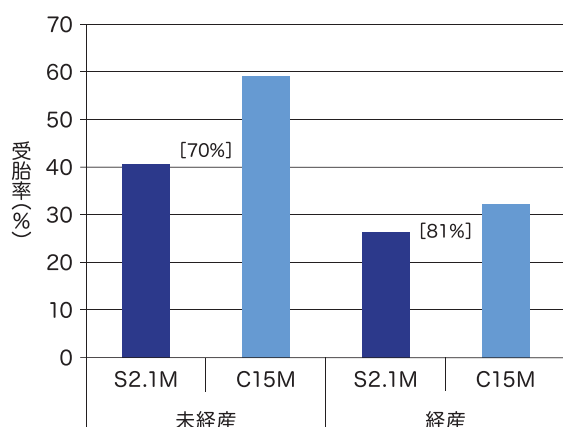


図1: 2006~2008年のホルスタイン種牛における性選別精液の初回授精受胎率
Norman HD et al (2010) のデータをもとに作図
S2.1M: 性選別精液(封入精子数210万)、
C15M: 通常凍結精液(封入精子数1500万)

2.従来の選別精液における封入精子数の検討

性選別精液の受胎率が低い原因の1つは、ストローに封入する精子数が通常精液に比べて少ないことであるが、ストローへの封入精子数の受胎率への影響について、2つの大規模な授精試験(7、8頭の種雄牛を用い、各種雄牛の射出精液をそれぞれ性選別精液と通常精液に分けて作製、合計約6000頭、約9000頭授精)が行われた。

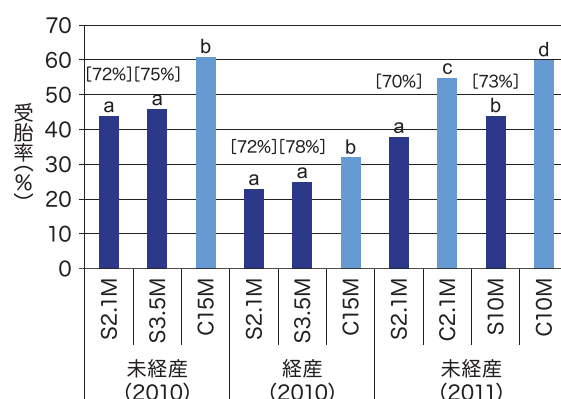


図2: 性選別精液の封入精子数の比較

DeJarnette JM (2010) と DeJarnette JM et al (2011) のデータをもとに作図
S: 性選別精液
C: 通常精液
2.1M、3.5M、10M、15M: ストロー内封入精子数、それぞれ210万、350万、1000万、1500万個

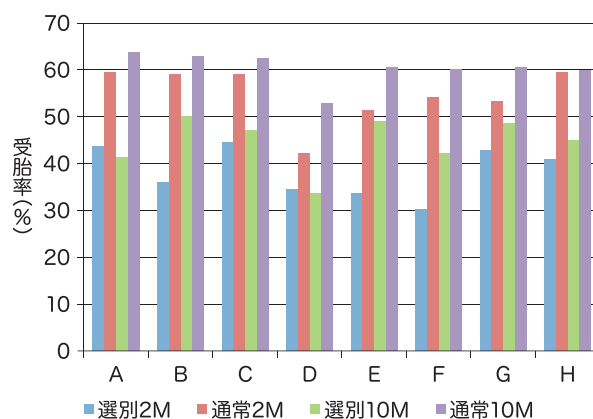


図3: 種雄牛別・封入精子数別の初回授精成績

DeJarnette JM et al (2011) のデータをもとに作図
性選別精液と通常精液は、それぞれ200万(2M)あるいは1000万個(10M)の精子をストローに封入

その結果(図2)、ストロー内封入精子数を210万から350万に増やしても受胎率は向上しないことが確認された。また、封入精子数を210万から1000万に増やすと、未經産牛の受胎率は38%から44%に向上するが、通常精液の受胎率と比べた相対受胎率は、210万で70%、1000万で73%であり、生産効率(生産できる精液ストロー数が約1/5に減少)や経済性に問題のあることが判明した。

さらに、性選別精液の授精受胎率は、封入精子数別にみても精液を提供する種雄牛により大きなバラツキのあることも再確認された(図3)。

3.SexedULTRA™処理の導入

Sexing Technologies(ST)は、従来の性選別処理法(XY法)に改善を加えたSexedULTRA™という新たな性選別処理法を開発、2013年からSexedULTRA™処理により作製した性選別精液の販売を始めた。

SexedULTRA™処理により作製された性選別凍結精液の精子は、従来のXY法に比べて融解後の運動性や先体正常性が高く(図4)、通常凍結精液の精子と同等の性状を有し(図5)、その授精成績は、XY法で処理された精液の受胎率より5~10%向上したと報告された(図6)。

アメリカの農務省がまとめた2007~2015年のホルスタイン種雌牛における性選別精液の授精受胎率の変化をみると(図7)、2013年のSexedULTRA™処理選別精液の販売とともに未經産牛でも経産牛でも受胎率が向上、2015年には性選別精液と通常精液の受胎率の差異が少なくなり、性選別精液の通常精液に対する相対受胎率も向上しており(2007年は未經産牛75%、経産牛87%;2015年はそれぞれ83%、94%)、SexedULTRA™処理の効用と考えられる。

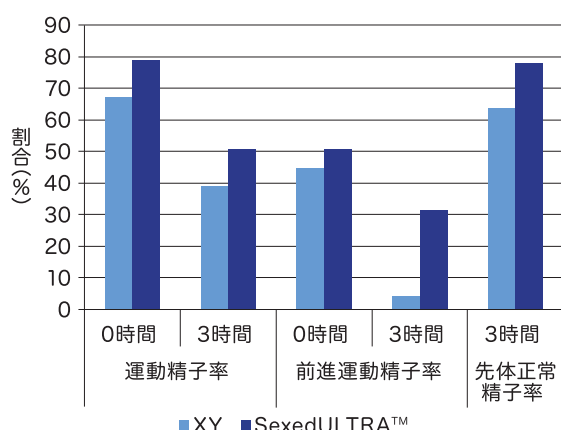


図4: XY処理とSexedULTRA™処理による作製された性選別精液の精子性状の比較
Lenz et al (2014) [Vishwanath R & Moreno JF (2018)] のデータをもとに作図

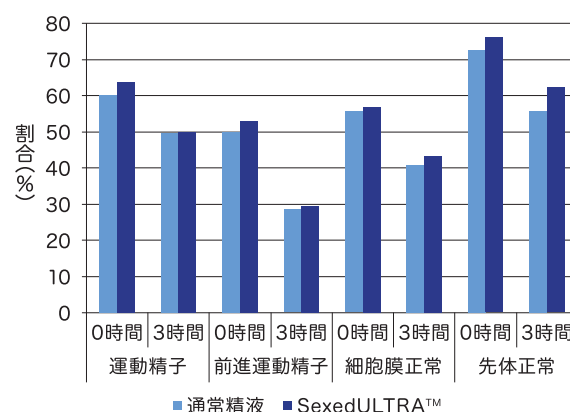


図5: SexedULTRA™処理で作製した性選別精液と通常精液の精子性状
GonzalezMarin C et al (2018) のデータをもとに作図

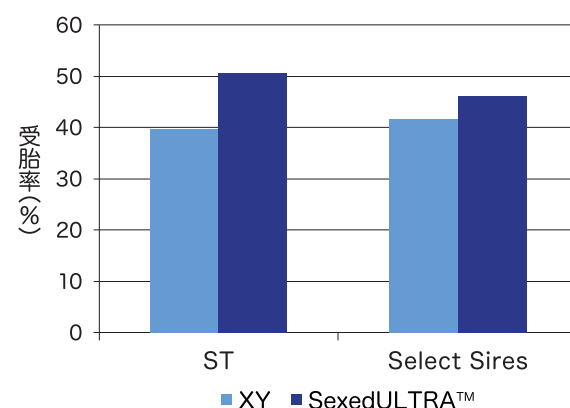


図6: XY処理とSexedULTRA™処理で作製した性選別精液の未經産牛の初回授精受胎率の比較
STとSelect Siresの授精試験データ (Vishwanath R & Moreno JF, 2018) をもとに作図
Select Siresの試験では、種雄牛8頭の射出精液を、それぞれ2つの処理で作製、約7000頭のホルスタイン種未經産に授精

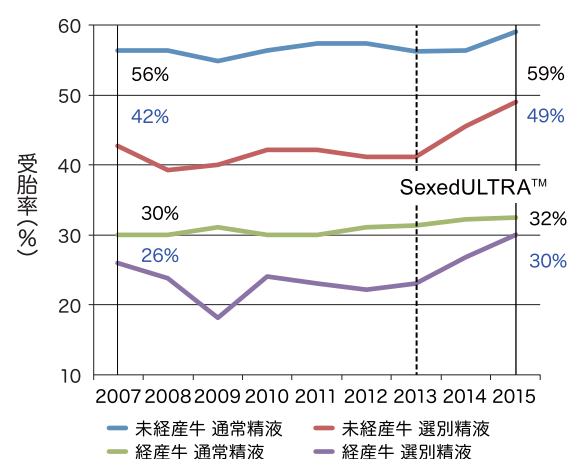


図7: アメリカにおける性選別精液と通常精液の受胎率の推移
Hutchson JL & Bickhart DM (2016)
[Vishwanath R & Moreno JF (2018)] のデータをもとに作図

4. SexedULTRA™処理で作製された性選別精液の封入精子数による受胎率の違い

SexedULTRA™処理で作製された凍結精液のストロー内封入精子数の受胎率への影響も検討されている。German Genetics(ドイツ)の授精試験では、SexedULTRA™処理で作製された性選別精液は、封入精子数を210万(2.1M)から400万(4M)に増やすと通常精液と同等の受胎率(56日ノンリターン率)が得られたと報告された(図8)。

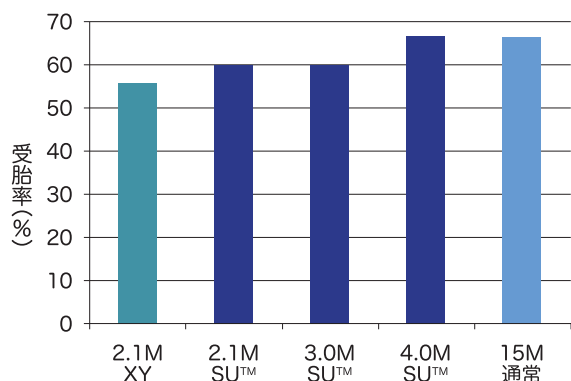


図8: SexedULTRA™処理により作製された性選別精液の封入精子数による受胎率の違い(ドイツ)
German Geneticsにおける授精成績(56日ノンリターン率)、Lenz RW et al (2016) のデータをもとに作図、2.1~15M: 封入精子数210~1500万

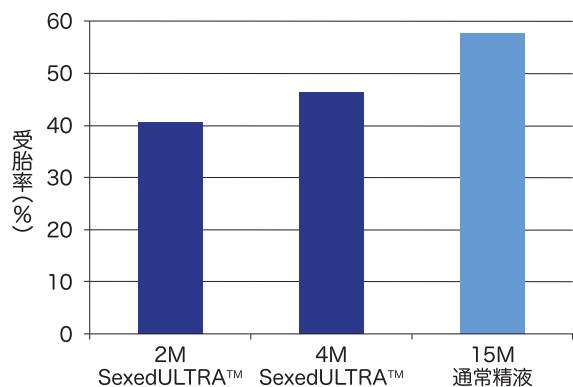


図9: SexedULTRA™処理により作製された性選別凍結精液の封入精子数による受胎率の違い(USA)
2016年に実施したSelect Siresの成績(Utt MD et al, 2017) のデータをもとに作図、2~15M: 封入精子数 200~1500万

また、アメリカ(Select Sires)でも、6頭の種雄牛の各射出精液を3群に分け、ホルスタイン種未経産牛(各群約1800頭)に授精試験を行った結果、封入精子数を200万(2M)から400万(4M)にすると受胎率の向上が認められている(図9)。

ストロー封入精子数を増すと生産効率は落ちるが、選別処理に使用するフローサイトメーター・セルソーターの性能が向上して、X精子選別精度90%で1時間当たり2500万個以上の選別精子が分取できるようになったことから、封入数を400万(4M)にしたSexedULTRA™4Mも販売されるようになった。

5. SexedULTRA™処理により作製された性選別精液の経産牛への授精試験

アメリカにおけるホルスタイン種経産牛への性選別精液使用率は低く、SexedULTRA™処理により作製された性選別精液の大規模な授精報告を見つけないことができなかった。

そこで、放牧ベースの季節繁殖が行われているアイルランドにおけるホルスタイン種経産牛を対象にして2018年に実施された授精試験の成績を紹介する。

この授精試験では、8頭の種雄牛の各射出精液を2群に分け、SexedULTRA™処理の性選別精液(封入精子数400万)と通常精液(封入精子数1500万)を作製、それぞれ2000~3000頭のホルスタイン種未経産牛に授精している。その結果、種雄牛による差異はあるものの、性選別精子の初回授精受胎率(最小二乗平均値)は約50%で、通常精液の受胎率(約60%)の約80%の受胎率が得られている(図10)。

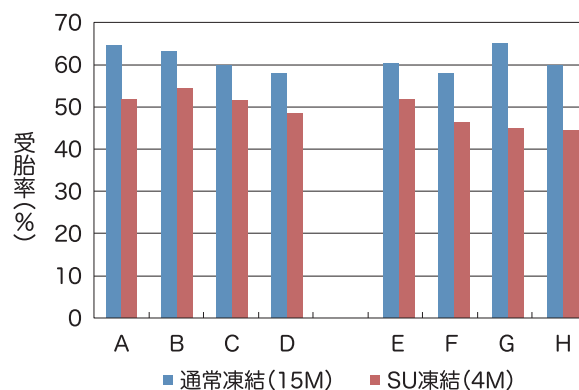


図10: SexedULTRA™処理により作製された性選別凍結精液のホルスタイン種経産牛への授精成績
2018年に実施したアイルランドにおけるホルスタイン種経産牛の初回授精受胎成績(Macias C et al, 2020) のデータをもとに作図、4M,15M: 封入精子数 400万、1500万

性選別精液も通常精液も種雄牛の妊孕性と雌牛の繁殖能力(受胎性)が受胎率を左右する大きな要因ですが、性選別精液で高い受胎成績を得るためには、SexedULTRA™処理精液の取扱い、授精適期も重要ですので、次の機会に紹介します。