

# 牛の授精適期について



北海道大学大学院獣医学研究科  
教授 高橋 芳幸

ただいまご紹介いただきました北海道大学の高橋でございます。本日は大会にお招きいただきまして、平尾会長さんはじめ、協会の方々に厚く御礼申し上げます。私に与えられた演題は、「牛の授精適期」であります。本日は今年の『家畜人工授精』に掲載した内容に少し付け加えたお話をしたいと思います。

## (スライド1)

今回の大会のテーマは「繁殖成績を向上させよう」ということですが、牛群の妊娠率は発情発見率と受胎率によって決まりますので、まず、発情を発見しなければなりません。そして、その発情徴候から排卵時期を推定して、適期に授精することによって受胎率が高くなれば、妊娠率が上がります。

## (スライド2)

そこで、授精適期の基本的な理論についてお話ししていきたいと思いますが、それを理解していただくために、まず、発情、精子の移送、貯蔵、放出、受精能獲得、さらに卵子の成熟、発生能についてお話し、その後、理論的な授精適期とはどのようなものか、現在の凍結精液を用いた場合の授精

## 牛群の妊娠率

$$\text{妊娠率} = \text{発情発見率} \times \text{受胎率}$$

発情徴候  
↓  
(排卵時期推定)  
↓  
適期授精

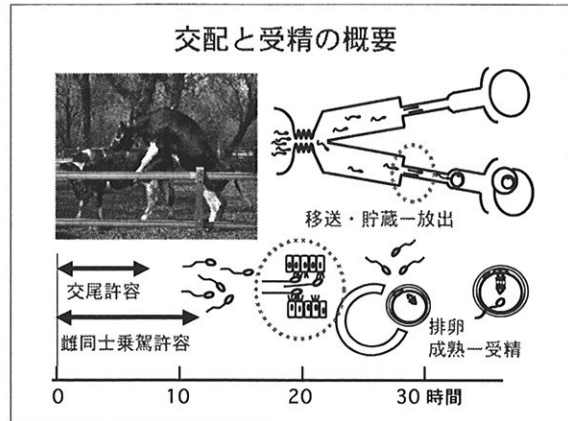
## 牛の授精適期について

- 発情・交配・受精の生理
  - 発情と交配
  - 精子の移送・貯蔵・放出、受精能獲得
  - 卵子の成熟と発生能
  - 排卵と受精、排卵卵子の発生能
- 授精適期
  - 授精時期と受胎率
  - 受精・妊娠成立の条件（早い・遅い授精）
  - 過剰排卵処置牛
- 課題

適期、さらに、胚移植における過剰排卵処置牛における授精適期についても触れたいと思います。そして、最後に残された課題、私たち研究者にとっての課題、現場の先生方に探っていただきたい問題もお話したいと思います。

(スライド3)

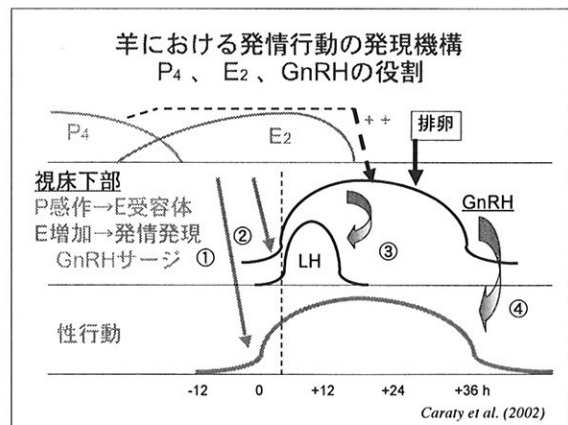
まず、交配と受精の概要についてですが(写真のように)牛は雄がいなくても雌同士で乗駕許容をしてくれます。発情の定義は「交尾許容」ですが、雌同士の乗駕許容(スタンディング)持続時間は交尾許容時間より少し長いといわれています。発情発現時に自然交配すれば、精子は膣の深部に射出され、頸管、子宮を通過して卵管の狭部に貯蔵されます。卵管狭部の精子は、上皮細胞の線毛に捕まった状態で排卵まで待機しています。排卵のシグナルがあった時に、精子は貯蔵部位から放出され、卵管の膨大部で排卵された卵子と出会い、受精が成立します。また、卵子は排卵前だけでなく、排卵後も発生能を高め、精子と出会う時に発生能が高くなるというお話をします。



卵管狭部の精子は、上皮細胞の線毛に捕まった状態で排卵まで待機しています。排卵のシグナルがあった時に、精子は貯蔵部位から放出され、卵管の膨大部で排卵された卵子と出会い、受精が成立します。また、卵子は排卵前だけでなく、排卵後も発生能を高め、精子と出会う時に発生能が高くなるというお話をします。

(スライド4)

この図は、羊の発情行動の発現機構の概要をまとめたものです。発情に先立つ黄体期には、黄体からのプロゲステロンの分泌があります。プロゲステロンの分泌はプロスタグランジンによる黄体の退行に伴って少なくなりますが、発情行動の発現にはこのプロゲステロンの感作が必要です。プロゲステロンは視床下部にある行動中枢のエストロジェンのレセプター(受容体)を増やします。そこへ、成熟卵胞から分泌された多量のエストロジェンが作用して発情行動が発現します。また、このエストロジェンによりGnRHが分泌され、それがLHサージ、FSHサージを誘起します。LHサージを受けた卵胞は、排卵に向けての変化が始まり、エスト



ロジェンが作用して発情行動が発現します。また、このエストロジェンによりGnRHが分泌され、それがLHサージ、FSHサージを誘起します。LHサージを受けた卵胞は、排卵に向けての変化が始まり、エスト

ロジェン生産からプロジェステロン生産に変わりますので、エストロジェン分泌量は低下しますが、発情は続いています。羊の場合は、このように GnRH 分泌がしばらく続きますので、GnRH が発情の持続に関与していると考えられています。羊は繁殖シーズンの初めに発情行動を伴わないで排卵しますが、分娩直後の牛でも発情徴候を伴わないで排卵することがあります。これは、このプロジェステロンの感作を受けていないので、発情行動の発現に必要なエストロジェンのレセプターが十分増えていないために起こる現象だと考えられます。

(スライド5)

スタンディング発情の持続時間は、いろいろな要因によって左右されます。多頭数で飼育され、複数の牛が同時に発情になるとたくさんの牛が乗駕行動をしますので、乗駕されてスタンディングを示す牛も多くなります。コンクリートの床のように滑りやすい所では、牛は乗駕されることを嫌ったり、発情持続時間が短くなったりします。また、産歴によっても違いがあり、初産で

牛の発情 (スタンディング) 持続時間			
発情同調	1 頭	8 時間	Hurnick et al. (1975)
	2 頭	8 時間	ビデオ撮影
	3 頭以上	10 時間	
地表面	土	14 時間	Britt et al. (1986)
	コンクリ	9 時間	卵割+ホルモン
産歴	初産	7 時間	Walker et al.
	2産以上	14 時間	(1996) HeatWatch
	(計)	10 ± 7 時間	
牧場間 (個体間)	5 ± 4 ~ 11 ± 7 時間		Dransfield et al.
	(7 ± 5 時間)		(1998) HeatWatch

すと平均7時間、2産以上になると平均14時間という報告があります。また、個体により平均10時間±7時間といった大きなバラツキがありますし、牧場によっても大きな違いがみられています。これらのデータは、スタンディング発情（被乗駕行動）を自動的に記録できる「ヒート・ウォッチ」という装置を使用して得られたものです。

(スライド6)

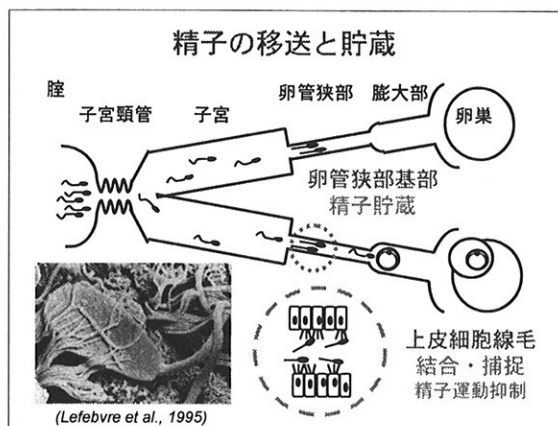
発情が発現して交尾をすると、膣内に射出された精子は、頸管の輪状襞に存在する細かな溝を通して子宮に向かいます。この細かな深い溝が精子の通路です。そして、溝の深部の粘液は、エストロジェンの濃度が高まった発情期には精子が通過しやすくなりますが、溝の表面（頸管腔の表面）は頸管粘液が外に向かって排泄されます。し



たがって、精液を子宮内に注入すれば5～7時間経過しても20～30%の精子しか子宮外へ排泄されませんが、頸管の深部に精液を注入すると60%以上の精子は排出されてしまいます(スライド省略)。ですから、精液は確実に子宮体、子宮内へ注入することが大切です。熟練した技術者でも、子宮体に注入したつものの授精のうち、2～3割は頸管深部注入になっているそうです。

(スライド7)

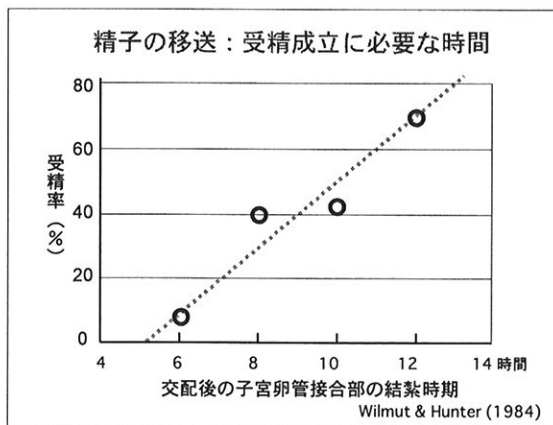
子宮頸管を通過して子宮に到達した精子のうち、活力の高い精子は子宮角の先端に集まりますが、活力の低い精子や異常精子は子宮外へ排泄されてしまいます。牛の子宮角から卵管にかけてはS字状に曲り、子宮角の先端は袋小路のようになっています。精子は、この子宮角の先端で一時貯留、貯蔵されます。



この間に選抜されて、エストロゲンなどの働きによって子宮卵管接合部を通過し、卵管に侵入すると考えられます(スライド省略)。卵管に移送された精子は、子宮卵管接合部から2cm位の卵管狭部に貯蔵されるようです。この部位の精子は、図のように卵管の上皮細胞の線毛に捕まり、運動が抑制された状態で貯蔵されています。

(スライド8)

この図は、発情の発現と同時に自然交配させた牛を交配の6～12時間後にお腹を切って子宮卵管接合部を縛り、その2～4日後にもう1回お腹を開いて卵管を摘出して、卵子が受精しているのかどうかを調べた Wilmut と Hunter (1984) の実験結果を基に作ったものです。交配後に子宮卵管接合部を縛り、その時間までに卵管に到達した



精子によって、どのくらい受精が成立するのか調べた実験です。このように交配後6時間では約10%、8時間および10時間後では約40%、12時間後では70%の受精率になっています。つまり、交配後6時間目までに卵管に到達した精子により受精が成立する可能性は約10%で

すが、交配後 12 時間経過するとたくさんの精子が移送・貯蔵されるため、約 70% の牛で受精が成立するという内容です。このデータから受精率がほぼ 100% になるには、15～16 時間かかるのではないかと想像されます。人工授精では子宮内に精液を注入するのですが、その場合に受精の成立に必要な数の精子が卵管に到達するために必要な時間については分かりません。しかし、先ほどお話したように子宮頸管には特殊な精子の通路があり、発情期であれば、精子はその通路の中を泳いで行くはずですが、培養液の中では、精子は 1 時間に 30～40 cm ぐらい進みますので、頸管は結構速やかに通過するのでないかと想像しています。

(スライド 9)

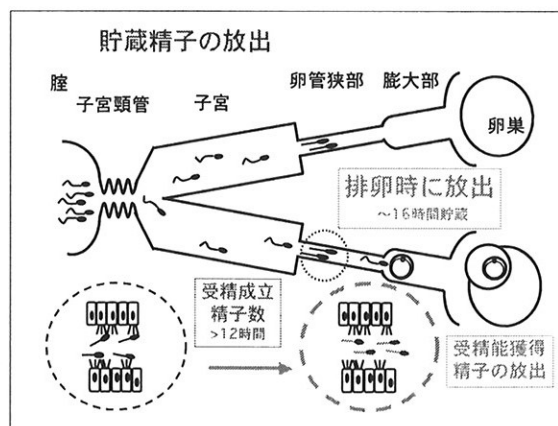
つぎは、精子の貯蔵ですが、このように卵管上皮細胞の線毛には複合糖質（糖がタンパクや脂質と結合した物質）があり、そこに精子表面にある精嚢腺由来のタンパク PDC-190 などが結合することによって、精子は運動を抑制されて捕まっています。これが卵管狭部に貯蔵されている受精能を獲得していない精子です。この精子表面のタンパク質が消失あるいは変化すると、精子



は線毛との結合から解き放たれて放出され、受精能獲得精子、つまり受精に関与できる精子になります。受精能獲得精子は尾部の運動が活性化されます。このような精子の変化を誘起するものは、多分、ヘパリンのようなムコ多糖体、グリコサミノグリカンであろうといわれています。排卵の前に卵管上皮細胞の線毛との結合が解けた精子、あるいは子宮内でも同じような変化、つまり受精能獲得精子と同じような細胞膜や尾部の変化を起こした精子は、受精に関与できません。排卵時に繊毛との結合から放出される精子だけが受精に関与します。

(スライド 10)

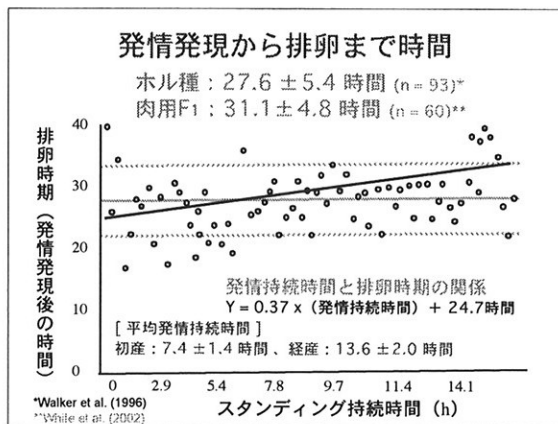
次は、Hunter と Wilmut (1984) のもう一つの実験の話です。今度は、排卵前と排



卵後に子宮卵管接合部から2 cmくらい離れたところの卵管を縛ります(スライド省略)。そして、そこに貯蔵されていた精子がいつ頃解き放たれて行くのかを調べた実験です。そうしますと、排卵前に縛ると2割程度しか受精しません。そして排卵後に縛ると、9割の卵子が受精します。この結果は、排卵前に貯蔵部位から解き放たれて受精に関与する精子の数は少なく、排卵時に解き放たれた精子が主に受精に関わることを示します。そして、自然交配の場合、12時間以上かけて卵管狭部に移送された精子は、そこに16時間くらい貯蔵され、受精に関与する精子は排卵時に受精能を獲得して放出されていくであろうとなります。

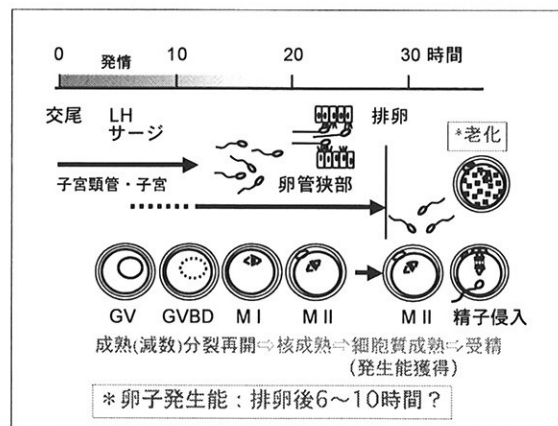
(スライド 11)

発情発現から排卵までの時間は、ホルスタイン種で平均  $28 \pm 5$  時間と報告されていますので、17 ~ 38 時間くらいのばらつきがあります。また、肉用牛でも平均  $31 \pm 5$  時間で、やはり前後10時間ぐらいの個体差があります。これらのデータは、先ほどの「ヒート・ウォッチ」を使ってスタンディング発情の発現を自動的に記録し、超音波検査を2時間間隔に行なって排卵時期を調べたものです。



(スライド 12)

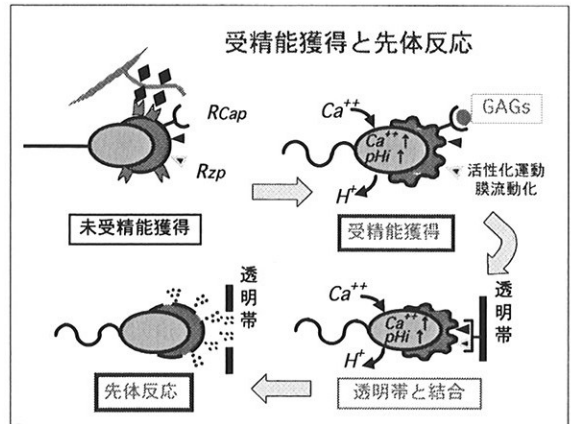
つぎは、卵子のお話ですが、図のようにエストロゲンによる発情の発現に続きLHサージが誘起され、卵胞は排卵に向けての変化が始まります。卵子もLHサージを受けて減数分裂(成熟分裂)を再開し、第2成熟分裂の中期(M-II期)に達します。その後、しばらくして卵子は排卵され貯蔵部位から解放された精子と出会い受精が始まります。卵子は第2減数分裂中期に達すると成熟卵子といわれますが、細胞質の成熟、つまり発生能は排卵されてから徐々に高くなります。時間的にみると、LHサージのピークから数えて20時間くらいで第2減数分裂中期になり、24~25時間後に排卵、さらに精子に会



うまでには1～2時間ぐらいはかかるのではないかと想像されます。そうしますと、卵子は核が成熟してから、少しずつ発生能が高まり、卵子に会うぐらいの時期、つまり第二減数分裂の中期に達してから6～8時間後に発生能が高くなります。それを過ぎると老化すると考えられますが、どのくらいの時間、卵子が発生能を持っているのか良く分かっていません。卵子の発生能保有時間は6～10時間程度と推定されていますが、この数値の根拠となる正確なデータはありません。

(スライド 13)

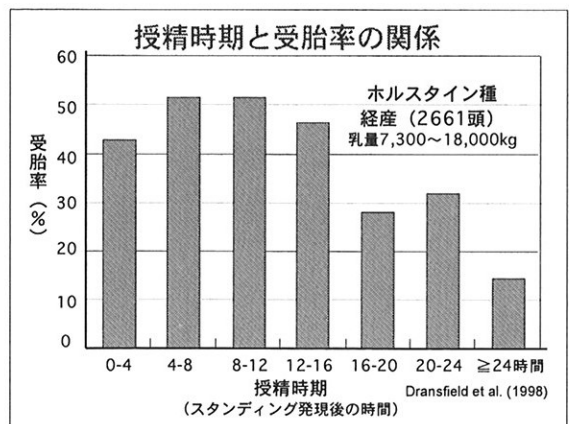
これは受精能獲得と先体反応についてまとめた模式図です。これは、先ほどお話しした卵管の上皮の線毛に結合した精子です。この精嚢線由来の糖タンパクがヘパリンのような物質によってなくなると、細胞膜が変化してカルシウムが細胞内に入り、活発な運動を始めます。これが本当の受精能を



獲得した精子です。受精能獲得精子は、卵子の透明帯にある結合部位を認識して結合します。精子は、卵子の透明帯と結合することによって先体反応が始まり、細胞膜は流動性が増して胞状化し、先体内の酵素も活性化されて放出されます。この酵素によって透明帯を溶かして活性化された運動によって精子は卵子に侵入していきます。なお、このような受精能獲得と先体反応に類似した変化は、子宮の中でも起こりますが、そのような変化を起こした精子は受精に関与することができません。(先ほどお話ししたように) 交配によって射出され、卵管の狭部まで移送されて、そこに貯蔵された精子のうち、排卵のシグナルによって貯蔵部位から放出される精子が受精に関与できる精子群になります。

(スライド 14)

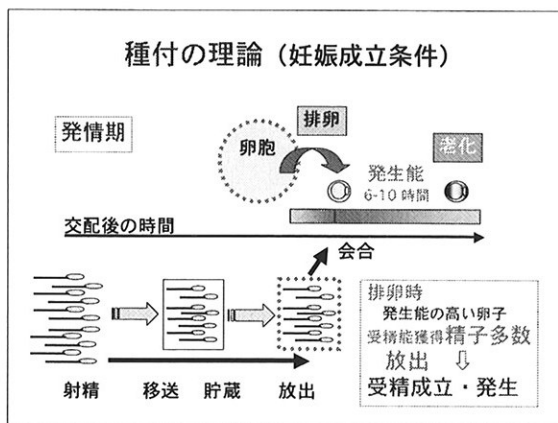
次は、これまでお話しした繁殖生理に関する基礎的な知見をもとにした理論的な授精の適期の話に移りますが、その前に現実の授精時期と受胎率の関係について見てみま



しょう。図の元になるデータは、1998年に発表されたアメリカでの調査成績です。日常的に使っている凍結精液を用い、17牧場で乳量7,000～18,000kgのホルスタイン種経産牛2,660頭に実施した人工授精の成績です。このデータは1時間毎のデータもあるのですが、ここでは4時間毎にまとめた成績をグラフにしてみました。発情発現は「ヒート・ウォッチ」を用いて自動的に記録されており、発情発現後4時間以内の人工授精では43%の受胎率、4～8時間後と8～12時間後では51%、12～16時間後では46%、16時間以降では30%ぐらいに低下するというデータです。この成績からしますと、現在のアメリカの凍結精液の場合、発情発現後4～12時間が授精の適期になります。

(スライド 15)

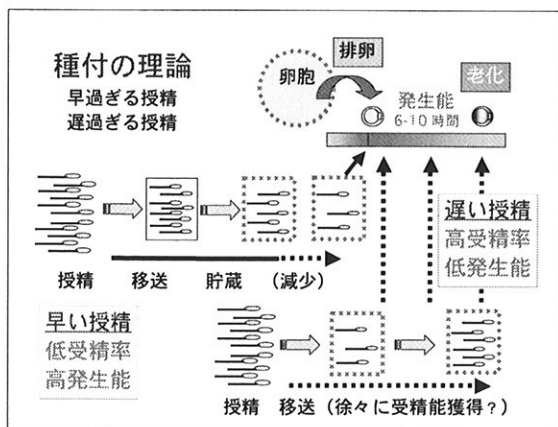
では、なぜこのような受胎成績になるのか考えてみましょう。まず、図のように(適期に授精して)妊娠が成立する場合は、射出された精子が卵管にたくさん貯蔵され、排卵のシグナルを受けると貯蔵されていた多数の精子が放出されて卵管の膨大部に向かって泳いでいきます。そこへ排卵されて卵管に取り込まれた卵子が降りてきて精子と出会います。



と出会います。その頃の排卵卵子は発生能が高く、精子もたくさん放出されますので、受精が成立して受精卵(胚)も正常に発生するので妊娠が成立します。

(スライド 16)

次は、授精が早過ぎる場合と遅過ぎる場合の図です。授精時期が早過ぎた場合、排卵前にたくさんの精子が卵管に移送、貯蔵されていても、排卵のシグナルを受ける前に貯蔵されていた精子が徐々に離脱して、排卵の時には数が少なくなるため受精の成立する確率が低くなります。つまり、卵子の発生能は高いのですが受精率が低いという状態になります。いっぽう、授精が遅過





ぎた場合は精子が卵管になかなか到達しません。そして、卵管内では精子の受精能獲得を起す物質が生産され出しますので、卵管の中に入った精子は徐々に受精能を獲得して機能的な変化を起こしてくるのではないかと想像されます。そうしますと、受精が成立するころには卵子は老化していますので、受精率は高くなっても胚の発生能は低くなります。

(スライド 17)

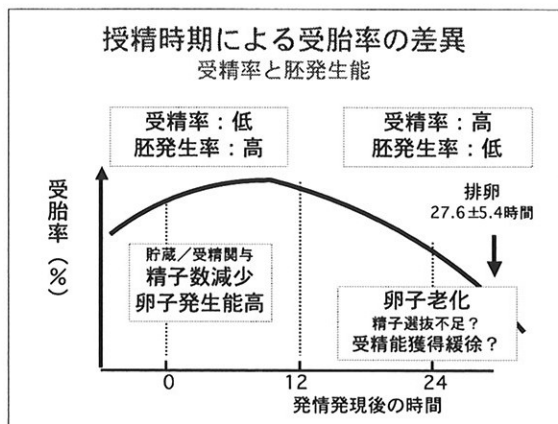
今の話をまとめ、受胎率との関係を入れると、このような図になります。授精時期があまり早すぎますと卵子（胚）の発生率は高いのですが、貯蔵精子の数が減少して受精率が低いため、受胎率は高くありません。また、遅い授精では受精が成立する確率は高いのですが、受精が成立するころには卵子が老化しているのです、受精卵（胚）の発育が途中で止まったり、早期胚死滅を起こしたりして、受胎率が低くなってしまいます。

(スライド 18)

これは、テキストなどでお馴染みのAM-PM法の授精適期です。これは1940年代の液状精液の時代の成績(スライド省略)を基にしたものです。午前9時以前に発情が見つかった時は同日の午後、9時から正午では夕刻から翌朝、午後に見つけたら翌日午前中の授精が推奨され、発情中期あるいは発情終了後6時間以内が授精適期となっています。

(スライド 19)

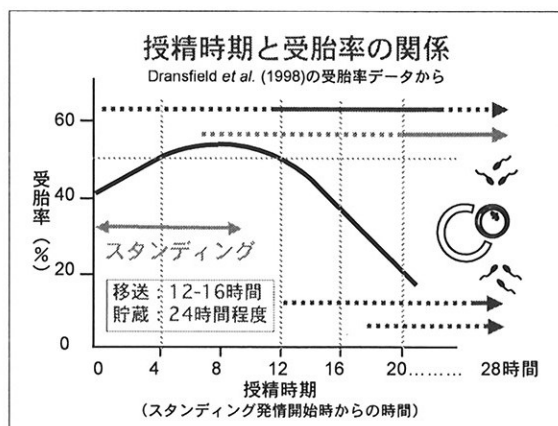
これは、先ほどのアメリカにおける凍結精液を使った場合の授精時期と受胎率の



発情発現を基準にした授精適期 (AM-PM法)

午前9時以前：同日午後  
9時～正午：同日夕刻～翌日早朝  
午後：翌日午前中

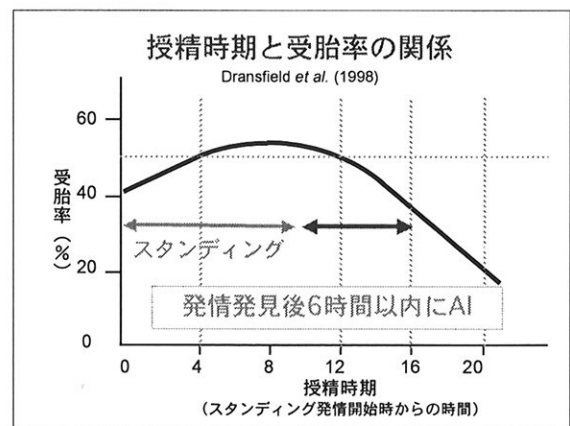
「発情中期」あるいは  
「発情終了後6時間以内」



関係のデータと精子の移送、貯蔵、放出・離脱状況をまとめたものです。授精が少し早すぎた場合、つまり発情が始まってすぐに授精した場合（一番上の破線と実線で示したように）、精子は徐々に卵管に集まってきます。しかし、実線で書いた部分が多数の精子が卵管に貯蔵されている時間ですが、時間が経つと貯蔵精子の数が減っていきます。そして、いざ排卵という時には（破線で示したように）貯蔵精子の数が可成り減ってしまうため、受精率が低くなって高い受胎率は得られません。丁度、この辺の時期（発情が発現してから4～12時間後）に授精しますと、徐々に精子が卵管に到達して貯蔵されます（破線部分から実線部分になります）。そして、排卵時には貯蔵されているたくさんの精子が放出されるので（実線）、受精が成立する確率、つまり受胎率が高くなります。授精時期が遅れて16時間を過ぎると、卵管に精子が少ししか集まっていない状態で（破線部分）、排卵になります。その後、少しずつ精子は集まって来ますが、徐々に受精能獲得という変化も起こしますので、受精する時期は遅れて受胎率が低いことを示しました。この図では、精子の卵管への移送時間（それぞれの左の破線部分）は、先ほどの自然交配後の卵管結紮実験のデータから想像した数値です。そして、精子の貯蔵時間（それぞれの実線部分）は、先ほどのアメリカの凍結精液を用いた人工授精時期と受胎率の関係を示したデータ（図）から、24時間程度ではないかと想像した値です。

（スライド 20）

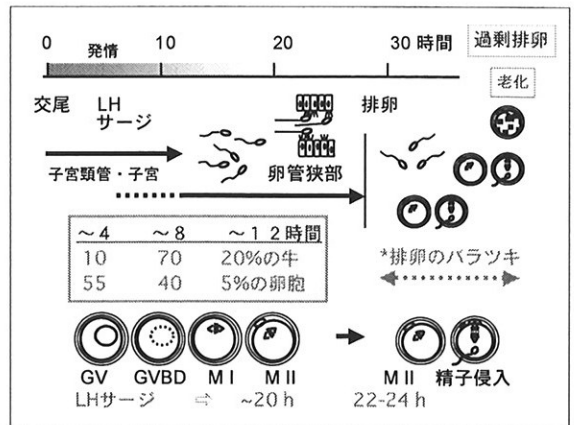
これ（左の両側矢印）は、現在のアメリカにおけるスタンディング発情の平均持続時間を示しました。もちろん、発情持続時間は平均10時間±7時間という個体差があります。この発情持続時間は、「ヒート・ウォッチ」で自動記録したものです。そのような特別の器械がない場合は、1日2、3回発情行動を観察しますが、そのような場



合には「スタンディング発情の牛を見つけたら6時間以内の授精」が推奨されています。つまり、平均的な発情持続時間（左の矢印：10時間）に6時間（右の矢印の範囲）を加えても、発情発現後16時間以内の授精になるので受胎率は極端に低くなりませんが、これ以上待つと授精時期が遅くなって受胎率は低下してしまうということです。

(スライド 21)

今度は少し話題を変えて、胚移植の過剰排卵処置を行なった場合の授精はどうかという話です。現在は、ほとんどFSHを使って過剰排卵処置をしますので、その場合の排卵状態をまとめました。4時間以内に全ての卵胞が排卵する牛の割合は10%程度です。4～8時間の間では70%の牛が全ての卵胞を排卵しますが、20%の牛は12時間もかかって排卵するようです。これを排卵卵胞の数からみると、50～60%の卵胞が4時間以内、40%ぐらいが4～8時間で排卵するようです。ですから、排卵時期には8時間ぐらいのバラツキがあり、1回の授精では精子が不足するだろうということから、昔から2回の授精が推奨されてきました。



(スライド 22)

では、現在、過剰排卵処置における授精はどのようにしているのか、アメリカの例をスライドにまとめました。まず、通常の授精と同じくらいの時間、スタンディング発情発現後12～14時間に1回目の授精を行ないます。そして、4～8時間の排卵のバラツキを考えて、17～24時間後に2回目の授精が行ないます。また、高価な精液など、1回しか授精できない場合は中間の時期、発情発現後16～20時間が標準のようです。もちろん、普段の人工授精成績、受胎率がよろしくない種雄牛の精液は、優良胚の割合があまり高くないことも考慮しなければなりません。

### 過剰排卵処置牛に対する人工授精

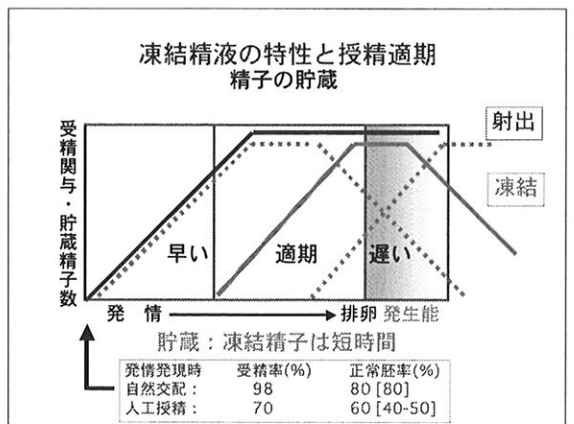
Stroud and Hasler (2006)

スタンディングの発現後  
 1回目：12～14時間  
 2回目：17～24時間  
 \*授精1回：16～20時間後

精液	受精率	優良胚率
秀	82%	61%
優	68	56
良	58	54
可	52	34

(スライド 23)

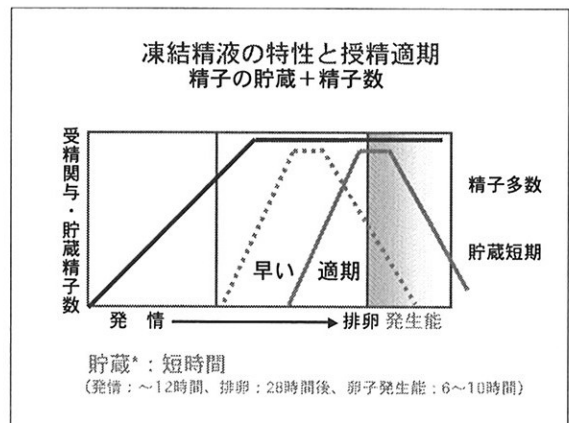
ここまで駆け足で、牛の繁殖生理のお話、



何処が分かっていないというお話をしました。また、授精適期の理論については、授精時期と受胎率の関係などのデータはアメリカで使われている凍結精液の成績でした。では、「日本の凍結精液はどうか」と言われたら、「是非、調べていただきたい」というのが本音であります。と申しますのは、次の話題の「凍結精液の特性」の話になりますが、(スライドの下の方に示したように) 発情発現と同時に自然交配した場合、受精率は98%で、正常な胚の割合は約80%です。しかし、発情が始まって直ちに授精した場合、受精率は約70%で、その中の正常な胚の割合が60~70% (排卵卵子の40~50%) と低い値になります。そこで、この「凍結精液の特性と授精適期」についての模式図をかきました。発情発現と同時に自然交配した場合(左の実線)と人工授精した場合(隣の破線)です。自然交配で射出された精液中の精子の機能は異常がありませんので、排卵時期まで多数の精子が卵管に貯蔵されています。凍結精液の場合、移送・貯蔵されていた精子の数は排卵までの間に徐々に減ってしまうので、受精率、受胎率が低くなります。したがって、授精時期を少し遅らせ、発情が始まってから12時間後(中央の実線)に授精すると、排卵までの間に十分な数の精子が溜まり、排卵時に多数の精子が放出されるため高い受胎率が得られます。これより授精時期が遅れると(左の破線)、排卵時までには多数の精子が卵管に集まっていません。そのため、受精が成立するころには卵子が老化してしまい高い受胎率は期待できないという先ほどお話したようになります。これが、「貯蔵される機能が傷害を受けている」という凍結精子の特性の一つです。

(スライド 24)

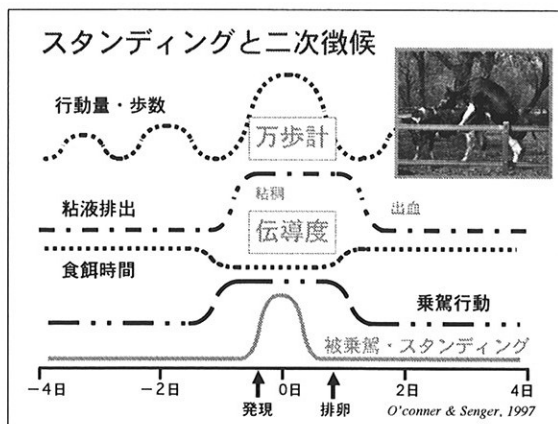
精液によっては、もっと短時間しか貯蔵されない精子もあるかもしれません。そのような精子は、先ほどの授精時期(発情発現の12時間後: 図中の破線、「早い」)に授精しても、すぐに貯蔵部位から離脱、放出されて排卵の時は数が少なくなってしまう。このような精子では、注入精子数を多くして授精時期を少し遅らせる(図中の「適期」)と高い受胎率が得られるかもしれません。また、間もなく日本でも90%以上の確率でX精子とY精子に分けられた精液が販売されますが、世界中で販売されているX精子あるいはY精子の数は1本のストロー内に200万個程度です。一般の精液ではストロー内の



精子数は1,000～2,000万個ですから、X精子、Y精子は1/5～1/10の数で、しかも卵管上皮細胞との結合機能などが傷害を受けている可能性もあります。X精子やY精子を使用するメリットはたくさんありますので、このような特性をご理解いただければいいと思います。

(スライド 25)

今までお話した内容の多くは、スタンディング発情を自動的に検知・記録できる高価な器械を使用した研究データの話でした。このような器械がない場合、1日2、3回できれば3回は発情行動を観察していただきたいのですが、繋ぎだからスタンディングは見られないという所もあります。そうしますと、行動量(万歩計)あるいは粘液・粘膜の伝導度の変化を自動的に捉えて、発



情発見と同時に授精適期を判定する方法が開発されています(スライド省略)。いずれも高価なことが悩みの種ですので、本日の発表の中にありました発情時の粘液の検討など、皆さまが野外でできるようなものを開発していかなければならないと考えています。

(スライド 26)

これまでの話の中でも触れましたが、適期授精に関わる課題が結構たくさんあります。たとえば(スライドに示したように)、今日お話した精子の移送や貯蔵は自然交配のデータから推測したのですが、普段の授精のように子宮内に注入された精子の移送と貯蔵の様子が分かりません。また、発情終了後の移送はどうなっているのでしょうか。ご存じのように、子宮収縮運動という

### 適期授精に係る課題

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 精子の移送と貯蔵 <b>移送(子宮内注入)</b> 発情終了後の移送</li> <li>• 貯蔵・放出の動態 受精成立に必要な精子数 凍結方法・雄牛の差</li> <li>• 排卵直後の動態 徐々に受精能獲得?</li> <li>• 受精能獲得精子の寿命</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 卵子の発生能 - 獲得時期と保有時間</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>スタンディング指標</b></p> <p>簡易・自動検知 他の指標(二次徴候) ※排卵時期推定</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>妊娠率</b></p> <p>発情発見率 × 受胎率</p> </div>
---	---

のは、発情の3日前ぐらいから自然な収縮運動があります。そして、発情後も4、5日間は自然に収縮しております。また、LHサージを受けるとエストロゲン生産がプロゲステロン生産に変わりますので、発情が終了したあとの精子移送はどうなるのか分かりません。

それから、受精成立に必要な精子の数ですが、先ほどお話しましたように、凍結方法だとか、XY 分別精子といった処理により、かなりの差が出てくると思います。とくに、貯蔵されている間に自然に離脱してしまう精子の割合などの差異について、検定できないだろうかと考えています。

それに、授精時期が遅れてしまった場合、卵管に移送された精子がどのように受精能を獲得していくのかも分かりません。また、従来から受精能獲得時間だとか、受精能保持時間だと言ってきましたが、実際に受精に関与する精子、つまり、排卵と同時あるいは排卵直後に放出されていく精子が何時間ぐらい受精に関与できるのか（寿命）も分かりません。

卵子も、発生能の獲得時期とか、発生能保有時間とかが不明です。先ほども触れましたように排卵卵子の発生能保有時間、6～10時間は根拠のない数字です。また、卵子は核が成熟してから発生能を高めていきますが、高泌乳牛などでホルモン状態がおかしくなると、排卵後すぐに老化していくもの、逆に未熟な状態で排卵されるものもあるのではないかと想像しています。

さらに、今日お話ししてきた内容は、スタンディング、つまり交尾許容と、これが始まった時間を指標にしたものでした。発情を簡易的に、自動的に検知でき、しかも安価な器械、あるいは他の二次徴候の変化を捉えて、発情の鑑定だけではなく、排卵の時期も推定できれば、授精適期を正確に決められます。

駆け足でお話をしましたけれども、今日、いろいろ発表されたように先生方のように日常業務の中から簡単な発情発見法や適期授精の指針を検討され、我々に「その原理を探れ」というようなご提言をいただければと考えております。今日は基本的なことばかりで、現実の授精適期とはいつなのだと問われても、このように課題が山積み状況ですのでご容赦いただきたいと思います。繁殖生理を基本にしながら授精適期を考えていくということが、先生方の日常のお仕事の何かの助けになれば幸いです。

ご清聴ありがとうございました。