特別講演

牛ＸＹ選別精液の生産とその課題

社団法人家畜改良事業団　家畜改良技術研究所　繁殖技術部

専門役　木村　博久

司会　……特別講演会に移りますが、今年は、すでにご案内のとおり、家畜改良事業団家畜改良技術研究所繁殖技術部の木村博久先生にお願いをいたしました。最近の経済情勢につきましては、冒頭、私どもの会長からごあいさつの中で申し上げておりますが、世界的金融危機の中、国内でも極めて深刻な不況にあります。畜産においても、飼料の高騰、消費低迷と厳しい状況がございます。この世の中、特に酪農経営においては、後継牛を効率よく確保することが強く求められております。この要望にこたえる一つの方法が、最近のフローサイトメーターを用いて生産するＸＹ選別精液の利用であるのではないかと考えております。国内においてもＸＹ選別精液が利用されるようになってきておりますので、ＸＹ精液生産の仕組み、生産されたＸＹ選別精液のフィールドでの試験結果、ＸＹ選別精液の課題等につきまして、ご講演をいただくこととしております。

それでは、木村先生をご紹介申し上げます。木村先生は、昭和32年、静岡県でお生まれになりました。昭和56年、静岡薬科大学を卒業され、同大学大学院薬学研究科博士課程に進まれました。その後、米国のベイラー医科大学、テキサス大学等で研究をなされ、平成３年、ヒューマンサイエンス振興財団非常勤職員、国立予防衛生研究所協力研究員、創価大学生命科学研究所専任研究員を経て、平成８年、社団法人家畜改良事業団家畜改良技術研究所繁殖技術部に奉職されました。当初は、ＸＹ精子選別手法について、生化学的側面から精子をＸＹに分ける方法はないかという課題を研究されてきました。しかし、残念ながら、本日の講演の主題でありますフローサイトメーター法に代わるものはないとの当時の見解で、現在、フローサイトメーター法を活用したＸＹ精子選別に取り組んでおられます。

それでは、木村先生、よろしくお願いいたします。

１．はじめに

木村　ただいまご紹介にあずかりました、木村と申します。どうぞよろしくお願いいたします。本日は、まず最初に、このような機会を与えていただきました人工授精師協会の事務局の方々に感謝いたします。どうもありがとうございました。次のスライドをお願いします。

これが、私が働いております家畜改良技術研究所です。カメラを同じ所に置いたつもりで、１年間の写真を撮ったものです。当研究所は赤城山の山麓にありまして、年に３回ほど雪が降ります。ただ今年は、ほとんどまだ降っておりません。次をお願いします。

今日わたしがこれからご紹介していく内容なのですけれども、まず生産工程を紹介しましたビデオをご覧いただきます。これが終わりましたら、選別の原理、それから、当団のこの技術に対する取り組みの歴史をご説明します。次いで試験成績ということで、受胎率、産み分けの正確度、体外受精卵の受胎率というものに触れていきたいと思います。そのあとで、当団の生産体制の現状、生産実績、さらには課題と、それに対する試験研究の取り組みの一端を紹介していきたいと思います。

２．原理と歴史

では、ビデオをスタートしてください。

（映像開始）

ナレーション　……採取され必要な検査を終えた精液はお湯で温めた後、死んだ精子を区別するための色素を加えます。

続いて、フローサイトメーターにセットします。光軸を合わせ、選別開始です。これは、フローサイトメーターを上から見たところです。この部分がレーザー光線の発射装置です。角度を変えて２か所で受光し、精子の向きとＤＮＡ量を判別します。フローサイトメーターは、精子を１個ずつ落下させることができます。レーザー光線を受けた精子の光の強さを１個ずつ瞬時に測定し、Ｘ精子か、Ｙ精子かを判別します。ここでは、Ｘ精子を採る場合を説明します。必要のないＹ精子は選別の対象とせず、必要なＸ精子だけが卵黄希釈液の入った容器にためられます。細い糸のように見えるのが、選別されているＸ精子が入った液滴の列です。

これは、ホルスタインのＸ精子を選別しているところです。右上は生きている精子です。ここを拡大してみましょう。上が光の強いＸ精子、下が光の弱いＹ精子の集団です。こちらは死んだ精子です。こちらの画面では、同じものを別の見方で示しています。Ｘ精子とＹ精子の集団が重なってい

ます。この部分がＸ精子の集団です。上へ行くほど純度は上がりますが、採れる精子の数が少なくなり、Ｘ精子の多くが無駄に捨てられることになります。90％の選別の正確度を維持しながら、無駄なく精子を選別するために、このような範囲を指定しています。右の画面は、左上の画面の図を別な角度から見たものです。右の山がＸ精子、左の山がＹ精子です。この山の分かれ方がはっきりしている精液ほど、選別できる精子の数が多くなります。１台のフローサイトメーターで、１時間当たり1,000万個程度の精子を選別できます。

次に、選別した精子を遠心分離機にかけて濃縮します。上澄み液を捨て、精子の数を測定します。凍結保存するときには、精子を傷めないように、グリセリン希釈液を３段階に分けて添加します。ストローへの充填は、まず希釈液、次に精液、そして、再び希釈液の順で行います。ストローの先端を圧着して、封をします。液体窒素の冷気で凍結速度をコントロールしながら、ストローを凍結します。

品質検査として、任意の１本のストローを取り出し、融解して、活力測定と純度測定を行います。融解温度は38℃です。検査に合格したものを、製品としてご利用いただくことになります。

（映像終了）

木村　では、次をお願いします。今、大体の流れをご説明いたしました。では、原理をもう一度ここで復習してみたいと思います。

性染色体という染色体がありまして、これらは動物の性を決定している染色体です。雌の場合は、Ｘ染色体が二つ。これが雌の特徴です。それに対して雄は、Ｘ染色体を一つとＹ染色体を一つ持っています。雌が作る卵は、Ｘの卵子、これ１種類のみです。それに対して精子は、Ｘの精子とＹの精子という２種類の精子が作られます。このＸの精子が受精するとＸＸとなりまして、これは雌の子供になるわけです。逆にＹの精子が受精すると、雄の子供ができるということになります。つまり、ここでＸとＹの精子を分けることができれば、子供の産み分けができるということになります。次をお願いします。

では、どうして分けたらいいかということになります。ここで見ていただきたいのは、Ｘの染色体がこのように大きくて、Ｙの染色体はこれだけ小さいということです。精子のレベルで見てみますと、Ｘ精子はこれだけの染色体を持っています。Ｙ精子はこれだけの染色体を持っています。染色体はすなわちＤＮＡですから、Ｘ精子のほうがＹ精子よりも、牛の場合は3.8％、ＤＮＡの量が多いということがいわれています。次をお願いします。

ここに「Hoechst33342」という試薬があります。この試薬は、特徴としまして、生きている細胞の細胞膜を通過することができる。さらに、ＤＮＡに結合する。そして、紫外線を当てると青く蛍光を発するという特徴があります。この試薬と生きている精子を35℃で20分から30分混ぜておきますと、このように精子の頭部にあるＤＮＡにこの試薬が結合しまして、紫外線を当てたとき、このように青く光ります。先ほどからも言っておりますように、Ｘ精子のほうはＤＮＡの量が多い、Ｙ精子のほうが少ないので、結合する試薬の量がＸのほうが多い。したがって、蛍光が強く光るということになります。ここで、Ｘのほうが強い、Ｙのほうが弱いという差を調べてやればいいということになるわけです。次をお願いします。

フローサイトメーターという器械は、精子を１個ずつ、先ほどのビデオでもいっておりましたけれども、流すことができます。これがその分離の原理なのですね。まず、上から精子を１個ずつ流していきます。液の液流が続きまして、この先に液滴ができるのですけれども、まずここで紫外線のレーザーを当てまして、この精子を光らせます。その蛍光の強さをこの二つの検出器で測りまして、コンピューターが瞬時に蛍光の強さを判断して、これが欲しいＸ精子か、この場合は、要らないＹ精子かを判断するということになります。ここで欲しいＸ精子が通ったということになりますと、次の瞬間、この精子はこの液流の先端まで来ますので、このときに、この液流全体にプラスの荷電をかけてやる。その次の瞬間、この液流は液滴になります。ここで荷電をかけましたので、プラスの荷電を持った液滴が作られるということになります。そして、この下にありますマイナスの電極のほうにこの液滴が引っ張られますので、この精子をわれわれは回収することができるということになります。これが原理です。次をお願いします。

これが当団の、この技術開発にどのようにかかわってきたかという説明をする資料です。この技術は、当時、米国農務省に所属していましたジョンソンらが開発した技術です。これがですね、1980年代の後半に開発したということになっております。当団は、1988年にジョンソンの指導で研究を開始しまして、この時期に、第１世代のEPICS-753というフローサイトメーターを導入しています。この器械では、１時間に５万から10万個の精子を選別することができました。ただし精子といいましても、精子のしっぽを切った頭部だけにしないと、選別することができませんでした。したがって、選別してきた精子は運動性を持っ

図1．技術開発の歴史

時期	技術開発と特許	当団の取り組み
1980年代	米国農務省Johnsonらが開発	
1988年		Johnsonの指導で研究開始 ☆EPICS-753導入
1989年	特許出願	研究所にJohnsonを招聘
1990年		職員1名Johnson研究室で研修
1996年	XY社設立	
1997年		☆FACS Vantage導入
2000年 3月		研究ライセンス取得
5月		☆MoFlo-SX 2台導入
7月		職員2名XY社で研修
8月		生産試験開始
2001年 4月		人工授精試験開始
2006年 8月		商業ライセンス取得
10月		シフト勤務・8.5時間／日の生産 選別精液使用IVF卵販売開始
2007年 2月		人工授精用選別精液販売開始
11月		☆MoFlo-SX 1台導入、計3台

5-10万個/時間、精子頭部

30-40万個/時間、精子

1,500万個/時間、精子

ておりませんので、その採ってきたものは、顕微授精などに利用する以外は使いものにならなかったということになります。

その次の年なのですけれども、研究所にジョンソンを招聘して、またその次の年には、職員１名をジョンソンの研究室に派遣をしまして研修をさせ、さらに研究を続けていきました。2000年になりまして、第２世代の FACS　Vantage というフローサイトメーターを導入しています。これになりまして、１時間当たり30から40万個の精子を選別することができるようになりました。さらに特徴的なのは、しっぽのついた精子、つまり生きている精子をこの器械で選別することができるようになったということです。

このジョンソンらが申請しました特許なのですけれども、これはアメリカの農務省が持っている特許なのですが、1986年になりまして、この特許を管理するＸＹ社という民間の会社が作られました。当団はこれまで、ジョンソンの個人的な許可のもとにこれらの研究を続けてきたのですけれども、2000年になりまして、改めてＸＹ社から研究ライセンスを取得することにいたしました。それに伴いまして、ここに示しました MoFlo-SX という、当団にとって第３世代のフローサイトメーターを導入しました。これですと、１時間当たり、精子数として1,500万ぐらいの精子を選別することができます。2000年の５月にこの器械を導

入しまして、７月に職員２名をＸＹ社で研修するように派遣しました。そして2001年の４月から、人工授精の試験を開始しました。これから５年後の2006年の８月なのですけれども、商業ライセンスをＸＹ社から取ることができまして、これを受けて当団の内部でシフト勤務をさせまして、１日8.5時間の生産をするという体制を作りました。さらに、選別精液を使った体外授精卵の販売を開始しております。明けて2007年の２月には、人工授精用の選別精液の販売を開始しております。この年の11月にはMoFlo-SXを加えて１台導入しまして、現状は計３台で選別精液の生産をしているということです。次をお願いします。

３．試験成績

(1)　ここから試験成績をご紹介していきたいと思います。これは、2001年から2005年までの結果を示しております。使いました雌牛は、すべて未経産牛。そして、精子数を300万個に固定したときのデータです。選別精液の場合、最初の３年間は50％の受胎率を確保していたのですけれども、2000年から若干頭数を増やして検証を加えたところ、受胎率が少し落ちてしまいまして、最終的に47.9％、48％の受胎率ということになりました。それに対して、選別精液ではない非選別のコントロール。これでは59％の受胎率を得ております。精子数はどちらも300万です。次をお願いします。

表1．選別精子による受胎成績（％）

区分	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	計
選別	53.3 (32/60)	51.7 (187/362)	53.5 (169/316)	43.6 (329/754)	47.6 (301/632)	47.9 (1,018/2,124)
非選別	60.0 (36/60)	54.3 (50/92)	59.1 (94/159)	56.5 (165/292)	62.2 (153/246)	58.7 (498/849)

（注入精子数300万個）

表2．受胎牛の生存子牛分娩率（％）

区分	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	計
選別	83.6 (46/55)	92.4 (195/211)	91.1 (287/315)	86.4 (363/420)	86.9 (233/268)	88.6 (1,124/1,269)
非選別	91.7 (33/36)	91.9 (124/135)	89.8 (176/196)	87.8 (202/230)	87.8 (122/139)	89.3 (657/736)

表3．妊娠期間（日）

区分	JB	HF	F1	平均
選別	286.9 ±5.5	277.9 ±5.8	284 ±5.6	281.1 ±6.6
非選別	286.3 ±4.9	278.9 ±5.4	283.4 ±5.0	281.3 ±5.8

JB：黒毛和種、HF：ホルスタイン種、F1：交雑種

表4．生時体重（kg）

区分	JB	HF	F1	平均
選別	32.5 ±4.9	38.5 ±6.2	35.4 ±6.3	36.9 ±6.4
非選別	31.3 ±5.3	40.1 ±7.3	34.9 ±6.1	37.5 ±7.4

(2)　これは、人工授精受胎牛の生存子牛分娩率というデータです。選別精液で産まれた1,269頭のうち、1,124頭が生存子牛。つまり88.6%が生存子牛分娩率なのですけれども、それに対して非選別の数字も、ほとんど変わらない89.3%というデータになっています。

(3)　これは妊娠期間です。単位は日数なのですけれども、選別精液で281日、非選別精液でも281日と、全く差がないことが分かります。次をお願いします。これは、産まれたときの子供の生時体重なのです。黒毛和種、ホルスタイン、Ｆ１ということで、若干重さは血統によって違いますけれども、選別精液と非選別精液の間の違いは全く見られません。次をお願いします。

表5．　生産子牛の性比（%）

区分	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	計
選別X （メス）	91.3 (21/23)	96.1 (98/102)	94.9 (93/98)	95.9 (211/220)	89.1 (147/165)	93.8 (570/608)
選別Y （オス）	96.4 (27/28)	92.9 (92/99)	91.9 (182/198)	91.6 (163/178)	93.7 (77/82)	92.5 (541/585)
選別（計）	94.1 (48/51)	94.5 (190/201)	92.9 (275/296)	94.0 (374/398)	90.7 (224/247)	93.1 (1,111/1,193)
非選別 （メス）	66.7 (22/33)	54.5 (72/132)	47.6 (88/185)	45.4 (99/218)	41.3 (26/63)	48.7 (307/631)

(4)　これは、産まれた子牛の性比を表したのものです。まず、選別精液Ｘ液を使って雌の子牛を産ませようとしたときのデータなのですけれども、５年間で608頭が産まれまして、そのうち570頭が雌でした。つまり、93.8%の割合で産み分けに成功しているということです。こちらは、選別のＹ精子を使いまして雄を産ませようとしたときのデータなのですけれども、585頭分の541頭が雄。すなわち、92.5%の割合で雄が産まれております。合わせますと、93.1%の割合で望んだほうの性別の子が産まれて

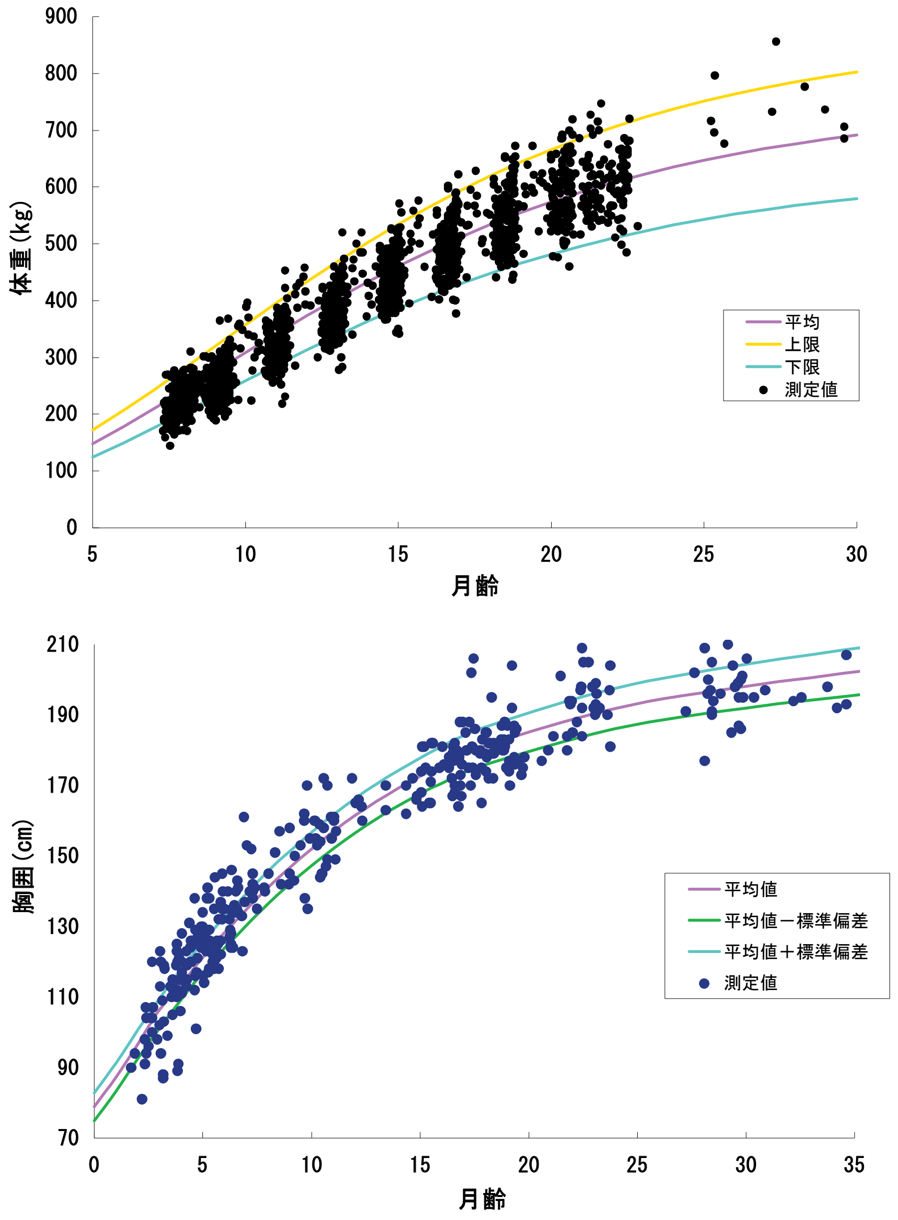

図２．生産子牛の発育性

いるということになります。こちらは、非選別精液を使ったときの雌の産まれた割合です。631頭分の307頭ということで、49％が雌でしたというデータです。次をお願いします。

(5) こちらは、産まれた子牛の発育性を示したものです。選別精液Ｙ精液で産まれた子供の、黒毛和種去勢牛の発育性です。このピンクのラインが平均値、黄色と青がおのおの上限と下限値を示しています。これ

は、和牛登録協会の出しているデータだと思います。ほとんどの産まれた子牛が、上限・下限の中に入っているということがお分かりになると思います。こちらはホルスタイン種の発育性を示したものです。これも、多少ばらつきはありますけれども、やはり上限・下限の中にほとんどの牛が入っていると言うことができると思います。次をお願いします。

表6．体外受精卵の受胎成績

精液	移植胚	移植頭数	受胎頭数	受胎率（%）
選別	新鮮	89	46	51.7
	凍結	67	33	49.3
	計	156	79	50.6
非選別	計	549	276	50.3

では、この選別精液を使って体外授精卵を作ったときの、その受胎率はどうかというのが、この表になります。こちらが選別精液、新鮮胚、それから凍結胚ですね。おのおのの受胎率が、51.7%と49.3%。合わせますと50.6%の受胎率ということです。非選別精液を使って生産した体外授精卵の受胎率は50.3%ということで、こことここの間には全く差が見られません。次をお願いします。これは、X精液で生産されたホルスタインの雌牛の種付け状況ということで、14か月を中心としまして初回の種付けが行われております。これも、通常の精液で生産された牛の利用状況と全く違いはないということです。次をお願いします。

４．選別精液生産の現状

(1) 選別画面

さて、これがですね、先ほど最初のころにお見せしました家畜改良事業団家畜改良技術研究所の中で、この生産室で実際に生産をやっているところです。手前に１台、奥に２台のフローサイトメーターが配置してあるところです。これがフローサイトメーターの写真なのですけれども、ここにいろいろなつまみがありまして、これで実際の液の流れ等を全部コントロールする、コントロールタワーですね。ここが、実際に測光、選別部というように書きましたけれども、このような構造になっている。それから、「どの部分の精子を採りなさい」という指示を与えるためのコンピューター

がここにあります。次をお願いします。

ここをアップしたものです。染色済みの精子が入った試験管をここにつけまして、ここからこのチューブを通りまして、精子がこのように流れてきます。ここで振動を与えられまして、液滴になってくるわけなのですけれども、こちらからレーザーの紫外線が当たりまして、ここでＸか、Ｙかを判断するということになります。そして、欲しい精子だというように判断されたものが、こちらの試験管に回収されていくということです。この上につまみが非常にたくさんありますけれども、これは光軸を調整するノブや液量を調整するノブということで、毎朝これらをいじって液量を調整するというのが、朝の人たちの仕事になっています。次をお願いします。

これは、選別をしているときのコントロールタワーのパネルを撮影したものです。ここに今、六万四千幾つという数字が出ていると思いますけれども、１秒間に６万4,000個の液滴を作っていますという、そのような数字です。ここに三万幾つという数字が出ていますけれども、１秒間に３万個の精子を流していますという数字です。すなわち、液滴が二つに精子が１個入るくらい。それくらいのスピードで精子を流しているわけです。それによって、欲しい精

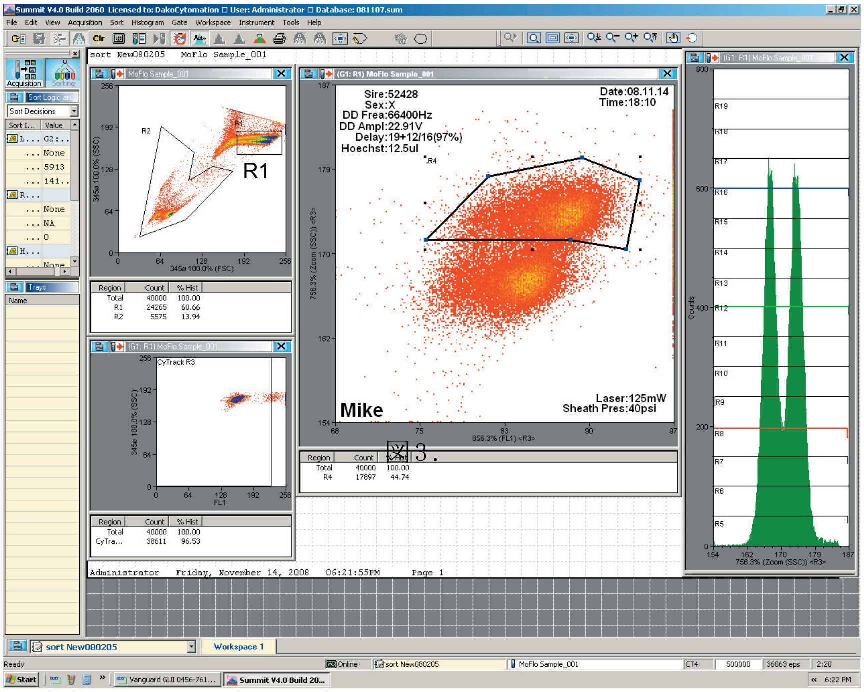

図３．精子選別時のモニター画面

子だと判断して回収してきている数字が、この4,845個という数字。これが１秒間に回収できている数字ということになります。次をお願いします。

光軸を調整するのが朝出てきた人たちの仕事というように申し上げましたけれども、これが光軸を調整するための道具です。精子のしっぽを切った核だけ、頭だけにしたものを器械に通します。これがきれいに割れると、要するに光軸、あるいは液量がきれいに調整されているということになります。先ほどのビデオでも出ましたけれども、この上の集団がＸ、下の集団がＹの精子の、これは頭部なのですけれども、集団です。ここの四角を右から見たものが、このグラフになります。右側の緑の山がＸ、左側がＹの集団です。ですから、精子のしっぽを切って核だけにしますと、非常によく割れるわけです。ＸとＹの割れ方というのは、これだけ割れるということですね。しかし、しっぽがついた精子の場合は、割れ方はこれくらいになってしまいます。同じように、右がＸ、左がＹの集団です。こちらがＸ、下がＹの集団です。

今、この画面では、このホームベースの形をした黒い線、この中の精子を採りなさいということをコンピューターに指示を出しているということになります。少し小さくて見えにくいかもしれませんけれども、ここに42という数字が出てきていますけれども、ここに見えている一個一個がすべて精子のシグナルの強さのドットなのです。ここには実際には４万個の精子のシグナルが表されていますけれども、ここに見えているすべての精子のうちの42％を今、採っているという、そのような画面です。次をお願いします。

これはですね、少し話が飛びまして、生産したストローの１本を必ず次の日に溶かしまして、まず精子運動解析装置でその運動性をチェックします。それに合格したものに関して、今度は、どれくらいの割合でＸ精子、あるいはＹ精子が入っているのかという純度を調べます。その純度を調べるときの手順としまして、超音波をかけて尾部を切断しまして精子核としたものを、もう１回フローサイトメーターにかけます。これはＸ精子を採っていたものなのですけれども、ほとんどがＸなのですが、下にこれだけＹ精子が混じっていたということが分かります。これを調べてみますと、最終的に93.7％がＹ精子でしたということが分かるわけです。当団の基準であります「Sort90」ということで、90％の純度があるものを合格とするということで、その意味でこれは合格品ということが言えると思います。次をお願いします。

(2) 生産体制

これが現状の生産体制です。Ａシフト、Ｃシフトと書いてありますけれども、Ａシフトは早出の人たちですね。朝、７時半に出勤してもらって、器械の調整をしてもらいます。先ほどから申し上げておりますような、光軸や水流の調整です。そして、大体10時から10時半ぐらいの間に隣にあります前橋種雄牛センターに電話が来まして、「精液が採れました」という電話なのですけれども、それで精液の処理を始めまして、大体11時ごろから精子の選別を始めることができます。それを夜７時ぐらいまでやりまして、ここでは８時間の精子選別の時間を確保しまして、夜の７時から夜の10時ぐらいまでの間に凍結をして、うちに帰るということになります。

この人たちの仕事はこれだけではありませんで、関連作業として、この器械はずっと液を流していますので、流す液を調整するという仕事がかなりの比重を占めます。それから、先ほども少し触れましたけれども、生産したストローの品質検査。これも時間がかかります。さらにこの器械は、週に１回、全部洗う必要がありますので、その機器のメンテナンスにも時間を使うということになります。生産能力なのですけれども、現状、器械１台当たり１時間で当団のストローが４本生産できるぐらいの能力になっています。これを１日８時間としますと、器械１台当たり、１日で大体32本のストローが生産できるという数字になります。次をお願いします。

(3) 生産実績

これが今年度の生産実績を表した表です。４月から12月までのデータなのですけれども、乳用種のストローが１万1,438本生産しております。前年の同月比較を考えますと、305％というように、まず３倍の生産高になっています。それに対しまして肉用牛のストローは520本ということで、前年同月比較では58％と、大体半分ぐらいの生産高になっています。合わせますと、前年度同月比較で２倍強の235％という生産高になっています。次をお願いします。

５．課題と試験研究

ここから、現状でわれわれが考えています課題、それから試験研究に関する一部の例をご紹介していきます。上から順に、生産効率が低い精液への対策、選別純度の設定と生産効率、遠隔地に繋養する種雄牛の利用、選別精液に適した授精適期の把握ということです。次をお願いします。

(1) 生産効率が低い精液への対策

まず生産効率が低い精液なのですけれども、選別精液生産が困難な２種の精液というように書きました。これがまず一つめで

す。ＸとＹが分離しない精液がたまにあります。先ほどからご覧いただいていますように、基本的にはＸとＹが二つピークが出るのですけれども、この精液は全くピークが出ません。このような個体がまれにいるということになります。時に、牛は生き物ですし、精液もそれ自体が生き物ですから、その日の調子によってだいぶ割れ方が変わります。ふだんは非常にＸとＹがよく割れる牛でも、まれにこのようなことがあります。ですから、このようなものは、基本的には生産はできないということになるわけです。次をお願いします。

もう一つは、通常の凍結精液を作る場合には全然問題ないのですけれども、この器械で精子を選別しようとすると、活力が低下してしまって、全く生産できないという牛がいます。これに関しては特にですね、試験研究で、選別工程でどのような損傷がこの精子に起きているのかを電子顕微鏡で調べようということで、今、研究を進めているところです。これでまた何かヒントが出てくれば、それを解消する手段が見付かるかもしれません。次をお願いします。

(2) 選別ゲートの設定と生産効率

二つめ、試験研究、それから選別ゲートと生産効率の関係ということなのです。先ほど紹介したスライドの中に、全体的に見えている精子のうちの42％を採っていると説明したスライドが１枚ありました。そのことを覚えておいていただいて、今年度の４月から12月までに生産したＸ精子の平均純度が92.7％になっています。これは、当団の設定している90％の純度を2.7％上回っているということで、ある意味、もう少し純度を下げてやればもっと回収率が上がるのではないかという考え方があります。それで、選別ゲートを拡大して生産効率への影響を見るという試験を組んでいます。

絵が、線が薄くて見にくいのですけれども、これが全体的に、ここに見えている精子の42％を採っているゲートの範囲ですね。採る量を増やしまして44％という、先ほどホームベースの形をした選別ゲートといいましたけれども、これを拡大して、よりたくさんの精子を回収してこようというのがこの44％です。さらにゲートを大きくしまして、ここに見えている精子のほぼ半分に当たる48％を回収してこようという、そのような設定です。各々このように設定を変えて精子を回収してきたときに、どれくらい平均の純度が下がってしまうのか。それから、生産性がどれくらい上がるのかというのをまとめたものが、次のスライドになります。次をお願いします。

これは、Ｘ軸に純度、Ｙ軸に頻度を示しています。この赤いラインは、当団の定めるSort90の合格ライン、90％を示してい

ます。まず、選別ゲートの大きさを40から42%に絞ったときですね。この場合は、平均の純度が94%になっています。すべてのロットが合格しておりますので、合格率は100%ということになります。このときの生産効率を100%とします。選別ゲートを若干拡大しまして、44%にしたときはどうなるか。ロットの中で一つ純度が88になってしまいまして、不合格のロットが出てしまいました。したがって合格率は、残念ながら100%にいかずに98%になりまして、そのときの平均の純度が92%ということになりました。こちらの94に対して、平均の純度は２%下がっています。ただし、ゲートを大きくしたことによって回収する精子の数が増えていますので、生産効率は106%というように、生産できる本数は増えています。

次に、もう少しゲートを拡大して46%にしたときは、不合格のロットがさらに増えまして、合格率は90%に下がってしまいました。平均の純度は91%で、まだこれでも90%以上の数字になっています。生産効率は、やはり不合格のロットが増えてきたことに対応しまして、105%の生産効率となっていまして、ここととほとんど変わりがないという状況になっています。さらにゲートを拡大して、48にしたときはどうなるかといいますと、半分以上が不合格のロットになってしまいました。合格率は45%、平均の純度は89%になってしまいます。不合格のロットが半分以上になったということで、生産効率も54%まで落ちてしまいます。

ですから、現状ではですね、44から46%の範囲で選別をかければ、大体一番効率よく生産できるのではないかと考えています。ただこれは、先ほども言いましたように、種雄牛ごとに全く割れ方が違ったりしてきますので、一概に言うことはできません。ですから、さらに例数を増やしていって、この牛では何パーセント、この牛では何パーセントというように細かく調べていく必要があると現状では考えています。次をお願いします。

(3) 遠隔地に繋養する種雄牛の利用

それから、今、われわれが生産している選別精液、これはですね、隣接する前橋種雄牛センターにつながれている牛が対象になっています。ところが当団には、このほかにも、盛岡センター、岡山センター、熊本センターというように、離れたところに三つの種雄牛センターがあります。これらの牛も選別精液を生産する対象にすることができれば、その利用価値はさらに上がるということになるわけです。しかし、それらの牛を全部前橋に集めてしまうというのは非常に危険なことで、前橋に何かあった場合には、家畜改良事業団が壊滅的な

ダメージを受けてしまう。そのようなことで、これらのセンターから飛行機や新幹線を使って原精液を輸送しまして、前橋で選別精液を生産するという試験を重ねているところです。今年度は、高知県、あるいはここに書いてありませんけれども、熊本県の協力を得まして、高知県の褐毛種と熊本県が保有する黒毛和種。これらの精液も輸送して、試験を追加して実施しております。このようにして生産しました精子を、体内授精卵、あるいは体外授精卵の生産試験も併せて行うということで、利用度といいますか、生産性の確認をしようと考えているところです。次をお願いします。

これが、まだ結果は全部出てきていませんけれども、これまでのものをまとめたデータです。大体、採精から研究所での活力測定までの平均時間が、７時間ぐらいになります。飛行機で持ってきたり、新幹線で持ってきた場合ですね。さらに、持ってきた精液の一部を翌日まで保管しておきまして、翌日も生産できないかという試験を併せて実施しています。こちらが当日、こちらが翌日のデータを見たところなのですけれども、この分注という数字を見てください。１時間当たりに分注したストローの本数なのですけれども、どのようなわけか翌日のほうが、生産効率といいますか、分注効率が高くなっています。この分注の本数から、検査に消費したストローの本数と不合格になったものを引いたものが、この生産の本数になります。こちらの効率も１時間当たり2.5本、翌日のものは１時間当たり3.2本ということで、翌日のほうが、理由がまだはっきり分からないのですけれども、生産効率がいいということになります。ただし、融解後の活力を見てみますと、当日のものが平均で46.4%の活力に対しまして、翌日生産したものは43.9%というように、若干の活力の低下が見られます。ただし、この数字でも十分人工授精に使えるのではないかということを、今、考えているところです。これらの精液を使いまして、体外授精卵あるいは体内授精卵の生産試験を、今、並行して進めているところであります。次をお願いします。

(4) 選別精液に適した授精適期の把握

これが最後の課題なのですけれども、選別精液に適した人工授精のタイミングということで、選別精液は通常の凍結精液に比べて、凍結までに要する時間が長い。そのためもあってか、融解後の活力維持時間が短い傾向があるということが分かってきています。これは、以前ＸＹ社の科学者として仕事をしていましたシェンクらの報告なのですけれども、これまで考えられてきた授精タイミングより数時間遅らせて選別精液を授精したときの受胎率が高いという報

告を出しています。この報告は非常に興味深い話でありまして、多分これからも、これに類するような報告が出てくるのではないかと考えているところです。この授精のタイミングの話といいますのは、先ほどからもお話がありましたように、子宮のどこに精子を置いてくるかということと併せまして、これからの研究課題になってくるものだというように考えています。次をお願いします。

６．終わりに

　ここに示しましたように、選別精液は、もう実際に利用できるような技術になってきています。ただし、ここに至るまでにはですね、今日ここにいらっしゃっていただきましたような授精技術者の方々の多大なるご協力をなくしては、実現することはできませんでした。ここに改めてお礼を申し上げます。ご清聴ありがとうございました。