

NBRP カイコニュースレター

おかいこさま

No.60

National Bio-Resource Project “Silkworm”
ナショナルバイオリソースプロジェクト「カイコ」情報誌
令和8年3月31日発行
<https://www.nbrp.jp/>



A

B

C

カイコの卵巣と精子を保存している液体窒素タンク (A) とケーン (B、C)

九州大学伊都キャンパス
遺伝子資源開発研究センター

カイコの系統保存—卵巣・精子の凍結保存の最前線

カイコの凍結保存技術

カイコは卵で休眠します。その卵を飼育可能な状態で保存できるのは、1年が限度です。そのため、年に一回は飼育して、世代更新のために卵を得る必要があります。系統の数が多くなると、この作業に膨大な労力を要し、カイコの系統管理に関わる人々にとって大きな負担になってきました。この作業を軽減するとともに、不測の事態により系統を逸失してしまうことを防ぐ技術として、卵巣や精子の凍結保存技術が確立されました(図1)。本号では、NBRPカイコにおける凍結保存技術の運用について紹介します。

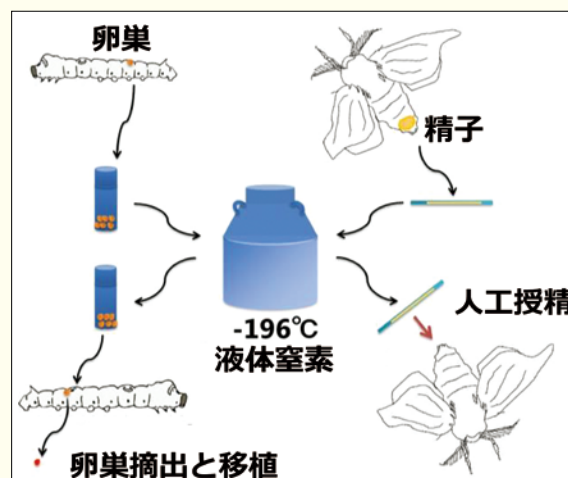


図1 カイコの卵巣と精子の凍結保存技術

卵巣の凍結保存

4齢幼虫から卵巣を摘出し、凍結障害から卵巣を保護する作用を有する溶液中に入れ、液体窒素下で保存します。必要に応じて解凍し、4齢幼虫の雌へ移植します。この作業では、卵巣から伸びる紐体と呼ばれる組織が重要な役割を果たします(Banno et al., 2013)。紐体は、卵巣と産卵管をつなぐ管(輸卵管枝)に分化します。この紐体を、ホストとドナー間で絡みつかせることで、両者の結合率が高まり、ホストはドナーの卵巣で発育した卵を産卵することができるようになります。2025年7月に、長期間凍結した卵巣をホストへ移植して、蛾までの生存率、受精卵産卵個体の割合を調査したところ、12年間程度凍結した卵巣からも、高効率で受精卵を得ることができました(表1)。

表1 凍結卵巣の移植実験

移植卵巣	凍結日数	全個体数	羽化	羽化率	受精卵産卵個体(%)	
f60	4284	12	11	91.6%	10	90.9%
f35	4332	12	10	83.0%	5	50.0%
f01	4557	12	12	100.0%	11	91.6%
k06	4559	12	12	100.0%	6	50.0%
i10	4249	13	13	100.0%	11	84.6%
n45	4381	13	13	100.0%	10	76.9%
p70	4383	15	15	100.0%	14	93.3%
e09	4341	12	10	83.3%	8	80.0%
d36	4333	13	12	92.3%	10	83.3%
c15	4292	14	14	100.0%	6	42.8%

精子の凍結保存

カイコの精子には、有核精子の他に、遺伝情報を有さない無核精子が存在します。無核精子は、有核精子が受精能力を発現するために必須ですが、無核精子は有核精子に比べて凍結耐性が劣るため、カイコの精液を凍結すると、解凍後に受精能力が顕著に低下してしまう点が問題でした。

カイコでは、産下直後の卵に、低温処理、二酸化炭素処理などを施すことで、倍数体を作成することができます。3倍体は遺伝的に不妊であるものの、無核精子の機能は正常です。3倍体の精液を凍結解凍した精液に人為的に混合することで、凍結精子の受精能力を回復させることが可能です(Takemura et al., 2006)。

従来は3倍体雄を得るまでに、産下直後卵への人為的処理など多くの工程を要していましたが(おかいこさま56号)、農研機構の廣川博士が開発した4倍体系統「H14」(おかいこさま56号)を活用することで、2倍体と交配するだけで容易に3倍体を得ることが可能になりました。

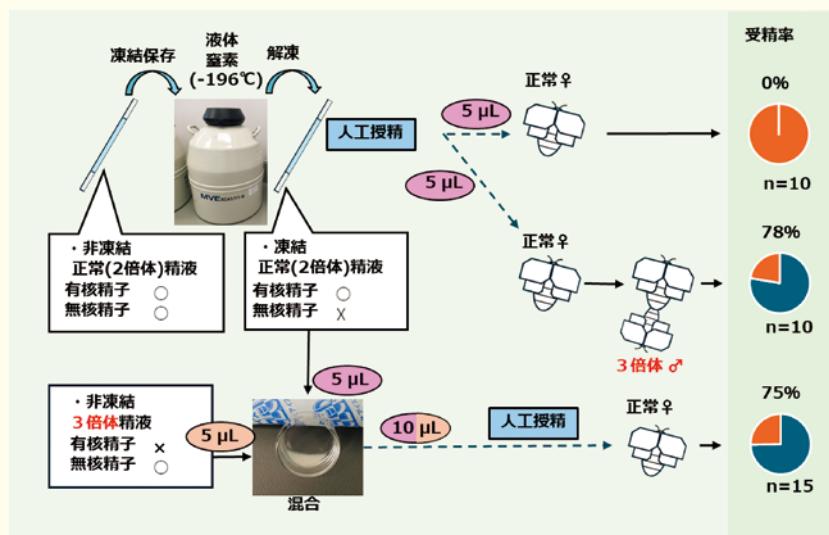


図2 人工授精後の3倍体雄の交配による凍結精液の授精能力の向上

しかしながら、雄蛾から精液を回収する作業は、依然労力を要します。そこで省力化のために、凍結した精液と3倍体の精液とを人為的に混合するのではなく、交配によって混合させることができないか検証しました。交配の方法には、人工授精の後、人工授精の前の2パターンが考えられます。実験の結果、人工授精の後に交配した場合に、凍結解凍した精液の受精能力を向上させることができました (図2)。実際にこの方法を使って、凍結保存した精液からゲノム編集システムを復元することにも成功しました。これらの結果の詳細は、2025年9月に第8回 アジア-太平洋 蚕糸・昆虫バイオテクノロジー会議にて発表しました (Yamamoto et al., 2025)。

系統寄託と凍結保存

近年、カイコの遺伝子組換え技術やゲノム編集技術が発展したことにより、それらの系統数が爆発的に増えています。そのため、学術的に貴重な系統でも、論文発表後には廃棄せざるを得ない状況も生じています。そこでNBRPカイコでは、通常の系統だけでなく、遺伝子組換え系統やゲノム編集システムの寄託にも応じています。なお、遺伝子組換え系統や、ゲノム編集システムは、特定の外来遺伝や、編集された遺伝子を保存できれば実験材料として最低限の価値を担保できるので、基本的には

は卵巣凍結完了後には生体保存を中止しています。その際、卵巣凍結は無償ですが、凍結卵巣や凍結精子を利用して復元した系統をユーザーの皆様に分譲する際には、料金を頂いています (表2)。貴重な系統の保存にお困り際には、ぜひ、NBRPカイコにお問い合わせください。(遺伝子組換え系統やゲノム編集システムの寄託・分譲の際には、カルタヘナ法に基づく手続きが必要です。)

表2 分譲料金

項目	対象	1系統 (円)	追加1系統毎 (円)
凍結卵巣蘇生卵	学術機関	21,710	20,830
	学術機関以外	43,420	41,660
凍結精巣蘇生卵	学術機関	21,710	20,830
	学術機関以外	43,420	41,660
凍結精子蘇生卵	学術機関	19,030	18,150
	学術機関以外	38,060	36,300
凍結卵巣・凍結精巣併用蘇生卵	学術機関	34,050	33,170
	学術機関以外	68,100	66,340
凍結卵巣・凍結精子併用蘇生卵	学術機関	28,080	27,190
	学術機関以外	56,160	54,380

参考文献

Takemura, Y., Sahara, K., Mochida, Y., Ohnuma, A., (2006). J. Insect Physiol. 52, 1021-1026.
 Banno, Y., Nagasaki, K., Tsukada, M., et al. (2013) Cryobiology 66, 283-287.

分譲可能なリソースの紹介

●九州大学（代表機関）

2026年度の飼育スケジュール

表を目安に連絡を頂ければ分譲します。時期が合わない場合には中核機関九州大学までご連絡下さい。

時期	孵化日	幼虫時期	蛹時期
1期	5月8日	5月8日～30日	5月31日～6月8日
2期	6月26日	6月26日～7月18日	7月19日～27日
3期	8月14日	8月14日～9月5日	9月6日～14日
4期	10月2日	10月2日～24日	10月25日～11月2日
5期	11月20日	11月20日～12月12日	12月13日～21日
6期	1月12日	1月12日～2月3日	2月4日～12日

カイコ並びにクワコのDNAを分譲しています。

突然変異系統（約500系統）並びに、クワコ（北海道から鹿児島まで全国40数地点）のDNAレポジトリを整備しました。飼育が困難、変異体の情報が欲しいなどの場合に便利です。個体別に作製していますので遺伝多型を調べる実験にも利用できます。

●信州大学（分担機関）（野蚕関係）

日本のヤマユガ科ガ類を保存しています。ホームページをご覧ください。

<https://www.shigen.nig.ac.jp/wildmoth/index.jsp>
管理、質の向上に一層の努力を重ねていきます。

種名	ステージ	時期	提供
ヤマユガ	卵（休眠）	9月～翌年6月	～100粒
	幼虫	6月～9月	～50頭
	蛹	7月～10月	～50頭
	成虫	8月～10月	～10頭
サクサン	卵（非休眠）	4月～8月	～100粒
	幼虫	6月～9月	～50頭
	蛹（休眠）	9月～翌年5月	～50頭
エリサン	成虫	5月～9月	～10頭
	卵（非休眠）	通年	～1000粒
	幼虫	通年	～100頭
	蛹（休眠）	通年	～100頭
	成虫	通年	～10頭

他にウスタビガ、シンジュサンなどを扱っています。不明な点は下記にお問い合わせ下さい。

〈問い合わせ先〉

梶浦善太 zkajiur★shinshu-u.ac.jp

★を@に置きかえて送信ください。

表紙の写真について（液体窒素タンク）

NBRPカイコでは、現在8台の液体窒素タンクで卵巣と精子を凍結保存しています。卵巣の場合、1チューブに30個の卵巣を入れ、1系統につき3チューブを凍結します。精子の場合、1本のストローに雄20-40頭分の精液を入れ、1系統につき3本のストローを凍結します。チューブとストローはケーンで小分けにしてタンクへ入れます。1台のタンクには、卵巣と精子ともに約1000サンプルを保存可能です。

NBRPカイコが分譲している約500系統について、卵巣の凍結保存がほぼ完了しています。現在は、凍結期間が10年を超えるサンプルを対象に、移植を行ってサンプルの状態を評価すると同時に（表1）、新たに卵巣を凍結して凍結サンプルを更新しています。

ニュースレター“おかいこさま”について

蚕は我が国の重要な農業生物でした。農家で大切に飼育される蚕は家のお座敷で養われる程で、「おかいこさま」「お蚕（こ）様」と呼ばれ今日に至っています。カイコは日本人にとって特別な昆虫です。皇居内のご養蚕所では皇后様が毎年、「おかいこさま」を養われています。

「おかいこさま」は世界の何処にもない日本独自のバイオリソースです。日本発のライフサイエンス素材からオリジナルな研究を展開する情報誌の名前として用いています。

ニュースレター“おかいこさま”編集・発行

☎819-0395

福岡市西区元岡744 九州大学大学院農学研究院

遺伝子資源開発研究センター内

ナショナルバイオリソースプロジェクト

「カイコ」課題代表 藤井 告

TEL 092-802-4821

fujii.tsuguru.233★m.kyushu-u.ac.jp

★を@に置きかえて送信ください。

