

# 遺伝子組換えカイコ飼育施設の開発

## 第1報 施設の全体計画

西谷 善紀\*<sup>1</sup>  
麻田 鷹司\*<sup>1</sup>  
田中 幸悦\*<sup>1</sup>

福川 真史\*<sup>1</sup>  
湯 懐鵬\*<sup>1</sup>

近年、カイコの繭（マユ）から得たタンパク質を化粧品や医薬品に利用するなど、様々な用途でカイコが利用されている。特に、繭の中に医薬品原料となる多量の目的タンパク質を生産する遺伝子組換えカイコが新たな生産系として注目されている。しかしながら、遺伝子組換えカイコを工業的に、大量かつ安定的に飼育できる施設の事例は少なく、知見も少ない。そこで、遺伝子組換えカイコの飼育に必要な環境条件や設備を検討し、飼育施設を建設してその性能を検証した。

カイコの飼育から繭の後処理までに必要な設備を検討し、本施設に構築した。また、省令に基づき遺伝子組換え体の飼育に必要な拡散防止措置を検討し、施設内に講じた。さらに、既往研究をもとに、カイコの飼育に適した温湿度、清浄度の管理値を定め、空調設備を構築して施設運用前に飼育環境の温湿度を測定した。結果、飼育環境は温湿度ともに、外気の影響を受けることなく管理値を満足していた。

本研究により、遺伝子組換えカイコの飼育に必要な施設要件を定めるとともに、温湿度ともに管理値を満足することを確認した。本施設は遺伝子組換えカイコを用いた研究開発に寄与するものである。

### 1.はじめに

近年、カイコの繭から得たタンパク質を化粧品や医薬品に利用するなど、様々な用途で繭が利用されており、カイコを工業的に、大量かつ安定的に飼育するシステムが求められている。特に医薬用途では、繭中に医薬品原料となる多量の目的タンパク質を生産する遺伝子組換えカイコが新たな生産系として注目されている。そこで、遺伝子組換えカイコの飼育に必要な環境条件や設備を検討し、飼育施設を建設してその性能を検証した。本報では、飼育施設の全体計画について報告する。

### 2.施設の概要

遺伝子組換えカイコの飼育実験が可能な施設を弊社研究所に建設した。施設の外観を図1に、各室レイアウトを図2に示す。本施設は、(1)クリーンスーツに着替えるための前室、(2)カイコ大量飼育装置を設置した飼育室、(3)繭を作らせるための上簇室、(4)遺伝子組換えカイコの不活化や繭の後処理をするための取繭・繭切室で構成される。



図1 遺伝子組換えカイコ飼育施設の外観

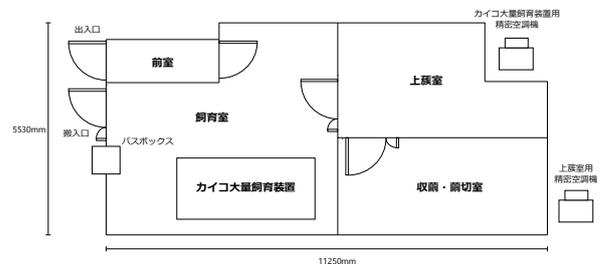


図2 各室レイアウト

表1 省令における主な要求事項と本施設での対応

要求事項	本施設での対応
①組換え動物等の習性に応じた逃亡防止設備を設置する	(i)排気口などの開口部に防虫網もしくは不織布のフィルターを設置 (ii)前室手洗いの排水口に個体・卵をトラップできるネットを設置
②廃棄前に遺伝子組換え生物等を不活化する	(iii)施設内のディーブリーザーで不活化後に廃棄
③実験室等の窓等については、昆虫等の侵入を防ぐため、閉じておく等の必要な措置を講ずる	(i)排気口などの開口部に防虫網もしくは不織布のフィルターを設置

遺伝子組換え体を飼育するには拡散防止措置を講じる必要がある。本施設は「研究開発等に係る遺伝子組換え生物等の第二種使用等に当たって執るべき拡散防止措置等を定める省令」（平成 16 年文部科学省・環境省令第 1 号）に定められている P1A レベルの拡散防止措置を講じている。省令における主な要求事項と本施設での対応を表 1 に示す。<sup>1)</sup>

### 3.各室の環境条件と設備

各室の環境条件と空調設備を表 2 に示す。飼育室には図 3 に示すカイコ大量飼育装置が設置され、最大 33,600 頭のカイコを同時に飼育できる。カイコ大量飼育装置には、複数の棚が積層され、それぞれの棚に専用の飼育ケージを入れて飼育する。カイコの成育適温は 20~28℃ であると言われており<sup>2)</sup>、カイコ大量飼育装置内は専用精密空調機によって空調される。カイコの成育に応じて温度を調節することもできるが、デフォルト設定として温度の管理値を 25±1℃ としている。また、本施設におけるカイコの飼育には桑を加工した人工飼料を用い、成育状態に応じて必要な保湿と乾燥は保湿用フィルムの着脱で対応する。人工飼料の乾燥速度は湿度によって変わるため、湿度管理も重要であり、カイコ大量飼育装置内の湿度管理値は 50±5% としている。また、蚕病発生防除のために各室内はクリーンルーム用パッケージエアコンや HEPA フィルター付きの精密空調機で清浄度を維持している。

収繭・繭切室内には、遺伝子組換えカイコを不活化するためのディープフリーザー等の装置を設置している。

室圧は各システムのダクトに設けられた CAV および差圧ダンパによって制御している。もっとも重要な飼育工程において清浄度を高く維持するため、飼育室内の室圧をもっとも高く設定している。

### 4.空調システムフロー

本施設の空調システムフローを図 4 に示す。前室を除く各室の空調空気は、空気質対策のために一部を排気し、残りを還気とする。各室の外気と排気は CAV で制御し、飼育室および収繭・繭切室のパッケージエアコン、上蔭

表 2 各室の環境条件と空調設備

部屋名	温湿度環境	室圧 (大気圧比)	空調系統
前室	温湿度成り行き	+15Pa	-
飼育室	25±3℃、湿度成り行き	+30Pa	PAC
カイコ大量飼育装置	25±1℃、50±5%RH	-	精密空調機
上蔭室	18~30±1℃、30~60±5%RH	+20Pa	精密空調機
収繭・繭切室	25±3℃、湿度成り行き	+10Pa	PAC



図 3 カイコ大量飼育装置

室の精密空調機にそれぞれ外気を導入している。

### 5.温湿度環境

施設運用前に温湿度の連続測定を行った。測定点はカイコ大量飼育装置内において空調吹出し口(SA)、棚上、作業台上、および外気取入れ口(OA)とした。温湿度の測定には無線温湿度照度ロガー(チトセ工業(株)製、CWS-32C)を用い、測定間隔は 5 分間とした。また各空調機の運転条件を表 3 に示す。

表 3 各空調機の運転条件

部屋名	空調機	設定温湿度	運転時間
飼育室	PAC	23.5℃(暖房モード)	終日
カイコ大量飼育装置	精密空調機	24.6℃、50%RH	終日

温湿度の測定結果を図 5 に示す。外気として導入していた実験棟内の温度は約 16℃~24℃で推移していた。カイコ大量飼育装置の作業台上はパッケージエアコンの発停に伴い、26℃~27℃で推移していた。SA とカイコ大量飼育装置内の棚上の温度は約 25℃で安定し、外気温度の影響を受けることなく、管理値を満足していた。また、カイコ大量飼育装置内の棚上湿度は温度同様、外

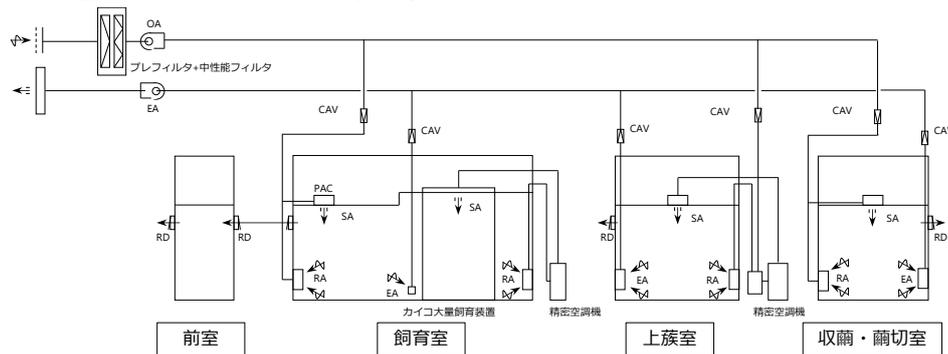


図 4 各室の空調フロー

気湿度の影響を受けることなく、目標の50%付近で安定しており、管理値を満足していた。このことから、本施設はカイコの飼育に問題なく適用できると考えられる。

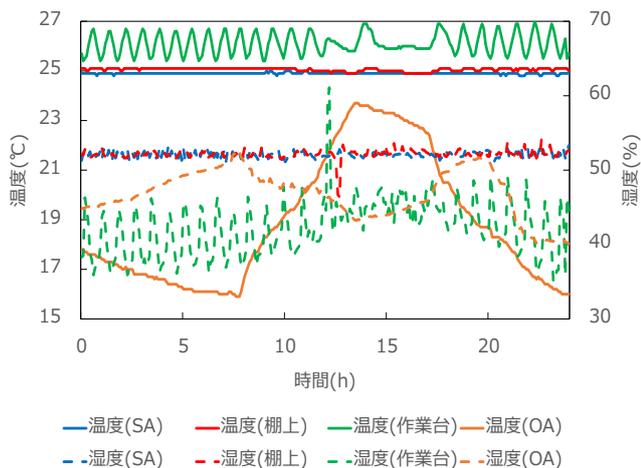


図5 温湿度の推移

## 6.まとめ

本報では、遺伝子組換えカイコの飼育施設の全体計画と運用前の温湿度環境の測定結果を報告した。温湿度環境を測定した結果、温度と湿度ともに管理値を満足しており、カイコの飼育に適用できると考えられる。

謝辞：農研機構 瀬筒秀樹先生、飯塚哲也先生からカイコの飼育条件やカルタヘナ法対応について貴重なアドバイスを頂いた。ここで謝意を表す。

### 参考文献

- 1) 全国大学等遺伝子研究支援施設連絡協議会、「遺伝子組換え動物の拡散防止措置の例(2)カイコ」、[http://www.idenshikyo.jp/download/anzen\\_silkworm.pdf](http://www.idenshikyo.jp/download/anzen_silkworm.pdf)、(参照 2022.4.4)
- 2) 財団法人大日本蚕糸会 蚕業技術研究所、「養蚕」、2010.3