

## 宇宙教育実験「宇宙カイコ」

岡山大学資源生物科学研究所 杉本 学

岡山市立東疇小学校 5年生

農業生物資源研究所 Oleg Gusev

ロシア科学アカデミー生物医学研究所 Sergei Ryazanskii、Eugeny Illyin、Oleg Orlov

## Space Educational Experiment “Space Silkworm”

*Manabu Sugimoto<sup>1</sup>, 5th-grade students at Higashiune Elementary School<sup>2</sup>, Oleg Gusev<sup>3</sup>, Sergei Ryazanskii<sup>4</sup>, Eugeny Illyin<sup>4</sup>, and Oleg Orlov<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Research Institute for Bioresources, Okayama University, 2-20-1 Chuo, Kurashiki, Okayama 710-0046

<sup>2</sup>Okayama City Higashiune Elementary School, 656-2 Higashiune, Okayama, Okayama701-0211

<sup>3</sup>National Institute of Agrobiological Sciences, 2-1-2 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8602

<sup>4</sup>State Scientific Center of Russian Federation, Institute of Biomedical Problems, 76a Khorosheevskoe shosse, Moscow 123007, Russia

E-mail: manabus@rib.okayama-u.ac.jp

**Abstract:** Space educational experiment “Space Silkworm” is part of Russian science education program, in which Russian and Japanese elementary school pupils took part, for studying and analyzing influence of space flight and space environment on the growth of insects. The 5th instar stage-larvae of silkworm (*Bombyx mori*), packed in a capsule with food and two pieces of stick, were transported to space by the unmanned bio-satellite, Foton-M3, and spent 12 days in orbit. In a capsule, two larvae became pupae enclosed in cocoons and three larvae became pupae without cocoons, one of which have died. Two male moths emerged from pupae enclosed cocoons, but two naked pupae died. These results suggest that cocoons protected pupae from a shock during spaceflight. The male moth of space silkworm was mated with a female moth of ground-bled silkworm to lay eggs. Over 95% of eggs were hatched and the larvae became pupae, showing that silkworm is not damaged by space environment at least under this experimental condition.

**Key words:** Foton-M3, Spaceflight, Microgravity, Silkworm, Cocoon.

宇宙は子供たちにとって非常に魅力的であり好奇心をかきたてるため、宇宙実験を利用した科学教育は子供たちの科学への関心を導くのに有効であると考えられる。子供たちが宇宙で行われる科学実験と連携した実験に参加することは、通常の授業では味わうことができない臨場感や緊張感を体験できる極めて貴重な経験になる。今回、ロシア連邦国立科学センター生物医学研究所（IBMP）がロシア科学教育プログラムの下で実施する科学実験衛星フォトン-M3を利用した宇宙教育実験に日本の小学生を参加させる機会を得た。そこで、日本で飼育したカイコを宇宙空間へ搬送して地球軌道上を周回した後に回収し、微小重力環境での営繭や蛹化についての観察や宇宙を旅したカイコの様子や成長を

地上のカイコと比較することにより、宇宙空間がカイコの生育に及ぼす影響について検討した。

### 材料と方法

カイコ（品種：黄白）は全国農業協同組合連合会から購入し、人工飼料（シルクメイト 2S）を用いて気温 25℃で飼育した。3 齢～4 眠幼虫をモスクワへ運搬し、一部はコントロールとして地上で飼育した。人工飼料、木棒 2 本と共にカイコ 5 匹を円筒形プラスチックカプセル（直径 50 mm、高さ 95 mm）にパッケージしフォトン-M3 に搭載した。フォトン-M3 は 2007 年 9 月 14 日に打ち上げられ、12 日間地球約 300 キロメートル上空を周回した後、9 月 26 日に帰還した。カプセルをモスクワへ運搬



Fig. 1. Pupae and cocoons transformed from larvae during spaceflight . (upper, insight of a capsule)

後に開封し、カイコを岡山へ運搬した。

産卵後の卵は即時浸酸法により人工孵化させた後、人工飼料を用いて飼育を行った。

## 結果と考察

### (1) 宇宙空間での営繭

12日間地球軌道上後のカプセルを開封したところ、5匹の幼虫はマユ2個体とマユに包まれていないサナギ3個体に変態していた。マユに包まれていないサナギのうち1個体は黒色化し収縮しており死亡した状態であった。カプセル内はマユに包まれていないサナギとなった幼虫が営繭のために吐糸したと推察される糸の固まりが木棒に絡まり、その集積物とカプセルの壁や蓋の間にマユが結合した状態であった (Fig. 1)。以上の状況から、カイコ幼虫は微小重力下ではマユを作ることができないが、カプセル内の糸と木棒の集積物によりできた狭い

空間が糸の浮遊拡散を妨げるとともに糸が集積物やカプセルの壁や蓋に付着したために、微小重力下でマユを形成することができたと推定した。

### (2) 宇宙空間で変態したサナギの羽化

宇宙空間で変態したマユ2個体とマユに包まれていないサナギ2個体を地上で飼育したところ、マユ2個体から成虫(オス)が羽化した。マユに包まれていないサナギ2個体は次第に収縮するとともに黒色化して死亡した。以上の結果は、サナギを取り囲むマユ層が、地球軌道周回時や着陸時に発生する振動と衝撃からサナギを保護したものと推定される。

### (3) 宇宙環境が次世代へ及ぼす影響

宇宙空間で変態したマユから羽化した成虫(オス)を地上で飼育しマユから羽化した成虫(メス)と交尾させ、産卵させた。産卵18時間後に浸酸処理を行った卵を25℃で保存した結果、孵化率は97%であった。孵化後に幼虫はマユとなり、羽化と産卵も確認することができ、本実験による宇宙環境がカイコの成長に及ぼす影響は無いことが示唆された。

Table 1. Hatching ratio of eggs laid by space silkworm.

	Egg No	Hatched egg No	Hatching ratio
Space	64	62	97%
Ground	40	40	100%

### (4) 教育効果

虫の飼育と成長観察は小学校理科学習で取り上げられていること、約50日間で孵化、脱皮、営繭、蛹化、羽化、産卵を観察できることから、カイコを実験材料とした。約3ヶ月間に渡り宇宙を旅した「宇宙カイコ」と地上のカイコを飼育して比較することにより宇宙環境がカイコの成長に及ぼす影響を調べるにつれ、子供たちの宇宙やカイコの生態に対する興味が次第に大きくなることが実証された。また、本実験にはモスクワの小学生も参加し、電子メールやホームページによる観察データや観察の様子を交換することにより、国際交流を深めることができた。