

第3 1回衛星設計コンテスト

ジュニア概要書（3 ページ以内）

応募区分 ジュニアの部
おふふう

1. 作品情報・応募者情報

ISS 内における生活環境の改善
蚕の育成と蚕を利用した宇宙干物
山口県立山口高等学校

2. ミッションの概要（プレスリリース等で使用するので、200 字程度でわかりやすく表現して下さい。）

ISS での滞在中、宇宙飛行士には様々なストレスがかかる。そのストレス解消の一助となるのが食事である。ここでは ISS 内における宇宙飛行士の生活を改善するため、食の視点から研究をした。研究対象として栄養価が高く味も良い蚕を選んだ。微小重力環境での蚕の飼育や、繭からとれる生糸の利用について考えた。

3. 目的と意義（目的・重要性・技術的意義等）

(a) 目的

①微小重力環境下での蚕の飼育 ②蚕の様々な利用方法

(b) 重要性・技術的意義等

地球からの援助を必要とせず、ISS 内だけで半永久的に食物を供給できる。
さらに、飼育の際に得られる生糸を利用した食品加工を提案する。

4. アイデアの概要

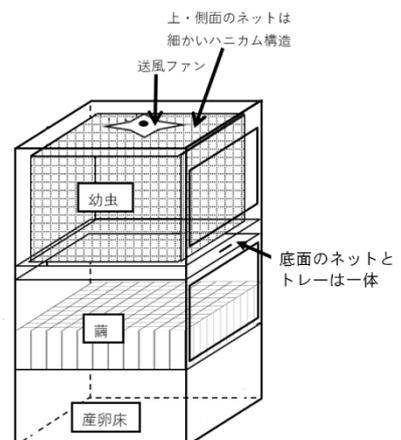
蚕は長い時間をかけて家畜化された昆虫で、非常に飼育しやすいという特性がある。蚕は幼虫、成虫ともに動きが活発でないため、ISS の中で逃げ出す恐れもなく、狭い飼育装置のなかでの生育が可能である。また、蚕は幼虫、蛹、成虫や、繭、フンまで利用できる。特に蚕の蛹は、乾燥重量で約 5 6 % がタンパク質であり、良質なタンパク質と脂質の摂取源として優れている。それに加えて、たんぱく源として以外にも、非常に有用性があることから蚕を選んだ。

(図 蚕の飼育装置)

【宇宙空間での蚕の飼育】

休眠卵を 3 ~ 5℃で冷蔵した状態で ISS に運ぶ。

蚕は右図の装置で飼育する。飼育装置はプラスチック製の直方体のケースを三層に分けた構造になっている。上段では、卵から 5 齢まで 蚕を飼育する。蚕が出したフンや食べ残しはファンの風によって下へ 行きネットを通過してトレーに貯められる。蚕が壁に衝突したりファンに傷つけられたりすることを防ぎ、浮遊により餌にたどり 着けない問題を解消するため、上段は内側にネットを張った二重 構造にする。また、ネットは弾力のある素材にし、強度の高いハニカム構造にする。繭を作る直前(熟蚕)になると、上段と中段の間のネットとトレーを抜き取り、風によって蚕を中段へと誘導する。中段にはまぶしが入っているのので、蚕が全て中段に入ったところで再びトレーを差し込む。羽化した蚕はすぐに下段へ



移動させる。

羽化した蚕は、すぐに交尾をする。蚕は一匹当たり 500 個ほど卵を産むので、卵を産ませる交尾済みの雌の蚕を数匹選び、蓋つきの枠をかぶせ、2 日ほどおき産卵台紙に卵を産ませる。その他は食用とする。蚕の卵は 25℃を下回ると非休眠卵となるので、室温 18~27℃の ISS ではほとんどの場合非休眠卵となる。得られた卵は、累代飼育に使用するもの、予備として保存するもの、研究のため持ち帰るものに分ける。蚕の卵は 5℃~15℃で活動を休止するため、温度管理によって卵の保存や持ち帰りが可能である。

【蚕の給餌】

蚕に与える餌として、人工飼料を用いる。当初、桑の葉を与える予定だったため、宇宙に持って行く際保存がきくよう桑の葉を凍結乾燥した。しかし蚕は凍結乾燥後の桑の葉を食べなかったため、人工飼料による飼育に方針を切り替えた。人工飼料を用いる利点として、

- ① 保存できる期間が長く、頻繁に物資を持ち込む必要がない
- ② 飼料自体の栄養価が非常に高く、少量での飼育が可能。
- ③ 食べ残しがほぼない→桑の葉の場合必要だった葉脈等の除去が不要になるという点があげられる。

【蚕の段階的利用】

蚕は必要な時に必要な量を使う。

幼虫、蛹、成虫は昆虫食として利用する（良質なたんぱく質）

フンはお茶として利用できる。（桑の葉の香りのする渋みのないマイルドな口当たり）

【生糸を利用した魚の干物】

次に蚕が繭を形成する際に放出する生糸の利用方法について考える。

①熱圏での干物の作成

ISS は地上約 400 km に位置しており、45 分おきに昼夜が入れ替わる独特なサイクル下にある。熱圏の温度は昼は 120℃まで上がり、夜になると -150℃まで急激に下がる。また、宇宙は真空状態であり、水分の昇華が速い。以上の理由から、凍結乾燥によって干物を作ることが可能なのではないかと考えた。また、今回は動物性たんぱく質と DHA を多く含むイワシを選び実験する。

②生糸を使用する利点

生糸は繊維状たんぱく質であるフィブロインを主成分とし、表面には膠質成分としてセリシンが含まれる。セリシンには紫外線を吸収し、紫外線による影響を軽減する効果がある。紫外線は干物のうま味を凝縮する。しかし、強すぎる紫外線は干物の酸化を促してしまう。従って、生糸の働きによって紫外線の量を抑えることが必須となってくる。（今回は糸ではなく布を使用し、糸でも同様の結果が出るものとする）

【実験】異なる条件下で干物を作り、性質を比較する。（なお、今回は生糸と同じように紫外線を吸収するポリエステルで代用する。）

材料 イワシ、生糸【ポリエステル】（白）、生糸【ポリエステル】（黒）、10%食塩水、干物用ネット【図 I】

イワシの内臓を抜き取り、10~15%の食塩水に 30 分間つける。【図 II】なお、水分を拭き取り、凍らせておけば長期間の保存が可能である。【図 III】ここからは、以下の 2 つの条件に分けて考える。

条件 A：凍結乾燥を使用することで熱圏と同じような状況を作り出し、イワシの組織が宇宙空間に耐えられるのかを検証する。今回は山口大学農学部にご協力いただき、凍結乾燥機を使用させていただく。【図 IV】 -80℃で 2 時間乾燥させたところ、悪臭や水分も残っていなかったため、この実験は成功といえる条件 B：イワシに異なった色の布を巻き（体全体が覆われるほど）、乾燥後の干物の紫外線の含有量について調べる。生糸本来の色である白と一般的に紫外線に強いとされる黒を使用する。【図 V】なお、紫外線の強度は UV インデックス ($W/m^2 \times 40$) という数値で表され、数値が高いほど紫外線が強い。

【図Ⅰ】



【図Ⅱ】



【図Ⅲ】



【図Ⅳ】



【図Ⅴ】



	黒	白	普通
UV インデックスの数値	1.2	3.5	8.5
カットした UV インデックスの数値	7.3	5.0	

上のグラフの結果から分かるように、宇宙で干物を作る際、黒の布を巻くことで紫外線の量を削減できることが分かった。今回の実験ではポリエステルで代用したが、今後の科学技術の発展を加味すると、蚕が宇宙で盛んに飼育される未来も近いだろう。その際に、微小重力下で調理でき、なおかつ宇宙飛行士の安全にも考慮した食品は需要が高まることが予想される。

5. 得られる成果

宇宙空間で蚕を生産し食糧とすることで、より多くのタンパク質を摂取できる。また、生糸の活用により、宇宙飛行士の食生活の幅が広がる。そして宇宙空間での飼育の蚕への影響なども調べることができる。これは宇宙ステーションでの様々な生物の飼育、安定した食糧供給に役立てることができる。

6. 主張したい独創性または社会的な効果

現在、宇宙での蚕の飼育に向けて蚕の生態について研究を重ねている。例えば、幼虫の1時間の排泄量や、凍結乾燥した桑の葉が幼虫に及ぼす影響について考えている。ISS内での蚕の長期飼育が可能になれば、そこから発展して蚕を生活環境の改善に生かす事ができる。

参考文献

- カイコの実験単 日本蚕糸学会監修
 昆虫食と文明 デイビッド・ウォルトナー＝テープズ著
 片岡夏実訳
 美味しい自家製イワシの作り方 干物の作り方／いわし
 絹 日本蚕糸学会
 カイコの食性と人工飼料の開発 東京農工大学

協力

山口大学農学部

以上