

2. 地域内資源循環型による蚕の全齢無菌人工飼料飼育で産出した蚕、繭の高付加価値化商品の開発

株式会社峯樹木園 代表取締役 峯 隆吉

熊本県産業技術センター 食品加工技術室長 清水 繁樹

(1) シーズ研究（又は開発）の概要

蚕の周年無菌全齢人工飼料飼育法（以下、周年無菌養蚕システムという）は、地域内で栽培した桑葉や大豆（実）等を人工飼料に加工し、無菌の環境下で年間24回程度、蚕を安定的かつ計画的に飼育する方法である。当システムで産出した蚕や繭は絹糸製品をはじめ、加工食品、化粧品、医療用素材等の高付加価値商品として国内外で需要拡大が見込めるため、株式会社峯樹木園が京都工芸繊維大学（松原藤好名誉教授）、熊本県産業技術センターや関係機関・団体等と連携し、世界初の地域内資源循環型ビジネスモデルである工場周年養蚕に取り組んでいる。

（公設試の技術）蚕、繭の素材を活かした加工技術

（大学等の技術）蚕の周年無菌養蚕システムの技術

（企業の技術）桑の栽培管理、蚕の飼育施設などに関する技術



図1 周年無菌養蚕飼育建物



図2 桑園造成

(2) 開発の端緒

テーマとの出会い

熊本県合志市では養蚕業が盛んで地域経済を支えてきたが、近年では生活様式の変化による絹需要の減少や、中国産の安い絹の進出などで市内の養蚕農家がなくなっていたが、株式会社峯樹木園では桑の効能に着目し、桑の葉・実を加工した桑茶、桑の実ジュースなどを販売してきた。一方で、より付加価値の高い商品開発を目標に蚕や繭の生産・加工・販売を計画していた。

人との出会い

蚕の飼育計画を付き合いのある樹木業者に相談を持ちかけていた中、蚕の周年無菌養蚕システムの開発者である京都工芸繊維大学の松原名誉教授の教え子で株式会社峯樹木園と付き合いのある企業から無菌の環境下で年間24回程度、蚕を安定的かつ計画的に飼育するシステムを紹介された。

当システムは一年中計画的かつ安定的に蚕を飼育でき、経営目標が明確となることから導入を決断した。さらに、松原名誉教授からは、大学の教え子が勤務している熊本県産業技術センターを株式会社峯樹木園に紹介された。株式会社峯樹木園は、桑の葉・実の加工相談と商品試作で熊本県産業技術センターと付き合いがあったことからトントン拍子で連携体制が構築された。

また、株式会社峯樹木園では、京都工芸繊維大学の松原名誉教授が開発した「蚕の周年無菌養蚕システム」の導入支援を大阪市の松原無菌周年養蚕研究所や関係機関・団体と連携して行うことができた。

松原周年無菌養蚕システムとは

- 1 年中、蚕を生産できるバイオ産業化

- 2 人工飼料で25日間3回給餌という省力化
- 3 蚕病を排除し、生産の安定化と高品質化

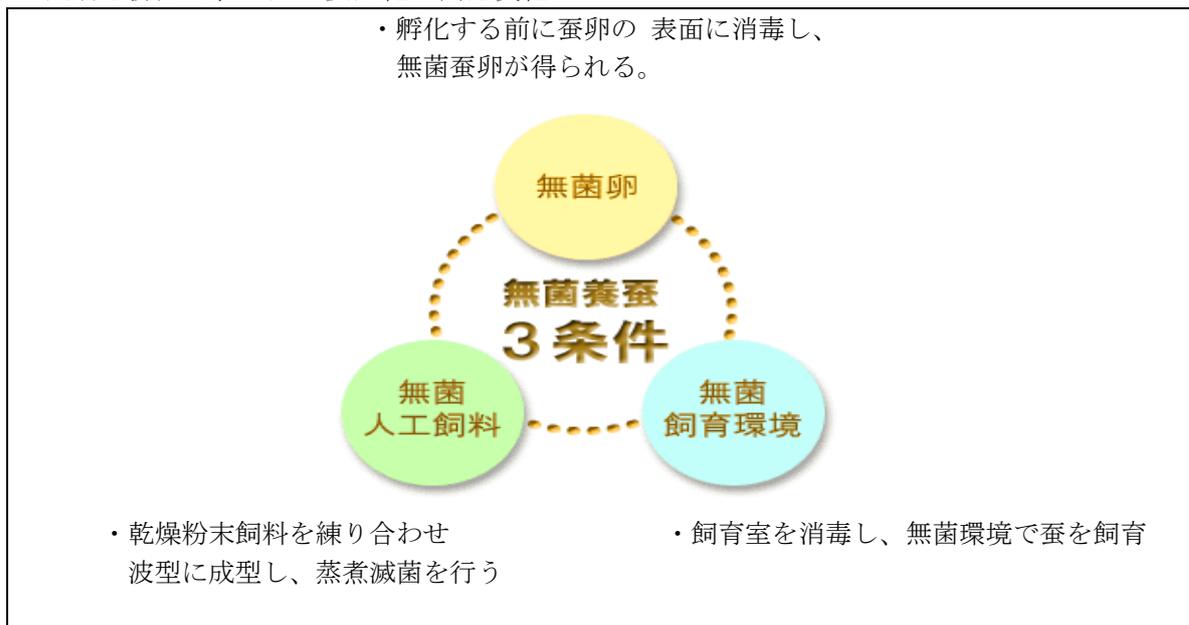


図3 無菌養蚕システムの3条件
安永大三郎、2009：「桑と蚕とシルクの世界」(株)ウイズラブから抜粋



図4 周年無菌養蚕システムのフロー図

(3) 目標の設定

○ハード面

- ①蚕の飼育施設の建設
- ②飼育関連機械器具の確保
- ③桑園の造成

○ソフト面

- ④無菌飼育技術の習得
- ⑤蚕や繭を活用した新商品の開発
- ⑥流通販売先の確保

(4) 社会的価値

近年の養蚕業は、中国を始めとする新興国からの安い生糸や絹製品の輸入が拡大し、また国内での繭価の低迷と養蚕従事者の高齢化、後継者不足及び労働過重、さらには1998年(平成10年)4月に蚕糸業法の全廃などによって養蚕農家と繭生産量が激減し、2008年には全国で養蚕農家が1,021戸、繭生産量は382トン、残っている製糸工場は2社だけとなっている。うち、熊本県では養蚕農家が11戸、繭生産量は1.3トンである。

このような現状であっても、日本の蚕糸生産に関する学問研究や科学技術などは、世界トップのレベルを維持している。

京都工芸繊維大学の松原藤好名誉教授が開発した蚕の周年無菌養蚕システムは、桑葉、大豆(実)等の人工飼料原料の生産から飼料加工、新商品の開発、商品の販売までの6次産業化が地域内で可能となり、遊休農地、活用されていない施設、地域内の新規学卒者や高齢者などの人材が有効に活用でき、地場企業として半永久的に経済活動が期待できる。

当システムは世界初の地域内資源循環による未来型ビジネスモデルであり、健康食品、化粧品、プレミアムシルク製品、医療用素材などの高付加価値化した商品を計画的に生産・販売でき、所得の向上、雇用の拡大、蚕関連の機械機器の開発など地場関連企業の発展が大いに見込まれる。

また、これまで廃棄されていた桑の枝や株などは、牛などの家畜の餌に添加し、肉質向上が期待できることから、桑から、蚕、蚕糞、繭(絹糸、蛹)までの生産物がすべて金(マネー)になることを実証中である。

(5) 具体的なシナリオ

株式会社峯樹木園と京都工芸繊維大学(松原名誉教授)、熊本県産業技術センターとの連携体制の中で、①蚕の周年無菌養蚕施設の設計、②桑や蚕の機能性成分の分析、③繭の粉末化技術の試験研究、④桑の葉・実の商品化及びデザイン、⑤6次産業化認定、補助金・貸付金申請、⑥生糸の染色技術試験、⑦大学・関係機関、企業等との緊密な連携などを計画的に実施し、平成24年10月から蚕の周年無菌養蚕を開始している。

周年無菌養蚕システムにおける施設の生産能力は、毎月2回の蚕種掃立により、最大飼育量(月産)が生繭で800kgを計画しており、商品用途別桑葉の需要見込みに伴う桑園の造成拡大(30ha)を計画的にすすめていく。

また、当システムで産出した蚕や繭などの製品化については、株式会社峯樹木園と京都工芸繊維大学(松原名誉教授)、熊本県産業技術センターと関わりのある企業や公的機関と連携を図りながら、原料の加工技術、並びに新商品開発に向けた技術・資金・情報の共有化をすすめている。

これまで農業者が6次産業化として桑の生産から周年無菌養蚕飼育を行い、そこで産出した蚕、繭を活用した新商品を開発した事例は無かったが、認定農業者である株式会社峯樹木園では、桑や蚕の機能性成分に着目した新商品の開発及び加工方法等の技術確立とともに、出口である商品販売先の開拓など国内外を視野に入れたマーケティングに鋭意取り組んでいる。

(6) 研究成果

主な成果

① 蚕の飼育施設の建設

1棟（鉄骨2階建て430㎡）、最大飼育量（月産）生繭800kg

1階：エアシャワー室、人工飼料蒸し庫、蚕卵孵化室、稚蚕飼育室（1～3齢）、4齢飼育室、5齢飼育室、作業室

2階：上ぞく室 他



エアシャワー室



蚕種の孵化室



作業室



稚蚕飼育室



5齢飼育室



上ぞく室

図5 周年無菌養蚕建物内の各飼育室

② 飼育関連機械器具の確保

人工飼料蒸しボイラー1台、飼料形成機1台、飼育資材等関連機器の購入

③ 桑園の造成

30ha、桑苗の自給生産（桑新梢挿木法、桑古条挿木法、桑接木法など）



桑園

桑葉

④ 無菌飼育技術の習得

松原無菌周年養蚕研究所での研修

⑤ 蚕や繭を活用した新商品の開発

・桑の葉・実の商品化

桑の葉茶、桑の実ジュース、桑の実ジャム、桑の葉・実にゆうめん、絹ワイン

・蚕（幼虫）の商品化



桑の葉茶



桑の実ジャム



桑の葉・実にゆうめん



桑の実ジュース



桑の葉・実羊羹

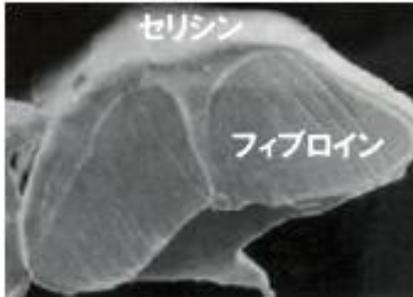


桑絹王峯（DNJ含有）

図6 新商品の開発

・絹糸の商品化

生糸の微粉末を活用した化粧品、加工食品（商談進行中）



絹糸の構造



絹糸の微粉末化

図7 絹糸の商品化

・蛹の商品化

蛹の粉末を活用した菓子類（商談進行中）



繭を絹糸と蛹に分ける



蛹の乾燥

図8 蛹の商品化

- ・蚕糞の商品化
化粧品への利用（商談進行中）
- ・桑の枝・株の商品化
家畜飼料の添加物（熊本県農業研究センターとの連携予定）

⑥ 流通販売先の確保

株式会社峯樹木園、京都工芸繊維大学（松原名誉教授）、熊本県産業技術センターと連携した販売先の開拓

企業化に至ったキーポイント

① 役割の明確化

京都工芸繊維大学の松原名誉教授は、周年無菌養蚕システムの技術を確立しており、株式会社峯樹木園は当システムのための飼育施設の建設と人材の育成、また、熊本県産業技術センターでは桑・蚕・繭を活用した新商品の開発支援を行うなど役割を分担したことが成果を上げている。

② 株式会社峯樹木園（峯隆吉代表取締役）の行動力

株式会社峯樹木園は、桑の加工商品だけでなく、より付加価値のある蚕や繭の利活用による新商品の開発を目標に掲げて経営を行ってきた。峯隆吉氏の経営理念は、将来に夢を持てる企業経営であり、仕事を楽しく、樹木や農産物などの地域資源を地域内で生産加工し、国内外に販売できる地域内資源循環型のビジネスモデルの構築に向けて幅広く行動している。

③ 人脈の活用

株式会社峯樹木園は、これまで樹木の生産・管理、樹木診断、造園業を行い、国内外の各種企業と取引があり、人脈も多い。また、京都工芸繊維大学の松原名誉教授の教え子は、全国で500人以上が活躍している。さらに、熊本県産業技術センターは、県内を中心に企業、市町村、農業者などとの連携体制もできている。このため、3つの核が組み合わさって周年無菌養蚕システムに関わる企業団体等の連携支援体制は強固なものとなっている。

(7) 到達点

熊本の桑は、太陽光、水、空気を活用してすくすくと元気に育つ環境下条件にある。株式会社峯樹木園では、樹木の生産・管理に伴い高度な炭化技術による備長炭などの商品を販売し、桑に施用する肥料などは家畜堆肥や樹木の炭化粉末を用い、病虫害防除には木酢やイオン水などを活用するなど、農薬、化学肥料を使わない桑栽培を行い、桑葉茶や桑の実ジュース、桑の葉や実のにゅうめんなどを生産販売している。

また、経営の高度化や多角化を図るため、峯樹木園では生産した桑原料の人工飼料を食べた蚕やその蚕が作った繭（繭層部分、蛹など）を活用し、蚕（5齢幼虫）を凍結乾燥・粉碎してカプセルに閉じ込めた「桑絹王峯」や、無菌繭層部分を微細に粉末化し、この粉末を利活用した加工食品や化粧品、医療品材料など新商品の開発をすすめている。

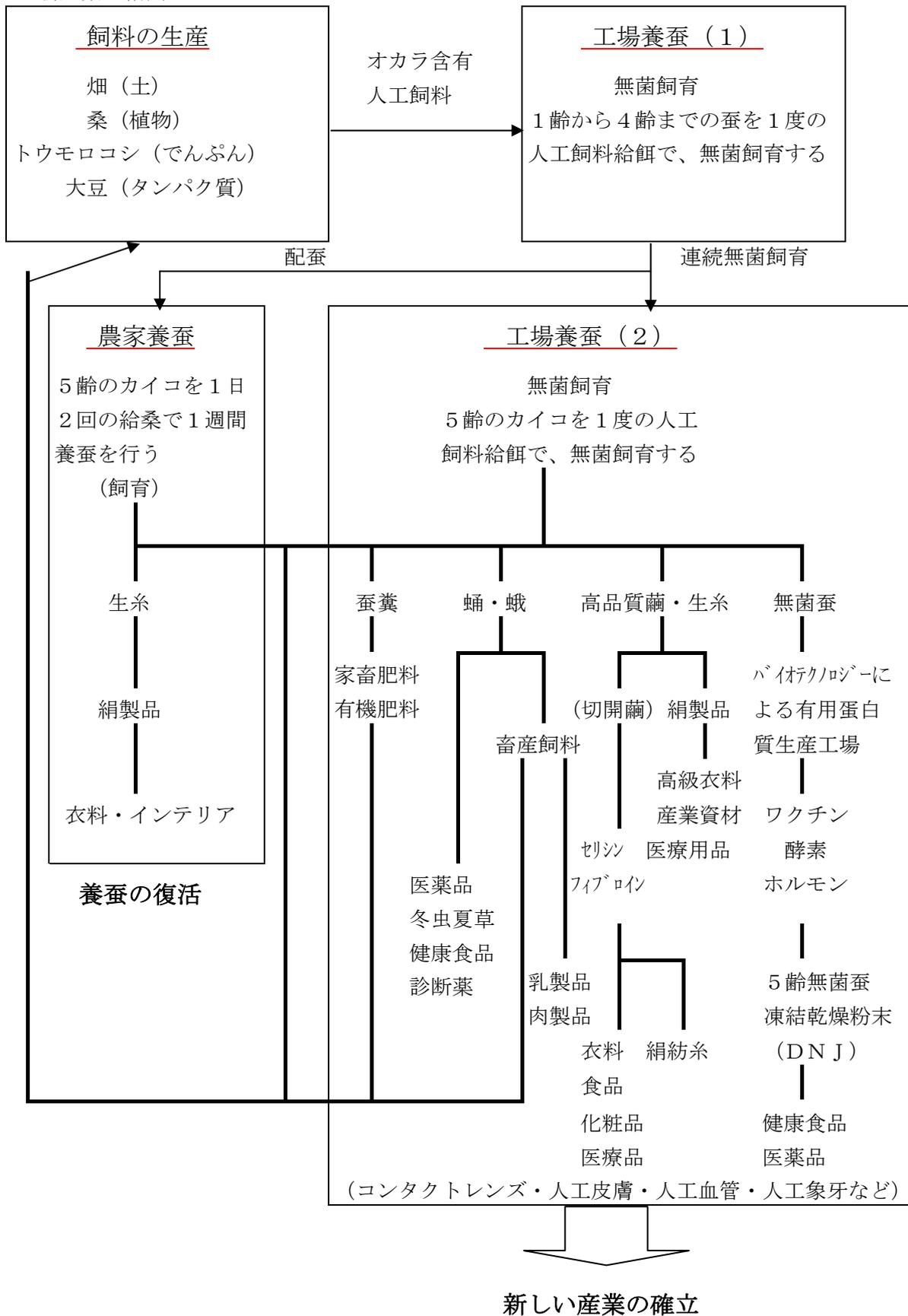
さらに、当システムで産出した絹糸は従来の生桑で壮蚕期を飼育したものに比べて、黄変しなく、糸が白くて、光沢があり、繊度が細いことなどから、天然素材を活用した染色技術でデザイン性のあるプレミアムシルク製品開発への支援を行っている。

今後は、金（ゴールド）よりも価格が高い冬虫夏草を製品化するため、当施設で飼育した無菌蚕・蛹を培養基とした高品質・安定生産技術を確立し、国内外でマーケティングを展開する。

さらに、当システムで蚕を1齢から4齢期まで飼育した後に、5齢期蚕を農家に配布する方法により、労働強度の低減と分散化が図られることから、高齢者等による新規の養蚕農家が増加し、これらの繭を工業的高付加価値原料にすることで農業者の所得向上が期待できる。

熊本県は九州で唯一、養蚕農家が8戸あり、うち平成24年度は新規養蚕農家が2戸誕生するとともに、今後も新規に養蚕を希望する農家があるなど養蚕復活の光が見えてきている。

図9 エコロジーとエコノミーを両立させる21世紀の周年無菌養蚕による養蚕の復活と新産業の創出



松原藤好、2012：「人工飼料無菌飼育法を導入した世界初の工場周年養蚕」より抜粋



シルクの染色試作



冬虫夏草



5 齢蚕（幼虫）

（8）開発に携わった研究者の思い

株式会社峯樹木園 代表取締役 峯 隆吉

1998 年 4 月、蚕と生糸の生産に関する法律である蚕糸業法が廃止され、今までとは全く違った繭の工学的生産の無菌周年飼育法が可能になった。食・医薬・バイオテクノロジー等の高付加価値製品に向け、荒畑に桑を植栽し桑をベースにした新たな生産拠点にして、雇用を生み出し地域の活性化を図っていききたい。

熊本県産業技術センター 食品加工技術室長 清水繁樹

日本の養蚕技術は、数千年前に大陸から北九州地方に伝来したと言われている。農業や工業など産業の衰退が危惧される中で、世界初の工場周年養蚕技術を熊本県内に普及拡大させ、熊本県の重要な産業の柱に育て上げることを目標に更なる試験研究を行っていききたい。

企業情報

■名称：株式会社 峯樹木園

■代表者：代表取締役 峯 隆吉

■創業：昭和 60 年 11 月 9 日

■資本金：10,000,000 円

■従業員数：7 人

■所在地：〒861-1103 熊本県合志市野々島 4393 番地 54

■TEL：096-242-1045

■FAX：096-242-3789

■E-mail：m.green@viola.ocn.ne.jp

■主力商品

・果実桑の葉茶

・桑の実ジュース

・桑の葉・桑の実入りにゅうめん

・絹ワイン

・桑の葉・桑の実入り羊羹

・備長炭

・健康食品（桑絹王峯）