

周年無菌蚕糸生産技術の確立

京都工芸繊維大学

名誉教授 松原藤好

はじめに

桑と蚕は発生以来から一体のものであったが1960年人工飼料が開発され、蚕は桑から離れて人工飼料で飼育できるようになり、蚕の無菌飼育はその2年後にできるようになった。さらに1964年にはこれまでと全く異なった全令（25日）3回・4回給餌の無菌飼育法を確立した。そして無菌蚕は自然界で解明できなかったウイルス病の発生機構を明らかにし（松原ら、1965, 1966, 1967a, b, 1968, 1973）、また蚕の場合は飼育そのものが養蚕業であるから一年を通した大量飼育法の研究成果にもとづいて、いわゆる無菌周年養蚕のシステム化を計った（松原ら、1981, 1987a, b）。これらの研究の目標は常に省力化、省資源、低コスト、安定多収であり、高品質を求め、またエコロジーとエコノミーを両立させる全く新しい産業をめざした。

本生産システムの実用化研究は1976年からは京都工芸繊維大学附属農場において、さらに1989年から地方自治体や民間企業の協力によって、工業団地、山間地、中山間地および都市などに無菌周年養蚕工場を建設して進めた。そこで生産された繭や生糸は従来の生糸でみられなかった優れたすばらしい特徴をもっており、また、本システムで生まれる蚕（幼虫、蛹、蛾）や生繭を利点とする生糸用及び全く新しい分野での利用も進めた（松原、1993, 1997, 1998, 2000, 2002）。この周年無菌養蚕システムが余りにも伝統の方式と違っているためその考え方や、活用方法などが議論するまでに至らなかった。したがって一般農家には全く普及しなかった。最近になって繭を活用した新産業が次々と話題になって蚕の昆虫工場化の必要性が高まった。幸いにして本システムがそれに最適な生産方法として国の内外から注目されるに至っている。そこで今回は大阪市内で実践していることをふまえて紹介したい。

1. 人工飼料周年無菌蚕糸生産の理論と基礎技術

1) 無菌生物とその分類

無菌生命とか無菌飼育といえはウイルスや細菌を含めた全ての微生物が存在しないものとして解釈され、一般にはその言葉を出しただけで飼育は難しく、大変で、施設などが高つくという考え方が一般的である。そこで無菌(germ free)とはあまりにもダイレクトすぎるので、もう少しゆとりのある言葉が必要となり、gnotobiotiteという言葉が提案された。無菌生物は微生物の制御の程度によって次のように分けられている。

(1) Germ free life （絶対無菌）

- (2) Gnotobiote (ノートバイオート)
- (3) Specific pathogen free (SPF)
- (4) Conventional (普通)

Germ freeとGnotobioteは微生物的に制御された生物であり、これは我々が人工的に作り出した生物である。SPFは微生物的に制御されているわけではないが、厳重な閉鎖環境で生産維持されており、SPF豚が有名である。

2) 無菌蚕と無菌飼育の意義および無菌蚕の特徴

無菌蚕(germ free silkworm)とは、カイコの体表面および体液、消化液など体内のいかなる場所にもウイルスを含めた一切の微生物を認めない蚕をいう。しかし自然界では蚕は生まれる(孵化)と同時に微生物の汚染を受けながら微生物と共存している。蚕は一般動物の場合と異なって、細菌を含めたウイルス、糸状菌、原虫などは寄生生物として存在する。これらは蚕に対して病原的役割をはたしている場合が多い。したがって普通育でも蚕を飼育する前後は蚕室を完全に消毒して無菌室とし、しかも清浄を保ちながら蚕は飼育しなければならない理由になっており、無菌度の維持が蚕作の安定と関係している。

無菌蚕を飼育する意義は、無菌蚕を得るという科学的な興味の外に、これらを材料や手法として用いることによって自然界で究明できなかった諸問題、例えば蚕病の誘発や発生機構の解明、栄養生理、生化学、遺伝学および生産学などの研究に役立てることができる(松原、1973, 1975)。しかも蚕の場合は無菌飼育そのものが蚕糸生産という産業につながっており、先端的革新的生産技術の開発が期待されている。

無菌蚕の特徴として卵(蚕種)は年中市販されており入手できる。また自分で容易に製造することもできる。品種や系統がはっきりしており、130年前より卵内微生物(微粒子)は排除されている。卵は消毒によって無菌蚕の作出は容易であり、一度に大量の無菌孵化も容易である。体が適当に小さく、飼育期間が短い。比較的小規模の施設で大量育ができる。飼料は平面に作れば、孵化した幼虫に適当に掃立しても短時間に等間隔に散らばる性質がある。眠期は乾燥した場所を好む。飼料の水分率が60%以下に低下すればどのような優秀な飼料でも食下しにくい。比較的に悪い環境条件に強い。排泄物は糞のみで尿としてはない。また一定の硬度をもっている。排泄物は無菌であれば腐敗がなく、醗酵しないので清潔である。無菌飼育では蚕にかかわる作業はほとんどしなくてよい。無菌蚕は蚕病発生がない。しかし一度病気に感染すればほとんど死亡する。またウイルス病の感染抵抗性は無菌蚕と自然蚕では殆ど変わらない。蚕病の治療法はほとんどないなどである。

3) 簡単な蚕の無菌飼育法

蚕の無菌飼育は1960年人工飼料で全齢飼育ができるようになって初めて可能となった。無菌飼育するには無菌蚕の作出、無菌人工飼料、無菌室が必要(図1)で大量生産には無菌飼育装置、施設が必要であり、それらは2で具体的に述べているので、ここでは理論と基礎技術を簡単に述べる。

無菌生物 (Germ free life)
Germ free · Gnotobionte · SPF (Specific pathogen free)
(卵消毒:ホルマリン・クライト)

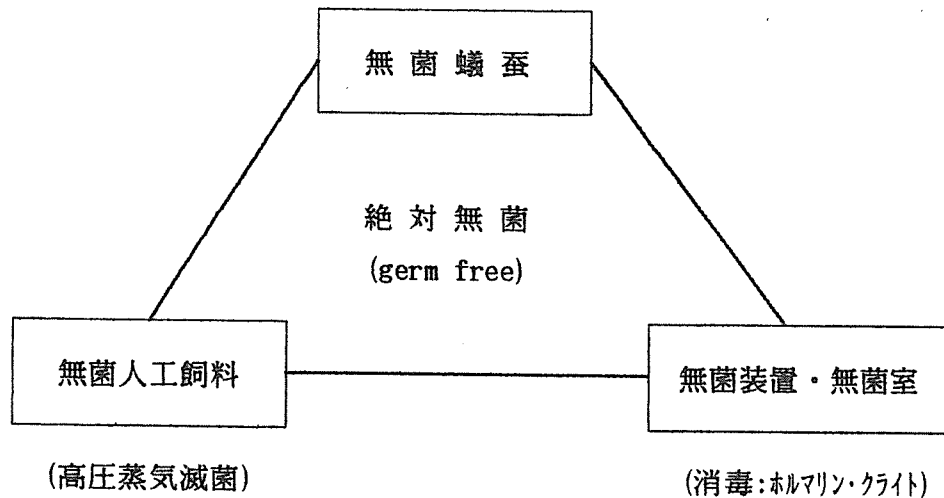


図1 蚕の無菌人工飼料育の概念

(1) 無菌蚕の作出法 (無菌孵化法)

蚕の卵内は無菌である。孵化時に卵殻を食下するので自然界では蚕の微生物汚染の始まりとなる。したがって無菌蚕を作出するにはクリーンベンチの中で蚕卵を予め消毒すればよい。蚕卵は品種によって発育の時期、葉液の種類、濃度および処理時間などは、消毒効果や孵化率、更には孵化後の蚕の発育等に影響する(松原、1975, 1988, 1995)。

(2) 無菌飼育容器、装置および無菌室

蚕は一般動物に比べ体が小さく世代が短い。特に幼虫期は25日である。また比較的密閉環境に強く、飼料は60%以上の水分率があり、練り合わされたものであれば特別に水をのまない。また排泄物は固形の清潔な無臭の糞だけで尿は排泄しない。蚕の飼育に光の必要はない。これら無菌蚕の特徴と後述の人工飼料の特性を十分に生かした装置を考案すればよい。給餌回数なども装置と関係が深い。

① 試験管、三角フラスコ等

1962年最初に無菌飼育を実施した時に用いたもので、これに綿栓またはシリコン滅菌栓をして高圧蒸気滅菌して飼育装置として用いた。最も安くて簡単なもので、栄養、毒性、病気などの研究に用いることができる。1頭から100頭を取り扱う実験に便利で全齢25日、3回給餌法までは可能で、1回および2回給餌は飼料水分の関係で現在のところ蚕の発育成長が少し悪くなる。

② プラスチック製飼育容器

蓋のついたプラスチックケース、ケースの大きさは飼育頭数に応じて大小用いればよい。

この容器は薬液消毒によって無菌容器として用いる。給餌は全齢1回給餌も可能であり、無菌掃立後は容器に入った蚕は蓋をしておけば普通蚕室に移しても飼育ができる。飼料交換をする場合はクリーンベンチ中に行えばよい。研究材料蚕の飼育や少量生産にも利用しており、国内外どこへでも運搬が容易である(松原、1975, 1988, 1995)。

③ 無菌飼育装置

一般動物においては開放式や閉鎖式装置の他に硬質または柔軟性のプラスチックアイソレーターが開発されている。蚕は1967年無菌装置を試作し、またオートクレーブを直結した2号機、更に硬質プラスチックアイソレーターも試作した。その後ノートバイオトロンを用いて飼育環境として温度、湿度、空気組成および光などと蚕の発育成長の関係の究明を行ってきた。また、飼育規模の拡大や給餌回数、飼育回数などについても研究を進めた(松原、1975, 1997)。

④ 無菌飼育室

1967年無菌飼育装置を拡大した無菌室を京都工芸繊維大学の附属農場に設置して、生産規模での無菌飼育法の基礎研究を進めた(図2)。この研究の成果にもとづいて、特別に無菌室を作らないで普通蚕室を消毒することによって年36回の蚕の無菌飼育をすることにも成功した(松原ら、1981, 1987a, b)。

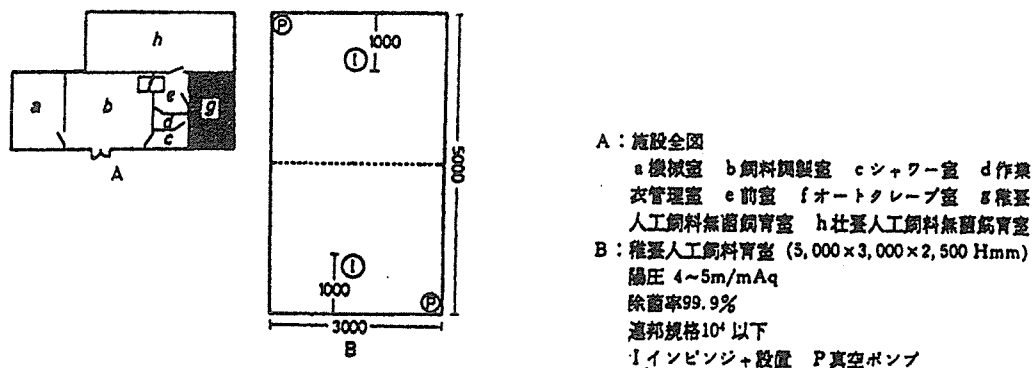


図2 1967年より本学農場で繭生産している人工飼料無菌飼育室及び施設

(3) 無菌人工飼料とその特徴

無菌飼育には無菌の人工飼料が必要である。無菌蚕は腸内細菌を欠いており、これら細菌が関与して合成するビタミン類を添加する必要がある。また人工飼料は無菌処理法によって破壊され失われる特にビタミンCやビタミンB群の含量を増加させる必要がある。次に長期間同一飼料を食べさせるので、飼料の臭気、硬さ、形、色の変化などにも留意しなければならない。飼料の滅菌法としては現在高圧蒸気滅菌法が最も適している。無菌人工飼料は原々蚕用、原蚕用、糸繭用と、それぞれ稚蚕用と壮蚕用を製造し、稚蚕用は摂食性を重点に、壮蚕用は繭の収量や繭糸質がよく、更に、低コストの無菌人工飼料の開発を行っている(松原ら、1975, 1993, 1996)。

(4) 無菌操作及び無菌検定

無菌飼育で重要なことは無菌度の保持である。蚕の飼育期間は約25日であり、他の一般動物に比べ比較的無菌は維持し易い。特に飼育装置の気密、飼育容器、飼料などの滅菌、無菌蚕の作出などの操作は汚染しないようにすばやく行うことに留意する必要がある。操作は無菌箱やクリーンベンチおよびクリーンブースなどを用いている。

微生物検索は消毒後の卵、蟻蚕、各齢の幼虫、目的によっては蛹、蛾または排泄糞、飼料の残渣などについて鏡検または培養することによって検索できる。ウイルスについては幼虫特に各齢起蚕を5℃、24時間処理し処理後直ちに25℃にもどして飼育すれば、もしウイルスが 10^3 個以下でも4・5日の潜伏期で発病するので検索できる。なお人工飼料は培養地的要素があり、10数日間飼料交換を行わないので、無菌が破れれば、稚蚕期は27・29℃、95%の温湿度条件で飼育しているので、飼料上に細菌や糸状菌等の増殖がみられ蚕の飼育は困難になるのも本法の特徴である。したがって出来るかぎり飼育室に入ったり飼育作業をしないことが重要である(松原ら、1996、1997a)。

(5) 飼料利用効率

無菌飼育においては人工飼料の給餌量、食下量などについて調べ、最も飼料利用効率のよい給餌量を求める必要がある。交雑種の全食下量に対する各期の食下量の割合をみると1・3齢期は約3%、4齢期は約7%、5齢期は約90%である(表1)。

表1 全齢3回育における給餌量・食下量・消化量(対1頭)

給餌期間 と回数	給餌量 (乾物) (g)	食下量 (乾物) (g)	食下率 (%)	消化量 (乾物) (g)	消化率 (%)	全食下量に 対する割合 (%)
1-3齢1回	0.284	0.15	52.8	0.09	56.3	3.1
4齢1回	0.697	0.38	54.7	0.15	40.4	7.8
5齢1回	5.616	4.33	77.1	1.47	34.0	89.1
合計	6.597	4.86	73.7	1.72	35.3	100

飼育温度 : 25℃, 飼育室 : 無菌室

2. 松原方式周年無菌養蚕(蚕糸生産法)

桑に代わる人工飼料の誕生によって桑と蚕と人の何千年という長い関係の歴史は一変した。更に無菌蚕という新しい生命を作出し、蚕病の防除科学に立脚した周年生産システムである。システムの特徴は食品産業からの廃棄物であるオカラを主素材とし、桑の乾燥粉末を必須素材とすることによって桑畑の維持拡大というような地球資源の再利用や地球環境の保護を視

点におき飼料の調製以外の省力化は機械力よりもむしろ蚕の機能を最大限に生かす方向で全齢3回以下の給餌法を生産技術としている。

1) 松原方式周年工場無菌養蚕のプロセスとシステム

我が国は冬期に桑の葉は落葉するため養蚕業は季節に支配された生産リズムからシステム化に脱却させることはできなかった。しかし1960年代に低コスト人工飼料の開発と、蚕病発生皆無の無菌飼育法の確立によって、松原方式周年工場無菌養蚕のシステム化に成功し、エコロジーとエコノミーを考慮しながら研究を進め、年間安定した蚕糸生産を実施している(図3)。その生産のプロセスとシステムについて述べる(図4)。

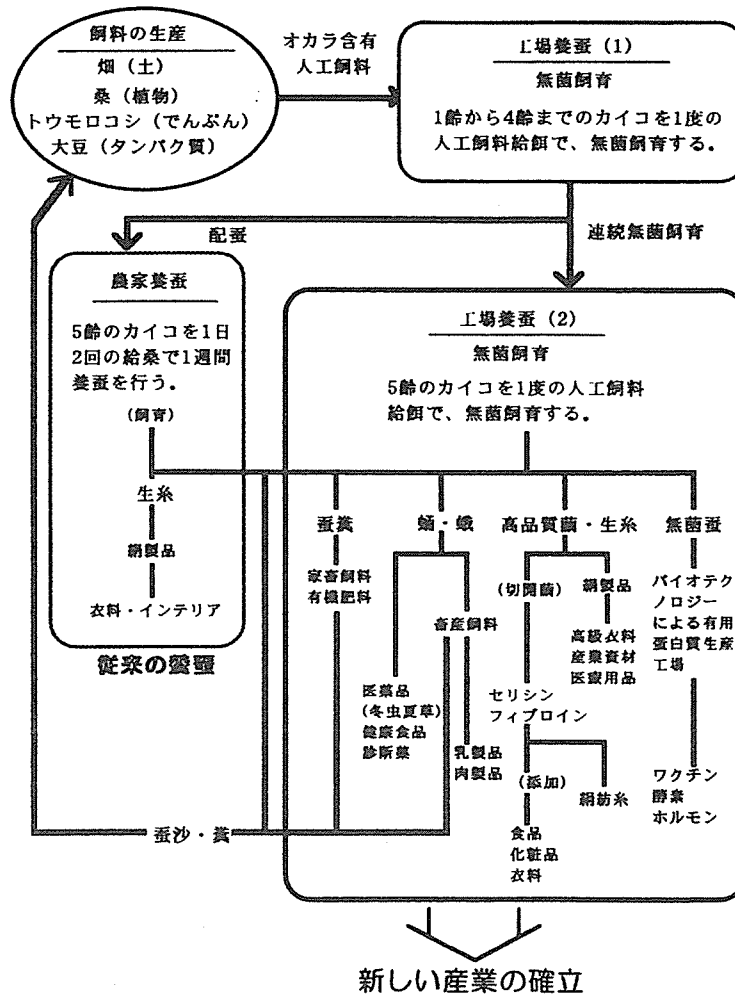


図3 エコロジーとエコノミーを両立させる周年産業

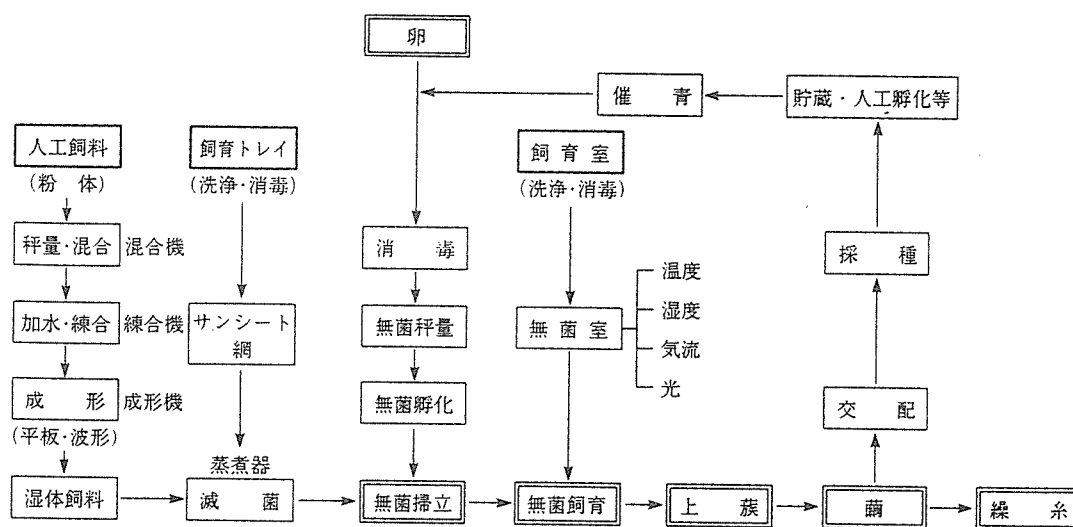


図4 松原式 無菌養蚕システム

(1) 低コスト無菌人工飼料組成と飼料の調製法（プロセス1）

①桑に代わる良質で低コストの無菌人工飼料を開発して年間安定して調製供給することが重要である。蚕の無菌人工飼料の組成はタンパク質、炭水化物、脂質、ビタミン類および無機塩類など5大栄養素をバランスよく含むことが大切で蚕は栄養の他に特別水を飲まないの
で飼料中の水分率も重要である。同時に飼料は蒸気滅菌するため、清浄育用とは組成は異なる。

実際に低コスト人工飼料を創製するには5大栄養素を含む主要素材を決定し、高価な素材は同じ効果をもつ他の安い素材に代替えることも重要である。しかし演者は桑葉粉末は蚕の発生以来からの唯一の食物であったことから素材から抜くことを考えていない。

表2 人工飼料の組成

飼料料素材	添加量(%)	
	オカラ飼育	標準飼料
乾燥桑葉粉末	15	32
脱脂大豆粉末	24	47
乾燥オカラ粉末	50	—
澱粉	5	—
セルロース	—	12
塩化コリン	0.2	0.2
アスコルビン酸	1.5	1.5
クエン酸	2.0	2.0
リケステロール	0.4	0.4
クロトン酸	0.4	0.4
微量成分 (ビタミンB群含む)	1.5	1.5
合計	100.0%	100.0%

そして人工飼料は全食下量の3%の食下量である稚蚕期（1・3齢）と全食下量の97%を占める壮蚕期（4・5齢）に分けて開発している（表2）。現在の飼料価格は乾物kg当り200円前後であり、市販のものは乾物kg当り700・1500円である。

② 無菌人工飼料の調製

主要素材の桑葉粉末、脱脂大豆粉末、オカラ粉末、澱粉、ビタミン混合物、無機塩混合物などを秤量した後混合機で混合し、2.2倍量の水を加え、練合機で練合し、成型機に移送しながらppフィルムの間に平板状または波形に成型する。飼料は洗浄消毒済のサンシートを敷いた飼育トレイに入れ蒸煮滅菌する工程で無菌人工飼料を調製している。この工程は殆ど機械力により省力化している。これは従来の桑栽培から桑刈、運搬、貯桑、調桑といった重労働を要した部門である。

（2）蚕卵の催青と無菌蚕の作出（プロセス2）

一般動物は帝王切開術によって無菌動物を作出するが、蚕の場合は卵表面の消毒によって簡単に無菌蚕を作出することができる。蚕卵の消毒は孵化前または催青直後のものを周年繭生産用としては3%のホルマリンや高度晒粉300倍液を用いて無菌蚕を作出している（松原、1975, 1988, 1997）。桑育や人工飼料清浄育ではこのプロセスはない。このプロセスが加わることによって後述のように従来の色々の作業項目は省略することができる。

（3）幼虫の周年無菌飼育（プロセス3）

① 掃立

孵化した幼虫に最初に飼料を与えるため無菌室又はクリーンブース内で飼育トレイ中の飼料上に打ち落とし法で掃立を行い、その後滅菌済の網を3枚重ならないように上からかぶせる。掃立が終了したものから順次飼育トレイを飼育台車に積み重ね最上部は蓋をして全飼育トレイを密封する。

② 掃立後の飼育作業と飼育環境

蚕は平面に作った飼料では掃立後数分で均等に散らばる性質がある。また眠に入ると乾燥した所を好むなど、これらの蚕の機能的特徴を利用すれば従来各齢で実施してきた拵座、整座、給餌、眠起の操作、飼食、除沙、分箔などの作業項目を省略することができる。つまり従来のような桑育では一日数回の給桑、人工飼料清浄育では一日1回の給餌から25日1回又は25日に2回給餌というように表3に示す飼育標準を用いればよい。

飼育室の無菌状態を維持するには飼育室内での飼育作業を出来る限りしないことが重要で、飼育労力の省力化と同時に蚕病感染の機会が少なくなり、作柄が安定する。

③ 飼料の交換と発育検査

現在では4齢起蚕と5齢起蚕時に2回の飼料交換と5齢の3日目に発育検査を実施すれば高品質の繭生産は可能である。

飼育温湿度の標準は1・3齢は29・27℃、75・65%、4・5齢は26・25℃、65・60%とし、摂食中と眠中ともに無停食のため、温湿度は変化させる必要はない。写真1に示すように無停食にも

かわらずよく揃って発育成長する。

表3 周年無菌養蚕飼育標準表（作業内容、給餌量） 対掃立2万頭

蚕齢	日順	作業項目	全齡無菌育				清浄育	
			2回給餌		対照1		対照2（農水省）	
			作業の有無	飼料量	作業の有無	飼料量	作業の有無	飼料量
卵	-6	蚕室消毒	○		○		○	
	-1	卵消毒	○		○		×	
1 齡	1	掃立	○	3.6 kg	○	3.6 kg	○	0.5 kg
	2	給餌	×		×		○	1.0
	3	扨座	×		×		○	
	4	除湿	×		×		○	
2 齡	5	餉食	×		×		○	1.3
	6	給餌	×		×		○	1.0
	7	扨座・除沙・除湿	×		×		○○○	
3 齡	8	餉食	×		×		○	6.0
	9	給餌	×		×		○	4.0
	10	分箔・扨座・除沙	×		×		○○○	
	11	除湿	×		×		○	
4 齡	12	網入・分箔・餉食	○○○	85.0	○○○	14.4	○×○	20.0
	13	除沙・分箔	×		×		○○○	
	14	給餌	×		×		○	20.0
	15	補給餌	×		×		○	5.0
	16	除沙・除湿	×		×		○○	
5 齡	17	餉食	×		○	74.0	○	29.9
	18	除沙・分箔・給餌	×		×		○○○	35.9
	19	除沙・給餌・扨座	×		×		○○○	44.9
	20	除沙・給餌・扨座	×		×		○○○	49.8
	21	除沙・給餌	×		×		○○○	59.8
	22	除沙・給餌・補給餌	×		×		○○○	54.8
	23	給餌	×		×		○○○	44.9
飼料合計 (kg)				88.6		92.0		378.2

無菌育：京都工芸繊維大学（KIT）方式，対照1：常法3回給餌法，清浄育（対照2）：農水省方式，作業の有○，無×，飼料：無菌育は乾物，清浄育は湿体，特に清浄育の1-4 齡は交雑種，5 齡は原蚕種用

④ 上簇

孵化後約25日飼料を食べると軟糞を出し熟蚕となる。方法は飼育網上の熟蚕を払い落とし一斉に上簇させる。上簇中の環境は25℃、65%の温湿度で糸繭用では気流50cm/秒が理想で解じょ率は90%以上となる。

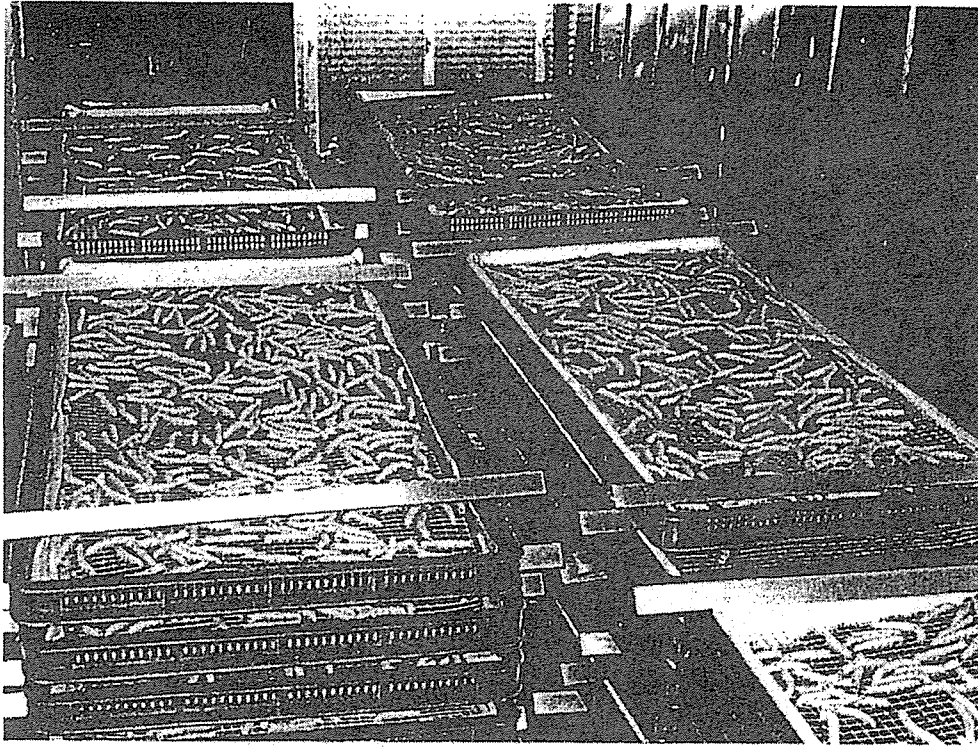


写真1 5齢6日目のカイコの揃い (30000頭)

(4) 蚕種生産と製造 (プロセス4)

工場周年無菌養蚕という新しい養蚕体系に対応するには何時でも孵化し、常時供給できる蚕種製造が必要である。また一方原蚕の飼育に当たっては糸繭用蚕種の生産量に応じて飼育労力の均一化と飼育施設の効率的な利用および作柄の安定などを考慮しながら生産計画を立てる必要がある。

演者は年4回の原蚕の無菌飼育を行う方式で糸繭用交雑種の年間随時供給計画のもとに原種製造を可能にした(図5)。なお糸繭100トン生産に必要な蚕種製造法や蚕種の生産費なども明らかにしている(松原ら、1981, 1995, 1996)。現在蚕種は市販されているが養蚕が消滅すると無毒蚕種の年間生産と製造も今後重要な課題となる。

(5) 繭以降製糸工程 (プロセス5)

松原方式では季節に支配されることなく毎日目的量の繭が生産されてくる。したがって、繭を出発点としたプロセスも従来のものと変わり、省力化が可能となる。

① 乾繭、貯繭工程の省略

松原方式で生産した繭は直ちに煮繭していわゆる生繭繰糸ができるので従来の工程が省略できる。しかし万一化蛹前に繰糸できない場合は1・2ヶ月間生繭の状態で作成する方法も開発している。このプロセスの省略は省力化、低コスト化と同時に高品質の年間生の生糸生産

ができる。

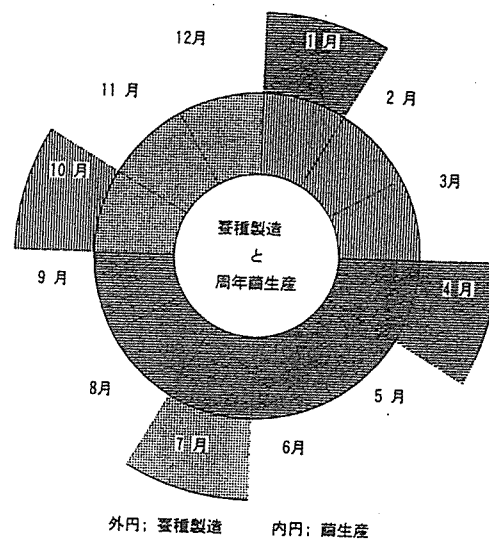


図5 周年無菌蚕種生産と蚕種製造

ア) 松原方式周年無菌蚕糸生産の特徴とメリット

人工飼料の特性と蚕の特徴（機能）を生かしながら無菌によって蚕病の防除科学を守り、一年を通して連続安定超省力、低コストの蚕種と繭の生産ができる。従って従来の飼育作業は蚕自身にまかせる。つまり超省力的でしかも年間安定して繭が生産できるので乾繭の必要がなく一年を通した生繭の繰糸ができる。また、人工飼料無菌養蚕は飼育作業中、栽桑等の重労働から作業者を開放することができる。

イ) 松原方式で生産された繭、生糸、絹の特徴

オカラ含有低コスト人工飼料によって無菌飼育した繭や生糸は、黄変しない、色が白く、光沢があり、織度が細く、練り減りが少ないまた染色性のよい高品質の原料繭や生糸である（松原、1997, 1998, 1999）。

おわりに

以上のように我国の養蚕は桑葉に代わる低コスト人工飼料の開発と無菌飼育法の確立によって、季節に支配されない、周年無菌蚕糸生産のシステム化によって鶏や豚や牛のような家畜と同じように一年を通していわゆる周年で蚕糸生産ができるようになった。そうして、1989年から地方自治体や民間企業などの協力によって、地方から都市に至る各方面で無菌養蚕工場を建設して検証実験を進め生産性、安定性、品質および経済性などについて調査したところ、研究当初に目標とした収繭量、繭糸長や品質などの成績は、ほぼ満足できる結果を示したことからこの新しいシステムの周年無菌蚕糸生産法はエコロジーもエコノミーも包括し

たものであり、従来の農業生産のそれでもなく、工業生産といわれるものでもない、全く新しい生産様式の産業と考えている。平成10年4月蚕糸業法の廃止を契機に蚕糸生産は全く新しい局面となり、本システムにより、蚕は一年を通して何時でも自由に安定的に生産できる時代を迎え今度は工業的な蚕糸生産を踏まえ、生糸以外に新しい分野つまりインターフェロンや、冬虫夏草、化粧品、食品、コンタクトレンズ、医療器械などが次々に生まれつつある。あたかもシルク・ルネサンスの観を呈する状況となり、こうした動きを支援し、再び養蚕の活性化と新産業の創出を願って大阪市内に周年無菌養蚕研究所を設置して一年を通して生きた無菌蚕を生産して業界にお役に立ちたいと研究している。

文献

- (1) 松原藤好：「カイコの人工飼料育への道」、浜村保次編、みすず書房、1975、pp. 135-165, 220-258.
- (2) 松原藤好：無菌飼育による蚕病に関する研究I-V, 京工織大繊維学報4, 1965, 291-297; 5, 1966, 1-6, 日蚕雑, 36, 1967a, 39-44; 1967b, 159-160; 1968, 137-145.
- (3) 松原藤好：無菌蚕による家蚕ウイルス病の誘発に関する研究、京工織大繊維学報、7, 1973, 34-58.
- (4) 松原藤好ら：人工飼料無菌飼育の育蚕体系への導入に関する研究II, 日蚕雑, 59, 1981, 266-270; 京工織大学術報, 11, 1987b, 271-283.
- (5) 松原藤好ら：人工飼料無菌飼育をベースとした我国の周年養蚕に関する研究I, 低コスト人工飼料の開発、京工織大学術報, 18, 1993, 43-69.
- (6) 松原藤好：蚕糸生産学実験実習書、(財)衣笠会、1988、pp. 150-233.
- (7) 松原藤好：新版生物環境調節ハンドブック「養蚕施設」、養賢堂、1995、pp. 484-494.
- (8) 松原藤好：人工飼料無菌飼育をベースとした我国の新しい周年養蚕、衣笠繊維研究所報告、第2巻、1997、pp. 1-53.
- (9) 松原藤好：無菌蚕、無菌生物, 26, 1996, 10-13.
- (10) 松原藤好ら：人工飼料による工場周年養蚕に関する研究、無菌生物, 27, 1997, 89-89.
- (11) 松原藤好：絹の50年、繊維機械誌, 50, 1997, 252-258.
- (12) 松原藤好：高品質シルクとその無菌周年蚕糸生産技術、日本繊維機械学誌, 51, 1998, 242-248.
- (13) 松原藤好：21世紀の周年無菌蚕糸生産システムとその利用、近畿工業界, 1999, 1-6.
- (14) 松原藤好ら：繭の用途開発に関する研究 周年生産繭からのセリシンおよびフィブロインの粉末化と炊飯時の添加、(財)衣笠会繊維研究報, 4, 2000, 20-36.
- (15) 松原藤好：カイコのゆめ、(株)感性生活出版, 2001, 1-63.

- (16) 松原藤好：無菌周年養蚕による伝統産業の活性化と新産業の創出、無菌生物，32，2002，10-13.