

繭の効率的生産技術の確立を目指して

農林水産省蚕糸・昆虫農業技術研究所 生産技術部長

河 上 清

はじめに

今わが国は未曾有の経済的發展を遂げ、国民1人当たりのGNPは1985年にアメリカを抜いて世界一となっている（260万円）。それに対応するかのように、私達の身の回りにおいても大きな変化が起きている。すなわち、ライフスタイルが新しい豊かさを追求するものとなっている。それぞれの価値感の違いに基づいて多様化した自己表現の時代といえる。戦後の3種の神器（洗濯機、冷蔵庫、テレビ）や3C（カラーテレビ、車、クーラー）など物を所有する欲求ではなく、おおげさに言えば、どのように生きていくかという「感性新時代」と言われている。

このようなライフスタイル変革のなかであって、衣料としての天然繊維、なかでもシルクへの熱い期待は、ブームではなく、本物指向としてのシルク・ルネッサンスの時代を迎えているといえる。この傾向は、わが国に限らず、世界的に同様の傾向といわれている。

しかし、昭和63年の繭生産量は遂に、3万トン割った。本年春蚕繭についても前年比15%減という情報が伝えられている。このショックは、蚕糸絹業関係者に大きく、とくに生糸市場が大きく混乱したことは記憶に新しい。1987年9,000円（Kg当たり）の糸価が約2倍の18,000円にもなるということで、供給不足は深刻な問題となった。そこで政府は農業部門のなかでは特異ともいえる増産対策をとると共に、輸入拡大の要請を中国に対して行うなどの措置をとっているが、国内の繭生産量の減少、蚕糖事業団の在庫量の減少、生糸輸入の見通し難など、容易ならざる事態である。

絹需要の本格化が始まったばかりの折りに、このような供給不足は需要に水を差すことになり、蚕糸絹業界があげて繭生産の一定量の保持、すなわち、少なくとも4万トン程度の繭生産の確保が熱望されている。

そこで、この難問にこたえ、繭生産を維持拡大していくための戦略および技術的方策の一端を述べ、関係各位に新たなご協力を願うものである。

1. 養 蚕 情 勢

大きな需要があり、それが増加しつつあるのに、国内の繭生産量は逆に減少している。今後の対策のために、養蚕技術の観点からその技術水準の推移を概観してみる。

1900年から1985年までの85年間について、養蚕技術の向上を指標化してみると（表1）、戦前の技術水準に戻ったのは1960年代であるが、1965年と1985年とを比較すると、土地生産性は最近低下しているが、それを規模拡大でカバーしていることがわかる。

つぎに、それら規模拡大の内容について、現在の蚕飼育技術や桑の収穫法をみると、農家における蚕飼育回数は、農家戸数では2～5回、飼育量の面からは3～5回となっている（表2）。しかし、年6回飼育の農家もかなり見られる。これら農家の飼育方法をみると、資本のかかる大型機械よりも、簡易装置を用いている（表3）。そして、桑収穫についても、密植栽培法との関連では機械化が急激に進行してきたが、ここきて密植用および慣行用共に伸び悩みの状態にあ

表1. 収繭量から見た養蚕技術の進歩

指 標 項 目	1900年 (明33)	1920年 (大 9)	1940年 (昭15)	1965年 (昭40)	1985年 (昭60)
10アール当たり収繭量 (kg)	34.6	44.8	62.1	64.4	48.8 (76)
箱 当 たり 収 繭 量 (kg)	9.7	14.5	29.8	29.6	34.1 (115)
1 戸 当 たり 栽 培 面 積 (アール)	-	28.0	32.3	31.9	97.1 (304)
1 戸 当 たり 収 繭 量 (kg)	-	126	201	205	474 (231)

農林水産省農蚕園芸局蚕業課 (1988) による。1985年の () 内は1965年に対する比率

表2. 年間飼育回数

区 分	年 度	養 蚕 戸 数 (%)								養蚕戸数 (戸)	飼 育 数 量 (%)								飼育数量 (箱)
		1 回	2 回	3 回	4 回	5 回	6 回	7 回 以上	計		1 回	2 回	3 回	4 回	5 回	6 回	7 回 以上	計	
全国計	59	9.3	20.6	31.7	23.0	11.4	3.1	0.9	100.0	113,242	1.9	9.3	25.1	30.2	22.3	7.8	3.4	100.0	1,376,736
	60	10.1	19.8	32.0	22.5	11.6	2.9	1.1	100.0	99,410	2.2	9.2	26.2	29.3	21.9	7.6	3.6	100.0	1,258,199
	61	11.1	23.2	30.2	20.3	11.0	3.1	1.1	100.0	86,712	2.5	11.8	25.6	27.6	21.0	7.7	3.8	100.0	1,066,130

資料：蚕業に関する参考統計 (農蚕園芸局調査)

るといえる (表4)。

以上を要約すると、現在の養蚕技術または養蚕経営の実情は、繭生産量が1トン以下の農家が88.8%で、規模拡大の方向とはいうものの、使用面積を拡大する他に、飼育回数を増加し、それに応じて桑収穫の機械化を図っており、蚕飼育に関しては機械化が遅れているということになる。この要約は、農地の立地条件、農家の複合経営の形態、就労者の年齢や人数を無視した極めて危険な要約かも知れないが、ひとつの見方であると思う。

表3. 壮蚕飼育の方法 (昭和61年度)

区 分	大型飼育機械	簡易飼育装置	そ の 他	計
養 蚕 戸 数 (戸)	649	44,540	41,523	86,712
割 合 (%)	0.7	51.4	47.9	100.0
飼 育 数 量 (箱)	24,178	674,893	367,059	1,066,130
割 合 (%)	2.3	63.3	34.4	100.0

資料：蚕業に関する参考統計 (農蚕園芸局調査)

(注)：1. 「大型飼育機械」とは水平移動式、多段循環式をいう。

2. 「簡易飼育装置」とは、配桑台を懸垂して給桑作業に供する「配桑リフト式」及び固定した蚕座の上に配桑台車を乗せ給桑作業に供する「配桑台車」をいう。(移動式2段蚕座もこれに含める。)

3. 「飼育数量」の数値が「稚蚕飼育形態別飼育数量」と合わないのは、蚕病、気象災害等によるものである。

表 4. 条桑刈取機の導入状況の推移

年 次	区 分	慣 行 用	密 植 用	合 計
55		419台 (100)	177台 (100)	596台 (100)
56		589 (141)	338 (191)	927 (156)
57		651 (155)	433 (245)	1,084 (182)
58		698 (167)	506 (286)	1,204 (202)
59		680 (162)	588 (332)	1,268 (213)
60		661 (158)	613 (346)	1,274 (214)
61		733 (175)	653 (369)	1,386 (233)

資料：昭和61年度農蚕園芸局「蚕業に関する参考統計」調査

(注) 表中の () は、55年=100とした指数である。

表 5. 繭と主要農作物との収益比較

作 物	10アール当たり所得 円	指数	1日当たり家族労働報酬 円	指数
繭	50,465	100	1,345	100
米	82,511	163	6,682	497
緑 茶	237,996	472	13,002	967
りんご (スターキング)	39,868	79	178※	13
ぶどう (種なしデラ)	126,541	251	2,613	194
みかん (普通温州)	100,223	199	3,106	231

統計情報部「農産物生産費調査報告」の61年度から。※気象災害

終わりに、これら実情に起因する農家の収益性について比較してみると(表5)、10アール当たり所得および1日当たり家族労働報酬の双方において、共に低い数値であることがわかる。

上記の養蚕実態を踏まえ、今後如何にして効率的に繭生産を進めていくか、そのための技術開発は極めて緊急で重要といえる。それを進めていかなければ、需要はあるが繭はないという状態、または、シルクブームはあるが養蚕農家は儲からないということになる。

2. 新戦略としての技術方策

現在の養蚕農家の88%は年間繭生産量が1トン以下である。1トン以上の繭生産農家は8,300戸(62年)に過ぎない。換言すれば、わが国の繭生産は複合経営の一部門としての養蚕に支えられており、収入の大半を養蚕から得ているいわゆる養蚕専業農家は極めて少ない状態であって、このことは製糸・絹業部門とは異なっているように思われる。

大規模養蚕農家という言葉があるが、養蚕統計では、繭生産量1トン以上の農家を指しており、そのうち88.6%は1～2トンを、9.0%が2～3トンを生産する農家である。平均的には、大規模農家の内容は、桑園145アール、年間5回の飼育で35.4箱の蚕から1.5トンの繭生産をあげている複合経営農家であることになる。このことは、繭1Kgが2,500円とすれば、粗収入380万円程度で、これでは生計は成立しない。

さらに、養蚕農家の技術レベルは、平均的にみて、土地生産性の面では、10 アール当たり収繭量が50～60Kg、労働生産性からみると繭1 Kgの生産費は約3,300円となっている。

繭生産効率を上げるには、10 アール当たり3,000 Kgの桑葉生産が必要であり、そのための優良桑品種や密植桑園の利用が効果的であることも解明されている。にも拘わらず、密植桑園は全桑園面積の僅か3.9%に過ぎないし、使用されている桑品種も「一の瀬」48%、「改良鼠返」30%、そして「しんいちのせ」が6%と、旧態依然たるものがある。しかも、桑の樹齢は15年以上で、老齢化は桑園においても著しい。多収性の優良桑品種がいくら育成されてもそれらは殆ど利用されていない。

物質収支からみた桑園の理論的生産量に関する研究によると、窒素収支の面で、蚕は食下量の60%を消化し、40%を排糞する。食下量全体を100とすると、そのうちの60%が繭層に利用されている。従って、桑葉中の窒素の利用効率は高く、施肥の重要性は見逃せない。さらに、密植(1,600本/10アール)における収繭量の理論的最大値は約300 Kg(10アール当たり)で、普通植の1.6倍であるといわれている。すなわち、繭増産のためには、桑園生産力をこの理論値に近づけるための方策が必要となる。このことは、密植栽培とその機械収穫が繭多収への近道であることになる。

そこで、今後の技術目標としては、つぎのように考えたい。勿論繭の安定生産(当面は増産)には、価格対策や行政措置などが必要なることは当然であるが、ここではまず、養蚕農家の生産技術目標の平均レベルを、土地生産性の面からは10アール当たり収繭量を100 Kgに、労働生産性の面からは繭1 Kg当たり生産費を1,000円程度にしなければならない。そのための諸対策としての技術革新を推進していく必要がある。

つぎに上記の技術目標の達成は、規模拡大を進めるなかで専業農家の育成を図っていかなければならないと考える。そこで、今後の養蚕経営規模を、3種類に分類する。その一つは専業経営で、繭生産量を5トン以上、粗収入で1,000万円以上、つぎは複合経営で繭生産量は1～3トン(粗収入で200～600万円)を中心とし、もう一つは生きがい養蚕、またはシルバー養蚕で、健康と生きがいなどより豊かな人生のための養蚕である。

上記の目標の実現にさいしては、それぞれ技術的根拠を提出しなくてはならないのは当然である。その場合のモットーは「新規参入技術」でなくてはならないと考える。すなわち、今後の養蚕技術は、新しく養蚕経営を始めることが容易な技術でなくてはならないということである。新規に養蚕を始める農家が出現しない限り、どんなに頑張っても、今後の繭生産は減少を続けるのではないだろうか。

「新規参入技術」を念頭に、今後の繭生産を効率的に進めていくための方策の例としては、①桑優良品種への改植と密植桑園の造成、②桑栽培・収穫の機械化、③蚕飼育・上簇の超省力化、④用途別蚕品種利用による高付加価値化、などである。そして、これらを「一週間養蚕による多回育技術」として推進する。

この一週間養蚕技術をより具体的に実現するための技術が、広食性蚕品種の育成と低コスト人工飼料の開発である。つぎにはそれらの内容について述べる。

3. 一週間養蚕のための広食性蚕と低コスト人工飼料

稚蚕人工飼料育の普及は目覚しく、昭和35年人工飼料での飼育が実証されて以来、49～51年

に13県による実証事業、52～53年にパイロット事業がそれぞれ行われ、54年度から実用に入ったが、現在では全掃立量の40%が稚蚕人工飼料育となっている。しかし、稚蚕人工飼料育技術体系としては、1～3齢人工飼料育、4～5齢桑葉育としてであったが、現実には1～2齢人工飼料育の飼育所数が273箇所に対して1～3齢の飼育所数は56箇所に過ぎず、大部分は1～2齢の人工飼料育にとどまっている。この原因には色々あるが、最大の要因は、飼育費の問題、なかでも飼料代のコストの高いことである。

一方、蚕用人工飼料の研究開発は、飼料コスト低減のために、蚕の栄養要求に基づく研究と相まって相当に進められてきたが、さらに効率を上げるため、今回は繭生産に大きなインパクトを与えるための戦略的構想のもとに、個別研究ではなく、蚕品種育成の研究と共同で所内特別研究が展開された。

蚕は桑以外の飼料を食べないし、家畜家さんと違って水を単独には飲まない。分りきったことであるが、桑だけを食べ、栄養も水も同時に取り込む単食性昆虫である。そのため、桑葉粉末を25%近くも混入するなど、長い間この食性が蚕の人工飼料開発の壁となっていた。そして、これ以上人工飼料のコストを下げるには、この蚕の食性を換える以外にないとする極めて難しいが、成功すれば画期的な新しい課題に取り組むことになった。すなわち、蚕の食性を換えた新品種を育成し、その蚕品種だけが食べる低価格な飼料を開発する試みである。

蚕糸・昆虫農業技術研究所では、歴史的財産として多数の蚕遺伝資源を保存しているが、そのなかから、桑葉粉末を全く含まない畜産用の飼料素材で作った人工飼料での摂食試験を繰り返し、キャベツ、リンゴなどを多少はかじるといふ、蚕のなかでは変わり者を選び出し、さらに、それを10世代程選抜するなかで、繭糸質についても実用的な及第点が得られるレベルまで、ついに到達することができた(表6)。

表6. LPY-131 飼料による広食性蚕(ANS82A×MCS26A)の飼育成績並びに繰糸成績
〔飼 育 成 績〕

飼料の種類	全齢飼育 日 数 (日・時)	3 眠 体 重 (g/100頭)	化 蛹 歩 合 (%)	1 万頭 収繭量 (kg)	繭 重 (g)	繭層重 (cg)	繭 層 歩合(%)
市販飼料 (A)	23.10	19.5	95.1	17.3	1.98	44.3	22.4
LPY-131 (B)	23.13	20.8	95.5	17.3	1.95	43.9	22.5
B/A	100	107	100	100	98	99	100

〔繰 糸 成 績〕

飼料の種類	繭糸長 (m)	繭糸量 (cg)	繭 糸 織 度 (d)	解じよ 率 (%)	生糸量 歩 合 (%)	歩 掛 (%)	小 節 (点)
市販飼料 (A)	1063	38.0	3.26	87	19.46	87.1	95.3
LPY-131 (B)	1019	37.1	3.31	76	19.27	85.9	95.0
B/A	96	98	102	87	99	99	100

*数値は2場所の平均

一方、飼料組成については、蚕の成長と栄養の両面から各種飼料素材が検討され、広食性蚕を利用することにより、現在用いられている桑葉粉末や砂糖が殆ど不要なことが分かり、それらを基本にして、最終的には、①各種飼料素材中の栄養素の含量、②飼料素材の単価、③必要とされる飼料中の栄養素の最小必要量、④摂食性と物理性に関与する素材の添加量などから、線形計画法を用いて、人工飼料を設計し（そのため通称LP飼料という）、飼育試験を繰り返した。その結果得られた飼料の例を表7に示した。従来の飼料に比べ、原料価格で約1/2にすることができた。その特徴は、桑葉粉末が大幅に減少され、砂糖、でんぷん、セルロース粉末などが省かれ

表7. LPY-141の飼料組成

飼料素材	1～2齢用	3齢用	4齢用
桑葉粉末	4.000%	4.000%	- %
脱脂大豆粉末	31.983	35.566	36.782
トウモロコシ粉末	30.000	30.000	30.000
脱脂米ヌカ	18.333	9.763	11.423
菜種カス	-	5.000	8.000
無機塩混合物	2.502	2.537	2.669
ビタミン混合物	1.224	1.219	1.235
クエン酸	4.000	4.000	3.000
大豆油	1.855	1.806	1.779
ステロール	0.194	0.200	0.204
カラギーナン	5.000	5.000	4.000
防腐剤	0.910	0.910	0.910
合 計	100.001	100.001	100.002

ている。反面、LPY飼料では脱脂大豆粉末、トウモロコシ粉末、脱脂米糠、菜種カスなどの比率が高くなっている（表7、表8）。

蚕糸・昆虫農業技術研究所では、この繭生産の逼迫している重要な時期を考慮して、LPY飼料の開発結果については、特許や実用新案などの手続きをとることなく、今回、広く一般に発表した。

そして、上記の松本支所で育成された広食性蚕品種は、農林水産省による蚕品種性状調査が実施され、品種指定に向けて手続きが進行中であるし、LPY飼料についても、来春のメーカー販売が可能となるよう飼料の認定に向けて手続きが進行中である。すなわち、このプロジェクトは、研究から行政およびメーカーを動員しての大きなものとなり、これらを用いた繭生産戦略には大きな期待が寄せら

表8. 現在市販の人工飼料の組成の例

飼料素材	配合割合 (%)	価格割合 (%)
桑葉粉末	24.9	20.0
脱脂大豆粉末	32.8	7.3
蔗 糖	4.0	4.4
纖 維 素	15.4	5.5
澱 粉	5.0	0.7
無機塩混合物	4.0	4.0
ビ タ ミ ン 類	1.4	14.9
ク エ ン 酸	3.7	2.7
寒天粉末等	5.0	28.6
大豆ステリン	0.3	2.6
大 豆 油	1.3	0.8
防 腐 剤 等	2.2	8.5
合 計	100.0	100.0

阿久沢（1986）より改変

れている。

なお、この広食性蚕品種は、第1号であり、技術的にはさらに第2号、第3号として、より優秀な品種を、または広食性で細繊維度、広食性で太繊維度などの特性を合わせ持つ蚕品種の登場も期待できることから、この広食性蚕品種の出現は、単に蚕が食性の幅を広げたというだけではなく、今後の繭生産体系全体に大きな影響を及ぼすものと思われる。

広食性蚕品種をLPY飼料で1～4齢飼育することにより、農家で「一週間養蚕」が可能となる。農家では5齢期間飼育と上簇・収繭が基本技術となれば、その飼育回数は飛躍的に増加し、半年間に10回程度は飼育可能となる。そのためには、桑栽培体系の見直しが必要となるが、基本技術はすでにできている。すなわち、密植桑園を中心とした機械収穫桑園の造成である。

4. 桑収穫機と蚕飼育装置などの機械化

一週間養蚕による多回養蚕の効率を上げるには、または大規模化には、当然、桑収穫の機械化と蚕飼育の機械化が必要である。桑収穫の方向としては、すでに条桑刈取機が実用化されており、さらに桑葉収穫機が考えられている。何れについても市販の型式の他に高効率な機械を目指して、改良が行われており、桑収穫の機械化についてはさほど心配はない。

飼育機械については、これもすでに稚蚕用および壮蚕用の各種飼育装置が実用化されているが、自動飼育装置と呼べる機種はみられない。

繭生産費を100とした場合、養蚕70、栽桑30の比率であることから、養蚕、すなわち飼育と上簇の労働時間を少なくする必要があることは誰しも認めるところである。最近、衣料素材として、和服用の長繊維とは別に、短繊維が注目され、この場合には、繭質管理にそれほど注意

表9. 飼 育 成 績

(1988 初 秋 蚕)

区 分	5 齢 経 過	減 蚕 歩 合			化 蛹 歩 合	繭 重	繭層重	繭 層 歩 合	1 万頭 収繭量
		飼育中	簇 中	繭 中					
	日 時	%	%	%	%	g	cg	%	kg
対 照 育	8.06	0	0	1.4	98.6	1.88	44.0	23.4	18.3
機 械 育	8.00	0.3	1.0	2.9	95.8 (97)	1.90 (101)	44.8 (102)	23.6 (101)	17.3 (95)

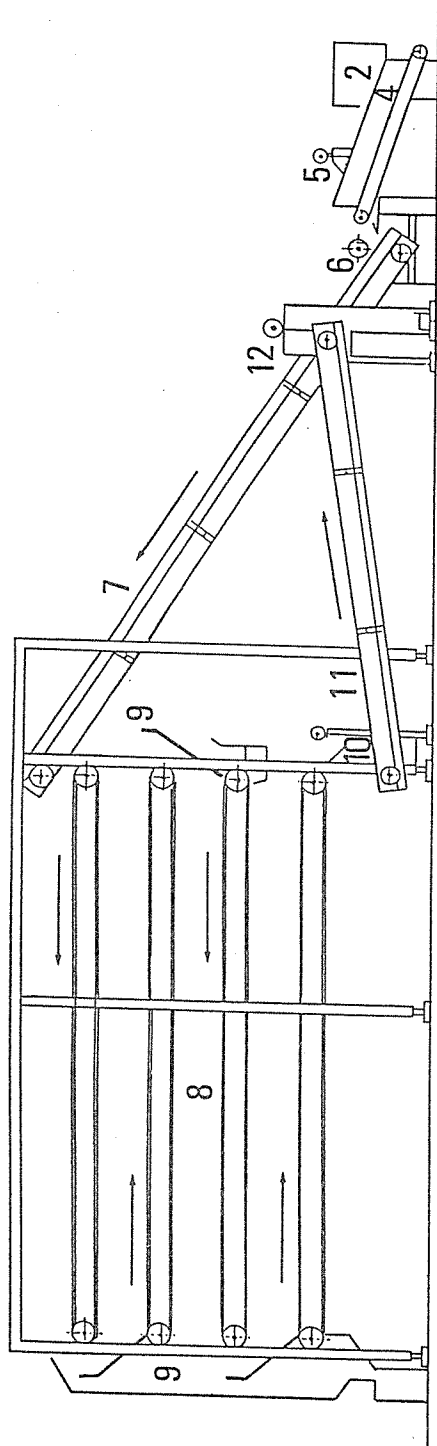
注) 供試蚕品種：あけぼの
飼 育 期 間：5 齢 期
給 桑 回 数：1 日 2 回

表9 (続) 繰 糸 成 績

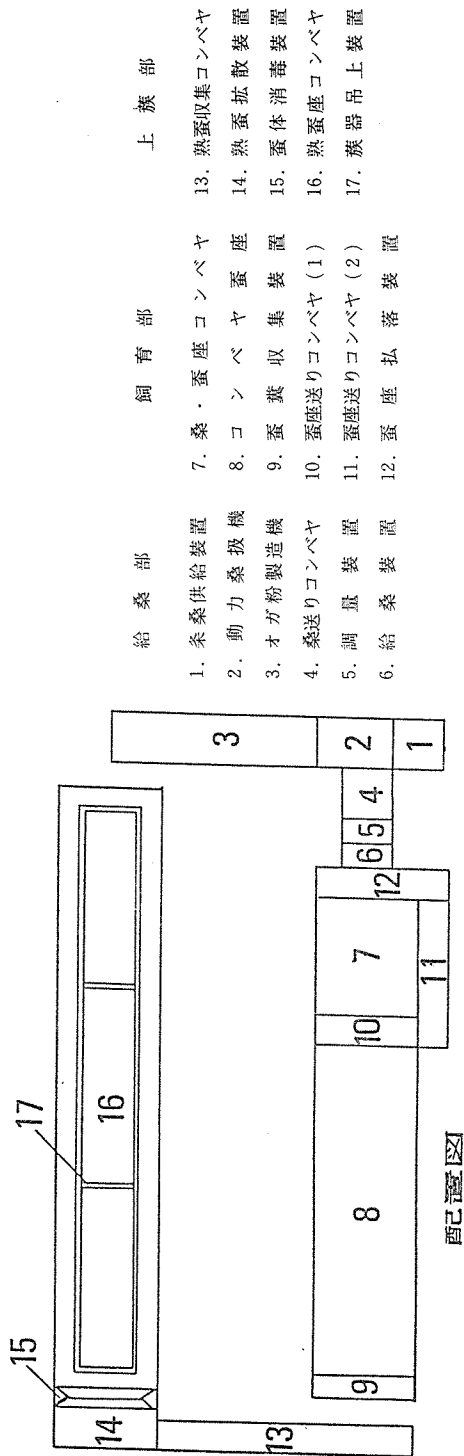
(1988 初 秋 蚕)

区 分	生糸量歩合	繭 糸 長	繭 糸 量	繭糸繊維度	解 じ ょ 率	小 節
	%	m	cg	d	%	点
対 照 育	20.17	1562	38.9	2.29	59	94.5
機 械 育	19.88 (99)	1404 (90)	35.6 (92)	2.33 (102)	57 (97)	95.0 (101)

注) 調査：長野県繭検定所



側面図



俯视图

- | 給桑部 | 飼育部 | 上旗部 |
|------------|------------------|--------------|
| 1. 桑供給装置 | 7. 桑・蚕座コンベヤ | 13. 熟蚕収集コンベヤ |
| 2. 動力桑扱機 | 8. コンベヤ蚕座 | 14. 熟蚕拡散装置 |
| 3. オガ粉製造機 | 9. 蚕糞収集装置 | 15. 蚕体消毒装置 |
| 4. 桑送りコンベヤ | 10. 蚕座送りコンベヤ (1) | 16. 熟蚕座コンベヤ |
| 5. 調量装置 | 11. 蚕座送りコンベヤ (2) | 17. 旗器吊上装置 |
| 6. 給桑装置 | 12. 蚕座払落装置 | |

図1 超省力壮蚕飼育装置

しなくても価格の安い繭を生産することが、より一層重要な目標となる。そこで蚕糸・昆虫農業技術研究所松本支所で、短繊維用の繭生産を目標に、蚕の飼育のための労働時間を従来の1/3程度にして、繭生産費の大幅な削減を図るための自動飼育装置の開発をすすめた。その結果、スパンロウシルク用繭だけではなく、普通繭の生産にも十分利用できる飼育装置が試作された。本機の高性能と好成績に応じて、本年度には、実用機を目指した機種が蚕糖事業団補助によりメーカーに発注されており、姿を現す日も近いとおもわれる。

本飼育装置は「超省力壮蚕飼育装置」と呼ばれ、10箱程度の蚕飼育を5齢期から上族まで1人で行うものである。装置は(図1)、給桑部、飼育部、および上族部からなるが、給桑は全葉を基本とし、蚕児はベルトコンベア上で飼育され、蚕糞は蚕糞収集装置で自動的に除去されるため、除沙は必要無い。上族は回転族を利用した自然上族法で、生理活性物質を利用して短時間で行う。

本装置の概略図が図1であり、それを利用した飼育成績の例が表9である。本装置は現段階でも、目的の労働時間を現行(繭100Kg当たり157時間、但し30箱以上の農家の場合)の1/3に減少できたし、飼育成績についても問題がないといえる。従って、今後、本装置は普通糸繭飼育用として、十分利用可能と考えられることから、早期に実用化を図ることとなった。

本装置を利用すれば一人で10箱程度の蚕飼育が容易となるため、桑収穫の担当者との二人で半年間に10回程度の飼育を行う。

用桑の5齢期の最大量は、1日1箱当り140Kg(条桑)と言われているから、10箱当りでは1,400Kgとなる。そのため、機械収穫と運搬および貯桑の問題があるが、専業養蚕農家の条件としては、実行可能なものと考えられる。

お わ り に

繭増産対策の技術的手段を提供する側の一人として、今後の繭生産の戦略的内容と高付加価値をつける技術の必要性について記した。これら内容については、個人的見解も含まれており、ご批判、ご叱責のあることも承知しており、今後の繭安定生産のためには、ご意見をお聞かせ願えれば有難い。とは申せ、4万トンの繭生産量を維持することは、わが国の蚕糸絹業の正常な発展に欠かすことの出来ない基本条件と思われる。従って、余り時間的余裕はないものと言わざるをえない。有効と思われる対策については、関係者が一致して早期に実現できるよう協力する姿勢が必要であるし、今こそ、養蚕、製糸、絹加工等の各分野で、それぞれが領分を越えても、各種レベルで、諸対策の実施に協力することが求められていると思われる。その意味において、関係者の一層のご指導とご協力をお願い申し上げる次第である。