

超省力壮蚕飼育装置の開発

誌名	蠶絲試験場彙報
ISSN	03853594
著者	水澤, 久成 丸山, 長治 山野井, 文夫 若林, 巳喜雄
巻/号	134号
掲載ページ	p. 191-204
発行年月	1988年8月

超省力壮蚕飼育装置の開発

水澤久成・丸山長治・山野井文夫・若林巳喜雄

Hisashige MIZUSAWA, Choji MARUYAMA, Fumio YAMANOI and Mikio WAKABAYASHI : Development of automatic rearing machine for grown Silkworms, *Bombyx mori*

緒 言

現在、繭の低コスト生産のために、繭生産費の62%程度を占める養蚕労働費の大幅な削減が強く要望されている。そのためには栽桑作業から育蚕作業にわたる複雑な一連の作業工程について、一貫した機械化をはかり、作業人数の削減と規模拡大によって繭生産費を引下げることが極めて緊急な課題である。

壮蚕飼育の機械化については、これまでも自動化を目標に各種の形式のものが開発され、一部は普及に移されたが、最終的には給桑、除沙、上蔭作業の一貫した機械化は極めて困難であり、手作業に頼る部分が多く残されているのが現状である。

一方、最近の衣料素材の動向として短繊維の利用が注目されているが、現状での絹紡糸は屑物類を原料として複雑な加工工程を経るために品質が劣る上、加工費の割合が極めて高くなっている。そこで繭糸を短繊維として利用することになれば、従来ほどの厳密な飼育、上蔭環境の管理を行わないで、織物用を主体とする生糸と競合しない利用分野を開拓することができる。

そこで、このような養蚕労働費を削減し、短繊維用繭を低コストで生産することを主目標におき、従来の枠にとらわれず思い切った発想により、特に壮蚕飼育から収繭までの作業を相当の飼育規模でも、一人作業の軽労働で実施できる超省力壮蚕飼育装置の考案・試作を行った。その結果、所期の目的をほぼ満足させる飼育装置を開発したので概要を報告する。

本文に入るに先立ち、本装置の開発構想から設計試作の全般にわたり、御指導を賜った蚕糸試験場・堀江保宏場長及び石川誠男企画連絡室長、超省力飼育装置研究会委員として、具体的な設計等に御協力頂いた蚕糸試験場養蚕部・養蚕第2研究室の栗林茂治室長及び同養蚕第1研究室の市川明技官、加工利用部の川名茂技官に厚くお礼申しあげる。このほか、蚕糸試験場内外の大勢の方々から有益な御助言を頂いたことを明記して感謝の意を表する。また本装置の製作を担当した株式会社・信光技研及び新增沢工業株式会社に対し厚くお礼申しあげる。さらに本稿の御校閲を賜った松本支場の高宮邦夫支場長に謝辞を申しあげる。

注) この研究は場内特別研究「用途別繭糸の生産とその利用を目標とした蚕の發育制御及び育蚕技術の確立」によって行われたものである。

蚕糸試験場彙報 第 134号 1988年 8月

試 験 研 究 方 法

1. 開発に当たっての前提条件

本装置の設計・試作に先立って、昭和60年7月に蚕糸試験場内に場長委嘱による超省力飼育装置研究会（座長・水澤久成、委員・栗林茂治、市川明、川名茂、山野井文夫各技官、事務局・企画連絡室企画科）を設置し、本装置の試作に当たっての前提条件等について数回にわたり検討した。また必要に応じて研究会委員以外からも御意見等を聴取する機会を作り、約3か月間の検討を経て、次に述べる5つの前提条件を念頭におき設計・試作した。

- 1) 壮蚕飼育から収繭までの各種作業の一貫機械化体系を確立し、労働時間を現行の30%、繭生産費を70%にすることを目標とした超省力飼育装置を開発する。
- 2) 壮蚕飼育から上簇までは、相当の飼育量（10箱程度）でも一人作業を基本とし、従事者は補助的作業や機械類の看視程度に止めることとし、将来は完全自動化を想定した機構とする。
- 3) 給与桑の形態は全葉または全芽として、除沙回数の減少と飼育装置の軽量化を図る。さらに桑育では、かなりの労力を要する廃条処理作業を省くために、桑の枝条部分は脱葉と同時に細粉化する。
- 4) 上簇作業は除沙と同様な方式によって、蚕座から熟蚕を分離収集するような自動化を図る。また収繭作業は回転簇を用い、自動収繭毛羽取機の利用を前提として処理するが、さらに省力化を前進させるため新形式の簇器や、その専用収繭機の開発を検討する。

2. 試作装置による飼育規模と改造経過

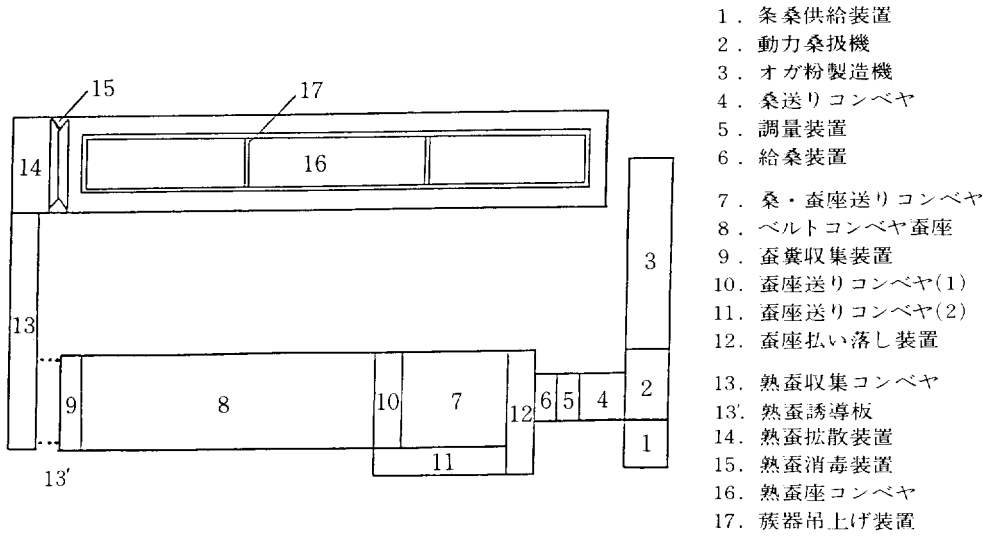
上記のような開発条件や前提条件を満たすような超省力壮蚕飼育装置の規模は当面、蚕種1箱分の収容量とするが、それ以上の飼育規模に拡大可能な構造とすることを配慮して昭和60年度に試作機を製作できた。

そこで昭和61年及び昭和62年に、本装置による飼育試験を重ね、機構上あるいは飼育及び繰糸成績からの問題点を摘出しながら改造を行った。ことにバケットコンベヤで蚕座を移送する方式あるいは温風と振動を利用した除沙方式及びスリットを利用して蚕糞だけを収集する方式等においては、蚕や蚕糞が装置外へ落下する難点があった。これらの欠陥の是正を中心に改造を進めた結果、昭和62年度末までにほぼ所期の目標に沿うような超省力壮蚕飼育装置を試作完成することができた。

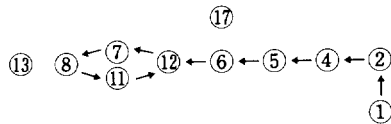
結 果

1. 開発した装置の機構

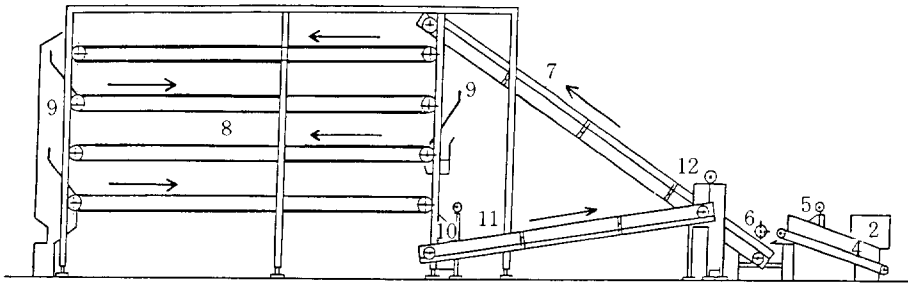
本装置は第1図の配置図及び第2図で示したように、大別して給桑部（1～6）、飼育部（7～12）及び上簇部（13～17）からなり、さらにそれぞれの部はいくつかの目的や機能を異にする個別装置から構成されているが、いずれもベルトコンベヤで連係され、一体の装置として自動操作、運転制御ができる構造となっている。



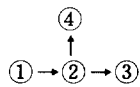
第1図 超省力壮蚕飼育装置の配置図



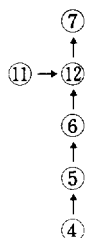
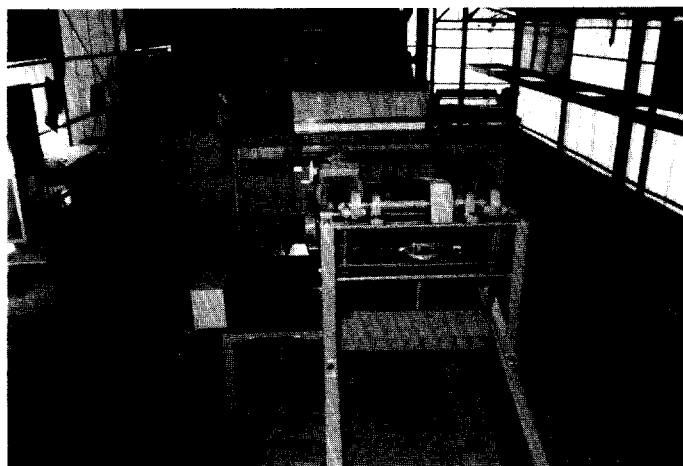
第2図 全 景
 (条桑供給装置側から見た写真、
 給桑部と上簇部の一部は見えない)



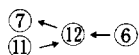
第3図 給桑・飼育部の側面図



第4図 給桑部
(オガ粉製造機側から見た写真)



第5図 給桑部→飼育部（1）
（右側に見えるのが上簇部の一部）

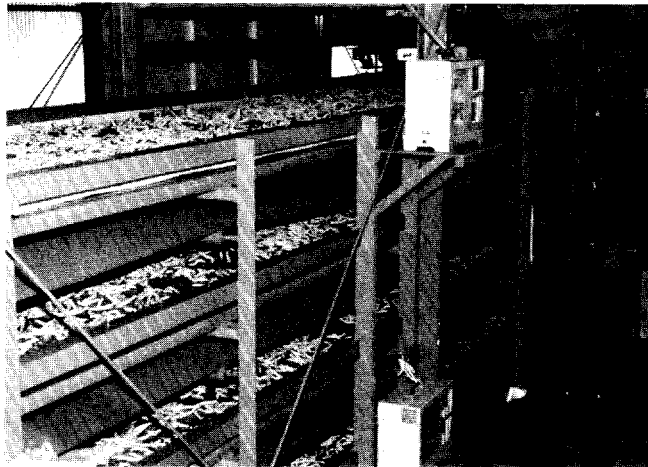


第6図 給桑部→飼育部（2）
（ナイロン製ブラシが蚕座払落装置）

1) 給 桑 部

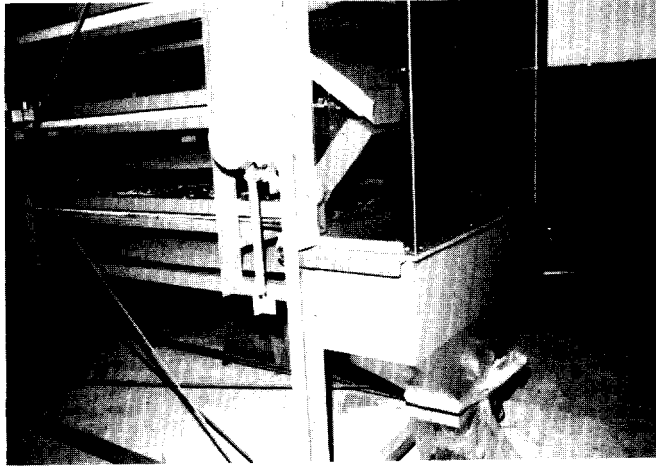
市川 (1977) 及び岡部ら (1979) によって開発された動力桑扱機②を一部改造し、第2図で見られるように、条桑送り込みローラに直結した条桑供給装置①を接続させた。なお本装置は当初、人力に頼らずに条桑を自動的に送り込めるような装置を試作したが、目的を果たせなかったため、この作業だけは人力で対応することにした。さらに動力桑扱機の出口部分へ、第4図で示したように接続ホッパーにより信光式廃条用オガ粉製造機 (MR-1000型) ③を接続し、枝条部分は即座に細粉化することにした。このため条桑育では、多くの労力を要する廃条処理作業は無用となったので相当の省力化が図られた。

一方、動力桑扱機で扱かれた全葉または全芽は、第3図 (側面図) と第5図で見られるような幅50cmの塩化ビニール製のベルト (商品名: サンラインベルト) からなる桑送りコンベヤ④を経て調量装置⑤へ移行する。そこでリングコーン式変速機付のベルトコンベヤと上下に駆動するかきならしブラシによって、給桑量をある程度調節して給桑装置⑥へと送られる。ここまで50cm幅のベルトで送られてきた桑葉は、蚕座幅に相当する90cm幅まで広げるために、第5図で見られるようなパッケージベルト (W1,000×L1,500mm) とスクリー板によって拡散されながら第6図で見られるような桑・蚕座送りコンベヤ⑦ (900×4,450mm) に移行する。なお本装置は飼育部の中核であるベルトコンベヤ蚕座⑧の最上段まで32°の勾配を上昇させることになるため、逆行防止用の等辺山形鋼 (高さ50mm) を50cm間隔に、さらにその中間に厚さ20mmの樹脂ベルトを取付けてある。



⑧ ← ⑦

第7図 コンベヤ蚕座上の蚕の状態



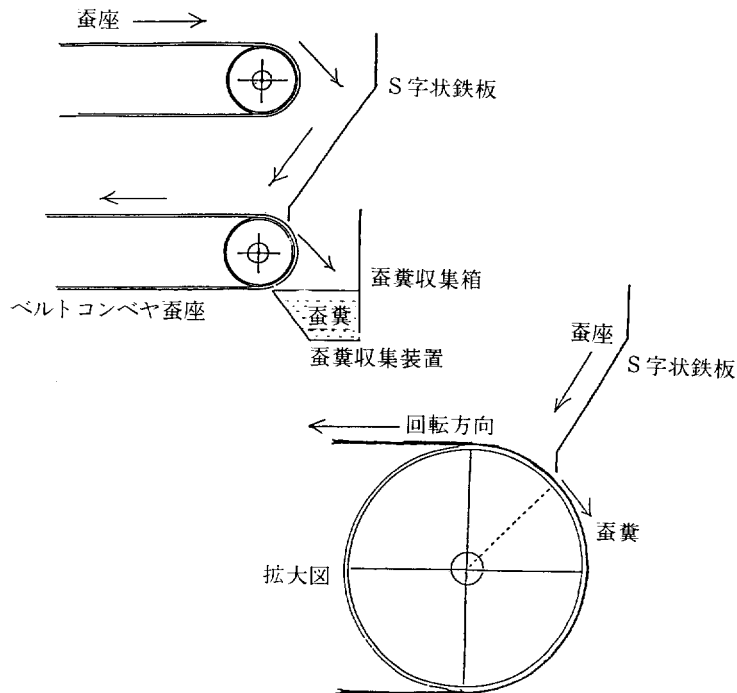
⑧→⑨

第8図 蚕座の落下と蚕糞収集状況

2) 飼育部

飼育部の中枢をなすベルトコンベヤ蚕座は、第3図及び第7図で示したように、上下循環式の塩化ビニール製ベルトで4段に構成されており、蚕座として利用できる面積は1段が幅90cm、長さ5mの4.5㎡である。上から1段目と3段目及び2段目と4段目は、それぞれ別々の駆動装置で反対方向に循環する機構となっている。ベルトコンベヤの速度は1分間当たり0～10mまで調節可能であり、蚕は通常このコンベヤ上に乗っていることになる。なお各蚕座の側壁には、蚕の落下防止のためにタキロンネット製のスカートゴムが取付けてある。また蚕座の位置を任意に変更させるために、3段目のベルトコンベヤ蚕座をベルトクラッチにより単独に停止できる機構を備えている。例えば最下段の蚕座を最上段へ棚替えさせるには、先ず1、2、3段目のコンベヤ蚕座を停止しておき、4段目の蚕座だけを蚕座送りコンベヤ及び桑・蚕座送りコンベヤへ移行させた後、飼育部の装置を一斉に動かして3段目の蚕座が4段目へ移行したところで、全装置を停止すればよく、同様の手法で蚕座の位置を自由に変えることができる仕組みになっている。なお本装置への配蚕方法は、蚕座送りコンベヤ①から4齢または5齢蚕を連続的に送り込むのが適当である。

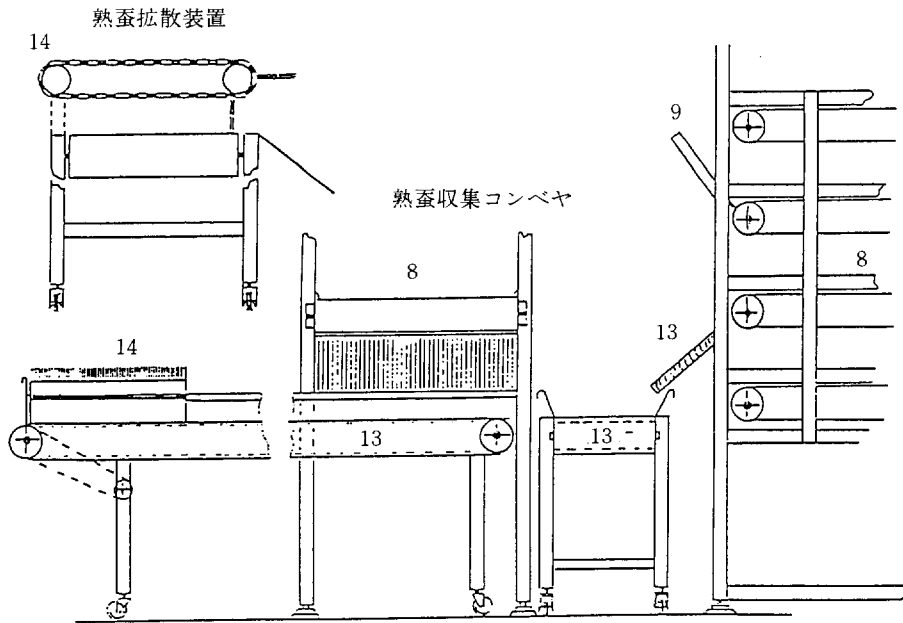
次に第8図で見られるように、ベルトコンベヤ蚕座の各蚕座をそれぞれ下の段へ落下させる目的のほか、ここで蚕糞だけを収集するために蚕糞収集装置⑨を取付けてある。当初、本装置は5mm間隔に鉄棒を組んだスクリーンとし、振動によって蚕糞だけをその間隙から収集することにしたが、蚕も蚕糞中へ落下してしまう欠点があった。そのため第9図で示したように、ベルトコンベヤ軸の中心点を通る垂線に45°の角度(点線)の位置へ、S



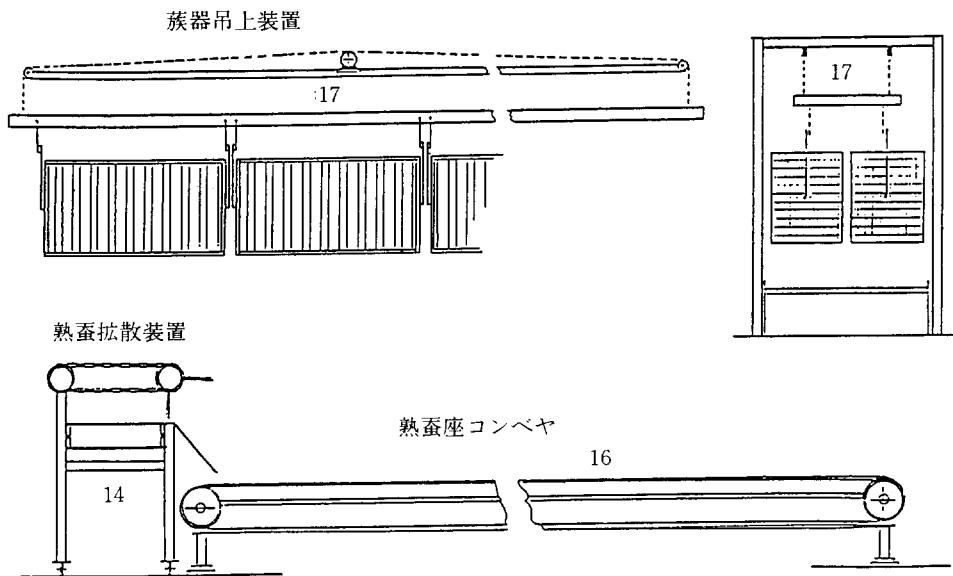
第9図 蚕糞の収集機構

字状の鉄板（中央部分は蚕の観察を容易にするため、透明のタキロン製とした）を先端部が垂直になるように取付け、その先端とベルトコンベヤとの間隙を5mm程度、空けておくと蚕糞だけがベルトコンベヤ蚕座の回転と逆方向の蚕座外へ抜け出て、蚕糞収集箱へ収集できる構造に改めた。

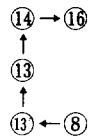
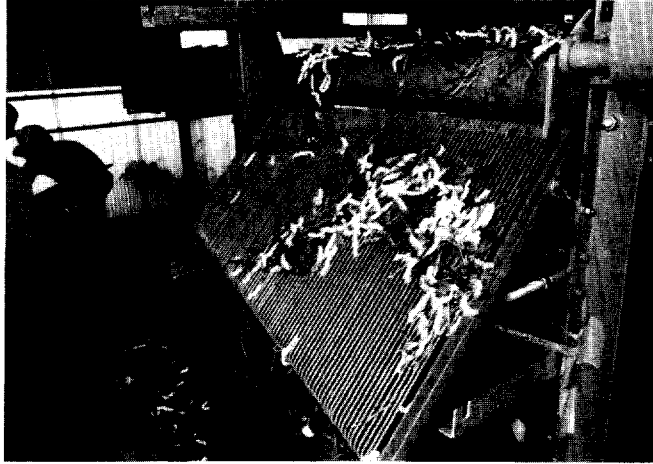
給桑や除糞等の目的で蚕座を一循させる場合には、先ず最下段の蚕座から順次、塩化ビニール製ベルトの蚕座送りコンベヤ⑩（300×3,600mm）に落下させ、続いて蚕座送りコンベヤ⑪に移し、約24°の勾配を上昇させて蚕座払い落とし装置付きのベルトコンベヤ⑫に移行させる。この装置は第6図で分かるように前述の桑・蚕座送りコンベヤ⑦をまたいでいて、タイマーによりナイロンブラシ製の払い落とし装置（W10×L850×H250mmが2個で1対）が1回転するごとに、蚕座を⑦の桑葉上へ落下させ、ここで蚕と桑を合流させて給桑が行われる機構になっている。その後、蚕座はベルトコンベヤ蚕座⑧の最上段へ次々に転送され、一循したところで1回の給桑作業が終了する機構になっている。なお⑪には蚕座滑り防止のための厚さ10mmの樹脂ベルトを28cm間隔に取付けてある。また⑦及び⑪の傾斜を利用して逆行する蚕糞をそれぞれ収集できる構造にもなっている。さらに⑦～⑫の各装置のベルトコンベヤの移行速度は、インバータによって1分間に0～10mの範囲内で調節可能であるが、給桑作業では一循環に要する時間は10分程度が適当と考えられた。



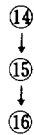
第10図 飼育・上簇部の側面図



第11図 上簇部の側面図



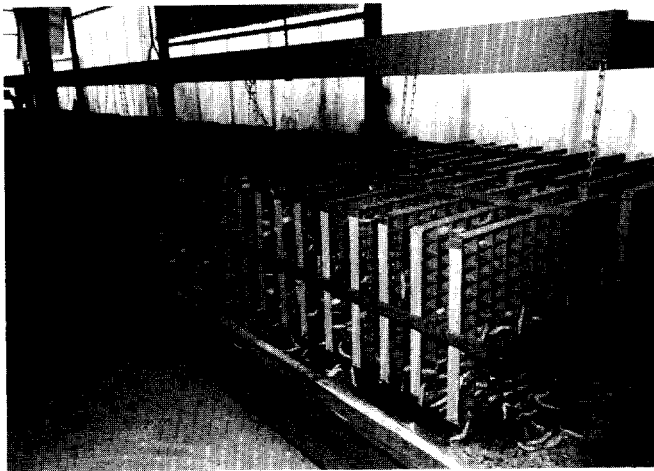
第12図 熟蚕収集状況
 (コンベヤ蚕座から熟蚕収集コンベヤへ)



第13図 熟蚕座コンベヤ上に収集した
 熟蚕の状態
 (向こう側が熟蚕拡散装置)

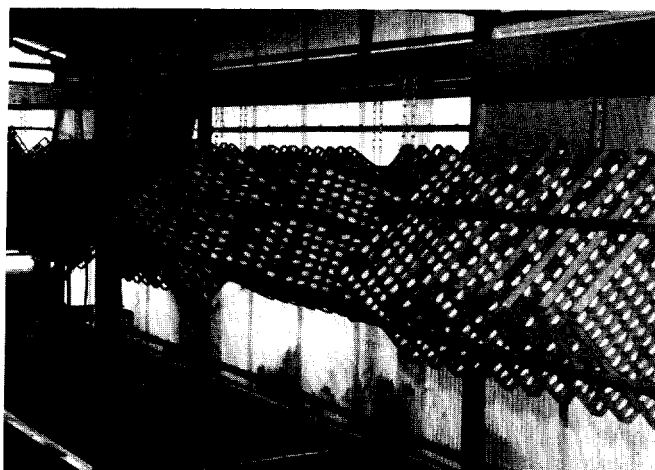
3) 上 簇 部

上簇時には、ベルトコンベヤ蚕座の3段目に取付けてある蚕糞収集装置⑨を取りはずし、第10図及び第12図で示したように、直径8mmの鉄棒を5mm間隔に枠組みした熟蚕誘導板⑬を斜め下向きに取付けておくと、蚕座は順次、幅30cmのゴムベルトからなる熟蚕収集コンベヤ⑬に落下する。その先端に第13図で見られるような前述の蚕座払い落とし装置⑫と同様な機構を有するナイロン製ブラシからなる熟蚕拡散装置⑭ (W10×L1,320×H120mmが2個で1対)が、リミットスイッチにより1回転するごとに熟蚕座コンベヤ⑬へ蚕座を払い落とす。このコンベヤは幅140cm、長さ11mのベニヤ合板上に幌布シートを張り、チェーンで1分間2～3mの速度で回転させ、熟蚕座全部が本装置へ転送された時に関連装置を停止させる。なお本装置の前部に中田(1970)の開発した振動利用による蚕体消毒機を、本装置用に改造した蚕体消毒装置⑮を取付け、パフソール等による熟蚕消毒を行えるような機構も備えている。



⑬
↑
⑫

第14図 回転族をセットした状態



⑰
↑
↓
⑱

第15図 簇器吊上装置による営繭状態

その後、第11図、第14図及び第15図で見られるように簇器吊上げ装置⑰によって回転簇を一齐に蚕座面まで下ろし、1～2日間程度放置して自然上簇を待ち、簇器を吊上げて収繭時まで営繭させる。なお吊上げた簇器を針金等で2列の間を連結することによって、2列2段吊りで回転簇28セット分（蚕種2箱分）も収容可能な構造としてある。また収繭作業については市販の収繭毛羽取機を利用する作業体系とした。

2. 本装置の特徴と問題点

1) 主な特徴

以上、本装置は大別して給桑部、飼育部及び上簇部からなり、次のような特徴がある。

(1) 本装置は、条桑供給から上簇までの一貫した作業をそれぞれ17種類の個別装置に分担させ、それらをベルトコンベヤで関係し、蚕座そのものがベルトコンベヤ上を循環移動する方式とした。この点は従来と異なる大きな特徴である。

(2) 条桑で供給後、直ちに全葉または全芽に分離して給与するため、萎凋等による飼料価値の低下が少ない。また1回の給桑で蚕座が8回にわたり落下または反転するので、桑葉育の欠点である蚕による桑葉の踏みつけがなく、飼料利用効率の向上が図られる。

(3) 現行の育蚕作業で最も問題となっている上簇作業は、ベルトコンベヤ蚕座から直接、熟蚕を1か所へ収集でき、さらに自然上簇法を応用した機構であるので相当の省力化が図られる。

(4) 条桑育において、労働面で問題になる廃条処理作業は全く不要となる。その上、枝条はオガ粉として、また蚕沙のうち蚕糞だけを別に収集できるので、副産物利用面でも大いに期待できる。

2) 残された問題点

前述のように、本装置は飼育試験を重ねながら改造を進めた結果、上記のような機構となったが、まだ除沙や取繭作業の機械化等において、次のような問題点が残された。

(1) 動力桑扱機へ条桑を自動的に送り込むための装置の開発を試みたが、枝条の形態はそれぞれ不定形で、ことに春の新梢の付いた枝条を2、3本ずつ連続的に送り込むことは困難であった。したがって、この作業だけは人力で対応することにしたが、一面では桑葉は桑園内において枝条から分離してしまう機械化が考えられているので、そのような桑園整備と作業体系が確立できれば、この問題は解消されることになる。

(2) 除沙については当初、上下あるいは上下・水平複合方式の機械的振動を利用して、蚕と蚕沙を分離する自動除沙装置を試作したが、除沙効率が低い上、蚕への生理的悪影響(丸山1987)が認められたので除沙は行わないことにした。しかし本装置による5齢期だけの飼育では除沙の必要性は少ないと思われたが、4齢期からの飼育、特に春蚕期の場合には蚕座がつまることも予想されるので、新構想による除沙装置の開発が必要である。

(3) 回転簇を使用する取繭作業は、簇器の事前の組立て、保管場所の確保や消毒の困難性あるいは自然上簇法における残蚕拾い作業や取繭時の不良繭の除去作業等に多大の労力を要するので、繭質をあまり重視しなくてもよい短繊維用繭の生産においては、新形式の波形簇等の考案とその専用取繭機等の開発が必要である。

(4) 改造した超省力牡蚕飼育装置による本格的な飼育試験は、昭和63年春蚕期に蚕品種(日505号・日506号×中505号・中506号)の5齢蚕を供試して実施した。桑葉及び蚕座の装置上での流れはスムーズで、ベルトコンベヤ蚕座上の蚕座も平滑であり、幼虫の成育も順調であった。特に蚕糞収集量は全排出量の75%程度に達したものと推定される。しかし給桑量不足(目標の70%程度)に起因すると思われる簇中及び繭中の斃蚕数が多くて化蛹歩合は92.2%に止まった。また繭重及び繭層重も対照育の80%程度に止まったので、今後飼育成績向上のための措置を検討する必要がある。

以上のような問題点の解決と併行して、牡蚕飼育から取繭作業までの一貫機械化体系を確立するためには、関連研究課題として飼育装置に適合した桑の仕立、収穫法の検討並びにストレス耐性品種の育成及び機械育における消毒法の検討が極めて重要な課題であると考えられる。このような問題解決とともに本装置を発展させれば、より効率のよい自動化も可能になるものと思われる。

摘 要

主として短繊維用繭を低コストで生産することを目標とし、従来の枠にとらわれずに思い切った発想で、桑葉による牡蚕飼育から上簇までの作業を相当の飼育規模でも、一人作業の軽労働で実施できる超省力牡蚕飼育装置を開発した。本装置の機構と主な特徴並びに残された問題点の概要は次のとおりである。

1) 本装置は大別して給桑部、飼育部及び上蔭部からなり、さらにそれぞれの部はいくつかの装置から構成されていて、条桑供給から上蔭までの作業を一体の装置として、自動操作のできる構造となっている。

2) 本装置の大きな特徴は、飼育蚕座が上下4段のベルトコンベヤからなり、蚕座そのものがベルト上を循環移動する機構となっている。また蚕座の落下を利用して蚕糞だけを別途に収集する機構を備えている。

3) 条桑を供給後は、直ちに桑扱機で桑葉と枝条に分離して給桑するので飼料価値の低下が少ない上、1回の給桑で蚕座が8回にわたり、ベルトコンベヤから落下または反転する。したがって蚕による桑葉の踏みつけがないので、飼料利用効率の向上が図られる。

4) 桑扱機で分離された枝条部分は、直ちに細粉化されるので労働面で問題の多い廃条処理作業は不要となり、さらにオガ粉は蚕糞とともに副産物利用面でも期待できる。

5) 改造後の飼育試験(春蚕期)の結果は、桑葉及び蚕座の流れはスムーズで、蚕や蚕糞の装置外への落下もほとんどなく、幼虫の成育は順調であった。しかしながら、化蛹歩合、繭質等においては、なお若干の問題点を残しており、今後さらに改善すべき措置と検討の必要性が残されている。

引用文献

- 1) 市川 明 1977. 桑こき機の開発. 蚕糸試験場ニュース(46), 実用新案登録(実願昭52-146431号).
- 2) 丸山長治 1987. 蚕の機械的振動衝撃とNPV感受性. 日蚕中部講要, (43): 54.
- 3) 中田昌保 1970. 蚕体消毒機. 特許第710, 339号.
- 4) 岡部 融・市川 明・小林 亨・角田文雄 1979. 桑こき機の開発. 新しい技術. (19): 224~228.