

天蚕繭の安定生産技術

第5報 天蚕の稚蚕人工飼料育

橋元 進

岩手県では、中山間地域の活性化の一環として天蚕糸の生産振興・特産化を推進しており、逐年飼育規模が拡大している。このため今後の生産対策の中で天蚕飼育を普及し定着させるために、実用的な稚蚕飼育技術の確立が望まれている。

天蚕の稚蚕人工飼料育では、脱皮障害等で脱落する蚕児が発生することや、卵の孵化期間が長く掃立作業が数日続き、その後の飼育管理が繁雑になること、孵化後若齢幼虫が活発に動き回るなど、天蚕特有の性質に起因する飼育取り扱い上不都合な問題も多く、結繭率に悪影響を及ぼすとともに、安定した大量飼育を困難にしている。そこで稚蚕人工飼料育の安定化を図るためこれらの点について改善策を検討した。

なお、本試験成績の一部は第34回東北農業試験研究発表会および日本蚕糸学会東北支部第45回研究発表会で既に公表した。

材料と方法

1. 天蚕卵の保護法

前年(1990年)9月1日～2日に産下後自然温湿度下で保護した天蚕卵を3月1日に0℃、2.5℃、5℃の各温度に冷蔵し、それぞれ5月15日、7月10日、8月20日から25℃と15℃で催青開始する区を設け、孵化率を調査した。また、これらの区とは別に、0℃と2.5℃冷蔵区では催青開始30日前(5月催青の場合)および40日前(7月、8月催青の場合)に冷蔵温度を5℃に移行する区を設けた。

2. 人工飼料の調製方法に関する試験

供試人工飼料は、Y社製の人工飼料を用いた。試験区は調製時の寒天溶液温度を90℃(A区)、80℃(B区)、70℃(C区)、60℃(D区)、50℃(E区)の5区を設定した。湿体調製は、容器にいた水と寒天を攪拌しながら90℃まで加熱し、寒天溶解後加熱を止め、攪拌しながら冷却し、寒天溶液温度がそれぞれの試験区の温度まで低下したときに飼料粉体を投入し、攪拌混合後ビニール袋に移して1.5cmの厚さに成形し、直ちに流水中(15～16℃)で急冷し、冷却固化後0℃に冷蔵した。供試卵の孵化は5日間に及んだが、飼育試験は孵化開始2日目に孵化した幼虫を各区40頭、3日目に孵化した幼虫を各区38頭供試し、2連制で行った。供試天蚕は孵化直後から区別に飼料を給与し、1～3齢を25℃、24時間暗条件で、4齢以降は25℃、8時間・明16時間・暗の条件下で飼育した。

3. 人工飼料湿体調製後の保存条件に関する試験

供試人工飼料は天蚕の孵化予定日から30日前、20日前、10日前および5日前に湿体調製し、

それぞれ孵化当日まで25℃と5℃の暗条件で保存した。孵化後は飼料の変質を抑制するため0℃に保存し、随時天蚕に給与した。対照飼料は孵化当日に湿体調製し、0℃に保存した飼料を用いた。

飼育試験は8月26日に孵化した天蚕を用い、各飼料ごとに50頭あて供試の2連制で行い1, 2齢期を29℃、3齢期を27℃とし、それぞれ暗条件で飼育し、発育経過を追跡した。飼料は1齢期1回、2齢期以降は融日に給与した。

結 果

1. 天蚕卵の保護法

表1に示したように、天蚕卵を催青開始時まで0℃、2.5℃、5℃の定温条件で冷蔵した場合、

表1 冷蔵温度・期間と催青温度条件が天蚕卵の孵化に及ぼす影響

冷蔵温度 ℃	催青開始 月・日・温度 ℃	催青開始～孵 化までの日数 日	日 別 孵 化 数 (頭)													孵化 歩合 %			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13日				
0 (定温)	5・15	25	6	6	21	23	25	13	3	0	1	2							94
		15	15	3	25	30	22	9	1	2	2	1							95
	7・10	25	4	8	13	4	15	19	14	4	6	4	2	0	1	2		92	
		15	12	1	14	42	31	8											96
	8・20	25	4	10	28	15	9	5	4	4	0	0	0	0	2				77
		15	10	1	4	45	29	9	4	1	1								94
0→5 (移行)	5・15	25	3	2	18	41	27	6	1	2								97	
		15	9	3	35	36	18	2										94	
	7・10	25	3	15	34	30	7	3	1									90	
		15	8	7	34	47	6	0	1									95	
	8・20	25	3	31	47	12	2											92	
		15	7	8	62	25												95	
2.5 (定温)	5・15	25	4	2	25	31	26	6	1									91	
		15	11	7	33	45	8	0	1									94	
	7・10	25	3	2	23	29	20	11	1	1	0	1						88	
		15	9	2	22	46	23	3	1									97	
	8・20	25	4	29	38	10	3											80	
		15	10	10	50	28	2											90	
2.5→5 (移行)	5・15	25	3	2	20	38	28	10										98	
		15	8	2	27	47	15	1										92	
	7・10	25	3	24	50	21	1											96	
		15	7	5	38	39	10											92	
	8・20	25	3	9	29	21	6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	68	
		15	8	13	44	20	5											82	
5 (定温)	5・15	25	3	26	32	25	10	3	0	1								97	
		15	6	2	24	36	26	9										97	
	7・10	25	2	10	18	8	4	0	1									41	
		15	4	1	25	30	7	0	0	0	1							64	
	8・20	25	4	2	1													3	
		15	5	1														1	

孵化率は冷蔵期間が長くなるに従って低下したが、7月、8月の催青では冷蔵温度が低いほど高孵化率の傾向が認められた。

催青温度条件では、25℃に比べ15℃保護で孵化率が高く、この傾向は冷蔵期間が長くなるほど明瞭であった。

孵化は、冷蔵温度2.5℃区と5℃区が孵化開始から4～5日でほぼ終了した。これに対し0℃区では孵化期間が長びく傾向であった。

催青開始30日前または40日前に冷蔵温度を0℃から5℃に移行した場合は、0℃定温冷蔵区に比べ孵化期間が短縮する傾向が認められ、8月催青の孵化率が低下しなかった。

2.5℃から5℃に移行した場合は、7月催青で孵化期間が短縮し、孵化率も低下しなかった。

2. 人工飼料の調製方法に関する試験

給与飼料別の天蚕の发育経過を図1に示した。結繭開始までの日数はA、B区が他の区に比較してやや遅れた。各区とも1齢中に数頭の減蚕があったが、これは飼料を摂食せずほとんど发育できなかった個体であった。脱皮障害蚕の発生状況は試験区によって異なったが、2眠期から現れ、3眠期が最も多く、4眠期以降は少なかった。給与飼料別の脱皮障害蚕の発生状況

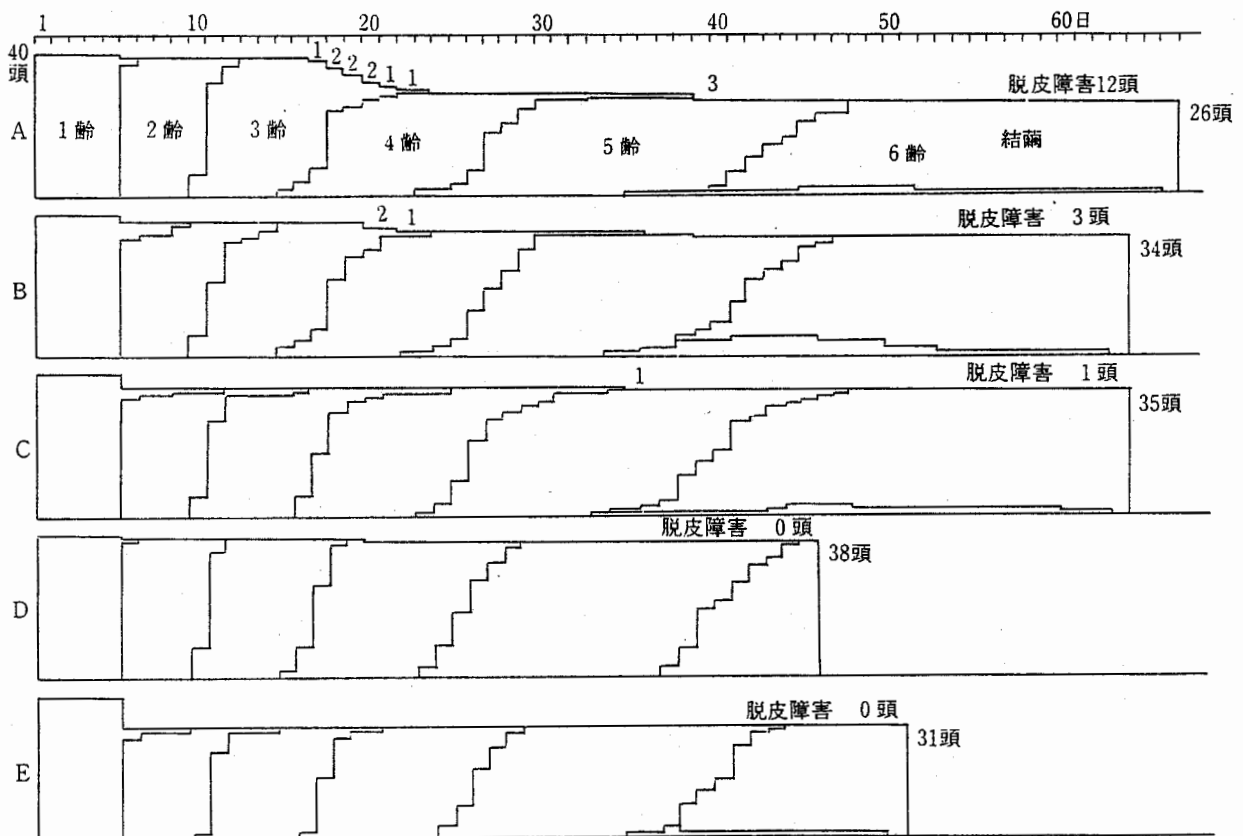


図1 調製法の異なる飼料を給与した天蚕の发育経過

はA区が40頭供試区の場合、3眠期に9頭、4眠期に1頭、5眠期（5眠蚕）に2頭出現し、結繭蚕数は26頭であった。38頭供試区の場合は2眠期3頭、3眠期10頭、4眠期2頭の脱皮障

害蚕が現れ、結繭蚕数は17頭であった。B区は40頭供試区で3眠期に3頭、38頭供試区では3眠期1頭、4眠期2頭の脱皮障害蚕が発生した。C区は40頭供試区では4眠期に1頭、38頭供試区では3眠期、4眠期各1頭の発生であった。D区、E区は40供試区では脱皮障害蚕が発生せず、38頭供試区で、3眠期にD区2頭、E区1頭発生した。また各区とも5眠蚕の発生がみられ、その発生状況は40頭供試区、38頭供試区合計でA区6頭、B区9頭、C区5頭、D区2頭、E区2頭であった。

結繭した天蚕の繭重、繭層重、繭層歩合を吐糸開始30日後に調査したところ、表2に示したように、繭重、繭層重はE区が最も重く、以下D区>C区>B区>A区の順で軽くなる傾向を示した。繭層歩合はE区が最も高く、以下D区>C区>B区>A区の順で低くなる傾向であった。

表2 調製法の異なる人工飼料で飼育した天蚕の繭質

区	繭重 (g)		繭層重 (g)		繭層歩合 (%)	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
A	4.19	3.12	0.30	0.24	7.16	7.70
B	4.94	3.68	0.41	0.36	8.30	9.78
C	5.04	4.00	0.43	0.41	8.53	10.25
D	5.48	3.94	0.47	0.43	8.58	10.91
E	5.63	4.34	0.50	0.49	8.89	11.29

以上のように、脱皮障害蚕は人工飼料の湿体調製時の寒天溶液温度が高いほど多く出現する傾向がみられ、5眠蚕の発生状況も同様の傾向であった。また、湿体調製時の処理温度が高くなるに従って繭重、繭層重が軽くなったことから、飼料調製方法の影響は天蚕の飼料摂食状況（食下量、消化量等）にも及ぶものと考えられる。

3. 人工飼料湿体調製後の保存条件に関する試験

保存条件の異なる各供試飼料の形状は大きな差がなく、25℃30日間保存の飼料でも異臭などは感じられず、外観上変質は認められなかった。

供試天蚕の発育状況は図2に示したとおりで、各区とも孵化後に飼料を摂食しない個体が数頭みられたが、飼料の保存条件との関連は不明瞭であった。

各区の発育状況をみると、対照区（図中A）は孵化後5日目に2齢起蚕、9日目に3齢起蚕、14日目に4齢起蚕が出現した。減蚕数は孵化後飼料を摂食しなかった個体を除くと、2連制の合計で1齢期2頭、2齢期0頭、3齢期11頭で、4齢に到達した個体は80頭であった。

5℃保存区の発育経過は、2、3齢起蚕の出現日が対照区と同一であったが、4齢起蚕出現日は保存期間が長くなるに従って遅れる傾向であった。発育不良による減蚕は保存期間の長い区ほど多くなる傾向で、特に3齢期に発育遅延が顕著になり死亡する個体が多く現れた。4齢に到達した個体数は5日保存区（図中B）が72頭、10日保存区（図中C）59頭、20日保存区（図中D）56頭、30日保存区（図中E）が57頭であった。

25℃保存の場合は対照区に比べ、2齢期から発育の遅延が目立ち始め、4齢起蚕の出現日は

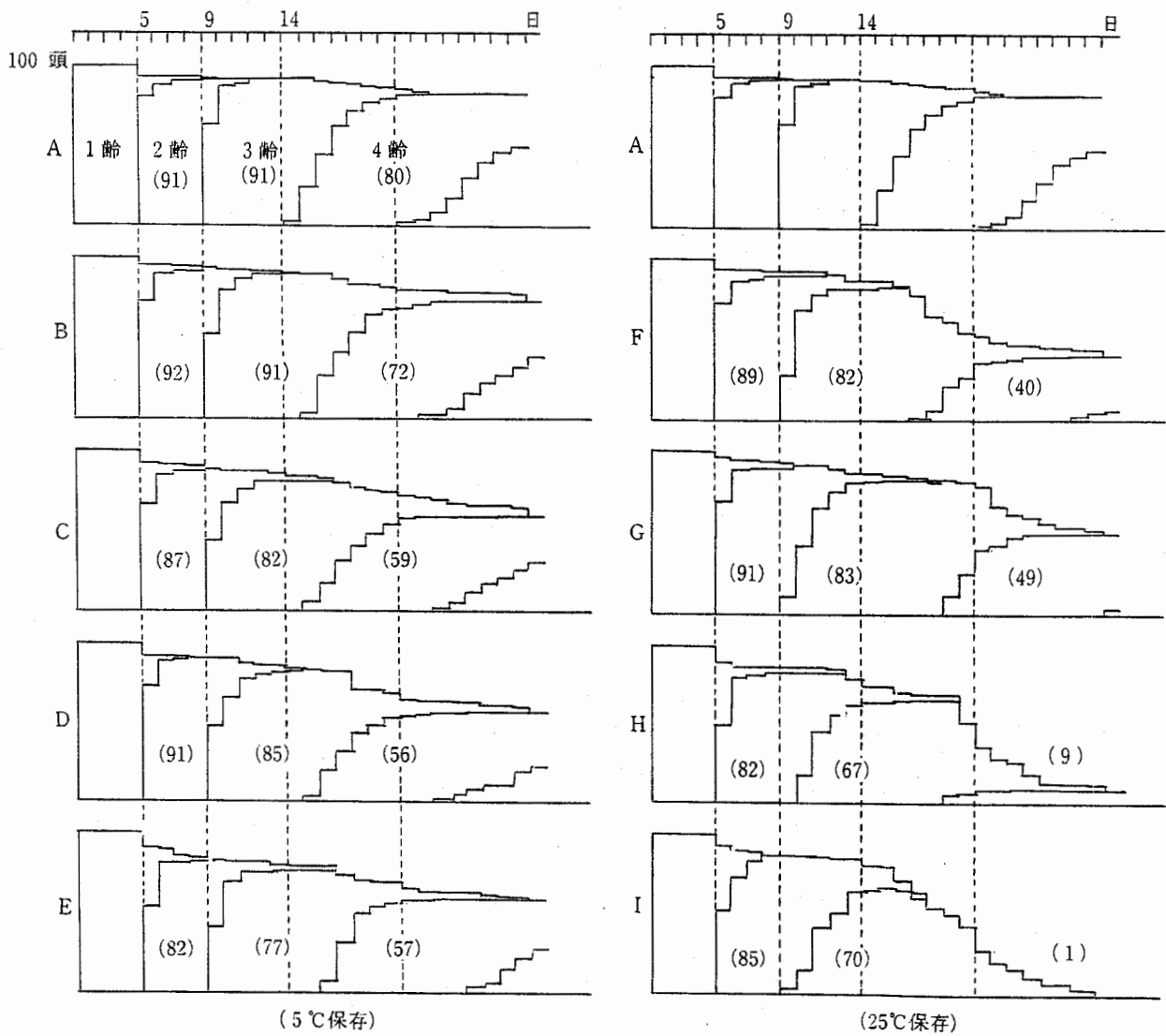


図2 湿体調製後の保存条件が異なる飼料を給与した天蚕の發育経過（2連の合計値）
 （ ）内の数値は各齡に到達した個体数

5日保存区（図中F）が3日、10日保存区（図中G）が5日の遅れで、保存期間が長くなるに従って發育が遅延する傾向であった。發育不良による減蚕は1齡から現れ、5℃保存区と同様に3齡期が最も多く、その数は保存期間が長いほど多くなる傾向であった。4齡に到達した個体数は、5日保存区が40頭、10日保存区が49頭、20日保存区（図中H）が9頭、30日保存区（図中I）が1頭であった。

以上のように、天蚕の人工飼料育では、飼料の湿体調製後の保存期間が長くなるに従い發育不良個体が多く現れる傾向があり、5℃5日間の比較的短期間の冷蔵保存でも發育に影響を及ぼすことが認められた。

考 察

天蚕卵は通常孵化期間が長く、この性質は飼育作業の繁雑さをもたらす。このため孵化の斉一化は大量飼育を行う上で重要な技術である。本試験では卵の冷蔵保護条件や催青条件が孵化に及ぼす影響を調査し、冷蔵温度の高低は孵化期間に関与しており、0℃のような低温条件に比べ2.5℃や5℃が孵化期間を短くすることが明らかになった。しかし実用的な孵化歩合が得られた各保護条件とも孵化期間は3～5日の範囲で孵化の斉一化は図られなかった。今後孵化斉一化技術を見いだすためには天蚕の孵化行動の解析を進めなければならない。

天蚕用人工飼料の湿体調製時の加熱条件と天蚕の発育の関係について大塚ら⁴⁾は粉体に混合する飼料用粉末としてマテバシイとクヌギを用いて調査しているが、この中で強加熱（15分間蒸煮）するとクヌギ粉末を用いた場合は2眠期にすべて死亡し、マテバシイの場合には3眠期に60%の死亡率であり、弱加熱（溶解寒天温度80℃で飼料粉体投入）の場合には、用いた飼料用粉末の種類にかかわらず供試天蚕のすべてが4齢期に到達したと報告している。

本試験では飼料粉体投入時の寒天溶液温度が90℃の場合に多数の脱皮障害蚕が生じ、その多くが3眠期に現れたが、寒天溶液温度70℃以下の区では脱皮障害の発生はほとんど見られなくなり、このことは大塚らの報告と同様の傾向であった。

飼料粉体投入時の寒天溶液温度が低いほど脱皮障害蚕の発生が少なくなることと、繭重、繭層重も重くなり、繭層歩合が高くなる傾向が認められ、特にE区の繭層歩合はクヌギ生葉育の天蚕と遜色ない程度の値を示していることから、粉体投入時の寒天溶液温度が低いほど天蚕はより健全な発育を示すものと考えられる。高温処理で脱皮障害が多発する原因は不明であったが、宮田ら³⁾は最近人工飼料に用いるクヌギ葉の前処理について検討し、脱皮障害発生の原因について、クヌギ葉上に存在する加熱処理によって生ずる成長阻害物質を想定している。

家蚕の人工飼料は湿体調製時に加熱殺菌が十分に行われるが、本試験の結果から、天蚕を健全に発育させることを考慮すると、人工飼料の十分な加熱殺菌ができないことになる。このようなことが湿体調製後の飼料の長期保存を困難にしているものと考えられる。

以上述べてきた試験結果と当场で取り組んできた天蚕の大量稚蚕人工飼料育技術にもとずき、生産現場における稚蚕人工飼料育を想定した飼料調製法と作業手順を次のように組み立てた。

1. 人工飼料の調製法

- 1) 容器に入れた水と寒天を攪拌しながら約90℃まで加熱し、寒天溶解後加熱を止め攪拌しながら冷却し、70℃になったら残りの粉体を投入して素早く攪拌、混合した後、ビニール袋に移し厚さ1.5cm程度に成形して流水中で急冷する。飼料が固化したら冷蔵庫（5℃）に保管する。
- 2) 調製後の人工飼料は長期の保存に耐えないので、飼料調製は給餌予定日の前日～3日前の間に行う。

2. 作業手順（表3、図3）

表3 大量飼育における作業手順の例（2万頭飼育）

孵化数 日順	孵化開始1日目 (孵化率20%=4000頭)	孵化開始2日目 (孵化率40%=8000頭)	孵化開始3日目 (孵化率30%=6000頭)	孵化開始4日目 (孵化率10%=2000頭)
1	卵出庫、秤量、卵を卵容器に収容する			
2	保温開始（25℃、午前4時点灯の8L16D）			
3	飼料調製（2.8kg）			
4	給餌、網入れ 卵容器をのせる	飼料調製（5.6kg）		
5	孵化、防乾紙被覆 卵容器移動————→	給餌、網入れ 卵容器をのせる	飼料調製（4.2kg）	
6		孵化、防乾紙被覆 卵容器移動————→	給餌、網入れ 卵容器をのせる	飼料調製（1.4kg）
7			孵化、防乾紙被覆 卵容器移動————→	給餌、網入れ 卵容器をのせる
8	飼料調製（2.4kg）	飼料調製（4.8kg）	飼料調製（3.6kg）	孵化、防乾紙被覆 卵容器除去
9	除沙、2齢1回目給餌 飼料調製（2.4kg）	飼料調製（4.8kg）		飼料調製（1.2kg）
10		除沙、2齢1回目給餌		
11	2齢2回給餌		除沙、2齢1回目給餌 飼育密度調整	
12	配蚕	2齢2回目給餌 配蚕	飼育調製（3.6kg）	除沙、2齢1回目給餌 飼料調製（1.2kg）
13			2齢2回目給餌	
14			配蚕	2齢2回目給餌 配蚕

注) 人工飼料は日本クロレラ(株)製天蚕用人工飼料を用い、飼料調製時に寒天3%、粉体原料17%水80%の割合で混合する。

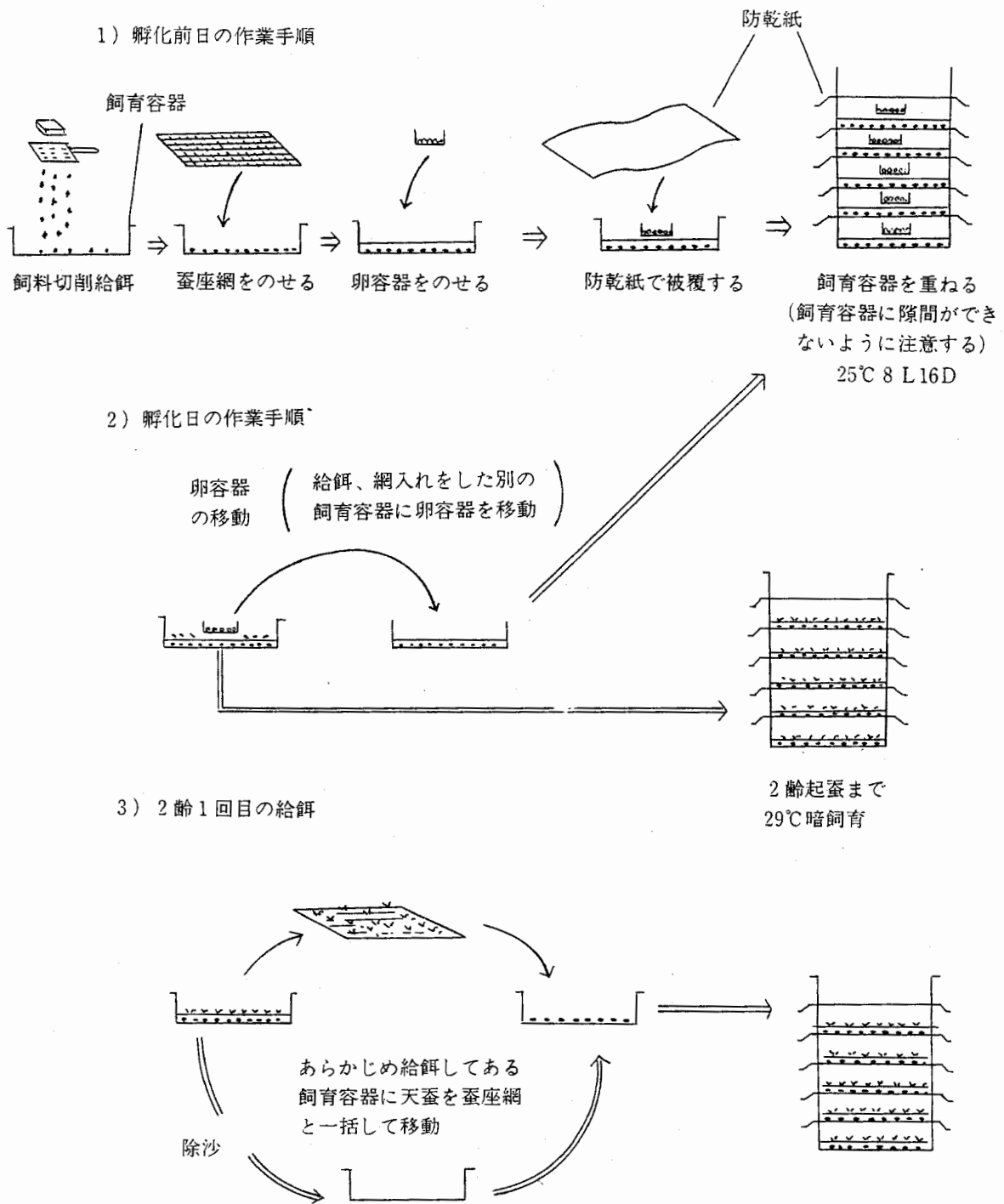


図3 作業手順の図解

1) 孵化までの卵保護

- (1) 冬期間自然温湿度下で保存しておいた天蚕卵は、3月上旬から飼育開始期まで2.5℃に冷蔵する。
- (2) 冷蔵庫から取り出した卵は秤量し、卵容器（艶消しなどで容器内の光線が散乱するもの、例：乳白色のプラスチック容器）に1,000粒ずつ収容する。卵は15℃程度の温度に1日置いてから25℃、8 L16Dの条件下で十分補湿して保護する。
- (3) 孵化の前日に飼育容器（35cm×53cmのコンテナ）に1齢給餌量の全量を切削散布し、蚕座網（トリカルネットS-3）をのせ、その上に孵化蚕数が400～600頭に見合うだけの卵容器を置き、防乾紙で覆う。給餌量は予想される孵化蚕数に応じて増減する。
- (4) 卵容器は翌日取り出し、前日と同じ手順で別の飼育容器に収容する。この作業は天蚕が孵化する3～4日間繰り返す。

2) 稚蚕飼育

- (1) 給餌回数は1齢1回（孵化時）2齢2回（融日）とする。
- (2) 飼育温湿度、光線条件は29℃、85%、暗とし、孵化当日から5日目（2齢1日目）に除沙、給餌する。この時、蚕児は蚕座網とともに一括して移動する。2齢3日目に再度給餌し、配蚕する。

摘 要

天蚕の稚蚕人工飼料育の安定化を図るためいくつかの問題について検討し次の結果を得た。

1. 天蚕卵の保護法では、冷蔵期間、孵化率、孵化期間からみて2.5℃冷蔵が妥当であった。
2. 天蚕用人工飼料の調製法では、湿体調製時の加熱温度を70℃にすることで脱皮障害蚕の発生を防止できる。
3. 湿体調製後の人工飼料は長期の保存に耐えない。
4. これらの結果及び既往の研究成果から天蚕の稚蚕人工飼料育の作業手順を組み立てた。

文 献

- 1) 橋元進 (1991) : 東北蚕糸研報、16、48
- 2) 橋元進 (1991) : 東北農業研究、43、333-334
- 3) 宮田泰幸・金勝廉介 (1991) : 日蚕中部講集、47、19
- 4) 大塚照巳・松島一彦・久保田貴志・都田達也・篠塚正則・吉井幸子・丸 敏・岩瀬裕子(1991) : 千葉蚕セ研報、14、1-89