

大日本蚕糸会 研究報告

第 62 号 平成 26 年 12 月 (2014)

目 次

報 文

1. 低温飼育、化合物投与および卵巣移植処理による多化性蚕品種の休眠卵誘導法

蚕業技術研究所 持田裕司・竹村洋子・大沼昭夫・松本正江…… 1

2. 情報を内蔵した特殊形状生糸の繰製

蚕糸科学研究所 岡島正章…… 11

一般財団法人大日本蚕糸会
蚕糸科学研究所
蚕業技術研究所

Journal of DAINIPPON SILK FOUNDATION

No.62, December 2014

CONTENTS

Research Reports

- | | | |
|---|--|----|
| 1. MOCHIDA, Y., TAKEMURA, Y., OHNUMA, A. and MATSUMOTO, M.: | Effects of low temperature rearing, chemical administration and ovary transplantation on the induction of diapause eggs of polyvoltine silkworms. | 1 |
| 2. OKAJIMA, M. : | The reeling of the special shape raw silk which incorporated information. | 11 |

Published by

THE DAINIPPON SILK FOUNDATION

低温飼育、化合物投与および卵巣移植処理による 多化性蚕品種の休眠卵誘導法

持田裕司・竹村洋子・大沼昭夫・松本正江

蚕業技術研究所

YUJI MOCHIDA, YOKO TAKEMURA, AKIO OHNUMA and MASAE MATSUMOTO: Effects of low temperature rearing, chemical administration and ovary transplantation on the induction of daiapause eggs of polyvoltine silkworms.

緒 言

カイコの多化性系統は、1年に3回以上世代を繰り返す性質を持つ品種である。通常、休眠性が弱い多化性は、春、初秋および晩秋蚕期に続けて飼育し、晩秋蚕期に数%の休眠卵を得ることで継代している。年によっては、系統維持に必要な数の休眠卵が晩秋蚕期で得られず、初冬、早春蚕期と1年を通して、ずっと飼育し続ける場合もある。そのため、多化性系統の保存は、多大な労力を必要とし、常に品種喪失の危険性がつきまとつ。

これまで、多化性系統の休眠誘導について多くの報告がある^{1,2)}。幼虫期間を低温・短日条件で飼育することが多化性系統の休眠誘導に有効な方法とされているが³⁾、飼育期間の延長や品種および蚕期によって休眠誘導率に大きな差が認められている。また、品種の継代を直接の目的にはしていないが、薬剤処理⁴⁻⁷⁾や卵巣移植^{8,9)}による化性変化の誘導方法が報告されている。

当研究所では、1987年にインドから分譲された多化性系統のピュアマイソールを継代維持している。この系統を1年に1回の飼育によって継代維持することを目的として、低温飼育、化合物投与および卵巣移植処理による休眠卵誘導の検討を行った。

本文に入るに先立ち、多くの有益なご助言を賜った信州大学木口憲爾博士および金勝廉介博士、並びに、本稿の校閲を賜った蚕業技術研究所新保博博士に深く感謝の意を表する。

材料と方法

1. 材料蚕

供試蚕品種として、当研究所で保存している多化性系統の「ピュアマイソール」および独立行政法人農業生物資源研究所より分譲された多化性系統の「カンボージュ」を用いた。また、卵巣移植のレシピエント用として、「WE2」(第2白卵系統)を使用した。

2. 飼育方法

蚕種の催青は、すべて温度25°C、湿度60%以上で、16L:8Dの日長条件で行った。

桑葉育は、1-2齢期を室温29°C、人工飼料(日本農産工業(株)、原蚕種用)で飼育した後、3-5齢期を26°C前後、桑葉で飼育した。なお、低温飼育の試験条件は「結果」の中で記載した。

人工飼料育は、日本農産工業(株)の飼料(原蚕種用)を用いて、1-2齢期を29°C、3齢期を27°C、4-5齢期を25°Cで飼育した。桑葉育同様、低温飼育の試験条件は「結果」の中で記載した。

3. 化合物投与法

Takeda and Hasegawa⁷⁾ の方法に準じて、0.01～10mMに調整したウアバイン（和光純薬（株））を化蛹直後から2日目までの「ピュアマイソール」の蛹の羽部分に注射した。同様に、吉武⁵⁾および山下・長谷川¹⁰⁾ の方法に準じて、0.75～2.5Mの塩化カリウム溶液を蛹に注射した。注射量は蛹1頭当たり0.025mlとした。

4. 卵巣移植処理

持田ら¹¹⁾ の方法に従って、「ピュアマイソール」および「カンボージュ」の4齢から5齢起蚕幼虫の卵巣を、あらかじめ卵巣を摘出した「WE2」の3齢幼虫に移植した。宿主の雌蛾（「WE2」）に移植した卵巣と同じ品種（「ピュアマイソール」および「カンボージュ」）の雄蛾を自然交尾させ、産卵させた。

結 果

1. 低温飼育による誘導

1) 桑葉育

多化性品種ピュアマイソールの通常飼育における休眠卵産下蛾率の12年間の平均値を表1に示す。休眠卵を80%以上産んだものを休眠卵産下蛾とした。全ての年の採種蛾数は80蛾であった。春蚕期および初秋蚕期では、一度も休眠卵産下蛾は得られなかった。ただし、初秋蚕期では、20～80%以下の割合の休眠卵を産んだ、いわゆる混合卵産下蛾が12年間のうち2回だけ得られた。晚秋蚕期では、平均で5.7%，頭数にして1蚕期当たり約5頭の休眠卵産下蛾が得られた。しかし、休眠卵産下蛾数は年度によってばらつきがみられ、0から6頭の範囲にあった。なお、晚秋蚕期に休眠卵が得られなかった場合、初冬蚕期および早春蚕期に全齢人工飼料育を行って、継代した。全齢人工飼料育の場合、初冬蚕期および早春蚕期のいずれにおいても非休眠卵しか得られなかった。

表1 飼育時期によるピュアマイソールの休眠卵産下蛾率

蚕期	春	初秋	晚秋	初冬*	早春*
掃立て月日	5/3	7/1	9/1	11/1	2/1
休眠卵産下蛾率（%）	0.0	0.0	5.7	0.0	0.0
農業生物資源研究所で保存されている多化性品種の休眠卵産下蛾率**					
ピュアマイソール	45.0	-	-	-	-
アンナン	2.7	27.5	52.5	-	-
カンボウジュ	7.9	21.0	36.2	-	-
マイソール	12.4	20.1	40.5	-	-

1蚕期につき雌80蛾産卵、12年間の飼育成績による平均
休眠卵を80%以上産下したものと休眠卵産下蛾とした

*：初冬、早春：全齢人工飼料飼育各5回の平均

**：日蚕雑（山本ら、1982；清水ら、2005）より抜粋

参考までに、農業生物資源研究所で保存されている多化性品種の休眠卵産下蛾率について、山本¹²⁾および清水ら³⁾の成績を表1に示した。農業生物資源研究所で保存されているピュアマイソールの休眠卵産下蛾率はかなり高い値である。休眠卵産下蛾率の比較からも、中国から導入され、農業生物資源研究所で保存されているピュアマイソールとインドから導入した当研究所保存のピュアマイソールは異なる系統であると考えられる。他の品種においても比較的高い休眠卵産下蛾率が得られていることから、当研究所で保存しているピュアマイソールは休眠性が著しく弱い品種であると考えられる。

農業生物資源研究所では多化性品種の休眠卵を得る方法として、4齢から化蛹までの期間を低温(21°C)で飼育する方法が行われている^{2), 12)}。しかし、4齢から化蛹までの期間を低温で飼育すると経過日数が大幅に延長するので、なるべく飼育日数を延ばさずに休眠卵を得るために、晩秋蚕期に熟蚕から羽化までの期間を低温で飼育する試験を行った。飼育は17, 19, 21, 23および25°Cに設定したインキュベーター内で行い、休眠卵産下蛾率を調査した(表2)。その結果、21°Cにおいて最も高い休眠卵産下蛾率が得られた。さらに、翌年の春蚕期に21, 23および25°Cに設定したインキュベーター内で同様の試験を行った結果、21°Cにおいて最も高い休眠卵産下蛾率であった。

表2 低温飼育による休眠卵誘導

晩秋蚕期(2000年)

飼育温度(°C)*	休眠卵産下 蛾率(多)(%)	休眠卵産下 蛾率(少)(%)	非休眠卵産 下蛾率(%)	不受精卵・不産 卵産下蛾率(%)
17	4.0	12.0	64.0	20.0
19	24.4	11.1	60.0	4.4
21	33.3	6.7	57.8	2.2
23	26.3	0.0	73.7	0.0
25	28.9	2.2	68.9	0.0
春蚕期(2001年)				
21	17.0	0.0	83.0	0.0
23	10.0	0.0	90.0	0.0
25	11.1	0.0	85.2	3.7

供試品種：ピュアマイソール 50頭

休眠卵産下蛾率(多)：休眠卵を80%以上産下した蛾の割合

休眠卵産下蛾率(少)：休眠卵が80%以下産下した蛾の割合

* 熟蚕から羽化までの飼育温度

さらに、2002年の春蚕期に、熟蚕から羽化までの期間、5齢5日から熟蚕後5日および羽化までの期間を21°Cで飼育し、また、2003年の春蚕期に5齢4日から熟蚕後9日、12日および羽化までの期間を21°Cで飼育し、休眠卵産下蛾率を調査した(図1)。その結果、熟蚕期に低温(21°C)に移すよりも5齢4日ないしは5日に低温に移して飼育したほうが高い休眠卵産下蛾率が得られた。5齢4日から羽化までの期間を21°Cで飼育したもののが最も高い休眠卵産下蛾率であった。

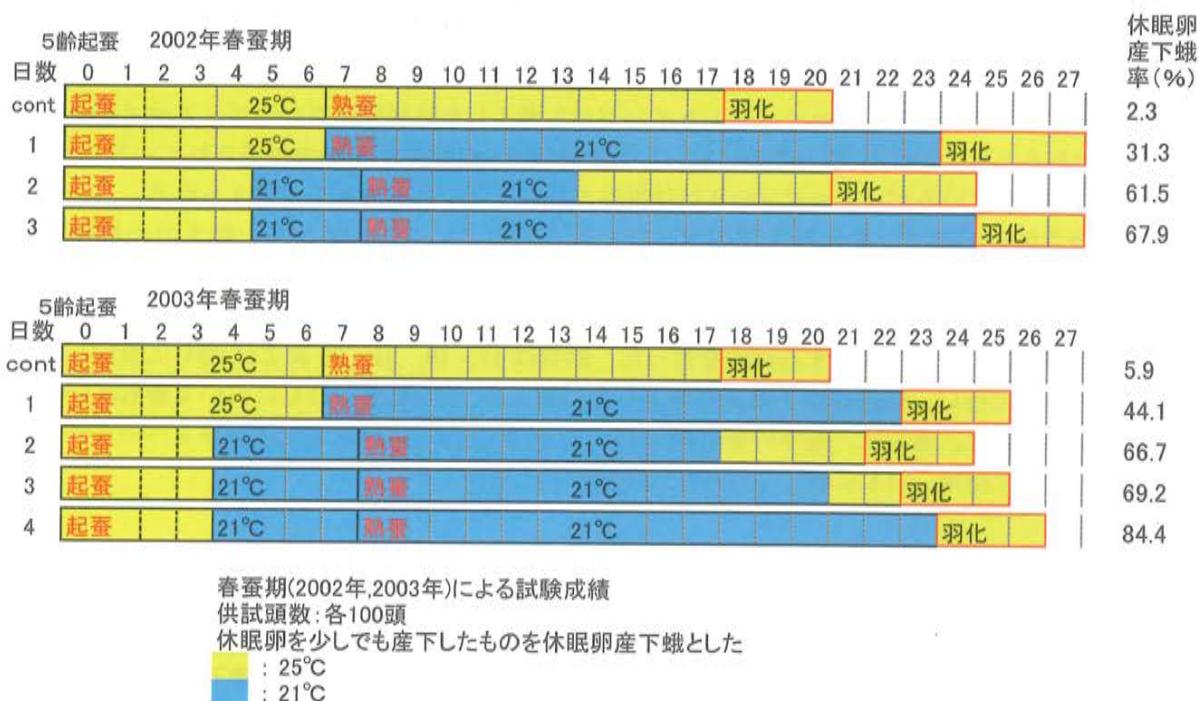


図1 低温飼育 (21°C) よる休眠卵誘導

2) 人工飼料育

多化性品種のピュアマイソールおよびカンボージュを用いて、全齢人工飼料育における低温飼育の影響を調査した（表3）。5齢起蚕から羽化までの期間、17, 19, 21, 23 および 25°Cに設定したインキュベーター内で飼育した。ピュアマイソールでは、21 から 23°Cの飼育温度で良好な成績が得られた。カンボージュでは、21°Cで最も良好な成績が得られたが、休眠卵産下蛾率が低いうえに、不受精卵産下蛾・不産卵蛾率が高いことから、低温での飼育によるマイナスの影響を受けやすい品種であると考えられた。

表3 人工飼料育における低温飼育による休眠卵誘導（次頁につづく）

ピュアマイソール 50頭

飼育温度 (°C)*	休眠卵産 下蛾率(%)	非休眠卵産 下蛾率(%)	不受精卵・不産 卵産下蛾率(%)	休眠卵産下蛾の平均産卵成績	
				産下卵数(粒)	孵化歩合(%)
17	7.7	76.9	15.4	173	36.0
19	28.1	68.8	3.1	306	51.8
21	30.8	61.5	7.7	341	49.4
23	28.6	60.7	10.7	322	72.1
25	4.7	95.3	0.0	312	70.5
対照	0.0	94.6	5.4	-	-

表3 人工飼料育における低温飼育による休眠卵誘導（前頁のつづき）
カンボージュ 50頭

飼育温度 (°C)*	休眠卵産下蛾率(%)	非休眠卵産下蛾率(%)	不受精卵・不産卵産下蛾率(%)	休眠卵産下蛾の平均産卵成績	
				産下卵数(粒)	孵化歩合(%)
17	0.0	25.0	75.0	-	-
19	12.9	22.6	64.5	157	8.2
21	13.3	37.8	48.9	243	19.5
23	3.6	65.5	30.9	314	5.3
25	0.0	88.4	11.6	-	-
対照	0.0	92.0	8.0	-	-

休眠卵産下蛾：休眠卵を70%以上産下した蛾

2. 化合物投与による誘導

ピュアマイソールの化蛹直後から2日目までの蛹にウアバインを注射して、休眠卵産下蛾の出現を調査した（表4）。その結果、0.01から1mMの濃度のウアバインを注射した場合、休眠卵産下蛾の出現が認められたが、同じ濃度でも蚕期のばらつきが大きく、一定の傾向は認められなかった。

表4 ウアバイン注射による休眠卵誘導

蚕期	処理濃度 (mM)	供試 頭数	雌蛹g重/ 頭	処理濃度(mM/ 雌蛹g重あたり)	休眠卵産 下蛾率(%)	非休眠卵産 下蛾率(%)	不受精卵・不産 卵産下蛾率(%)	羽化せず (%)
初秋	0.01	43	-	-	0.0	62.8	7.0	30.2
晚秋	0.01	88	1.06	0.01	5.7	48.9	3.4	42.0
晚秋	0.05	50	0.90	0.06	2.0	88.0	6.0	4.0
初秋	0.1	55	0.88	0.11	9.1	1.8	1.8	87.3
初冬	0.1	45	0.84	0.12	2.2	80.0	6.7	11.1
早春	0.25	20	0.67	0.37	40.0	45.0	15.0	0.0
春	0.5	30	0.92	0.54	0.0	0.0	0.0	100.0
初秋	0.5	51	0.84	0.60	19.0	3.0	4.0	74.0
晚秋	0.5	100	0.78	0.64	0.0	0.0	3.9	96.1
早春	0.5	20	0.67	0.75	50.0	10.0	15.0	25.0
早春	0.75	10	0.67	1.12	20.0	0.0	50.0	30.0
初冬	1	21	0.84	1.19	28.6	66.7	4.8	0.0
早春	1	40	0.67	1.45	0.0	5.0	50.0	45.0
早春	1.5	20	0.67	2.24	0.0	0.0	0.0	100.0
初冬	5	21	0.84	5.95	0.0	85.7	0.0	14.3
初冬	10	21	0.84	11.90	0.0	0.0	0.0	100.0
春	対照区	59	0.88	0.00	2.6	88.1	3.6	5.7

蛹の羽部分に0.025mlを注射

同様に、ピュアマイソールの蛹に塩化カリウムを注射して、休眠卵産下蛾の出現を調査した（表5）。1.0Mおよび1.5Mの塩化カリウムを注射した場合、比較的高い割合で休眠卵産下蛾が得られた。しかし、蚕期によるばらつきがみられた。

表5 塩化カリウム注射による休眠卵誘導

蚕期	処理濃度 (mM)	供試 頭数	雌蛹g重/ 頭	処理濃度(mM/ 雌蛹g重あたり)	休眠卵産 下蛾率(%)	非休眠卵産 下蛾率(%)	不受精卵・不産 卵産下蛾率(%)	羽化せず (%)
早春	0.75	62	0.69	1.09	0.0	21.0	40.3	38.7
晚秋	1.0	88	1.06	0.94	50.0	9.1	3.4	37.5
春	1.0	100	0.92	1.09	51.0	2.0	4.0	43.0
初秋	1.0	109	0.88	1.13	28.4	5.5	6.4	59.6
早春	1.0	50	0.69	1.44	4.0	2.0	48.0	46.0
初秋	1.5	37	—	—	16.2	29.7	18.9	35.1
晚秋	1.5	40	0.89	1.69	35.0	2.5	47.5	15.0
初冬	1.5	51	0.84	1.79	17.6	7.8	52.9	21.6
晚秋	1.5	100	0.78	1.92	5.0	1.0	16.0	78.0
晚秋	1.7	100	0.78	2.18	0.0	0.0	6.0	94.0
晚秋	2.5	20	0.89	2.81	0.0	0.0	10.0	90.0
春	対照区	59	0.88	0.00	2.6	88.1	3.6	6.7

蛹の羽部分に0.025mlを注射

3. 卵巣移植処理による誘導

休眠卵を産下する WE2 の雌幼虫に多化性系統のピュアマイソールおよびカンボージュの卵巣を移植し、羽化した雌蛾に移植した卵巣と同じ系統の雄蛾を交尾させた（表 6）。いずれの多化性系統の卵巣を移植した場合にも、ドナーとレシピエントの輸卵管同士が結合し、平均約 10% の雌蛾が産卵した。産下された卵は全て休眠卵であった。受精率も比較的高い値であった。

表 6 卵巣移植による多化性系統の産卵成績

品種：ピュアマイソール

反復試験	移植頭数	発蛾数	発蛾率	産卵蛾数	産卵蛾率	産卵成績			
						産下卵数	休眠卵数	非休眠卵数	受精卵率
頭	蛾	%	蛾	%	粒	粒	粒	%	
a	23	21	95.7	4	19.0	205	163	0	79.5
b	20	17	85.0	1	5.9	99	99	0	100
合計	43	38	90.4	5	11.6	304	262	0	86.2

品種：カンボージュ

反復試験	移植頭数	発蛾数	発蛾率	産卵蛾数	産卵蛾率	産卵成績			
						産下卵数	休眠卵数	非休眠卵数	受精卵率
頭	蛾	%	蛾	%	粒	粒	粒	%	
a	22	20	90.9	4	20.0	106	95	0	89.6
b	24	18	75.0	1	5.6	10	4	0	40.0
c	21	16	76.2	2	12.5	203	171	0	84.2
合計	67	54	80.6	7	13.0	319	270	0	84.6

多化性系統の 4 歳～5 歳起蚕の卵巣を採取し、あらかじめ卵巣を摘出したレシピエント（WE2 の 3 歳雌幼虫）に移植したレシピエント雌蛾にドナー雄蛾を自然交尾させた

考 察

1987年にインドから分譲され、以後当研究所で継代、保存されてきた「ピュアマイソール」の休眠性は著しく弱く、12年以上休眠卵による継代を行っても選抜効果は全くなかった。低温飼育による多化性系統の休眠卵誘導の試験¹³⁾では、高温全明の条件で催青を行い、4齢起蚕から蛹化までの期間を低温で飼育して、休眠卵誘導の調査を行っている。しかしながら、当研究所で保存されている「ピュアマイソール」の孵化歩合は80%前後であるため、高温全明の再生条件では孵化歩合が低下する恐れがあった。このため、本試験においては、催青は通常の催青条件（温度：25℃、日照条件：16L:8D）で行い、飼育温度と低温での飼育期間についてのみ試験を行った。

熟蚕から羽化までの期間を低温で飼育した今回の試験においては、17～25℃のいずれの温度においても休眠卵を産下する蛾の割合が比較的高かったが、21℃が最も適していると判断された。当研究所の「ピュアマイソール」でこのように高い休眠卵産下蛾率が得られることは極めて例外的であり、他の年にはみられないことであった。山本ら¹²⁾も指摘しているように、種々の環境の変化が影響すると例外的に今回得られたような比較的高い割合で休眠卵が誘導されることがあるが、環境要因を特定し、その影響を再現することは極めて困難である。しかし、遺伝資源の保存においては、多化性系統において確実に休眠卵を得る条件を明らかにすることが重要である。

今回、5齢4日に飼育温度を21℃に下げて、その後羽化までの期間21℃に維持することにより、飼育の期間をあまり延ばさずに、より多くの休眠卵を得ることができることがわかった。このような処理をして得た「ピュアマイソール」の休眠卵は、春蚕期に採取した通常の休眠卵と同じ取扱い（単式冷蔵）により、翌年の春蚕期への継代が十分可能になった。

表1の結果からわかるように、「ピュアマイソール」を通常の飼育温度で全齢人工飼料育を行った場合、休眠卵を産む蛾を得ることはできない。しかし今回の結果から、全齢人工飼料育においても5齢起蚕から羽化までの期間を低温（21℃）で飼育すると、桑葉育と同様に、「ピュアマイソール」、「カンボージュ」のいずれの系統においても休眠卵産下蛾を得ることができることがわかった。全齢人工飼料育では、微粒子病感染の恐れがなく、また、飼育の省力化も可能であることから、遺伝資源の保存においては、リスク回避の面から、桑葉育との併用も有効な手段であるかもしれない。

以上、今回得られた結果から、当研究所で保存している「ピュアマイソール」は5齢4日頃から羽化までの期間を低温（21℃）で飼育することにより、春から翌年の春までの年1回の飼育で継代することが可能であることが示された。当研究所では、現在もこの方法で「ピュアマイソール」を継代、維持している。今回の方法は、他の多化性系統にも適用が可能であると思われる。

蚕卵の化性変化の誘導に関しては、食道下神経節の移植や休眠ホルモンの注射¹⁴⁾が検討されているが、食道下神経節の移植は技術的に難しく、また、休眠ホルモンは容易に入手することができない。また、多くの試薬を用いた薬剤注射⁴⁾の結果、最も効果が認められたのが酢酸ウラニルである。しかし、酢酸ウラニルは、「核燃料物質」に指定されていて、「国際規制物質」の一つであるため、入手および使用が困難である。このような状況を踏まえ、本研究においては、注射をすることによって化性変化が認められているウアバイン^{6,7)}と塩化カリウム⁵⁾を用いて、多化性系統の休眠卵誘導について検討した。今回の結果から、両化合物は、多化性系統（「ピュアマイソール」）においても休眠卵を誘導する効果があることがわかった。しかし本研究では、蚕期によってその効果がばらついており、実用には向かないと思われる。

卵巢移植による化性変化も報告されている^{8,15)}。本研究においても、多化性系統幼虫（「ピュアマイソール」および「カンボージュ」）の卵巢を越年性幼虫（「WE2」）に移植することにより、休眠卵を得ることが可能であることがわかった。ドナーとレシピエントの輸卵管同士が活着して、産卵する確率は低いの

が難点であるが、産下された卵は全て休眠卵であり、受精卵率も高いことから、リスク回避の手段として活用することを考えてもよいかもしれない。

摘要

多化性系統の継代、保存を安定的に行うことができるようにするため、低温飼育、薬剤投与、卵巣移植処理による休眠卵の誘導について検討した。5齢4日から羽化までの期間を低温(21°C)で飼育することにより、より多くの休眠卵を得ることができた。同様に、全齢人工飼料育においても、5齢起蚕から羽化までの期間を低温で飼育することにより、休眠卵を得ることができることがわかった。化合物(ウアバインおよび塩化カリウム)投与および卵巣移植処理によっても休眠卵を得ることができたが、前者は、蚕期による効果のばらつきがあること、後者は、ドナーとレシピエントの輸卵管同士の活着率が低いことが問題であり、現時点では実用に向かないと判断された。

現在、当研究所で保存している「ピュアマイソール」は、5齢4日頃から羽化までの期間を低温(21°C)で飼育することにより、春から翌年の春までの年1回の飼育で継代、維持している。

引用文献

- 1) 山本俊雄・榎島守利・藤巻忠彦 (1984) : 多化性種の越年性に及ぼす壮蚕期から前蛹期の温度の影響. 蚕糸研究, 130, 42-45.
- 2) 中山喜平・山本俊雄(1987) : 多化性系統蚕の休眠性に及ぼす壮蚕期と蛹期の低温の影響. 日蚕雑, 56, 247-248.
- 3) 清水久仁光・廣川昌彦・立松謙一郎・小瀬川英一(2005a) : 蚕遺伝資源保存における幼虫期の低温・短日処理による多化性品種の効率的休眠卵誘導法. 日蚕雑, 74, 1-7.
- 4) 長谷川金作(1943) : 無機鹽類の注射による家蠶の化性変化に就いて. 日蚕雑, 14, 24-32.
- 5) 吉武成美(1954a) : 鱗翅目昆虫の化性に関する研究III. 無機塩類並びにその他数種の物質の注射による化性変化について. 日蚕雑, 23, 349-356.
- 6) Takeda, S. and Hasegawa, K. (1975) : Alteration of egg diapause in *Bombyx mori* by Ouabain injected into diapause egg producers. J. Insect Physiol., 21, 1995-2003.
- 7) Takeda, S. and Hasegawa, K. (1976) : Further studies on the alteration of egg diapause in *Bombyx mori* by Ouabain - diapause egg production in non-diapause egg producers. 日蚕雑, 45, 337-344.
- 8) 梅谷與七郎(1925) : 家蠶に於ける移植卵巣及び血液移注の実験、特に化性変化に就て. 遺伝学雑誌, 3, 155-183.
- 9) 福田宗一(1940) : 家蠶に於ける化性の決定と蠶卵漿液膜の着色. 動物学雑誌, 52, 415-429.
- 10) 山下興亞・長谷川金作(1964a) : 家蚕の卵巣における透過蓄積能と休眠性に就いて. 日本蚕糸学会東海支部研究発表会講演要旨, 12, 21-22.
- 11) 持田裕司・竹村洋子・神田俊男・堀江保宏 (1999) : 凍結卵巣を移植し凍結精子を人工授精した家蚕雌蛾の産卵と次代蚕の性状. 日蚕雑, 68, 139-144.
- 12) 山本俊雄・藤森胡友・清水文信・田中教夫(1982) : 多化性家蚕の休眠性に対する壮蚕期及び前蛹期の低温の影響. 日蚕雑, 51, 445-446.
- 13) 清水久仁光・廣川昌彦・立松謙一郎・小瀬川英一(2005b) : 催青条件が多化性蚕の休眠率と孵化率におよぼす影響. 日蚕雑, 74, 73-79.

- 14) 山下興亞・長谷川金作(1964b)：家蚕の休眠ホルモンの作用機構に関する研究Ⅲ. 休眠ホルモンの卵巣の3-Hydroxykynurenone量に及ぼす影響. 日蚕雑, 33, 115-121.
- 15) 吉武成美(1954b)：鱗翅目昆虫の化性に関する研究(I). 家蚕卵の着色性に及ぼす化性ホルモンの作用について. 日蚕雑, 23, 67-75.

情報を内蔵した特殊形状生糸の繰製

岡島正章

蚕糸科学研究所

MASAAKI OKAJIMA: The reeling of the special shape raw silk which incorporated information.

緒 言

本研究所で開発、研究を進めてきた太織度繰糸機（繭糸交絡攪拌繰糸機）では、小枠の巻取モータと、繰解部ローターの回転モータを制御することができ、繰糸速度と槽回転数の相対的な関係により、繰製糸に節が発現したり、織度が変化する機構となっている。これまで、繰製プログラムの開発を行い、繰糸速度と槽回転数をパソコンで制御することで、糸の形状のコントロールを行ってきた。また、太織度糸の製造過程における節コントロールにおいて、言葉や音楽の情報を入った太織度糸や、織物の図柄を表現する等の要望が多くなっており、その要望に応えるため、言葉や音楽の情報を内蔵した糸の繰製を行った。

材料と方法

繭糸交絡攪拌繰糸機（図1）の巻取モータと槽回転モータは、プログラミングソフトDelphiで作成した繰製プログラム（図2）を用いて制御を行う。巻取モータの回転を遅く、槽回転モータの回転を早くすると、繭糸の絡みは複雑になり、織度が太くなる。これを利用し、繰製糸の織度変化、節の発現をコントロールし、多様な形状の太織度糸を繰製した。言葉情報を内蔵する際には、かなをモールス信号に変換し、モールス信号の『・（トン）』、『-（ツー）』を繰製糸で発現させ、音楽情報の内蔵には音階、音符の長さを糸の太さで表現させた。また、繰製糸の外径を測定することで、繰製糸に情報が発現しているか確認を行った。

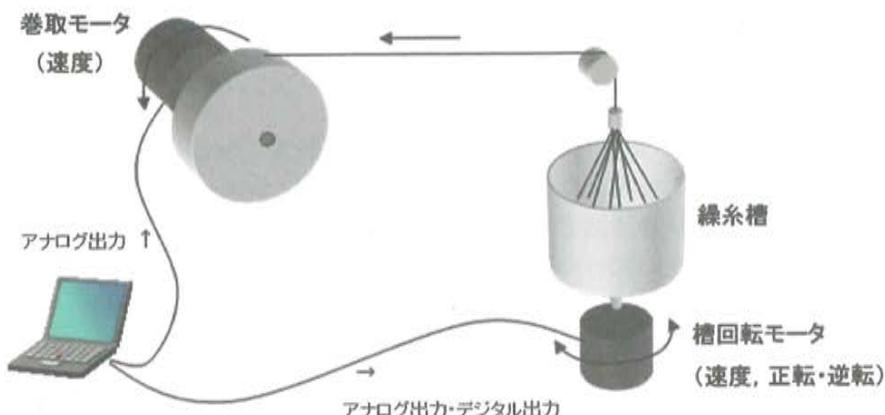


図1. 繭糸交絡攪拌繰糸機の機構

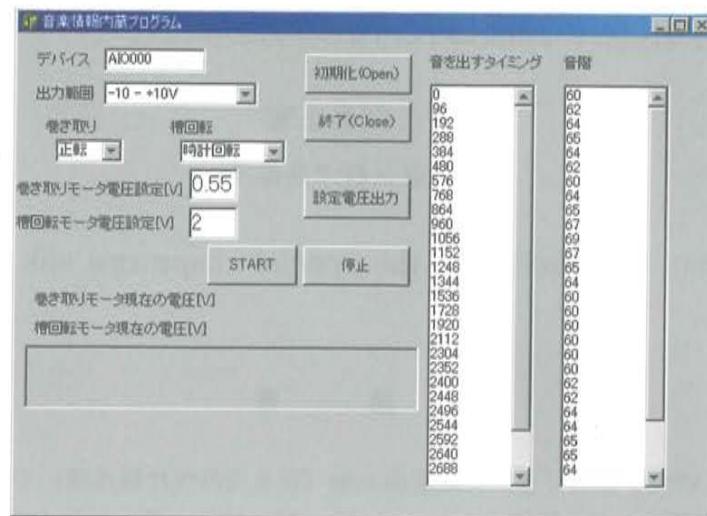


図 2. 縫製プログラム

結果と考察

巻取モータを停止させ、槽回転モータを回転させることで大きな節を発生させ、その後、巻取モータを回転させ、槽回転モータを停止することで節のない部分を作り、これを繰り返すことで一定間隔毎に節のある糸を縫製した（図 3）。また、巻取モータの回転速度を徐々に変化させ、纖度を変化させた糸（図 4）や、巻取、槽回転モータをランダムに変化させることで紬調の糸の縫製を行った（図 5）。

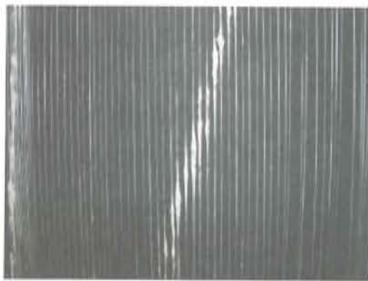


図 3. 一定間隔の節



図 4. 繊度変化



図 5. ランダムな纖度・節

言葉情報内蔵糸では、モールス信号のある部分は糸の太さが太くなるように、信号と信号の間、文字と文字の間は糸の太さが細くなるように搅拌槽の回転をコントロールした。縫製した糸について KEYENCE 製高速・高精度デジタル寸法測定器 LS-7030 を用いて外径を測定したところ、信号のある部分の平均外径は約 1.2mm、信号のない部分の平均外径は約 0.6mm と、約 2 倍の太さとなった。図 6 に示すように、『い』、『ろ』、『は』のモールス信号と、縫製糸の太い箇所も対応しており、作成したプログラムにより、縫製糸にモールス信号が発現したことが確認できた。

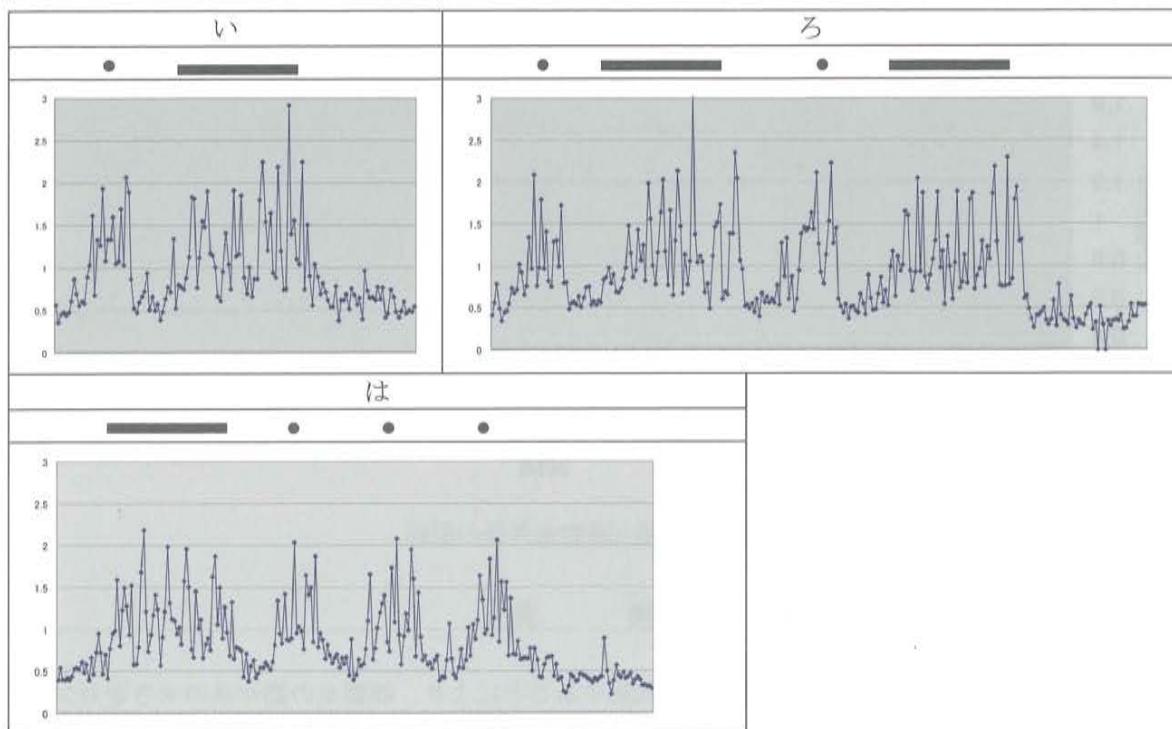


図 6. モールス信号と繩製糸の外径

音楽情報内蔵糸では、単純な音楽ファイルである mid ファイルを作成し、mid ファイルから、電気信号としてパソコンに出力してモータを制御するために、mid ファイルを数値化した（表 1）。これらの情報の内、数値化された音階から繩製糸機の攪拌槽の回転数を制御した。音を出すタイミングからモータの稼働時間を制御し、四分音符の音の長さのときに約 10 秒、八分音符の音の長さのときに約 5 秒、槽の回転をコントロールし、音階については 5V までの電圧を段階的に変化させ、繩製糸の長さと太さで音楽を表現した。繩製糸の外径を測定したところ（図 7）、音階の変化にあわせて外径も変化しており、繩製糸に音楽情報が内蔵していることが確認できた。

表 1. 音楽情報の数値化

音階	音を出すタイミング	数値化された音階	音階	音を出すタイミング	数値化された音階
ド	0	60	ド	1536	60
レ	96	62	ド	1728	60
ミ	192	64	ド	1920	60
ファ	288	65	ド	2112	60
ミ	384	64	ド	2304	60
レ	480	62	ド	2352	60
ドー	576	60	レ	2400	62
ミ	768	64	レ	2448	62
ファ	864	65	ミ	2496	64
ソ	960	67	ミ	2544	64
ラ	1056	69	ファ	2592	65
ソ	1152	67	ファ	2640	65
ファ	1248	65	ミ	2688	64
ミー	1344	64	レ	2784	62
			ドー	2880	60

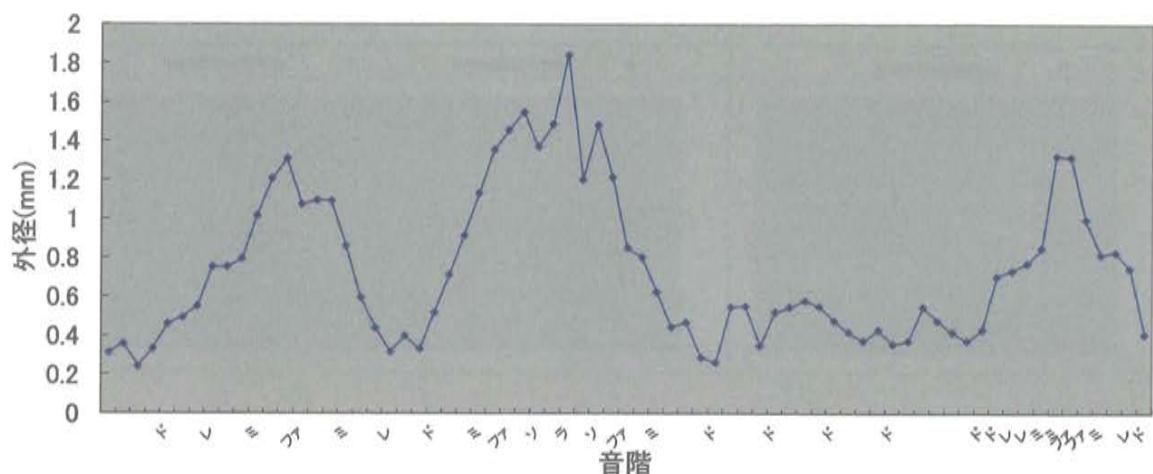


図7. 音階と繰製糸外径の関係

摘要

繭糸交絡攪拌縄糸機で巻取速度、槽回転を制御することにより、縄製糸の節や糸の太さをコントロールした。また、情報を内蔵した生糸を縄製するため、モールス信号や音楽情報をモータの制御に変換するプログラムを作成し太織度糸を縄製した。縄製糸を外径測定器で計測したところ、縄製糸で言葉情報や音楽情報を表現できることことがわかった。プログラムによって様々な形状に対応でき、ユーザーの求める太織度糸の縄製が可能となった。