

大日本蚕糸会 研 究 報 告

第 71 号 令和 6 年 3 月 (2024)

目 次

報 文

1. 酸またはアルカリ処理したクロラントラニリプロールのカイコに対する経口毒性
野澤 瑞佳 …… 1
2. 白繭蚕品種繭から繰製した生糸の表面色について
花之内智彦・岡島正章・池嶋智美・持田裕司・竹村洋子・靄島富士江 ……10
3. 飼育条件が繭糸分離細繊維の発生量におよぼす影響について
池嶋智美・栗岡 聡 ……15
4. 繭糸分離細繊維発生を誘導する条件について (予報)
栗岡 聡・池嶋智美 ……21

技術報告

1. 令和 5 年度における蚕糸科学技術研究所の桑園管理の概況
松川 武・赤井雅志 ……25
2. ポリエチレン製山型まぶしの改良と性能試験
鶴井裕治・池嶋智美・栗岡 聡 ……36
3. 蚕糸科学技術研究所内におけるカイコ飼育時の省力化 ートリカルネットとブルーシートの利用ー
竹村洋子・持田裕司・松本正江 ……41

Journal of DAINIPPON SILK FOUNDATION

No.71, March 2024

Contents

Research Reports

1. MITSUYOSHI NOZAWA:
Oral toxicity of acid- or alkali-treated chlorantraniliprole in the silkworm, *Bombyx mori*. 1
2. TOMOHIKO HANANOUCI, MASAOKI OKAJIMA, SATOMI IKEJIMA, YUJI MOCHIDA,
YOKO TAKEMURA AND FUJIE HAISHIMA:
The surface colors of raw silk reeled from white cocoon. 10
3. SATOMI IKEJIMA AND AKIRA KURIOKA:
The influence of rearing conditions on the production of fine fibers separated from cocoon thread. 15
4. AKIRA KURIOKA AND SATOMI IKEJIMA:
Conditions that induce the generation of fine fiber separated from cocoon thread. 21

Technical Reports

1. TAKESHI MATSUKAWA AND MASASHI AKAI:
Overview of the mulberry field management at Institute of Sericulture and Silk
Science in FY2023 25
2. YUJI TSURUI, SATOMI IKEJIMA AND AKIRA KURIOKA:
Improvement and performance testing of a plastic mountain-shaped cocooning frame 36
3. YOKO TAKEMURA, YUJI MOCHIDA AND MASAE MATSUMOTO:
Consideration of working efficiency during silkworm rearing in Institute of Sericulture and
Silk Science -Application of trical nets and blue sheets- 41

Published by

THE DAINIPPON SILK FOUNDATION

酸またはアルカリ処理した クロラントラニリプロールのカイコに対する経口毒性

野澤 瑞佳

蚕糸科学技術研究所

MITSUYOSHI NOZAWA : Oral toxicity of acid- or alkali-treated chlorantraniliprole in the silkworm, *Bombyx mori*.

緒 言

殺虫作用を示すジアミド系化合物の化学構造は、フタル酸誘導体とアントラニル酸誘導体の二つの骨格に大別される（正木，2014）。前者の誘導体からは、ジアミド系殺虫剤の第1号であるフルベンジアミドが開発され（Tohnishi *et al.*, 2005; 遠西ら，2010），後者の誘導体からは、クロラントラニリプロール（島，2009），シアントラニリプロール（島，2014），シクラニリプロール（森田，2018）およびテトラニリプロール（安宅，2020）が開発された。これらの化合物は、昆虫の小胞体膜上に発現するリアノジン受容体（RyR: Ca^{2+} 放出チャンネル）に特異的に作用することで昆虫細胞内 Ca^{2+} の放出を誘起・攪乱し、その結果として標的害虫に対して卓越した殺虫効果を発揮する（正木，2014）。これらのジアミド系化合物のうち、フタル酸誘導体型のフルベンジアミドは、チョウ目害虫のみに強い殺虫活性を示すのに対し（廣岡，2007），アントラニル酸誘導体型のジアミド系殺虫剤は、チョウ目以外にも、ハエ目，コウチュウ目，カメムシ目，バッタ目およびアザミウマ目に対して殺虫活性を示す（島，2009; 島，2014; 森田，2018; 安宅，2020）。このため、アントラニル酸誘導体型のジアミド系殺虫剤は、これらの農業害虫が発生する各種農作物に幅広く利用されている（島，2009; 島，2014; 森田，2018; 安宅，2020）。

このような特徴をもつジアミド系殺虫剤が10年以上にわたり使用され続けた結果、農業上の新たな問題が浮上した。それは、チョウ目害虫における薬剤抵抗性の発達（内山・小澤，2017; 上室，2021; Richardson *et al.*, 2020）と、ジアミド系化合物の構造特性に起因した植物体内への吸収・移行性及びその代謝（Huynh *et al.*, 2021）に関する問題である。特に養蚕業では、後者に起因する“不吐糸蚕”の発生が懸念されており、インドからその可能性を示唆する知見が報告された。その原因を調べた Sakthivel and Sivaprasad (2018) は、野菜の害虫防除で用いられたクロラントラニリプロール（以後、CAP）が不吐糸蚕の発生原因であると推測したが、そのジアミド系化合物と不吐糸蚕発生の因果関係を実験的に証明するには至らなかった。日本国内でも新規の養蚕農家で不吐糸蚕による慢性的な違作が発生し、著者がその原因を調べた結果、1) 土壤に存在する何かしらの“不吐糸蚕誘発因子”が桑へ吸収されること、2) その桑葉中からCAPがppbレベルで検出されたこと、3) ジアミド系化合物全般は、カイコ5齢幼虫に対して類似の不吐糸症状を誘発し、特にCAPは、他のジアミド系化合物に比べ極低濃度で不吐糸蚕を生じること等を確認しているが（野澤，私信），土壤に存在する不吐糸蚕誘発因子と桑葉に含まれるCAPの関連性を解明するには至っていない。

CAPは二つのアミド結合から成る化学的に安定した化合物であると推測されるが、その化合物がカイコに経口毒性を維持した状態で土壤中に残留する可能性や、CAPの蚕毒性を無毒化する方法については過去に報告事例が見られない。そこで本研究では、酸とアルカリ条件下におけるCAPの反応性を、カイ

コに対する経口毒性を指標として調べ、その結果、CAPは常温・酸性条件下で蚕毒性を保つこと、アルカリ条件下におけるCAPの無毒化は、水酸化ナトリウムよりも水酸化カルシウムの方がより強力であることを明らかにしたので報告する。

本文に入るに先立ち、各種生物検定にご協力を頂いた浅野栄子氏に厚くお礼を申し上げる。

材料と方法

供試化合物

クロラントラニリプロール (CAP) 標準品 (残留農薬試験用, 規格含量 98%, 富士フィルム和光純薬社製) 50 mg をエタノール (99.5%, 試薬特級, 富士フィルム和光純薬社製) 0.5 ml で溶解し、その後、滅菌蒸留水で 1,000 mg/L (2.07×10^{-3} mol/L) に調製した。これを CAP 原液として以下の試験に用いた。

供試虫

人工飼料適合性蚕品種“ひたち×にしき”を生物検定に用いた。同品種のふ化幼虫 0.5 g に人工飼料 (シルクメイト 2S, 日本農産工業社製) 50 g を切削給餌法により 1 回与え、防乾紙による包み育 (29℃, 全暗) で 4 日間飼育した。この飼育法で得られた脱皮直後のカイコ 2 齢幼虫 (以後, 2 齢起蚕) を下記の毒性評価試験に用いた。

酸およびアルカリ処理の条件

1) 常温処理

マイクロチューブ (1.5 ml, ポリプロピレン製) に、CAP 原液 0.5 ml と所定のモル濃度 (0.1, 0.5 および 1 mol/L) に調製した塩酸 (HCl) (容量分析用, 富士フィルム和光純薬社製) または水酸化ナトリウム (NaOH) 溶液 (容量分析用, 富士フィルム和光純薬社製) 0.5 ml を加え、25℃の全暗条件下で一定期間 (1 日, 7 日および 30 日) 反応させたのち、処理後の供試液 1 ml をガラス試験管 (口径 15 mm, 長さ 15 cm) へ移し替え、更に滅菌蒸留水 4 ml を加えて 10 倍希釈液 (CAP 原液の 1/10 濃度である 100 mg/L に相当) を調製した。この液を更に 10 倍段階希釈して供試原液の $10^{-2} \sim 10^{-4}$ 濃度の希釈液を用意した。対照区には、単独処理区として、滅菌蒸留水処理区, HCl (0.5 mol/L) 処理区, NaOH (0.5 mol/L) 処理区および CAP (500 mg/L) 単独処理区を設定し、試験区と同一処理を行った。常温処理後の各供試液 (希釈倍率: 5, 50, 500 および 5,000 倍) を生物検定による毒性評価試験に供試した。

2) 加温処理

マイクロチューブ (1.5 ml, ポリプロピレン製) に、CAP 原液 0.5 ml と所定のモル濃度 (0.1, 0.5 および 1 mol/L) に調製した HCl または NaOH を 0.5 ml 加え、80℃に設定したアルミブロック恒温槽 (ALB-221, サイニクス社製) 内で 1 ~ 2 日間反応させた。その後、上記 1) と同一方法により 10 倍段階希釈を行い、供試原液の $10^{-2} \sim 10^{-4}$ 濃度の希釈液を用意した。対照区には、上記 1) と同様の処理区を設定し、試験区と同一処理を行った。加温処理後の各供試液 (希釈倍率: 5, 50, 500 および 5,000 倍) を生物検定による毒性評価試験に供試した。

生物検定による毒性評価

滅菌ガラスシャーレ (直径 9 cm) に人工飼料 (シルクメイト 2S, 日本農産工業社製) の切片 (4×4 cm², 厚さ 2 mm) を 1 枚置床し、先の方法で処理した供試液 0.4 ml を人工飼料の切片表面上に均一に滴下した。シャーレにフタをして室温下で 5 分間置いたのち、2 齢起蚕 30 頭を飼料の切片上に導入した。25℃の全暗条件で飼育を行い、対照区の供試虫が全て 3 齢起蚕に達した時点で、各処理区の 3 齢起蚕生

存数を調査した。生物検定による毒性評価試験の再現性を確認するために、反復試験を2回行った。

水酸化カルシウムによる CAP の無毒化調査

水酸化カルシウム (Ca(OH)_2) (試薬特級, 富士フィルム和光純薬社製) による CAP の無毒化の可否を調べるために、先と同様の常温処理試験を行った。CAP 原液 0.5 ml と、所定のモル濃度 (0.1, 0.5 および 1 mol/L, いずれも飽和状態) に調製した Ca(OH)_2 0.5ml を 25°C の全暗条件下で所定の期間 (1 日, 7 日, 30 日, 60 日および 90 日) 反応させたのち、先と同様の生物検定による毒性評価試験を行った。この試験についても反復試験を2回行った。

統計処理

毒性評価試験の結果、試験区において CAP の無毒化傾向が認められた場合には、試験区 (反復 I・II) と対照区の CAP 単独処理区 (反復 I・II) の間でカイコの生存率を比較した (Fisher's exact test, $\alpha = 0.05$)。この解析には、R version 4.22 (R core Team, 2022) を利用した。

結 果

CAP の無毒化に及ぼす塩酸処理の影響

1) 常温処理

CAP 供試液を、所定の HCl 濃度 (反応時の濃度: 0.5, 0.25 および 0.05 mol/L) で 25°C, 1 日処理した結果、HCl 0.5 mol/L および同 0.25 mol/L 処理区において、わずかに無毒化の兆候が認められた (表 1)。HCl 0.5 mol/L 処理区 (反復 I) では、対照区の CAP 単独処理区と比べて 3 齢起蚕時の生存率に有意な差が認められたが (Fisher's exact test, $p < 0.001$), HCl 0.5 mol/L 処理区 (反復 II) および同 0.25 mol/L 処理区 (反復 I) では、対照区に比べて 3 齢起蚕時の生存率に有意な差は認められず (Fisher's exact test, $p > 0.05$)、無毒化の兆候について不安定な結果が得られた (表 1)。同一方法による常温処理を、7 日間および 30 日間継続したところ、無毒化の兆候は認められなかった (表 1)。

2) 加温処理

CAP 供試液を、常温処理と同一の HCl 濃度で 80°C, 1 日処理した結果、いずれの濃度区においても無毒化の兆候が、不安定ながらも認められた (表 1)。HCl 0.5 mol/L 処理区および同 0.05 mol/L 処理区 (いずれも反復 II) では、対照区の CAP 単独処理区と比べて 3 齢起蚕時の生存率に有意な差が認められたが (Fisher's exact test, $p < 0.001$), HCl 0.5 mol/L 処理区 (反復 I), 同 0.25 mol/L 処理区 (反復 I・II) および同 0.05 mol/L 処理区 (反復 I) では、対照区の CAP 単独処理区と比べて 3 齢起蚕時の生存率に有意な差は認められなかった (Fisher's exact test, $p > 0.05$) (表 1)。同一方法による加温処理を 2 日間行った場合でも、HCl 処理による無毒化反応は 1 日処理の場合と同じく不安定な結果が得られたが、いずれの HCl 濃度においても 2 回の反復試験のうち、いずれか一方またはその両方において、対照区の CAP 単独処理区と比べて 3 齢起蚕時の生存率に有意な差が認められた (Fisher's exact test, $p < 0.001$, $p < 0.05$) (表 1)。

CAP の無毒化に及ぼす水酸化ナトリウムの影響

1) 常温処理

CAP 供試液を、所定の NaOH 濃度 (反応時の濃度: 0.5, 0.25 および 0.05 mol/L) で 25°C, 1 日処理した結果、いずれの濃度区においても CAP の無毒化は認められず、7 日間および 30 日間処理した場合において、全ての試験濃度区で CAP の無毒化が認められた (表 2)。ただし、NaOH 0.05 mol/L 処理区の 7 日間処理の場合では、反復 I のみに、対照区の CAP 単独処理区との間で 3 齢起蚕時の生存率に有意な差が認

表 1. クロラントラニリプロール (CAP) の無毒化に及ぼす塩酸 (HCl) 濃度と処理温度の影響

処理 温度 (℃)	処理 日数	設定	HCl (mol/L)	反応時の CAP濃度 (mg/L)	反復	反応後の希釈倍率と3齢起蚕時の生存率(%) ¹⁾			
						5倍	50倍	500倍	5,000倍
25	1	試験区	0.5	500	I	0	0	33.3 ***	100 ^{ns}
					II	0	0	13.3 ^{ns}	100
		試験区	0.25	500	I	0	0	3.3 ^{ns}	100 ^{ns}
					II	0	0	0	100
		試験区	0.05	500	I	0	0	0	100 ^{ns}
					II	0	0	0	96.7 ^{ns}
	7	対照区	0	500	I	0	0	0	96.7
					II	0	0	0	100
		対照区	0.5	0	I	100	100	100	100
					II	100	100	100	100
		試験区	0.5	500	I	0	0	0	100
					II	0	0	0	96.7 ^{ns}
80	1	試験区	0.5	500	I	0	0	40.0 ^{ns}	100 ^{ns}
					II	0	0	63.3 ***	100
		試験区	0.25	500	I	0	0	23.3 ^{ns}	100 ^{ns}
					II	0	0	16.7 ^{ns}	100
		試験区	0.05	500	I	0	0	13.3 ^{ns}	96.7
					II	0	0	73.3 ***	100
	2	対照区	0	500	I	0	0	16.7	96.7
					II	0	0	3.3	100
		対照区	0.5	0	I	100	100	100	100
					II	100	100	100	100
		試験区	0.5	500	I	0	0	70.0 ***	93.3 ^{ns}
					II	0	0	56.7 **	90.0 ^{ns}
80	1	試験区	0.5	500	I	0	0	0	100 ^{ns}
					II	0	0	76.7 ***	93.3 ^{ns}
		試験区	0.25	500	I	0	0	16.7 ^{ns}	100 ^{ns}
					II	0	0	46.7 *	93.3 ^{ns}
		対照区	0	500	I	0	0	0	96.7
					II	0	0	16.7	96.7
	2	対照区	0.5	0	I	100	100	100	100
					II	100	100	100	100
		試験区	0.5	500	I	0	0	70.0 ***	93.3 ^{ns}
					II	0	0	56.7 **	90.0 ^{ns}
		試験区	0.25	500	I	0	0	0	100 ^{ns}
					II	0	0	76.7 ***	93.3 ^{ns}

¹⁾ 各試験区と対照区のCAP単独処理区の間には、生存率に有意差が認められる (Fisher's exact test, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, ns: $p > 0.05$).

表 2. クロラントラニリプロール (CAP) の無毒化に及ぼす水酸化ナトリウム (NaOH) 濃度と処理温度の影響

処理 温度 (°C)	処理 日数	設定	NaOH (mol/L)	反応時の CAP濃度 (mg/L)	反復	反応後の希釈倍率と3齢起蚕時の生存率(%) ¹⁾			
						5倍	50倍	500倍	5,000倍
25	1	試験区	0.5	500	I II	0 0	0 0	0 0	100 ^{ns} 100
			0.25		I II	0 0	0 0	0 0	100 ^{ns} 100
			0.05		I II	0 0	0 0	0 0	100 ^{ns} 100
		対照区	0	500	I II	0 0	0 0	0 0	96.7 100
			0.5	0	I II	100 100	100 100	100 100	100 100
	7	試験区	0.5	500	I II	0 0	0 0	100 *** 100 ***	100 100
			0.25		I II	0 0	0 0	100 *** 100 ***	100 100
			0.05		I II	0 0	0 0	46.7 *** 0	100 100
		対照区	0	500	I II	0 0	0 0	0 0	100 100
			0.5	0	I II	100 100	100 100	100 100	100 100
80	30	試験区	0.5	500	I II	0 0	0 0	100 *** 100 ***	100 ^{ns} 100
			0.25		I II	0 0	33.3 *** 0	100 *** 100 ***	100 ^{ns} 100
			0.05		I II	0 0	0 53.3 ***	100 *** 100 ***	100 ^{ns} 100
		対照区	0	500	I II	0 0	0 0	0 0	100 96.7
			0.5	0	I II	100 100	100 100	100 100	100 100
	1	試験区	0.5	500	I II	0 0	0 0	100 *** 93.3 ***	100 ^{ns} 100
			0.25		I II	0 0	0 0	100 *** 100 ***	100 ^{ns} 100
			0.05		I II	0 0	76.7 *** 20.0 *	100 *** 96.7 ***	100 ^{ns} 100
		対照区	0	500	I II	0 0	0 0	16.7 3.3	96.7 100
			0.5	0	I II	100 100	100 100	100 100	100 100
80	2	試験区	0.5	500	I II	0 0	0 0	100 *** 100 ***	100 ^{ns} 100
			0.25		I II	0 0	0 0	100 *** 100 ***	100 ^{ns} 100
			0.05		I II	0 0	53.3 *** 36.7 ***	100 *** 100 ***	100 ^{ns} 100
		対照区	0	500	I II	0 0	0 0	0 16.7	96.7 96.7
			0.5	0	I II	100 100	100 100	100 100	100 100

¹⁾ 各試験区と対照区のCAP単独処理区の間には、生存率に有意差が認められる (Fisher's exact test, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, ns: $p > 0.05$).

表 3. クロラントラニリプロール(CAP)の無毒化に及ぼす水酸化カルシウム(Ca(OH)₂)濃度の影響

処理 温度 (℃)	処理 日数	設定	Ca(OH) ₂ (mol/L)	反応時の CAP濃度 (mg/L)	反復	反応後の希釈倍率と3齢起蚕時の生存率(%) ¹⁾				
						5倍	50倍	500倍	5,000倍	
25	1	試験区	0.5	500	I	0	0	0	100	
					II	0	0	0	100	
			0.25		I	0	0	0	100	
					II	0	0	0	100	
		0.05	I		0	0	0	100		
			II		0	0	0	100		
		対照区	0		I	0	0	0	100	
					II	0	0	0	100	
			0.5		I	100	100	100	96.7	
					II	100	100	100	100	
		30	試験区		0.5	I	0	0	100 ***	100
						II	0	0	100 ***	100
	0.25			I	0	0	100 ***	100		
				II	0	0	100 ***	100		
	0.05		I	0	0	100 ***	100			
			II	0	0	100 ***	100			
	対照区		0	I	0	0	0	100		
				II	0	0	0	100		
			0.5	I	100	100	100	100		
				II	100	100	100	100		
	60	試験区	0.5	I	0	100 ***	100 ***	100		
				II	0	100 ***	100 ***	100		
			0.25	I	0	100 ***	100 ***	100		
				II	0	100 ***	100 ***	100		
0.05		I	0	100 ***	100 ***	100				
		II	0	100 ***	100 ***	100				
対照区		0	I	0	0	60.0	100			
			II	0	0	50.0	100			
		0.5	I	96.7	100	100	100			
			II	100	100	100	100			
90	試験区	0.5	I	0	100 ***	100 ***	100			
			II	0	100 ***	100 ***	100 ^{ns}			
		0.25	I	0	100 ***	100 ***	100			
			II	0	100 ***	100 ***	100 ^{ns}			
	0.05	I	0	100 ***	100 ***	100				
		II	0	100 ***	100 ***	100 ^{ns}				
	対照区	0	I	0	0	43.3	100			
			II	0	0	36.7	96.7			
		0.5	I	100	100	100	100			
			II	100	100	100	100			

¹⁾ 各試験区と対照区のCAP単独処理区の間には、生存率に有意差が認められる (Fisher's exact test, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, ns: $p > 0.05$).

められ (Fisher's exact test, $p < 0.001$), 再現性が分かれる結果となった (表 2)。30 日間処理では, NaOH 0.25 mol/L 処理区 (反復 I) および同 0.05 mol/L 処理区 (反復 II) において, 無毒化の進行が認められたが (Fisher's exact test, $p < 0.001$), 7 日間処理の場合と同様に, 再現性が分かれる結果となった (表 2)。

2) 加温処理

CAP 供試液を, 常温処理と同一の NaOH 濃度で 80°C, 1 ~ 2 日処理した結果, いずれの処理日数においても, 全ての試験濃度区で CAP の無毒化が認められた (表 2)。特に, NaOH 0.05 mol/L 処理区 (反復 I・II) では, 加温処理後の CAP 供試液を 50 倍に希釈した場合でも 3 齢起蚕の生存が認められ, 対照区の CAP 単独処理区と比べて, 3 齢起蚕時の生存率に有意な差が認められた (Fisher's exact test, $p < 0.001$, $p < 0.05$) (表 2)。

CAP の無毒化に及ぼす水酸化カルシウムの影響

CAP 供試液を, 所定の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 濃度 (反応時の濃度: 0.5, 0.25 および 0.05 mol/L) で 25°C, 1 日処理した結果, CAP の無毒化は認められず, 処理から 7 日以降に CAP の無毒化が認められた (表 3)。処理から 30 日以降は, 処理後の CAP 供試液を 50 倍に希釈した場合でも, 全ての試験濃度区で 3 齢起蚕が認められ, 対照区の CAP 単独処理区と比べて 3 齢起蚕の生存率に有意な差が認められた (Fisher's exact test, $p < 0.001$) (表 3)。ただし, 60 日処理区の試験区において, 処理後の CAP 供試液を 500 倍に希釈した場合には, 対照区の CAP 単独処理区と比べて 3 齢起蚕時の生存率に有意な差は認められなかった (Fisher's exact test, $p > 0.05$) (表 3)。

考 察

クロラントラニリブロール (CAP) は, 不吐糸蚕の誘発作用が懸念されているジアミド系化合物の一種である (Sakthivel and Sivaprasad, 2018)。本研究では, 土壌から桑へ吸収される可能性がある CAP の酸およびアルカリに対する反応性を, カイコ 2 齢幼虫に対する経口毒性を指標として調査した。その結果, CAP は, HCl (0.05 ~ 0.5 mol/L) の常温処理 (25°C) において 30 日間も蚕毒性を保ち, 更に加温処理 (80°C) においても無毒化の進行が不安定であった (表 1)。このように, CAP は酸性条件下で高い安定性を示すため, 畑の土壌が酸性傾向にある地域では, CAP が残留しやすいと考えられる。一方, CAP を NaOH で常温処理 (25°C) した場合は, 処理から 7 日以降に蚕毒性の低下が認められ, 加温処理 (80°C) の場合でも常温処理とほぼ同様の結果が得られた (表 2)。この結果から, CAP はアルカリ条件下で無毒化が進むため, 土壌中の CAP を中和する方法として, 土壌のアルカリ化は有効な手段であると考えられる。なお, NaOH 0.05 mol/L 処理区 (80°C) については, 他の試験区に比べて CAP の無毒化が進行したことから (表 2), アルカリ条件における CAP の無毒化には至適濃度が存在する可能性がある。今後の無毒化条件を検討する場合, この点に留意する必要がある。

酸およびアルカリを用いた CAP の無毒化試験の結果から, アルカリ処理が CAP の無毒化に有効であると考えられた。そこで, 農地の土壌改良剤として用いられる消石灰がアルカリ性の水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) であることに着目し, 同化合物による CAP の無毒化を調べた。その結果, 処理から 7 日以降に CAP の無毒化が認められ (表 3), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は NaOH よりも無毒化作用が強いことが判明した (表 2, 表 3)。この結果から, 土壌に残留する CAP の無毒化を促進する資材として, 消石灰は CAP の中和剤として有力な候補になりえると考えられる。

ジアミド系化合物の分解については, 紫外線, 太陽光, 温湿度, 二酸化炭素, pH および土壌微生物の作用などが知られているが (Sharma *et al.*, 2014; Gao *et al.*, 2019; Kumar and Gupta, 2020), 土壌中のジアミド系化合物の無毒化に役立つ知見は限定的である。ジアミド系化合物は, 除草剤の候補化合物から着想を得て開発された殺虫化合物であるため (遠西ら, 2010), 土壌中での安定性が高く, 植物体への吸収・移

行性が高い可能性がある。実際に、トマトでは、ジアミド系化合物の一種であるシアントラニリプロールを対象に、トマト植物体内での吸収・移行性の調査が行われ、吸収・移行後の代謝により様々な化合物に変化することが報告されている (Huynh *et al.*, 2021)。

ジアミド系化合物以外にも、桑へ吸収されて蚕毒性を引き起こす可能性がある農薬は存在するかもしれないが、現時点において、どのような農薬が対象となりえるのか十分に解明されておらず、研究事例も極めて少ない (Jyothi *et al.*, 2019)。今後、日本国内で養蚕を復活させる気運が高まった時、これまで他の農作物を栽培していた農地を転作して桑を栽培する可能性もあるだろう。その時に備え、農地の残留農薬をカイコに無害な水準にまで無毒化する方法を考案しておくことは、農学上、重要な取り組みであると考えられる。

要 約

クロラントラニリプロール (CAP) は、標的害虫に強い殺虫活性を示すジアミド系化合物の一種であり、カイコに対しては不吐糸症状を誘発する危険な化合物として知られている。本研究では、土壌に残留する CAP の無毒化を検討するために、酸およびアルカリに対する CAP の反応性を調査した。塩酸および水酸化ナトリウムで所定の処理を行った CAP をカイコ 2 齢起へ経口投与して無毒化状況を調べた結果、CAP は酸に対して安定性があり、アルカリ処理で無毒化が進行した。土壌改良剤として用いられる消石灰 (水酸化カルシウム) は、水酸化ナトリウムに比べて CAP の無毒化作用が強いため、土壌中の CAP を無毒化するための候補になりえると考えられた。

引用文献

- 安宅 雅 (2020) 新規殺虫剤テトラニリプロールの特長. 植物防疫, **74**, 545-550.
- Gao, W., Li, D. and You, H. (2019) Functional characterization and genomic analysis of the chlorantraniliprole-degrading strain *Pseudomonas* sp. GW13. *Bioengineering*, **6**, 106.
- 上室 剛 (2021) 鹿児島県のチャハマキ (チョウ目: ハマキガ科) におけるジアミド系殺虫剤抵抗性の出現とその遺伝様式. 応動昆, **65**, 87-97.
- 廣岡 卓 (2007) 新規殺虫剤: フルベンジアミド顆粒水和剤の特徴と使い方. 植物防疫, **61**, 284-288.
- Huynh, K., Leonard, E., Chong, J.-H., Palmer, C. and Tharayil, N. (2021) Persistence and metabolism of diamide insecticide cyantraniliprole in tomato plants. *Sci. Rep.*, **11**, 21570.
- Jyothi, N. B., Prashant, N. B., Maribashetty, V. G. and Radhakrishna, P. G. (2019) Effect of pesticide residue in soil on silkworm, *Bombyx mori* L — survey analysis. *Int. J. Indust. Entomol.*, **38**, 31-37.
- Kumar, N. and Gupta, S. (2020) Persistence and degradation of cyantraniliprole in soil under the influence of varying light sources, temperatures, moisture regimes and carbon dioxide levels, *J. Environ. Sci. Health B.*, **55**, 1032-1040.
- 正木隆男 (2014) ジアミド系殺虫剤の作用機構研究. 農薬誌, **39**, 161-166.
- 森田雅之 (2018) 殺虫剤シクラニリプロールの特長と使い方. 植物防疫, **72**, 475-477.
- R Core Team (2022) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>.
- Richardson, E. B., Troczka, B. J., Gutbrod, O., Davies, T. G. E. and Nauen, R. (2020) Diamide resistance: 10 years of lessons from lepidopteran pests. *J. Pest Sci.*, **93**, 911-928.
- Sakthivel, N. and Sivaprasad, V. (2018) Chlorantraniliprole induced chronic non-spinning syndrome in silkworms: a field report from Tamil Nadu, India. Conference on “Recent Trends in Pesticides Development and Registration” .

International institute of biotechnology and toxicology, pp. 59-60.

Sharma, A. K., Zimmerman, W. T., Lowrie, C. and Chapleo, S. (2014) Hydrolysis of chlorantraniliprole and cyantraniliprole in various pH buffer solutions. *J. Agric. Food Chem.*, **62**, 3531-3536.

島 克弥 (2009) 新規殺虫剤クロラントラニリプロール剤の作用特性と特長. 植物防疫, **63**, 723-729.

島 克弥 (2014) 新規殺虫剤シアントラニリプロール剤の特長と使い方. 植物防疫, **68**, 788-792.

Tohnishi, M., Nakao H., Furuya, T., Seo, A., Kodama, H., Tsubata K., Fujioka, S., Kodama, H., Hirooka, T. and Nishimatsu, T. (2005) Flubendiamide, a novel insecticide highly active against lepidopterous insect pests. *J. Pestic. Sci.*, **30**, 354-360.

遠西正範・西松哲義・元場一彦・廣岡 卓・瀬尾 明 (2010) 殺虫剤フルベンジミアドの開発. 農薬誌, **35**, 508-515.

内山 徹・小澤朗人 (2017) チャノコカクモンハマキ (チョウ目: ハマキガ科) におけるジアミド系殺虫剤抵抗性の遺伝様式. 応動昆, **61**, 109-117.

Summary

Chlorantraniliprole (CAP), a member of the diamide compound class known for its potent insecticidal activity, has raised concerns due to its association with the induction of non-spinning syndrome in silkworm larvae. This study investigated the reactivity of CAP to acid and alkali treatments to assess its detoxification potential in soil. The investigation, which focused on the effect of hydrochloric acid and sodium hydroxide treatments on orally administered CAP to second instar silkworm larvae, showed the stability of the compound under acidic conditions. Conversely, alkaline treatment showed a detoxifying effect on CAP. In particular, calcium hydroxide, commonly known as slaked lime and widely used for soil improvement, showed a superior detoxifying effect compared to sodium hydroxide. This finding highlights the potential of calcium hydroxide as a promising candidate for detoxification of CAP residues in soil, thereby addressing the environmental concerns associated with this insecticidal compound.

白繭蚕品種繭から繰製した 生糸の表面色について

花之内智彦・岡島正章・池嶋智美・持田裕司・竹村洋子・薮島富士江

蚕糸科学技術研究所

TOMOHIKO HANANOUCI, MASAOKI OKAJIMA, SATOMI IKEJIMA, YUJI MOCHIDA, YOKO TAKEMURA AND FUJIE HAISHIMA :
The surface colors of raw silk reeled from white cocoon.

緒 言

流通生糸の大部分は白色である。白繭蚕品種であっても、黄蛍光性白繭種と紫蛍光性白繭種が存在し(藤本・林屋, 1960), 蛍光の色や繭糸繊維度の違いなどが生糸の表面色に影響を及ぼすことが知られている(岡田ら, 2007)。また、繭の乾燥度合や繰糸方法など生糸の製造条件によって、黄みがかった白色、くすんだ白色など生糸の表面色に差が生じることが知られている(大岡, 1952; 有本ら, 1983; 花之内ら, 2021)。表面色に差のある生糸を織物にする場合、精練を行う羽二重については糸間の表面色の差はなくなるが、精練を行わない絹オーガンジーでは糸間の表面色の差が染色後においてもみられるとの報告がある(岩本ら, 1969, 1970)。生糸の表面色は、製造する織物の種類やその用途によって、絹製品の価値に影響を及ぼすものと思われる。

そこで、本研究では、「MCS107×セヴェンヌ」、普通蚕品種である「朝・日×東・海」および細繊維度蚕品種「かいりょう×あけぼの」繭からそれぞれ繰製した生糸を分光色差計で測色し、対照区の「春嶺×鐘月」生糸の測色値と比較することで、生糸の表面色の違いを検討した。

今回、実験に用いた白繭蚕品種の「MCS107×セヴェンヌ」については、白く光沢があり、糸も滑らかで適度なハリがあり、染色性に優れたと評価された欧州種「セヴェンヌ白」(伊豆原, 2019)と黄色蛍光物質を含まない中国種「MCS107」(飯塚, 2023)との交雑蚕品種であり、繭糸繊維度が細い「かいりょう×あけぼの」は、生糸の光学特性が異なることが予想されることなどから、生糸の表面色の違いを検討しやすいと考えたからである。

材料と方法

生糸の繰製

供試繭は、令和4年度初秋蚕期茨城県産の「MCS107×セヴェンヌ(CV)」, 令和5年度初秋蚕期茨城県産の「朝・日×東・海(AT)」および「かいりょう×あけぼの(KA)」と対照区として令和4年度初秋蚕期茨城県産「春嶺×鐘月(SRG)」を用いた。収繭した各繭は100℃, 4時間の乾繭処理を行い、旧繭検定法に準じて検定用煮繭機(千葉産商(有))で16分間の煮繭を行った。そして、繭検定用自動繰糸機(CT-2型, 日産自動車(株))を用いて目的繊維度21d, 繰糸速度150m/minの条件で生糸を繰製した。

生糸の測色

生糸をサンプル糸巻器(DSW-200, ㈱大栄科学精器製作所)で板紙に巻き取り、測色用試料を作製した。

巻取り条件は、回転数 200rpm、巻取り幅 50mm、巻取りピッチ 0.03mm とした。試料を分光色差計 (SE-6000, 日本電色工業 (株)) を用いて、D65 光源、10° 視野、波長 400-700nm の条件で測色し、その色相を $L^*a^*b^*$ 表色系値で示した。色差 ($\Delta E^*(ab)$) は SRG を基準に $L^*a^*b^*$ 表色系値から算出した。さらに、ASTM E313 に基づき白色度 (WI) および黄色度 (YI) を算出した。

結果と考察

3 種類の白繭蚕品種 (「MCS107 × セヴェンヌ (CV)」, 「朝日 × 東海 (AT)」 および 「かいりょう × あけぼの (KA)」) の原料繭 (表 1) から繰製した生糸の表面色が、対照区の「春嶺 × 鐘月 (SRG)」生糸の表面色と異なるのかどうかを目視観察した (図 1)。「KA」は「SRG」に比べて黄みがかり、「AT」が「SRG」に比べて白く観察された。

表 1 原料繭の繭糸質

	繭糸織度 (d)	繭糸長 (m)	解じょ率 (%)
SRG	2.97	1,181	87.3
CV	2.54	770	82.8
AT	2.64	1,199	76.4
KA	2.06	1,590	71.9

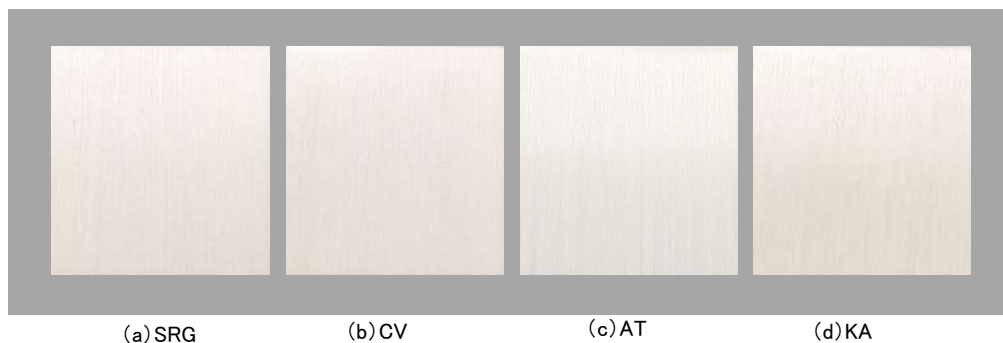


図 1 蚕品種の異なる生糸

試料を分光色差計で波長 400nm から 700nm までの反射率を測定した (図 2)。「CV」, 「AT」, 「KA」および「SRG」生糸の分光反射率曲線のパターンに大きな違いはみられず、生糸の表面色に大きな違いはないものと思われる。また、分光反射率曲線の高低差から、「AT」は明るい色味となり、「KA」が暗い色味になると推測され、目視観察と一致する傾向を示した。

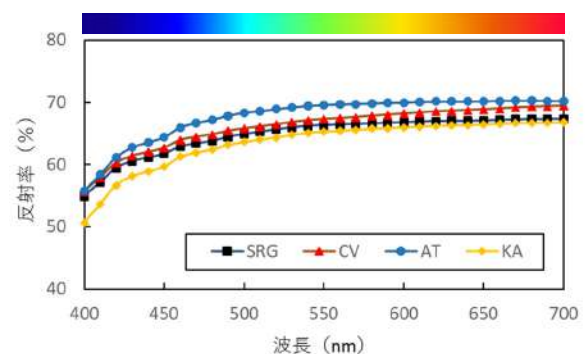


図 2 蚕品種の異なる生糸の分光反射率曲線

そこで、波長 400nm から 700nm までの反射率から $L^*a^*b^*$ 表色系値を算出し、3 種類の白繭蚕品種の表面色の違いを詳細に検討した。 $L^*a^*b^*$ 表色系値は、明度を表す L^* 値が高くなるほど、白色に近づき、低くなるほど、黒色に近づくことを表し、彩度を表す C^* 値が色の鮮やかさを示す。また、色度を表す a^* 値（ $+a^*$ 値は赤方向、 $-a^*$ 値は緑方向）および b^* 値（ $+b^*$ 値は黄方向、 $-b^*$ 値は青方向）はそれぞれ 0 に近づくほど、色味がなくなることを表す。

$L^*a^*b^*$ 表色系値の色調図（図 3）から、 L^* 値については、「KA」、「SRG」、「CV」、「AT」の順に数値が高くなる傾向を示した。彩度を表す C^* 値では、「SRG」、「CV」、「AT」、「KA」の順に高くなる傾向を示した。

$L^*a^*b^*$ 表色系値の色度図（図 4）から、 a^* 値については、「AT」、「KA」、「SRG」、「CV」の順に数値が高かった。また、 b^* 値では、「SRG」、「CV」、「AT」、「KA」の順に高くなる傾向を示した。

ASTM E313 に基づいて算出した白色度 (WI) および黄色度 (YI) の関係を図 5 に示す。WI 値は、「KA」、「SRG」、「CV」、「AT」の順に数値が高かった。また、YI 値では、「SRG」、「AT」、「CV」、「KA」の順に数値が高くなる傾向を示した。

L^* 値、 a^* 値、 b^* 値、 C^* 値、WI 値、YI 値などの各数値について、「SRG」、「CV」、「AT」、「KA」の 4 種類の白繭蚕品種間に数値の差があるのかどうかを Kruskal-Wallis 検定を行った結果、 $P < 0.05$ で有意差が認められたので、白繭蚕品種間のどの組合せに有意差がみられるのかを Steel-Dwass 検定で評価した。 L^* 値および a^* 値については、すべての組合せで $P < 0.05$ で有意差がみられた。 C^* 値は、「SRG」と「CV」間以外の組合せで $P < 0.05$ で有意差がみられた。 b^* 値および WI 値は、「CV」と「AT」間および「SRG」と「CV」間以外の組合せで $P < 0.05$ で有意差がみられた。YI 値では、「KA」と「AT」、「CV」および「SRG」間で $P < 0.05$ で有意差がみられたが、それ以外の組合せでは有意差がみられなかった。

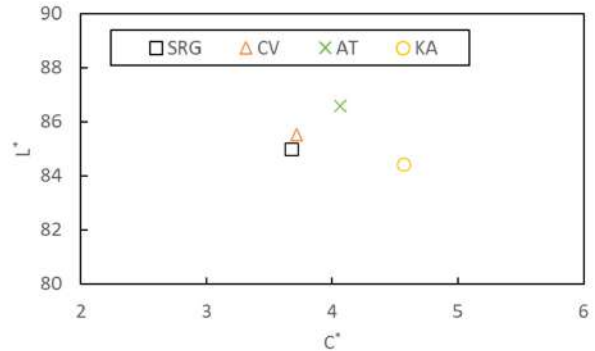


図 3 蚕品種の異なる生糸の色調図 (L^*C^*)
※ L^* 値は明度、 C^* 値が彩度を表す。

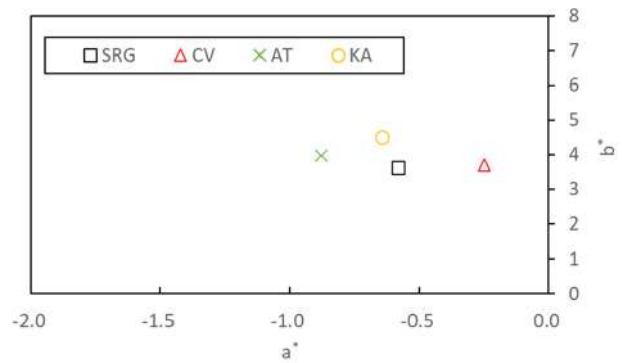


図 4 蚕品種の異なる生糸の色度図 (a^*b^*)
※ a^* 値および b^* 値は色の方向を示し、 $+a^*$ 値は赤方向、 $-a^*$ 値は緑方向、 $+b^*$ 値は黄方向、 $-b^*$ 値は青方向を表す。

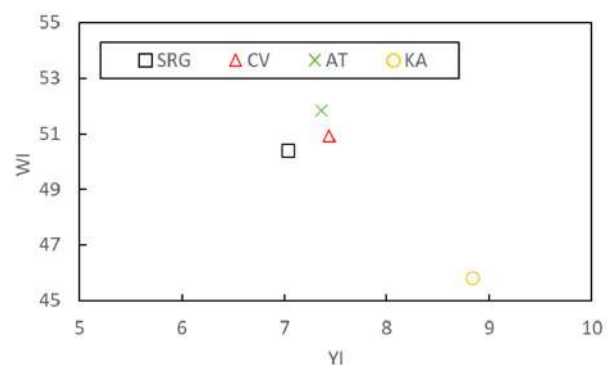


図 5 蚕品種の異なる生糸の白色度および黄色度

これらのことから、「AT」は、「SRG」に比べて、 L^* 値および WI 値は高いが、 a^* 値、 b^* 値、 C^* 値および YI 値の数値差が小さいことから、かなり明るい白い糸であることがわかった。「KA」では、「SRG」に比べて、 L^* 値および WI 値は低く、 b^* 値、 C^* 値および YI 値が高いことから、白い糸ではあるが、黄みがかったくすんだ表面色であることがわかった。「CV」は、「SRG」に比べて L^* 値および WI 値が僅かに高いものの、 a^* 値、 b^* 値、 C^* 値および YI 値の数値差は小さいことから、僅かに明るい白い糸となる傾向を示した。

「SRG」の $L^*a^*b^*$ 表色系値を基準にして色差 (ΔE^*ab) を算出し、その違いを人間の感覚的に認知できるかを評価した (浅見, 1977)。「SRG」と「CV」間の ΔE^*ab は 0.6, 「SRG」と「KA」間の ΔE^*ab が 1.1 となり、“色差がわずかに認められる”と判定された。それに対して、「SRG」と「AT」との間の ΔE^*ab では 1.7 となり、“色差が相当に認められる”と判定された。

一般的に、繊維繊度が細くなると、糸の表面積が増加し、光が乱反射しやすくなるため、糸の表面色は白くみえることが知られている (藤田, 1979)。「CV」および「AT」は繭糸繊度が細く、光を乱反射させるため、 L^* 値が高くなり、「SRG」と同等かそれ以上に生糸の表面色が白くなったものと思われる。それに対して、「KA」は、最も繭糸繊度が細いにもかかわらず、黄みがかったくすんだ生糸となった。生糸製造時の湿熱処理の影響で、繭層に含まれる色素や不純物などが変質したためと思われるが、今後の検討課題としたい。

3 種類の白繭蚕品種繭から繰製した生糸を分光色差計で測色し、数値化することで、蚕品種間の表面色の差を明らかにした。本報では単年度の 3 種類の白繭蚕品種生糸の表面色を数値化したのみである。継続して、3 種類の白繭蚕品種生糸の表面色を数値化するとともに、多数の蚕品種生糸の表面色を数値化しデータベース化すれば、製造する織物の種類や用途に適した蚕品種の生糸を用いることができ、光沢に優れている、色合いが良いなど高付加価値の絹製品の製造に繋がるのではないかとと思われる。

要 約

白繭蚕品種繭「MCS107 × セヴェンヌ (CV)」, 「朝日 × 東海 (AT)」および「かいりょう × あけぼの (KA)」から繰製したそれぞれの生糸と対照区の「春嶺 × 鐘月 (SRG)」生糸とを分光色差計で測色した。「CV」, 「AT」および「KA」の $L^*a^*b^*$ 表色系値, WI 値および YI 値を、「SRG」と比較し、表面色の違いを検討した。「CV」の L^* 値は僅かに高いが、「CV」と「SRG」との間に WI 値および YI 値の数値差は小さいことから、糸の表面色に差はみられなかった。「AT」の L^* 値および WI 値は「SRG」に比べて高く、白い糸であることがわかった。「SRG」に比べて「KA」の L^* 値および WI 値は低く、 b^* 値、 C^* 値および YI 値が高いことから、黄みのあるくすんだ糸であることがわかった。「CV」, 「AT」および「KA」との ΔE^*ab は 0.5 以上の数値となり、蚕品種の生糸間に表面色の差があることが明らかになった。

引用文献

- 有本 肇・徐 回祥・坂部 寛 (1983) 繭乾燥における最高温度が、生糸の節ならびに色相に及ぼす影響。日蚕雑, 52, 524-528.
- 浅見博三 (1977) 色, “染色の科学 (近藤一夫編)”. 1-23, (株)建帛社, 東京.
- 藤田 隆 (1979) ファインデニールポリエステル繊維の染色性. 加工技術, 14, 641-648.
- 藤本直正・林屋慶三 (1960) 繭の色素に関する研究 (VII) 白繭の蛍光性物質. 日蚕雑, 29, 495-500.
- 花之内智彦・齋藤裕文・吉井 圭・齋藤 宏 (2021) 低張力糸の色・光沢について. 蚕糸会研報, 68, 1-4.

- 岩本賢次・松井進治・岩井昭衛（1969）生糸の色幅と製品における色差について．生糸検査所研究報告，**24**，119-137.
- 岩本賢次・松井進治・岩井昭衛（1970）生糸の色相ふぞろいが製品に及ぼす影響について．生糸検査所研究報告，**25**，119-133.
- 伊豆原月絵（2019）欧州蚕品種によるフランス・ロココ時代の宮廷衣裳の復元と風合い及び繊維特性に関する研究．日本シルク学会誌，**27**，79-87.
- 岡田英二・中島健一・三澤利彦・宮崎栄子・間瀬啓介・高林千幸（2007）家蚕繭の新たな特徴としての光沢・色彩とその評価．日本シルク学会誌，**16**，83-89.
- 大岡忠三（1952）生糸の色に就て．生糸検査所研究報告，**3**，1-23.

Summary

Three silkworm races, “MCS107 × Cevenne (CV)”, “Asahi × Tokai (AT)” and “Kairyo × Akebono (KA)” were used, and their raw silk and control raw silk, “Shunrei × Syogetu (SRG)” were measured by a spectrophotometer. The $L^*a^*b^*$ color system values, whiteness index (WI) and yellowness index (YI) of “CV,” “AT” and “KA” were compared to those of “SRG” to examine differences in surface color. As a result, Although the L^* value of “CV” was slightly higher than that of “SRG,” the difference between the WI and YI of “CV” and “SRG” was small, and it was no difference in the surface color of the yarn was observed. The L^* values and WI of “AT” were higher than those of “SRG”. This indicated that the surface color of the yarn was white. The L^* and WI values of “KA” were lower than those of “SRG,” while the b^* , C^* and YI values were higher. The yarn was found to be dull and yellowish. The ΔE^*_{ab} values between “SRG” and “CV,” “AT,” and “KA” were higher than 0.5, it was indicated that there is a difference in surface color between the silkworm races.

飼育条件が繭糸分離細繊維の発生量におよぼす影響について

池嶋智美・栗岡 聡

蚕糸科学技術研究所

SATOMI IKEJIMA AND AKIRA KURIOKA : The influence of rearing conditions on the production of fine fibers separated from cocoon thread.

緒 言

繭糸分離細繊維の発生量は蚕品種によって異なることから、この形質は遺伝性のものであるとされている（田中, 1950; 榎島ら, 1984; 栗岡ら, 2021）。交配試験による F_1 あるいは F_2 の結果から、繭糸分離細繊維の発生は不完全劣性であると考えられており（大沢・萩原, 1948; 田島・高見, 1948）、著者らも繭糸分離細繊維の定量精度を高めた簡易解析法（FFA（Fine Fiber Assembly）法）により、繭糸分離細繊維の発生には劣性の遺伝子が関与していることを確認している（Ikejima and Kurioka, 2023）。

また、繭糸分離細繊維の発生には飼育条件などの環境要因が影響しているという報告もあり、その増加要因として過熟蚕上簇や緑蚕上簇などが挙げられている。しかしながら、緑蚕上簇では適時上簇に比べて繭糸分離細繊維の増加が認められなかったという報告もあり（岡村ら, 1957）、再現性が分かっている。

そこで本報では、繭糸分離細繊維が多い系統 F7 を用いて、同じ蛾区から得られた蚕の全齢人工飼料育を行い、5 齢期の給餌量および上簇の時期を変えることによって、それらが繭糸分離細繊維の発生に及ぼす影響を調査した。その結果、過熟蚕上簇や緑蚕上簇によって繭糸分離細繊維が増加することが確認できた。また、同じ飼育条件で得られた繭糸質の内、繭層重および繭層歩合と繭糸分離細繊維との間に相関は認められなかったが、繭重との間には相関が認められたので報告する。

材料と方法

蚕品種

2023 年早春蚕期に繭糸分離細繊維多発系統 F7 を全齢人工飼料育で飼育した。1 齢期から 4 齢期まではシルクメイト原種 1-3 齢用 S 飼料、5 齢期はシルクメイトクロレラ原種壮蚕用 S 飼料（日本農産工業株式会社、横浜）を用いた。

試験

掃き立ては 2 蛾区（A および B）とした。各蛾区の蚕卵数は約 300 粒で、4 齢 2 日目に 30 頭ずつ 4 区になるよう頭数整理した。5 齢期の給餌回数は 6 回とし、給餌量あるいは上簇時期の異なる 3 つの飼育条件を設定した。各区の 5 齢給餌量および上簇時期は以下のとおりである。

対照区：5 齢 1 頭当たりの給餌量を 13.5g とし、5 齢 7 日目に飼料を完食したことを確認した後上簇した。

試験区①：対照区と同じ給餌量とし、対照区の上簇時から 24 時間経過した 5 齢 8 日目に上簇する過熟蚕

上簇とした。

試験区②: 5 齢 1 頭当たりの給餌量を対照区の半量である 6.75g とし, 5 齢 7 日目に対照区と同じ時期に上簇する緑蚕上簇とした。

試験区③: 5 齢期を飽食とし, 5 齢 7 日目に対照区と同じ時期に上簇した。

各区吐糸開始から 7 日後に各区から繭を回収し, 雌雄鑑別した。繭層重, 繭重を個体別に測定した後, FFA 法 (Kurioka and Ikejima, 2021) により繭層の繭糸分離細繊維の発生量を計数した。

結 果

同じ蛾区から得た個体について, 5 齢期の給餌量と上簇時期を変えることによって, FFA の発生量に違いが出るかを調査した (図 1, 2)。



図 1 各試験区における上簇直前の蚕

control : 5 齢 1 頭当たりの給餌量を 13.5g とし, 5 齢 7 日目に飼料を完食したことを確認した後上簇した。① : 対照区と同じ給餌量とし, 対照区の上簇から 24 時間後に上簇する過熟上簇とした。② : 5 齢 1 頭当たりの給餌量を対照区の半量とし, 対照区と同じ時期に上簇する緑蚕上簇とした。③ : 5 齢期を飽食とし, 対照区と同じ時期に上簇した。

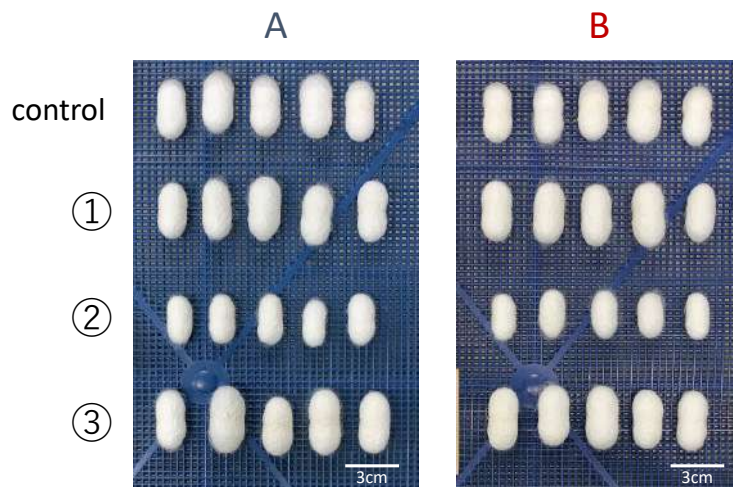


図2 各試験区の繭

Control, ①, ②および③は図1に同じ。

全ての試験区において、雄の FFA 数が雌に比べて多くなる傾向が認められた (図3)。給餌量は対照区と同じで、上簇の時期が 24 時間遅い試験区①では、上簇前にほとんどの個体が吐糸行動を開始しており、過熟蚕となっていることが確認できた。試験区①の FFA は、対照区のその 1.82 倍～4.21 倍に増加した。また、5 齢期の給餌量が対照区の半分となる 6.75g にした試験区②は、上簇時に熟蚕が 1 頭も認められず、上簇から 2 日後に吐糸を開始したことから、未熟蚕での緑蚕上簇であることが確認できた。この試験区の FFA は、対照区のその 1.93 倍～3.09 倍に増加した。5 齢期の給餌量を飽食にした試験区③は、対照区より蚕の熟度がやや進んでいたが、吐糸を開始した個体は認められなかった。この試験区の FFA の発生数は蛾区ごとに異なり、対照区との比較では、蛾区 A はやや少なく、蛾区 B は多かった。

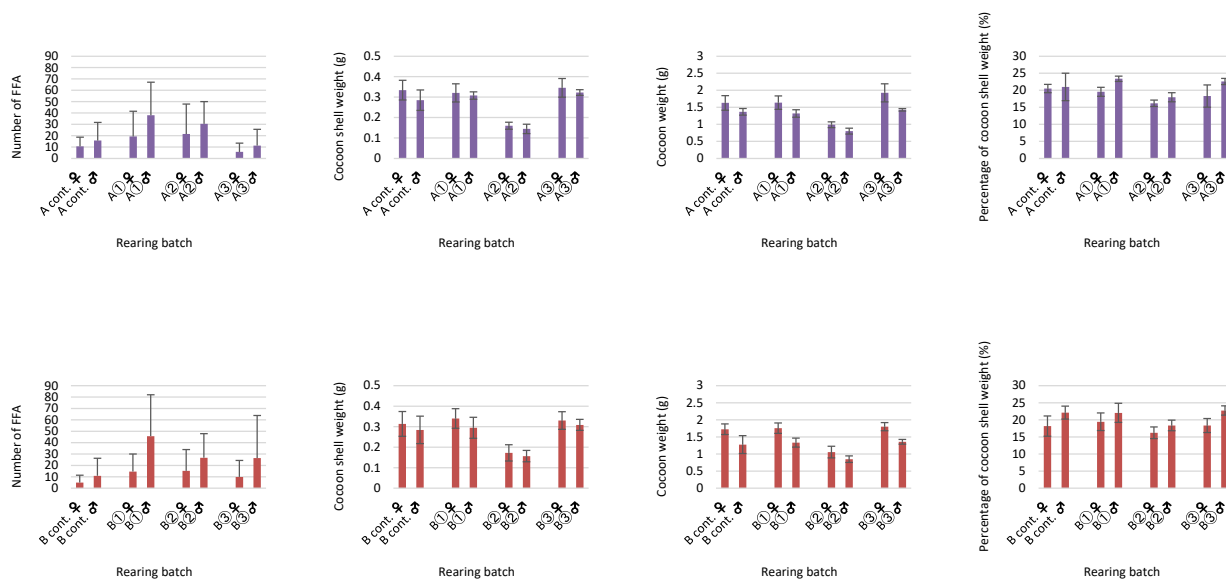


図3 各試験区における FFA, 繭層重, 繭重および繭層歩合

各試験区の繭層重および繭重を測定し、繭層歩合を算出したところ、繭層重および繭重は、飽食とした試験区③が最も重くなり、次いで試験区①、対照区および試験区②の順で重かった（図4）。繭層歩合は蛾区ごとに異なり、蛾区Aでは試験区①、対照区、試験区③および試験区②の順で高かったが、Bでは試験区①、飼育区③、対照区および試験区②の順で高かった。次に、試験区ごとに FFA 数と繭の計量形質との関係を調べた結果、いずれの試験区も繭層重と FFA 数との間に何らかの関連性は認められなかった。一方、繭重が増加すると FFA が減少する傾向があり、とくに試験区①－蛾区Bでは強い負の相関が認められた。繭層歩合については、繭層歩合が高くなると FFA が増加する傾向が認められたが、繭重と FFA の間で認められたような強い相関はなかった。

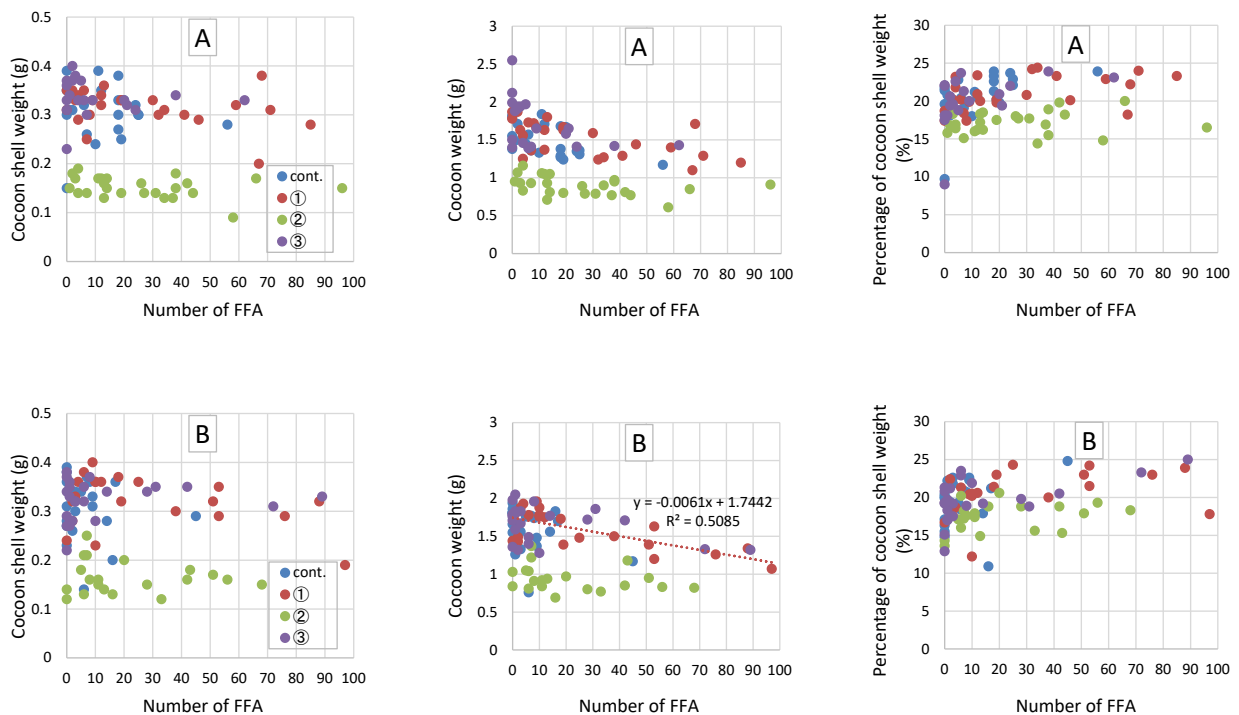


図4 各試験区における繭の計量形質と FFA 発生量との関連性

考 察

本研究では、飼育条件が繭糸分離細繊維の発生に及ぼす影響を 2023 年早春蚕期に繭糸分離細繊維多発系統の F7 を用いて調査した。給餌量あるいは上簇時期の異なる飼育条件で FFA を計数したところ、過熟蚕上簇および緑蚕上簇した場合に繭糸分離細繊維が増加する傾向が認められた。一方、5 齢期に飽食させたカイコでは、繭層重から判断しても蚕体重の増加に伴い絹糸腺も肥大していたと考えられるが、FFA が極端に多くなることはなかった。これらの結果から、遺伝的に繭糸分離細繊維を発生する系統 F7 では、過熟蚕上簇あるいは緑蚕上簇によって、繭糸分離細繊維が増加することは明らかである。これは、過熟蚕では繭糸分離細繊維が多くなるとする萩原（1952）と一致するものである。

一方、今回の結果と相反して、緑蚕上簇でも繭糸分離細繊維が増加しないという報告（岡村ら, 1957）があり、この相違はカイコの熟度が品種により異なるため、報告によって繭糸分離細繊維の発生量が異なる可能性も考えられる。

適時に上簇することで FFA が比較的少なくなるという今回の結果は、繭を作りたくても営繭しにくい過熟蚕での上簇環境や、緑蚕上簇のように餌不足による不十分な発育で適時に営繭できないなどのストレス下にカイコが置かれることで繭糸分離細繊維が増加する可能性を示すものとなった。

ところで、ストレスの関与を示唆する報告としては、清水ら（1956）による回転簇と山型簇を用いた上簇試験がある。この試験では、適時に上簇したにもかかわらず回転簇で営繭が遅れる個体が多くなり、繭糸分離細繊維の発生量も多くなった。これは回転簇が山型簇に比べて、営繭を開始しづらい環境になっていたためかもしれない。ストレスが繭糸分離細繊維の発生に及ぼす影響については、各種系統を用いた解析を行うことでさらに検討を進めたい。

繭の計量形質と繭糸分離細繊維の関係については相関が認められる場合もあり、この相関関係が全ての蚕系統において普遍的であるのかについては、例えば CV のように繭糸分離細繊維をほとんど発生しない系統についても調査することにより明らかにすることができると考える。

要 約

5 齢期の給餌量や上簇時期の違いが、カイコの繭糸分離細繊維の発生量におよぼす影響を調査した。遺伝的に繭糸分離細繊維を多く発生する系統について調査した結果、適時上簇した場合に比べて、過熟蚕上簇あるいは緑蚕上簇では繭糸分離細繊維が増加した。さらに、同じ飼育条件で得られた繭について、繭層重、繭重および繭層歩合と繭糸分離細繊維との関連性を調べたところ、繭糸分離細繊維は繭重が増加すると減少し、繭層歩合が高いと増加する傾向が認められた。

引用文献

- 榎島守利・清水文信・山本俊雄・清水久仁光・藤巻忠彦・藤森胡友（1984）保存蚕品種における量的諸形質の品種特性（2）繭層の練減率とラウジネスの品種特性ならびにそれらの形質と繭重・繭層重との相互関係。蚕糸試験場彙報, **120**, 99-112.
- 萩原清治（1952）ラウジネスに関する研究（第 1 報）ラウジネスの形態と分岐繊維に就いて。日蚕雑, **19**, 172-181.
- Ikejima, S. and Kurioka, A. (2023) Hereditary of the occurrence of fine fibers separated from the cocoon filament, one of the causes of lousiness, in the silkworm, *Bombyx mori*. J. Insect Biotechnol. Sericol., **92**, 37-44.

- 栗岡 聡・持田裕司・代田丈志・池嶋智美（2021）実用蚕品種における繭糸分離細繊維の発生状況の調査．蚕糸会研報，**68**，53-60.
- Kurioka, A. and Ikejima, S (2021) A simple and effective method for measuring the number of fine fibers separated from the cocoon filament of the silkworm, *Bombyx mori*, based on counting fine fiber assemblies. *J. Insect Biotechnol. Sericol.*, **90**, 1-9.
- 岡村源一・猪又正雄・有賀靖治（1957）絹織物に現れたラウジネスに関する研究，蚕糸試験場彙報，**71**，1-57.
- 大沢孝三・荻原秀一（1948）繭糸の分裂繊維に関する研究，蚕研彙報，**2**，32-35.
- 清水 滋・武田一郎・佐藤 敏・河野幹雄・石井好一・堀内彬明・四方栄市 (1956) 上簇器の種類と繭層分離細繊維との関係．蚕糸研究，**15**，43-50.
- 田島弥太郎・高見丈夫（1948）分裂繊維の遺伝に関する研究（第一報），蚕研彙報，**2**，31-32.
- 田中八郎（1950）絹製品に現れる「ラウジネス」の防止策と蚕品種改良．技術資料，**19**，1-17.

Summary

The influence of variations in feeding amounts during the 5th instar and the timing of mounting on the production of fine fibers separated from the silkworm cocoon thread was investigated. Analysis using the F7 strain, which has a higher occurrence of fine fibers separated from cocoon thread, revealed that mounting of overmature or premature larvae led to an increased occurrence of fine fibers separated from the cocoon thread compared to timely mounting. Additionally, an investigation was conducted into the correlation between cocoon weight, cocoon shell weight, cocoon shell percentage, and the occurrence of fine fibers separated from the cocoon thread obtained under the same rearing conditions. The result showed that fine fibers separated from cocoon thread tend to decrease with an increase in cocoon weight and increase with a higher cocoon shell percentage.

繭糸分離細繊維発生を誘導する条件について(予報)

栗岡 聡・池嶋智美

蚕糸科学技術研究所

AKIRA KURIOKA AND SATOMI IKEJIMA : Conditions that induce the generation of fine fiber separated from cocoon thread.

緒 言

「セヴェンヌ白」(CV)は繭糸分離細繊維が少ない在来品種のひとつとして知られており、簡易解析法による微細繊維集合体(Fine Fiber Assembly; FFA)の数比で、その発生量は交雑種「朝・日×東・海」の約300分の1程度である(栗岡ら, 2021)。このように、繭糸分離細繊維の発生には品種間差異があることから、遺伝性があると考えられている。その形質は劣性遺伝とされるが(例えば、大沢・萩原, 1948)、原因遺伝子については明らかにされていない。

繭糸分離細繊維が発生しにくいCVは遺伝子解析において有用な実験材料である。そこで、CVの選抜育種を繰り返した結果、繭糸分離細繊維の発生量が極めて少ない系統の作出に成功したので(Ikejima and Kurioka, 2023)、現在この系統と、同時期に選抜育種したFFAの多い系統を用いて遺伝子解析を進めている。

ところで、繭糸分離細繊維の発生には遺伝的要因の他に、飼育環境も深く関係していると考えられている。特に上簇時に使用される器材の影響について調査した清水ら(1956)の報告によると、農家で多用される回転簇の使用は、山型簇使用時に比べて繭糸分離細繊維が多くなることが明らかにされている。前者は後者に比べて熟蚕の営繭行動の開始が12時間遅れ、この遅延が繭糸分離細繊維の発生を促進するひとつの原因と考えられた。このように、遺伝的に繭糸分離細繊維が発生しやすい交雑種においては、その特性が環境要因により強められることが示された。一方、CVのように繭糸分離細繊維が発生しにくい遺伝的背景をもつ品種については、上簇環境の影響についての詳しい報告はない。

そこで本報告では、平面上でカイコに吐糸させて、繭形成を阻止した結果、繭糸分離細繊維の発生が遺伝的に少ないCVのような系統であっても、繭糸分離細繊維の生成が誘導されることが認められた。

材料と方法

カイコ

実験に使用したカイコは、2019年春蚕期から選抜育種を開始したCV系統の第9世代目を使用した。飼育は全齢人工飼料育とし、1齢から4齢まではシルクメイト原種1-3齢用S飼料、5齢はシルクメイトクロレラ原種蚕用S飼料(日本農産工業株式会社、横浜)を用いた。熟蚕を選別し、上簇実験に用いた。

上簇法

ダンボール製 (45cm × 30cm) の平板上に熟蚕 50 頭を放して自由に徘徊させ (図 1)、平面状に糸を吐かせた。上簇中の室温は 27℃ とし、徘徊吐糸時間は 48 時間とした。48 時間後、紙製の筒 (15cm × 3cm) に一頭ずつカイコを入れ、室温で静置した。



図 1 平板上で徘徊吐糸するカイコ

精練

平板に付着した平面状の繭糸をゆっくり剥離し回収した。回収した繭糸は 0.5% 炭酸ナトリウム溶液中で 98℃、20 分間の精練処理を行い、セリシンを除去した。精練処理中は、繊維の相互の摩擦を避けるために攪拌は行わなかった。

FFA 解析

繭層の繭糸分離細繊維の発生量は、FFA 法 (Kurioka and Ikejima, 2021) により数値化した。

顕微鏡観察

繭糸分離細繊維の有無は、偏光顕微鏡 (OLYMPUS BX51) を用いて倍率 200 で観察した。より微細な繭糸形態は、走査型電子顕微鏡 (SEM) JSM-6510LV (日本電子製) を用いて観察を行った。電子顕微鏡用の観察試料は白金による蒸着処理を行い、観察倍率は 400 倍、加速電圧 5kV とした。

結果と考察

カイコを放虫後、約 48 時間経過した平板上には平面状に吐かれた繭糸 (平面繭) が確認できた (図 2)。平板から紙筒に移したカイコは、筒内で化蛹したが、裸蛹であり繭糸を吐糸した痕跡は認められなかった (図 3)。この結果から、供試したカイコは 48 時間の徘徊吐糸で絹糸腺に貯留した絹タンパク質のほぼ全量を平板上に吐糸したものと判断した。そこで、平板上の 9 箇所 (図 4 A) から平面繭を約 2cm 四方切り出して、回収した切片試料を精練した後に偏光顕微鏡観察を行った結果、全ての回収試料において図 4 B (矢印) に示すような微細繊維が認められた。



図 2 徘徊 48 時間後のカイコと平面に吐糸された繭糸



図 3 48 時間徘徊後に紙筒内で化蛹した個体

平面状に吐かれた繭糸の形状について SEM 観察した結果を図 5 に示す。図 5A および B は炭酸ナトリウムによる精練処理前と処理後の SEM 像をそれぞれ示す。精練処理前（図 5A）では微細繊維は確認できないが、精練処理後（図 5B）では多数の微細繊維（矢印）が確認された。これらの微細繊維は数 μm 程度の細さで、セリシンの溶解除去後に出現した。このような SEM 像の変化は繭糸分離細繊維に特異的な現象であることから、確認された微細繊維はセリシン層に埋没している繭糸分離細繊維であると判断した。

一方、山型簇で得られた繭の 20 個について各 FFA を計数した結果、いずれの繭層試料においても FFA 値は 0 であった。また、精練した繭糸にも繭糸分離細繊維は認められなかった（図 5C）。

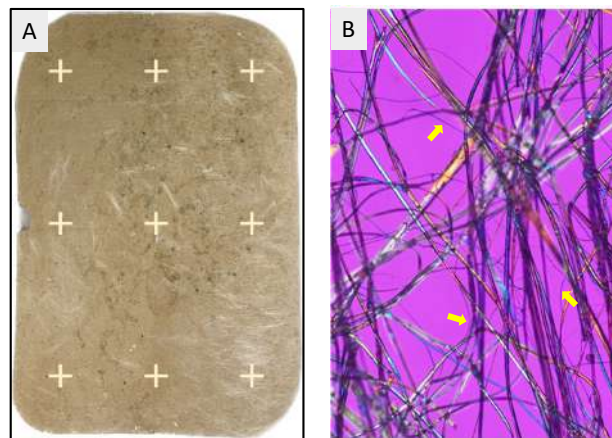


図 4 平面状繭糸が付着した平板 (A) と回収位置 (+) からサンプリングした繭糸の偏光顕微鏡画像 (B)

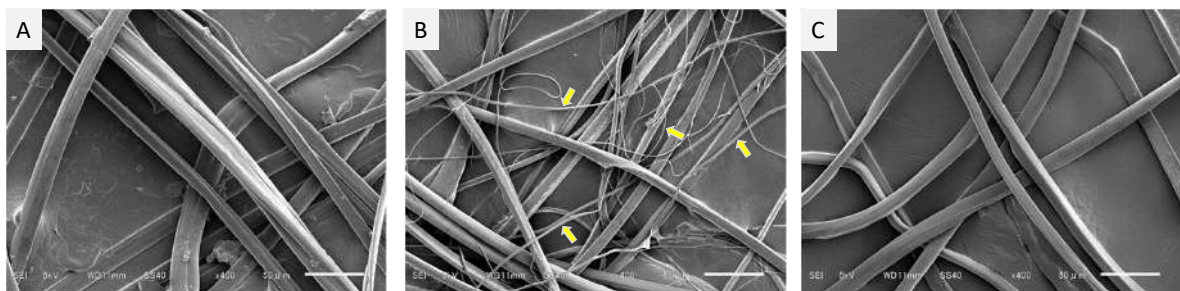


図 5 繭糸の電子顕微鏡像

- A: 平面状繭糸 未処理
- B: 平面状繭糸 精練処理
- C: 繭層の繭糸 精練処理

以上の結果から、繭糸分離細繊維の発生が少ない CV であっても、繭層を形成できない環境下に置かれると繭糸分離細繊維を発生することが示された。今回の実験は繭糸分離細繊維の発生に及ぼす外的要因の影響を検討するために、48 時間の徘徊吐糸実験を行った。この条件では、カイコの吐糸行動の過程で貯留された絹タンパク質から正常な繭が形成されることはなく、絹タンパク質のほぼ全量を平面状の繭糸として排出したことになり、カイコに異常な負荷を与えたことになる。今後は、徘徊時間を短く設定して負荷を軽減して繭層を形成させた場合に繭糸分離細繊維が発生するか否か検討する必要がある。特に、繭糸分離細繊維多発系統においても山型簇への移動を遅らせると FFA 値が増加傾向にあることから(池嶋・栗岡, 2023)、繭糸分離細繊維が発生するタイミングが品種により異なる可能性があり、繭糸分離細繊維と徘徊時間との関係性についての調査も必要である。

また、本実験で観察した試料は、複数のカイコに由来する繭糸が含まれていることから、異常な環境下においても繭糸分離細繊維が発生しない個体が存在している可能性については不明である。そのため、今後は CV を同様の条件で個体別に徘徊吐糸させたときの繭糸分離細繊維の発生状況を観察する予定である。

要 約

繭糸分離細繊維が発生しにくい CV 系統の熟蚕を平板上で 48 時間徘徊させた。この条件では、カイコは徘徊しながら吐糸したが、繭層を作ることなく、絹糸腺内に貯留した絹タンパク質のほぼ全量を平面状に吐糸した。平板から回収した繭糸を検鏡した結果、繭糸分離細繊維の発生を認めた。この結果から、遺伝的に繭糸分離細繊維を作りにくい系統であっても、繭層を作れない環境下においては繭糸分離細繊維が発生しやすいことが明らかになった。

引用文献

- 清水 滋・武田一郎・佐藤 敏・河野幹雄・石井好一・堀内彬明・四方栄市 (1956) 上簇器の種類と繭層分離細繊維との関係. 蚕糸研究, **15**, 43-50.
- 栗岡聡, 持田裕司, 代田丈志, 池嶋智美 (2021) : 実用蚕品種における繭糸分離細繊維の発生状況の調査, 大日本蚕糸会研究報告, **68**, 53-60.
- Kurioka, A. and Ikejima, S (2021) A simple and effective method for measuring the number of fine fibers separated from the cocoon filament of the silkworm, *Bombyx mori*, based on counting fine fiber assemblies. J. Insect Biotechnol. Sericol., **90**, 1-9.
- 大沢孝三・荻原秀一 (1948) 繭糸の分裂繊維に関する研究, 蚕研彙報, **2**, 32-35.

Summary

Mature silkworms of the CV strain, which are less likely to produce fine fibers separated from cocoon thread, were allowed to wandering about on a flat plate for 48 hours. Under these conditions, silkworms spun while wandering, but they excreted almost all of the stored silk protein in the silk gland in a flat sheet without creating a cocoon. Observation of the silk threads collected from the flat plate revealed the presence of fine fibers separated from fibroin fiber. These results indicate that even strains that are genetically defective in producing fine fibers separated from cocoon thread are likely to produce such fine fibers under conditions where cocoon cannot be produced.

令和 5 年度における蚕糸科学技術研究所の 桑園管理の概況

松川 武・赤井雅志

蚕糸科学技術研究所

TAKESHI MATSUKAWA AND MASASHI AKAI : Overview of the mulberry field management at Institute of Sericulture and Silk Science in FY2023

はじめに

蚕糸科学技術研究所栽桑グループでは、当所の主要業務のひとつである蚕種の製造・配布及び蚕遺伝資源の保存に必要な蚕飼育を支援するために適切な桑園管理を実施し、良質な桑の提供を行っている。また、中期計画に沿った養蚕から製糸に至る一貫した研究業務の円滑な推進を図るための支援業務とともに、桑遺伝資源の保存に関する栽培技術の向上にも努めている。研究所における年間を通しての桑園管理の情報が養蚕農家における桑園管理に役立つことを期待して報告する。

桑園概況

令和 6 年 2 月現在の当所の桑園の区画は図 1 の通りで、総面積は緑地帯を含め約 6 ha で栽植面積は約 2.4ha となっている。春蚕期用として、「しんいちのせ」を 2 号及び 3 号桑園で栽培し、夏秋蚕期用としては、「改良鼠返し」を 6 号桑園、「はやてさかり」を 11 号桑園で栽培している。また、圃場設備として、2 号及び 3 号桑園の凍霜害被害を軽減するための防霜ファン 16 基を平成 22 年に設置している。防霜ファンの使用は 3 月上旬からで、気温 5℃以下になるとサーモスタット制御により自動運転するシステムになっている。

なお、飼育量の削減に伴い、令和 5 年 4 月に 5 号桑園の桑（品種名：しんいちのせ、伐採面積 50a）を伐根処理し現在は休閑地となっており、栽植面積は前年度比で 17% 減となった。

令和 5 年度桑園管理と研修

令和 5 年度の桑園管理と研修内容について、以下に時系列で述べる。

除草剤散布作業

当圃場ではヒメムカヨモギ、オニノゲシ、オオアレチノギクなどの雑草の勢いが春に盛んになるため、桑株元の雑草の除草を 4 月上旬に行った。除草剤の散布方法は背負い式バッテリー噴霧器（MSB1100Li）（株）丸山製作所）を用いて、除草剤プリグロックス L（シンジェンタジャパン株式会社、希釈濃度 100 倍）を株元に散布を行った（図 2）。この除草剤は、茎葉処理剤であるが植物体内移行型ではないので薬液が桑葉に付着した箇所は枯れるが根まで枯らすことはない。除草剤の効果は、即効性なので散布した翌日には雑草が茶色に変色し、除草剤の効果が表われ始める。散布面積は約 2.4ha、作業員 2 名による作業時間は 10a 当たり約 30 ～ 40 分位であった。除草剤の効果は（図 3）のように散布後翌日に見られた。

桑園略図

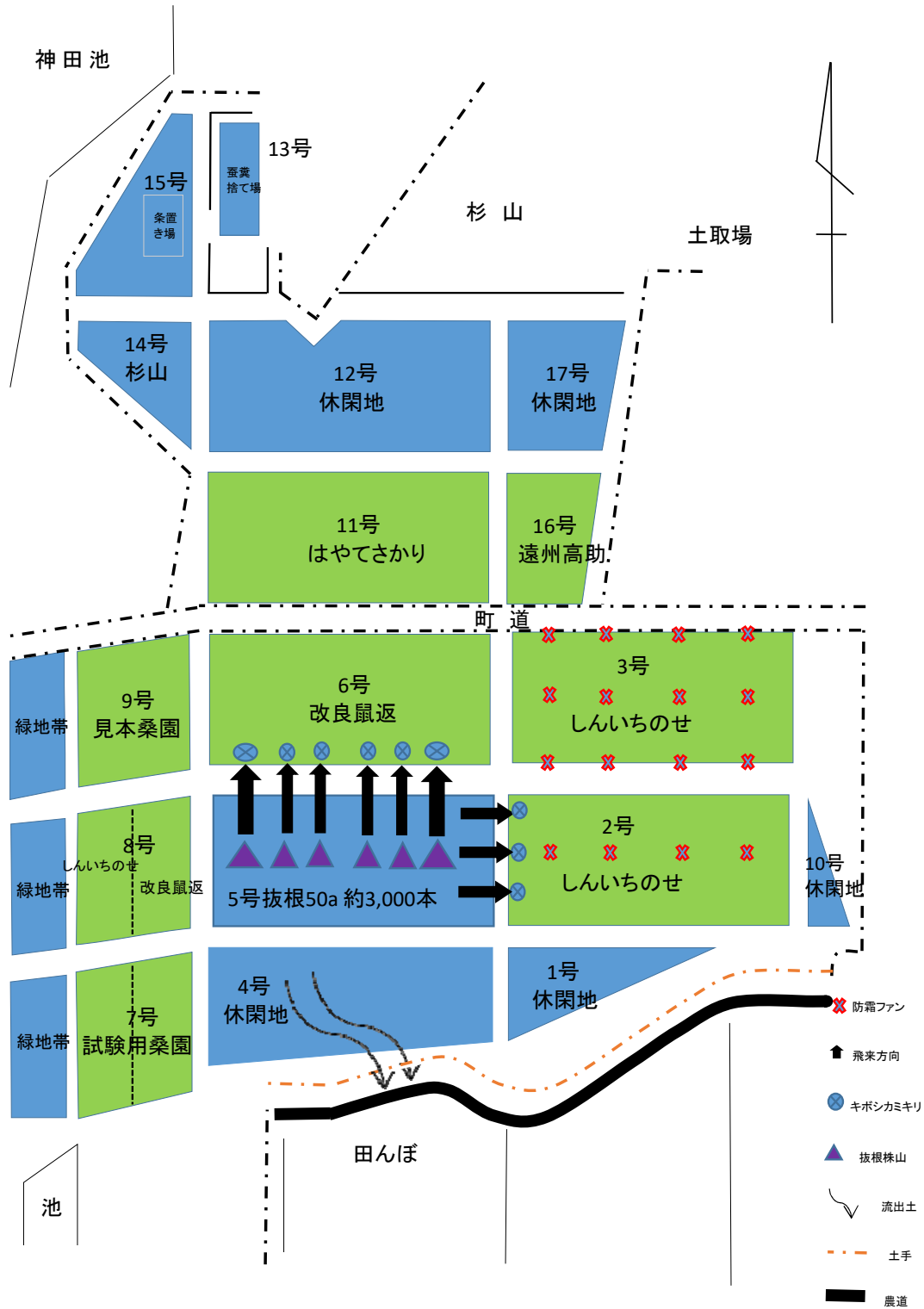


図1 キボシカミキリ大量発生状況と降雨による休閑地4号桑園の土壌侵食発生状況



図2 桑株元への除草剤散布



図3 除草剤散布後の様子

発芽調査

4月上旬～中旬にかけて春蚕期用に栽培管理している5号桑園の発芽調査を行った。この時期の霜は発芽したばかりの若芽に被害を及ぼすため、気象条件の変化に注意しながら発芽状況の経日変化を調べる必要がある。定点観測を行った結果(図4)、脱苞期(4/4)、燕口期(4/8)及び開葉期(4/12)に異常は認められず、幸い霜の発生もなく順調な成育をしているものと判断した。

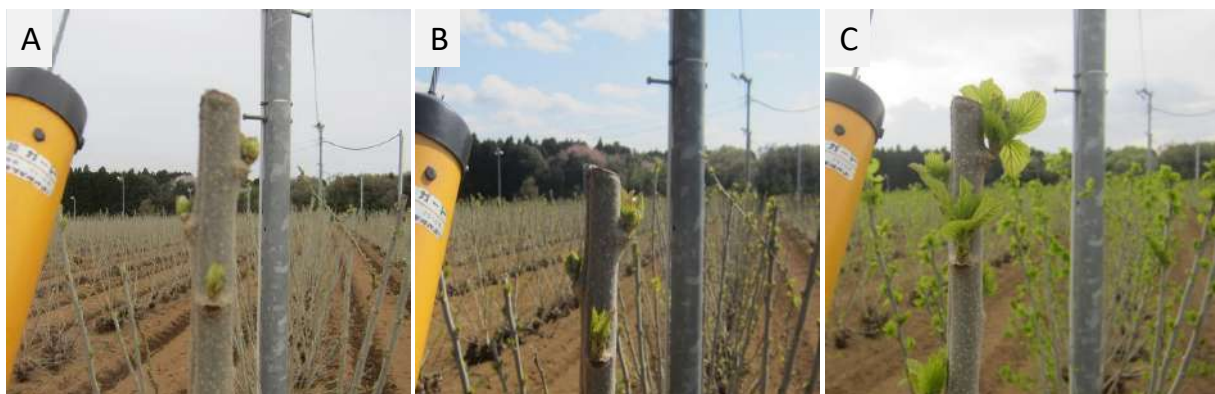


図4 発芽の経日変化 A: 脱苞期(4/4), B: 燕口期(4/8), C: 開葉期(4/12)

伐根作業

5号桑園の「しんいちのせ」は樹齢約30年が経過し、老朽化による枯れ株が多数見受けられたため、伐根対象とした。伐根作業は4月上旬から約20日間にわたり面積50a約3,000本の桑をバックホー（3tクラス、レンタル重機）で伐根した（図5）。

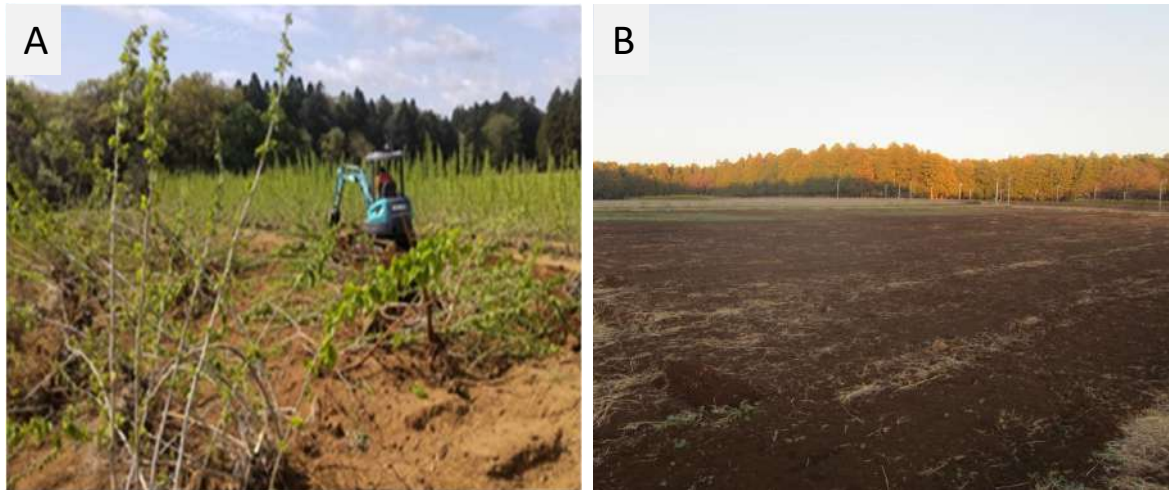


図5 A:5号桑園「しんいちのせ」の伐根作業,B:伐根後の整地

殺虫剤散布

殺虫剤散布については、蚕への影響を避けるため、遅くとも掃き立て3週間前には散布を終えるようにしている。この時期の防除対象とする害虫は、クワハムシ、クワゴマダラヒトリなどである。昨年まで殺虫剤ディプテレックス乳剤緑化用（サンケイ化学、希釈濃度1,000倍）を散布していたが、本剤が販売中止となったため、今年度から住友化学スミチオン乳剤50%（希釈濃度1,000倍）を使用することにした。散布用機材については昨年同様に小型運搬機（下町小町J80-4WD、（株）筑水キャニコム）と動力噴霧器（MS413-Aポンプ、三菱メッキエンジンGB-180、（株）丸山製作所）を用いて散布を行った。

桑苗増殖法の技術指導

5月上旬に桑苗増殖法の習得として長野県の勝山織物株式会社絹織物製作研究所から研修生5名に挿し木・接ぎ木法の実技講習を行った（図6）。実技に先立ち、桑の古条挿し木技術マニュアルVer.2（シルクレポート2016.9）に基づいて講習を行った（図7）。また、全工程を限られた講習期間で実習することは困難な為、実技に必要な穂木の採取（1月下旬）、採取穂木の2.5℃冷蔵保存（5月上旬まで）および講習日前日に植物成長促進剤オキシベロン液（桑（古条）希釈濃度80倍12.5mL/水1L）による24時間さし穂基部浸漬処理までの準備は、栽桑担当職員が行った（図8）。



図 6 A: 挿し穂の定植, B: 接ぎ木の実演



図 7 古条挿し木及び接ぎ木の講義



図 8 A: 穂木の採取, B: オキシベロン液 24 時間浸漬処理

新梢収穫と配桑

繁忙期4齢～5齢期間で用いるための春蚕期の収穫量は葉量で約6,580kgであった。春蚕期用の桑の収穫と、所内3か所の蚕室への配桑作業は桑園管理担当の2名の職員中心に、他の研究チームからの協力で5月中旬から行った。春蚕期用桑に特に問題はなく、カイコの生育は順調であった。

夏切り作業及び施肥

春蚕期用桑葉を収穫した桑については、5月下旬～6月中旬にかけて夏切り作業を行った。夏切り作業では、エアー剪定鋏（エアーチョッキリ TS-27、タイガー（株））と充電式電動鋏（ザグリオ PA-SJ301、マックス（株））を用いて枝の基部を伐採した。伐採した廃条については、フレールモア（FNC1202J、松山（株））により粉碎処理してすきこんだ。その後、ブロードキャスター（MP220、松山（株））を用いて夏季の施肥を行った。肥料は10アール当たり約80kgのサンエル578（サンアグロ（株））を使用した。

夏切り後の除草剤及び殺虫剤散布

6月上旬に夏切りした株元にエノコログサ、ハルジオン、オニタビラコ、ヤブガラシなどの雑草が多く発生したため今年度も引き続きラウンドアップマックスロード（日産化学（株）、希釈濃度100倍）によるスポット処理を行った。散布する際に注意する点は、薬液が桑の茎葉に付着すると葉害やひどい場合は枯死に至るので、必ず発芽する前が散布する条件となる。例年この時期には雑草が繁盛するため、スポット処理は必須の作業である。

今年も6月中旬にキボシカミキリが多く発生したため、殺虫剤による駆除が必要となった。去年はスミチオン乳剤を用いたが、今年はエルサン乳剤（住友化学、希釈濃度1,000倍）に変えて駆除を行った。このように、雑草や害虫などは同じ薬剤を使用し続けていると抵抗性が現れるので、防除効果が無くなるようであれば農薬を変える事も重要である。なお、キボシカミキリの発生量は、作業中に桑園から飛行する個体や桑に定着している個体を見かける頻度で判断している。

初秋蚕期から晩秋蚕期の管理

7月は条桑刈り取り機 CH-700（信光技研（株））を利用して桑の機械収穫を行い、初秋蚕期の収穫量は葉量で約6,380kgであった。その他の管理作業として、夏秋専用6号及び11号桑園の株間除草を行った。除草対象となる主な雑草はイヌダテ、イヌビユ、シロザなどであった。

8月上旬に3号桑園東側に桑萎縮病と思われる桑を数株発見した（図9）。対処法として被害株の枝を基部から伐採し、株全体を肥料の空袋で被覆して紐で縛り、さらにその上に土を被せて病原菌が近隣に伝染しないように処置した（図10）。

8月中旬に、晩秋蚕期の桑葉の収穫に備えて、殺虫剤スミチオン乳剤の散布を行った。しかし、その後、飼育期間中に6号桑園「改良鼠返」南側端と2号「しんいちのせ」西側端の桑にキボシカミキリが多数定着していたので捕殺を行った（図11）。キボシカミキリ大量発生の原因は、伐根した5号桑園の株を乾燥させる為に放置していた枯株の中で生息していたキボシカミキリ幼虫が成虫羽化したため大量発生に至ったのではと推測している（図1）。

晩秋蚕期桑葉の収穫は9月上旬～下旬にかけて行った。晩秋蚕期の収穫量は葉量で5,850kgであった。



図 9 3号桑園における桑萎縮病様の「しんいちのせ」



図 10 基部伐採後、感染予防用の袋を株に被覆



図 11 キボシカミキリによる食害を受けた桑葉

新規養蚕研修生への対応

今年度は、岐阜県（株）マテリアル東海（男性 1 名）、京都府（株）ながすな繭（女性 1 名）、岐阜県養父市役所（女性 1 名）の計 3 名が新規養蚕研修に参加し、栽桑部門では条桑刈り取り機の運転操作（図 12）、トラクター運転操作の指導（図 13）及び桑園管理法の講義を担当した。



図 12 条桑刈り取り機の運転操作指導



図 13 トラクター運転操作の指導

次年度に向けての管理作業

令和6年の来春蚕期用には2号桑園と3号桑園を使用するため、両桑園の中間伐採を10月～1月中旬にかけて行った。中間伐採は株元から約150cmの高さで枝を切った(図14)。1月下旬～2月中旬は、春切りを行う前に株元に落葉が多い場合は、背負い式エンジンブロワー(ゼノア EBZ5100)で畝間中央に落葉を集めた(図15)。株元を綺麗にして通気性を良くしておけば害虫や桑病の予防になる。その後3月上旬にはペレット状堆肥(美駒グリーンペレット:水郷つくば農業協同組合製)を入れ(図16)、春施肥を行いその後、株元に除草剤ラウンドアップマックスロード(日産化学(株))の散布を行い、春蚕期用蚕飼育に必要な桑を提供できるよう準備を整えた。なお、伐根した5号桑園については、引き続き休閑地(地力回復と雑草防除の為の空き地)として管理していく。



図14 2号・3号桑園春蚕期用「しんいちのせ」の中間伐採(株元150cm)



図15 背負い式エンジンブロワーによる落葉の整理



図16 ペレット堆肥の施肥

見本桑園の管理

令和5年10月に、9号桑園の遺伝資源桑の染色体調査を元つくば市農研機構の桑専門家の小山朗夫氏に依頼した(図17)。その結果、栽植地図表と実際の桑配置に誤りがあったので、栽植地図の記載を訂正した(図18)。訂正した箇所は、9-5の「みつさかり」が「みつしげり」、9-6の「みつしげり」が「みつさかり」が正しい記載である。また、8-7「ひのさかり」に1株違う品種が混在していることが確認できた。さらに、染色体に関しては、染色体減少による形状変化、所謂「先祖返り」が認められた。「先祖返り」が認められたのは次の4種で、10-7「ゆきしらず」の1株、10-9「ララベリー」の1株、10-10「利桑」の3株、11-4「伊東早生」の1株に染色体に異常があった。「先祖返り」が認められた桑株は伐根した方が良いとの助言があった。



図17 9号見本桑園桑の染色体調査

今後の検討課題

現在使用中の条桑刈り取り機は劣化が進行しているため、国内に現存するであろう同型機の探索が必要である。また、伐根により休閑地となった農地の有効利用を考える必要がある。特に、伐根処理後、地表面が裸地状態となる期間がある。この期間に強い降雨があると土壌侵食することがある。既に桑園のある傾斜地に接した休閑地4号においては降雨による土壌侵食が発生するなどの問題も発生しており、その対策も必要である。

図 18 見本桑園の栽植地図

見本桑園の栽植地図											(平成21年3月植付け)			
1-11	1-10	1-9	1-8	1-7	1-6	1-5	1-4	1-3	1-2	1-1				
雲龍	岩瀬	市平	一ノ瀬	あやのぼり	あつばみどり	あさゆき	赤芽魯桑	赤木	あおばねずみ	愛国桑				
2-11	改良早生十文字	2-9	2-8	2-7	2-6	2-5	2-4	2-3	2-2	2-1				
3-1	改良魯桑	改良鳳返	改良一ノ瀬	小幡	落井	おおゆたか	大島桑	大倉	大唐桑	遠州高助				
銀芭蕉	3-10	3-9	3-8	3-7	3-6	3-5	3-4	3-3	3-2	3-1				
	金芭蕉	黄葉十文字	きぬゆたか	臥龍	甘棠桑	かんまさり	カナダ産B	カナダ産A	カタネオ	春日				
4-11	4-10	4-9	4-8	4-7	4-6	4-5	4-4	4-3	4-2	4-1				
国桑第70号	国桑第27号	国桑第21号	国桑第20号	国桑第13号	甲選	剣持	毛桑	荊桑	鶏冠桑	群馬赤木				
5-11	5-10	5-9	5-8	5-7	5-6	5-5	5-4	5-3	5-2	5-1				
軸無	清国野桑	新桑2号	新桑1号	新桑1号	しんいちのせ	白芽魯桑	収穫一	清水早生	島ノ内	山中高助				
6-11	6-10	6-9	6-8	6-7	6-6	6-5	6-4	6-3	6-2	6-1				
たちみどり	橘桑	多胡早生	蘇州1号	惣助早生	せんしん	赤材桑	世界一	清十郎	上州早生	十島				
7-11	7-10	7-9	7-8	7-7	7-6	7-5	7-4	7-3	7-2	7-1				
根小屋高助	なつのぼり	長沼	仲間木	富栄桑	ときゆたか	鶴田	司桑	縮桑	千曲大葉	田中興州				
8-11	8-10	8-9	8-8	8-7	8-6	8-5	8-4	8-3	8-2	8-1				
米国13号	扶桑丸	福島大葉	ふかゆき	ひのさかり	飛騨桑	はやてさかり	はちのせ	八石早生	野田早生	鼠返				
9-11	9-10	9-9	9-8	9-7	9-6	9-5	9-4	9-3	9-2	9-1				
八ツ房	紫早生	水内桑	みなみさかり	みつみなみ	みつさかり	みつげり	水沢桑	ポップベリー	細江	紅皮魯桑				
10-11	10-10	10-9	10-8	10-7	10-6	10-5	10-4	10-3	10-2	10-1				
両面桑	利桑	アラベリー	ゆきまさり	ゆきしらず	ゆきしのぎ	ゆきあさひ	山形58号	山形6号	山形4号	柳田				
11-11	11-10	11-9	11-8	11-7	11-6	11-5	11-4	11-3	11-2	11-1				
果実用桑 (キラベリー)	白実桑(松本)	谷桑(6株)	師走桑	昭和桑	韓国A22	伊藤早生	伊東早生	わせみどり	魯八	魯桑				
12-11	12-10	12-9	12-8	12-7	12-6	12-5	12-4	12-3	12-2	12-1				
五郎治早生	ヒックスマルベリー	フィーカス	万年	間物	豊受桑	トコフルーツ	秩父桑	加川桑	益進桑	茨城桑				
13-11	13-10	13-9	13-8	13-7	13-6	13-5	13-4	13-3	13-2	13-1				
	九73-92	黄葉一ノ瀬	茶桑	母恋	長野安曇	天城野桑	復興	ラージ	胡桑197	胡桑199				
										14-1				
										雲南枝垂桑				
			15-8	15-7	15-6	15-5	15-4	15-3	15-2	15-1				
			ポップベリー	大唐桑	アラベリー	カタネオ	ポップベリー	大唐桑	アラベリー	カタネオ				

(12畦は平成26年3月植付け)
(13畦は平成27年4月植付け)

ポリエチレン製山型まぶしの改良と性能試験

鶴井裕治・池嶋智美・栗岡 聡

蚕糸科学技術研究所

YUJI TSURUI, SATOMI IKEJIMA AND AKIRA KURIOKA : Improvement and performance testing of a plastic mountain-shaped cocooning frame

はじめに

著者らは市販の資材で作れる蚕具類のひとつとして、ポリエチレン製山型まぶしの試作を試みてきた。昨年度は市販のトリカルネットを用いて研究機関や教育機関等で利用しやすい小規模な上蔭に適したまぶしの作製マニュアルについて紹介した（鶴井ら，2023）。本報では，このマニュアルに従って作製した小規模上蔭用まぶしの実用性を評価した。その結果，まぶしの山幅が均一になりにくいという問題点が見つかった。そこで，この問題を解決するために，針金を加工した補助具を考案し，欠点を改良したまぶしを作製したので，上蔭試験の結果と合わせて報告する。

本報告をまとめるにあたり，まぶしの改良とその性能評価にご協力いただいた村山真樹氏，近藤進氏，松木正江氏，坂本和子氏，野村亜紀氏に厚くお礼申し上げる。

材料と方法

供試品種は，普通蚕種「朝・日×東・海」を用いた。カイコの飼育は1齢から3齢は人工飼料シルクメイト原種1-3令用S（日本農産工業株式会社，横浜），4齢から上蔭時までは人工飼料原種壮蚕用S（日本農産工業株式会社，横浜）を用いて全齢人工飼料育を行った。

1) 小規模上蔭用まぶし試験

前報（2023）の作製マニュアルに従い，幅5.5cm×23cmに切った短冊状トリカルネットを10枚用意し，これらの長辺を2か所ずつ結束バンドで連結して片面5山の小規模上蔭用のまぶしを作製した。作製したまぶしをポリプロピレン製ケース（内寸34cm×26cm×7cm）に入れ，まぶし中央部に補助棒（青）を通した後，ケース内で展開して上蔭ケースを準備した。熟蚕を上蔭ケースに放ち，上蔭ネットをかぶせた後，実験室中央部に放置して室温25℃で上蔭させた。上蔭試験は同じまぶしを用いて15頭と40頭の2系統で行った。

対照区には市販のサンピー蚕箔用波型まぶしを片面5山のサイズで切り出し，試験区と同サイズのポリエチレン製ケース内にセットした。

2) 補助具の試作と上蔭試験

まぶしの山の間隔を均一にするための補助具を作製することにした。材料には針金を使用することとし，異なる太さのものを2種類用意した。2023年初秋蚕期に針金を加工して作製した補助具と新たに作製したまぶし（トリカルネットを幅7cm×31cmの短冊状に18枚切り，長辺を3か所ずつ結束バンドで

繋ぎ, 9 山にしたもの) を園芸用バット (内寸 46cm × 31cm × 6cm) に組み合わせて, 上簇試験を行った。上簇作業は, 1 枚あたり 70 頭のカイコを試験区・対照区各 3 枚のまぶしの谷部分に満遍なく 8 ~ 9 頭ずつ撒き, 落下防止用のネット (網目ピッチ 4mm × 4mm) をバットの外側にかけて上簇した。

結果と考察

1) 小規模上簇用まぶしによる上簇試験

今回作製した小規模上簇用まぶしをポリプロピレン製ケースに設置したところ, 山幅が均一になりにくく, 一部で幅が狭くなった (図 1A, 矢印)。その原因のひとつは, まぶし作製時の結束バンドの締め具合によるものと考えられた。今回はこの不均一な幅については特に修正することなく, この状態で上簇試験を行った。その結果, 飼育頭数の比較的小さい 15 頭では, 繭型に異常が発生するなどの問題はなく (図 1B), 側面から観察しても対照区 (図 2A) 同様に標準的な供試品種の繭が得られた (図 2B)。また, 上簇試験後にまぶし全体の山幅がカイコによる営繭行動により変化することはなく, 幅が最も狭かった部位も営繭後に確認することができた (図 1B, 矢印)。

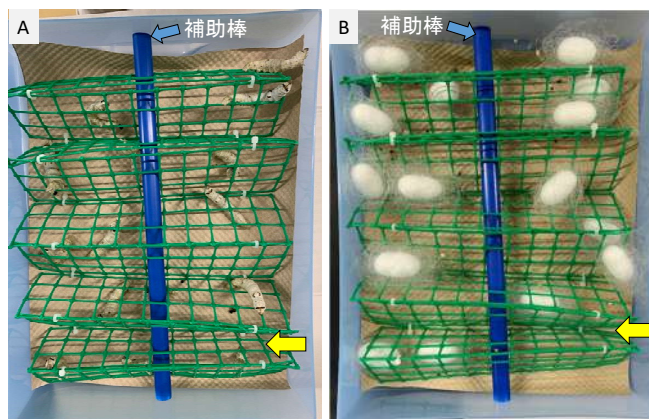


図 1 小規模上簇用まぶしを用いた上簇試験 (15 頭)
A: ケース内にセットしたまぶしと熟蚕
B: 営繭後のまぶし

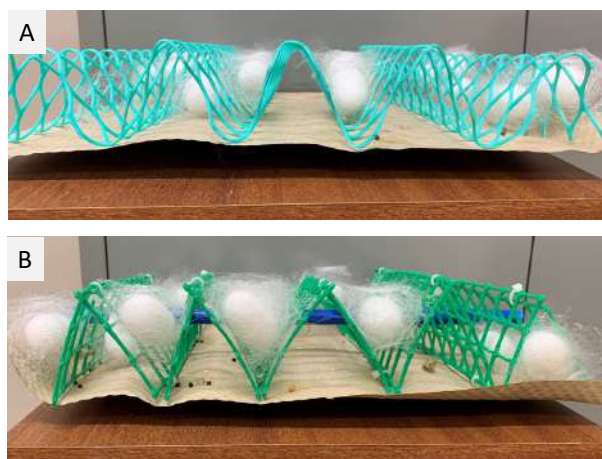


図 2 側面から観察した営繭後のまぶし
A: 対照区 (サンピー蚕箔用波型まぶし)
B: 試験区 (トリカルネット小規模上簇用まぶし)

続いて、同じまぶしを用いて40頭の上簇試験を行った結果、対照区（図3A）および試験区（図3B）ともに写真下側に繭が偏る傾向がみられた。これは実験を行った室内の光条件の影響により、カイコが下側に移動したためと考えられる。試験区では、対照区では発生しなかった玉繭が2個確認され（赤矢印）、これらの玉繭は山幅が広いところに熟蚕が集中したことで発生したものと考えられる。一方、最も山幅間隔が狭いところでは、複数の繭が直線的に配列した（黄矢印）。

熟蚕放虫時と営繭後においてまぶし幅に変化は認められなかったため、カイコの移動や営繭行動によってまぶしの幅が変化することではなく、まぶし幅を固定する目的においては補助棒に問題はなかった。しかし、まぶしの山幅を一定間隔に保つためには、結束バンドの締め具合を慎重に行わねばならず、この欠点を補うために何らかの工夫が必要であることが明らかになった。

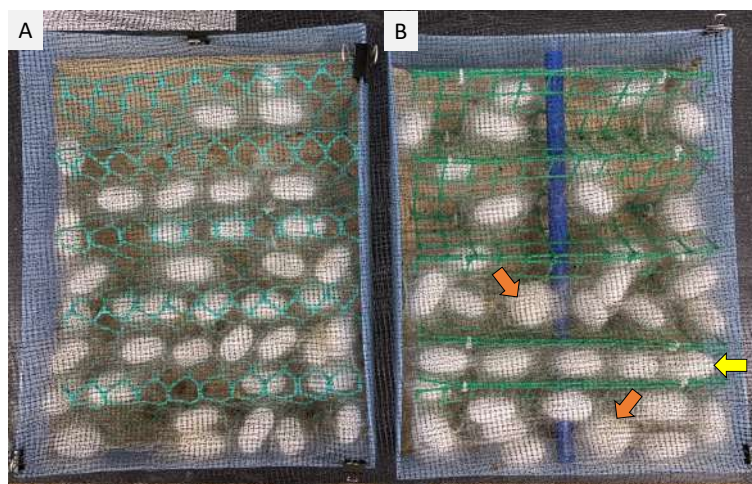


図3 小規模上簇用まぶしによる上簇試験（40頭）
A: 対照区（サンピー蚕箔用波型まぶし）
B: 試験区（トリカルネット小規模上簇用まぶし）

2) 補助具の試作と上簇試験

先の上簇試験でまぶしの山を均一に保つために新たな補助具が必要であると考えられたことから、耐久性のあるPVC被膜された鉄製の針金を利用したフレームの作製を試みた。太さの異なる3mmと2.5mmの2つの針金を用意し、ペンチを使用して、希望する山の間隔に合わせて山と谷を交互に作った。太さ3mmの針金を利用したフレームは丈夫であったが、コストもやや高く、折り曲げるのに大きな力が必要であった。一方の、太さ2.5mmの針金では、3mmに比べて価格も低く抑えられ、比較的加工もし易かった。そこで、この2.5mmの針金を使って、31cm×45cmサイズのまぶしに合わせて補助具となるフレームを作製することにした。

まぶしの山の数に合わせて折り返しをつけた針金を2本作製したが、それだけでは倒れてしまい補助具としての役目を果たすことができない。そこで、これらの橋渡しとなる連結部（図4A）を作り単体で自立できるように加工した。また、フレームがバット内で移動しないように固定するためのフックとなる折り返し（図4B）を両サイドに追加した。さらにこの固定をしっかりとしたものにするために連結部に突起（図4C）を作り、このBとCでクリップのように上下からバットの縁を挟み込むようにした。完成したフレームをまぶしの下に重ねて上簇試験を行った。

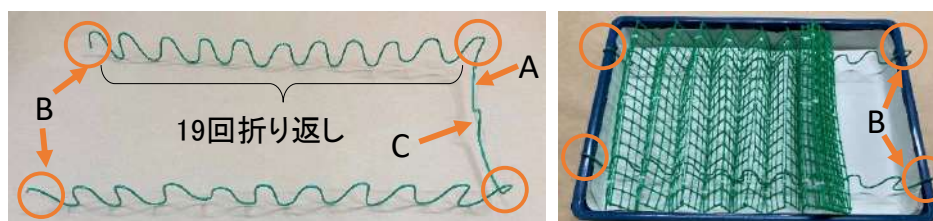


図4 改良した補助具（左）と小規模上簇用まぶしを重ねている様子（右）

先の試験より多い 70 頭のカイコを上簇したところ、まぶしの山の間隔は放虫時も営繭後も上簇前の均一な状態を維持していた。なお、試験区のまぶしは針金フレームの上に重ねているため、まぶしの下側に空間ができた。そのため市販の波型まぶしをカットして作製した対照区よりも下側にできた繭の割合が高くなったと考えられる（表 1）。また、汚れ繭の割合は、対照区の平均値 2.4% に比べ試験区は 3.3% とやや目立ったが、極薄い汚れ程度であった。玉繭蚕率は、試験区が平均値 5.7% に対して、対照区は 6.7% とやや高くなった。対照区の玉繭が多くなった理由は、繭が上側に多く偏っているためと考えられた。



図 5 小規模上簇用まぶしを用いた上簇試験（70 頭）
A: 対照区（サンピー蚕箔用波型まぶし）
B: 試験区（トリカルネット小規模上簇用まぶし）

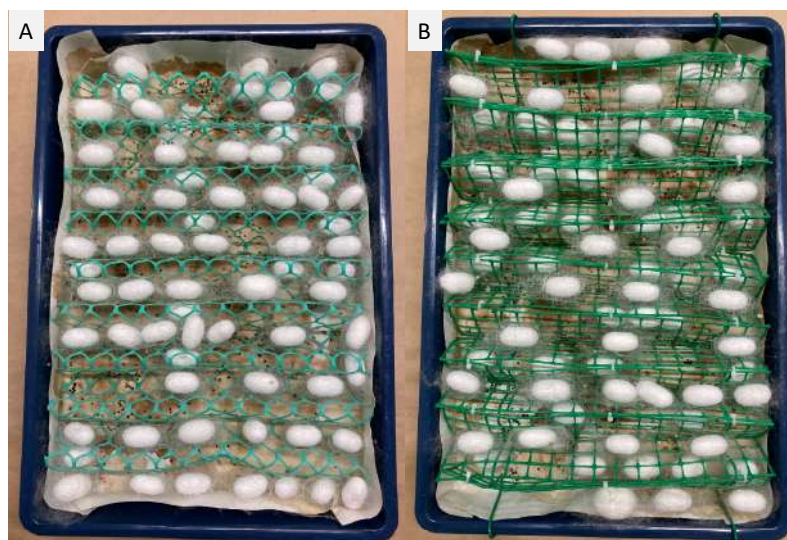


図 6 収繭時のまぶしの様子
A: 対照区（サンピー蚕箔用波型まぶし）
B: 試験区（トリカルネット小規模上簇用まぶし）

表 1 小規模上蔭用まぶしの繭の付き方

No.		まぶしの 上側	まぶしの 下側	汚れ繭	玉繭蚕
		%	%	%	%
試験区	1	51.4	48.6	1.4	5.7
	2	64.3	35.7	4.3	5.8
	3	61.4	38.6	4.3	5.7
対照区	1	65.7	34.3	2.9	8.6
	2	75.7	24.3	1.4	5.7
	3	60.0	40.0	2.9	5.7

1齢～3齢:シルクメイト原種1-3令用S, 4齢～上蔭:原種壮蚕用Sで全齢人工飼料育を行った。

これらのことから、針金による補助具と組み合わせたポリエチレン製山型まぶしは、従来品と同等の性能を持つと考えられる。今後は、サンピー蚕箔用にサイズを拡張し、上蔭試験を実施する予定である。

引用文献

鶴井裕治・近藤進・松本正江・持田裕司・池嶋智美（2023）ポリエチレン製山型まぶしの製作マニュアル．蚕糸会研報，**70**，47-51．

蚕糸科学技術研究所内におけるカイコ飼育時の省力化 — トリカルネットとブルーシートの利用 —

竹村洋子・持田裕司・松本正江

蚕糸科学技術研究所

YOKO TAKEMURA, YUJI MOCHIDA AND MASAE MATSUMOTO : Consideration of working efficiency during silkworm rearing in Institute of Sericulture and Silk Science -Application of trical nets and blue sheets-

緒 言

当所でカイコ飼育に従事する職員の高齢化や減少，事業経費の削減が求められている現在，飼育作業の省力化は必須の課題である。新菱冷熱工業株式会社では，安定的にカイコを飼育できる「スマート養蚕システム」を開発推進している。これは，空調制御で飼育の環境を調整し，飼育作業の省力化と効率化を図ることでカイコの大量飼育を実現させるシステムである。飼育管理作業のしやすい飼育ケージの開発や繭の周囲の細かい毛羽を効率的に除去する自動毛羽取り装置の製作，カイコの成育に適した環境条件設定，効率的な飼育管理手順のマニュアル化などを行い，より新しい工業的カイコの生産を目指している。また，農研機構 遺伝資源センターでもカイコの多種多様な系統に対し，飼育システムの改良，新規蚕具の考案等を行って，効率的な飼育方法を検討している（廣川，2018）。このような大規模な飼育施設の改良や導入は困難であるが，当研究所としても従来の方とらわれず，カイコの飼育作業にかかわる労力や経費をなるべく減らし，効率よく安全に作業することを随時検討し行っている。今回，飼育台シートと除沙作業を改良し，省力化を検討したので報告をする。

材料と方法

1. 多段移動式蚕架用防水ピロシートの代替

カイコ飼育時の多段移動式蚕架（幅 80cm，図 1）に敷く防水ピロシート（図 2）の代替品として，トリカルネット（ポリエチレン製網，網目ピッチ：1cm × 1cm，N-23，タキロンシーアイシビル株式会社）を用いた。1 巻き 100cm × 50m である。これを取り扱いやすいように，幅 80cm，長さを 80cm から 190cm 前後にハサミで裁断した。1 蚕架あたり裁断した 3 枚のトリカルネットを空間ができないように敷き，トリカルネットの上に新聞紙（812mm × 545mm）を幅に合わせて縦に隙間なく敷き詰めた。次に新聞紙の上に蚕座紙を敷き，カイコを通常通り 3 齢から上簇まで桑で飼育した（図 3，4）。



図1 多段移動式蚕架（第3蚕室）



図2 多段移動式蚕架上に敷いた防水ピロシートと蚕座紙



図3 多段移動式蚕架上に敷いたトリカルネット

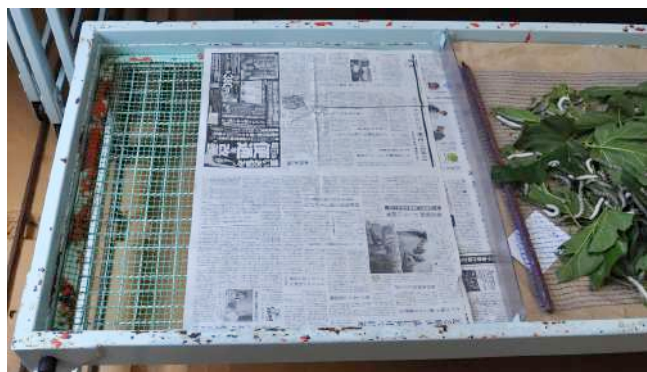


図4 多段移動式蚕架上に敷いたトリカルネットと新聞紙

2. 除沙コンテナの改良

カイコ飼育時の蚕糞や食べ残した桑葉などの蚕沙をまとめて捨てるために除沙用コンテナを使用している。このコンテナは、外寸 $824 \times 574 \times 418\text{mm}$ のサンテナー A#150 (ハンドル付, 三甲株式会社) で、重さ 7.5Kg である。これまでは、コンテナに蚕座紙を敷き、蚕沙を入れていた (図5)。この蚕座紙の代わりにブルーシートを用いた。当所の第二蚕室に設置してある壮蚕用多段循環式自動飼育装置の飼育に用いていたブラックシート ($205 \times 145\text{mm}$) で古くなったものを利用した (図6, 7)。

図5 蚕座紙をセットした
除沙用コンテナ (約 7.5Kg)



図6 養蚕用ブルーシート (145 × 205mm)

図7 養蚕用ブルーシートをセットした
除沙用コンテナ

結果と考察

防水ピロシートの代替品として、トリカルネットと新聞紙の組み合わせによる飼育を 2023 年春、初秋、晩秋の 3 蚕期に行った。春蚕期は、カイコに桑を全葉で給餌し、温度は暖房（温水ボイラー）で調節した。初秋、晩秋蚕期は、桑を条で給餌し、温度は冷房（空冷式チリングユニット）及び暖房（電気ヒーター）で調節した。湿度は、全蚕期において調節せず自然の湿度であった。3 蚕期とも蚕座が過湿になりカビが生じる事や桑が乾燥しすぎて食べられない事などの問題は起こらなかった。また、新聞紙が破れて蚕糞が下に落ちることもなかった。防水紙とネットでは通気性が全く違うと思われたが、今までの防水ピロシートでの飼育と比較してトリカルネットと新聞紙の組み合わせでも目立った差異はなくカイコの飼育を行えた。飼育成績、繭成績とも順調と思われた。多段移動式蚕架の台部分は、3.5cm × 3.5cm、高さ 5mm の鉄製の網構造になっている。直接新聞紙を敷くには、網目が大きく高さもあり、凹凸があるので不安定である。そこで、網目の細かいトリカルネットを敷くことを考えた。今までの多段移動式蚕架による飼育では、網目の蚕架の上に防水ピロシートを飼育台の長さに合わせて切って敷き、その上に蚕座紙を敷いてカイコに給桑していた。防水であるため、水で洗浄して再利用が可能であり、筆者らも何十年と使用を続けていたが、端々が破れるなど寿命がきていた。さらに、防水ピロシートは何年も前に製造中止になり、現在では畑用カミマルチ（幅 1.35m × 長さ 100m、三洋製紙株式会社）を代用して、養蚕作業を行っているところが多い（持田ら、2022）。この畑用カミマルチは、防水ピロシートと同様に扱えるが、防水ではないため、再利用できず、1 度の使用で廃棄しなければならない。所内の多段移動式蚕架は、幅約 80cm で統一されているが、長さは約 3.4m から 5.7m まで 8 種類の長さあり、合計 96 台ある。この各飼育台に合わせ畑用カミマルチを裁断して使用している。この代替品としてトリカルネットと新聞紙を使用することにより裁断の必要がない。使用後のトリカルネットは、約 500 倍の高度さらし粉等で洗浄可能であり、何度でも使用でき、経済的である。新聞紙は、縦にすると飼育台の幅と同じで切断の必要がない。飼育前の蚕室消毒と一緒に噴霧消毒し、使用後は廃棄できる。また、カイコの死亡など

で蚕座が汚れた場合、下の新聞紙の一部分を汚れた蚕座紙と一緒に交換可能なので蚕座を清潔に保ちやすいと考えられる。

カイコの飼育において、蚕座に溜まった蚕糞や食べ残しの桑などの蚕沙を取り除いて蚕座を清潔に保つ除沙作業がある。飼育形式によって異なるが、多段移動式蚕架の5齢期には毎日除沙を行っている。蚕沙を除沙用コンテナに捨て、量が溜まると蚕沙が入った除沙用コンテナを持ち上げて、軽ダンプ車の荷台に蚕沙を移して廃棄している。蚕沙の入ったコンテナの総重量は、重いときには約30Kgにもなる(図8)。軽ダンプの荷台の高さまで持ち上げるには、2人掛かりでも相当な荷重である。これを除沙が終わるまで何回も繰り返す。そこで、除沙用コンテナの中にブルーシートを入れ、蚕沙の入ったブルーシートを持ち上げて捨てることにより、蚕沙廃棄時の軽量化を目指した。これまでは、常時2人で軽ダンプの荷台にコンテナの蚕沙を廃棄していたが、蚕沙の入ったブルーシートだけなら、一人でも軽ダンプの荷台に廃棄が可能である(図9, 10)。重量7.5Kgある除沙用コンテナを持ち上げない分、少ないときには女性一人でも軽ダンプの荷台に蚕沙を移すことが可能になった。このことで、かなり除沙時の労力の軽減と時間短縮になった。ブルーシートは、厚さに合わせて番手があるが、#2000～#2500が使いやすく、蚕糞等もこぼれない。ブルーシートも約500倍の高度さらし粉で洗浄が可能であり、数年間の使用が可能であると思われる。

養蚕関連資材の調達が難しくなっている近年、当所でも蚕種製造・配布のシステムの開発(池嶋ら, 2020)、養蚕用ピロシートの代替品(持田ら, 2022)、防乾紙の代替品(持田ら, 2023)、簡易山型まぶしの製作(鶴井ら, 2023)など、養蚕資材の代替品やシステムの改良などの検討を行っている。今後も様々な効率的作業システムの開発などを行っていきたい。



図8 除沙用コンテナに入れた蚕沙(約20Kg)



図9 1人による除沙作業-1



図10 1人による除沙作業-2

要 約

カイコ飼育時の多段移動式蚕架に敷く防水ピロシートや畑用カミマルチの代替品として，トリカルネット（網目ピッチ：1cm × 1cm，1 巻き 100cm × 50m）を用いた。これを幅 80cm にハサミで裁断し，空間ができないよう蚕架に敷き，トリカルネットの上に新聞紙（812mm × 545mm）を幅に合わせて縦に隙間なく敷き詰めた。新聞紙の上に蚕座紙を敷くことで通常のカイコの飼育が可能であった。

また，除沙用コンテナにブルーシート（#2000 ～ #2500）をセットして，除沙作業に用いた。コンテナを持ち上げず，ブルーシートから蚕沙を捨てることにより，荷重のかかる除沙時の作業労力が軽減できた。トリカルネットとブルーシートは，洗浄可能で，数年間の使用が可能である。

引用文献

- 廣川昌彦（2018）カイコ遺伝資源保存業務における確実かつ効率的な保存方法の模索，蚕糸昆虫バイオテクノロジー，87，17-41.
- 池嶋智美・鶴井裕治・近藤 進・山口 満・田中幸夫（2020）少量多品種の蚕種製造・配布に対応する技術の開発．蚕糸会研報，67，17-24.
- 持田裕司・松本正江・鶴井裕治・近藤 進・池嶋智美（2022）養蚕用ピロシートの代替品の評価．蚕糸会研報，69，25-32.
- 持田裕司・松本正江・鶴井裕治・近藤 進・池嶋智美（2023）養蚕における両面パラフィン防乾紙の代替資材の検討，蚕糸会研報，70，25-30.
- スマート養蚕システム <https://www.shinryo.com/tech/silkworm.html>/2023 年 9 月 1 日.
- 鶴井裕治・近藤 進・松本正江・持田裕司・池嶋智美（2023）ポリエチレン製山型まぶしの製作マニュアル，蚕糸会研報，70，47-32.

Summary

As a substitute for the waterproof pillow sheet or Kami mulch (mulching recycling paper) used for silkworm racks during silkworm rearing, trical net (mesh pitch: 1 cm × 1 cm, 100 cm × 50 m per roll) was used. The net was cut with scissors to 80 cm in width, laid on the silkworm rack so that no space was left, and old newspaper (812 mm × 545 mm) was laid vertically on top of it without any space in between, matching the width of the net. Silkworms could be kept by laying silkworm-seat paper on top of the old newspaper.

Blue sheets (#2000 or #2500) were set on the container for bed-clearing. By dumping the litter from the blue sheet without lifting the container, the work during bed-clearing was reduced. The trical nets and blue sheets are washable and can be used multiple times.