

大日本蚕糸会 研究報告

第73号 令和8年3月(2026)

目次

報文

1. 交雑品種「春嶺×鐘月」、「錦秋×鐘和」、「かいりょう×あけほの」、「プラチナボーイ」における約20年の飼育成績の動向
竹村洋子・持田裕司・岡島正章・大沼昭夫…… 1
2. カチオン染料で染色したSS処理糸の染色堅ろう度の検討
花之内智彦・信澤和行・齋藤裕文・吉井圭・齋藤宏・小池均…… 10
3. 織度糸を用いた生糸のFFA調査法の検討
栗岡聡・池嶋智美…… 15
4. 実用蚕品種「錦秋×鐘和」の原原種の維持について
池嶋智美・鶴井裕治…… 20
5. グリシジルメタクリレートグラフト加工糸の化学修飾条件
花之内智彦・信澤和行・齋藤裕文・吉井圭・齋藤宏・小池均…… 28
6. 冷蔵浸酸処理した散種における消毒の孵化への影響について
池嶋智美・鶴井裕治…… 35

技術報告

1. 令和7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…… 40
2. 熟蚕を回転簇へ上簇を行う際の上簇ネットと熟蚕振込器の代替え
持田裕司・松本正江・青山康司・赤井雅志・岡島正章…… 45

一般財団法人大日本蚕糸会
蚕糸科学技術研究所

交雑品種「春嶺×鐘月」、「錦秋×鐘和」、 「かい・りょう×あけ・ぼの」、「プラチナボーイ」 における約20年の飼育成績の動向

竹村洋子*・持田裕司*・岡島正章*・大沼昭夫

*蚕糸科学技術研究所

YOKO TAKEMURA, YUJI MOCHIDA, MASAOKI OKAJIMA AND AKIO OHNUMA : Changes in rearing results for “Shunrei x Shogetsu”, “Kinshu x Showa”, “Kai-Ryo x Ake-Bono” and “Platina Boy”

緒言

現在、多くの農家で飼育されるカイコの主要品種は、「春嶺×鐘月」および「錦秋×鐘和」である。また、当研究所で育成された品種として、中細繊維度を特徴とする「かい・りょう×あけ・ぼの」、雄のみが孵化し繭を作る「プラチナボーイ」も農家向け品種として定着しつつある。

これらの品種は、農家から繭として製糸業者へ引き取られ生糸に繰糸されるが、品種特性が維持されて、高品質な生糸や絹織物として流通しているかを追跡することは容易ではない。また、カイコは生き物であるため、温度や湿度、飼育場所、桑の生育状況などの環境要因により、飼育成績が大きく左右される。

一方で、品種の飼育特性や成績動向を継続的に調査することは、品種の維持管理のみならず、その特性を把握し、農家に対して適切な飼育アドバイスを行う上でも重要である。今回、一部飼育を実施できなかった蚕期を除き、2004年初秋蚕期から2024年晩秋蚕期までの約20年間にわたる飼育成績および繰糸成績を取りまとめたので報告する。

材料と方法

供試品種は、交雑品種の「春嶺×鐘月」および「錦秋×鐘和」、「かい・りょう×あけ・ぼの」、「プラチナボーイ」を用いた。

春蚕期（5月初旬掃立て）では、2005年から2018年までの14年間、「春嶺×鐘月」と「プラチナボーイ」の飼育試験を行った。「かい・りょう×あけ・ぼの」については、2005年と2011年から2018年までの9年間飼育試験を行った。初秋蚕期（6月下旬から7月初旬掃立て）では、2004年から2023年までの20年間、「錦秋×鐘和」、「かい・りょう×あけ・ぼの」、「プラチナボーイ」の飼育試験を行った。晩秋蚕期（8月下旬から9月初旬掃立て）では、2004年から2024年までの21年間、「錦秋×鐘和」、「プラチナボーイ」の飼育試験を行った。「かい・りょう×あけ・ぼの」については、2008年を除く2004年から2024年までの20年間飼育試験を行った。

飼育条件は、1-2齢期に人工飼料飼育室において、温度約29℃、湿度約65%でシルクメイト原種1-3齢用S（日本農産工株式会社、横浜）を与えた。3齢以降は、所内の桑葉育用蚕室（第3蚕室）に移行し、3-4齢は約27℃、5齢は約26℃の温度とした。カイコを4齢2日目に1区350頭に調整し、自然湿度下で桑葉を用いて飼育した。熟蚕は山型簇に上簇し、上簇後7日目に収繭調査を行った。また、繭質検査として、

各品種の上繭 200 粒を用い、検定用煮繭機および CT2 型検定用自動繰糸機による繰糸試験を行った。また、2004 年、2005 年、2019 年については、40 粒による簡易繰糸試験を行った。

結果と考察

「春嶺×鐘月」および「錦秋×鐘和」の飼育成績および繰糸成績を表 1 に示し、各蚕期における平均値と標準偏差値を算出した。なお、表 1 から表 3 において、グレー網掛けの繭糸長、繭糸量、繭糸織度の値は、40 粒繰糸による結果である。5 齢および全齢の経過日時は、5 齢で約 6 日間、全齢で約 21-22 日間であり、蚕期による大きな差異は認められなかった。また、病気や発育遅延などにより飼育頭数が減少した割合を表す減蚕歩合は、初秋蚕期の 2009 年は 1.0% であった一方、2012 年は 9.7% と年次による大きな変動がみられた。さらに、上蔟後 7 日目に行った収繭調査から算出される玉繭蚕歩合および、繭を繰糸した際の解じょ率についても、年次による変動傾向が認められた。

「かい・りょう×あけ・ぼの」の飼育成績および繰糸成績を表 2 に示した。5 齢および全齢の経過日時は、5 齢で約 6 日間、全齢で約 21 日間であり、蚕期による大きな差異は認められなかった。減蚕歩合は、初秋蚕期の 2015 年では 0.0% であったが、2023 年には 6.4% となり、年次差が確認された。玉繭蚕歩合や解じょ率についても、同様に年次変動傾向がみられた。

「プラチナボーイ」の飼育成績および繰糸成績を表 3 に示した。5 齢および全齢の経過日時は、5 齢約 6 日間、全齢約 21 日間であり、蚕期による大きな差異は認められなかった。減蚕歩合は、晩秋蚕期の 2014 年では 0.6% であったが、2020 年には 6.5% と年次による変動傾向が認められた。玉繭蚕歩合や解じょ率もについても、同様に年次変動傾向がみられた。

品種の重要な成績である収繭量および品種特性を示すと考えられる繭糸長、繭糸織度について、各蚕期別の年次変化をグラフにて表した (図 1- 図 9)。ここでは、春蚕期に飼育した「春嶺×鐘月」と初秋・晩秋蚕期に飼育した「錦秋×鐘和」を同一グラフ上に表示した (図 1, 4, 7)。また、それぞれのグラフの値に近似曲線を示し、その傾きを算出した。収繭量については、3 品種とも近似曲線の傾きがマイナスであることからやや減少傾向にあった。繭糸長では、近似曲線の傾きから「錦秋×鐘和」はやや増加傾向がみられた一方、「かい・りょう×あけ・ぼの」や「プラチナボーイ」では、維持もしくはやや減少傾向であった。3 品種の春蚕期、特に「プラチナボーイ」では、傾きから考えると大きな増加傾向が示されたが、近年の飼育実績がないため、同様の傾向が今後も継続するかは不確実である。また、3 品種とも晩秋蚕期の収繭量と繭糸長の減少傾向が他の蚕期と比較して大きかった。繭糸織度については、「錦秋×鐘和」で減少傾向が認められ、「プラチナボーイ」および、特に「かい・りょう×あけ・ぼの」での年次変動が小さかった。

蚕期ごとの差異を考慮し、収繭量、繭糸長および繭糸織度について年ごとの平均値を算出し、その年次変化をグラフに示した (図 10- 図 12)。また、それぞれのグラフの値に近似曲線を示し、その傾きを算出した。約 20 年間の飼育試験において、3 品種とも収繭量は減少傾向にあった。繭糸長は、「かい・りょう×あけ・ぼの」や「プラチナボーイ」がやや減少傾向にあった。繭糸織度は、「春嶺×鐘月」、「錦秋×鐘和」がやや減少傾向を示したが、「錦秋×鐘和」は約 2.9d、「かい・りょう×あけ・ぼの」は約 2.3d、「プラチナボーイ」は約 2.6d で、各品種の特性は維持されていた。

表1 「春嶺×鐘月」(春蚕期)と「錦秋×鐘和」(初秋、晩秋蚕期)の飼育成績

飼育年	経過日時		減蚕歩合 %	玉繭歩合 %	収繭量 kg	1立粒数 粒	全繭重 g	繭層重 cg	繭層歩合 %	繭糸長 m	繭糸量 cg	繭糸織度 d	解じよ率 %	小節点
	5齡日時	全齡日時												
2005	6.02	22.01	5.3	0.0	25.0	52	2.64	60.0	22.9	1,490	47.9	2.90	-	-
2006	5.08	21.07	2.0	2.7	22.5	62	2.28	52.9	23.4	1,127	43.0	3.43	98.3	-
2007	6.04	22.03	2.6	2.0	24.2	56	2.47	57.5	23.5	1,314	45.7	3.13	96.2	99.0
2008	5.08	21.07	8.4	3.6	23.5	55	2.53	57.0	22.5	1,399	42.6	2.74	83.6	-
2009	5.22	22.04	3.0	0.7	23.9	57	2.45	58.6	24.1	1,411	45.9	2.93	96.2	96.5
2010	6.02	22.01	1.0	2.0	27.3	49	2.67	64.6	24.6	1,404	50.9	3.32	80.5	93.5
2011	6.00	21.06	4.0	0.6	23.7	53	2.36	58.9	25.2	1,379	49.5	3.28	85.7	98.0
2012	6.04	22.03	1.4	1.7	24.4	52	2.43	59.9	24.9	1,280	48.0	3.44	91.0	99.0
2013	5.20	21.03	1.7	0.6	23.6	57	2.35	57.7	24.8	1,544	48.0	2.85	80.3	92.5
2014	5.21	21.03	1.1	1.7	23.6	58	2.38	57.2	24.2	1,374	45.7	3.04	87.2	93.5
2015	7.00	22.06	1.4	2.9	24.2	54	2.46	60.4	24.8	1,448	48.1	3.04	84.0	94.5
2016	6.02	21.01	0.3	4.6	24.5	53	2.50	58.3	23.6	1,478	46.6	2.89	72.1	-
2017	5.04	20.03	3.7	0.0	23.5	61	2.41	57.7	24.2	1,343	46.6	3.17	85.2	95.5
2018	6.04	21.03	3.1	2.3	22.4	57	2.43	58.2	24.3	1,359	44.7	3.01	82.3	95.5
平均	5.23	21.12	2.8	1.8	24.0	55.4	2.5	58.5	24.1	1,382	46.7	3.08	86.4	95.8
SD	0.08	0.14	2.12	1.36	1.18	3.59	0.11	2.53	0.79	102.0	2.31	0.22	7.44	2.34
初秋														
2004	6.00	22.06	1.3	4.1	20.5	65	2.17	53.1	24.7	1,417	43.3	2.75	-	-
2005	6.04	22.03	3.0	0.0	23.5	63	2.32	56.4	24.5	1,408	47.8	3.06	-	-
2006	6.21	22.03	1.6	1.4	20.4	71	2.04	47.3	23.4	1,206	37.8	2.82	94.2	-
2007	6.07	23.06	3.3	2.1	23.2	61	2.40	56.7	23.9	1,388	46.7	3.03	89.3	96.0
2008	6.04	22.03	1.3	0.7	24.9	59	2.50	57.8	23.4	1,448	48.2	3.00	86.5	-
2009	6.04	22.03	1.0	0.7	23.7	67	2.33	52.2	22.5	1,350	43.9	2.93	82.0	-
2010	5.20	21.02	1.4	0.7	23.3	63	2.36	56.2	24.1	1,419	46.6	3.00	83.8	-
2011	6.07	22.06	3.1	1.7	21.5	68	2.23	50.8	22.9	1,291	39.8	2.82	74.0	-
2012	6.07	22.06	2.6	0.6	22.7	66	2.26	54.5	24.4	1,475	47.4	2.94	78.9	97.0
2013	6.08	22.07	3.1	2.9	21.9	60	2.28	54.9	24.2	1,477	45.0	2.78	86.4	97.0
2014	6.05	22.04	2.0	2.9	22.8	61	2.31	57.1	24.9	1,492	46.7	2.86	89.2	96.0
2015	6.02	22.01	4.1	4.1	23.1	57	2.35	56.7	24.5	1,419	48.9	3.15	77.7	91.5
2016	6.12	20.23	2.6	4.1	22.5	60	2.45	59.2	24.4	1,495	49.1	3.01	69.8	-
2017	6.04	21.03	2.3	1.7	21.7	62	2.26	55.0	24.5	1,467	46.2	2.88	85.0	94.5
2018	6.04	21.03	3.7	1.8	21.2	65	2.22	53.6	24.4	1,382	43.7	2.90	71.2	96.0
2019	6.04	21.03	6.7	2.9	21.6	65	2.26	54.5	24.1	1,455	47.3	2.93	-	-
2020	6.04	21.03	4.1	2.9	21.8	64	2.24	54.5	24.5	-	-	-	-	-
2021	6.03	21.02	9.7	2.5	19.8	65	2.21	52.7	24.1	1,364	44.9	3.02	75.3	99.0
2022	7.00	22.00	2.2	1.1	21.2	72	2.06	49.3	24.2	1,427	44.7	2.87	84.3	98.0
2023	6.03	22.03	5.5	2.4	18.9	68	1.88	47.0	25.2	1,396	41.8	2.74	86.4	98.5
平均	6.06	21.20	3.2	2.1	22.0	64.1	2.3	54.0	24.1	1,409	45.3	2.92	82.1	96.4
SD	0.06	0.15	2.10	1.24	1.46	3.92	0.14	3.33	0.65	71.81	3.03	0.11	6.99	2.17
晩秋														
2004	6.04	21.03	1.3	0.0	22.1	65	2.25	53.9	24.2	1,341	43.7	2.93	-	-
2005	6.00	21.23	0.7	2.7	23.4	59	2.39	57.9	24.4	1,492	46.8	2.83	-	-
2006	6.01	21.07	1.0	2.0	21.0	62	2.09	49.5	23.9	1,103	38.2	3.12	89.3	-
2007	6.08	22.07	1.6	1.4	20.2	68	2.08	48.6	23.6	1,269	39.6	2.81	90.3	-
2008	6.04	22.03	1.7	2.0	22.7	62	2.30	54.7	24.0	1,268	43.2	3.07	90.6	-
2009	6.05	22.04	1.0	1.3	25.1	57	2.43	56.9	23.7	1,373	45.9	3.00	96.2	96.5
2010	6.04	22.03	1.3	0.0	23.1	57	2.29	56.4	24.9	1,397	50.6	3.33	90.8	-
2011	6.06	21.05	2.6	2.3	21.1	60	2.17	53.4	24.8	1,342	43.4	2.96	91.6	98.5
2012	6.07	22.06	1.7	0.6	20.6	65	2.05	50.1	24.6	1,327	40.7	2.81	89.8	98.0
2013	7.00	22.23	4.0	1.8	22.0	58	2.29	58.6	25.9	1,292	45.3	3.21	85.9	96.0
2014	6.01	22.06	3.1	1.2	21.3	59	2.20	53.6	24.6	1,357	41.9	2.83	89.9	95.5
2015	6.07	22.06	1.7	0.6	23.3	60	2.32	55.5	24.1	1,307	42.8	2.99	79.2	-
2016	6.07	21.06	4.6	2.4	18.5	69	1.95	47.4	24.6	1,259	37.2	2.70	91.3	-
2017	6.03	21.02	1.4	3.4	20.0	62	2.12	51.7	24.6	1,345	39.7	2.70	77.7	95.5
2018	6.17	21.23	4.3	2.4	19.7	67	2.06	48.4	23.8	1,272	39.2	2.82	86.9	92.5
2019	7.04	22.03	7.0	4.1	19.5	64	2.01	48.4	24.3	1,257	40.1	2.87	-	-
2020	6.07	21.06	2.6	0.6	18.2	71	1.83	43.6	24.1	1,299	36.1	2.54	80.0	99.0
2021	7.00	22.23	1.7	1.2	19.6	67	2.03	47.4	23.6	1,290	39.9	2.83	85.7	98.5
2022	7.05	22.04	8.4	0.0	18.3	70	1.84	45.1	24.7	1,356	43.2	2.92	91.3	98.5
2023	6.07	22.07	4.2	2.3	19.0	66	1.89	44.0	23.3	1,396	38.3	2.51	78.3	99.0
2024	6.19	22.01	2.6	0.0	19.8	70	2.00	48.3	24.2	1,318	40.6	2.83	83.9	98.5
平均	6.10	21.23	2.8	1.5	20.9	63.7	2.1	51.1	24.3	1,317	41.7	2.89	87.2	97.2
SD	0.09	0.13	2.02	1.16	1.89	4.54	0.18	4.58	0.58	75.13	3.51	0.20	5.35	1.99

40粒操糸

表2 「かい・りょう×あけ・ぼ」の飼育成績

飼育年	経過日時		減蚕歩合 %	玉繭歩合 %	収繭量 kg	1立粒数 ℓ	全繭重 g	繭層重 cg	繭層歩合 %	繭糸長 m	繭糸量 cg	繭糸織度 d	解じよ率 %	小節点
	5齢日時	全齢日時												
2005	6.00	21.23	2.3	1.4	24.6	59	2.48	49.7	20.2	1,585	36.3	2.06	-	-
2011	5.22	21.04	1.4	0.6	23.2	61	2.25	51.6	23.2	1,501	37.8	2.31	66.4	97.0
2012	6.05	21.04	0.6	0.6	24.0	63	2.36	52.7	22.5	1,638	42.4	2.37	82.0	98.5
2013	6.02	21.01	0.6	2.9	22.1	64	2.26	50.6	22.7	1,729	40.6	2.15	71.4	97.5
2014	6.02	21.01	1.1	1.7	22.9	63	2.34	50.7	21.9	1,715	40.1	2.14	86.8	98.5
2015	6.02	21.01	0.9	1.1	21.3	68	2.16	48.8	22.8	1,591	38.4	2.22	77.4	99.9
2016	6.00	20.23	0.6	2.9	23.1	63	2.31	49.4	21.7	1,726	39.7	2.11	71.1	-
2017	6.00	19.23	2.3	3.5	23.0	58	2.42	53.9	22.5	1,692	41.7	2.26	77.9	96.0
2018	6.04	21.03	3.7	2.9	21.4	62	2.29	50.2	22.2	1,499	39.8	2.44	77.3	95.0
平均	6.01	21.01	1.5	2.0	22.8	62.3	2.3	50.8	22.2	1,631	39.6	2.23	76.3	97.5
SD	0.02	0.13	1.07	1.11	1.10	2.92	0.10	1.64	0.88	91.85	1.91	0.13	6.51	1.66
初秋														
2004	6.02	22.01	1.0	2.0	19.5	76	2.03	45.8	22.7	1,485	37.2	2.25	-	-
2005	6.02	22.01	1.3	0.0	22.4	71	2.25	50.8	22.7	1,536	41.5	2.43	-	-
2006	6.07	21.06	1.0	0.0	20.4	79	2.04	44.8	22.2	1,417	36.6	2.32	90.3	-
2007	6.05	22.04	1.3	0.7	21.0	77	2.13	48.9	23.1	1,474	37.7	2.30	89.6	97.0
2008	6.02	22.01	1.0	2.0	23.1	67	2.36	51.2	22.0	1,584	41.7	2.37	76.9	-
2009	6.02	22.01	1.0	0.0	23.2	72	2.31	49.5	21.6	1,604	40.3	2.26	78.4	-
2010	5.19	21.06	4.3	0.0	21.6	60	2.28	51.3	22.8	1,685	41.1	2.24	84.3	-
2011	6.07	22.06	1.4	1.7	21.1	71	2.21	47.7	21.8	1,460	35.4	2.22	89.5	-
2012	6.07	22.06	0.9	2.3	20.9	74	2.12	48.4	23.1	1,550	40.2	2.38	81.8	96.0
2013	6.04	21.03	2.9	0.6	20.4	73	2.13	47.9	22.7	1,503	37.9	2.31	85.6	97.0
2014	5.20	21.02	2.3	1.2	19.8	76	2.08	48.0	23.1	1,594	38.8	2.23	86.6	96.5
2015	6.00	21.06	0.0	0.0	21.4	65	2.18	47.2	21.9	1,577	40.6	2.36	86.3	96.5
2016	5.19	20.01	0.6	4.0	20.3	75	2.12	48.0	22.9	1,598	41.4	2.38	85.5	-
2017	6.02	21.01	1.1	1.2	21.6	69	2.13	49.8	23.6	1,532	40.6	2.42	83.8	96.0
2018	6.00	20.23	3.7	2.4	19.8	74	2.15	48.8	22.9	1,593	38.2	2.20	77.2	98.5
2019	5.19	21.01	2.0	1.7	21.1	76	2.21	50.8	23.0	1,589	38.9	2.21	-	-
2020	6.04	21.03	2.9	1.7	21.4	67	2.14	48.8	23.0	-	-	-	-	-
2021	6.04	20.03	1.7	1.2	18.4	87	1.86	41.5	22.6	1,475	36.2	2.25	88.6	99.5
2022	6.06	21.06	1.7	2.9	19.5	81	2.00	44.8	22.5	1,434	37.8	2.41	91.5	98.5
2023	6.04	21.04	6.4	4.7	17.2	83	1.69	39.0	23.4	1,502	36.0	2.20	88.9	99.5
平均	6.02	21.09	1.9	1.5	20.7	73.7	2.1	47.6	22.7	1,536	38.8	2.30	85.3	97.5
SD	0.04	0.28	1.49	1.33	1.46	6.35	0.15	3.18	0.54	69.54	2.05	0.08	4.66	1.37
晩秋														
2004	6.02	21.01	2.0	2.0	21.3	75	2.17	47.6	22.1	1,590	39.0	2.21	-	-
2005	6.00	21.23	0.0	3.3	21.6	71	2.20	48.7	22.5	1,518	38.9	2.31	-	-
2006	6.04	21.03	2.7	0.0	19.2	75	1.95	42.8	22.2	1,305	32.5	2.24	91.5	-
2007	6.17	22.13	2.0	0.7	19.4	76	2.00	44.7	22.6	1,364	34.8	2.30	87.9	-
2009	6.04	22.03	0.6	1.3	22.4	71	2.27	49.7	22.1	1,539	37.9	2.21	87.4	98.5
2010	6.00	21.23	1.4	0.7	19.6	75	1.94	43.7	22.8	1,333	33.4	2.30	87.3	-
2011	6.04	21.03	1.7	1.7	20.7	67	2.09	48.7	23.5	1,445	37.2	2.36	77.9	96.5
2012	6.06	21.05	1.4	2.3	18.4	75	1.96	44.5	22.9	1,494	35.1	2.16	85.1	98.0
2013	6.07	21.06	0.6	1.1	19.4	78	1.99	46.6	23.6	1,454	35.4	2.23	87.7	98.0
2014	6.00	21.03	2.0	1.7	19.0	72	1.95	43.5	22.5	1,372	32.6	2.18	81.7	98.5
2015	6.03	21.02	3.1	1.8	20.3	66	2.12	47.2	22.5	1,388	35.7	2.35	83.6	-
2016	6.05	21.04	3.1	1.2	18.3	75	1.89	43.1	22.9	1,389	31.8	2.10	81.7	-
2017	6.02	21.01	1.1	2.3	20.6	64	2.09	47.8	23.1	1,450	35.9	2.27	80.8	95.0
2018	6.04	21.03	1.7	1.7	19.0	71	1.95	43.8	22.7	1,529	33.4	2.00	82.9	95.5
2019	7.04	22.03	3.5	1.7	20.2	71	2.03	46.1	23.0	1,452	35.9	2.23	-	-
2020	6.07	21.06	1.5	0.0	17.2	84	1.74	39.8	23.1	1,376	32.7	2.18	79.6	-
2021	7.02	22.01	1.1	1.7	18.9	74	1.97	44.1	22.6	1,505	35.2	2.14	91.8	99.0
2022	7.00	21.23	1.4	2.9	18.0	81	1.80	41.1	23.1	1,369	34.0	2.28	91.0	98.0
2023	6.04	21.03	2.6	0.0	17.6	83	1.74	40.0	23.0	1,434	35.7	2.28	83.5	97.5
2024	6.02	21.01	3.1	1.1	18.6	79	1.90	42.8	22.6	1,353	35.5	2.41	90.5	99.0
平均	6.07	21.11	1.8	1.5	19.5	74.2	2.0	44.8	22.8	1,433	35.1	2.24	85.4	97.6
SD	0.09	0.12	0.95	0.90	1.36	5.29	0.14	2.89	0.41	77.81	2.06	0.10	4.38	1.36

40粒繰糸

表3 「プラチナボーイ」の飼育成績

飼育年	経過日時		減蚕歩合 %	玉繭歩合 %	収繭量 kg	1立粒数 粒	全繭重 g	繭層重 cg	繭層歩合 %	繭糸長 m	繭糸量 cg	繭糸織度 d	解じよ率 %	小節点
	5齢日時	全齢日時												
2005	5.07	21.06	1.7	0.0	21.9	59	2.20	53.8	24.5	1,453	43.2	2.68	-	-
2006	5.08	21.07	2.3	0.7	20.3	64	2.07	51.7	25.0	1,271	42.6	3.02	92.7	-
2007	6.00	21.23	3.6	0.0	21.5	60	2.18	56.2	25.7	1,464	44.6	2.74	90.5	96.5
2008	5.19	21.01	2.7	0.7	23.5	50	2.35	58.6	25.0	1,556	48.0	2.78	90.0	-
2009	5.19	22.01	1.0	0.7	21.5	61	2.16	55.4	25.6	1,450	46.4	2.88	91.8	97.5
2010	6.00	21.23	2.1	2.0	21.8	50	2.22	60.5	27.2	1,592	50.8	2.92	94.1	99.0
2011	6.01	21.00	1.7	1.2	21.0	57	2.14	58.4	27.3	1,484	47.1	2.90	91.3	98.0
2012	6.00	20.23	2.0	0.6	21.1	56	2.13	56.6	26.6	1,496	47.3	2.89	88.6	99.0
2013	5.18	20.00	1.4	0.0	21.0	53	2.11	55.9	26.5	1,584	46.6	2.70	72.2	95.5
2014	5.16	20.03	2.0	0.6	19.6	61	2.00	52.0	26.0	1,530	43.5	2.60	88.3	95.5
2015	6.02	21.01	1.1	2.3	19.8	58	2.11	58.1	27.1	1,581	46.0	2.66	86.8	99.5
2016	5.20	20.02	1.4	2.9	20.8	56	2.16	56.2	26.0	1,555	44.1	2.61	83.7	-
2017	5.04	19.03	0.9	1.2	19.9	63	2.07	54.1	26.2	1,473	42.8	2.67	84.8	96.0
2018	6.00	19.23	2.3	2.3	20.6	58	2.15	56.4	26.2	1,583	47.5	2.75	83.2	99.0
平均	5.18	20.2	1.9	1.1	21.0	57.6	2.1	56.0	26.1	1,505	45.8	2.77	87.5	97.6
SD	0.07	0.22	0.73	0.94	1.02	4.33	0.08	2.50	0.85	85.53	2.37	0.13	5.74	1.57
初秋														
2004	5.08	21.07	1.0	0.0	18.6	72	1.88	47.9	25.4	1,513	39.6	2.36	-	-
2005	6.02	22.01	2.7	0.0	21.0	62	2.09	53.8	25.7	1,481	46.5	2.83	-	-
2006	6.07	21.06	1.7	0.0	16.5	83	1.65	42.2	25.6	1,192	33.4	2.52	90.5	-
2007	6.03	22.02	2.0	0.7	19.6	71	1.98	50.5	25.6	1,445	41.6	2.59	89.6	96.0
2008	6.00	20.23	1.0	0.7	22.4	64	2.28	56.2	24.6	1,510	46.3	2.76	80.1	-
2009	6.01	22.00	0.7	2.0	21.8	59	2.24	54.2	24.1	1,514	46.1	2.74	75.0	-
2010	5.20	21.02	1.7	0.7	20.0	68	2.01	53.2	26.4	1,564	46.5	2.73	90.2	-
2011	6.07	21.06	2.6	0.6	19.9	61	2.05	51.1	24.9	1,591	41.0	2.36	79.7	-
2012	6.05	21.04	1.4	0.6	19.2	74	1.94	50.5	26.0	1,442	41.6	2.64	87.3	97.0
2013	6.04	21.03	2.6	0.0	18.6	68	1.88	48.8	25.9	1,438	40.2	2.56	88.2	97.5
2014	5.20	21.02	1.1	0.0	19.4	68	1.92	49.8	26.0	1,397	40.8	2.67	93.1	98.5
2015	6.00	20.23	1.1	1.1	20.0	64	2.07	53.2	25.7	1,570	46.1	2.68	94.6	98.0
2016	6.00	19.23	2.6	2.3	19.5	32	2.00	54.4	27.2	1,498	47.9	2.93	84.2	-
2017	6.00	19.23	0.9	1.7	19.7	57	2.07	54.8	26.5	1,648	44.1	2.46	82.4	96.5
2018	6.00	20.23	1.7	1.7	19.4	68	1.99	52.2	26.3	1,605	44.1	2.52	83.6	98.5
2019	6.02	21.01	5.8	2.3	20.9	59	2.23	57.6	25.9	1,595	45.2	2.55	-	-
2020	6.04	20.03	6.1	3.5	18.6	62	2.04	52.9	26.0	1,389	43.6	2.87	82.5	98.0
2021	5.22	20.04	2.6	0.0	17.6	70	1.81	47.2	26.1	1,372	39.9	2.67	83.4	98.5
2022	6.06	21.06	1.2	1.1	18.9	72	1.92	51.0	26.6	1,320	42.5	2.95	87.6	97.5
2023	6.04	21.04	2.6	0.6	17.2	68	1.74	46.0	26.8	1,453	40.1	2.53	88.1	100.0
平均	6.01	21.01	2.2	1.0	19.4	65.1	2.0	51.4	25.9	1,477	42.9	2.65	85.9	97.8
SD	0.03	0.12	1.47	0.98	1.44	9.92	0.16	3.70	0.73	109.63	3.47	0.17	5.15	1.10
晩秋														
2004	6.00	22.23	2.0	1.4	20.8	60	2.15	56.1	26.1	1,508	44.3	2.61	-	-
2005	6.00	21.23	1.0	0.0	20.7	61	2.09	54.5	26.1	1,555	46.4	2.69	-	-
2006	6.04	21.03	2.0	2.0	18.5	63	1.85	48.8	26.4	1,299	39.1	2.71	93.3	-
2007	6.17	22.13	1.0	0.7	18.0	74	1.79	45.6	25.5	1,263	36.9	2.63	88.6	-
2008	6.04	22.03	1.3	1.4	19.0	63	1.94	49.1	25.3	1,488	38.4	2.32	92.9	-
2009	6.02	22.01	1.7	0.0	20.7	58	2.30	58.0	25.2	1,388	44.9	2.91	94.7	97.5
2010	6.00	21.23	1.3	0.0	19.9	58	2.00	52.4	26.2	1,463	42.3	2.65	89.4	-
2011	6.03	21.02	0.9	1.7	18.6	63	1.87	48.1	25.7	1,426	39.3	2.52	77.3	100.0
2012	6.02	21.01	4.3	0.0	17.9	67	1.87	48.2	25.7	1,501	39.9	2.44	92.1	98.0
2013	6.07	21.06	0.9	1.7	18.0	68	1.83	48.6	26.5	1,375	38.5	2.56	84.6	96.5
2014	6.00	21.03	0.6	0.6	18.5	64	1.87	48.4	25.9	1,338	36.6	2.50	85.2	97.5
2015	6.02	21.01	1.7	1.7	18.4	66	1.92	52.3	27.3	1,450	40.2	2.54	86.2	-
2016	6.03	21.02	2.0	0.0	17.4	68	1.77	46.2	26.0	1,402	35.5	2.31	82.7	-
2017	5.19	20.01	1.7	0.0	19.1	61	1.94	51.4	26.5	1,500	39.8	2.44	86.2	99.0
2018	6.01	21.00	2.3	3.5	17.4	63	1.87	46.8	25.0	1,384	36.3	2.41	81.5	99.0
2019	6.04	21.03	5.2	1.2	16.5	77	1.74	45.6	26.2	1,321	35.5	2.42	-	-
2020	6.04	21.03	6.5	0.0	17.1	68	1.72	45.8	26.6	1,422	38.9	2.50	86.4	-
2021	6.04	21.03	1.7	0.6	16.5	78	1.68	43.2	25.7	1,267	35.3	2.55	92.1	100.0
2022	7.00	21.23	2.9	2.3	16.3	71	1.69	44.8	26.6	1,409	39.7	2.58	93.1	99.0
2023	6.04	21.03	2.9	1.2	17.1	73	1.69	44.0	26.0	1,437	39.2	2.50	88.8	96.0
2024	6.02	21.01	2.0	0.6	17.9	73	1.80	46.4	25.8	1,265	39.1	2.83	92.7	100.0
平均	6.04	21.10	2.2	1.0	18.3	66.5	1.9	48.8	26.0	1,403	39.3	2.55	88.2	98.4
SD	0.06	0.16	1.49	0.96	1.36	5.97	0.16	4.00	0.54	86.18	3.05	0.15	4.82	1.41

40粒操糸

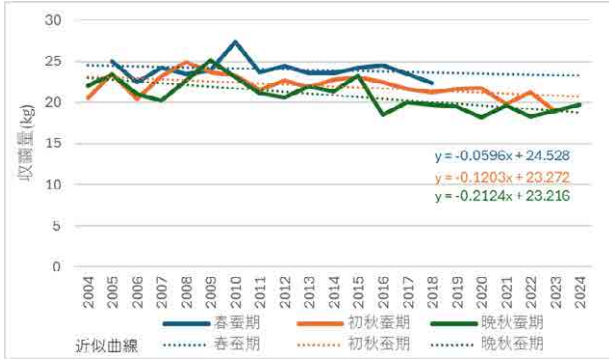


図1 収藪量の推移 (春嶺×鐘月、錦秋×鐘和)

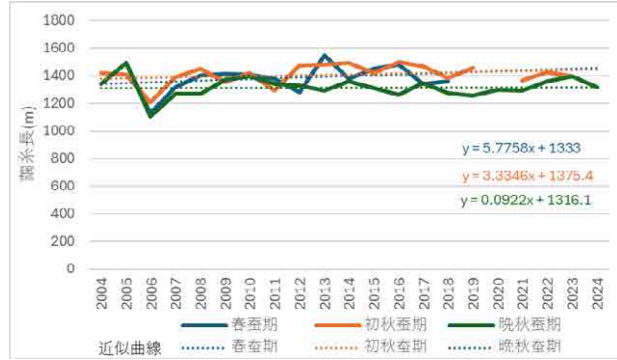


図4 藪糸長の推移 (春嶺×鐘月、錦秋×鐘和)

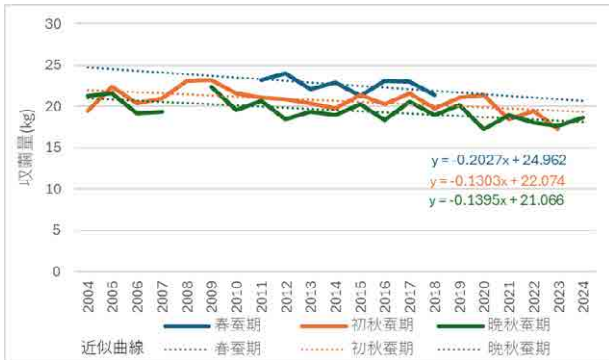


図2 収藪量の推移 (かい・りょう×あけ・ぼの)

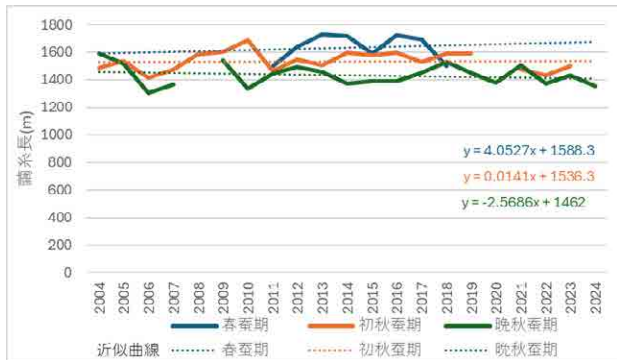


図5 藪糸長の推移 (かい・りょう×あけ・ぼの)

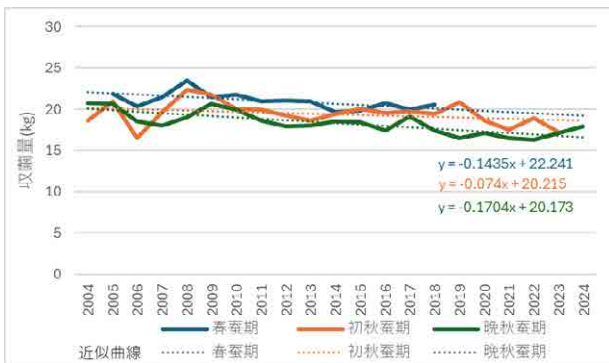


図3 収藪量の推移 (プラチナボーイ)

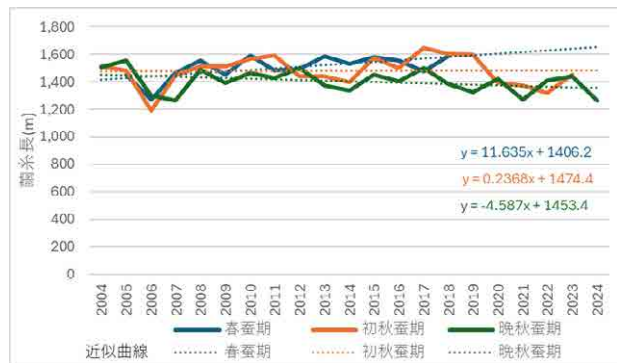


図6 藪糸長の推移 (プラチナボーイ)

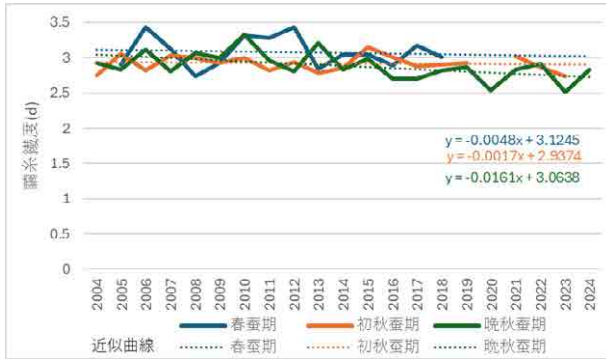


図7 繭糸織度の推移(春嶺×鐘月、錦秋×鐘和)

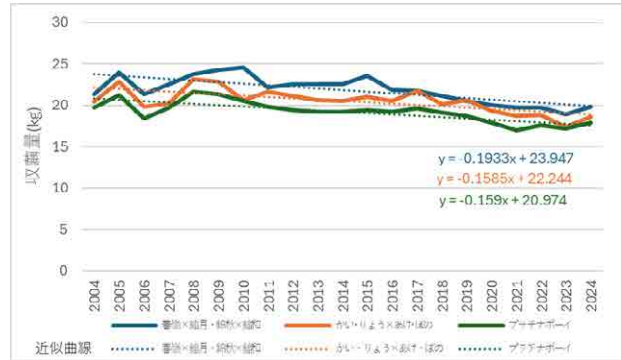


図10 3品種の取繭量の推移

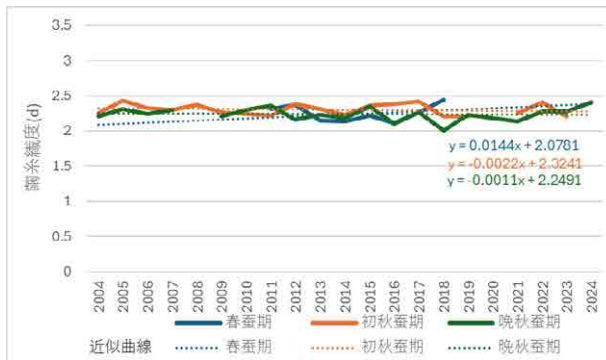


図8 繭糸織度の推移(かい・りょう×あけ・ぼの)

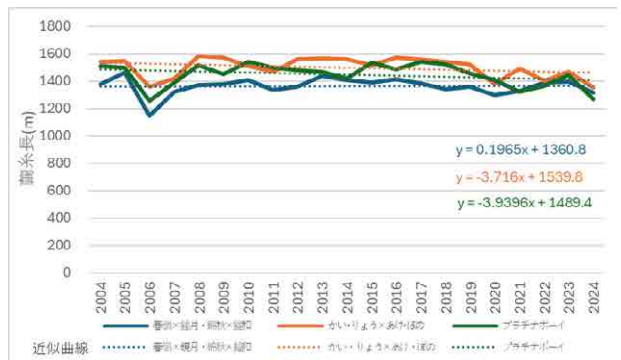


図11 3品種の繭糸長の推移

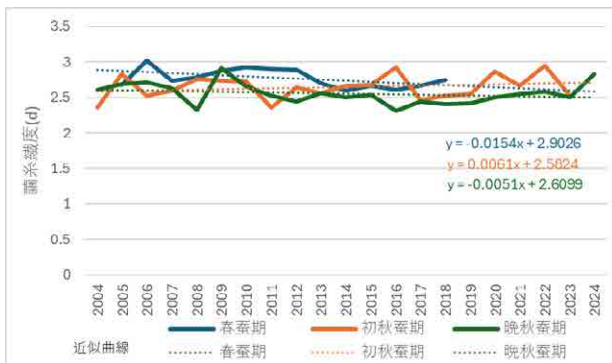


図9 繭糸織度の推移(プラチナボーイ)

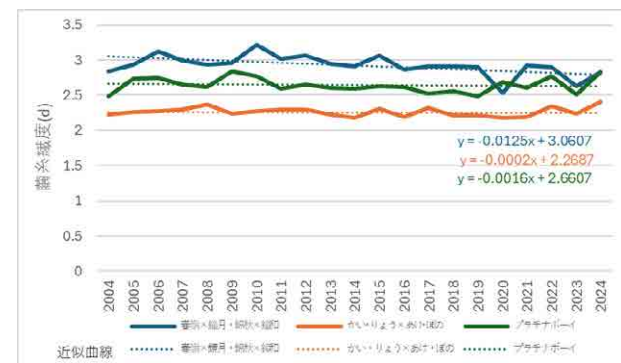


図12 3品種の繭糸織度の推移

さらに、各品種の収繭量、繭糸長および繭糸織度について、各蚕期の成績を平均した値を2004年から2013年の前半10年間と2015年から2024年の後半10年間に区分し、t検定による比較を行った。その結果、収繭量は3品種すべてで後半10年が有意に低かった ($p < 0.01$)。この収繭量の低下は、「錦秋×鐘和」では繭糸織度が有意に低下したこと ($p < 0.05$) が主な原因であると考えられた。一方、「かい・りょう×あけ・ぼの」および「プラチナボーイ」では、各数値に有意差は認められなかったが、繭糸長の減少傾向が影響している可能性が示唆された。また、繭糸生産効率を示す重要な形質である繭層歩合は、「錦秋×鐘和」は約24%、「かい・りょう×あけ・ぼの」は約22%、「プラチナボーイ」は約26%であり、各品種の特性が維持されていた。「プラチナボーイ」では、繭層歩合のt検定において、有意に高い値 ($p < 0.05$) を示し、原々種における1粒秤量選抜の効果である可能性が考えられた。

交雑品種の飼育成績については、2000年までは、「蚕糸技術協力試験の全国協定課題」(農林水産省、2001)や「技術資料:蚕の新品種」(農林水産省畜産園芸局、1998)として体系的に記録されてきた。その後は、各県の試験場や研究機関等により独自に飼育試験が行われている。例えば群馬県では、蚕糸技術センター年報(2025)において、単年度ごとの成績が報告されている。飯田(2001)は、交雑品種の化蛹歩合、繭重、解じょ率について5か年の品種間差を統計的に検討し、有意差がない事を報告している。また、真浦ら(1995)は、5年間の交雑品種の成績動向を調査し、広食性交雑品種の成績が大幅に向上していることを報告しており、品種育成の効果が表れているものと考えられる。さらに、小節は、不完全優性であり、選抜効果が大きいとされている(江口、1986)。一方で、これは選抜によって形質が低下方向へ変化する危険性を内包していることも意味する。これらから、品種の特徴や長期的な動向を把握するためには、交雑品種に関する飼育データを長期間にわたり蓄積し、体系的に取りまとめることが重要である。

今回の結果から特に減蚕歩合、玉繭蚕歩合、解じょ率は、その時々飼育環境の影響を受けやすく、成績が変動しやすい形質であると考えられる。交雑品種は、それぞれ原々種を継代維持しながら交配によって製造されており、長年の選抜育種により一定の遺伝的安定性を有する一方、突発的な変異が生じる可能性も否定できない。しかし、経過日時、繭糸長、繭糸織度、繭層歩合、小節点等は、20年以上にわたりそれぞれの交雑品種の特性を概ね維持していると考えられる。

要 約

交雑蚕品種の「春嶺×鐘月」、「錦秋×鐘和」、「かい・りょう×あけ・ぼの」、「プラチナボーイ」について、2004年初秋蚕期から2024年晩秋蚕期までの約20年間にわたり飼育試験を行い、飼育成績および繰糸成績を検討した。減蚕歩合や玉繭蚕歩合、解じょ率は、飼育環境の影響を受けやすい指標であった。一方、経過日時、繭層歩合、小節点、繭糸長、繭糸織度は、それぞれの品種の特性を維持していると考えられる。品種特性および育種効果を正確に評価するためには、今後も長期的かつ体系的な飼育データの蓄積と解析が重要であると考えられる。

引用文献

- 江口良橘・嶋崎 旭・渋川明郎(1986)二面交雑による小節の遺伝分析, 蠶糸研究, 137, 29-36
群馬県蚕糸技術センター(2025)令和5年度群馬県蚕糸技術センター年報, 23-24
飯田のり子(2001)蚕業技術研究所育成交雑種とカネボウ系交雑種における化蛹歩合, 繭重および解舒率の比較, 蚕糸会研報, 49, 19-30.
真浦正徳・川口忠男・広瀬正之(1995)最近5年間における交雑蚕品種飼育成績の動向, 山梨県蚕業試験場研究要報, 34, 9-16.

農林省園芸局（1998）蚕の新品種，技術資料第134号，1-8

農林省 蚕糸・昆虫農業技術研究所（2001）II . 交雑比較試験，平成12年度（2000）蚕桑技術協力試験成績集（全国協定課題），21-26.

Summary

Hybrid varieties of silkworm, “Shunrei x Shogetu”, “Kinshu x Showa”, “Kai-Ryo x Ake-Bono” and “Platina Boy” were reared for approximately 20 years, from the early autumn rearing season of 2004 to the late autumn rearing season of 2024. The rearing and reeling results were examined. The rates of larvae loss, the proportion of double cocoons and reelability were indicators that were strongly influenced by rearing conditions at the time. These hybrid varieties are four-way hybrids (double cross hybrids) that have been maintained for over 20 years through repeated breeding of the original species each other. And the duration of feeding period, percentage of cocoon shell weight, neatness defect, length of cocoon filament and size of cocoon filament indicate were largely stable throughout, indicating that the characteristic traits of each hybrid variety have been maintained for more than 20 years.

カチオン染料で染色した SS 処理系の染色堅ろう度の検討

花之内智彦¹・信澤和行²・齋藤裕文²・吉井 圭²・齋藤 宏²・小池 均³

¹蚕糸科学技術研究所, ²群馬県立群馬産業技術センター 繊維工業試験場, ³小池染色有限公司

TOMOHIKO HANANOUCHI¹, KAZUYUKI NOBUSAWA², HIROFUMI SAITO², KEI YOSHII², HIROSHI SAITO² AND HITOSHI KOIKE³ :
Color fastness of sulfonated glycidyl methacrylate graft-polymerized silk yarns dyed with cationic dyes.

緒 言

近年、絹の染色では、ミリング型酸性染料、2:1型含金属酸性染料、反応染料などの高染色堅ろう度用染料の使用が増加している(加藤, 1994)。鮮やかな色相の染色物を得たいときに、染色性は高いが、耐光堅ろう度が劣るカチオン染料を用いる場合がある(今田, 2003)。カチオン染料を用いた染色堅ろう度の高い絹の染色ができれば、絹の付加価値を高めることができる。

絹製品のかさ高性、染色性、染色堅ろう度などを向上させる化学加工の一つとして、グラフト重合が行われている(加藤, 1987; 塩崎, 1985; 京都織物精練協同組合, 1990)。反応性の高いエポキシ基を持つグリシジルメタクリレート(GMA)モノマーでグラフト重合した絹織物は、酸性染料、塩基性染料等の染色性が向上するが、染色堅ろう度が低下することなどが報告されている(加古・片山, 1993)。GMAモノマーでグラフト重合した絹糸(GMA加工糸)を亜硫酸ナトリウム水溶液に浸漬して、スルホン酸基を導入したGMA加工糸は、カチオン染料の濃染効果があることが報告されている(花之内, 2016, 2022)。

前報(花之内, 2022)のスルホン酸基を導入したGMA加工糸(SS処理糸)は、カチオン染料との親和性が高く、染色堅ろう度試験の向上が期待される。カチオン染料で染色したSS処理糸の染色堅ろう度試験を行い、耐光堅ろう度、洗濯堅ろう度、汗堅ろう度などが向上したので報告する。

材料と方法

GMAグラフト加工糸の調製

アルカリ精練した21d/12諸より糸(練減率24.0%)にグリシジルメタクリレート(GMA)モノマーでグラフト重合を行ったGMAグラフト加工糸(GMA加工糸)を調製した。グラフト重合方法は、既報(花之内ら, 2022)に準じ、精製水に40%owfのGMAモノマー(%owfは濃度を繊維重量に対する百分率で表したもので、on the weight of fiberの略)とGMAモノマー重量の10wt%のポリオキシエチレンアルキレンアリアルフェニルエーテル系特殊非イオン性界面活性剤(ニューカルゲン2011CX, 竹本油脂株, 愛知)を混合し、乳化処理した加工液を調整した。乳化処理した加工液に試料を浸漬し、GMAモノマー重量の3wt%の過硫酸アンモニウムと2g/Lのギ酸を加えて80°C、45分間グラフト重合を行った。そして、1g/Lの高級アルコール系非イオン界面活性剤(シュネルEC5, モーリン化学工業株, 群馬)で80°C、20分間のソーピングを行った後、試料表面に付着したホモポリマーを除去するため、室温のアセトンに16時間浸漬し、風乾した。なお、GMA加工糸の重量増加率は33.2%、グラフト効率が82.9%であった。実験で使用した

試薬はすべて富士フィルム和光純薬(株) (大阪) のものを使用し、GMA モノマーは試薬一級、過硫酸アンモニウム、ギ酸およびアセトン は試薬特級を用いた。

スルホン酸基を導入した GMA 加工系の調製

既報 (花之内ら, 2022) に準じて、GMA 加工系中のエポキシ基をスルホン酸基に化学修飾した SS 処理糸を調製した。10w/v% 亜硫酸ナトリウム水溶液 (試薬特級, 富士フィルム和光純薬(株), 大阪) に試料を浸漬し、浴比 1 : 50, 80°C, 30 分間処理した後、水洗し、風乾した。得られた SS 処理糸の重量増加率は 2.0% であった。

カチオン染料による SS 処理糸の染色

SS 処理糸と精練のみの未処理糸とをカチオン染料 (Nichilon Pure Blue 7G (C.I. Basic blue 3), 日成化成(株), 愛知) で染色した。染色方法は、約 pH3 に調整した酢酸溶液に染料を溶解した染浴に試料を浸漬し、80°C, 30 分間染色した後、1 g / L ドデシル硫酸ナトリウム (生化学用, 富士フィルム和光純薬(株), 大阪) 溶液で 80°C, 20 分間ソーピングし、水洗、風乾した。染料濃度は、SS 処理糸と未処理糸とが同程度の表面色濃度 (K/S 値) になる染料濃度とした (表 1)。なお、K/S 値はかせ状の試料を分光色差計 (SE6000, 日本電色工業(株)) で測色し、最大吸収波長 640nm の反射率からクベルカ・ムンクの式を用いて算出した (土谷, 1981)。

表 1 染色糸の染料濃度および表面色濃度

染料濃度 (%owf)	SS処理糸		未処理糸	
	0.5	3.0	1.0	10.0
表面色濃度 (K/S値)	11.1	31.1	10.7	31.1

染色糸の染色堅ろう度試験

かせ状の試料を用いて、以下の JIS L 規格に準じて光、洗濯、汗、摩擦に対する染色堅ろう度試験を行い、染色物の変退色や白布への汚染を評価した。

・耐光堅ろう度試験

JIS L 0842 ((一財) 日本規格協会, 2021) に準じて、紫外線カーボンアーク灯光を試料と 2 級あるいは 3 級のブルースケールとを同時に露光させ、試料とブルースケールの変退色の程度を比較評価した。

・洗濯堅ろう度試験

JIS L 0844 ((一財) 日本規格協会, 2011) に準じて洗濯堅ろう度試験 (試験の種類 : A-2 号) を行った。JIS L 0803 ((一財) 日本規格協会, 2011) に規定された綿添付白布と絹添付白布とで試料を挟んで縫った複合試料を洗濯し、水洗、乾燥した。そして、試料の退色と綿および絹の添付白布の汚染の程度を変退色用グレースケールと汚染用グレースケールとで比較評価した。

・汗堅ろう度試験

JIS L 0848 ((一財) 日本規格協会, 2004) に準じて、試料を JIS L 0803 ((一財) 日本規格協会, 2011) に規定された綿添付白布と絹添付白布とで挟んだ複合試料を、酸性およびアルカリ性の人工汗液で処理し乾燥した。そして、試料の退色と綿および絹の添付白布の汚染の程度を変退色用グレースケールと汚

染用グレースケールとで比較評価した。酸性人工汗液は、L-ヒスチジン塩酸塩一水和物（特級，関東化学㈱，東京）0.5 g，塩化ナトリウム（特級，関東化学㈱，東京）5 g およびリン酸二水素ナトリウム二水和物（特級，関東化学㈱，東京）2.2 g を蒸留水に溶解し，0.1mol/L 水酸化ナトリウム溶液（容量分析用，富士フイルム和光純薬㈱，大阪）約 15ml と水を加えて pH 5.5 になるように調整した。アルカリ性人工汗液では，L-ヒスチジン塩酸塩一水和物 0.5 g，塩化ナトリウム 5 g およびリン酸二水素ナトリウム十二水和物（特級，関東化学㈱，東京）5 g を蒸留水に溶解し，0.1mol/L 水酸化ナトリウム溶液約 25ml と水を加えて pH 8.0 になるように調整したものをを用いた。

・摩擦堅ろう度試験

JIS L 0849（（一財）日本規格協会，2024）に準じて，試料の摩擦試験（試験の種類：学振形法）を行った。JIS L 0803（（一財）日本規格協会，2011）に規定された綿添付白布を付けた摩擦子で，試料上を 30 回/分の速度で 100 回摩擦した後，綿添付白布への汚染を汚染用グレースケールと比較評価した。なお，湿潤試験については，綿添付白布を絞り率 100% に調製し，摩擦子に取り付けた。

結 果

染色系の染色堅ろう度は染料濃度に影響されるため，同程度の表面色濃度（K/S 値）の染色系で染色堅ろう度を評価する必要がある（近藤，1978）。SS 処理と未処理系とを，カチオン染料で染色した K/S 値が約 11（淡色）および約 31（濃色）の染色系を調製し，耐光堅ろう度，洗濯堅ろう度，汗堅ろう度および摩擦堅ろう度などの染色堅ろう度試験を行った（表 2）。耐光堅ろう度（1 級から 8 級までで評価し，8 級

表 2 カチオン染料で染色した SS 処理系の染色堅ろう度

		SS処理系		未処理系		
染料濃度(%owf)		0.5	3.0	1.0	10.0	
表面色濃度(K/S値)		11.1	31.1	10.7	31.1	
耐光堅ろう度		2級以上 3級未満	2級以上 3級未満	2級未満	2級未満	
洗濯堅ろう度	変退色	2級	2級	1級	1級	
	汚染	絹	4級	2-3級	4級	3級
		綿	4-5級	4級	4-5級	4級
汗堅ろう度	変退色	酸性	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級
		アルカリ性	4-5級	4-5級	4-5級	4-5級
	汚染(絹)	酸性	2級	1級	1-2級	1級
		アルカリ性	2級	1級	1-2級	1級
	汚染(綿)	酸性	4-5級	3級	4-5級	2-3級
		アルカリ性	4-5級	3級	4-5級	2-3級
摩擦堅ろう度	乾燥	3-4級	2級	4-5級	4-5級	
	湿潤	4級	2-3級	4-5級	2-3級	

※染色堅ろう度は，級数が高いほど，染色物の変退色や添付白布への汚染が少ない。

が最も色の変化が少ない), 洗濯堅ろう度の変退色(1級から5級までで評価し, 5級が最も色の変化が少ない)は, K/S値の高低に関係なく, SS処理糸は未処理糸に比べてわずかに等級が高くなった。また, 汗堅ろう度において, 酸性およびアルカリ性の人工汗液に関係なく, 絹添付白布への汚染(1級から5級までで評価し, 5級は添付白布への色移りが最も少ない)は, 淡色のSS処理糸が未処理糸に比べてわずかに等級が高くなった。さらに, 綿添付白布への汚染では濃色のSS処理糸が未処理糸に比べて, わずかに等級が高く, 色移りしにくいと評価された。一方, 洗濯堅ろう度の絹添付白布への汚染では, 濃色のSS処理糸が, 未処理糸に比べてわずかに等級が低く, 色移りしやすいと評価された。また, 摩擦堅ろう度は, SS処理糸が未処理糸に比べて, 乾燥時および湿潤時の摩擦で綿添付白布を汚染しやすいと評価された。

考 察

耐光堅ろう度では, 繊維構造のち密さ, 染料の凝集状態などが複雑に作用するため, 染料の光分解挙動などが変化することが知られている(飯島, 1964)。絹のグラフト重合は繊維内重合であり, グラフトポリマーが繊維内のマイクロポイド, フィブリル間, ミクロフィブリル間に充填されることが知られている(塩崎, 1985)。また, 繊維内のGMAポリマーの一部は, 化学修飾処理で導入されたスルホン酸基が染料と相互作用しやすいことなど繊維構造のち密さ, 染料の凝集状態などが未処理糸と異なるため, 染料の光分解などに差が生じ, SS処理糸の耐光堅ろう度が向上したものと思われる。

洗濯堅ろう度および汗堅ろう度などの水に関わる染色物の変退色および汚染については, カチオン染料と繊維との結合は, 主にイオン結合で結合するため, 水の存在で染料が脱落しやすくなる。SS処理糸はスルホン酸基を導入したことで, 繊維と染料とが相互作用しやすくなり, 染料の脱落を抑制すると思われる。また, SS処理糸は疎水性のGMAモノマーを用いグラフト重合を行っている。絹とは異なるが, 酸性基導入セルロース繊維の染色において, 疎水基を導入すると洗濯堅ろう度が向上するとの報告がある(曾根, 1981)。GMAモノマーによるグラフト重合で, 繊維がわずかに疎水化した結果, 洗濯堅ろう度および汗堅ろう度の変退色および汚染が向上したものと思われる。

摩擦堅ろう度について, SS処理糸はスルホン酸基の導入により繊維と染料とが相互作用しやすく, 染色後のソーピングを行っても繊維に過剰な染料が残存し, 摩擦堅ろう度が低くなったものと思われる。ソーピング剤を検討し, 繊維表面に付着した染料を除去できれば, 摩擦堅ろう度は向上するものと思われる。

洋装の絹に求められる染色堅ろう度は, 製品によって異なるが, スカーフ, ネクタイを例に挙げると, 耐光堅ろう度, 汗堅ろう度, 摩擦堅ろう度(乾燥および湿潤)などが3級以上を満たす必要がある(中島, 2017)。耐光堅ろう度が高く, 繊維と疎水結合しやすいカチオン染料を選択し, SS処理糸を染色できれば, 濃色で染色堅ろう度の高い鮮明な色相の染色物が得られ, 絹製品の高付加価値に繋がるものと期待される。

要 約

SS処理糸と未処理糸とを同程度の表面色濃度(K/S値)に染色し, 耐光堅ろう度, 洗濯堅ろう度, 汗堅ろう度および摩擦堅ろう度の染色堅ろう度試験を行った。その結果, SS処理糸は, 未処理糸に比べて耐光堅ろう度, 洗濯堅ろう度, 汗堅ろう度が向上したが, 摩擦堅ろう度が低下した。

引用文献

- 花之内智彦(2016)メタクリル酸グリシジルグラフト加工絹糸の濃染化の試み。蚕糸会研報, 63, 1-4。
花之内智彦・信澤和行・齋藤裕文・齋藤 宏(2022)グリシジルメタクリレートグラフト加工絹糸の化学

- 修飾による濃染効果, 蚕糸会研報, **69**, 1-8.
- 飯島俊郎 (1964) 染料の構造と堅牢性. 工業化学雑誌, **67**, 46-51.
- 今田邦彦 (2003) 染色技術者のための染料化学 (その 9), 繊維機械学会誌, **56**, 352-356.
- 加古 武・片山 明 (1993) メタクリルアミド/グリシジルメタクリレートおよびグリシジルメタクリレートグラフト絹織物の染色性. 日蚕雑, **62**, 137-144.
- 加藤 弘 (1987) 絹繊維の加工技術とその応用. 185-261, (株) 繊維研究社, 東京.
- 加藤 弘 (1994) シルクの科学 (シルクサイエンス研究会編). 62-203. (株) 朝倉書店, 東京.
- 近藤一夫 (1978) 染色の科学. 193-203. (株) 建帛社, 東京.
- 京都織物精練協同組合 (1990) 精練技術誌. 153-181, 京都織物精練協同組合, 京都.
- 中島康雄 (2017) 繊維染色加工に関わる技術の伝承と進展—羊毛・絹繊維に関する技術— (独立行政法人日本学術振興会繊維・高分子機能加工第 120 委員会編). 268. (株) 繊維社企画出版, 大阪.
- (一財) 日本規格協会 (2011) JIS L 0803, 染色堅ろう度試験用添付白布.
- (一財) 日本規格協会 (2004) JIS L 0842, 紫外線カーボンアーク灯に対する染色堅ろう度試験方法.
- (一財) 日本規格協会 (2011) JIS L 0844, 洗濯に対する染色堅ろう度試験方法.
- (一財) 日本規格協会 (2004) JIS L 0848, 汗に対する染色堅ろう度試験方法.
- (一財) 日本規格協会 (2024) JIS L 0849, 摩擦に対する染色堅ろう度試験方法.
- 塩崎英樹 (1985) 絹のグラフト加工 - 研究と技術について. 日蚕雑, **54**, 91-100.
- 曾根健夫 (1981) 酸性基導入セルロース繊維の染色, 繊維と工業, **37**, 305-312.
- 土谷 久 (1981) 測色と表色. 日本火薬染色技術報文集, **1**, 807-835.

Summary

Sulfonated GMA graft yarns (SS-treated yarns) dyed with cationic dyes were examined for Color fastness such as light fastness, washing fastness, perspiration fastness, and rubbing fastness. The results showed that SS-treated yarns were improved light fastness, washing fastness, and perspiration fastness compared to untreated yarn. but SS-treated yarns were reduced rubbing fastness.

織度糸を用いた生糸の FFA 調査法の検討

栗岡 聡・池嶋智美

蚕糸科学技術研究所

AKIRA KURIOKA AND SATOMI IKEJIMA : Study on the FFA testing method for raw silk using sizing skein

緒 言

繭糸分離細繊維は、家蚕のフィブロインから分離した直径数マイクロミリメートルの微細繊維であり、絹の品質低下を招くラウジネス（白い毛玉）の原因となっている。この繭糸分離細繊維は繭糸に先天的に存在しており、「朝・日×東・海」などの実用蚕品種において比較的多く認められている。そこで著者らは、品種間の繭糸分離細繊維発生量を比較するために、微繊維集合体（FFA：Fine Fiber Assembly）を試験管内で形成させて計数する FFA 法を開発した（Kurioka and Ikejima, 2021）。FFA 法では、繭糸分離細繊維の絡まりやすい性質を利用し、繭層の小切片（2mm × 2mm）をアルカリ溶液中で強く攪拌して繭糸分離細繊維が絡まり合った FFA を形成させる。形成された FFA の多寡で繭糸分離細繊維発生量の品種間比較が可能となった（栗岡ら, 2021）。FFA 法は、繭糸分離細繊維の発生に関与する遺伝子解析に必要な個体別の情報を迅速に得るために考案された手法であるが、その計量的な特性を活かして、製糸原料繭の品質検査への応用についても検討が行われてきた（栗岡・池嶋, 2022）。

一方、生糸における FFA 調査は、生糸の品質に関する重要な情報を提供するものと考えられる。しかし、生糸総のような長い糸標本からのサンプリングにおいては、数ミリメートル単位の微小試料の採取位置やサンプル数の設定が難しいため、生糸の FFA 調査は進んでいない。

ところで、生糸検査に用いられる織度糸は、織度偏差、織度最大偏差および平均織度の測定のために、一定の長さで生糸から巻き取られたもので、この織度糸を活用することで生糸の繭糸分離細繊維の発生概況がある程度わかるのではないかと考えた。本研究では、織度糸のばらけ防止対策として試みた固着処理が、均一な微小試料をサンプリングするために有効な手段であることを明らかにした。この処理の導入により多数の検体の比較調査が可能となったので、本報告では国産生糸と輸入生糸における繭糸分離細繊維の発生状況を比較した一例を報告する。

材料と方法

国産生糸は 2025 年産「朝・日×東・海」の生糸を実験に用い、輸入生糸については 2025 年ブラジル産および 2025 年中国産の 20 中生糸を用いた。ブラジル産生糸は BRATAC BASTOS 工場で製造され、中国産生糸は山東省日照工場にて製造されたものであるが、いずれの輸入生糸も品種名は不明であった。また、生糸の格付については、中国産生糸は 5A 格であったが、ブラジル産生糸と「朝・日×東・海」については不明であった。参考試料として、2024 年に入手したブラジル産および中国産の生糸も試験に用いたが、これらの生糸の製造工場と格付については不明であった。

1. 繊維糸の調製

各産地の生糸一総（約 200 g）から繊維検査用に巻き取った 100 回繊維糸を実験に用いた。

2. 固着処理

繊維糸の固着処理は、ポリビニルアルコールを主成分とするアラビックヤマト接着剤（ヤマト株式会社）を使用し、シリコン栓を加工した圧着器（図 4）を用いて固着処理を行った。

3. FFA 法

固着処理した繊維糸の表面に $\phi 2$ ミリメートルのポンチ（野中製作所）を軽く押し当てた後、ゆっくり押し込んで FFA 用の試料をくり抜いた（図 5）。FFA 法は（Kurioka and Ikejima, 2021）に従って、試料を 0.5% 炭酸ナトリウム溶液中で 98°C、20 分間加熱処理後に攪拌処理を行い、FFA を形成させた。

結果と考察

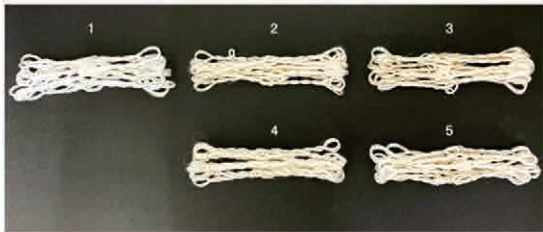


図 1 繊維糸の産地別比較

- (1) 「朝・日×東・海」 (2) 2025 年ブラジル産
 (3) 2025 年中国産 (4) 2024 年ブラジル産
 (5) 2024 年中国産

実験に使用した繊維糸を産地別に並べて比較すると、繊維糸の色について次のような特徴が認められた（図 1）。中国産（3、5）およびブラジル産（2、4）の繊維糸は生産年にかかわらずやや褐色に見えた。一方、2025 年製の「朝・日×東・海」の繊維糸（5）は同年製の中国産およびブラジル産の繊維糸に比べて白く見えた。

試料の繊維長は、試験管内で FFA を形成させるための重要な条件であり、FFA 形成に適当な繊維長は 2mm 程度であることをこれまでに明らかにしている（Kurioka and Ikejima, 2021）。繊維糸は生糸総に比べて嵩が少なくサンプリング作業は容易であるが、FFA 形成に必要な繊維長数ミリメートル単位の均一な試料の切出しには時間を要し、切出した後に分散した細かな微小繊維試料（図 2）の回収には時間がかかるなどの問題があった。また、繊維糸作製時の撚りの影響により、解いた後の繊維糸には撚り癖が残るため（図 3）、このような形状の乱れがサンプリング作業を一層困難なものにした。

そこで、繊維糸のばらけ防止と撚り癖のない伸展した糸を得るために、図 4 の圧着器を用いて、「朝・日×東・海」繊維糸の固着処理を試みた。まず、圧着器のスリット部（A）に沿って繊維糸を矢印方向に移動させ、栓上面中央部の接着剤貯留部（B）で接着剤を付着させた後、次のスリット部（C）で繊維糸を伸ばしながら圧着させた。その結果、繊維糸が扁平状に固着し（D）、撚り癖もなくなった。このように、



図 2 繊維糸から切出した微小繊維

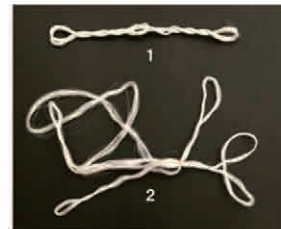


図 3 繊維糸の撚り癖

- (1) 繊維糸 (2) 解いた繊維糸

織度糸の繊維配列が扁平状に変化したことでサンプリングが容易になり、2φmm スクリューポンチを用いてサイズが均一な試料を採取することができるようになった（図5）。

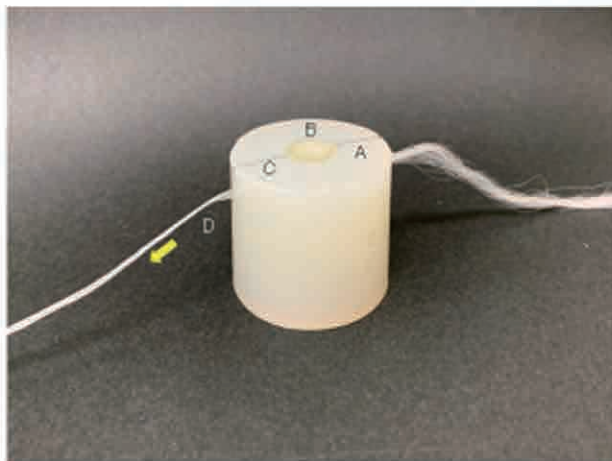


図4 織度糸の固着処理



図5 固着織度糸から採取した試料

織度糸の固着処理によってサンプリングが容易になったので、固着処理した「朝・日×東・海」織度糸から FFA が形成されるか調べた結果、繭糸分離繊維が絡み合った FFA を顕微鏡下で確認することができた（図6）。FFA が試験管内で形成されるためには攪拌中に繊維がよく絡み合うことが必要である。今回のように繊維が固着した試料では FFA が十分に形成されない可能性があったが、アルカリ加熱処理後に接着剤が溶けて微小繊維が分散していることが確認できたので、固着試料でも FFA 法の試料として使用できることがわかった。そこで、2025 年産「朝・日×東・海」の織度糸を用いて、約 25 cm の等間隔で 4 か所から試料をサンプリングし、各試料の FFA 発生量を調べた。その結果、4 試料の FFA 数は 6、6、5 および 6 個と計数され、試料のサンプリング位置による違いはほとんどないことが確かめられた。



図6 織度糸試料から形成された FFA

次に、同一生糸から調製した織度糸について、FFA 発生量が織度糸間で異なるかどうかを確認するために、2025 年産「朝・日×東・海」の織度糸 80 本から無作為に選んだ 10 本について FFA 発生量を比較した。その結果、図7に示すように調査した全ての織度糸において FFA の発生が認められた。サンプリング位置による FFA 数 (n=4) のばらつきは、同一織度糸内では少ない傾向であった。一方、織度糸間では FFA 数のばらつきが顕著に認められ、織度糸 10 本の FFA 平均値 6.8 個に対して、標準偏差は 5.3 であった。繭糸分離繊維は繭層中層に集中していることから（栗岡・池嶋, 2025）、例えば試料番号 6 のように FFA 値が比較的高い織度糸には、繭糸分離繊維の多い繭層中層部に由来する生糸が多く含まれている可能性が考えられた。

次に、2025 年中国産生糸と 2025 年ブラジル産生糸について、それぞれの織度糸 (n=10) の FFA を調査した結果を図8に示す。中国産、ブラジル産ともに調査した全ての織度糸において FFA が認められた。ここで、2025 年産の生糸について、中国、日本およびブラジルの 3 生産地間で FFA の平均値を比較すると、

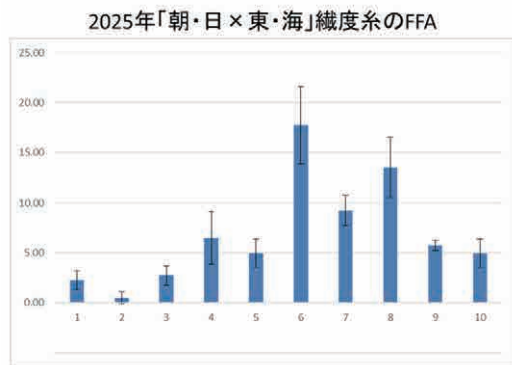
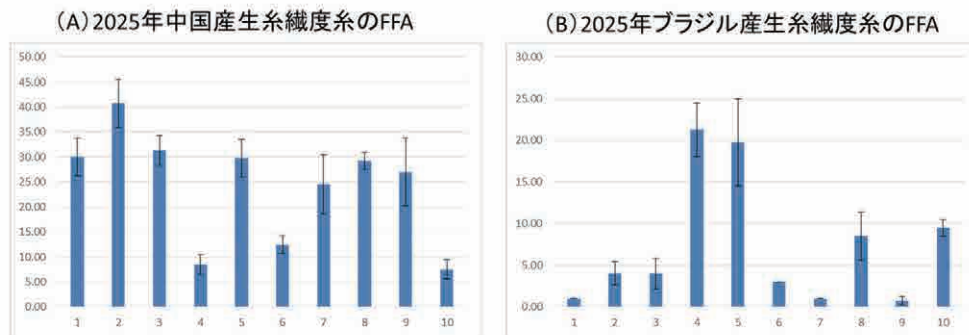
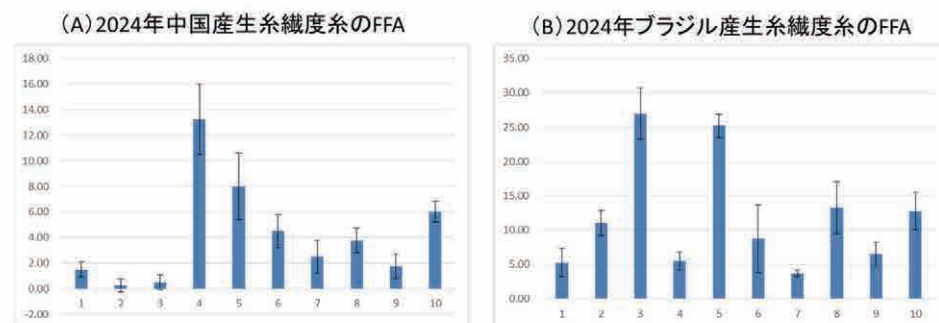


図7 「朝日×東海」織度糸の FFA

中国産生糸の FFA 平均値が 24.1 個と最も高く、FFA 値が 20 個以上の織度糸の割合が 7 割を占めた。ブラジル産と日本産の FFA 平均値はほぼ同程度で、それぞれ 7.3 個と 6.8 個であった。また、FFA の最大値の比較では、中国が 40.8 個と最も高く、次いでブラジルが 21.3 個、日本が 17.8 個であった。

参考試料として調査した 2024 年中国産生糸と 2024 年ブラジル産生糸の織度糸においても FFA は認められ (図 9)、ブラジル産生糸では FFA の平均値は 11.9 個、FFA の最大値は 27 個であった。一方、中国産生糸の FFA の平均値は 4.2 個、FFA の最大値は 13.2 個であった。2024 年ブラジル産生糸の FFA 調査結果は同国の 2025 年産生糸のそれと傾向がよく似ていた。

図8 2025年外国産生糸の織度糸の FFA
(A) 中国産生糸織度糸 (B) ブラジル産生糸織度糸図9 2024年外国産生糸の織度糸の FFA
(A) 中国産生糸織度糸 (B) ブラジル産生糸織度糸

一方、中国産生糸に関しては、2025 年産生糸よりも 2024 年産生糸のほうが織度糸の FFA 発生は少なく、FFA 平均値の比較では 2024 年産生糸の平均値は 2025 年産生糸の平均値の約 1/6 であった。

以上の結果から、生糸の織度検査用の織度糸を利用することで、生糸における繭糸分離細繊維の発生状況を把握できることがわかった。今回は試験的な試みのため、織度糸 1 本あたりから 4 試料のサンプリングを行ったが、サンプリング位置による差は少ないことから織度糸 1 本あたりのサンプリング数を

減らし、代わりに調査する織度糸数を増やしたほうがより正確な FFA 調査が可能になると思われる。

今回調査した中国産生糸とブラジル産生糸はいずれも褐変化が認められ、かつ繭糸分離細繊維も認められた。生糸の褐変化と繭糸分離細繊維発生の関連性については、今回の限定的な情報だけでは判断できないが、「朝・日×東・海」のように褐変化していない生糸においても繭糸分離細繊維が認められているので、両者の相関性は低いものと思われる。

現在はラウジネス検査が行われていないため、2025年産中国生糸のように比較的高格な生糸であっても、織度糸の FFA 調査により繭糸分離細繊維が認められるケースは今後も起こり得ることである。一方、在来種の小石丸やサシ白の繭は繭糸分離細繊維が少なく、これらの繭から繰製される生糸は、繭糸分離細繊維が少ない高品質生糸であることを織度糸の FFA 調査結果を基に品質保証することは意義のあることである。本試験を行うにあたり、生産地別織度糸を提供していただいた製糸グループ諸氏に感謝申し上げます。

要 約

本研究では、繭層の繭糸分離細繊維の発生量を調査するために開発した FFA 法を、生糸における繭糸分離細繊維の発生調査に応用するために、生糸の織度検査に用いられる織度糸を利用することを検討した。サンプリング時の織度糸のばらけを防止するため、固着処理を前処理として導入した。結果、扁平状に固着した織度糸からサイズの均一な試料のサンプリングが可能となり、固着試料を用いて FFA の形成を確認することができた。サンプリング作業が向上し、FFA の多検体調査が可能になったので、日本産、中国産およびブラジル産生糸の織度糸を用いて FFA 調査を行ったところ、すべての産地の生糸において繭糸分離細繊維の発生が確認された。

引用文献

- Akira Kurioka and Satomi Ikejima (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.
- 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.
- 栗岡 聡・池嶋智美 : FFA(Fine Fiber Assembly) 法による製糸原料繭における繭糸分離細繊維の発生予測. 蚕糸・昆虫バイオテック., **91**, 123-130, 2022.
- 栗岡 聡・池嶋智美 (2025) 異常形態フィブロインの繭層分布について, 日本シルク学会誌, **33**, 17-25.

Summary

This study investigated the application of the FFA method, developed to investigate the occurrence of separated cocoon silk fibers in cocoon layers, to raw silk. Specifically, it explored the use of sizing skeins fineness employed in raw silk sizing testing for this purpose. To prevent sizing skein scattering during sampling, a fixation treatment was introduced as a pretreatment. Results showed that sampling uniform-sized specimens was possible from the flattened, fixed filaments, and FFA formation could be confirmed using the fixed specimens. The improved sampling process enabled multi-specimen FFA investigations. Using sizing skeins from Japanese, Chinese, and Brazilian raw silk, FFA investigations were conducted, confirming the occurrence of cocoon fiber separation fine fibers in raw silk from all origins.

実用蚕品種「錦秋×鐘和」の 原原種の維持について

池嶋智美・鶴井裕治

蚕糸科学技術研究所

SATOMI IKEJIMA AND YUJI TSURUI : On the maintenance of the original strains of the practical silkworm race “Kinshu × Showa”.

緒 言

日本の養蚕は、長い歴史の中で多くの優良品種を生み出してきたが、その中でも「錦秋×鐘和」は1955年に鐘淵紡績株式会社（後のカネボウ株式会社）によって育成されて以来、極めて長期間にわたり主要実用蚕品種として広く利用されてきている代表的品種である（平田，1984；農林省蚕糸局，1955，1959，1965；農林省農蚕園芸局，1973；農林水産省農蚕園芸局，1980，1981，1990，1991；一般財団法人大日本蚕糸会，2025）。本品種は、原種を交雑することにより、耐病性、繭品質、強健性など複数の優良形質が発現するため、実用蚕品種としての完成度が高い。そのため、優れた繭品質と安定した飼育成績が得られることから全国的に高い評価を受けてきた。

当初、原原種の維持は育成元であるカネボウが実施していたが、2000年の蚕種業撤退に伴い、長野県上田市の上田蚕種株式会社に継承された。その後、2008年（平成20年）に財団法人大日本蚕糸会蚕業技術研究所（現・一般財団法人大日本蚕糸会蚕糸科学技術研究所）へ維持業務が移管され、現在に至っている（池嶋，2018，2025）。

「錦秋×鐘和」は、日本種系統（HS2・KH5）と中国種系統（AS3・C36）の4原原種によって構成されている（伴野，2025）。原原種の維持は、品種の遺伝的特性を保持し、長期的な形質安定を確保する上で極めて重要な業務である。継代の過程では、飼育環境、交配方法、個体数管理などの諸条件が形質変動に影響を与える可能性がある。そのため、原原種維持の実態を定期的に解析し、数値的に把握することは、蚕種資源の保全および実用品種の安定供給において重要な意義を持つ。

本研究では、2008年から2025年にかけて蚕糸科学技術研究所で維持してきた「錦秋×鐘和」原原種4系統の継代経過および主要計量形質（全繭重、繭層重、繭層歩合、繭糸長、繭糸繊度）の推移を解析し、系統特性の維持状況を明らかにすることを目的とした。

本文に先立ち、技術的支援をいただいた蚕糸科学技術研究所蚕種製造グループおよび製糸グループの各位、ならびに助言・校閲を賜った同研究所 中村匡利博士に深く感謝の意を表す。

材料と方法

1. 蚕系統

錦秋×鐘和の原原種として、日本種系のHS2およびKH5の2系統、中国種系のAS3およびC36の2系統、計4系統を維持している。

2. 継代方法

継代は原則として春蚕期に実施した。2008～2014年は1蛾育を、2015年以降は系統内の遺伝的多様性を保つ目的で混合育を行った。

各系統の飼育区数は2008～2014年が9区、2015～2025年が5～10区であり、2018～2022年には初秋蚕期に各3区を追加した。各区の飼育頭数は340～400頭とし、4齢2日目に頭数整理を行った。交配は、1蛾育では区間循環交配、混合育では区内交配を原則としたが、2015、2016、2019、2022および2023年の春蚕期、ならびに2019年の初秋蚕期には循環交配を実施した。

3. 飼育条件

1～2齢期は人工飼料（シルクメイト原種1-3齢用S，日本農産工業株式会社，横浜）を用いて飼育し、3～5齢期は桑葉を与えた。上蔭には山形蔭を使用した。掃き立てから2齢期までは温湿度が調節可能な人工飼料育蚕室で飼育し、温度を28～29℃，相対湿度を65～70%に設定した。3齢期以降は桑葉育用の蚕室に移動し、飼育温度を3齢期27℃，4齢期25～26℃，5齢期および上蔭期25℃を目標とした。さらに上蔭時には、換気扇および扇風機を併用して除湿に努めた。

上蔭7日後に収繭を行い、毛羽取り後に収繭調査を実施した。繰糸用として上繭40粒を選定し、残繭について繭層調査を行った後、採種用に上繭約100粒を選抜して採種に供した。繰糸用繭の乾燥は1回とし、室温から100℃まで30分間で昇温し、100℃で4時間保持した。その後、60℃まで3時間で降温し、60℃を30分間維持して乾燥処理を終えた。なお、2020年は新型コロナウイルス感染症の流行による人員制限のため、繰糸試験は行わなかった。

結 果

蚕糸科学技術研究所では、2008年から「錦秋×鐘和」の原原種であるHS2，KH5，AS3およびC36の4系統を継代維持しており、本研究では2008年から2025年までの18年間の春蚕期に得られた全繭重，繭層重，繭層歩合，繭糸長，繭糸繊度および繭糸繊度を全繭重で除した値の推移を解析した（図1～6）。なお、繭糸繊度を全繭重で除した値は品種の特性をよく表すとされる（田中，2012）。

1. HS2

全繭重は2014年に $2.29 \pm 0.099\text{g}$ と最も重く、2024年には $1.52 \pm 0.039\text{g}$ と最も軽かった。18年間の平均値は1.90gであり、年次間でやや変動がみられた。

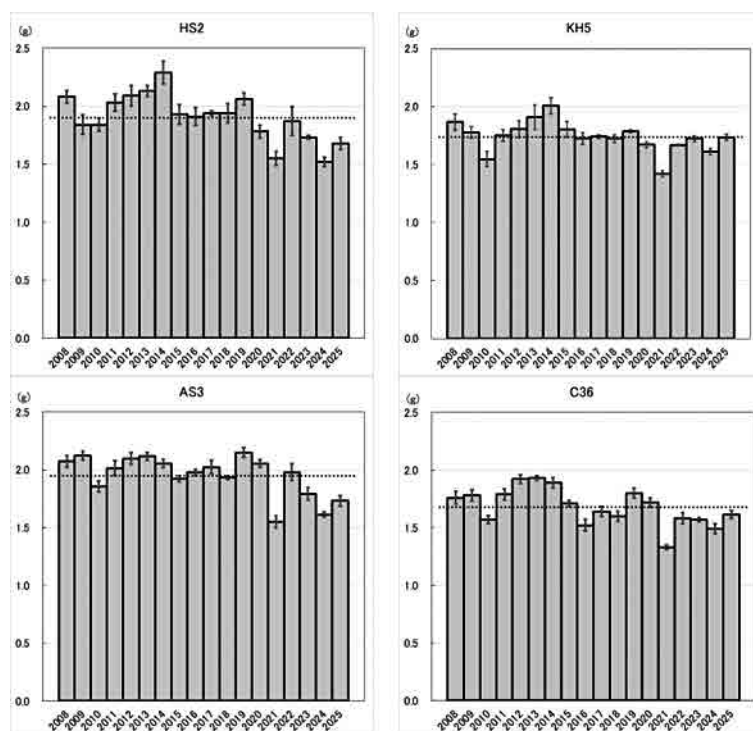


図1 錦秋×鐘和の原原種4系統における全繭重（2008～2025年）各棒は年次平均値±標準偏差を示す。単位：グラム（g）

繭層重は2014年が $59.0 \pm 2.02\text{cg}$ と最も重く、2024年が $36.0 \pm 0.94\text{cg}$ と最も軽く、平均値は 46.6cg であった。

繭層歩合は2008年に $25.9 \pm 0.46\%$ と最も高く、2010年に $23.2 \pm 1.67\%$ と最も低く、平均 24.5% であった。

繭糸長は2014年が $1489 \pm 53.5\text{m}$ と最長で、2021年が $1063 \pm 120.8\text{m}$ と最短であり、平均 1312m を示した。

繭糸繊度は2008年が $2.86 \pm 0.128\text{d}$ と最も太く、2024年が $2.14 \pm 0.051\text{d}$ と最も細く、平均 2.44d であった。

繭糸繊度を全繭重で除した値は2025年に $1.43 \pm 0.434\text{d/g}$ と最も高く、2013年および2014年がいずれも $1.19 \pm 0.043\text{d/g}$ と最も低く、平均は 1.29d/g であった。HS2は比較的細く長い繭糸を特徴としていた。

2. KH5

全繭重は2014年が $2.01 \pm 0.068\text{g}$ で最も重く、2021年が $1.42 \pm 0.026\text{g}$ で最も軽かった。平均値は 1.74g であり、長期的には安定した傾向を示した。

繭層重は2014年に $48.3 \pm 1.93\text{cg}$ で最大、2021年に $33.4 \pm 1.29\text{cg}$ で最小を示し、平均値は 41.2cg であった。

繭層歩合は2008年が $24.6 \pm 0.48\%$ で最も高く、2018年が $22.7 \pm 0.26\%$ で最も低く、平均 23.7% であった。

繭糸長は2014年が $1269 \pm 32.4\text{m}$ で最長、2021年が $1004 \pm 43.7\text{m}$ で最短であり、平均は 1138m であった。

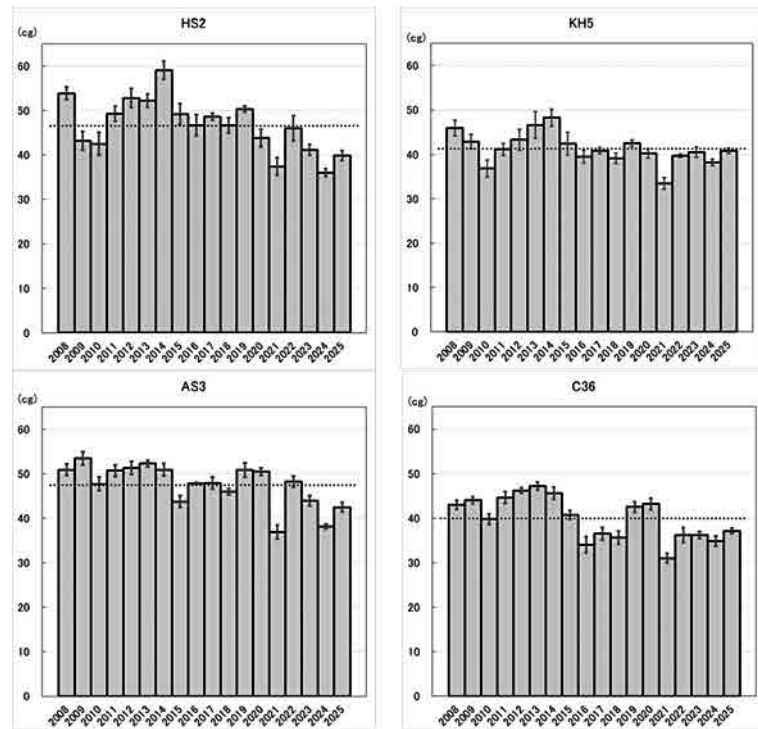


図2 錦秋×鐘和の原原種4系統における繭層重(2008～2025年) 各棒は年次平均値±標準偏差を示す。単位：センチグラム (cg)

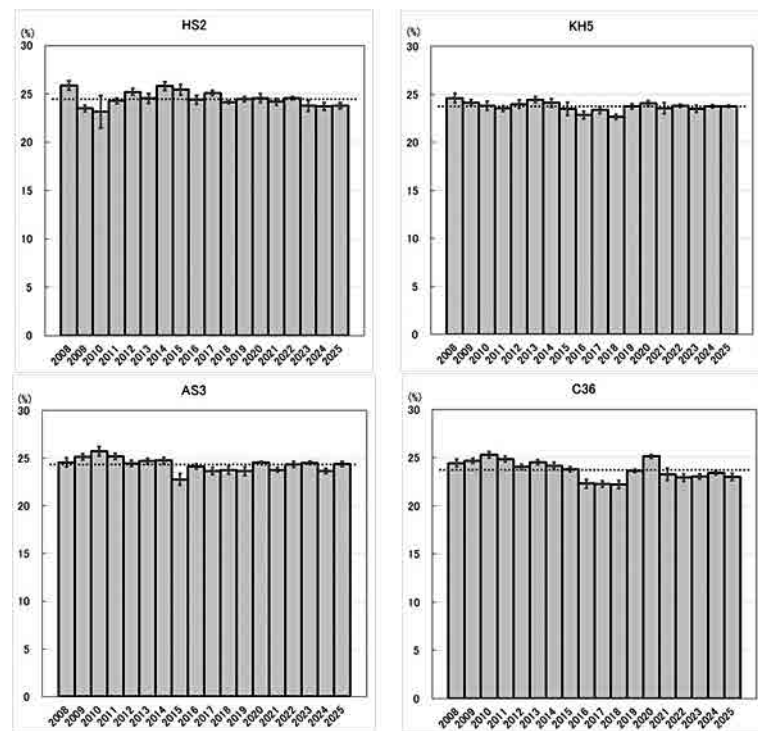


図3 錦秋×鐘和の原原種4系統における繭層歩合(2008～2025年) 各棒は年次平均値±標準偏差を示す。単位：パーセント (%)

繭糸織度は2017年が $2.76 \pm 0.083d$ で最も太く,2021年が $2.30 \pm 0.053d$ で最も細く,平均は $2.59d$ であった。

繭糸織度を全繭重で除した値は2021年に $1.62 \pm 0.007d/g$ と最も高く,2014年が $1.36 \pm 0.036d/g$ と最も低く,平均 $1.50d/g$ であった。

以上の結果から,全体としてKH5は,比較的安定した形質を示し,強健性の高い系統であることが確認された。

3. AS3

全繭重は2019年が $2.15 \pm 0.040g$ と最も重く,2021年が $1.55 \pm 0.053g$ と最も軽く,平均値は $1.95g$ であった。

繭層重は2009年に $53.4 \pm 1.46cg$ で最大,2021年に $36.9 \pm 1.63cg$ で最小を示し,平均値は $47.4cg$ であった。

繭層歩合は2010年が $25.7 \pm 0.49\%$ で最も高く,2015年が $22.8 \pm 0.61\%$ で最も低く,平均 24.3% であった。

繭糸長は2009年が $1193 \pm 43.5m$ で最も長く,2021年が $984 \pm 82.6m$ で最も短く,平均 $1093m$ であった。

繭糸織度は2008年が $3.54 \pm 0.143d$ と最も太く,2021年および2024年がいずれも $2.69d$ 前後で最も細く,平均は $3.23d$ であった。

繭糸織度÷全繭重の値は2025年が $1.76 \pm 0.068d/g$ と最も高く,2019年が $1.52 \pm 0.052d/g$ と最も低く,平均は $1.66d/g$ であった。

AS3は他系統に比べて全繭重および繭層重が大きく,重量面

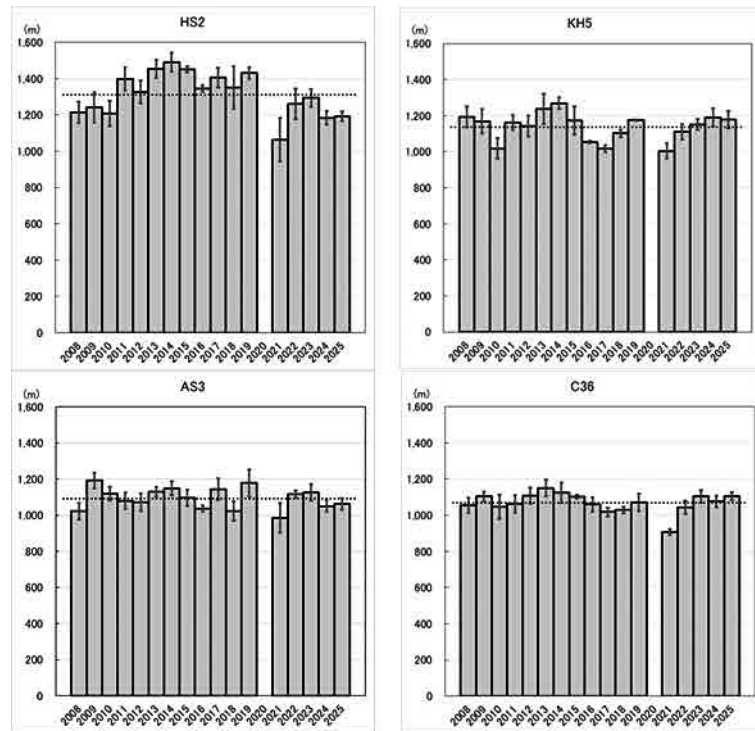


図4 錦秋×鐘和の原原種4系統における繭糸長(2008～2025年) 各棒は年次平均値±標準偏差を示す。単位:メートル(m)

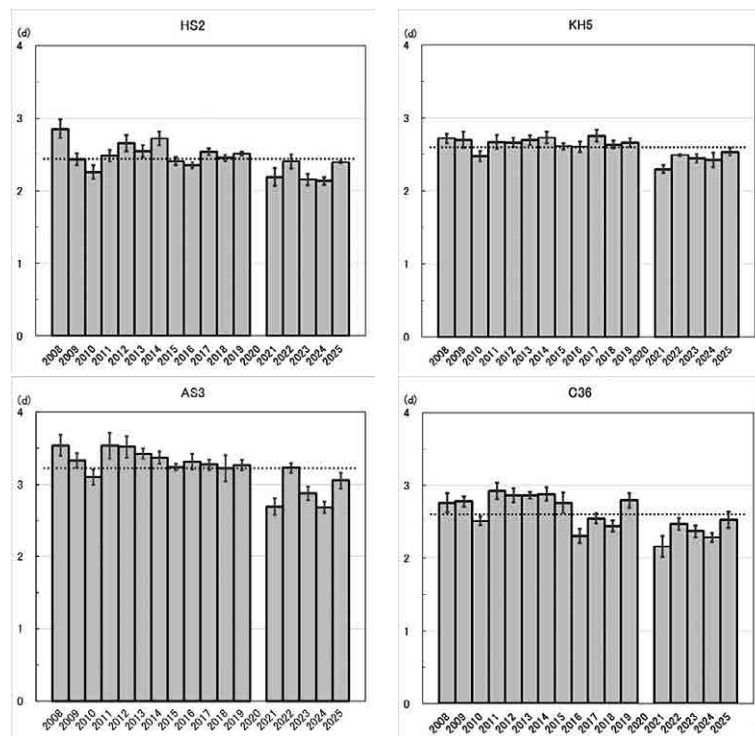


図5 錦秋×鐘和の原原種4系統における繭糸織度(2008～2025年) 各棒は年次平均値±標準偏差を示す。単位:デニール(d)

で優れる傾向がみられた。

4. C36

全繭重は2013年が1.93 ± 0.020gで最も重く、2021年が1.33 ± 0.021gで最も軽かった。平均は1.68gであり、年次間でやや小さな変動を示した。

繭層重は2013年が47.2 ± 0.89cgで最も重く、2021年が31.0 ± 1.10cgで最も軽く、平均39.9cgであった。

繭層歩合は2010年が25.3 ± 0.32%で最も高く、2018年が22.2 ± 0.41%で最も低く、平均23.7%であった。

繭糸長は2013年が1151 ± 46.5mで最長、2021年が907 ± 17.5mで最短であり、平均は1069mであった。

繭糸繊度は2011年が2.92 ± 0.112dで最も太く、2021年が2.16 ± 0.145dで最も細く、平均2.60dであった。

繭糸繊度÷全繭重は2011年が1.63 ± 0.057d/gで最も高く、2012年および2013年がともに1.49前後で最も低く、平均1.55d/gであった。

C36は4系統の中でも形質の安定性が高く、強健な系統として維持されていることが確認された。

ここで、4系統の平均値を比較すると、日本種系であるHS2およびKH5、中国種系であるAS3およびC36の間には明確な傾向の差が認められた。

まず、全繭重および繭層重では中国種系のAS3が最も高く、次いで日本種系HS2が続き、C36およびKH5がやや軽い傾向を示した。これに対し、繭層歩合に関してはHS2が最も高く24.5%を示し、他の3系統(KH5, AS3, C36)は23～24%台に収まった。これらの結果から、HS2は繭全体に対する繭層の割合が高く、効率的に繭形成する系統であることが示された。

繭糸長についてはHS2が最も長く平均1312mを示し、次いでKH5, AS3, C36の順であった。特にHS2は18年間を通して長繊維傾向を維持しており、長糸質を有することが明らかとなった。一方で、繭糸繊度はAS3が最も太く平均3.23d、HS2が最も細く2.44dであり、系統間の特性差が顕著であった。日本種系は細く長い繊維、中国種系は太くやや短い繊維を形成する傾向が確認された。

また、繭糸繊度÷全繭重の値は、AS3が最も高く1.66d/g、C36およびKH5が中程度(1.55～1.50d/g)、HS2が最も低く1.29d/gであった。これは、日本種系が細繊維かつ軽量な糸生産に適する傾向を示している。

総じて、HS2は細糸・長繊維型、KH5は中間型、AS3は太糸・重量型、C36はやや小粒で安定性の高い実用型としての特徴を有していた。これらの結果は、長期にわたる系統維持の中でも各原原種の特

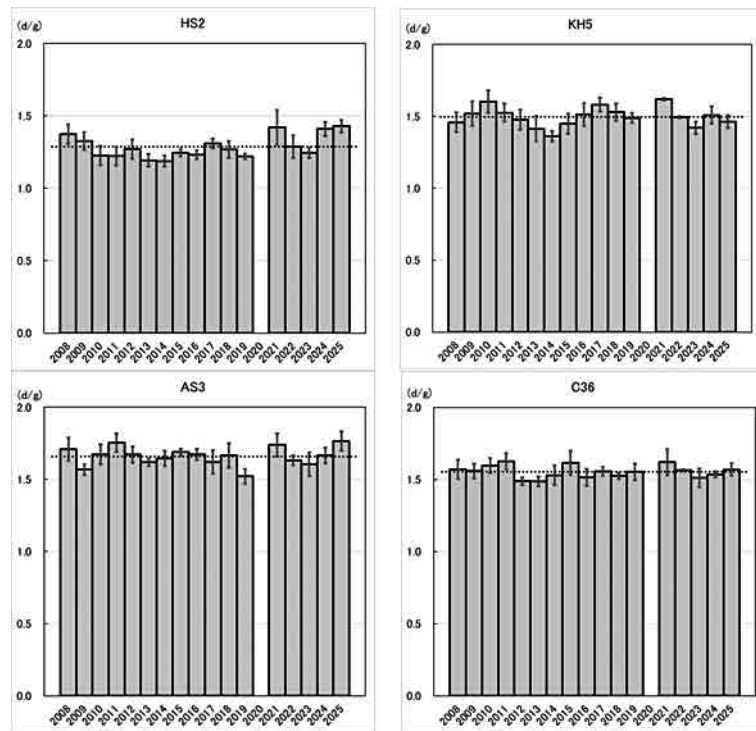


図6 錦秋×鐘和の原原種4系統における繭糸繊度／全繭重(2008～2025年)
各棒は年次平均値±標準偏差を示す。単位：デニール／グラム(d/g)

が良好に保持されていることを示唆しており、実用蚕品種「錦秋×鐘和」の安定的な生産を支える基盤となっていると考えられる。

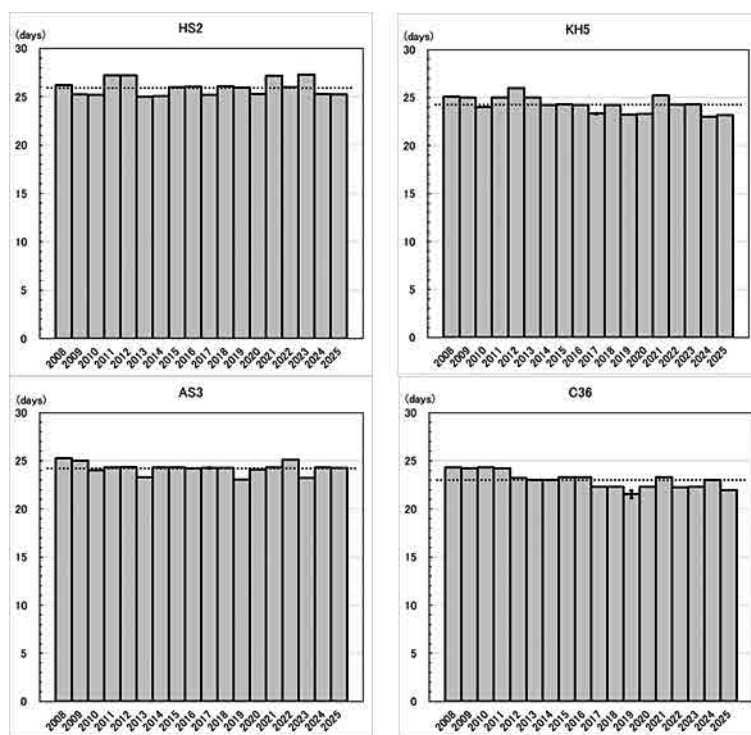
考 察

本研究では、2008年から2025年までの18年間にわたり、「錦秋×鐘和」の原原種であるHS2, KH5, AS3およびC36の4系統を継代維持し、その主要な計量形質の変動を解析した。その結果、各系統の形質には年次による変動が認められるものの、基本的な特性は全体として安定して維持されていることが明らかとなった(図1-6)。

日本種系のHS2は細く長い繭糸を形成し、繭層歩合が高いことから繭の利用効率が高い系統といえる。また、KH5も比較的安定した形質を示し、強健性や飼育安定性に優れていることが示唆された。一方、中国種系のAS3は全繭重および繭層重が最も大きく、太繊度で高収量型の特徴を有していた。C36はやや軽量であるが、繭糸繊度や繭糸長の年次変動が少なく、強健性と形質安定性を兼ね備えた実用的な系統であることが確認された。なお、形質によっては育成者の違いによる影響を受けやすく、選抜の効果が表れやすいものが存在する。日本種系であるHS2およびKH5では、飼育開始から2014年頃にかけて全繭重および繭層重が増加する傾向が認められたが、2015年以降は比較的安定した水準で推移した。これらの結果は、長期的な維持管理のもとで、各原原種が概ね本来の品種特性を保持していることを示唆している。

一方で、2021年以降、多くの系統において全繭重、繭層重、繭層歩合および繭糸長の低下が認められた。これに先立つ2020年には、新型コロナウイルス感染症の流行により、飼育管理が制約を受けた時期があった。この期間における作業人員の減少に伴う飼育条件の変動や交配作業の制限が、その後の形質低下に影響を及ぼした可能性が考えられる。このような年次変動は、環境要因や管理条件の影響を受けやすい形質において顕著であるが、全体としては各系統の特徴が長期的に維持されており、原原種としての遺伝的安定性は概ね確保されていると判断できる。今後は、形質の低下がみられた系統について、一蛾育の蛾区展開による系統選抜を実施し、形質の均質化と改良を図ることが重要である(宮下, 1984)。

近年、地球温暖化の進行により、日本国内においても夏季の平均気温上昇と真夏日(最高気温35℃以上)の増加が顕著となっている。特に、春蚕期の後半から晩秋蚕期にかけての飼育温度が高止まりする傾向にあ



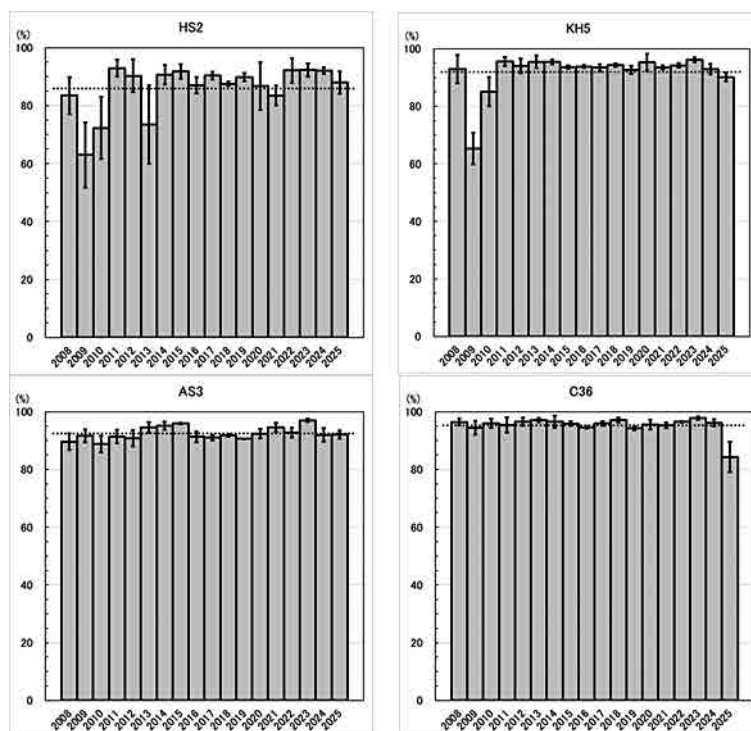
附図1 錦秋×鐘和の原原種4系統における全齢日数(2008～2025年) 各棒は年次平均値±標準偏差を示す。単位:日(days)

り、これまで安定していた系統においても、化蛹歩合や繭層歩合の低下、繭糸長の短縮といった影響が現れつつある。

本研究の4系統のうち、KH5およびC36は全齢日数が比較的短く、化蛹歩合も高いことから、飼育期間中の温度変化への適応性が高いと考えられる(附図1, 2)。一方、HS2およびAS3は繭糸長や繭重に優れるが、安定した環境下での発育に適しており、高温条件では繭層歩合や糸長の低下が生じやすい可能性がある。今後の温暖化に対応するために、これらの4系統においては耐暑性を指標とした選抜や改良を進めることが望ましい。

以上の結果から、「錦秋×鐘和」を構成する4つの原原種は、長期にわたり品種特性を保持しつつ、飼育環境の変動に対して

も適応性を示していることが確認された。今後は、これらの系統の特性を維持しながら、気候変動に対応可能な原原種維持体系を確立することが、安定的な実用品種供給のために極めて重要であると考えられる。



附図2 錦秋×鐘和の原原種4系統における化蛹歩合(2008～2025年) 各棒は年次平均値±標準偏差を示す。単位:パーセント(%)

要 約

実用品種「錦秋×鐘和」を構成する原原種4系統(HS2, KH5, AS3, C36)について、2008～2025年の18年間にわたる継代維持の経過と主要計量形質の推移を解析した。その結果、各系統は年次による変動を示しつつも、全体として遺伝的・形質的な安定性を保っていることが明らかとなった。HS2は細糸・長繊維型、KH5は中間型、AS3は太糸・重量型、C36は形質安定性の高い強健型として特徴づけられた。2021年以降には一部形質の低下がみられたが、飼育管理上の要因が影響した可能性が考えられた。近年の高温化を踏まえ、耐暑性や飼育環境への適応性を考慮した原原種の維持および選抜の重要性が示唆された。

引用文献

- 平田保夫(1984)特集 育種の現状と課題 現行蚕品種の基礎品種系譜と課題, 蚕糸技術, **126**, 12-16.
 農林省蚕糸局(1955)蚕の新品種, 技術資料, **37**, 2-3.
 農林省蚕糸局(1959)蚕の新品種, 技術資料, **46**, 4-5.
 農林省蚕糸局(1965)蚕の新品種, 技術資料, **58**, 5-6.
 農林省農蚕園芸局(1973)蚕の新品種, 技術資料, **79**, 4-5.
 農林水産省農蚕園芸局(1980)蚕の新品種, 技術資料, **94**, 4-5.

- 農林水産省農蚕園芸局 (1981) 蚕の新品種, 技術資料, **96**, 14-15.
- 農林水産省農蚕園芸局 (1990) 蚕の新品種, 技術資料, **120**, 15-16.
- 農林水産省農蚕園芸局 (1991) 蚕の新品種, 技術資料, **122**, 35-36.
- 一般財団法人日本蚕糸会 (2025) シルクレポート, **85**, 51.
- 伴野豊 (2025) 錦秋鐘和にみる遺伝的ヘテロ性 (雑種性) の蚕品種育成への重要性, 蚕糸・昆虫機能利用学術講演会 日本蚕糸学会大会講演要旨集, **95**, 33.
- 池嶋智美 (2018) 蚕業技術研究所におけるカイコ系統保存, 蚕糸・昆虫バイオテック, **87**, 43-46.
- 池嶋智美 (2025) 蚕糸科学技術研究所におけるカイコ系統保存, 蚕糸・昆虫バイオテック, **94**, 31-37.
- 田中幸夫 (2012) 織度・繭重比の蚕品種形質としての有用性, 蚕糸・昆虫機能利用学術講演会 日本蚕糸学会大会講演要旨集, **82**, 52.
- 宮下民雄 (1984) 特集 育種の現状と課題 蚕育種の現場で考えること, 蚕糸技術, **126**, 31-34.

Summary

This study analyzed the 18-year maintenance record (2008–2025) and long-term trends in major quantitative traits of four original strains (HS2, KH5, AS3, and C36) that constitute the practical silkworm race “Kinshu × Showa.” Despite year-to-year fluctuations, all strains maintained overall genetic and phenotypic stability across successive generations. HS2 was characterized by fine and long filaments, KH5 by intermediate traits, AS3 by thick filaments and heavy cocoons, and C36 by strong vigor and high trait stability. A slight decline in certain cocoon traits was observed after 2021, possibly due to variations in rearing management conditions. These findings imply that continued efforts to maintain and select original strains with improved heat tolerance and adaptability to rearing environments are essential for stable production under ongoing climate change.

グリシジルメタクリレートグラフト加工糸の 化学修飾条件

花之内智彦¹・信澤和行²・齋藤裕文²・吉井 圭²・齋藤 宏²・小池 均³

¹蚕糸科学技術研究所, ²群馬県立群馬産業技術センター 繊維工業試験場, ³小池染色有限会社

TOMOHIKO HANANOUCI¹, KAZUYUKI NOBUSAWA², HIROFUMI SAITO², KEI YOSHII², HIROSHI SAITO² AND HITOSHI KOIKE³ :
Investigation of sulfonation conditions for glycidyl methacrylate graft-polymerized silk yarns.

緒 言

絹の染色では、酸性染料、2:1型含金属酸性染料、反応染料、直接染料などの染料が使用されている（中島, 2017）。絹を鮮やかな色相に染色する場合、耐光堅ろう度の低いカチオン染料を用いる場合がある（今田, 2003）。カチオン染料を用いた染色堅ろう度の高い絹の染色ができれば、絹の付加価値を高めることができると考える。また、絹とアクリルやカチオン可染ポリエステルとの交織製品を染色する場合、アクリルやカチオン可染ポリエステルをカチオン染料で染色するとともに、絹を酸性染料で染色する方法で絹とアクリルやカチオン可染ポリエステルとの交織製品は染色されているため、カチオン染料と酸性染料との相容性や相互汚染などのトラブルに注意を払う必要がある（佐藤, 1984）。アクリルやカチオン可染ポリエステルと絹とを同じカチオン染料で一浴染色できれば、染色上のトラブルを抑え簡便に染色できるので、絹とアクリルやカチオン可染ポリエステルとの交織製品への展開に繋がると思われる。

絹製品のかさ高性、染色性、染色堅ろう度などを向上させる化学加工の一つとして、グラフト重合が行われている（加藤, 1987；塩崎, 1985；京都織物精練協同組合, 1990）。反応性の高いエポキシ基を持つグリシジルメタクリレート（GMA）モノマーでグラフト重合した絹織物は、酸性染料、塩基性染料等の染色性が向上するが、染色堅ろう度が低下することなどが報告されている（加古・片山, 1993）。GMAモノマーでグラフト重合した絹糸（GMA加工糸）を亜硫酸ナトリウム水溶液に浸漬して、スルホン酸基を導入したGMA加工糸は、カチオン染料の濃染効果があることが報告されている（花之内, 2016, 2022）。

本報では、前報（花之内, 2022）の化学修飾処理のうち、GMA加工糸にスルホン酸基を導入する化学修飾条件として、亜硫酸ナトリウム濃度、温度、浴比を一定にして、処理時間を変えてスルホン酸基を導入したGMA加工糸（SS処理糸）を調製し、スルホン酸基の導入程度を処理前後の重量増加率や水分率試験から検討した。また、化学修飾処理の影響による糸の脆化の有無を確認するため、引張試験を行った。さらに、カチオン染料で染色したスルホン酸基の導入程度の異なるSS処理糸を測色し、SS処理糸の濃染効果についても検討した。

材料と方法

GMAグラフト加工糸の調製

既報（花之内ら, 2022）に準じて、アルカリ精練した21d/12諸より糸（練減率24.0%）にグリシジルメタクリレート（GMA）モノマーでグラフト重合を行い、GMAグラフト加工糸（GMA加工糸）を調製した。精製水に40%owfのGMAモノマー（%owfは濃度を繊維重量に対する百分率で表したもので、on

the weight of fiber の略) と GMA モノマー重量の 10wt% のポリオキシエチレンアルキレンアリアルフェニルエーテル系特殊非イオン性界面活性剤 (ニューカルゲン 2011CX, 竹本油脂㈱, 愛知) を混合し, 乳化処理した加工液を調整した。乳化処理した加工液に試料を浸漬し, GMA モノマー重量の 3wt% の過硫酸アンモニウムと 2g/L のギ酸を加えて 80°C, 45 分間グラフト重合を行った。そして, 1g/L の高級アルコール系非イオン界面活性剤 (シュネル EC5, モーリン化学工業㈱, 群馬) で 80°C, 20 分間のソーピングを行った後, 試料表面に付着したホモポリマーを除去するため, 室温のアセトンに 16 時間浸漬し, 風乾した。なお, GMA 加工糸の重量増加率は 33.2%, グラフト効率が 82.9% であった。実験で使用した試薬はすべて富士フィルム和光純薬㈱ (大阪) のものを使用し, GMA モノマーは試薬一級, 過硫酸アンモニウム, ギ酸およびアセトンには試薬特級を用いた。

スルホン酸基の導入程度の異なる SS 処理糸の調製

既報 (花之内ら, 2022) に準じて, 処理時間のみを変えて GMA 加工糸に化学修飾処理を行い, SS 処理糸を調製した。試料を 10w/v% 亜硫酸ナトリウム水溶液 (試薬特級, 富士フィルム和光純薬㈱, 大阪) に浸漬し, 浴比 1 : 50, 処理温度 80°C 一定にして, 異なる処理時間 (10 分, 20 分, 30 分, 60 分, 90 分, 120 分, 240 分, 360 分, 600 分) でそれぞれ処理した後, 水洗, 風乾した。SS 処理前後の糸の絶乾重量から式 1 を用い重量増加率を算出した。また, エポキシ基からスルホン酸基への転化率は式 2 を用い算出した (関谷ら, 2010)。

$$\text{(式 1) 重量増加率} = (W_2 - W_1) / W_1 \times 100$$

$$\text{(式 2) 転化率} = ((W_2 - W_1) / 82) / (W_1 - W_0) / 142) \times 100$$

W_2 : SS 処理糸重量

W_1 : GMA 加工糸重量

W_0 : 精練糸重量

SS 処理糸の水分率測定

50°C, 1 時間の予備乾燥を行った試料を, 20°C, 65% RH の恒温恒湿室で 24 時間調湿し, 吸湿時重量 (W) を測定した。その後, 試料を 105°C, 3 時間乾燥し, 絶乾重量 (W_0) を測定した。試料の水分率は, 式 3 を用い算出した (田村, 2004)。

$$\text{(式 3) 水分率 (\%)} = (W - W_0) / W_0$$

W : 吸湿時重量

W_0 : 絶乾重量

SS 処理糸の引張試験

20°C, 65%RH の恒温恒湿室内で調湿した試料をテンシロン (RTG-1210, ㈱ A&D 製) で糸長 100mm, 引張速度 50mm/分の条件で引張試験を行った。なお, 1 試料につき 30 本の引張試験を行った。

カチオン染料による SS 処理糸の染色

既報 (花之内ら, 2022) に準じて, カチオン染料による SS 処理糸の染色を行った。染料濃度 3%o.w.f のカチオン染料 (Nichilon Pure Blue 7G (C.I. Basic blue 3)) を約 pH3 の酢酸溶液に溶解して染浴を調製し, 浴比 1 : 72, 80°C, 30 分間染色した後, 1g/L のドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム (生化学用, 富士フィルム和光純薬㈱, 大阪) で 80°C, 20 分間ソーピングし, 水洗, 風乾した。

染色糸の測色

かせ状の試料を分光色差計（SE6000，日本電色工業㈱）で測色した。D65光源，10°視野，400nm から700nmまでの波長範囲で10nm毎の反射率を測定し，それらの反射率から濃色性の指標であるトータルK/S値（近藤，1978；川人，2010）を式4により算出した。

$$\text{(式4) トータル K/S} = \sum \{(1-R)^2/2R\}$$

R：反射率

K：光の吸収

S：光の拡散反射

結果と考察

化学修飾処理の処理時間と重量増加率および転化率の関係

前報（花之内ら，2022）では，GMA加工糸中のエポキシ基と化学修飾剤の亜硫酸ナトリウムとを反応させ，GMA加工糸にカチオン染料と親和性のあるスルホン酸基を導入できることを確認した。また，GMA加工糸にスルホン酸基を導入したSS処理糸はカチオン染料で染色すると，濃色に染色できることを明らかにした。スルホン酸基の導入程度が増加するほど，SS処理糸はより濃色に染色できると考えられる。亜硫酸ナトリウム濃度，温度，浴比などを一定にして，処理時間のみを変えたときのGMA加工糸の重量増加率およびGMA加工糸中のエポキシ基からスルホン酸基への転化率からスルホン酸基の導入程度を検討した。

亜硫酸ナトリウム濃度，温度，浴比を一定にして，10分，20分，30分，60分，90分，120分，240分，360分，600分など処理時間を変えたときの重量増加率を図1に示す。処理時間が経過するに従い，重量増加率は高くなり，処理時間360分以降では，重量増加率が約7%で一定となった。また，未処理糸，GMA加工糸およびSS処理糸の絶乾重量から算出したGMA加工糸中のエポキシ基からスルホン酸基への転化率（図2）は，処理時間の経過とともに転化率は高くなり，処理時間360分以降では，転化率が約38%で一定となった。レーヨンにGMAモノマーをグラフト重合した場合，加工糸中のエポキシ基の約54%が加水分解するとの報告がある（Iwakura *et al.*, 1963）。本報告においても，GMA加工糸中のエポキシ基が加水分解したため，重量増加率は約7%，転化率が約38%で一定となったのではないかとと思われる。

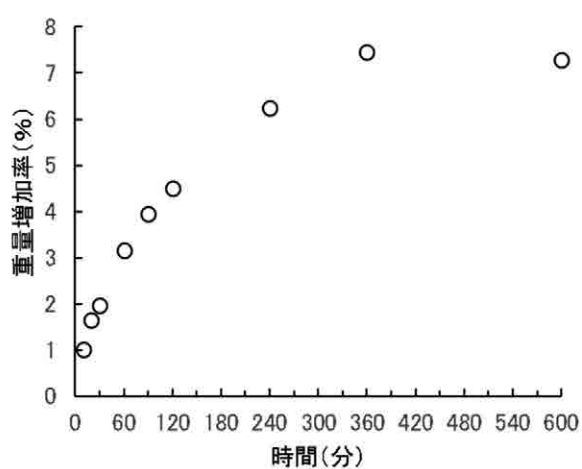


図1 GMA加工糸への化学修飾処理時間の経過に伴う重量増加率

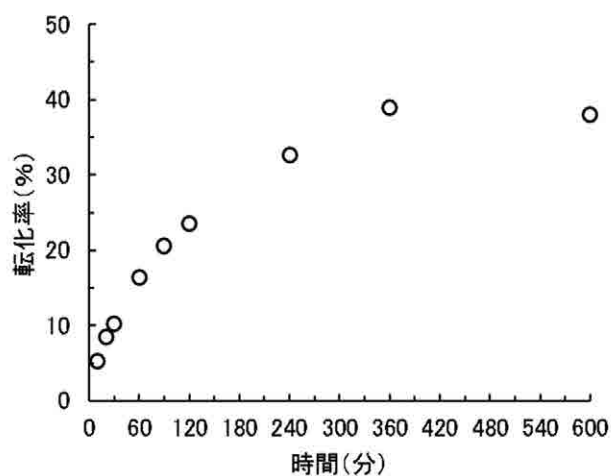


図2 GMA加工糸中のエポキシ基からスルホン酸基への転化率

重量増加率の異なる SS 処理系の水分率

SS 処理系のスルホン酸基の導入程度が高くなるほど、SS 処理系は親水性を帯び、水分率は高くなると考えられる。重量増加率の異なる SS 処理系の水分率を測定し、GMA 加工系中のエポキシ基にスルホン酸基が導入されていることを確認した(図3)。精練のみの未処理系の水分率は8.8%に対して、GMA 加工系(重量増加率0%)の水分率が7.1%と低くなった。絹のグラフト重合は繊維内重合であり、グラフトポリマーが繊維内のマイクロボイド、フィブリル間、マイクロフィブリル間に充填されることが知られている(塩崎, 1985)。疎水性の GMA ポリマーが繊維内のマイクロボイド、フィブリル間、マイクロフィブリル間に充填されたことで、水分率が低下したと思われる。重量増加率の増加とともに、水分率は増加し、重量増加率3.2%(水分率8.9%)以上で未処理系に比べて水分率が高くなったことから、SS 処理系には親水性のスルホン酸基が導入されていることを確認した。

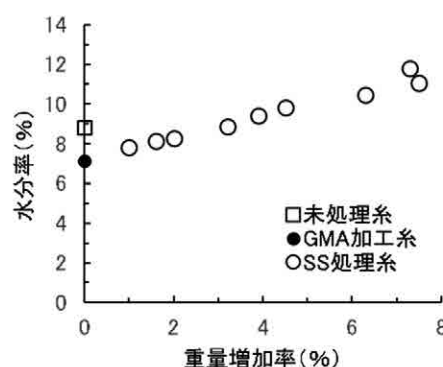


図3 重量増加率と水分率の関係

重量増加率の異なる SS 処理系の引張特性

GMA 加工系にスルホン酸基を導入する化学修飾処理は、約 pH9 の亜硫酸ナトリウム水溶液中で処理することから、糸が脆化する恐れがある。化学修飾処理の影響による糸の脆化の有無を確認するため、重量増加率の異なる試料の引張試験を行った(表1)。強度について、GMA 加工系および SS 処理系は、未処理系に比べて強度の低下がみられた。また、GMA 加工系に比べて、重量増加率3.2%以下の SS 処理系の強度低下はみられないが、重量増加率3.9%以上の SS 処理系では、わずかな強度低下がみられた。一方、破断時の荷重をみると、GMA 加工系の荷重は966gfであり、未処理系の荷重(871gf)に比べて、高くなった。重量増加率4.5%の SS 処理系では958gfとなり、荷重の低下はあまりみられない。重量増加率6.3%以上の SS 処理系では、GMA 加工系の荷重に比べて100gf以上の荷重の低下がみられた。強度は単位繊度当たりの数値に換算した数値であり、SS 処理系は GMA 加工系に比べて重量が増加し、重量から換算した繊度が増加するため、単位繊度当たりの強度値が小さくなったものと思われる。伸度は、重量増加率4.5%以下の SS 処理系に伸度の低下はあまりみられないが、重量増加率6.3%以上の SS 処理系では伸度が明らかに低下した。SS 処理系のヤング率は、GMA 加工系に比べて、重量増加率の増加とともにわずかに低下し、

表1 処理時間の異なる SS 処理系の引張特性

	亜硫酸ナトリウム溶液 (w/v%)	処理温度 (°C)	処理時間 (分)	繊度 (d)	重量増加率 (%±SD)	強度 (gf/d±SD)	伸度 (%±SD)	ヤング率 (kgf/mm ² ±SD)	荷重 (gf±SD)
GMA加工系	0	0	0	271.7	0	3.6±0.1	19.8±1.0	383.5±51.9	966.4±23.2
SS処理系	10	80	10	270.0	1.0±0.1	3.5±0.1	20.1±0.7	323.8±54.7	957.3±15.6
			20	277.1	1.6±0.1	3.5±0.0	20.3±0.7	340.5±31.5	974.8±11.1
			30	291.2	2.0±0.1	3.3±0.0	19.8±0.5	314.1±40.9	975.0±13.2
			60	285.9	3.2±0.2	3.5±0.0	20.1±0.9	310.0±28.2	987.3±11.8
			90	289.4	3.9±0.1	3.3±0.0	20.0±0.4	302.7±28.0	960.3±11.1
			120	291.2	4.5±0.2	3.3±0.0	19.5±0.5	297.1±29.7	958.6±11.3
			240	307.1	6.3±0.3	2.8±0.1	15.9±1.1	276.8±28.8	862.1±39.4
			360	308.8	7.5±0.1	2.5±0.1	13.8±1.0	286.8±36.9	775.3±33.5
			600	310.6	7.3±0.0	2.2±0.1	12.1±0.4	288.4±50.5	681.3±16.3
未処理系	0	0	0	196.5	0	4.4±0.1	20.5±0.7	437.3±28.9	871.4±14.6

糸がやわらかくなる傾向を示した。

亜硫酸ナトリウム濃度、温度、浴比を一定にして異なる処理時間で化学修飾処理をする場合、糸を脆化させない化学修飾条件は、重量増加率が 4.5% 以下となる処理時間 120 分までの処理とする必要がある。

重量増加率の異なる SS 処理糸の濃染効果

SS 処理糸に導入したスルホン酸基は、カチオン染料と親和性があり、スルホン酸基の導入程度が SS 処理糸の濃染効果に影響を及ぼすと考えられる。カチオン染料で染色した重量増加率の異なる SS 処理糸の目視観察を行った (図 4)。GMA 加工糸は、未処理糸に比べて色が薄く観察された。疎水性の GMA ポリマーの影響で、染料が繊維に染着しにくくなったものと思われる。スルホン酸基を導入した SS 処理糸については、未処理糸に比べて重量増加率 1.0% の SS 処理糸でも濃色に染色された。重量増加率 1.6% の SS 処理糸は、重量増加率 1.0% の SS 処理糸に比べて、濃色に染色されているが、重量増加率 1.6% から重量増加率 4.5% までの SS 処理糸では、色の濃さにあまり差がみられなかった。

カチオン染料で染色した重量増加率の異なる SS 処理糸を測色し、濃色性の指標となるトータル K/S 値を算出した (図 5)。未処理糸のトータル K/S 値は 270 であるのに対して、GMA 加工糸のトータル K/S 値は 150 となった。重量増加率 1.0% の SS 処理糸のトータル K/S 値は 400 となり、未処理糸に比べて 1.5 倍のトータル K/S 値となり、濃色に染色されていることがわかる。重量増加率 1.6% から重量増加率 4.5% までの SS 処理糸のトータル K/S 値は 450 で一定となり、未処理糸のトータル K/S 値の約 1.7 倍程度の濃色効果であった。今回の染色条件では、重量増加率 1.6% から重量増加率 4.5% までの SS 処理糸は、染料の吸着と脱着が釣り合った染着平衡に達したものと思われる。染料濃度、浴比などの染色条件を検討し、スルホン酸基の導入程度と染色性の関係を明らかにしたい。

亜硫酸ナトリウム濃度、温度、時間、浴比などを一定にして、処理時間のみを変えて調製した SS 処理糸の重量増加率、水分率および引張試験から化学修飾条件を検討し、糸を脆化させない化学修飾条件を決定した。この化学修飾条件で処理した SS 処理糸をカチオン染料で染色した場合、未処理に比べて 1.5 倍以上の濃染効果があることを明らかにした。

ところで、気温が低く、乾いた冬場に限った話ではなるが、濡れた絹糸が乾きにくく、保管の問題から絹糸にかびが発生したこと、絹糸に静電気が発生し、絹糸の扱いに困っているなどの話を聞くことがある。SS 処理糸は処理時間を変えることで、水分率を 7.8% から 9.8% までの範囲で任意の水分率の糸に

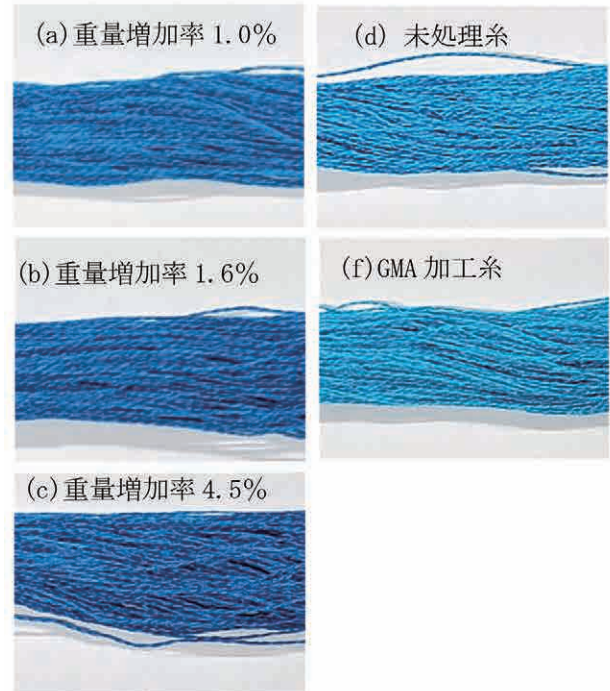


図 4 カチオン染料で染色した SS 処理糸

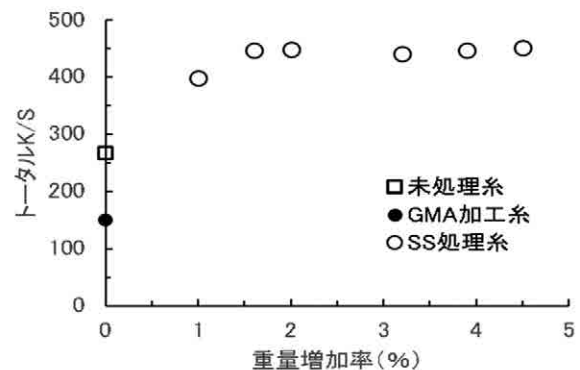


図 5 カチオン染料で染色した SS 処理糸のトータル K/S 値

加工できる。処理時間 60 分の SS 処理糸は、未処理糸と同等の水分率となるので、絹糸の乾きをよくする場合には処理時間を 60 分未満とし、絹糸の静電気を抑制する場合には処理時間を 60 分から 120 分までと使い分けることで、絹の取扱いを改善できるのではないかとと思われる。

要 約

GMA 加工糸にスルホン酸基を導入する化学修飾条件を検討した。亜硫酸ナトリウム濃度、温度、浴比を一定にして、処理時間を変えて GMA 加工糸にスルホン酸基を導入した SS 処理糸を調製した。処理時間が経過するに従い、重量増加率および水分率は増加し、スルホン酸基の導入程度も増加した。また、スルホン酸基の導入程度の異なる SS 処理糸の引張試験の結果、重量増加率 6.3% 以上の SS 処理糸は、強度および伸度が低下し、糸の脆化がみられたことから、GMA 加工糸にスルホン酸基を導入する化学修飾条件は処理時間 120 分までと決定した。この化学修飾条件で調整した SS 処理糸は、未処理糸に比べて濃染効果のあることを確認した。

引用文献

- 花之内智彦 (2016) メタクリル酸グリシジルグラフト加工絹糸の濃染化の試み. 蚕糸会研報, **63**, 1-4.
- 花之内智彦・信澤和行・齋藤裕文・齋藤 宏 (2022) グリシジルメタクリレートグラフト加工絹糸の化学修飾による濃染効果, 蚕糸会研報, **69**, 1-8.
- 今田邦彦 (2003) 染色技術者のための染料化学 (その 9), 繊維機械学会誌, **56**, 352-356.
- Yoshio Iwakura, Toshikazu Kurosaki, Keikichi Uno, Yoji Imai (1963) Reactive fiber. II. Chemical reactivities of cellulose fiber grafted with glycidyl methacrylate. *J. Polymer Sci., Part C*, **4**, 673-698.
- 加古 武・片山 明 (1993) メタクリルアミド/グリシジルメタクリレートおよびグリシジルメタクリレートグラフト絹織物の染色性. 日蚕雑, **62**, 137-144.
- 加藤 弘 (1987) 絹繊維の加工技術とその応用. 185-261, (株)繊維研究社, 東京.
- 川人美洋子 (2010) 染色方法, 染色堅ろう度, 色の特性, 織学誌, **66**, 319-322.
- 近藤一夫 (1978) 染色の科学. 193-203. (株)建帛社, 東京.
- 京都織物精練協同組合 (1990) 精練技術誌. 153-181, 京都織物精練協同組合, 京都.
- 中島康雄 (2017) 繊維染色加工に関わる技術の伝承と進展—羊毛・絹繊維に関する技術— (独立行政法人日本学術振興会繊維・高分子機能加工第 120 委員会編). 270-271. (株)繊維社企画出版, 大阪.
- 佐藤 弘 (1984) 改質ポリエステル繊維とその混紡品用染料の動向. 繊維機械学会誌, **37**, 35-38.
- 関谷裕太・霜田祐一・梅野太輔・齋藤恭一・古本五郎・白瀧浩伸・篠原直志・久保田昇 (2010) 放射線グラフト重合法を用いたタンパク質高速回収用カチオン交換粒子の作製. 日本イオン交換学会誌, **21**, 29-34.
- 塩崎英樹 (1985) 絹のグラフト加工 - 研究と技術について. 日蚕雑, **54**, 91-100.
- 田村照子 (2004) 衣環境の科学. 44-45. (株)建帛社, 東京.

Summary

We investigated the Sulfonation conditions for glycidyl methacrylate grafted silk yarns (GMA-grafted silk). Sulfonation was performed under constant conditions of sodium sulfite concentration, temperature, and bath ratio while varying only the processing time. After the sulfonation, the rate of weight increase and the moisture content of

the GMA-grafted silk increased, showing that the sulfonic acid group had been introduced into the grafted yarns. The tensile test results showed that the sulfonated GMA-grafted yarn with a 6.3% weight gain had decreased strength and elongation, indicating embrittlement. The Sulfonation conditions for GMA-treated silk were determined to be up to 120 minutes of treatment time. It was confirmed that the sulfonated GMA-treated silk enhanced deep dyeing compared to untreated yarn.

冷蔵浸酸処理した散種における 消毒の孵化への影響について

池嶋智美・鶴井裕治

蚕糸科学技術研究所

SATOMI IKEJIMA AND YUJI TSURUI : The influence of disinfection on hatching in loose silkworm eggs subjected to acid-treatment after chilling.

緒 言

国内の蚕種製造業者が製造する普通蚕種の多くは、散種（ばらだね）として調製されている。散種とすることで、重量換算により正確な粒数の蚕種を容易に準備できる利点がある。

一般に蚕種の消毒にはホルマリン水溶液（以下、ホルマリン）が用いられている（平田, 1995）。ホルマリンは、雌蛾が産卵時に分泌する糊状タンパク質に作用し、浸酸処理時に蚕種が台紙から脱落するのを防ぐ固定剤としても使用されている。しかし、1粒ずつ分離した状態で取り扱う散種では、この固定作用により卵同士が付着するおそれがあるため、通常、ホルマリンによる消毒は行われていない。

蚕種の消毒は蚕病予防において極めて重要であり、散種に使用可能な消毒剤の選択肢が広がることは実用上の意義が大きい。そこで本研究では、冷蔵浸酸処理を行う散種を対象にホルマリンによる消毒を実施した。散種の洗い落とし過程に伴う物理的刺激や、浸酸およびホルマリンによる化学的刺激が孵化に及ぼす影響を総合的に検討するとともに、浸酸後に再冷蔵した蚕種（阿相・常楽, 2003）の孵化についても調査したので報告する。

本文に先立ち、技術的支援をいただいた蚕糸科学技術研究所蚕種製造グループの各位、ならびに助言・校閲を賜った同研究所 中村匡利博士に深く感謝申し上げます。

材料と方法

1. 蚕種

2025年春蚕期に錦秋および鐘和を飼育し、錦秋×鐘和の蚕種を製造した。散種台紙上に産卵させた蚕種を、産卵約48時間後に5℃に移し、その後55～56日間冷蔵した。

2. 洗い落とし（図1, 附図1）

蚕種を15℃に約2時間、25℃に約2時間置いた後、常温に移した。水を張ったバットに産卵台紙を約15分間浸漬し、専用の洗い落とし台を用いて流水で台紙から蚕種を洗い落としとして容器に回収した。洗い落とした蚕種を流水で糊抜きした後、およそ3等分して袋に入れ、軽く振って粗く水気を除いた。

3. 浸酸および消毒 (図 1, 附図 1)

ホルマリンはホルムアルデヒド濃度 3% となるよう調製し, 冷蔵浸酸用の塩酸水溶液 (以降, 浸酸液) は 15°C で比重 1.100 となるよう調製した。

消毒の順序の異なる以下の 2 試験区を設け, 対照区は浸酸のみとした。

試験区 1 (先ホルマリン区):

蚕種をホルマリンに 30 分間, 浸酸液と同じ比重に調製した塩酸水溶液に約 1 分間浸漬した後, 48°C の浸酸液で 6 分間浸酸した。流水中で 30 分間蚕種を脱酸し, 約 18°C の室内で乾燥した。

試験区 2 (後ホルマリン区):

蚕種を浸酸液と同じ比重の塩酸水溶液に浸漬した後, 48°C で 6 分間浸酸した。脱酸後にホルマリンへ 30 分間浸漬し, さらに流水で 30 分間洗浄してから約 18°C で乾燥した。

対照区: 蚕種を浸酸液と同じ比重の塩酸水溶液に浸漬し, 浸酸および脱酸した後, 約 18°C で乾燥した。

4. 催青および孵化調査 (図 1, 附図 1)

各試験区および対照区の散種を 2 分し, 一方は 25°C, 16L-8D 条件下で催青した。もう一方は 5°C に再冷蔵し, その 20 日後に 2.5°C へ移動した。冷蔵開始から 88 日後に 15°C へ出庫し, その 6 時間後に 25°C へ移動して 16L-8D 条件下で催青した。

無冷蔵の散種については各区約 0.6 g を, 再冷蔵した散種については各区約 0.6 g を 3 反復ずつ秤量した。いずれも, 死卵および不受精卵を取り除いて催青した。孵化率は, 孵化開始から 2 日後に調査した。

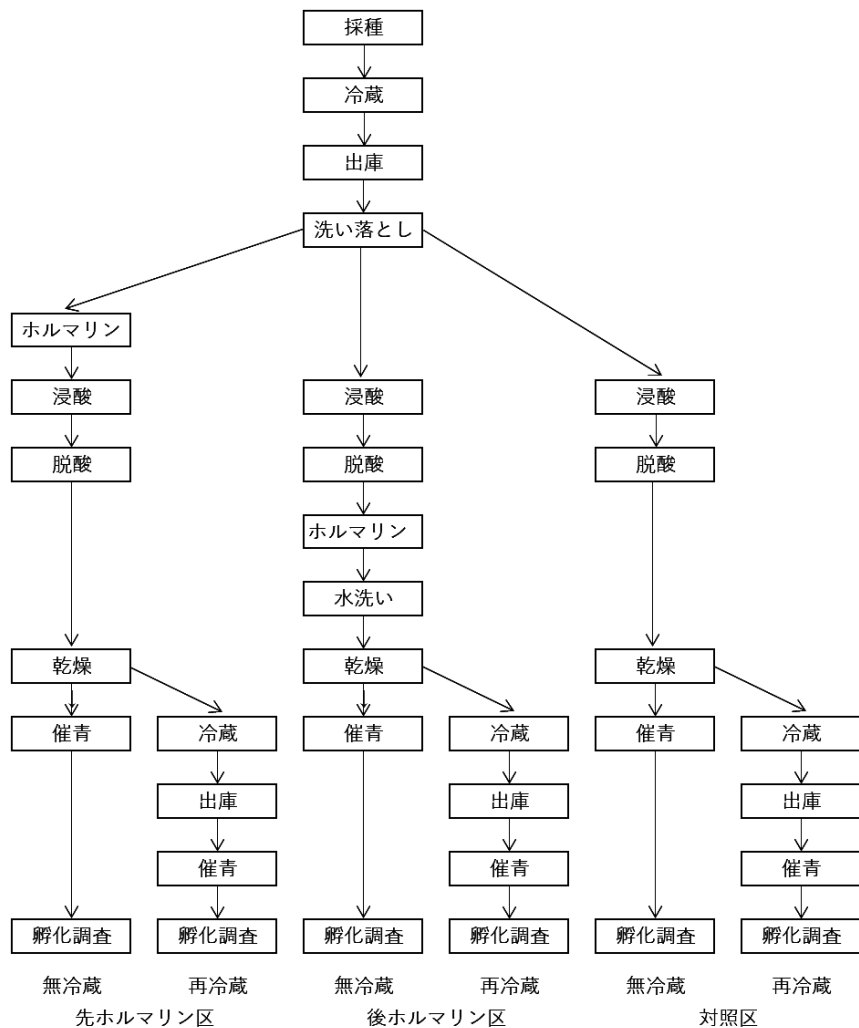


図 1 散種の調製, 冷蔵浸酸およびホルマリン消毒の手順

結 果

浸酸後直ちに催青した，先ホルマリン区，後ホルマリン区および対照区の散種の粒数は，それぞれ1015粒，1017粒および1015粒で，その孵化率は99.2%，99.9%および100%であった（図2）。孵化はすべて催青開始11日後に始まった。孵化初日の目視調査では，後ホルマリン区と対照区が約3割だったのに対し，先ホルマリン区は他の2区に比べてやや少なく約2割であった。孵化2日目でも同様に，後ホルマリン区と対照区が約95%，先ホルマリン区は約90%であった。

次に，浸酸後88日間冷蔵した散種の粒数はそれぞれ，先ホルマリン区が1029粒，1040粒および1037粒，後ホルマリン区が1031粒，1014粒および1016粒，対照区が1029粒，1030粒および1026粒であった。これらの孵化率は，それぞれ $99.6 \pm 0.10\%$ ， $99.0 \pm 0.56\%$ および $99.7 \pm 0.15\%$ であった（図3）。孵化は全ての区で催青開始10日後に始まった。孵化初日の目視では，対照区が約1～2割と多かったのに対し，先ホルマリン区および後ホルマリン区は1～5%程度と少なかった。しかし孵化2日目には区間差が小さくなり，先ホルマリン区96～98%，後ホルマリン区98～99%，対照区約99%となった。

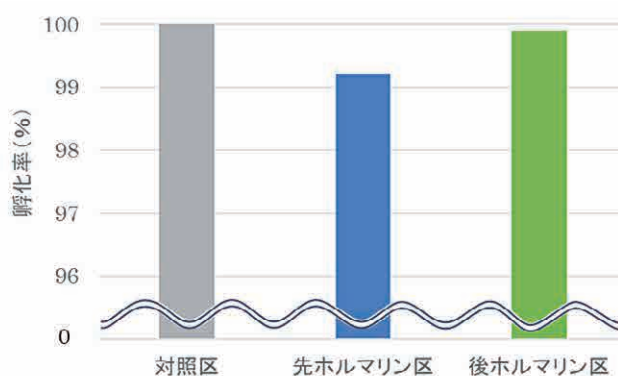


図2 冷蔵浸酸処理した散種の各試験区における孵化率

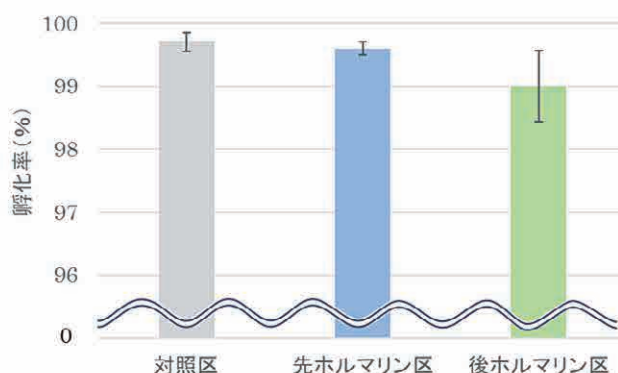


図3 冷蔵浸酸処理した散種の各試験区における再冷蔵後の孵化率



①洗い落とし



②ホルマリン浸漬



③浸酸



④水洗い



⑤乾燥（乾燥前）



⑥乾燥（乾燥後）

附図1 散種の調製，冷蔵浸酸およびホルマリン消毒作業

考 察

本研究では、冷蔵浸酸処理した散種に対するホルマリン消毒が孵化に及ぼす影響を検討した。その結果、冷蔵の有無にかかわらず、対照区の孵化率が最も高かったものの、試験区との差は最大でも0.8%であり、ホルマリン消毒が孵化に及ぼす影響は極めて小さいものと考えられた。

先ホルマリン区と後ホルマリン区の孵化率は、無冷蔵と再冷蔵で順位が逆転したが、その差はいずれも僅かであり、ホルマリン処理のタイミングが孵化を大きく左右するものではないと判断された。

ホルムアルデヒド濃度3%のホルマリンへの30分間浸漬は、台紙上の蚕種の消毒方法として一般に用いられており、散種に対しても実用上有効な消毒効果を持つと考えられる。しかし、散種ではタンパク質の固定作用により卵同士が接着しやすくなる懸念がある。実際、先ホルマリン区では乾燥後に一部の卵同士に接着がみられたが、孵化率への影響を示す明確な変化は認められなかった。

ただし、大量の散種を調製する場合には、少量調製の今回とは異なり、卵塊が形成され、孵化口の閉塞による孵化阻害が起こる可能性がある。したがって、実際の製造規模におけるホルマリン消毒の影響については、今後さらに検討が必要である。また、今回の散種については飼育試験を実施し、消毒が発育に及ぼす影響についても評価する予定である。

要 約

冷蔵浸酸処理した散種にホルマリン（ホルムアルデヒド濃度3%）による消毒を行い、その孵化への影響を検討した。錦秋×鐘和の蚕種を用い、浸酸前にホルマリン処理を行う区（先ホルマリン区）、浸酸後に処理を行う区（後ホルマリン区）、および対照区（浸酸のみ）を設けた。無冷蔵で直ちに催青した場合、各区の孵化率は99.2～100%と高く、区間差は最大0.8%とわずかであった。浸酸後に88日間再冷蔵した蚕種においても、孵化率は99.0～99.7%を示し、ホルマリン処理の有無や処理順序による明瞭な差異は認められなかった。先ホルマリン区では乾燥後に卵同士の接着がみられたものの、孵化率の顕著な低下にはつながらなかった。以上の結果から、ホルマリン消毒は冷蔵浸酸処理散種の孵化に対してほとんど影響せず、消毒方法として支障がないと考えられた。ただし、大量調製時には卵同士の接着による孵化阻害の可能性があるので、実用規模での検証が今後の課題である。

引用文献

- 平田保夫（1995）蚕の飼育者便覧（未定稿）．農林水産省 蚕糸・昆虫農業技術研究所 つくば, p.71.
阿相敏雄・常楽千恵子（2003）冷蔵浸酸種の再冷蔵に関する研究．蚕糸会研報, **51**, 31-38.

Summary

This study investigated the influence of disinfection with 3% formalin (aqueous formaldehyde) on the hatching of loose silkworm eggs subjected to acid treatment after chilling. Eggs of the hybrid Kinshus × Showa were assigned to three treatments: formalin before acid treatment, formalin after acid treatment, and an acid-treatment-only control. When incubated immediately without additional chilling, all groups showed high hatching rates (99.2–100%) with only minimal differences among treatments. After an additional 88-day cold storage following acid treatment, hatching rates remained similarly high (99.0–99.7%), and no clear effects of formalin treatment or order of the treatment were observed. Although slight egg adhesion occurred in the pre-formalin treatment after drying, it did not result in notable reductions in hatching performance. These results indicate that disinfection with 3% formalin has little effect on the hatching of chilled, acid-treated loose eggs and can be considered a feasible disinfection method. However, the possibility of egg adhesion during large-scale handling suggests that further verification under practical production conditions is needed.

令和7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 FY2025

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植技術の向上にも努めている。今年度は桑苗育成の技術向上にも取り組んだ。本報告では、研究所における年間の桑園管理情報が養蚕農家における桑園管理の一助になることを期待して、令和7年度の桑園管理概況を報告する。

桑園概況

令和7年12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6ha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号桑園(50a)及び3号桑園(50a)で栽培し、夏秋蚕期用としては「改良鼠返」を6号桑園(50a)、「はやてさかり」を11号桑園(50a)で栽培している。見本桑園の9号桑園では143品種の桑を維持している。5号休閑地は試験用桑園とし、桑苗を育成した。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を春蚕期収穫後の夏切り作業の暑い時に扇風機代わりとして使用したところ涼しく快適に作業ができた。

令和7年度桑園管理と研修

令和7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

当圃場では毎年4月上旬ごろからヒメムカヨモギ、オニノゲシ、オオアレチノギクなどの雑草の勢いが盛んになるため、除草剤を用いて除草処理を行った。除草剤の散布方法は背負い式バッテリー噴霧器を用いて除草剤を桑株元に散布した。即効性の除草剤であり散布した翌日には雑草が茶色に変色し除草の効果が表れる。散布面積約2.4haを作業員2名で散布を行い作業時間は10a当たり約30～40分位であった。

桑園略図

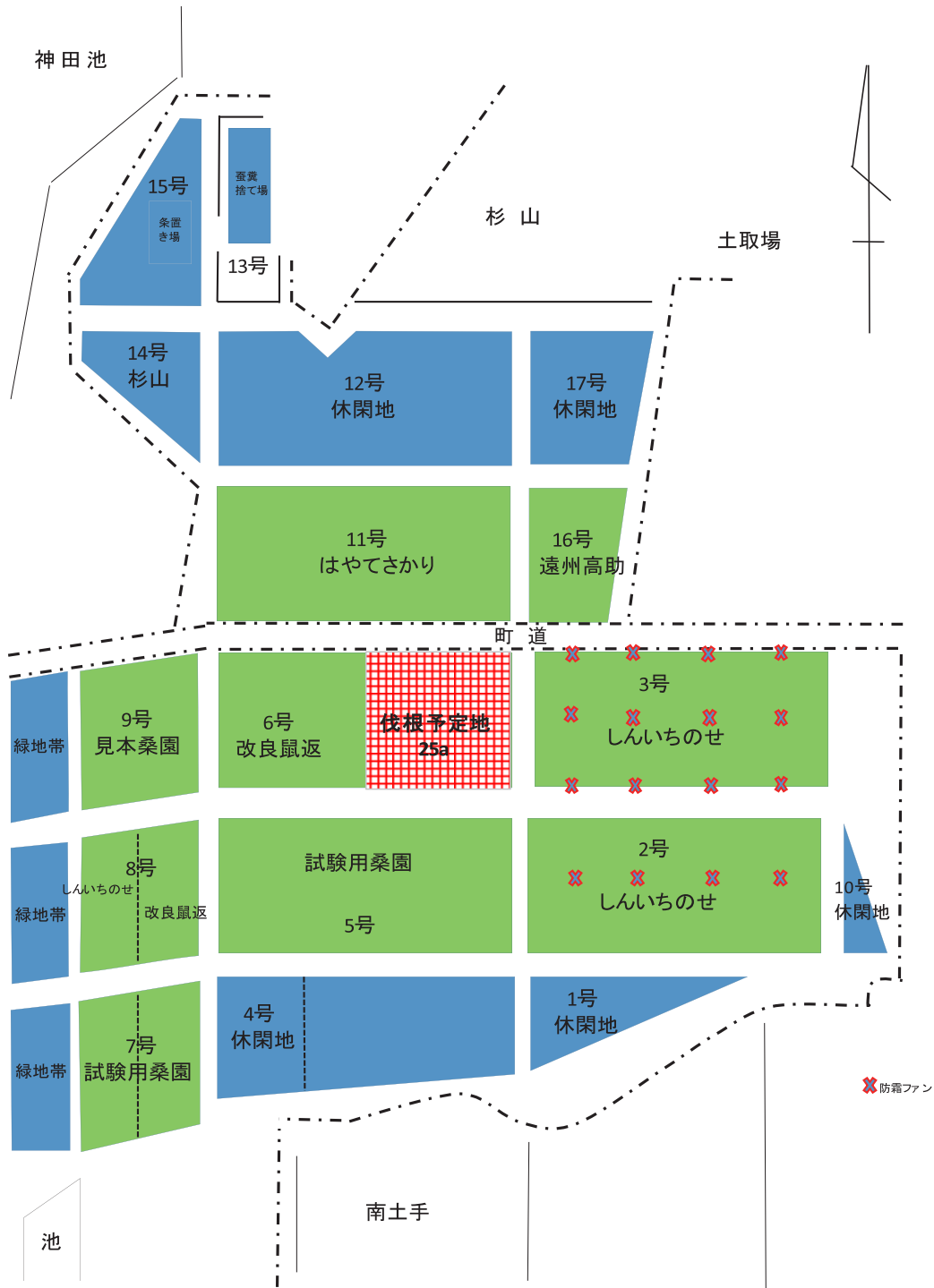


図1 蚕糸科学技術研究所桑園

発芽調査

4月上旬～中旬にかけて春蚕期用に栽培している3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定点で調べている。図5A～Cは、それぞれ脱苞期(4/8)、燕口期(4/12)及び開葉期(4/15)の発芽状況で異常は認められず、幸いに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5 発芽の経日変化 A: 脱苞期(4/8); B: 燕口期(4/12); C: 開葉期(4/15)

殺虫剤散布

殺虫剤については、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防除対策として殺虫剤散布を行った。散布用機材は小型運搬機と動力噴霧器を用いた。

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2,230kgであった。春蚕期用の桑の収穫と所内2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、蚕の生育は順調であった。

夏切り作業及び施肥

春蚕期用2号、3号桑園については、5月下旬～6月中旬にかけて夏切り作業を行った。基部から伐採した廃条については、昨年はフレールモアにより粉碎処理してすきこんだが、今年度は、残桑が多く条が太いことでフレールモアが故障する恐れがあるため、今回は廃条置場で山積みにした。ブロードキャスターを用いて夏季の施肥を行った。肥料は10a当たり約80kgの化成肥料を使用した。

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、ヤブガラシなどの雑草が多く発生したため除草剤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条件となる。例年この時期には雑草が繁茂するためスポット処理は必須の作業である。

毎年キボシカミキリが発生しているため、春蚕期終了後に殺虫剤による駆除を行った。

初秋蚕期から晩秋蚕期の管理

今年度は初秋・晩秋蚕期の桑収穫の作業は、蚕飼育担当者が剪定鋏で行った。初秋蚕期の収穫量は約1,320kgで晩秋蚕期の収穫量は約2,550kgであった。本年は雨量が少なく夏秋専用桑園の桑の伸長が悪く葉の方も硬めで、枝も例年に比べて細かった。晩秋蚕期に害虫「クワアザミウマ」の被害が多く見られたが、桑の収量は十分にあるので問題はなかった。その他の管理として、夏秋専用6号及び11号桑園において株間除草とトラクターによる畝間のロータリー除草を行った。

見本桑園の管理

令和5年8月に見本桑園に「アメリカシロヒトリ」の被害があり剪定して足で踏んで捕殺した。(図12、13、14)



図12 品種：胡桑の被害



図13 品種：茨城桑の被害



図14 アメリカシロヒトリ幼虫

6号桑園の管理

昨年度から6号桑園（品種：改良鼠返）中央から東側の所々（約20か所）図1の赤の網かけ部分に桑萎縮病が発生し感染しないように感染株を除草剤で枯らす作業を行ったが、一向に感染が治まらずこのままでは感染拡大の恐れがあるので圃場中央から東側約25aを次年度に伐根の予定である。

その他

「カイコ飼おう2025キャンペーン」と「江戸で養蚕の会」で必要な桑葉を11号桑園から収穫し冷蔵発送した。「カイコを飼おう2025キャンペーン」の桑葉は計約80kgを発送し「江戸で養蚕の会」の桑葉は計約10kgを発送した。養蚕研修用桑は11号桑園から採取した。(図15、16、17)



図15 桑の収穫



図16 桑の計量：5kg/袋



図17 桑枝付きで冷蔵発送

次年度に向けての管理作業

令和8年度の春蚕期には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令和7年10月～令和8年1月下旬にかけて行う。2月中旬にはペレット状堆肥（美駒グリーンペレット）を入れ、3月上旬に春施肥を行いその後、雑草防除に除草剤の散布を行い、春蚕期用蚕飼育に必要な桑を提供できるように準備を整える。

図18 9号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 雲龍	1-10 岩瀬	1-9 市平	1-8 一ノ瀬	1-7 あやのぼり	1-6 あつばみどり	1-5 あさゆき	1-4 赤芽魯桑	1-3 赤木	1-2 あおばねずみ	1-1 愛国桑
2-11 改良早生十文字	2-10 改良魯桑	2-9 改良鼠返	2-8 改良一ノ瀬	2-7 小幡	2-6 落井	2-5 おおゆたか	2-4 大島桑	2-3 大倉	2-2 大唐桑	2-1 遠州高助
3-1 銀芭蕉	3-10 金芭蕉	3-9 黄葉十文字	3-8 きぬゆたか	3-7 臥龍	3-6 甘楽桑	3-5 かんまさり	3-4 カナダ産B	3-3 カナダ産A	3-2 カタネオ	3-1 春日
4-11 国桑第70号	4-10 国桑第27号	4-9 国桑第21号	4-8 国桑第20号	4-7 国桑第13号	4-6 甲選	4-5 剣持	4-4 毛桑	4-3 荊桑	4-2 鶏冠桑	4-1 群馬赤木
5-11 軸無	5-10 清国野桑	5-9 しんけんもち	5-8 新桑2号	5-7 新桑1号	5-6 しんいちのせ	5-5 白芽魯桑	5-4 収穫一	5-3 清水早生	5-2 島ノ内	5-1 山中高助
6-11 たちみどり	6-10 橘桑	6-9 多胡早生	6-8 蘇州1号	6-7 惣助早生	6-6 せんしん	6-5 赤材桑	6-4 世界一	6-3 清十郎	6-2 上州早生	6-1 十島
7-11 根小屋高助	7-10 なつのぼり	7-9 長沼	7-8 仲間木	7-7 富栄桑	7-6 ときゆたか	7-5 鶴田	7-4 司桑	7-3 縮桑	7-2 千曲大葉	7-1 田中奥州
8-11 米国13号	8-10 扶桑丸	8-9 福島大葉	8-8 ふかいゆき	8-7 ひのさかり	8-6 飛騨桑	8-5 はやてさかり	8-4 はちのせ	8-3 八石早生	8-2 野田早生	8-1 鼠返
9-11 9ツ房	9-10 紫早生	9-9 水内桑	9-8 みなみさかり	9-7 みつみなみ	9-6 みつさかり	9-5 みつしげり	9-4 水沢桑	9-3 ポップベリー	9-2 細江	9-1 紅皮魯桑
10-11 両面桑	10-10 利桑	10-9 ララベリー	10-8 ゆきまさり	10-7 ゆきしらず	10-6 ゆきしのぎ	10-5 ゆきあさひ	10-4 山形58号	10-3 山形6号	10-2 山形4号	10-1 柳田
11-11 果実用桑 (キラベリー)	11-10 白実桑(松本)	11-9 谷桑(6株)	11-8 師走桑	11-7 昭和桑	11-6 韓国A22	11-5 伊藤早生	11-4 伊東早生	11-3 わせみどり	11-2 魯八	11-1 魯桑
12-11 五郎治早生	12-10 ヒックスマルベリー	12-9 フィーカス	12-8 万年	12-7 間物	12-6 豊受桑	12-5 トルコフルーツ	12-4 秩父桑	12-3 加川桑	12-2 益進桑	12-1 茨城桑
13-11	13-10 九73-92	13-9 黄葉一ノ瀬	13-8 茶桑	13-7 母恋	13-6 長野安曇	13-5 天城野桑	13-4 復興	13-3 ラージ	13-2 胡桑197	13-1 胡桑199
										14-1 雲南枝垂桑
			15-8 ポップベリー	15-7 大唐桑	15-6 ララベリー	15-5 カタネオ	15-4 ポップベリー	15-3 大唐桑	15-2 ララベリー	15-1 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)

※各品種5株とし毎年、枯株調査し欠株があれば挿し木増殖を行い各品種の現状維持を努める。

・図の見方は上方が東で右方が南である。(図18)

熟蚕を回転簇へ上簇を行う際の 上簇ネットと熟蚕振込器の代替え

持田裕司・松本正江・青山康司・赤井雅志・岡島正章

蚕糸科学技術研究所

YUJI MOCHIDA, MASAE MATSUMOTO, YASUSHI AOYAMA, MASASHI AKAI AND MASAOKI OKAJIMA : Substitute the mounting net and the device for transfer matured silkworms to rotary cocooning frame

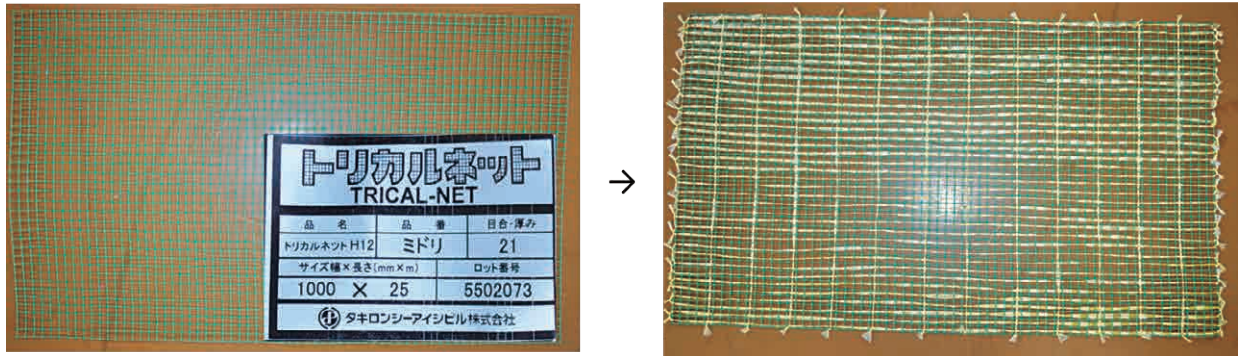
緒 言

近年、養蚕農家が減少し、養蚕関連機器についても製造中止になっているものが多くある。新規に養蚕を始めようとしても、養蚕関連機器や資材購入が難しくなっており、養蚕用資材の代用品の検討が求められている。これまでも当研究所では、養蚕用ピロシート（持田ら、2022）や防乾紙（持田ら、2023）などの代替品を考案してきた。今回、新規参入者から問い合わせがあった、製造中止になっている「熟蚕を回転簇へ上簇を行う際の上簇ネット」と「カイコを回転簇に振り込む際に使用している熟蚕振込器」の代替品の検討を行ったので報告する。

材料と方法

上簇ネットの代替品として、トリカルネット H12（ポリエチレン製網、網目ピッチ：21mm × 21mm、H12、タキロンシーアイシビル株式会社）を用いた。1巻き 100cm × 25m なので、これを幅 75cm、長さを 128cm 前後にハサミで裁断した。これだけでは、カイコが網目から落下してしまう可能性があるため。網目間に、平巻テープ黄（長さ 160m × 幅 45mm、ポリエチレン製、株式会社大創産業製）を用いて、交互に縫うように縦横に通した。縦マスはすべて編み、横マスは 4 マス空けて編むこととした（図 1、2）。

熟蚕振込器の代替品は、ホームセンターで大型角軒どい（前上り 135、長さ 4m、タキロンシーアイ株式会社）と角軒どいの両脇を塞ぐための角止まり（サイズ 135、タキロンシーアイ株式会社）を購入した。角軒どいを長さ約 95cm に裁断し、雨どい用接着剤（KQ8905、パナソニック株式会社）を用いて、角止まりを角軒どいの左右端に取り付け、接着し、細長い熟蚕振込器とした（図 3、4）。



トリカルネット（タキロンシーアイビル株式会社）を長さ 128cm × 幅 75cm に裁断した

トリカルネットに、平巻テープ黄（長さ 160m × 幅 45mm）を用いて、縦マスはすべて編み、横は 4 マス空けて編む

図1 代替え上蔭ネットの作成方法

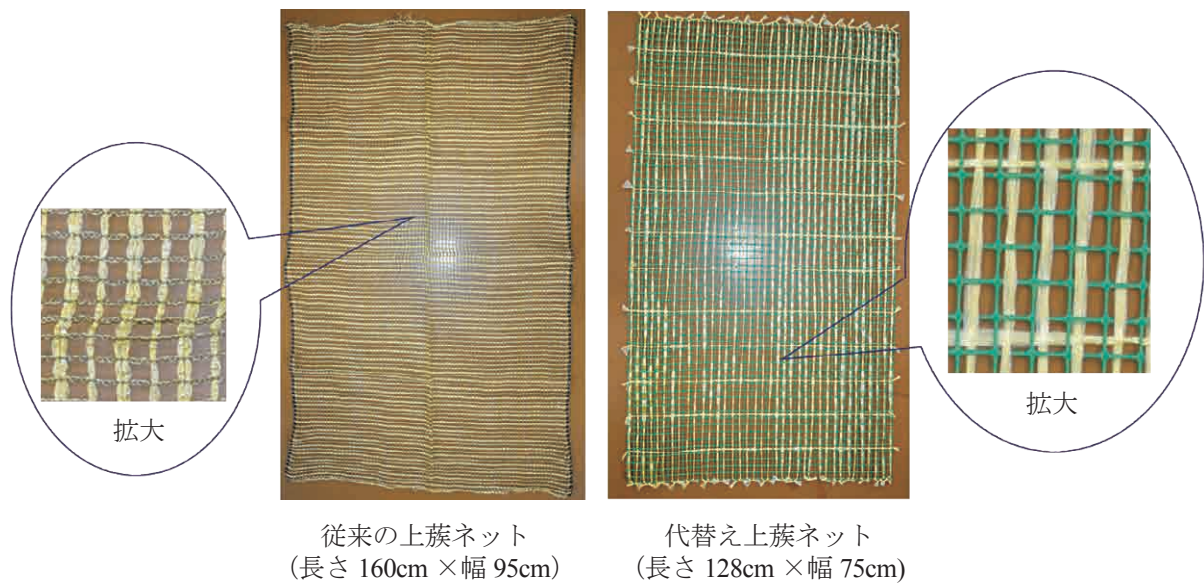
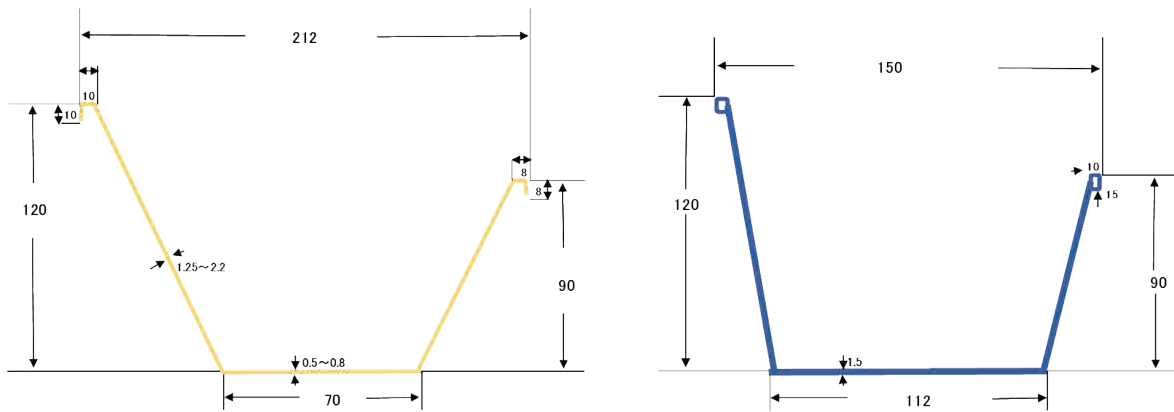


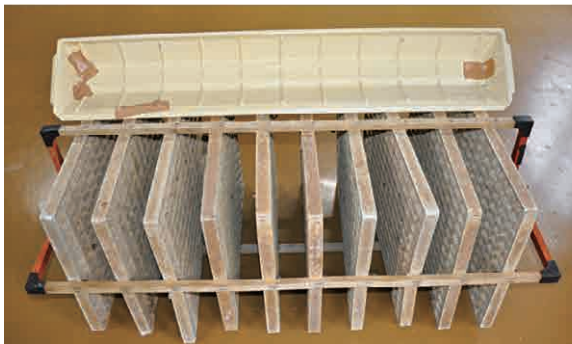
図2 上蔭ネットの代替え



旧熟蚕振込器 (mm)、長さ：1130mm

新熟蚕振込器 (mm)、長さ：950mm
大型角軒どいを950mmで裁断し、
両脇に角止まりを取り付けた

図3 熟蚕振込器の形状・寸法



旧熟蚕振込器



新熟蚕振込器

図4 回転簇と熟蚕振込器

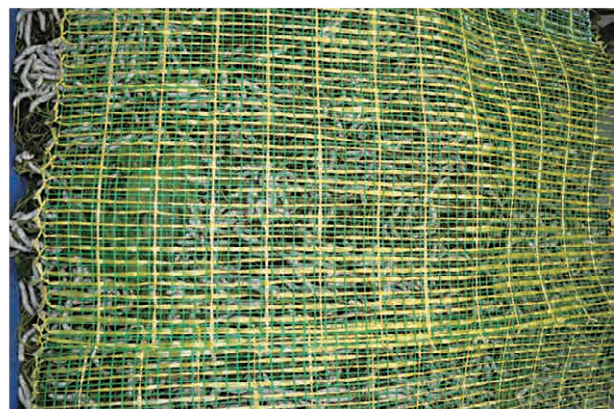
結果と考察

養蚕作業で上簇作業はもっとも忙しい作業であり、重要な作業である（轟、1967）。作業手順や動作が作業効率に大きく影響する。一般的に上簇作業は、条払いや手作業で集めた熟蚕を回転簇へ上簇させるが、その時のカイコの取り扱いやすさが重要であり、その簡易化、能率化が進められてきた（月ヶ瀬・河田、1971、斎藤・菅谷、1998）。

カイコが熟蚕になる際、早めの熟蚕が見えたら蚕座の上に上簇ネットを敷いてから1～2回給桑してから上簇作業に入る（図5）。これにより、カイコは熟蚕になると上に登る習性があるので、大部分のカイコが上簇ネットより上部の部分の桑に上って来る。上簇ネットを敷くことで熟蚕を上簇する際、桑の枝葉に登ってきている熟蚕を取り出しやすくなっている。この枝葉について熟蚕は、条払機でふり落とされ、枝葉と分離できる。カイコに今までは、ナイロン製の網で、カイコが上手く上がれるように作られていたが、現在は製造されていない。そこで、トリカルネットとナイロン紐を組み合わせて作製したが、従来の上簇ネットと代替えの上簇ネットでも熟蚕がネットの上に登るのは、殆ど変わり無く、作業的にも不便さは感じられなかった（図6）。条払い後にもう一度上簇ネットをかけて、枝葉や残沙と熟蚕に分ける際にも、カイコの網の上への登り方は殆ど変わらず、カイコだけの選別が可能であった（図7）。



従来の上簇ネット



代替え上簇ネット

図5 上簇前日に上簇ネットを蚕座にかける

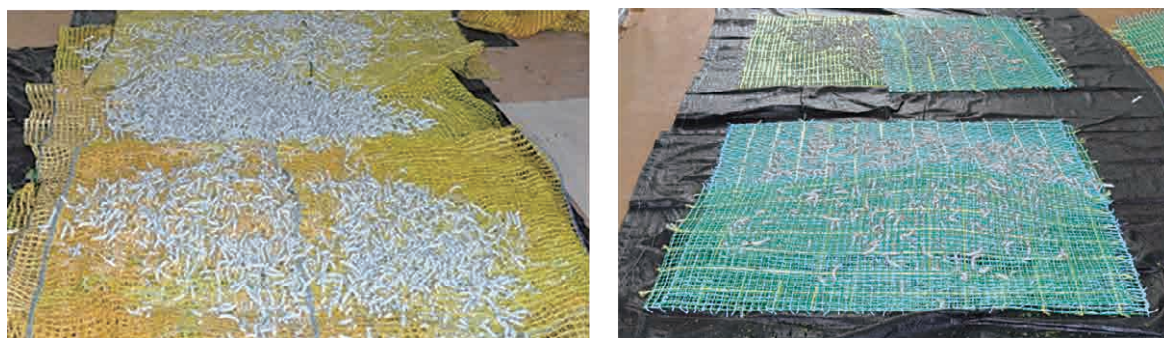


従来の上簇ネット



代替え上簇ネット

図6 上簇ネットの上に熟蚕が上がってきた様子



従来の上簇ネット

代替上簇ネット

図7 条払い後にもう一度上簇ネットをかけて枝葉や残沙とカイコ（熟蚕）を分ける

カイコの上簇を行う際に、上簇前に回転簇を床に並べて、熟蚕を振り込む方法で行っている場合には、熟蚕振込器を用いて、熟蚕を回転簇へ振り込む作業を行っている場合が多い。熟蚕を回転簇に振り込みしやすくするためと一定数のカイコが各回転簇で上簇出来るように熟蚕振込器が必要となってくる。当所では、熟蚕のサンプル調査を行い、振込器に入れた熟蚕の重さを計測し、ほぼ1000頭を各回転簇に振り込むように調整している。プラスチック製の振込器は、経過年数と共に壊れやすく、破損した振込器もでてきたため代替品が必要となってきた。そこで今回、大型角軒どいと角軒どいの両脇を塞ぐための角止まりを利用して、熟蚕振込器の製作を行った。材料は全てホームセンター等で購入可能であった。完成した熟蚕振込器は、高さは同じであるが、従来に比べて、上部が212mmから150mmと狭くなり、底が70mmから112mmと広がった。また、長さを113cmから95cmと短くし、カイコが回転簇の内側に入るようにした。重さは約927.0gであり、旧熟蚕振込器は約588.7gで約338g重くなっていた。実際に熟蚕を入れて計量し（図8）、回転簇へ熟蚕を振り込んだが、サイズに問題は無かった（図9）。なお、実際に作業を行った場合でも、容器の重さについては問題が無く、作業上の遜色は全く無かった。

このように、一般にホームセンター等で購入できる資材を利用し、養蚕資材である上簇ネットと熟蚕振込器の代替品の作製が可能となった。



図8 熟蚕の重さを計量



旧熟蚕振込器



新熟蚕振込器

図9 熟蚕の振り込み作業

要 約

養蚕資材である上蔭ネットと熟蚕振込器の代替品を検討した。上蔭ネットは、トリカルネット H12 (ポリエチレン製網、網目ピッチ: 21mm × 21mm) を用いた。これを幅 75cm、長さを 128cm 前後にハサミで裁断し、網目間に、平巻テープを用いて、交互に縫うように縦横に通した。縦マスはすべて編み、横マスは 4 マス空けて編むこととした。この新規の上蔭ネットにより、カイコがネットの上に登り、従来と同じように上蔭作業を行うことが出来た。

熟蚕振込器は、大型角軒どい (前上り 135) を用いた。これを約 95cm に裁断し、角軒どいの両脇を塞ぐため角止まり (サイズ 135) を雨どい用接着剤で接着した。この新規の熟蚕振込器により、従来と同じように回転蔭にカイコを振り込むことが出来た。

引用文献

- 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.
- 斎藤敏弘・菅谷隆幸 (1998) 自動熟蚕収集機の開発と高能率上蔭技術体系, 群馬県蚕業試験場研究報告, 4, 13-16
- 轟恒男 (1967) 熟蚕を回転軸へ振り込み方法と作業効率, 蚕糸研究, 65, 129-136
- 月ヶ瀬恒夫・河田 貢 (1971) 上蔭補助器による上蔭作業の簡易化, 蚕糸研究, 78, 59-64

Summary

As a substitute for the mounting net, we considered using trical net (polyethylene mesh, mesh pitch: 21mm x 21mm) and flat tape (polyethylene). The trical net was cut with scissors to a width of 75 cm and a length of 128 cm, and flat tape was threaded between the mesh holes in alternating rows and columns. We decided to knit all the vertical mesh and knit every fourth horizontal mesh. This new mounting net allowed the matured silkworms to mount onto the net, allowing the mounting work to be carried out in the same way as before.

As a substitute for the device for transferring matured silkworms to rotary cocooning frame, we considered using a large square gutter. The gutter (front rise 135) was cut to approximately 95cm, and square stops (size 135) were glued on to both sides with gutter adhesive. This new device makes it possible to transfer silkworms into the rotary cocooning frame in the same way as before.

令和8年3月22日 印刷
令和8年3月22日 発行

〔非売品〕

発行所 一般財団法人 大日本蚕糸会
東京都千代田区有楽町 1-9-4
電話03(3214)3411(代) 〒100-0006

印刷所 株式会社梶本
茨城県かすみがうら市稲吉 1-3-3

Journal of DAINIPPON SILK FOUNDATION

No.73, March 2026

Contents

Research Reports

1. YOKO TAKEMURA, YUJI MOCHIDA, MASAOKI OKAJIMA AND AKIO OHNUMA:
Changes in rearing results for "Shunrei x Shogetsu", "Kinshu x Showa",
"Kai-Ryo x Ake-Bono" and "Platinum Boy" 1
2. TOMOHIKO HANANOUCHE, KAZUYUKI NOBUSAWA, HIROFUMI SAITO, KEI YOSHII, HIROSHI SAITO AND HITOSHI KOIKE:
Color fastness of sulfonated glycidyl methacrylate graft-polymerized silk yarns dyed
with cationic dyes 10
3. AKIRA KURIOKA AND SATOMI IKEJIMA:
Study on the FFA testing method for raw silk using sizing skein 15
4. SATOMI IKEJIMA AND YUJI TSURUI:
On the maintenance of the original strains of the practical silkworm race
"Kinshu x Showa" 20
5. TOMOHIKO HANANOUCHE, KAZUYUKI NOBUSAWA, HIROFUMI SAITO, KEI YOSHII, HIROSHI SAITO AND HITOSHI KOIKE:
Investigation of sulfonation conditions for glycidyl methacrylate graft-polymerized silk yarns 28
6. SATOMI IKEJIMA AND YUJI TSURUI:
The influence of disinfection on hatching in loose silkworm eggs subjected to
acid-treatment after chilling 35

Technical Reports

1. TAKESHI MATSUKAWA AND MASASHI AKAI:
Overview of the mulberry field management at Institute of Sericulture and
Silk Science in FY2025 40
2. YUJI MOCHIDA, MASAE MATSUMOTO, YASUSHI AOYAMA, MASASHI AKAI AND MASAOKI OKAJIMA:
Substitute the mounting net and the device for transfer matured silkworms to rotary
cocooning frame 45

Published by

THE DAINIPPON SILK FOUNDATION