

まゆ 繭

世界主要国の繭生産 単位トン

区 分	2001年	2002年	2003年	2004年
日本	1, 031	880	780	683
中国	602, 000	645, 000	611, 000	677, 000
インド	140, 000	128, 000	117, 000	120, 000
ベトナム	22, 000	21, 000	(21, 000)	(21, 000)
ブラジル	9, 916	10, 238	9, 966	8, 005
タイ	17, 900	17, 800	17, 800	16, 800
ウズベキスタン	20, 000	(20, 000)	(20, 000)	(20, 000)
イラン	5, 000	3, 500	3, 200	
インドネシア	749	691		
トルコ	47	100	169	
ブルガリア	52	50		
ギリシャ	40	60	60	70
フィリピン	17	28	29	22
主要国の計	818, 752	847, 347	800, 998	863, 580

世界の繭の生産量の推移をみると、国によって著しい変動がある。かつて19世紀には、イタリアでは6万トン以上、フランスでは2万トン以上の繭が年間に生産されていたことがある。しかし現在は、すでにこの両国の名はない。

絹織物1反を作るに必要な繭の量

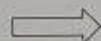
着尺地 1反は
幅36～38 cm
長さ11.4～13.0m



絹織物 1反 ➡ 生糸 900g ➡ 繭 4.9kg(約2,600粒) ➡ 蚕 約2,700頭 ➡ 桑葉 98kg



繭を乾燥する
Drying



貯蔵する
Storing



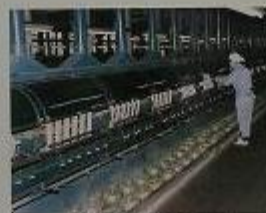
悪い繭を除く
Sorting



繭を煮る
Cooking



繭糸を数本合わせて小枠に巻き取る
Reeling



大枠に巻き返す
Rereeling



生糸を束ねる
Packing



生 糸
Raw Silk

繭から生糸ができるまで

Process of Silk Reeling

松本支所に隣接する蚕糸記念公園の 2つの記念碑



松本支所の隣接したところに松本市蚕糸記念公園があります。公園内には蚕業革新記念碑と秋蚕創業碑の二つの記念碑がある。



蚕業革新発祥記念碑

一代交雑の業績の偉大さや破竹の勢いにあった蚕糸業の力がおいにあずかり、昭和3年に松本城の城郭脇という一等地に建立されました。昭和45年に「蚕糸記念公園」の開設が実現したのを契機に記念碑としては蚕糸記念碑に移されて、ようやくふさわしい場所を得たといえるでしょう。蚕糸業発展の黎明期に、松本地方がその中心であったことを永く後世に伝えてゆくであろう。

秋蚕創業碑

蚕種の風穴貯蔵利用法の確立と明治8年(1875)に長野県南安曇郡の蚕種家藤岡甚三郎が案出した窮理きゅうり法(低温催青)の二大技術によって、夏秋蚕の本格的な飼育ができるようになった。アルプス山麓の松本市稲核地方は夏秋蚕用の蚕種の製造・販売および蚕飼育が盛んになり、夏秋蚕の本場として繁栄した。

養蚕



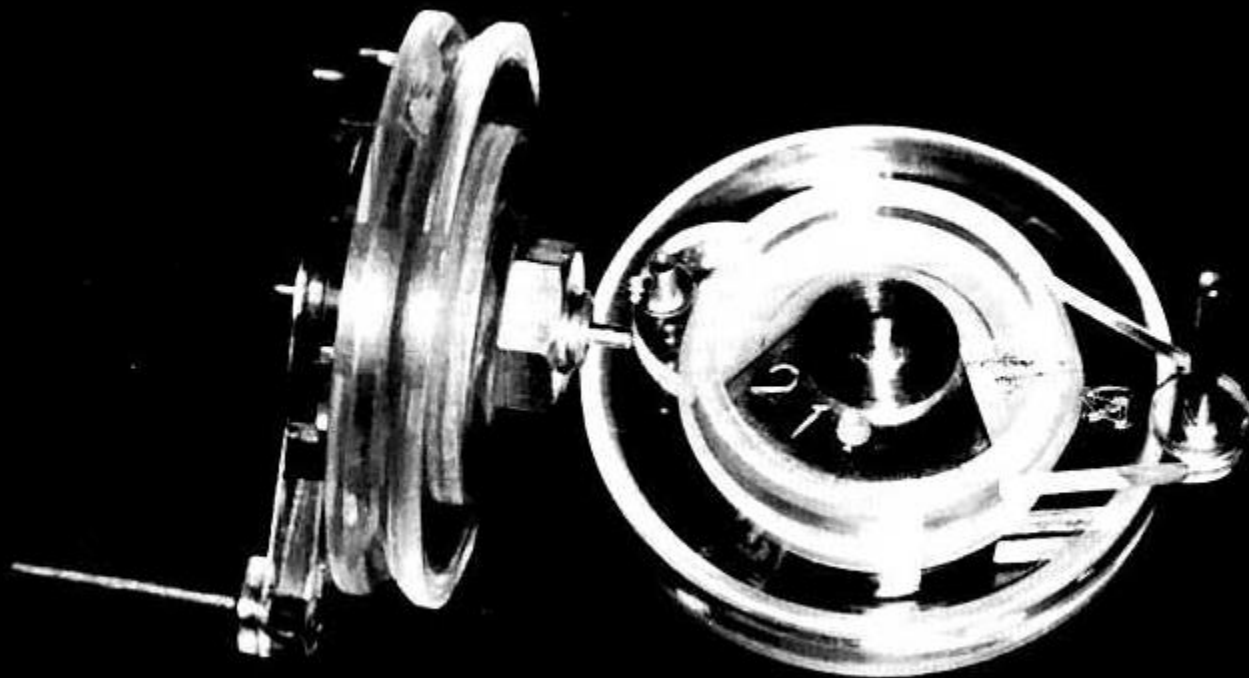
繰糸 座繰 ざそう機(普通機)



定織度感知器の発明 大木定雄

昭和30年

特許第214191号
特許第222251号



昭和30年、蚕糸試験場の大木定雄技官によって生糸織度感知器が発明された。

生糸の太さが細くなると自動的に新繭が送り込まれる仕組みになっている。これは繰糸中の生糸糸条が固体(ガラス板)と接触したときの生ずる摩擦力が生糸織度の細太によって変化することを応用したものであり、この発明によって小林安博士らが自動繰糸機を開発するにいたった。

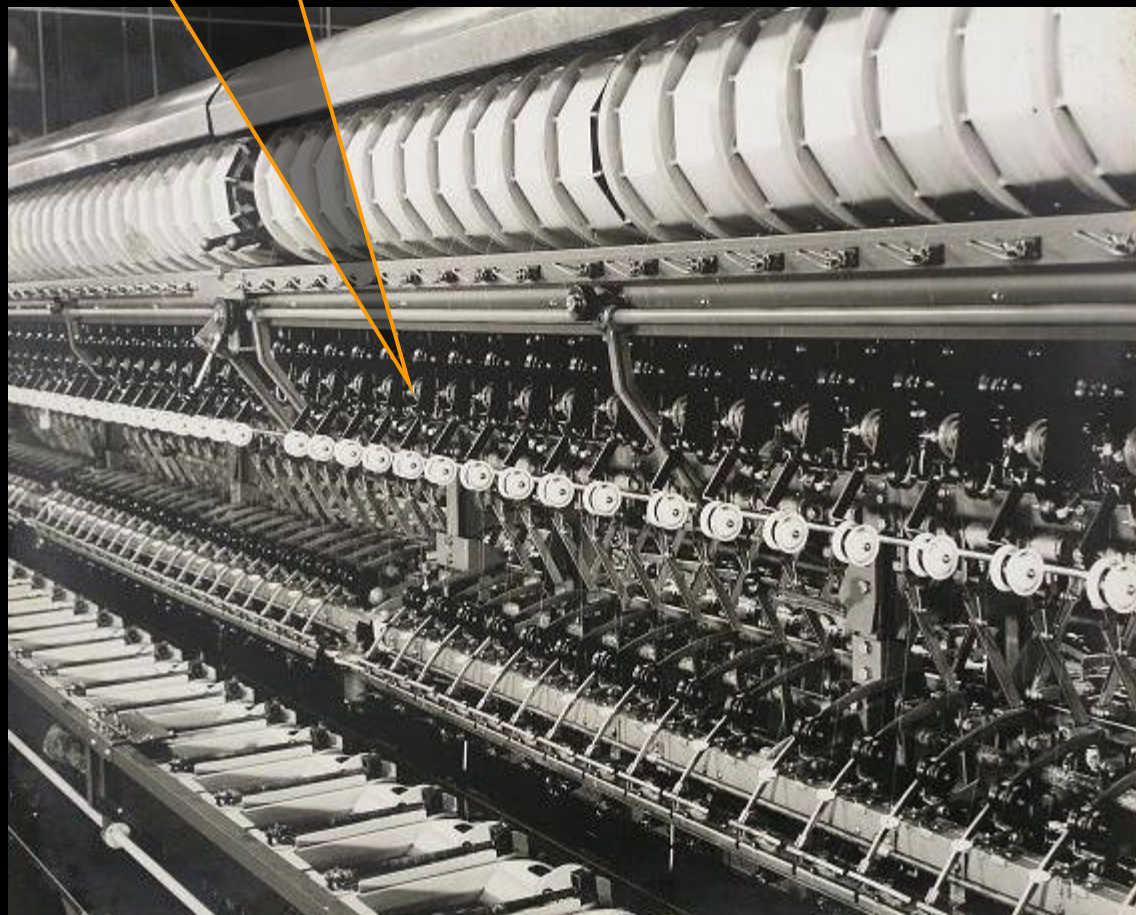
自動繰糸機の実用化された当初の織度制御方式は粒付数を一定にするいわゆる定粒方式であったが、この方式では原料繭の織度特性が生糸の織度特性に大きく影響し、また同時落繭や不能接緒に対して人手による補助接緒を必要とした。

この感知器は繰製する生糸の太さそのものを感知し制御するもので、その構造は目的織度に適した厚さを持つゲージ板を2枚の円形ガラスの間にはさんで一定の間隔をつくり、一定の長さで重さの指示桿を取り付けたものである。

したがって細限織度に対応するガラス間隙(生糸の直径にほぼ同じ)の織度感知器を使えば、任意の目的織度の生糸が繰製され、織度と密接な関係のある生糸の太さそのものを感知し制御するため、定粒方式のものにくらべて生糸の織度偏差が著しく向上し、また定粒方式で必要とされる補助接緒が不要で、さらに応答が速いため高速度の繰糸ができるなど多くの特長を持っている。この感知器の出現は自動繰糸機の性能を著しく向上し、その急速な普及を可能にした大きな要因であり、現在稼働中に自動繰糸機の95%以上にこの感知装置が装備されている。

この発明は高く評価され、発明者大木定雄には昭和33年3月日本製糸協会賞、昭和34年4月農林功績賞、同年6月第6回貞明皇后記念蚕糸学賞が贈られた。

定織度感知器装置が
1緒ごとにすべて設置されている。



HR-3型自動繰糸機昭和56年9月(福島蚕糸農協)

製糸工場



ニッサンHR-3型自動繰糸機 昭和40年代

生糸の町 岡谷

昭和初期 市立岡谷蚕糸博物館蔵



製糸全盛期の釜口橋(水門)付近

開国とともに海外に輸出される重要貿易品となった生糸。生糸生産は明治、大正、昭和初期にかけて飛躍的な発展をし、なかでも長野県下の生糸生産高は独自の器械製糸技術の開発によって明治12年には全国の36%を占めるに至った。その中心地が岡谷。全国にあった約3000の製糸工場のうち、上位を岡谷が独占した。製糸結社から独立し、県外に進出にして経営を拡大する製糸家が続々と登場した。片倉、小口、山十、岡谷製糸、丸興、神栄、等々

渡辺製糸場

繭を煮るため製糸工場のボイラーが焚かれ、煙が勢いよく上がり、岡谷の空を焦がした。製糸工場の原料繭は購入してから繰糸までの間、貯繭の必要がある。製糸工場は繭倉庫を建築し、その数は市内合計105棟という数にのぼった。白壁土蔵造りの4・5層から6層の建物は、まさに1,000本の煙突とともに生糸の町・岡谷の象徴であった。

優良繭 繭の解舒かいじょ

優良繭とは、選除繭歩合が少なく、解舒率がよく、生糸量歩合の高い繭のこと

製糸業者(製糸工場)が養蚕農家から生繭を購入するとき、最も重要視する点は繭の解舒かいじょです。繭の解舒とは繭からの糸のほぐれ方をいいます。解舒は繰糸効率や生糸量歩合に密接な関わりをもっていることは言うまでもなく、さらに生糸の品質、強いては絹織物の良否にまでも大きな影響を与える項目です。

何故、製糸業者が養蚕農家から生繭を購入するさいに繭の解舒を最重視する理由は、蚕の飼育状態、特に5齢から簇中にかけての連続した高温多湿が解舒を著しく低下、悪化させるためである。さらに繭の解舒は蚕期別でも、また同じ蚕期でも検定荷口別によっても大きく異なることが分かっている。

* 解舒率の求め方には種々の方法があるが、原則的には一定粒数の繭の繰糸を行い、その繭が終わるまでに接緒した回数(繰られている生糸に糸口の出ている繭を継ぎ足した回数。途中で1回糸が切れた場合は再度糸口を求めて接緒することになるのでこの繭の接緒回数は2回と数えられる)を数えてつぎの式で計算する。

解舒率＝(繰糸粒数／接緒回数)×100(%)

現在の実用品種「春嶺×鐘月」では選除繭歩合約0.5%、解舒率約80%、生糸量歩合約20%です

繭の解舒は繰糸前の煮熟程度(煮繭の程度)によっても左右される。繭の煮熟が不十分な若煮わかにかいの場合、繭から糸口が出にくく、繰糸中の落緒が多くなり、小節も多く発生して生糸の質と生産能率とを低下させる。逆に、煮熟の程度が過ぎた老煮ろうしゃの場合、繭層の外側が煮くずれて屑糸(キビソ)が多くなるだけでなく、繭糸がもつれた状態でほぐれ出てズル節や糸故障を多発するなどして、生糸の歩留りと品質、能率など繰糸成績の全てを悪くする。煮繭の結果が適煮てきしゃであるか否かは、あとの繰糸工程での緒糸と糸口の出方、繰糸中の落緒の多少、ふしや糸故障の発生状態等によって判断されるのが基本であり、それらの結果に基づいて煮繭条件を修正して適煮となるよう努力されているが、直感的には煮繭機から出てきた繭の色と触感、緒糸の状態、つぶれ繭の有無等によって判断が行われている。繭の色は全体が銀色になった場合は老煮、まっ白の場合は若煮であり、全体が少しくすだ感の白色で白と銀色とが大きくまだらになっていない状態が良いとされ、触感では表面が滑らかで押したときにゴムまりのような弾力のある状態が適煮とされている。



カイコが糸を吐くようす

選除繭の種類

内部汚染繭



外部汚染繭



はふめけ繭



薄皮繭



ぞく着繭



奇形繭



浮しわ繭



玉繭



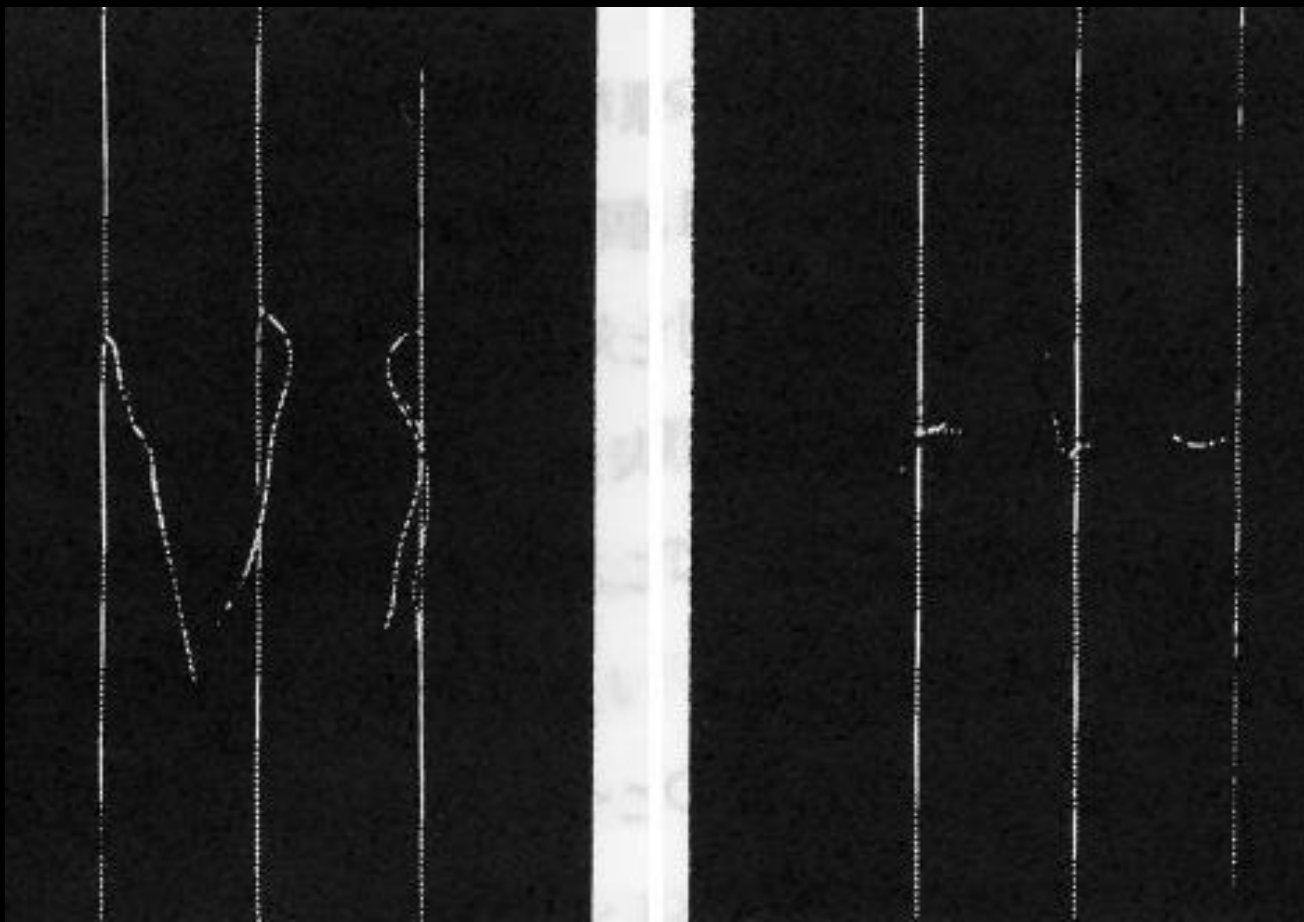
穴あき繭



選 繭



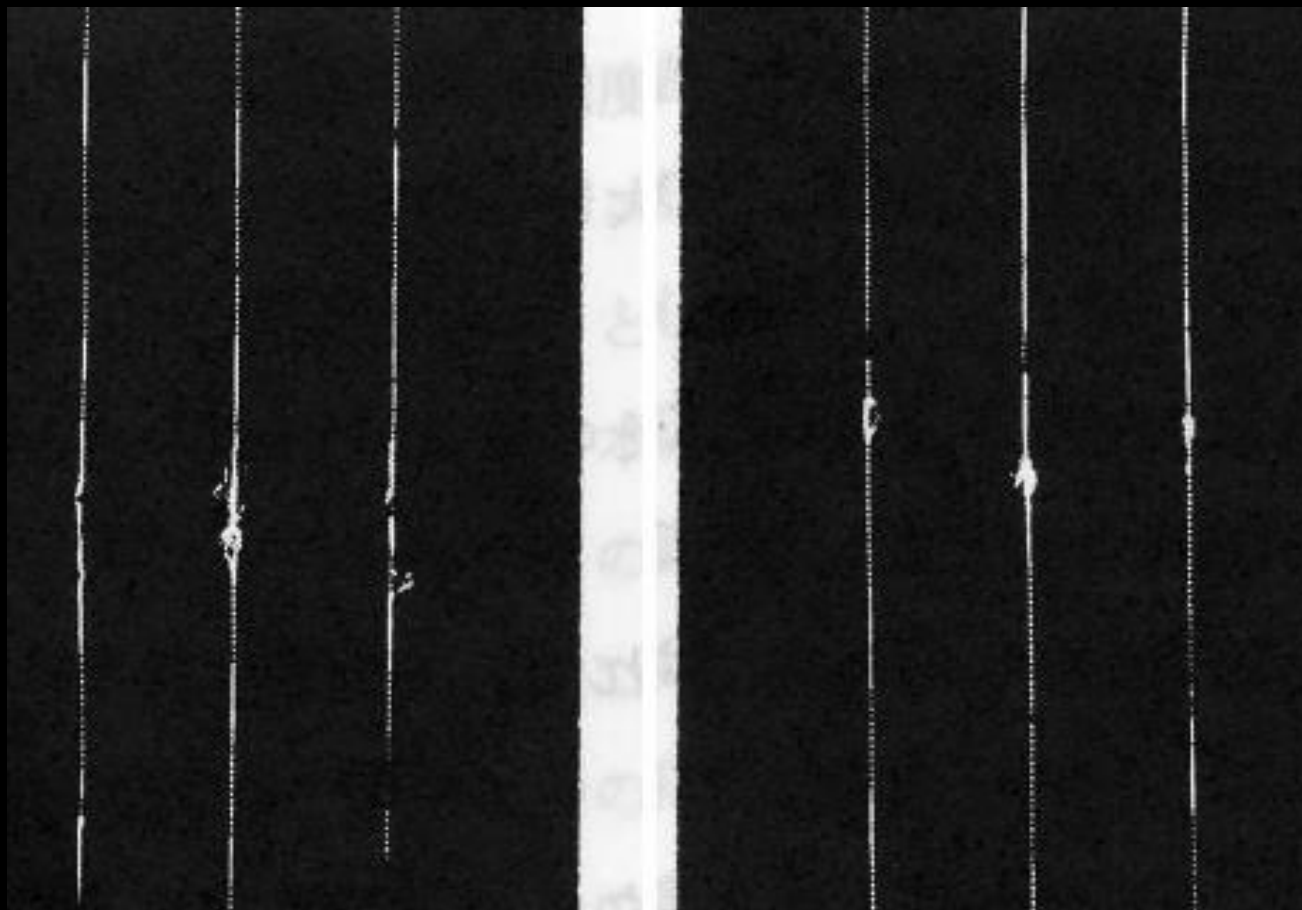
大中節の形態写真



大つなぎ節

中つなぎ節

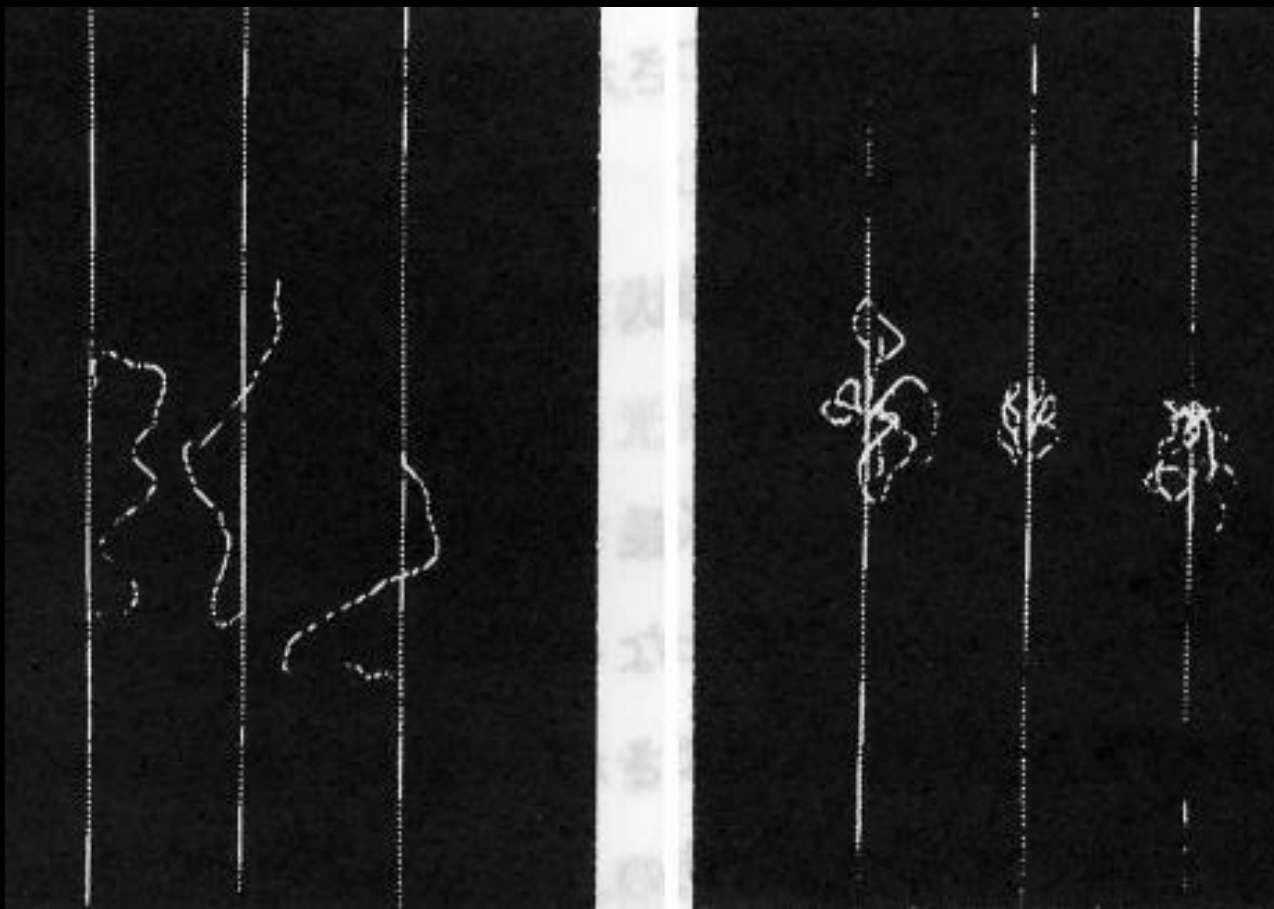
大中節の形態写真



大ずる節

中ずる節

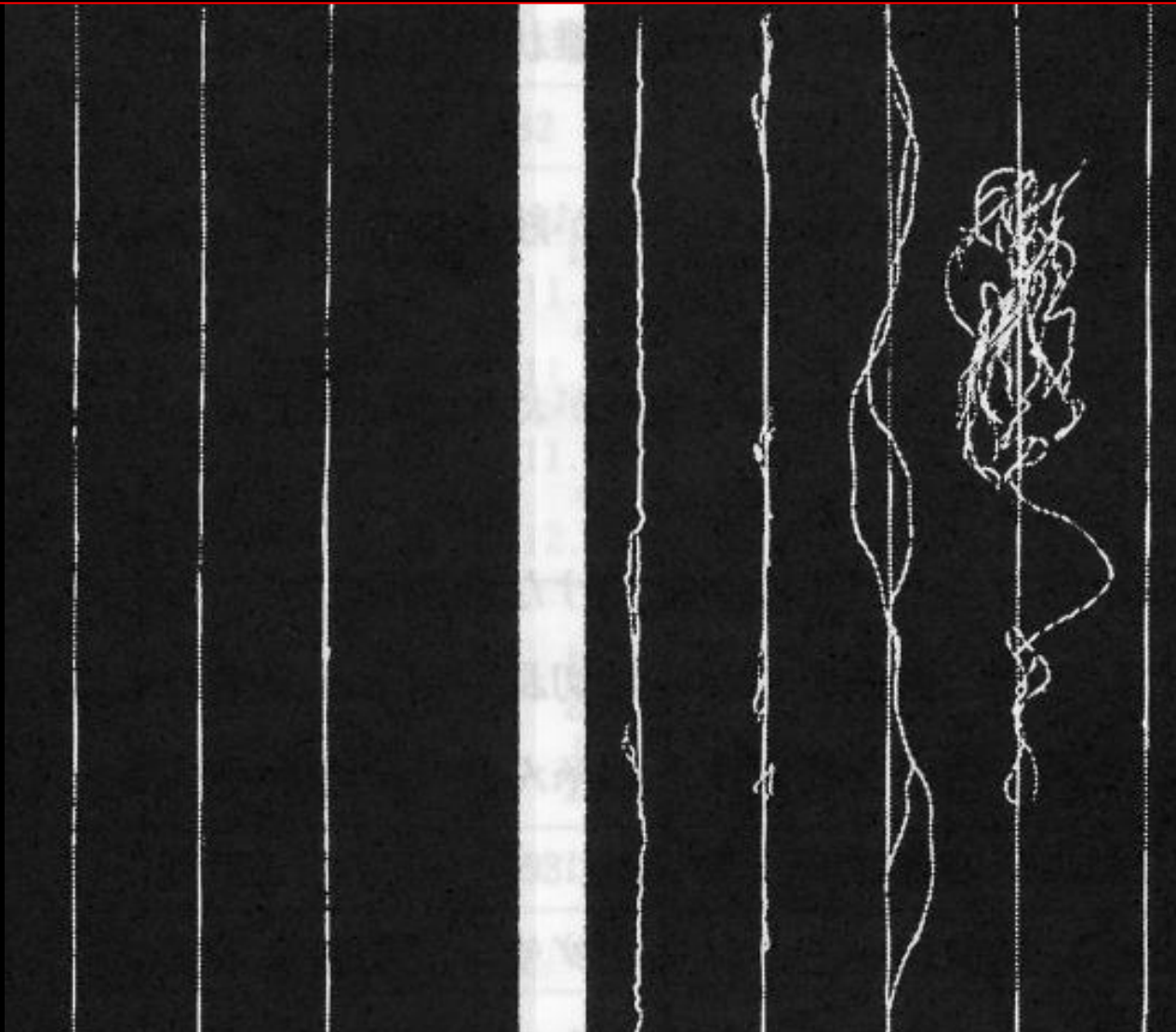
大中節の形態写真



大わ・さけ節

もつれ節

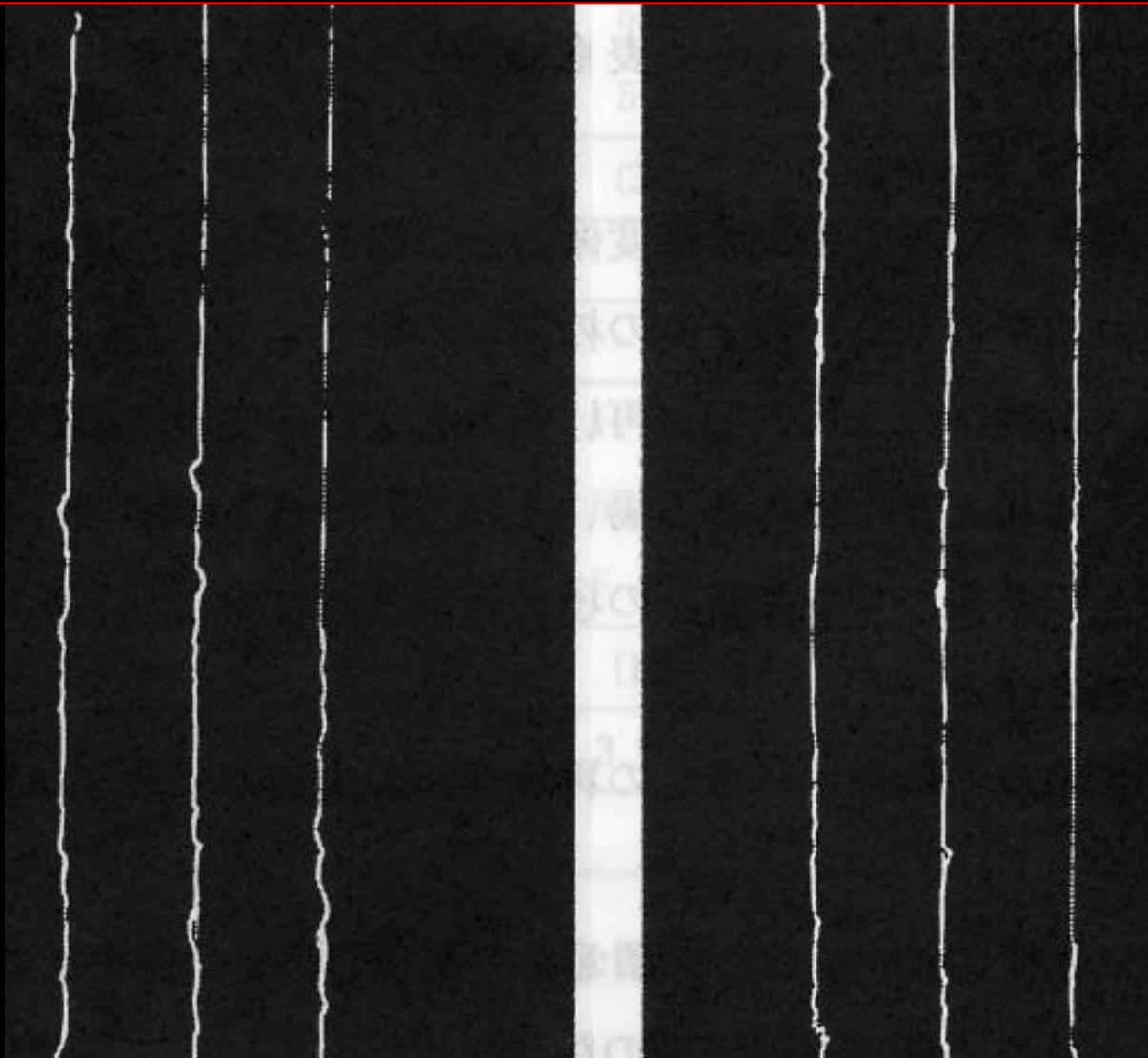
大中節の形態写真



よりつけ節

特大節

大中節の形態写真



大びり節

中びり節

終わり

一昔の繭から現代の繭まで

昔の繭
弘化元年～明治3年



現代の繭



繭を八つのパーツに分けて搭載！

- 江戸-明治期の代表的な蚕品種
- 一代雑種の提唱 外山亀太郎
- 斑紋限性蚕品種の発見 田島弥太郎
- 優良な蚕品種育成 中里 延
- 広食性蚕品種育種素材の作出 横山忠雄
- 特徴ある蚕品種
- セリシン蚕繭
- 遺伝子組み換え蚕の繭

 昔の繭	江戸時代	赤熟、青熟、角又、小石丸、又昔、鬼縮、国富、伊達丸、金色丸、白馬、青白、天竜青白など
 外山亀太郎 一代雑種の提唱	大正時代以降 現在まで	春用「国蚕日1号×国蚕支4号」(これが一代雑種の最初の品種で、以後20年に亘り広く用いられた) 夏秋用「日115号×支108号」(昭和21年の普及率66.7%) 「太平×長安」(普及率43.3%) 春用「春嶺×鐘月」(普及率40%台)、夏秋用「錦秋×鐘和」(普及率46%) 「日150号×中150号」(大鷲)、「日02号×中02号」(翔萌)  大正11年(1922)以降の繭は総て日本種と中国種との交雑種となった。
 田島弥太郎 斑紋限性蚕品種の発見	昭和16年	「日117号×支116号」 春用「日131号×支131号」、夏秋用「日132号×支132号」 4元交雑種の春用「朝日×東海」、夏秋用「芙蓉×東海」 「日140号×支145号」 限性黄繭品種「黄白」
 中里 延 優良蚕品種の育成	昭和24年	春用「日122号×支122号」(普及率44%)、「日124号×支122号」(太) 夏秋用「日124号×支124号」(普及率42%)、「日126号×支126号」、 「日122号・日124号×支115号・支124号」(略称「2・4×5・4」) 「日138号・日139号×支138号・支139号」
 広食性蚕品種	昭和61年	「日601号×中601号」(あさぎり)、「日601号・日602号×中602号・中603号」(しんあさぎり)、「日603号・日604号×中604号・中605号」(はばたき)、「日513号×中514号」(ほのぼの)、「日603号・ひたち×中604号・にしき」(ひたちさんし)
 特徴ある蚕品種	昭和63年	細繊維度「日505号・日506号×中505号・中506号」(あけぼの)、「日511号・日512号×中511号・中512号」(「しんあけぼの」) 極細度「日514号×中515号」(はくぎん) 太繊維度「日507号・日508号×中507号・中508号」(略称「7・8×7・8」)さきがけ)、「日509号・日510号×中509号・中510号」(ありあけ)

江戸時代の繭と現代の繭とを比較してみると、大きさ(繭層重＝蛹を除いた繭殻だけの重量)は0.2グラム程度から0.6グラム内外と約3倍になっています。

明治の初期は蚕種の旺盛な海外輸出もあり、専ら黄繭種が飼育されていたが、その後白繭種に移り、一化性の日本種の赤熟、青熟、角又、小石丸、又昔、鬼縮、青白などが飼育された。

大正時代の初期から一代雑種が一般に普及するようになり、虫質、繭質、糸質などの改良を目標とした多数の優良な一代雑種の新品種が育成された。

大正3年には春蚕用「日1号×支4号」が育成されたが、これが一代雑種の最初の品種で、以後20年に亘り広く用いられた。

昭和初期、のちの繭質優良な日本種の源泉になった「分離白1号(日9号)」

昭和14年、夏秋用「日115号×支108号」(昭和21年、普及率66.7%)

昭和16年、田島弥太郎、斑紋限性蚕品種の発見

昭和21年、春蚕用「太平×長安」(昭和24年、普及率43.3%)

昭和24年、「日124号×支124号と関連品種」農林省蠶糸試験場において育成したもので、普及率40%が達し隆盛期を迎えた。

昭和42年、斑紋で雌雄鑑別ができる春用品種「日131号×支131号」、夏秋用品種「日132号×支132号」

昭和44年、蛹の時期にγ線を照射した限性黄繭品種「黄白」

昭和56年、稚蚕人工飼料育適合性品種「朝日×東海」

昭和63年、細繊維度「あけぼの」、太繊維度「さきがけ」特殊用途用

平成02年、広食性品種「あさぎり」特殊用途用

平成07年、細細繊維度・広食性系統と極細繊維度系統を育成、組み合わせた4眠蚕品種「中514号×中515号」(はくぎん)

年	蚕期	品種数 ＊	繭層重 (cg)	繭糸 長(m)	繭糸繊度(d)	繭層練 減率(%)	生糸練 減率 (%)	出典
大正7年	春蚕期		24.4	556	3.22			彙報4号
	夏秋蚕期(秋蚕期)		22.2	702	2.68			
大正10年	国蚕日1号×国蚕支4号(春蚕)		28					彙報8号
实用蚕品種の特性	青塾G(一宮) 春蚕期	1	16.1	283	2.16			遺伝資源デー タベース
〃	小石丸G(亙理) 春・初秋蚕期	1	15.7	401	2.38			〃
〃	小石丸G-Y(亙理) 晩秋蚕期	1	11.8	329	2.13			〃
〃	小石丸G-B(亙理) 晩秋蚕期	1	11.9	322	2.01			〃
〃	天竜青白G 春・初秋蚕期	1	14.3	337	2.42			〃
1959年	春蚕用	20	49.3	1349	2.83	25.5	21.2	製糸夏期大学
	夏秋蚕用(初秋蚕期)	18	38.8	1176	2.52	25.3	20.5	
1965年	春蚕用	24	50.6	1403	2.8	25.3		製糸夏期大学
	夏秋蚕用(初秋蚕期)	18	39.1	1164	2.56	24.9		
1969年	春蚕用	25	51.3	1297	2.88	24.8		製糸夏期大学
	夏秋蚕用(初秋蚕期)	22	39.2	1167	2.57	23.8		
1978年	春蚕用	22	55.6	1429	3.06	24.7		製糸夏期大学
	夏秋蚕用(初秋蚕期)	17	41.9	1249	2.58	24.9		
1989年	春蚕用	31	57.9	1444	3.13	24.3		製糸夏期大学
	夏秋蚕用(初秋蚕期)	29	47.2	1316	2.77	24.3		
1998年	春蚕用	26	55	1383	3.06	24.4		製糸夏期大学
	夏秋蚕用(初秋蚕期)	17	45.9	1310	2.7	24.4		

蚕品種

大正時代の初期から一代雑種が一般に普及するようになり、虫質、繭質、糸質などの改良を目標とした多数の優良な一代雑種の新品種が育成された。大正3年には春蚕用「日1号×支4号」が育成されたが、これが一代雑種の最初の品種で、以後20年に亘り広く用いられた。

日1号×支4号

昭和初期、のちの繭質優良な日本種の源泉になった「分離白1号(日9号)」

昭和14年、夏秋用「日115号×支108号」(昭和21年、普及率66.7%)

昭和16年、田島弥太郎、斑紋限性蚕品種の発見

分離白1号(日9号)

日115号×支108号

左:セリシンホープ
右:限性黄繭
(黄色繭は雌、白色繭は雄)



平成5年、容易にゲル化や乳化する天然高分子セリシンと紫外線遮蔽、抗酸化、抗菌性を示すフラボノイドを同時に分泌する「セリシンホープ」「セリシンフラボ」

セリシンホープ

セリシンフラボ

昭和21年、春蚕用「太平×長安」(昭和24年、普及率43.3%)
昭和24年、「日124号×支124号と関連品種」農林省蠶糸試験場において育成したもので、普及率40%が達し隆盛期を迎えた。
昭和42年、斑紋で雌雄鑑別ができる「日131号×支131号」
昭和44年、蛹の時期にγ線を照射した限性黄繭品種「黄白」
昭和56年、稚蚕人工飼料育適合性品種「朝日×東海」
昭和63年、細織度「あけぼの」、太織度「さきがけ」特殊用途用
平成02年、広食性品種「あさぎり」特殊用途用
平成07年、細細織度・広食性系統と極細織度系統を育成、組み合わせた4眠蚕品種「中514号×中515号」(はくぎん)

太平×長安

日122号×支122号

日124号×支124号

春月×宝鐘

錦秋×鐘和

朝日×東海

日131×支131号

黄白

あけぼの

さきがけ

あさぎり

広食性品種

はくぎん



江戸-明治期の代表的な蚕品種

明治の初期は蚕種の旺盛な海外輸出もあり、専ら黄繭種が飼育されていたが、その後白繭種に移り、一化性の日本種の赤熟、青熟、角又、小石丸、又昔、鬼縮、青白などが飼育された。

江戸時代の繭と現代の繭とを比較してみると、大きさ(繭層重＝蛹を除いた繭殻だけの重量)は、0.2グラム程度から0.6グラム内外と約3倍になっています。

西曆1792年~1812年



西曆1813年~1843年



弘化元年～明治3年



西曆1870年~1880年



西曆1881年~1884年



西曆1886年~1889年



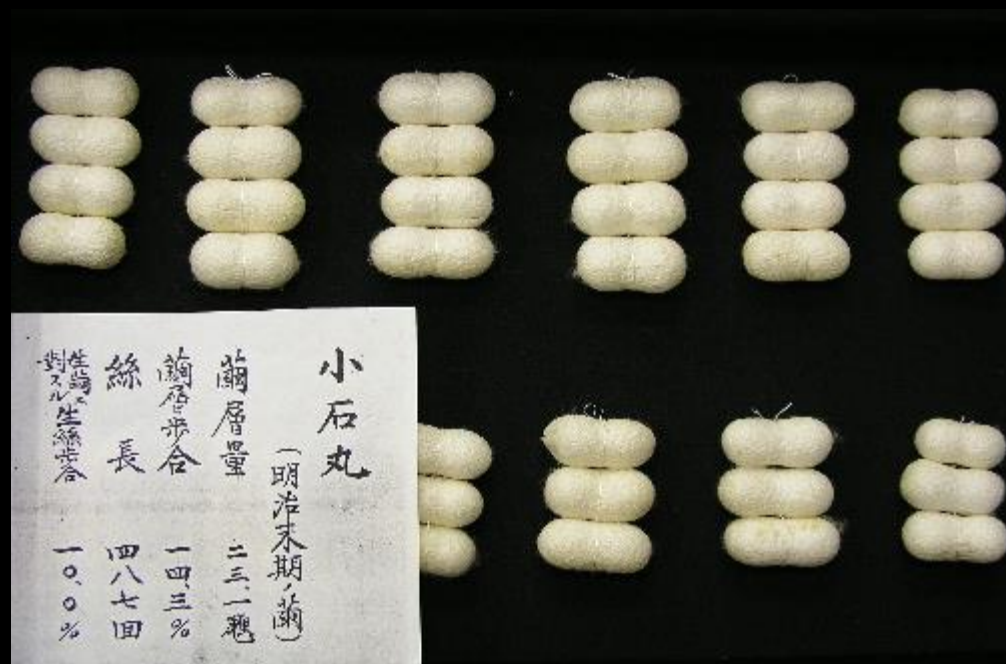
明治27年(1894)～明治30年(1897)



明治12年～明治27年



明治末期 小石丸(巨理) 日本産





赤熟

Akajuku



青熟

Aojuku



角又

Kakumata



小石丸

Koishimaru



又昔

Matamukashi



鬼縮

Onichijimi



琉球多蚕繭(玉繭)

Ryukutasanken



青白

Seihaku



世界一

Sekaichi



金色

Kinshoku



乞食

Kojiki



大草

Okusa

明治年間に飼育された品種

Silkworm Races Used during the Meiji Era

又 昔

小石丸

赤 熟

青 熟

大正前期に飼育された品種

Silkworm Races Used in the Early Term of the Taishyō

国 富

金色丸

伊達丸

白 馬

一代雑種の提唱 外山亀太郎

明治39年

一代雑種の研究は外山亀太郎によって1906年（明治39年）品種改良上効果があり、また蚕種製造家の事業保護策として良法であることを遺伝学的根拠から発表された。また原蚕種製造所でその一代雑種の試験を本格的に開始したが、その結果は蚕も強健であるし、糸質も良好であったので、当時の場長加賀山辰四郎はこの一代雑種を農家に飼育させることを決定した。これが1914年（大正3年）であった。

遺伝と一代雑種

多くの動植物で交雑一代種が親より優れていることが実証されています。この現象を雑種強勢といいます。蚕でも一代雑種は、両親の形質に較べて次のように優れています。

●卵の冷蔵抵抗力が強い ●孵化が斉一 ●病気に強い
●発育が速い ●食桑が活発で飼いやすい ●繭糸長が長く絹の生産量が多い ●繭の形が揃う

などです。日本では外山亀太郎博士が1906年(明36年)に提唱し、1914年(大3年)から実用化され全国に普及しました。



外山亀太郎

(1867年～1918年)

実験遺伝学者・神奈川県生れ

東京帝国大学農科大学を卒業後、福島県の蚕業学校長となりました。タイに招かれて養蚕の指導をしました。1902年(明治35年)母校にもどり、1911年(明治44年)から1916年(大5年)の間、原資種製造所(蚕糸・昆虫農業技術研究所)の技師を兼任し、蚕を材料とした実験遺伝学を研究、多くの業績を残し日本養蚕界の父となりました。

國蠶系指定組合わせ交雑種 春蠶

大正3年に原蠶種製造所で一代交雑種の最初の品種として春蚕用品種「日1号×支4号」が育成され養蚕農家に配布されたが、その普及率は大正3年から10年で100%となり、また卵量1グラム当たりの収繭量は倍になった。前々ページの図を参照してください。

國蠶日1号

國蠶支13号

國蠶支4号

國蠶欧16号

國蠶欧3号

國蠶支14号

國蠶欧1号

國蠶欧17号

國蠶支7号

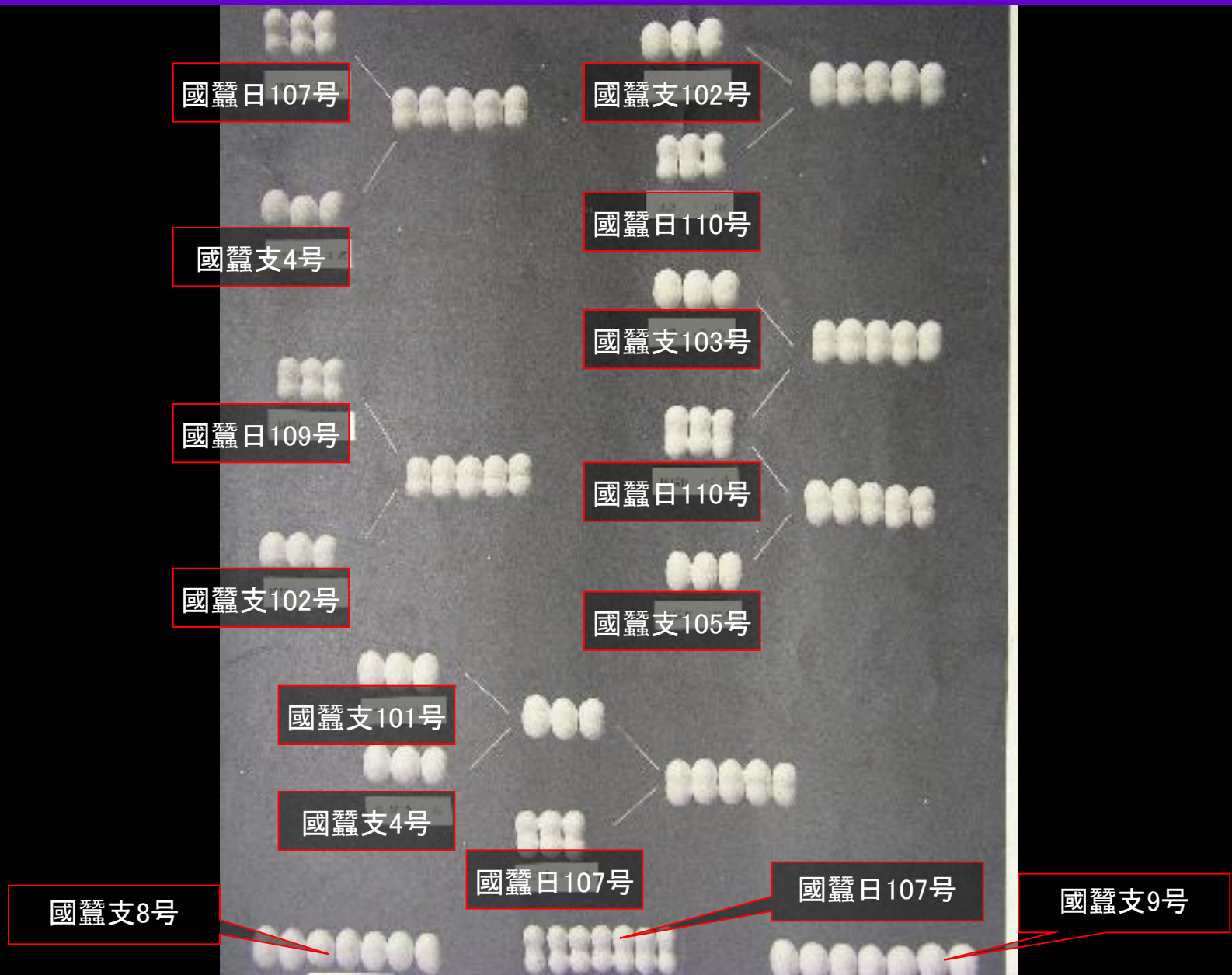
國蠶支105号

國蠶欧7号

國蠶支15号



國蠶系指定組合わせ交雑種 夏秋蠶





春蚕用品種「国蚕日1号×国蚕支4号」の普及率は大正3年から10年で100%となる

一代雜種の配布開始

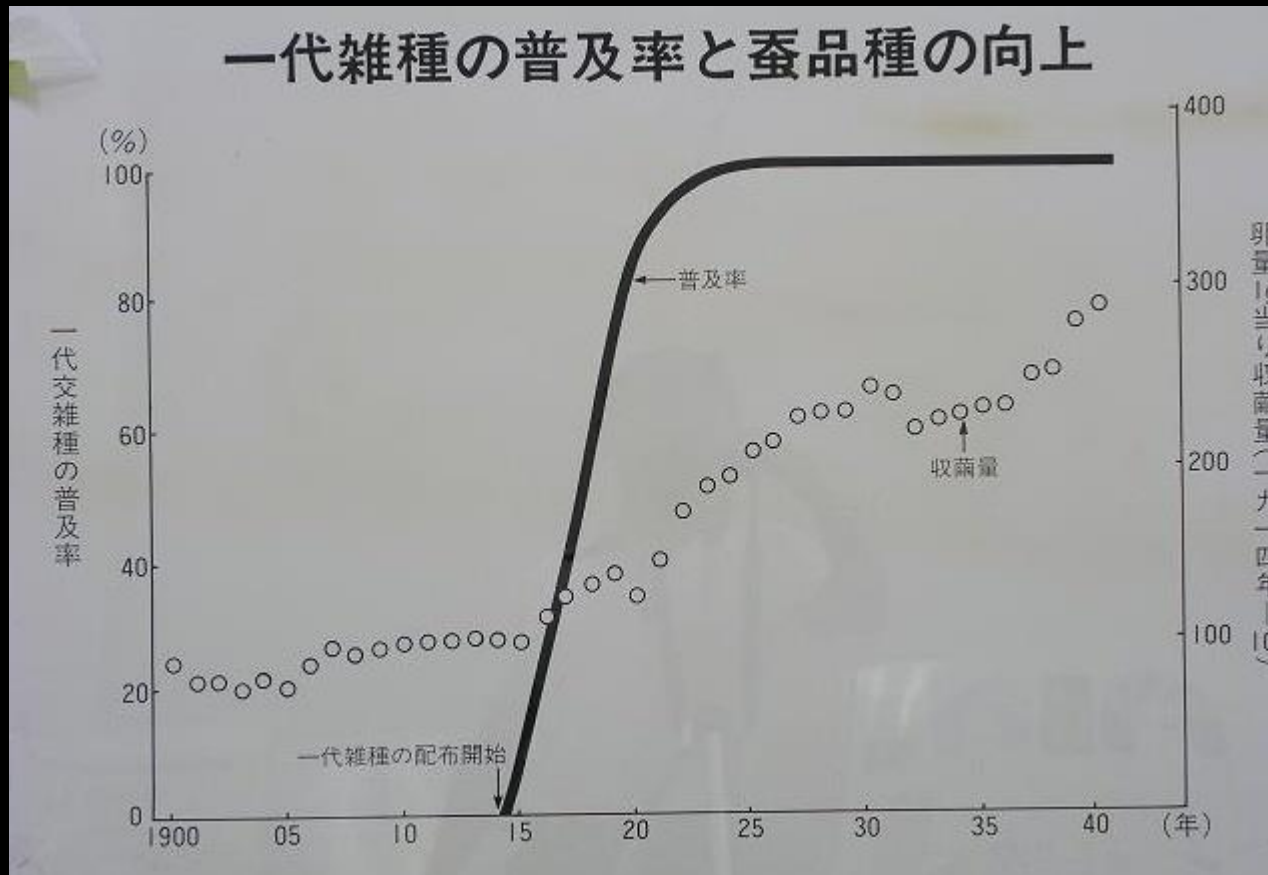
大正3年

箱	
原種	雄親
原種	雌親

一代交雜種

原蠶種ハ蠶業試験場ヨリ府縣
蠶業試験場ニ配付スルモノニシテ
府縣蠶業試験場ハ之ヲ飼育増
殖シ蠶種製造者ニ配付ス蠶種
製造者ハ更ニ之ヲ飼育シテ一代
交雜種ヲ製造シ養蠶家ニ供給ス

一代雑種の普及率と蚕品種の向上



大正年間における主な研究成果は大正3年に原蚕種製造所で一代交雑種の最初の品種として春蚕用品種「日1号×支4号」が育成され養蚕農家に配布されたが、その普及率は、大正3年から10年で100%となり、また卵量1グラム当たりの収繭量は倍になった。

蚕種の製造と配布

Reproduction and Distribution of Silkworm Egg

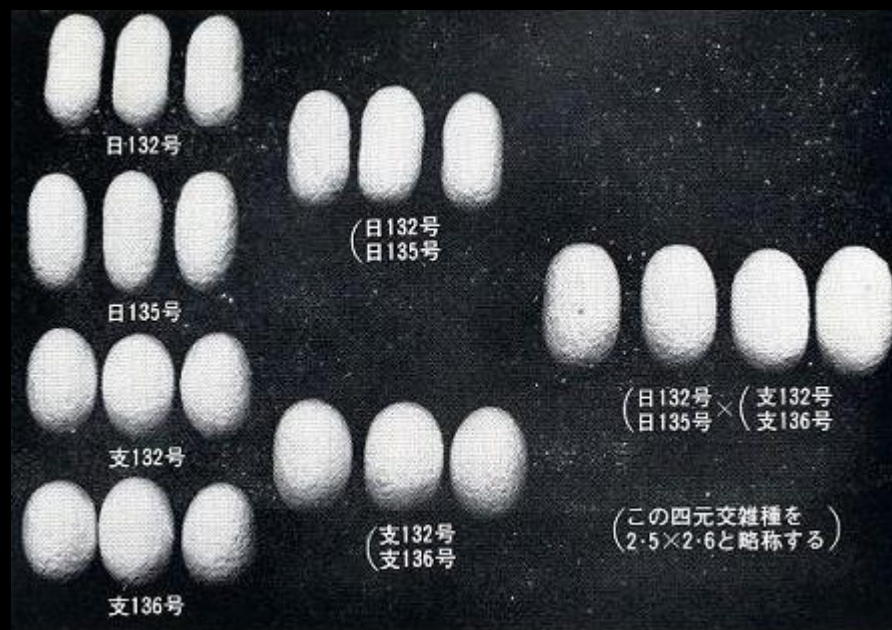
育種素材研究室
松本支所

新しい品種を作り出す
新品種の改良品種(親和父母)
を保存する

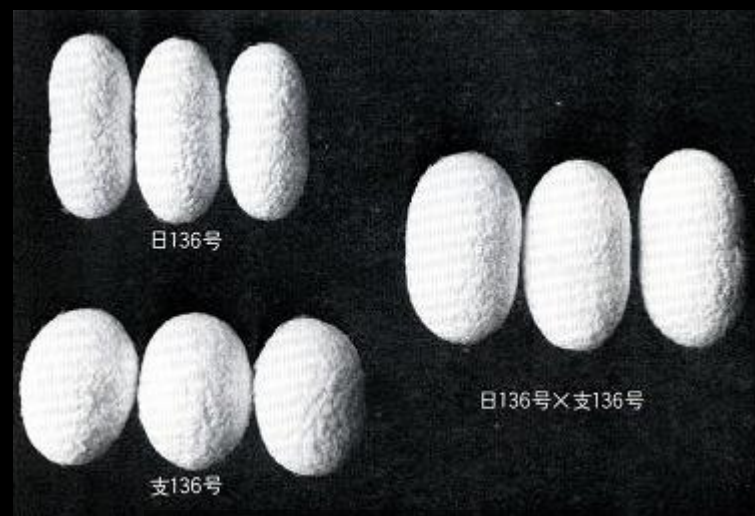
原蚕種製造研究室

催青
↓
飼育
↓
上族
↓
収繭
↓
繭切開
↓
繭繭鑑別
↓
交尾
↓
割愛
↓
産卵
↓
(6にうつす)

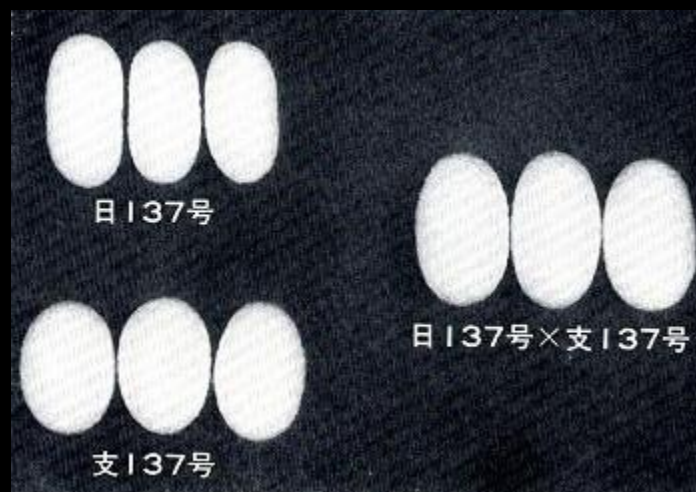




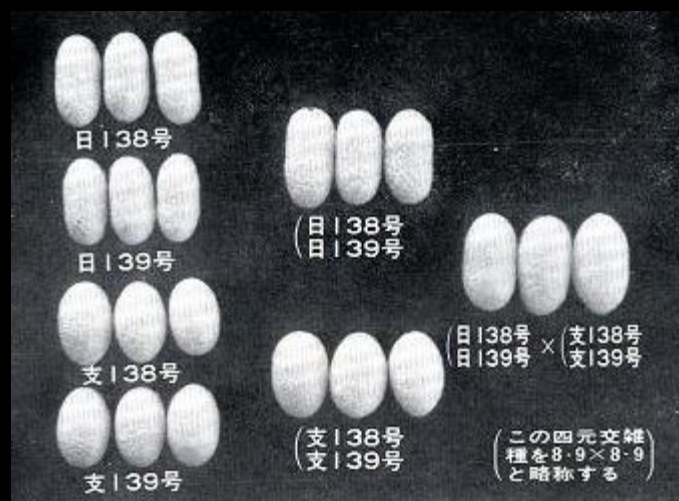
夏秋蚕用品種
「日132号・日135号×支132号・支136号」
(2・5×2・6)
昭和47年3月2日指定



春蚕用品種
「日136号×支136号」
昭和47年10月12日指定



夏秋蚕用品種
「日137号×支137号」
昭和49年3月16日指定

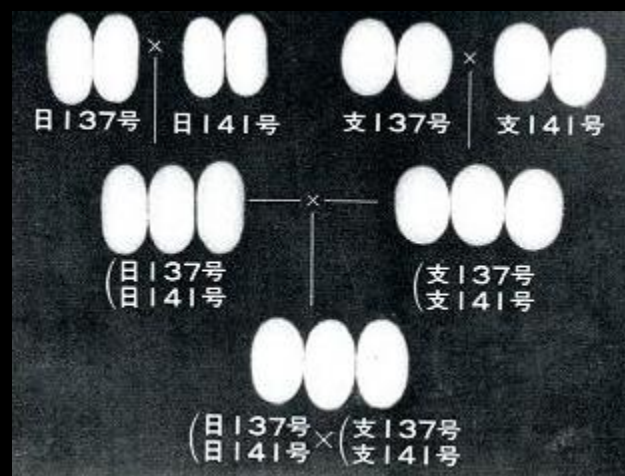


春蚕用品種

「日138号・日139号×支138号・支139号」

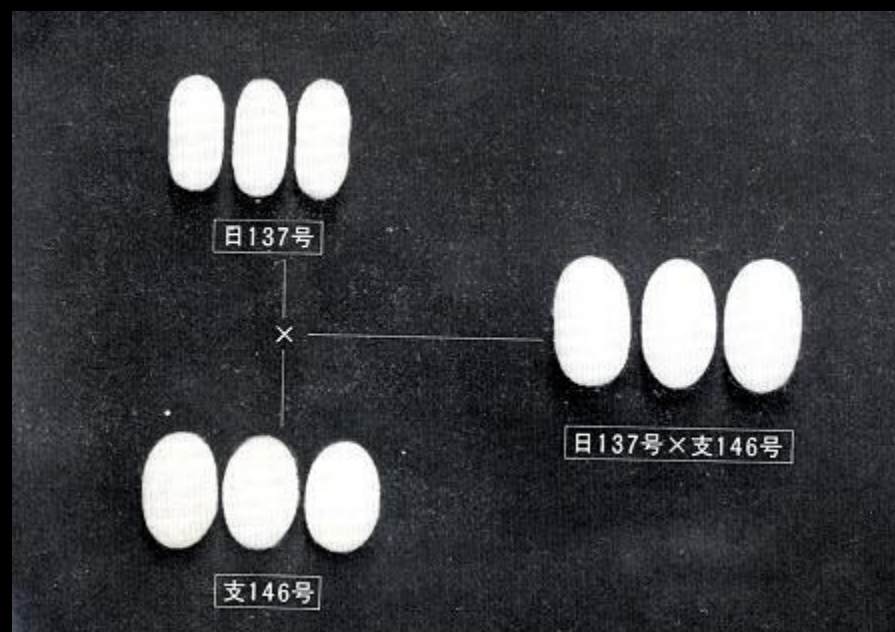
(8・9×8・9)

昭和49年10月15日指定



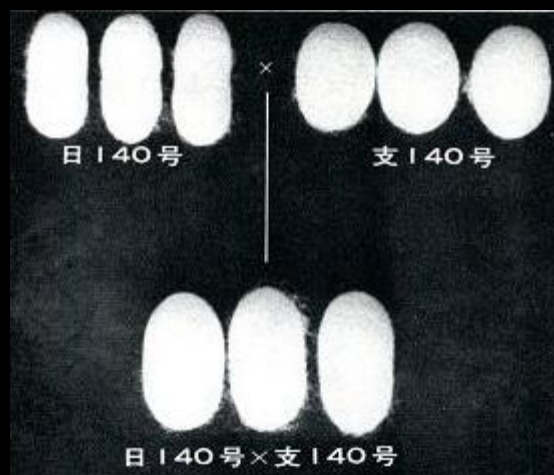
秋蚕用品種

「日137号・日141号×支137号・支141号」

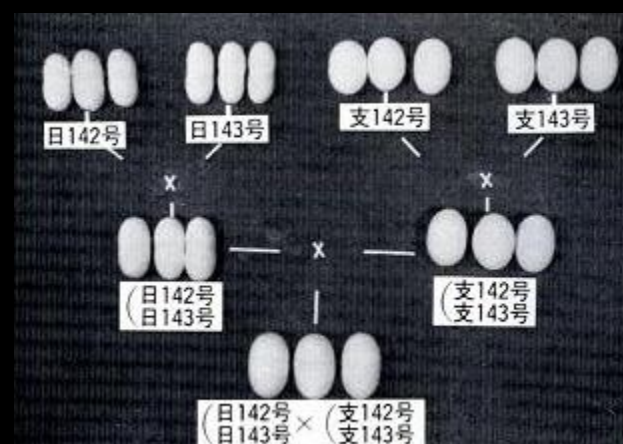


「日137号×支146号」

昭和56年指定



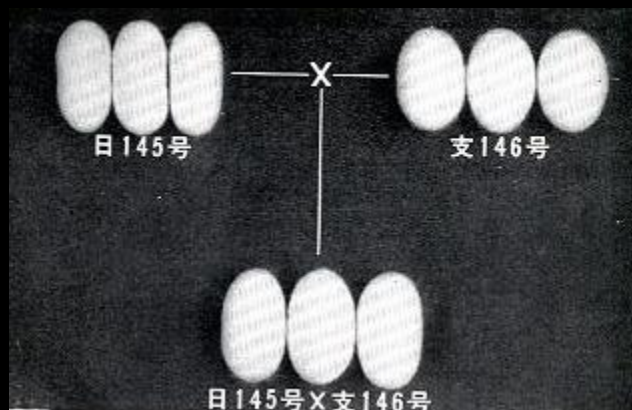
春蚕用品種
「日140号 × 支140号」



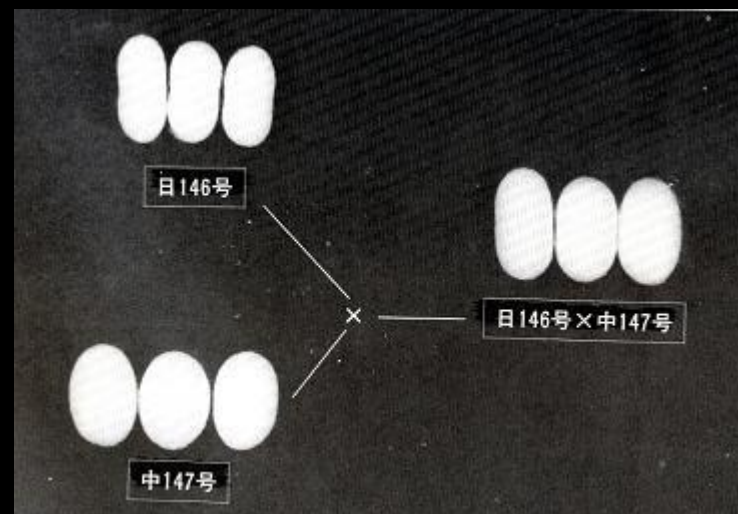
春蚕用品種
「日142号・143号 × 支142号・143号」



夏秋蚕用品種
「日144号 × 支144号」



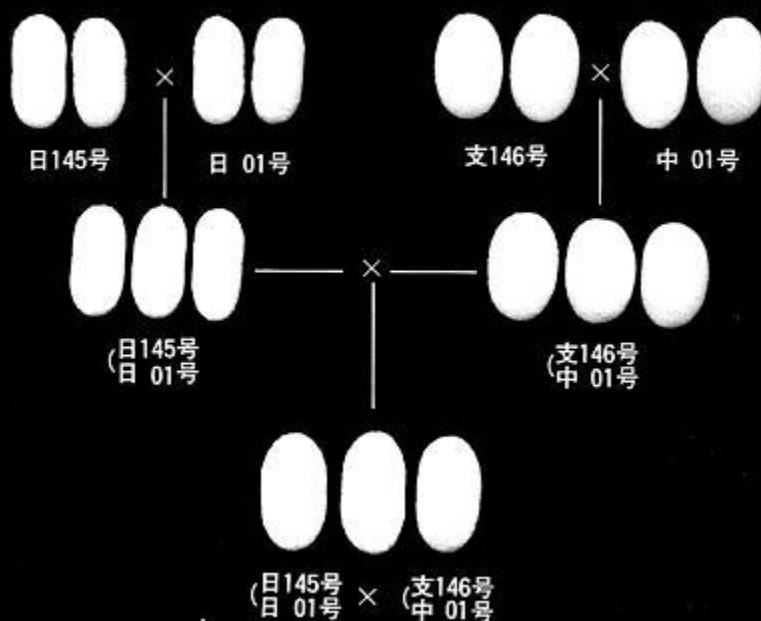
春用品種
「日145号 x 支146号」
昭和55年指定



「日146号 x 支147号」
昭和57年指定

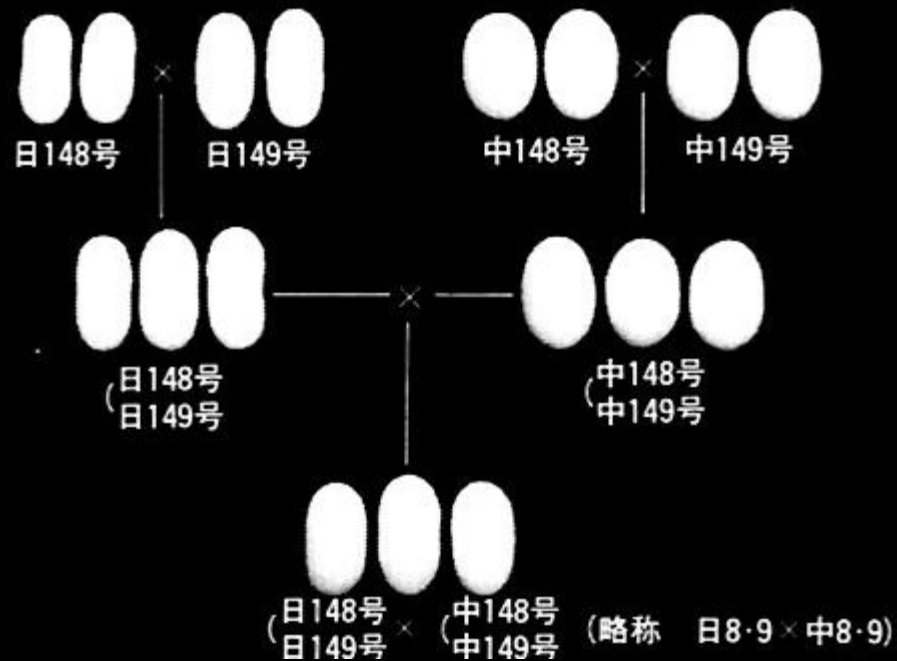
稚蚕人工飼料育用品種

「日145号・日01号×中146号・中01号」(「5.1×6.1」 昭和58年



夏秋用品種

「日148号・日149号×中148号・中149号」(日8・9×中8・9)
昭和60年



春蚕期稚蚕人工飼料育用品種 翔萌

「日02号×中02号」昭和60年



従来の品種を10%も上回る多収性品種で、とくに幼虫期の食桑が活発で強健である。

長糸長系春蚕品種 大鷲

「日150号×中150号」昭和61年



収繭量が多く、繭糸長が従来品種に比べて20%長い。



「日201号×中201号」
新山彦
平成6年



夏秋蚕用
梓
「日202号×中203号」
平成7年

春蚕用ウイルス病抵抗性蚕品種 大成

「日203号×中150号」平成7年



保存遺伝子素材から発見した*Nid-1*遺伝子を「大鷲」に導入したウイルス病に対し完全抵抗性を示す。

交雑種の利用

現在、農家で飼われている蚕は、すべて交雑種です。その理由は、交雑種は、その両親に用いた品種にくらべ、虫が強く、繭が重く、糸の量も多く、そのほか、ほとんどすべての性質がすぐれているからです。この現象を雑種強勢といい、蚕では、外山亀太郎博士により1906年(明39)にその有利なことが提唱され、1914年(大3)から実用に供され、1922年頃までには、ほとんどすべての養蚕家が交雑種を利用するようになりました。蚕における交雑種の利用は、植物におけるトウモロコシよりも早く、雑種強勢の実際面への応用の代表的なものとなっています。

原種と交雑種繭の比較



繭層重の増加と交雑種利用の年次別変遷



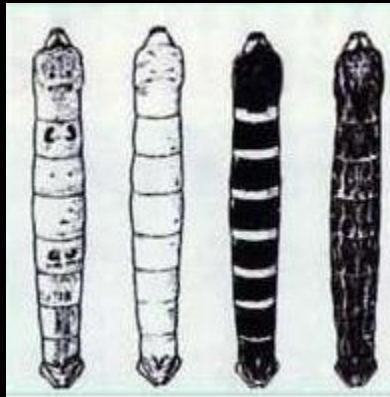
斑紋限性蚕品種の発見 田島弥太郎

昭和16年

田島弥太郎(昭和16年、1941年)は、雌性を決定するW染色体に斑紋遺伝子を転座させ、斑紋の有無により雌雄が簡単に識別できるW転座系統を開発(蚕の雌雄は雌性を決定するW染色体の有無によって決まります。このW染色体に優性遺伝子の座位を含む染色体を転座させた系統は、雌は常にその遺伝子による形質を発現し、雄には現れません。

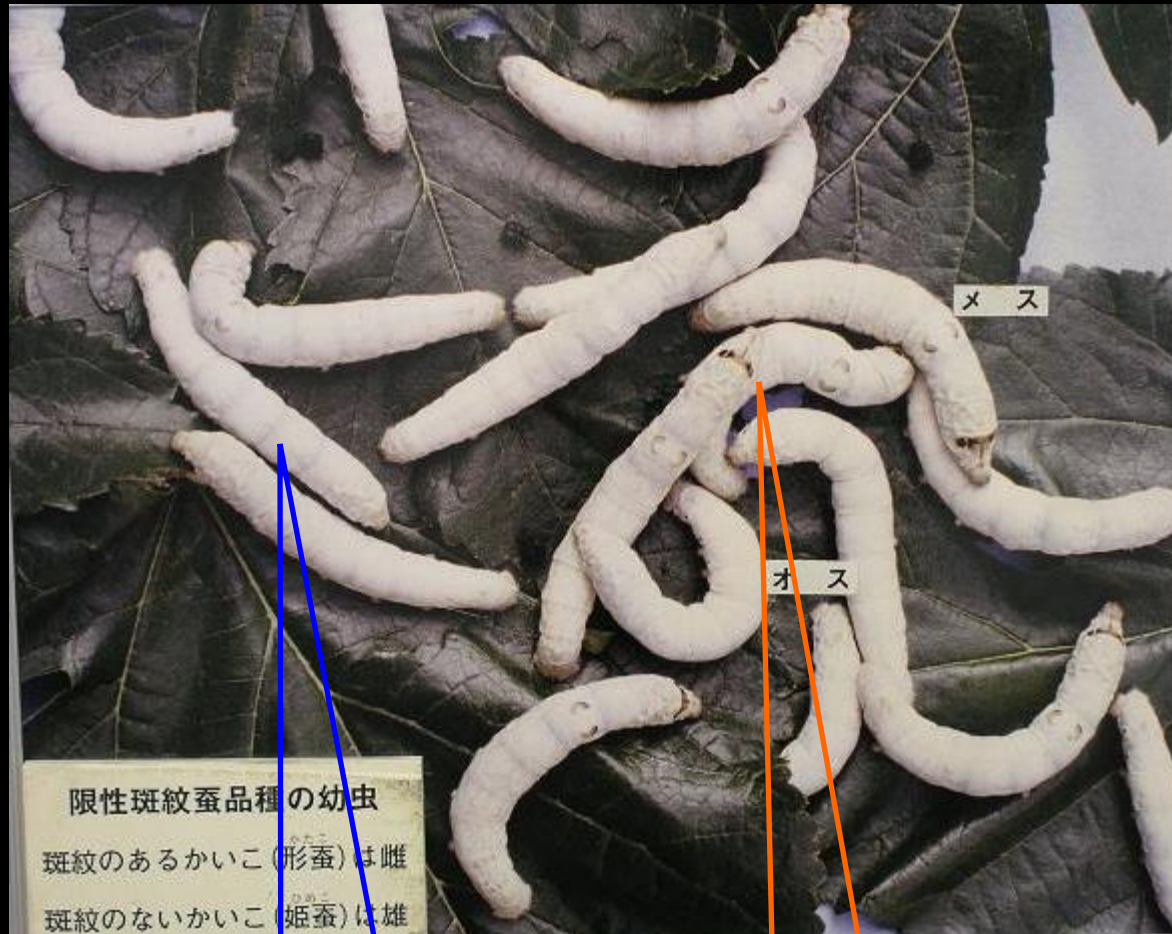
このように、一方の性に限って特定の形質が発現する品種を「限性品種」という)「限性品種」の開発は蚕の遺伝学の蓄積と染色体工学ともいわれる遺伝子操作の先駆的技術の成果であります。

蚕の代表的な幼虫斑紋



(左)形蚕、姫蚕、黒縞、暗色

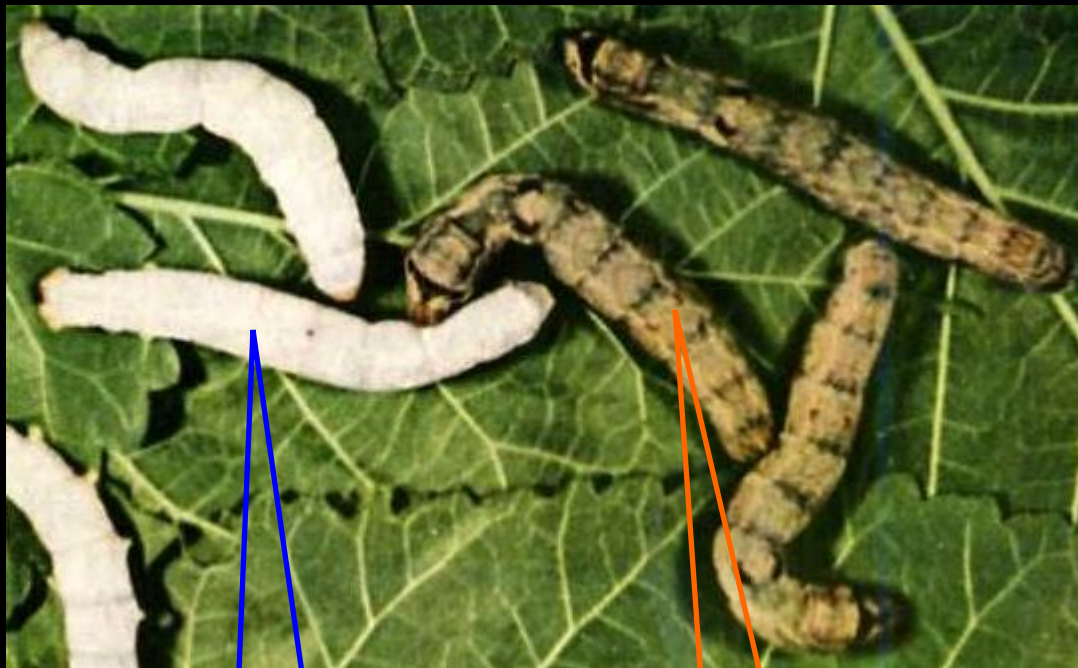
蚕の「い」型斑紋による雌雄鑑別



斑紋のない蚕
(姫蚕)が雄

斑紋のある蚕
(形蚕)が雌

斑紋で雌雄が判別できる限性暗色蚕



斑紋のない蚕
(姫蚕)が雄

斑紋のある蚕
(形蚕)が雌

蚕糸試験場で保存されている 主な幼虫斑紋の突然変異蚕



斑紋限性実用品種 真野保久

春蚕用「日131号×支131号」昭和42年



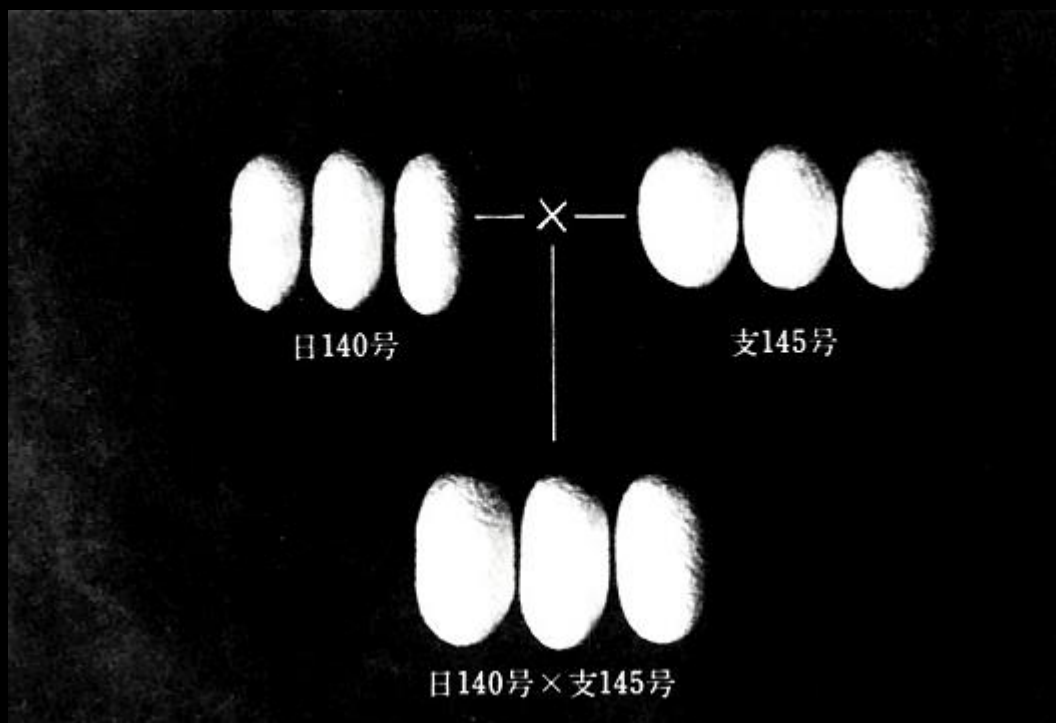
斑紋で雌雄が判別できる本実用品種の育成は蚕種製造を省力化した。

夏秋用「日132号×支132号」昭和?年



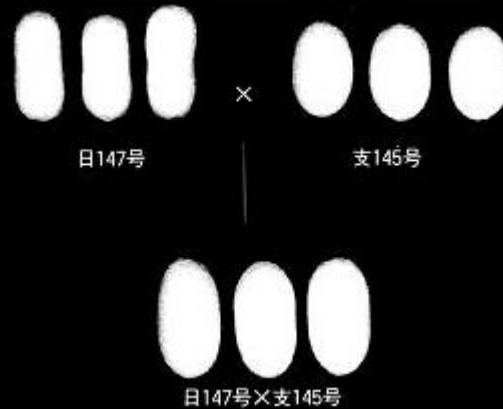
斑紋限性実用品種

「日140号×支145号」昭和54年



斑紋限性実用品種

「日147号×支145号」昭和59年



新しい限性蚕品種

春用斑紋限性実用品種

「日142号・日143号×支142号・支143号」昭和52年

この品種は、日本種、支那種の遺伝子組換えにより作成された限性実用品種であり、春蚕用に供する。

日本種、支那種、交雑原種、日142号、日143号、支142号、支143号及び交雑原種の支142号×支143号のいずれもが幼虫斑紋で雌雄識別できる限性品種である点が画期的であり、蚕種製造作業の省力化に大きく貢献するものと期待される。

日本種、支那種ともに限性の実用品種として過去に日131号×支131号があり、新しくは日140号×支140号があるが、いずれも二元雑種であり、卵性において二元雑種まざる四元雑種では従来支那種のみが限性の実用品種であったが、日の4原種がすべて限性実用品種としてはこれが最初である。

育成経過

日本種の日142号及び日143号は、関西支場蚕種改良研究室で、日131号を素材として前者にAN563の、後者にはAN56の優良形質をそれぞれ導入し育成されたものであり、支那種の支142及び支143号は、九州支場蚕種改良研究室で、支131号を素材として前者は支132号の、後者は春の優良形質を導入し育成されたものである。種部蚕育種法第3研究室では、蚕糸試験場の本場で育成中の多くの原種及び交雑原種の性状と卵性を調査し諸形質に欠点の少ない原種及び交雑原種を選び交雑組合能力の検定を行っている。

比較検定を行った60組合せの中の1組合せであり、夏蚕用には不適当であるが、春蚕用に適するところ供試した38組合せ中実用形質がとくにすぐれていた。そこで翌51年春蚕期の本、支場蚕品種共通試験を経て昭和52年春蚕用として、官公私立17の試験研究機関で実施される農林省委託蚕品種性状調査試験にかけたところ、その成績にもとづき農林省審議会第43回蚕種部会で優秀性が認められ、昭和52年10月14日付けの農林省告示第1033号をもって、春蚕用品種として指定されるにいった。

＜特 徴＞

＝交雑原種について＝
幼虫期の雌雄識別が極めて容易で確実にできる

利点がある。

日本種、支那種いずれも虫質強健で飼育が容易である。

産卵性に欠点がなく、造卵量が多く、普通蚕種の製造能率が良い。

＝交雑種について＝

虫質強健で、食桑活発、発育旺盛、眠起斉一で飼育が容易である。

繭重、繭層重重く、収穫量が多く、単位時間当たり生糸生産能率指数（収穫量×生糸量歩合÷5飼日数）も高い。解舒率が良く、小節点もすぐれている。また繭層減率は23.8%と低い。調査した諸形質に欠点がなく均衡のとれた品種である。

（日142号×支142号、日143号×支143号）の成績

（農林省委託蚕品種性状調査、17場所平均成績）

項目	孵化歩合	5齢期育日数	全飼日数	化繭歩合	収繭量	一立枚数	繭重	繭層重	繭層歩合	繭糸長	繭糸量	繭糸密度	解舒率	生糸量歩合	歩合	小節点	繭層減率
131号×支131号（対照）	97.8	7.14	23.22	96.1	21.7	70	2.28	35.8	24.5	1408	48.6	3.14	73.8	23.23	86.7	94.9	24.6
142号・日142号 143号×支143号	98	7.16	23.18	96.2	21.6	72	2.28	35.4	24.3	1341	48.2	3.27	73	23.11	86.8	95.8	23.8

（育種部 田中茂明）

限性黄繭 黄白

平成2年



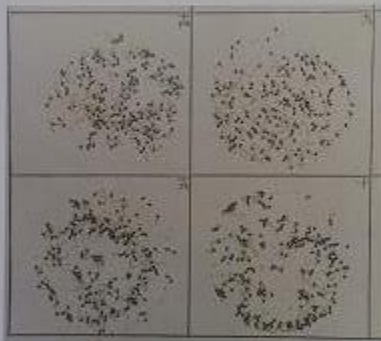
雌雄で繭の色が異なり、雌はあざやかな黄色い繭、雄は白い繭

これまで作出されたいろいろな転座系統

Sexlimited Silkworm Races

$$ZW \widehat{+^{w-2}}$$

限性黒卵(第10染色体の転座)



♀は黒卵 ♂は白卵

$$ZW \widehat{Ze}$$

限性虎蚕(第3染色体の転座)



♀は虎蚕 ♂は姫蚕

$$ZW \widehat{Y}$$

限性黄繭(第2染色体の転座)



♀は黄繭 ♂は白繭

このように簡単に雄と雌とが区別できるので、雌雄鑑別作業の能率が大幅に向上した。また雌雄をわけて飼育し繰糸することも可能になった。

優良な蚕品種育成 中里 延



福島支場跡地と中里延氏

明治44年に創立され、昭和29年に飯坂町へ移転するまでの43年間にわたって支場が所在した福島市内の跡地(現福島大学附属小学校構内)に昭和32年に建てられた。

碑の脇に立つ人はこの支場で一時期を劃した、戦後全国的に広くかつ長期にわたり普及した優良な蚕品種「日122号×支122号」、「日124号×支124号」などを育成した中里 延氏。中里氏は農林大臣賞、第1回日本育種学会賞受賞した。

春用品種

「日122号×支122号」昭和24年



日122号



支122号



日122号×支122号

普及率44%

夏秋用品種

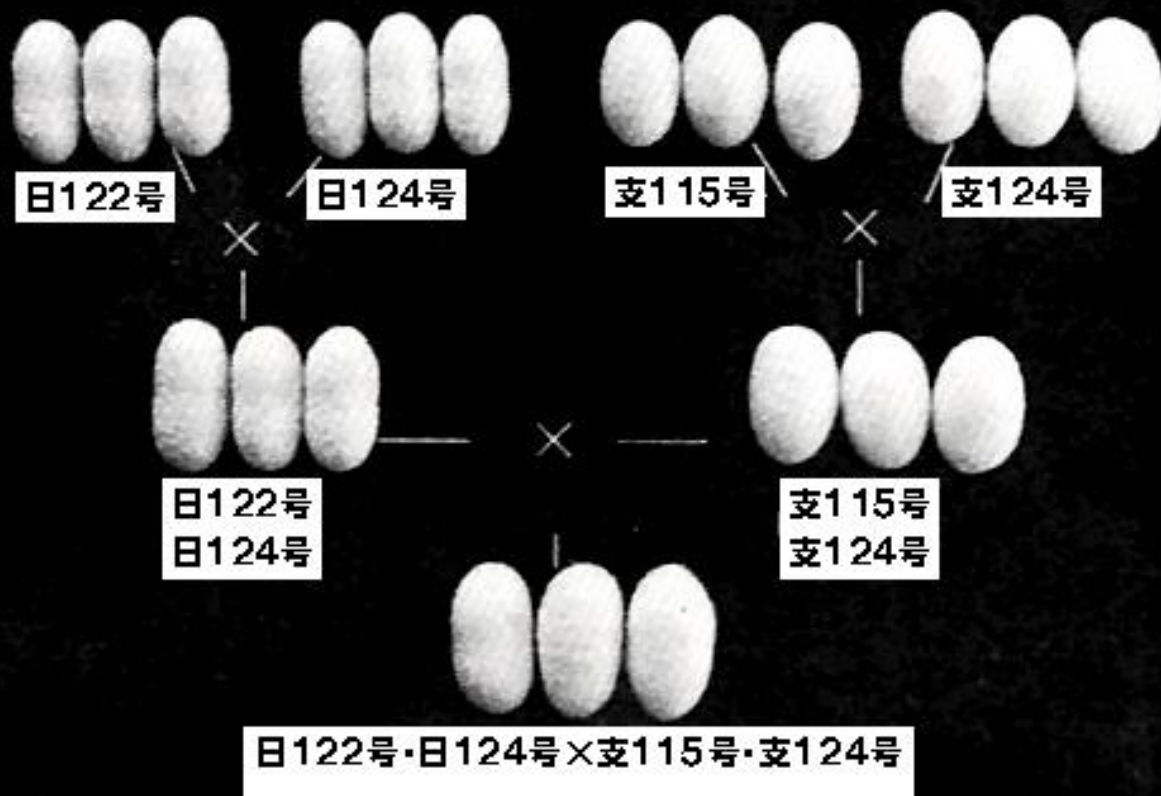
「日124号×支124号」昭和30年



普及率42%

夏秋用品種「(2・4)×(5・4)」の育成

日122号・日124号×支115号・支124号 昭和32年



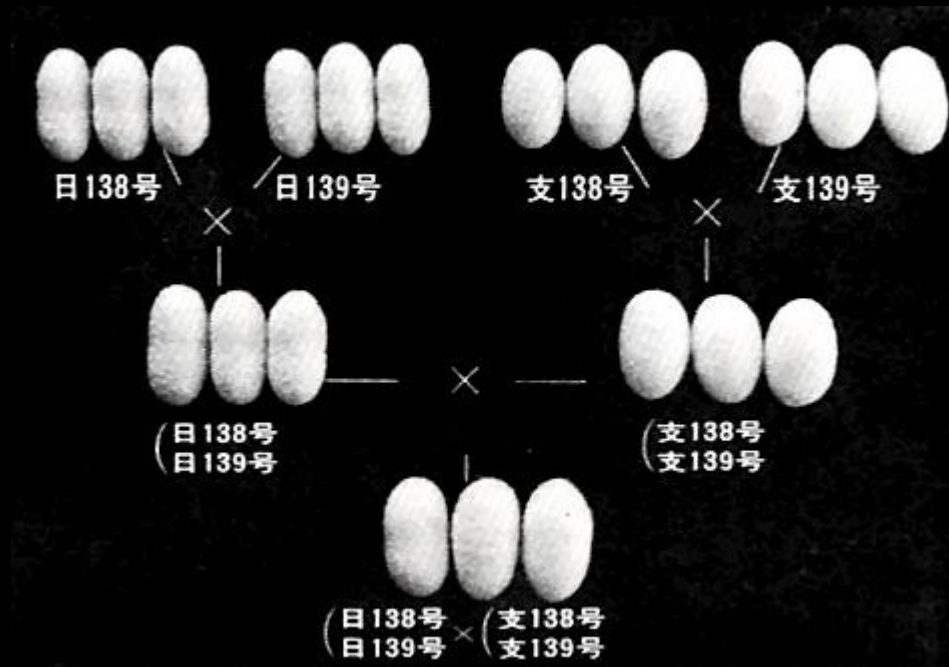
夏秋用品種(2・5)×(2・6)

「日132号・日135号×支132号・支136号」



新しい蚕品種

「日138号・日139号×支138号・支139号」昭和32年



東北支場が蚕糸試験場の蚕育種体制のなかで育成した蚕品種は数多いが、戦後では全国的に広くかつ長期にわたり普及したものとして、日122号×支122号、日124号×支122号(太)(以上春蚕用)、日124号×支124号、日126号×支126号、日122号・日124号×支115号・支124号(2・4×5・4)(以上夏秋用)などがあげられるが、新しい蚕品種日138号・日139号×支138号・支139号(写真)の中にも、その血をひくものが含まれていることを付言しておきたい。

広食性蚕品種育種素材の作出 横山忠雄

昭和61年

(1) 広食性蚕の遺伝育種学的な解析；

稚蚕人工飼料育は各種のメリットがあり、蚕品種もほとんどが人工飼料で良く育つものに改良されている。しかし餌代がかさむため普及率は40%台で停滞している。飼料のコストダウンを図るため組成の面から研究が進められてきたが、現行品種を用いる限り限界がある。そこで、蚕系試験場は、昭和62年から平成元年(1987～89年)にわたり、低コスト人工飼料の開発と広食性品種の選抜を中心課題とした「全齢人工飼料育による繭系の効率的生産」に関する場内特別研究を実施した。研究の1つとして、横山忠雄(1970年)がキャベツの食下により選抜した沢Jを取り上げ遺伝解析を行った結果、①沢Jの低コスト人工飼料(LP-飼料)摂食性には2つの以上の劣性の遺伝子が関与していること、②日本種の中には摂食性の高いものがあり、それらの摂食性と沢Jの摂食性の間には遺伝的に共通点のあることが明らかになった。

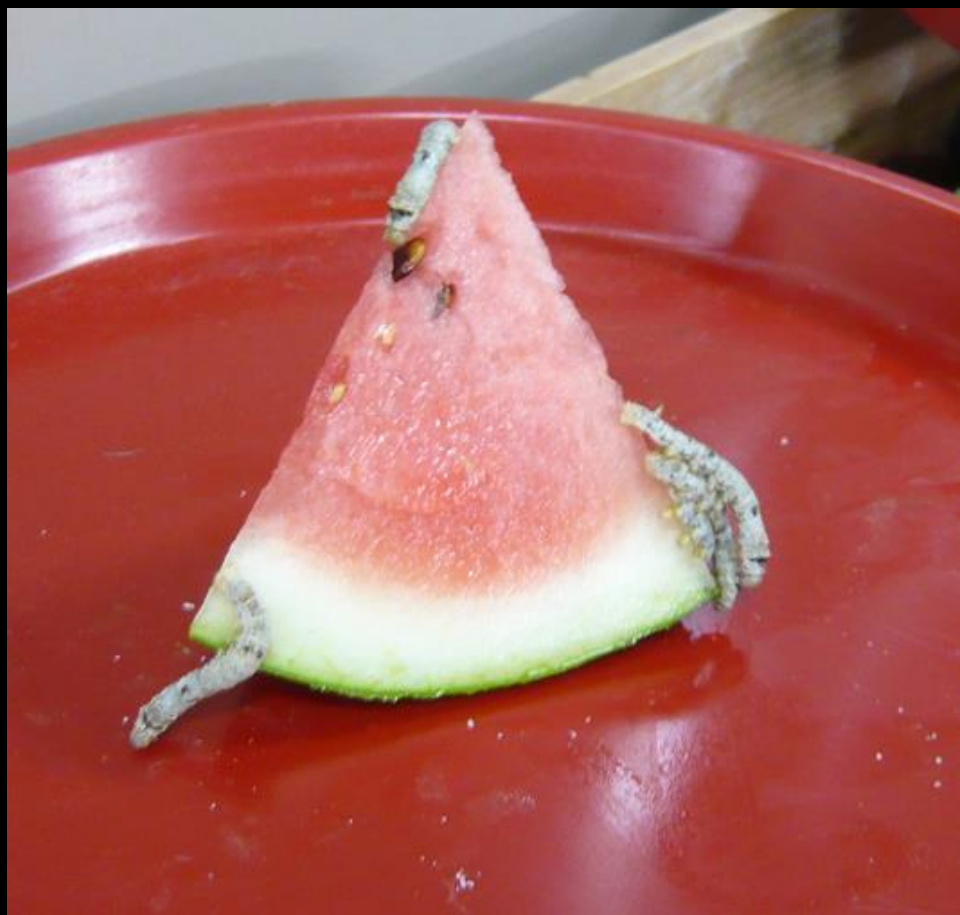
(2) あさぎりの選出；

沢Jの遺伝子の導入による広食性品種の育成を進める一方、現行育成系統の中から摂食性の高いものの検索が行われ、蚕系試験場の真野保久らにより平成2年(1990年)にあさぎり(日601号×中601号)が選出された。一般に日本種は食性の幅が広く、日601号は既存の育成系統の中から選出できた。これに反して中国種の大多数はLP-飼料の摂食性が劣ったが、ラウジネス・フリーの品種を育成する目的で、日本種×中国種のF2から中国種型に育成してきた系統がLP-飼料で良く育つことがみつき、これに選抜が加えられ中601号が育成された。あさぎりは、LP-飼料の摂食性は高いが繭系繊維度が太く、熟蚕は蚕座に潜るなど営繭行動に難点がある。しかし、1～4齢低コスト人工飼料育・5齢桑葉育技術の確立試験に供するためと、新品種の育成素材としてりようするため急遽指定品種になった。また、平成3年(1991年)には、繭系繊維度を細くした四元交雑種しんあさぎりが蚕系試験場の永易健一らによって選出され、引き続き民間を含め実用性の高い新品種の育成が鋭意進められている。



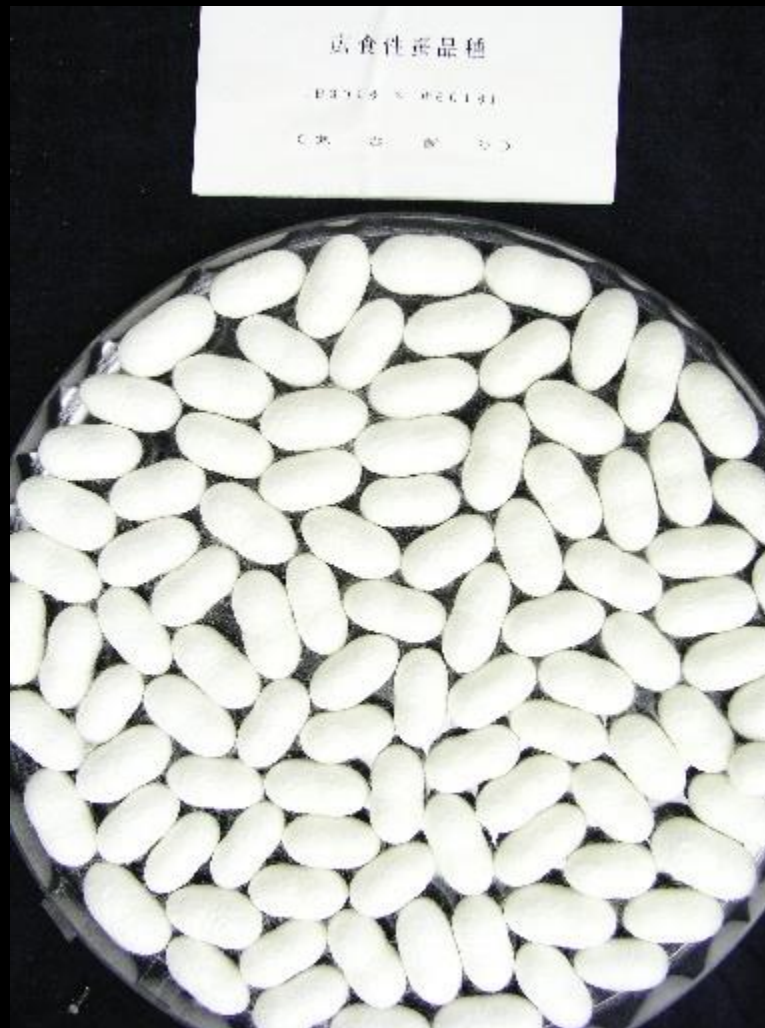
食性異常蚕 沢J





広食性品種 あさぎい

日601号×中601号 平成2年





低コスト人工飼料を摂食中の広食性蚕品種あさぎり

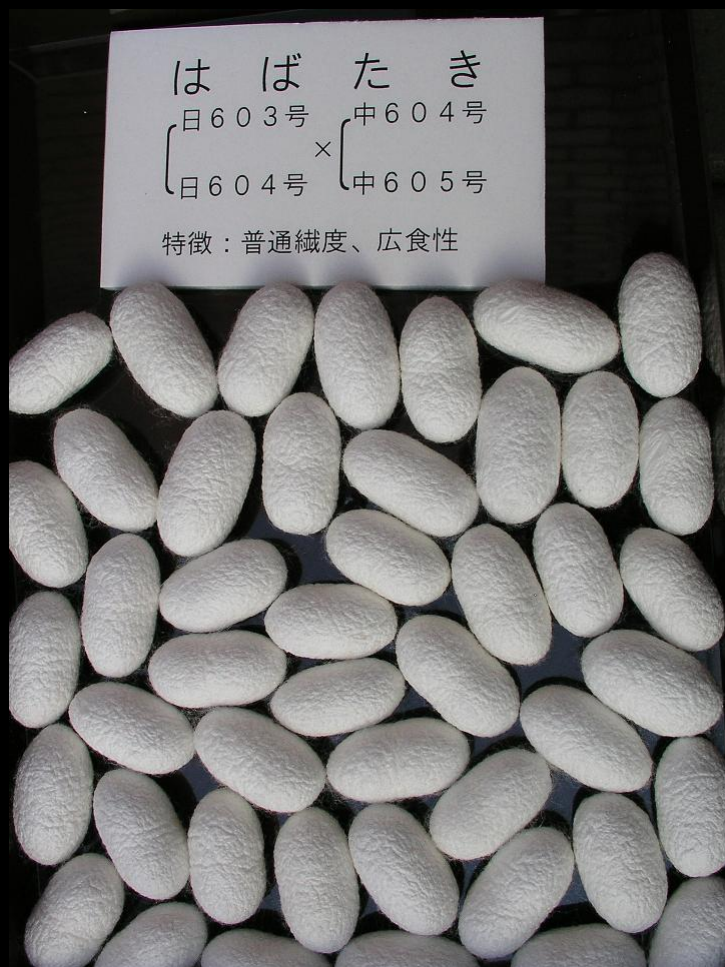
広食性品種 しんあさぎい

「日601号・日602号×中602号・中603号」平成3年



広食性品種 はばたき

「日603号・日604号×中604号・中605号」平成5年



広食性蚕品種 ほのぼの

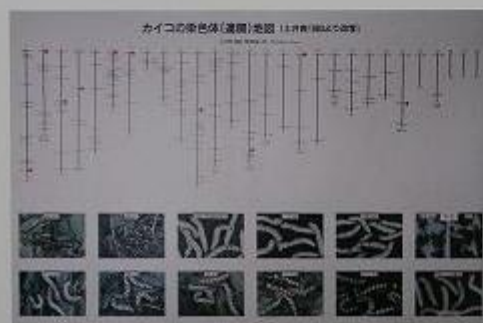
「日513号×中514号」平成10年



広食性で細繊度2.2デニール

カイコの遺伝資源と広食性蚕品種

我が国が保有するカイコの遺伝資源は世界最高の蚕糸技術に育まれた、国際的なコレクションです。遺伝学の進歩など科学技術への貢献はもちろん、私達の暮らしを豊かにするためにも利用されています。リンゴを食べるカイコを利用して、安価な人工飼料で育てられるように改良した「広食性蚕品種」もその一例です。



江戸時代のカイコや、中国・ヨーロッパ・熱帯地方のカイコ、突然変異のカイコなど約450種のほか、指定品種・育成素材など約250種のカイコがいつでも利用できるように収集・保存されています。

【変わり者のカイコ】



桑の葉以外のものでも食べるグルメカイコ



桑の葉が全く含まれない安価な人工飼料を食べる広食性蚕、普通蚕品種は食べない



「しんあさざり」

【広食性蚕品種の開発】

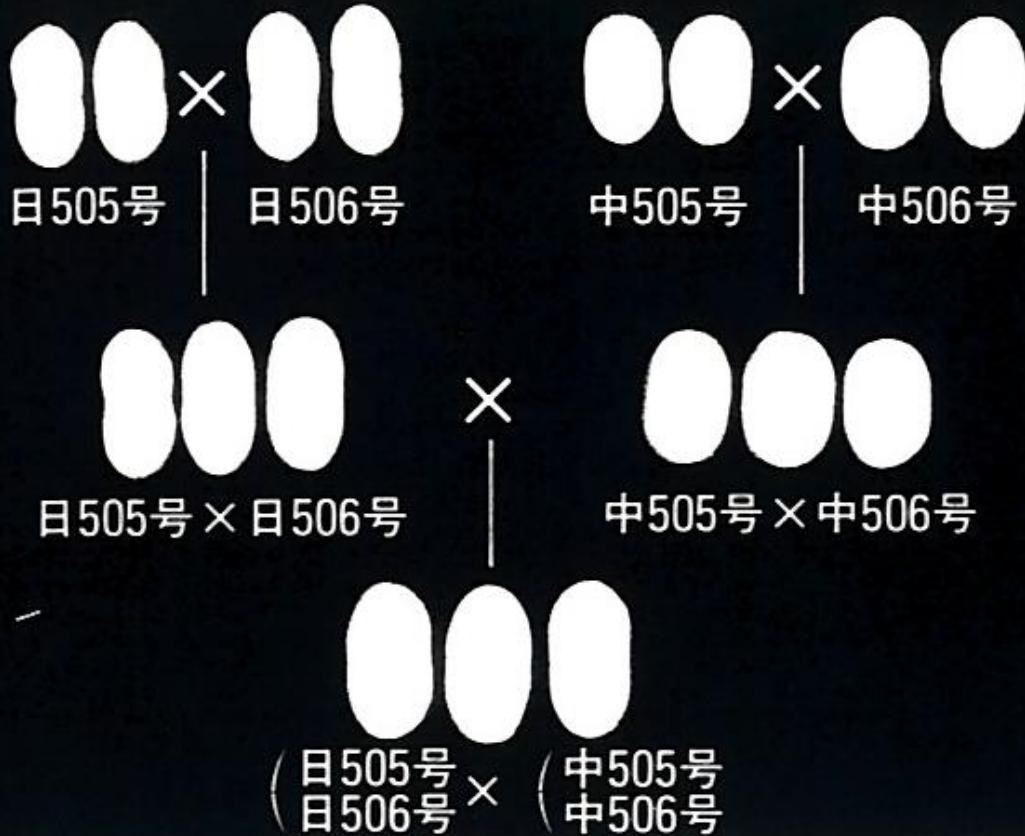
カイコは桑しか食べない狭食性の昆虫ですが、変わり者のカイコの中にはごくわずかですがいろいろなものを食べるカイコがいます。この性質を高め、生産性も優れた「広食性蚕品種」を作り出すことに成功しました。

特徴ある蚕品種

区 分		内 容	育成者、年	特徴、その他
細 織 度 品 種	あけぼの	日505号・日506号 × 中505号・中506号	・ 1987	2.2デニール
	しんあけぼの	日511号・日512号 × 中511号・中512号	・ 1991	2.2デニール、繭層の濁り(錆色)の改良
	世紀 × ニー		群馬県蚕業試験場、1991	2.6デニール、中細織度
	改良しんあけぼの	日511号・日512号 × 中511号・中513号	・ 1996	2.2デニール、産卵性の改良
	改良あけぼの	・ は蚕昆研で育成した品種	蚕業技術研究所、1997	2.2デニール、再指定
	ほのぼの	日513号 × 中514号	・ 1998	2.2デニール、細織度で広食性
	はくぎん	中514号 × 中515号	・ 1998	極細1.6デニール
太 織 度 品 種	さきがけ	日507号・日508号 × 中507号・中508号	・ 1989	4デニール以上、大型繭
	ありあけ	日509号・日510号 × 中509号・中510号	・ 1991	4デニール以上、小型繭
	FNG20 × N510		群馬県蚕試・蚕昆研、2000	4デニール以上、小型繭
着 色 繭 品 種	黄白	日03号・日04号 × 中03号・中04号	・ 1990	限性黄繭
	鐘光 × 黄玉		カネボウ 1994	黄繭
	いろどり	シルク情報 特徴ある蚕品種の現状と将来 山本俊雄	埼玉県 1995	緑(笹)繭
	ぐんま × 支125号		群馬県 1998	黄繭
	C6 × C125		長野県 1998	黄繭・細織度
	セリシンホープ セリシンフラボ		・ 2005	ゲル化するセリシンと紫外線遮蔽、抗酸化、抗菌性を示すフラボノイドを同時分泌
広 食 性 品 種	あさぎり	日601号 × 中601号	・ 1990	
	しんあさぎり	日601号・日602号 × 中602号・中603号	・ 1991	
	はばたき	日603号・日604号 × 中604号・中605号	・ 1993	
	ひたち × にしき		蚕業技術研究所、1994	
	ひたちさんし	日603号・ひたち × 中604号・にしき	・ 1996	蚕業技術研究所との合作
	春2号・岩2号 × 鐘2号・日2号		・ 1996	カネボウとの合作

細織度品種 あけぼの

「日505号・日506号×中505号・中506号」昭和62年



細繊度品種 しんあけぼの

平成3年



2.2デニール

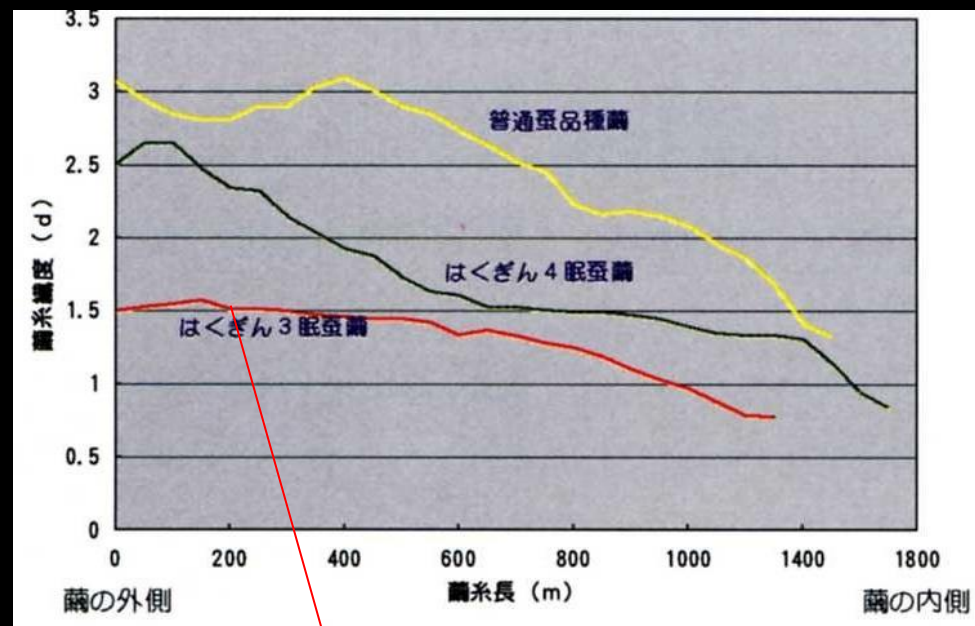
細絨度品種 改良しんあけぼの

日511号×日512号×中511号×中513号(1・2×1・3) 平成8年

繭糸絨度は2.2デニール内外と細く、収繭量、生糸量歩合、繭糸量、解じょ率などの実用形質のほとんどが「しんあけぼの」と同等である。ただし「しんあけぼの」をさらに実用性をたかめるため、交配親の中512号の産卵能力を25%程度高くなるように改良した。

極細織度品種 はくぎん

「日514号×中515号」平成9年



1.6デニール



極細織度蚕品種「中514号×中515号」 愛称「はくぎん」

これまでに飼育された細織度蚕品種の繭糸の太さ(繭糸織度)は、2.1～2.5デニール(約22～26 μ m)です。

「はくぎん」の繭糸織度は、約1.6デニール(約16 μ m)と、2デニールを切った初めての蚕品種であり、著しく細いことから極細織度蚕品種と呼びます。「はくぎん」は、高付加価値化・差別化した絹製品の開発に大きく役立つものと期待されています。

なお、本極細織度蚕品種は、平成10年1月30日付けの農林水産省告示第198号で指定されました。

注) 1 μ mは、1/1000mm

●命名の由来

白い雪原の中に純白な細いシュプールがのびている様子をイメージし、高付加価値の素材になって蚕糸業に役立つことを願い、さらに、品種が育成された長野で開催される冬季オリンピックと育成年次が一致したことにちなんで名づけられた。



「はくぎん」の交配形式



蚕糸の顕微鏡写真

上段: 普通品種 28 μ m
下段: 「はくぎん」 16 μ m

●「はくぎん」の特性

	繭糸長(m)	繭糸織度(d)	飼育日数	繭重(g)	収穫量(Kg)
「はくぎん」	1,356	1.65	22.3	1.60	14.4
普通品種「白37号×支146号」	1,260	2.78	22.5	1.90	17.8

注) 繭重は1粒当たり 収穫量は蚕1万頭当たり

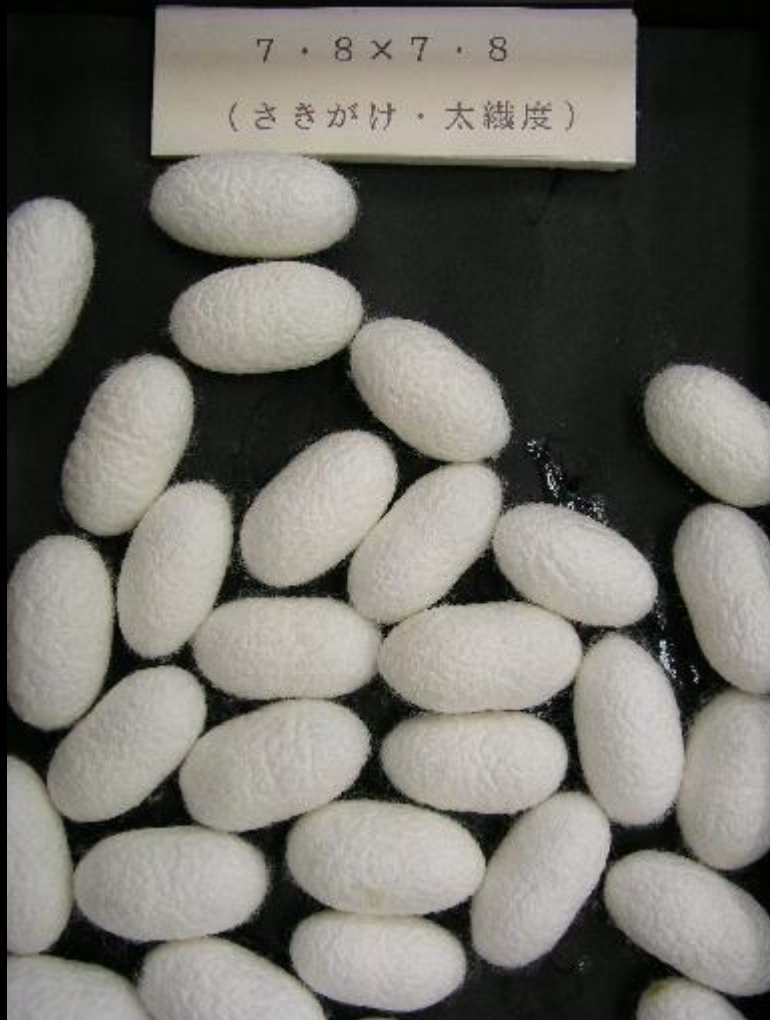


独立行政法人農業生物資源研究所



太繊度品種 さきがけ

「日507号・日508号×中507号・中508号」平成元年



繭糸繊度が4.5デニールと太く、特殊用途用に適する。

4デニール以上 小型繭 平成3年

着色繭



緑繭

金黃繭

琉球多蚕繭を導入して品種改良を行った結果、山型簇で上簇した場合に玉繭の発現率が30%程となる2系統(N玉、C玉)を育成できた。

黄繭

抗菌性のあるフラボノイド色素を持つ緑繭)、2000年育成



近年の着色繭蚕品種

1. 黄白(1990): 日03号・日04号 × 中03号・中04号 (1990)、限性黄繭
2. 鐘光 × 黄玉: カネボウ(1994)、黄繭
3. いろどり: 埼玉県(1995)、緑(笹)繭
4. ぐんま × 支125号、群馬県(1998)、黄繭
5. C6 × C125、長野県(1998)、黄繭・細織度
6. PNG × PCG: (2000)、緑繭

限性黄繭

緑繭



白繭
無色素

笹繭
フラボノイド

黄繭
カロチノイド

蚕品種の進歩とハイブリッド品種の実用化

カイコの品種改良は江戸時代から始められましたが、大正時代になって組織的に行われるようになり、1914年に世界に先駆けてハイブリッド品種（一代交雑種）が実用化されました。以来、多数の品種が育成され、蚕糸業の発展に大きく貢献してきました。

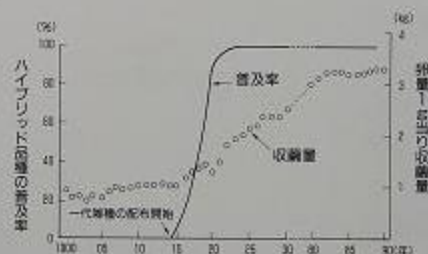
蚕品種の進歩

時 代	全 齢 飼育日数	繭重 g	繭糸長 m	生糸量 歩 合 %	箱当り 収繭量 kg
江戸	日 時間	1.15	550	9.0	
明治	34 12	1.20	600	10.5	9.0
大 正	29 12	1.65	780	12.5	18.0
昭和初期	28 12	1.70	980	14.5	25.0
現 在	24 12	2.30	1350	21.0	35.0



ハイブリッド品種は育成後10年で100%の普及率に達し、繭の生産性は2倍に向上しました。現在、農家で飼育される品種はすべて、日本種×中国種の交配形式（ハイブリッド品種）になっています。

江戸末期には1,000以上の蚕品種がありました。その後、時代とともにカイコの強健性や生糸生産効率の改良が進み、現在では生産性が2～3倍に向上し、世界の養蚕をリードする源泉になっています。



ハイブリッド品種の普及と生産性の向上



ハイブリッド品種を普及させるためには、交配のため両親を雄と雌に区分することが必要です。染色体工学的的手法により幼虫斑紋によって、雌雄鑑別ができる限性蚕品種（斑紋のある方が雌）が作出（1941年）され、その後、卵色（黒卵が雌）や繭色（黄繭が雌）の異なる限性蚕品種も育成され、蚕種製造の能率向上に役立っています。今日では、指定品種の約5割に斑紋限性の蚕品種が使われています。

セリシン蚕繭

平成12年



平成12年 特許品種

(左):平成12年に蚕品種で初めて特許を取得した「セリシンホープ」はセリシン含量98%以上

(中):フラボノイドを含むセリシン繭

(右):カロチンを含めセリシン繭

が相次いで育成された。

特許蚕品種 セリシンホープ

「特許3374177号」平成12年

セリシンホープのまゆ
(原 種)



平成12年に蚕品種で初めて特許を取得した「セリシンホープ」
繭層中のセリシン分は98%を超える

特許蚕品種第一号「セリシンホープ」

絹タンパク質は約75%のフィブロインと約25%のセリシンから構成されています。セリシンには抗酸化作用、紫外線遮断作用、美白作用などがあります。特許蚕品種「セリシンホープ」(第3374117)の繭はほぼ100%セリシンで構成され、高分子のままゲル化しやすいなどの特長があります。「セリシンホープ」の利用に産業界から熱い注目が寄せられています。

裸蛹



1頭当り繭量 : 19mg
営繕率 : 60%

セリシンホープ



1頭当り繭量 : 82mg
営繕率 : 99%
セリシン割合 : 98.5%

- ・多糸量系品種との交雑
- ・セリシン分泌性
- ・Nr遺伝子の固定
- ・吐糸・営繕性の選抜

普通の繭糸
S:セリシン
F:フィブロイン

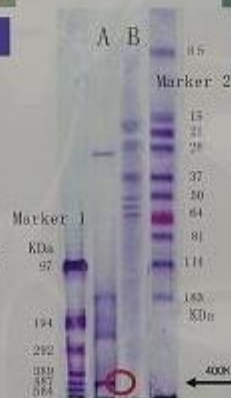


フィブロインをセリシンが
取り囲んでいる

セリシンホープの繭糸



中心にフィブロインがなく、
セリシンのみでできている



熱水溶解したときのセリシンの分解

A: セリシンホープ繭糸のセリシン(高分子のまま)

B: 多糸分解されたセリシン(高分子に分解している)

セリシゲル



ゲル化しにくい
低濃度での
分解したセリシン

容易にゲル化する！
セリシンホープ繭糸の
高分子セリシン

天然未変性高分子タンパク質が
簡単に得られる！

セリシン量のセリシン生産量

	糸量(重量)	営繕率	1000個 繭量	繭量 g/1000個	セリシン 割合
普通セリシン繭					
Ala	0.011	95	1.80	90.5	1.81 (95%)
Ala+	0.021	95	2.80	92.5	2.94 (100%)
セリシンホープ	0.001	95	0.22	90.5	0.19 (100%)
セリシンホープ+0.02200	0.001	95	0.22	90.5	0.21 (100%)

2001年、夏巻第一類

Ala : 普通(フィブロイン)繭の繭糸

Ala+ : セリシン量(フィブロイン)繭の繭糸



平面飼育装置による大量増殖法

繭と繭糸を同時に採れるのが、
容易にセリシン量が採取できる。



独立行政法人 農業生物資源研究所

セリシンフラボ

平成16年

容易にゲル化や乳化する天然高分子セリシンの機能性に加えて、紫外線遮蔽効果、抗酸化性、抗菌性を示すフラボノイドを分泌する蚕品種「セリシンフラボ」が交雑育種法により2005年に開発された。



(左):セリシンホープ

(右):フラボノイドを含むセリシン繭

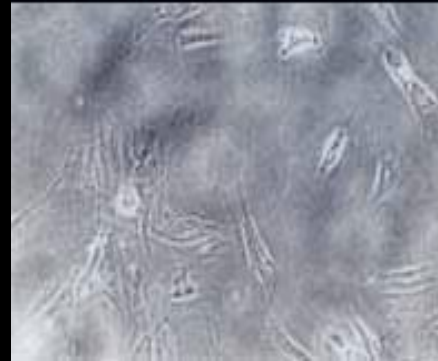
セリシン蚕による機能性タンパク質の 大量生産と利用



ハイドロゲル



フィルム



セリシンコートなし



セリシンコートあり

■高分子量セリシン

セリシンをほとんど加水分解させずに容易にゲル化や乳化ができるセリシン素材。溶液、パウダー、ハイドロゲル、膜、繊維等に加工可能

■セリシンの機能性

肌における保湿効果、脂質酸化やチロシナーゼ活性を抑制する働きがある。

■期待される特性と用途

再生医療素材、化粧品（皮膚ケア、創傷被覆材、細胞培養機材、クリーム、乳液）等

湿潤状態でも変形や脆弱化しない セリシゲルフィルム

製造方法

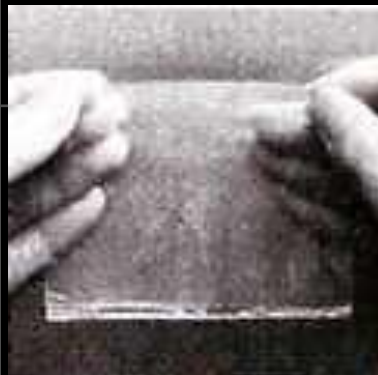
セリシンホープ繭層→LiBr水溶液で溶解→10vol%のエタノール添加→4℃で静置してゲル化→25℃で風乾→脱イオン水で再膨潤→厚さ約0.20～0.25mmのセリシゲルフィルムを作製する。

構造

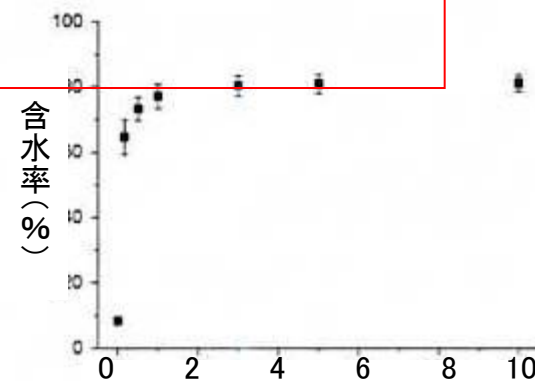
ゲルフィルムは湿潤下でもその平面形状に変化はなく取り扱いに十分な力学強度ならびに柔軟性を有する。ゲルフィルムはゲル化過程で形成される分子間βシート構造を含む一方、キャストフィルムはランダムコイル構造を多く含むことが赤外分光解析より示され、高次構造の違いが湿潤時の挙動の違いを生む出すものと推察された。

特性

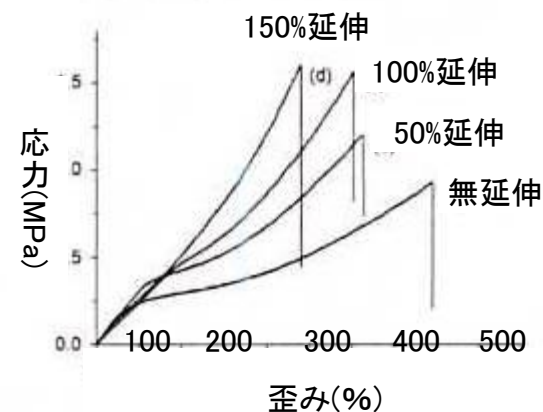
セリシゲルフィルムの吸水性は高く、その最大含水率は(浸漬時間3分で約80%の平衡状態に達する)、既知の天然高分子由来の創傷被覆材と同程度である。降伏点が見られる約25%歪み以下ではゲルフィルムは弾性変形を示すので、関節などの可動部への利用に適している。さらにこれらの機能発現はもっぱら物理的構造によるもので、使用後の残留毒性の懸念がまったくないという大きな利点をもつ。



湿潤状態の
セリシゲルフィルム



セリシゲルフィルムの含水率



湿潤下でのセリシゲルフィルムの
応力-歪み曲線

平成21年 遺伝子組み換え蚕





nano tech Award 2009
nano tech 大賞 2009



nano tech大賞受賞 バイオテクノロジー部門

【受賞者】

独立行政法人農業生物資源研究所

【受賞理由】

遺伝子組み換えカイコによる高機能繊維の開発に成功。その応用としてフィブロイン・蛍光タンパク質の融合タンパク質を発現させ、蛍光カラー絹糸を製作する技術を確立したことを賞す。





オワンクラゲの蛍光遺伝子GFP注入繭



天然(サンゴ)色が魅力！

ソフトな自然カラー



サンゴの赤色素遺伝子注入繭



ビビッとな蛍光色