

外山亀太郎と明治期の蚕糸業における 蚕の「種類改良」*

森 脇 靖 子**

1. はじめに

外山亀太郎(1867-1918)は、1906年に蚕でメンデルズムを実証し、メンデルズムに基づく第1代雑種(以後 F_1 とする)を含む蚕の種類改良¹⁾の理論と方法を1909年『蚕種論』に著わした。外山亀太郎のメンデルズムの実証が蚕糸業との関連でなされたことは指摘されてきたが²⁾、明治期の蚕糸業発展過程の中で、なぜ、どのようなにしてメンデルズム実証に至ったかは考察されていない。本論文は、どのような経緯で外山亀太郎がメンデルズムの実証を行ったかを視野に入れつつ、「生糸が雑駁である」という米国からの警告に対して、国の最重要課題として種類改良が模索された約20年間(1891-1913)を分析の対象とし、官、産、学の種類改良の取り組み及びそれらの関連性を考察するものである。具体的には、官は石渡繁胤を中心とする農商務大臣直轄の「蚕業講習所」技師、産は種類改良を担っていた蚕種製造家、学は東京帝国大学農科大学(以後農科大学とする)の農学者と外山亀太郎である。

先行研究としては、松原洋子が「メンデル遺伝学の受容」の観点から外山亀太郎を論じており³⁾、日本の生糸の雑駁さが蚕の品種改良への圧力となり外山がメンデル実験の追試実験に取り組んだことを指摘しているが、直接、品種改良を論じたものではない。また、清川雪彦は、経済学的側面から蚕の品種改良を論じた中で、掛合せについて詳細に分析しているが⁴⁾、それは F_1 の普及伝播のメカニズムを考察するという視点からで本稿の目的と合致するものではない。

明治期の農学(特に作物や蚕)における品種改良の学理は、ダーウィンの提出した人為淘汰であったが⁵⁾、一般

に、改良の成果は上がらなかった。蚕の場合、全ての変異が遺伝すると考えられ、また後述するように、混合飼育による淘汰が行われる等問題があった。こうした中で蚕の品種改良は、蚕種製造家が従来行ってきた掛合せをどのように捉えるかが突破口となった。

2. 蚕糸業の危機意識

明治期の蚕糸業⁶⁾は、1878年頃に欧州への蚕種輸出が衰退した後、米国への生糸輸出が増大し1880年代後半から発展・拡大期を迎えた。1890年頃には生糸輸出は総輸出額の約40%を占め、一方、米国では生糸輸入量の52%を日本生糸が占めた⁷⁾。日本生糸は欧州へも輸出されていたが、本論文は輸出量の過半を占めた米国と日本蚕糸業の関係を考察の対象とする。

1891年11月、米国絹業協会⁸⁾の理事リチャードソン(B. Richardson)からニューヨークの副領事鬼頭梯二郎宛てに書簡が届き、そこには日本生糸の4つの欠点⁹⁾が認められていた。その後も米国生糸商等から日本生糸は粗製濫造であり、生糸が雑駁であることの原因の一つは養蚕における「蚕の種類過多」にあると指摘された¹⁰⁾。

1895年9月、農商務省は横浜生糸合名会社に対し「米国市場における日本生糸に関する実況調査」を委嘱し、翌1896年2月、同社のニューヨーク支店員ブリースン(R. V. Brieson)の報告書が提出された¹¹⁾。日本糸の欠点はさらに増え12項目が指摘されたが、生糸の質については、第1に糸のデニールが斉一でなく、第2に伸力、強力が弱く、第3に類(ふしいと)が多く¹²⁾、第4として織り上げた時光沢がないに集約される。これら欠点の原因について、やはり蚕の種類過多を挙げ、「若し日本にして精良の生糸を製せんとすれば大いに蚕種を改良し其の種類を限り一定の糸繭を産せしむることに勉めざるへからず。」¹³⁾と通告された。蚕種¹⁴⁾の過多が指摘され、蚕の種類の一一定と改良が迫られたのである。米国

* 2010年1月17日受理。

** 連絡先: GZK01200@nifty.ne.jp

キーワード: 蚕糸業, 種類改良, 掛合せ, メンデルズム, 学理

絹業界からのこの警告と要請こそが、その後の日本蚕糸業に於ける種類改良の出発点となった。

1880年以降、米国の絹織物産業は、産業革命とも重なり、機械化と動力化の度を深め絹布の品質は高度化していた¹⁵⁾。主とし水力を動力とする回転の速い織機等に耐えうる張力や伸力の強い良質の生糸が求められ、しかも絹布の大量生産には、品質の均一な生糸が大量に必要とされた。その結果、米国の輸入生糸の半分以上を占めるようになっていた日本生糸は、米国機業の変化に比べられなくなっていた。

2-1 蚕糸業専門雑誌の創刊など

1887年に主として養蚕に関する専門学士や著名な養蚕家の論文を掲載した『日本蚕業雑誌』が発刊されているが、米国の警告に対する蚕糸業界の危機意識を背景に、早くも1892年、伏見宮貞愛親王を初代総裁として大日本蚕糸会¹⁶⁾が設立され『大日本蚕糸会報』が創刊された。創刊号で速水堅曹が「蚕繭の種類すこぶる多くして同一の生糸を製すること難く(中略)また製糸業に兩三年以来粗製濫造の弊を來たしすでに米国にては信用を失したる同国領事より詳報あり」と述べ、良質な生糸を作るため「速やかに協同団結し、国家の洪益を企図せられんことを頻に希望」と結び、生糸の粗製濫造の弊を克服するために蚕糸業者の一致団結を訴えている¹⁷⁾。

さらに翌年10月には社主竹澤章の蚕業新報社による『蚕業新報』が、「我国が品質を問わず精良の優品を製出しないならば、忽ち伊仏支に市場は蹂躪されてしまう¹⁸⁾」という危機感のもと、中小養蚕家向けの分かりやすい雑誌を目的に創刊された。その後も『蚕業の燈』等蚕糸業関連誌が続々創刊された。

こうした蚕糸関連雑誌の創刊は米国からの警告に危機意識を持ち、種類改良や蚕の種類一定問題等に就いて蚕糸業界へ情報提供を行い、問題への注視を先導するものであった。

また1896年、蚕糸業従事者の育成と増大のために地方長官直轄の蚕業学校が4校開校している。その中の一つである福島県立蚕業学校には外山亀太郎が初代校長として赴任している。そのほか、多くの私立の蚕業学校も創設された。

2-2 農商務省の原因究明と対策

日本生糸の雑駁さの原因は複合的であり農商務省は原因究明に乗り出した。なかでも生糸の質の改善に最も有望な解決と考えられたのが、前述のプリー孙の指摘「蚕種を改良し其の種類を限り一定の糸繭を産せしむること」である。つまり種類の改良を行い優良な蚕の種類

に限定(一定)して、雑多ではない繭から糸縷(繭糸)を採り製糸することが課題となったのである。

まず、農商務省は制度面から生糸改善策に着手した。特に、種類改良と種類一定の調査・研究及び人材育成を急務と考え、「蚕業試験場」を農商務大臣直轄の独立教育・研究機関として1892年「蚕業講習所」と改称・改組し、試験結果を官報『蚕事報告』に公表した。1899年京都にも蚕業講習所を設置し、国内二ヶ所での蚕糸教育・研究の体制が確立した¹⁹⁾。

さらに、農商務省は1896年から蚕業講習所技師などを、次の3点を見極めるために、米、伊、仏そして清等に派遣した。先ず第1は米国絹業現場での日本生糸の欠点の確認、次いで生糸先進国の伊、仏等の実情調査、そして競争相手国清の蚕糸業調査²⁰⁾である。1896-1900年、蚕業講習所技師の本多岩次郎の欧米視察、同じく技師松永伍作や高津沖次郎の清国視察、そして、横浜生糸検査所技師の今西直次郎の欧米視察等がなされた。これらの海外視察報告書により、日本生糸は強力、伸力が乏しくデニールが均一でなく、類が多いこと、また伊、仏では蚕の種類が4,5種類であること²¹⁾、そして、清に比べて繭の解舒(かいじょ、糸縷を繭から解き離すこと)が悪いこと²²⁾、さらに、伊では種類改良のため掛合せが行われ、全消費繭の約50%が掛合せ種からのものであること²³⁾等が明らかになった。

前述のプリー孙の報告及び本多岩次郎の「蚕種の一定が養蚕業に就いて非常に便益がある」という主張²⁴⁾が公表され、蚕糸業界では蚕種一定について賛否両論が戦わされた。

こうした中で農学者は蚕種一定について強硬な反対論を展開した。農科大学教授の佐々木忠二郎は分類学上、種類は変種または亜変種であるが、養蚕家が変種等から淘汰(選択)した種類に勝手に名前をつけたため、同名異種があり、名称と変種とが混同されていると指摘した²⁵⁾。また、佐々木忠二郎、外山亀太郎、石渡繁胤²⁶⁾等の蚕種一定への反論の根拠は、同一の種類また同一の親から生まれた蚕でも繭質等の形質は異なり、さらに飼育される風土、桑の種類、飼育法、製種法等の違いにより蚕は変化するため、種類を一定にしても糸縷は一定にはならないという事実にあった。一般に生糸の品質不良は、蚕の作る糸縷の質にもよるが、むしろ製糸技術がより影響を与える。したがって石渡は、生糸を一定にするには製糸家が一様な繭を選んで製糸すること²⁷⁾、外山は、製糸技術に問題があること²⁸⁾を主張した。佐々木ら農学者の主張に、蚕種製造家も賛同の声を上げた²⁹⁾。農科大学の学者や蚕種製造家の強硬な反対により、1901年頃には蚕種一定の主張は影を潜めたが、蚕種一定への願望は、製

糸業の近代化が遅れていた製糸業界、及びそのことを認識していた農商務省にとって生糸改良の有効な手段と考えられ、後述するように1908年頃から、再び蚕種統一あるいは繭質統一と名称を変えて浮上するのである。

3. 蚕業講習所の種類改良への取り組み

1892年、早速、蚕業講習所は、生糸改良のための試験研究を開始した。先ず「繭質改良試験」を4年間行い³⁰⁾、生糸の質に直接影響を与える繭を対象に人為淘汰を行い、繭質良好な蚕を得られるという結果を得たが、蚕は同一の血統でも一定不変ではないので数年後には雑駁な蚕になるかもしれないことを危惧した³¹⁾。次いで蚕業講習所は1896-1904年、300以上³²⁾といわれた種類の中から優良な種類を選出するために「蚕ノ種類試験」に取り組んだ。その目的は「各種の蚕を飼育して蚕兒の強弱、(中略)飼育の難易、糸量の多寡、糸質の細太等に就き比較試験を為し以て種類改良の資に供せんとするにあり。」³³⁾から分るように種類改良にあった。この試験結果は毎年『蚕事報告』に公表されたが、1905年春、農商務省は9年間の種類試験の結果をまとめ『臨時報告 蚕事要報』に優良種を公表する³⁴⁾。春蚕では内外108種類が試験され、優良種の最多は清国種が57種類で全体の52%を占め、日本種の25%を大きく引き離していた。さらに、さまざまな掛合せを行い雑種の試験を行ったにもかかわらず、優良種の中に掛合せ種は全く含まれなかった。蚕業講習所は、年毎に糸質や糸量等の結果が一定しない掛合せ種を評価できなかったのである³⁵⁾。当然、掛合せによる種類改良は、この頃もこれ以後も行われなかった。当時、種類改良には掛合せが有効であるが、掛合せは繭形、糸質などを雑駁にさせる³⁶⁾という否定的評価があり、掛合せによる種類改良の学理は無かった。学理重視の蚕業講習所では交雑育種への道は閉ざされていた³⁷⁾。

この時期、蚕業講習所では遺伝に着目して2種類の試験を行っている。「虚弱性遺伝試験」³⁸⁾及び「微粒子病試験」³⁹⁾の中の遺伝試験である。これらの試験に於ける遺伝の意味は異なる。前者は劣悪な飼育環境で飼育され虚弱となった親蛾が次代の蚕に如何なる影響を及ぼすかを調べ、後者は微粒子病に感染した雌蛾が産んだ卵に微粒子病が伝染するか否かを調べた。

3-1 石渡繁胤の遺伝試験

石渡繁胤は、1896年蚕業講習所技師となり、上述の「微粒子病試験」で遺伝試験を担当した⁴⁰⁾。1899年には新設の京都蚕業講習所技師となり、1900-08年「遺伝試験」を毎年継続して行い、結果を『京都蚕事報告』に発

表した⁴¹⁾。ただし、外山亀太郎の学位論文が発表された1906年と翌年は「遺伝試験」の結果は公表されず、1908年に7年間の纏めとして「遺伝試験ニ就テ」が発表される⁴²⁾。

石渡は蚕種一定に反対したが、有効な種類改良は人為淘汰であるとして掛合せに重きを置かなかった⁴³⁾。彼の遺伝試験は、掛合せではなく、淘汰の際に卵色、体色、繭色、繭形など8形質に着目して、それぞれの形質がどれ位の年月で固定できるかを調べ、その遺伝傾向を考察した。例えば繭色の場合、白色と薄黄色の両方を生ずる同じ種類の蚕を2組に分けてそれぞれの繭色を別々に淘汰した。5年間の淘汰で、白繭の蚕は100%が固定し、薄黄繭の蚕は約98%が固定した。この結果から白繭の方がより遺伝傾向が強いと結論している⁴⁴⁾。

石渡には人為淘汰による品種改良こそが有効な改良法であり、掛合せは却って悪い結果をもたらすと考える理由があった。彼は「遺伝試験」に取り組んでいた1903-04年、伊、仏等の蚕糸業を視察し、品種と品種改良についても調査を行っている。特に伊では1850年代以降の微粒子病の流行で蚕が虫性虚弱になり飼育困難となった結果、伊種と日本種あるいは清種との交配が行われていた⁴⁵⁾。前述の今西直次郎の掛合せに関する視察報告²³⁾に対して、石渡は改めて伊、仏の種類改良調査を行った。そして、伊では交配による品種改良に努めたが、その結果、品種が雑駁になり苦しんでいること、伊の「蚕業講習所」所長ベルソン(Verson)の主張「交配種は純粋種の飼育困難であることから始まったが、気候、土質、其他が適当で純粋種が成功している地方で交配種を採用するのは不合理である」⁴⁶⁾を報告し、さらに「純粋種は支那⁴⁷⁾や日本との交配種に比して繭質に於て優秀である。いずれ伊国も交配種を棄てて純粋種を飼育するに至らん」⁴⁸⁾という仏の研究者の言葉を付け加えている。この視察により石渡は、交配の目的は蚕を壮健にするためであり、優良な品種は淘汰によると確信をもって帰国した。

蚕業講習所技師の石渡繁胤のこうした掛合せと人為淘汰に対する見解は、後述するように、農商務省や蚕業講習所の中で無視できない見解として考慮されていたと考えられる。

4. 蚕種製造家の掛合せによる種類改良

当時、蚕の新種類の作成は、主として蚕種製造家が経験的に行ってきた選択育種(人為淘汰)法である。しかしながら以下に示すように、明治以前から長野県や福島県等の蚕種製造現場では掛合せも行われていた。明治中期以降は、異なる種類の蚕を交配したものを掛合せ種⁴⁹⁾と呼んだ。新種類は掛合せ後、数年から十数年間の淘汰を

へて固定させていた。早くも 1845 年信州小県郡の藤本繩葛による掛合せ種など長野県の蚕種製造家により日本の異なる蚕種同士が掛合せられ新種類が作られていた⁵⁰⁾。また、外山亀太郎が赴任した福島県でも明治以前から新種類が数多く作出され、1884 年には日本蚕種同士の「又昔」と「小石丸」を掛合せ、「伊達錦」が作成されている⁵¹⁾。1890 年代後半からは、前述のように支那蚕の繭質が優れていることが分かり福島県、神奈川県⁵²⁾等でも日本蚕と支那蚕の掛合せによる新種類(日支交雑種)が作られた。各地の蚕種製造家は自らの経験に基づき、掛合せ・固定による種類改良の努力を行っていたのである。

蚕糸業界では 1890 年代後半、オーストリア侯爵ネンブリニー・ゴンザガの掛合せが必要であるという主張⁵³⁾、あるいは熱帯産と寒帯産の小麦の雑種から新種類を得たカナダの農事試験所の例を挙げて、蚕でも雑種による改良をするべきであるという意見⁵⁴⁾が出されており、種類改良における掛合せの重要性が認識されていた。また、前述の今西直次郎は、1900 年の欧州視察から伊支交雑種を持ち帰り、愛知県の田口百三に託し、1903 年「黄石丸」等の育成に成功している⁵⁵⁾。

5. 外山亀太郎の種類改良への取り組み

5-1 カイコの発生研究

1885 年、外山亀太郎は 19 歳で東京農林学校に入学し、東京農林学校が改組された東京帝国大学農科大学を 1892 年に 25 歳で卒業する。農科大学で外山に最も影響を与えたのは石川千代松⁵⁶⁾と佐々木忠二郎⁵⁷⁾である。石川千代松は、1886-9 年、独へ留学しヴァイスマン(A. Weismann)に師事、帰国後の 1890 年に農科大学教授となり、講義「動物学実験」、「動物学」を担当し、蚕の解剖実験でも教鞭をとった。佐々木忠次郎は、東京農林学校で「養蚕法」を教え、外山も佐々木の下で養蚕を学んでいる。佐々木は、1889-91 年、養蚕と水産研究のために欧米へ派遣され、帰国後農科大学教授となり講義「昆虫学及養蚕論」を担当した。

外山亀太郎は卒業研究に蚕の微粒子病を希望したが、1891 年頃、理由は不明であるが、微粒子病研究が専門であった佐々木忠次郎に断られ⁵⁸⁾、石川千代松の下で細胞・発生学に卒業研究のテーマを定めた。卒業論文は、石川の指導による顕微鏡を使った「カイコの精子形成」⁵⁹⁾で、提出は大学卒業後の無給助手時代である。その後「カイコの生殖器」⁶⁰⁾、「蚕卵の構造並に胚子の発達」⁶¹⁾と成果を発表している。

石川千代松は、後述するように 1890 年代前半、立て続けに欧州の進化及び発生・遺伝に関する論文や著作等を翻訳紹介している。外山は農科大学生及び助手の頃、

石川を通してカイコの基礎研究としての細胞学的な遺伝・発生学を熱心に学んでいた⁶²⁾。この時期になされた外山の一連の研究は、石川がドイツ留学時にヴァイスマンの許で研究したテーマのカイコ版であるといえる。外山はこの時代に描きためた顕微鏡図を『実験蚕体解剖』(1896 年)として石渡繁胤と共著で出版している。

外山が農科大学にいた頃、農商務省は危機感をもって生糸雑駁問題の原因を究明していた。彼も当然これを知っていたと考えられるが、実際に語ることはなかった。1896 年 4 月、外山は助手を辞め福島県立蚕業学校へ校長⁶³⁾として赴任した。

5-2 蚕の種類調査と一蛾飼育

外山亀太郎の福島県立蚕業学校時代(1896-99 年)は、農商務省が生糸雑駁の原因を特定し、さまざまな施策が開始され、蚕の種類問題と種類改良及び蚕種一定論が蚕業雑誌で喧々諤々と議論された時期に当たる。この時期に外山が養蚕等の教職に就いたこと、及びそれが「奥州蚕種本場」⁶⁴⁾といわれた福島県だったことは、その後の外山に大きな意味をもたらした。外山は 1897 年から蚕業学校の実地教育として種類比較試験等に着手し好成績を修め⁶⁵⁾、また、同時に福島県の蚕種製造家に遺された出殻繭を調査し、1751 年(宝暦初年)から 1803 年(享和末年)を中心に明治までの蚕種類の変遷研究を開始した。当然、「種類改良」と「蚕種一定」を視野に入れた人為淘汰の視点からの調査である。この調査結果は 1900 年に発表された。少し長くなるが、種類についての外山の考え方を引用しておく。

種類を改良するとか、或は種類を一定せねばならぬという事で、(中略)残念ながら種類と云うことにつきましては学問的に研究をいたしました事実の証拠とすべきやうな事柄の甚だ少ないのに困っております。(中略)依って蚕の種類に就て意見を述べますに先立ちまして、事実を沢山集めてみたいと云ふのが私一個の考えで有ったのです。其第一着手と致しまして私はわが国の蚕の種類が今までに如何なる変遷を為したものであるか(中略)之を知らうと企てたのであります。で、この解釈が出来ますと云ふと在来の経過に就てわれわれの意見が定まります。それを土台として今日の種類の改良も根底から其調査研究が出来まして充分なる意見が立ちます⁶⁶⁾。

外山は、蚕の種類が明治期に入って著しく退化したが、その原因は蚕種製造家による淘汰や掛合せにあると認め、「せっかく固定した種類をあれと掛合せ、為に種類の破壊を来し、且つ淘汰の方法を誤てた」と結論付けている⁶⁷⁾。外山も福島時代に掛合せの長短所を認識していた

のである。

注目すべきは、外山が、蚕種製造現場で行われていた系統分離のための一蛾飼育⁶⁸⁾を目撃し、その重要性を見抜いた事である。後に彼は一蛾飼育について次のように述べている。「余が知るところによれば知人故大竹甚右衛門(福島県梁川町の人)加藤新左衛門(福島県伊達郡栗野村の人)等なり。両氏は廿有余年前にこれ(引用者注、一蛾飼育)を実行せり」⁶⁹⁾と。

一蛾飼育は、もともとパスツールが蚕の微粒子病の防除のために考案した方法を応用したもの⁷⁰⁾であるが、微粒子病の防除だけでなく、種類の系統を正すために一部の蚕種製造家によって使われた。そもそも飼育は混合飼育が一般的であった。1頭の健康な蚕の産卵数は平均300-400粒である。蚕種製造家は、1枚の産卵紙上に数十頭(地方により時代により数は異なる)の雌蛾を産卵させ、養蚕農家はその多数の卵を一括して飼育する。これを混合飼育と云う。蚕業講習所等の種類試験も混合飼育で行われた。前述の蚕業講習所の「蚕ノ種類試験」が優良な蚕種を選定できなかったことに蚕糸業界から不満や批判の声が挙がっていた⁷¹⁾。その原因を外山は、種類試験で一蛾飼育を行わなかったため系統分離に失敗したと、非難した⁷²⁾。

この一蛾飼育こそ、外山がメンデルズムを実証しそれに基づく品種改良を可能にした鍵となる手法である。1株の交配したエンドウに稔る豆全ての変異を調べることは、カイコでは1頭の雌蛾の産卵から生まれた全個体の変異を調べることであり、一蛾飼育が必須である。また交配を行うには使用するカイコを一蛾飼育により系統を正して固定(純系分離)する必要がある。遺伝実験でも雑種の全ての世代で一蛾飼育は必須であった。「従来一般の蚕種製造業者から、ほとんど玩弄物視された蚕の一蛾別飼育」⁷³⁾を外山は純系分離及び遺伝実験の手法として積極的に使用転換を行ったのである。さらに後のことになるが、 f_1 配布が軌道に乗った1917年の蚕糸業法改正で、蚕種製造家に一蛾飼育が強制されるのである⁷⁴⁾。

5-3 掛けせによる遺伝と変異

1900年時点でメンデルズムや純系説が未知であったため、外山亀太郎はもちろん農学者達は、変異が全て遺伝することを前提とし、カイコは自然に変異し、その変異の蓄積により進化するという解釈により人為選択を品種改良の学理としていた⁷⁵⁾。未だ掛けせによる品種改良の学理は存在しなかったのである。

しかしながら外山は掛けせへの関心を深めていた。1897年頃福島県立蚕業学校で行った種類比較試験には「パール掛け」(雑種)が含まれている⁷⁶⁾。種類改良が目的

ではないが掛けせを行っていた。さらに1898年、福島県の蚕種製造家が「又昔」と支那種を掛けせ、虫質強壯、発育迅速、飼育容易な蚕を得て、1899年その繭を福島県立蚕業学校の製糸部で繰糸を行い解舒・糸質良好な生糸を得ている。外山はこのことを当然了解していた。この掛けせ種は、その後、固定され優良蚕種「支那又」として市場に出て行く⁷⁷⁾。

外山は福島時代、種類比較試験や種類変遷調査を行うなかで、蚕種製造現場での掛けせによる種類改良を見聞し、古老たちの話も聞きながら、古蚕書等の蒐集調査を行い、掛けせ・固定による新種作製を熟知するようになっていた。

1899年10月、農科大学大学院へ戻る頃までに、外山は蚕が風土、飼育などの環境条件により変化するが、方法を誤らなければ掛けせと淘汰で新種類を固定できると考えていた⁷⁸⁾。

だが外山の第一の関心は別の所にあった。福島時代に研究を進め公表していた「蚕卵の構造並に胚子の発達」を深めるため大学院に戻ると、顕微鏡を駆使したカイコの発生研究に着手し、1901年7月1日に「カイコの発生について」を書き上げた⁷⁹⁾。彼は大学院で自らの専門研究に集中しながら、1900年春、種類改良のため掛けせに踏み出した⁸⁰⁾。外山は、蚕種製造家の掛けせによる種類改良を試み、加えて、以下に述べるように、専門分野への関心から掛けせによる蚕の遺伝と変異について考察を進めたかったのではないかと筆者は推測している。

進化論の文脈での遺伝・発生学的研究はメンデル論文の再発見を導いた一つの視座であるが、こうした欧州での研究の導入・紹介は石川千代松が嚆矢である。石川は1889年ド・フリース(H. de Vries)の細胞内パンゲネシスの紹介⁸¹⁾に始まり、1891年には『進化新論』を著した。その中でダーウィンやド・フリース等の遺伝粒子説やヴァイスマンの遺伝質説を紹介している。外山が福島へ赴任した1896年に『進化新論』を改定し、この第2版でヴァイスマンの著書『生殖質(Das Keimplasma)』(1892年)の内容を取り入れ、進化・発生学的観点から遺伝物質(デテルミナント等)の伝達・発現メカニズムを詳細に紹介し、第1版を大幅に書き換えた⁸²⁾。この『生殖質』は外山の愛読書であった⁸³⁾。

ヴァイスマンは『生殖質』の中で、ケールロイター(J. Koellreutter)やゲルトナー(C. Gaertner)の植物交配実験の成果、あるいはヒトの目の色等の遺伝現象に基づいて、雑種の個体発生に於いて変異がどのように出現するかデテルミナント等による遺伝の理論化をめざしていた⁸⁴⁾。こうしたヴァイスマンの理論化はあくまでも推論であり思弁的ではあったが、交配における遺伝と変異

の問題への注視が必要であることを外山に気づかせたであろう。さらにヴァイスマンは、両性混合(amphimixis)が変異を生ずる原因であり、それは雌雄の生殖質の減数によって全く新しい組み合わせが生ずるからであると主張していた⁸⁵⁾。『生殖質』で展開された交配による遺伝と変異が掛け合せによる種類改良と結びついたのである。

外山は1900年春、蚕の種類改良と遺伝と変異について考慮しつつ日本蚕(白繭)と仏蚕(パール, 黄繭)を掛け合せた⁸⁶⁾。そして第1代目が全て黄繭になる優性現象と、第2代目で黄繭と白繭の出現比率が3:1になる分離現象を観察している⁸⁷⁾。しかしながら、当然、理論的根拠は分からなかった。松井佳一が述べているように⁸⁸⁾、外山は1901年にド・フリースの論文を読み、メンデル論文の存在を知り、優性現象と分離比の理論的意味を理解した。これを裏付ける相馬愛蔵の証言「外山亀太郎氏は9年前より蚕兒変種の理を研究して中に一貫せる理法あるを発見せし際ド・フリースの著に接し益々其所信を確かめ今回農科大学より英文にて其研究を発表すと聞く」⁸⁹⁾もある⁹⁰⁾。

さらなる追究のために、彼は再発見者3人の論文やメンデル論文等の資料を収集し、熟慮・分析する時間、及び実験計画や実験資材調達のための時間を必要とした。その時期が1901-2年である。そして、シャム(現タイ王国)で誰はばかることなく、自分の一存でメンデルの実証実験を行えたことは外山にとって決定的に有利なことであった。しかもシャムの熱帯蚕は多化蚕であるため、メンデルのエンドウは1年に1世代だけであるが、外山はシャムで1年間に最大で8世代も追跡実験ができた⁹¹⁾。

5-4 メンデルズムの実証

外山亀太郎は1902(明治35)年2月7日に横浜を立ち、約1ヶ月後バンコクに到着した。ところが5月初旬、急用で日本に一時帰国し、7月16日に神戸を出港し8月上旬に再びバンコクに着いている。この一時帰国時に技師4人の人選をしており、またメンデル論文の関連資料や一蛾飼育のための器具(框)などの実験資材の入手に目処をつけたのではないかと筆者は推測している。その後、9月中旬に飼育を開始し⁹²⁾、持参した日本蚕と系統飼育(おそらく一蛾飼育で)を行い固定したシャム蚕とを使い、1903年5月から、2種類の交配実験を開始した⁹³⁾。どちらの実験も1900年に農科大学で行ったように、黄繭と白繭の交配実験で黄繭が優性であることを確認している。次いで斑紋の有無に着目して交配実験を行い、斑紋の有無もメンデルズムに従うことを確認した。さらに1904

年には、斑紋の有無と繭色の2形質による2因子交配実験等を行っている。

外山は1905年3月4日帰国した。だが、山内為壽の次の証言「実験成績を纏め日本に帰りて石川博士に見せたとところ先生はワイズマンに深く心酔して居りてどうしてバリエーションを説明するかなど云いて容易に面白く思われなかったがどうしてもこうなると云った」⁹⁴⁾からすると石川千代松は、シャムでの外山のメンデルズム実証実験について知らなかったようである。

外山は帰国後の6月20日に学位論文「メンデルの遺伝法則に関するカイコの交配」を書き上げ、翌年4月に博士号を授与された。当然のことであるが、この学位論文で外山は蚕の種類改良にメンデルズムを適用することの利点を明言している⁹⁵⁾。

蚕糸業界へは1905年『蚕業新報』5月号の論説で「蚕種類の改良」と題してメンデルの法則を簡単に紹介し、この法則によれば種類改良は思いのほか進歩するだろうと述べ、注目すべきは「一代限りの種類を拵えることである」⁹⁶⁾と f_1 の利用を薦めた。次いで『大日本蚕糸会報』6月号に外山の英文論文⁹⁷⁾が載ったが、メンデルズムに基づく種類改良に関する外山の論文は1909年4月の『蚕種論』の出版後まで採り上げられなかった。しかもメンデルズム及び種類改良法として提出した f_1 利用についても『蚕業新報』を例外として⁹⁸⁾、農商務省や蚕業講習所そして蚕糸業界からほとんど声が挙がらなかった。しかしながら、外山はメンデルズムと種類改良法について精力的に論文発表や講演を行っていた⁹⁹⁾。

5-5 外山亀太郎の石渡繁胤批判

1908年10月、前述の石渡繁胤の「遺伝試験ニ就テ」が公表されると、外山亀太郎は直ちに批判を開始した¹⁰⁰⁾。彼は石渡の遺伝試験が学理上間違った方法であるため種類改良の進歩を助けるよりも却って妨害していると非難した。遺伝試験のためには、先ず調べようとする形質が独立した遺伝性を持つこと、形質に優劣があること、掛け合せに使う親の性質を明細に極めておくことが必須であると述べた後、石渡と同じように遺伝試験で一蛾飼育を用いず失敗したクータニユ(G. Coutagne)の例を挙げ暗に石渡の方法を否定した¹⁰¹⁾。その上で「京都蚕業講習所報告を以て公にせられたる蚕種の遺伝研究は、遺伝の研究よりも寧ろ淘汰の結果を論ぜられたるもの」と石渡実験の核心を突いた¹⁰²⁾。1909年9月、やっと外山の種類改良の論文が『大日本蚕糸会報』に掲載された¹⁰³⁾。

一方、石渡は1910年2月『大日本蚕糸会報』に支那蚕と韓国蚕等の掛け合せ結果を英文で公表し、蚕がメンデ

リズムに従うことを認めた¹⁰⁴⁾。3月に石渡は京都蚕業講習所の所長に就任、4月には、2月の英文論文を「蚕の遺伝に就て」として発表し「実にメンデル氏の法則は数理的であって、余が実験亦外山博士の成績とよく一致した」と述べて自分の実験も含めて外山亀太郎に正当性を与えた¹⁰⁵⁾。石渡が初めてメンデルリズムつまり掛けの学理を認めたのである。しかし、蚕業講習所によるこの承認は、『蚕種論』が出版され1年が経過した時であり、蚕糸業界では既に蚕種統一運動が起っていた。

6. 『蚕種論』の出版から f_1 の配布へ

『蚕種論』の執筆は、1905年に外山と竹澤章との間で交わされた約束であった¹⁰⁶⁾。シャムの帰国2ヶ月後、外山は桑蚕(野生の蚕)と家蚕を掛け、約4年かけてメンデルリズムに基づく品種改良法を具体的に構築していった。『蚕種論』の出版が蚕糸業界へ与えた衝撃は大きく、出版後1年で売り切れた¹⁰⁷⁾。

外山亀太郎は『蚕種論』で蚕の品種改良法を系統的選出法と雑種改良法¹⁰⁸⁾に分けている。系統的選出法は、従来の蚕種製造家が行っていた人為淘汰ではなく、1900年代後半に解明された個体変異と純系説によって、遺伝する変異と遺伝しない変異を見極めた上で一蛾飼育によって選抜するいわゆる純系分離である。彼は、この方法を、スウェーデンのスワロフ農業試験所のH. ニルソン(Hjalmar Nilsson)が行った選抜法によって理論的に裏付けた¹⁰⁹⁾。これにより一蛾飼育のカイコの中から異なる変異毎に複数の系統を分離飼育し、純系優良種をより短時間で選抜することを可能にした。

雑種改良法は、交配させ雑種を形成させた後、まずはメンデルリズムに従う形質に適用する方法、次いで融合遺伝する形質に適用する方法¹¹⁰⁾、そして f_1 を使う方法等である。 f_1 は複製すると形質がさまざまに分離することから蚕種製造家の利益保護を目的に外山が提唱していた方法⁹⁶⁾である。また雑種強勢により飼育が容易で、遺伝学的に個体が斉一になり、優れた原種を組合せれば1代限りであるが製糸用として極めて有効である。しかし蚕業講習所は1913年頃までほとんど注目しなかった。

事態を変えたのは、1907年、米国の経済恐慌による日本の普通糸¹¹¹⁾の価格暴落であった。日本の生糸輸出の約90%を占める普通糸を製造していた製糸業者への打撃は甚大で、こうした中、「政府による蚕種統一」による解決を訴えたのが、普通糸製糸家の今井五介である¹¹²⁾。これを受けて、農商務省は蚕種統一を1909年10月大日本蚕糸会に、翌年6月には第1回「生産調査会」¹¹³⁾に諮問した。外山は諮問委員としてこれらの会に招聘され、蚕種統一に反対¹¹⁴⁾を唱えるが、1911年2月、

議会で「蚕糸業法」が可決され、地域毎の蚕種統一が決まった。1911年6月外山は新設の原蚕種製造所技師に任命され欧州へ学術視察に派遣された。外山の留守中に原蚕種製造所技師により f_1 の優秀さが確認され¹¹⁵⁾、外山は1913年8月に帰国すると優良 f_1 の選定と作成に向けて原蚕種製造所の所員を指導していった。最終的に、支那種と日本種や欧州種との f_1 が優秀であることが分り¹¹⁶⁾、1914年原蚕種製造所から、次いで製糸家の今井五介から f_1 配布が開始された¹¹⁷⁾。

7. おわりに

蚕の種類改良への取組みは、米国からの生糸改良の要請及び、それに呼応した日本の農商務省の生糸改善に対する蚕糸業界全体への強力な指導によって進捗した。本稿が対象とした期間には日清戦争・日露戦争が含まれ、第一次世界大戦へと続く日本の激動期であり、国家経済の安定化が求められていた。男爵松平正直の「蚕糸は本邦唯一の富源なり」¹¹⁸⁾の言葉が示すとおり、明治維新後の富国強兵策を蚕糸業が資金面から支えたのである。こうした蚕糸業に対する国家の姿勢こそが、産、官、学による蚕の種類改良を推進する大きな原動力となったのである。

文献と注

- 1) 種類改良は品種改良のことであるが、明治期の蚕糸業では種類と品種の概念が厳密に区別されていなかった。一般に蚕糸業では種類を、農学者は品種を使う傾向がある。
- 2) 横山忠雄「蚕糸技術の発達史 明治後期の蚕糸技術(その2)」『蚕糸科学と技術』第4巻 第5号(1965年)、28-9頁; 田中義麿「遺伝学の先駆者・外山亀太郎博士」『蚕糸科学と技術』第5巻 第1号(1966年)、25頁; 杉山滋郎『日本の近代科学史』朝倉書店、1994年、77頁; Y. Moriwaki, "On silk-worm(Bombix mori L) crosses made by K. Toyama," *Book of Abstracts-Scientific Sections, XIXth International Congress of History of Science*, 1993: B1-6, 19.
- 3) Yoko Matubara, "The Reception of Mendelism in Japan, 1900-1920," *Historia Scientiarum*, 13.3 (2004): 233-6.
- 4) 清川雪彦「蚕の品種改良と普及伝播(上)」『経済研究』第31巻 第1号(1980年)、22-39頁。
- 5) 当時の蚕の変異と遺伝の学理は『家畜と栽培植物の変異』に基づいていた。C. Darwin, *The Varia-*

- tion of Animals and Plants under Domestication* (New York : D. Appleton And Company, 1900) : 310-15.
- 6) 蚕糸業は生糸産業で養蚕業(農業)と製糸業(工業)から成る。養蚕業は蚕から繭を取る狭い意味の養蚕と蚕蛾を交尾・産卵させ卵を養蚕農家に売る蚕種製造に分けられる。
 - 7) 石井寛治『日本蚕糸業史分析』東京大学出版会, 1972年, 44頁。
 - 8) Silk Association of America : 1873年米国絹業と生糸貿易の発展を図る目的で設立された。当時の紐育副領事、富田鐵之助が名誉理事に名を連ねている。
 - 9) 欠点は次の4つである。1.生糸の強弾力に欠ける事, 2.生糸の清麗さに欠ける事, 3.生糸の細粗一定ではない事, 4.光沢異同なる事。農商務省農務局『輸出重要品要覧 農産之部』1896年, 40頁。日本の生糸は切断し易く、けば立ちや類が多く、また、一つの繭の糸に細太があり均質ではなく光沢も一定しなかった。これらの原因には蚕種類、製糸技術の未熟さ、そして小規模養蚕農家の存在等があった。
 - 10) 「米国向キ本邦生糸ニ関スル雑件 在米国晩高波領事代理鬼頭悌二郎報告」前掲注9, 61頁。
 - 11) 農商務省農務局『第二次輸出重要品要覧 農産の部』1901年8月, 111-26頁。
 - 12) 類は繭から生糸をとる時できる節である。原因は製糸工程にもあったが、日本の繭は中央に縊れがあり類ができ易かった。高橋信定「類の説及説明」『大日本蚕糸会報』第61号(1897年), 12-20頁。また、強弾力が劣るのは糸縷に含まれるセリシンが少ないためである。大野彰「アメリカ絹業が生糸に求めた要件は何か」*Journal of the Faculty of Economics, KGU*, 17(February, 2008) : 1-9 参照。
 - 13) 前掲注11, 120頁。
 - 14) 蚕種とは蚕のタネつまり卵のことである。蚕種製造家が卵を産卵紙に産ませて「蚕種」を養蚕農家に販売した。そのため蚕種という言葉には蚕の種類の意味が暗黙に含まれた。1890年代後半から一般に蚕の種類の意味でも用いられた。
 - 15) 早川直瀬『本邦蚕糸業と米国絹業』明文堂, 1917年, 239-89頁。
 - 16) 大日本蚕糸会 : 蚕糸業者を統括する中央団体の必要性から、農商務省「蚕業試験場」出身の技師7名によって設立された蚕糸政策など政策提言の団体。また、大日本蚕糸会は、「学理を蚕糸業に応用し蚕業の改善増進を計るべき」であるとし、“学理応用の団体”と位置づけられている。『大日本蚕糸会報』第100号(1900年10月), 26頁。
 - 17) 速水堅曹『大日本蚕糸会報』第1号(1892年), 13-4頁。速水堅曹(1839-1913) : 明治5年創設の官営富岡製糸場の第3代と第5代所長を務めた。
 - 18) 『蚕業新報』第1号(1893年), 1-3頁。竹澤章(1868-1930) : 『蚕種論』を出版した丸山舎の社主。外山亀太郎没後10年に『蚕業新報』追悼号(第406号)を出版。没後20年に出版された『外山亀太郎記念録』はこの追悼号が基になっている。
 - 19) 独立行政法人農業生物資源研究所『農林水産省における蚕糸試験場の歴史』2004年, 10-5頁。
 - 20) 1890年代、上海の機械製糸による優良生糸が米国市場に進出し、1899年には米国での日本生糸の割合は40%に転落していた。石井寛治 : 前掲注7, 45頁。
 - 21) 本多岩次郎『欧米蚕糸業視察復命大要』農商務省農務局, 明治30年1月, 7-8頁。本多岩次郎(1866-1936) : 1889年東京農林学校卒業、農商務省技師を経て1903年東京蚕業講習所所長。
 - 22) 高津沖次郎『清国蚕業視察報告書』明治30年8月, 66-7頁。
 - 23) 今西直次郎「欧米蚕糸業視察談」『大日本蚕糸会報』第104号(1901年), 32-3頁。
 - 24) 本多岩次郎「彼我蚕糸業の差異」『大日本蚕糸会報』第64号(1897年10月), 13頁。
 - 25) 当時蚕の名称、例えば「小石丸」が種類名であるが、その特徴は地域等により異なっていた。佐々木忠二郎「蚕兒の種類に就きて」『大日本農会報』第194号(1897年), 16-7頁。未だ蚕の名称(種類)と品種名が未分化であった。
 - 26) 石渡繁胤(1868-1941)は外山亀太郎と農科大学を同時に卒業。主な業績は1901年日本で初めて蚕の病原細菌の卒倒菌(*Bacillus Thuringensis*)を発見。1912年の学位論文「蚕の雌雄」で蚕の生殖器による雌雄鑑別法を考案した。
 - 27) 石渡繁胤「蚕種の一定について」『大日本蚕糸会報』第53号(1896年), 11頁。
 - 28) 外山亀太郎「蚕の種類と製糸法の関係」『大日本蚕糸会報』第100号(1900年), 49頁。
 - 29) 例えば中曽根伸次郎「蚕兒種類一定の説に就き」『蚕業新報』第31号(1901年), 13頁。
 - 30) 松永伍作「繭質改良試験」『蚕事報告』第9-12号(1893-6年)。
 - 31) 松永伍作 前掲注30, 第10号(1894年), 141頁。
 - 32) 明治26年の第3回内国勸業博覧会に出品された名称は205種類あり、実際は300~500種類以上あったといわれる。前掲注9, 56頁。
 - 33) 芝山宗太郎「蚕ノ種類試験」『蚕事報告』第10号

- (1894年), 109頁.
- 34) 東京蚕業講習所『臨時報告 蚕事要報』(甲)養蚕の部, 1905年1月, 76-105頁.
- 35) しかし f_1 と分かる事例で雑種強勢が観察されている。「種類試験」『蚕事報告』第10号(1894年), 109-110頁.
- 36) 「問答」『大日本蚕糸会報』第41号(1895年), 27頁.
- 37) 1896年の「蚕業講習所処務規程」第一條の中に学理に據り蚕業の改良を図るべしとある. 前掲注19, 11頁.
- 38) 「虚弱性遺伝試験」『蚕事報告』第9号(1893年), 51-60頁; 第12号(1896年), 227-35頁.
- 39) 「微粒子病試験」『蚕事報告』第12-16号(1896-8年). 当時, 蚕業界では病気の「伝染」にも「遺伝」が使われた.
- 40) 石渡繁胤「微粒子病試験」『蚕事報告』第15号(1899年), 241-59頁; 第16号(1900年), 233-7頁. ただし, 第16号では微粒子毒伝染試験となった.
- 41) 石渡繁胤等「遺伝試験」『京都蚕事報告』, 第3-5号(1903-5年).
- 42) 石渡繁胤等「遺伝試験ニ就テ」『京都蚕事報告』第16号(1908年3月).
- 43) 石渡繁胤「家蚕に及ぼせる淘汰力」『大日本蚕糸会報』第106号(1901年), 7-8頁.
- 44) 前掲注42, 45-7頁.
- 45) この頃伊国では, 農作物で雑種が強壯になるというダーウィンの指摘(1859年『種の起源』と1876年『植物の他家受粉と自家受粉』)を蚕に適用していた. 農商務省『蚕業試験場報告』第2巻(1917年), 96-8頁.
- 46) 石渡繁胤『伊仏蠶蚕糸業視察複命書』農商務省, 1905年3月31日, 22頁.
- 47) 当時, 蚕糸業界では中国の蚕を清国種または支那種と呼び, 固有名詞として「支那又」などが使われた. 本稿では当時の表記のまま「支那」を使う. この文脈で「支」は支那を示す.
- 48) 前掲注46, 23頁.
- 49) 明治初期, 二化蚕(年2回繭を作る蚕)の糸質改良のために二化蚕に一化蚕を交配した蚕を掛合せ種と言った. 大日本蚕糸会編纂『日本蚕糸業史』第3巻, 1936年, 261-2頁.
- 50) 高島諒多『信濃蚕業沿革史料』1892年, 53頁.
- 51) 大日本蚕糸会『蚕之種類号』『大日本蚕糸会報』300号記念号(1917年), 146頁; 横山忠雄「カイコの品種改良4, 一代雑種」『蚕糸科学と技術』第15巻 第4号(1976年), 58-61頁も参照.
- 52) 小泉勝夫編『蚕糸王国日本と神奈川県の顛末』2006年, 162-3頁.
- 53) 日本生糸の欠点を指摘し, 掛合せにより強壯活発な蚕を作る必要があると主張. ネンブリニー・ゴンザガ「日本蚕業改良意見」『大日本蚕糸会報』第58号(1897年), 1-4頁.
- 54) 二化山人「答案其六」『蚕業新報』第60号臨時増刊号(1898年), 36頁.
- 55) 前掲注49, 331-3頁.
- 56) 石川千代松:「故石川千代松博士記念号」『動物学雑誌』第47巻 562・3号(1935年), 445-85頁参照.
- 57) 佐々木忠二郎は1900年に忠次郎と改名. 佐々木忠次郎: 佐々木忠次郎先生伝記編纂会『佐々木忠次郎先生伝記』1940年参照.
- 58) 「(外山君は)私の教室におられた頃, 既に蚕の微粒子病の研究を始められ, 私と一緒に之をなすこととし, (中略)蚕病の研究は佐々木博士が主として研究せらるるので, 私も外山君も同博士のご希望に従って之を止めた事を私は覚えている。」と石川千代松の証言がある. 竹内長正編纂『外山亀太郎記念録』1940年, 24頁.
- 59) K. Toyama, "On spermatogenesis of the Silk-Worm," *Bulletin of the College of Agriculture Tokyo Imperial University*, 2. 3(1894): 127-57.
- 60) 外山亀太郎「カイコの生殖器」『動物学雑誌』第84号(1895年), 339-44頁.
- 61) 外山亀太郎「蚕卵の構造並に胚子の発達」『農学会々報』, 第28号(1896年), 28-40頁.
- 62) 前掲注58, 23頁.
- 63) 校長, 教諭, 福島県技師等を兼務. 福島県立蚕業学校は全国の蚕業学校中最多の国庫補助を受けていた. 『蚕業新報』第69号(1899年), 56頁.
- 64) 谷津市之助『伊達の蚕種業』伊達郡蚕種同業組合事務所, 1908年, 30頁.
- 65) 外山亀太郎等「蚕種類試験」『福島県蚕業学校報告』第3号(1901); 「福島県蚕業学校概況」『大日本蚕糸会報』第69(1898年), 46-7頁.
- 66) 外山亀太郎「百年以上前に於ける本邦蚕の種類」『大日本蚕糸会報』第97号(1900年7月), 1-2頁.
- 67) 前掲注66, 7-8頁.
- 68) 一蛾育, 1蛾別飼育とも言う. 一頭の雌蛾が産卵した卵だけを区別して飼育すること. 框等特別の器具を必要とした.
- 69) 外山亀太郎「蚕兒の飼育試験法」『蚕業新報』第166号(1907年), 8頁.
- 70) 佐々木忠二郎「微粒子病の説」『日本蚕業雑誌』第1号(1887年), 14-24頁.
- 71) 例えば相馬愛蔵「養蚕試験報告の価値」『蚕業新

- 報』第119号(1903年), 24-26頁。
- 72) 外山亀太郎「養蚕飼育試験法」『蚕業新報』第166号(1907年), 8頁。
- 73) 間瀬次郎『1蛾別養蚕並製種法』南光社叢行, 1918年, 1頁。
- 74) 全国蚕種業組合聯合會『蚕種業史』1934年, 480頁。
- 75) 19世紀後半, 欧州の植物育種の分野でも同様に, 漸次的変異を蓄積淘汰するダーウィンの人為淘汰理論による育種が行われていた。H. de Vries, *Plant-breeding: comments on the experiments of Nilsson and Burbank* (Chicago: Open Court Publishing Co., 1907): 30。
- 76) 前掲注 65, 「蚕種類試験」1頁。パール(Var)は仏の蚕で外山が1885年以来系統飼育し, 1900年の掛合せ実験にも使われた。また1897年頃から外山は雑種研究を開始している。松井佳一「外山亀太郎先生のラジウム実験」『科学朝日』(1698年9月), 70頁参照。
- 77) 大日本蚕糸会『蚕の種類号』(1917年), 175-81頁。
- 78) 外山亀太郎「養蚕講話」橋本周輔述「福島県河沼郡農会(1898年6月)」1898年, 3-4頁。
- 79) K. Toyama, "Contribution to the study of the silk-worm, 1. On the Embryology of the silk worm," *Bull. Coll. Agric. Tokyo. Imp. Univ.*, 5. 1 (1902): 73-118。
- 80) 竹澤章が次のように述べている。「余が外山先生に始めてお目にかかったのは明治32年(中略)大学院に入り再び書生生活に復された時である。(中略)僕も蚕種の改良は, 今後蚕界の主要問題となるべきものと思うている。(中略)真に種類改良のことは大いにやらなければならぬ問題であることは同感であるが, 僕も今回書生に立ち返り, 志す学問の研究に従事するつもりであるから, 蚕種の改良に没頭していることは出来ぬが, 大いに心掛けて見る積りである」前掲注 58, 86-7頁。
- 81) 石川千代松「Prof. Hugo de Vries氏ノ遺伝新説」『動物学雑誌』第1巻, 1889年, 471-4頁。
- 82) 石川千代松『進化新論』1896年, 418-49頁。
- 83) 松井佳一: 前掲注 76, 70頁。
- 84) A. Weismann, *The Germ-Plasm* (London: Walter Scott LTD, 1893): 260-90。
- 85) 前掲注 84, 43頁。
- 86) 次の証言がある。「初めワイズマンのバリエーションに関する説を見其ABC等の因子が結合してなるものなることより気付きたるにて白と黄と掛合すに綺麗に結合分離するを見たり」山内為壽「外山亀太郎博士の傳」N. I. G. 談話室 11号, 20-1頁, 『遺伝学雑誌』, vol. 18, no. 5(1942)。
- 87) K. Toyama, "Studies on the Hybridology of Insects. On some silkworm crosses with special reference to Mendel's law of heredity," *Bull. Coll. Agric. Tokyo. Imp. Univ.*, 7. 2(1906): 262-3。
- 88) 「農科大学院に入学して研究を続けている時1901年にメンデル法則を応用したドフリユースの「トウモロコシの遺伝実験の研究」をドイツ植物学会誌で読み, それまでの疑問が氷解した」松井佳一: 前掲注 76, 70頁。
- 89) 相馬愛蔵『蚕種製造論』増補第5版, 丸山舎, 1909年2月, 136頁。
- 90) 一方, 田中義麿は外山が学位論文に挙げた W. Bateson の論文からメンデル論文を知ったのではと示唆しているが, W. Bateson の論文は1901年12月17日に Royal Society 進化委員会に提出され, 1902年初めの出版と推察される。外山のシャムへの出発は1902年2月7日であることから, その可能性は低い。田中義麿: 前掲注 2, 25頁。
- 91) 外山亀太郎「シャム国の蚕業」『大日本蚕糸会報』第154号(1905年), 24頁。
- 92) 「シャムの養蚕」『蚕業新報』第125号(1903年), 131頁。
- 93) シャム蚕の白繭種と黄繭種の交配と日本蚕白繭種とシャム蚕黄繭種の交配である。前掲注 87, 264-315。
- 94) 前掲注 86, 21頁。尚メンデル論文の再発見について石川の認識違いまたは記憶違いもある。前掲注 58, 24頁参照。
- 95) 前掲注 87, 385-6頁。
- 96) 外山亀太郎「蚕種類の改良」『蚕業新報』第158号(1906年), 5-6頁。
- 97) K. Toyama 「On the hybridology of the silk-worm」『大日本蚕糸会報』第168号(1906年), 1-15頁。
- 98) 『蚕業新報』だけが蚕種製造家の主張「此の斬新なる学説に対して他に未だ何等の説を聞かざるは独り余の不審とする處なる」を掲載。小岩井亀太郎「外山農学博士の種類改良説に就て所感を述ぶ」『蚕業新報』第159号(1906年), 14-5頁。
- 99) 例えば愛知県安城市では蚕種製造業者などに遺伝法則に基づく品種改良法を講演している。「蚕種の話」『蚕業新報』第183-87号(1908年)。
- 100) 外山亀太郎「遺伝試験の方法」『蚕業新報』第182号(1908年), 4-9頁。
- 101) 前掲注 100, 6-7頁; Georges Coutagne, *Recherches Experimentales sur l'Heredité chez les Vers la Soie., Theses A la Faculte des Sciences Naturelles.*,

- (1902): 1-193.
- 102) 外山亀太郎「蚕卵の或る性質の遺伝」『蚕業新報』第206号(1910年), 7頁.
- 103) 外山亀太郎「再び種類改良と蚕の遺伝性に就いて一言す」『大日本蚕糸会報』第210号(1909年), 1-6頁.
- 104) S. Ishiwata 「Crossing of the silk worms with the reference to Mendel's Law of Heredity」『大日本蚕糸会報』第215号(1910年), 1-3頁.
- 105) 石渡繁胤「蚕の遺伝に就て」『大日本蚕糸会報』第217号(1910年), 1頁.
- 106) 前掲注58, 88頁.
- 107) 前掲注58, 95頁.
- 108) 外山亀太郎『蚕種論』丸山舎, 1909年, 641-51頁.
- 109) 前掲注108, 642頁. ニルソンの選抜法は, 前掲注75, 70-3頁. 1908年に外山は寺尾博にこの本を薦めている. 鵜飼保雄『植物改良への挑戦』培風館, 2005年, 90頁.
- 110) 外山は繭形等の遺伝はメンデルイズムではなく融合遺伝に従うとし, ゴルトンの融合遺伝理論に依拠した. 学位論文では W. Castle, "Recent Discoveries in Heredity and their Bearing on Animal Breeding," *Popular Science Monthly*, 7 (1905): 193-208 を引用.
- 111) 日本生糸は, 米国で縦糸に使われた優等糸と横糸に使われた普通糸に分けられ, 優等糸は約10%に過ぎない.
- 112) 石井寛治「1910年前後における日本蚕糸業の構造—蚕種統一運動の分析による1考察—」, 大塚久雄他編『資本主義の形成と発展』東京大学出版会, 1968年, 199-217頁に詳しい.
- 113) 農商務大臣のもとに設置され, 生産に関する重要事項を調査・審議した. 生産調査会『生産調査会録事(第老回)』1910年9月, 64-109頁.
- 114) この時期の外山の蚕種統一反対理由には, 多様な品種の必要性等も述べられている. 石田孫太郎『明治蚕業大時紀』大日本蚕業学会, 1912年, 12月, 142-8頁.
- 115) 外山亀太郎談「欧州漫遊談」『大日本蚕糸会報』第262号(1913年11月), 35頁.
- 116) 農商務省『蚕業試験場報告』第2巻(1917年), 210-3頁.
- 117) 加藤集次編『本邦に於ける一代交雑蚕種の発祥史』一代交雑種発祥記念会, 1928年に詳しい.
- 118) 松平正直『大日本蚕糸会報』第115号(1902年), 2頁. 松平正直は当時の日本蚕糸会会長.

Résumé

K. Toyama and Silkworm Breeding in Japan, from 1891 to 1913

Yasuko MORIWAKI

In 1891, Silk Association of America warned Japanese vice-consul in New-York that the quality of Japanese raw silk was sub-standard. It advised both an improvement of silkworm breeds and a reduction in Japan's more than 300 silkworm breeds. In 1893, the engineers at the Institute of the Ministry of Agriculture and Trade (I. M. A. T.) began applying themselves to the task, though there was little scientific knowledge of breeding by crossing. By 1910, I. M. A. T. could not develop suitable silkworm breeds. However silkworm breeders had achieved some improvements through hybridization. When Kametaro Toyama who had known the breeder's breeding by crossing, began to interbreed in 1900, he did not know Mendelism. But Toyama had learned about the heredity and variation of hybridization, through the book, 'The Germ-Plasm' of A. Weismann. In 1901, he read the paper of H. de Vries and found out about Mendelism. From 1902 to 1905, he continued silkworm cross-experiments in Thailand (then Siam). In 1906, he confirmed that Mendel's law could be applied to silkworm in his doctoral dissertation. And he insisted on making f_1 hybrid for improvement of silkworm. In 1909, he published the book, 'Sansyuron' which he presented his method of breeding based on Mendelism. Only in 1910 did the engineers at the I. M. A. T., including S. Ishiwata, accept Mendelism and Toyama's methodology. After that, under the leadership of Toyama, I. M. A. T. began improving silkworm breeds and succeeded in producing an excellent f_1 hybrid by 1913. As a result, the Japanese raw silk was rapidly improved in quality.