

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究領域「生物資源の持続可能な生産・利用に資する研究」

研究課題名「生物遺伝資源と分子遺伝学を利用した養蚕研究基盤構築」

採択年度：平成 27 年度/研究期間：5 年/相手国名：ケニア共和国

平成 28 年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

平成 28 年 10 月 3 日から平成 33 年 10 月 2 日まで

JST 側研究期間^{*2}

平成 27 年 6 月 1 日から平成 33 年 3 月 31 日まで

(正式契約移行日 平成 28 年 4 月 1 日)

*1 R/D に基づいた協力期間 (JICA ナレッジサイト等参照)

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JST との正式契約に定めた年度末

研究代表者： 亀田 恒徳

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構、ユニット長

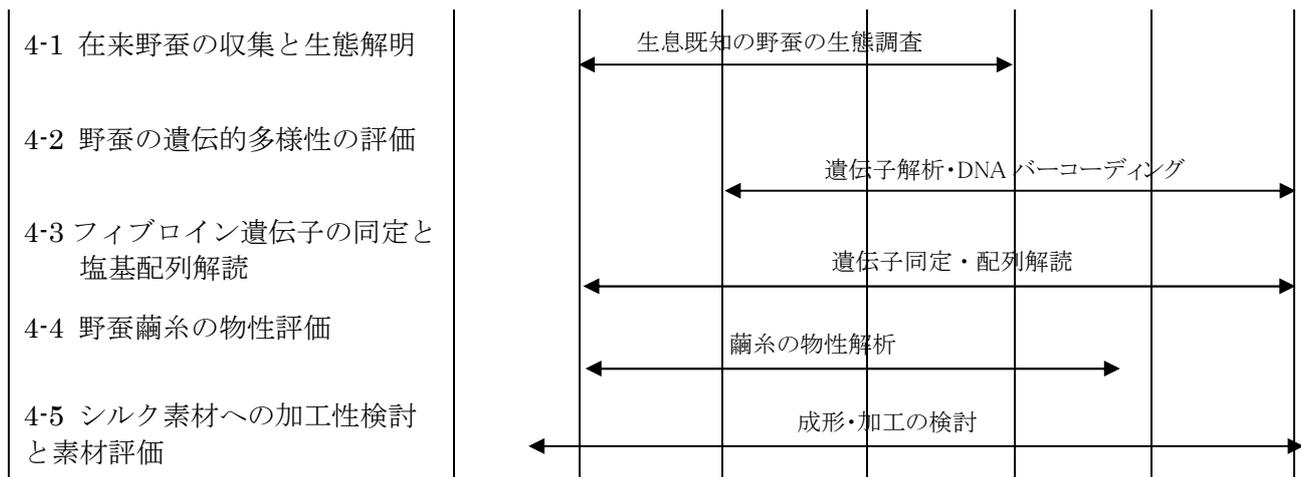
I. 国際共同研究の内容（公開）

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

*クワ部分は変更無し

研究題目・活動	H27年度 (10ヶ月)	H28年度	H29年度	H30年度	H31年度	H32年度 (12ヶ月)
研究題目 ：生物遺伝資源と分子遺伝学を利用した養蚕研究基盤構築プロジェクト						
研究項目 1. クワのジーンバンク構築						
1-1 クワ遺伝資源の収集		← 遺伝資源コレクションの構築 →				
1-2 遺伝資源の特性評価			← 特性情報の集積 →			
1-3 DNAによるタイピング		← 全塩基解析・分子マーカー解析 →				
1-4 遺伝資源の管理体制構築		← 遺伝資源管理体制の確立 →				
1-5 特性データの管理体制の整備		← 特性データの管理体制構築 →				
研究項目 2. クワの品種育成						
2-1 現有品種の地域適応性の調査		← 各地域での圃場整備と栽培評価 →				
2-2 主要養蚕地域に適合した既存品種・系統の選抜		← 地域適合系統を選出 →				
2-3 交配による新品種の開発		← 交配・選抜品種の系統化 →				
2-4 主要地域における標準的な栽培法の策定		← 生産設備の整備と栽培試験 →		← 栽培法策定 →		
研究項目 3. カイコの品種育成						
3-1 目標形質のQTL解析		← 育種目標に関するQTLの解明とマーカー作出 →				
3-2 系統選抜と選抜系統の特性評価		← 安定交雑系統の作出 →			← 新品種の作出 →	
3-3 NSRCにおける繭及び生糸生産体制の確立		← 生産設備の整備と技術移転 →			← 生産システムの実証 →	
研究項目 4. 野蚕遺伝資源の特性解明						



2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト（公開）

(1) プロジェクト全体

生物遺伝資源の持続的利活用が地球規模課題になっている。本プロジェクトの目標は、未利用あるいは十分に利活用されていないケニアのクワ、カイコ、野蚕の利活用による農業／産業振興である。具体的には、ケニアの栽培・自生クワを調べ、ケニアの気候に最適なクワ品種の選定と、更なる品種育成を行う。また、ケニアで継代されてきた病気に強いカイコ品種と、日本で育種されたシルク生産性の高いカイコ品種を交配して、両方の特性を兼ね備えたカイコの実用品種を創り出す。さらに、ケニア在来の野蚕から新たなシルク素材としての利用価値を見出す。

達成目標は、高品質なシルクを量産する研究・技術基盤をケニアに構築することである。これによって、ケニア独自の研究開発を先導する、気鋭の研究者を擁する蚕糸研究所が整備され、海外流通品と肩を並べる高品質のケニア産シルクが量産できる技術基盤が確立される。そして、この研究所を拠点にした生産者への技術普及や民間企業への技術移転等の社会実装が行われる。

達成状況としては、ケニア国内におけるクワ遺伝資源の収集が予定を上回るペースで進み、クワの全ゲノム解析については、更なる高精度化の段階に入った。地域適合評価では、各地の気象データの集取と解析が終わり、各地域に適したクワの品種の絞り込みを行った。日本のカイコの生産性に関するQTL解析も順調に進み、カイコのゲノムデータベース KAIKObase の改定作業も本プロジェクトが主体となって進めている。さらに、ケニアに生息している野蚕と比較的近縁の日本在来絹糸昆虫の絹糸タンパク質遺伝子の同定も着々と進み、一部は知的財産化した。

(2) 研究題目1:「クワのジーンバンク構築」

(リーダー：山ノ内 宏昭)

① 研究題目1の当初の計画(全体計画)に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

「1-1 クワ遺伝資源の収集」については、NSRCに既存の品種について異品種の混入があったため正しい個体を同定しNSRCでの保存の準備を進めた。FSの成果を元にまとめた収集するクワ遺伝資源リストをケニア側に提示して情報共有した。このリストにあるうち4タイプの収集に成功し、NSRCでの増殖を開始している。アフリカグワについてもKakamega森林国立保護区内に存在する個体を確認した。ケニア側(NSRC)で収集のための手続きを進め、住民説明会を開催した上

【平成28年度実施報告書】【170531】

で許可が下りる手はずとなっているが、説明会開催経費にあてるカウンターパート予算の配分が遅れているため、予算待ちとなっている。今年度は、FS で想定以外の新規と思われるものも含む計 31 個体の収集を行う事ができ、ハイペースで収集が達成できている。



図 アフリカグワ

スコールで落下していた葉(左)および実(右)。葉脈が白く目立ち、果実も小果が大きく小果数は少ないなどユーラシアのクワにはない特徴が見られる。バー:5cm

「1-2 遺伝資源の特性評価」については、調査マニュアルをケニア人スタッフと協議した。基本的な項目について決定しケニア側と共有した。日本国内での実技トレーニングについては、プロジェクト開始が 10 月まで遅れたため、農研機構の桑園のクワがトレーニングの材料として利用できる生育期間を過ぎてしまったために H29 年に延期した。重要な形質や副産物に関する研究については、‘Embu’ で問題になっている葉の皺や、クワ果実の色の形質を研究するため、関連する変異体を日本のジーンバンクから配布を受け、遺伝解析するためにポット個体を育成した。「1-3 DNA によるタイピング」についてはクワ品種‘エンブ’の全ゲノム解読を PacBioRS によるロングリード(平均約 10Kb)を中心に、HiSeq によるショートリード(150bp)も併用して行なった。得られたロングリード配列(読み深度が約 60 倍)により de novo アセンブリを実施し、得られたゲノムコンティグ配列のエラー訂正をショートリードにより行なった結果、総塩基数が 399,236,906 bp (コンティグ数 6,911)の全ゲノム概要配列が構築された。ゲノムサイズはフローサイトメトリーで推定した 346Mb とだいたい一致した。構築したゲノム配列について、BUSCO2(全ゲノム配列の網羅性を評価するソフトウェア)により、植物で広く保存された 1440 遺伝子のカバー率を評価した結果、95.07%となり、中国が公表したクワゲノム配列における値(95.97%)とほぼ同等であった。構築した‘エンブ’の全ゲノム配列は、既存のゲノム配列と違ってギャップ領域(配列情報が不明である領域)が無いことが大きな長所であるが、N50 値(全ゲノム配列を構成する各コンティグ配列の長さの度合を示す指標)は 97,470 bp であり、当初の想定を下回った。中国のゲノム配列との比較解析をより正確に実施するためには N50 値の更なる向上が必要であると考えられたため、H29 年度に更に全ゲノム情報の拡充を行なった上で、比較解析を進めることにした。H28 年度は‘エンブ’の解析を優先させ、‘一ノ瀬’のゲノム解析については次年度に以降に行うことにした。また、H28 年度 10 月予定であった長期滞在ケニア研究者の来日は H29 年度の 4 月に延期された。「1-4 遺伝資源の管理体制構築」および「1-5 特性データの管理体制の整備」は H29 年度から開始する。なお、農研機構のジーンバンク

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

に現存するクワ品種‘エンブ’（‘Enbu’）が、以前に日本に持ち込まれたケニアの‘Embu’であって両者は同品種と考えられているが現時点では分子生物学的な証拠がないため、両者が同品種であると確認されるまでは、農研機構のシーンバンクのクワ品種を‘エンブ’または‘Enbu’、ケニアのクワ品種を‘Embu’として、それぞれ区別して表記する。

②研究題目1のカウンターパートへの技術移転の状況

クワ遺伝資源の特性評価の内容や方法についてケニア側との協議しながら、評価技術の移転を進めている。また、挿し木増殖の方法や施肥時に畝間を中耕するなどの栽培技術の指導も行った。

③研究題目1の当初計画では想定されていなかった新たな展開

特にはないが、アフリカグワが当初想定したよりも早期に発見することができた。

④研究題目1の研究のねらい

本課題では、ケニア国内に存在するクワ遺伝資源を収集するとともに特性情報を集積し系統的に整理して「クワのジーンバンク」を管理できる体制を構築することを目標にしている。

⑤研究題目1の研究実施方法

2014年に行ったFS（feasibility study）の結果や学術的な情報を元にクワ遺伝資源採集候補を決定し、ケニアスタッフと共に現地での枝採集を実施した。採集した枝はNSRCでポットに挿し木等によって増殖を試みた。クワ品種‘エンブ’の全ゲノム解読について次世代シーケンサを用いて開始した。

(3) 研究題目2:「クワの品種育成」

（リーダー：山ノ内 宏昭）

①研究題目2の当初の計画(全体計画)に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

「2-1 現有品種の地域適応性の調査」については、ケニア側から提供された Thika、Kakamega、Kibos の3カ所における近年10年間の降水量と気温の情報の分析の結果、3試験地ともサバナ気候であった。ただし、同じサバナ気候であっても試験地ごとに特徴があり、Thikaは乾期の雨量が極めて少なく、Thika周辺に在来の品種、インド由来品種の利用が有効と考えられた。Kibosは最も平均気温が高いという特徴があり、‘Thailand’やインド由来品種の母本としての利用が有効と考えられた。Kakamegaは温暖で多雨であり、多雨の日本由来の品種を母本とする事も有効であると考えられた。これらの結果を基に、NSRC 既存品種の適応性試験にはケニア在来品種、インド由来品種、‘Thailand’、‘Ichinose’を選出した。「2-2 主要養蚕地域に適合した既存品種・系統の選抜」については、雄親としては品種‘Thailand’の原産地はサバナ気候である可能性が高いので育種母本として有効と考えられた。雄親には‘Thailand’を雌親にはケニア在来品種と‘Ichinose’を選出した（この中には最初から予定していた‘Embu’×‘Thailand’の交配を含む。）。実際の作業は、当初はポット植えの交配母樹を育成しての交配を予定していたが、挿し木交雑による交雑を試み、ケニアでも可能であることがわかった。「2-3 交配による新品種の開発」については、日本国内での実

【平成28年度実施報告書】【170531】

技トレーニングについては、1と同じ理由でプロジェクト開始が10月まで遅れたため、農研機構の桑園のクワがトレーニングの材料として利用できる生育期間を過ぎてしまったためにH29年に延期した。また、日本からは山ノ内らがケニアに派遣されて挿し木交雑法を教授した。「2-4 主要地域における標準的な栽培法の策定」に関しては、Thika、Kakamega、Kibosの3試験地における試験スケジュール案、試験に必要な圃場とその面積に関する提案をそれぞれの試験地ごとに作成して提示し、各試験地のケニアスタッフに理解を得た。



図 挿し木交雑の様子

左:雌品種'Embu'. 開花し柱頭が露出している。右:雄品種'Thailand'. 開花し葯から花粉を放出している。この花粉を雌品種の柱頭に人為的に交配する。

②研究題目2のカウンターパートへの技術移転の状況

挿し木を利用した挿し木交雑法をケニアスタッフと共に行った。この過程で、挿し木法、花粉採取法、人工交雑法、果実からの種子の採種法などの技術を提供した。

③研究題目2の当初計画では想定されていなかった新たな展開

Kakamegaで圃場にネズミの害が多発することがわかったためにこれに対する獣害対策をする必要がある。

④研究題目2の研究のねらい

本課題では、ケニア国内数地域の環境条件を考慮して育種目標を設定し、地域目標毎に選抜を行って地域適合品種候補を数系統程度作出することを目標としている。

⑤研究題目2の研究実施方法

【平成28年度実施報告書】【170531】

交配は NSRC の圃場に栽培されているクワから 10 月に枝を採集し冷蔵庫に保管、1 月に挿し木をして行った。雄花は雌花より開花まで時間がかかるので、雄品種の‘Thailand’は雌品種よりも先に 1 週間程度の間隔に分けて 3 回挿し木し、最後に同時に雌品種を挿し木した。開花直後に花粉を雄花穂ごと採集し、開花後の雌花穂に授粉し、残った花粉は冷蔵庫に乾燥状態で保管し必要な場合は後日に授粉に利用した。交配後に成長した果実は熟した後に採集し中から種子を抽出して冷蔵庫内で乾燥して保管した。

(4) 研究題目 3:「カイコの品種育成」

(リーダー：山本公子)

①研究題目3の当初の計画(全体計画)に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

3-1-1 ゲノム並びに QTL 解析の精度を上げるため、錦秋×鐘和の純化を目指し、兄妹交配を続け、F6 世代を得た。ケニアにおいて、現地の系統 ICIPE 並びに購入可能な錦秋×鐘和の飼育を進めた。

表 ケニアにおける ICIPE および錦秋×鐘和の飼育・繰糸成績

Summary of cocoon analysis and reeling test										
Silkworm Strains	Rearing date at NSRC	Cocoon weight (g)	Cocoon Shell weight (g)	Cocoon Shell ratio (%)	Reelability (%)	Cocoon filament length (m)	Raw silk percentage (%)	Cocoon filament weight (g)	Cocoon filament size (d)	Neatness (Points)
ICIPE 1	Oct. ~ Nov., 2016	1.46	0.29	20.1	74	928	17.3	0.267	2.59	96.0
ICIPE 2	Oct. ~ Nov., 2016	1.19	0.24	20.3	81	850	15.9	0.198	2.10	97.5
ICIPE 1 (C. R.)	Nov. ~ Dec., 2016	1.36	0.26	19.3	-	-	-	-	-	-
ICIPE 2 (C. R.)	Nov. ~ Dec., 2016	1.20	0.23	18.9	-	-	-	-	-	-
Kinshu×Showa F1	Oct. ~ Nov., 2016	1.84	0.43	23.6	76	1,210	21.1	0.377	2.80	92.0
Kinshu×Showa F3	Oct. ~ Nov., 2016	1.33	0.29	21.6	69	973	18.9	0.255	2.36	90.0
ICIPE 1	Jan. ~ Feb., 2017	1.19	0.24	20.1	82	816	16.4	0.203	2.24	95.0
ICIPE 2	Jan. ~ Feb., 2017	1.03	0.20	19.6	77	764	15.3	0.171	2.02	96.0
ICIPE 1 (C. R.)	Jan. ~ Mar., 2017	1.19	0.22	18.4	80	736	14.1	0.158	1.93	94.5
ICIPE 2 (C. R.)	Jan. ~ Mar., 2017	1.03	0.19	18.5	80	649	13.6	0.144	2.01	95.0
Kinshu×Showa F1	Jan. ~ Feb., 2017	1.49	0.36	23.4	80	1,194	19.4	0.292	2.20	94.5
Kinshu×Showa F4	Jan. ~ Feb., 2017	1.25	0.28	22.3	75	1,026	18.5	0.242	2.12	97.5

3-1-2 当研究所で育成した系統間で予備的に繭層重の QTL 解析を試みた。ゲノム部分配列情報などが得られている所内保有の 2 系統 (大造、日 01) の雑種後代 (F₁1 ペア及び F₂143 個体) を作成し、各個体の繭層重等を計測後、個別にゲノム DNA を抽出し、HiSeq 2500 による ddRAD-seq 解析を行った。得られた塩基配列データを解析し 1,170 の SNP マーカーを取得するとともに 28 連鎖群からなる連鎖地図を作成した。これを利用して、H29 年度に繭層重に関する QTL 解析を行う。

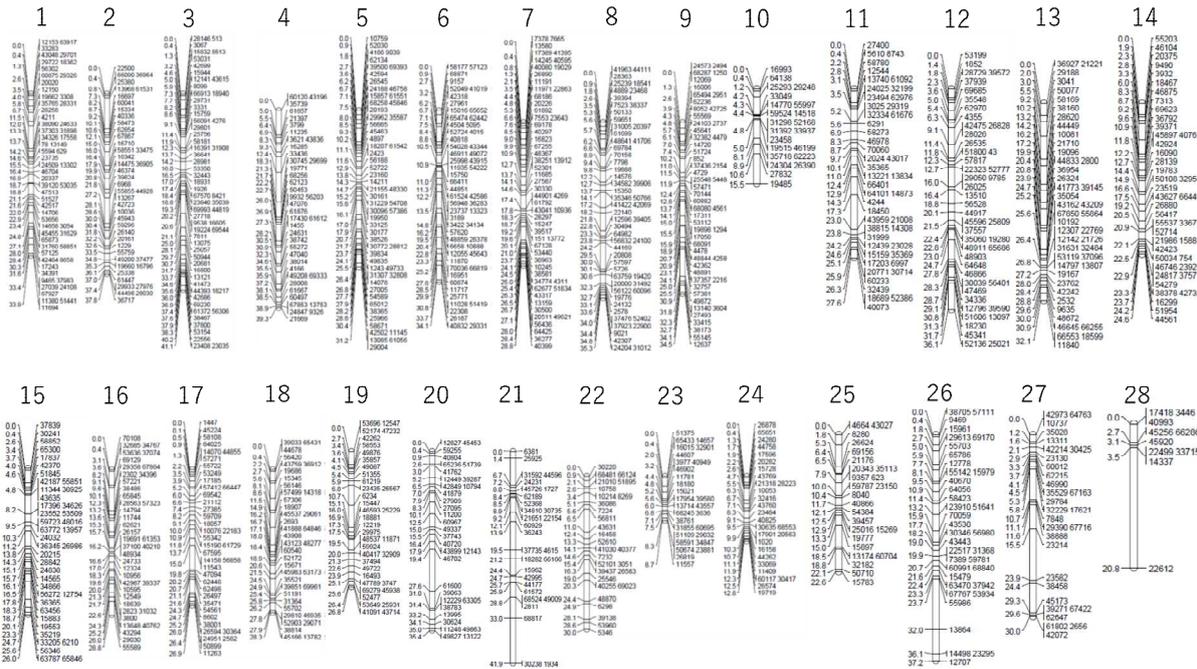


図 大造×日01の連鎖地図

3-1-3 錦秋×鐘和において、より安定な純化系統の構築を目指したため、今年度は塩基配列解析を見送った。H29年度のゲノム配列解析に向けた準備として、錦秋×鐘和とその後代の純化系統との繰上成績の比較を進めている。ICIPE 系統については、ケニアとの MTA 契約が整い次第、ゲノム配列解析を進められるよう準備を進めた。

3-1-4 農研機構で公開しているカイコのゲノムデータベース KAIKObase の改定を進めた。カイコの分子育種に有利な形へ改良するために、次世代シーケンサーを利用した、より正確でギャップが激減したアセンブリデータ（ゲノム全長が 420Mb から 445Mb に伸び、スキャフォールド数が 192 から 45 に減った）を格納し、ゲノム情報と発現遺伝子情報とのリンクを張った。旧データ中でギャップだった多くの領域で塩基配列情報が得られ、新規遺伝子情報も得られたことから、H29 年度更に連鎖・物理地図情報とのリンクを貼ることで、今後のマーカー選抜育種の推進上重要な解析ツールにできる。

3-2-1 実用品種（錦秋×鐘和）、当研究所で育成した実用品種とその交雑原種、および NPV 抵抗性が強い日本の原種を用いて NPV 感受性を比較した。比較は人工飼料を用いて飼育した 1 齢幼虫で実施した。具体的には、所定濃度（少なくとも 5 種類の濃度）の NPV 多角体を混入させた人工飼料を孵化幼虫に 1 日間与え、その後、無処理の人工飼料で 1 週間飼育して死亡率を調査し、50%致死する濃度を算出した。実用品種（錦秋×鐘和）と原種（漢黄）を用いて NPV 多角体に対する感受性を比較したところ、錦秋×鐘和は NPV 感受性系統である漢黄の約 100 倍の NPV 抵抗性を示した。また、錦秋×鐘和と原種 3 系統を用いて、5 齢幼虫体内に接種した NPV の増殖量を調査したところ、原種間での差はほとんど見られなかったのに対し、錦秋×鐘和はこれら原種と比較し、NPV の増殖が数分の一に低下していることが明らかとなった。

表 NPV を経口接種した各品種の LD50

	LC50	Lower	Upper
錦秋鐘和	7.0×10^6	3.0×10^6	2.5×10^7
KS	6.7×10^6	3.4×10^6	1.6×10^7
漢黄	7.1×10^4	-	-

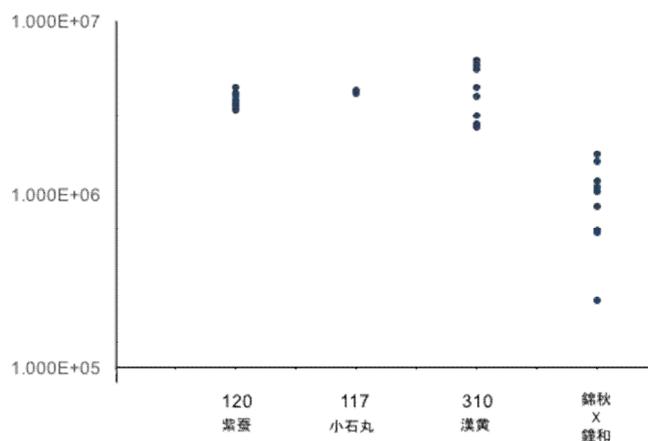


図 品種ごとの NPV 体内増殖量

②研究題目3のカウンターパートへの技術移転の状況

2017年10月のケニア現地での共同研究開始以降、現地での蚕飼育作業を通じてカウンターパートへの技術移転を進めるとともに、現地調達可能な飼育用具、消耗品を探し、技術の現地化を図っている。また、おおむね隔週で開催している Research Meeting において、カウンターパートを含む NSRC の全職員を対象に、カイコと養蚕の基礎知識および実用技術についての講義を行い、研究所全体としての理解向上につとめている。

③研究題目3の当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし。

④研究題目3の研究のねらい

強健性と生産性を重点目標にカイコの育種を進め、日本の交雑種に匹敵する生産性とケニア在来品種並の強健性を有する品種を作出することを目標としている。

⑤研究題目3の研究実施方法

交配・選抜のためのカイコ飼育の準備に着手し、日本の実用品種とその後代の飼育を開始し、予備データとして、それぞれの繭層重等のデータを得た。

(5) 研究題目4:「野蚕遺伝資源の特性解明」

研究グループD (リーダー: 行弘研司)

【平成28年度実施報告書】【170531】

① 研究題目4の当初の計画(全体計画)に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

ケニアに生息している野蚕のモデルとして、国内で入手可能なヤマモユガ科およびミノガ科の幼虫および繭糸を対象として国内研究を実施した。エリサン (*Samia ricini*)はヤマモユガ科に属し、養蚕が容易な野蚕として知られ、ケニア国内でも農家での養蚕が行われている。そこで、まずは国内で系統維持されているエリサン3品種を試料にして、ミトコンドリア COI の DNA バーコーディングを行った。また、同時に日本在来野蚕であるシンジュサンについても既報の配列 (Yoshido et al. 2013) について同様の解析を行ったところ、14塩基分の地域差があることがわかった (下図)。同種内でも遺伝子レベルの比較により地域によって14塩基もの差が生じていることが明らかになった。一方、シンジュサンと形態的には類似しているが別種とされているエリサンは、COI 塩基配列で24塩基分の違いがあり、この違いはシンジュサンの2亜種間の2倍に相当した。こうした遺伝子マップを構築した上で、ケニア在来野蚕をマップに当てはめていくことにより、ケニアに固有の野蚕を遺伝子レベルで特定する。

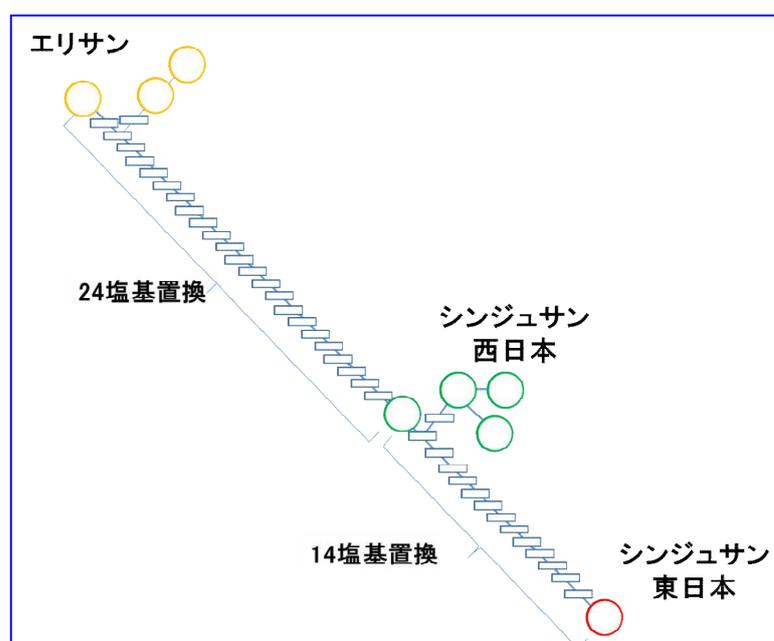


図 DNA バーコーディング解析から得られた日本に生息するシンジュサンと近縁半家畜種エリサンの間遺伝的違い

当該昆虫（非公開）の終齢幼虫後部絹糸腺から抽出した全 RNA に対する RNAseq 解析を PacBio システムにより実施した。

②研究題目4のカウンターパートへの技術移転の状況

野蚕を解剖し、絹糸腺（シルクタンパク質を分泌する器官）を取り出して遺伝子解析用サンプルを調製する方法を現地で行い、その方法をカウンターパートに教示した。その他、野蚕絹糸の構造解析や物性解析のための試料調製法についても、可能な限り現地で行い、カウンターパートへの技

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

術移転を進めている。

③研究題目4の当初計画では想定されていなかった新たな展開

遺伝子解析を目的として絹糸腺の摘出を行っていたところ、ゴノメタの絹糸腺が、大きさや形の面から、素材加工に適していることが分かった。これは当初想定していなかったことであり、今後、絹糸腺から直接シルクタンパク質を抽出することが可能と判断し、新たな素材化法の開発に着手した。

④研究題目4の研究のねらい

本課題は以下のことを目標としている、(1) ケニア在来野蚕を網羅的に探索し、それらの繭糸の特性を明らかにする、(2) 繭糸を構成する絹タンパク質遺伝子を単離・同定する、(3) 野蚕繭糸をフィルムやスポンジ、チューブなどに加工した場合の加工性や物性についても評価し、非繊維材料としての利用可能性を探る。

⑤研究題目4の研究実施方法

遺伝資源の国外持ち出しに関する ABS (Access and Benefit-Sharing) に配慮し、まずはケニアですでに利活用されているか有望と思われる種 (アナフェ、ゴノメタ、アゲマ) に近縁な、日本国内に生息する種について、絹糸タンパク質遺伝子の探索から開始した。また、エリサンは、ケニア在来野蚕ではないが、一部の農家で養蚕が行われているなど、すでに定着しつつある野蚕種であり、一方で日本でも飼育されている。そこで、エリサンもケニア野蚕と位置付けて、本課題の研究対象とした。

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し (公開)

本プロジェクトは昨年10月より正式に開始し、7名の専門家を派遣して、農業・食品産業技術総合研究機構 (農研機構) が蓄積してきた遺伝資源管理手法をケニアに導入して遺伝資源管理システムを確立するとともに、最先端の分子遺伝学的手法を利用したクワとカイコの品種育成を行い、持続的な養蚕発展のための遺伝資源管理と品種育成を通じた研究基盤の確立に向けて励んでいる。具体的には、1) ケニアにおけるクワのジーンバンクシステムを構築し、2) ケニアの環境に適応したクワ品種の育成、および、3) カイコ品種の育成を行う、とともに、4) 野蚕糸の特性解明と特異遺伝子の単離を行うことを目的とする。これらの研究成果ならびに研究の過程における技術移転とキャパシティー・ディベロップメントにより、ケニアにおける養蚕技術の飛躍的向上を図り、高品質生糸の生産を可能にすることを目指す。また、我が国で進められている遺伝子組換えカイコを利用した、新たな形質を持つ生糸の生産や医薬品等の有用物質生産に用いるカイコの品種改良にも本研究の成果を適用し、生産性の向上等を図る。

現地でのプロジェクト活動の開始からは半年しか経っておらず、成果達成を見通す状況ではないが、カウンターパートの養蚕に対する思いは強く熱心であり、優秀なメンバーが揃っている状況から、とても期待を持っている。

Ⅲ. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

(1) プロジェクト全体

研究を開始するために必要な契約や法手続きとして、ICIPEとKALROとのMoU、および生物多様性条約に基づく諸手続きがある。これらの課題の早期解決が研究を円滑に開始するために必要であり、H28年度の重要な課題であった。

ICIPEとKALROとのMoUに関する課題を克服するために行ったことは、進捗を頻繁に確認し、催促を続けた。また、ICIPEの機関長が来日した際にも当該契約の早期締結を要望した。これはJST研究主幹の配慮で実現したものであるが、締結が加速化した。H28年度内の締結は達成できなかったが、翌年度明け早々のH29.4.4.に両機関長のサインが揃い締結に至った。

また、生物多様性条約に基づく諸手続きでは、採取活動を行う地域の住民に対する説明会が開催できず、すべての手続きが止まっている。説明会が開催できない理由は、各地域まで出張するためのケニア人専門家の旅費に関するケニア側の予算が確保できていないことが原因である。予算確保の問題は、2月に開催したPTCでも個別テーマとして取り上げ、時間を費やして討議した。干ばつによる飢餓がケニアで深刻化していることの他、大統領選挙やKALRO内の組織改変があったことが予算確保に影響していると伝えられている。予算確保はケニア側の問題であり、日本側からできることは限られている。この課題克服のために、外部資金確保も含めた幅広い資金確保の検討をカウンターパートに提案している。

研究を行うための体制構築の初年度であるH28年度の重要な課題であったKALROとの体制構築は順調で、H28年度中に全ての研究課題を開始することができた。一方、若手研究者の育成を目的とした大学機関との連携体制の構築は遅れている。国立蚕糸研究センター(NSRC)には、ジョモケニヤッタ農工大学(JKUAT)など、複数の大学の学生がインターンで養蚕を学びに来ている状況にある。センター内で開催されるセミナー(隔週での定期セミナーに加えて、短期の日本人専門家の訪問中に随時開催する特別セミナー)を開催し、多くの大学生にも参加してもらい、養蚕研究の最前線について伝え、啓発活動に努めている。

(2) 研究題目1:「クワのジーンバンク構築」

(リーダー: 山ノ内 宏昭)

実施期間のうち一部の期間しか日本側の研究者が現地に滞在できない場合は現地スタッフと情報をやり取りして状況を判断しながら進める必要がある。これには多数の写真や調査データなどを現地から日本に送ってもらう必要があるが、それには十分なインターネット環境が必要である。NSRCに研究所のインターネット接続がなく情報のやり取りに問題があったが、WiFi接続の環境が整い、速度等の問題はあるものの十分な情報のやり取りができるようになった。

(3) 研究題目2:「クワの品種育成」

(リーダー: 山ノ内 宏昭)

(2) 研究題目1:「クワのジーンバンク構築」に同じ。

(4) 研究題目3:「カイコの品種育成」

(リーダー: 山本公子)

本課題では、相手国(ケニア)の環境に適したカイコ品種の改良を目的としているため、日本とケニ

【平成28年度実施報告書】【170531】

ア間でカイコ（生物）およびゲノム・遺伝子データ（情報）のやり取りが必須である。近年、遺伝資源については、物質・情報ともに国境を越えたやり取りに必要な契約の締結に時間がかかるようになってきた。ケニアのカイコについては国際昆虫生理生態学研究センター（ICRIP）の品種を利用するため、KALRO と ICRIP の間で MOU を締結する必要があった。この MOU に関しては KALRO の努力により順調に進んだが、国際共同研究を開始するには事前にその準備に十分な時間をかける必要がある。

(5) 研究題目4:「野蚕遺伝資源の特性解明」

（リーダー：行弘研司）

冒頭で述べた生物多様性条約に関する課題は、当該テーマが最も強く影響する。ABS（Access and Benefit-Sharing）を解決しなければ、ケニアの遺伝資源である在来野蚕を日本国内で研究することができない。遅れの原因は、ケニア側の予算が確保できないことにあり、予算確保に向けた働きかけが必要と思われる。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

現時点ではありません。

(2) 社会実装に向けた取り組み

日本蚕糸学会第87回大会（3月22日、つくば）にて特別セッションを設け、チーフアドバイザーが進行役を務め、4名の専門家による本プロジェクトの取り組み内容について紹介した。40名を超える聴衆者を集めた。蚕糸学会員が集う場であったため、養蚕の専門的な観点からの質疑やアドバイスがあった。また、非学会員も参加し、一般者へのアピールの場にもなった。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VIII. その他（非公開）

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 件
 公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 件
 公開すべきでない論文 0 件

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
2016	Kenji Yukuhiro,Hideki Sezutsu,Takuya Tsubota,YokoTtakasutsunenori Kamda,Naoyuki Yonemura Insect silks and cocoons: Structural and molecular aspects in extracellular Compoaite Matices in Arthropods,Springer p515-555.		書籍	発表済	昆虫の絹タンパク質研究の最前線に関する総説
2016	行弘研司 SATREPSIによるケニアの在来野蚕の調査 昆虫DNA研究会 ニュースレター26号27から28ページ		会報	in press	ケニア在来野蚕の紹介

著作物数 2 件
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
			招待講演 0 件
			口頭発表 0 件
			ポスター発表 0 件

② 学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2015	国内学会	吉岡太陽(農研機構), 田代孝二(豊田工大), 亀田恒徳(農研機構), 高速時分割放射光X線回折測定より明らかにした家蚕とタサール蚕破断挙動の決定的な相違点より考察するシルクの構造と伸縮特性の関係性, 日本野蚕学会第21回大会, 東京農業大学グリーンアカデミー(東京), 2015/11/28.	口頭発表
2015	国内学会	山元公子(農研機構), 飯塚哲也(農研機構), 中島健一(農研機構), 上樂明也(農研機構), 宮本和久(農研機構), 行弘研司(農研機構), 山ノ内宏昭(農研機構), 吉岡太陽(農研機構), 木内信(農研機構), 亀田恒徳(農研機構), ゲノム情報を利用したカイコ育種の試み, 第38回日本生化学会大会合同大会, 神戸ポートアイランド(兵庫), 2015/12/01.	ポスター発表
2016	国内学会	吉岡太陽(農研機構), 亀田恒徳(農研機構), 田代孝二(豊田工大), シルク繊維の引張り過程における構造変化と力学挙動の関係, 第65回高分子年次大会, 神戸国際会議場(兵庫), 2016/05/25.	ポスター発表
2016	国内学会	吉岡太陽(農研機構), 亀田恒徳(農研機構), 田代孝二(豊田工大), 応力ひずみ曲線の異なる二種類のシルクの延伸時構造変化の比較から考えるシルクの構造と物性との関係性, 平成28年度繊維学会年次大会, タワーホール舟堀(東京), 2016/06/08.	口頭発表
2016	国内学会	行弘研司・瀬筒秀樹・鮫島真一・横山 岳・三田村敏正 日本列島に生息するテンサンの系統関係—ミトコンドリアCOI遺伝子上の塩基多型にもとづく解析結果— 日本野蚕学会第22回大会 岩手県盛岡市 2016年10月28日	口頭発表
2016	国内学会	行弘研司・瀬筒秀樹 ヤママユガ科絹糸虫フィブロインのC末側における保存性について 日本野蚕学会第22回大会 岩手県盛岡市 2016年10月28日	口頭発表
2016	国内学会	行弘研司・瀬筒秀樹・鮫島真一・横山 岳・三田村敏正 日本列島に生息するヤママユの系統関係—ミトコンドリア COI 遺伝子上の塩基多型にもとづく解析結果— 日本蚕糸学会第87回大会学術講演会 茨城県つくば市 2017年3月22日	口頭発表
			招待講演 0 件
			口頭発表 5 件
			ポスター発表 2 件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
No.1													
No.2													
No.3													

※関連する外国出願があれば、その出願番号を記入ください。

国内特許出願数 1 件
公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
No.1													
No.2													
No.3													

※関連する国内出願があれば、その出願番号を記入ください。

外国特許出願数 0 件
公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

② マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	概要
2016	2017/3/22	「ケニアで野蚕 来た！見た！触れた？」	筑波産学連携支援センター 本館 3階 B会場(日本)	50人	2016年12月の現地調査で観察することができた2種の非ヤマユガ科野蚕の紹介
2016	2017/3/22	なぜ、今、ケニアで養蚕？	筑波産学連携支援センター 本館 3階 B会場(日本)	50人	ケニアの経済事情、気候風土と、養蚕に期待する理由、適合性等について
2016	2017/3/22	ケニア養蚕プロジェクトについて	筑波産学連携支援センター 本館 3階 B会場(日本)	50人	SATREPSについてと、本研究プロジェクトの中身、状況、計画について
2016	2017/3/22	ケニアのクワと改良への試み	筑波産学連携支援センター 本館 3階 B会場(日本)	50人	SATREPSプロジェクトでのクワジーンバンク構築、クワ選抜・育種についての現状と計画について
2016	2017/3/22	ケニアでの進行状況	筑波産学連携支援センター 本館 3階 B会場(日本)	50人	土壌調査について
2016	2017/3/22	製糸の現状と今後 in ケニア	筑波産学連携支援センター 本館 3階 B会場(日本)	50人	NSRCおよびICIPEの製糸体制の今と今後について

6 件

②合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要
2016	2017/2/17	First Project Technical Committee (PTC) meeting for the 'project for development of sericulture research by applying biological resources and molecular genetics in the republic of Kenya	30人	主要メンバーの自己紹介、プロジェクトの背景、進捗状況、本年の計画

1 件

JST成果目標シート

研究課題名	生物遺伝資源と分子遺伝学を利用した養蚕研究基盤構築
研究代表者名 (所属機関)	亀田 恒徳 (国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構)
研究期間	H27採択(平成28年4月1日～平成33年3月31日)
相手国名／主要相手国研究機関	ケニア共和国／ケニア農業・畜産研究機構、ジョモ・ケニアッタ農工大学

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 海外からの養蚕技術協力要請などに応える人材の育成 日本企業へのクワや絹などの生産物の供給
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 分子遺伝学を利用した木本植物および昆虫の育種技術の開発・確立
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> ケニアにおける野蚕等アフリカ在来の生物遺伝資源へのアクセス カイコ、野蚕等の新規有用遺伝子(群)の知財獲得
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> ジーンバンクシステム構築や養蚕技術研究開発・指導に関わる研究者の人材育成
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> 国際交流を通じた国内の養蚕関連技術水準の維持・向上 東アフリカのリーダー格であるケニアとの交流強化
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> クワおよびカイコの育種マニュアル クワの遺伝的多型に関する論文 カイコのQTL解析に関する論文 アフリカ在来野蚕の探索と野蚕絹の分子遺伝学的評価に関する論文

上位目標

技術革新によりケニアにおける養蚕が振興し、海外輸出が可能な高品質シルクの生産が可能となって農家の所得が向上するとともに外貨獲得に貢献する。

ケニアの自然環境および栽培・飼育環境に適応したクワおよびカイコの新品種が育成され、繭の生産性と品質が大幅に向上する。

プロジェクト目標

クワジーンバンクの構築と地域に適合したクワおよびカイコの新品種素材を作出し、高品質シルク生産技術の研究基盤を確立する。

