

遺伝子組換えカイコに対する生産者意識

誌名	農業経営研究
ISSN	03888541
著者	栗原, 伸一 石田, 貴士 櫻井, 清一
巻/号	170号
掲載ページ	p. 79-84
発行年月	2016年10月

遺伝子組換えカイコに対する生産者意識

—群馬県における養蚕農家への調査から—

栗原伸一・石田貴士・櫻井清一
(千葉大学大学院園芸学研究科)

Farmer Attitudes on High-performance Silk and Genetically Modified Silkworms:
Results from a Survey of Silk-raising Farmers in Gunma Prefecture, Japan
(Shinichi KURIHARA, Takashi ISHIDA, Seiichi SAKURAI)

I はじめに

我が国の近代化の原動力となった養蚕業は、1930年代に全盛期(養蚕農家数 221 万戸、繭生産量 40 万 t)を迎えた後、化学繊維の台頭などによって衰退の一途をたどり、2013 年現在、農家数は 486 戸、生産量は 168t にまで減少している^[1]。このように危機的状況にある我が国の養蚕業ではあるが、ようやく明るい兆しも見え始めた。農業生物資源研究所(以降、生物研)が、遺伝子組換え(以降、GM)技術により、蛍光シルクや超極細シルクなど、新しい機能を付加したシルクを生産するカイコの開発に成功したのである。また、いわゆるアベノミクスによって、日本経済も回復基調に入ったとみられることから、「品質や機能が優れた絹製品ならば、価格が高くても買いたい」という消費者が現れることも期待されよう。

本研究は、養蚕業におけるこうした革新的技術が実用化されることで、どのようなシルク関連市場が新たに生まれ、またそれを生産する養蚕農家の経営にはどのようなインパクトがもたらされるのかを明らかにすることを最終目的とする。まずは、その最初の段階として、今回、蛍光シルクをはじめとした高機能シルクや、それを生産する GM カイコに対する養蚕農家の意識(飼養してみたいか否かなど)を調査し、その要因を記述的、計量的に明らかにすることで、当該技術の生産者レベルでの普及可能性について検討する。

II 調査の背景と概要

1 GM カイコとカルタヘナ法

生物研は、2000 年に世界で初めてカイコの遺伝子組換えに成功した。この技術により、これまでの交配型品種改良では不可能であった新しい機能をカイコに持たせることが可能になった。その後、2008 年には緑色蛍光タンパク質によって光るシルクを作ることに成功するなど、これまでにない様々な高機能シルクを生産する GM カイコの開発が現在も進んでいる。

こうした GM 技術は、シルクに付加価値を与える可能性を有する一方、生産現場での普及にあたっては大きな課題も残されている。それは、生物多様性を確保するため、GM 生物等を用いる際の規制措置を定めた「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」(通称、「カルタヘナ法」)への対応である。カルタヘナ法の対応には、GM 生物を実験室など外界から隔離された施設内で拡散防止措置をとって使用する第二種使用等と、屋外など特に外界と隔離しないところで使用する第一種使用等がある。GM カイコを普及させるためには、一般の養蚕農家が既存施設で飼養できる必要があるため、第一種使用等での承認が前提となる。

現在、生物研では、GM カイコの第一種使用等での承認を目指し、養蚕農家に近い環境で飼育した場合の各種データ収集を目的とする実験を始めたところである(2015 年 5 月開始)。

2 先行研究

国内では、GM 農産物に対する生産者意識を扱った先行研究は見当たらないが、一般的な新技術の導入要因に関する研究は数多い。なかでも山本ら^[5]は、導入の促進要因として「経営内外の環境変化に対する問題意識の大きさ」があることや、阻害要因として「提示した条件に対する不安感、抵抗感、煩わしさ」があることを明らかにしている。また、Kurihara et al.^[2]は、共分散構造分析によって、施設野菜農家における安全性に関する新技術の導入促進要因として、経営規模という外生的な要因と、積極性やリスク認知といった心理的な要因があることを明らかにしている。

一方、海外では、GM 農産物に関する数少ない研究として、Qaim and Janvry^[3]が GM 綿に対する生産者意識を調査し、種子の価格が導入阻害要因になっていることを明らかにしている。

本研究では、こうした先行研究、なかでも山本らが明らかにした阻害要因が参考になると考え、それらを今回の調査内容に反映した。

3 調査対象

群馬県は、養蚕農家数、繭生産量ともに我が国最大の養蚕県であるが、急速に衰退している。群馬県によれば、2012年時点で217戸であった農家は2014年には34%減の143戸に、同じく80tであった生産量は41%減の47tにと、わずか2年間で大幅に減少した。しかしながら、2014年には富岡製糸場と絹産業遺産群が世界遺産に登録されるなどの追い風もあり、現在、県を挙げて「シルクカントリー」としての復活を目指しているところである。

さて、今回、そうした群馬県の全養蚕農家143戸を対象に、高機能シルクやGMカイコに対する意識調査を実施した。調査にあたっては、群馬県蚕糸技術センター、ならびに県下13のJAの協力のもと、郵送法で実施した。2015年3月10日に調査票を発送し、10日後に督促状を発送した結果、4月12日までに102件が回収された(5件の不着を除いた回収率は74%)。こうした高い回収率からも、農家の危機感が読み取れよう。

第1表 経営主と経営の属性

戸(n=102) 比率(%)			戸(n=102) 比率(%)			
経営主年齢	40歳未満	2 2.0	養蚕経営の機械化	かなり進んでいる	4 3.9	
	40代	8 7.8		進んでいる	8 7.8	
	50代	20 19.6		平均的	53 52.0	
	60代	42 41.2		遅れている	25 24.5	
	70代	29 28.4		かなり遅れている	7 6.9	
	80代以上	0 0.0		無回答	5 4.9	
	無回答	1 1.0				
家族従事者数(経営主を除く)	1人	57 55.9	繭以外の出荷品目(複数回答)	米	60 58.8	
	2人	25 24.5		露地野菜	45 44.1	
	3人以上	6 5.9		小麦	5 4.9	
	無回答	14 13.7		施設野菜	3 2.9	
	雇用従事者数	0人		15 14.7	シイタケ	3 2.9
1人		11 10.8		果樹	2 2.0	
2人		10 9.8		工芸作物	2 2.0	
3人以上		7 6.9		肉用牛	2 2.0	
無回答		59 57.8		その他	5 4.9	
後継者の有無	有り(既従事)	8 7.8		世帯所得に占める農業所得	0~1割	15 14.7
	有り(予定)	5 4.9			2~3割	23 22.5
	無し・未定	88 86.3	4~5割		17 16.7	
	無回答	1 1.0	6~7割		14 13.7	
繭出荷量(2014年実績)	200kg以下	37 36.3	8~9割		12 11.8	
	201~400	30 29.4	全部		10 9.8	
	401~600	18 17.6	無回答	11 10.8		
	601~800	5 4.9	農業所得に占める養蚕所得	0~1割	22 21.6	
	801kg以上	10 9.8		2~3割	21 20.6	
	無回答	2 2.0		4~5割	25 24.5	
出荷可能最大繭量	200kg以下	31 30.4		6~7割	13 12.7	
	201~400	24 23.5		8~9割	7 6.9	
	401~600	22 21.6		全部	4 3.9	
	601~800	6 5.9	無回答	10 9.8		
	801kg以上	10 9.8	経営限界繭価(円/1kgあたり) ^{注)}	平均	2,260.5	
	無回答	9 8.8		標準偏差	963.6	
		回答数		87		

注:経営限界繭価とは、養蚕部門における純収益がゼロ、つまり粗収益=経営費で、それ以下だと赤字経営となる繭価を指す。

4 経営概況

第1表は、回収された102戸の養蚕農家の経営主ならびに経営属性を整理したものである。ここで詳細に言及する紙幅は許されていないので、概況のみを述べておく。なお、意識調査を集計する場合、欠損回答を除いた完全回答のみを整理するのが一般的であるが、今回は回答者が高齢であることから無回答となった設問が多かったため、それらを含めて比率を算出している。

まず、経営主の年齢については、60代が41%、70代が29%となり、養蚕農家の“超”高齢化が進んでいることが改めて浮き彫りとなった。養蚕業従事者数や後継者の有無を見てみると、基本的に夫婦2人だけの家族経営で、9割近くが後継者を確保できていないことから、群馬県、ひいては我が国の養蚕業が将来的に持続困難な状況となっていることが確認された。

繭出荷量(2014年)については、3分の1以上は200kg以下で、800kgを超える農家は1割に満たなかった。また、潜在的な生産能力(出荷可能

最大繭量)を聞いたが、小規模層で昨年実績をやや上回る程度であった。これらのことから、我が国の養蚕農家の多くは、規模拡大の余地を残していない小規模経営であるといえる。

機械化については「平均的」とした農家が半数に上り、米(59%)や露地野菜(44%)との複合経営が多くなっていった。米は農繁期が重複しないため、露地野菜は群馬県が高原野菜の特産地であるためと考えられる。世帯所得に占める農業所得は「2~3割」の農家が23%でもっとも多く、5割を超える主業農家は35%であった。そのうち養蚕業所得が占める割合については「4~5割」の農家が25%でもっとも多くなっていった。これについては、年齢との間に統計的に有意な正の相関が見られたことから($r=0.24, p<0.05$)、高齢になるほど他部門を縮小し、養蚕業に特化する傾向があるといえよう。

なお、経営を継続できる1kgあたり限界繭価は2,261円で、現在の助成金込みの農協流通価格(約2,200円)とほぼ一致することも確認できた。

第2表 高機能シルクとGMカイコに対する意識

		戸(n=102) 比率(%)				戸(n=102) 比率(%)	
蜚光シルクの認知度	全く知らなかった	21	20.6	【飼養方法説明後】 GMカイコ飼養意向	飼ってみたい	10	9.8
	聞いたことはあった	35	34.3		やや飼ってみたい	8	7.8
	知っていた	36	35.3		どちらともいえない	26	25.5
	無回答	10	9.8		あまり飼いたくない	25	24.5
GMカイコの認知度	全く知らなかった	6	8.5	飼いたくない理由(複数回答)	飼いたくない	29	28.4
	多分そうだろうと思った	26	36.6		無回答	4	3.9
	知っていた	36	50.7		飼い方が面倒そう	33	61.1
	無回答	3	4.2		費用がかかりそう	17	31.5
認知している付加機能 (複数回答)	色つき	33	32.4	年齢的に無理	9	16.7	
	超極細	29	28.4	【説明による変化(説明後-説明前)】			
	紫外線吸収	20	19.6	悪化	-2	6	6.2
	抗菌	17	16.7	変化	-1	18	18.6
	高強度	11	10.8	改善	0	52	53.6
【飼養方法説明前】 GMカイコ飼養意向	飼ってみたい	12	11.8	改良	1	14	14.4
	やや飼ってみたい	10	9.8	改善	2	7	7.2
	どちらともいえない	26	25.5	GMカイコに期待する繭価(円/kg)	平均	4,479.2	
	あまり飼いたくない	20	19.6	標準偏差	1,503.3		
理由	飼いたくない	33	32.4	回答数	72		
	無回答	1	1.0	高機能シルクは市場を開拓する	思う	29	28.4
	飼い方が面倒そう ^{注2)}	29	54.7	やや思う	21	20.6	
	心配	9	17.0	どちらともいえない	33	32.4	
費用がかかりそう	やや心配	5	9.4	あまり思わない	11	10.8	
	心配	26	49.1	思わない	7	6.9	
	やや心配	8	15.1	無回答	1	1.0	
	無回答	11	20.8	高機能シルクの開発は歓迎すべき	思う	28	27.5
生物多様性に悪そう	心配	19	35.8	やや思う	14	13.7	
	やや心配	14	26.4	どちらともいえない	39	38.2	
	無回答	10	18.9	あまり思わない	9	8.8	
	心配	18	34.0	思わない	12	11.8	
繭価に反映されなさそう	やや心配	10	18.9	行政や研究機関に望む支援策	補助金事業	38	37.3
	無回答	11	20.8	養蚕と絹業との提携促進	17	16.7	
	心配	18	34.0	国内市場の開拓	17	16.7	
	やや心配	10	18.9	その他	11	13.3	

注:1) 実際には、全農家に懸念度を聞いているが、飼いたくない理由を特定するために「あまり飼いたくない」と回答した農家のみを整理した。

2) 5段階で回答させているが、本表では「どちらともいえない」、「それほど心配ではない」、「心配でない」は省略した(比率には含めて算出)。

III 生産者意識

1 飼養方法説明前の意識

第2表は、高機能シルクや GM カイコに対する養蚕農家の意識について整理したものである。

まず、認知度から見て行くと、蛍光シルクを生産するカイコが開発されたことについては7割の農家が認知しており、またそれがGM技術によるものであることについても9割の農家が認知していた。蛍光以外の機能についても聞いたところ、「色つき」(32%)や「超極細」(28%)の認知度が高くなっていた。実は、調査に先立ち、県担当者らは「蛍光シルクや GM カイコを認知している農家は2〜3割程度だろう」と予想していた。しかしながら、それを遙かに上回る結果となったのは、近年、マスコミで取り上げられる機会が増えていることだけでなく、やはり農家自身も現状打開策を模索しているからではないだろうか。

さて、こうした高機能シルクを生産する GM カイコについて、農家はどのように捉えているのであろうか。まずは、飼い方について何も説明しない状態で、飼養意向を聞いてみた。その結果、「飼ってみたい」と回答した農家は12%で、「やや飼ってみたい」(10%)を含めても22%という低水準にとどまった。飼いたくない理由を見てみると、もっとも多かったのが「飼い方が面倒そう」で、72%の農家が心配していた。次に多かったのは「費用がかかりそう」で64%であった。一方、生物多様性への悪影響や繭価に反映されないことを心配する農家も少なくはないものの、飼い方や費用に比べ「やや心配」とする比率が高いことから、深刻な普及阻害要因とはならないことがうかがえる。

2 飼養方法説明後の意識の変化

現在、群馬県や生物研では、GMカイコの飼養が第一種使用等で承認された場合、以下の4つの取り組みを農家に提案することを考えている。

- ①カイコの野生種であるクワコとの交雑を防ぐため、蚕室の窓などに網を張る。
- ②万が一、残さに幼虫や繭が混入した場合でも、

それらを死滅させるため、残さ処理用区画を設け、適切な方法(一定期間保管や埋立て、チップー粉碎など)で処理する。

- ③飼育スペースから幼虫を上簇スペースに移すときは細心の注意を払い、こぼれないようにする。
- ④初回の飼育時のみ、役所に届け出を行い、場合によっては現場確認を受ける。

GM カイコの正しい飼養方法の知識を与えることで、農家の意識に生じる変化を明らかにするため、調査票の中頃に上記説明文を挿入し、再び飼養意向について質問した。その結果、「飼ってみたい」と回答した農家は10%で、「やや飼ってみたい」(8%)と合わせて18%となった。説明前は22%であるから僅か4ポイントの減少で、明確な変化とはいえない。念のため、これら説明前後の飼養意向(5段階)について、独立性の検定を実施したが、帰無仮説は棄却されなかった($p=0.88$)。

飼いたくない理由について見てみると、「飼い方が面倒そう」を選んだ農家は61%となり、説明前の72%から11ポイント減少し、「費用がかかりそう」についても説明前の64%から32%へと大幅に減少した。これらのことから、飼養方法の説明文を読み、「やや面倒そうではあるが、費用に関しては網戸ぐらいならばたいしたことはない」と感じた農家が多かったことが推測される。一方、「その他の理由」で高齢を記入する農家も多く、新技術に対する高齢農家の保守的な面が確認された。

次に、こうした「説明による変化」を詳しく見るため、説明前後の飼養意向をそれぞれ5点満点とし、説明後の点数から説明前の点数を引いて、その差を分布させた(第2表右列)。その結果、半数以上の農家の飼養意向に変化はなく(0点)、もっとも悪化した農家(-2点)で6.2%、もっとも改善した農家(2点)で7.2%となり、正規分布に近い分布となった。これら、GMカイコの飼い方の説明後に飼養意向に変化の見られた農家の特徴については、次節で計量的に明らかにする。

このように、説明後も飼養意向は依然として低いことがわかったが、一方でGMカイコを飼うことになった場合に期待する繭価については、平均で現在の約2倍(4,479円/kg)となっていたことが

ら、潜在的な期待自体は高いといえよう^{注1)}。また、こうした高機能シルクが新たな市場を開拓すると考える農家は49%、歓迎すべき開発であると考える農家も41%に上っていた点も注目できる。

以上のことから、GMカイコ自体は農家に否定されるものではなく、たとえば高齢者でも取り組みやすいような、より簡便な飼養方法を提案することで、「飼ってみたい」と考える農家が増える可能性も十分あることが示されたといつてよいだろう。

注1) 他方、網戸以外の手間も含めた機会費用、つまり「2倍の繭価でなければGMカイコを飼いたくない」という意思の現れであるとも考えられる。それを判別するため、経営規模や農業所得比率などの関連性を分析したが、残念ながら明確な傾向を検出することはできなかった。

IV 飼養意向の要因分析

ここまで、農家のGMカイコに対する飼養意向や、飼養方法説明後の意向の変化について、記述的に整理してきたが、最後に、その要因について計量的に分析する。

第3表は、説明前後の飼養意向やその変化量を、経営属性や意識に回帰させた3つのモデルの推定結果である^{注2)}。標本サイズが小さいことから、モデルのパフォーマンスを優先するため、増減法で係数が統計的に有意($p < 0.1$)な変数のみを

採用した結果、自由度修正済み決定係数も0.25~0.39と悪くない結果を得ることができた。また、投入した変数のVIF(分散拡大要因)が2.0を超えるモデルはなく、深刻な多重共線性が発生している可能性は低い。

まずは、表の一番左列、飼養方法説明前の飼養意向を被説明変数としたモデルから見て行く。すると、生物多様性への懸念や、繭価へ反映しないことへの懸念が、GMカイコの飼養意向に負の影響を与えていることがわかる。また、米を出荷している農家が飼いたくないと考える傾向にあることも確認できた。この理由を解明することは難しいが、米の出荷と経営限界繭価との間に有意な負の相関($r = -0.21, p < 0.05$)が見られたことから、稲作との複合経営をしている農家は上手く経営資源を配分して繭の生産費を低く抑えているため、養蚕部門でいま以上の冒険をしたくないと考えているのではないだろうか。

次に、飼養方法説明後のモデル(中列)の推計結果を見てみる。説明前のモデルと同様に、繭価への反映が難しいと考えている農家の飼養意向が低い一方、付加機能に関する知識の高い農家ほどGMカイコの飼養に前向きであることが確認できた。また、説明後の飼育法懸念ダミーが有意に負となっていることから、今回提案した飼養方法を「面倒そうだ」と捉えてしまった農家にお

第3表 GMカイコ飼養意向の要因分析

説明変数	被説明変数 飼養意向(説明前) (1~5点)		飼養意向(説明後) (1~5点)		説明による飼養意向 の変化(-2~2点)	
	係数	t値	係数	t値	係数	t値
シルク付加機能に関する知識(0~6点)			0.15	1.75 †		
【説明前】生物多様性への懸念度(1~5点)	-0.48	-3.14 **			0.37	2.51 *
【説明前】費用への懸念度(1~5点)			-0.19	-1.98 †	-0.36	-2.66 *
【説明前】繭価非反映への懸念度(1~5点)	-0.30	-2.22 *	-0.18	-2.11 *		
【説明後】飼育法懸念ダミー(面倒そう=1)			-0.93	-4.58 **		
【説明後】費用懸念ダミー(かかりそう=1)					-0.60	-2.10 *
年齢(6段階)			-0.23	-2.46 *		
米出荷ダミー(米を出荷している=1)	-0.69	-2.09 *			0.72	2.46 *
米・露地野菜以外の出荷ダミー(出荷=1)					0.65	1.72 †
農業所得比率(6段階)			-0.14	-2.26 *		
定数項	5.71	8.40 **	5.26	7.05 **	-0.40	-0.56
標本サイズ(n)		55		48		48
自由度修正済み決定係数(adj-R ²)		0.29		0.39		0.25

注:1) †, *, **は、係数が統計的に10%, 5%, 1%水準で有意であることを示す。

2) 左・中モデルの被説明変数は、それぞれ飼養意向で「思わない:1点」, ..., 「思う:5点」である。

3) 右モデルの被説明変数は、説明後の飼養意向(1~5点)から説明前の意向(1~5点)を引いた値。

いて、飼養意向がとくに下がったことがわかる。そのほか、年齢や農業所得比率が有意に負となった。高齢になるほど新技術の採用に消極的になるのは常識的な結果といえるが、農業所得比率が高くなるほど飼養意向が低下する理由については何であろうか。相関分析を実施してみると、農業所得比率が高い農家は雇用従業者数が多く、繭出荷量や潜在的規模拡大能力が有意に高かった($r=0.32\sim 0.37, p<0.05$)。つまり、養蚕経営が比較的順調な農家ほど、GMカイコ導入の必要性を感じ難いのだろう。

最後に、説明による変化(分布については第2表参照)を被説明変数としたモデル(右列)の推定結果を見てみる。まず、説明前の生物多様性への懸念度の係数が有意に正になっていることから、もともと生態系への影響を深刻に捉えていた農家ほど、今回提示した飼養方法を知って「生態系への影響は心配ないようだ」と安心し、飼いたい方向へ変化したことが推測される。また、説明前後を通して費用懸念ダミーが有意に負となっていることから、もともと費用がかかることを心配していた農家が、説明を読んで「心配していた通り、やはり費用がかかりそうだ」と感じ、最終的に「飼いたくない」と判断してしまったと考えられる。そのほか、米と、米・露地野菜以外の出荷ダミーがともに有意に正となっており、とくに前者の符号は説明前モデルと反転している。その理由としては、説明文を読んだ農家が、「これならばGMカイコの飼養は他の作付けと競合しない」と判断したことなどが考えられる。

注2)順位データに対しては、順序ロジスティック(もしくはプロビット)モデルの適用が考えられるが、前提条件が厳しいことや確率値による解釈が難しいこと、また推定結果も一般の回帰モデル(OLS)と大差ないことが指摘されている^[4]。そのため、本研究でもOLSを適用した。

V まとめ

本研究は、現在、国内の3分の1の繭を生産している群馬県の養蚕農家全戸を対象に意識調査を実施し、GMカイコの現場普及の可能性とそ

の課題を探った。

その結果、GMカイコの認知度は予想よりも高かったものの、飼養意向は低いことがわかった。しかしながら、飼養方法を正確に伝えることで、生物多様性についての懸念については、おおむね払拭できることが判明した。一方、これまでよりは飼いがやや面倒になることや、網戸設置などの費用がかかる点については導入の障害となることも明らかとなった。とはいえ、高機能シルクによる市場開拓やGMカイコの繭価格に対する期待は高いことから、今後、機能性が繭価にどれだけ反映されるかが、農家レベルでの普及の決め手になると考えられる。

なお、米を出荷している農家や農業所得比率の高い農家においてGMカイコの飼養意向が低くなるメカニズムについては、十分に解明できなかった。これらは我が国養蚕業における農家の新技術導入行動に関する重要な論点であるため、その分析を今後の新たな研究に託したい。

[付記]

本研究は「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業(うち経営評価研究及びマーケティング研究(分野名:地域作物))」(平成26~27年度農林水産省事業)、ならびにJSPS科研費15K07602の助成を受けたものである。

[引用文献]

- [1] 大日本蚕糸会(2015):『シルクレポート』, 42.
- [2] Kurihara, S., T. Ishida, A. Maruyama, A. E. Luloff and T. Kanayama (2014): Role of Risk-Related Latent Factors in the Adoption of New Production Technology: The Case of Japanese Greenhouse Vegetable Farmers, *Int. J. of Ag. Sci. and Tech.*, 2(2), pp.53-60.
- [3] Qaim, M. and A. D. Janvry (2003): Genetically Modified Crops, Corporate Pricing Strategies, and Farmers' Adoption: The Case of Bt Cotton in Argentina, *American J. of Ag. Econ.*, 85(4), pp.814-828.
- [4] 杉本則夫(2009):『医学・薬学・生命科学を学ぶ人のための多変量解析入門』, プレアデス出版, pp.172-176.
- [5] 山本和博, 沖本宏, 松下秀介(2005):「新技術導入の決定要因と技術普及に関する動学的経営分析」, 『農業経営研究』, 43(2), pp.1-11.