



Title	硝酸銀の添食が家蚕の2 3の形質に及ぼす影響
Author(s)	滝沢, 義郎; TAKIZAWA, Yoshiro; 勝野, 貞哉 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 3(2), 106-110
Issue Date	1959-06-15
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/11677">https://hdl.handle.net/2115/11677</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	3(2)_p106-110.pdf



# 硝酸銀の添食が家蚕の2,3の形質に及ぼす影響\*

滝沢 義郎\*\*・勝野 貞哉\*\*

## Effect of silver nitrate addition to mulberry leaves upon some characters of *Bombyx mori* L.

By

Yoshiro TAKIZAWA\*\*\* and Sadaya KATSUNO\*\*\*

家蚕に対する化学薬品の影響については、生理学的あるいは実用的な見地から、従来多くの研究がおこなわれて来た。即ち栄養物質の給与、色々な毒物、薬剤及び色素の添食等であるが、微量元素としての重金属イオンの添食に関しては、亜鉛、マンガン等小数の実験例にすぎない。即ち赤尾 (1935, a, b) は亜鉛並びにマンガン、特に亜鉛が家蚕の生殖機能に影響を及ぼすことを明らかにし、又赤尾 (1939) は微量元素として、亜鉛、鉄及び銅が、家蚕の成長現象に及ぼす影響を報告している。長谷川 (1944) は家蚕の雌蛹に、各種金属イオンを注射して、これらイオンの家蚕卵細胞に対する影響を調査している。一方 DI STEFANO (1943) はショウジョウバエに硝酸銀を給食させ、表現型模写 phenocopy を得た。

筆者等は硝酸銀が有毒金属塩で、かつ表現型模写を示すという見地から、桑葉に硝酸銀を塗布して飼育したところ、成虫体色及び次代の蟻体色に表現型模写を示し、造卵能力に影響を与え、かつ次代卵の胚子に異常をみたのでその結果を報告する。

### 材料及び方法

材料は日 115×支 108 を用いた。方法は次に示す硝酸銀モル溶液に桑葉を浸漬した後水分を乾燥し、飼食の日を除き、4 齢より 5 齢末期に至るまで、毎日午前中 1 回添食をおこない、添食回数合計 14 回に及ん

だ。尚 1 日の給桑回数は午前 2 回、午後 3 回の計 5 回とした。

試験区は蒸溜水区、硝酸銀  $10^{-6}$  mol 区、 $10^{-4}$  mol 区、 $10^{-2}$  mol 区及び  $10^{-2} \times 2$  mol 区の 5 区とし、各区供試蚕数は 4 齢起蚕 600 頭とした。外に対照区として普通桑を給与した。

観察は体重、減蚕歩合、繭層歩合及び発蛾歩合についてもおこなったが、顕著な差は認められなかつたので、造卵能力、表現型模写及び胚子の異常についてのみ報告する。

### 観察結果及び考察

#### 1. 造卵能力

各区 43~53 個体成虫の産卵について調査した。まず総卵数 350~950 個を、100 個を 1 階級として 6 階級に区別し、各階級の個体指数 (100 個体で換算したもの) を示すと第 1 表のようである。即ち硝酸銀の濃度が高まるに従い、総卵数の少い階級の個体数が増加し、総卵数の多い階級の個体数は減少している。

赤尾 (1935 a, b, 1939) によれば、Zn 並びに Mn は家蚕の生殖機能に関係し、Zn は卵内容に、Mn は卵殻に含有されるという。長谷川 (1944) は家蚕の雌蛹に各種金属イオンを注射して、これらイオンの家蚕卵細胞発育に対する影響をみている。即ち (1)  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ba}^{++}$ 、 $\text{Ca}^{++}$ 、 $\text{Mg}^{++}$ 、 $\text{Mn}^{++}$ 、 $\text{Zn}^{++}$ 、(2)  $\text{Fe}^{++}$ 、 $\text{Fe}^{+++}$ 、(3)  $\text{Cu}^{++}$  の注射をおこない、(1) に於ては、注射後の代謝機能、造卵能力に影響がなく、(2) は影響を及ぼし、(3) は毒性の甚だしいことをみた。

\* 本研究費の一部は文部省科学研究費によつた。

\* 本研究の一部は日本蚕糸学会東北支部第 5 回研究発表会に於て発表した。

\*\* 北海道大学農学部蚕学教室

\*\*\* Institute of sericulture, Fac. Agr., Hokkaido Univ.

第1表 総卵数の各階級による個体指数

試験区 階級	対照区	蒸溜水区	硝酸銀 10 <sup>-6</sup> mol 区	10 <sup>-4</sup> mol 区	10 <sup>-2</sup> mol 区	10 <sup>-2</sup> × 2 mol 区
350~450	0	0	1.89	1.85	0	0
450~550	0	4.12	0	0	4.08	9.31
550~650	8.16	15.68	28.89	12.96	16.32	25.59
650~750	51.01	62.74	60.37	59.26	44.89	41.83
750~850	36.73	17.63	9.44	22.21	32.65	23.26
850~950	4.08	0	0	3.70	2.04	0

筆者等の観察した硝酸銀は、明らかに造卵能力に影響を及ぼし、その影響を及ぼす限界濃度は 10<sup>-2</sup>~10<sup>-4</sup> mol の間にあると考えられ、このことは後述する成虫体色、蟻蚕体色及び異常胚子の観察の点からも一致する。長谷川 (1944) は Fe<sup>++</sup>, Fe<sup>+++</sup> 及び Cu<sup>++</sup> は 1/20 mol 水溶液 0.02 cc 注射すると、はじめて対照区と同様に造卵能力があるという。硝酸銀の場合は添食であるので、一概に論ぜられないが、後述する注射の例から推考しても、害は Fe<sup>++</sup>, Fe<sup>+++</sup> 及び Cu<sup>++</sup> より大きいものと考えられる。

## 2. 表現型模写

表現型模写は成虫体色 (鱗毛色) 並びに次代の蟻蚕体色に現われた。

まず成虫体色について見ると、硝酸銀の濃度が高くなるにつれて、体色は白色となる。即ち対照区の体色を+とし、純白を++++で示し、各区を比較すると第2表のようである。即ち硝酸銀 10<sup>-2</sup> mol 区は対照区よりやや白く、10<sup>-2</sup> × 2 mol 区は純白であり、他区は対照区と差がない。これによつて明らかのように、硝酸銀 10<sup>-2</sup>~10<sup>-4</sup> mol を境として、添食の影響が顕著に示される。

成虫体色が白色を示したことは、DI STEFANO (1943) がショウジョウバエで類似の現象をみている。即ち 10% 硝酸銀を 10 cc の正常餌に対して、0.1 g, 0.05 g, 0.01 g, 0.005 g, 0.001 g の割合で混合し、孵化後 2 時間以前の幼虫を入れて飼うと、0.1 g, 0.05 g では幼虫は死ぬが、0.01 g 以下は親が羽化し、その体色は淡黄灰色で、突然変異 straw の様な体色を示すが、更に剛毛や毛も淡色となり、マルピギ

一氏管は緑色、囲心細胞は桃色となる。0.001 g から羽化したものは外観的に正常であつた。孵化後 24 時間以後の幼虫を 0.01 g で飼つたものでは、体色は straw 様であるが、マルピギー氏管は褐色、囲心細胞は濃い橙色を示すといつている。蚕児に硝酸銀を塗布した桑葉を与えた場合も、これと同様な反応で、一種の表現型模写ではないかと思われる。この実験では肉眼的に体色をみたのであるが、内部器官、組織の色の变化もみられるものと思考される。又体色変化を示す限界濃度は、硝酸銀 10<sup>-2</sup>~10<sup>-4</sup> mol の間で、10<sup>-2</sup> × 2 mol が 10<sup>-2</sup> mol の場合より影響が大きく、体色が一層白くなる事実より考えると、体色のみならず、剛毛、毛其他内部器官、組織にもショウジョウバエに於けるような、色の差がみられるのではないかと思う。

次に各区中で交配をおこなつたところ、第3表に示すように、次代の蟻蚕体色が赤色となることをみた。この表は人工孵化したものの各区 8 蛾の平均である。胚子の異常、死卵及び不受精卵も合せて表に示した。第3表から明らかのように、赤蟻は 10<sup>-2</sup> mol 及び 10<sup>-2</sup> × 2 mol 区にみられ、他区は対照区と差がなく黒蟻である。

蟻蚕体色が突然変異の red の様な体色を示すのは、やはり一種の表現型模写が次代に現われたものといえる。1 母体に於て、赤色より黒色に至る種々の階級の蟻蚕を生ずることは、食下量の多寡、硝酸銀 (銀イオン) の卵巣への滲透の度合、及び卵の发育程度に原因すると思われる。特に 10<sup>-4</sup> mol 区以下の濃度の蟻蚕は、外観的に黒色で対照区と差がなく、10<sup>-2</sup> mol 区より濃度の高い区が赤色を呈することは、成虫体色の

第2表 成虫体色

試験区	対照区	蒸溜水区	硝酸銀 10 <sup>-6</sup> mol 区	10 <sup>-2</sup> mol 区	10 <sup>-2</sup> mol 区	10 <sup>-2</sup> × 2 mol 区
白色程度	+	+	+	+	++	+++

第3表 孵化状況及び蟻体色 (%)

	正常に発蟻したもの					卵殻を破り発蟻しないもの			卵殻を破らないもの			死 卵		不 受 精 卵	計
	赤 (卅)	赤 (卅)	赤 (+)	赤 (±)	黒 (-)	正常	不反転	S字形	正常	不反転	S字形	反転前	反転後		
対 照 区	0	0	0	0	99.11	0.70	0	0	0.47	0	0	0.82	0.14	0.75	100
蒸溜水区	0	0	0	0	88.87	2.09	0	0	8.21	0	0	0.19	0.17	0.40	100
硝酸銀 10 <sup>-6</sup> mol区	0	0	0	0	89.79	1.63	0.10	0.02	9.64	0.04	0	3.96	0.04	0.27	100
10 <sup>-4</sup> mol区	0	0	0	0	93.82	0.73	0.12	0.08	3.18	0.12	0.09	0.90	0.88	0.14	100
10 <sup>-2</sup> mol区	7.45	16.58	22.92	29.51	0	6.50	2.17	1.26	6.55	1.89	0.32	4.23	0.44	0.02	100
10 <sup>-2</sup> ×2mol区	9.19	7.57	51.27	6.85	0	6.52	3.35	0.91	1.08	0.22	0.02	11.79	0.19	1.03	100

(+)は蟻体色の赤色を示し、(卅)は赤色が最も顕著なもの、(±)は正常の黒蟻(-)と殆んど差がないがやや赤味を帯びているもの。

場合の濃度と一致して興味ある事実である。

この赤蟻は1齢及び1眠中は、明らかに黒蟻と区別出来るが、脱皮して2齢になると同時に差がみられなくなる。次にこの赤蟻が遺伝的なものか否かを調べるために、正常の黒蟻との交配をおこない、F<sub>1</sub>及びF<sub>2</sub>を調べたところ、第4表のようで、F<sub>1</sub>及びF<sub>2</sub>共に黒蟻となり、更にその成虫体色も正常のものとの差がなく、遺伝的なものでないことを確かめた。

第 4 表

交 雑	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
赤蟻♀×赤蟻♂	黒 蟻	黒 蟻
赤蟻♀×黒蟻♂	〃	〃
黒蟻♀×赤蟻♂	〃	〃

尚硝酸銀 10<sup>-2</sup>mol 0.05 cc を5齢 3~4日目に雌、雄各々に注射して、各々正常の雄、雌を交配したところ、注射♀×正常♂は大部分が赤蟻で、かつ不反転及びS字形胚子を生じた。然るに正常♀×注射♂では赤蟻は生ぜず、かつ不反転及びS字形胚子はみられなかつた。これからして蟻体色変化の原因は、卵細胞質への硝酸銀(銀イオン)の滲透によることは明らかである。注射の場合のような交配は、添食蚕についてはおこなわなかつたが、注射の場合を考えると、添食蚕の場合も同様なことがいえるものと思う。注射の場合には、血液中に直接硝酸銀(銀イオン)が流入するのであるが、添食の場合も同様な赤蟻を生ずることを考えると、硝酸銀(銀イオン)が腸壁を容易に滲透するも

のと考えられる。尚睾丸への滲透も当然考えられるので、不受精卵を調べたところ、第3表に示すように、10<sup>-2</sup>×2mol区のみやや多い傾向を示したが、顕著な差はみられなかつた。

3. 異常胚子

第3表にみられるように、硝酸銀添食区に不反転及びS字形胚子を生じ、概して濃度が高くなるに従い多くなる。又前述の如く注射の場合も、添食の場合と同様な異常胚子を生じた。これらの異常胚子は、いづれも蟻体完成し生存していることを確かめた。異常胚子は10<sup>-2</sup>mol区より濃度の高い区に多く、成虫及び蟻体色の場合と同様に、硝酸銀が影響を及ぼす限界濃度は、やはり10<sup>-2</sup>~10<sup>-4</sup>molの間にあるといえる。

現在のところ、胚子の反転機構に関しては明らかでなく、梅谷(1937, a)は白ハゼ卵の胚子は未だ死亡せず發育を続けるが、胚子發育の臨界期ともいふべき反転前後に於て、死亡していることは興味ある事実で、この時注意をひく現象は、不反転胚子が現われることであるといつている。更に同氏(1937, b)は胚子發育上反転現象がなくても、理論上蟻体完成に到達する筈であるが、局限された卵内に於て、反転しないで蟻体完成に進むことは不可能であるといつているが、この実験に於ては、不反転又はS字形のまま蟻体が完成して生存している事実をみた。このことは卵の拡大によるか、胚子の萎縮によるか、又は他の生化学的原因によるかは未だ不明である。梅谷(1937, b)は不反転胚子の成因は、卵細胞質の生化学的変異による胚子の後部背面部位の不完全發育、即ち胚子の後部

位より運動が始まり、前部位に及ぶ反転機構がおこなわれなためであるといっている。有賀(1939)は X 線放射による異常胚子に於ても不反転胚子を発見し、やはり後部位の未癒着によるものであるといっている。硝酸銀添食による不反転及び S 字形胚子の成因は卵細胞質の生化学的異変によるものと思われるが、それが機構に関しては未だ明らかでない。

以上幼虫、蛹、成虫、次代卵及びその胚子を通じて考察するのに、幼虫、蛹の時代は顕著な影響が現われず、成虫、次代卵及びその胚子に及んで影響が顕著に現われる。これは硝酸銀添食が幼虫、蛹、成虫及び次代卵と進むに従い、その影響が顕著となり、色の変化のみならず異常胚子発現という内因として現われるのではないかと思う。尚硝酸銀添食が影響を及ぼす限界濃度は、成虫及び蟻体色の変化、又異常胚子の発現、いずれの場合でも  $10^{-2}$ ~ $10^{-4}$  mol の間にあることがわかった。以上により硝酸銀(銀イオン)は蚕児の生理作用に特異な影響を及ぼし、即ち表現型模写としての成虫及び蟻体色の変化、又異常胚子の発現であり、一方生体内に於て酸化還元による種々の酵素が重金属イオンに鋭敏であることは、一般に知られているところで、銀イオンがいかに生体内に作用するかは興味ある問題である。

### 摘 要

家蚕幼虫を硝酸銀を塗布した桑葉で飼育したところ次の結果を得た。

1. 硝酸銀の添食濃度が高まるに従い、特に  $10^{-2}$  及び  $10^{-2} \times 2$  mol に於て造卵能力は低下する。
2. 成虫体色(鱗毛色)は顕著な白色を呈した。即ち硝酸銀  $10^{-2}$  及び  $10^{-2} \times 2$  mol 区の成虫体色は明らかに白く、特に  $10^{-2} \times 2$  mol 区は純白である。尚この成虫体色の変化は遺伝性のものでないことを確かめた。
3. 硝酸銀  $10^{-2}$  及び  $10^{-2} \times 2$  mol 区の次代の蟻蚕は赤色となり、これ以下の濃度の区は正常の黒蟻と同一色であつた。尚この赤蟻は遺伝性のものでないことを確かめた。
4. 成虫及び蟻体色の変化は表現型模写の現象と考えられる。
5. 次代の胚子に不反転及び S 字形胚子が添食区のみみられ、特に  $10^{-2}$  及び  $10^{-2} \times 2$  mol 区に多かつた。
6. 硝酸銀が顕著な影響を及ぼす限界濃度は  $10^{-2}$

~ $10^{-4}$  mol の間にある。

### 引用文献

- 1) 赤尾 晃：亜鉛と生殖機能との関係(家蚕に就ての実験 予報), 動物学雑誌 47: 159-163, (1935, a)
- 2) AKAO, A.: Keijo. Jour. Med. 6: 49~60, (1935, b)
- 3) ———: Jour. Bioch. 30 (2): 303~349, (1939)
- 4) 長谷川金作：家蚕卵細胞の發育に関する研究, III. 家蚕卵細胞の發育に対する金属イオン、特に鉄並びに銅イオンの影響, 蚕糸試験場報告 12: 493~512, (1944)
- 5) DI STEFANO, H.S.: Effects of silver nitrate on the pigmentation of Drosophila. Am. Nat. 77, (1943)
- 6) 梅谷与七郎：白ハゼ卵の胚子發育に関する研究 (III), 動物学雑誌 8: 297~310, (1937, a)
- 7) ———: 家蚕の發生学上より観たる反転現象に就て (II), 動物学雑誌 49: 300~302, (1937, b)
- 8) 有賀久雄：X 線照射の場合に現われる突然変異に関する蚕の遺伝学研究, 蚕糸試験場報告 9: 495~518, (1939)

### Résumé

To study the effect of silver nitrate, silkworms from their 4th to 5th instar were fed ones a day on mulberry leaves covered with the above mentioned chemical substance, which consists of  $10^{-6}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-2}$  and  $10^{-2} \times 2$  mol solutions. A hybrid between Nichi 115 and Shi 108 were used as materials. The results are summarized as follows.

1. The ability of egg formation depends upon the concentration of the solutions, the stronger the lesser the ability.
2. Coloration of the imaginal body, that of the scales, becomes most white in the  $10^{-2} \times 2$  mol régime, the next white being in the  $10^{-2}$  mol one as compared with the normal imagines. In other régimes the colour-change can scarcely be recognized.
3. In the  $10^{-2}$  and  $10^{-2} \times 2$  mol régimes the

coloration of the 1st instar of the next generation becomes red, but in the other régimes it shows black. The above mentioned colour-changes are thought to be phenomena of "phenocopy" from the heredity research on the characters.

4. Uninvolution and S-formed embryos can

frequently be seen in the eggs of the next generation, especially after  $10^{-2}$  and  $10^{-2} \times 2$  mol régimes.

5. The influence of the silver nitrate shows most conspicuous under the influence of the  $10^{-2}$  mol régime.