

# 家蚕の發育に対するマグネシウムの生理作用に関する研究

## (I) 日照不足桑及熱処理桑給与とマグネシウム塩添食の効果に就て

蒲生 俊 興\*・西 山 久 雄\*

Toshioki GAMO and Hisao NISHIYAMA: Experimental Studies on the Physiological Functions of Magnesium upon the Development of the Silkworm.

(I) On the Reduction in Damages upon the Growth of the silkworm and the Quality of Cocoons, Caused by the Shaded or Heated Mulberry Leaves, by Means of Spraying with  $MgSO_4$  Solution on these Injured Mulberry Leaves.

(1953年9月15日受理)

### I 緒 言

桑葉中には  $Mg$  は葉緑素の主成分として  $Ca$ ,  $K$  に次いで多量に含まれ (山本及加藤, 1916—17), 尚蚕体の灰分組成を観ると,  $Mg$  は  $K$  及  $P$  に次いで多量に含まれ (川瀬, 岩岡及齊藤 1914), 又蚕兒血液中には,  $Mg$  は磷酸に次いで比較的多く含まれて居る (井上, 1922, Blaszciewicz and Landau 1933)。而も蚕兒体液中  $Mg$  や  $K$  の含有量は食桑量の最も多い第五齡盛蚕や熟蚕期に最も多く含まれ, 蛹期に於ても尚多量に残て居る (井上, 岩岡及平沢, 1922, 尾藤, 1927, 藤井 1926)。

従て  $Mg$  は家蚕の發育に対し, 極めて重要な關係にあることは勿論であるが, 今日迄にはその生理的作用に就て研究せられたものが無い。著者等は日照不足桑並に熱処理桑のような被害桑に,  $Mg$  塩を添食せしめる場合, 蚕兒の發育並に繭質の上に如何なる關係を有するかを研究した。

本実験は, 文部省科学研究費によつて行つたものであり, 特に本学部竹田助教授の多大なる御援助を仰いだことを茲に附記して感謝の微意を表する次第である。

### II 実験方法

既に Delbet & Palios (1928) はモルモットの飼養

\* 信州大学繊維学部, 蚕体解剖生理学研究室

に際し, ビタミンC欠乏食に塩化マグネシウムを添食する時は, ビタミンCの欠乏を補い得ることを報じて居る。尚日照不足桑や熱処理桑 ( $80^{\circ}C$ —10分撈触) が還元型ビタミンCその他の成分に欠け, 蚕兒の發育を著しく不良ならしめることは, 著者 (蒲生 1941, a, b) の研究に明かであるから, 今回黒色羅紗紙を以て, 桑樹を被い1週間乃至10日間日光を遮断したる桑葉並に普通桑葉を  $80^{\circ}C$  の湿熱の下に10分間接触せしめた被害桑に  $MgCl_2$  及び  $MgSO_4$  を添食して蚕兒飼育上の成績を比較した。

尚本実験は 1951年夏蚕期, 1952年春蚕期及夏蚕期の3回実施したもので, 各齡又は稚蚕期, 壯蚕期に就てその影響を比較した。又  $MgCl_2$  及  $MgSO_4$  は 0.1~0.2% の水溶液又は粉末を桑葉に噴霧して給与したが  $MgCl_2$  はその効果を認められず,  $MgSO_4$  に関しては, その効果が相当見られる可きものがあつたから, 本報文に於ては主として,  $MgSO_4$  添食の結果を記すことにした。

### III 実験結果

#### (A) 第一回実験

本実験は 1952年 夏蚕期 (7月飼育) 長光×信和に就て日照不足桑及熱処理桑を半量宛混和して給与し, 試験区は之等の被害桑葉に  $MgCl_2$ ,  $MgSO_4$  の各0.1%水溶液を添食して, 普通桑, 被害桑の飼育成績と比較した。

第 1 表

試験区		減蚕数歩合					
1~3齡	4~5齡	供試頭数	1~3齡	4~5齡	全齡	簇中	合計
		600	%	%	%	%	%
普通桑	普通桑	600	2.5	1.7	4.2	0.8	5.0
被害桑 + MgSO <sub>4</sub>	"	600	5.0	1.7	6.7	1.3	8.0
被害桑 + MgCl <sub>2</sub>	"	600	19.7	16.8	36.5	3.5	40.0
被害桑	"	600	47.7	34.3	83.0	0.7	83.7
普通桑	普通桑	600	—	1.2	1.2	0.5	1.7
"	被害桑 + MgSO <sub>4</sub>	600	—	4.2	4.2	1.0	5.2
"	被害桑 + MgCl <sub>2</sub>	600	—	25.0	25.0	2.0	27.0
"	被害桑	600	—	13.3	13.3	2.0	15.3

本成績によると、被害桑（日照不足桑及熱処理桑）給与の影響は稚蚕期に著しく、被害桑に MgCl<sub>2</sub> を添食した場合は被害桑に次いで減蚕数が多かつたが、之に対して被害桑に MgSO<sub>4</sub> を添食した場合は普通桑給与区（対照区）に次いで減蚕数が少かつた。即ち被害桑に 0.1% の MgSO<sub>4</sub> を添食すれば、その被害を著しく軽減する効果を認め得たが、MgCl<sub>2</sub> を添食するも、その効果は期待出来なかつた。

第 2 表

試験区		繭質調査 (♀各10個平均)		
1~3齡	4~5齡	繭重 g	繭層量 g	繭層歩合 %
普通桑	普通桑	20.1	4.09	20.42
被害桑 + MgSO <sub>4</sub>	"	19.9	4.06	20.42
被害桑 + MgCl <sub>2</sub>	"	19.7	3.98	20.22
被害桑	"	18.9	3.74	19.83
普通桑	普通桑	20.1	4.13	20.59
"	被害桑 + MgSO <sub>4</sub>	19.9	4.06	20.40
"	被害桑 + MgCl <sub>2</sub>	19.7	3.99	20.21
"	被害桑	19.7	4.00	20.28

第 2 表の調査では、減蚕数調査のような差は見られないが、この場合にも被害桑を稚蚕期に給与した区が、繭質最も不良であり、之に MgSO<sub>4</sub> を添食した場合には、対照区に次いで良好の成績を示して居る。

第 3 表

試験区		一雌平均生成卵数 (10雌分平均)			
1~3齡	4~5齡	受精卵数	不受精卵数	残卵数	合計
		粒	粒	粒	粒
普通桑	普通桑	732.2	4.5	3.1	739.8
被害桑 + MgSO <sub>4</sub>	"	665.5	12.6	10.4	688.5
被害桑 + MgCl <sub>2</sub>	"	568.9	16.7	20.7	606.3
被害桑	"	459.8	21.8	32.8	514.4
普通桑	普通桑	742.8	4.1	1.9	748.8
"	被害桑 + MgSO <sub>4</sub>	705.5	6.3	3.3	715.1
"	被害桑 + MgCl <sub>2</sub>	567.2	9.7	27.7	604.6
"	被害桑	570.2	12.6	14.8	597.6

本調査に於ても、被害桑を稚蚕期に給与した場合に産卵数最も少く、之に MgSO<sub>4</sub> を添食すれば著しくその影響を軽減し得ることが判る。

× × ×

之を要するに日照不足桑及び熱処理桑を稚蚕期又は壮蚕期に給与すれば、特に稚蚕期に於て蚕児の体質を著しく虚弱ならしめ、繭質を不良にし、且つ産卵数を渺からしめることが明かである。之等の被害桑に対し 0.1% MgSO<sub>4</sub> を添食せしめると、その被害を著しく軽減せしめることが出来るが、0.1% MgCl<sub>2</sub> の場合は効果を認められない。

(B) 第 2 回実験

本実験は1951年夏蚕期（7~8月飼育）、日115号×支108号を飼育し、第1齡より各齡、稚蚕期（1~3齡）、壮蚕期（4~5齡）の各期に200頭宛を供試し、普通桑、普通桑+MgSO<sub>4</sub>、普通桑+H<sub>2</sub>O、日照不足桑、日照不足桑+MgSO<sub>4</sub>を夫々給与し、0.2%のMgSO<sub>4</sub>水溶液を用いた。

第 4 表

	結繭蚕数歩合				
	普通桑	普通桑 + MgSO <sub>4</sub>	普通桑 + H <sub>2</sub> O	日照不足桑	日照不足桑 + MgSO <sub>4</sub>
	%	%	%	%	%
第1齡給与	74.0	58.0	14.5	5.0	55.5

第2齡給与	83.5	73.5	20.0	1.0	70.5
第3齡 "	89.0	66.0	25.5	19.5	67.5
第4齡 "	81.0	80.0	18.0	9.5	64.5
第5齡 "	91.0	56.5	45.0	30.5	47.5
1~3齡 "	73.0	11.0	16.0	0.5	25.0
4~5齡 "	83.0	32.0	33.0	27.0	38.5
平均	82.1	53.9	24.6	13.3	52.7

本実験の成績では各齡期とも日照不足桑給与区が結繭蚕歩合最も少く、普通桑+H<sub>2</sub>O区之に次いで少かつた。日照不足桑+MgSO<sub>4</sub>区は対照区よりは劣るが、日照不足桑給与の被害を著しく軽減している。只この場合普通桑+H<sub>2</sub>O区の成績が不良だった点に徴し、今後更に添食方法を工夫する必要があると考える。

第5表

	繭層重 (♀各5頭平均)				
	普通桑	普通桑+MgSO <sub>4</sub>	普通桑+H <sub>2</sub> O	日照不足桑	日照不足桑+MgSO <sub>4</sub>
第1齡給与	1.47	1.62	1.56	1.45	1.70
第2齡 "	1.68	1.71	1.43	1.30	1.69
第3齡 "	1.75	1.66	1.62	1.56	1.62
第4齡 "	1.70	1.65	1.58	1.49	1.70
第5齡 "	1.63	1.73	1.53	1.05	1.48
1~3齡 "	1.76	1.61	1.46	—	1.49
4~5齡 "	1.80	1.68	1.50	1.13	1.51
平均	1.68	1.67	1.53	1.33	1.60

第6表

	繭層量 (♀各5頭平均)				
	普通桑	普通桑+MgSO <sub>4</sub>	普通桑+H <sub>2</sub> O	日照不足桑	日照不足桑+MgSO <sub>4</sub>
第1齡給与	0.33	0.34	0.33	0.31	0.39
第2齡 "	0.39	0.38	0.31	0.29	0.39
第3齡 "	0.40	0.38	0.35	0.35	0.35
第4齡 "	0.39	0.38	0.35	0.32	0.38
第5齡 "	0.35	0.39	0.36	0.22	0.33
1~3齡 "	0.40	0.35	0.32	—	0.33
4~5齡 "	0.40	0.37	0.35	0.23	0.36
平均	0.38	0.37	0.34	0.29	0.36

第7表

	繭層歩合 (♀各5頭平均)				
	普通桑	普通桑+MgSO <sub>4</sub>	普通桑+H <sub>2</sub> O	日照不足桑	日照不足桑+MgSO <sub>4</sub>
第1齡給与	22.6	21.2	21.2	21.6	22.9

第2齡 "	23.4	22.0	21.4	22.4	22.9
第3齡 "	22.9	23.0	21.4	22.5	21.9
第4齡 "	22.8	23.1	22.3	21.3	22.4
第5齡 "	21.3	22.7	23.3	21.2	22.2
1~3齡 "	23.0	22.1	22.0	—	22.1
4~5齡 "	22.5	22.3	23.4	20.6	23.7
平均	22.7	22.3	22.1	21.6	22.6

第5~7表の成績を観ると、日照不足桑を給与した区が最も繭重軽く、繭層量も少ないが、日照不足桑にMgSO<sub>4</sub>を添食した場合は、繭質の点では対照区と著しい差異を示さない位被害を軽減する効果を示している。

第8表

	一蛾蚕卵生成数 (20蛾平均)				
	普通桑	普通桑+MgSO <sub>4</sub>	普通桑+H <sub>2</sub> O	日照不足桑	日照不足桑+MgSO <sub>4</sub>
第1齡給与	629.9	659.7	611.1	287.0	639.6
第2齡 "	650.7	679.1	653.2	288.0	650.7
第3齡 "	669.3	695.5	658.1	376.5	665.3
第4齡 "	689.2	698.3	655.9	357.5	645.9
第5齡 "	713.9	658.9	676.6	381.8	637.8
1~3齡 "	638.4	673.4	621.0	208.0	601.6
4~5齡 "	680.0	653.7	651.4	355.3	649.5
平均	667.3	674.1	646.8	322.0	641.5

備考 △印は材料不足のため僅に一蛾分の調査であつた。

第9表

	蚕卵重量 (500粒)				
	普通桑	普通桑+MgSO <sub>4</sub>	普通桑+H <sub>2</sub> O	日照不足桑	日照不足桑+MgSO <sub>4</sub>
第1齡給与	0.278	0.281	0.274	0.259	0.280
第2齡 "	0.282	0.281	0.270	0.264	0.282
第3齡 "	0.280	0.284	0.275	0.266	0.284
第4齡 "	0.287	0.288	0.278	0.270	0.279
第5齡 "	0.288	0.277	0.267	0.259	0.272
1~3齡 "	0.286	0.277	0.261	0.253	0.270
4~5齡 "	0.289	0.279	0.275	0.260	0.278
平均	0.284	0.281	0.271	0.262	0.278

備考 ×印は250粒に就て計つたものを2倍し、△印は150粒から500粒に換算した。

第8・9表の成績によると日照不足桑を給与したる各区(殊に稚蚕期)は一蛾の平均生成卵数最も少く、又平均蚕卵重量も最も軽くなつて居るが、日照不足桑にMgSO<sub>4</sub>を添食すれば、著しくその成績を向上せしめ、対照

区の成績に接近せしめることが判る。

(C) 第3回実験

本実験は1952年春蚕期(5~6月)に天龍×白馬に就て行つたもので、第1齢より各齢毎に夫々100頭宛を供試し、普通桑、日照不足桑、熱処理桑に対してMgSO<sub>4</sub>の粉末を噴霧して給与し、その飼育成績を比較した。

第10表

	結 繭 蚕 数 歩 合					
	普通桑	普通桑+MgSO <sub>4</sub>	日照不足桑	日照不足桑+MgSO <sub>4</sub>	熱処理桑	熱処理桑+MgSO <sub>4</sub>
	%	%	%	%	%	%
第1齢給与	90.0	66.0	29.0	80.0	21.0	60.0
第2齢 "	90.0	63.0	44.0	85.0	40.0	73.0
第3齢 "	94.0	78.0	53.0	85.0	42.0	64.0
第4齢 "	96.0	96.0	78.0	93.0	82.0	87.0
第5齢 "	98.0	97.0	94.0	98.0	89.0	97.0
平均	93.6	80.0	59.6	88.2	54.8	76.2

第10表の成績によると、日照不足桑と熱処理桑を給与した影響は催蚕期殊に第1齢に於て著しく、壯蚕期特に第5齢に於て被害が少かつた。而して之等の被害桑にMgSO<sub>4</sub>の粉末を添食せしめると、結繭蚕数を著しく増し、その効果は催蚕飼育の場合に顕著であつた。

第11表、第12表の較差を夫々のProbable errorから公算差を算出してその確率を判断すると、生繭重に関しては日照不足桑+MgSO<sub>4</sub>区は日照不足桑区に比し第1・

2齢給与の場合には明かに添食の効果が肯定せられ、又繭層量に就ては、その添食の効果は第1齢より第4齢迄に首肯せられる。又普通桑と日照不足桑+MgSO<sub>4</sub>区との比較に於ては試験区が生繭重、繭層量共に稍々軽く現われて居るが、何れも公算差の範囲内となつて居る。

IV 結 論

(1) 本実験に示したように日照不足桑及び熱処理桑を蚕児に給与すれば、著しく蚕児の發育生長を阻害し、減蚕数を増し、繭質を甚だしく劣悪ならしめ、殊にその影響は催蚕期に甚だしい。

(2) かかる被害桑にMgSO<sub>4</sub>(0.1~0.2%)を添食すれば、著しくその悪影響を軽減せしめることが出来る。但しMgCl<sub>2</sub>の場合は殆どその効果は認められない。

(3) 本実験の範囲内で、日照不足桑又は熱処理桑にMgSO<sub>4</sub>を適量に添食せしめれば、結繭蚕数歩合を増し、生繭重、繭層量、繭層歩合を増加せしめ、蚕蛾の生成卵量を増す傾向が明かであり、殊にその効果は催蚕期(第1・2齢)添食の場合に於て顕著である。

(4) されど普通桑にMgSO<sub>4</sub>を添食せしめても、本実験の範囲では、却てその飼育成績を低下せしめる傾向が見られる。之は普通桑に水を添加して給与した成績が不良であつたことに徴し、今後添食の方法を改善すれば、一層その効果を挙げうるものと考えられる。

(5) 従て日照不足桑及熱処理桑等にMgSO<sub>4</sub>を添食し

第 11 表

	生 繭 重 (♀♂平均)			日照不足桑+MgSO <sub>4</sub> との較差	
	普通桑	日照不足桑	日照不足桑+MgSO <sub>4</sub>	対日照不足桑	対普通桑
第 1 齢	1.847±0.029 <sup>g</sup>	1.538±0.037 <sup>g</sup>	1.805±0.031 <sup>g</sup>	+0.267 <sup>g</sup>	-0.042 <sup>g</sup>
第 2 齢	1.895±0.027	1.559±0.023	1.848±0.035	+0.249	-0.047
第 3 齢	1.888±0.030	1.851±0.017	1.781±0.034	-0.034	-0.107
第 4 齢	1.860±0.023	1.661±0.033	1.741±0.036	+0.080	-0.119
第 5 齢	2.011±0.032	1.906±0.034	1.997±0.033	+0.092	-0.014

第 12 表

	繭 層 量 (♀♂平均)			日照不足桑+MgSO <sub>4</sub> との較差	
	普通桑	日照不足桑	日照不足桑+MgSO <sub>4</sub>	対日照不足桑	対普通桑
第 1 齢	0.437±0.006 <sup>g</sup>	0.303±0.006 <sup>g</sup>	0.421±0.009 <sup>g</sup>	+0.118 <sup>g</sup>	-0.016 <sup>g</sup>
第 2 齢	0.436±0.006	0.297±0.003	0.431±0.013	+0.134	-0.005
第 3 齢	0.402±0.003	0.315±0.006	0.387±0.003	+0.072	-0.015
第 4 齢	0.421±0.008	0.306±0.007	0.363±0.007	+0.057	-0.058
第 5 齢	0.470±0.007	0.432±0.009	0.453±0.008	+0.021	-0.017

た場合にも本実験の範囲では未だ普通桑給与の成績に及ばないことは遺憾である。

(附記) 本実験は主として宮下美代・中曾根晴子・小林武俊・宮下五郎・所寿男・桜井友吉・柳沢増治等の諸氏が担当飼育されたものであり、茲に附記して謹んで感謝の意を表する次第である。

### 引用文献

- (1) 川瀬惣次郎, 岩岡未彦及斎藤良三郎, (1913), 農学会報第136号.
- (2) 山本頼三及加藤藤八(1916~1917), 愛知県立原蚕種製造所報告 3 : 51~99, 4 : 331~349.
- (3) 井上柳樞, 岩岡未彦及平沢勝(1922), 上田蚕糸専門学校同窓会報, 8 : 1~23.
- (4) 藤井音松(1926), 大日本蚕糸会報, 第412号
- (5) 尾藤省三(1927), 日本農芸化学会誌 3 : 488~449.
- (6) P. Delbet and Palios (1925), *Compt. rend. soc. biol.*, 98 : 1534~5.
- (7) 赤尾晃(1935), *Keijo Jour. Med.*, 6 : 49~60.
- (8) " (1939), *Japan Jour. Biochem.*, 30 : 303~349.
- (9) K. Bialaszewicz and C. Landau (1938), *Acta Biol. Exptl.*, 12 : 307~320.
- (10) 蒲生俊興(1941, a), 日本蚕糸学雑誌, 12 : 65~78.
- (11) " (1941, b), 蚕糸学雑誌, 13 : 63~89

### Summary

Magnesium seems to be one of the most

universally distributed elements, and its content in mulberry leaves is often fairly high. Thus, in silkworm bodies over 10 % of ash consists of magnesium (Kawase, 1914). Accordingly we can understand that the role of magnesium is very important for the sake of the growth and development of silkworms, but as regards the possible physiological functions of magnesium inside the body of the silkworm, little is known except being considered as a typical component or activator of some digestive enzymes and phosphatase of insects.

According to my previous paper (Gamo, 1941 b), it is known that the shaded mulberry leaves and heated leaves generally lack in reduced vitamin C, and thus it would appear that these injured leaves retard the growth of silkworms, especially during the younger stage.

In the present paper, the experiments were made with feeding silkworms on these injured mulberry leaves sprayed with 0.1~0.2% water solution of  $MgSO_4$ , successfully resulted in a reduction in damages of these injured mulberry leaves upon the growth and the quality of cocoons of silkworms.

(Laboratory of Silkworm Anatomy and Physiology, Faculty of Textile and Sericulture, Shinshu University)