

家蚕胚子の成長に関する研究

特に催青中卵内容液の生物学的性状の変化について

山口 定次郎*

(昭和26年12月10日受理)

Sadajirō YAMAGUCHI : STUDIES ON THE EMBRYONAL GROWTH OF THE SILKWORM,
BOMBYX MORI, L., WITH SPECIAL REFERENCE TO
THE BIOPHYSICAL PROPERTIES OF EGG CONTENTS.

家蚕にあつては体液の理学的性状に関する研究は可也多く、又卵に於ても生化学的には比較的多数の関心もたれているが、卵内容液の Biophysical の性状について研究されたものは殆ど無く、僅かに、POLIMANTI や FIGORINI 等の研究があるにすぎない。殊に蚕卵胚子の成長と関連し、又同一材料をもつて、諸性質を平行して観察されたものは全然見られない。

茲に著者は蚕卵の發育、特に胚子の成長生理に関する基礎的研究の一環として、次の項目について研究を行つた。

1. 蚕卵重量の減少及水分の変化
2. 卵液の浸透圧
3. 卵液の電気伝導度
4. 卵液の比重
5. 卵液の粘性
6. 胚子の成長生理に関する考察

本研究を行うに当り、本学部佐藤春太郎博士及蒲生俊興博士よりは懇切な御教示と校閲の勞を賜わり、実験装置使用に多大の便宜を與えられた。又実験には村瀬益男、目崎正夫氏の助力にまつ所が多い。尙亀山蚕種及び上田蚕種の兩株式会社からは貴重な蚕卵を多量に惠與されその目的を達することが出来た。茲に深甚な謝意を表する次第である。

実験材料及方法

1. 材料 供試卵蚕品種は(1)分離白1号×支107号越年冷蔵卵、10月採種及(2)日115号人工孵化卵8月採種のものである。

尙(1)の品種は催青着手当時(第1日目)丁Aの階梯を示し4日目は略反転期であつた。又(2)の品種は、4日目は高温催青の爲既に反転後期乃至完了期であつた。

2. 研究方法 卵の重量及水分測定の場合は越年冷蔵卵 3.00 瓦宛毎日の供試料として秤量し、8月6日から恒温恒濕器に於て催青を行い、以後毎日新鮮重及乾物重について秤量した。又卵内容液の性状研究には越年冷蔵卵は、25°C 70%で催青し2回の測定を行い、人工孵化卵は 28°C 70%で催青し1回の測定を行つた。測定に當つては毎日各区の蚕卵 30 瓦をとり、乳鉢で良く磨碎し之をガーゼ及び天竺木綿の二重布で濾過又は搾汁し、卵殻及び残渣を除き濾液を 3000 回転で 10 分間遠心分離し沈澱を除き上液を使用した。斯くして約 15cc の卵液を採ることが出来たので此の卵原液について種々の測定を試みた。尙卵液はなるべく重複供用を避けたが、止むをえぬ場合は、測定値に誤りのないことを確かめた上で再度の供用も試みた。

卵液の理学的性状の測定方法については実験毎に記載することにする。尙生物コロイドは、水稀釈

* 信州大学繊維学部蚕種学研究室

によつて変性や測定値の差異を免れないので、供試卵を多量に準備せねばならぬが、本実験では幸に原液を十分に用いて測定した点に特徴がある。尚又卵の發育中は卵黄と胚子の量的割合が刻々に変化して行くので之を考慮すれば兩者を区別して測定すべきであるが、本実験では卵全体をそのまま磨碎した液である点は遺憾であるが、之は將來の研究にまつこととしたい。

実 験 結 果

1. 蚕卵重量・乾物量及水分の変化

蚕卵の發育中の卵液の理学的性状を知る前に之に関連ある所の卵重の変化、乾物重及水分含量等の變化を、供用した卵について調べる必要があるので之を調査した。結果は図表の如くで卵重は初めより経過6J%頃迄は減量少く以後急に減量多くなる。此の關係は毎日の減量を見れば一層明かである。尚経過50~60%迄は水分率の變化は65%内外*で變化も少ないが、70%以後は急激に減じている。之を見ると此の頃からの急激な卵重の減量は水分の減少に因ることが大きいと考えられる。(Fig. 1, Table 1.)

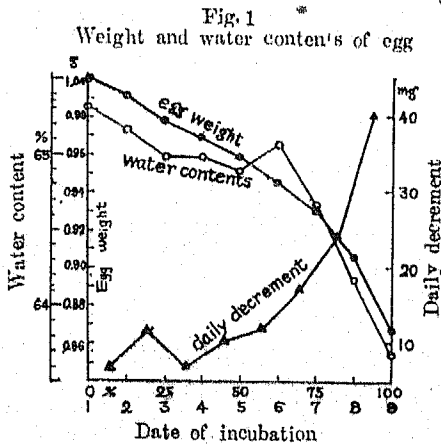


Table 1 催青中の蚕卵重量・乾物量及水分等の消長

催 青	日 次	経過率 %	生卵重量 g	毎日の量 mg	乾物重 g	水分率 %
	1	0	1.0000		0.3470	65.30
	2	12.5	0.9903	9.7	0.3450	65.17
	3	25.0	0.9787	11.6	0.3427	64.99
	4	37.5	0.9690	9.7	0.3393	64.98
	5	50.0	0.9587	10.3	0.3367	64.88
	6	62.5	0.9470	11.7	0.3310	65.06
	7	75.0	0.9300	17.0	0.3283	64.66
	8	87.5	0.9060	24.0	0.3247	64.16
	9	100	0.8660	40.0	0.3150	63.67

(青ニ卵)

2. 卵液の滲透圧

卵液の滲透圧(Osmotic pressure) につい

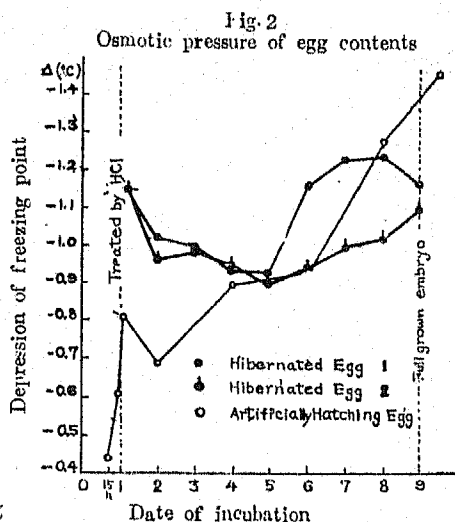
備考 分離白1号×支107号 25°C 75%催青
生卵 3.00g秤量, 1.00g換算

ては POLIMANTI(1915) 及 PIGORINI等(1927)の研究があるが、何れも氷点降下度(Δ°C)で表わし-0.6°C内外である。蚕の血液に就ては八木等(1924)及浦生、山口(1927)の研究がありΔは-0.27~-2.23位で相当の開差が見られた。著者は前記の方法により得た卵液につき BECKMANN の寒暖計を用い1試料につき5回宛その氷点降下度を観測した。尚氷点降下度(Δ)と滲透圧(P)との關係は次式で計算される。

$$P = \frac{\Delta}{1.85} \times 224 \text{ 気圧}$$

測定の結果は次の様であつた。

a. 卵液の氷点降下度は-0.44~-1.3°Cの範囲であつた。



* 卵の水分率は卵全体として65%内外と記したが卵重の約10%内外は卵殻重であるから 卵内容液の水分率は凡そ75%内外である。然し本研究では卵全体の水分率で示した。

- b. 越年卵の場合は催青着手当時(丙B程度の胚子の時)△は稍大きく、2,3日目小さく、5日目の反転期を過ぎる頃最少を示し、以後は順次急激に大となつて孵化に至る。
- c. 産卵当初の15時間目及24時間目は夫々-0.44, -0.61で低く人工孵化の刺激により一時稍高くなるが2日目は少し低下し以後は急激に上昇して孵化に至る。
- d. 越年卵, 人工孵化卵共4日目以後は同程度の△を示しつつ上昇し曲線も略々平行している。
(Fig. 2, Table 2, 3)

3. 卵液の電気伝導度

家蚕の血液の電気伝導度(Electrical conductivity)については八木等(1924) 蒲生, 山口(1927)の成績があり之によると電気伝導度Cは血液10倍水稀釈液を測定し換算した場合で、0.009~0.015を示しているが卵液では知られていない。

著者は卵液の電気伝導度測定には受話器付きのWHEATSTONE bridgeを採用しARRHENIUSの抵抗管を用いた。供試卵液10cc, 25°C(恒温)における電気抵抗(R)を測定し、N/50KClの電気伝導度に対して比伝導度(C)を求めた。

$$C = \frac{K}{R}$$

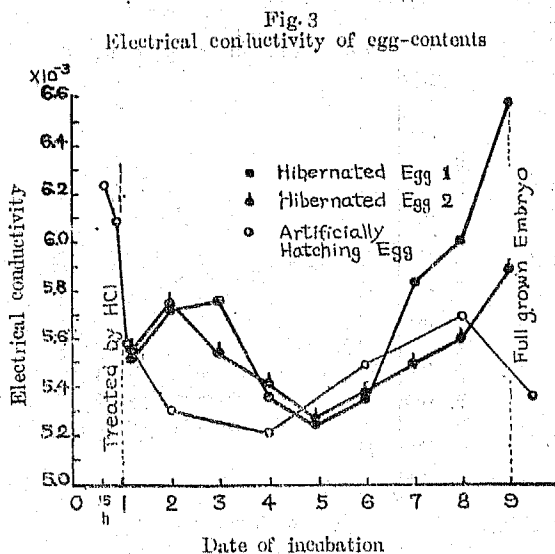
但しKは抵抗管の電気容量(Cell constant)で此の場合0.6783であつた。

斯くして得た結果は次の通りである。

- a. 越年卵の場合、催青初期の電気伝導度Cは稍々高く $5.5 \times 10^{-3} \sim 5.7 \times 10^{-3}$ であるが、5日目頃最低を示し $5.2 \times 10^{-3} \sim 5.3 \times 10^{-3}$ となり、之を過ぎると蠶蚕完成迄急激な上昇を示し、 $5.9 \times 10^{-3} \sim 6.6 \times 10^{-3}$ となる。
- b. 産卵当初15~24時間目の頃はCは 6.2×10^{-3} で高く塩酸処理と共に急降下し、経過50%頃最低を示し、以後再び上昇して蠶蚕となるが之はその程度に於て越年卵の場合と略同様である。
(Fig. 3 及 Table 2, 3)

卵原液と稀釈液のCとの関係

卵原液の電気伝導度と水稀釈液の夫れとを比較した所、稀釈倍数が大なれば大なる程、原液に換算



した場合のCの値は大きいことを知つた。

原液測定値..... 5.41×10^{-3}

$1/2$ 稀釈液(原液換算)... 6.95×10^{-3}

$1/5$ " " 9.40×10^{-3}

$1/10$ " " 10.70×10^{-3}

之については既に KOHLRAUSCH が塩類溶液について、「稀釈すればする程 当量伝導度が大となり遂に一定の値となつて大とならない」という法則を見出しているが、此の実験も之をうらがきしている。従つて卵内に於けるionの行動は卵原液をもつて測定した値が最も正しいということが出来る。即稀釈液での測定は之を補正しなければならない。

Table.2 蚕卵内容液の生理学的性状(I) 越年卵

催青日次	滲透圧 (Os.p) (氷点降下 $\Delta^{\circ}\text{C}$)		電気伝導度 (C)		比重 (Sp.g)		粘性 (V)	
	I	II	I	II	I	II	I	II
1日目	-1.15	-1.15	5.52×10^{-3}	5.55×10^{-3}	1.066	1.065	10.15	9.92
2	-1.02	-0.97	5.72	5.75	1.055	1.055	11.68	12.57
3	-1.00	-0.99	5.75	5.53	1.055	1.055	14.59	17.68
4	-0.93	-0.95	5.35	5.41	1.065	1.065	27.17	23.67
5	-0.93	-0.90	5.23	5.27	1.064	1.065	30.06	29.20
6	-1.16	-0.94	5.37	5.36	1.062	1.064	32.63	32.40
7	-1.23	-1.00	5.83	5.49	1.061	1.062	33.14	33.14
8	-1.24	-1.02	6.00	5.59	1.059	1.061	33.30	36.12
9	-1.17	-1.10	6.58	5.87	1.061	1.059	34.58	36.93

備考 分繭白1号×支107号越年冷蔵卵(1941夏)
催青湿度75% 催青浴時胚子丙B~丁A

I, IIは夫々第1及第2実験
I 実験毎に30gの卵を使用

催青温度 25°C

4. 卵液の比重

卵殻を含めた卵全体の比重 (Specific gravity) については測定されたものが多く、卵の健否とも関係があるといわれているが、その比重は大略 1.065~1.090 を示している。然し卵液については調査がない。

著者は卵液の比重測定には 5cc.入りの比重瓶を採用し、之に卵液 5cc.を容れ 25°C恒温下に於て秤量し、水に対する比重をもつて表わした。測定の結果を示せば次の通りである。

a. 越年卵も人工孵化卵も共に丙 B胚子以後の發育中に於ては、卵液比重は略同様な傾向を示す。即初期 1.066 内外で高いが経過の 50% を過ぎる頃から俄然低下して 1.058 ~1.059内外を示して孵化に至る。

b. 産卵当初 15時目頃は 1.061 位で低いが、24 時目 1.065 に近くなる。尙人工孵化卵では早くから比重が低くなつてゐる。

c. 従つて蚕卵の比重は發育の初期及末期に低く中頃に於て高いということが出来る。(Fig. 4, 及 Table 2, 3)

5. 卵液の粘性

家蚕の血液の粘性については金子・山下(1930), 田口(1981)等の成績があり、何れも 1.2~2.4内外の値を得ているが卵液については調べられていない。著者は OSTWALD 氏 Viscosimeter を用い 25°C に於て卵液の流下時間を測定し、水に対する

Fig. 4 Specific gravity of egg contents

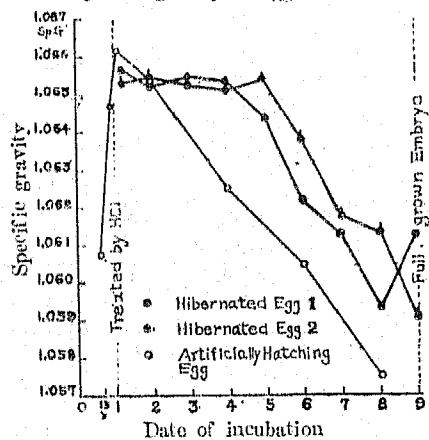


Table.3 蚕卵内容液の生理学的性状(2)人工孵化卵

催青日次	滲透圧 (Os.p) (氷点降下 $\Delta^{\circ}\text{C}$)	電気伝導度 (C)	比重 (Sp.g)	粘性 (V)
産卵後15時目	-0.44	6.23×10^{-3}	1.061	10.27
同 24 時目	-0.61	6.09	1.067	11.41
同時浸酸直後 (1日目)	-0.81	5.59	1.066	11.81
2日目	-0.69	5.30	1.055	12.08
4 〃	-0.90	5.21	1.053	23.30
6 〃	-0.93	5.49	1.061	29.84
8 〃	-1.28	5.69	1.058	37.05
9日目(蠶蚕)	-1.48	5.37	—	38.02

備考 日115号, 人工孵化卵(1941年夏)

28°C, 70%催青 人工孵化前及孵化直後から蠶蚕迄

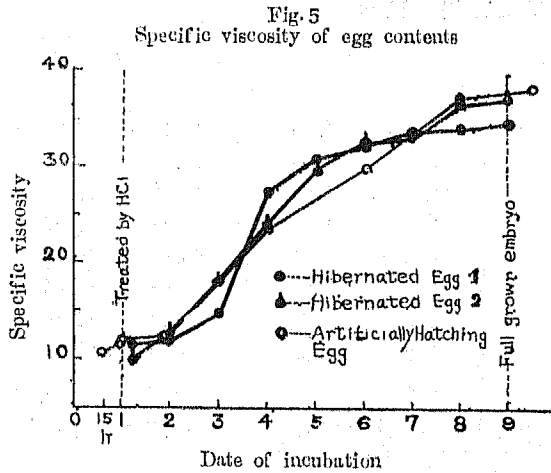
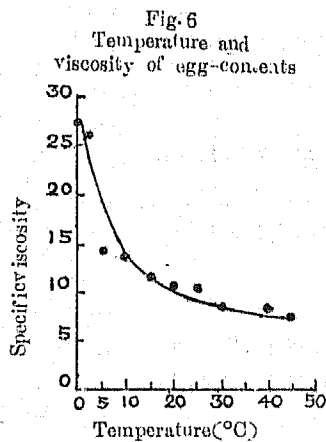


Table. 4 温度と卵液粘性

温度(°C)	粘性(Sp.V)
0	27.07
2.5	25.05
5	14.14
10	13.47
15	11.25
20	10.84
25	10.55
30	8.24
35	8.23
40	8.18
45	7.74

備考 分離白1号×支107号
越年卵 催青2日目



(2) 卵液の滲透圧については之を支配するものは、含有する無機塩類や糖類の多少及水分率の大小等であり、糖類については、卵のGlycogenの消長から見ても大いに関係がある。POLIMANTI(1915)及PIGORINI, TONON, TONA and de ZILLER(1927)等の蚕卵に於ける研究によれば卵管内の卵の Δ の値は稍高く、産卵当初には-0.650(POLIMANTI)及-0.580(PIGORINI等)で低いが、發育につれて3,4日目迄 Δ は順次大となり(-0.68~-0.700),又蠶蚕に至つて稍低下することを示しているが、その中間が見られないので、それが黒種の休眠前の卵についてのもらしく、比較に供し難い。著者の場合人工孵化卵の Δ の値は、胚子の成長に伴つて増大し、此点PIGORINI等の結果と一致しているが、越年卵では催青中期の反転完了期頃に Δ の低下が明かに認められ、之は特徴のある点である。

(3) 蚕卵内に解離している塩類のionは電気伝導度によつて測定される。従来蚕卵では知られていないが、鶏卵の卵黄及卵白についてのBELLINI(1907)の研究によれば、電気伝導度は保温15日間の場合、卵黄では初め漸次降り6日目を谷としてその後上昇し10日目頃高くなりもとに戻る。卵白では4日

比粘度をもつて示した。測定の結果は次の通りである。

a. 越年卵と人工孵化卵では、略同様に粘性は初期に低く比粘度10~12であるが経過50%の頃から急増し孵化前日に34~38を示した。

b. 尙越年卵では粘性は概ねS字状曲線を示し経過の50%の反転完了頃を中心に急に粘度高く、以後は高くなるが著しくない。

(Fig. 5及Table 2, 3)

卵液の粘性と温度の関係

卵液粘性は温度により変化が大きいが、その関係を越年種2日目卵につき0~45°Cの範囲で測定した所、図の如く0~2.5°Cでは、比粘度27内外で大きい、5°Cからは急に粘性を減ずる。(Fig. 6, 及Table. 4)

考 察

以上催青中卵液の各種の性状について測定したが、之等の夫々について考え、更に胚子の成長生理と相関連して考察を加えてみる。

(1) 卵重の減少、或は水分の変化が、初期に少く後半期に多いのは、胚子の成長と関連して反転期頃を中心とし反転完了後は間も無く気管の形成も著しく、胚子成長の爲呼吸も旺となり、脂肪、炭水化物等が多く消費され、又水分の消失も多い爲であると考えられる。

目頃降りをはじめ8日目に谷を見る。而して之等の現象は説明は困難だが、多分初期の一週間内に於て卵の游離の電解質が extra-embryonic の何処かの部分に demobilization (解体) するためであろうと説明している。

著者の測定によれば、催青の初期及末期には夫々 5.7×10^{-3} 及 5.9×10^{-3} で高いが、中期には 5.2×10^{-3} で低い。之は人工孵化卵と、越年卵で大差がなく曲線は BELLINI の場合と或点で一致している。然し前の滲透圧では、人工孵化卵は、はじめ可也低い値を示していた。茲に Δ と伝導度を支配する物質の量的差異が見られて興味がある。

(4) REMOTTI(1926)は種々の魚卵について比重を測定したが、發育中の比重の變化曲線は色々あるが代表型としては、初期稍低く、中期高く末期再び低下することを見ている。又 GROEBBELS(1917)は野棲の鳥卵で比重を調べ、發育に伴い低下するものと上昇するものがあるというが原因は明かでない。著者の人工孵化卵の場合は REMOTTI の代表型に似ている。越年卵の場合も休眠中におこるべき變化を考慮に入れなければ、人工孵化卵の場合と大体同様であると考えられる。尙比重を支配する要素は今の所蚕卵では明かでない。

(5) 卵液の粘性については、金子・山下(1930)及田口(1930)等の蚕の血液比粘度の1.2~2.4位に比して、可也高い値を示す。雞卵では BELLINI(1907)が卵黄では、はじめ比粘度32のものが、Incubation 着手と共に6日間で1に近くなる。以後漸次増すが孵化前に僅かに2位である。一方卵白では初めから2~5で大した變化がないといつている。

蚕卵は初期卵は比粘度10.0位であるが發育につれて急に増大し最後には35~38位を示し、BELLINIの卵黄と正反対であるが之は胚子の成長に伴い卵黄は減少し、蛋白質は順次胚子の体組織に變えられ、やがて Chitin 質に化するので末期に到る程粘性が高められるからと考えられる。尙卵水分含有率は、初期に大なる變化はないが後半期を過ぎると減少するので之も粘性を高める要素であると考えられる。

次に卵液の粘性と温度との関係について見ると $0^{\circ} \sim 45^{\circ}\text{C}$ の範囲では、低温の 0° 及 2.5° では27近辺で高いが 5° から急に低く以後漸次低いが $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲に至つて大なる差異が認められない。(尤も 0° 以下及 45° 以上こそが冷蔵や、人工孵化処理等と関連して調査すべき点であると思うが之は將來の研究にまつこととする。)尙 HEILBRUN(1924)は二枚介及ウエの卵細胞液の粘性と温度の関係を調べ $0^{\circ} \sim 30^{\circ}\text{C}$ の範囲では 15° を最高とし両辺に直線的に低くなり、又 0° 以下及 30° 以上では俄然粘性が高いことを示している。之に対し PIGORINI(1924)も蚕卵の粘性について HEILBRUN の場合と非常に良く似た結果をえたというが、著者の場合は可也趣が異うようである。尙元村(1940)は卵の細胞質の粘性の増大は精虫の刺戟、即授精によるよりもむしろ、細胞内の核動現象、換言すれば星像の消長と密接の関係があると見られる、と述べているが、注目すべき事項である。

(6) 蚕卵の重量及水分の變化や、卵液の各種理学的性狀の消長を通じ、胚子の成長生理について考察するに、反転期頃を中心として卵の發育には、明かに生理的二期が認められるが之は胚子の成長に伴う卵水分の變化、卵黄の質的變化、胚子と卵黄の量的變化又は、胚子の Chitin の形成等に因るものと考えられる。併も反転期頃(著者の調査の結果 24° 内外の催青では丙 B を起点とし孵化前日即蟻蚕完成迄の経過を100分すれば反転期の中心は大体45%の点と考える)が二期の分岐点であり、又胚子の胚葉の増殖から各器官の組織的分化及成長への転移の重要な臨界期ではないかと思われる。

即先づ卵の發育に伴う卵成分の變化を見るに最も多く含まれている所の蛋白質は絶対量の減少は僅少であるというから、結局卵重の減少は卵水分及 Energy として最も速かに消費されやすい脂肪と無窒素可浸出物中の Glycogen 等の減耗によることが大きいと考えられる*。

* TICHOMIROV(1882)によれば蚕卵の化学的組成の重量100分比を示すと、水 64.5、蛋白 19.30、脂肪 8.08、無窒素可浸出物中に多くの Glycogen を含む) 5.8 という。

実際にも鈴木(1917)の蚕卵の炭酸瓦斯呼出量、福田(1936)や西沢、大日方、山口(1951)の酸素吸入量の曲線が、胚子の重量成長曲線(山口1940. a, b)とよく相似形をなすことを見ると此の關係が背れると思う。尙徳永(1939)は鈴木(1917)の蚕卵の呼吸や水野(1934)の卵重減少曲線等の結果からも反転期(経過45%内外)にあつて一時休眠類似の現象があるのではないかと考えているが、反面次に述べるように、生化学的作用が旺盛であろうという梅谷(1934)の説とはいささか矛盾が見られる。即ち、卵全体としての水分率には大なる変化は無いが、卵内容のみの水分(多分漿液膜以内の卵黄の部)については、黒田(1934)の実験から梅谷は「反転期には卵液水分は著しく多いが此の時期は少くとも家蚕では各器官の形成期と考えられ、卵内容の生化学的作用がその極致に達するであろう」と述べているが、むしろ胚子の呼吸が停滞したり卵重の減り方等が少いし、滲透圧や電気伝導度を支配する物質が、此の時期或は此の時期を過ぎて低下するのは、恐らく卵液の水分率或は他の原因によるものと思われるが之については簡単に決定は出来ず一層の研究を必要とする重要な点である。尙又布目(1937)は「絹糸腺の形成は大体反転の直後であり、反転期後孵化に至る期間は此の器官が肥大成長を遂げるだけである」といつているが、之に関して著者も山口(1940)の胚子の成長の研究から成長曲線に2つの成長圏(Growth cycle)が見られ、その第1のCycleは休眠乃至丙B期から反転完了期をもつて一段落し、続いて第2 Cycleに入るものの如く、従つて反転完了期には生理作用が一時緩慢状態になるのでは無いかと考えられる。即胚子の形成初期から反転期迄は組織学的にも見られるように、外、中及内胚葉の細胞の分化増殖の旺盛な時期であり、之が一応反転期に於て完了し、同時に之と前後して、各器官の分化が此期を起点として開始されるので、以後は器官の種類により多少の遅速はあるにせよ、専ら器官の量的成長肥大が続行されるものであらうと考えられる。

要 結

著者は蚕卵の胚子の成長に伴う卵重等の変化と卵液の理学的性状について観察し、胚子の成長との關係を考察した。卵液は越年卵及人工孵化卵につき、卵全体を磨碎したもので、測定には凡て稀釈せず、原液を用いた。

その結果を總括すれば次の通りである。

1. 催青中の卵重量の減少は、直線的ではなく、初期稍緩慢で経過の50~60%を過ぎると漸次急降下を示す。之は24時間毎の卵の減少を比較すると一層明瞭である。
2. 卵全体としての水分率の毎日の変化は比較的少いが、初め4~5日間(経過50~60%)は何れも6.5%内外で多く、且つ変化少いが以後順次少くなり孵化前は63.7%位に減ずる。
3. 卵液の滲透圧は氷点降下度 Δ で表わせば人工孵化卵は、産卵当初は -0.44 、催青中は -0.9 ~ -1.4 で上昇する。但し越年卵は中期 -0.9 、前及後期高く -1.1 ~ -1.2 内外でV字形を示す。その範囲は恰度蚕の血液の場合と略同様である。
4. 卵液の電気伝導度は逆抵抗(C)で現わせば、人工孵化卵、越年卵共に産卵当初及孵化前に大きく中期には小さい。之は滲透圧の越年卵の場合と同様な傾向でV字形である。其範囲は 5.2×10^{-3} ~ 6.6×10^{-3} である。尙稀釈卵液の電気伝導度についてはKohlrauschの法則に従い卵液をうすめればうすめる程、原液換算のCの値は高くなるからなるべく原液を測定するのが良いと考える。
5. 卵液の比重は、産卵当初は1.061位で其後に高く、催青初期4.5日間は1.035~1.066に上昇し、その後直線的に急降下し1.059位となり孵化に至る。尙卵液比重の値は蚕の血液の1.02~1.035に比しては可也高い。
6. 卵液の粘性は、發育の初期低く末期高く10~38を示す。血液の比粘度1.2~1.5に比し可也高い。尙粘性は温度の影響が大きい、 0°C で27、 5°C で14、 11° ~13、 20° ~11、 25° ~11、 30° ~9、

45°Cで7.7内外で対数的曲線で示される。

7. 以上蚕卵液の數種のBiophysicalの性狀全体を見るに、その値は血液の夫等よりも一般に高く、濃縮された感がある。又催青中の変化を見るに、胚子の成長と関係深く、殊に反転期頃を中心として生理的二期がある如く思われる。特に滲透圧、電気伝導度に関係ある物質は中期に於て何れもその値が概して低い場合が多い。然し反転完了期が休眠類似の時期なのか、又は成長の第1期の終りであるのか、それとも反転期が生化学的作用の旺盛な時なのか、之等の問題は更に生理化学的な研究と相まつて決定せらるべき重要な問題であると信ずる。

引用文献

- (1) BELLINI, A. (1907) Arch. di Fisiol. 4—123*
- (2) POLIMANTI, O. (1915) Biochem. Zeitschr. 70—74*
- (3) 鈴木広吉 (1915) 蚕業試験場報告 2—4
- (4) REMOTTI, B. (1921) Mem. d. r. Com. Talasografico, Ital. No. 8. *
- (5) HEILBRUN, L. V. (1924) Amer. Journ. P. ysiol 69.
- (6) FIGORINI, L. , (1924) Boll. d. Sericolt. d. Milano, 31—519*
- (7) 八木誠政・小泉清明・山岸武 (1924) 動物学雑誌, 36—430
- (8) FIGORINI, L., TONON, A., TONA, G. & de ZILLER, L. (1927) Arch. de Farm. Sper. e Sci. off. 43—28*
- (9) Groebbels, F. (1927) Journ. f. Ornithologie, 75—225*
- (10) 清生俊興・山口定次郎 (1927) 農学会報 295
- (11) 金子英雄・山下忠雄 (1930) 日本農芸化学会誌 5—1
- (12) 田口亮平 (1931) 蚕糸学雑誌 4—1
- (13) NEEHDAM, J. (1931) Chemical Embryology Bd. II.
- (14) 黒田嘉一郎 (1934) 朝鮮化学会報 5—10
- (15) 梅谷興七郎 (1934) 蚕糸部報告(朝鮮. 絲. 農試) 4—1
- (16) 水野保 他三氏 (1934) 茨城県蚕業試験場彙報 3
- (17) 福田仁郎 (1936) 応用動物学雑誌 8—3
- (18) 布目順郎 (1937) 応用動物学雑誌 9—2
- (19) 徳永雅明 (1939) 応用動物学雑誌 11—3, 4
- (20) 山口定次郎・小林敏 (1940. a) 日本蚕糸学雑誌 11—3
- (21) 山口定次郎 (1940. b) 教育農芸 9—11
- (22) 元付 勳 (1940) 実験発生学
- (23) 西沢一俊・大日方仁・山口定次郎 (1951) 日本蚕糸学会中部支部研究報告 (11月)

summary

Few investigations of biophysical properties of the egg contents of a silkworm, *Bombyx mori*, L., during its development have been made and completed.

So the author has intended to study the following items regarding the egg juice in both hibernated and artificially hatching egg before and during incubation.

- (1) Daily variation of weight and water contents of the egg.
- (2) A rise and fall of several biophysical properties of silkworm egg :
 - a. osmotic pressure
 - b. electrical conductivity
 - c. specific gravity
 - d. viscosity

In this experiments 30 grams of eggs were used for each measurement where the eggs were

* NEEHDAM, J. (1931) Chemical Embryology より引用

mashed, grinded and centrifugated, and the juice was not diluted.

The results thus obtained are as follows.

(1) The diminution figure of the egg weight during incubation is not straight but curved. At the beginning it falls slowly, but after 50-60 per cent of the course, falls rapidly more, and more. This diminution may be clearly seen in the daily decrement figure. This decrease of course, may be due to the evaporation of water, carbohydrates and fats. (Fig. 1)

(2) The water contents of the whole egg is invariable during 4-5 days, keeping some 65 per cent, but afterward it decreases gradually down to 63.7 per cent. (Fig. 1)

(3) The osmotic pressure, showed by depression of freezing point, of hibernated egg during incubation is shown in V-shaped curve which is ranged $-1.1 \sim -0.9 \sim -1.2$, but in the artificially hatching egg it increases gradually from 0.44 to 1.43. (Fig. 2)

(4) The electrical conductivity of the egg contents before and during incubation is ranged from 5.2×10^{-3} to 6.6×10^{-3} showing V-shaped curve in both hibernated and artificially hatching egg. (Fig. 3)

(5) The specific gravity of the egg contents is not constant, but varies remarkably during its incubation. At the beginning of the development it shows 1.61, and rises from 1.65, to 1.66 for 4 or 5 days in incubation. Thereafter it falls rapidly down to 1.039 and comes in to hatching.

(6) The specific viscosity of the egg contents in the course of incubation increases gradually from 1) to 3) showing a linear or S-shaped curve in both hibernated and artificially hatching egg. (Fig. 5) As to the viscosity and temperature the specific viscosity at 0°C is 27, at 5°C -- 14, 10° -- 13, 20° -- 11, 30° -- 8, and 45° -- 7.7. (Fig. 6)

From all these facts mentioned above and the curves of embryonal growth or respiration of the egg which were studied by the previous investigators it may be said that the rise and fall of the biophysical properties of the egg contents are closely related to the behavior of embryonal growth during incubation. Especially, for example, the values of both osmotic pressure (showed in Δ) and electrical conductivity fall generally in the middle of the incubation course.

In this point of view we may consider that there are two physiological periods divided by the inversion stage (S-shaped embryo stage) in one course of embryonal development of the silkworm egg. *Bombyx mori* L.,

(Laboratory of Silkworm-egg Science, The Faculty of Textiles and Sericulture,
Shinshū University, Ueda, Japan.)