

糖質代謝からみた蚕の強健性について

宮 坂 義 三

緒 言

桑葉の有機成分中多くを占める炭水化物は蚕児の栄養上極めて重要な物質の一つであることは多くの研究の示すところであり、既に平塚、加藤等の著名な業績がある。また桑葉中の炭水化物の形態については川瀬(4)、加藤(3)、中島(5)等の報告があり、炭水化物の添食による生理学的な研究としては平塚(1)、中島(18)、加藤(7)(8)(9)、福田(14)等の業績がある。これらの研究においては食下した桑葉中の炭水化物はその形態により蚕児の栄養としての価値に差異があり、またそれらの摂取量の多寡と蚕の健康との関連性についても言及されているが、未だ摂取炭水化物の適正な範囲については結論が得られていない。著者は蚕の多角体病、軟化病の研究にさいし、血糖量に興味ある変化を示すことを知り、糖質代謝からみた蚕児の強健性の問題を究明しようとして実験を行い知見を得たので報告する。

I 蔗糖の増給による体液中還元性物質(血糖)の変化と強健性との関係

蔗糖添食の飼育への影響については何れの報告も添加する糖が少量の場合減蚕歩合が減るが、多量の場合にはその逆になるという成績を示している。従つて蚕には耐糖限度の存在することが考えられるので、糖の増給による血糖の量的変化から蚕の強健性との関連を検討した。

材 料 と 方 法

1956年晩秋蚕期に、日122号×支115号の蚕品種の雌を用いて実験を行つた。脱皮後数時間たつた5令蚕児の餉食時から蔗糖を添加した桑葉を給与し、熟蚕まで1日4回給桑で連続該桑葉で飼育した。蔗糖の添加濃度は0%、1%、5%、10%各水溶液で生葉量の10%になるよう桑葉の全面に噴霧した後、送風機で附着水分を可及的に除き、直ちに給与した。供試頭数は各区200頭で供試桑は一の瀬の9~14葉目のものを用いた。

蚕児体液中の還元性物質(血糖)の測定並に生体重の調査は給桑後毎日一定時間後について行ない、更に上簇後における減蚕歩合、繭調査も行なつた。体液は常法に従つて氷で冷却した小試験管中に採集し、直ちに実験に供した。

血糖測定はジニトロサリチル酸比色法(30)によつた。本法は還元力に対して鋭敏に反応するため、この場合体液中の総還元物質が定量される。得られた値はブドウ糖量として表示した。

結 果

蔗糖を増給した場合の血糖量の変化に及ぼす影響を図1に示した。これによると血糖量は2日目にして蔗糖10%区は121mg/dlとなり、標準区(60mg/dl)の2倍の値を示した。標準区、1%区の間には大差がなく、5%区、10%区の順に血糖量は著増した。また6日目頃迄は糖の増給に伴って血糖量は増大するが、その後9日目(熟蚕前日)までは糖の増給にもかかわらず漸減の傾向を辿った。しかし10%区の血糖量は9日目に至つても1%区の2.5倍の値を示した。

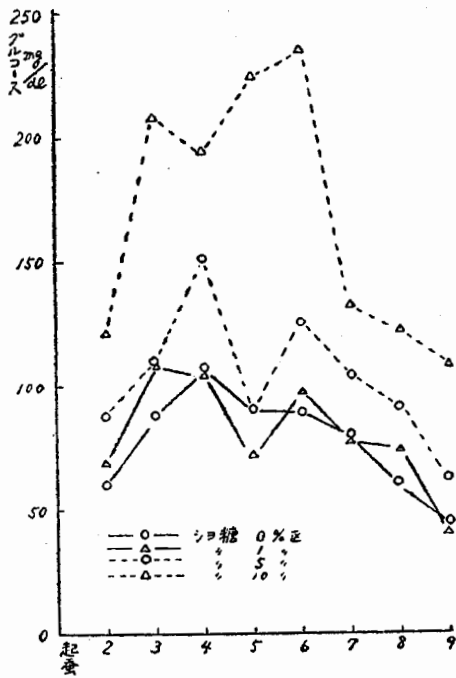


図1 シヨ糖増給に伴う血糖量の変化 (晩秋蚕、V令、1956)

図2は蔗糖を増給した場合の生体重の変化を示したもので、5日目頃からはつきり差異があらわれ、1%区、5%区は重く、標準区これにつぎ、10%区は最も軽い。

次に熟蚕を各区一定頭数に整理して上簇させ、上簇后における病蚕の発生割合、結繭したものについては繭調査を行なつた成績を表1に示した。これによると5%区、10%区の発病蚕はN型多角体病で軟化病其他の病蚕は観察されなかつた。発生割合も10%区は5%区より多かつた。対1顆換算の繭層重においては1%区最も優り、標準区、5%区の順で10%区は最も劣り、繭層歩合は1%区、5%区優り、標準区これにつぎ、10%区は劣つた。

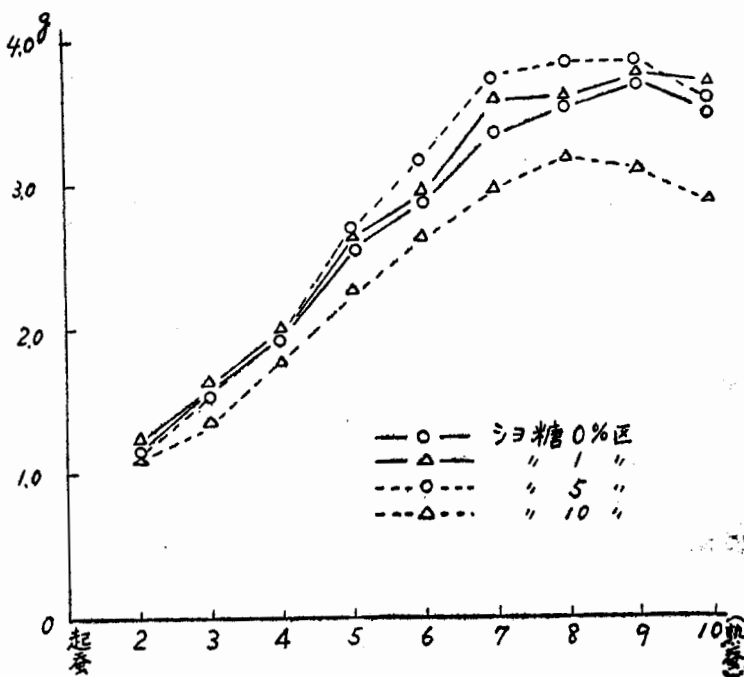


図2 シヨ糖増給に伴う生体重の変化 (晩秋蚕、V令、1956)

表1 蔗糖を増給した場合、上蔕後における発病率及び繭調査

項目	区別	0 %	1 %	5 % ※	10 % ※	備 考
上蔕供試頭数		35	35	35	35	
結繭頭数		35	35	23	19	
不化蛹繭蚕数		0	0	6	5	何れも膿病 (併発か否か不明)
N型多角体病発生頭数		0	0	12	16	
同発生率 %		0	0	51	60	
繭重 g		2.06	2.01	1.96	1.43	
繭層重 cg		38.5	39.0	37.0	24.0	
繭層歩合 %		18.7	19.4	18.9	16.8	

※上蔕前においても若干の膿病の発生が観察された。

II 多角体病の発生並に飢餓による血糖量の変化

膿病蚕の血糖は健康蚕のそれより含量が高く、又蚕の絶食によつて血糖量が低下することは尾藤等(24)によつて示された。そこで人為的に多角体病を発現させた場合並に絶食させた場合の血糖量の変化を自然発生の病蚕のそれとの対比で検討した。

材 料 と 方 法

多角体病の発生は起蚕餉食前膿汁上清を皮下接種する方法によつた。絶食は5令3日目から行い、自然発生の病蚕は普通飼育中のものから任意に拾い出し供試した。血糖測定法はI(30)と同様である。

結 果

成績を一括して表2に示した。これによるとウイルスを皮下接種された蚕児の血糖量は2日目後にすでに対照(健康蚕)より増加し、発病初期の間は大差ないが、血液白濁すれば著しく多くなり、対照の2~4倍に達し、自然発生のN型多角体病蚕のそれに近い値を示した。絶食蚕の血糖量は絶食開始後24時間以内に急激に減少し、その後は大した増減なく、72時間以後再び漸減し、自然発生の軟化病蚕のそれに近い値を示した。

表2 ウイルス皮下接種した場合、絶食させた場合並びに各種病蚕における血糖量の変化 (ブドウ糖mg/dl)

測定日	区別	対照区	ウイルス接種区	絶食区	N型多角体病	軟化病(C型多角体病含む)	空頭性軟化病
V令2日目		60	80				
3日	〃	88	96				
4日	〃	106	112	58			
5日	〃	90	110	56			
6日	〃	90	152	59	160	57	48
7日	〃	80	160	48		50	47
8日	〃	60	165	44	144	44	43
9日	〃	44	162		140	34	

Ⅲ 5令期の葉質の差異が血糖量に及ぼす影響

以上の実験から蚕児の栄養状態の変化によつて血糖量に差異を生じ、健康度とも密接な関連を有することが考えられた。そこで更に5令蚕児の糖質栄養を葉質の面から検討するため、糖分組成を異にする桑葉を給与した場合、血糖量の消長にどのような影響を及ぼすかについて調べ、更に健康度との関連についても吟味した。

材 料 と 方 法

実験は1957年春、初秋、晩秋の3蚕期について行ない、試験方法は次のようである。

(1) 春蚕期（5令期各区200頭）

供試桑品種は改良鼠返で試験区は軟葉区（1～3葉目）、中葉区（5～7葉目）、硬葉区（9～11葉目）の3区、供試蚕品種は日122号×支122号で雌のみを供試し、前記桑葉を起蚕餉食時から給与し、1日4回給桑普通育を行なつた。供試桑は給与の都度摘葉採取し、よく混合してその一部を蚕に与え、一部は葉柄を取除いて葉分析に供試した。

(2) 初秋蚕期（5令期各区200頭）

供試桑品種は一の瀬で試験区は軟葉区（1～3葉目）、中葉区（9～14葉目）、硬葉区（20～23葉目）の3区、供試蚕品種は銀嶺×秋花で雌のみを供試し、春蚕期の要領で飼育し、葉分析を行なつた。

(3) 晩秋蚕期（1～2令期各区500頭）

供試桑品種は改良鼠返で試験区は軟葉区（1～3葉目）、中葉区（9～14葉目）、硬葉区（20～23葉目）、全芽区の4区、供試蚕品種は支115号×日122号で雌雄混合で1～2令期間のみ前記桑葉を給与し、以後上蔭まで各区とも同一普通桑で飼育し、5令期に至つて体液を調べた。

葉分析は Nelson—Somogyi の比色法 (31) により、血糖の測定は春蚕期はジニトロサリチル酸比色法 (30) により、初晩秋蚕期は葉分析の場合 (31) と同様である。このさい桑名 (12) が実験したように醗酵性糖 (グルコース) も併せて測定した。

結 果

春および初秋蚕期5令供試桑の糖分組成を表3～4に示した。これによると軟葉と中葉硬葉間の差は明らかで軟葉が最も糖分含量の少ないのは当然である。中葉と硬葉の差をみると全糖は春は著明な差はなく、初秋期は中葉が多い傾向である。還元糖は春は中葉が多く、初秋は硬葉が多い傾向がみられる。蚕期間の各区糖組成の差は特に明らかな傾向はみられないが、中葉の還元糖含量は明らかに春は初秋より多い。(桑品種が相違することにもよる)

晩秋期稚蚕供試桑の糖組成 (表5) をみると軟葉の少ないのは明らかであるが、全芽が中葉、硬葉に比してかなり含量が少ない。中葉、硬葉には大差がみられない。

表3 給与桑の糖分組成 (春蚕期・改良鼠返・生葉中%)

給与日別	区別	水分	全糖	還元糖	非還元糖
V 令起蚕	軟中硬 葉葉葉	77.9	0.80	0.22	0.58
		73.3	2.09	0.78	1.31
		73.3	2.49	0.80	1.69
2日目	軟中硬 葉葉葉	81.4	0.44	0.19	0.25
		75.9	2.81	0.61	2.20
		75.9	2.02	0.24	1.76
4日目	軟中硬 葉葉葉	79.9	0.98	0.44	0.54
		75.5	2.04	0.87	1.17
		74.9	1.72	0.55	1.17
6日目	軟中硬 葉葉葉	76.4	1.71	0.59	1.12
		71.8	2.86	1.02	1.84
		72.0	2.89	0.88	2.01

表4 給与桑の糖分組成 (初秋蚕期・一の瀬・生葉中%)

給与日別	区別	水分	全糖	還元糖	非還元糖
V 令起蚕	軟中硬 葉葉葉	78.6	1.15	0.44	0.71
		72.8	1.91	0.49	1.42
		70.8	1.68	0.49	1.19
3日目	軟中硬 葉葉葉	78.2	1.23	0.37	0.86
		71.2	2.69	0.61	2.08
		70.2	2.32	0.72	1.60
5日目	軟中硬 葉葉葉	82.4	0.36	0.15	0.21
		73.4	2.58	0.68	1.90
		68.6	3.26	0.96	2.30
7日目	軟中硬 葉葉葉	81.2	0.39	0.15	0.24
		71.2	2.97	0.54	2.43
		70.8	2.31	0.48	1.83

表5 給与桑の糖分組成 (晩秋蚕期・改良鼠返・生葉中%)

給与日別	区別	水分	全糖	還元糖	非還元糖
I 令	軟中硬全 葉葉葉芽	76.6	0.97	0.18	0.79
		69.8	3.49	0.61	2.88
		68.0	3.70	0.66	3.04
		75.8	1.85	0.23	1.62
II 令	軟中硬全 葉葉葉芽	81.4	0.68	0.31	0.37
		73.8	2.63	0.63	2.00
		70.2	2.57	0.53	2.04
		76.6	2.04	0.51	1.53
IV 令 3日目	普通桑 〃 〃 〃	68.6	3.33	0.48	2.85
V 令 3日目		67.6	3.16	0.36	2.80
V 令 5日目		66.4	3.35	0.64	2.71
V 令 7日目		69.2	3.34	0.54	2.80

上記桑葉で飼育した場合、血糖量の消長に及ぼす影響を図3～5に示した。血糖測定方

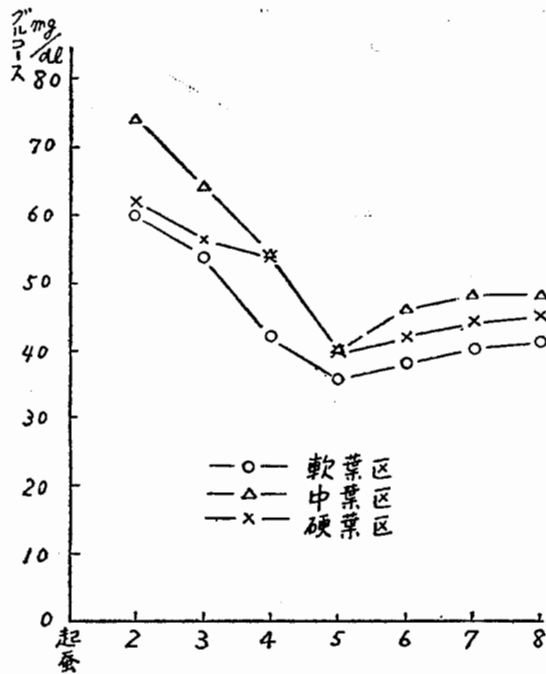


図3 葉質の差異が血糖量の変化に及ぼす影響
(春蚕、Ⅴ令♀1957)

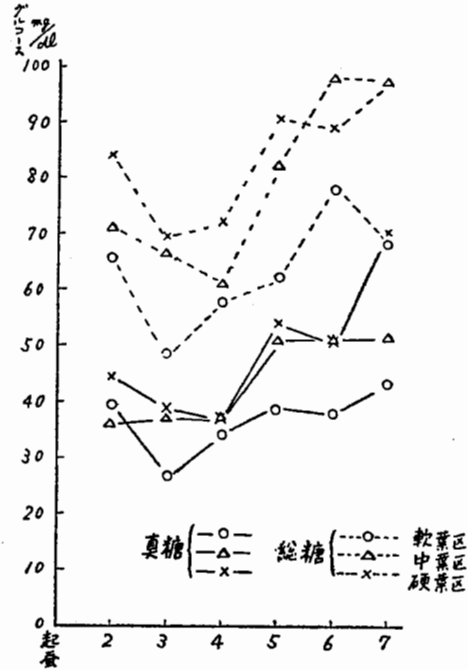


図4 葉質の差異が血糖量(真糖、総糖)の変化に及ぼす影響
(初秋蚕、Ⅴ令♀1957)

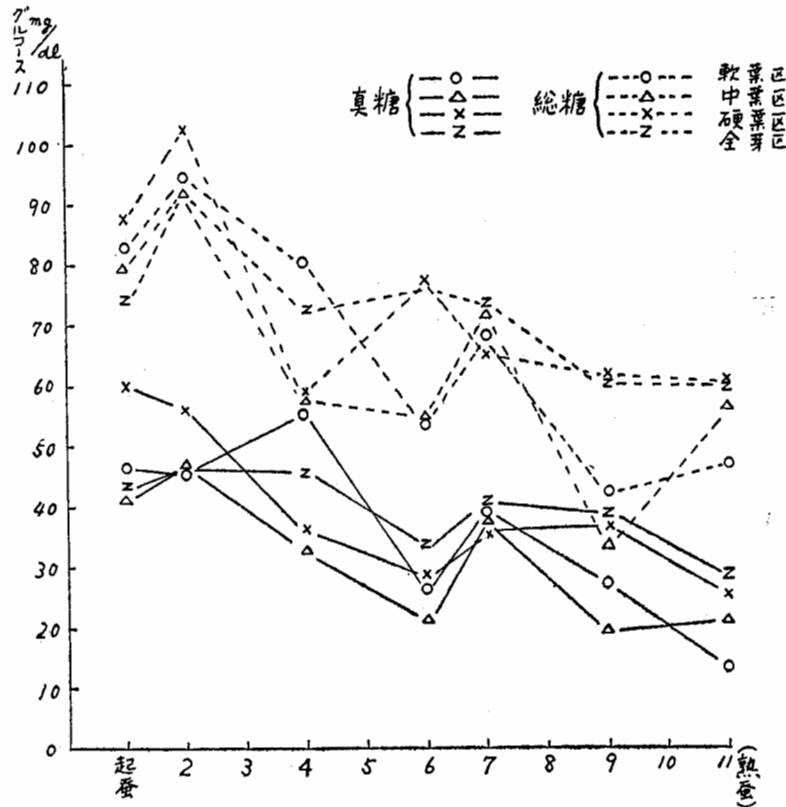


図5 I~II令期葉質の差異がⅤ令期血糖量(真糖、総糖)の変化に及ぼす影響
(晩秋蚕、Ⅴ令、♀、1957)

法は春と初晩秋では異なるので蚕期間の絶対値の比較は困難であるが、蚕期毎の試験区間の比較には差支えない。

春蚕期(図3)の成績では中葉区の血糖量が最も多く、ついで硬葉区、軟葉区の順に少なくなっている。この傾向は桑葉中の全糖量よりむしろ還元糖含量に平衡しているようである。

初秋蚕期(図4)の成績で真の血糖量(醱酵性)の変化をみると、硬葉区が多い傾向にあり、軟葉区が最も少ない。この場合も桑葉中の還元糖含量に平衡していることが知られる。総糖(総還元物質)に対する真糖の割合は約50~60%の範囲内で変動しており、軟葉、中葉、硬葉各区間には大差がみられない。即ち真糖と非糖還元物質はほぼ平衡関係にあるが、熟蚕以後はこの平衡がくずれるようである。

晩秋蚕期における稚蚕用桑(1~2令)が5令期血糖量に及ぼす影響(図5)は各区間に著明な傾向の差があるとは言いが、概して硬葉区が高血糖にある。飼育に及ぼす影響は5令期中に硬葉区、中葉区特に前者に病蚕(膿病が大部分)が多発している。

Ⅳ 多角体病の発生並に飢餓による真の血糖量の変化

Ⅱにおいては総還元物質から検討したのであるが、更に真糖の変化を再確認するため同様な実験を行つた。

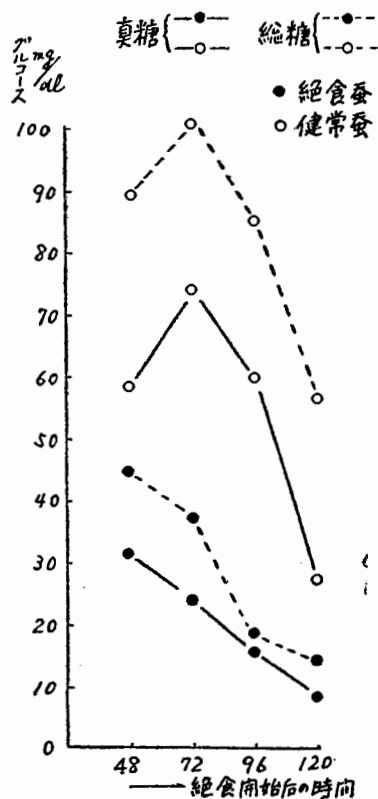


図6 飢餓による血糖量の変化 (V令、銀秋)

材 料 と 方 法

定型的なN型多角体病蚕は初秋期5令5日目普通飼育中のものから拾い出し供試した。絶食蚕については絶食開始120時間後まで24時間毎に測定し食桑させたものと比較した。血糖測定は前出(31)の方法により、醱酵性糖も併せ定量した。

結 果

成績を表6および図6に示した。膿病蚕の真の血糖は健康蚕のそれに比し、著しく多いことが明らかであり、総糖に対する真糖の割合も前者は後者に比し高い。蚕を絶食させると真糖は低下し、120時間後まで減少の一途を辿り、健康蚕のそのの $\frac{1}{2}$ 以下に減少している。

表6 自然発生N型多角体病蚕の血糖量 (銀嶺×秋花)

グルコース mg/dl	真 糖	総 糖	真糖/総糖
多角体病蚕	192.5	266.1	0.72
健康蚕	37.5	61.2	0.61

考 察

桑葉に蔗糖を添加して蚕に与えると血糖量は増加し、更に添加する糖の量を増加するに従い血糖量は著増した。このことは既に平塚によつて示されたことである。しかし図1に示されたように5令期間を通じての消長をみると添加量の多寡にかゝらずはじめは血糖量を増加するが、熟蚕に近づくと減少してくる。従つて蚕はある程度の血糖調節作用を維持するものであることが窺われる。桑名(12)はブドウ糖添食後3時間で血糖(醗酵性)が最高に達するが、以後急減して6時間目には原値となり代りに複合還元力が増加することを示し、福田(14)はある範囲に於ける糖の増給は消化窒素の蚕体への留存率を高めることを示した。最近伊藤等(17)はブドウ糖を注入法により家蚕に与えその影響を調べているが、ブドウ糖にカゼインを添加することにより血糖量の著増を抑えうることを示した。このように血糖の調節能は他の栄養物質との平衡という面からも考えなければならないので添食された桑葉の化学組成にも関係する問題である。本実験(図1)は従来行われたように蔗糖添食という手段によつて糖の添加量だけを変え血糖量変化の模様をみたのであるが、糖の増給が継続してある程度の調節能を有すること、即ち血糖の調節可能域が存在する反面、蚕の生長過程において糖の摂取量如何によつてこの平衡がくずれる場合が生じうることを示しており、このことは後述の健康の面からも推定される。

飼育への影響についてみると、添食された糖の量によつて生体重に差異がみられた。(図2) 加藤(6)は葉質の異なる桑葉に蔗糖を添食した結果、摂取糖量のある限度までは体重を重くするが、それ以下またはそれ以上の場合に体重を軽くすることを報じた。赤羽(25)も同様な実験により低濃度において好成绩を得、松永等(29)は稚蚕期に蔗糖溶液による活桑育を行なつてやはり低濃度において好結果を得た。本実験もまた同様に添付蔗糖水溶液濃度5%までは体重を重くするが、10%になると逆にかなり軽くなつてゐる。このことから蚕の糖摂取量はある範囲までは **positive** な結果を与え、更に摂取量を増すか逆に減少すると **negative** の結果を与える。即ち糖の有効性の反面有害性が指摘される所以である。飼育面からみた糖の有効性については加藤(26)、佐藤(19)、中島(18)等の報告もある。

他方有害性については平塚(1)の考察があり、ブドウ糖、蔗糖の過給は血糖の異状増加を来し、血液組成の異常は組織細胞、内部器官の活動を妨げるようになると述べている。本実験においても5令期間中並びに蔭中における病蚕の発生程度(表1)は糖添付量多い場合多発している。しかもそれがことごとく膿病(併発か否かについては不明)であることは興味深い。この点を血糖の量的変化から検討してみると(表2)体液中において多角体の増殖に伴い血糖量は著増し、栄養条件の不良な場合血糖が著減することである。後者の点については真の血糖量(醗酵性)の測定(図6)からも確認され、福田(13)も絶食蚕における血糖の変化を検討し、絶食48時間後には激減することを示した。このように糖質栄養の良否即ち血糖量の差異と病蚕発生とは密接な関連の存在することが窺われる。従来日照不足桑、嫩葉等の給与が軟化病を多発せしめることは知られた事実であり(28)、また栄養条件の良好でない場合、蚕を絶食せしめるとやはり軟化病になる事実があり、軟化病蚕の血糖量が健蚕のそれより少ない報告(20)もある。また図4でもみるよう

に軟葉給与によつて血糖量は低下するが、この試験区に軟化病のほか、外見膿病と思われるものが発生した。この体液はやゝ混濁しているが、多角体は鏡検されない。塚田(22)は絶食と多角体添食を同時に行なつた場合、48時間絶食でN型多角体病が減り、C型多角体病が増加することを報じた。

このような事実から栄養条件が蚕に対して **negative** に作用するような環境では血糖量の減少がみられ、同時に軟化病、C型多角体病の発生が附随し、逆に栄養条件が **positive** に作用するような環境下ではN型多角体病の発生が伴うものと考えられる。

以上は人為的に血糖量を増減させる手段によつて強健性との関連を吟味したのであるが、葉質の異なる桑葉を給与した場合における蚕期別の血糖量に及ぼす影響を検討してみると、桑葉の糖組成中還元糖の量が血糖を増減させるに支配的のようである。堀江等(16)は5令の家蚕に種々の単糖類、二糖類を与える実験により、血糖を増加せしめた糖はマンノース、ガラクトース及びグルコース、フラクトース、シユクロース、マルトースであり特に前二者が効果が大であることを示した。川瀬(4)は桑葉中の炭水化合物を類別し、ブドウ糖、果糖、蔗糖他多糖類の存在を示し、これら還元糖及び蔗糖が直接蚕児の栄養に関係あることを述べた。これらのことから桑葉の炭水化合物中蔗糖、還元糖が血糖量の増減を支配することは当然で平塚も指摘したように蚕児による糖の摂取径路、消化吸收の機能からみて還元糖が特に血糖量に影響を及ぼすことはうなずかれる。従つて糖以外の栄養物質との平衡関係も考慮しなければならないにしても一応桑葉中の還元糖含量——蚕児体液中の還元糖量——蚕の健康度とは密接な関連の存在することが考えられる。

追記 最近有賀(1959)は低温処理と桑葉質の変化との関連から多角体病誘発の状態を調査し、冷蔵前の蚕児の栄養状態がよいと思われる場合にN型多角体病の発生が多く、C型の発生が少ないことを示した。

要 約

家蚕5令期に連続蔗糖を添食した場合、並に1~2令期及び5令期に葉質の異なる桑葉を夫々連続給与した場合に、5令蚕児の体液中還元物質(真糖、総糖)の消長、生体重増加及び強健性に及ぼす影響を調べ、次の結果を得た。

- 1) 蔗糖を添食された蚕児の血糖量は、添加した糖の量に応じて平衡的に増減した。生体重は添加した糖の量が少ないと重くなり、多いと軽くなつた。その限界は添付蔗糖水溶液濃度5~10%の間にある。
- 2) 糖の増給が継続すると血糖量は異常に高まり、蚕は体腔型多角体病(併発か否かは不明)の症状を呈するようになる。また蚕が体腔型多角体病になると血糖量は異常に高まり、軟化病(中腸型多角体病を含む)になると低下した。後者は絶食蚕のそれと同じ傾向である。
- 3) 5令期において葉質の異なる桑葉を与えると血糖量は桑葉の糖含量に応じて変動し、特にその還元糖含量が血糖を増減させるに支配的のようである。また1~2令期のみ葉質の異なる桑葉を給与しても、5令期血糖量には特に著明な傾向の差はあらわれない

が、概して硬葉は血糖量を高め、体腔型多角体病を多く誘発した。

- 4) 蚕はある程度の血糖調節能を有するが、至適範囲を超えると異常を呈してくる。このように平衡がくずれ低血糖に傾くと軟化病が、高血糖に傾くと体腔型多角体病の発生が附随する。従つて桑葉中還元糖含量—血糖量—強健性は密接な関連を有することを推定した。

終りに臨み本研究を行うに当りご指導を頂き且つ本稿のご校閲を賜つた大島利通場長並に有力な助言と試験の便宜を与えられた引地、石亀両部長に厚く感謝する。

なお、本研究の大要は蚕糸学会東北支部研究発表会（1956、57年）において発表した。

文 献

- 1) 平塚英吉(1925) : 桑葉炭水化物の栄養的価値に関する研究(第1報)
蚕による炭水化物摂取利用の径路並炭水化物増給の影響に就て 蚕試報6(10)
- 2) 加藤清時(1931) : 蚕児による桑葉炭水化合物の消化に関する研究 日蚕雑2(3)
- 3) 加藤清時(1934) : 桑葉の養蚕期別化学的分析成績 日蚕雑5(2)
- 4) 川瀬惣次郎(1918) : 桑葉の炭水化合物に関する研究 大日本蚕糸会報316~321
- 5) 中島茂(1939) : 桑葉に於ける炭水化合物の形態に就て 日蚕雑10(3)
- 6) 加藤清時他2名(1937) : 蚕児による桑葉炭水化合物の消化利用に関する研究(Ⅲ)蔗糖増給が蚕児の發育繭糸質に及ぼす影響 日農化13(10)
- 7) 加藤清時他2名(1937) : 同(Ⅳ)蔗糖増給せる場合蚕児による桑葉成分の消化並蚕体成分其他に及ぼす影響 日農化13(10)
- 8) 加藤清時他1名(1938) : 同(Ⅵ)蔗糖増給が蚕児血液酵素並に血液成分に及ぼす影響 日農化14(12)
- 9) 加藤清時(1939) : 同(Ⅷ)蔗糖増給が蚕児の代謝作用に及ぼす影響並消化糖の運命に関する考察 日農化15(4)
- 10) 加藤清時他1名(1939) : 同(X)桑葉中における炭水化合物の含量調査 日農化15(5)
- 11) 加藤清時(1939) : 同(XI)桑葉中の含糖量と蚕作との関係 日農化15(5)
- 12) 桑名寿一(1937) : 家蚕体液の還元力 蚕試報9(2)
- 13) 福田紀文(1951) : 家蚕の蛹化に伴う糖及び脂肪の消長に就て 蚕試報13(10)
- 14) 福田紀文(1951) : 糖の増給が絹糸腺の發育に及ぼす影響に就いて 日蚕雑20(6)
- 15) 堀江保宏他1名(1957) : 家蚕幼虫におけるグルコース吸収およびその利用について 日蚕雑26(2)

- 16) 堀江保宏他1名(1957) : 家蚕幼虫による数種糖質の利用について 日蚕雑26(4)
- 17) 伊藤智夫他1名(1959) : 家蚕幼虫に対する栄養物の経口的給与
Iブドウ糖溶液給与の影響について 蚕試報15(6)
- 18) 中島 茂(1934) : 蚕児に給与せる蛋白質の利用と蔗糖の
蛋白質留存の效果に就て(要旨) 日蚕雑5(2)
- 19) 佐藤 貞治(1934) : 蚕児の強健性並糖質に及ぼす蔗糖の影響
(要旨) 日蚕雑5(1)
- 20) 竹林 克明(1956) : 家蚕5令期体液中の還元性物質の消長に
ついて 日蚕雑25(1)
- 21) 仲野良男他1名(1959) : 日照不足桑の飼料的価値に関する
研究(第5報) 福島蚕試報21
- 22) 塚田 修一(1955) : 蚕児の絶食と多角体病誘発との関係 日蚕関東講要(7)
- 23) 有賀久雄(1958) : 家蚕におけるウイルス病抵抗性の機構
(IV)多角体病蚕の発生と環境 日蚕雑27(1)
- 24) 尾藤省三他1名(1955) : 家蚕の血糖について 日蚕東海講要(3)
- 25) 赤羽 武夫(1938) : 炭水化物添食試験 蚕業新報46(543)
- 26) 加藤 清時(1934) : 蔗糖添加桑葉給与試験 蚕業新報42(6)
- 27) 遠藤 誠一(1932) : 蚕児に対する澱粉の添食に就て 蚕糸学報14(1)
- 28) 中島 茂(1939) : 嫩葉給与に依つて生ずる蚕児の軟化病症
状と化学成分の補足に依る之が予防に就て 長野蚕試報45
- 29) 松永 実他1名(1939) : 稚蚕期糖分の増給が蚕作並に糖質に及ぼす
影響に就て 蚕業新報47(550)
- 30) 江上不二夫他編(1953) : 標準生化学実験 P、18 文光堂
- 31) 吉川 春寿(1955) : 臨牀医化学 I実験編 P、134~137 協同医書
- 32) 川見光二他1名(1954) : 蔗糖の葉面撒布が蚕児に及ぼす影響
(予報) 日蚕雑23(1)
- 33) 栗津 敬一(1954) : 蔗糖の葉面撒布が桑葉葉質に及ぼす影響
(予報) 日蚕雑23(4)