

蠶 絲 學 雜 誌

第 五 卷 第 三 號

昭和八年五月

報 文

蠶兒呼吸障害に關する研究

〔第三〕呼吸障害に伴ふ中胃皮膜細胞の透過性の變化に就て

蒲 生 俊 興
山 口 定 次 郎
永 井 覺

I 緒 言

著者(1928)は曩に蠶兒呼吸障害に關する研究第一報に於て、蠶兒に炭酸瓦斯接觸又は浸水等の障害を與ふる場合は其の程度に應じ、必らず、体液水素イオン濃度の低下及その電氣傳導度の上昇を來し、同時に消化液水素イオン濃度の増加及その電氣傳導度の降下を示せることを報告した。而して是等の体液及消化液の理化學的變化は其の原因たる呼吸障害が或程度以内に止る場合は其の原因の去ると共に漸次常態に回復し得る性質を有し即ち此場合に於ける体液及消化液の水素イオン濃度並に電氣傳導度の變化は可逆的變化なることも指摘し、同時にかゝる体液水素イオン濃度の低下は呼吸障害に因る体液内炭酸の集積に基き、アルカリ蛋白と重炭酸鹽類との可逆的緩衝作用に因るものと推論した。

然るに其の後本研究第二報に於て著者等(1930)は氣門閉鎖障害と体液水素イオン濃度及び炭酸含量との關係に就て研究し、蠶兒の前部氣門(I—VI)を閉鎖せる場合は体液水素イオン濃度は低下するも、体液内炭酸含量の増加を見ず、又後部氣門(IV—IX)を閉鎖すれば之と反對に体液炭酸含量は著しく増加するが、水素イオン濃度には著しい變化のないことを指摘し、呼吸障害に伴ふ体液水素イオン濃度の低下と炭酸含量とは著しい關係の無いことを知つた。

尙著者は第一報(1928年147頁)に於て、3時間以上浸水障害を與へたる場合には体液と消化液のPH價及電氣傳導度が著しく近似し來るばかりでなく往々体液は淡綠色に變じ、漸次消化液の色彩に類似し來ることを認め、茲に呼吸障害に伴ふ体液PH價の上昇は單にCO₂による緩衝作用のみに止まらず、寧ろ其の他に主要原因の存在するを察知し、今回の實驗を行ふことにした。凡そ動物体諸細胞膜の透過性は種々なる原因によつて常に消長しつゝあるは、諸學者の

研究によりて立證せられた處であるが、夫等の原因中特に酸素供給の減少に因つて動物膜は可逆的に透過性の増加を來すことは既に M. Simon (1922) が筋纖維の透過性と窒息障害との關係に就て報告せる所である。又 W. Frey 及 Tiemann (1927) は蛙の心臟に就て實驗し特に H. Winterstein 及 E. Hirschberg (1927) は酸素の缺乏に因り筋纖維の鹽素に對する透過性の増加するを報告せられた。著者等も蠶兒呼吸障害(特に浸水障害)により中胃皮膜組織の色素、酵素及鐵鹽等に對する透過性の増加するを認め、同時に是等の障害に伴ひ中胃皮膜細胞層のPH價の變化狀態を觀察する所があつたから茲に其の成績の概要を報告する次第である。

本實驗を行ふに際し多大なる御便宜を與へられたる本校針塚校長と、特に材料蠶兒及實驗方法に就き御教示を仰げる松村技師と組織内PH價測定に對し懇切なる御指導を仰げる八木博士に對し深厚なる感謝の意を表する次第である。

II 實 驗 方 法

本實驗に於て採用した實驗方法は次の如きものである。

A 色 素 添 食 實 驗

豫め數時間絶食せしめておいた蠶兒を採て、カーミン、フクシン、サフラニン、ライトグリーン及酸性フクシン等の色素を2、3時間添食せしめ、是を更に30分、1時間、2時間、及3時間に亘り夫々浸水障害又は氣門閉鎖障害等を行ひたる後体液を試験管内に採取し、其の着色程度を對照區蠶兒と比較した。

B 鹽 化 第 二 鐵 鹽 添 食 實 驗

鹽化第二鐵 $FeCl_2$ の5%水溶液を桑葉に塗付して約30分間添食せしめた材料をとり、更に浸水障害1時間、又は氣門閉鎖1時間の後体液1c.cを採取し硫化アムモニウム液を滴下し、黒變の程度を比色表によつて對照區と比較した。

C 酵 素 作 用 實 驗

松村氏(1926、1928)の選出せる飯Wなる材料蠶兒は消化液中にアミラーゼ作用強烈なるも体液中には極めて微量なるの事實を利用し、夫々、呼吸障害を與へたる蠶兒の体液をとりて次の實驗を行つた。

(1) 血液の澱粉糖化作用

豫め用意せる澱粉液〔1%澱粉溶液1c.cを1%食鹽水2c.cに加へたるもの〕に前記の血液1~2滴を滴下し室温(22°C)に放置し、之にルゴール液〔0.001規定沃度沃度加里液〕を加へて、青變せしめたるものを、全く其の着色の消失する迄の時間を檢して血液内に滲出したアミラーゼの多少を比較した。

(2) 血液のグリコーゲン糖化作用

(1)と同じく採取せる血液をグリコーゲン1%水溶液を3c.c加へ、之に前記のルゴール液4滴を注加し赤色を呈せしめたるものに滴下し室温(22°C)に放置し全く無色となる迄の時間の長短を測りて血液内アミラーゼ作用を比較した。

(3) 消化液内チロシナーゼの檢定

松村氏(1926)の報告せる如く、蠶兒体液中にはチロシナーゼの作用顯著なるも、消化液中には全く其の檢出なきを利用し、種々なる程度に呼吸障害を與へたる蠶兒より、感電法によつて消化液を採取して含まれる食片を除き、豫め作れるチロシン0.5%水溶液2c.cにクロロフォルム1~2滴を添加したるものに前記の消化液0.5c.cを加へ、室温(25°C)に1乃至6時間放置したる後メラニンの沈澱量の多少を遠心分離器(1分間1500回に約10分廻轉せしむ)によつて比

較した。

D 中胃皮膜細胞の水素イオン濃度の變化

浸水障害 30 分以上 4 時間の呼吸障害を施した蠶兒をクロロフォルムにて麻酔せしめた後 0.75% の生理的食鹽水 (PH 價 7.0 位) 中にて解剖に附し中胃皮膜組織の小塊を凹窩載物硝子上に採り中性赤、プロム・クレゾール・グリーン、及フェノール・レッド等の指示薬を 1 滴づゝ滴下して組織を着色せしめ、之を顯微鏡下に照し、別に用意せる各 PH 價に就ての標準比色管を透過せる光線と同一視野内に比色して其の PH 價を決定した。(パンタン氏法)

III 實 驗 成 績

A 色素添食實驗

第一回實驗

〔材料〕昭和 2 年秋蠶期、新白×正白、第 5 齡 3 日目及 4 日目蠶兒、

〔方法〕フクシン及カーミンを濃厚なる水溶液となし、之を桑葉に塗付し、約 30 分間食下せしめ、後蠶兒を二分し、一部は其の儘絶食せしめ、他は之に浸水障害を與へ、フクシンは浸水 30 分及 1 時間、カーミンは浸水 3 時間及 5 時間の後取出して約 5 頭乃至 10 頭宛採血し、試験管にて着色程度を對照區蠶兒と比較した。

(1) フクシン添食の結果

本實驗の結果に仍ると、フクシンの吸収は著しく速かた、添食後 30 分にして既に對照區蠶兒血液は淡赤黄色を帯びて居たが、30 分浸水せる蠶兒の体液は其の着色程度著しく濃厚に現はれ、濃赤黄色を呈した。之に仍ると、浸水障害によつて、中胃皮膜組織のフクシン色素に對する透過性を増加せしめたことが明瞭である。(附圖第 1 圖参照)

(2) カーミン添食の結果

カーミン色素の水の中濃厚浮游液を 30 分添食せしめた蠶兒の對照區蠶兒体液は殆ど着色を見ないが、浸水障害 3 時間以上に及んだものは、其の体液可也赤色に着色せるを觀た。是に仍るとカーミン色素はフクシンに比し吸収困難なるは當然なるも尙 3 時間以上の浸水障害を與ふること因て、中胃皮膜組織のカーミンに對する透過性を増加せしめ得ることが明かである。(附圖第 2 圖参照)

第二回實驗

〔材料〕昭和 2 年秋蠶期、國富×浙江、第 5 齡 5 日目蠶兒、

〔方法〕フクシン及カーミンを用ひ、フクシンは 40 分添食、カーミンは 45 分間添食せしめたる後、フクシンの場合は 5、10、20、30、40、50、60 及 120 分間の浸水障害を與へ、カーミンの場合は浸水 1 時間、3 時間、及 5 時間に區別し、各區共、採血して對照區体液と其の色調を比較した。

(1) フクシン添食の結果

本實驗の結果に仍るとフクシン添食後 5 分間浸水區は添食後對照蠶兒の体液と其の着色程度略々同様にして大差を認めなかつたが、添食後 10 分間浸水せる場合は對照區との間に可也の相違を示し、浸水區に於ても既に著しく濃赤色を呈し、從て 20 分以上の浸水區に於ては益々濃厚となつて對照區に比して確然たる差異を示してゐる。(附圖第 1 圖参照)

是に仍ると浸水障害 10 分以上を行ふ場合は中胃皮膜組織のフクシンに對する透過性を急に増加せしむることが判る。今 60° 75° 及 90°F の水温につき、浸水後背脈管鼓動數の全く消失する迄の時間を測定せしに次の如き成績を得た。

浸 水 時 間	6 0° F		7 5° F		9 0° F	
	支一〇二號	昭 和	支一〇二號	昭 和	支一〇二號	昭 和
1 分	1 8	1 4	1 2	1 6	1 0	6
2 分	—	—	—	—	6	4
3 分	1 0	1 2	4	6	2	4
4 分	—	—	—	—	0	0
5 分	4	4	0	4	0	0
7 分	2	2	0	0	0	0
8 分	0	0	0	0	0	0
10 分	0	0	0	0	0	0

即ち上表の示せる如く、浸水後背脈管鼓動の休止さるゝ迄の時間は水温によつて異り、水温60°Fの場合は浸水8分より75°Fの場合は5~7分より、90°Fの場合は4分より完く鼓動を休止することを知つた。是に仍ると、フクシン等の如き吸収極めて可良なる色素に於ても、背脈管鼓動数の停止さるゝ迄蠶兒を浸水せしむる時は、中胃皮膜組織の透過性を直に増大せしむるものと思惟することが出来る。

(2)カーミン添食の結果

本成績に仍ればカーミン添食5時間餘に及ぶも、正常蠶兒体液中には未だカーミンの検出殆ど不可能なるも、添食后1時間以上の浸水障害を與ふる場合は肉眼にて識別し得る程度に体液はカーミンによつて着色せらるゝに至る。(附圖第2圖参照)

而して此場合に於ける浸水時間と生活力回復との關係を觀たるに、1時間以上浸水せる場合は取出后全く食慾を生ずることなく、絶食の儘斃死に至る傾向あるを視れば、中胃皮膜組織のカーミンに對する透過性の増加は、呼吸障害に因て生活力の回復をなし得ざる程度に到て、顯著に現はるるものと認むることが出来る。

第三回實驗

〔材料〕昭和5年春蠶期、國蠶日一號及同歐七號第4齡4.5日目

〔方法〕兩品種共約10時間絶食せしめた蠶兒に約10時間カーミンを添食せしめた蠶兒をとり前部氣門閉鎖(I—V氣門)後部氣門閉鎖(VI—IX氣門)浸水障害につきて、各30分、60分、120分、300分宛呼吸障害を與へたものの体液を採集して、着色程度を比較した。

品 種 名			障 害 時 間			
			3 0 分	1 時 間	2 時 間	5 時 間
國蠶日一號	障害の種類	添食後對照區	—	—	—	—
		I—V氣門閉鎖區	—	++	+++	+++
		VI—IX氣門閉鎖區	—	+	++	+++
		浸 水 區	—	+	+++	+++
國蠶歐七號	障害の種類	添食後對照區	—	—	—	—
		I—V氣門閉鎖區	+	+++	+++	+++
		VI—IX氣門閉鎖區	—	+++	+++	+++
		浸 水 區	++	++	+++	+++

備考 一は肉眼にて体液の全く着色せざる場合+は稍々着色し順次着色の度を増し卍は最も濃厚な赤色を呈した場合を意味する。又氣門閉鎖はエナメルを用ひた。

上表の成績に仍ると、カーミン添食の結果對照區に在ては、体液中に肉眼的に識別し得る程度のカーミンの吸収が無かつたが、呼吸障害を與へた各區に在ては30分乃至1時間の後には明かに体液中にカーミンの浸出せる狀況明かである。

第四回實驗

〔材料〕昭和5年、春蠶期、國蠶歐七號第5齡2日目

〔方法〕約20時間絶食しおける蠶兒に約5時間宛、ライトグリーンを添食した材料をとつて、前實驗通り各區を設けて体液の色調を比較した。

障害の種類 \ 障害の時間	30分	1時間	2時間	4時間
添食後對照區	—	—	—	—
I—V氣門閉鎖區	—	++	卍	卍
VI—IX氣門閉鎖區	—	—	++	卍
浸水區	—	++	卍	卍

本實驗の成績に仍るも各呼吸障害迄に於てはライトグリーンの体液中への浸出著しく、前實驗と同じく前部氣門閉鎖區は後部氣門閉鎖區に比し、稍体液の着色度多い傾向を窺ふことが出来る。

第五回實驗

〔材料〕昭和5年春蠶期、國蠶日一號、第5齡2日目

〔方法〕約10時間絶食せしめておいた蠶兒に、酸性フクシンの水溶液を約1時間添食せしめた材料に對し前實驗同様の呼吸障害を與へて血液の色調を比較した。

障害の種類 \ 障害の時間	30分	1時間	2時間	3時間
添食後對照區	—	—	—	—
I—V氣門閉鎖區	—	—	卍	卍
VI—IX氣門閉鎖區	—	—	++	卍
浸水區	—	++	卍	卍

酸性フクミンも亦ライトグリーンと同様、添食後對照區に於ては肉眼的に檢するに、体液中への浸出比較的困難なる狀況であるが、特に前部氣門閉鎖區及浸水區に於ては1、2時間にして体液の著しく着色せるを觀た。

第六回實驗

〔材料〕昭和5年夏蠶期、國蠶日一〇七號第5齡4日目、

〔方法〕サフラニン色素を約30分位添食せしめた后左記各項の呼吸障害を與へて体液の着色程度を比較した。

障害の種類 \ 障害の時間	10分	20分	30分	1時間	1時間半	2時間
添食後對照區	+	+	+	+	+	+
I—V氣門閉鎖區	缺	++	缺	++	卍	卍

VI—IX 氣門閉鎖區	缺	+	缺	+	卅	卅
浸水區	+	缺	+	卅	卅	卅
5%炭酸瓦斯接觸區	+	缺	卅	缺	卅	卅

本實驗の成績に仍るとソフラーニンは比較的吸収容易なる色素なれば添食後對照區に於ても、体液の着色稍顯著であつたが、尙各呼吸障害區に在ては体液の着色程度殊に著しいことが判る。

B 鐵 鹽 添 食 實 驗

第一回實驗

〔材料〕昭和5年春蠶期、國蠶日一號第4齡4日目、

〔方法〕約10時間絶食しおける蠶兒に5%の鹽化第一鐵水溶液を1回20分添食し、次の各項によつて呼吸障害を與へ、約30分の後採血し、硫化アムモニウムを1滴々下して黒變する程度を以て比較した。

障 害 の 種 別	第 1 例	第 2 例
添食後對照區	—	+
浸水障害區	+	卅
前部氣門閉鎖區	缺	+

本實驗の成績に視るに、呼吸障害を與へた場合は明かに第一鹽化鐵鹽に對する中胃皮膜の透過性を増加せしむることが判る。

第二回實驗

〔材料〕昭和6年春蠶期、國蠶支四號第5齡6、7日目

〔方法〕豫め數時間絶食しておいた蠶兒に約1時間鹽化第一鐵鹽1%水溶液を添食し、食後互に各障害を與へた材料蠶兒より採血して硫酸アムモニウムを1滴々下し、黒變の程度を豫め作製し置いた比色表（附圖第3圖）に對照して着色の濃度を數字を以て指示することにした。

障害の程度 障害の種別	第 1 例				第 2 例		
	30分	1時間	2時間	5時間	30分	1時間	3時間
添食後對照區	1.0	2.0	3.5	3.0	1.5	2.0	2.0
浸水區	3.0	5.0	5.0	5.0	3.0	3.5	3.5

本實驗の成績に仍れば、對照區に於ても、添食後時間の経過するに従つて、体液中に吸収せらるゝ鐵鹽の量漸次増加せらるる傾向明かであるが、浸水障害を行つた場合は其の体液中への浸出著しく増量せらるることが明かである。

第三回實驗

〔材料〕昭和6年春蠶期、和自第5齡6、7日目

〔方法〕數時間絶食せしめた蠶兒に前實驗同様、鹽化第一鐵鹽の1%水溶液を約3時間添食せしめ、直に浸水障害及氣門閉鎖障害を行つて、各項毎に体液を採取して硫化アムモニウムを滴下して検出を行つて對照區と比較した。（附圖第3圖参照）

障害の程度 障害の種別		障害の時間				
		30分	1時間	2時間	3時間	5時間
第一例	添食後對照區	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0
	浸水區	2.5	3.5	3.5	3.5	4.0
第二例	添食後對照區	1.5	2.0	2.0	—	2.5
	浸水區	3.0	4.0	4.0	—	4.5
	前部氣門閉鎖區	2.0	2.5	3.0	—	3.0
	後部氣門閉鎖區	1.0	2.0	2.0	—	3.0

本實驗の成績に徴するも、呼吸障害を與へた各區は後部氣門閉鎖區を除いては、何れも對照區に比し体液内に吸収された鐵鹽の濃度著しく多いことが判る。

C 酵素作用實驗

(1) 体液の澱粉糖化作用による實驗

〔材料〕昭和5年春蠶期、飯W第5齡3、4日目

〔方法〕夫々各呼吸障害を與へた蠶兒の体液を採取し、先づ体液一滴を1%食鹽水5-10.c.c.にて稀釋し、之を豫め用意せる沃度澱粉液(即ち1%澱粉液1c.c.、1%食鹽水2c.c.、0.001規定沃度沃化加里液2滴を混和せるもの)に2滴宛滴下し、30-32°Cに保護し沃度澱粉液の青色の褪色する迄の時間を讀み取て体液中に滲出せるアミラーゼの多少を検出した。

第一回實驗 (保護溫度30°C)

障害の種別	障害の時間	
	2時間	3時間
對照區	作用ナシ	作用ナシ
CO ₂ 5%接觸區	4分	3分
浸水區	4分	3分

第二回實驗 (保護溫度32°C)

障害の種別	障害の時間	
	1時間	2時間
對照區	214分	250分
前部氣門閉鎖區	43	71
後部氣門閉鎖區	52	85

前2回の實驗成績に仍るに、對照區体液中にはアミラーゼの檢出殆ど無いが、是等各種の呼吸障害を與へた場合は、体液の澱粉糖化作用が著しく増加することを指摘し得られ、即ち、胃壁細胞のアミラーゼに對する透過性を増して消化液中から体液中に滲透したものと認められる。

(2) 体液のグリコーゲン糖化作用による實驗

〔材料〕昭和5年春蠶期、飯W第5齡5.6.7日目

〔方法〕前實驗と同様に先づ体液を採取し、豫め作製せる沃度グリコーゲン液(即ちグリコーゲン1%水溶液3c.c.にルゴール氏沃度沃化加里液4滴を加へて赤色となした

もの)に前記の体液 1 滴を滴下し 24°C の室温に於て全く褪色する迄の時間を讀取て体液内アミラーゼの多少を比較した。

第一回實驗 (第 5 齡 5 日目)

障害の種類	障害の時間			
	1 時 間	2 時 間	3 時 間	4 時 間
對 照 區	6 0 分	6 3 分	3 1 分	3 8 分
前部氣門(I-V)閉鎖區	2 4	1 7	1 8	2 0
後部氣門(VI-IX)閉鎖區	4 6	2 9	2 6	2 8
浸 水 區	5 1	9	9	1 2
CO ₂ 5 % 接 觸 區	4 0	2 2	2 1	2 2

第二回實驗 (第 5 齡 6 日目)

障害の種類	3 0 分		1 時 間	
	褪色時間	P H 價	褪色時間	P H 價
對 照 區	9 9 分	6.60	5 6 分	6.60
前部氣門(I-V)閉鎖區	4 8	6.65	2 1	6.70
後部氣門(VI-IX)閉鎖區	9 1	6.60	2 6	6.65
浸 水 區	3 6	6.70	3 8	6.80
CO ₂ 5 % 接 觸 區	6 3	6.65	4 6	6.75

第三回實驗 (第 5 齡 7 日目)

障害の種類	3 0 分		1 時 間		2 時 間		3 時 間		4 時 間		5 時 間	
	褪色時間	P H 價	褪色時間	P H 價	褪色時間	P H 價	褪色時間	P H 價	褪色時間	P H 價	褪色時間	P H 價
對 照 區	分 99	6.60	分 56	6.60	分 33	6.60	分 48	6.60	分 58	6.65	分 60	6.60
前部氣門(I-V)閉鎖區	48	6.65	21	6.70	38	6.80	28	6.85	30	6.90	14	6.90
後部氣門(VI-IX)閉鎖區	91	6.60	26	6.65	15	6.70	36	6.70	36	6.75	8	6.75
浸 水 區	36	6.70	38	6.80	—	6.90	6	6.95	17	7.00	26	7.00
5% CO ₂ 接觸區	63	6.65	46	6.75	23	6.85	9	6.90	26	6.90	35	7.00

以上 3 回の實驗成績に視るに、呼吸障害を受けた蠶兒の体液は對照區に比し、クリコゲン糖化作用の著しく強烈なることを知る。而して、氣門閉鎖障害に就ては、前部氣門(I-V)を閉じた場合は後部氣門(VI-IX)を閉じた場合に比し常に其の作用が強く現はれてゐる。是によれば、元來体液中にアミラーゼの殆ど檢出困難なる一品種に於て呼吸障害の結果胃壁細胞の透過性を増し、消化液中よりアミラーゼが体腔内に滲透したることが窺はれる。

(3) 消化液内チロシンナーゼの檢出による實驗

〔材料〕 昭和 5 年春蠶期、國蠶歐七號第 5 齡 8 日目、飯 W 第 5 齡 5.6 日目。

〔方法〕 呼吸障害を與へた材料蠶兒の消化液を採取し、豫め作つたチロシン 0.5% 水溶液 2 c.c にクロロフォルム 1.2 滴を添加したものに、消化液 0.5 c.c を加へ室温 (25°C) に 1 乃至 6 時間放置した後、遠心分離器によつてメラニン沈澱量を對照區と比較した。

第一回實驗 國蠶歐七號

第二回實驗 飯 W

障害の種類	障害の時間	
	3 時間	5 時間
對 照 區	0	0
浸 水 區	1.0	6.0
CO ₂ 5% 接觸區	0.5	4.0
前 部 氣 門 閉 鎖 區	0.5	0
後 部 氣 門 閉 鎖 區	0	0

障害の種類	障害の時間		
	2 時間	3 時間	5 時間
對 照 區	0	0.5	1.0
CO ₂ 5% 接觸區	2.0	0	0
浸 水 區	1.5	0	0
前 部 氣 門 閉 鎖 區	0	2.5	2.0
後 部 氣 門 閉 鎖 區	0	2.0	3.0

以上の成績に依れば、呼吸障害を受けた蠶兒の消化液は對照區蠶兒に比し、チロシナーゼを多く含有することが明かである。而して元來体液中にはチロシナーゼの存在多いが消化液中には殆ど検出し得ざる結果を示してゐるから即ち、呼吸障害によつて、中胃皮膜細胞の透過性増加を來し、体液内チロシナーゼが胃腔内に滲出せしものなるは疑を容れない所である。

(D) 中胃皮膜細胞に於ける水素イオン濃度の變化

以上各實驗の結果、添食によつて胃腔内に送入された色素、鹽化第二鐵鹽並に消化液中のアミラーゼの如きは、呼吸障害の結果中胃皮膜細胞の透過性の増加に伴つて、体液中への吸収又は滲透量を多くし、又体液内チロシナーゼの如きは却つて胃腔中に滲透する事實を認むることが出來た。茲に於て著者等は更に是等 PH 價 9—10 位の消化液と PH 價 6.5 位なる体液との相互交通によつて胃壁細胞内は自ら其の固有の PH 價を變化せしむべきを想起し、先づ對照區蠶兒の中胃皮膜細胞の PH 價を検し置き、次に浸水障害を與へた蠶兒に就て中胃皮膜細胞の PH 價を比較研究した。本實驗に於て採用した PH 價測定法はパンタン氏 (1923) の比色方法を改善したもので、指示薬としては中性赤 (Neutral red) PH 6.6—8.0, ブロム・クレゾール・グリーン (Brom Cresol Green) PH 4.0—5.6, 及びフェノール・レツド (Phnol red) PH 6.8—8.4 を用ゐたが對照區蠶兒の檢定にはブロム・クレゾール・グリーンが好都合であつたが、障害蠶兒の檢定には中性赤及フェノール・レツドが最も良好の成績を示した。先づ對照區蠶兒の中胃皮膜細胞の PH 價を示せば次の通である。

材 料 蠶 兒 昭和 7 年晩秋期飼育、國蠶支一〇五號×日一一〇號

對照蠶兒の發育時期別	中胃皮膜細胞の PH 價	指 示 薬
第 5 齡 起 蠶	PH 5.2—5.4	ブロム・クレゾール・ グリーン
第 5 齡 第 1 日 目	PH 5.2—5.4	同 上
第 5 齡 第 2 日 目	PH 5.4—5.6	同 上
第 5 齡 第 8 日 目	PH 5.4—5.6	同 上

次に第 5 齡期の蠶兒を用ゐて水温 21°—29° C の水にて浸水障害を與へ中胃皮膜細胞の PH 價を測定した。

第一回實驗

〔材料〕 昭和七年夏蠶期 茨城青熟 第五齡四日目

〔方法〕 中性赤を用ゐて PH 價の比色表を制定して調査した。

障 害 の 程 度	中 胃 皮 膜 細 胞 の PH 價		指 示 薬
	細 胞 質	細 胞 核	
對 照 蠶 兒	6.0	5.5	ニユートラル、レッド
浸 水 30 分	6.8	5.5—6.0	同 上
浸 水 1 時 間	6.8	5.5—6.0	同 上
浸 水 2 時 間	6.8—7.0	5.5—6.2	同 上
浸 水 3 時 間	6.8—7.0	5.5—6.2	同 上
浸 水 4 時 間	7.0	6.5	同 上

第二回 實 験

〔材料〕 昭和 7 年 晚 秋 蠶 期 國 蠶 日 七 號 × 同 支 十 五 號、第 5 齡 3 日 目 蠶 兒。

〔方法〕 對 照 蠶 兒 は プ ロ ム ・ ク レ ズ ー ル ・ グ リ ー ン (BCG) を 用 ゐ、障 害 蠶 兒 は 主 と し て フ ェ ノ ー ル ・ レ ッ ド (PR) を 用 ゐ て 比 色 す。

障 害 の 程 度	中 胃 皮 膜 細 胞 の PH 價	指 示 薬
對 照 蠶 兒	5.6	BCG
浸 水 30 分	6.6—6.8	PR
浸 水 1 時 間	7.0—7.2	PR
浸 水 4 時 間	7.0—7.2	PR

以上三實驗の成績に
 仍れば對照區蠶兒の中
 胃皮膜細胞は通例 PH
 價 5.5—6.0 の範圍を
 示し、曩にジエームソ
 ン及アトキンス(1921)
 が蠶蛾の中胃に就きプ

ロム、クレズール、パープル指示薬を用ゐて PH 價 5.8 を報告し又ポージン (1925) は比色法によつて各種ばつた類の消化管の PH 價を測り嚙嚢に於て PH 5.37—6.10 中胃は PH 5.8—7.0 を示し、略ぼ一致せる成績を示してゐる。而して障害を受けざる正常蠶兒の消化液は通例 PH 10.0 内外にして、又正常蠶兒の体液は PH 6.4—6.6 を示し、其の間に介在する中胃皮膜細胞は呼吸障害の進むに隨て漸次 PH 價を増し本實驗の結果に仍れば正常蠶兒中胃皮膜細胞の PH 價 5.5—6.0 より浸水 1 時間にして既に PH 7.0 以上に達し、同時に障害蠶兒体液も漸次 PH 價を上昇せしむるを知つた。是によつて、呼吸障害の結果中胃皮膜細胞層の消化液に對する透過性を増し漸次体腔内に浸潤するに至るものと認むることが出来る。今障害後に於ける体液及中胃皮膜細胞に於ける PH 價の變化を對照表示すれば次の通である。

	正 常 蠶 兒	障 害 蠶 兒				指 示 薬
		浸 水 30 分	同 1 時 間	同 2 時 間	同 4 時 間	
体 液	6.4—6.6	6.95	7.10	7.10	7.30	BCP { NR BCG PR
中 胃 皮 膜 細 胞	5.6—6.0	6.80	6.80	6.8—7.2	7.0—7.2	

IV 總 括

著者等は蠶兒呼吸障害に關する前二報に於て、呼吸障害の結果其の体液及消化液の水素イオン濃度は、障害程度の或範圍内に在つては、夫々可逆的に變化し、即ち体液 PH 價は障害に應じて上昇し、又消化液は之に反して PH 價を低下せしむるが、一度障害原因の撤回せらるゝ

場合は漸次常態に復することを知り、而かも、此の場合に、蠶兒の前部氣門を閉鎖せる場合は特に体液 PH 價を上昇せしめるが、後部氣門閉鎖の場合は体液 PH 價に著しい變化を示さざる事實を報告した。

更に本實驗に於ては是等呼吸障害に伴ひ、蠶兒中胃皮膜細胞の透過性が如何に増加するやを究むる目的を以て各種色素、鹽化第二鐵鹽、アミラーゼ及チロシナーゼ等の透過の状態を研究し、且呼吸障害に伴ひ皮膜細胞の PH 價が如何に變化するかを明らかにした。其の成績の概要を示せば次の通である。

1. 蠶兒にフクシンを添食したる後浸水障害を與ふる場合は、浸水後背脈管鼓動の停止するに至つて(浸水後 5—10分)急に体液内に滲透吸収せらる。
2. 蠶兒にカーミンを添食したる後浸水障害を與ふる時は、1 時間以上の浸水にて、既に蠶兒生活力の回復至難なる程度に到つて中胃皮膜を透過する。
3. ライトグリーンを添食したる後、氣門閉鎖障害及浸水障害を行つた場合に、一時間以上の障害に於て体液内滲透著しく、特に前部氣門 (I—V) を閉鎖せる場合は後部氣門 (VI—IX) を閉じた場合に比し、色素の滲透が著しい傾向があつた。
4. 酸性フクシン添食後浸水及氣門閉鎖障害を行つた場合は障害 1—2 時間後体液内滲透を觀、又此の場合に於ても前部氣門閉鎖は後部氣門閉鎖區に比し色素の滲透速やかであつた。
5. サフラニンを添食後、氣門閉鎖、浸水及炭酸瓦斯接觸等の呼吸障害を與へた場合は、障害十分間にして既に對照區より色素の滲透著しく多きを觀た。
6. 鹽化第二鐵の 5% 水溶液を添食後浸水及氣門閉鎖障害を與へた後体液内滲出量を硫化アムモニウムモの滴下による黒變の程度を對照區と比色したる所、障害區に於て鐵鹽の滲出著しきを觀た。
7. 正常蠶消化液中にアミラーゼの存在多く、体液中には殆ど檢出し得ざる一蠶品種 (飯 W) を選び、浸水、炭酸瓦斯接觸及氣門閉鎖等の障害を與へた場合には消化液中のアミラーゼが体液中に滲透し著しく体液内澱粉糖化作用及グリコーゲン糖化作用を増加せしめた。尙此等の場合に於て前部氣門を閉じたものは後部氣門閉鎖區に比し是等の体液内酵素作用を盛ならしめた。
8. 浸水、炭酸瓦斯接觸及氣門閉鎖等の呼吸障害を與へた蠶兒の消化液は對照蠶兒に比しチロシナーゼの檢出量著しく多い。是れ即ち呼吸障害により、中胃皮膜細胞の透過性を増し体液内チロシナーゼが胃腔内に滲出せしものと認むることが出来る。
9. 第 5 齡正常蠶兒の中胃皮膜細胞の水素イオン濃度をブロム、クレゾール、グリーン及中性赤を以て比色的に檢せしに PH 5.2—6.0 を示した。
10. 浸水障害を與へた蠶兒の中胃皮膜細胞の水素イオン濃度を中性赤ブロム、クレゾール、グリーン及フェノール、レッドを以て比色的に檢せしに漸次 PH 價を高め障害程度 1 時間以上に及べば、PH 價 6.8—7.2 に達するを觀た。
11. 以上各實驗の成績を綜合するに、呼吸障害に伴ひ、蠶兒体液 PH 價の上昇を來す主要なる原因は、中胃皮膜細胞に對する酸素供給の杜絶に伴ひ、皮膜細胞層の透過性を増加せしめ、爲に、消化液が体液内滲出を來し、体液内炭酸の集積による、可逆的緩衝作用と相俟つて体液價を上昇せしむるものと認むることが出来る。(以上)

引用文献

1. Bodine, J. H. (1925), Biol. Bull. vol. 48, p. 79.

2. Crozier, W. J. (1924), Journ. Gen. physiol. vol. 6, p. 289.
3. Frey, W. und Fr. Tiemann (1927 a), Z. exp. Med. Bd. 53, s. 639.
4. „ ditto (1927 b), Z. exp. Med. Bd. 53, s. 658.
5. G. Horn, E. (1929), Das Permeabilitätproblem. Berlin.
6. 生俊興、山口定次郎及永井覺 (1927) 農學會報 301 p. 553—567.
7. 清生俊興 (1928), 農學會報 305—306 p. 123—149 p. 177—192.
8. 清生俊興、山口定次郎及永井覺 (1930) 應用動物學雜誌 vol. II. p. 43—59.
9. Höber, R. (1924), Physikalische Chemie der Zelle u. der Gewebe. Leipzig.
10. Jordan, H. J. (1929) Allgemeine vergleichende Physiologie der Tiere. Berlin u. Leipzig.
11. Jameson, A. P. & W. R. G. Atkins (1921), Biochem. Jour. vol. 15, p. 209.
12. 松村季美 (1926) 長野縣蠶業試驗場報告 第一號 p. 1—63
13. ditto (1928) 同上 第六號 p. 1—54
14. Pantin, C. F. A. (1923) Nature, vol. 111. p. 81.
15. Sanford, E. W. (1918) J. exp. zool. vol. 25. p. 355.
16. Simon, M. (1922) Hoppe-Seylers z. Band. 118. s. 96.
17. Winterstein, H. u. E. Hirschberg (1927) Pflügers Arch. Bd. 217, s. 216

(昭和七年十二月五日受理)

Studies on Respiratory Injuries in the Silkworm, (*Bombyx mori*, L.)

(III) On the Change of the Permeability of the Enteric Epithelium due to Some Respiratory Injuries

by

Toshioki GAMŌ, Sadajirō YAMAGUCHI, & Satoru NAGAI.

(Received Dec, 5, 1932)

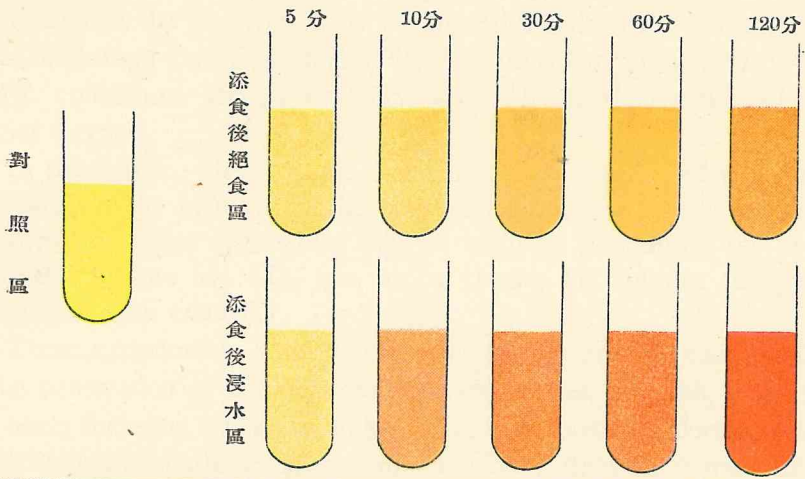
Résumé

According to the authors previous reports (1928—1930) it was ascertained that the hydrogen-ion concentration of the body fluid of the silkworm larva strikingly decreases in accordance with some respiratory injuries, whereas the one of the digestive fluid conversely increases, and that the closure of the anterior pairs of spiracles from which several tracheal branches are distributed chiefly to the enteric epithelium, has a remarkable effect upon the depression of the hydrogen-ion concentration of the body fluid, without being accompanied by the increase of the CO₂ gas content of it.

Therefore, the cause of the depression of the hydrogen-ion concentration of the body fluid owing to respiratory injuries appears to be not merely ascribed to the acid-base exchange which takes place between carbonic acid and the buffer alkali in protoplasm of the body fluid.

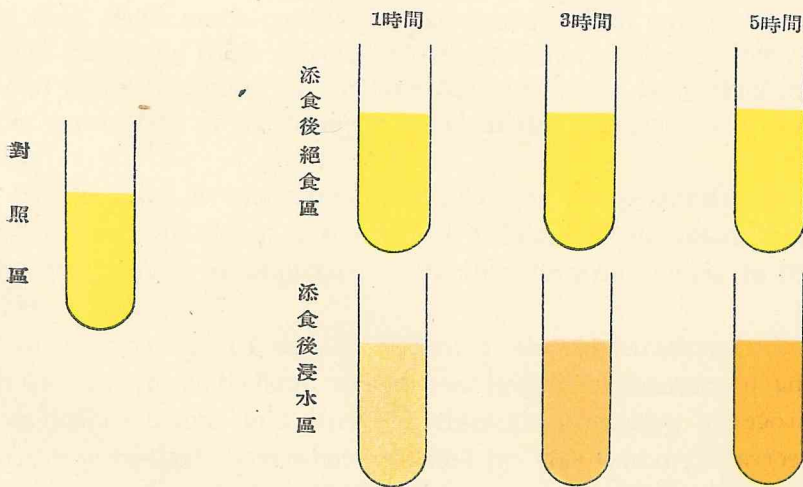
Since in the present paper, the authors have pointed out that the permeability of the enteric epithelium of the silkworm exceedingly increases on ac-

第一圖 Euchsin 添食蠶体液の色調

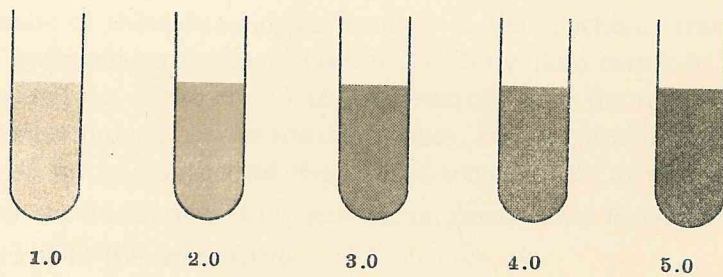


時間ハ絶食及浸水ノ時間ヲ示ス

第二圖 Carmin 添食蠶体液の色調



第三圖 鐵塩添食實驗蠶体液比色の標準



count of respiratory injuries, it seems reasonable to assume that such an increase of the PH value of the body fluid owing to respiratory injuries may be chiefly due to the penetration of the digestive fluid which is much more alkaline (PH. 10.0) than the body fluid (PH. 6.5), into the body cavity through the enteric epithelium, the permeability of which has been increased owing to the lack of oxygen.

In this paper, the authors have described a series of experiments which demonstrated the increase of the permeability of the enteric epithelium in accordance with some respiratory injuries incurred by putting the worms either into water or into 5% CO₂ gas, or by closing the anterior or posterior pairs of spiracles with enamel.

These experiments were carried out, on the first by examining the amount of the penetration or the absorption of some dyes, and salt e. g. carmine, acid and basic fuchsine, saffranine, light green, and ferrous chloride, which was engulfed with the mulberry leaves, into the body fluid for some minutes or hours after respiratory injuries.

On the second, we adopted the special race of the silkworm on which Matsu-mura (1926) has ascertained that the amylase function is almost negative in the body fluid, while much positive in the digestive fluid on the contrary.

On subjecting these worms to the respiratory injuries mentioned above, we can easily recognize the amylase function in the body fluid in consequence of the penetration of the ferment found in the digestive fluid into the body cavity.

On the third, it was attempted to confirm the penetration of the tyrosinase which is generally absent in the digestive fluid, into the gastric lumen from the body fluid which is abundant with this ferment, owing to the respiratory injuries.

On the fourth, in order to ascertain the penetrations of the digestive fluid into enteric epithelium, we have attempted to measure the PH value fore the epithelium before and after the respiratory injuries, by means of Pantin's colorimetric method, somewhat modified by the author. While the average PH value for the enteric epithelium of the normal silkworm seems to be about PH 5.2—6.0, approximately the same as that found by Bodine (1925), the PH value of the enteric epithelium of the worms subjected to the respiratory injuries shows the range in PH 6.8—7.2.

The results of these experiments lead us to the conclusion that the depression of the hydrogen-ion concentration of the body fluid owing to the respiratory injuries may be ascribed, (1) to the penetration of the digestive fluid into the body cavity through the enteric epithelium, the permeability of which has been increased in consequence of the lack of oxygen, (2) to the acid-base transfer which occurs between CO₂ gas accumulated in the body fluid and buffer alkali preserved in the protoplasm.