HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	家蚕化蛹初期の除脳が生殖巣の発育におよぼす影響
Author(s)	勝野, 貞哉
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 6(4), 383-389
Issue Date	1969-02-28
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11772
Type	departmental bulletin paper
File Information	6(4)_p383-389.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

家蚕化蛹初期の除脳が生殖巣の発育におよぼす影響

勝野貞哉
(北海道大学農学部蚕学教室)

Influence of the brain extirpation of the young pupae on the development of the gonad in the silkworm, *Bombyx mori* L.

Sadaya KATSUNO
(Laboratory of Sericulture, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Japan)

Received April 30, 1968

緒　言

宇尾 (1958) は *Philosamia cynthia ricini* を用いて，前蛹期から蛹の初期にかけて除脳を行ない，羽化した個体の生殖巣の発達が劣ることを報告しており，また小林・波島 (1967) は家蚕永続蛹の睾丸の組織学的変化について報告しているが，睾丸の大きさの変化，および詳細な経日的内部形態の変化については，明らかにされていない。著者は家蚕を用い，化蛹初期に除脳を行ない，その後の生殖巣の発達について観察し，特に睾丸については，その経日的な変化を観察し，2, 3 考察を行なったのでその大要を報告する。

本文に入るに先立ち，終始御指導を賜わり，さらに本稿の御校閲の労をとられた滝沢義郎教授に対し深謝の意を表する。

実験材料および方法

1. 精巣の大きさ

大造を用い，化蛹 2～3 時間後に頭部に傷をつけただけで除脳しなかったもの (化蛹 2～3 時間後頭部創傷区)，化蛹 2～3 時間後に頭頂部の蛹皮を開いて除脳したもの (化蛹 2～3 時間後除脳区) および化蛹直後頭胸部結紮により除脳したもの (化蛹直後頭胸部結紮区) とのそれぞれの材料について，処理後成虫に至るまでの，精巣の長さ，幅および厚さを測定し，無処理区と比較した。測定は各区 20 個体の右側精巣を，3% ホルマリンに固定した材料について行なった。なお上記いずれの処理でも成虫化した。

2. 精巣の組織的変化

大造を用い，上記各処理区の成虫精巣の組織学的変化を正常成虫と比較した。また支 124 × 日 124 を用い，大造と同処理を行ない，処理後の精巣の経日的な組織学的変化を，正常個体と比較した。精巣はカルノア液で固定し，常法にしたがって 5 μ のパラフィン切片とし，ハイデンハインの鉄ヘマトキシリン法によって染色した。

3. 卵巣の発達

麗玉×陽光を用い，大造と同処理を行ない，羽化した個体の腹部を切開して，全卵数を無処理区と比較した。

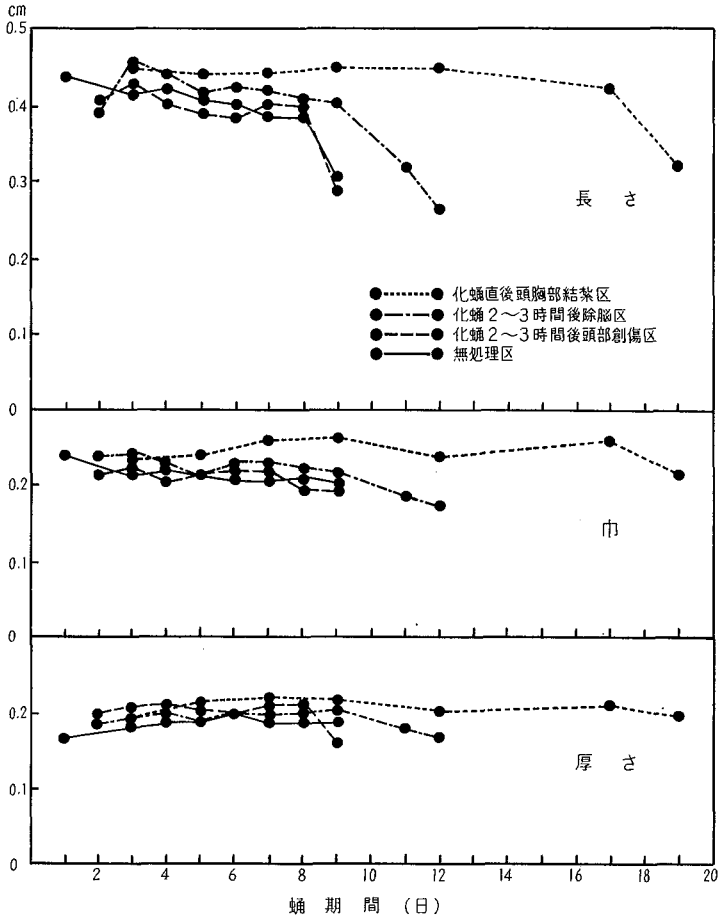
実験結果

1. 精巣の大きさ

大造を用い，蛹期間中の処理別による精巣の大きさは，図-1 に示すとおりである。化蛹 2～3 時間後除脳区および化蛹直後頭胸部結紮区は，無処理区より蛹期間がながくなるが，各区内の個体による差異は 2 日内外で，無処理区および化蛹 2～3 時間後頭部創傷区は化蛹 8～10 日目，化蛹 2～3 時間後除脳区は 11～13 日目，化蛹直後頭胸部結紮区は 18～20 日目に羽化したものが大半をしめた。

各区について精巣の大きさを比較すると，化蛹 2～3 時間後頭部創傷区は無処理区とほとんど差異がなく，すなわち長さおよび幅は成虫化にともない次第に減少し，

本報告の一部は昭和 36 年度日本蚕糸学会東北支部研究発表会において発表した



図—1　化蛹初期除脳による精巣の大きさの変化
(供試蚕品種　大造)

特に長さは羽化1日前より急激に減少する。厚さは中期頃までやや増大し，以後成虫化にともない次第に減少する。化蛹2～3時間後除脳区は，長さおよび幅は化蛹3日目には，すでに無処理区に比べて大きく，その後次第に減少するが，化蛹8日目頃までは，無処理区より概して大きく，9日目頃より急激に減少し，成虫になると却って無処理区より小さくなる。厚さは無処理区と大差がない。化蛹直後頭胸部結紮区は，長さおよび幅は化蛹3日目には，すでに無処理区より大きく，以後化蛹7日目まで増大する。その後化蛹17日目までほぼ平衡をたどり，この頃より急激に減少して成虫化に至るが，全体を通じ他区よりいちぢるしく大きい。厚さは化蛹9日目頃まで，僅かながら増大し，以後成虫に至るまでほぼ平衡をたどるが，他区よりやや厚い。

次に各区の成虫精巣の大きさを比較すると，表-1に示すとおりで，化蛹2～3時間後頭部創傷区および化蛹2～3時間後除脳区は，無処理区より小さく，化蛹直後頭胸部結紮区は，無処理区より大きい。

上述より化蛹直後の頭胸部結紮により除脳すると，精巣は蛹期間中にいちぢるしく肥大することが明らかである。

2. 精巣の組織学的変化

化蛹直後頭胸部結紮により除脳すると，精巣は蛹期間中に肥大することが明らかとなったが，かかる肥大の原因を極める端緒として，大造および支124×日124を用い，精巣の組織学的観察を行なった。

1) 大　　造

各区の成虫精巣の組織学的観察の結果は表-2に示すとおりで，化蛹2～3時間後頭部創傷区は無処理区と同様で，精原細胞および精母細胞は多少存在し，精子束は

表—1　成虫精巣の大きさ

実験区	測定部位	大きさ (cm)	変異係数 (%)	F-検定による危険率 (%)	有意差*	全体の大きさの比較
化蛹直後頭胸部結紮区	長さ	0.3300±0.0321**	9.76	0.5>p	＋	
	幅	0.2350±0.0182	8.47	0.5>p	＋	大
	厚さ	0.2000±0.0001	0.05	10.0>p>5.0	−	
化蛹2～3時間後除脳区	長さ	0.2810±0.0269	9.22	0.5>p	＋	
	幅	0.1923±0.0124	6.45	0.5>p	＋	小
	厚さ	0.1715±0.0217	12.60	0.5>p	＋	
化蛹2～3時間後頭部創傷区	長さ	0.2986±0.0046	1.55	0.5>p	＋	
	幅	0.2023±0.0077	3.81	5.0>p>2.5	−	小
	厚さ	0.1719±0.0201	11.60	0.5>p	＋	
無処理区	長さ	0.3062±0.0078	2.55	—	—	—
	幅	0.2089±0.0142	6.80	—	—	—
	厚さ	0.1913±0.0099	5.18	—	—	—

注　供試蚕品種　大造
*　＋は有意差があり，－は有意差がない（危険率 0.5%）
**　標準偏差

表—2　化蛹初期の除脳と成虫精巣の組織学的異常

観察時期	精原細胞の多少					精母細胞の多少					精室下部への精子束の集中度合				精室中部の間隙の度合				基室中の精子の多少				
	化蛹直後	頭胸部結紮区	化蛹2～3時	間後除脳区	化蛹2～3時間	後頭部創傷区	無処理区	化蛹直後	頭胸部結紮区	化蛹2～3時	間後除脳区	化蛹2～3時間	後頭部創傷区	無処理区	化蛹直後	頭胸部結紮区	化蛹2～3時	間後除脳区	化蛹2～3時間	後頭部創傷区	無処理区	化蛹直後	頭胸部結紮区	化蛹2～3時	間後除脳区	化蛹2～3時間	後頭部創傷区	無処理区
成虫	＋＋～＋＋	＋＋	＋	＋	＋＋～＋＋	＋＋	＋	＋	＋＋～＋	＋	± ～ −	± ～ −	＋＋～＋＋	＋＋	± ～ −	± ～ −	＋＋	＋＋	＋＋	＋＋								

注　供試蚕品種　大造
多少の順位および度合の強さの順位　＋＋＞＋＞±＞−

精室内に一様に分布するか，または僅かに精室下部に集中しており，精室中部の間隙はほとんどみられない。化蛹2～3時間後除脳区は，精原細胞および精母細胞は無処理区よりやや多く，精子束は僅かに精室下部に集中しており，精室中部の間隙は僅かにみられるにすぎない。化蛹直後頭胸部結紮区は，精原細胞および精母細胞は無処理区よりやや多く，精子束は僅かに濃染し，精室下部に集中している。それにともない精室中部の間隙も大きい。なお基室中には各区ともに大差なく，多数の精子がみられた。

2)　支 124×日 124

大造と同処理を行なった結果，無処理区および化蛹2～3日後頭部創傷区は，すべて化蛹9～10日目に成虫化したので，化蛹後成虫に至るまで，化蛹2～3時間後除脳区および化蛹直後頭胸部結紮区は，化蛹後30日間経過しても成虫化をみないので，化蛹後30日目までの組織学的変化を観察した。

表-3に示すとおり，化蛹2～3時間後頭部創傷区は無処理区と大差なく，成虫化にともない精原細胞および精母細胞は減少し，精子束は精室下部にやや集中し，精室中部の間隙は僅かにみられるか，またはほとんどみられない。なお基室中には羽化1日前頃より多数の精子が観察された（図版 I, 1･2）。化蛹2～3時間後除脳区と，化蛹直後頭胸部結紮区とは，両者間に差異はなく，精原細胞

表—3　化蛹初期の除脳とその後の経日的な精巣の組織学的変化

化蛹後の日数	精原細胞の多少					精母細胞の多少					精子束の集中度合					精室下部への	精室中部の間隙の度合				基室中の精子の多少				
	化蛹直後	頭胸部結紮区	化蛹2～3時	間後除脳区	化蛹2～3時間	後頭部創傷区	無処理区	化蛹直後	頭胸部結紮区	化蛹2～3時	間後除脳区	化蛹2～3時間	後頭部創傷区	無処理区	化蛹直後	頭胸部結紮区	化蛹2～3時	間後除脳区	化蛹2～3時間	後頭部創傷区	無処理区	化蛹直後	頭胸部結紮区	化蛹2～3時	間後除脳区	化蛹2～3時間	後頭部創傷区	無処理区
0							＋＋＋							＋＋	−						+							−
2	＋＋＋		＋＋＋					＋＋＋		＋＋＋					−		−					+		−		−		
4	＋＋＋		＋＋＋		＋＋＋		＋＋＋	＋＋＋		＋＋＋		＋＋＋		＋＋＋	＋~±		＋		＋		−	＋		＋		＋		±
6	＋＋		＋＋					＋＋		＋＋				＋＋	＋		＋					＋		＋				
8	＋＋		＋＋		＋＋		＋＋	＋＋＋		＋＋＋		＋		＋	＋＋＋		＋＋＋		＋		＋	−		−		＋＋＋		＋＋＋
9.5				＋		＋							＋							−	−					＋＋＋		＋＋＋
10			＋＋							＋＋							＋＋＋							−				
13	＋＋				＋＋			＋＋＋							＋＋＋							−						
15			＋＋							＋＋							＋＋＋							−				
30	＋＋		＋＋					＋＋＋		＋＋＋					＋＋＋		＋＋＋					−		−				

注　供試蚕品種　　支 124×日 124
多少の順位および度合の強さ順位　＋＋＋＞＋＋＞＋＞±＞−
無処理区および頭部創傷区は化蛹後 9.5 日が成虫にあたる。他2区は化蛹 30 日後に至っても成虫化しない

および精母細胞は成虫化にともない減少するが，化蛹 30 日後に至ってもかなり観察された (図版 I, 3)。精子束は化蛹4日目にやや異常がみとめられ，8日目頃より顕著な異常を示し，以後 30 日目まで同様な異常が継続された。すなわち精子束は濃染して，精室下部に顕著に萎縮集合し，それにともない精室中部の間隙もいちぢるしく大きくなり，間隙中に無処理区の場合に各精子束間にみられた小顆粒状物質のみが存在している (図版 I, 4･5･6)。なお化蛹 30 日目においても基室中に精子は観察されなかった。

3. 卵巣の発達

麗玉×陽光を用いた結果は表-4 に示すとおりで，各処理区とも羽化をみたが，蛹期間は除脳時期がはやいほどながい。すなわち化蛹 2～3 時間後除脳区は無処理区より 5 日内外ながく，化蛹直後頭胸部結紮区は 7～15 日ながい。成虫体内の全卵数は，蛹期間がながいほど，すなわち除脳時期がはやいほど減少しており，化蛹 2～3 時間後除脳区は無処理区より 98 個，化蛹直後頭胸部結紮区は 204 個減少している。以上の事実より，除脳時期がはやいほど羽化が遅れ，全卵数が減少することが分かった。

表—4　化蛹初期の除脳と成虫体内卵数との関係

実験区	個体数	蛹期間 (日)	卵数	平均全卵数
化蛹直後頭胸部結紮区	22	19～27	335～630	495
化蛹2～3時間後除脳区	35	16～18	502～715	501
化蛹2～3時間後頭部創傷区	19	13～15	579～733	679
無処理区	20	12～13	645～762	699

注　供試蚕品種　麗玉×陽光

考　察

脳ホルモンが前胸腺に作用し，前胸腺ホルモンの分泌をうながし，成虫分化をひきおこすことは，WILLIAMS (1946, 1947, 1952, 1956) が *Platysamia cecropia*，市川・西五辻 (1951) が *Luehdorfia japonica*，八鹿 (1954) が *Dictyloca japonica*，福田 (1954) が *Philosamia cynthia pryeri* および *Philosamia cynthia ricini*，長田・加地 (1955) が *Philosamia cynthia ricini*，小林 (1955) が家蚕でそれぞれ報告している。本実験からも脳が成虫分化に重要な役割を果していることは明らかであるが，さらに生殖巣の発育にも重要な役割を果していることが分かった。すなわち化蛹初期に除脳すると，精巣は肥大するのみならず組織学的異常を示し，また成虫の

全卵数は減少する。

精巣の発育について，大造と支124×日124を比較すると，大造では化蛹初期に除脳するとすべて成虫化するが，支124×日124は化蛹30日後に至っても成虫化するものはみられず，かつ組織学的異常も大造よりいちぢるしい。また支124×日124では精巣の大きさは測定しなかったが，化蛹2～3時間後除脳および化蛹直後頭胸部結紮を行なうと，化蛹後30日までの観察で，精巣は蛹期間中，無処理に比べいちぢるしく肥大し，肥大度合も大造よりいちぢるしく高いことが肉眼的にみとめられた。これ等両品種間の差異は小林(1957)によって報告されているとおり，脳ホルモンの有効臨界期の品種間差異にもとづくものと考えられ，支124×日124は大造より脳ホルモンの有効臨界期がおそく，したがって大造より脳ホルモン不足の影響がいちぢるしく現われたものと考える。

なお大造にて，化蛹直後頭胸部結紮区の精巣は肥大するが，化蛹2～3時間後除脳区では無処理区に比べやや肥大するにとどまり，成虫に至ると却って小さくなることは，前述のとおり，大造は支124×日124より脳ホルモンの有効臨界期ははやいと考えられるため，化蛹2～3時間後の除脳時期には，すでに脳ホルモンまたは前胸腺ホルモンが，精巣の発育にかなり影響をおよぼしており，除脳自体の影響よりは，むしろ除脳の際の出血の影響が大きく現われたものと考える。これに反して支124×日124の場合は，前述のとおり，大造より脳ホルモンの有効臨界期がおそいと考えられるため，出血の影響より除脳の影響が強く現われ，精巣はいちぢるしく肥大し，かつ化蛹30日後に至っても成虫化をみなかったものと考える。

次に除脳による精巣の肥大および組織学的異常について考察するのに，SCHMIDT と WILLIAMS (1953) は *Platysamia cecropia* の雄休眠蛹の精巣からとりだした被嚢は，吐糸期や成虫分化開始期の血液中で迅速な被嚢の発達が行なわれることを観察し，これは前胸腺から分泌される“成長・分化ホルモン”によるものであるとしている。宇尾 (1958) は *Philosamia cynthia ricini* を用い，前蛹期から蛹の初期にかけて除脳を行ない，羽化した個体の生殖巣の発達が劣ることを観察し，さらに宇尾 (1961) は *Philosamia cynthia ricini* の除脳蛹および前半除去蛹に，脳・前胸腺・アラタ体等の内分泌腺を移植した場合の生殖巣の発達についてしらべ，生殖巣の発達をうながす要因は，前胸腺または脳から分泌される“成長・分化ホルモン”であることを報告している。

家蚕精巣の発達は卵巣のそれと異なり，他の組織や器官が成虫分化を開始する前に始まっている。すなわち正常では成熟分裂は，大体5齢1日目より現われ始め，熟蚕になる前日には小数の完成精子が現われ，その後蛹の中期まで精子形成が継続される。本実験にて化蛹初期に除脳すると，精巣は発育の途中で脳ホルモン不足の直接的な影響により，または脳ホルモン不足のために前胸腺の活性化に多くの時間を要し，長期間の前胸腺ホルモン不足のために，精巣発育に異常を来したものと考える。すなわち精原細胞および精母細胞は，発育の遅延または休止にともなう退化により，精室先端部にとどまり，一方精子束は成熟の遅延または休止にともない，未成熟のまま精室下部へ萎縮集合し，かかる未成熟精子は基室中に脱出できず，したがって萎縮により精子束中に含まれていた細胞質溶液が精室中部に充満し，精巣の肥大を来したものと考える。かかる肥大原因から考察するのに，除脳による精巣の肥大と組織学的異常とは平衡するものと考える。

次に卵巣の発達について考察すると，除脳時期がはやいほど成虫全卵数は減少する。これは卵巣は化蛹初期には，脳ホルモンあるいは前胸腺ホルモンに対する反応要因が十分備っていなかったものと考える。また成虫全卵数は蛹化までの日数がながいものほど減少していることは，卵巣自体，脳ホルモンあるいは前胸腺ホルモンに対する感受性が低いために，小量のホルモン量で長期間に亘って成虫分化が行なわれる場合，卵巣よりも感受性の高い他の器官は成虫分化を完成して羽化するものと思う。

摘　要

家蚕を用い，化蛹初期に除脳を行ない，生殖巣の発達についてしらべたところ次の結果をえた。

1. 化蛹直後または化蛹2～3時間後に除脳すると，精巣は成虫化にともない肥大し，この影響は化蛹3日目頃より現われはじめる。

2. かかる肥大した精巣は，精原細胞および精母細胞は，無処理の場合に比べてやや多く，精子束は濃染して精室下部に萎縮集合し，精室中部に大きな間隙を生じ，間隙中に小顆粒状物質が観察された。この影響は化蛹4日目頃よりみとめられた。

3. 化蛹直後または化蛹2～3時間後に除脳すると，羽化した雌体内の卵数は，除脳時期のはやいものほど，すなわち除脳後羽化までの日数がながいものほど減少する。

引 用 文 献

1) 福田宗一 1954. 内分泌 1: 1-7.
2) ICHIKAWA, M. and J. NISHITSUTSUJI 1951. Annot. Zool. Japon 24: 205-211.
3) 小林勝利 1955. 日本蚕糸学雑誌 24: 389-392.
4) ———— 1957. 蚕糸試験場報告 15: 181-273.
5) ————・波島千恵子 1967. 日本蚕糸学雑誌 36: 248.
6) 長田貞一・加地早苗 1955. 動物学雑誌 64: 254-258.
7) SCHMIDT, E. L. and C. M. WILLIAMS 1953. Biol. Bull. 105: 174-187.
8) 宇尾淳子 1958. 日本蚕糸学雑誌 27: 199-205.
9) ———— 1961. 日本蚕糸学雑誌 30: 295-304.
10) WILLIAMS, C. M. 1946. Biol. Bull. 90: 234-243.
11) ———— 1947. Biol. Bull. 93: 89-98.
12) ———— 1952. Biol. Bull. 103: 120-138.
13) ———— 1956. Biol. Bull. 110: 201-218.
14) 八鹿寛二 1954. 動物学雑誌 63: 363-366.

Summary

The pupae of one strain (Daizo) and two hybrids (C 124×N 124, Reigyoku×Yōkō) were used for the materials. The material pupae were divided into four régimes; 1) the brain was extirpated immediately after pupation by ligation between the head and the thorax, 2) the brain was removed from the apex 2-3 hours after pupation, 3) the apex of head was only wounded without the extirpation 2-3 hours after pupation (Control 1), 4) non operated (Control 2). The pupal duration in each régime is shown in Table 1.

Table 1. Duration of pupal stage (days)

Régimes	Strains		
	Daizo (♂)	C 124×N 124 (♂)	Reigyoku×Yōkō (♀)
1	18-20	Dauer-pupae*	19-27
2	11-13	Dauer-pupae	16-18
3	8-10	9-10	13-15
4	8-10	9-10	12-13

1: Extirpation of brain immediately after pupation.
2: Extirpation of brain 2-3 hours after pupation.
3: Control 1, apex of head only wounded without brain extirpation.
4: Control 2, non operated.
* Dauer-pupae showed no imaginal differentiation for 30 days after pupation at 25°C.

The size of right testis (Daizo was used) was measured after fixed by 3% hormalin. The testis (Daizo and C 124×N 124 were used) was sectioned by paraffin method in 5 μ thickness after fixing with Carnoy's solution, and stained with Heidenhain's iron haematoxylin. The development of the ovary (Reigyoku×Yōkō was used) was estimated by the number of the eggs in the adult body. The results are summarized as follows.

In Daizo, the size of the testis is not different between Control 1 and Control 2, becoming smaller as the pupal development, but in Régime 1 (brainless), it grows gradually larger from the extirpation to 2-3 days before the emergence and after this period becoming smaller. In Régime 2 (brainless), the size of the testis grows larger from the operation to the middle stage of the pupa becoming retarded as approach to the emergence. As compared with the testis through the pupal stage to the adult stage between each régime, the size is the largest in Régime 1, the next being in Régime 2, and the smallest in Control 1 and Control 2. In the case of C 124×N 124, however, it is recognized with the naked eye that the size of the testis in Régime 1 and Régime 2 grows remarkably larger between the 4th and the 30th days after pupation.

In Daizo and C 124×N 124, the testis which became larger caused by the brain extrpation shows some abnormality in internal structure. Namely, the number of the spermatogonia and spermatocytes' is more numerous than Control 1 and Control 2, and the sperm bundle is contracted and aggregated at the basal part of the follicle and shows a strong affinity to dye. Accordingly, in the middle part of the follicle only microgranules are distributed. But such an abnormal structure is more remarkable in C 124×N 124 than in Daizo.

In Reigyoku×Yōkō, it is found that the earlier the brain extirpation is operated, the more the number of the eggs in the adult body is reduced.

Referring to these facts, it is assumed that the prothoracic gland hormone activated by the brain hormone or the brain hormone itself induces the development of the gonad.

図 版 説 明

化蛹初期の除脳による精巣の組織学的異常。
供試蚕品種： 支 124×日 124。
カルノア液固定，ハイデンハイン鉄ヘマトキシリン染色。

1. 無処理，成虫： 精母細胞はほとんどみられず，精室中部に間隙を生ずることなく，精巣全体が萎縮する。基室中に精子が観察される。 ×約 50

2. 化蛹 2～3 時間後頭部創傷，成虫： 先端細胞付近を示す。精母細胞はほとんど観察されない。 ×約 100

3. 化蛹直後頭胸部結紮，化蛹 30 日目： 先端細胞付近を示す。精母細胞が観察される。 ×約 100

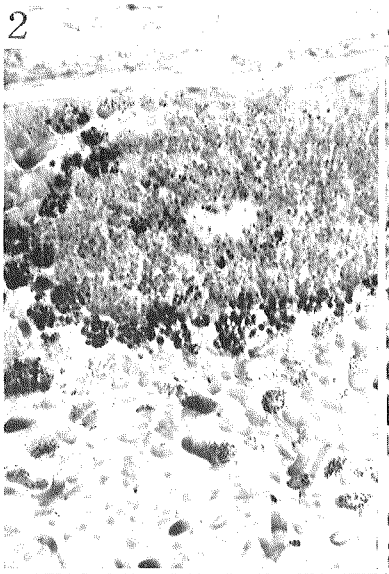
4. 化蛹 2～3 時間後除脳，化蛹 30 日目： 精子束は精室下部に移動，萎縮濃染し，中部に間隙を生じ，間隙中に小顆粒が観察される。 ×約 50

5. 化蛹直後頭胸部結紮，化蛹 8 日目： 精子束は精室下部に移動中にて，中部に間隙がみられ，間隙中に小顆粒が観察される。 ×約 50

6. 化蛹直後頭胸部結紮，化蛹 30 日目： 精子束は精室下部に移動，萎縮濃染し，中部に大きな間隙を生じ，間隙中に小顆粒が観察される。精母細胞は先端細胞付近に止まっている。基室中に精子は観察されない。 ×約 50

1

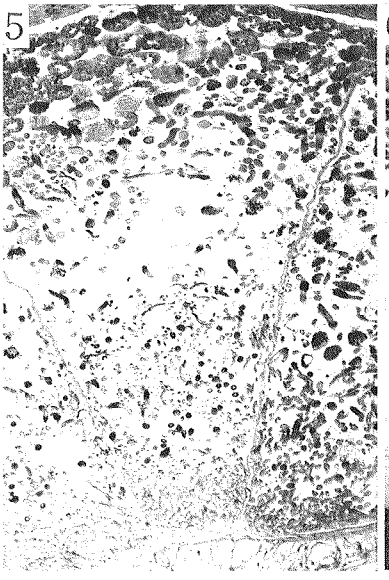
2



3

4

5



6