

カイコの体液タンパク質におよぼす昆虫ホルモンと
抗生物質の影響

小原隆三*・河合 孝**

昭和50年9月22日受付

Effects of Insect Hormones and Antibiotics on Haemolymph
Proteins in the Silkworm, *Bombyx mori*

Ryuzo KOBARA and Takashi KAWAI

Juvenile hormone (JH) and ecdysterone for insect hormone and mitomycin C, actinomycin D and puromycin for antibiotic were individually injected into the body cavity of the female larvae, the female pupae and the isolated female pupal abdomens of C124×Daizō and Daizō strains. The ovarian development and the pupal-adult transformation were accelerated by the injected ecdysterone in the isolated female pupal abdomens. But the conditions of the ovary or pupal tissues remained the same in the isolated female pupal abdomens into which juvenile hormone only had been injected. When JH was given parenterally to the normal pupae just after ecdysis or the isolated female pupal abdomens into which ecdysterone had been injected previously, the ovarian development was inhibited and the concentration of haemolymph proteins, especially female specific protein, became high. In the individual larvae into which some antibiotics, particularly actinomycin D, were injected the 3rd day after 4th ecdysis, the inhibition of larval development and the decrease of haemolymph proteins in quantity were seen. On the other hand, in the prepupae to which the same antibiotics were administered by injection in mature larval stage, the haemolymph proteins, specially female specific protein, were very much increased in quantity. When some antibiotics were given independently by injection to the normal pupae just after ecdysis, or the isolated female pupal abdomens into which ecdysterone had been injected beforehand, in either case, the ovarian development was inhibited and the amount of female specific protein increased. Above all, the amount of female specific protein increased rapidly by the injection of mitomycin C.

* 鳥取大学農学部附属農場

Faculty of Agriculture, Tottori University

** 鳥取大学農学部農学科応用昆虫学研究室

緒 言

多くの昆虫では、幼虫から蛹、さらに成虫へと形態的に著しい変化が見られる。同時に、それに伴う幼虫組織の崩壊と成虫組織の形成という生理的变化も激しいと思われる。このような発育、変態に伴う物質代謝に関しては多くの研究者が関心を払っている。特に細胞外液として、種々の組織を浸して体腔内を循環する体液は発育中の昆虫の生理的状態の指標となる。このことから、体液は様々な角度から研究され、中でも体液タンパク質に関する研究は多く行なわれている。

カイコにおいても、体液タンパク質に関して、アクリルアミドゲル電気泳動法を用いて研究され、発育と変態に伴って著しい変化を示すこと、さらに体液タンパク質に雌雄差のあることが明らかにされている。この雌雄差の認められるタンパク質は雌に多くあらわれることから雌特異的タンパク質あるいは vitellogenic female protein と呼ばれ、卵巣発育または卵母細胞タンパク質との関連において研究されている。^{6,8,9,22,23)}

本実験は、昆虫ホルモンならびに3種の抗生物質、マイトマイシンC、アクチノマイシンD、ピュロマイシンを用いて、これらがカイコ体液タンパク質、特に雌特異的タンパク質の発現にどのような影響を与えるかについて、幼虫期と蛹期に調べた。その結果の概要について報告する。

材料および方法

材料は約25℃で普通飼育した大造と支124×大造の幼虫、蛹および蛹の遊離腹部(何れも雌)を用いた。遊離腹部は化蛹直後に絹糸で胸部部間を結さつて頭胸部を除去して作り、その後7日経過したものを実験に供した。

試薬の調整は次のように行なった。エクジステロンはロート製薬製のものを用い、蒸留水1mlに1mgの割合に溶かした。合成幼若化ホルモン(Methyl-10, 11-Oxido-3-methyl-7, 11-diethyl-trideca-2, 6-dienoate)は東京大学農学部森謙治博士より贈与をうけた、以下JHと表わす¹⁴⁾ JH液はBrij35 0.08gを蒸留水100mlに溶かした溶液1mlにJH 30, 15mgをけんたく分散させて作成した。アクチノマイシンDは10%エタノール1mlに0.1, 0.5, 1.0mg、マイトマイシンCは蒸留水1mlに1mg、ピュロマイシンは蒸留水1mlに1, 2, 4mgをそれぞれ溶かした。調整液は冷蔵庫内に保管した。

処理は各ステージの個体をエーテルで麻酔した後、種々に調整した薬液を1~30 μ l注射することによって行っ

た。対照区には蒸留水、10%エタノールあるいはBrij35液を処理相当量注射した。

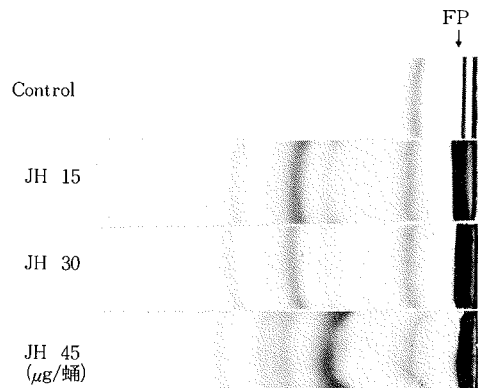
体液は処理後適当な時期に個体別に背面に針をさして採取した。タンパク質の分離にはアクリルアミドゲルを支持体としたディスク電気泳動法を用いた。ゲル濃度は7.5%とした。また、泳動に用いた体液量は原則としてゲル当り10 μ lとした。ゲルのタンパク質は0.1%アミドブラック10Bを用いて染色した。過染された部分は7%酢酸液で脱色した。その後、デンストメーター(OZUMOR 82型)を用いて、波長500m μ でゲルの各タンパク質バンドの吸光度を測定し、それらの積分値をもって雌特異的タンパク質量ならびに全タンパク質量として表わした。

結果ならびに考察

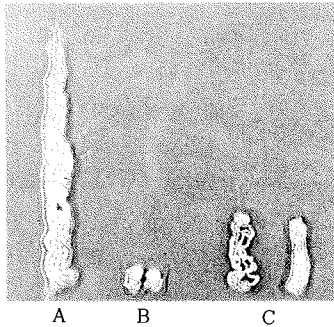
1. 体液タンパク質におよぼす昆虫ホルモンの影響

大造の蛹を用い、化蛹後3時間内にJHを蛹当り15, 30, 45 μ g注射した。その結果は第1, 2図に示した。

第1図は蛹9日における体液タンパク質を調べた結果である。これより、対照区ではバンドの数ならびに濃度において、処理区に比して著しく少なくあらわれた。特に雌特異的タンパク質において差が著しかった。また、処理区間ではJHの処理濃度が高いほど体液タンパク質濃度が高くあらわれる傾向がみられた。なお、雌特異的タンパク質には電気泳動的に移動性を異にする2つの型がある。すなわち、幼虫期にあらわれ比較的移動性の低いところにある幼虫型雌特異的タンパク質(FL)と、蛹期にあらわれ幼虫型とは移動性の高いところにある



第1図 蛹の体液タンパク質パターンにおよぼすJHの影響
化蛹当日注射, 蛹9日
FP: 蛹型雌特異的タンパク質



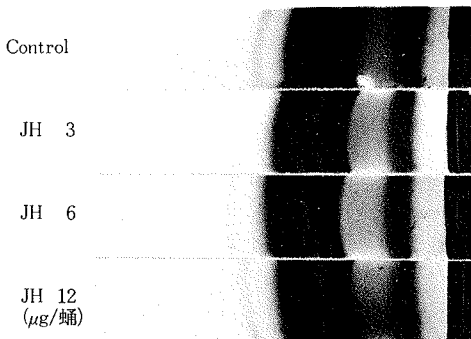
第2図 蛹の卵巢発育におよぼすJHの影響 大造, 蛹7日
 A Control
 B 化蛹直後JH45μg注射
 C 化蛹3日後JH45μg注射

蛹型雌特異的タンパク質 (FP) である。以下このように区別してあらわす。

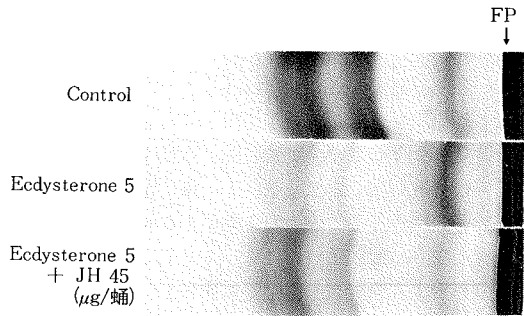
一般に、蛹期における体液タンパク質濃度は化蛹後5日頃まではその変動少なく、以後卵巢の急速な発育ならびに成虫化に伴って急速に減少することが知られている⁹⁾。本実験において蛹へのJH処理は体液タンパク質濃度を高くした。

第2図はJH処理区における卵巢の発育状態を蛹7日に調べたものである。その結果、JH45μg注射区では卵巢の発育がほとんどみられなかった。そして、蛹3日目にJH45μg注射区では卵巢の発育が若干みられた。また、図には示さなかったがJHの注射量が少ないと卵巢の発育阻害も少なくなる傾向がみられた。

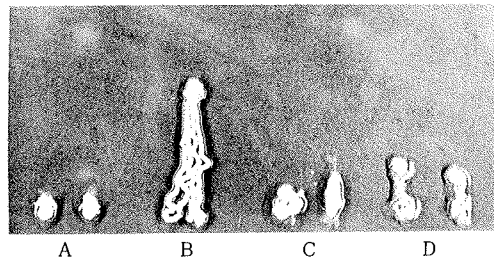
次に、支124×大造の蛹の遊離腹部を作り、作成後7日のものを用いてJHの処理を行った。その結果は第3、4、5図に示した。



第3図 遊離腹部の体液タンパク質パターンにおよぼすJHの影響 処理後9日



第4図 遊離腹部の体液タンパク質パターンに対するEcdysteroneとJHの影響
 FP：蛹型雌特異的タンパク質 処理後6日



第5図 遊離腹部の卵巢発育におよぼすホルモンの影響 処理後6日
 A Control
 B Ecdysterone 5 μg
 C Ecdysterone 5 μg + JH45μg
 D Ecdysterone 5 μg + JH45μg (1日後)

第3図は遊離腹部にJH 3、6、12μgを注射した後、9日目に体液タンパク質への影響を調べたものである。その結果、各処理濃度区とも対照区と何ら変化が認められなかった。

エクジステロンのみ、ならびにエクジステロンとJHを同時に注射し、体液タンパク質と卵巢の発育に対する影響を、処理後6日に調べた結果は第4、5図に示した。

体液タンパク質についてみると、対照区に比してエクジステロン5μg注射区ではその濃度が徐々に減少してきた。また、エクジステロン5μgとJH45μg注射区では対照区に比して、体液タンパク質濃度は若干低くなったが、雌特異的タンパク質は増大する傾向がみられた。卵巢の発育は対照区ではみられず、エクジステロン5μg注射区では良い発育がみられた。エクジステロン5μgとJH45μgの注射区では卵巢の発育はほとんどみられず、対照区と大差がみられなかった。さらに、エクジステロン5μg

注射1日後JH 45 μ g注射区では卵巣の発育が若干認められた。

本実験において、蛹の遊離腹部は作成後1ヶ月以上生存し、その体液タンパク質ならびに卵巣の発育に変化がみられなかった。また、エクダイソン類似物質が遊離腹部の成虫化誘導を起こすことが知られており、著者も予備実験からエクジステロン2~5 μ g/蛹処理が適量であると認めた。^{7,12)}

幼若化ホルモンはゴキブリ、バッタ等多くの昆虫で、vitellogenic female proteinの合成や蓄積あるいは卵巣発育に作用することが知られているが、カイコやセクロピア蚕ではその作用はないといわれている。しかし、幼若化ホルモンは胚子発生、成虫分化あるいは卵巣発育に対する抑制効果のあること、そしてDNAならびにタンパク質の合成阻害をすることも認められている。

本実験の結果から、遊離腹部においてエクジステロンの注射は成虫化誘導を起こさせるが、JHの注射は何ら変化を与えなかった。また、正常蛹あるいは蛹の遊離腹部にエクジステロンを注射した個体へのJHの注射は、それらの発育経過に伴って、対照区に比して体液タンパク質、特に雌特異的タンパク質の濃度が高くあらわれた。それと合せて、JH処理区では卵巣の発育を阻害することが明らかとなった。

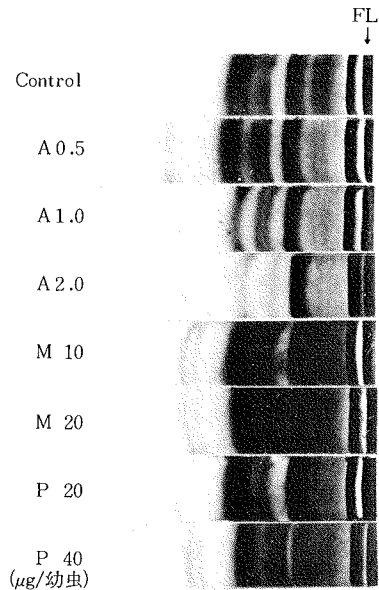
Blumenfeld and Schneiderman (1968)¹⁾は*Polyphe-mus*の雌蛹を用いてJHを注射し、体液タンパク質への影響を調べ、JHは卵黄タンパクの合成と放出には影響しない。しかし、卵細胞は大きくならない。その結果、second pupaeの血液中の卵黄タンパク濃度は約4倍に増加することを報告している。別に、卵巣摘出蚕ならびに小形卵系統蚕を用いた実験において、蛹後期に体液タンパク質なかでも雌特異的タンパク質が増加することが報告されている。^{3,4,10)}

以上要するに、蛹初期あるいは蛹の遊離腹部(エクジステロン5 μ gを注射したもの)に多量のJHを注射しても、成虫化過程の組織崩壊にはほとんど影響を与えないものと考えられる。しかし、卵巣は発育を著しく阻害されていた。これはJHが卵母細胞の分裂、発育を阻害したためか、あるいは卵巣への物質のとり込みを阻害したためかのどちらかである。事実、化蛹後JH注射の時期が遅れると卵の発育が若干みられたことから、卵母細胞の発育がJHによって阻害されたものと考えられる。結局、蛹の発育過程で卵巣へ多くとり込まれるといわれるタンパク質、なかでも雌特異的タンパク質が体液中に放出されるが、JH処理によって卵巣の発育が阻害されて

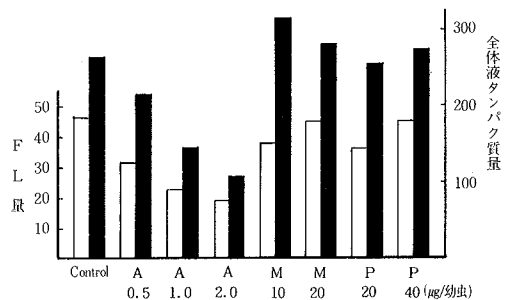
いるため、そのまゝ体液中に残り、その濃度を高めたものと考えられる。

2. 体液タンパク質におよぼす抗生物質の影響

幼虫期：支124×大造を用い5令3日幼虫に各種抗生物質を注射して、6日後に体液タンパク質への影響を調べた。その結果は第6、7図に示した。



第6図 幼虫体液タンパク質パターンにおよぼす抗生物質の影響
5令3日注射, 5令9日
A: Actinomycin D
M: Mitomycin C
P: Puromycin
FL: 幼虫型雌特異的タンパク質



第7図 幼虫の体液タンパク質におよぼす抗生物質の影響
5令3日注射, 5令9日

■ 全タンパク質量 (吸光度の積分値)
□ FL量 (吸光度の積分値)
註は第6図参照

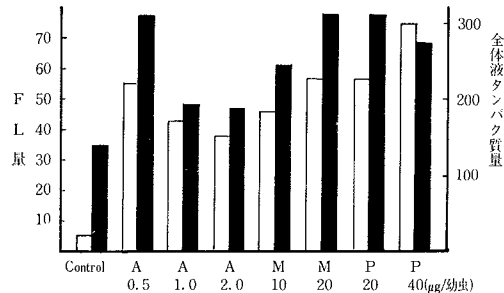
5令幼虫における体液タンパク質濃度は起蚕期から徐々に増大し始め、5令3日頃より熟蚕期頃まで急速に増加する。また、幼虫の雌特異的タンパク質は5令3日頃より現われ以後増大する⁹⁾

アクチノマイシンD 0.5~2μg処理区では注射後摂食ならびに発育も悪く、体液タンパク質ならびに雌特異的タンパク質ともにその濃度は低くなり、さらに処理濃度が高くなる程その影響が大きかった。なかでも、2μg注射区では約半数の個体が死亡した。マイトマイシンC10、20μgならびにピュロマイシン20、40μg注射区においてはほとんど影響が認められなかった。

次に、5令7日の幼虫に各種抗生物質を注射し、処理後3日における体液タンパク質への影響を調べた結果は第8、9図に示した。

その結果、対照区に比して各処理区において、抗生物質の種類や濃度により若干の変異はあるが、いずれも体液タンパク質濃度、なかでも雌特異的タンパク質濃度が著しく増加し、多いものでは15倍にも達した。

カイコにおいて、体液タンパク質濃度は熟蚕期まで増加するが、以後吐糸期から化蛹に至る変態期間にタンパ



第9図 幼虫の体液タンパク質におよぼす抗生物質の影響
5令7日注射、注射後3日
註は第7図参照

ク質濃度の減少が若干みられ、なかでも雌特異的タンパク質を含む移動性の低いタンパク質成分はほとんど消失する。この変態中減少する体液タンパク質はほとんど脂肪体に蓄積されるといわれている。^{9,11)}

本実験において、対照区では吐糸終了期に近かったがアクチノマイシンD 1、2μg注射区では処理後摂食せず吐糸もほとんどみられなかった。また、抗生物質処理蚕は対照蚕に比して何れも脂肪体の発達が悪く、化蛹も若干遅れる個体があった。そして、蛹は処理区で対照区に比して全般的に大きく、軟らかくなる傾向となった。さらに、アクチノマイシンD、マイトマイシンC処理蚕では対照区に比し蛹期間が2~3日遅延し、羽化にも異状が認められた。

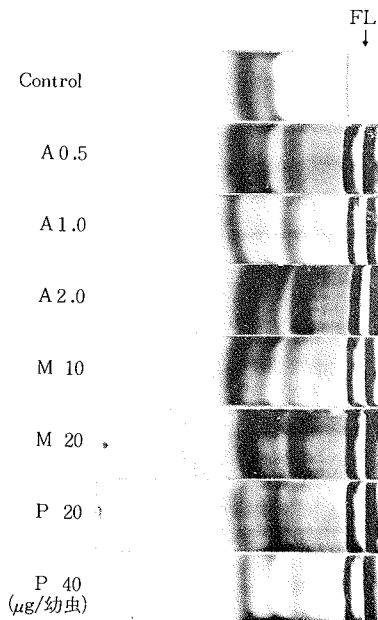
蛹期：支124×大造を用いて、化蛹後3時間内に各種抗生物質を注射し、体液タンパク質に対する影響を調べた結果は第10、11図に示した。

処理後8日において、マイトマイシンC 10、20、30μg処理区では体液タンパク質濃度が対照区に比して高くなった。なかでも雌特異的タンパク質濃度は約3倍も高かった。アクチノマイシンD 0.25、0.5μg、ピュロマイシン10、20、40μg処理では体液タンパク質濃度は対照区に比して若干高い傾向がみられた。

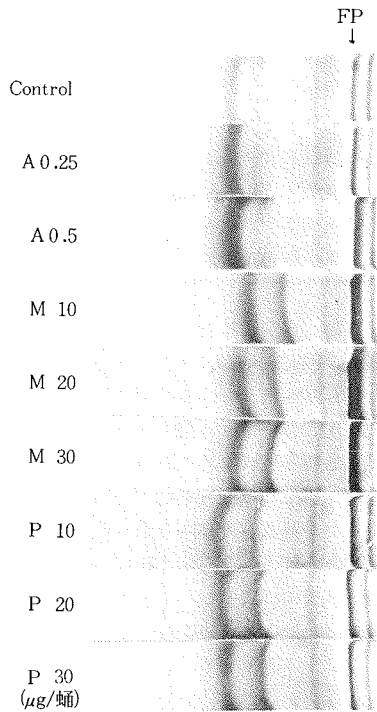
蛹期において、体液タンパク質は初期には変動少なく後期において減少する。本実験においても処理後5日頃までは対照区と大差が認められなかった。

次に、大造蛹を用いて、卵巣の発育に対する抗生物質の影響を調べた結果は第12図に示した。

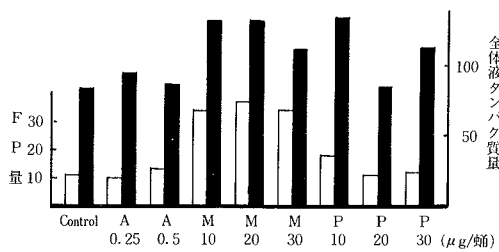
抗生物質処理区では対照区に比していずれも卵巣発育に障害がみられ、処理濃度が高くなるほど、なかでもマ



第8図 幼虫の体液タンパク質パターンにおよぼす抗生物質の影響
5令7日注射、注射後3日
註は第6図参照



第10図 蛹の体液タンパク質パターンにおよぼす抗生物質の影響
化蛹直後注射，蛹8日
註は第1，6図参照

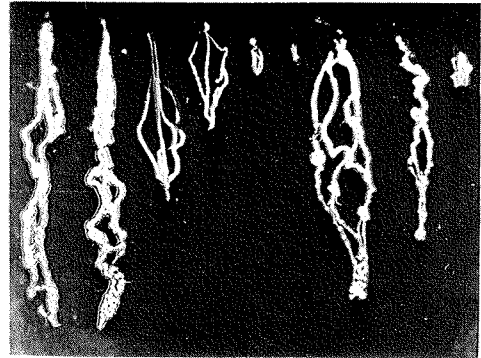


第11図 蛹の体液タンパク質におよぼす抗生物質の影響
化蛹直後注射，蛹8日

■ 全体液タンパク質量 (吸光度の積分值)
□ FP量：蛹型雌特異的タンパク質量 (吸光度の積分值)
註は第6図参照

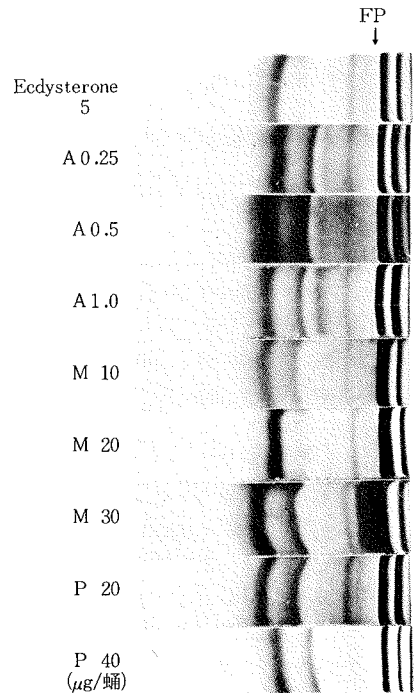
イトマイシン30μg注射区で最も阻害が著しかった。

遊離腹部：支124×大造の蛹の遊離腹部を用いて、エクジステロン5μg注射後、各種抗生物質を直ちに注射し、体液タンパク質ならびに卵巣の発育に対する影響を調べた結果は第13、14、15図に示した。

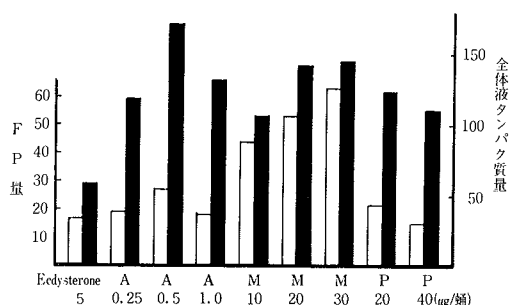


Control A M M M P P P
0.25 10 20 30 10 20 40
(μg/蛹)

第12図 蛹の卵巣発育におよぼす抗生物質の影響
化蛹直後注射，蛹8日，大造
註は第6図参照



第13図 遊離腹部の体液タンパク質パターンにおよぼす抗生物質の影響
Ecdysteroneと抗生物質同時注射
注射後6日
註は第1，6図参照



第14図 遊離腹部の体液タンパク質におよぼす抗生物質の影響
Ecdysteroneと抗生物質同時注射，注射後6日
註は第11図参照



Ecdy-sterone 5, A 0.25, M 10, M 20, P 20, P 40 (µg/蛹)

第15図 遊離腹部の卵巣発育におよぼす抗生物質の影響
Ecdysteroneと抗生物質同時注射，注射後6日
註は第6図参照

エクジステロン注射の対照区では3日後から体液タンパク質濃度の減少と卵巣の発育がみられた。各種抗生物質処理区では対照区に比して体液タンパク質濃度は著しく高くなった。また、雌特異的タンパク質濃度はマイトマイシンC 10、20、30µgの全処理区で著しく高かった。次に、卵巣の発育状態について観察した結果は第15図である。3種の抗生物質を処理した全ての区でその発育阻害がみられ、特にアクチノマイシンD、マイトマイシンCの処理区で著しかった。

Socha and Sehnal (1972)¹⁹⁾は *Tenebrio molitor* の蛹を用いて、成虫発育に対する昆虫ホルモンと抗生物質の影響を調べた結果、JH化合物、アクチノマイシンDならびにマイトマイシンCはそれぞれ成虫分化を妨げる。そして、マイトマイシンCは内生器官を、アクチノマイシンDはクチクラなど外生器官の発育を阻止する傾向のあることを報告している。また、Sroka and Gilbert (1974)²¹⁾ならびにEngelmann (1971)⁵⁾はアクチノマ

イシンDが *Manduca sexta* 成虫で卵巣成熟を阻害し、*Leucophaea maderae*で雌特異的タンパク質の合成を阻害すると報告している。

本実験において、3種の抗生物質、DNA合成を阻害するといわれるマイトマイシンC、RNA合成を阻害するといわれるアクチノマイシンDならびにタンパク質合成を阻害するといわれるピュロマイシンを用いて、カイコの体液タンパク質ならびに卵巣発育に対する影響を調べた結果、抗生物質の種類、処理濃度ならびにカイコの発育ステージによってその作用が異なってあらわれた。すなわち、5令3日処理ではアクチノマイシンD注射区で発育の阻害と体液タンパク質濃度の著しい低下がみられた。5令末期からの変態期においてはいずれの抗生物質処理区においても体液タンパク質濃度が増大した。なかでも雌特異的タンパク質の増大が著しかった。この幼虫→蛹変態期には雌特異的タンパク質を含む移動性の低いタンパク質成分が体液中から消失し脂肪体へとり込まれることが明らかとなっている。このことから、いずれの抗生物質も体液タンパク質の脂肪体への転移を阻害した結果、体液中にその濃度が増加したものと考えられる。さらに、アクチノマイシンD処理区においては吐糸障害を起こすものもあり、また巨大蛹も多く生じた。これらの生ずる機作については解明出来なかった。

次に、正常蛹ならびにエクジステロンを注射した蛹の遊離腹部への抗生物質の注射はいずれも体液タンパク質濃度の増加をもたらした。なかでもマイトマイシンC処理区において雌特異的タンパク質の増加が著しかった。そして、卵巣の発育阻害も認められた。この体液タンパク質の増加することから、カイコ蛹の成虫化過程における組織の崩壊に3種の抗生物質の影響は少なく、体液中へのタンパク質の放出が行なわれると考えられる。しかし、抗生物質は新しい組織形成には何らかの障害を与えるものと思われる。これは前述のJHの作用と類似している。また、処理した抗生物質の種類により体液タンパク質のあらわれ方に差異がみられた。これは抗生物質の種類で作用点あるいは作用機作に差異のあるためと考えられる。

総 括

カイコの体液タンパク質、特に雌特異的タンパク質の発現におよぼす昆虫ホルモンと抗生物質の影響について実験した。

材料には大造ならびに支124×大造の幼虫、蛹および蛹の遊離腹部（いずれも雌）を用いた。昆虫ホルモンと

してはエクジステロン、JH、抗生物質としてはマイトマイシンC、アクチノマイシンDならびにピュロマイシンを供試した。処理は調整した試薬の注射によった。体液タンパク質はアクリルアミドゲルを支持体とした電気泳動法によって分別し、アミドブラック10Bで染色して検出した。実験結果は次のようである。

蛹の遊離腹部へのエクジステロンの注射は卵巣の発育と成虫化を促進した。また、JHのみの注射は何ら変化をあらわさなかった。脱皮直後の普通蛹と蛹の遊離腹部へエクジステロン注射後にJHを注射した場合はいずれも卵巣の発育を阻害し、体液タンパク質、特に雌特異的タンパク質を増加させた。

5令3日幼虫に各種抗生物質を注射した場合、アクチノマイシンD処理区では幼虫の発育阻害と体液タンパク質濃度の減少がみられた。また、幼虫末期における各抗生物質の注射は体液タンパク質、特に雌特異的タンパク質の増加がみられた。脱皮直後の普通蛹と蛹遊離腹部にエクジステロンを注射した個体への各種抗生物質の注射は各処理区とも体液タンパク質の増加と卵巣の発育阻害がみられた。なかでも、マイトマイシンC処理では雌特異的タンパク質の増加が著しかった。

稿を終るにあたり、本研究に援助をいただいた岡田明、石田久二の両氏に謝意を表す。また、本研究の一部は文部省科学研究費 総合研究（代表者 鹿児島大学農学部 橋口勉博士）によって行った。

文 献

- 1) Blumenfeld, M. and Schneiderman, H. A. : *Biol. Bull.*, **135** 466 (1968)
- 2) Chase, A. M. : *Nature*, **215** 1516 (1967)
- 3) Doira, H. and Kawaguchi, Y. : *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, **17** 119 (1972)
- 4) Doira, H. and Kawaguchi, Y. : *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, **18** 201 (1974)
- 5) Engelmann, F. : *Arch. Biochem. Biophys.*, **145** 439 (1971)
- 6) Kawaguchi, Y. and Doira, H. : *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, **18** 139 (1974)
- 7) Kimura, S. and Kobayashi, M. : *J. Insect Physiol.*, **21** 417 (1975)
- 8) 小原隆三：応動昆 **11** 71 (1967)
- 9) 小原隆三・河合孝：鳥農学報 **21** 18 (1969)
- 10) 小原隆三・河合孝：鳥大農研報 **23** 1 (1971)
- 11) 小原隆三・河合孝：鳥大農研報 **24** 13 (1972)
- 12) Kobayashi, M., Takemoto, Y., Ogawa, S. and Nishimoto, N. : *J. Insect Physiol.*, **13** 1395 (1967)
- 13) Metwally, M. M., Sehnal, F. and Landa, V. : *J. Econ. Entomol.*, **65** 1603 (1972)
- 14) Mori, K., Mitsui, T., Fukami, J. and Ohtaki, T. : *Agr. Biol. Chem.*, **35** 1116 (1971)
- 15) 大滝哲也：防虫科学 **35** 22 (1970)
- 16) 大滝哲也：動雑 **80** 71 (1971)
- 17) Riddiford L. M. and Williams C. M. : *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A.* **57** 595 (1967)
- 18) Sahota, T. S. : *Can. J. Zool.*, **47** 917 (1969)
- 19) Socha, R. and Sehnal, F. : *J. Insect Physiol.*, **18** 317 (1972)
- 20) Socha, R. and Sehnal, F. : *J. Insect Physiol.*, **19** 1449 (1973)
- 21) Sroka, P. and Gilbert, L. : *J. Insect Physiol.*, **20** 1173 (1974)
- 22) Telfer, W. H. : *J. Gen. Physiol.*, **37** 539 (1954)
- 23) Telfer, W. H. : *Biol. Bull.*, **118** 338 (1960)

投稿規定

(昭和50年9月22日改正)

1. 原稿は未発表のものとする。
2. 投稿者は鳥取大学農学部在籍の職員に限る。ただし、共同執筆する場合にはその他のものを含むことができる。

3. 表題は研究内容をなるべく具体的に(副題は特に具体的に)表わすものとする。なお、表題には英文表題を併記し、著者名には著者が慣用しているローマ字つづりを入れる。

また、和文の場合の副題番号はローマ数字とし、つぎの英文例題に準じて記す。

Experimental Studies on Bracken
Poisoning of Cattle

II. Clinical Findings and Blood
Pictures

著者名 Musashi MIYAMOTO and Ganryu SASAKI

(注) _____ は小型の大字

また、著者の所属は脚註にしろし次の表現を原則とする。

- 例1) 鳥取大学農学部農学科園芸学研究室
- 2) Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tottori University

4. 論文の初めに必ずシノプシスをつける。
 - (1) シノプシスはそれによってその論文の主要な成果が具体的にわかるように書かれたもので、本文と引離して意味の通じるものでなければならない。
 - (2) シノプシスは200語内外の英文とする(タイプライターでダブルスペースに打つこと)。
5. 原稿はできるだけ簡明とし、表題にかかげた研究に関して価値のある結論を含んでいなければならない。また、図・表などもなるべく少なくする。
6. 原稿の形式は、緒言・内容・考察・総括(または結論)・謝辞・文献の順に記載する。ただし、これに従えないものはこの限りでない。
7. 原稿は新かなづかい、当用漢字を用いる。
8. イタリック体となる欧文字の下には_____をつける。
9. 句読点、括弧には一画を与え、ハイフンは区画内に明瞭に書く。
10. 図(写真を含む)表の表題、内容の説明は本文を参照しなくとも実験条件がわかる程度に簡潔に記載する。図表の番号は第1図、Fig. 1、第1表、Table 1のように書き、図の表題は図の下に、表の場合は表の上に示す。また、図は白紙または淡青線方眼紙に墨書し、

図中の文字は鉛筆書きとする。

なお、照合のための副図を添える。図表の挿入箇所を本文中に赤字で示す。

11. 量記号、符号は国際的に慣用されているものを用い、単位は、原則としてC.G.S.単位による。
12. 雑誌および著書の書き方は下記例による(____はイタリック体、_____はゴシック体となる)。

例1) 山田 明・山本 出:園学雑, 87, 1170 (1967)

2) Gross, R. and Ingold, C.: Biochem. J., 91, 222 (1964)

3) Smith, A. B.: Textbook of Organic Chemistry, Vol. II, D. C. Jones and Co., New York (1961) pp. 123~126

4) Nelson, S. O.: In Pest Control, Kilgore, W. W. and Douthett, R. L. eds, Academic Press, New York and London (1967) pp. 89~145

5) 笹原二郎:最新家畜伝染病(第2版), 越智勇一編, 南江堂, 東京(1970) pp. 209~212

13. 本文中の引用文献番号は片括弧をつけて肩に小さく書く。

例1) 岩田ら^{3, 5)}は

2) ~はじめ多くの報告がある。^{1~5, 7, 10~13)}

文献は引用の順序または著者名のアルファベット順に列記する。

14. 欄外見出しは著者に一任する。ただし、刷り上がり1行以内を原則とする。
15. 原稿用紙は所定のものを用いる。

付 記

1. 原稿は正副2部を提出する。
2. 原稿には投稿カードを1部添付する。
3. 本規定に著しく添わない場合は原稿の訂正を求めることがある。
4. 校正は単に誤植を訂正するにとどめ、文章の訂正、内容の添削変更は認められない。
5. 刷り上がり8頁以内を原則とし、出版経費が予算を超過した場合は著者負担額について著者と協議する。
6. カラー写真を登載する場合は原則として著者負担とする。