

カイコの蠟期における窒素異化代謝の研究 第1報

誌名	日本応用動物昆虫学会誌
ISSN	00214914
著者	藤条, 純夫
巻/号	15巻3号
掲載ページ	p. 144-152
発行年月	1971年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



カイコの蛹期における窒素異化代謝の研究¹

第1報 尿酸の分布・生成様相およびタンパク質量の変動

藤 條 純 夫

東京大学農学部害虫学研究室

(1970年11月9日受領)

Studies on Nitrogen Catabolism in the Silkworm, *Bombyx mori* during its Pupal Stage. I. Uric Acid Production and Distribution in Relation to Protein Metabolism. Sumio Tojo (Laboratory of Applied Entomology, Faculty of Agriculture, University of Tokyo, Tokyo, 113) *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **15**: 144-152 (1971)

Accumulation and distribution of uric acid in the silkworm, *Bombyx mori*, were studied in relation to histolysis and histogenesis during the pupal period. Injected 2-¹⁴C-uric acid was not metabolized any further, from which it is concluded that uric acid is really the end-product of nitrogen metabolism in silkworm pupae. Uric acid is distributed mainly in the fat body during the early half of the pupal period, but in the mid-pupal stage it is largely transferred to the rectal sac. After eclosion it is excreted with the meconium. In the male, uric acid increases rapidly in the mid-pupal stage and again shortly before emergence, whereas in the female it is maintained at a constant level until the late pupal stage, when a rapid increase occurs. The two sexes also differ in the changes of total protein content: in the male protein begins to decrease from the mid-pupal stage, while in the female it changes only a little until shortly before emergence and then decreases rapidly. The sum of the nitrogen lost from protein and free amino acids during the pupal period accounts for the nitrogen gained in uric acid. These results indicate that the lost protein is catabolized to uric acid *via* the amino acid pool.

緒 言

陸生昆虫の排せつ物中には一般に尿酸とともにアラントインおよびアラントイン酸の存在が認められ、昆虫の種や発育ステージによっては後2者のいずれかが廃窒素体の主成分となっていることが明らかにされている(BURSELL, 1967)。しかし、現在までの成果では、卵や蛹などの閉鎖時の昆虫では、ほとんど例外なく尿酸が窒素代謝の主要な最終生成物となっており(BROWN, 1938; ROSS, 1959; RAZET, 1961)、筆者は昆虫においては尿酸生成性は特に閉鎖時の発育・分化に適応しているものと考えてきた(藤條, 1968)。

尿酸の生合成経路については、1946年以来おもにハトの肝臓やバクテリアなどを用いて精細な研究が行なわれ、その全容がほぼ明らかにされた(SCHULMAN, 1961)。昆虫ではキサントデヒドロゲナーゼについては比較的よく調べられている(GILMOUR, 1961)が、それ以外は

栄養生理実験やトレーサーを用いた *in vivo* や *in vitro* の実験などから、タンパク質やアミノ酸が尿酸に代謝されるものと推定されているに過ぎない(HAYDAK, 1953; McENROE and FORGASH, 1957, 1958; DESAI and KILBY, 1958; HELLER and JEZEWSKA, 1959; BRENNER-HOLZACH and LEUTHARDT, 1961, 1965; ITO and MUKAIYAMA, 1964; BIRT and CHRISTIAN, 1959; BARRETT and FRIEND, 1970)。このように昆虫における窒素化合物の異化代謝に関する研究は、従来おもに排せつ物の分析を中心として行なわれてきており、生体内での代謝経路については、ほとんど明らかにされていなかった。この種の研究を行なうのに閉鎖時の昆虫は格好な材料である。なぜならば、開放時の昆虫のように摂取あるいは排せつされる窒素化合物について検討を行なう必要がない上に、虫体内での廃窒素体やその他の窒素化合物の増減量および、これらの物質への標識化合物の分布を経時的に調べることによって、異化代謝経路が比較的容易に推

1 本研究の一部は昭和43年度文部省科学研究費によるものである。

定できると考えられるからである。

上述のような理由から、筆者らは昆虫の窒素異化代謝を特に閉鎖時の尿酸生成に重点をおいて、休眠時や変態時の鱗翅目昆虫を材料にして研究を進めてきた。そしてまず、陰イオン交換樹脂を用いるカラムクロマトグラフィーにより尿酸を分離・定量する方法を確立するとともに、その方法を利用してヨトウガ *Mamestra brassicae* 蛹およびニカメイガ *Chilo suppressalis* 越冬幼虫の休眠期および後休眠期における尿酸生成様相を調べた。その結果、休眠期には尿酸の生成は低く抑えられているが、休眠離脱以後は急速に強められ、生体内の代謝活性をかなり正確に反映して尿酸が蓄積することが明らかになった (Tojo and HIRANO, 1966, 1968)。さらに、ニカメイガ越冬幼虫では注射した $2\text{-}^{14}\text{C}$ 尿酸の一部は注射後短時間で尿酸リポシドに代謝されるが、その後は尿酸および尿酸リポシドへの放射能の分布比はほとんど変化せず、しかも両者からの放射能の回収量は注射全量に近いことから、尿酸が窒素異化代謝の事実上の最終生成物であることが明らかになった (藤條・平野, 1970)。

昆虫の蛹期は幼虫組織の崩壊と成虫組織の分化がきわめて急激に進行し、組織の主要構成成分である窒素化合物の代謝は大きく変動することが考えられる。しかも、それらが呼吸によるガス交換を除き、特に窒素に関しては完全な閉鎖系の中で行なわれるのであり、窒素異化代謝系の制御が変態の遂行に重要な役割を果たしていることが推察される。これまで、蛹での尿酸の存在 (BROWN, 1938; PATTERSON, 1957; TAIRA and NAWA, 1958) や諸組織への分布 (BROWN, 1938; 井坂, 1952; 有賀ら, 1953; WIGGLESWORTH, 1965; HARMSSEN, 1966) については若干の研究がなされてきたが、それが窒素代謝の最終生成物であるのか、またいつ、どのようにして生成されるのかについてはほとんど明らかにされていない。

本報告では、これらの点を究明するためにカイコ蛹を用いて行なった実験結果について述べる。

研究を行なうにあたり、終始ご指導ご鞭撻を賜わり、本稿をご校閲くださった東京大学農学部山崎輝男教授ならびに松本義明助教授に深甚なる感謝の意を表す。なお、本研究の一部は農林省農業技術研究所に在動中に行なったもので、研究企画以来ご教示、ご鞭撻を賜わった石井象二郎博士、湯嶋健博士、平野千里博士ならびに深谷昌次博士に厚く感謝の意を表す。

材料および方法

供試虫：カイコの品種は支 108, 支 108×日 1, 大造, 大造×大草, 5.4×2.4 (支 115×日 124 と, 日122×支 124 との交雑品種), 研光×春月および春月×宝鐘の蛹を供試した。蛹は 25°C に保ち, 毎日雌雄別々に 5~7 頭を取り出し尿酸抽出材料とした。

^{14}C -尿酸の注射：尿酸の代謝および組織間への分布を調べる実験では, 炭酸ガスで麻酔した各蛹に, $2\ \mu\text{l}$ の 1/15M リン酸緩衝液 (pH 7.0) に溶かした $2\text{-}^{14}\text{C}$ -尿酸 (比放射活性 52.0 mCi/mM, The Radiochemical Centre, Amersham 製品) $0.1\ \mu\text{Ci}$ を, 微量注射器によって腹部側面から注射した。

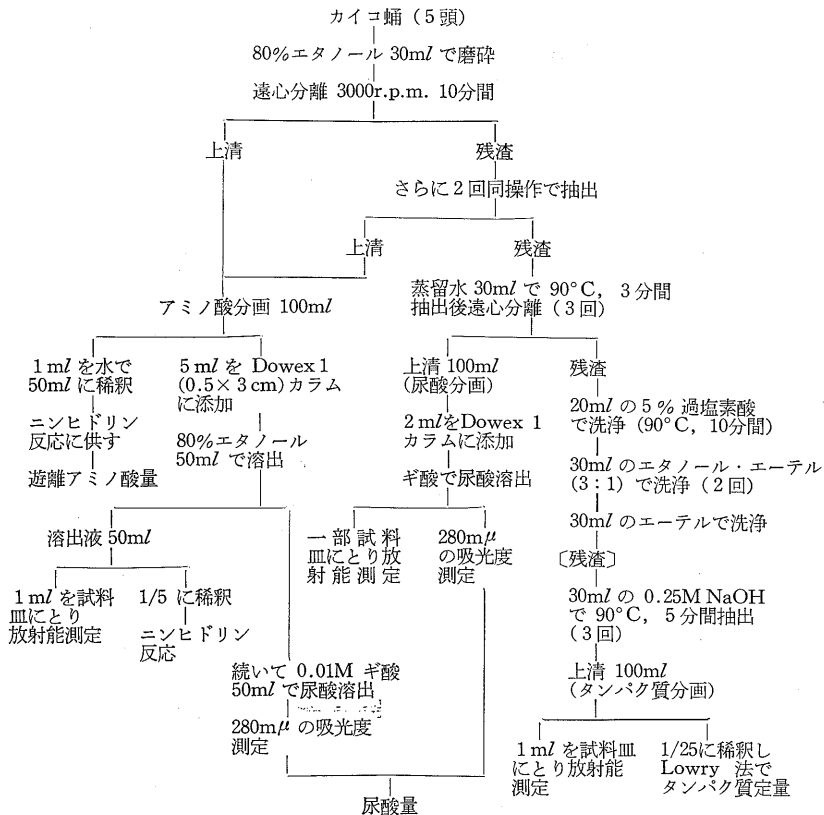
組織の分画：尿酸の諸組織への移行分布を調べる実験では, 雌蛹 5 頭を解剖して組織別に分画した。蛹期前半では皮膚, 体液, 脂肪体および消食管の 4 分画に, 蛹期後半ではさらに卵巣および直腸のうを分別して 6 分画とした。

体液は前胸部に針で微小な穴をあけ, 軽く圧迫して試験管内に分取した。さらに腹部から解剖し, リンゲル氏液 (2% NaCl, 0.2% KCl, 0.04% MgCl₂, 0.08% CaCl₂) で残っている体液を洗い去り, 脂肪体, 消食管, 卵巣, 直腸のうをそれぞれピンセットでガラスホモゲナイザー中に分取して各分画とした。最後に気管および皮膚に残っている脂肪体をできるだけ除去したものを皮膚分画としたが, この分画には蛹期の後半から発達してくる筋肉, 翅, 脚も含まれている。

尿酸の抽出：虫体全体の尿酸の抽出には, 発育時期別に 5~7 頭の蛹 2 群を取り出し, それぞれに 30 ml の蒸留水を加えてガラスホモゲナイザー中で磨砕した。その後 90°C で 3 分間加熱後, 3000 r.p.m. で 10 分間遠心分離し, 上清を定量フラスコに採った。残渣も同様にしてさらに 2 回抽出操作を繰り返し, 得られた上清液を混合して全量を蒸留水で 100 ml に稀釈した。その 2 ml をカラムクロマトグラフィーに供試した。

5 頭の雌蛹から上述のようにして分取した組織からの尿酸の抽出は次のようにして行なった。すなわち, 体液はその 1 ml に毎回 1 ml の蒸留水を加えて 2 回, 消食管は 5 ml の, 脂肪体, 皮膚, 卵巣および直腸のうの各分画には 10 ml の蒸留水を加えて 2~3 回, それぞれ抽出操作を繰り返した。各組織分画の抽出液の一部は放射能測定のための試料とし, 一部をカラムクロマトグラフィーに供試した。

尿酸の定量：筆者らが新しく考案した方法 (Tojo and



第1図 カイコの蛹からの遊離アミノ酸、尿酸およびタンパク質の分画抽出法。

HIRANO, 1966) に従って、熱水抽出液を Dowex 1 X 10 (ギ酸塩型) を詰めたカラム 1×5 cm に注加した。0.004M ギ酸 100 ml, 0.01M ギ酸 45 ml をカラムに流した後、続く 0.01M ギ酸 100 ml による溶出液を定量フラスコに集め、 280μ における吸光度を測定し、尿酸を定量した。

遊離アミノ酸、尿酸およびタンパク質の分画抽出および定量：これらの物質の変動様相を同時に調べる実験では、第1図に示すような方法で分画抽出を行なった。すなわち、蛹から遊離アミノ酸を 80% エタノールで抽出後、残渣から熱水により尿酸を抽出、さらにその残渣から過塩素酸、エタノール・エーテル (3:1)、エーテルにより核酸や脂質を除き、NaOH によりタンパク質を抽出した。

遊離アミノ酸量は、80%エタノール抽出液についてニンヒドリン反応 (YEMM and COCKING, 1954) によりグリシンを標準物質として求めた。

この分画抽出では、尿酸は一部 80% エタノール抽出

液にも含まれるので、エタノール抽出液の一部を上述のようにカラムクロマトグラフィーにより分画し尿酸量を求め、これに熱水抽出分画に含まれる尿酸量を加えて全尿酸量とした。

タンパク質量は、0.25M NaOH抽出液について FOLIN and CIOCALTEU (1927) の方法を改良した LOWRY *et al.* (1951) の方法により、子ウシの血清タンパク質を標準物質として求めた。なお、熱水抽出分画にも全タンパク質の約 5% が含まれるが、この分画のタンパク質については定量を行なわなかった。

放射能の測定：放射能は無窓型ガスフローカウンターにより測定し、また自己吸収による放射能の減少分は試料重に基づき補正した。

結 果

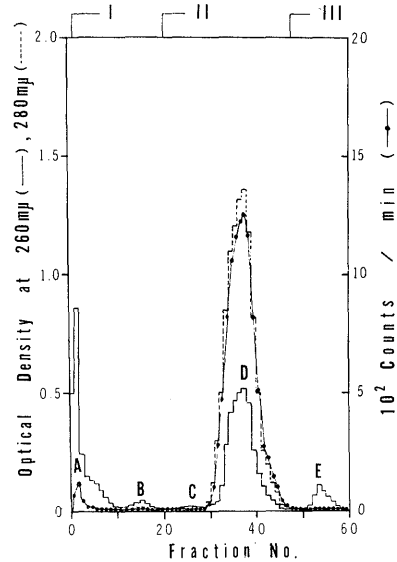
^{14}C -尿酸の代謝：交雑品種 5.4×2.4 の蛹化後 12 時間以内の蛹に $2\text{-}^{14}\text{C}$ -尿酸を注射し、まず注射 8 日後の雌蛹からの放射能の抽出を検討した。毎回生体重の 5 倍

量の水を加えて、磨砕後加熱・遠心分離する操作を繰り返すと、第 1, 2, 3, 4 および 5 回目の上清液には、全放射能回収量のそれぞれ 57.8, 30.8, 7.9, 2.8 および 0.6% が含まれていた。さらに抽出残渣に熱 5% 過塩素酸, エタノール・エーテル (3:1), エーテル, 続いて 0.25M NaOH の順にそれぞれの溶媒を加えて抽出を行なったが、いずれの抽出液にも放射能は分布していなかった。これらの結果から、 $2-^{14}\text{C}$ -尿酸を注射した蛹からは、3~4 回の熱水による抽出操作で放射能のほぼ全量が抽出できることが明らかになった。

$2-^{14}\text{C}$ -尿酸注射 8 日後の雌蛹の熱水抽出物を分画すると、第 2 図に示すような溶出パターンが得られた。ほとんど大部分の放射能は尿酸に該当するピーク D 分画に分布している。ピーク C 分画は尿酸リポシドの溶出位置に該当し (Tojo and HIRANO, 1968), $2-^{14}\text{C}$ -尿酸を注射したニカメイガ越冬幼虫では放射能の一部がそれに取り込まれることを確認したが (藤條・平野 1971), カイコ蛹ではピーク C 分画に放射能はほとんど取り込まれていない。また、チョウでは放射能のかなりの部分が 0.3M ギ酸を溶出されてくる分画 (ピーク E) に取り込まれるが (藤條・湯嶋, 未発表), カイコではその位置には放射能は全く検出されない。

第 1 表に、 $2-^{14}\text{C}$ -尿酸注射 2, 5 および 8 日後の蛹、さらには成虫 (注射 11 日後) の熱水抽出物についてのカラムクロマトグラフィーによる分析結果を示したが、いずれの時期においても全放射能回収量のほぼ 100% 近くが尿酸に分布しており、カイコ蛹では尿酸が窒素代謝の最終生成物であることが確認できる。

蛹期中の生体重の減少: 第 3 図に品種 5.4×2.4 のカイコ蛹における生体重の減少様相を示した。本論文では



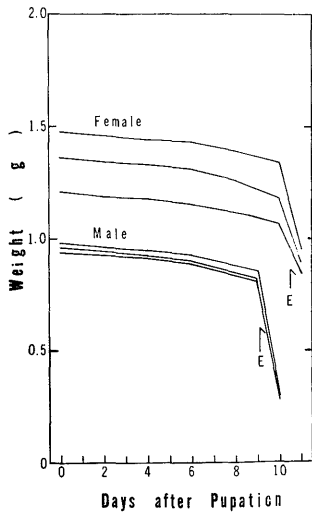
第 2 図 $2-^{14}\text{C}$ -尿酸注射 8 日後のカイコ雌蛹熱水抽出物のカラムクロマトグラム。
カラム: Dowex 1X10, 1×5 cm. I: 0.004M ギ酸, 100mL, II: 0.01M ギ酸, 150mL, III: 0.3M ギ酸, 50mL. 分画液: 5 mL.

物質量を単位生体重当たりで表わしているが、これはいずれもこの図の数値に従って各計量時の生体重から蛹化直後の生体重を推定し、推定した生体重に基づいて値を算出したものである。この操作は、生体重の減少による物質の見掛け上の増減が生じるのをなくすために行なったものである。

蛹期中の尿酸の蓄積様相: 蛹期中の尿酸の蓄積様相は第 4 図に示されるように雌雄でかなり異なる。カイコの品種により蛹期の長さは多少異なるので、比較しやすく

第 1 表 蛹化直後に $2-^{14}\text{C}$ -尿酸を注射したカイコの熱水抽出物からの放射能の回収

性	注射後の 日 数	組 織	Dowex カラム上の分画			総放射能回収量	
			ピーク A	ピーク D (尿酸)	ピーク E		
雌	2	全 体	650 c.p.m.	132,300 c.p.m.	1,150 c.p.m.	134,100 c.p.m.	
	5	全 体	730	133,700	1,250	135,680	
	8	全 体	820	130,200	950	131,020	
	11	}	体	38	3,140	68	3,246
			翅	15	890	25	930
			卵	34	5,130	82	5,246
			蛹 便	450	116,110	750	117,310
		総 計	537	125,270	925	126,732	
雄	2	全 体	400	135,100	700	136,200	
	5	全 体	860	132,400	1,340	134,600	
	8	全 体	670	129,600	950	131,220	

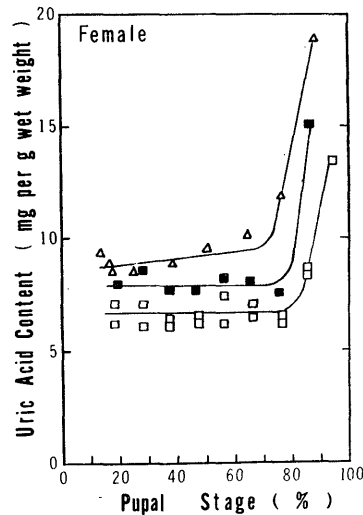
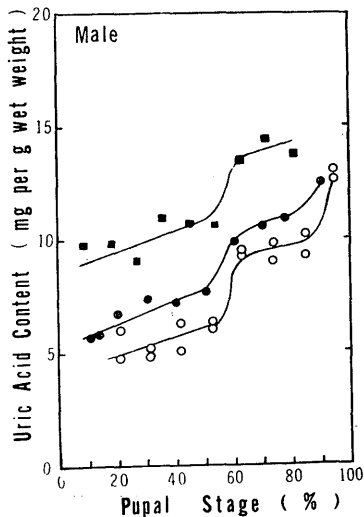


第3図 蛹期中におけるカイコ生体重の減少。
E:羽化時期。

するため各品種の全蛹期間をそれぞれ100として蛹期を%で表わしている。蛹期間はほぼ10日であるので、10%は約1日を示している。蛹の初期に含まれる尿酸量は品種によりかなり差があるが、その後の変動様相には品種間差異はほとんど認められない。雄では蛹期の2/3を経過する時期と羽化前の一時期の2回急激に尿酸が蓄積するが、雌では蛹期の大半はほぼ一定のレベルに保たれているが、蛹期の80%を過ぎると急激に増加してくる。

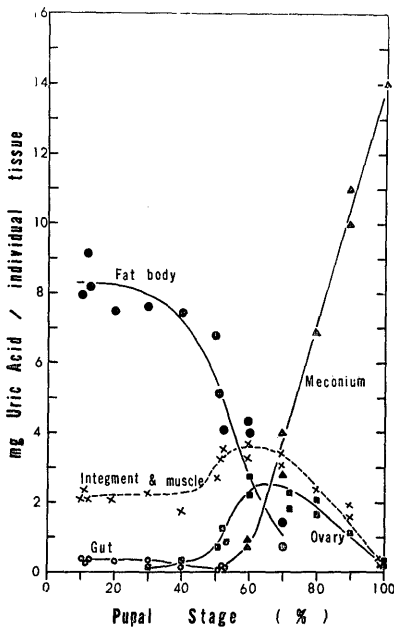
蛹期中の尿酸の組織別分布の変動: 第5図に品種5.4×2.4の雌蛹における尿酸の組織別分布を示した。蛹期前半では尿酸の80%が脂肪体に、20%が皮膚に分布しているが、蛹期の中ごろから著しく分布様相が変化する。この時期には顕著な脂肪体の崩壊と、皮膚や卵巣の発達を観察され、尿酸は脂肪体から急速に消失するが、一方、皮膚や卵巣の尿酸は若干増加する。また、同時に直腸のう(メコニュームを含む)に尿酸が急速に蓄積し始め、羽化前にはほとんどすべての尿酸がここに分布するようになる。羽化後、直腸のうの尿酸は蛹便(メコニューム)とともに体外に排出され、成虫の体や翅にはわずかの尿酸しか分布していない。

蛹化1日後の5.4×2.4の雌蛹に $2-^{14}C$ -尿酸を注射したときの放射能の組織への分布をみると(第6図)、注射後尿酸は速やかに体液中から消失して、大部分が脂肪体に分布するようになる。その後の放射能の組織への分布の変動は、第5図に示した組織別の尿酸量の分布とよく似ている。脂肪体から放射能が消失するとともに、一方では卵巣、また、わずかに皮膚の放射能が増加するが、さらに直腸のうの発達とともにこれらの組織の放射能は急速に消失し、ほとんどすべてが直腸のうに分布するようになる。羽化後は蛹便とともに放射能は体外に排出される。体液中の尿酸濃度は定量しなかったが、放射能の分布からみると、組織別の尿酸の分布が激しく変動しているにもかかわらず、体液中の放射能の濃度は注射1日以後ほぼ一定に保たれていることがわかる。

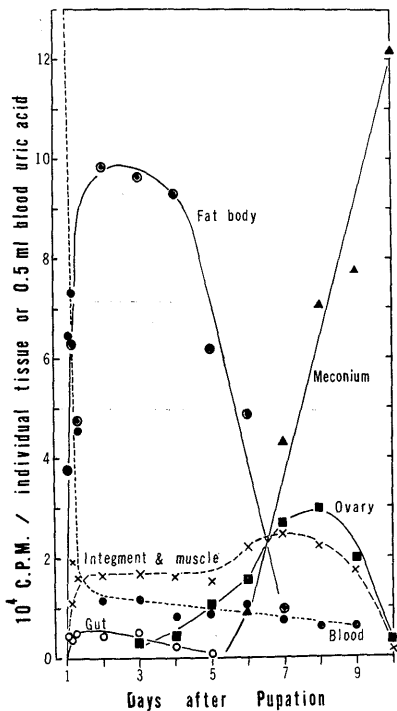


第4図 カイコの蛹期中の尿酸蓄積様相。

○:支108(蛹期間10日), △:支108×日1(蛹期間8.5日), ●:大造×大草(蛹期間10日), □:5.4×2.4(蛹期間11日), ■:大造(蛹期間11日)。



第5図 カイコ雌の蛹期中の組織別尿酸分布量の変動様相。



第6図 蛹化1日後に ^{14}C -尿酸を注射したカイコ雌蛹における放射能の組織への分布。
体液は1頭当たり0.5ml含有として算出。

蛹期中のタンパク質、遊離アミノ酸および尿酸量の変動様相：尿酸とアミノ態窒素化合物間の代謝関係を明らかにするために、第1図に示した分画抽出法を用いて、支108の雄蛹および5.4×2.4の雌蛹の蛹期中のタンパク質、遊離アミノ酸および尿酸の量的な変動様相を調べた(第7図)。材料の不足から雌雄は異なった品種を用いたが、これらの品種間では蛹期での形態変化の過程に特に著しい差異は認められず、上述の雌雄間の窒素化合物の変動様相の相違は、このような異なった品種の雌雄の比較からでも十分知ることができると考えられる。

雄は蛹期前半のタンパク質量はほぼ一定で生体重1g当たり68mg前後であるが、蛹期後半の尿酸が急速に生成されてくる時期ごろから著しく減少し、蛹期90%には50mgにまで低下する。この間の尿酸の増加量は8mgであり、窒素含量をタンパク質は16%、尿酸は33%とするとタンパク態窒素の減少量は3mg、尿酸態窒素の増加量は2.7mgでほぼ等しい値を示している。遊離アミノ酸量は蛹期前半にやや増加し、後半は漸次減少する。

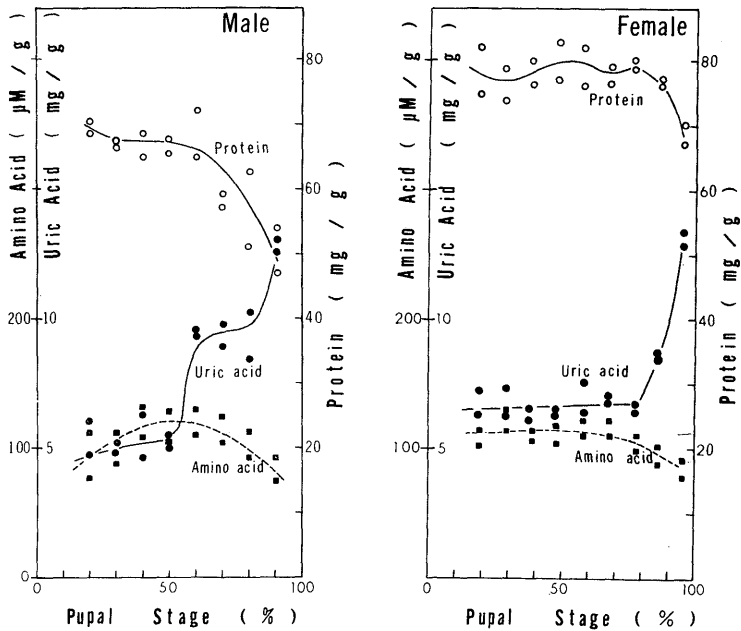
雌は、雄と異なり、羽化前を除き蛹期中タンパク質、遊離アミノ酸および尿酸量はそれぞれほぼ一定のレベルに保たれている。羽化時にかけて遊離アミノ酸はやや減少するが、タンパク質の減少と尿酸の増加が急激に起こる。このときのタンパク質の減少量は11mg、尿酸の増加量は6.5mgで、前述のようにして窒素量に換算すると、これらはほぼ等しい。

第2表には3品種のカイコの蛹期中のタンパク質および尿酸の増減量を示してあるが、品種によってこれらの窒素化合物の含量はかなり異なる。一般的にいえることは、蛹化直後の蛹は雌のタンパク質量は雄に比べて、生体重1g当たり20mg前後も多く、また蛹期中のタンパク質減少量と尿酸増加量はいずれも雌より雄が多いことである。蛹期中のタンパク態窒素の減少量と尿酸態窒素の増加量も品種によってかなり異なるが、量的には前者と後者はほぼ等しい。

考 察

ここでは、 ^{14}C -尿酸の代謝実験からカイコ蛹では尿酸は他の物質にほとんど代謝されないことを確認したのであり、尿酸の蓄積様相は窒素異化代謝系の変動を正確に表わし、また ^{14}C -尿酸を注射した蛹における放射能の各組織への分布様相は尿酸そのものの動きを示しているとみることができる。

そうしてみると、カイコ蛹では窒素異化代謝は蛹期の



第7図 カイコの蛹期中におけるタンパク質、遊離アミノ酸および尿酸の量的変動様相。

第2表 カイコの蛹化直後と羽化直後におけるタンパク質および尿酸量の比較

品 種	性	物 質	蛹 化 直 後	羽 化 直 後	蛹 中 期 の 増 減 量	
			mg/g 生体重	mg/g 生体重	mg/g 生体重	mgN/g生体重
5.4×2,4	雌	尿 酸	7.2	18.2	+11.1	+3.71
		タンパク質	79.7	64.5	-15.2	-2.54
	雄	尿 酸	8.7	25.9	+14.2	+4.48
		タンパク質	54.6	33.8	-20.3	-3.56
研光×春月	雌	尿 酸	7.1	11.1	+ 4.0	+1.32
		タンパク質	51.2	40.8	-10.4	-1.63
	雄	尿 酸	8.1	19.9	+11.8	+3.94
		タンパク質	36.8	19.8	-17.0	-2.83
春月×宝鐘	雌	尿 酸	8.4	14.1	+ 5.7	+1.90
		タンパク質	63.5	54.1	- 9.4	-1.57
	雄	尿 酸	13.6	27.4	+13.8	+4.60
		タンパク質	44.6	26.1	-18.5	-3.08

ある特定の時期に活性が急速に強まり、しかもその様相が雌雄間で著しく異なる。さらに本研究では、タンパク質量の変動様相も雌雄間で異なることを明らかにしたのであり、その減少時期と前述の尿酸量の増加時期がほぼ一致し、しかもタンパク態窒素の減少量と尿酸態窒素の増加量が大約等しいことは、減少したタンパク質は尿酸に代謝されることを示唆している。蛹期中のタンパク質と尿酸の増減量間の相関については、これまでキンバエの一種 *Lucilia cuprina* において若干認められたに過ぎない (BIRT and CHRISTIAN, 1969)。カイコの蛹期中の

これらの物質の量的変動様相の雌雄間の差異は、続報でさらに追究するが、生殖巣の発達の相違によるものであり、また尿酸の急速な生成は組織の変動と密接な関連があると考えられる。

これまで調べられたほとんどの昆虫では、カイコと同様に蛹期後半に遊離アミノ酸量が減少することが報告されている (CHEN, 1966)。遊離アミノ酸量はニンヒドリン反応でグリシンを標準物質として求めたが、アミノ酸組成および各アミノ酸のニンヒドリン反応に対する感度がわかれば、窒素含量は大体知ることができる。よって、

蛹化3日後のカイコ蛹のアミノ酸組成(近藤, 1957)およびニンヒドリン反応に対するアミノ酸の感度表(石井, 1957)に基づいて計算すると, 求めた遊離アミノ酸 100 μM は窒素量にして 162 μM , すなわち 2.3mg に相当する。蛹期中に遊離アミノ酸量はやや変動するが, その変動量は生体重 1g 当たり 20 μM , すなわち, 窒素量にして 0.5mg 前後に過ぎず, タンパク質や尿酸態窒素の変動量に比べてはるかに小さい。

鎮西(未発表)によれば, カイコの蛹期中の核酸の減少量は生体重 1g 当たり, 窒素量にしてほぼ 0.2mg である。第2表では, 研光×春月の雌を除いては, 蛹期中の尿酸態窒素の増加量はタンパク態窒素の減少量を上まわっており, タンパク態窒素の減少量に, 上述のアミノ酸および核酸態窒素の減少量を加えてやれば, 尿酸態窒素の増加量に等しいか, かなり近接している。これらの事実は尿酸がそれらの化合物の異化代謝経路上にあることを示していると推察される。

5令盛食期のカイコでは尿酸の大半は皮膚に分布しているが, 熟蚕期になると皮膚から急激に消失し, 脂肪体に蓄積してくることが報告されている(井坂, 1952; 吉武・有賀, 1952; 有賀ら, 1953; 林, 1961)。この事実は, ここで明らかにされたように注射した $2\text{-}^{14}\text{C}$ -尿酸が体液から急速に消失するとともに, その大部分が脂肪体に分布していくことから推察される。

これまで組織への尿酸の分布は主として脂肪体および直腸のうについて調べられていたが(BROWN, 1938; 井坂, 1952; 有賀ら, 1953; WIGGLESWORTH, 1965), 本実験では体組織の尿酸の定量および $2\text{-}^{14}\text{C}$ -尿酸を注射した蛹の放射能の組織への分布をさらに詳細に究明した。すなわち, カイコ雌蛹での組織への尿酸の分布は, 特に脂肪体が崩壊する蛹期中ごろから激しく変動し, それまでおもに脂肪体にあった尿酸は急速に消失し, 代わって直腸のうに移行する。この間, 皮膚(筋肉, 脚, 翅なども含む)および卵巣が著しく発達し, 羽化前には特に卵巣が組織の大半を占めるようになる。同時にこれらの組織分画にある尿酸は若干増加するが, これらは脂肪体から消失した尿酸に由来したものか, 脂肪体がこれらの組織へ混入したものによるかは不明である。羽化前には尿酸はほとんど直腸のうに移行し, 羽化後蛹便とともに排出されてしまうのであるが, このことはチョウ類では羽化後もかなりの量の尿酸が排出されずに残っていることと著しく対照的である(藤條・湯嶋, 未発表)。

引用文献

- 有賀久雄・吉武成美・石原 廉 (1953) 油蚕性並びに黄体色性遺伝子の発現機構に関する研究(II)家蚕幼虫の数種の生化学物質について. 日蚕雑 22: 11~18.
- BARRETT, F. M. and W. G. Friend (1970) Uric acid synthesis in *Rhodnius prolixus*. J. Insect Physiol. 16: 121~129.
- BIRT, L. M. and B. CHRISTIAN (1969) Changes in the nitrogenous compounds during the metamorphosis of the blowfly, *Lucilia cuprina*. J. Insect Physiol. 15: 711~719.
- BRENNER-HOLZACH, O. und F. LEUTHARDT (1961) Untersuchung über die Biosynthese der Pterine bei *Drosophila melanogaster*. Helv. chim. Acta 44: 1480~1495.
- BRENNER-HOLZACH, O. und F. LEUTHARDT (1965) Über die Herkunft der C-Atom 2 und 8 der Harnsäure bei *Drosophila melanogaster*. Helv. chim. Acta 48: 1147~1151.
- BROWN, A. W. A. (1938) The nitrogen metabolism of an insect (*Lucilia sericata* MG.) I. Uric acid, allantoin and uricase. Biochem. J. 32: 895~902.
- BURSELL, E. (1967) The excretion of nitrogen in insects. In *Advances in Insect Physiology* (ed. by J. W. L. BEAMENT *et al.*), Vol. 4, pp. 33~67, Academic Press, New York and London.
- DESAI, R. M. and B. A. KILBY (1958) Experiments on uric acid synthesis by insect fat body. Arch. int. Physiol. Biochim. 66: 282~286.
- FOLIN, O. and V. CIICALTEU (1927) On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. J. biol. Chem. 73: 627~650.
- GILMOUR, D. (1961) *Biochemistry of Insects*, pp. 175~186, Academic Press, London and New York.
- HARMSSEN, R. (1966) A quantitative study of the pteridines in *Pieris brassicae* L. during post-embryonic development. J. Insect Physiol. 12: 9~22.
- 林 幸之 (1961) 2, 3 突然変異の尿酸生成とキサンチン脱水素酵素の関係について. 日蚕雑 30: 89~94.
- HAYDAK, M. H. (1953) Influence of the protein level of the diet on the longevity of cockroaches. Ann. ent. Soc. Am. 46: 547~560.
- HELLER, J. and M. M. JEZEWSKA (1959) The synthesis of uric acid in the Chinese tussur moth (*Antheraea pernyi*). Bull. Acad. pol. Sci., Ser. Sci. biol. 7: 1~4
- 石井信一 (1957) アミノ酸の系統的分析法, 実験化学講座, 23 (日本化学会編), pp. 102~130. 丸善, 東京.
- ITO, T. and F. MUKAIYAMA (1964) Relationship between

- protein content of diets and xanthine oxidase activity in the silkworm, *Bombyx mori* L. J. Insect Physiol. **10** : 789~796.
- 井坂三郎 (1952) カイコ脂肪体中の尿酸の消長. 動雑 **61** : 217~218.
- 近藤義和 (1957) 家蚕の遊離アミノ酸に関する研究 (III) 蛹・蛾の遊離アミノ酸. 日蚕雑 **26** : 341~344.
- LOWRY, O. H., N. J. ROSENBROUGH, A. L. FARR and R. J. RANDALL (1951) Protein measurement with the folin phenol reagent. J. biol. Chem. **193** : 265~275.
- MCENROE, W. D. and A. J. FORGASH (1957) The *in vivo* incorporation of C¹⁴ formate in the ureide groups of uric acid by *Periplaneta americana*. Ann. ent. Soc. Am. **50** : 429~431.
- MCENROE, W. D. and A. J. FORGASH (1958) Formate metabolism in the American cockroach, *Periplaneta americana*. Ann. ent. Soc. Am. **51** : 126~129.
- PATTERSON, D. S. P. (1957) Qualitative and quantitative changes observed in the free α -amino nitrogen fraction of *Tenebrio molitor* pupal tissues during metamorphosis. Biochem. J. **65** : 729~735.
- RAZET, P. (1961) Recherches sur l'uricolyse chez les insectes. Thèse Doct. Sc. Nat., Imprimerie Bretonne, Rennes.
- ROSS, D. J. (1959) Changes in the activity of uricase and xanthine oxidase during the life cycle of the Japanese beetle, *Papilio japonica* NEWM. Physiol. Zoöl. **32** : 239~245.
- SCHULMAN, M. P. (1961) Purines and Pyrimidines. In *Metabolic Pathways* (ed. by D. M. Greenberg), Vol. 2, pp. 389~456, Academic Press, New York and London.
- TAIRA, T. and S. NAWA (1958) No direct metabolic relation between pterines and uric acid, flavines or folic acid in *Drosophila melanogaster* Jap. J. Genetics **33** : 42~45.
- 藤條純夫 (1968) 昆虫における含窒素化合物の異化代謝-特に閉鎖系における尿酸生成について. 生物科学 **20** : 102~112.
- 藤條純夫・平野千里 (1971) ヨトウガおよびニカメイガの休眠離脱に伴う尿酸生成. 農技研報告 (印刷中).
- TOJO, S. and C. HIRANO (1966) An improved method for determination of uric acid in insects. J. Insect Physiol. **12** : 1467~1471.
- TOJO, S. and C. HIRANO (1968) Uric acid production in *Chilo suppressalis* larvae in relation to post-diapause development. J. Insect Physiol. **14** : 1121~1133.
- WIGGLESWORTH, V. B. (1965) *The Principles of Insect Physiology* (6th Ed), Methuen, London, 741 pp.
- YEMM, E. W., and E. C. COCKING (1954) Determination of amino acids with ninhydrin. Analyst **80** : 209~213.
- 吉武成美・有賀久雄 (1952) 家蚕に於ける各種突然変異の皮膚及び血液中に於ける尿酸含量に就いて. 日蚕雑 **21** : 7~14.