

・ウスタビガ *Rhodlinia fugax* Butler に就て

梅谷 興七郎 (農林省蚕糸試験場) (1950年4月27日受領)

緒言 ウスタビガ *Rhodlinia fugax* の卵態越冬現象並に其繭糸の性状及び利用について研究を續行中であるが、先ず 1947~'48 の2世代に亘り實驗室のローカにて飼育してその生活史を觀察し、他方越冬卵の胚子發育に伴う形態的變化を調査した。ここに休眠胚子の形態、生活史及び昆虫の體節について述べる。因に本表題の下に 1949年10月開催の昆虫學大會席上に於て大要を發表したが、昆虫の體節については最近14節が理論的にも實際的にも合理的であることが明かにされたので、此部分は訂正加筆することにした。

1 休眠胚子の形態 昆虫の卵態越冬現象については、既に著者は鱗翅目及び直翅目22種について、1930年以來觀察し來り、その結果を1943年にまとめて蚕糸試験場報告に發表する豫定のところ、事變のため發刊に至らず、唯同報告第11巻6號('44)にその摘要を豫報したに止つた。最近幸に印刷の運びに至り先日同報告12巻4號にて公表された。それによると昆虫の卵態越冬の胚子形態は5群に分類されている。

第1群に屬する休眠型は最も幼稚なダルマ形期 pyriform stage であり、第2群に屬する休眠型はアレイ形期 dumb-bell shaped stage であり、第3群に屬する休眠型は細長期 elongation stage であり、第4群に屬する休眠型は突起形成期、所謂半發育期 appendage formation stage (half-development stage) であり、第5群に屬する休眠型は幼虫完成期 pre-larval stage である。

扱てこの内第4群の突起形成期に屬する昆虫は一般に非休眠型を取るものが多い。特にバツタ、オオカマキリ等の直翅目に於て然りである。而して鱗翅目に於ては未記録であつたが著者はこれにも此越冬形式をとる數種を見出している。その中代表的なクヌギカレハ *Dendrolimus undans excellens* Butler について、ウスタビガと關係が深いのでここに略述する。著者はクヌギカレハを4年間4世代に亘り實驗室内にて飼育しその生活史を調査したが、本種はバツタ類の非休眠型が示すような單純なものでなく、初期の胚子期(ダルマ形)にて第一次の休眠型をとり、冬期間第二次に非休眠型を示して越冬することを明かにした。即ち本種は10月中旬産卵すると約1日にてダルマ形期にて自己休止 diapause に入り、11月下旬まで固く休眠し、その時の外温 15°C 前後の時期に休眠破れて再發育を始める。再發育後は環境が低温($10\sim 15^{\circ}\text{C}$)なるにも拘らず胚子はよく發育して、12月中旬には各突起發現し、下旬頃には所謂半發育期(第2圖は3月中旬頃の胚子)となる。然し冬期間の $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ の低温に發育が抑制されて休止状態となり、3月下旬外温の上昇と共に發育始まり、4月下旬反轉期を終え、5月下旬孵化する。若し11月下旬から3月にかけて 25°C にて催青すると、20日前後にて孵化する。故に第二次には非休眠型を示して越冬することを知る。

一般に自己休止現象 diapause は2大別し、一は休眠型 diapause type であり、他は非休眠型 non-diapause type である。前者は主として内的原因に支配され固い自己休止に入るもの、反之後者は主として外的條件(特に温度)に支配されて休眠を強いられるものである。故に後者は一定の温度を與えれば必ず胚子は發育して一定期間中に孵化する。

扱てウスタビガの越冬胚子は此第4群の非休眠型に屬し、11月下旬産卵後、外温の 15°C 前後にてよく發育進み、12月下旬から1月にかけて突起形成期(第2圖)となり、そのまゝ冬期の低温に抑制されて休止状態を續け、3月下旬より再發育を始め、4月中旬反轉を終えて下旬孵化する。故に11~3月に 25°C にて催青すると短期間で孵化する。

斯く突起形成期にて越冬する理由については拙著論文(1946)を参照されたい。要は此時期が一般昆虫に共通な現象として認められる、卵内水分の減少期であることを示す。此減水期 dehydration は代謝水 metabolic water の減水を暗示し、少くとも生化學的作用の中止期或は其作用が頗る緩慢に行われていることを示す、従て外界の低温なる不良環境に對して抵抗力が強く其種特有なる越冬を最も合理的に完遂するものと思われる。

唯ここに問題がある。クヌギカレハは10月中旬産卵してダルマ形期にて第一次の休眠型を示し、1月半後破れて冬期を突起形成期にて第二次に非休眠型を示して越冬するが、ウスタビガは10月下旬から11月上

旬に産卵している。果してクヌギカレハの如く第一次にダルマ形期にて短期間休眠型を示すのではないか今の處不明である。この點は後日の研究に俟つて明かにしなければならない。

II 生活史 本種を2世代に亘つて飼育觀察した。ウスタバガの繭は美しい緑色のカマスに似た形狀を呈しているの、ヤマカマスと俗稱されている。よく好事家によつて觀察されているので、その習性は一般周知の事柄であり、別に目新しいものでないが、著者の得た觀察結果をまとめて次表に示す。

第1表 ウスタバガの世代 (1947~1948年)

年 度 期 期	1947年	1948年	特 長
卵	4月21日 長 2.1mm 孵化 幅 1.6mm	4月14日 長 2.2mm 孵化 幅 1.7mm	球状やや扁平 黒褐色
I	4月21日 體長 5.1mm 4月28日 齡期 8日	4月14日 體長 5.5mm 4月20日 齡期 7日	頭部及び體、黒色各節の突起に黒色剛毛生ず
II	4月29日 體長 10mm 5月8日 齡期 10日	4月21日 體長 11.7mm 5月2日 齡期 12日	頭部及び體、黄綠色、胸3節、黒色帶あり、体側線に黒色條あり
III	5月9日 體長 18mm 5月17日 齡期 9日	5月3日 體長 22.6mm 5月17日 齡期 15日	頭部及び體、黄綠色、側線の黒色條あるもの又はないものあり、胸3節及び尾節突起最大
IV	5月18日 體長 27mm 5月30日 齡期 13日	5月18日 體長 34.7mm 5月28日 齡期 11日	頭部及び腹面綠色、背面黄綠色、胸3節及び尾節突起大、各節に6突起判然、剛毛 5~6本生ず
V	5月31日 體長 42mm 6月30日 盛長 70mm 5齡幼虫期 30日 營繭中 7日	5月29日 體長 43.7mm 6月22日 盛長 75.0mm 5齡幼虫期 26日 營繭中 7日	前同。側線のヒダ明瞭、そのヒダの下各節に0.5mmの青藍色の13節明瞭、各節の突起に剛毛を缺く、胸3節尾節突起太く先端青藍色、觸ると奇聲を發す特長あり、營繭は支柱より、開口部最後
蛹	長 幅 7月7日 28.5mm 15.8mm 合 19.1mm 9.3mm 10月24日 108日	長 幅 6月25日 30.5mm 16.2mm 合 22.2mm 12.5mm 10月26日 124日	體黒褐色、口部位淡茶色、頭部の先端に白色のヒダあり
成 蟲	10月25日 早開張 100mm 11月1日 7日	10月27日 早開張 92mm 11月3日 7日	體翅橙黄色、兩翅中央の透明紋は前翅大なり、2條の暗色帶と外縁に凸凹帶あり
世 代	卵期 約 165日 幼虫 約 77日 蛹 約 108日 成虫 約 7日	約 160日 約 78日 約 124日 約 7日	各期間は年又は個體によつて著しい相異あり、大體最多個體數の平均を示す、卵期は見込日數なり、尙越冬胚子期は非休眠型を示す
計	約 357日	約 369日	その年により増減あり

前記第1表の結果から大要次のことが判る。

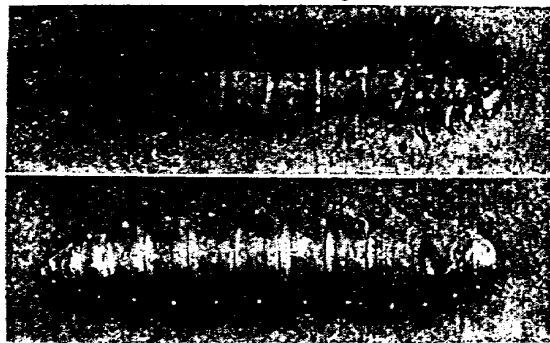
I) 各齡期の長短は年によつて一定しないで、其時の環境の支配が大きいことを示す。然し全経過には大差がない。虫質は頗る強健で、室内飼育は容易である。

II) 室内飼育のものは野外のものに比して経過やや劣り、幼虫もやや小さくなる。時々霧を吹かける方が効果的である。柞蚕などは長野縣の有明ではアメノムシと俗稱されているほど水分を好む。斯かる野蚕には降雨は必須條件であるらしい。

III) 室内にて羽化さす場合、蛹の保護には水分の供給が又必要である。常に乾燥状態に保つと羽化頗る不良となり、羽化しても體翅萎縮して開張せず、交尾産卵又不良となる。本種の如く約3ヶ月間も蛹體にて夏

眠 estivation するものは、時々霧などを吹かけて水分を供給する必要がある。カマスのように上部開口せる菌に入る降雨が菌の下端にある約 2mm の孔より排水される事実は面白く、斯かる孔のない一般野外絹糸虫の菌と比較すると種々の興味ある示唆を與える。

IV) ウスタビガは卵態越冬をなすが、蛹體にて約 3 ヶ月以上 (108~124 日) 夏眠 estivation をとる。此點はクスサン、クヌギカレハ以上の長期間を示す。而して休止期の蛹體内部は脂肪に充ち器官の新成認め



第 1 圖 ウスタビガの 5 齡幼虫 ($\times \frac{2}{3}$)
上, 側面 下, 背面
白點は 0.5mm の球狀の突起を示す

状の美しい光澤のある淡青藍色の突起が各節のヒダの下に 1 對ずつ存し、第 1 と第 2 節及第 12 と第 13 節の球狀突起はヒダの上部に、第 3~10 節ではヒダのやゝ下部に位置している (第 1 圖参照)。これによつて肉眼にて明かに 13 體節が識別される。

III 昆虫の環節 昆虫の幼虫期の體節は周知の通り 13 節より成り、前記ウスタビガの幼虫の球狀突起によつて明かに 13 節が肉眼にて識別せられる。然るに蚕に於ては肉眼上 12 節しか區別されないで、古くから 12 節なりと佐々木忠次郎先生などに教えられ、一般教科書にも明記されていた。今日尚その先入主から脱け切れない人もあるのは遺憾である。既に三宅・八木 ('20) は最終節の前部と尾角との間に剛毛などの排列其他の特長から 1 節を區別し、13 節なることを明かにし、須田 ('20) も亦トラ斑の觀察から肉眼的に 13 節が區別されることを主張した。然し普通の蚕では肉眼的ではやはり明確を缺き 12 節しか區別されない。

扱て第 2 圖に掲げた突起形成期の胚子は頭褶を 1 節とすれば 18 節が明かに認められ、頭褶には上唇 labrum 觸肢 antenna の各突起があり、續く 3 節には各々上顎 mandible 下顎 maxilla 下唇 labium の突起が認められる。これら 4 節が發育過程に於て合一して幼虫の頭部となる。續く 3 節には胸肢突起があり、幼虫の胸部となり、續く 9 節は腹節となるが、最後の 2 節は合一して尾節となり、結局、胸部 3 節と腹部 10 節合計 13 節が體節となると信じられている。

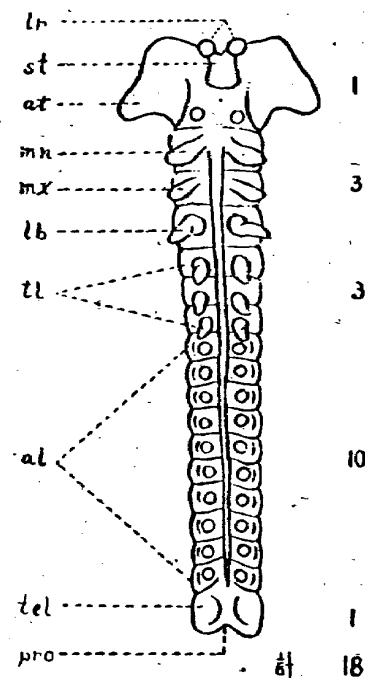
處が最後の 2 節が合一して尾節となる點に疑問を抱き Spuler や田中義麿 ('28) は幼虫の體節は理論上 14 なりと主張し、特に田中は尾脚が形態的にも孤立している點から、尾脚を腹部第 11 節と見なしている。此尾脚は兎も角も腹部を 11 節と主張する點は注目される。

最近福田宗一 ('50) は第 9 腹節に氣門 (正常蚕の氣門は第 8 腹節までに存す) のある突然變異蚕を發見した。處が第 10 腹節と思われる部位に更に過剰氣門のある突變種を發見し、第 3 圖に示してあるように腹部

られず、所謂組織解離 histolysis から組織創成 histogenesis に移らむとする臨界期にあることが明かにされたが、此状態は蛹體にて越冬する柞蚕、エダシヤク、オオミズアオ、シンジュサン等と全く同様である。故に diapause を廣義に解釋すればウスタビガは蛹體にて夏眠し卵態にて非休眠型をとる複式の diapause を示すものと言える。

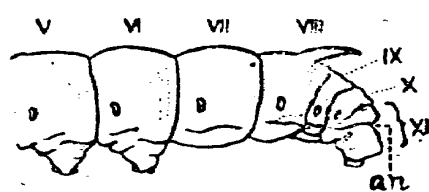
V) 5 齡期の幼虫に觸ると奇聲を發する。それは驚いて上部環節を動かす時の環節面の接觸から起るらしい。此奇聲は周知の通りウスタビガ幼虫を特長づけている。

VI) 5 齡幼虫の黄綠色の背面と濃綠色の腹面と境をなす側線が隆起してヒダを形成している。そこに 0.5mm の球



第 2 圖 鱗翅目の突起形成期の胚子

lr 上唇突起 Labrum
st 口陷部 Stomatodaeum
at 觸肢突起 Antennal appendage
mn 上顎突起 Mandible
mx 下顎突起 Maxilla
lb 下唇突起 Labium
tl 胸肢突起 Thoracic leg
al 腹肢突起 Abdominal leg
tel 尾 節 Telson
pro 肛門陷部 Proctodaeum
1~18 環 節 Segments

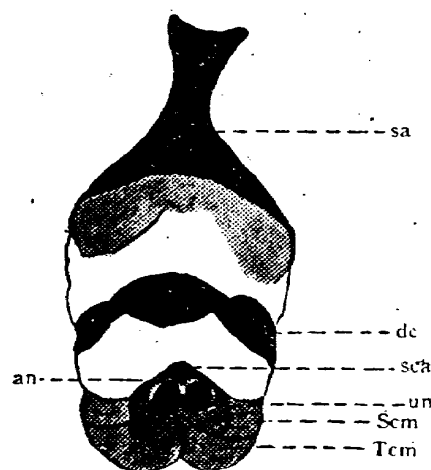


第3圖 過剰氣門蚕(福田より)
V~XI 腹部環節
an 肛門

としている。即ち凸形の Saccus (sa) は第9腹板の變形したものであり、それに相對時する菱形キチン板 (dc) は第9背板の變形したものである。此第9節の背腹兩板によつて、へロルド器官(雄の成虫盤)から形成される交尾器が挟まれて都合よく形成されている。ここに示す交尾器の陰莖(P), 射精管(eg), 陰莖鞘(ps), 内鉤 harpes (ha), かくやく器 (ol), 陰莖の3對の運動筋肉 (Pm1, Pm2, Pm3) は皆へロルド器官から形成される。次に第10腹節の變形は肛門を圍む強固なキチン板であり、腹板は scaphium (sca) となり背板は交尾作用に重要な役割を演ずる鉤器 uncus となる。

私は以上の變態から腹節、少くとも第9と第10兩節の變形を明かにし腹節を10とすることを妥當であると結論しておいた。然るに田中や福田が説く14節を眞なりとすれば、以上の交尾器の形態から14節を理論づけられないものかを考察した。

先ずへロルド器官を除去すれば残るものは環節より變形した器官のみである筈である。次の第5圖に示すように第4圖と對照して、形成されない器官は陰莖、陰莖鞘、射精管、内鉤、陰莖運動筋肉、

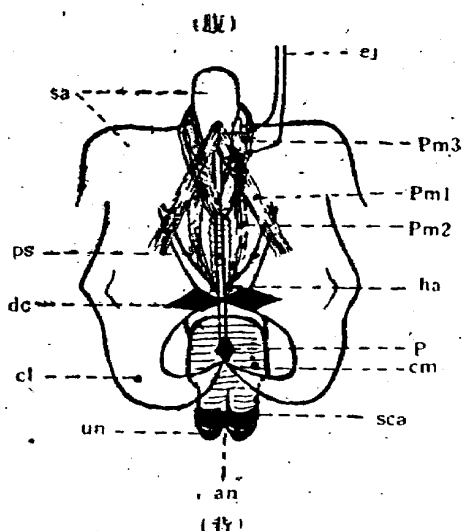


第5圖 へロルド器官を除去して形成された雄蛾の後部器官
sa Saccus (第9腹板)
dc 菱形キチン板 (第9背板)
Scm 直腸を包むキチン板 (第10腹板)
Tcm 直腸を包むキチン板 (第10背板)
sca Scaphium (第11腹板)
un Uncus (第11背板)
an 肛門

は11節より成ることを明かにした。田中は福田の説く11節は尾脚におくを至當なりと主張している。

著者('26)は既に蚕の環節について雄蛾の交尾器の變態を観察し、蛹の腹部環節が如何に變態するかを検討することによつて、環節の行方が明かとなり、環節數が明確となると信じ、へロルド器官の移植及び除去の實驗を行つた。

蚕の蛹の腹部は肉眼上8節が認められる。次の第4圖に雄蛾の交尾器を示してあるが、少くとも腹節の第9と第10の兩節の行方が判然



第4圖 蚕雄蛾の交尾器

eg 射精管
sa Saccus (第9腹板)
pm1 陰莖第1筋肉
pm2 陰莖第2筋肉
pm3 陰莖第3筋肉
ps 陰莖鞘
dc 菱形キチン板 (第9背板)
ha Harpes (内鉤)
P 陰莖
ol かくやく器
sca Scaphium (第10腹板)(或は11節)
un uncus (鉤器第10背板)(或は11節)
an 肛門
cm 第10節のキチン皮膜 (梅谷 '26)

かくやく器等であり、残つた器官は環節の變形したもののみである。即ち saccus (第9腹板、菱形キチン板 (第9背板)、それに直腸と肛門を圍むキチン板だけである。

扱て scaphium と uncus に連なるキチン板は形態的に觀てその origin を同一にしくなくてもよい程、構成が變つていて、前者は頗る強固なるキチン板であるに反し、後者は皮膜に近いキチン板で形成されている。故に此直腸を包む腹背兩板のキチン板 (Scm, Tcm) を第10腹節より變形したものとすれば、續く scaphium と uncus は夫々第11腹節の腹背兩板の變形したものと考えられる。故に腹節を11節となし、胚子期の明確な11腹節(第2圖)と一致せしめても、變態に於ける器官の形成から理論的に説明がつけられると信ずるものである。而して田中と福田が認めた第11節には兩者の意見に尙不一致點があるが、私は福田の説く第11腹節は雄蛾の第11背板 (uncus) となり、田中の説く尾脚は第11腹節の腹板 (scaphium) に變形するものとな

すことは肛門の部位から考察して最も合理的であると信ずる。尙これらの點は尙發生學的に追究する要があるであろう。

要するにウスタビガ(第 1 圖)の幼虫及び蚕の交尾器の形態(第 4 圖)から見て、昆虫の幼虫體節は 13 節とすることは肉眼的に誤りでないが、胚子の形態及び福田の過剰氣門の突然變異蚕の發見から 14 體節が主張されてきたが、交尾器の變態から第 14 體節としても理論的に充分説明がつけられると結論しうる。

摘 要 1, ウスタビガを 1947~'48 年に 2 世代を實驗室内にて飼育し、其生活史及越冬現象を觀察した。幼虫の 5 齡の各齡期、蛹體期(103~124 日)、胚子期(160~165 日)はその年の環境によつて支配されて一定しない。虫質は強健で飼育容易であつたが、やはり野外のものに比して劣る。時々、特に蛹體期には水分(霧)の供給を必要とし、乾燥状態に 3 ヶ月も放任すると羽化不良となり、羽化しても開張せず従て交尾産卵も不良となる。5 齡最盛期の幼虫に触れると驚いて上半身を左右に屈曲する。其時奇聲を發する。此奇聲は本種を特長づけているが、その音は環節面の接觸より起るものらしい。

2, 本種は秋期の約 3 ヶ月 histogenesis の始まらんとする臨界期にある蛹體にて夏眠(estivation)し、卵態にて越冬する。越冬形式は非休眠型に屬し、著者の説く 5 群の昆虫の卵態越冬形式中第 4 群に屬する突起形成期、所謂半發育期にて冬期を經過するが、適温(25°C)を與えれば一定期間内に孵化し、自己休止 diapause していないことを示す。

3, 5 齡幼虫の背面は黄綠色、腹面は濃綠色。その境をなす側線が隆起してヒダを形成し、そのヒダの上には 13 對の光澤ある淡青藍色の 0.5mm の球狀突起が認められ、幼虫の 13 體節を肉眼的に明示している。著者も蚕の交尾器の變態及びヘロルド器官の除去或は移植實驗によつて 13 體節を既に確かめた。最近福田が過剰氣門の突變種を發見し、14 體節なることを明かにした。これが事實ならば著者の主張する 13 體節の變形されたという scaphium と uncus を第 14 節とし、それに續くキッチン板を第 13 節より變形したものとすれば、幼虫の體節は 14 なること交尾器の變態からでも理論的に説明される。此點は尙發生學的に確かめる必要がある。

文 献 福田宗一 '50 蚕兒の體節數について、蚕糸學大會にて公表 三宅驥一・八木誠政 '20 蚕業新報 No. 325 田中義實 '26 蚕體解剖講義、東京、明文堂 須田金之助 '20 蚕業新報 No. 327 梅谷與七郎 '26 J. Coll. Agri. Univ. Tokyo 9 ————— '46 蚕糸試驗場報告 12 (4)

Résumé

On *Rhodinia fugax* Butler

YOSHICHIRO UMEYA (Sericultural Experiment Station, Tokyo)

The larvae of *R. fugax*, hatched out of eggs collected in the field, were reared in our laboratory for two generations (1947-48), to observe their life history and hibernation.

A. The life history. The periods of each larval instar, pupae and embryo were not always constant as they were controlled under the conditions of that year. For instance, the period of the larval life is variable in the limit of 77-78 days, the pupa in 108-124 days and the embryo in 160-165 days respectively. The worms reared in the laboratory were always healthy but not as good as those in the field. Especially, the adults which emerged in the room were almost unable to open their wings enough, and to mate with each other, unless the pupae were sometimes subjected to moist conditions. It is of most interest that the full-grown larva utters a small curious sound whenever the anterior segments of its body are suddenly bended. This is one of characteristics of the species.

B. Embryonic hibernation. This species takes pupal estivation for over three months in the autumn as well as embryonic hibernation in the winter months. The type of embryonic hibernation seemed to belong to the fourth group which is one of the five hibernating groups in insects which were classified by the present author ('46). In general, the eggs of this fourth group are used to show

the non-diapause type, passing the winter months with the stage of appendage formation, so-called the half-development stage. Therefore, eggs belonging to this type should hatch in a short period under the incubation of the suitable temperature of 25°C (see the author's report of 1946).

C. The number of larval segments of insects. In the larva of this species, there will be seen thirteen pairs of small spherical processes of 0.5mm in diameter on each segment along the lateral side of the larva with greenish yellow on the dorsal and with dark green on the ventral. These processes are very beautiful and are of a brilliant light indigo colour. Thus, the presence of these processes proves that there are thirteen segments in the larva (fig. 1) under the naked eye.

Now, Tanaka ('28) has once suggested theoretically that the number of segments of the insect larva may be fourteen from the viewpoint of morphological observations on the segments of the silkworm embryo (see fig. 2). Recently, Fukuda (50) found a mutant of the silkworm which has two pairs of spiracles in the last two abdominal segments in which no spiracles are formed in the normal state, and then he pointed out three segment in this region but they were not clear (see fig. 3) and he insisted that the number of segments in the larva must be fourteen in number, as Tanaka inferred.

As the present author has already reported ('26), the number of the segments of insect larva must be decided from the results of morphological observations on the metamorphosis of male genitalia, according to the transplantation or the extirpation of the imaginal disc of the Herold's organ from which a genitalia forms from these experimental results, the author has pointed out that the scaphium (sternite) uncus (tergite) and their extending chitinous plates are respectively transformed from the thirteenth segment. If Fukuda's statement is true, as mentioned above, it will be thought to be theoretically demonstrated by the following discussion. The scaphium and the uncus are transformed from the fourteenth segment, while their extended chitinous plates from the thirteenth. The problem in the connection, however, must be resolved again by more embryological investigations in the future.

抄 録

Hahn, P. H. '48 The use of radioactive isotopes in the study of iron and hemoglobin metabolism and the physiology of the erythrocytes.

Adv. in Biol. & Medical Physics 1.

本総説の標題は鐵及びヘモグロビン及び赤血球の代謝となつてゐるが、内容を見ると、今日までの實驗の段階に於ては、ヘモグロビン或いは赤血球の代謝を論ずるには至つておらず、むしろその前段階の鐵の代謝の研究に止つて居る様に見える。内容を大別すると、生理的な状態に於ける鐵の代謝を論じた前半の部分と、病理的な状態に於ける鐵の代謝を論じた後半の部分に分けることが出来る。後半の部分は病理學者たちによる臨床的研究により得られたものであり、あまり生物學者の興味を惹くような點はないので前半の部分についてのみその内容の大略をのべる。

生體の鐵の吸収に關して、 Fe^{59} , Fe^{55} によつてしらべられた結果、胃粘膜がこれに重要な役割を演ずることが知れ、且つ吸収率は、投與量を増大させれば、逆に減少することが知れた。更に、この吸収のメカニズムに關しては、Granick の説を紹介している。この説は消化管中の粘液中にアポフェリチン・フェリチンなる蛋白を考え鐵はこの蛋白に吸収されて消化管より血中に入りそこでグロブリンと結合して肝・脾・骨髓等に運ばれるとゆう。そして Granick は 1946 年に實際にこの蛋白を胃液中から取り出した。アポフェリチンは鐵と結合してフェリチンとなる、これはその重量の 23% の鐵を含む。この蛋白はヘモグロビンの分解によつて生ずるグロブリンの集合して出來たものと考えられ、或いはすでに知られているヘモンデリンなる色素と同一物であるかも知れない。

次に排泄に關しては、腎によるもの、あるいは、消化管内壁を通ずるもの等は殆ど無視することが出來、大部分は膽汁の中に含まれて排泄されることが判明した。(片山一)