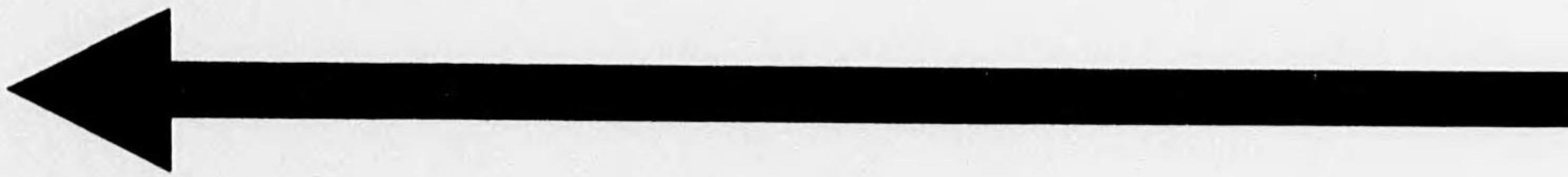


466  
122

466-A12a7  
1200500743367



始





✓ 440



466  
A12a

# 生命の科學的概念

阿部余四男著

昭和18年初版

東京白揚社





951

95

## 序

時代は流れて留まらない。ギリシャの哲學的生命論から、ルネッサンスの、一切の舊思想打破の警鐘に續いた物質科學の進歩は、生命の機械論、物理化學的生命論を産んだが、それにもあきたらなくなつて、全體主義的、生物主義的な新生氣論が起つて來、物理學の生物學化を提唱する科學者さへ出て來た。本書は生命の科學の史的發展の經路を述べたもので、私自身の特殊な生命論を述べたものではない。私自身も、此等の材料の上に考へて建てて居る様に、讀者もそれづくに、取捨選擇して、各自の生命觀を考へるのが楽しみであらう。一體に科學は「行」であつて、心の働きはなれて科學は成り立たぬのであるから、他人の科學は畢竟、參考になるだけのもので、各自に之を活用して行する所に妙味があるのである。



序  
更に現代の科學は、行動主義的になつて、科學は單なる知識の體系ではなく、生活建設の爲めの行動的原則の體系であるといふ。斯くてこそ科學は生活上に生きるものには相違ない。その方面の活用にも參考になれば幸甚である。

昭和十八年八月初旬

著者識

生命の科學的概念 目次

目次	次
第一章 アニミズム	三
第二章 昔の生氣論	九
第三章 生物化學の初期	二二
第四章 有機物の構成	三五
第五章 膠狀體の諸性質	三五
第六章 細胞と原形質	四七
第七章 細菌の變相と濾過性病原體	六一
第八章 生物合成の試み	六九
第九章 酵素と生活現象	七三



目	第十章 生物の内環境——血液……………	九
目	第十一章 生活作用の化學的調節——ホルモン……………	一〇一
副	腎……………	一〇三
	甲状腺と副甲状腺……………	一〇七
胸	腺……………	一一四
腦	下垂體……………	一二六
松	果腺……………	一三〇
	腺のホルモン……………	一三一
	男性生殖巢のホルモン……………	一三三
	卵巢のホルモン……………	一三〇
	神經終端ホルモン、組織ホルモン……………	一三四
	昆虫のホルモン……………	一三七
	生殖細胞の趨化運動……………	一三八

目	無機鹽類の調節作用……………	一四〇
	植物の生長ホルモン……………	一四二
目	第十二章 ビタミン……………	一四五
	ビタミンA……………	一四八
	ビタミンB群……………	一五二
	ビタミンC……………	一五七
	ビタミンD……………	一六一
	ビタミンE……………	一六三
	ビタミンF……………	一六三
	ビタミンK……………	一六三
目	第十三章 一元論と唯物論……………	一六七
目	第十四章 生物と機械……………	一七三



目	次
第十五章 個體發生の實驗と新生氣論……………	一七
第十六章 全體觀と生命論……………	一八
第十七章 生命と進化……………	一九
第十八章 死に就て……………	三九

生命の科學的概念



## 第一章 アニミズム

石器時代といふやうな太古の人間が生命の不可思議に気がついたのは、親しい人の死の現象に直面した時であらう。今まで笑つたり動いたりして居た者が忽にして石のやうに黙した塊になつて横つて居る。一體今まで活動して居つたものは何處に行つたのであらうか。と思つて居ると夢に現れるその人は、生時と同様に活動してゐる。注意して見ると太陽に照らされた時には人に影が有る。水に臨むとやはり自分と同じ形の姿が水中に見えらる。さつと之は我々の肉體に影のやうな者が宿つてを、死とは肉體とその影のやうなものに分離する事であらう。影のやうなものが離れば肉體は死んで仕舞ふが、影のやうなものは何處かに飛び去つて生きてゐるから夢にも現れるのであらうと或る賢者は考へる。皆がそれに相異ないと考へる様になつて、靈魂不滅、來世といふ様な考へが世界的に



擴まつたものではあるまいかといふ。死體を飾つて葬るといふ風習は舊石器時代のネアン  
 ダール人種にもあるし、靈界への誕生を祈つて子宮内に於ける胎兒の姿にかたどつた  
 ものだらうと言はれる三屈折式の埋葬は、新石器時代には日本から南米にまで各地にその  
 例が見られてゐる。屍を舟に乗せて葬つた風は、日本の一部にも、南洋にも有つたが、之  
 も海の彼岸に魂の住む國があるとの思想だつたのであらう。エジプトのミイラといふもの  
 やピラミッドといふ様なものも靈魂が蘇生する時に屍が無いと困るといふ信仰の下に拂は  
 れた勞力であるといはれる。日本でも支那風に、七七、四十九日の間、魂が屋のむねを離  
 れぬといふのは、七の魂があつて、七日に一つづゝ家をはなれてゆき、四十九日で七つ共  
 飛び去るとの考へださうである。つまり肉體から離れても生存し得る靈魂といふものが、  
 生命の主体であつて、それによつて肉體が生活現象を營んでゐるのが地上の生であるとい  
 ふのである。アニミズムといふのは大まかに言へば今日いふ所の生氣論の一種であるけれ  
 ども、アリストテレスやガレノスやファン・ヘルモントやバルテットの様に、考へる魂  
 (Nous)と動植物にもある新陳代謝の様な生活現象の魂 (Psyche) とに分けて考へない所が

生氣論 (ヴァイタリズム) と異るといふので、タイラー (Taylor) が命名した説である。  
 草木でも成佛するとか、六道輪回するとか唱へる佛教の説も之れに入るのであらう。キリ  
 スト教國でも、十七世紀の獨乙のスタール (Stahl) (一六六〇—一七三四) などは此の派  
 の闘將である。氏は化學に於てもフロジストン説といふ、ラヴォアジエに反駁されるまで  
 百年間も有力な説とされた説を出した人であり、又醫學者としてもハレ大學の教授でもあ  
 り、且つサックス・ワイマール公の侍醫でもあつた人だが、ファン・ヘルモントやデカル  
 トが人と他の自然物との間に主な境を仕切らうとする考へに反して、生物と無生物との境  
 を主要なものと認め、無生物では變化が起れば、安定を保つ反作用を起す力がないが、生  
 物では體内に物理化學的變化が行はれる時でも安定を保つといひ、又肉體の生活は理知的  
 な魂によるのであつて、その魂は肉體を支配して、一定の目標に向つて仕事をさせる。肉  
 體は魂のための機械にすぎぬと言つてゐる。當時の物質論のゆきすぎに一矢をはなつたの  
 であつた。

魂が何處に宿り、如何にして肉體を支配するかに就いては、氏は運動を以つて解決しよ



うとした。即ち、肉體のいたる處に瀰蔓した魂は、運動によつて、體中に起る物理化學的變化を支配するとした。ドリーシユはスタールの説を賞揚して、アリストラレス以來最初の理論生物學の科學的體系で、生理學上にはじめて廣義の生氣論を導入したものとしてみるが、體と魂との關係に就いては全く想像説にすぎないのがその弱點であるので、シャウファール (Chauffard) は一八七八年に此の説の要點を生かして近世科學に適合する様に補正を試みた。即ち魂と體とを分離して考へないで、「思想、行動、機能は不可分な融合をなしてゐる」と述べた。ボッシユエ (Bossuet) は之を言ひ換へて「魂と體とは自然的統一體である」と言つた。

アニミズムに對するもう一つの非難は、魂は自覺的、自由意志的に働くが、多くの生理現象には此の要素が見えず、自動的、不隨意的、無自覺的に行はれてゐるから、魂と生活力とを分けて考へるべきだといふのであるが、此の點では、シャウファールはスタールと同様に、この説に反對し、同一魂が二様式に活動するのだとした。即ち一様式では思考の活動に現れるので、自覺的、自由意志的に進行し、他様式では無自覺的、本能的に始原法

則に従つて生理現象を支配する時に現れるのであるといふ。魂の此の一體二様式性はアニミズムの長所でもあると同時に短所でもある。進化論の洗禮を受けた人々にとつては、人間や高等哺乳類に限つて生活力以外に魂があるとして、他生物との間に仕切を立てんとする狹義のヴァイタリズムよりは、このアニミズムの方が頭に入り易いのであつて、人間でも發育中の胎兒と大人との間に仕切りを立てる必要も起らないし、動物の自覺の諸段階ある事實にも適合するので、之は一元論に接近してゐるのである。一八八九年、獨乙の生化學者ブンゲ (Bunge) も此の説に加擔してゐる。併しそれが二様式に働くといふやうに考へざるを得ないのならば、この説はヴァイタリズムに併合されても文句はいへないわけである。



## 第二章 昔の生氣論

廣義にいへばアニミズムも生氣論に包括されるが、狹義にいふヴァイタリズムは少なくとも思考する魂と無自覺的に働く生活力とを別々なものとするのである。魂は人間や高等哺乳類のみ有り、生活力は人間をはじめ下等動物や植物にも有つて、その肉體に對する關係は船に對する船頭、大理石や石膏に對する彫刻家のやうな關係だといふのである。

ギリシアに數多い哲學者の一人であつて、十八歳から二十年間もプラトンの下に學んだものではあるけれども、一方に動物や海岸の植物をもよく比較觀察して、後世は哲學者の間によりも生物學者の間に永く尊ばれたアリストテレス (Aristoteles 前三八四—三二二) は生氣論に於ても鼻祖と言はれる。彼はマケドニア王の侍醫の子で幼にして父の家庭的感化を受けたが、父が早く死んで母の故郷の海濱近い町に育ち、父の學友から生物學や醫學を



仕込まれた。當時良い醫者になるには哲學の教養が必要とされたので、十八歳でアテナイに来てプラトンの弟子となり、二十年間もその訓陶を受け、師の生前に既に師と反對の傾向を示したので、プラトンは喜ばなかつたといふ話もある。三三八—三三五年の三年間、幼きアレキサンデル大王の教育掛になつた事は、少なくとも彼に名譽と富とを得せしめ、後アテナイに移住してからも、大王からの保護があつて門弟も多くなり、アポロンの神殿を學堂（リュケイオン）として使用する事を許された。此處で晨には、相當有名になつた學者をも含む少數の選抜門弟に講義し、夕には若い門弟達のためにもつと平易な講義をし、その暇に形而上學、論理學、生物學、心理學、政治學、藝術學等多面に互つての著述をした。政争には超然としてゐたけれども、アレキサンデルの死後、ソクラテス同様、神をなみする者として訴へられたので、エウボエヤに去つて間もなく死んだのであつた。哲學者は彼の思想の缺點を甚だ鋭く突くが、ダーキンの如き生物學者は、自分はリンネとキウビエとを神の様に思ふけれども、彼等もアリストテレスに較べれば、國民學校の學童のやうなものであるとまで云つて尊重してゐる。今日の知識に較べれば、分類學でも解剖學

でも進化説でも、缺點の多いものであることは争はれないけれども、それは時代の罪であり、獨創的に斯學に先鞭をつけた鼻祖としては十分に尊ばれる價值があるのであつて、十七世紀までは彼の説を破る程の人は現れなかつたと言はれる程である。彼の生氣説は、プラトンから發足した哲學的な彼の宇宙觀の一部に織り込まれてゐるものではあるが、却々整然としたものである。プラトンに據れば永遠のイデアが實體であつて、地上の事物はその不完全な映像だといふのであるが、アリストテレスは、このイデアを事物の外にありとすると事物との交渉に就いて難問が起るので、師と異つて、事物その物の中にあると考へたのである。物の形こそイデアであり實在であつて、物質はその未成材料である。例へば像の刻まれる大理石は材料であつて、彫刻家がそれに與へる形象が實在である。種子は材料であつてそれから生えて來る植物が實在である。卵や胎兒は材料であつて、それから成育する動物は實在である。斯くてすべて發育の下級な物は材料で、完全な發育に達した物が實在である。之を自然界におしひろめていへば、全く形をなさぬ實在なき物質から、物質が形に勝つて居る無生物、形が物質を支配して居る生物まで、發育の程度の諸段階の完



全な一群があることになる。生物に於ける形とは即ち魂 (Anima) であつて、發育のすんだ生物程、魂の肉體物質を支配する事が大である。植物は下級の魂を有するのみで、榮養と生殖の現象をば示すが感覺がない。動物の魂はやゝ高級で、生活するのみならず感覺する。そして人間になれば、生き、感ずるのみならず、自覺し、推理する魂を有する。かく、はじめは人間と動物とを著しく分けて考へたが、智見の進んだ後には、この相違は絶對のものではなくて程度の問題であつて、動物にも或る程度の理知を有する者があると考へるやうになつた様である。彼は魂と肉體との關係を論じて、魂は肉體と獨立なものでもなく、又肉體と同一なものでもなくて、兩者の關係はエンテレケイア (Entelechia) 即ち「内在する、目的に向つて進んでゆく傾向」の存在によつて表現せられる。この傾向の存在によつて、自然は常に、出來得べき最も完全なものに向つて進んでゆくのであるとしてゐる。結論に於ては彼程近代的な人は少ない。例へばドリシユの生氣論のエンテレキトといふのも彼の語を借りて來てゐるのであるし、發生學に於ても、前成說に對抗してシュペーマンやマンゴールド以來今日を風靡して居るエビゼネシス說 (後成說) を、彼も述べ

てゐるし、進化を認めることに於てはダーキンと同じであるが、しかも細かくいへばド・フリース以後の突然變化說に近いものと言はれるのである。それは彼がエンペドクレスの適應說を批評して、門齒は尖つて噛み裂くに適し、臼齒は噛み碎くに適するが、兩種の齒はこの目的があつて生起したのではない、雨が降れば麥がよく成長するといふ事があるが、雨はこの目的があつて降るのではない、雨の降るのは降るべき法則に従つて降るのであつて、利する人のあるとなひとは雨の知る所ではないのと同様である、と言つてゐるからである。彼は心臓や血管系の解剖にも通じてゐたが、その解釋にいたつては心臓を魂の宿る處とし、腦をその心熱を冷やす作用を有するものと考へてゐたのであつた。

ガレノス (Galenos) (一三二—二〇一) もギリシア後期の生氣論者で、アレキサンドリアで開業し、實驗の價値を重んじた醫學者、生物學者である。多數の論文が残つてゐるので、十七世紀までの生理學は彼の支配力に負ふ所が多かつたといはれる。彼は吸氣とは世界の魂から生氣 (Pneuma) を吸ひ込むことであつて、この生氣は肺を通じて左心室にゆくと言へた。又消化された食物は腸から門脈によつて肝臓にゆくが、彼は肝臓に重きをおいて、



此處から、熱や三種の魂の内の最下級の魂 (Natural spirit) を備へた静脈血となつて體を巡るとする。肝臓は静脈の中心、心臓は動脈の中心、脳は中空な神経の中心で、此の三中心から魂が體中に送り出される。肝臓からの静脈は全身にも分布するが、一つは心臓の右側に入り、心臓の隔膜の孔を通つて左側に入つて、肺から來た生氣 (Pneuma) と合して第二級の魂 (Vital spirits) に昇格し、動脈によつて全體に廻る。動脈血が腦にゆくと、第一級の魂 (Animal spirits) に昇格して又全身を巡るといふ考へである。之に似た考へは彼以前にもギリシアには昔からあつたので、キオスのエラシストラトス (前三〇〇頃) も肺から吸はれた空氣は心臓に達して血と混合して Vital spirits となり、動脈によつて體中にゆきわたり、腦に達した部分は Animal spirits となつて腦室を充たし、神経によつて體に巡ると述べた。静脈は血だけを輸ぶもので Natural spirit を運ばないとする點が、ガレノスと異ふ位なものである。静脈血に魂が宿つてゐるといふ考へはユダヤ人にもあり、血を洗ひ流さないでは肉を食はぬのはそのためだといふ。

ウィリアム・ハーヴェー (W. Harvey) (一五七八一—一六五七) が血液循環の真相を證明す

るにいたつて、ガレノスの流れる魂の説は没落の外なかつた。ハーヴェーは血液は心臓の收縮によつて動脈に送られる事、右心室の血は皆肺にゆくのであつて左心室にゆくのではなく、肺から左心耳にかへつて左心室に入る、即ち大循環の外に肺循環がある事、及び左心室の血は大循環の動脈にゆき静脈に流れ入り、静脈を通つて再び右心耳に歸るのであつて、動脈と静脈とは別々の管系ではない事、肝臓が静脈系の中心ではない事、を明かにした。彼は魂の問題は別の立場から考へるべきだとしただけであるが、自然に人はガレノスの説を信じなくなつたのである。ガレノスもハーヴェーも等しく動物の解剖をやつたのであるが、解釋は之ほど異ふのである。結論の誤りが知覺の誤りよりも思考の誤りによる例の如何に多いかは注目すべき事である。ハーヴェーのこの結論に達するまでの苦心は多とすべきである。斯くて生氣と血流との關係は絶えたが、ハーヴェーは雞の發育の研究によつて生氣論を唱へて居る。人間や哺乳類も卵から發生する事を豫言し、「すべて生物は卵から」といふのも彼の考へを格言化したものといはれ (この卵といふのは可なり廣義のものだつたらしいが)、アリストテレスの考へを正して、受精卵には父母共に寄與するもの



なる事を述べたが、卵に榮養的、感覺的二種の魂が含まれる事や、器官の後成説を奉ずる點に於て、アリストテレスと同説であつた。そして後成的發生は機械的な法則によるのでなくして内在する生命の力 (Opifex Principium) によると考へた。

デカルト (Descartes) (一五九六—一六五〇) は生物學者ではなくて有名な哲學者、數學者であるが、それでも「人間」といふ書を書いて、人間は推理する魂を宿し、それに支配される土塵より成る機械である事を證するのは自分の哲學の一部だと言つた。彼は人間に就ては生氣論者で、動植物に就ては機械論者だつたのであつて、つまり、反射運動の中樞 (Animal spirit) は脳室にあつて、刺戟が神経の管中の纖維性な髓を傳つて此の中樞を刺戟すると、此の中樞から液又はガスが神経管を流れて筋肉に達して收縮させて反射運動を起すとした。上の口から十錢玉を入れると下の口から入場券が出るやうなものであるから、一寸機械的である。處が人間にはこの外に、松果腺に魂があつて、それは推理し、不死なものであるが、脳室内の中樞は此の松果腺にも刺戟を傳へるので、松果腺内の魂も外界と交渉を生ずるのであるといふ。生理學が進歩すると松果腺は魂の宿泊所としてふさはしく

ない事がわかつて來た。ファン・ヘルモンツ (Van Helmont 一五七二—一六四四) もデカルトと同様スコラ的で、人間にのみ不滅の魂があると考へたが、その魂を包んで、運動や感覺を支配する不滅でない感覺的魂があり、之が脳や神経を通じて支配作用を行ふけれども、實は胃の幽門に宿るものである。但し其處に局限されて居るのではなくて燭光の様に四方に輝いて Vital spirit を支配するのだと言ふ。彼は Vital spirit を Blas と名づけて居る(又はバレンチンの用語に従つて Archaei とも呼んだ) が、之は左心室から右心室に行つた血が生かされて出來るもので、數が澤山生じ、血流に混じて消化作用の各階程に働き、酵素が消化作用を行ふのを支配するものであるといふ。彼が酵素學者だつた俤が見えて面白いが、あまりに奇抜すぎて批評に苦しむ。

一七四八年、醫師ローリー (Lorry) は、延髓の或る點に小さな損傷を與へると急死する點のある事を發見した。一八一二年にルガロア (Legallois) が此の點を確定し、一八二七年にフロレンス (Flourens) は一層此の點を正確に突き留めた。それは頭と頸との會合點の位層に於て、第四腦室の床、第八腦神経の根の近くに在るのであつて、「生活點」と呼



ばれる。留針の頭程の灰白質であるが、つまりこの點を損傷すると急死するのである。之こそ魂の宿る所だと考へた人があつたわけであるが、此の點を碎破しても人工的に呼吸を繼續させさへすれば生命は持續するのであつた。つまり呼吸中樞だつたにすぎないのである。次に生活の三點といふ考へを信ずる人もあつた。肺と心臓と腦とがそれであつて、その中の何處を傷けても死ぬといふのであつた。一點に宿るとの考へに比べれば生氣の宿は分散したわけであるが、まだ三點に分散したにすぎない。併しやがて生活力の宿はもつと分散してある事がわかつて來た。トレンプリー (Trembly) は、ヒドラを切り刻んだが、各片が生活力を持つて居つて完全な一疋づゝになつたし、ボンネ (Bonnet) が環形動物のゴカイ類を切り刻んでも各々完全な一疋づゝに再生した。高等動物でも、一九〇一年にチュリンの生理學會で、ロック (Locke) は兎の心臓を體から切りはなしても數時間も鼓動する事を示した。定温で空氣中に心臓をつるして、唯一種の液體を以つて灌注しただけである。其後カリアプロ (Kuljabko) は人間の心臓で同様の實驗を示した(肉體は死んで十八時間位も經て居たもので)。やがて各生理研究室で、龜の心臓を用ゐて、動脈や靜脈の代

りをゴム管でさせて、馬や牛の固らない様にした血を充してやると、何時間も何日も、心臓が鼓動して血を動脈に送るといふ事を學生用の實驗に用ゐる様になつた。更に組織培養法がハリソン (Harrison) とフィッシャー (Fischer) との兩派によつて盛んに行はれる様になつた。斯うなれば、ホルデン (Borden) が「動物中の動物」といひ、ビシャ (Bichat) が「共通機械の中の特殊機械」と言つた様に、生命は結局各細胞にも有るといはざるを得ないわけであつて、個體生理學の外に細胞生理學が起り、生物といふ語の外に生活物質といふ語も出て來るわけである。それでも生氣論の立場がなくならねばならぬといふわけではないが、別の立場からも見直して見るといふ人も出て來るのは當然で、殊に十八、九世紀の物理學化學の進歩と共に、又進化論の影響もあつて、一元論的な生命論も出て來たのである。一元論は生物と無生物との歸一といふ事にも押し進められるので、唯物論的生命論も出て來たのである。生氣論と機械論との論争は今日もあり、近時は生氣論者も却々多くなつた。併し一先づ生物の物理化學的研究の進歩について述べ、それからまた近時の生氣論其他に就て述べて見ようと思ふ。



### 第三章 生物化學の初期

物理學や化學の精密な實驗的研究法が盛んになつた風潮が、生理學にも及んで來るのは當然の事であつた。一七二七年ステーフェン・ホール (Stephen Hale) が動脈の血壓や植物の導管内の液の壓力を測つた論文を出して以來、生理學も精密科學の水準に達したのであつた。毎年の様に、生物體の化學及び物理的現象が無機物界に見るそれと並行する事が發見されて行つた。從來、生物體内の物質は生活力によつてのみ造られるもので、無機物からは造り得ないものと見做されてゐたので、有機物と無機物とは全く別世界と思はれてゐた。フランスの大化學者ラヴォアジエ (Lavoisier) は有機化合物の大部分は炭素化合物である事を示した。無機界に炭素化合物の少ないのと對蹠的な事實なので、十九世紀初葉には炭素化合物は生きた細胞によつてのみ合成されるものと考へる人が多かつたのも無理



のない話である。十八世紀には植物体内の無機鹽類すら植物細胞の生活力によつて造られるものと思はれてゐたのである。處がソーシユール (Saussure) は一八〇四年に無機鹽類は水溶液として植物が土壤から吸ひ上げたもので、植物自身の造る物ではない事を、初めて證明した。一八二八年ドイツの化學者ウエーラー (Wöhler) が尿素を青酸アンモニウムから實驗室内で人工的に造り得るのを發見した事によつて、生物界の炭素化合物の問題も解決した様に思はれるに至つたのである。その驚歎の深かつたことは、化學者デュマ (Dumas) の一八三六年の論文を見ても知られる。即ち無機化學と有機化學との間のはつきりした境界線はなくなり、生物と無生物との歸一が叫ばれる様になつたのである。生物には奇妙な合成力があるにすぎないから、合成の研究が有機化學の重要な課題であるといふ様になつたのである。有機物の合成の成功は年々多くなつた。蛋白質は消化せられるとペプトンに分解し、更にアミノ酸になつて腸壁に吸収せられるのであるが、エミル・フィッシャー (E. Fischer) はアミノ酸をも合成し得たし、一八八六年にはグリセリンから葡萄糖を合成するのにも成功した。植物のアルカロイド類も合成される様になつたし、植物性色素のア

ニリンとか、インディゴチン (藍精) なども合成される様になつて、植物から採る代りにコールターから取る様になつた。尤も此等の色素は合成酒みたいなもので、我々には天然の色素程の味ひがないが、一九〇一年には高峯博士によつて副腎のホルモンたるアドレナリンも合成された。兎に角此等の合成は、生物体内に於ても體外に於ても、同じ化學法則に従つて行はれるものと思はれて來たのである。

然らば生活現象そのものは化學的反應又は物理現象に過ぎないものであらうかどうか、といふ問題が起るのも當然である。氣の早い人は、生物一元といふ進化論に刺戟されたのと合せて、生物と無生物との歸一、唯物論を唱へた。がこれはさう簡單には結論すべきでないであつて、先づ我々は生物の雛型ともいふべき細胞やその主要成分たる原形質の化學的物理的性質をもつと細説することから、更にもつと深く進んでゆかなければならぬ。



#### 第四章 有機物の構成

ラジウム、ウラニウムの様な原子量の大なるものは、エネルギーも多くなつて、安定の限界に達するものと見え、放射線を放散して他の元素に變化しつゝあるといふ事がわかつてからは、安定な元素も勿論あるけれども、必ずしも元素は分解し得ない不變なものとは限らないと考へられる事になつた。ラジウム放射線もX線も少なくとも三つの線に分けられる。α線、β線、γ線がそれである。α線の透過を防ぐには0.05mmの厚さのアルミニウム板で足りるが、β線には五mmの厚さのもの、γ線には五〇〇mmの厚さのものを以つてしなければ防げぬといふ。つまりγ線はエーテル（宇宙に充ちる）の透過性には及ばないがα線に比べると一萬倍の透過性を有するのであつて、エーテルの波動であるといふ。α線、β線は微粒子の續く流れであるが、β線の粒子は水素原子の千分の一乃至二千分の一



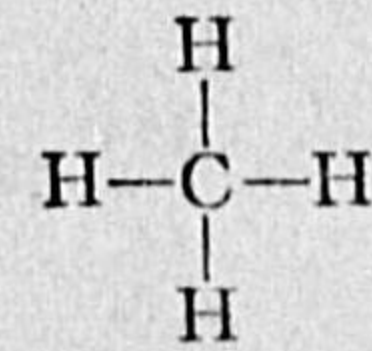
位の微小な粒子で、陰電氣を帯びてゐるので電子（エレクトロン）と呼ばれ、電流とは、つまり此等の電子が電氣良導體を流れ進むことである。α線の粒子はすと大きく、水素原子の二倍位の量のもので、陽電氣を帯びるが、物體通過の途中で電氣を失ひ、徐々にヘリウム原子になつて現れるのである。即ちエネルギーが物質に變り得るといふ事になつたのである。そしてγ線の持つ様なエネルギーはエーテルから出来るものといふのであるから、無機界の一種の進化論と言へるのである。ヘリウムは太陽に多い事から出た名であるが、空氣中にも微量にある事が知られ、アルゴンと呼ばれて居つたのが即ち之である。太陽のやうな高熱の處には、ヘリウムとか水素とかいふ原子量の小さい簡單な元素が多いのであるが、温度の冷えるにつれて原子量の多い元素も澤山出來た。今日では九十に餘る元素が知られて居る。又放射線の研究の進むと共に、原子は、中性子と之を取り巻く電子群とから成るもので、普通の化學反應に於ては、電子間の平衡が保たれて安定なものとして働くから、丁度生物體で細胞を生理上の單位と考へる様に、原子を化學上の行動單位と考へてよいのである。そして元素と元素とが或る一定の化合物を造る時には、常に原子量の

單純な倍數的な一定量で抱合するからして、その化合物の化學的性質も一定なのである。例へば水の分子は、常に水素原子二と酸素原子一との化合物であるから、水の分子は皆同じで、化學的性質も常に一定といへるのである。窒素の一原子が水素の三原子と化合すればアンモニアとなり、炭素の一原子が水素の四原子と化合すればメタン瓦斯となり、炭素の一原子と水素の一原子と鹽素の三原子とが化合すればクロロフォームとなる。斯く水素原子は酸素の一原子とは二、窒素の一原子とは三、炭素の一原子とは四原子を以つて化合するといふ様な現象から、水素を一價といふに對して、酸素は二價、窒素は三價、炭素は四價であると稱する。クロロフォームをメタン瓦斯と比べると、水素三原子の代りに鹽素三原子が入つたのであるから、鹽素は水素と同價で、即ち一價である事がわかる。窒素や炭は本當は五價なのであるが、相互同士の結びつきの力が強いために、三價の相を表すのであり、炭素も二價の相を表す事がある。

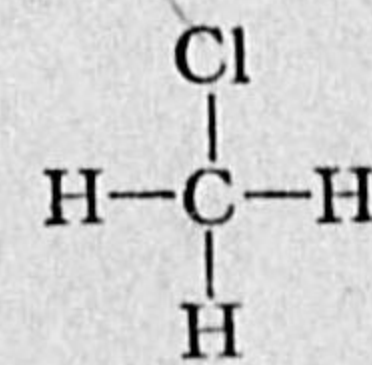
有機物を考へる場合に最も大事なのは上記の内の炭素で、之は四價だから、その點からも他の原子の多數と結びつき得るわけだし、炭素原子同士も結びつく性能が大である



ので、分子量の大なる化合物も出来得るわけで、澱粉の如きは分子量三萬五千といはれる。



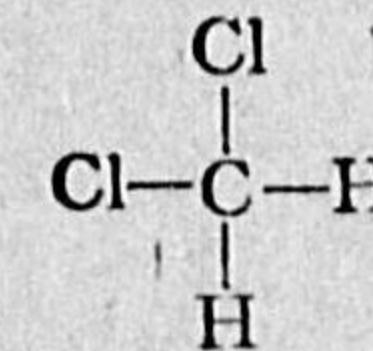
メタン瓦斯



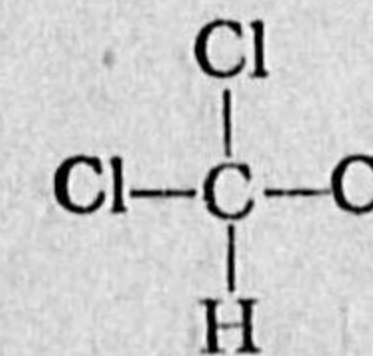
メチルクロライド

このメチルクロライドの  $\text{CH}_3$  は一價の物質であるが如くに一團となつて、有機化合物中で

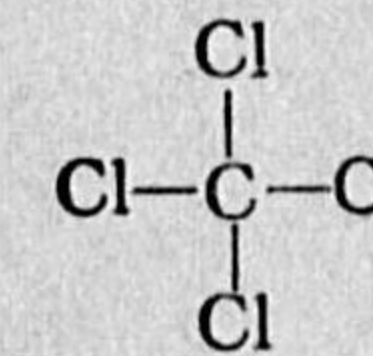
行動するので、有機ラヂカルと呼ばれる。



ジクロルメタン

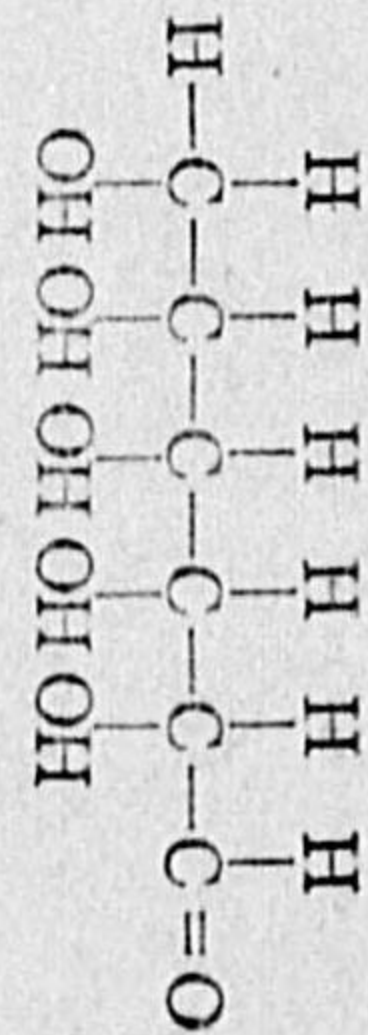


クロロフォーム



カーボンテトラ  
クロライド

上記はいづれもメタン瓦斯に鹽素を作用させる時に生ずる物質で、炭素のエネルギーは四つの、一價の他原子で飽和されて平衡状態にあるのだが、一酸化炭素の場合には、二價の酸素一つだけと結び付いて居るだけで、他の二は相互同士の弱い親和力で間に合はしてゐるのであるから、もつと親和力の強い物質に接觸すれば、例へば空氣中で酸化されれば、二酸化炭素となる。此の空氣中の二酸化炭素と水とから、緑葉植物は日光の助けを得ると炭水化物を合成するのであるが、炭水化物の様な膠狀體をなす物質にあつては、澤山の炭素原子が親和して大きな分子量の化合物をなしてゐる。炭素の原子六個又はその倍數の化合物が安定であるらしくて、自然界には其の式の物が多い。例へば最も單純な砂糖

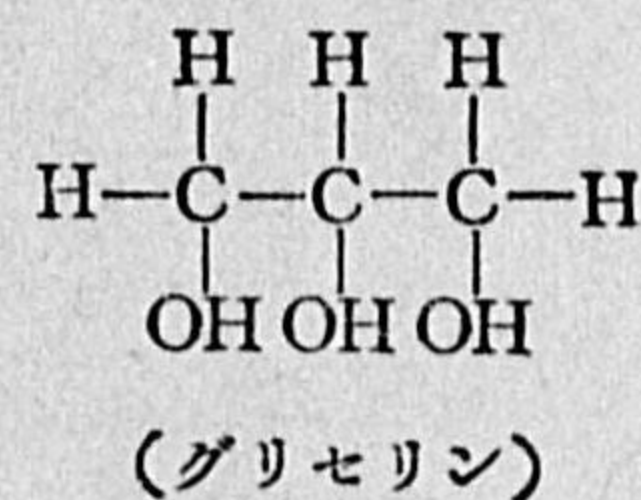


(糖)

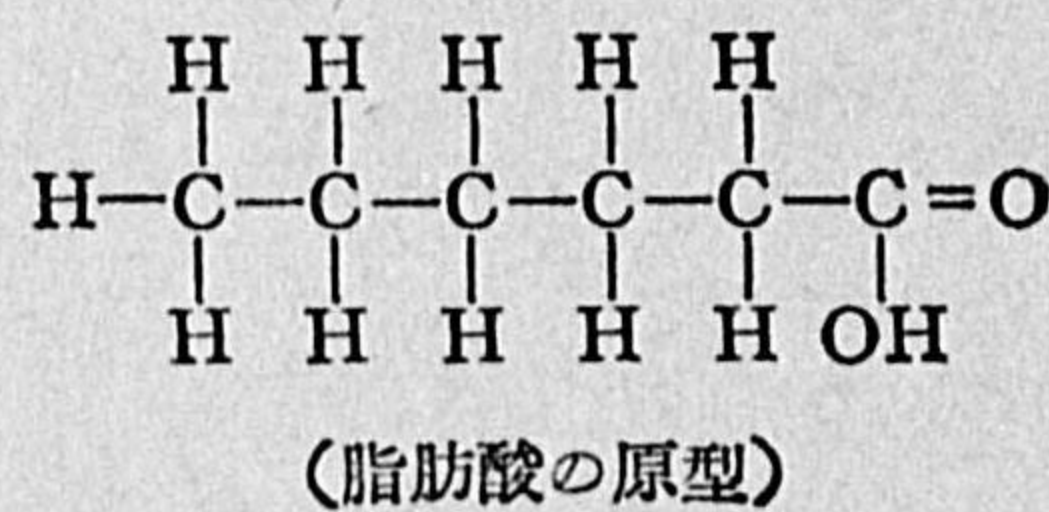


であるし、之が二つ集つて、一方からHが一つ、一方からOHが一つ放れると、二價糖例へば蔗糖と水とが生ずるのである。かういふ重複作用が幾回もくりかへされたと見做すべき物質（多糖）が即ち澱粉やセルロースであつて、前述の様にその分子量は三萬五千と言はれるのである。消化の時の分解はその逆に進行するわけである。

脂肪の基となるグリセリンは炭素原子三で、



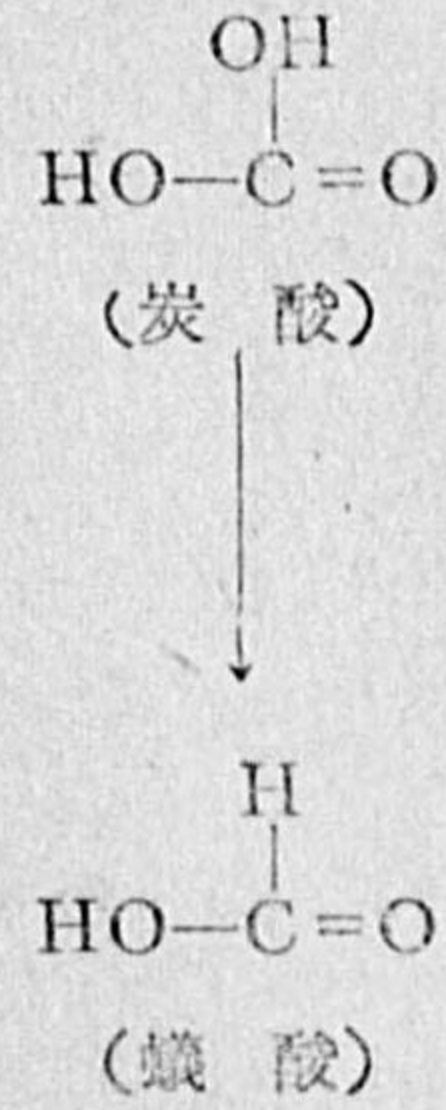
之のOHの處を脂肪酸で代置したものが脂肪である。脂肪酸の原型は次の如きもので、自然には之れの三倍型として存在する。



これがグリセリンと合ふと、前者から離れたHとグリセリンから離れたOHとが合して水となり、即ち脂肪と水とが出来るのである。脂肪が消化せられると、グリセリンと脂肪酸とに分解して腸に吸収され、再び腸の細胞で脂肪となる事は周知の通りである。即ち脂肪は炭水化物のOHを除去して代りにHを加へた（即ち還元した）物である。炭水化物が二酸化炭素（炭酸ガス）から出来るには、之と水と合へば炭酸となり、日光の力でOHの一つを



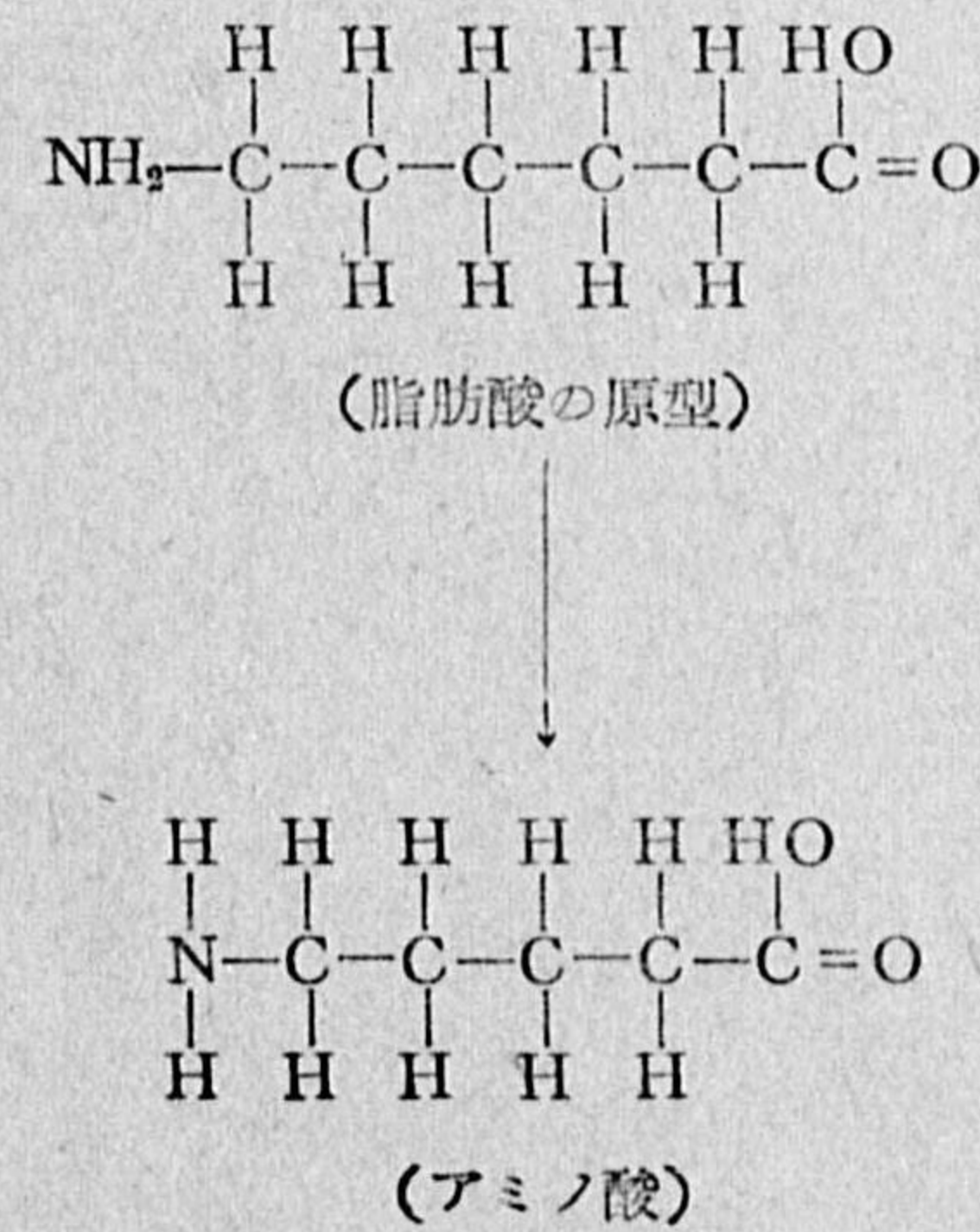
分解してHで代置すれば蟻酸となり、放れた酸素は空中に出る。



この蟻酸は、炭素、水素、水酸の結びついた炭水化物の原基で、之が更に還元され、又六個結び付いたのが單糖なわけである。

扱蛋白質であるが、前記

の脂肪酸の原型の左端のHを、アンモニア(H-N-H)からH一つを失つた、アミドチン、即ちH-N-Hを以つて置き代へれば、圖示の様に、



アミノ酸となる。アミノ酸類が總ての蛋白質の原基で、蛋白質は消化せられるとアミノ酸となつて腸に吸収されるものなる事は周知である。茲に面白いのはアンモニアは鹽基性の強い物で、酸に逢へば之を中和するのであるが、アンモニアからH一つ失つたアミドチンはアミノ酸の一端に付いてゐるが、アミノ酸の酸性を消しもせぬと同時に、自身は鹽基性をも失はぬのであつて、アミノ酸は酸としても鹽基としても働くといふ、二重性を持つのである。

アミノ酸には澤山の細別があつて、そのHを色々な群で置きかへれば、色々な大きな分子量の蛋白質となる。アミノ酸群が二つくつついてゐる二アミノ酸と稱せられるものもある。幾つもくつついた多アミノ酸も出来る。後者は蛋白質が胃で分解された時のペプトンに似て居るので、フィッシュャー(Fischer)は多ペプチッド類と呼んだ。フィッシュャーやその門下はかゝる多ペプチッド類を百以上も合成した。その中には化學上の性質に於て蛋白質に近いものもあつた。分子が大きくなると最早原子をくつつける餘力のない域に達するわけだが、さうなると今度は鹽基性の端は他の同様な分子の酸性端と結びつき、酸性



の端は他の分子の鹽基性の端と結びつき、斯様にして澤山の分子が結びついて大きな分子群をなすわけで、斯ういふ分子群の様な大きな粒（と言つても顕微鏡でも見えない位のもの）が浮んで居る溶液を膠狀體といふのである。細胞内の主要な物質は皆膠狀體をなしてゐるが、膠狀體は色々な特性を示すのであつて、所謂原形質の生活現象には、膠狀體なるが故の特性として解説し得るものが色々あるのである。次章には膠狀體に就いて少し述べようと思ふ。

## 第五章 膠狀體の諸性質

膠狀體（コロイド）といふ語は、グラハム（Graham）が一八六二—四年に發表した研究にはじめて用ゐられたのであるが、生物體の主要な物質は皆膠狀體の状態にあるので、生理學上に重大な光を投じたものである。彼は色々な物質の溶液の滲透に就いて研究して見た處、動物性の膜を通過するものと通過し得ないものとのある事を發見した。例へばストリキニンと蛋白質等との混じた胃の内容物を檢すると、蛋白質はこの膜を通らぬのに、ストリキニンは通るから、二者は容易に分離する事が出来、毒殺犯罪などもわかるといふ様なわけである。彼はこの膜を通過する物を結晶體と呼び、通過せぬ物を膠狀體と呼んだ。結晶體溶液では飽和状態に達すると沈澱したり結晶したりするが、膠狀體では溶媒を失つて行つてもなかく、飽和に達する事なく、唯ドロドロ（ガレルト）になり、もつと濃く



なれば凝固する(ゲル)。結晶體でも、原子間結合とは獨立に分子間結合も有るのであるが、その結合は甚だ密である。例へば、食鹽の結晶は食鹽だけの結晶であるに反して、臭化ナトリウムや沃化ナトリウムの結晶は、夫々の分子と水の二分子とが結合して出來てゐるもので、之を沸騰點以上に熱すると結晶から水が追ひ出れて粉になるが、此鹽類を冷して水に溶すと再び結晶し、その際溶液が温くなる、即ち熱が生ずるのである。反對に結晶を溶かせば水は冷へる。冷へるのは熱が浸透壓に變るからである。結晶體では、これ程分子間の結合が密なのであるが、膠狀體にあつては之に反して、分子間の結合は粗であり不安定的であり、その代りに多くの分子が連結してゐるのである。膜を通らぬといふのもつまり分子の集塊が大いからであらう。

チンダル (Tyndall) は、溶液に當る光線の見えるのは溶液の微粒子が光線を反射する間だけであつて、水中から注意して微粒子を除くと光線の方角を追求する事が出來ず、水が漫然と照らされて居る様に見えるだけなのを發見した。之をチンダル現象といふ。膠狀體が常にチンダル現象を示す事からして、微粒子が溶媒に散在してゐる事は言へるのである

が、その微粒子が普通の光學顯微鏡で見得るのは一耗の四千分の一位までで、電子顯微鏡でも一耗の百萬分の三以上の粒子でなければ見えないので、粒子が顯微鏡でも見得ない膠狀體も澤山あるが、チンダル現象によつて、溶媒と微粒子とから成る分散系な事がわかる。溶媒は連續してゐるので連續相といひ、溶けてゐる物質は分散してゐるので分散相と云ふ。結晶體溶液も分散系であるが、その分散相はファラーデーが言ひ出した様に、分子が分解してイオンになつてゐるものと考へられ、之に反して膠狀體溶液では分子又は分子の塊をなすものと考へられてゐた。今日では、さうはつきり此の點で區別するわけにはゆかぬ程諸階段があり、アミクロン(電子顯微鏡でも見えぬ粒)を分散相とする膠狀體溶液は、よほど眞溶液に近い物理的性質を示すことも色々明かになつて來た。分散相が固體である膠狀體をサスペンション・コロイド(懸留膠狀體)といひ、分散相が液滴である膠狀體をエマルジョン・コロイド(乳狀膠狀體)と呼ぶ分け方もある。前者は一名嫌水性膠狀體ともいはれ、溶媒との關係が不安定で、鹽類を加へると沈澱し易く、その沈澱は不可逆的である。金、白金等の膠狀體はその例である。後者は溶媒との關係が安定で、鹽類を加



へても沈澱し難いもので、好水性膠狀體とも呼ばれる。金屬にも水酸化物には後類もあり、硅酸もさうだが、原形質の蛋白質や含水炭素も之に屬するのである。この類では沈澱といふか硬化しても、溶媒を加へてゆくと再び膠狀になる可逆性が強い。膠狀體では、溶液をソル、可逆的に硬化したものをゲルト、不可逆的に硬化した状態をゲルといふ。この可逆性の強い事が原形質膠狀體の長所であつて、例へば種子とか孢子とか卵とか被囊した下等動物などは硬化して新陳代謝の少ない休眠状態に入つても、適當な水分に逢ふと容易に可逆してソルの状態にかへり、敏速な化學反應を行ふ様になる。苔の孢子は百年位、高等植物の種子でも、十數年たつたのでも芽生えた例がある。

又筋肉や神経の細胞の作用の律動性も、この凝固と溶液化との可逆性によつて生ずる現象と言はれるのであつて、原形質はアルカリ液では溶け（筋纖維は伸びる）、酸性化する濃度が高くなる（筋纖維は縮む）のであり、この性質は體中では、細胞活動の結果、容易に變るのである。

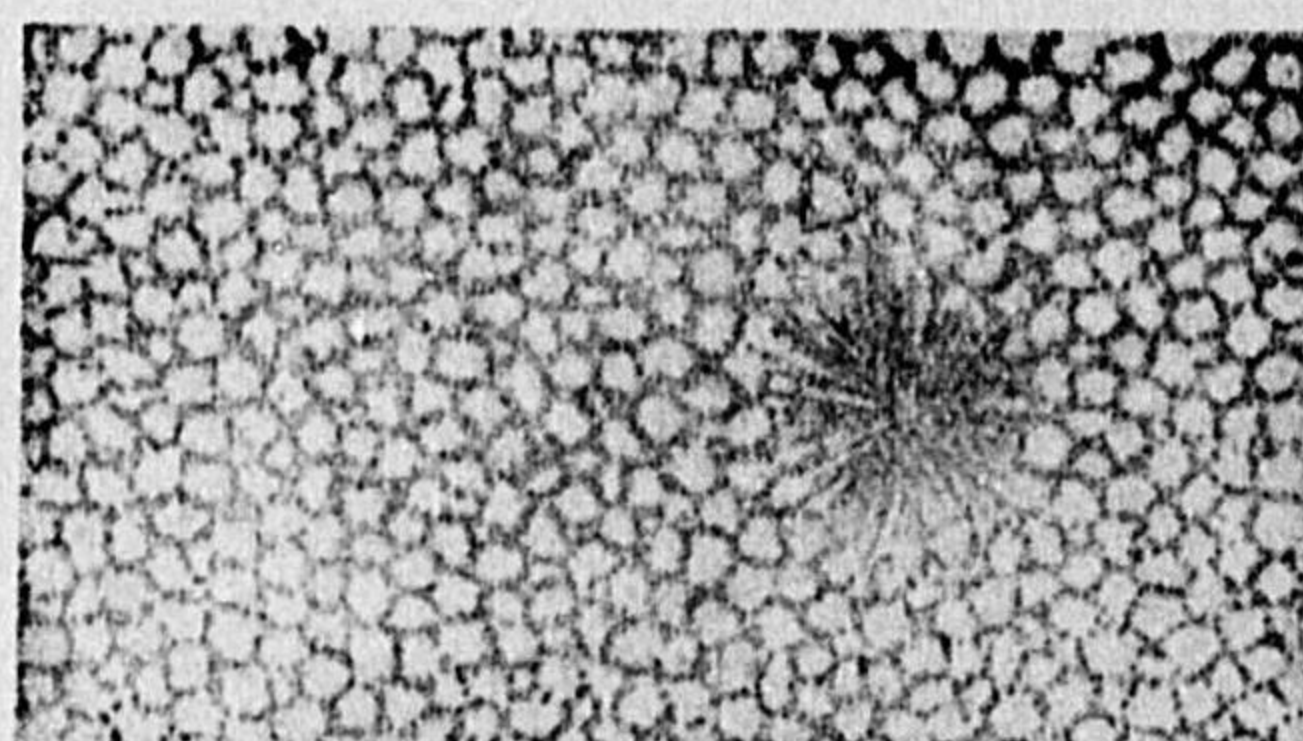
又膠狀體溶液の界面には分子が餘計集つて濃くなり、内部は分子が少なくなつて液狀に

なる性質がある事は、牛乳の表面に膜の出来る事、之を除くとまた出来る事でもわかるが、この事は細胞にとつても重要な意義を有するのであつて、原形質の表面には濃い膠狀體の原形質膜が形成されてをり、細胞外から色々な物質が細胞内に入るのを選擇するのに都合が良い。何でもかでも入り得るわけではなく、半透性なのであつて、植物のセルローズ性細胞膜の様にどんな溶液でも通すのではないのである。

原形質表面のこの選擇性をよく證明するのは、植物の原形質離膜の實驗である。例へばド・フリース (de Vries) のやつた様に、切り離れた細胞群をニバーセントの硝酸カリ液にひたすと、原形質は細胞膜を離れて球狀になるが、これは細胞内の水分が出て行つて、原形質外のカリ溶液の浸透壓と同等になるまで縮んだのである。つまり硝酸カリが原形質内に入り得なかつた事に起因するのである。オーヴァートン (Overton) はもつと色々な實驗をやつて見たが、單價のアルコール、アルデハイド、ケトン、脂肪酸、アルカロイド等ではこの現象が起らなかつた。つまり此等の物質は容易に原形質膜を通過して中に這入つたのである。グリコルやアミノ化合物はやゝ通過し難かつた。グリセリンやエリトライトは



も少し通過し難かつた。砂糖類やアミノ酸類、有機酸の鹽類は、も一層通過困難で、無機鹽類は最も通過し難いのを知つた。通過し難いもの程原形質離膜をよく起す事は勿論である。その結論として彼は、油脂に溶け易いもの程原形質の表面を通過し易い、クロロフォルムやエーテルがよく神経細胞に侵入して魔睡作用を起こすのも、此等の物がたやすく細胞内に入つて神経細胞内に多い脂肪と化合物を造るからである、と言つた。アニリン色素が原形質を染めるに適するのも、アルコールとか脂肪化合物を溶かす有機物の液とかにのみ溶ける物だからであらう。アニリン色素を硫酸で處理して水に溶ける様にすると生きた細胞には入り得ないのである。それで結論としてオーヴァートンは、原形質の表面は脂肪とか油様物に富む薄い膜をなしてゐるのであらうと言つた。この膜を我々は原形質膜と言ひ、之が單に半透性膜として大事なばかりでなく、内部の原形質より硬いために、植物細胞の様にセルロースの細胞膜の無い動物細胞に於ても、流動する内部の原形質を保護する役にも立つてゐることを證し得るのである。之れも膠狀體なればこそと思はれるのであつて、一般に膠狀體ソルは、表面に硬い薄膜を形成するものである。この原形質膜の保護作



第1圖 ユニの卵の固定された細胞質の構造(星の標なのは中心體)。

用の證明法として、ユニの卵巢の纖毛細胞などで、原形質膜を壊はすと、破壊が纖毛の根部にも波及するに及んで、纖毛運動は止むし、内部の原形質は流れ出して仕舞ふ。又赤血球の原形質膜は試験管中で振つただけでも破れるが、さうすると内のヘモグロビンが流出して結晶するのである。

界面に分子が餘計集つて濃度が高くなるこの性質は、細胞内の顆粒や泡の表面にも起るので、これが細胞内で色々な仕事が同時に行はれる所以でもあると思はれる(酵素のことは後章で述べるが)。

も一つ注目すべき重要點は、膠狀體と無機鹽類との結びつきである。グラハムは膠狀硅酸は六十分子位が結びついて一單位の如くに行動することを見、又アルカリを加へると分子が分離する事を見たが、併し完全に結晶體溶液となるのではなくて部分的なので、之を結晶膠狀體と名づけた。生物體內



の蛋白質も有機物だけといふわけではなくて、常に無機物と結びついてゐるのである。昔の分析家はこの無機物を邪魔物扱ひして迷惑がつたのであるけれども、これこそ生活に缺くべからざる要素であつて、之を失つた蛋白質は死んだ蛋白質となる事は争はれない。無機鹽の一部分は又遊離状態にもなつて混じつてをり、それが溶液内で解離してイオンとなり、これが膠状態系に作用して膠状態系に活動をひき起こす源となつてゐる事も、確かであるらしい。摘出した心臓から無機鹽類を全く洗ひ出してしまふと鼓動が止まるが、カリウムやカルシウムを加へた液を加へると鼓動し出す、といふ様な實驗もある。

吾々が顕微鏡下で見る細胞質の構造も細胞に特有なわけではなく、膠状態には可なり廣く通じる現象なのである。細胞學者は固定した細胞に就いて、血眼になつて、細胞質は海綿状である(フロマン、シュミッツ、レイディツヒ)とか、網状だ(フレミング)とか、顆粒状だ(アルトマン)とか、泡状だ(ビュチュリ、ラウバー)とか云つて争つたが、實は膠状態が濃い部分と薄い部分に分れる時には、環境の温度や藥品の如何によつて色々な分れ方をするのであつて、例へば原液が薄い時は濃部は網状になるとか、ゼラチンを昇

汞で固定すると泡状をなすとか、ゼラチンをフォルマリンで固定するか卵白を昇汞で固定すると網状をなすとか、環境によつて一定でないのである(第1圖)。生きたウニの卵などでは、細胞質は大小の球が散在する様な構造を示す場合が多く見られてゐるけれども、これも温度其他で變り得るもので、この變り易い所がまた生活現象の絶えざる活動に必要な性質なのであらう。

嫌水性膠状態では電気性が一定不變で、例へば白金は陰、アルミニウムや水酸化鐵は陽であるから、電流を通すれば白金は陽極に移動し、アルミニウムは陰極に移動するし、又反對な電氣を帯びる鹽類では沈澱し易い。所が好水性膠状態である蛋白質では、電氣解離性でないので、電流を通しても、分散相(即ち蛋白質分子)の移動がない。併し酸性や鹽基液を加へた時は、電氣解離をして、酸性を加へた時は分散相は陽電氣を帯びて鹽基として働き、鹽基性液を加へた時は、分散相は陰電氣を帯びて酸として働く。換言すれば、その溶液に通電すると、液が酸性の時は分散相は陰極に動き、鹽基性の時は陽極に動く。即ち電性が變化し得るので両性電解質と呼ぶ。この蛋白質溶液は或る水素イオン濃度の所で



は分散相の荷電が消失する。この點を蛋白質の等電位點と稱し、蛋白質液の最も不安定な、沈澱し易い點で、こゝでは表面張力や粘度は最小となる。この時は分散相即ち蛋白質は酸性としても鹽基としても働かなくなるので、その時のpH（水素イオン濃度）を測れば等電位點を知ることが出来る。この等電位點は植物では大體、pH 4・0—5・0、血清アルブミノイドでは五・五、ヘモグロビンでは六・八だといふ。原形質の等電位點も大體之に準じ、馬鈴薯では四・四、にんじんでは四・二五であるといふ。

蛋白質が沈澱して不可逆的に凝固すれば、原形質は死を免れないのであるが、重金属イオンが有毒物として、蛋白質を不可逆的に凝固するのは、好水性膠狀體である蛋白質を、嫌水性膠狀體に變ずるに因るのである。殊に水銀、鉛、銅等は甚だしく有毒性を發揮する。強い酸や、強くなくとも錯酸等はやはり、蛋白質凝固の作用があるし、中性ではあるが奪水性あるアルコール等も原形質の凝固を來す。その凝固が可逆的な間は一時の魔睡で済むが、幼児などが焼酒を飲んで死んだなど言ふのは不可逆凝固に達したのであらう。クロロフォームやエーテルの魔睡作用も可逆的凝固だと言はれる。其他細胞學上の固定液と

して用ゐられるオスミック酸とかフォルマリン等も皆原形質の凝固を惹き起こすわけである。

(註) pHは水素イオン濃度をその對數の絕對値で表はした數値であつて、中性のときが約七・〇七、それより大ならば鹽基性、小ならば酸性である。



## 第六章 細胞と原形質

生物體が細胞の集合によつて成る事は、一六六五年にイギリス人ロバート・フック (R. Hooke) がコルクやニハトコの芯等で發見したのだが、初めの内は植物で觀察されたために、細胞膜に包まれた空室といふ風に考へてゐた。一八三五年デュヤルダン (Dujardin) が下等動物體の細胞を觀察して、粘性の水に溶けない物質が動物の生活單位なる事を認め、之をサルコード (sarcode) と名づけた。一八三七年プルキンエ (Purkinje) も動物に於いて、植物體の細胞に相當する物をグラヌルス (granules) だとしたが、一八三九年に同氏はこの名を變へて原形質 (protoplasma) と呼んだ。一八四〇年フーゴ・フォン・モール (H. von Mohl) は植物體でも細胞は細胞膜に沿つて粘性の層を含む時にのみ生活現象を示すものなる事を見、此の粘性物を一八四六年に原形質と呼ぶに至つた。一八五〇年ブ



レスラウのコーン (Cohn) はブリュッケ (Brücke) 及びキューネ (Kuehne) の創見を是認して、植物の原形質も動物の sarcode と同様な物質なる事を發表した。一八六三年マックス・シュルツェ (M. Schultze) は細胞を定義して「核を含める原形質の塊」といひすべての生物の原形質は大體同様なるもので、之が生活現象の行はれる場所である事を公認させるに至つた。それで一八六八年にトマス・ハックスレー (T. Huxley) は有名な「生命の物質的基礎」といふ講演の中で、原形質こそ生命の物質的基礎であると宣言するに至つたのである。但しブルキンエもシュルツェもフォン・モールもハックスレーも原形質といふ語を核と對立させた意味に用ゐてゐたのであつて、之は今日で云ふ細胞質に相當するものである。今日では核の重要性が認められ、原形質を生命の物質的基礎といふとすれば當然核をも含めて言はねばならぬと云ふ人が多いが、依然細胞質の事を原形質と言つてゐる人もある。

核に就いては、一八三一年にロバート・ブラウン (R. Brown) が單子葉植物の細胞にも双子葉植物の細胞にも之を見出した、ミルベル (Mirbel) はゼニゴケにも之を見出し、シュライデン (Schleiden, 一八三九) は植物の新細胞の出来るには核が必要な事を述べはじめ

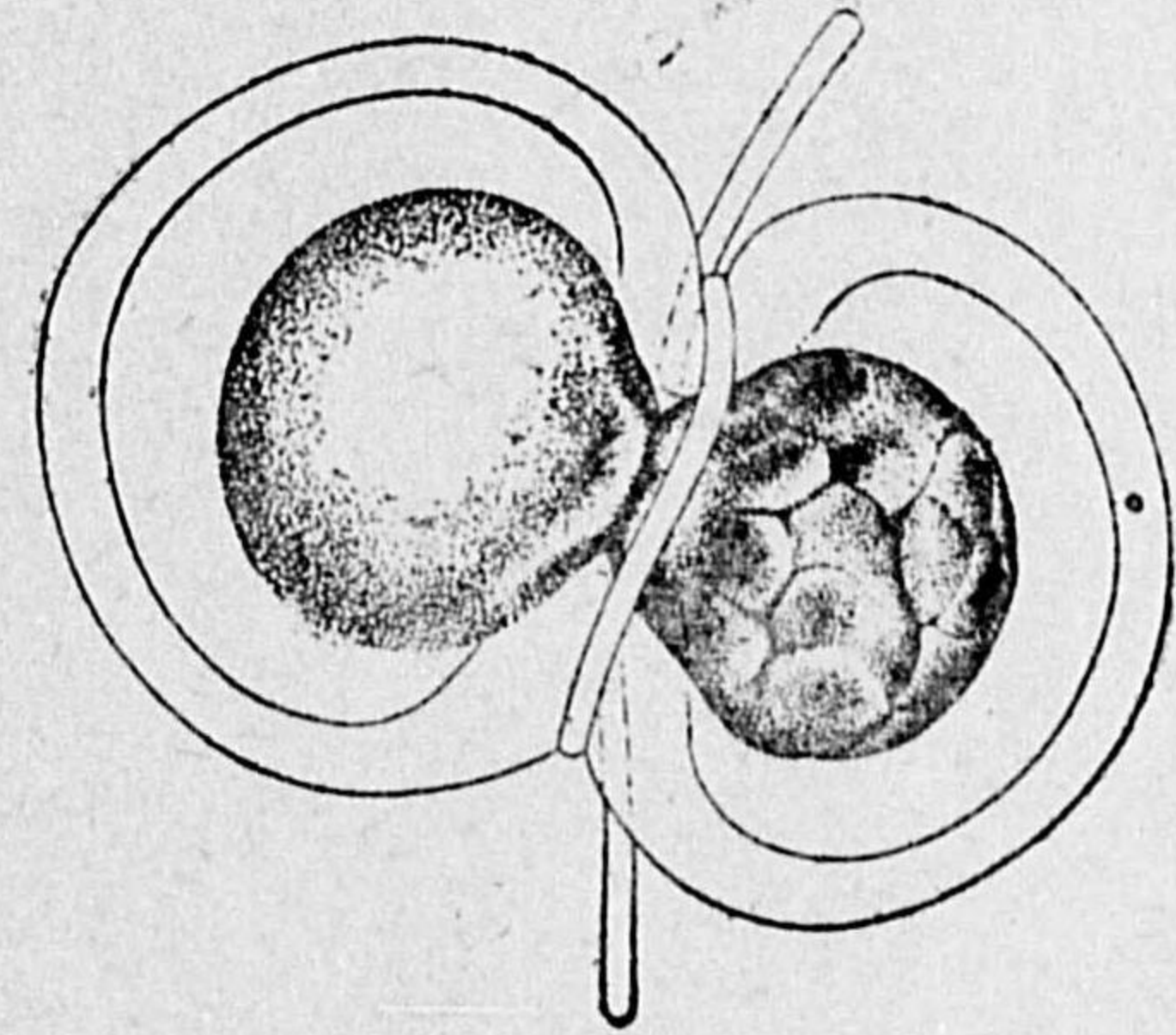


第2圖 シュライデン  
(當時の顯微鏡を見よ)。

た。シュワンの「動植物體の細胞の一致」もシュライデンの暗示によつて書かれたものである。今では核は、細菌の一部を除いては、あらゆる生物の細胞に見出されてゐるが、核の重要さはハックスレーの頃でも知られなかつた。一時ヘッケルはア

ミーバの類に核の無い種類があると云つて、之をモネラと命名したが、之は氏の一元論の立場からさもあり相なものと考えたことに煩はされて見誤つたものらしく、今日ではヘッケルの所謂モネラの如きものは何人から見られなくなつた。實驗の結果、核をさし殺された細胞は、細胞質に既成エネルギーの残つてゐる短期間は生活現象を示すけれども、失つた部分を再成する力がない。原生動物など核を含む切片なら百分されても失つた部分を

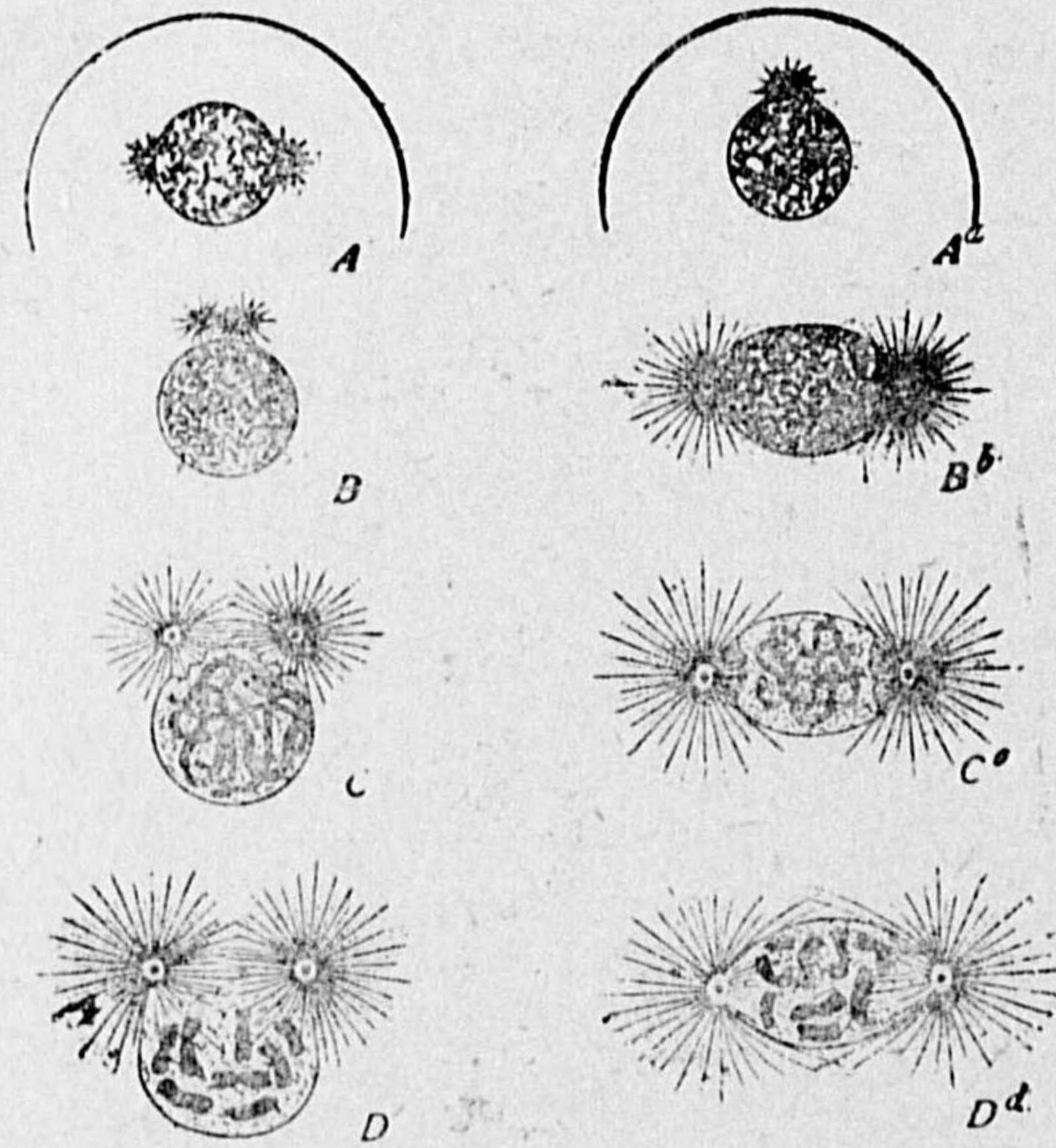




第3圖 キモリの一授精卵を核を含む部と核の無い部と、括り分けた時、核のある部分だけが發育をはじめ。

再生するが、核を含め切片は再生力がない事も知られ、受精卵も核を含む部と含まぬ部とにくびると核を含む部のみ細胞分裂をして發育するし(上圖参照)、メンドリズムに刺戟された細胞遺傳學上の研究の成果として、核の染色體こそ主として遺傳因子を擔ふものである(巻貝の巻き方の様な母系遺傳の因子は細胞質に在るが)事もわかつて來たので、核が細胞の生活上に缺くべからざるものなる事を信ずる様になつたのである。核の蛋白に燐が多い事も一つの重要な事なのであらう。

生きた細胞例へば結締組織の一片を切り離して、血清にひたしたものを、薄いカバーグラスに付けて顕微鏡で見ると、それは今や全身の一部たる、かたよつた細胞の性質か



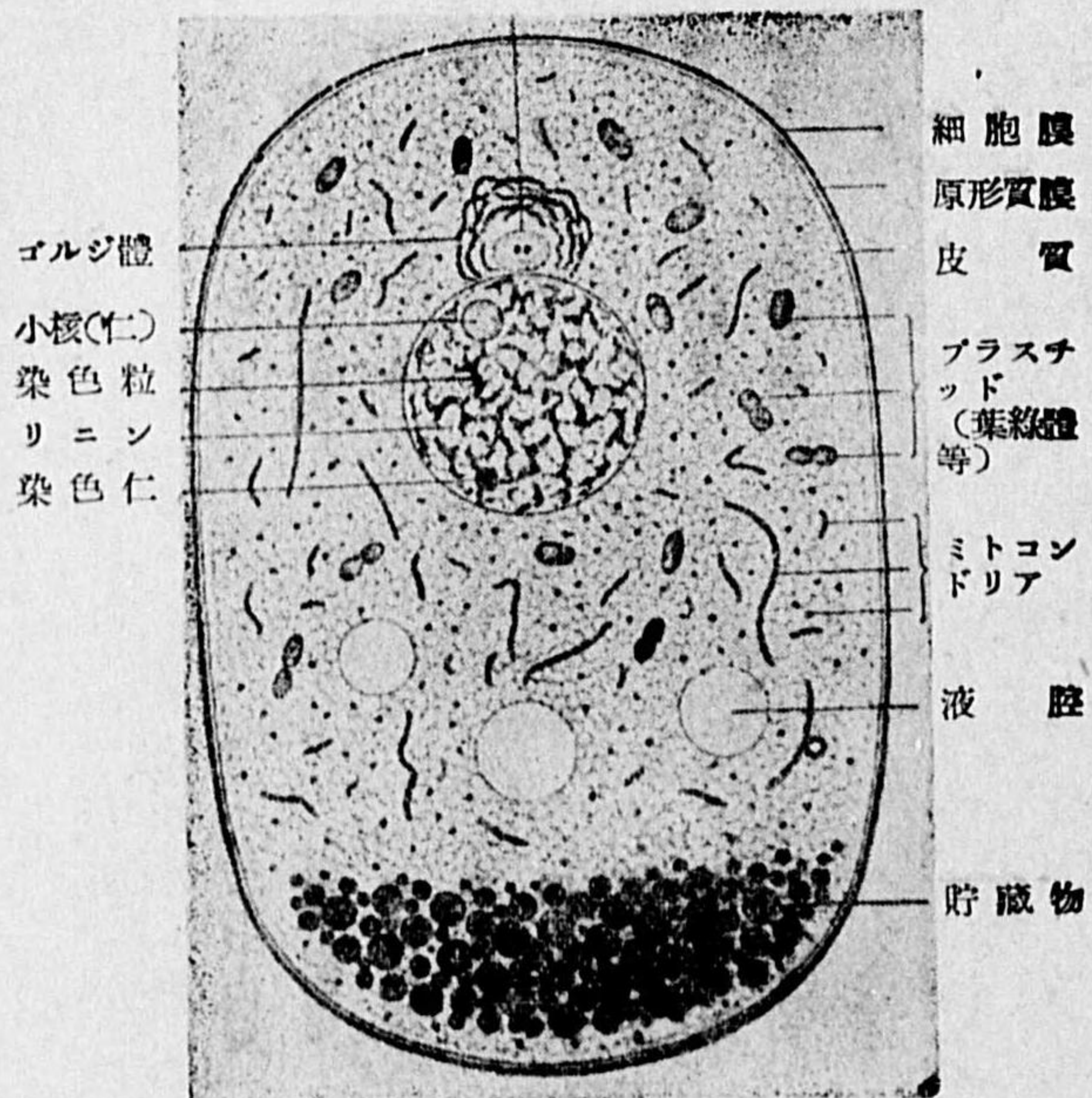
第4圖 核分裂の進行につれて静止核の染色粒網から染色體の出来る過程。

ら變つて、獨立の生活を營む一個獨立の生物たる相を表して來る。アミーバ狀に變形運動もやるし、細胞質の流れも見られ、之につれて油脂の小球も移動し、又その流れとは獨立に動くミトコンドリア(絲粒體)といふ桿狀物の運動も見られ、核も動き、核内の小核もあちこちするのが見られる。絶えざる動きが何處かに見えるので、生きた物質の感を深くするのである(第5圖参照)。

細胞内の構造をもつと精細に見るには細胞を凝固させて、色色な色素で染め分けて見るのであるが、さうすると、核内の染



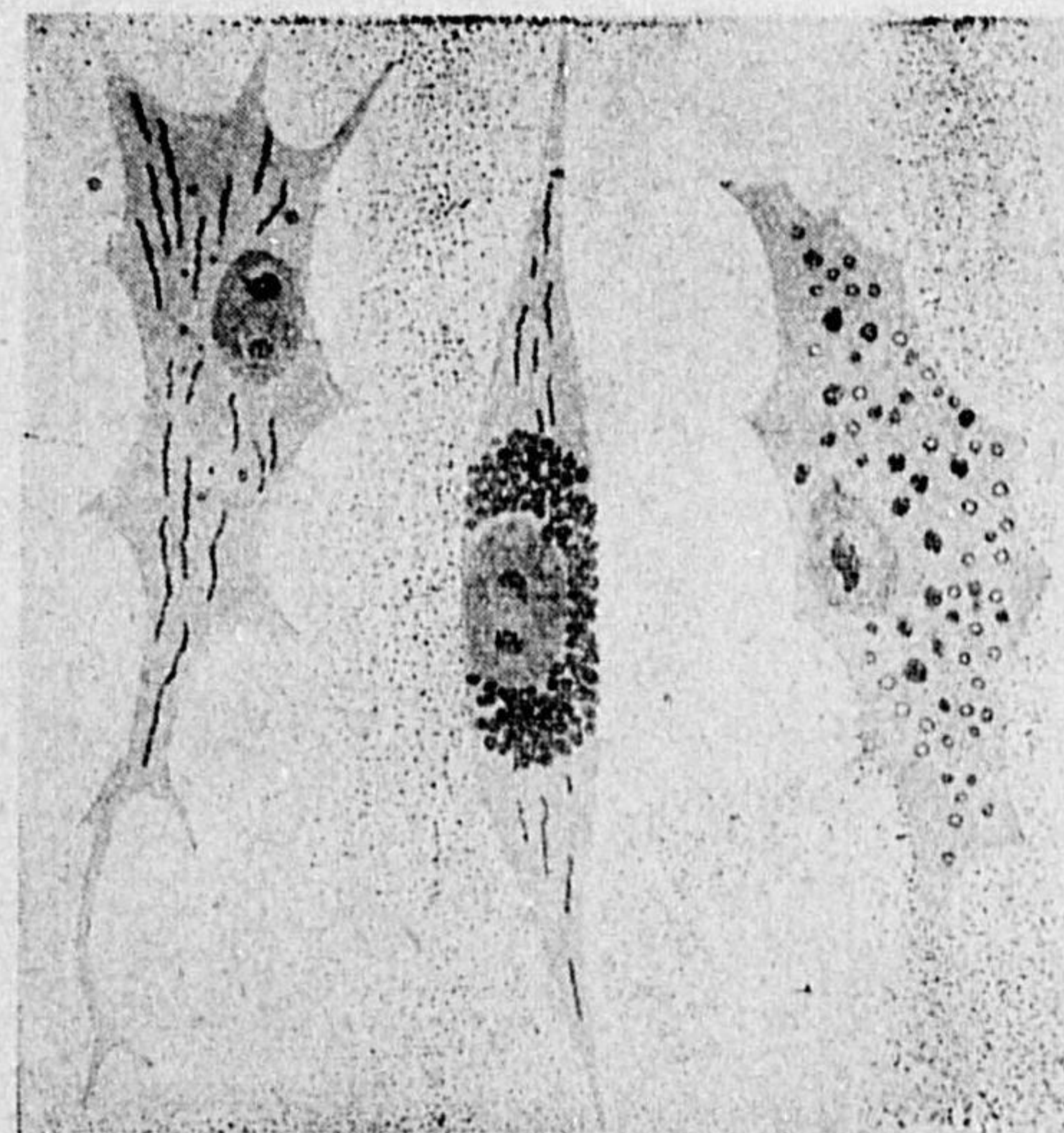
中心體



第6圖 細胞の模式圖

と思ふ程、規則正しいのに驚くのである。其等の構成要素が皆夫々の役目を果してゐて、構成分子相互の間に複雑な交渉の行はれる事が、生活現象の複雑さに關聯有るものと思はれるが、次に述べる化學の側からもこの複雑性が見られるのである。

原形質の化學分析は、原形質を集め易いために、變形菌を用ゐて行はれたのが主である。一八八〇—八三年にライ



第5圖 雞胚の間充織を培養すると、ミトコンドリア(圖中糸状のもの)と共に動く顆粒(中性赤で染る顆粒、圖では黒)が第一日には少く(左端)、第二日目以後には増える。

雜なものである(第6圖参照)。

細胞分裂に伴つて、核内の遺傳物質を擔ふといはれる染色體が染色粒の網から變化してゆく有様は第4圖の様に複雑なもので、斯うしてこそ染色體が平等に二等分せられるのだ

色粒の網も見えるし、細胞質内には、ミトコンドリアの外にゴルジ體とかクロミディアとかがあり、又細胞によつては、分泌物になる顆粒とか、色素粒とか澱粉とか、グリコーゲンとかを有するものもあるし、筋肉や神経の細胞なら小纖維も澤山見え、綠葉の細胞なら葉綠體もあり、却々複



ンケ (Reinke) とローデワルド (Rodewald) との分析では、二七%を占める炭酸カルシウムはこの種類 (*Fuligo septica*) の特殊成分故、之を除くと、乾固させた物質中

プラスチック	二七・四%
高級脂肪酸石灰化合物	五・三三%
ヴァイテリン	五・〇〇%
水	四・八〇%
グリコゲン	四・七三%
ペプトン	四・〇〇%
エーテル可溶性脂肪	四・〇〇%
エタリウム砂糖	三・〇〇%
コレステリン	一・四〇%
磷酸アンモニウム、マグネシウム	一・四四%
第二磷酸加里	一・二二%
アスパラギン其他アミド物質	一・〇〇%

ペフシン、ミオシン	一・〇〇%
第三磷酸石灰	〇・九一%
磷酸石灰、醋酸石灰	〇・四二%
レシチン	〇・二〇%
グリセリン、色素其他	〇・一八%
炭酸アンモニウム	〇・一〇%
食鹽	〇・一〇%
磷酸石灰	〇・一〇%
磷酸鐵	〇・〇七%
グリアヂン、キサントン、サルキン	〇・〇一%
其他の物質	五・〇〇%

である。レペシユキン (Lepeschkin) が一九二三—二六年に同種の變形菌の分析をした結果では、四〇・七%は水に溶解する物質で、主として液腔内に含まれるもので、それは

カスバラギン、アミノ酸等

二四・三%



単糖類 一四・二％  
蛋白質 二・二％

であり、残りの五九・三％は水に不溶性の有機物質で、變形菌の基礎物質をなす物で、それは

核蛋白質 三二・三％  
遊離核酸 二・五％  
グロビユリン 〇・五％  
類脂蛋白質(リポプロタイド) 四・七％  
中性脂肪 六・八％  
フィトステリン 三・二％  
燐酸化物 一・三％  
樹脂、色素、多糖類 三・五％  
無機鹽類 四・七％

である。イワノフ(一九二九年)がレライキユラリア屬の變形菌で分析した所と、キーゼ

ル(一九二五―一九二九年)がリコガラ屬の變形菌で分析した所とを對照すると、

乾固物質量	八五・六五瓦	四二・二五瓦
蛋白質 <small>(核蛋白を含み、 ラスチンを除く)</small>	二〇・六五％	一八・三七％
プラスチン	八・四二％	二・九六％
核酸	三・六八％	+
含窒素エキス	一二・〇〇％	五・二〇％
油	一七・八五％	三七・五一％
レチシン	四・六七％	+
コレステリン	〇・五八％	一・一六％
類脂蛋白質の油	一・二〇％	〇・六六％
多價アルコール		〇・二六％
樹脂灰物質		四・二六％
類脂		一・二〇％
揮發酸	+	〇・二六％

イワノフ氏

キーゼ氏



還元炭水化物	二・七四%	〇・五三%
非還元炭水化物	五・三二%	一・〇六%
グリコゲン	一五・二四%	一三・一〇%
ミクソグルコザン	一・七八%	一・七九%
不明物質	五・八七%	二・六五%

核については動物の白血球、赤血球、精虫、胸腺や肝細胞などで、分析されたが大體、核酸三〇—六〇%、蛋白質七〇—四〇%といふ結果であつた。

以上の内、砂糖類、グリコゲン及び油脂類の大部分は貯藏物質で、子實體形成に際して消費されるものらしいので、原形質の大半は蛋白質類が類脂と結合されてゐるものと言ひ得るのである。但し蛋白質類と言ふのは上記でも色々に分れてゐる様に、非常に細別の多しもので、例へばプラスチックといふ物は、ラインケは之を核酸又は有機燐酸化合物と結合してゐる蛋白質と考へるのに對して、レベシユキンは、ラインケのプラスチックの大部分は核蛋白質と類脂蛋白質から成る物だといふし、キーゼルはプラスチックとは甚だ複雑な物質

の總稱で、核蛋白質の外に類似蛋白質やグリコゲンや多糖類をも含む物だと云ふ。兎に角核と細胞質との間に化學的交渉のある事は争へないのである。屍を分析しても斯んなに複雑な物質があるのであるが生時にはそれが又相接觸して化學反應を呈するわけで、或は化合し或は又離れて別の化合状態をなし、又細胞外から這入つて來る物質との間にも反應するといふわけで、如何に複雑な化學活動を呈するかは思ひ半にすぎるのである。無機鹽類も一部は有機物と化合してゐるが大部分は解離してイオンとなり、此のイオンが靜的な膠狀體系に働きかけて重要な物理化學的變化を行はしめてゐるものといはれる。無機物界に於ても觸媒を使ふと化學反應は促進せられるものであるが、生物體には酵素が澤山あつて之が夫々専門の觸媒の作用をするのであるから、化學反應が目立つ程速く行はれるのも理由のない事ではないとも云へる。又も一つ重大な事は、上の分析表からもわかる様に、細胞内の物質は膠狀體をなす物が多いのであるが、膠狀體の一般性質を知ると、細胞内の現象が一層よく理解される様になる點が少くないのである。膠狀體の事は前に述べた。ラインケ、ローデワルド兩氏はその分析の結果、別に生命の物質といふ様な特殊な物質も見



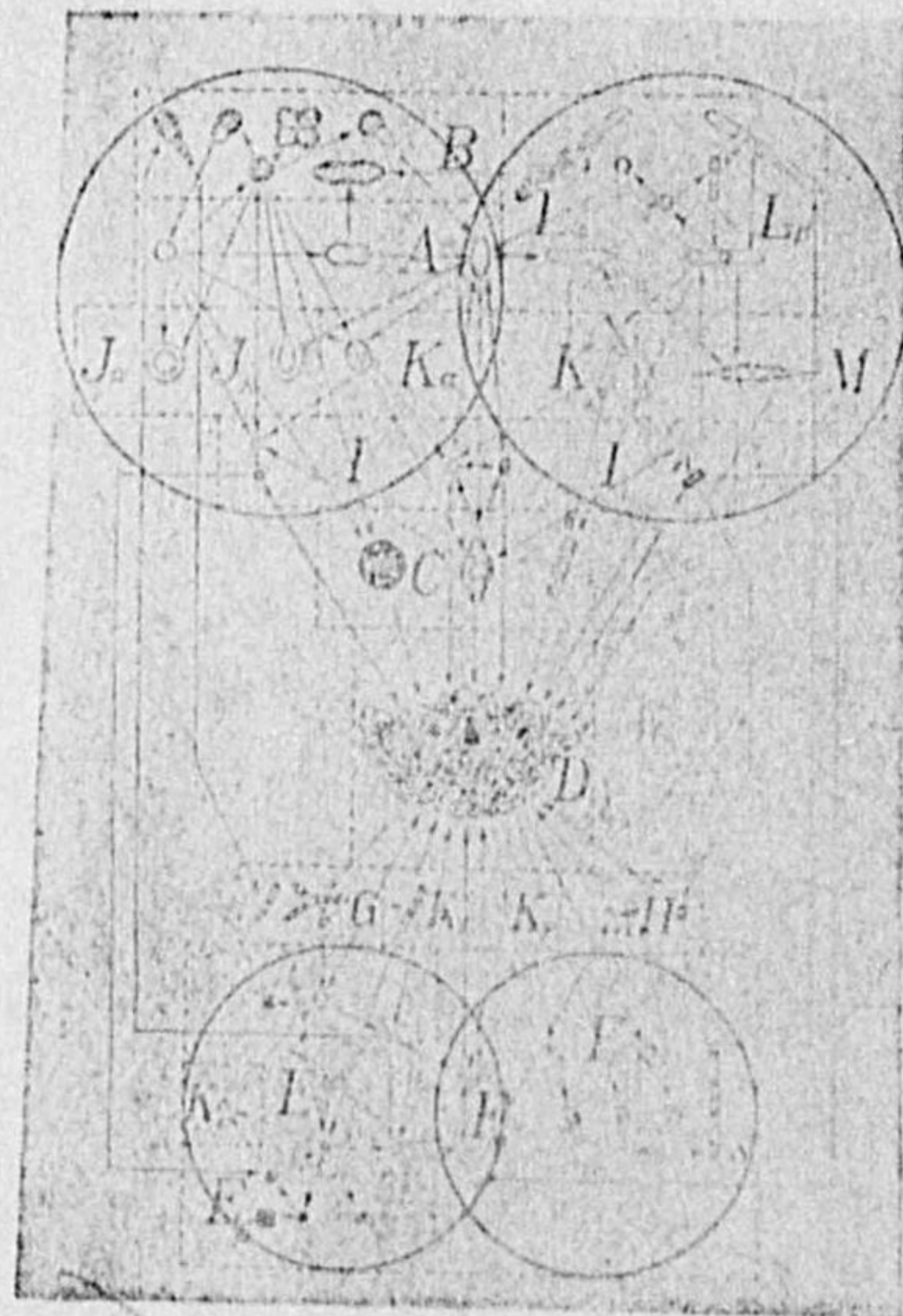
當らないといふので、丁度時計が鐵の様な既知の礦物だけから出来てゐるにもかゝはらず、齒車其他の構造配置の如何によつて動く機械になるのと同じ様に、原形質を造る諸物質の構造配置によつて生活現象が起るのであらうとなし、生命の機關説を唱へた。この説を信する人も可なり多かつた。併し、原形質を出来るだけ磨りつぶしても暫くは生活現象を表すが、高熱には弱くて、煮たりすると死んで仕舞ふので、高熱では變質する化學的性質を有する物質だらうと言つて、生命の化學説を唱へる人もある。但し蛋白質の熱凝固點は五七乃至七五度であるのに、人などは四十三度位で死ぬし、大體四〇―五〇度で死ぬ動物が多い(細菌は一〇〇度でも死なぬものもあるが)から、原形質の熱凝固は蛋白質の凝固點とは必ずしも一致しないわけだが、茲に注目すべきは、致死高熱度では、類脂體に著しい變化を受ける事が見られてゐる事である。種子の脂肪の融解點も熱帶植物では三〇―四〇度であるのに、北方植物では零度以上いくらでもないといふ様な現象もある。

## 第七章 細菌の變相と濾過性病原體

遠藤式寒天といふのは世界的に有名な細菌培養基である。寒天に普通の養分の外に乳糖とフクシン色素と亞硫酸曹達とを加へたもので、亞硫酸曹達でフクシンの赤い色は還元されて脱色するけれども、之に大腸菌を培養すると、大腸菌は乳糖を醗酵させて乳酸を生ぜしめ、之がフクシン色素を酸化するので、大腸菌の聚落の處は赤くなるのである。チフス菌は形も發育の有様もよく大腸菌に似てゐるけれども、乳酸醗酵の能力がないので、フクシンを酸化して赤くする現象を呈しないといふ事で、兩菌は容易に判別されるといふ事になつてをたつたのである。處がマッシニ(Massini, 一九〇七年)は、この培養基にチフス菌を培養してゐる中に、普通の無色の聚落に交つて點々と赤色の部分が出来たのを發見し、この部分を探つて移植すると必ず赤色の聚落になり、明かに遠藤式寒天の乳糖を乳酸醗酵



させる事を知つたのである。他の學者達も繰り返し實驗して之を確證し、兩系統の純粹培養も出来る様になつた。即ちチフス菌の或者が、乳糖を酸酵させる性質に於ては大腸菌と同じものに變成したわけである。プーリ (Burr) は之を突然變化の例としたのであつた。其後赤痢菌、ペスト菌、ジフテリア菌などにも突然變化の例が見られたし、病原性もあつたりなくなつたり變る例も知られた。エヴァンス (Evans) は一九二九年、無毒として知られる枯草菌を、兎の腦に移植すると毒性を表し、これを更に他の兎に接種しても、やはり腦炎を起させたり死に到らしめたりする事を実験し、水中や土中の無毒な枯草菌はこの菌の發育環系中の一相に過ぎぬとさへ述べたのである。ローニス (Löhnis, 一九二三年) が土壌中に生活して遊離窒素を固定する細菌アゾトバクテルの發育環系を嚴密な注意を拂つて研究した結果によると、普通見られるA型からB、C、I、J、Lといふ型にも變化するし、I型からE、F、H型に變る事もあれば、EからBに變る事もあり、BからCに變る事もあつて色々だが、必ず一度はD型即ち多數個體の合體したシンプラズムと呼ばれる不定形の塊團狀となり、之から點々として、○・二乃至○・三ミクロン位の極めて微小な顆

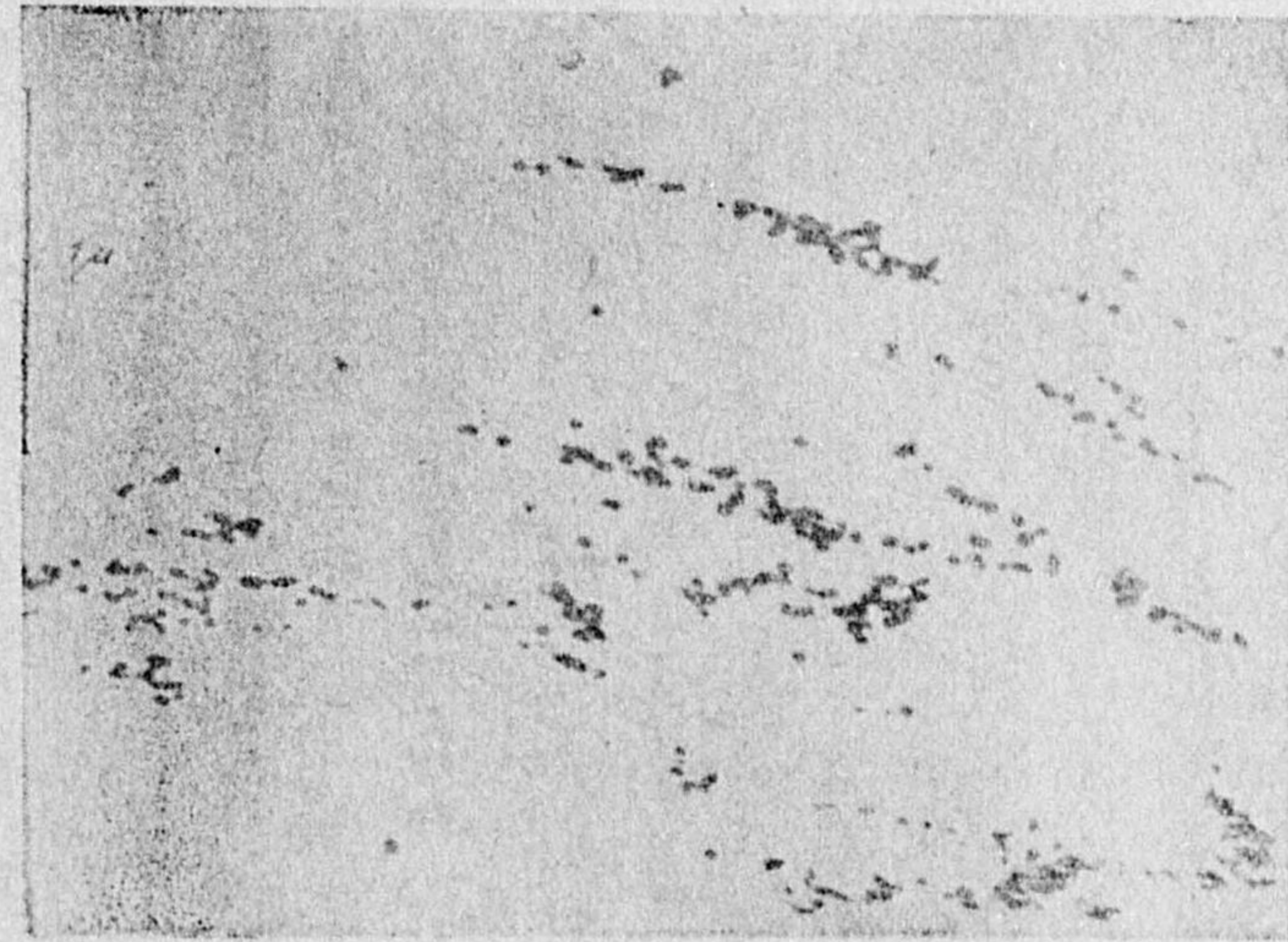


第7圖 アゾトバクテルの生活環 (説明本文にあり)。

粒が現れて来る。そして此の微粒が次第に成長してE、F、Iの諸型になり、往々A型やB型のものにもなる、といふ様に複雑なものである事が確められた。此等の諸型の内、C型は種々の顆粒を含むが、時に細胞膜が壞れて顆粒が脱出するのが見られる。此等の顆粒は鐵バクテリアやコレラ菌、チフス菌等で見られたゴニディアの名で呼んで然るべき物で、大小色々だが、小さな顆粒になると濾過性である(第7圖)。

濾過性物といふのは、細菌さへも通過する事の出来ない様な特殊の濾過器、例へばチャンバーラント式乃至ベルケフルド式濾過器をも通過して、濾し出される微小體の事であるが、上述のアゾトバクテルのゴニディアの中には、濾過性の粒もあるのであつて、その濾





第8圖 煙草モザイク病の病原體 35000 倍  
(顆粒沈澱金で、糸状のが病原體也)。

液を適當な培養基で培養すると、アゾトバクテルが発生して來るのであるから、或る細菌の一相として、濾過性ゴニディアといふ生活物の存在する事は否定し得ないのである。

所で、世には狂犬病、天然痘、麻疹、猩紅熱、トラホーム、デング熱、タバコやキウリのモザイク病と言つた様な、傳染病と思はれながら、從來の顯微鏡では病原體が見得なかつたものがあつて、其等の病原體はウイルス(virus)一名濾過性病原體だと稱せられて居る。其等の濾過液を接種すると同



第9圖 大腸菌とバクテリオファージ (小粒状のもの) —15,000 倍

じ病氣が生ずる事が多いからでもある。今日では電子顯微鏡が出來て一萬八千倍位まで擴大し得る様になり、換言すれば、三ミリミクロン位の大きさ(小ささ)の物なら見られる様になつたのであるが、果然、タバコのモザイク病の病原體や腸のバクテリオファージ等の正體も寫し出されるに至つた。バクテリオファージといふのは、細菌を喰ふ者の意味であつて、例へばトワート(Twort)は一九一五年、牛痘苗を寒天培養基に植え、それに又ミクロコッカス細菌を培養した所が、細菌の聚落が次第に透明になつて來るので檢鏡して見ると、細菌が微細な顆粒に變化して來てゐるのを見た。又この透明部に觸れた白金線を別器に培養してゐたミクロコッカス菌の聚落に觸れさせてみたら、其にも透明な部が現れて來てだんだん擴まつてゆくのであつた。この透明部が濾過性である事や、次から次へと移植し得る事も確めたのが、今日から見ればバクテリオファージ説のさつかけなのであるが、氏は之を生物と斷定はしなかつ



た。之を生物と見做してバクテリオファージの名を用ひ出したのはデレル (d'Herelle, 一九一七年) である。デレルはバストゥル研究所病院の赤痢病 (志賀菌の) 患者の糞便からブイヨン培養を毎日行つて、一晝夜経つてから濾過器で濾した液を、上記の培養瓶に滴下して見てゐた。患者が恢復する徴候の出た或日に、培養瓶内の、濾液を加へた培養基の赤痢菌は全く消失してゐたのであつた。そこで氏は回復期の患者の排泄物には、赤痢菌を溶解して殺す力の有る濾過性の物質が存在する事を確認し、溶菌の起つたものからまた濾過液を造つてその一滴を別の培養基に加へると、其處でも溶菌現象が起るのを見たのである。氏は綿密な試験を繰り返した後に、此の濾過性の物質は、移植する事も培養する事も繁殖させる事も出来る物だからして、顕微鏡でも見えない微小な生物であるに相違ないとして、バクテリオファージの名をつけたのである。酵素のやうな無生體ではないと斷言した點がトワート氏の考へと異つてゐるのである。之が生物なら眞に微小な生物が存在するわけで、ちやんとした核のない點で、前に述べた核を備へた細胞よりも一層單純な生物と言はれる細菌に、そのまた寄生生物ともいふべき小生物がある事になるのであるが、

併し古代に最初に出来た生物とは異なつた物だとも言へる。何となれば之は生物に寄生する物であるから、寄生主の無かつた頃の始原生物とは同じであり得ないからである。一方に又タバコのモザイク病の病原體等は、スタンレイによつて蛋白質の精製方法をそのまゝ應用して結晶として得られたし、又細胞と共にでなければ培養し増殖し得ない、即ち組織細胞と離しては生存し得ないといふので、生物といふよりもむしろ細胞内の絲粒體といふ様な物に匹敵するといふべきだと云ふ人もある。タバコモザイク病原體を電子顯微鏡で撮影したラスカ (Ruska) やアルデンネ (A. denne) も、この長さ〇・一五ミクロン、幅〇・〇一五ミクロン位の絲狀病原體は、蛋白質結晶のバラクリスタリンアツグレゲーションともいふべきもので、之が互に集り又側方に擴がつて行つて、光學顯微鏡でも見える結晶となり、遂に肉眼的な結晶にさへなるのだと言つて居る。さうなるとまた生物の様に増殖力のある蛋白質が自然界にあるといふ事になつて、生物と無生物とがもう一歩歩み寄つた物だといふ風に考へられ、どちらにしても、ウイルス (濾過性病原體) とか、バクテリオファージとかいふ物は、一層研究を要するものである。河水の自淨作用といはれるも



のも、河水中のバクテリアオプーリジューの存在によるのだと考へる人さへある（ハンキン、一八九六年）。

## 第八章 生物合成の試み

ヘルムホルツ (Helmholtz) やケルビン卿 (Lord Kelvin) の、生物の芽胞は隕石等に附して他の天體から來たのだらうと、主張したのや、コーン (Cohn) やアレンニウス (Arrhenius) の、細菌の胞子の様な微小な生體が宇宙に漂つてゐて、光などの放射線の壓力に押されて地球に來たといふやうな説は、一方から言ふと生物は生物から生ずるといふ近代の科學上の説と合ふのであるが、それは生物の起原を遠方に敬遠してやつたまでの事で、何の解決にもなつてゐない事は明かである。

一方、古い生物化成説中にはナイル河畔の泥から無數の鼠が湧く（ブラウン卿）とか、煉瓦の穴につめたタウコギからサソリが化成した（ファン・ヘルモント）とか、海中から拾ひ上げた朽木から蠕虫が生じて之が化して蝶となり夫が又化成して鳥となつた（ブオナ



ンニ)といふ様な、高等生物の化成説は次第に影を潜めた。が生物合成の試みが新になされる様になつたのである。例へばニーダム (Neelam, 一七四八年) は、肉の汁を瓶に入れて、何回も之を熱灰の上で熱する事によつて、瓶中に生き物の無い様にして密閉して冷して置いたら、顕微鏡的な微生物が生じたと述べた。スブランツァニ (Spallanzani) は同じ實驗を仕直して、沸湯に四十五分漬けてから冷して置いたら、生物は出来なかつたので、ニーダムの場合は消毒が不足だつたのだと述べた。所が一八五八年にフランスの碩學プーシエ (Pouchet) がフラスコを沸湯で充たして之を封じ、水銀の下で之を開いて酸素の發生するレトルトに連絡した。空氣には少しも觸れなかつた筈なのに液中に微生物が發生したから、生物の無生物からの化成は確かだと發表した。氏の名聲は高かつたので、フランス學士院はバストゥルに吟味を托した。一八六一年バストゥルは注意深く吟味して、空中にも細菌の芽胞がある事や、酸素を必要としないで生きる細菌のある事、消毒した瓶の栓としては綿が良いこと等を發見しつゝ吟味を進め、プーシエの場合はやはり消毒殺菌の手落があつたので、完全消毒の無生物からは生物は生じないといふ結論を出した。併しバスター

ンは却々屈せず、一九一一年にも合成の成功を報じて居る。即ち一方の組の瓶には硫酸ソーダ、燐酸アンモニア、稀燐酸の蒸溜水溶液を入れ、もう一方の組のには硫酸ソーダと過硝酸鐵との蒸溜水溶液を入れ、兩方共一一〇度乃至一一五度に熱してから密封して三月乃至六ヶ月おいたら、球菌状のものや、もつと小さな生物が出来、後の組の方に特に之が多く、殊に散光の下に置いた方が成績がよかつた。從來の人々は十日や十五日の短時日しか置かなかつたから出来なかつたのだらうと言つてゐる。シェーファー (Schäfer, 一九一二年) は、斯んなに高温で熱したものからは恐らく生物は出来得まいが、併しそれだからと言つてあらゆる合成が不可能と斷すべき根據はない、昔も今も公微な生物は出来るものであると思ふ、そしてそれは、マツカルム (MacCallum) の言つた様に、超顯微鏡の生活物質小片か、膠狀體水様粘塊だらうと思はれる、と言つてゐる。シェーファーはウイルスやバクテリオファージの存在を知らずに斯く言つたのであるが、一方に斯ういふ、生物といへるかいへぬか問題だが、繁殖する膠狀體であることの確かな物が知られ、他方に膠狀體と無機鹽類イオンとの交渉などがますます詳しく考へられて來たら、また生物の合成可



能論が出て来るかも知れない。膠状體は高熱には弱いが、光の影響をもつと考へる必要があらう。緑葉植物でも日光に當てぬと葉緑素といふ膠状體も生成せず、従つて炭酸同化作業も出来ないのである。一寸考へると、無生物から生物に化成するといふ説は、生命機械論者の味方の様に思はれるかも知れぬが、アダムは體を塵土で作られて神が息を吹き込んで生きた人間にしたといふし、ファン・ヘルモントの様な生氣論者も平氣で上述の様な化成説を稱へるし、佛教の六道輪回説などは元素循環説をも抱容し得るとしてゐるし、地獄の火に焼かれつゝも死ねずに苦しんでゐる様な魂なら加熱消毒位では死にもしないで瓶中に籠つてもゐるやうから、生物が合成されたからと言つて、唯物論の絶對的勝利に終つたとも言へないであらう。宇宙の生因がわからぬならば、生物の生因も本當にはわからぬであらう。一元論必しも唯物論とは限らぬ筈である。萬象一に歸してもその一は何處に歸するのであるか。それは科學の範圍外として残るであらう。科學としては生物界に通ずる法則を追求するだけで満足としなければならぬ。科學的とは必しも化學的だけとは限らないが、先づ化學的方面を、もう少し述べて見やう。

## 第九章 酵素と生活現象

鑛物は何十年でも何百年でも、硝子瓶に密封して現状を維持せしめ得るけれども、生物は生きて居る以上は化學變化を行つて排泄物を出すので、一方外から補給物を攝取しもあるが、その補給が足りなくなれば結局死ぬ外はない。食物が足りないか、呼吸する酸素の補給が不足すれば、死ぬのは誰でも知つてゐるが、細胞内の原形質も同じことである。生ある限りは化學反應は伴ふのである。無機物の化學反應の速度に關してヴァントホッフ (Van't Hoff) の法則といふものがある。それは化學反應の速度は温度が十度昇る毎に二倍又は三倍になるといふのである。この法則は零下五十度から三百度の間に於て真なのであつて、その限界を超えた温度では反應速度は三倍以上又は二倍以下になる。化學實驗者がよく混合溶液を温めたり煮沸したりするのは、速度を速くするためである。生物體の化學



反應速度も、生命を保つ範圍の溫度では、やはりヴァントホッフの法則に従ふものである事を、ブラックマン (Blackman) は植物の呼吸で確め、ブラックマンとマツチエイ女史 (Mattei) とは緑葉の炭酸同化作用に就ても確めてゐる。細菌なども水中では、死にはしないが繁殖作用は殆んど停止に近くなるとか、温くなると植物の繁茂も動物の活動も盛んになるといふ事は、周知の事柄である。熱帯で常緑な植物も、温帯に繁殖すると、落葉して新陳代謝が減るとか、冷血動物は冬になると休眠状態に近くなるとか、完全な温血動物だけが冬にも活潑に活動し得るとかいふのも、やはり同じ理によるのである。植物や冷血動物でも勿論熱を出さぬのではないが、それを保存する装置が缺けてゐるのである。無機界の反應と全く別なものとは考へ難いのである。

無機物の化學反應を起すことは、溶液や氣體の状態の時に顯著なのであるが、生物に於ても同様で、植物が根から吸ひ上げる養分も溶液状の物であるし、葉で攝取するのは氣體の形の物である。我々の消化作用といふのも畢竟食物を溶液とする事であつて、溶液となつてはじめて腸の細胞に吸收されるのである。無機物も固體になると化學反應が止むの

で、之が即ち沈澱であるが、生きた細胞に於ても、貯藏物質例へば澱粉とか脂肪とかグリコーゲンとかは固體となつてをり、血に擔はれて他細胞に送り出される時には再び溶液となるのである。生理上有害な物質が中和して固體となり、害を他に及ぼさない様になつてゐる例も見られる。例へば蓆酸が蓆酸石灰として局部に貯へられる例は、芋の莖などに就いてよく人の知る所である。

無機物の溶液では、分子は、ファラデーの言ひ出した様に、分解して帶電性なイオンになつてをり、イオンの數が多い程通電性が強いと云はれ、化學反應はイオン間の反應だと言はれる。原形質の膠狀體では分子がイオンに分解してゐないから、帶電性が顯著でないことは前に述べたが、生物體も原形質だけではないのであつて、殊に植物細胞には細胞内に液腔が多く、勿論イオン反應も行はれる。根から吸ひ上げられるナトリウム、カリ、石灰、マグネシウム、鐵、硫酸、磷酸、鹽酸等は、薄いイオン溶液として攝取されるのである。がイオン反應は非常に速度が早いので、細胞内では忽ちイオンでない化合物になつてしまふものと思はれる。例へばカリは鹽化白金を加へると慧敏に鹽化白金カリの黄色反應



を呈するものであるのに、細胞にはその反応が見られない。處が細胞塊を焼いた灰の溶液では、この反応が現れるのである。鐵も植物の灰の溶液には容易に見出されるに拘らず、生きた細胞では鐵イオンの反応が見られない。有機物と化合してゐるのであらう。イオンとしてあつても複合イオンであるに相違ない。併し又反對に、生物體內でも蛋白や砂糖が分解してイオンを發生する事もある。例へば砂糖や蛋白質から糖酸イオンが形成される場合の如きがそれである。たゞ膠狀體溶液中に於けるイオンの反應速度は、水溶液に於けるよりは遅いと言はれる。まして蛋白質とか含水炭素とかいふ原形質の主成分は、殆んどイオンに分解してゐないので、無機物溶液のイオン反應に比べるとその反應速度が可なり遅い事は、蛋白質が消化せられてアミノ酸に分解される時や澱粉が砂糖に變ずる時などに、中間段階の物質を検出し得る事によつても明かである。

有機體内の反應に於て忘るべからざるものは酵素である。無機物の化學反應に於ては、反應を促進するが自體は減少もせず、又所産物には現れて來ない物を觸媒と呼んで居る。例へば十九世紀の初め、白金粉末を接觸させると酸素と水素とは忽ち化合し、又次亞硫酸

から硫酸が出來、過酸化水素は分解して水と酸素とになる事が知られた。其後硫酸も觸媒作用を有し、エチルアルコールからエチルエーテルを造る時に之が觸媒として使はれたので、硫酸を含まぬに拘らずエチルエーテルが硫酸エーテルと呼ばれたこともあるのである。一八一一年、キルヒホフ (Kirchhoff) は澱粉が無機鹽の助けで葡萄糖になる事を知つたが、一八三三年にはペイアン (Payen)、ペルソー (Persoz) 兩氏は、發芽する種子に澱粉を砂糖に變化させる一種の觸媒が有る事を發見して、之にジアスターゼの名をつけた。次いで發芽する苦がい巴旦杏のアミグダリンからプルシツクアシッドが發生する事、人間や高等動物の胃に於ける蛋白質の消化の事等が發見されたので、ベルツェリウス (Berzelius) は、生物細胞の化學に觸媒が最も重要な位置を占めるに至る日が來るであらうと斷言する様になつた。この生物體內の觸媒を酵素と呼ぶ。生物體外では容易に酸化されない物質も、體內では容易に酸化されてエネルギーを出すのは、全くこの酵素のお蔭と言ふべきである。無機界の觸媒に比べると種類が非常に多く、各酵素の働く能力が非常に専門的に偏つてゐるのである。例へばジアスターゼは澱粉を麥芽糖に變ずるが、麥芽糖を葡萄糖に



變化させる能力はなく、之をやるのはマルターゼである。又蔗糖を葡萄糖に變ずるのはインバーターゼの専門であるといふ風である。之は無機觸媒よりも複雑な構造を持つてゐる事に原因するらしいのであつて、例へば唾液のプチアリンや腓液のジアスターゼを永く透析すると、澱粉を加水分解する力が無くなるが、その時少量の鹽化物を加へると、忽ち作用をはじめめる。即ち鹽化物と共同してはじめて加水分解作用を営むものである。腓臓の蛋白質消化酵素トリプシンなども、酸性の礬土處理をしたものは、ペプトンをアミノ酸に分解する力は有つても、蛋白質をペプトンに分解する力はなくなるが、其時小腸液を加へると、蛋白質分解作用をもするやうになる。之によつても、完成酵素は複合的構造のものであることの片鱗が窺はれるのである。

マルターゼの様に細胞から外に出ない酵素もあつて、其等は細胞を磨りつぶして取り出す他仕方がないのであるが、多くの酵素は水に溶け出すので、アルコールで沈澱させて採取し得る。故に架空的な姿のない物といふわけではないのであるが、その化學成分が明瞭にされ難いのは、つまり、生きた細胞内には色々な酵素がそれ／＼獨立の部署で獨立の作

用を營んでゐるのであるが、一旦それが水に溶けて抽出される時には、一緒に混じる事もあり得るわけで、そのためかどうか、兎に角純粹な化學成分はつかまへられてゐない。蛋白質であるといふ證據もないし、窒素を含むかどうかさへ断定出来ない。併し無機觸媒とはつきり異ふのは、高熱には弱くて七〇度では殆んど皆作用を失ふことや、膠狀體であることである。そして之は生物體內に生ずるものであつて、その生じ方にも特色がある。例へばペニシリウムといふ菌は、澱粉を含む物で培養すると澱粉を糖化する酵素アミラーゼ(ジアスターゼ)を多量に生ずるが、澱粉を含まぬ物で培養するとアミラーゼを少しも生じないのである。木質で培養した時には木質に作用する酵素を生ずる。即ち酵素の生成には調節作用があるらしいのである。

併し有機物であるとはいへ、原形質と同物異名でない事も明かであつて、一八九四年にビュッヒナー(Büchner)は、酵母の醗酵させる力が細胞と不可分のものでない事を證明した。即ち酵母菌を十分に磨りつぶして之を壓搾して得た黄色液も醗酵作用を十分に保持する事を見出し、又醗酵力ある物質を水に溶かしてアルコールで沈澱させ得る事をも知つ



た。又煮熱すると、この力がなくなる事をも知つた。同氏は更に細胞内から水に溶けて出ない酵素のある事をも知つたが、さういふ場合には、アセトンやエーテルで原形質を殺しても、酵素作用の残る事を證明したのである。即ち醋酸菌や乳酸菌を殺しても醗酵力のあることを見たのである。後者を細胞内酵素、前者を分泌酵素といふ名で呼ぶ人もある。

同一細胞内にも色々な酵素があつて、夫々獨立の作用をなしてゐる事が、色々實驗されてゐる。根の先端を磨りつぶして造つた物質塊は、澱粉をも蔗糖をも蛋白質や脂肪をも分解する力を有する。中には細胞内にある内は完成してゐないで、細胞外に出て他の物質に合つてはじめて作用を表はす例もある。例へば膵臓の蛋白質消化酵素トリプシンの作用は、十二指腸に出て小腸液に會つてはじめてめざめるので、膵細胞にある間は、トリプシンの原物質にすぎないといふので、トリプシノーゲンと呼ばれる。之をトリプシンに完成させる小腸液内の物質なるものも、併し、煮沸するとその完成させる作用を失ふ所を見ると、やはり一種の酵素であるまいかといふので、エンテロキナーゼといふ名さへ有するの

である。胃の蛋白質消化酵素ペプシンは、鹽酸と共にある時、その作用を發揮するし、唾液の澱粉消化酵素プチアリンは鹽基液中でのみ作用を表す。膵臓から出て脂肪を消化する酵素リパーゼの作用は胆汁の酸によつて非常に増大する。

反對に酵素の作用を妨げる物質も可なり知られて居る。アルコール、フォームアルデヒッド、靑酸加里、重金属鹽、沃度、硫酸其他の濃酸や濃鹽基などは一般に酵素作用をにぶらせる。細胞自身が抵抗酵素を造り出す事も知られる。例へば或る酵素の溶液を含ませた動物の血を他の動物の靜脈に注射すると、注射を受けた動物の血に前述の酵素の作用を妨げる物質が生ずるのである。日光の直射や紫外線も酵素作用を妨げる。

高い温度が無機物の觸媒作用を促進するので、試験管内の混合液を煮沸させるのは化學者のよくやる所であるが、酵素の作用も、或る範囲内の温度では、温度が高い程盛んになる。ザアントホッフの法則に従ふとも言はれるのである。併し一方に、高温になるに伴つて酵素の一部が分解して作用を失つて行くといふ現象もあり、攝氏の六三―六五度では多くの酵素が作用を失ふものであるから、集團的な酵素の作用の最適温度は前に述べた生活



現象の最適温度と一致するやうな風になるのである。

無機觸媒による反應速度、例へば白金液で過酸化水素を分解する時や稀硫酸で蔗糖を分解する時等の反應速度は、液の濃度及び未分解の物質殘量に比例するもので、之を單分子反應の法則と稱して居る。酵素作用に於ても此の法則に従ふ例が色々知られて居る。アミラーゼの澱粉消化作用、インバーチンの蔗糖分解作用、植物細胞のティロージンを酸化する酸化酵素等はその例である。一定時間中に蛋白質の消化せられる量は、酵素の分量そのものに比例せずに、酵素量の平方根に比例するとシュルツ (Schulz) は述べたが、アレニウス (Arrhenius) もそれを裏書してゐる。

以上は主として消化などの有機物の分解作用に働く酵素作用であるが、細胞内の有機物の合成に働く酵素作用もある。例へばヒル (Croft Hill) はマルターゼを葡萄糖の濃厚溶液に入れて置くと、可なりの量の多價の糖が出来るのを見た。氏は此の多糖を麥芽糖と思つたのであるが、實は之によく似たイソマルトースである事が知られた。本當の麥芽糖も葡萄糖にエムルジン酵素を作用させると出来る事をアームストロング (Armstrong) が發見し

た。此のエムルジンは苦巴旦杏特有のアミグダリンの合成作用をもする。即ちインバーチン酵素によつてアミグダリンを葡萄糖とグルコースとニトリルグルコシッドとに分解させ、之から葡萄糖を取り除いた殘りのものにエムルジン酵素を作用させると、再びアミグダリンが合成されるのである。脂肪が、リパーゼの作用で脂肪酸とグリセリンとに分解して腸の粘膜細胞に入つて間もなく、其の細胞内で再び脂肪に合成されるのも、酵素の働きによると言はれるし、蛋白質に作用する酵素の中にも、合成作用の知られてゐるものがある。分解と合成とは化學的平衡を中間とする一續きの反應であるから、それも當然と言はなければならぬ。

細胞の呼吸といふのは攝取した酸素と含水炭素や脂肪等との化學反應、即ち酸化によつて生活のエネルギーを生ぜしめる事であつて、動物共通の現象であるが、酸素は必しも空氣中からでなければ取れないのではない。酵母の生活には空氣を必要としない。嫌氣性細菌等は空氣に觸れると亡びさへする。此等の生物が如何にして酸素を得るかといふと、還元酵素の作用によつて酸化物を分解(還元)して酸素を遊離させて之を使ふのである。



例へばフラスコに砂糖、ペプトン、肉エキス等で造つた培養液を入れ、それに藍を溶かして青く着色し、煮沸殺菌し、豆の種子の皮から採つた嫌気性細菌を植えつけ、密閉して二五—三〇度の定温器で暖めて一兩日置くと、藍が還元されて液が無色になる。つまり嫌気性細菌が繁殖して藍を分解して酸素を攝取したから藍が還元されたのである。その液を空気に露出すると再び青色になる。之は藍が空気中の酸素で再び酸化されるからである。この様に還元酵素が參與する呼吸もあるのである。他物を還元するのは即ち細菌が酸素を取り入れる事なのである。

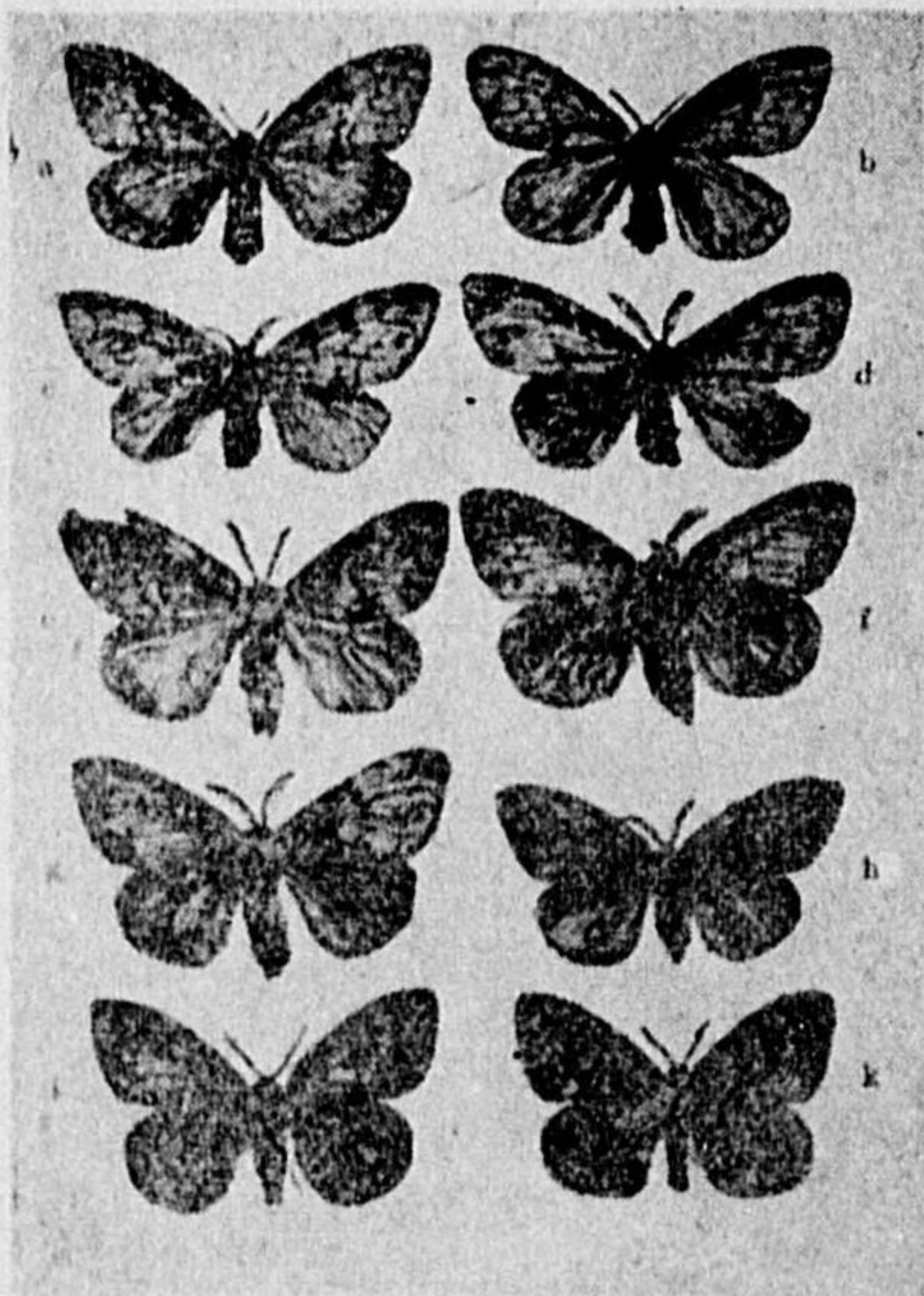
普通の呼吸に於ては、細胞内の砂糖其他が酸化されてエネルギーに變化して消失する速度の速い事がいくらか實證されてゐるが、植物や冷血動物の様に、高熱や電氣分解や無機觸媒を用ゐないのに、こんなに速く砂糖が消失するといふ事は、定温の下に空気にふれて放置された砂糖の變化が殆んど目につかないのに比較すると、驚異に値する事であつて、酵素の様なものが之に參與するのではないかと誰れでも考へる所である。空気の這入らない様に密封した瓶の中で豆の種子が発芽してゆく時には、砂糖分が變化してアルコールと

二酸化炭素（炭酸ガス）と熱とになる事が知られたが、之は酵母のアルコール醱酵の結果と同じであるから、酵母のチマーゼ酵素と同じ物が高等植物にもある證據であると云はれる。之は酸素を得られない場合の呼吸法であるが、酸素を得ての呼吸では、どういふ反應で砂糖類がエネルギーや炭酸ガスを出すのであらうか。シェーンバイン (Schöenbain) は植物の組織又はその濾過液がガイヤクムのレジンの無色な膠狀溶液を青色に變ずる事を見た。是は前者に酸化酵素の存在する證である。爾來すべての動植物にこの種の酸化酵素の存在する事が知られて來たが、いづれもフェノールとかレジンアシッドの様な芳香族物質（アロマティック・サブスタンス）のみを酸化するもので、脂肪や砂糖の類に對しては斯る酸化反應を示さないのである。併しパラディンの假説の様に、生きた細胞でも斯る酸化着色反應が一寸は起さるのであるが忽ちに還元されてしまふために、色が目につかぬ内に消えてしまふものと考へれば、生きた細胞でも、先づ芳香族物質が酸化酵素の助けによつて酸素を吸ひ取り、その酸素を細胞内の他物質例へば砂糖等に與へるものだと考へられるわけである。



新陳代謝の結果として出来る老廢物の生成にも、酵素の參與する例がわかつてゐる。例へば、動物の尿素や尿酸等が生成されると、酵素の沈澱が生ずるのを見た學者が少くないが、それが即ち、其等の老廢物の生成の途中に働いた酵素の殘骸だと言はれるのである。かういふ風に諸方面を見渡すと、生理作用、生活現象の殆んどあらゆる階段に酵素が活動してゐるのであつて、酵素は有機物ではあるが、無機界の觸媒とよく似た原理によつて作用するものである。化學者は之によつて、生活現象にも物理化學的法則に従ふもの多かるべき事を豫想してゐるのである。

遺傳學上の遺傳因子といふ語は、どうせ便宜上の名であつて、いづれは皆化學上の物質の名で置き更へられるものかも知れないが、その内には酵素と認定されるべき因子もあるのである。周知の様に花や毛や皮膚の色は、色原物質と酸化酵素との兩方が備はらなければ、發現しないのであつて、其の内どちらが缺けても白である。實際には白にも色々ある證據として、雞とか鼠とかモルモット等の白同士を交配した際に、有色の子が生れる事がある。一方の白い親では酸化酵素はあるが色原物質が缺けてをり、他方の白い親では色原



第10圖 マヒマヒ蛾(プラシロ毛虫の蛾)の間性の諸相。右上(a)が雌, 左下(k)が雄, 他は諸程度の間性者。

物質はあるが酸化酵素が缺けてゐるものと考へると、其の間に出来る子は、一方の親から色原物質を享け、他方の親から酸化酵素を享けて、兩方が子の細胞で會合するので、有色になるといふことがよく理解されるのである。種々の色の生物について委しく交配實驗をやつた結果、色原物質にも酸化酵素にも種々ある事が知られてゐる。リッドルは、其他に酸化程度の如何に原因する色の違ひといふ事も考へなければならぬと言つたが、酵素が作

用途中で破壊されるとすれば、さういふ事も考へられるであらう。

ゴールドシュミット(Goldschmidt)がプラシロケムシの蛾(マヒマヒ蛾)を歐亞の諸地方から集めて交配して見ると、日本産の雌と歐



洲産の雄とを交配した場合には、子は性的に異常を認めないに反して、日本産の雄と歐洲産の雌とを交配すると、産れた子の中に雄には異常がないが、雌では、體の諸部に雄の第二次性徴を混じた所謂間性の者が甚だ多いのであつた。同じ日本産の雄と歐洲産の雌と言つても、程度の軽い間性者の産まれる夫婦もあり、程度のひどい間性者の産まれる夫婦もあつて、氏の手許には殆んどあらゆる程度の間性者が集つた。そして他性の性徴を呈する諸器官の内では、發育上早期に分化する器官ほど、高度の間性者に於て初めて異常形を呈するのであつた。例へば、雌の最も初歩の間性者では、觸角の雄性化であり、次は翅の色雄性化、次は交尾器の雄性化、次は腹部の色と毛との雄性化、次は腹部の形の雄性化で、最後に生殖巢の雄性化は、最も程度の高い間性者の間性的性徴なのである。即ち生殖巢のやうな早く分化の定まる器官は、動かされ難く、觸角のやうな後期に分化する器官は變化を享けやすいといふ結果になつてゐるので、時間の因子を考慮に入れざるを得ないといふのである。

氏の兩性説は、Fを雌性因子、Mを雄性因子とすれば、

FFMM=雄, FFMm=雌

だが、親によつて、生れる子の間性程度が異ふ事から判断すると、FやMの作用量(力)は親によつて異り、例へば  $FF=80, Mm=M=60$  の場合には、雌即ち FFMm に於ては  $FF \cdot Mm=80 \cdot 60=20$  で、雄性より雌性の方が20多いから普通の雌であり、雄即ち FFMM に於ては  $MM \cdot FF=2M \cdot FF=120 \cdot 80=40$  で、雄性の方が40多いから立派な雄である。假りに日本産の雄と歐洲産の雌との交配によつて産れた子で  $FF=80, M=80$  だとすれば、子の内の雄では、 $MM \cdot FF=160 \cdot 80=80$  で、雄性が80も多いから立派な雄だが、雌では  $FF \cdot M=80 \cdot 80=0$  で、雌因子と雄因子との差が少ないことになつて間性者となる。かういふ風にして氏は間性の起原を説明し得べしとしてゐる。そして雌性雄性兩因子が、斯く、數量的關係の相違に依つて、異なつた効果を生ずるといふ以上は、其等の因子は、第一に量に依つて作用力の異なる物でなければならぬし、第二に雌雄によつて異なる物であるし、第三に其等の因子の作用について前述のやうに時間關係を閉却し得ないものでなければならぬが、此の三つの條件に當てはまる物質といへば、酵素が最も近いものである。だ



からして、この雌雄兩因子といふのは、どちらも酵素であらう、といふのが氏の結論である。まだぼんやりしたものであり、隙間も多い説ではあるが、遺傳學上の因子なる語を化學的に翻譯しようとする努力として面白いと思ふ。現に單細胞生物の鞭虫類（鞭藻類）のクラミドモータスの大部分の種類では、雌雄は遺傳因子の差によつて決定されると言はれるが、一方から比較すると、雄にはビクロクロシンを分解する酵素があり、雌にはこの酵素が無いといふ差のある事が知られた。ビクロクロシンは加水分解するとサフラナールと葡萄糖とに分解する物であるから、酵素によつてビクロクロシンが分解されてサフラナールとなるものは雄となり、この酵素が無いためビクロクロシンを分解しないで保持するのは雌になる、とも言へるのであつて、この際も遺傳因子は酵素に翻譯され得ると言はれるのである。

## 第十章 生物の内環境——血液

無機物は物理化學的な條件の變化に支配されるが、生物の生活作用には調節作用があつて、環境の條件が變化しても自主獨立性を失はぬから、生活現象は物理化學を超越したものだと稱する人もある。併し生物の環境を論ずるには、外環境だけを考へては足りないものであつて、體内の各細胞にとつては血液とか體液とか、とにかく其細胞をうるほしてゐる體液が直接の環境である。之れをクロード・ベルナール (Claude Bernard) は内環境と呼んだ。外環境も之を通してのみ環境たり得るのであつて、内環境に酸素があり、他の組織の脂肪やグリコーゲン等を分解して得た炭水化物がある間は、たとひ外環境からの食物の供給が斷たれても、細胞としては平氣で生き得るし、たとひ外環境が細胞の生活現象を妨げる程の嚴寒で、冷血動物なら冬眠状態に入る時であつても、温血動物ならば内環境の



お蔭で生活作用に適する温度を享けて、活潑な生活作用を営み得るのである。反対に内環境が病的に悪化すれば、外環境は如何に良好であつても、細胞の生活は亂されるのである。

脳が貧血すれば意識が無くなるし、胃腸が貧血すれば消化不良になり、手に血が通はな  
い様に縛ると手は働けなくなるし、血液の循環が止まれば忽ち死んで仕舞ふのである。こ  
れを見れば、細胞の生命が内環境から獨立に自主的に働くものだと言へない事は明であら  
う。丁度海の魚が海水中に棲み海水中からあらゆる必要な物を取り入れ、老廢物を海水中  
に出して生きてゐる様に、動物體内の細胞は、血液にひたされ、血液からあらゆる必要物  
資を得、老廢物を血液中に送つて生きて居るのである。しかも面白い事には、血液は動物  
の種類によつて濃度こそ多少異れ、海水と同じ鹽分を同じ割合に有するのであつて、この  
事も生活作用の上に重大な意義を持つ事がわかつて來たのである。併し血液は勿論それだ  
けの簡単な液ではないから、少し委しく述べる必要がある。

一例として人間の血液に就いて述べよう。一立方耗の血液中に、赤血球が男なら五百萬



第11圖 人の血球

- 左下 赤血球
- 左上 リンパ球
- 右上 白血球(好酸性顆粒を含むもの)
- 右下 白血球(中性顆粒を含むもの)
- 右中 血小板

個、女なら四百五十萬個位有る。此の血球は鐵を含んだ蛋白質の血色素(ヘモグロビン)といふ赤い色素に充ちてをり、それが呼吸器から酸素を吸収して之を各細胞に運んで細胞内の燃焼作用を可能ならしめ、一方に、細胞から老廢物たる炭酸ガスを取つて體外に捨てる。酸素が呼吸器の細胞から赤血球に入り、又各細胞に移入するのは、酸素の部分壓の高  
い方から低い方に流れるのであつて、理化學の法則に従つてゐる。炭酸ガスについても同

様である。一酸化炭素を吸ふと毒だといふのは、之が赤血球と結びついて了つて、酸素と結びつく餘地を奪ふからである。高山上の様な空氣の稀薄な所では赤血球の数が殖えて、酸素を逃さぬ様にする。赤血球は盤狀で、圓の直徑七



ミクロン位で、毛細脈の太さを超えない。白血球の方はやゝ大きい。之はアミイバ状に變形し得るので毛細脈を通れる。また之はアミイバの様に固形物即ちバクテリアを食つて傳染病を防ぐ戦士であつて、一立方耗の血液中に五千乃至一萬個位ある。膿といふのは、つまりバクテリアと戦つて戦死した白血球の屍である。その他、血小板といふ小さな球が、一立方耗の血に四、五十萬個あるが、之は傷口などの血液を凝固させるに必要な酵素(トロンビナーゼ)を出すものである。

之等を除いた部分、即ち血液の三分の二位は血漿といふ液體で、之がまた重大な役目を擔ふ。その一つは消化された養分を各細胞に運んで與へ、又細胞からの老廢物を腎臟や汗腺に運ぶのである。後に述べるビタミンやホルモンや水分を細胞に運ぶのも之である。又血漿には、プロトロンビンや血纖維原が溶けてをり、傷口などで血小板が壊れると、トロンビナーゼが出て來て、プロトロンビンをトロンビンに變化させ、トロンビンが血纖維原を纖維化し、此の血纖維が血球を纏絡して血餅となる。之が血液の凝固であつて、之によつて出血を止めるのである。

- J.S. 青體
- T.G. 毒原族
- H.G. 結合族
- C. 補體
- rI 第一級接受體
- rII 第二級接受體
- rIII 第三級接受體
- Body cell 體細胞



第 12 圖 エールリッヒの側鎖説圖解(眼に見えわけではないが)。

血清といふのは血液の中から上述の諸要素を取つた残りの清澄な部で、即ち血液の上澄みの様に浮き出す部分で、此の中にはまた、病菌や病菌から出た毒素と戦ふ物質が、色々含まれてゐるために、吾々は免疫性を有するのである。どうしてこの免疫性が生ずるかといふと、エールリッヒ(Ehrlich)の側鎖説によると、各細胞は機能上からいへば、本體と側鎖とから出來てをり、側鎖が細菌なり毒なりに接觸すると、之を無能力にしてつかんだまゝ血の中に出て來るが、其の際餘分の側鎖も出來て、之は手のあいたまゝで血中に出て來る。此の空手の側鎖が、血の中の細菌や毒を無能たらしめる。之が即ち免疫血清だといふのである。人間自身に出來た免疫性を積極的免疫といひ、他の動物に出來た免疫血清を注射して人の血清に入れて働かせるのを、消極的免疫と云ふ。後者は効果が一時的で、その血清が人間に残つて居る間だけ有効なので、時々血清注射をしなければならぬが、



人がチフスに罹つて治つた時に生じた免疫性などは、積極的免疫であるから、一生有効なわけである。

人の血液の量は大体二升乃至二升五合位で、それで全身をまかなふべく経済的に巧く運行してゐるのであつて、活動中の器官には血管が開いて餘計に血が巡り、休止中の部分には血の巡りが少ない。永久に休止してゐる盲腸の虫様突起の様な痕跡器官では永久に血の巡りが貧弱なので、細胞が弱つて病氣に罹り易いのであり、よく働く器官は發達するのである。之によつても血液の重要な事がわかる。

出血がひどかつたりして血液の量が不足になつた時は輸血の必要が起る。リンガー氏液の注射等では血圧と栄養分の一部は補給出来るが酸素を運ぶ赤血球が補給出来ぬので、血液を注入する必要があるが、茲に少し注意すべき事項がある。それは血液型の問題である。赤血球にある凝集原と、血清中にある凝集素（赤血球の凝集原に作用して赤血球を凝集させる要素）とが人によつて異なるのである。ランドスタイナー (Landsteiner) の法では、血液型をO、A、B、ABの四型に分けてゐる。その根據は

血液型	凝集原 (赤血球)	凝集素 (血清)
O	ナシ	$\alpha, \beta$
A	A	$\beta$
B	B	$\alpha$
AB	A, B	ナシ

右表によつてわかる様に、注入された血がO型なら、赤血球に凝集される原が無いのであるから、何型の血に入つても凝集されずに役目を果し得るわけで、換言すれば何型の人に注入してもよいわけである。A型の血をA型又はAB型以外に注入したら $\alpha$ で凝集されるか不可であり、B型の血はB型又はAB型以外の人には不可、AB型の血はAB型以外には不可なわけである。理論的に言へば、血を受け入れる人の赤血球の被る變化も考へなければな



らぬわけであるが、実際上は、この方は量が多いせいか、受ける人の血清が、注入血の血清（凝集素）を中和して仕舞ふものと言はれる。軍陣などでは、さういふ検査の暇がなく、輸血する事もあるさうだし、ソヴェット聯邦等では屍の血を取つて輸血するといふ事もあるさうだが、輸血せぬには優るといふ。血液型はメンデル式遺傳をするものなので、父の眞偽を判定する裁判などで使ふ國もあつたが、それには細心の注意が要る。その一つは、生殖細胞の出来上る時の減數分裂の時に、両親から享けてゐた對等因子が分離して別々の生殖細胞に分れる事と、優性だけが顯れてゐて、劣性が實は潜在してゐる場合もあるからである。例へばO型の人に於ては、どの生殖細胞もO型を含むことになるが、Aは本當のAAだつたのならA、Aと分れるが、AO（Oが潜んで居つたA）の場合には、Aを含む生殖細胞の外にOを含む生殖細胞も出来るし、Bについても同様だから、兄弟必しも同型ではないのである。今では古畑氏のもつと細かな分析法もある。西洋の實地の判決例なども色々あるが、淺間しくなるから止める。

兎に角血液は、何兆といふ數の細胞にとつて、直接の全環境であるから細胞に起つた病

變はすぐ血液に反映して來るので、血液や尿の検査は大事である。今日肺結核の診断に赤血球の沈降速度を調べるのもその現れであるが、併し沈降速度の大きくなるのは肺結核の時に限つたわけではなく、何處の炎症にでも伴ふ現象であるから、肺の炎症だとさめるためにはX線撮影とマントウ氏反應（ツベルクリン二千倍稀釋液での反應）とを合せてしなければならぬのである。

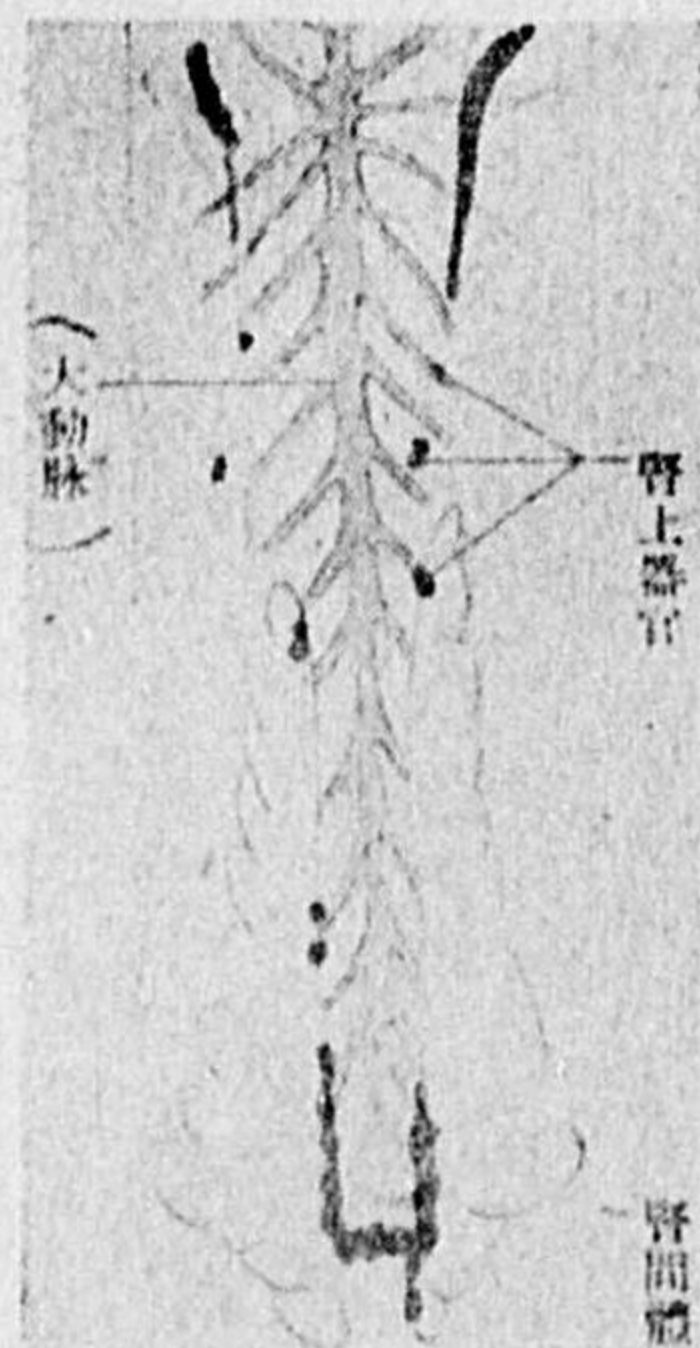


## 第十一章 生活作用の化學的調節——ホルモン

神経系統の有る動物では、神経系が重要な調節作用の器官である事は今でも認めて居る。併し神経系のない植物も調節ある生活作用を営む以上は、神経だけが調節器官ではない事は明かである。神経の刺戟傳達速度は、動物によつて一様ではないが、脊椎動物では一秒間に一四米（ヘビ）乃至六、七十米（人間）であるから、急速な調節は神経によつて行はれるが、神経自身の調節も亦必要なわけであるし、いづれから考へても、神経系が唯一の調節機関でない事は明かである。クロード・ベルナルの實驗生理學的提唱に刺戟されて色々な研究が生れて來たが、血液に擔はれて化學的調節をなす化學物質のある事がわかつて來たのもその一つである。膵臓に分布する迷走神経を切斷して、膵臓を神経から孤立させても、鹽酸を小腸壁に塗りさへすれば、膵臓は滾々として膵液を分泌するが、鹽酸



を血液に注射したのではその作用が無いので、酸を塗られた小腸壁から生ずる一種の化學物質が血に混じて膵臓に達すると、膵臓の分泌が促されるものである事がわかり、之にセクレチンといふ名を附けた。その内に、脊椎動物には、分泌腺には相違ないが、輸管が無いので分泌物を血液に入れる外に道の無い腺が、色々ある事が注目される様になり、其等の腺を除去すると重大な生理障礙が起る事がわかり、次いで其等の腺の分泌物の化學成分もわかつて來、中にはアドレナリンの様に、逸早く合成し得る物まで出て來て、此等こそ調節作用をなす化學物質であることが定説となつて來た。其等の、輸管のない腺を内分泌腺と稱し、内分泌腺の分泌する物質を内分泌物ともホルモンとも言ふ。ホルモンの原意が醒めさす物とか刺戟する物とかいふ意味であるので、覺醒素とか刺戟素とか呼ぶ人もあるが、ホルモンで宜しからうと思ふ。脊椎動物で内分泌腺と做されて居るのは腦下垂體、松果腺、甲状腺、副甲状腺（上皮小體）、胸腺、副腎、膵臓のランゲルハンス氏細胞島、精巢の思春腺、卵巢の濾胞や黃體、胎盤等であるが、今日では無脊椎動物にも内分泌作用をする細胞が色々知られて來たし、植物にも生長ホルモンの効果が顯著だと言はれる様に



第一八圖 エイ(魚)の副腎



第一七圖 人の副腎の断面圖  
(中心部の黒いのが髓質細胞で、白い部は血管、それ以外の部は皮質である)

なつた。さういふわけでホルモンの化學成分や作用も夫々異なつてゐる事、換言すればホルモンにも色々あることがわかつた。先づ化學成分のわかつた方から述べよう。

### 副 腎

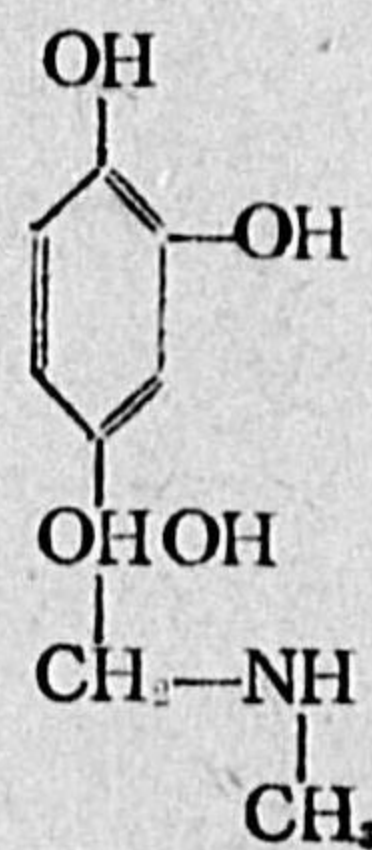
副腎は哺乳類や鳥ではまづ腎臓の上端に接して在り、爬虫類では大靜脈と生殖巢との間に位置して腎靜脈に接し、兩棲類では腎臓の腹面に在つて、いづれに就ても皮質と髓質とが識別される。皮質は中胚葉起原のものであるが、髓質は交感神経細胞と同じ根元の組織から起つて皮質内に侵入して



來るものである。魚類や圓口類では髓質に當る部と、皮質に相當する部とが分れて、獨立の塊をなしてをり、腎臓後端近くの、腎間體といふのが皮質に當るもので、腎臓の背面上部近くにある腎上器官の方が髓質に當るのである。有名なアドレナリンは髓質から出るホルモンであるが、元のなじみともいふべき交感神経系に作用して、その支配の下にある不随意筋、即ち内臓や血管の筋肉に緊張を與へ、心臓や脈搏を強くし血壓を保たしめてゐる。又脾臓のホルモンたるインシュリンと拮抗して、血液中の糖分の減少しすぎないやうに均衡を保たしめてゐる。クロード・ベルナルは第四腦室の床に糖刺點を發見し、之を刺戟すると交感神経を傳つてアドレナリンの分泌が盛んになり、従つて血中に糖分が多くなるのを見た。アドレナリンの分泌は怒つたりする時の精神的興奮によつても盛んになり、その結果心臓の働さが活潑になり、筋肉の働さも強くなり、血液中に糖分が殖えるから、身體は強力状態になるわけである。喧嘩の構へになる。

アドレナリンは一九〇一年に高峰讓吉博士によつて純粹な結晶として得られ、一九〇四年にはストルツ (Stolz) が人工合成をさへなし得たもので、今では次のやうな化學構造式

の物とされて居る。

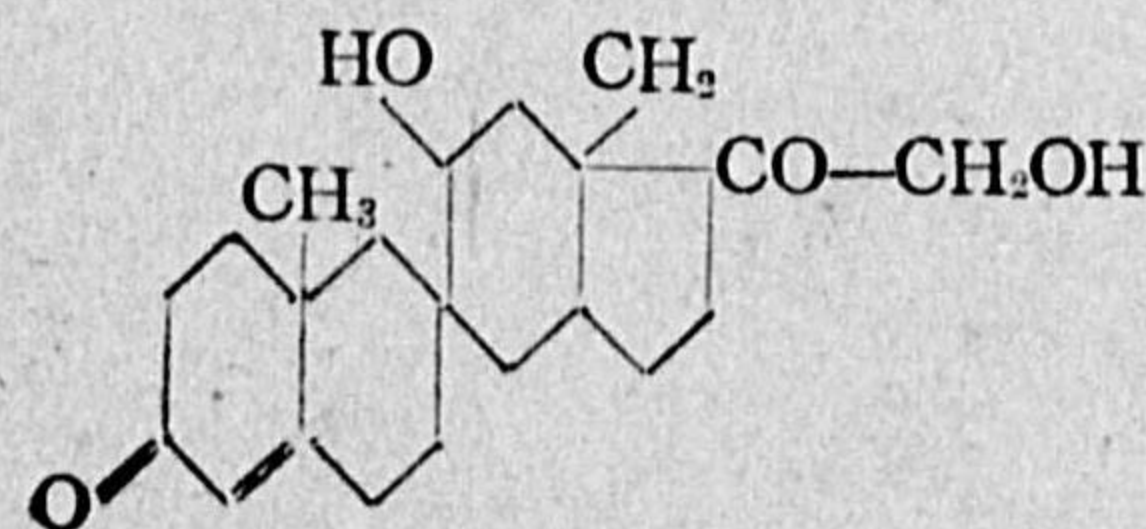


アドレナリン

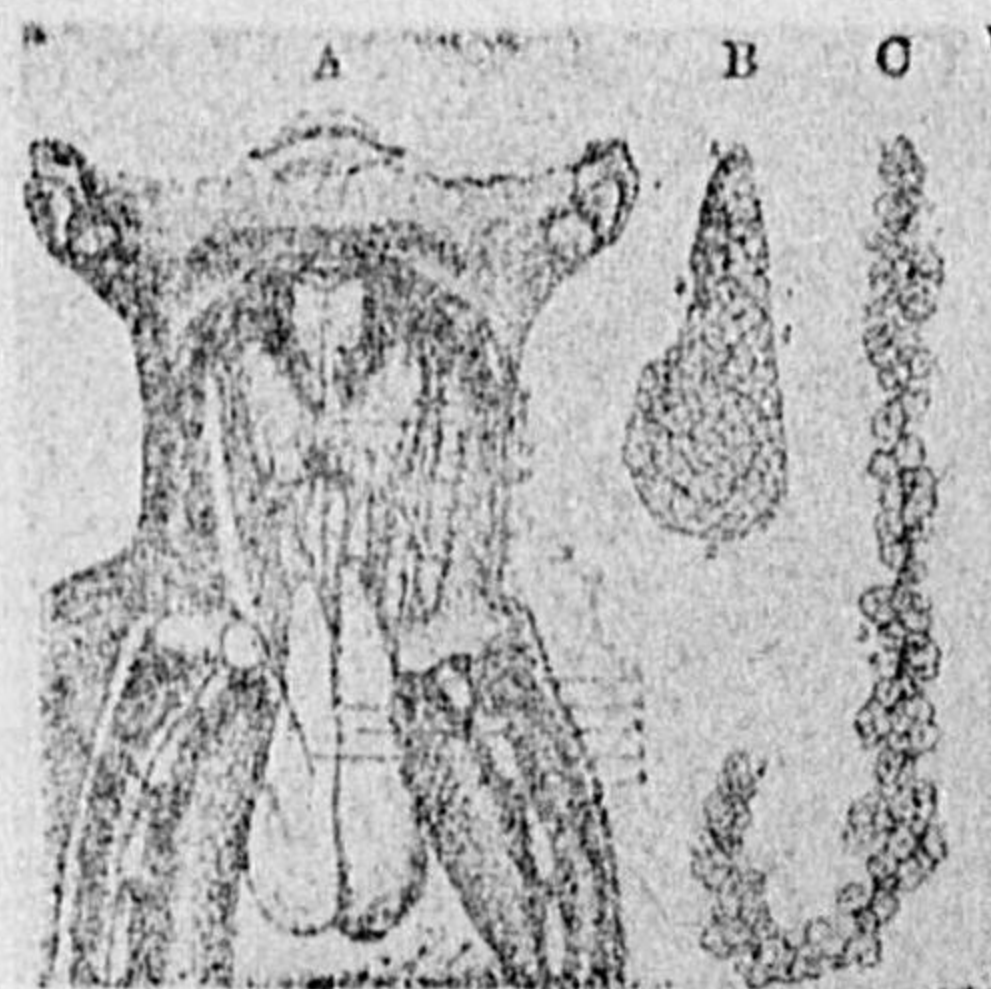
この構造式から見ると、アミノ酸の一種なるチロジンを經過して出来る物と思はれるが、チロジンは黒褐色なメラニン色素の母體でもある。皮膚をチロジンの酸化物なるドーバ (即ちデオキシフェニルアラニン) の溶液に漬けると黒褐色になるが、昔から知られてゐたアジソン氏病、即ち皮膚に銅貨色の斑が出来て筋肉が弱つて死にも至る病氣は、アドレナリンの缺乏によるものと認められる様になつた。即ちチロジンがアドレナリンにならずにドーバとなる時に生ずる病氣だといふのである。麻黄の根は喘息の薬として用ゐられてゐるが、その有効成分はエフェドリンといふアルカロイドであつて、之はアドレナリンによほど似た化學構造の物質である。



副腎皮質が動物の生命にとつて重大な物である事は可なり前からわかつてゐた。皮質部  
分を除去しただけでも、筋肉は弱くなり呼吸麻痺を起して死ぬが、之にアドレナリンを興  
へただけでは恢復しないに拘らず、皮質の浸出液を興へて置けば生命を持続するのであつ  
た。皮質の浸出液は筋肉のエネルギーを出すための炭水化物の酸化に重大な役目を有する  
ものと考へられる。この皮質のホルモンはコルチン（皮質素）と名づけられたが、その化  
學的進んだのは近年の事である。今日ではそ  
の有効成分だけでも五種の化學物質に分けられ、化  
學構造式も明にされたが、その内でも最も有効な成  
分は、コルチコステロンと命名され、下の構造式  
物だといふ。即ち炭水化物の誘導體である類脂肪中  
のステリンから合成する事が出来た。後に述べる生  
殖巢のホルモンと化學構造式も似てゐるが、作用に  
も似た所がある。又アンドロステロンと呼ばれる男



コルチコステロン



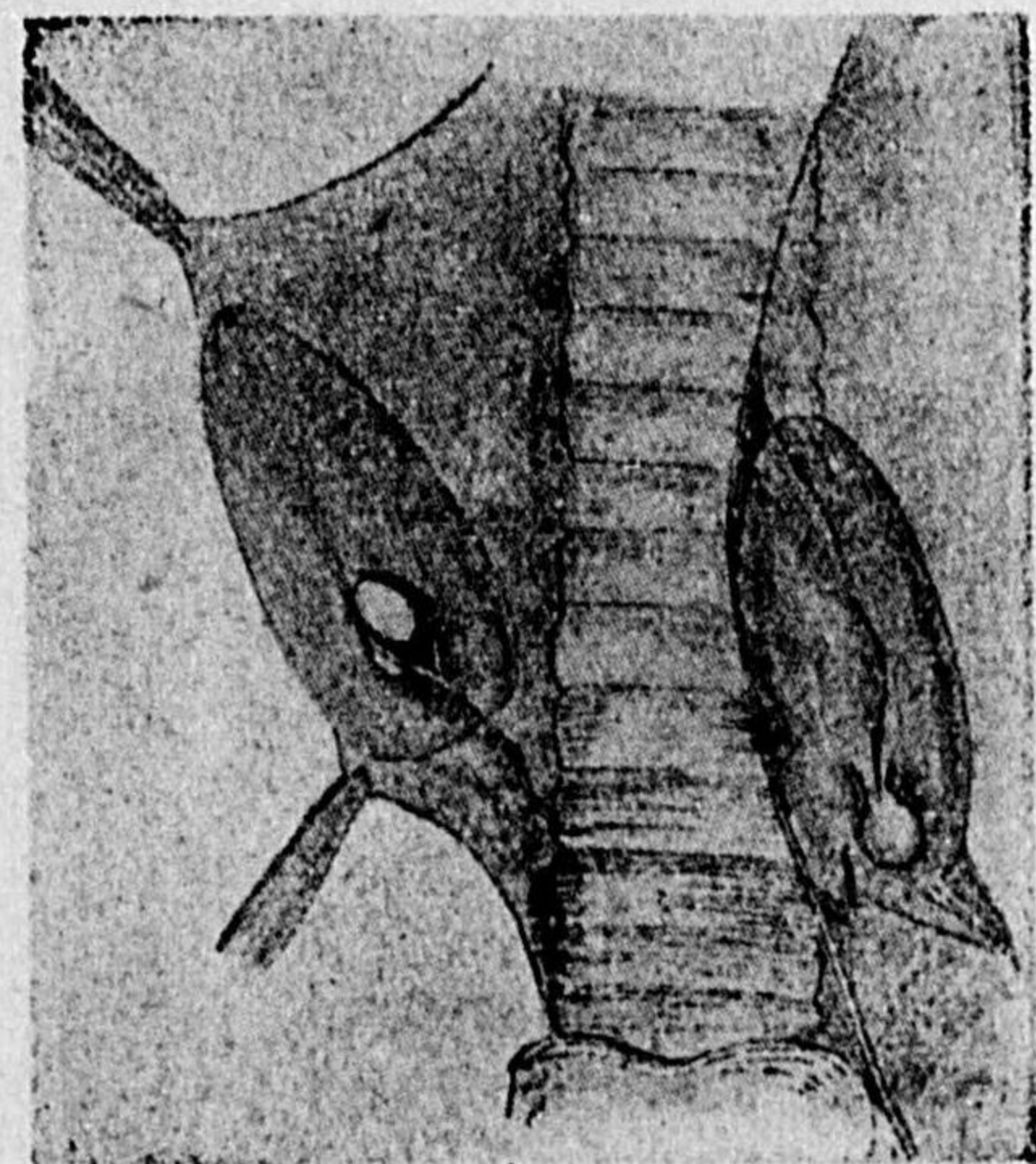
第15圖 人の甲状腺と胸腺（出  
産後六ヶ月）。  
Aの喉頭の下の蝶の標なものが  
甲状腺、下方の徳利の抱き合つ  
た標なものが胸腺、BCは胸腺  
の内容を示す。

### 甲状腺と副甲状腺

性生殖巢のホルモンの作用に甚だ近い併しそれよりは効能の弱いアドレノステロンといふ  
物質も皮質から見出された。

甲状腺は哺乳類では甲状軟骨の下位に當つて、氣管の腹面左右に位し、人や兎や馬では  
狭い峽部で左右葉が連続してゐるが、鼠では峽部は結締組織で出来てをり、他の哺乳類で  
は左右葉が離れて居る。鳥類では頸部の下  
位に當つて、長細い胸腺の後端に接する桃  
色の圓形體であつて、氣管又は氣管枝の左  
右に在る。カナヘビ類では心囊上に直接し  
て一對あるが、他の爬虫類では一個であ  
る。蛙では舌骨體の後端に、頤舌骨筋と胸  
骨舌骨筋とに被はれた左右一對の桃色の卵

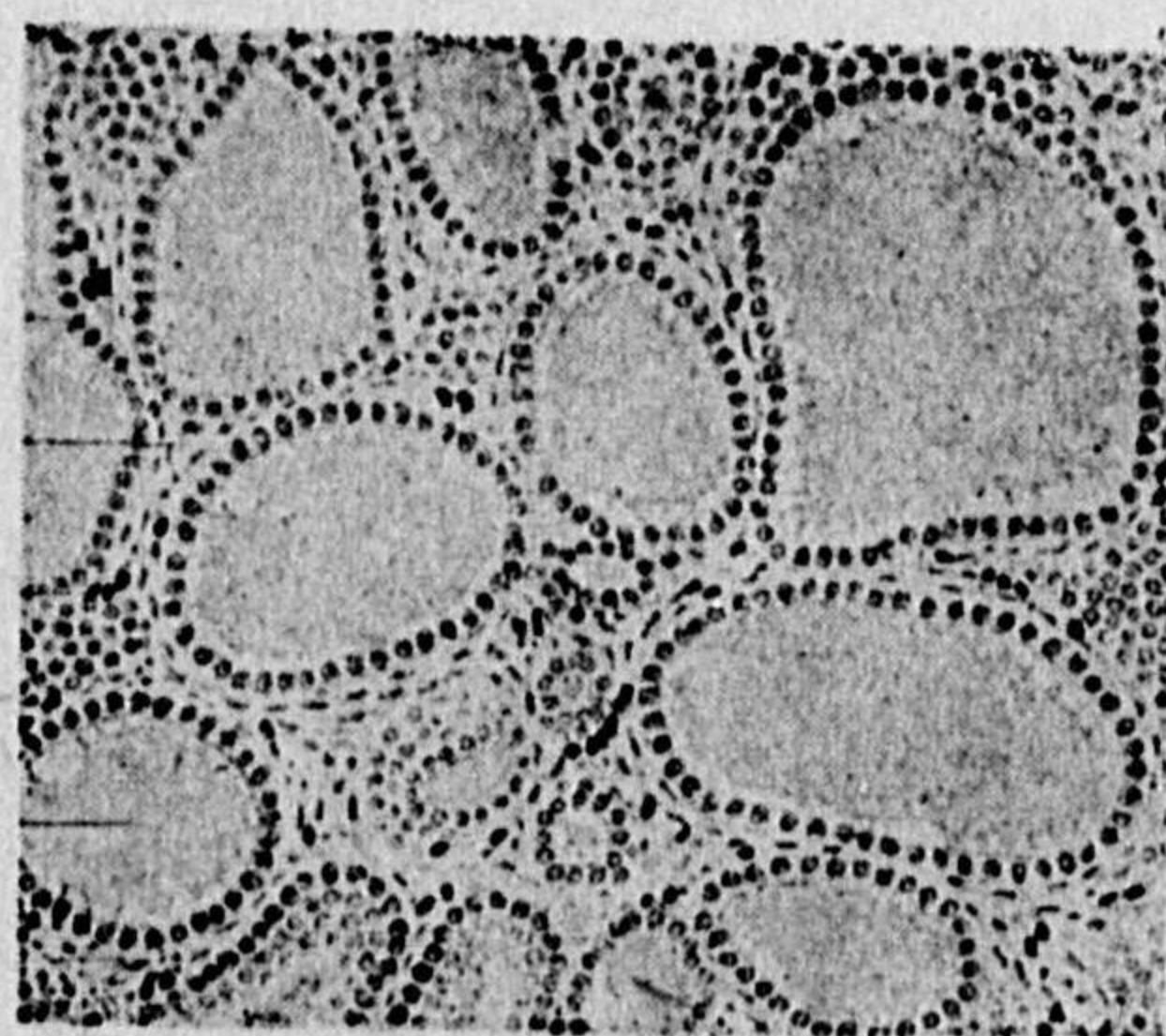




第 16 圖 犬の甲状腺と副甲状腺 (小さな卵状のものが副甲状腺である)

部に在る。之を切片にして検鏡すると血管を含む結締組織に包まれたゴム毬の断面の様な物が澤山見えるが、之を臙胞と言ひ、その壁の細胞がホルモンを分泌する細胞で、ゴム毬の腔所に當る部には膠狀液

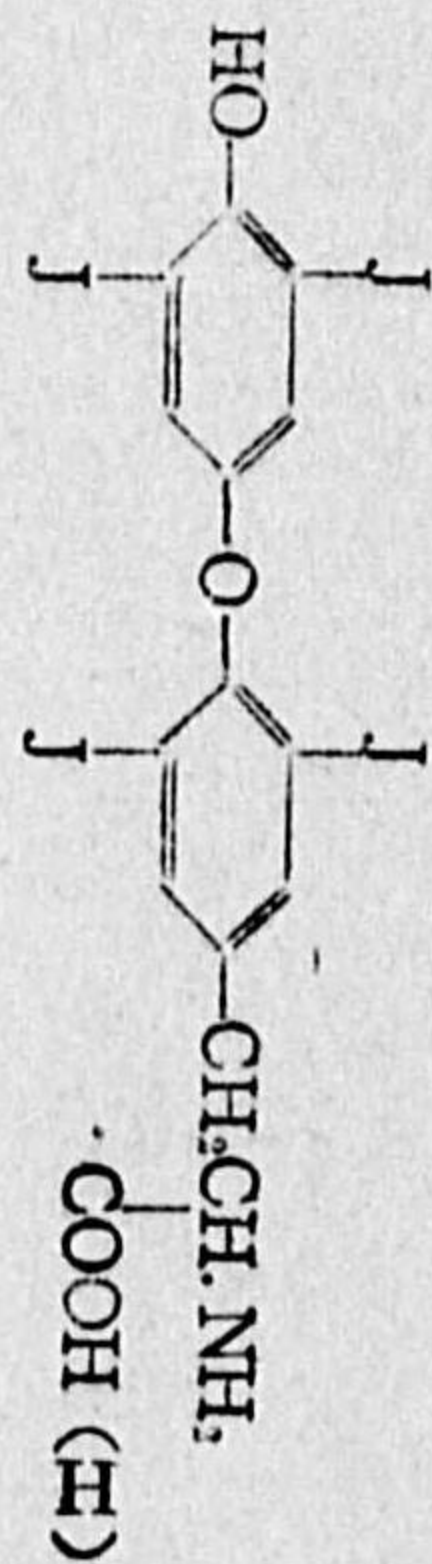
圓形體である。硬骨魚では鰓動脈の前端、左右鰓弧の合致部の腹面に位置し、軟骨魚では大動脈の前端、鰓動脈の分岐



第 17 圖 人の甲状腺の断面圖

血管  
コロイド  
臙胞

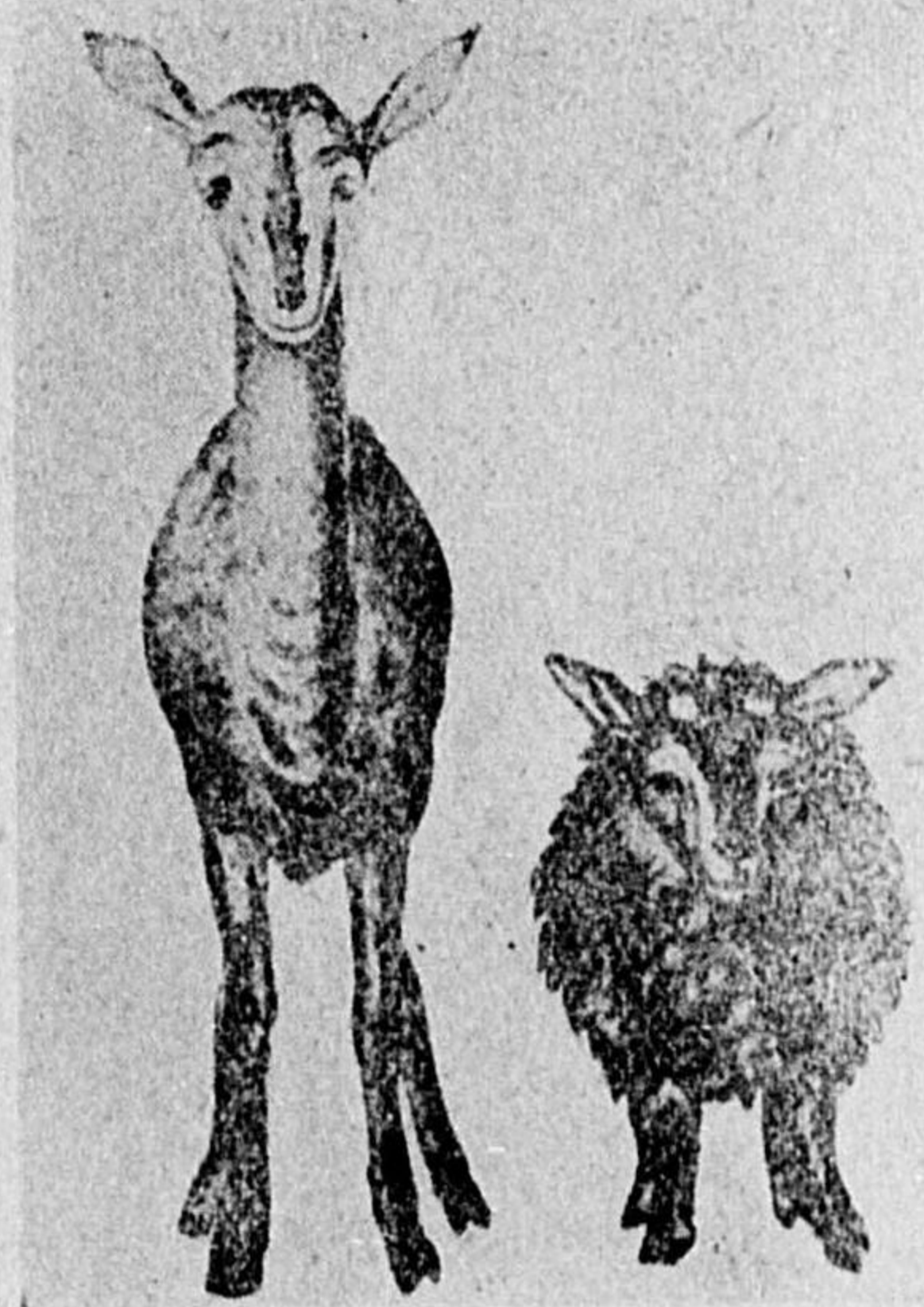
(コロイド)が充ちて居る。この膠狀液を甲状腺ホルモンの有効成分と同じ物であると考へた時代があつたが、今日では、ホルモンの未成熟期の物で、注射しても本當の甲状腺ホルモン程に有効でないと言はれる。が兎に角どちらも沃度を含んだ蛋白質の類であつて、バウマンはヨードチリオグロビュリンを、オストワードはヨードチリンを擧げたが、ケンダール(一九一五年)の抽出したチロキシンが最も純粹な甲状腺ホルモンに近い物質と判定され、その構造式も明かにされた。即ち



チロキシン

である。





第18圖 生後四ヶ月の山羊の比較。  
右は生後二十一日目に甲状腺を除去した者、左は普通に生長した同胞。

甲状腺ホルモンの影響は諸方面に及び、神経系に對してもヲロノフ (Voronoff) の言を借りて言ふと、「この腺の寄與無くしては、脳は何等の働きも爲し得ぬ灰色の肉塊に過ぎず、人間から智能は奪はれてしまふ。脳の細胞が働いて、或は思索或は感

情となつて外に現されるには、脳細胞がこの腺から來る液體に基く化學反應を起さねばならぬ。この腺を持たずに生れて來たとか、或は何かの病氣の後にこの腺の無くなつた子供は、脳細胞が普通の状態にあつても、年の割に智慧が足りぬか、又は白痴となる。脳は思索をするに必要な刺戟を缺くが故に思考し得なくなるのである。脳は甲状腺で點火され、此處から來る花火(甲状腺液)無しには動かない發動機である。その反對に、この腺が大

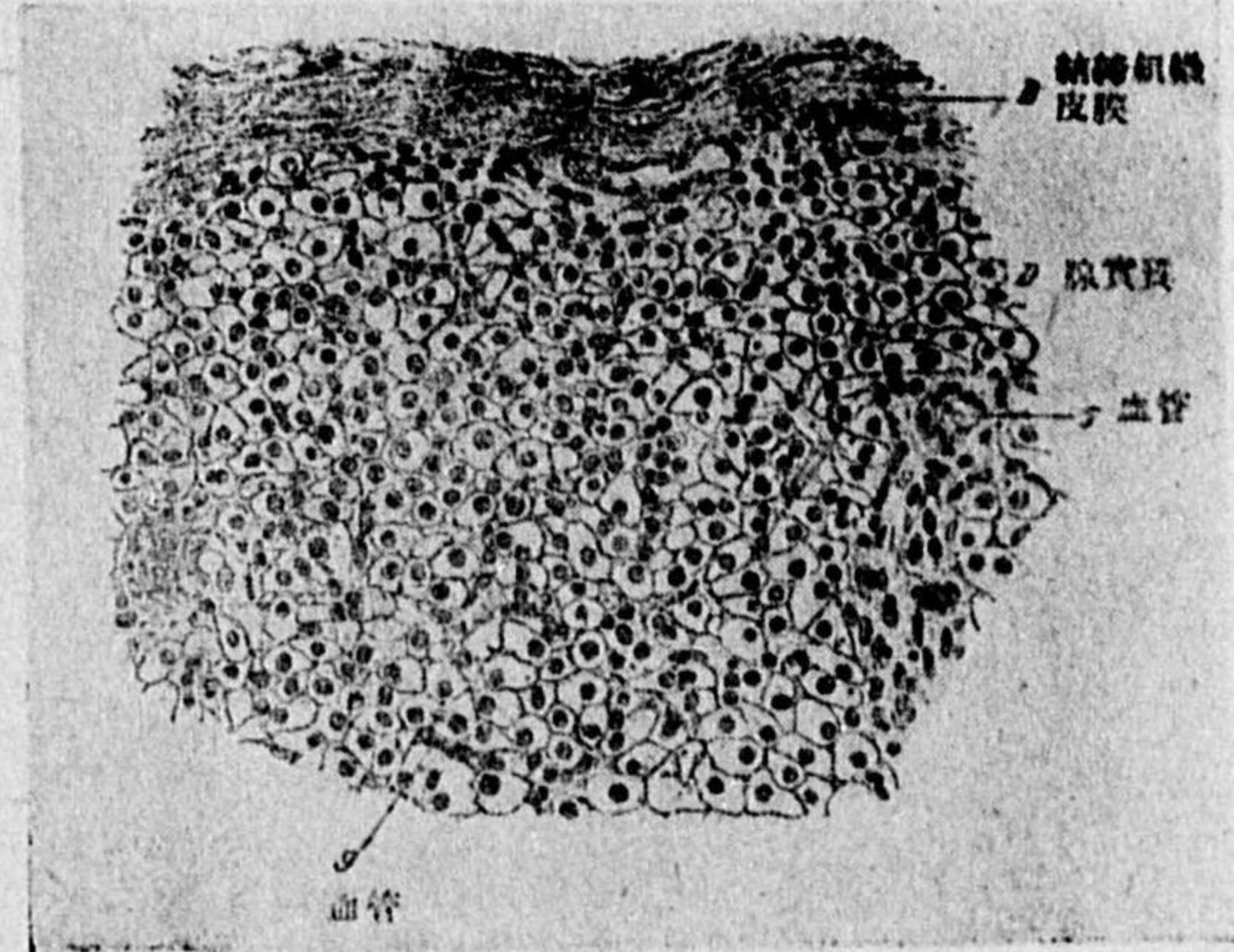


第19圖 バセドウ氏病(甲状腺分泌過多症)。喉部の腫れと眼球突出を見よ。

きすぎたり、此處からの分泌が異常に多かつたりすると、脳及び神経系は過度に刺戟されて、種々の故障を起し、手の顫へ、眼球突出、其他の疾患を起す。後者が所謂バセドウ氏病の症状であつて、心臓の鼓動も烈しくなる(第19圖参照)。

管に神経系に對する影響だけに止らず、生長中の動物から甲状腺を除去すると、生長が遅れ、生殖器の發育も害せられ、骨盤や脊柱の發育も妨げられ、殊に四肢の長骨は三分の一位にしかならない(第18圖)。兩棲類では變態が遅れるし、爬虫類では脱皮が出來なくなる。粘液浮腫なども此の腺を除去した者に起る症状である。體温の調節も悪くなり、夏の暑さにも堪へ難くなる。冷血動物の冬眠もこの腺の分泌の悪くなる結果だといふ説もある。甲状腺の抽出物たる所謂甲状腺劑を、内

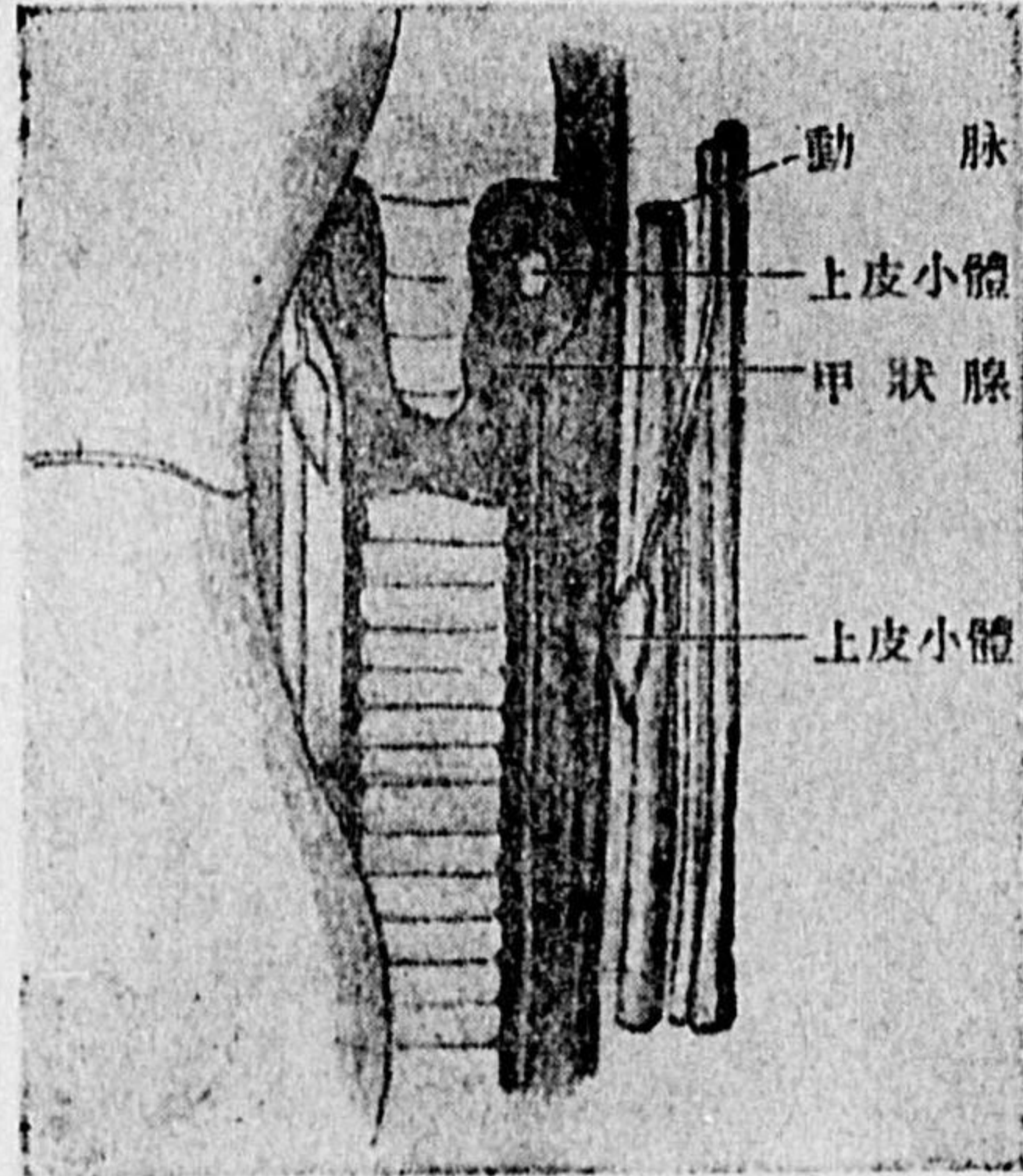




第 20 圖 副甲状腺（上皮小體）の組織。甲状腺と異なる點を見よ。

服するか注射するかすると幾分か有効で、新陳代謝が良くなつて、元氣よくなり、若返る。又甲状腺を脾臓に植え付けたら、子供の成長が著しく回復したといふ報告もある。反對に甲状腺ホルモンの多過症の時は、X線で甲状腺腫細胞の一部を殺すか、甲状腺の一部を切り取るのを療法とする。

副甲状腺といふのは所在の位置が甲状腺に沿つてゐて形の小さい所から出た名で、上皮小體といふのは、結締組織の部が少なくて殆んど上皮細胞だけから出来て居る所から出た名であるが（第20圖）、作用の上から言ふと甲状腺の副的な作用のものといふわけではない。一時、肉食獣では甲状腺を除去すると死ぬが、草食獣では死なぬと言はれたが、それは食



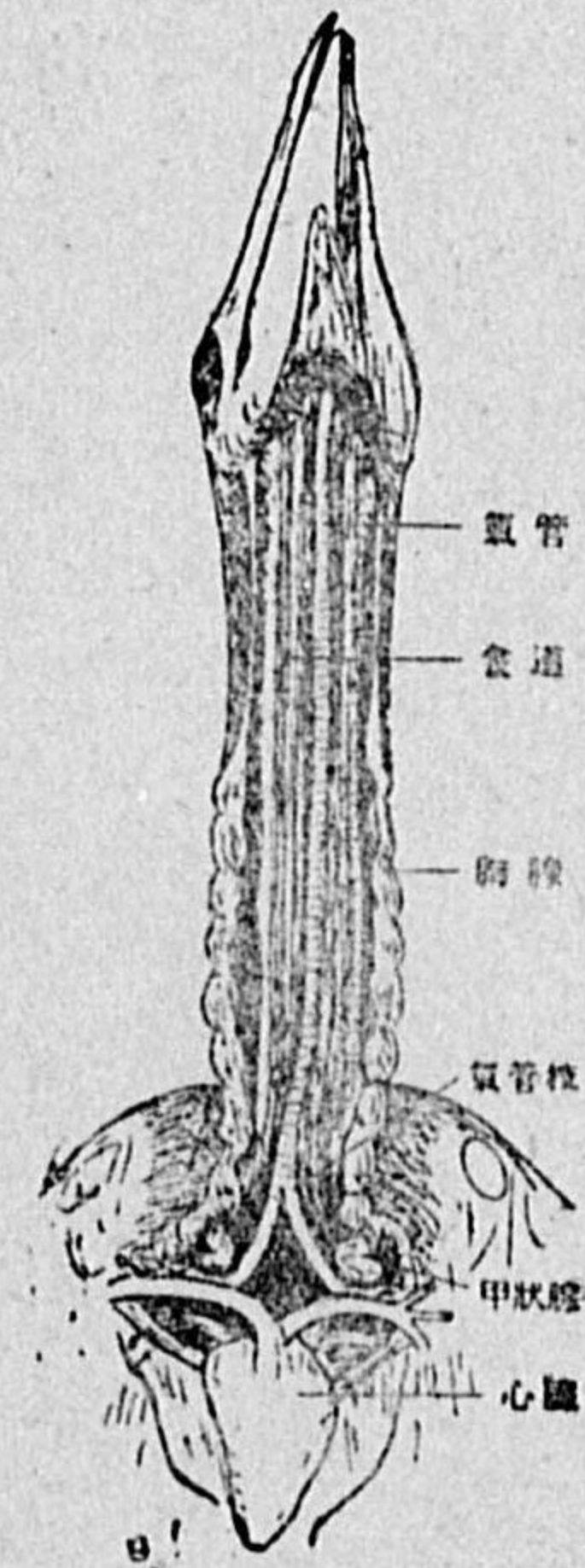
第 21 圖 兎の副甲状腺（上皮小體）。

肉動物では甲状腺を除去すると、副甲状腺も同時に全部除去され易い位置にあつたからである事がわかつた。即ち犬其他の肉食類では、甲状腺の上極近くの背面の被膜、又は甲状腺の内部に位し、反芻類では一對は甲状腺の上極に近いが一二耗離れた處にあり、一對は甲状腺に接してをり、兎では一對は甲状腺より一廻も下方に、一對は甲状腺内に埋れてある（第21圖）。二十日鼠では一對だけで、甲状腺に埋れてゐる。兎に角副甲状腺全部を除去すると瘰癧を起し、鼠なら數時間で死ぬ。この腺のホルモンは、一九二五年にコリップ（Collip）によつてバラトルモンと命名され、蛋白質類に屬するもので、カルシウムの新陳代謝に重要な役目をしてゐるのである。この腺の一部を副



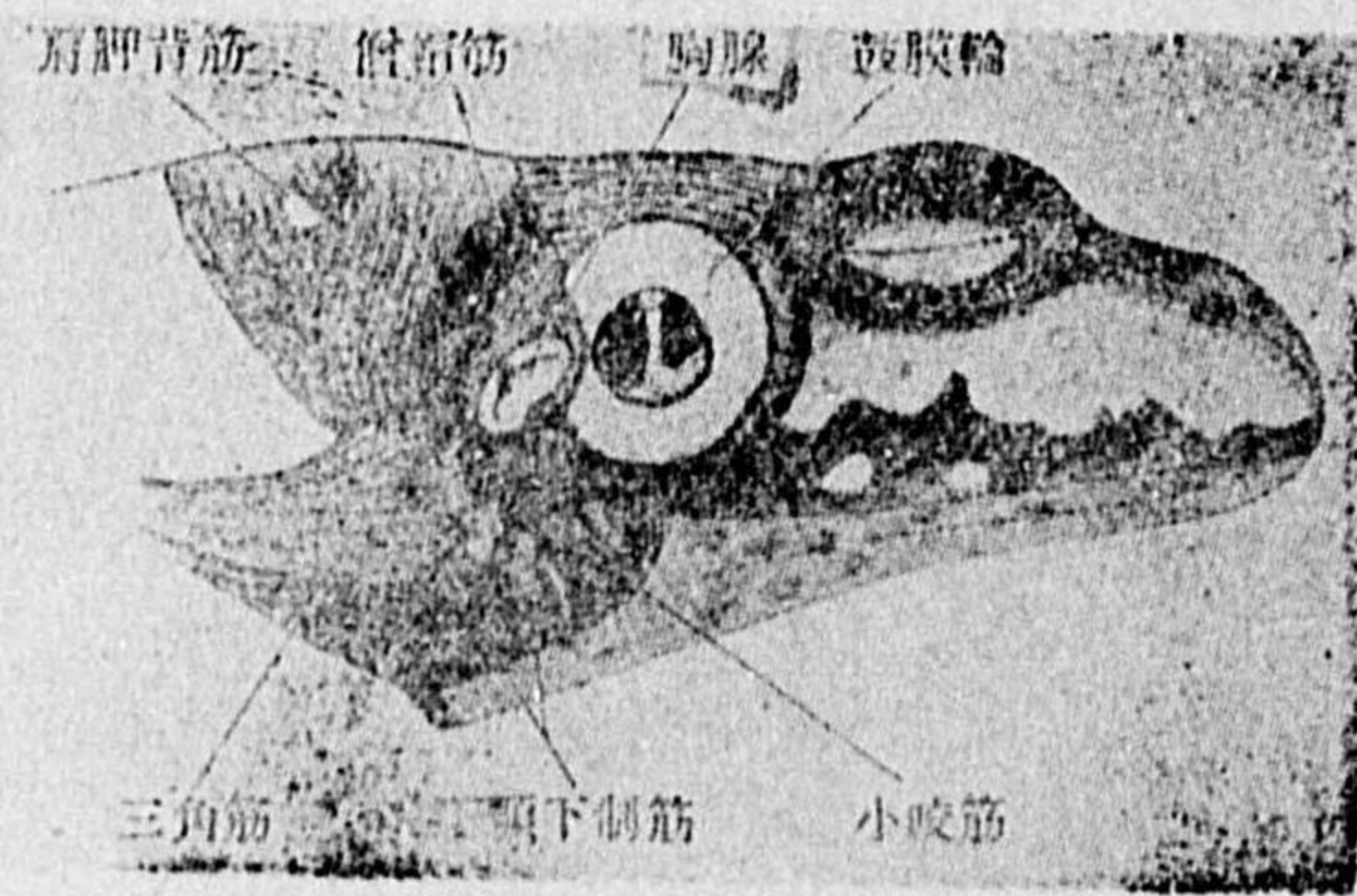
出した後三日で、血液中のカルシウム量が4%以下になる（上皮小體の抽出液を注射すると舊狀に復するといふ）。従つて幼者では化骨が不完全となり、佝僂病となる。その點はビタミンD缺乏症に似てゐるが、副甲状腺全部を除去した場合にはビタミンDも効果を奏しないのに、副甲状腺を植えつくと有効になるから、同じ物ではないのである。ビタミンDは副甲状腺を媒介としてカルシウム代謝に參與すると言ふべきであらう。

### 胸腺



第22圖 鳥の胸腺と甲状腺との位置

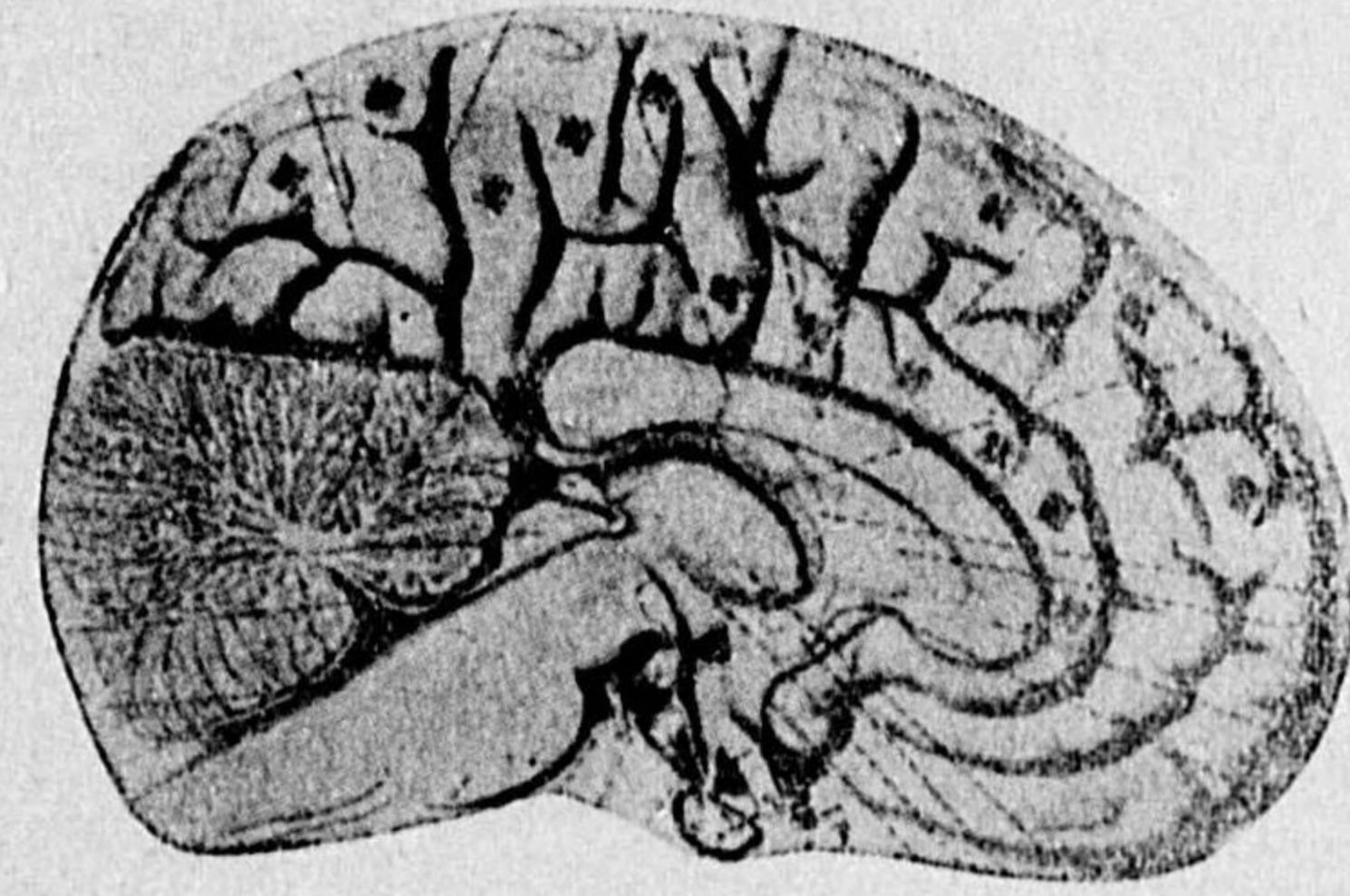
哺乳類では心囊の上にあり、鳥や蛇では甲状腺の前に位置するが、蛙では鼓膜の後下部に當つて筋肉に被はれた位置にある（第23圖）。胸腺は幼時から青春期までは次第に發達するが、青春期以後には退化の途を辿るものである。生長後



第23圖 蛙の胸腺（位置が面白い）

も之が退化しないで居る人は、生理作用にも一種の異常を起し易い事はさもあるべき事であるが、胸腺リンバ體質と言はれて、リンバ腺や扁桃腺が肥大しやすく、血清注射や麻酔薬吸入の時に頓死し易いと言はれる。一年に何回か生殖時期のある動物では、その時期に増大する。胸腺除去が及ぼす影響に就ては研究結果がまちまちであるが、生殖器官の發育が妨害されるとか、骨や齒の發育が不良になるとかいふ報告が多い。神経系にも悪影響を及ぼし、胸腺除去の後白痴になつたといふ報告もある。胸腺ホルモンの化学成分として、核蛋白が多い事がわかつてゐるが、純粹な物は未だ明かにされて居ない。が、兎に角胸腺の抽出物を與へると生長を促進し、蝌蚪など變態がおくれて大きな蝌蚪となる。もつと顯著なのは色素細胞に對する影響で、蝌蚪では色素が縮んで白っぽくなるし、金魚の仔の黒いなどは早く黒色





松果腺

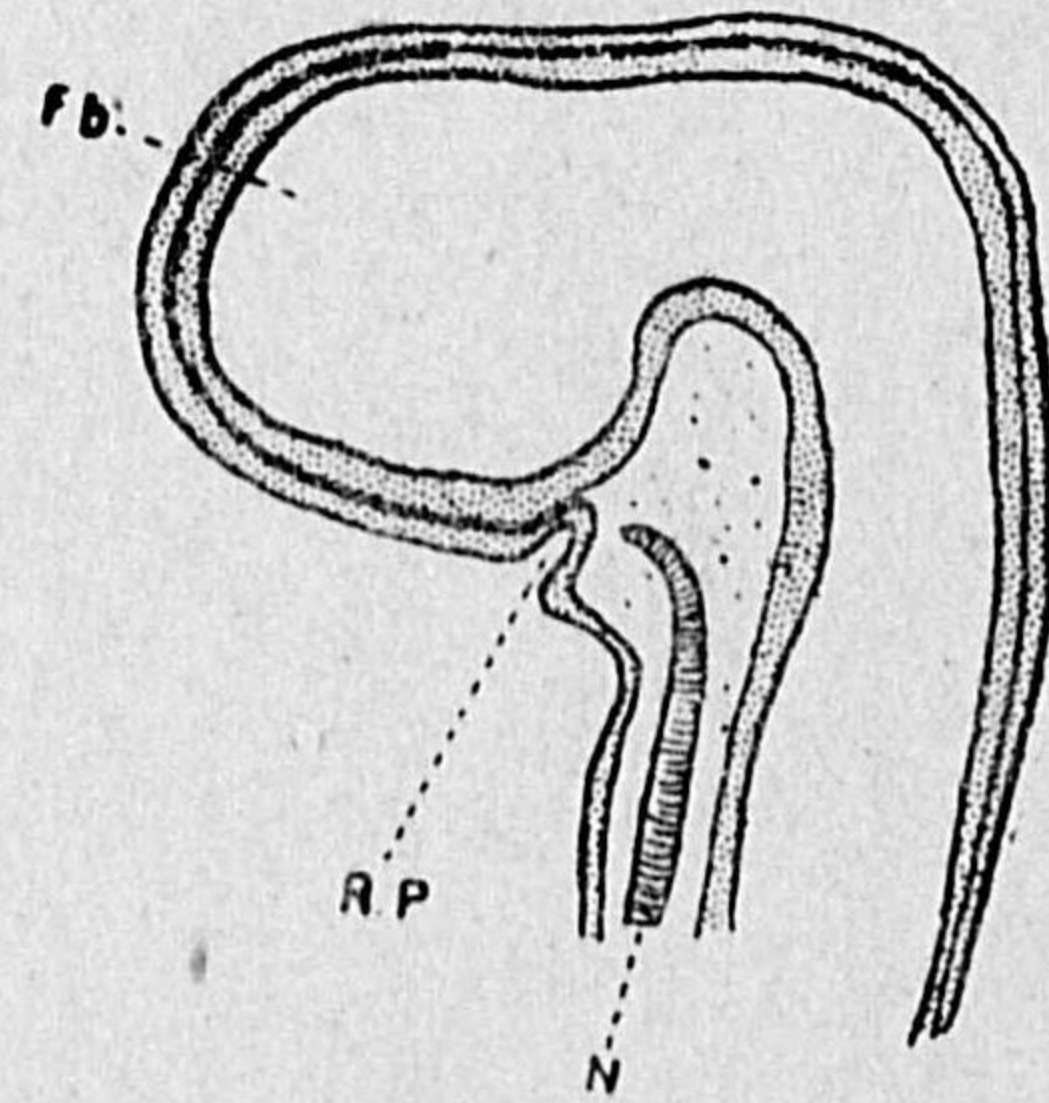
腦下垂體

第 24 圖 人の腦正中斷面圖

が脱けて美しい色が現れる。

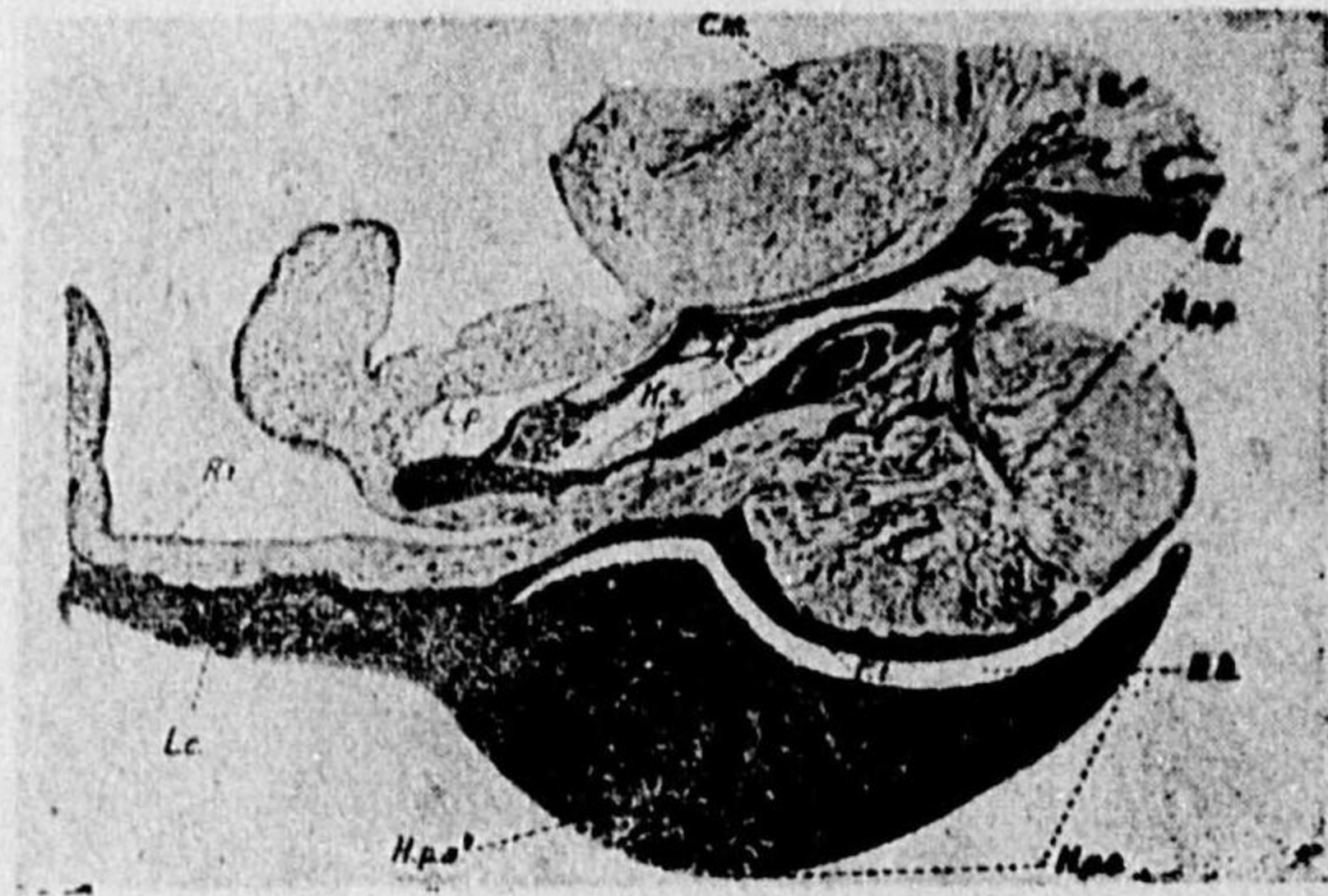
### 腦下垂體

腦下垂體は大腦の腹面、即ち第三腦室の漏斗の端に附着してゐる小體であるが(第24圖)、その大部分は腦から發生したものでなくて、八目鰻などでは鼻腔の奥の壁が、腦に喰つ付いて發育したものであり、兩棲類、爬虫類、鳥類、哺乳類ではラトケ氏ポケットの奥の壁が腦に接着して發生するものである(第25圖)。人間では○・五瓦位の重量である。組織學的には前葉、中葉、後葉が識別され、硬骨魚では前葉と中・後葉との間に間葉といふ部さへあるが、腦下垂體ホルモンも單一ではなくて、作用や成分を異にする數種のホルモンが知られてゐる。なほ注目すべき點は、腦下垂體ホ



第 25 圖 鳥獸の腦下垂體がラトケ氏ポケットの壁から生ずる事を示す圖。  
Fb 前腦, RP ラトケ氏ポケット, N 脊索

除くと、甲状腺も萎縮し、前葉ホルモンを注射すると、甲状腺が肥大するのみならず、ホルモンの血中流入が盛んになる。が甲状腺の代理をするのでない事は、甲状腺を除去した場合にわかるわけである。生殖巣と



第 26 圖 猫の腦下垂體の正中斷面圖。  
下部の黒い部(H. p. a)が前葉, その上の白い部(H. h)は腦下垂體腔, その上の黒い狹帯が中葉で, その上の雲形模様の部が後葉, 即ち中・後葉は外から見れば一塊になつてゐる。

ルモンが他の内分泌腺の分泌機能を支配してゐるともいふべき事であつて、例へば前葉を





第 27 圖 巨人病

經系を刺戟して、それが脳下垂體を刺戟し、そのために盛んになつた脳下垂體ホルモンが、生殖巢のホルモンの分泌を促すといふ順序になるものと稱せられる。副腎皮質のホルモン分泌も亦、脳下垂體前葉ホルモン（アドレノトロピン）の量がまして刺戟すると肥大するのである。

其他直接的な作用として、前葉を除去すると新陳代謝衰へ、發育が妨げられ、脂肪がたまる。反對にホルモンの分泌過多になると、成長途中の者なら、四肢も顔も長大になつて、所謂巨人病となり（第27圖）、生長後の者に於ては、末端肥大症となつて、足首、手首、脊の肉、鼻等の大きな者となる。

の關係も同じことで、前葉の抽出液を注射すると、生殖巢が早熟し、ホルモン分泌も盛んになるが、去勢した動物に前葉ホルモンを與へたのでは、生殖巢ホルモンの代理までではない。外界との關係をいへば、外界の物象は先づ中樞神

一九二八—三〇年アッシュハイム (Aschheim) 及びゾンデック (Zondek) 兩氏が、妊婦の尿から前葉ホルモンを取り分け、之をプロランと命名した。つまり妊娠すると之の排泄が急に多くなるから取れるわけでもあり、又妊婦の早期診断にも役立つわけで、妊娠三週間になると既に診断し得るといふ。之を注射すると卵巢の機能が増進し、ヒステリーが治るとも言はれる。外にプロラクチンといふホルモンも知られ、之は乳汁の分泌を盛んにするといはれる。乳腺の發達は卵巢の臙胞ホルモンで促進されるが、乳汁の分泌にはプロラクチンが要るのであつて、乳汁の分泌しはじめてからは、卵巢を除去しても分泌が續くが、脳下垂體を除去すると止むのである。副腎皮質を刺戟する前葉ホルモンはアドレノトロピンと名づけられ、三者共一種の蛋白質又は之に近い物である。

中葉ホルモンとしては一九三二年にツォンデックがインターメヂンと名づけた物が得られてゐるが、之は蛙ではメラニン色素を擴張させ、腹面や尾の赤いエルリツツといふ歐洲産の淡水魚では赤色細胞の色素を擴張させる。日本の淡水魚の婚姻色の發現にも關係するものかと思はれる。



後葉ホルモンは、ピチユイトリンの名で賣品ともなつてゐるが、不隨意筋を活動させる役に立つので、一九〇六年ディル(Diell)が分娩の時、子宮の收縮を助ける薬として用ゐて以來、産院で廣く用ゐられる様になつた。今日ではこの方をオキシトリンと命名し、血管の筋肉を收縮させて血圧を高め又膀胱を收縮させて排尿を利する方をヴァソプレッシンと命名して居る人もある。ピチユイトリンは平滑筋の收縮を強くするから、ありだけの乳汁をしぼり出す意味に於て、乳汁の分泌量を多くするといふ作用もあるのであらう。

### 松 果 腺

松果腺は視葉(間腦)の上方の突起として生じたもので(第24圖)、之が内分泌腺の役をする構造をなしてゐるのは哺乳類と鳥類だけであるが、他の脊椎動物でも上生體と呼ばれて存在するものではある。松果腺と呼ばれるのは、形が松毬に似てゐるからである。この腺のホルモンの成分は、化學的に明かに分析されてはをらぬけれども、腦下垂體のホルモンと拮抗して、早熟を防いでゐるものと思はれるのであつて、この腺を除去すると、雞で

は精巢や肉冠の發育が早くなり、雌雞では卵巢や輸卵管の發育が早くなる。人でもこの腺の細胞の病變(腫物)として居つた七歳の男で、陰毛も生へ陰莖も大人の様だつたといふ例が報告されてゐる。蛙には無いのにも拘らず、蝌蚪にこれの浸出物を食はせたら、變態がおくれて、蛙の大きな幼兒即ち大きな蝌蚪になつたといふ。此の腺も幼時に比較的大きく成長と共に退化の道を辿るもので、人では七歳頃が頂上である。

### 膵臓のホルモン

以上は専門の内分泌腺に就いて述べたのであるが、膵臓は周知の様に一方には最も大事な消化液を出す腺であつて、十二指腸に注ぐ膵液にはトリプシン、ジアスターゼ、リパーゼといふ様な酵素があつて、夫々蛋白質(ペプトン)や、炭水化物、脂肪等の徹底的消化をなすものであるが、一方には、此等の消化腺の細胞群からは結締組織によつて仕切られた細胞群が島の様に所々にあつて、ランゲルハンス氏細胞島と呼ばれる。もしこの島の細胞に分泌物があれば、結締組織中に含まれる血管系に注ぐほか道がなく、即ちホルモンを





第 28 圖 膵臓一部分の断面圖。  
花状のは膵液を分泌する細胞の群、  
紐状のは血管、血管の間の部がラ  
ンゲルハンス氏の細胞島（ホルモ  
ンを分泌する部）。

るといふ事を一九〇〇年にオービー (O. P. Ober) が発見し、一九一〇年同氏は糖尿病患者二八八例の内八六・五%に、斯る細胞島に病變ある事を報告したのである。それからそのホルモンの化學的研究が行はれたのであるが、このホルモンは蛋白質の類であるために、折角分離しようとしても、膵液に破壊されるので、分離不成功に終つてゐたのであつたが、酸性アルコールで膵液の酵素を抑壓して、一九二二年にバンティング (Banting)、ベスト (Best) の兩氏が此のインシュリンを分離する事が出来た。氏は之によつてノー

ベル賞金を得た。一九二五年にアーベル (Abel)、一九二六年にエバー (Eber) がインシュリンの結晶を得るに至つてからは、インシュリンの賣品も市場に出るやうになつて、之を用ゐると血液や尿の糖分を降下させるに有効な事もわかつた。併し血液中の糖分を降下させるものは、膵臓のインシュリンだけとは限らないのであつて、貝類にもあるし、又色々な野菜・大豆・小麥等から取れるグルコキニンも、効果の現れるまでの時間こそ長いが同様の効力がある。

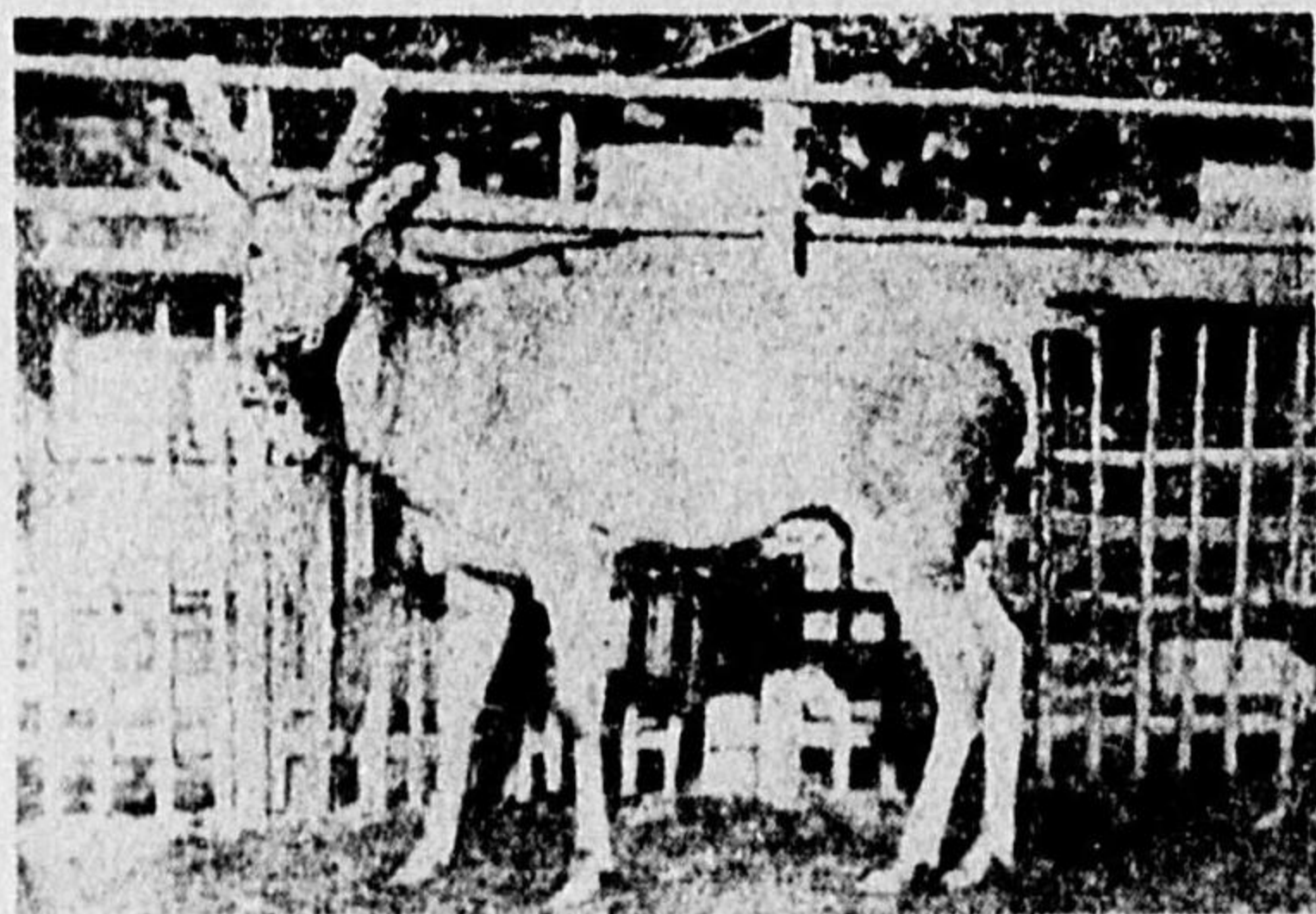
### 男性生殖集のホルモン

男性を去勢すると、その影響で男性の第二次的特質の發現が妨げられる事は、ずつと昔から知られてゐたと言つて宜い。諸國後宮の宦官の事は別としても、中世のローマ法皇廳では聖歌隊も勿論男子であつたが、その聲變りを防ぐために、男兒を去勢した。併し今から考へると、その科學的實驗の先鞭をつけたのは、一八四九年にベルトールド (Berthold) が、生後二ヶ月位の雄雞を去勢すると雄性第二次特質が發達しない事、去勢雄でも精巢を



腹膜に植えつけると普通の雄雞の様な形質を發揮する事を實驗し、精巢から或る物質が血液に出て行つて諸體部に循環するから、諸體部に雄性的特質が發達するものと結論した事であつた。一八八九年、フランスの大醫學者ブロン・セカール (Brown Seward) は、動物の精巢抽出物を自分自身に皮下注射して、大いに若がへりの効を説いた。之は暗示にかゝつたのだらう等と随分批評も受けたが、何分大家の事であるから學界に刺戟を與へた事は争はれないのであつて、研究の導火線としての効は有つた。先づ精巢全體を除去した場合の實驗例を述べて、それから精巢の何の部がホルモンを出すのかに就いての實驗例を述べ、最後に精巢ホルモンの化學成分に就いて述べよう。

タンドラー (Tandler)、グロツ (Gross) 兩氏よの報告によると、仔鹿の牡をまだ角の生へない中に去勢すると、角は生へない。やつと角の生へかゝつた時に去勢すると、角は皮膚を被つたままの袋角に留つて脱け代らない様になる。又角の成熟した牡を去勢すると、角は季節前に脱落して枝の無い小さな角が生へるだけで、もう脱け代らない。マールブルグは、牛、羊、馬等で牡の方が牝より細胞が大きい事を見出し、牡を去勢すると細胞が牝



第 29 圖 赤鹿の去勢により角小さく袋角のまゝに止るのを見よ。

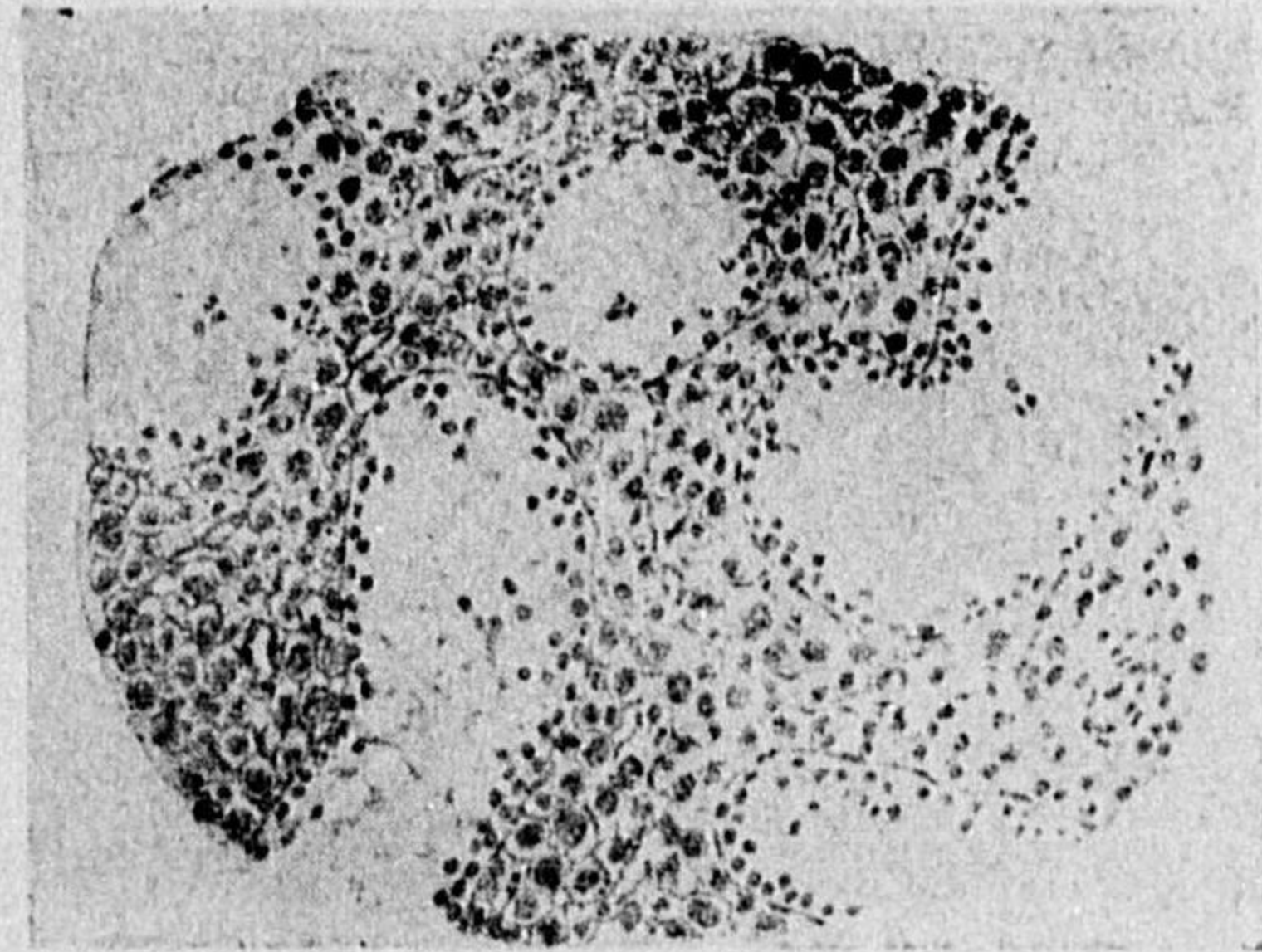
の様に小さい者となる事を報告した。

タンドラー、ケラー (Keller) の兩氏は一九一一年及び一九一六年に、牛の双兒が牝牡な時は、牝の生殖器が大抵不完全 (フリーマルチン) な事を發表してをり、リリー (Lillie)

も一九一七年に同様な發表をし、之は牡の生殖巢の方が早く發生し、従つて女性ホルモンの出ぬ内に男性ホルモンが作用を發揮して牝にも影響を與へるのだらうと述べてゐるが、それに相違ない様に思はれる。

さて、然らば精巢の何の部分がかゝる男性ホルモンを出すのであらうかといふ問題に就いては、例へば體量一庇の飼兎に〇・〇八瓦の沃度加里の溶液を注射すると、精虫は死ぬが、精虫の出来る多數の細精管の間を埋める結締組織中に混在するレイデヒ



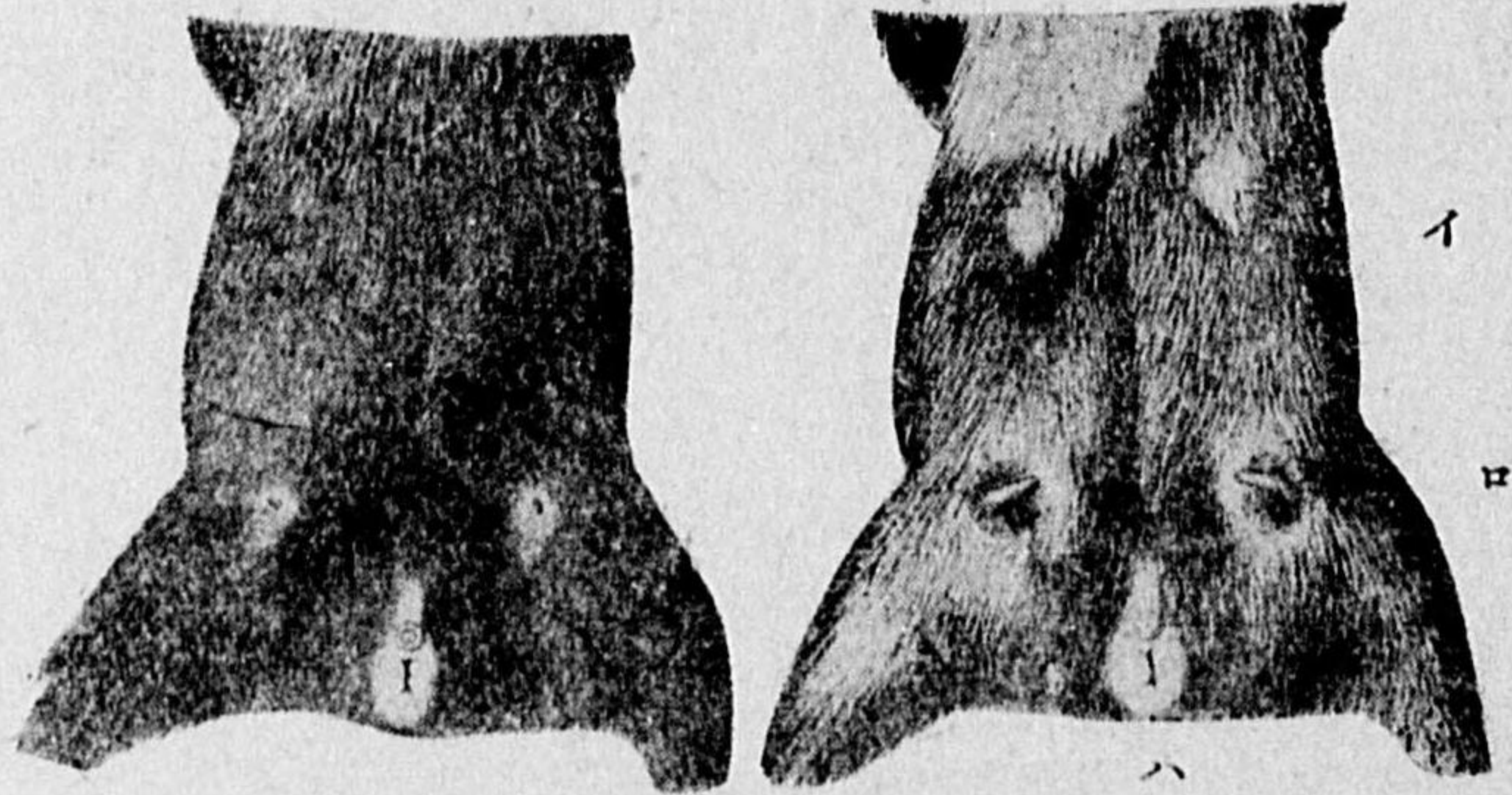


第 30 圖 家兎の精巢断面圖。他方の精巢を除去し、且つ残つた方の輸精管を切斷したら精虫形成退化し間細胞が増へた状態。

氏細胞の群、一名間細胞群（間組織）は死なないのであるが、この時には性的特徴にも變化が生じない。X線で照射した時にも、精虫の方が早く死に、間組織は生き残り得るが、其時にも同様であるので、精巢ホルモンは精虫や精虫になる生殖細胞には關係なく、間細胞から出るものであるとの説になつて來たのである（第30圖参照）。

有名なスタイナーの研究もこの説を裏書するものであつて、氏はダイコクネズミから

一旦精巢を除去して、その精巢を腹膜に植えて見たら、性的特徴に退化が起らなかつたが、その移植した精巢をプレパラートにして檢鏡すると、細精管内の精虫やその前身の生殖細胞は退化し、間細胞の方はよく發達してゐる事を見たので、精巢を除去した時の影



第 31 圖 右圖、卵巢を植えつけられたモルモットの牡。イ 移植された卵巢 ロ 乳房 ハ 龜頭、左圖、普通の牡。

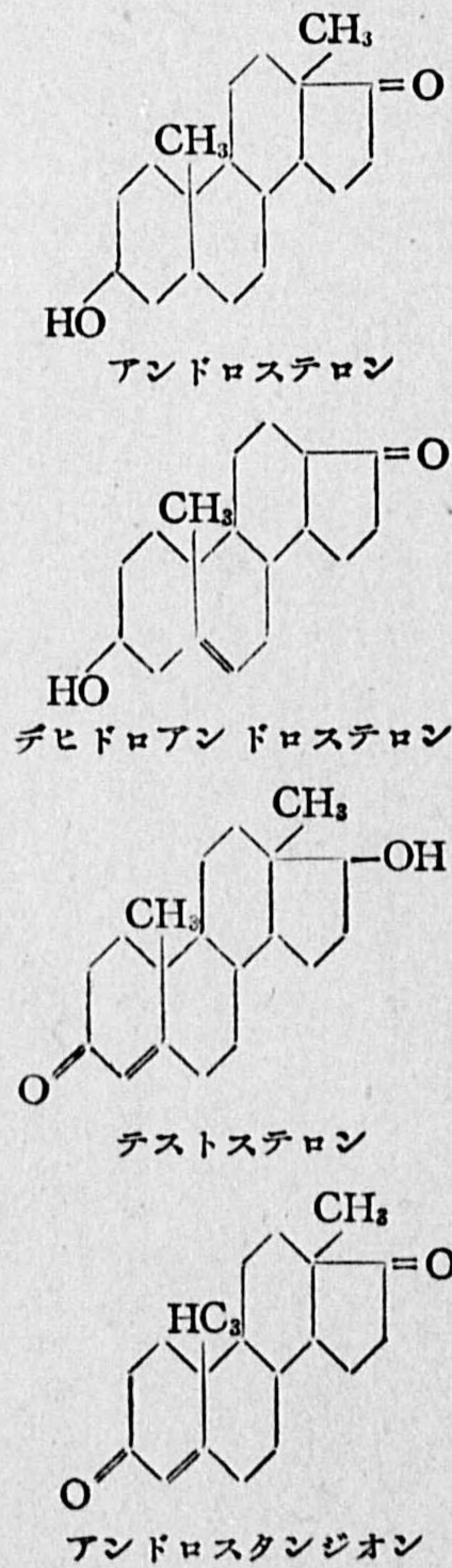
響は間組織の無くなる事に基くものなる事がわかつた。氏は精巢を取り除いた牡鼠や牡モルモットに卵巢を移植して見たら、牡が牡らしくなくなり、例へば乳房が大きく發育するといふ様に、牝らしい第二次性特徴をさへ示して來たのを知つた（第31圖）。この際も、勿論移植された卵巢の卵は退化するのに、卵巢の影響が牡の體にさへ及ぶのであるから、牝の性ホルモンも卵から分泌されて血液に入つて作用したものでない事は明かである。そこで氏は、この間細胞群に思春腺といふ名を付けた。氏は更に進んで若返り法の實驗をして見た。即ち氏は、ブーアン（Boivin）、アンセル（Ancel）の兩氏が輸精管を緊結して精虫が排出さ



れ得ない様にして置いたら、數ヶ月で生殖細胞の方は死んで仕舞ひ、間組織は反つて増殖したといふ發表をしたのに暗示を得て、一九一四年から、ダイコクネズミの輸精管を二ヶ所で緊結して、その間の部分を切斷して見た。すると生後二百七十日も経つて、體は瘦せ衰へ、毛は脱け、鈍感になつて牝を見ても追ひかける勇氣も無くなつたものでも、手術後十日過ぎて疵が直つて來ると、毛が艶々となり、敏活になつて若い牝を盛んに追ひかける様になつたのである。尤も、兩方の輸精管を手術して仕舞へば、幾ら若返つても生殖力はないわけであるが、一方の輸精管だけ手術すると、若がへると共に生殖力も有るのであつた。ヨロノフの若返り法は之とは別で、同種又は類似な種類の若い動物の精巢を取り出して、直ちに(生きてゐる内に)老雄の精巢の近所に植えつけ、宿主の血液を之にも通はせるのであつて、人間には類人猿のものを植えつけるのである。却々効果があるといふ例を澤山發表して居る。

次にこのホルモンの化學成分であるが、精巢から取り集めて研究する一方、血液中的ものは、男子の尿の中にも排泄されて來る事がわかり、尿は男學生の寄宿舍なり兵營なりか

ら幾らでも得られるので、研究が急速に進み、一九三一年にはブデナント (Budenandt) がアンドロステロンを抽出し、一九三四年ルシカ (Lucica) は之の人工合成に成功し、一九三五年ラケル (Rakel) は牛の精巢からテストステロンの結晶を得た。今日では次のやうな近似した四種の物の構造式が明かになり、人工合成品も色々賣り出されるやうになつた。

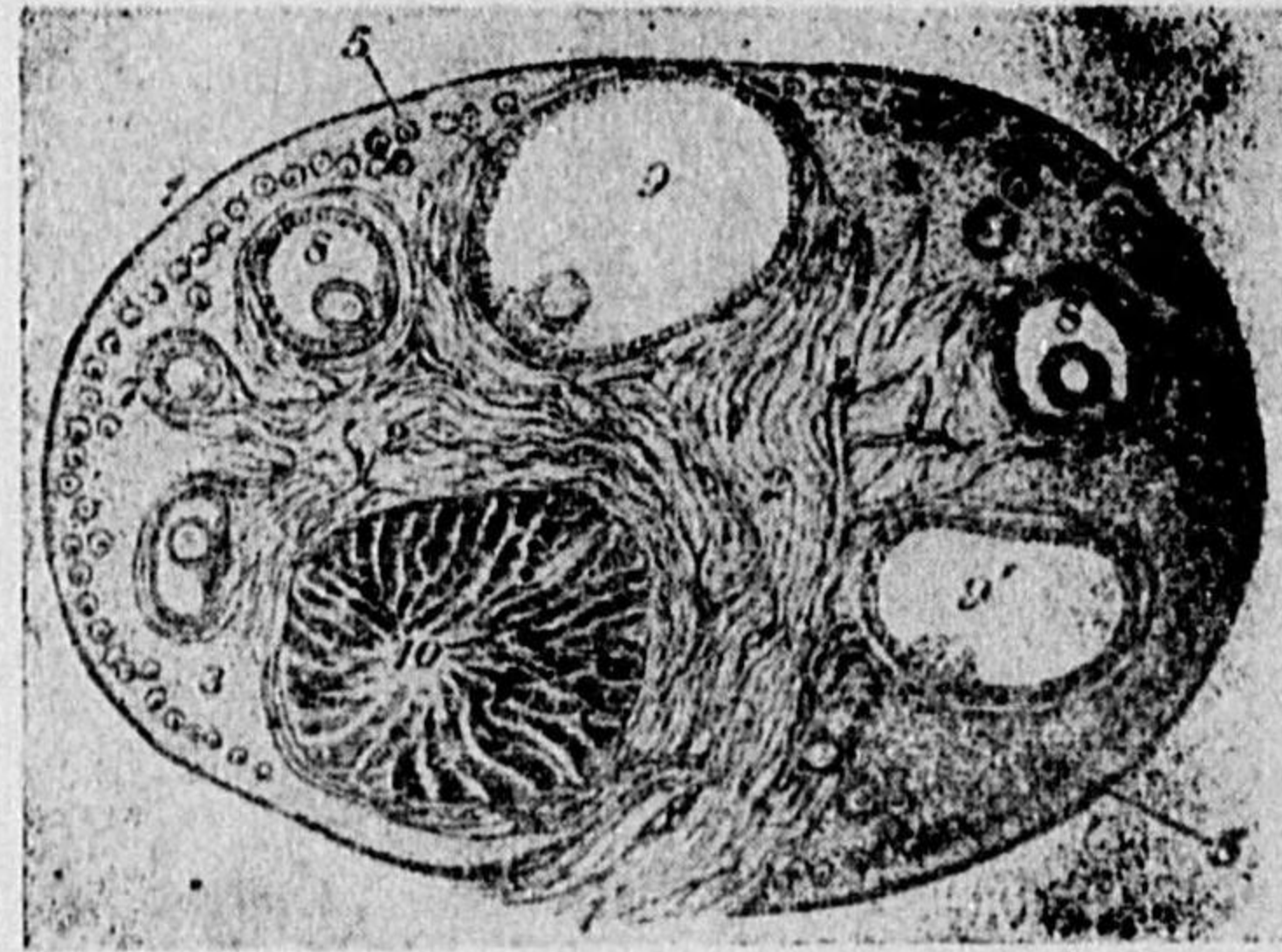


之を見てもわかるやうに、熟れも類脂肪のステリンと同じ基本構造を持つもので、ステリンから變成するものと考へられる。



卵巢のホルモン

雌から卵巢を除去したり、それを植え付けたりした時の影響は、丁度雄から精巢を除去したり、之を植え付けたりした場合と對當して、第二次雌性特質に現れるので、スタイナーなどは、やはり卵巢の間組織が雌性ホルモンを出すものと考へた。併し、豚などの卵巢には間細胞の群が見當らないし、一體に卵巢の間細胞といふものは不顯著なものでもあり、一方に女子も排卵作用が止んで月經の閉止した老年になると女らしくなくなり、排卵作用の始まる破瓜期から雌性特質が著しく發達して來る事が考へ合はせられて、卵巢のホルモン分泌は、卵が生長して排卵するにいたる間に變化する組織から出るのであらうと考へられる様になつた。その變化する組織とは即ち臙胞（卵胞）である。臙胞の初期の物では、小さな卵を圍んで臙胞細胞が密に集合してゐるが、次第に臙胞が大きくなり、臙胞細胞間に隙間が出來、それが合一して大きな臙胞腔が出來て臙胞液が溜まつて來る。そして臙胞腔が大きくなると共に、卵と臙胞とのつながりの部が縮小されて、遂に卵は離れて臙胞液



第 32 圖 人の卵巢断面圖。5. 6. 7. 8. 9 は臙胞の發育過程の諸期、9' は排卵した臙胞、10 は黃體。

と共に卵巢を破つて排卵されるのである。臙胞ホルモンは此の臙胞細胞から分泌されて血液に出る。第二次性特質の發達を支配するといはれるのである（第32圖）。

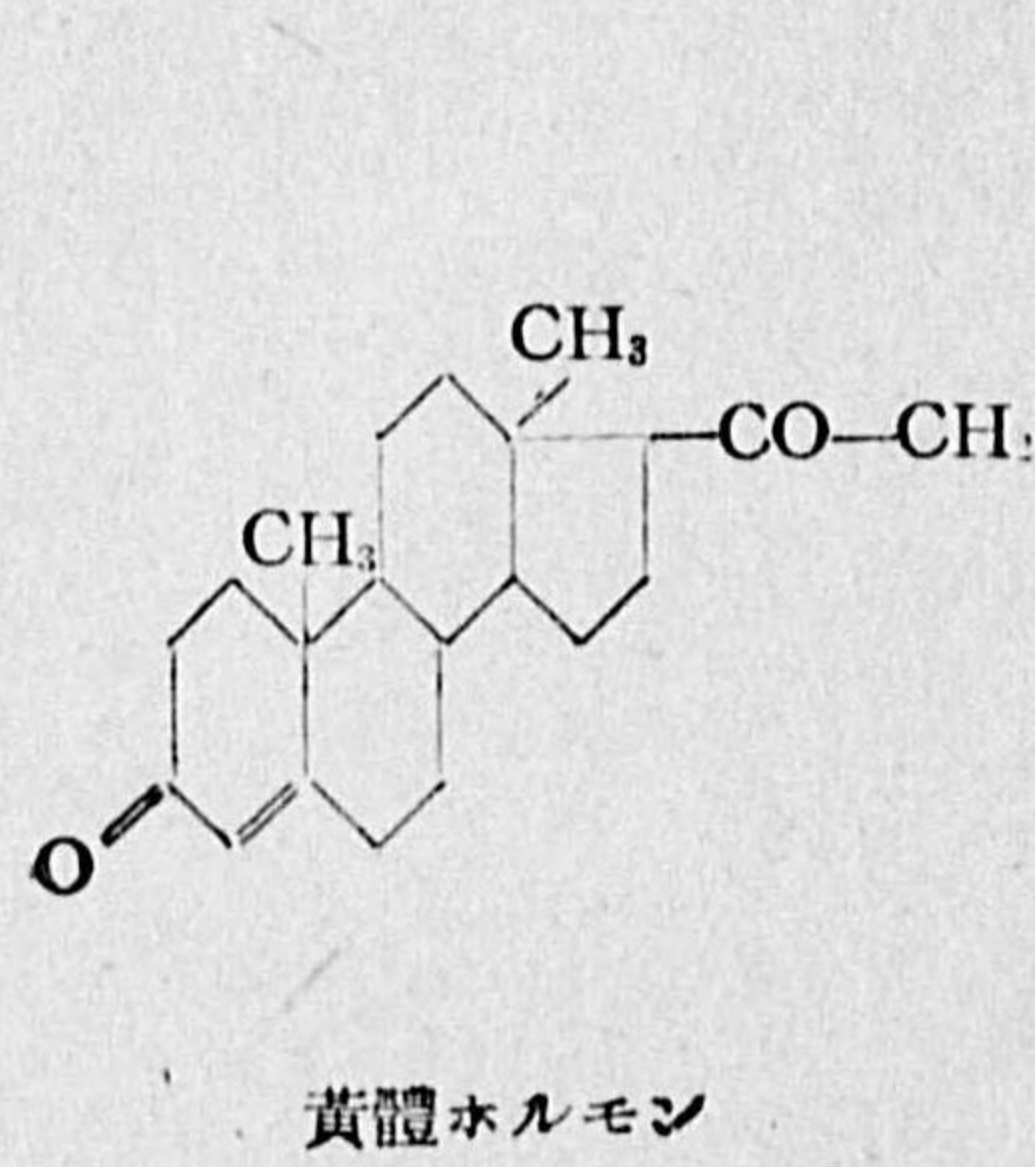
卵の排出された後の臙胞は細胞に變化を來して、黃體細胞と呼ばれる物となり、その臙胞も名を變へて黃體と呼ばれ（第33圖）、之もホルモンを出す



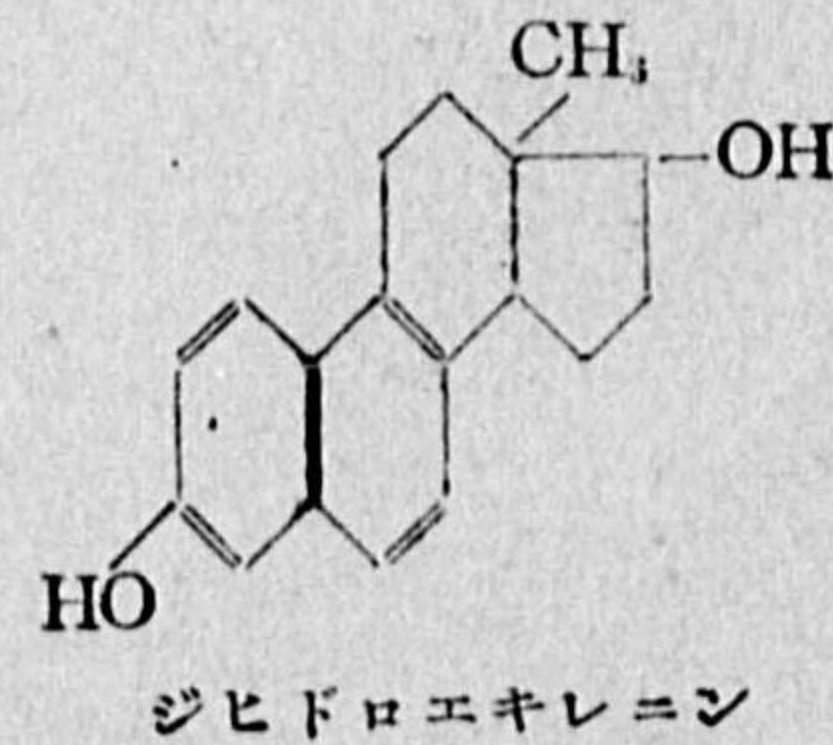
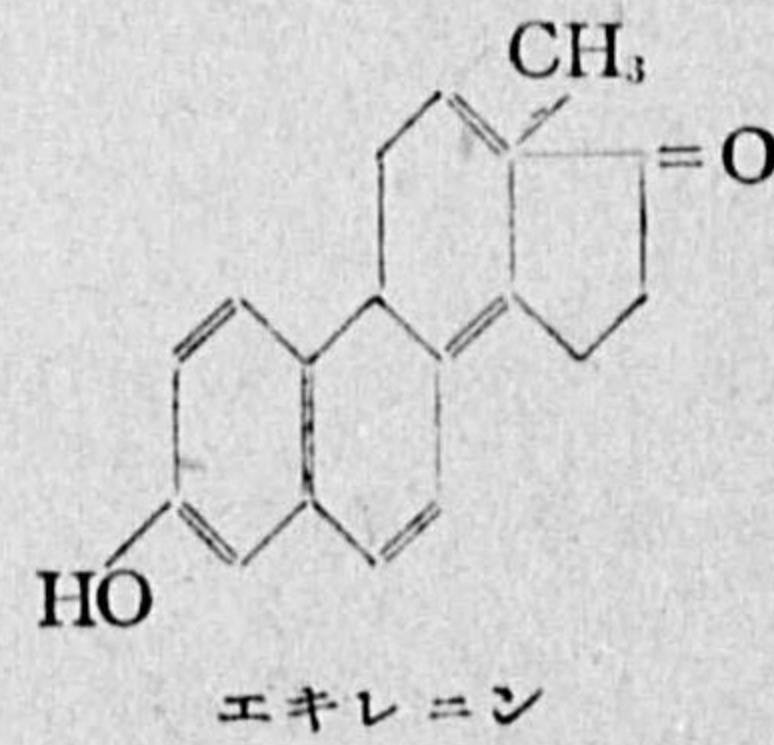
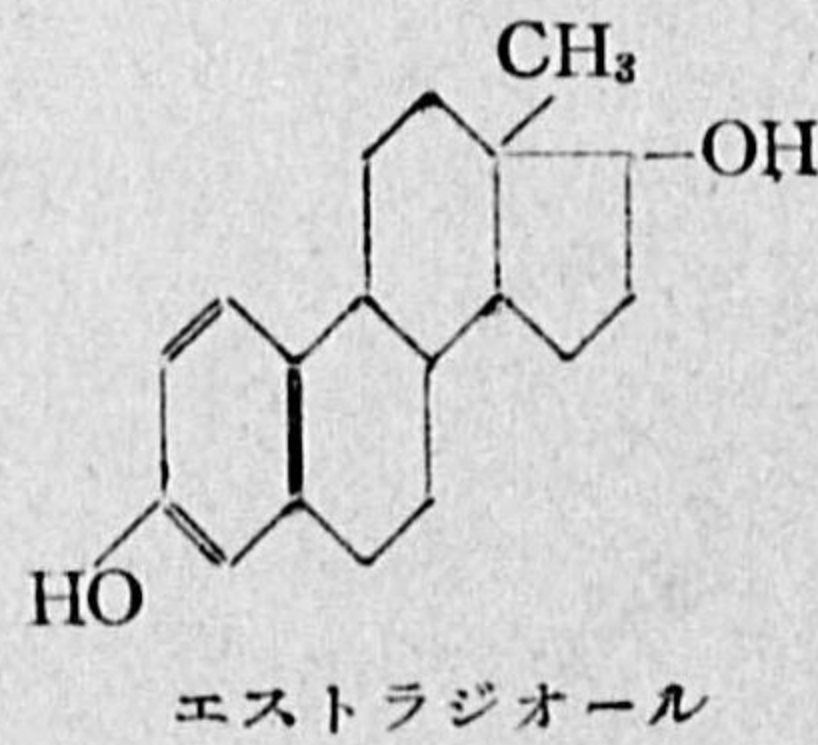
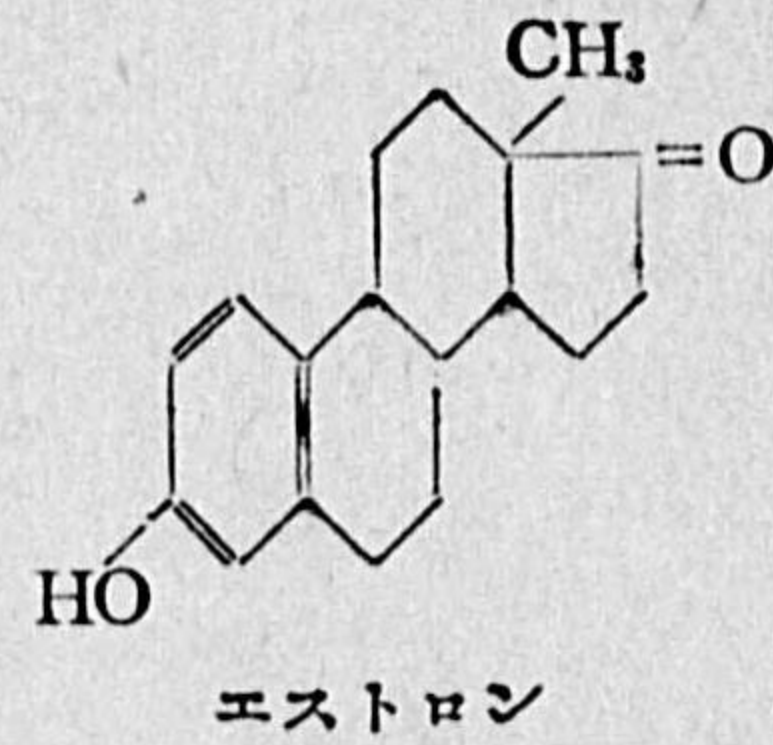
第 33 圖 人の卵巢の黃體（菊花狀の突出物）。

のであつて、黃體ホルモンと呼ばれる。黃體は輸卵管に下つた卵が受精されずに排泄された時には、三週間位で消失するが（月經性黃體）、卵が受精すれば四、五ヶ月も發達状態にあるの





黄体ホルモンの化学構造式は、之と少し異つて



であつて(妊娠性黄体)、受精卵が子宮粘膜炎に喰つ付いて胎盤を形成するには、黄体ホルモンが必要であつて、臌胞ホルモンだけではこの働きが起らないのである。又妊娠中排卵作用が停止するのも、黄体ホルモンの影響だと言はれる。卵巣をとれば流産するが、其際でも黄体ホルモンを與へて妊娠を持続させる事が出来る。

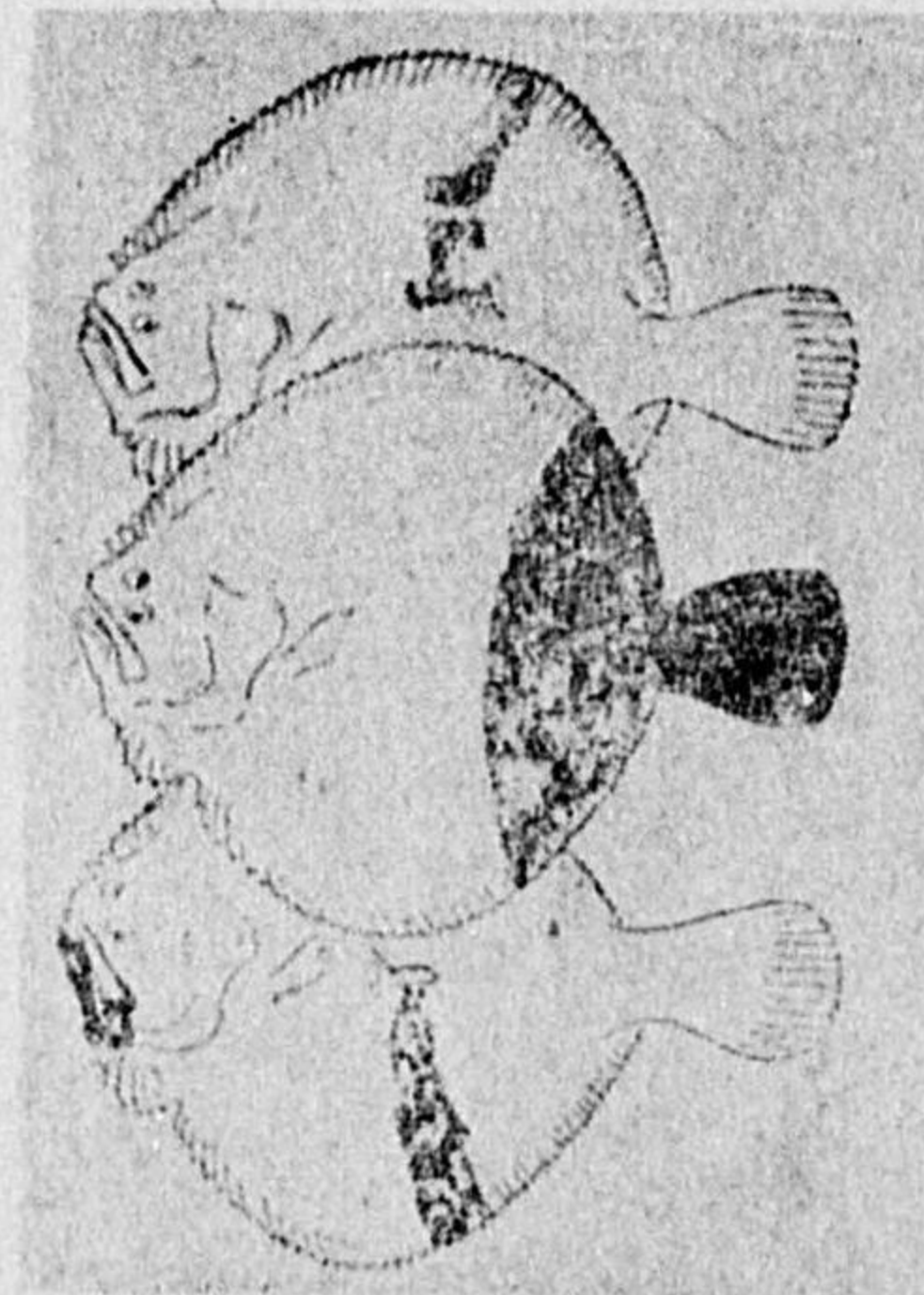
臌胞ホルモンは一九二九年にアレン(Allen)、ドアイ(Daisy)兩氏によつて、先づ妊婦の尿から検出されてエストロンと名づけられ、妊馬の尿からはエストロンの外にエストラジオール、エキリン、エキレニン、ジヒドロエキレニン等として検出されたが、孰れも近似した化学構造式の物質で、ステリンから變成するものと思はれる。即ち精巢のホルモンとも根本的に異つたものではなく、同系異物なのである。



であるけれども、ステアリン類似物である事に於ては上述のホルモンと同様である。  
 面白いのはトマトとかタウモロコシ、菊等の栽培植物に臙胞ホルモンを與へると、開花結實が促進され收穫も多くなるとか、楊の雌花には臙胞ホルモンがあり雄花には精巢のホルモンが見出されたとかいふ點である。植物にも性現象はあるわけであるし、ステアリンもあるのであるから、植物界に性ホルモンがあつても不思議はないのである。細胞遺傳學は植物の方から動物學に廣まつて來たが、ホルモン學説は動物學の方が先行して、植物學界では近年になつて着眼されて來た。却々面白い結果が出て來てゐる事は後に述べる事とし、もう暫く動物のホルモンに就いて述べよう。

### 神經終端ホルモン、組織ホルモン

上には主として腺即ち多數の同種細胞が塊をなしてホルモンを分泌する器官に就いて述べたが、神經の終端に在る細胞が化學物質を出して、他の細胞の作用を調節するものと考へなければならぬやうな現象が知られて來た。即ち神經終端ホルモンであつて、組織ホル



第 34 圖 ヒラメの神經切斷によりその神經の分布區の色素が擴張して濃色になつたことを示す。

モン的一種である。斯くホルモンの語義が擴張され、従つて無脊椎動物のホルモンといふ事も盛んに論ぜられるやうになつて來た。神經終端ホルモンの一證は、魚類の瞬間的變色の場合である。變色の第一次支配をなすものは神經で、色素を凝縮する(淡色にする)神經中樞は延髓に在り、之を壞すと色素が擴がつて暗色になり、中樞を電氣で刺戟すると淡色になる。この作用と拮抗する色素擴張作用の中樞は前腦及び間腦にあるが、之等の中樞と連絡して直接に色素運動を支配するのは自律神經である。パーカー(Parker)及びその門

下の一派の研究によると、色素細胞に來て居る自律神經には、色素擴張神經と凝縮神經との二つがある。即ち交感神經と副交感神經とである。之によつて急速に變色するのであるが、其の色が長時間持續し得るのは神經の作用の瞬間性とは合はぬので



あつて、神経の終端部に當つて、ホルモン（化學物質）が誘生されて、その化學物質の緩慢な作用によつて持續するのであるといふ。色素凝縮作用の時のホルモンはアドレナリンに似たシンパチンで、擴張の時のホルモンはアセチルコラーリンと稱せられる。アセチルコラーリンは、副交感神経の終端に生ずるもので、シンパチンは交感神経の終端に生ずるものである。交感神経と副交感神経とは、多くの場合拮抗的な作用を惹き起すものではあるが、どちらが活動を促進するか抑壓するかは、内臓により器官によつて、一概に言へないのであつて、例へば腸の蠕動運動などは、副交感神経によつて促進されるが、心臓の活動などは、反對に交感神経によつて促進される。軀幹及び四肢の血管は交感神経で收縮を促され、副交感神経によつて擴張される。瞳孔は副交感神経によつて縮小され、交感神経によつて擴大されるし、腎臓や腺臓の分泌作用は副交感神経によつて促進され、交感神経によつて抑制されるといふやうな風である。シンパチンはアドレナリンに類似した物であることは、前に述べたが、アセチルコラーリンは加水分解されるとコラーリンとなる物質で、コラーリンは類脂肪のレシチンの一成分をなしてをり、腸粘膜や其他生物體に廣く存在する物である。

魚の黒變は、腦下垂體中葉ホルモンのインターメヂンでも促進される事を前に述べたが、カニやエビの體色變化は殆んどホルモンだけに支配されてゐる。又エビの眼柄にある腺のホルモンは色素を凝縮させ、カニの眼柄腺のホルモンは色素を擴張させると言はれるが、カニのこのホルモンをエビに用ゐるとエビでは色素凝縮を起す、といふ様な複雑な現象があるので、生物界の現象は分析するのに却々深い注意を要するのである。

### 昆虫のホルモン

昆虫の腦神経節にもホルモン分泌作用があると言はれるやうになつた。例へば蛹になる間近かの幼虫の腦神経節を除去すると蛹になれないし、又幼虫の體を絲で環狀に括つて置くと、前半身は蛹化するが絲より後方の體部は蛹化しない。之を以つて見ると、腦神経節は蛹化ホルモンともいふべき化學溶液を傳播して蛹化を刺戟するものと考へられる。又蛹の胴體を環狀に括つておくと、前半は羽化するに反して絲より後方は羽化しないのも、之と似た機構のものと思はれるので、蛹の腦神経節には羽化ホルモンを分泌する作用もある



といはれる。

トマス・モルガン以來、遺傳實驗の材料によく使はれて居る果實蠅ドロソフィラには、普通の黒眼の者の外に赤眼の者が實驗室でも出來て、交配の結果は赤眼が劣性であることもわかつてゐるが、赤眼の幼虫に黒眼の脳神経節を移植すると、黒眼に變化してゆくし、移植しなくとも、その抽出物溶液を注入しただけで、この變化は起るのであるから、なほさら、影響を及ぼすものが化學物質である事が知られるのである。この化學物質はブデナントによつてキヌレニンと名づけられたが、アミノ酸の一種であるトリプトファンから變成し得る物質である。

### 生殖細胞の趨化運動

植物でも、精虫が鞭毛を持つて運動して卵に達する例が、可なり前から知られてゐた。その卵に引きつけられて行く機構に就いての實驗によると、ペッファー (Pfeffer) の實驗した羊齒類の精虫では、 $0.001\%$ 以上の林檎酸に引きつけられてゆくのであつた。土筆

やミヅニラの精虫も林檎酸で引きつけられ、クラマゴケの精虫は枸橼酸に、蘚類の精虫は蔗糖に、苔類の精虫は蛋白質性の液に引きつけられるといふ實驗報告もある。果して天然の場合にも皆上述の物質にだけ引きつけられるのかどうか斷言するのは早いが、少なくとも林檎酸などは可なり廣く植物界に存在が證せられてゐるから、藏卵器からも分泌されるのであるといはれる。ホルモンといふ語が段々擴張された意味に使はれる様になつて來たから、これもホルモンと言ひ得ると思はれるのである。その引き合ひとして好例となるものに、リリーの、ウニ類の卵のホルモンといふものがある。氏は海水五に對してウニの卵を一の割合に混合しておいて、三十分もすると、ウニの精虫の運動を促進し、一所に寄せ集め、卵の方に引きつける液となる事を見、之は卵からさういふ化學物質が出るのであるとして、そのホルモンにファーターリチンといふ名を付けた。そして少なくとも、精虫の運動を活潑にするのと、卵の方に引きつけるのとは、同一物質に因つて行はれるのであつて、それは、成熟した卵に在る色素、エキノクロームの作用であるといふ。斯うなつて來ると、哺乳類の臍内に於て精虫の運動を活潑にするといふアルカリ液も、臍の分泌物であ



る以上はホルモンと稱し得るし、また腺液でも酸性だと精虫は死に易いが、その酸性も梅毒者の腺の所産物であるやうな場合には、やはり一種のホルモンと言ふべき事になるのである。かくてますますホルモンの神祕性が失はれて化學物質に引き降され、生物体内に於ける化學現象の領域が擴められて來るわけである。

### 無機鹽類の調節作用

茲で思ひ出すのは、中等學校の生物科の要目に、神經やホルモンの調節作用の所に、無機鹽類の調節作用の題目が加へられた事である。取り出した心臟は、生理的食鹽水に浸しただけでは鼓動が止まるが、之に $\text{O} \cdot \text{O}$ 四五%の鹽化カルシウムと $\text{O} \cdot \text{O}$ 二五%の鹽化カリウムを加へた液の中では、鼓動を持続するといふ實驗が出来るので、生体内にあつても、無機鹽類が又重要な役目をしてゐるものに相違ないといふのである。血液の酸性化は害があるので、之の中和のために齒や骨のカルシウム分さへ取られる事も明かになつたし、無機鹽類は、有機化合物として以外にも役目のあるものであることも次第に知られて

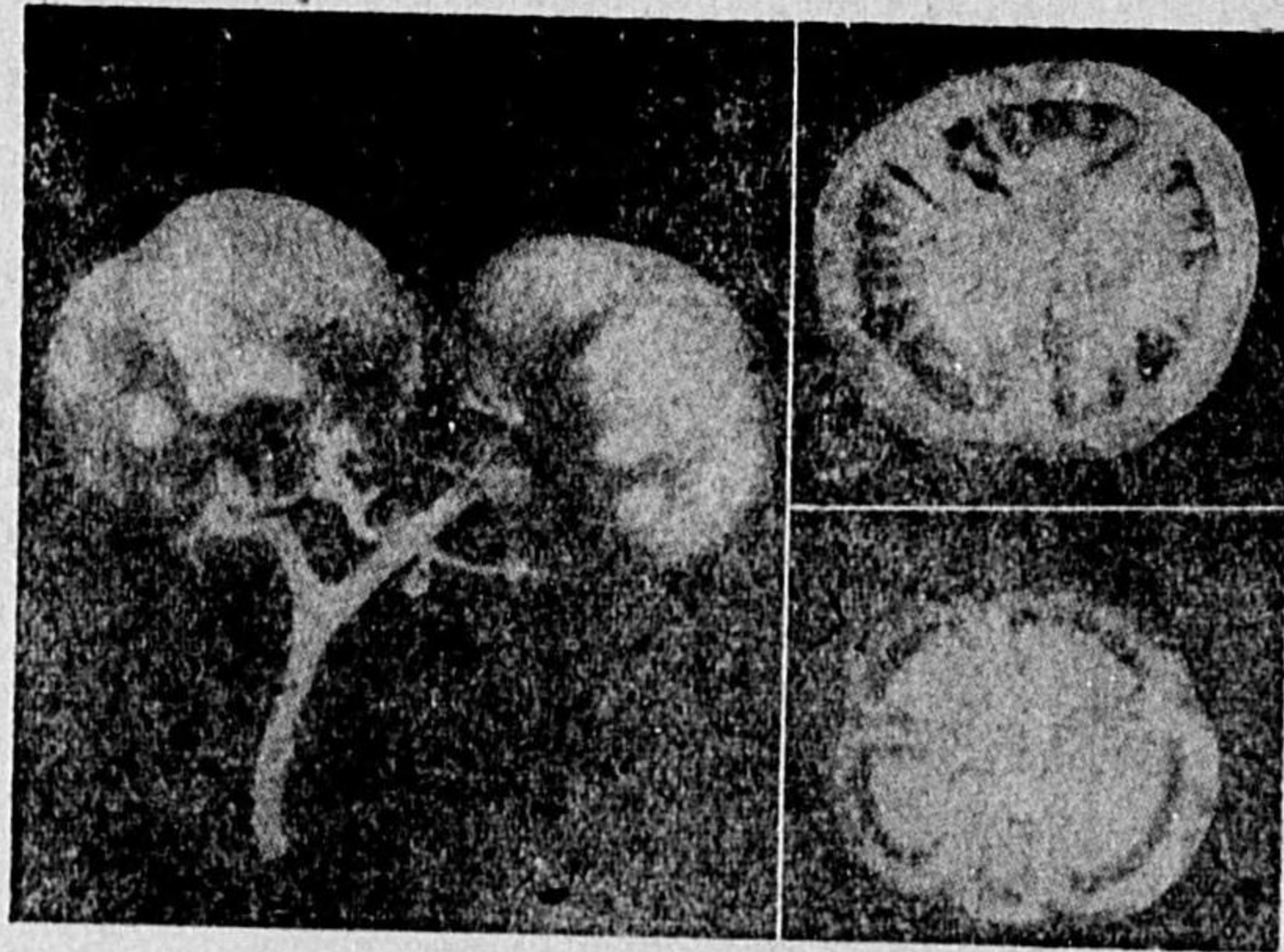
來るであらう。

### 植物の生長ホルモン

植物には内分泌腺と稱すべき特定の腺はないとしても、ホルモンの語義が上述の様に擴張されて來た以上は、植物學にもホルモン學説が起るのに不思議はないが、それが近來目醒ましい發展をなして、植物生理學上に、又無種子の大きな果實を生ぜしめるといふ様な重要な應用的方面に、功獻著しいものがあるのである。茲には簡単に植物ホルモンの内のオーキシシンとヘテロオーキシシンとに就いて一言して置く。オーキシシンの中で、人尿から初じめ分離精製された有効物をオーキシシンaと呼び、麥芽等からとり出された、之と餘程化學構造式の似た有効成分をオーキシシンbと呼ぶ。ヘテロオーキシシンは酵母や黴や細菌から取られる有効物質で、化學構造式からいふと全く別な物であるけれども、作用効果から言ふと三者共殆んど同じなのである。共に生長ホルモンとも言はれるけれども、生長の止まつた細胞に作用して大きな細胞にする効果のみならず、細胞分裂を盛んならしめたり、瘤



を生ぜしめる効もあるし、未受精の果實をも生長させて、無種子な大果實たらしめたりもするので、生長ホルモンといふだけでは實は言ひ足りないのである。人尿にあると言ふのは不思議なやうであるが、人が食物とした植物から由來するものである證據には、植物食を興へると増加し、絶食さして置くと無くなるのである。黴や菌にあるものとしては、アミノ酸の一種なるトリプトファンが、此等の生物に分解されて生じた副産物と做される物で、其等の下等植物自身には有効な生長ホルモンとしては作用しないのである。所が高等植物では、自身の細胞で造られもするし、顯著な作用をも及ぼして居るのである。植物の生長の際の向日性とか向地性とかの屈曲運動では、刺戟を受ける部分と曲屈をなす部分との間に、化學物質の傳達があると考へねばならぬといふ事は、一九一八年にパール(Paul)も言つてゐる事であるが、實際オーキシンは莖や根の先端の生長帯で造られて各部に分布してゆくのであるが、莖が光に向つて曲つて伸びるのはオーキシンの光の當る側より裏側に多く分布してその側の細胞を伸長させるからであり、莖を水平にして置くとこのホルモンは上側よりも下側に多く分布するから、下側の細胞が伸長して上に向いて來るのであ



第 35 圖 トマトの單爲結實  
右上 及び左單爲結實果 右下 普通果實

る。一時オーキシンは莖を伸長させるが根に與へると伸長を抑制すると言はれたが、それは、莖と根とで最適量が異ふからであつて、莖では天然所有と人工附加と合せると最適量に近くなるが、根では微量が最適量であるために、人工附加をやると多すぎる事になるからだといふ事がわかつて來た。實際微量でも反應が顯著なのであつて、オーキシンの一庭を五千萬倍に稀釋して燕麥の子葉鞘(先端を切つた)の切口に一侧に偏せて乗せても、十度屈曲するといふ。ヘテロオーキシンの効力はその半分位である。接木や挿木の根の出るのにも、オーキシンやヘテロオーキシンを溶かしたラノリンを塗ると効果があるといはれる。

オーキシンを多量に與へると瘤が生ずるの



は、之に細胞増殖即ち細胞分裂を促進する効果のある證據である。萱科植物の根に瘤が澤山出来るのも、根瘤細菌がヘテロオーキシンを造る事が原因であるといはれる。唯このホルモンで出来る瘤は、五倍子などのつくる虫瘻より組織が單純であるので、虫瘻の時の瘤には別の化學物質の作用もあるのであらう。

又ヘテロオーキシンを一%位含むラノリンを花粉の附く前の雌蕊の柱頭に塗ると、種子の無い果實が出来、又花粉や胚珠にはオーキシンの多量に検出される所から見ると、種子の生ずるには受粉作用を必要とするが、子房壁が大きくなつて果實となるにはオーキシンの刺戟を必要とするものと思はれるのである。但し茲にも、オーキシンは刺戟を與へる化學物質として作用するだけであつて、他の化學物質でも同様な効果を與へ得ないといふのではないのである。例へばチンメルマンはナフトオキシ醋酸二百五十乃至千鹿を一立の水に溶かした液をトマトの花に撒布して無種子の果實を結ばせ得たのである。動物の生殖巢のホルモンと同効果の化學物質は、植物からも石炭からも取れるといふのと同じ事で、生物の神祕が失はれるの已むを得ない事であらう。

## 第十二章 ビタミン

人や小數の動物に就いてだけ研究された時代には、ホルモンは自體で製造されて、自體内の調節作用をする化學物質であるとされ、ビタミンは之に反して、必要缺くべからざる物質ではあるが、動物では製造されない物で、食物中の植物から由來する補助營養素だとして區別されたのであつた。併し人や猿では飲食物からビタミンC即ちアスコルビン酸を攝取しないと壞血病になるが、飼兎や鼠や雞では、ビタミンCの缺如した食物だけで養つても壞血病にも成らず、又その體を解剖して化學分析をして見ると、多量のアスコルビン酸を見出すのである。即ちアスコルビン酸はモルモットや人や猿にとつてはビタミンCであるが、鼠や兎では自體内で出来るのであるから、廣義のホルモンなわけである。カロチンからビタミンAへの合成は人體内で出来るといふ説も出てゐる。又綠葉植物にはビタミ



ン 缺 病 症 は 見 出 さ れ ない といふ が、 那 些 は、 綠 葉 植 物 は 動 物 の 諸 種 の ビ タ ミ ン に 相 同 な 物 質 を 自 身 で 造 る か ら であ つ て、 其 の 植 物 に と つ て は、 之 は ホ ル モ ン な わ け である。 ホ ル モ ン と ビ タ ミ ン と は、 極 く 微 量 で 著 し い 作 用 を 生 理 現 象 に 及 ぼ す 化 學 物 である 點 に 於 ても 似 て いる の で、 今 日 に な つ て 見 る と、 は つ き り と 區 別 は 出 來 ない 様 に な つ た の である が、 従 來 の 習 慣 に 従 つ て、 章 を 分 け て 述 べ る ま で である。 若 し ビ タ ミ ン の 意 味 を 無 機 物 に も 擴 げ る 時 が 來 た ら、 沃 度 な ど も ビ タ ミ ン と 言 は れ る であ ら う。 大 陸 の 奥 地 に は 沃 度 缺 乏 症 と し て 喉 に 瘤 の 出 來 る 病 氣 も 有 る し、 甲 狀 腺 ホ ル モ ン に も 沃 度 は 必 要 品 である。

ビ タ ミ ン 學 說 の 歴 史 を 一 寸 述 べ て 見 る と、 一 八 八 六 年 に ア イ ク マ ン (Eijkmann) は シ ャ ヲ で、 雞 を 白 米 で 飼 養 す る と 脚 氣 の 様 な 症 狀 を 來 し て 死 ぬ が、 玄 米 で 飼 ふ か 又 は 糠 の 浸 出 液 を 加 へ 與 へ る と、 斯 ん な 病 氣 に も な ら ぬ し、 病 狀 も 恢 復 す る 事 を 見 た。 併 し 此 は 白 米 が 毒 素 を 出 す た め に 此 の 症 狀 を 來 す と いふ 說 で、 脚 氣 中 毒 說 だ つ た の である。 一 九 〇 一 年 に な つ て グ リ ン ス (Grins) が は じ め て、 脚 氣 は 白 米 の 中 毒 で な く て、 食 物 と し て の 白 米 が 或 る 榮 養 素 を 缺 いて いる た め に 脚 氣 を 起 こ す の だ と 言 ひ 出 し た。 其 の 後 一 九 一 〇 年 に 鈴

木 梅 太 郎 博 士 が、 米 の 糠 の ア ル コ ー ル 浸 出 液 か ら、 脚 氣 に 効 く 成 分 を 分 離 し て オ リ ザ ニ ン と 名 づ け た が、 同 年 ポ ー ラ ン ド の フ ン ク (Funk) も 之 と 同 じ 有 効 成 分 を 抽 出 し て ビ タ ミ ン と 命 名 し た。 一 九 一 三 年 に マ ッ カ ル ム (McCollum) は ダイ コ ク ネ ズ ミ を 飼 養 す る の に、 蛋 白、 脂 肪、 炭 水 化 物 を そ ろ へ て 與 へ て も、 之 を 純 粹 に 精 製 し て 與 へ る と 死 ぬ か 發 育 停 止 に なる が、 牛 酪 や 卵 黄 の エ ー テ ル 浸 出 液 の 微 量 を 之 に 加 へ て 與 へ る と 發 育 す る 事 を 發 見 し た。 此 も ビ タ ミ ン な わ け である が、 此 の ビ タ ミ ン は 脂 肪 に 溶 け る ビ タ ミ ン であり、 前 に 述 べ た 鈴 木 氏 や フ ン ク の ビ タ ミ ン は 水 に 溶 け る ビ タ ミ ン な の で、 前 者 を 脂 溶 性 ビ タ ミ ン と 稱 し (後 に 知 ら れ た、 D、 E、 F、 K 等 も 此 の 類 である)、 後 者 を 水 溶 性 ビ タ ミ ン と 稱 し た。 一 九 二 〇 年 に ド ラ モ ン ド は 前 者 を ビ タ ミ ン A と 名 づ け、 後 者 を ビ タ ミ ン B と 名 づ け た。 續 いて 壞 血 病 防 止 に 必 要 な ビ タ ミ ン C、 佝 僂 病 防 止 に 必 要 な ビ タ ミ ン D (一 九 二 二 年)、 生 殖 力 保 持 に 必 要 な ビ タ ミ ン E (一 九 二 九 年) の 存 在 が 證 據 立 て ら れ、 一 九 二 七 年 ゴ ル ド ベ ル ゲ ル (Goldberger) が ビ タ ミ ン B が 單 一 物 で な ら ず 事 を 言 ひ 出 し て か ら、 今 日 で は B<sub>1</sub> に は B<sub>2</sub> か ら B<sub>6</sub> ま で である と 考 へ ら れ る 様 に な つ た。 其 他 F、 H、 J、 K、 L、 M、 P 等



のビタミンも登場してゐる。

併しビタミンの化學構造式までが明かにされたのは、一九三三年にセント・ジェルジイ (Szent Györgyi) のビタミンCに就ての研究が先頭であつて、之によつて、ビタミンCの化學構造式が明になると共に、その人工合成にも成功したのである。A、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、D、E、K等の化學構造式も引き續いて明かにされた。以下夫々に就いて、少しく述べて見ようと思ふ。

### ビ タ ミ ン A

ビタミンA缺乏のための病氣としては上覆組織が弱くなつて細菌に侵入され易くなる外に、よく世人の口に上る一つは、夜盲症(鳥眼)である。周知のやうに、吾々の網膜には圓錐體、桿狀體の二種の感光細胞があつて、圓錐體は強い光、色彩を感覺し、桿狀體は弱い光でも物體の明暗輪廓を感覺するものである。鳥でも鳥などは桿狀體しか無いので、むしろ晝の方が視覚が鈍いが、多くの鳥には桿狀體が無いので、夜の弱光では視覚が役に立



第 36 圖 ビタミンAの缺乏による  
鼠の眼病

ためので、吾々でも、黄昏に眼が役に立たなくなるのを、鳥眼と言ふのである。桿狀體の視覚作用の機構は、視紫といふ色素溶液を含んで、光に當ると之が變色して視黄と蛋白質とに分解し、光の刺戟が去るとまた視紫に還るのであるが、化學上の語でいふと、視紫はロドプシン、視黄はレチネンと稱せられるが、このレチネンは動植物界に廣く見られる黄色素たるカロチンの一種で、之がビタミンAにも變る

し、ビタミンAが視紫にも變成するので、従つてビタミンAが豊富なら、視紫に回復するのも容易だが、Aが缺乏してをれば、レチネンや視紫にも缺乏を來し、従つて鳥眼にも成るといふわけである。

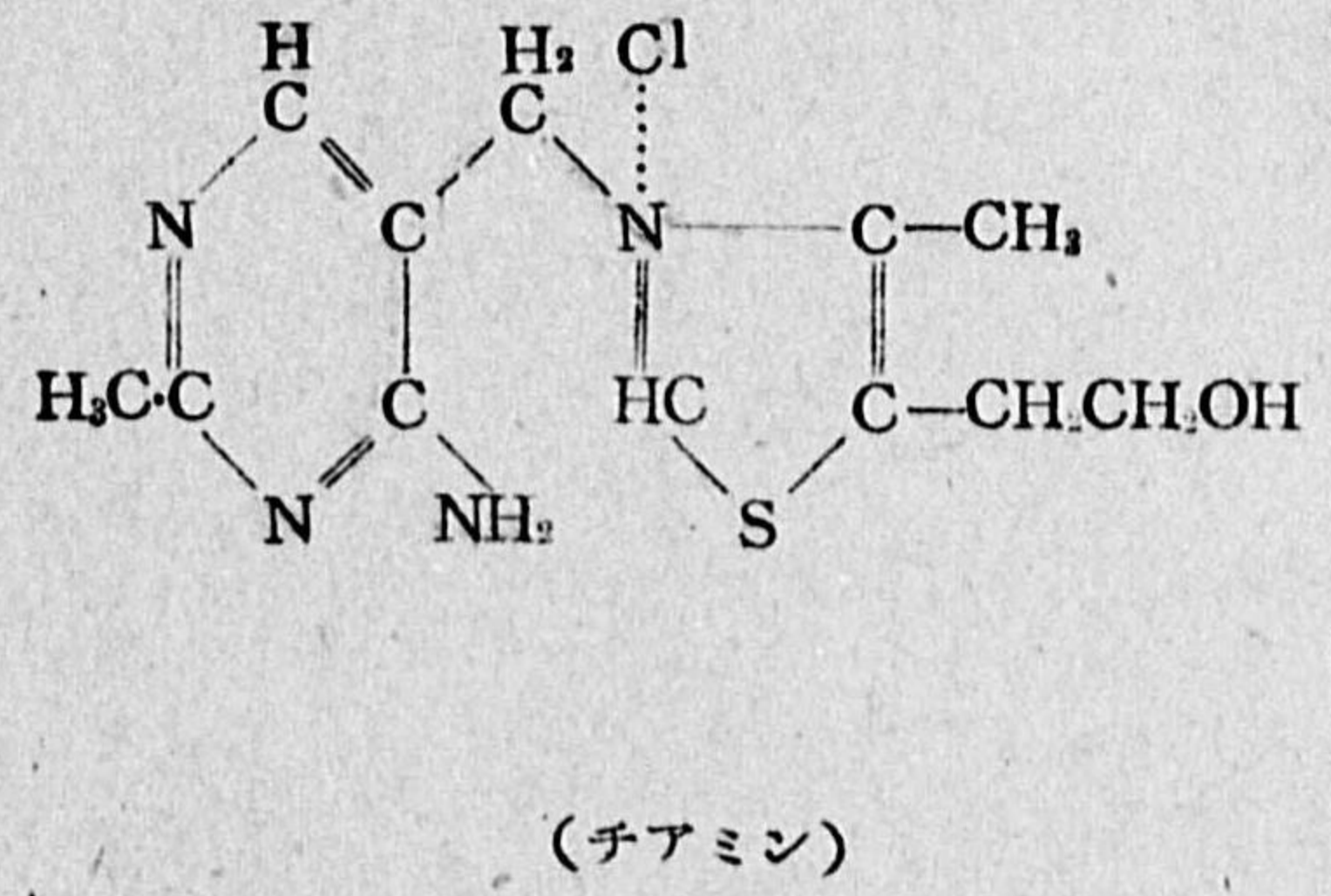
人參其他の食物の黄色素カロチンは、動物の肝臓で無色なビタミンAに變成されて、肝臓に貯へられ、健康な人の肝臓には六ヶ月位カロチンを食はなくても鳥眼にならぬ位の貯へが有るのであるから、カロチンからAへの







中に溜り過ぎ、そのために末梢神経に炎症を起して、體がしびれたり、筋肉の運動が自由になつたり、心臓や脚が腫れたり、性慾が衰へたりするものと考へられる。それでB<sub>1</sub>はアノイリン（神経炎防止素）とも名づけられ、又化学成分上、硫黄を含んだアミンの一種だといふ意味でチアミンとも呼ばれる。その構造式は



第 37 圖 鳩のビタミンB缺乏症

即ちB<sub>1</sub>はピリミジン核とチアゾール核との二部分から成るもので、植物では、チアゾール核を與へるとB<sub>1</sub>を合成し得るもの（ケカビ、トマトの根）と、ピリジン核を與へるとB<sub>1</sub>を合成し得るもの（酵母や黴の一部）と、どちらも與へなくともB<sub>1</sub>を合成するもの（綠色植物、カウジカビ、クロカビ）と、又高等動物の如く全く合成力がないため合成されたB<sub>1</sub>を與へなければならぬものがある。兎に角酵母は砂糖を徹底的に分解してアルコールにするのであるから、B<sub>1</sub>を何處から取るにしても、體内にB<sub>1</sub>を持つてゐる。今日イーストと言つてB<sub>1</sub>剤として發賣して小兒に飲ませたりしてゐるのは、ビール酵母から取るのである。糖からも抽出されるし、肝臓にも多く含まれてゐる。其他落花生、大豆、雞、豚肉等もB<sub>1</sub>の補給原として優秀な食品である。

B<sub>1</sub>は化學上ではフラビンと呼ばれる螢光を發する黄色素であるが、生物體では燐酸と結合して呼吸や酸酵に關係し、アミノ酸酸化酵素、キサンチン酸化酵素の一部をなしてゐるものと言はれ、之を缺いた食物で鼠を飼育すると發育停止を來す。酵母や牛豚の肝臓等に特に多く、肉や卵、牛乳之に次ぐが、植物食品中ではホウレンサウ、トマト、花ヤサイ等



が優秀である。

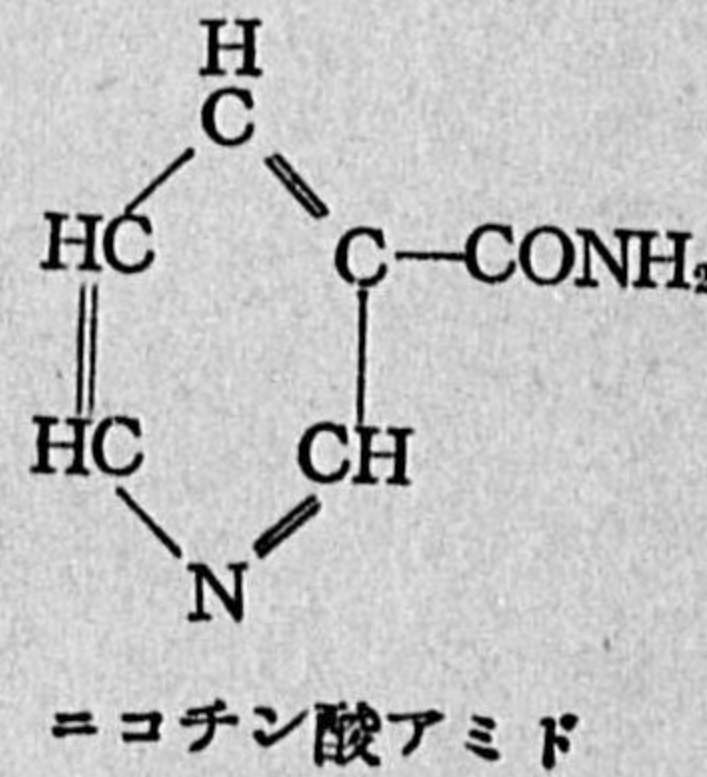
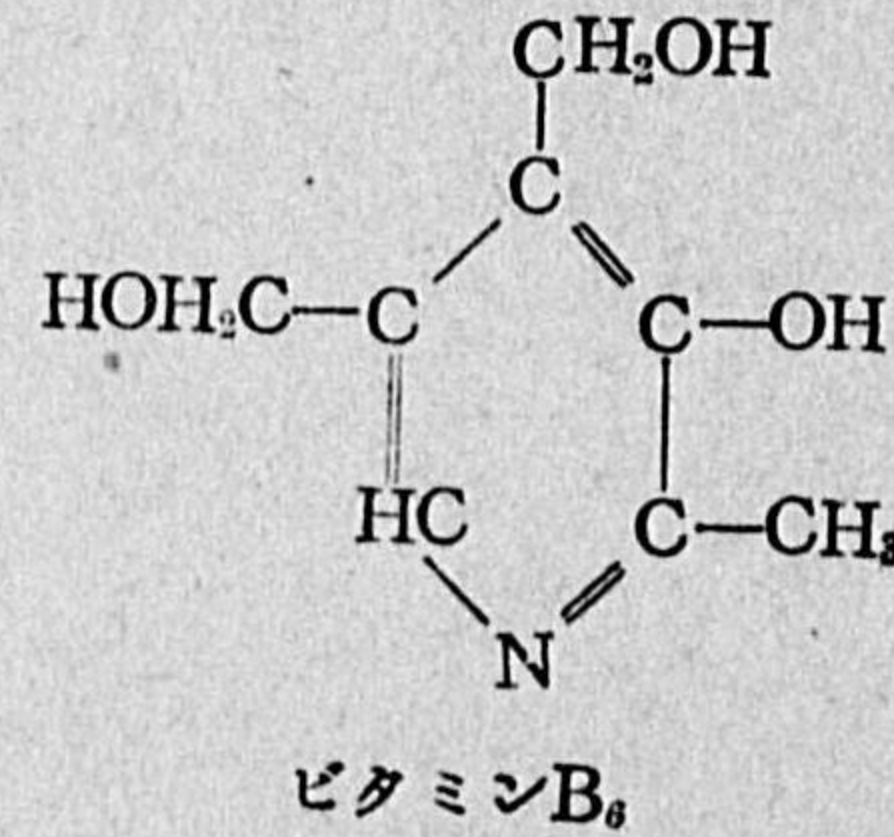
B<sub>2</sub>は鼠では効果不顯著だが、鳩の生長には必要なビタミンとされ、酵母や肝臓等に含まれるが、熱では破壊され易い。

B<sub>1</sub>が缺乏すると鼠では筋力薄弱となり、肢が赤く腫れ、體の平衡覺が亂れて、歩くのに困難になると言はれる。酵母、肝臓、卵白等から補給し得る。

B<sub>3</sub>は鳩の生長に必要なビタミンで、酵母や小麦等に含まれるが、熱に對する抵抗力がB<sub>1</sub>と異なつてゐる。

B<sub>5</sub>の缺乏症としては、鼠にペラグラ症といふ皮膚炎が起る。この炎症は人のペラグラとは違つて脱毛は來さぬが、口、鼻、耳、四肢、胴等の皮膚が赤くなり、且つ鱗狀を呈したり腫れたりする。B<sub>5</sub>は抗皮膚炎素といふ意味でアデルミンとも呼ばれ、化學成分の方からはピリドキシンとも呼ばれる。トウモロコシにもあり、肝臓、酵母、米糠等にもある。こんな風に酵母や肝臓には各種のBを含んでゐるので、賣藥にあるB複合體は割合に容易に製造されうるわけである。

人間のペラグラも、皮膚が發癢疹したり褐色になつたり、鱗狀になつたりするけれども、之はトウモロコシを常食とする南米の貧民などに生ずる病氣で、P.P因子といふビタミンの缺乏に因るとされる。之が一九三四年にB<sub>3</sub>と命名されたのであつたが、今日言ふB<sub>3</sub>とは化學構造式も異なる別物で、ニコチン酸アミドであるといふ事になつた。



雞の皮膚炎にもペラグラに似た様な症状があるが、之を豫防するビタミンは濾過性である點で、珪藻土に吸着するB<sub>3</sub>と分けられるし、肝臓やトマトをはじめとして随分汎く分布



してゐるといふので、パントテン酸と名づけられたが、雞に必要なだけでなく酵母やヂフテリア菌や乳酸菌の培養にも必要だといふ事になつた。パントテン酸と同様に濾過される物質の中に、鼠の白毛化を防ぐ物質B<sub>6</sub>（パラアミノ安息香酸）と、鼠の毛の黒色を維持するのに必要なB<sub>7</sub>とがあると、一九三九年にルンド（Lund）、クリングスタット（Kringstadt）の兩氏が發表してゐる。

一九三六年にジェルジは、或るビタミンの缺乏症として、卵の白味を食はせた鼠に皮脂腺の分泌が多くなりすぎ、皮膚出血を起し、脱毛し、結局瘰癧を起して死ぬ病氣があり、肝臓や酵母を食はせると恢復する事からして、その有効成分にビタミンHといふ名をつけたが、このビタミンHは高等植物の細胞分裂や、酵母や乳酸菌などの培養に有効なものととして知られたビチオンと同一物であると言はれる様になつた。又前述のパントテン酸とビチオンと共同で働く時には酵母の培養に有効な必要品だとされる處の、イノシットとよびビタミンも酵母や肝臓やトマトにある。之の缺乏食で鼠を養ふと脱毛するが、之を與へると復舊するから、イノシットは鼠の抗脱毛ビタミンである。一九〇一年にウエルディ

H (Weidlar) が酵母の培養に必要な補助栄養素の正體だとしてビオスと名づけた物は、パントテン酸、ビチオン、イノシット等の混合物だつたことがわかつた。

### ビタミンC

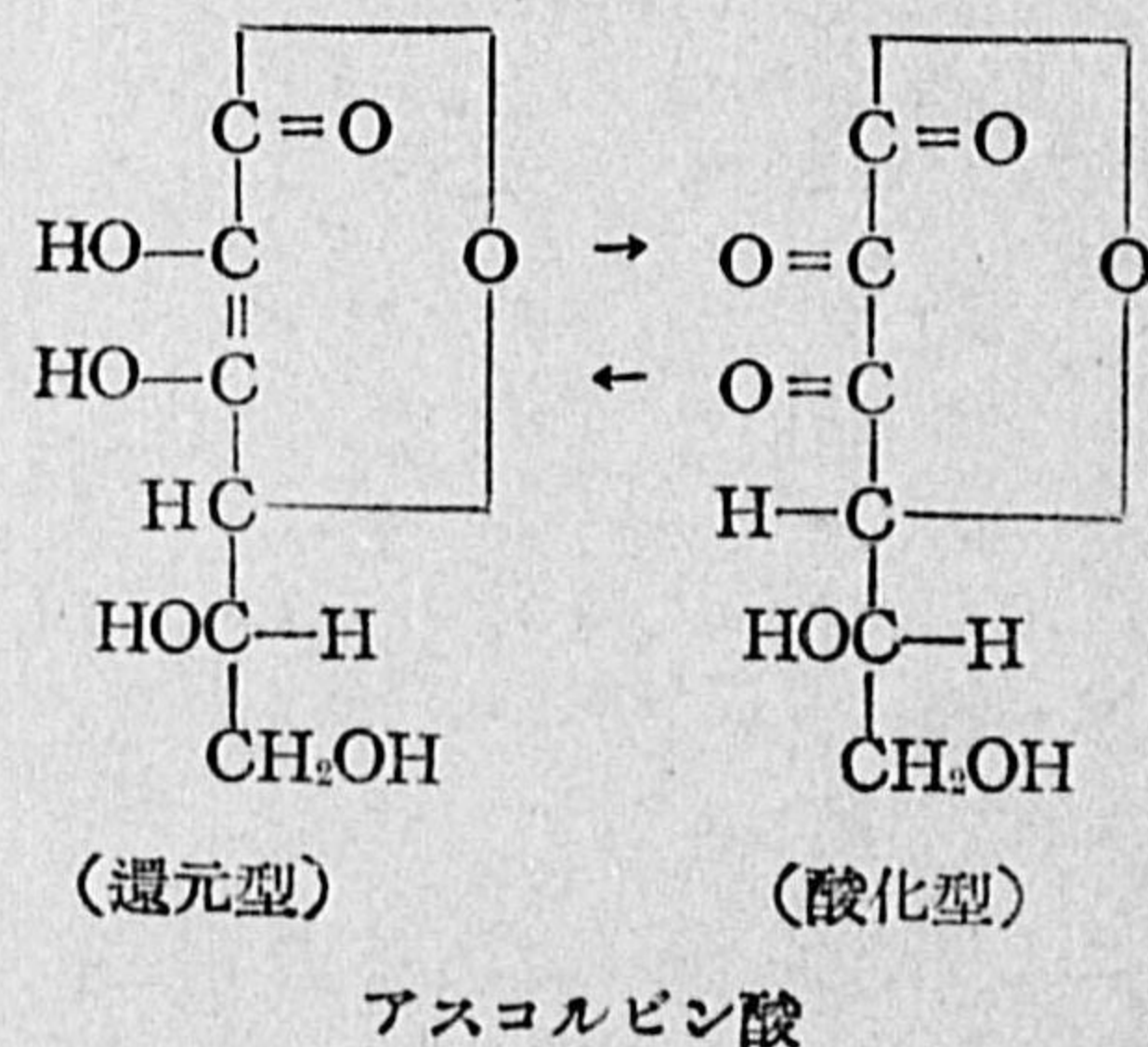
壞血病として昔から知られた病氣、即ち齒齦や皮下や筋肉、骨膜等に内出血を起して死ぬ病氣は、ビタミンCの缺乏症である事が知られた。ビタミンCは、水溶性ビタミンの一つで、化學上はアスコルビン酸（抗壞血病酸の意味）と呼ばれ、ハンガリーのセント・ジェルジの研究が有名である。はじめ氏は林檎や馬鈴薯の切口が褐色に變色する事に着目して、之は彼等の有するフェノール體が、フェノール酸化酵素の觸媒作用によつて、空氣中の酸素で酸化されてキノーン體となり、之が傷口に集つて更に窒素化合物と結合して茶褐色になるのである事を知つた。キノーン體は殺菌力の強いものであるから、茶褐色になつた方が内部が腐らぬのである。處がレモンや蜜柑やキャベツ等の切口は茶褐色にならない。彼等にもフェノール酸化酵素の代りに過酸化水素があつて、過酸化水素でベンジンを



酸化して青色反應（ベンジン反應）を呈せしめ得るのに、彼等の汁を用ゐてベンジン反應をやつて見ると、數秒間は色が出ぬのであつた。これはさつと、この汁の中に砂糖の性質を帯びた強い還元物質があつて、ベンジン反應を還元させて、色を消すのであらうと考へ、その還元物質にイグノーズ（未知の砂糖の意）と命名したが、語呂が悪いのでヘクスロン酸といふ名に變更したのである。この物質が、一九三一年に抗壞血病のビタミンCと同一物だとわかつたために、アスコルビン酸（抗壞血病酸の意）と再び變名して今日に至つたわけである。氏はレモンやオレンジやキャベツの外に、副腎の皮質にもこの物質がある事を知り、主として牛の副腎から之を抽出して化學構造式研究用に用ゐたのであるが、米國にまで渡つても二十五瓦しか製造出来なかつたのが、一九三一年ハンガリーに歸つてから、同國産の大きなトゥガラシ（バブリーカ）がアスコルビン酸の寶庫である事を發見し、三疋半の結晶性アスコルビン酸を造り得て、世界の同學の士にも送り、化學構造式も忽ちに判明したのである（構造式は次頁にある）。

ビタミンCは、人間にとつて、一日に三〇—六〇疋も必要だといふが、幸に新鮮な常食

分で無効になるといふから、新鮮な食物も生食が良いのであつて、其の點、レモン汁とか柑橘類とか生で食へる物が一層よい。葡萄、イチゴ、キャベツ等も優秀なC補給原であ



品中には廣くある物であるから、陸上の人には壞血病は少ない。が昔の設備不完全な船で、永い航海をする人には多かつた。尤もCは高熱には破れ易くて、攝氏六〇度では三十



る。緑茶も多量にCを含むことは日本人にとつて幸である。内蒙古人などは、茶が殆んど唯一のC補給原であると云ひ、随分多量に飲むさうである。紅茶は製する時あまり加熱するのでCが壊されてゐるといふが、多少は残つて居るであらう。

なほシエルジイは壊血病の一種ともいふべき出血性疾患の醫師から、アスコルビン酸を呉れと言はれたが持ち合せがなかつたので、アスコルビン酸を含むギタブリクといふ薬を贈つた所が有効だつたと言はれた。處が純粹のアスコルビン酸を用ゐた時には有効でなかつたといふので、前の製劑には、アスコルビン酸以外の有効成分が有つたに相違ないと氣がついて、レモンからフラボン體を分離して、之にチトリン(レモン素の意)といふ名をつけた。之を出血性紫斑病患者に用ゐた處有効で、透過性の大きかつた毛細管が正常に復したといふので、チトリンにビタミンPと命名した。之は後に、既知の植物色素のヘスペリジンとエリオジクチオールとである事が明かとなり、之の純粹品では有効でないとも言はれる様になつた。なほ、オイラー(Euler)はビタミンCを缺く食品でモルモットを養ひ、肺炎菌を感染させ、一方の組のモルモットにはアスコルビン酸を與へ、他方の組には

レモン汁を與へて見た所が、前の組では肺炎になり、後の組は肺炎にならなかつたといふので、レモン汁には抗肺炎物質が別にあるものと考へ、一九三四年にその物質をビタミンJと命名した。

### ビタミンD

ビタミンDの缺乏症は佝僂病として現れる。即ち骨の石灰化が妨げられるので、軟化して曲り易くなり、脚は灣曲し、脊柱も曲り、頭骨も軟く、鳩胸となる。この病の治療には肝油が有効なので、肝油に含まれてゐるに相違ないといふ事になつた。ビタミンAは肝油にも多いが、バターにも多いのに、バターは佝僂病には有効でないので、肝油の佝僂病に有効な成分は、A以外の物質だらうといふ事になつた。肝油を百度に熱するとAは破壊されるのに、佝僂病には有効であるから、愈々別物といふ事になつて、抗佝僂病物質にビタミンDと命名したのである。一方に佝僂病は、太陽光線の少ない北方に多い所から着目されて、紫外線や紫外線照射をさせた食物も有効な事がわかり、即ち多くの食物にビタミ



NDの前身(プロビタミンD)があり、それが紫外線に會ふとビタミンDに變化するものと考へられて來た。次いで、此のプロビタミンDは帽茸類に多いエルゴステリンで有る事が知られた。一九三一年にキンダウス(Windaus)がエルゴステリンの結晶を得た。翌年之をD<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>の二物質に分けた。肝油から取つた有効成分はD<sub>2</sub>とされた。D<sub>2</sub>の前身はデヒドロコレステリンで、之を紫外線に當るとD<sub>2</sub>となる。皆大同小異の脂溶性ビタミンである。

### ビ タ ミ ン E

ビタミンEの缺乏症の最も著しいのは、生殖障碍である。即ち雌鼠では妊娠までは滞りなくゆくが、妊娠中期(鼠では十日目位)に胎兒は死亡し、遂に消失してしまふ。Eを與へると妊娠を中絶しなくなるのである。雄鼠では、輕症では精蟲は出るが、受精力がなくなる。高度の缺乏症者は、精蟲が退化して數が少なく肝細精管も中の精原細胞も退化し、睪丸が萎縮する。

ビタミンEは小麥の胚子油とか棉の實油とか、其他廣く植物の油、牛肝、豚脂、牛肉等

に含まれて居る。脂溶性のトコフェロール類である。熱には可なり強い物質である。

### ビ タ ミ ン F

ビタミンFは、ビタミンの意義を少し擴張しないとビタミンの中に數へ難いといふ人もある。脂肪を缺いた食物で鼠を育てると、毛が脱げ、皮膚が鱗狀化して來るが、リノール酸、リノレン酸、アラキドン酸の様な不飽和脂肪酸を與へると、正常に歸るといふので、此等の不飽和脂肪酸をビタミンFと呼稱したのであつた。脂肪を與へれば勿論恢復するので、その分解物をビタミンに入れるとすると、蛋白質の分解物たるアミノ酸などはどうするかといふ様な問題があるであらう。

### ビ タ ミ ン K

一體に鳥は血液凝固が遅いものであるが、その凝固が特に遅くなつて、皮下や筋肉、腹腔などに内出血をし易くなつた雞を恢復させるに有効な物質が、赤花ウマゴヤシやイラク



サとか、大腸菌とか、腐敗菌等から得られたので、之をビタミンKと呼ぶに至つた。ウマゴヤシやイラクサ等から得られた物質をKと呼び、アルファフィロキノンとも呼ぶ。腐敗菌が魚粉を腐敗させる時等に出來る有効成分は少し異なるので、Kと呼ぶ。結核菌からも同じ効力のある物質が得られ、之はフィチオコールと呼ばれるが、皆ナフトキノン誘導體であるといふ事がわかつたので、同じ効力の物質を人工合成する事も出來る様になつた。人や獸類等では、大腸内の腐敗菌がKを造り、之が血中に吸収されるために、K缺乏症にならないのである。鳥には周知の様直腸はあるが糞の溜る部分の大腸が缺けて居るから、食物から攝取しなければK缺乏症になるのであらう。但し人でもKを血中に吸収するには、膽汁酸が必要なものと見えて、黄疸患者は血液の凝固が却々遅く、出血が止まらなくて手術が難いのであるが、ビタミンKを注射する事によつて之を防ぐ事が出來る。Kは綠色植物では光線に當つた綠葉で合成され、血液中のプロトロンビンを作る材料の一となり、プロトロンビンが、血小板の破壊や少しは血球からも生ずるトロンビナーゼといふ酵素によつてトロンビンとなり、トロンビンが溶けてある血纖維原に作用して、血纖維を生

じさせ、この纖維が血球をからみつけて血餅を造る事が血液凝固で、以つて傷口を封栓して出血を止めるといふわけである。血友病、月經過多などにKが効力を示さないのは、此等の場合の出血の原因が違ふからであらう。



### 第十三章 一元論と唯物論

心と體、生物と無生物とを同根一元のものだと考へるのを一元論だとすると、その考へを物質まで掘り下げた所で留めれば、唯物論になるけれども、もつと深く掘り下げて、秩序ある宇宙萬象の起原にまで考へ及ぼせば、必しも唯物論になるとは限らない。唯神論になることもあり得るのである。現にプラトンも萬象をイデアの一元に歸してゐるが唯物論者とは言へないし、ホワイトヘッド (Whitehead) なども、生物を大生物、分子や原子の様なものも小生物と呼稱してゐるし、一元論の闘將と目せられてゐるヘッケル (E. Haeckel) の一元論なども唯物論としては少し變つたものである。

ヘッケルはダーキンの進化論に熱中した生物學者として出發した人で、進化論が世界的に普及した事については、ハックスレー以上の功獻者である。生物學上の業績も廣汎に亘



り、比較形態學、比較發生學、系統學等に名著が澤山あり、動物の個體發生は系統發生の縮圖であるといふ「生物發生の法則」などは、一時世界を風靡したものであつた。氏の關心は系統樹から、人間、精神、宇宙、神といふ風に進んで行つて、遂に一元の宇宙觀を建てたのである。

氏は生活物質の分子をプラスティヂュールと呼び、生命はこの分子の原子的構造によつて起こるとし、遺傳はプラスティヂュールの記憶であり、趨異はプラスティヂュールの抱容力であるとした。そして原子は吸ひ込んだ力を蓄積してゐる事に於て精神を附與されてゐるといふ。蓋し氏は精神をエネルギーと做して居るのであつて、精神なき物質は認められないとして、自然と神との合一を信じ、茲に一元に歸したわけである。ゲーテの汎神論に似通つた處も有るのである。

ハルトマン(E. von Hartmann)によると、ヘッケルの一元論は、自然を原子の集合であると思ふ點に於て多元論で、總ての物を物質とエネルギーとの合作したものと見做す點に於て二元論であると、批評されてゐる。物質とエネルギーとが放射線によつて橋渡しさ

れた今日では、之もやはり一元論であり得やうが、兎に角哲學界では、甚だしく評判が悪かつたことは事實である。併しこのはつきりしないもや／＼した所が、多數の讀者、聽者の心を捕へたのか、兎に角氏の「宇宙の謎」などは世界的に普及したものであつた。

はつきりした唯物論者としては、ヘッケルの弟子であつたフェアウォルン(Max Vorwort)の方が出藍の譽があると言へよう。氏はまつしぐらに細胞生理學の中に突進して、傍目を振らなかつたので、メンデルの遺傳法則にも關心を持たない位だつたし、細胞内の顆粒を獨立な生活體とする説を排して、あくまで細胞を生活體の單位と考へ、主として細胞内の生活物質とその性質との研究に没頭した。そして生命の據つて來る所は、デオゲンといふ蛋白質に近い化學物質の存在によるのであり、デオゲン分子の特色は、化學的に非常に動搖し易い點にあり、絶えず分解されたり復舊したりしてゐるとする。この化學變化に生命の要點は係るのであつて、デオゲン分子のこの非常な新陳代謝的能力を外にしては、生物と無生物とは違ひがないのであると言ふ。デオゲン分子の存在は、氏の生理學的實驗の結果から歸納すると、どうしても疑はれない結論だとして考へ出された想像物なのである



が、其後の生化学は不幸にしてビオゲンの存在を證し得ず、却つて生きた蛋白質とか死んだ蛋白質とかの區別は認められない事、丁度生きた砂糖と死んだ砂糖といふ様な區別が認められないのと同じであるといふ様な説になつて來たのは、氏の説の弱點である。併し特殊な分子ではないとしても、生化学の進路を進めてゆけば、矢張り生活現象を示す化学的單位の存在といふ事に落ちてゆく外はないのではないかと思はれるから、未だ證明せられないといふだけで、否定するといふのも行きすぎであらう。氏は又舊來の因果律なる語の代りに條件といふ語を持ち來つて（條件論）、總ての現象は同時に働く諸條件の多數に因つて起るといふ説を建て、物自體と現象との對立、ひいては理化学的と心理的との對立を解消せんと試み、心理的一元論に到達したが、之れもマッハ (Mach) の現象論の殘滓の様なもので、實際の現象に適合させるには色々な困難があると非難されてゐる。併し此等の結論に達するまでに、氏が澤山の有益な生理學上の功獻を残した事も確かである。

ロエブ (J. Loeb) も生命を機械的なものとして説明するのに大層熱心だつた人で、外界の力の影響に重きを置いた。動物の行動をば趨向 (トロビズム) や強制された運動に分析

し得るものとし、例へば光の刺戟は體中に及んで酸化して乳酸を生じ、之が筋肉に作用して運動をさせるといふ。それで、蛾などが燈光に直進するのは、眞直でない位置にある時には光に當つた側面と反對の側面では酸化度が違ふために、その平衡を得るまで、即ち光が左右平等に當るまで、廻轉するからだといふ。又ウニや蛙の卵を化学物質で處理したり針で突いたりして人工單爲生殖をさせ得るのを見ては、天然の受精もそれと同じ刺戟を與へるやうな機構に於て發生を促すのであるといふ風に解釋して、卵の特性といふものを考へない。砂や石は突いても化学的に處理しても發育しないのに、卵は發育するといふその特性をば説明し得ないのであるから、氏の説明は説明の體を備へてゐないと言はれるのも無理でないのである。趨向性に就ても、外界の力は生物にだけ働くわけではないから、生物が特殊な反應を示し得るにはそれだけの特性がなければならぬわけである。さういふ生物に内在する特性に就ては、氏は深く考へなかつたと言はれる。氏のやつた實驗は、實驗そのものとしては價値があるが、氏はそれから類推をあまり擴張し過ぎてゐるのである。

パツロフ (Pavlov) も有名な機械論者で、外界や體内からの刺戟が感覺器に當ると、神



經衝動が惹き起され、其が神經中樞を経て運動神經に傳へられ、その部の器官に活動が起るので、一定の刺激には必ず一定の反應が續くとするのである。氏はこの考へを生來の非條件反射にも、又獲得された條件反射にも適用してをり、本能も亦條件の揃つた特定の刺激に對する強制された反應であるとしてゐる。即ち本能も單なる連鎖的反射だといふのである。

腺の分泌運動といふ様な部分的な生理的活動には、氏の考へが適用される場合がないとは言はないが、全體としての隨意運動はもつと自律的な指向的なもので、機械としては説明し切れない場合が多い事に就ては、第十五章で明かにしよう。

## 第十四章 生物と機械

かくの如く、生物を機械であると斷言してゐる學者は却々多い。中には機械であるが人の作つた機械よりは甚だ複雑微妙な機械であると言つてゐる人も有る。どういふ點で機械だといふのかと云へば、動物の運動の原型と言ふべきアミーバ狀運動も、表面張力の變化による運動として水銀や油滴にでも行はせ得るし、又食物として取り入れた物質を空氣や水中から取り入れた酸素で酸化即ち燃焼してエネルギーを生じ、そのエネルギーで活動が行はれ、酸素か燃焼原量の補給が止まれば冷却して運轉が止まる事、所産の老廢物を排泄する事等、か、燃焼によつて動く機械と同じ事だといふのである。一定時間中に攝取させたカロリーと、出したカロリーとが殆んど同等だといふ事も、幾回か實驗されて報告されてゐる。機械が物理化學の法則に従つて動くやうに、生物の生活現象も物理化學の法則に従



つて行はれて居る事が色々わかつて来たし、ますますわかつて来ると思はれるといふ。別に唯物論を主張する人だけとは限らないが、たとひ生氣の様なもの加つて居るとしても、現象として起る所には物理化學的實驗法を適用して研究すべきものだと言ふ。その實驗法適用の成果はめざましいもので、消化作用の大部分は夫々の酵素の作用で説明がついたし、最も神祕とせられた調節作用も、神經調節の外に、ホルモンやビタミンの研究で、大部化學的作用に連絡がつけられたと言はれる。

併し生物を人工の機械に比べると色々な異點があると言へる。例へば機械では構成材料と燃料とは別々であるが、生物では必しも全く別だといはれない。絶食など永く続けば炭水化物や脂肪の一部も構成物質に變り得るし、盛んに燃焼してエネルギーを出す時には、構成物質の一部も燃料になり得るのである。生物は構成物質を自體で造る。綠色植物は無機物だけでも造るし、動物は植物又は動物を食つた物から自身の特色ある構成物質を合成する。が機械は自分自身を造る事が出来ない。又生物は損傷した部を自ら修繕もするし、自分と同じ様な生物を造り出しさへするが、機械はさういふ力を持たない。生物は生

長するが、機械は生長しない。そして此等のすべての事をするのに、生物では、指導理念があるかの如くである。丁度機械と之を作り之を運轉する人とを合せた様なもので、若し之を機械といふならば、人工では出来ない巧妙複雑な機械と言はなければならぬので、機械であると言つてもないと言つても同じ事になるのであらうと思はれる。物理化學的研究法は大いに有益な事で、ますます進歩させなければならぬが、そこから生物機械論を結論するのは尙早である。

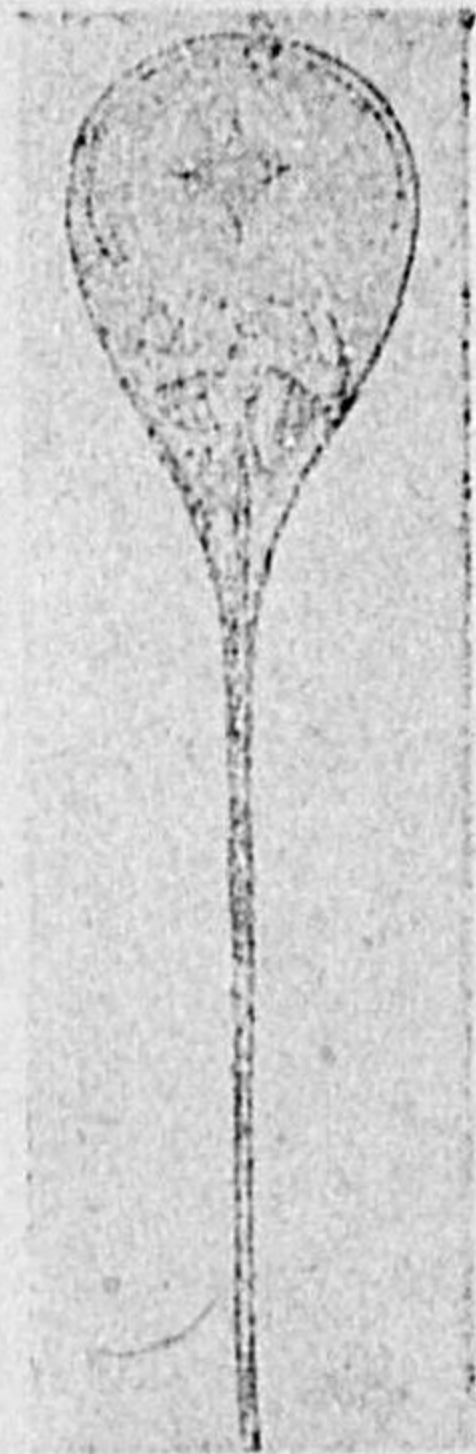
クロード・ベルナルも言つて居る。「雛が卵の中で發育する時、生命力を本質的に特徴づけるのは、化學的要素の集合として見た動物の形成ではない。この集合は、單に物質の物理化學的性質を支配する法則に従つて爲されるのみである。併しながら本質的に生命の領域ともいふべきもの、即ち化學にも物理にも其他如何なるものにも屬して居ないものは、この生命發展の指導觀念である。總ての生ける胚種の中には、自ら發育し、組織化といふ現象によつて發現するところの創造的觀念がある。生物が生きてゐる限り、生物はこの生ける創造力の影響裡にある。この力が最早實現しなくなる時、死が到來する。生物に



於ては、一切がこの指導觀念より出て来る。物理化學的發現の方法は總ての自然現象に共通であつて、恰かも箱の中の活字の如く、秩序なく混亂してゐる。各種の思想や理論を表現するためには、一つの力がそれを整頓しなければならぬ。生命を維持し、活動によつて消耗した部分や、故障又は病氣によつて破損したる部分を修復することによつて、生體を維持するのも此の生命觀念である」と。氏は物理化學的生氣論者であつて、「この生命の舞臺では、生長、創造、維持などといふ事が、凡ゆる生物現象の存在條件たる一定の觀念及び嚴密なるデテルミニスムに従つて起るのである」と言つてゐる。簡單に見える一箇の受精卵から、蛙は蛙、人は人といふ風に、ちやんと立派な親にまで生長してゆく發生を研究した人は、最もこの感を深くするであらうから、先づ發生學者の聲をきかう。

### 第十五章 個體發生の實驗と新生氣論

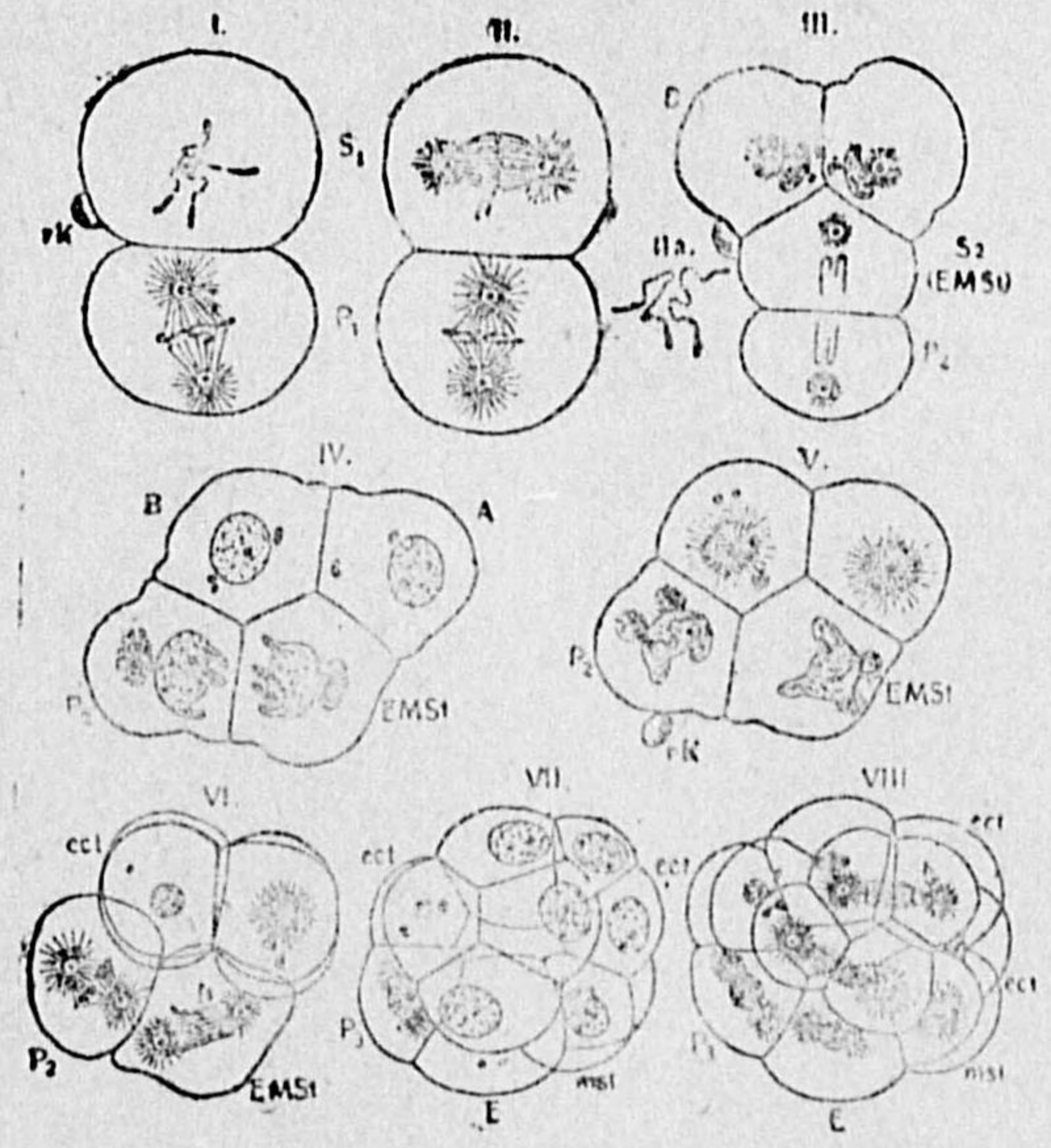
子供が産れるといふことは考れば深い神祕である。顯微鏡が發明されて精虫や卵が発見された頃には、母は畑を提供する様な役目で、子供は精虫から發生するものだとして、精虫の中に子供の雛型がしやがんで居る像を見たといふ人も出て來たし、反對に卵こそ子供は生殖細胞に子供の雛型が前成してゐて、個體發生とは、その雛型が大きく展開して來る



第 38 圖 前成說者ハルトソーカーの畫いた人の精虫圖(しやがんでゐる様な手足を見よ)。

事だと考へた者が多かつたのである。之れを吾々は前成説とか展開説とか呼んでゐる。十九世紀後半に入つてもワイ

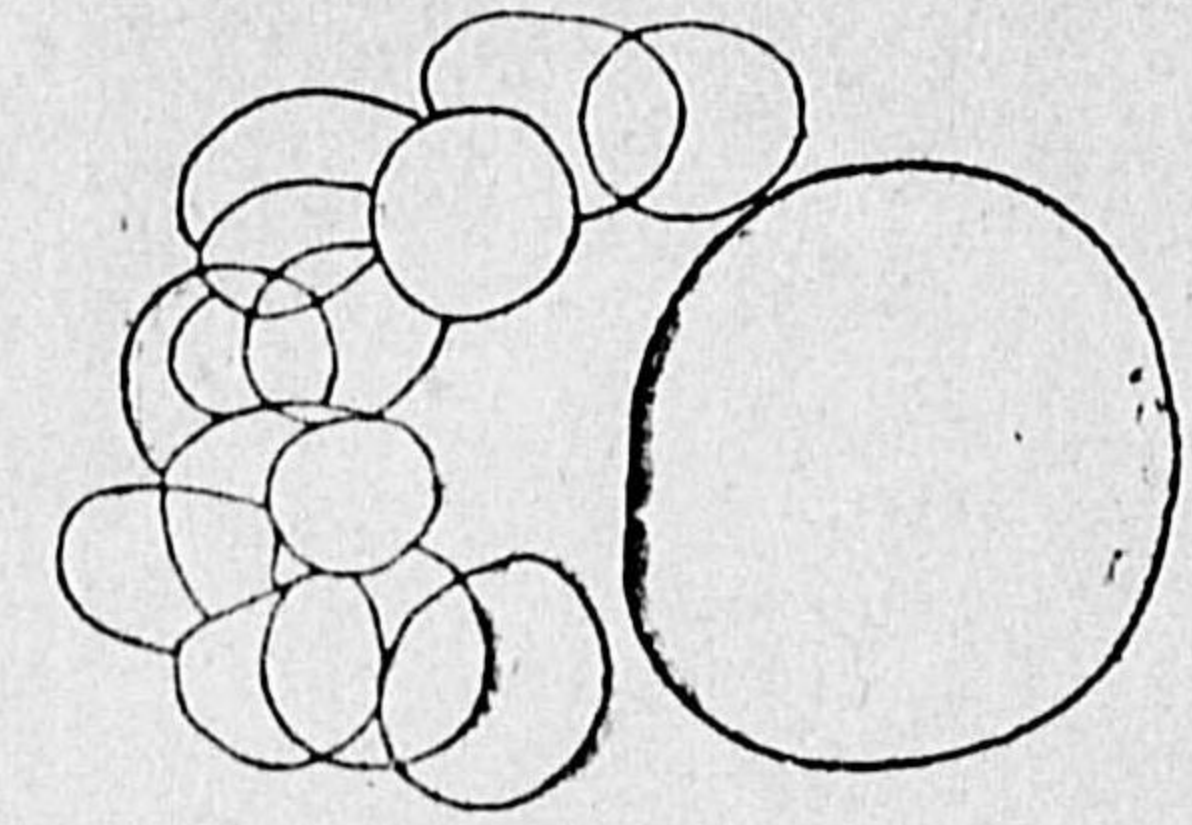




第39圖 馬の蝸虫の受精卵初期發育(卵割時代)の圖。  
 rK方向體(極體)  
 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>は始原生殖細胞  
 S<sub>1</sub>, EMS<sub>1</sub>は體細胞になる細胞。  
 S<sub>1</sub>, 始原體細胞  
 EMS<sub>1</sub>, 第二次體細胞  
 (即ち染色粒の一部消失する細胞が體細胞になる)

ズマン (Weismann) の胚種質と體細胞との早期分離の學說などは、(第39圖) 多分にこの説の色彩を帯びてゐたし、實驗を加へて個體發生の機構を研究する研究法の鼻祖と貴ばれるルー (Roux)

も、一八八八年に發表された實驗によると、蛙の受精卵が二割球になつた時に一方の割球を殺したら、残つた割球は發育を續けて半身だけの子が出来上つたといふので、やはり受

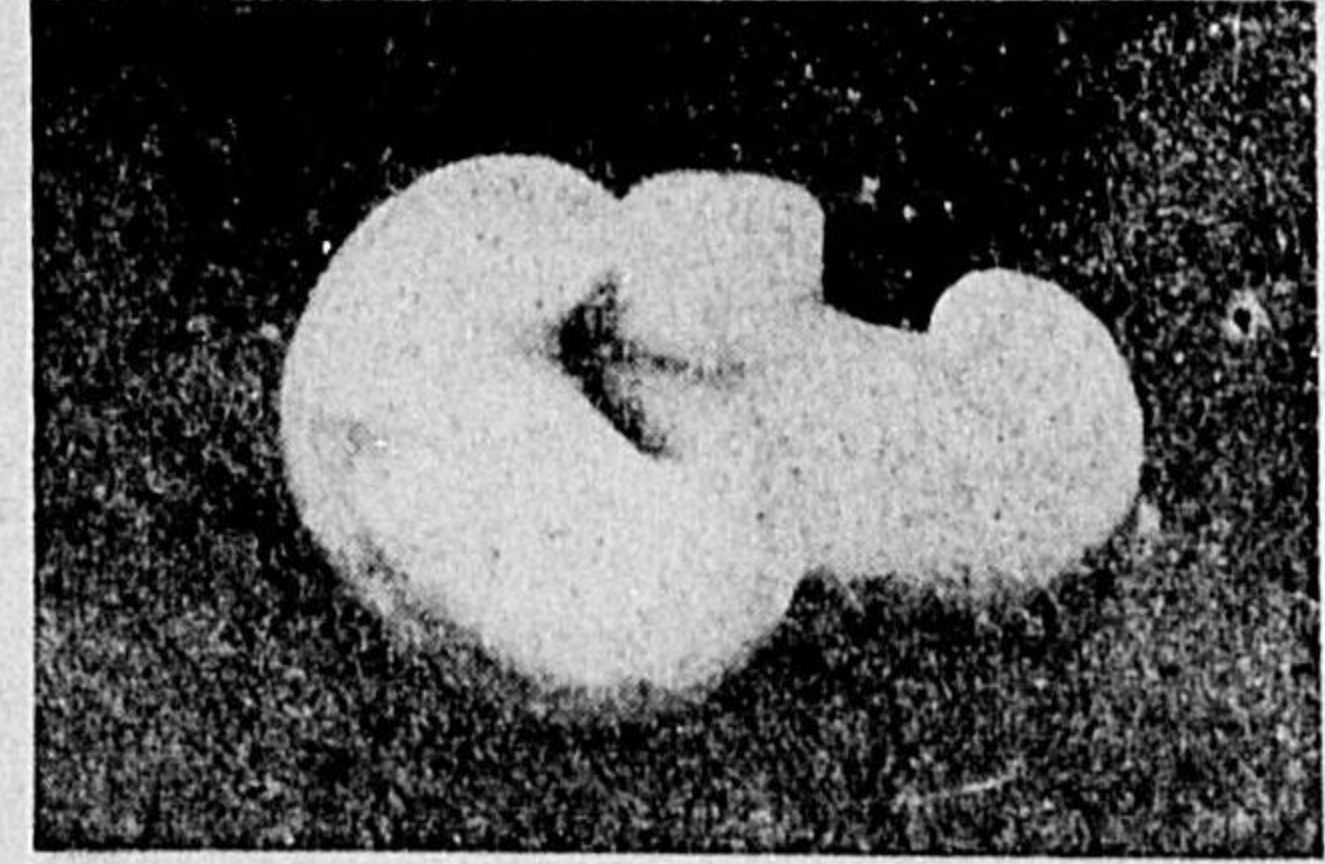


第40圖 ドリーシュがウニの二割球の一方を殺したら、他方のみ發育の進める圖。

精卵が二割球になると、既に一方は將來の體の左半部となり他方は右半部に發育するといふ運命が前成せられてゐると考へなければならぬといふので、前成説に賛成してゐたのである。

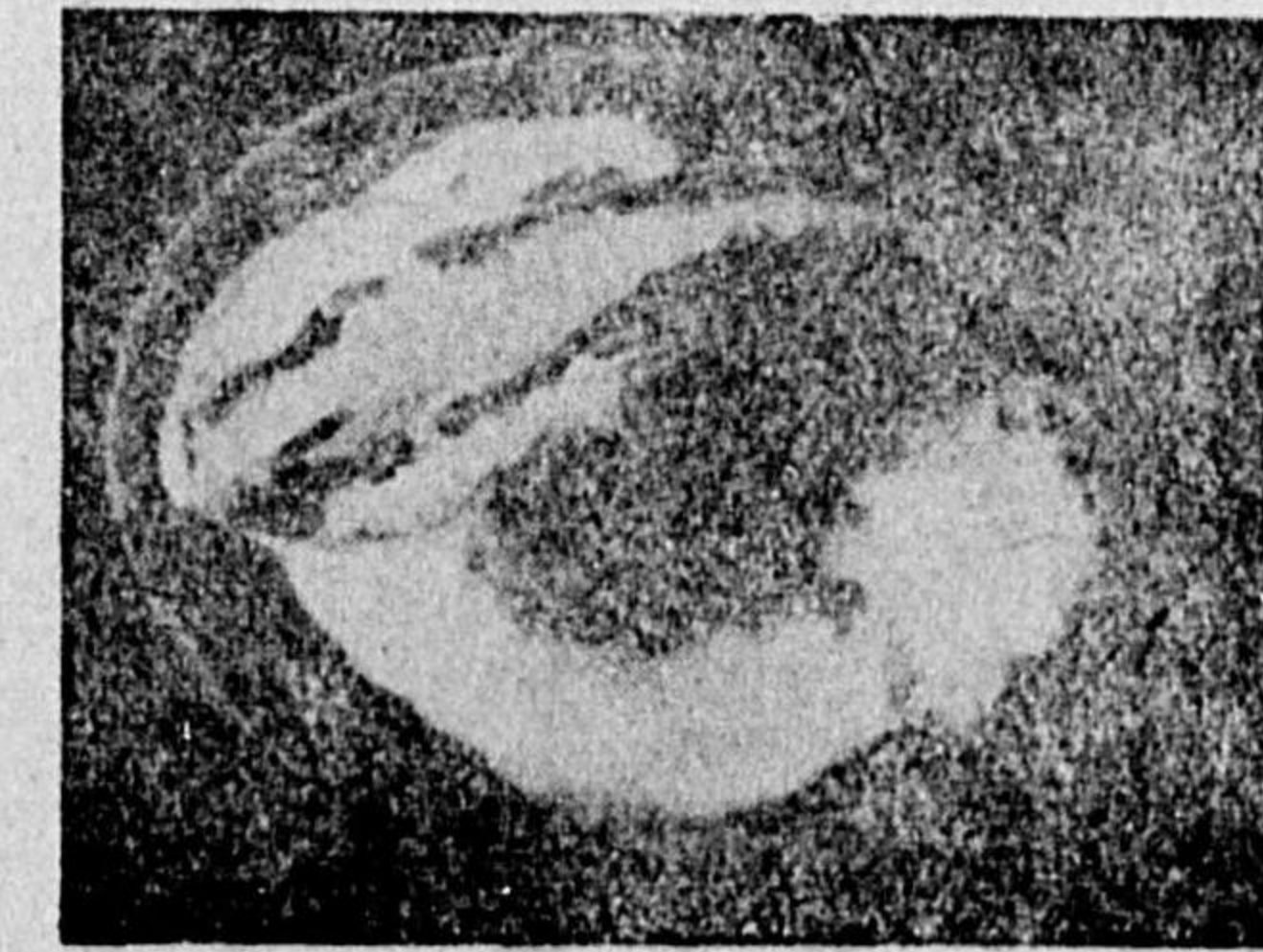
一八九三年以來ドリーシュ (Driesch) はウニの卵で、ルーの似た實驗を施して研究して見た。即ちウニの受精卵が二割球になつた時に、一方を殺して之を引き放した残りの生きた割球からは、ルーのと同様半身の子が出来るだらうと思つた所、大さこそ半分であるけれども、完全な胞胚期、囊胚期を經過して、完全な幼生が出来上つたのである。さうして見ると、二割球のどちらでもが、完全な一個體に發生する性質を少なくとも回復し得たわけであつて、ワイズマンの云ふやうに、馬の蝸虫の二割球期にすでに一方の割球のみ將來の生殖細胞になり得る核を有し、他方の割球の核にはその資格が失は





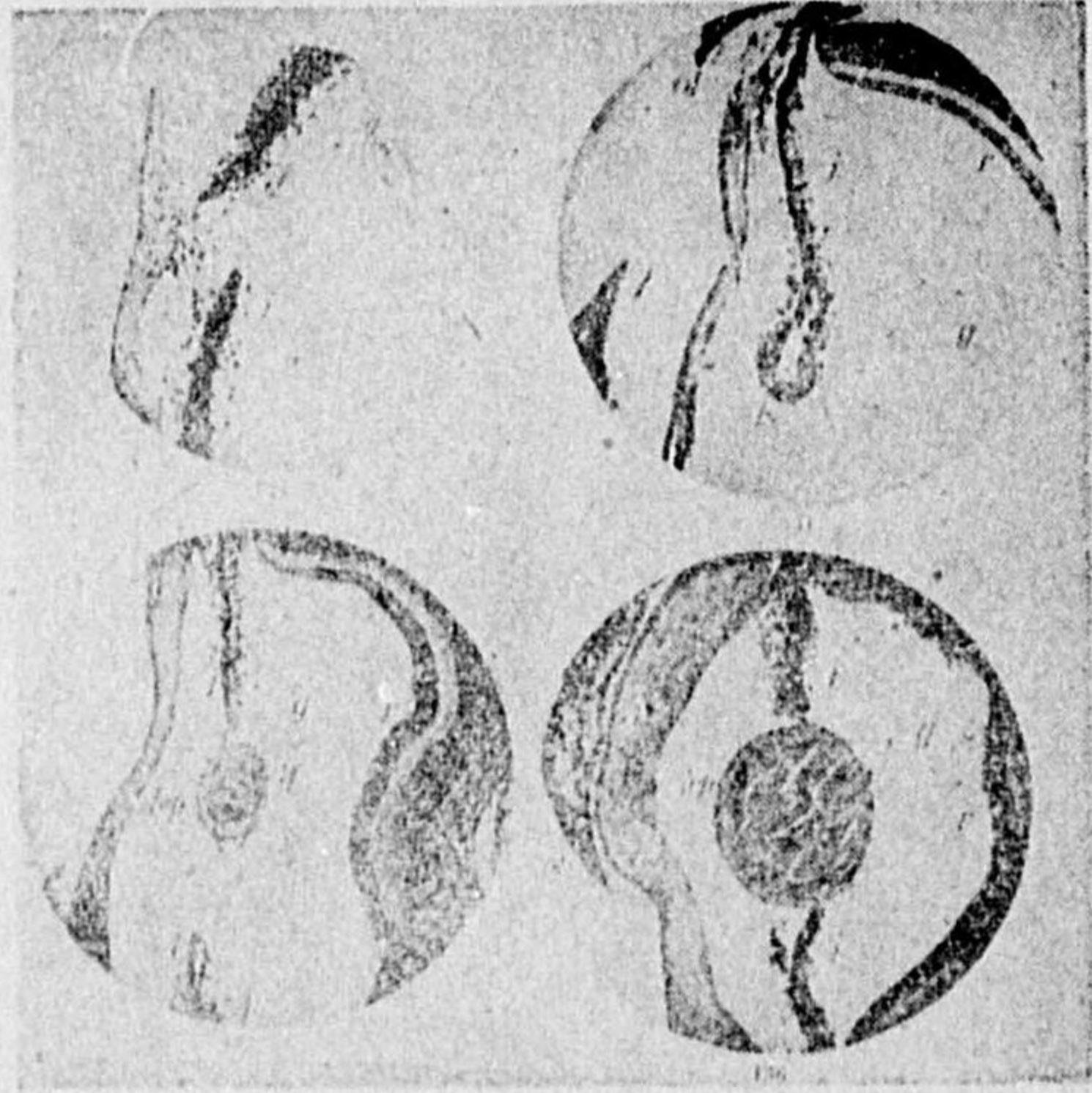
第 41 圖 シュペーマンがキモリの二割球をくびつたら各割球共完全な一匹づゝになつた圖。

れるといふ様なものでもないし、ルーの言つた様に、左か右かどちらかの半身にしか成れない割球と定まつてしまふといふ説も、ウニでは成立せぬことがわかつたわけである。ドリーシユはなほ、四割球になつた時の一割球をはなして育てても、小さいながら完全な幼生となり、残りの三割球からは普通の幼生が出る。



第 42 圖 同上のもつと發育せるもの。

來上る事をも實驗した。ヘルトキッヒ(O. Hertwig)、モルガン(T. H. Morgan)、キルソン(E. B. Wilson)、シュペーマン(Speemann)等も、異つた動物で同じ様な實驗をして見て、この研究結果が正しい事を證した。なほド



第 43 圖 キモリの眼の水晶體を除去すると虹彩膜の縁から水晶體が再生した圖。左上角膜の疵は癒したが水晶體未成の期。右上水晶體形成初期。右下水晶質の完成。

リーシユはウニ、モルガンは蝶螺で、二個の胞胚を癒合させて一疋の大きな個體を生ぜしめる事にも成功した。だから少なくとも初期の核分裂は將來の器官形成を左右するものではない事が知られたのである。

併し卵の細胞質には、將來の胚の相稱を支配する何物かがある事はドリーシユも認めたのであつて、例へば氏とモルガンとが、櫛水母の未受精卵の一侧の細胞質を切り取つて受精させて出來た二割球の一つを發育させたら、細胞質を切り取られた側に缺けた部分のある幼生が出來たのであつた。ウニの場合にはかく亂された細胞質



も恢復し得るから完全な幼生が出來、ルーの蛙の卵の場合には恢復し得なかつたから半身の子が出來たといふべきであらう。恢復するのを「調節能が有る」とドリーシュは呼んでゐる。なほ氏はキルソンの實驗したゴカイの卵や、克蘭プトン (Cranton) の實驗した軟體動物の場合の様に、卵の細胞質の一定の部に一定の器官形成物質が集る事、其所を切り取ると或る器官の缺けた子の出來る事も承認してゐるので、即ち上述の相稱の點と、此の器官形成物質が卵の細胞質内に前成して居る事とは認めてゐる。この點から言ふと、父は子に核(精虫の頭)だけを寄與し、母は子に核と卵の細胞質とを寄與するが、卵の細胞質には上述の様に、發育の一部を或る程度まで支配する物質を含むからして、母の寄與の方が多いと見做すべきであらう。

ドリーシュ自身やモルガンの實驗の結果では、初期の割球は、たとひ細胞質に前成的な分化があつたものとしても、等能性を恢復して、どの割球も完全な個體になるが、其後上述のゴカイや軟體動物の卵の例の外に、エポヤの卵等の卵割前に細胞質に大流動が起つて器官形成物質の配置がほど定まるといふ様なコンクリンの研究をも包容して、ドリーシュ

は次の様な説を立てた。即ち卵はどの部分も等能的な時代が必ずあるのだが、それが變化して、部分によつて等能的でなくなる時期が動物によつて色々なのである。その變化は軟體動物や紐虫では卵の成熟中に起り、ウニ等では胚葉が形成せられる時に起るのであつて、それまでの細胞は皆等能的になり得るのであるといふ。後の様な場合には發生は後成的であり、動かされ得るのであつて、之は前成説では説明し得ないわけである。

ドリーシュの研究した、ウニの胞胚や囊胚の千以上の各細胞や、ヒドラ、ラッバムシ、カウガヒビル、チュブラリア等の完全な一疋づゝに再生する切片などが、夫々完全な個體に成り得る以上、夫々等能的であるわけであるが、一方彼等が集合して全體をなしてゐる時には、夫々の位置に應じて働き、相調和して個體全體の形成を完成するのであるから、調和的でもあるのである。それ故個體は一の調和等能系と言ひ得るわけである。

細かく分けていへば、以上の様に、ウニの八割球期の割球の一つでも二つでも三、四、五、六、七でも、皆八割球全部の機能を果し得るといふ様なものを、單純調和等能系といひ、卵巢から卵が出來、卵から複雑な器官を持つた個體に發育するとか、カウガヒビルの



一切片から、頭やら尾部やら色々な部分が生ずるとか、ペゴニアの葉が完全な一株の植物になるとかいふものを、複雑等能系と言つてゐるが、どちらも同じ根原から發露する現象である事は争はれない。

かういふ現象は化學では説明し得られない。骨は化學的に説明されるものとしても、問題は骨の製造といふ事ではなくて、體の部分に應じて、色々な形の骨が出来る點にあるからである。又生物を機械であるとして説明しようとしても出来ない。機械はウニの割球の様にばらばらにされたら再生も仕事も出来ないし、又再生や移植の場合の様に、勝手に部分置きかへたら元の機械とはならないし、機械は自分と同じ機械を造る事は出来ないものである。それ故にドリーシユによれば、生物は化學や機械論では説明し切れないものであり、生物學は化學や物理學の奴隷やその應用學科たる以上の、獨立の學科でなければならぬといふ。

氏は生物のこの自律性を説明するために、アリストテレスの使つたエンテレキーといふ語を借りて來て生氣論を主張する様になつた。氏のエンテレキーなるものは、色々な説明

されてゐるが、「空間にあつて働くものでなく、空間に働きかけるものである」といふ。之では要するにエネルギーでもなく物質でもなく、形而上學的なもので、科學ではつき留め得ない様なものなので、科學者の反對が多い。シェーファーも、昔の生氣論の名前の變つただけのもので、名前が參議から大臣と變つたところで内容に變りはないのと同じであるといふ意味の批評をしてゐる。

併しドリーシユは生氣論を科學的に確立したとは言へないけれども、あまりに機械論に傾き過ぎた十九世紀の生物學の是正反動として見れば、彼の説は確かに頂門の一針であつて、生物を生きたまゝの生物として、その發生なり、作用なり、行動なりの觀察を深く進める、といふ風潮を生物學界に導入した功績は争はれないと思ふ。生化學的にも物理學的にも懸命に研究する人は勿論必要であるが、目下の所は生活現象は化學反應に過ぎないとも機械に過ぎないともわかつたわけではないので、それはそれとして、又生きたまゝの現象をもつと懸命に追求する事も生物學者の重大な任務である。まだく觀察の足りない領域があまりに多いのである。



例へば眼盃即ち後來の網膜や、その黒色皮の續きである虹彩膜は、脊椎動物一般に、間腦からの突起として生ずるものであり、水晶體は、眼盃に接する表皮から變生するもので、起原が異なるものであるのに、水晶體を全く取り除くと、虹彩膜の縁から水晶體が變生して來る事は、ウォルフ (WOLF) をはじめ多數の研究者によつて多數の兩棲類の蝌蚪に就いて實驗證明された事で、魚にもその例がある。更にヒキガヘル、アマガヘル、アカガヘルの類や北米の諸種の蛙では、眼盃を取り出して他の體部に移植すると、それに接近した皮膚の表皮から水晶體が生ずるし、本來は水晶體になるべき部分の表皮も、眼盃の無い體部に移植すると水晶體とならずに普通の皮膚になつて仕舞ふのである。即ち水晶體の發育は、眼盃の發育に誘導されてはじめて發育するもので、明かに後成説の證據と云へるのである。尤も金線蛙や魚では、水晶體になるべき部分の表皮は眼盃の有無に拘らず水晶體になるが、それでも、金線蛙の眼盃をヒキガヘルの皮下に移植すると其處の表皮から水晶體が生ずるし、又ヒキガヘルの皮膚を金線蛙の眼盃の上に移植するとやはり水晶體は生ずるのである。朝鮮から以北歐洲にまで分布する腹の赤いヌッガヘルの類では、上述の二型の

中間型で、本來水晶體となるべき位置の表皮は、眼盃を除去した際にも小さな水晶體を生ずるし、又眼盃を移植する場所が頭部である時には、其處の表皮から水晶體が生ずるけれども、胴部に移植した場合には水晶體の起生を誘導し得ないのである。今日では兩棲類の肢其他色々な器官の發育が、他の器官の發育に誘導されてはじめて發育するものであることの證明例が澤山出て來たので、後成説がますます有力になつて來たのである。