

# 短大教養としての生物学 II

——生命現象をどう理解してゆくか——

驚 塚 靖

## 2. 社会性動物

種は進化を通して、環境に適応し得る生態的地位を占めるようになり、これには Darwin が主張した生存競争に起因するという立場と、Kropotkin (1902) が主張した生物の機能、「相互扶助」(注16)を重視する立場とがある。Kropotkin は、「池に棲む顕微鏡的生物の研究者達から、私達は気付かれざる相互扶助の事実をいつの日かは、学ぶことが出来るようになるに違いない。微生物の生活からでさえ、このことは学べよう」と、予言した。現在、この事実は、アメリカの Allee 教授を中心として、その研究が進められ、一連の実証が公にされた(注17)。然し前述したように、生物の数が余りにも多過ぎると、結果的には、生物に有害に作用するのは明らかであり、この事実を換言すれば Alan Dale (1953) が主張するような言葉になる。

「勿論、余りにも数が多過ぎることからくる逆効果のために、相互扶助の効果が減殺されることはあり得るにせよ、多くの動物間にはある程度の相互扶助が存在している。——

この相互扶助は種が環境に適応する際の、きわめて重要な要因であると信じている。」更に、「もし相互扶助の存在しているのが認められるなら、例えば動物には、このきづなが意識的に受けとめられなくとも、多数の動物種の各成員同志は、お互いに相互扶助のはたらきによって、引きうけるということになる。これらの動物たちにとって、完全な生態的地位とは、その外部要因として同じ種の仲間がいるということだけで、いいようなものだろう。こうして統制のとれたすたれない、動物社会が生れるのだ」と述べている。以上のような動物社会の発生に対して、Alan Dale (1953) は社会的要求、つまり「類が類の近くにいることを、のぞむやむにやまれぬ欲望をうんだという種の成員が互に及ぼし合う無意識的な相互扶助から動物社会が生じた」という見解を述べた。このような社会形成という概念には Allee (1938) 等の云う集合 (Aggregation) を通じての社会形成という考えがあり、「集合による相互刺激学習或いは、物理的

な保護作用の増加によるもの等がある」これを一般に Allee 効果と呼んでいる。これは自然淘汰による集中的傾向を發展させたという考えであり、これについては伊藤嘉昭 (1959) 等の異論があ。いづれにしても「相互扶助」という一つの作用のみをもって動物の社会性を論議するには、余りにも単純すぎると云えよう。種が Kropotkin のいう理想的社会形成に至るまで、Wheeler (1928) が明らかにした昆虫の家族性進化の一例にも見られるように、種の段階的な發展過程を無視してこの問題は一概に論じられない。すなわち、系統的な種の特性や分化もあるので、一元論的な解釈を適用することは危険である。

第2表、Wheeler (1928)、昆虫の家族性進化、

- |   |                   |
|---|-------------------|
| 1. 母♀はただその種の個体がいつも棲んでいる普通の環境に卵をまき散らす。   |                   |
| 2. 孵化した幼虫が食物を得やすいように食物そのものに卵をうみつける。   |                   |
| 3. 母♀が卵に保護となるおおいを供給する。  | 前社会的              |
| 4. 母♀は卵のところにとどまり、若い幼虫を保護する。   | infrasocial       |
| 5. 母♀は卵を比較的安全な特別に準備された、また幼虫の近づきやすい食物のある場所——巣——にうむ(ひとまとめの給食)                   |                   |
| 6. 母♀は卵と幼虫のところにとどまってこれを保護し、ひき続いて準備された食物で幼虫を養う(随時給食)                           | 亜社会的<br>subsocial |
| 7. 次世代はただ母♀に保護され、給食されるだけでなく羽化後も、その後の幼虫の發育に協力する。だから親とその子孫は一年性或は多年性の社会で一緒に生活する。 | 社会的<br>social     |

注16: 群集する生物はすべて相互扶助をやっており、個々の生物には適者が生き残ることはあるが、それは自然の一面に過ぎないと云い、進化における最も重要な要因であるという。

注17: Allee は動物の社会という時、個体の集合だけを問題にして来たようだ「伊藤嘉昭、1959」他に Emerson (1952)、伊藤正春(1958)も同じ立場。

さて、「動物社会」という概念で、現在は統一的な解釈はみられない。これは云うまでもなくもともと人類社会について用いられて来た概念を動物社会にも、同じものを認めるという立場から使用されだしたものであり、従って、この意味から、これは単に「社会の類比」という観点で、動物の社会性をとりあげてゆけばよいだろう。このような研究を進めることは、「社会進化」を通じての「種の問題」をとりあげる意味づけが大きい。川那部(1959)が云うように、「社会そのものの研究は、まだ始ったばかりだ」という主張は極論でなく、従っていたづらに推論を発展させることは本講ではさし控えたい。

以上のような拠点にたつて、以下に今日まで明らかにされて来た社会性動物の一部を、代表種として述べることにする。

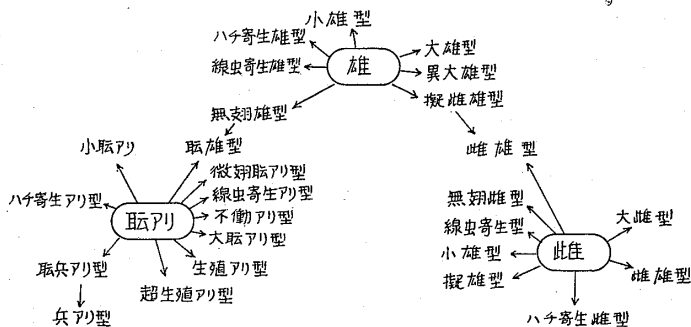
### (1) 社会性昆虫 Social Insects

昆虫類の中で特に生活を通して社会性が発達した種類

第3表、シロアリ(等翅目、Isoptera)の行動と多型現象の進化(Goetsch, 1941)

種 類	兵隊アリ所有	若虫ハタラキア	成虫ハタラキア	女王の肥大	巣の構築	造巣への分泌物	巣内に室をつくる	柵・支柱をつくる	気調節による空気	餌の収獲	餌の貯蔵	菌の培養	腸内寄生原虫
キゴキブリ					○								+
レイビシロアリ科	○	○			○								+
ゲンシロアリ科	○	○			○	○	○			○			+
オオシロアリ科	○	○	○		○	○	○	○		○	○	○	+
ミゾガシラシロアリ科	○	○	○	○	○	○	○	○					+
シロアリ科	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macrotermitinae 以外の亜科	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		+
Macrotermitinae (広義)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
Anoplotermes (Amitermitinae)		○	○	○	○			○	?	○	?		+
Termesの一部 (Termitinae)	○	○	○	○						○	?	?	?

(注20)



素木得一(1954)

→以上のようなアリの多型現象を階級的な意味での個体群に分けると、(1)女王アリ(Queen ant)、(2)雄アリ、(3)ハタラキアリ(Worker antとsoldier ant、发育

→を総称して「社会性昆虫」と呼び、これは「動物社会の進化史に現われた一つの巨大な支流」(伊藤嘉昭、1956)である(注18)。Alan Dale(1953)によれば、昆虫の社会生活の土台をなしているものは「昆虫には家族を作ろうという傾向がある」という主旨を明らかにしている。社会性昆虫は主に、ハチ類とアリ類が代表的な種類として挙げられ(注19)ハチ類では、カリウドバチ(常木勝次、1948)、スズメバチ、アシナガバチ、トックリバチミツバチ等で多くの研究が知られている(常木勝次、1958、Brian、1954、岩田久仁雄、1955、坂上昭一、1965)。アリ類では、主にシロアリ、オオヤマアリ等で、その研究が報告されている。(森下正明 1934、Wheeler 1913、Forel、1928、近藤正樹1964)。以下に、アリ類に限って、その概略を述べる。アリ類には多型現象(Polymorphism)が多く、Goetsch(1941) 素木得一(1954)等の総括があり、これらを要約すると、第3表のようになる。✓

注18: 社会性昆虫と呼ばれるものは、集団で生活し、12匹~50万匹に及ぶ。

注19: 他に社会性甲虫類として、クロツヤムシや、ゴミムシダマシの類がある。

注20: 巣について →アリ塚→長さ数フィートから高さ2~3フィートのもの  
巣の特殊なもの→腐った木の粒や繊維などを顎下腺からの分泌物で膠着させて造った混合物  
地下巣→迷路と小室、壁のさけめにつくる回廊のような巣、泥をまるめて造った石作りの巣  
巣のないもの→ドリライン

不全の雌アリで、子を作れない<sup>④</sup>。又、巨大な頭部と発達した顎をもつもの<sup>⑤</sup>）。に大別され、女王アリは生涯を子孫を残すために費され、からだも大きい。雄アリは女王アリに受精させるのみで生涯を終り、ハタラキアリは巣造りや食物の採集、卵の運搬、巢内のカビの防除、助産婦の役目等、巢内での労働者としての役割をする。又兵アリ(Soldier Ant)は特に、外敵の攻撃に際して闘争する。云うまでもなく、アリ類は一般に前表に提示したように種により社会進化が異なる関係上、巢内の様相には多型が知られており、当然そのことから巢内における生活様式にはその差異が認められる。このようなアリの社会では主に栄養交換によって結ばれており、幼虫が脂肪分を分泌し、ハタラキアリがそれをなめ、その代償として(?)、ハタラキアリは幼虫を看視し保護する。

又、ハタラキアリは腹をすかした幼虫アリに食物を供給する役割もはたすことが知られている。以上のようなアリの社会にみられる階級制は、Haskins (1950) 夫妻の研究によれば、第3紀漸新世に確立されたようである(ハリアリ科、Poneria、オーストラリア産)。又、このような社会性昆虫の階級型決定については、有名なBrian (1957) の綜説が知られている。(注21)。次に「アリの奴隷狩」(この用語は、俗流的な表現で適切でないという主張もある)と通称されている現象について触れておく。これはごく限られた種で見られる現象であり、例えばアカヤマアリが他種のアリの巣を攻撃し、その巢内にある蛹を運び出し、アカヤマアリの巣で成虫化させる。この連れて来られた他種の成虫化した個体は攻撃した巣のために尽すようになる。Alan Dale (1953) によれば、「彼のエネルギーは自分の種ではなく、別の種に役立つ方向がえ、がなされているのだから、自分の種ではなく、他種の存在を保証することになりがちだ」と述べ、奴隷という解釈に異論を称えている。アリの社会は上述して来たように、階級制による分業で統合がみられ、栄養交換(Alan Daleの云う食物をのみこんだり吐き出したりする時に生ずる肉体的味覚による快楽)を通じて、成立し一つの生態的地位を築き上げたと言われているが、異論もある。又、以上のような社会制と人間社会との対比を直ちに結びつけて考えようとするのは、種の系統進化学上、好ましくない。

## (2) 霊長類社会性動物

動物の系統分類学上、人類に近い高等動物を霊長類と呼んでいるが、(注22)このような動物で社会性が著しく進んだ「むれ」においては、前章で述べたリーダーシップと順位制が関係してくる。この場合、「むれ」とい

う形態が、社会進化の面で種類間に一定した様相を示さないことは前に述べた。然し霊長類において、この関係は、社会性昆虫の場合と異り、リーダーについては、特に個性性或いはPersonalityと呼ばれているものが相当発達しているのが、一つの特徴であると云える。以下にサルを中心とした社会について、簡単にふれよう。サルの研究についてはCarpenter (1934, 1935, 1938, 1940, 1942, 1952) の長年にわたるホエザル、オランウータン、クモザル、ギボン、アカゲザルについての研究があり、又、ニホンザルについては今西、伊谷 (1950~1956) の一連の研究が報告されている。サルの「むれ」にはサブグループが知られており、Carpenter (1935) は、クモザルの34匹で、むれを次の4つのサブグループに分けている。Aグループ(♂1、♀8、ワカモノ5、コドモ4)、Bグループ(♂1、♀6、ワカモノ1)、Cグループ(♂1、♀2、ワカモノ1) Dグループ(♂4)。全体を通じて、寡夫多妻的であったが、ホエザルのような共有制が基本ではないようだ。他に1匹の雄ザルがいたことが報告されており、これはニホンザルの場合と共通している。以上のようなサブグループはホエザル、ニホンザル、アカゲザルではまだ知られていない(伊藤嘉昭 1959) という。ニホンザルの社会的地位(Social status)の概要は前章で述べたので略するが、本邦におけるニホンザルの群の構成を霊長類研究グループ(1957)がまとめているので以下に紹介しておく。

注21: アリやハチにおいても、労働個体の最初の分化は雌が単独でいた間の栄養不足によって始った。しかも、その決定期は遅く、成虫になってからでさえ、栄養条件をよくすることにより、産卵を始めさせることが出来る。これは特に、アリでは普遍的である。又、workerであった個体から生れた卵もハタラキアリと女王の両方になりうる。家族的統合が進むにつれて、決定の時期はくり上り、シロアリ科、大部分の家族性ハナバチ、スズメバチなどでは幼虫期の条件が、女王になるかworkerになるかを決定する。

注22: 霊長類の研究については、本邦の今西錦司を中心とした霊長類研究グループの活躍が有名である。河合雅雄: 飼ウサギ、ゴリラ、今西錦司: 都井岬の半野性馬、川村俊蔵: 奈良公園のシカ 伊谷純一郎: 高崎山のサル、等。

第4表、各地の野性ニホンザルの群れの構成  
(主として霊長類研究グループ(1957)より要約)

自然群のすむ 場所	♂			♀			コドモ		ア カ ン ボ	ヒ トリ ザ ル	総 計
	ボ ス ス	ボ ス ミ ナ リ イ	ワ カ モ ノ	♂ の 計	オ ト ナ ♀	ム ス メ 計	♂	♀			
高 崎 山1953	6	10	20	36	60	30	90	30	30	30	約218
高 崎 山1958	4	10	90	104	150	30	180	100	100	86	約590
幸 島1954	2	2	3	7	7	4	11	4	4	56	2 33
帝 釈 峡1956	1	1	3	5			10	5			4 39
高 梁1956	4	5	6	15			35	45	9	25	0 120
小豆島K群1956				19			41			(9)	
小豆島T群1956				11			15	20	5		0 51
小豆島O群1956				10			18	14	8		0 50
椿 1956	2	1	0	3	4	3	7	3	1	2	1 17
嵐 山1956	1	16	2	19	13	3	16	10	7		1 53
白 浜1956	1	7	1	9			10	5	1	5	0 30

以上のような社会的地位の分化は徳田御稔(1955)や川村俊蔵(1956)の研究によると順位行動によって維持されていると説いている。ゴリラ、チンパンジー、オランウータン等の研究も進められているが、まだ充分な分析をする段階まで至っていないようだ。上述して来たような霊長類社会性動物の研究は「人間はサルから進化して来た」という Darwin説にもみられる通り、人類進化への橋渡しという面で意義があり、(徳田御稔、1963「進化学入門」によれば、霊長類にみられる四つの発展段階は、(1)キツネザルの段階→(2)サル段階→(3)類人猿段階→(4)ヒト段階、となる)サルの研究では啼き声の研究(伊谷純一郎、1955、1956)、結婚形態等も調べて、Morgan説、(注23)との関連において興味ある問題を含んでいる。

### (3) 人間の生物学

「人間とは何か」という問に対して、諸分野での定義がある。(哲学、社会学、心理学、人間学、生物学上の種としてはHomo sapiens Linne、ヒトという。)ということとは人類が長い歴史的な進化を通して、複雑な種特性(種に保持している特殊な形質)を獲得して来たということにはかならない。従ってこのような「複雑さ」を備えた種に対して、一面的な解釈を下すことには、無理がある。又人間の「特殊性」と一概に云っても、動物的側面、心理的側面、社会的側面等があって、各分野での

その特殊性としての意味づけが明らかにされて来ている。そこで人間を生物学的に、生命という一般法則に還元し生命現象を規定しているといわれている素因、すなわち「老衰や寿命」で問題とするならば、これを時間という尺度を基にして、一般の生物と同じ取扱いを行うことは避けなければならない。例えばサング100年の寿命は人間が活発に活動して過した生涯の100年とを比較する場合、異った意味づけをしなくてはならない。又、オランウータン、ゴリラ、チンパンジーは人間より早く老衰し、20乃至30年がその老年期といわれる。(Adolf Portman, 1951)。又、Yearkes (1939)によれば、「チンパンジーはその行動と心理の面から云って、20年で、我々人間が、40才から50才で示す」といわれ「彼等は生後10年で、遊び、という衝動が消えてしまう」と報告している。動物と人間の違いにおいて、その特殊性として取り上げるものは高令に達した人間は、益々その体験的なものから形成された知性を発揮し得る場合も多いが、一般の生物法則、(老衰した動物は、サルの場合、ハナレザルになる。又動物では力による支配がみられる)の場合のような解釈が適用出来ない。このような現象は、人間が脳を進化させ、発展を遂げて来た一つの生物的特性を表わすもので、人間の精神の広大さとして、その特殊性があげられる。このようなものを哲学者は「理性」という概念で、説明がなされているが、生物学的には、脳に宿るところの生物的功能であることはいうまでもない。Paul Chauchard (1959)はその著、「人間の生物学」で、大脳生理学や神経生理学を中心とした科学的論拠に立ち乍ら「精神の広大さ、その特殊性」の帰着を新しい唯心論的な概念に到着させた。彼の意味では、「従来の宗教的な教養の本質には何の関係もしない」と説いており一方、唯物論や機械論に対する格別な賛意もみられない。唯心論に立てば、唯物論や機械論が方法論として無味乾燥なものであり、生命法則を理解してゆくには限界があることを主張する宗教派生物学者もあるが、これは物質の構成状態における一つの系での運動形態としての発展法則を否定するもので、科学主義には従わないと思われ

注23; L.H.Morgan (1877)「古代社会」;人間の社会及び文化発展して来たという基礎に立つ。→口伝や古文書中心を批判。家族観念は連続的な発展段階を経過した一つの発達であり、一夫一妻制家族はその連続形態の最後のものにはかならない。(1)乱婚→(2)血族婚家族→(3)ブルナリア婚家族→(4)対偶婚家族→(5)父家長的家族→(6)一夫一妻家族

る。(鷲塚1964)(注24)。

例えば人間の精神的側面も神経細胞を構成する物質統合によって発育段階的に機能を発展させて来たものであると云えよう。物質の存在は力によって成立しているが複雑化した人間の生物学的理解を手がけてゆくには著者が第一章で論述した観点での接近が必要である。(注25) 視点を変えれば、人間は社会的に最も発達した動物であり、人間社会の出発点は、何よりも先ず自然環境からの離脱であった。飯島衛(1959)によれば「人類によって、はじめて開かれた自然の変革が小規模ながら、最初からあった。大脳の発達に始まり、直立、手の使用、火、言語の使用が、これを可能とした。こうして現在にみるような人類史の発展への道が開けた」と説く。

然し、人間は社会を発展させて来たが、その社会、そのものに矛盾を持つ現実と、人間の本質的な面での矛盾を現段階で保持している。これらの統合という問題にさし当たると、一概に生物学的な手法のみで、その解決は難しい。先に述べた各側面での分析が必要になるし、生命現象の法則を基盤とする立場が重要になる(古い心理学では大脳生理学を余り取り上げなかったし、又、同様に生理学においても、意識について、往年は余り語らなかった)。Chauchard(1959)が云うように、「科学は人間を自然界の頂点におき、人間をもって進化の複雑化する進化の頂点と認めている」というならば、人間は学問の境界領域を超えて、人間の研究の統合を目指し、人間のより発展的な方向を予測させてゆかなければならないだろう。前述したように、生物学は、その意味での基礎学として、磐石の位置とその意味づけをなすものである。

## 第5章 生命の本質

以下は、前章まで述べて来た「生命の営み」を支配するもの、すなわち、生命の原動力をになう物質系、その要素について、第5章では「生命の本質」第6章に「生体機能論」(生命現象の物理・化学)という概念について、人々はどのようにとらえ、これらの解明に努力が払われているかについて述べる。はじめに「生命論」の主な立場について紹介する。

### 1 生命論

ここでは、生命論を大別して(1)生氣論、(2)機械論、(3)弁証法的唯物論の3つを代表的にとり上げる。現代生物学においては、「生氣論的見解」は、科学の領域から退行しつつあると云っても過言でなく、機械論と唯物論による展開が著しい。然し生物学史上、生氣論的展開は大きかった。その意味から、生氣論的展開の根拠を以下に述

べる(注26)。

### (1) 生氣論

この理論は、「生命現象の合目的性を認め、それが、無機的自然について知られている因子の特別な組合せの結果ではなく、有機的過程、それ自身に特異な自律性の結果であること」を主張しギリシアの博物学者 Aristotelesに端を発し、生物におけるエンテレケイア(entelechia)(可能性としての資料から現実的な形相の実現をいう)として、靈魂を考え、それを植物的、動物的、人間的靈魂の3段階に区別した。(注27)その後、この理論の展開は、岩波生物学辞典によれば次のようになる。

「William Harveyや、Turberville Needhamも生氣論の後成論を述べた。その他多くの学者により生命力に相当する生物に独特の種々の原理(例C. F. Wolfの發生論、Theoria Generationis, 1759における vis essentialis)が主張され、19世紀になって有名な生理学者 J. Müller にもそれを認めた。然し近年において、生氣論の最も重要な展開は19世紀より20世紀にかけ、H. Driesch によってなされた。機械論的立場からウニの初期発生の実験的分析に熱中していた彼は、ウニ卵の著しい調節能力を見て、動的目的論(dynamic telology)の不可避であることを認め、生氣論を主張するに至った。彼

注24: 例えば人間の精神現象も情報理論や神経生理学の発達で説明されつつある。

注25: 人間は進化を通じて、未だ内部に潜在している動物的な形質の遺物(特に精神行動)を保持しているため、これを克服するためには、場合によっては、唯心論的方法も採用してよい。これに反して渋谷龍彦(1965)は快楽主義の立場、「快楽主義の哲学」より、生の快楽を満喫するためには、動物にかえることを主張している。

注26: 生氣論と機械論の紹介は、岩波生物学辞典(1960)が比較的良好にまとめて記載されているので、主旨を引用した。

注27: 古在由重(1935)(唯物論者)による批判。「自然科学史においても、又注目すべき——しかも十分に説明しきれぬ物質的属性は、しばしば、神秘的な実体に転化させようとした。例えば、生物学史上における「生命力」(エンテレケイア、ドミナント等々)の想定がそれである。——中略——それは、結局において生命過程の物理的、化学的、生理学的分析の放棄を意味する。それは生命という有機的物質の本質的属性(存在の仕方)の科学的追究の断念を意味する」(唯物論一般の原則)

は生気論の論拠としてウニ卵、ホヤのような調和等能系 (Complex equipotential system)、すなわち、すべての部分が等しく、全体を再現出来る系、および人間の行動をあげている。次にこれらの現象には非機械的因子が働いているとし、これをエンテレヒーと呼んだ。これは物質でもエネルギーでもなく、非空間的であって、空間に向って働くという。Driesch の生気論に対する批判はいろいろあるが自然科学としての生物学はこの理論では成立しないという点で一致している。特に有機体論 (注28) の立場からは生気論は一応、機械論に対立してはいるが、後者と同様に生命系を加算的なもの (一つの系の性質又は働きを加算したものであり、それ以上ではない) とする立場を出ず、生命の本質を逸しているという反論が出された。Driesch と大体、同時代に生気論の見解を述べた学者には、G. Walff J. Reinke 等がある。」更に「Driesch のエンテレヒー等、把握し難いものに対し、より具体的とも考えられる、心的要因を原理とするものを心的生気論といい、ルネッサンス以降に起った新しい生気論とも呼んでいる」。以上が、生気論の概略であり、宗教と結びついた形で、発展を遂げた。

## (2) 機 械 論

機械論は種々の異った意味に用いられているが、整理すると次のようになる (以下岩波生物学辞典よりの要約)。「(1)、古典物理学での力学の原理による生命現象の解明で、生物を複雑な機械とみなし、機械説ともいう。(2) 生命現象は物理的、化学的に説明しつくされるという解釈にたち、現在はこの意味に最も多く用いられる。然し機械論の見解が生物学固有の概念・方法・法則を最終的に不要のものと、みなすかどうかについて、意見の対立をみることが少くない。(3) 生物体に起る現象は、生物体を構成する物質的要素、それぞれの単独の性質の加算として理解出来るとする方法論的立場・粒子説 (注29)、生命物質等はこれにふくめ得る。(有機体論の立場に対立する)。(4) 因果的或は決定論的説明を意味し、目的論的或いは、非決定論的説明に対立する。(5) 超越原理を含まない説明。これは、厳密な意味で生気論と対立する。以上、各種の意味は、しばしば十分に意識的に区別されずに用いられており、又、實際上、それらが互いに深く関連する場合も多い。機械論は近代生物学では主として生気論に対立する理論としても議論された。近代の機械論は近世初頭の力学の発展を反映した Descartes の動物を反射的な自動機械とみなす動物機械論 (1) に相当) より由来するとされている。更に18-19世紀には、物理・化学の発展に伴って、生物学においても、機械論的傾向が支配的で、その著しい理論としては、Weisman の生

殖質説 (注30) Loeb の趨性説 (注31) にあたるなどをあげることが出来る」。

## (3) 弁証法的唯物論

この立場を代表するものとして、ソビエットの生化学者 Oparin (1952) を中心に、その論拠を述べる。Oparin によれば、「生命は物質の特殊の運動のしかたの一つであり、物質が歴史的に発展してゆくある段階で現われたもので、現在、無数の自律系—生物—という形をとって地球上に存在する」として、とらえた。更に生命に対する定義づけは、「すべての生物は最も単純な微生物から人間に至るまで、一族として結びつけ、同時に無生物から区別するある共通のものを持っている。この「もの」が我々が生命と呼んでいるものである」と説く。古く弁証法的唯物論に立脚した Engels は生命を次のように定義している。「生命とは蛋白体の存在である。そしてこの存在のしかたは本質的には栄養と排泄によるこの蛋白体の化学的構成部分の不断の自己更進にあるものである」。この定義そのものについては不十分さは彼自身認めてはいるが、Oparin はこの理論を更に発展させその実証づけを行った。

すなわち、Engels の定義の不十分さを修正し乍ら、「生命を完全に描き出すためには、細胞構造を持たない

注28; 有機体論、Organicism、生体論ともいう。生命現象の基本は部分過程が編成されて、その系に固有の平衡又は発展変化を可能にしている点にあるとする生命論的又は生物学方法論的立場。歴史的には機械論と生気論との対立によって発展。(1928-1960) L.V. Bertalanffy, J.H. Woodger, A. Mayer, W.E. Ritter, E.W. Bailey, 等により主張。

注29; 粒子説、生命現象の基礎に単位的な微粒子を仮定し、それによって生命現象を理解しようとする説。特に生命の特質を同種又は多種の異った粒子に還元しようとする立場をとる諸説の総称。この説は個体全体の意義を無視又は過少評価し、全体を部分の単なる総和としてみる傾向をもつ。その点、機械論的方法にたつもの→mendelismに連る。

注30; Weisman の生殖質説: 生物の遺伝と生殖に関与する生物体の要素で、生殖細胞にふくまれ、個体発生と受精を通じて次の世代へと順次受けつがれる→生殖質の連続性という。

注31; Loeb の趨性説: 生物が外部からの刺激に反応して運動を起し、この運動に方向性が認められるときに趨性という。

生命ある物質と云った方が良いようなもっと単純な生命の特質から始めて、物質発展の生物学的段階の定義をあらわす、動物や人間の高級な神経作用にみられるもっと複雑な生命現象に至るまで、あらゆる種類の現象について、知識を得ることが、是非とも必要である」という結論に達した。弁証法的唯物論では、物質は絶えず運動し乍ら、一連の段階を通りぬけ、各段階でそれぞれの発展をとげて、高次の段階へのぼってゆくものだと考え、従って物質の運動のしかたは、段々複雑なものとなり、それ以前にはなかったような新しい特質が、絶えずつけ加ってくるという。

このことから彼は、「生命はこれらの運動のしかたの一つであり、物質の進化が進むうちにあらわれたものであるとし、従って生命は無機界と区別される幾多の物質を持っており、物理学の法則のみで、とりかえることの出来ない生命に特有の法則を持っているのである」と説く。この論旨から、弁証法的唯物論者が、観念論として決めつける「機械論」や「生氣論」とは相容れぬ立場にあり、20世紀初頭に至って特に激しい論争が、今日まで展開された。その決定論的な論旨を次に述べると、「生命の本質とは、何かという問題は、唯物論によって全く別の立場からとり上げられた。彼等に従えば、生命はこの世のすべてに等しく、本質は物質であり、この生命の本質を明らかにするためには、超自然的な或は、物質と離れた原理など不必要なのである。従って、生物について客観的に実験し、観察しこれを基にして考えをまとめ、生命の本質を描き出すこと、これこそが、確実な道なのである」のように主張する。彼の実験を通じたの論証はその主著、「地球上における生命の起源」において明らかにされ、世界に大きな波紋を投じた。(後述)

さて、論題について、人間がいつれの立場を信じるかについては、人間の自由にゆだねられる。然し前章でも触れたように、科学的論拠というもの、現時点で解明されて来た資料に基いて、(方法論が、正当性を欠いていたからと云って、すべてその仕事の業績が無価値であるという結論に必ずしもつながらない場合もある)、その正当性や未来に対する予測があるのであり、(Karl R. Popper, 1957は異論を称えている。)(注32)一つの立場に絶体的な価値を与えて固執する理論、すなわち、教条主義的な立場や方法を科学者はとるべきでない(理論はあくまで理論であり、予測は絶体性に連らない)。この意味から、科学者は柔軟性を持った思考的立場、(弁証法的思考様式)、常に普遍的な良識ある判断力で、「本質の解明」に接近しなければならない。故に、その意味で、人類が当面している「生命の問題」は、人類が今まで、築き上げて来た方法論を基として、展開させてゆ

くことに意味づけがある。だが前述したように一つの立場を盲信する絶体論は、人間の発展を阻害する危険を伴う場合もある。要は端的に云えば本質を見誤らないことと次への発展を考えることが肝要である。

## 2 生命の起源

生物が地球上にどうして出現したかについて、生氣論者、機械論者、弁証法的唯物論者が夫々異なる立場での学説を提示して来たが、フランスの生物学者、L. Pasteur (1822—1895)、は「生物の芽胞が存在せぬ以上、絶体に生物が自然に発生するものでなく、生物は生物から発生する」という有名な「生物の自然発生説の否定」を世に出した。その後、種々な人々によって、この問題が論じられたが、中でも代表的なものは、Osborne, Omelian ski, Loeb, Komalov, J. B. S. Haldane, 等によって、「原始地球上における有機体の発生」が論じられ、Oparin (1936)によって、これらの理論が体系づけられるに至った。更にイギリスの J. D. Bernal (1951) は、生物物理学の立場から Oparin とは異なる説を明らかにした。ここでは、この2説を説く。

### Oparin学説

前に述べたようにOparin は生命の発生経過を物質の「存在形態」としてとらえ、その発展は、「地球の表面、すなわち、岩石圏、水圏、大気圏などの変遷によって大きな影響を受け乍ら行われたものであろう」と、彼は述べている。地球が形成されてから20~30億年の間は地球をとりまく大気は還元状態にあり、これが徐々に酸化状態に変化する時に、はじめて、最も簡単な有機化合物を生づる。すなわち、地球の始原大気中に生成した  $\text{CH}_4$ 、 $\text{CH}_2$ 、 $\text{CH}_3$ 、及び  $\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}_2$ 、 $\text{OH}$  型の遊離基が互いに反応を起し、その結果、酸素及び窒素を含んだ炭化水素

注32: 歴史主義を論破する要旨。(1)人間の歴史の人間の知識が成長するに従って甚しく影響を受ける。(2)合理的、若しくは科学的方法によって我々の科学的知識が将来どのように成長するかについて予測することは不可能である。(3)従って我々は人間の歴史の未来の経過を予測することは出来ぬ(4)このことは、我々が理論歴史学の可能性を否定しなければならないということの意味しているすなわち理論物理学に対応するような歴史的、社会的社会学の可能性を否認すべきことを意味している。歴史的予測の根拠として役立つような歴史の発達に関する科学的理論はあり得ない。(歴史主義の貧困、より)

の最も簡単な誘導体である種々の有機化合物（メタン、アンモニア等）が多数形成される。これを要するに、無機物質において、生物によらないで有機物が一次的に形成されたものと考えている。それらの多くの炭素化合物は数10億年にわたって有機化学的に進化し、逆に、地球の大気圏と水圏には今日の動植物の成分質に類似した多種多様な物質が形成された。これらの多様な有機化合物の中には、非常に複雑な高分子の物質の発現を見るに至ったものと考えられる。すなわち、メタン、アンモニアよりアミノ酸が生じ、アミノ酸から、ポリペプチッド、ポリペプチッドより蛋白体が形成された。このようにして、始原海洋の中には、糖、アミノ酸、プリン、ピリミジン塩基や、それらの複雑な重合体が生じ、その後、蛋白質、酵素、ヌクレオチッド、その他、生命に特異的な物質の生成が起ったものと考えている、（アミノ酸の形成、蛋白質の形成に関しては、Oparin は更に、補5、のように考えている）。アミノ酸から蛋白性物質の合成経路は、ある程度、複雑な酵素系の中で、炭水化物の好氣的、又は嫌氣的分解によるエネルギーによって支えられた。ここに初期的なエネルギー代謝過程が確立した訳である。又、それと同時に蛋白合成の際には、核酸も一役買っているものと考えられる。この点に関してOparin は、補6、のように述べている）。

補5、「幾つかのアミノ酸と並んで、その他のずっと多数のアミノ酸が形成される可能性も又、必要性もあったのではないか。何故、それと同じことが現在の蛋白質に見出されないのであろうか。恐らくは蛋白質の合成過程において、生命に必要なアミノ酸の厳格な淘汰が起ったのであろう。触媒作用や物質代謝のあらゆる多数の反応の調和のためには、上に述べた化学的諸機能で全く十分なことがわかった。20種のアミノ酸は蛋白分子をつくり、代謝に必要なあらゆる酵素やその他、生きている原形質の重要な内部的化学機構を形づくる。生物の進化過程において、それらの機構の合理化が起り、従って、技術における同じように、その規格の統一が行われたことは、疑いない。生命にとって、必ずしも必要でなかったアミノ酸は、すべて自然淘汰の結果、世代を重ねるにつれて、消えうせたのである。」

補6、「今日では蛋白質は核酸を含む系を基礎としてだけ生れうるし、又核酸は蛋白質系の基礎の上だけに形成される。しかし、ダーウィンの学説の見地からすれば、ニワトリも卵も、もっと簡単な組織を持った生物からその進化の過程において、同時に生じたことは明白である。その原形質系は、もっと単純できつと不完全にしか組織化されていないが、それでもやはり、

同様の系から生じたもので、なんらかの物質の個々の単一諸分子から生れたのではない。それ故に、蛋白質も核酸も最初の発生をばらばらに考えることは正しくない。」

以上のようにして出来た蛋白体に物質代謝が行われるようになるが、これが本質的に生命の発生段階である。これらの蛋白体（蛋白質様ポリペプチッド、ポリヌクレオチッド）は相互に会合し、それを構成する個々の物質の性質とは、本質的に異った物理・化学的性質を持つ、高分子性形成物が生ずる。すなわち、蛋白質様重合物は一定の条件で多分子性の「塊」をつくる結果となる。この塊は一つの相、或いは、様々の程度の有機的性質をもつ多相系の形で、まわりの溶液から分離する。こうしてこれらは、コアセルベート（Coacervate）を生成する。Coacervate は、やがて原形質を構成し、これが原始生物に発展した。この原始生物はいうまでもなく、自己保存と生殖能力を持つものであり、その上、自己再生産能力をあらわすものとなる。それらにともなって、新しい酵素がつけ加えられ、物質代謝系は進化し、ますます生物として、進化する能力を備えるものとなる。これが、Oparinの生命の起源に関する学説の概要である。

#### Bernal学説

この学説は、彼の主著「The Physical Basis of Life」に示されているように、彼は生命の物理的法則を重視した。「生命は同一の物理的基礎を持っている」という T. Huxley (1901) と同じ立場（はからずも2人は同じ立場に立っていた）で、生命の起源の研究が開始され、1947年にその試論を公にするに至った。彼は炭素化合物の起源を炭酸ガス（注32）であるとして想定し、これが海水中にとけこみ、大気中の炭酸ガスの濃度は次第に薄くなっていったと考えた。

又、太陽光線中の紫外線のエネルギーによって、炭酸ガスは種々に変化し、多数の中間化合物を経て、暗所で起る分解物のためのエネルギーは、より小さい量子であり、従ってより長い波長の光に相当する形で放出されたと考えた。このように無機的な「紫外線光合成」を地球史の初期段階に想像した点が Bernal 学説の一つの重要な特徴をなしている（山口清三郎、鎮目恭夫、1952）。

注32：炭酸ガスは炭化水素と異り、低いエネルギー準位にある安定な化合物。そのために炭酸ガスから出発して、種々な有機化合物が形成されるためには外部からのエネルギーが供給されることが必要になる。このエネルギーが太陽紫外線のエネルギーによって保証されるという。



このような光化学反応の結果生じた一次的な有機物は粘土質の表面に吸着され、濃縮され、更に、粘土表面の触媒的な作用によって互いに反応し、蛋白質や酵素のような巨大分子が形成され、これが集積して原始生物になったものであろうと、考えている。(粘土については、彼は今日でもなお、生物的過程において大きな役割を演じているということで、補7、のように述べている)。

(注33)

補7、「恐らく今日では生きている物質、すなわち、蛋白質は地表上や海中よりは、土壤の中や河口や海底の粘土の中により多くあるでしょう。今日では特に、ハースト(1947)の電子顕微鏡による研究によって、このような細い粒になった粘土の有効な部分は、粘土分子と呼んだ方が妥当なようなものからなっていることが知られています。それは、厚さ10オングストローム、直径140オングストロームの珪酸アルミニウムの単一層が両面とも水酸基によって、おおわれたもので、ある程度の数の水分子を含んで、互いに、くっつき合って、貨幣を積み重ねたような擬晶状の形をつくる事が出来ます。このような小さな粘土粒子は驚くべき広い有効吸着面をもっています。

殊に、マクキューイン(1948)によって極めて、多種類の有機、薬品がこのような表面に規則正しく、撰択的に吸着されることが、すでに、証明されています。従って、第一次的な光化学反応生成物が、このような仕方では吸着され、粘土粒が運ばれてゆく間、それ以上の恐らく破壊的な変化を受けることを容易に免れたことは確実でしょう。このようにして、比較的高い濃度に分子が集めることが出来たでしょう。」(山口清三郎・鎮目恭夫、訳1952)又、吸着は必ずしも、粘土の表面だけで起ったものでなく、吸着力の高い石英においても同じ見解を述べている。

以上の段階が Bernal のいう生命の起源の序曲と第一幕であるとし、第二幕は、このようにして生成された物質(生命)が、太陽光線以外の一際のエネルギーに依存しなくなり、光合成の出現やこれと関係して、分子状酵素と酸素呼吸の出現の段階であり、いわゆる「生物の起源」と呼んでいる(注34)。Bernal は生物体の進化に先だち、細胞進化の一時期があったことを認め、次いで、単細胞生物から、多細胞生物に至る「生物の進化」を第三幕としてとり上げている。以上が、Bernal 学説の大要であるが、山口・鎮目(1952)の解説にもあるように Oparin 説と Bernal 説は、少くとも、基本的な点に関しては、前者は後者と本質的に相違するものでないことを示している。これは、生化学者と物理学者という面で、

この問題に対する展開に相違がみられるのであり、統一的な見解に立つ、科学による実証が、今後に期待される。

### 3 生命の基質

生命は有機蛋白体から発展して来たということは、上述して来たように、今日ではこれが一般的な見解である。これと関係して、生物体が独自の生命機能を持っていることから、我々は、生体を構成している細胞に着目し、その主成分である生体構成物質が生命現象にたづさわるものとして重視する。ということは、生命現象が細胞内におけるこれらの物質の物理・化学的な反応に起因しているからである。

故に、生体構成物質は、この意味から生命機能に必要な基礎物質と呼び、(主に、糖類Glycide、脂質、蛋白質(酸素)、核酸、等があげられる)、中でも本構では生命現象に特に重要な役割を果す酸素と核酸について述べることにする。又、次に、生物と無生物の中間と呼ばれるVirusについて終りに単細胞について解説する。

#### (1) 酵素と核酸

##### a. 酵素(Enzyme)

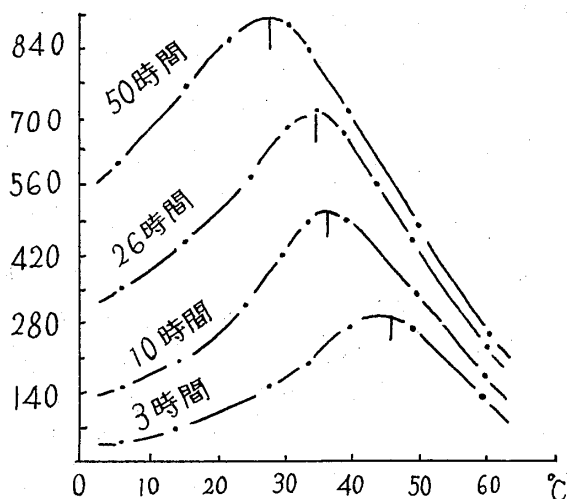
生命現象、すなわち、生きているということは、物質代謝が行われているということであり、そこには、異化作用(ある物質が酸化分解されて生命を維持するのに必要なエネルギーを供給)や同化作用(ある物質が変転して、生体を構成する物質と同じものになる)等の化学変化が絶えまなく行われている。このような化学変化が容易に起るのは、「生命力があるためだ」と解釈されたこともあったが、現在では、酵素のはたらきによるものであると結論づけられている(奥貫一男、1957)。酵素は生活細胞から生ずる有機触媒であり、(Summer, 1926)あらゆる細胞は数百もの酵素を含む(K. Harrison, 1957)。細胞における酵素の触媒機構をごく一般に考えるにあたって、反応連鎖という概念を常に心にとめておく必要があり、(酵素と反応する物質を基質と呼ぶ。)一例をあげればグルコース分子を炭酸ガスと水に、完全に酸化するには、別々の酵素20種以上の共同作用を必要とする。

注33: 「始原蛋白質は、粘土粒子の構造と単に偶然の一致という以上に類似しているように思われる。」  
(Bernal)

注34: あらゆる生命は光を吸収するある中間的な形態—本質的には植物というべきもの—から派生したことを示している(Bernal)

酵素は主に蛋白体であり、(すべて蛋白質よりなるとは限らぬ) 大別して消化酵素のような単純蛋白体からなるものと酸化還元酵素のように複合蛋白体とからなるものがあげられる。酵素は一般に天然では不活性体として存在していることが多く(不活性体→酵素源 Zymogen) いろいろな有機物や金属等と協力して、はじめて触媒力を持つ。この場合酵素作用の主導権は蛋白質にあると信じられている。

一般に化学反応は温度に影響され、酵素の触媒力も同様である。特に酵素は熱によって不活性化を来しやすいので温度が高くなれば、酵素の触媒作用はすみやかに破壊される。従って温度以外のすべての実験条件が一定の時、最適温度 (Optimum temperature) と呼ばれるものが見出される (E. Baldwin, 1957)。Berril (1929) はホヤの一種 *Tethyum* の消化器プロテナーゼの作用と最適温度との関係を調べ、これを第12図に示した。

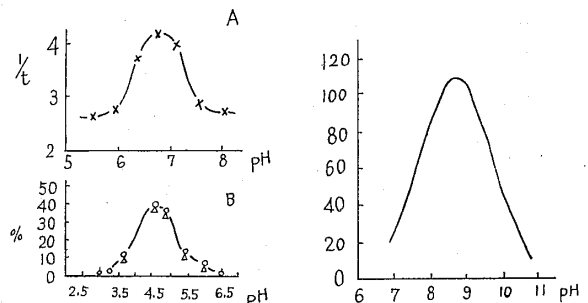


第12図、*Tethyum* の消化器プロティナーゼに対する温度の影響。縦軸：1 ℓ中のアミノ酸窒素mg (基質：ゼラチン、Berril, 1929による)

一般に多くの酵素は70~80℃に10分も加熱すれば完全に失活する。例えばリボヌクレアーゼやリゾチームのように熱に強いと云われるものでも、100℃に1時間も加熱すれば失活する。この点で、白金黒やパラジウム黒等の無機触媒と判然と区別する (奥貫、1957)。

このように熱不活性化の過程は蛋白質の熱変性によるものとすべて断定出来ないが、これも一因していることは明らかである (Tonson & Campbell, 1945)。共通して、多くの酵素の最適温度は35℃~40℃と云われている。次に、湿度の場合、酵素は湿った状態より乾いた状態ではるかに変性を受け難く、一方、蛋白質も溶液中にあるより、乾燥状態にある方が変性を受け難いようだ (Baldwin, 1957)。更に、酵素作用は他にpHや蛋白沈澱剤の影響も受ける。酵素により最適pHが異なり、これが酵

素を特色づける一つとも云える。第13図はBaldwin (1957)が、その書、*Dynamic Aspects of Biochemistry*に酵素とpHの関係を引用した一例である (以下、Baldwinより引用)。



第13図、酵素活性に及ぼすPHの影響

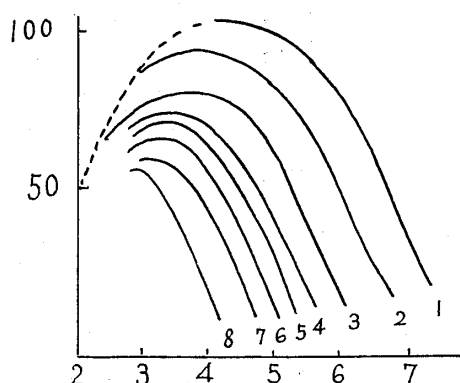
A 唾液アミラーゼ (基質：澱粉+NaCl) 縦軸：ヨードで呈色しないようになるまでの時間の逆数、学習実験の結果。B. パパイン—システイン (ベンジルオキシカルボニルグリシルアニリドの合成) 縦軸：生成物の単離 (O) 及び滴定 (△) によって測られた収量 (理論値に対する%) Bergmann及びFrankel—contat (1937) による。C. D—アミノ酸オキシダーゼ (基質：DL—アラニン)、縦軸：10分間の酸素吸収 (ul) Krebs (1935) の得た結果Greenより引用。

通常、酵素は最適 pHの近くで最も安定である。(pH 5~7) が、アルギナーゼのような例外的なものもある。蛋白沈澱剤も酵素を阻害する。これは云うまでもなく酵素の変性であり、大別すると重金属とアルカロイド試薬に分けられる。

前者は溶液中で重い陽イオンを生じさせ、それが蛋白質を沈澱させる。アルカロイド試薬はトリクロロ酢酸、タンニン酸、燐タングステン酸などが属し、それは重い陰イオンで作用する。これらの試薬がいずれも酵素作用に対する強い阻害剤であることも、酵素が蛋白性組成であることを意味している。Myback (1926) は酵母サッカラーゼについて、これらの阻害を調べた (第14図と補8)。

補8、「少しづつ銀イオンの濃度をますとそれにつれて影響が大きくなる様子が、特に最適 pHよりアルカリ性側で非常にはっきり現われている。燐タングステン酸は酸性側で同様な影響を与える。これらの阻害剤に対する酵母サッカラーゼの態度について得られたこの実験結果は酵素が蛋白質であるという見解とよく符号する。然し実際には酵母サッカラーゼを完全に阻害するのに必要な銀イオンの濃度は蛋白質を沈澱させるに現実に必要な量よりもはるかに少なくてすむ。このことから  $Ag^+$  の効果は蛋白分子のすべての負電荷をもつ点に一般に及ぶものでなくサッカラーゼ蛋白質と想定さ

れるものの特定の触媒活性中心の上にだけ及ぶ局部的なきわめて特異的な効果であることを示している。」



第14図、酵母サッカラゼの活性に及ぼす希薄銀イオンの影響、その濃度との関係。  
縦軸：蔗糖加水分解の初速度。  
横軸：pH (Myback、1926の研究を Haldane より引用)

曲線	Ag <sup>+</sup> 濃度	曲線	Ag <sup>+</sup> 濃度
1	O	5	$4 \times 10^{-6}M$
2	$5 \times 10^{-7}M$	6	$10^{-5}M$
3	$10^{-6}M$	7	$2 \times 10^{-5}M$
4	$2 \times 10^{-6}M$	8	$10^{-4}M$

このことから生体に対する毒物の作用は酵素阻害剤であることが多い(例、殺虫剤 parathionや、多くの有機燐剤は、動物のコリンエステラーゼを阻害する)。奥貫一男(1957)によれば、「酵素反応は可逆的である。酵素は基質Aにはたらいて、それをA' にする一方、多かれ少かれA' にも作用してAを生成する。従って酵素はAに親和性を示す一方、反応生成物A' にも無関係ではあり得ない。事実A' にも親和性をもつものである。

然し乍らBという他の物質には親和性を示さない。全くはたらかないという基質特異性をもつ特徴がある。ことに基質が光学的活性を有する場合には、この特異性が顕著でこる。

例えば  $\alpha$ -D-アミノ酸酸化酵素は非自然性アミノ酸系列の  $\alpha$ -D (-) アラニンを酸化してピルビン酸 とアンモニア及び  $H_2O_2$  にするが、自然性アミノ酸系列に属する  $\alpha$ -L (+) アラニンは全く作用しない」という解説をなしている。終りに最初に述べたように酵素は余りにも種類が多く、又不明な点も多々あるので、以下に主要な働きをなすものだけを総括して第5表に示しておく(各論については後述)。

第5表 主な酵素と、その働き

大学自然科学教育研究会(1962)

#### A 加水分解酵素 I Esterase

1. Lipase : 脂肪の加水分解
2. Phosphatase : 磷酸エステルの加水分解
3. Phosphorylase : 澱粉や蔗糖の加磷酸分解によるぶどう糖1磷酸エステル形成
4. Chlorophyllase : クロロフィルのエステル置換

#### II Carbohydrase : 炭水化物の加水分解

1. Glucosidase : 配糖体、蔗糖の分解
2. Amylase : 澱粉の分解
3. Cellulase : セルロースの分解
4. Inulinase : イヌリンの分解
5. Hyaluronidase : ヒアルロン酸の分解

#### III amidase

1. Urease : 尿素  $\rightarrow CO_2 + NH_3$
2. Asparaginase : アスパラギン  $\rightarrow$  アスパラギン酸  $+ NH_3$
3. Arginase : アルギニン  $\rightarrow$  オルニチン

#### IV Protease : 蛋白質の加水分解

1. Pepsinase (Pepsin : 酸性で作用する分泌酵素)
2. Trypsinase (Trypsin) : アルカリ性で作用する
3. Papainase (Papain) : 中性で作用する

#### B Desmolase : 酸化還元に関係のある酵素で物質を根本的に分解する

#### I Dehydrogenase : 基質から水素を除いて酸化する酵素で、基質を水素供与体という水素をうけとって還元されるものを水素受体という

1. コハク酸脱水素酵素 Succinate dehydrogenase
2. リンゴ酸脱水素酵素 Malate dehydrogenase

#### II Oxidase : 酸素を用いて酸化する酵素

1. Cytochrome oxidase (呼吸酵素) : 呼吸に重要な作用するチトクロームを酸化する。
2. Phenol oxidase : フェノール化合物を酸化する。リンゴ、ジャガイモ、などの傷口が褐変するのはこの種の酵素の作用である

#### III Peroxidase : フェノール類を酸化するが、Phenol oxidaseと違って $H_2O_2$ の存在のときのみ作用する。

#### IV その他の酵素

1. Fumarase : フマル酸  $\rightleftharpoons$  リンゴ酸
2. Catalase :  $H_2O_2 \rightarrow H_2O + O_2$  この酵素は人体の組織中にも存在する。傷口にオキシフルをつけた時に  $H_2O_2$  が水と酸素に分解して白い泡が生ずるのはこの酵素作用による。

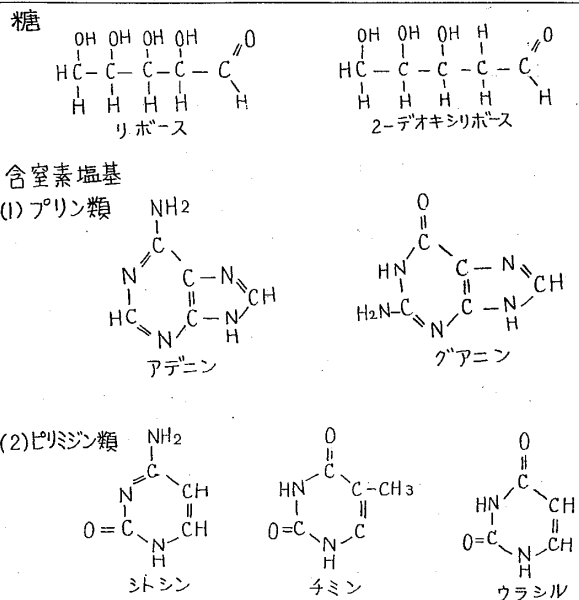
#### b. 核 酸

核酸は一口に云って「生体の中でどんな種類の蛋白質を作るべきかという指令を出す監督である」(V. H. C. heldelin & R. W. Newburgh, 1964)、と云われるように蛋白質合成を支配する巨大な高分子である。そのため蛋白質と性質は似ているが、核酸の構成単位の種類は蛋白質より数が少い。以下は佐竹一夫(1957)、V. H.

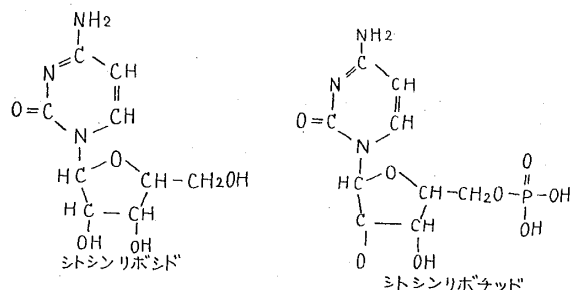
Cheldelin & R.W.Newburgh (1964)等の解説を要約して述べる。核酸には2型があり、2-デオキシリボースを持つDNA（デオキシリボ核酸）と、リボースを含むRNA（リボ核酸）とがあり、前者は、核内の染色体部分にあって遺伝子を形成し、後者は主に細胞質にあって蛋白合成にたづさわる。DNAも、RNAも分子のそれぞれの対応する部分に磷酸を含み、RNAの構成塩基にはアデニン、グアニン、シトシン、ウラシルを含みDNAはこの4種のうち、ウラシルをチミンで置換したものを含む。以下の表は（第6表、第7表）これらをわかりやすく示したもので、又、核酸の構造を明らかにした Watson & Crick (1953) の分子模型は、余りにも有名であり、彼等は1962年に、その業績をたたえられて、ノーベル医学賞が授与された（第15図）。

第6表、核酸の構成要素

(Cheldelin & Newburgh, 1964)

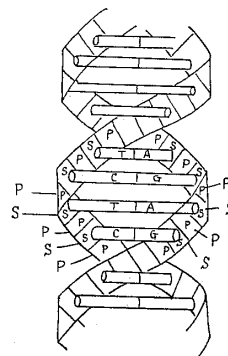


ヌクレオシド、ヌクレオチッド(補9)



補9、「アデニン、グアニン、シトシンはどちらの糖とも組合せられて存在するが、ウラシルはリボースだけと組んで、チミンはデオキシリボースとのみ組んで存在する。塩基1個と適当な糖との組合せをヌクレオシッドと呼ぶ。核酸の中で、磷酸基が糖にエステル結合で付加している結合物をヌクレオチッド（塩基-糖-磷酸

）と呼ぶ。」



S : 糖  
P : 磷酸  
T : チミン  
A : アデニン  
C : シトシン  
G : グアニン

第15図のようにDNAの構造では、2本のヌクレオチッドの鎖が互いに巻きついていてらせんを作っている。塩基は中心部分に磷酸と糖が外側にある。

第15図、核酸の構造 (Cheldelin & Newburgh, 1964)

第7表、核酸の塩基組成（モル比で示す）、佐竹一夫 (1957)

核 酸	ア デ ニ ン	グ ア ニ ン	シ ト シ ン	ウ ラ シ ル	チ ミ ン
酵母のRNA	3.2	3.1	3.0	1.0	0
脾臓のRNA	3.8	8.8	4.5	1.0	0
胸臓のRNA	1.6	1.3	1.0	0	1.5
脾臓のRNA	1.6	1.3	1.0	0	1.5
Tobacco necrosis virus RNA	1.1	0.9	0.8	1.0	0
Tobacco mosaic virus RNA	1.2	1.0	0.7	1.0	0
Turnip yellow mosaic virus RNA	0.8	0.6	1.7	1.0	0
Tomato bushy stunt virus RNA	1.0	1.2	0.8	1.0	0

上に掲げたこれらの塩基は誘導体と共に低分子のヌクレオチッドの構成成分として或いは遊離状態として広く生物界に分布している。RNAは生体中に蛋白合成の盛んな部分程、多く存在し、動物組織で調べた結果、消化酵素を合成する脾臓や血液蛋白を合成する肝臓中に多い。又微生物には多量のRNAが含まれており、増殖速度の大小とこれが関係し、比例関係にあるといわれている。細胞中ではRNAは塩基性蛋白質ヒストンと結合した核酸の状態で局在している。又、DNAは、RNAと同じく塩基性蛋白質、ヒストンと結合した蛋白質の状態で遺伝子を構成し、染色体以外の部分からは余り見出されない。核内のDNAは各生物、器官ではほぼ一定で、DNAの新生は、染色体の分裂が起る時盛んとなり、精子のDNA量を1とすれば、普通の体細胞、すなわち、2倍体では2、4倍体の細胞では4、という整数比で増加する（直良博人、1957）。

又、紫外線による突然変異の有効波長と、DNAの紫外外部吸収スペクトルが一致するなど、DNAの分布、含

量性質は遺伝子の属性によく一致する。更に、DNAは微生物の変異因子 (transforming principle)、例えば肺炎双球菌のS型株を病原性のR型に戻したり、抗生物質感受性体を耐性株に突然変異させる有機成分 (それぞれR型菌や耐性菌より軸出) も特殊のDNAであると、溶原性 (lysogenic) フアージのDNAはその寄生バクテリアを溶菌性の型に変換させる能力をもっているなどの事実を知らせている。

## (2) ウィールス

ウィールス (Virus) は、その性質上、主に寄生する生細胞に至った時に活性化し、そうでない時は、不活性化の化学分子としては存在している。これは電子顕微鏡によって、はじめて観察が可能となる関係上「超顕微鏡的生物」と呼ばれたこともあった。Stanley (1961) はその著「Viruses and the Nature of Life」において、これを次のように説明している。「感染性があり、極小に小さく、この仲間は殆んどすべての生物に病気を起させる力を持ち、生きている細胞でだけ増殖することが出来る」。今、その大きさを他の物質と比較してみると、第8表のようになる。

第8表、ウィールスの大きさと他の物質との比較

小さな小動物の細胞 9000m $\mu$	プシッタコージスウィールス 22~330m $\mu$
黄色光の波長 600m $\mu$	牛痘ウィールス 135~175m $\mu$
普通のウィールス 60m $\mu$	インフルエンザウィールス 80~120m $\mu$
普通のウィールス蛋白 の単位 4 m $\mu$	日本脳炎ウィールス 20~ 30m $\mu$
蛋白質分子中のおよ その原子間距離 1 m $\mu$	黄熱ウィールス 18~27m $\mu$
Stanley (1961)	ポリオウィールス 12~17m $\mu$
	口蹄病ウィールス 8~12m $\mu$
	生物学習指導研究会 (1962)

だが十分な量さえあれば肉眼でもよく観ることが出来る、約2~3兆億個集ればそれが可能になる (Stanley、1961) という。その化学的組成は第9表に示したように主に蛋白質と核酸からなる小体でこの中には酵素は未だ発見されていない。はじめに述べたように、ウィールスは、それ自身で、生物の特質と云われている物質交代や自己増殖等を行わないが、生体内では増殖が営まれるため、寄主の物質交代を変化させ病気の素因となる。

第9表、ウィールスの化学的組成

化学的組成	RNA	DNB	リビ ッド	備 考
ウィールスの種類				
タバコネクロシス	18			植物寄生性 ウィールス
トマトプシスタ ント	17			
牛 痘		5.6		動物寄生性 ウィールス
インフルエンザ	3	2	4	
ウマ脳脊髄炎	4.4		43	
ウサギ乳嘴腫		9	1.5	
ル ー 肉 腫	10		36.5	
T <sub>2</sub> バクテリオフ アージ			3	細菌寄生性 ウィールス

(ウィールスの中核酸及びリビッド量、%)

ウィールスの研究は、最近特に活発となり (歴史的にはTMVを用いたウィールスの開発。又近年話題を呼んだ、人癌ウィールス (?) 説をめぐる論争、(Stanley 1961、蓮見喜一郎、1964、等の主張)、農業上の植物寄生ウィールス、河野達郎、1965、等 (注35) の研究) その生物学的諸問題も解明されつつある。以下は、ウィールスをめぐる問題で、川喜田愛郎 (1964)、の「感染論」にみられる一節、並びに Stanley (1961) の解説等を要約して述べる。ウィールスは感受性細胞で活性化しその増殖は、「DNAの Copy 理論」として、Stanley は次のように紹介している。「ウィールスの増殖過程は2つの主要部分から出来ている。ウィールスDNA繊維が数百倍にも増殖して、子孫ウィールスのための新しいDNA繊維をつくる。

このために最初のDNAはそれと寸分違わぬコピーをつくるように鋳型の役をする。こうしてウィールスDNA 2個のコピーが出来ると、それぞれが自分のコピーをつくり、4個のウィールスDNAが出来ると、その4個が2倍になって8個になり、これを続けて細胞内に数百の繊維が出来ると、これがその一つである。

もう一つはウィールスDNAが新しいウィールスの頭部や尾部になる蛋白質単位の構成をはじめ、それを統轄することが出来る。感染後、10分前後で最初の新DNA繊維が新ウィールス蛋白質と結合し始め、子孫の代とし

注35; 河野達郎 (1965) 等は稲のシマハガレ病 (ウィールス) を媒介するヒメトビウソカカの媒介力を研究対象として、その感染力の変動を明らかにすることが、応用的見地から、重要であると説く。

での最初の完全な構造をもったウィールスになる。時間と共にDNA単位と蛋白質単位が、どんどん結合して、十分に成熟した新ウィールスが多数現われてくる。そして最後には細胞内に数百の新ウィールスがつくり出される。30分後には及そ300の新ウィールスが細胞内に出来る。そこで、この感染を受けた細胞は死んで、破裂を起し、出来たウィールスを放出する。その各ウィールスは次の細菌細胞に出合い次第、すぐにでも感染しようとしていて、その能力を持っている。そこで同じ増殖劇が又くり返されるということになる」。このようにウィールス活性の研究には感受性細胞を用いたウィールス培養が必要となり、単層細胞培養法（發育鶏卵の漿尿膜の利用）が確立され、ポリオウィールスやインフルエンザウィールスの研究を發展させた（Burnet, 1960, Isacs, 1959, Dulbecco, 1955）。

次にウィールスの増殖と関連して近年一つの注目をひいているものに、干渉現象（Vital interference, interference phenomenon）というのがある。これはHoskins (1935) の業績による。

すなわち、向神経性の黄熱ウィールスを、あらかじめ接種された猿が向汎性のその致死作用から防禦されている事実より端を発した。

2つの異なるウィールスが同一の細胞に感染した場合には、双方が並んで増殖するか（二元感染dual infection）、遺伝子の組換え（genetic recombination）が起るか或いはこのような一方のウィールスの増殖抑制されるか、その成りゆきは、場合によって一様でないようだ。Hoskins の報告に続いていろいろなウィールスの組合せについて、又、種々の異なる寄主について似たような現象、すなわち2種のウィールスの同時ないしは短い間隔をおいての接種が一方の増殖の抑制、したがって発病ないしは死の回避が起るという事実が数多く記載された。それらの一対のウィールスは近縁のものである場合が多いが、例えば西部アメリカ馬脳炎とインフルエンザというような全く異縁の対の間にも、しばしば成立して、それが免疫学的機序の上にたったものでないことを教えている。

又、それが全身的な感染実験でみられるだけでなく、發育鶏卵の尿膜細胞や組織培養でも観察されることは、それが細胞水準の問題であることを物語っている。紫外線や熱で感染性を失ったウィールスも、しばしば干渉能力を持っている。このような干渉現象の諸相を詳しく述べるのは畧するが、一般的に云ってこの種の実験には接種量、タイミング等の、かなりデリケートな配慮を必要とする。このことは、それが自然現象としてはそう頻繁に起りそうもないと思わせる。終りに動物ウィールス

の遺伝学的な問題について、少し触れておく。

Berry-Dedrick (1936) は肺炎球菌の形質転換（transformation）に関する Griffith の研究に倣って、加熱した兎の粘液種（myxoma）ウィールスと感染性をもった線繊維（fibroma）ウィールスとを一緒に注射したところ多くの例で動物は全身の粘液腫症で斃死するのを見た。この報告は追試も行われて転換現象でなくて、2つのDNAウィールスの遺伝子組みかえと解釈すべきものであろうという見解が有力である。

遺伝子組みかえはボックスウィールス群でもみられることが報告されている。動物ウィールス領域における遺伝子組みかえの現象として、もっとも手広く研究されたのは Burnet 一派によるインフルエンザウィールスのそれである。最初それは、WS株——インフルエンザAの最初に分離された歴史的の株——の向神経性変異株（NWS）のメルトボルン株（MEL）とに同時に感染したマウスから血清学的にはMELでしかもマウスに向神経性をもつウィールス株を回復したという実験にはじまっている。

この研究はその後Burnet一門やHirst等の手で大きく發展し数多くの報告が公けにされた。NWSとMELの2つの血清学的特異性、熱抵抗性、ムチンによる抑制、發育鶏卵やマウス脳に対する病原性、等、いくつかの標識を選んで行われたその組みかえ実験はこのウィールスのRNAのもつおそらくは線状に配列された遺伝物質が組みかえを行い得る——RNAに組みかえの起り得ることの実証された最初の例であると云ってよいだろう——こと、ある種の形質の間に連関（linkage）の存在すること、ヘテロ接合体（heterozygote）や、表面抗原の表現混合（Phenotypic mixing）の現象が観察されること、いわゆるウイルスの遺伝学的背景等について、数々の興味ある知見をもたらしたのであった。だが10年間にわたる、その精力的な研究の挙句に Burnet 自身が述懐しているように、この種の問題を徹底的に定量し、理論づけることは、殆んど不可能に近く、この領域の研究は中断されてしまったかに見える。

補10、「ウィールスの発見についてはIwanowsky (1892) Loeffler (1898)、Beijerinck (1899) の3人について議論のあるところとして、知られている。だが、ウィールスの粒子性として、はじめて、確実な実証的根拠えた人として知られているのは Elford (1931) である。」（川喜田愛郎、1964、より要約）

未完（次回は、第5章3の(3)単細胞より）