

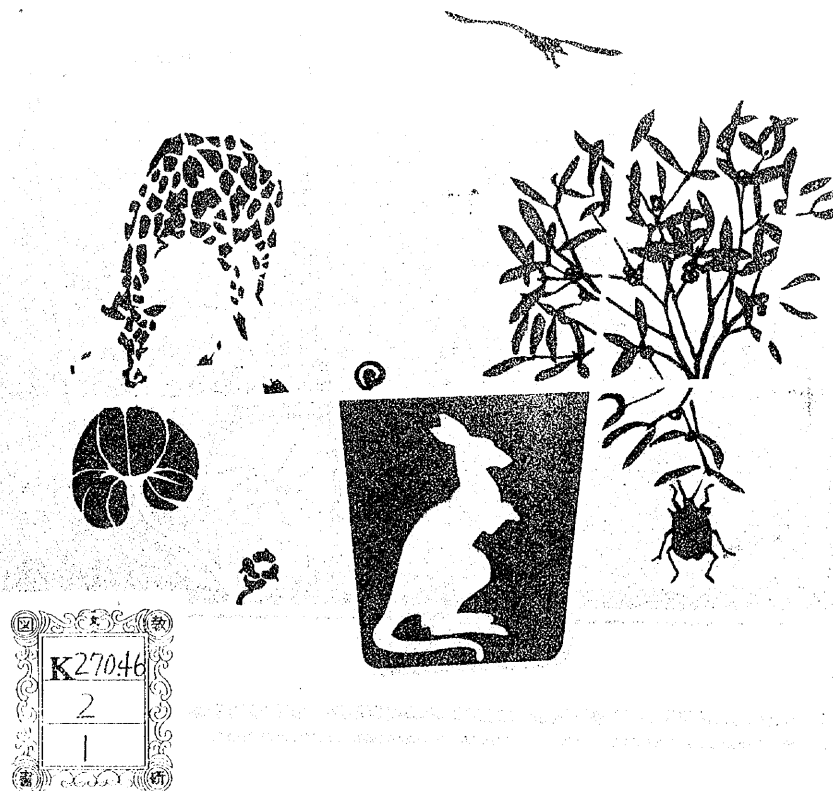
K270.46

2

1

文部省著作教科書

生物の科学



文 部 省

図版I (本文180ページ参照)
草原に日なた植物のカラムツ
が侵入しつつある状況



図版II (本文181ページ
トドマツを主とする針葉
(裏表紙へ)

図版III (本文182ページ参照)
海岸の砂丘にコウボウムギが
自生している状況



生物の科学

I



文 部 省

文部省
印刷局
印刷

まえがき

「生物の科学」4冊は高等学校の生物教科書として編修されたものである。君たちは中学校の理科で、身のまわりで起る自然現象一般についての理解をもち、あわせてわれわれの生活に必要な科学的な態度と能力とを身につけてきたはずである。高等学校の「生物」では、このような学習を基礎として、動物・植物がどのようにして生きているかを知らせ、われわれの生活を健康にし、合理的な生活を送り、また気持ちよく生きていくにはどうすればよいかを見つけることをねらいとしている。この教科書はこうしたねらいに則して作られたものである。

この本のページ数はそうとうに多いけれども、そのすべてを読んで暗記しなければならないというのではない。君たちはこの教科書を読んでいく間に自分自身で問題を見つけ、それを自分で調査研究して十分なとくすることが必要である。この本は12の単元からできているが、これはこの1年間に君たちがなにを調査研究の題目として選んだらよいかの一例を示したものである。また、各単元の小見出しは、これを解決するためのさらに具体的な問題の例を示している。したがって、これらを参考にして君たち自身で研究の題目を決定すべきである。それには君たち自身の興味と、住んでいる社会の実情と必要とを考えあわせて、それに應じて計画をたてるべきであって、教科書の単元そのままを番号の順序にやっつけていかななくてはならないなどと考えるには及ばない。

こうして学習を進めていくと、実物について直接観察し、また実験をすることもあろう。人の話を聞いたり、絵や文章を見たりして問題の解決の助けとすることもあろう。こうした場合にまず必要な

一應の資料がこの教科書にはかかげられてある。要するにこの教科書の第一の使命は君たちに問題をつかむ機会を提供し、しかもそれの解決に役だつということである。

また、この本のなかにはところどころに、やや特殊な、またややむずかしい問題について解決のいとぐちだけを與えてある。これらは最近のわれわれの社会または学界での問題となっているようなもので、しかもわれわれの生活となんらかのつながりのあることがらであって、とくに「生物」の学習に興味をもつ人々のために今後の研究の問題として参考のためにあげたのである。また、学習にあたって、この本に書いてある資料だけでは不十分な場合もある。そうした場合には、なおほかの書物を参考書として読む必要が生じるから、この本のはじめと各単元の終りには参考書の一例を示してある。もちろんたんなる一例であるから、かならずしもそれがもっともよいというわけではなく、これら以外にも適当なものがさらに多数あることはいうまでもない。

なお、この本は30名の学者・実教育者によって編修委員会を構成し、協力して執筆し、さらに文部省で編修したものである。

参 考 書

合 田 得 輔	生物の研究	吉 野 書 房
合田・服部・緒方	生物の話	大阪教育図書株式会社
池 田 嘉 平	生物実験	日本出版社
井 上 清 恒	生体の科学	青山書院
石川千代松	ウエルズ生命の科学	平凡社
中 村 浩	実験生物	金子書房
篠 遠 喜 人	植 物	力 書 房

目 次

まえがき	1
単元1. 生物に関する研究はどのように進歩してきたか	1
1. 発達のあらまし	3
2. 生物学のはじめ	7
1. 原始人と生物	7
2. 古代文明の生物に関する知識	8
3. 古代ギリシアの生物研究	9
4. アレキサンドリア学派とその後	11
3. ルネッサンスの生物研究	12
1. レオナルド・ダ・ビンチ	12
2. 解剖学上の諸発見	12
3. 血液循環の原理の発見	14
4. 生物の種類はどのようにして明らかになったか	16
1. 生物のいろいろな種類を集めた人々	16
2. 生物の種類の整理	16
5. 顕微鏡の発明と細胞の発見	18
1. 顕微鏡の発明	18
2. 生物の微細な構造を明らかにした人々	18
3. 細胞の発見	20
6. 生命はなにから生じるか	23
1. 生物は無生物から発生するか	23
2. パスツールの実験	24
3. 病氣と微生物	25
7. 生物の発生についての学説	27
1. 生物はどうして発生をはじめるか	27
2. 前成説と後成説	28
8. 生物進化の問題	30
1. 生物の「種」は変化するか	30
2. 天変地異説	30

3. 用不用説	31
4. 自然選択説	32
5. ダーウィン以後の進化論	36
9. 遺傳の法則の発見	38
1. メンデル以前の遺傳研究	38
2. メンデルの研究	38
3. メンデル以後の遺傳研究	40
10. 現代の生物研究	42
単元2. 生物にはどのような種類があるか	47
A 1. 採集と飼育の方法	49
1. 植物の採集と標本の作り方	49
2. 動物の採集と標本の作り方	51
3. 植物を栽培し、動物を飼育する方法	53
2. 生物にはたがいに似たものがある	57
1. 生物どうしの比較	57
2. 生物の類似点	57
3. 類似点の発見	58
3. 生物はどのように分類されるか	61
1. ことばと名まえ	61
2. 世界じゅうに通じる名まえの要求	61
3. リンネの二名法	62
4. 学名とはなにか	63
5. 名をつけることの意味	64
6. 分類の階段	64
7. 人為分類と自然分類	65
8. 生物の縁つづきの意味	65
4. 微小な生物の世界	67
1. 微生物の培養	67
2. いろいろな場所の微生物	69
3. 食物と微生物	74
4. 人の体と微生物	77
5. 顕微鏡と微生物	80

6. 植物と動物の区別	81
5. いろいろな植物	82
1. 動物ともいえる植物, 変形菌	82
2. アオノリとアオサ	83
3. ワカメとコンブ	85
4. シヤジクモ類	86
5. テングサとアサクサノリ	86
6. 珍しいキノコ, 麦角菌・冬虫夏草菌	87
7. マツタケとハラタケ	88
8. ウメノキゴケ	90
9. マゼニゴケ・カギバニワスギゴケ	91
10. イヌワラビ	94
11. クロマツ	96
12. 被子植物	100
13. いろいろな単子葉植物	101
14. 双子葉植物	106
6. いろいろな動物	111
1. ヒドラ	111
2. カイメン	115
3. ミミズ	118
4. カタツムリ	125
5. バッタ	128
6. ウニ	133
7. トノサマガエル	136
8. ギボシムシ・ホヤ・ナメクジウオ	142
9. せきつい動物	144
10. 円口類	144
11. 魚類	145
12. 両せい類	149
13. はちゅう類	150
14. 鳥類	152
15. ほにゅう類	156

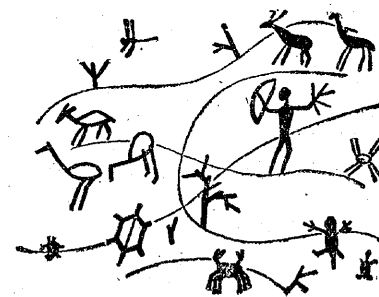
単元 3. 自然界で生物はどのようにして生きているか 165

1. 生物は環境の影響を受ける	167
1. 生物と環境	167
2. 光は生物にどのように影響するか	167
3. 生物はどのように温度の影響を受けるか	170
4. 生物はどのように水の影響を受けているか	174
5. 生物はどのように土の影響を受けるか	177
6. 生物は空気の影響をどのように受けているか	178
7. 生物は環境に適應している	179
2. 生物の群落	181
1. 生物は群落を作る	181
2. 群落は移り変わる	181
3. 植物の群落	182
4. 動物の群落	185
3. 生物の分布	190
1. 日本の植物分布	190
2. 世界の植物分布	191
3. 日本の動物分布	193
4. 世界の動物分布	194
4. 生活様式のいろいろ	196
1. イソギンチャクとサンゴ	196
2. 群集する動物	196
3. ミツバチの生活	197
4. アリとアブラムシ	198
5. 寄生する生物	198
6. 動物の食性と生活様式	199
7. 自然界のつり合い	201
5. 本能と智能	202
1. 動物の本能	202
2. 本能と教育	204
3. 動物の行動にはいろいろな型がある	205
4. 動物の智能	206

IA	單元4, 生物の体はどのようにできているか.....	211
	1. 細胞とそのつくり	213
	1. 核と細胞質	213
	2. 細胞質に含まれているもの	215
	2. 細胞はどのようにしてよえるか	217
	1. 細胞のふえ方	217
	2. 染色体	219
	3. 核分裂のしくみ	220
	3. 細胞を作っている物質	221
	1. 原形質はコロイドになっている	221
	2. 原形質膜の性質	223
	3. 膨 圧	225
	4. 動物体のつくり	227
	1. 体 制	227
	2. 器 官	229
	3. 動物の組織	231
	4. 上皮組織	232
	5. 結合組織	234
	6. 筋 組 織	235
	7. 神経組織	236
	8. 組織培養	238
	5. 植物体のつくり	240
	1. 植物の体制と器官	240
	2. 根	240
	3. 茎	241
	4. 葉	244
	5. 花	245
	6. 表皮系	248
	7. 基本組織系	250
	8. 管束系	252

單元 1

生物に関する研究は
どのように進歩してきたか



われわれはこれから生物についていろいろなことを学ぼうとしている。われわれと生物とのつながりは、衣食住だけについていてもまことに密接である。さらにまた、人も他の動物や植物と同様に、食物をとり、呼吸をし、運動をするなどのことから見れば、とうぜん生物の一員と考えられるから、生物を学習することによってわれわれ自身が健康な生活を送り、安らかに、また豊かな生活を築き上げる道がひらけてくるであろう。さらに、生物の生活をよく観察すれば、あのあのその環境のなかでたくみに生活していることに気づき、しらべてみたいと思う問題が数多く出て来るに違いない。

生物に関する研究はごく古い昔から行われ、その研究の結果が知識や学説として積み重ねられて今日のようなこの学問の隆盛を招いたわけである。したがって、生物の学習にはまずこれに関する研究の発達のもようを一應理解しておきたい。また、研究にたずさわった人々がどのような態度をもち、どのような方法で未知の世界の一部をきりひらいていったかを知って、われわれの今後の学習の参考にしたいものである。さらにまた、昔の偉大な人々の、研究に対する熱情がどんなに強いものであったかもくみとられるであろう。その意味でこの單元では、「生物に関する研究はどのように進歩してきたか」の道すじをたどることにしよう。これを足場にして、諸君は本草学にはじまるわが國での研究の跡をしらべるところまで進んでみてはどうだろうか。杉田玄白など、はじめて小塚原でふわけをした人々の科学精神をぎんみしてみるのも必要であろう。また、優秀な科学者を少なからずもちながら、最近までわが國の科学研究が正当な発達をしなかった原因を反省することも無意味ではなからう。

1. 発達のあらまし

人類は有史以前の原始的な生活をしてきた時代から生活の必要上生物についていろいろな知識をもっていたに違いない。最近原始人の遺蹟がつぎつぎに発見されてきたが、そのなかには獣の骨や歯などが見出され、また原始人の手によって岩壁に書かれた動物の絵なども残っている。

エジプト・バビロニア・アッシリア・ユダヤ・古代インドや中國などの古代の文明人は生物に関するある程度の知識をもっていたが、それはきれぎれの知識で、まだまとまったものではなかった。はじめて生物に関する学問がまとまった形となったのは古代ギリシアの時代で、そこでもっとも偉大な学者はアリストテレスであった。

古代ギリシアが滅亡するとともに学問に対する関心は全体として衰え、つぎのローマ時代はただギリシアの学問を受けついでだけでべつにこれを発展させるようなことはなかった。

さらに中世のヨーロッパでは学問はほとんど進歩せず、古代ギリシアの学問はただアラビア人の手によってわずかに保存されていたにすぎなかった。したがって、生物に対する知識もこの間はまずまったく進歩しなかったといつてよい。

しかし、16世紀になって起った思想や藝術や文学上の新しい運動は人々の長い眠りをさましたのであった。これがルネッサンスである。この時代に現われた偉大な人はイタリアのレオナルド・ダ・ビンチで、彼は画家としても有名であるが、解剖学者としてもたくさんのすぐれた研究をし、深い知識をもっていたことが彼の書きのこしたスケッチやノートの類から知ることができる。レオナルドの後にもイタリアにはすぐれた学者があいついで出て、人体の解剖を行い

知識を深めたのであった。

後にイギリスからイタリアに留学したウィリアム・ハーベイはついに血液循環の原理を発見して生物の研究に新しい紀元を作ることになった。すなわち、彼は実験によって、生物の体の はたらきを明らかにしようとつとめ、はじめて生理学の基礎を築いたのである。これ以後、生物の はたらきを物理学的または化学的な方法で研究することが盛んになった。ハーベイはまた動物の発生についての知識をひろめることにも大いに貢献し、将来の発生学の基礎を築いた 1 人である。

他方、ルネッサンスにはいるとともに動物や植物の種類を集めることが盛んになり、りっぱな写生図を作ることが多くなった。こうして資料がたくさん集まってくると、これを合理的に整とんする必要ができてきた。それにはまず、まちがいを起さないようにはっきりと生物の種類に学問上の名まえをつけなければならない。こうして二名法という組織が考えられるようになり、スウェーデンの学者リンネによって大成されることになった。

また研究の方法も進歩し、さらに顕微鏡が発明されると、つぎつぎに生物のこまかい構造が明らかにされてきた。マルビギやシュワンメルダムやレーウェンフックは、そのなかでも多くの発見をした人たちで、それにつづくイギリス人ロバート・フックはコルクの切片について死んだ細胞を観察し、はじめてそれについての記載をした。さらに、シュライデンとシュワンの 2 人は生きた細胞についての記載を行い、すべての生物は細胞から成りたっていると説いた。

その後、生物の死体の解剖や化石の研究が進むと、生物は長い時代の間に発達するものであるという思想が起った。これははじめフランスの学者たちによって主張され、後にイギリスのチャールズ・ダーウィンによって大成された。進化論は生物学だけでなく、一ぱ

んの思想界に大きな影響を及ぼしたもので、おそらく自然科学上の学説でこれほど深く、これほど広く人々に影響を與えたものはないであろう。しかし、ダーウィンはまだ、どうして生物の親の形質が子に傳わるかを知らなかった。彼と同じころ、オーストリアのメンデルはエンドウについて精密な研究をし、ついに遺傳の法則を確立したのであったが、そのときにはたれもこれに注意しなかった。

1900 年になって、メンデルの発見した法則がオランダのド・フリス、ドイツのコレンス、オーストリアのチエルマックによって別々にふたたび発見され、その後遺傳の研究が盛んになり、生物学にも物理学や化学と同様に精密な、分析的な研究がひらかれた。遺傳学はその後アメリカの学者モルガンおよびその門下の人々によってひじょうに進歩し、同時に農作物や家畜の品種改良などにも應用されて大きな効果をあさめ、また人類の体質を改善することを目的とする優生学なども、これに伴って起るようになった。

かつての生物学はただ観察したり、比較したりするのを主な研究手段としていたが、20世紀にはいってから実験の方法が用いられるようになり、このために生物学は急速に進歩するとともに、いろいろな實際生活にその知識が役だてられるようになって、人類の生活は豊かさを加えるようになった。生物に関する研究は眞理をもとめるためになされるのであるが、同時にこれは人生にも有用な はたらきをするものである。

つぎに、生物に関する研究の発達史のうち、ごく主なできごとを表にあらわしてみよう

生物研究の発達

年代	研究史上の事項	参考事項
前 4000		エジプトの文化
前 460	ヒポクラテス生まる (前370死去)	
384	アリストテレス生まる (前322死去)	
1		キリスト誕生
1452	レオナルド・ダ・ヴィンチ (1519死去)	
1578	ウィリアム・ハーvey (1657死去)	ガリレイ (1564~1642)
1590	顕微鏡の発明	
1628	ハーvey 血液循環の原理発見	
1661	マルビギの血球発見	ニュートン (1642~1727)
1667	細胞の発見	ライブニッツ (1646~1716)
1707	リンネ生まる (1778死去)	
1735	リンネの「自然の体系」著わる	イギリスの産業革命 (1770ごろより)
1769	キュービエ生まる (1832死去)	ジェンターの種痘法発明 (1796)
1809	ダーウィン生まる (1882死去)	
1822	メンデル生まる (1884死去)	明治元年 (1868)
1859	ダーウィン「種の起原」出版	無線電信の発明 (1897)
1900	メンデルの法則再発見	

2. 生物学のはじめ

1. 原始人と生物

人がはじめて地球上に現われたときから、自分をとりまいている自然とは深い つながり をもっていた。ことに、周囲の動物や植物 とのかかわり は離れることのできないものであった。人は食物をとらなければならないが、その材料となるのは動物や植物である。有毒な植物とたべられる植物とを見分けることがなにより原始人には必要な知識であったであろう。また、しばしば原始人は猛獣におそわれた。これを防ぐためには猛獣に関する知識をもっていなければならない。

さらに進んで、自然の石を道具として利用した時代—これを旧石器時代と呼んでいる—の人類はまだ家畜を養う方法を知らなかったが、彼らののこした遺蹟、たとえばスペインのアルタミラの どうくつ や フランスのフォンド・ゴムの どうくつ の壁にはこの時代の人類が書きのこしたいろいろな美しい絵があって、そのなかには



第1図 どうくつの壁画

スペインのアルタミラや、フランスのフォンド・ゴムなどの どうくつ の壁には旧石器時代の人類が書きのこしたいろいろな美しい絵がある。上の絵はその一部を復写したもので、左は野牛、右はマンモスで、いずれもその当時の動物がたくみに描き出されている。

野牛やマンモス・トナカイなどの正確な図がある(第1図)。これらの動物は旧石器時代の人類に深い興味をいだかせたに相違ない。

文化がもっと進んで、みがいた石を道具として使った新石器時代の人類は野生の動物をならしてこれを利用する方法を知っていた。はじめにならされたのはイヌで、それからブタやウシ・ヒツジ・ヤギなどがつぎつぎに家畜に加わったと考えられ、人類の生活はそれだけ豊かになったのである。植物の栽培もはじめられ、コムギやオオムギ・キビ・エンドウなどは人類が最初に栽培した植物であった。

こうして生物に関する人類の知識は増していったが、まだまとまった学問の形にはなっていなかった。

2. 古代文明人の生物に関する知識

人類の歴史の一つの源泉はエジプトからはじまっている。古代エジプト人は宗教的な考えから、人が死ぬとその体をミイラにして保存した。こうして、ミイラを作るために死体を解剖することから、しだいに人の体の構造が知られたことはまず疑いのないところである。解剖上の知識とならんで医薬に関する知識も進み、動物の内臓や植物が薬用に供せられていた。

エジプト人はまた、あたまじゃくしに変態してカエルになることや、甲虫の1種のスカラブが卵から発生してくることなど、生物の発生に関する知識ももっていたことが当時の記録にのこっている。

エジプト人にかぎらず、古代の他の文明国では多かれ少なかれ生物に関する知識ももっていた。たとえば、古代インド人は植物がよく茂る熱帯地方に住んでいたために早くから薬草の知識がひらけ、また毒へびにかまれたときの治療法なども知っていたし、流れる水のなかで死体を解剖して人の骨が200箇所くらいあることなども記録していた。こうして、西紀前6世紀のころのインド人の人体に関する

知識はその当時としては驚くほど高いものであった。

中華民国でも、医薬その他の実用上の必要から生物についての知識が古くからひらけ、西紀前200年ごろの前漢の時代にはこの学問を本草と呼ぶようになった。

しかし、これらの古代文明人の知識もまだまだ断片的なものでしかなかった。



第2図 アリストテレス

3. 古代ギリシアの生物研究

エジプトや東方の諸国について文化がひらけたのはギリシアであった。また自然科学者としても偉大である。地中海に面したこの國は海上の交通によって先進國の知識を取り入れ、さらにこれをもとにしてりっぱな学問を形作ったのであった。

ギリシアで一ばんはじめに進んだものの一つが医学で、多島海の一小島コスには世界最初の医学校が開かれ、有名なヒポクラテス(Hippokrates, 460~370 B.C.)はその教授であった。彼は薬用になる多数の植物についても知識をもっていた。そのため、人々は彼を医学の祖と呼んでいる。

ヒポクラテスについて生物学を研究した人は、アリストテレス(Aristoteles, 384~322 B.C.)である(第2図)。アリストテレスの父はマケドニアの王アミンタス二世の侍医であったので、彼は幼いときから医学や生物学に興味をもっていた。17才のとき、哲学者プラトンの弟子になり、深い影響を受けたが、師とは違って哲学者としてよりも自然科学者として、とくに生物学者として偉大な天才

を示した。ギリシアは海に面しているから多種類の海産の動物が知られていたが、アリストテレスはこれらの動物のほかに陸上の動物もしらべた。そして、動物は血をもったものと、血をもたないものとの2種類があると考え、有血動物を卵から生まれる卵生類と、母体から完成した形で生まれてくる胎生類との2種類に分けた。彼はこのような考えにしたがって多くの動物を分類したが、これは現在から見ると正しくない。

アリストテレスが有血動物といったものは、今日から考えるとヘモグロビンで赤い色を呈している血液をもった動物のことで、無血動物とは血液中にヘモグロビンを含まない動物である。したがって、彼が無血と考えたのは誤りで、これらの動物もやはり血液をもっている。今日では、動物を有血・無血の2種に分けるかわりに背骨があるかないかによって、せきつい動物・無せきつい動物の2種に分けたり、他の規準によって分類したりしている。彼のいう有血動物は前者に、無血動物は後者にだいたい当るわけである。

アリストテレスは生物の発生にも興味をもち、(1)偶然発生、(2)雌雄同体発生、(3)両性発生などの種類を理論上区別した。偶然発生とは無生物から生物が生じると考える場合で、雌雄同体発生とは高等植物の花に おしべ と めしべ とがあって、これによって子孫ができる場合を指し、両性発生とはふつうの動物の発生方法で、雌と雄とが別々の個体になっていて、この両者の はたらき で子孫ができる場合をいうのである。

アリストテレスは植物はあまり研究しなかったが、弟子のテオフラストス (Theophrastus, 380~287 B. C.) は師の学説の紹介に努めるとともに、師に欠けていた植物の研究に努力し、とくにその発生にはこまかな観察をしたのであった。

4. アレキサンドリア学派とその後

ギリシアの文化はアレキサンダー大主の死後急に衰えてしまった。そのつぎのローマ帝国は政治的にはヨーロッパからアフリカにわたる地中海の全域にわたる大きな版図を領有して強大な國であったが、学問はただギリシアから受けついただけで、これを発展させることが少なかった。ただそのなかで、アフリカのアレキサンドリアを中心としてギリシアの滅亡後もしばらくは学問が栄えていた。

アレキサンドリアで活動したのは主に解剖学者であった。そのなかでもすぐれていたのはヘロフィルス (Herophilus, 280 B. C. ごろの人) やエラジストラッス (Erasistratus) などである。さらに、ガレノス (Galenus, 130~200) はこのようないろいろな知識をまとめてりっぱな医学を作り上げたのであった。ガレノスの医学はその後千数百年にわたってヨーロッパを支配し、彼の説はなに一つ間違いないものとされていた。しかし、実際にはいろいろと誤まったところがあり、たとえば人体の解剖を行わずに 類人猿 やブタについて知ったことをそのまま人体に当てはめていた。

アレキサンドリアが衰えてからは学問はほとんど進歩せず、わずかにアラビア人がギリシアの学問を受けついだこれを傳えたにすぎなかった。それ以後の人々は直接自然を観察しようとせず、古人ののこした書物だけにたよっていた。ウマの歯が何本あるかは直接観察すればわかることなのに、人々は古い書物を引っぱり出して来てあの書物にはこう書いてある、この書物ではこう書いてあるなどと議論をしているに過ぎなかった。このような態度では学問が進歩せず、たとえ進歩しても遅々としていたのは当然である。

3. ルネッサンスの生物研究

1. レオナルド・ダ・ビンチ

中世の長い期間が終って、16世紀になると文学にも藝術にも思想にも新しい生き生きとした活動が起った。これをルネッサンスと呼ぶ。ルネッサンスは人間の再生という意味で、今まで古人の権威だけにたより、自分の眼で自然を見ようとしなかった人々が一度目ざめて自分の眼で自然を見、自分の手を動かして実験をするとき、中世の人々にはまったく知られなかった新しい世界がつつぎに開けてきた。この時代に生物学のさきがけをした人はイタリアのレオナルド・ダ・ビンチ (Leonardo da Vinci, 1452~1519) である (第3図)。

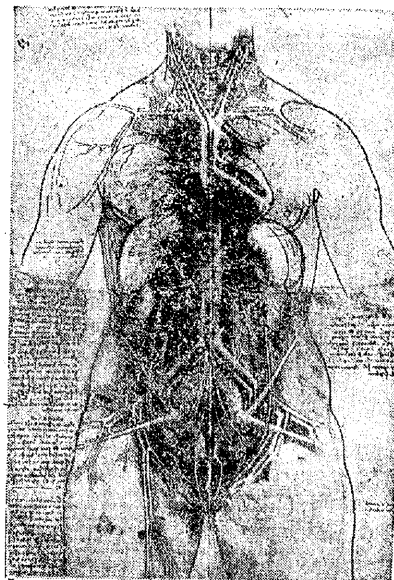
レオナルド・ダ・ビンチは画家として有名であるが、そのじつ工学者であり、自然科学者でもあった。彼は人の死体を30体も解剖し、精密な解剖図をいくつものこしている (第4図)。また、鳥を研究し、それにならって飛行機の製作までも企てている。



第3図 レオナルド・ダ・ビンチ
イタリアのダ・ビンチはルネッサンスの生物研究のさきがけをした科学者であり、有名な画家である。

2. 解剖学上の諸発見

ダ・ビンチについて、いくたのすぐれた解剖学者が現われ、人や動物の体のこまかい構造を明らかにした。その人たちのなかにはダ・ビンチの教えを受けた者も少なくない。



第4図 レオナルド・ダ・ビンチの解剖図
レオナルド・ダ・ビンチは多数の人体を解剖し、その結果にもとづいて精密な解剖図をいくつものこしたが、上の写真はそのなかの1枚である。

ベザリウスの解剖学はファロピウス (Phallopius, 1523~62) やコイター (Coiter, 1543~76) などのすぐれた学者の手を経てファブリキウス (Fabricius, 1537~1619) に伝えられた。ファブリキウスは静脈の構造を研究して、その所々に弁膜があることを発見し、この膜は血液を心臓の方向には流れさせるが、その逆の方向へ流れるのを防いでいることまで気づいた。しかし、彼はまだ血液循環の原理まで発見するには至らなかった。

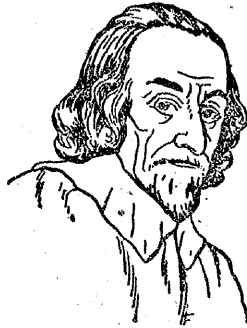
なかでもアンドレアス・ベザリウス (Vesalius, 1514~64) はとくに心臓の構造を研究して、中世紀を通じて最高の権威をもっていたガレノスの学説の誤りを発見したのであった。ガレノスは、血液は肝臓でできて肝静脈を通して右心室に入り、それから左右の室を通じる孔を通して左心室に入り、これから大動脈に出て全身に流れ、使いつくされると考えていたのであるが、ベザリウスは注意深く左右の心室の間の壁をしらべて、そこになが存在しないことを確かめた。

3. 血液循環の原理の発見

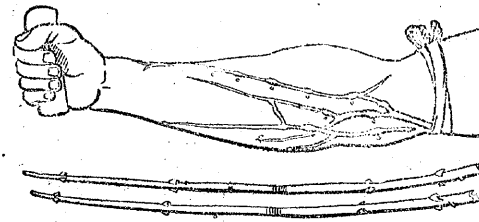
ウィリアム・ハーベイ (Harvey, 1578~1657) はイギリス人である (第5図)。彼ははるばるイタリアに留学してファブリキウスのもとで学んだ。そして、ベザリウスの心臓に関する研究や師のファブリキウスの静脈弁の研究から一步進んで、血液が体内を循環することに考えついたのであった (第6図)。ハーベイは心臓の1回の動くだけでどれだけの血液が動脈のなかに流れ出るかを測定し、つぎに1晝夜に心臓は何回動くかをしらべた。これから、動物の体内で心臓から1晝

夜にどれだけの血液が流れ出るかがわかるわけで、彼は計算の結果、これがあびただしい量に達することを知った。もし、ガレノスの説のように心臓から出る血液が全身で消費されてしまうものならば、毎日多量の血液が体内で作られなければならない。これは食物の分量から考えてみても不可能なことで、心臓から出た血液は全身をめぐってまた心臓に帰ってきて何回も同じ血液が体内を循環すると考えなければならない。このような理論からハーベイは血液循環の原理を確立したのであった。ハーベイはまだ毛細血管についてはなにも知らなかったから、動脈から血液はどうして静脈に移るのかわからなかった。毛細血管を見るためには顕微鏡が必要であるが、顕微鏡を自由を使用して毛細血管を発見し、血液循環の原理を補ったのはイタリア人のマルピギであった。

ハーベイはその研究に物理学者と同じように正確な測定実験を行



第5図 ハーベイ
ハーベイは血液循環の原理の発見にあたって新しい研究方法をとり入れ、生機学のもとをひらいた。



第6図 ハーベイの書いた静脈弁の図

腕をのばして、物をにぎりしめると、静脈がうき出てきてその所々にふくらみが見られる。ここが静脈弁のあるところで、ハーベイはこれの付近の静脈を指でおしつけることによって静脈内を血液が一方に流れることを示した。

った。従来の生物学は主として生物の形態を研究の目標にし、生物体がどのような構造をもっているかを明らかにすることになつた。従来は生物の形態を研究の目標にし、生物体がどのような構造をもっているかを明らかにすることになつた。従来は生物の形態を研究の目標にし、生物体がどのような構造をもっているかを明らかにすることになつた。従来は生物の形態を研究の目標にし、生物体がどのような構造をもっているかを明らかにすることになつた。

たらしを明らかにしようとする学問が起るようになった。心臓はどのようにしてはたらくか、食物はどうして消化されるか、呼吸はなんのためにするか、体内にできた不都合な物質はどうして体の外に捨てられるかなどを研究する生物学の1分科を生機学という。このようにハーベイの研究は生物学に大きな進歩をもたらすことになり、そのため彼は近代生物学の祖とさえ呼ばれている。

ハーベイの影響によって多くの生物学者は物理学と同じような原理で生物の研究をはじめたが、なかでもフランスの哲学者ルネ・デカルト (Descartes, 1596~1650) は極端に考えを進めて、生物は一種の機械であるとさえ考えた。

ハーベイ以来生物体の機能を研究する生機学が解剖学から分かれて独立することになった。そして、生機学のなかでも主として物理学的な方法で研究を進める分科を生理学と呼び、化学的な方法で生物体内の化学変化を主として研究する分科を生化学というようになった。

4. 生物の種類はどのようにして明らかになったか

1. 生物のいろいろな種類を集めた人々

アリストテレスやテオフラストスは多数の動物や植物の種類を明らかにしていた。また、ローマ時代にはプリニウス (Plinius, 23~79) がやはりいろいろな生物の種類について研究した。しかし、自然はもっともっと豊かである。レオナルド=ダ=ビンチなどと同時代の人でドイツ人のブンフェルス (1489~1534) は多数の植物を精密に観察し、つづいてレオナルド=フックス (1501~66) などにもさらにこの研究をひろげたのであった。

これらに加えてフランスのビエル=ペロン (1517~64) は地中海沿岸地方を旅行して鳥類やほにゅう類などに関する知識を深め、さらにスイスのコンラッド=グスナー (Gesner, 1516~65) は山や川を探って、今までに知られなかった多数の動物を発見し、動物誌 (Historia Animalium) という大きな書物を著わした。動物の研究はこの本によってひじょうにべんりになったのである。

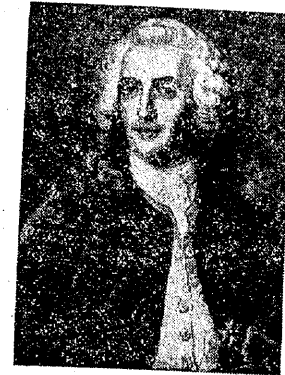
2. 生物の種類の整理

こうして、ルネッサンス以来多くの学者の努力によってひじょうにたくさんの資料が集められたけれども、これを適当に整理しておかなければ役に立たない。ただ雑然と動物や植物の種類を集めただけではまだ学問としての意味はないのであるが、種々雑多な形や性質をもったたくさんの生物の種類をどう分類したらよいであろうか。

スイスの学者カスパー=バウヒン (Bauhin, 1560~1624) はイタリアでファブリキウスのもとに学んだが、後に生物の分類に志し、生物の種類の単位として「種」という段階を設けた。そして、似た

ような種をいくつか集めたものを「属」と呼ぶことにし、生物の名まえを呼ぶ場合には属名と種名とをならべることにしたが、後になってスウェーデンのウプサラ大学の教授カーリンネ (Linne, 1707~78) はこのような分類方法を大成した。そのために、今までは同じ生物であっても、國により、地方によって呼び方が違っていたし、また同じ名まえであっても、地方によって違う生物を指すことがあって統一がとれなかったのが、それから後は属名と種名とをならべる命名法—これを二名法という—によって万国に共通な学名が設けられることになったのである。生物の学名は多くはラテン語であって、たとえば、イネを *Oryza sativa* というようにする。

リンネ (第7図) は二名法をさらに動物にまでおしひろげ、当時までに知られていた全世界の生物に学名をつけ、きちんとまとめた



第7図 リンネ

リンネはスウェーデンのウプサラ大学の教授で、二名法を大成し、多くの生物に学名をつけた。

のである。そして1735年に「自然の体系」 (Systema Naturae) という書物にまとめて発表した。そのために、生物の種類や名まえに関する混雑がとり去られ、生物学は急速に進歩することになった。

リンネは種の上に属をおき、いくつかの属をまとめて目、目をまとめて綱とした。その後、属と目との間に科をおくことが、バッチという学者によって提案され、今日ではつぎのような分類の段階が設けられている。

門・綱・目・科・属・種

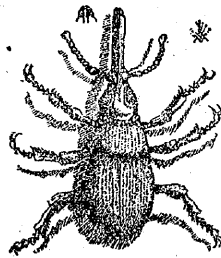
5. 顕微鏡の発明と細胞の発見

1. 顕微鏡の発明

ルネッサンス以来動植物体の解剖が進み、生物体の機能の研究も深まってきたが、生物体のこまかい構造が明らかにしなければこれらの研究もじゅうぶん発達することはできない。

レンズはアラビア人が発明したもので、中世の学者たちもこれを拡大鏡として使っている。レオナルド・ダ・ビンチも、また血液循環の発見者ハーベイもこれを使用している。

二つのレンズを組み合わせると、ふつうの拡大鏡ではとても見られないようなこまかいものまで見られることは、17世紀になると人人に知られてきた。二つのレンズを組み合わせる物を拡大して見る機械が顕微鏡である。たれが発明したのか確かなことは知られていないが、オランダ人のヤンセンなどはもっとも古い顕微鏡の製作者であった。そして、ステルチー（1577—1652）はこの機械を使って穀物につく小さなコクゾウムシの拡大図を書いている（第8図）が、肉眼で見たときの形と違って、顕微鏡下の姿のものものしさに人々は驚いたのであった。



第8図 ステルチーの書いたコクゾウムシの拡大図

ステルチーは、そのころできたばかりのそまつな顕微鏡でこんちゅうを拡大して写生した。

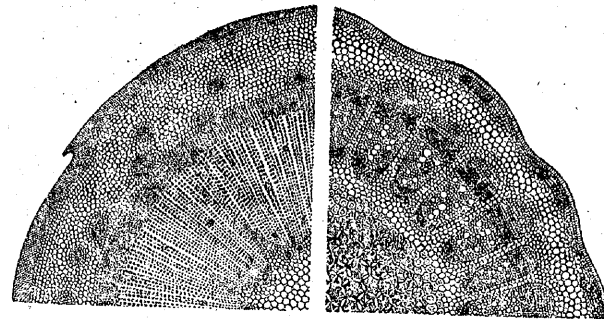
2. 生物の微細な構造を明らかにした人

ステルチー以来、多くの生物学者は顕微鏡を研究の重要な道具として盛んに使用するようになった。そのなかでも有名



第9図 マルビギ
イタリア人マルビギは顕微鏡を使って生物の各部のこまかい構造を明らかにしたが、さらに血液循環の原理を完成した。

なのはイタリアのマルセロ・マルビギ（Malpighi, 1628—94）である（第9図）。彼は肺や肝臓・心臓・脳髓・筋肉などの微細な構造を明らかにし、じん臓のなかにマルビギの小体を発見した。また、カエルの肺動脈に水を注入して、透明な水が赤い血液の後を追って肺の毛細血管にはいり、それから肺静脈に帰ってくるのを観察した。彼の研究によって毛細血管の循環が明らかになり、ハーベイの発見した原理が完成されることになったのである。マルビギはその後植物の微細構造も研究したが、この方面ではイギリス人ネヘミア・グ



第10図 グリュウの書いた木材の断面図
グリュウは植物の構造を見るのに顕微鏡を使い、植物組織学の確立に貢献した。

リュウ (Grew, 1641~1712) の研究がすぐれている (第10図)。同じころ、オランダにはシュワンメルダム (Swammerdam, 1637~80) とレーウェンフック (Leeuwenhoek, 1632~1723) という2人のすぐれた生物学者がいた。シュワンメルダムは小さな動物の体の解剖に特別な技術を有し、ミツバチの解剖を人の死体を解剖する場合と同じくらいうまくやったということである。彼は顕微鏡を使ってカエルの赤血球を発見したり、リンパ管にある弁膜を発見したりしている。

レーウェンフック (第11図) は上に述べた人々と違って、水たまりの腐った水などに好んで顕微鏡を向け、今までの生物学者がまったく知らなかった水中の微細な生物をつぎつぎに発見したのであった。1675年に彼はツリガネムシを発見し、そのふしぎな形に驚いている。また、歯のあかから細菌を発見し、水中のゾウリムシやその他の下等な動物を多数発見している。

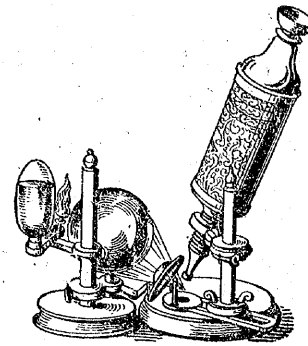
当時の生物学者は自分で顕微鏡を作ったので、その努力はひじょうなものであった。レーウェンフックの如きは一生がいに247台もの顕微鏡を作成したといわれている。

3. 細胞の発見

生物学者たちが顕微鏡を使用しはじめたころイギリスにロバート・



第11図 レーウェンフック。
オランダのレーウェンフックは自らたくさんの顕微鏡を作り、ツリガネムシ・ゾウリムシなどを発見した。



第12図 ロバート・フックの顕微鏡
フックは自ら顕微鏡を作って観察し、ミクログラヒアという本を著した。上の絵はこの本にのっている彼の顕微鏡である。

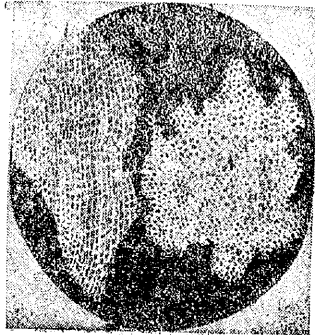
彼はこの室に cell という名を與えた。Cell は小室という意味であるが、われわれはこれを細胞と訳している。生物体が細胞からでき上っていることを発見したのはじつにロバート・フックであったが、生物学者でなかったため、そのたいせつな意味はなにも知らなかった。植物体を顕微鏡でしらべたグリウは各種の植物の微細な構造を精密な写生図で表わしているが、これを見ると彼も細胞をはっきり見分けていたことがわかる。

細胞に関する研究はその後少しずつ進み、フックやグリウが見たのは細胞の一ばん外側の細胞膜であって、そのなかには粘り気の強い流動体が含まれていることがわかってきた。この流動体が細胞中でもっともたいせつな部分で、生命現象の起る場所であることはずっと後にわかった。この部分が原形質である。

原形質のなかに小さな丸い粒が含まれていることがロバート・ブラウン (Brown, 1773~1858) によって発見された。これが細胞の核で、細胞にはかならず核が含まれている。

19世紀になって、ドイツのテ
オドル・シュワーン (Schwann,
1810~1882) は動物の体が細胞
からでき上っていることを明ら
かにし、植物学者のシュライデ
ン (Schleiden, 1804~1881) は
植物体も同様に細胞から成りた
っていることを述べた。こうし
て、植物でも動物でも、すべて
生物の体は多数の細胞からでき
上っていることがはっきりし、
生命現象はこのなかの原形質で
起ることがわかってきた。この
ような研究の結果は生物学の研
究をしだいに精密なものとする
ことになった。

日本には江戸時代の末ごろオランダから顕微鏡が輸入されて、こ
のぺんりな機械でいろいろと微細なものをしらべようとする人が出
てきた。そして享和2年(1802年)には桂川甫周かつらふしゅうという学者が顕微
鏡用法という書物を著わして、この機械うでがわようかんの使い方を教えた。その後、
天保4年(1833年)に宇田川榕庵は理学入門植物学啓原という日本
における最初の植物学の本を書いたが、そのなかに細胞ということ
ばがはじめて出ている。



第13図 フックの見た細胞
フックのミクログラフにのっているコ
ルクの薄片の検鏡図である。フックは細胞
膜を発見したのであるが、細胞のたいせつ
な役めは理解しなかった。

6. 生命はなにから生じるか

1. 生物は無生物から発生するか

生物に関する研究が進歩するにつれて生命とは一たいなにか、ど
うして生物はできたかなどの根本的な問題が考えられるようになった。
アリストテレスなどは明らかに だろ のなかからいろいろな生
物が自然にわくと考えていた。このように無生物から生物ができる
という説を自然発生説という。

肉が腐ると、そのなかから うじ がわく。これをよく研究して自
然発生説を破ったのはイタリアのレデー (Redi, 1621~97) で、
1688年に出した「こんちゅうの発生に関する観察」という論文のな
かに彼の行った実験がくわしく書かれている。それによると肉を金
網であおって、ハエが近づけないようにしておくと、肉が腐って臭気
を発するようになっても うじ はわかない。うじ はハエが肉に卵
を産みつけるから生じるのであって、卵がなければ うじ は生じて
こない。こうして一ばんの生物は無生物から発生することはないと
断言しているのである。

その後、顕微鏡の使用によって微生物が知られてくると問題はま
たむずかしくなった。レーウェンフックは、枯草を煮た しる をほ
おっておくと、そのなかにたくさんの微生物がわいてくるのを観察
している。はじめ しる のなかにはなにもいないが、数日たつと微
生物の大群が生じてくるのを見ると、しる から生物が生じたと考え
るほかはなかった。

これに対して微生物は空気中から液のなかにはいりこんで繁殖す
るのかもしれないと考えた人もあったが、ニードハム (Needham,
1713~81) はブタの肉をよく煮て作った 肉じる を入れた入れ物に

かたく せん をしておいても数日の後には微生物が生じているのを見てから、やはり微生物は 肉じる のなかで自然に発生するのだと考える方が力を得ていた。すなわち、この実験では空気中から微生物がはいりこむのは せん で防がれているからである。

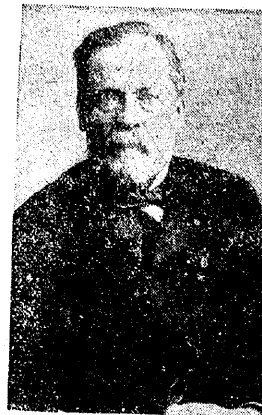
この問題をさらに研究したのがイタリアのスバランツァニ (Spallanzani, 1726~99) で (第14図)、彼は 肉じる を入れた入れ物に せん をして1分間加熱し、そのまま せん をとらずにおいたところがいく日たっても微生物は発生しなかったが、せんをとるとやがて微生物が現われたのである。ニードハムは肉じるを煮てから後で せん をしたので、その間に空気中の微生物の たね がはいりこんだのだらうと彼は述べている。このためにニードハムとスバランツァニとの間にはげしい学問上の争いが起った。スバランツァニの実験がもっとも非難されたのは、煮たてている間にも せん をしておいたために、入れ物のなかの空気が変性して微生物の発生に不当になったのだという点であった。

2. パスツールの実験

1837年にシュワンは糖類をアルコールにする酵母を顕微鏡でしらべているうちに、細胞のような形をした小さな生物を発見した。これは酵母菌であったのだが、シュワンはその意味を知らなかった。アルコールの発酵にかぎらず、有機物質が変性したり、腐敗したりする場合には微生物が関係してい



第14図 スバランツァニ
イタリアのスバランツァニは、ニードハムの自然発生についての実験に反対する実験を行い、自然発生説を否定した。



第15図 パスツール
パスツールは微生物の研究によって医学・発酵工業に大きな貢献をしたが、また生物は無生物からは絶対に発生しないことを立証した。

ることを発見したのはルイ・パスツール (Pasteur, 1822~95) というフランスの学者であった (第15図)。牛乳をながくほおっておくとすっぱくなるが、これは乳酸菌という微生物の作用によることを、パスツールは明らかにした。

つぎにパスツールは、このような発酵を起す微生物はどこから来るかを明らかにしようと考えて、まずスバランツァニの実験で欠点と思われるところを補うために、肉じるを入れた入れ物の口を密閉するかわりに綿でかたく せん をした。空気は綿の繊維の間を通して入れ物の内外を流通することができからである。こうしてこの入れ物を一度加熱しておくと、いく日たっても微生物は発生しなかった。これは微生物の たね が空気中から入れ物へはいることが綿の せん によって防がれるからである。これによってパスツールは微生物が空気中から液のなかへはいることを明らかにした。レデーによって大きな生物が自然発生しないことが明らかになったのについて、パスツールの研究は微生物も無生物からは絶対に生じないことを証明した。生物は生物以外のものからは生じないのである。

3. 病氣と微生物

パスツールはさらに微生物の研究を進め、カイコに起る病氣は微生物の寄生が原因となることを明らかにした。後には家畜のかかる

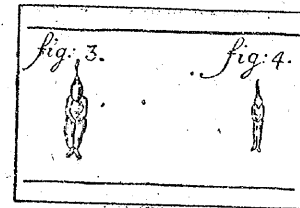
恐ろしい ひだっそ病の研究をして、この病氣も ひだっそ菌 という微生物の寄生によることを明らかにした。その後ドイツの医師ロベルト・コッホ (Koch, 1843~1910) などの研究によって、コレラ菌やジフテリア菌・肺炎菌・チフス菌・結核菌などがぞくぞくと発見され、傳染性の病氣が細菌の作用で起ることが明らかになった。これによって、われわれはこれらの病氣を防ぐ方法を正しく工夫することができるようになったのである。

細菌はその後純粋に人工的な培養基で養うことができるようになり、特別な色素で染め分ける方法も発見され、病氣とたたかう技術はいちじるしく進んだ。つぎにその一つの例をあげよう。

皮膚に傷があるとうむことが多く、このために命を失う人さえある。パスツールの研究に刺激されて、イギリスの医師リスター (Lister, 1827~1912) は、傷がうむのは空気中の微生物が傷口から侵入して繁殖するために起るのではないかと考えた。それならば傷口に微生物を殺すような薬品を塗っておけばうむのが防がれるだろう。リスターはいろいろな薬品をためしに使ってみて、石炭酸がひじょうに有効であることを知った。リスターの研究によって石炭酸の消毒法を傷口にほどこすようになってから、多くの人の命が助けられた。傷をうますのは 化のう菌 と呼ばれる球形の細菌なのである。

7. 生物の発生についての学説

1. 生物はどうして発生をはじめるか



第10図 レーウェンフックの
精子の図

動物の精子を発見したレーウェンフックは、人の形をしているように観察した。

動物でも植物でもはじめから完成した形で現われるものではなく、とちゅうでいろいろな変化をして完全な生物体ができ上るのである。

ルネッサンスにはいつてからは、解剖学者のファブリキウスも生機学者のハーベイも動物の発生の研究をしている。そして、レーウェンフックが精子を発見して以来(第10図)、卵子と精子との受精によって発生がはじまることが知られてきた。

植物の受精については長い間知られていなかったが、グリュウは花が植物の繁殖器官であることを主張した。しかし、マルビギなどはこの意見に反対であった。後にドイツのデュベンゲン大学の教授、カメラリウス (Cammerarius, 1665~1721) は、おしべの花粉がめしべの先端についてはじめて実を結ぶことを明らかにし、ケルロイテル (Köllreuter, 1733~1806) はさらに花粉がめしべについて発芽し、花粉管をのばして子房のなかにある卵細胞に到着して受精することを知り、また、花粉を運ぶのは風や こんちゅう などであることもはっきりさせた。こうして多くの学者の長い間の研究で生物の受精のことがあらましかつてきた。

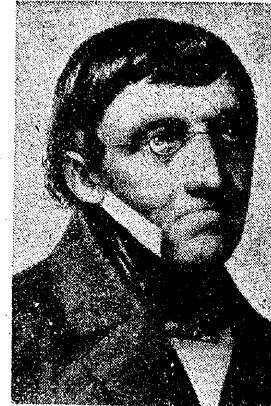
2. 前成説と後成説

受精によって生物が発生をはじめることがわかって、まだいろいろな問題が残っていた。精子と卵子のうち発生の主な役目するのはどちらかという疑問がまず第一に起る。精子が発見されたばかりのころは、精子がたいせつであって卵子はただ精子が発生するのに必要な栄養を與えるだけであるという意見の人が多く、レーウェンフックなどもその一人であった。そして、精子のなかには小さな生物がはじめからできていて(第16図参照)、受精の後にこの小生物がしだいに成長するのが生物の発生にほかならないという考えが起ってきた。学者のなかにはまことしやかに人の精子のなかに小さな人間がはいっているのを図に書いて示した人さえあった。

このような考えに対してハーベイやマルピギなどは反対で、発生して完全な動物になるものは卵子であって、卵子のなかにはすでに完成した動物の小さい姿がひそんでいて、受精の際精子がこれを刺激すると発生がはじまるのだと主張した。これらの説は生殖にあずかる精子か卵子かいずれかに生物が小さな形で前からできているということを主張するのであるから前成説と呼ばれている。

フリードリッヒ・ヴォルフ (Wolff, 1738~94) は前成説に反対した。精子のなかにも卵子のなかにもはじめから動物の形ができていくのではなく、受精してから発生が進んでいくとちゅうで、いろいろな器官ができ、体の形も完成していくと主張した。この説を後成説といい、発生のありさまをよく観察すると後成説の方が正しいことが明らかになり、前成説はしだいに衰えてきた。

その後エストニアにカール・フォン・ベール (Baer, 1792~1876) というすぐれた発生学者が現われ、発生のとちゅうに起る形の変化のあらましは彼の研究によって明らかにされた。受精した卵子が分裂して多数の細胞からできたはいとなり、それらの細胞が分かれ



第17図 フォン・ベール
フォン・ベールはすぐれた発生学者で、発生のとちゅうの変化のあらましを明らかにした。

て、内側・外側および中間の三つの層に分かれることも、彼によって知られた。これらの細胞の層をはい葉と呼び、それぞれ、内はい葉・外はい葉・中はい葉 というのである。これらのはい葉の変化によって体内のあらゆる器官ができる。フォン・ベールはまたほにゅう類の卵巣をしらべて、うすい袋に包まれている卵子を発見した。こうしていろいろな動物の発生が精密に観察されるうちに、生物学史上もっとも大きな問題となった進化論が現われ、発生学も強くその影響を受けるようになった。

・ 8. 生物進化の問題

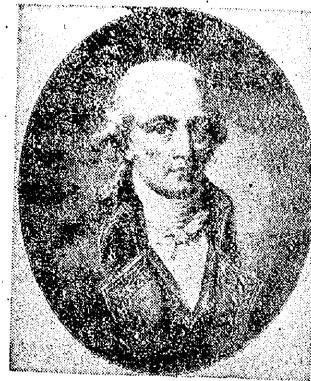
1. 生物の「種」は変化するか

古代ギリシアの学者たちは生物の種類は一定不変なものではなく、自由に変わるものであると考えていたが、これはただ考えだけであって、それを証拠だてる事実は何にも知らなかった。中世になると、生物の種類は不変であるという考えが一歩的となり、全世界の生物を分類してりっぱな体系を作ったリンネも同じように考えていた。しかし、彼も動植物の「種」をよくしらべているうちに、種と種との中間の特徴をもったものが多数あることに気づき、後には説を改めて長い間に種は多少変化することもあると考えるようになった。

2. 天変地異説

リンネの時代から、化石について多くの学者が研究するようになった。化石は以前すんでいた生物の体に変化してできたものであるということは、はじめてニールス=ステンソン (Stenson, 1648~86) によって明らかにされたのである。化石の研究が進むと、化石の種類は地層によってかなり違いがあることがわかってきたために、もし生物の種類が一定不変であるとすれば、化石にどうしてこんな変化が起ったのであろうかと考えるようになってきた。

フランスのキュビエ (Cuvier, 1769~1832) は動物の体の構造をよく研究した学者であるが、同時に化石に関する知識も深かった。しかし、生物の不変を信じていた彼は各時代の地層によって化石の種類が違っているのをつぎのように説明した。すなわち、ある時代にすんでいた生物は一大天変地異が起って全滅して化石となり、つぎの時代にはまた新たな生物が生じてきたというのである。この生



第18図 ラマルク

フランス人ラマルクは生物が進化することを確信し、そのしくみを用不用説によって説明した。

物もまた天変地異によって全滅し、つぎの時代にはさらに新たな生物ができて今日の地層で見えるようになったというのである。彼は有名な学者であったから、多くの人々はこの天変地異説を信じた。

しかし、その後イギリスの地質学者ライエル (Lyell, 1797~1875) は注意深く地層の研究を進め、地層は天変地異によって急激にできるものではなく、長い年月の間に岩石は雨や雪や霜や流水の作用を受けてたえずこわされ、その土砂が水によって運ばれて新しい地層ができてくることを示した。そし

て、各地層の化石はまったく種類が一変してしまうのではなく、少しずつの変化が起っていることも明らかにされた。すると生物は長い時代の間に変化してきたものだと考えなければならぬと説える学者がしだいに多くなった。サンチレール (St Hilair, 1772~1844) やビュッフオン (Buffon, 1707~88) やラマルク (Lamarck, 1744~1829) などはそのなかの有名な人たちである。生物は変化するものであるという説を生物進化説という。

3. 用不用説

ラマルク (第18図) は生物の一つの種が変化して他の種に変わると信じていた。いろいろな動物の体の構造をしらべてみると、形は変わっていても根本的な構造はよく一致する。これは、一つのもと

になる形の動物が長い時代の間に変化して、別々の種を生じたからであると、彼は考えていた。それではどういふぐあいに生物は変化するかという問題を解決するためにラマルクは一つの新しい説を提案したのであったが、これが用不用説と呼ばれる。

生物は、そのすんでいる環境が変わると、それに適するようにしなければ滅んでしまう。したがって、環境の変化につれて、その生物の体のなかのある器官が特別に使われるようになると、その器官はしだいに発達してくる。また、環境の変化につれてある器官は用いられなくなることもあるが、この場合には器官はしだいに退化する。じっさい、用不用によって器官は徐々に発達したり退化したりするもので、こうして生物が一生がいの間に新たに得た性質を後天形質という。ラマルクは後天形質が子孫に傳わると考え、生物は代を重ねていくうちに新しい性質をもった別種の生物となると説いた。たとえば、ヘビの仲間のはじめ足をもっていたが、あまり使わなかったためにしだいに退化して小さくなり、子どもの代でも同じように使わなかったためにさらに退化し、ついになくなってしまったという。また、ジラフの祖先はくびをのびして木の高いところにある葉をたべていたためにくびが発達して長くなり、代を重ねていくうちに現在のくびの長いジラフが発生したと説明している。

彼の説は一おうもつともと思われるけれども、今日では彼の説の一ばんたいせつな点である後天形質が子孫に遺傳するという考えが否定されているから、これをそのまま受け入れることはできない。たとえば、重労働に従事する人の腕は太くなっているが、この形質が子孫に傳わるということはない。

4. 自然選択説

イギリス人チャールス・ダーウィン (Darwin, 1809-82) はラマル



第19図 ダーウィン

チャールス・ダーウィンは世界を周遊して見聞をひろめ、その結果にもとづいて「種の起原」を著し、進化説を全世界にひろめた。

クとは違った進化学説をたてた(第19図)。ダーウィンは23才のときイギリスの軍艦ビーグル号に便乗して世界を周遊し、いたるところで動物や植物や地質の研究をした。彼はとくに南アメリカのガラパゴス島を探検して、人を乗せることのできるような大きな陸ガメや1m以上もある大トカゲのアンブリソンクスなどを見て、驚くと同時になぜこの島にはほかに見られないような特別な生物がたぐさんすんでいるのであろうかと考えた。

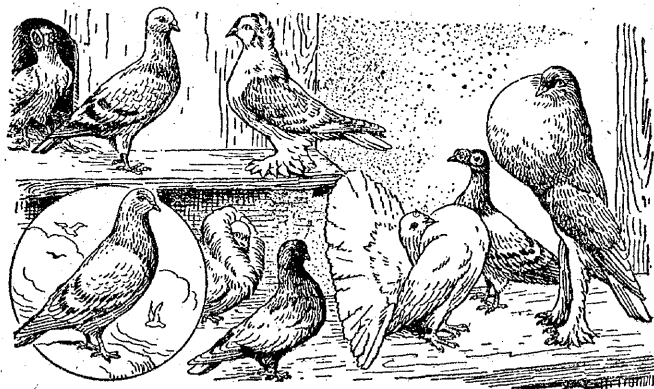
國に帰ってからダーウィンは世界周遊によって集めた資料の研究に専念し、1859年にその結果をまとめて「種の起原」という書物を出版した。この書物によって生物進化説は全世界にひろがるようになった。

彼は同じ親から生まれた子どもどうしの間に見られる小さな変化に注意し、兄弟は顔形から体のようすまでよく似ているが、少しづつは違うことを知った。この相違している点を彼は個体変異と呼び、遺傳すると考えた。

また、生物は繁殖しようとする力がひじょうに強く、1匹のカエルが産む卵の数はおびただしいものであるが、この卵が全部おたまじゃくしになり、カエルになったら全世界は数年のうちにカエルばかりで占められてしまうであろう。しかし、実際はそんなことにならないのは、すべてのおたまじゃくしが成長するのに必

要なだけの食物がないために、多くのものはとちゅうで死んでしま
うからである。さらに、あたまじゃくしのすんでいる環境にはこれ
をたべてしまうような動物もいるし、また環境になじまないで死ぬ
ものもあるであろう。こうして完全なカエルにまで成長するもの
の数はごく少なくなる。このように生物は生きるためにはけしい競争
に打ち勝たなければならない。ダーウィンは生物が生存するために
拂わなければならないこのたたかいを生存競争と名づけた。

さて前に述べたような生物の個体変異のうちには生存競争につご
うのよい性質もあるであろうし、つごうの悪い性質もあるであろう。
つごうのよい性質をもったものだけは生存競争に打ち勝って子孫を
残すが、そうでないものは滅亡してしまう。こうして優秀な個体変
異は子孫に傳わり、代を重ねていくうちにしだいに積み重なって、



第20図 ハトのいろいろな品種

現在のハトには図のようにじつにさまざまな品種があるが、これらはすべてカララバ
ト（円内）から生じたといわれている。では、どのようなしくみによって、このよう
にさまざまな品種が生じたのであろうか。

ついに祖先の生物とはひじょうに違った形や性質をもった生物が生
じることになる。これが生物が進化するしくみであるとダーウィ
ンは説明している。生存競争によって弱い劣った個体変異が減され、
優秀な個体変異だけが残ることを自然選択といい、ダーウィンの進
化説をとくに自然選択説という。

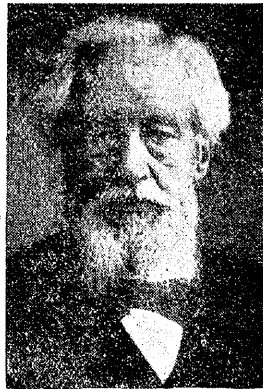
ダーウィンは、さらに人為選択についても述べている。動物を養
ったり植物を栽培したりしている人は、たくさんの個体変異のなか
から自分につごうのよいものだけを取り、これを繁殖させ、代を重ね
ていくうちに祖先の生物とはひじょうに違った品種を作り出すこ
とに成功している。たとえば、野バトを養っているうちにこれから
いろいろな品種が得られたし（第20図）、ニワトリなども人為選択に
よって多くの品種が作られている。このように人為選択ができるこ
とから考えると、自然選択によって新しい生物の種類が現われるの
は疑いのないことであるとダーウィンは述べている。

ダーウィンと同じころ、イギリス人ウォーレス（Wallace, 1823～
1913）はアマゾン川の探検をしたり、ジャワ・ボルネオ・スマトラ・
モルッカ・チモール島などの生物をしらべたりして、独立にダーウ
ィンと同じ考えに到達した。ウォーレスはこれを書いて、マレイ半
島からダーウィンのもとに送ったために、ダーウィンはこれと一
よに自然選択説を学界へ発表した。ウォーレスは後にこの考えを1
冊の本にまとめて、その標題をダーウィニズムとつけ、この説を考
え出した功をダーウィンにゆづった。ウォーレスはまた、動物の分
布をしらべ、ジャワの東方にあるバリーとロンボックとの二つの小
さな島の間を境して、両側で動物の種類がいちじるしく違うことを
発見した。この線が後にウォーレス線と呼ばれるようになった。

5. ダーウィン以後の進化論

ダーウィンの説はかならずしも完全なものとはいえないが、彼の研究によって進化に関する研究や進化学説は一だんと発展した。

オランダの植物学者ド・フリス (de Vries, 1848~1935) はオオマツヨイグサの栽培をしているうちに、突然に数種類の新しい種類が現われてきたことを発見した。彼はこれにもとづいて、生物の進化は、個体変異の小さな変化が何代も積み重なって新しい種になるのではなく、新種は突然現われると考えた。この説を突然変異説という。



第21図 ド・フリス

オランダの植物学者ド・フリスはオオマツヨイグサについて突然変異を発見し、これにもとづいて新しい進化説を説いた。

進化論はこうしてしだいに精密になってきたが、遺傳するような変異はどうして起るか、また、遺傳はどんな法則に従うかを明らかにしなければ力の弱いものになってしまうのであるが、ダーウィンの時代まではまだ遺傳の法則がはっきりしていなかった。

進化学説については、すでに実証されているにしても、また実証されていないにしても、学ぶべきことが盡くされているなどと考えてはならない。諸君は、ある一つの見解にとらわれることなく、実証的な態度をもち、新しい資料をじゅうぶんに考察し、それを注意深く検証する心がまえをもつべきである。眞の科学者ならばたれでもある領域の学問あるいは学説に関し、現在知りつくされているなどと考えるものはないであろう。新たな資料が得られるにつれて、それ以前の知識にもとづいた考察を修正しなければならなくなることは、原子核分裂の発見や原子力の発見などのいちじるしい例によ

っても容易に理解できるであろう。生物学の分野においても、将来いろいろな新発見が起るであろうとは、じゅうぶん考えられるところである。

9. 遺傳の法則の発見

1. メンデル以前の遺傳研究

親の性質が子どもに傳わることを遺傳という。それがどういうしくみで傳わり、また、その場合どんな法則が行われるかは、長い間人々の注目をひきながらも解決されずに残っていた問題であった。この大問題を解いて遺傳の法則を確立したのはグレゴール・メンデル (Mendel, 1822~84) というオーストリア人であった (第22図)。しかし、彼以前にも遺傳の研究をした人は少なくなかった。ケルロイテル (Kölreuter) やゲルトナー (Gärtner)、それからノーダン (Naudin) などはそれぞれたくさんの植物をしらべ、違った種類の間の かけ合わせ をして雑種を作る実験をしたが、はっきりと遺傳の法則を確めることはできなかった。これは、彼らが植物を全体としてながめ、遺傳する性質を一つ一つ分けて考えることをしなかったからである。



第22図 メンデル

メンデルはエンドウを材料として、8年間遺傳の研究をし、ついに有名な法則を発見した。

2. メンデルの研究

メンデルは今のチェコスロバキアのブリューンの町の僧であったが、物理学や化学にも通じ、とくに動物や植物の研究にはひじょうに努力した。そして、8年間にわ



第23図 メンデルが実験をした庭
メンデルがいた僧院の庭には、彼の業績を記念した碑がたてられている。(木原伊郎による)。

たって、僧院の庭にエンドウを栽培して かけ合わせ の実験を行い (第23図)、その結果前人がたれも到達することのできなかった遺傳の法則を確立したのであった。世人はこの法則をメンデルの法則と呼んでいる。彼は1865年に研究の結果をまとめて「植物雑種に関する研究」という題の論文にして発表した。当時はそのすぐれた価値を認める人が1人もなかった。メンデルは自分の研究の結果に強い自信をもって、「やがて私の時代がくる」と、口ぐせのようにいっていたが、彼の生前にはついにその時代が来なかった。そして、1900年になって、はからずも コレンス (Correns)、ド・フリス (de Vries)、チェルマック (Tschermack) という3人の学者の注目を集め、それからこの法則を中心として遺傳に関する研究が進むようになってきた。

メンデルが研究に成功したのは親から子に伝えられる形質の一つ一つに注目して、それがどのように現われるかをしらべたからであった。エンドウには だけ の低いものと高いものがある。また、その種子には丸いものと しわ のよったものがある。このように対立する形質を対立形質と呼び、メンデルはこのような対立形質がどんな法則にしたがって遺傳するかをしらべたのであった。

メンデルは遺傳の法則を確立しただけでなく、なぜこのような法則が行われるかという理論も考えた。彼は形質が現われるのは生物

体にそのもとになるものが含まれていると考えた。今日ではこれを遺傳子と呼んでいるが、親から子に伝えられるのはこの遺傳子なのである。メンデルは遺傳子に符号をつけて、この組み合わせ方によって遺傳の法則を説明した。

メンデルの法則は植物について明らかにされたが、動物にもあてはまることがその後の学者の研究によってやがて知られてきた。

3. メンデル以後の遺傳研究

メンデルによって遺傳の法則が確立されると、つぎに遺傳子は生物体のどこにひそんでいて、どのようなしくみで親から子に伝えられるかということが問題になる。この解決に大きな役割を果たしたのは細胞学であった。すなわち、サットン (Sutton) やモンゴメリー (Montgomery) などの細胞学者は細胞が分裂するときに現われる染色体の数や形や、生殖細胞ができるときのその行動などをしらべ、その結果から遺傳子は染色体にあるのではないかという予想をいだいたのであった。

アメリカのモルガン (Morgan, 1865—1945) やブリッジス (Bridges) などはショウジョウバエを材料として実験的にこの予想が正しかったことを証明した。彼らはさらに、いろいろな実験観察の結果にもとづいて、各染色体に遺傳子がどんな順序でならんでいるかも明らかにした。こうして染色体に遺傳子の位置を記入したものを染色体地図と呼ぶ。ショウジョウバエの8箇の染色体にならぶ600以上の遺傳子の位置を示す染色体地図はモルガン一派の人たちによって完成されたのである。

ついで、雌雄の性が決定するの特別な染色体の組み合わせによることがベーツソン (Bateson) によって明らかにされ、ブリッジスやゴールドシュミット (Goldschmidt) などはそれによって今

までどうしてできるかわからなかった性の異常現象のしくみを説明した。

また、1927年にはアメリカのマラー (Muller) がX線をショウジョウバエに照射すると突然変異が起ることを発見した。ド・フリスの発見した突然変異は自然に起るものであって、これを研究するには長い間突然変異の起るのを待っていなければならなかったが、マラーの発明した新しい研究方法によって人為的に突然変異が起せるようになり、新しい研究の分野がひらけてきた。

遺傳子は染色体になわれているとしても、染色体はひじょうに小さなものであるから、遺傳子の位置やならび方などを研究するには不便な点が多かった。ところが、1933年にペインター (Painter) がこんちゅうのだ液せん細胞に大きな染色体が存在することを見出し、ショウジョウバエのだ液せん染色体などはとくによく研究されるようになった。こうして遺傳子と染色体との関係がしだいはっきりしてきたのである。

遺傳学はまた植物や動物の品種改良にも應用されて効果をあげ、また人類の遺傳も研究されるようになってきた。

10. 現代の生物研究

20世紀にはいつから、生物学は物理学や化学の進歩とあいまって発展した。生物学者が以前に研究の方法としてとり上げていたのは、主として資料を集めてこれを観察することと、比較することとにかぎられていた。しかし、新しい生物学は進んで実験をほどこすという研究法をとるようになった。なかでも実験によって一ばん大きな効果をあげたのは遺伝学であった。

発生学もはじめは比較の方法を使って、各種の動物の発生の道すじを観察することに力を用いていた。とくに進化論の影響を受けてからは、高等な動物の発生のとちゅうで経過するいろいろな形は下等動物に似ているというので、動物の発生はその動物が長い地質時代間に進化した道すじを短い時間でくり返すという進化再演説なども行われた。それがウィルヘルム・ルー (Roux, 1850~1924) 以来、実験の方法を使うようになり、生物の発生がどのようなしくみになっているかの研究が盛んになった。

動物が発生するにあたっては、まず精子と卵子との間で受精が始まるが、この場合の細胞内の変化をはじめてくわしくしらべたのはドイツのボベリイ (Boveri, 1862~1915) で、後にはこの種の研究につごうのよいウニの卵が使われるようになった。イギリスのチェンバレン (Chamberlain) などは受精の場合の卵子の活動をウニで研究し、また、アメリカのロイブ (Loeb, 1859~1924) は海水中にプロピオン酸などを加えることによって、受精しないままでウニの卵を発生させることに成功したのであった。このような研究によって受精のしくみがしだいに明らかになってきたが、他方アメリカのウィルソン (Wilson) やコンクリン (Conklin) なども発生をはじ

めた卵子の一部分を切りとったり、あるいは卵子が分裂して2箇の細胞になったときにこれを引き離したりするよういろいろな微細な実験を行って、同じく発生のしくみを明らかにすることに努めた。

さらに、ドイツのシュペーマン (Spemann) はイモリの若いはいのある部分を切りとると、その後の発生がとまることを発見し、この部分にオルガナイザーという名を與えた。オルガナイザーのはたらきにより、それから後の発生が支配されるというのである。

このような実験は動物の発生のとちゅうだけでなく、でき上った生物体にも行われる。たとえば、ミミズの体の一部分を切りとったり、プラナリアの頭を切ったりすると、動物は失った器官を再生してくる。また、一つの生物の体の一部分を切りとって他の生物の体に移し植える実験なども盛んに行われるようになって、生物の形態がどのようにしてできるか、またそれがどのようにして維持されているかがわかるようになってきた。

アメリカのハリソン (Harrison) は動物の組織を他の動物の体に植えることから一步進んで、動物体から切りとった組織の1片を人工的な溶液のなかで長く生かしておく方法を発明し、カレル (Carrel) はこの方法を使ってニワトリの心臓の組織の1片を20数年も生かしておくことに成功したのであった。

これらの研究部門を実験形態学と呼び、現代の生物学の重要な一分科となっている。

現代の生物科学でもう一つ研究の範囲をいちじるしくひろめたのは生機学である。生機学はハーベイの時代から実験を行い、20世紀にはいつ物理学や化学が急速に進化したのに伴っていちじるしく進歩するようになり、神経や筋肉の作用、心臓のはたらき、排出や内分泌、ビタミンなどの問題がつつぎに明らかにされてきた。

実験の方法としては新たに電氣が用いられ、電流を刺激として使う実験や、生物体に起る微弱な電流の測定などが行われるようになった。心臓に起る電流の研究は前から行われていたが、最近では大脳の皮質部に起る電氣現象が発見され、脳波と呼ばれて各方面から研究されている。

さらに、環境と人体との関係、氣候・風土と人体との関係なども研究され、航空機の発達につれてこれまで人類の住所でなかった高い空中において人体にどのような変化が起るか、また、これを防ぐにはどうしたらよいかなどを研究する航空生理学も発達してきた。これと別に、工場や農村における人々の労働條件を改良するために労働生理学もいちじるしく進歩した。一方植物生理学の方面では、呼吸や発酵や同化作用などについて深く、そして廣い研究がひらけてきた。

生物の個体の研究だけでなく、個体と環境との関係を明らかにしようとする生態学も今世紀にはいつてからひじょうに発展した。

生物学はもちろん生命現象をはっきりと捕えることを目的とするのであるが、同時に生物学の知識は人生を安らかに、また豊かにすることに大きな力を発揮するものである。農業や林業や漁業などの諸産業にも生物学は大きな力を現わしている。医学の分野で生物学の研究成果が活用されていることはいうまでもあるまい。たとえば、植物学の成果は林業に應用され、遺傳学は農作物、たとえばコムギやイネの品種改良に役だてられ、寒地に適するものや収量の多いものなどが作られている。また、家畜、たとえばウマ・ウシ・ヒツジ・ブタなどもそれぞれの用途に應じてすぐれた品種ができてきた。カイコの品種がつぎつぎと改良されていることは、われわれのよく知っているところである。

動物学の方では魚類の習性をしらべて漁獲の量を多くしたり、ま

たサケやマスなどを人工的にかえしてその数をふやしたりすることなどが行われている。また、真珠の養殖やカキの養殖なども大いに効果をあげている。

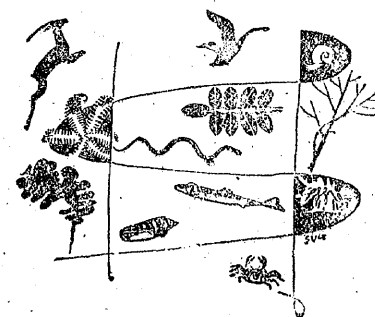
医学もまた生物学の成果を活用することが多く、たとえば寄生虫の習性をしらべて予防や駆除の方法がたてられている。また、ハリソンの考案した組織培養法を應用して、顯微鏡でも見ることでできないビールスを培養したり、細菌や毒素に対する人体の反應が研究されたりして、病氣の治療や予防に役だてられている。

こうして、生物学は実験によってものごとの眞の姿をとらえるというやり方で、自然の奥にひめられた生命の姿を刻々に明らかにしていくであろう。

参 考 書

井 上 清 恒	生物学の歴史	高 山 書 院
平 沢 興	医学のあゆみ	誠文堂新光社
大 行 豊 雄	生命探求の足跡	寧 樂 書 房
篠 達 喜 人	十五人の生物学者	河 出 書 房
安 田 徳 太 郎	ダンネマン大自然科学史	三 省 堂
加 藤 正		弘 文 堂
上 野 益 三	日本生物学の歴史	

生物にはどのような
種類があるか



世界中の生物の種類は、今までに知られているだけでもはなはた多い。われわれの身のまわりをながめただけでもじつにさまざまな種類が見られる。このようにおびただしい数の生物がそれぞれの種類の特徴をもって、特色のある生活を送っているのである。そのなかには、たがいによく似かよったものもあれば、大いに違っているものもあり、また、われわれの生活になくてはならないものもあれば、大いにめいわくになるようなものもある。

生物のさまざまな種類を知り、それぞれの特徴を明らかにすることはそれだけで興味のある仕事であり、同時にわれわれの生活を豊かにするためにも意味のある仕事である。それで、この單元では生物にはどのような種類があるかということを取り上げて問題にしよう。それには、野外に出て自然に生育する生物の姿を観察し、一部は採集することも必要であろうし、手近かなところで生物を養い育てることも必要であろう。体の内外の つくり を明らかにし、たがいに比較しておのおのの特徴をつかむことも忘れてはならない。そうして最後に、すべての種類を一定の規準のもとに整理・排列してみると、たがいの間の つながり がはっきりしてくるであろう。そうした仕事の間につきのような疑問もとけてくるに違いない。

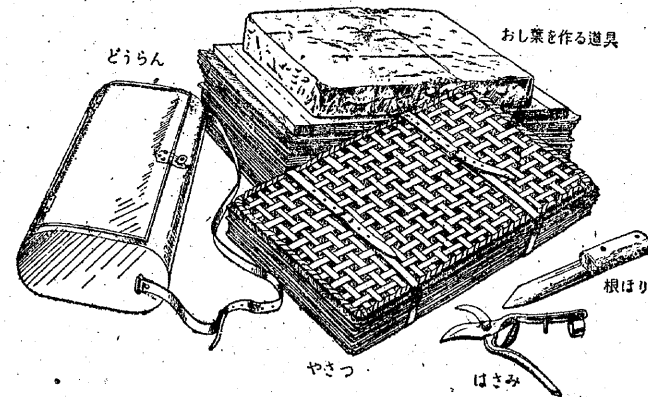
1. 生物はどんな点で無生物と違っているか。
2. 植物と動物とは根本的に違うものであるうか。
3. 生物を分類するときの規準はどのように考えたならばもっとも合理的であろうか。
4. 人はどのような生物のどのようなところを利用しているか。
5. 有害な生物とは、どのようなところをもっていわれるのであるうか。

1. 採集と飼育の方法

1. 植物の採集と標本の作り方

生物の種類を研究するには、名まえを知り、生活のようすをよく見とどけ、体の つくり や外形などをしらべ、記録したり写生したりしておくことが必要である。そのためには四季を通じて採集と観察とを行い、手もとで育てながら観察をつづけなければならない。あるいはまた、採集したものを標本に作って、後でゆっくり研究することも一つの方法である。

植物を採集するには どうらん や根掘り・はさみ などがいる。高いところの枝などを採集するには 高枝ばさみ を使うとべんりである (第1図)。採集は1年を通じて行い、芽生えから実ができるま

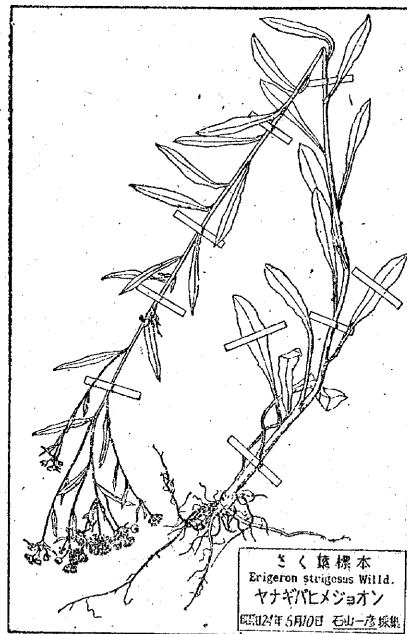


第1図 植物採集の道具

植物を採集するには どうらん や根掘り・はさみ などがいる。標本を作るための採集には やさつ もべんりである。おし葉を作るには、採集した植物を紙の間にはさみ、上下に板を当てがって、その上におしをのせる。

でをよく見とどける。場所は自分の すまい のまわりからはじめ、しだいに遠出をするようにしたい。

植物の標本としては おし葉 が使われることが多い。花の咲く植物の おし葉 を作る場合には茎・葉・花・実などをそろえるように心がける。虫が食っていたり、花びらが落ちたりしたものは標本として価値が低い。



第2図 おし葉

でき上がった おし葉 は台紙にはりつけて保存する。台紙には植物の名まえ、採集年月日・場所、採集者の氏名なども記しておく。

おし葉を作るには採集した植物を一つ新聞紙や吸収紙の間にはさんで重ね、その紙と同じ大きさの板を上下に当てがって、その上に おもし をおく。新聞紙や吸収紙は毎日1回ずつとりかえ、そのとき標本の姿を整える。水分の多い植物は太いところに小刀で切れ目を入れるなどとくに注意して、紙をとりかえないと、腐ったり、カビが生えたりするおそれがある。こうして10日もすれば、水分もとれて おし葉 ができ上がる。シダの類を標本にするにもこの方法でよい。コケやかわいたキノコの仲間はそのままかけぼし

にし、紙に包んでおく。

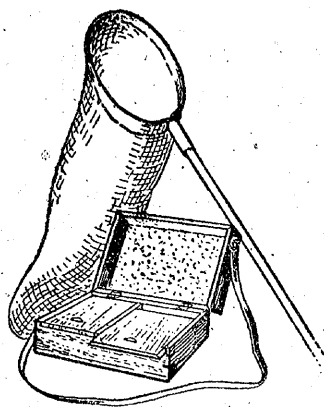
ウメノキゴケのような地衣は 皮切りばうちょう のような刃の廣いものではがせばよい。石に固着している地衣はハンマーで石とともに採集する。地衣もコケと同じようにそのままかけぼしにして紙に包んでおく。

海そう の採集には どうらん のほかに、いそがね・ピンセット・管びん などを用意し、ひき潮のときを選んで採集する。海そう の標本を作るには、まず採集品を ま水 のなかに入れて塩分を洗い、一度水をかえてから1種ずつ台紙ですくい上げながら形を整える。その上に木綿の きれ をかぶせ、新聞紙の間にはさんで軽い おもし をおく。こうして毎日新聞紙をとりかえて10日もすれば、海そうの のり氣によって台紙の上に のり ではったようにはりつく。海そうの研究には顕微鏡でしらべることも多いから、そのままホルマリンづけにして保存することもたいせつである。

2. 動物の採集と標本の作り方

動物を採集しても無意味にその生命を奪うことはつつしまなければならない。採集したものの中に、体の構造や種類の特徴などをしらべるためにぜひ必要なものがあつたときには、それだけを標本に作って長く保存し多くの人の学習に供せられるようにし、その他は飼育するなり、ふたたび放してやるなりすべきである。また標本を作るにも、まず動物を麻酔するなりして、苦痛を與えないで殺すこともあわせて考えなければならない。

こんちゅう の採集には網が必要で、きれいでできたふつうの捕虫網と水にすむものを採集する金属製の網とがいる。それに毒つば・毒びん・三角紙・虫めがね・ピンセット・管びん などを用意すればまず十分である。毒びん には底に揮発油やホルマリンを綿にし



第3図 こんちゅう採集の道具

こんちゅう採集には図のような網が必要で、管びん・三角紙などは採集箱に入れておくべしである。

鳥の標本を作るには、腹面の皮膚を縦に切り開いて内臓・筋肉・骨のいっさいをとり出し、皮膚の内側に 亜ハ酸 を塗り、針金に綿を巻いたものを内部に入れて形を整える。簡単な作り方としては鳥の口からスポイトでホルマリンを注ぎこむ方法がある。

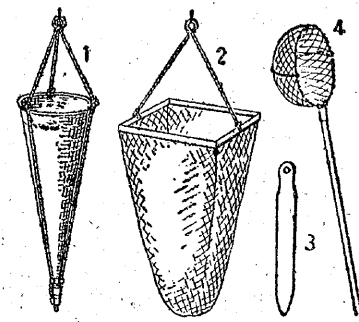
魚・ヘビ・カエル・クラゲ・ムカデ・クモなどの標本は体をよく洗い、そのまま5~10%のホルマリン水につける。大形のものはとくに体内にホルマリンを注射しておかないと腐るおそれがある。海産のものはホルマリンを海水で5~10%にしてつける。カニ・エビのように石灰質の から をもっているものはホルマリンにつけると石灰質がとけ、足などがとれるから70%ぐらいのアルコールを使う。

貝からを集めるには、体をのぞき、から をブラッシで洗ってかわす。二枚貝は左右の から が離れないように糸で結んでおく。小

ませて入れるか、はっかの結晶をそのまま入れておくといふ。採集法には網でとるほか、空びん にえさをいれて、口のところまで草むらなどにうめておく方法や、燈火でさそって採集する方法などがある(第3図)。

チョウ・ガ・トンボ・ハチなどの標本を作るには、羽を整えるために てんし板 を使う。甲虫やバッタのように羽を整える必要のないものは乾燥板で ひげ や足の位置を正してから乾燥する。また、ごく小さいものは厚い紙の上にアラビアゴムではりつける。

形の貝はガラス管に入れ、肉のあるものはアルコールづけにする。ウニやナマコ・ヒトデの類もアルコールづけがよく、ウニ・ヒトデ・カイメンはしばらくホルマリンにつけてから乾かしておくのもよい。ウニの から だけを標本にするには、か性カリ の液につけてからブラッシでこすってとげ をとり、内臓をとり去る。



第4図 水の動物の採集道具

池・湖沼・川・海などにすむ動物を採集するには図のような道具が使われる。1はプランクトンネット、2は底びき網、3はいそがね、4は手網である。池などではこれを棒の先につけてすくえばよい。湖沼とか海では、網に長い ひも をつけて船でひくとよい。静かな日の日の出まえ、あるいは日没後が水面に浮遊生物の多いときである。

浮遊生物を保存するには2%のホルマリンか20%のアルコールがよい。

海底の動物を採集するには、ふつうは 採でい器 や海底をひきまわす底びき網を用い、採でい器の場合にはとれた ども を金網のふるいにかけ、そのなかにいる生物をより分ける(第4図)。

3. 植物を栽培し、動物を飼育する方法

生物を研究するには、その生物が生活している場所で調査するのがもっともよいが、長い期間にわたる研究には身近なところに植え

たり飼ったりして、たえず観察や実験がしやすいようにするとべんりである。

植物の栽培 植物の栽培の成績には土質、土のなかの水分や空気の含有量、地温などが関係するから、これらの点に注意することが必要である。

はち植えにするには素焼の はち を使うのがよい。うわ薬のかかったものは 水はけ や通気が悪い。植物によっては、ふつうの土のほかに砂・腐葉土・荒木田粘土などを適当にまぜた混合土に栽培するが、一ばんには腐葉土3、ふつうの土1、砂1の割合にまぜたものを使う。植物の手入れとしては草とりをしたり、水や こやし をやったりすることに注意し、また病虫害の予防や駆除を忘れないようにしたい。

モウセンゴケのように濕り氣の多いところに生育するものはミズゴケを切って はち に入れ、その上に種子をまくとよい。実験室で発芽や成長をしらべるには、土のかわりに砂や ぶがくず をしめらせて、それに種子をまくとべんりである。

動物の飼育 動物は水にすむもの、陸にすむもの、水陸両方にすむものなどにより、また体の大きさ、性質などによって飼育する場所や入れ物などが違う。したがって、飼う動物の自然での環境をよくしらべ、条件を整えてやる必要がある。えさ についてももちろん同じような注意がいる。

水そう は水にすむ動物を飼育して、生活のようすなどを研究するになくてはならないものである。厚いガラス板をめぐらして作った入れ物のほか、廣口びん・ガラスばち、木や陶器などの 水そう が使われる。

入れ物に水を入れるには、水のなかに空気がよくとけこむように水の表面積を廣くし、あまり深く入れないように注意する。また、

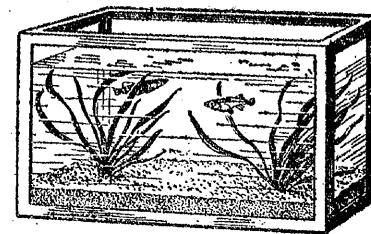
動物の種類によっては新しい水をたえず少しずつ流しこむようにしなければならないものがある。水は ま水 にすむ動物に対しては井戸水を使い、海産のものには海水を こし紙でこしたり、あるいはそのまましばらくおいて 上澄みをとったりして使うとよい。水をとりかえるときには水温に注意して急激な変化を與えないようにしなければならない。

入れ物の底には砂をしきつめ、ま水 のものではクロモ・フサモ・カボンバ、海産のものではアジモ・アオサ・ミルなどをさしこみ、植物の炭酸同化の はたらき を利用して水中の酸素の欠乏を補うようにするがよい。入れ物をおく場所は、日なたは水温の変化がはげしいから日かげの方がよい(第5図)。

水を入れるときは、水面に板などを浮かべてこの上から静かにつぎこみ、底の砂がかきまわされないようにする。

えさ は動物の種類によって違うが、たべ残りが無い程度に與える。えさ が残ると腐って水を悪くすることがあるからである。ヒドラやメダカなどを飼うには動物性の えさ としてミジンコ・ボウフラ・イトミミズなどを與え、植物性の えさ としてはパン・ふ・うどんなどを小さくして與えるとよい。生きた動物の えさ のないときは かつお節 や乾燥したエビなどをこまかくして與えたり、魚粉をやったりしてもよい。

こうして飼っていると、入れ物の内面に けいそう やアオコなどがついてガラス製の 水そう ではなかのようすが見にくくなる。こ



第5圖 水にすむ動物の飼い方

水そうの底には砂をしきつめ、モヤ水草をさしこんで、酸素の不足を補う。

れを防ぐにはときどき入れ物を洗ってやるのもよいが、モノアラガイなどの巻貝を入れてガラス面についた生物をたべさせるのも一つの方法である。また飼っているうちに、魚では皮膚にミズカビの類が寄生することがある。あらかじめ飼う魚をごくうすいマーキュロクロームのなかを通し、入れ物も少量のマーキュロクロームで洗って消毒するところおそれが少なくなる。

陸の動物はその種類によって飼育の方法が違いますが、こんちゅうを飼うには飼育箱を使う。箱は空箱を利用して簡単に作っても十分まにあうが、とびらをガラスばりにして、てんじょうや裏側を金網張りにしたものがよく使われる。箱のかわりにランプのほやや、底を抜いた廣口びんなどを草や木を植えたはちにかぶせて使ってもよい。そのほか、鳥やけだものを飼うにはニワトリやウサギなどの飼い方をしらべて参考にするとよい。

2. 生物にはたがいに似たものがある

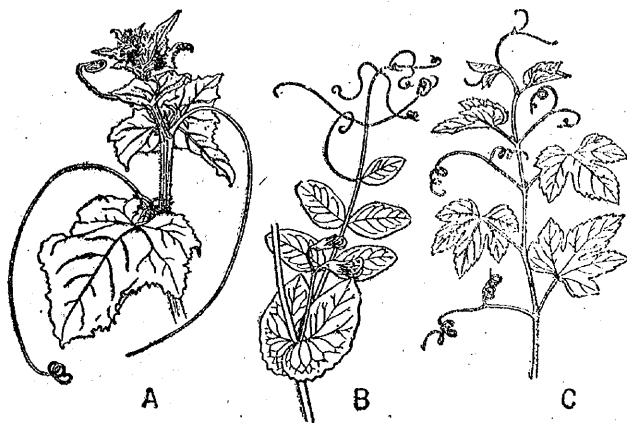
1. 生物どうしの比較

地球上には陸にも海にもいろいろな生物がすんでいるが、これらの生物は、そのすみかが似っていると形や構造がかなり似てくるものである。たとえば水中の植物には葉が廣かったり根が小さかったりするものが多く、海浜の植物や高山の植物の根は太い。また、動物でも食物の種類がひとしいと体の形や性質などが似ていることがある。

このように多くの生物を比較してみると、その見方によってさまざまな似た点が見つかる。

2. 生物の類似点

キュウリ・エンドウ・ブドウのつるを比較してみると、どれも巻きひげになっていて、ものに巻きついて体を支えるはたらきをしている。しかし、成長していく間に植物体のどこが巻きひげになるかをしらべてみると、キュウリとブドウでは枝、エンドウでは葉の先が形を変えて巻きひげになったもので、巻きひげになるものが違っていることが見つかる。このようにはたらきは似ているが、できるものと違っていることを相似という。しかし、キュウリの巻きひげとカボチャやヘチマの巻きひげとを、エンドウの巻きひげとスイートピーやクサフジの巻きひげとを、また、ブドウの巻きひげとヤブカラシやエビヅルの巻きひげとを比較すると、それぞれ同じもとからでできていることがわかる。動物ではこんちゅうの羽とゴウモリのつばさ、カタツムリの肺とカエルの肺などはいずれも相似の例である。



第6図 キュウリ・エンドウ・ブドウのつるの比較

キュウリ・エンドウ・ブドウはどれも 巻きひげ をもっているが、そのでき方は一
 よりではない。図のAはキュウリ、Bはエンドウ、Cはブドウのつるである。

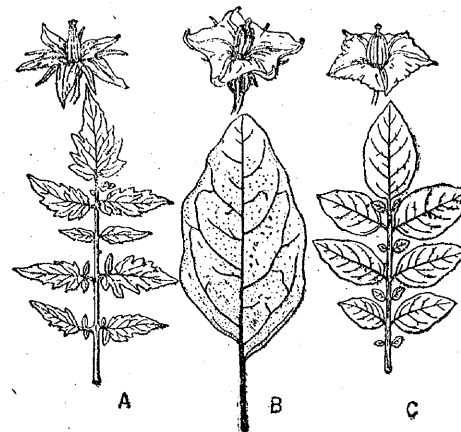
イヌの前足と鳥の つばさ、魚の うきぶくろ とカエルの肺は は
 たらき も 違い、あまり似ていないが、生いたちをしらべるとできる
 もとが同じである。このようなことを相同といって相似と区別する。

3. 類似点の発見

トマト・ジャガイモ・ナスはそれぞれひじょうに違っているよう
 であるが、こまかく比較してみるといろいろな類似点が発見できる。
 そのような類似はアサガオとサツマイモとでも同ようであるが、前
 の3種とアサガオやサツマイモと違うところは、アサガオでは葉の
 つけ根から花の枝がでてここに花をつけて咲くが、トマト・ジャガ
 イモ・ナスでは花の枝が茎のどちゅうから出る。また、この3種の
 実とは水分に富んでいて多くのこまかい種子をもち、もとのところ
 には がく がながく生きたままに残っているが、アサガオ・サツマイ

モの実とはどれも丸
 い形で、かわくと
 自然にさけて種子
 が外に出る。

このほかに、ト
 マト・ジャガイモ・
 ナス では 花粉ぶ
 くろ の先に孔が
 あって、そこから
 花粉が出ること、
 子房が2室からな
 り、おしべは5本
 あることなどもよ
 く似ている。こう

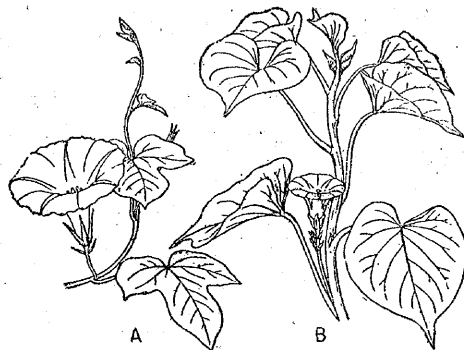


第7図 トマト・ナス・ジャガイモの比較

トマト (A)、ナス (B)、ジャガイモ (C) はそれぞ
 れ いろいろに違っているようであるが、よく見るといろいろな
 これら3種は同じ 類似点が発見できるから同じ仲間としてまとめられる。
 仲間としてまとめられている。

アサガオとサツマイモはいずれも つる になる植物で、葉は茎の
 上に長い柄でたがい違いにつく。サツマイモの花は暖かい地方か温
 室でないとめったにつかないが、その形や つくり はアサガオの花
 によく似ている。ともに合弁で ろうと形 である。おしべは長さが
 不そろいで5本あり、根もとには毛が生えている。めしべの頭は球
 状になっている。子房が熟してできた実とは丸い形で、乾くと
 自然にさけて種子が外に出る。こういうわけで、この2種もきわめ
 て縁の近いものと考えられる。

動物でもトカゲとカナヘビ、コイとフナ、モンシロチョウとモン
 キチョウなどを比較してみるとよく似た点がたくさんある。



第8図 アサガオとサツマイモの比較

アサガオ・サツマイモは葉や花のつき方、花や実の形やつくりがよく似ていて、きわめて縁が近いと考えられる。

の例である。ヤモリとイモリとはどちらも空気を呼吸し、形はたいへんよく似ているが、皮膚を見ると、イモリは柔くていつもしめっているが、ヤモリは小さいうろこでおおわれ、皮膚は乾いている。また、イモリはカエルのように変態をするが、ヤモリはしない。さらに内部の構造にも違う点が多いたった点よりもはるかに多く、むしろイモリはカエルに、ヤモリはトカゲに似ている。それで生物どうしを比較する場合には見かけだけで迷われないように注意しなければならない。

このように生物のなかには共通の特徴をもつものがあり、共通点の多いものほど縁が近いと考えられる。

しかし、生物のなかにはたんに見かけだけが似たものも少なくない。

ヤモリとイモリ、マツバギクとマツバボタンなどはその

3. 生物はどのように分類されるか

1. ことばと名まえ

人がほかの動物に見られないような複雑な社会を作り、すぐれた文化をきずき上げたわけの一つは、いろいろなことを、ことばでいい現わし、進んでは文字によって書きのこすことを知ったためである。人間がことばをもって以来、さまざまな物ごとに対して名まえがつけられたが、多くの生物もそれぞれの名まえをもつようになった。

しかし、はじめのうちはことばはただ身の用をたすだけのものであったであろうから、生物にしてもせまい地域でだけしか通じないような方言で呼ばれることが多かった。わが國の方言をしらべてみても、メダカには全國で2000以上、ハコベには200以上の呼び方がある。

「イヌ」「ネコ」「ウメ」などという名まえは日本じゅうたれにでも通じるが、一步日本を出ればもう通じない。このようにわれわれが日常使っている名まえは、國や民族により、ときには時代や地方により、あるいは職業や年齢によってさへ違ふことがある。

2. 世界じゅうに通じる名まえの要求

生物は人間社会のくぎりや民族のひろがり方とはかかわりなく分布しているから、これを相手とした知識はあるきまった國にだけ通用するというものではない。したがって、学問が進んでくると同じ生物にたくさん名まえがあることはなにかにつけて不便となるのは当然である。ことにヨーロッパのように、國と國とが境を接し、民族と民族とが複雑にまじり合っている上に学問が早く進んだとこ

るでは、この不便がつよく感じられてきて、各国に共通な名まえを使いたいという要求がしだいに強くなってきた。

17世紀の末ごろからはとくにこの要求が切実となり、当時の学者が学問上おもにラテン語を使っていた関係から生物のラテン語名が学問上の共通な呼び方とされるようになった。しかし、その名づけ方には特別な申し合わせがなく、短い名もあれば長い名もあり、たがいに似かよった生物を区別するためにはいろいろな形容詞をつけたりして、なかなかこみいっていた。

そのうちに、動植物の名をつける場合、ちょうどわれわれに姓と名とがあるように、よく似たものを同じ「属」というなかに入れて同じ名をつけ、そのなかで少しづつたがいに違ったものを「種」として区別しようという考えが起り、世界共通の名まえをつけようとする時代の動きがもう一いきというところまできた。

3. リンネの二名法

このような時代にリンネが現われた（単元1参照）。リンネは生物全体についてひろい知識をもっていて、1753年には「植物の種類」第1版、1758-59年には「自然の系統」第10版を出版した。このなかでリンネは植物にも動物にも属と種という考えをとり入れて、当時までに知られていたあらゆる生物の種類を書き記した。これらの書物のなかで、種類の名を全部ラテン語の1語の属名と1語の種名とで現わした。これが今日「二名法」と呼ばれる方法のはじまりである。「植物の種類」第1版のなかでは「二名法」そのままではないが、それになおして用いられるように各種類ごとに属名のほかに「小名」といって、今日の種名にあたるものが加えられている。この二名法は簡単で正確であるため、他の人々もだんだんとこれに従うようになった。

その後、研究法の進歩や交通の発達に伴って今まで知られなかった生物がじつにたくさん発見されてきた。このような多数の種類についての研究が進むにつれて、今まで一つの種類と思われていたものがじつは二つのよく似た種類のまじったものだということがわかったり、逆に、世界の違った土地で別の種類とされていたものがほんとうは同じ種類だったということがわかったりするようになった。それで、生物に名まえをつける規則をきめ、さらにそれを整理する方法をきめておかないと混乱してしまうおそれが生じたので、世界じゅうの動物学および植物学の代表的な学者が集まって会議を開き、名をつける方法を定め、二名法を用いること、植物では1753年、動物では1758年以前の名を用いないこと、その他のこまかな規則を設けた。

4. 学名とはなにか

リンネにはじまった二名式のラテン語の生物の名は、その生物の学問上正式に認められただだ一つの名まえであって、これを学名と名づける。その例を一つ二つあげると

シシは *Felis leo* L.

トラは *Felis tigris* L.

で、*Felis* は属名、*leo* と *tigris* とは種名、そのつぎの語は最初に正しく二名法で命名した人の名であって、ここではリンネの略号 L で表わされている。上の二つの動物は種類は違うが、いろいろな点で似ていて、同じ *Felis* という属に入れられることを現わしている。

このような学名は世界共通であるからたいへんべんりで、学問上にはこれを使うのが当然であるが、一ばんの人にはむずかしすぎ、場合によってはかえってわかりにくいこともある。そうかといって、方言を使うわけにもいかないから、少なくとも一つの國のなかでは

共通に通じるその國の ことば で現わした名まえがあればべかりである。日本國內のこのような名を標準和名という。しかし、これを定める一定の規則はない。

5. 名をつけることの意味

学問が進むにつれて、生物の種類が異なるとその はたらき や生活のしかたをはじめ、いろいろな点の違っていることが明らかになってきたが、それとともに生物に正しく名をつけておくことがますます必要となってきたのである。たとえば、新しい害虫がはいってきて害を興えたという場合、その種類がはっきり見分けられなければ適切な処置をすることができないし、アオカビの類からペニシリンをとり出そうという場合にも、どの種類からでも同じ分量がとれるものではなく、また、これを養う方法も種類によって一律にはいかないので、正しい名まえがわからなければつづりがわるい。

生物に名をつけるには、形や はたらき や生活などをくわしくしらべてから異同を明らかにしてからなければならぬ。また、生物を分類するには、一つ一つの生物を別々にとり上げて名をつけるだけではなく、生物どうしの似よりをしらべて、それらを一定の正しい関係におくことが重要である。

6. 分類の階段

生物をいろいろくらべて、似たものを集めていくつかの仲間を作り、さらにその仲間のなかのものどうしをくらべて似よりの大きいものをまた一まとめにするというようにしていくと、その分け方は自然に階段のようになってくる。それらの区分を大きい方から順に、門・綱・目・科・属・種と名づける。以下その例をあげることにしよう。

せきつゐ動物門	節足動物門	種子植物門
ほにゅう綱	こんちゅう綱	被子植物亞門
食肉目	りんし目	双子葉植物綱
犬 科	アゲハチョウ科	バラ目
犬 属	アゲハチョウ属	バラ科
イヌ	キアゲハ	バラ属
		ノイバラ

7. 人爲分類と自然分類

たがいにくらべて似たものを集めていくのが分類の方法だとすると、どういう点をくらべるか、また、どういう目的でくらべるかなどによっていろいろの分け方があり得るわけである。たとえば、空を飛ぶとか、水を泳ぐとかいうことを目当てにして分けると、モンシロチョウもスズメもコウモリも同じ仲間にはいり、マイカもフナもナガスクジラも同じ類にはいる。また、害虫と益虫という分け方や、きょう木や かん木 や草本などという分け方も行われるが、いずれも見かけや人のつづりによる分け方であるから人爲分類という。

このような分類と違って、生物が発達してきた道すじをもとにし、生物どうしのほんとうの つながり を目じるしにして縁の近いものを集めていくのを自然分類といい、これが生物学で目当てとするものである。

8. 生物の縁つづきの意味

縁つづきの深い浅いによって生物どうしを分けてみると、ちょうど人の家系図のようなものができて、その形は1本の大本が幹から枝、枝から小枝、小枝から葉というように分かれているのにたとえることができる。このようにして生物の縁つづきを図に示したものを

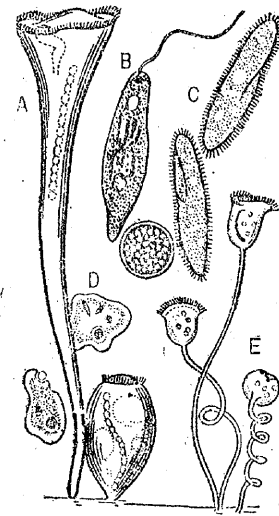
を系統樹という(單元10参照)。

系統樹は生物の縁つぎを一應図に示したものであるが、古い時代のことは、わずかにのこされた化石を材料としておしはかるばかりであるから、今考えられている縁つぎがほんとうに正しいものかどうかははっきりとはわからない点もある。系統樹をこしらえるときのもとになっている考えは、種々の生物の発生のしかたなり、体の構造なり、あるいはその機能なりがまったく独立したものではなく、その間に共通なものが認められるということにもとづいている。現在では、一ぱんに認められている生物どうしの類縁をもとにした分類の体系がたてられており、またそれにもとづいて系統樹も作られているが、ある点になると学者によって意見が一致していない。

4. 微小な生物の世界

1. 微生物の培養

微小な生物を研究するために、まずわれわれの手でその世界を作り出してみよう。コップや 水ばち などの適当な入れ物を用意して水を入れ、これに 水たまり・下水・たんぼ・池 などの水を少し加える。水の底の だろ や ごみ または植物の腐りかかったものなどが得られれば、それも一しょに少し入れる。このような入れ物を日光の直接あたらない暖かい場所へ10日ほど置いてから、なかの水をピペットで少しとって顕微鏡でのぞくと、前後左右に泳ぎまわっているたくさんな微小な生物が見られる。ふつうにいるものの一つはゾウリムシで、これはまた古くなった 花びん の水にもよく見つかる。コップの底の ごみ には、長い柄の先きについた口の廣いつぼ形 の体をしたツリガネムシも見られよう。ときどき ばね をちぢめたようにキュツとちぢまり、またそろそろとのびていく。よく見ると、口のまわりの纖毛を動かして水の流れを起し、食物を集めているのがわかる。



第9図 いろいろな原生動物

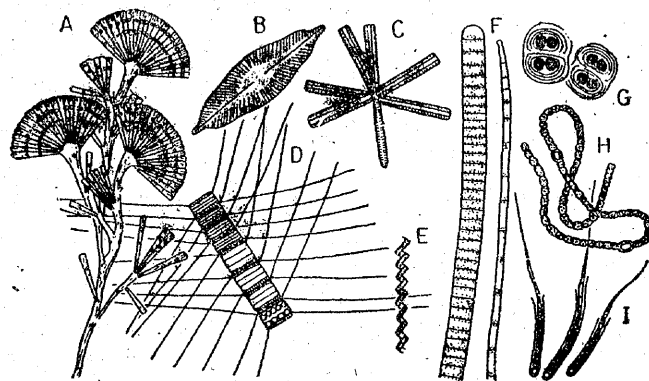
池や水たまりの水のなかからはさまざまな原生動物が見つかる。図のAはラッパムシ、Bはミドリムシ、Cはゾウリムシ、Dはアメーバ、Eはツリガネムシである。

下水の水などからは、ツリガネムシよりももっと大形のラッパムシが得られることもある。

水たまりのやや緑色がかった水からは、ミドリムシか、または小さな丸い形をしたものがいくつか集まつたものの類が見つかることが多い。

アメーバは下水、水たまりの底、湿地などの水分の多いところにいるが、なれないと認めにくい。顕微鏡の視野を少し暗くしてさがすとよい。アメーバ・ラッパムシなどは1個体が1箇の細胞からできている動物で、原生動物と呼ばれている(第9図)。

植物の仲間としては けいそう がこの世界にほとんど必ず見られるものの一つである。大きさや形は種類によってさまざまであるが、



第10図 けいそう と らんそう

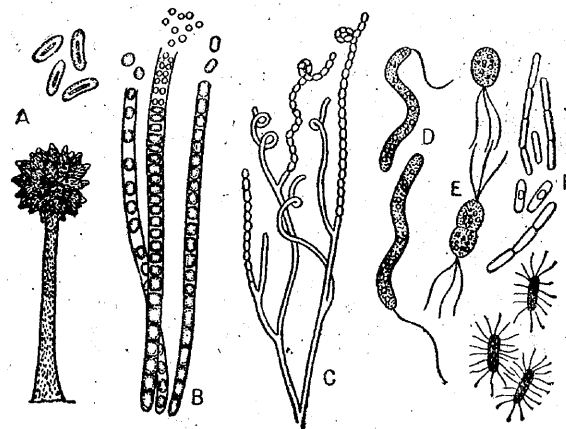
井戸ばたの古い流し板などのぬるぬるしたところをナイフでかきとってしらべると、けいそう や らんそう が見つかる。図のA-Dは けいそう で、Aはリクモフォラ、Bはアクナンテス、Cはシネドラ、Dはネクロテラである。E-Iは らんそう で、Eはラセンモ、Fはコレモ、Gはグロエオカプサ、Hはジュズモ、Iはリブラリアという。

多くは左右対称の規則正しい形をしている。細胞膜はかたく、顕微鏡の倍率を上げてみると美しい もよう が刻まれているのがわかる。

これらはほんのわずかな例にすぎないが、入れ物のなかの生物は、しらべるにつれてさらにさまざまなものが興味深い姿を現わしてくるであろう。これらの生物は最初とってきた 水たまり の水や どの なかにいたものがふえたに違いない。それでは、つぎに外に出て身のまわりを探してみよう。

2. いろいろな場所の微生物

井戸ばたの古い流し板などにはよくぬるぬるして かつ色 のところや あい色 をあびた緑色のところができている。これをナイフで

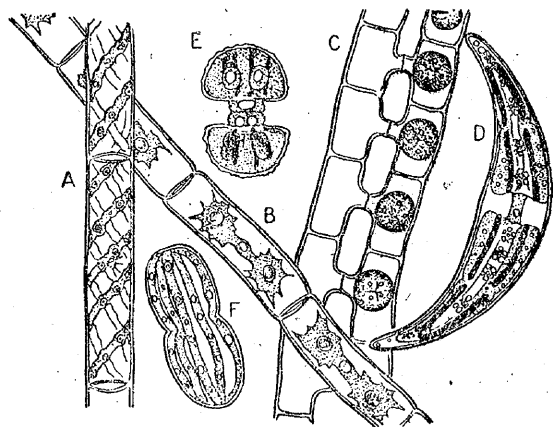


第11図 細菌のいろいろ

細菌は土中にも、空中にも、水中にもいる。図はその一部のものの形を示し、Aは粘液細菌の一種コンドロミセス・アピキュラツス、Bはクレノスリックス、Cは放射菌の一種アクチノミセス・アウレウス、Dはイオウ細菌の一種サイオスピリウム・サンギネウム、Eはシロマナウム、Fは枯草菌のいろいろな状態である。

かきとって顕微鏡でみると、かっ色のものは けいそう の集まりであり、あい色をおびた緑色のところは らんそう類 という そう類で、糸状のものや なんきん玉 をつらねたような形をしているものなどがある。いつもじめじめした土の上にも同じように青色に染まっているところがあるが、これを顕微鏡で見ると らんそう類 はもちろん、ときにはすきとあったミミズのような線虫が見られることもある (第10図)。

土中には細菌類も多い。豆類の根について空中の窒素を根に與える根粒菌、作物の肥料として使うアンモニア類を植物に吸収しやすくする亜硝酸菌・硝酸菌などは、われわれに大きな利益を與えている。細菌類とカビ類との中間のような形をした放射菌類も多い。これには人体の傷口からはいて病氣を起すものもあれば、反対に病



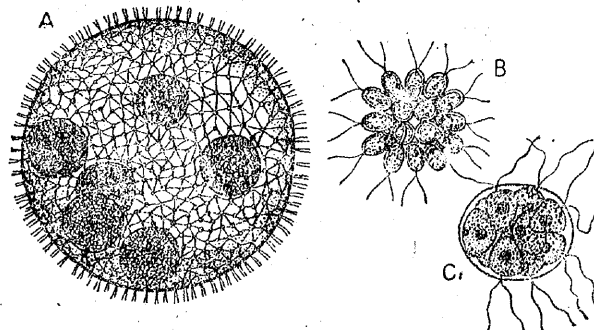
第12図 いろいろな接合そう類

用水池や沼などの割合いきれいな水のなかにはいろいろな接合そう類が見つかる。図のAはアオミドロ、Bはホシミドロ、Cはアオミドロが接合しているところ、Dはミカツキモ、E-Dはツヅミモである。

氣の治療に役だつと考えられているものもある。たとえば、ストレプトミセス菌から得られるストレプトマイシンは結核性の病氣に有効であるとして最近さかんに研究されている。

家や工場からの捨て水の流れる みぞ の底などには、古綿のようなもやもやしたものが水にゆられていることがある。これは廃水菌と呼ばれる菌である。また、みぞを流れる水の性質によって、そこにすみ微生物は違っていて、鉄分の多い水には鉄バクテリア、温泉からの湯が流れる みぞ には高温に耐える細菌や らんそう類 が繁殖する。このような場所の水を 管びん などにとってきて検鏡するのもおもしろいであろう。

つぎに用水池や沼へ行ってみよう。フナや小エビなどのいそうな、割合いきれいな水のなかにはキンギョモ・セキショウモなどの花の咲く水生植物にまじって髪の毛のような感じで緑色のものが群生していることがある。これはアオミドロで、拡大して見ると、ところどころにしきりのある管状の細胞のなかに1本ないし数本の緑色



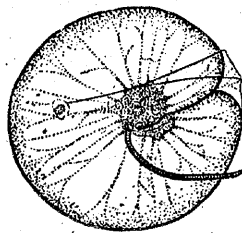
第13図 ボルボックスの類

ボルボックスの類は数百ないし数千の個体が集まって一つの玉を形成している。図はいずれもこれの仲間、Aはボルボックス、Bはゴニウム、Cはバンドリナである。

の糸がらせん状になっておさまっている。アオミドロに外観はよく似ているが、緑色のらせんのかわりに星形をしたものが2箇所つなげられているのはホシミドロである。このような場所の底のどろをとってみると、緑色で三日月形をしたミカヅキモや、つづみ形をしたツヅミモの類が見つかることもある。これらもアオミドロと同じ仲間、一かつして接合そう類という(第12図)。

緑色のそう類にボルボックスというものがある。注意すれば肉眼でも見えるくらいの大きさの緑色の玉であるが、顕微鏡で見ると玉の表面に小さな緑色の点がかまかく規則正しくちりばめられていて、その間が網の目のように細いすじでつながれ、全体がぐるぐるまわりながら泳いでいる。緑色の点の一つ一つが1個体で、各個体から2本ずつの細い毛が出てこれを動かして全体が運動する。このように、ボルボックスの一つの玉は数百ないし数千の個体の集団であって、一つの集団のなかにまた新しい小さな集団がいくつもできてふえていく(第13図)。

海にすむ微小な生物には、水に見られるのと同じ種類のものもあるし、また海水特有な種類もある。けいそうや緑色のそう類、原生動物などは海にも多い。



第14図 夜光虫

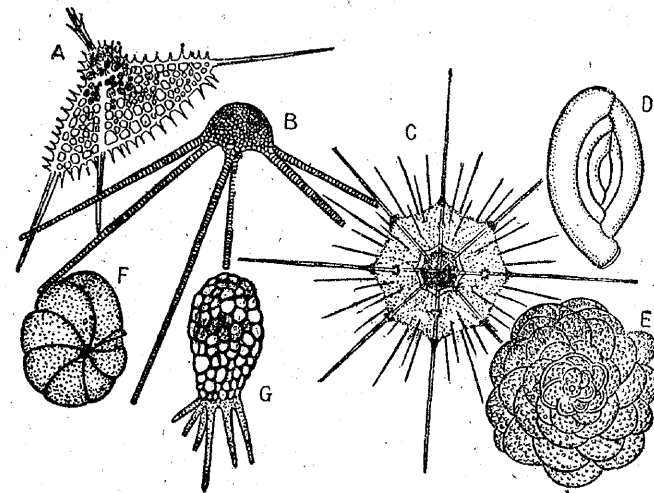
夜光虫はうす桃色をおびた、透明な丸い小さな粒である。

海でいちじるしいものの一つは夜光虫である。暗い夜など、波のくだけるところや、ボートに乗って出たときオールでかいたところの水がよく光る。このあたりの水をとってすかして見ると、うす桃色をおびたほとんど透明な丸い小さな粒がたくさんある。これが夜光虫で、原生動物に入られている(第14図)。

イカや深海の魚類をそのままかき、ある

いは塩をして2〜3日おき、暗いところで見ると表面が青緑色の光を放っていることがある。これは発光バクテリアが繁殖したためで、発光バクテリアはほとんど海産である。形は球状、短棒状、うねうねとまがった棒状などで、1本あるいは多数の毛をもって運動するものが多い。これには多くの種類が知られているが、病氣の原因になるものは発見されていない。

海岸の砂をとって顕微鏡でしらべると、砂粒と同じくらいの大さで複雑な形をした貝がらのようなものをいく種類か見つけることができる。これは有孔虫のからで、生きているときはこのから



第15図 有孔虫と放散虫のいろいろ

海岸の砂をとって顕微鏡でしらべると、砂粒と同じくらいの大さの有孔虫や放散虫が見出される。図のAはジクチオフィムス、Bはガゼレッタ、Cはアカンソメトロン、Dはスピロキリナ、Eはアラノルブリナ、Fはシビシーデス、Gはディフルギアで、A〜Cは放散虫、D〜Fは有孔虫、Gはアメーバ類である。

にあるたくさんの孔から糸のようなものを出している。死ぬと、炭酸カルシウムでできているから腐らないで海底に沈み、場所によってはどろがほとんどすべてこのからからできていることがある。地質時代の有孔虫のからが積りかたまって石灰岩や大理石となったものもある。

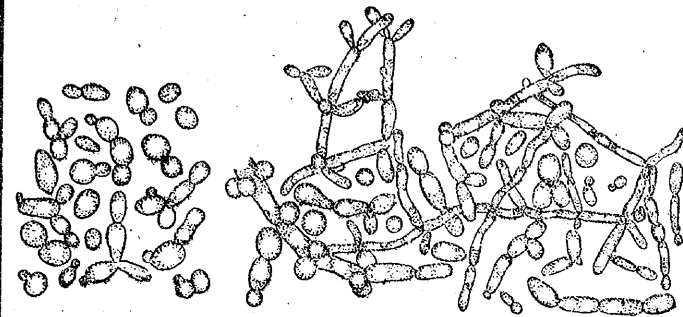
有孔虫に似た放散虫はけい酸質の美しい形のからをもち、球状をしているものが多い。有孔虫や放散虫もまた原生動物である。

廣い海面には、これらの原生動物のほかにエビ・カニ類をはじめ種々の海産動物の幼生、植物ではけいそう・らんそうなどがたくさん浮かんで生活している。このようなものを、同じような生活をしながら水に産するものとあわせて浮遊生物という。浮遊生物の量や種類は季節・時刻、海洋中の場所などによって一ようではなく、海流に乗って移動するものも多い。浮遊生物は多くの魚類をはじめ、クジラ類などのたいせつなえさとなっているので、その研究は水産上からもひじょうに重要である。

3. 食物と微生物

微生物にはわれわれの生活、とくに食物に関係の深いものがある。温度の高い季節には食物が腐りやすいが、腐るといやなにおいや味がするばかりでなく、有毒なものができることがある。これはみな、種々な腐敗菌のためである。しかし、腐敗菌は自然界でいろいろな有機物を分解するはたらきを行っている点で重要な細菌ともいえる。

食物が腐敗菌のためにむだになってしまうことは、われわれの生活上不つごうであるが、一方微生物によって滋養に富んだ味のよい食物ができることも見のがすことができない。みそやしょうゆ・つけ物などはコウジカビや乳酸菌のはたらきによって作られる。



第16図 ぶどう酒酵母

比較的新しいブドウの實をかるくつぶしてびんのなかに入れ、ふたをして数日おくと、皮の表面に白い粉がたくさんつく。これを顕微鏡でしらべると図のようなぶどう酒酵母が見られる。

甘酒や日本酒を作るときにもコウジカビの助けをかりる。それはコウジカビのなかにあるでんぷんを分解して麦芽糖やデキストリンにするジアスターゼという酵素を利用するのである。日本酒はこの甘くなったものに、さらに日本酒酵母がはたらいてできる。

ぶどう酒はブドウについている酵母を利用して作る。比較的新しいブドウの実を数粒とり、かるくつぶしてびんのなかに入れ、ふたをしておくと数日後には皮の表面に白い粉がたくさんつく。これがぶどう酒酵母で、ほかの菌がまじらないように注意して殺菌した培養液に移せば純粹培養できる(第16図)。

ビールはオオムギから作った麦芽じるをビール酵母によって発酵させて、炭酸ガスがぬけないようにびんやたるに密閉して作る(單元12参照)。

パンを焼くときに使うパン酵母には、もとはビール酵母が使われていたが、現在はアルコール製造用の酵母か、それに近い種類が使

われている。これはたんに炭酸ガスを出してパンをふくらませるばかりでなく、発酵中に芳香とうまみをつける。酵母を圧さくして水分を除いたものを乾燥酵母といい、この状態で生きたまま長く保存することができる。

酵母類には種類が多く、空中・水中・土中に広く分布していて、糖分を含んだものの上には好んで生育する。顕微鏡で見るとほとんど無色の1箇のだ円形の細胞で、内部に油の粒や空胞が見える。これが体の一端に小さな突起を生じ、しだいに大きくなると他の細胞と同じ大きさになり、さらにこれから子どもの芽が出てくる。適当なときにあのものの芽が離れて一つの酵母になるが、ときにはいくつもの個体が長い鎖になってつながっているのも見られる。一ぱんに糖類を分解してアルコールと炭酸ガスにするはたらきを行うから、これを人が利用するのである。

酒を長くほおっておくと、そのなかにさく酸菌が発生してさく酸ができる。さく酸菌は細菌であって、これにもいろいろな種類があるが、たいていはだ円形または棒状でアルコールを変じてさく酸とする力がある。

牛乳をしばらくおくと白いどろどろしたものになり、すっぱくなる。これを俗に牛乳が腐るといっているが、乳酸菌が牛乳中の乳糖を分解して乳酸にかえたために、とけていたカゼインというたんぱく質がかたまっただけである。ほかに有害な菌が発生しないかぎりこうなった牛乳を飲んでもさしつかえない。つけ物は乳酸菌を繁殖させて利用するのである。また、乳酸菌を応用していろいろな飲料も作られている。

このほか、枯草菌はわらや枯草についていて、ダイズをむしたものにこれを繁殖させればなっとうができる。

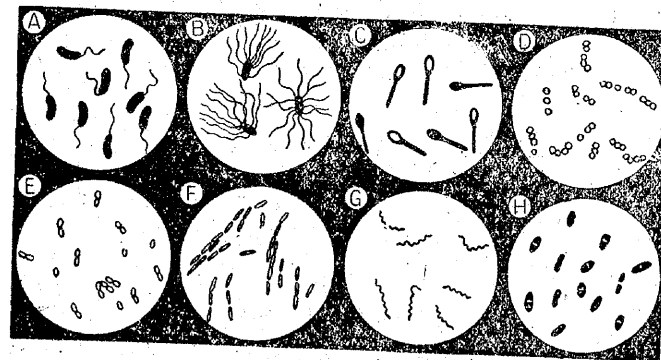
4. 人の体と微生物

われわれの体の表面や内部にも微生物がたくさん生活している。ために歯ぐきやようじの先きにとってのせガラスになすりつけ、顕微鏡で見ると数種の細菌を認めることができる。

人の体につく微生物は、すべてが害になるものではないが、ある種類は恐ろしい病気をひき起し、われわれの命までもうばうことがある。

チフス菌・コレラ菌・ペスト菌・赤痢菌などは、人体内で増殖すると恐ろしい害を及ぼすが、これらの菌は今ではその正体も侵入の道すじも明らかにされ、適当な防除の処置がとられているので、どこにでもあるというわけではない。これにくらべると、結核菌・肺炎菌・破傷風菌などはまだ広く分布している（第17図）。

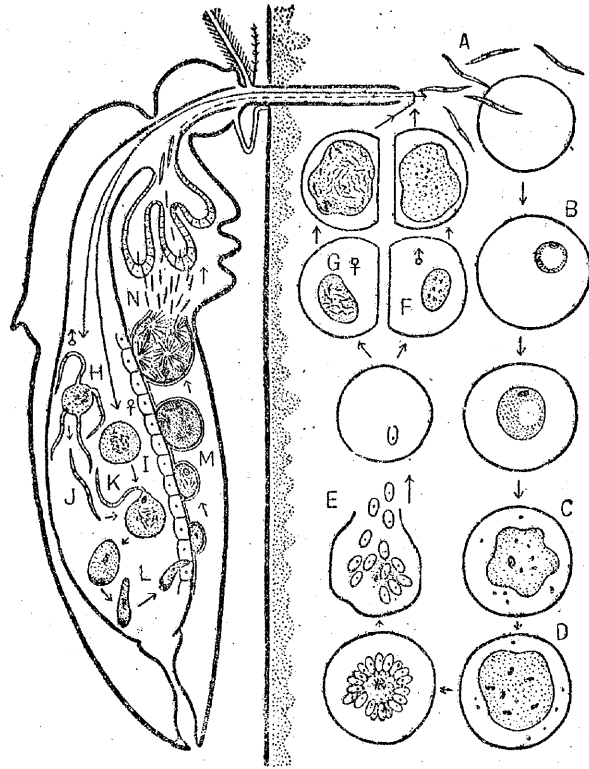
カビの類にも人体に寄生して害をするものがあり、シラクモなどがその例である。



第17図 いろいろな病原細菌

人の体につく微生物はすべてが害になるものではないが、上の図のような種類はいずれも恐ろしい病気をひき起す。すなわち、図のAはコレラ菌、Bは腸チフス菌、Cは破傷風菌、Dは丹毒菌、Eは肺炎菌、Fは結核菌、Gは梅毒菌、Hはペスト菌である。

アメーバ赤痢はアメーバの一種が人の腸に寄生し、赤痢に似た症



第18図 マラリア原虫の生活史

南方に多いマラリア熱の病原虫は複雑な生活史をおくる。Aはその種虫、Bは赤血球のなかの環状体、Cはアメーバ状体、Dは成熟増殖体、Eはメロゾイト、Fは雄の生殖母細胞、Gは雌の生殖母細胞、H・Jは雄の生殖母細胞から べん毛体 ができるところ、Iは雌の生殖母細胞からできた卵子、Kは雌雄の生殖細胞が合体したところ、Lは合体後の種々な発育状態、Mは卵のうり体、Nは芽胞のうらから種虫の出るところである。

状の病気を起す。南方に多いマラリア熱は原生動物に属する微生物が病原体であって、それには数種類あり、そのうちもっともふつうなのが三日熱マラリア病原虫である。この病原虫をもっているハマダラカが人を刺すと、カの体内にあったマラリアの種虫が人の血液に入り、赤血球のなかに侵入する。種虫は赤血球を養分としてこのなかで複雑な変化をしてしだいにふえ、1箇の種虫が12~24箇のメロゾイトとなり、赤血球を破って出て新しい赤血球にはいる。このような発育を何回かくり返すうちに、ついには一度に多くの赤血球が破壊されるようになり、人はそのたびにひどい熱が出て苦しむ。カに刺されてから10~14日経過すると症状が現われ、つぎの発熱までにやく48時間かかるから三日熱といわれる。人体内で何回か発育をくり返したメロゾイトは、最後には半月状の生殖母細胞となる。これには雌雄の別があって、カがこれを人の血液と一しょに吸うと、カの体内で成育して雌雄が合体する。合体したものはまた複雑な変化をして胞子の時代をへ、最後にたくさんの種虫となってカの だ液せん に集合し、人の体内にはいる機会を待っている(第18図)。マラリアにかかった人はできるだけ早いうちにキニーネやアテブリンなどを使って治療しなければならない。また、マラリアをなくすためには、病原虫の仲だちをするハマダラカを絶滅しなければならない。

人の血液中には、このほかにトリパノソーマと呼ばれる原生動物が寄生することがある。この虫の体は つむ形 で上端が丸く、下端がとがり、ひらたくて少しねじれている。体の前端近くから1本の毛が体側にそって波状をして後方にのび、体の長さより少し長い。この毛と体との間にはうすい膜でつながっている。この毛を動かして泳ぎ、体をくねらせながら進む。個体は体が縦に二分してふえる。ハイ・ノミ・アブなどから人に傳わり、血液やリンパ管・脳・脳せ

き髄液中にひろがって ねむり病 や熱病をひき起す。

このように人体に寄生して害をする微生物は少なくないが、家畜や農作物にもそれぞれ微生物が寄生して病気を起すことがひじょうに多い。

5. 顕微鏡と微生物

微生物の世界についていろいろな事がらが明らかにされたのは顕微鏡の発明のたまものである。現在の顕微鏡ではだいたい 1000 ~ 1200倍にまで拡大することができるが、ふつうの球状の細菌は直径が1000分の 1mm (これを 1μ という) ぐらいであるから、ただその形を見分けることができる程度である。

しかし、人や動植物の病気には、伝染病でありながら細菌の発見できない場合が少なくない。これはおそらく細菌よりもっと小さなものの作用であろうということになって、ビールスという名がつけられている。細菌の研究用として生きた細菌をこし分ける素焼の管があるが、ビールスはこれを抜けてしまうので 過性病原体 とも呼ばれる。

たとえば、トマトやタバコの葉のモザイク病、狂犬病・天然痘などの病原体は顕微鏡では見ることができないが、とにかく病気を起すものが存在し、ふえたり、他の生活細胞に移植することができたりする。しかし、培養基の上では培養できない。

また、赤痢にかかった人の便を細菌ろ過器でこして細菌を含まない液をとり、この液を別に培養した赤痢菌にかけた実験によると、菌がとけてしまうことが明らかにされた。この液中には赤痢菌とかがす 過性 のものが増殖したと考えて、このようなものをバクテリオファージという。大腸菌・チフス菌・枯草菌などにもバクテリオファージが知られている。その大きさは $20\sim 35\mu$ で、熱や

薬品に対する抵抗力が強く、いつも生きている細菌とともに分布していることがわかっている。バクテリオファージは生きている細菌のないところではふえないから、純粋には培養できない。

ビールスやバクテリオファージなどの正体を見るにはもっと倍率の高い顕微鏡を作ったらよさそうに考えられるが、実際上は不可能である。最近、従来の顕微鏡とはまったく原理や構造の違った電子顕微鏡が考案されて、ろ過性病原体の形も見られるようになった。この普及によって、これからどんな新しい世界が開けてくることであろうか。

6. 植物と動物の区別

いままで述べてきた微生物のうち、どれが動物でどれが植物か考えてみよう。一ぱんに植物と動物とはつぎの点で区別される。

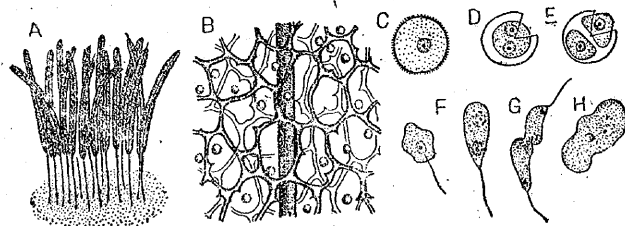
植 物	動 物
葉緑体がある	葉緑体がない
炭酸同化をして でんぷん を作る	炭酸同化をせず、でんぷん を作らない
無機物を養分とする	他の生物体またはそれが作った有機物を養分とする
セルロースをしゅうとする細胞膜をもつ	セルロースをしゅうとする細胞膜をもたない
運動性をもたない	運動性をもつ

しかし、種類によってはいずれとも断定できないものもある。たとえばミドリムシは葉緑をもち、運動する。カビや酵母菌は葉緑がなく、したがって炭酸同化もせず、有機物がなければ生きていかれないが、運動はしない。このように考えてくると微生物は動物としてとり扱われても、植物としてとり扱われても便宜的なことであって大した問題にはならない。

5. いろいろな植物

1. 動物ともいえる植物、変形菌

梅雨の候などに、積み重ねた まき や朽木などの上をさがすと暗紫色をした虫の卵のようなものがついていることがある。よく見ると、髪の毛のような つや のある短い柄の上に円筒状の袋がついてあり、長さは1cm 内外で、たくさん束になって生えている。これに触れると ほこり のように胞子が飛び散るのでムラサキホコリカビと呼ばれ、このような胞子のはいつた袋を子実体といっている。子実体の一つを顕微鏡で見ると、中央に縦に1本の軸が通り、これから細い枝がたくさん出て複雑な網状につらなり、全体が細長いかご のようになっている、なかに胞子が一ぱいつまっている。胞子は紫色で、直径8~10 μ の球状をしている。この胞子が適当な水分と養分のあるところに落ちると、そこで発芽して1箇ないし2箇の およぎ子 というものができる。およぎ子は だ円体 で、1本の



第19図 変形菌の一種、ムラサキホコリカビ

梅雨の候などになると、よくムラサキホコリカビが見つかる。図のAはその子実体が集まったところ、Bは子実体の一つを拡大したところ、Cは胞子、D・Eは胞子からおよぎ子 の出るところ、Fはおよぎ子、Gは接合子、Hは接合子がアメーバ状になったところである。

毛をもってしてしばらく水中を泳ぎまわった後、二つが合体し、毛を失ってアメーバ状の小体となる。これを接合子といい、アメーバのように偽足を出してはいまわり、1箇の核と収縮胞とをそなえて細菌などをとってたべる。接合子は後にその数がふえ、大きさも増し、また多数集まって大きなかたまりとなり、朽木の上をはっているが、後にこれから子実体を生じる(第19図)。

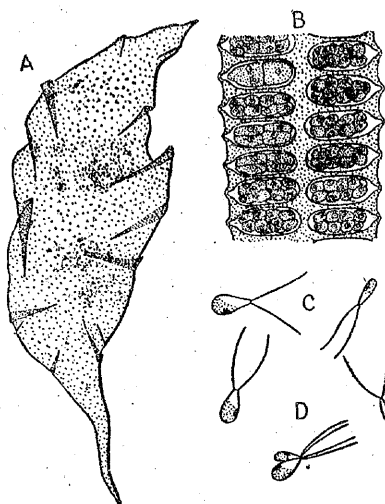
ムラサキホコリカビのような生物をまとめて変形菌と呼んでいる。これには300種以上が知られており、いずれも朽木や、ごみためなどの有機物質の上に生じる。その生がいの変化をしらべると、植物とも動物とも考えることができる。

2. アオノリとアオサ

アオノリは海岸の浅いところの岩・貝から・木材などについている。長さは数cm、ときには10cm余のものもあり、ふつう管状をしているが、下の方だけ管になっていて、上は葉のように開いているものもある。顕微鏡で見ると葉緑をもった1層の多角形の細胞が規則正しくならんでいる。この仲間には 水 のなかにも生育している。

アオサも海の浅いところに生え、波打ち際によく打ち上げられている。この仲間にはずいぶん大きくなるものがある、たとえばアナアオサは直径半m以上にもなることがある。体の下部は根のような形になって岩などについているが、ふつうの植物の根とは違って養分を吸う役目はしていない。アオサの体は2層の細胞でできているので、顕微鏡で小さな かけら をしらべただけでもアオノリと区別することができる。

アオサ類には雌雄の別のあるものがある、これに配偶子というものができる。それには、まず葉状の体の細胞が先端からしだいに配偶子のう という袋に変わり、そのなかに雌または雄の配偶子ができ



第20図 ア オ サ

アオサ類 (A) には雌雄の別があるものがあって、体の断面 (B) をしらべると 配偶子のうが見られる。これから雌雄の配偶子 (C) が泳ぎ出し、合体して (D) 接合子となる。

雌雄の配偶子は合体して接合子となり、それから新しい個体ができる。こうしてできた新しい個体は配偶子を作らず、それから大形の およぎ子 が生じる。海水に泳ぎ出した およぎ子 は、適当な時期になると毛を失って発芽する。この時期のアオサには雌雄の別がないので無性世代という。このように有性世代と無性世代とがたがいにくり返されることを世代の交代という。

アオノリは食用となり、瀬戸内海方面が有名な産地である。アオサも食用にならないことはないが、多少かたくてアオノリほどうま味はない。

アオノリ・アオサのほかに、ポルボックス・カワノリ・クラミドモナスなどはいずれも共通な特徴があるので、これらをまとめて緑

る。配偶子は つむ形 をして、1 端に 2 本の毛があり、体内に数箇の葉緑体と 1 箇のピレノイドという赤い点を含み、雌性配偶子の方が少し大きい。ふつう春から夏にかけて無数の配偶子が泳ぎ出し、そのために海水が緑色になることがある。この時期のアオサには雌雄の別があるので有性世代という (第20図)。

雌雄の配偶子は合体して接合子となり、それから新しい個体ができる。こうしてできた新しい個体は配偶子を作らず、そ

そう類という。

3. ワカメとコンブ

ワカメとコンブとは日常食用にする かつ色の 海そう である。かつ色をしているのは かつそう素 という色素がたくさんあって、葉緑を包んでいるためである。体の表面全体には粘液を出す細胞があるのでぬるぬるしている。一ぱんに水中の植物はたいていこういう粘液をもっている。

ワカメは体の中央にじょうぶで弾力のある中軸をもち、その下部は柄となり、さらにその先は岩にくっつく根となっている。柄のところに俗にワカメの耳をいう ひだ のようなものができ、そのへりがやや厚くなって およぎ子のう が作られ、このなかに 2 本の毛をもった およぎ子 を生じる。およぎ子が発芽して生じた個体は有性世代で雌雄の配偶子を作るが、有性世代のワカメはきわめて小さく、肉眼ではなかなか見られない。

ワカメは各地に産するが、東北地方と瀬戸内海の一部に産するものがとくに有名で、それぞれナンブワカメ・ナルトワカメの名で知られている。

コンブはワカメと反対に北海道のような寒い地方の海岸に多い。海のやや深いところに生えていて、いろいろな種類がある。なかにはひじょうに大きいものがあり、南氷洋には長さ 200 m にも達するものがある。

コンブの およぎ子 は葉のようなところの基部に生じる。有性世代のコンブはワカメと同じようにごく小形である。コンブはいろいろな加工食品になるが、その一つの とろろこんぶ は粘液に富む種類を乾燥してのばし、それを柔くしてから かんな でうすくけずったもので、白色のものは色素を含んだ表皮をとり去ってから作る。

とろろこんぶはコンブの体のつくりを顕微鏡でしらべるのにつ
ごうのよい材料である。

海にはこのほかたくさんのかっ色のそう類があり、これらをま
とめて かっそう類 という。かっそう類は食用にするほか よう素
やカリウムをとるのに利用され、肥料にもなる。ホンダワラの類も
ふつつ見られる かっそう である。

4. シャジクモ類

シャジクモは水の澄んだ池や沼に一面に生えていることがある。
ちょっとスギナに似た形で、長さは十ないし数十cm、枝のつきぐあ
いからシャジクモの名がある。この類は200種をこすが、ほとんど
全部 ま水 に産し、緑そう類に似ているが繁殖のしかたがずっと複
雑なので区別される。細胞を顕微鏡で見ると原形質の流動している
のがよく見える。

5. テングサとアサクサノリ

テングサは外海に面した海岸のやや深い岩に根で固着している小
さな植物で、羽のような形にこまかく枝分かれしている。全体が平
たくてややかたく、紅色または紫紅色をおびている。これは体内に
葉緑のほか紅そう素 という色素を含んでいるため、同化作用
によってふつうの でんぷん に似た 紅そうでんぷん を作る。有性
的にも無性的にも繁殖するが、無性生殖の場合にできる胞子は毛を
もたず、みずから泳ぐことができない。細胞膜や、細胞と細胞との
間には粘り気のある寒天質を含んでいるから、にてとかし出し、と
ころてんや寒天を作る。これらはテングサ以外のこの仲間からもと
れる。寒天は食用とするほか、工業用あるいは医学や生物学の研
究用としてもひじょうに重要である。

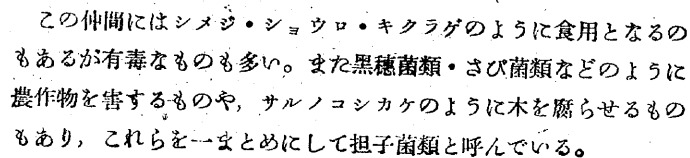
アサクサノリもテングサによく似ていて 紅そう素 を含んでいる。
このような植物を一まとめにして 紅そう類 と呼ぶ。アサクサノリ
は内海の有機分の少し多い水中に生じ、これを繁殖しているところ
では海底の泥に竹をさし、これに附着させている。この竹の枝のこ
とを ひび という。秋の終りごろ、ひびにアサクサノリが成長しは
じめ、翌年のはじめには長さ20cm余りにも達するものが生じ、全
体は葉のような形になる。採集に適するのはこのころである。体は
紅そう素を含んで紫色をした1層の細胞からできていて、ふちの部
分には ひだ が多い。その表面に雌雄2種類の生殖細胞ができ、こ
れが合体して胞子となる。胞子が発芽するとまたそれに胞子ができ、
このようなことを何回もくり返すうちに秋のはじめになってはじめ
て大形の体ができる。紅そう類にはこれらのほかフノリ・ツノマタ
などのように のり の材料となるもの、マクリのように虫下しの薬
となるもの、さしみの つま に使うオゴノリ、一見サンゴのような
サンゴモなどがある。ま水のなかに生えるものにはカワモズクなど
の数種がある。

6. 珍しいキノコ、菱角菌・冬虫夏草菌

夏・秋のころ、ライムギ・カモジグサなどの穂を氣をつけて見る
と、小さな黒色のかたいものがついていることがある。これは菱角
菌というものである。このような状態は寒さ・乾燥、栄養分の不足
などの悪い環境に耐えて生命をつづけるのにつごうがよいので、こ
の形で冬を越し、翌年暖かくなるとこれから子実体を生じて糸のよ
うな胞子を作る。子実体は高さが1〜数cmで、いぼのような突起の
ある頭部と柄とからできている。胞子はその頭部にでき、風に乘っ
てライムギなどの花につけば発芽してその実のなかに菌糸をのびし、
その上に だ円形 の胞子を作る。これができるころ、菌糸からあま

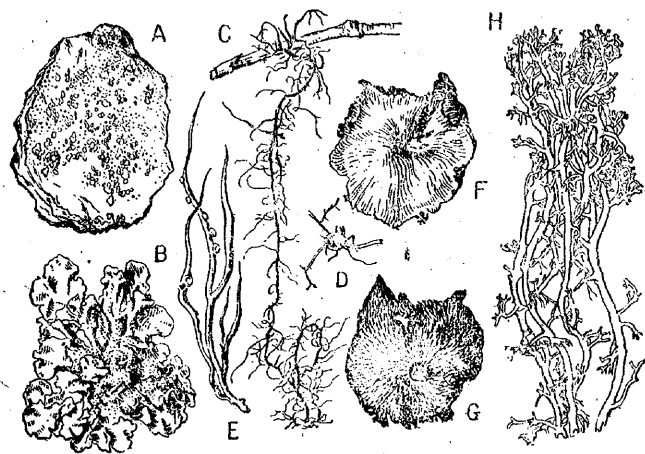
麦角菌・冬虫夏草菌・アオカビ・コウジカビ・酵母菌などはすべてその生活のある時期に子のう というものを作り、このなかでできた孢子によってふえる特徴があるので 子のう菌類 と呼ばれる。

マツタケやハラタケの かさ の裏はこまかい放射状の ひだ にな
っていて、これをうすく切って顕微鏡で見ると胞子のついているよ
うすがよくわかる。かさの開いたばかりのキノコを柄から切りとり、
かさを紙の上に伏せて一夜おくと、胞子が ひだ の形に落ちて美し
い模様がでる。透明な胞子や色のうすい胞子を出すキノコでは黒
い紙を使った方がよい。この上からアラビアガムの水溶液、あるい
は卵の白味を水でうすめて霧吹きでかけて乾かせば長く保存ができ
る。



8. ウメノキゴケ

ウメノキゴケはマツやウメの樹皮の上や岩の上などに生じ、とくに海岸附近の墓石やマツにはいちじるしく目だって生える。日本画でマツやウメを描いたものにはよくこれが表わされている。丸く板のような形にひろがり、きれこみやしわが多い。表面は灰白色または少し緑色をおびていて裏面は黒い。さわってみるとかたく乾いた感じがかり、表面のへりの方はなめらかであるが、中央部は粉をふいていてつやがない。一部を縦にうすく切り顕微鏡で見ると、全体はこまかい菌糸の層からできており、そのなかに球状で緑色のそう類がうずまっているのが見える。このそう類は葉緑をもって



第22図 いろいろな地衣類

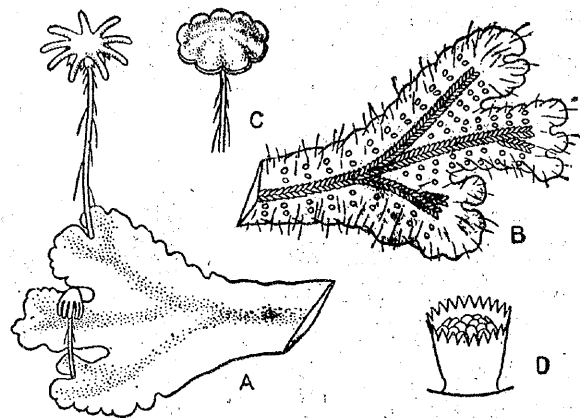
地衣類はすべて菌類とそう類とが共生してできたもので、図のようないろいろの種類がある。Aはナズゴケ、Bはウメノキゴケ、Cはサルオガセ、Dはその子器、Eはリトマスゴケ、Fはイソタケを上から見たところ、Gはこれを裏から見たところ、Hはパナゴケである。

いてでんぷんを作り、菌類の方はそのかわりにそう類に水とすみかをと與えて共同生活をしているために、木の幹や石の上のようなところにも生えることができるのである。このように二つの異なった生物が利益を與えあつて共同生活することを共生という。ウメノキゴケの体の表面にある粉は菌糸が短く切れたものであつて、このほかに胞子も生じる。この粉や胞子はともに母体から離れ、適当なそう類と一しょになれば新たに独立する。

深山の針葉樹の枝からたれ下っているサルオガセ、高山の岩の上に生じるイソタケ、岩石や樹皮にはりついて生じるチズゴケなどはすべて菌類とそう類とが共生してできたもので、これらを総称して地衣類という。化学の実験などに使うリトマスはこの1種のリトマスゴケからとつたものである。

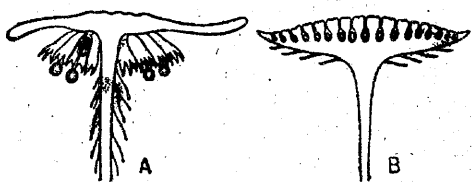
9. マゼニゴケ・カギバナワスギゴケ

庭やみぞのふちなどの日かげのしめった地上にはマゼニゴケがよく見られる。体の主要な部分は平たくて緑色をしていて、これを葉状体といい、二また二またと先端が分かれて四方にひろがつている。体の中央に黒っぽいすじがあり、裏面を見るところが厚くなつていて、虫めがねでしらべると紫黒色のうろこのようなものが2列に重なり合つてならんでいるのがわかる。これは原始的な葉と考えられる。このほか、体の裏面からはたくさんの綿毛のようなものが出て土のなかにはいり根の役目をしているが、それは1箇の細胞でできていて、仮根と名づけられている。葉状体の上面の中央のすじにそつて、縁にぎざぎざのある杯形のものできることがある。そのなかを針の先でかき出すと、ごく小形の緑色の平たいまゆ型のもので出て来るが、これが地に落ちて成長すると新しいマゼニゴケとなる。また、ときにはかさのような形をしたものが体のへりか



第23図 マゼンゴケ

A. 雌の株一部、かさ状のものが二つ見えるが、手前のは若いものである。B. その裏面で、うろこ状のものが2列にならんでいる。毛は仮根である。C. 雄の株にできるかさ状のもの、かさの裏面や柄に生えている毛も仮根と同じ性質のものである。D. 葉状体の上に生じる杯形の器官で、なかの粒が地上に落ちると新しい葉状体を作る。



第24図 マゼンゴケの生殖細胞

A. 雌株のかさの断面、かさの裏面に雌性の生殖細胞ができ、これが雄性の生殖細胞を受けると成長して、図のように丸い胞子の袋を作る。この袋が破れて、なかの胞子が地上に落ちると成長してふたたび葉状体となる。B. 雄株のかさの断面、かさの上面の穴のなかに雄性の生殖細胞ができる。

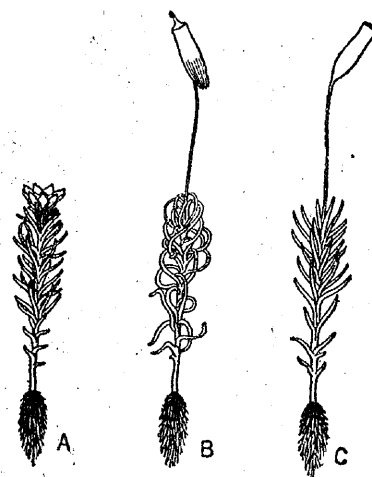
ら立っていることがある。雌雄の株によって形が違うが、根本のつくりは変りなく、その上に有性的な繁殖をする器官が生じる。すなわち、雌株では卵器、雄株では精器ができる。精器から出る

多数の精子が水を仲だちにして卵器のなかの卵細胞に達して受精する。受精した卵細胞を接合子といい、これが成長するとその上に多数の胞子ができる。胞子が発芽すると糸状体となり、それからふつうに見るマゼンゴケが生じる。

カギバニワスギゴケは庭や林の木の下に多い。これはゼンゴケと違って葉と茎とがよく発達していて、明らかに区別できる。茎の下部からは仮根が出ていて、これもゼンゴケのとは違って多くの細胞からできている。葉はこまかくてスギの葉に似ており、乾燥すると内側に巻きこんで かぎ形になるのでカギバニワスギゴケの名があるのである。

マゼンゴケの雌雄のか

さ状の器官に相当するものは、茎の先端の葉の集まりのなかから生じ、ここでゼンゴケと似た方法で受精が行われる。接合子が成長すると茎の先端に長い柄のある実のようなものをつける。実のところは子のうであって、なかに胞子が多数できる。胞子が地上



第25図 カギバニワスギゴケ

Aは雄株、B・Cは雌株である。Aの上の花のようなものがマゼンゴケのかさに相当し、このなかに精器ができて、精子を生じる。

雌株ではかさに当るものがふつうの葉と似ていて区別が付きにくい、そのなかに卵器を生じて、そこにできる卵細胞が精子を受ける。Bは受精後に子のうが発達したところで、うすい色の毛のある帽子をかぶっている。Cはこの帽子をとり除いて子のを現わしたところで、子のをなかには胞子がはいっている。

に落ちると発芽して糸状体となり、多く枝分かれしてところどころから新しい個体が生じる。

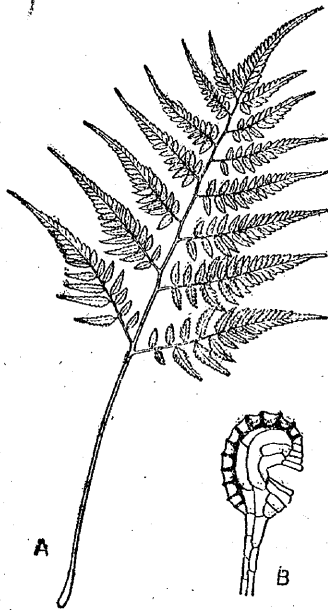
ふつうにコケと呼んでいるもののうち、マゼノゴケのように平たいものをたい類といい、ガギ

バナウスギゴケの類をせん類という。

10. イヌワラビ

イヌワラビは家のまわりや道ばた、山地などにふつうなシダである。葉は卵形で先の方がきゅうに狭くなってとがり、何回も羽状に深くさけている。中央のすじから左右に小さいすじが出ているが、それにそって葉の裏に子葉の群がついているのでかっ色に見える。葉の長い柄の下部にはかっ色の小形のりん片がついている。茎は地下を横に長く走り、その一端から数枚の葉が出る。古い葉の基部は棒のようになって残っていて、それらの間から細くて枝分かれした根をのびす。

子葉のうをとって顕微鏡で見ると、やや平たい卵形の袋と柄とからできていて、袋にはひじ



第26図 イヌワラビ

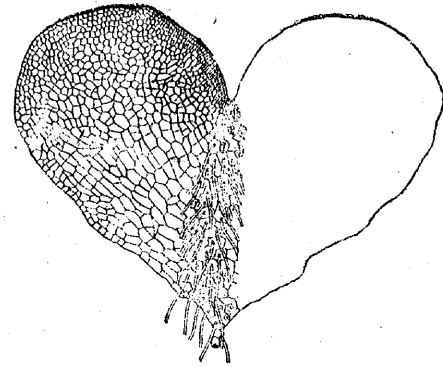
Aはイヌワラビの葉の1枚で、この裏に子葉のうがたくさん集まっています。かっ色の点に見える。Bはその一つを拡大したもので、長い柄によって葉につき、熟すると破れてたくさんの胞子が飛び出す。

ょうに膜の厚い細胞が上下の方向に1列にならんでいるので、ちょうどたがをはめたように見える。これを環帯という。環帯は袋をほとんど一周しているが、一部だけ欠けていて、袋のなかの胞子が熟するとここから袋が破れ、胞子がはじき出される。胞子はだいたい正四面体に近い形をしていて、このからが破れて発

芽すると緑色の小さな心臓形の前葉体になる。前葉体はシダの有性生殖の器官で、この裏面にできた卵細胞と精子との合体したものから新しいシダが成長してくる。

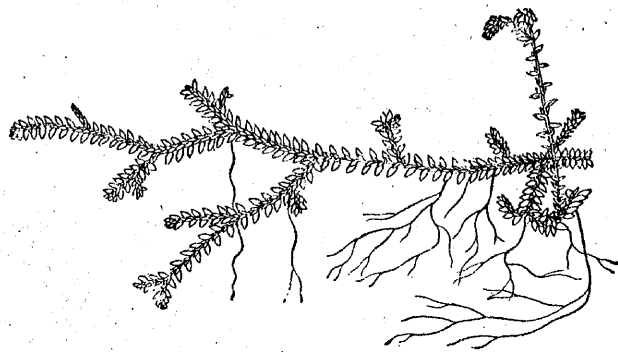
前葉体は戸外ではなかなか見つけにくいし、たとえ見つかっても何の種類であるかわからない。それで、滅菌した染紙のかけらを浅く水に湿し、その上に胞子をまいて乾燥しないようにしておくと、時期によって違いますが15日の間に発芽してだんだん成長し、前葉体になるのがかんたんに観察できる。

前葉体を顕微鏡で見ると、中央の厚くなったところを除いては1層の細胞からできていて、裏面には卵器や精器のほかに仮根がたくさん出ている。卵器は心臓形のくぼんだ部分に近いところの厚い部分にあり、精器はこれと反対の側にある。



第27図 イヌワラビの前葉体

前葉体の中央の線のところはやや厚くなっている、上の方に卵器、下の方に精器が見える。毛のようなものは仮根であるが、図では先の方は略してある。精器にできる精子は毛をもっていて、これを動かして卵器中の卵細胞に泳ぎつき合体する。この接合子が成長して新しいシダの体になる。



第28図 クラマゴケ

クラマゴケは じだ植物 の一種で、木の下などの湿ったところに生えている。イヌワラビなどと違って、胞子には大小2種があり、それぞれ別の葉の上の子のうのなかにはいっている。大きい方から雌の前葉体か、小さい方からは雄の前葉体かでき、卵嚢と精子とをべつべつの前葉体の上に生じる。

シダにはいろいろな種類があるが、だいたいイヌワラビに似た一生を送るもので、これらをまとめて じだ植物 という。イヌワラビではふつうの葉の裏に 子のう がつくのであるが、ゼンマイなどのように、ふつうの葉と胞子をつける葉とが異なった形をしているものもある。

11. クロマツ

クロマツはわが國の海岸にはたいてい見られる ときわ木 で、美しい風景の一要素になっている。二つずつ出ている針のような葉のつけ根には、灰かっ色の りん片状 の小さな葉が さや のように囲んでいる。これをとり除いてみると、針状の葉のつけ根に短い棒のようなものがある。これは枝であって、ふつうの枝に対して短枝という。これに対して、ふつうの枝を長枝と呼ぶ。長枝は俗に松の緑といわれ毎年春になると新しくのびてくる。

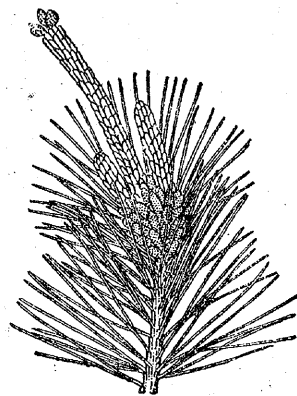
針のような形の葉の横断面はややとがった半円形で、これをうすく切って顕微鏡で見ると8箇の太い管の切り口が見える。これを樹脂道といい、やに が貯蔵されているところである。同じようなものは茎にもある。

4〜5月ごろ、長枝の先の方に雌花がつき、下の方に雄花がつく。雌花は紅紫色で1本の枝に2〜3箇、少し外方に傾いてつく。

雄花は黄色がかった かつ色 で、長だ円形をし、たくさんつく。雄花には りん片状 の多数の おしべがあり、これが中心の軸のまわりに規則正しく らせん状 にならぶ。おしべを1本はがして見ると根もととところに 花粉ぶくろ が2箇左右にならんでいて、熟すると縦にさけて多数の花粉が飛び散る。

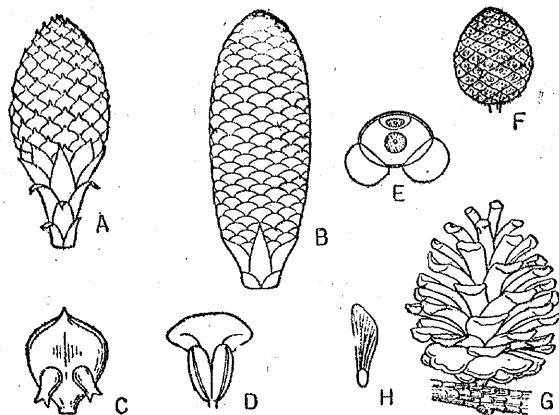
花盛りのころには、そのために地面が花粉で黄色く見えるほどである。

花粉を顕微鏡で見ると球のようなものが左右についていて、軽く風に乗って飛び、うまく雌花に達するようになっている。雌花はまつぼっくりの若いもので、たくさんの うろこ形 のものが中心の軸のまわりに らせん状 にならんでいる。おのこの うろこ は内外の二つの部分からできていて、外側のはややうすく、内側のは厚



第29図 クロマツ

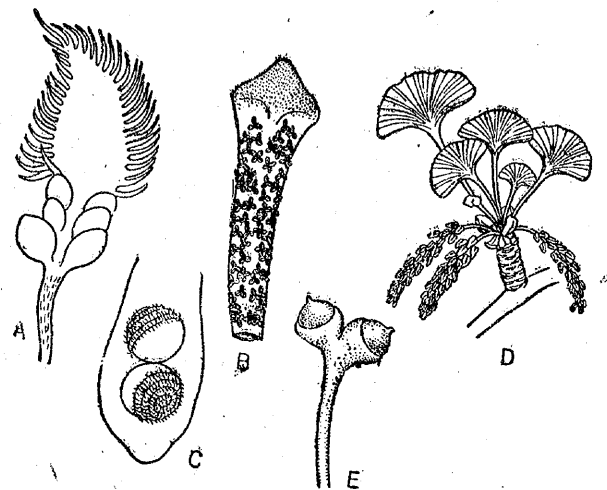
図はクロマツの1枝で、下の方の去年の長枝の先に3本の新しい長枝が出ている。葉は2枚ずつ1組になっていて、ごく短く細い短枝の上に乗っている。長枝の上のりん片状の一つ一つは新しい短枝と若い2枚の葉であるが、全体は りん片状 のうすい かつ色 の葉の変形物に包まれていて、まだ見えない。長枝の上部に雌花があり、下部に雄花が集まっている。



第30図 クロマツの生殖器官

Aはクロマツの雌花、Bは雄花で、いずれももとのところにりん片状の葉がある。このりん片をはがすと、雌花では種子になるはい珠(C)があり、雄花では花粉ぶくろ(D)がある。Eは花粉ぶくろから出る花粉を顕微鏡で見たところ、左右に空気のはいった袋がついている。Fは去年の雌花が若い実になったところ、Gは一昨年の雌花が熟して実になったところ、乾いてりん片が外に開いている。HはGから飛び出した種子で、広い翼によって風で飛びやすくなっている。

い。内側のうろこの根もとに近いところに2箇のはい珠が下向きにやや外側方に向かってついている。ふつうの花のめしべは、もとが子房になっていて、そのなかにはい珠が包まれているが、マツではじかに外に出ている。それでマツの仲間を裸子植物といい、はい珠が子房で包まれている植物を被子植物という。裸子植物にはマツ・スギ・ヒノキなどのほかに、ソテツやイチョウなどがある。花粉が飛び散ってしまうと雄花はまもなく枯れて落ちるが、雌花はしだいに成長してまっぼっくりになる。今年の雌花は来年の十月ごろ熟して種子を散らす。



第31図 ソテツとイチョウ

Aはソテツの雌花で、柄の上の丸いはい珠は後に種子になる。Bは雄花の一部で花粉ぶくろがたくさんついているのが見られる。Cは花粉管の先端で、精子が2箇見られる。Dはイチョウの若芽と雄花の穂で、雌花は玉のように柄の先に2箇ずつ丸いはい珠がついていて、これが後に種子になる。

裸子植物の受精

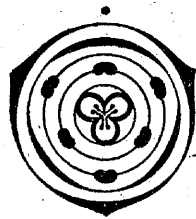
クロマツの花粉は花粉ぶくろのなかにあるうちから成長をはじめて、2箇の栄養細胞と1箇ずつの花粉管細胞と生殖細胞とになっている。はい珠についたいくつかの花粉は発芽して花粉管をのびし、しだいに内部へはいっていく。このとき、花粉管のなかの生殖細胞は分裂して2箇の精核ができる。時期が来ると一ばん早く内部へはいった花粉管の精核の一つが受精を終り、發育してはいとなる。花粉がはいにつくのは5月ごろであるが、受精はその翌年の8月ごろに行われる。

イチョウ・ソテツの類には、花粉管のなかに纖毛をもって泳ぐ精子ができる。これは裸子植物のなかでは例外であって、この点ではしだ植物に似ている。

12. 被子植物

ふつうの花の咲く植物には被子植物の仲間が多い。被子植物は大きく二つに分けて単子葉植物と双子葉植物とにすることができる。単子葉植物は、種子のなかのはいにただ一つの子葉をもち、双子葉植物では2箇の子葉をもっている。双子葉植物の種子が発芽すると、子葉が地上にのび出るのがふつうであるが、単子葉植物の子葉は種子のなかにとどまって養分を吸収する役目を果し、ふつうは地上に現われない。トウモロコシやコムギは単子葉植物であるから、種子をまいたときに最初に出て来る葉は第一の本葉であって、子葉ではない。単子葉植物と双子葉植物とは子葉だけでなく、いろいろな点で違っている。葉のすじは、単子葉植物ではふつう平行にならないが、双子葉植物では網の目ようになっている。茎の構造もかなり違って、タケなどでわかるように、単子葉植物の茎は一度成長してしまえばそれ以上はなん年たっても太くならないが、双子葉植物の茎は年とともに太くなる。根についてみても、単子葉植物ではひげ根になっているが、双子葉植物ではおや根とえだ根との区別がある。

いろいろな被子植物の花をとって、がく・花びら・おしべ・めしべのつき方を見ると、らせん状にならんでいるものと、輪状にならんでいるものとがあるが、輪状のものの方が



第32図 花 式 図

花の各部分の数と、たがいの位置を簡単にわかるように書いた図を花式図という。左図はユリ科の花で、一ばん外側の3枚はがくに当り、つぎの3枚が花びらに当る。6本の おしべ は図のように3本ずつ2輪にならんでいる。おしべは1箇しかないが、もともと三つの部分がく

っつき合ってきたもので、一ばんなかの、柄のある6箇の黒点は種子のつく位置を示している。また、一ばん上の黒点は花のついている茎の位置を示したものである。

一ばん内側である。この花の つくり はふつう五つの輪に分かれていて、それを模式図にして五つの同心円上に表わすと第32図のようになる。一ばん外側のがく、つぎの輪は花びら、そのつぎの二輪はおしべ、一ばん内側の輪はめしべの位置になっている。めしべはふつういくつかの部分がたがいにくっついてできている。そのくっつき合う程度によっては、肉眼で外から見ていくつの部分からできているか判断することができる。しかも、五つの輪の上の各器官は隣どうしの輪ではたがいに位置をとっているのがふつうである。

双子葉植物のもっとも一ばん的なものでは、おのこのの輪の上にならんでいる がく や花びらなどの数が5または4箇にならっているが、単子葉植物では3箇がふつうである。



第33図 オニユリ

オニユリは地下に りん茎 (図の左下) がある、多肉の白い葉に養分を貯えている。地上のふつうの葉の根もとにはむかごがで、これが自然に落ちて新しい植物になる。

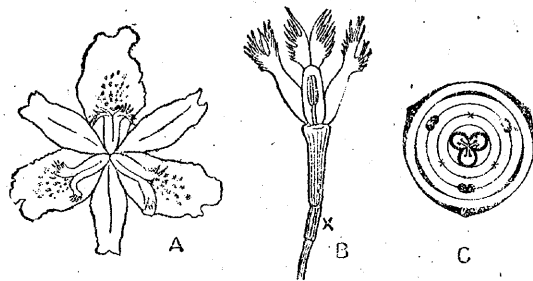
13. いろいろな単子葉植物

オモダカ、タケの類、ムギの類、イネ、ユリの類、ネギ・ヒガンバナ・スイセン・ヤマノイモ・カンナ、ランの類などは単子葉植物である。

まず、オニユリを例にとってしらべてみよう。オニユリの葉は茎にまばらに、たがいに生えており、おのこの葉にはすじが平行に走っている。地下の茎にも葉がついているが、

白色で厚くなり、養分を貯えて密集し、全体が玉のようなりん茎になっている。冬には地上部が枯れてしまうが、毎年 りん茎 から新しい茎をのばして成長をつづけることができる。単子葉植物にはタケのように地上の茎がなん年もの寿命をもっているものは少ないが、地下に りん茎 やその他の養分を貯蔵する器官が発達した多年生のものは多い。

オニユリの花は 花びら が6枚あるように見えるが、よく見ると3枚ずつ内外の2輪になっていて、外輪の3枚は つぼみ のときには完全になかの輪の3枚をおおっている。これら外輪の3枚は がくに当るものである。おしべ は6本あるが、これもついているところをよく見ると3本ずつ内外の2輪になっている。めしべ は1



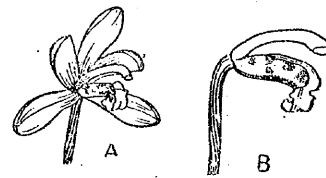
第34図 シャガの花

シャガはアヤメと同じ属の植物で、花の つくり も同じである。図のAは花をま上から見たところで、紋のある広い弁が がく、その間のせまい弁が 花びら に当る。がくの上に重なって、先がひげのように分かれているのが めしべ の分かれ枝である。Bは弁をとり去って横から見たところで、めしべ の分かれ枝の下に おしべ がある。×のところは子房で、その上は 花びら の筒である。これを花式図で見るとCようになる。×は消失したと考えられる器官の位置を示す。

本あるが、子房や めしべ のくびの部分に縦に走るみぞが3本あるから、3箇の部分のがくつつき合ったものであると考えられる。このようにユリの花は一ばん外の輪から3・3・3・3・3とみな3の数からできて

いるわけである。そして、あのあの輪にある3箇の器官はすぐ隣の輪のものとはたがいがい違いになっている。ネギ・タマネギ・チューリップ・ヒヤシンス・スズランの花も同じつくりで、これらをユリ科植物という。

つぎに、ユリ科植物の花とアヤメのとをくらべてみよう。アヤメの花の一ばん外側の弁は美しく大きくて 花びら のように見えるが、これは がくに当り、それとたがいがい違いに立っている小さい弁が 花びら である。めしべ は中ほどから3本の枝に分かれ、その先端はまた二つに分かれて、分れ目の下の面が頭になっている。おしべ は3本で めしべ の枝のかげにかくれている。アヤメの おしべ はユリと違って3本で、 めしべ のくびに重なっている点で、内側の輪に当る おしべ は消失していると考えられる。子房は花の一ばん下にあり、やはり三つの部分からできていることが明りょうである。オニユリでは子房が がく や 花びら のつけ根より上にあるので子房上位といい、アヤメのようなのは子房下位であるという。子房下位の場合は子房が茎の先端にうずまりこんでいて、種子を作る部分がよく保護されているので一歩進んだ型とされている。がくと 花びら との形や色が違う点も、同形のものより進んだ形といえる。

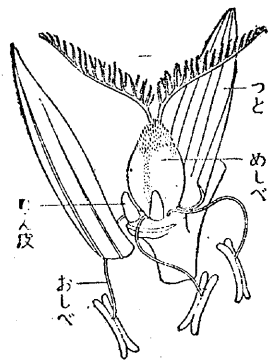


第35図 シュンランの花

A. 外側の3枚が がく、内側の3枚が 花びら である。花びらのうち、上の2枚は実際よりも少し開いて書いてある。しん弁の上に弓なりに突出しているのが1本の めしべ と1本の おしべ とがくつついてきたもので、他の5本の おしべ は消失したものと考えられる。B. がく と 花びら とをとり去って横から見たところで、ねじれて柄のように見えるところは子房である。

オニユリもアヤメも美しい色をもち、とくにオニユリが高い香を放つことなどは虫によって受粉の

伸だちをされる花の特徴である。このような花を虫媒花といい、そのなかでもとくにその方面がよく発達していると考えられるのはランの類である。わが國にふつうなシュンランの花は横向きに咲き、もっとも外側の輪とそのつぎの輪とは形も色もよく似ているが、第二輪のうち下側にくる1枚の花びらは形が大きく、他のものよりもつくりが複雑で色も美しく、とくにしん弁と呼ばれている。これは蜜を吸いに來るこんちゅうに対してよい足場を與える。花が横向きに咲くのも同じように役だっていると考えられる。おしべもめしべもそれぞれ合一して1箇の棒状のものに変化している。ただ1箇の花粉ぶくろからは2箇の花粉のかたまりが出て、かたまりのままこんちゅうが棒状のめしべの先端に運ぶようになってい



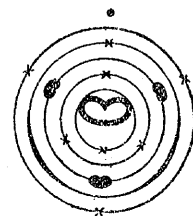
第36図 イネ科の花

図はイネ科の花の代表的な構造を示したもので、2枚のつとは切り離してある。花の軸は右上の方にづく圓の枝から分かれてきている。

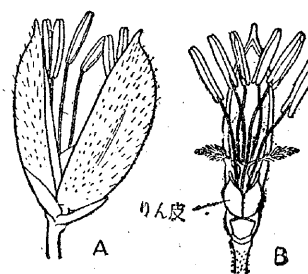
る。シュンランなどのランの類をラン科植物といい、そのなかにはおしべが2箇残っているものもある。子房は下位で、1箇の子房からひじょうに多くの種子ができる。しかし、あまり小さくてはいの発達が悪いために、特殊な細菌の助けをかりて長い年月をかけ、はじめて一人まえの植物になるという変った性質をもっている。

オオムギになるとだいぶおもむきの違った花をつける。オオムギの花は穂の上に密集して6列にならんでいる。一つの花を穂から離してしらべると、小さくて細くとなった2枚のりん片状のものの内側に、長いのげをもった舟型の少し大きいからと、それに

向き合って、内側にうすい膜のようなからとがある。これらは花の一部とまじりやすいが、つとというものであって、ほんとうの花はこのなかに保護されている。2枚の大きいつとを開いてなかを見ると、子房の上に羽のような形のめしべの頭が2箇あって、風で運ばれる花粉を受けとめるのにつごうがよくなっている。子房のまわりには3本のめしべがある。花びらに相当するものは子房のものとところにごく小形で多肉の2箇のりん皮というものになっている。りん皮は花が開くときにきゅうにふくらんで内外のつとを押し開き、受粉がすむとしばらくこれを閉じるはたらきをもっている。子房のなかにはただ1箇のはい珠がある。この花は風に



第37図 イネ科の花
第36図とこの花図とをくらべて、イネ科の花のつくりをしらべよう。さらにユリ科の花図とも比較してみるとよい。

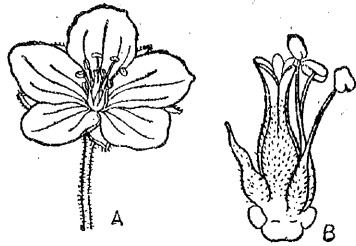


第38図 イネの花

A. 満開のイネの花、受粉が終ると2枚のつとはふたたび閉じてしまう。
Bは大きい方のつとをとって前から見たところ、手前に見えるりん皮は花びらが変化したものである。

よって受粉の伸だちをされる風媒花であるから、それに関係のない余分なものは極度に退化したと考えられ、やはり進んだ型を示しているわけである。ムギやイネなどはいずれもこのような特徴をそなえているのでイネ科に属する。イネ科のものをしらべると、花のいろいろな部分の退化の程度がさまざまで、たとえばタケのある類やイネではおしべが6本ある。

單子葉植物について花ばかりでなく、莖・葉・根もたがいに比較



第39図 フウロソウの花

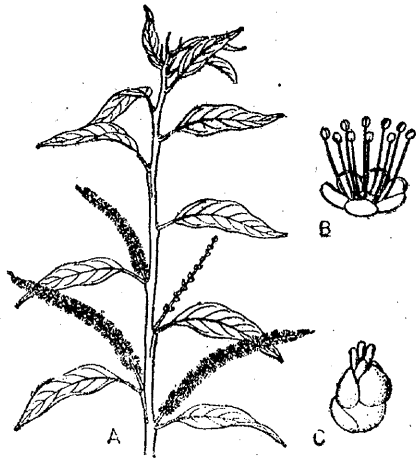
- A. 花をななめ上から見たとこ、毛の生えているのがくである。
B. 花びらやがくをとり去り、さらにおしべの一部を除いて、5箇に分かれためしべを示す。

この2輪をあわせて花被という。2輪ともそろっているものにも、その色や形が同じものから明らかに違っているものまでいろいろな段階がある。

フウロソウの花は、がくが5枚、花びらも5枚で、おしべは5本ずつが2輪になり、めしべは五つの部分があわさって

第40図 シイの花

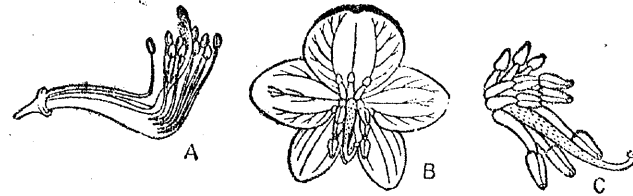
- A. 花が穂になって咲いた若い枝、右上の枝は雌、他は雄の花枝である。
B. 雄の花。
C. 雌の花、つとの中からめしべの分かれ枝が3本見える。



研究してみるとよい。

14. 双子葉植物

双子葉植物は、花びらがたがいにくっついていのかどうかによって、離弁花類と合弁花類とに分けられる。離弁花類には花のもっとも外側の2輪の発達が悪く、まったくないものや、どちらか一つだけのものもあるが、2輪ともそろっているものがやはり多い。



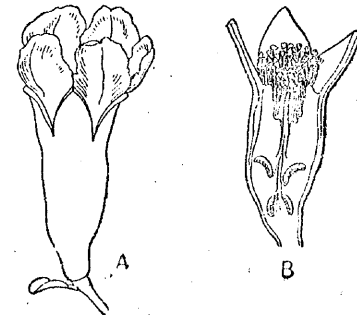
第41図 マメ科の花

Aはエンドウなどのように、マメ科のような形の花のがくと花びらとをとり去ったところで、10本のおしべのうち9本はくっついていいる。

B・Cはハブソウの類の花で、おしべはばらばらであり、花びらの形も上下であまり変らない。

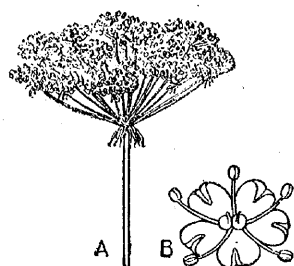
できている。めしべの頭は五つに分かれ、その間のすじは子房の方につづいていて、子房が実となってさけるときには5片となる。がくは緑色で小さく、花は白または桃色で大きく、第一輪と第二輪とがはっきり区別できる。したがって、この花は完全な五輪花である。これにくらべてタデ類の

花は花被が1輪だけしかない。また、カシの類では花に雌花と雄花との2種があって、雄花だけが1輪の花被をもっている。しかし、この花は小さくて色もあざやかでなく、たくさん集まって穂になり、風媒花の特徴をもっている。雌花は数が少なく、子房は多数のつとが集まってできたわんのような形のものに包まれている。



第42図 ザクロの花

ザクロの花(A)を縦に切ってみると、上下2段になった子房があって、完全に子房下位である。



第43図 ニンジンの花

A. ニンジンの花の一つ一つは目立たないが、たくさん集まると こんちゆうの目をひくのにつごうがよい。

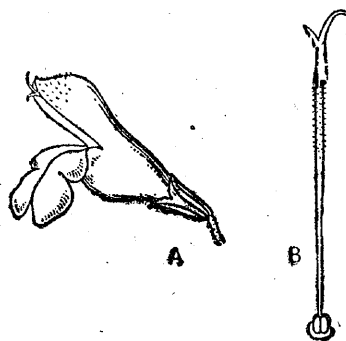
B. 一つの花を大きく書いたもの。

ザクロ・サボテン・セリ・ニンジンなどの花は子房下位で、セリ・ニンジンはたくさんのかさのように集まり、受粉にべんなしくみになっている。

ツツジ・サクラソウ・カキなどの花は花びらの一部だけがついていて離弁花に近く見える。これらのたいいの種類では おしべ も2輪あるものが多い。それにくらべて花びらが完全にあわさっているアサガオでは、おしべの内輪がなくなり5本になって

マメ科に属するエンドウ・アズキ・エニシダなども5輪の花であるが、おしべ はたがいにくっつき合う傾向があり、花は横に向いて咲き、花びらも三つの形に分化している。子房は上位である。

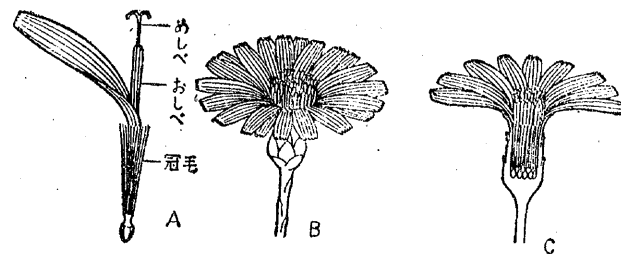
横向きに咲く花のうち、スミレ類の花は一ばん下の花びらが廣くてしん弁となり、後方が袋になって、蜜をためて虫を誘うのにつごうよくになっている。おしべには内輪が欠けている。



第44図 サルビアの類の花

A. サルビアの類の花は本来5箇ある花びらがくっつき合って筒形となり、先が上下の2片に分かれている。おしべはこれでは外からは見えないが2本あり、他は退化している。

B. めしべの頭は上下二つに分かれ、その長さが違っている。

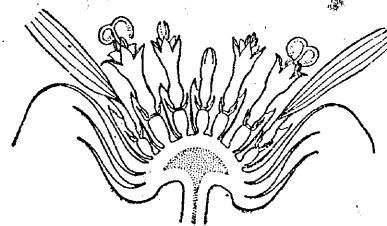


第45図 チシャの花

Bはチシャの頭花で、全部がAのような舌状花からできている。頭花の中央に集まっているのは各舌状花からぬき出た おしべ と めしべ である。おしべ は 花粉ぶくろのところでたがいにくっつき合って筒を作り、めしべのまわりに立っている。Cは頭花の断面図である。

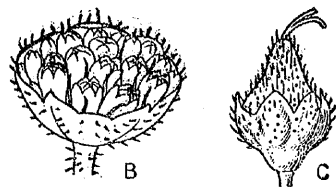
いる。オドリコソウ・サルビア・キリ・ゴマなどは花が横向きに咲き、花びらの形もそれぞれ違っている。また、おしべ や めしべ も一部が退化したり、いろいろな形のものがまじったりしている。これらの点はみな受粉にべんなしくみである。

キク科の花には、タンポポ・ニガナ・チシャのように舌のような形をした花ばかりがたくさん集まったもの



第46図 キク科の花

キクなどでふつう「花」といわれているのは多くの合弁花が集まったもので、一ばんに外側には舌のような形の花がならび、そのなかに筒のような形の花が集まっている。舌状花も筒状花も、5枚の花びらがくっついて一つになったものである。舌状花にはおしべがないのがふつうであるが、めしべも退化しているものがある。筒状花は外側のものから開いていくので、内側のものほど若い。したがって、図のように内外、めしべの頭の成長の度合いが違っている。



第47図 プタクサ

プタクサはこのごろ都会地に多くなった外来の雑草で、ヨモギなどと同じく風媒花である。雌花と雄花とが密集しているので受粉にはつごうがよい。図のAは全体の形、Bは雄花の群、Cは雌花である。

のもあり、ヒマワリ・ヨメナ・コスモスのように周囲に舌状花、中央に筒のような形の花を咲かせるものもある。このように小さな多数の花が茎の先端の狭くなったところに密集してつくことは、受粉のために こんちゅう

により足場を與え、多数の花の受粉が同時にできるわけである。この点で、離弁花類のニシジンやセリの かさ形の花の集まりよりも有利であると思われる。また、この科の大部分はがくが毛のようなものになり、実が熟するとこれが開いて風を受けて飛び、種子の散布を助ける はたらき をする。おしべの内輪は消失していて、残った5本の おしべ の花粉ぶくろ はたがいにくっつき合っている。子房は完全に下位で、一つの子房中にただ1箇の はい珠 をもつ。キク科植物のなかにも、ヨモギの類やプタクサなどのように、舌状花がなく色が目だたない筒状花ばかりからでき上り、風媒花と認められているものがある。こういうものでは花粉の表面の とげ もなくなっていて、こんちゅうによる受粉には向かないようにできている。

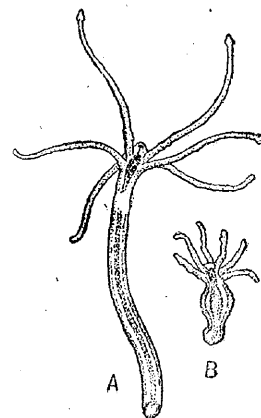
6. いろいろな動物

1. ヒドラ

池のなかの水草や石の面などを注意して見るとヒドラがついているのを見かけることがある。細い管の先きに何本かの細い糸が散開しているような小さな動物である。細い管のところがヒドラの体で、その先きにある数本の細い糸は触手である。指を触れると体も触手も小さくちぢんでしまう (第48図)。

体は中空になっていて、下の端はとじ、ここで他の物についでいる。上の端には口が開き、触手はそのまわりにならんでいる。体のなかの空所を こう腸 と呼び、触手のなかまでのびている。こう腸を囲んでいる体の壁は内外の二つの細胞層からなり、これらの層はともに細胞がただ1層にならんだ上皮組織からできている。そしてその間には、おのおのの層から分泌して作られた寒天状の層がある (第50図参照)。

外側の層を作っている細胞のあるものは、その内側方に向かった端が壁にそってのび、これが外層の裏側を縦に走って筋肉になっている。さわったときに体がちぢむのはこの筋肉が収縮するためである。また、このような細胞の間や、寒天状の層のなかには神経細胞があって、これから出ている繊維は



第48図 ヒドラ

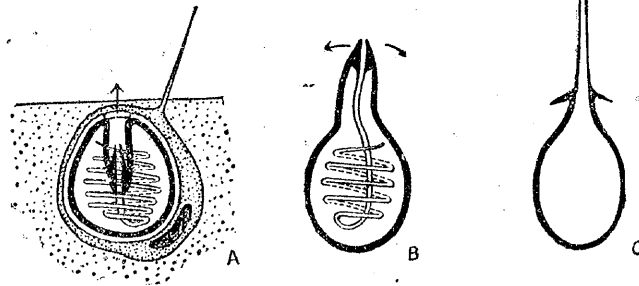
ヒドラは細い管の先きに何本かの細い触手がついた体をしていて (A)、指でさわると小さくちぢんでしまう (B)。

網の目のように体一面にひろがっている。

この類でもっとも特徴のあるのは刺細胞で、とくに触手のところに多い。この細胞のなかには刺胞という袋がはいっていて、さらにそのなかに糸のような細い管が巻きこまれている。この管が裏返しにのびてえさや敵の体につきささると、なかにある毒液が流れ出るしかけになっている(第49図)。このほか、刺胞の糸がのびてえさの体の毛に巻きついたり、他の物にねばりついたりする刺細胞もある。ヒドラを飼って、ミジンコのようなものを触手で捕えて口のなかに送りこむようすを見るとよい。

外層の細胞にくらべると内層の細胞は背が高い。その内面にはむちのような形をした毛があったり、また、アメーバのような偽足を出して食物をとりこんだりする。また、外層の細胞と同じように寒天状の層のところで長くのび、体を横にとりまく筋肉になっているものもある。

ヒドラがその数をふやすときには、その壁がふくれて



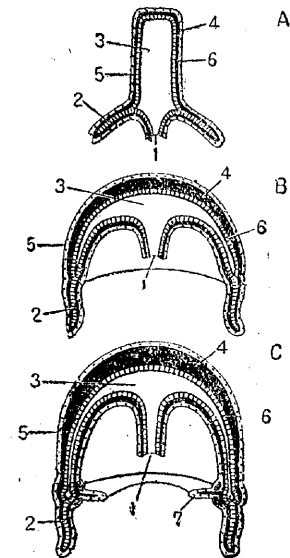
第49図 ヒドラの刺細胞

刺細胞はとくに触手のところに多い(A)。表面につき出た針のようなものになにかがさわると、刺胞のなかの細い管がB・Cのように裏返しにのびて敵の体にささり、毒液が流れ出るしかけになっている。

芽を出して新しい個体を作ったり、雌雄の生殖細胞を作って有性的な生殖をしたりする。

後生動物 ヒドラは、一つの細胞から体ができている原生動物と違って、多くの細胞から成りたっている。そして、それらの細胞は不規則なかたまりとなっているのではなくて、かならず規則正しい排列を示している。ヒドラでは、細胞は内外の2層になっており、外側の層は体を包み、内側の層は、こう腸に面している。ヒドラのように体が多くの細胞から成りたち、しかもそれが規則正しく排列している動物を後生動物と呼ぶ。ヒドラのほかに、われわれが知っているミミズ・バッタ・カタツムリ・カエルなどは、それらの体の成りたちからみてすべて後生動物に属している。

こう腸動物 ヒドラは後生動物であるが、他の後生動物にくらべるとその体の構造がきわめて簡単である。体はたんに内外の2層からなっていて、そのなかにこう腸と呼ばれる空所がある。この空所は口によって

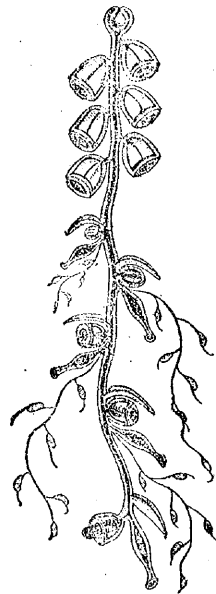


第50図 クラゲ型とポリプ型の比較

ポリプ型(A)とクラゲ型(C)とは共通なところが多く、その中間に一つの型を想像すると(B)、容易にクラゲ型をポリプ型に移し変えることができる。図の1は口、2は触手、3はこう腸、4は寒天状の層、5は外皮、6は内皮、7は縁膜である。

外に開いている。口のまわりには触手があって、これが放散状にならんでいるために体全体は放散対称の形になっている。このような構造をもっている動物を一かつして こう腸動物 という。

こう腸動物に属しているものには、ヒドラのように ま水 のなかにすむものは少なく、大部分が海にすんでいる。こう腸動物のうち、イソギンチャクやサンゴなどはヒドラの形がやや複雑になったもの



第51図 クダクラゲ

クダクラゲはヒドロ虫類に属し、群体の個体の間に分業が行われている。

と考えることができるが、自由に泳いでいるクラゲもよくしらべてみるとヒドラと共通なところがあるから、この二つの間に中間の型を仮想すれば、クラゲの形をたやすくヒドラの形に移し変えて考えることができる。こう腸動物のなかで、ヒドラのような形をしているものをポリプ型といい、クラゲのような形をしているものをクラゲ型と呼んでいる(第50図)。

ヒドラが出芽して新しい個体を作ると、その個体は古い個体からまったく分離して新しいものになる。しかし、こう腸動物のほかの類には、しばしば新しい個体が古い個体から分離しないで、多くの個体の集まった群体を作るものがある。また、ヒドラが有性生殖によって新しい個体を作るときには、できる個体はいつもヒドラのようなポリプ型のものであるが、ポリプ型のものから出芽によってクラゲ型のもので、このクラゲ型のものに雌雄の別ができてここではじめて有

性生殖が行われるものもある。

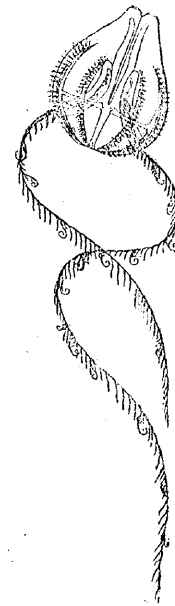
ヒドラのように、そのポリプの構造が簡単な類をヒドロ虫類と呼び、この類にはいるものはオベリアのように群体を作るものが多い。クダクラゲは自由生活をしている類であるが、とくに群体を作っている個体の間に各種の分業が行われ、おのおのの役目にしたがっていろいろ違った形を現わしている(第51図)。

ヒドロ虫類のクラゲ型は形が一ぱんに小さく、かさのふちのところに縁膜という膜をもっている。

ポリプの形がヒドロ虫類よりもやや複雑ではあるがいちじるしくなく、そのクラゲは一ぱんに形が大きく かさ のふちに縁膜のない類をハチクラゲ類と呼ぶ。

また、イソギンチャクのように こう腸 のなかに縦にたくさんの膜ができて、形が一そう複雑になっているものを花虫類という。この類はすべてポリプ型であって、イソギンチャクのように単独なものや、サンゴのように群体を作り、骨格を形成しているものがある。

このほかに、こう腸動物には刺細胞がなく、体に くし のような形の特別を繊毛の列をもっていて、これを使って泳いでいるクシクラゲ類がある(第52図)。

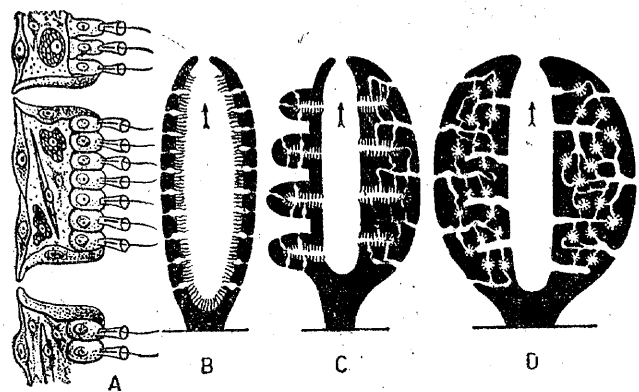


第52図 クシクラゲ
の一種

クシクラゲの類はくしのような形にならんだ繊毛の列を動かして泳ぐ。

2. カイメン

こう腸動物と同じように体がたんに二つの細胞層からできているものにカイメンがある。こ



第53図 カイメンの型と えり細胞

A. カイメンには えり細胞 があって、その べん毛 の運動によって水流を起し、食物をとり入れる。B・C・D、カイメンの体は三つの層からできているが、Bのように単純ならび方をしているものから、C・Dのようにくぼみや管ができて複雑なものまである。

の類も大部分が海のなかにすみ、わずかな種類だけが 淡水 の池や川などにすんでいる。

カイメンのなかでもっとも簡単なものは小さな つぼ のような形をしていて、その底で他の物について生活し、他の端に一つの孔が開いている。体のなかの空所（胃くう）へは体の壁にあるたくさんの小さな孔から水が流れこみ、これが上端にある孔を通して外へ出される。したがって、上端の孔は こう腸動物 の口とは性質が違っている（第53図B）。

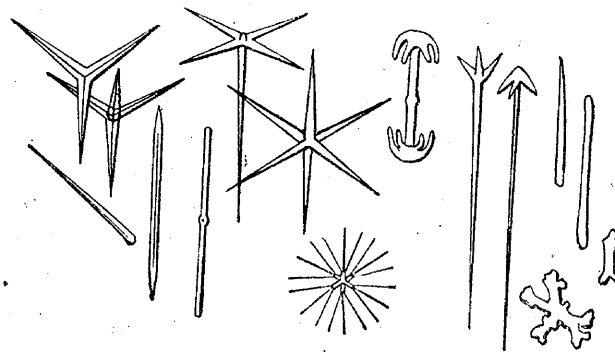
胃くう に向かって水流が起るのは、それに面した層の細胞に むち のような形をした べん毛 があってたえず打っているためである。この細胞はきわめて特別な形をしていて、べん毛 をとり囲んで

カラーのような突起をそなえているので えり細胞 という。水流に伴って運びこまれた食物はこの細胞によって捕えられる（第53図A）。

体の壁は、このような えり細胞 からできている内層と、外側をおおっているうすい外層と、これから分泌されてできた寒天状の層とからできている。外層の細胞は一ぱんにうすく、小孔は細胞の体に孔のあいている小孔細胞でできている。この孔を通じて水が 胃くう に送りこまれるのである。

まんなかの寒天状の層のなかにはいろいろな細胞が含まれているが、外層から落ちこんで骨格を作る細胞がとくに目だっている。この細胞によって作られた骨格にはカイメンの種類によっていろいろな形のものがあるが、形の上から一軸、三軸、四軸、多軸と区別することができる（第54図）。

われわれがふつう知っているカイメンはその つくり がこのように簡単なものではない。内外の層から くぼみ や管ができ、えり細



第54図 カイメンの骨格のいろいろ

カイメンの体の寒天状の層には、種類によって一定した形の骨格があり、その骨格は形の上から一軸・三軸・四軸・多軸に区別することができる。

胞で囲まれた べん毛室 や、外界または 胃くう を連絡する管が作られている。

カイメンは こう腸動物 と違ってさわってみても反応がはっきりしない。これは筋肉や神経が発達していないからである。カイメンも こう腸動物 と同じように出芽による無性生殖や、生殖細胞による有性生殖によって個体をふやしていく。とくに変わった方法は ま水 のカイメンに見られる。すなわち、温度が低くなると特別な細胞が集まって芽球を作り、カイメンが腐ってもこれが無事に冬越しをして、春になると発芽してカイメンになるのである。

カイメンにはその骨格が石灰質からできている石灰カイメン (例、ツボシメジ)、けい質からできているガラスカイメン (例、カイロウドウケツ)、けい質かまたは海綿質からできているふつうのカイメン (例、イソカイメン・淡水カイメン・浴用カイメン) などがある。

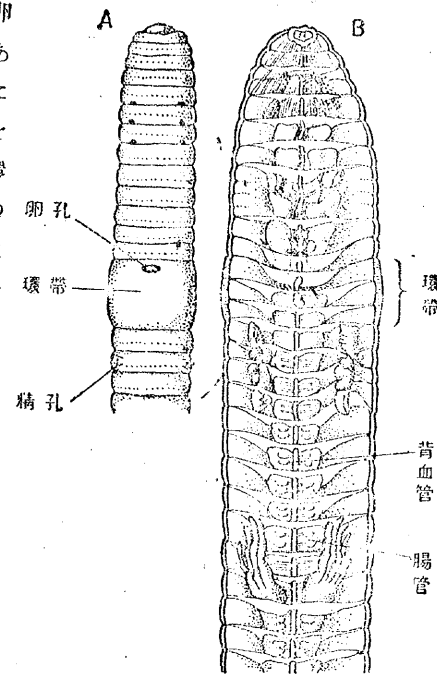
3. ミミズ

ミミズを濡った紙の上において、その動き方や形を観察してみよう。ミミズの体は筒のように長く、その表面はなめらかなキチンの膜によっておおわれていて、背側と腹側とでは色が違っている。背側の中央を縦に走っている赤い すじ が背なかの皮膚をとおして見える。これは血管であって、そのなかを血液が後方から前方へと波をうちながら動いていく。もっともいちじるしい特徴は、体がいくつかのたがいに似かよった節に分かれていることである。虫めがねで見ると、キチン膜のなめらかな感じのほかに、節のまんなかあたりをとりまいて小さな毛が横に1列にならんでいるのがわかる。

ミミズがはっているところを見ると、口のある端を前にして進んでいる。こう門はその反対の端にある。前端から少し離れたところに くび輪 のような環帯がある。環帯の腹面を見ると中央に一つの

孔があるが、これが卵を産み出すところであり、環帯の後方の節にある1対の孔は精子を出すところである。環帯の前方にも何対かの孔があるが、これらは交尾のときに精子を受け入れるところである (第55図A)。

ミミズの体のなかには広い空所 (体くう) があって、それは節ごとにうすい膜でしきられている。体の前端から後端にかけて体の全長を縦に走っている消化管があり、その背側と腹側とには赤色の血液が流れている血管が

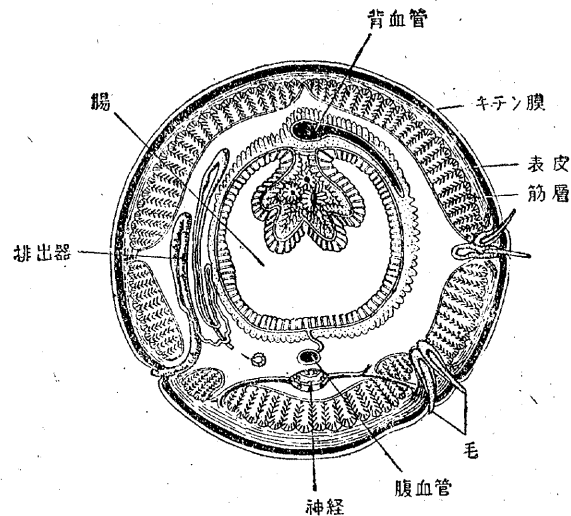


第55図 ミミズの体の外形と内部

Aはミミズの体の前方の節を拡大したところ、
Bは背側の正中線にそって切り開いたところである。

ある。背側の血管では血液は後方から前方へ流れ、腹側では逆に流れる。そして、これらの血管は体の前方で消化管のまわりをとりまいている血管によって連絡している。

消化管の下には縦に走っている白色の神経と、生殖に関係しているいろいろな器官とがある。神経については、おのこの節に神経細胞の集まりからなる神経節があり、これらが神経でつながれているが、消化管の前端では神経が消化管の左右をまわってその背側に



第56図 ミミズの体の横断面

ミミズの体の構造をなお一そうよく理解するには体の横断面をしらべるとよい。

ある脳節につながっている。また、おのおのの神経節からは細い繊維が出ていて、体の壁のなかには入っている。このほか、おのおの節ごとに1対ずつ管のような排出器がある（第55図B、第56図）。

ミミズの体の構造をなお一そうよく理解するには、体の横断面をしらべてみるとよい。まず中央には腸管が、外側には体壁が、そしてその間には広い体腔がある。体壁は一ばん外側にキチンの膜があり、その下にはそれを分泌した1層の表皮がある。さらにその下には横と縦に走っている筋肉があり、広い体腔はうすい上皮で囲われている。ミミズが運動するときに体をのびちぢみさせるのは、このように体壁に縦横に走っている筋肉があるためである。

ぜん形動物 ミミズのように体が多少ともに長くのび、その壁に

筋肉があって特有なうごめき運動をすることができる動物をぜん形動物といっている。しかし、この類のなかにはミミズ・ヒル・ゴカイのように、体の外側も、また内部の器官もともに節に分かれている環形動物のほか、カイチュウのように体は長くのびてはいるが節のない円形動物や、プラナリア・ジストマ・サナダムシのように体がへん平で体くうがなく、そのかわりに組織で満たされているへん形動物などがある。これらの動物はたがいにその特徴がいちじるしく違っているので、これらをおのおのの独立した類と考えることができる。

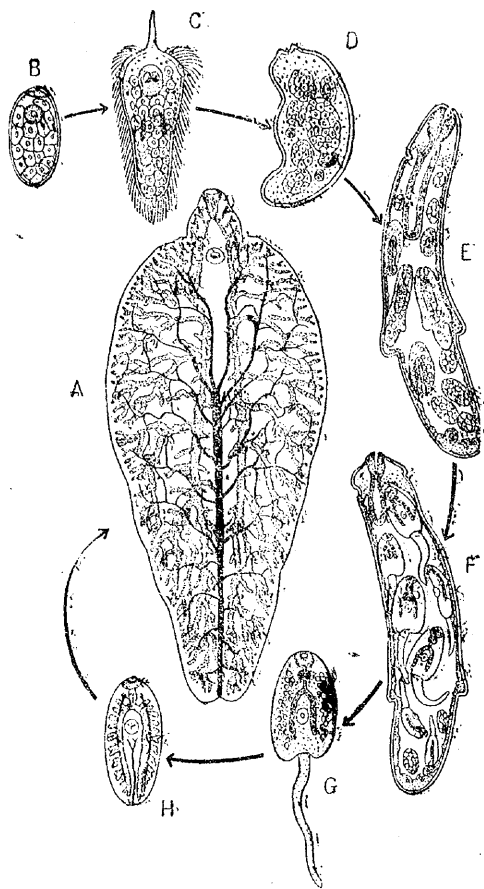
へん形動物 ぜん形動物のなかでこう腸動物にもっとも近い関係にあると思われるのがへん形動物である。これにはプラナリアのように自由生活をしているものと、ジストマ・サナダムシのように他の動物に寄生して生活するものがある。自由生活をするものでは体の外側に繊毛があって運動を助けており、寄生生活をするものでは宿主に吸着するために吸盤やかぎをもっている。また、その生活史は世代の交代や宿主の変更などのために複雑になっている。また、人に寄生するためにわれわれに直接関係の深いものもある。

複雑な生活をするものの例として、ヒツジやウシなどの肝臓にすむカンテツの生活史をあげよう（第57図）。

カンテツの親はウシやヒツジの肝臓の肝管のなかで生活している。受精した卵子は宿主の消化器官を下って大便と一緒に体の外に出される。そのうち水に達することのできた卵からはミジキジューム幼生が孵えるが、この幼生は体表一面に生えている繊毛で水のなかを泳ぐことができる。そのうちに幼生は中間宿主であるモノアラガイの体に入り、ここでスポロキスト幼生になる。

この幼生にできた卵は体内で単殖生殖をしてレジア幼生になるとスポロキストの体から外へ出て、さらに体のなかにケルカリヤ幼生を作る。

ケルカリヤには尾がついていて、これが中間宿主の体から水中に出ると水辺の草に附



第57図 ガンテツの生活史

図のA. 親、B. 卵、C. ミラキジウム、D. スポロギス、E. F. はDの体内にレジンができていところ、Fはレジンのなかにケルカリダができていところ、G. ケルカリダ、H. 嚢をかぶったケルカリダである。

産んで袋をかぶる。一時そこに静止している。これを最後の宿主が草とともにたべると、幼生は宿主の消化管のなかで成長し、宿主の肝臓にはいつて親になる。

種類によると中間宿主が二つある場合がある。その場合は第二の中間宿主へはケルカリダがはいり、ジストマの類のおもなものの宿主と、最後の宿主での終生場所とをあげるとつぎのページの第1表のようである。

サナダムシはへん形動物のなかでもっともよく寄生生活によって体の構造が変化した類である。消化管がなく、一ぱんに体が頭の節と、これにつづく多くの節とからできている。頭の節に近い節ほど若い。その幼生の形で中間宿主にはい

り、ここで のうび虫 またはいくぶんそれに似た形に変わったものが最後の宿主のかかで成熟する。おもなサナダムシは3種あってその宿主を表にすると第2表のようである。

第1表 おもなジストマとその宿主

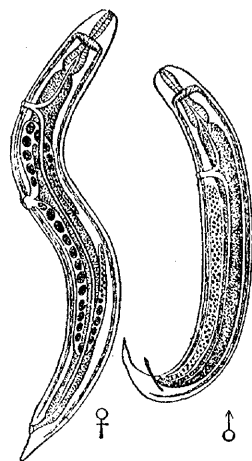
	中間宿主	最後の宿主	場所
肝臓ジストマ	マメタニシ(第一)、淡水魚(第二)	人・イヌ・ネコ・ブタ	肝臓
肺臓ジストマ	カワナ(第一)、淡水のカニ、ザリガニ(第二)	人・イヌ・ネコ・ブタ	肺臓
日本住血吸虫	ミヤイリガイ	人・ウシ	静脈内

第2表 おもなサナダムシとその宿主

	中間宿主	最後の宿主
カギサナダ	ブタ	人・イヌ
カギナシサナダ	ウシ	人
ミゾサナダ	ケンミジンコ(第一)、サケ・マス(第二)	人・イヌ・ネコ

円形動物 この動物には自由生活をするものもあるが、多くは寄生生活をしている。体はミミズのように長いが節がない。前端から後端にかけて消化管がのびていて、そのまわりには空所がある。生殖器官やその他の器官は簡単ではあるが、人のカイチュウでは平均して毎日20万箇の卵を産むと計算されている(第58図および第59図)。一ぱんに生活史もジストマほど複雑ではない。

人のカイチュウでは、その卵が大便とともに体外に出ると、これが水や野菜とともにふたたび人の腸にはいり、ここでかえって幼生となる。これが腸壁から血管にはいり、肝臓・心臓を通過して肺臓に入り、ここから気管をへて食道に移り、ふたたび腸に達して親になる。円形動物にはカイチュウのほかにもジストマと同じように人体に寄生する類が多い。ギョウチュウはおもに小児の小腸下部から盲腸に、バンクロフト氏糸状虫(住血糸状虫)は血液やリンパ液に寄

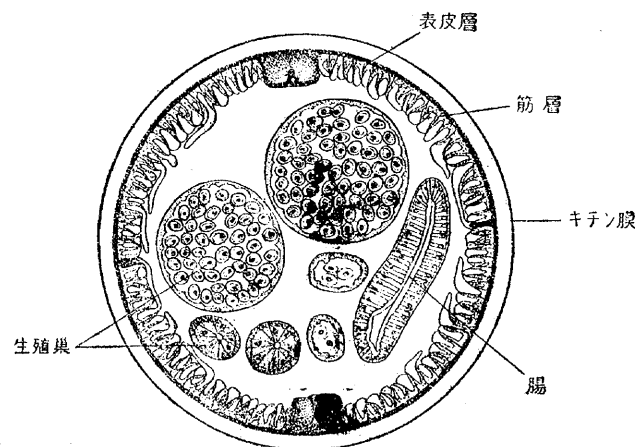


生して象皮病を起す。十二指腸虫は小腸にいる。日本にはまだ例がないが、センモウチュウは豚肉にいて、これから感染する。

環形動物 ぜん形動物のなかでもっとも体の つくり の複雑な類が環形動物である。この類にはミミズのように体に毛の少ない類のほかに、

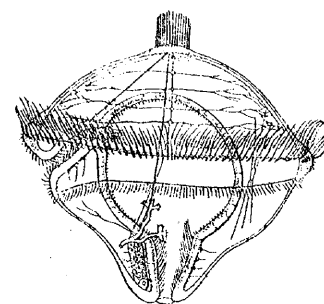
第38図 カイチュウ

カイチュウは寄生生活をする円形動物である。図の左は雌、右は雄である。



第39図 カイチュウの横断面

カイチュウの横断面を見ると、消化管のほかに生殖器官やその他の器官があるが、いたって簡単な構造をしている。



第40図 担輪子幼生

環形動物も軟体動物と同じく発生のうちで担輪子幼生になるものが多い。これはなにを意味するだろうか。

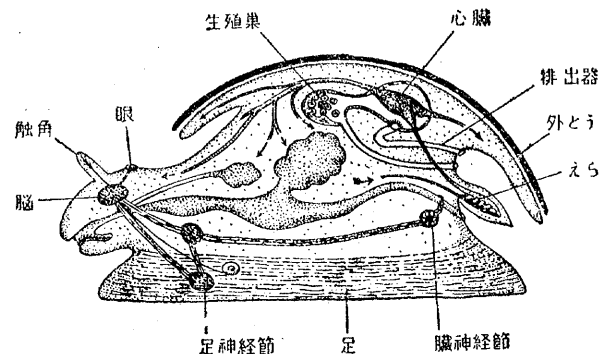
節ごとに体の突起としてできている足をもち、これに多くの毛をそなえているゴカイの類や、口のまわりと尾端とに吸盤をもっているヒルの類が属している。

この動物は一ぱんに発生のうちで軟体動物と同じような担輪子幼生になるものが多い(第40図)。このことは環形動物と軟体動物との間にあることを示しているよい証拠である。

4. カタツムリ

5月～6月の雨の多い季節になると、カタツムリが姿を現わし始める。これをガラス板の上にとって、はっていくところを裏からながめると、頭の下面にある口のなかの動きや、足の筋肉が前方へと波をうって動くところがよく見える。

頭には触角と、長い柄のついた眼とがあり、また下面には口が開いている。頭の後方につづいている胴は、内臓を入れる袋として足の背側にもり上っている。カタツムリではこの袋が巻いていて、その表面は貝でおおわれている。貝の入口のところにある丸い孔は呼吸口で、その奥にあるすき間(外とうくう)の壁が肺のはたらきをしている。このすき間は内臓の袋の壁がひだを作って膜状にのびたために袋との間にできたものであって、ひだになってのびた部分を 外とう膜 という。貝はこの膜の外側にある表皮が分泌して作ったものである。外とうくう は重要なところで、ここに呼吸器があ



第61図 巻貝の内臓 (模型図)

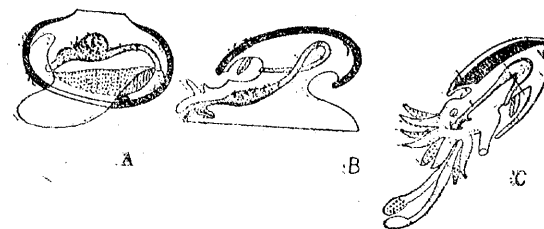
巻貝の脚は内臓を入れる袋として、足の背なか側にもり上っている。

るほかに、こう門や排出器が開いている (第61図)。

軟体動物 カタツムリは体が柔くて、ミミズなどのような体節がない。しかし、体は頭・足、内臓の集まり、およびこれを包んでいる袋がのびてできた外とう膜の四つの部分に分かれている。そして、外とう膜の外側には貝殻が分泌されており、外とう膜と内臓の袋との間には外とうくうがあって、ここに呼吸器のほかにかう門や排出器の開口がある。

カタツムリのほかに、ナメクジ・二枚貝・イカ・タコなどはすべて以上のような特徴をもっているもので、これらを軟体動物と呼ぶ。

軟体動物は内部的にも他の動物と違った点をいろいろもっている。環形動物と同じように神経節をもっているが、この神経節のおもなものは3対あって、それらがたがいに神経のひもによってつながっている。第一の神経節は脳で、これは食道の背側にあって頭にある感覚器に神経を送っている。第二は足神経節で足の筋肉に、第三は臓神経節で内臓に向かって神経を送る。

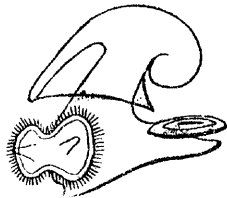


第62図 いろいろな軟体動物の内臓

二枚貝・巻貝・イカなどは動かしはそうとう遅っているが、いずれも軟体動物である。図のAは二枚貝、Bは巻貝、Cはイカ・タコの類の体のつくりを概観的に示したものである。これによって、どのような共通点があるかをしらべよう。

消化器には、口につづいて筋肉性のいん頃があって、ここに歯の列(歯舌)がある。カタツムリがはいながらも口を動かしているのはこれで食物をこすりとっているのである。胃の後方には大きな中腸せんがあり、このかたまりが内臓の袋の大部分を占めている。環形動物と同じように血管がよく発達していて、心臓は心室と心房とからできており、心室からは動脈が出ていて、心房へは静脈がはいっている。しかし、血液は動脈の先きから組織のすき間へ流れ出し、静脈はこのすき間から血液を集めて呼吸器(陸にすむものでは肺、水にすむものではえら)や排出器を経て心房へ送りかえている。このような血管系はミミズやせきつい動物がもっているもの(閉鎖血管系)と違って組織の間のすき間が血管系の一部として用いられているところから、これを開放血管系と呼んでいる。

軟体動物は発生のとちゅうで環形動物と同じように担輪子幼生となり、ついで被面子幼生になる(第63図)。軟体動物と環形動物とはいちじるしく形の違った動物ではあるが、このことからみて両動物はたがいに似たものから移り変わったと考えられる。



第63図 被面子幼生

軟体動物は発生のおちゅうで担輪子幼生の時代を経て、図のような被面子幼生となる。

軟体動物には種類が多い。カタツムリのように巻いた貝をもっているものを腹足類といい、そのなかには「ま水」にすむモノアラガイをはじめ、ジストマの中間宿主になっている類がある。ナメクジも腹足類に属しているが、これには貝がらが発達していない。

貝が左右2枚のからでできているものを「ふ足類」といい、この類はとくに頭という部分をもたず、しばしば体の後端のところで「外とう膜」が水の出入に役だつ水管を形作っている。「ま水」にはカラスガイがあり、海には真珠のできるアロヤガイ、食用にするカキ・ハマグリをはじめ種類がはなはだ多い。

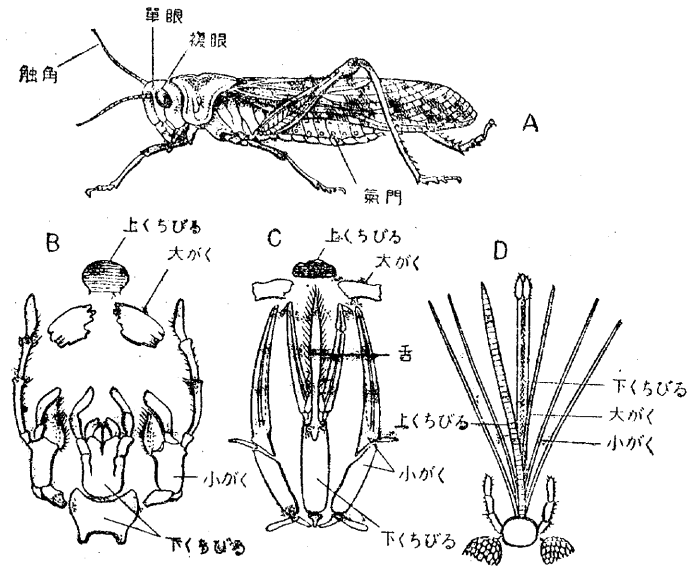
軟体動物のなかでもっともよく分化した類はイカ・タコのような頭足類である。この類は肉食性で、その足の一部が8または10本の腕となって口を開き、また、他の一部が水管となって「外とうくう」の水の出口となっている。「外とうくう」のなかには、腸の側に「墨じゅう」の袋がある。オウムガイもこの類にはいるが、これはイカやタコとはだいぶ違っている。

5. バッタ

夏になると、バッタが草原にキチキチと音をたてながら飛ぶようになる。バッタを捕えるには、朝早くまだ涼しいときがよい。バッタは体の外側がなめらかで、かたいキチンの膜（外骨格）でおおわれており、いくつかの節に分かれている。体が節になっていることはミミズに似ているが、バッタの節はミミズと違ってあのおのの形が同じようではない。いくつかが合して一つになったり、ある節の

形が他の節といちじるしく変ったりして、その結果頭・胸・腹の3部分を形作っている（第64図）。

頭には2箇の大きな複眼と8箇の単眼とがあり、また、多くの節からできている触角と、口を開く口器とがある。口に草の葉をあてがって口器が動くところを見ていると、黒褐色の大きな「大がく」のつぎに「ひげ」をつけた「小がく」があって、その前後を「上くちびる」と「下くちびる」とが囲んでいる。下くちびるにも「ひげ」がある（第64図）。



第64図 バッタの外形と、こんちゅうの口器の比較

バッタの体（A）は頭・胸・腹の3部からなり、おのおのいくつかの節からできている。その口器（B）は草の葉などをたべるのに適しているが、ハチ（C）・チョウ（D）などのそれぞれに食物に応じて、これとちがう形が違っている。

胸はやや不規則な形の三つの節からでき、さらにおののには一定の数の節からできている足があり、第二と第三節には羽がある。羽をのばして、網の目のようにひろがっている すじ をみるとよい。

節がもっとも明らかなのは腹部であるが、体の大きな雌と体の小さな雄とではその後端の つくり が違っている。腹がたえずのびちぢみしているのは呼吸をしているのであって、このような運動のできるのは節と節との間の膜がうすくなっているためである。腹部の両側には節ごとに1対ずつの小さな孔がならんでいる。最後の孔はやや形が大きいから、これを 虫めがね で見ていると閉じたり開いたりするのが見えるし、石けん水を作ってその孔に当てがっておくと石けんの あわ がもち上ってくる。この孔は空気の出入する氣門であつて、孔の奥は呼吸器である氣管につづいている。胸のすぐ後方の腹の節には卵形の耳があつて、うすい鼓膜がはられている。

節足動物 バッタの体は左右対称で、その外側はかたい外骨格であつて、それがいくつかの節に分かれている。しかし、その節は環形動物のものとは違ってたがいに形が違ったり、または数節が合したりしている。さらに環形動物と違っている点は、バッタには節のある足があることである。この足は胸のところでは歩行用となつていて、頭では 大がく・小がく・下くちびる および触角に形を変えている。

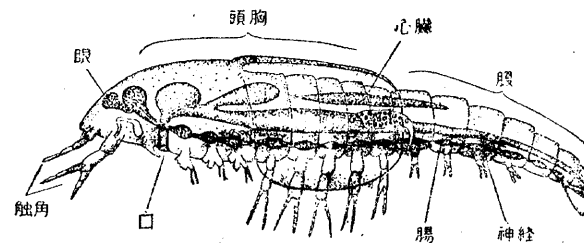
バッタをはじめとして、こんちゅう・クモ・エビ・カニの類はすべて以上のような特徴をもっているで、これらを節足動物と名づけている。この類はたんに外側が節に分かれているだけではなく、神経系は環形動物と同じく神経節を節ごとにそなえ、筋肉や心臓の構造にも節が現われている。また、血管系も一種の開放血管系になっている。

この類はすべて有性生殖によって個体をふやし、無性生殖をするものはない。しかし、アブラムシやミツバチの雄のように単為生殖で育つものもあり、有性生殖と単為生殖との世代を交代するものもある。

節足動物はじつに種類の多い動物で、その種の数は動物の全種数の $\frac{1}{2}$ ぐらいを占めている。このなかにはエビ・カニのように、しゅとして水中にすみ、えら で呼吸し、外骨格は多量の石灰を含んで厚くなっている 甲かく類 と、氣管で空氣呼吸をしているムカデ・こんちゅう・クモの類とがある。

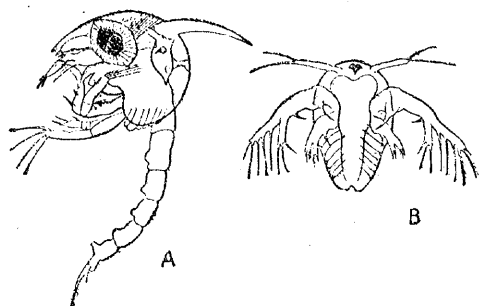
甲かく類 この類は頭と胸とが合して頭胸部を作っている(第95図)。エビ・カニのような類もあれば、サナダムシの中間宿主になつてミジンコのようなものもあり、フジツボのように着生生活をしているものもある。ノープリウスやゾエアなどと呼ばれる幼生を生じる(第96図)。

多足類 体の節に1対ずつの足をもっているムカデと、2対ずつ



第95図 甲かく類の体制の模写

甲かく類は頭と胸とが合して頭胸部を作っている。これには種類が非常に多く、人生との関係の深いものも少なくない。



第66図 ノープリウスとゾエア

甲かく類は発生のとちゅうで複雑な変態を行い、ノープリウス期(B)やゾエア(A)の時代をとる。

タ・コオロギ・ゴキブリのように前羽がかたくてまっすぐな直し類、トンボのように両羽ともに強く膜のようなトンボ類、ショアリの両羽とも膜質で同じ形をしている等し類、口器がのびてふんを作っているセミ・アブラムシ・カイガラ・トコジラミ・シラミ・ヨコバイのような有ふん類、前羽だけがよく発達しているカ・ハマダラカ・ハイなどの双し類、チョウ・ガのように羽にうるこのあるりんし類、甲虫のように前羽がかたくて後羽のおおいになっているしょうし類、両羽ともに膜質でうすく、羽にすじの少ないミツバチ・アリなどの膜し類などがある。

クモ類 この類は甲かく類と同じように体が頭胸と腹とに分かれていて、頭胸には6対の足があり、第一対目の足の基には毒せんがある。第三から第六対までの4対の足は歩行に使われている。腹には足がないが、その変形したものとして8対の紡績器があり、ここから糸をつむぎ出す。呼吸器としてはえらから変化した特殊なものがある。この類の退化したと考えられるものにダニ類があり、

の足をもっているヤスデとがある。ヤスデでは1対ずつの足をつけた2節が合して1節になっているのである。

こんちゅう類

シミのように羽のない無し類、バツ

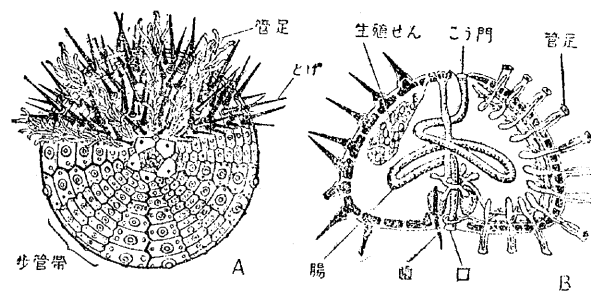
ツガムシ病のなかだちをするアカムシや、ヒゼンノムシ・イエダニなどがこれにはいる。カブトガニはこの類に近く、体にかたい甲をかぶり、尾端に長いとげをもち、腹に足の変形した呼吸器がある。

6. ウニ

岩の多い海岸の岩かげにすんでいるふつうのウニの体にはたくさんのとげがあって、その間から柔くて、細い管のような足(管足)をのばす。岩からウニを離そうとすると、この足で岩の面に吸いついているのがわかる。足の先は吸盤になっていて、これで物にすいつきながらはっていく。

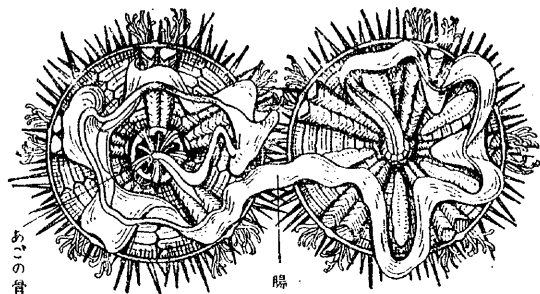
腹面の中央には口があって、五つの白い歯がのぞいている。こう門は背面の中央にある。

ウニの体がかたいのは皮膚のなかに石灰質の骨板があって外骨格を作っているからである。からには骨板が規則正しく排列している。まず、背面のこう門をかこんでおのちに生殖巣の開口をも



第67図 ウニの外形と内部の構造

ウニのからにはたくさんのとげがあるが、これを取り去ると骨板が規則正しくなっているのがわかる。図のAはウニのからを背方から見ただけである。Bはウニを縦にたち割って内部の器官を模式的に示してある。



第68図 ウエの体の内部構造

ウエの 口 から輪切りにして二つに離すと、内部の構造がよく見られる。この図を第67図Bとくらべながらウエの構造を理解しよう。

った五つの骨板（生殖板）があり、その外側には生殖板とほぼたがいに違いに小さな、それぞれ眼点のくぼみをもった骨板（眼板）がある。この10箇の骨板の外側には、一つ一つの骨板に対して2列ずつにならんだ骨板が石だたみのように放射状に排列している。骨板の表面には とげ のついていたあとがあるが、とくに眼板の外側にある2列の骨板にはそのほか小さな孔がたくさんあいている。この孔から管足が出ていたのであって、このような孔のある骨板の列を歩帯板という（第67図A）。

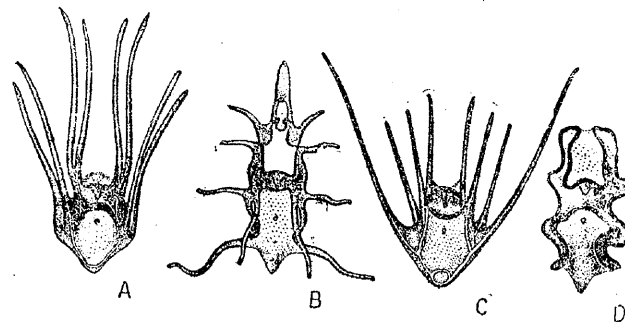
口から こう門 に通じる線をウエの体の軸と考えると、骨板は五つの方向に放射状に排列していることになる。ウエの 口 からに現われているこのような五つの放射対称はたんに骨板の排列だけではなく、内部のいろいろな器官にも現われている。口からのぞいている五つの歯もその例であるが、歯のまわりには複雑な あご の骨と、これを動かす筋肉とがあって、全体でアリストテレスの ちょうちん と呼ばれている器官を作っている。消化器はこのなかを通過して広い 体くう のなかをまわりながら背面の こう門 に開く。アリストテ

レスの ちょうちんの すぐ奥のところ食道をめぐって環になった管がある。この管は歩帯板の裏側に放射状にのびた5本の管につながり、それら5本の管に管足がつながっている。このほかに環になっている管からは1本の別の管が生殖板の一つに連絡していて、そこで外に開いている。海水はここを通過して管のなかにはいることができる。この器官系を歩管系と呼ぶ。

神経の つくり も歩管系と同じように放射対称になっていて、口をめぐって環になった神経環から5本の神経が歩帯板の方向に出ている。体くうのなかにある生殖巣も5箇あって、おのものが生殖板の孔に開いている。

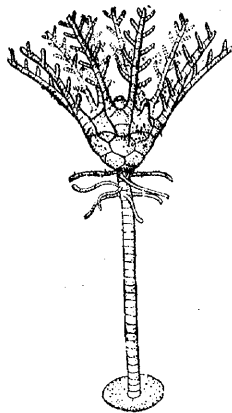
きょく皮動物 ウエのように体の形が五つの放射対称になっていて、皮膚のなかに骨板から成る外骨格があり、歩管系をもっている動物を きょく皮動物 といい、ほとんどすべて海産である。

きょく皮動物の親は五つの放射対称の形をとっているが、その幼



第69図 いろいろな きょく皮動物 の幼生

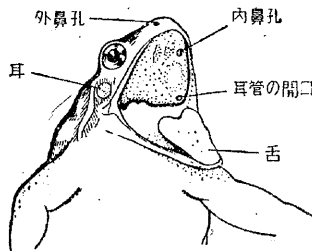
きょく皮動物の幼生はいずれも左右対称で、変態してはじめて五つの放射対称の形になる。図のAはウエの幼生、Bはヒトデの幼生、Cはクモヒトデの幼生、Dはナマコの幼生である。



第70図 ウミユリ
ウミユリの類は柄によって
海底に着生している。

7. トノサマガエル

池や田などにはトノサマガエルがたくさんすんでいる。トノサマガエルの体は頭の方が細く、くさびのような形で、頭と胴とに区分することができるが、その境ははっきりせず、くびというべき部分は認められない。胴には2本の前足と2本の後足とがあるが尾はない。皮膚は柔くいっもしめっている。頭の先端に1対の鼻の孔があり、背側には1対の眼がつき出ている。カエルは上まぶたを自由に動かして眼を閉じたり開いたりすることができる。まぶたの下にはすきとおった膜（しゅん膜）があ

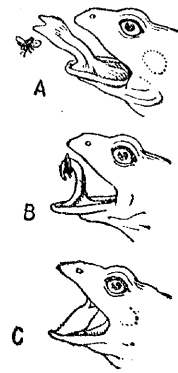


第71図 トノサマガエルの口の中
トノサマガエルの口の奥の方をしらべて、食道や気管の入口、鼻の孔、耳に通じる孔の位置を確かめよう。

生はすべて左右対称で、親の形になるためにはいちじろしい変態を経なければならない。

この動物にはウニのほか、ふつう5本の腕をもっているヒトデの類、中央の体と腕との間が明らかに区別されているクモヒトデの類、体の軸を水平にして生活しているナマコの類、体に発達の程度のいろいろな柄があって海底に着生しているウミユリの類がある（第70図）。ナマコの体が柔いのは骨板が小さくて、ばらばらな骨片となっているためである。

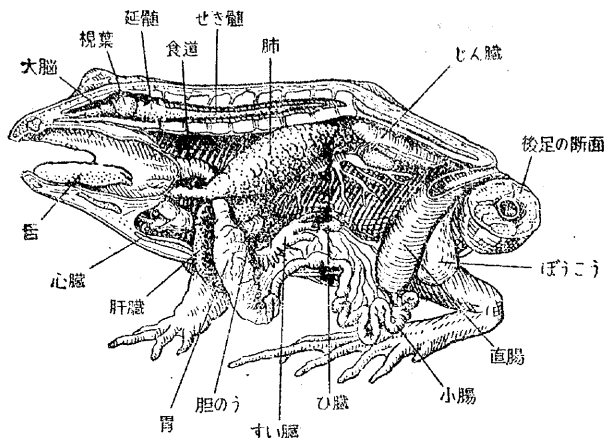
て下から上に向かって動き、まぶたの下で眼をおおうようになっている。カエルは水中をめぐっているときにも眼を開いているが、じつは眼はこの膜でおおわれているのである。眼のすぐ後方にある丸い膜をはったようなものは耳である。雄では耳の後方に袋（鳴のう）があり、鳴くときにはこれをふくらませるが、雌にはない。頭にくらべて口はすこぶる大きい。口のなかにはこまかい歯が多数ならんでいて、その先はいずれも内方に向いている。この歯はとらえた虫などが口から逃げ出さないようにするのに役だっている。下あごの先端には柔い舌があり、これが後向きになって口中におさまっていて、虫などが近くに来るとこの舌を投げ出してその先で捕える。



第72図 カエルの舌
虫などが近くに来るとカエルは舌を投げ出して、その先で捕える。図のA・B・Cはその順序を示したものである。

足はわれわれの手や足のようにはげたりのはしたりすることができる。指は前足に4本、後足に5本あり、後足の指と指の間には膜がはられていてみずかきとなり、水中を泳ぐときにはこれをひろげて水をおして前進する。

体のなかにはさまざまな器官が広い空所（体くう）におさまっているが、その形や並び方などは人の場合とよく似ている。左右の前足の間のところには心臓がある。一つの心室と二つの心房とから成り、全体がうすい膜の袋（心のう）のなかにはいっている。心臓の腹側からは頭の方に向かって1本の太い血管が出ており、これがやがて2本に分かれて左右にまがり、さらに枝分かれしている。この血管は心臓からおし出された血液（動脈血）の通る路である。心臓の背面には上方から来た2本、下方から来た1本の血管（大静脈）



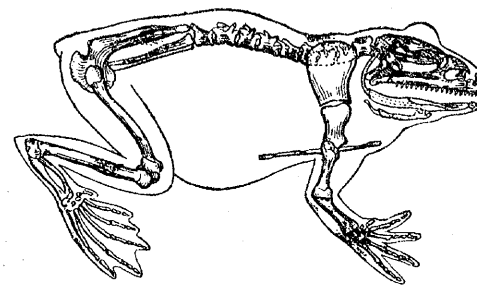
第73図 トノサマガエルの内臓

トノサマガエルの体のなかにはさまざまな器官が広い空間におさまっているが、その形やならび方などは人の場合とよく似ている。

が集まってふくれたところがあり、全身をめぐる血液（静脈血）はここから右の心房にはいる。左の心房には肺から帰る血液（動脈血）の通る血管（肺静脈）がつながっている。

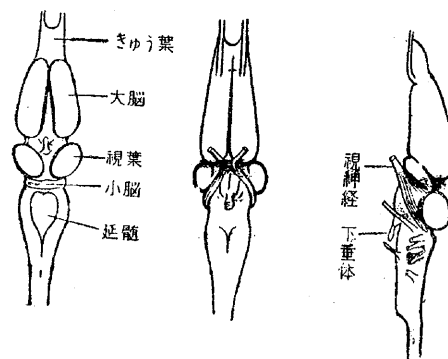
心臓の両側にはうす紅色の袋のような肺がある。肺には1本の細い管（気管支）がつながり、これが左右合わさって1本の気管になっている。気管は口の奥に開いていて、空気はこの管を通して肺に出入する。心臓や肺にかぶさるようになっている かつ色 の大きな器官が肝臓である。肝臓の下側には緑色をした小さな袋（胆のう）がついていて、肝臓で作った 胆汁ゅう をためている。肝臓でおおわれている器官に胃がある。胃は三日月のような形をして、前方は太い食道につながって口に通じており、後方は細い管の小腸につながる。小腸は腹のなかで数回まがってきゅうに太くなって直腸となり、これが 肛門 に開く。小腸のはじめの部分をつ十二指腸といい、

それぞれ細い管によって すい臓 と 胆のう とにつながっている。すい臓からの すい液 と 胆のう からの 胆汁ゅう とはここに流れこむのである。卵を産む前の雌ガエルの卵巣は腹一ばいに卵の粒をみたくしているが、卵を産んだばかりの



第74図 カエルの骨格

カエルの骨格は頭骨と背骨とが背なか側の中央を走り、また、前後の足にもかたい骨がある。

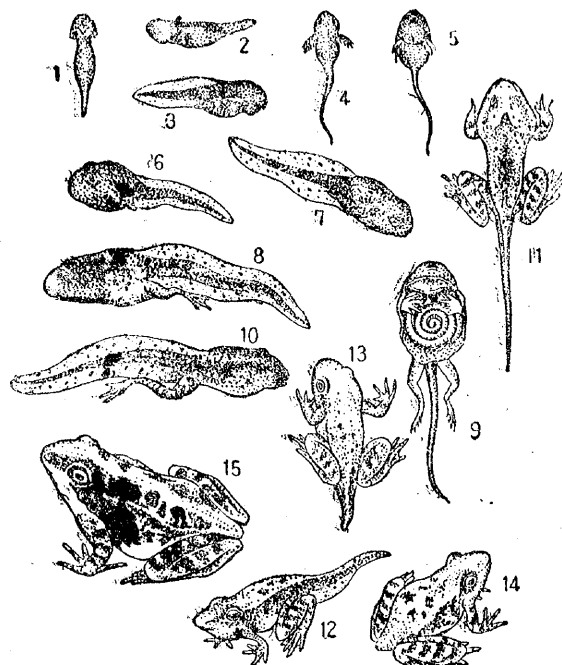


第75図 カエルの脳随

カエルの脳は大脳・視葉・小脳・延髄などに分かれ、腹面からは眼や耳などへ行く神経が出ている。図の左は背面、中は腹面、右は側面である。

や卵巣や肝臓などをとのけると、背側に赤かつ色をした1対の前後の方向にのびたのがあり、これが尿を作る じん臓 である。じん臓には細い管（尿管）がついていて、これが直腸の末端に開き、尿を注ぎ出す。

カエルには背骨がある。背骨はいくつかの短い骨が前後に1列に



第76図 おたまじゃくしからカエルまで

受精した卵はやがて「おたまじゃくし」となり、さらに体にさまざまな変化を起してカエルになる。図の数字は発育の順序を示す。

足にもかたい骨がある。皮膚と骨との間には筋肉があって両端は隣りあった二つの骨につき、その筋肉の運動によって体を動かすことができる。カエルの脳は「大脳・視葉・小脳・延髄」などの部分に分かれ、腹面からは眼や耳などに行く神経が出ている。

トノサマガエルは5月ごろになると苗代や池などの水中へ卵を産む。産み出されたばかりの卵は小さな黒い玉で、うすいゼラチン質の膜で包まれているが、まもなくゼラチン質は水を吸ってふくら

つながってできている。頭には筋のようになってきた頭骨があり、なかには脳がはいっている。脳の後方は長いひものような「せき索」につづいている。せき索は背骨のなかにあさ

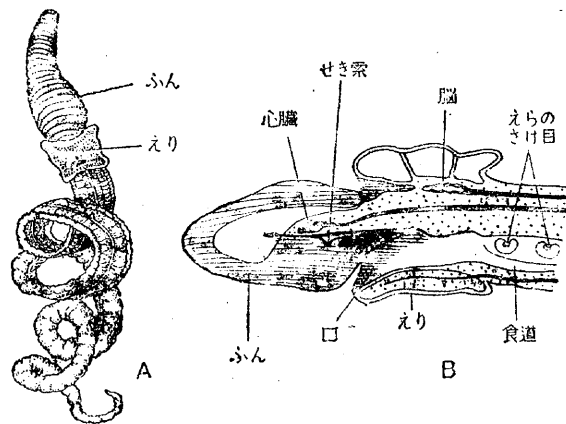
る。雌が卵を産み出すと雄はその上へ無数の精子を放出する。精子は卵のなかへもぐりこみ、そこで両方の核が合一する。これが受精である。卵が受精すると分裂、発生をはじめ、数日すると第76図1のように頭や尾の区別ができてはじめる。こうなるとゼラチンの膜からぬけ出して水草の葉などに吸いついて静止する(図2)。その間に頭の両側から、枝分かれした「えら(外えら)」がのび出し、口や胃や腸などもでき上って「おたまじゃくし」になり、水中を泳ぎまわって食物を求める(図3-5)。「おたまじゃくし」は成長するに伴ない体にさまざまな変化を起してカエルになる。たとえば口の奥(「いん頭」)の「外えら」のつけ根のところに「まけ目」を生じ、口から吸い入れた水がここから外へ流れ出る。この「まけ目」の両壁に毛細血管が網の目ようになっていて、ここで血液は水中から酸素をとり、炭酸ガスを水中にすてて呼吸する。このところを「内えら」といい、内えらが完成すると外えらは消失する(図6)。やがて「おたまじゃくし」には後足、つづいて前足が現われ、尾がしだいに短くなりはじめる(図6-13)。このころ体内では肺ができ、まもなくえらが完全に消失し、尾もなくなって陸上へはい上る(図11-15)。「おたまじゃくし」の時代には背骨などは柔く、ゼラチンのかたまったようなものであるが、カエルになるとそれがかたい骨に変わる。図の1の時期のものを縦に切ってみると背側の中心にゼラチン質の棒のようなものが1本ある。これが「せき索」である。後になると「せき索」の背面に「せき髄」ができ、せき索が消えてかわりに背骨が現われ、せき髄はこれにとり囲まれる。図の1・2・3・4の時期のものを切ってみると「せき索」が背骨に移り変わるありさまがよくわかる。

せき索動物 動物のなかでカエルの「おたまじゃくし」のように少なくとも生がいのある時期には「せき索」をもつものをまとめて「せ

き索動物という。せき索動物は せき索 を生じるということのほか、一ぱんに体の構造が複雑で、消化管の背側に せき髄、腹側には心臓やおもな血管があって、いん頭には えらのさけ目をつけている。せき索動物には海の泥や砂のなかにすみ、ミミズのような外形をしたギボシムシから、鳥や けだもの のように背骨をもったせきつい動物までのさまざまな種類が含まれている。せき索動物以外の動物はすべて 無せきつい動物 と呼ばれる。

8. ギボシムシ・ホヤ・ナメクジウオ

ギボシムシの生活状態や外形を見るとミミズやゴカイのようであるが、体の前方に せき索 と思われる器官があり、腸の両側に えらのさけ目 があることなどによって せき索動物 の仲間と見なされる。また、ギボシムシの発生をしらべると、その幼生は きょ

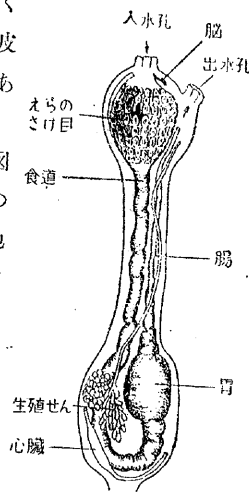


第77図 ギボシムシ

ギボシムシは海の どり や砂のなかにすみ、ミミズのような外形をしている。図のAは全体の図、Bは前部の縦断面である。

く皮動物の幼生によく似ているから、多くの学者は せき索動物 の祖先は きょく皮動物の幼生に似たようなものであったであろうと信じている。

湖のひいた海辺の岩などにはよく第78図のような形をした動物がくっついていて見かける。これはホヤの仲間、東北地方ではこの類の大形のものが食用にされているところがある。ホヤを外から見ると、ただ二つの孔があるだけで動物とも植物とも見分けがつかないが、体を切り開いてみると、図のように えらのさけ目 がある。入水孔からはいった水がここからまわりに流れ出て出水孔から排出される。えらのさけ目のあるところが いん頭 に当り、その下は食道からさらに胃や腸につながっている。ホヤの幼生は おたまじゃくし のよう



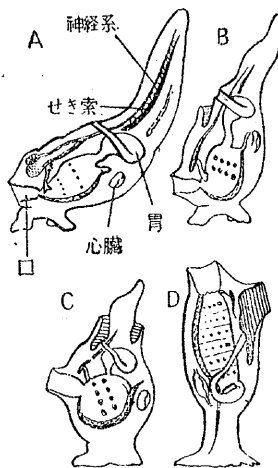
第78図 ホヤの構造

海辺の岩などでよく見かけるホヤの体は図のような構造をしている。

で、海水中を自由に泳いでいるが、これが岩石などに附着して変態し親になる。幼生には尾部に せき索 があり、その背側には太い神経があるから、ホヤは せき索動物 である(第79図)。

この類にはシロボヤ・アカボヤのように岩石に附着して独立の生活をするもの、コモンボヤのように海中の岩石などの上に群体を作っているもの、オタマボヤ・ウミタルなどのように海の浮遊生物のなかに含まれているものなどがある。

瀬戸内海や有明海などの浅海の砂地にはナメクジウオという魚のような形をした、長さ 6—8 cm の動物がすんでいる。この動物は体の両端が細くなっており、頭と胴とを区別することはできない。体



第79図 ホヤの変態

ホヤの幼生は海水中を自由に泳いでいるが、岩石などに附着すると図のA・B・C・Dの順に変態し親になる。

の前方から後方まで せき索 が走っていて、その背面には太い神経がある。このほか、えらの さげ目 や内臓の構造はホヤの幼生に似た点が多いが、筋肉の並び方などには魚に似たところもある。

9. せきつい動物

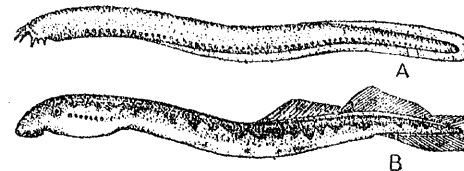
魚や鳥や けだもの などは、カエルと同じようにはじめに せき索 を生じいずれも せき索動物 であるが、成長するにつれて せき索 が消失して せきついが現われ、背骨ができる。このように背骨を有する せき索動物 を せきつい動物 という。せきつい動物は背骨を有するほか、心臓・肺・腸などの内臓がいちじるしく発達し、また脳がことによく発達して、それを取り

囲む頭の骨のあることなどが他の せき索動物 といちじるしく違っている。せきつい動物は、これを円口類・魚類・両せい類・はちゅう類・鳥類・ほにゅう類に分かつことができる。

10. 円口類

日本海に注ぐ川に多いヤツメウナギは円口類の一種である。ヤツメウナギは体長50cmぐらいで、形はふつうのウナギに似ているが、胸びれ・腹びれのないこと、皮膚にはうろこがなく多量の粘液を出してぬるぬるしていること、えら孔が7対あることなどでウナギ

と違っている。海に産するメクラツナギ、各地の小川に産するカワヤツメなども円口類に属する。円口類には頭骨や背骨はあるが、軟骨でできている。また、せき索を終生失わず、口にはあごの骨がない。このような特徴をもとにして、円口類はせきつい動物のうちもっとも下等なものと思なされる。

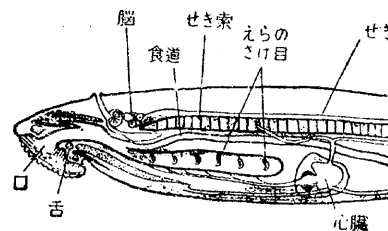


第80図 円口類の2種

メクラツナギ(A)は海に産し、ヤツメウナギ(B)は日本海に注ぐ川に多い。

11. 魚類

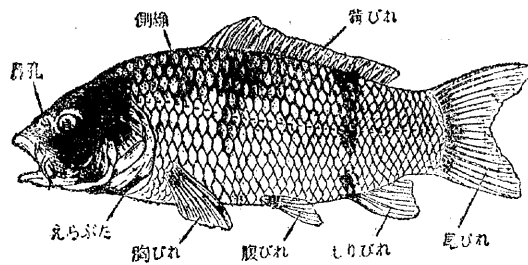
魚類は水中で呼吸し、一生をそこで過すのがふつうである。フナやコイについて観察するとわかるように、体は頭と胴とに分けることができ、うろこで包まれている。カエルのような足はないが、背びれ・尾びれ・しりびれ・腹びれ・胸びれの5種類のひれがあって、そのうち胸びれと腹びれとは左右1対ずつあり、胸びれは前足に、腹びれは後足に当る。フナやコイでは頭と胴との境にえ



第81図 ヤツメウナギの縦断面

円口類は せきつい動物 中もっとも下等なものと思なされる。その理由を上図から考えよう。

らぶた があって、その下に紅色をした えら があり、口から吸い入れた水はえらを洗って えらぶた の下から外に流れ出る。体内の器官の並び方はカエルに似ているが、一つ一つの器官を見るといろいろな相違点がある。心臓は1心房・



第82図 コイの外形

コイは硬骨魚類の代表的なものの一つである。図によって、この類の外形の特徴を指摘してみよう。

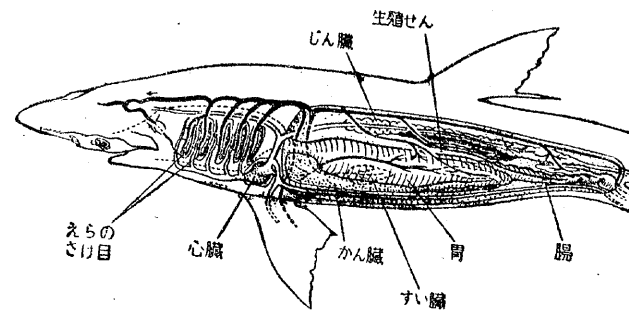
1 心室で、全身をめぐるってきた血液は心房に入り、心室から出てえらに至り、ここで水中から酸素をとって炭酸ガスを水中にする。

この血液は えら につながる血管をへて全身に送られる。コイやフナなどにはかたい背骨があって せき索 は残っていない。口には上あごと下あごとの骨があって、下あごだけが動くようになっている。このような点が旧口類とはいちじるしく異なるところである。頭にはかたい骨があり、そのなかに脳がはいっている。脳はカエルのように きゅう葉・大脳・視葉・小脳・延髄 の諸部分に区別できるが、発達程度はカエルとやや異なっている。

いろいろな魚類について うろこ・尾びれ・えらなどの形や骨の性質などを比較して、さらに軟骨魚類・硬骨魚類・硬りん魚類・肺魚類に分けることができる。

軟骨魚類 海に産するサメやエイの類は骨が軟骨からできているので軟骨魚類と呼ばれる。軟骨魚類の うろこ は先端がとがっていて、フナやコイの うろこ とは違っている。多くのものは頭の腹面に口があり、眼の後方に1対の水をふき出す孔のあることや、えらぶたがなく えら孔 が数対あること、尾びれの形が上下不对称であることなどで、他の魚類と区別することができる。

ホシザメ・ネコザメ・シュモクザメ・ノコギリザメ・アカエイ・ガンギエイ・シビレイなどはいふつうに知られている軟骨魚類である。

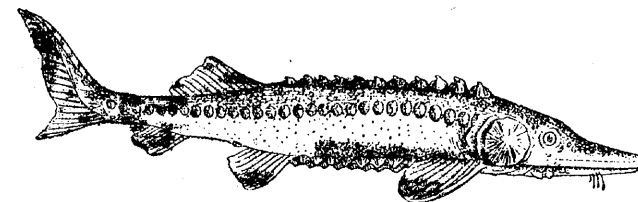


第83図 サメの体のなかの構造

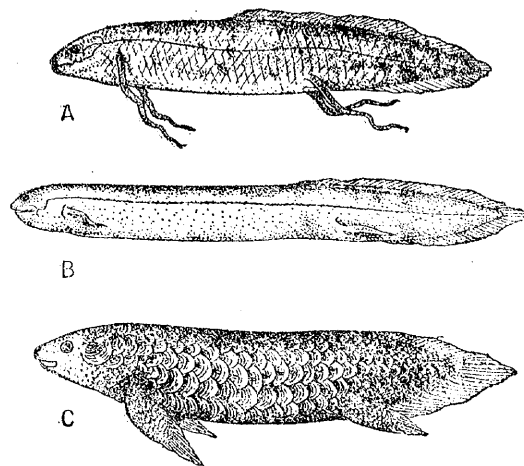
硬骨魚類 コイ・フナ・タイ・マダロ・イワシなど、われわれがふつうに見る多くの魚類の骨は硬骨でできていて、うろこは角質の円形、あるいはくし形のものが見え根がわらをふいたようになっている。口は頭の前端につき、えらぶたがあってえらをおおっている。尾びれは上下が対称になっている。心臓・えら・脳・腸などの器官にも軟骨魚類と硬骨魚類とはそれぞれに特徴があるが、硬骨魚類には うきぶくろ のあることがよく目だつ特徴である。

コイ・フナ・タナゴ・ウグイ・メダカ・イワナ・ヤマメ・ナマズ・ドジョウなどはま水に産し、タイ・ヒラメ・イワシ・エシロ・マダロ・サバ・カツオなどは海に産する。つらの硬骨魚類である。ウナギやアユは ま水 で成長し、産卵期に河口や海に降るが、サケは海で成長し、産卵のため川へのぼってくる。

硬りん魚類 北海道の石狩川や天塩川ではチョウザメという魚がとれる。この魚には縦に5列にならんでいる大きい ひし形 の うろこ があって、そのまん中に突起があ



第84図 チョウザメの1種



第45図 肺魚類

プロトプテルス(A)、レビドシレン(B)、ケラトズス(C)ではうきぶくろが肺のようなはたらきをしている。

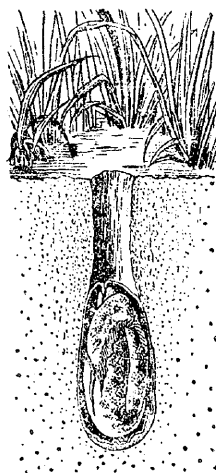
のあること、うきぶくろのあること、えらの形などは硬骨魚類のようで、尾の形、腹のなかの構造や心臓などは軟骨魚類に似ている。骨は硬骨と軟骨とからできている。

肺魚類 オーストラリアの川や沼にはケラトズス、アフリカの川や沼にはプロトプテルス、南アメリカのアマゾン川の流域にはレビドシレンという魚がすんでいる。これらの骨は軟骨と硬骨とからできているが、うろこやえらぶたのあることなどは硬骨魚類に似ている。この魚類はうきぶくろが食道につながっていて、口から空気を吸い、

第46図 プロトプテルスの夏眠

肺魚類は乾季になると、川や沼の底土にもぐって空気をだけを呼吸し、雨季を待つ。

り、表面はほろろり質をかぶってかたくなっている。このようなうろこをもつ魚類を硬りん魚類という。硬りん魚類は地質時代には栄えていたものらしいが、現在ではあまり多くの種類はない。体の構造は硬骨魚類と軟骨魚類との間にある。すなわち、えらぶた



りきぶくろに送りこむことができ、うきぶくろが肺のようなはたらきをしているところから肺魚類という。肺魚類もおもにえらで呼吸するのであるが、ときどき水中から浮かび上って空気を呼吸し、また乾季になって川や沼の水がかわれると底土のなかにもぐって空気を呼吸し、雨季を待つ。

卵からかえったばかりの幼生には、カエルのおたまじゃくしに似た外えらがあるから、肺魚類は、魚類とカエルなどの両せい類との中間の位置を占めるということができる。

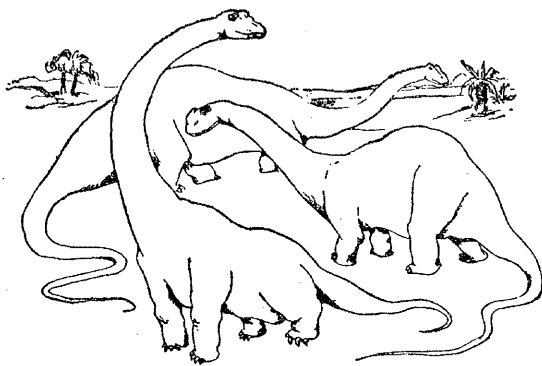
12. 両せい類

カエル・イモリ・サンショウウオなどは水中でも空気で生活することができるので両せい類と呼ばれる。この類の発生のはじめのころは、カエルのおたまじゃくしのようにえらで呼吸し、親になると肺で呼吸する。皮膚もまた呼吸器官としてのはたらきを営み、とくに冬にはおもにここで呼吸する。皮膚は柔くて毛や羽のようなものをつけていない。心臓は2心房・1心室から成りたっている。

両せい類は卵から親の体になるまでに形が変化し、幼生と親とはいちじるしく違っている。すなわち、幼生はえらで呼吸し、尾を振り動かして前進し、足をもたないが、親になると足ができて、これで歩いたり、泳いだりすることができる。両せい類のなかにはカエルのように足だけで運動をするものと、イモリ・サンショウウオのように足で歩くほかに、尾が残っていてそれを振り動かして水中を泳ぐものがある。

両せい類はさらに二つに分けることができる。親になると尾を失い、足がよく発達するカエルの類が無尾類であり、イモリ・サンショウウオのように終生尾があつて、足の発達が悪いものが有尾類である。ある種の両せい類は終生えらをもっている。

13. はちゅう類



第87図 地質時代の はちゅう類

ジュラ紀にすんでいた大型の陸上はちゅう類には体長100フィート、体重20トンに及ぶものがあった。

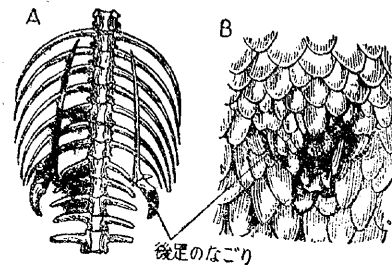
終生肺で呼吸する点で魚類や両せい類と違っている。ヘビのように、足のないものもあるが、一ぱんには4本の足が発達していて、指には爪がある。多くのものでは心臓は2心房・1心室からなるが、心室の中央に境があって不完全ではあるが2室に分かれている。大脳は 両せい類 にくらべて発達している。これらの仲間を はちゅう類 と呼び、両せい類 に似たものから鳥や ほにゅう類 に似たものまでいろいろあり、石灰質の から をもった大きい卵を産むことは鳥類と縁が近いことを示している。 はちゅう類 は太古の地質時代にひじょうに栄えた動物で、現在のものはカメ類・トカゲ類・ヘビ類・ワニ類に分けることができる。

カメ類 池や小川にすむイシガメやスッポン、海にすむアカウミガメ・アオウミガメ・タイマイなどをカメ類と呼び、歯がなくて鳥のようなくちばしがある。体は背甲と腹甲とから成る骨質の箱で包まれていて、外側は角質の うろこ でおおわれ、背骨や

カメ・ヘビ・トカゲ・ワニなどの類は完全に陸上生活に適應し、皮膚には うろこ や甲があって、体から水の蒸発するのを防ぎ、内部を保護している。また、

ろっ骨は背甲にくっついている。この類は多く水中にすんでいるが、産卵はかならず陸上でする。

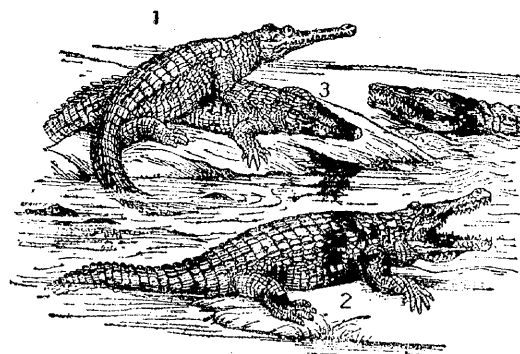
トカゲ類 トカゲ・カナヘビ・ヤモリなどをトカゲ類といい、体は細長くてこまかい うろこ で包まれ、多くのものには4本の足があり、口にはこまかい歯がたくさんある。外国産のトカゲ類のなかではカメレオン・オオトカゲ・トビトカゲ・アシナシトカゲなどが有名である。



第88図 ニシキヘビの足の骨格

ヘビの類には足がないのがふつうであるが、ニシキヘビの腹面には後足の骨格が残っている。図のAはその部分の骨格、Bは外観である。

ヘビ類 ヘビ類は体が細長く、足がなくて、こまかい うろこ でおおわれている。腹側には幅の広い うろこ が1列にならんでいて、これが腹筋に応じて起伏する。ヘビが



第89図 いろいろな種類のワニ

ワニ類にはガビアル (図の1)、ナイルワニ (2)、アメリカワニ (3) などの種類がある。

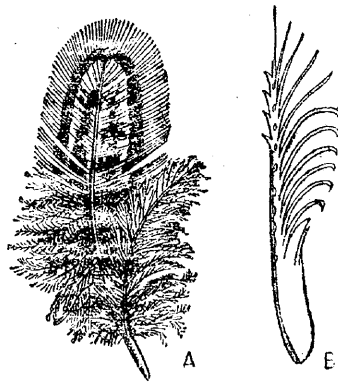
地上をはうときは体をうねらせながら前進するが、このとき腹面の うろこ は体が後ろに伸びるために役だっている。ヘビが木などに登るのも腹面の うろこの起伏による。ヤマカガシ・アオダイショウ・シマヘビなどは山野でよく見かけるヘビ類である。ニジ

キヘビは長さ9mにも達することがあり、アジアやアフリカの熱帯地方に産する。日本のマムシ、アメリカのカラガサヘビ、南アジアのコブラ、沖縄や台湾などのハブはいずれも毒ヘビである。毒ヘビは 毒きば と 毒せん とをもち、きば を敵の動物に打ちこむと 毒せん から毒液が流れこむようになっている。

ワニ類 ワニの形はトカゲに似ているが、それよりもはるかに大きく、長さ6mに達するものもある。皮膚の外側は角質のうろこでおおわれ、内部に、骨質のうろこがあるからすこぶるじょうぶである。ワニ類にはじょうぶな歯があり、心臓は2心房・2心室で 鱉にゆう類 に似ている。この類にはガビアル・ナイルワニ・アメリカワニなどの種類がある。

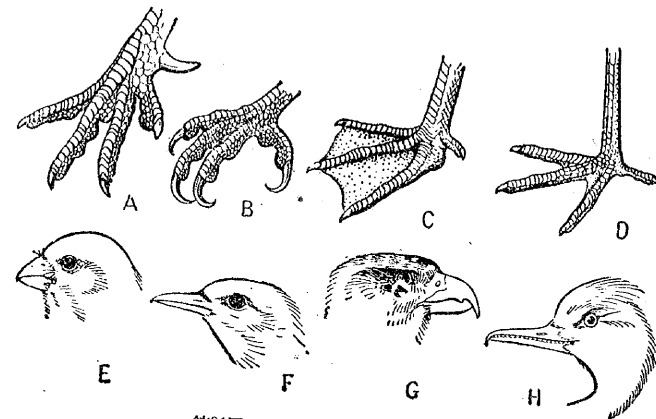
14. 鳥 類

鳥類では、すべて体が羽でおおわれ、前足が つばさ になっている。多くのものは空中を飛ぶことができる。羽は はちゆう類 のうろこ と同じように皮膚の表皮が変化したもので、これに ほんばね・わた毛・毛羽などの種類がある。ほんばね は体の一ばん外をおおう大形の羽で、つばさや尾にあるのはとくに大きい。わた毛と毛羽とは皮膚面に密生し、ほんばねの根もとにあって外に現われていない。歩いたり泳いだりするには後足を使う。後足には一ばんに前方に向かって3本、後方に向かって1本の指がついている。



第90図 鳥の羽

Aのうしろが ほんばね、手前が わた毛で、Bは毛羽を拡大したところである。

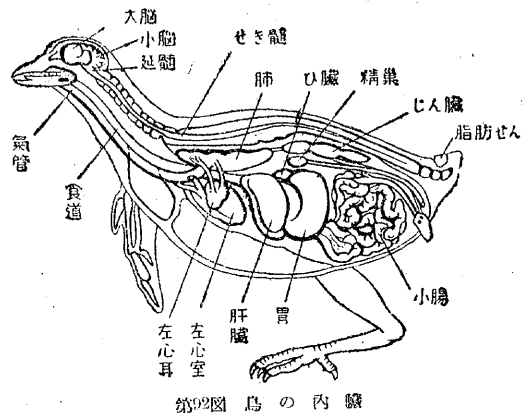


第91図 鳥の足とくちばしの型

鳥の足やくちばしには、習性に應じていちじるしい変化がある。図のAはかきちらす足、Bはつかむ足、Cは泳ぐ足、Dは歩く足、Eは こくもつ を食う くちばし、Fは こんちゅう を食う くちばし、Gは肉食する くちばし、Hは魚をとらえる くちばし。

頭の先には くちばし があり、口には歯がない。くちばし や足には鳥の習性に應じていちじるしい変化がある。たとえばワトリのようにしゅとして地上を歩き、土などをかきちらして食物を求めるものでは足が太く短く、指には大きい爪があり、くちばしは短いがかたくて力強いし、ツル・シラサギのように水辺で だろ のなかから食物を求めるものでは くちばし や足の指が細長い。アヒルやカモなどのように水中を泳ぎながら食物をすくい取るものでは足が体の後方にかたよってつき、指の間に みずかき があり、くちばしは ひらたくなっている(第91図)。

多くの鳥類は つばさ を上下に動かして空中を飛ぶために、胸部に大きい筋肉(大胸筋)が発達している。この筋肉の一端は つばさの骨につき、他端は前方が舟底のように突起している胸の骨に附着している。



鳥類の心臓は完全に4室(2心房・2心室)に分かれ、それに太い血管がつながっている。肺には多数の氣のうがつながっており、それが腹部の

諸器官の間から骨のなかまで入りこんでいるので、体を軽くして空中を飛ぶのにつごうがよい。

脳は はちゅう類にくらべるとはるかによく発達し、大脳が他の部分よりもいちじるしく大きい。一ぱんに眼も耳もよく発達しているが味やにおいの感覚はあまり発達していない。

地質時代には始祖鳥と呼ばれる動物のすんでいたことが化石によって明らかにされている。この動物は体が羽でおおわれ、つばさがあることから鳥類と考えられるが、しかし尾はトカゲのように長く、つばさには爪のある指があり、口には歯をもっていたことなどは はちゅう類に似ている。このように始祖鳥は鳥類と はちゅう類との中間の性質をもっているので、今の鳥と はちゅう類とのつながりを示すものと考えられる。

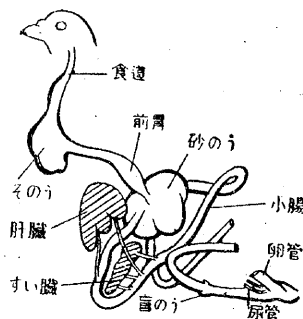
鳥類は つばさ・足・くちばし、内部の構造などから、さらにつぎのように大別することができる。

ダチョウの類 ダチョウやヒクイドリの類は つばさの発達がきわめて悪く、胸の

骨に舟底形の突起がない。足はよく発達し、走ることが多い。

ツバメ・スズメの類 ツバメ・スズメ・ウグイス・メジロ・ヒバリなどは一ぱんに飛ぶことがたくみで、足はおもに木の枝などにとまるのに使われる。

ニワトリの類 ニワトリ・キジ・ヤマドリ・クジャクなどは歩行したり、足で土をかき散らして食物を探したりするから、足はよく発達しているが、飛ぶことはたくみでない。



第3図 鳥の消化器

鳥は消化器にも体を軽くして飛行に適するようになっているところが見られる

トビ・タカの類 ワシ・タカ・トビなどのように けだものや鳥類などを捕えてたべる鳥類はくちばしの先が かぎ のようにまがり、足にはじょうぶな かき爪 があってえものをつかんだり、肉を引きさいたりするのに適している。南アメリカのアンデス山にすむコンドルは つばさをひろげると3mにも達する大形のものである。わが国にはオオタカ・イヌワシ・ノスリ・ハヤブサ・ミサゴなどが産する。

ツル・サギの類 ツル・サギ・シギ・チドリなどは水田や池沼の水辺などをわたり歩いて水にすむ動物や植物をたべている。多くのものは足や指が細長く、どろの上を歩くのに適し、くちばしやくびは長くて水中の食物をとるのに適している。つばさは大きく飛ぶ力も強い。

シラサギ・ゴイサギ・コウノトリ・タンチョウ・マナヅル・チドリ・ミヤコドリ・シギなどはこの類である。

ガン・カモの類 マガモ・アヒル・ガン・ガチョウなどは水面を泳ぎ、水中から魚などをとってたべている。足は短いが みずかき をそなえ、体の後方に力をつけているから泳ぐのに適し、くちばしも多くは大きくひらくて魚などを捕えるのに適している。

オシドリ・ハクテ・ウ・アジサシ・カモメ・カイツブリ・ウ・ペンギンなどはこの例である。

ハトの類 ハトにはいろいろな種類があって、世界中では350種あまりに達する。この類はつばきがよく発達しよく飛ぶが、足は比較的弱く歩行はたくみにない。くちばしは先がかたく基部は柔い。その背面には肉質の突起がある。

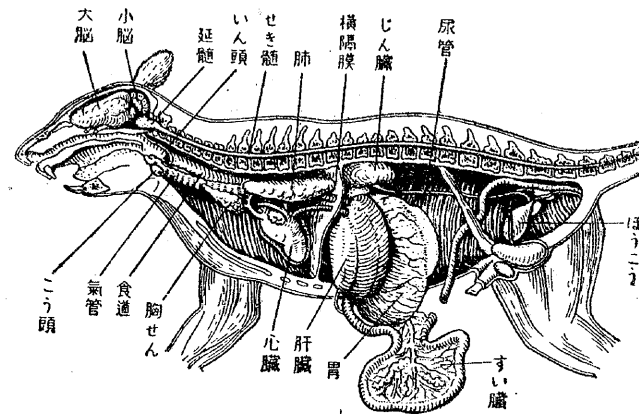
カラバト・キジバト・アオバトなどはこの仲間で、カラバトを飼いなしたイエバトには品種が多い。鴿もカラバトの1種である。

キツツキ・オウムの類 キツツキ・オウムなどは4本の指のなかで2本は前向き、2本は後向きにつき、木の枝をつかむのにつごうがよく、爪もよくとがっていて木の上の生活に適している。くちばしはキツツキの仲間では円すい形、オウムの仲間ではかぎ形であるが、いずれもかたくてじょうぶである。

ホトトギス・カッコー・ツツドリ・フクロウ・コノハズク・アカゲラ・アオゲラなどはわが國にすむ。オウム・インコなどには熱帯の森林にすみ、美しい色どりのものが多く、舌が肉質でたくみに人のことばをまねるものがある。

15. ほにゅう類

イヌ・ネコ・ウマ・ウシ・ウサギなどのけだもの類は肺で空気を呼吸し、体が毛で包まれていることや、子どもを産んでこれを乳で育てることなどで他のせきつい動物とは明らかに区別することができる。これらの類をほにゅう類と呼び、ほかにつぎのような特徴がある。体は頭・くび・胴・尾の4部分に分けられ、頭は比較的大きく、胴には4本の足があって、体を支えるとともにたいせつな運動器官になっている。口のなかにははちゅう類のと同じようにあご骨のくぼみ(歯そう)から生えている歯がある。骨はすべて硬骨から成り、内部には骨髓がおさまっている。頭骨がかたくてじょうぶな箱になっていることや、肩・腰の骨の発達していることもほにゅう類の特徴であるが、とくにくびの骨がどのほにゅう

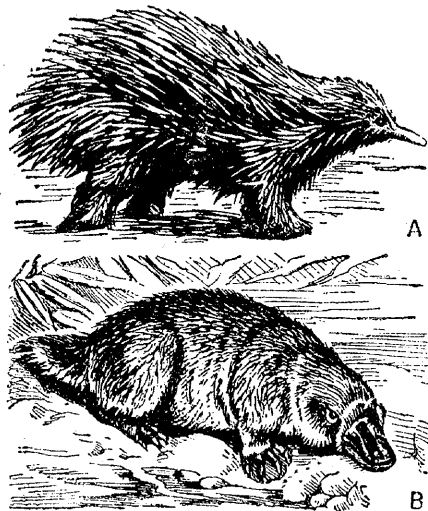


第94図 ほにゅう類の体のつくり

類でも7箇あることはいちじるしい点である。心臓が2心房・2心室から成るところは鳥類とよく似ている。肺の構造ははちゅう類よりもいちじるしく複雑になり、鳥類のような氣のうはもっていない。

体くうは胸くうと腹くうとに分かれ、心臓や肺は胸くうに、胃・腸・肝臓などの内臓は腹くうにある。胸くうと腹くうとの境には筋肉性の横隔膜がある。脳はよく発達し、とくに大脳が他の部分にかぶさるように大きくなり、その表面にはひだがある。感覚器官はいずれもよく発達している。

ほにゅう類にはウシ・ウサギ・ネズミ・コウモリ・モグラ・クジラ・ゾウ・ライオンなど、習性や構造の違ったものが含まれている。それで、これらをさらに單孔類・有袋類・貧齒類・遊水類・げっ歯類・有てい類・長鼻類・食虫類・食肉類・翼手類・サル類などに分けることができる。



第95図 単孔類の2種

単孔類は ばにゅう類 であるが、はちゅう類に似たところも少なくない。図はいずれも単孔類で、Aはハリモグラ、Bはカモノハシである。

種である。

単孔類はこのような特徴のほか、脳や骨などの構造にも はちゅう類 と ばにゅう類 との中間のような点が多く、そのためにこの二つの類の関係を示すものと考えられている。

有袋類 多くの ばにゅう類 では母の子宮内に胎盤という しかけ ができて、胎児はそこから養分を受けて発育し生まれるのであるが、カンガルーでは胎盤ができず、胎児はあまり発育しないうちに産み出されて雌の腹部の袋のなかに入れられる。この袋のなかに乳房があるので、そこで乳を飲んで発育する。カンガルーのように胎盤がなく、胎児は早期に産み出される ばにゅう類 を有袋類という。

單孔類 オーストラリアやタスマニアにいるカモノハシは体が毛でおおわれていて、子どもを乳で育てる。しかし、カモのように くちばし があって歯がなく、卵を産むので他の ばにゅう類 とはいちじるしく違っている。多くの ばにゅう類 では ころ門 と、尿の出る孔とは別々に開いているが、カモノハシでは鳥類や はちゅう類 のようにこれが一つの孔になっている。それでカモノハシのような ばにゅう類 を単孔類という。オーストラリアやタスマニアにいるハリモグラもこの1

有袋類の大部分はオーストラリアおよびその周辺の島に産し、コモリネズミなどの少数のものが南アメリカに産する。しかし、化石はヨーロッパや北アメリカからも出るから、太古には地球上の各地に生存していたと考えられる。

貧齒類 南アメリカ産のオオアリクイ・アルマジロ・ナマケモノや合湾に産するセンザンコウなどは口に歯がないか、あっても簡單で、足には かぎ のような大きな爪をもっている。このような類が貧齒類で、わが國にはいない。

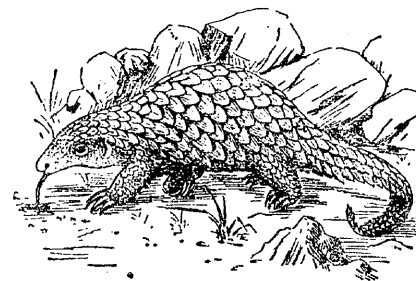


第96図 カンガルーの母子

遊水類 クジラやイルカは水中にすみ、魚のような形をしている。前足は ひれ になり、後足はない。休

カンガルーの胎児はあまり発育しないうちに生まれ、雌の腹部の袋のなかで育つ。

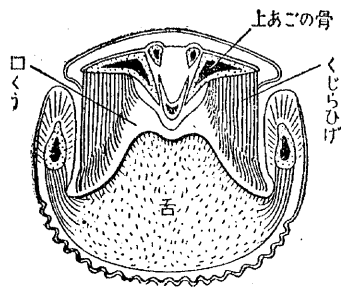
の外側には毛がない。しかし、胎生で、子を乳で育て、肺で空気を呼吸しているから ばにゅう類 であることは明らかである。クジラやイルカのような ばにゅう類 を遊水類といい、シロナガスクジラのように体長 30 m にも及ぶ種類が含まれている。これは現在



第97図 センザンコウ

世界で最大の種類である。遊水類にはナガスクジラ・ミクジラなどのように歯がなく、クジラひげ があり、浮遊生物を捕えるに適した構造の口をもつものと、イルカ・サカマタ・マッコウクジラのように歯をもつものがある。

げっ歯類 ウサギやネズミ

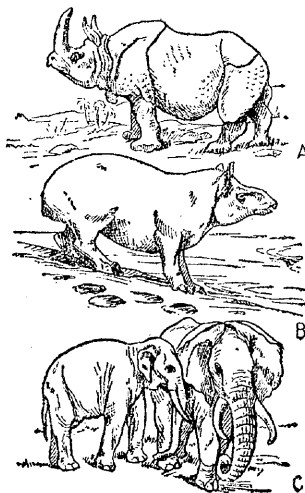


第98図 クジラの口のなか
ヒゲクジラの頭部を横断して ひげ と舌との
関係を示す模型図である。

有てい類 ウシやウマは4本の足がよく発達していて、つめが大きく蹄のようになって指の先を包み、いわゆる ひづめになっている。このような ほにゅう類を 有てい類 という。この類のものはおもに草食性で、まえ歯は草などをかみ切るのに適し、おく歯は大きくて、それをかみこなすのにつごうがよい。ウシ・ウマのほか、ヒツジ・ブタ・イノシシ・ヤギ・ラクダなどの家畜がこれに属する。

長鼻類 陸上にすむ動物のうちでもっとも大きいものはゾウである。ゾウはインドとアフリカに産し、鼻が長くのび

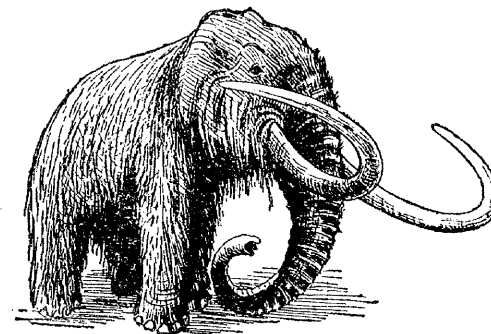
第99図 いろいろな ほにゅう類
サイ (A) ・バク (B) などをも有てい類に属する。長鼻類のなかで現存するものはインドゾウ (Cの左) とアフリカゾウ (Cの右) の2種である。



などは 上あごと 下あご に2枚ずつの大きな まえ歯 があり、いときり歯がないので、 まえ歯 と おく歯 との間に広いすき間がある。まえ歯の先がのみ のような形をしているのは歯の前面が後面よりかたいために、後面が早くすり減るからである。このようなまえ歯をもっている ほにゅう類を げっ歯類 という。

リス・ムササビ・モモンガ・ヤマネなどはわが國にすみ、ヤマアラシやビーバーなどは外國産である。

有てい類 ウシやウマは4本の足が

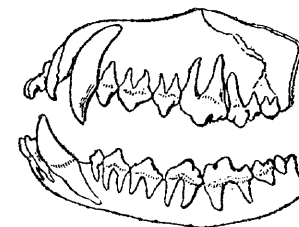


第100図 マンモス
地質時代にいたゾウのなかではマンモスがもっとも有名である。

ていて、上あごの まえ歯 が大きな きば になっている。ゾウのように鼻の長くのびている ほにゅう類 を 長鼻類 という。その化石はわが國をはじめ世界のいたるところから掘り出され、地質時代には地球上各地にすんでいたことを証明している。なかでも、もっとも有名なのはシベリアの氷のなかから発見されたマンモスである。

食虫類 モグラは田畑や野原の地中にトンネルを掘ってすみ、こんちゅう やミミズなどを捕えてたべる。形はネズミのようであるが、頭の先が突出していて歯は小さく先がとがり、こんちゅうなどを捕えてたべるのに適している。このような ほにゅう類が 食虫類 である。

ハリネズミはヨーロッパやアジア大陸の各地に産し、毛がとげのようになり、敵に出あうと体をまるめクリのいがのようになって身をまもる。



第101図 食肉類の歯
食肉類の歯はどれもすどくとがっているが、とくに いときり歯 はすどいきば になっている。

食肉類 イヌ・ネコ・イタチ・クマなど



第102図 チンパンジー

チンパンジーはアフリカにすみ、人によく似たサルである。

翼手類 せきつゝい動物のなかで空中を自由に飛びまわることのできるのは鳥類とコウモリの類とだけである。コウモリの前足の骨のうち、指と たなごころ との骨がいちじるしく長くのび、後足または尾との間にゴム膜のように皮膚がひろがって つばさ になっている。コウモリの つばさ のおもな部分は手であるところから、コウモリの類を翼手類という。翼手類では胸の筋肉がよく発達し、骨が軽く、腸が比較的短くて飛ぶのに適している。

イエコウモリ・キクガシラコウモリ・ウサギコウモリ・ユビナガコウモリなどの種類がある。熱帯地方には つばさ をひろげると1.5mにも達するような大形のものがいる。

サル類 ほにゅう類のなかでもっとも人に似ているのはサルの類である。サルの類にはキツネザルのように、イヌやキツネに似ているものから、ゴリラやチンパンジーのようになりによく似ているものまで、いろいろな種類がある。多くのものでは4本の足がともに物をつかむことができ、指にはひらたい つめ がある。眼は前向きについており、耳は短くてひらたく、歯の数や形は人のに似ている。ほにゅう類のなかで脳の発達がもっともよく、ことに大脳が大きくて、その表面の ひだ も多い。サル類には多くの種類があるが、わが国では本州・四国・九州にニホンザル1種類が野生しているだけである。

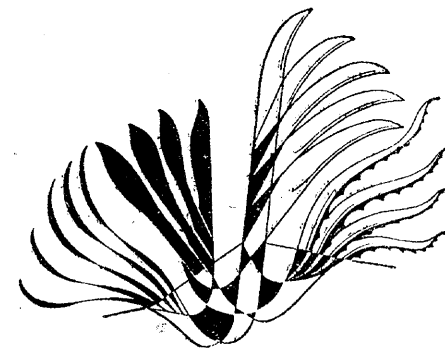
チンパンジーやゴリラはアフリカに、オランウータンはボルネオやスマトラに、ゴボンはマレー諸島に産し、いずれも人によく似ている。一ぱんに西半球のサルは東半球のサルにくらべると、左右の鼻の孔がやや広く離れ、尾が長くてそれを木の枝などに巻きつけることができる。

参 考 書

岡田 彌 一郎	動物の採集と飼育	星 書 房
中 路 正 義	動植物の採集と研究	研 進 社
矢 野 佐 雄	動物図鑑	北 隆 館
内田清之助 他	動物図鑑	北 隆 館
牧 野 富 太 郎	牧野植物図鑑	北 隆 館

單元 3

自然界で生物は
どのようにして生きているか



19世紀のフランスの有名なこんちゅう学者アンリ・ファーブルはいろいろなこんちゅうの生活をくわしく研究し、その結果を「こんちゅう記」という本に記した。この本はいろいろな國のことに訳されて、今でも多くの人々に愛読されている。

「こんちゅう記」がこのように広く読まれているのは、ファーブルの観察の鋭さと文章の美しさによることはもちろんであるが、さらにこんちゅうの生活そのもののおもしろさが人々の興味をひき起すからでもある。

こんちゅうだけでなく、広く動物や植物を観察すると、いずれもしごくたくみに生活していることがわかる。この單元では自然界での生物の生活のしかたをしらべて、そのたくみさを明らかにしよう。それには長い期間にわたって根氣よく観察することと、生物に対するかぎりない愛情とを必要とするであろうが、またそれだけに研究の興味も深いであろう。

1. ホウレンソウなどの種子を春にまくと、たちまちとうがたてたべられなくなってしまうのはなぜだろうか。
2. 動物はどのようにして冬を越すだろうか。
3. 動物も植物も生育している場所に適したような体のつくりをもっている。このことを実際にいろいろな種類について確かめよう。
4. 都会の焼跡などには雑草が生い茂っているが、これをそのままほっておいたならば、どのように変わっていくであろうか。
5. 生物がたがいに助けあったり、侵しあったりするようすをしらべよう。
6. こんちゅうにはじつにたくみな行動をするものが多いが、はたして意識的にそのような行動をしているのだろうか。

1. 生物は環境の影響を受ける

1. 生物と環境

イネやムギなどの作物に肥料が不足するとみのりがわるくなり、日照りがつづいて水が不足したり、反対に雨が降りつづいて水びたしになったりすると、生育がそこなわれる。また、天候に恵まれても雑草が茂ると生育が妨げられる。ダイコンやキャベツの葉がモンシロチョウやヨトウムシなどの幼虫に食いあらされたり、イネがウンカやゾイムシの害を受けて全滅したりすることもある。ニワトリの卵は親鳥があたためるか、40℃に保った箱のなかに入れておくと、21日ほどでひながかえるが、卵をそのままにしておけばいつまでたってもひなにはならない。冬でも小春日より暖かい日にはハイやハチが飛び出すが、日がかげって寒くなると姿を消す。夏の夜、電燈にいろいろなこんちゅうが飛んでくるが、電燈を消すと集まったこんちゅうはいつのまにかいなくなる。

このように、動物や植物の生活をながめると、どの動物もどの植物も、それをとりまくさまざまな外界の条件と深い関係をもって生きていることがわかる。動物や植物の生活に直接あるいは間接に関係している外界の条件のすべてを総合して環境という。環境を離れて動物や植物の生活はなく、いずれも環境との深いつながりのもとに生活しているのである。

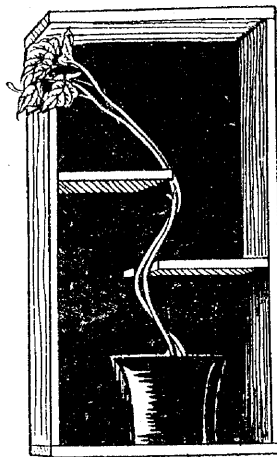
動物や植物が環境の影響をどのように受けているかをくわしく知するためには、環境を主要要素に分析して、その一つ一つについて考えてみるとわかりやすい。

2. 光は生物にどのように影響するか

緑色の植物はその細胞に葉緑をもっている。葉緑は炭酸ガスと水とを材料として糖分や でんぷん などを作り、酸素を空気中に出している。この はたらき が植物の炭酸同化である。炭酸同化で作られた糖分や でんぷん はその植物の生育にたいせつな養分であり、またその植物をたべて生きている動物にもたいせつな養分である。炭酸同化の結果出される酸素はすべての動物や大部分の植物にとって生きていくために欠くことのできないもので、空気中に酸素がなくなると死ぬよりほかはない。ところで、自然界ではこの炭酸同化は日光が当たっている晝間だけ行われ、夜は行われない。だから日光は生命の源であるということができよう。

イネ・ムギ・カボチャ・トマトなど、多くの作物は日当りのよい田畑ではよく生育するが、日当りがわるいとよい実を結ばない。しかし、サトイモやニラなどは日かげの地にもよく育つ。マツ・ヒノキ・スギなどの樹木も日当りのよい土地に好んで生育するが、ヤツデやアオキなどは日かげの土地でもよく茂る。このように、植物には日当りのよい土地によく生育するもの（日なた植物）と、日かげの土地によく生育するもの（日かげ植物）とがある。

多くの鳥類やヘビ・トカゲ・チョウ・ハチなどは晝間の明るいときに活動するが、夜間は休んでいる。それと反対に、フクロウや ミミズク・ヤモリ・ガなどの類は夜間に盛んに活動して晝間



第1図 光と植物の成長方向
図のような装置を作って窓ぎわにおくと、茎は光の来る方向にのび、根はそれと反対の方向にのびることがわかる。

は物かげや地中などにかくれている。前者のような動物を晝行性動物といい、後者のようなのを夜行性動物という。

カタツムリ・ナメクジ・ミミズなどを板の上にはわせておいて、一方から光を当てると、光から逃げるように進路をかえる。ところがハイを ガラスびん に入れて、片側を明るく、他方を暗くすると、明るい側に集まる。このように、動物には種類によって光源の方向へ向かって運動するもの（向光性）と、光源から反対の方向に向かって運動するもの（背光性）とがある。夏の夜、電燈に飛んで来るこんちゅうは前者の例で、誘が燈や集魚燈は こんちゅう や魚類のこのような性質を利用したものである。

第1図のような装置を作って窓ぎわにおき、これを観察していると、やがて茎は窓の方に向かって傾き、根はそれと反対の方向にまがってのびる。これは植物の茎には日光の方向へ成長しようとし、根には日光から反対の方向へ成長しようとする性質があるため、このような茎の性質を向日性といい、根の性質を背日性という。

日かげに生育するジャガイモと、日当りのよいところに生育するジャガイモとをくらべてみると、日かげのものの茎は節間が長くて弱々しく、うすくて柔い葉をつけている



第2図 日当りのよしあしとジャガイモののび
日当りのよいところのジャガイモ（右）はたくましいから、わるいところの（左）は弱々しく、柔い葉をつけている。

が、日当りのよいところのものの莖は太くて、節間が短く、葉も厚くてたくましい(第2図)。これは光が植物の生育におよぼす影響の1例で、これによって、当る光の強弱が植物の形にまで影響することがわかる。

光と生物との関係について比較的近年になって発見された事実に、1日中の光を受けている時間の長短が植物の成長・開花・結実に影響するということがある。ホウレンソウ・ハツカダイコン・アカツメクサ・シュウブなどは1日の光に当る時間を長くすると急速に開花するが、ダイズ・コスモス・キク・ダリア・インゲンマメなどは反対に1日の光に当る時間を短くすると早く開花する。前者のような植物を長日植物、後者のような植物を短日植物という。一ばんに春咲きの植物には春の日の長くなることに関連して長日性のものが多く、秋咲きのものには秋の日の短くなることに関連して短日性のものが多い。四季咲きの植物などにはこのような関係は見られない。

動物にも光に当る時間の長短によって影響を受けるものがある。多くの小鳥が春になるとさえずりはじめたり、巢を作って産卵の準備をしたりするのは日が長くなることと関係がある。わが國で古くから行われているウグイスの夜飼もこの理で説明することができる。夜間に電燈をつけ、光に当る時間を長くして＝ワトリを飼うと、ふつう卵を産まなくなる秋・冬の季節にも産卵させることができる。バラやキクなどにつくアリマキは春から夏の間は、羽のないめすだけを生じるが、秋になると羽のあるおすと羽のあるめすとを生じ、このおすとめすとで交尾してめすが卵を産む。このように秋に羽のあるおすとめとができることも、秋の日の短くなることに関係が深い。

3. 生物はどのように温度の影響を受けるか

夏の暑い日中に、トノサマガエルを捕えて冷蔵庫に入れておくと、たちまち元気がなくなり、のろのろはうだけになるが、これを取り出して外の温度にさらしておけば、またもとどおりとびまわるようになる。ダイコンやコムギなどの種子を水に浸してあたたかいところにおくと、1日か2日で発芽するが、冷蔵庫へ入れておくと数日たっても発芽しない。このような事実は、動物や植物の生活の上に温度が大きく影響することを現わしている。

自然界では夏と冬、夜と昼、九州と北海道というように時と場所とによって温度にいちじるしい差があるから、そうした環境のもとにすんでいる動物や植物は、光と同じか、あるいはそれ以上に温度の影響を受けている。九州ではサトウキビやサツマイモがよくできるが、北海道では育たない。北海道や青森縣などではリンゴがよくみのるが、九州ではよくみのらない。これは九州と北海道との温度の差にもとづくことが大きい。

夏は野にも山にも草木が生い茂り、さまざまな動物が地上に、空中に、水中に活ばつに活動しているが、冬になると草木は枯れ、多くの動物が姿を消してしまう。これは夏の温度が冬の温度よりも多くの動物や植物の活動に適しているからである。

すべての生物がいろいろな生活作用を営んでいくためには一定の温度範囲があって、その範囲よりも温度が高くても、また低くても生活作用は停止する。そのような温度範囲内では温度が昇るにつれて生活作用は盛んになるが、高い方の限界に近づくともたたび減退する。生活作用が行われる温度範囲内でもさらに植物が発育したり、動物が活動したりするのにもっとも適した温度の範囲があって、それを適温範囲あるいは最適温度という。最適温度は動物や植物の種類によって違っているし、また寒帯地方に産するものと熱帯地方に産するものとでいちじるしい差がある。温帯地方に生育するふつう

の植物では 30°C ぐらいが発育に最適である。

動物には ほととぎす類 や鳥類のように体温を一定に保っているもの(定温動物)と、両せいら類 や魚類・はちゅう類のように環境の温度とともに体温の変化するもの(変温動物)とがある。スズメ・カラス・ニワトリ・ウサギ・ネコ・イヌなどは氷のはる冬の寒いときも、 30°C をこす夏の暑いときも、ともに元氣よく生活している。これらの動物は環境の温度の変化に応じて、体内のいろいろなはたらきを調節し、体温を一定に保つことができるからである。

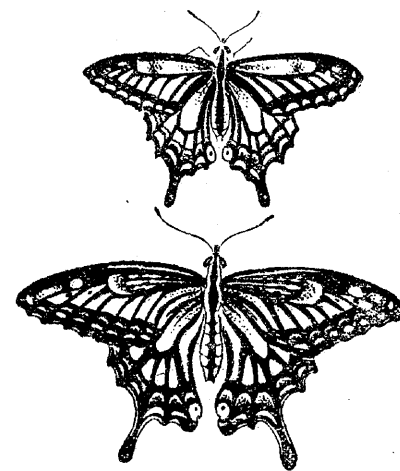
温帯にすむ多くの動物や植物が生活できる温度の高い限界は $40\sim 45^{\circ}\text{C}$ で、 40°C 以上の温度に長くおかれると死ぬものが多い。低い方の限界はふつう $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ であるが、動物や植物の種類によっていちじるしい違いがある。北極地方では -60° の寒さに耐える植物が数百種もあり、種子のなかには $-200\sim -250^{\circ}$ という低温でも生命を失わないものがある。けれども、ムラサキオモトやベゴニアなどは $1.4\sim 3.7^{\circ}$ でも枯れる。早春発芽したばかりのジャガイモやタワシなどが霜の害を受けて枯れることがあるのは、 0° 附近に限界のあることを表わしている。

温帯地方の多くの動物は $16\sim 35^{\circ}$ の範囲が生活にもっとも適した温度で、それより高くても低くても活動は不活ぱつになり、温度がこの限界よりさらに降下すると動くことができなくなる。秋の終りになると、カエルやトカゲが地下にもぐり、カメが水底に沈んで静止するのは、温度が下ったために活動することができないからである。このような状態にあることを冬眠という。はちゅう類・両せいら類・こんちゅう類などの変温動物の多くは冬眠をして冬の寒い期間をこす。しかし、ほととぎす類にも冬眠するものがある。わが國に産するものではコウモリ類、ヤマネ、北海道のリスとヒグマなどがそれである。ただ、同じく冬眠といっても、ヘビやトカゲの冬眠とほと

とぎす類の冬眠とではいちじるしい違いがあり、ほととぎす類のうちでもコウモリ・ヤマネ・リスなどと、ヒグマなどとでは大いに違う。

カエルやトカゲなどの変温動物が冬眠すると、環境の温度とともに体温も変化して、環境の温度がいちじるしく降ると体がこごえてしまうことがある。また、冬眠中のカエルやトカゲなどを掘り出していじりまわしても、かすかに体を動かすだけで、活ぱつに活動することはない。ところが、コウモリは定温動物で、ふつうのときの体温は 37° ぐらいであるが、冬眠をはじめると変温動物と同じように環境の温度に伴って変化する。しかし、冬眠中でも人が触れたりすると体温が上昇し、 $20\sim 30$ 分で $34\sim 35^{\circ}$ になって飛びたつ。また、環境の温度が 0° 以下になっても体温は $5\sim 10^{\circ}$ の範囲に保ち、環境の温度がさらに降ると逆に体温は上昇する。これに反して、クマは冬眠中でも体温がほぼ一定で、定温動物の特性を失っていない。しかも、その間はただうつらうつらしている状態で、人が近づけばその足音に耳をそばだてる。

秋から冬のはじめにかけて樹木が落葉したり、草の地上部が枯れて地下器官を残したり、種子や実が地に残ったりして冬を越すのも、動物の冬眠と同じように冬の寒さに耐えるためである。



第3図 アゲハチョウの春型と夏型

アゲハチョウの春型(上)は形が小さくて色が薄い、夏型(下)では形が大きくて色も濃い。

温度が自由に選択できるような環境に動物をおくと、生活にもっとも適した温度範囲のところに集まるのを実験によって確かめることができる。カツオ・マグロ・イワシなどのように海水中を自由に泳ぎまわる魚類はつねに水温が生活に適したところへ移動する。季節によってとれる魚類がほぼまわっているのは水温の変化によるところが大きい。

モンシロチョウやアゲハチョウに春型と夏型とがあることはよく知られている。春型は形が小さくて色がうすいが、夏型は形が大きくて色もこい(第3図)。これらのチョウの幼虫を低い温度で飼育すると春型が現われ、高い温度で飼育すると夏型になる。この例のように、環境の温度が動物の形や色に影響をおよぼすことがある。高山に生育する植物が小型になるのは主に温度が低いからで、この小型の植物を低地に移植すると、いちじるしく外形を変えて長大な植物になる。このように植物にも温度の影響でその形に変化を起すものがある。

4. 生物はどのように水の影響を受けているか

動物や植物の体の成分の大部分は水で、そう類では90%以上、草では70~80%、木の材部でも50%に達する。動物でも、クラゲなどでは95%、ナメクジでは85%が水である。このような体内の水は原形質の成分として、また体内のいろいろなはたらきの仲立ちとして、生命を維持する上にじつに重要な役目を果している。ひでりによって土のなかの水分がいちじるしく減ると、植物はしおれて、のびが妨げられ、ついには枯れることさえある。また雨の少ない土地の植物は小さくてあまりふえないのにひきかえて、雨の多い地方では植物が大きく育ち、よく茂っている。

植物には、フサモ・バイカモ・ヒツジグサやコンブ・ワカメ・

テングサなどのように水中に生育するものと、マツ・スギ・タンバコなどのように陸上に生育するものとがあって、前者を水生植物、後者を陸生植物という。水生植物にも、ワカメ・テングサなどの海草のように、体をまったく水中に沈めているもの、ハス・ヒツジグサのように、水底に固着して体の一部を水上に現わしているもの、ウキクサ・アカウキクサのように水面に浮かんでいるものなどがある。水生植物で水中にあるものには、表皮がうすく、体の全面から水や養分を吸収していて、根の発達のないものが多い。海岸で波の打ちよせるところに茂っているアラメやカジメなどには根のようなものがあるが、陸上の植物の根とは違い、体をしっかりと岩に固着させるだけのものである。

陸生植物は、近くに滝などがあって、土や空気がたえずしめった状態にある場所に生育するもの(湿性植物)、それとは反対に海岸の砂丘、岩石の上などのように水分の供給が少ないところに生育するもの(乾性植物)と、その中間、すなわちふつうの土地に生育するもの(中性植物)とに分かつことができる。乾性植物のなかで、砂ばくに生育するサボテンの茎が多肉で、葉が針状であること、岩石上に生育するイワレンゲやツメレンゲ、海岸の砂丘のオカヒジキやハマ



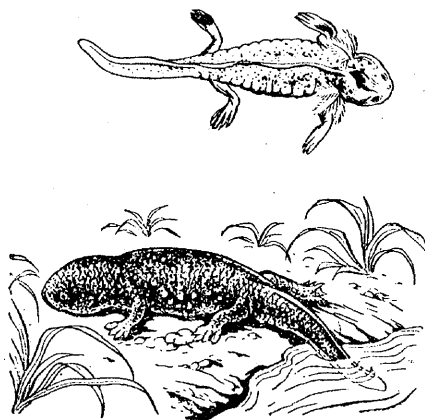
第4図 エゾノミズタデの2型

エゾノミズタデは水中(図の右)にも陸上(図の左)にも生育するが、両者の間にはまるで別種かと思われるほどの違いがある。

ボツブツなどが多肉の葉をつけていることなどは、水の欠乏と関係づけて考察してみるとおもしろい。

動物にも水生動物と陸生動物とがある。水生動物の多くは えらなどで水中にとけている酸素を呼吸し、陸生動物は肺や気管などで空気中の酸素を呼吸している。陸生動物は空気中の湿度の変化によって、また水生動物は水の成分の変化によって受ける影響が大きい。イシヤンチャク・ツニなどのように海水中に生育するものをま水に移したり、ドジョウ・フナなどのま水に生育するものを海水中に移したりすると、どちらも長くは生きていない。これは海水とま水とでは成分が違い、その滲透圧にいちじるしい差があるためである。

水の多少は動物や植物の形態にいちじるしい変化を與えることが



第5図 アホロートル

メキシコ産のアホロートル(図の上)は一生水中にいてえらをもっているが、幼時に陸上にすむようになるとえらを失い、別の種類のような体形となる(下)。

ある。エゾノミズタデは水中にも生じ、陸上にも生育するが、両者の間では葉や茎の形態がまるで別種の植物かと思われるほど違っている(第4図)。これと同じような例にメキシコ産のアホロートルがある。これはイモリやサンショウウオなどと同じ仲間、一生水中にいてえらをもって呼吸している。このアホロートルが幼時に湿

地に上ってすむようになると、えらを失い、肺を生じ、体形も別種かと思われるようになる(第5図)。

5. 生物はどのように土の影響を受けるか

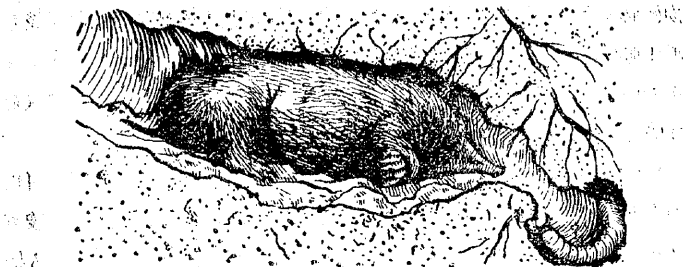
陸生植物は土に根を下し、土中から水分や養分を吸収して生活しているから、土と植物の生活との間に深い関係があることはいうまでもなく、土の温度・保水力・通気・含有物・酸性度などの違いはいずれも植物の生育を左右する。

土の温度が低いと根の発育が妨げられ、温度が高いと根の呼吸は盛んになるが、通気がそれに伴わなければ害が起る。また後の場合には、微生物が繁殖しすぎて根がそれに侵されることもある。

保水力の大小や通気のよしあしは土の粒の大きさによってきまる。粒の大きい砂質のところでは通気がよく、保水が小さく、乾燥しやすく、養分が欠乏しがちである。粒が微細な粘土質のところでは、保水力は大きいと通気がわるく、根の生育に適さない。多くの植物の生育に適するのは、砂と粘土とがほぼ同量にまじり、適量の腐しよく質を含んでいる土である。

土の酸性度は植物の生育に影響するところが大きい。多くの植物は中性か、中性に近い土でもっともよく生育し、酸性やアルカリ性が強いときには生育がよくない。ホウレンソウ・チシャ・豆類・キャベツ・ジャガイモなどは酸性をきらい、中性かアルカリ性の土によく生育する。マツ、カホン科の牧草、ジャクナゲ・ナツハゼなどは比較的酸性の土にもよく育つ。

土中には細菌・カビ・放射状菌・そう類・原生動物などに属する無数の微生物がすんでいる。これらの微生物のなかで、もっとも多数を占め、土の化学的性質を変えるはたらきの一ばん大きいのは細菌であり、有機物の分解、空中窒素の同化などを行うことによっ



第6図 土中のこんちゅうとモグラ

モグラや、コガネムシの幼虫などは地中を住所とするばかりでなく、食物をもそこに求めている。

て、他の高等植物に対して大きな影響をおよぼす。

土中にすむ動物の種類もまたすこぶる多い。これらは土によって、かくれ場所・保護・住居・食物・保温・保湿などの恩恵を受けている。モグラやミミズ、コガネムシの幼虫などは住所としてばかりでなく、食物をも地中に求めており(第6図)、多くのアリやヨトウムシなどは単に住居として土を利用している。ヘビ・トカゲ・カエルなどのように、休息したり、冬眠したりするために地中にもぐるもの、ヘビ・カメ・バッタなどのように卵を地中に産むものなどもある。

土中にすむ動物が土の酸性度、土性・含有物・温度・保水量などの影響を受けることは明らかである。ミミズは酸性の土に少なく、こんちゅうには酸性の土を好むものが多い。有機物を含む土には、砂土や粘土のなかよりも多くの動物がすんでいる。また、土中にすむ細菌は酸性のところに少なく、中性のところに多い。

6. 生物は空気の影響をどのように受けているか

動物は空気がなくては生きていくことはできないが、空気中で動

物に必要なのは酸素だけである。陸生動物は空気中の酸素を呼吸し、水生動物は水中にとけている酸素を呼吸している。しかし、水にすんでいてもクジラやカメやボウフラなどは水面に浮かび出て空気を呼吸する。

植物も生きるためには酸素が必要であるが、そのほかに炭酸同化のために空気中に炭酸ガスがなければならない。空気中には炭酸ガスが0.03%ほど含まれているが、これがわずかに増しただけでも植物の炭酸同化は増加する。森林の木の下草や、畑の作物の間などでは、土にすむ微生物のはたらきで炭酸ガスが発生するから、そこに生育する緑色植物の炭酸同化は大いに促進される。

大工場や大停車場の附近では、マツその他の樹木が煙害のために枯れることがある。これは石炭の煙に含まれている亜硫酸ガスなどが植物の葉を害するためである。一ぱんにマツのような針葉樹はサクラなどのかつ葉樹よりも抵抗力が弱く、煙害を受けやすい。

風は風媒花の受粉や、種子の散布に重要な役割をするが、強風は植物に機械的な傷害を與えると同時に、植物の成長にも影響する。海岸や高山などの風当りの強い土地に生育する樹木には、風の方に長く枝がのびて、形の整わないものが多い。また海岸などでよく見かけるように、強風のために砂が移動させられて不毛地を生じることもある。

7. 生物は環境に適應している

われわれはこれまでに主な環境要素について、それらが生物にどのように影響しているかを見てきたが、各要素はけっして独立してはたらくものではなく、かならず他の要素と複雑に組み合わせられてはたらくのである。したがって、全体としての環境のはたらきははなはだ複雑なものである。

植物や動物が生活する自然の姿を見ると、いずれもその環境に
ごうよく反応して、形態も はたらき も環境とよく調和がとれてい
る。このような状態になることを生物の適應という。魚の体形がつ
む形であるのは、抵抗の大きい水中をすみやかに泳ぐのにつごうが
よく、カノ口器は動物の血液を吸うのに適している。海岸の植物の
根が深く砂中にのびているのは、海水の影響を受けることの少ない
地下水を利用するのにぐあいがよい。タンボポやカエデなどの実が
風によって散布されやすい形をしているのも適應のよい例である。

自然界における生物の生活と環境との関係ははなはだこみ入った
ものであるが、そこに一つの法則がある。かつてリービッヒ (T.
Liebig) という学者は、農作物の収穫量と、農作物が利用できる養分
との間に一定の関係があり、収穫量は與えられた養分のなかで、最
少量にあるものによって左右されることを実験上から確かめた。こ
れを最少の法則と呼んでいる。多くの環境要素に対する生物の反應
についても最少の法則が適用できる。たとえば、種子の発芽には適
当の温度・水分・空気が必要であるが、水分と空気とがじゅうぶん
にあっても、温度が適当でなければ発芽しない。また温度が適当で
あり、空気がじゅうぶんあっても、水分が不足すると発芽しない。
このように多くの環境要素のうちいずれか一つが不足すると、生物
はその不足した要素に應じた反應を現わすのである。

2. 生物の群落

1. 生物は群落を作る

鉄道線路の両側にはマツヨイグサやスギナが一面に生えていたり、
荒地にはヤエムグラやオオバコが生い茂っていたりする。海岸の岩
の上には多数のフジツボやケガキなどが附着して生活している。自
然界では一つの個体が孤立して生活していることはまれで、一つの
地域に同じ種類のもの、あるいは違った種類のものが集団を作っ
ているのがふつうである。生物のこの集団を群落という。

すべての生物が一つの場所で生きていくためには、その生物にと
って一定の生活条件が必要である。生物には環境に適應する能力が
あるが、それにはおのずから限度があつて、その限度内でだけ適應
できるのである。フナやコイが陸上で生存できないのは、陸上とい
う環境に適應する能力がなく、生きていくには水中にいるという條
件が絶対に必要なのである。適應能力の性質や程度は生物の種類に
よって千差万別であり、地球上の一局部にはその局部にそなわった
条件がある。したがって、おのものの地域の條件に適應できる生物
がそこに生育して群落を形成するわけである。

2. 群落は移り変わる

群落はいつまでも一定の構造を保っているように見えるが、じつ
は年月の経過とともにしだいに變化して、違ったものになるのであ
る。この現象を群落の遷移という。たとえば森林を切り拂って、そ
のままにしておくと、その植物群落はどのようになるであろうか。
まず林内にあった 日かげ植物 は急に強い日光に照らされ、その上
附近の空氣が乾燥しはじめるから、生育できなくなって、まもなく

枯れてしまう。そうするとその後へ最初に現われてくるのは、強い日光に恵まれて生育する草の群落である。わが国ではふつうススキの原となる。しかしこの草原にも、やがて附近からアカマツ・ガラマツ、カンバ類・ヤナギ類など明るい日光のもとでは生育できるが、うす暗いところでは健全に生育できない樹木の種子が飛んで来て芽生え、しだいに生育するから、ついに草原は日なた植物の林に変わる(表紙裏の図版I参照)。しかしこの林も永久的なものではなく、このような樹木の苗は親木の下の日かげでは健全に生育できないから、やがてその子孫が絶えてしまう。これにかわって林内の陰地にブナ・ツガ・アスナロ・ヒノキ・モミ、カシ類・シイ類など、苗が日かげで生育でき、じゅうぶん成長した後は強い日光にも耐えられる樹木がしだいにはびこって、ついにこのような木の林ができる。これらの木の苗は親木の下でもよく生育できるから、老いた親木が枯れても子孫がかわって同じ性質の森林を保ちつづけ、その後は森林の姿、すなわち林相にいちじるしい変化が起らなくなる。このことを群落が極相に達したという。極相はその土地の気候が変化しないかぎりはずその土地に安定して、もはやあまりいちじるしくは変化しない群落の相である。しかし、この森林がふたたび切りひらかれたり、火事や大水にあって大変化を受けたりしたときにはもちろんのこと、森林の上木を構成するきょう木の数本が枯れてとり除かれたような場合にも、ふたたび遷移を起す。

3. 植物の群落

地球上の植物群落はこれを森林・草原・荒原、水生植物群落に大別することができる。

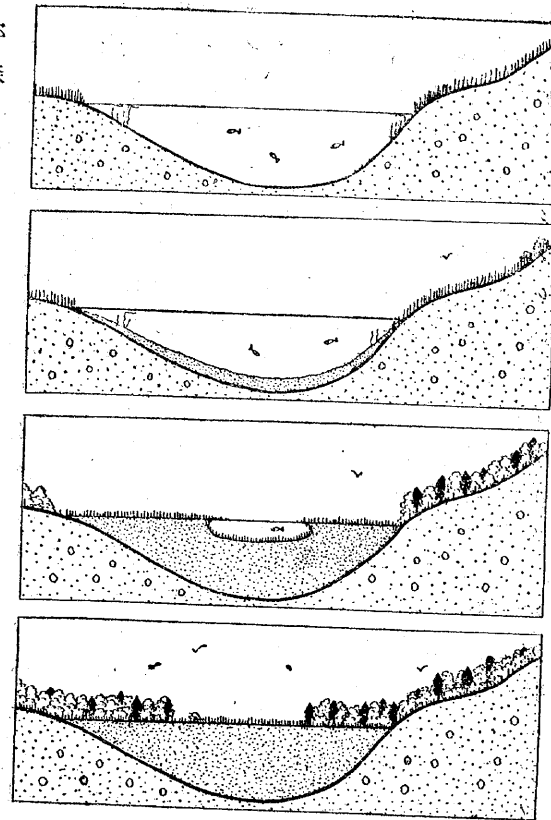
森林はきょう木やかん木からなる群落で、わが国ではカシ・シイ・ツバキなどが主となる森林と、クリ・ミズナラ・カシワ・ブナ・

カエデ・サクラなどが主となる森林と、クロマツ・スギ・ヒノキ・サワラ・モミ・ツガ・カマツ・トドマツなどが主となる森林とが発達している(表紙裏の図版II参照)。

草原は樹木の生育しにくい乾燥地・寒地・多湿地で、草が密生した群落であ

る。わが国では高山草原・高層濕原・低層濕原が各地に発達している。

高山草原は1年の大部分が氷雪にとざされている高山で、氷雪のとけた夏の短期間に草が一時に發育する草原である。日本アルプス



第7図 植物群落の遷移

水生植物群落も年を経るにつれてしだいに遷移し、濕原から日なた植物の林に変わることがある。図によってその過程をたどろう。

などでは海拔 2600 m 以上のところであって、7 月中旬から 8 月上旬にかけてたくさんの草が一せいに色とりどりの美しい花を開き、大花園を現出する。

高層湿原は八島ヶ原（長野縣霧ヶ峰高原）、尾瀬（群馬・福島の縣境）に代表的なものがある。これは夏の温度が低く、多湿の温帯の山地で、水はけのよくない廣いへこんだ土地に発達し、ミズゴケを主とする群落である。土はいちじるしく酸性であるから、特殊な草やシャクナゲなどがこれにまじって生えているだけである。ここでは酸性と低温のため植物の遺がいが腐敗せず、数百年数千年の長い年月にわたって積み重なり、でい炭層を作っている。

低層湿原は温暖な地方の浅い池沼や湖の岸の浅水地帯に発達している。ヨシ・マコモ・ガマ・フトイ・コウボネなどからなる群落で、土はほぼ中性でミズゴケは生育せず、でい炭もだい積していない。

荒原は雨がきわめて少なく、寒氣がはなはだきびしい所か、風によって移動する砂丘のような所に生じ、植物がまばらにあるにすぎない不毛の地である。砂ばくはこの代表的なものであるが、わが國では各地の海岸に発達している砂丘や、ときどき海水に浸される海岸の砂でい地にこの群落を見る。ハマヒルガオ・コウボウムギ・ハマボウフウ・ハマエンドウなどがこの群落を作り上げている（表紙裏の図版Ⅲ参照）。

水生植物群落は水中に生育する植物を一まとめにしたもので、植物性浮遊生物・浮生植物・水中植物に大別する。植物性浮遊生物は海・湖・池などの水中に浮遊する微細な植物の総称で、けいそう・接合そう・緑そうなどの種類が多い。浮性植物は水の表面に浮かびただよっているもので、ウキクサ・アカウキクサ・タヌキモ・ホテイアオイ・サンショウモなどがふつうに見られる。水中植物は水底に固着して生活する植物で、ヒツジグサ・ジュンサイ・ヒシなどの

ように浮き葉を有するものと、ヒルムシロ・シャジクモのように体を水中に沈めているものがある。海そうもこの群落に入れられる。

4. 動物の群落

動物の群落は海の動物・ま水の動物・陸の動物に大別できる。

海の動物 海には原生動物からせきつい動物まで、すべての種類の動物がすんでいる。海の動物をその生活様式によって分けると、カツオ・イワシなどの魚類やクジラのように水中を自由に泳ぐ遊泳動物と、ウニ・ヒトデ・イカ・タコ・ヒラメ・イソギンチャク・カイメンなどのように海底に固着したり、それに接していたりして生活する底生動物と、波のまにまにただよって水面近くに浮かぶ浮遊動物とになる。

また生活環境を主として分けると、沿岸の動物、浅海の動物、深海の動物、外洋の動物に大別することができる。沿岸は陸が海に移り行くところで、干潮線と満潮線との間の区域に当り、潮せきのため 1 日に 2 回は空中に露出し、温度の変化や水の動搖のはげしいところである。満潮線附近の岩の上にはフジツボ・カメノテ・ケガキなどが群がっている。これらの動物の体はかたいからでおおわれていてかわきににくく、1 日の中わずかな時間海水にひたれば生存できる。干潮線近くの岩などにはカイメン・イソギンチャク・ヨメガカサなどが附着しており、岩の割れ目や石の下にはイソガニ・イワガニ・ヤドカリ・ウニなどが群がっている。

砂地やどろ地には穴を掘ってすんでいるものが多く、アサリ・ハマグリなどの貝類や、シオマネキ・コメツキガニなどのカニ類、ゴカイの類などがふつうに見受けられる。

岩の上にあるくぼみには干潮時でも海水のたまっている潮だまりがあり、魚類・甲かく類・カイメン類など、さまざまなものが群落

を作っている。

浅海は沿岸の干潮線から、深さ約 200 m ぐらいのところまでの区域である。この区域にはワカメ・アラメ・カジメ・テングサなどの海そうが茂っているところが多く、モエビ・アメフラシなどがその間をすみかとしている。魚類も多く集まって、かくれがにしたり、食物を求めたり、産卵場にしたる。沿岸の波に洗われる岩の上にはイソバナ・イボヤギなどの美しい色のこう腸動物があり、アワビ・サザエなどがはっている。イセエビやカサゴなどもこのようにところに多い。

海底の砂やどろの上にはカレイ・ヒラメなどが横たわり、ヘイケガニ・ガザミなどがはっている。

深海は 200 m より深い区域で、光はここまでとおさないからまっ暗で、波もなく、温度も 6~7° ぐらいで変化はほとんどない。海そうなども生育せず、静かな環境ではあるが、動物の生活には適当でない。相模湾の深海の底にはタカアシガニ・ホッスガイ・カイロウドウケツなどの珍しい動物がすんでいる。2000 m より深い地域には形態の珍しい魚類がすんでいて、深海魚と呼ばれる。

外洋というのは浅海の沖、深海の上部で、海の大部分を占めている。この群落は遊泳動物か浮遊動物である。浮遊動物にも種類が多く、量にも質にも海流などの影響でいちじるしい季節的の変化が見られる。サルバ・ヤムシ・クラゲの類などはこの群落を特徴づける動物である。

ま水の動物 ま水の動物は流水の動物と静水の動物とに分けられる。流水の代表は川である。川の上流にはイワナやヤマメなどの魚が生活し、岩石の上面や下面にはカワゲラ・トビケラなどの幼虫がはっている。これにつづく中流では川底に石や小石が多く、魚類ではヤマメのようなものがたくさんいるし、カワゲラ・トビケラなど

の幼虫の数はおびただしい。さらに下流では、沿岸に種子動物が茂り、コイ・フナ・アユ・ツグイなどの魚類が多く、河口からはスズキ・サケなどの海魚が上ってくる。水生こんちゅうは種類も数も増加し、河底にはシジミ・マメタニシなどの軟体動物がすんでいる。

池・沼・湖などは川と違って水はほとんど流れていないから、泳ぐ力も、他のものにくつつく力もない浮遊生物が生活する。コイ・フナ・ウナギなどの魚類、水生こんちゅうなども種類が多く、沿岸の岩石や棒などの表面にはマミズカイメンなどがついており、水底にはシジミ・カラスガイ・カワニナ・タニシなどがすむ。水生植物が茂っていると動物の種類はいっそう増加する。

池・沼・湖などは、冬にはカモなどのいこいの場所となり、夏はカイツブリなどの繁殖の場所となる。

陸の動物 陸地は水中にくらべて温度の変化がいちじるしく、また乾燥しやすいから、それに適した動物が生存する。陸の動物はこれを草原の動物、森林の動物、高山の動物、砂ばくの動物に大別できる。

草原は主に草が茂っていて、ところどころにかん木があるような環境で、そこにはイナゴ・バッタなどのこんちゅうが多い。かん木にはホオジロ・モズなどが巣を作り、地上にはヒバリが巣を作る。トカゲ・ヘビなどのはちゅう類やカエルなどもよく見かける。ノウサギ・ハタネズミなどのほにゅう類もこの環境に多く、地中にはモグラがすんでいる。モグラは地中に孔道を作って、一生をそのなかで過すもので、日光をきらい、その形はよく地中の生活に適応している。

森林の動物として第一にあげられるのは鳥類である。多くの鳥類にとって森林はかくれ場所であり、繁殖場所であり、食堂でもある。高い木にはタカ・ヤマバト・カケス・カラスなどが木切れを集めて



第8図 キツツキ

キツツキは足・くちばしなどが樹上生活に適応した形をしており、その舌は長くて、先端にかぎがあり、木の幹にひそんでいる虫をとるのにつごうよくになっている。

山に登るにしたがって、すんでいる動物の種類が違ってくる。本州の中部地方では、海拔 2500m 附近のハイマツ群落のなかにライチョウがすんでおり、カモシカもこのような高山に多い。しかし、高山は一ぱんに動物にとってよい環境ではなく、したがってそこにすむ種類は少ない。

砂ばくは砂や小石であまわれている廣大な地域で、水がとぼしく、植物もあまり生育せず、その上強い日光に照らされたり、晝夜で気温が急に変わったり、強い風が吹いて砂を吹き飛ばしたりする。このような環境はふつうの動物の生活にはきわめて不つごうであるが、それでもツノトカゲ・ダチョウ・カンガルーネズミなどがよく適応して生活している。またラクダは砂ばくにすんでいるというので

巢を作り、かん木の林ではホオジロ・ウソ・アオジ・モズなどが巢を作る。大きな森林には大形のほにゅう類がすんでいる。サル・クヌギ・キツネ・クマ・イノシシ・シカなどは本州・四國・九州の森林にふつうなもので、リス・ヤマネ・ムササビなどは樹上生活の代表的なものである。

樹木には多くのこんちゅうが生活しており、落葉の下、地中などにはカタツムリ・ナメクジ・ミミズなどが、いろいろなこんちゅうやそのほかの動物とともに群落を形成している。

山に登るにしたがって、すんでいる動物の種類が違ってくる。本州の中部地方では、海拔 2500m 附近のハイマツ群落のなかにライチョウが

はないが、ここを旅行するものには欠くことのできない動物で、体のつくりが砂ばくの生活にいちじるしく適応している。また砂ばくには雑草の実をとり入れる收穫アリや、蜜を集めてためるミツアリのよう変った習性をもったアリがすんでいる。

わが國には砂ばくはないが、九十九里浜や鳥取縣の海岸などに発達している砂丘は砂ばくに似た環境であるが、そこにすんでいる動物についてはまだよく研究されていない。

3. 生物の分布

1. 日本の植物分布

動物や植物は環境の支配のもとに、それぞれに適した土地に群落を作って生活している。その結果、生物の群落は場所によって特徴があるようになる。

九州や四國の山々にはアカマツ・クロマツなどのまじった森林が目だち、北海道ではエゾマツ・トドマツなどの森林が目だつ。東海道から伊豆半島・房総半島までの海岸ぞいの地方にはシイノキ・クスノキ・ヤマモモなどの林がアカマツ・クロマツの森林にまじっている。九州・四國・紀伊半島の南端にはカカオなどの熱帯植物も見られる。作物を見ても、九州ではサトウキビやサツマイモがよくできるし、東北地方や北海道はジャガイモやリンゴの栽培に適している。秋田のスギ、富士山のふもとのハリモミ、信州のカラマツ、木曾のヒノキ、高野山のコウヤマキなどは地方的な特色を現わしている。

日本は植物の分布上から、南帯・中帯・北帯の3帯に分けることができる。南帯は九州・四國および紀伊の南端を含み、中帯は四國の大部分と北緯 38° より南の本州の大部分、北帯は中帯以北の地である。南帯にはクスノキ・カシなどの森林が多く、ビロウ・ソテツ・アカウなどの熱帯植物も自生している。中帯にはウメ・サクラ・モモ・クロマツ・アカマツ・スギ・モミ・シイなどがよく茂っている。北帯にはエゾマツ・トドマツ・イチイ・ハイマツ・ブナノキなどの林があり、イタドリ・フキなどが大きく成長する。

アカマツ・クロマツ・ヒノキ・スギ・モミなどの森林が発達していることや、ツツジの類の多いこと、フジやヤマザクラの美しいこ

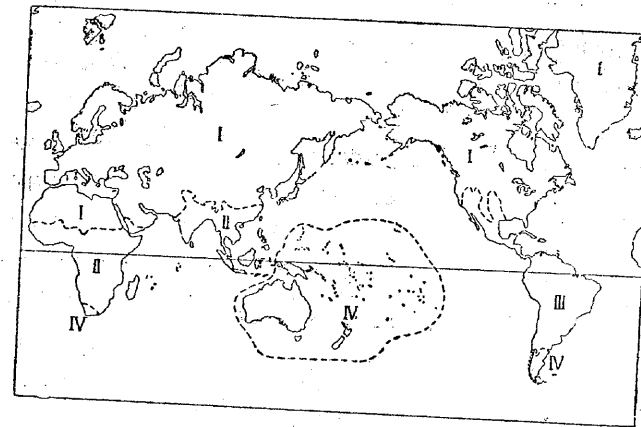
となどは日本の特色である。

2. 世界の植物分布

植物分布の上から、地球は北帯・旧熱帯・新熱帯・南帯の四つに分けられる(第9図)。

北帯は北半球の熱帯以外の地を総称し、北は北極から南は回帰線に至る広い地域で、日本もこの内に含まれる。旧熱帯は東半球の熱帯で、アフリカ・インド・マレー・台湾・琉球・小笠原島などがこの内にはいる。新熱帯は西半球の熱帯で、メキシコと南アメリカとの熱帯がこれに属する。南帯は新熱帯・旧熱帯より南方の地域を総称し、オーストラリア、南アメリカの南部、アフリカの南端などが含まれる。

旧熱帯のインド・マレー・フィリピン地方にはココヤシ・ナツメ



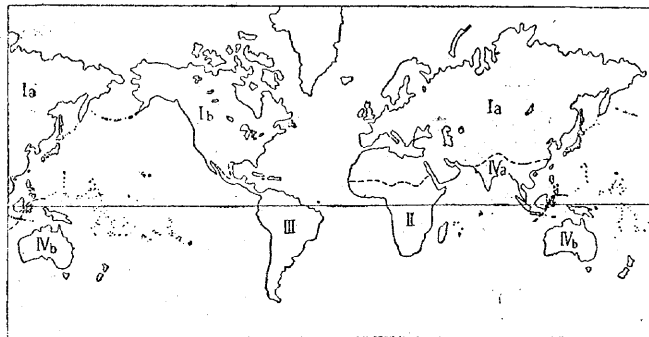
第9図 植物の分布上からみた世界の区分
植物分布の上から、地球は北帯(図のI)、旧熱帯(II)、新熱帯(III)、南帯(IV)の四つに分けられる。

ヤシ・タコノキ・バナナなど、熱帯特有の植物が生い茂っている。

新熱帯のメキシコの砂ばく地方には大きなサボテンがそびえ立ち、リュウゼツランやイトランが多く、南アメリカではアマゾン河岸の密林、その流域のオオオニバスなどがとくに目をひく。

南帯のオーストラリアには特有の植物がひじょうに多く、ユーカリやアカシヤの種類に富む。

北帯はシベリヤの北部のように地衣類ばかりしかないとところから、わが國のようにあまたの植物の繁茂するところまで、変化に富んだ植物群落を含む。北帯にはキキョウ・クリ・ヤナギ・バラ、十字花の類などの植物がよく生育しているが、ソテツ・ヤシの類や木狀のシダ類など、熱帯にふつうのものは見られない。



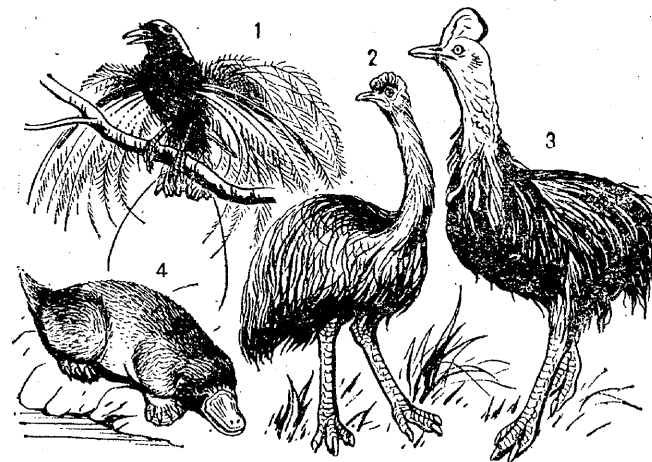
第10図 動物の分布からみた世界の区分

主としてほにゅう類や鳥類の分布をもとにして考えると、地球は旧北区(図のIa)、新北区(Ib)、エチオピア区(II)、新熱帯区(III)、東洋区(IVa)、オーストラリア区(IVb)に分けられる。なお、最近ではIaとIbとを合わせて北界、IIをエチオピア界、IIIを新熱帯界、IVaとIVbとを合わせてインド・オーストラリア界としようとする傾向にある。

3. 日本の動物分布

日本に産する動物はシベリヤ・満州・朝鮮などの大陸のものとよく似ているが、ツキノワグマ・カモシカ・ヤマネなどのほにゅう類や、キジ・ヤマドリなどの鳥類は日本固有のものである。

本州・四國・九州にはニホンザル・ツキノワグマ・カモシカ・ヤマネが産するが、北海道には産しない。これに反し、北海道にはヒグマ・シマリス・ナキウサギなどのように大陸にいるものを産するが、本州・四國・九州には産しない。ブラキストン(Blackiston, 1883)はこのような事実に基づき、北海道の動物相は樺太・シベリヤの動物相に似ているところが多く、本州・四國・九州の動物相とは違っているから、津軽海峡は動物分布上の一つの境界線であると考えた。それで、この線を後にブラキストン線というようになった。



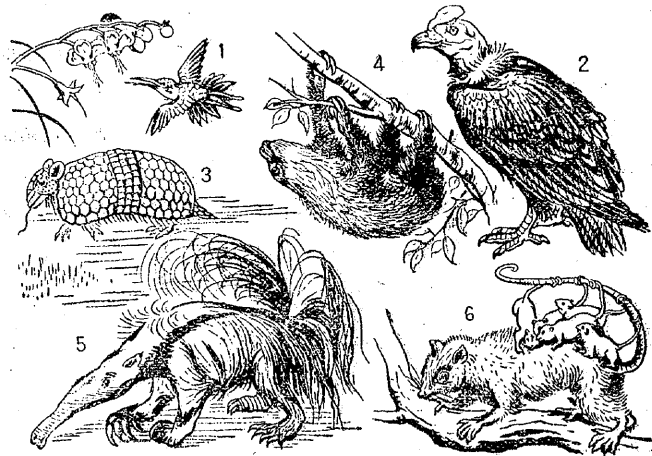
第11図 オーストラリア区の動物

オーストラリア区ではゴクラクチョウ(図の1)、エミユウ(2)、ヒクイドリ(3)、カモノハシ(4)などが特産である。

4. 世界の動物分布

地球上の動物分布を、主としてほにゅう類や鳥類の分布にもとづいて考えると、地球をオーストラリア区・新熱帯区・エチオピア区・東洋区・旧北区・新北区の6区に大別することができる(第10図)。オーストラリア区はオーストラリア・タスマニア・ニューギニア・ニュージーランドなどを含む地域で、ここには野生のほにゅう類としてはカンガルーのような有袋類と、卵を産むカモノハシのようなもの以外にはほとんどいない。エミュー・ヒクイドリ・ゴクラクチョウのような鳥はこの区の特産である(第11図)。

新熱帯区は南アメリカ・中央アメリカ・西インド諸島・メキシコを含む地域で、動物の種類が豊富なことと特有な種類の多いこととで他の区とはくらべものにならないほどである。ほにゅう類ではナ



第12図 新熱帯区の動物

新熱帯区はハチドリ(図の1)、コンドル(2)、アルマジロ(3)、ナマケモノ(4)、オアリクイ(5)、コモリネズミ(6)などで特徴づけられている。

マケモノ・アリクイ・アルマジロ・コモリネズミなど、鳥類ではハチドリ・コンドル、魚類ではデンキウナギ、肺魚類の1種など有名である。

サハラ砂漠から南のアフリカと、マダガスカル島およびアラビアの南端を含む地域がエチオピア区である。ジラフ・カバ・チンパンジー・ゴリラ・ライオン・アフリカゾウ・ダチョウなどを特産し、ニシキヘビ・ワニ・カメレオンなどもいちじるしいものである。

東洋区とはヒマラヤ以南のインド・セイロン・ビルマ・シヤム・中国南部・マレー・スマトラ・ジャワ・ボルネオ・セレベス・フィリピン・台湾・琉球などを含む地域で、ほにゅう類ではショウジョウ・テナガザル・テングザルなどのサル類にインドゾウ、鳥類ではヤケイやクジャ、はちゅう類ではニシキヘビ・メガネヘビ・オオトカゲ・トビトカゲなどが特色のある種類である。

アジア・ヨーロッパ大陸のうちエチオピア区と東洋区以北の全地域が旧北区で、ネズミ・ラクダ・ヒツジ・ヤギ・アナグマ・タスキ・イノシシなどのほにゅう類、キジ・ヤマドリ・ノガンなどの鳥類はこの区の特産である。

北アメリカの大部分を含む地域が新北区で、この区の特産物はスカンク・ビュウマなどである。

旧北区と新北区とはこのように産する動物は違っているが、また両区に共通に産するものも多いのであわせて、全北区といえることがある。ホッキョクグマ・ホッキョクギツネ・ビーバー・トナカイなどは共通で、ウサギ・ヒグマ・シマリス・エゾイタチなどはよく似た種類が両区ににり、キツツキ・ヒバリ・カワセミ・ツバメ・ライチョウなどの鳥類も共通である。

4. 生活様式のいろいろ

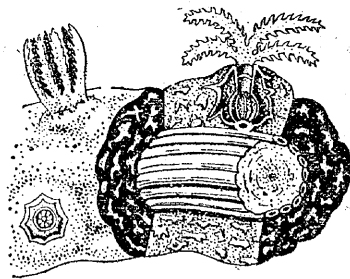
1. イソギンチャクとサンゴ

イソギンチャクの多くの種類は1びき1びきが別々に岩石にくっついていて、触手をのばして小魚などのえさの来るのを待っている。サンゴはイソギンチャクと同じ仲間で、体の構造はイソギンチャクに似ているが、たいていは多数のものが骨格の上に群がっていて、たがいに体がつながっている。イソギンチャクのような生活のしかたを単独生活といい、サンゴのようなのを群体生活という。

多くの動物や植物は単独生活をしているが、こう腸動物のなかには群体を作るものが多い。タケやショウブやスギナなどの植物は地下茎で多くの植物体がつながっているから、群体と見てもよいわけである。サンゴなどの群体では、これを作っている個体がどれも同じような構造をもち、同じようなはたらきをしているが、カツオノエボシやカツオノカンムリなどでは形やはたらきの違ったいろいろの個体によって群体を作っている。

2. 群集する動物

スズメやカラスは多くのものが集まって行動をとる。キクやバラなどの茎にはアブラムシが群がり、メダカやオタマジャクシは群になって泳ぐ。このように、動物に



第13図 サンゴチュウ

サンゴチュウは、共通の骨格の上に多くの個体が群がって、群体を作っている。図はその群体の一部を切って、なかの構造を示したものである。

は群集して生活しようとする傾向を示すものが多い。

早春の池や沼にはヒキガエルが集まり、夏の夕方にはカが群集して蚊柱が立つことがある。これらは繁殖期の一時的な群集である。イワシやニシンなども産卵期には大群を作って海岸近くへおしよせてくる。

トンボが大群になって飛んだり、オタマジャクシが黒くなるほど群がって泳いだりするように、移動のときに群集するものもある。池のコイやフナやメダカもこの種の群集をする。ツバメは秋になるとしだいに集合し、南方へ渡るときには大群になって長途の旅につく。イルカ・マダロ・カツオなども群集を作って回遊する。

ヘビやアシナガバチは多数集まって冬眠していることがある。ウリバイも石などの間に無数に群がって越冬しているのをよく見かける。これらの動物は春になると単独に活動するもので、越冬の間だけ群集するのである。

3. ミツバチの生活

ミツバチは多数が集まって一つの群集を作り、そのなかで各個体がそれぞれ仕事を分担し、秩序ある生活をしている。このような生活を社会生活という。ミツバチの一つの社会は、女王といわれる雌バチが1匹、雄バチが数百、働きバチが数万集まって形作る。そのうちで女王はもっぱら卵を産み、働きバチには食物を求めに外へ出るもの、巣を作るもの、幼虫を育てるもの、外敵を防ぐものなどがある。ミツバチのほか、社会生活をするこんちゅうとしてよく知られているのはアリとシロアリで、なかでもシロアリの社会生活はミツバチよりもよく発達している。オットセイ・ラッコなども社会生活をする動物である。

4. アリとアブラムシ

バラの枝にアブラムシがつくと、きまってアリがそこを訪れる。アブラムシはあまい液を出し、アリがそれをなめるのである。アリはアブラムシを保護し、ときとしてはアブラムシを他の植物に移してその繁殖を助ける。アリとアブラムシのように、違った種類の生物がたがいに利益を分かちあっている生活の様式を共生という。

ウメノキゴケなどのような地衣類は菌類と そう類 とが共生しているもので、マメ類の根につく根粒細菌は マメ類 と共生している。イソギンチャクのある種類はヤドカリのはいつている貝がらにくっついて、ヤドカリと共生する。カクレウオはフジナマコの直腸内にすんでいて、ときどき えさ を求めて こう門 から外へ出る。ハマグリやカキなどのなかにはカクレガニがすんでいることがある。これらの場合には、カクレウオやカクレガニは身をまもるのにつごうがよいが、相手のフジナマコやハマグリはべつに利益を受けているようにも思われない。しかし、このような例もまた一種の共生と考える。

5. 寄生する生物

ノミやカは血を吸って生活し、カイチュウは腸のなかにあって、消化した養分をとって生きている。われわれはけっしてノミやカやカイチュウから利益を受けていないばかりか害を受けている。このように、ある生物が他の生物の体から養分をとり、害を與えるような生活をするとき、その生活を寄生という。寄生する動物を寄生虫と呼び、寄生される方を宿主という。

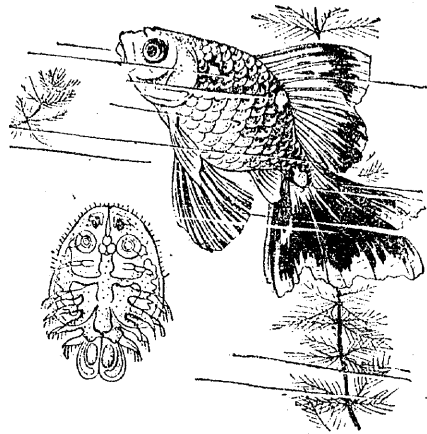
十二指腸虫・サナダムシ・ジストマなどは人に寄生し、人の健康を害する。キンギョなどの淡水魚の皮膚にはチョウやイカリムシが寄生し(第14図)、海辺のイソガニ・イワガニなどにはサックリナと

いう寄生虫がついていることがある。

寄生虫にはその仲間のものにくらべて、形態がいちじるしく変化していることがある。

多くの傳染病は細菌の寄生によって起る。種子植物のうちでも、ナンバンギセルはカホネ科の植物に、ヤッコツウは

キンギョなどの淡水魚の皮膚には、よくチョウが寄生している。図の左下はチョウを拡大したところである。マメダオシはマメ科の植物に寄生する。寄生する植物には葉緑体をもっていないものが多いが、ヤドリギ・ツクバネツウなどは緑葉をもっていて、しかも他の植物に寄生する。



第14図 キンギョとチョウ

キンギョなどの淡水魚の皮膚には、よくチョウが寄生している。図の左下はチョウを拡大したところである。

6. 動物の食性と生活様式

動物が生きていくためには食物をとらなければならない。動物の生活様式はどのようにして食物をとるかに従って変化しているといえよう。ジョロウグモやオニグモが木の間や軒下に網をはって、その中央に下向きになってじっとしているのは、こんちゅうなどが網にひっかかるのを待っているのである。フタログモは長い管のような巣を作り、上端を木の幹や垣などにつけ、下端は深く地中にうずまわっていて、自分はその地下の部分にいる。

こんちゅうなどが来て袋の外面にとまると、クモは袋のなかか

ら飛びついてかみ殺し、それから外に出て食う。カワセミが木の枝にとまって2時間でも3時間でも水面を見つめているのは、魚の浮き上がってくるのを待っているのである。ハマグリやアサリが砂のなかから水管を出して、たえず水を出し入れし、カイメンが体壁の小孔から水を流し入れて大孔から流し出しているのは、えさになるこまかいものをとるためである。

ツバメ・コウモリ・トンボ・クモ・カワセミ・ワシ・タカなどのように、主として動物に食を求めるものを肉食性であるといい、それに反してウサギ・ウシ・ウマなどをはじめ、カイコ・モンシロチョウ・アゲハチョウなどの幼虫のように、植物質に食物を仰ぐものを草食性という。スズメやニワトリなどは穀物を好んでたべるが、またこんちゅうなども盛んにたべる。ネズミなどは植物質も食べば動物質も食う。このような動物を雑食性であるという。

長さ30cmもあるようなナガスクジラは主として浮遊生物の仲間のアミである。このクジラの口のなかには、両側に鯨ひげがたくさんならんでいる。クジラはアミの群集を求めてそのなかに突入し、口を開けると、海水とともにアミは口中に流れこむ。口を閉じて水を鯨ひげでこして流し出し、アミだけをたべるのである。ヘビは自分の胴よりも大きい食物を丸呑みにするが、下あごの骨と頭骨との間に方骨が関節していて、口を大きく開くことができるようになっている。下あごの骨は左右のものが先端で結ばれていて、交互に動かすことができるので、ローばいの大きな食物をくわえて、のみこむことができるのである。このように動物の口や消化器は、その動物の食物の種類、とり方によく適応している。ほにゅう類の歯、鳥類のくちばし、こんちゅうの口器などを見ただけで、その動物の食性を推察できるくらいである。

7. 自然界のつり合い

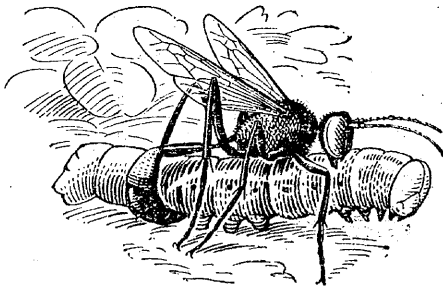
自然界の生物はいずれも敵をもっていて、たがいに食ったり食われたりしている。一つの地域内で、食ったり食われたりする動物や植物の数がほぼつり合っている場合には、その地域の群落は安定しているが、もしどこかでこのつり合いが破られると、群落に異変を生じる。たとえば、なにかの原因でイナゴの天敵がなくなったとすると、イナゴは大繁殖をして草を食いつくす。草がなくなればイナゴは繁殖できなくなって死ぬか、他の場所へ移住し、あとにはふたたび草が生い茂るようになる。こうしてまたもとの状態にもどろうとする傾向が生じるのである。要するに、自然界では、食うものと、食われるものとの数がうまくつり合っていてこそ平和が保たれる。このような状態にある自然界をつり合っているという。

5. 本能と智能

1. 動物の本能

本能ということばは古くから使われているが、本能の正体をつかむことはむずかしく、人によってその説明がまちまちである。しかし、だいたいつぎのように考えたらまちがいないであろう。すなわち、本能とは、1) 動物に一定の環境内の物ごとに対して特別な関心を起させ、その物ごとを知覚した動物をかならず一定の行動にかりたてずにはおかないような心のかたむきであって、2) 遺傳的なものであり、生まれてすぐ現われる場合もあるが、多くは一定の期間を過ぎてから現われる。このように本能とは心のかたむきであり、けっして行動ではないが、一ぱんには本能的行動のことを本能と呼ぶことが多い。

自然界にすむ動物の行動のなかには、本能的と見られるものがひじょうに多い。たとえば、カイコの幼虫はさなぎに変わる前に特別な形をしたまゆを作る。一度もまゆを見たことがなくても、その種類にきまつた形のまゆをたくみに作り上げるのである。ジガバチはイモムシを探しまわり、うまく見つけるとす早く腹の後端



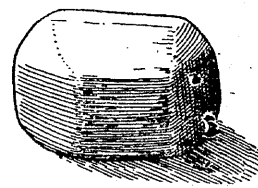
第15図 イモムシを刺すジガバチ

ジガバチがイモムシを見つけると、腹の後端を曲げてイモムシの体のなかに針をさし、まひさせてしまう。後に幼虫はこのイモムシの体をたべて生育する。

を曲げて針をイモムシの体にさしこんで まひ させた上で、巣まで口でくわえて引っぱって来て(第15図)、その上やそばに卵を産み、巣をふさいで二度と訪れない。卵からかえった幼虫はイモムシをえさとしてたべるのである。

鳥が卵をあたためるときの本能はじつに強い。たとえば、この時期には、とにかく自分の腹の下になにか卵のようなものをだいていなくてはならないとみえて、ニワトリは潮干物でできたにせの卵とほんとうの卵とをすりかえておいても平気で巣についている。このように、本能が強すぎるときには、まったく目的のない行動をする場合がある。ユリカモメという海鳥では、卵のかわりに四角い木のかたまりを入れてやっても、それをだいじにかかえている(第16図)。鳥を飼う人はこの性質を利用して、卵を産んでもあまり熱心にだかない種類の鳥の卵を他の鳥を仮親としてかわりにだかせたりなどする。鳥の仲間には自然にもこの仮親がある。ホトトギスは自分で巣を作らずにウグイスやミソサザイなど、自分よりもはるかに小さい鳥の巣のなかに卵を産みこむ。すると、産みこまれた方の鳥は、自分の卵と同じようにあたため、ひながかえるとせせせと えさを

運ぶ



第16図 本能の行き過ぎ

ユリカモメに、卵のかわりに図のような木切れを與えたところ、それをだいじにかかえて、あたためていた。

また、多くの動物には帰巢性がある。帰巢性とは動物が自分の巣に帰る性質をいい、自然に生活している動物ばかりでなく、人に飼われているものでも明らかに見られる。どのような力で自分の巣へ帰るかは今日ではじゅうぶん説明されず、帰巢性は本能的行動と見なされている。下等な動物には、はっきりした巣をもっていないにしても、

つねに一定の場所にすんでいて、出かけてもまた同じ場所にもどるものがある。たとえば、海岸にいる貝の仲間やヨメガサなどがそれである。無せきつい動物でこの本能のいちじるしいのは、こんちゅう類で、ことに社会生活をしているハチ・アリの仲間がとくに目だっている。せきつい動物では鳥や、ほにゅう類がいちじるしい。

動物の仲間には、季節によって長距離にわたって移動するものがある。鳥の渡りは、そのような移動のもっともいちじるしい例である。1羽の鳥が生まれてはじめての渡りをするときには、生まれた土地から、まだ1回も見ただことのない土地へ行くのであるが、種類によっては明らかに親鳥より一足先にたって行く場合もしばしばある。したがって、この点で渡りと帰巢性とは区別しなくてはならないが、前の年の巣のあった土地へ帰って来るのであるから、大きな意味で、渡りは帰巢性と考えることができる。とにかく、鳥が帰巢しようとする衝動がひじょうに強いことはたれでも認めるが、どのようにして巣に帰るかということになると、それについての仮説は多くあげられているが、どの一つをとっても満足には説明ができないから、現在ではやはり本能的行動としておくほかはない。

2. 本能と教育

ネコは生まれつきネズミを捕えようとし、ネズミは生まれつきネコを恐れるといわれ、この二つの間の関係は本能的であると考えられている。これを確かめるために中国の学者がした実験によると、子ネコを1匹ずつ別々に分けて育てた場合と、親ネコといっしょに育てた場合とでネズミに対する行動をしらべたところから、別々に分けて育てた20匹のネコのうち9匹だけがネズミを捕えて殺したが、親といっしょに育てた方では21匹のうち18匹がネズミを食い殺した。そこでまた別にネコとネズミとを幼いときから同じかごのな

かで飼ったところ、18匹のネコのうち8匹だけがネズミを食い殺した。この場合、食われたネズミは後から別に入れてやったもので、幼いときからいっしょに育ったネズミではなかった。この実験で、ネコがネズミを殺すのは確かに本能的行動であること、しかしまた、その本能的行動は、まねによって促進されるし、環境によってかなり変えられることなどがわかる。したがって、現われにくくされていた本能も、環境しだいでもた現われると考えられるが、ネズミをとらないように育てられたネコをふたたび自然状態にもどしてみたところ、予想どおり11匹のネコのうち9匹まで野生にかえったということである。本能という心のかたむきがいかに根強いものであるかが、この実験でよくわかるであろう。

3. 動物の行動にはいろいろな型がある

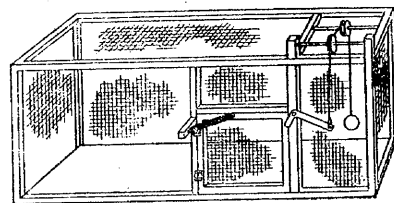
下等動物から高等動物に進むにつれて、体の形や構造はしだいに複雑になってくるが、それと同時に行動の型もだんだん進んでいくのが見られる。動物の行動は大きく分けて三つにすることができる。第一は原生動物に見られるような行動で、まったく生まれつきのものであり、その型はほとんどきまっていて、刺激に対してただ機械的に反応するものである。第二はいろいろとでたらめな行動をくり返してやってみた上で成功したものを覚えている程度の行動で、この型は多くの無せきつい動物およびせきつい動物でもほにゅう類の大部分とそれ以下の動物に見られる。最後は記憶を正しく保ち、いろいろな条件を比較評価して似かよった点を認めた上でかなり程度の高いもので、脳の発達の一ちじるしい一部の高等なほにゅう類および人に見られるものである。この第三の行動が智能的行動といわれている。本能はだいたいにおいて融通のきかないのが特徴であるが、智能には多かれ少なかれ融通性がある。もっ

とも、本能的と見られる行動のなかにもいくつかの融通性はあるが、その幅は比較的狭い。しかし、智能的な行動をする一部の高等動物をのぞいた大部分の動物は多少融通性のある本能にたよって生活しており、いろいろな問題をこれだけでじょうずに解決している。

4. 動物の智能

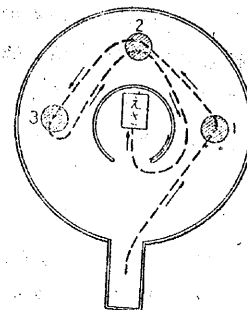
智能をもった動物はまずほにゅう類と人だけであるといつてよい。よく見世物に使われているような動物、たとえばゾウ・ツマ・イヌ・アシカ・クマなどは人が教えたことをよく覚える。しかし、教えられたことをどんなに速く覚えるにしても、覚えらるる範囲はごく限られている。智能のよく発達しているのはサル類で、とくにチンパンジーをはじめ、類人猿の頭のよさには驚かされる場合がある。

動物の智能を試験するには、動物に問題を與えて、人が全然助けずに自らそれをどのように解決するかを観察する。それには、バネじかけによって外から閉ざされた箱のなかにえさをを入れておいて、その外に腹をすかした動物をおくか、またはその逆に、内側にしかけをつけた箱のなかに動物を閉じこめ、えさを外におくかして、動物がどんなにしてえさに達するか、あるいはいつにえさに達することができないかを見るのも一つの方法である(第17図)。アライグ



第17図 動物の智能をためす問題箱

動物の智能を試験する問題としては、簡単なしかけをした箱がよく使われる。箱のなかの動物がひもでつり下げられた環を引くと、戸の錠はずれ、バネじかけで戸が開くようになっている。

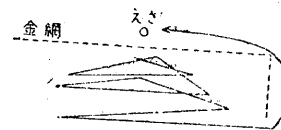


第18図 まわり道による試験

高等な智能を試験する簡単な方法はまわり道を使うことである。図は中央のえさに達するためには1・2・3のしかけを順に通る、またもどらなくてはならないようにしくんだものである。

このような装置を使えば、前足をきょううに使うことのできない動物についても実験することができる。このような装置のなかに動物を入れると、はじめはあてもないこうでもないといういろいろ行動し、偶然に成功した場合にそのしかたを覚えるわけで、はじめにするでたらめな行動を試行錯誤行動といっている。これをする動物では、なぜひもを引けば戸が開くとか、どうしたらかんぬき が抜けるかなどという関連が理解されているのではない。もっと高等な智能を試験する簡単な方法としてはまわり道を使う。これは、動物が好むえさに達するためには遠まわりをしなくてはならないようにしくんだ装置を使う方法である(第18図)。金網の前

マのようなきょううな動物はかんぬきを抜いたり、ひもを引いて戸をあけたりすることをじょうずにやってのけ、えさにありつく。この場合、しかけを加減すれば、問題をやさしくもむずかしくもできる。たとえば、かんぬきを一つはずした上に、なおもう一つははずさなければならないようにするとか、かんぬきを引きぬいた後にひもを引かなければ戸があかないようにするとすれば、ずっと複雑になる。さらにまた箱の底にボタンをとりつけ、これを下に押しさえすれば戸が自動的に開くような装置を使えば、前足をきょううに使うことのできない動物についても実験することができる。



第19図 イヌと金網の向いのえさ
金網の前にイヌをおき、反対側にえさをおくと、イヌは図のような行動の後、まわり道をしてえさに達する。

にニワトリをおき、反対側にえさを置いて、遠ざかりすればえさに行きつけるようにしておく。ニワトリは金網の前を右往左往するだけで、いつまでもえさに達することができないが、イヌならば二度金網に近よってみて、やがてまわり道を選ぶことに気づく(第19図)。これがサル類になると、ちょっとしたためらっただけですぐまわり道を通してえさに達する。さらにやや複雑な智能を試験するにはつぎの方法が使われる。それには適当な大きさの四角い部屋の床に碁盤目の線を引き、てんじょうからバナナをつるして、その高さをいろいろに加減できるようにしておく。部屋のなかには1箇または数箇の木箱をおく。いま、この部屋にサルを入れて、バナナの高さを、サルがその真下に立って飛び上ってもとどかないくらいにし



第20図 類人猿の智能

チンパンジーには、高いところからつり下げたあるバナナをとるために、四つの箱を積み重ね、その上に乗って目的を達した例がある。

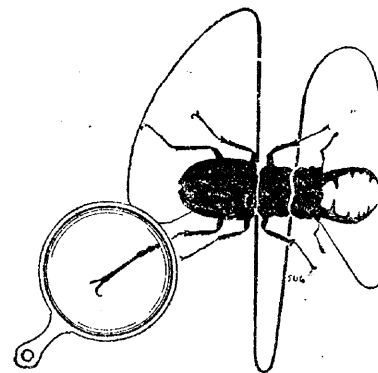
は数箇の木箱をおく。いま、この部屋にサルを入れて、バナナの高さを、サルがその真下に立って飛び上ってもとどかないくらいにし

ておくと、サルはバナナをとるには自分の位置を高めるような方法を考えなくてはならない。はじめは一つだけの箱を持って来て、それに乗れば目的を達する程度の低いところにバナナをつるす。サルがうまくバナナをとったら、バナナの位置を高くして、こんどはいくつかの箱を積み重ねなければとれないようにする。床に碁盤目を書くのは箱を置く位置を正確に知るためである。この方法によれば、サルが空間を利用する能力がどの程度にあるかを知ることができるわけで、事実チンパンジーには四つの箱まで積み重ねて問題を解決した例があった(第20図)。また、チンパンジーは棒を與えられると、自分のとどかないところにあるえさを引きよせるのにこれを利用することもできるし、與えられた短い棒を使って手のとどかないところにある長い棒を引きよせ、それを使ってさらに遠くにあるえさを引きよせるなどかなり高等な智能を示す。

人にも本能があり智能がある。本能の強さは動物とくらべて、かならずしも弱いとはいえない。生まれたての赤子が乳を吸う行動はなによりも本能的である。歩きだすことも、しゃべることも、遊ぶこともみな本能的に発達する。しかし成長をつづけていくうちに、しだいに智能が発達してきて、本能はさほど現われなくなる。

單元 4

生物の体はどのように
できているか



動物や植物の形はじつにさまざまであるが、いろいろな種類の生物を解剖してみると、植物は植物として、また動物は動物として多くのものに共通な器官がそなわっていることに気がつく。しかも、これらの器官は無秩序に排列しているのではなく、一定のきまりのもとにならんでいる。この單元では、まずこのようなきまりを明らかにし、いろいろな器官のつくりやはたらきをしらべよう。

さらに、顕微鏡のたすけをかりて器官の微細な構造をしらべると、生物の種類による違いはますます少なくなって、すべての生物に共通な細胞にいきつく。このような生物体の微細な構造をきわめるのがこの単元の第2の仕事であり、細胞の構造やはたらきを知るのが第3の仕事である。これらのことがよくわかるようになれば、はじめて「生物の体はどのようにできているか」が明らかになるわけである。

1. 動物や植物の体にはどんな器官があるか。それらはたがいになどどのような関係をもって排列しているか。

2. アレキシス・カレルという学者は、ニワトリの心臓の一部を切り出して、それを30年も生かして養いつづけた。組織を切りとって養うにはどのような方法を使うのか、また、このような実験からどんなことがわかるのだろうか。

3. 細胞の構造やふえ方はどうなっているか。

4. 生物の体を作り上げている原形質は数種のふつうの元素からできているが、それでいて複雑な生命現象を現わすのはなぜだろうか。

5. 生理食塩水やリンゲル液はどのような溶液だろうか。

1. 細胞とそのつくり

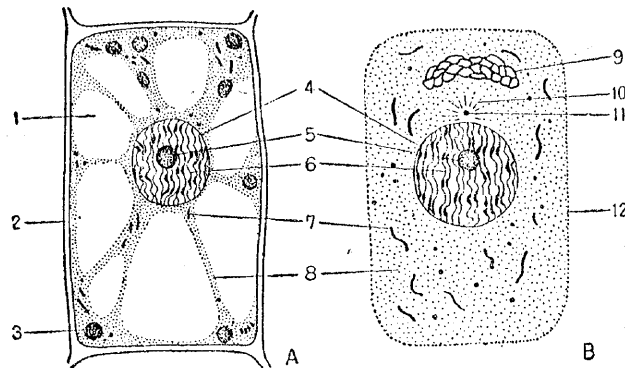
1. 核と細胞質

ふつうの動物や植物の体のつくりを顕微鏡を使ってくわしくしらべてみると、肉眼では認められないくらいに小さな袋が多数集まってできていることがわかる。この袋のようなものが細胞である。生物体の構造やはたらきは、つまりところ、これらの細胞がもっている構造やはたらきに帰することができる。

細胞の形はいろいろである。丸いものもあれば、神経細胞や色素細胞のように複雑な突起のあるものもある。しかし、細胞はかならず細胞質と、そのなかに含まれている核とから成りたっている。一つの細胞には一つの核があるのがふつうであるが、なかには、ゾウリムシの類やキノコ類の菌糸のように、二つ以上の核をもつものもあるし、また、フシナシミドロやイワツタのように、体全体に細胞の区分がなく、そのなかに多数の核がはいっているようなものもある。動物の組織のなかでも、カイチュウなどの表皮には細胞の区分がなくなっているし、エビの卵も分割のとちゅうで、一時このような形になることがある。

細胞が核と細胞質とに分かれているのは、おのづかに違った役目があるものとみられる。アメーバのような単細胞の動物を二つに切って、核を含む部分と、これを含まない部分とにしてみると、核のある部分は再生して、もとどおりの大きさをとりもどし、やがて分裂して増殖していく。しかし、核のない部分は数日のあいだ生活をつづけていくことはできるが、やがては死んでしまう。核は細胞質だけではできないはたらきをもっているのである。

核の形はふつうは丸くて、細胞質との間は、うすい核膜でさかい



第1図 細胞の構造

ふつうの生物の体を顕微鏡でしらべると、無数の細胞から成りたっていることがわかる。細胞の構造は植物(A)と動物(B)とでやや違っているが、これらが集まって生物体の各部分に特有な形や はたらきを現わしていることには変りがない。図の1.液胞、2.細胞膜、3.色素体、4.核膜、5.核、6.染色糸、7.ミトコンドリア、8.細胞質、9.ゴルジ体、10.星状体、11.中心粒、12.原形質膜である。

されている。生まのままで見ると、核には透明な物質のなかに、多数の小粒がちらばっている。これを薬品で殺して、染料で染めて見ると、透明な物質のなかに色素に染まりやすい糸のような形のものがはいつている。この糸を染色糸という。細胞が分裂するときには、この染色糸は一定数の染色体に変る。

核を包んでいる細胞質は、植物ではその外側にもセルロースでできている細胞膜をもっているが、動物の細胞にはふつうこれに相当するものが見当らない。しかし、動物の細胞でも骨を作る細胞のように細胞間の物質を作るものでは、この物質が細胞膜とよほどよく似た関係にあるといえる。細胞膜がなくても、細胞質がその形を保てるのは、外界に接している面に原形質膜があるからであるが、

この膜は眼で見えるとはかぎらない。

2. 細胞質に含まれているもの

細胞質のなかには、いろいろなものが、いろいろな形で含まれている。しゅう酸カルシウムは結晶になっているし、でんぶん・卵黄・脂肪・分泌物・色素などは小さな粒の形で含まれている。このような物質は、細胞質がみずから作ったか、または、外からとり入れたものである。このほかに一ぱんの細胞に含まれていて、細胞の特別な はたらき にあずかっているいくつかの構造物がある。中心体は、動物の細胞では広く認められているものであるが、植物ではそう類、キノコ・コケ・シダなどのあるものの生殖細胞のできるときなどにしか認められていない。しゅとして、細胞分裂のときに現われるので、分裂の進行に参加していると考えられている。また、いろいろな分泌物・酵素・グリコゲン・卵黄・ビタミンCなどが、しばしばミトコンドリア・ゴルジ体に伴っているので、これらの物質を形成したり、あるいは利用したりするのが、ミトコンドリアやゴルジ体の はたらき ではないかと想像されている。

このほかに、植物の細胞には、葉緑体のような色素体があって、重要な はたらき の中心となっている。ムラサキツユクサの若いつぼみ とすでに開いた花とをとって、その おしべ にある毛の細胞を比較してみると、若い細胞は細胞質でみたまわっていて、液胞は少ないし、その細胞膜はうすく核も大きい。細胞がだんだん年をとってくると、細胞膜が厚く細胞の形が大きくなり、なかに液胞ができる。液胞がしだいに大きくなるにしたがって核は小さく見え、細胞質は細胞膜の内面にそってうすい層となる。細胞が成長すると液胞は一つになり、内部にしだいに液がたまってくる。くだもの 果肉の細胞はこの例である。

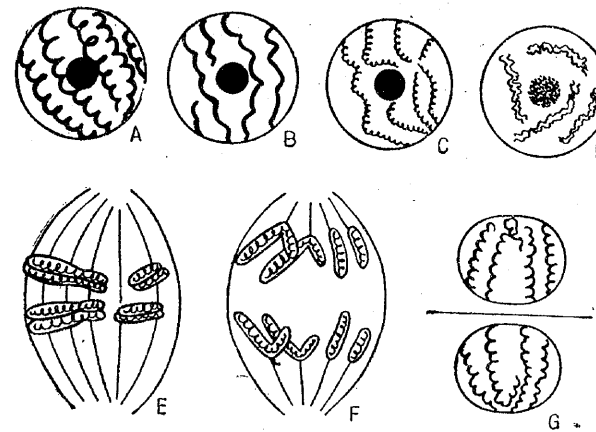
また、カボチャの毛やトチカガミの根毛を、表皮の一部とともにとるか、あるいはクロモの葉の1枚をとってのせガラスの上ののせ、水で封じてみると、細胞のなかみがある方向に運動しているのが見える。この運動を原形質流動といい、アメーバやゾウリムシなどでも同じ種類の運動が見られる（単元5参照）。

2. 細胞はどのようにしてふえるか

1. 細胞のふえ方

細胞は分裂して数をましていく。細胞分裂の順序は二つの過程に分けることができる。一つは核分裂であり、他の一つは細胞質分裂である。後の過程は、核分裂が終わってからそのおのの核を含みながら細胞質が二つに分かれることである。

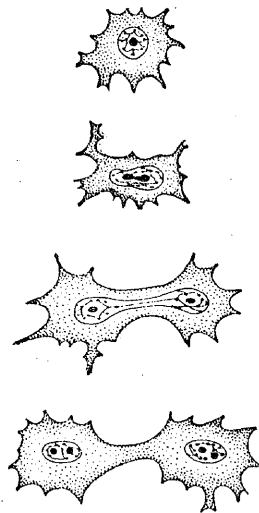
植物の莖や根の先にある成長点はいつも細胞分裂をくり返しているので、この部分は核分裂や細胞質分裂の研究にはつごうがよい。また、花粉のもととなる細胞の分裂は特別な分裂ではあるが、動物の生殖細胞とともにしばしば研究の材料として使われる。



第2図 有糸核分裂

ふつうの核分裂では、とちゅうにつむかた糸と染色体とが現われることが特徴である。図はその順序を示した模式図で、Aは静止期、B～Dは前期、Eは中期、Fは後期、Gは終期の状態である。

核の分裂はふつうつぎのような順序で行われる。まず、核のなかにあるいく本かの染色糸が少し太くなり、やがて一定の数に切れる。そして、このまわりに基質と呼ぶ物質がつけ加えられて、ここにはじめて染色体ができる。このころ核は形をかえて つむ形 となり、いわゆる つむ形体 を形作る。そして、染色体はあのおの つむ形体の中央でその長軸に直角な面にならぶ。この面を細胞の赤道面という。このときの つむ形体 を生々のままの細胞で観察するとただ つむ形の細胞質に見えるだけであるが、薬品で殺して染めて見ると極と極との間には多数の つむ形糸 という、糸のようなものが見えてくる。なお染色体のある一点と つむがた体 の両方の極とは、この糸のようものの1本でつながっている。この糸が染色体についている点はいつも赤道面の上にある。動物の細胞では つむがた体 の極に中心体があり、これを中心にして放射状の糸のような線が現われる。これが星状体である。染色体が赤道面にならぶまでの時期を核分裂の前期といい、これが赤道面にならび終わった時期を中期という。



第3図 無糸分裂

ある細胞では、染色体や つむがた糸 を生ぜず、核がちぎれるように分裂して細胞の数を増す。

やがて染色体はあのおの縦に2本にわれた状態となるが、このようにわれることはすでに前期のときにはじめていたものと思える。つぎに、縦に2本にわれた染色体はあのおの分離してそれぞれが一方の極に向かうが、この時期を後期という。

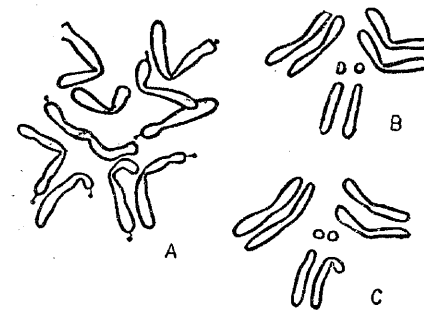
極に集まった染色体を中心としてふたたび新しい二つの核ができるのであるが、この時期を終期と呼んでいる。終期にはいると染色体はしだいにもとの染色糸の状態に変ってくる(第2図)。

以上がふつうに行われている核分裂の過程であるが、この過程にはとちゅうに つむがた糸 と染色体とが現われるので有糸分裂という名で呼んでいる。

人の軟骨細胞、病組織の細胞、ムラサキユクサの茎の細胞などでは、核はかんたんにちぎれるようにして分裂し、その一つずつを含んで二つの細胞ができることがある。このような分裂のしかたを無糸分裂という(第3図)。

2. 染色体

有糸分裂のときにはっきり現われる染色体は、生物の種類によってその数が一定している。たとえば、人では男子 47、女子 48、ブタは 40、ウマは 66、トウモロコシは 20、アサガオは 30、マツは 24である。また、染色体の形も生物によってきまっているので、染色体の数と形とを生物の種類について考えるときにこれを核型という。



第4図 核型のいろいろ

染色体はある種の色素にひじょうによく染まり、その数と形は生物の種類によって一定している。図のAはジャクヤクの1種、B・Cはそれぞれキイロシロウジヨウバイの雌、雄の核型である。

1) 人の染色体数は男女ともに48であると主張する人もある。..

染色体は、薬品で殺して染めると明りょうに見えるが、流動パラフィンやしょ糖の水溶液のなかでは生々のままでも見ることができる。ムラサキツユクサの花粉のもとになる細胞を10%ぐらいのしょ糖水溶液のなかに入れて観察してみるとよい。

3. 核分裂のしくみ

核分裂がどのようなしくみで起るかということについてはいろいろ議論されている。動物ではつむがた体の極に中心体があり、これが動かないで、染色体を両極へ移動させるのに大きな役割をしているらしいが、植物ではそう類・カゼ・シダ・コケなどのあるものにかぎって、その生殖細胞のできるときに中心体が現われ、他の多くのものでは見られない。したがって、この場合の核分裂のしくみには染色体と極とを結ぶつむがた糸のはたらきが大きな役割をすると考えた人がある。そのほかに、縦にわれた染色体の間に特別な物質が現われて染色体を両方におし分けると考える人、細胞質の動きや表面張力の作用を考える人などいろいろある。

核分裂の後で二つの細胞に分かれるのは、植物ではできた二つの核の中間に特別な細胞質が現われ、そのはたらきで細胞膜ができることになるが、動物ではたんに細胞質のくびれによって分裂する。

3. 細胞を作っている物質

1. 原形質はコロイドになっている

動物でも植物でも、体のどの部分をとってみてもかならず細胞からできている。しかも、その形やはたらきは体の部位によって違い、これらが集まって体の各部分に特有な形やはたらきを現わすのである。生物が生活していることは、けっきょく細胞が生活していることであるともいえる。

それでは、細胞はどのような物質を基礎としてでき上っており、また、それがどのような状態にあるために生活現象を現わすことができるのであろうか。これは興味のあることではあるが、同時になかなかむずかしい問題でもある。

生活現象を現わす基礎的な物質を総称して原形質といいならわしている。細胞は、細胞質も核もほとんどすべて原形質からできているのである。しかし、植物細胞の外側にある細胞膜や、細胞質が含んでいるいろいろな結晶や脂肪・でんぷんなどは原形質の一部ではない。これらは原形質から作り出されたものである。

原形質を分析した結果によると、たんぱく質・脂肪・類脂質・炭水化物・無機塩類・水などからできていることがわかるが、これらのものを適当にまぜ合わせてもけっして原形質が得られるわけではない。それは、原形質を作っている一つ一つの物質がむずかしい構造をもっているというほかに、それらがきわめて微妙な状態でまじっているからである。

それでは、原形質はどのような状態にあるのだろうか。原形質の物理的な性状のなかで一ばん重要なことは、いつもコロイド状態にあることである。コロイド状態というのは、その物質がなんである

うと、直径0.1 μ mぐらいの微細な粒になっていて、なにかのなかに浮遊している状態である。コロイドはふつうの溶液と違って、微細な粒が浮遊しているものでありながら、けっしてその粒が沈積しないことが特徴である。それは粒がごくこまかいことによって起るのであるから、粒さえ小さければ、粘土を水にまぜてもコロイドは得られるし、金のような重金属からでも得られる。また、煙は空気中に浮いた炭素がコロイド状態になっているものとしてとり扱うことができる。

生物の体にとってもっとも重要な物質は脂肪とたんぱく質とである。脂肪を水にまぜてよくかきまわし、小さく分かれた油滴がふたたびくっついて大きな滴にもどらないような手段を講じさえすれば、たやすくコロイド状にすることができる。たんぱく質の場合では、分子そのものがすでに形が大きくて、1箇の分子がコロイドの粒の大きさをもっているために、完全な溶液がコロイド液である。牛乳やマヨネーズソースなどはこのような状態になっている。

ある種のコロイドは外的な条件にしたがって、あるときは流動性になり、あるときは固形に変る。たとえば、ゼラチンや寒天をとかしたものが、あたためれば流動性になり、冷やせばようかんのようにかたくなることはよく知られている。流動性の状態をゾルといい、かたまった状態をゲルという。ゾルとゲルとの轉換は熱によって起るばかりではない。5酸化バナジウムという薬品のコロイドを試験管に入れ、これを強く振ってすぐ試験管を傾けると流れ出るが、数分間そのままにしておくと倒してもこぼれない。これは機械的な衝撃によって状態が変化したのである。

原形質のコロイドでも、ゾルとゲルとの轉換はいたるところで見られる。一ばんに細胞の縁の方の原形質はゲル状になっていて、これを細胞の外肉という。ウニの卵では、未受精のときには外肉がほ

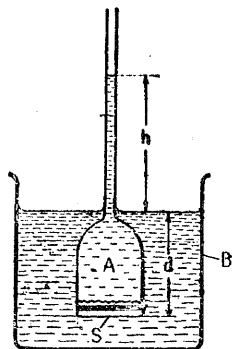
とんど認められないが、受精と同時に縁の方の原形質はゲルに変る。アメーバの場合はさらにいちじるしく、動いていく先端ではつねにゾル状の原形質がゲルに変わり、後端では反対にゲルがゾルになっている。したがって、アメーバが運動をしているかぎりゾル $\rightleftharpoons$ ゲルの轉換がつづいている(單元5参照)。

細胞分裂のときに核のなかに生じる染色体やつむがた体や、あるいは細胞質のなかに現われる星状体などはいずれもゾルがゲルに変わってできたものであり、分裂が終るとともにふたたびゾルにもどってしまう。そして、ひとたび細胞が死ぬと、原形質は凝固して不可逆的なゲル化が起る。すなわち、原形質は細胞が生きているかぎり可逆的にゾルとゲルとの間をいききしているのである。このことからみても、試験管のなかでとり扱われているふつうのコロイドにくらべてはるかに微妙な状態にあるといわなければならない。

2. 原形質膜の性質

原形質のさらに大きな特徴は原形質膜がもっている半透性である。半透性をもっている膜とは、一ばんに溶媒は通過させるが、溶質は通過させない膜のことである。細胞をしょ糖液につければ、その原形質膜は水の分子は通すがしょ糖の分子は通さない。細胞をこい糖液に入れると小さくなり、ごくうすい糖液に入れば反対にふくれるのは、前の場合には原形質膜を通して細胞内の水分が外に出たのであり、後の場合には水が細胞内にはいったのである。このときしょ糖が出入していないことは分析によって確かめることができる。以上の現象は、人工半透膜としょ糖液とを使って行った実験とまったく一致している。

第5図のつり鐘形のガラス器Aの底に、半透性の膜Sを張って、そのなかにしょ糖の溶液を入れる。別の容器Bに蒸りゅう水をみ



第5図 浸透圧

ガラス器Aの底に半透性の膜を張り、なかにしょ糖の溶液を入れる。これを蒸りゅう水を入れた器Bに入れて、AとBとの水準を等しくしておくと、Aのなかの液は管のなかを徐々に上る。いま上りきったときの高さhがわかれば、この糖液の浸透圧がわかる。

なかに入れて、その液の浸透圧が細胞のそれよりも高いときには、細胞は水をとられて小さくなる。いま、水に少しずつしょ糖を加えて濃さの違った液をいく種類か作り、そのおのにおに細胞を入れてみると、ある濃さのところでは細胞がふくらみもしぼみもしない。それは、この液が細胞の内容とちょうど等しい浸透圧をもっているからで、このような濃さの液を等張液と呼んでいる。

原形質膜の半透性はいろいろな生理条件のもとで変化する。ことに、養分をとり入れる場合には複雑な透過性の変化を示し、ある物質は透過させ、またある物質は透過させない。原形質膜のこの性質

たして、A全体をBのなかに入れ、Aの内部の糖液とBの水との水準を等しくしておく。すると、Aの液面は直立管のなかを徐々に上ってくるが、液が上りきった後のAとBとの水準の差hは、Aに入れたしょ糖の濃度に比例している。いいかえると、この状態では半透膜Sの外面上にかかる圧力は、

$$[\text{水の比重}(1)] \times [S \text{ の深さ}(d)]$$

であるが、その内面に動く圧力は

$$[\text{糖液の比重}(> 1)] \times (h + d)$$

であって、内部の圧の方がもちろん大きい。このとき、Aのなかに生じる余分の圧力を浸透圧という。

これと同じ原理で、細胞を水につけたときには、細胞は上の実験装置のAに相当しているから、水がなかにはいって細胞はふくらむ。反対に細胞をこの糖液の

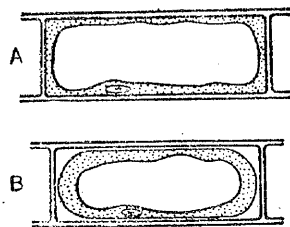
を選択的透過性という。しかし、短時間の実験では原形質膜は理想的な半透膜と考えられるから、しょ糖の分子やそれよりも大きいコロイドの粒子などを通過させないのはもちろんであるが、しょ糖の分子よりもはるかに小さい電解質のイオンさえ通さないのがふつうである。それで細胞の場合には、しょ糖のかわりに塩酸を使っても同じ結果が得られる。

リンゲル液はいろいろな塩類を適当にまぜてととした等張液である。ただし、リンゲル液は細胞と等張であるというだけで、細胞の内部にはリンゲル液の組成と同じ塩類があるというのではない。細胞のなかには脂肪・たんぱく質・糖類もあるし、また塩類もまじっている。ただそれらの物質の濃さの総和が、リンゲル液に含まれている塩類の濃さの総和に相当するという意味である。

海にすむ簡単な動物の細胞はたいいてい海水と同じ浸透圧になっているから、それらの動物にとっては海水そのものが等張液になっている。それならば、ま水にすむ動物の細胞はなぜ水を吸いこんでふくれ上り、ついには破裂しないのであろうか。ま水にすむ動物の細胞にはたえず水が流れこんでいるので、ここにすんでいる原生動物には収縮胞があつて水をたえずかい出している。おたまじゃくしのじん臓をとり去ると体がふくれ上ることから、この器官も同じ目的のためにはたらいっていることがわかる。これからまた、等張液のなかにすんでいる海産の原生動物や、われわれの組織の細胞に収縮胞のない理由も理解されよう。

3. 膨 圧

ふたたび浸透圧の実験にたちかえて、多少違った条件で考えてみよう。第5図のAの直立管のなかに糖液が上昇しようとするときに管の上部から圧を加えると、液の上昇をおさえることができる。



第6図 原形質分離

植物の細胞(A)を、塩類の濃い溶液のなかに入れると、細胞質がちぢんでBのように細胞膜から離れて小さくなる。この現象を原形質分離という。

植物の細胞にはセルロースの細胞膜があるが、この膜は死物であって、水や塩類を自由に通すことができる。いま、セルロースの膜をとり去って、そのなかみを水のなかに入れると、ふくらんで破裂してしまう。ところが実際の場合には、植物の細胞はセルロースの膜の箱のなかに閉じこめられていてその容積が一定しているから、ふくらんでもふくれることができない。その結果、細胞は自身の浸透圧と周囲のそれとの差だけの圧で、セルロースの箱を内からおすことになる。その状態はあたかも網の袋のなかで風船をふくらましたときのようなものである。その証拠には、セルロースの膜に穴をあけると、細胞のなかみはそうとうの勢いでふき出してしまふ。この力のおかげで、セルロースの箱は外からおしてもつぶれることなく、張りつめているわけである。この圧を膨圧という。

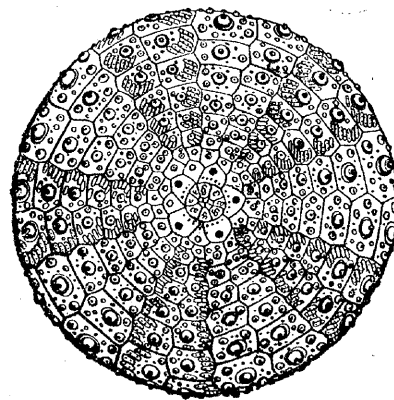
しかし、細胞がちぢむときにはセルロースの膜があってもなんの障害にもならないから、濃い液のなかではなかみだけが膜から離れて小さくなる。これが原形質分離である(第6図)。

4. 動物体のつくり

1. 体制

この広い世界にはじつにさまざまな動物がそのおの一定の形を保ちながら生きていて、種類が異なるにつれてその形もいろいろである。しかし、大きな眼で見れば、いろいろと違った動物の形の間に共通した規則が見られる。

海岸に打ち上げられたウミのからをひろって観察してみよう。白くさらされたからは、無数の石灰性の骨板からできていて、この骨板の並び方はけっしてでたらめではない(第7図)。小さな動物のこのような小さな部分の形にまで、ある法則が支配しているのである。



第7図 ウミのから

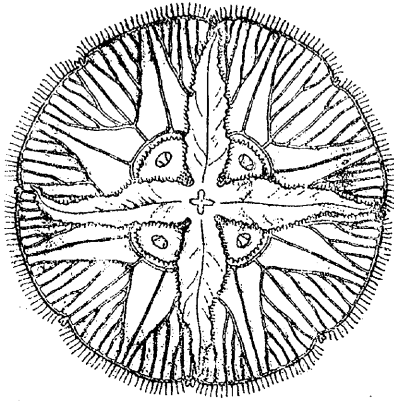
とげのとれたウミのからを見ると、たくさんの石灰性の骨板が規則正しくならんでいる。

同じようにしてクラゲを見ると、クラゲの体には中心を通過して体を同じ半分に分けるような、いくつかの面が見出される(第8図)。このような種類では、外形が規則正しいばかりでなく、内部のいろいろな器官の並び方もやはりだいたいそうになっている。ウミやクラゲの類の体は放散対称に近い形であるといえるのである。

第8図 放散対称

クラゲは、かさの中心を通るいくつかの面によって体を同じ半分に分けることができる。

しかし、他の多くの動物は、ミミズや人のように左右対称の構造をもっている。すなわち、体を正中面で二つに分けたときだけは左右の半がほぼ同じ形になるが、他の面



で切ってはそうはならない(第9図)。外形のそういう規則が、だいたい内部の器官の並び方にも及んでいることは、クラゲなどの放散対称の動物の場合と同様である。

ミミズの体を左右対称に分ける面はただ一つの正中面しかないが、その体は前後につづいて同じような構造をもったたくさんの節に分かれている。また、ミミズのような左右対称の動物では、対称面を

第9図 左右対称

人の体は、正中面で二つに分けたときだけ左右の半がほぼ同じ形になる。

中心にして体が左右に分かれ、またその面のなかには、背腹の方向と前後の方向とがきまっている。動物がもっているいろいろな器官はこれらの方向にしたがって配置が違っていることが多い。たとえば、多くの動物では前方が頭部になって、ここには消化管の入口である口があり、その附近に眼・鼻・耳などの感覚器官が排列している。また、後方は尾部になって、ここには消化管の末端であるこう門を開き、尾をつけている。

2. 器 官

動物はすべて外界のいろいろなでき事に反応しながら自己の生存をつづけ、また、その種族が絶えないようなしくみをもっている。このようにたえず外界に対して反応し、それにはたらきかけるために、動物の体はいろいろなはたらきをする多くの部分に分かれている。そして、それらがちょうど機械の部分のように分業的にはたっているのである。このような部分を器官と呼ぶ。

外界の変化を受けとるためには眼や耳のような感覚器官があり、その刺激を、筋肉やせんのような外界にはたらきかける部分に轉える神経がある。たいていの動物では、神経に脳と呼ばれる中枢があって、外界の刺激を一應整理してから筋肉などに傳えるようになっている。

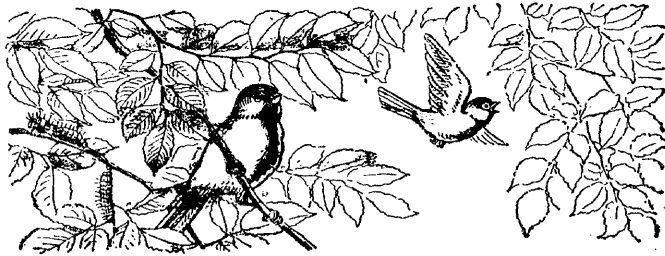
食物や異性に近づくためや、危険から逃れるためには、足やつばさやひれのような運動器官があり、食物を消化吸収するためには胃や腸のような消化器官がある。また、消化吸収された食物を体内へくまなく配るための循環器官として心臓や血管がある。循環器官は体内で生じた老廃物を、排出器官であるじん臓に運ぶ役目をするし、また、肺やえらのような呼吸器官からの酸素を体内に運び、炭酸ガスを呼吸器官へ運びかえす仕事もする。種族維持のためには

生殖器官がある。

このようないろいろな器官が一定の排列をとり、それらが複合体として一致してはたきながら、外界に対して一定の自律性を保っているありさまを、生物は一定の体制をもつという。

動物の体制にはいろいろな段階がある。器官にいろいろな種類が生じ、その分業がこまかく微妙になればなるほど、その動物の体制は高等になっているといい、たんに高等な動物とも呼ぶし、分化が進んでいるということもある。クラゲよりエビは高等であり、魚よりも人が高等だというのはこのような意味に使われている。

したがって、動物の体制が高等になればなるほど、その動物の外界に対する はたらき は複雑になり強くもなる。いいかえれば、その動物がもっている世界が広く大きくなっているといえる。同じ木の枝にとまっている1匹の毛虫と小鳥とでは、それをとりまく物理的な外界はまったく同一ではあるが、そのおのおののもつ世界にはひじょうな違いがある。毛虫の世界はそのまわりのごくわずかな木の幹や葉だけであろうが、鳥はおそらく何キロも遠い林や空をもその世界にもっているであろう(第10図)。



第10図 鳥と毛虫とがもつ世界の広さ

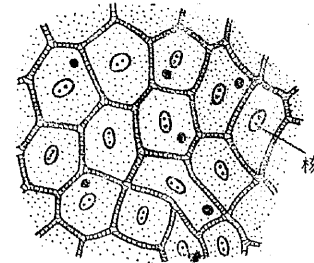
動物の体制が高等になるほど、その動物がもっている世界は広く大きくなる。同じ枝にとまっている小鳥と毛虫とで、その世界の広さをくらべてみよう。

これと反対に、分化が進んだためにかえって体の一部の はたらき が失われることがよくあり、ことに組織では分化が進めばかならずその機能が限定されてくる。そのために、ときによると、もっと下等な動物ではたやすく適應できるような環境の変化に対しても適應できなくなる場合も生じる。したがって、分化したことによって生物は利益を受けるけれども、また同時にそれだけの代償を拂うわけである。しかし、動物の体制が高等であっても、また下等であっても、動物の体制はそれがすんでいる外界によく適している。海にすむもの、陸にすむもの、また空を飛ぶものはそれぞれの生活環境によく適應している。

3. 動物の組織

カエルやイモリを 水おけ のなかで飼っておくと、ときどき脱皮をする。脱皮した皮の小片を顕微鏡で観察してみると、タイルを規則正しく一面に敷きつめたような模様が見える。一つ一つのタイルは細胞であり、また、その一つ一つには核がある(第11図)。生物

体はすべてこのような細胞からできていて、その活動も根本的には箇々の細胞が生きて活動しているからこそ行われるのである。しかし、多数の細胞がただ雑然と集まって器官を作っているのではない。同じような はたらき をもった細胞が規則正しくならんでまず組織というものを形作り、そのような組織の数種が集まって器官を作り



第11図 脱皮したカエルの上皮

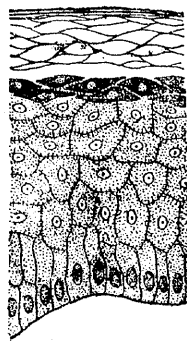
脱皮したカエルの かわ を顕微鏡でしらべてみよう。このような組織を上皮組織といい、体の表面や器官の内面などをおおっている。

上げている。

動物の組織を種類分けすると、上皮組織・結合組織・筋肉組織・神経組織および血液の細胞群などになる。このなかで結合組織は特別に分化していろいろな形をとる。軟骨はその例である。

4. 上皮組織

カエルの脱皮した部分は上皮と呼ばれる組織の一例である（第11図参照）。この組織の仕事は、多くの細胞がたがいにしっかりとくまなく包みあっていて、体の表面やいろいろな器官の内面などをくまなく包むことである。たとえば、体の表面にある皮膚の一ばん外側にあって体を外界からはっきりと境しているのが上皮の組織であり、体くうや消化管や気管や血管のような内部の器官の内面をおおっているのも上皮組織である。



第12図 人の皮膚の断面

人の皮膚の表皮の断面を示したものである。細胞の高さは表面に近づくほど低くなっている。

上皮組織を作っている細胞のならば方や、その形はじつにいろいろである。表面に鉛直な面で切ったときの切り口の形から見ると、ひらたい細胞、四角な細胞、背の高い柱状の細胞などがある。そしてまた、これらの細胞がただ1層にならんでいることや、このような細胞が組み合わさって石がきのようなあつい層を作っていることがある。

人の皮膚の表皮などはたくさんの細胞が層になっていて、表面にはひらたい細胞がならんでいるが、深くなるにつれて細胞の背が高くなり、一ばん深い底には背の高い柱状の細胞層がある（第12図）。この層の細胞が盛ん

に分裂して数をますと、ふえた新しい細胞が上の方へ送られ、表面に近くなるにつれて角質化し、やがて死んでいく。前に観察したカエルの脱皮した上皮というのは、じつはこのような細胞層なのである。

多くの細胞が重なって層を作っているような上皮は、一ばんには人やせきつい動物の皮膚だけに見られるもので、せきつい動物のほかの部分や無せきつい動物では細胞がただ1層になっているだけのことが多い。そして、このような1層の上皮には体の場所によって形やはたらきの違っているものがある。

ミミズの体はすべすべしていて、よく見るとその表面にはガラスのようなうすい膜がある。これは上皮の細胞が外側に向かって生じたクチクラである。クチクラにキチン質や石灰質の沈着が起ると、エビやカニで見るような、じょうぶなかたいこうらになる。このような場合には、この部分はもはや上皮の細胞とともに成長することができないので、動物は時をおいて周期的に脱皮して、こうらがまだ柔い間に成長する。

上皮にはまた、細胞ごとに繊毛をもっているものがある。カイのえらの表面や、カエルの口のなかの上皮をとって顕微鏡でしらべてみるとよい。繊毛の動きで水に流れができ、流れによってこまかなものが動くようすがよくわかる。

胃や腸のような管の内面を裏うちしているのは、背の高い柱状の細胞からできているあつい上皮である。胃や腸の上皮にはまた粘液を分泌する性質がある。分泌する性質をもっている細胞のことをせん細胞といい、汗せん・乳せん・だ液せん・胃せん・腸せんなどにその例が見られる。

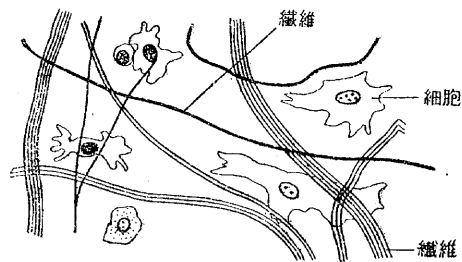
動物にはいろいろな種類のせんがある。イガイなどに見られる、他の物に附着するための糸の物質を分泌するせん、クモの糸せん

や 毒せん、ヤッシロガイなどにある硫酸を出す せん、ヤスデの青酸を出す せん などがこれに含まれる。

5. 結合組織

結合組織は体の内部の器官をとりまいたり、器官と器官との間にあるすき間をみたり、あるいは器官の内部にはいりこんでこれにかたさを興えたりする役目をもっている。また、体全体を支持するのもこの組織である。

結合組織では、上皮のように細胞が密にならぶことがない。基本の細胞はあるが、その細胞が にかわ質 のものや繊維性のものや、いろいろなものを分泌するので、むしろこのような物質の間に細胞がはいりこんだような形になっている(第13図)。結合組織にも、分泌された物質の性質によっていろいろな種類がある。筋肉と骨とを結合する けん や、軟骨や硬骨の組織は、この細胞間の物質がそれぞれ特殊な分化をしてできたものである。また、細胞のなかに脂肪が貯えられると脂肪組織となる。さらに、結合組織の細胞のなかに色素を含んだ



第13図 結合組織の一例

結合組織は、基本になる細胞があって、それが にかわ質 のものや繊維性のものなどを分泌しているために、このような物質の間に細胞がうずもれているようになっている。

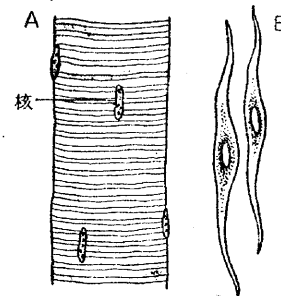
に色素を含んだ色素細胞のあることもある。

もし結合組織がなかったとしたら、動物の体には支えがなくて、外界のわずかな変化に対しても生命が危険にさらされてし

まうであろう。しかし、結合組織の役目はそれだけではない。この組織は体じゅうにいきわたっていて、そのなかをリンパ液が通っているから、すべての細胞の栄養にも関係している。また、傷ができたり、異物が体のなかに侵入したりすると、その場所に炎症が起るが、このようなときには結合組織は白血球とともに活動し、盛んに増殖して傷をなおしたり、異物をのぞいたりすることに役立つ。

6. 筋組織

カエルの ふともも の筋肉を切り出して、これを生理食塩水のなかにつけて、針の先でときほごしてから顕微鏡で見ると、繊維の1本1本が見える。これが筋繊維である。この筋繊維にはその軸に直角に明暗2種の しま がはっきりと見える。このような横紋のほか、多数のなま一層細い繊維が軸に平行に走っているように見える。また、ところどころに明かるいすき間があるが、これは筋繊維を作っている細胞の核がある場所である。



第14図 筋 繊 維

筋繊維には、その軸に直角に明暗2種の しま のある横紋筋繊維(A)と、このような しま をもたない平滑筋繊維とがある。

1) 生理食塩水は NaCl の水溶液であるが、その濃さは実験動物の種類によって一よりでない。たとえば、カエルなどに使うには 0.6~0.7% であるが、人には 0.9% とする。

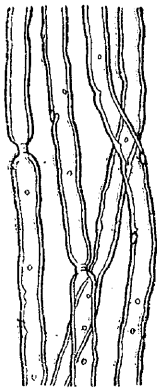
筋繊維の周囲をとりまいて結合組織の膜があり、このようなものが多数集まって1本の筋肉を作っているのであって、筋肉がもぢむことのできるのは筋細胞のなかの細い繊維の細胞質が収縮性をもっているためといわれている。

筋肉には、このような横紋筋と、横紋をもたない平滑筋との二つの種類がある(第14図)。われわれの体では骨格筋と、心臓を作っている心筋とは横紋があり、内臓にある筋肉には横紋がない。内臓筋である平滑筋は意志によってはたらかせることができないので不随意筋であり、横紋筋は心筋以外は意のままに動かすことができるので随意筋である。

平滑筋は横紋筋にくらべて、ゆっくり収縮する。したがって、動作の速い節足動物や、せきつい動物などの体には横紋筋が多く、動作の遅い軟体動物などの体には平滑筋が多い。しかし、ホタテガイや、カキのような貝類では、からをしめる閉かく筋には横紋筋が含まれている。

7. 神経組織

カエルの坐骨神経をとり出して、筋繊維を見たとさと同じように、これを生理食塩水のなかで細い針でときほごしてから顕微鏡で観察すると、透明なガラスのような繊維が何本も走っているのが見える。これが神経繊維である。神経繊維をよく見ると2層の膜があつて、内側のもの



第15図 生まで見た神経繊維

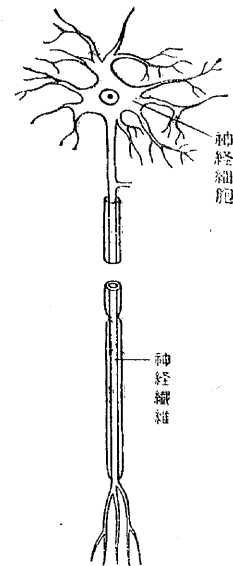
生までの神経繊維はガラスのよちにすぎとおつていて、内外2層の膜が見える。外側の膜には細胞の核が認められる。

のはところどころにくびれが見え、外側の膜には細胞の核が見える。神経はこのような繊維が多数集まってできている(第15図)。

動物体は外界の変化に対してたえず反應しながら、しかも自律的に生きていくものである。このような外界の変化が刺激と呼ばれ、神経組織のおもな役目は刺激に対する反應にあずかることである。そして、この仕事はけっきょく神経細胞のばたらきである。神経繊維は神経細胞が作った突起の一つが長くのびたものである。神経細胞から出ている突起には、このほかに短くて樹枝状のものもある。神経細胞とその突起の全体をニューロンといい、ニューロンがすべての神経活動の単位になるといえる(第16図)。

一ぱんに生物の体では、加えられた刺激を受け入れる場所がきまっていて、人や高等な動物ではこの部分がとくに分化

して眼・耳・鼻のような感覚器官になっている。いま、外界の刺激が感覚器官で受けとられると、それは内方に向かっている求心性ニューロンを傳ひ、さらに外方に向かっている遠心性ニューロンに傳えられて、やがて筋肉とかせんのような、なにかの仕事をする器官に達し、ここで反應が起る。求心性ニューロンと遠心性ニューロンとの間には、それらの間の連絡のばたらきをするいくつかの連絡ニューロンがあることもある。ニューロンとニューロンとが接す



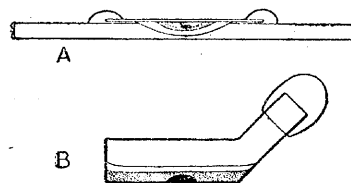
第16図 ニューロン

神経細胞と、それから出ている突起とをあわせてニューロンという。ニューロンはすべての神経活動の単位である。

るところをシナプスというが、シナプスには興奮が一方方向にしか傳わらないような しかけ がある。

一つの感覚器官で受けとられた刺激はただ一つの仕事をする器官にだけ伝えられるのではない。一つの感覚器官は、ふつういろいろな仕事をする器官と連絡されているから、感覚器官と仕事をする器官との組み合わせはどのようにも起り得るわけである。このようないろいろな組み合わせを調節的に行うところが中枢神経系であって、脳と せき髄 とがこれに属している。高等な動物では大脳が発達して、たんなる組み合わせの調節ばかりでなく、外界に対してどのような反應をすべきであるかを判断する。

血液の細胞群については別のところで述べることにする（單元6参照）。



第17図 組織培養の方法

図のAを おおいガラス法、Bをフラスコ法という。おおいガラス法では、けっしょうに発生の初期の はい の しぼりじる を加えたなかに組織の小片を入れる。フラスコ法では、けっしょう の上にさらにリンゲル液を入れる。いずれの場合でも、細菌がはいらないように特別な注意がしてある。

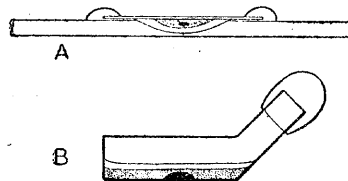
8. 組織培養

このようにいくつかの組織が、ある一定の規則に従って排列され、一つの器官を作っているのであるから、一つの組織だけをとりはずして、生きたままの状態でしらべることは困難である。しかし、培養基の上で組織の1片を培養してみると、上皮とか結合組織とかいような純粋な組織をながく培養することができると。ニワトリの はい からとった心筋がこのような方法で

るところをシナプスというが、シナプスには興奮が一方向にしか傳わらないようなしかけがある。

一つの感覚器官で受けとられた刺激はただ一つの仕事をする器官にだけ伝えられるのではない。一つの感覚器官は、ふつういろいろな仕事をする器官と連絡されているから、感覚器官と仕事をする器官との組み合わせはどのようにも起り得るわけである。このようないろいろな組み合わせを調節的に行うところが中枢神経系であって、脳と脊髄とがこれに属している。高等な動物では大脳が発達して、たんなる組み合わせの調節ばかりでなく、外界に対してどのような反応をすべきであるかを判断する。

血液の細胞群については別のところで述べることにする(單元6参照)。



第17図 組織培養の方法

図のAを おおいガラス法、Bをフラスコ法という。おおいガラス法では、けっしょうに発生の初期の はいの しぼりじる を加えた なかに組織の薄片を入れる。フラスコ法では、けっしょうの「」にさらにリンゲル液を入れる。いずれの場合でも、細菌がはいらないように特別な注意がしてある。

8. 組織培養

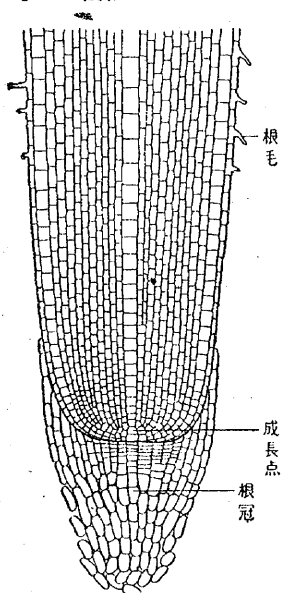
このようにいくつかの組織が、ある一定の規則に従って排列され、一つの器官を作っているのであるから、一つの組織だけをとりはずして、生きたままの状態でしらべることが困難である。しかし、培養基の上で組織の1片を培養してみると、上皮とか結合組織とかいような純粋な組織をながく培養することができ。ニワトリの はい からとった心筋がこのような方法で

培養されて、何十年もの間その性状を保ちながら増殖した例がある。組織培養は生きたままの組織をしらべるための有効な方法である(第17図および表紙裏の写真参照)。

5. 植物体のつくり

1. 植物の体制と器官

植物でも野原や山にあるもの、川や海辺にあるもの、また水中にあるものなど、生えている場所に應じてものの違った形をとっている。ことに水中にあるものは体制が比較的簡単であるが、陸上のものは複雑で形も雑多である。しかしそれでも、動物の場合と同じ



第18図 根の構造

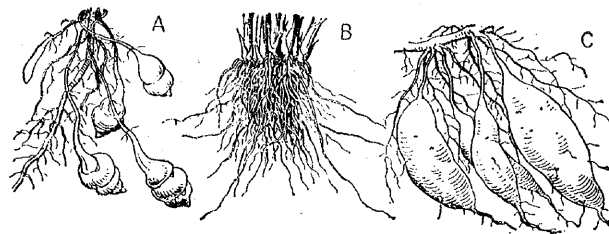
根を縦に切って見ると、根冠・成長点・根毛などの構造がよくわかる。

ように、大きな眼で見ると、その間を支配している一定の規則があってけっして統一のないものではない。すなわち、植物体には根・莖・葉・花などの別があって、それらが一定の排列もっている。

2. 根

マメやネギを発芽させて、その根をしらべてみよう。根は地のなかにはいってそこから養分を吸収し、地上にある体を支えるのが役目である。根がたえずのびていくのはその先端に成長点という特別な細胞があって、そこで盛んに新しい細胞を作り出しているからである。このたいせつな成長点を保護するために根冠という組織がかぶさっている。成長点のやや上から根毛が生えている。根毛は寿命の短いもので、

— 240 —



第19図 いろいろな形の根

根の形にはふつうの棒状のほかいろいろある。図の A はチョロギの根でじゅず状をし、Bはムギのひげのような根、Cはサツマイモの塊状の根である。

根がのびるのにしたがって新しいのができ、古いのがしなびていく(第18図)。これは根を固着させたり、吸収のはたらきを高めたりするのに重要なことである。

根はふつうでははいにある幼根から発達するが、コスモスの莖が倒れたときにそこから根が出たり、カボチャの葉の柄のつけ根から出たりするように、ときには莖のふつうとは違った部分から出るし、極端なときには葉からも出ることがある。このような根は、出る場所がふつうではないので不定根と呼ばれている。

根の形はたいいてい棒のようであるが、じゅず状のもの、ひげ状のもの、塊状のものなどもある(第19図)。ニンジン・ダイコン・サツマイモのように養分を貯えて大きくなった貯蔵根や、タコノキやフウランにあるように、空気中にさがって氣根となるような変った根もある。

3. 莖

根によって地中から吸収されたり、葉によって作り上げられたりした養分を体のなかに配ることや、葉を支えて日光をよく当てたり、花をつけて支えたりすることなどが、莖の受けもつおもな役目であ

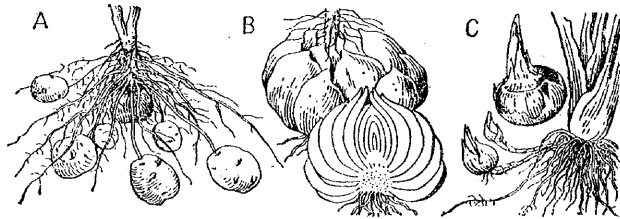
— 241 —

る。ふつうには地上に直立しているが、ときには地面をはったり、他の木の幹や岩石の面をよじのぼったり、他のものに巻きついたりするものもある。

茎にも先端に成長点があるが、成長の方向は根とは違っている。ここには根にある根冠に相当するものはないが、葉やその変ったもので保護されている。これが芽である。芽にも種類があって、頂端に出る さき芽、葉のつけ根に出る わき芽、ところをきめずに出る不定芽などがそれである。葉が茎についているところが節であるが、このようなものは根にはない。芽はのびていくから節と節との間はふつうはそうとうへだたっているが、ときに葉が成長しても茎がそれに伴ってのびないために、できた葉が重なって一見芽のように見えることがイチョウなどで認められる。このようなものを短枝といい、マツでは 2~5 枚の葉が短枝から出ている。短枝に対してふつうにのびている枝のことを長枝といっている。

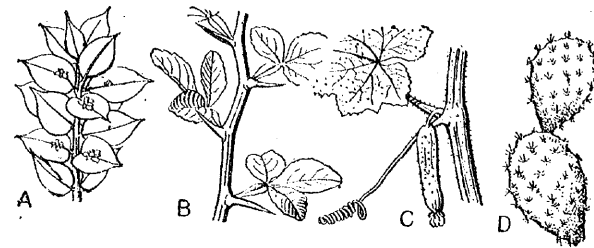
タケやイネ・ムギなどでは節と節との間の部分が盛んにのびることがある。

われわれはふつう草と木とを区別しているが、その区別を明りょうにすることはむずかしい。しかし、草は冬になると地上部が枯れ



第20図 地下茎のいろいろ

地下茎には根と区別のつきにくいものが少なくない。図のAはジャガイモの根茎、Bはユリのりん茎、Cはクワイの塊茎で、いずれも地下茎である。



第21図 変った形の茎

根と同じように茎にもふつうと違ったものがある。図のAはナギイカダ、Bはカラタチ、Cはキュウリ、Dはサボテンである。これらについて、どれが茎であるかを見分けてみよう。

てしまうが、木にはこのようなことがない。草には地上部が枯れても根または地下茎が地中にうずもれたまま越冬するものがあり、こういうのを多年生草本という。この地下茎には根茎・りん茎・塊茎などがある(第20図)。多年生でない草には、その年のうちに枯れてしまうか一度越冬するかによって一年生・二年生の別をつけている。しかし、二年生のものでも春早く種子を地におろすと一年生になってしまうものがある。

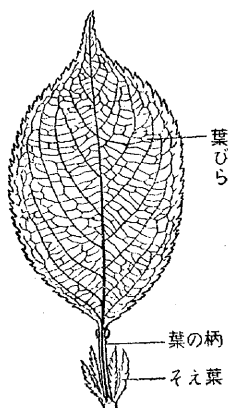
木は地上部が全部枯れてしまうことはないが、秋になって葉を落す落葉樹といつも緑葉をつけているときわ木とがある。暖かい地方にはときわ木が多く、比較的寒い地方には落葉樹がある。木には、たけの高くのびるきょう木と、一株から多くの枝が出て、たけもあまり高くないかん木との別がある。

根と同じように茎にもふつうと変ったものがある。ナギイカダ・カニサボテンのように形もはたらきも葉のようになったもの、カラタチやザクロのように針のようになったもの、ブドウやキュウリのように巻きひげになっているものなどがある(第21図)。

4. 葉

葉は莖の節から出るもので根から直接に出ることはない。葉が莖についているようすはかなり規則正しくて、この順序を葉ならびといっている。これには互生・対生・輪生などがあるが、どの場合でも葉のはたらきが十分に行われるように、たがいに重なり合うことを避けるように排列されている。いろいろの植物について実際にしらべてみるとよい。

葉にもいろいろな種類があるが、ふつうの葉は緑色であって葉びら・葉の柄・そえ葉の三つの部分をもっている(第22図)。葉びらは葉の本体となる部分でその大部分を占め、多くのすじがある。葉の柄は葉びらと莖とをつなぐ棒のような部分で、そのつけ根には平たくて小形の葉びらのようなものがついていることがある。こ

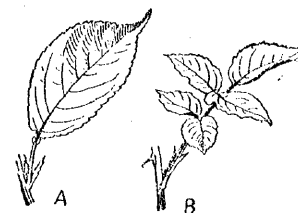


第22図 葉

葉にもいろいろあるが、多くは葉びら・葉の柄・そえ葉の三つから成っている。

れがそえ葉である。しかし、葉によってはこのうち一つあるいは二つを欠いているものもある。一ばんに莖の上の方についているものほど柄は短く、下のものほど長くなっていて、葉ならびのぐあいが不利益なものでも葉びらが日光を受けるのにつごうよくなっている。この例はヤツデやほかのかつ葉樹でよく見るところである。そえ葉は種類によってはなかったり、できて早く落ちてしまつて眼につかなかつたりするものである。しかし、ソラマメのそえ葉のようによく発達していて蜜せんをそなえているものや、モクレンのように葉全体を保護するようになっているものもある。葉の

柄・そえ葉の区別がなく、て莖を保護しているものにタケやイネ・ムギなどの葉ざやがある。日常生活に利用される竹の皮はこれである。



第23図 単葉と複葉

葉びらが1枚でなくて数枚に分かれているのを複葉(B)といい、簡単な単葉(A)と区別する。

葉びらの形がいしうすく、ひらたいのは、日光をよく受けるのにつごうがよい。葉でできた養分を莖の方に送ったり、

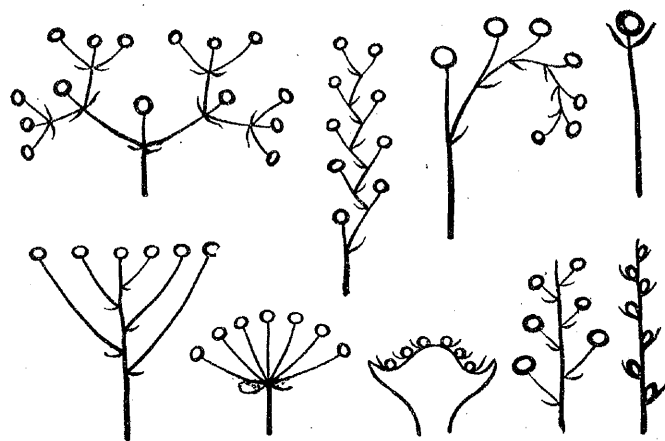
根からの水分や養分が送りこまれたりするのは葉びらにあるすじによっている。葉のすじのならび方には平行しているものと、網状になっているものがある。また、葉びらが1枚でなくて数枚に分かれていたり、これがさらに小さく分かれたりしているものを複葉といって、簡単な単葉と区別している(第23図)。

葉はときに形を変えてつるになったり、針になったり、水を貯える多肉葉となつたり、りん片や捕虫葉となつたりすることがある。花びらやがく、おしべやめしべもすべて葉の変つたものとみることができる。

5. 花

花が莖についているつき方を花ならびという。これには花がいづつでもつくことができるようにならんでいる場合もあり、花のつき方に限りのある場合もある(第24図)。

一つ一つの花にもいろいろな形式のものがあつて、そのようすは植物を分類する上に重要な目やすとなっている。もっともふつうな

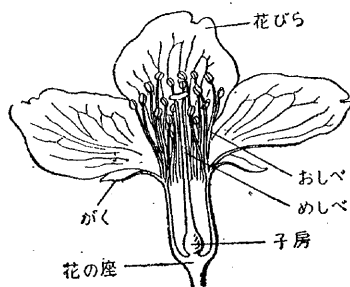


第24図 花ならび

花ならびには下段の図のように、花がいくつでもつくことができるようにならんでい
る場合と、上段の図のように限りのある場合とがある。

花では がつ・花びら・おしべ・めしべ があり、これらが花の座の上
にのっている (第25図)。

おしべ と めしべ とは種子を作るのに主要な部分であるから、こ
れのないものはないが、保護の器官である がつ や 花びらはしば
しばぶかれていることがある。花びら全体を総称して花冠という。



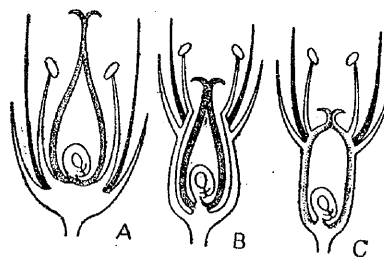
双子葉植物では、サクラやハ
スなどの花のように 花びら
が1枚ずつ離れているものを
離弁花といい、アサガオ・ツ
ツジなどの花のように 花び

第25図 花の構造

花では がつ・花びら・おしべ・め
しべが花の座の上のっている。

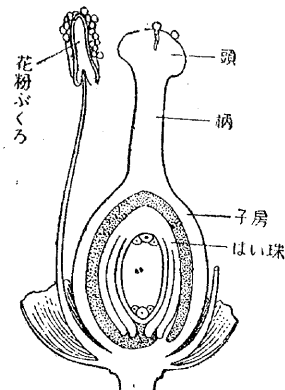
らがくっついているものを合弁花と
いう。

おしべ は花粉を含んでいる 花粉
ぶくろ と柄の部分とからなっており、めしべは頭と柄とそれにはい
珠を包んでいる子房との3部からな
っている。子房は熟して実となり、
はい珠 は種子となるのであるから、
はい珠 が一つのもものでは種子が一
つ、はい珠 が多いものでは多くの種
子ができる。子房の 花びら や がつ
に対する位置によって、子房の方
が上にあるものを子房上位、中位の
ものを子房中位、下にあるものを子
房下位という。そのほか、子房の室
数、はい珠が子房のなかにあるようすも種類によって特徴がある。



第27図 子房の位置

子房の 花びら や がつ に対する位置によって
子房上位 (A)、子房中位 (B)、子房下位 (C)
に分けられる。



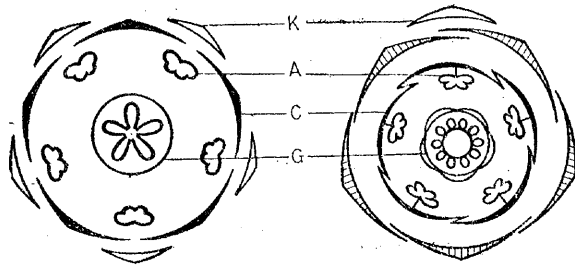
第26図 おしべとめしべ

おしべ も めしべ もいろいろな部
分から成りたっている。とくに、めし
べの根もとの子房は、将来種子となる
はい珠を包んでいる。

裸子植物では はい珠 が子房のなかに包まれていないで裸出してい

るが、被子植物では子房の
なかに包まれている。

おしべ と めしべ とは
ときとして同じ花になく、
別々の花に分かれているこ
とがある。おしべ のある方
が雄花、めしべ のある方が
雌花である。また、雌花と
雄花とが同じ株に生じるも
のと、別の株に生じるもの



第28図 花 式 図

花のいろいろな部分の配置を図に表わしたものを花式図と呼び、これを一定の記号で表わしたものを花式という。図の左はウツ、右はサクラソウの花式図である。ウツの花式は $K_5 C_5 A_5 \bar{G}_5$ となる。Kはがく、Cは花冠、Aはおしべ、Gはめしべである。数字はそれぞれのものの数で、 $\bar{G}$ は子房下位であることを示す。

とがあるが、前者を雌雄同株といい、マツ・ウリ類などがそれであり、後者を雌雄異株といい、イチ・ウ・アオキ・スイバ・アサなどがこれに属している。

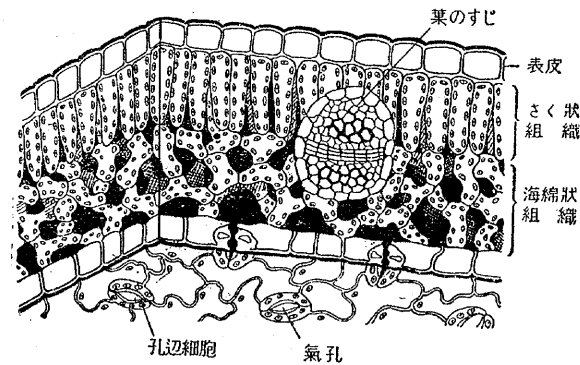
6. 表皮系

植物の組織をその細胞が現わしている外形をもとにして種類分けすると、表皮系・基本組織系および管束系の三つにすることができる。

表皮系は植物の体の表面をおおっている細胞の集まりで、ふつうは1層であるが、ときに2層以上になっていることがある。オモトやユリなどの葉の表皮をはがして さく酸カーミン で染めてみたり、ツバキ・ヤツデ・サザンカ・アオキ・カキなどの葉を切って表皮細胞のならび方を側面から見たりするとよい。その細胞には、動物の細胞と違って外側に細胞膜があり、その細胞膜は外界に接する方が特別に厚くなっている（第29図）。

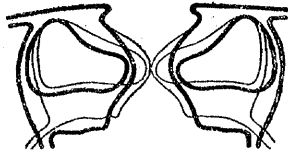
植物の細胞膜はしゅとしてセルロースからできているから、表皮の場合も細胞膜のおもな つくり はセルロースであるが、そのほかにキチン質も含まれていてかたいクチクラになっていることがある。ときに、トクサのように けい質 を含んでいたり、サンゴモのようにカルシウムを含んでいたりすることもある。また、樹木の材部を作っている細胞のように、細胞膜のなかにリグニンを含んでいてかたくなり、いわゆる木化を起していることもある。また、ズベリンを含んだ細胞膜をもった細胞が集まってコルク層を作ることもある。表皮細胞の下部にコルク層ができて表皮がこわされ、コルク層が表皮のかわりをしていることもある。ある場合には細胞膜の表面にろう質 が分泌されていることもあって、タケの茎の表面の白いのなどがそれである。

表皮細胞はときにその形が変って特別な はたらき をするようになることがある。毛や気孔などがその例である。いろいろな植物の



第29図 葉 の 断 面

ツバキ・ヤツデ・サザンカ・アオキ・カキなどの葉を切って、切り口を側面から見ると、表皮系や基本組織系のいろいろな組織が見られる。



第30図 側面から見た孔辺細胞

孔辺細胞を横から見ると、外側と内側とに向かった細胞膜は厚い。孔辺細胞が水分を含んでふくらむと気孔が大きくなり、反対の場合には気孔が閉じる。

表皮をはがしてここにできている毛の形を見ると、毛には一つの細胞からできているもの、いくつもの細胞からできているもの、細胞膜にけい質を含んでいてかたいもの、他の生物に有害な物質を含んでいるもの、分泌の役目をするものなどいろいろある。いわゆる綿の繊維はワタの種子の表皮細胞

がながくのびたものであるし、根毛は根の表皮細胞のあるものがながくのびてできたものである。また、いろいろな植物の葉の裏側の表皮をはがしてみると気孔が見える。気孔を側面から見るには葉を横切りにした切片を作るとよい(第30図)。気孔は2箇の特別なつくりをもった細胞がその間にすき間を作っているものであって、この2箇の細胞を孔辺細胞と呼んでいる。この細胞のはたらきによって、ここを通して出入する水分が調節される。また、ガス体も気孔を通して植物体に入出入する(單元6参照)。

第30図は孔辺細胞を横から見たところで、これらの細胞では外側および内側に向かった細胞膜が厚い。体のなかに水分が多いときは孔辺細胞はふくらみ、そのときうすい側面の細胞膜がのびて気孔の孔を大きくし、水分の発散につごうよくなる。体のなかに水分が少なくなると孔辺細胞はしおれて側面にのび、孔を閉じるので水分は多くは外に出ないようになる。表皮細胞には葉緑体のないことが多いが、孔辺細胞は葉緑体を含んでいる。

7. 基本組織系

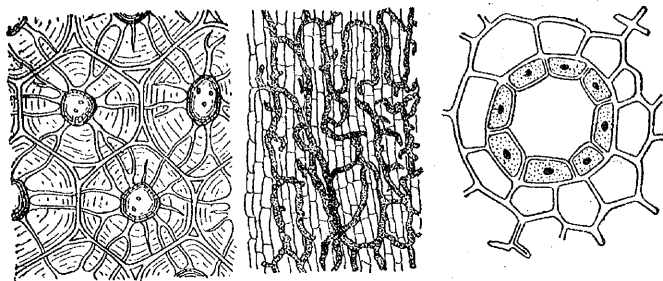
表皮系および管束系をのぞいた他のすべての部分の組織を基本組織系と呼ぶ。基本組織の細胞は、その形や大きさ、細胞の含むものやそのようすによって、さらにいろいろな組織に分けられ、細胞膜のうすい、柔組織と呼ぶふつうの細胞から成るもの、水分や養分を貯えているもの、細胞膜がひじょうに厚くなっているものなど、いろいろの場合がある。米やトウモロコシの粒、サツマイモなどのいもを切って切片とし、そのなかの細胞のようすを見ると、これらはいずれも養分を貯えるための組織であることがわかる。

いろいろな植物の葉を横切りにして切片を作り、顕微鏡で見ると上面の表皮の下には細長い細胞が横にならんでおり、それがたくさん葉緑体を含んでいる。この部分の組織をさく状組織と呼ぶ。この下には、不規則な形でその間にすき間の多い細胞の集まりが見られるが、この部分の細胞も多く葉緑体を含んでいて、この組織は海綿状組織と呼ばれている(第29図参照)。

この二つの部分が光合成のはたらきをしゅとして営んでいる部分で、また葉のすじが枝分かれして通っているところでもある。

基本組織の細胞は、そのなかにしゅう酸カルシウムの結晶、タンニン・けい酸・油脂・粘液など、いろいろな物質を含んでいることがある。ホウレンソウやサツマイモの葉の一部をとり、またペゴニアの茎などの縦の切片をしらべてみると、しゅう酸カルシウムの結晶が含まれているのが見えるし、カキの実の切片をアルコールに入れておいてからとり出してみると、タンニン細胞が見られる。

タンポポの根をアルコールづけにして切片を作ってみると、乳液を含んでいる枝分かれした管を見ることができる。これも基本組織の細胞が乳液を含むようになって、しだいに連絡したものである。また、マツの葉などを輪切りの切片にして見ると、樹脂の通るための道が見えるし、水生植物では細胞間のすき間がたがいに連絡して



第31図 いろいろな物質を含んだ基本組織系の細胞

基本組織系の細胞は、そのなかにいろいろな物質を含んでいることがある。上の図はその例で、左はナシの石細胞、中はタンポポの根を縦切りにして見た乳液の管、右はマツの葉などにある樹脂の通る道である。

網状になって、空気の通る道となっていることもある。また、ナシの実のなかにある石細胞はひじょうに厚い細胞膜をもった細胞の集まりである（第31図）。

8. 管束系

管束は木部と ふるい管部 とから成っている。木部には導管・仮導管・木部繊維・木部柔組織などがある。

導管は細長く、上下の細胞膜がないか、あるいは孔があいている細胞で、上下にならんで水液の通路となっている。導管の側面の細胞膜は木化していることが多く、また、この膜の一部が厚くなってこれに らせん状、階段状、網状その他の模様があり、また孔紋と呼ばれる孔があいていて左右の連絡を行っている。

仮導管はやはり細長くて上下にとがっているか、あるいは筒状をしているが、先端部分に孔があいていない。側面の細胞膜には導管と同じような模様があり、また、有縁孔紋と呼ぶ二重の つくり をもった孔をもっている。導管も仮導管も死んだ細胞である。

導管は被子植物の木部の主要成分で、ワラビ・マオウのような例外はあっても裸子植物や した植物 には見られない。そして仮導管がこれらの植物の木部の主要成分になっている。

木部の細胞で生きているのは木部柔組織だけで、木部繊維も細胞膜の厚い、両端のとがった死細胞である。

ふるい管部には、ふるい管部繊維、ふるい管部柔組織および伴細胞がある。

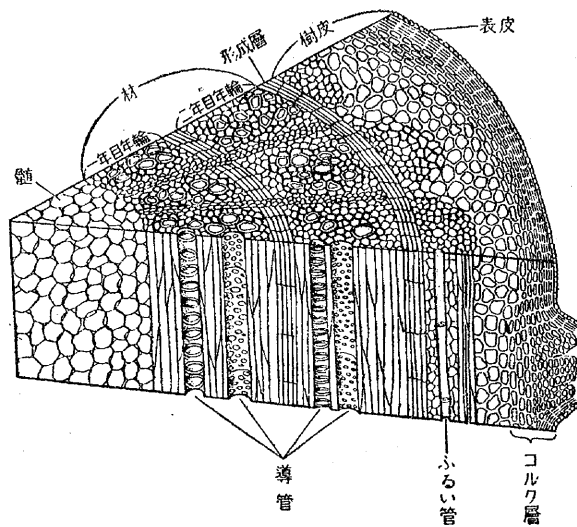
ふるい管は細長く、上下両端の細胞膜には多くの孔があいていてふるい のようになり、また側面にもこのような孔をもっているものがある。これは溶液の通路となる部分で、生きた細胞である。伴細胞もまた生細胞であって ふるい管 を包んでいる。

いろいろな植物の茎を縦切りの切片にしてみても、管束のならび方や、管束を作り上げているいろいろな部分をしらべてみるとよい。管束はときに内皮と呼ぶ1層の細胞層で包まれていることがある。内皮よりなかの部分を中心柱と呼ぶことがあり、これにいろいろな型がある。

木部と ふるい管部 との間には、つねに分裂していて、内部には木部の細胞を、外部には ふるい管部 の細胞を作っていく組織がある。これを形成層という。

管束が筒状になっている場合は、中心部の髄の部分と外部の皮層の部分とは射出髄と呼ぶ柔組織細胞によって連絡されている。

形成層の分裂によって、春から夏にかけては細胞膜のうすい大形の細胞が作られ、導管の数も多いが、秋に作られる細胞は小形で細胞膜も厚い。したがって、春から夏にかけてできた材の質はあらく、秋にできた材はちみつであるから、これらを春材とか秋材とか呼んでいる。このように粗密の部分が年に1回ずつくり返されるので、そのためいわゆる年輪ができる。



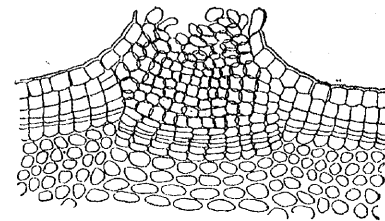
第32図 幹の断面

幹を縦や横にたち切って、その切り口を顕微鏡でしらべると、管束系その他の構造がよくわかる。

形成層からなかの部分を材といい、形成層のそとの部分を樹皮といっている。

茎や根が形成層のはたらきで、しだいに太くなっていくとき、多くの植物では表皮の下で皮層の細胞がふたたび分裂をはじめ、表皮の下に新しい組織を作り、しかも、それらの細胞の細胞膜にはズベリンを含んでいてコルク層となることがある。コルク層の細胞はすぐに死んでしまい、水分も養分も表皮にはいけなくなり、表皮細胞は死んでしまう。樹の幹が年をとると緑色でなくなるのはこのためである。コルクガシではとくにコルク層が発達していて、コルクとして利用されている。コルク層ができると、もと表皮にあった

気孔のかわりになるものができる。これが皮目である。そのでき方は木の種類によって特徴があり、いわゆる木はだの違いが生じる。



第33図 皮目の断面

コルク層ができると、表皮にあった気孔のかわりに皮目ができる。そのでき方は木の種類によって違い、いわゆる木はだの違いができる。

多細胞の植物では、その植物体がごく若い時分には、どの部分も一ように細胞分裂を行うが、植物が成長していくうちに、細胞分裂を行う部分は特別なところに限られてくる。すなわち、植物体には、細胞分裂をくり返して数を増していくことのできる分裂組織と、すでに分裂のはたらきを失った細胞からできている永存組織との二つがある。ときとして、永存組織がなにかの原因で若がり、ふたたび細胞分裂のはたらきをもつようになることがある。

分裂組織ではまれであるが、永存組織では多くの場合細胞と細胞との間にすき間がある。これを細胞間げきという。このすき間は、最初細胞どうしが接していたところで細胞膜が離れたためにできることもあるし、細胞自身がこわれてできることもある。細胞間げきの大きさや形にはいろいろあるが、どの場合でもそのなかに空気を含み、たがいに連絡している。イネ・ムギなどの、茎の中央の大きなすき間はこの例である。細胞間げきは外界に通じて、動物の呼吸器のような役目をつとめることもあるし、ときに、粘膜・樹脂・油・ゴムその他の物質を含むこともある。

1270 (46-2-1)

文部省著作教科書

APPROVED BY MINISTRY OF EDUCATION (DATE MAR. 28, 1950)

高等学校用 生物 教科書

生物の科学

I

昭和25年4月26日 翻刻印刷
昭和25年4月30日 翻刻発行 定価 32 円
〔昭和25年4月30日 文部省検査済〕

著 者 文 部 省

東京都中央区銀座一丁目五番地

発行者 大日本図書株式会社

代表者 佐久間長吉郎

東京都新宿区市谷加賀町一丁目十二番地

印刷者 大日本印刷株式会社

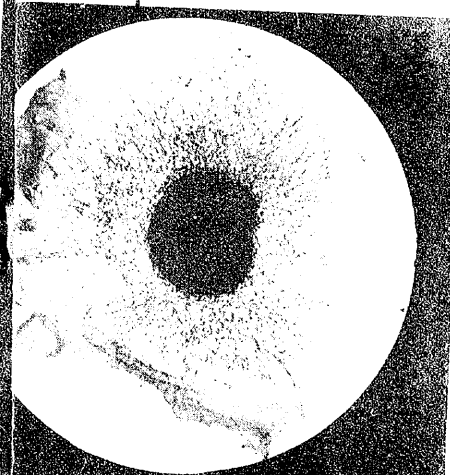
代表者 佐久間長吉郎

東京都中央区銀座一丁目五番地

発行所 大日本図書株式会社

高理 1006

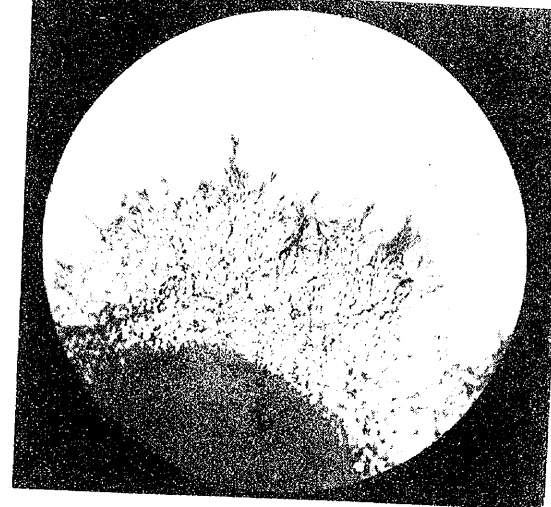
● 培養した組織

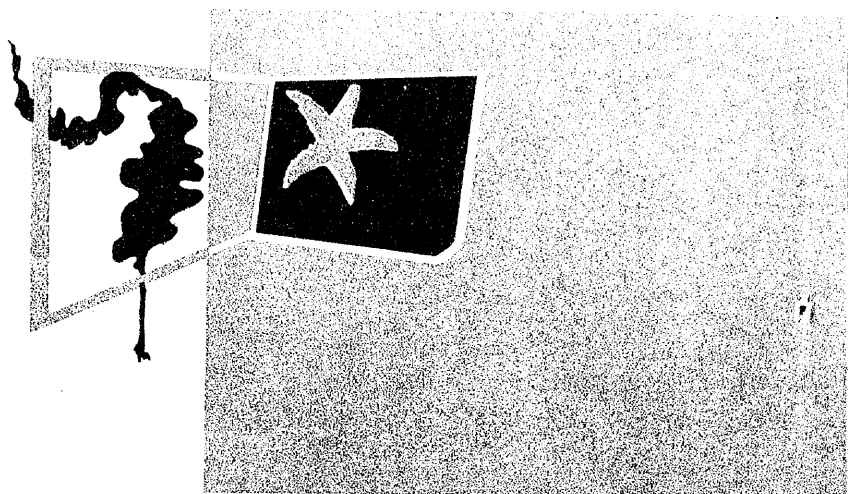


ニワトリの はい の心臓の
部を切り出して、これを培養基
で培養したところである。写真
の上はその全体の様子、下は
一部を拡大したところ。

（本文 238 ページ参照）

藤井 隆による





大日本図書株式会社発行