

世界科学大事典

Encyclopedia of Science and Technology
McGraw-Hill Kodansha

2

ウツ-カカオ

N 61/007



Encyclopedia of Science and Technology

McGraw-Hill·Kodansha

世界科学大事典

講談社

2

Encyclopedia of Science and Technology

世界科学大事典

発行 昭和52年 3 月20日 第1刷発行
昭和54年11月27日 第3刷発行
編集 講談社出版研究所
発行者 野間省一
発行所 株式会社講談社
所在地 東京都文京区音羽2-12-21 電話東京(03)945-1111(大代表)
郵便番号 112
振替 東京8-3930
製版・印刷 凸版印刷株式会社
製本 牧製本印刷株式会社
用紙 三菱製紙株式会社
表紙 東洋クロス株式会社

N. D. C. 403 494p. 31×22cm
©KODANSHA 1977 Printed in Japan
落丁本、乱丁本はおとりかえいたします。
3540-439521-2253 (0)

世界科学大事典

2

ウツ-カカオ

McGRAW-HILL ENCYCLOPEDIA OF SCIENCE AND TECHNOLOGY Copyright©1971,
McGRAW-HILL YEARBOOK OF SCIENCE AND TECHNOLOGY Copyright©1971,
McGRAW-HILL YEARBOOK OF SCIENCE AND TECHNOLOGY Copyright©1972,
by McGraw-Hill Book Company Inc.

Japanese translation rights arranged through Charles E. Tuttle Co., Inc., Tokyo.

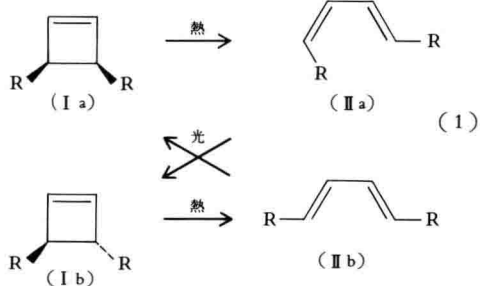
ウッ

ウッドワード-ホフマン則～運用術

ウッドワード-ホフマン則 —そく

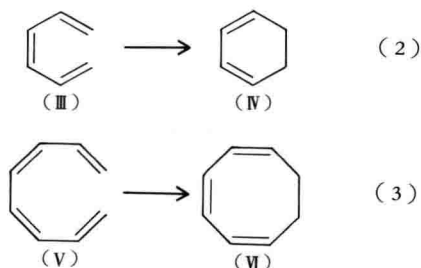
[Woodward-Hoffmann rule] ある種の有機化学反応に見られる立体化学を予言、または説明する1つの概念である。軌道対称性の保存(則)とも記され、開発者のウッドワード(R. B. Woodward)、ホフマン(R. Hoffmann)にちなんで命名された。この法則が適用される反応は、周辺環状反応と呼ばれるものである。この種の反応は協奏反応(反応系と生成系の間に明確な中間体が存在しない、1段階反応)的な性格を有し、遷移状態における分子の反応に関与する原子は環状でなければならない。多くの周辺環状反応は次の3種のいずれかである。

電子環状反応 この種の反応は、 n 個の π 電子を含む鎖状 π 系と、鎖状分子の末端が結合し合って生成する($n-2$)個の π 電子を含む環状分子との相互変換反応である。この例としては式(1)に、熱によるシクロブテンの開環でブタジエンが生成する反応を示した。



この反応は立体選択的である。つまり(Ia)(ここでRはシス)からは(IIb)が生成せず、(IIa)のみが生成する。逆にシクロブテン(Ib)からは(IIb)を生じ、(IIa)は得られない。この様式の反応はコンローテイトリイ(conrotatory)といわれ、反応種が生成物に至る間に、置換基Rは共に同方向に回転する。紫外線を照射した場合、ブタジエンが環化しシクロブテンが生成する。この反応では(IIa)から(Ib)が生成し、(IIb)からは(Ia)が生じ、ディスローテイトリイ(disrotatory)である。同様な立体選択性は、式(2)、(3)に示した置換ヘキサトリエン(Ⅲ)やオクタテトラエン(V)からのおおのシクロヘキサジエン(Ⅳ)、シクロオクタトリエン(Ⅵ)が生成する反応においてもみられる。

この規則が成立することを理解するには、



反応の際に寄与の大きい分子軌道の性質、特に対称性についての知識が必要である。ブタジエン、シクロブテンの被占軌道をFig. 1, 2に示した。軌道の符号(+, -)は立体的に見た波動関数の相を示している。→分子軌道関数法理論

Fig. 1において軌道にSまたはAの符号が記されているが、これらは分子面内の軸を中心に 180° 回転させたものの対称性を示している。この対称要素はコンローテイトリイ環化においては保存される。同様にFig. 2には同じ軌道が示されているが、その対称性は分子を2分する形で、分子の平面に垂直な鏡面に対するものである。ディスローテイトリイ環化ではこの対称要素が保存される。コンローテイトリイ型の環化反応の場合、ブタジエンとシクロブテンは共に対称な被占軌道を同数(おのおの1個ずつ)有している。ということは、この反応が進行することを意味しており、これを対称許容という。ディスローテイトリイ型の環化反応の場合、シクロブテンには対称な被占軌道が2個存在するが、ブタジエンでは1個である。この場合、軌道対称性は保存されず、反応は対称禁制なものといわれる。 n 個の π 電子を有するポ

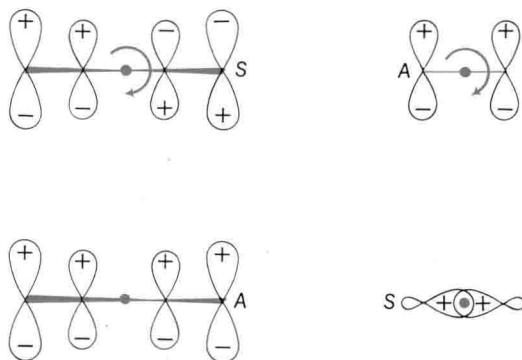


Fig. 1 コンローテイトリイ環化(軸対称)

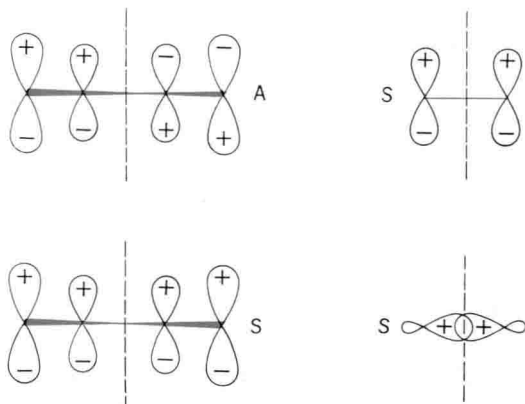
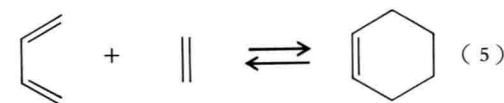
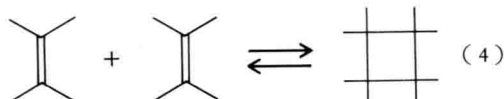


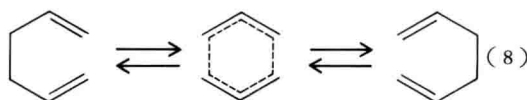
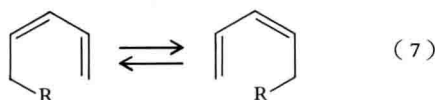
Fig. 2 ディスローテイトリイ環化(面対称)

リエンの電子環状反応の一般則は表に示した。ここで q は整数である。

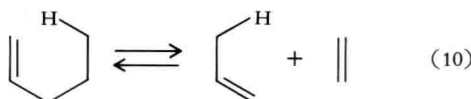
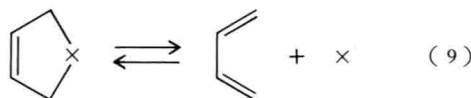
環化付加反応 この種の周辺環状反応の単純な例は、2 個の不飽和分子が末端の 4 個の π 電子によって環状分子を生成する反応で、反応(4)、(5)がその例である。反応は協奏反応で、実験的に知られる立体化学はこの規則により正確に予言することができる。2 個以上の不飽和分子の環化付加は、 π 電子の数の和が $4q+2$ 個 ($q>0$) の場合に容易に進行する。 $4q$ 個 ($q>0$) の π 電子を含む系の環化付加も対称許容であるが、この系での遷移状態を立体化学的に見ると、通常はひずみが極めて大きい。したがって反応は 2 段階で進行する。



シグマトロピー反応 この種の反応は式(6)~(8)に示した様式のものである。各反応において σ 結合、 π 結合の数はすべて等しい。シグマトロピーの名称は、これらの反応で σ 結合の位置が分子の上部と下部との間で変化することによっている。各反応の分類は遷移状態における 2 つの部分の原子の数で示される。例に示したものは、順次 [1, 3], [1, 5], [3, 3] のシグマトロピー反応といわれる。これらの反応はもとより他の類似した反応の立体化学は、すべてウッドワード-ホフマン則によって予言されるものと一致している。



さらに軌道対称理論が適用されるいくつかの周辺環状反応が存在する。キレトロピー反応といわれるものもその 1 つで、式(9)に示すものや式(10)に示したエン反応がこれに当る。例に示したものは反応種、生成物ともに単純な炭化水素であるが、炭素、水素原子以外の原子を含む系の反応にも軌道対称理論が当てはまる。例えばメチレン基が酸素や窒素に置換った系の反応もあり、この反応に対して軌道対称性から導かれる結論は炭化水素のものと同じである。



各種の化学反応が起るか否かの要因は、反応種の結合の強さか生成物の結合の強さ、あるいはこの両者である。ある反応が周辺環状反応であるならば、軌道対称性の保存則は反応速度に関するものといえる。ある反応に 2 種の反応経路または 2 種の反応機構が可能な場合、対称許容な反応が禁制なものより速いといえる。ある反応が明らかに周辺環状反応であって、対称許容な経路を取

ポリエンの電子環状反応

n	熱反応	光化学反応
$4q$ (4, 8, ...)	コンローテイトリイ	ディスローテイトリイ
$4q + 2$ (2, 6, ...)	ディスローテイトリイ	コンローテイトリイ

り得ないとするならば、この反応は禁制の経路を経て進行したと見なされるかもしれない。しかし軌道対称の制約に従わない反応は、通常は非環状の中間体を経て 2 段階で進行することが、詳細な研究によって知られている。もちろんこの場合の反応は周辺環状ではなく、この規則の適用外のものである。→有機反応機構；立体化学 [DAVID L. DALRYMPLE]

うつ病 —びょう

[Depression] 悲哀や抑うつ性の気分、厭世(あへん)感、自殺したい、あるいはこの世から逃げだしたい気持、おっくうさ、疲れやすさ、不安といらだちなどによって特徴づけられる精神障害の総称。原因的にはさまざまな場合があり、例えば心理的負担に際して、また脳動脈硬化や進行まひなど脳器質性疾患の際に、また分裂病の初期症状として一過性に、またある種の医薬品の副作用としても生じ得るが、うつ病というとき中心になるのは、はっきりした心因性あるいは器質性の背景なしに生じる内因性うつ病の場合であろう。

内因性うつ病は、典型的には誘因なしに、いわば目覚し時計がセットされた時刻に鳴りだすように、自動的に次のような症状を呈する。(1)精神面の症状として抑うつ気分、生命感の低下、将来への希望の消失、内的空虚感、自信の喪失、自殺観念、喜怒哀楽などの感情の平板化、決断不能、行動と思考の抑制、不安焦燥感、それらの諸症状の日内変動(1日のうちに波があり、たいていは朝悪く夕方から夜にかけてよい)、(2)身体面の症状として睡眠障害(熟眠困難、早朝覚醒)、食欲低下、性欲低下、口渇、便秘、頭重、胸内苦悶(くもんと)など。うつ病の程度には種々あり、うつ病の診断が必ずしも容易でないほど軽度の場合(軽症うつ病)や、身体面の症状が前景にたち精神症状が軽度のため身体疾患と見誤れる場合(仮面うつ病)から、病識がなくなり微少妄想、貧困妄想、罪責妄想などが生じ、かつ身体の動きが極度に低下した混迷といわれる状態まである。しかし、今日では重症例は少ない。予後は原則として良好であるが、ただ同じ状態が 2 回以上繰返される場合が少なからずある。またうつ状態が何年にもわたって持続し治癒(しゆ)しにくい場合もときにある(難治うつ病、遷延うつ病)が、たいていは 3 ないし 6 か月で回復する。

内因性うつ病には、大きく分けてうつ状態のみを繰返すタイプと、うつ状態とともに躁(そう)状態をも伴うタイプとがある。後者には躁うつ病という名称がいかにも妥当する。この 2 つのタイプにはいくつかの相違点がみられる。うつ状態のみを繰返す単相うつ病の場合には病前の性格がきちょうめん、きまじめ、責任感強く、仕事ずきで、対人関係を円満に保つため常に心を配るといった特徴があり、大体 40 歳代、50 歳代に好発し、軽症にとどまることが多い。これに対し、躁状態とうつ状態の両相をもつタイプはいろいろ、社交的、活動的で同時にセンチメンタルな性格の人に多く、体型は肥満型、発病は 20 歳代に多く、重症に至ることも少なくない。また、前者の単相うつ病は内因性というものの、発病に際して特有の事情(転勤、転居など)がみられることがあり、この点であとに述べる反応性うつ病や神経症性うつ病との区別が必ずしもつきにくい場合がある。

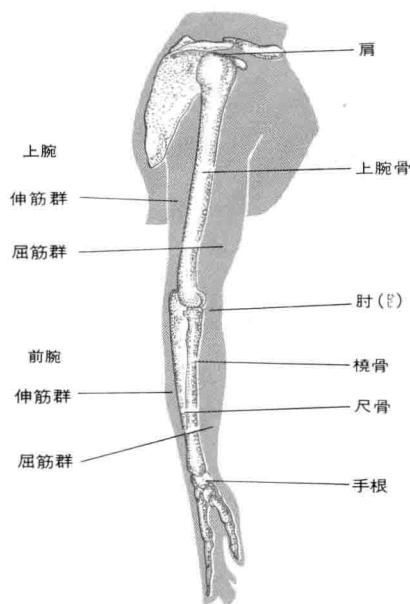
内因性うつ病の原因はなお不明である。ただ最近神経化学的に脳内アミン代謝の異常が問題視されている。治療は抗うつ剤の開発以来進歩がみられ、心理的休息と抗

うつ剤の服用によって比較的容易に治療できる。

内因性うつ病に普通対置されるもう1つのうつ状態として、反応性うつ病あるいは神経症性うつ病がある。前者は過酷な環境の条件や心理的葛藤(きつ)下に生じ、それらの条件が解消されれば自然に回復するうつ病であり、後者はそういった目立った体験はなくとも、もともと未熟なパーソナリティーのため適応不能に陥り、うつ状態を呈する場合であるが、両者はしばしば区別しがたい。そのほか精神病のレベルにまで至った重いうつ病を精神病性うつ病、神経症のレベルにとどまる軽いものを神経症性うつ病とする分類、また年齢によって退行期うつ病を区別する分類もある。昨今日本ではうつ病患者の増加が注目されている。 [笠原 嘉]

腕(ヒト) うで

〔Arm (human)〕 腕は上腕と前腕とからなる。上腕には上腕骨、前腕には橈骨(とう) (親指側)と尺骨(小指側)の2つがある(図参照)。尺骨は上腕骨と肘(ひじ)部で関節をつくり、橈骨は尺骨の遠位点と関節をつくって手首を回転することができる。



ヒトの右腕側面図 骨と主要な筋群(Textbook of Human Anatomy, Macmillan, 1956)

上腕にも前腕にも伸筋群と屈筋群がある。上腕にあるこれらの筋群は、主として前腕の運動時に、また前腕の筋群は手首、手、指の運動時に働く。腕全体の運動は、肩や体幹の筋で行われる。

運動および感覚は上腕神経叢(うで)からでる橈骨神経、尺骨神経、正中神経による。血液は主として上腕動脈から供給され、静脈血は表在性および深部静脈によって腋窩(わく)静脈に入る。リンパ系はよく発達し、腋窩のリンパ節に注ぐ。 [THOMAS S. PARSONS]

ウド

〔Udo salad〕 ウド *Aralia cordata* は、セリ目ウコギ科(Araliaceae)の多年草である。原産は東洋で、日本でも各地の山野に自生している。宿根性で、春先に根株より新芽が伸長し、おう盛な生育を続ける。この若茎を軟白して食用にする。和食、洋食のいずれにも好適であり、かん詰にも用いられる。軟質多汁でアスパラギンを多く含み、優れた軟白野菜である。

茎葉全面に毛があり、葉は複葉で互生する。茎は2 m前後に達し、側枝も発生して、主枝および側枝の先端に



ウド *Aralia cordata*

花序をつけ種子を形成する。開花期には主枝の生育が止り、同時に根に養分を蓄積しはじめ、根株の芽が充実する。雌雄同株で、上部には両性花を下部には雄花をつける。

品種は生態的にみて寒ウドと春ウドに大別されている。寒ウドは極早生で芽の休眠が浅く、秋でも容易にほう芽し、10℃くらいの低温でもよく伸長する。春ウドは根株の芽が強い休眠を有し、ある程度の低温期間を経過しないとほう芽伸長が困難で、発育温度は17~18℃を必要とする。現在栽培されているウドは大部分が春ウドに属している。

繁殖は株分け、さし木、実生の3つの方法により行われているが、通常は株分けによる。株分け法は、軟化後の古株または軟化に使用しない株を用い、1~3芽をつけた株片に分割して4月ごろに定植する。さし木法は、3月下旬~4月中旬に軟化茎(1回収穫後の2番茎)を根元から切取ってさし、年内に発根し芽をつけたものを翌春分割して植える。実生法は、10月下旬ごろ熟して黒色となった液果を採取して用いる。種子には野生種はもとより栽培種にも休眠があるため、秋まきして自然の低温に合せるか、種子を埋積貯蔵して低温により休眠打破したものを3月下旬ごろに播種(は)する。実生法は変異個体が出やすく、株の養成に長い期間を要するため一般には行われず、品種改良の際に利用される。

栽培にあたっては土質は特に選ばないが、充実した根株の養成には土層が深く排水のよいところが適する。病害としては、白絹病の害が著しい。栽培型には次のようなものがある。(1)寒ウド露地盛土軟化栽培：醸熟材料を使用せず、畑土で根株の上に盛土をすることにより軟化する。10月下旬ごろ若葉を刈取り、その後数回にわたり盛土を行う。収穫は11月から翌春3月ごろまで行われる。(2)促成軟化栽培：主として春ウドを用い、軟化は一般に軟化溝に伏せ込んで行う。自然の低温によって休眠が打破される12月ごろにすでに枯れている茎葉を刈取り根株を掘上げたのち、ある期間霜にさらして完全に休眠を打破してから伏せ込む。人為的な休眠打破には近年ジベレリン処理も利用されるようになった。(3)春ウド露地盛土栽培：春ウドの普通栽培は、寒ウドと同じ盛土法により行われる。温度が上昇した3、4月ごろに盛土軟化を行って4週間内外で収穫される。(4)抑制軟化栽培：養成した根株が発芽しない2月中旬ごろに掘上げ0~5℃で冷蔵し、5月以降に軟化室に伏せ込み、夏から秋にかけて収穫する。

日本では東京、埼玉、三重、愛知、大阪などが主産地である。1970年についてみると、露地盛土栽培のものである、栽培面積約160 ha、生産量約1,600 tとなっており、埼玉が約33%を占める。また、伏せ込み栽培のものである、約200 haから約6,000 tが生産され、東京が50%以上を生産している。欧米でも、ウド・サラダとして栽培されはじめている。→セリ目；野菜栽培 [原田 隆]

4 ウドンコビヨウキンモク

ウドンコ病菌目 —びょうきんもく

[Erysiphales] 子囊菌綱の1目で、ウドンコ病やすす病を起す種子植物の偏性寄生体である。ウドンコ病菌目の子嚢果は、堅い黒い皮で囲まれており、1ないし数個の子嚢からなっている(Fig. 1)。子嚢や子嚢胞子は、子嚢果壁の裂開によって離生される。多くのウドンコ病菌目の糸状菌糸体は、宿主細胞の内部にはいり込む吸枝(吸器)を除いては表在性である(Fig. 2)。無性生殖は、菌糸に生ずる円筒状分生子によって行われる。有性生殖は、造囊器をもつ造精器の融合によって起るが、ある種の造精器の核は造囊器にはいり込んでいない。

この目は約70属、1,000種からなり、明色の菌糸体および分生子をもつウドンコ病菌科(Erysiphaceae)と暗色菌糸体および分生子をもつすす病菌科(Meliolaceae)の2科に分けられる。ある専門家たちは、主として熱帯に分布するすす病菌科をこの目に入れていない。

ウドンコ病菌科は、通常天候、温度などが温和な地域に存在する。重要なウドンコ病には、ブドウ(*Uncinula necator*)、リンゴ(*Podosphaera leucotricha*)、ホップ(*Sphaerotheca humuli*)、バラ(*S. pannosa* var. *rosae*)、マメ類(*Erysiphe polygoni*)および穀類(*E. graminis*)などのウドンコ病がある(括弧内は菌名)。あるウドンコ病菌科は単一種の宿主に寄生するが、他はいくつかの種に感染する。石灰

イオウ合剤の散布が、多くのウドンコ病を除去するのに効果的である。→子囊菌綱 [ROBERT M. PAGE]

ウナギ

[Eel] ウナギ目、コイ目などに含まれる多くのウナギ形の魚類に対する呼び名。真のウナギ類はウナギ目の魚であり、無足類とも呼ばれる(表参照)。数百種があり、大部分は海産である。熱帯および亜熱帯の浅海域で普通にみられる。わずかの種が寒冷な水域やかなりの深海に分布する。

ウナギ類数種の和名、学名および英名

和名	学名	英名
ウナギ(アジア産)	<i>Anguilla japonica</i>	Japanese eel
オオウナギ	<i>A. marmorata</i>	—
ヨーロッパウナギ	<i>A. anguilla</i>	European eel
アメリカウナギ	<i>A. rostrata</i>	American eel
マアナゴ	<i>Astroconger myriaster</i>	conger eel
ハモ	<i>Muraenesox cinereus</i>	—
モンガラドオシ	<i>Microdonophis erabo</i>	—
ダイナンウミヘビ	<i>Ophisurus macrorhynchus</i>	—
ウツボ	<i>Gymnothorax kidako</i>	moray eel
ゴマホタテウミヘビ	<i>Phisodonopsis boro</i>	Indian eel
コンゴアアナゴ	<i>Simenchelys parasiticus</i>	pug-nosed eel

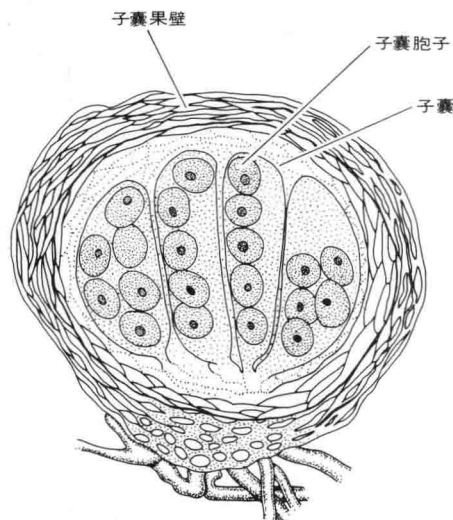


Fig. 1 *Erysiphe aggregata* の子嚢果内のいくつかの子嚢を示す縦断面図 このウドンコ病菌は、アメリカやカナダ地方のハンノキの雌花の穂に寄生する特殊なもの。

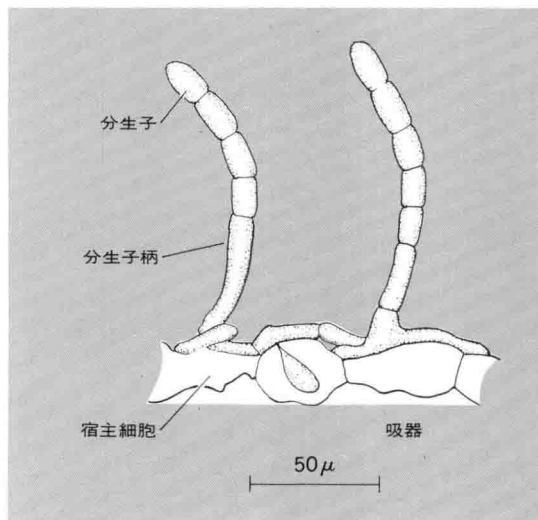


Fig. 2 カボチャのウドンコ病菌 *Erysiphe cichoracearum* の分生子

真のウナギ類はヘビのように長くのびた体をもち、体長2 m弱に達する。体にはうろこがまったくないか、あるとしても小さいうろこで皮膚のなかに埋めこまれている。鰓孔(き)は小さく、うきぶくろをもつ種では、うきぶくろは腸と結びついている。ひれは棘条(とげ)を欠き、腹びれはない。背びれとしりびれと尾びれは一続きになっている(図参照)。→うきぶくろ

真のウナギ、特に北アメリカ東部に分布するアメリカウナギ *Anguilla rostrata* のような淡水種は、回遊の面からみて興味あるグループである。これらのウナギは降流性で産卵のために淡水から海へ回遊する。海から淡水域へ回遊する昇流性のサケとは対照的な違いである。ヨーロッパウナギ *A. anguilla* の幼生(レプトケバルス)はヨーロッパの水域へ帰るのに3年を要し、一方、アメリカウナギは生活場所へ帰るのに1年を要する。両種とも成魚は産卵した場所で死ぬ。幼生は淡水域へ到達して河川系を回遊している間に若ウナギに変態する。成魚は産卵のため回遊するまでに、雄ならば約12年間、雌ならば約24年間淡水域にとどまる。

ウナギ目のなかの1小亜目フウセンウナギ類の魚はウナギのような体をし、深海のガルパーイール(deep-sea gulper eels)といわれる。これらの魚には体に発光器がある。大きいあごをもち、うきぶくろ、うろこ、肋骨(こ)は欠く。→腺様発光器

コイ目のデンキウナギ科(Gymnotidae)には中南米の淡水域にすむおよそ32種が含まれる。デンキウナギ *Electrophorus electricus* は最大の種で、この科で最もよく知られ、体長2.4 m、重さ27 kgに達する。体全体に広がる発電器官で電撃を与える。コイ目に分類されているがこの



ウナギ *Anguilla japonica*

科の魚の体はウナギ形で、うろこがあるものやないものがある。→ウナギ目；魚類(上綱)；コイ目；電気器官(生物の)

[CHARLES B. CURTIN]

ウナギ目 —もく

[Anguilliformes] 条鰭(ぎょぎょ)亜綱の1目。ウナギ類を含む。無足目とも呼ばれ、現在では、かつてのフウセンウナギ目(Saccopharyngiformes)すなわち緩体類(Lyomeri)を含めている。ウナギ目はカライワシ目(ターポンなど)やソコギス目(ソコギス類、トカゲギス類)と類縁関係がある。発生の過程ですべての種類が葉形幼生期(レプトケパルス期)を経る。ウナギ目の主な特徴は、肩帯のあるものは、著しく退縮して頭部から離れていることである。この場合には筋肉中に遊離しているものと、脊椎(せきつい)骨に付着しているものがある。また縫合骨、中烏口(ちゅうく)骨および後側頭骨がない。胸びれはあるものとなないものがある。現生のものでは腹びれおよび腰帯を欠く。棘条(せきじょう)はない。体は長く、多数の脊椎骨をもつ。うろこはあるものとなないものがある。対をなした楔眼(さへがん)骨をもち、外鰓孔(がいじょうこう)は小さい。→カライワシ目、ソコギス目

ウナギ亜目 典型的なウナギ類(ウナギ、ハモ、アナゴ、ウミヘビ、ウツボなど)で、うきぶくろに気道管をもつ。小さい主鰓蓋(しゅぎょうがい)骨、6~22の鰓条骨をもち、前上顎骨(ぜんじやうこつ)骨、篩骨(しやうこつ)骨および鋤骨(しほこつ)骨は融合し、有歯骨板を形成する。ウナギ類は白亜系上部から記録され、現生種は約20科110属に分類され、数百種が存在する。熱帯、亜熱帯の沿岸域に多く、寒海や深海にもすんでいる。アメリカ産ウナギやヨーロッパ産ウナギは、その生



Fig. 1 ウツボ *Gymnothorax kidako*



Fig. 2 モンガラドオシ *Microdonophis erabo*

活のほとんどを淡水域で過し、産卵のため大西洋の外洋域へ回遊し、産卵後死ぬ。→ウナギ

フウセンウナギ亜目 フウセンウナギ類(gulpers)は、うきぶくろ、鰓蓋、鰓条骨、尾びれ、うろこ、肋骨(りぼつ)を失うなど退化的特徴をもつ。巨大な口をもち、眼は小さく極端に前方にあり、咽頭(のど)は大きくふくらまることができる。尾は細長く、先の方は細く糸状となっている。外洋性の希種で、3科3属9種に分類される。化石は知られていない。→硬骨魚綱；条鰭亜綱；真骨下綱

[REEVE M. BAILEY]

うなり

[Beat] 振動数が極めて近い2つの振動源から振動を受けとったときに、振動の強さが変化する。定性的にいうと、高い振動数の振動源の位相は低い振動数の振動源のそれよりもすみやかに変化する。2つの振動源は交互に同じ位相になったり反対の位相になったりする。合成された振動源の振幅は交互に各振動源の振幅の和になったり差になったりする。

この現象全体は、高振動数の源の位相が低振動数の源の位相に比べてまる1周期だけよけいになるたびに完了し、それが繰返される。したがって秒当りのうなりの回数は2つの振動源の振動数の差である。この差をうなり振動数という。

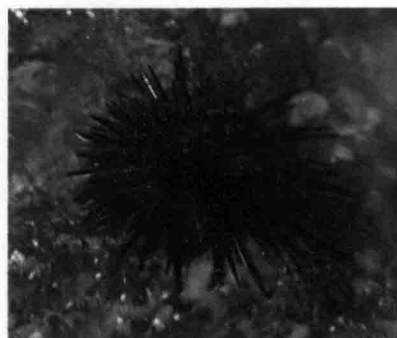
2つの振動源が、それぞれ振動数 f と $f+\epsilon$ 、振幅 A_1 と A_2 をもつ正弦波として表されるとき、観測される振動のみかけの振動数は2つの正弦波の振幅の比に依存する。もし A_2 が A_1 よりはるかに大きいと、合成の結果は ϵ の割合で振幅が変化する振動数 f の振動のようになる。もし A_1 と A_2 が等しいと、振動数 ϵ の1つの振動のようになる。もし A_1 と A_2 に近いが等しくはない場合には、結果は、振動数が $f+\epsilon$ と $f+(\epsilon/2)$ で振幅が変化する2つの振動からなるもののようになり、ただ最小振幅の瞬間だけは振動数 f が存在する。 ϵ が小さいと一般にこの2つの振動数は普通では区別できない。

うなりの現象の最も重要な実用上の応用は、振動源の振動数を振動数がわかっている第2の振動源と比較して、うなりの数を数え、それらの間のうなり振動数を求めて、未知の振動数を決定することである。そのような方法は、ヘテロダインまたはうなり-振動数発振器に使われる。→振動子

[WILLIAM J. GALLOWAY]

ウニ

[Sea urchin] ウニ綱中の海産棘皮(きんぴ)動物。ウニ類は通常浅海性である。軟らかい内臓器官は殻の中に囲まれ保護されている(図参照)。殻は多数の小板からなり、それは皮層下において互にきっちりと合わさっている。口のある側は地物についている。口には5つの歯があり、〈アリストテレスの提灯(ていとう)〉と呼ばれ、そしゃく器官となっている。通常ウニは直径数cmくらいであるが、日本産のハチウニ *Hygrosoma hoplakantha*などは直



(a)



(b)

ウニ (a)ムラサキウニ *Anthocidaris crassispina*. (b)バフンウニ *Hemicentrotus pulcherrimus*.

径30 cmにも及ぶ。砂にもぐっていたり、岩の割れ目にすんで潮流から身を守っている。

他の棘皮動物のように、ウニも運動をつかさどる管足と殻を清掃するはきみ状のはきみとげ(叉棘^{トゲ})をもつ。とげの長い種類では、管足は触覚機能をもち、とげでも運動ができる。ウニはそこにあるものならばどんな動植物でも食べる。地中海産のヨーロッパオウニ *Echinus esculentus* などは管足でよじ登ることができる。西インド諸島海域に分布するタイセイヨウガンガゼ *Diadema antillarum* は長い針状の毒とげをもっている。これは、体表にある眼点でみとめた敵の方へ動かすことができ、防御の役を果たす。→眼(無脊椎動物)

受精は体外で行われる。幼生は左右相称のエキノブルテウスで、変態中に放射相称となっていく。ウニは傷つくと再生をし、殻も再生を行う。しかし再生能力はヒトデほどは大きくない。生殖細胞をもった成体をひどく傷つけると付近の個体の放卵(精)を誘発する。これは、ホルモンが流出して付近にいるウニの産卵を刺激するためと解釈されている。ウニは多数の卵を産むので、発生実験によく用いられる。ウニの卵は、宇宙にも運ばれたことがあり、そのようなところでどんな影響をうけるかが調べられた。→ウニ綱；棘皮動物；再生(生物学)；実験発生学；発生学(無脊椎動物)

[CHARLES B. CURTIN]

ウニ綱 —こう

[Echinoidea] 棘皮(^{トゲ})動物門の1綱。いわゆるウニの仲間である。この類は堅い殻または外骨格に包まれた体をもち、殻は規則的に配列した可動性のとげのついた板でできている(Fig. 1)。腕はないが、管足が体の上下の極の間を走る5列の歩帯に並び、放射対称性を表している。

現生のものは約850種あり、化石では約5,000種が記録され、これらは225属に含まれている。18目(目^メ)、2亜綱に分けられている。ウニは直径2, 3 mmのものから30 cmにも達するものまである。複雑なエキノクローム色素をもっていることで他の棘皮動物と区別される。大部分の種類は暗色またはくすんだ色をしているが、少数のものは紫、赤、緑、オレンジの鮮やかな色を呈し、中にはしま模様のとげをもつ種類や、深海性の白っぽいものもある。

人間との関係 ガンガゼ類のように、熱帯性の種類の中には中空のとげをもつものがあり、このとげが皮膚に

刺さってから折れこむと膿創(瘡^{ソウソウ})になる。ヤワラウニ類 *Araeosoma* は危険な傷を負わせ、フクロウニ類はギスレン(T. Gislén)によるとヒトを殺すことさえあるといわれる。大部分の種類は無毒で、性巣は多くの国で食用として珍重される。バルバドスではタイセイヨウシラヒゲウニ *Tripneustes T. ventricosus* が法律で漁獲を規制されている。日本で利用されているものはバフンウニ *Hemicentrotus pulcherrimus*、エゾバフンウニ *Strongylocentrotus intermedius*、ムラサキウニ *Anthodiaris crassispina*、キタムラサキウニ *S. nudus* などである。→ヤワラウニ目

生態 ウニは全大洋の干潮線以下にすむ。トックリブンブク *Pourtalesia* の類はバンダ海溝の深さ7,250 mにまで達している。正形類は主として海藻を食べ、日中は管足で小石を保持して身をかき、夜間高潮時に出てくる。心形類の方は砂や泥の中にうずまって泥の中の有機物やデトリタスを選んで食べる。

ウニの運動は緩慢で、とげの基部の筋肉をつかって竹馬のように動く。吸盤状になった管足はけわしいがけをよじ登ったり、体を固定するのに用いる。

ウニには多数の寄生者が報告されている。そのうちには原生動物、線形動物、腹足類などがあり、その中のいくつかは殻に穿孔(穿^ス)する。直腸内や殻上にすむカニがあり、とげや管足の間で餌(え)をあさる。そのほか、とげの間にかくれたり、露出した硬部に固着したりするものもある。

外骨格 外骨格は球状またはそれに近く、肛門(肛^{コウ})は頂上系の中にある(Fig. 2a)。このようなものは正形類と呼ばれ、歪形(歪^{ヒナ})のものはいくつか2次的に左右相称となっている(Fig. 2b)。放射対称性は常に明瞭(明^{メイ})で、5放射相称である。→正形類；歪形類

殻 殻は規則的に並んだ板からなり、それらが集合して堅い、ときには柔らかな殻を形づくる。三疊紀以来のウニは各2列の板からなる10系列の板でできている。各子午線は上下の極で出会っている。10系列のうち5つは複列の管足をもっているので歩帯と呼ばれる。また他の5つは間歩帯であるが、これらは普通歩帯よりも幅が広い。

古生物の立場からみると、殻の形はずいぶん試行錯誤を重ねており、古生代の種類は板の系列数がかなり不規則である。この類が最初に安定したのは二疊紀～三疊紀のキダリス類であるが、堅固な球状の形を獲得するのはジュラ紀に入ってからである。左右相称の心形類はキダリス型の祖先から発している。→ウニモドキ亜綱；キダリス目

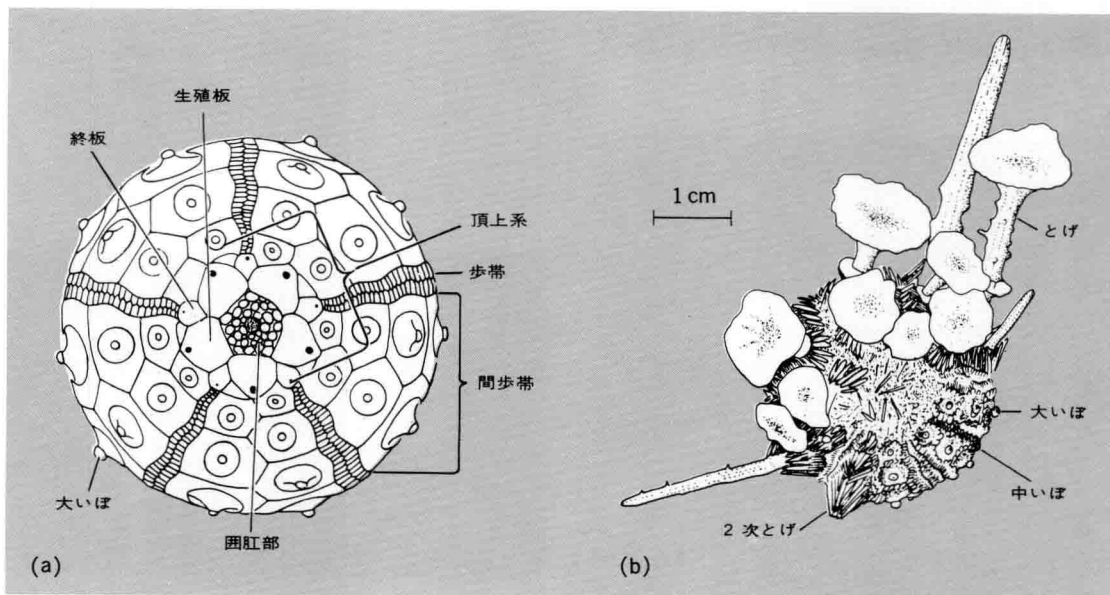


Fig. 1 *Goniocidar parasol*の構造 (a)殻と(b)とげのある状態。

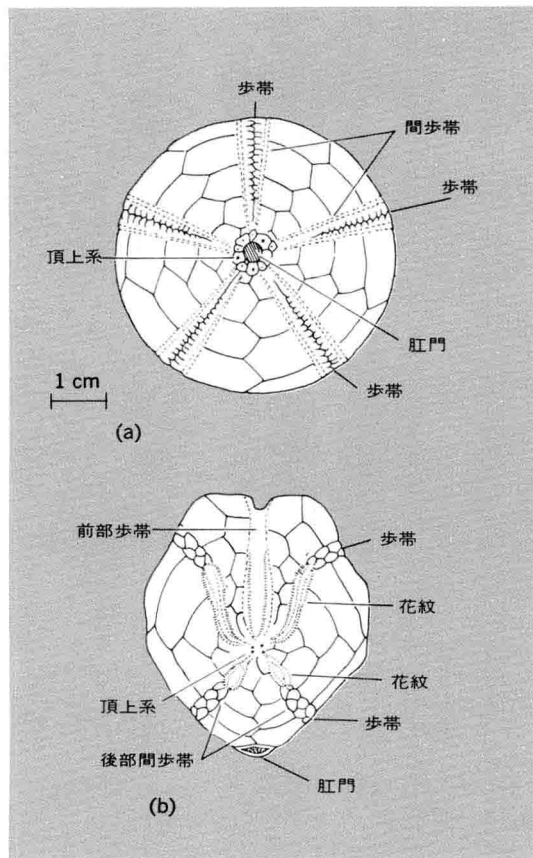


Fig. 2 (a)正形類と(b)心形類の構造

〔とげ〕 大部分のウニ類はとげをもっている。とげは殻板上のいぼと連結していて、とげの基部のところで筋肉によって動く。大とげ(1次とげ)は大きい1次いぼについていて、小とげは2次いぼについている。とげのソケットといぼが靱帯(じんたい)でつながっている場合は、いぼに小孔があり、そこに靱帯が付着している。このような靱帯をもたないいぼは開口していない。とげの筋肉はいぼのある突起物のはじにぎざぎざの傷あとをつけている。このようなとげは鋸歯(のこぎり)状であるという。筋肉は殻板上のいぼの周囲のさら形をしたへこみに付着している。これらすべての特徴が目や科の分類基準に用いられる。

上の極には10枚の板からなる円があって、頂上系と呼ばれる。これらのうち5つは歩帯にあり、他は交互に間歩帯にある。間歩帯にある5つのものには生殖開口があり、生殖板と呼ばれるが、そのうちの1つは穿孔板として役だつ。他の5枚の板は眼板と呼ばれてはいるが、眼があるわけではなく、触手を担っている。古生代のボツリオキダリス*Bothriocardis*では1眼板は穿孔板として役だち、放射状に配列した独特な特徴を示す。球形のウニ(Fig. 2a)では肛門は頂上にあり、囲肛部という。肛門が頂上系の外に配置されている場合は、肛門は後部間歩帯にある(Fig. 2b)。これらの特徴は以前は分類に用いられ、現在においてもなお進化の傾向を定めるのに役だっている。心形類では頂上系も変化している。肛門は、例えばそれが後方にかたよるので、後部の生殖板(および生殖腺)をまっ殺し、失われた構造は他のもので置換えられたりせず、かなり大幅なねじれが起っている。→異心形目; 楕形(だんが)目; 饅頭(もち)目

提灯(ていとう) 口は下面にあり、柔らかい皮膚でかこまれている。正形類では口は中央にあるが、心形類では肛門を含む間歩帯の反対側に移動している。こちらが前になる。正形類と一部の心形類では口は5つの強力なあごをもっていて、そのおのおのに大きな歯をつけている。あごと歯でいわゆる提灯を形づくっていて、アリストテ

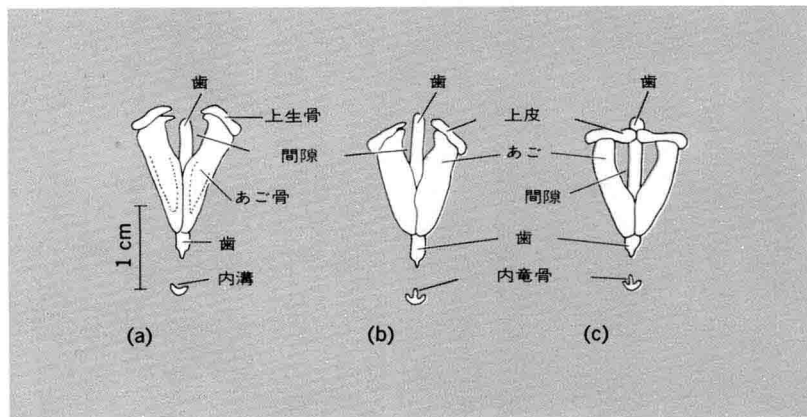


Fig. 3 主要な提灯の型式 間放射のあこの1つを示す。下図は歯の断面図。(a)管歯類。(b)心歯類。(c)拱歯類。

レスによって初めて記述された。そのため一名を「アリストテレスの提灯」という。提灯は、囲口部のまわりの囲頸筋(きん)帯と呼ばれる殻の内側に曲った縁に付着している。提灯や歯とともに、この筋帯の特徴がウニの分類に用いられる。歯は、溝やうねがあり、あごは一部または全部が上生骨でおおわれている。歯には3つの主要な型がある。すなわち(1)歯には溝があって上皮は合わさらないため、あごに間隙(かんげき)がある管歯型(Fig. 3a); (2)歯は内側に竜骨(りゅうこつ)があって間隙がある心歯型(Fig. 3b); および(3)歯に竜骨があって、間隙がふさがっている拱歯型(Fig. 3c)で、これらの特徴が分類に用いられる。しかしモルテンゼン(T. Mortensen, 1928

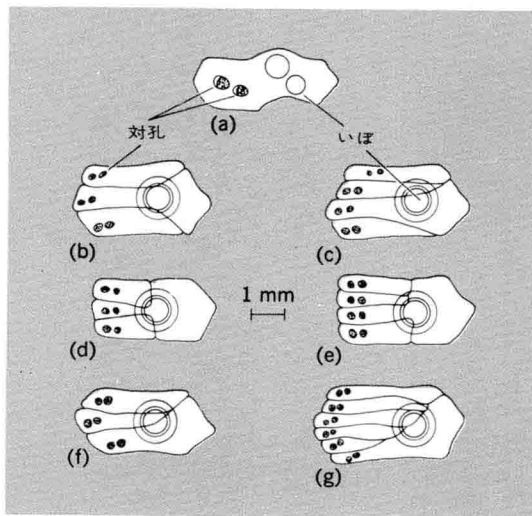


Fig. 4 目(め)の判断に用いられる歩帯板の型式 (a)単純型。(b)3孔型のガンガ類型。(c)多孔型のガンガ類型。(d)多孔型のアラバキア類型。(e)多孔型のガンガ類型。(f)3孔型のホンウニ類型。(g)多孔型のホンウニ類型。

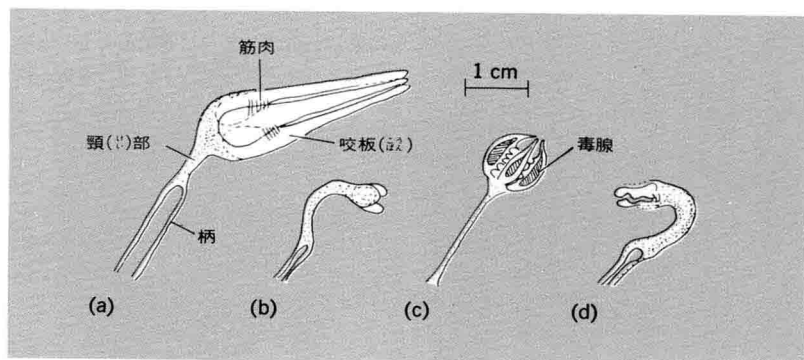


Fig. 5 はさみとげ(叉棘) (a)爪(つめ)状型。(b)葉状型。(c)球型。(d)蛇頭型。

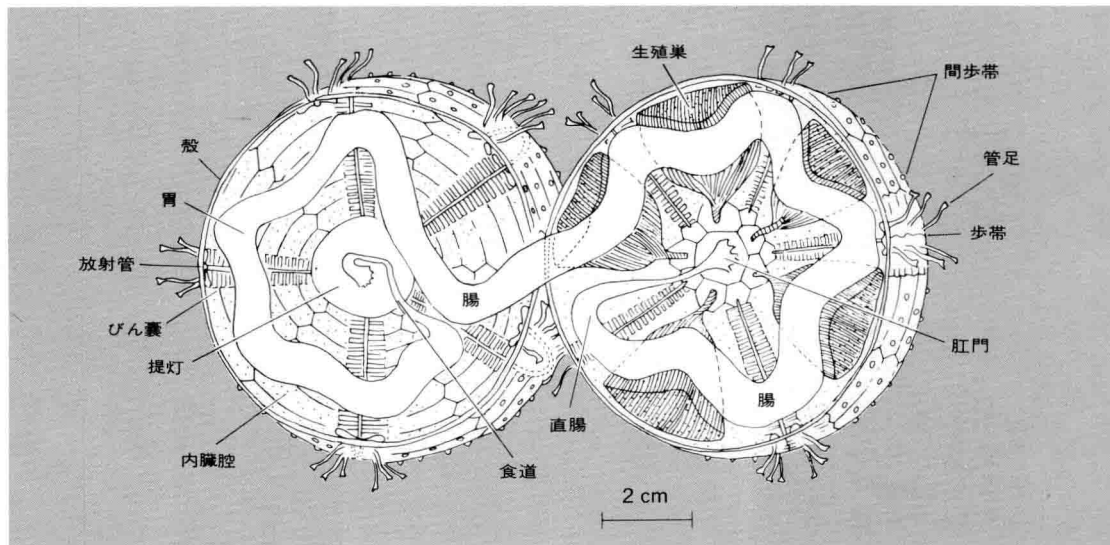


Fig. 6 ウニの横断面図 左が口側、生殖巣は取除いてある。

～51)によれば、歯の上の平行進化は諸種のグループの中で起きており、1957年のドルハム(J. Durham)とメルビル(R. Melville)によればこの歯の様式に基づいた3目(?)の価値は認めがたいことになる。しかし、簡潔な形態記載のうえから、いまだにこの3型が用いられており、本事典でも分類の特徴を述べる際に用いられている。→管歯目(無脊椎動物); 拱歯目; 稜歯目

水管系 水管系はよく発達しており、歩帯板の形に影響を与えている。ここではこれと歩帯との関連を見る。環水管は提灯の上にあり、小さいポーリ囊をそなえている。石管は体腔を通り上方に向かって穿孔板に連なる。放射管およびびん囊は、殻内面歩帯の内側にある。管足のみが孔から外に出ている。

各管足は対孔と呼ばれる2つの孔を通じて殻壁を横切っている。一方の孔は水管系の中から外への流れを通し、他の1つは中への流れを通す。対孔は歩帯板上にある(Fig. 4)。幼若期やキダリス類の成体では各歩帯板は孔を1対しかもっていない。このようなものを単純であるといい(Fig. 4a)、他のウニの老成期には歩帯板はゆ着して複雑な板をつくり、孔が1対以上あいている。最も普通な配列は1板に3つの孔が弧状にある。このようなものを3孔型または、寡孔型といい(Fig. 4b, d, f)、4つ以上あるのを多孔型という(Fig. 4c, e, g)。板の1つは他より大で、これを1次板という。この1次板の位置と孔の配列がウニの分類に用いられる。

Fig. 4は歩帯板のそれぞれの形を表していて、次のように定義される。ガンガゼ類の板は3孔型または多孔型で、1次板は最下板の直上にある(Fig. 4b, c)。アルバキア類のものはよく似ているが、孔は縦列に並び2次板は矩形(ㇿ)である(Fig. 4d, e)。エキヌス類はガンガゼ類の板と異なり1次板が最下位にある(Fig. 4f, g)。心形類の歩帯は単純な子午線が上極と口のまわりで花弁様になっている。そのようなものは花紋状と呼ばれ、頂上系をとり巻く部分を花紋という。そして口のまわりを葉紋という。饅頭目では、さらに変化して花のような萼状板(ㇿ)ができています。

殻板表面は平滑かまたは彫刻がある。すなわちうね立った文様があるか、または稜と溝とでこぼこしている。→アルバキア目; サンショウウニ目

あるウニでは開口部に特別なえらをもっている。えらがある場合、殻口部には切れ目がある。この鰓裂(ㇿ)は種々の大きさや深さがあるが、中にはこれを欠くものもある。多くの心形類では、管足が呼吸器官となっている。

小さな把握(ㇿ)器ははさみとげ(叉棘ㇿ)と呼ばれ、柄についたくちばしのような形をしている。このくちばし

は3つ(または2つ)の可動あごからなり、筋肉で動くが、ときには毒腺をもつ。はさみとげは触覚に反応し、皮膚に触れる小さな生物や他物をつまむ。そして次々と受渡して体外に捨てる。主なタイプはFig. 5のとおりである。

神経系 神経は水管系に沿ってある。管足は明らかに触覚と味覚をつかさどる器官である。あるものは、殻の上面に光に反応する眼点をもっている。眼板孔は光に反応しない。あるウニの皮膚上にある柄のついた球状の微小体は平衡器であると信じられている。

消化系 消化器官は管状で体腔にあり、懸膜で殻に付着している。胃は食道から反時計回りに走り(上からみて)、腸は反対の道をとる。直腸は上を向いた肛門に開く(Fig. 6)。

生殖 ヒトデ類のように、ウニは1年で性成熟するらしいが、のち数年ほど成長を続ける。寿命はわかっていない。しかし中形の種で5、6年であろうといわれている。性は分れているが、ときには雌雄同体のものもある。生殖巣は間歩帯にあり、おのおの対応する生殖孔に開く。心形類では、生殖巣は2、3に減っている。浮遊幼生があるものでは幼生はエキノブルテウスである。コモチブンブク *Abatus* などの種類ではとげの間やへこんだ花紋の中で保育される。とげや他の器官は傷つくと再生する。自割や内臓吐出は知られていない。→ウニ; ウニモドキ亜綱; 棘皮動物; 真ウニ亜綱

[HOWARD B. FELL]

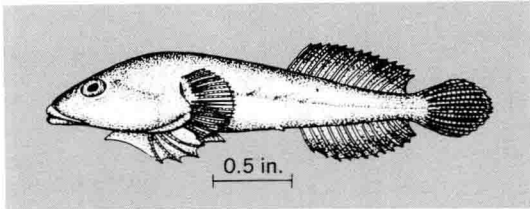
ウニモドキ亜綱 —あこう

[**Perischoechinoidea**] 棘皮(ㇿ)動物門、ウニ綱の1亜綱。この類のものは歩帯および間歩帯を構成する骨板の縦列の数が一定していない。すなわち、歩帯ではこれは2から20の間で変化し、また間歩帯の方は1から14までの変化がある。この亜綱に含まれる溝帯目、拡帯目、古ウニ目、キダリス目の4目のうちはじめの3つはもっぱら古生代のものであるが、残りのキダリス目は古生代のものと現生のものとの両方を含んでいる。キダリス目はおそらく他の現生のウニ類すべての祖先型であろうと考えられる。→ウニ綱; 拡帯目; キダリス目; 棘皮動物; 溝帯目; 古ウニ目

[HOWARD B. FELL]

ウバウオ目 —もく

[**Gobiesociformes**] 硬骨魚類の1目。奇鰭目(ㇿ *Xenopterygii*)とも呼ばれる。底質に付着するために、胸部に突起の多い吸盤をもっている。この吸盤は各腹びれ



ウバウオの1種 *Gobiesox maeandricus* (The Fishes of North and Middle America, U.S. Nat. Mus. Bull. 1900)

の4鰭条(鰭), 肩帯および腰帯, 皮膚のひだからなる。単一の背びれとしりびれがあり, 棘条(棘)をもたない(図参照)。うろこ, 肋骨(肋骨), うきぶくろがなく, 後側頭骨は2またに分れていない。この目は単一の科から構成され, 8亜科33属, 現生種ほぼ100種に分類されるが, 中新世の属で同一の科とすることが疑問のものもある。ウバウオ類はバトラコイデス目と類縁関係があると考えられる。

すべての大陸の熱帯から温帯の沿岸域の潮間帯にすみ, アメリカの熱帯域の流れの速い沿岸にみられるものもある。→うきぶくろ; 条鰭亜綱; バトラコイデス目

[REEVE M. BAILEY]

ウマ

[Horse] 奇蹄(奇)目に属するウマ科(Equidae)の動物。足の指で機能的なのは第3指のみで, 第2, 第4指はこん跡的に残っているだけである。野生ウマ *Equus caballus* は, 現在ではモウコノウマ(プルジェバルスキーウマ) *E. przewalskii* と呼ばれる1品種のみが, 中央アジアに少数生き残っている。このウマは背が低く, 約135 cmしかない。

ウマは雄と雌とで歯の数が違う。雄はI3/3 C1/1 Pm3/3 M3/3の歯式で40本, 雌は36本で雄に比べ4本少ない。これは犬歯がこん跡的に雄にのみ残っているためである。切歯と前臼歯(前)の間には空間もしくは歯隙(歯)が発達するので, ここにくつわが入れられる。また切歯, 前臼歯ともに終生成長を続ける。→歯生(脊椎動物)

雌ウマは1~2歳, 普通3歳にならないうちに成熟する。約11か月間の妊娠期間ののち, 年に1度1~2頭の子を産む。寿命は60歳という最長記録があるが, 平均は

35歳である。→ウマ(生産)

進化 ウマ科の地質学上の記録は, その残された化石から最もよく知られているものの1つである。起源は始新世初期で, 全北区(ヨーロッパ, アジア北部, 北アメリカを含む)に分布していたが, 現在の学説ではウマの発祥地は北アメリカであるとされている。これは北アメリカでより完全な一連の化石が発見されているからだ, さらにその地域はアメリカ合衆国西部であると考えられている。ここでは始新世から更新世までの化石がほぼ完全な一続きとして発見されている。この記録から, ウマ類の漸進的進化の系列をほぼ完全にたどることができる。

ヒラコテリウム *Hyracotherium* (エオヒップス *Eohippus*ともよく呼ばれる)は, 始新世初期に生存していた最古のウマである。同時にこのヒラコテリウムは奇蹄目全体の祖先型に極めて近いものと考えられている。始新世後期になるとヒラコテリウムにかわりオロヒップス *Orohippus* が現れ, さらに漸新世にはメソヒップス *Mesohippus*, 中新世のメリキップス *Merychippus*, 鮮新世のプリオヒップス *Pliohippus*へと進化した。このプリオヒップスは鮮新世の期間中ずっと生息し, 現生のウマ, ロバ, シマウマを含むエクウス属 *Equus* の直接の祖先となった(Fig. 1)。エクウスは更新世の間に北アメリカに出現したが, この地では約2,000年前に絶滅してしまった。しかし, このエクウスは他の大陸へ移動し, 全世界に分布するようになり, 現在ではその子孫が旧世界に残っている。現代のアメリカのウマは, 15世紀にスペイン人によって再導入されたものである。

進化するにつれ, ウマは小さなテリアほどの大きさからしだいに大形化し, 現代のさまざまな変種へと変ってきた。四肢(肢)は大きくなり, 初めは4本あった指がしだいに1本へと減少した。歯も若葉を食べるように漸進的に適応してきた。

家畜ウマ 人間の歴史を通じて, 野生ウマを家畜化するためにさまざまな試みがなされてきた。しかしその家畜化は青銅器時代に入るまでは完成されなかったようである。現代のウマはその特殊な活動性から人為的に3つの品種に分けられている。乗用品種や競走馬, 軽鞍用(軽)品種, 重鞍用品種の3品種である。

[乗用品種と競走馬] アラビアにおいて純粋な状態でみることのできるアラブ種(Fig. 2)は中央アジアの高原を起源とし, そこから分散したと考えられている。またこ

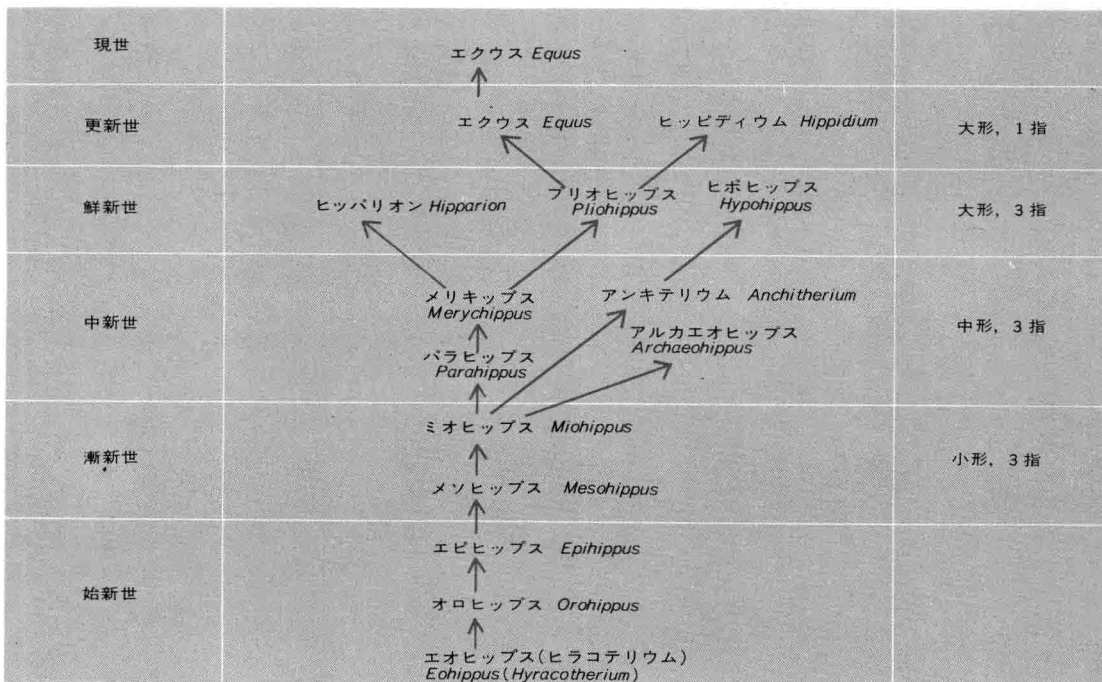


Fig. 1 ウマ科の系統関係

のアラブ種の純粋種はイラン、トルコ、カフカスにおいても、雑種と同じぐらいよくみることができる。アラブ種とよく似ているパーブ(barb)はおそらく同じ祖先からきたものと考えられる。このウマはアフリカで発達し、イギリスのサラブレッド(Fig. 3)の重要な祖先となった。

このサラブレッドは交配によって四肢が長く、姿はほっそりとなり、胸が発達し、上膊(せう)部と大腿(だいい)部はまっすぐになった。その結果、肩までの高さが平均して1.6 mぐらいになり、短距離では非常な速さをもつようになった。耐久用としてのウマは、普通は1/2(イングリッシュハンター)、もしくは1/4(アメリカンクォーターホース)のサラブレッド種である。北アメリカにおける競走馬の交配は1730年以来ずっと続けられてきた。

乗用品種は運搬と乗馬を目的としてつくられ、歩調と従順さが特徴となった。テネシーウォーカーはなめらかな、ゆっくりした歩調が特徴で、ケンタッキー、テネシー、バージニアの各州で農場管理に使われる一般的な品種である。北部では運搬のために使われ、さまざまな歩調、例えば並足(walk)、だく足(trot)、速足(canter)が必要とされた。

〔重挽用品種〕 このウマは重い、大がらな役用馬で、フレミッシュ品種の系統から派生した中世の騎士の乗用馬(イギリスのグレートホースやブラックホース)の子孫である。重要な品種としてクライズデール(Clydesdale)、シャイヤー(Shire)、サフォーク(Suffolk)、ベルギアン(Belgian)、ペルシュロン(Percheron)がある。

クライズデールは大きなウマで、肩までの高さが165 cmをこす。これと対照的にシャイヤーは、小さく、強くはないが足が速く、敏しょうである。サフォークは激しい労働に耐える農耕馬で背丈が約165 cmあり、少量の食物で驚くほどの仕事をする。ベルギアンは古いフレミッシュ品種の直系の品種で、激しい馬車引き仕事にすぐれている。ペルシュロンは中ぐらいの重さの荷馬車ウマで、大きさはちょうどサフォークと同じぐらいであ



Fig. 2 アラブ種

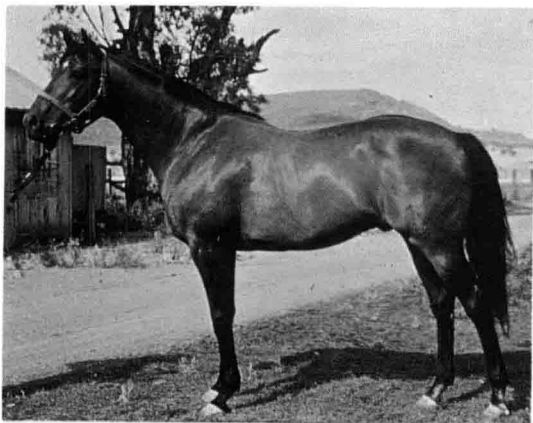


Fig. 3 サラブレッド種

る。このウマはフレミッシュ品種とアラブ品種両方の血統をもち、合衆国とアルゼンチンで最も普通に使われている。

〔軽挽用品種〕 ハクニー(Hackney)はイギリスでつくられた古い地方的な品種で、サラブレッドとの交配で改良されてきた。このウマは強く重いウマで、馬車ウマとして使われていた。同じ馬車ウマとしては、オルデンブルグ(Oldenburg)、ハノーヴァリアン(Hanoverian)があった。アメリカンスタンダードブレッド(American Standardbred)は初めスピードを目的としてつくられ、サラブレッドとの交配で改良されてきた。現在このウマは軽馬競走用のウマとして広く使われている。

ポニー ポニーは悪い気候と貧弱な食物しかない土地が原因でできた非常に小さなウマである。いろいろな変種があり、最も普通なのはシットランド(Shetland)、ウェルシュ(Welsh)、ハイランド(Highland)である。ウェルシュは炭坑で使うため広く飼育されていたが、その後は機械化が進み、あまり飼われなくなった。このポニーの背の高さは約90 cmである。またポニーは役用と同じぐらいによく乗馬にも使われる。ポロポニーはサラブレッドと血縁がある。→奇蹄目；シマウマ；哺乳(ぶ)綱；ロバの仲間 [CHARLES B. CURTIN]

ウマ(生産) —(せいさん)

〔Horse production〕 ウマはかつて多くが農耕馬や軍馬として用いられていたが、現在では主にスポーツや娯楽のために使用されているにすぎない。しかし競馬および馬術の隆盛は、ウマ特に軽種馬の人気を証明している。

日本の馬産は少数の専業農場と、副業的かあるいは趣味的に経営されている農場によって成立っている。北海道の日高地方が日本で最も有名な馬産地であり、サラブレッド種の多くは日高地方で生産されている。

馬産を成功させるためには、種畜の慎重な選択と交配および正しい飼養管理によって、生産したウマを有利に売却することが必要である。

ウマの繁殖 ウマは単発情性動物から多発情性動物に向う中間的なもので、早春から夏にかけて発情を反復する。実際には青草が伸びはじめる春に子ウマが生産されるように、ウマの交配時期は早春から初夏までに制限されている。ウマの妊娠期間はおよそ335日であり、生時体重は母ウマの体重の6～10%である。

ウマが性成熟に達する時期は種類、気候風土、飼養管理、個体などによって遅速はあるが、おおむね生後15～18か月とされている。しかしこの時期には発育途上にあるので、実際の繁殖に用いられるのは一般には明け4歳(生後約36か月)からである。発情周期は平均21日であり、発情持続日数は3～7日である。排卵は発情終了の約2日前に起る。交配は排卵まぎわに試みられる。ウマでは受胎した場合、発情徴候を示すことはほとんどない。

サラブレッド種の種雄馬(じゆうば)の年間供用頭数は、種雄馬の所有者によって約40頭に制限されている場合が多い。種雄馬の供用は日に1度または2度可能であり、まれにそれ以上のこともある。多くの種馬所の記録によると、妊娠成立のためには2、3回の交配が必要である。管理の良好な種雄馬が正常な雌ウマに交配された場合、生産率は約80%であるが、交配された雌ウマ全体ではおよそ55%である。

北海道の一部の地方では牧ウマ(1頭の種雄馬と1群の雌ウマを同一牧区内に放牧する方法)が行われているが、他の多くの地域では個々に交配するのが普通である。

1回の射出精液量は30～150 mlであり、精子数は1 mm³当り約6万である。

1頭の種雄馬で多数の雌ウマに交配できるので、繁殖に必要なでない多くの雄ウマは去勢される。去勢されたウ

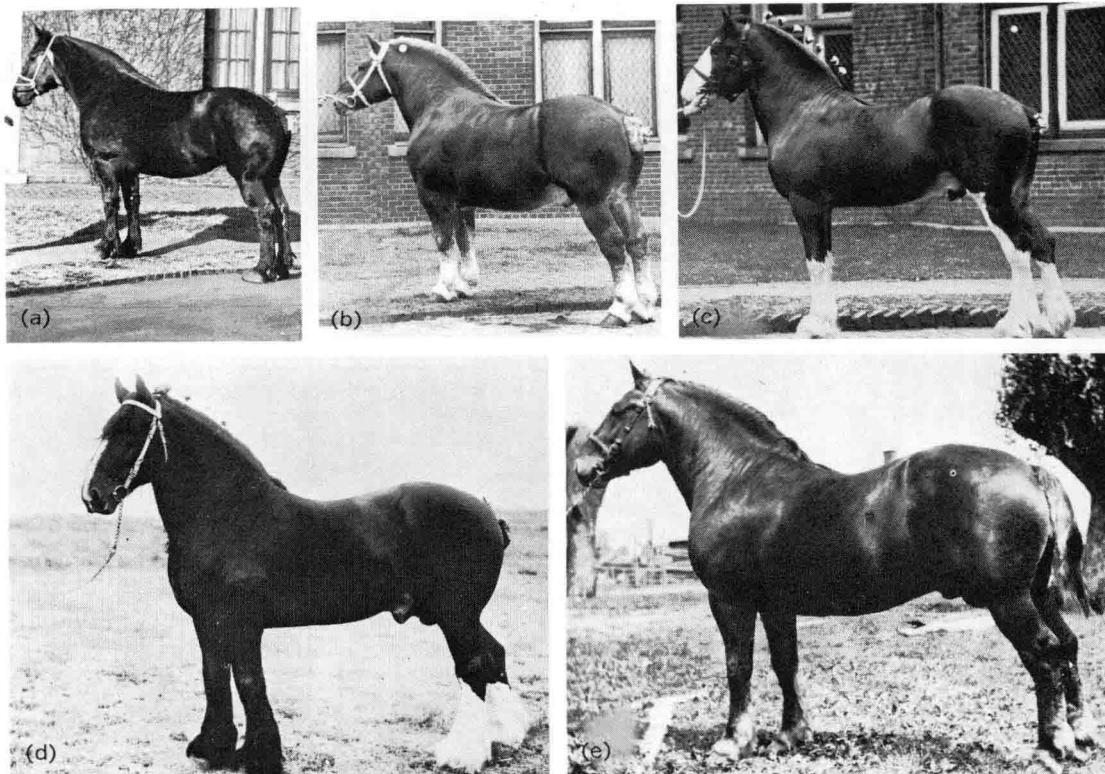


Fig. 1 重挽馬(重馬) (a)ベルシュロン; (b)ブラバンソン(J.F. Abernathy Live Stock Photography Co.). (c)クライズデール (d)シャイヤー; (e)サフォーク(USDA).

マは騾(騾)と呼ばれ、雄ウマよりも従順で扱いやすいのが普通である。

ウマの人工授精は日本ではほとんど行われていない。日本軽種馬登録協会が人工授精によって生産された子ウマの登録を認めていないうえ、雌ウマの頭数が極端に減少したことによっている。→育種(動物)

種雄馬の繁殖成績を高い水準に維持するためには、よい飼養管理が必要である。繁殖季節中、種雄馬は体重100 kg当り1日約1 kgの穀類が必要である。普通、エンバクを主体にふすま、塩、カルシウム、ビタミンEが配合される。種雄馬は穀類のほかに体重100 kg当り1日1.25 kgの乾草が必要であり、少なくともその半分はアルファルファのような良質のマメ科牧草であることが望ましい。青草は繁殖能力を増進する効果があるので、種雄馬はパドックや放牧場で草を食わせる必要がある。繁殖季節中の毎日の運動は、種雄馬にとって欠かせない。→アマ; アルファルファ; イネ科牧草; エンバク; コムギ; マメ科牧草

ウマの品種 ウマの品種は用途によって重挽馬(重馬)、軽挽馬および乗用馬に分類できる。

〔重挽馬〕ベルシュロン種はフランス原産で、青毛やあし毛のものが多く、ブラバンソン種はベルギー原産で、栗毛やあし毛のものが多く、クライズデール種はスコットランド原産である。イングランド原産のものではシャイヤー種およびサフォーク種がある(Fig. 1)。これらの品種は農業の機械化や他の交通機関の発達によって、著しくその頭数が減少している。

〔軽挽馬〕ハクニー種はイギリス原産で、あしを高く上げて速歩をすることで有名である。コーチホース種はヨークシャー種の土産馬にサラブレッド種あるいはサラブレッド種に近い半血馬を交配して成立したものであり、昔アメリカで馬車ウマとして広く用いられていた。アメリカ産のスタンダードブレッド種(Fig. 2)はスタンダードのトロッター種とペーサー種の総称であり、繋駕(繋)競走馬として一般的であった。トロッター種は速歩すなわち、2拍子の歩調で対角線上の右前あしと左後あし、または左前あしと右後あしを交互にあげて走るものであ

り、ペーサー種は側対歩すなわち、2拍子の歩調で左側の前後あしを同時に上げ、次に右側の前後あしを同時に上げて走るものである。ほとんどの繋駕競走は距離1マイルで、ウマは軽い2輪馬車を引く。これらの品種は現在日本ではほとんどみられなくなっている。

〔乗用馬〕アラブ種はアラビア原産の小格馬であるが、乗馬として理想的な体型をもち、耐久力の強い点でも他の品種よりすぐれている。毛色はあし毛、鹿毛(鹿)が多いが、栗毛、青毛もある。サラブレッド種(Fig. 3)は18世紀にイングランドでつくられた品種で、平たん地での競走、障害競走、ポロおよび狐騎(狐)に用いられる。アングロアラブ種はサラブレッド種とアラブ種との交配によって生産される混血馬であり、元来南フランス地方で騎兵乗馬生産の目的でつくられた。アメリカンクォーターホース種(Fig. 4)はアメリカ南西部でつくられた品種



Fig. 2 スタンダードブレッド・トロッター(The Harness Horse)

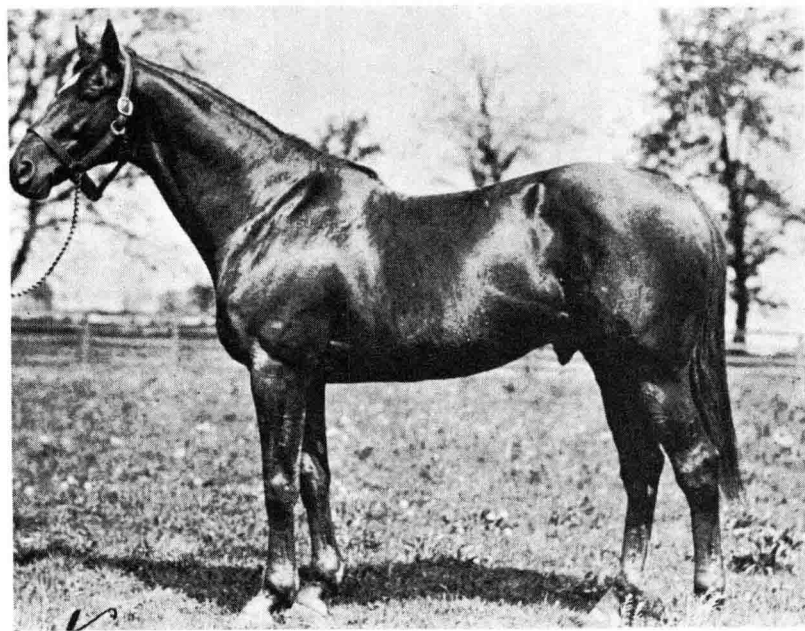


Fig. 3 サラブレッド(The Thoroughbred Record)

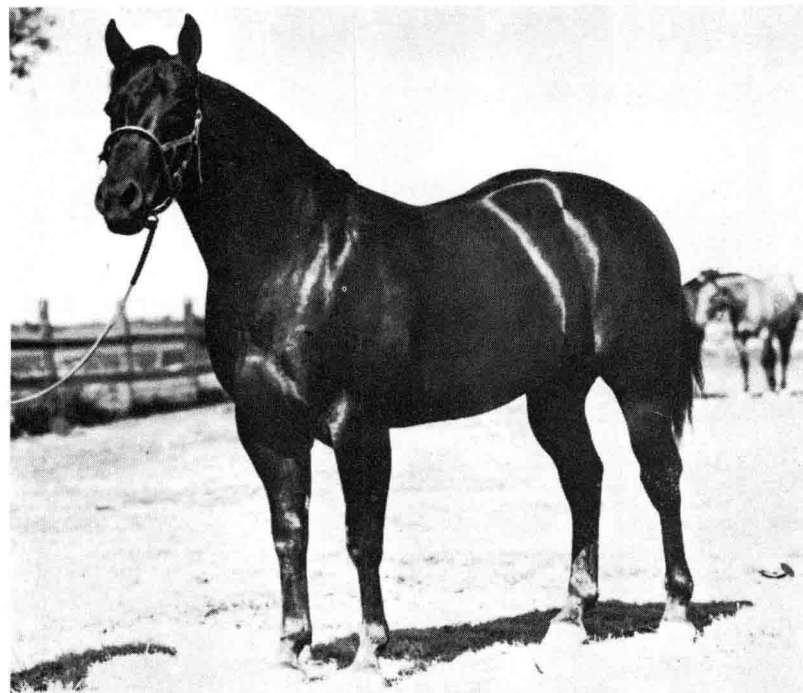


Fig. 4 アメリカンクォーターホース(J. A. Stryker)

である。名称の由来は4分の1マイルまでは非常に速いが、それ以上の距離になるとその速度を維持できないことによる。サドルホース種はアメリカのケンタッキー州およびミズーリ州でつくられた品種であり、乗用馬として用いられている。サドルホース種には常歩(並足)馬、3歩様馬および5歩様馬がある。常歩馬はランニングウォーク(運歩の速い常歩で四蹄音を発し、各蹄音ごとに頭を上下するもの)に秀でたウマで、3歩様馬は常歩、速歩、駆歩をよくするウマである。また5歩様馬は常歩、速歩、駆歩のほかにラック(見た目は運歩の敏しょうな側対歩のようであるが、同側の前後のあしに着地にずれがあるため、四蹄音が聞えるもの)およびランニングウォークを調教されたウマである(Fig. 5)。アメリカではこのほかにテネシー常歩馬、モーガン種、パラミノ種、アパローサ種などが広く用いられているが、これらの品種は日本ではほとんどみられない。

最近シェトランドポニー種、ウェルシュポニー種が子ども乗馬用として、ハクニーポニー種は主に見せ物用の馬車ウマとして普及しつつある(Fig. 6)。

飼養 ウマは1頭ずつにして飼育され、使役の程度に応じて飼料が与えられるのが普通である。よいウマを生産するためには良質の牧草が必要であり、イネ科およびマメ科の混播(混^ア)牧草はウマに必要な栄養素を十分満たしており、最も自然で経済的な飼料である。

ウマは舎飼いするよりも放牧場で自由に運動や採食させる方が精神的に安定する。使役されていないウマは青草時期は放牧場で、冬季間は良質な乾草で維持することができる。

しかし、ウマを乗用や挽用に使役する場合は粗飼料だけでは十分でなく、濃厚飼料を穀物の形で与える必要がある。与えられる穀物の量はウマの使役の程度によって異なる。モリソン(F. B. Morrison)の「飼料と飼養」(Feeds and Feeding, 1956)によると、使役の程度による飼料の種類と給与量は、使役されていないウマでは青草と粗飼料、軽作業のウマ(1日当り1~3時間)では体重100 kg当り穀類0.4~0.75 kgと乾草1.25~1.5 kg、中程度の作業をするウマ(1日3~5時間)では体重100 kg当り0.75~1 kgの穀類と1~1.25 kgの乾草、重作業のウマ(1日5~8時間)では体重100 kg当り穀類1~1.4 kgと乾草1 kgである。

エンバクはウマの飼料として広く利用されている穀物であり、イネ科の牧草、例えばチモシーの乾草との組合せは釣合のとれた飼料である。トウモロコシはエンバクより脂肪が多くタンパク質は少ないので、トウモロコシとマメ科牧草の組合せが釣合のとれた飼料となる。オオムギも砕けば良質の飼料となり、ふすまはタンパク質を多く含み便通をよくするので、舎飼いされているウマによく給与される。アマニかすはタンパク質の少ない飼料や質の悪い乾草を給与する場合に添加される。→オオムギ；タンパク質；チモシー；トウモロコシ

チモシーの乾草はウマの飼料として多く用いられているが、繁殖用の雌ウマ、離乳後の子ウマや発育中の若ウマには、成長や繁殖に必要な無機質、ビタミン、タンパク質を豊富に含んでいるアルファルファ、レッドクローバ、レスペデザのようなマメ科の良質乾草、あるいはイネ科とマメ科の混合乾草が給与される。→クローバ；ビタミン；レスペデザ

夏季には良好な放牧場に放牧し、冬季には穀類と良質乾草の組合せのような釣合のとれた飼料を十分給与しているウマでは、食塩以外の無機質やビタミンの欠乏は起らない。ヨウ素の欠乏している地域では妊馬や若ウマに起りやすい甲状腺腫(ふ)を予防するために、ヨウ素を含んだ塩を給与する必要がある。ウマは1日当りおよそ38~45 lの水を必要とする。

病気の早期発見と寄生虫の駆除 病気を発見した場合は専門の獣医師に診断してもらう必要があるが、経験豊かなウマ生産者は良好に管理することによって、種々の病気を予防している。毎日注意して観察していれば、病気の早期発見は容易である。

健康なウマの休息時における呼吸は自由で、穏やかで、呼吸音は静かであり、呼吸数の標準値は1分間に8~16である。ウマの正常脈拍数は沈静時1分間に36~40であり、脈拍は大頰(頰^{ウマ})筋直前の頸(頸^{ウマ})骨を横切る外頰動脈の拍動で知ることができる。直腸における体温は沈静している健康なウマの場合37.5~38.0°Cである。健康なウマの被毛は滑らかでつやがあり、皮膚は弾力があつてしなやかである。ウマは体重を左右の前あしに等しく負担させ、後あしを左右交互に休めるのが普通である。

病気の一般的前兆を以下にあげる。体温上昇；呼吸数の増加、不規則な呼吸、音を伴う呼吸；速い脈拍、弱い脈拍；食欲不振；原因不明の発汗；硬直；跛行(跛^{ウマ})；せき；粘膜の炎症；鼻、眼、外陰部からの異常な排出物；下痢；便秘；消沈；不安；ころげまわる；うなり声を発する；局所の発熱または腫張、など。