二訂

最新微生物学

河西 信彦・入江 昌親・上野 芳夫 編

講談社サイエンティフィク

二訂

最新 微生物学

河西 信彦
入江 昌親 編
上野 芳夫

沈阳药学院图书馆
Y073903

講談社サイエンティフィク

編者紹介

河西信彦　1948年　東京薬学専門学校卒業
現　在　昭和大学薬学部・教授

入江昌親　1953年　東京大学医学部薬学科卒業
現　在　星薬科大学・教授

上野芳夫　1955年　東京教育大学理学部卒業
現　在　東京理科大学薬学部・教授

NDC 465　344 p　27 cm

二訂　最新微生物学　　定価5,500円

1985年　6月10日　第1刷発行

編　者　河西信彦
入江昌親
上野芳夫

発行者　野間惟道

発行所　株式会社講談社
〒112　東京都文京区音羽 2-12-21
電　話　(03) 945-1111 (大代表)

編　集　株式会社講談社サイエンティフィク
代　表　佐藤義男
〒162　東京都新宿区新小川町 9-25
日商ビル
電　話　(03) 235-3701

印刷所　新日本印刷株式会社

製本所　大製株式会社

落丁本・乱丁本は講談社書籍製作部宛にお送り下さい。
送料小社負担にてお取替えします。

© N.Kasai, M.Irie and Y.Ueno, 1985

Printed in Japan

ISBN4-06-139624-2 (0) (KS)

まえがき

薬学の分野において教えるべき微生物学の範囲は年々増大している．たとえば，古くから薬学の微生物学の中心であった病原微生物学に加えて，第二次世界大戦以後急速に進歩した，抗生物質の産生などに関連した発酵微生物学が加わってきた．また最近，環境問題に関連した微生物学の分野が占める比重がしだいに増大している．

一方，各分野の研究の成果は，基礎，応用の両面において著しい．細菌・ウイルスの遺伝学，抗生物質の研究，近代免疫学などの発展は眼をみはらせるものがある．高等動物のホルモン合成を導く遺伝子を細菌に組み込み，細菌にホルモンを合成させようという時代であり，現在の研究の進歩，新しい時代の要請はいよいよ基礎分野の知識を十分に修得する必要性を大にしている．

一例をあげるならば，抗生物質の耐性がプラスミドに関係していることが明らかになり，抗生物質の作用を理解するために，遺伝学の基礎知識が必要となっている．また湖水の富栄養化に伴った湖水の汚染，食品のカビ類による汚染などを十分に理解するには細菌・カビの生理，分類などの生物学的知識が必要となっている．

本書はこのような薬学領域に必要な基礎知識の増大と，学問の進歩にできるだけ対応するよう配慮した，薬学系学生を対象とした一般微生物学の教科書として編集されたものである．しかしながら，広範な分野を限られた紙面に盛り込むため，従来の微生物学の教科書に比して細菌などの各論をやや縮少し，実用上重要と思われるもののみを限定して取りあげるにとどめた．またウイルス，原生動物の章はやや通常の各論と異なり，現代の微生物学に分子生物学がどのように反映しているか，現代の微生物学の発展がどのような動向にあるかの１つの例をあげるため，いくつかのケースについて重点的説明を行なうことを試みてみた．

本書の各項は薬学，医学の分野において微生物学を教え，研究している担当者が分担執筆している．しかしながら短期間に編集を行なったため，内容の誤り，項目の選択の誤り，各項目間の不統一など不十分な点もあると思われる．これらはすべて編者たちの責任であり，近い将来に改める予定であるので，お気づきの点をぜひ御教示，御指摘下さるようお願いしたい．

本書の刊行にあたって，終始熱心に御協力いただいた講談社サイエンティフィクの高畠雅映，早瀬弥生の両氏に心から感謝の意を表したい．

1977 年 4 月

編　者　一　同

二訂版　まえがき

微生物学ならびに関連領域の学問の最近の発展はまことにめざましく，もはや本書（初版）の内容も最近の進歩に適合しない部分が増加したので，全体的な統合整理もかねてここに全面的な見直しを行ない，必要な部分の改訂を行なった．改訂にあたって，一方では薬学生のための入門書としての原点に立戻り，最小限必要な知識をできるだけ簡潔にまとめるように努め，また他方では学生の“how and why”の問に答えられるよう，メカニズムや機能もできるだけ盛り込んで，記憶よりむしろ理解を助けるように心掛けた．しかしながら今回も，難解な解説，不十分な解説，内容の誤りなどがあると思われるので，当面は教育担当者にこれらの点を補正していただくことにし，次回改訂の宿題にしたい．

今回の改訂にあたっても，種々御協力いただいた方々に深く感謝する．

1985 年 3 月

編　者　一　同

二訂

最新　微生物学・目次

≪総　　論≫

1　微生物学の基礎

1.1　微生物学の領域……1
1.1.1　病原微生物学を中心とした研究……2
1.1.2　発酵工業，農業に関連をもつ研究……3
1.1.3　環境問題に関連した分野……3
1.1.4　生物学としての微生物学……3
1.2　微生物の分類……4
1.2.1　微生物の分類……4
1.2.2　細菌の分類……5
1.2.3　微生物の命名……10
1.2.4　細菌の分類の例……12
1.2.5　真菌の分類……15
1.2.6　ウイルスの分類……16
1.3　微生物の形態，構成成分……19
1.3.1　細菌の形態と構成成分……20
1.3.2　真菌の一般形態，微細構造と構成分……39
1.3.3　微生物の観察法……44
1.4　微生物の栄養・生理……47
1.4.1　微生物の増殖……47
1.4.2　微生物の培養法……52
1.4.3　微生物の栄養源利用・エネルギー獲得……54
1.5　微生物の代謝・生合成……59
1.5.1　糖・脂肪酸の代謝……59
1.5.2　含窒素化合物の代謝……70
1.5.3　細胞壁構成物質の生合成……83

1.6 遺　　伝 ……86
1.6.1 遺伝子の構造と複製 ……86
1.6.2 遺伝情報の発現と調節 ……90
1.6.3 突然変異 ……93
1.6.4 細胞間での遺伝子の授受 ……96
1.6.5 遺伝子操作……100

2 感染と免疫

2.1 感　染　症……109
2.1.1 感染と発病……110
2.1.2 感染における宿主寄生体関係……112
2.2 免　　疫……116
2.2.1 抗原と抗体……117
2.2.2 補体……123
2.2.3 抗原抗体反応……125
2.2.4 免疫応答……130
2.2.5 過敏症（アレルギー反応）……140
2.3 感染症と生体防御……142
2.3.1 生体防御機構……142
2.3.2 非特異的防御機構……144
2.3.3 特異的防御機構……148
付) 感染症の診断……150

3 微生物と環境

3.1 微生物による食品の汚染……159
3.1.1 自然環境からの汚染……160
3.1.2 食品の処理・加工における汚染……160
3.1.3 腐敗と細菌性低分子毒……161
3.1.4 食中毒細菌と高分子毒素……163
3.1.5 真菌毒素……168
3.1.6 真菌性高分子毒素……179
3.1.7 その他の微生物毒素……180
3.2 微生物による大気の汚染……181
3.3 微生物と水環境……182
3.3.1 水中の細菌……182

3.3.2 自然水中の微生物……183
3.3.3 飲料水中の微生物汚染……184
3.3.4 公共浴用水と微生物……187
3.3.5 微生物利用による水処理……189
3.3.6 微生物による水利用障害……191
3.4 微生物による医薬品・化粧品の汚染……192
3.4.1 医薬品と微生物……192
3.4.2 化粧品と微生物……194

4 微生物と薬品

4.1 微生物の利用……195
4.1.1 微生物とのかかわり合い……195
4.1.2 生理活性物質としての代謝産物……196
4.1.3 生産技術の改革……197
4.1.4 生体攪乱物質としての微生物薬品……197
4.2 発酵生産物……198
4.2.1 有機溶媒と有機酸……199
4.2.2 アミノ酸……202
4.2.3 ヌクレオシド，ヌクレオチド……206
4.2.4 菌体と菌タンパク質……208
4.2.5 酵素剤……210
4.3 化学療法剤……212
4.3.1 化学療法の発展……212
4.3.2 化学療法剤の試験……214
4.3.3 化学療法剤の作用点と分類……216
4.3.4 細胞壁合成系に作用する薬剤……216
4.3.5 核酸ならびに核酸合成系に作用する薬剤……226
4.3.6 タンパク合成系に作用する薬剤……230
4.3.7 細胞質膜に障害を与える薬剤……236
4.3.8 代謝拮抗物質，その他……238
4.4 生理活性物質……241
4.4.1 植物生長促進物質……241
4.4.2 植物生長阻害物質……242
4.4.3 殺虫性ペプチド類……243
4.4.4 薬理活性物質……245

4.4.5 ペプチド性タンパク分解酵素阻害物質……246
4.4.6 ステロイド系ホルモンの変換……247
4.5 生物学的製剤……249
4.5.1 生物学的製剤の種類……249
4.5.2 生ワクチン……251
4.5.3 死菌または不活化ワクチン……252
4.5.4 トキソイド……254
4.5.5 抗毒素……255
4.5.6 血液製剤……257

≪各　　論≫

5 細　　菌 (Bacteria)

5.1 グラム陽性菌……259
5.1.1 無胞子球菌群……259
5.1.2 有胞子桿菌群……263
5.1.3 無胞子桿菌群……267
5.2 グラム陰性菌……269
5.2.1 好気性球菌群……269
5.2.2 好気性桿菌群……270
5.2.3 通性嫌気性桿菌群……271
5.2.4 嫌気性菌……278
5.3 その他の特殊細菌群……280
5.3.1 スピロヘータ……280
5.3.2 リケッチア……281
5.3.3 マイコプラズマ……282
5.3.4 クラミジア……283

6 真　　菌 (Fungi)

6.1 病原性真菌（医真菌）……284
6.1.1 ケカビ類……285
6.1.2 コウジカビ……286
6.1.3 クリプトコックス……287
6.1.4 カンジダ……288

6.1.5 コクシジオイデス……289
6.1.6 ヒストプラスマ……289
6.1.7 白癬菌類……290
6.1.8 スポロトリックス……292
6.1.9 黒色不完全菌類……292
6.2 一般真菌……293
6.2.1 クモノスカビ……294
6.2.2 サッカロミセス……295
6.2.3 コウジカビ……295
6.2.4 アオカビ……295
6.2.5 フザリウム……296

7 ウイルス（Viruses）

7.1 動物ウイルス……298
7.1.1 ウイルスの形態と分類……298
7.1.2 パポバウイルス科……300
7.1.3 アデノウイルス科……302
7.1.4 ヘルペスウイルス科……303
7.1.5 ポックスウイルス科……304
7.1.6 その他のDNAウイルス……305
7.1.7 レトロウイルス科……306
7.1.8 ピコルナウイルス科……306
7.1.9 トガウイルス科……307
7.1.10 オルトミクソウイルス科……308
7.1.11 パラミクソウイルス科……309
7.1.12 その他のRNAウイルス……310
7.2 細菌ウイルス（バクテリオファージ）……311
7.2.1 T偶数ファージ……312
7.2.2 λファージ……315
7.2.3 遺伝子操作と溶原ファージ……319

8 (付) 原 生 動 物 (Protozoa)

8.1 原生動物とは……320
8.2 おもな原生動物……323
8.2.1 有害な原生動物……323
8.2.2 有用な原生動物……325
8.2.3 研究材料としての原生動物……325

索　　引……329

1 微生物学の基礎

1.1 微生物学の領域

微生物学の対象となる微生物は，顕微鏡でのみ観察可能な小さな生物であると考えることは当然のことであろう．しかし，現実に微生物学の対象として取り扱われている生物はこの枠からはずれているものも数多い．微生物学の取り扱う生物は図 1.1 に示す菌類，原生動物，藻類，藍藻類，細

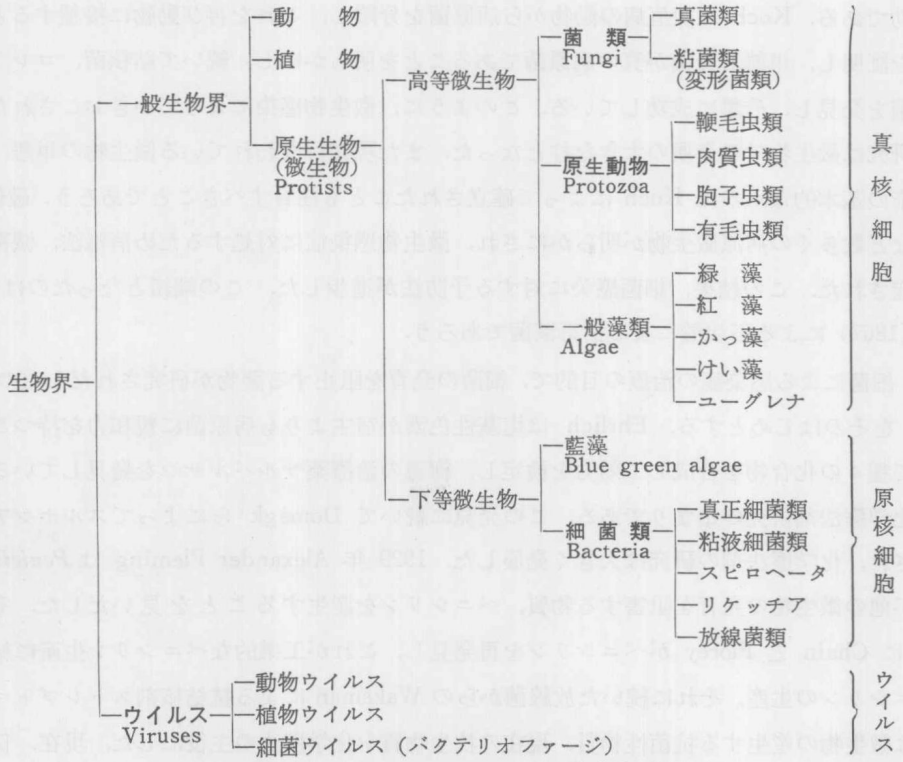


図 1.1　微生物の分類（太字部分はさらに各論を参照されたい）

菌類に及んでおり，キノコ類（担子菌），藻類などの大きな生物も含まれている．これらの大きな生物はどのような理由で細菌，カビのような小さい生物の仲間入りをしているのであろうか．微生物学で扱う生物は，動物・植物が多細胞生物であり，組織の分化が明瞭であるのに比較し，単細胞であるか，複数の細胞からなる場合でも菌糸形をとったり，海藻のように組織の分化の程度の低いと考えられる生物である．しかし，医学・薬学の領域で扱う微生物は主として微視的な細菌および菌類と，生物と無生物の間に位置するウイルスであることも事実である．これは医学・薬学が主として病原微生物を研究の対象としてきたからである．

微生物は古来，いろいろな意味で人類の生活に関係してきた．ここで微生物学について述べるにあたって，人間がどのような面で微生物を対象とした研究を行なってきたかを概説しておくのも意味のあることであろう．薬学が人類の病気の治療と予防に関する学問であるとすると，直接薬学と関連のあるのは微生物学のどの分野であるのか，そしてその理解のためにはどのような基礎が必要であるのかを考えることも必要なことであろう．

1.1.1 病原微生物学を中心とした研究

微生物研究の最も歴史的なものとして常に2つの研究があげられている．1つは Louis Pasteur (1822～1895) による，微生物が自然発生で生ずるのではないことを証明した実験と，彼らによる発酵の研究である．他の1つは Robert Koch (1843～1910) による種々の病原菌の発見とその純粋培養の成功である．Koch は炭疽病の動物から病原菌を分離し，これを再び動物に接種すると発病することを証明し，単離した菌が真の病原菌であることを明らかにし，続いて結核菌，コレラ菌などの病原菌を発見し，分離に成功している．このように，微生物感染によってひきおこされた人間の病気の研究は微生物学の発展の大きな柱となった．また現在行なわれている微生物の単離，純粋培養の技術の基本的なものは Koch によって確立されたことも注目すべきことであろう．破傷風菌，赤痢菌など数多くの病原微生物が明らかにされ，微生物感染症に対処するため消毒法，滅菌法の技術が研究された．この結果，細菌感染に対する予防法が進歩した．この端緒となったのは Joseph Lister (1867) による石炭酸による消毒滅菌であろう．

一方，細菌による感染症の治療の目的で，細菌の発育を阻止する薬物が研究されだしたのは Paul Ehrlich をそのはじめとする．Ehrlich は塩基性色素が宿主よりも病原菌に親和力を持つことを基礎として種々の化合物を合成して効力を検定し，梅毒の治療薬サルバルサンを発見している．この発見は化学療法剤研究の始まりである．この発見に続いて Domagk らによってスルホンアミド剤が開発され，化学療法剤の研究は大きく発展した．1929 年 Alexander Fleming は *Penicillium* 属のカビが他の微生物の発育を阻害する物質，ペニシリンを産生することを見いだした．その後，1940 年に Chain と Florey がペニシリンを再発見し，これが工業的なペニシリン生産に結びついた．ペニシリンの生産，それに続いた放線菌からの Waksman による抗結核剤ストレプトマイシンの発見は微生物の産生する抗菌性物質，現在の抗生物質を化学療法の主役にした．現在，日本薬局方（10局）に 48 種もの抗生物質が収載されているのをみてもこの事実がわかるであろう．

同じ伝染病の予防，治療の目的で全く異なった研究の方向がある．1880 年代に Pasteur はニワトリコレラの病原菌の古くなった培養液を注射したニワトリは，軽い病気にかかるがその後に病原菌を注射しても発病しないことにヒントを得，弱毒菌の注射による予防，現在のワクチン療法の基礎を作った．ブタ丹毒，炭疽病，狂犬病ワクチンなども Pasteur らによって作られたものである．現在この面での研究の成果は，百日咳，コレラ，腸チフスなどの細菌に対するワクチン，結核菌に対する BCG など人類に大きな恩恵を与えている．特にポリオに対するワクチンの開発を行なった Enders, Salk および Sabin らの研究は，この面で特筆すべきものであろう．

細菌による感染症とともに，現在では多くのウイルスによる感染症が見いだされているが，有効な抗ウイルス剤が見いだされていない現在，免疫学が予防医学の領域で占める割合は大きい．

1.1.2 発酵工業，農業に関連を持つ研究

Koch と並んで微生物学の始祖ともいえる Pasteur は，酒類の発酵の研究を行ない，酵母が嫌気的条件で発酵を行ない，酸素が存在すると呼吸を行なって発酵の速度を抑制することを見いだし (Pasteur 効果)，また酒類の低温殺菌法 (pasteurization) を発見するなど，醸造業の発展に寄与している．

古来世界各国で酒類の醸造にコウジ菌，酵母などを用いているので，醸造学は応用微生物学の主要な分野となっているが，微生物を利用して乳製品，有機酸，アルコールを生産する工業もおこり，グルタミン酸などのアミノ酸，またイノシン酸などの核酸系調味料の発酵による生産へと発展している．これらの発酵工業の面でわが国は世界に先駆けている．また最近はステロイドホルモンなどの合成の過程で，天然のステロイドを微生物により異なった化合物に変化させ，新しい医薬品の原料とする，いわゆる微生物転換が注目され，医薬品工業に利用されている．また農業に関連した問題として微生物によるタンパク資源の生産がある．未来のタンパク資源の不足を予想し，石油の微生物による資化，クロレラなどを用いた太陽のエネルギーを利用したタンパク質の生産が検討されている．

1.1.3 環境問題に関連した分野

環境の改善をめざす微生物学の一分野がある．下水の処理における活性汚泥の役割，廃水中の合成洗剤を分解して汚染を減ずる細菌の研究，環境の汚染の指標としての微生物の生態を研究する分野など，衛生化学の分野での微生物学は近時見直され，研究の盛んになった分野といってさしつかえないであろう．

1.1.4 生物学としての微生物学

微生物は多くが単細胞であり，構造が簡単であるうえ，その分裂速度がきわめてすみやかであるため，生化学・遺伝学・免疫学の研究材料としてすぐれている．Buchner (1897) が酵母の無細胞抽出物を用いてアルコール発酵を行なうことを見いだしたことをはじめ，代謝の生化学に微生物が

寄与した例は数多い．また Beadle らのアカパンカビを使用した遺伝学の研究に始まった微生物遺伝学は，大腸菌，ウイルスなどを用いた遺伝学へと発展し，遺伝子の解析，遺伝情報の伝達の機構を明らかにしつつある．これらの研究は抗生物質の作用機構，薬剤耐性機構の解明など，直接医薬品に関係がある．

またこの 10 年の間には，薬剤耐性などに関係のある核外遺伝子の研究，核酸の生合成，代謝に関連した分子生物学の発展の結果，異種微生物，動物などの遺伝子の一部を微生物の核外遺伝子に組み込み，これを再び微生物の細胞にもどして微生物にヒト生長ホルモン，インシュリンなどのペプチドホルモン，動物由来の有用タンパク質の合成をさせる遺伝子工学が大きな進歩をみせている．この結果は医薬品の一部の生産に利用されている．この遺伝子組換えの問題は応用面のみでなく，ウイルス，微生物，動物などの遺伝子の解析を行なうに至り生物学の新しい発展をもたらしつつある．

微生物の研究から得られた知識はわれわれの動物，植物の生化学，遺伝学における知識を大幅に拡大したことは疑いのない事実であり，関接的，直接的に薬学・医学に寄与するところが多い．

微生物学の扱う領域は上に述べてきたように広大であり，現在までに得られた知識もきわめて大きい．本書ではこの広範な微生物学の中で，特に薬学に関連のある部門を選んで概説を試みてあることに注意してほしい．現在の自然科学の進歩が顕著であることを考えると，まだ見逃されていた分野がいつ重要な分野になるか予測がつかないので，広く本書以外の微生物学の分野にも眼を向けてほしい．

1.2 微生物の分類

1.2.1 微生物の分類

微生物という名で考えられている生物はどの範囲の生物をいうのであろうか？　生物界を動物，植物に分類していた時代には原生動物（protozoa）は動物界に，藻類，菌類，細菌は下等植物として扱われていた．しかし，しだいにこれらの下等生物を一括して原生生物（protista）として取り扱うようになってきている．微生物として現在取り扱われている生物は，先に記したように顕微鏡でのみ見られるような微小な生物と考えることだけでは定義できないものが含まれている．図 1.1 に通常の微生物の分類上の関係を示してある．この図では微生物界はさらに大きく分けられている．細胞構造のないウイルスと，細胞に核膜を持ち，明確な核を持った真核細胞（eucaryotic cell）および核膜を持たない原核細胞（procaryotic cell）の 3 つである．真核細胞の微生物を高等微生物と称し，これには菌類，原生動物，一般藻類の 3 種類が属する．藻類は葉緑体を持ち光合成を行なっているが，他の 2 種は光合成能を持たない．原生動物は単細胞で運動性を持つものが多いが，菌類は一般に運動性がない．

一般藻類中で緑藻の例はクロレラ（*Chlorella*），マリモ（*Cladophora*），アオサ（*Ulva*）などである．紅藻にはアサクサノリ（*Porphyra tenera*），テングサ（*Gelidium*）などが属する．褐藻には昆布（*Laminaria*）のような多細胞のものがある．ユーグレナ（*Euglena*）は単細胞で鞭毛を持つ．

原生動物（protozoa）中，鞭毛虫類にはトリコモナス（*Trichomonas*），トリパノゾーマ（*Trypanosoma*），胞子虫類にはマラリア原虫（*Plasmodium*），トキソプラズマ（*Toxoplasma*）などの病原性をもつものが含まれている．

菌類については別に述べることにする（p.15）．

原始核細胞を持った生物を下等微生物（lower protists）と呼んでいるが，これには藍藻と細菌類が含まれている．藍藻は光合成生物である点で他の細菌類とは異なっている．藍藻にはネンジュ藻（*Nostoc*）などが属している．細菌類には真正細菌（eubacteria），スピロヘータ，リケッチア，放線菌が属する．このうち放線菌は菌糸を形成したり，気菌糸に胞子をつけたり，糸状菌に似た形態を持つ細菌である．真正細菌，放線菌の分類については次に詳しく述べることにする．

自然界に存在する微生物の種類は数えきれないほどであるが，取り出された微生物がどのような種類に属するか，どのような性質を持っているかを明らかにするためには，すでに知られている微生物を一定の規則に従って規則的に分類しておかなければならない．分類を行なうにあたって，微生物の数多い属性のうちどの性質を中心にして分類するのが一番適切であるかがたいせつな問題であり，これによって分類の体系が異なってくる．

自 然 分 類（Natural classification）

微生物を分類する場合に，動物・植物において試みられているように，どの生物とどの生物が類縁性を持っているかを検討し，類似の性質をもったグループをつくり，さらにこのグループが他の大きなグループのどれとより近縁であるかを見，共通の祖先から進化し，分岐したと考えられるグループとして統一していく方法がある．このように進化の方向を考慮した分類法を“系統発生学的分類法”という．この方法は自然の進化をよく反映していると考えられるが，この基礎には多くの形態学的研究（組織の形態学的比較）が必要であり，また化石になった古い時代の生物との比較も重要な問題となる．したがって微生物のように組織の形態学的分化があまり明確でなく，かつ化石の研究が行なえない場合には適用しにくい点が多い．したがって微生物，特に細菌の場合にはある程度次に述べる人為的分類にたよらざるを得ない．しかし後述する生化学的分類法，遺伝子レベルでの解析がしだいに発展しつつあるので近い将来に微生物の分類もしだいに自然分類の方向に大きく近づくものと考えられる．

人 為 的 分 類（Artificial classification，Special classification）

生物を分類する場合，ある特定の性質を選び分類する方法を人為的分類という．たとえば病原性を1つの鍵として微生物を分類することは医学的には意味のあることである．しかし，この分類はいわゆる自然分類法とは異なった意味をもつはずである．自然分類法というものは，人為的に生殖，形態，染色性などをおもな鍵として各微生物間の類似性を見たものとも考えられる．しかしどの形質を系統発生上の意味のある性質として取り上げるか，ということは人によって見解が異なる

点であろう．人為的分類法は系統発生ということを考えなければ，その目的によってはきわめて有用であろう．

我々の取扱う微生物中3つの重要な集団である．細菌，真菌，ウイルスについて，現在広く行なわれている分類を次に概説することにする．

1.2.2 細菌の分類

A. 細菌の分類の鍵となる性質

微生物の分類を行なううえで鍵となる性質は微生物の種類によって異なっているが，形態的特徴，生理的，生化学的性質，血清学的性質，構成成分の組成の検討，遺伝子の解析などが重要な検索の対象となる．真菌などでは形態的特徴，生殖法の検討が行なわれる場合が多いが，形態的特徴が少ない細菌では生理的，生化学的性質，血清学的性質などがより重要視されることになる．細菌の分類の鍵となる性質を表1.1に示す．同じ種の細菌どうしの変種の分類には，各菌の血清学的性質，ファージに対する感受性による phage type などが用いられる場合もある．

以上の鍵となる性質のうち，広く利用され，重要な分類手段について2～3説明を加える．

表 1.1　微生物の分類の鍵となる主な性質

形　態	形態，大きさ，莢膜の有無，鞭毛の有無，内生胞子の形成（放線菌では菌糸の形態，分生子の形成，菌糸分断の有無，胞子の形状など）コロニーの形，色，光沢，周縁の状態
染色性	グラム染色，抗酸性染色（p）
生理的性質	酸素要求性，生育pH，生育温度
生化学的性質	硝酸塩の還元，脱窒反応，H_2S の発生，デンプンの分解等炭水化物の資化性，クエン酸・マロン酸等炭素源の利用†1，メチルレッド試験†2，Voges-Proskauer 反応，タンパク質分解能，インドール生成†3，ウレアーゼ活性，色素形成，オキシダーゼ，カタラーゼ活性
血清学的性質	細胞表層物質，構成タンパク質，多糖体の抗原性
構成物質の検出	低級脂肪酸の検出（p），細胞壁構成糖，アミノ酸の検出（p），DNA の GC 含量の測定（p）

†1　炭素源の利用，腸内細菌，*Pseudomonas* などの分類に有効．
†2　腸内細菌の同定に有効．
†3　トリプトファンの分解によるインドール形成．

C. 生化学的分類法

（i） DNA の塩基組成による分類　系統分類に対する有力な手段と考えられる分類法として，微生物の遺伝子解析をする方法が考えられている．微生物のすべての情報の源は DNA にあるので，DNA を解析し，その類似度を知ることは情報の発現した形質を解析するより本質的であるようにみえる．この方法の1つは DNA の塩基組成を調べることである．すなわち，DNA の持つ遺伝情報は DNA の構成塩基，つまりアデニン（A），グアニン（G），チミン（T），シトシン（C）の配列により定まる．したがって DNA の分析の第一段階は塩基の割合を知ることである．DNA 中では常にGとC，AとTの含量が等しいことがわかっている．したがって同一生物群では DNA