

| | |
|------------------|---|
| Title | 微生物の相互関係からみた新しい概念"Center species"と分類について |
| Sub Title | Studies on a new concept of "center species" and classification based on the cross-relationship of microorganisms. |
| Author | 林, 江沢(Hayashi, Kotaku) |
| Publisher | 共立薬科大学 |
| Publication year | 1964 |
| Jtitle | 共立薬科大学研究年報 (The annual report of the Kyoritsu College of Pharmacy). No.8(1963)/9(1964) ,p.8- 15 |
| JaLC DOI | |
| Abstract | |
| Notes | |
| Genre | Technical Report |
| URL | https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00062898-00000008-0008 |

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

微生物の相互関係からみた新しい概念
“Center species” と分類について

林 江 沢

Studies on a New Concept of “Center species” and Classification
Based on the Cross-relationship of Microorganisms.

Kohtaku HAYASHI

I. 始めに

細菌の分類については古くから Cohn (1875) とその系統をひくものによる形態的所見を重視した分類, Orla-Jensen (1909) その他による生物学的所見を重視した分類等諸説がある。しかしこれらは微生物の性質の一側面のみを強調し過ぎた感があり、より客観性をもつた分類が望まれて、この二つの方向を総合した自然分類も行なわれてきた。従来医学微生物については分類に際し病原性が重視されてきた傾向がある。しかし一般微生物学の立場から医学微生物をも含めて、総合的に相互関係からみた分類をしようとする試みは極めて意味深いものであろう。従つて微生物の分類は病原性の有無を問わず、関連したすべての微生物についてその相互関係を検討することによりなされるべきである。

従来分類の仕方は一般に、検査された feature を考察して、ある属の任意の菌種に近似かどうかを調べて新種または同種として同属に入れていたが、このような方法では時に混乱をおこすこともある。すなわち同一菌種が研究者によつて属はもちろん、科までも異にするというように分類される場合もありえた。例えばいわゆる病原性好塩菌は Brucellaceae 科の Pasteurella 属¹⁾ (1951), Pseudomonadaceae 科の Pseudomonas 属²⁾ (1958), Aeromonas 属³⁾ (1961), 新属 Oceanomonas 属⁴⁾ (1961), さらに Spirillaceae 科の Vibrio 属⁵⁾ (1963) というように実に三科五属にわたっているのは一体どういうわけだろうか。分類学は科学であるとともに一種の哲学でもあるから、研究者の主観がある程度入つてもやむを得ないが、より正しい客観的な分類を行なう必要がある。このためには Adanson⁶⁾ (1763) の哲学的思索にもとずき、すべての feature を等価として総合的に扱い Sneath^{7), 8)} (1957) の考案した similarity value の数式に従つて微生物相互の相似性を数値的に表現すれば、より正確な分類ができるのではないだろうか。この分類法は Adansonian classification としてすでに多くの研究者によつて採用され、その後 feature の量的な表現法について若干の改良⁹⁾ (1962) が加えられている。

上述の方式で分類を試みると、従来観念からみて、ある family 又は genus の中のある菌種と、異なる他の family 又は genus のある菌種とが意外に近似の数値を示すことがあるが、この矛盾は一体どこに原因があるのだろうか。

Hayata¹⁰⁾ (1931) は植物の相互関係についてユニークな網状または海綿状の立体関係を示している。微生物の相互関係について、Sneath^{7), 8)} (1957) は始め直線的または平面的に表現したが、後に Lysenko and Sneath¹¹⁾ (1959) 腸内細菌科を例にあげて立体的関係を提案した。もし微生物の相互関係が立体的であるとすれば、互に異なる family または genus に属する菌種の間意外に相似の数値を示すものがありうるはずである。すなわち Fig. 1 における菌種①と⑨、②と⑭の関係のごとく二つの集団の中の外辺近くに位置している菌種同志は高い相似値を示す場合もありうる。

このように微生物の相互関係はある集団の中の各個間はもちろん、集団と集団との関係を規定するためにここにまた一つの概念を導入する必要が生ずる。

すなわち微生物菌種集団の中の各菌種相互の比較も必要であるが、これら菌種集団の中心的存在の特定の菌種を選んで、その集団の代表とさせることによつて、集団と集団の比較が容易となり、その相互関係が単純化されて明確となる。それゆえに後述の方法により計算されて選出される“center species”の新しい概念について報告する。

II. Adansonian classification

Adanson⁹⁾ (1763) は分類に当たりすべての feature は公平に等価であるべきであることを最初に提唱したが、Gilmour¹⁴⁾ (1940) も認識論から同じ意見に到達し、さらにこの思想をもとにして、Sneath⁷⁾ (1957) は similarity value という計算法を考案、確立した。Sneath の similarity value とは比較すべき菌の適当な feature について (+) または (-) と表示し、次式に従つて計算する方法である。

すなわちそれぞれの feature について (+) または (-) を調べて、二種の菌種がいずれも (+) の feature の数を N_s とし、いずれか一方の菌種が (+) で他方の菌種が (-)、またはその逆の場合をかぞえて N_d とすると、 N_s が相似の数、 N_d が不相似の数となる。ゆえに

$$\text{Similarity value} = \frac{N_s}{N_s + N_d}$$

$$\text{Dissimilarity value} = \frac{N_d}{N_s + N_d}$$

であるので、similarity value を S 、dissimilarity value を D とすると、 $S + D = 1$ または $1 - S = D$ となり、百分率として表わすこともできる。従つて S の値が高くなるほどより相似性であることを示し、 D の高い値は不相似性の大きいことを示す。ゆえに dissimilarity value の D はまた distance の D の概念ともなつて両菌種の距離的な関係をも表わす。

このように菌種の実験的データにもとづく適当な feature があれば、おのおのの菌種の相似性または不相似性は上記の式より表わしうるので比較考察するのに極めて都合がよい。

なお feature はもちろん適当かつ正確でなければならず、これについてはすでに Sneath⁶⁾ (1957) の考察がある。

Max Levine¹²⁾ (1918) は数字的に correlated feature を計算してこれを分類の基準にしているが、Sneath も指摘しているように分類のためにこれを特に重視すべきでなく、むしろ correlated feature は菌種または菌株の相互関係を調べたとき結果的に見出されるもので、これは同定または分類の基準として便利である。また Bergey's Manual には key feature があるが、これはある菌種がその属の中で他菌種と異なる特異点をあげて、同定を容易にすることに役立つているが、これを特に重視する必要はない。

病原性は host-parasite relationship の上に立つといわれている。特に近年抗生物質が広く使用され、時には濫用されている面もあつて、かつて非病原性あるいは弱病原性の細菌が、菌交代現象によつて病原性を発揮するようになったので病原菌と非病原菌の境界がはつきりしない場合もある。すなわち病原性でも key feature でもまたどの feature でもこれを特に重視することはなく、すべて等価として扱つてこそ始めて正しい分類が行なわれるという Adanson の考えが妥当だと思われる。

III. Center species の新しい概念

さて新しい菌種が分離された場合、調べられた多くの feature について similarity value が計算されても、どの科または属に入れればよいかを決めるのに困難がある。従来の方法よりは客観的で正確であるが、この場合属といつても多数の菌種を含んでいるので、どの菌種と比較すべきかに迷う。文献ではそれぞれの属に type species を決めてあるが、これと比較すればよいとは限られない。

なぜなら similarity value を計算して、それぞれの属について考察すると、今までの type species はその属の中の最も典型的な菌種としての資格を有するかどうかは疑わしい場合がある。すなわち type species はその菌が分離された当初においては type species としての価値をもっていたが、その後それらに近似の菌種が多数分離同定され、菌種の数とはともに増加している現在、これを比較分類の基準としては誤りをおこす可能性がありうる。例えば *Neisseria* 属は淋菌、髄膜炎菌およびその他多くの非病原菌がこの属に入れられている。この属の各菌種の similarity value を計算してみると、淋菌と髄膜炎菌はきわめてよく似ているが、他の菌とはやや相似性が低い。ところが文献では淋菌を type species ときめているので、この淋菌と比較すると結果的に *Neisseria* 属全体からさらに異質的な菌がこの属に入れられる可能性がある。

そこでこれをさけるために著者は新しく center species の概念を導入した。

a) Center species の定義

Center species とはある菌種群(属)の中で、もつとも典型的な形態のおよび生物学的性状をもつた菌種のこと、その菌種群(属)内のどの菌とも高い相似性を持ち、従つてどの菌種とも高い similarity value をもつもので、距離的な考えを導入すれば、もつとも中心的な位置にある菌種と考えられる。

b) Center species をきめる際の諸条件

i) ある菌種群はそれぞれ同一属に入れられるべき相似性の菌種のみから構成されていて、他属に入れられるべき異質的な菌種を含んではならない。

ii) 同一属に属する菌種の全部についてそれぞれ適当な feature から similarity value を計算する。同一菌属に入る菌種が多ければ多いほど、center species は固定的である。

iii) Similarity value の数値は後述の taxonomic rank の項を参考にしてきめること。

iv) 同一菌属に入る菌種が少ないときは、やむをえず暫定的に計算により center species をきめ、その後発見された菌種を加えてあらたに center species をきめるのが望ましい。従つて center species は菌種が少ないときは固定的ではなくても、菌種が多ければほとんど変わることはない。

c) Center species の算出法

しからばかかる center species をある菌群の中よりいかにして選定するか。

Center species の概念からある菌種群(属)のある菌種と他のすべての菌種との相互間の similarity value の総和を比較した菌種の相互間の数で割つた平均値、すなわち著者のいう reciprocal mean similarity value (RMSV) (仮に相互間平均相似値) または reciprocal mean dissimilarity value (RMDV) (仮に相互間平均不相似値) よりみて、RMSV のもつとも高い数値、または RMDV のもつとも低い値が center species に相当するものと考えられる。

今ある菌種と他の諸菌種との similarity value の総和を T_s , dissimilarity value の総和を

Td とし, その菌群中の菌種の総和を N とすると $(N-1)$ は相互間の数となるので

$$\text{RMSV} = \frac{Ts}{N-1}, \quad \text{RMDV} = \frac{Td}{N-1}$$

となる.

従つて Table 1 に例示した諸菌の RMSV および RMDV は百分率にして, それぞれ次のごとくなる.

Table 1. RMSV and RMDV of the genus *Staphylococcus* and the genus *Gaffkya*

| species | 1. 2. 3. 4. | RMSV | RMSV (%) | RMDV (%) |
|------------------------------|--------------|------------|----------|----------|
| 1. <i>Staph. aureus</i> | 100 | $219/3=73$ | 73 | 27 |
| 2. <i>Staph. epidermidis</i> | 78 100 | $215/3=72$ | 72 | 28 |
| 3. <i>Gaffkya tetragena</i> | 77 76 100 | $231/3=77$ | 77 | 23 |
| 4. <i>Gaffkya homari</i> | 64 61 78 100 | $203/3=68$ | 68 | 32 |
| | total mean | 74 | 74 | 26 |

Table 1 でわかるごとく RMSV (カッコ内は RMDV) はそれぞれ ① *Staph. aureus*=73 (27), ② *Staph. epidermidis*=72 (28), ③ *Gaffkya tetragena*=77 (23), ④ *Gaffkya homari*=68 (32) となる, これを距離的な数字で表わせば Fig. 1 の A 群のごとき関係となり, center

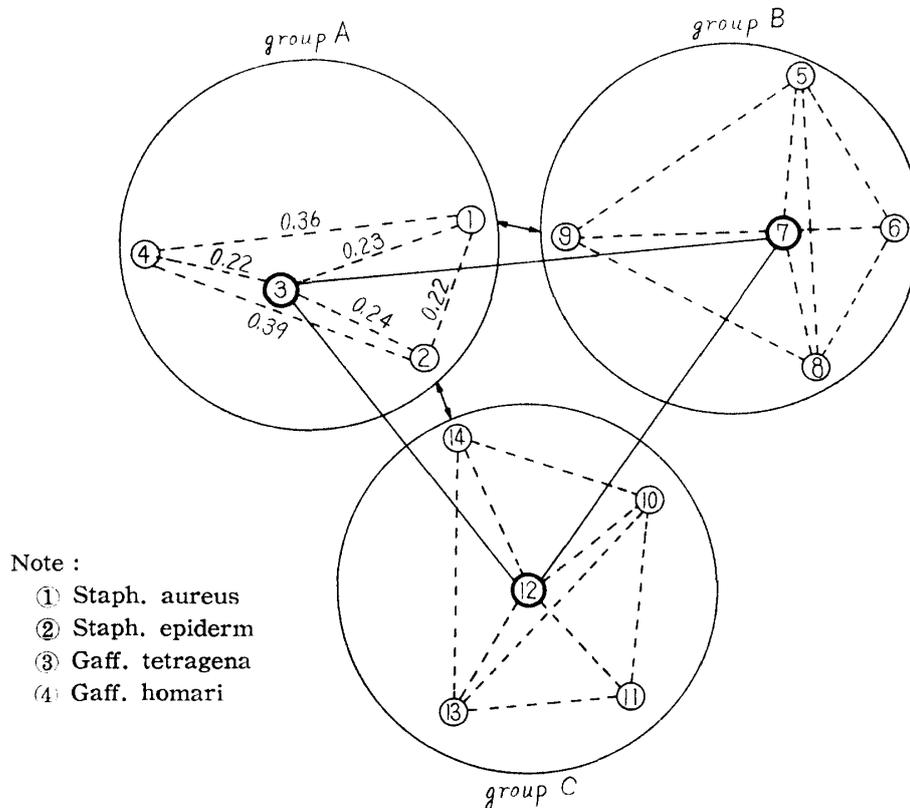


Fig. 1. The center species ③, ⑦, ⑫ and its cross-relationship of the related species.

species はもつとも中心に近い *Gaffkya tetragena* となる。確かに *Staphylococcus* 属の 2 菌種および *Gaffkya* 属の 2 菌種はそれぞれ近似性をもつことは数字的にも現われているが、これらを統合したときの center species である *Gaffkya tetragena* よりみても他の 3 菌種とも 76~78% の相似性をもっており、2 属として分離するにはあまりに近縁すぎて同一属に入れるべきが妥当であることを示している。

d) Center species の用途

i) Center species は上述の算出法からわかるように、一旦きめられた後は逆にその集団が妥当であるかどうか、また異質的な菌種があるかどうか再検討するのに用いる。例えばきめられた center species に対し、その菌種群のなかの多数菌種がかなり相似で、ある一菌種だけが異質であるにもかかわらず平均されて一見妥当な数値をえたような場合、center species から各菌種との similarity value を検討すれば誤りを発見できる。

ii) 新しく分離された菌種をいずれの属に入ればよいかをきめる場合、その center species との相似性または距離を比較することによつて容易に所属させることができる。

この比較すべき菌種が常に center species でなければならぬ理由は次の例により理解されよう。Fig. 1 のごとく A, B, C の 3 菌群 (属) があるとする。A 群 (属) に ① ② ③ ④ の 4 菌種があつて、center species は ③ であるとする。B 群 (属) には ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ の 4 菌種があつてその center species が ⑦ とする。C 群 (属) には ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ の 4 菌種があつて、その center species が ⑫ とする。その後新たに ⑨ および ⑭ 菌株 (種) が分離されて、いずれの群 (属) に所属させるべきかをきめる場合、⑨ 菌株 (種) は ⑤ ⑥ 菌種よりもむしろ ① 菌種に相似性であるので、⑤ ⑥ 菌種の属する B 群 (属) に入るべきとは考えず、① 菌の A 群 (属) に入れるのが従来のやり方である。

そこでこの際もし ⑨ 菌株 (種) を A 群 (属) の center species ③ 菌種および B 群 (属) の center species ⑦ 菌種と比較すれば ⑨ 菌株 (種) は ③ 菌種よりも ⑦ 菌種により相似値 similarity value が高いことが発見されて、⑨ 菌株 (種) は A 群 (属) ではなく B 群 (属) に入るべきであることが理解されよう。

同じような理由から ⑭ 菌株は A 群 (属) の ② 菌種とは高い近似性を示しても A 群 (属) の center species ③ 菌種および C 群 (属) の center species ⑫ 菌種と比較すれば ⑭ 菌株 (種) は C 群 (属) に入られるべきであることが論理的にいえると思う。

このように center species は新菌種の所属すべき属決定に重要な役割を演ずるもので、欠くべからざる概念であると考えられる。

iii) 第 3 に center species は属相互の center species の距離を測ることによつて属としての妥当性を検討するにも役立つ。すなわち 2 属の center species との相似値が高い場合は同一属に統合されるべきである。また同一属とされていても、center species と同群の各菌種との相似値を検討して、もしあまりに相似値が低い菌種がある場合、それらは他属に分離されるべきものが混入されていることを示唆している。この場合には再検討の必要があり、再整理することによつて妥当な菌群となり全体として正しい分類体系をとりうるのである。Table 1 に示した *Staphylococcus* 属と *Gaffkya* 属はこの意味において統合され、また Table 2 の *Sarcina* 属は 3 属に分離整理されるべきであることを示唆しているように思われる。これらについては統報球菌群についてさらに詳細にのべる予定である。

IV) Taxonomic rank の Similarity value

実験により得た feature にもとづいて similarity value を計算したあと、いかに taxonomic rank に分ければよいか。Sneath は研究者によつて好みがあつて、ある人は広く、ある人は細分するのを好むからそれぞれの好みによればよいといつている。確かに similarity value によりどの数値までをどういう taxonomic rank にすべきかという理論的根拠もないが、分類を容易にするためと微生物全体に一貫をもたせるために、およその基準をきめてみた。

このために細菌の分類書として多くの学者に認められている *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*¹³⁾ (1957) を一応の参考として、そのもつとも妥当と考えられる分類と similarity value および center species 相互間の距離を比較考察して、暫定的に次のごとき数値を試案として提出した。

| | |
|-----------|-------|
| 種 species | 95±5 |
| 属 genus | 80±15 |
| 族 tribe | 60±15 |
| 科 family | 40±15 |
| 目 order | 20±15 |
| 綱 class | 10~1 |

Table 2. Similarity value and RMSV of the genus *Sarcina*

| Species | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1. <i>Sar. aurantiaca</i> | 100 | | | | | | | | | |
| 2. <i>Sar. flava</i> | 77 | 100 | | | | | | | | |
| 3. <i>Sar. lutea</i> | 70 | 72 | 100 | | | | | | | |
| 4. <i>Sar. ureae</i> | 56 | 65 | 57 | 100 | | | | | | |
| 5. <i>Sar. hansenii</i> | 73 | 79 | 75 | 59 | 100 | | | | | |
| 6. <i>Sar. ventriculi</i> | 38 | 35 | 38 | 29 | 47 | 100 | | | | |
| 7. <i>Sar. maxima</i> | 37 | 32 | 33 | 32 | 45 | 77 | 100 | | | |
| 8. <i>Sar. methanica</i> | 26 | 36 | 30 | 28 | 33 | 26 | 24 | 100 | | |
| 9. <i>Sar. barkeri</i> | 30 | 41 | 30 | 30 | 38 | 29 | 29 | 76 | 100 | |
| 10. <i>Sar. litoralis</i> | 38 | 36 | 38 | 38 | 43 | 27 | 30 | 35 | 25 | 100 |

| Species | RMSV % | RMSV % | RMSV % |
|---------|----------|----------|----------|
| 1. | 445/9=49 | 407/8=51 | 276/4=69 |
| 2. | 473/9=53 | 437/8=55 | 293/4=73 |
| 3. | 443/9=49 | 405/8=51 | 274/4=69 |
| 4. | 394/9=44 | 356/8=45 | 237/4=59 |
| 5. | 492/9=55 | 449/8=56 | 286/4=71 |
| 6. | 346/9=38 | 319/8=40 | |
| 7. | 339/9=38 | 309/8=39 | 77 |
| 8. | 314/9=35 | 279/8=35 | |
| 9. | 328/9=36 | 303/8=38 | 76 |
| 10. | 310/9=34 | | |

さらにこれらの数値を用いて *Bergey's Manual* の分類を考察しなおすと、科、族、属の分け方において、ある場合は妥当性を欠いて全体として一貫性がないように思われる。例えば *Staphylococcus* 属と *Gaffkya* 属は前記のごとくかなりの相似性が認められるので、1属に統合し、逆に *Sarcina* 属のごときは、八連状であるという形態的相似性だけで同一属にしているが、3属に分けて、それらを昇格して同一の *Sarcineae* 族にした方がよいように思われる数値を示している

このように微生物の分類は確実な実験に基づく適当かつ正確な feature をそれぞれ等価として similarity value を計算し、center species を選出して比較考察しつつ分類した結果おのずから correlated feature もあれば、正に理想的な分類で、かかる時には科または属の定義に usually とか may or may not という表現はもつと少なくなるであろう。

Gilmour¹⁴⁾ (1946) がいつているように理想的な分類はいかに便利でかつ予言的であるかによつて価値がある。実験科学者は予言的なことをいうことは慎まなければならぬが、理論物理学があるように理想的な分類により理論的にある空間を占めるべき菌種の存在を推論する理論微生物学(分類学)はできないものだろうか。

V. 結 論

1. ある新しい菌種を分類したときは、それを含む関連微生物の相互関係を明らかにするべきである。
2. Sneath の similarity value と著者が新たに導入した“center species”の概念は理想的な分類を行なう場合に必要である。
3. Center species とはある一定菌群の中で、もつとも典型的な形態および生物学的性状をもつもので、どの菌種にももつとも高い相似性をもつもので、その集団の中心的位置にある特定菌種である。
4. この center species は著者のいう reciprocal mean similarity value または reciprocal mean dissimilarity value により計算して選出される。
5. なおこの center species の用途およびそれを選出する場合の条件についても論述した。
6. 分類を容易にするために暫定的に similarity value および center species の考察から一応の taxonomic rank の数値を提案した。

文 献

- 1) 藤野：細菌性食中毒，最新医学，6，263～271 (1951)
- 2) Takikawa：Studies on pathogenic halophilic bacteria. Yokohama Med. Bulletin, 9, 313～322 (1958)
- 3) 宮本ら：病原性好塩菌 *Ps. enteritis* (sic) Takigawa の分類(第2報)，属名の変更，並属名 *Oceanomonas*，新種名 *Aeromonas* (*Oceanomonas*) *enteritidis*，*Aeromonas* (*Oceanomonas*) *alginolytica* 等の提案および Serotype の再編成，日細誌，16，841～842 (1961)
- 4) Miyamoto et al：Pathogenic halophilic. Proposals of a new genus “*Oceanomonas*” and of the amended species names. Jap. J. Microbiol. 5, 477～486 (1961)
- 5) 坂崎：病原性好塩菌の細菌学的性状とその分類学上の位置，日細誌，18，284～287 (1963)
- 6) Adanson. M：Familles des plantes, vol. 1, Préface pp. cliv, et seq., P. clxii, p. clxiv Paris：Vincent. (1763) In: Sneath：J. gen. Microbiol. 17, 184～200 (1957)

- 7) Sneath, P.H.A. : Some thoughts on bacterial classification; J. gen. Microbiol. **17**, 184~200 (1957)
- 8) Sneath, P.H.A. : The application of computers to taxonomy; J. gen. Microbiol. **17**, 201~226 (1957)
- 9) Beers, R.J. and Lockhart, W. R. : Experimental methods in computer taxonomy; J. gen. Microbiol; **28**, 633~640 (1962)
- 10) Hayata, B : Le système dynamique des planter foudé sur la théorie de la participation. C.R. Acad. Sci., Paris **192**, 1286 (1931); In : Sneath : J. gen. Microbiol. **17**, 184~200 (1957)
- 11) Lysenko, O. and Sneath, P.H.A. : The use of models in bacterial classification. J. gen. Microbiol, **20**, 284~290 (1959)
- 12) Levine, M : A statistical classification of the colon-cloacae group. J. Bact. **3**, 253~276 (1918)
- 13) Breed, Rs. et al. : Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. 7th. ed. The Williams & Wilkins Co. (1957)
- 14) Gilmour, J.S.L. : Taxonomy and philosophy in the New Systematics. ed. by J. Huxley. pp. 461~742, Oxford : Clarendon Press (1940); In : Sneath : J. gen. Microbiol. **17**, 184~200 (1957)

Summary

Classification of microorganisms should be based on the cross-relationship of related species

In this point of view, similarity value and a new concept "center species" are considered to be necessary for an ideal classification.

"Center species" are defined as follows; a species which has the most typical morphological and biological characteristics, thus it has the highest similarity value to other species being located in the center of a group of related species.

"Center species" is calculated from the reciprocal mean similarity value or the reciprocal mean dissimilarity value.

The use of a "center species" and the conditions for selecting a "center species" from a group of related species are discussed.

Provisional taxonomic ranks calculated from the similarity value and "center species" are proposed by the author.