

Title	Adansonの思想, Similarity Value, Center Speciesよりみた微生物の相互関係と分類第1報 : Coccaceae科のMicrococceae族とSarcineae族について
Sub Title	Adansonian taxonomy and relationship of microorganisms based on the concepts of similarity value and center species. I. : studies on the tribes micrococceae and sarcineae in the family coccaceae.
Author	林, 江沢(Hayashi, Kotaku) 小平, 富子(Kodaira, Tomiko) 馬場, 久美子(Baba, Kumiko) 菊地, 和子(Kikuchi, Kazuko)
Publisher	共立薬科大学
Publication year	1965
Jtitle	共立薬科大学研究年報 (The annual report of the Kyoritsu College of Pharmacy). No.10 (1965.) ,p.44- 51
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Technical Report
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00062898-00000010-0044

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.

Adanson の思想, Similarity Value, Center Species

よりみた微生物の相互関係と分類

第1報: Coccaceae 科の Micrococceae 族と
Sarcineae 族について

林 江沢, 小平富子, 馬場久美子, 菊地 和子

Adansonian Taxonomy and Relationship of Microorganisms
based on the Concepts of Similarity Value and Center Species.

I. Studies on the Tribes Micrococceae and
Sarcineae in the Family Coccaceae.

Kohtaku HAYASHI, Tomiko KODAIRA, Kumiko BABA,
and Kazuko KIKUCHI

A new classification method was proposed from the view point of relationship among microorganisms, which was based on the Adanson's thinking, Sneath's similarity value and the author's concept of center species.

According to this method, some reorientation for the classification of the family Micrococceae was made and the following results were obtained.

- 1) The classical genus *Gaffkya* should be integrated to the genus *Staphylococcus*.
- 2) The five, non-fermentative species, *M. colpogenes*, *M. cryophilus*, *M. denitrificans*, *M. morrhuae* and *M. halodenitrificans* should be excepted from the genus *Micrococcus*, because of their lower similarity values, while the other eleven, fermentative species constituted the genus *Micrococcus*.
- 3) The assignment of the species in the genus *Peptococcus* was found to be proper, and the *Peptostreptococcus glycinophilus* indicated a higher similarity value to the genus *Peptococcus* rather than to the genus *Peptostreptococcus*.
- 4) Among ten species which have been included in the classical genus *Sarcina*, the five species such as *S. ventriculi*, *S. maxima*, *S. methanica*, *S. barkeri* and *S. litoralis* should be omitted from this genus, because they have a lower similarity value to the center species, if all of these ten species were considered to be in the same genus.

It was proper that the residual five, aerobic and packet species constituted the genus *Sarcina*, because of their higher similarity values to the center species, *S. flava*.

- 5) The two, microaerophilic, fermentative and large packet species, *S. ventriculi* and *S. maxima* should be elevated to the genus *Zymosarcina* from the original subgenus.
- 6) The two, strictly anaerobic, methane-fermentative and relatively small packet species, *S. methanica* and *S. barkeri* should be included in the genus *Methanococcus*.
- 7) *S. litoralis* should be excepted from the genus *Sarcina* and belonged to any other genus.

Various, originally heterogenous species have been included together in the classical

genus *Sarcina*, probably owing to their morphological character of packet.

According to the author's method, each of these species was consequently placed in its proper genus respectively, and moreover, they had the specific correlated features to the genus.

8) The classical family Micrococcaceae should be reduced to a lower rank as the following two tribes, namely, the tribe Micrococceae including *Staphylococcus*, *Micrococcus* and *Peptococcus*, and the tribe Sarcineae including *Sarcina*, *Zymosarcina* and *Methanococcus*.

I. 緒 論

微生物の分類についてはすでに諸説があるが, Sneath^{1,2)} (1957) は客観的で科学的な分類を行うために, 数学を取入れるべきであるとの考えから similarity value (S-value と略す) によるべきことを提唱した。

この方法は Adanson³⁾ (1763) の思索にもとづくすべての feature が等価であるべきであるという思想に根底をおく自然分類的な考え方であつた。この Adanson の思想と Sneath の S-value を用いてもいざ分類にあつて, どの程度の S-value をもつて属とするかはむづかしく, その集団と集団である族や科の境界線をどこで引くかは困難である。

そこで著者の 1 人林⁴⁾ (1964) は center species の概念を導入することにより集団と集団との比較が始めて可能となるという考えから, さきに center species の定義, 選出法, taxonomic rank を提案した。

Center species とは集団としてまとまつた同一属に入るある菌種群の中で最も典型的な性状を有する菌種であつて, その菌種群内のどの菌種とも高い相似性をもつ菌種であり, reciprocal mean similarity value (RMSV と略す) を求めることにより選出できる。この center species を用いることにより, 属としての妥当性や属と属との比較, さらには族や科の比較検討も始めて可能になる。

著者らは上述の思想と方法により球菌群全体およびその関連近縁の諸菌種との相互関係を考察して組立てた分類体系よりみて, ある空間において記載がないので feature を推論しそれに従つて自然界より分離した新属 *Halococcus*⁵⁾ (続報として本誌に投稿予定) をも含めて考察した。本報においてはまず, 従来の Micrococcaceae 科についてその分類体系がはたして妥当であるか否かを検討した。

II. 方 法

1) Bergey's Manual⁶⁾ (1957) の記載より形態, 生理学的生化学的性状, 病原性および所在など適当な feature を 100 以上選定して S-value および RMSV を計算して center species

1) Sneath P. H. A : J. gen. Microbiol, **17**, 184~200 (1957).

2) Sneath P. H. A : J. gen. Microbiol, **17**, 201~226 (1957).

3) 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).

4) 林 : 日本細菌誌 **19**(7), 175~180 (1964).

5) 林ら : 第 38 回日本細菌学会総会 (東京, 昭和 40 年 3 月 31 日)

6) Breed, R. S. et al. : Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7th ed. The Williams & Wilkins Co. p. 454~480, p. 464 (1957).

を決めて検討する。

2) Similarity Value の計算法

比較すべき菌種のそれぞれの feature について (+) または (-) と表示し、2 種の菌種がいずれも (+) である feature の数を N_s 、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である feature の数を N_d として次式に従って計算する。

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

3) Reciprocal Mean Similarity Value (RMSV) および Center Species

ある菌種と他菌種との S-value の総和を T_s 、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

$$\text{RMSV} = \frac{T_s}{N-1} \quad \text{となる。}$$

この RMSV を求めると、もつとも高い RMSV を示す菌種がどの菌種に対しても高い相似性を示すので、これを center species と定める。

III. 成 績

1) Staphylococcus 属と Gaffkya 属

この2つの属にはそれぞれ2菌種ずつが属しているが、Table 1 の如くこの4菌種を比較すると相似性が高く、RMSV を求めると Gaffkya tetragena が 77% で center species となる。この center species よりみると他の3菌種はいずれも 70% 以上の相似性を持ち、同一菌属に統合するのが妥当である。Gaffkya 属は体内または特殊培地でのみ四連状で通常の培地では対、あるいはブドウ状を示すことから本菌属を Staphylococcus 属に統一して不都合はない。なお、Staphylococcus Rosenbach⁶⁾ 1884, Gaffkya Trevisan⁷⁾ 1885 の記載から Gaffkya 属をやめて先に命名された Staphylococcus 属に統合するのが妥当と思われる。

Table 1. Similarity value and RMSV of the genera Staphylococcus and Gaffkya

Species	1	2	3	4	RMSV (%)
1. Staph. aureus	100				219/3=73
2. S. epidermidis	78	100			215/3=72
○ 3. Gaff. tetragena	77	76	100		231/3=77 ○
4. Gaff. homari	64	61	78	100	203/3=68

Note: A circle mark indicates the center species

2) Micrococcus 属

Table 2 の如く Micrococcus 属は従来分類法では 16 菌種が属し、全性状を調べてみると、異質的な菌種も含まれている。しかし Bergey's Manual に従って 16 菌種全部について S-value および RMSV を求めると、M. flavus が center species となるが、この M. fla-

7) Trevisan: Atti d. Accad. Fisio-Medico-Statistica in Milano, Ser. 4, 3, 106 (1885); Tetracoccus van Klecki, Cent. f. Bakt, 15, 360 (1894); In: Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, p. 466 (1957).

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

species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	RMSV	RMSV
1. <i>M. luteus</i>	100																	947/16=59	671/10=67
2. <i>M. ureae</i>	69	100																1002/16=63	687/10=69
○ 3. <i>M. varians</i>	77	70	100															1028/16=64	723/10=72 ○
4. <i>M. candidus</i>	74	75	70	100														978/16=61	680/10=68
5. <i>M. freudenreichii</i>	70	74	71	75	100													985/16=62	708/10=71
6. <i>M. caseolyticus</i>	66	66	71	68	82	100												989/16=62	687/10=69
7. <i>M. conglomeratus</i>	67	67	76	64	68	71	100											1020/16=64	681/10=68
8. <i>M. rubens</i>	53	54	65	50	57	61	54	100										856/16=54	579/10=58
9. <i>M. agilis</i>	63	68	74	67	62	60	69	69	100									1006/16=63	681/10=68
△ 10. <i>M. flavus</i>	68	71	75	74	81	74	84	53	72	100								△ 1033/16=65	721/10=72
11. <i>M. roseus</i>	64	73	74	63	68	68	61	63	77	69	100							1022/16=64	680/10=68
12. <i>M. colpogenes</i>	59	53	58	55	52	59	65	45	56	58	64	100						916/16=57	292/5=58
13. <i>M. cryophilus</i>	42	54	43	50	49	47	50	42	51	54	50	52	100					785/16=49	253/5=51
14. <i>M. denitrificans</i>	47	63	53	55	50	50	55	42	53	52	61	67	50	100				890/16=56	309/5=62
15. <i>M. morrhuae</i>	41	52	51	48	42	50	62	54	59	53	61	62	52	61	100			892/16=56	319/5=64
16. <i>M. halodenitrificans</i>	44	52	50	52	50	55	51	40	51	52	58	63	49	79	71	100		871/16=54	316/5=63
17. <i>S. litoralis</i>	43	41	50	38	34	41	56	54	55	43	48	48	50	52	73	54	100	780/16=49	277/5=55

Note: A circle mark indicates the center species of the genus *Micrococcus*, but a triangle mark indicates the false center species which calculated from 17 species considered as the same genus.

vus から他の 15 菌種との S-value をみると *M. colpogenes*, *M. cryophilus*, *M. denitrificans*, *M. morrhuae*, *M. halodenitrificans* がそれぞれ S-value が低く、且つ Gram 陰性また variable, 食塩抵抗性, 糖非分解性などの性状も他の諸菌種と大きく異なるので、同一属に入れるべきでないと考えられる。そこでこれらを除外して残った 11 菌種について RMSV を求めると、*M. varians* が center species となり、それら相互は妥当な S-value を示しているのでこれら 11 菌種のみで *Micrococcus* 属とするのが妥当であろう。除外された 5 菌種はいずれに属すべきかは続報で検討する。

3) Peptococcus 属

Table 3 の如く *Peptococcus* 属の 11 菌種は相似性が高く、従来分類のままで良いと思われるが、*Peptococcus glycinophilus* だけはやや相似性が低い。Center species は *Peptococcus aerogenes* であるが、この菌種からみて *P. glycinophilus* は 54% で他属に入れるべきと考えるが他属に入れてもさらに低い S-value しか示さないで、この属に入れたままとした。また、*Peptostreptococcus magnus* は *Peptococcus* 属の center species との相似性が *Peptostreptococcus* 属のそれよりも高いので *Peptostreptococcus* 属より除外されて本属に入れるのが妥当と考えられる。

Table 3. Similarity value and RMSV of the genus *Peptococcus*

Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	RMSV	RMSV
1. <i>P. niger</i>	100												730/10=73	797/11=72
2. <i>P. asaccharolyticus</i>	79	100											723/10=72	800/11=73
3. <i>P. activus</i>	68	69	100										708/10=71	760/11=69
○ 4. <i>P. aerogenes</i>	91	92	94	100									797/10=80	868/11=79○
5. <i>P. prevotii</i>	81	77	86	87	100								789/10=79	858/11=78
6. <i>P. anaerobius</i>	83	72	61	70	81	100							729/10=73	796/11=72
7. <i>P. variabilis</i>	80	70	62	71	77	90	100						714/10=71	781/11=71
8. <i>P. saccharolyticus</i>	71	78	71	81	82	70	69	100					735/10=74	800/11=73
9. <i>P. grigoroffii</i>	63	70	85	87	88	70	68	82	100				737/10=74	795/11=72
10. <i>P. constellatus</i>	62	61	64	70	77	71	63	71	76	100			660/10=66	727/11=66
11. <i>P. glycinophilus</i>	52	55	48	54	53	61	64	60	48	45	100		540/10=54	601/11=55
12. <i>Pst. magnus</i>	67	77	52	71	69	67	67	65	58	67	61	100		721/11=66

Note: A circle mark indicates the center species.

4) Sarcina 属

Sarcina 属は *Bergey's Manual* によれば 10 菌種が属しており、この 10 菌種は八連状の形態的特徴で同一属とされたものと考えるが、全性状を比較した S-value からみると異質的な菌種が混入していることは Table 4 からみて明らかである。

一応この 10 菌種を同一属とみなして S-value および RMSV を求めると *Sarcina hansenii* が center species となり、この菌種と他菌種との相似性をみると Table 4 に示した如く、*S. ventriculi*, *S. maxima*, *S. methanica*, *S. barkeri* および *S. litoralis* の 5 菌種については S-value が非常に低いので、この 5 菌種を除外して、好気性の 5 菌種のみにとするとそれら相互の相似性が高く *S. flava* が center species となり *Sarcina* 属は好気性のこの 5 菌種で構成するのが妥当といえる。また除外した 5 菌種についてもさらによく調べると、*S. ventriculi* と

S. maxima は弱嫌気性の大きな球菌, *S. methanica* と *S. barkeri* は偏性嫌気性でメタン酸酵する菌種, *S. litoralis* は糖非分解性で食塩耐性を有する菌種というように S-value の不相似性から結果的に3つの群にわけられ, これら除外された3群5菌種については次にその一部は続報で論述する.

5) *Zyimosarcina* 属

Sarcina 属から除外された菌種のうち弱嫌気性で大きな球菌である *S. ventriculi* と *S. maxima* は他のどの属にも入らず, 従来 subgenus とされていた microaerophilic, 酸酵性の亜属 *Zyimosarcina* Smit⁸⁾ (1930) を属に昇格させるのが妥当であろうと思われる.

Table 4. Similarity value and RMSV of the genus *Sarcina*

Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	R M S V (%)			
											1~10	1~9	1~5	
1. <i>S. aurantiaca</i>	100											445/9=49	407/8=51	276/4=69
○ 2. <i>S. fflava</i>	77	100										473/9=53	437/8=55	293/4=73 ○
3. <i>S. lutea</i>	70	72	100									443/9=49	405/8=51	274/4=69
4. <i>S. ureae</i>	56	65	57	100								394/9=44	356/8=45	237/4=59
△ 5. <i>S. hansenii</i>	73	79	75	59	100							492/9=55	449/8=56	286/4=71
6. <i>S. ventriculi</i>	38	35	38	29	47	100						346/9=38	319/8=40	
7. <i>S. maxima</i>	37	32	33	32	45	77	100					339/9=38	309/8=39	77
8. <i>S. methanica</i>	26	36	30	28	33	26	24	100				314/9=35	279/8=35	
9. <i>S. barkeri</i>	30	41	30	30	38	29	29	76	100			328/9=36	303/8=38	76
10. <i>S. litoralis</i>	38	36	38	38	43	27	30	35	25	100		310/9=34		

Note: A circle mark indicates the true center species of the genus *Sarcina*, but a triangle mark indicates the false center species of the former genus *Sarcina*.

6) *Methanococcus* 属

Table 5 の如く *Methanococcus* 属は従来, *M. mazei*, *M. vannielii* の2菌種のみであるが, 前述の *Sarcina* 属から除外したメタンを生成する偏性嫌気性の *S. methanica* と *S. barkeri* の2菌種を加えて比較検討した. Table 5 の如くそれらの S-value および RMSV を算出するとこの4菌種は非常に相似性が高く, center species である *M. mazei* からみても同一

Table 5. Similarity value and RMSV of the genus *Methanococcus*

species	1	2	3	4	RMSV
○ 1. <i>M. mazei</i>	100				230/3=77 ○
2. <i>M. vannielii</i>	83	100			205/3=68
3. <i>S. methanica</i>	82	69	100		228/3=76
4. <i>S. barkeri</i>	65	53	77	100	195/3=65

Note: A circle mark indicates the center species.

8) Smit: Pflanzenforschung. Jena. Heft 14, 26 (1930).

菌属にするのが妥当と思われる。

7) 他の除外された菌種について

Micrococcus 属からの5菌種および *Sarcina litoralis* については未だ所属不明であり検討を要するので自然界より分離した諸菌種との関連において続報で検討の上報告する。(本年3月31日の日本細菌学会総会で報告済み、本誌投稿予定)

8) 上述の如く従来の分類を再検討すると属を統合すべきものと、分離すべきものがある。さらに著者(林)⁴⁾の提案した taxonomic rank を参考にして考察すると *Bergey* の *Micrococcaceae* 科は球菌群全体との関係において格下げして2つの族にわけ、*Micrococceae* 族は *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Peptococcus* の3属とし、*Sarcineae* 族は *Sarcina*, *Zymosarcina*, *Methanococcus* の3属とするのが妥当と考える。

IV. 考 察

微生物の分類はより広い相互関係の上に立つて考察されるべきであることを、林はすでに報告したが、球菌群はもちろん、関連の近縁の菌種菌属(科)との比較を行ないつつ、S-value および center species から球菌群のうちの *Micrococcaceae* 科を考察した結果、従来の分類体系で属を異にしていたものでも一属に統合すべきものや、一属とされていても分離させた方が良いと思われる場合がある。従つて従来の分類体系を再考し、数学的に検討する方法はより正確客観的な分類を試みるためのよい方法と考える。

本報は特に球菌群のうち従来の *Micrococcaceae* 科について検討したがさらに球菌群全体との関係を考えると、球菌群は1つの科に統合される可能性があり、それらが完成した後に結果的に見出される correlated feature⁹⁾ (Levine, 1918) により分類の妥当性も裏付けられ、またそれが分類表において重要な key feature ともなるがそれらについては続報で報告する。なお、球菌群が1つの科になることは Winslow 夫妻¹⁰⁾(1908) がすでに古くより *Coccaceae* 科として述べたところである。

V. 結 論

1) Adanson の思想を基礎とし Sneath の S-value および林の center species の方法によつて、従来の *Micrococcaceae* 科の5属について数字的に検討した結果、今までの分類は次の如く再編することが妥当であると考えられる。

2) *Staphylococcus* 属と *Gaffkya* 属はその center species である、*G. tetragena* からみて相似性が高く、2属を統合して同一属とすべきであり、*Staphylococcus* 属が先に命名されたので統合後の属を *Staphylococcus* とする。

3) *Micrococcus* 属のうち異質的な5菌種である *M. colpogenes*, *M. cryophilus*, *M. denitrificans*, *M. morrhuae*, および *M. halodenitrificans* の S-value と続報予定の新しく分離した菌種 (*Halococcus* 属) との関係から除外され、残つた11菌種での center species は *M. varians* となり、これらの菌種で *Micrococcus* 属を構成する。除外された5菌種の所属は続報で検討する。

9) Levine, M.: J. Bact., 3, 253~276 (1918).

10) Winslow, C.E.A. and Winslow, A.R.: Systematic relationships of the Coccaceae 300pp(1908). John Wiley & Sons, New York. In: *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* p. 7 1957. Williams & Wilkins Co.

4) *Peptococcus* 属は従来の分類で良いが *Peptostreptococcus glycinophilus* は *Peptostreptococcus* 属の center species よりも *Peptococcus* 属の center species に対しての方が、S-value が高いので、*Peptococcus* 属に所属させる。

5) 従来の *Sarcina* 属は *S. ventriculi*, *S. maxima*, *S. methanica*, *S. barkeri*, および *S. litoralis* の 5 菌種が嫌気性または糖非分解性など異質的であるのが上述の方法で結果的に除外され、残った好気性の 5 菌種の center species は *S. flava* でこれらの菌種で *Sarcina* 属を構成する。

除外された 5 菌種のうち弱嫌気性の *S. ventriculi* と *S. maxima* は *Zyмосarcina* 属として独立させた。

6) *Methanococcus* 属は従来の 2 菌種と *Sarcina* 属より除外されるべき 2 菌種である *S. methanica* と *S. barkeri* とはいずれも嫌気性、メタンガス産生で本属に統合されてこそ自然である。その center species である *M. mazei* からみても妥当である。

7) 上記および続報の考察の総合結果から、球菌群は 1 つの科に統合される可能性があり、従来の *Micrococcaceae* 科は 2 族にして、*Sarcineae* 族は *Sarcina*, *Zyмосarcina*, *Methanococcus* の 3 属に、*Micrococceae* 族は *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Peptococcus* の 3 属とするのが妥当である。

本報文は昭和 40 年 3 月 31 日の第 38 回日本細菌学会総会（東京）において発表した。

恩師秋葉東大名譽教授の御校閲を深謝する。（林）