慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

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 Micrococcaceae 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 Adanson[3] (1763) の思索にもとずくすべての 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たつて，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 Manual[6] (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 Prêface 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 Ns, 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 Nd として次式に従つて計算する.

$$\text{Similarity value} = \frac{Ns}{Ns+Nd}$$

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 Ts, 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

$$\text{RMSV} = \frac{Ts}{N-1}$$ 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 ときめる.

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% 以上の相似性をもち，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，あるいはブドー状を示すことからも本菌属を Staphylococcus 属に統一して不都合はない. なお，Staphylococcus Rosenbach[6] 1884, Gaffkya Trevisan[7] 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 属は従来の分類法では 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 に従つて 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. M. luteus	100																	947/16=59	671/10=67
2. M. ureae	69	100																1002/16=63	687/10=69
○ 3. **M. varians**	**77**	**70**	**100**															1028/16=64	**723/10=72** ○
4. M. candidus	74	75	**70**	100														978/16=61	680/10=68
5. M. freudenreichii	70	74	**71**	75	100													985/16=62	708/10=71
6. M. caseolyticus	66	66	**71**	68	82	100												989/16=62	687/10=69
7. M. conglomeratus	67	67	**76**	64	68	71	100											1020/16=64	681/10=68
8. M. rubens	53	54	**65**	50	57	61	54	100										856/16=54	579/10=58
9. M. agilis	63	68	**74**	67	62	60	69	69	100									1006/16=63	681/10=68
△ 10. M. flavus	68	71	**75**	74	81	74	84	53	72	100								△ 1033/16=**65**	721/10=72
11. M. roseus	64	73	**74**	63	68	68	61	63	77	69	100							1022/16=64	680/10=68
12. M. colpogenes	59	53	58	55	52	59	65	45	56	58	64	100						916/16=57	292/5=58
13. M. cryophilus	42	54	43	50	49	47	50	42	51	54	50	52	100					785/16=49	253/5=51
14. M. denitrificans	47	63	53	55	50	50	55	42	53	52	61	67	50	100				890/16=56	309/5=62
15. M. morrhuae	41	52	51	48	42	50	62	54	59	53	61	62	52	61	100			892/16=56	319/5=64
16. M. halodenitrificans	44	52	50	52	50	55	51	40	51	52	58	63	49	79	71	100		871/16=54	316/5=63
17. S. litoralis	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つた 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，従来の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みてもさらにより低い S-value しか示さないので，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. P. niger	100												730/10=73	797/11=72
2. P. asaccharolyticus	79	100											723/10=72	800/11=73
3. P. activus	68	69	100										708/10=71	760/11=69
○ 4. **P. aerogenes**	**91**	**92**	**94**	**100**									797/10=80	**868/11=79**○
5. P. prevotii	81	77	86	**87**	100								789/10=79	858/11=78
6. P. anaerobius	83	72	61	**70**	81	100							729/10=73	796/11=72
7. P. variabilis	80	70	62	**71**	77	90	100						714/10=71	781/11=71
8. P. saccharolyticus	71	78	71	**81**	82	70	69	100					735/10=74	800/11=73
9. P. grigoroffii	63	70	85	**87**	88	70	68	82	100				737/10=74	795/11=72
10. P. constellatus	62	61	64	**70**	77	71	63	71	76	100			660/10=66	727/11=66
11. P. glycinophilus	52	55	48	**54**	53	61	64	60	48	45	100		540/10=54	601/11=55
12. Pst. magnus	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醗酵する菌種，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) Zymosarcina 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, 醗酵性の亜属 Zymosarcina Smit[8] (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	RMSV (%) 1～10	1～9	1～5
1. S. aurantiaca	100										445/9=49	407/8=51	276/4=69
○2. **S. fflava**	**77**	**100**									473/9=53	437/8=55	**293/4=73**○
3. S. lutea	70	**72**	100								443/9=49	405/8=51	274/4=69
4. S. ureae	56	**65**	57	100							394/9=44	356/8=45	237/4=59
△5. S. hansenii	73	**79**	75	59	100						492/9=55	449/8=56	286/4=71
6. S. ventriculi	38	35	38	29	47	100					346/9=38	319/8=40	
7. S. maxima	37	32	33	32	45	**77**	100				339/9=38	309/8=39	**77**
8. S. methanica	26	36	30	28	33	26	24	100			314/9=35	279/8=35	
9. S. barkeri	30	41	30	30	38	29	29	**76**	100		328/9=36	303/8=38	**76**
10. S, litoralis	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. **M. mazei**	**100**				**230/3=77**○
2. M. vannielii	83	100			205/3=68
3. S. methanica	82	69	100		228/3=76
4. S. barkeri	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ずみ, 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, 分離すべきものとがある. 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によい方法と考える.

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 feature[9] (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，残つた好気性の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 Zymosarcina 属として独立させた．

6) Methanoccus 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, Zymosarcina, 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．

恩師秋葉東大名誉教授の御校閲を深謝する．（林）