

鹿児島湾内海水中の細菌属組成の季節変動*1

日高富男・島津誠一郎*2

Seasonal Changes in the Generic Composition of Heterotrophic Bacteria in Seawater of Kagoshima Bay*1

Tomio HIDAHA and Seiichiro SHIMAZU*2

Abstract

The authors surveyed the heterotrophic bacterial flora in seawater samples collected from the stations of Kagoshima Bay, during 1981 to 1983. The dominant genera in the seawater were *Pseudomonas* and *Vibrio*, almost similar to that of open sea water. In the generic compositions, *Pseudomonas* was the highest in seawater of inner area of the bay and decreased as area goes to the entrance, though *Vibrio* increased the ratio of itself contrastively. This was confused sometimes, after rainy days, at the stations (St. 3 and 4) near Kagoshima city. In this case, *Moraxella* significantly became the most dominant genus, indicating the slight pollution of seawater of this area during a few days. However, the seawater along the center line of Kagoshima Bay was not polluted generally.

海洋環境の変化に伴って、そこに棲む一般従属細菌相も変動する^{1,2)}。本報では、海況や水質が地理的、季節的に多様に変化する鹿児島湾において、海水中での細菌相の変動をとらえて、それらの関連を解析したい。そこで、前報³⁾で取扱った鹿児島湾内海水から従属栄養細菌を分離して菌属レベルで鑑別し、各試水中細菌相の菌属組成を比較検討する。

実験材料および方法

調査海域および供試海水 これらの事項は前報³⁾の記載と同じである。なお本報においては'81年以降の供試海水について実験した。

供試菌の分離 無菌的に採取した試料海水は、船内実験室で直ちに細菌細胞数の測定および細菌分離のための接種を行った。すなわち、各試料海水は0.1 mlずつを10枚の海水寒天平板上に塗抹接種して、20~25°Cで培養した。培養6日後、それら寒天平板上に現れた全コロニーを計数して細菌数算定に供した。次いで、それら寒天平板培養物のうち、コロニーの分散状態や平均的なコロニー数などから見て、代表的な平板培養物数枚を選んで、その中に生育し

*1 本報告の一部は昭和58年度日本水産学会秋季大会(京都)において講演発表した。

*2 鹿児島大学水産学部微生物学研究室(Laboratory of Microbiology, Faculty of Fisheries, Kagoshima University)

ているコロニー全部を分離，純化した。各試水当りの分離菌株数は30~80株であった。しかし菌数の少ない試水からは，全平板培養物のすべてのコロニーを分離してもその数に達しないものもあった。なお使用培地の組成は前報³⁾を参照されたい。

分離菌の同定 分離菌株は常法⁴⁾に従って，細胞形態，グラム染色性，運動性，鞭毛形態，HUGH & LEIFSON の O-F 試験，KOVACS の Oxidase 試験，0/129感受性，glucose からのガスの生成，色素生成などの性状を検査した。その性状をFig. 1に示す簡易同定図式に照らして菌属レベルで鑑別し，各試水中細菌相の菌属組成を算出した。なおFig. 1の同定図式は，SHEWAN (1960)⁵⁾の図式に清水 (1974)⁶⁾，絵面 (1976)⁷⁾らの修正を加味して作成したものである。

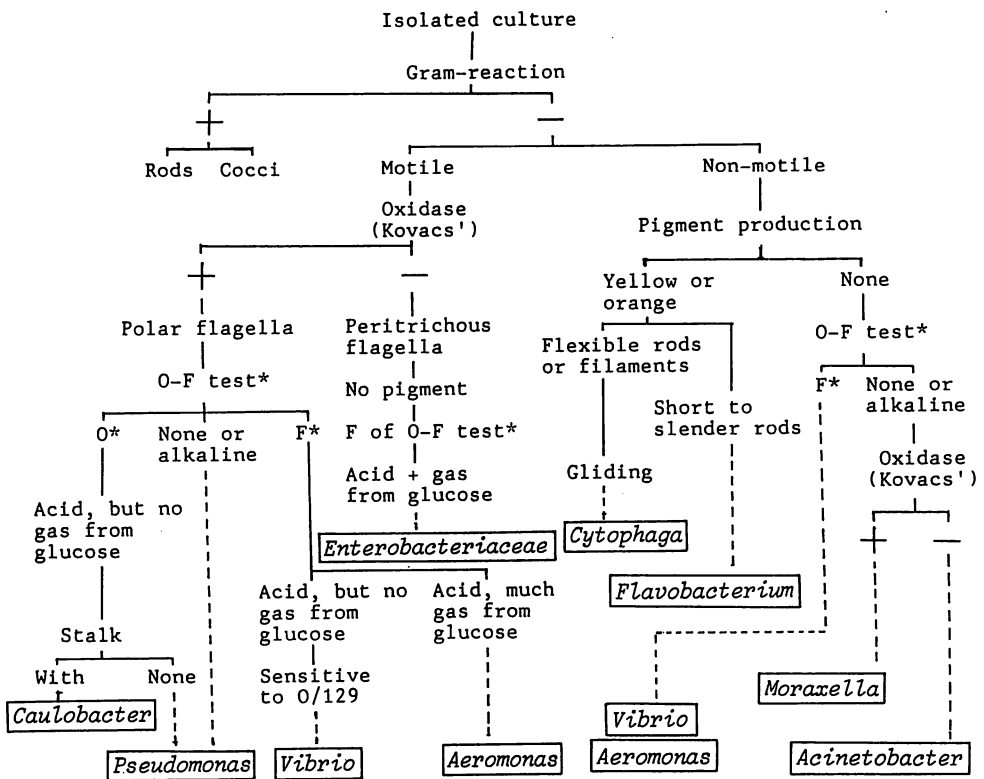


Fig. 1. An outline of classification of isolated cultures.

* Reaction in HUGH & LEIFSON'S medium; O, Oxidative; F, Fermentative

実験結果

鹿児島湾の湾奥，湾央，湾口および湾外を通して設けた8定点の所定深度から海水を採取し，その海水中細菌相の菌属組成を検査した。調査は，'81年5月から'83年11月までの間に8回行った。それらの結果を Fig. 2~6 に図示した。

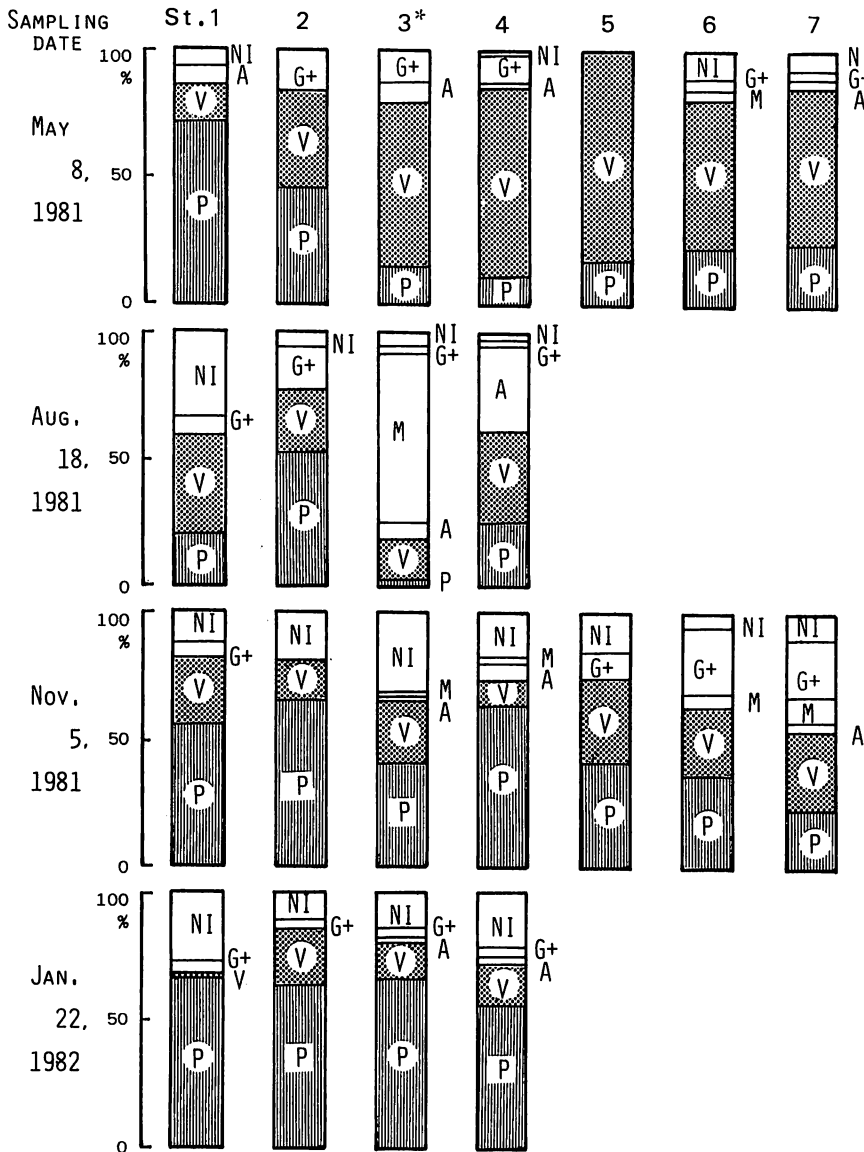


Fig. 2. Seasonal changes in generic compositions of bacteria in seawater collected from 50 m depth at the stations of Kagoshima Bay.

Generic abbreviations : P=*Pseudomonas*, V=*Vibrio*, A=*Aeromonas*,
 M=*Moraxella*, C=*Caulobacter*, F=*Flavobacterium*, E=*Enterobacteriaceae*,
 G+=Gram-positive NI=not identified.

* The samples at St. 3 were collected from 20 m depth.

Fig. 2 は'81年の5月から8月, 11月そして'82年の1月まで, 四季にわたる4回の調査において, 各定点の50 m層海水中の菌属組成を示したものである。Fig. 2を全体的に見ると,

Pseudomonas と *Vibrio* の2菌属が組成の50%以上、なかにはほぼ100%を占めるものがあった。一部例外を除き、他の菌属は散在して見られた。季節ごとに、調査定点別に見れば、春季5月には湾奥部では *Pseudomonas* が優勢であったが、湾央、湾口部では *Vibrio* が優占属であった。このように St. 3 を境に *Pseudomonas* と *Vibrio* の両者の優劣が逆転して、湾奥部とそれ以外の海域との間には菌属組成に明らかな違いが見られた。夏季8月に行った St. 1 から St. 4 までの調査結果では、St. 3 を除く他の定点の菌属組成は、やはり *Pseudomonas* と *Vibrio* の二者が優勢であったが、両者の間の優劣の差は少なかった。この時 St. 3 では異常に高い細菌数が見られていたが(前報³⁾, Table 3 参照), ここでは、*Pseudomonas* と *Vibrio* に置き替って *Moraxella* が最優占属であって、特異な菌属組成が見られた。それは、その定点での採水時にちょうど下げ潮が上げ潮に変わった頃で、海水の攪乱が激しかったせいであろう

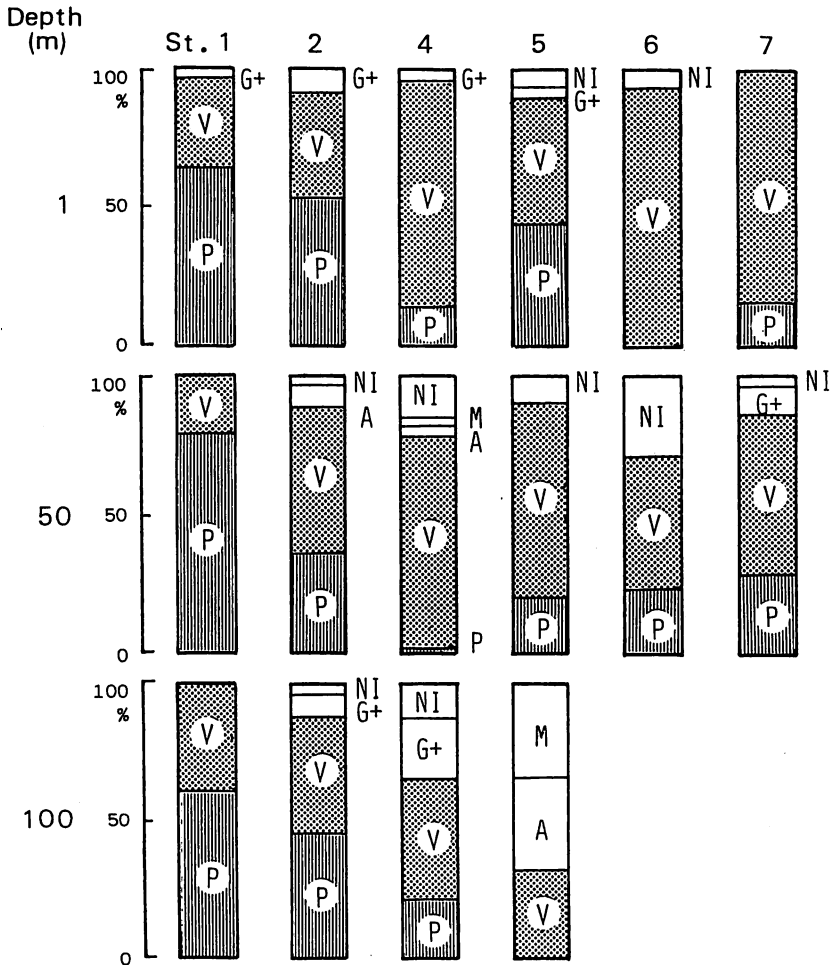


Fig. 3. Generic compositions of bacteria in seawater collected from various depths at the stations of Kagoshima Bay, May 18, 1982.

Generic abbreviations : See Fig. 2.

'82年7月にも同様の調査を行ない、その結果を示したものが Fig. 4 である。この時には調査全試水において *Vibrio* が最優位、70~80%を占め、*Pseudomonas* の割合は小さかった。この時は調査前々日に10.0ミリ、前日に2.0ミリ、当日0.5ミリの雨量があったので、その影響と考えられる。

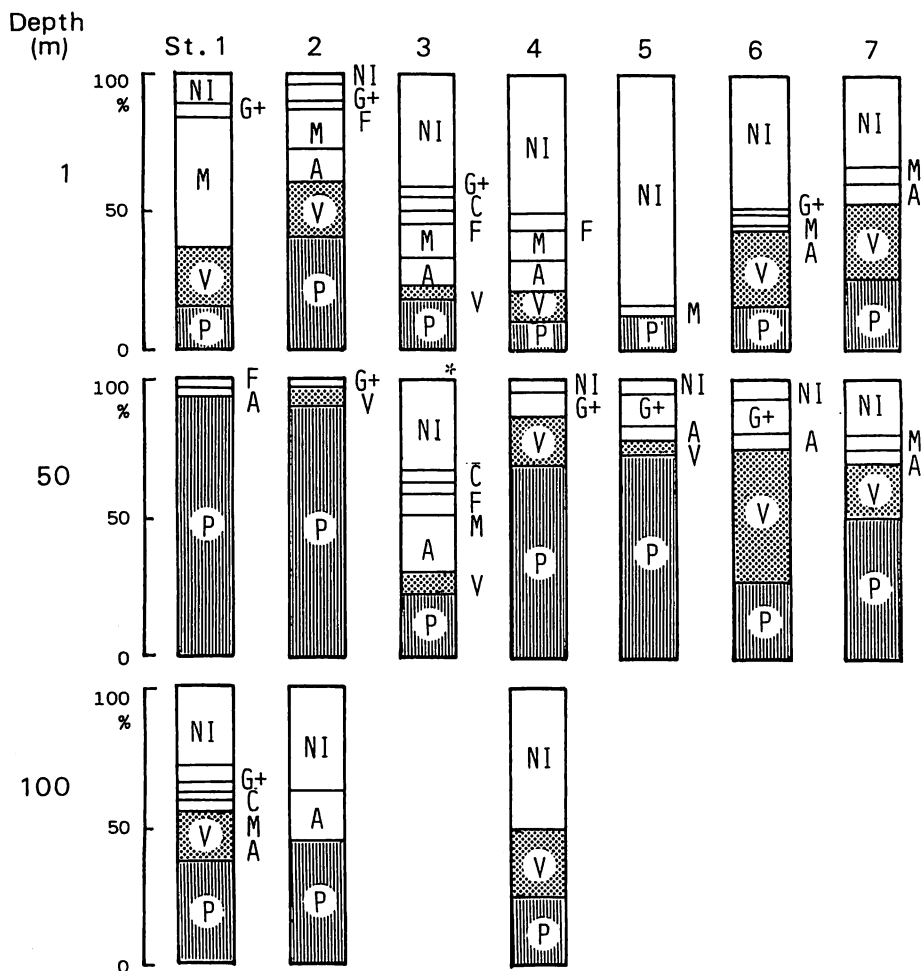


Fig. 5. Generic compositions of bacteria in seawater collected from various depths at the stations of Kagoshima Bay, April 22, 1983.

Generic abbreviations : See Fig. 2.

* The sample was collected from 20m depth.

Fig. 5 は'83年4月の調査結果である。この調査時にも、前日20.0ミリ、当日14.0ミリの雨量があった。そのせいか表層1m層では *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Aeromonas*, *Moraxella* が定点ごとにそれぞれ異なる組成で現れた。それに対し50m層では、多くの定点で *Pseudomonas* が優勢であり、それに *Vibrio*, *Aeromonas* が少し混ざる程度であり、かつ

Pseudomonas は湾奥部で多く、湾口にいくにつれて減少する傾向も見られた。また St. 3 における菌属組成は他の定点のそれとは異なり、*Aeromonas*, *Moraxella*, *Flavobacterium*, *Caulobacter* などが混ざり複雑であった。

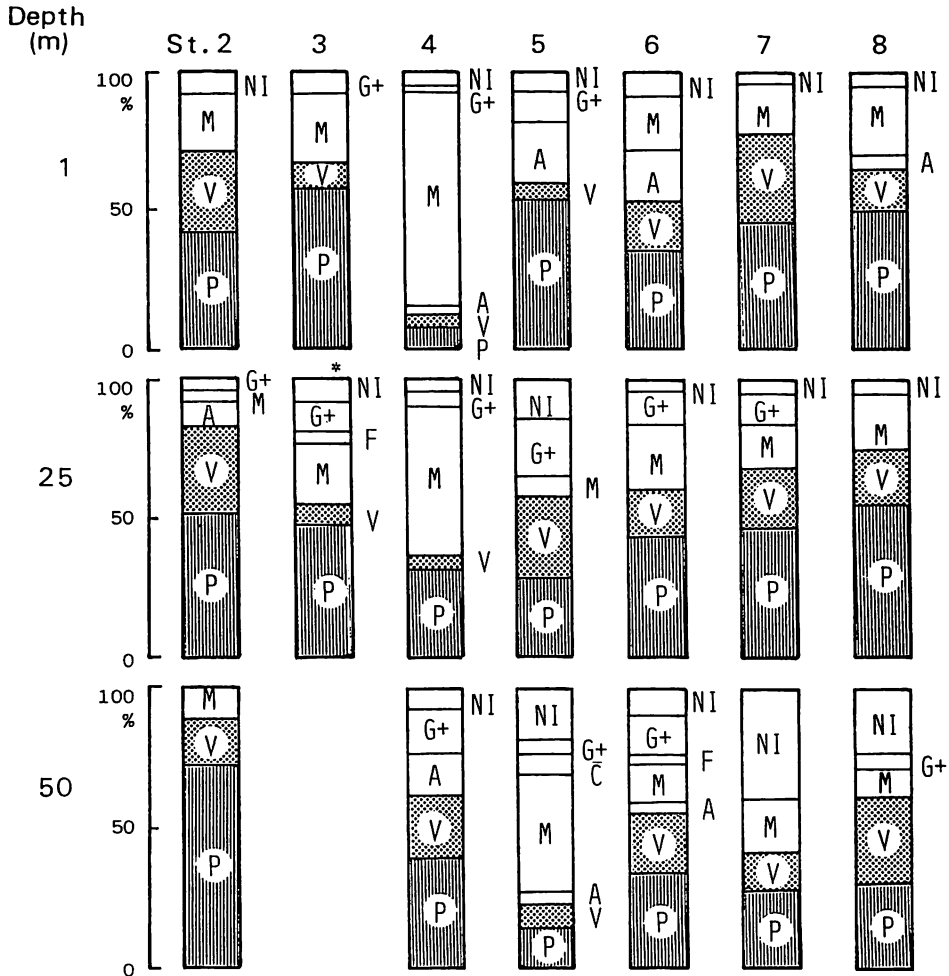


Fig. 6. Generic compositions of bacteria in seawater collected from various depths at the stations of Kagoshima Bay, November 14, 1983.

Generic abbreviations : See Fig. 2.

* The sample was collected from 20 m depth.

Fig. 6 は'83年11月の調査結果である。各定点において、水深1 m, 25 m, 50 m層の間に菌属組成に大差は見られず、*Pseudomonas* と *Vibrio*, それに *Moraxella* が多かった。全定点にわたって *Moraxella* がかなりの割合で見られることがこの調査時の特徴である。特に St. 4 の試水は他に比して細菌数が多かった(前報³⁾参照)が、そこでは *Pseudomonas*, *Vibrio* をしのいで *Moraxella* が最優勢であった。

考 察

日本近海や一般的な開放型湾内海域における海水中従属栄養細菌相の菌属組成は、*Pseudomonas*, *Vibrio* が優勢であることが知られている^{1,2)}。さらに南西諸島周辺海域の海水中のそれは、*Vibrio* 科が特に多いとされている⁸⁾。それらとは対照的に、海水汚濁が進んだ東京湾や大阪湾の海水中細菌相は、*Vibrio* の割合が低く *Acinetobacter* が多く含まれる^{1,2)}。海水の汚濁が進むにつれて、その細菌相の中で (*Vibrio*/*Acinetobacter* + *Vibrio*) 比が減少する。この比率は吉田 (1973)⁹⁾ の海洋の富栄養化3階級区分基準によく対応し、貧栄養から富栄養、過栄養海域に進むにつれて、1.0—0.6, 0.5—0.2, 0 の値を示すといわれている¹⁰⁾。これらで言う *Acinetobacter* は *Moraxella* を含んだ菌群であり、本報で言う *Moraxella* もその範囲に入るものである。

ところで、鹿児島湾内海水について細菌相の菌属組成を検査した本報の結果は、多くの試水において *Pseudomonas*, *Vibrio* を主体とする組成であった。鹿児島湾は閉鎖性の強い内湾であるが、その海水中菌属組成は、一般的な開放型湾内海域のそれに類するものであった。湾内海水中の *Pseudomonas*, *Vibrio* 相互の割合を比較すれば、湾奥では *Pseudomonas* が多く湾口に近づくにつれて *Vibrio* が多くなっている。湾奥部の深い層において、常に *Pseudomonas* の優占性が見られるのはこの湾の特徴であろう。それは、湾奥部海底からは火山性の CO₂ 噴出が知られており、その海水の pH 値が他の海域のそれよりやや低いことと関連する現象であろう。St. 3, 4 を境に湾奥部と湾中央・湾口部との間で *Pseudomonas* と *Vibrio* の優劣が逆転することは、そこに水質の違いがあることが察せられる。その違いは、水温、塩分、pH、有機・無機栄養分などの複雑な変化であって、それらに対応して細菌相が変化している。その点を考慮すれば、同じ *Pseudomonas* あるいは *Vibrio* に属する細菌であってもそれらは菌種・菌株が異なっているであろう。よって、細菌相はさらに細かく、菌種、菌株レベルで解析すべきである。

鹿児島湾において海水中の細菌数とその菌属組成との関連を考えれば、海水 1 ml あたりの細菌数が数十から数百以内での変動であれば、その菌属組成は *Pseudomonas*, *Vibrio* が主体で安定している。ところが、細菌数が数千を越える場合には、細菌相にも大きな乱れが現れる。そのような時は *Pseudomonas*, *Vibrio* は減少して *Moraxella* やグラム陽性菌が出現する。そのような現象は季節的な変動の中で現れやすい季節とそうでない季節とがあるが、むしろ、直接的には大潮、小潮の別、潮流の方向や速さ、降雨などに伴う陸水流入の多寡などの条件が関与している。特に、鞍部付近に位置する St. 3, 4 や St. 5, 6 は、都市に近いこともあって、それらの変動が大きく複雑である。また一般にそれらの変化は表層水において、激しい。従って、表層水中の細菌相を追求する場合には、各種条件の目まぐるしい変化に応じて頻りに調査すべきである。だが一方、海水中細菌相の変動などを長期的に調べようとする場合は、水深 25 m か 50 m 層ぐらいの中層水について追跡した方が解析しやすい。

本報における調査は湾内中央線に沿って設けた定点で行ったものであるが、これらをさらに拡大して沿岸近くまでの多数の定点で調査すれば、またいろいろと違った知見が得られるであろう。湾内海水中の細菌相の全容を知るために、さらに周到で継続的な調査を進めている。

要 約

鹿児島湾の湾奥・湾央・湾口および湾外を通して8定点を設け、各定点における所定深度から海水を採取した。供試海水から海水寒天塗抹培養（20～25°C，6日間）法で従属栄養細菌を無作為的に分離した。分離菌株は菌属レベルで鑑別して、試水中細菌相の菌属組成を算出した。調査は3年間に8回行った。

それらの結果、鹿児島湾内海水中の細菌相の菌属組成は、*pseudomonas*、*Vibrio* を主体とする組成であった。それは日本近海や一般開放型湾内海水のそれに類似していた。組成中 *Pseudomonas*、*Vibrio* 相互の割合は、湾奥部で *Pseudomonas* が多く、湾央、湾口部に進むにつれて *Vibrio* が多くなり、それら海域の水質の違いを示していた。海況や天気の変化によって、ときどき短期間、局部的に細菌相が乱れることがあった。その時の菌属組成は、*Pseudomonas*、*Vibrio* が減少し、*Moraxella*、グラム陽性菌の増加が見られ、汚濁の進行が感じられる現象を呈した。しかし全般的には、鹿児島湾の沖合では外海に類する細菌相が見られ、汚濁はそれほど進んでなかった。

文 献

- 1) SIMIDU, U., E. KANEKO and N. TAGA (1977): Microbiological studies of Tokyo Bay. *Microl. Ecol.* **3**, 173—191.
- 2) ISHIDA, Y. and H. KADOTA (1974): Ecological studies on bacteria in the sea and lake waters polluted with organic substances - I. Responses of bacteria to different concentration of organic substances. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **40**, 999—1005.
- 3) 日高富男 (1984): 鹿児島湾における細菌分布の季節変動, 鹿大水紀要, **33**, 85—96.
- 4) HARRIGAN, W. F. and M. E. McCANCE (1966): "Laboratory Methods in Microbiology", Academic Press, New York.
- 5) SHEWAN, J. M., G. HOBBS and W. HODGKISS (1960): The *Pseudomonas* and *Achromobacter* groups of bacteria in the spoilage of marine white fish. *J. Appl. Bacteriol.*, **23**, 463—468.
- 6) 清水 潮 (1974): 海洋微生物の分類と生態. 多賀信夫編 "海洋微生物" 45—65, 東京大学出版会.
- 7) 絵面良男 (1976): 厚岸湾より分離した海洋細菌の分類学的研究, 学位論文 (北海道大学).
- 8) SIMIDU, U., N. TAGA, R. R. COLWELL, and J. R. SCHWARZ (1980): Heterotrophic bacterial flora of the seawater from the Nansei Shoto (Ryukyu Retto) area. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **46**, 505—510.
- 9) 吉田陽一 (1973): 低次生産段階における生物生産の変化. 日本水産学会編 "水圏の富栄養化と水産増養殖", 92—103, 恒星社厚生閣.
- 10) 石田祐三郎 (1982): 富栄養化と細菌の指標性. 日本水産学会編 "沿岸海域の富栄養化と生物指標", 11—26, 恒星社厚生閣.