



研究ノート

## 河川水の細菌フローラと水質

近藤 雅臣\* 西原 力\*\*

## 1. はじめに

河川水中には様々な微生物が一定のフローラを形成して生息している。すなわち、微生物は生物ピラミッドの最下層に位置し、有機化合物の第1分解者として大きな役割を果たしている。そして、その短い世代時間と多様な能力から、生育環境の変化、例えば、化学物質による汚染が起こったとすると、それに速やかに対応して新たなフローラを形成する。言い換えれば、その河川に生息する細菌の数と種類（フローラ）はその河川の水質を反映したものであり、それらの化学物質生分解能力はその化学物質による汚染の経験あるいは現状を反映するものと考えられる。このような観点からの我々の研究の中から、阪大50周年記念事業の一つとして行った南太平洋のフィジー島の河川の調査結果<sup>1)</sup>を中心として、ここに紹介する。

## 2. 一般水質汚染指標

河川の水質汚染指標として種々のものが知られているが、表1はフィジーの河川試料と日本の猪名川と箕面川の対照試料の一般水質検査の結果の一部である。

水温はフィジーの方が高いことは言うまでもないが、日本の夏期のそれらと大差はない。もちろん、フィジーでは1年を通じて変化は小さい。また、pHも日本のそれと変わらない。COD(Chemical Oxygen Demand: 化学的酸素要求量)は、過マンガン酸カリウムによって酸化されるような有機物の量を示す汚染指標である。No.2を除き、フィジーの試料は箕面川より低い値を示した。No.2の高いCODの主因物

\*近藤雅臣 (Masaomi KONDO), 大阪大学薬学部薬学科, 教授, 医学博士, 衛生化学

\*\*西原 力 (Tsutomu NISHIHARA), 大阪大学薬学部, 薬学科, 助教授, 薬学博士, 衛生化学

表1 フィジー河川試料の一般水質調査結果

試料水 No. 河川(都市)	水温 ℃	pH	COD (ppm)	大腸菌群 (MPN/ml)	生菌数 (CFU/ml) ×1 ×10
1 Ba	27	6.8	nt	1.1	2.3×10 <sup>5</sup> 2.3×10 <sup>5</sup>
2 Ba *1	27	6.2	3.7	<0.1	9.2×10 <sup>3</sup> 1.3×10 <sup>5</sup>
3 Sigatoka	26	6.8	1.8	0.2	3.5×10 <sup>4</sup> 1.6×10 <sup>5</sup>
4 Komave	25	7.2	0.8	<0.1	3.0×10 <sup>4</sup> 1.4×10 <sup>5</sup>
5 Natua	23	6.8	2.1	<0.1	2.1×10 <sup>4</sup> 9.6×10 <sup>4</sup>
6 Navua	21	6.4	1.1	0.2	7.2×10 <sup>3</sup> 4.9×10 <sup>4</sup>
7 Lami	22	6.6	1.0	<0.1	1.5×10 <sup>4</sup> 3.8×10 <sup>4</sup>
8 Wailoku	24	6.4	0.9	<0.1	2.3×10 <sup>4</sup> 4.6×10 <sup>4</sup>
9 Rew *2	nt	nt	0.5	0.2	3.6×10 <sup>4</sup> 3.9×10 <sup>4</sup>
10 Rew	nt	nt	1.6	0.2	4.4×10 <sup>5</sup> 7.6×10 <sup>5</sup>
-----					
11 箕面(箕面公園)	19	6.0	1.9	4.9	9.9×10 <sup>3</sup> 1.5×10 <sup>4</sup>
12 猪名(桑津橋) *3	16	6.2	5.8	13.0	6.4×10 <sup>4</sup> 7.5×10 <sup>4</sup>

\*1: No. 1 の試料の下流で、サトウキビ工場の排水口の近辺

\*2: No. 10 の試料の上流で、Suva市(人口15万人)のごみ集積場の傍

\*3: No. 11 の箕面川は猪名川の支流の一つで、桑津橋上流で合流

質はサトウキビ工場の排水中の糖成分であり、猪名川の場合は家庭下水と工場排水中の有機物と推察される。大腸菌群数は糞便汚染の指標としてよく使われているものである。フィジーでは一部の観光ホテルが自家処理している以外は下水処理はなされていない。しかし、予想に反して、表1に示すようにいずれの試料においてもその値は小さく、この指標からは日本の水よりもフィジーの水の方が衛生的であるといえた。確かにフィジーのレストランで出された水は塩素臭もなく、おいしく、そのまま気にせず飲んだが、別に下痢をすることも発熱することもなく元気に帰国できた。この原因について二三検討した。細菌の生育を阻害する残留農薬もほとんど検出されず(総生菌数も日本のそれらと大差ない)、また大腸菌の生育を阻害すると考えられる重金属や陰イオン(さんご礁の島だから、Sr<sup>++</sup>とF<sup>-</sup>)をマークして分析したところ、確かに高い値の試料もあったが、日本のそれらと差のない試料も多かった。図1は大腸菌が箕面川の原水中で0.45 μmのメンブ

ン・フィルターろ過水（細菌などの生物因子を除いたもの）中よりも短期間に死滅することを示している。したがって、大腸菌群数が低いのは、大腸菌と生存競合するような“いわゆる”雑菌がフィージーの河川水中に多量に生息しており、その競合に水温や低栄養などの物理的要因が味方しているからであると考えている。この問題は微生物生態学的にも興味のある課題である<sup>2)</sup>

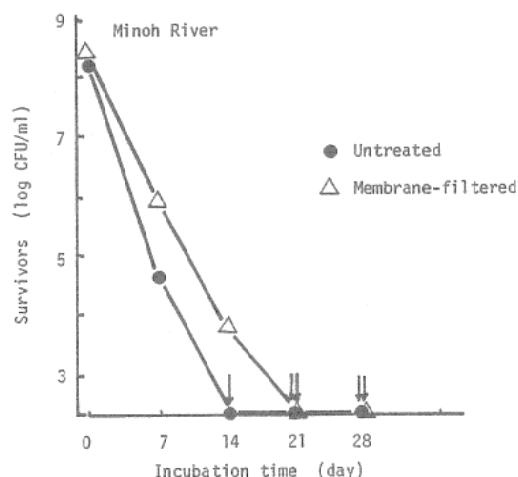


図1 大腸菌の河川水中における生存性

表1 中生菌数として $\times 1$ と $\times 10$ の値を示しているが、これは生菌数を測定する際に使用した培地の濃度が通常のものでそれを10倍希釈したものを用いた場合の生菌数 (Colony Forming Units: CFU) である。すなわち、食品や生体内は富栄養な環境であるが、環境水中は非常に低栄養な環境であるので、環境水試料では通常の栄養培地上で増殖してコロニーを形成する富栄養細菌の数よりも希釈培地上で増殖する貧栄養細菌の数の方が多く、清浄な試料水ほどその比が大きいとされている<sup>3)</sup>。したがって、フィージーの河川水の場合は10倍以上の比が期待された。しかし、表1に示したように、 $\times 1$ の値よりも $\times 10$ の値の方が大きかったが、日本の試料と大差はなかった。計数に用いた培地濃度、培養温度 (25°C) や培養時間 (7日間) がフィージーの河川の貧栄養細菌にとって最適であったかどうかは問題であるが、少なくとも一般的な細菌数からは、またCODの値からみても、栄養状態 (富栄養化状態) は箕面川と同程度であると推察される。なお、生菌数の計測法とし

て培養してCFUを求めるのではなく、直接顕微鏡下で計数した場合はその差が更に大きいことが報告されている<sup>4)</sup>ので、機会があれば直接法での値と比較してみたい。

## 2. 細菌フローラ

富栄養培地上での性状から判定する医学細菌の分類法を河川水中の細菌の分類に適用するには多くの問題点を含むが、上述の貧栄養細菌について、その種属の同定をCowanらの分類法<sup>5)</sup>に従って行った結果が図2である。横軸はそれぞれ類似した性状をもった細菌のグループである。すなわち、フィージーのNo. 3, 4, 6の3河川とともに、グラム陰性菌のf, j, kで90%以上となる類似したパターンを示した。これらの河川の地理的環境を考えると人為的な汚染が考えられないことから、これがフィージーの河川のバックグラウンド的な細菌フローラと推察される。低汚染河川である箕面川においても、内容はフィージーのそれらとはかなり異なったが、グラム陰性の細菌が優勢であることは同様であった。なお、No. 2とNo. 9はそれぞれサトウキビ工場とごみ集積場からの汚染が予想される地点である。水質汚染によりグラム陽性菌が出現し、検出される菌種も多様化すると傾向がみられたが、一般化するにはもっと多くのデータの蓄積が必要である。

## 4. 化学物質生分解性

私達は既に河川水中の微生物による化学物質の分解性をテストする簡便な方法 (培養法) を開発し、日本の代表的河川水を用いて、170種類の化学物質の生分解性を調査してきた<sup>6)</sup>。そして、この調査の結果、アニリンは化学物質による汚染が推察される河川ほど、例えば上流よりも下流の方が、分解性が高いことを明らかにしている。そこで、アニリンの生分解性を培養法により比較した。培養法は0.1%ペプトン水中で化学物質とともに河川水中の細菌を増殖させつつ、その残存量を測定する方法であり、図3の縦軸はアニリンの残存%である。すなわち、

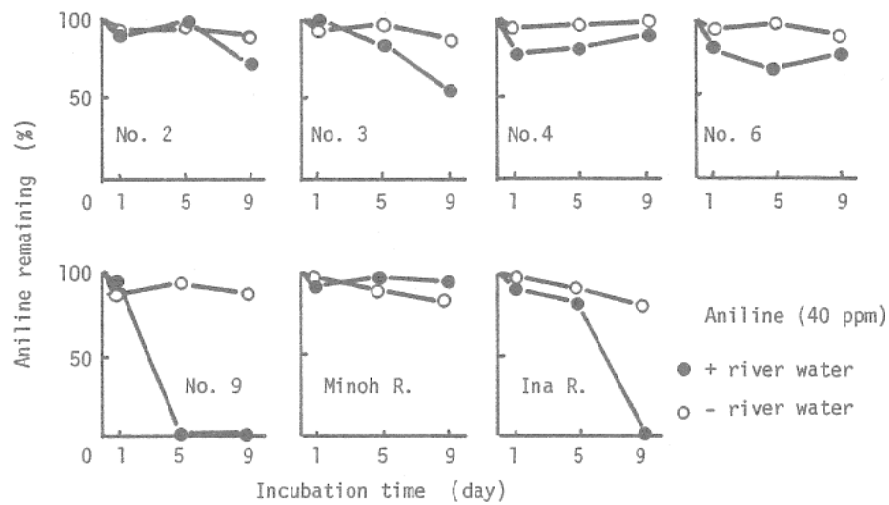


図3 フィージー河川のアニリン分解性

フィージーのNo. 9 および猪名川においてのみ分解性がみられた。この結果はこれらの河川ではアニリンまたはその同族体による汚染があった、もしくは、現在もあることを意味するものかも

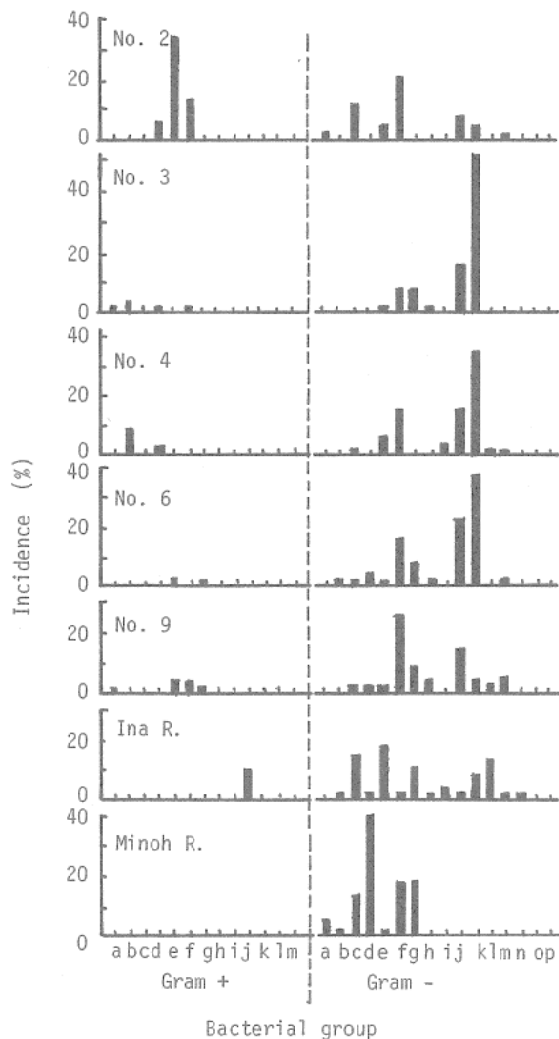


図2 フィージー河川の細菌フローラ

しれない。猪名川の場合は流域に化学工場が多数あり、昭和51年度の環境庁の水質調査でアニリンが最大0.028ppm 検出されており、また、フィージーのNo. 9はSuva市(人口15万人)ごみ集積場の周辺であることから、染色剤を含む化学製品による汚染が十分予想される地点である。この結果は、アニリンについてのみ行ったものであるが、適当な化学物質を選択すればそれらの生分解性からその水域の化学物質による汚染の経歴や現状が推測できる可能性を示すものである。

#### 4. おわりに

以上に示した結果は“細菌フローラによる河川の健康診断”を最終目標にした我々の研究の一部である。それぞれの項目において問題点が多く残されているが、少なくともその可能性が示されたのではと思う。

#### 引用文献

- 1) Nishihara, T. et al.: J. Antibact. Antifung. Agents, 15, 101-107 (1987)
- 2) Kugawa, F. et al.: J. Antibact. Antifung. Agents, 14, 159-168 (1986).
- 3) 芳倉太郎, 他: 日水誌, 47, 183-189, & 769-775 (1981).
- 4) Kogure, K. et al.: Canad. J. Microbiol.

生産と技術

- 25, 415-420 (1979).
- 5) Cowan, S.T., and Steel, K.J.: Manual for the identification of medical bacteria, Cambridge Univ. Press, England (1965).
- 6) 近藤雅臣, 他: 衛生化学, 34, 115-122, & 188-195 (1988).

