

河川水中の酢酸分解菌に関する研究 (第1報)

矢作川水域における酢酸分解菌と有機酸アルカリ度
およびBODとの関係について

近 藤 滋 子

Studies on Acetic Acid-Destroying-Bacteria in Rivers (Part 1)

**Relationship among Acetic Acid-Destroying-Bacteria, Organic
Acid-Alkalinity and Biochemical Oxygen Demand in the
Water-Shed of the Yahagi River**

By

Shigeko KONDO

緒 言

近年、都市河川水の汚濁が目立ち、魚の住まぬ異臭のする死の川が増えて環境衛生上、大きな社会問題となってきている。

この汚濁の指標としてこれまで5日間BODが最もよく使われている。水が汚濁しているのは水中の微生物が摂取できる有機物の存在を意味しており、その汚水を浄化することは有機物が微生物によって分解されその他の低級脂肪酸をへてガス化、無機化されることである。この微生物の中で活性度の高い好気性細菌が自浄作用や生物酸化処理に対して重要な役割をもつものと考えられているが、その自浄能に関する生物学的な判定法はほとんど示されていない。細菌学的見地から自浄作用については、Gram-negative の有機栄養性細菌、Gram-positive の *Streptococci*, *Bacillus* など、生物酸化処理については下水浄化に関連して、活性汚泥を形成する *Zoogloea ramigera* を中心とした Floc-producing bacteria と散水ろ床生物膜を形成する細菌の検索が主に行なわれている。しかし、それらの細菌は浮遊物質を吸着除去することに関与しているがBOD源を構成する直接的関係は不明である。

井上等(1964)は、種々な汚濁度の河川水に酢酸分解菌が存在しその河川水のBOD, COD, 一般細菌数、大腸菌群最確数と酢酸分解菌との間には高度の相関性が認められ、それらの値が高くまた菌数が多いほど酢酸分解菌数は多くなる傾向があると報告している。

この研究は本学生活科学研究所の助成を受け、愛知県、岐阜県、長野県の境、上村川、根羽川を始めとし、三河湾に河口をもつ矢作川の微生物を知る目的で調査実験を行ってきたが、そのうちとくに汚濁の進んでいる岡崎市内の大平川を中心として酢酸分解菌を分離培養し、その河川の一般細菌数、大腸菌群数などと比較検討した。さらに同酢酸分解菌についての生理学的性質および培養特性を明らかにし、あわせて自浄作用についての検討を行った。

また下水や汚濁河川のBOD源として有機酸が主要部分を占めることも考えられるので、有機酸アルカリ度を測定し5日間BODと比較検討し、その間に相関性を認めたのでその結果について報告する。

実 験 方 法

1. 測定法：水温，pH は現地で測定し，溶存酸素については 現地で固定を行なった．BOD，COD については衛生実験指針に基づいて実験を行なった．
2. 細菌試験：滅菌試験管に 試料を入れジャーに 保管して持ち帰り ただちに 実験操作を行なった．検査項目は，一般細菌数，大腸菌群最確数，酢酸分解菌数で，培地と培養方法は表 1 に示す．

表 1 微 生 物 試 験 用 培 地

		一 般 細 菌 数		大 腸 菌 群 最 確 数		酢 酸 分 解 菌 数	
		(普 通 寒 天 培 地)		(B G L B 培 地)			
培 地 組 成	肉エキス	5 g		ペプトン	10 g	KH ₂ PO ₄	0.043 g
	ペプトン	10 g		乳 糖	60 g	K ₂ HPO ₄	0.109 g
	食 塩	5 g		牛胆汁末	20 g	NaHPO ₄	0.167 g
	寒 天	15 g		ブリリアント グリーン	0.0133 g	NH ₄ Cl	0.009 g
水 1 ℓ 中						MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.113 g
						CaCl ₂	0.138 g
						FeCl ₃ ·6H ₂ O	0.001 g
						CH ₃ COONH ₄	5 g
pH		7.0 ± 0.2		7.2 ± 0.2		6.4 ± 0.2	
培 養 法	種 類	平 板 混 釈		液 体 培 養		平 板 塗 末	
	温 度℃	37 ± 2		37 ± 2		27 ± 2	
	時 間	24		24 ~ 48		72	

3. 酢酸分解菌：極めて好氣的条件でないと増殖しないところから，表 1 の酢酸分解菌培地に平板塗末法により培養後，コロニー数をカウントし算術平均であらわした．一般性状として細胞形態については普通寒天斜面培地に培養した15時間以内の若い菌体を用いて観察し，菌型と大きさ，グラム染色性を調べた．また普通寒天平板培地し培養し，培養 1 ～ 2 日の発育による不溶性色素の生成とコロニーの性状などを調べた．生理的性質については B C P ミルクを用いて pH の変化，凝固の程度，ペプトン化，ゼラチンの液化，硝酸塩の還元性，炭水化物の利用，インドールの生成，硫化水素の生成，アセチルメチルカルビノールの生成，メチルレッド反応，アンモニアの生成，でんぷんの加水分解，不溶性色素の生成，カタラーゼの生成，および 37℃ における発育の影響を調べた．
4. 総アルカリ度および有機酸アルカリ度：試料を静置して上澄液 100ml をとり，マグネチックスターラーと pH メーターを使用して N/100-H₂SO₄ で pH 4.0 まで滴定し，それに要した N/100-H₂SO₄ の ml 数から総アルカリ度を求めた．さらに滴下を続け pH 3.5 まで低下させ

て3分間ゆるやかに煮沸した後急冷し、室温にまで冷却し、N/100-NaOH で pH4.0 まで滴定し、その点を基点として pH.7.0 まで滴定した。pH4.0 から pH7.0 までに要した N/100-NaOH の *ml* 数から有機酸アルカリ度を算出した。

結果および考察

気温、水温、pH、有機酸アルカリ度等の結果については表2に示す。また、BODと、酢酸分解菌、一般細菌の関係を図1に示す。

表2 矢作川の水質と酢酸分解菌数

場 所 項 目	1	2	3	4	5	6	7
	矢作川 天神橋	大平川	大平川 吹矢橋	大平川 下流	矢作川 合流点	矢作川 合流点下	山崎川 穂 瑞 グランド
気 温 ℃	29.4	30.0	31.0	32.0	31.5	29.5	30.5
水 温 ℃	26.4	26.0	28.7	28.8	30.0	32.0	27.0
pH	7.0	6.8	6.7	7.0	6.8	7.0	8.0
溶 存 酸 素 ppm	7.90	7.55	7.60	0.19	3.46	8.29	12.09
C O D ppm	1.05	1.06	10.14	12.43	6.71	2.61	3.84
総アルカリ度 ppm	15.37	19.03	27.81	39.52	30.95	22.91	39.05
有 機 酸 アルカリ度 ppm	2.39	2.49	2.92	4.73	4.25	3.24	3.82
B O D ppm	1.91	1.12	3.46	41.50	6.58	3.13	6.25
一 般 細 菌 数 n/ml	15×10^2	12×10^3	12×10^4	29×10^4	53×10^3	27×10^3	12×10^4
大 腸 菌 群 数 n/ml	7.8	79	16×10^3	17×10^2	49×10	49	70
酢酸分解菌数 n/ml	80	46×10	12×10^2	94×10^3	32×10^3	30	34×10
酢 酸 分 解 菌/ 一 般 細 菌 数 %	5.3	3.83	1.0	32.4	60.38	0.11	0.28

表2および図1の結果より次のことがわかった。

- ① BOD、CODの高い所では酢酸分解菌数、一般細菌数も多い。
- ② 一般細菌数に対する酢酸分解菌数は、0.11~60.38% で、BODの値の高い所ほど酢酸分解菌の占める割合は高い。
- ③ 井上等によると酢酸分解菌は一般細菌の約 $\frac{1}{10}$ になるといわれているが、BODの低い所では $\frac{1}{20}$ 以下でとくに少ない。
- ④ またBODの高い所では、酢酸分解菌の割合が% となり高い率を示した。
- ⑤ 総アルカリ度が高い所は有機酸アルカリ度も高く、BOD、CODも高い。
- ⑥ 総アルカリ度に対する有機酸アルカリ度は10.50~15.55% であって大きな差がない。

なお、山崎川の測定値は比較する意味であわせてのせた。

次に矢作川および山崎川の下水流入点において分離した16コロニーについての由来を表3に示す。

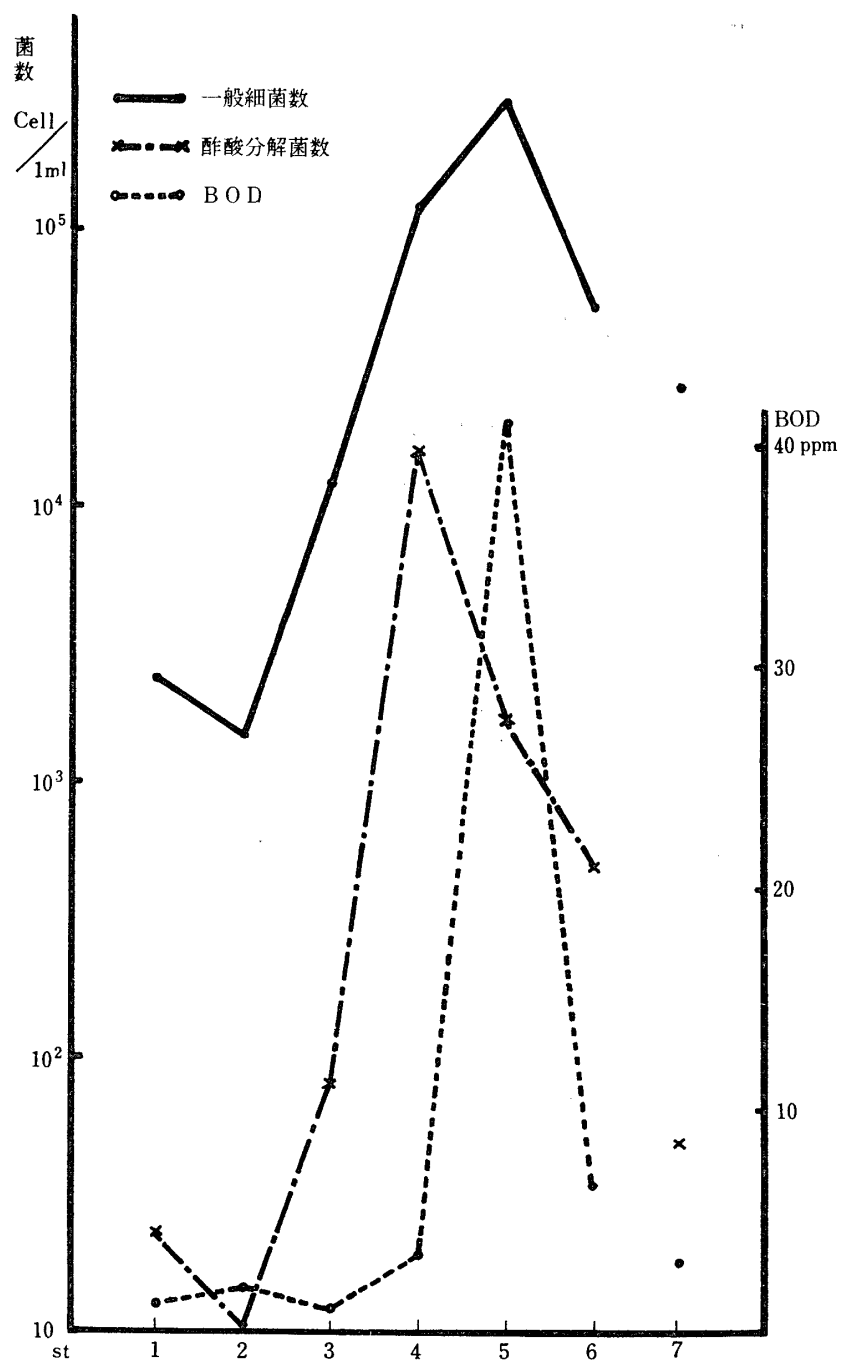


図1 矢作川のBODと酢酸分解菌数および一般細菌数の関係

表3 分離菌の採取日および場所

コロニー No.	採取日	河川
1 ~ 3	1971年8月28日	大平川 中流
4 • 5	〃	大平川 下流
6 • 7	〃	大平川, 矢作川合流地点
8 • 9	〃	大平川 中流
10	〃	大平川 下流
11 ~ 16	1971年9月20日	山崎川 瑞穂グラウンド北

大平川中流の岡崎公園，吹矢橋下からは5菌種，大平川下流の矢作川流入点からは3菌種，大平川，矢作川の合流地点からは2菌種および名古屋市内を流れる山崎川の瑞穂競技場北の下水流入点からは6菌種を分離した。

次に分離菌の一般性状および生理的性質について表4～表6に示す。

表4 分離菌の一般性状

コロニー No.	色	成 長	表 面	辺 縁	コロニー No.	色	成 長	表 面	辺 縁
1	帯橙色	多 い	平 滑	不 正	9	黄白色	普 通	盛り上り	正
2	帯白色	普 通	平 滑	不 正	10	黄橙色	普 通	顆粒状	波
3	帯橙色	普 通	顆粒状	不 正	11	帯黄色	少 な い	平 滑	正
4	黄褐色	普 通	平 滑	不 正	12	帯黄色	少 な い	雨滴状	不 正
5	橙白色	普 通	平 滑	不 正	13	帯黄色	少 な い	平 滑	正
6	黄橙色	多 い	平 滑	正	14	黄橙色	普 通	顆粒状	不 正
7	黄橙色	普 通	平 滑	正	15	黄橙色	普 通	顆粒状	不 正
8	黄 色	普 通	平 滑	正	16	帯黄色	普 通	顆粒状	正

表5 分離菌の生理的性質 その1

項 目 菌 種 No.	作用 対する ミルクに			ゼラチンの 液化	硝酸塩の還元性	インドールの生成	硫化水素の生成	アンモニアの生成	アセチルメチル カルビノールの生成	メチルレッド反応	でんぶんの分解性	色素の生成	37℃における生育	カタラーゼの生成
	pH	凝 固	ペプトン化											
1	—	+	+	—	+	—	—	—	—	—	+	—	+	+
2	—	+	—	+	+	—	+	—	+	—	+	—	+	+
3	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+
4	—	+	+	+	+	—	+	—	+	—	+	—	+	+
5	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	+	+
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+
8	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+
9	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+
11	—	—	—	+	—	—	+	—	—	—	+	—	+	+
12	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	—	+	±
13	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+
14	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	+	—	+	+
15	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+
16	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	—	+	±

表6 分離菌の生理的性質 その2

菌種 No.	各種糖類からの酸生成										ベ ん 毛
	ガラクトース	ラムノース	ソルビトール	キシロース	アラビノース	マルトース	マンニトール	グルコース	サッカロース	ラクトース	
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—
5	—	—	+	—	—	+	—	—	+	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
8	—	+	—	—	—	—	—	—	+	—	+
9	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	+	—	+	+	—	—	+	+	+	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

図2および表4～6の結果を、Perryの検索表より検討した結果、菌種 No. 8は *Pseudomonas aeruginosa* と推定される。No.1～7, No.9～16は、Order IV. Eubacteriales Family III. Achromobacteraceae 中の Genus III. *Flavobacterium* に属するものと考えられる。

ま と め

BOD, COD, 一般細菌, 大腸菌群最確数, 酢酸分解菌との間には大きな相関がみられた。また有機酸アルカリ度の上昇および下降に比例して、酢酸分解菌の上昇および下降がみられることは、酢酸分解菌が有機酸の分解、ひいてはBODの減少に有意な影響を与えているものと考えられる。このことは酢酸分解菌による自浄作用と考えられる。今回は矢作川についてであったので、さらに調査の回数を重ね、また他の河川についても酢酸分解菌による作用を実験研究したいと考える。

最後に、この実験に終始懇切ていねいなご助言をくださいました岐阜大学農学部堀津浩章助教授ならびに電子顕微鏡写真にご協力いただきました岐阜大学農学部池上八郎助教授に対し深く感謝の意を表する。

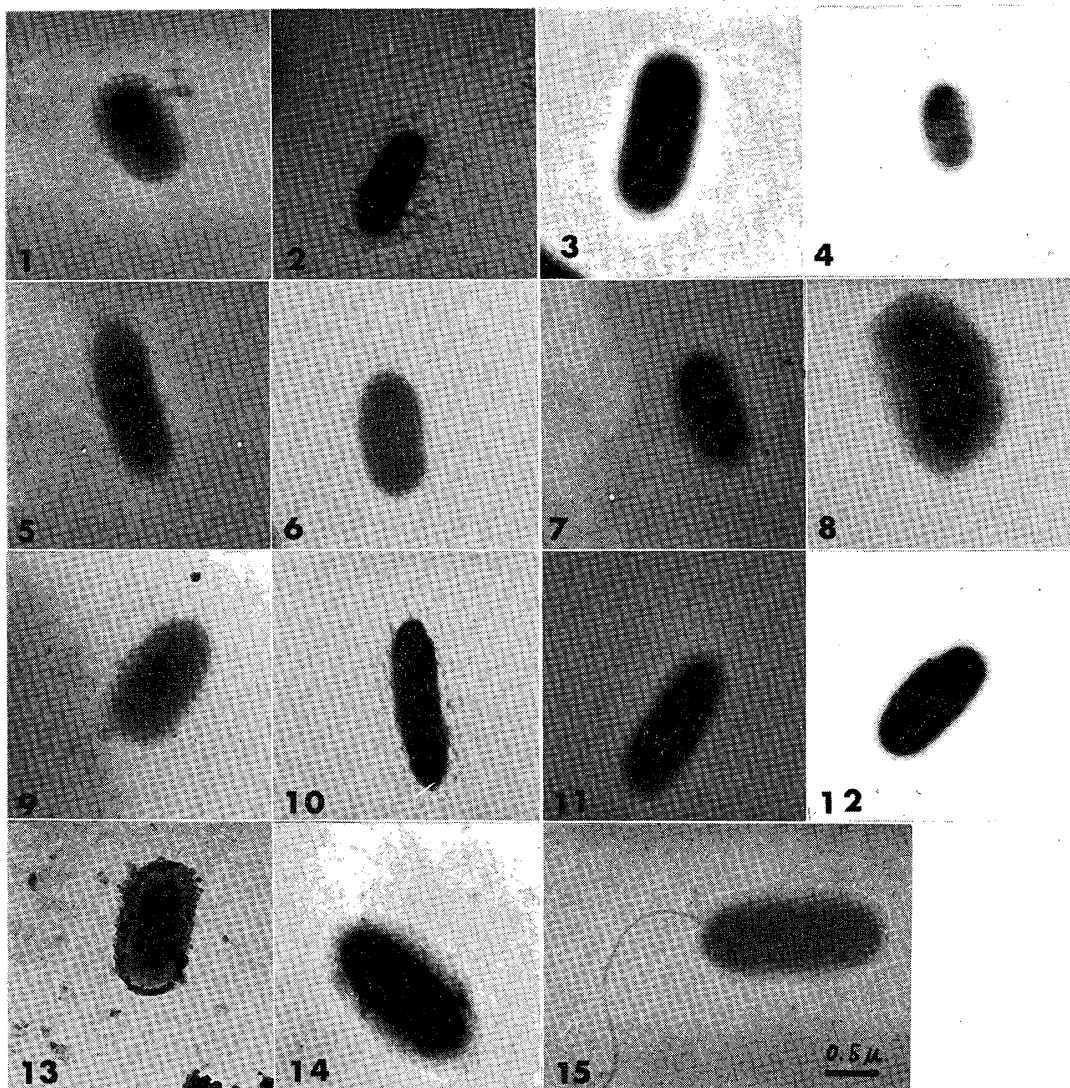


図2 電子顕微鏡写真

1 : (菌種 No.1) 2 : (No.2) 3 : (No.3) 4 : (No.4) 5 : (No.5)
 6 : (No.6) 7 : (No.7) 8 : (No.9) 9 : (No.10) 10 : (No.12)
 11 : (No.13) 12 : (No.14) 13 : (No.15) 14 : (No.16) 15 : (No.8)

参 考 文 献

- I) 井上善介, 本多淳裕, 来住輝彦 : 1966. 水処理技術, Vol.7, No.6, p.5.
- II) 井上・本多・来住 : 1966. 水処理技術, Vol.7, No.7, p.21.
- III) 近藤潔・本多・井上 : 1964. 水処理技術, Vol.5, No.1, p.31.
- IV) 東京大学農学部農芸化学教室 : 1970. 実験農芸化学, 上巻.
- V) R.S.Breed, E.G.D. Murray and N.R.Smith : 1957. Bergeys' Manual of Determinative Bacteriology, Ed.7.