

〔報告〕

## うるおいのある水辺環境の回復に関する研究

### —都内水域の大腸菌群数に関する研究—

和波 一夫      井上 毅\*      木瀬 晴美\*\*

(\*現・東京都環境局自然環境部    \*\*非常勤研究員)

#### 1 はじめに

都内河川の水質は経年的に改善され、近年のBOD基準適合率は90%以上となっている。しかしながら、環境基準の生活環境項目のうち大腸菌群数については現在も基準適合率が低く、2007年度の都内河川の基準適合率は20%にとどまっている<sup>1)</sup>。大腸菌群とはグラム陰性無芽胞性の桿菌<sup>かんきん</sup>で、乳糖を分解して酸とガスを産生する好気性または嫌気性の細菌群であり、衛生学的に糞便性汚染の指標となる一群の菌の総称である。ただし、大腸菌群とされる細菌類の中には糞便と直接関係のない自然環境に存在するものもあり、大腸菌群の存在が必ずしも糞便汚染を意味するわけではない。

水道法の水質基準では、大腸菌そのものの簡便な培養技術が確立されたことからそれまでの大腸菌群の代わりに大腸菌を採用するのが適当とされ、2004年度改正の水道水質基準では、大腸菌が基準項目となっている<sup>2)</sup>。一方、環境基本法の公共用水域の水質汚濁に係る環境基準では、大腸菌群数が水質基準項目であり、その測定方法はBGLB最確数法が指定されている。このことから、水質汚濁防止法16条にもとづく都内公共用水域の水質調査は、BGLB最確数法による大腸菌群測定が行われている。以上のような背景から、河川水、下水処理水を対象にBGLB最確数法と同時に水道法水質基準の測定を行い、測定結果を比較した。また、水浴場の水質判定で用いられている糞便性大腸菌群数や水質汚濁防止法の排水規制で用いられている大腸菌群数の測定等も合わせて行ったので、これらの結果についても報告する。

#### 2 調査河川等

2008年度は多摩川を調査対象とした。多摩川は、河川延長138km(東京都内98.65km)、流域面積1,240km<sup>2</sup>

の一級河川であり、環境基準の類型指定は、和田橋(青梅市和田町)より上流がAA類型(大腸菌群数の基準50MPN/100ml以下)、和田橋から拝島橋(昭島市拝島町)までがA類型(同基準1000MPN/100ml以下)、拝島橋から河口までがB類型(5000MPN/100ml以下)にそれぞれ指定されている。上記の多摩川調査のほかに、下水高度処理を行っているA処理場の場内外で調査を行った。

#### 3 調査方法

##### (1) 調査地点及び調査回数

多摩川の調査地点を図1に示す。下水処理水流入前の2地点(和田橋、日野用水堰)及び下水処理水流入後の5地点(多摩川緑地、日野橋、是政橋、多摩川原橋、田園調布堰上)と下水処理場排水樋管<sup>ひかん</sup>3地点(A処理場、B処理場、C処理場)の合計10地点を調査地点とした。調査期間は2008年5月から2009年1月、各地点それぞれ5回から14回の調査を行った。また、A処理場内の処理水調査を2008年8月から2008年12月までに5回行った。

(2) 試験方法水質一般項目については、工場排水試験方法(日本工業規格JIS-K0102)に従って生物化学的酸素要求量(BOD)、硝化細菌の作用を抑制した方法によるBOD(C-BOD)、化学的酸素要求量(COD)、浮遊物質(S S)、全窒素(T-N)、アンモニウム性窒素(NH<sub>4</sub>-N)、亜硝酸性窒素(NO<sub>2</sub>-N)、硝酸性窒素(NO<sub>3</sub>-N)、全りん(T-P)、りん酸性りん(PO<sub>4</sub>-P)、水素イオン濃度(pH)、溶存酸素量(DO)等の測定を行った。細菌項目の大腸菌群数、大腸菌数、糞便性大腸菌群数については表1に示す試験方法を用いて測定を行った。

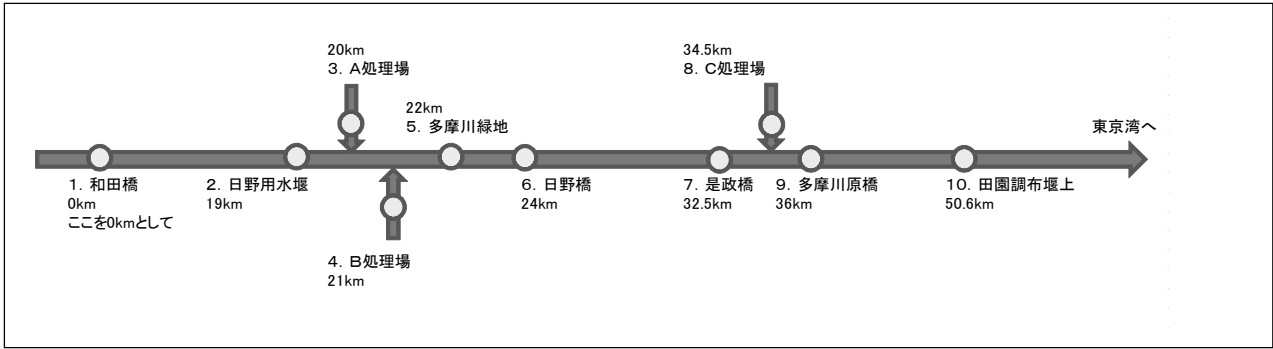


図1 多摩川調査地点

表1 大腸菌群数等の試験方法

項目	試験方法
大腸菌群 (BGLB最確数法)	BGLB培地36°C48時間培養
大腸菌群、大腸菌 (ONPG-MUG法)	ONPG-MUG培地36°C18時間培養
大腸菌群、大腸菌 (クロモアガー法)	HGMFでろ過し、クロモアガー寒天培地に貼付して36°C24時間培養
糞便性大腸菌群数 (MFC法)	MFでろ過し、M-FC寒天培地に貼付して44.5°C24時間培養
大腸菌群数 (デゾ法)	デソキシコール酸塩寒天培地36°C18時間培養
糞便性大腸菌群数 (デゾ法)	デソキシコール酸塩寒天培地44.5°C18時間培養

4 結果

(1) 水質一般項目

各地点とも生活環境項目のSS、DO、BODについては、降雨後の検体を除けばすべて環境基準値に適合していた。健康項目の硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素についてもすべて環境基準値に適合していた。

(2) 大腸菌群数の環境基準適合率

大腸菌群数の環境基準適合率を表2に示す。和田橋の基準値は50MPN/100ml以下の厳しい基準であり、基準適合率は0%であった。他の調査地点の基準値は5000MPN/100ml以下であるが、基準適合率は日野用水堰の86%を除くと25%~57%の低い適合率であった。

表2 大腸菌群数の環境基準適合率

調査地点	類型	環境基準値	測定検体数	基準超過検体数	基準適合率 %
和田橋	AA類型	50MPN/100ml以下	5	5	0
日野用水堰	B類型	5000MPN/100ml以下	14	2	86
多摩川緑地	B類型	"	14	6	57
日野橋	B類型	"	14	6	57
是政橋	B類型	"	12	6	50
多摩川原橋	B類型	"	12	9	25
田園調布堰上	B類型	"	12	6	50

(3) 多摩川の大腸菌検出率

図2にBGLB最確数法 (以下、BGLB法) とONPG-MUG法による大腸菌群数の関係を示し、図3にBGLB法とHGMF/クロモアガー法 (以下、クロモアガー法) による大腸菌群数の関係を示す。

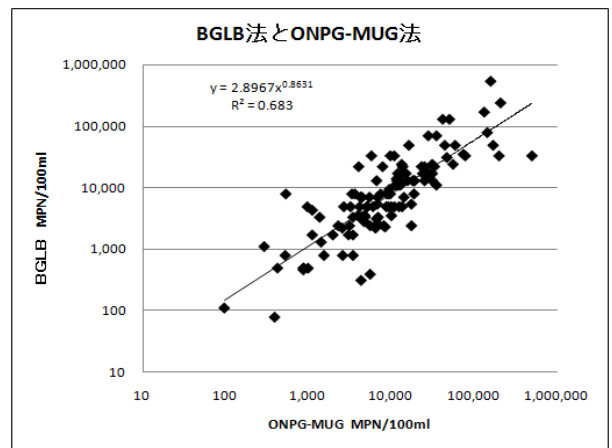


図2 BGLB法とONPG-MUG法による大腸菌群数

図のとおり正の相関が認められた。ONPG-MUG法とクロモアガー法は、大腸菌群数と同時に大腸菌も測定できる方法である。これらの方法による大腸菌群数に対する大腸菌数の割合を表3、図4に示す。ONPG-MUG法を用いた測定では、下水処理水が流入していない地点の大腸菌の平均割合は5%であった。一方、下水処理水が流入後の地点では9%、下水処理水では12%であった。クロモアガー法を用いた測定でも、下水処理水が流入していない地点の大腸菌の割合は低く4%であった。下水処理水が流入後の地点では7%、下水処理水では9%であった。以上のことから下水処理水が流

入していない地点については、大腸菌群数中の大腸菌数の割合は5%程度であると推測された。

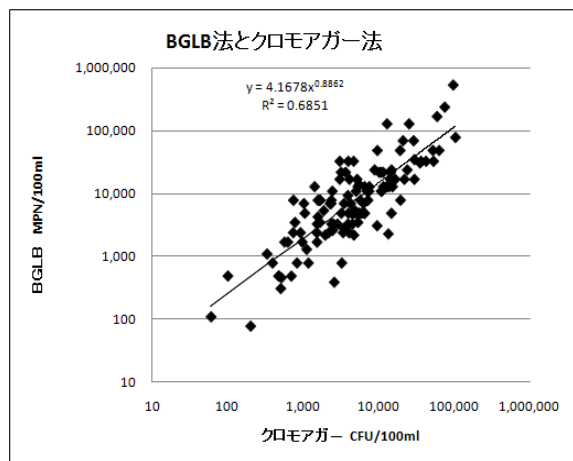


図3 BGLB法とクロモアガー法による大腸菌群数

表3 大腸菌数の割合（平均％）

ONPG-MUG法	検体数	大腸菌数/大腸菌群数(%)
下水処理水流入前の河川水	19	5
下水処理水流入後の河川水	64	9
下水処理水	45	12
クロモアガー法	検体数	大腸菌数/大腸菌群数(%)
下水処理水流入前の河川水	19	4
下水処理水流入後の河川水	64	7
下水処理水	45	9

(4) 多摩川の糞便性大腸菌群数

水浴場の水質判定基準(平成9年4月11日付環水管第65号環境庁水質保全局通知)では、糞便性大腸菌群数100個/100ml以下を「適」、1000個/100ml以下を「可」とし、1000個/100mlを越えるものは水浴場として「不適」と判定している。5月から9月までの河川水温が比較的高く、水に接する機会が多い時期に測定した検体について、この水浴場の「可」の基準を参考値として基準適合率を算出した。結果を表4に示す。和田橋は2回測定のみであるが、適合率100%であった。そのほかの地点は日野用水堰の63%を除くと50%以下であった。是政橋は8回測定で7回「不適」であり、田園調布堰上はすべて「不適」であった。

(5) 多摩川の大腸菌群数等の縦断変化

図5に大腸菌群数及び糞便性大腸菌群数、大腸菌数

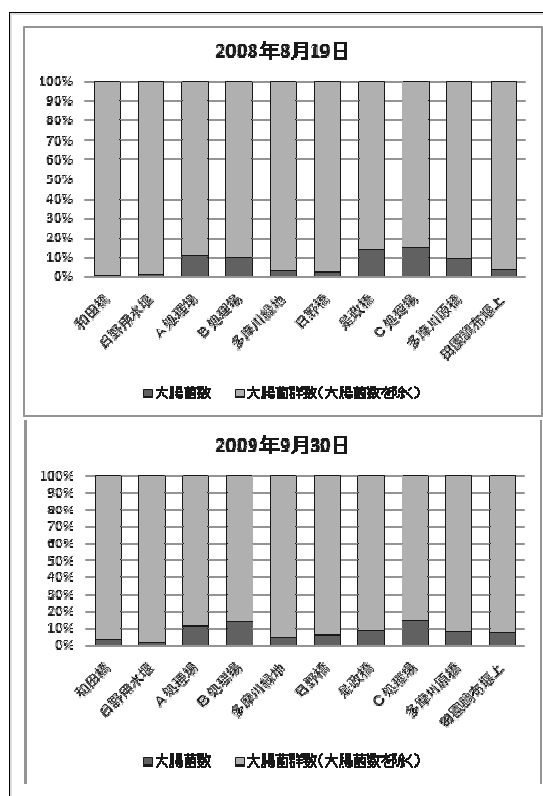


図4 大腸菌の割合（ONPG-MUG法）

表4 水浴場の水質判定基準による適合率

糞便性大腸菌群数	調査地点	検体数	基準適合検体数	適合率(%)
下水処理水流入前の河川水	和田橋	2	2	100
"	日野用水堰	8	5	63
下水処理水流入後の河川水	多摩川緑地	8	4	50
"	日野橋	8	4	50
"	是政橋	8	1	13
"	多摩川原橋	8	4	50
"	田園調布堰上	8	0	0

の多摩川縦断変化を示す。大腸菌群数(図5-a)は上流部から中流部まで大きく変わらないが、糞便性大腸菌群数(図5-b)、大腸菌数(図5-c)は上流部の和田橋では低い値であった。このように大腸菌群数の縦断変化は、糞便性大腸菌群数や大腸菌数の縦断変化とは異なることが分かった。

(6) 下水処理水の大腸菌群数

下水処理場は水質汚濁防止法の水質規制を受け、大腸菌群数の排水基準(デソキシコール法)は3000CFU/ml以下である。下水処理水の大腸菌群数は、すべて基準以下であった。各処理場の平均値は、A処理場700CFU/ml、B処理場110CFU/ml、C処理場370CFU/mlであり、A処理場が他の下水処理場に比べてやや高く、他の測定方法でも同様の傾向が認められた。

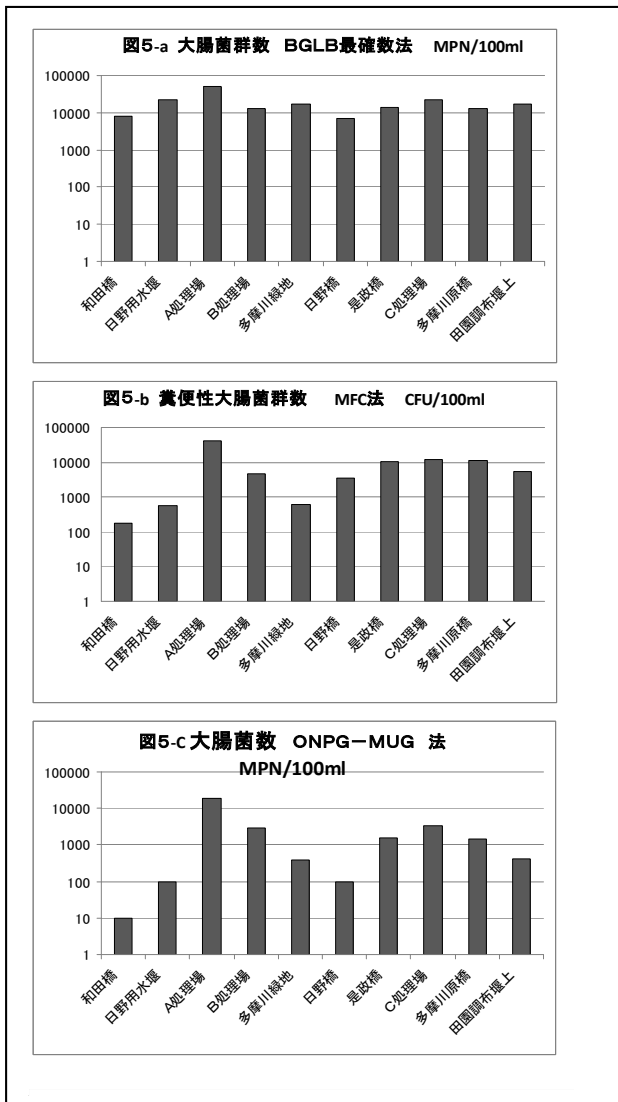


図5 大腸菌群数等の縦断変化 (2008年8月19日)

(7) A処理場の場内外調査

A処理場では砂ろ過、オゾン酸化による高度処理も行われており、この高度処理水は玉川上水清流復活事業の水源となっている。A処理場の塩素処理直前の処理水、塩素処理後の処理水、高度処理水（以上場内）、排水樋管水（場外）、高度処理水の送水先である玉川上水への流出口の5か所について調査を行った。図6にデソキシコール法の大腸菌群数を示す。また、図7に他の測定法の大腸菌群数を示す。塩素処理後の大腸菌群数は、処理前に比べて5割から7割程度減少した。高度処理による大腸菌群数の低減効果は図7のように顕著であり、大腸菌群数は10MPN/100ml以下であった。

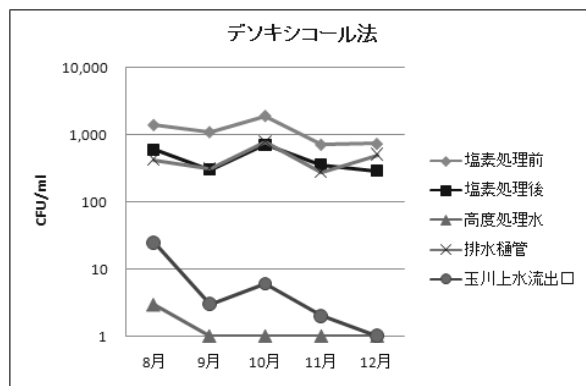


図6 A処理場内外の大腸菌群数

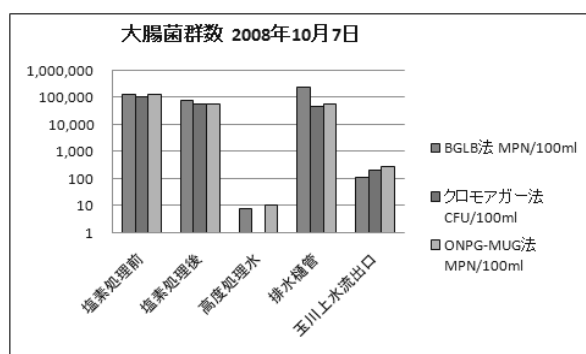


図7 各測定法による大腸菌群数

5 おわりに

BGLB 最確数法と ONPG-MUG 法の大腸菌群数測定結果に正相関が認められた。大腸菌群数に対する大腸菌数の割合は、下水処理水流入前の河川水では平均 5%であり、下水処理水では平均 12%であった (ONPG-MUG 法)。以上のことから、BGLB 最確数法大腸菌群を糞便汚染指標の大腸菌の代替指標菌とする場合は、多摩川上流域の地点においては過大評価する恐れがあると考えられた。

参考文献

- 1) 東京都環境局自然環境部水環境課：平成 19 年度公共用水域の水質測定結果、(2009)
- 2) 水道水質基準ガイドブック、日本環境管理学会編、丸善、(2004)