

都内河川の大腸菌群数に関する研究（1）

—多摩川の大腸菌群と大腸菌の挙動—

和波 一夫 石井 真理奈 木瀬 晴美*

(*非常勤研究員)

要 旨

多摩川河川水について、大腸菌群数、糞便性大腸菌群数、大腸菌数を測定した。大腸菌群数は春季から夏季に向けて高くなり、秋季から冬季にかけて低くなるという傾向が認められた。また、糞便性大腸菌群数や大腸菌数もほぼ同様な傾向が見られた。大腸菌群数の経月変化や河川流量から判断すると夏季の水温の高い時期に大腸菌群等が河川水中で増加、あるいは死滅せずに保存されている可能性が高いと推測された。公共用水域の糞便汚染指標として現在、大腸菌群数が測定されているが、多摩川河川水では、糞便汚染を表す大腸菌数は大腸菌群数の5%程度であり、糞便汚染のリスクは比較的低いと考えられた。

キーワード：大腸菌群数、糞便性大腸菌群数、大腸菌数、河川水、多摩川

The survey of the coliform count in river water in Tokyo (1) Behavior of Escherichia coli and coliform bacteria in the Tama river water

WANAMI Kazuo, ISHII Marina, KISE Harumi*

(* Associate researcher)

Summary

Total coliforms, fecal coliform, Escherichia coli (E. coli) were monitored between April 2009 and March 2010 at 5 public waters points in the Tama river. The numbers of Coliform increased in summer and decreased in winter. Moreover, the numbers of fecal coliform and E. coli increased in summer and decreased in winter. From the seasonal numbers of coliform and the river flow, it is suggested that coliform bacteria increase or be surviving in the river water in summer season. We tried to estimate the pollution source with the calculation of ratio between the numbers of coliform and E. coli count. The numbers of E. coli were about 0.05 times of coliform. The risk of fecal contamination in the Tama river water were considered relatively low.

Key Words : coliform count, fecal coliform, E. coli count, river water, Tama river

1 はじめに

多摩川は、秩父山系笠取山を源とし東京湾に至る全長138km(都内98.65km)、流域面積1240km²(都管内958.4km²)の一級河川であり、都管内の流域人口は約300万人、下水道普及率はほぼ100%である。多摩川上流での水道原水の最大取水量は22.2m³/secであり、都民の貴重な水源となっている。

多摩川的环境基準類型は、和田橋(青梅市和田町)より上流がAA類型、和田橋から拝島橋(昭島市拝島町)までがA類型、拝島橋から河口までがB類型に指定されている。2008年度のBODの環境基準適合割合¹⁾はAA類型100%、A類型100%、B類型96%に対して、大腸菌群数はAA類型0%、A類型40%、B類型34%であり、環境基準適合割合が非常に低い。また、多摩川支川や江戸川なども多摩川と同様に大腸菌群数の基準適合割合は低く、0~33%に留まっている。このような都内河川の状況は、水質保全上の問題となっている。大腸菌群数の基準未達成の原因を明らかにするため、前年度に引き続き多摩川等の調査を行ったので報告する。

2 調査方法

(1) 調査地点及び調査回数

2009年度は、多摩川と多摩支川の秋川、平井川を対象に合計5地点の調査を行った。調査地点の所在地、類型、大腸菌群数基準を表1に、各調査地点の位置関係を図1に示す。多摩川上流では、河川水を水道原水として取水するので河川水量が大幅に減少する。このため、多摩川の水量確保と水質浄化を目的として羽村堰から2m³/secが放流されている。本調査の羽村堰地点では、この放流水を採水した。5つの調査地点のうち平井川・多西橋、秋川・東秋川橋、多摩川・拝島橋は、環境基準点である。流域下水道の下水処理水(ここでは消毒後の放流水を下水処理水という。)は、日野用水堰から下流約1.5kmの地点で多摩川に流入する。羽村堰から日野用水堰の本調査区間には下水処理水の流入はない。調査は2009年4月から2010年3月までに計16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)に従って水素イオン濃度(pH)、溶存酸素量(DO)、生物学的酸素要求量(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(SS)、全窒素(T-N)、アンモニア性窒素(NH₄-N)、亜硝酸性窒素(NO₂-N)、硝酸性窒素(NO₃-N)、全りん(T-P)、りん酸性りん(PO₄-P)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2に示す試験方法を用いて測定を行った。

表1 調査地点の所在地、類型等

No.	河川名・調査地点	所在地	類型	大腸菌群数基準
1	多摩川・羽村堰	羽村市羽東3-9地先	A	1000MPN / 100ml 以下
2	平井川・多西橋	あきる野市平沢153地先	A	1000MPN / 100ml 以下
3	秋川・東秋川橋	あきる野市小川343地先	AA	50MPN / 100ml 以下
4	多摩川・拝島橋	昭島市拝島町4-10地先	A	1000MPN / 100ml 以下
5	多摩川・日野用水堰	八王子市平町502地先	B	5000MPN / 100ml 以下

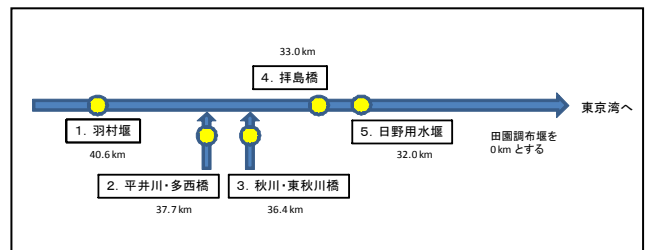


図1 調査地点の位置関係

3 結果と考察

(1) BOD等の測定結果

大腸菌群数を除くBOD等の測定結果を表3に示し、生活環境項目の環境基準適合割合を表4に示す。

表4 生活環境項目の環境基準適合割合

地点名	環境基準適合割合 (%)			
	pH	BOD	SS	DO
羽村堰	94	100	100	100
多西橋	88	100	94	94
東秋川橋	94	100	100	94
拝島橋	81	100	100	94
日野用水堰	81	100	100	94

BODの各地点の平均値は、0.5~0.6mg/lであり、環境基準適合割合は100%であった。その他の項目もpHを除いて同適合割合は94~100%であった。光合成作用によって河川水がアルカリ側になる現象が夏季に見られ、そのため、pHは他の項目に比べて同適合割合がやや低く81~94%であった。SSの最大値は多西橋の7月23日調査における31.5mg/lであり、他の測定値に比べ著しく高いが、これは調査時に地点の直上流の排水口から土砂濁りの排水が河川に流入していたためである。生活

表2 大腸菌群数等の測定方法

測定菌種	測定方法	培養条件	略称	原典
大腸菌群	デソキシコール酸塩寒天培地	36 °C 18 h	デソ法	下水試験方法
糞便性大腸菌群		44.5 °C 18 h		
大腸菌群	BGLB培地	36 °C 48 h	BGLB法	水質汚濁防止法
大腸菌群、大腸菌	クロモアガーECC培地、HGMF使用	36 °C 24 h	クロモアガー法	
大腸菌群、大腸菌	特定酵素基質培地 (ONPG-MUG)、QTトレイ使用	36 °C 18 h	ONPG-MUG法	上水試験方法
糞便性大腸菌群	M-FC寒天培地、メンブランフィルター使用	44.5 °C 24 h	MFC法	上水試験方法

表3 BOD等の測定結果

測定項目	単位	測定回数	羽村堰		多西橋		東秋川橋		拝島橋		日野用水堰	
水温	°C	16	15.5		17.1		16.5		18.1		17.9	
			4.9	22.0	6.6	23.3	3.5	23.7	4.0	26.8	4.0	29.2
pH		16	8.1		8.0		7.8		8.2		8.3	
			7.1	8.9	7.3	9.0	7	9	7.4	9.3	7.7	9.0
電気伝導度	mS/m	16	9.4		20.5		10.8		12.5		12.5	
			6.3	11.9	15	24	8	13	7.8	15.5	7.9	15.7
BOD	mg/l	16	0.6		0.6		0.5		0.6		0.6	
			0.2	0.9	0.3	1.0	0.2	0.7	0.3	0.9	0.3	0.9
COD	mg/l	16	1.2		1.6		1.2		1.4		1.5	
			0.1	2.1	0.4	4.0	0.3	1.9	0.5	1.9	0.4	2.1
SS	mg/l	16	2.1		3.6		2.7		2.5		4.1	
			0.3	8.4	0.3	31.5	0.4	11.8	0.6	8.5	0.3	9.9
DO	mg/l	16	9.7		9.8		9.5		9.6		9.6	
			7.6	13.1	7.3	13.5	6.7	12.9	6.7	13.0	7.1	13.2
NH4-N	mg/l	16	0.01		0.01		0.01		0.01		0.01	
			0.00	0.06	0.00	0.05	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.04
NO2-N	mg/l	16	0.01		0.01		0.01		0.01		0.01	
			0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01	0.02
NO2-N	mg/l	16	0.67		2.32		1.17		1.11		1.11	
			0.52	0.97	1.83	3.44	0.92	1.60	0.88	1.44	0.87	1.43
T-N	mg/l	16	0.76		2.24		1.26		1.25		1.29	
			0.43	1.22	1.06	3.71	0.92	1.87	0.90	2.05	0.94	2.30
PO4-P	mg/l	16	0.003		0.008		0.003		0.002		0.003	
			0.000	0.010	0.000	0.020	0.000	0.010	0.000	0.010	0.000	0.010
T-P	mg/l	16	0.012		0.021		0.017		0.016		0.015	
			0.010	0.030	0.000	0.040	0.000	0.030	0.000	0.031	0.000	0.030
											平均値	
											最小値	最大値

表5 大腸菌群数等の測定結果

菌種	測定法	単位	測定回数	羽村堰		多西橋		東秋川橋		拝島橋		日野用水堰	
大腸菌群	デソ法	CFU/ml	15	2		12		6		4		7	
				0	8	1	63	0	25	0	21	0	31
	BGLB法	MPN/100ml	15	1,700		7,800		4,400		3,000		3,700	
				68	11,000	790	33,000	310	22,000	220	11,000	330	23,000
	クロモアガー法	MPN/100ml	16	930		5,600		2,300		1,800		2,300	
34				3,600	360	51,000	120	9,800	100	9,100	64	18,000	
ONPG-MUG法	MPN/100ml	16	920		1,200		3,100		1,800		2,500		
			66	4,900	170	160,000	180	24,000	150	8,700	150	20,000	
糞便性大腸菌群	デソ法	CFU/ml	15	1		5		2		1		1	
				0	7	0	52	0	16	0	4	0	8
	MFC法	CFU/100ml	15	150		2,000		540		190		350	
				10	1,100	25	25,000	10	4,300	14	850	14	2,700
大腸菌	クロモアガー法	MPN/100ml	16	16		300		72		25		62	
				2	98	5	3,700	4	520	4	160	0	410
	ONPG-MUG法	MPN/100ml	16	30		390		150		45		75	
											平均値		
											最小値	最大値	

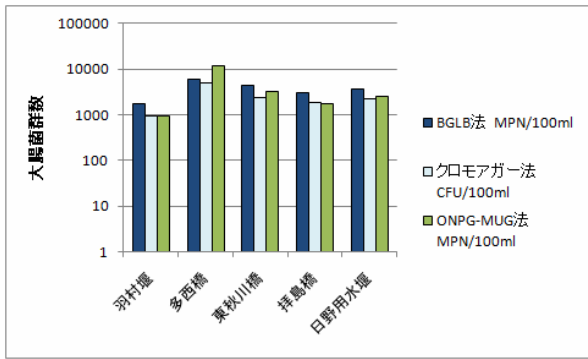
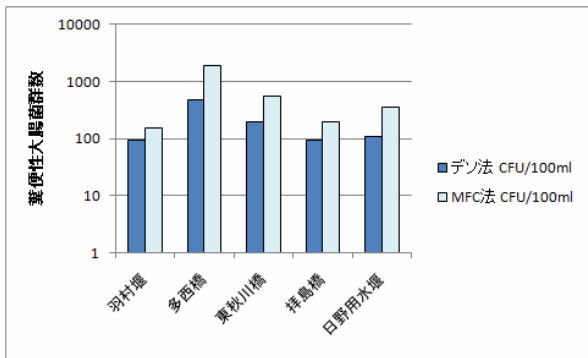


図2 大腸菌群数 (平均値)



注) デソ法は 100ml 中の菌数に換算した。

図3 糞便性大腸菌群数 (平均値)

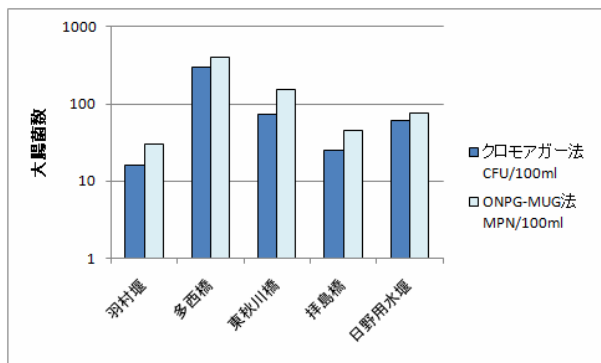


図4 大腸菌数 (平均値)

環境項目以外では $\text{NH}_4\text{-N}$ が 0.01 mg/l、 T-N が 0.76 ~2.24mg/l、 T-P が 0.012~0.021mg/l であり、各地点とも比較的良好な水質である。

(2) 大腸菌群数等の測定結果

大腸菌群数、糞便性大腸菌群数、大腸菌数の結果を表5に示し、大腸菌群数の基準適合割合を表6に示す。また、水浴場基準適合割合を表7に示す。各地点の大腸菌群数等の平均値を図2~4に、大腸菌群数の経月変化を図5に、糞便性大腸菌群数及び大腸菌数の経月変化を図6に示す。

表6 大腸菌群数の基準適合割合

大腸菌群数	環境基準適合割合/%	適合回数	測定回数	環境基準 MPN/100ml
地点名				
羽村堰	60	9	15	1000
多西橋	13	2	15	1000
東秋川橋	0	0	15	50
拝島橋	47	7	15	1000
日野用水堰	87	13	15	5000

表7 糞便性大腸菌群数の水浴基準適合割合

糞便性大腸菌群数(5月~10月)	水浴基準適合割合/%	適合回数	測定回数	水浴基準 MPN/100ml
地点名				
羽村堰	89	8	9	1000
多西橋	78	7	9	1000
東秋川橋	67	6	9	1000
拝島橋	100	9	9	1000
日野用水堰	78	7	9	1000

BGLB 法大腸菌群数(平均値)は、羽村堰が 1700MPN/100 ml で調査地点の中では最も低かった。最も高いのは多西橋の 7800 MPN/100 ml であった(表5)。基準適合割合では東秋川橋が 0%、日野用水堰が 87%であり、大きな差があった(表6)。これは、日野用水堰の環境基準が 1000MPN/100 ml に対して東秋川橋は 50MPN/100 ml という厳しい基準であることによる。この東秋川橋と日野用水堰の両地点の平均値、最小値、最大値についてはほとんど差がなかった。

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。測定方法は MFC 法が指定されている。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試料について、この水浴場の「可」を基準として基準適合割合を算出した。適合割合は 67~100%であった(表7)。これは、環境基準の適合割合 0~87%に比べると高い割合であり、環境基

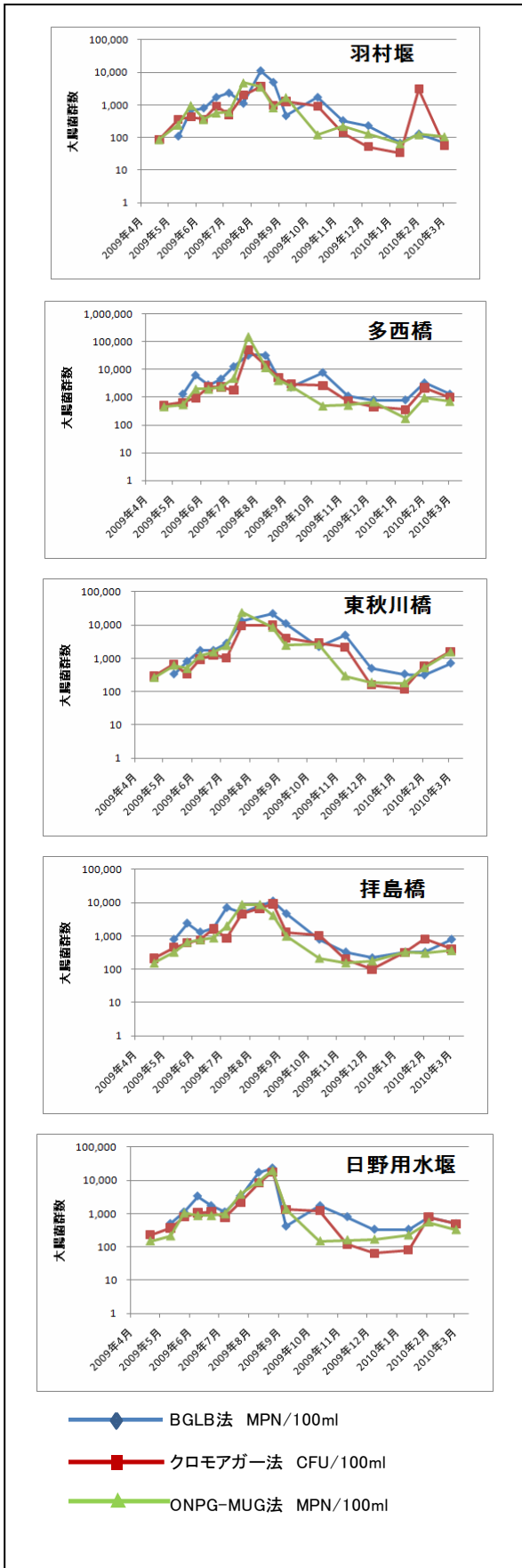


図5 大腸菌群数の経月変化

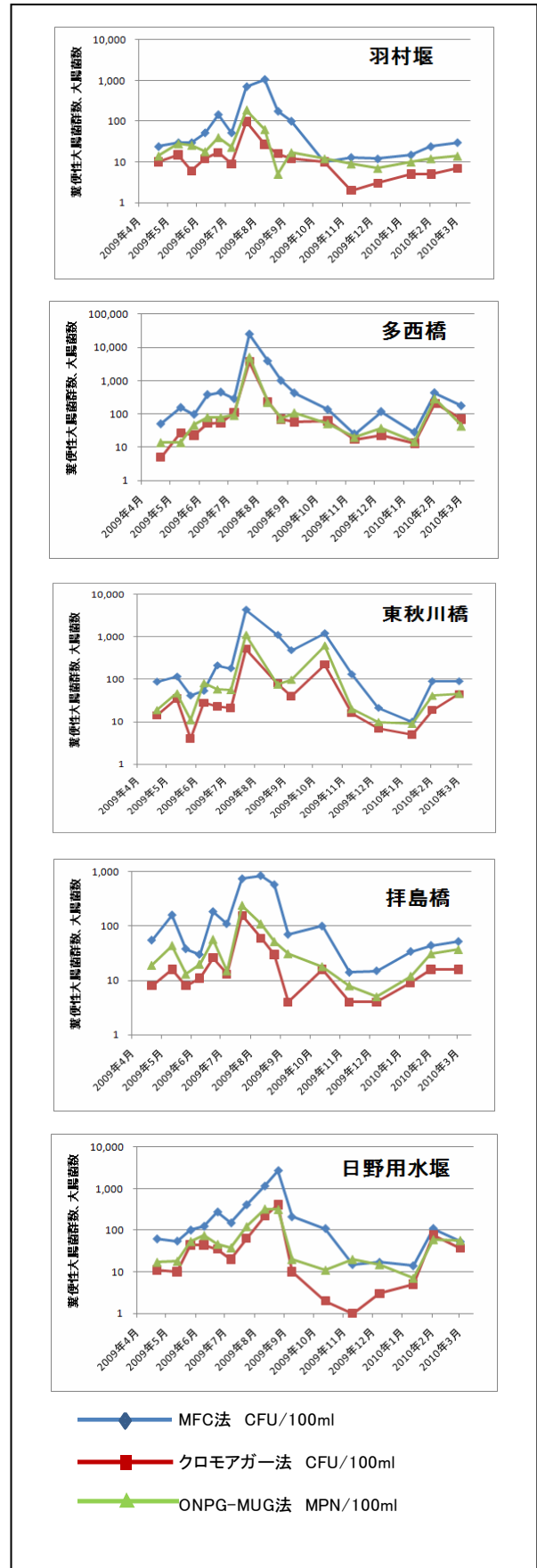


図6 糞便性大腸菌群数及び大腸菌数の経月変化

準では不適合、水浴場基準では「可」となる試料があることを示している。なお、前年度は日野用水堰から下流5地点で調査を行ったが、水浴場基準の適合割合は0～50%（5月から9月までの時期）であった²⁾。日野用水堰より上流は、同堰から下流の地点に比べて全般的に水浴場基準「可」の割合が高いと推測される。

大腸菌群数の経月変化（図5）では、羽村堰2月のクロモアガー法による測定結果を除き、春季から夏季に向けて大腸菌群数が高くなり、秋季から冬季にかけて低くなるという傾向が認められた。また、糞便性大腸菌群数や大腸菌数もほぼ同様な傾向が見られた（図6）。人畜の糞便に由来する大腸菌群の河川への排出量が一定であれば、河川流量が多いときは希釈効果によって大腸菌群数は減少すると考えられる。しかし、国土交通省による拝島橋の2009年度流量は、1月3.70 m³/sec、2月3.15 m³/secであり、7月4.31 m³/sec、8月5.76 m³/secの流量に比べて多くはない。冬季と夏季の流量から判断すると冬季の大腸菌群数の減少は、希釈効果以外の要因によるものと推察される。

上野英世（1977）³⁾は都水道局と大阪市水道局の資料をもとに河川における大腸菌群数と水温の関係をまとめ、高水温時における大腸菌群数の増加を明らかにし、水中の大腸菌群数に大きな影響を与える条件は水温と考えている。岩崎誠二ら（2000）⁴⁾は、三重県の公共用水域の10年余りの常時監視データを整理した結果、大腸菌群数は概ね高温期が中、低温期に比較して高い値であったと報告している。これらの報告や多摩川の大腸菌群数の経月変化及び河川流量から判断すると、大腸菌群等は夏季の水温の高い時期に水中で増加、あるいは河川に流入後、死滅せずに保存されている可能性が高い。

（3）各測定法の大腸菌群数等の相関関係

BGLB法、クロモアガー法、ONPG-MUG法の各方法による大腸菌群数及び大腸菌数等の相関関係を図7に示す。なお、7月23日調査の多西橋については、前述したように土砂濁り排水の影響が大きく通常の河川状況と異なるので、この日のデータは除いてプロットした。BGLB法とクロモアガー法の大腸菌群数、BGLB法とONPG-MUG法の大腸菌群数については、既報²⁾で述べた多摩川中流域や別報⁵⁾の江戸川と同様に正の相関が認められた。また、クロモアガー法とONPG-MUG法との大腸菌数も正の相関が認められた。なお、一部に測定法によって値

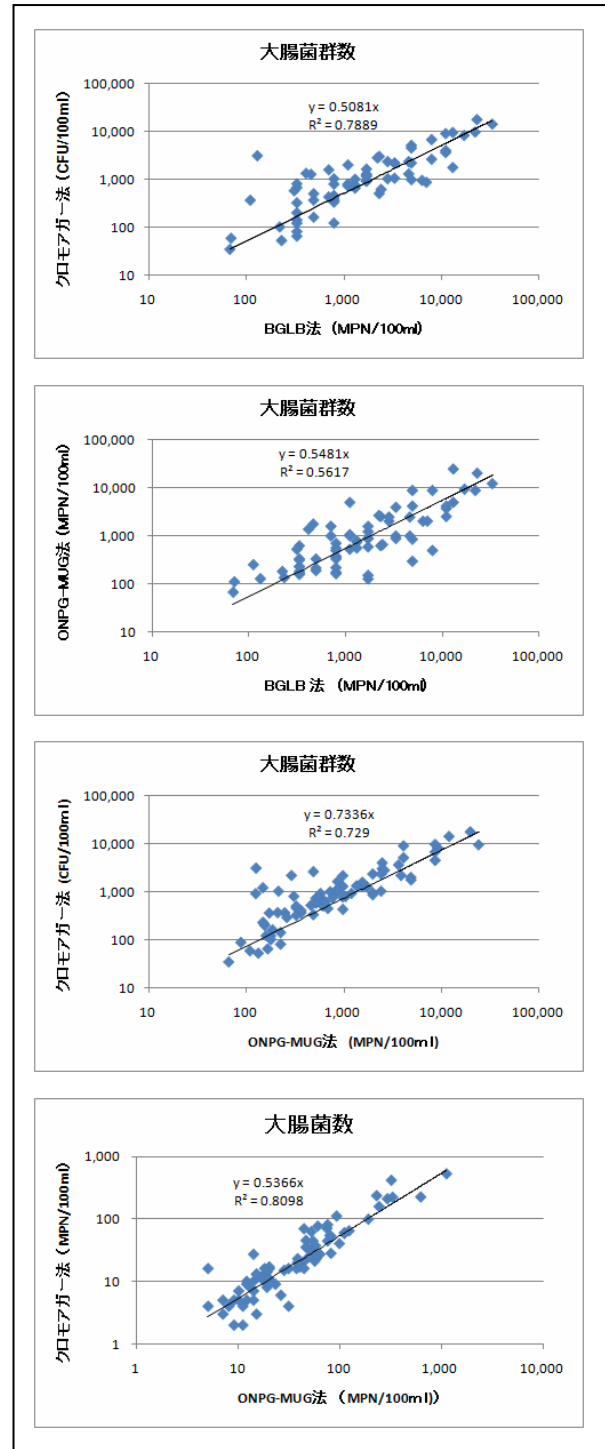


図7 大腸菌群数等の相関関係

が大きく異なる試料が認められるが、これは別報⁶⁾で考察したように測定法によって検出される菌種の違いがあり、この影響を受けている可能性がある。

図8にBGLB法大腸菌群数とMFC法糞便性大腸菌群数の散布図を示す。また、その他の測定方法による大腸菌群数と糞便性大腸菌群数、大腸菌群数と大腸菌数等の散布図を図9に示す。図8中の四角に囲った範囲内のもの

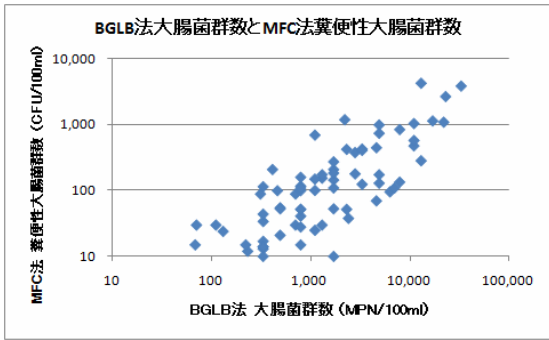


図8 糞便性大腸菌群数等との相関関係

は、水浴場基準「可」を満たしているが、A類型の大腸菌群数の環境基準に照らすと基準を超過している試料である。このように、環境基準では不適合、水浴場基準では「可」の試料が少なからず存在することが分かった。BGLB法大腸菌群数が1000MPN/100ml以下であればMFC法糞便性大腸菌群数は100MPN/100ml以下となる試料が多く、同様にクロモアガー法、ONPG-MUG法も大腸菌群数が1000MPN/100ml以下であれば、MFC法糞便性大腸菌群数は100MPN/100ml以下の試料が多かった(図中の楕円形で囲った部分)。これらから判断すると利用目的の適応性に水浴があるA類型の環境基準と水浴場基準の整合性を再検討する必要がある。

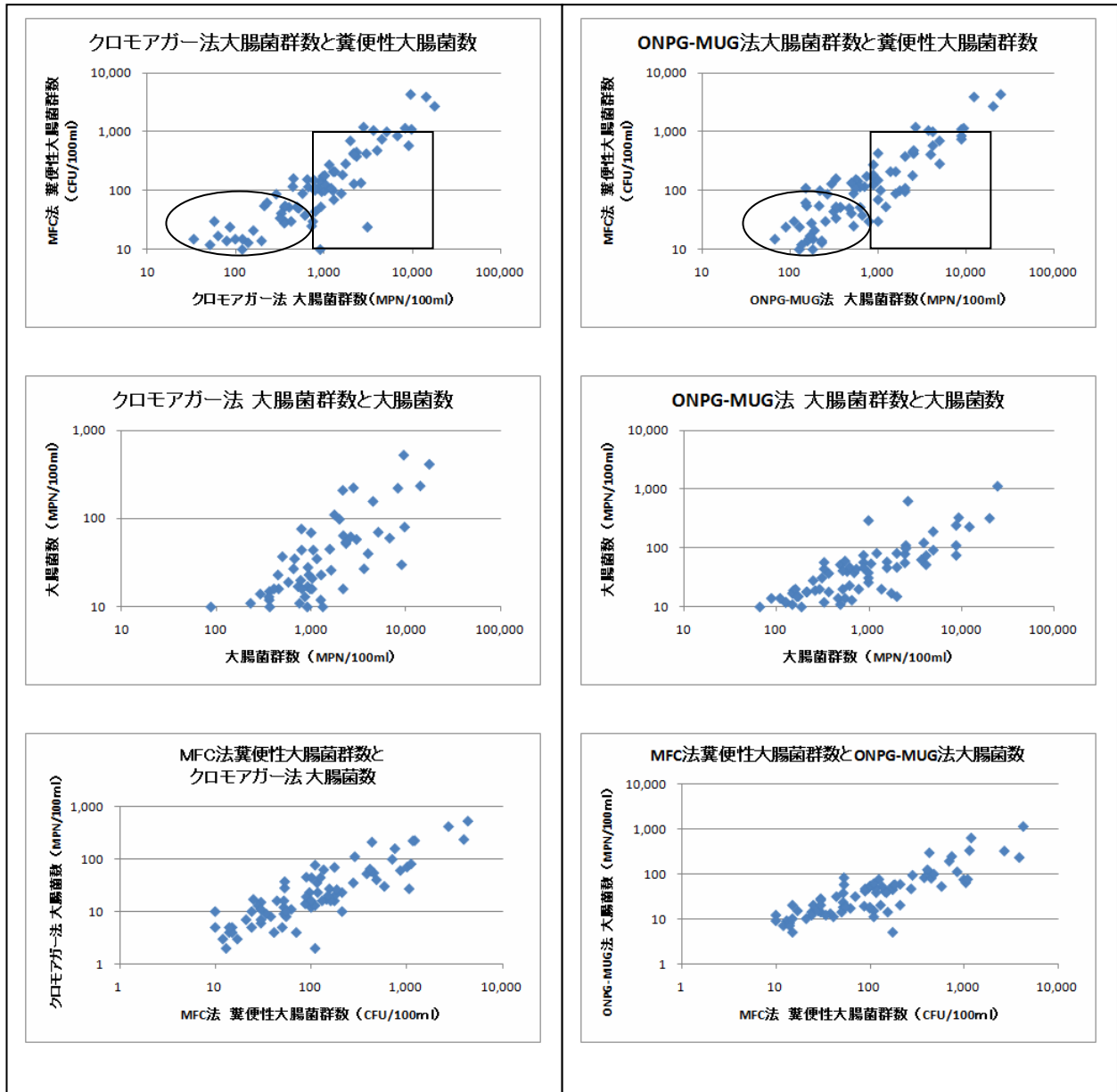


図9 糞便性大腸菌群数等との相関関係

(4) 大腸菌群数と大腸菌数

クロモアガー法、ONPG-MUG 法は大腸菌群数と同時に大腸菌数も測定できる方法である。図9の中段図のように大腸菌数は大腸菌群数に比べて低い値を示している。次に大腸菌群数に占める大腸菌数の割合を表8に示す。

表8 大腸菌群数に占める大腸菌数の割合

測定項目	羽村堰	多西橋	東秋川橋	拝島橋	日野用水堰
クロモアガー法 大腸菌数/大腸菌群数(%)	4	4	3	2	4
	0	12	1	10	1
	1	10	1	8	0
	4	0	4	0	1
ONPG-MUG法 大腸菌数/大腸菌群数(%)	7	6	6	5	7
	1	16	2	30	1
	1	24	1	14	2
	2	18			
	測定回数16				平均
					最小
					最大

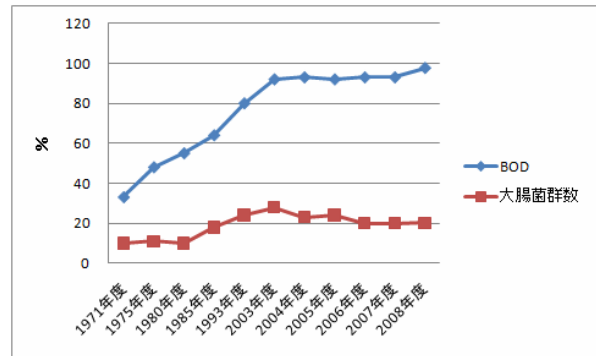
大腸菌数の大腸菌群数に占める割合は、クロモアガー法では2~4%、ONPG-MUG法では5~7%であった。これは下水処理水流入前の河川水で調査した既報²⁾の4~5%、別報⁵⁾の4%とほぼ同じ割合である。なお、下水処理水流入後の河川水の同割合は、既報²⁾では7~9%、別報⁵⁾では7~8%であった。一方、下水処理水での同割合は、既報²⁾では9~12%、別報⁵⁾では9~17%であり、河川水に比べて高い割合である。横浜市の5つの水再生センター(下水処理場)で村岡麻衣子ら(2008)⁷⁾が行った測定による同割合は、流入下水では40%を超え、放流水では9~20%(クロモアガー法)であったとし、大腸菌群よりも大腸菌の方が、活性汚泥処理や塩素消毒によって除去されやすいと報告している。

以上から、大腸菌数の大腸菌群数に占める割合は、下水処理水流入前の河川水 2~7%、下水処理水流入後の河川水 7~9%、下水処理水 9~20%、流入下水 40%超と推察される。

(5) 糞便指標細菌としての大腸菌群数の評価

水質汚濁防止法に基づく公共用水域の水質測定は、1971年度から実施されており、都市河川のBOD等の水質は経年的に改善されている。しかし、大腸菌群数については、図10のように環境基準適合割合が低い状況が続いている。このような状況は都内河川のみならず全国的な傾向であり、従前から問題提起されている⁸⁾。環境省が取りまとめた全国河川の2008年度公共用水域水質測定結果⁹⁾によれば、大腸菌群数の環境基準値超過検体数の割合(環境基準に適合しない検体数/測定検体数)

はAA類型で89.9%、A類型71.9%、B類型51.8%であり、基準超過した検体数が多い。一方、BODの超過検体数の割合はAA類型で6.8%、A類型6.8%、B類型10%であり、基準超過した検体数は非常に少ない。



(注)
$$\text{環境基準適合割合}(\%) = \frac{\text{環境基準適合日数}}{\text{総測定日数}} \times 100$$

図10 都内河川の環境基準適合割合の経年変化

水質の代表的な項目であるBODと大腸菌群数の両者に極端な相違が生じる理由として、芦立徳厚(1988)¹⁰⁾は、次の3つを掲げている。

- ①BODで捉えられない汚染を大腸菌群が検出している。
- ②大腸菌群の基準値が厳しすぎる。
- ③大腸菌群という指標そのものに問題がある。

このうち、芦立は、③の検討を進め、函館市周辺の河川、湖沼及び下水処理場から試料を集めて大腸菌群等の測定を行い、清浄な水域でのFC/TC比(糞便性大腸菌群数/大腸菌群数)の減少は糞便性以外の土壌及び植物等からの非糞便性大腸菌群の流入が主因であり、汚濁河川の場合は非糞便性の菌群が極端に増殖をしめすことがあると報告している。筆者らが、多摩川の大腸菌群数の遺伝子解析を行った調査でも糞便由来でない菌種が検出されており、それらの菌種は土壌や水圏由来のものと推測された⁶⁾。

都内河川の場合は、大腸菌群数を除く生活環境項目や重金属等の健康項目の基準適合割合は極めて高い。そこで、生活環境項目や健康項目で捉えられない汚染を大腸菌群のみが捉えているのかということが問われる。水中の大腸菌群数は、いうまでもなく糞便汚染指標としての意義をもつものとされている。しかし、大腸菌群数が高い値を示しても糞便性大腸菌群数や大腸菌数が低い場

合は、糞便汚染のリスクは低いと考えられる。表7、図8に示したように、糞便性大腸菌群は水浴場基準をほぼ満たし、大腸菌数が大腸菌群数に占める割合は5%程度であることから、多摩川上流域においては糞便汚染によるリスクは比較的小さいと推察される。

AA 類型の大腸菌群の基準は、50MPN/100 ml という厳しい基準が設定されている。村瀬秀也ら (1977) ¹¹⁾ は、長良川上流部における調査結果から夏季のように水温の高い、あるいは降雨量が多い時期においては、理化学試験の成績が AA ランクの基準を十分満足するような清浄な水域においても、大腸菌群数 50MPN/100ml の基準を維持することは、実際問題として非常に困難であると報告している。また長良川の支川での調査では、湧水中の大腸菌群数は 50MPN/100ml 以下であるが、下流の採水地点では渓流水としての清冽さはまったく失われていないにもかかわらず、大腸菌群数は 10^2 のオーダーを示していると報告している。これは、筆者らが多摩地域の湧水地点で行った調査 ¹²⁾ やオゾン処理水が導水されている玉川上水で行った調査 ¹³⁾ の結果と一致している。人畜の糞便に由来する大腸菌群の影響がない流路でも大腸菌群が検出されることは、大腸菌群数の基準超過を生活排水の寄与だけでは説明できないことを示している。

大腸菌群数の環境基準設定当時、最も重視されたのは、水道水源の水質基準であり、その類型区分が準用された。旧厚生省令では飲料水中の大腸菌群は検出されないこととされ、厚生省生活環境審議会答申では、水道で行なう塩素滅菌により死滅させることのできる大腸菌群数の安全限界値は 50MPN/100ml であり、水道における浄水処理による大腸菌群の除去率は緩速濾過処理で約 99%、急速濾過処理では通常の管理下において約 95%、高水準の管理下において約 98%とされた。このことから、通常の浄水操作を想定した水道 2 級では 1000 MPN/100ml が、また、高度な浄水操作を想定した水道 3 級では 2500~5000 MPN/100ml が水道原水の安全限界とされた。同じく厚生省生活環境審議会答申では、水浴場の基準としては、大腸菌群数は 1000MPN/100ml 以下が適当であるとされた。以上のことから、大腸菌群数の基準値は、生活環境に係る環境基準として、AA 類型 50MPN/100ml 以下、A 類型 1000MPN/100ml 以下、B 類型 5000MPN/100ml 以下とするのが適当であるとされたも

のである ¹⁴⁾。

水道法の水質基準については 2004 年に改正が行われ、大腸菌が基準項目となった。水道水の品質保証という観点から糞便汚染の検知には高い精度が求められる。その意味から大腸菌は適当と判断された。迅速・簡便な大腸菌の培養技術が確立されており、技術的問題は解決されていることから、それまでの水質基準項目の大腸菌群に代えて大腸菌とされた ¹⁵⁾。環境基準の設定の経緯や水道法基準の改正から判断して、公共用水域の水質測定における大腸菌群数も見直し検討が必要である。

(6) 大腸菌群数・大腸菌数の低減対策に関して

都管内の多摩川流域の下水道普及率はほぼ 100% であり、前項 (5) で述べたように多摩川上流は糞便由来の大腸菌群は少ないと考えられる。ただし、一部に単独・合併浄化槽によって尿処理を行っている地域があり、浄化槽の消毒管理が問題視されている。井上一也 (2000) ¹⁶⁾、(2001) ¹⁷⁾ は、多摩川上流水道水源域における大腸菌群数の環境基準超過原因調査を行い、浄化槽の有機物処理は機能しているが、消毒機能が不十分である実態を明らかにしている。多摩川への流入負荷量は小さいとはいえ、地域の放流先河川への影響は小さくないので浄化槽の消毒管理はさらに徹底する必要がある。

2001 年 3 月に多摩川中流域の環境基準が C 類型から B 類型指定になったことにより、多摩川中流域に大腸菌群数の環境基準が加わった。多摩川中流域への流入負荷量として現在最も大きなものは下水処理水である。既報 ²⁾ で述べたとおり、3 つの処理場について調査した結果では、排水基準 3000CFU/ml (デゾ法) より 1 桁低い値 (110~700 CFU/ml) で放流されており、排水規制上の問題はない。都流域下水道本部は、2006 年度に放流水の大腸菌群数の管理目標値を 100 CFU/ml 以下 (晴天時) と定め、大腸菌群数の低減に向けた調査・検討を行った。多摩川流域では最も放流量が大きい北多摩一号水再生センターにおいては、次亜塩素酸ナトリウム注入率の適正管理などにより、放流水の大腸菌群数は 100CFU/ml 以下に抑えられるようになった ¹⁸⁾。この管理目標値が各処理場で達成された場合の河川水への効果、すなわち河川水の大腸菌群数・大腸菌数がどの程度低減するかについては、今後、環境面からの詳細な調査が必要であろう。

4 まとめ

(1) 多摩川上流及び支川の平井川、秋川を調査した結果、測定検体のBOD環境基準適合割合は100%であったが、大腸菌群数の環境適合割合は低く、特にAA類型の秋川は0%であった。

(2) 水浴場基準の「可」を基準として基準適合割合を算出した。適合割合は67~100%であった。これは、環境基準の適合割合0~87%に比べると高かった。大腸菌群数と糞便性大腸菌群数の相関関係から判断すると、環境基準では不適合、水浴場基準では「可」となる場合がある。

(3) 大腸菌群数は春季から夏季に向けて高くなり、秋季から冬季にかけて低くなるという傾向が認められた。また、糞便性大腸菌群数や大腸菌数もほぼ同様な傾向が見られた。

(4) 大腸菌群数の経月変化や河川流量から判断すると夏季の水温の高い時期に大腸菌群等が水中で増加、あるいは、死滅せずに保存されている可能性が高い。

(5) 大腸菌数の大腸菌群数に占める割合は、クロモアガー法では2~4%、ONPG-MUG法では5~7%であった。これは既報²⁾、別報⁵⁾の割合ほぼ同じであり、河川水での平均的な割合は5%程度であると推測された。

5 おわりに

大腸菌群数の環境基準の適合割合が低い原因を明らかにするため、2カ年にわたり多摩川を調査した。AA類型の同適合割合が0%であるのは、その類型が50MPN/100 ml以下という厳しい基準であるのと、自然由来の菌種による影響が少なくないことが大きな原因となっている。大腸菌群数の基準不適合は、水質汚濁防止法に基づく公共用水域の水質測定が開始後まもなくから問題視され、大腸菌群の存在が糞便汚染と厳密な対応関係をもっていないのではないかとの疑問が繰り返し提起されている。大腸菌群数の環境基準適合割合が著しく低いことが、そのまま糞便汚染が進行しているとは受取れないのが都内河川のみならず全国河川での実情であろう。公共用水域の水質測定においては、現行の測定法による大腸菌群数だけで糞便汚染の状況の評価するのではなく、糞便汚染をよりの確に測定できるとされる糞便性大腸菌群¹⁹⁾、大腸菌²⁰⁾、糞便性連鎖球菌・腸球菌²¹⁾及びウェルシュ菌芽胞²²⁾のような別の測定法も

合わせて調査を行う必要がある。これらの測定方法の結果と比較検討することで、調査対象水域における大腸菌群数測定の意味を明確にできると考えられる。

参考文献

- 1) 東京都環境局自然環境部水環境課：平成 20 年度公共用水域及び地下水の水質測定結果，(2009)。
- 2) 和波一夫,井上毅,木瀬晴美：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,東京都環境科学研究所年報, pp137-140, (2009)。
- 3) 上野英世：大腸菌群の周辺,用水と廃水,Vol. 9, No. 5, pp555-565, (1977)。
- 4) 岩崎誠二,地主昭博,松井孝悦,佐伯栄男：大腸菌群数の定量法の検討,三重県保健環境研究所(環境部門)年報,第1号(通巻第20号), pp19-28, (2000)。
- 5) 石井真理奈,和波一夫,木瀬晴美：都内河川の大腸菌群数に関する研究(3),江戸川における大腸菌群数と大腸菌の挙動,東京都環境科学研究所年報, pp31-37, (2010)。
- 6) 和波一夫,石井真理奈,木瀬晴美：都内河川の大腸菌群数に関する研究(2),多摩川の大腸菌群の遺伝子解析,東京都環境科学研究所年報, pp20-30, (2010)。
- 7) 村岡麻衣子,折目孝子：酵素基質培地による下水試料の大腸菌群及び大腸菌の測定,第44回下水道研究発表会講演集,第44巻,pp922-924, (2008)。
- 8) 金政泰弘,友近健一,片山靖夫,坂谷勉,国府島泉：全国アンケートによる大腸菌群測定方法の評価,水質汚濁研究,第9巻5号,pp314-318, (1986)。
- 9) <http://www.env.go.jp/water/suiiki/h20>
- 10) 芦立徳厚：水質環境基準項目としての大腸菌群の評価,用水と廃水,Vol. 30, No. 3, pp229-238, (1988)。
- 11) 村瀬秀也,加藤邦夫,下川洪平：河川水中の大腸菌群について,長良川上流部における調査結果から,用水と廃水,Vol. 9, No. 5, pp567-574, (1977)。
- 12) 石井真理奈,和波一夫,木瀬晴美：都内河川の大腸菌群数に関する研究(5),湧水の大腸菌群、大腸菌、ウェルシュ菌の実態,東京都環境科学研究所年報, pp 114-115, (2010)。
- 13) 和波一夫,井上毅,木瀬晴美：都内河川の大腸菌群数に関する研究(4),玉川上水の大腸菌群・大腸菌の縦断変化,東京都環境科学研究所年報, pp111-113, (2010)。
- 14)：社団法人日本化学会編者,環境・防災ライブラリー,環境の基準—その科学的背景—,丸善, pp217, (1979)。
- 15) 眞柄泰基：水道水質基準の改正と今後の展望,用水と廃水,Vol. 46, No. 7, pp557-560, (2004)。
- 16) 井上一也：多摩川上流水道水源域における大腸菌群数の環境基準超過原因調査,東京都環境行政交流会誌,東京都環境局,第24号,pp46-49, (2000)。
- 17) 井上一也：多摩川上流水道水源域(日原川)における大腸菌群数削減調査,東京都環境行政交流会誌,東京都環境局,第25号,pp28-31, (2001)。
- 18) 小林未来：大腸菌群数低減への取り組み,第45回下水道研究発表会講演集,第45巻,pp701-703, (2008)。
- 19) 谷本浩一：環境水域における糞便性大腸菌群に関する研究,日本公衆誌,第31巻,第5号,pp199-206, (1984)。
- 20) 尾藤朋子,大屋日登美：水質汚染指標としての大腸菌の分類と生態,用水と廃水,Vol. 36, No. 10, pp889-894, (1994)。
- 21) 小出拓,伊与亨,岩堀恵祐：腸球菌と大腸菌を指標とした新たなモニタリング手法,用水と廃水,Vol. 49, No. 9, pp761-767, (2007)。
- 22) 平田強,江崎達也,河村清史,田口勝久：水環境におけるウェルシュ菌と糞便性大腸菌群の存在量の比較,水道協会雑誌,第55巻,第12号,pp8-13, (1986)。