

国立公衆衛生院 正 河村 清史
臨海エンジニアリング 鈴木 浩二
横浜市 伊藤 貴子

1. はじめに

従来、水の微生物的安全性の指標として、大腸菌群が用いられている。これについては、その指標としての意義に対する問題とは別に、①測定対象となる水において公定の試験方法が異なっていること、②いづれの方法も大腸菌群の定義の項目すべてを判定するものではないこと、③各方法で糞便汚染がどれだけ把握できるか不明であること、などの問題点がある。このうち、③については、哺乳動物由来の大腸菌群を調べることと目的として糞便性大腸菌群の測定が提案されている。わが国では、昭和57年度から、海水浴場の水質評価にm-FC培地を用いたフィルター法によるものが利用されるようになった。われわれは、この方法の一つであるHGMF(Hydrophobic Grid Membrane Filter)法を中心として、大腸菌群試験方法、糞便性大腸菌群試験方法に関して、大腸菌についての選択性を検討し、若干の知見を得たので報告する。

2. 実験方法

2.1 対象とした試料 対象とした水は、糞便汚染の程度が種々様々になるように選定した。すなわち、し尿処理場の濃縮汚泥(a)、生し尿(b)と酸素活性汚泥-凝集沈殿-加圧浮上分離-オゾン脱色-上向流砂濾過の工程を持つ処理施設の加圧浮上分離液(c)ならびに放流水(d)、都市下水(e)、都市ゴミ埋立地の浸出液(f)とその生物処理水(g)、製パン工場廃水(h)とその生物処理水(i)および荒川(j)、入間川(k)、目黒川(l)、大岡川(m)の4河川水である。

2.2 測定項目と方法 水の一般的な性状を知る目的で、pH、水温、DO、COD(アルカリ性過マンガン酸カリウム法、30分煮沸)、 $\text{NH}_4\text{-N}$ (ネスラー法あるいはインドフェーノール法、試料による場合は蒸留した)、SSを測定した。大腸菌群、糞便性大腸菌群については、デシキゾール酸塩培地法、BGLB法、HGMF法、MF法、EC法を測定した。また、試料の糞便汚染性を評価する目的で、標準寒天培地による一般細菌とAC培地を用いた糞便性連鎖球菌(確定試験まで)を測定した。大腸菌群の菌種の同定はIMViC試験によるほか、定型コロニーあるいはMPN法の陽性管から白金線にて採取したサンプルについて、EMB培地塗抹-オキシダーゼテスト-乳糖分解性の生理的判定により、選定した菌株を対象とした。高温での増殖性の判断には、マッコーキーのアイヨン培地あるいはEC培地を用いた。

3. 実験結果

試料の一般的な性状を表1に示す。河川水については、何回かの調査時の測定値の平均を示した。すべての試料について、調査が夏から冬にかけてのものであるため、水温が一定していない。pHについては1~2の例を除くほとんどの試料は中性域にある。その他の項目については、既に得られている知見と違わないが、汚染レベルが種々様々であることがわかる。表2に、IMViC試験による同定結果と、供試数、乳糖分解陽性数およびインドール産生数に対するE.coli I型菌株、E.coli I型+E.coli II型の合計菌株の割合を示す。糞便汚染の強い試料では、乳糖分解菌がE.coli以外であることはまれであるが、この傾向が小さい試料ではE.coli以外のものが多い。デシキゾール法とBGLB法では、E.coli以外の菌で陽性判定を下す可能性は他と比較してかなり高い

表1 測定試料の性状

試料	pH	水温 ℃	DO mg/l	COD mg/l	$\text{NH}_4\text{-N}$ mg/l	SS mg/l
a	7.1	12.4		4200	1500	
b	7.6	20.8	<1.0	4500	1500	7600
c	6.3	35.6	<1.0	72	210	58
d	7.1	35.1	3.9	50	190	9
e	7.7	20.6	4.6	61	31	93
f	7.9			293	740	22
g	6.9			151	720	12
h	5.3	26.7	1.5	350	0.13	460
i	6.5	18.9	<1.0	340	0.3	65
j	7.2-7.6	25-27.3	2.7-7.2	5-12	1.5-8.4	12-60
k	6.9-7.7	30-18.0	5.0-9.9	5-15	0.4-7.3	8-30
l	6.8-7.8	7.0-21.8	0-7.5	3-17	1.3-9.7	2-60
m	7.4			8-13	5.3-12.3	6-93

27に推定される。また、HGMF法では、青色コロニーと青白コロニーで大腸菌の選択性に大きな違いはないこと、糞便汚染の程度が高いと思われる試料では大腸菌の選択性が高いことがわかる。

4. 考察

糞便汚染性糞便性連鎖球菌／一般細菌が表現することとして、これとHGMF法の青色コロニー、青白コロニー中のE.coli IあるいはE.coli I+E.coli IIの割合について図1、図2を得た。かなりばらつきはいるが、いずれの場合も選択性の上限が認められる。図中、点線は対象試料の糞便性連鎖球菌／一般細菌の幾何平均値と大腸菌選択率との関係である。図3は、大腸菌選択過程におけるE.coli IあるいはE.coli I+E.coli IIの選択性を示すが、後者についてはイントール産生までほぼ100%の選択性があることが想定される。(表2参照)

5. おわりに

表2 IMVIC試験による同定結果一覧

試験方法によつて大腸菌の選択性は異なるが、HGMF法の青色コロニー、青白コロニーは同程度のしかも他より高い選択性を保持すること、糞便汚染の程度に応じて上限のあることがわかった。本法ではE.coli I+E.coli IIについてはIMVIC試験に代してイントールテストが代用しうることがわかる。

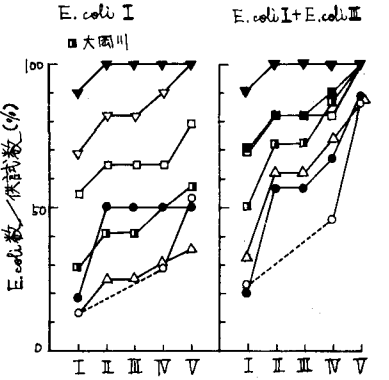


図1 E.coli I選択過程における選択率変化
I~Vは、供試数、EMB陽性数、芽生陰性数、乳糖分解陽性数およびイントール産生数に対するE.coliの割合を示す。

試料	試験方法	供試数	乳糖分解数			E.coli			C1)		K2)		他	E.I		E.II		E.I+II		E.I+II		E.I+II		E.I+II	
			I	II	III	I	II	III	I	II	I	II		供試数	内数	供試数	内数	供試数	内数	供試数	内数	供試数	内数	供試数	内数
a	HGMF 青	10	9	9										90	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	HGMF 白	26	20	18									2	69	69	90	40	100	100	100	100	100	100	100	100
	BGLB	13	4	1	1	2							8	15	25	50	50	100	100	100	100	100	100	100	100
	BGLB	11	8	3	3	1							1	27	36	38	50	75	100	100	100	100	100	100	100
c	HGMF 青	10	9	6	1								2	60	70	67	78	86	100	100	100	100	100	100	100
	HGMF 白	10	3	5	1	2							2	50	70	63	88	71	100	100	100	100	100	100	100
	BGLB	10	3										2	0	10	0	33	0	33	0	33	0	33	0	33
	BGLB	10	0										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f, g	EC	7	6	4	1	1							57	71	67	83	80	100	100	100	100	100	100	100	100
	BGLB	21	11				7	1					3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HGMF 青	10	0										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HGMF 白	20	7										7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h	BGLB	20	0										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BGLB	46	16	3	1	2			2		1	7	7	11	19	31	21	56	56	100	100	100	100	100	100
	HGMF 青	30	16	5		4	3					4	17	30	31	56	56	100	100	100	100	100	100	100	100
	HGMF 白	30	12	3		1	2	2				4	10	13	25	33	50	67	100	100	100	100	100	100	100
j	HGMF 青	30	6			1	3	1				1	0	3	0	17	0	100	100	100	100	100	100	100	100
	HGMF 白	30	3				3					1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MF	10	6	5								1	50	50	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
	MF	10	5	2								2	40	60	40	60	40	60	40	60	40	60	40	60	40
k	EC	10	0										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EC	25	17	4		4						9	16	32	24	47	24	47	24	47	24	47	24	47	24
	BGLB	20	2									1	5	5	50	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	BGLB	52	19			1	4	1	1	1	11	0	2	0	5	0	14	0	14	0	14	0	14	0	14
l	HGMF 青	20	7	3								2	15	20	43	57	60	80	80	100	100	100	100	100	100
	HGMF 白	20	5	4								2	20	20	80	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	EC	37	8									5	5	8	25	38	50	78	78	100	100	100	100	100	100
	EC	70	15	4		3	4				1	2	6	10	27	47	78	78	100	100	100	100	100	100	100
m	BGLB	140	61	16	3	5	5	3	2			27	11	15	26	34	36	47	47	100	100	100	100	100	100
	HGMF 青	70	38	13	3	13	4	1				4	19	37	34	68	43	87	87	100	100	100	100	100	100
	HGMF 白	70	24	6		4	1					3	9	29	25	83	27	91	91	100	100	100	100	100	100
	EC	64	12	4		3	4					1	6	11	33	58	67	100	100	100	100	100	100	100	100
n	EC	70	1									1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	EC	114	46	25	1	9	1					10	22	30	54	60	74	81	81	100	100	100	100	100	100
	HGMF 青	39	18	8	1	6	1					2	21	36	44	78	57	100	100	100	100	100	100	100	100
	HGMF 白	27	20	11	1	8						4	70	55	95	58	100	100	100	100	100	100	100	100	100
o	HGMF 青	29	12	6									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HGMF 白	10	0										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1) Citrobacter freundii 2) Klebsiella aerogenes 3) Klebsiella cloacae あるいは Erwinia carotovora の可能性もある

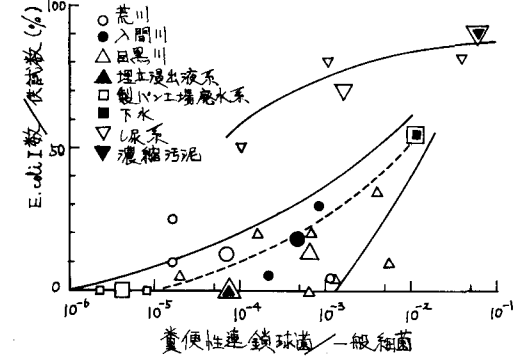


図1 HGMF法(青+青白コロニー)のE.coli I選択率

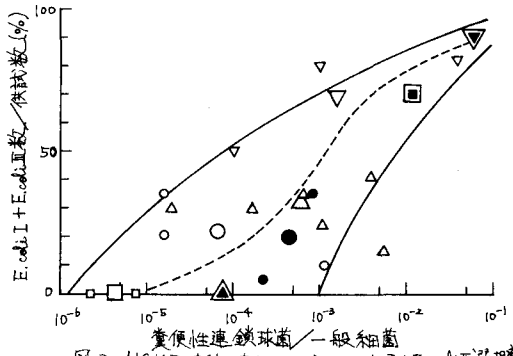


図2 HGMF法(青+青白コロニー)のE.coli I+E.coli II選択率