

水再生センター放流水中の大腸菌数調査について

下水道水質課 ○小川 雅道
一戸 直之

1. はじめに

公共用水域の環境基準が大腸菌群数から大腸菌へ変更されることが、中央環境審議会で検討されており、それに伴い、水再生センターの放流水の技術上の基準も改正されることが検討されている。そのため、平成24年度夏季と冬季に、本市11センターの処理水・放流水について、テリコロール酸塩培地平板法(以下、テリ法)による大腸菌群数と特定酵素基質培地QTトイMPN法(以下、コレート法)による大腸菌群数、大腸菌数を測定したので、その結果を報告する。

2. 大腸菌群と大腸菌

大腸菌群は、まだ水から直接「大腸菌(*Escherichia coli*)」のみを分離定量することができなかった昭和初期に、大腸菌の生化学的特徴「胆汁酸等の阻害物質存在下で増殖し、35~37℃で乳糖を分解して酸やガス等を24~48時間以内に産成可能なグラム陰性の桿菌」を有する細菌群を「大腸菌群(Coliform group)」と定義し、大腸菌に代えて排水基準等を設けられたものである。しかし、近年、その大腸菌群には、糞便由来だけではなく土壌等自然環境由来の細菌群も計数されることから、糞便汚染指標として疑問が呈されるようになってきている。それに対して、昭和60年代に米国で特定酵素基質培地法による、水からの「大腸菌(*E. coli*)」直接検出法が開発され、日本でも平成16年に上水試験法に採用された。これらの動向から、環境省は、中央環境審議会にて大腸菌群数から大腸菌へ基準の変更を検討している¹⁾。

3. 調査概要

調査期間は、夏季調査が平成24年8月15日~平成24年8月29日、冬季調査が平成24年11月28日~平成25年1月9日に実施。試料は朝10時頃にスポット採水した。一般水質項目として、水温、アンモニア性窒素(NH₄-N)、遊離残留塩素、総残留塩素(遊離+結合残留塩素)を測定した。その他に、滅菌状態の基礎データとして、採水時の次亜塩素酸(有効塩素)注入率、採水時の塩素混和池接触時間を算出した。

①テリ法は、テリコロール酸塩(胆汁酸の一種)により他の細菌が生えにくくした培地で乳糖を分解して生じる酸で培地が赤変することで大腸菌群数を測定する。②コレート法は、大腸菌群の最小単位の栄養素オクトロフェニル-β-D-ガラクトピラノシド(ONPG)を主成分とする培地で大腸菌群を、大腸菌の最小単位の栄養素4-メチルウンベリフェリル-β-D-グルクロンド(MUG)を含ませることで大腸菌を、同時測定する。これは目的とする細菌の増殖に必要な最小単位の栄養素のみを含ませた培地を用い、その他の細菌の発育を抑制しようとする最小培地理論に基づく測定法である。検出は、大腸菌群、大腸菌が特異に持つβ-ガラクトシターゼ、β-グルクロンターゼでONPG、MUGが分解され発色物質が生成する原理により行う。

4. 調査結果

夏季調査結果を表-1に、冬季調査結果を表-2に示す。テリ法大腸菌群数、コレート法大腸菌群、コレート法大腸菌は、それぞれ、夏季調査処理水で130~1,700 個/mL、180~2,900MPN/mL、52~460MPN/mL、放流水で

表-1 夏季調査結果

水再生センター	調査日	処理水		放流水			放流水一般水質項目等						
		デソ法	コレート法	デソ法	コレート法	デソ法	水温	NH ₄ -N	遊離	総	次亜塩素	塩素混和池	
		大腸菌群 個/mL	大腸菌群 MPN/mL	大腸菌 MPN/mL	大腸菌群 大腸菌群 大腸菌	大腸菌群 大腸菌群 大腸菌	°C	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	接触時間 分	
北一	8/22	300	820	190	230	550	130	28.3	0.2	<0.05	0.05	0.53	36
北二	8/29	940	2,500	370	160	860	110	29.9	0.4	0.2	0.4	0.51	22
神奈川	8/15	1,700	2,900	310	320	2,500	190	27.8	0.5	<0.1	0.1	0.32	32
中部	8/15	940	960	84	830	520	41	27.3	<0.1	0.1	0.1	0.56	36
南部	8/29	340	750	140	200	530	100	28.1	0.2	<0.1	<0.1	0.46	15
金沢	8/15	1,300	1,700	110	33	290	12	29.0	0.5	0.05	0.1	0.55	33
港北	8/29	1,300	2,100	460	680	1,400	340	28.8	0.2	<0.1	<0.1	0.84	29
都筑	8/22	970	1,700	460	79	680	120	28.5	0.7	<0.1	0.2	0.43	21
西部	8/29	99	180	52	86	200	46	28.3	0.1	<0.05	0.05	0.56	21
栄一	8/22	130	330	58	110	240	48	28.2	<0.1	<0.1	0.1	0.55	37
栄二	8/22	540	1,600	310	8	56	9	28.5	0.6	<0.05	0.2	1.02	18

8~830 個/mL、56~2,500MPN/mL、9~340MPN/mL であった。冬季調査では処理水で 83~1,500 個/mL、170~3,100MPN/mL、49~280MPN/mL、放流水で 1~150 個/mL、30~650MPN/mL、3~56MPN/mL であり、冬季調査時の方が大腸菌群数、大腸菌数ともに低くなっていた。

大腸菌数について個々に見ていくと、夏季は処理の悪化していた港北が 340MPN/mL と最も多く、最も少なかったのは、次亜塩素素注入量が 1mg/L と多かった

表-2 冬季調査結果

水再生センター	調査日	処理水			放流水			放流水一般水質項目等					
		デゾ法	コロラート法	デゾ法	コロラート法	水温	NH4-N	遊離	総	次亜塩素	塩素混和	塩素混和池	
		大腸菌群 個/mL	大腸菌群 MPN/mL	大腸菌 MPN/mL	大腸菌群 個/mL	大腸菌群 MPN/mL	大腸菌 MPN/mL	°C	mg/L	残留塩素 mg/L	残留塩素 mg/L	注入率 mg/L	接触時間 分
北一	12/5	180	690	130	55	310	37	18.3	<0.1	<0.05	0.1	0.45	28
北二	1/9	960	1,900	240	50	370	49	18.0	<0.1	<0.1	<0.1	0.60	25
神奈川	12/5	380	1,800	130	2	30	3	18.3	2.1	<0.1	0.4	0.52	30
中部	11/28	1,500	3,100	280	94	150	8	17.3	<0.1	<0.1	<0.1	0.63	36
南部	12/19	290	260	70	150	130	44	16.8	0.2	<0.05	0.05	0.46	24
金沢	12/5	420	1,100	260	1	69	6	20.1	0.7	<0.05	0.15	0.53	21
港北	12/19	240	740	85	35	650	56	19.6	0.3	<0.05	0.2	0.89	37
都筑	12/12	180	450	100	46	180	25	19.8	<0.1	<0.05	0.15	0.66	20
西部	12/19	130	730	110	57	110	13	17.5	0.5	<0.05	<0.05	0.53	22
栄一	12/12	83	170	49	54	88	18	19.6	<0.1	<0.05	<0.05	0.50	36
栄二	12/12	450	1,300	170	54	350	30	18.8	0.4	<0.05	0.2	0.73	16

た栄二で 9MPN/mL であった。また冬季は神奈川、中部、金沢の 3 センターで 10MPN/mL 以下であった。

デゾ法大腸菌群数とコロラート法大腸菌群数を比較すると(図-1)、処理水ではデゾ法よりコロラート法が 1.8 倍多く検出され、これは、村岡・折目(2007)²⁾のデゾ法とクモアガー法(特定酵素基質培地平板法)との結果と一致していた。しかし、放流水では、QT トレイ法で 2.9 倍も多く検出されており、同じ特定酵素基質培地法でも平板法と QT トレイ法で違いがみられた。これは、予備試験で行った、表-3 の結果とも一致しており、寒天培地による平板法に比べ、液体培地である QT トレイの方が、塩素滅菌により傷ついた菌体も増殖することができるので、放流水で検出量に差を生じるのではないかと推測された。

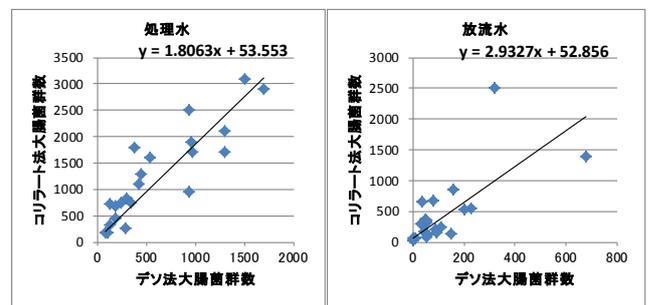


図-1 デゾ法大腸菌群数とコロラート法大腸菌群数の相関図

表-3 3試験方法の比較(予備試験)

	デゾ法	クモアガー法		コロラート法	
	大腸菌群	大腸菌群	大腸菌	大腸菌群	大腸菌
処理水	820	1,000	140	1,300	240
放流水	49	42	8	270	15

コロラート法での大腸菌群数と大腸菌数の比較では(図-2)、処理水、放流水とも、大腸菌群の約 1 割が大腸菌であった。

5. まとめ と 今後の課題

- ・最小培地理論に基づく特定酵素基質培地法は、阻害物質により他の細菌を増殖させないデゾ法より検出量が多かった。QT トレイの液体培地法では、特に次亜塩素素処理された放流水で、より多く検出される傾向があった。

- ・規制値の一つの案として、放流水大腸菌で 200MPN/mL が検討されているが、夏季調査時の港北は、その値を超過していた。今後、規制値及びどのような測定方法が選定されるかによっては、より多くの滅菌薬品の注入が必要になるかもしれない。

- ・今回の結果は、2 回だけの調査であり、測定法もデゾ法とコロラート法の 2 種であったこと、試料採取時間も大腸菌群数が比較的少ない時間帯の採水であったことから、今後、測定法もクモアガー平板法、疎水性格子膜ムブインフィル法なども増やし、時間帯別調査もするなど基礎データを収集していく予定である。

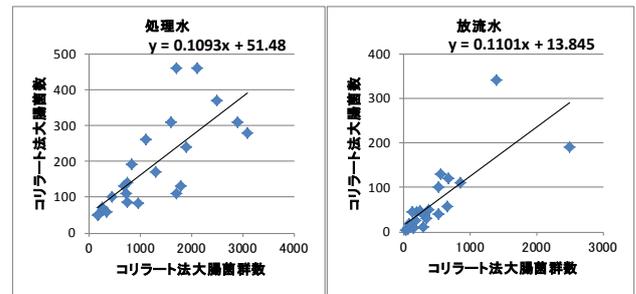


図-2 コロラート法大腸菌群数とコロラート法大腸菌数の相関図

(参考文献)

1) 山田欣司(2013) : 海外における大腸菌関連の基準について、下水道協会誌、Vol.50 No.604 p70-72

2) 村岡麻衣子、折目孝子(2007) : 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、p922-924