

大腸菌試験方法の検討

横浜市

○ 小川雅道
伊藤恵一
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数に変更されることが検討されており、国土交通省でも平成 24 年度には下水処理場の放流水における大腸菌群数・大腸菌数について全国調査を行っている。この調査では大腸菌数・大腸菌群数を測定するため、特定酵素基質培地法を採用している。本市はこの調査でコリラート QT トレイ法を用い処理水・放流水の大腸菌数、大腸菌群数を簡単に測定することができた(小川、一戸 2013)。しかし、この方法はコストが高く、特殊な装置を必要とすること、また下水処理場の流入水等を測定するには希釈の関係で向いていない欠点がある。本市では特定酵素基質法の他の培地としてクロモアガー法を既に検討し(村岡、折目 2007)、デソ法と比較している。また、特定酵素基質培地には、その他に XM-G 寒天培地という培地もあるが本市での使用実績がない。これらのコリラート、クロモアガー、XM-G 培地について下水由来の試料で大腸菌数、大腸菌群数を測定し総合的に評価するための予備調査を行ったので報告する。

2. 調査方法

調査期間は平成 26 年 12 月から同 27 年 3 月まで。処理区の大部分が合流式の 2 水再生センターの流入水、処理水、放流水を約 10 サンプル、スポット採水した。クロモアガー法(以下クロモという)は C 社の ECC 培地で試料を混釈・重層して培養時間は 24 時間。温度は以下すべての試験で $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。XM-G 法は N 社の培地を同様に混釈・重層して 20 時間培養。コリラート法は I 社のキットで QT トレイを用い、培養時間は 24 時間。デソ法の手順は下水試験法に従った。以下測定値は特に指定しない限り個/mL とした。また、放流水については疎水性格子付きメンブレンフィルター法(HGMF)による測定も行った。HGMF 法はサンプルをろ過後、フィルターをクロモ培地上に密着させて 24 時間培養した。

3. 調査結果と考察

表-1 に流入水の大腸菌群数の概要を示す。クロモ、XM-G とともに平均がデソより高い。図-1 にデソとクロモ、XM-G の相関を示す。クロモ、XM-G とともに直線的でデソよりも測定値が高い。表-2 に流入水の大腸菌数の概要を、図-2 にデソ大腸菌群数と各培地の大腸菌数の相関を示す。データ点数が少なく、ばらつきがみられたが、クロモと XM-G では同じような値を示した。

表-1 流入水の大腸菌群数($\times 10^3$ 個/mL)

	デソ	クロモ	XM-G
最大	140	260	287
最小	8	20	15
平均	79.1	116	114
サンプル数	10	10	10

表-2 流入水の大腸菌数($\times 10^3$ 個/mL)

	クロモ	XM-G
最大	101	103
最小	16	11
平均	52.6	47.1
サンプル数	10	10

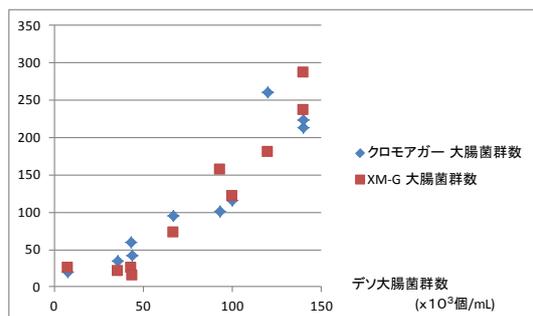


図-1 流入水 各方法大腸菌群数とデソ大腸菌群数との比較($\times 10^3$ 個/mL)

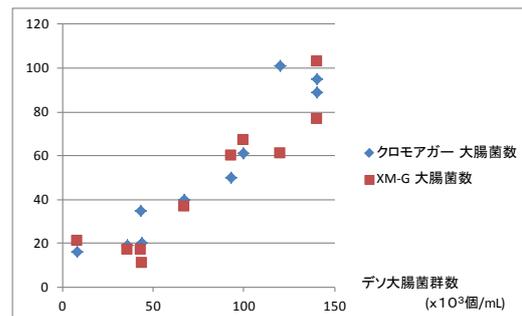


図-2 流入水 各方法大腸菌数とデソ大腸菌群数との比較($\times 10^3$ 個/mL)

表-3 に処理水の大腸菌群数の概要を、図-3 にデソとの比較を示す。コリラートが一番高い値を示し、XM-G、クロモの順でデソよりも高かった。表-4 に処理水の大腸菌数の概要を、図-4 にデソ大腸菌群数と各培地の大腸菌数の相関を示す。デソ大腸菌群数と大腸菌数は図-3 よりも良い相関が得られた。

表-3 処理水の大腸菌群数(個/mL)

	デソ	クロモ	XM-G	コリラート
最大	430	630	840	933
最小	100	165	140	242
平均	231	350	407	494
サンプル数	10	10	10	10

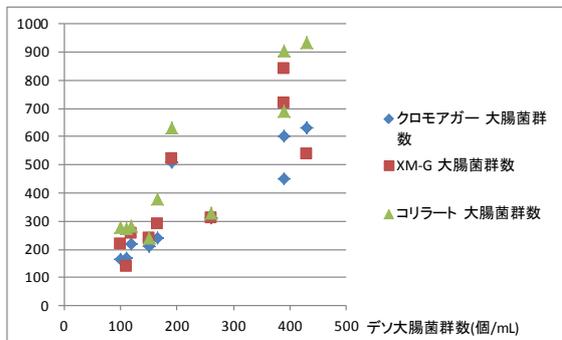


図-3 処理水 各方法大腸菌群数とデソ大腸菌群数との比較(個/mL)

表-4 処理水の大腸菌数(個/mL)

	クロモ	XM-G	コリラート
最大	120	110	109
最小	30	20	28.4
平均	63.8	60.3	60.2
サンプル数	8	8	8

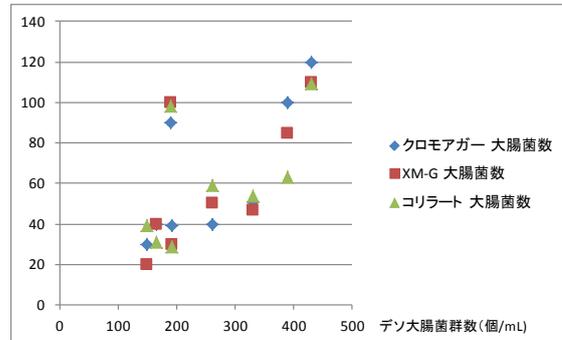


図-4 処理水 各方法大腸菌数とデソ大腸菌群数との比較(個/mL)

表-5 に放流水の大腸菌群数の概要を、図-5 にデソとの比較を示す。図-5 を見ると 100 以下の団子状の集団とそれ以外に大きく分かれる。グラフの目盛を 100 に合わせて拡大すると (図-5-2)、コリラート、XM-G、HGMF、クロモの順でデソよりも高く、コリラートはデソ大腸菌群数がかなり低いときにも大腸菌群数が高い。

大腸菌数については表-6 に概要を、図-6 にデソ大腸菌群との相関を示す。これも 20 ぐらい以下の団子状の集団とそれ以外に大きく分かれる。グラフの目盛を 20 に合わせて拡大すると (図-6-2) コリラート、XM-G の

順でクロモより高く、HGMF はクロモより低かった。

表-7 に各処理段階での大腸菌群数に

対する大腸菌の割合を示す。処理が進むにつれてこの割合が低くなるのは先の村岡らの報告と一致する。

表-5 放流水の大腸菌群数(個/mL)

	デソ	クロモ	XM-G	コリラート	HGMF
最大	340	362	378	495	325
最小	1	5	2	12.1	6
平均	64	88.9	90.3	134	64.9
サンプル数	11	11	11	11	8

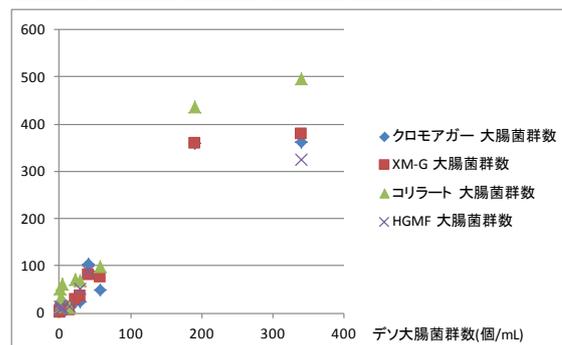


図-5 放流水 各方法大腸菌群数とデソ大腸菌群数との比較(個/mL)

表-6 放流水の大腸菌数(個/mL)

	クロモ	XM-G	コリラート	HGMF
最大	74	70	91	33.4
最小	0	0	0	0.1
平均	10.9	14	17.3	6.8
サンプル数	11	11	11	8

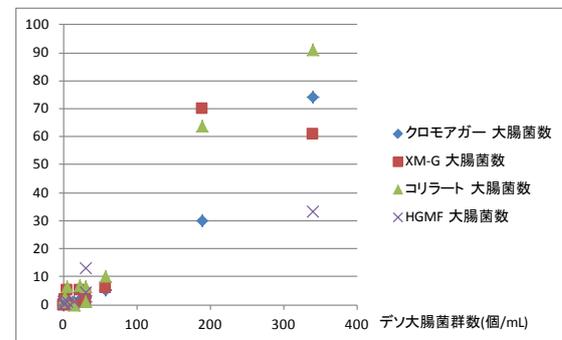


図-6 放流水 各方法大腸菌数とデソ大腸菌群数との比較(個/mL)

表-7 各培地を使った大腸菌群数に対する大腸菌数の割合

	クロモ	XM-G	コリラート	HGMF
流入水	0.51	0.55		
処理水	0.19	0.15	0.130	
放流水	0.095	0.12	0.072	0.074

図-7は大腸菌群数について処理水と放流水を合わせてデソと比較したものである。各培地の大腸菌群数は流入水のグラフ(図-1)に較べると、相関は低くばらつきがみられる。相関係数と回帰式を計算すると、コリラート、XM-G、クロモ、HGMFの順に傾きが高かった。HGMFの相関係数が高いが、データ点数が少なく、確かなことはわからなかった。

図-8は大腸菌数について処理水と放流水を合わせてデソと比較したものである。先の大腸菌群数についての図-7ほど相関は高くないが相関がみられ、相関係数と回帰式を計算するとコリラート、XM-G、クロモはほとんど同じ傾きを示し、HGMFの相関係数がまた高かった。図-9はクロモ大腸菌数との相関をみたものでコリラート、XM-Gはほぼ同じ、HGMFは傾きが低かった。

試験した4種類の測定方法で、クロモとXM-Gとの差ははっきりとしないが、クロモは培地が輸入品で高価だが作成が簡単で、XM-Gはオートクレーブ滅菌が必要だが、国産のため安く培養時間が短い長所がある。コリラートは希釈する手間がかかり、トレイを圧着するシーラーが必要かつ輸入品のため高価であるが、総合的に一番よく大腸菌、大腸菌群が測定された。塩素滅菌で傷ついた菌体も増殖できるのか、特に放流水で測定値が低いときに高く測定できるのは評価できる。HGMFはクロモと同じ培地を使っているのに他の培地の測定値より低く、相関式の傾きが低い結果が得られた。また今回の放流水を測定するためには、サンプル量を1 mLぐらいに設定しなければならない、多くのサンプル量をとれる長所が生かせなかった。

各試験のサンプル量だが、今回の試験では流入水はクロモ、XM-Gは大腸菌数、大腸菌群数とも1000倍希釈の1mLで測定できた。処理水はクロモ、XM-Gは大腸菌数が1倍、大腸菌群数は10倍が良く、コリラートは大腸菌数、大腸菌群数とも1000倍を100mLが良い。放流水はクロモ、XM-Gは最大で1倍で1mL、コリラートは1000倍、100倍で100mLと処理水、放流水をコリラートで測るためにはかなり希釈しなければならない。もちろんサンプル量は余裕をもって設定しなければならないが、大腸菌数によってサンプル量が変わる。今後は日常に測定できる試験方法を検討したい。また、HGMFはオゾン処理水等の再生水の試験で使って検討したい。

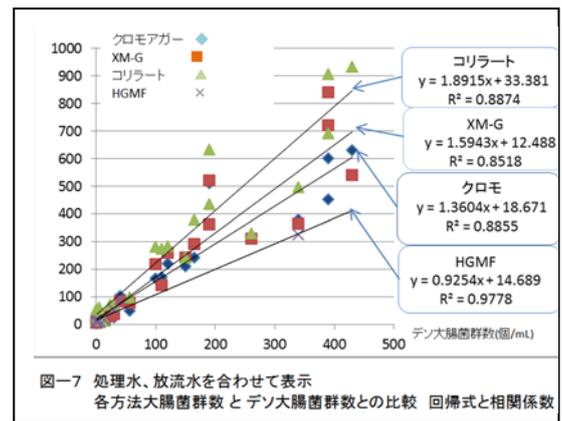


図-7 処理水、放流水を合わせて表示
各方法大腸菌群数とデソ大腸菌群数との比較 回帰式と相関係数

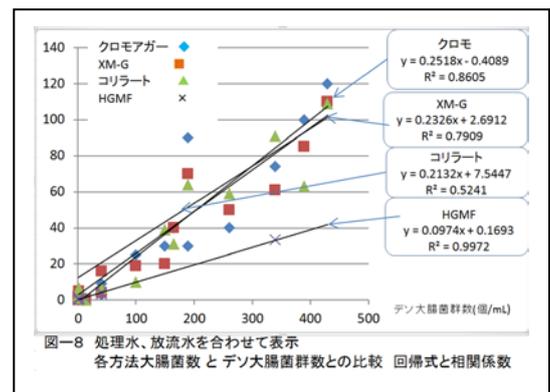


図-8 処理水、放流水を合わせて表示
各方法大腸菌数とデソ大腸菌数との比較 回帰式と相関係数

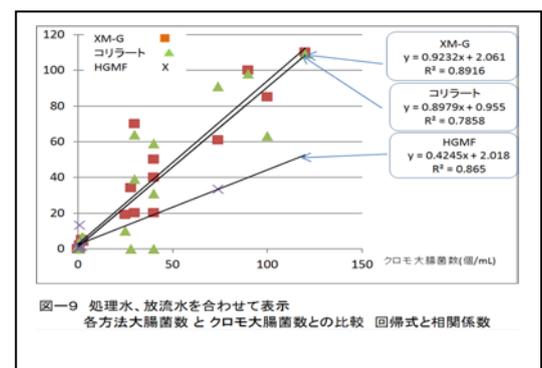


図-9 処理水、放流水を合わせて表示
各方法大腸菌数とクロモ大腸菌数との比較 回帰式と相関係数

(参考文献)

- (1) 小川雅道、一戸直之(2013):水再生センター放流水中の大腸菌数調査について、平成25年度環境創造局 業務研究・改善事例発表会講演集、p124-125
- (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

問合せ先:横浜市環境創造局下水道水質課 電話 045-621-4343 e-mail:ks-suishitsu@city.yokohama.jp