

所属・氏名	下水道水質課 手塚 寛也
発表名称	下水中の大腸菌数の実態把握について
ジャンル	水処理

1. はじめに

公共用水域における環境基準項目の一つとして大腸菌群数がある。これは、大腸菌のみの測定が困難だった時代に、簡便に測定できるより広範な細菌類を大腸菌群と定義し、ふん便汚染の指標として用いてきたものである。

近年、大腸菌の測定技術が普及してきており、ふん便汚染の有無をよりの確に示す大腸菌への環境基準項目の移行が検討されている。その場合、水再生センターから公共用水域への放流水に掛かる排水基準の項目も、現在の大腸菌群から大腸菌に変更される可能性がある。

これらの動向を踏まえ、当課においては大腸菌測定に関する報告^{1,2}を数編行っており、国においては大腸菌実態調査が直近では平成30年度及び令和元年度に実施された。この調査により、水再生センターにおける大腸菌及び大腸菌群の処理について知見を得たので報告する。

2. 調査方法

調査対象試料は、市内11水再生センターの流入水、一次処理水（最初沈殿池流出水）、二次処理水（最終沈殿池流出水）及び放流水とした。試料採取は、平成30年11月から平成31年1月までのうちの1日及び令和元年8月から同年9月までのうちの1日の各々午前10時ごろに行った。

大腸菌及び大腸菌群の培養は、表1に示す培地を用いて平板培養法により行った。培地A及び培地Bは、今後排水基準項目が大腸菌群から大腸菌に変更されたときに使用する候補となりうる培地である。培地Cは、現在の排水基準項目である大腸菌群を測定するために用いている培地である。

表1 使用培地一覧

名称	原理	測定対象	調査年度
培地A	特定酵素基質培地法	大腸菌、大腸菌群	H30、R01
培地B	特定酵素基質培地法	大腸菌	R01
培地C	デソキシコール酸塩培地法	大腸菌群	H30

3. 調査結果

〔大腸菌の測定結果〕

試料別の、培地A及び培地Bによる平均大腸菌数を図1に示した（各試料n=3）。培地Aでの定量値は、流入水で20,000-140,000、一次処理水で7,000-130,000、二次処理水で300-410、放流水で10-100 CFU/mLだった。培地Bでの定量値は、流入水で32,000-56,000、一次処理水で24,000-98,000、二次処理水で290-580、放流水で6-110 CFU/mLだった。流入水及び放流水における定量値の比較による下水処理工程全体での平均除去率は、いずれも99%以上だった。

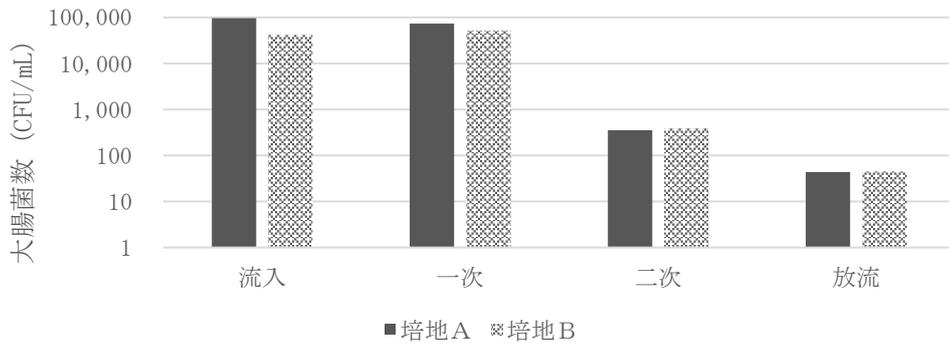


図1 試料別の平均大腸菌数

培地A及び培地Bによる定量値の関係を図2に示した。培地Aでは培地Bに比べ 1.0-1.3 倍程度の定量値となり、両培地ではほぼ同等の定量値が得られたといえる。

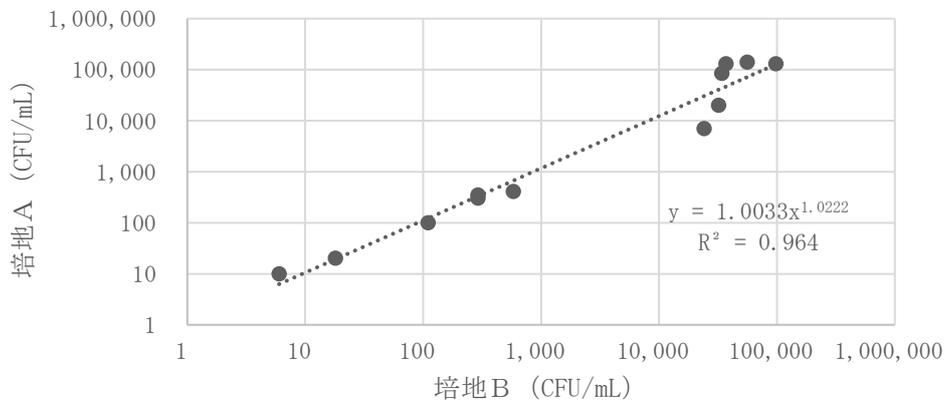


図2 同一試料における培地A及び培地Bでの大腸菌数

[大腸菌群の測定結果]

試料別の、培地A及び培地Cによる平均大腸菌群数を図3に示した(各試料 n = 11)。培地Aにおける大腸菌群数は、大腸菌数を含む。培地Aでの定量値は、流入水で 120,000-460,000、一次処理水で 130,000-590,000、二次処理水で 350-2,000、放流水で 6-390 CFU/mL だった。培地Cでの定量値は、流入水で 86,000-290,000、一次処理水で 66,000-200,000、二次処理水で 230-1,600、放流水で 4-250 CFU/mL だった。下水処理工程全体での平均除去率は、いずれも 99%以上だった。

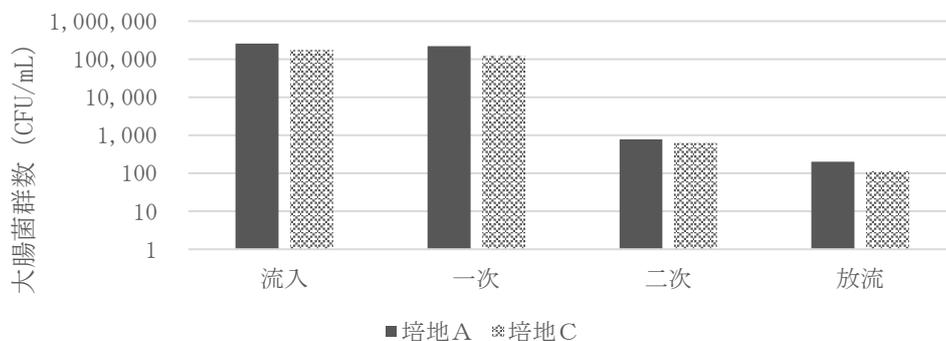


図3 試料別の平均大腸菌群数

培地A及び培地Cによる定量値の関係を図4に示した。両者には高い相関が見られたが、培地Aでは培地Cに比べ1.2～1.9倍程度のやや高い定量結果となった。

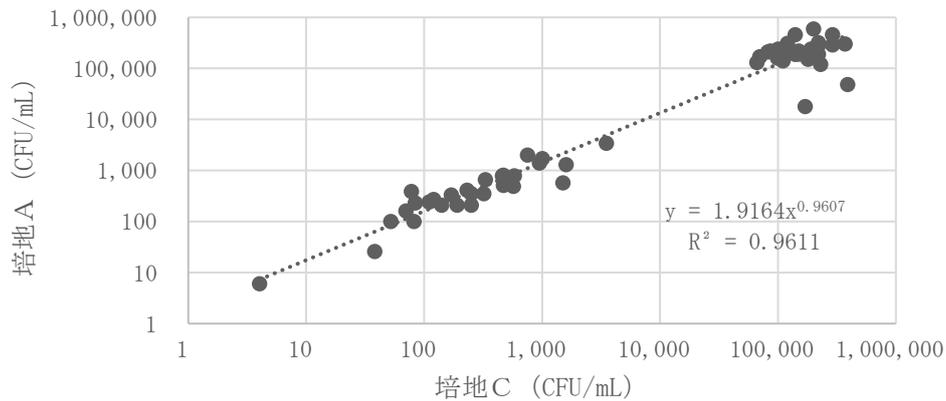


図4 同一試料における培地A及び培地Cでの大腸菌群数

〔大腸菌群全体における大腸菌の割合〕

培地Aによる、流入水、一次処理水、二次処理水及び放流水中の大腸菌群数に対する大腸菌数の平均割合は、順に35%、32%、22%、15%（各試料n=14又は13）と、下水処理の進行に伴い低減した。

一つの処理工程を挟んだ2つの試料における大腸菌の平均割合について、有意水準両側5%のt検定を行ったところ、表2のとおりの結果が得られた。生物処理後及び消毒処理後において、各処理前に比べ大腸菌割合が低減したとみなせるため、大腸菌は当該処理への耐性が大腸菌群に比べ低いと推定された。

表2 大腸菌割合に関するt検定結果

組合せ	試料間の処理工程	t値（境界値）	有意差
流入・一次	沈殿処理	0.78 (2.1)	なし
一次・二次	生物処理	3.0 (2.1)	なしとはいえない
二次・放流	消毒処理	2.3 (2.1)	なしとはいえない

4. まとめ

本調査により、従来測定してきた大腸菌群に加え、大腸菌も水再生センターにおける下水処理工程において大部分が除去されていることが明らかとなった。大腸菌は、生物処理工程及び消毒処理工程において大腸菌群より多く除去されることが示唆された。

大腸菌については、培地A及び培地Bによりほぼ同等の定量値が得られた。一方、大腸菌群については、培地A及び培地Cにおいて定量値に最大1.9倍程度の差異が見られた。今後、コロニーを分離同定し、その原因を調査する予定である。

【共同研究者】 下水道水質課 小川 雅道、伊藤 典大

参考文献

- 1 小川、『下水道協会誌』、Vol.55、No.672、2018、pp.19-21
- 2 小川、『平成29年度環境創造局業務研究・改善事例発表会要旨集』、2017、pp.63-64