

雲出川左岸浄化センターにおける大腸菌数の予備調査と管理上の安全基準の検討

(公財) 三重県下水道公社 雲出川左岸浄化センター
○中瀬 知佑

1. はじめに

大腸菌群数の排水基準は大腸菌数への見直しが予定されている。排水基準変更後は大腸菌数で放流水質を管理していくことになるが、雲出川左岸浄化センター（以下、当センターという）では放流水の大腸菌数についての知見が少なく現在の大腸菌数の実態がわからないため、どの程度の基準超過リスクがあるのか不安がある。このことを受けて当センターでは2023年6月から2024年3月にかけて日常試験の大腸菌群数測定とあわせて大腸菌数を測定し、排水基準変更にあわせて大腸菌数に関する実態調査を行った。

また、調査結果から大腸菌数の管理上の安全基準について検討した。

2. 施設概要

表－1に当センターの施設概要を示した。

排除方式は分流式。処理方式は1系が標準活性汚泥法、2系がA2O法を採用している。流入水量は令和4年度実績で25,293 m³/日、うち1系で約30%、2系で約70%を処理している。急速ろ過施設はあるが、省エネのため日常的には場内再利用水を作る以外は緊急時を除き稼働していない。消毒方式は次亜塩素酸ナトリウムによる消毒を採用している。

また、当センターでは放流口近隣に海水浴場があるため季節ごとに大腸菌群数の管理目標を定めており、夏季（海水浴シーズン）は大腸菌群数100個/mL以下として消毒を強め、夏季以外は500～1000個/mL程度を許容範囲としてコスト削減のため消毒を弱めて運転している。

表－1. 雲出川左岸浄化センター施設概要

排除方式	分流式	
処理方式	1系 標準活性汚泥法	2系 嫌気無酸素好気法
処理能力	4,460m ³ /日・池×2池	7,460m ³ /日・池×3池
急速ろ過施設	あり（緊急時のみ使用）	
消毒方式	次亜塩素酸ナトリウム	
日平均流入水量 (R4年度実績)	25,293m ³ /日	
【参考】 放流水質 (R4年度 年平均)	SS	3 mg/L
	COD	9.0 mg/L
	BOD	4.5 mg/L
	T-N	11 mg/L
	NH4-N	0.9 mg/L
	T-P	1.1 mg/L

3. 調査方法

今回の調査では、大腸菌群数の日常試験にあわせて同一試料の大腸菌数を測定した。調査の詳細を以下のとおりである。

測定項目：大腸菌群数、大腸菌数

調査対象（回数）：放流水（週2回）

試 験 方 法：大腸菌群数は「下水道試験方法（下巻）2012 年版」のとおり。大腸菌数は「令和 4 年度 大腸菌群数の排水基準の見直しに係る検討会」の「【資料 6】大腸菌群数に係る排水基準の見直し（案）」に示された大腸菌数の検定方法（案）のとおり。ただし、希釈倍率 1 倍の試料においてはコロニー数 20 個未満であっても計測し、結果として採用した。

使 用 培 地：大腸菌群数はデソキシコレート培地（島津ダイアグノスティクス株式会社製）
大腸菌数は XM-G 寒天培地（島津ダイアグノスティクス株式会社製）

調 査 期 間：2023 年 6 月 6 日～2024 年 3 月 28 日

4. 調査結果

表－2 に調査期間中の大腸菌群数および大腸菌数について、それぞれの最大値および平均値並びに測定回数を示した。

また、図－1 に全ての測定結果から横軸を大腸菌群数、縦軸を大腸菌数とした大腸菌群数と大腸菌数の関係性を示した。原点を通る近似直線を引いたところ、 $y=0.2199x$ が得られた。（今回の調査および検討では、近似直線の切片が十分小さかったためわかりやすさを重視して原点を通る直線とした。）

5. 考察

(1) 安全基準の検討

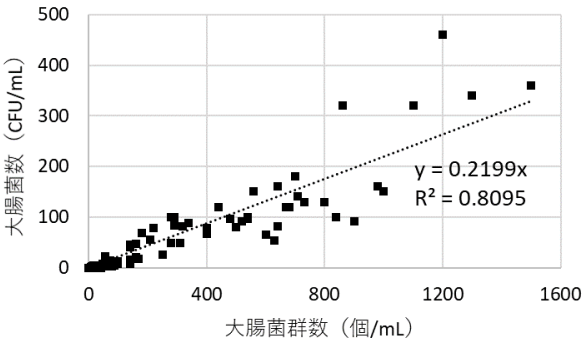
この考察は、調査結果から得られた大腸菌群数と大腸菌数の関係性が、排水基準である大腸菌群数 3000 個/mL または大腸菌数 800CFU/mL までは維持されるという想定で行った。

図－1 の近似直線の傾き (0.2199) を当センターの平均的な「大腸菌群数に占める大腸菌数の割合（以下、大腸菌数割合という）」と考えると、当センターでは平均的には大腸菌群数 $x=3000$ 個/mL でも大腸菌 $y \approx 660\text{CFU/mL}$ ($\approx 3000 \times 0.2199$) となり 800CFU/mL を下回ることがわかった。

しかし、大腸菌数割合は日々変動しているため、排水基準超過のリスクを考える場合には大腸菌数割合の上振れを考慮し、大腸菌数 800CFU/mL を超過する最小の大腸菌群数を求める必要がある。そこで、調査結果から大腸菌数割合が大きい順に上位 5% を抽出 (表－3) して、図－2 のとおり近似直線を作成したところ $y=0.3795x$ が得られた。この

表－2. 大腸菌群数と大腸菌数の調査結果

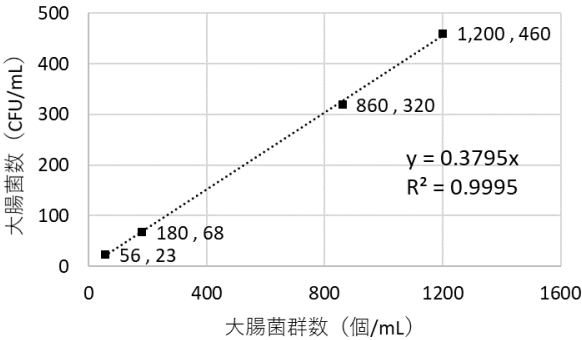
	大腸菌群数 (個/mL)	大腸菌数 (CFU/mL)
最大値	1500 (2023/12/12)	460 (2023/9/28)
平均値	330	70
測定回数	84	84



図－1. 大腸菌群数と大腸菌数の関係性

表－3. 大腸菌割合の上位 5% を抽出

測定日	大腸菌群数 (個/mL)	大腸菌数 (CFU/mL)	大腸菌数割合
2024年1月11日	56	23	0.411
2023年9月28日	1200	460	0.383
2023年11月14日	180	68	0.378
2023年12月5日	860	320	0.372



図－2. 大腸菌数割合上位 5% の近似直線

近似直線の傾き (0.3795) を当センターで考慮すべき大腸菌数割合の上振れと考えると、大腸菌群数が最小で 2109 個/mL ($\div 800/0.3795$) のとき大腸菌数 800CFU/mL を超過する。よって、大腸菌群数 2100 個/mL およびそのときの平均的な大腸菌数 460CFU/mL ($\div 2100 \times 0.2199$) より上は排水基準を超過するおそれがあるため「危険」とした。

同様にして、大腸菌群数 1213 個/mL ($\div 460/0.3795$) およびそのときの平均的な大腸菌数 260CFU/mL ($\div 1200 \times 0.2199$) より上は大腸菌数 460CFU/mL を超過するおそれがあるため、危険域未満かつ大腸菌群数 1200 個/mL および大腸菌数 260CFU/mL より上は「注意」とし、それより下は「安全」とした。

以上の内容をまとめると、表－４の大腸菌数の管理上の安全基準が得られた。

(2) 現行管理目標の大腸菌数への換算

今回の調査期間中における大腸菌数の最大値は 460CFU/mL (表－２) であり、表－４の注意域止まりだった。このため、排水基準変更後も現在と同等の管理目標で問題ないと考え、表－５のとおり当センターにおける現在の大腸菌群数の管理目標を平均的な大腸菌数に換算し、排水基準変更後の新しい管理目標とする予定である。

表－５. 現在の大腸菌群数の管理目標を平均的な大腸菌数に換算

現在の管理目標	換算	排水基準変更後の管理目標
夏季 : 大腸菌群数 100 個/mL 未満	$\times 0.2199$	夏季 : 大腸菌数 22CFU/mL 未満
夏季以外 : 大腸菌群数 500～1,000 個/mL	→	夏季以外 : 大腸菌数 110～220CFU/mL

6. 結論

- ・今回の大腸菌数に関する予備調査から、当センターの平均的な大腸菌数割合は 0.2199 であり、大腸菌数割合が上振れした場合は 0.3795 まで考慮する必要があるという結果が得られた。
- ・大腸菌数割合から検討した大腸菌数の管理上の安全基準は表－４のとおりであり、大腸菌数 460 CFU/mL (大腸菌群数 2100 個/mL) より上は「危険」、危険域未満かつ大腸菌数 260CFU/mL (大腸菌群数 1200 個/mL) より上は「注意」、それより下は「安全」とした。
- ・調査期間中の大腸菌数の最大値は 460CFU/mL であり、表－４の安全基準で注意止まりだったため、排水基準変更後も現在と同等の管理目標で問題ないと考え、表－５のとおり当センターにおける現在の大腸菌群数の管理目標を平均的な大腸菌数に換算し、排水基準変更後の新しい管理目標とする予定である。

7. 参考文献

- (1) 日本下水道協会：下水道試験方法（下巻）2012 年版
 - (2) 環境省：令和 4 年度大腸菌群数の排水基準の見直しに係る検討会，【資料 6】
- 問い合わせ先：(公財) 三重県下水道公社 雲出川左岸浄化センター 運転管理課 中瀬 知佑

TEL:059-235-1755 Email: t-nakase@mie-kousha.or.jp

表－４. 大腸菌数の管理上の安全基準

危険レベル	大腸菌数	(大腸菌群数)
超過	800 CFU/mL	---- (3000 個/mL) ----
危険	460 CFU/mL	---- (2100 個/mL) ----
注意	260 CFU/mL	---- (1200 個/mL) ----
安全	0 CFU/mL	— (0 個/mL) —

危険：大腸菌数 800 CFU/mL を超過するおそれがある。
 注意：大腸菌数 460 CFU/mL を超過するおそれがある。