

大腸菌群数の排水基準の見直しに係る検討

1 大腸菌群数に係る排水基準の設定経緯と考え方

大腸菌群数については、公共用水域の水質汚濁に係る環境基準が昭和 45 年に設定されるとともに、同年に水質汚濁防止法（以下「法」という。）が制定されたことに伴い、排水基準が昭和 46 年に設定された。

表 1-1 大腸菌群数の排水基準

	基準値（個/cm ³ ）
排水基準 ^{注1)}	日間平均 3,000 ^{注2)}

注 1) 排水基準を定める省令（昭和 46 年総理府令第 35 号）

注 2) 「日間平均」による許容限度は、1 日の排出水の平均的な汚染状態について定めたものである。

また、「1 日の排出水の平均的な汚染状態」とは、1 日の作業時間内において排出水を 3 回以上測定した結果の平均値として取扱うこととしている。

注 3) この表に掲げる排水基準は、1 日当たりの平均的な排出水の量が 50 m³以上である工場又は事業場に係る排出水について適用する。

排水基準の設定経緯及び考え方は以下のとおりである。

法に基づく排水基準は、特定事業場から公共用水域に排出される水に適用される。この排水基準のうち、大腸菌群数については、下水道法施行令第六条の「放流水の水質の技術上の基準」に準じて、塩素殺菌法によって確保し得る数値とされている。

<大腸菌群数の検定方法（令和5年8月28日時点）>

排水基準：大腸菌群数 日間平均 3,000 個/cm³

排水基準を定める省令の規定に基づく環境大臣が定める排水基準に係る検定方法
（昭和49年環境庁告示64号）

告示の規定	下水の水質の検定方法に関する省令(昭和三十七年(／厚生省／建設省／令第一号)に規定する方法の概要								
下水の水質の検定方法に関する省令(昭和三十七年(／厚生省／建設省／令第一号)に規定する方法	<p>大腸菌群数についての検定は、別表第一に掲げる方法により、希釈試料及び培地を調製し、これらを用いて、同表に掲げる方法により、定型的集落数の平均値を求め、次の式を用いて行わなければならない。</p> $A = a \times 100$ <p>この式において、A及びaは、それぞれ次の数値を表わすものとする。</p> <p>A 大腸菌群数（単位 一立方センチメートルにつき個） a 定型的集落数の平均値（単位 個）</p> <p>別表第一</p> <table border="1" data-bbox="564 1025 1331 1951"> <thead> <tr> <th data-bbox="564 1025 740 1061">区分</th> <th data-bbox="740 1025 1331 1061">方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="564 1061 740 1249">(一) 希釈試料の調製</td> <td data-bbox="740 1061 1331 1249">試料十ミリリットルに滅菌生理的食塩水九十ミリリットルを加えて百ミリリットルとし、その十ミリリットルをとり、これに滅菌生理的食塩水九十ミリリットルを加えて百ミリリットルとする。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="564 1249 740 1697">(二) 培地の調製</td> <td data-bbox="740 1249 1331 1697">純水一リットルにペプトン十グラム、寒天十五グラムないし二十五グラム、乳糖十グラム、塩化ナトリウム(NaCl)五グラム、クエン酸第二鉄アンモニウム二グラム及びリン酸水素二カリウム(K₂HPO₄)二グラムを加え、これを加熱して溶かし、濾過した後、濾過した溶液を水素指数七・三ないし七・五とする。次に、この溶液にデソオキシコール酸ナトリウム(C₂₄H₃₉O₄Na)一グラム及びニユートラルレッド(C₁₅H₁₇ClN₄)〇・〇三三グラムを加え、再び、水素指数七・三ないし七・五とする。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="564 1697 740 1951">(三) 定型的集落数の平均値の測定</td> <td data-bbox="740 1697 1331 1951">希釈試料を一立方センチメートルづつ二個の培地にとり、それぞれについて、三十五度ないし三十七度で十八時間ないし二十時間重層平板培養し、それぞれの平板培地中に発生した定型的集落数について、その平均値を求め、これを定型的集落数の平均値とする。</td> </tr> </tbody> </table>	区分	方法	(一) 希釈試料の調製	試料十ミリリットルに滅菌生理的食塩水九十ミリリットルを加えて百ミリリットルとし、その十ミリリットルをとり、これに滅菌生理的食塩水九十ミリリットルを加えて百ミリリットルとする。	(二) 培地の調製	純水一リットルにペプトン十グラム、寒天十五グラムないし二十五グラム、乳糖十グラム、塩化ナトリウム(NaCl)五グラム、クエン酸第二鉄アンモニウム二グラム及びリン酸水素二カリウム(K ₂ HPO ₄)二グラムを加え、これを加熱して溶かし、濾過した後、濾過した溶液を水素指数七・三ないし七・五とする。次に、この溶液にデソオキシコール酸ナトリウム(C ₂₄ H ₃₉ O ₄ Na)一グラム及びニユートラルレッド(C ₁₅ H ₁₇ ClN ₄)〇・〇三三グラムを加え、再び、水素指数七・三ないし七・五とする。	(三) 定型的集落数の平均値の測定	希釈試料を一立方センチメートルづつ二個の培地にとり、それぞれについて、三十五度ないし三十七度で十八時間ないし二十時間重層平板培養し、それぞれの平板培地中に発生した定型的集落数について、その平均値を求め、これを定型的集落数の平均値とする。
区分	方法								
(一) 希釈試料の調製	試料十ミリリットルに滅菌生理的食塩水九十ミリリットルを加えて百ミリリットルとし、その十ミリリットルをとり、これに滅菌生理的食塩水九十ミリリットルを加えて百ミリリットルとする。								
(二) 培地の調製	純水一リットルにペプトン十グラム、寒天十五グラムないし二十五グラム、乳糖十グラム、塩化ナトリウム(NaCl)五グラム、クエン酸第二鉄アンモニウム二グラム及びリン酸水素二カリウム(K ₂ HPO ₄)二グラムを加え、これを加熱して溶かし、濾過した後、濾過した溶液を水素指数七・三ないし七・五とする。次に、この溶液にデソオキシコール酸ナトリウム(C ₂₄ H ₃₉ O ₄ Na)一グラム及びニユートラルレッド(C ₁₅ H ₁₇ ClN ₄)〇・〇三三グラムを加え、再び、水素指数七・三ないし七・五とする。								
(三) 定型的集落数の平均値の測定	希釈試料を一立方センチメートルづつ二個の培地にとり、それぞれについて、三十五度ないし三十七度で十八時間ないし二十時間重層平板培養し、それぞれの平板培地中に発生した定型的集落数について、その平均値を求め、これを定型的集落数の平均値とする。								

2 生活環境項目環境基準の大腸菌群数の見直しについて

昭和 45 年 4 月に「水質汚濁に係る環境基準」が閣議決定され、その後、同年 5 月に生活環境項目環境基準として大腸菌群数が追加された。大腸菌群数は、水域にふん便汚染がある場合には、同時に赤痢菌、コレラ菌等の病原菌が存在する可能性があり、公衆衛生上の問題となることから、ふん便汚染の指標として用いられてきた。ふん便汚染の指標としては、大腸菌 (*Escherichia coli*) を採用することが検討されたが、環境基準設定当時の培養技術では大腸菌のみを簡便に検出する技術はなかったことから、比較的容易に測定できる大腸菌群数が採用された。

しかしながら、大腸菌群数については、その測定値にふん便汚染のない水や土壌等に分布する自然由来の細菌も含んだ値が検出されると考えられ、実際に、水環境中において大腸菌群が多く検出されていても、大腸菌が検出されない場合があり、大腸菌群数がふん便汚染を的確に捉えていない状況がみられた。また、今日では、簡便な大腸菌の培養技術が確立されていることから、「水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の見直しについて（第 2 次答申）」（令和 3 年 7 月中央環境審議会）を踏まえ、生活環境項目環境基準の大腸菌群数については、よりの確にふん便汚染を捉えることができる指標として令和 4 年 4 月に大腸菌数へ見直された。

【参考】大腸菌群とふん便の関係

大腸菌数：ふん便のみに存在する菌種 A を対象に測定している。

大腸菌群数：菌種 A 以外にもふん便から検出されるが元来土壌や水中を生息場所としている菌種 B 及び土壌や水中を生息場所としている非ふん便性の菌種 C も検出される。

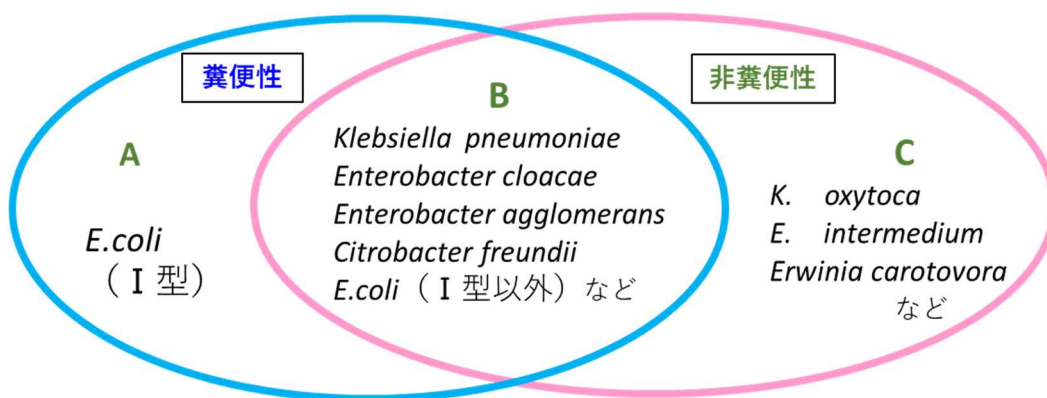


図 2-1 大腸菌群とふん便の関係

出典) 日本環境管理学会, 改訂 4 版 水道質基準ガイドブック P. 28 より作図

生活環境項目環境基準のうち大腸菌数の環境基準値は表 2-1 のとおりである。

表 2-1 大腸菌数の環境基準値

類型	新たな環境基準値 (大腸菌数)	基準値の考え方
河川・湖沼 A 類型 (水道 1 級、 自然環境保全)	自然環境保全 20 CFU/100ml 以下	自然環境保全(人為的なふん便汚染 が極めて少ない地点)の実態及び 水道 1 級の水道原水の実態から基 準値を導出。
	水道 1 級 100 CFU/100ml 以下	
河川・湖沼・海域 A 類型 (水道 2 級、水浴、 自然環境保全)	水道 2 級(河川・湖沼) 水浴(河川・湖沼・海域) 300 CFU/100ml 以下	USEPA の水浴水質基準及び水道 2 級 の水道原水の実態から基準値を導 出。
	自然環境保全(海域) 20 CFU/100ml 以下	海域の自然環境保全は、自然公園等 に指定されている海域の大腸菌数 の実測値から基準値を導出。
河川 B 類型・湖沼 A 類型 (水道 3 級)	1,000 CFU/100ml 以下	水道 3 級の水道原水の実態から基 準値を導出。

注 1) 大腸菌数に係る基準値については、90%水質値(年間の日間平均値の全データをその値の小さいものから順に並べた際の $0.9 \times n$ 番目(n は日間平均値のデータ数)のデータ値($0.9 \times n$ が整数でない場合は端数を切り上げた整数番目の値をとる。))とする。

注 2) 大腸菌数に用いる単位は CFU(コロニー形成単位(Colony Forming Unit)) / 100ml とし、大腸菌を培地で培養し、発育したコロニー数を数えることで算出する。

3 排水基準における大腸菌群数の見直し方針

排水基準は環境基準の維持・達成等を目的に設定するものであることから、環境基準と同一に管理するために排水基準の指標の大腸菌群数から大腸菌数への見直しについて検討した。

排水基準の大腸菌群数については、下水道法施行令第六条の「放流水の水質の技術上の基準」に準じて、塩素殺菌法によって確保し得る数値とされていることから、下水道終末処理施設等の大腸菌数を多く排出すると考えられる業種における排水実態を調査し、その結果を基に見直しを進めることにした。

4 排水実態調査

(1) 大腸菌数を多く排出すると考えられる業種の選定

上記3の排水実態の調査対象業種は、排水中のふん便汚染の割合が高いと考えられ、また、生活系排水等の有機汚濁の指標である BOD 負荷量の多い業種に着目して選定した。具体的には、表 4-1 に示す環境省で実施している「水質汚濁物質排出量総合調査」の結果を基に、水道業（下水道終末処理場、し尿処理施設等）、宿泊業（旅館、ホテル等）及び農業（畜産農業等）を対象業種として選定した。

表 4-1 事業場当たりの BOD 負荷量平均値の上位 5 業種

順位	調査年度	R1	H29	H27
1	業種	水道業 ¹⁾	水道業 ¹⁾	水道業 ¹⁾
	BOD負荷量(kg/日)	93,702	85,442	214,525
2	業種	廃棄物処理業	娯楽業	廃棄物処理業
	BOD負荷量(kg/日)	5,294	19,564	8,769
3	業種	洗濯・理容・美容・浴場業	宿泊業	宿泊業
	BOD負荷量(kg/日)	3,103	2,401	6,546
4	業種	宿泊業	廃棄物処理業	農業 ²⁾
	BOD負荷量(kg/日)	1,905	2,341	5,724
5	業種	農業 ²⁾	地方公務	分類不能の産業
	BOD負荷量(kg/日)	1,105	1,499	1,810

(注) 1)水道業；下水道終末処理施設、し尿処理施設等

2)農業；畜産農業等

(2) 調査対象事業場の選定結果

調査対象事業場は、(1)で選定した対象業種を参考に、表 4-2 に示す特定施設を設置している事業場を選定した。調査を実施した事業場数（業種別）を表 4-3 に示す。

表 4-2 調査対象特定施設選定の概要

業 種	調査対象特定施設選定の概要
水道業	<ul style="list-style-type: none"> ● 生活系排水の大腸菌数を確認するために選定した。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 下水道終末処理施設 ✓ し尿処理施設(処理対象人員が 500 人以下のし尿浄化槽を除く) ✓ し尿浄化槽（処理対象人員が 201 人以上 500 人以下のし尿浄化槽）[指定地域特定施設]
宿泊業	<ul style="list-style-type: none"> ● 生活系排水の大腸菌数を確認するために選定した。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 旅館業の用に供する施設
農業	<ul style="list-style-type: none"> ● 畜産系排水の大腸菌数を確認するために選定した。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 畜産農業又はサービス業の用に供する施設 <ul style="list-style-type: none"> • 豚房施設 • 牛房施設

表 4-3 業種別の調査事業場数及び検体数

業種	特定施設番号	特定施設	調査実施施設	年度別調査事業場数							調査対象事業場数 計	排水検体数 計
				H29	H30 ^{※1}	R1	R2	R3	R4	R5		
水道業	73	下水道終末処理施設	下水道終末処理施設	6	10		7	4			27	67
	72	し尿処理施設（処理対象人員が 500 人以下のし尿浄化槽を除く。）	し尿処理施設	2		6					8	16
	—	し尿浄化槽（処理対象人員 201-500 人）（指定地域特定施設）	し尿浄化槽						2	3	5	8
農業	1の2	畜産農業又はサービス業の用に供する施設	豚房施設、牛房施設				4	1		5	10	24
宿泊業	66の3	旅館業の用に供する施設	旅館、ホテル			4				3	7	14
年度別調査事業場数計				8	10	10	11	5	2	11	57	129

※1：H30の下水道終末処理施設には、H29と同じ施設を2施設含む

(3) 調査方法

1) 採水場所

各事業場の排水（公共用水域に排出される水）を採水した。消毒を行っている事業場については、消毒前の水についても採水を行った。

2) 採水時間

各年度の調査時における同一施設での採水時間、調査回数を表 4-4、表 4-5 に示す。

表 4-4 採水時間の設定

年度	採水時間の設定
平成 29～令和元年度	季節変動を考慮し、夏・冬等の各季節に 1 回調査を実施。
令和 2 年度 令和 3 年度	日内変動を考慮し、1 日 3 回調査を実施。採水は日中で水の使用量が多く、大腸菌数の濃度が高くなると考えられる時間帯である午前を含む、概ね 9:30～14:00 の間に 3 回採水を実施。
令和 4 年度	採水は日中で水の使用量が多く、大腸菌数の濃度が高くなると考えられる午前に 1 回採水を実施。
令和 5 年度	日内変動を考慮し、1 日 2 回調査を実施。採水は日中で水の使用量が多く、大腸菌数の濃度が高くなると考えられる時間帯である午前を含む、概ね 9:30～14:00 の間に 2 回採水を実施。なお、採水時間間隔は 2 時間以上を確保して実施。

表 4-5 調査回数

調査年度	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5
季節	夏・冬	夏・冬	秋・冬	冬	冬	夏	春
調査回数	1 回/日	1 回/日	1 回/日	3 回/日	3 回/日	1 回/日	2 回/日

3) 測定方法

各試料を用いて、表 4-6 に示す測定方法により大腸菌群数および大腸菌数を測定した。

表 4-6 測定方法

項目	測定方法
大腸菌群数	下水の水質の検定方法に関する省令(昭和三十七年(厚生省/建設省/令第一号)に規定する方法 (デソキシコール酸塩培地法)
大腸菌数	特定酵素基質寒天培地を用いたメンブランフィルター法

(4) 排水実態調査結果の概要

(2)で選定した対象事業場の排水実態調査結果の概要を表 4-7 に示す。

排水実態調査の結果、排出水の大腸菌群数は全ての事業場において排水基準値以下であり、また、大腸菌数の最大値は 690 CFU/ml であった。

表 4-7 各業種の大腸菌数及び大腸菌群数の測定結果

業種	特定施設番号	特定施設	調査実施施設	調査対象事業場数	排水水検体数	大腸菌数 (CFU/ml)		大腸菌群数 (個/ml)			
						消毒施設直前の水 (未消毒)		消毒施設直前の水 (未消毒)		排水水	
						最小	最大	最小	最大	最小	最大
				計	計						
水道業	73	下水道終末処理施設	下水道終末処理施設	27	67	0.65 ~ 880	<0.01 ~ 410	17 ~ 9,000	<1 ~ 950		
	72	し尿処理施設 (処理対象人員が500人以下のし尿浄化槽を除く。)	し尿処理施設	8	16	<0.01 ~ 1,900	<0.01 ~ 190	<1 ~ 2,600	<1 ~ 300		
	-	し尿浄化槽 (処理対象人員201-500人) (指定地域特定施設)	し尿浄化槽	5	8	0.02 ~ 790	<0.01 ~ 690	<1 ~ 2,100	<1 ~ 2,000		
農業	1の2	畜産農業又はサービス業の用に供する施設	豚房施設、牛房施設	10	24	0.6 ~ 600	0.25 ~ 460	16 ~ 2,500	3 ~ 1,100		
宿泊業	66の3	旅館業の用に供する施設	旅館、ホテル	7	14	3.2 ~ 580	<0.01 ~ 550	24 ~ 3,500	<1 ~ 930		
年度別調査事業場数計				57	129	<0.01 ~ 1,900	<0.01 ~ 690	<1 ~ 9,000	<1 ~ 2,000		

注：大腸菌数はメンブランフィルター法で測定しており、測定結果の単位は CFU/100ml であるが、結果のとりまとめでは、大腸菌群数と比較する際の便宜上 CFU/ml で表記した。

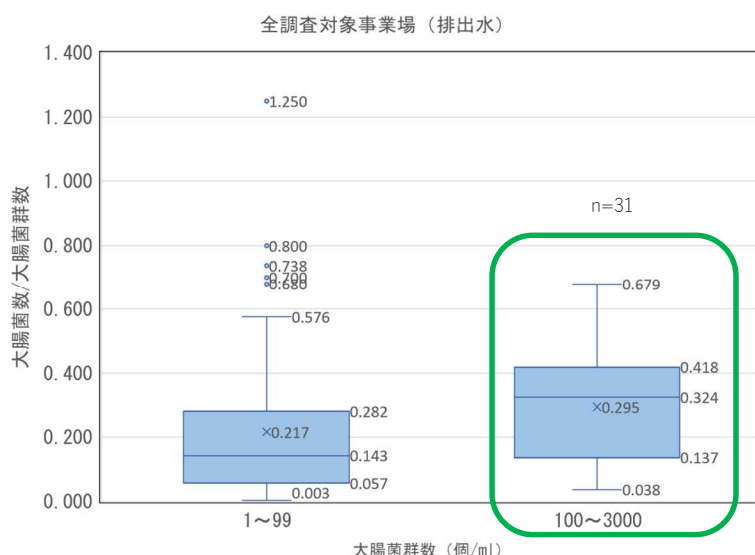
5 排水基準値案の設定

(1) 排水基準値案の設定の考え方

今回の見直しの目的は指標の見直しであることを踏まえ、排水実態調査による排出水の大腸菌群数と大腸菌数の測定結果を基に、現行の基準値である大腸菌群数 3,000 個/ml 相当の大腸菌数を求める。

(2) 排水基準値案の検討結果

大腸菌群数 3,000 個/ml 相当の大腸菌数を求めるために、大腸菌群数に対する大腸菌数の存在比について検討した。大腸菌群数に対する大腸菌数の存在比を求めるためには、ある程度の大腸菌群数及び大腸菌数が必要であることから、大腸菌群数が 100 個/ml～3,000 個/ml のデータを対象に検討した。その結果を図 5-1 に示す。



大腸菌群数 (個/ml)	100 以上～3,000 以下
データ数	31
大腸菌数/大腸菌群数の平均値	0.295

図 5-1 排水水中の大腸菌群数に対する大腸菌数の存在比

データを整理した結果、大腸菌群数が 100～3,000 個/ml の試料中の大腸菌数の存在比は平均 0.295 であった。そこで、現行の排水基準値である 3,000 個/ml に実態調査結果から得られた存在比の平均値 0.295 を乗じて、大腸菌群数 3,000 個/ml に相当する大腸菌数を算定すると 885 CFU/ml となった。

【参考】国土交通省による検討結果

国土交通省が設置している「下水道における水系水質リスク検討会」における放流水の大腸菌群数と大腸菌数の関係の検討結果は以下のとおりである。

(1) 検討方法

- ・全国の下水道終末処理場から報告された放流水中の大腸菌群数及び大腸菌数の測定結果を基に大腸菌群数 3,000 個/ml 相当の大腸菌数を算出。
- ・測定年度：平成 30 年、令和元年
- ・総データ数：2,901

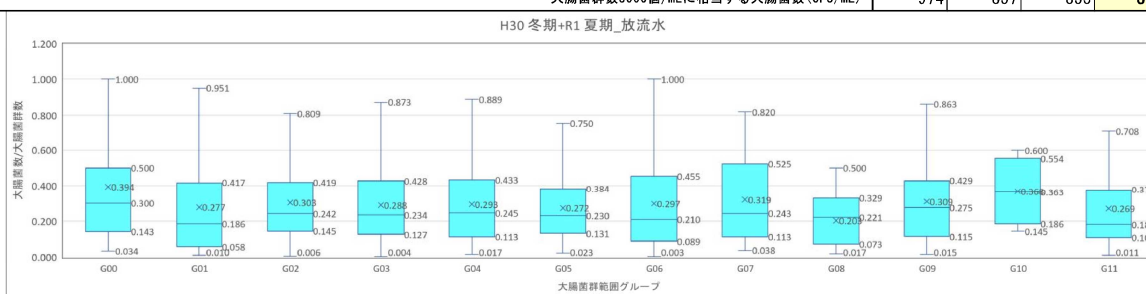
(2) 検討結果*

- ・放流水中の大腸菌群数 100～3,000 個/ml のデータを用いて大腸菌群数 3,000 個/ml 相当の大腸菌数を算出した結果は以下のとおり。

大腸菌群数 (個/ml)	100 以上～3,000 以下
データ数	331
大腸菌数／大腸菌群数の平均値	0.290
大腸菌群数 3,000 個/ml に相当する大腸菌数 (CFU/ml)	870

◆H30冬期+R1夏期_放流水中の大腸菌群数30個/mL以上、大腸菌数1CFU/mL以上のデータで検討

	G00	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11	全体	G01-G05	G01-G11	G02-G11	G04-G11	G06-G11
大腸菌群数範囲 (個/mL)	1以上～30未満	30以上100未満	100以上200未満	200以上300未満	300以上400未満	400以上500未満	500以上600未満	600以上700未満	700以上800未満	800以上900未満	900以上1000未満	1000以上～3000以下	1以上～3000以下	30以上～500未満	30以上～3000以下	100以上～3000以下	300以上～3000以下	500以上～3000以下
データ数	345	260	119	64	44	22	19	8	17	8	4	26	936	509	591	331	148	82
最大値	1.000	1.000	1.000	0.873	0.889	0.750	1.000	0.820	0.500	0.863	0.600	0.828	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
75%値	0.500	0.417	0.419	0.428	0.433	0.384	0.455	0.525	0.329	0.429	0.554	0.376	0.467	0.415	0.412	0.412	0.398	0.376
50%値	0.300	0.186	0.242	0.234	0.245	0.230	0.210	0.243	0.221	0.275	0.363	0.182	0.235	0.214	0.214	0.233	0.228	0.213
25%値	0.143	0.058	0.145	0.127	0.113	0.131	0.089	0.113	0.073	0.115	0.186	0.109	0.111	0.088	0.090	0.126	0.113	0.105
最小値	0.034	0.010	0.006	0.004	0.017	0.023	0.003	0.038	0.017	0.015	0.145	0.011	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003
平均値	0.394	0.277	0.303	0.288	0.293	0.272	0.297	0.319	0.203	0.309	0.368	0.269	0.325	0.286	0.284	0.290	0.280	0.276
大腸菌群数3000個/mLに相当する大腸菌数 (CFU/mL)													974	857	853	870	841	827



※塩素消毒を採用している処理場、測定法は平板培養法の結果を示す。

- ・年間通して一律の基準値を設定することから、冬期と夏期の結果は合わせて用いる。
- ・分析精度の観点から大腸菌群数が30個/ml未満のデータは除いて検討する。
- ・大腸菌群数と大腸菌数の関係にはばらつきがみられることから、対象とするデータ範囲を拡大することでデータ数を補うことを検討した。
- ・大腸菌群数のデータ範囲を複数のグループに区分し、大腸菌数／大腸菌群数の比率を整理した(上図)。
- ・大腸菌群数が大きくなるとデータ数が少なくなることからばらつきは大きくなるグループはあるものの、大腸菌群数が100個/mL以上の範囲では比率の平均値のばらつきはやや小さかった。なお、大腸菌群数の比率は、いずれのグループでも概ね0.3前後である。
- ・以上より、大腸菌群数100個/mL以上のデータから大腸菌数と大腸菌群数の比率を求める。
- ・大腸菌群数100個/mL以上3000個/mL以下の**大腸菌数／大腸菌群数の比率の平均は、0.290**であり、この比率のもとで大腸菌群数3000個/mLに相当する**大腸菌数は870CFU/mL**である。

※出典) 国土交通省水環境・国土保全局下水道部, 令和4年度第2回下水道における水系水質リスク検討会, 資料3, <http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/content/001575371.pdf>

国土交通省及び環境省の大腸菌群数 3,000 個/ml に相当する大腸菌数の検討結果を表 5-1 に示す。

表 5-1 国土交通省及び環境省の検討結果

	国土交通省	環境省	(参考) 令和 4 年度 環境省
大腸菌群数 (個/ml)	100 以上～3,000 以下		
データ数	331	31	29
大腸菌数／大腸菌群数の 平均値	0.290	0.295	0.28
大腸菌群数 3,000 個/ml に相当する大腸菌数 (CFU/ml)	870	885	840