

工場・事業場排水等における大腸菌群数と 化学分析項目との関連について

古田世子・川端彰範¹⁾・石川和彦¹⁾・井上朋宏¹⁾・
土肥 誠・佐貫典子・田中勝美・青木 茂

要 約

工場等の特定施設に対して排水調査を実施した結果について、大腸菌群数を中心とした、BOD・COD・SS・T-P・T-N等との関連性等についてデータを分析することで、検査試料の持つ傾向や指向性などの情報を得ることを目的として実施した。この結果から各検査項目において基準値を越えているなどの測定結果により関連性を求めるよりも、大腸菌群の生育環境という区分により相関を認めることが出来た。

1. はじめに

平成16年度工場・事業場排水等水質監視調査実施要領に基づき、工場等の特定施設に対して排水調査をJIS工場排水試験方法に準拠し実施している。

そこで、この結果について大腸菌群数を中心とした、BOD・COD・SS・T-P・T-N等との関連性等についてデータを分析することで、検査試料の持つ傾向や指向性などの情報を知り、今後における大腸菌群検査の精度向上に努めるため検討した。

2. 調査および大腸菌群数の試験方法

平成16年4月～12月に上記要領により搬入された検体のうち大腸菌群数検査を実施した604件について検討を行った。

大腸菌群数の試験方法は、デオキシコール酸塩寒天培地を用いて、36±1℃で18～20時間培養し、培地上に形成された赤い色の集落数を求め、試料1 ml中の個数で表した。

1) 現衛生科学センター

表1 各分析項目の基礎統計資料

全 数 (n=604)	大腸菌群数 (CFU/ml)	BOD (mg/ℓ)	COD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)	T-N (mg/ℓ)	T-P (mg/ℓ)	pH
平 均	3143.8	8.2	12.3	10.9	9.7	1.2	7.2
中央値 (メジアン)	10.0	2.3	6.5	5.0	3.5	0.3	7.3
標 準 偏 差	40709.8	21.0	22.7	40.2	14.8	1.9	0.7
分 散	1657288094.5	438.9	513.3	1617.4	217.7	3.7	0.5

表2 各分析項目間の相関係数

n=604	大腸菌群数	BOD	COD	SS	T-N	T-P	pH
大腸菌群数	1.000						
BOD	0.082	1.000					
COD	0.041	0.661	1.000				
SS	0.044	0.468	0.867	1.000			
T-N	-0.018	0.252	0.417	0.268	1.000		
T-P	-0.007	0.267	0.443	0.318	0.804	1.000	
pH	0.005	-0.061	-0.110	-0.066	-0.420	-0.347	1.000

強い相関あり	0.7<r<1.0	
比較的強い相関あり	0.4<r<0.7	
弱い相関あり	0.2<r<0.4	

3. 結 果

3.1 大腸菌群数と各分析項目との相関

表1に各分析項目についての統計基礎資料として平均・標準偏差等を示した。

また、表2に各分析項目間の相関係数を示した。

この結果から大腸菌群数と各分析項目との間には相関は認められなかった。しかし、CODとSSで、0.867、T-NとT-Pでは0.804の相関係数を示し強い相関を認めた。

次に、大腸菌群数は30CFU/ml未満が383件で63.4%を占めることからこれを除く30CFU/ml以上の試料について大腸菌群数別による各分析項目の相関係数について求めた。その結果は表3のとおりで、菌数の変化による相関は全ての項目で認められなかった。

そこで、BOD、COD、SSの値が各20mg/l以上の試料について大腸菌群数との相関を求めた。この結果は、表4・5・6のとおりで、各分析項目ともに大腸菌群数との相関は認められなかった。しかし、表6のSSとCODの相関係数が0.953と1に近い値を示し注目された。

3.2 大腸菌群数の経時変化別による各分析項目との相関

大腸菌群数が約30CFU/ml以上の試料の中から61件について大腸菌群数の経時変化別に分類を行った。この分類方法は、約1週間までの冷蔵保存(5℃)における初期値からの20%以上の増減変動によるものとし、「増加傾向」・「無変化」・「減少傾向」の3つに分けた。

この3つの区分による、大腸菌群数と各分析項目との相関係数を表7・8・9に示した。

表7増加傾向では、大腸菌群数とBODの相関係数が0.645と比較的強い相関を示す傾向が認められた。表8無変化ではT-NとT-Pで0.4以上の比較的高い相関係数が認められた。表9減少傾向においては、BOD・COD・SS・T-N・T-Pの全ての項目で0.2以上の弱い相関が認められた。

表3 大腸菌群数別各分析項目間の相関係数

(CFU/ml)	30以上 (n=221)	100以上 (n=146)	500以上 (n=79)	1000以上 (n=57)	3000以上 (n=26)
BOD	0.081	0.075	0.055	0.024	-0.033
COD	0.024	0.015	-0.016	-0.038	-0.104
SS	0.030	0.021	0.000	-0.018	-0.033
T-N	-0.043	-0.064	-0.125	-0.179	-0.227
T-P	-0.030	-0.046	-0.101	-0.136	-0.162
pH	0.006	0.007	0.033	0.066	0.120

表4 BOD(20mg/l以上)の各分析項目間における相関係数

n=54

	大腸菌群数	BOD	COD	SS	T-N	T-P	pH
大腸菌群数	1.000						
BOD	0.006	1.000					
COD	-0.021	0.511	1.000				
SS	0.021	0.375	0.917	1.000			
T-N	-0.094	0.288	0.398	0.412	1.000		
T-P	-0.068	0.228	0.447	0.465	0.889	1.000	
pH	-0.016	-0.263	-0.102	-0.155	0.035	0.037	1.000

表5 COD(20mg/l以上)の各分析項目間における相関係数

n=103

	大腸菌群数	BOD	COD	SS	T-N	T-P	pH
大腸菌群数	1.000						
BOD	0.093	1.000					
COD	-0.002	0.560	1.000				
SS	0.038	0.406	0.900	1.000			
T-N	-0.088	0.076	0.231	0.202	1.000		
T-P	-0.066	0.109	0.291	0.291	0.803	1.000	
pH	0.021	0.006	-0.016	-0.054	-0.427	-0.323	1.000

表6 SS(20mg/l以上)の各分析項目間における相関係数

n=68

	大腸菌群数	BOD	COD	SS	T-N	T-P	pH
大腸菌群数	1.000						
BOD	0.124	1.000					
COD	0.003	0.633	1.000				
SS	0.016	0.563	0.953	1.000			
T-N	-0.104	0.332	0.383	0.315	1.000		
T-P	-0.082	0.357	0.408	0.345	0.763	1.000	
pH	0.031	-0.044	-0.039	-0.050	-0.441	-0.293	1.000

表7 大腸菌群数の変化による各分析項目間における相関係数

n=27

増加傾向	大腸菌群数	BOD	COD	SS	T-N	T-P
大腸菌群数	1.000					
BOD	0.645	1.000				
COD	0.274	0.502	1.000			
SS	0.173	0.354	0.908	1.000		
T-N	0.138	0.306	0.610	0.503	1.000	
T-P	0.166	0.349	0.793	0.741	0.843	1.000

表8 大腸菌群数の変化による各分析項目間における相関係数

n=13

無変化	大腸菌群数	BOD	COD	SS	T-N	T-P
大腸菌群数	1.000					
BOD	0.035	1.000				
COD	0.394	0.644	1.000			
SS	0.304	0.739	0.839	1.000		
T-N	0.431	0.256	0.626	0.809	1.000	
T-P	0.481	0.554	0.767	0.932	0.933	1.000

このことから、3つの区分による大腸菌群の発育環境に着目し、全数（604件）の各化学分析項目との比較やこの3つの区分による有意差検定をおこなった。

この結果は表10・11・12に示すとおりで、特に増加傾向についてt-検定・F-検定ともにBOD・COD・SS・T-P等に有意差を認めた。

4. まとめ

工場・事業場排水等という幅広い検査対象中での検討であり、まとめることはたいへん難しいが、大腸菌は水中の有機物を利用して増殖が可能である（金子2002）とされていることから、大腸菌群の生育環境ということに着目し、区分してみることで、ようやく弱いながらも相関が認められ、検定結果からもBOD・COD・SS・T-P等に有意差が認められた。このことは、大腸菌群とBOD・T-N・T-Pとの相関について河川水を用いた報告（岩崎ら 2000）とも共通性がある。

しかし、経時変化によるデータ解析の試料は61件と大変少ないため相関係数の分析についても詳しく踏み込むことができないなど多くの問題があると考えている。

そこで今後においてはデータ数を増やし、さらに相関の因果関係等についても検討を進めるなど、より多くの情報を得ることで、精度の向上に努めていきたい。

表9 大腸菌群数の変化による各分析項目間における相関係数

減少傾向	大腸菌群数	BOD	COD	SS	T-N	T-P
大腸菌群数	1.000					
BOD	0.385	1.000				
COD	0.304	0.749	1.000			
SS	0.205	0.556	0.777	1.000		
T-N	0.279	0.781	0.757	0.552	1.000	
T-P	0.214	0.924	0.823	0.560	0.888	1.000

表10 大腸菌群数の傾向別による母集団と各標本集団におけるt-検定の結果

	自由度	BOD	COD	SS	T-N	T-P
増加傾向	$\phi=629$	有	有	有	無	有
無変化	$\phi=615$	無	無	無	無	無
減少傾向	$\phi=623$	有	無	無	有	無

※5%水準による有意差の有無について・片側検定

表11 大腸菌群数の傾向別によるF-検定：2標本を使った分散の検定

	BOD	COD	SS	T-N	T-P
増加傾向と無変化	有	有	有	無	有
無変化と減少傾向	無	無	有	有	無
増加傾向と減少傾向	無	有	有	有	無

※5%水準による有意差の有無について・片側検定

表12 大腸菌群数の傾向別による各標本集団における平均値の検定結果

Z検定（片側・両側検定）	BOD	COD	SS	T-N	T-P
増加傾向と無変化	無	無	無	無	無
無変化と減少傾向	無	無	無	無	無
増加傾向と減少傾向	無	無	無	無	無

※5%水準による有意差の有無について

引用文献

- 金子光美（2002）：震災時における水の安全対策に関する研究．平成12年度～平成13年度科学研究費補助金（基礎研究C）研究成果報告書．
- 岩崎誠二，地主昭博，松井孝悦，佐伯栄男（2000）：大腸菌群数の定量方法の検討．三重県保健環境研究所年報，20．