

II-579

懸濁物質存在下における指標細菌群数の統計的分布特性

岩手大学大学院 学生員 ○福士富之信 岩手県 阿部 忠
岩手大学工学部 正員 相沢治郎 海田輝之 大村達夫

1. はじめに

現在、生活環境に係わる水質基準においてはMPN法によって基準値が設定されているが、工場や下水処理場などからの排水では平板法による基準値が用いられている。同じ水試料を用いて、MPN法と平板法でそれぞれ大腸菌群数を測定した場合、異なった値となることが想像できるし、同じ測定方法を用いたとしても試料水の性質(例えば懸濁物質や他の物理化学的水質)によって測定値が変動することが考えられる。そこで、水環境の大腸菌群数による水質基準の設定には、設定がなされる水環境での測定値のばらつきや、測定方法の選択について検討を加える必要があるものと思われる。

本研究では、上記観点から、試料水の性質としてカオリンフロックを形成させた懸濁液中での大腸菌群及び腸球菌群数について、平板法による測定値の統計的分布を調べ、今後の水質基準の設定への一助とするために研究を行った。

2. 実験方法

表-1 カオリン濃度0 (mg/l) の場合の実験結果

2-1 実験試料

11のピーカー5個に蒸留水(pH 7.0, 20℃)を注入し、水溶液中のカオリン濃度が、0, 10, 20, 50, 100 (mg/l)となるようにカオリン原液(10 g/l)を加え、ジャーテスターで攪拌、凝集を行い、フロック形成後に大腸菌群及び腸球菌群を加え、それぞれについて5つの試料水を作製した。ただし、実験は、カオリン濃度が、0, 10, 20, 50, 100(mg/l)を一系列として、大腸菌群および腸球菌群それぞれ三系列行った。各系列ごとに投入された大腸菌群数および腸球菌群数は同じとした。実験に用いた大腸菌群及び、腸球菌群は、それぞれ純粋培養されたものであり、遠心分離後、細菌希釈水で洗浄し、再び細菌希釈水に懸濁させたものを使用した。また、凝集剤として硫酸アルミニウム、アルカリ剤として重炭酸ナトリウムを用いた。

2-2 大腸菌群および腸球菌群数の測定方法

上記したように、測定方法は平板法であるが、平板枚数は100枚とした。用いた培地は大腸菌群がデゾキシコレート培地(ニッスイ)、腸球菌群がE F寒天培地(ニッスイ)である。

2-3 実験結果の整理方法

実験結果の整理方法としては、それぞれの試料における100個の測定値の頻度分布をつくることにより行い、その分布より得られる平均値、メジアン、モード、標準偏差、変動係数、歪度および尖度を用いて、試料水の違いによる統計的分布特性の差異について検討を行った。

細菌名	実験番号	pH	水温(℃)	平均値($\bar{x}$) (個/ml)	メジアン(Me) (個/ml)	モード(Mo) (個/ml)	標準偏差(σ) (個/ml)	変動係数(cv)	歪度(s)	尖度(k)
大腸菌群	C-1	7.0	20	43.2	44.0	48.0	7.89	0.183	0.389	4.338
	C-2	7.0	20	130.3	129.5	128.5	13.62	0.105	0.395	3.446
	C-3	7.0	20	70.2	71.0	72.5	12.32	0.175	-0.118	3.093
腸球菌群	E-1	7.0	20	91.2	92.0	99.0	10.68	0.117	-0.310	2.552
	E-2	7.0	20	160.9	161.0	159.5	17.07	0.106	0.217	2.526
	E-3	7.0	20	49.3	50.0	51.0	8.61	0.175	-0.114	2.755

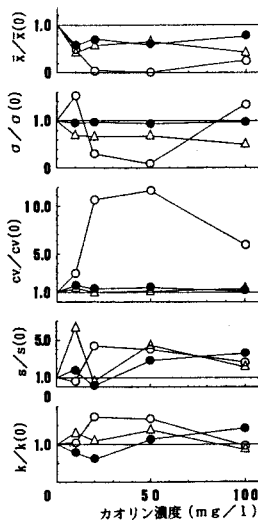


図-1 大腸菌群の各統計値の
カオリン濃度に対する関係

● C-1
○ C-2
△ C-3

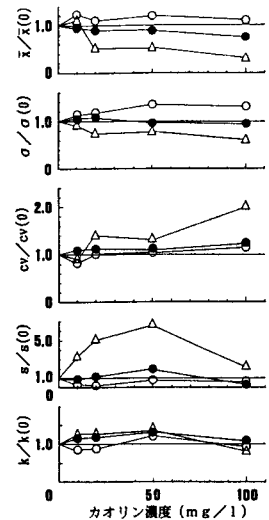


図-2 腸球菌群の各統計値の
カオリン濃度に対する関係

● E-1
○ E-2
△ E-3

3. 実験結果および考察

表-1に各実験系列ごとのカオリン濃度が0(mg/l)の場合の実験結果のまとめを示した。この結果は懸濁物質を含まないようなどちらかといえば理想化された試料水中の大腸菌群および腸球菌群数の統計的分布特性と考えられる。

図-1および2は、大腸菌群および腸球菌群の各実験系列ごとに表-1に示した各統計値で標準化した平均値、標準偏差、変動係数、歪度および尖度を各カオリン濃度に対してそれぞれ示したものである。ただし、歪度の場合は絶対値とした。

これらの図より、大腸菌群の場合はカオリン添加により、平均値の減少がみられるが、カオリン濃度の増加にともなうその傾向が強くなることはなく、それとは逆にカオリン濃度が100(mg/l)の場合には平均値が増加に転ずる傾向も示している。これは、カオリン濃度が高くなるほどフロックサイズが大きくなることやフロック数が少なくなることが影響している可能性がある。一方、腸球菌群の場合もE-2の系列を除いて減少の傾向にあるが、その割合は大腸菌群に比べて小さくなった。このことは、腸球菌群数の方が大腸菌群数よりも懸濁物質の影響を受けにくいことを示唆している。

標準偏差を見ると大腸菌群のC-2系列で変動が大きくなったが、これは平均値の減少に伴って標準偏差が小さくなることによるもので平均値がほぼ同程度の場合は両細菌群とも標準偏差に差がないことを示している。

変動係数は、大腸菌群のC-2系列において非常に大きくなり懸濁物質の影響を受けたことを示しているが、他の二系列の場合は腸球菌群の三系列と同様にほとんど変化がなかった。また、歪度は大腸菌群の三系列および腸球菌群のE-3の一系列でカオリンの濃度の影響を受け、懸濁物質を含まない場合に比べて、より歪んだ分布になった。また、カオリン濃度が10~100(mg/l)の間で歪度は最大となる傾向もみられ、平均値のところで述べたように必ずしもカオリン濃度が高い場合に分布が影響を受けず、フロック径や数が関係するものと考えられる。腸球菌群は一系列のみ影響を受けたものであり、大腸菌群に比べて懸濁物質の影響を受けにくいことを支持する結果となった。尖度も歪度と同様な傾向を示している。

図-3に大腸菌群の平均値と変動係数との関係を示す。この図より、大腸菌群の場合は平均値が小さくなるほど変動係数が非常に大きくなった。図には示さないが、腸球菌群では平均値の小さいところで若干変動係数が大きくなった。また、両細菌群ともカオリン濃度によってほとんど差がなかった。したがって、カオリン濃度の差、すなわちフロック径や数によって平均値と変動係数の間に差が生じないものと考えられる。

図-4および5に両細菌群と歪度の関係を示す。これより、平均値の減少に伴って、両細菌群とも歪度が大きくなるがその程度は大腸菌群の方が大きい。また、大腸菌群ではカオリン濃度によって歪度に影響はみられないが腸球菌群ではカオリン濃度が50(mg/l)のときに最も歪度が大きくなり、腸球菌群数の分布が懸濁物質によって影響を受けるものと考えられる。したがって、カオリン濃度の変化は大腸菌群数の平均値とその変動係数および歪度の関係のどちらにも影響を及ぼさないが、腸球菌群の場合は歪度にその影響が表れることが明らかになった。

4. おわりに

カオリン濃度の変化によって、大腸菌群数および腸球菌群数の統計的パラメータにどのような影響がおよぶか検討を行ったが、カオリンのフロック径や数がより重要なファクターと考えられ、今後検討したい。

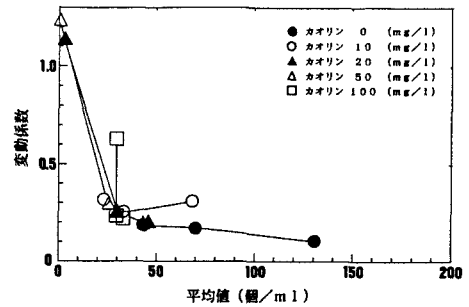


図-3大腸菌群の平均値と変動係数との関係

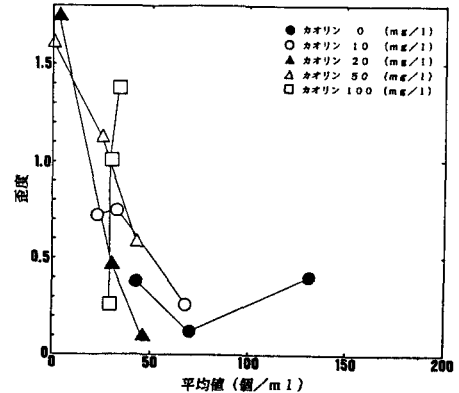


図-4 大腸菌群の平均値と歪度との関係

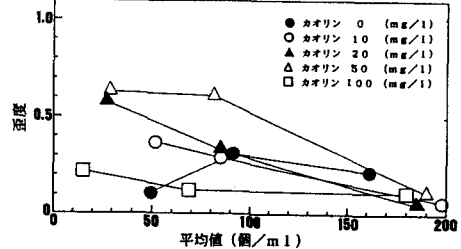


図-5腸球菌群の平均値と歪度との関係