

II-470

水環境における大腸菌群及び腸球菌群数の統計的分布特性

岩手大学工学部 学生員 ○福士富之信

正員 海田輝之 相沢治郎 大村達夫

1. はじめに

水環境における細菌学的水質指標として大腸菌群数が用いられている。この大腸菌群数による水質基準の設定値には不明確な点が多いように思われる。例えば、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示されているが、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。すなわち、大腸菌群数を同じ試料を用いて、MPN法と平板法でそれぞれ測定した場合、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。

本研究は、上記観点から種々な試料水における大腸菌群および腸球菌群数の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行ったものである。

2. 実験方法

2-1 実験試料

調査試料としては、大腸菌群および腸球菌群をそれぞれ純粋培養し、菌を細菌希釈水で洗浄後、再び細菌希釈水に懸濁させたもの（培養液）、河川水、生下水とそのろ液（No. 5Cのろ紙でろ過したもの）、下水の一次処理水とそのろ液、下水の二次処理水および塩素滅菌後の放流水をそれぞれ用いた。ただし、どの試料水においても、平板の枚数は100枚とした。

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、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、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。

3. 実験結果

実験結果の一例として、図-1、2には大腸菌群および腸球菌群の培養液における頻度分布、図-3、4には河川水、図-5、6には下水二次処理水の頻度分布をそれぞれ示す。また、表-1、2には大腸菌群および腸球菌群の各試料水に対する頻度分布より得られた平均値、標準偏差、歪度および尖度をそれぞれ示す。これらの実験結果から、大腸菌群および腸球菌群とも純粋培養によって得られた試料水については、変動係数が小さく測定値のばらつきが、他の試料水の場合と較べて小さくなった。すなわち、培養液の試料水は両細菌にとって水質的には問題がないし、かつ、懸濁物質などが含まれておらず、両細菌群ともほとんど分散

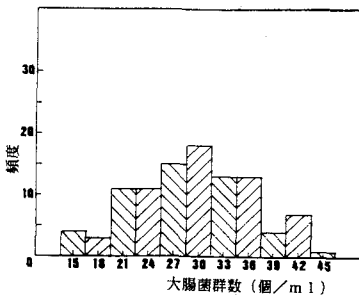


図-1 大腸菌群の培養液における頻度分布

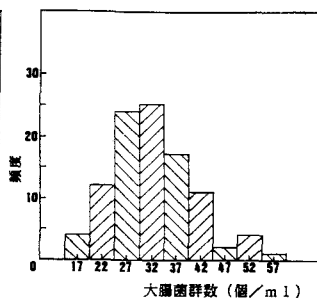


図-3 大腸菌群の河川水における頻度分布

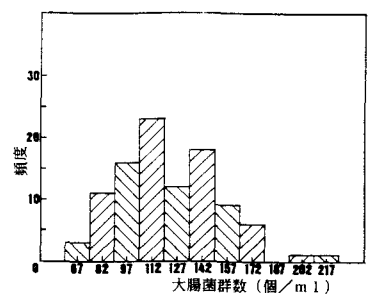


図-5 大腸菌群の下水二次処理水における頻度分布

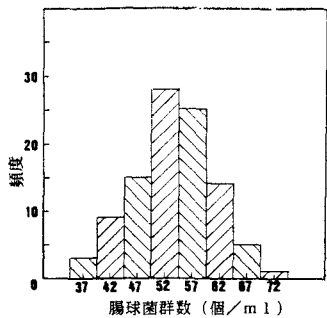


図-2 腸球菌群の培養液における頻度分布

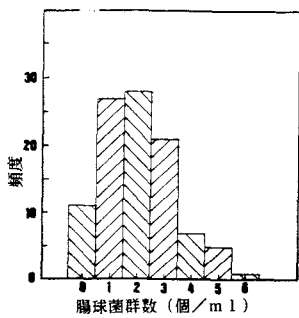


図-4 腸球菌群の河川水における頻度分布

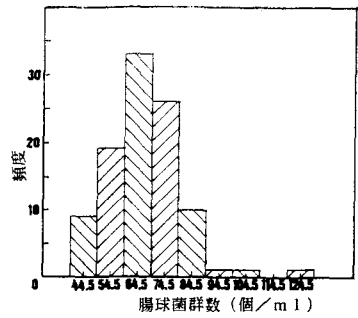


図-6 腸球菌群の下水二次処理水における頻度分布

状態で存在しているため、ばらつきが小さくなったものと考えられる。したがって、このばらつきは、実験操作における実験誤差と考えることができる。また、歪度をみると両細菌群ともほぼ0であり、正規分布をすることが明らかになった。このことは、培養液における両細菌群数のばらつきは実験誤差によるとの考察を支持するものである。次に尖度をみると、どの試料水においてもほぼ同様な値となったが、とくに培養液の試料水において、尖度が大きくなれば実験誤差がより小さくなった証拠となるであろう。

表-1 種々な試料水中の大腸菌群の頻度分布特性

試料水	培養液	河川水	生下水	生下水 (濾過)	一次処理水	一次処理水 (濾過)	二次処理水	放流水
希釈倍率	10 ⁷	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁴	10 ²	10 ²	5.5	10 ⁶
測定数(枚)	100	100	100	100	100	100	100	100
平均値(個/ml)	29.4	32.3	27.6	9.3	99.9	57.9	121.9	1.3
標準偏差(個/ml)	6.81	8.23	7.08	3.44	40.35	20.37	29.43	1.17
変動係数	0.23	0.26	0.26	0.38	0.40	0.35	0.24	0.91
歪度	0.05	0.63	0.16	0.41	0.56	0.20	0.39	0.72
尖度	2.55	3.37	2.52	2.98	2.61	2.83	3.31	2.94

表-2 種々な試料水中の腸球菌群の頻度分布特性

試料水	培養液	河川水	生下水	生下水 (濾過)	一次処理水	一次処理水 (濾過)	二次処理水	放流水
希釈倍率	10 ⁷	10 ⁶	10 ³	10 ²	10 ²	10 ²	10 ⁴	-
測定数(枚)	100	100	100	100	100	100	100	-
平均値(個/ml)	53.5	2.1	21.8	9.0	133.8	92.8	66.6	-
標準偏差(個/ml)	7.20	1.34	5.25	3.45	19.39	18.08	12.87	-
変動係数	0.14	0.66	0.24	0.38	0.15	0.20	0.19	-
歪度	0.00	0.57	-0.01	0.32	0.16	0.21	0.90	-
尖度	2.43	2.93	2.81	2.33	2.67	2.53	5.84	-

他の試料水の変動係数の大きさを見ると、測定値の平均値が小さい大腸菌群の生下水(ろ過)と放流水および腸球菌群の河川水と生下水(ろ過)の場合に変動係数が大きくなった。このことは、両細菌群数が少ない場合には測定値にばらつきが大きく、その信頼性も低下することを示している。通常、両細菌群の平板法による測定の場合コロニー数が30~300個の範囲の値となるように試料水を調整するように指示されており、これはこの点を十分考慮に入れてのものと考えられる。そこで、平均値が小さい値の場合を除いた試料水について変動係数を見ると、最も水質的には良いと考えられる下水二次処理水が小さい値となっており、懸濁物質や水質によって測定値のばらつきに影響が現れることが明らかになった。また、純粋培養液以外の試料の歪度は腸球菌群の生下水を除いて、すべて正のより大きな値となり、頻度分布が正規分布ではなく対数正規分布や他の分布によって表現されることを示している。この事は、実験誤差以外に試料水の水質が測定値のばらつきに大きく影響を及ぼしていることを支持している。

4. おわりに

実験結果から種々な試料水から得られた両細菌群数の頻度分布特性は、明らかに試料水の水質の違いによって影響されることを示しており、今後種々な水環境における両細菌群数の統計的分布特性を明らかにすることが水環境における水質基準の見直しに役立つものと思われる。