

(35) 水環境における指標細菌数の統計的分布特性

Characteristics on statistical distributions of indicator bacterial densities in an aquatic environment

大村達夫* 福士富之信** 海田輝之* 相沢治郎* 宇川一行*

Tatsuo OMURA*, Tominoshin FUKUSHI**, Teruyuki UMITA*, Jiro AIZAWA*, Kazuyuki UKAWA*

ABSTRACT; Characteristics on statistical distributions of coliform group density and enterococcus group density were investigated in an aquatic environment. Statistical distributions of both bacterial group densities were influenced by the water quality such as suspended solids concentration and so on. The statistical distribution of coliform group density was more sensitive for the water quality than that of enterococcus group density.

In experiments employing the kaolin as the suspended solids, the increase of the kaolin concentration brought decreases of both bacterial group densities, and the degree of decrease of bacterial density was more remarkable in case of coliform group. That is, the presence of kaolin floc in the water sample influences the statistical distribution of coliform group more significantly compared with enterococcus group.

Therefore, results of this study derived that enterococcus group would be much better indicator bacteria than coliform group in the aquatic environment where the suspended solids was involved.

KEYWORDS; Indicator bacteria, Statistical distribution, Coliform group, Enterococcus group, Suspended solids, Kaolin

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。大腸菌群は哺乳動物の腸管内常在菌である大腸菌と土壌由来の類縁菌を含めた総称であり、人畜の糞便汚染の指標として活用されている。大腸菌群数を細菌学的水質指標として用いた場合、それは、水を媒体として伝染する衛生学的に有害な微生物の存在を示唆するだけではなく、病原性微生物の危害を予防するための目安にもなる¹⁾という意味で重要な指標である。また、近年の水需要の増加にともない水資源の活用も飲料用水はもとよりレクリエーション水、農水産用水、再利用水など多岐にわたり、水質の安全性が懸念されており、衛生学的な立場から指標細菌の果たす役割は益々重要であると言える。

しかし、その一方で水環境中における指標細菌数の統計的分布特性についてはあまり研究されておらず、水質基準の設定においては不明確な点が多いように思われる²⁾。例えば、生活環境に関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、同一試料において大腸菌群数を MPN法と平板法でそれぞれ測定した場合、異な

*岩手大学工学部建設環境工学科, Department of Civil and Environmental Engineering, Iwate University

**水資源開発公団, Water Resource Development Public Corporation

った値となることが想像でき、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、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と思われる。

以上の背景に基づき、本研究では、種々な水環境における試料水中の大腸菌群及び腸球菌群数について、平板法による両細菌群数の統計的分布特性について検討を行った。また、それぞれの試料水の水質のうち懸濁物質が最も両細菌群数の統計的分布に影響を及ぼすと考えられることから、カオリンフロックの懸濁液中での両細菌群数の平板法による測定値の統計的分布特性を調べた。

2. 実験方法

2. 1 指標細菌及び細菌数測定方法

本研究に用いた指標細菌は大腸菌群及び腸球菌群とした。

大腸菌群とは、グラム陰性の短桿菌で芽胞を形成せず、乳糖を分解して酸と気体を発生する好気性あるいは通性嫌気性の細菌群と定義され、大腸菌群試験によって検出される細菌群は大腸菌及びその類縁菌の総称を指している³⁾。

大腸菌群を構成する細菌群は、人畜の消化器管内に常在する細菌であるため、人畜による糞尿汚染の目安となるとともに、サルモネラ菌、腸チフス菌、赤痢菌などの消化器系病原菌の汚染指標として利用できる。しかし、*Klebsiella*や*Enterobacter*³⁾などのように、この細菌群の中には自然界に広く分布するものも含まれるため大腸菌群の検出によって直接糞便汚染を証明することはできず指標の妥当性には問題があると言われている。

現在、大腸菌群以外の糞便汚染指標菌として重要視されているのが腸球菌群である。人畜の腸管内を生存場所とするグラム陽性の連鎖球菌である腸球菌群は、4種の連鎖球菌(*Streptococcus faecalis*, *S. zymogenes*, *S. durans*, *S. liquefaciens*)³⁾が含まれており、糞便中の存在比において大腸菌群にも匹敵し、外界では増殖しないこと、厳しい環境条件下においても強い抵抗性を示すことが知られている。このため、糞便汚染の指標細菌として活用されることが期待されている。

両細菌群数の統計的分布特性を調べるのに用いた測定方法は、両細菌群数とも平板法とし、平板の枚数はどの試料においても100枚とした。また、使用した培地は大腸菌群がデスオキシコレート培地（ニッスイ）、腸球菌群はE F 寒天培地（ニッスイ）とし、測定方法は下水試験法にしたがった。

2. 2 種々な水試料における指標細菌数の統計的分布特性

実験に用いた試料水は、大腸菌群および腸球菌群を培養し、細菌希釈水で洗浄後、菌を細菌希釈水に懸濁させたもの（培養液）、盛岡市内の中津川下流域より採水した河川水、盛岡市都南浄化センターの最初沈殿池流入水より採水した生下水とその濾液（No. 5C の濾紙で濾過したもの）、最初沈殿池流出水から採水した一次処理水とその濾液、最終沈殿池流出水から採水した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。これらの試料水の両細菌群数の統計的分布特性を調べ、水質の差による細菌数の分布特性の変化を検討した。

ただし、大腸菌群は下水より選択培地（デスオキシコレート培地）を用いて、平板上にコロニーを生じさせ、そのうちの10個を釣菌し、その後、乳糖ブイヨン培地で培養することによって得られたものである。また、腸球菌群は選択的な液体培地（AC培地）を用いて下水より分離したものを、その後、液体培地で培養したものである。したがって、一般に大腸菌群、腸球菌群に含まれる種がそれぞれの培養液には存在しており、それらの混合培養となっている。

2. 3 カオリンフロックを用いた懸濁物質存在下における指標細菌数の統計的分布特性

(1) カオリンフロックの形成

実験で使用したカオリンは、市販のものを用いた。ただし、懸濁物質としてカオリンを選んだことは実験がしやすく、かつ同じ実験系をつくりやすかったことが理由である。

カオリンフロックの形成にはジャーテスターを使用し、急速攪拌を120rpmで5分間、緩速攪拌を30rpmで20分間行った。凝集剤はすべてのカオリン濃度の実験について一定の注入量(40mg/l)とした。

(2) フロック径およびフロック数の測定

カオリンフロックのサンプリングは、1mlのピペットを用いて行った。また、フロック径の測定方法は顕微鏡法を用いた。カオリンフロックは水溶液中では浮遊性の物質であり、接写が困難であるため寒天の薄膜を敷いたスライドガラス上に試料水を滴下させ、スライドガラス上の全てのフロックについて接写を行い拡大写真をもとにフロック径の測定を行った。ただし、スライドガラスの大きさの関係上、滴下量は1スライドにつき0.05mlとし、サンプリングに用いたスライド数の合計をサンプル量とした。したがって、フロック数は採取したサンプルに含まれるフロック数をサンプル量で割った値となる。

(3) フロック径の定義

実験で測定したフロック径は以下の定義⁴⁾に従って求めた。

- ① Feret 径：フロック投影像を一定方向の2本の平行線ではさみ、その平行線間の距離をフロック径とする。
- ② 二軸平均径：長径および短径を求め、この平均径をフロック径とする。
- ③ 定方向最大径(Krummbein 径)：定方向に各フロックの最大幅をフロック径とする。
- ④ 投影面積円相当径：フロックの投影面積と同じ面積を持つ円の直径をフロック径とする。
- ⑤ 投影周長円相当径：フロックの投影図形の周長に等しい円周を持つ円の直径をフロック径とする。

ただし、①、③の計測については接眼レンズに内接しているマイクロスケールの方向性を利用し、また、④、⑤については拡大写真をプランメーターで計測した。

(4) 実験試料

実験は1 lのビーカーに滅菌蒸留水を1 l採取し、カオリン濃度がそれぞれ0, 10, 20, 50, 100(mg/l)となるようにカオリン原液(10g/l)を加え、ジャーテスターで攪拌、凝集を行い、フロックを形成させた。その後、2.2で示したようにして得られた大腸菌群および腸球菌群を加え試料水とした。ただし、各試料水のpHは実験の前に7.0に調整し、実験時においてもほぼ7.0であった。また、水温は20℃とした。また、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についてそれぞれ三系列行った。したがって、実験結果の図表には大腸菌群の場合にそれらをC-1, C-2, C-3として示し、腸球菌群の場合は、E-1, E-2, E-3とした。また、同一系列内の実験に投入された両細菌群数はほぼ同じである。

3. 実験の整理に用いた統計値

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個の平板法による測定値が得られているので、これらの測定値の頻度分布をつくり、その分布より得られた平均値、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。

4. 実験結果および考察

4. 1 種々な水試料における指標細菌数の統計的分布特性

Table 1 と2 に大腸菌群および腸球菌群の各試料水における測定値の頻度分布より得られた平均値、標準

偏差、変動係数、歪度及び尖度をそれぞれ示す。また、実験結果の一例として、Fig. 1 と 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をそれぞれ示し、Fig. 3 と 4 に大腸菌群及び腸球菌群の河川水における頻度分布を示した。これらの図表より、大腸菌群及び腸球菌群とも培養液における変動係数の値がより小さい値となった。これは、培養液中には、懸濁物質などが含まれておらず水質的には理想的な状態にあるため培養液中の細菌群が均質な状態で分散されていることによるものと考えられる。また歪度の値をみると、両細菌群ともより 0 の値に近く懸濁物質などを含まない理想的な試料水中での両細菌群数の頻度分布特性は正規分布を示すことがわかった。したがって、尖度の値がより大きな値となればサンプリング誤差が縮小されたことになり測定値の信頼性がより高くなるものと考えられる。

培養液以外の試料水の変動係数の値をみてみると平均値の値の小さい大腸菌群の生下水の濾液と放流水及び腸球菌群の河川水と生下水の濾過で高い値を示しているが、これは、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、その信頼性が低下することを示している。通常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、測定方法の指針には、この点が十分考慮されているものと考えられる。そこで、生下水の濾液、河川水および放流水の平均値が極端に少ない場合を除いて考察を行ってみると、両細菌群の培養液の場合と比較して両細菌群の生下水と大腸菌群の一次処理水で変動係数が高い値を

Table-1. Characteristics on frequency distributions of coliform group densities in various samples

Sample	Dilution rate	No. of plate	Average (CFU/ml)	Standard deviation (CFU/ml)	Coefficient of variation	Skewness	Kurtosis
Pure culture	10 ¹	100	29.4	6.81	0.23	-0.05	2.55
River water	10 ⁶	100	32.3	8.23	0.26	0.63	3.37
Raw sewage	10 ⁴	100	27.6	7.08	0.26	0.16	2.52
Filtered raw sewage	10 ⁴	100	9.3	9.44	0.38	0.41	2.98
Primary effluent	10 ³	100	99.9	40.35	0.40	0.56	2.61
Filtered primary effluent	10 ³	100	57.9	20.37	0.35	0.20	2.83
Secondary effluent	5.0	100	121.9	29.43	0.24	0.39	3.31
Discharge	10 ⁶	100	1.3	1.17	0.91	0.72	2.94

Table-2. Characteristics on frequency distributions of enterococcus group densities in various samples

Sample	Dilution rate	No. of plate	Average (CFU/ml)	Standard deviation (CFU/ml)	Coefficient of variation	Skewness	Kurtosis
Pure culture	10 ¹	100	53.5	7.20	0.14	-0.02	2.43
River water	10 ⁶	100	2.1	1.34	0.66	0.57	2.93
Raw sewage	10 ²	100	21.8	5.25	0.24	-0.06	2.82
Filtered raw sewage	10 ³	100	9.0	3.45	0.38	0.32	2.33
Primary effluent	10 ³	100	133.8	19.39	0.15	-0.16	2.67
Filtered primary effluent	10 ³	100	92.8	18.06	0.19	0.21	2.53
Secondary effluent	10 ⁴	100	66.6	12.87	0.19	0.90	5.83
Discharge	10 ⁶	100	—	—	—	—	—

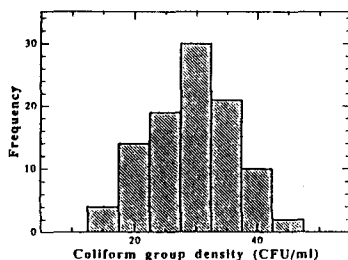


Fig.1 Frequency distribution of coliform group density in the pure culture

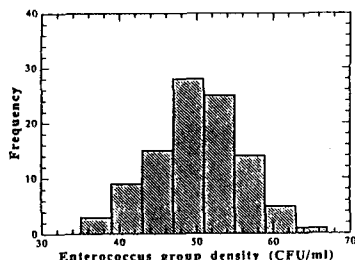


Fig.2 Frequency distribution of enterococcus group density in the pure culture

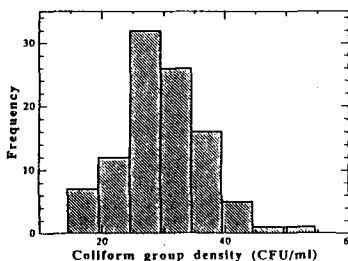


Fig.3 Frequency distribution of coliform group density in the river water

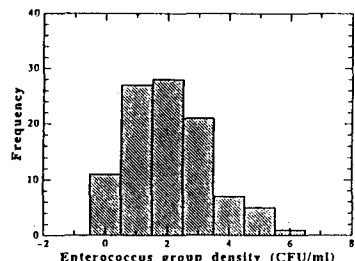


Fig.4 Frequency distribution of enterococcus group density in the river water

示している。一般に、生水、一次処理水においては二次処理水に比べSSの値が大きく懸濁物質等を多分に含んでいる。ちなみに都南浄化センターの維持管理年報によれば、本実験の採水が行われた平成 3 年の10、11、12月におけるSSの値は、平均にして、生水で218mg/l、一次処理水で49mg/l、二次処理水で5mg/l、放流水で5mg/l 以下となっており、両細菌群の生水及び大腸菌群の一次処理水において変動係数が高い値を示したのは、懸濁物質や水質によって測定値にばらつきが生じたためと考えられる。一方、水質的には最も良いと考えられる下水二次処理水における両細菌群の変動係数の値を見てみると両細菌群ともより小さな値となっており、懸濁物質や水質によって測定値に影響が現れてくることが明かとなった。

純粋培養液以外の試料の歪度は、腸球菌群の生水を除いて、全てその絶対値が大きくなった。すなわち、様々な水環境においては、細菌群の分布特性が必ずしも正規分布を示さず対数正規分布や他の分布型によって表現されるものと考えられる。したがって、水環境中における細菌群数の測定に当たっては、実験誤差以外に試料水の水質や懸濁物質の濃度の違いによって測定値のばらつきに影響が現れてくるものと考えられ、測定水域での試料水の性質に関わる細菌群数の頻度分布特性を明らかにする必要があるものと考えられる。

4. 2 カオリンフロック存在下における指標細菌数の統計的分布特性

(1) フロック径およびフロック数

フロック径およびフロック数の測定は、実験の都合上、細菌試験と同条件で別に3回行った。それらの平均値を用いて以下の考察を行うことにする。

Fig5に各粒子径の代表寸法の平均径をカオリン濃度に対して示す。また、Table3には二軸平均径の場合の実験結果を示した。これらの図、表よりカオリン濃度が10(mg/l)の時にフロック径が最も大きな値を示しカオリン濃度の増加にともなってフロック径が減少することがわかった。一方、フロック数はカオリン濃度が10(mg/l)で最も小さな値となり、カオリン濃度の増加にともなってフロック数が多くなることが分かった。また、どの代表径でも同様の傾向を示したが、各代表径のうち、投影周長円相当径で平均径が大きい値を示したのは、カオリンフロックの形状が円形ではなく、凹凸が多い不定型であるため平均径が大きくなったものと考えられる。

実験結果の一例として、Fig. 6 に二軸平均径を用いたカオリン濃度100(mg/l)の時の粒径の頻度分布を示した。サンプリングしたデータを対数変換し累積確率紙で検定を行ったところほぼ直線が得られた。すなわ

Table.3 Number and average diameter of Kaolin floc based on the diameter of the two dimensions

	Kaolin concentration (mg/l)			
	10	20	50	100
Coagulant concentration (mg/l)	40.0	40.0	40.0	40.0
Alkali agent concentration (mg/l)	97.5	97.5	95.0	93.5
Average of representative diameter (μm)	337.2	208.5	256.3	123.3
Standard deviation (μm)	233.4	180.1	188.0	91.3
Coefficient of variation	0.692	0.864	0.753	0.741
No. of Floc (No./ml)	331	366	703	1110

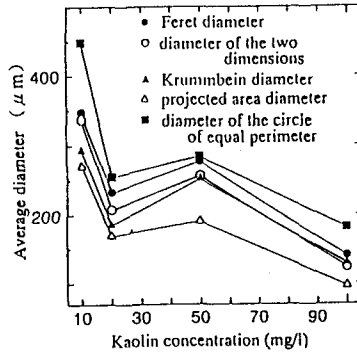


Fig.5 Relationships between kaolin concentration and average of various representative diameter

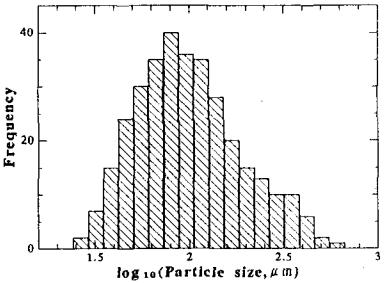


Fig.6 Frequency distribution of kaolin floc size based on diameter of the two dimension in case of kaolin concentration with 100 (mg/l)

ち、懸濁液中でのカオリンフロクの粒径分布は、対数正規分布を示すものであることが明かとなった。したがって、懸濁液中では大型のカオリンフロクよりも微小なフロクの占める割合が大きいものと考えられる。ただし、本実験で用いた顕微鏡法では拡大能に限界があるため10 μ m以下の粒子については測定できなかった。

以上の結果より、どの平均径を実験の整理に使っても差はないと考えられるが、本研究においては、二軸平均径を用いて実験の整理を行うことにした。以降の考察においては、平均径は二軸平均径を意味する。

(2) カオリンフロクとカオリンに吸着した指標細菌の電顕写真

Fig. 7の(a)、(b)、(c)にSEM(走査型電子顕微鏡)によるカオリンフロクの電子顕微鏡写真をそれぞれ示す。Fig. 7の(a)は、細菌投入前のカオリンフロクを示し、カオリナイトの集合体であることがわかる。Fig. 7の(b)には、大腸菌群投入後のカオリンフロク、Fig. 7の(c)には、腸球菌群投入後のカオリンフロクを示した。これらの図より、カオリンフロクに大腸菌群および腸球菌群が吸着している様子がよく示されている。

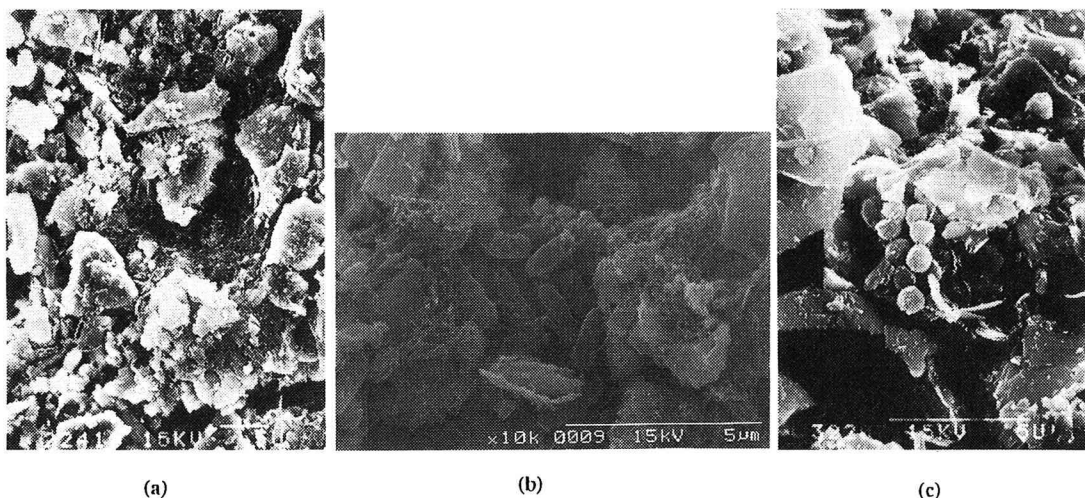


Fig.7 SEM photographs of kaolin floc(a) and kaolin floc associated with coliform group(b) and enterococcus group(c)

(3) カオリン濃度と指標細菌数の統計的分布特性値との関係

Fig. 8 ~11に、大腸菌群および腸球菌群の各実験系列ごとに得られた平均値、標準偏差、変動係数および歪度を各カオリン濃度に対してそれぞれ示した。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ってその傾向が強くなることはなく、

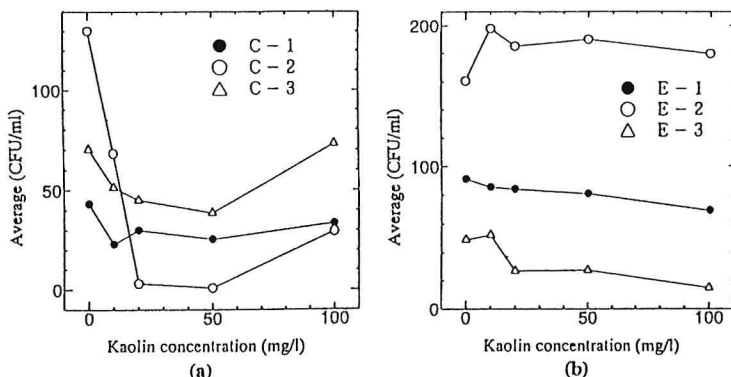


Fig.8 Relationships between kaolin concentration and averages of coliform group density(a) and enterococcus group density(b)

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小さくなることとフロック数が増え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。

また、大腸菌群のC-1 系列の平均値は、他の 2系列とは全く異なった傾向を示しており、カオリンの存在によって大腸菌群数の値には不確実性が生ずる可能性を示している。

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、これは平均値の増加に伴って標準偏差が大き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 とC-3 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おり、特にカオリン濃度が高い場合に顕著である。一方、他の一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、歪度は大腸菌群のすべての三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。このことは、腸球菌群が大腸菌群に比べて懸濁物質の影響を受けにくいという結果を支持するもの

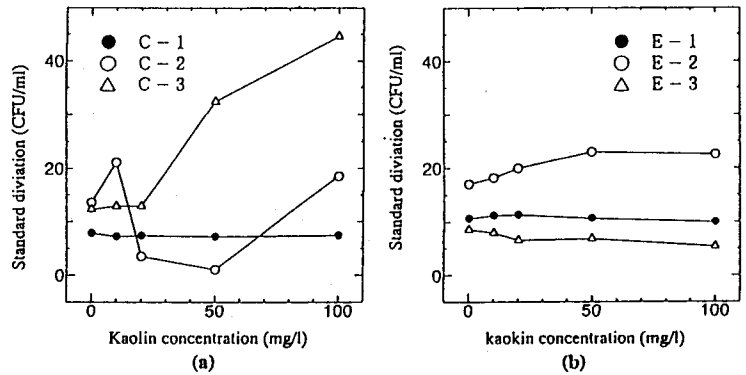


Fig.9 Relationships between kaolin concentration and standard deviation of coliform group density(a) and enterococcus group density(b)

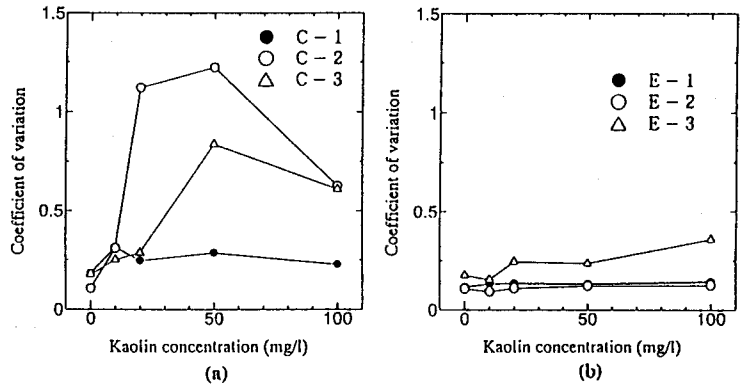


Fig.10 Relationships between kaolin concentration and coefficient of variation of coliform group density(a) and enterococcus group density(b)

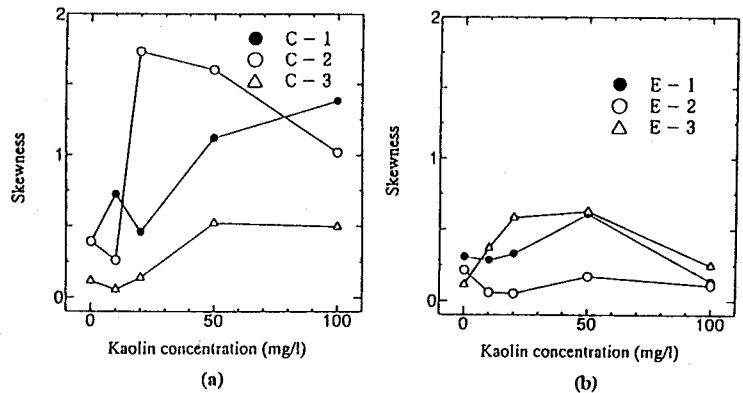


Fig.11 Relationships between kaolin concentration and skewness of coliform group density(a) and enterococcus group density(b)

である。図には示さないが尖度も歪度と同様な傾向を示した。

Fig. 12の(a)、(b)に、両細菌群数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大きくなった。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がほとんど変化がなかった。したがって、大腸菌群の場合は平均値によって、その分布が大きく影響を受けることが明らかとなった。ところで、大腸菌群数の平均値とカオリン濃度との関係は、はっきりとしなかったが、少なくとも変動係数の変化は平均値の変化によって説明できることが明らかとなった。

Fig. 13の(a)、(b)に両細菌群数の平均値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、腸球菌群数の分布の歪度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、腸球菌群の場合には歪度にはその影響が若干表れることが明らかになった。

以上のことから、腸球菌群数の統計的分布は大腸菌群に比べてカオリン濃度によって影響を受けにくく、懸濁物質が多数存在するような水環境において、より正確な細菌数を提供することができるものと考えられる。

(4) フロック径およびフロック数と指標細菌数の分布特性値との関係

Fig. 14の(a)、(b)に大腸菌群数および腸球菌群数の平均値とフロック数との関係を示した。また、Fig. 15の(a)、(b)に大腸菌群数および腸球菌群数の平均値とフロック径の関係を示した。これらの図より、両細菌群ともフロック数の増加にともない平均値の若干の減少が大腸菌群のC-1系列をのぞいて観察された。カオリン濃度と大腸菌群数の平均値の関係にみられたのと同様に、フロック数と平均値の関係ははっきりせず予想されたフロック数の増減による平均値の変動は明確にできなかった。しかし、フロック数の増加による大腸菌群数の平均値の変動は腸球菌数に比べて大きく、懸濁粒子数の影響を受け易いことを示している。

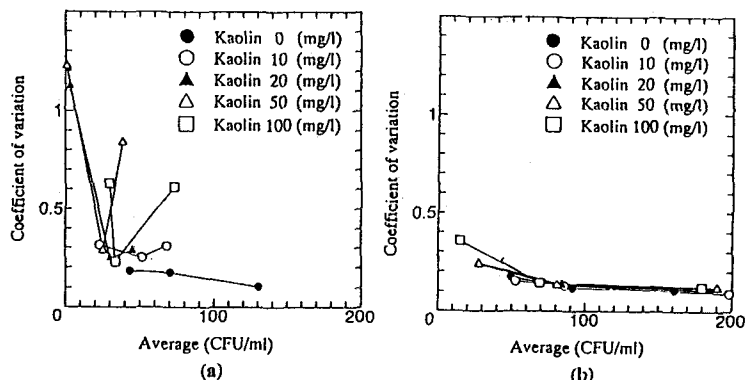


Fig.12 Relationships between coefficient of variation and averages of coliform group density(a) and enterococcus group density(b)

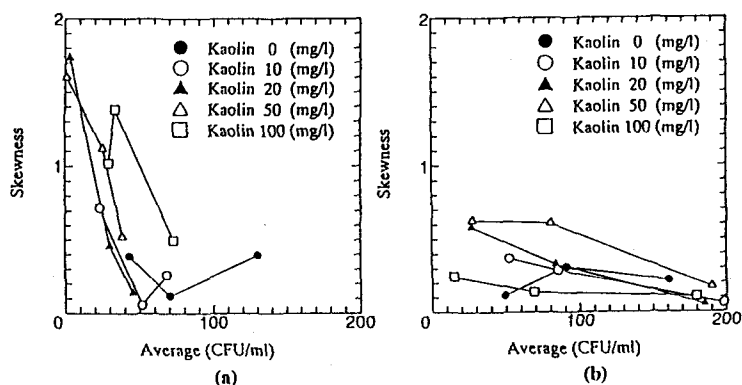


Fig.13 Relationships between skewness and averages of coliform group density(a) and enterococcus group density(b)

フロック径の場合には、径の増大にともなって大腸菌群のC-1系列を除いて両細菌群とも平均値の増加が観測された。また、その程度は大腸菌群のほうがより大きくなった。即ち、懸濁液中においては腸球菌群はフロック数やフロック径によってあまり平均値に影響はないが、大腸菌群の場合は小さいフロックが多数存在するとき、大腸菌群数の測定値の信頼性は小さくなることが想像される。

また、図には示さないが、フロック数およびフロック径と他の統計値である変動係数、歪度、尖度との関係においても平均値にみられたような関係となった。

以上の結果より、大腸菌群数の分布型は腸球菌群数に比べて、フロック数や径すなわち懸濁物質の量や質によって影響されやすく、そのような水環境における大腸菌群数の信頼性は低下することが考えられる。また、これらの結果より大腸菌群のほうが腸球菌群に比較してカオリンフロックに対する感受性が強いことは、カオリンフロックへの大腸菌群の親和性が腸球菌群に比較して大きいものと想像される。

5. まとめ

本研究によって得られた結果をまとめると次のようになる。

1) 種々な水環境において大腸菌群数及び腸球菌群数の統計的分布特性は変化し、とくに懸濁物質が多く含まれる水環境において顕著である。したがって、水環境中における両細菌群数の信頼性は、それぞれの水環境の水質によって異なるものと考えられる。

2) 懸濁物質としてカオリンを用いた実験において、両細菌群数の統計的分布特性はカオリン濃度によって影響を受けるが、その程度は大腸菌群の方が圧倒的に大きい。

3) 大腸菌群の場合にはカオリンフロックの径が小さくかつフロック数が多い場合にその測定値は影響を受けやすく実験の値よりかなり小さい値となる。一方、腸球菌群の場合はフロック径やフロック数にはほとんど影響を受けなかった。

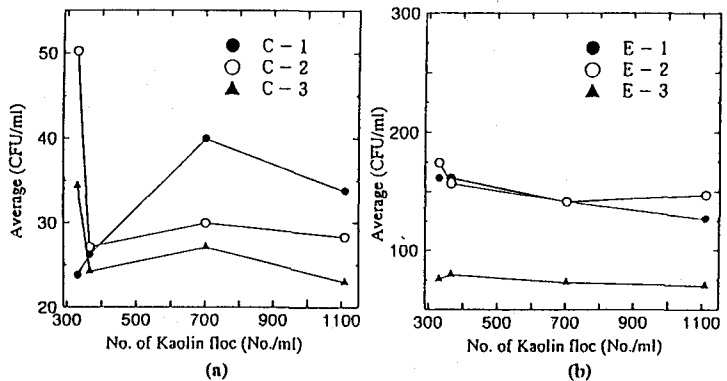


Fig.14 Relationships between No. of kaolin floc and averages of coliform group density (a) and enterococcus group density (b)

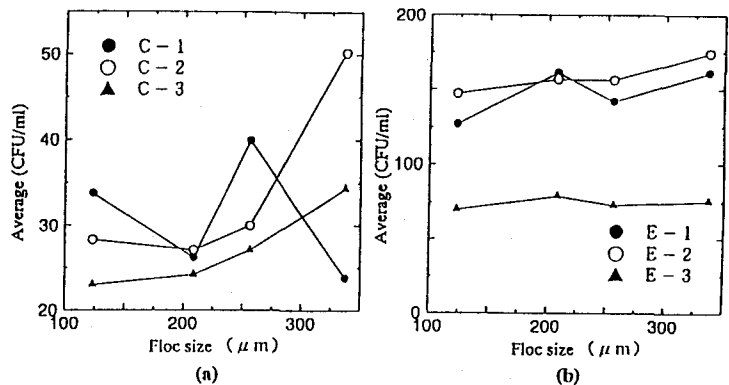


Fig.15 Relationships between floc size and averages of coliform group density (a) and enterococcus group density (b)

4) 大腸菌群は腸球菌群に比べて懸濁物質との親和性が大きいことが想像され、大腸菌群数の統計的分布特性は懸濁物質に影響されやすく、懸濁物質が多く存在するような水環境における大腸菌群数の測定値の信頼性は低下する。一方、腸球菌群の場合は懸濁物質による影響がかなり小さいので、懸濁物質が多く存在するような水環境において大腸菌群に比べてより優れた指標細菌と考えられる。

〈参考文献〉

- 1) 中村 宗一郎；水環境の細菌学評価法の理論と実際ⅠⅡ、水処理技術、Vol 34.No 5, pp27-37
No. 6, pp33-42、1993
- 2) 大村 達夫ら；下水処理場における指標微生物の除去、衛生工学研究論文集、第25巻、1989
pp129-137
- 3) 下水試験方法；細菌学的試験の意義、日本下水道協会、1984年版、pp383-385
- 4) 凝集工学－基礎と応用－；日本粉体工業技術協会、日刊工業新聞社、1984、pp100-121, pp125-148