

東北大学

シ

シ

正員

○学生員

シ

松本順一郎

大村 達夫

大同 均

1) はじめに 現在まで、我々は公衆衛生的見地より港湾での細菌汚染の程度や分布を研究するために、現場調査や実験を行ってきた。現場において細菌の減衰は大きく、この減衰の中には生化学的因子と物理的因子が含まれており、前者の因子として海水の組成、温度などが考えられ、後者の因子として潮汐による混合希釈や土粒子への吸着による沈降現象があげられる。一例として、我々が昨年度行、た宮城県の大川港内の調査によれば、廃水口での細菌数と廃水口より200 m離れた地点での細菌数を比較しその減衰を調べて見ると図-1)のようになった。この図は、両地点の菌濃度の測定値より混合希釈による減衰を差し引いたものである。この減衰の年平均値は大腸菌群で35%、腸球菌で37%であり、図はその値で年変化を割、たものである。これより、夏は平均値より大きく、冬は小さくなる傾向を示している。これは、生化学的な面から考えると、両細菌の死滅率は温度に依属であり、その関係はアウレニウス式に従う。この関係は、我々が実験的に求めており、図-2)にそれを示す。そこで、大腸菌群の死滅速度 K_d (%/日)および腸球菌の死滅速度 K_d (%/日)はそれぞれ次式で与えられる。 $\log K_d = -2604 \cdot \frac{1}{T} + 8.401$, $\log K_d = -2417 \cdot \frac{1}{T} + 7.309$ ここで、 T は絶対温度である。この式より、両細菌の死滅速度の年変化は、水温に従属なものとなり図-3)に示す。ただし、その値は両細菌の死滅速度の年平均で割、たもので、平均値は大腸菌群で0.216(%)、腸球菌で0.086(%)であった。この温度と死滅速度の関係より図-4)に見られる両細菌の減衰に年変化が存在するは当然と思われる。以上海水濃度、水温、混合希釈による細菌の減衰の大きさはある程度明確にされたが、最後に考慮しなければならないのは、細菌の土粒子への吸着による沈降減衰の大きさである。この大きさを解明することが本研究の目的であり、以下にのべる実験方法によってその効果を調べた。

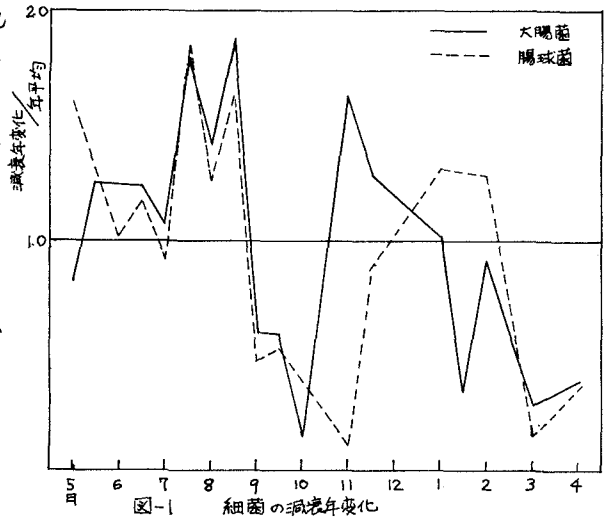


図-1

細菌の減衰年変化

図-2)にそれを示す。そこで、大腸菌群の死滅速度 K_d (%/日)および腸球菌の死滅速度 K_d (%/日)はそれぞれ次式で与えられる。 $\log K_d = -2604 \cdot \frac{1}{T} + 8.401$, $\log K_d = -2417 \cdot \frac{1}{T} + 7.309$ ここで、 T は絶対温度である。この式より、両細菌の死滅速度の年変化は、水温に従属なものとなり図-3)に示す。ただし、その値は両細菌の死滅速度の年平均で割、たもので、平均値は大腸菌群で0.216(%)、腸球菌で0.086(%)であった。この温度と死滅速度の関係より図-4)に見られる両細菌の減衰に年変化が存在するは当然と思われる。以上海水濃度、水温、混合希釈による細菌の減衰の大きさはある程度明確にされたが、最後に考慮しなければならないのは、細菌の土粒子への吸着による沈降減衰の大きさである。この大きさを解明することが本研究の目的であり、以下にのべる実験方法によってその効果を調べた。

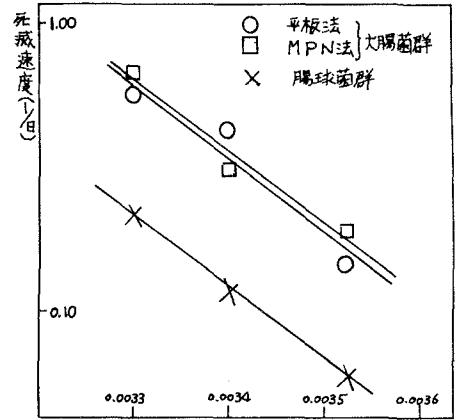


図-2

絶対温度の逆数と死滅速度の関係

この温度と死滅速度の関係より図-4)に見られる両細菌の減衰に年変化が存在するは当然と思われる。以上海水濃度、水温、混合希釈による細菌の減衰の大きさはある程度明確にされたが、最後に考慮しなければならないのは、細菌の土粒子への吸着による沈降減衰の大きさである。この大きさを解明することが本研究の目的であり、以下にのべる実験方法によってその効果を調べた。

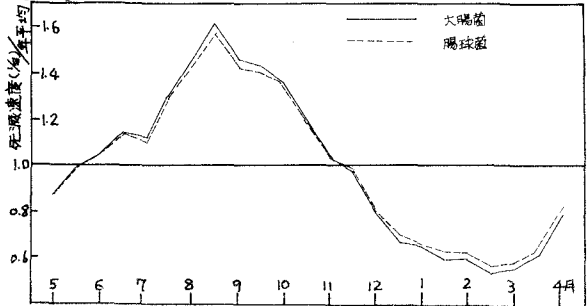


図-3

細菌の死滅速度の年変化

2) 実験方法と材料 大腸菌群と腸球菌の土粒子への吸着量を調べるため次の実験を行った。まず、200ccのビー

カーに滅菌BOD希釈水を100ccとり、その中へ土粒子を1g混合し十分攪拌したものに、両細菌が100cc中に 10^8 , 10^6 , 10^4 のオーダーとなるように細菌培養液を投入したものを試料水とした。次に、スターラーで10分間攪拌しその後、10分間1500rpmの遠心分離によって土粒子を沈降させ、その上澄液の細菌数を測定した。ビーカーに投入した細菌培養液の細菌数を初期値とし、その初期値と遠心後の上澄液の細菌数を比較し、その減少量を吸着量とした。空試験として、土粒子を除いた試料水について

	初期値	攪拌後	遠心後
大腸菌群数 (個/100cc)	3.3×10^8	3.3×10^8	3.3×10^8
腸球菌数 (個/100cc)	3.7×10^6	3.7×10^6	3.8×10^6
	1.3×10^8	1.2×10^8	1.3×10^8
	3.0×10^6	3.1×10^6	2.9×10^6

表-(1) 空試験結果

同様な実験を行った。細菌数の測定法として、大腸菌群はデスオキソレート寒天培地、腸球菌はM-Enterococcus培地の平板法で測定した。また、測定検体数は1試料5個とし、測定値が分布をするものとして95%信頼区間以上の測定値は除いたものの平均値をもってその細菌数とした。実験に用いた両細菌は、下水ポンプ場より採取した試料より分離培養した。土粒子はタリ港内の海底より採取したもので、 420μ のふるいで分割し、 420μ 以下のものを用いた。実験に用いた器具は、実験前に12/2、15分間蒸気滅菌した。

3) 実験結果および考察 表-1)に空試験結果を示す。細菌数が 10^8 , 10^6 , 10^4 のオーダーでそれぞれ2回づつの空試験を行った。両細菌とも攪拌後および遠心後ほとんど減少は見られず、実験操作の影響による細菌数の減少はないものと考えられる。図-(4), (5)は、それぞれ大腸菌群と腸球菌の実験結果を示す。大腸菌群は、 10^8 , 10^6 , 10^4 のオーダーでそれぞれ27%, 36%, 19%の吸着量を示し、腸球菌は、それぞれ22%, 54%, 48%の吸着量を示した。これらの結果より、両細菌とも 10^8 のオーダーにおいて同程度の吸着量を示すけれども、 10^6 , 10^4 のオーダーにおいては腸球菌のほうが大腸菌群より大きくなった。両細菌とも 10^8 のオーダーで最も、とも大きい吸着量を示した。試料の土粒子の個数は土粒子の比重が2.65、平均粒径 70μ とすれば、 2.16×10^6 個/100ccとなり、土粒子1個に対する細菌数は 10^8 のオーダーで 10^2 個程度であり、 10^4 のオーダーで 10^3 個となる。細菌の土粒子への吸着に関する研究は、C.M. Weiss²⁾や服部³⁾が行っており、Weissは細菌の土粒子への吸着は、土粒子のもっている特性によってきまるものであり、採取した土の差異によって大きく変化すると述べている。また、服部は、土粒子としてカオリンやパイロフライトを用いて細菌との吸着を調べており、土粒子と細菌とは1対1で瞬時的に結合し、その後それらによる結合体が形成されたと述べており、また、陽イオンの存在も土粒子への細菌の吸着に影響を及ぼすと述べている。現在の時点においてその吸着機構について、我々は明確にすることはできないが今後検討していきたい。参考文献 1) 松本、大村、指標細菌に及ぼす水質と温度の影響について 下水協会誌 投稿中 2) C.M. Weiss Adsorption of E. Coli on River Silt and Est. Silt SEWAGE and Ind. WASTE 1981, 3) 服部 Adsorption Between Cells of E. Coli and Clay

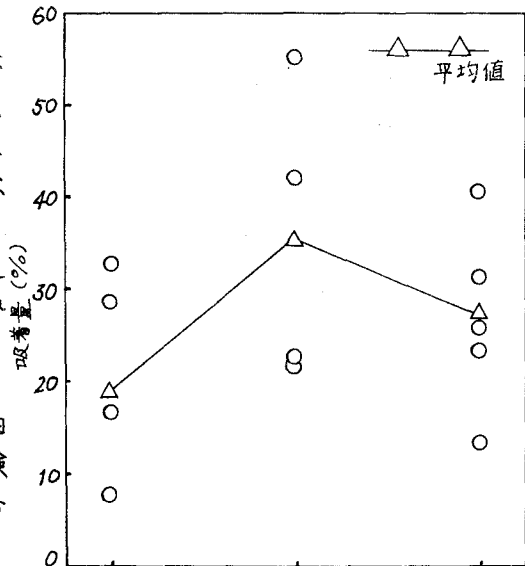


図-(4) 大腸菌群の土粒子への吸着量

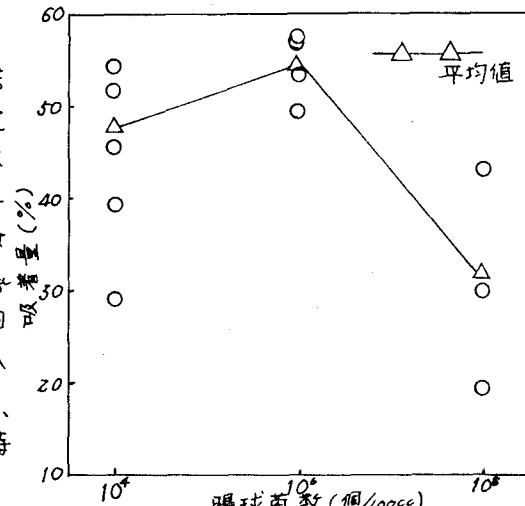


図-(5) 腸球菌の土粒子への吸着量