

浅茅湾底質微生物の分解活性の測定

近藤 満雄*

序 論

川や湖や海等の自然水域では、水中微生物・付着微生物・底質微生物が、流入する様々な有機物を分解し、無害な無機物に変えたり、除去し、また流入する様々な栄養塩類を酸化または還元し、除去している。これらの微生物の働きを自浄作用という。もちろん自浄作用はこれらの微生物だけでなく、水中植物、植物プランクトン、動物プランクトン、水生昆虫、底生動物、魚、貝、これらを捕食する陸上動物、土壌微生物、草原、森林等を含む全自然生態系の総合作用であるが、微生物が自然界の自浄作用の中心的役割を果していることに間違いはない。

川や海等の自然水域の水環境の指標として、水質は季節的・週間的・時間的変動が大きく、そのままでは指標としての安定性に欠けており、長期間にわたる連続測定したデータを時系列解析しなければ指標になり得ないという欠点を持つ。水質に代る水環境の指標として、生物指標は総合的・長期的な環境の質を示す優れた指標である。河川では水生昆虫を生物指標に使い、水環境を調査・研究する試みが行われているが、水生昆虫の同定の難しさと、淡水域と塩水域を含む川では統一指標になり得ないという欠点を有する。

水は流れ、移動するため、川や海等の自然水域では、水環境の質を水質から判定するのは非常に困難である。大雨や洪水時を除けば、底質は水よりもはるかに安定しており、大雨後でも、2週間もすれば定着した底質に、水環境を反映した微生物生態系が出来上がる。

- ・浮遊微生物（水中微生物）は水とともに流れ、移動するため、指標化は難しい。
- ・付着微生物はその地点の水環境の質を表わす最も優れた指標であるが、定量採取の難しさと、付着微生物をはぎ取る際に微生物に与える損傷が大きな問題となる。
- ・底質微生物は定量採取の容易さと、採取時の微生物の損傷の少なさで優れている。筆者が底質微生物を水環境の質を表わす指標に使うことを考えたのは、このような理由からである。

自然水域が持つ自浄作用の大きさを定量化し、把握しておくことは自然水域の環境の将来予測をする上で極めて重要なことである。自然水域が自浄作用を持つ分解性の汚濁物に限って考えると、汚濁の程度が自浄作用能力の大きさ以下であれば、自然水域は自力で汚濁物を分解、浄化するため、汚濁が進行することなく、自然水域は健康を維持できる。しかし、汚濁の程度が自浄作用能力の大きさを越えると、時間とともに自然水域の汚濁は進行し、死の川、死の海になる。

自浄作用は微生物が、分解・酸化・還元等で無

*九州産業大学教授

害化できる物質に働くだけであり、重金属類や放射性物質や難分解性物質には自浄作用は無力であることをよく認識しておかなければならない。

川や海等の自然水域では、水環境の質を反映した底質微生物分布が存在すると考えられる。自然水域の様々な底質微生物の分解活性を測定し、水環境の質との相関を調べることや、自然水域の底質微生物の分解活性の分布を調べることは、極めて重要なことである。

底質微生物の分解活性の簡単・迅速・安価・鋭敏な測定法を開発することも極めて大切である。様々な物質の分解活性を測定し、水環境の質と相関のある活性を見つけ、これを水環境の質を表わす指標にすることも極めて大切なことである。

筆者らは数年以上、川や海等の自然水域の底質微生物の分解活性の測定法の開発と、自然水域の底質微生物の実態を明らかにすべく、自然水域の底質微生物の分解活性の測定に従事してきた。日本では自然水域の底質微生物の分解活性を研究している研究者は極めて少ないが、アメリカ・カナダ・ヨーロッパには研究者が多勢おり、多数の研究蓄積がある。彼等の研究の殆どが放射性同位元素でラベルした物質の微生物分解を追跡する手

法であり、基礎研究に優れた成果を上げている。しかしながら危険な放射性同位元素ラベル物質を使うため、広範囲な自然水域を高密度に調査・研究した例は無い。

筆者らの方法は通常の化学分析法に頼るため、検出感度が低く、物質の移動や変化を追跡したり、速度論的解析には適しないが、安全・安価なため、広範囲な自然水域を高密度に調査・研究するのに適している。

筆者らはこれまで筑後川と玄界灘の底質微生物の分解活性を調査・研究してきた。今回浅茅湾の底質微生物の分解活性を測定したので、ここに報告する。

1. 底質採取地点

図-1に示すように、浅茅湾に面する白崎鼻～明礬島～犬ヶ首崎を結ぶ線から黒瀬湾～洲藻浦にかけて、12地点の海底（水深20m以下の海底の底質を採取する予定であったが、海底の水深変化が激しく、12～29mと変化したため水深20m前後の底質を多く採取するよう努めた。）の底質を、1984年12月17日に、小型漁船でドレッジ（熊田式採泥器）を曳航し、採取した。

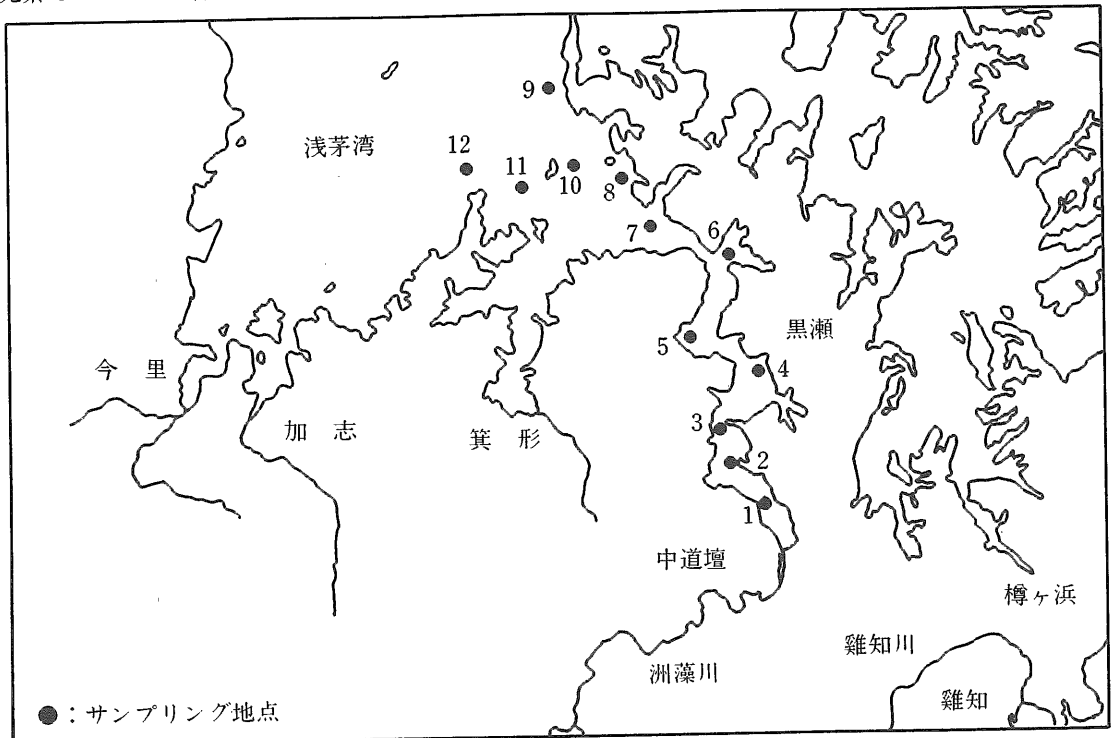


図-1 長崎県対馬浅茅湾

2. 底質の特徴

採取した底質の特徴を表-1に示す。

3. 分解活性の測定法

採取した底質を4.7mmのフルイにかけ、通過した底質を測定に使用する。底質を数枚重ねた新聞紙の上に拡げ、水分をできるだけ取り、一様に混合したものを使用する。各採取地点毎、測定項目毎に2個の100mlビーカーに底質を20gずつ量り取る。一方を対照検体とし、他方を活性測定検体とする。

対照検体に一定濃度の分解物質溶液を一定量加え、直ちに一定量の水を加え、よく攪拌混合後濾過し、濾液の分解物質濃度を測定する。一方活性測定検体には、対照検体に加えたのと同じ濃度、同じ容量の分解物質溶液を加え、20°Cで一定時間インキュベートし、分解させ、その後一定量の水を加え、よく攪拌混合後濾過し、濾液の分解物質濃度を測定する。

底質20g中の含水量と、活性測定検体のインキュベーション時の蒸発水分量を測定し、対照検体と活性測定検体の分解物質量を正確に求める。両者の差を分解量とする。

底質を室温で自然乾燥させ、フルイでふるい分け、粒度分析を行う。底質粒子の密度が等しく、底質粒子が球で、しかも直径が一様な分布をするものと仮定し、底質1g(乾燥重量)の平均表面積を計算する。

底質1g(乾燥重量)・1時間当りの物質分解量を活性値と定義する。活性値は底質1g(乾燥重量)に含まれる分解微生物の量を反映するものと考えてよい。

活性値を底質1g(乾燥重量)当りの平均表面積で割ったものを指標値と定義する。指標値は1g(乾燥重量)の底質粒子の単位表面積に存在する分解微生物量を反映するものと考えてよい。

4. 測定項目

家庭排水・食品工場排水・観光排水・農業排水・畜産排水等に含まれる代表的な有機物である、アミノ酸(グルタミン酸)、タンパク質(卵アルブミン)、グルコース、サッカロース、デンプンと、代表的な栄養塩であるアンモニア性窒素、

表-1 浅茅湾底質試料の特徴

地点番号	水深	底質の特徴
1	0.5m	砂粒子は極めて細かくややへドロ状で、黒灰色をしており、水分がぬけない。貝殻、魚骨、カニなどの破片が非常に多い。
2	6m	砂粒子は極めて細かくへドロ状で、黒灰色をしており、水分がぬけない。貝殻、魚骨、カニなどの破片がある。
3	10m	砂粒子は極めて細かくへドロ状で、黒灰色をしており、水分がぬけない。貝殻、魚骨、カニなどの破片がある。
4	20m	砂粒子は極めて細かくへドロ状で、黒灰色をしており、水分がぬけない。貝殻、魚骨、カニなどの破片がある。
5	18~20m	細かい砂粒子に大きな砂粒子が混っていて、やや黒灰色をしており、水分がぬけない。貝殻、魚骨、カニなどの破片がある。
6	12~17m	砂粒子は極めて細かくへドロ状で、黒灰色をしており、水分がぬけない。貝殻、魚骨、カニなどの破片がある。
7	13~20m	砂粒子は粗く大きく、白色をしている。貝殻が非常に多い。
8	12~29m	砂粒子は粗く大きく、やや白色をしている。貝殻が多い。
9	10~24m	砂粒子は粗く大きく、やや白色をしている。貝殻が多い。
10	10~20m	砂粒子は粗く大きく、やや白色をしている。貝殻が多い。
11	16~18m	砂粒子は細かいのと粗いとの中間ぐらいで、やや黒灰色をしている。貝殻がある。
12	14~22m	砂粒子は粗く大きく、白色をしている。貝殻が非常に多い。

表-2 分解活性測定条件

分解物質	濃度(μg/ml)	溶液量(ml)	分解時間(hr)	分析法
グルタミン酸ナトリウム	2000	5	2	ニンヒドリン法
卵アルブミン	250	4	2	Folinフェノール試薬(Lowry)法
グルコース	50	4	2	Park-Johnson法
サッカロース	150	5	3	Hcl加水分解後、Park-Johnson法
デンプン	1200	5	2.5	ヨウ素法
NH ₄ -N	1	6	48	ネスラー法
NO ₂ -N	0.4	7	48	GR法
NO ₃ -N (5%メチルアルコール)	2	5	48	亜鉛粉末還元後、GR法

亜硝酸性窒素、硝酸性窒素の分解または酸化、脱窒活性を測定する。

活性の測定条件や分析法を表-2に示す。

結果と検討

採取した底質を室温で自然乾燥させ、ふるい分け、粒度分析を行った結果を表-3に示す。この粒度分析のデータを使用し、底質粒子を密度が等しい球体で、しかも球の直径が一樣に分布するものと仮定し、計算した底質1g(乾燥重量)の平均表面積を表-4に示す。St. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11の底質粒子の大きさが小さいことが分る。

長さ40cm、内径17mmのガラス管をクロマトグラフ管に加工し、底に観賞魚用水槽フィルターを入れ、ガラス管に水を入れたまま、乾燥した底質30gを気泡を除きながら、つきかためないようにできるだけ均一に一樣につめた後、水を管一杯に入れ、水面が10cm低下する時間をストップ・ウォッチで測定した結果を表-4に示す。St. 2, 3, 4の底質がいかに水を通しにくい、また河口付近の閉鎖水域(St. 1~6)の底質粒子が微細で水を通しにくいかが分る。一般に水を通しにくい底質では、自浄作用は底質表面

でしか行われず、表面以外の底質は無効なため、底質全体の平均自浄作用能力は低くなる。

底質20g(湿潤)に水を50ml加え、よく攪拌混合後濾過し、濾液中のNO₃-N, NO₂-N, NH₄-Nを測定する。底質の含水量を補正し、底質1g(乾燥重量)が遊離するNO₃-N, NO₂-N, NH₄-N量を求めたものが図-2, 3, 4である。

さらにこれを底質1g(乾燥重量)の平均表面積で割り、底質1gの単位表面積から遊離するNO₃-N, NO₂-N, NH₄-Nを求めたものが図-5, 6, 7である。

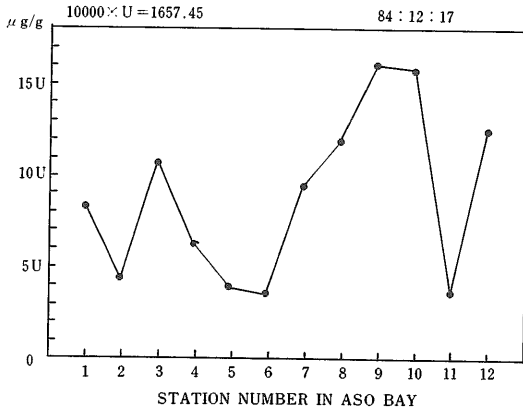
表-4 表面積(底質1g当り)と透過時間

地点番号	表面積(mm ²)	透過時間(sec)
1	33.206	73.2
2	58.439	3198
3	24.714	1884
4	27.433	512.9
5	17.553	67.8
6	26.548	41
7	5.835	9.2
8	9.99	17.2
9	9.96	17.8
10	10.222	20.7
11	17.909	40.75
12	8.363	6.95

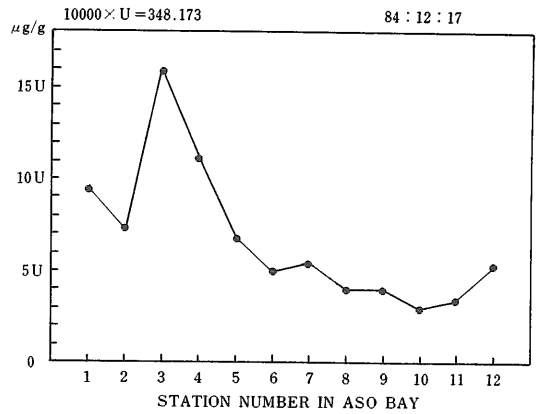
表-3 浅茅湾底質粒度分析データ(底質100g当りの粒度別重量)

採取日 昭和59年12月17日

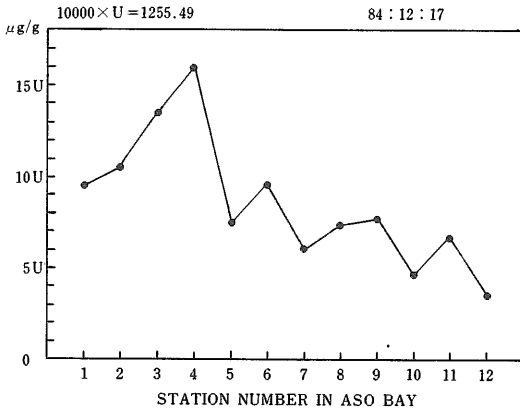
地点番号	フルイ目の大きさ (mm)						
	4.7-4.0	4.0-2.0	2.0-1.0	1.0-0.5	0.5-0.25	0.25-0.125	0.125以下
1	0.00g	0.25g	1.67g	7.20g	32.93g	26.08g	30.57g
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	15.10	83.63
3	0.00	0.01	4.05	14.82	36.89	29.07	14.21
4	0.00	1.51	8.53	16.94	22.94	26.65	22.12
5	0.00	5.72	23.53	24.51	21.30	11.67	12.46
6	0.00	5.26	11.98	16.87	19.37	21.19	23.70
7	0.52	30.70	38.35	20.36	7.36	1.98	0.99
8	0.00	10.40	29.42	31.78	19.22	6.62	2.29
9	0.00	18.17	23.95	23.59	23.56	9.47	0.94
10	0.00	12.51	23.59	28.96	25.01	9.06	0.80
11	0.00	2.88	7.18	21.11	37.72	27.50	3.37
12	2.51	21.50	27.94	23.51	16.72	6.51	1.06



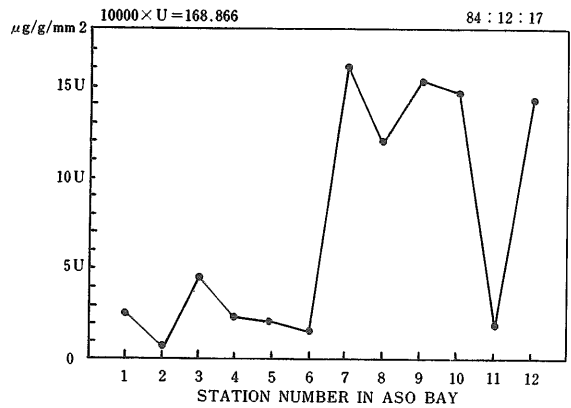
図一 2 浅茅湾底質微生物活性



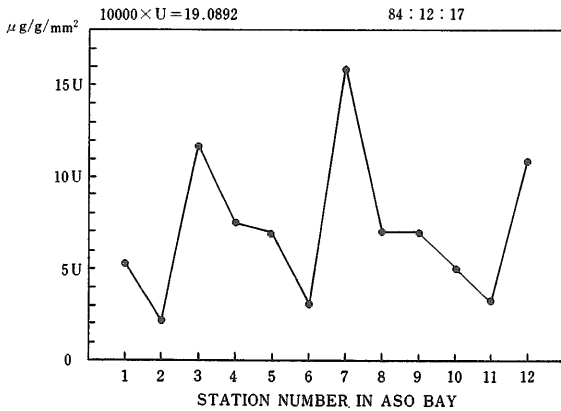
図一 3 浅茅湾底質微生物活性



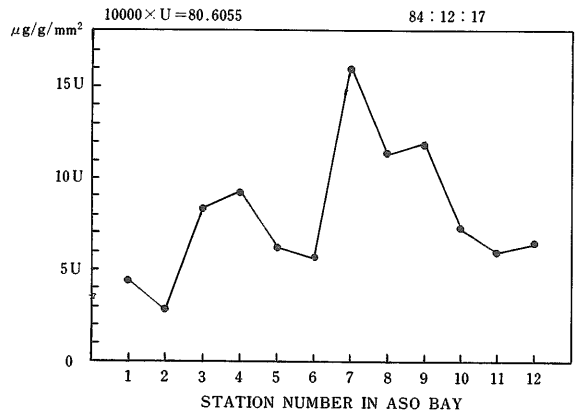
図一 4 浅茅湾底質微生物活性



図一 5 浅茅湾底質微生物活性



図一 6 浅茅湾底質微生物活性



図一 7 浅茅湾底質微生物活性

河口付近の閉鎖水域の底質程， $\text{NH}_4\text{-N}$ ， $\text{NO}_2\text{-N}$ を多く含み，開放水域の底質程 $\text{NH}_4\text{-N}$ ， $\text{NO}_2\text{-N}$ が少ないことが分る。

逆に $\text{NO}_3\text{-N}$ は河口付近の閉鎖水域の底質には少なく，開放水域の底質程多く含まれている。このことから開放水域の底質微生物は窒素塩の酸化

力が強く，河口付近の閉鎖水域の底質微生物は窒素塩の酸化力が弱いことが分る。

図一5,6,7から，閉鎖水域の底質より，開放水域の底質の方が，粒子表面に吸着した $\text{NO}_3\text{-N}$ ， $\text{NO}_2\text{-N}$ ， $\text{NH}_4\text{-N}$ を遊離しやすいことが分る。閉鎖水域の底質粒子は微細で吸着力が強く，汚れ

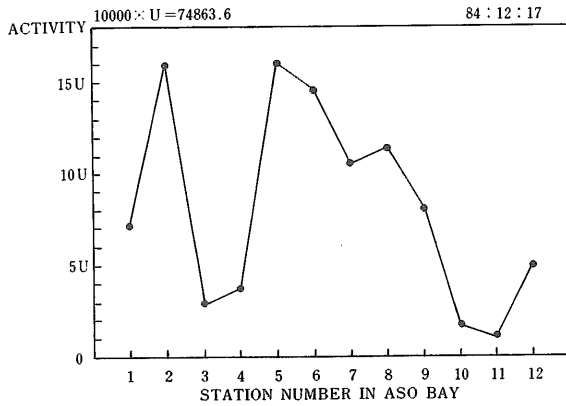


図-8 浅茅湾底質微生物活性 活性値

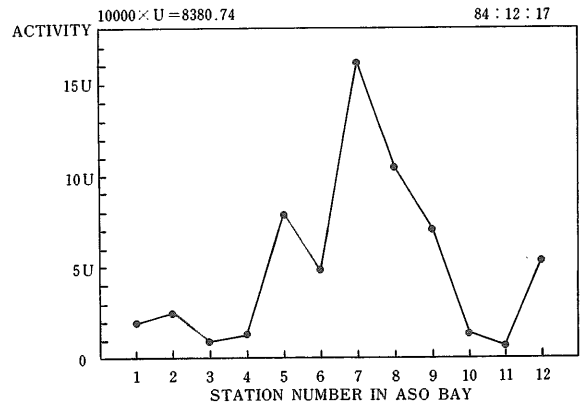


図-9 浅茅湾底質微生物活性 指標値

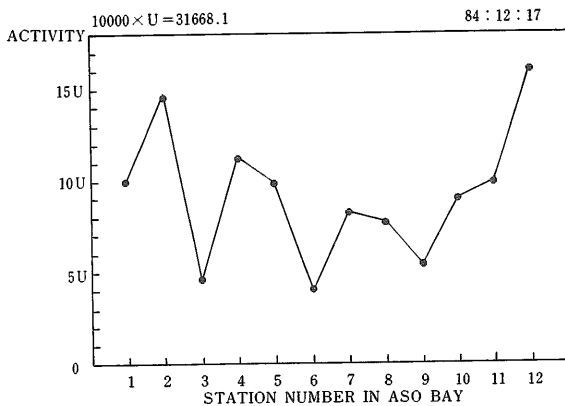


図-10 浅茅湾底質微生物活性 活性値

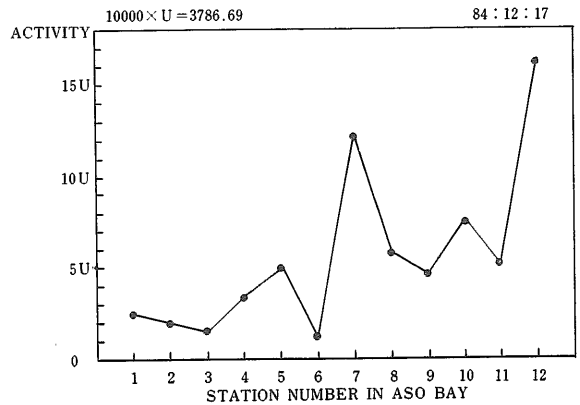


図-11 浅茅湾底質微生物活性 指標値

やすく、浄化しにくいのに比べ、開放水域の底質粒子は大きさが大きく、吸着力が弱く、汚れにくく、浄化しやすいことが分る。

① グルタミン酸分解微生物

アミノ酸の一つであるグルタミン酸ナトリウムは家庭排水や食品工場排水、観光排水中に多く含まれている。

図-8に示すように、底質1gに含まれるグルタミン酸分解微生物の量はSt.5から開放水域に向う程少なくなる。St.3,4,10,11はグルタミン酸分解微生物が少ない。

図-9に示すように、底質粒子の単位表面積当りのグルタミン酸分解微生物の量が最大なのはSt.7で、これより河口（閉鎖水域）側、及び開放水域（浅茅湾）側へ行く程減少する。

② タンパク質分解微生物

タンパク質の一種である卵アルブミンを分解す

る微生物の活性を測定する。底質1gに含まれるタンパク質分解微生物の量は(図-10)、閉鎖水域、開放水域で大差がない。ところが、底質粒子の単位表面積当りのタンパク質分解微生物の量(図-11)は開放水域の方が閉鎖水域よりも多い。

このことは閉鎖水域では底質粒子が微細なため、水や酸素や栄養分が通りやすく、タンパク質分解微生物が底質表面に局在し、底質内部には存在しにくいことをうかがわせる。

一方開放水域は底質粒子の大きさが大きく、水や酸素や栄養分が底質内部まで通りやすく、タンパク質分解微生物が底質表面だけに局在せず、底質内部まで存在することが分る。

③ グルコース分解微生物

グルコースは家庭排水、食品工場排水、観光排水に含まれている。底質1gに含まれるグルコース分解微生物の量(図-12)は閉鎖水域と開放水域で大差はない。特にグルコース分解微生物が多

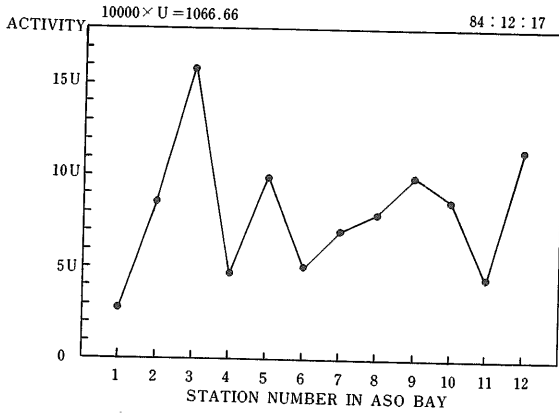


図-12 浅茅湾底質微生物活性 活性値

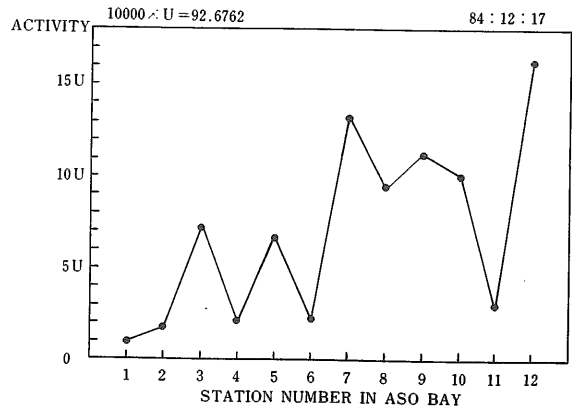


図-13 浅茅湾底質微生物活性 指標値

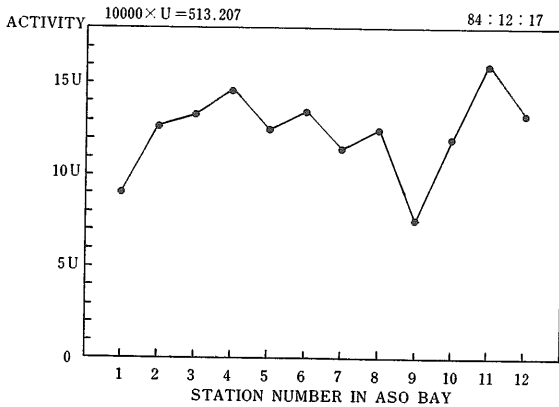


図-14 浅茅湾底質微生物活性 活性値

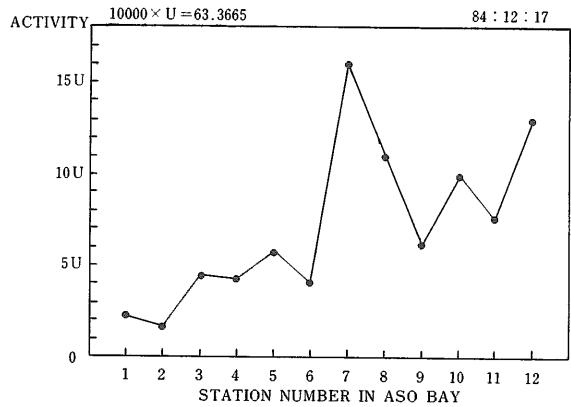


図-15 浅茅湾底質微生物活性 指標値

いのは St. 3, 5, 9, 12 であり、少ないのは St. 1, 4, 6, 11 である。

ところが底質粒子の単位表面積当りのグルコース分解微生物の量 (図-13) は、閉鎖水域は少なく、開放水域が多い。特に多いのが St. 7 と 12 で、特に少ないのが St. 1, 2, 4, 6, 11 である。このことは閉鎖水域では底質粒子が微細で、水や酸素や栄養分を通しにくいいため、グルコース分解微生物は底質表面に高密度に局在し、底質内部には存在しにくいことをうかがわせる。一方開放水域では底質粒子の大きさが大きく、水や酸素や栄養分を通しやすく、グルコース分解微生物が底質内部まで存在していることが分る。

④ サッカロース分解微生物

サッカロースは家庭排水、食品工場排水、観光排水等に含まれている。底質 1g に含まれるサッカロース分解微生物の量 (図-14) は閉鎖水域、開放水域で大差はない。若干低い地点は St. 1 と

9 で、やや高い地点は St. 4, 6, 11 である。ところが底質粒子の単位表面積当りのサッカロース分解微生物の量 (図-15) は、河口付近が最も低く、開放水域へ向う程大きくなる。特に高い地点は St. 7 と 12 である。

このことは閉鎖水域では底質粒子が微細で、水や酸素や栄養分を通しにくいいため、サッカロース分解微生物が底質表面だけに高密度に局在していることをうかがわせる。

一方開放水域では底質粒子の大きさが大きいため、水や酸素や栄養物が底質内部まで容易に届くため、底質表面だけでなく底質内部にもサッカロース分解微生物が存在するためと思われる。サッカロース分解指標値が水環境の質を表わす優れた指標であることは、筆者らが筑後川や玄界灘でも確認していることである。

⑤ デンプン分解微生物

デンプンは家庭排水、食品工場排水、観光排水

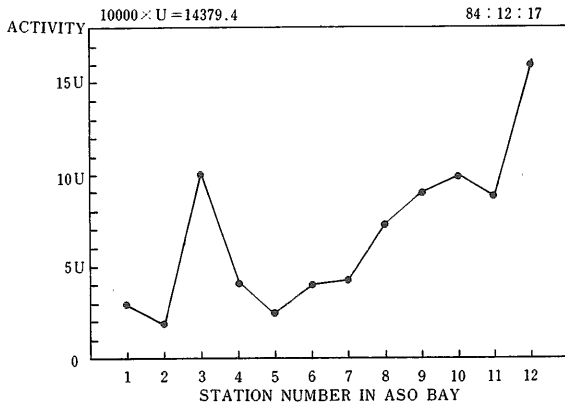


図-16 浅茅湾底質微生物活性 活性値

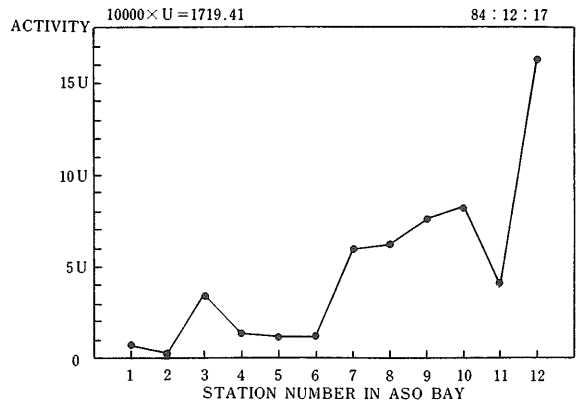


図-17 浅茅湾底質微生物活性 指標値

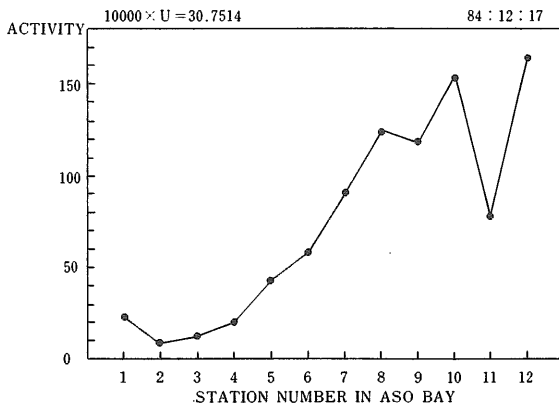


図-18 浅茅湾底質微生物活性 活性値

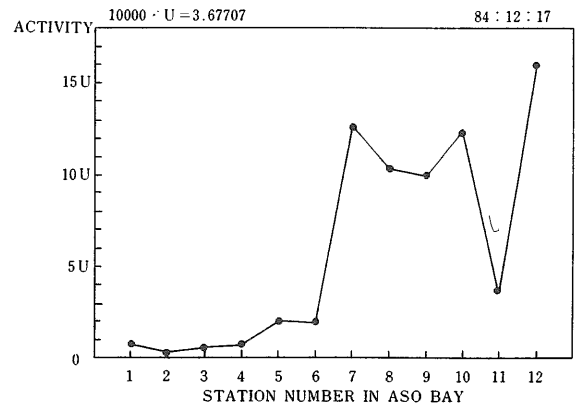


図-19 浅茅湾底質微生物活性 指標値

等に含まれている。底質 1g に含まれるデンプン分解微生物の量 (図-16) は河口付近の閉鎖水域で低く、開放水域へ向う程大きくなる。特に高いのは St. 3, 10, 12 である。

一方底質粒子の単位表面積当りのデンプン分解微生物の量 (図-17) は、河口付近が最低で、開放水域へ向う程大きくなる。特に大きいのは St. 12 で、St. 1, 2 は最も低い値を示している。このことはデンプン分解微生物は底質表面にのみ高密度に局在するのではなく、むしろ底質内部に存在することをうかがわせる。このため水や酸素や栄養分の届きやすい開放水域程デンプン分解活性値、指標値ともに高くなるものと思われる。

筆者らは筑後川や玄界灘においても、デンプン分解活性値、指標値が水環境の優れた指標であることを確認している。

⑥ NH₄-N 酸化微生物

底質に NH₄-N を加えると NH₄-N 酸化微生物

が NH₄-N を酸化するため、NH₄-N は減少する筈であるが、図-18 に示すように逆に NH₄-N が増大した。NH₄-N の増加量は河口付近の閉鎖水域が最も低く、開放水域へ向うとともに増大する。これは、NH₄-N が NH₄-N 酸化微生物によって酸化され減少する量よりも底質に含まれるタンパク質と尿素が、底質中の微生物によって、分解または酸化を受けて増加した NH₄-N 量が大きいためと思われる。底質中のタンパク量や尿素量を測定していないため正確な解釈はできないが、活性値 (図-18)、指標値 (図-19) とともに河口付近の閉鎖水域が低く、開放水域で活性値・指標値ともに高いことから、開放水域では底質 1g 当りのタンパク質分解微生物や尿素酸化微生物の量が多く、また底質粒子の単位表面積当りのこれらの微生物量が多いためと思われる。NH₄-N が酸化されると NO₃-N 量が増大する筈であるが、図-20 と図-21 に示すように逆に NO₃-N が減少している。これは NH₄-N が酸化されて生じる

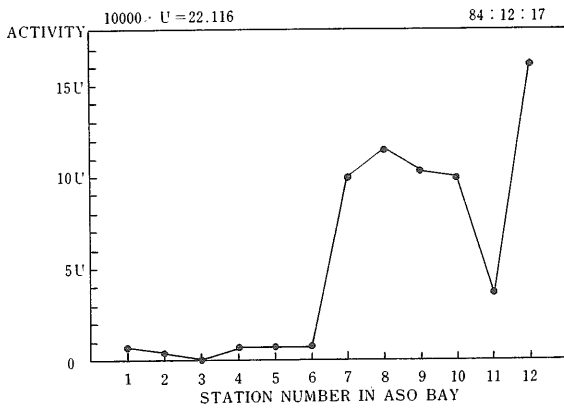


図-20 浅茅湾底質微生物活性 活性値

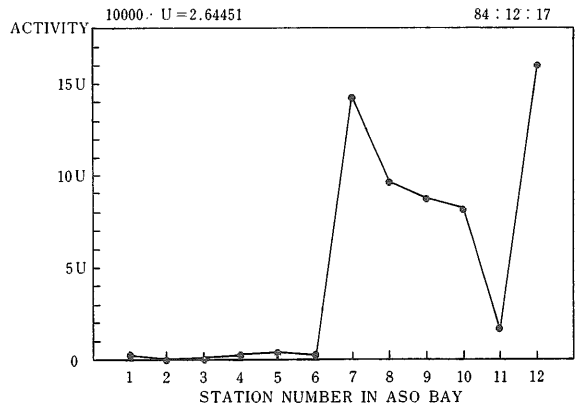


図-21 浅茅湾底質微生物活性 指標値

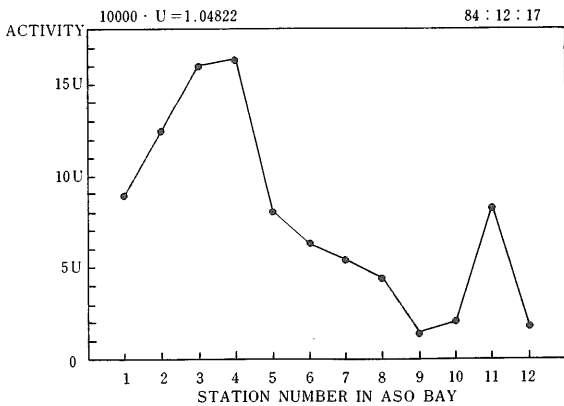


図-22 浅茅湾底質微生物活性 活性値

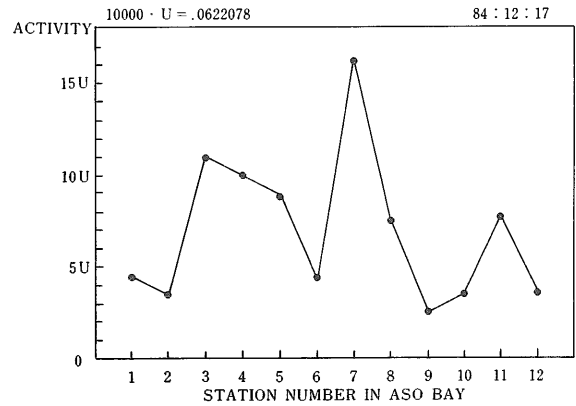


図-23 浅茅湾底質微生物活性 指標値

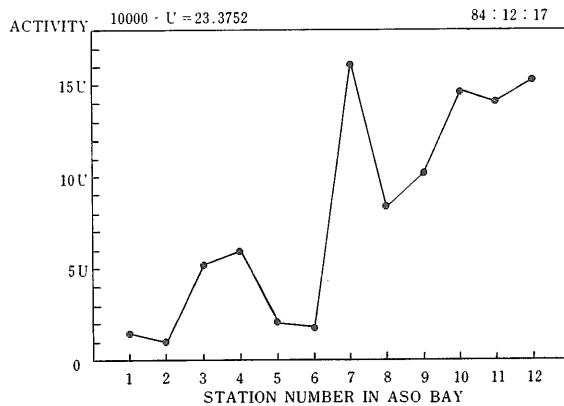


図-24 浅茅湾底質微生物活性 活性値

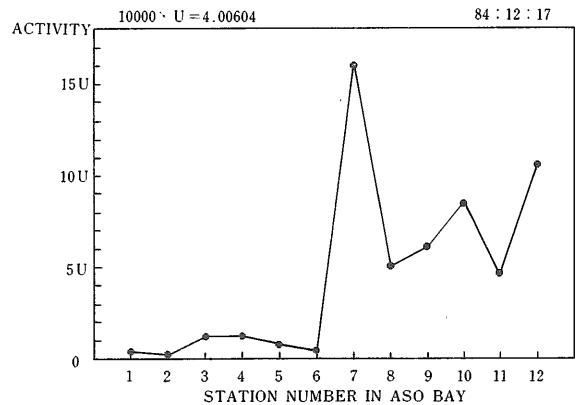


図-25 浅茅湾底質微生物活性 指標値

NO₂-N, NO₃-N を脱窒微生物が脱窒して N₂ ガスとして空气中に放出するためと考えられる。この解釈を適用すると、閉鎖水域は脱窒微生物の活性が低く、逆に開放水域は脱窒活性が高いことになる。事実後に示すように NO₃-N を底質に加えた時の脱窒活性はこれを裏付けている。また底質に NH₄-N を加えた時の NO₂-N の増加量 (図

22) は閉鎖水域が大きく、開放水域が小さい。

これも開放水域が脱窒作用が大きく、NH₄-N を酸化して生じた NO₂-N を直ちに脱窒するため、NO₂-N の増加量が小さく、閉鎖水域では NO₂-N の脱窒活性が低いため、NH₄-N が酸化されて生じた NO₂-N 量が蓄積するため NO₂-N 増加量が大きいと考えられる。

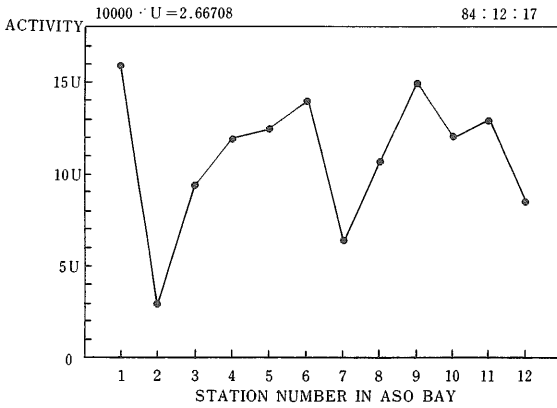


図-26 浅茅湾底質微生物活性 活性値

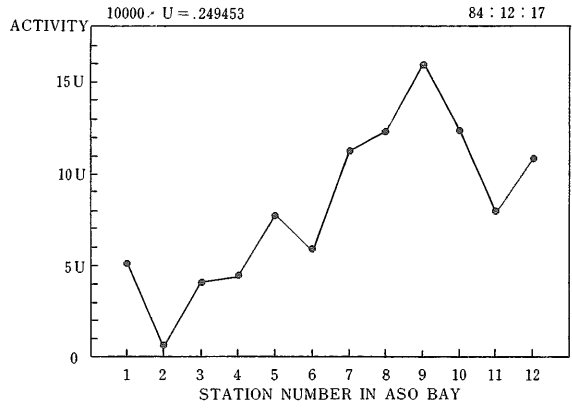


図-27 浅茅湾底質微生物活性 指標値

⑦ NO₃-N 脱窒微生物

脱窒微生物は有機物（メタノール）中の水素を使い NO₃-N を還元し、N₂ ガス化し、空中に放出する。底質 1 g に含まれる脱窒微生物の量（図-24）は閉鎖水域で低く、開放水域で大きい。また底質粒子の単位表面積当りの脱窒微生物の量（図-25）も閉鎖水域は小さく、開放水域が大きい。

⑧ NO₂-N 酸化微生物と NO₂-N 脱窒微生物

底質中には NO₂-N を酸化して NO₃-N に変える NO₂-N 酸化微生物と、有機物中の水素を使って NO₂-N を還元し、N₂ ガスに変え、空中に放出する NO₂-N 脱窒微生物が存在する。

底質に NO₂-N を加えると NO₂-N が酸化され、NO₃-N が増加するとの予測がはずれ、逆に NO₃-N が減少した。これは NO₂-N が酸化されて NO₃-N が生じる速度よりも、NO₃-N が脱窒される速度が大きいためと考えられる。

底質 1 g に含まれる NO₂-N 酸化微生物と NO₂-N 脱窒微生物量（図-26）の和は、閉鎖水域と開放水域で大差がないが、低いのは St. 2, 7, 12 である。

一方底質粒子の単位表面積当りの微生物量（図-27）は河口付近の閉鎖水域が低く、開放水域へ向うとともに増大する。閉鎖水域の底質粒子は微細なため、水や酸素や栄養分が通りやすく、NO₂-N 酸化微生物は底質表面に高密度に局在することをうかがわせる。

開放水域では底質粒子が大きく、水や酸素や栄養分が底質内部まで届くため、NO₂-N 酸化微生物は底質内部にも存在するようである。

おわりに

調査水域は狭い海域で、流れもなく、閉鎖性が強く、しかも水深が深いため、底質は嫌氣的になりやすい場所である。特に河口付近の閉鎖水域は、底質粒子が微細で、水を通しにくく、底質粒子は栄養塩類を吸着しやすく、離しにくい。このことは閉鎖水域の底質が汚染されやすく、浄化しにくいことを意味している。しかも閉鎖水域では、自浄作用を営む微生物が底質表面にだけ局在しており、一般に自浄作用能力も弱く、汚濁で自浄作用を営む微生物が打撃を受けやすいのである。このような理由で河口付近の閉鎖水域は汚濁に極めて弱い場所であり、汚濁で容易に死の海に化す可能性が強い。

一方開放水域では、底質粒子の大きさも大きく、イオン類の吸着も弱く、閉鎖水域に比べて汚染されにくく、浄化しやすい場所といえよう。また自浄作用を営む微生物も底質表面だけでなく、底質内部まで生存しているため、自浄作用能力が大きく、汚濁に強いといえよう。

従って河口付近の閉鎖水域には水を汚す産業を極力排除し、クリーンな産業以外建設を許さず、クリーンな産業として、污水处理施設の建設を義務付け、生活排水・工場排水・観光排水のたれ流しを厳にいましめなければならない。なお污水处理後の排水は河口付近の閉鎖水域に流さず、開放水域に放流する必要がある。またこの海域に流入する河川にも汚水を流さないようにしなければならない。これらの点を考えると開発は河口付近の閉鎖水域を避け、開放水域を中心にすべきである。

この場所でも污水处理施設を完備することは当然である。

この付近の地質は細かい泥質のため、森林が破壊され、開発が進むと、裸地が増え、土壌が雨によって侵食され、細泥が大量に海に流れ込み、河口付近の閉鎖水域だけでなく、開放水域にも大量に流れ込み、自浄作用を大幅に低下させることが予想される。

この地方の開発は、裸地を最小限に抑え、樹木や草で土地を被覆し、表土の流失を極力防ぐ必要がある。植物と人間の共存、緑と調和した開発が求められる。

謝 辞

対馬浅茅湾の資料を色々提供していただいた上、底質サンプリング等で献身的に協力していただいた平野敦士氏に深く感謝する。

底質サンプリングでは国際ハイウェイ建設事業団の対馬事務所の方々に御協力いただき、深く感謝する。分解活性の測定をしてくれた九州産業大学の当研究室の学生諸君に深く感謝する。作図や作表、清書等で協力していただいた白地哲也君に深く感謝する。

70年前の北京～パリ間ラリー



「近代シルクロード」開発の大胆な実験が、今から約70年前に行われた。ユーラシア大陸を横断して、北京からパリまで自動車による走破がなされたのである。この冒険的な耐久走行レースの様相を次に紹介しよう。

ヨーロッパから中国までの往路はもちろん船である。長い船旅をゆっくり楽しんで、この大レースへの挑戦者たちが、5台の車とともに、北京のフランス租借地にあった裁判所前の広場に勢揃いしたのは、1907年6月10日であった。

このレース展開を追ってみることとしよう。北京を出発してしばらくの間は馬力の強いイタリア車がまずリードしたが、細い田舎道を進むにつれて、他の軽い車が優勢になった。5日目にはフランスの三輪車が脱落。残った4台は、第1の難所であるゴビ砂漠を無事横断してシベリアの地に入った。シベリア原野の川や谷越えは、当時すでに開通していたシベリア鉄道の橋を使った。

すべての車が途中何度も故障したことはない。イタリア車は、車輪が修理不能なまで破損したが、レースを諦めず、大工に作らせた木

製車輪でウラルの山を越えた。7月20日、イタラ（イタリア車）がモスクワにトップで到着。さらに勝利の行進を続けてペテルブルグ、ベルリンを経て、8月10日パリに着いた。

地球の半周近い距離を、62日間で走破したのである。運転手が病気になったため遅れたオランダ車が2位となり、2台のフランス車は、さらに遅れて8月30日パリに到着した。

耐久レースの成功が大々的に報道されると、世界中に一大センセーションが生じた。5台の参加車のうち、途中で脱落した1台の三輪車を除いて、4台が“道なき道”同然の16,000 kmを、とにかく走り続けて北京からパリに着いたのだ。自動車による長距離輸送の可能性が実証されたわけである。

この快挙は、くるまに対する人々の認識を改めさせるきっかけとなり、来たるべき自動車時代を示唆するものであった。また、これはアジアとヨーロッパを結んだ、最初の自動車走行として記念すべきものでもあった。

（佐藤清著『アジアハイウェイ』昭和51年2月日本経済新聞社発行「日経新書」より）