

底泥中の生分解性有機物量の評価

九州大学工学部 ○学生員 福田哲也 学生員 永友功一
正 員 大石京子 正 員 楠田哲也

1.はじめに

底泥中の有機物はその大半が粒子態有機物(POM)として存在する。POM濃度は、強熱減量や元素分析で非分解性のものも含めて測定されている。このため、微生物反応による物質収支を明らかにするにも、POMの生分解性量を評価する必要がある。微生物がPOMを利用するためには、まず加水分解される必要がある。さらに加水分解された後、CとNは最終的に、それぞれ CO_2 と $\text{NH}_4^+\text{-N}$ に無機化される。そこで、最終生成物である CO_2 と $\text{NH}_4^+\text{-N}$ を測定することで生分解性有機物量の評価ができると考えられる。本研究では、炉乾燥した底泥を好気条件下で培養して加水分解し、さらに無機化されたCとNの濃度の経時的变化を求め、底泥中の生分解性のCとNの含有率の評価を行うとともに、全体のCとNの含有率を測定した。

2.実験方法

1) 底泥の物性

佐賀県六角川の住之江橋下流側(河口より約3.5km)にて採取した底泥を表面から鉛直方向へ0-1, 1-2, 2-4, 4-6, 6-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70cmに分け、これらを約40℃で炉乾燥したものを試料とした。試料の強熱減量を測定し、さらに元素分析を行った。

2) 加水分解および無機化された炭素、窒素による生分解性有機物量

0-1, 1-2cmの試料は乾燥底泥15g, リン酸緩衝液450ml (1/15M, pH=7.6), ATU 3 mgの混合液とし、2-4, 4-6, 6-10, 10-20, 20-30, 40-50, 60-70cmの試料は乾燥底泥25g, リン酸緩衝液750ml, ATU 4 mgの混合液として、それぞれ20℃の好気条件下で14日間培養した。これを経時的に一部採取して遠心分離器(2200G)にかけ、孔径 $0.1\mu\text{m}$ のメンブレンフィルターで濾過したのち、濾液の溶存態炭素(DC), 溶存態窒素(DN), アンモニウム態窒素($\text{NH}_4^+\text{-N}$)の濃度を測定した。

3) 生分解性有機物の菌体への寄与率

乾燥底泥25g, リン酸緩衝液500ml (1/15M, pH=7.6), ATU 4 mgの混合液とこれに別途タンパク合成阻害剤であるカナマイシン硫酸塩250mgを添加したものの2種類について、20℃の好気条件下で培養した。これらも経時的に一部採取して孔径 $0.1\mu\text{m}$ のメンブレンフィルターで濾過し、濾液のDC, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の濃度を測定した。

3.結果および考察

供試底泥の全炭素(TC)と全窒素(TN)量の含有率と強熱減量を測定した結果を表1に示す。TC量は2.75~4.45%であり、TN量は0.12~0.20%, TC/TNは16.2~37.1であった。強熱減量は10~13%であった。加水分解されたCとN(DC, DN)および無機化されたCとN($\text{CO}_2\text{-C}^{11}$, $\text{NH}_4^+\text{-N}$)の量を表2に示す。ここで、DC, DNはPOC, PONが加水分解されて溶解性になったものであり、 $\text{CO}_2\text{-C}$, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ は微生物にエネルギーとして利用されて無機化したものである。DC, DN, $\text{CO}_2\text{-C}$, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の生成量がほぼ一定に達した時の値から、初期値を差し引いて加水分解および無機化されたCとNの割合を算出した。DCは0.6~1.1 mg/g dry-mud, DNは0.07~0.16 mg/g dry-mudであった。これを乾燥底泥の単位質量あたりに換算するとDCは0.06~0.11%, DNは0.007~0.016%となる。同様に、 $\text{CO}_2\text{-C}$ と $\text{NH}_4^+\text{-N}$ はそれぞれ0.019~0.08 mg/g dry-mud, 0.015~0.058 mg/g dry-mud, 乾燥底泥単位質量あたりではそれぞれ0.0019~0.008%, 0.0015~0.0058%となる。また、TC, TN量(表1参照)当たりで計算するとDCは1.6~3.3%, DNは4~11%, $\text{CO}_2\text{-C}$ は0.04~0.25%, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ は0.8~2.9%であった。培養中に生成されたCとNの菌体合成への寄与率を検討した結果、図1, 2より加水分解や無機化にカナマイシン硫酸塩の影響

表1 供試底泥の炭素および窒素の含有量と強熱減量

鉛直 深さ (cm)	元素分析によるC, Nの含有率			強熱減量(%) 600℃
	TC (%)	TN (%)	TC/TN	
0-1	3.43	0.19	18.1	12.1
1-2	2.91	0.17	17.1	11.5
2-4	3.66	0.17	21.5	11.7
4-6	4.08	0.19	21.5	11.9
6-10	3.21	0.17	18.9	12.0
10-20	3.43	0.20	17.2	11.1
20-30	2.75	0.17	16.2	11.0
30-40	3.13	0.14	22.4	10.0
40-50	3.62	0.18	20.1	11.4
50-60	3.80	0.14	27.1	12.7
60-70	4.45	0.12	37.1	10.3

表2 加水分解および無機化された炭素と窒素量

鉛直 深さ (cm)	好氣的に加水分解されたCとN					好氣的に無機化されたC, N				
	DC(mg/g dry-mud)	DC/TC (×100)	DN(mg/g dry-mud)	DN/TN (×100)	DC/DN	CO ₂ -C (mg/g dry- mud)	CO ₂ -C /TC (×100)	NH ₄ ⁺ -N (mg/g dry- mud)	NH ₄ ⁺ -N /TN(×100)	CO ₂ -C/ NH ₄ ⁺ -N
0-1	1.05	3.1	0.16	8.4	6.6	0.080	0.25	0.039	2.1	2.1
1-2	0.71	2.4	0.11	6.5	6.5	0.073	0.25	0.023	1.4	3.2
2-4	0.59	1.6	0.11	6.5	5.4	0.058	0.16	0.038	2.2	1.5
4-6	0.88	2.2	0.11	5.8	8.0	0.066	0.16	0.055	2.9	1.2
6-10	1.11	3.5	0.14	8.2	7.9	0.065	0.20	0.058	3.4	1.1
10-20	0.99	2.9	0.12	6.0	8.3	0.065	0.19	0.055	2.8	1.2
20-30	0.90	3.3	0.11	6.5	8.2	0.055	0.20	0.038	2.2	1.4
30-40	-	-	-	-	-	0.049	0.16	-	-	-
40-50	0.97	2.7	0.07	3.9	13.8	0.046	0.13	0.015	0.8	3.1
50-60	-	-	-	-	-	0.027	0.07	-	-	-
60-70	1.00	2.2	0.14	11.7	7.1	0.019	0.04	0.030	2.5	0.6

は認められなかったため、底泥に存在するCとNの絶対量に比べて菌体合成へ利用されるCとNの量は極めて小さいと考えられる。好氣的に培養しているため、脱窒によるNの損失はなく、また、培養液中に亜硝酸態窒素(NO₂-N)や硝酸態窒素(NO₃-N)は認められなかった。したがって、生成されたNH₄⁺-NはすべてPOMから無機化されたものと考えられる。以上の結果から、TC、TN当たりの加水分解される割合はNがCの約3倍で、無機化される割合はNの方が1オーダー高い。したがってNの分解率が高く、底泥中の物質循環においてNの果たす役割が大きいことが分かる。

表1より底泥のTC/TNは16~37、表2より加水分解されたCとNの比は5~14、無機化されたCとNの比は0.6~3となった。これより、微生物はCよりもNを多く含んだ物質をエネルギー源として利用していると考えられる。また、TC/TNは、深くなるにしたがって値が大きくなっているため、深層にある有機物は上層に比べてより分解が進んだものであると言える。

5. まとめ

以上の結果をまとめると次のようになる。

1. 底泥中の強熱減量は乾燥底泥単位質量当たりの10~13%であった。加水分解されたPOCとPONの量はそれぞれ乾燥底泥単位質量当たり0.06~0.11%、0.007~0.016%である。さらに菌体にエネルギーとして利用され、無機化されたCとNはそれぞれ0.0019~0.008%、0.0015~0.0058%であった。
2. 底泥中のTC、TN量当たりの加水分解されたPOCとPONの割合はそれぞれ1.6~3.5%と4~11%で、菌体にエネルギーとして利用され、無機化されたCとNの割合は0.05~0.25%と0.8~3.4%であった。
3. 底泥中のPOMは、分解が進むにしたがってNの含有率が低下するため、微生物はエネルギー源として有機態のNを多く含んだ物質を利用していると考えられる。

参考文献

- 1) 永友 功一：底泥層内における生分解性有機物の代謝とそのモデル化，土木学会西部支部，1994
- 2) 井上 憲：河川感潮部の底泥における窒素変換機能の評価に関する研究，九州大学修士論文，1992

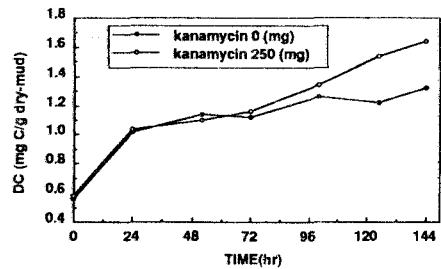


図1 菌体合成への炭素取り込みに対するカナマイシン硫酸塩の影響

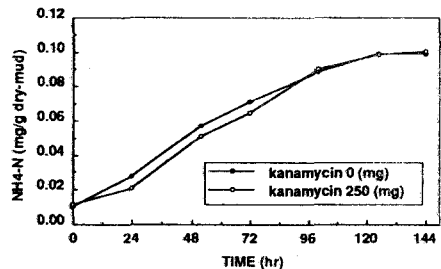


図2 菌体合成へのNH₄-N取り込みに対するカナマイシン硫酸塩の影響