

II-631

焼却残渣主体の埋立地における細菌胞子の動態

福岡大学 正○立藤綾子 正 松藤康司 正 花嶋正孝

1.はじめに

これまで筆者らは廃棄物の分解安定化と細菌の動態の関係について調査を行ってきた。その中で、有機物が豊富な埋立期間においては廃棄物層内に生息する細菌数が多いほど廃棄物の分解が促進されることを明らかにした。また、活発な有機物の分解が行われ、有機物の減少が生じた埋立層内では土壌と同様に、栄養が乏しい環境を好んで生育する細菌群、つまり低栄養性細菌群（DNB 細菌群と呼ぶ。）が従属栄養性細菌群（NB 細菌群と呼ぶ。）に比べて菌数的に優位になることも示した。しかし、近年埋立地に搬入されるごみ質は従来の有機物主体のものから焼却残渣を主体とした無機物へと変化している。更に、焼却に伴う排ガス処理により埋立ごみ中へ塩類が濃縮される傾向にあり、埋立層内は従来廃棄物の安定化の目標であった土壌と異なった細菌にとって生育し難い環境となりつつある。こうした状況下、筆者らは焼却残渣主体の埋立地における廃棄物の安定化・無害化への細菌の役割を明らかにすることを目的として焼却残渣主体の埋立地における細菌の動態について調査してきた。その結果、埋立が経過するにつれてNB 細菌群は減少するもののDNB 細菌群の増加は認められず、代わって細菌胞子が廃棄物の細菌相の中で優位を示す一般土壌には認められない特殊な細菌相を形成していることが明らかになった。本報では、この細菌胞子の存在原因について検討を行った。

2.実験方法

実験には埋立模型槽及び実埋立地から一定期間後に取り出した廃棄物試料を用い、これら試料について NB 細菌群及び DNB 細菌群中の胞子の割合を調査した。埋立模型槽及び実埋立地の概要を表1に示す。細菌の胞子数の計測は80℃、30分間加熱処理した後 NB (Nutrient Broth) 培地及び DNB (NB 培地を100倍希釈) 培地で各々7日間及び21日間培養し求めた。

表 1 実埋立地及び埋立模型槽の概要

項目	試料	A埋立地	B埋立地	A模型槽	B模型槽	C模型槽	D模型槽	E模型槽	F模型槽
埋立廃棄物 (組成)		可燃物 厨芥15-20% 紙・布・木 25-35% プラスチック 5-10% 金属・ガラス 30-40% 焼却灰5%	不燃物 厨芥2-5% 紙・布・木 15-25% プラスチック 10-15% 金属・ガラス 50-60% 焼却灰5-10%	可燃物 厨芥12% 紙・布・木 33% プラスチック 24% 金属・ガラス 11%	可燃物 厨芥26% 紙・布・木 43% プラスチック 30% 金属・ガラス 15%	不燃物 厨芥0.3% 紙・布・木 5.0% プラスチック 1.5% 金属・ガラス 28.9% その他64.3%	調整ごみ 下水汚泥35% 木屑6% 砂12% 焼却灰47%	調整ごみ 都市ゴミコン ポスト15% 破砕不燃ゴミ 17% 破砕燃ゴミ 15% 焼却灰70%	調整ごみ 破砕不燃ゴミ 17% 焼却灰83%
埋立経過年		11	15	3	3	6	2	3	5
有機分(%)		70-80	30-40	80	80	16	23	20	6

3.結果及び考察

実埋立地及び埋立模型槽における細菌中に占める胞子の割合（胞子数／NB 菌数比；Spore 比と呼ぶ。）を表2に示す。胞子数／NB 細菌数比は焼却灰を含有している場合においてのみ1以上の高い値を示した。また、DNB 細菌数はNB 細菌数よりも1-2オーダーも少なく、しかも胞子の占める割合も高かった。一般に細菌胞子の形成は栄養が枯渇した環境下で起こるが、栄養が非常に少ない土壌ではNB 細菌群に代わって DNB 細菌群が台頭してくるため、細菌相中の胞子の割合は増加せず全細菌数の約10%以下であると報告されており、この焼却残渣主体の埋立地で形成される胞子主体の細菌相は特殊な菌相環境であると考えられる。

表 2 実埋立地及び埋立模型槽内廃棄物の Spore 比

埋立構造	試料	A埋立地 (可燃物)	B埋立地 (不燃物)	A模型槽 (可燃物)	B模型槽 (可燃物)	C模型槽 (不燃物)	D模型槽 (焼却灰)	E模型槽 (焼却灰)	F模型槽 (焼却灰)
嫌気性	上層	-	0.14	0.01	-	0.66	0.99	2.50	-
	中層	-	0.91	0.02	-	0.72	1.52	1.86	-
	下層	-	0.28	0.09	-	0.23	1.41	4.32	-
準好気槽	上層	0.16	-	0.03	0.20	0.17	1.24	2.39	-
	中層	0.06	-	0.01	0.38	1.05	0.96	2.57	-
	下層	0.09	-	0.01	0.31	0.27	1.59	4.83	0.42
循環式 準好気性	上層	-	-	0.01	0.02	0.06	1.51	1.60	-
	中層	-	-	-	0.03	0.17	1.16	1.91	-
	下層	-	-	0.22	0.10	0.23	1.03	1.09	1.15

特に、この特殊な菌相は埋立廃棄物中の有機物量が少なく、焼却残渣の割合が高いほど、また埋立経過年が長いほど顕著に認められた。

そこで、次にこの孢子数の増加原因を明らかにするために定期的に槽内のごみを採取できる埋立模型槽2基を用いて有機物量の変化及び Spore 比の変化等について調査した。その結果、Spore 比は、充填初期では嫌気性槽及び準好気性槽のどの部位においても 0.1～0.5 と低い値であるが、時間の経過と共に準好気性槽の下層部の Spore 比は高くなり、二年を経過した時点で約 5.0 と孢子数が NB 菌数上回った（表 2）。この部位は中層部や上層部に比べて細菌数の増加が早く（図 1）、廃棄物中の炭素含有率や溶解性有機物量の減少も早い傾向を示した（表 2）。しかも、細菌孢子の存在比が高い部位は他部位に比べて塩濃度も高かった。一方、準好気性槽の下層部同様に廃棄物中の炭素含有率や溶解性有機物量の減少大きいものの、細菌数の増加が遅い準好気性槽及び嫌気性槽の上層部では Spore 比は 0.2 前後と低い値を示した。

以上の結果から判断して、焼却残渣主体の埋立地において孢子が細菌相の中で優位を占める部位では活発な廃棄物の分解が起り、有機物が減少したものと考えられ、この Spore 比の大小によって有機成分の洗い出しによる減少と分解による減少とを区別することができるものと考えられる。また、孢子が低栄養性細菌群よりも菌数の上で優位を占める理由としては、焼却残渣埋立地では塩濃度が高いために塩感受性をもつ低栄養性細菌群の生育が抑制されるためと考えられる。

この事は、焼却残渣主体の埋立地における廃棄物の分解安定化及び分解活性度の指標として Spore 比を用いることの有効性を示唆するものと考えられる。

4. まとめ

焼却残渣主体の埋立地では廃棄物の分解が活発な廃棄物層において、一般細菌数の 100% が休眠状態の細菌孢子で占められていることが明らかになった。これは、廃棄物中の有機物の分解に伴って栄養が枯渇したと同時に塩類濃度が高いために、外的環境変化に対して強い細菌孢子が淘汰されずに生き残った結果形成された菌相と推察される。この焼却残渣主体の埋立地で形成された細菌相は一般土壌とは異なっており、今後このような埋立跡地を土地資源として再利用するに当たっては、この人工的に造られた土壌が自然生態系と調和、或いは経時的に自然界へ回帰できるかは今後検討すべき課題である。

（参考文献）

1) 立藤他；廃棄物埋立層における微生物の挙動と分布，土壤微生物研究会講演要旨集（1993）

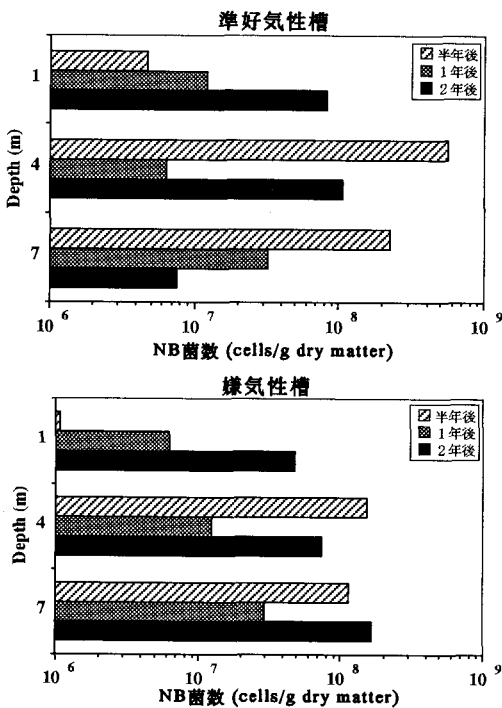


図 1 NB 細菌数の廃棄物層内分布

表 3 Spore 比と有機物量の経時変化

項目	埋立槽	準好気性槽			嫌気性槽		
		半年後	1年後	2年後	半年後	1年後	2年後
Spore 比	1 m	0.27	0.31	0.03	0.30	0.05	0.10
	2 m	0.08	0.30	0.34	0.28	0.06	0.35
	3 m	0.29	0.80	4.69	0.58	0.87	0.31
DNB 比	1 m	0.01	0.02	0.05	0.01	0.05	0.05
	2 m	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
	3 m	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
炭素含有率 (%)	1 m	8.63	5.38	3.21	11.3	5.83	3.32
	2 m	9.01	8.80	5.64	10.5	8.66	6.38
	3 m	10.5	4.99	3.97	11.9	6.77	6.25
TOC 溶出濃度 (mg/l)	1 m	143	112	1140	151	85	390
	2 m	121	178	680	285	148	500
	3 m	133	123	410	199	237	540
Cl ⁻ 溶出濃度 (mg/l)	1 m	60	84	75	93	90	93
	2 m	334	750	564	332	424	713
	3 m	385	943	893	430	1430	1390