

廃棄物埋立構造に関する実験的研究

EXPERIMENTAL STUDY OF THE LANDFILL STRUCTURE FOR SOLID WASTE DISPOSAL

花嶋正孝*・山崎惟義**・松藤康司***

By Masataka HANASHIMA, Koreyoshi YAMASAKI
and Yasushi MATSUFUJI

1. はじめに

現在、わが国において家庭から排出される“ごみ”の量は約10万t/日である^{1)~3)}。このうち、約60%が焼却、約40%が埋立によって処理処分されている。そして、このための施設として、現在、焼却工場1900か所、埋立処分場は2700か所となっており、処理処分における埋立の占める割合はいまだにかなり大きい。

また、現在では次々に新鋭の焼却工場が建設されているが、建設費、維持管理費およびエネルギー問題を考えると、その先行は必ずしも明るいとはいえない。しかも、新鋭の焼却工場による処理においても、焼却ごみのうち、その約20%は「焼却灰」という都市施設からのごみに変換されたにすぎない。

このように、ごみの処理処分においては、最終的には埋立に頼らざるを得ない。

一方、2700か所ある埋立場のうち、浸出液の処理も含めて本格的に維持管理されているものは、数十か所程度である。

以上のように、その重要性は認められながらも、埋立場の維持管理が十分になされていないのは、「ごみ埋立場」が科学的に十分把握されていないことにもその原因の一端が考えられる。

そこで、本稿においては、著者らが従来から取り組んできた、廃棄物埋立構造について整理を行い、特に今回、好気性、嫌気性埋立の実験結果について検討を行った。

2. 埋立構造の分類^{1)~6)}

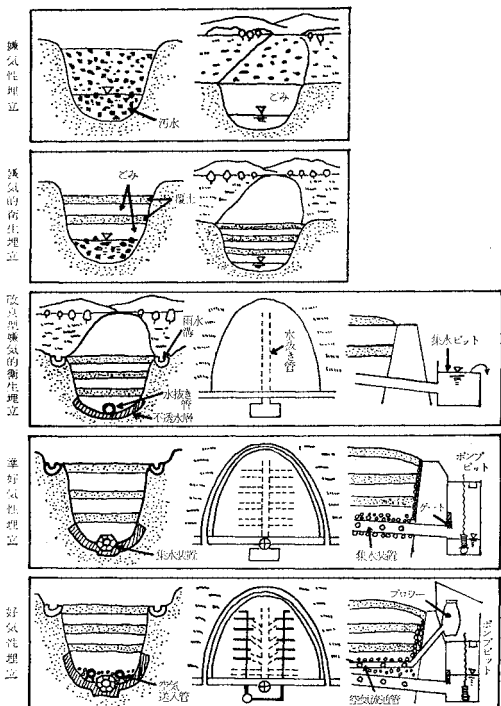
従来の廃棄物の埋立場については、廃棄物を貯留し、

周辺環境の保全を十分考慮し、安全にかつ早期に安定させる貯留場所であるという認識はなかった。そこで、今までの埋立場を調査研究した結果をふまえて、埋立場内部の微生物環境を考慮して、5つに分類したものである(図-1)。

a) 嫌気性埋立(投棄型嫌気性埋立)

平地への掘削あるいは谷部に廃棄物を投棄したもので、廃棄物は水びたしの状態であり、埋立層内は嫌気的である。

b) 嫌氣的衛生埋立



出典：花嶋正孝・日本廃棄物協会講演資料

図-1 埋立構造の分類

* 正会員 福岡大学教授 工学部土木工学科

** 正会員 福岡大学助教授 工学部土木工学科

*** 正会員 福岡大学助手 工学部土木工学科

嫌気性埋立にサンドイッチ状に覆土を行った構造で、廃棄物の状態は a) に等しい。

c) 改良型嫌氣的衛生埋立

嫌氣的衛生埋立の底部に、水抜きのための集水管を設けた構造で、埋立層内は嫌氣的ではあるが、廃棄物中の含水率は前者よりは小さくなっている。

d) 準好気性埋立

改良型嫌氣的衛生埋立の集水管に十分の大きさをもたせ、その開口部は大気に接しており、かつ、集水管の周りをぐり石などで巻いた構造で廃棄物中の含水率は小さく、集水管より酸素が供給され、埋立層内为好気性的の状態となる。

e) 好気性埋立

準好気性埋立の集水管のほかに空気送入管を設け、これより強制的に空気を送入し、廃棄物層内部をさらに好気性的状態にした構造である。

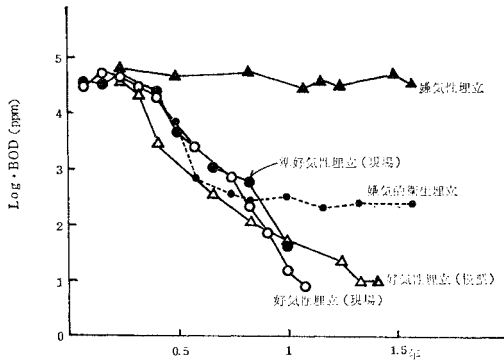


図-2 埋立構造とその水質変化⁵⁾

表-1 埋立構造と浸出污水水質⁷⁾

項目	埋立時	埋立終了 6か月後	埋立終了 1年後	埋立終了 2年後	
嫌気性埋立	BOD (ppm)	40 000~50 000	40 000~50 000	30 000~40 000	10 000~20 000
	COD* (ppm)	40 000~50 000	40 000~50 000	30 000~40 000	20 000~30 000
	NH ₃ -N (ppm)	800~1 000	1 000	800	600
	pH	6.0 前後	6.0 前後	6.0 前後	6.0 前後
	透視度	0.9~1.0	1~2	2~3	2~3
嫌氣的衛生埋立	BOD (ppm)	40 000~50 000	7 000~8 000	300	200~300
	COD* (ppm)	40 000~50 000	10 000~20 000	1 000~2 000	1 000~2 000
	NH ₃ -N (ppm)	800~1 000	800	500~600	500~600
	pH	6.0 前後	7.0 前後	7.0~7.5	7.0~7.5
	透視度	0.9~1.0	1~2	1.5~2	1~2
準好気性埋立	BOD (ppm)	40 000~50 000	5 000~6 000	100~200	50
	COD* (ppm)	40 000~50 000	10 000	1 000~2 000	1 000
	NH ₃ -N (ppm)	800~1 000	500	100~200	100
	pH	6.0 前後	8.0 前後	7.5 前後	7.0~8.0
	透視度	0.9~1.0	1~2	3~4	5~6
好気性埋立	BOD (ppm)	40 000~50 000	200~300	50	10
	COD* (ppm)	40 000~50 000	2 000	1 000	500
	NH ₃ -N (ppm)	800~1 000	50	10	1~2
	pH	6.0 前後	8.5 前後	7~8	8.5 前後
	透視度	0.9~1.0	6~7	2~3	2~5

* K₂Cr₂O₇ 法で分析。

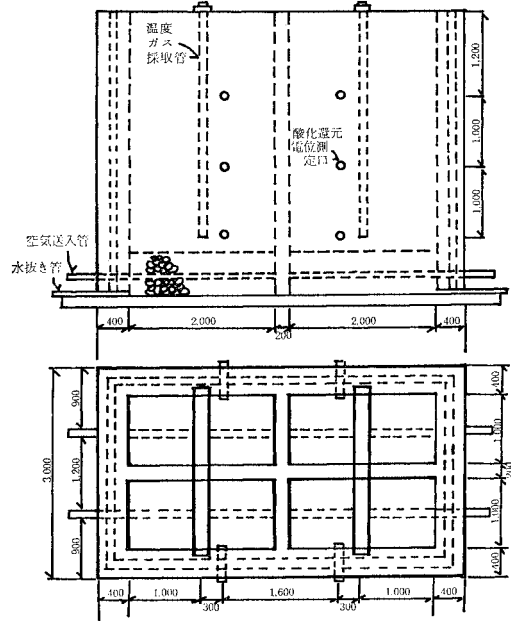


図-3 好気性埋立プラント

また、これらの埋立構造の違いを浸出液の面からみると、その水質は 表-1、図-2 のようになる。

3. 模型槽による埋立実験⁷⁾

埋立構造の分類中の両端にある、嫌気性埋立、好気性埋立構造を比較しながら埋立構造について考察を行った。ここでは、3年間の連続実験をもとにして、埋立場の安定化の傾向を ① 浸出液、② 内部物質の変化、③ 微生物、の3点から考察した。

(1) 実験装置および実験方法

本実験に用いた埋立模型実験槽を図-3 に示す。この各槽に、表-2 に示した組成のごみを、表-3 に示した条件で充填し、その後 15 cm の覆土(マサ土)を行った。すなわち、I 槽は破碎した生ごみ(一般廃棄物中の家庭ごみ)に 5 l/m³/min (すなわち、埋立ごみ 1 m³ 当たり 1 分間 5 l) の空気を送入した。II, III 槽は、それぞれ未破碎の生ごみにそれぞれ 5 l/m³/min, 10 l/m³/min の空気を送入した。また、IV 槽は対照のため嫌気性とした(集水管は採水時以外は密閉しておいた)。

これによって、I 槽、II 槽の比較で、

表-2 充填ごみ組成 (湿基準)

	厨 芥 (%)	可 燃 性 芥 (%)	不 燃 性 芥 (%)	充 填 量 (t)	単 位 体 積 重 (t/m ³)
I 槽	45.2	46.1	8.7	5.3	0.76
II 槽	32.9	56.4	10.7	5.0	0.71
III 槽	32.9	56.4	10.7	5.0	0.71
IV 槽	32.9	56.4	10.7	5.0	0.71

表-3 実験槽の条件

	埋 立 構 造	充 填 廃 棄 物 の 形 態	空 気 吹 込 量 (l/m ² /min)
I 槽	好 気 性 埋 立	破 碎 し た 生 ご む *	5
II 槽	好 気 性 埋 立	破 碎 し て な い 生 ご む	5
III 槽	好 気 性 埋 立	破 碎 し て な い 生 ご む	10
IV 槽	嫌 気 性 埋 立	破 碎 し て な い 生 ご む	0

* 破碎はシュレッドボックス A27 (日本製鋼所) を用い、破碎ごみの径を 5~10 cm とした。

廃棄物の破碎効果を検討し、II 槽、III 槽、IV 槽によって、好・嫌気性埋立、および空気送入口の効果を検討することとした。

これらの I~IV 槽の模型実験槽について、3 年間にわたり、浸出液量、水質、槽内温度、表面沈下量、浸出液中の細菌叢、および発生ガスの測定分析を行った。

次に、3 年間経過後、各槽を解体し、解体時の廃棄物重量、水分量、固形物量を測定した。また、これに基づき廃棄物の内部物質変化を検討した。

(2) 沈下量と槽内温度

廃棄物埋立場の沈下は、種々の原因によると考えられるが、およそ次のようなものがあげられる。

- ① 廃棄物の自重、覆土等の载荷重による圧縮沈下
- ② 廃棄物の腐食分解による体積減少に起因する腐食沈下
- ③ 粗大廃棄物の大きな間隙に比較的小さな廃棄物が落ち込むことによって生ずる落ち込み沈下

沈下量の経時変化は図-4 に示した。各槽ともに埋立後 3 か月間くらいは沈下量が大きく、埋立後 3 年間の沈下量の 40~80% 程度になり、埋立当初の圧縮沈下、落ち込み沈下の大きさがうかがえる。特に、未破碎 (II~IV 槽) と破碎 (I 槽) を比べると、未破碎のほうが沈下量が大きい。これは未破碎の場合、初期の空隙が大き

かったためと考えられる。

しかし、3 年間の沈下量を見ると、好気性埋立の間では、ほとんど差はなく、好・嫌気性埋立間のみには差がみられた。

そこで、好気性埋立 (II, III 槽) と嫌気性埋立 (IV 槽) をみると、埋立後 1 か月間はほとんど同じであるが、時間とともに好気性埋立の方が沈下量の累計が大きくなり 3 年間では約 50% もの差が生じている。この差が、好気性埋立、嫌気性埋立の差、すなわち腐食沈下の差であると考えられる。

廃棄物埋立場内の温度は、微生物による廃棄物の分解によって生ずる熱エネルギーのために上昇する。槽内温度の経時変化 (図-5 参照) をみると、埋立後はほとんどの期間で好気性埋立の方が高く、埋立初期では 30°C も高い。

このように、3 年間では好気性埋立の方が、分解が活発で、特に埋立初期の分解が活発であり、沈下量も大きく、埋立場の早期安定化は十分期待できる。

(3) 浸出液の水量

浸出液は埋立場の面積、降雨量のほか、先に述べた埋立構造によっても異なる。ここでは、埋立構造によって

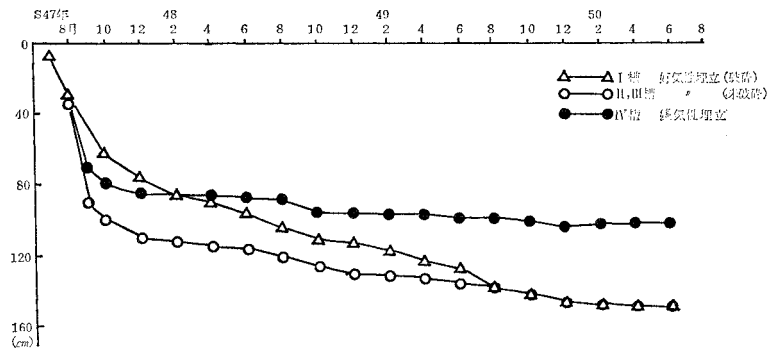


図-4 沈下量の経時変化

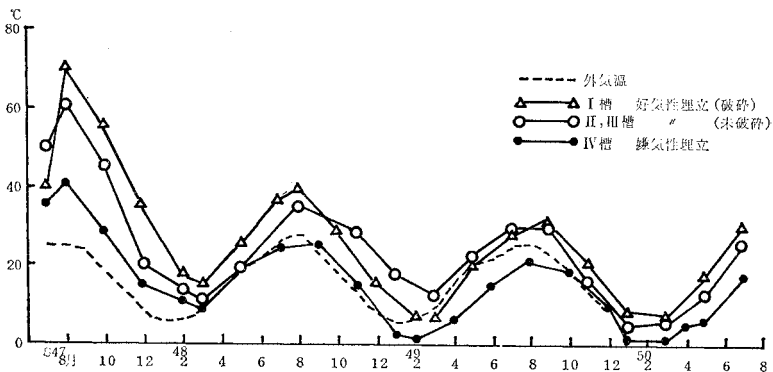


図-5 槽内温度の経時変化

浸出液量がどのように異なるかをみるために、浸出率によって比較検討した。この浸出率 $C(\%)$ は次式によって定義される。

$$C = Q / (I \cdot A) \times 100000$$

ここで、

Q : 年間浸出液水量 (m³/年)

I : 年間降雨量 (mm/年)

A : 埋立面積 (m²)

表-4 各槽の浸出率

昭和年	47.8~48.7		48.8~49.7		49.8~50.7		計	
	浸出水量 (L)	浸出率 (%)	浸出水量 (L)	浸出率 (%)	浸出水量 (L)	浸出率 (%)	浸出水量 (L)	浸出率 (%)
I 槽	2616	79.3	2047	87.5	1125	48.5	5788	72.7
II 槽	2423	73.0	1404	60.0	1303	56.2	5130	64.5
III 槽	1748	53.0	877	38.0	866	37.4	3491	43.9
IV 槽	3044	92.0	1727	74.0	1754	75.7	6525	82.0
流入水量 (L)	3300		2340		2318		7958	

本実験における浸出率を表-4に示した。これによると、嫌気性埋立IV槽と好気性埋立I, II, III槽の浸出率は、後者が前者より20~30%小さいことがわかる。また、II, III槽を比較すると、III槽の方が20%程度小さいことがわかる。このことより、通気による蒸散が浸出率に大きく影響していると考えられる。

(4) 浸出液の水質

a) BOD と COD

好気性と嫌気性を比較するために、II, IV槽からの浸出液の BOD およびCODの経時変化を図-6, 表-5に示した。この範囲では BOD, COD には破砕および空気量はあまり影響せず、送風の有無のみが大きく影響している。そこで、これらの代表的なものとして、好気性埋立II槽と嫌気性埋立IV槽について検討する。

BOD について比較すると、好気性埋立では高濃度 BOD の期間が短く、埋立当初 40000

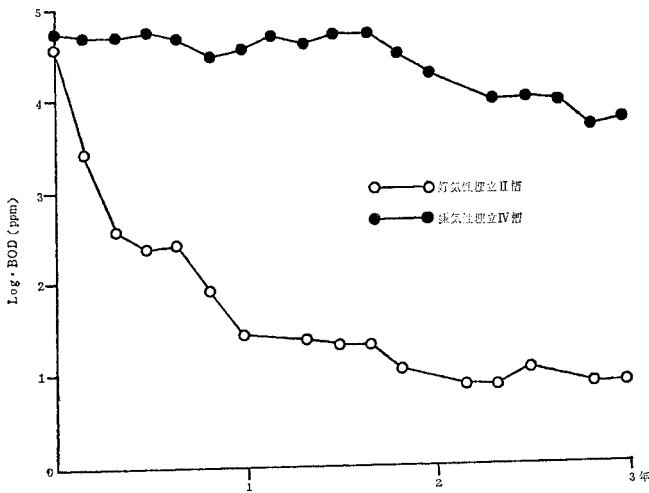


図-6 BOD の経時変化

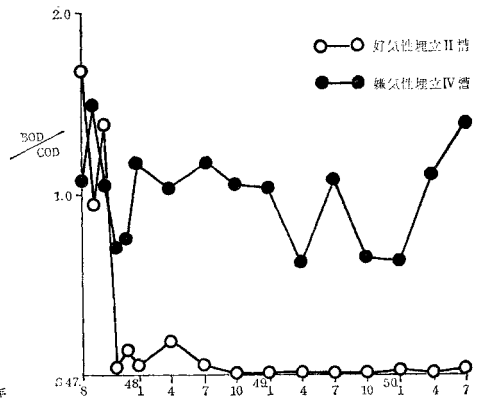


図-7 BOD/COD の経時変化

表-5 好気性埋立プラント浸出液水質

(単位: ppm)

年	47 年					48 年				49 年				50 年			
	月	8	9	10	11	12	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7
pH	II	4.45	7.50	8.50	8.55	8.42	8.38	8.75	8.61	7.71	8.55	8.93	8.45	8.12	8.79	8.80	9.30
	IV	4.68	6.60	5.91	5.81	5.89	6.16	5.70	5.41	5.55	5.75	5.58	5.70	6.80	6.83	6.70	7.34
BOD	II	39900	21300	2700	130	370	100	250	70	11	20	25	12	6	13	3	285
	IV	54940	52700	49600	41600	46800	54900	42700	39900	41900	36600	26900	30400	11400	8720	7940	3300
COD*	II	23600	22600	1940	3110	2570	2030	1290	1500	1380	1090	1130	931	682	491	364	285
	IV	50900	35100	47400	59400	60600	46100	41600	34100	39800	35600	43400	28100	17800	13900	7090	3300
NH ₃ -N	II	1060	1330	209	125	224	47	59	16	1.5	0.8	2.0	3.7	0	4.1	3.1	5.3
	IV	1118	1051	1283	1389	1380	1517	1045	738	1090	1165	733	821	616	476	344	458
Alb-N	II	439	426	149	125	155	104	45	42	42	39	20	20	13	14	7.6	10.7
	IV	900	865	719	657	633	657	523	421	158	373	286	242	112	101	115	114
Cl ⁻	II		3400	3160	3010	3230	3150	1330	2040	1800		1290	1500	1150	731	727	700
	IV		2950	3470	3050	2530	3080	2040	2040	1600		1262	1026	770	550	496	640

* COD は K₂Cr₂O₇ 法による。

ppm あったものが、3 か月後には 130 ppm、3 年後には 10 ppm 前後になっている。嫌気性埋立では、約 2 年間 30 000~40 000 ppm の高濃度 BOD の期間が継続し、3 年後においても 3 000~4 000 ppm とかなり高い。

また、COD に関してほぼ同様の傾向がみられる。すなわち、埋立当初 40 000~50 000 ppm であったものが、3 年後、好気性埋立で 300 ppm、嫌気性埋立で 3 000 ppm であり、BOD に比べてその変化はかなり緩慢である。特に、好気性埋立でその傾向が大きくみられる。このように、好気性埋立の効果は、浸出液の水質を良好にするという面からみても非常に大きい。また、BOD/COD をとってみるとわかるように（図-7）、好気性埋立槽内では、不安定な有機物が早期に安定な物質へと変換されていると考えられる。

b) 各態窒素

埋立場からの浸出液の特徴に、窒素化合物の濃度が非常に高いことがあげられる。各埋立構造の実験槽からの浸出液中の各態窒素濃度は、図-8、9 に示すとおりである。NH₃-N に関しては、好気性埋立 II 槽では 1 年間に急激な減少を示し、数 ppm オーダーになった。それに反し、嫌気性埋立 IV 槽では、3 年後 600 ppm とあいかわらず高濃度を示した（図-8 参照）。T-N (NH₃-N, NO₂-N, NO₃-N, Alb-N) でみても、図-9 に図示したように、好気性埋立の方が 50% 低い値を示している。また、解体時における固形物中の T-N も、好気性埋立の方で多く減少していた。このことからみても、NH₃-N が単に酸化されて NO₃-N に変化したというだけでなく、分解過程で大気中に NH₃-N または N₂ 等の形で脱窒素されていると考えられる。

(5) 発生ガス

発生ガスの成分の経時変化をみると、図-10 のように槽によって非常に異なった変化を示す。

I 槽（好気性破砕埋立）では 図-10 (a) に示すように、CH₄ の発生がほとんどみられない。また、CO₂ は廃棄物充填初期に発生が多いが、その後は減少し、約 1 か月後には 10% 以下になり、その後は数 % 程度と、3 年間を通して変動の少ない傾向を示した。

II, III 槽（好気性未破砕埋立、図-10 (b)）は、両槽とも同じような傾向を示し、特に夏期に CH₄, CO₂ が大量に発生した。すなわ

ち、1 年後、夏期に O₂ は 20% から 5% に減少するが、その反面、CH₄ が 50%, CO₂ が 30% まで増加する。また、2 年後の夏期も、O₂ が 15% から 5% に減少するとき、CH₄ 30%, CO₂ 30% とそれぞれ増加した。これは、外気温の上昇に伴って、生物活性が高まった結果、一時的に槽内が嫌気の状態に移行したためと考えられる。

IV 槽（嫌気性埋立、図-10 (c)）は、ごみ充填時に CO₂ が 75% 前後と大量に発生し、その後、徐々に減少し、約 1 年間で 20% までになった。この間、浸出液水質の経時変化をみてもほとんど変化はなく（前述、図-2）、槽内での分解はきわめて緩慢であると考えられる。

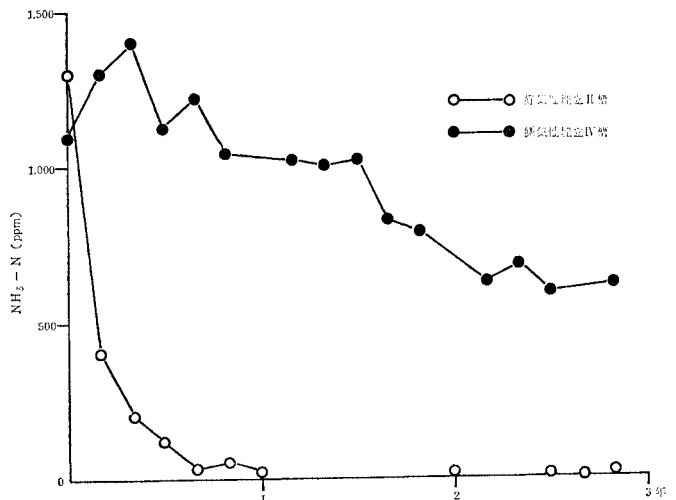


図-8 NH₃-N の経時変化

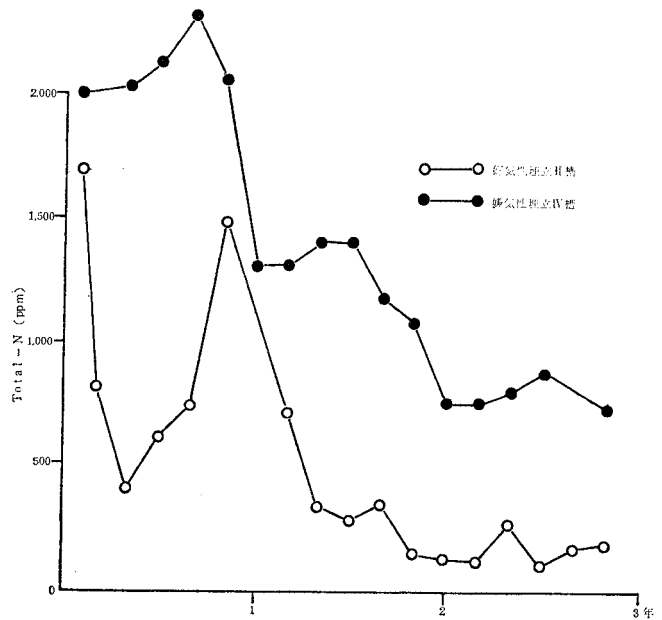
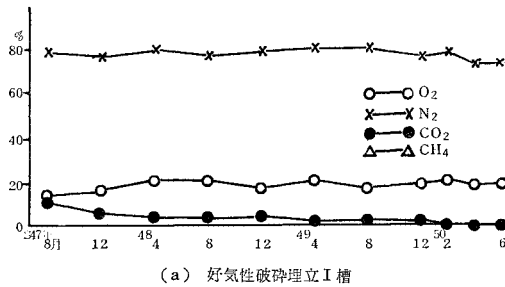
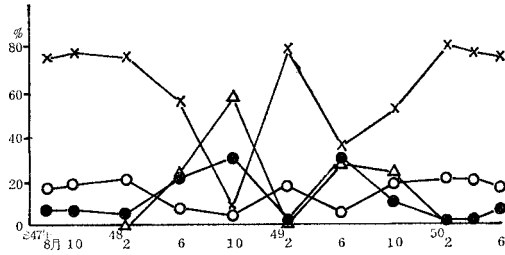


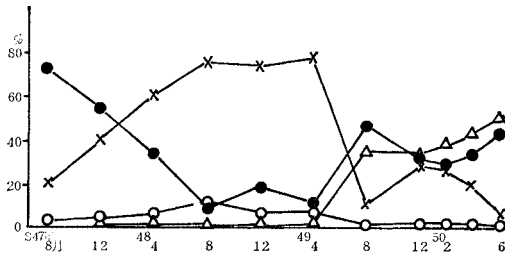
図-9 Total-N の経時変化



(a) 好気性破砕埋立I槽



(b) 好気性未破砕埋立II, III槽



(c) 嫌気性埋立IV槽

図-10 発生ガスの経時変化

そして2年後、CH₄が50%と急増するが、この時期にIV槽の本格的な分解が始まったと考えられる。

以上のことから、I槽で、最適な状態で好気性分解が行われていることがわかる。また、II, III槽は、空気送込量の差に関係なく、夏期にCH₄が発生していることから、未破砕の場合、ほぐされずに固まっている廃棄物内部は、空気が十分に達せずO₂欠乏となり、この結果、内部ではごみが嫌氣的に分解されていると考えられる。このことから、廃棄物を粉砕して質を均一化し、間隙を保持することにより、槽内全体に空気を供給し、安定した分解を進行させると、CH₄減少にとっても効果があるといえる。

(6) 好気性埋立における微生物⁹⁾

埋立構造と安定化の傾向は前述したが、埋立の安定化の速度は、埋立場内部の土壤微生物の活性程度によって左右さ

れると考えられる。

そこで、好気性埋立の分解メカニズムを把握するために、好気性埋立プラントからの浸出液中の細菌叢について調査した。

a) 実験方法⁹⁾

ごみ層中の細菌叢の挙動はきわめて動的で、かつ、お互いに複雑な作用を営んでいると思われる。そこで、浸出液中の微生物数と、各槽内微生物数は相関を示すものと考え、浸出液中の一般細菌、芽胞形成菌、嫌気性菌数を調査した。実験に用いた被検菌の種類、培地および培養条件などは表-6に示す。

b) 菌数の経時変化

各槽からの浸出液中の菌数の経時変化を図-11(一般細菌)、図-12(芽胞形成菌)に示した。I, II, III槽の菌数は類似の挙動を示すため、ここでは好気性埋立II槽と嫌気性埋立IV槽に関して考察した。

① 一般細菌(図-11)

表-6 被検菌の種類, 培地, 培養条件

菌種	培地	pH	培養条件
一般細菌	普通寒天培地	7.2	37°C, 48時間
芽胞形成菌*	普通寒天培地	7.2	37°C, 48時間
嫌気性細菌**	グルコース添加普通寒天培地	7.2	37°C, 1週間

* 80°C, 30分後接種

** Novy 氏法

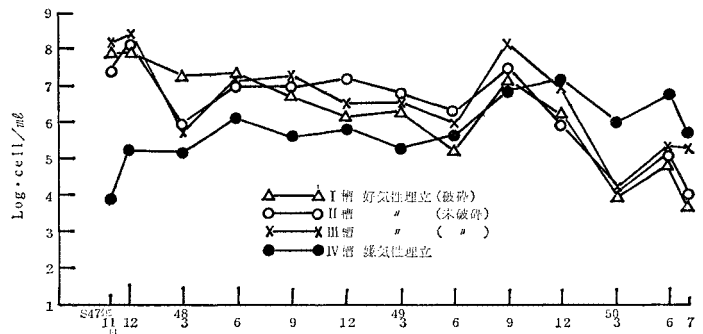


図-11 一般細菌の経時変化

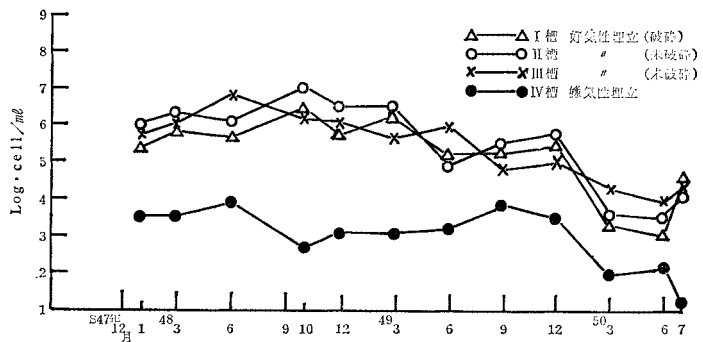


図-12 芽胞形成菌の経時変化

好気性埋立II槽での菌数は、埋立初期から1年間は 10^{7-8} 個/mlであった。その後は徐々に減少し、埋立後1年から2年半で初期の菌数の1/10程度になった。さらに、埋立後2年半から3年目には 10^{4-5} 個/mlと減少し、浸出液水質の浄化につれて菌数も緩慢に減少した。

一方、嫌気性埋立IV槽では埋立初期の菌数は 10^3 個/mlときわめて少ないが、5か月後には 10^5 個/mlと増加し、この菌数保持期間が1年半ほど続いた。埋立2年後の9月に、菌数は一時的に 10^7 個/mlに急増したが、この時期を境にして浸出液も良好となっており、槽内の生物環境は大きく変化したものと考えられる。すなわちこの時期に、嫌気性埋立槽内での分解が本格的に始まったと思われる。

② 芽胞形成菌 (図-12)

好気性埋立II槽での芽胞形成菌の菌数は、埋立後1年半は 10^6 個/mlであった。また、その変動は一般細菌ほど大きくなく徐々に減少し、3年後に 10^4 個/mlになった。一方、嫌気性埋立の芽胞形成菌数は初期に 10^{3-4} 個/mlで、3年後は 10^2 個/mlと、いずれも好気性埋立の約100から1000分の1である。また、両埋立の芽胞形成菌数と一般細菌数の比(図-13)は好気性埋立では1/10、嫌気性埋立では $1/10^3$ 前後と、前者の方が芽胞形成菌の占める割合が高かった。

c) 一般細菌数と浸出液水質

好気性埋立の場合、埋立初期菌数が 10^{7-8} 個/mlのとき、BOD値は急激な減少を示し、埋立後1年間で数十ppmとなった。その後は、経時的には菌数は 10^6 個/ml、

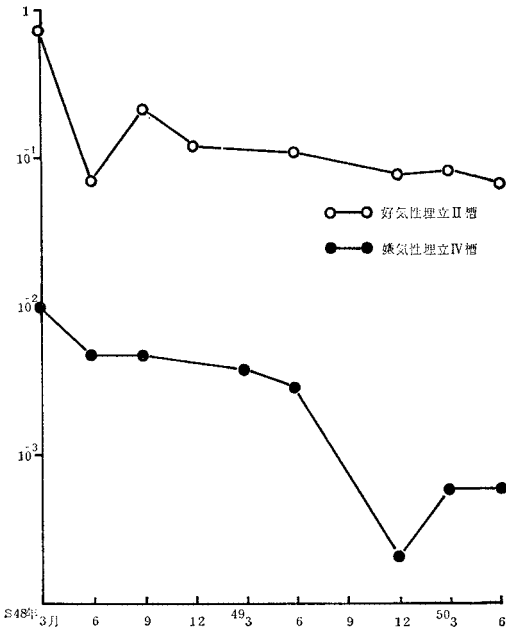


図-13 芽胞形成菌と一般細菌の比

表-7 埋立構造と菌数

年月	II槽 (好気性埋立)			IV槽 (嫌気性埋立)			II槽/IV槽		
	一般細菌	芽胞形成菌	嫌気性菌	一般細菌	芽胞形成菌	嫌気性菌	一般細菌	芽胞形成菌	嫌気性菌
47/11	2600	—	8	0.8	—	0.04	3250	—	200
48/2	7750	60	15	25	—	2.6	310	—	6
4	8000	—	59	—	—	—	—	—	—
5	3500	320	27	490	24	2.2	7	13	12
5	1470	—	25	100	—	3.8	15	—	7
5	870	130	44	190	27	0.3	5	5	147
6	750	300	43	250	1.0	1.7	3	300	25
6	3700	200	34	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	5.3	0.6	0.2	—	—	—

(単位: $\times 10^4$ 個/ml)

BODは数ppmと減少し安定化の方向に向かった。

一方、嫌気性埋立は、埋立後2年間、菌数が 10^{5-6} 個/mlに保たれているときはBODは数万ppmであり、その後、菌数が 10^{6-7} 個/mlに上昇するとともに、BODは数千ppmに低下し、このとき、pHは6から7になり、CODも急激に低下した。埋立2年半後は、菌数に特に変化はなかったが、BODは緩慢に減少した。一般にpHが中性からアルカリ性のとき、槽内の微生物の増殖に適しており、この頃より、槽内の分解が進行し始めたと考えられる。

d) 埋立構造と菌数および嫌気性菌

すでに述べたように、埋立構造によって安定化の傾向は著しく異なる。そこで、好気性埋立II槽と嫌気性埋立IV槽の埋立構造が菌数に及ぼす影響を、埋立初期から1年間調査した。

表-7に示すように、いずれの菌も好気性埋立の方が菌数が多く、一般細菌は3から3000倍、芽胞形成菌は5から300倍、嫌気性菌は6から200倍であった。この傾向は、特に水質の急激な浄化がみられる埋立初期に顕著であった。このように、好気性埋立構造をとることによって、好気性菌だけでなく、嫌気性菌も菌数的に200倍近い増殖が可能であることがわかる。

(7) 埋立ごみの物質変化

埋立模型槽を3年後に解体し、その重量変化より内部物質変化をみると、好気性埋立において厨芥および雑芥の減少率が大きいのに比べ、嫌気性埋立では厨芥がわずかに減少しているにすぎない。これを3年間の固形物消失量として計算すると、表-8に示すとおりである。すなわち、好気性埋立でも、生ごみを破碎したI槽では770kg、生ごみ未破碎のII、III槽では空気送分量にほとんど関係なく、450kg、470kgであり、一方嫌気性埋立IV槽では195kgであった。

この固形物消失量は、浸出液とともに流出した固形物を含んでいる値である。そこでこの流出によって消失した量を蒸発残留物量の3年間の累積より求め、上述の固

表一8 内部物質変化

項目	I 槽	II 槽	III 槽	IV 槽
充填時ごみ重量 (kg)	5 320.9	4 983.4	4 990.6	5 006.1
水分 (%)	62.3	68.9	68.9	68.9
水分量 (kg)	3 314.9	3 433.6	3 438.5	3 449.2
固形物量 (kg)	2 005.0	1 549.8	1 552.1	1 556.9
解体時ごみ重量 (kg)	3 052.3	2 556.5	2 432.2	3 210.9
水分 (%)	59.6	57.1	55.5	57.6
水分量 (kg)	1 819.6	1 459.8	1 349.9	1 849.5
固形物量 (kg)	1 233.1	1 096.7	1 082.3	1 361.4
消失重量 (kg)	2 268.6	2 426.9	2 558.3	1 795.2
水分量 (kg)	1 495.7	1 973.8	2 088.5	1 599.7
固形物量 (kg)	772.9	453.1	469.9	195.5
流出重量 (kg)	47.1	51.3	37.4	176.3
ガス化消失量 (kg)	725.8	401.8	432.5	19.2

形物消失量から差し引いた量がガス化消失量である。こ

好気性埋立 II 槽での菌数は、埋立初期から 1 年間のはガス化消失量は I 槽 730 kg, II 槽 400 kg, III 槽 430 kg, IV 槽 19 kg となる。このように、好気性埋立においては、3 年間で消失した固形物重量の約 90% はガス化していることになり、一方、嫌気性埋立の場合、約 10% がガス化し、残りの 90% は浸出液への負荷となって流出していることになる。また、消失重量も好気性埋立が約 2.4 倍と大きく、この結果からも、好気性埋立は浸出液への負荷が小さく、かつ早期に安定化する埋立構造であるといえよう。

(8) まとめ

埋立模型槽による実験、特に好気性埋立と嫌気性埋立の実験結果について述べたが、好気性埋立の特徴をまとめると、次のようになる。

(1) 好気性埋立により、分解が活発になり、腐食沈下が生じ、土質力学的に早期安定化する。

(2) 好気性埋立によって、浸出液の浸出率は 20% 前後減少する。

(3) 好気性埋立の浸出液の水質は、高濃度 BOD, COD の期間が短く、窒素化合物が少ない。また、BOD の経時的な減少率に比べ、COD, 窒素の減少率は小さい。

(4) 好気性埋立の場合、分解が促進され、埋立後 2 か月で浸出液の pH は中性またはアルカリ性となり、分解が急速に進行する。

(5) 好気性埋立によって、発生ガス中の CH₄ 濃度は減少する。

(6) 好気性埋立は嫌気性埋立に比べ、菌の絶対数は多く、生物分解が活発である。

(7) 好気性埋立では、芽胞形成菌(耐熱細菌)の占める割合が高く、安定した分解が継続する。

(8) 好気性埋立における 3 年間の固形物消失量は、嫌気性埋立の約 2.4 倍と大きく、また、その消失量の 90% がガス化成分であり、好気性埋立は、浸出液への負荷が小さく、質的に早期に安定化する。

以上のことから、好気性埋立は、好気的条件下で微生物の活性を高め、廃棄物の分解を促進し、早期安定化を図る埋立構造であると結論した。

4. むすび

本論文において、埋立場に「埋立構造」の考え方を取り入れることによって、従来、廃棄物の投棄場であった埋立場に、廃棄物の早期安定化を図る処理機能をもたせることができることを示した。

すなわち、埋立場は好気的であれば、良好な浄化槽にもなり得ることを埋立実験により解明し、空気が供給されることが埋立場の早期安定化にとって重要なことを示した。

このことは廃棄物の埋立によって生ずる諸問題、たとえば、浸出液によって生ずる環境汚染や発生ガス問題、跡地利用問題などの点を考慮すると、埋立場内に十分空気の供給ができる構造が、今後の埋立場の構造であるということを示唆するものといえよう。その意味で、埋立場をより安全に、環境保全の面からも衛生的に、より早く安定させる経済的な埋立構造の開発は今後の課題である。

最後に、本研究は、長野修治氏、吉田千鶴枝氏ならびに、本研究室の卒論生の長期間にわたる協力を得たことを明記し、ここに厚く謝意を表わすものである。

参考文献

- 1) 高松英昭：都市ごみ処理の現状と展望，環境情報科学，Vol. 8, No. 2, pp. 18~28, 1979.
- 2) 日本の廃棄物：厚生省刊，1979.
- 3) 昭和 51 年度廃棄物処理事業実態調査統計資料（一般廃棄物）：社団法人全国都市清掃会議，1979.
- 4) 花嶋正孝・吉田千鶴枝・松藤康司：廃棄物と埋立処理処分，都市と廃棄物，Vol. 3, No. 7~11, 1973.
- 5) 花嶋正孝・松藤康司：山間埋立における諸問題，生活と環境，Vol. 20, No. 7, 9, 1975.
- 6) 花嶋正孝：第 3 回日米廃棄物処理会議資料，1976 年 5 月。
- 7) 花嶋正孝・松藤康司：廃棄物埋立における生物学的アプローチ，土と微生物，第 19 号，pp. 51~63, 1977.
- 8) 古坂澄石編：土壌微生物入門，共立出版，1972.
- 9) 医科学研究所学友会編：細菌学実習提要，丸善，1974.

(1980.1.9 受付)