

福岡市清掃局施設部

高木信紘・野見山武夫 石田真雄
古野哲郎 元村隆一

1. はじめに

都市廃棄物の最終処分地である埋立場跡地は本市の場合、埋立完了後、数年を経た公共施設のラウンドや農地として再利用しているが、今回埋立地から発生するメタンガスの調査を始めた動機は市内のG埋立地を含む工地上に県立高校を建設する計画が持ち上がったことにある。問題となったG埋立地については、新たに福岡県及び本市が福岡大学に委託を行い、その実態を調査した。その報告書によると埋立地の跡地利用計画の策定に当たっては、浸出液の水質や発生ガス等に関して長期間にわたる科学的調査が必要であり、一定の対策を施せば跡地の利用は可能であると指摘されている。

そこで、表-1に示す埋立地について、浸出液の経時変化と埋立地域に発生しているメタンガス濃度について検討し若干の知見が得られたので報告する。

表-1 埋立地の地質概要

埋立地	面積	埋立量	埋立期間	埋立廃棄物	埋立構造
A	4.8 ha	448千t	S.48.04-50.03 S.51.04-51.11	可燃物主体	改良型機式的衛生埋立
B	8.1	259	S.50.04-51.03 S.51.12-52.07	"	標準気性埋立
C	1.3	83	S.52.08-53.03	不燃物主体	"
D	2.5	-	S.57.10-埋立中	"	"
E	4.3	300	S.53.04-55.09	"	"
F	3.5	188	S.58.08-57.08 S.57.11	"	"
G	23.4	1000	S.43.09-48.03	可燃物主体	機式的埋立

2. 調査結果及び考察

2-1 各埋立地における経年変化

図1にA埋立地浸出液のBOD、COD、強熱減量の経年変化を示した。埋立期間中BOD、CODは8000~9000mg/lと高い値を示すことあるが、埋立開始から3年半後の埋立完了時ではBOD 60mg/l、COD 300mg/lとなり、その5年後にはBOD 50mg/l、COD 150mg/lと変化している。図2のB埋立地は埋立期間中にBOD 4400mg/l、COD 1400mg/lに達することもあったが、埋立開始から2年後の埋立完了時でBOD 50mg/l、COD 300mg/lとなり、さらに埋立完了から5年後にはBOD 20mg/l、COD 50mg/lとなっている。

図3はC埋立地であるが、ここでは埋立期間が8ヶ月と短く、埋立完了の直後にBOD 2700mg/l、COD 920mg/lと最高値を示し、埋立完了から5年後にはBOD 20mg/l、COD 70mg/lとなっている。図4はF埋立地で約1年7ヶ月で、埋立開始から6ヶ月間はBODとCODの比較で、BOD値の方が高くなっており、埋立開始の6ヶ月後にCOD 390mg/l、BOD 1100mg/lを示している。そして、埋立完了時にはCOD 100mg/l以下、BOD 30mg/lとなり、3年後の今日まであまり変化は見られない。図5はD埋立地で、57年10月から現在も埋立中である。

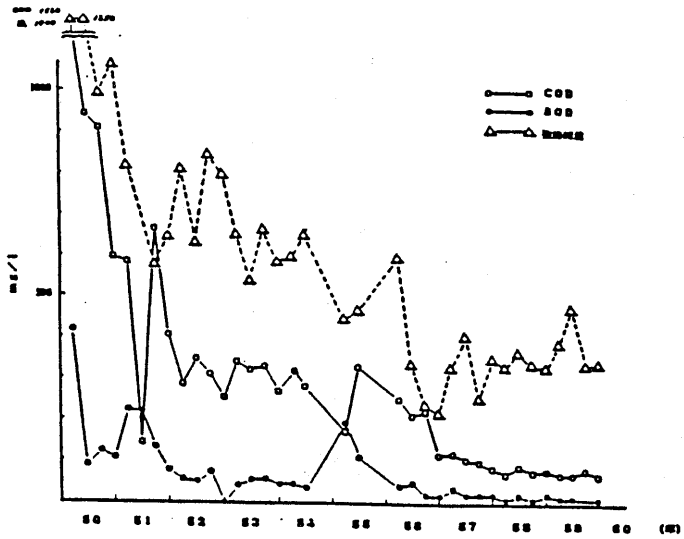


図1 浸出液の水質の経年変化 A埋立地

BODとCODの比較では、埋立開始の4ヶ月目から13ヶ月目までBODが高く、最高値は共に7ヶ月目でCOD 570mg/l、BOD 3200mg/lとなった。つぎに、A埋立地、B埋立地、C埋立地における埋立完了5年後の比較は、A埋立地がBOD、COD共に高く、これは埋立構造が機式的であること、及び可燃物主体の埋立であることによるものと考えられる。B埋立地はCOD 50mg/l、C埋立地はCOD 70mg/lとなっている。同じ埋立構造でB埋立地が可燃物主体の埋立である反面、C埋立地が不燃物主体であることを考慮すれば、B埋立地の水質の方が悪いと予想されるにもかかわらず、まったく逆の結果が出ている。これはB埋立地が山で囲まれていることから地下水の流入が

みが予想され、埋立地内の有機物が希釈されたことによるものと考えらる。

2-2 埋立場からの浸出液について

図2のB埋立地で埋立開始後6ヶ月では、BOD 4500mg/l、COD 1300mg/l、図5のD埋立地でD埋立開始後6ヶ月目に、BOD 650mg/l、COD 250mg/lなど、各埋立地において埋立開始後のほぼ1年間では、BOD値とCOD値の比較においてBOD値が高くなる現象が見られる。これは、埋立開始と同時に細菌の繁殖が盛んになり急速に増殖することから、この時期に埋立てられた易分解性物質は短期間のうちに細菌により分解され、揮発性埋立構造において部分的には、BOD値に大きく関与する CH_3OH や CH_3COOH などが生成され、これらのBOD成分が浸出液に溶け込み、BOD値を一時的に異常に引き上げるものと考えられる。

A埋立地の完了時には、BOD 70mg/l、COD 300mg/l、発熱減量 700mg/lであるが埋立完了後5年目ではBOD 20mg/l、COD 80mg/l、発熱減量 300mg/lとなっている。また、B埋立地は埋立完了時にBOD 50mg/l、COD 300mg/l、発熱減量 500mg/lであるが、5年後にはBOD 20mg/l、COD 40mg/l、発熱減量 200mg/lへと減少している。

CODはA埋立地の300mg/lから80mg/l、B埋立地の300mg/lから40mg/lと5分の1程度と大幅に減少し、以後その変動は少ない。

発熱減量はA埋立地の700mg/lから300mg/l、B埋立地の500mg/lから300mg/lと約半分の減少であり以後の変動は少く、分解の遅延性ものほど埋立地内に長期間残存していることが示唆された。

このことは今回調査の対象とした埋立構造では、発熱減量の変動が小さくなる時期を境にして、難分解性物質が長期間にわたって緩慢な分解へと続くことから、浸出液の水質は大きく変動しないものと思われる。BODについては、埋立完了時点ですでに50mg/lと低位に安定しており埋立完了後5年では20mg/lまで減少している。

この時点でのBOD成分は埋立期間中と異なり、難分解性物質が分解された時に、生成されるものが大半を占めるとと思われる。これらのBOD成分は、条件の適した所で活性化している好気性菌や嫌気性菌により、 CO_2 、 CH_4 、 H_2O などに分解されることか

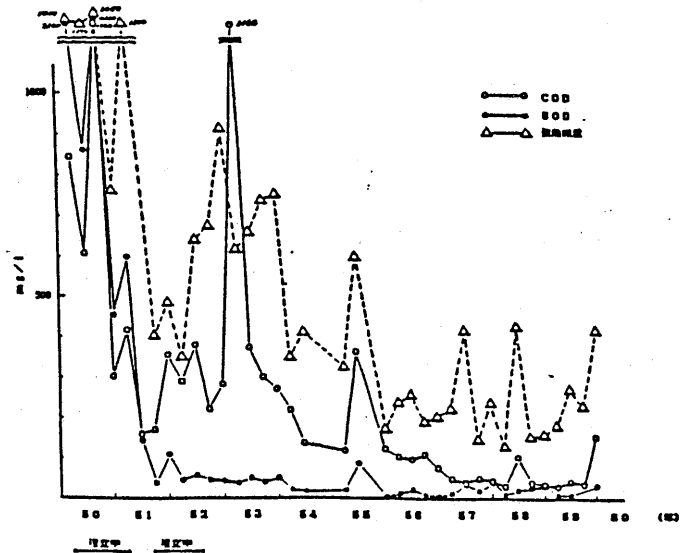


図2 浸出水質の経年変化 B埋立地

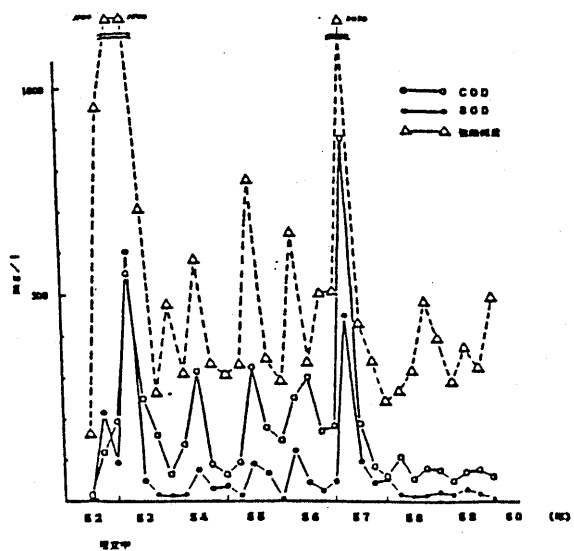


図3 浸出水質の経年変化 C埋立地

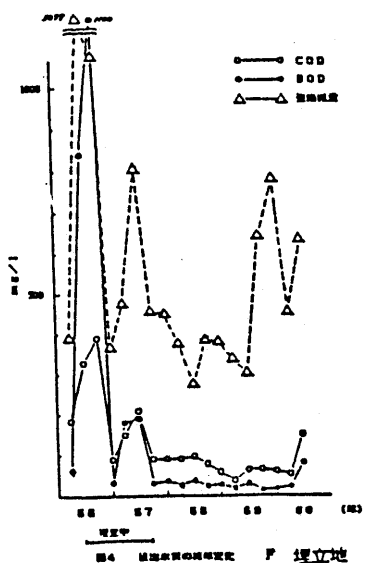


図4 浸出水質の経年変化 F埋立地

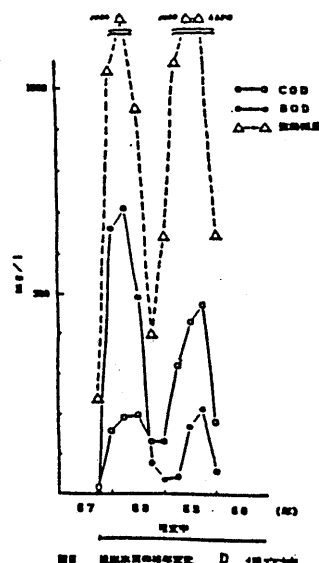


図5 浸出水質の経年変化 D埋立地

ら、BOD値に關与するものが少なくなっているものと考えらる。また、浸出液のCOD値に關与する易分解性物質と難分解性物質の割合は、BOD値とCOD値の比率から大體と推定できる。このため、生物的作用を利用した水処理では、易分解性物質は処理しやすいが、難分解性物質は処理し難い関係にあるので、COD500mg/l程度の浸出液を生物処理にかけては、CODの除去率を50%以上にすることは困難である。

2-3 メタンガスについて

今回のCH₄調査は、図6に示すガス採取口を1000m²~2000m²に1ヶ所の割合で設置し、埋立地から通常発生している状況を把握することを目的として実施した。各地点におけるCH₄の濃度は、表2のとおりである。

A埋立地は埋立開始から13年を経過しているが、今なおCH₄が発生し続けている。地点A-3は0.5%と低いながら、地点A-1、地点A-2では下水処理場の汚泥を大量に埋立てているため、現在でも高濃度のCH₄が発生しており、埋立てた廃棄物の質によってガスの発生状況が異なることを示す現象である。

B埋立地は6ヶ所で測定した。地点B-1は今回の調査では検出されなかったが、埋立完了の昭和58年頃まで多量に発生していた。地点B-3のように、55~70%と常時高濃度の地点もある。地点B-1、B-2、B-6における埋立ての深さは、約20mあるのに対し、地点B-3、B-4、B-5は10~15mと浅いが、CH₄の濃度は埋立層の浅い地点で高濃度になっている。

福岡大学が調査したG埋立地の結果で、ゴミ層が13mあるにもかかわらずガス採取口のCH₄濃度は5~31%、吹き出し量は5%以下と少ない地点がある一方、ゴミ層の浅いところでCH₄濃度31~49%、吹き出し量8%があるなど、ゴミ層の深さとCH₄発生とは必ずしも一致しないことがあり、埋立地のガス調査では、埋立地周辺の地形状況を考慮して広範囲に調査する必要があると言える。

C埋立地は不燃物主体の埋立で5~6年経過しており、地点C-1で0.39%、地点C-2で0.17%と低くなっており可燃物主体の埋立地との差が現われている。

D埋立地は昭和57年10月より現在D埋立中のところで、埋立から15ヶ月後のCH₄濃度は37%で、吹き出し量は5%と異常に多く、他の地点とは比較できない量である。埋立開始直後に浸出液のBOD値が異常に高くなって、前にも述べたが、このCH₄が多量に発生する現象は、易分解性物質が活発に分解された結果と予想され、埋立開始直後から1年間程度の短期間に見られる。

E埋立地の地点E-1と地点E-2は約10m離れているが、どちらか一方で高濃度になる傾向がある。これは雨水などの影響でガスの通るところが変わり、ガスの吹き出す地点が一方に集中するのではないかと考えられる。

又昭和60年6月29日の測定日前の6日間は降雨が続き、気圧も低くなっているが、測定日のCH₄濃度は前後の測定値より高い傾向を示している。これは、埋立地が降雨により覆われて逃げ場を失ったガスが、ガス採取口に集中したことや、気圧の低下によりガスが湧出しやすい状況になったものと考えられ、前述のG埋立地の調査で同じ現象が見られた。埋立地の跡地利用に際しては、降雨時等の気象条件により、チェックする場所や回数を増やすことなど特別の対応が必要になるだろう。

F埋立地は、埋立完了から1~2年を経過し、同じ埋立条件のC埋立地より経年時間が短いため、CH₄は高濃度

図-6 ガス採取口

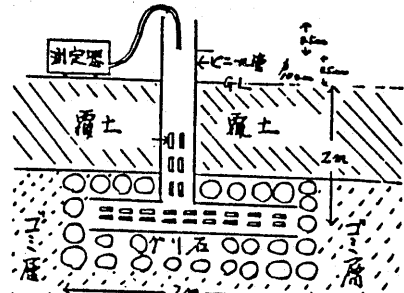


表-2 メタン濃度 (%)

地点	S. 59 年												S. 60 年												平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A	1	52	52	56	0	45	50	49	48	43	25	55	50	35	55	55	85	50						4.8	
	2	27	29	31	31	26	24	20	28	32	0	30	13	8	28	27	33	32						2.4	
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0						0
	4	4	40	66	47	60	58	56	1	1	51	4	2	8	60	60	1	0							3.0
B	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						0	
	2	0	8	0	13	5	5	1	0	-28	21	11	30	26	28	37	25							1.5	
	3	45	45	46	42	29	37	35	40	-50	55	55	50	52	55	65	73							4.8	
	4	33	38	54	30	36	33	2	23	-28	57	18	40	45	58	28	56							3.8	
	5	0	24	46	32	38	31	21	28	-1	42	20	40	58	60	38	54							3.3	
	6	0	8	0	12	9	10	11	5	-2	13	4	19	8	8	3	14							8	
C	1	19	22	23	23	27	27	27	31	31	25	24	0	28	38	34	35							2.6	
	2	9	16	9	5	4	8	13	17	18	14	17	0	11	10	10	10							1.1	
D	34	36	41	46	63	51	45	43	47	28	41	2	15	8	5	35	40						3.2		
E	1	30	40	23	26	32	23	22	28	33	34	1	40	0	30	14	35	40						2.8	
	2	27	8	0	0	3	0	24	24	3	1	36	0	50	0	0	0	0						8	
F	1	25	64	64	70	62	51	53	54	58	67	63	60	75	60	15	80	88						6.7	
	2	61	14	28	13	7	2	2	0	1	0	1	5	8	1	0	4	3						6	
	3	59	55	49	47	39	34	38	50	63	60	5	65	60	70	54	60	63						6.8	

ある。地点F-2の埋立の深さは9m。CH₄濃度は平均66%であり、ここでもゴミ層の深さとガス発生量は一致しない。

各地点におけるCH₄濃度の変化を見ると、地点B-3や地点F-1を除く大部分のところで、5-40%と著しい変動あり。中でもF埋立地では、地点F-1で5-88%、地点F-3で5-98%と特にその幅が大きいところがある。

2-4 まとめ

今回の調査をまとめると、次の通りである。

- ① 可燃物主体の埋立地の浸出液と不燃物主体の埋立地の浸出液の有機質の量を比較すると、全体的に可燃物主体の方が高く、埋立初期においては、その変動が大きい。
- ② 埋立完了の約5年後を境にして、浸出液の水質は大幅に変動しなくなり、この水質傾向は長期間続く。また、その浸出液を生物処理の水処理にかけても、COD成分は除去しにくい傾向にある。
- ③ 埋立地からのメタンガスの発生は、埋立初期から始まり、埋立開始から13年を経過しても続いており、今後も長期間発生し続けるものと考え、そして、その発生状況は同じ埋立地において、日時と場所により大きく変動している。
- ④ 埋立地のガス調査では、ゴミ層の部分だけでは不十分で、特に、ゴミ層との境界部や隣接地の地形を考慮した広範囲にわたる調査が必要である。
- ⑤ 気象条件によっては、通常湧出していない所から高濃度のCH₄が湧出することがあり、跡地を利用する際、降雨や気圧低下時における特別な対応が必要である。
- ⑥ 埋立地の安定化を促進させるための対策として、ガス抜き口を設置することは有効である。設置する場所としては、ゴミ層の深部部分だけでなく、ゴミ層の浅い境界部についても、検討すべきである。
- ⑦ 埋立前の地形図や埋立処分した廃棄物の種類、量等の具体的記録は、埋立後の実態調査や跡地利用計画を作成するにあたって、貴重なものであり、これらの資料の保存は必要不可欠である。

3. おわりに

今回の調査を通して、今後埋立地においては、埋立中だけでなく、埋立完了後の跡地管理の重要性が明白となり、埋立地安定化のメカニズムを科学的に把握する必要があることを痛感した。

今後の課題として

- ① 埋立地浸出液と発生ガスの関係
- ② ガス発生量の推定
- ③ 地盤沈下の動向
- ④ 埋立地の安定化を促進させるための対策
- ⑤ 埋立場跡地の利用計画に関する判断基準作り

など、重要なものがある。これらについては、研究者により解明されつつあるが、行政サイドとしても、さらなる追跡調査を行い、データの蓄積と解析に努める所存である。

最後に、本調査にあたり、福岡大学工学部水理衛生工学実験室、東部埋立管理事務所の皆様は大変お世話になりましたので、ここに明記し感謝します。