

廃棄物最終処分場の廃止基準としての温度に関する調査

Survey of landfill temperatures as the standard for the end of aftercare

室蘭工業大学	学生員	濱地宏章 (Hiroaki Hamachi)
室蘭工業大学	学生員	水野真敏 (Masatoshi Mizuno)
室蘭工業大学	正 員	吉田英樹 (Hideki Yoshida)
室蘭工業大学	正 員	穂積 準 (Hitoshi Hozumi)

1. はじめに

現在、日本国内には一般廃棄物最終処分場が約2,100ヶ所、産業廃棄物最終処分場が2,700ヶ所(2000年度)があるが、埋立容量の残余年数は一般廃棄物最終処分場については約12年、産業廃棄物最終処分場については約4年となっている。今後10年程度で、約5,000ヶ所にのぼる処分場の廃止手続きが見込まれる。

最終処分場の廃止にあたっては、環境安全性を検証するための廃止基準が1998年度に制定された。この廃止基準では、いわゆる安定化を判断するための指標として、浸出水水質、埋立ガスとともに内部温度の利用が規定されているが、浸出水水質と埋立ガスに比べると、内部温度については現場での実測例が少ないため、廃止基準として利用、つまり安定化の判断指標として用いる際の経験論的あるいは理論的裏付けが乏しい。

そこで本研究では、廃止を計画している最終処分場において内部温度の実測を行い、廃止基準達成状況について調査した。

2. 調査対象埋立地及び廃止基準

調査埋立地はA市最終処分場で、埋立期間24年を経て、平成15年に埋立が終了した。ほぼすべての埋立期間を通して、事業系及び家庭系一般廃棄物、下水汚泥を含む産業廃棄物などが焼却処理を経ないで直接埋立が行われており、分解性有機物が多量に処分されていた。

平成15年度から廃止のための各種調査や工事に着手し、継続中である。

廃棄物最終処分場の廃止基準として、1998年6月に最終処分場浸出水及び埋立地温度に関わる基準が施行された。その一部を列記すると、

1) 放流水(浸出水処理水)の水質が1年間に少なくとも2回以上測定され(ただし、BOD、COD、SS、Nについては1年間に少なくとも4回以上測定)、かつ2年以上にわたって、排水基準等に適合していること。排水基準の一例を下記に記す。

BOD: 60mg/L以下、COD: 90mg/L以下、
SS: 60mg/L以下

2) 廃止時に埋立地内部が周辺の地中温度に比べて異常な高温になっていないこと(埋立地内部温度と周辺の地中温度の差が20未満)。ここで、A市の年平均気温が6.4であるので、これを地中温度と仮定し、埋立地内部温度の廃止基準値を26.4とし

た。

3. 調査概要

処分場に設置された17本の既存のガス抜き管(図-1)の内部温度分布を、地表面より1m間隔で測定した。測定調査は約1ヶ月間隔で行った。これらのガス抜き管は埋立終了前後に設置されたもので、管の長さは1~14mとばらつきがあり、かつ浸出水集水管には連結されていない。このため、処分場全体はほぼ嫌気性埋立構造となっており、ガス抜き管近傍のみ好気性雰囲気形成されている状況である。

また、既存のガス抜き管に加えて、平成16年には処分場内部の状況を調査するためのボーリング調査が行われ、5本のボーリング孔が設置された。これらのボーリング孔においては、温度と圧力の連続測定、定期的な内部水水質・ガス濃度・流量調査が行われている。



図-1 ガス抜き管

4. 水質及びガス濃度の調査結果について

表-1に水質汚濁を示す代表的な指標であるBODとCODについて、浸出水の平成13年度から平成15年度のデータを示した。また、表-2にボーリング孔内の内部水のデータを示した。浸出水に関しては、BODとCOD共にそれぞれの廃止水質基準60mg/L、90mg/Lを下回り、ほぼ基準を達成していることがわかる。BODとCODを比較すると、CODがやや高く推移している。

一方、内部水については、BODはほぼ基準を達成し

表-1 浸出水中の BOD, COD 濃度と廃止水質基準

項目	BOD	COD
平成13年度	2.6 ~ 12	25 ~ 61
平成14年度	10 ~ 16	36 ~ 84
平成15年度	9.6 ~ 29	25 ~ 55
廃止水質基準値	60mg/L以下	90mg/L以下

表-2 ボーリング孔内の水質

項目	BOD	COD	SS
B-3-3	5.4	62	150
B-3-7	26	1400	190
B-6-4	12	670	120
B-M-1	7.2	60	280
廃止水質基準値	60mg/L	90mg/L	60mg/L

採取日10月15日

ボーリング孔 B-11-5 は、井戸枯れのため試料
採取不能

ているが、局所的にはCODが1000mg/Lを超えており、基準を達成するには至っていないことがわかる。

このように処分場内部で局所的には水質に関する廃止基準を満たしていないが、処分場から排出された浸出水についてはほぼ基準を達成している状況であることがわかる。廃止基準においては、浸出水および内部水のどちらを優先的に廃止基準の検討対象として用いるかについ

ては明記されてない。したがって、本調査対象処分場においては、水質に関して廃止基準の達成状況を判断する場合、浸出水と内部水のどちらが処分場から周辺環境への影響を評価する上で重要な検討する必要があると思われる。

図-2 にガス抜き管においてガス濃度分布が測定された結果について示した(国立環境研究所最終処分技術研究開発室による調査)。数値はガス中のメタン、炭酸ガス、窒素、酸素濃度を示している。全体にメタン濃度が極めて高く、内部が嫌気性雰囲気になっている箇所が多いことが推察される。一部窒素及び酸素濃度が高くなっているのは、1)地割れ(地面に亀裂が入り、その亀裂からガスの噴出が見られたので調査した箇所)、2)M-5、3)M-6、である。これらは処分場の斜面近傍に位置し、斜面から空気が流入することによって好気性雰囲気が形成されているのではないかと推察される。

5. 内部温度調査結果及び考察

ガス抜き管17本についての位置と測定温度を図-3に示した。

図-4 には9月に測定したガス抜き管の深度方向の温度分布を示した。深度方向の温度分布はほぼ直線的であり、管内の最高温度と最低温度の差は全て10℃以内に収まっていた。

図-5 には各ガス抜き管内の深さ方向の最高温度の時間変化を示した。月別の最高温度は約4ヶ月間ではあま

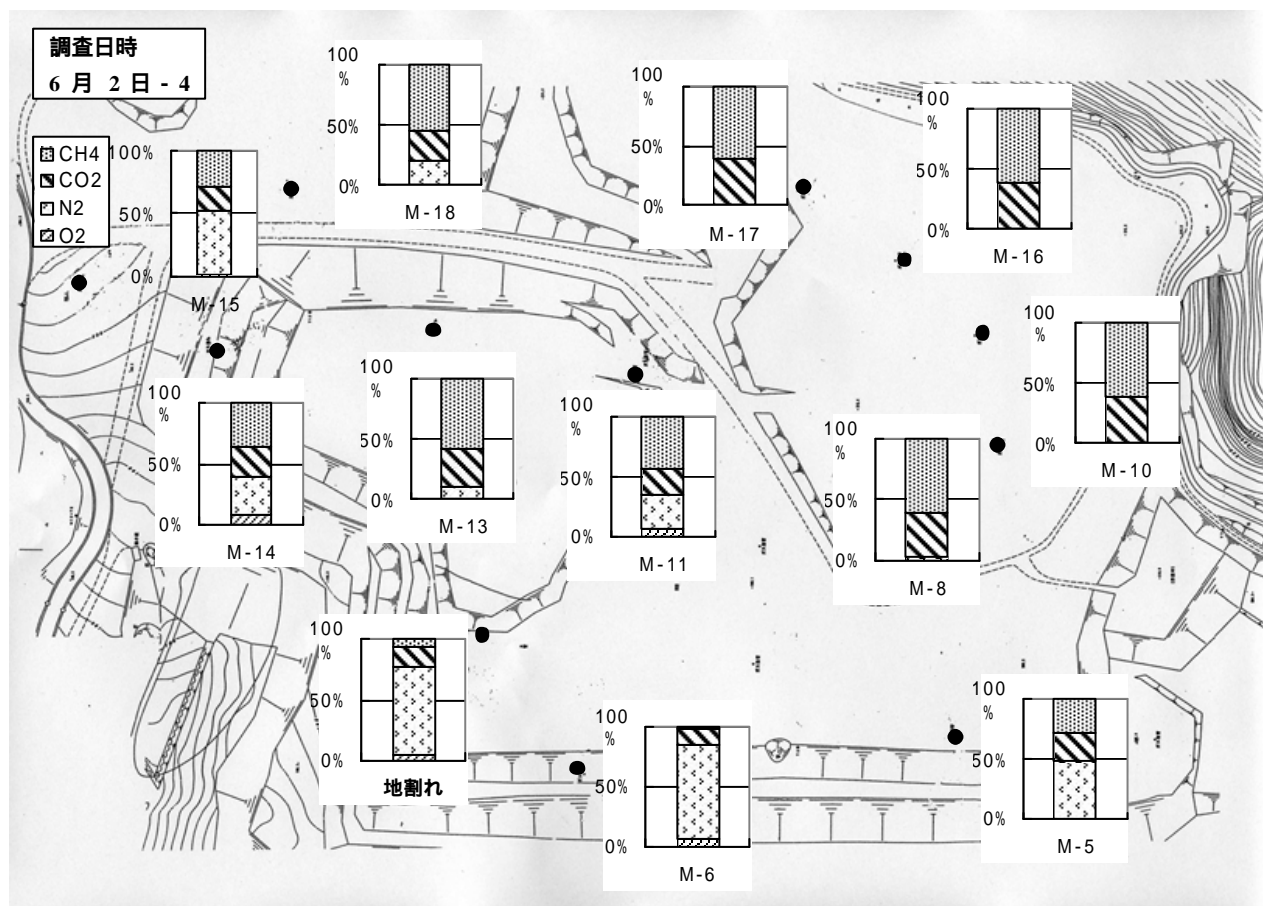


図-2 ガス抜き管内部のガス濃度

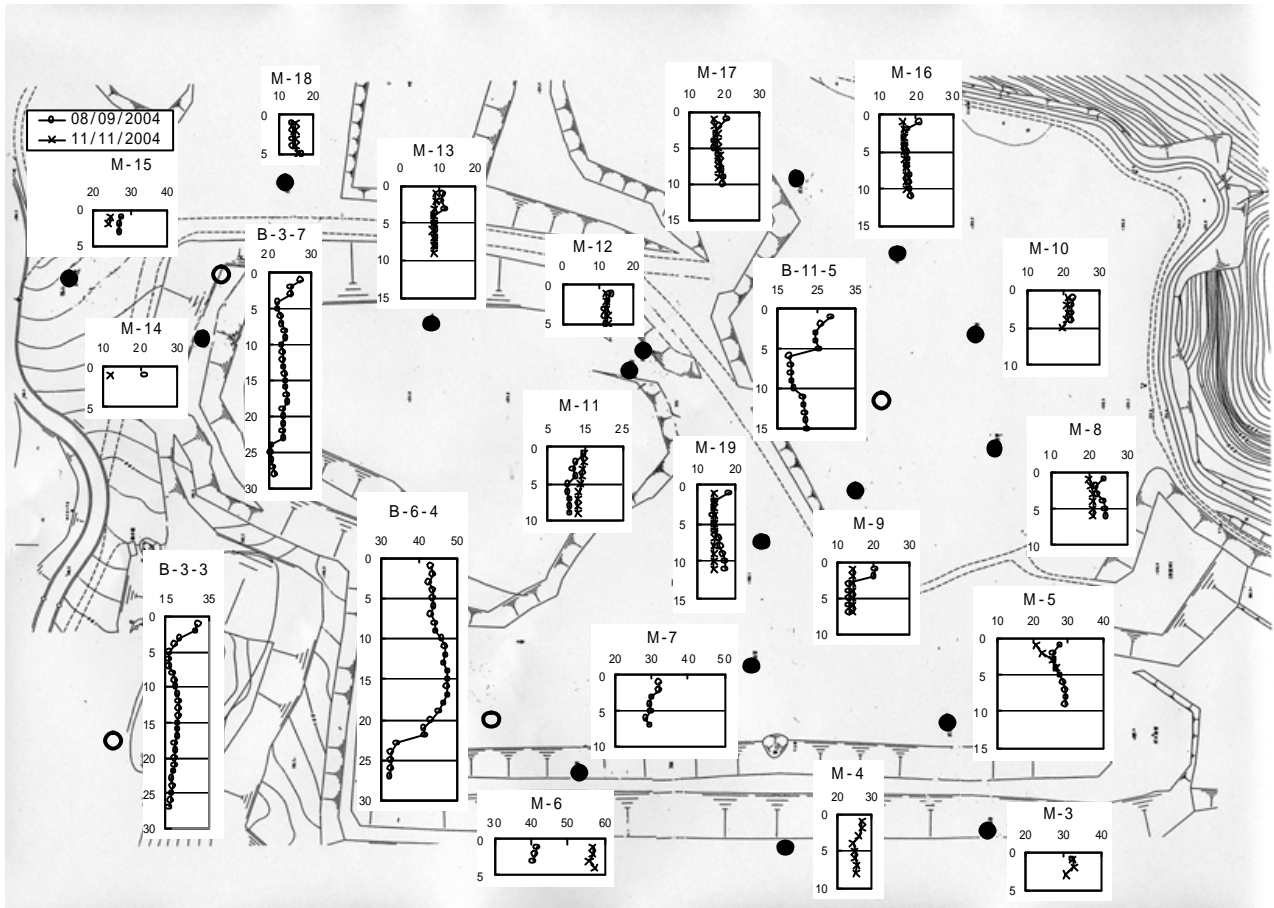


図-3 ガス抜き管位置及び深度方向の内部温度

り変化は見られず、一定温度で推移していた。基準値を超えているガス抜き管は M-3、M-5、M-6、M-7 であり、いずれも 30 を超えており、特に M-6 については最高温度が 60 付近に達していた。

また、これらのガス抜き管のうち、M-5 のガス濃度は、 CH_4 : 2.9 %、 CO_2 : 2.4 %、 N_2 : 4.7 %、 O_2 : 0.3 % であり、M-6 のガス濃度は、 CH_4 : 3 %、 CO_2 : 1.3 %、 N_2 : 7.8 %、 O_2 : 7 % となっており、好気性分解が進行していると思われる領域である。

一方、M-8、M-10、M-16、M-17 のガス抜き管ではガス抜き管の最高温度は約 20 前後と年平均気温 6.4 よりも高いものの、比較的低い温度で推移している。いずれの管でもガス濃度は CH_4 の濃度が約 6.0 %、 CO_2 の濃度が約 4.0 % を示しており、嫌氣的分解反応が進行していると思われる領域である。他の区域については、上記の 2 つの区域ほど好氣的、嫌氣的といった明確な分類はできないが全体的にメタン濃度が高いので、嫌気性分解反応が進行していると思われる。

表-4 は表-3 の最高温度から廃止基準温度である 26.4 を引いた数値を示した。表中の数値が 0 以下であれば基準を達成していることを意味している。基準値の達成率（基準を達成している管の数 / 全管数）を計算したところ、7 月 6 日の達成率 56 % から 11 月 11 日時点で 81 % となっており、2.5 % 改善されている。今後も時間の経過と共に達成率は上がっていくと思われる。

が、M-6 については、管内温度はむしろ上昇傾向にあり、基準の達成は当面難しいものと考えられる。

このように M-3、4、6 は明らかに活発な分解が起っており、内部温度の高さがそれを裏付ける結果となっている。一方、M-8、10、16、17 については基準を満たし、温度は低く推移しているものの、依然として活発な嫌気性分解反応が起っていると推定される。

このように、好気性分解が起っている場合は、微生物反応の活発さと温度は強い相関があると考えられるが、嫌気性分解が起っている場合は、温度の高低が必ずしも内部の微生物反応の活発さを反映しない場合がある。したがって、廃止基準としての内部温度の調査においてはガス濃度調査を併せて行い、好気性・嫌気性分解反応のどちらが起っているのかを把握した上で内部温度から内部の安定化の判断をする必要があると考えられる。

6. ボーリング孔の調査結果及び考察

図-6 にはボーリング孔の深度方向の温度分布について示した。B-6-4 は深さ 17 m の地点で最高温度 47.6 を示していた。このガス抜き管は M-3、5、6、7 と同じく斜面近傍に位置しているために、好気性分解が進んでいると思われる。B-M-1、3-3、3-7、11-5 については全て廃止基準値を下回っており、いずれも深さ方向にはほぼ一定温度になっていた。

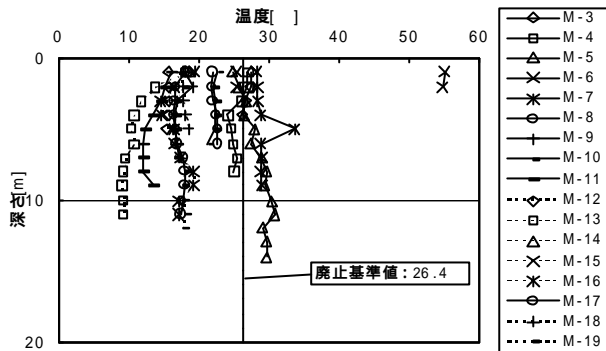


図-4 ガス抜き管の深度方向の温度分布(9.28)

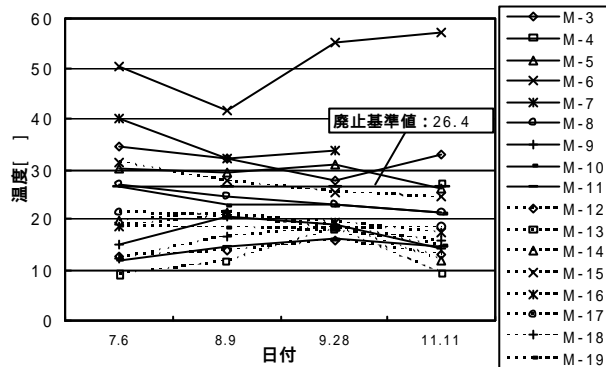


図-5 ガス抜き管の最高温度の月別変化

表-3 ガス抜き管の最高温度の月別変化

場所		7.6	8.9	9.28	11.11
最高温度	M-3	34.3	32.2	27.5	32.7
	M-4				27.0
	M-5	30.1	29.4	30.8	26.3
	M-6	50.5	41.6	55.1	57.2
	M-7	40.0	32.0	33.6	
	M-8	27.0	24.6	22.8	21.2
	M-9	15.1	20.4	19.0	14.1
	M-10	26.5	22.8	22.7	21.4
	M-11	12.0	14.7	16.0	14.7
	M-12	12.8	13.8	15.7	12.9
	M-13	9.1	11.7	18.2	9.3
	M-14	19.7	21.2	18.7	12.0
	M-15	31.4	27.7	25.4	24.4
	M-16	18.7	20.9	19.4	17.5
	M-17	21.3	20.7	18.1	18.5
	M-18	12.2	16.6	18.5	15.7
	M-19	18.6	18.4	17.9	14.9

表-4 ガス抜き管の最高温度での達成率

場所		7.6	8.9	9.28	11.11
最高温度 - 廃止基準値 (26.4)	M-3	7.9	5.8	1.1	6.3
	M-4				0.6
	M-5	3.7	3.0	4.4	-0.1
	M-6	24.1	15.2	28.7	30.8
	M-7	13.6	5.6	7.2	
	M-8	0.6	-1.8	-3.6	-5.2
	M-9	-11.3	-6.0	-7.4	-12.3
	M-10	0.1	-3.6	-3.7	-5.0
	M-11	-14.4	-11.7	-10.4	-11.7
	M-12	-13.6	-12.6	-10.7	-13.5
	M-13	-17.3	-14.7	-8.2	-17.1
	M-14	-6.7	-5.2	-7.7	-14.4
	M-15	5.0	1.3	-1.0	-2.0
	M-16	-7.7	-5.5	-7.0	-8.9
	M-17	-5.1	-5.7	-8.3	-7.9
	M-18	-14.2	-9.8	-7.9	-10.7
	M-19	-7.8	-8.0	-8.5	-11.5
達成率		56%	69%	75%	81%

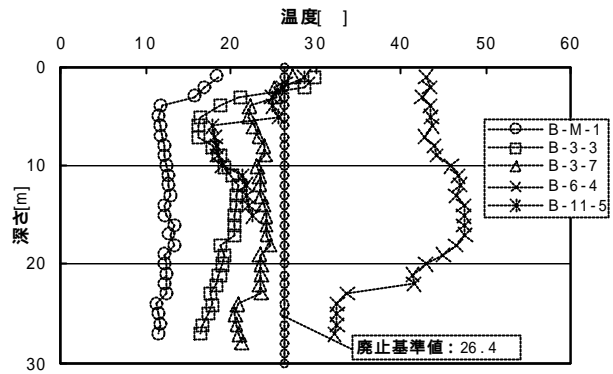


図-6 ボーリング孔の深度方向の温度分布

7. まとめ

本研究ではA市最終処分場でのガス抜き管の内部温度を測定し、廃止基準達成状況について調査した結果、以下のような結論が得られた。

- 1) 水質の廃止基準の達成状況としては、浸出水が基準を達成し、内部水の一部分が達成できていないことがわかった。今後は浸出水と内部水のどちらが処分場から環境周辺への影響を評価する上で重要かを検討する必要がある。
- 2) 17本のガス抜き管のガス濃度の調査結果により、最終処分場の好気性及び嫌気性雰囲気を形成している区域がほぼ明らかになり、全体的に嫌気性雰囲気にあることが確認された。
- 3) ガス抜き管及びボーリング孔の内部温度を測定した結果、処分場の斜面近傍の区域で温度が30を超えており、好気性雰囲気を形成していることがわかった。これらのガス抜き管では廃止基準の達成は当面難しいものと考えられる。一方、嫌気性雰囲気にあるガス抜き管では温度が年平均気温6.4より高いものの、20前後で推移しており、基準はほぼ達成されている。しかしながら、ガス濃度からみて活発な嫌気性分解反応が起こっていると推察され、嫌気性雰囲気の領域では温度が安定化を直接反映することが難しいものと考えられる。

今後はさらに継続的な温度の調査をするともに、併せてガス濃度及びガス発生速度の調査を行い、安定化の進行状況を把握する予定である。

8. 参考文献

- 1) 文部省国立天文台編；理科年表 平成13年 2001, p202
- 2) 廃棄物学会 廃棄物埋立処理処分研究会；廃棄物最終処分場廃止基準の調査評価方法 平成14年3月, pp1~6, pp32~39
- 3) 吉田, 穂積；埋立地廃止基準に係わる指標の埋立過程での調査事例, 第11回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp1159~1161