

準好気性埋立地の
ガス流速・温度測定による機能診断調査
に関する研究

平成 27 年 4 月

北海道大学

廃棄物処分工学研究室

目次

第1章	はじめに.....	3
1.1	準好気性埋立地とは.....	3
1.2	過去の研究.....	4
1.3	研究目的.....	8
第2章	研究方法.....	9
2.1	アンケート調査.....	9
2.2	アンケート回答結果.....	13
2.3	アンケート回答施設のまとめ.....	17
2.4	測定依頼.....	20
第3章	施設の測定データ分析.....	21
3.1	ガス流速及び温度.....	21
3.2	温度測定データ.....	25
第4章	準好気性埋立地の構造としての現状の問題.....	28
4.1	縦型ガス抜き管での問題.....	28
4.2	集排水管の滞水.....	29
4.3	集排水管での構造問題.....	36
第5章	まとめ.....	37
5.1	埋立地内ガス温度と埋立物の関係.....	37
5.2	日本の一般廃棄物最終処分場の準好気性機能診断結果.....	38
5.3	結論.....	40
参考文献	41
付録	43

第1章 はじめに

1.1 準好気性埋立とは^{1),2)}

最終処分場の役割は、環境に悪影響を及ぼす可能性のある廃棄物を安全に、かつ早期に安定化することである。ここで安定化とは、埋め立てられた廃棄物の分解を終了させ、周辺環境に悪影響を及ぼさない状態になることである。安定化に長い年月を要すると、環境に対するリスクや維持管理費が莫大なものとなる。そのためにも早期安定化は必要不可欠である。

埋立構造は内部の雰囲気により3種類に分類することができる。

(i) 嫌気性埋立構造

有機物を多く含む廃棄物を埋め立てると、内部は嫌氣的雰囲気となる。したがって、埋立地は通常嫌気性埋立地である。発生するガスは $\text{CO}_2 : \text{CH}_4 = 1 : 1$ で存在し、嫌気性により発生するメタンガスは地球温暖化の大きな原因となってしまうため、規模の大きな埋立地では回収し、発電を行う。また、小規模の埋立地では、メタンガスを燃料とするほど多く回収できないので燃焼装置を用いて燃やすことで地球温暖化ガスの低減や臭気対策を行っている。しかし、この埋立地では何の制御も行わないので、水分の変動幅は大きく、欧米で中心的な封じ込め型埋立地は水分が低いため微生物活動が停止し、廃棄物が分解せずに長期間とどまるので安定化に長い年月が必要になってしまう。現在では前処理などにより埋立地に投入する有機物を減らす方向に進んでいる。

(ii) 好気性埋立構造

ブローなどで強制的な送気(エアレーション)を行う構造であり、ブローの運転にエネルギーを消費し多大なコストがかかってしまう。事例はほとんどなかったが、EUなどでは古い埋立地を早期安定化するためにガス抜き管を設置し、送気や吸引を行うという好気化の動きもある。

(iii) 準好気性埋立構造

花嶋正孝現福岡大学名誉教授により研究開発され、日本の福岡で初めて実用化された埋立地構造であり、現在の日本の標準的な埋立構造となっている。嫌気性埋立地構造よりも安定化を促進することができ、好気性埋立構造よりもコストが安いという利点がある。

準好気性埋立地とは、埋立地層内にできる限り広範囲に好氣的なゾーンを自然の力を利用してつくろうというものである。このことによって、浸出水中の有機汚濁濃度が早期に低下し、かつ埋立地の地盤的安定が早期に実現するという利点を持つ。構造の特徴は浸出水集排水管と壺型のガス抜き管を連結させ、浸出水集排水管の浸出水流出端を大気開放することであり、廃棄物層内と外気の温度差を利用して空気を吸い込み、浸出水集排水管網を通して廃棄物層内に酸素(空気)を送り込む。好気領域と嫌気領域の両方が存在し、徐々に好気領域を拡大して、最終的には埋立地全体を好気化することが期待される。

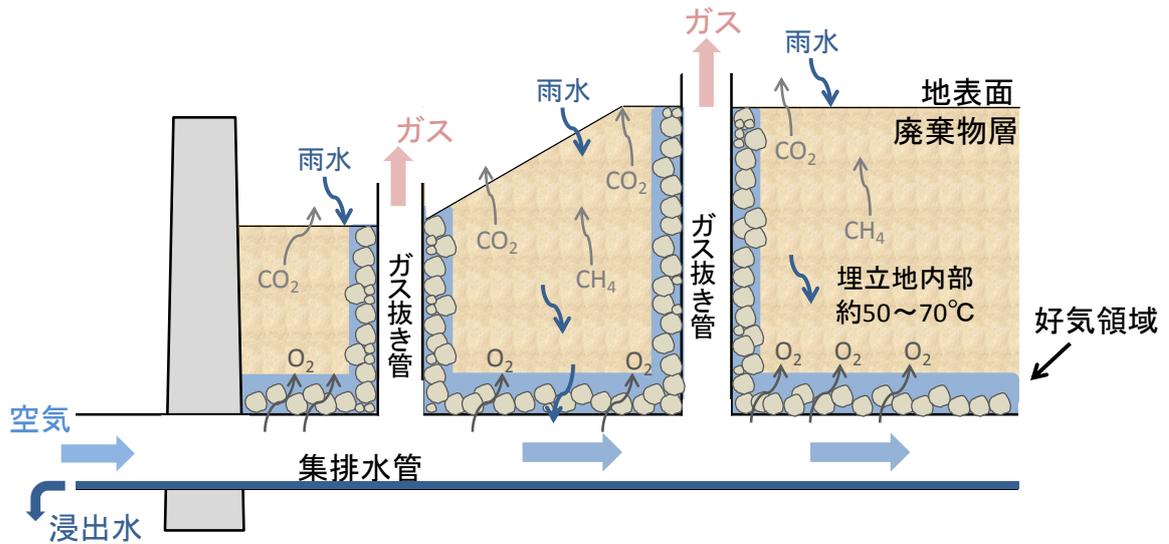


図 1-1 準好気性埋立地構造の概略図¹⁾

1.2 過去の研究

(1) アンケート調査(平成 23 年度卒論)による準好気性埋立地の現状

平成 23 年度卒論「準好気性埋立地の管理状況に関する全国アンケート調査」⁴⁾では、準好気性埋立地の維持管理状況を明らかにするために調査を行った。日本全国の供用中の一般廃棄物最終処分場、1232 箇所のうち準好気性埋立地は、68%の 836 箇所あり、その中から埋立面積が 1ha(=10000 m²)以上の 459 箇所をアンケート調査している。有効回答率は、52%(238 施設)であった。

このアンケート調査によると、36%の埋立地でガス抜き管に蓋やカバーがされていることが分かった。蓋の種類は、粗い網目状もあったが、大部分は穴なし、小さな穴あり、細かい網目であった。集排水管の末端の状況については、「いつも水没」が 15%、「ときどき水没」が 39%であった。「いつも水没」している施設は、山間では設計、平地では水処理能力と答えた割合が高かった。「ときどき水没」と答えた施設は、山間、平地ともに水処理能力を理由として挙げた割合が高かった。水没やふたによって空気の流通は困難になり、自然対流により空気を流入・流出させる準好気性埋立地構造の特徴を無くしている。集排水管末端が「いつも水没」である埋立地の割合は上記のように 15%であったが、水没とガス抜き管の蓋やカバーのいずれかがある埋立地は全体の 48%となった。

埋立地の構造を「準好気性」としている埋立地であっても、その機能を果たしていないならば嫌気性埋立地となってしまう。つまり、多くの準好気性埋立地は構造基準や維持管理基準、廃止基準にのみ基づいた管理となっているのが現状であり、早期安定化に向けた維持管理になっていないことが明らかとなった。

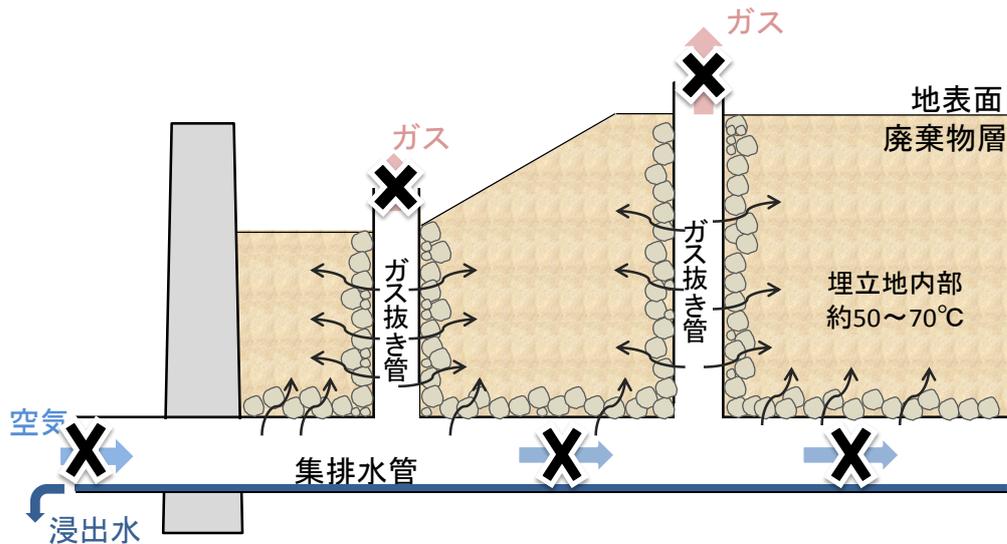


図 1-2 集排水管末端の水没とガス抜き管の蓋やカバー

埋立地の安定化の進行度を知るには、埋立地内部のデータが必要である。これは、埋立地内のガス組成、ガス流速、ガス温度、ガス流れ、浸出水などである。しかし、構造基準、維持管理基準、廃止基準のどれもガス組成、ガス流速を測定する義務はなく温度に関しても廃止基準のみ測定する義務があるだけである。

埋立ガスは、有機物分解の進行度合い、好気／嫌気状態を知るために、有用な情報を与えてくれる。例えば、メタンガスの発生量が多いならば内部は嫌氣的であって、有機物も多く残っていると考えられる。ところが、ガス抜き管におけるガス濃度の測定を行っていたのはわずか 23%であった。測定しているガスは、人への健康影響がある硫化水素、爆発性のあるメタンガスの割合が高かった。また、メタン濃度が高いことは、ガス発生が盛んであることとは直接関係がなく、流量を測定して排出量を求めなければならない。管内にガスが溜まっているだけかもしれないからである。しかし、ガスの発生があるかどうか聞いたところ、なしが 44%、あるが 32%、わからないが 23%であった。「ある」と答えた施設は、「においがする、手をかざすと流れを感じる、陽炎がみえる」などの感覚的なものであり、風速等を測定しているわけではなかった。「わからない」と答えた施設も 23%と高いことから、埋立ガスに対する意識の低さが分かる。また、埋立地内で好気／嫌気性分解が起こると温度が上昇する。したがって、温度も埋立地内部状態を知る良い指標であるが、測定を行っていたのはわずか 12%であった。内部のモニタリングとして埋立ガスが重要視されてないことが分かる。

維持管理基準で測定が義務付けられているのは、放流水質と漏水の有無を知るための埋立地上下流での地下水質のみである。これらは環境への影響を知るには重要だが、放流水よりは浸出水原水の水質こそが重要であり、埋立ガスも重要である。

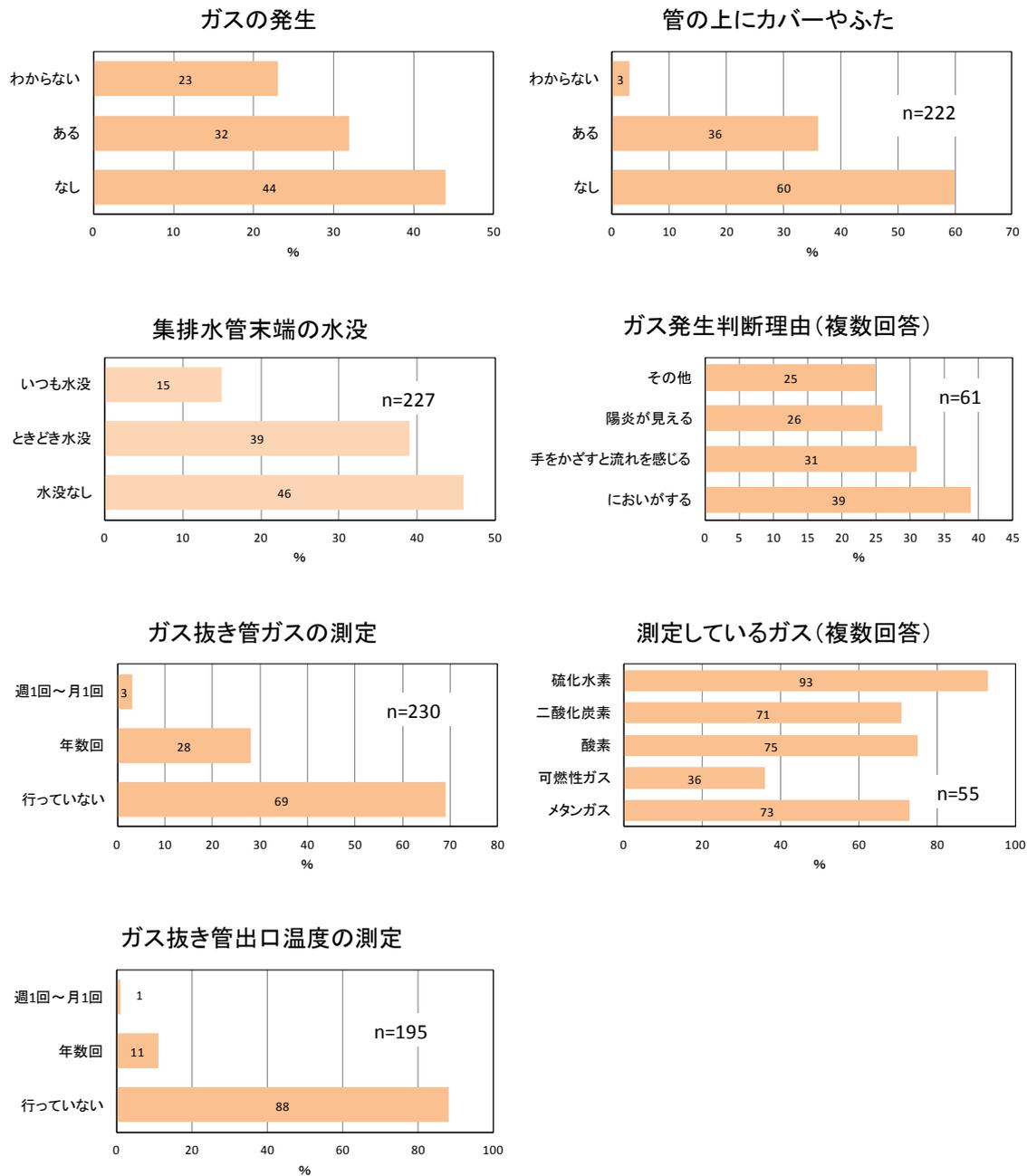


図 1-3 準好気性埋立地のアンケート調査結果

(2) 昨年度の現地調査

昨年度の卒論²⁾では、埋立構造が準好気性構造となっている宮城県仙台市の産業廃棄物処分場を対象埋立地とし、ガスを中心とした埋立地内部に関する調査を行った。

- 調査内容は、
- ・ガス抜き管出口のガス流れ方向
 - ・ガス抜き管出口のガス温度、外気温
 - ・ガス抜き管出口のガス流速
 - ・ガス抜き管出口のガス組成
 - ・埋立高さの測定
 - ・埋立地内のガス流れ

である。

準好気性埋立地では、埋立地内外での温度差を駆動力として浮力が働き、廃棄物層を通りガス抜き管から空気を中心としたガスが流出し、集排水管末端から外気を吸い込んでいることがわかった。図 1-4 に準好気性埋立地のメカニズムを示す。埋立地内外の温度差が大きいくほど、浮力が大きくなりガス流速が大きくなる理論から、ガス温度とガス流速を測定することが重要である。実際にガス抜き管出口でのガス流速とガス温度を測定したところ、よい相関が見られた。図 1-5 に示す。

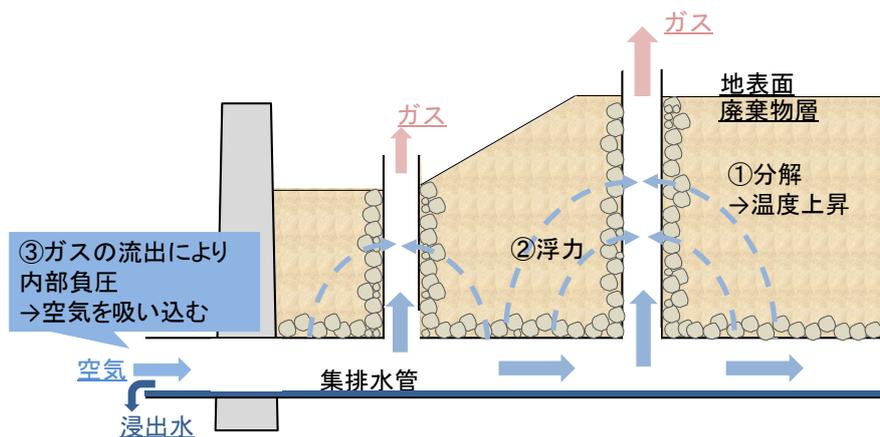


図 1-4 準好気性埋立地のメカニズム

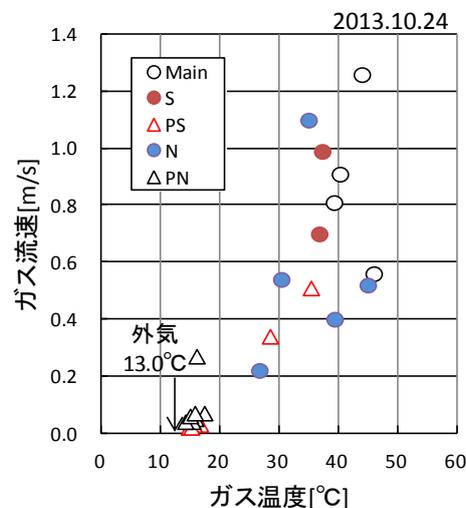


図 1-5 ガス抜き管出口におけるガス流速とガス温度の関係

(3) まとめ

昨年度の研究の結果から、「ガス抜き管出口におけるガス温度とガス流速に良い相関がある」と確認できれば、空気が「集排水管→廃棄物層→ガス抜き管」と埋立地内を流れ、準好気性埋立地が機能していると考えられる。したがって、ガス抜き管出口の「ガス流速とガス温度」を測ることが、準好気性埋立地の機能診断方法だと言える。

1.3 研究目的

昨年度の調査から提案した方法（ガス抜き管出口の流速と温度を測定する）により、日本全国の一般廃棄物最終処分場（準好気性埋立地）を対象に準好気性構造が機能しているか調べ、現状及び管理状況を把握する。

第2章 研究方法

2.1 アンケート調査

(1) アンケート調査対象施設

1.2(1)で紹介した卒論では、全国の一般廃棄物処分場（準好気性埋立地）238施設を対象にアンケート調査を行った。その中で、ガス抜き管に関する質問を設けており、「現在、ガス抜き管からガスは出ていますか」という質問に対し「ガスが出ている」と回答した施設が72か所あった。表2-1にそれらの施設をまとめた。

表2-1のガス濃度測定の有無とは、埋立地内にあるガス抜き管の出口でガス濃度を測定しているかどうかであり、測定を行っていれば「有」、行っていなければ「無」とした。測定しているガスの欄は、○のガスを測定しており、NAはガス濃度を測定していると回答があったが、ガスの種類に回答がなかったことを表している。また、管内温度の測定の有無とは埋立地内にあるガス抜き管内の温度を測定しているかどうかであり、測定を行っていれば「有」を、行っていなければ「無」とした。

表2-1に示した72施設は、「ガス濃度測定の有無」と「管内温度の測定の有無」によって大きく3つに分かれている。Aグループ(C,T測定)は、ガス濃度及び管内温度を測定しており12施設ある。Bグループ(C測定)は、ガス濃度のみを測定しており27施設ある。Cグループは、ガス抜き管での測定を行っていない施設であり、33施設ある。

これらの施設は、準好気性構造の機能が發揮している可能性があると思われるので、本研究で再度アンケート調査を行うことにし、対象施設とした。

表 2-1 アンケート調査対象施設

	施設番号	施設名	ガス濃度測定					管内温度の測定の有無	
			測定の有無	測定しているガス(複数回答可)					
				メタンガス	可燃性ガス	酸素	二酸化炭素		硫化水素
A(C,T測定):12施設	2	弘前市埋立処分場(第2次)	有	○		○	○	○	有
	27	石積埋立処分場	有	○	○		○	○	有
	86	高崎市榛名最終処分場(エコパーク榛名)	有	○			○	○	有
	127	茅ヶ崎市堤十二天一般廃棄物最終処分場	有	○		○	○	○	有
	129	三浦市西堂埋立地	有		○	○		○	有
	201	名古屋市愛岐処分場	有	○		○	○	○	有
	228	大津市大田廃棄物最終処分場	有	○	○	○	○	○	有
	235	京都市東部山間埋立処分地	有	○	○	○	○	○	有
	295	岡山市山上新最終処分場	有	○		○	○	○	有
	336	高知市三里最終処分場	有	○	○	○	○	○	有
	356	三京クリーンランド埋立処分場	有	○	○	○	○	○	有
	357	佐世保市一般廃棄物最終処分場	有	○		○	○	○	有
B(C測定):27施設	30	気仙沼市大曲一般廃棄物最終処分場	有	○		○		○	無
	48	山形市上野最終処分場	有			○		○	無
	49	鶴岡市岡山一般廃棄物最終処分場	有					○	無
	97	埼玉県環境整備センター	有	○		○	○	○	無
	119	織幡最終処分場	有	○		○	○	○	無
	122	日の出町二ツ塚廃棄物広域処分場	有	○		○	○	○	無
	126	藤沢市女坂最終処分場	有	○		○	○	○	無
	134	新潟市第3赤塚一般廃棄物最終処分地	有		○	○	○	○	無
	156	戸室新保埋立場	有					○	無
	171	岡谷市樋沢一般廃棄物最終処分場	有	○				○	無
	187	沼上最終処分場	有		○	○		○	無
	246	堺市南部処理場(新処分地)	有		○	○		○	無
	252	神戸市布施畑環境センター	有	○			○		無
	253	神戸市淡河環境センター	有	○			○		無
	314	山口市神田一般廃棄物最終処分場	有		○	○	○	○	無
	322	高松市一般廃棄物最終処分場第2処分地	有	○			○		無
	382	鹿児島市横井埋立処分場	有	○		○	○	○	無
	502	第3山口処理場	有			NA			無
	503	七五郎沢廃棄物最終処分場	有			NA			無
	504	小樽市廃棄物最終処分場	有			NA			無
506	釧路市新高山最終処分場	有			NA			無	
507	北見市廃棄物処理場	有			NA			無	
511	岩見沢じん芥処理センター	有			NA			無	
513	留萌市一般廃棄物最終処分場	有			NA			無	
533	七飯町一般廃棄物処理施設最終処分場	有			NA			無	
535	余市町クリーンセンター	有			NA			無	
536	栗山町一般廃棄物最終処分場	有			NA			無	
C(測定なし):3施設	11	中部上北最終処分場	無						無
	12	沖浦埋立処分地	無						無
	66	環境センター 沼平第2最終処分場	無						無
	75	東海村最終処分場	無						無
	112	市原市平蔵一般廃棄物最終処分場B2地区	無						無
	149	高岡市不燃物処理場(C地区)	無						無
	206	半田市一般廃棄物最終処分場	無						無

表 2-1 つづき

施設番号	施設名	②ガス濃度測定					③管内温度の測定の有無	
		測定の有無	測定しているガス(複数回答可)					
			メタンガス	可燃性ガス	酸素	二酸化炭素	硫化水素	
220	尾張東部衛生組合一般廃棄物最終処分場	無						無
229	大津市北部廃棄物最終処分場増設2期	無						無
234	中山投棄場	無						無
241	京丹後市大宮最終処分場	無						無
244	城南衛生管理組合グリーンヒル三郷山	無						無
251	雁多尾畑最終処分場	無						無
257	明石市一般廃棄物最終処分場	無						無
259	豊岡市立豊岡最終処分場	無						無
265	加西市埋立最終処分場	無						無
267	たつの市一般廃棄物最終処分場	無						無
284	有田周辺広域圏事務組合埋立処分地	無						無
288	西持田最終処分場	無						無
302	広島市玖谷埋立地	無						無
310	江田島市環境センター(第2埋立地)	無						無
319	周南東部環境施設組合後畑不燃物埋立処分場(第2期埋立処分場)	無						無
328	エコランド林ヶ谷	無						無
354	杵藤クリーンセンター埋立処分地施設	無						無
369	日田市清掃センター最終処分場	無						無
385	さつま町クリーンセンター	無						無
389	曾於南部厚生事務組合清掃センター	無						無
390	肝属地区鹿屋最終処分場	無						無
501	山本処理場	無	○		○	○	○	無
505	旭川市廃棄物処分場	無	○		○	○	○	無
524	千歳市第一最終処分場	無	○			○	○	無
525	千歳市第二最終処分場	無	○			○	○	無
560	銀河クリーンセンター	無		○	○		○	無

C(測定なし):3施設

(2) 調査内容

アンケート調査の内容を表 2-2 に示す。平成 23 年度卒論⁴⁾を参考とし、内容は大きく「処分場の概要、モニタリング状況、実測調査協力」の 3 つである。処分場の概要では、供用開始年月、終了予定年月、埋立面積、埋立容量、残存容積、埋立高さを尋ねた。モニタリング状況では、ガス抜き管から現在ガスが出ているかどうか、ガス抜き管でのガス濃度測定を行っているかどうか、ガス抜き管内での温度測定を行っているかどうか、ガス濃度・

温度測定を行っている施設に対し過去の測定データを提供して頂けるかどうか、集排水管末端が現在水没しているかどうか、を尋ねた。

最後に、実測調査協力とは、施設の方々に縦型ガス抜き管の出口においてガス流れ方向、ガス流速、ガス温度の測定を依頼するものである。この協力の可否を尋ねた。必要に応じて測定器材（煙発生器（スモークテスター）、ハンディ風速計、ハンディ温度計）を施設へ送付した。測定機材の写真を図 2-1 に、アンケート中に示した測定方法の写真を図 2-2 に示す。

アンケート調査では、表 2-2 に示した内容のアンケート回答用紙の他に、依頼状、別紙を同封した。依頼状で「今回のアンケート調査の趣旨、昨年度の調査結果、準好気性の機能診断方法」を、別紙にて「昨年度の研究の詳細」を説明した。

表 2-2 アンケート調査内容

質問項目	内容
処分場の概要	供用開始年月、終了予定年月 埋立面積、容量、残存容積、高さ
モニタリング状況	現在のガスの流出の有無 ガス濃度の測定の有無 管内温度の測定の有無 過去の測定データの提供の可否 現在の集排水管末端の状態
実測調査協力	実測調査協力の可否



図 2-1 測定機材写真

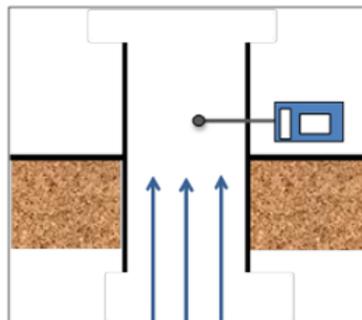


図 2-2 測定方法

2.2 アンケート回答結果

アンケート調査は平成 26 年 9 月～10 月の間に郵送で行い、55 施設から回答が得られた（回答率：76%）。東京都、小樽市(北海道)から 1 施設、札幌市(北海道)から 2 施設、アンケートを送付した施設以外に違う施設の回答を頂いたので、全 58 施設の回答が得られた。

(1) アンケート結果状況

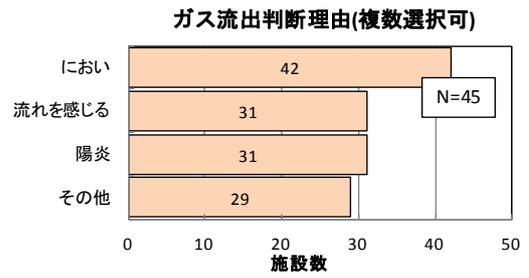
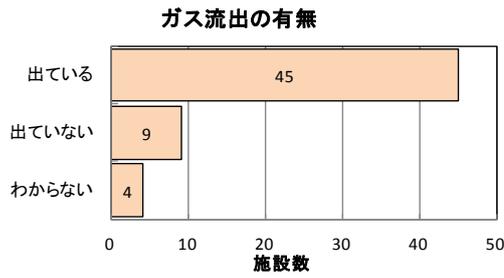
本研究のアンケート調査結果を図 2-3 に示す。

(a)はガス抜き管からのガス流出結果を示しており、前回のアンケート調査においてガス流出ありと答えていた施設を対象としたにも関わらず、現在ガスが出ていないと答えた施設が 9 施設、ガスが流出しているのかわからないと答えた施設が 4 施設あった。

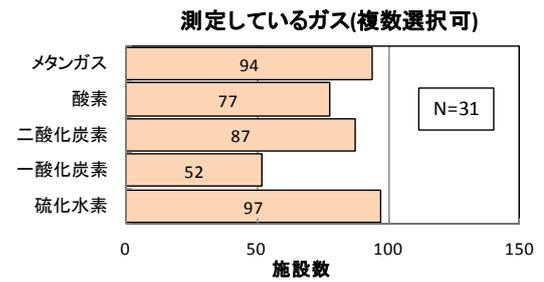
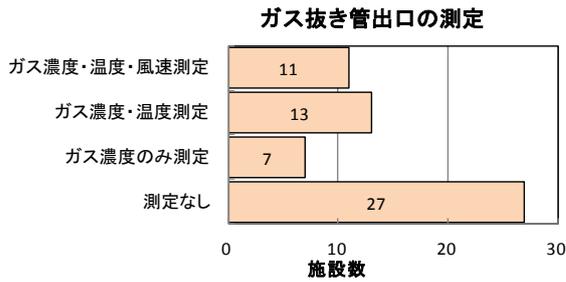
(b)はガス抜き管出口での測定状況と測定しているガスについて示しており、11 施設がガス濃度、ガス温度だけでなく出口風速を測定していた。これらの施設のほとんどが測定を業者に委託していた。ガス濃度の測定を行っているとした施設のうち、8～9 割の施設でメタンガス、硫化水素、二酸化炭素を測定していた。これはメタンガスと二酸化炭素が埋立地内の嫌気/好気状態を知る上で重要な指標であり、硫化水素は有害性があるためと考えられる。

(c)は集排水管末端の状態と末端水没の理由を示している。準好気性埋立地は集排水管の末端を開放することで空気が流入する。ところが、約 5 割の施設が集排水管末端で水没があると回答していた。これは前回のアンケート調査とほぼ同じ結果だった。集排水管末端水没の理由として、約 5 割の施設から水処理能力の問題との回答が得られた。また、はじめから水没するように設計されている施設も約 3 割あることが分かった。

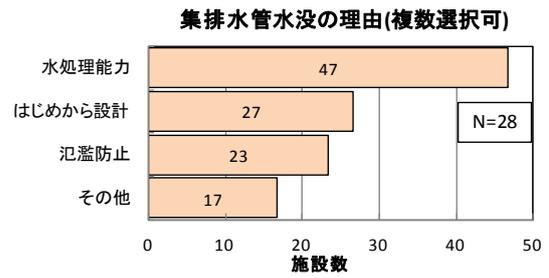
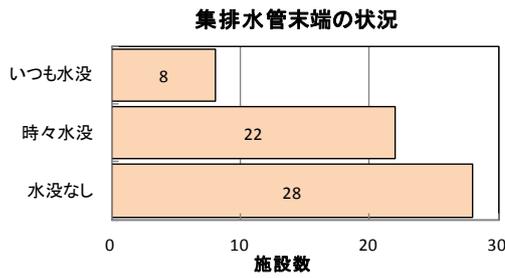
(d)は測定協力の可否と測定データの提供を示しており、26 施設から実測調査に協力できるとの回答を得られた。過去の測定データは、ガス濃度・温度・風速を測定している施設から 11、ガス濃度・温度を測定している施設から 3、ガス濃度のみ測定している施設から 5、得られた。



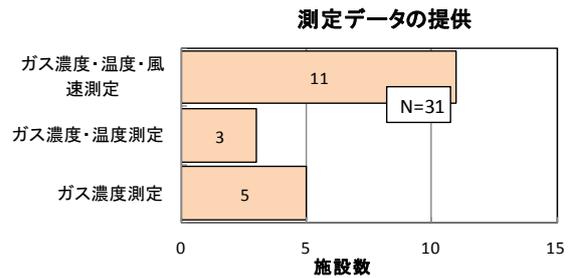
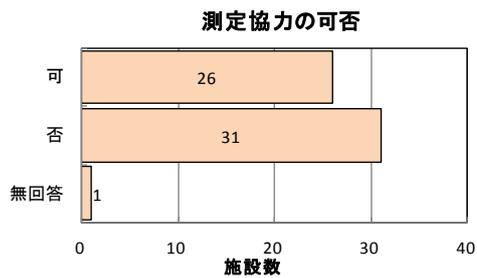
(a) ガス抜き管からのガス流出



(b) ガス抜き管出口での測定状況と測定しているガス



(c) 集排水管末端の状態と水没の理由



(d) 測定協力の可否と測定データの提供

図 2-3 アンケート調査結果

(2) 施設のグループ分け

図 2-3(c)のアンケート回答結果から、ガス抜き管の測定状況にもとづいて回答のあった施設を 4 つのグループに分類した。以下の表 2-4 に示す。A～D の記号は表 2-1 とは別である。A グループは風速と温度の相関を、また B グループはガス温度が外気温と比較して高いかどうかから、準好気性埋立地として機能しているか把握することにした。

表 2-4 本アンケート調査に回答のあった施設のグループ分類

グループ	ガス抜き管出口の測定状況	施設数	備考
A	ガス濃度、温度、風速	11	風速と温度に相関が見られれば準好気性が機能していると判断できる
B	ガス濃度、温度	13	外気温と比べガス温度が高ければ、ガスが出ていると判断でき、準好気性が機能している可能性がある
C	ガス濃度	7	ガス組成から、埋立地内に有機物が存在するかどうかは分かるが、準好気性が機能しているかどうかは判断できない
D	測定なし	27	測定データがないので何も判断できない

(3) グループ毎のアンケート調査結果の比較

図 2-4 に 4 つのグループ別に、アンケート調査結果を示す。

「ガス流出の有無」で「わからない」と回答した施設がある。またガス流出判断理由はにおい、流れ、陽炎などであり、ガス流出ありとする定量的な根拠はないことがわかる。ガス流速を測定している A グループも、風速の大きさは不明である。

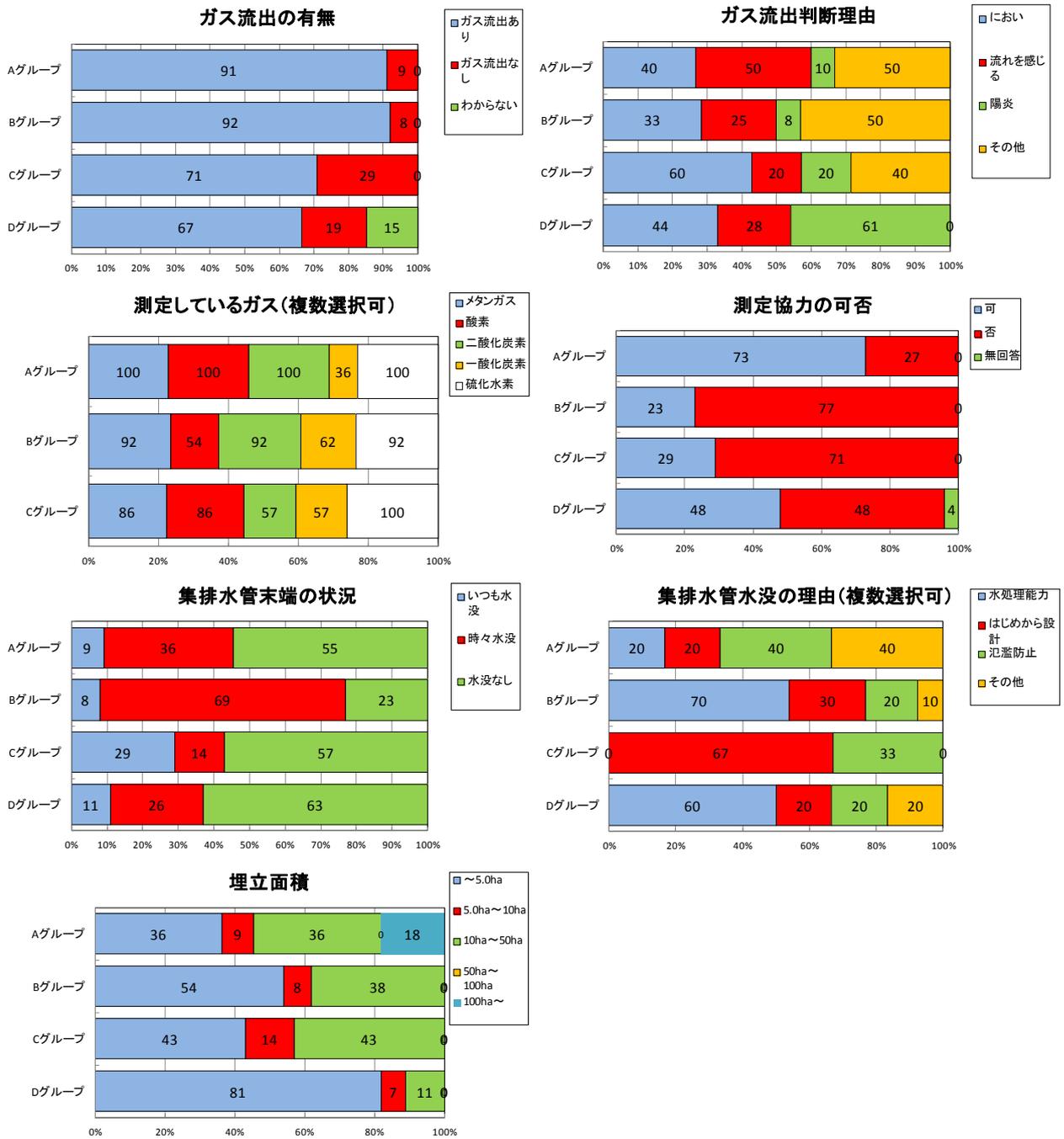


図 2-4 グループ毎のアンケート調査結果

2.3 アンケート回答施設のまとめ

本研究のアンケート調査に回答して頂いた 58 施設の回答内容、及び実施した調査の内容等を表 2-5 にまとめた。表 2-4 ではグループを A~D の 4 つに分けていたが、ガス測定を行っていない施設 (D グループ) の数が多かったため、さらにガス流出の有無により D と E に分けた。A~C がガス抜き管での測定があるグループであり、A グループ (ガス濃度、温度、風速測定)、B グループ (ガス濃度、温度測定)、C グループ (ガス濃度測定) の 3 つに分かれている。また、ガス抜き管での測定を行っていない施設は、ガス流出の有無により D グループ (ガス流出有り) と E グループ (その他) に分けた。

各グループの施設数を表 2-6 に示す。

表 2-5 中の①ガス流出の有無とは、ガス抜き管からガスが流出しているかどうかであり、「有」は流出を、「無」は流出していないことを、「不明」はガスが流出しているかわからないとの回答を得たことを表している。②測定データの提供の可否とは、過去のガス抜き管での測定データを提供して頂けるかどうかであり、「可」は提供可能を、「否」は提供不可を表している。ガスを測定していない施設には「-」と記入してある。③実測調査協力の可否とは、実測調査に協力して頂けるかどうかであり、「可」は協力可能を、「否」は協力不可を、「-」は無回答を表している。④過去の測定データでは、過去のガス抜き管での測定データを提供して頂いた施設に「有」と記入し、それ以外の施設には「-」と記入してある。⑤ガス抜き管写真では、ガス抜き管の写真を提供して頂いた施設に「ポリ」、「塩ビ」、「ヒュ」のいずれかが記入してある。これらはガス抜き管の種類でそれぞれポリエチレン管、塩化ビニル管、ヒューム管を表している。「-」は無回答である。⑥測定依頼 or 現地調査とは、施設に対し測定依頼あるいは現地調査を行ったかどうかである。記入してある T 測定、TV 測定とは、それぞれ温度測定、温度及び風速測定を依頼し測定データが得られたことを表している。T 依頼とは、温度測定を依頼したが結果が返ってこなかったことを表している。また、温度測定を依頼したところガス温度が外気温と変わらずガスの流れも感じなかったとの回答があり測定データのない施設があったので、その施設には「流れを感じない」と記入した。現地調査を行った施設には「現地調査」と記入し、測定依頼や現地調査を行っていない施設には「-」と記入した。

表 2-5 アンケート回答施設のまとめ

	施設番号	① ガス流出の有無	② 測定データの可否	③ 実測調査協力の可否	④ 過去の測定データ	⑤ ガス抜き管写真	⑥ 測定依頼。r 現地調査		
ガス抜き管測定 あり	A(ガス濃度、温度、風速)	A1	有	可	可	有	ポリ	TV測定	
		A2	有	可	可	有	ポリ	現地調査	
		A3	有	可	可	有	-	-	
		A4	有	可	可	有	-	-	
		A5	有	可	可	有	ポリ	T測定	
		A6	有	可	可	有	ポリ	T測定	
		A7	有	可	可	有	ヒュ	T測定	
		A8	有	可	否	有	ヒュ	-	
		A9	有	可	否	有	ヒュ	-	
		A10	有	可	否	有	ヒュ	-	
		A11	無	可	可	有	ヒュ	T測定	
	B(ガス濃度、温度)	B1	有	可	可	有	ポリ	T測定	
		B2	有	可	可	有	塩ビ	-	
		B3	有	可	否	有	ポリ	-	
		B4	有	否	否	-	ヒュ	-	
		B5	有	可	否	有	-	-	
		B6	有	否	否	-	ポリ	-	
		B7	有	可	否	有	-	-	
		B8	有	可	否	有	ポ/塩	-	
		B9	有	否	否	-	-	-	
		B10	有	否	否	-	塩ビ	-	
		B11	有	否	否	-	ポリ	-	
		B12	有	否	否	-	-	-	
		B13	無	可	可	-	-	T測定	
	C(ガス濃度)	C1	有	可	可	有	ポリ	T測定	
		C2	有	可	可	有	塩ビ	流れ感じない	
		C3	有	可	否	有	-	-	
		C4	有	否	否	-	-	-	
		C5	有	否	否	-	-	-	
		C6	無	否	否	-	ポリ	-	
		C7	無	否	否	-	-	-	
	ガス抜き管測定 なし	D(ガス流出)	D1	有	-	可	-	塩ビ	T測定,TV測定
			D2	有	-	可	-	ポ/塩	現地調査
			D3	有	-	可	-	-	T依頼
			D4	有	-	可	-	ポリ	T測定
D5			有	-	可	-	ヒュ	T測定,TV測定	
D6			有	-	可	-	塩ビ	T測定	
D7			有	-	可	-	ポリ	T測定	
D8			有	-	可	-	ポリ	-	
D9			有	-	可	-	-	T測定	
D10			有	-	否	-	ポリ	-	

表 2-5 つづき

	施設番号	① ガス 流出 の有 無	② 測 定 デ ー タ の 提 供 の 可 否	③ 実 測 調 査 協 力 の 可 否	④ 過 去 の 測 定 デ ー タ	⑤ ガ ス 抜 き 管 写 真	⑥ 測 定 依 頼 。r 現 地 調 査	
ガス抜き管測定 なし	D(ガス流出)	D11	有	-	否	-	-	
		D12	有	-	否	-	-	
		D13	有	-	否	-	塩ビ	-
		D14	有	-	否	-	塩ビ	-
		D15	有	-	否	-	ポリ	-
		D16	有	-	否	-	ポリ	-
		D17	有	-	否	-	ヒュ	-
		D18	有	-	否	-	-	-
ガス抜き管測定 なし	E(その他)	E1	不明	-	-	-	-	
		E2	不明	-	可	-	-	温度計なし
		E3	不明	-	可	-	ポリ	T測定
		E4	不明	-	否	-	ポリ	-
		E5	無	-	可	-	-	T測定
		E6	無	-	可	-	-	-
		E7	無	-	否	-	-	-
		E8	無	-	否	-	-	-
		E9	無	-	否	-	-	-

表 2-6 ガス抜き管出口の測定状況によるグループ分け

グループ	ガス抜き管出口の測定 状況	施設数
A	ガス濃度、温度、風速	11
B	ガス濃度、温度	13
C	ガス濃度	7
D	測定なし(ガス流出あり)	18
E	測定なし(その他)	9

2.4 測定依頼

施設から提供していただいた過去の測定データは、ガス抜き管の測定本数が少ないところが多かった。また、ガス抜き管出口においてガス流速、温度を測定していない施設でも準好気性埋立地として機能している可能性がある。そこで、ガス抜き管出口での測定依頼を行うことにした。測定依頼の流れを図 2-5 に示す。

- i) A グループ(温度、流速測定)に対し、測定本数を増やすことを目的にガス抜き管出口の流速と温度の測定を 1 施設に依頼した。
- ii) A グループの中で(i)を行わなかった 4 施設、他のグループから計 13 施設、合わせて 17 施設に対し、ガス抜き管出口での温度測定を依頼した。
- iii) 温度測定依頼(ii)を行った結果から、外気温とガス温度に大きな差がある施設に対し、ガス抜き管出口での流速と温度の測定を依頼した。

本研究のアンケート調査で実測調査に協力できるとの回答があった施設のみに測定依頼を行い、風速計、温度計を所有していない施設には測定器を送付した。測定依頼を行い、入手したデータ数や結果を表 2-7 にまとめた。

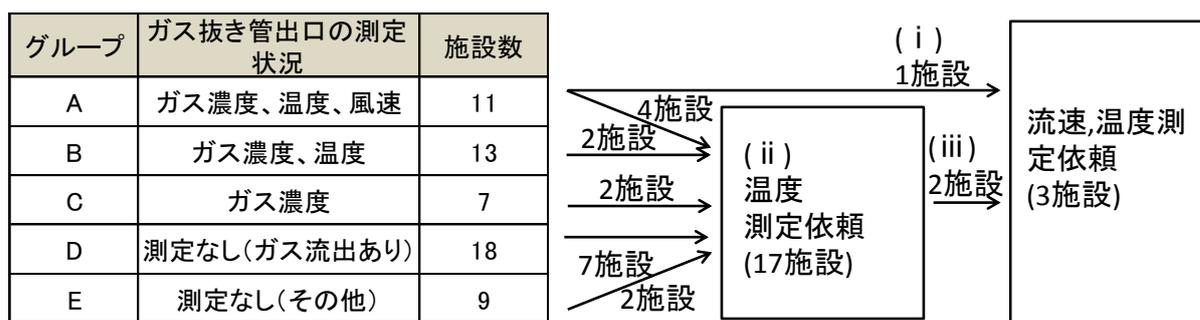


図 2-5 測定依頼調査の流れ

表 2-7 測定依頼の入手データ数と結果

測定	過去の測定データ	測定依頼	総データ数	結果
流速・温度	11	3(1)	13	相関あり: 6 相関なし: 7
温度	3	17(1)	18	外気との温度差20°C以上: 4 外気との温度差20°C未満: 14

*()内の数は過去の測定データと重複した施設数

第3章 施設の測定データの分析

3.1 ガス流速及び温度

(a)施設から入手したデータ

表 2-6 に示したように、埋立地内のガス抜き管出口のガス組成、温度だけでなく風速まで測定している施設は 11 施設あり、全てから過去の測定データを提供して頂いた。図 3-1(a)にガス流速と温度の測定データを、施設ごとに示す。(※図 3-1 中の A2 施設の測定データでの A~F は区画番号を表している。A11 施設の測定データでの No.1,2 はガス抜き管の番号を表している。)

全体的に測定しているガス抜き管の本数が少なく、測定本数が 5 本以上の施設は 5 施設だけであった。また、年に 2~4 回、季節別に測定されている場合が多いが、埋立地内と気温の差が空気を外部から吸い込む駆動力と考えられるので、埋立地全体の特徴をとらえるには同一時期に多数のガス抜き管で測定を行い、比較することが望ましい。このように測定データ数は十分とは言えないが、図 3-1 よりガスが明らかに流出している(流速 0.5m/s 以上)と判断できる施設は A1,A2,A3,A6,A9,A10 の 6 施設であった。

(このうち、第 5 章で述べるように A2 施設への現地調査を行ったところガスの流出は確認できなかった。)また、この中で A9,A10 の 2 施設は調査への協力が難しいとの回答であった。

(b)調査依頼データ

図 2-5 に示すように A グループから A1、温度測定を依頼した施設のうちガス温度の高かった 2 施設に対し、ガス抜き管出口での風速、温度、ガス流れ方向の測定依頼を行った。A1 処分場では図 3-1 に示すように、ガス流速とガス温度に相関が見られたが、ガス抜き管の測定本数が少なかったので測定本数を増やすことを目的とした。D1,D5 処分場はガス抜き管出口での温度の測定しか行われていなかったが、図 3-3(a)に示すようにガス温度と外気温の温度差が 20℃以上あったので、ガス抜き管出口での流速と温度の測定を依頼した。

ガス抜き管出口におけるガス流れ方向、ガス流速、ガス温度の測定は図 3-2 に示すように測定して頂いた。

まず、煙発生器によりガス抜き管出口におけるガスの流入出を測定する。ガス流出を確認したのち、風速計をガス抜き管の孔に差し込み、30 秒間待って測定する。これを 3 回繰り返す。ガス温度も同様のか所でハンディ温度計を使用し測定する。

結果を図 3-1(b)に示す。測定を依頼した全ての施設でガス流速とガス温度に相関が見られた。

A1 処分場では、施設の都合上全ての堅型ガス抜き管での測定は行なえなかったが、新処分場で 2/9 本、既処分場で 6/12 本のガス抜き管で測定して頂いた。

D1 処分場では、堅型ガス抜き管が全部で 30 本と本数が多いので、温度測定依頼時に測定したガス抜き管 3 本と集水ピットの周辺のガス抜き管 9 本の計 12 本の測定を依頼し、測定した全てのガス抜き管



図 3-2 測定方法(A1 処分場)

からガスが流出していた。図 3-3 から、ガス抜き管の温度が 35℃以上と高かったが、最も温度の高いガス抜き管で 16℃という結果であった。

また、D5 処分場では、埋立地内の全てのガス抜き管のほか、集水ピットの上で煙発生器によりガス流れ方向を測定して頂いたところ集排水管末端から外気が吸い込まれていることが確認された。

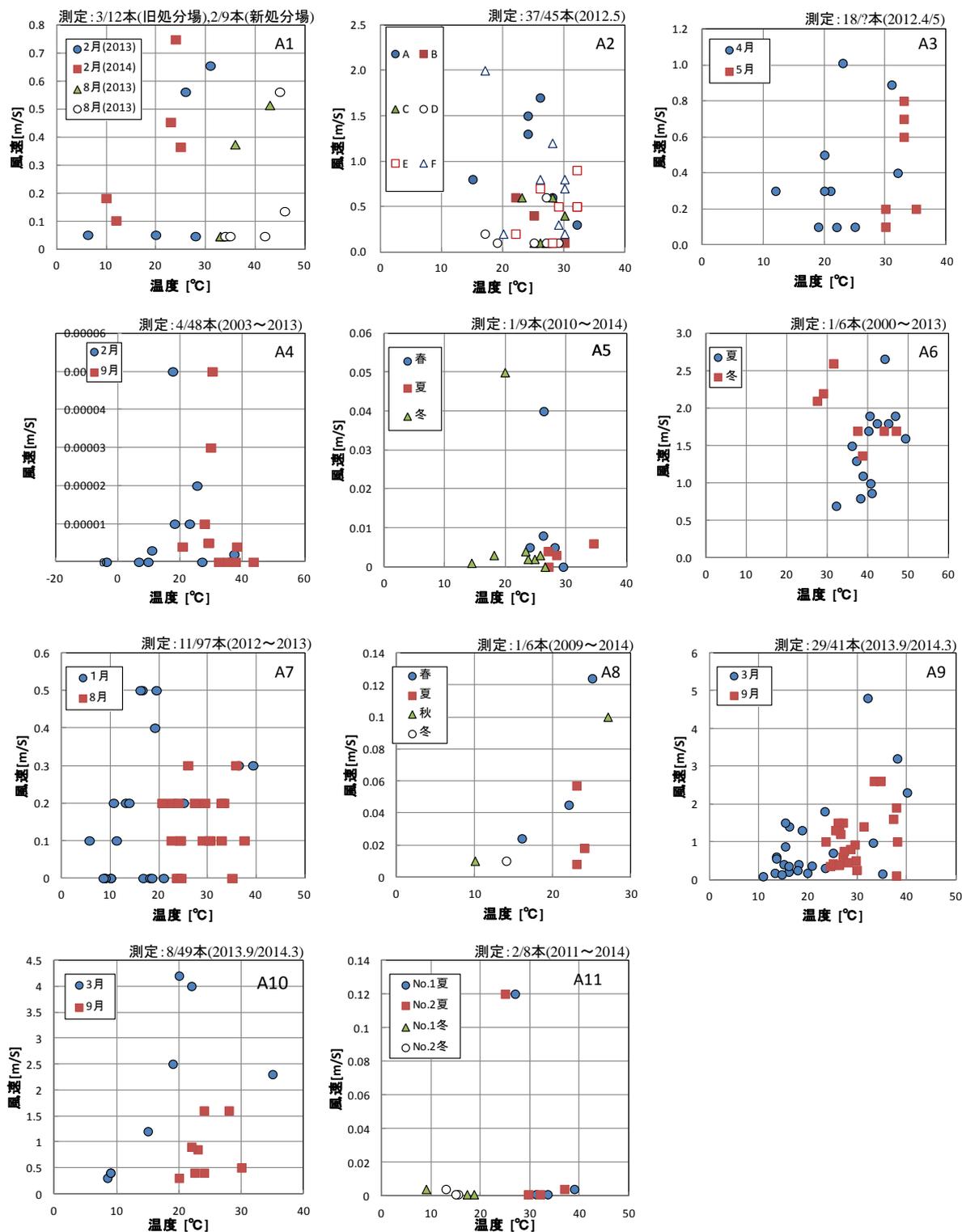


図 3-1(a) ガス流速-温度測定データ(提供データ)

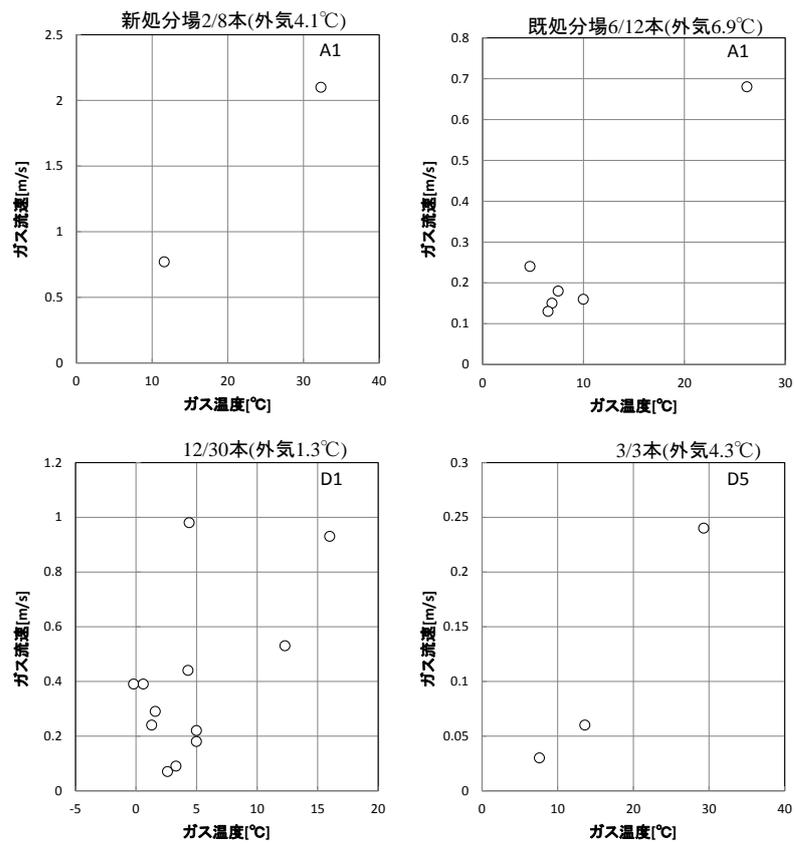


図 3-1(b) ガス流速-温度測定データ (測定依頼データ)

3.2 温度測定データ

(a)施設から入手したデータ

表 2-5 の B グループに示したように、埋立地内のガス抜き管出口のガス組成、ガス温度を測定している施設は 13 施設あった。その中で、3 施設から過去の測定データを提供して頂いた。図 3-3(a)にガス温度と外気温の比較を示す。準好気性埋立地内では好気性分解反応が起こり埋立地内の温度が高温となることで埋立地内外の温度差を駆動力として空気が埋立地内を流れる。したがって、外気温に対してガス温度が高ければ、準好気性埋立地として機能している可能性が高いと言える。

図 3-3(a)から、B1 では、季節によらずガス温度は安定して 20~35℃となっている。気温との温度差が大きい冬季には、ガス流速が大きいと考えられる。それに対し、B3、B8 では、ガス温度は、外気温とほぼ同じであり、集排水管を通して空気の流入はないと思われる。B3,8 は調査に難しいとの回答であった。

(b)調査依頼データ

温度測定依頼結果を図 3-3(b)に示す。温度計を所有していない施設に対しては、簡易な温度計（アルコール温度計）を送付し、測定して頂いた。測定依頼は施設に直接電話で行い、埋立地内のできるだけ多くのガス抜き管で測定していただけるようお願いをした。しかし、施設の都合上の理由から埋立地内のガス抜き管の多くを測定できない所も多くあった。

図 3-1(a)の施設 A1 で、外気温 8℃(2013 年 2 月)、4℃(2014 年 2 月)とガス温度の差が 20℃以上の時にガスが流出していた。これにより、ガス温度と外気温の差が 20℃以上ある施設は、準好気性埋立地として機能していると判断できる。この基準を、図 3-3(b)にあてはめると、外気温とガス温度に 20℃以上の差が見られた施設は 17 施設中 A6,C1,D1,D5,E5 の 5 施設である。A6 は管によって温度のばらつきが大きく、同じ埋立地でも場所によって異なることがわかる。D1 は 30 本のうち 3 本、D5 は 4 本のうち 1 本のみ測定であり、測定されていない管以外は温度が低いかもしれない。

図 3-3 では、外気温との温度差が 20℃に達しないが、B1,D6,D7,D9 は温度差が最大 12~15℃あり、これらも外部から空気を吸い込み、埋立地内を流れてガス抜き管から排出されている可能性がある。

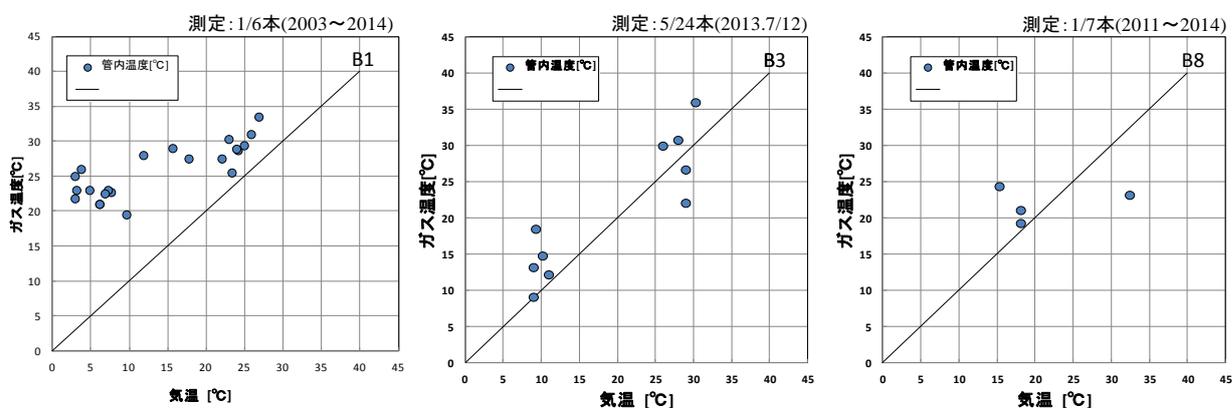


図 3-3(a) ガス温度と外気温の測定データ（提供データ）

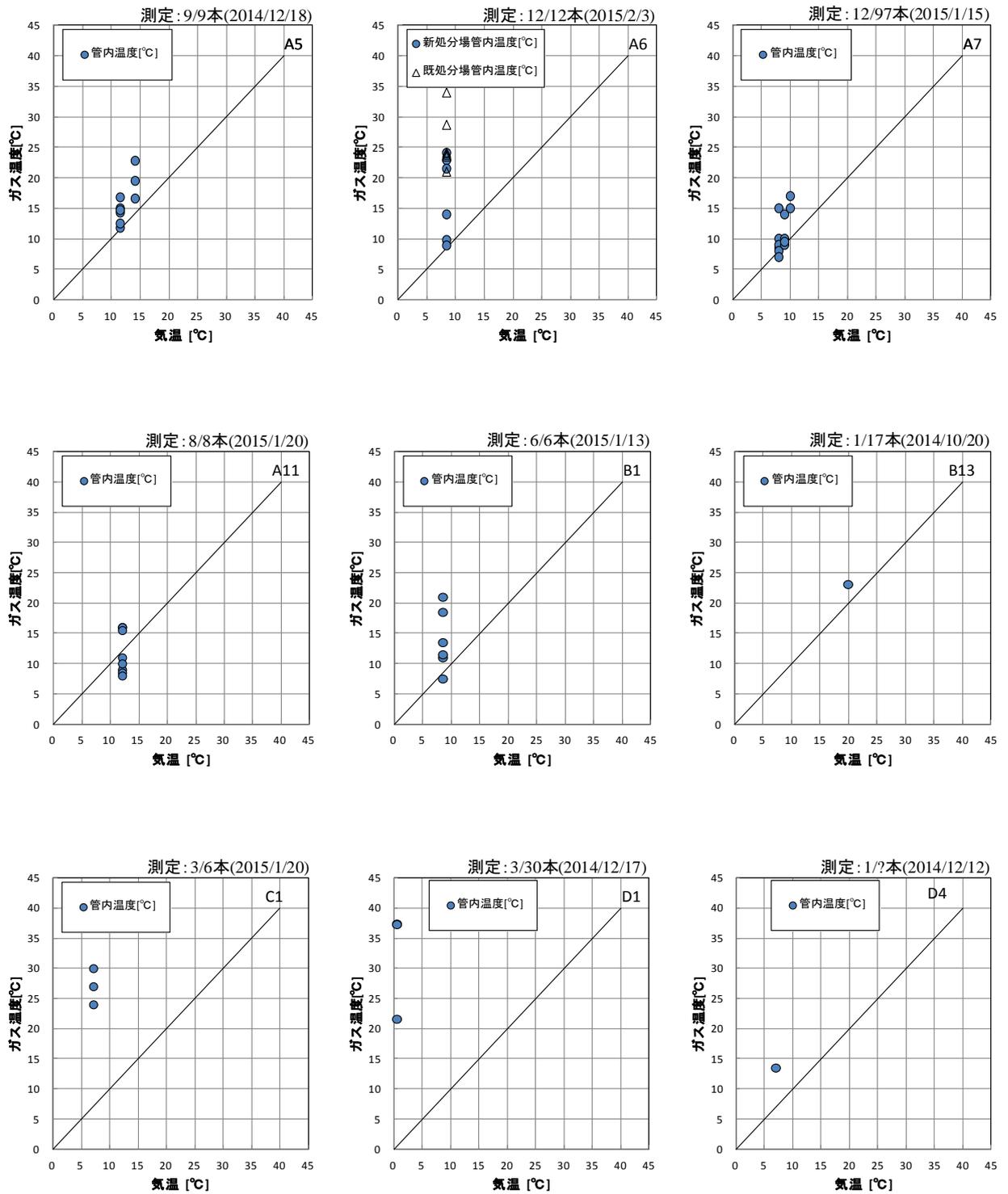


図 3-3(b) ガス流速と外気温の測定データ (測定依頼データ)

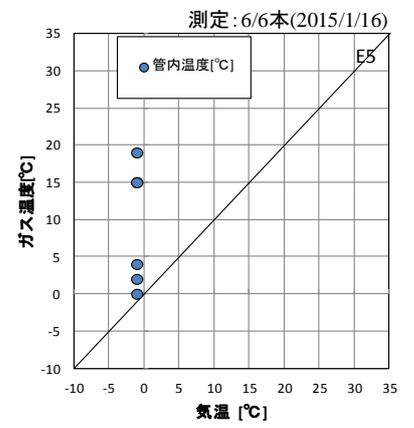
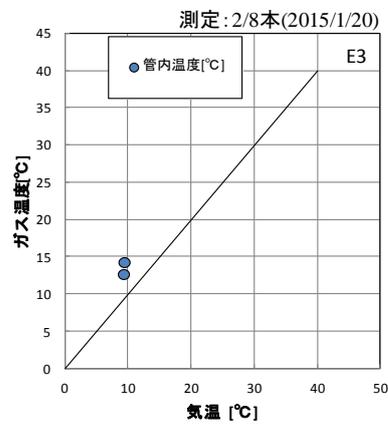
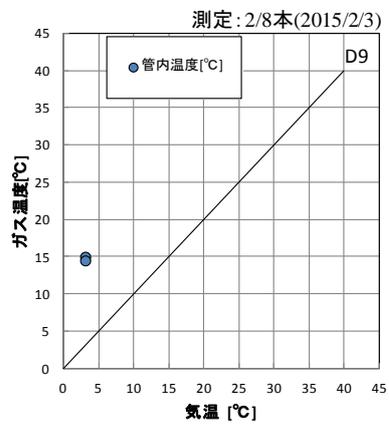
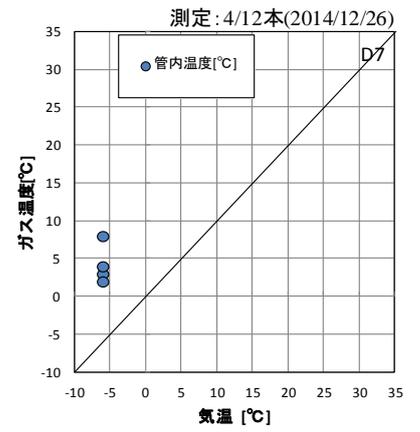
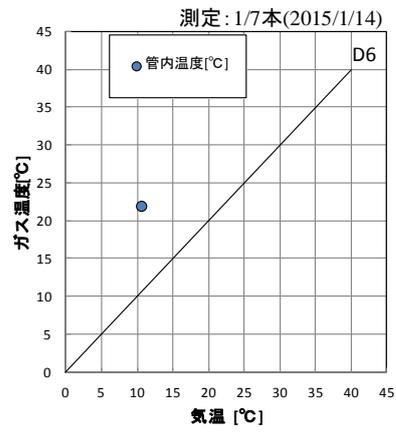
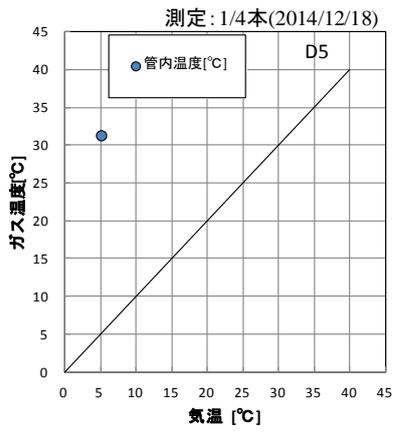


図 3-3(b) つづき

第4章 準好気性埋立地の構造としての現状の問題

第3章のガス流速及びガス温度の測定結果から、準好気性埋立地として機能している処分場は少ないということが分かった。現地調査等によって明らかとなった準好気性として機能しない埋立構造の問題点をいくつか以下に記す。

4.1 堅型ガス抜き管での問題

A2 処分場は、ガス抜き管出口において流速及び温度を測定しており、図3-1で相関が見られた。そこで、2014年11月6日に堅型ガス抜き管出口のガス流れ方向、温度、風速を測定することを目的に現地調査を行った。ところが、ガスの流出は確認できず、一部の区画ではガス抜き管に無孔管が利用されていた(図4-1)。一般的に、準好気性埋立地内に使用されるガス抜き管は側面に孔のある有孔管である。この孔により、埋立地内に空気を供給し、埋立地内を流れてきた空気やLFGがガス抜き管に集まるようになっている。しかし、無孔管では準好気性埋立地の機能を発揮することができない。



図4-1 ガス抜き管写真(無孔管)

他の処分場でも無孔管の利用があるかもしれないと考え、埋立地で使用しているガス抜き管の状況を知ることが目的に、本研究の対象施設に対しガス抜き管の写真を提供して頂けるかヒアリング調査を行った。58施設中35施設からガス抜き管の写真を提供して頂いたが、全ての施設が有孔管を使用していた。したがって、他の処分場でガス流出がない理由は他にあることが分かった。ガス抜き管の使用状況を図4-2に示す。

埋立地でよく用いられるガス抜き管は、ヒューム管・塩ビ管・ポリエチレン管の3種類である。図5-2から分かるように、ポリエチレン管の使用割合が高く、ポリエチレン管が主流であることが分かる。実際に、ポリエチレン管は、ヒューム管・塩ビ管に比べて耐久性が高く、経済的にも安価であるので、準好気性埋立地にポリエチレン管が向いていると言える。

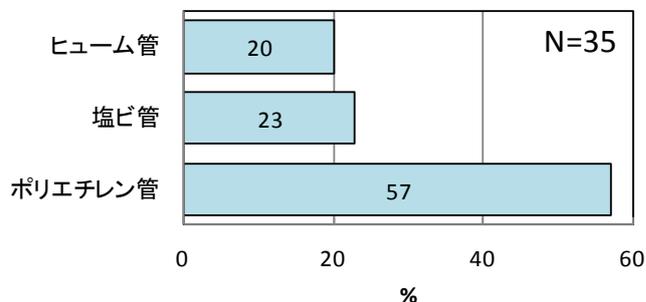


図4-2 ガス抜き管使用状況

4.2 集排水管の滞水

(1) 現地調査対象埋立地概要

2014年12月1日にD2の廃棄物最終処分場を調査した。

本埋立地は、1期・2期から成っており平成12年7月から埋立が開始された。1期埋立地は、平成21年度で埋め立てを終了し、平成22年度から2期埋立地で埋立を行っている。埋立面積は、1期埋立地75000m²、2期埋立地29000m²であり、埋立容量は、1期埋立地811000m³、2期埋立地130000m³となっている。残存容積は、164000m³である。

堅型ガス抜き管の本数は、1期埋立地で28本、2期埋立地で15本ある。管径は全て200[mm]となっており、材質は、1期埋立地で塩ビ管、2期埋立地でポリエチレン管であった。集排水管の管径は、本管で250～300[mm]、枝管で150～250[mm]である。



図 4-3 調査対象埋立地の航空写真(Google Map より)

(2) 埋立物について

平成18年度まで1期埋立地に生活系ごみの直接埋立を行っていたが、平成19年度に焼却施設が隣接されたため、以降生活系ごみに関しては焼却してから埋立を行っている。図4-4,4-5に示す。

直接埋立を行っていた頃に比べて、焼却施設が出来てからは埋立ごみに占める覆土の割合が非常に増加した。

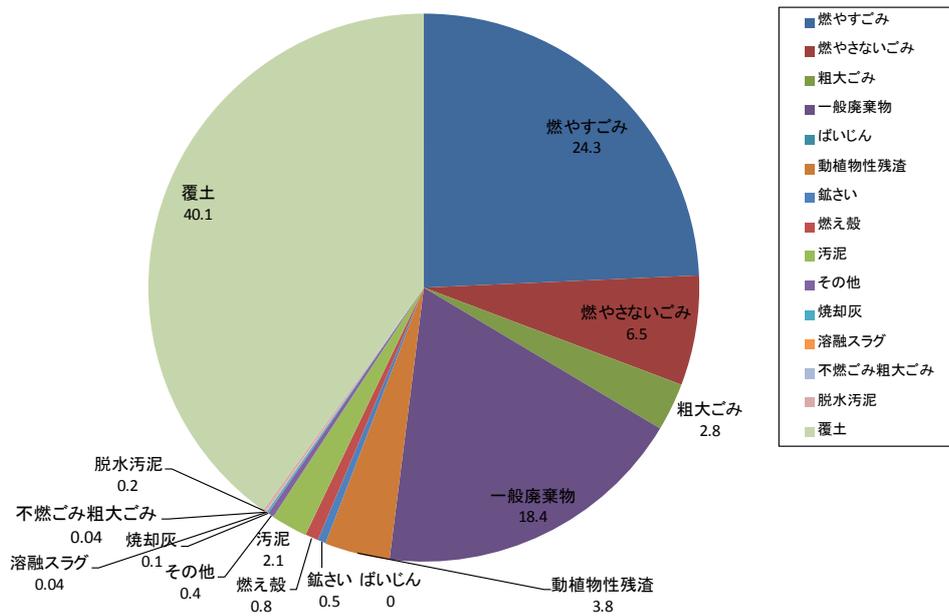


図 4-4 H12～H18 年度までの埋立物割合(合計 704563 t)

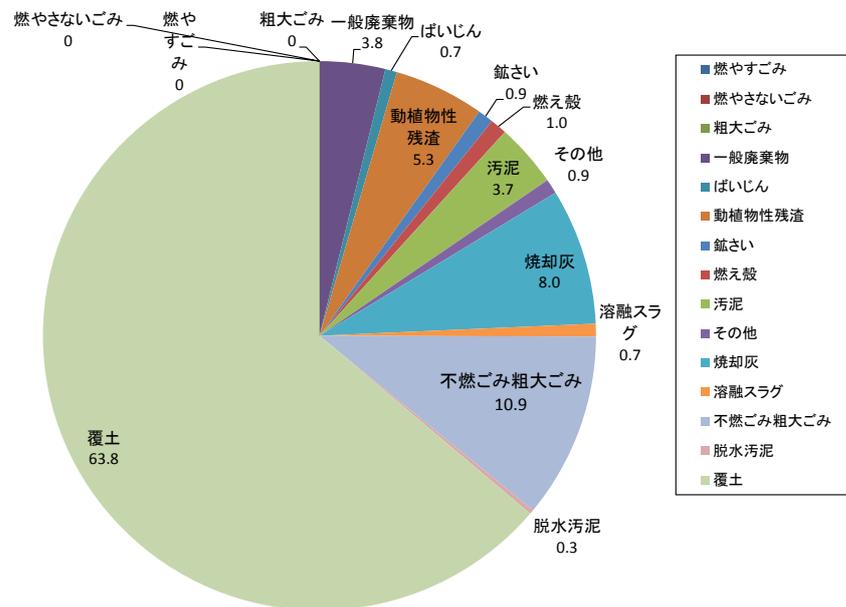


図 4-5 H19～H25 年度までの埋立物割合(合計 282839 t)

(3) 現地調査概要

埋立地内の堅型ガス抜き管 43 本のうち 25 本で測定を行った。25 本全てにおいて出口状況、ガス流れ方向を測定し、その中でガスが流出している管において、ガス流速、ガス温度、ガス組成を調査した。ガス抜き管は各管毎にガムテープに番号を書いて貼り、写真撮影を行った。ガス流れ方向は煙発生器(ガステック株式会社 GASTEC No.501) を用いて行い、ガス流速は Kanomax 6531 を用いて測定した。また外気温および出口ガス温度は ThermoPORT TP-100mR を用いて測定した。ガス組成は GA2000 を用いて窒素、酸素、二酸化炭素、メタン、一酸化炭素、硫化水素の測定を行った。ガス流れ、ガス流速、ガス温度はガス抜き管出口で管に測定器を差し込んで測定を行った。測定器の写真を図 4-6 に示す。図 4-7 にガス抜き管位置図を示す。



図 4-6 測定器写真

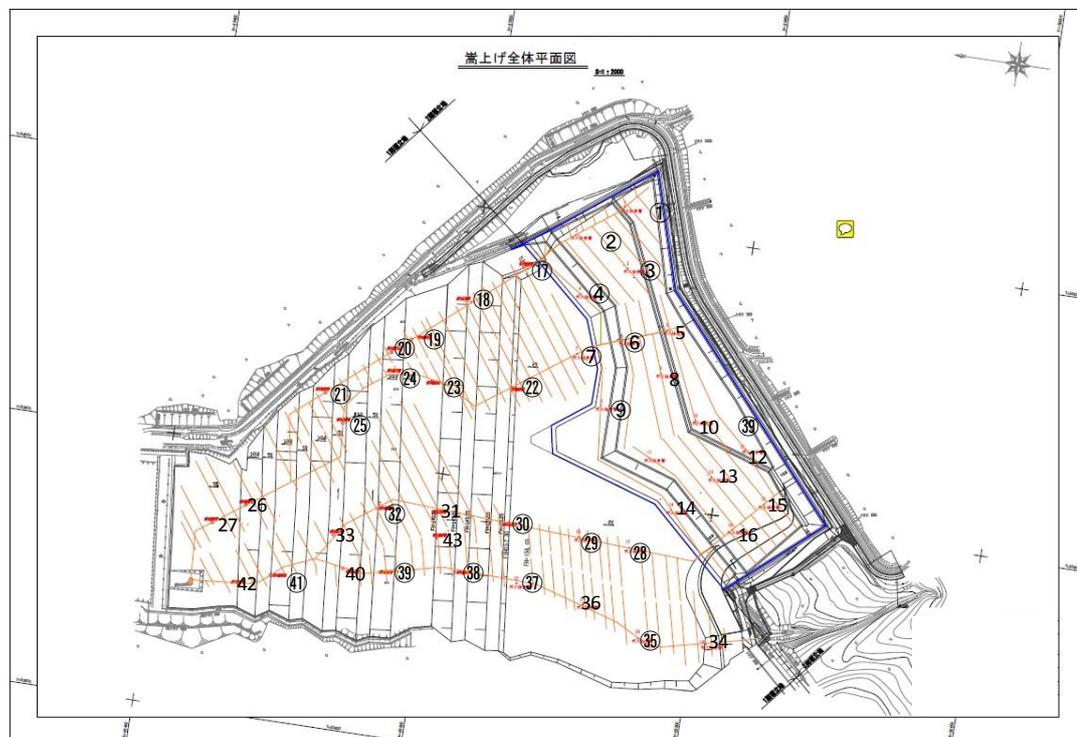


図 4-7 ガス抜き管位置図

* 数字が書いてある場所に堅型ガス抜き管が存在し、番号に○のついているガス抜き管を測定

埋立地の断面図を図 4-8 に示す。図 4-8 の上部の埋立中である 2 期区画では、ごみが未搬入の箇所が多く存在した。図 4-9 に 2 期区画のガス抜き管位置図(拡大版)を示すが、黒い線で囲った部分はごみが完全に埋まっており、点線で囲った部分はごみが完全に埋まっている箇所の高さ半分ほどごみが埋まっていた。それ以外の部分はごみが未搬入であった。ガス抜き管 No.3 付近から撮影した写真を隣に示す。

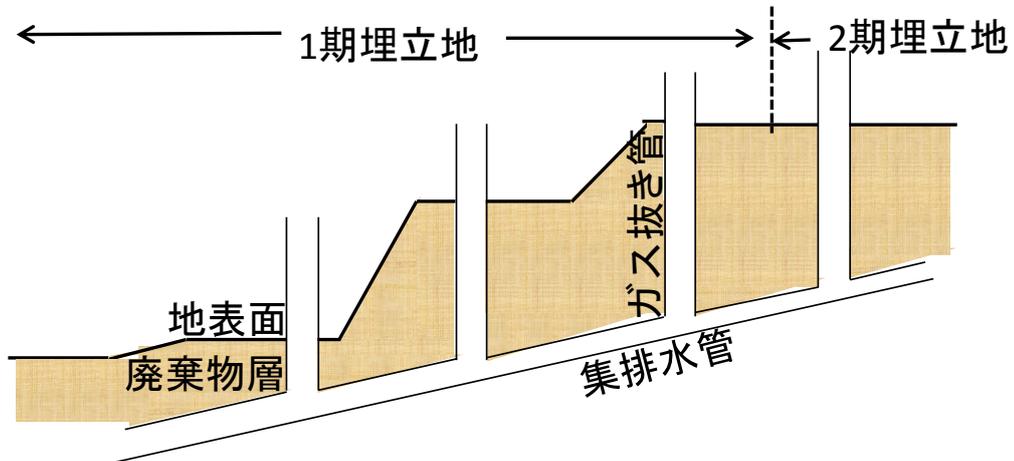


図 4-8 埋立地の断面図



図 4-9 2 期区画のガス抜き管位置図(拡大版)

(4) 2期区画測定結果

図4-7及び4-9のガス抜き管 No.7,17,22(1期区画)、No.1,2,3,4,6,9(2期区画)でガスの流出が確認できた。その他のガス抜き管ではガスの流れが確認できなかった。

ガス流速とガス温度の測定結果を図4-10に示す。ガス流速とガス温度により相関が見られた。しかし、これは図4-9の写真で示したように、ごみの未搬入により外気にさらされている集排水管が多数存在しており、これらから外気が吸い込まれているためと考えられる。当時の外気温は8.8℃(測定した外気温の平均値を使用)であり、ガス抜き管6を除いて他の管の出口温度は外気温より高いことが分かる。ガス抜き管6の周りにはまだ何も埋められていない状況であったが、集排水管周りの栗石から空気が流入し、若干ではあるがガス抜き管出口から流出していた。ガス抜き管3は、ガス温度が決して高くはないのにも関わらず、測定した中で流速が1番高くなっている。これは、ガス抜き管3に隣接してあるガス抜き管4のガス温度が測定した中で1番高く、外気との温度差でまずガス抜き管3から空気を引っ張り、ガス流速が高くなったと考えられる。

図4-11にガス組成の結果を示す。ガス組成は、ガス抜き管 No.7,22(1期区画)、No.1,2,3,4,6,9(2期区画)で測定を行った。ガス抜き管周辺がごみで完全に埋まっている No.2,4,7,9,22 から CH₄ や CO₂ といった LFG が流出している。一方、ごみの埋まっていないガス抜き管 No.1,3,6 のガス組成はほぼ空気であった。No.7,22 では高濃度の LFG が検出されているが、小樽市の職員にお話を聞いたところ、これらのガス抜き管の近くに事業系一般廃棄物の魚類 50t ほど(期間内処理のため焼却が間に合わなかった)と小樽の海岸に打ち上げられたミンク鯨を直接埋め立てたとのことで、有機物を多く含んでいるかつ、空気の通り道が少なく LFG が希釈されずに出てきたと考えられる。

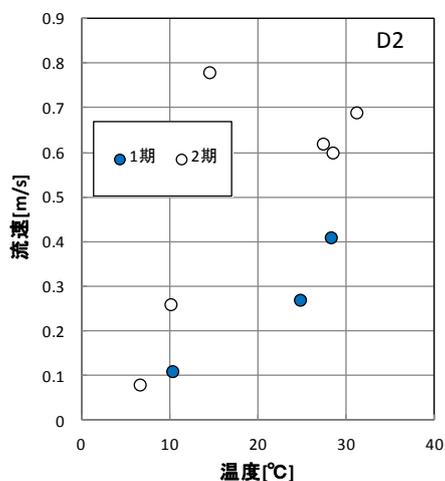


図4-10 ガス抜き管出口ガス流速とガス温度

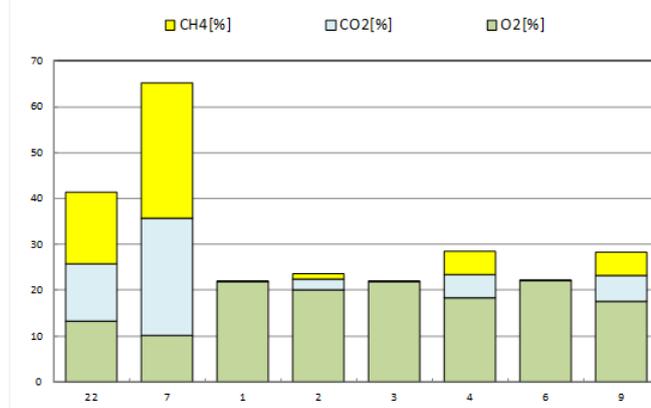


図4-11 ガス抜き管出口のガス組成

(5) 2期区画でのメカニズム

測定結果から考えられる2期区画で起こっているメカニズムを考える上で、図4-12に2期区画の図面とメカニズムを考える断片を示す。

・A-A'断面におけるガス流れメカニズム

図4-13にガス流れのメカニズムを示す。ガス抜き管1の右側には何も埋め立てられておらず、ガス抜き管1と2の間、ガス抜き管2の左側にはごみが完全に埋まっている状況である。

まず、廃棄物層と外気温の温度差により、ガス抜き管1の右側の集排水管及びガス抜き管周辺の栗石から空気が流入する。そして、A-A'断面と同様のメカニズムでそのままガス抜き管から流出する流れがある。また、廃棄物層の温度上昇に伴い浮力が働き、空気が廃棄物層内を通過しガス抜き管に集まる流れがある。

実際にガス抜き管1出口のガス組成はほぼ空気であったが、ガス抜き管2出口のガス組成では、LFG流出が見られた。ガス組成から空気が廃棄物層内に供給されLFGが希釈されていると分かる。また、ガス抜き管2の方が1よりも流速・温度ともに大きかった。

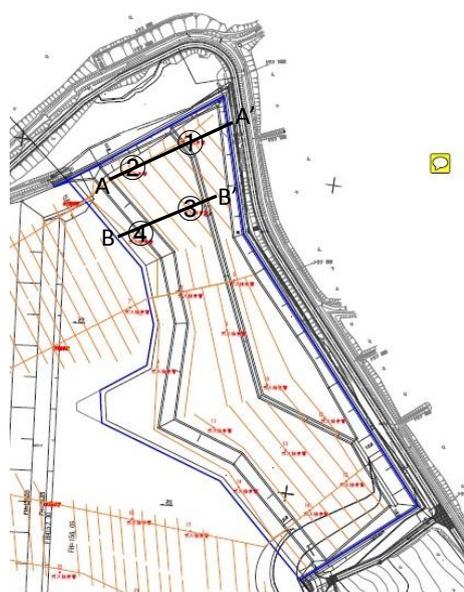


図4-12 2期区画面

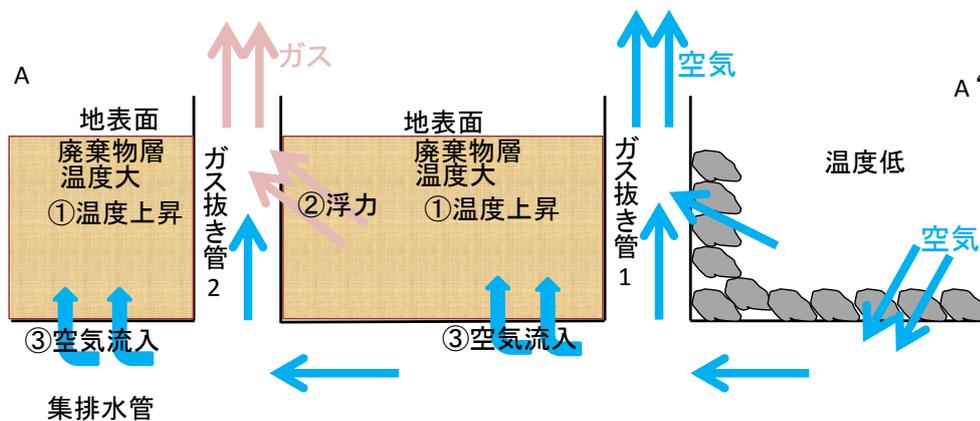


図4-13 A-A'断面におけるガス流れのメカニズム

・B-B'断面におけるガス流れのメカニズム

図4-14にB-B'断面におけるガス流れのメカニズムを示す。ガス抜き管3の周辺にはごみが埋まっているが、埋め立て高さは、ガス抜き管4周辺のおよそ半分の高さであった。

ガス抜き管3,4が接続されている集排水管は枝管なので、集排水管同士は直結していない状況である。だが、ガス抜き管出口のガス組成は、ガス抜き管3はほぼ空気であったのに対し、ガス抜き管4は、LFG流出が見られた。これは、ガス抜き管4のガス温度が測定したガス抜き管の中で1番高かったことから、

ガス抜き管3の周辺から流入した空気を引っ張って、廃棄物層を通過しガス抜き管4に集まっていることを表している。

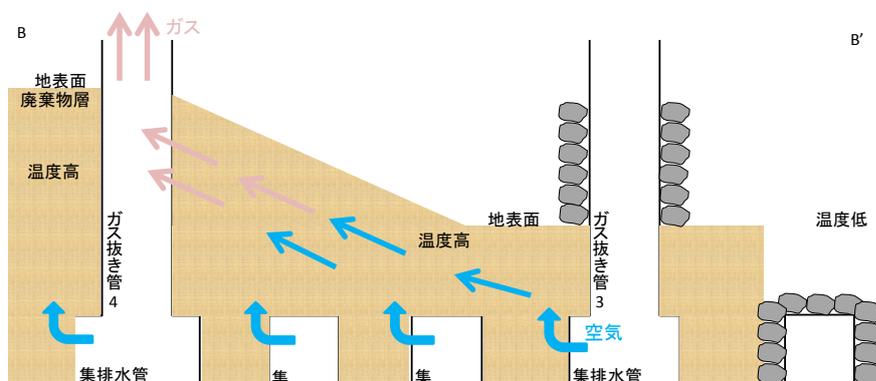


図 4-14 B-B'断面におけるガス流れのメカニズム

(6) 1期区画での問題

埋立地の上部である2期区画で測定を行った後、1期区画に移動して測定を行ったが、ガスの流出は確認できなかった。さらに、1期区画のほとんどのガス抜き管が水没しており、集排水管末端が開放されているが集排水管及びガス抜き管が滞水している状態であった。1期区画では、生ゴミを直接埋めていたため空隙がほとんどないことが原因と考えられる。図 4-15 に埋立地の底部滞水図及び写真を示す。

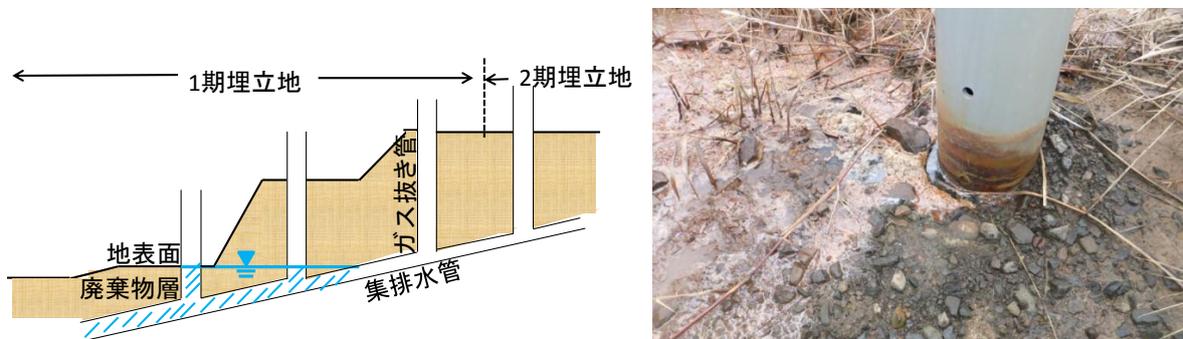


図 4-15 埋立地の底部滞水及び写真

4.3 集排水管末端での構造問題

環境省の調査によって集排水管末端が水没している問題（36%,n=459）が知られていたが、本研究で新たに集排水管末端が開放されていても浸出水を集める集水ピット(調整槽)が密閉されており、集排水管末端から外気の流入を妨げていることが分かった。本研究のアンケート調査で集排水管末端が開放していると回答した施設にヒアリング調査を行ったところ、36%(n=39)の施設で集水ピットが密閉されていた。図 4-16 に集水ピットの図及び写真の例を示す。

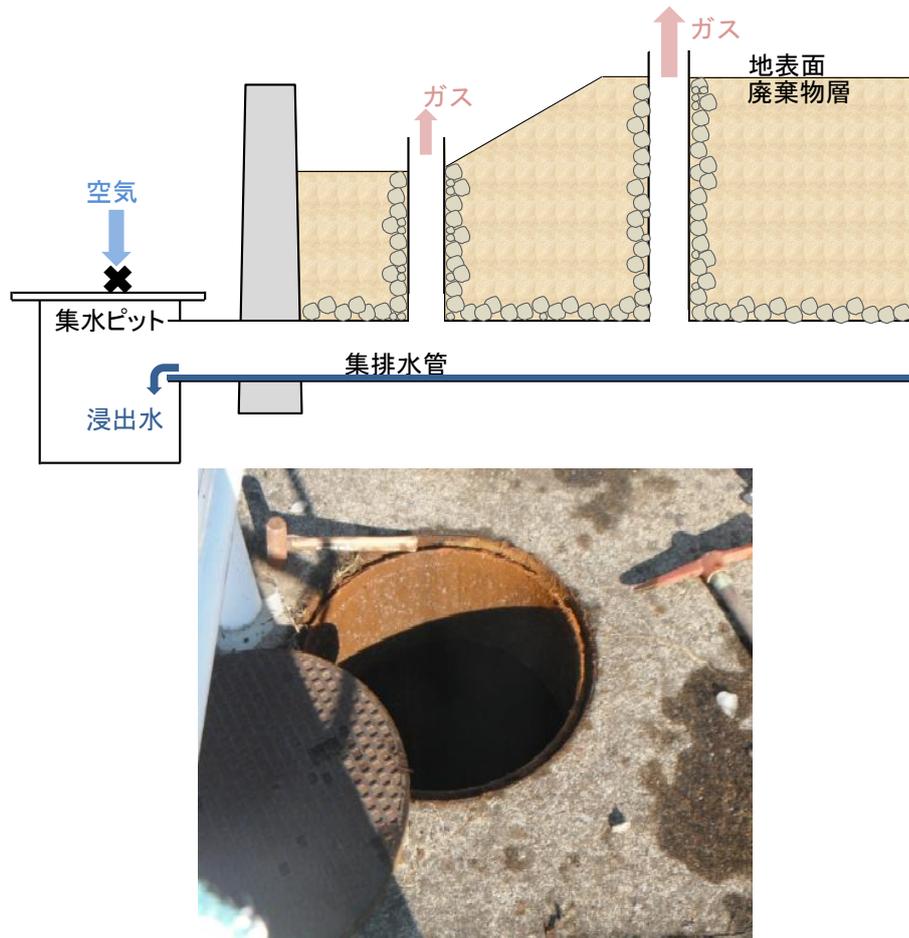


図 4-16 集水ピット密閉の概念図と実際の写真

第5章 まとめ

5.1 埋立地内ガス温度と埋立物の関係

準好気性埋立地では、埋立地内の廃棄物が分解され埋立地内が高温となり、外気との温度差による自然対流で空気が流入し埋立地内を流れる。埋立地内の温度は、埋め立てられる廃棄物に影響される。埋立地内ガス温度と埋立物の組成の関係性を表 5-1 に示す。

表 5-1 に第 3 章の過去の測定データ、及び第 4 章の測定依頼結果と H23 年度卒論のアンケート調査で調べた H22 年度の埋立物/年間の結果を示す。(北海道内の埋立地に関しては H21 年度分)

表 5-1 より、焼却灰中心の埋立地では B1 施設を除き、ガス温度と外気温の温度差が小さい傾向があり、逆に、不燃物中心の埋立地ではガス温度と外気温の温度差が大きい傾向が見られた。

表 5-1 埋立地内外温度差と埋立物の関係

施設番号	ガス温度と気温の温度差	埋立物上位3(H22年度)	
A1	○	焼却灰54.4% 不燃ごみ32.3% 汚泥7.3%	計20768.9[t]
A2	×	焼却灰61.1% 不燃ごみ29.4% 処理残さ8.5%	計74803[t]
A4	○	不燃ごみ30.9% 焼却灰29.0% 事業系ごみ25.4%	計25917[t]
A5	×	処理残渣(家庭系+事業系)100%	計3836[t]
A6	○	不燃ごみ65.1% 土砂20.2% 災害ごみ9.1%	計2221[t]
A7	×	不燃ごみ73.3% 焼却灰14.8% 熔融飛灰11.9%	計42936[t]
A8	×	焼却灰79% 処理残差15.3% 不燃ごみ3.5%	計4777[t]
A9	○	不燃ごみ(家庭系)82.9% 不燃ごみ(事業系)17.1%	計32208.5[t]
A10	○	不燃ごみ(家庭系)100%	計3719.5[t]
A11	×	焼却灰100%	計7201[t]
B1	△	焼却灰82.9% 不燃ごみ16.1% し尿1.0%	計19728[t]
B3	×	焼却灰90.0% 土砂7.0% 処理残差3.0%	計50555[t]
B8	×	焼却灰74.2% 陶磁器、ガラス13.3% 不燃ごみ12.5%	計7372[t]
B13	×	-	計-[t]
C1	○	不燃物51.8% ごみ焼却灰47.7% し尿焼却灰0.4%	計31927[t]
D1	○	焼却灰42.6% ガラス、陶磁器12.5% 不燃ごみ12.2%	計281.5.5[t]
D2	○	不燃ごみ44.8% 焼却灰34.7% 事業系ごみ18.0%	計9035[t]
D4	×	焼却灰100%	計12900[t]
D5	○	不燃ごみ100%	計442.9[t]
D6	△	破碎残差物(不燃、粗大)100%	計532[t]
D7	△	焼却灰36.7% 処理残差23.6% 事業系ごみ21.8%	計10928[t]
D9	△	焼却灰80.2% 不燃性破碎残差19.8%	計5113[t]
E3	×	焼却灰65% 不燃ごみ35%	計8033[t]
E5	○	不燃ごみ39.6% 焼却灰33.9% 粗大ごみ15.2%	計1058[t]

* ○：外気温とガス温度の温度差が 20℃以上

△：外気温とガス温度の温度差が 10～20℃

×：外気温とガス温度の温度差が 10℃未満

5.2 日本の一般廃棄物最終処分場の準好気性機能診断結果

現地調査及び過去の測定データ提供、測定依頼データををもとに埋立地が準好気性構造として機能しているか診断した表を作成した（表 5-2）。

表 5-2 の①集排水管末端の開放とは、集排水管末端が大気開放されているかどうかであり、○は開放を、△はときどき水没を、×は常に水没を表している。②集水ピットの状態では、○はピットが大気に開放されていることを、×はピットが密閉状態であることを表している。「-」は施設からの回答を得ていないことを表している。③流速-温度測定データとは、ガス抜き管出口での流速と温度の測定データの事であり提供と追加の二種類ある。提供は過去の測定データであり、追加は測定依頼による測定データを表している。ただし追加の欄で現地調査を行った施設には（現地）と記入してある。測定結果として○は流速と温度に相関があることを、×は流速と温度に相関がないことを表している。④温度測定データとは、ガス抜き管出口での温度測定データの事であり、③と同様に提供と追加の二種類ある。測定結果として、○はガス温度と外気温の温度差が 20℃以上であることを、△はガス温度と外気温の温度差が 10℃～20℃であることを、×はガス温度と外気温の温度差が 10℃未満であることを表している。

これらのデータをもとに、機能診断結果を⑤に示した。

本研究の調査（データ提供、測定依頼等）に協力して頂いた施設は全部で 26 施設あり、その中で準好気性埋立地として機能していると考えられる施設は A1,A6,A9,A10,B1,C1,D1,D5,D6,D7,D9,E5 処分場の 12 か所あった。（④温度測定データの結果が○、△の施設は風速の測定依頼を行っていなくても準好気性が機能していると判断した。）

したがって、本研究で調査対象とした埋立地のうち、準好気性として機能している施設は多くないことが分かった。また、ガス抜き管や集排水管末端などの構造がきちんとしていても準好気性埋立地として機能していない施設も多くあった。これらの埋立地の多くは焼却灰中心の埋立地であり、不燃物などに比べ有機物含有量が少ないので、ごみの組成が影響していることも考えられる。

表 5-2 準好気性埋立地機能診断結果

施設番号	①集排水管末端の開放	②集水ピットの状態	③温度、流速測定データ		④温度測定データ		⑤機能診断結果
			提供	追加	提供	追加	
A1	○	○	○	○			○
A2	×	-	○	×(現地)			×
A3	△	-	×(←○)				×
A4	△	○	×				×
A5	○	×	×			×	×
A6	○	×	○			○	○
A7	○	○	×			×	×
A8	△	△	×				×
A9	△	○	○				○
A10	○	○	○				○
A11	○	○	×			×	×
B1	○	×			△	△	△
B3	△	○			×		×
B8	△	○			×		×
B13	△	×				×	×
C1	○	○				○	○
C2	○	-				×	×
D1	△	×		○		○	○
D2	○	○		×(現地)			×
D4	○	×				×	×
D5	○	○		○		○	○
D6	○	○				△	△
D7	○	○				△	△
D9	○	×				△	△
E3	△	○				×	×
E5	×	-				○	○

5.3 結論

平成 23 年度卒論と本研究の調査の流れを図 5-1 にまとめた。日本全国の供用中の一般廃棄物最終処分場は 1232 か所あり、そのうち準好気性埋立地は 836 か所ある。その中で平成 23 年度卒論では埋立面積 1ha 以上の 459 か所を対象にアンケート調査した。回収率は 52%の 238 施設であり、そのうち準好気性埋立地の特徴であるガス抜き管からガスが流出している施設が 30%の 72 か所あった。

本研究では、この 72 施設に再度アンケート調査を行った。アンケートに対する回答が 58 施設から得られ、データ提供あるいは測定協力が得られたのは 36%の 26 施設であった。

1 ヘクタール以上の準好気性埋立地に注目すると、2011 年度の調査では 30%の埋立地においてガス流出があるとの回答があり、それらを対象とした本年度の調査では 46%の埋立地で準好気性の機能が発揮されていると判断された。この両者の割合を乗ざると、1 ヘクタール以上の準好気性埋立地のうち機能が発揮されている埋立地は 14%となる。

これは、2 度の調査における抽出がランダムである（無作為抽出）ことを想定しているが、アンケート調査においては、「よい管理をしている施設の回収率、協力率が高い」可能性を考えると、実際にはもっと低いものと思われる。ガス温度による判定は、ガス流速とガス温度の相関による判定よりも、確かさは低い。今後、ガス流速の測定によって診断の例が増えることが望ましい。また、産業廃棄物処分場で同様の調査を行う予定であり、改善に向けた提案が必要である。

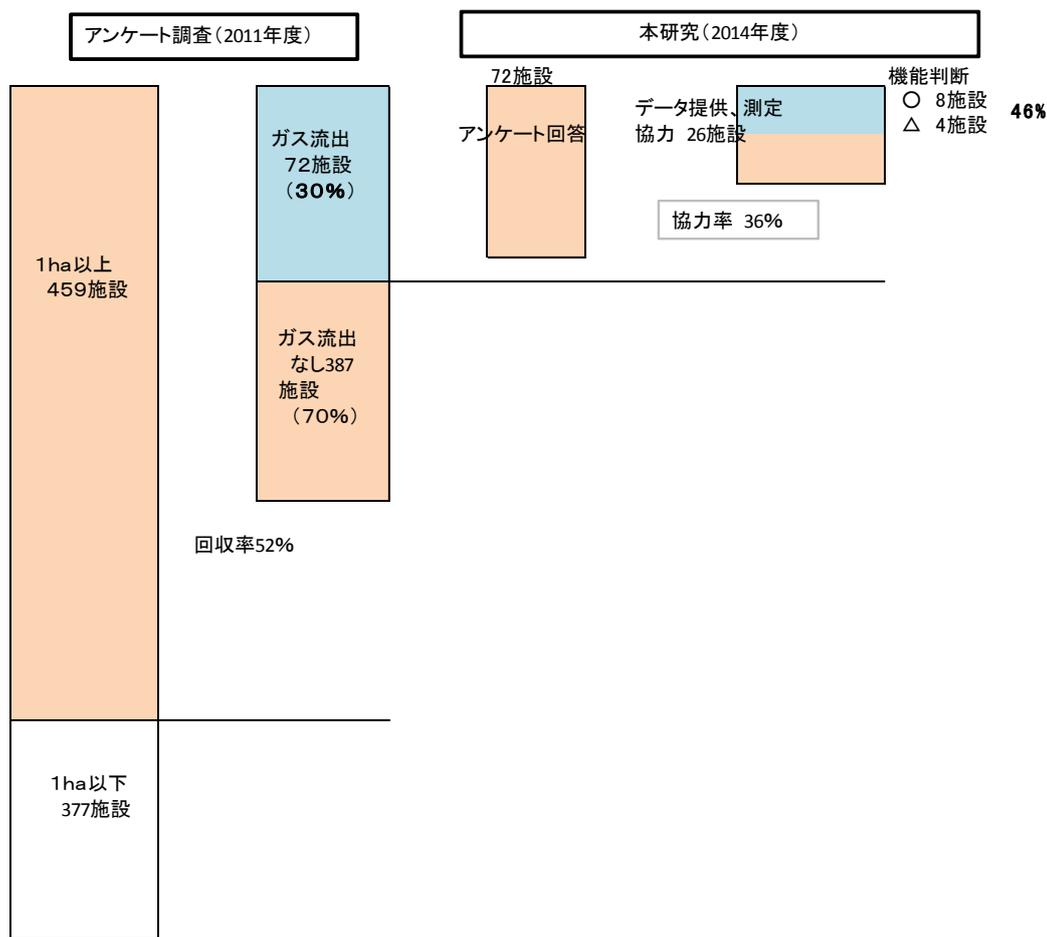


図 5-1 平成 23 年度卒論と本研究の調査の流れのまとめ

参考文献

- 1) 山田修平：準好気性埋立地におけるガス抜き管及び廃棄物層内ガス流れ経路の推定、北海道大学 2013 年度卒業論文
- 2) 松藤敏彦：最終処分場の設計・管理において今後考えるべきこと, *INDUST*◎7月号最終処分場の「これまで」と「これから」, p.2-6 (2012)
- 3) 田中信壽, 松藤敏彦, 角田芳忠, 東條安匡：リサイクル・適正処分のための廃棄物工学の基礎知識, 技報堂出版 p.156-178 (2008)
- 4) 清野和之：準好気性埋立地の管理状況に関する全国アンケート調査、北海道大学 2011 年度卒業論文
- 5) 田中信壽：環境安全な廃棄物埋立処分場の建設と管理, 技報堂出版 p.123-135 (2000)

付録

図 3-1 のガス流速、温度測定データ

施設名称	測定日	ガス抜き管	ガス温度[°C]	ガス流速[m/s]	外気温[°C]	
A1	2013/2/13	既No.1	20	0.05	9	
		既No.2	28	0.05	8	
		既No.3	6.3	0.05	4	
		新No.1	26	0.56	9	
		新No.2	31	0.66	9	
		既No.1	34	0.05	39	
	2013/8/13	既No.2	35	0.05	38	
		既No.3	42	0.05	39	
		新No.1	46	0.14	39	
		新No.2	45	0.56	39	
		2014/2/4	既No.1	12	0.10	10
			既No.2	24	0.75	4
既No.3	25		0.36	10		
新No.1	23		0.45	6		
A2	2012/5/22	新No.2	10	0.18	6	
		A-1	15	0.8	16.1	
		A-2	24	1.5	16.1	
		A-3	26	1.7	16.1	
		A-4	32	0.3	16.1	
		A-5	24	1.3	16.1	
		A-6	28	0.6	16.1	
		B-3	25	0.4	16.1	
		B-4	22	0.6	16.1	
		B-5	30	0.1	16.1	
		B-6	28	0.1	16.1	
		2012/5/8	C-1	25	0.1	13.3
	C-2		23	0.6	13.3	
	C-3		26	0.1	13.3	
	C-4		30	0.4	13.3	
	C-5		27	0.1	13.3	
	C-6		28	0.6	13.3	
	D-1		27	0.1	13.3	
	D-2		29	0.1	13.3	
	D-3		27	0.6	13.3	
	D-4		25	0.1	13.3	
	D-5		19	0.1	13.3	
	D-6		17	0.2	13.3	
	2012/5/14	E-1	29	0.5	12	
		E-2	28	0.1	12	
		E-3	32	0.9	12	
		E-4	22	0.2	12	
		E-5	32	0.5	12	
		E-6	26	0.7	12	
		E-7	32	0.5	12	
F-1		30	0.7	12		
F-2		28	1.2	12		
F-3		29	0.3	12		
F-4		26	0.8	12		
F-5		17	2	12		
F-6		30	0.8	12		
F-7		20	0.2	12		
F-8		30	0.2	12		
A3		2012/4/20	A-1	31	0.89	8.5
	A-2		22	0.099	8.5	
	A-3		23	1.01	8.5	
	A-4		21	0.3	8.5	
	A-5		12	0.3	8.5	
	A-6		20	0.5	8.5	
	B-1		20	0	8.5	
	B-2		32	0	8.5	
	B-5		25	0	8.5	
	B-6		19	0	8.5	
	2012/5/24	C-1	30	0.2	16.3	
		C-2	33	0.7	16.3	
		C-3	33	0.8	16.3	
		C-4	33	0.6	16.3	
		C-5	30	0.1	16.3	

図 3-1 のガス流速、温度測定データ

施設名称	測定日	ガス抜き管	ガス温度[°C]	ガス流速[m/s]	外気温[°C]
A4	2013/2/19	A-1	11	0.000003	-3.6
	2012/2/21	A-1	23.1	0.00001	-7.7
	2011/2/1	A-1	18.3	0.00001	-11
	2010/2/2	A-1	17.7	0.00005	-1.3
	2009/2/17	A-1	-3.6	0	-5
	2008/2/4	A-1	25.5	0.00002	-1.5
	2007/2/7	A-1	9.8	0	-5.8
	2006/2/8	A-1	27.1	0	-4.1
	2005/2/15	A-1	35.9		-0.5
	2004/2/25	A-1	37.4	0.000002	-6.2
	2003/2/5	A-1	6.8	0	-
	2013/9/5	A-1	29.3	0.000005	26.6
	2012/9/19	A-1	29.1	0.000005	25.5
	2011/9/21	A-1	20.8	0.000004	13.4
	2010/9/8	A-1	30.4	0.00005	20.7
	2009/9/9	A-1	27.9	0.00001	15
	2008/9/24	A-1	29.9	0.00003	12.2
	2007/9/20	A-1	32.5	0	22.2
	2006/9/27	A-1	37.8	0	13.8
	2005/9/5	A-1	43.6		22.9
2004/9/28	A-1	38.3	0.000004	20	
2003/9/18	A-1	35.4	0	-	
A5	2010/5/25	No.1	26.3	0.04	20.8
	2011/5/31	No.1	29.5		30.4
	2012/5/24	No.1	26.2	0.008	24.4
	2013/5/31	No.1	28.1	0.005	27.4
	2014/5/30	No.1	24	0.005	28.7
	2010/8/9	No.1	34.5	0.006	29.3
	2011/8/17	No.1	27.1		31
	2012/8/16	No.1	27	0.004	35.3
	2013/8/13	No.1	28.4	0.003	33.5
	2010/11/15	No.1	24.8	0.002	14.6
	2011/2/14	No.1	14.4	0.001	6
	2011/11/15	No.1	26.5		24.1
	2012/2/16	No.1	19.9	0.05	11.2
	2012/11/9	No.1	25.7	0.003	17.6
	2013/2/25	No.1	23.7	0.002	17.1
	2013/11/13	No.1	23.3	0.004	14.7
	2014/2/20	No.1	18.1	0.003	5.9
	A6	2000/8/25	No.1	44.2	2.66
2001/8/30		No.1	40.2	1.7	-
2002/8/30		No.1	41	0.87	-
2003/8/26		No.1	40.7	1	-
2004/9/1		No.1	40.5	1.9	-
2005/9/24		No.1	49.3	1.6	-
2006/8/17		No.1	46.8	1.9	-
2007/8/30		No.1	45.1	1.8	-
2008/9/5		No.1	42.3	1.8	-
2009/9/7		No.1	32.2	0.7	-
2010/9/27		No.1	38.8	1.1	-
2011/8/29		No.1	38.2	0.8	-
2012/9/4		No.1	36.1	1.5	-
2013/8/19		No.1	37.2	1.3	-
2001/1/29		No.1	38.7	1.37	-
2002/1/29		No.1	31.5	2.6	-
2003/1/21		No.1	27.5	2.1	-
2004/1/22		No.1	29	2.2	-
2005/1/21		No.1	37.5	1.7	-
2006/1/26		No.1	47	1.7	-
2007/1/23	No.1	44	1.7	-	

図 3-1 ガス流速、温度測定データ

施設名称	測定日	ガス抜き管	ガス温度[°C]	ガス流速[m/s]	外気温[°C]
A7	2012/1/10	第一工区No.1	8.8	0	6.2
		第一工区No.2	36.4	0.3	6.9
		第二工区No.4	16.8	0	4.3
		第二工区No.5	19.2	0.4	5
		第二工区 A	16.6	0.5	8.6
		第二工区 B	24.2	0	8.6
		第二工区 C	19.5	0.5	8.2
		第三工区No.1	21	0	9.4
		第三工区No.2	16.2	0.5	9.3
		第三工区No.3	18.2	0	9.1
		第三工区No.4	10.1	0	9.6
		2012/8/3	第一工区No.1	24	0
	第一工区No.2		29	0.1	32.5
	第二工区No.4		22.8	0.2	30.5
	第二工区No.5		24	0.2	30.5
	第二工区 A		33.4	0.2	32.5
	第二工区 B		35.9	0.3	32.5
	第二工区 C		30.6	0.1	32.5
	第三工区No.1		24.3	0.1	30.5
	第三工区No.2		26	0.3	30.5
	第三工区No.3		20.7	0.2	30.5
	第三工区No.4		29.5	0.2	32.5
	第一工区No.1		10.1	0	11.2
	第一工区No.2		10.7	0.2	11.7
	第二工区No.4		13.2	0.2	7
	第二工区No.5		13.9	0.2	7
	第二工区 A		25.1	0.2	11
	第二工区 B		39.4	0.3	11
	第二工区 C		18.6	0	11
	第三工区No.1		9	0	8.2
	第三工区No.2		11.3	0.1	8.1
	第三工区No.3	8.6	0	8	
	第三工区No.4	5.7	0.1	8.2	
	2013/8/16	第一工区No.1	35.1	0	34.5
		第一工区No.2	37.6	0.1	34.5
		第二工区No.4	23.7	0	29.5
		第二工区No.5	24.6	0	29.5
		第二工区 A	32.9	0.2	34.5
		第二工区 B	32.9	0.1	34.5
		第二工区 C	30.4	0.1	34.5
		第三工区No.1	24.5	0.1	35
		第三工区No.2	27.4	0.2	35
		第三工区No.3	22.6	0.1	35
		第三工区No.4	28.8	0.2	35
A8		2009/7/15	No.1	24	0.018
	2009/11/18	No.2	10	0.01	9.2
	2010/3/2	No.3	16	0.024	14
	2011/7/12	No.1	23	0.008	28.8
	2011/11/15	No.2	14	0.01	14
	2012/3/2	No.3	22	0.045	8.6
	2013/7/1	No.2	23	0.057	27.8
	2013/11/14	No.2	27	0.1	12
	2014/3/4	No.3	25	0.124	7.5
2013/9/1	A-1	37.8	1.9	-	
	A-2	29.8	0.25	-	
	A-6	29.4	0.92	-	
	A-7	28.5	0.8	-	
	B-1	27	0.6	-	
	B-3	26.2	1.3	-	
	B-4	37.2	1.6	-	
	B-5	33.3	2.6	-	
	B-6	37.8	0.1	-	
	B-12	23.5	1	-	
	B-15	29.6	0.5	-	
	B-17	27	0.6	-	
	B-18	31.2	1.4	-	
	B-19	27.2	0.75	-	

図 3-1 ガス流速、温度測定データ

施設名称	測定日	ガス抜き管	ガス温度[°C]	ガス流速[m/s]	外気温[°C]
A7	2012/1/10	第一工区No.1	8.8	0	6.2
		第一工区No.2	36.4	0.3	6.9
		第二工区No.4	16.8	0	4.3
		第二工区No.5	19.2	0.4	5
		第二工区 A	16.6	0.5	8.6
		第二工区 B	24.2	0	8.6
		第二工区 C	19.5	0.5	8.2
		第三工区No.1	21	0	9.4
		第三工区No.2	16.2	0.5	9.3
		第三工区No.3	18.2	0	9.1
		第三工区No.4	10.1	0	9.6
		第一工区No.1	24	0	32.5
		第一工区No.2	29	0.1	32.5
	第二工区No.4	22.8	0.2	30.5	
	第二工区No.5	24	0.2	30.5	
	第二工区 A	33.4	0.2	32.5	
	第二工区 B	35.9	0.3	32.5	
	第二工区 C	30.6	0.1	32.5	
	第三工区No.1	24.3	0.1	30.5	
	第三工区No.2	26	0.3	30.5	
	第三工区No.3	20.7	0.2	30.5	
	第三工区No.4	29.5	0.2	32.5	
	第一工区No.1	10.1	0	11.2	
	第一工区No.2	10.7	0.2	11.7	
	第二工区No.4	13.2	0.2	7	
	第二工区No.5	13.9	0.2	7	
	第二工区 A	25.1	0.2	11	
	第二工区 B	39.4	0.3	11	
	第二工区 C	18.6	0	11	
	第三工区No.1	9	0	8.2	
	第三工区No.2	11.3	0.1	8.1	
	第三工区No.3	8.6	0	8	
	第三工区No.4	5.7	0.1	8.2	
	第一工区No.1	35.1	0	34.5	
	第一工区No.2	37.6	0.1	34.5	
	第二工区No.4	23.7	0	29.5	
	第二工区No.5	24.6	0	29.5	
	第二工区 A	32.9	0.2	34.5	
	第二工区 B	32.9	0.1	34.5	
	第二工区 C	30.4	0.1	34.5	
	第三工区No.1	24.5	0.1	35	
	第三工区No.2	27.4	0.2	35	
	第三工区No.3	22.6	0.1	35	
	第三工区No.4	28.8	0.2	35	
A8	2009/7/15	No.1	24	0.018	34
	2009/11/18	No.2	10	0.01	9.2
	2010/3/2	No.3	16	0.024	14
	2011/7/12	No.1	23	0.008	28.8
	2011/11/15	No.2	14	0.01	14
	2012/3/2	No.3	22	0.045	8.6
	2013/7/1	No.2	23	0.057	27.8
	2013/11/14	No.2	27	0.1	12
	2014/3/4	No.3	25	0.124	7.5
A9	2013/9/1	A-1	37.8	1.9	-
		A-2	29.8	0.25	-
		A-6	29.4	0.92	-
		A-7	28.5	0.8	-
		B-1	27	0.6	-
		B-3	26.2	1.3	-
		B-4	37.2	1.6	-
		B-5	33.3	2.6	-
		B-6	37.8	0.1	-
		B-12	23.5	1	-
		B-15	29.6	0.5	-
		B-17	27	0.6	-
		B-18	31.2	1.4	-
B-19	27.2	0.75	-		

図 3-1 ガス流速、温度測定データ

施設名称	測定日	ガス抜き管	ガス温度[°C]	ガス流速[m/s]	外気温[°C]
A9	2014/3/1	C-2	38	1	-
		C-4	27	1.5	-
		C-5	24.4	0.35	-
		C-6	26	1.5	-
		C-15	28	0.45	-
		D-3	25	0.42	-
		D-4	26.2	0.38	-
		D-11	25.5	1.3	-
	E-2	34.6	2.6	-	
	2014/3/1	A-1	32	4.8	-
		A-2	13.2	0.17	-
		A-6	10.8	0.08	-
		A-7	16.1	1.4	-
		B-1	13.5	0.6	-
		B-3	19.8	0.17	-
		B-4	33.1	0.97	-
		B-5	23.4	0.3	-
		B-6	35	0.15	-
		B-12	18	0.4	-
		B-15	13.5	0.55	-
		B-17	15	0.4	-
		B-18	18.7	1.3	-
		B-19	15.3	0.87	-
	B-20	20.7	0.36	-	
	2014/3/1	C-2	16	0.2	-
		C-4	40	2.3	-
		C-5	14.6	0.13	-
		C-6	25	0.7	-
		C-15	16	0.35	-
		D-3	15.3	1.5	-
		D-4	17.8	0.24	-
		D-11	23.3	1.8	-
E-2	38	3.2	-		
A10	2013/9/1	1	20	0.3	-
		2	24	1.6	-
		5	28	1.6	-
		12	24	0.4	-
		13	23	0.85	-
		14	22.5	0.4	-
		16	22	0.9	-
		A	30	0.5	-
	2014/3/1	1	9	0.4	-
		2	20	4.2	-
		5	22	4	-
		12	8.5	0.3	-
		13	19	2.5	-
		16	15	1.2	-
A	9	0.4	-		
A11	2014/8/12	No.1	27	0.12	24
	2013/8/12	No.1	33.6	0.0009	33.2
	2012/8/13	No.1	31.3	0.0009	32.2
	2011/8/16	No.1	39	0.004	33
	2014/8/12	No.2	25	0.12	24
	2013/8/12	No.2	32.1	0.0009	33.2
	2012/8/13	No.2	29.7	0.0009	32.2
	2011/8/16	No.2	37	0.004	33
	2013/3/10	No.1	17.3	0.0009	9.3
	2012/2/7	No.1	18.7	0.0009	8.2
	2011/2/14	No.1	9	0.004	6
	2013/3/10	No.2	15.5	0.0009	9.8
	2012/2/7	No.2	15	0.0009	8.2
	2011/2/14	No.2	13	0.004	6

図 3-1 ガス流速、温度測定データ

施設名称	測定日	ガス抜き管	ガス流れ方向	流速[m/s]	温度[°C]	外気温[°C]
A1(新処分場)	2014/12/5	No.1	流出	0.77	11.6	4.1
		No.2	流出	2.1	32.3	4.1
A1(旧処分場)	2014/12/5	No.1	流出	0.68	26.2	6.5
		No.2	流出	0.16	10	8.1
		No.3	流出	0.15	6.9	5.6
		No.4	流出	0.24	4.7	4.4
		No.5	流出	0.13	6.5	5.7
		No.6	流出	0.18	7.5	6.5
D1	2015/1/20	No.1	流出	0.53	12.3	0.7
		No.2	流出	0.93	16	0.5
		No.3	流出	0.39	-0.2	-0.8
		No.4	流出	0.18	5	3.7
		No.5	流出	0.07	2.6	2.4
		No.6	流出	0.24	1.3	-1
		No.7	流出	0.09	3.3	3.3
		No.8	流出	0.39	0.6	2
		No.9	流出	0.44	4.3	1.8
		No.10	流出	0.22	5	0.2
		No.11	流出	0.98	4.4	1.1
		No.12	流出	0.29	1.6	1.6
D5	2015/2/9	No.1	流出	0.24	29.3	4
		No.2	流出	0.06	13.6	4.6
		No.3	流出	0.03	7.6	4.4

図 3-3 ガス温度測定データ

施設番号	測定日	ガス抜き管測定本数	管番号	外気温[°C]	管内温度[°C]
A5	2014/12/18	9/9本	No.1	11.4	11.8
			No.2	11.4	12.5
			No.3	11.4	15.0
			No.4	11.4	14.3
			No.5	14.0	16.6
			No.6	14.0	19.5
			No.7	14.0	22.8
			No.8	11.4	14.7
			No.9	11.4	16.8
A6	2015/2/3	6/6本	新No.1	8.3	14.0
			新No.2	8.3	22.9
			新No.3	8.3	24.1
			新No.4	8.3	21.5
			新No.5	8.3	9.8
			新No.6	8.3	8.9
		6/6本	既No.1	8.3	23.5
			既No.2	8.3	21.0
			既No.3	8.3	34.0
			既No.4	8.3	23.8
			既No.5	8.3	28.7
			既No.6	8.3	24.1
A7	2015/1/14	12/97本	第二No.1	8.0	10.0
			第二No.2	8.0	8.5
			第二No.3	8.0	9.0
			第二No.4	8.0	8.0
			第二No.5	8.0	15.0
			第二-A	9.0	14.0
			第二-B	10.0	17.0
			第二-C	10.0	15.0
			第三No.1	9.0	9.0
			第三No.2	8.0	7.0
			第三No.3	9.0	10.0
			第三No.4	9.0	9.5
A11	2015/1/20	8/8本	No.1	12.0	16.0
			No.2	12.0	9.0
			No.3	12.0	11.0
			No.4	12.0	8.5
			No.5	12.0	10.0
			No.6	12.0	16.0
			No.7	12.0	15.5
			No.8	12.0	8.0

図 3-3 ガス温度測定データ

施設番号	測定日	ガス抜き管測定本数	管番号	外気温[°C]	管内温度[°C]
B1	2015/1/13	6/6本	No.1	8.5	21.0
			No.2	8.5	18.5
			No.3	8.5	11.0
			No.4	8.5	7.5
			No.5	8.5	13.5
			No.6	8.5	11.5
B13	2014/10/20	1/17本	No.1	19.9	23.1
C1	2015/1/20	3/6本	No.1	7.0	27.0
			No.3	7.0	30.0
			No.5	7.0	24.0
D1	2014/12/17	3/30本	No.1	0.5	37.4
			No.2	0.5	37.3
			No.3	0.5	21.6
D4	2014/12/12	1/?本	No.1	7.0	13.5
D5	2014/12/18	1/4本	No.1	5.0	31.3
D6	2015/1/14	1/7本	No.1	10.5	20.0
D9	2015/2/3	2/8本	No.1	3.0	15.0
			No.2	3.0	14.5
D7	2014/12/26	4/12本	No.1	-6.0	3.0
			No.2	-6.0	8.0
			No.3	-6.0	2.0
			No.4	-6.0	4.0
E3	2015/1/20	2/8本	No.1	9.4	14.3
			No.2	9.3	12.7
E5	2015/1/16	6/6本	No.1	-1.0	15.0
			No.2	-1.0	4.0
			No.3	-1.0	0.0
			No.4	-1.0	2.0
			No.5	-1.0	15.0
			No.6	-1.0	19.0