

平成19年度

産業廃棄物不法投棄現場
孔内温度調査等業務委託

岐阜市椿洞 1161 番地ほか

報 告 書

平成20年 3月

大日コンサルタント株式会社

目 次

1.	業務概要	1
1.1	目的	1
1.2	業務概要	1
1.2.1	業務名	1
1.2.2	業務内容等	1
1.2.3	契約期間	1
1.2.4	調査場所	1
1.2.5	発注者	1
1.2.6	受注者	1
2.	実施方針	3
3.	基本的調査方法	3
3.1	温度モニタリング方法	5
3.2	新規観測井設置	6
3.3	解析業務	6
3.4	平板測量	6
4.	調査結果	7
4.1	温度観測孔位置と設置深度	7
4.2	温度測定結果	8
5.	解析・考察	12
5.1	経時的な温度変化	12
5.2	温度分布	13

1. 業務概要

1.1 目的

本調査は、昨年度実施した温度調査について、既存ボーリング及び新規温度観測孔を利用してその後の状況の把握のために継続的な観測を行い、その結果をもとに解析考察をおこなったうえで対策工実施のための検討資料とする。

また、最上部については形態の変更があることから、最新の地形を把握するために実施する。

1.2 業務概要

1.2.1 業務名

産業廃棄物不法投棄現場 孔内温度調査等業務委託

1.2.2 業務内容等

(1) 孔内温度調査

箇所数

計 15 箇所

温度測定間隔

3 時間／回 以下

データ回収

1 式

④新規観測井設置

4 箇所

(2) 解析考察業務

1 式

実施数量表、調査位置図を次頁に示す。

1.2.3 契約期間

平成 19 年 12 月 7 日 ～ 平成 20 年 3 月 31 日

1.2.4 調査場所

岐阜市椿洞 1161 番地ほか

1.2.5 発注者

岐阜市 環境事業部 産業廃棄物特別対策室

1.2.6 受注者

大日コンサルタント株式会社

岐阜市藪田南 3-1-21 [Tel : 058-271-2505 Fax : 058-276-2647]

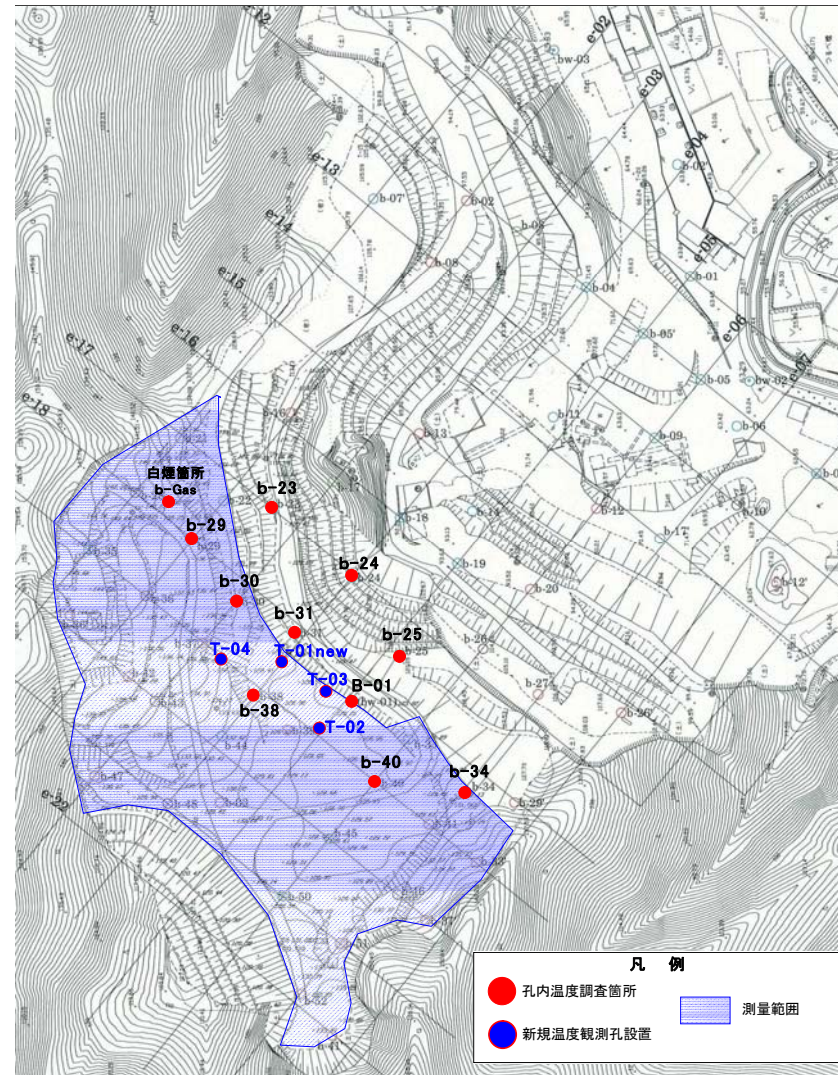
担当部署 調査事業部 土質課

表 1-2-1 温度調査数量表

Bor-No (箇所)	位置		データロガ		測定点 (点)	備考
	有効深度 (m)	標高 (GH m)	型式	器材番号		
B-01	8.0	127.70	177-T4	01468350	1	-
b-23	39.0	122.63	177-T4	01413335	1	-
					1	
b-24	37.0	109.58	177-T4	01468393	1	-
					1	
b-25	24.0	117.31	177-T4	01468311	1	-
					1	
b-29	9.8	137.41	177-T4	01468329	1	当初:4箇所 (GL-5.10,15.20m)
					1	変更:2箇所 (GL-5.10m)
b-30	30.0	130.38	177-T4	01342877	1	-
					1	
b-31	12.0	125.00	177-T4	01468385	1	-
					1	
b-34	18.0	130.72	177-T4	01470414	1	-
					1	
b-38	28.0	129.35	177-T4	01468348	1	-
					1	
b-40	39.0	127.66	177-T4	01468367	1	-
					1	
B07-02G	4.0	138.33	175-T3	38003405	1	-
bt-01	10.0	129.02	175-T3	38003561	1	-
					1	
bt-02	9.2	128.15	175-T3	38003563	1	-
					1	
bt-03	3.8	128.39	175-T3	38003566	1	-
					1	
bt-04	9.0	130.56	175-T3	38003645	1	変更:2箇所 (GL-5.9m)
					1	
15	-	-	-	-	45	-

表 1-2-2 新規観測孔施工数量表

NO	標高	打込最終深度	立上り	孔底高
T-01	129.07	4.38	0.62	124.69
T-01new	129.02	8.98	0.02	120.04
T-02	128.15	9.15	0.85	119.00
T-03	128.39	3.78	0.22	124.61
T-04	130.56	8.95	0.05	121.61
計	-	35.24	-	-



2. 実施方針

本業務の実施にあたっては、本業務の意図及び目的を十分に理解したうえで、設計図書および関係する諸基準に基づき実施することとし、正確かつ丁寧に業務を実施します。

3. 基本的調査方法

(1) 孔内温度調査

温度及び熱源解析調査により、内部燃焼が確認された b-31 とその周辺のボーリング孔 B-01、b-23、b-24、b-25、b-29、b-30、b-34、b-38、b-40、白煙箇所観測孔計 11 箇所及び新規に設置する観測孔 3 箇所について温度測定を行う。

温度の測定にあたっての留意事項は下記①～③のとおりであるが、詳細については市側調査職員と協議の上実施する。

- ①温度測定深度：基本的に別表 1 のとおりであるが、高温部分の温度変化等を捉えられるよう測定深度の設定をする。
- ②温度測定間隔：少なくとも 3 時間毎の温度を測定する。
- ③データ回収・整理:12 月、1 月、2 月の 3 回にデータの回収と整理を行う。
また、新規観測孔の設置については下記④⑤によるものとするが、詳細については市側調査職員と協議の上実施すること。
- ④新規観測孔の掘削方法：観測孔先端を閉塞し打撃貫入により設置する。
- ⑤新規観測孔の位置：新規温度観測孔は別紙位置図の範囲で設置する。
- ⑥温度センサーは今後の調査等のため業務後に存置するものとする。

(2) 解析考察業務

調査結果等について整理を行い、経時変化や温度分布の変化等について解析考察を行う。

(3) 地形測量

最上部（A=0.025k m²）において平板測量を実施し、最新の地形を把握する。

(4) 留意事項

調査にあたっては、下記の事項には特に留意して実施すること。

- ①現地調査に当たっては、有毒ガス・可燃性ガスの発生等種々の危険性があることから、酸欠、ガス中毒、火災、爆発等に対する十分な安全対策を採った上で実施すること。また、何らかの危険を察知した場合には、直ちに調査を中止し、退避する等の措置を採ること。

- ②現地調査に当たっては、自主撤去作業等の妨げにならないよう留意すること。
- ③調査結果や現地の状況等に異常があったときは、直ちに調査職員にその旨報告すること。
- ④調査状況や専門家の意見等により、本業務の内容を見直す場合があること。

3.1 温度モニタリング方法

温度モニタリングは、熱電対を用いて行う。温度測定の間隔は 3 時間毎以下を目安とするが、通常と異なる温度状況等が確認された場合、監督員等と協議の上測定間隔等を変更する。下図に熱電対の概念図を示す。

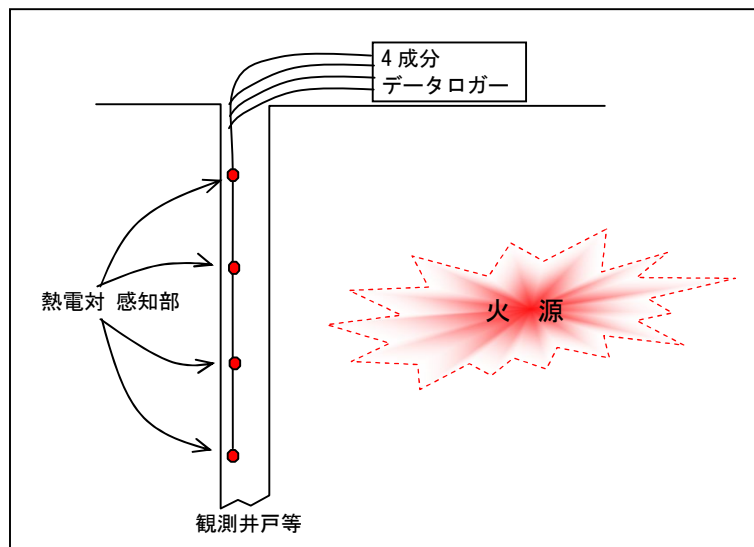


図 3-1-1 温度モニタリング

熱電対は、種類の異なる金属で回路をつくり、その二つの接合点を異なる温度に保つと熱起電力が生じ電流が流れる「ゼーベック効果」の原理を利用した温度センサです。熱電対では原則として、測温接点と基準接点の間の熱起電力を測定します。測温接点の温度を知るためには、基準接点の温度を一定にする必要があります、一般に基準接点の温度を 0℃にとって起電力が定義されます。

3.2 新規観測井設置

新規観測井の掘削は、測定管の先端が閉塞された、鉄研式大型動的コーン貫入試験を利用する。具体方法は、標準貫入試験に用いる質量 63.5kg のハンマーを自由落下させ、測定管を打撃貫入させる。下図に測定管打撃貫入の概念図を示す。

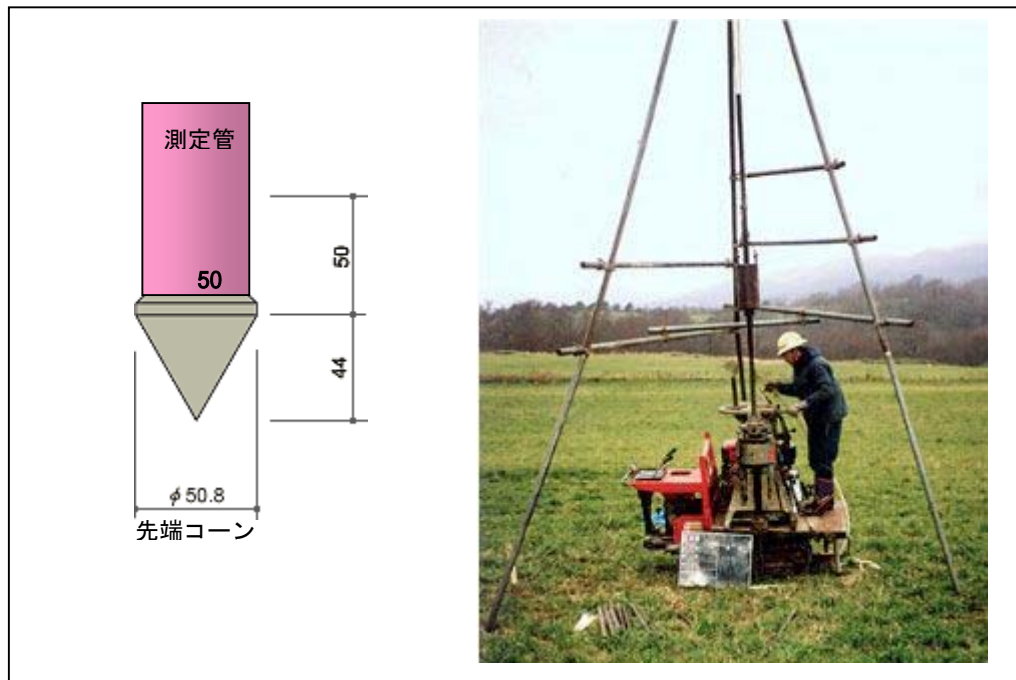


図 3-2-1 観測孔設置工

3.3 解析業務

温度測定の結果は、30 日毎程度にデータを回収する。回収したデータについて、温度の経時変化やその位置(断面的)について差分法等を用い簡易な解析を行って、温度変化の変遷をわかりやすくとりまとめる。

3.4 平板測量

最上部 ($A=0.025\text{k m}^2$) において平板測量を実施し、最新の地形を把握する。

4. 調査結果

4.1 温度観測孔位置と設置深度

温度観測孔の設置状況を右図に示す。また温度観測状況と降水記録を下表に示す。

表 4-1-1 温度計測位置一覧表

Bor-No (箇所)	位置				データロガ		測定点 (点)	備考
	有効深度 (m)	標高 (GH m)	測点深度 (m)	測点標高 (GH m)	型式	器材番号		
B-01	8.0	127.70	1.0	126.70	177-T4	01468350	1	-
			5.0	122.70			1	
			8.0	119.70			1	
b-23	39.0	122.63	5.0	117.63	177-T4	01413335	1	-
			10.0	112.63			1	
			15.0	107.63			1	
			20.0	102.63			1	
b-24	37.0	109.58	5.0	104.58	177-T4	01468393	1	-
			10.0	99.58			1	
			15.0	94.58			1	
			20.0	89.58			1	
b-25	24.0	117.31	5.0	112.31	177-T4	01468311	1	-
			10.0	107.31			1	
			15.0	102.31			1	
			20.0	97.31			1	
b-29	9.8	137.41	5.0	132.41	177-T4	01468329	1	当初:4箇所(GL-5.10,15,20m) 変更:2箇所(GL-5.10m)
			8.8	127.61			1	
b-30	30.0	130.38	10.0	120.38	177-T4	01342877	1	-
			15.0	115.38			1	
			20.0	110.38			1	
			25.0	105.38			1	
b-31	12.0	125.00	1.0	124.00	177-T4	01468385	1	-
			5.0	120.00			1	
			10.0	115.00			1	
b-34	18.0	130.72	5.0	125.72	177-T4	01470414	1	-
			10.0	120.72			1	
			15.0	115.72			1	
b-38	28.0	129.35	10.0	119.35	177-T4	01468348	1	-
			15.0	114.35			1	
			20.0	109.35			1	
			25.0	104.35			1	
b-40	39.0	127.66	10.0	117.66	177-T4	01468367	1	-
			15.0	112.66			1	
			20.0	107.66			1	
			25.0	102.66			1	
B07-02G	4.0	138.33	1.0	137.33	175-T3	38003405	1	-
bt-01	10.0	129.02	5.0	124.02	175-T3	38003561	1	-
			10.0	119.02			1	
bt-02	9.2	128.15	5.0	123.15	175-T3	38003563	1	-
			9.2	118.95			1	
bt-03	3.8	128.39	3.8	124.59	175-T3	38003566	1	-
bt-04	9.0	130.56	5.0	125.56	175-T3	38003645	1	変更:2箇所(GL-5.9m)
			9.0	121.56			1	
15	-	-	-	-	-	-	45	-

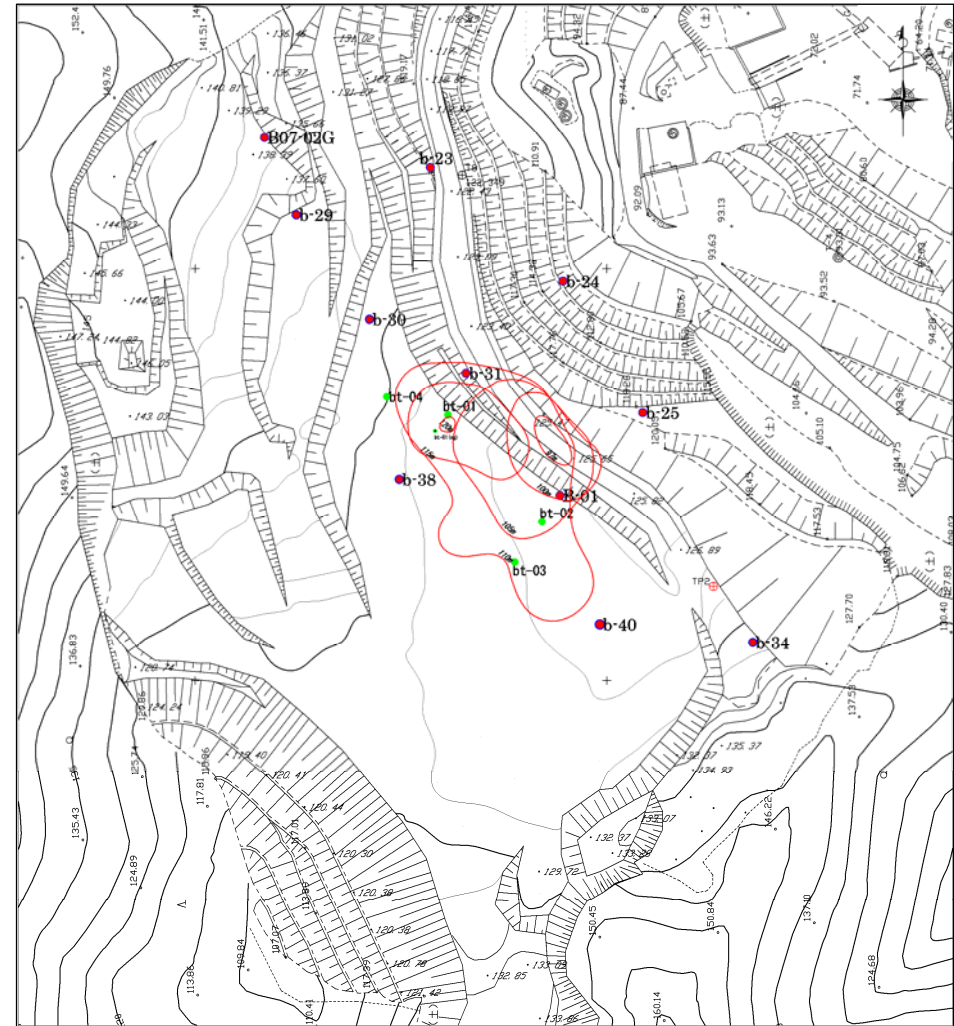


図 4-1-1 温度計測位置図

4.2 温度測定結果

温度測定結果は、巻末に観測値を整理した一覧表を添付する。温度測定結果と降水記録を下図に示す。

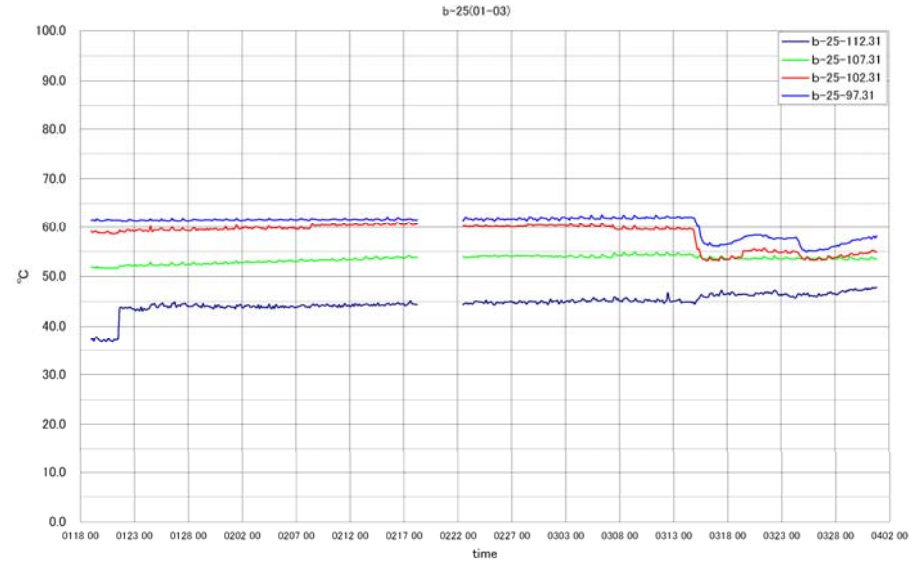
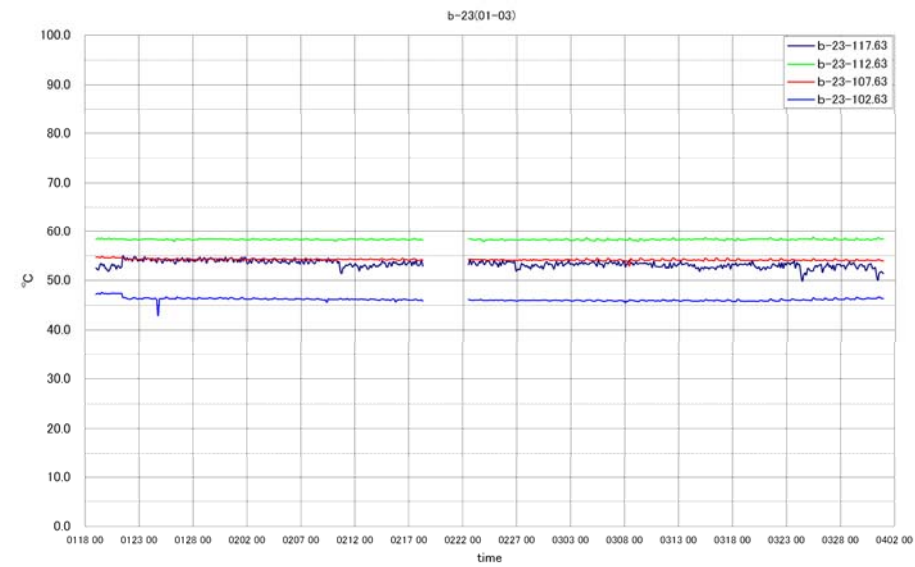
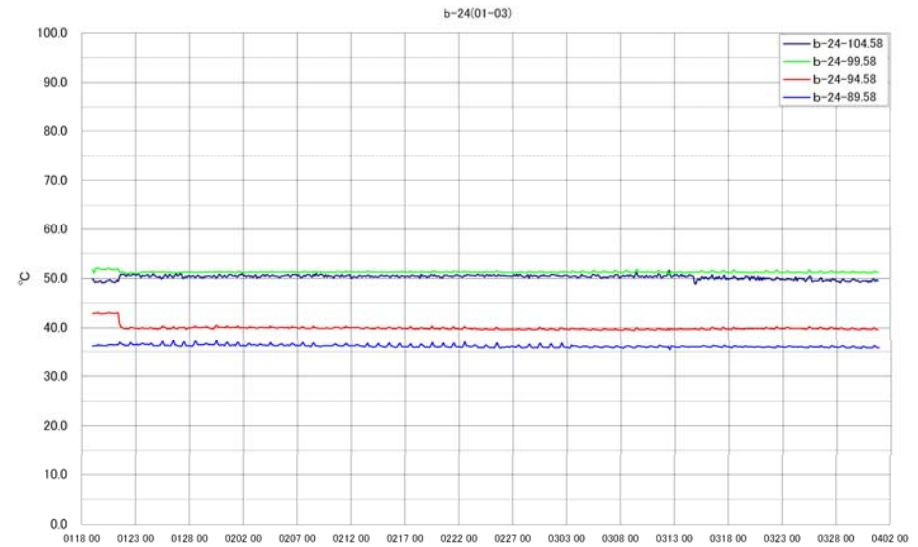
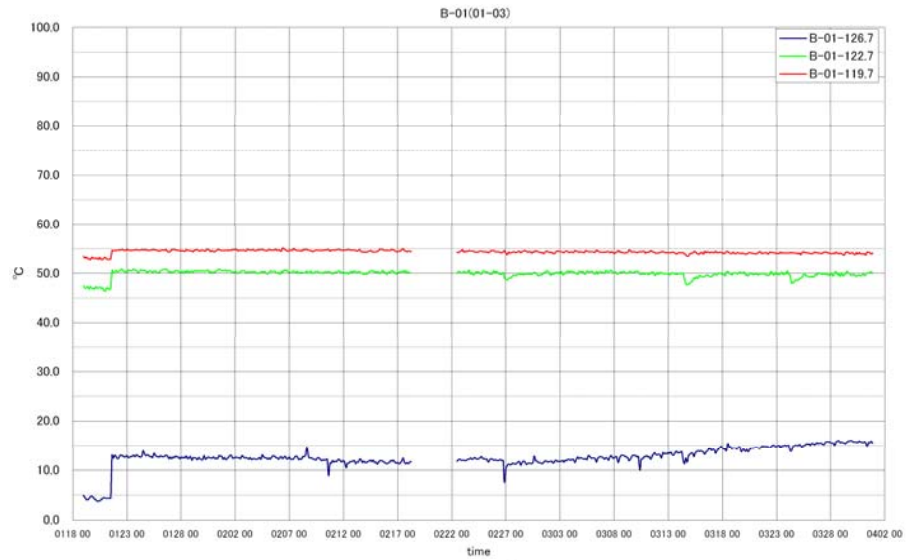


図 4-2-1 温度観測結果①

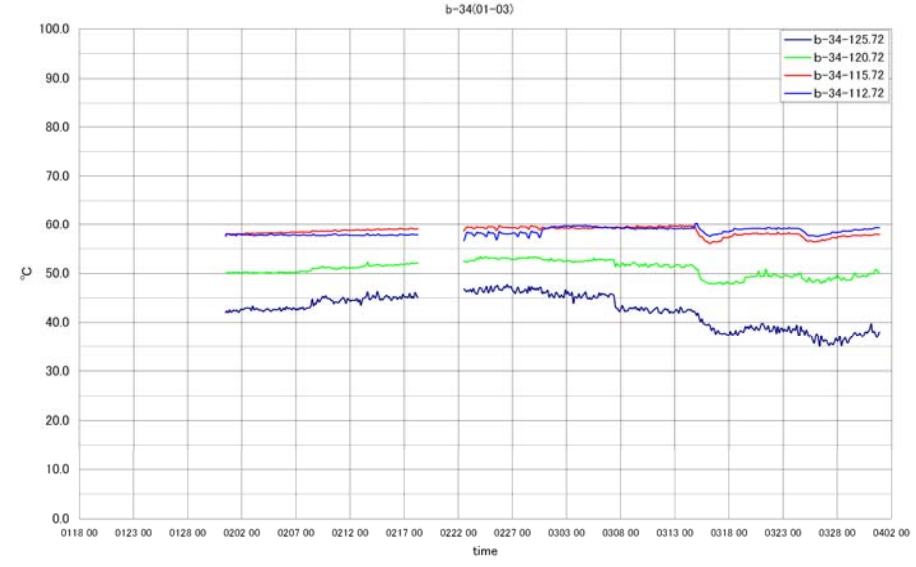
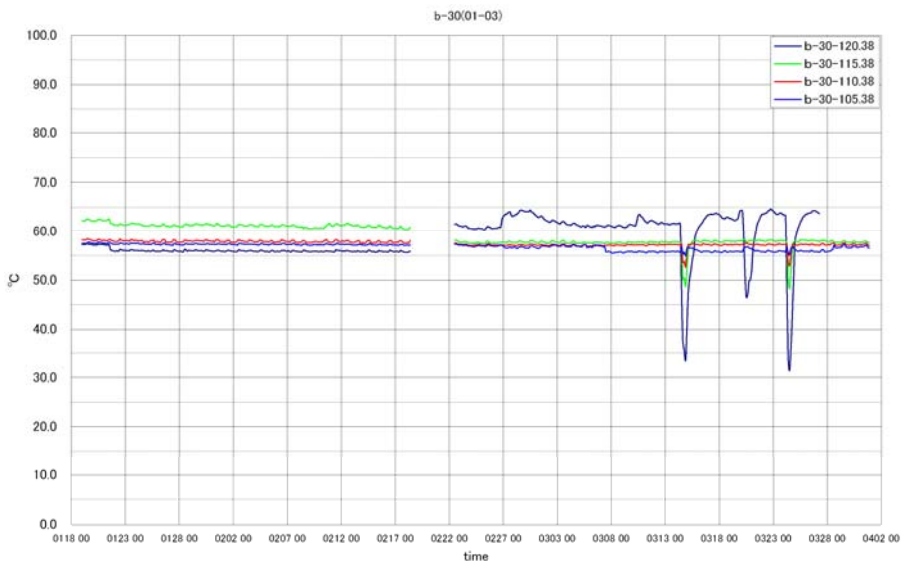
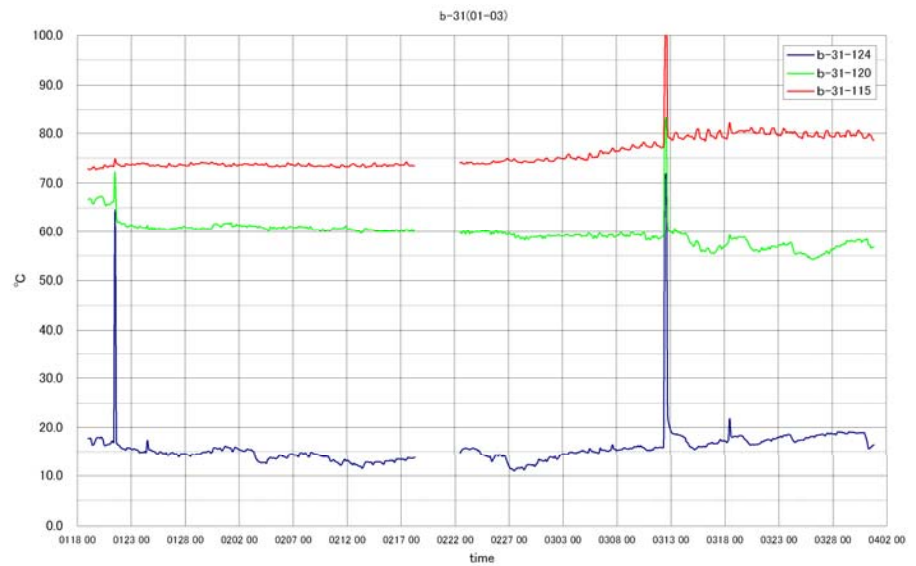
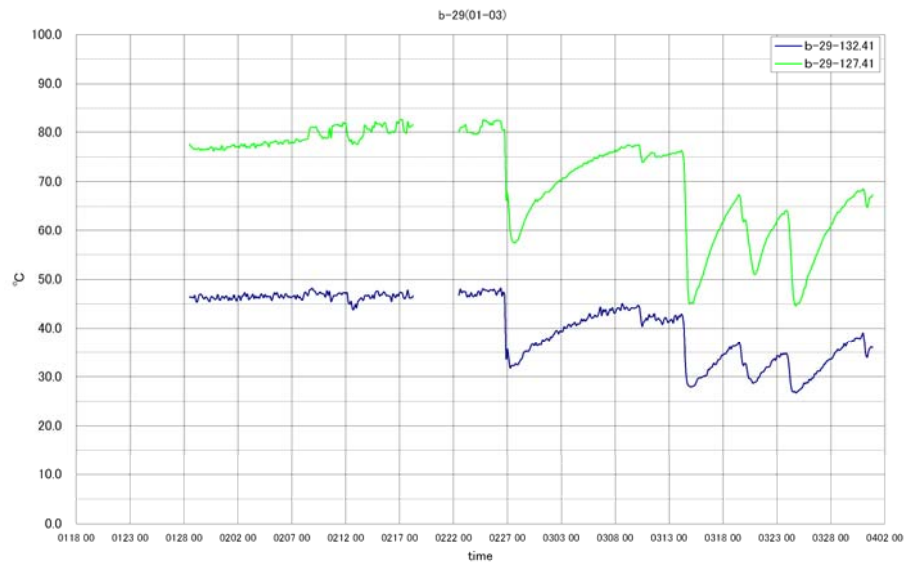


図 4-2-2 温度観測結果②

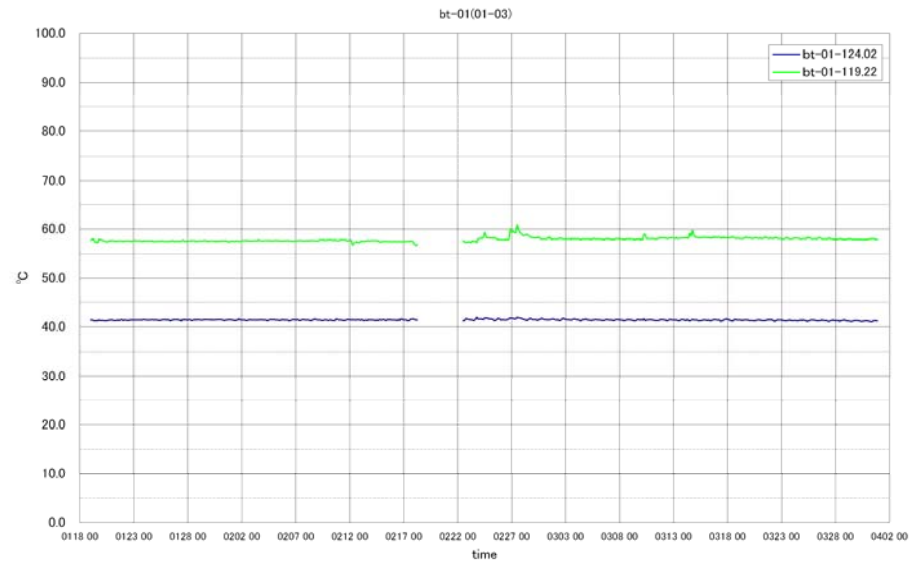
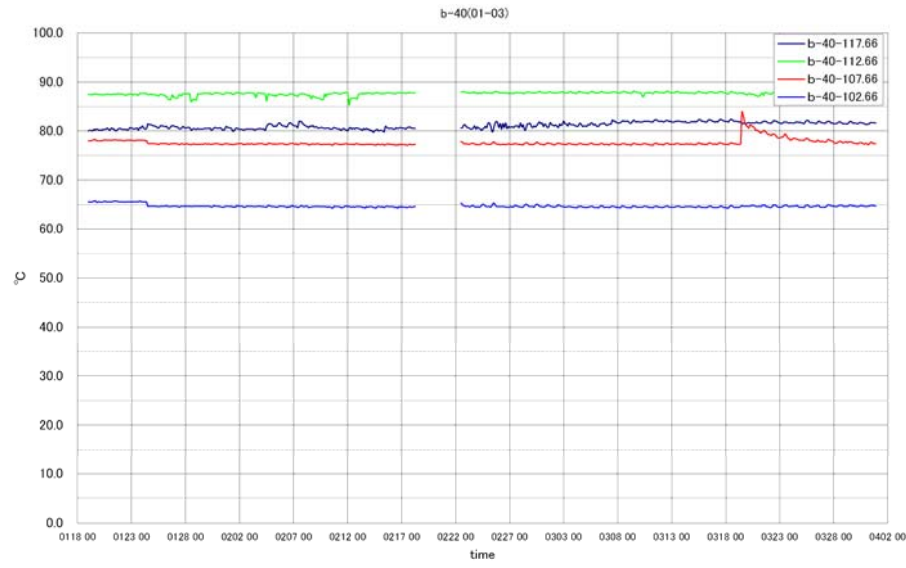
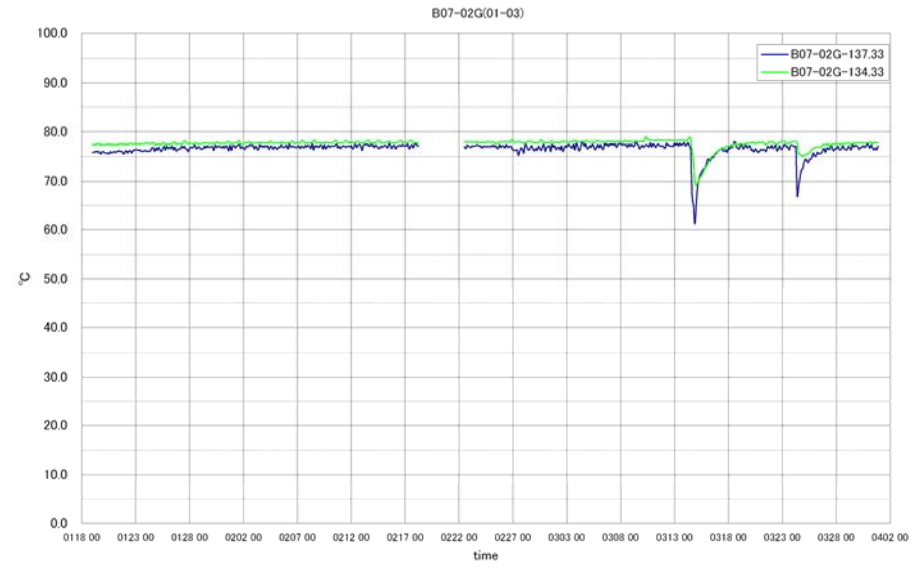
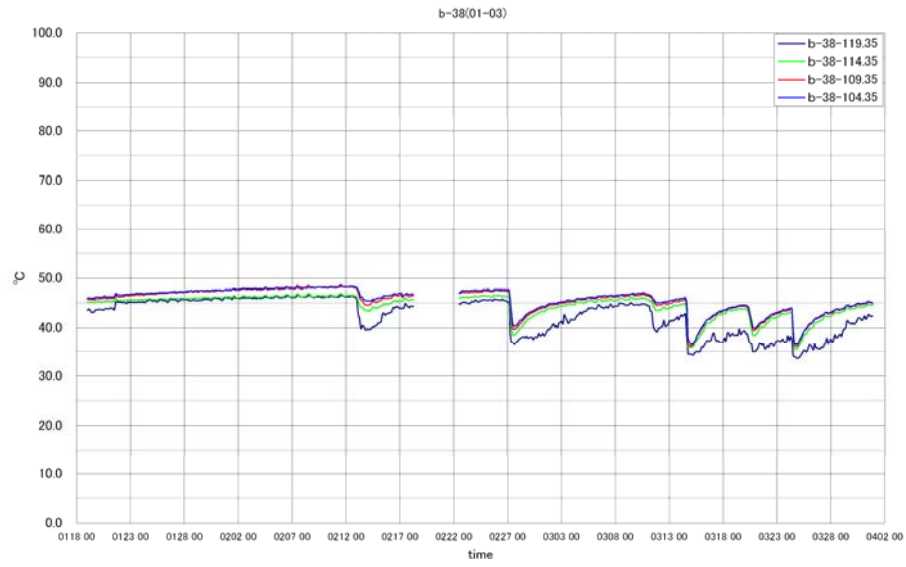


図 4-2-3 温度観測結果③

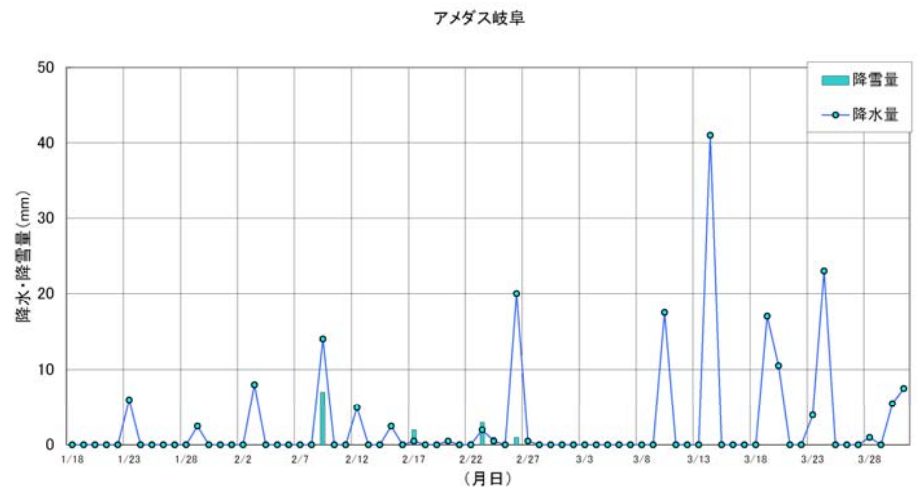
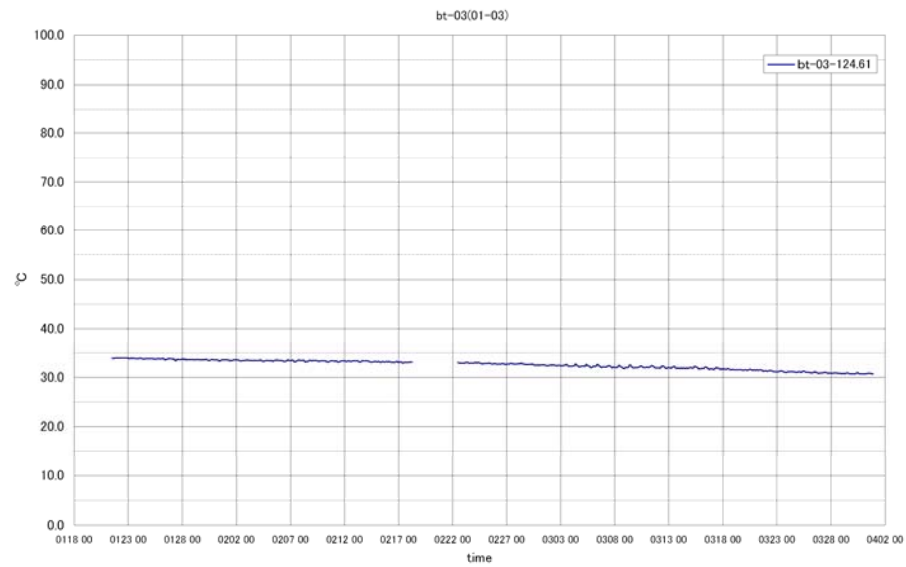
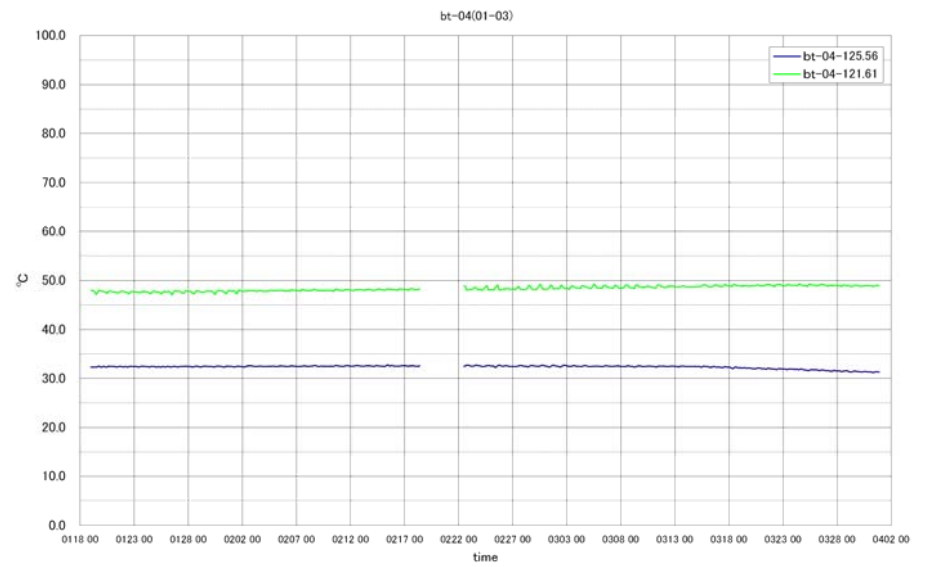
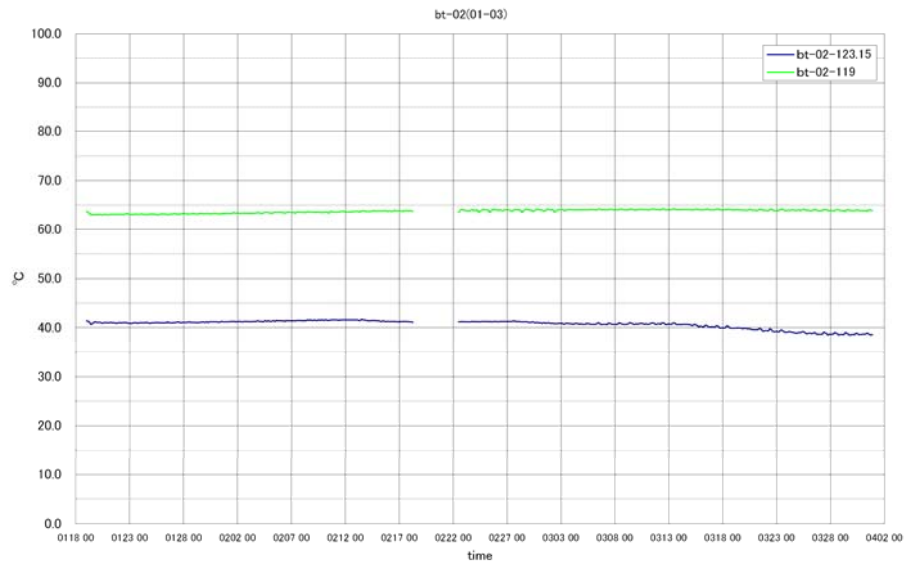


図 4-2-4 温度観測結果④ および 降雨記録 (アメダス岐阜)

5. 解析・考察

5.1 経時的な温度変化

孔内温度の観測結果について観察し、温度変化状況を、以下の項目について整理した。

①短波形の変化

- ・±5℃前後の温度変化（24h周期）
- ・平滑性（温度状態が一定（24h周期））

②長波形の変化

- ・温度上昇・下降傾向（24h周期以上）
- ・平滑性（温度状態が一定（24h周期））

③温度状況

- ・最低、最高、平均温度

④その他

- ・突発的温度変化
- ・気象影響

右表に整理結果を示す。

短波形の乱れは気象影響によるものが殆どであり、周期的な波形は日温度変化、また急激な温度低下は降雨（水）による影響との相関が高い傾向にある。これらの測点は地表に近くまた孔内温度が60℃以下である場合が多い。

一方、長波形の変化は、緩やかな温度上昇や下降があるが、これらのうち温度上昇については廃棄物層内部の温度変化が生じているものと考えられ、特に測定温度が70℃以上の箇所は、急激な温度変化も生じている場合が多い。

b-31において、最高温度113.7℃を記録した時点は、その前にボーリング孔口を開けたことが分かっている。つまりボーリング孔の開放により、孔内ガスが流動し、温度上昇が起きたことによるものと考えられる。既存資料においても測定温度が安定しなかったことは、b-31の内部温度が孔内ガス等の流動による温度変化の影響を受けやすい状態であると考えられる。

既存調査との温度結果の違いについては、各々の測定条件（測定時間、孔口の開閉、現場状況（覆土等））が大きく違うため、一概に比較できるものではない。

観測孔先端を閉塞し打撃貫入により設置した新規温度観測孔は、いずれの地点においても気象影響による短波形の乱れも、長波形の乱れも殆ど示していない。また、急激な温度変化も生じていないことから、廃棄物層内部の温度変化の主たる因子は、ガス等の流動に伴う熱移動であ

ることが考えられる。

表 5-1-1 温度観測結果一覧表

Bor-No (箇所)	位置				温度変化状況										備考	
	有効深度 (m)	標高 (GH m)	測点深度 (m)	測点標高 (GH m)	波形タイプ(0:当該せず 1:やや当該 2:当該する)											気象影響
					短波形の傾向		長波形の傾向		温度状況(℃)			異常な温度変化				
					変化有	一定	上昇	下降	一定	最低	最高		平均			
B-01	8.0	127.70	1.0	126.70	1	0	0	0	1	3.8	16.0	12.6	0	1		
			5.0	122.70	0	2	0	0	2	46.4	50.9	49.9	0	0		
			8.0	119.70	0	2	0	0	2	52.8	55.1	54.4	0	0		
b-23	39.0	122.63	5.0	117.63	1	0	0	0	1	49.8	54.9	53.3	0	1		
			10.0	112.63	0	2	0	0	2	57.9	58.8	58.3	0	0		
			15.0	107.63	0	2	0	0	2	52.9	54.8	54.2	0	0		
			20.0	102.63	0	2	0	0	1	42.9	47.6	46.2	0	0		
b-24	37.0	109.58	5.0	104.58	0	2	0	0	2	48.9	51.6	50.3	0	0		
			10.0	99.58	0	2	0	0	2	50.6	52.1	51.3	0	0		
			15.0	94.58	0	2	0	1	1	39.4	43.1	38.9	0	0		
			20.0	89.58	0	2	0	0	2	35.4	37.2	36.1	0	0		
b-25	24.0	117.31	5.0	112.31	0	2	1	0	1	36.8	47.9	44.8	0	0		
			10.0	107.31	0	2	2	0	0	51.6	54.9	53.5	0	0		
			15.0	102.31	0	2	1	0	1	53.2	61.0	58.6	0	0		
			20.0	97.31	0	2	1	0	1	54.9	62.6	60.6	0	0		
b-29	9.8	137.41	5.0	132.41	2	0	2	2	0	26.7	48.2	40.8	2	2		
			9.8	127.61	2	0	2	2	0	44.6	82.5	71.0	2	2		
b-30	30.0	130.38	10.0	120.38	1	1	1	0	1	31.4	64.6	58.5	2	0		
			15.0	115.38	0	2	0	1	1	48.3	62.6	59.3	1	0		
			20.0	110.38	0	2	0	0	2	52.7	58.5	57.5	1	0		
			25.0	105.38	0	2	0	0	2	35.0	37.8	36.8	1	0		
b-31	12.0	125.00	1.0	124.00	2	0	2	2	0	11.0	71.7	15.6	2	2		
			5.0	120.00	2	1	0	0	1	54.3	83.0	58.7	2	1		
			10.0	115.00	0	2	1	0	2	72.6	113.7	75.9	0	0		
b-34	18.0	130.72	5.0	125.72	1	1	1	1	1	35.0	47.7	42.5	0	1		
			10.0	120.72	0	2	2	1	1	47.7	53.4	50.9	0	0		
			15.0	115.72	0	2	1	0	1	56.1	59.8	58.6	0	0		
			18.0	112.72	0	2	1	0	1	56.7	60.3	58.5	0	0		
b-38	28.0	129.35	10.0	119.35	2	1	1	2	1	33.6	46.6	42.4	2	2		
			15.0	114.35	1	1	1	2	1	35.4	46.9	44.4	1	1		
			20.0	109.35	1	1	1	2	1	36.0	46.7	45.4	1	1		
			25.0	104.35	1	1	1	2	1	36.5	46.4	45.6	1	1		
b-40	39.0	127.66	10.0	117.66	2	1	1	0	1	79.7	82.4	81.1	0	0		
			15.0	112.66	2	1	0	0	1	85.4	88.2	87.7	0	0		
			20.0	107.66	0	2	0	1	2	77.1	83.8	77.6	0	0		
			25.0	102.66	0	2	0	1	2	64.3	65.8	64.7	0	0		
B07-02G	4.0	138.33	1.0	137.33	1	1	1	0	2	61.2	77.9	76.6	0	0		
			4.0	134.33	0	2	1	0	2	69.2	79.0	77.6	0	0		
bt-01	10.0	129.02	5.0	124.02	1	2	0	0	2	41.0	41.9	41.4	0	0		
			10.0	119.02	0	2	0	0	2	56.7	60.8	57.9	0	0		
bt-02	9.2	128.15	5.0	123.15	0	2	1	1	1	38.5	41.7	40.7	0	0		
			9.2	118.95	0	2	1	1	1	63.0	64.3	63.7	0	0		
bt-03	3.8	128.39	3.8	124.59	0	2	0	1	1	30.7	33.9	32.5	0	0		
bt-04	9.0	130.56	5.0	125.56	0	2	0	0	2	31.2	32.7	32.3	0	0		
			9.0	121.56	1	2	0	0	2	47.1	49.3	48.4	0	0		
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

温度変化状況から以下の温度観測井戸付近は、今後の施工に際して注意が必要であると考えられる。

- ・ b-29 (最高温度 82.5℃)
- ・ b-31 (最高温度 113.7℃)
- ・ b-40 (最高温度 88.2℃)
- ・ B07-02G (最高温度 79.0℃)

5.2 温度分布

今回の観測温度について、最高温度の分布を三次元で表現した。
以降の図に温度分布状況を示す。

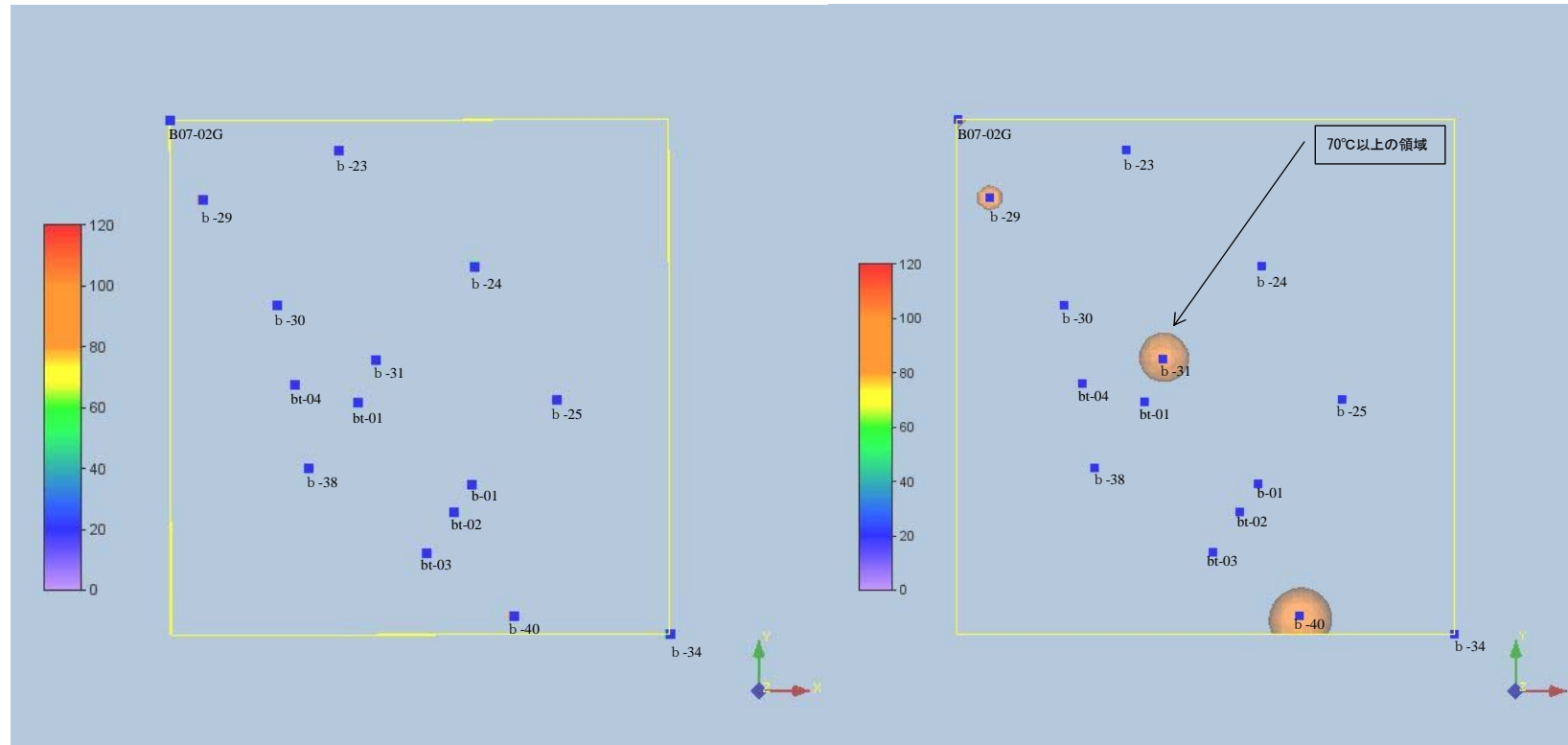


図 5-2-1 温度分布の概念図（青：地表面 20℃と仮定）

温度分布状況は、大半が 70℃未満となっている。
70℃以上の温度記録は、以下の 4 箇所を確認している。

- b-29 (82.5℃)
- b-31 (113.7℃)
- b-40 (88.2℃)
- B07-02G (79.0℃)

70℃以上の温度分布は、場内北側の斜面に沿って分散して分布しており、標高は 102～138m 付近となっている。

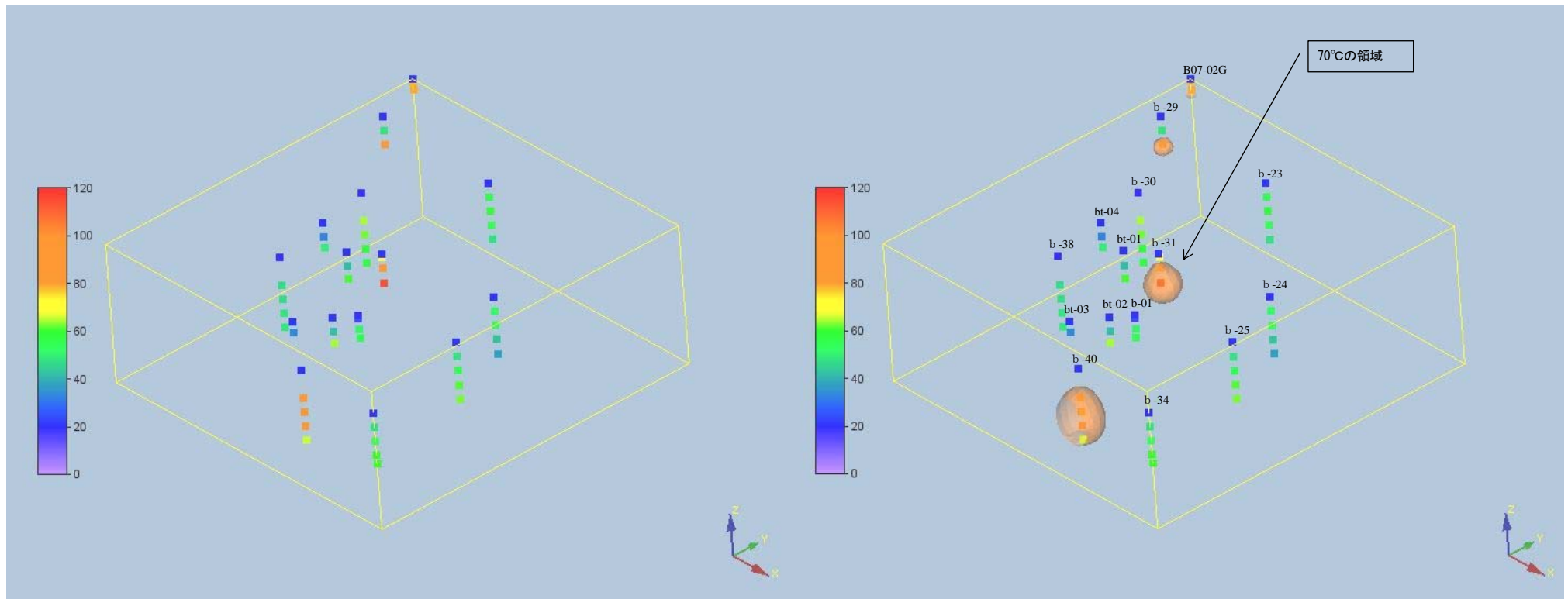


図 5-2-2 温度分布の概念図〔南南東方向より〕（青：地表面 20℃と仮定）

5.3 今後の温度観測

既往資料における伝熱解析および発火機構の推定では、およそ 60℃までが生物発酵による温度上昇限界、それ以上は脂肪酸の酸化による温度上昇が卓越し、有機物の乾燥化が卓越すると 100℃以上となり発火可能な状態となることが指摘されている。

今後、廃棄物内部の燃焼部の消火・掘削等の対策工に際して、廃棄物中への空気流入量は増加傾向にあり、廃棄物の発熱やそれに伴う蓄熱・乾燥化による発火が懸念される。

現在の温度状況から、対策工に際して、温度モニタリングの先行また継続は不可欠であると考えられる。

温度モニタリングの概要と実施時の留意点を以下に示す。

- ・ 既往伝熱解析結果 70℃領域付近を囲む位置での温度モニタリング(新規観測孔設置)
- ・ 現行の温度モニタリングの継続
- ・ 温度変化部の抽出と内部ガス流動の活発箇所予測
- ・ 掘削による温度上昇の時間的遅延の把握
- ・ 廃棄物の乾燥化に注意する（生物熱による温度上限を超える場分の把握）

また温度変化は気象影響を受けているため、対策施工前の 1 年程度データ収集を行う必要がある。