

岩手県宮古市及び大槌町
災害廃棄物放射能濃度等測定業務

報 告 書

平成 24 年 7 月

エヌエス環境株式会社

目 次

第1章 業務概要	1
1.1 目的	1
1.2 調査概要	1
1.3 調査対象（災害廃棄物）	1
1.4 調査項目	1
1.5 測定機器	2
1.6 実施場所	3
第2章 調査方法	6
2.1 災害廃棄物のサンプリング	6
2.2 災害廃棄物の遮蔽線量率測定	14
2.3 災害廃棄物の放射性物質濃度測定	14
2.4 災害廃棄物の有害物質濃度測定	15
第3章 測定結果	16
3.1 遮蔽線量率測定結果	16
3.2 放射性物質濃度測定結果	16
3.3 有害物質濃度測定結果	18
第4章 考察	19
〈巻末資料〉	
巻末資料1 現地測定結果（野帳）	
巻末資料2 結果報告書（放射性物質濃度・有害物質濃度）	
巻末資料3 写真集	

第1章 業務概要

1.1 目的

東日本大震災により発生した災害廃棄物の受入れの可能性を検討するため、放射能濃度等を測定することを目的とする。

1.2 調査概要

- ① 業務名：岩手県宮古市及び大槌町災害廃棄物放射能濃度等測定業務
- ② 工期：平成24年7月4日～7月20日（現地調査：7月5日～6日）
- ③ 委託者：金沢市長 山野 之義
- ④ 受託者：エヌエス環境株式会社

1.3 調査対象（災害廃棄物）

- | | | |
|------------------|---|-------------------------------|
| ・ふるい下分（粒径20mm以下） | } | 採取場所：宮古市藤原埠頭2次仮置場
採取日：7月5日 |
| ・不燃物 | | |
| ・漁具・漁網 | | |
| ・可燃物①（20mm以下） | } | 採取場所：大槌町2次仮置場
採取日：7月6日 |
| ・可燃物②（50mm以下） | | |

1.4 調査項目

- ① 災害廃棄物の遮蔽線量率測定
- ② 災害廃棄物の放射性物質濃度測定

表1 放射性物質濃度の測定項目

分析項目
放射性セシウム（ ^{134}Cs , ^{137}Cs ）

- ③ 災害廃棄物の有害物質濃度測定

表2 有害物質濃度の測定項目

分析項目
水銀又はその化合物
カドミウム又はその化合物
鉛又はその化合物
六価クロム化合物
ヒ素又はその化合物
シアン化合物
PCB
セレン又はその化合物

1.5 測定機器

(1) 遮蔽線量率

- ・ NaI シンチレーションサーベイメータ

【LUDLUM】（エネルギー無補償型，小数点以下 3 桁表示，時定数 26 秒）

Model2241-2 型サーベイメータ、Model44-2 型シンチレーション γ 線検出器

- ・ 遮蔽体

サイズ：40cm×42cm×60cm

遮蔽材厚：0.47cm（鉛板厚：0.15cm + 鉄板厚：0.32cm）



NaI シンチレーションサーベイメータ

【LUDLUM】



遮蔽体

(2) 放射性物質濃度測定

- ・ ゲルマニウム半導体検出器による γ 線スペクトロメトリー

【CANBERRA】GC2018



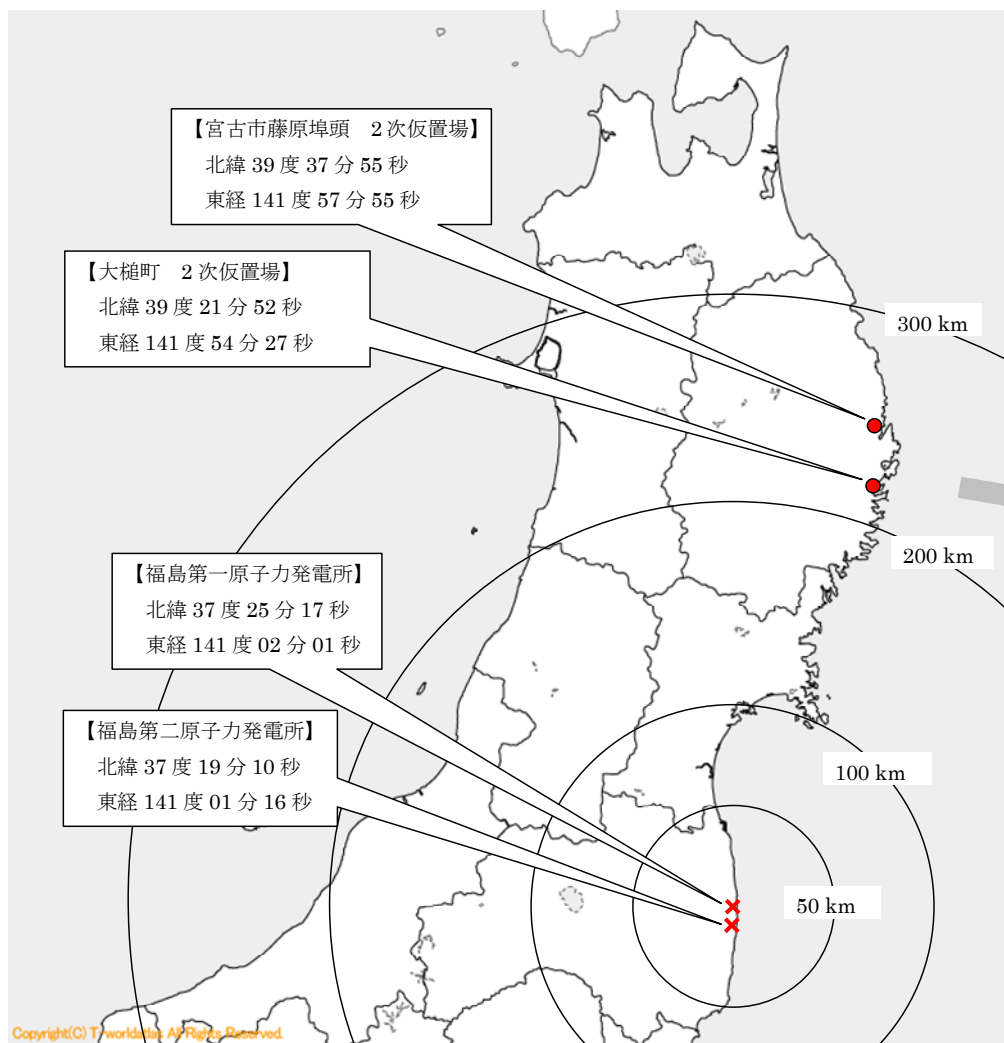
Ge 半導体検出器

(3) 有害物質濃度測定

- ・ ICP 発光分光分析装置 【島津製作所】ICPE-9000
- ・ ICP 質量分析装置 【島津製作所】ICPM-8500
- ・ 水素化物発生装置 【島津製作所】HVG-1
- ・ 水銀還元気化装置-水銀原子吸光分析装置 【島津製作所】RA-3A
- ・ 分光光度計 【島津製作所】UV-1650PC
- ・ ガスクロマトグラフ 【島津製作所】GC-14B

1.6 実施場所

実施場所である岩手県宮古市藤原埠頭および大槌町の位置は、図1、図2、図3、図4に示すとおりである。



出典)「世界地図 | SEKAICHIZU」(<http://www.sekaichizu.jp/>)

図1 東日本位置図及び福島原子力発電所距離

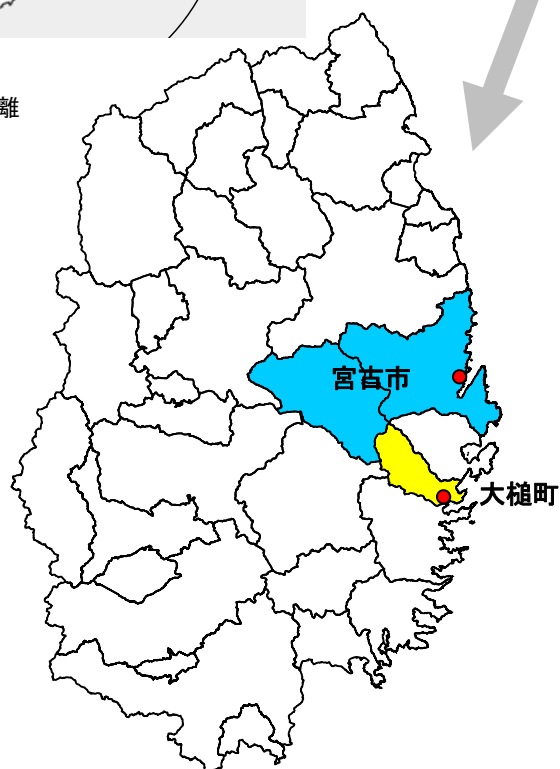


図2 岩手県宮古市・大槌町

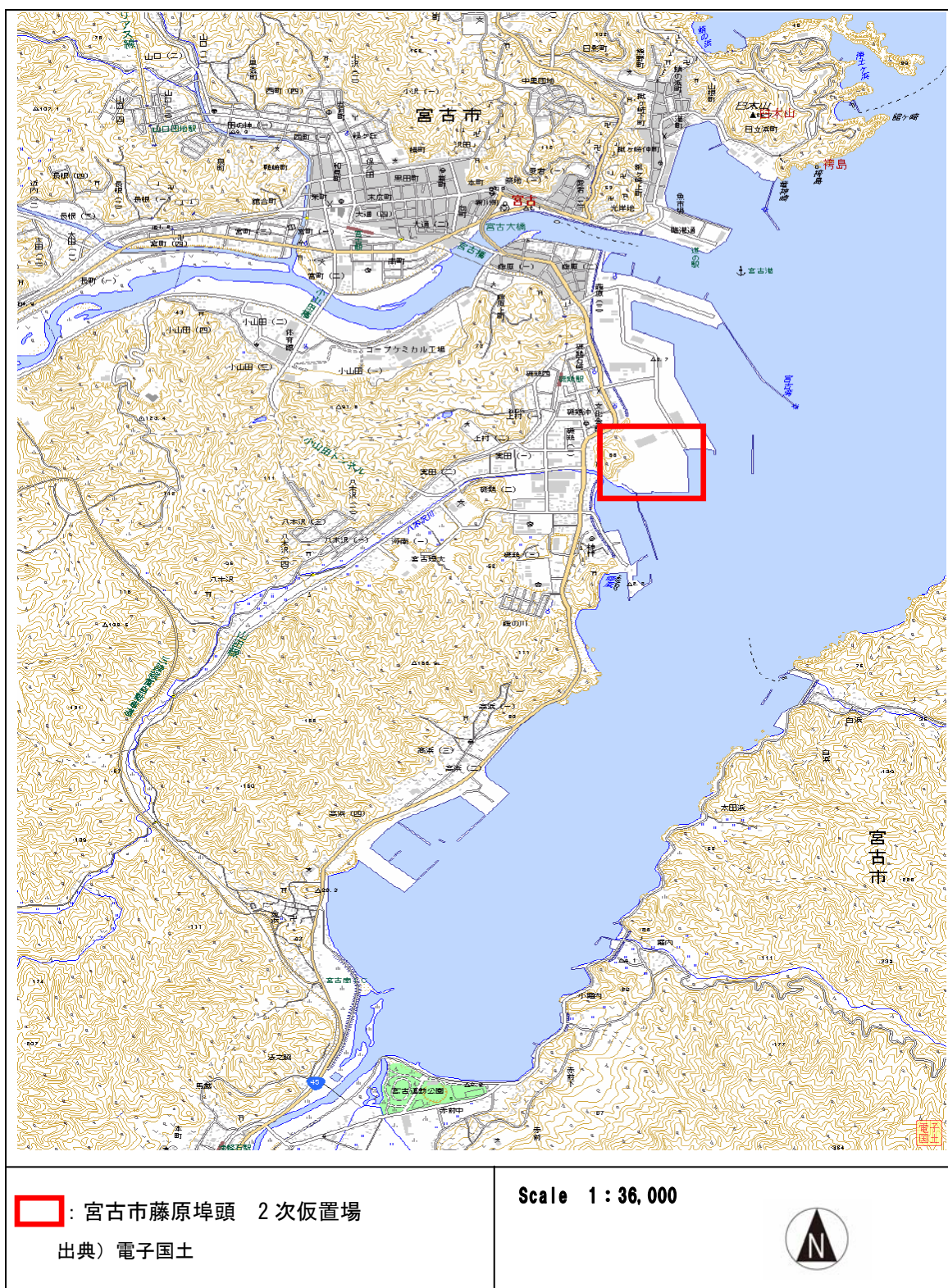


図3 岩手県宮古市藤原埠頭 2次仮置場



図4 岩手県大槌町 2次仮置場

第2章 調査方法

2.1 災害廃棄物のサンプリング

測定対象試料のうち、「ふるい下分（粒径 20mm 以下）」、「不燃物」、「漁具、漁網」については、宮古市藤原埠頭 2 次仮置場でサンプリングを実施し、「可燃物①（20mm 以下）」、「可燃物②（50mm 以下）」については、大槌町 2 次仮置場でサンプリングを実施した。

各測定対象試料のサンプリングについては、対象とする山を 10 区画に区分し、1 区画あたり 1 箇所（合計 10 箇所）から試料を採取した。なお、漁具・漁網の山については、その高さときさを鑑みて、採取可能な側面を 10 等分し、10 箇所から採取した。

1 箇所あたりの採取量は 10L 容のバケツ約半分の 5L 程度とし、10 箇所すべての合計量が 50L 程度となるように採取した。

約 50L の全試料を混合・均一化した後、四分法による縮分を 1 回実施し、約 25L を放射性物質濃度および有害物質濃度測定試料とした。また、この約 25L の試料からさらに 2 回の縮分操作をして、5L 程度の試料を測定用のビニール袋（㈱セイニチ社製ユニパック L-4, 480mm×340mm, 厚さ 0.04mm）に詰め、遮蔽線量率測定試料とした。（「ふるい下分」を代表写真として掲載）

宮古市および大槌町のそれぞれの 2 次仮置場の図面を、図 5 および図 9 に示す。測定対象 5 種のサンプリング 10 箇所の詳細位置を、図 6、7、8（宮古市）、図 10、11（大槌町）に示す。



ふるい下分測定対象山



ふるい下分サンプリング風景



1 箇所あたりの採取量 5L



サンプリング 10 箇所



混合・均一化



縮分 1 回目



縮分 2 回目



縮分 3 回目



サンプル

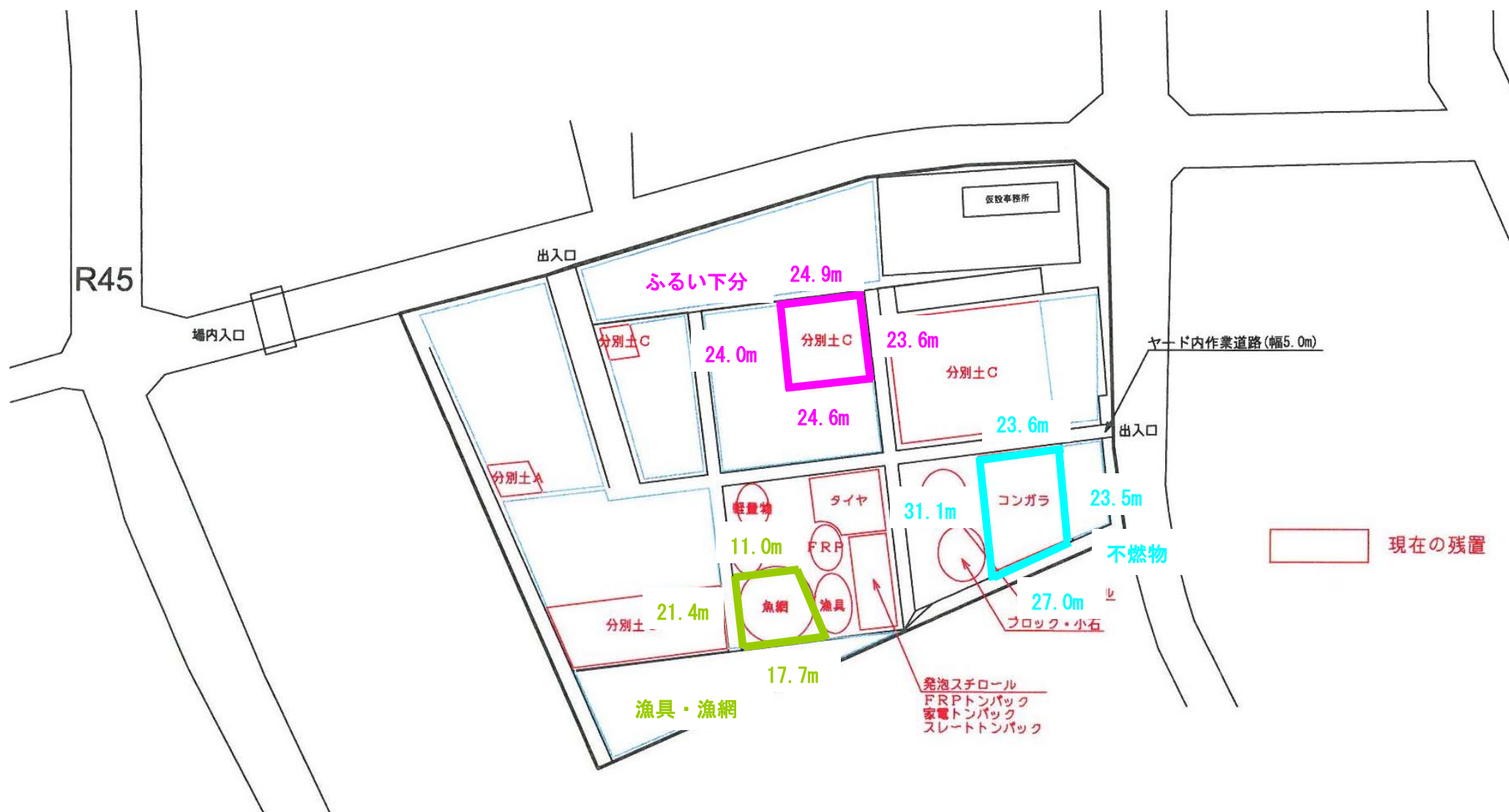
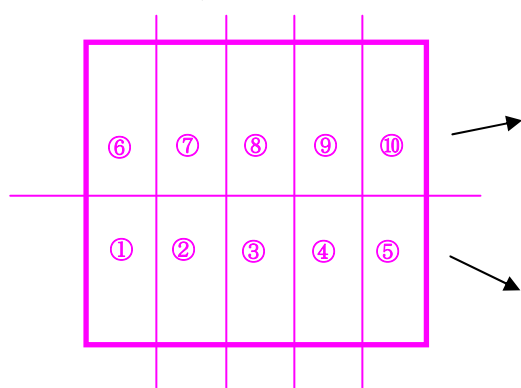


図5 宮古市藤原埠頭2次仮置場 配置図 (図面提供：特定業務共同企業体)



全体写真

上部からの区画図



▲ 全体写真撮影方向



1箇所あたりの採取深度：10～20cm



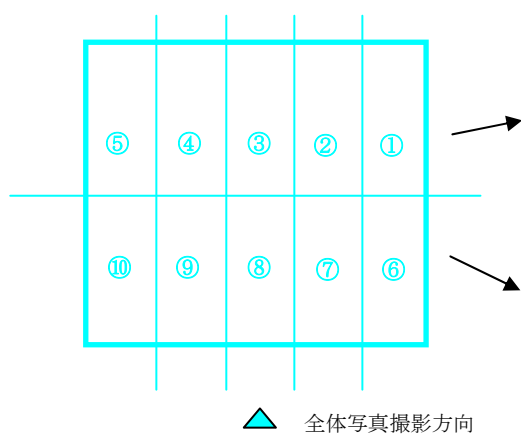
1箇所あたりの採取量：約 5L

図6 ふるい下分（粒径 20mm 以下）サンプリング詳細図 【宮古市藤原埠頭 2 次仮置場】



全体写真

上部からの区画図



1箇所あたりの採取深度：10～20cm



1箇所あたりの採取量：約 5L

図7 不燃物サンプリング詳細図 【宮古市藤原埠頭2次仮置場】

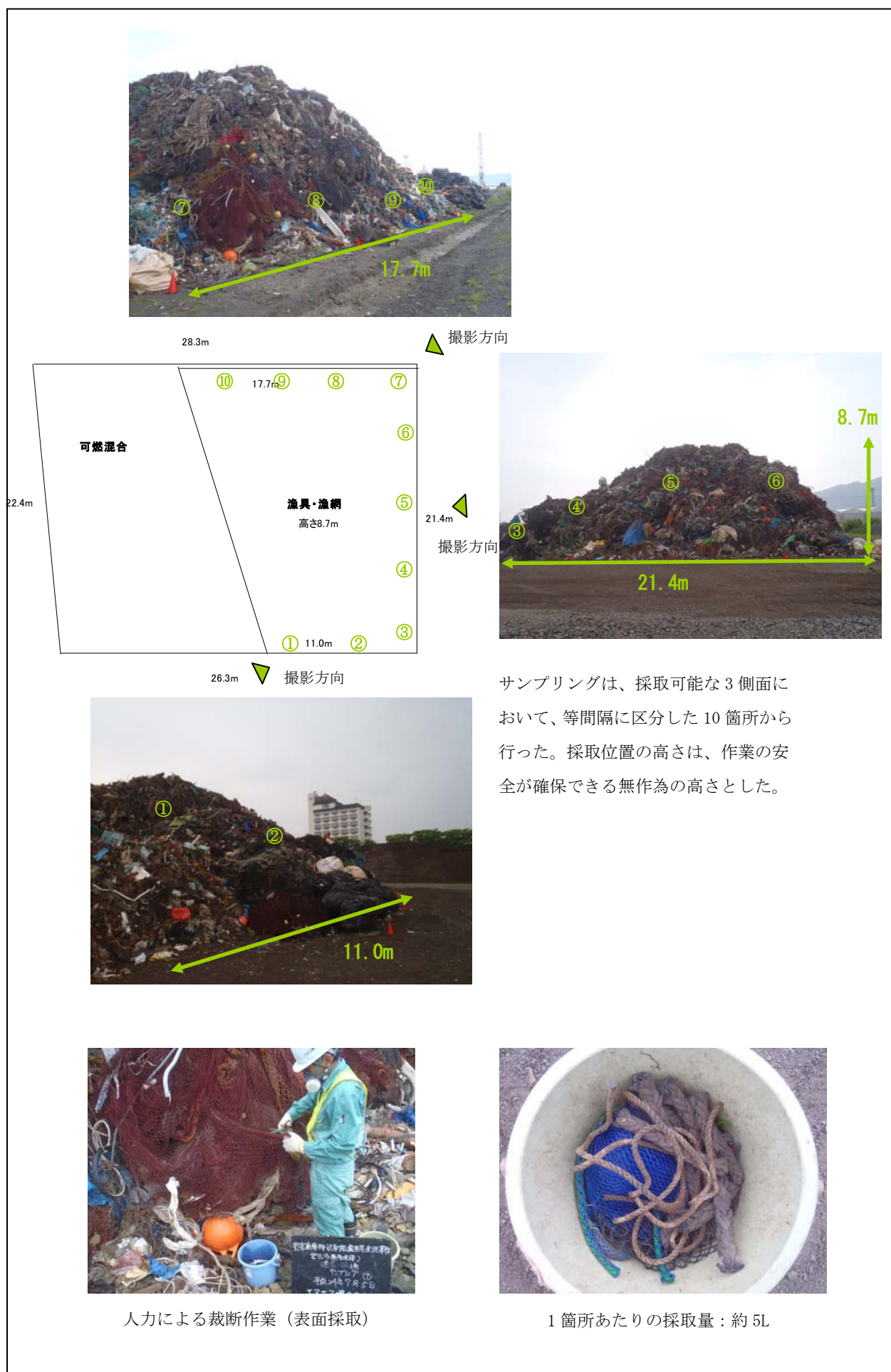
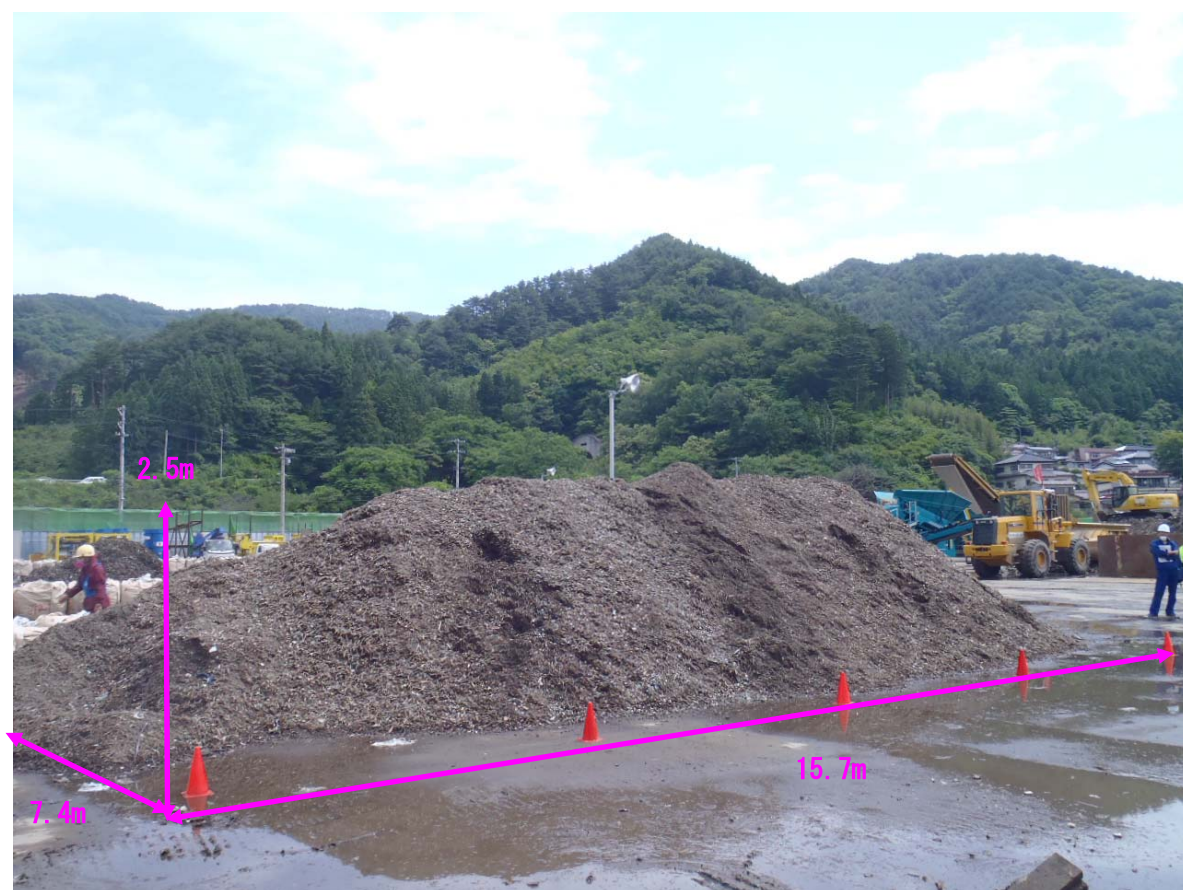


図 8 漁具・漁網サンプリング詳細図 【宮古市藤原埠頭 2 次仮置場】

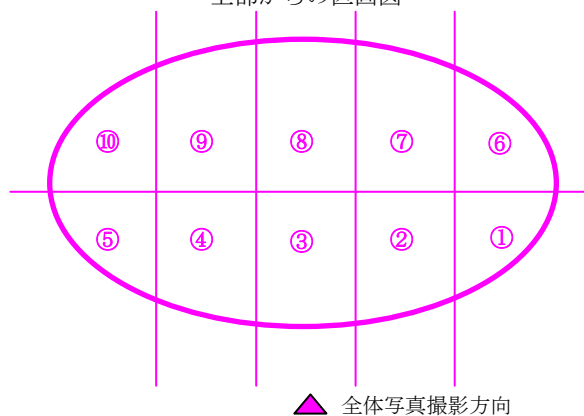


(図面提供：特定業務共同企業体)



全体写真

上部からの区画図



側面から見た採取位置（表：撮影側）

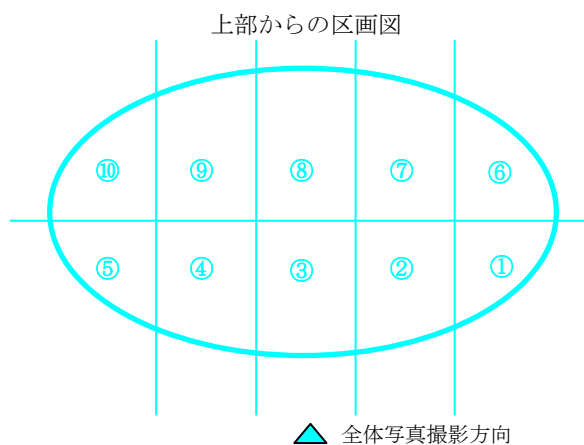


側面から見た採取位置（裏）

図 10 可燃物①（20mm 以下）サンプリング詳細図 【大槌町 2 次仮置場】



全体写真



側面から見た採取位置（表：撮影側）



側面から見た採取位置（裏）

図 11 可燃物②（50mm 以下）サンプリング詳細図 【大槌町 2 次仮置場】

2.2 災害廃棄物の遮蔽線量率測定

(1) バックグラウンド遮蔽線量率測定

遮蔽線量率測定におけるバックグラウンド(BG)遮蔽線量率は、遮蔽体内に災害廃棄物を入れない状態で、遮蔽体内の放射線量率を測定した。測定結果の単位は、 $\mu\text{Sv/h}$ とし、小数点以下 3 桁まで記録した。

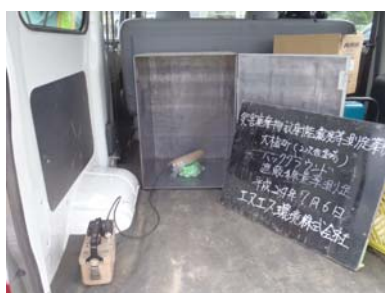
バックグラウンド遮蔽線量率測定は、サーベイメータ時定数 (26 秒) の 3 倍以上を経過した 90 秒後から 30 秒おきに 10 回測定し、その平均値を測定値とした。

(2) 災害廃棄物の遮蔽線量率測定

前項 2.1 でサンプリングした試料の約 5L を用いて、遮蔽線量率を測定した。

遮蔽体内でサーベイメータの先端をビニール袋の面に直接静かに当てた形で遮蔽線量率を測定した。測定結果の単位は、 $\mu\text{Sv/h}$ とし、小数点以下 3 桁まで記録した。

遮蔽線量率測定は、サーベイメータ時定数 (26 秒) の 3 倍以上を経過した 90 秒後から 30 秒おきに 5 回測定し、その平均値を測定値とした。なお、バックグラウンド補正值 (試料の遮蔽線量率－バックグラウンド遮蔽線量率) による測定結果および評価とした。



遮蔽線量率 BG 測定



遮蔽線量率サンプル測定

2.3 災害廃棄物の放射性物質濃度測定

前項 2.1 でサンプリングした試料の約 25L を全量破砕し、放射性物質濃度を測定した。

「ふるい下分 (粒径 20mm 以下)」、「可燃物① (20mm 以下)」、「可燃物② (50mm 以下)」については、ブレンダー等による破砕を行い、可能な限り 2mm 以下に粉砕した。「不燃物」については、ジョークラッシャーによる破砕、「漁具・漁網」については、はさみを用いて手作業による裁断を行い、マリネリ容器に充填できる大きさまでとした。

破砕後の分析ラボに搬入された試料は 2L マリネリ容器に詰め、ゲルマニウム半導体検出器を用いて放射性物質 (Cs-134 及び Cs-137) を Bq/kg の単位で測定した。なお、放射性物質濃度測定については、1 種類あたり 3 検体の測定を行った ($n=3$)。 (「漁具・漁網」を代表写真として掲載)

表 3 放射性物質濃度の測定項目および分析方法

測定項目	分析方法
放射性セシウム (^{134}Cs , ^{137}Cs)	ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー (平成 4 年文部科学省放射能測定シリーズ 7)



漁具・漁網破砕物



漁具・漁網 Ge 半導体検出器分析サンプル



Ge 半導体検出器分析状況

2.4 災害廃棄物の有害物質濃度測定

前項 2.3 の放射性物質濃度測定試料と同じサンプルを用いて、有害物質濃度を測定した。

測定項目は、表 4 に示す 8 項目とし、測定方法は、「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法（昭和 48 年環境庁告示第 13 号）」とした。なお、有害物質濃度については、1 種類あたり 1 検体の測定を行った（n=1）。

表 4 有害物質濃度の測定項目および分析方法

測定項目	分析方法
検液の作成方法	昭和 48 年環境庁告示第 13 号
水銀又はその化合物	還元気化原子吸光法 (昭和 46 年環境庁告示第 59 号付表 1)
カドミウム又はその化合物	ICP 質量分析法 (JIS K 0102 55.4)
鉛又はその化合物	ICP 質量分析法 (JIS K 0102 54.4)
六価クロム化合物	ICP 質量分析法 (JIS K 0102 65.2.5)
ひ素又はその化合物	水素化物発生 ICP 発光分光分析法 (JIS K 0102 61.3)
シアン化合物	ピリジン-ピラゾロン吸光光度法 (JIS K 0102 38.1, 2)
PCB	ガスクロマトグラフ法 (ECD) (昭和 46 年環境庁告示第 59 号付表 3)
セレン又はその化合物	水素化物発生 ICP 発光分光分析法 (JIS K 0102 67.3)

第3章 測定結果

3.1 遮蔽線量率測定結果

測定対象の「ふるい下分（粒径 20mm 以下）」、「不燃物」、「漁具・漁網」、「可燃物①（20mm 以下）」、「可燃物②（50mm 以下）」について、遮蔽線量率測定を実施した。バックグラウンド補正值（試料の遮蔽線量率－バックグラウンド遮蔽線量率）を含めた測定結果を表 5 に示す。

災害廃棄物の遮蔽線量率（バックグラウンド補正值）は、0.001～0.012 μ Sv/h であった。「不燃物」、「可燃物①（20mm 以下）」から、やや高い放射線量が確認された。

表 5 遮蔽線量率測定結果

測定日	採取場所	測定試料	遮蔽線量率 [μ Sv/h]	バックグラウンド 補正值 [μ Sv/h]
7 月 5 日	宮古市藤原埠頭 2 次仮置場	バックグラウンド(BG)	0.038	—
		ふるい下分(粒径 20mm 以下)	0.045	0.007
		不燃物	0.050	0.012
		漁具・漁網	0.039	0.001
7 月 6 日	大槌町 2 次仮置場	バックグラウンド(BG)	0.028	—
		可燃物①（20mm 以下）	0.037	0.009
		可燃物②（50mm 以下）	0.030	0.002

3.2 放射性物質濃度測定結果

測定対象の「ふるい下分（粒径 20mm 以下）」、「不燃物」、「漁具・漁網」、「可燃物①（20mm 以下）」、「可燃物②（50mm 以下）」について、放射性物質濃度測定（Cs-134 及び Cs-137）を実施した。測定は、1 種類あたり 3 検体の測定を実施した（n=3）。また、検出下限値は 10Bq/kg を下回るように設定した。測定結果を表 6 に示す。

宮古市で採取した「ふるい下分（粒径 20mm 以下）」、「不燃物」は検出下限値未満であった。「漁具・漁網」は、10Bq/kg 前後で検出された。大槌町で採取した 2 種類については、「可燃物①（20mm 以下）」が平均 65Bq/kg、「可燃物②（50mm 以下）」が平均 54Bq/kg であった。

表 6 放射性物質濃度測定結果

採取 日	採取 場所	測定試料		Cs-134 [Bq/kg]	Cs-137 [Bq/kg]	Cs-134+Cs-137 [Bq/kg]	含水率 [%]	測定 時間 [s]	試料量 [g]	密度 [g/cm ³]
7月5日	宮古市藤原埠頭 2次仮置場	ふるい下分 (粒径 20mm 以下)	(1)	ND (7.6)	ND (9.7)	ND	23.1	170	1403.9	0.702
			(2)	ND (8.5)	ND (9.7)	ND		194	1412.1	0.706
			(3)	ND (7.0)	ND (9.6)	ND		195	1325.0	0.663
		不燃物	(1)	ND (5.8)	ND (9.9)	ND	1.7	102	2706.0	1.353
			(2)	ND (8.5)	ND (7.6)	ND		99	3152.9	1.576
			(3)	ND (8.2)	ND (8.2)	ND		95	3018.2	1.509
		漁具・漁網	(1)	ND (9.9)	9.8 (7.8)	9.8	5.8	505	441.6	0.221
			(2)	ND (9.8)	8.6 (7.5)	8.6		580	503.7	0.252
			(3)	ND (9.7)	12 (8.2)	12		476	454.3	0.227
7月6日	大槌町 2次仮置場	可燃物① (20mm 以下)	(1)	29 (8.5)	38 (9.3)	67	23.9	199	1338.0	0.669
			(2)	27 (8.5)	39 (8.4)	66		171	1492.7	0.746
			(3)	27 (9.8)	38 (8.6)	65		204	1429.7	0.715
		可燃物② (50mm 以下)	(1)	28 (9.8)	35 (9.9)	63	37.2	410	582.9	0.291
			(2)	24 (9.8)	32 (7.9)	56		563	562.5	0.281
			(3)	22 (8.0)	22 (6.5)	44		390	591.9	0.296

※ND：検出下限値未満，カッコ内数値：検出下限値

3.3 有害物質濃度測定結果

測定対象の「ふるい下分（粒径 20mm 以下）」、「不燃物」、「漁具・漁網」、「可燃物①（20mm 以下）」、「可燃物②（50mm 以下）」について、金属等 8 項目の有害物質濃度測定を実施した。測定結果を表 7 に示す。

「漁具・漁網」の鉛が 0.056mg/L と検出され、それ以外のすべての項目は定量下限値未満であった。検出された「漁具・漁網」の鉛（0.056mg/L）は、埋立処分の際の産業廃棄物に含まれる有害物質判定基準（鉛：0.3mg/L）を満足する結果であった。

表 7 有害物質濃度測定結果

採取日	7 月 5 日			7 月 6 日		埋立 基準 (※)
採取場所	宮古市藤原埠頭 2 次仮置場			大槌町 2 次仮置場		
測定試料	ふるい下分 (粒径 20mm 以下)	不燃物	漁具・漁網	可燃物① (20mm 以下)	可燃物② (50mm 以下)	
水銀	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005 未満	0.005
カドミウム	0.001 未満	0.001 未満	0.001 未満	0.001 未満	0.001 未満	0.3
鉛	0.005 未満	0.005 未満	0.056	0.005 未満	0.005 未満	0.3
六価クロム	0.02 未満	0.02 未満	0.02 未満	0.02 未満	0.02 未満	1.5
ひ素	0.005 未満	0.005 未満	0.005 未満	0.005 未満	0.005 未満	0.3
シアン	0.1 未満	0.1 未満	0.1 未満	0.1 未満	0.1 未満	1
PCB	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005 未満	0.003
セレン	0.001 未満	0.001 未満	0.001 未満	0.001 未満	0.001 未満	0.3

[単位：mg/L]

(※)「金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める総理府令（昭和 48 年 2 月 17 日総理府令第 5 号）」

第4章 考察

本調査では試料の採取場所を、宮古市および大槌町の2箇所に分けて行った。放射性物質濃度の結果は、その採取場所による相違が、濃度の違いとなって出たと推察される結果となった。（大槌町で採取した2種類の濃度のほうが高い。）

検出された放射性セシウム濃度は、いずれもクリアランスレベル（100Bq/kg）を下回る濃度であり、災害廃棄物の安全性を確認することができる結果であった。

放射性物質濃度と併せて、現場で遮蔽線量率測定を実施した。本調査では、遮蔽線量率の結果と放射性物質濃度（放射性セシウム）の結果に相関性などの関係を見出す結果とはならなかった。

特に、「不燃物」については、放射性セシウムが検出下限値未満であったものの、遮蔽線量率がやや高く、0.012 μ Sv/hであった。これは、自然由来の放射性核種（K-40, Pb-212,214, Bi-214, Tl-208）が検出されているため、これに起因する可能性が考えられる。さらに、「不燃物」であるコンクリートがらは比重が大きく、試料重量が大きいことも遮蔽線量率が高くなった要因と考えられる。また、大槌町にて採取した「可燃物①（20mm以下）」と「可燃物②（50mm以下）」は同程度の放射性セシウムが検出されながら、遮蔽線量率には差が生じている。これは試料の比重が異なることから試料重量に相違が出たため、遮蔽線量率に差が生じた可能性がある。

有害物質濃度の測定結果は、「漁具・漁網」の鉛が検出されたが埋立基準を満足するものであり、それ以外はすべて定量下限値未満であったことから、処分への影響はほとんどないものであると判断される。

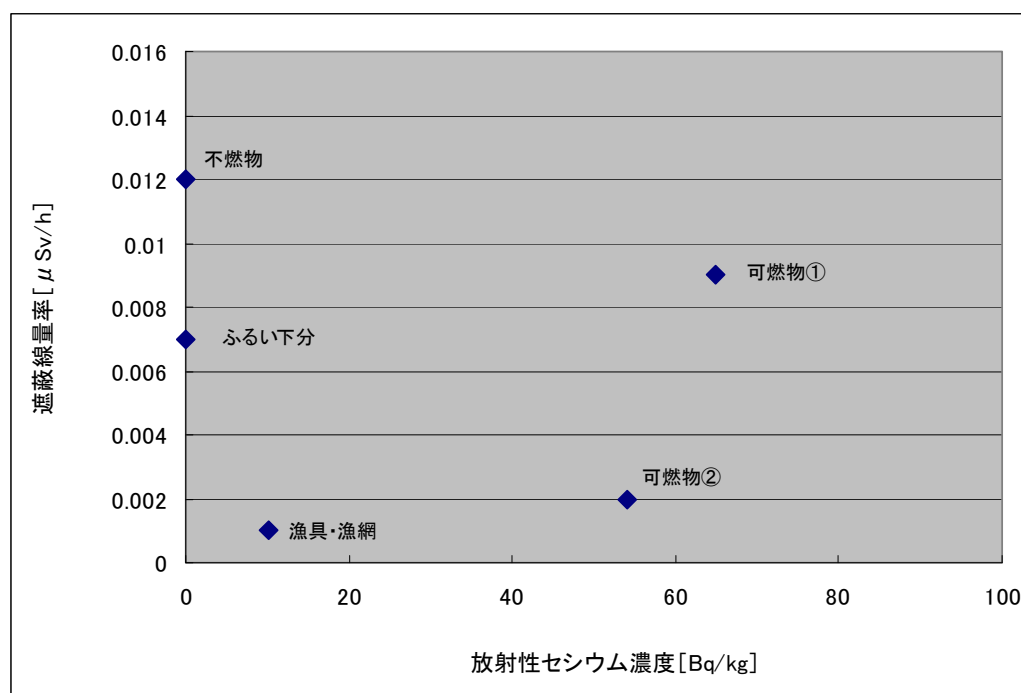


図12 遮蔽線量率と放射性セシウム濃度の相関図