報 告

東日本大震災における被災地の悪臭の実態調査

岡田 誠之*・前田 信治**・福井 啓太***

要 旨

平成23年に発生した東日本大震災の津波被害によって生じたガレキ等の一次集積場からの悪臭については、臭気強度を用いて5回にわたりガレキ等が処理される時期まで現地調査を行った。また、被災した下水浄化センターからの悪臭についても臭気強度を用いて、放流水が正常に近づくまで3回にわたり調査を行った。本調査によって震災時の悪臭の実態、あわせて復旧が進む途中の悪臭の実態を把握することができ、震災の復旧が進むにつれて悪臭が減少することを確認できた。さらに、地方公共団体に悪臭の実態をアンケート調査してみると、地方公共団体の平成23年度、平成24年度の環境白書には東日本大震災に関する悪臭苦情がほとんど反映されていないことも明らかとなった。

キーワード：大震災、臭気強度、一次集積場、下水浄化センター、復旧

1. はじめに

平成23年3月11日に東日本大震災が起こり、多くの被害事例が報告されてきた。津波によって海底のヘドロが陸上に押し上げられたものからの悪臭、津波によって冷凍室が破壊され、冷凍していた魚介類の飛散後の腐敗等によつての悪臭、被災建物の解体した廃棄物等の集積場からの悪臭、さらに被災した下水浄化センターからの悪臭もあったが、これらの悪臭に関しては復旧することに伴って悪臭の低減していく調査報告が見当たらない。本調査は震災から2年間にわたり悪臭の調査を進めた。また、太平洋側に面している地方公共団体に悪臭の実態のアンケート調査も実施した。経年的にどのような悪臭の状況の変化であったか、復旧の状況との関連性も検討した。

2. 環境白書に見る悪臭の実態

現地調査が終了してから両県の環境白書に記されて

いる悪臭苦情件数を調査した。岩手県環境報告書¹⁾では悪臭苦情件数が平成22年度では140件、平成23年度では108件と減少している。宮城県環境白書²⁾では悪臭苦情件数が平成22年度では164件、平成23年度では202件と38件の増加を示している。仙台市³⁾でも悪臭苦情件数が平成22年度では19件、平成23年度では26件と7件の増加を示している。これらの増加は災害時の悪臭の実態を十分取り入れた数値でないと思われる。特に従来の発生源区分に該当しないこともあり、住民が津波に起因する悪臭の苦情を保健所に申告したのが十分把握されていないように思われる。したがって、悪臭の現地調査が必要であった。

3. 地方公共団体の被害状況のアンケート調査

3.1 調査方法

宮城県、岩手県の市町村の環境白書には津波による悪臭の実態が十分に反映されていないため、悪臭の苦情実態と種類、時期について平成24年にアンケート調

2018年4月3日受付、2018年4月13日受理

Survey on the Offensive Odor of the Disaster Area at the Great East Japan Earthquake

*東北文化学園大学名誉教授 Seishi OKADA

** (有)前田衛生興業 Nobuharu MAED

***東北文化学園大学 Keita FUKUI

査を行った。太平洋に面している市町村に対して、宮城県は15市町村、岩手県は12市町村にアンケートを郵送し、市町村で記入してもらって郵便で返送してもらう方式で行った。

3.2 調査結果

アンケート調査した市町村から両県とも2市町村を除いて回答を得た。岩手県の調査結果を表1、宮城県の調査結果を表2に示す。ガレキの悪臭苦情は岩手県では野田村にあり、宮城県では気仙沼市、石巻市、東松島市、多賀城市にあり、石巻市は震災から廃棄物の処理が終了した平成26年まで苦情が続いていた。

魚介類の悪臭苦情は、津波によって冷凍庫が破壊され、流出した冷凍魚が腐敗したことによって、岩手県では津野町、岩泉村、宮古市、山田町、釜石市、大船渡市、陸前高田市であり、3月から津野町と大船渡市のみは12月まで長期にわたっての苦情であり、宮城県では気仙沼市、南三陸町、石巻市、女川町、仙台市、亶理町、また、魚介類からの悪臭はハエの発生と同時期の苦情であった。魚介類の処分は一部ではその場に埋められたが、大量のため処分できない状況であった⁴⁾ので、県は海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律第10条第2項第6号に定める緊急海洋投入を国に要望書を出した。その結果、国は平成23年4月7日に緊急的な海洋投入処分に関する告示を発出した。冷凍品であった生鮮魚介類53,112トンと海洋投棄し、その他の加工品類19,119トン及び梱包材2,561トンについては、山形県内の最終処分場で埋め立て処分して解決を図った⁴⁾。

ヘドロの悪臭苦情は岩手県では大船渡市は苦情期間が7月まで、宮城県では気仙沼市、石巻市、東松島市、松島町、多賀城市であり、気仙沼市では苦情期間が8月までであった。ヘドロの除去は全国からボランティアの方が集まって、人海戦術で袋にヘドロを入れて廃棄物集積場に運搬して悪臭の解決を図った。このヘドロは産業活動の産物である廃棄物が長年にわたり海底に沈殿したもの

表1 岩手県内の市町村の悪臭苦情アンケート

	ガレキ	魚介類	ヘドロ	その他
津野町	×	○(3月～12月)	×	
久慈市	×	×	×	有機溶剤(8月)
野田村	○	×	×	
普代村	×	×	×	
岩泉村	×	○	×	
宮古市	×	○	×	
山田町	×	○(5月～6月)	×	漁網(6月～7月)、 廃家電(8月)
釜石市	×	○	×	
大船渡市	×	○(3月～12月)	○(3月～7月)	
陸前高田市	×	○(3月～8月)	×	

○は悪臭苦情があり、×は悪臭苦情なし

表2 宮城県内の市町村の悪臭苦情アンケート

	ガレキ	魚介類	ヘドロ	その他
気仙沼市	○	○(5月～10月)	○(6月～8月)	
南三陸町	×	○(6月)	×	
石巻市	○(3月～平成26年)	○(5月～9月)	○	農業用肥料、玄米
女川町	×	○(4月～8月)	×	
東松島市	○(3月～7月)	×	○	
松島町	×	×	○	
利府町	×	×	×	
多賀城市	○(5月)	×	○(7月)	
仙台市	×	○(7月)	×	下水汚泥(6月)、 穀類(8月)
名取市	×	×	×	水につかった米、 穀類(7月)
岩沼市	×	×	×	
亶理町	×	○(4月)	×	
山元町	×	×	×	

○は悪臭苦情があり、×は悪臭苦情なし

が津波で陸上に打ち上げられたものである。

他の悪臭事象としては倉庫から流出した農業用の肥料、流出した玄米、下水汚泥、魚網等であった。宮城県下の被災した農産物⁵⁾は沿岸部の米穀保管倉庫棟が、津波を受け、施設が破壊されるとともに、大量の米穀

等が流出し、ガレキ類と混在した状態となり、米穀が腐敗して異臭が発生した。水濡れした食用不適米穀等の被害総額は4,043トン（政府米を除く）であった。

4. 南境一次集積場の悪臭調査

4.1 調査方法

悪臭調査の対象施設は一時的に廃棄物を保管する一次集積場とした。対象場所は宮城県内の一次集積所256ヵ所の中で規模が大きく、調査前に悪臭の苦情があった場所である石巻市内の南境の運動公園15ヘクタールである。南境一次集積場⁶⁾は石巻ブロックに属し、このブロックは災害廃棄物処理が平成24年5月から雲雀野埠頭(石巻湾)で破碎選別処理施設、土壤洗浄施設、焼却施設などの処理施設が本格的に稼動した。

図1は、南境の運動公園であるが、公園の右下には

宮城県石巻商業高等学校、左側には民家が接近していて、途中で左側の下と公園の上側に避難所が設けられた。平成23年7月23日にはA-4付近は当初の4月から宮城県石巻商業高等学校で生徒が臭気や微量汚染物質の被害を受けていたので、境界にシートを設置して壁を作っていた。測定場所は図1に示すA-1からA-6の6ヵ所の地点とした。調査期間は発災から4ヵ月後が第1回の調査であり、廃棄物の処理が始まった日から6ヵ月後まで4回にわたり調査を行った。一定のスクリーンに合格したパネル(官能試験者)は7人で平均年齢23歳の男子とし、敷地の外周を移動しながら6段階臭気強度表示法を用いて現地で測定した。

4.2 測定結果

一次集積場の周辺の7人の臭気強度の平均値を表3⁷⁾に示す。平成23年7月22日ではA-6を除いて

図1 南境一次集積場の廃棄物の種類の経年的な変化と悪臭調査場所

表3 南境一次集積場・石巻市立女子商業高等学校の臭気強度の平均値と廃棄物の種類⁷⁾

測定対象場所	測定日		測定場所の臭気強度						廃棄物の種類
			A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	
南境集積場	平成23年	7月22日	2.3	2.0	3.0	1.3	3.0	無臭に近い	ガレキ、廃家電、シートでガレキ等を覆う
		8月19日	2.3	2.0	2.8	1.3	2.7	無臭に近い	木材、畳、廃家電、金属類、ガレキ、シートでガレキ等を覆う
		11月24日	無臭に近い	無臭に近い	無臭に近い	1.5	無臭に近い	無臭に近い	ガレキ、廃自動車、シートでガレキ等を覆う
	平成24年	6月4日	無臭に近い	無臭に近い	無臭に近い	1.5	無臭に近い	2.8	ガレキ、廃自動車、シートでガレキ等を覆う
		11月13日	無臭に近い	無臭に近い	無臭に近い	1.5	無臭に近い	3.0	廃自動車、ガレキ等を詰めた袋
石巻市立女子商業高等学校	平成23年	7月22日	3.5						魚介類や漁網を含むガレキ

臭気強度の平均値は2.3、平成23年8月19日ではA-6を除いて臭気強度の平均値は2.2、A-6は両日ともほとんど無臭であった。平成23年11月24日になるとA-4のみ臭気強度1.5であるが、他はほとんど無臭であった。平成24年の6月と11月の調査では、A-4は臭気強度1.5、A-6は1㎡に袋詰めにした廃棄物の付近からの悪臭でやや強いにおいであった。すなわち、雲雀野埠頭（石巻湾）で廃棄物の処理が進行するにしたがい、この南境一次集積場から悪臭の発生が少なくなっていた。なお、このガレキは、内陸部で発生したガレキであり、冷凍庫や冷蔵庫からの流出魚介類や漁具がないガレキであった。また、平成23年7月22日の魚介類や漁具が多く混在しているガレキの集積場となった当時の石巻市立女子商業高等学校校庭の一次集積場の悪臭は臭気強度3.5であった。この石巻市立女子商業高等学校校庭の一次集積場の臭気強度に比べて、南境の一次集積場の臭気強度が低かったことは、ガレキに魚介類を含まない内陸部の廃棄物であったと考えられる。

5. 仙塩浄化センターの悪臭調査

5.1 仙塩浄化センターの概要⁸⁾

分流式下水道の仙塩浄化センターの処理規模は3市2町（仙台市の一部、塩釜市、多賀城市、七ヶ浜町、利府町）の約40万人分の汚水処理量22万2000㎡/日である。地震と津波で壊滅的な被害を受け、下水処理場のすべての機能が停止し、各家庭や事業所などから排

出される汚水の処理が不可能になった。その一方、地中に埋設されている下水道管の被害は比較的少なかったため、停電時には流下してきた汚水は中継ポンプ場のポンプでくみ上げることができず、汚水がマンホールからあふれ出る事態になった⁸⁾。電力が回復すると中継ポンプ場のポンプが稼働して浄水センターへ汚水が流入していた。処理場の復旧と放流水水質の関係を図2に示す。平成23年の7月までは図3に示す河川の西側に素掘りして一次処理（簡易沈殿池3,000㎡）を造成して、沈殿汚泥は天日乾燥して対応し、その時点では放流水のBOD濃度が100mg/L以上であった。その後、ばっ気槽内に紐状担体や漁網を接触材として設置して放流水BOD濃度60mg/L程度まで減少している。さらに活性汚泥を活用できるようになり、平成24年12月頃には正常な放流水となってきた。

5.2 調査方法

第1回目は平成23年7月17日に悪臭の調査を実施した。この時期は写真1に示す簡易沈殿池を活用したときであった。図3に測定点T-1、T-2、T-3、T-4を示す。この測定点は仙塩浄化センターの北側には墓地があり、さらにその北側の緑地公園内が測定点T-1、T-2、T-3であり、T-2は仙塩浄化センターから約100m離れている緑地公園内である。

第2回目の平成23年11月24日は簡易ばっ気処理の時期と第3回目の平成24年6月4日は活性汚泥処理を始め出した時期であり、河川から発生する臭気を図3に示すT-4、T-5、T-6、T-7の川沿いで測定した。測

図2 仙塩浄化センターの復旧状況⁹⁾

図3 仙塩浄化センター周辺の測定場所

写真1 簡易沈殿池状況⁹⁾

定点 T-6 が仙塩浄化センターの放流口になっていた。なお、臭気強度の測定法は4.1の方法と同じである。

5.3 調査結果

仙塩浄化センターの臭気強度測定結果を表4に示す。

5.3.1 一次処理（簡易沈殿池）工程からの悪臭

処理場方向から風がある条件下で臭気強度の平均値がT-1では3.3、T-2では3.4、T-3では2.3、T-4では3.0であり、かなり不快なおいであった。特にT-4は敷地の端であるが、天日乾燥と河川から発散した臭気の影響をうけていると考えられる。この7月17日以後、一次処理が行われなくなるとT-1～T-3は悪臭を感じなくなった。

5.3.2 放流先の河川からの悪臭

河川からの悪臭を2回にわたり調査した。その結果を表4に示す。図2に放流水のBOD濃度を示した通り、放流水BOD濃度が90 mg/L程度であった平成23年11月24日時点で臭気強度の平均値が2.7であった。放流水BOD濃度が50 mg/L程度であった平成24年6月4日時点で臭気強度は平均値が1.7となっており、放流水のBOD濃度が減少すれば、放流先の河川から

表4 仙塩浄化センターの臭気強度

測定日	測定場所	臭気強度	風 向
平成23年 7月17日	T-1	3.3	下水処理場からの風向
	T-2	3.4	
	T-3	2.3	
	T-4	3.0	
平成23年11月24日	T-4	2.4	北西
	T-5	2.4	北西
	T-6	3.5	北北西
	T-7	2.4	北西
平成24年 6月 4日	T-4	2.2	南南西
	T-5	2.0	南南西
	T-6	1.8	南南西
	T-7	0.6	南南西

の悪臭も減少する傾向になることがわかる。

6. ま と め

東日本大震災の津波により被害を受けて生じたガレキ等の廃棄物や下水浄化センターの被害状況は多くの報告書に記録されているが、悪臭の状況はスポットの調査例では存在するが、経年的な調査は見当たらない。そこで本調査は復旧状況に合わせて悪臭調査を行うことによって、当時の悪臭の実態と復旧に伴う悪臭の低減を検証確認することができた。

参 考 文 献

- 1) 岩手県：岩手県環境報告書 平成24年版, 2013.
- 2) 宮城県：宮城県環境白書 平成24年版, 2013.
- 3) 仙台市：仙台市の環境(平成24年度業績報告書), 2013.
- 4) 安倍睦夫：東日本大震災による被災地の環境・衛生の確保への取組, におい・かおり環境学会, **43**, (5), p.320-326, 2012.
- 5) 宮城県環境生活部震災廃棄物対策課：災害廃棄物処理業務の記録, 宮城県環境生活部震災廃棄物対策課編, p.25-27, 2014.
- 6) 環境省東北地方環境事務所, (一財)日本環境衛生センター：東日本大震災により発生した被災3県(岩手県・宮城県・福島県)における災害廃棄物等の処理の記録, 2014.
- 7) 岡田誠之, 前田信治, 福井啓太, 久住知裕：東日本大震災における東北地方沿岸部の悪臭の現状分析, 第54回大気環境学会年会講演要旨集, 新潟, p.261, 2013.
- 8) 河北新報 朝刊, 平成23年3月28日.
- 9) 鹿野信宏：東日本大震災からの復旧過程における問題と課題—下水処理施設維持管理の視点から—, 第19回日本水環境学会シンポジウム, 特別講演会(東北支部企画, 秋田), 2016.