

豊島掘削・混合地点における作業環境中ダイオキシン類濃度について (平成17年度)

Investigation of Dioxins in Working Environment of Digging and Mixing Point in Teshima Island (Fiscal Year 2005)

山本務
Tsutomu YAMAMOTO

久保正弘
Masahiro KUBO

I はじめに

香川県では小豆郡土庄町豊島に不法投棄されたシュレッターダスト含有廃棄物を、隣島の香川県直島町にある中間処理施設(回転式表面溶融炉)で溶融処理する事業を平成15年9月から開始した。投棄された同廃棄物を効率よく輸送・溶融処理するためには、掘り出した廃棄物を溶融し易いように掘削現場で水分調整あるいは廃棄物(シュレッターダスト、土壌等)を混合・均質化する必要がある。この掘削・混合現場での作業は作業員がバックホーなどを操作して行うが、香川県では作業環境及び周辺大気環境を監視するため大気中の重金属、ダイオキシン類等を継続して調査している。今回、掘削・混合地点におけるダイオキシン類調査について平成16年度調査¹⁾に引き続き、17年度についても概要をまとめたので報告する。

II 調査方法

1 調査期間

平成17年度

2 調査地点

香川県豊島 廃棄物処分地

(1)掘削・混合地点：毎月調査

(2)対照地点(E2)：8, 2月

3 調査項目

ダイオキシン類濃度、粉じん濃度

4 調査方法

作業環境中のダイオキシン類をハイボリウムサンプラー(以下、HV)で粒子態(石英ろ紙で採取)とガス態(ポリウレタンフォームで採取)に分けてサンプリングする。サンプリング時間は、掘削・混合作業の時間内とし、おおよそ午前9時から連続して午後4時までの約7時間である。掘削・混合現場とHV設置場所との距離及び方角(位置関係)については、作業内容によっても変わるが、おおよそ20~30m離れており、方角は同現場の南側にHVを設置している。サンプリング流量は約700L/分である。分析方法全般については「廃棄物焼却炉施設内作業におけるダイオキシン類ばく露防止対策要綱(平成13年4月25日、基安発20)による方法」によった。粉じん濃度についてはHVに取り付けた石英ろ紙上に採取された粉じん量を電子天秤で測定し、それを大気吸引量で除して求めた値である。なお、掘削・混合地点での作業環境の状況がどの程度かを比較するため、対照地点として同地点の掘

削外に西方向約150m地点にE2地点を設けている。E2地点は過去の調査等から掘削・混合地点とは異なり本県の一般環境大気性格が強いと考えられている地点である。

5 採取装置及び分析機器

採取装置：紀本電子工業(株)製 ハイボリウムサンプラー MODEL-123VL

分析機器：日本電子(株)製 JMS700型 ガスクロマトグラフ質量分析計

III 調査結果

1 ダイオキシン類調査結果

表1及び図1に結果を示す。期間中最大濃度は6月の掘削・混合地点の3.6pg-TEQ/m³である。この値は上記要綱の中で管理すべき濃度として2.5pg-TEQ/m³が定められているが、豊島作業場の場合、掘削・混合の作業が屋外であることと焼却を伴わない作業であること等からこの基準の適用はないが、同要綱に準拠した取扱いをしており、保護具の選定をレベル2に強化して対応している。なお、対照のE2地点は2月の0.095pg-TEQ/m³が最大で大気環境基準(0.6pg-TEQ/m³)と比べても十分低い結果であり、県内の定点観測地点の結果²⁾と比べても同等あるいはそれ以下である。

ダイオキシン類(以下、DXNs)を構成している粒子態ダイオキシン類(以下、粒子態DXNs)とガス態ダイオキシン類(以下、ガス態DXNs)の割合については図1に示すとおり、掘削・混合地点では約80%以上が粒子態DXNsであり、特に6月の最大値を示したときは95%が粒子態DXNsで占められており、対照地点でも同様の傾向を示している。図1を詳細に見ると夏季の気温が高い時にはガス態DXNsの占める割合が冬季のそれと比べ若干高くなる傾向にあることがうかがえる。

次に、実測濃度については表1及び図2に示す。図2はDXNsを構成している異性体などを、①ガス態Co-PCBs(以下、ガス態PCB)、②粒子態Co-PCBs(以下、粒子態PCB)、③ガス態PCDDs/PCDFs(以下、ガス態PCDD/DF)、④粒子態PCDDs/PCDFs(以下、粒子態PCDD/DF)の4つに分けて図化したものである。蒸気圧の差から夏季はガス態DXNsの割合(特に、ガス態PCB)が、冬季は粒子態DXNsの割合がそれぞれ高いことがわかる。最高濃度を示した6月については、粒子態DXNsの寄与が大きいことがわかり、掘削・混

表1 平成17年度 豊島掘削・混合地点調査結果

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
気温 °C(9~16時)	17	22.6	29.6	33.6	33.9	29.8	29.8	15.5	4.9	8.3	6.3	12.9
風速 m/s(9~16時)	4.4	2.9	5.0	3.6	2.4	2.2	2.2	2.1	5.6	4.2	4.4	1.9
粉じん(mg/m ³)	0.43	0.24	0.74	0.27	0.53	0.10	0.45	0.23	0.06	0.38	0.16	0.18
粒子態DXNs値(pg-TEQ/m ³)	1.1	0.19	3.5	0.27	0.60	0.20	0.27	0.14	0.10	0.38	0.12	0.13
ガス態DXNs値(pg-TEQ/m ³)	0.028	0.053	0.18	0.090	0.20	0.15	0.060	0.025	0.016	0.018	0.016	0.046
ダイオキシン類 (pg-TEQ/m ³)	1.1	0.24	3.6	0.36	0.80	0.35	0.33	0.17	0.12	0.40	0.14	0.18
実測粒子態PCDD/DF(pg/m ³)	57.0	7.4	205.0	15.5	42.5	14.2	29.8	21.8	4.6	25.6	8.9	6.5
実測ガス態PCDD/DF(pg/m ³)	2.0	5.7	15.4	10.0	28.7	21.1	11.3	0.8	0.4	0.7	0.4	3.0
実測粒子態PCB (pg/m ³)	61.9	7.3	314.4	19.9	73.1	24.0	38.8	56.6	8.5	74.4	36.4	15.0
実測ガス態PCB (pg/m ³)	53.6	105.2	302.9	145.6	521.2	338.6	203.6	53.1	1.1	11.7	2.1	58.2
実測ダイオキシン類 (pg/m ³)	175	125	838	191	665	398	284	132	15	112	48	83

平成17年度 豊島対照地点(E2)調査結果

	8月	2月
気温 °C(9~16時)	33.9	6.3
風速 m/s(9~16時)	2.4	4.4
粉じん(mg/m ³)	0.21	0.05
粒子態DXNs値(pg-TEQ/m ³)	0.026	0.079
ガス態DXNs値(pg-TEQ/m ³)	0.023	0.016
ダイオキシン類 (pg-TEQ/m ³)	0.049	0.095
実測粒子態PCDD/DF(pg/m ³)	2.7	2.8
実測ガス態PCDD/DF(pg/m ³)	2.1	0.6
実測粒子態PCB (pg/m ³)	0.9	0.8
実測ガス態PCB (pg/m ³)	16.0	0.4
実測ダイオキシン類 (pg/m ³)	21.6	4.6

注：風速は高松地方気象台の資料

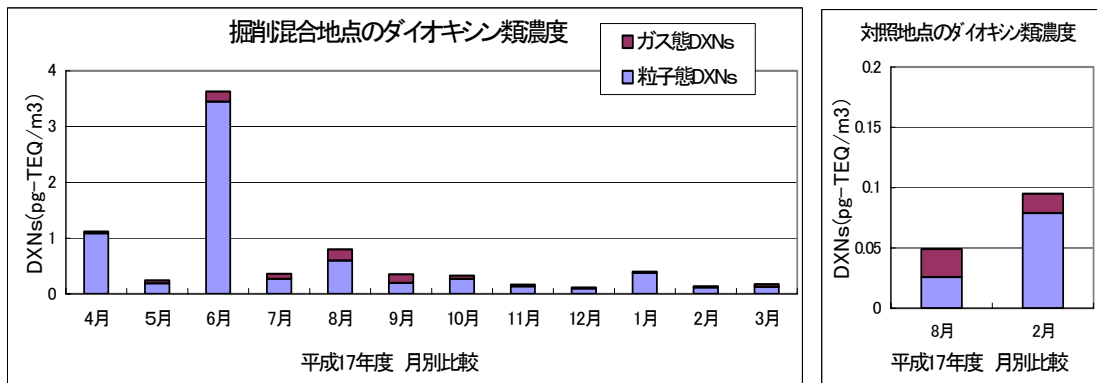


図1 豊島掘削・混合地点及び対照地点(E2)におけるダイオキシン類濃度

合現場での作業に伴う廃棄物中の飛散微細粒子を吸引した可能性が示唆される。

DXNs (TEQ 値) は 29 種類の実測濃度にそれぞれが持っている毒性等価係数を掛け合わせることで算出された結果であり、図 1 から DXNs の変動は粒子態 DXNs に 8 割以上支配されることがわかるが、粒子態 DXNs のうち、粒子態 PCB と粒子態 PCDD/DF のいずれがより大きく TEQ 値に関与しているかを、掘削・混合地点と対照地点について図 3 に表した。掘削・混合地点では相関係数 $r=0.993$ であり、粒子態 PCDD/DF の結果のみで DXNs を評価できると考えられる結果が得られた。対照地点については低濃度であることとサンプル数が少ないこともあって評価はできなかった。

ダイオキシン類の発生源を検討する際にはその同族体・異性体の構成比を調べることで、ある程度の汚染源を把握することができる。ここでは文献^{3), 4)}等から発生源別に各同族体等を以下のように分類し図 4 に示した。①農業起源：T4CDD, 08CDD, ②燃焼起源：T4CDF, P5CDF, H6CDF, #81 (PCB の IUPAC 番号), #126,

#169, #189, ③PCB 製品由来：#105, #118, ④その他。

図 4 から、全体としては PCB 製品による汚染がみられ、農業起源の寄与は少ないと思われる。DXNs (TEQ 値) に大きく関与するのは、図 1 の結果と比較するとわかるが燃焼起源である。現在豊島においては廃棄物等の焼却は一切行われていないことから過去に野焼き等を行った時の残渣が掘削等の作業をすることにより大気中へ飛散することに起因するものと考えられる。

次に、ダイオキシン類は気温の上昇に伴ってガス化する。図 5 は実測濃度について DXNs 中に占めるガス態 DXNs を 2 地点まとめて示したものである。気温の上昇に伴ってガス態 DXNs の割合が増加していることがわかる。図 6, 図 7 は石英ろ紙上に採取した粉じん濃度と DXNs (図 6 は TEQ 値との、図 7 は粒子態 DXNs 実測濃度との比較) とを比べたものである。両図とも散布状況にそう大きな差異は見られない。1 ポイント (6 月の結果) のみが回帰線から高値側へ大きく外れているが、これは粉じんに含まれるダイオキシン類濃度が高かったことを示している。

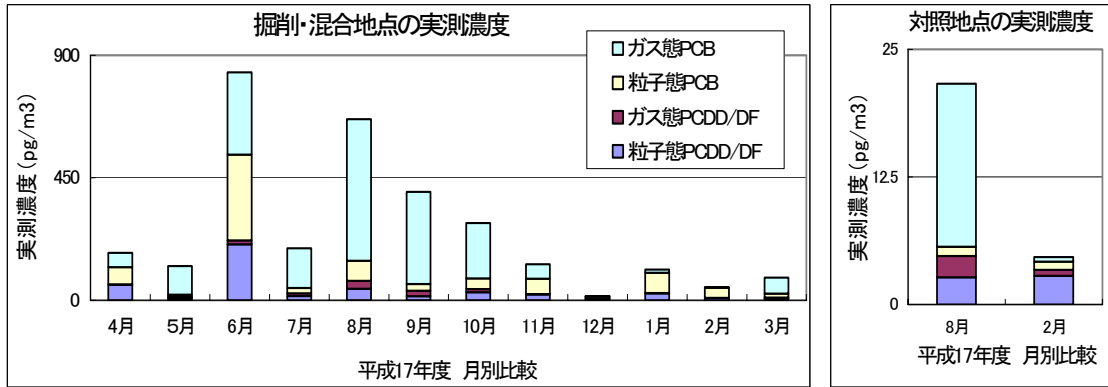


図2 豊島 掘削・混合地点及び対照地点(E2)における形態別ダイオキシン類実測濃度

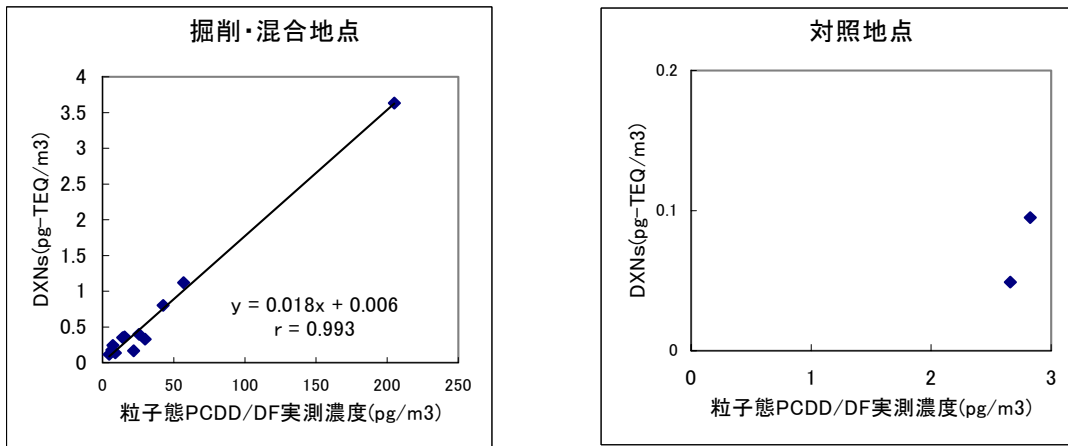


図3 ダイオキシン類濃度(TEQ値)と粒子態ダイオキシン類(実測濃度)との比較

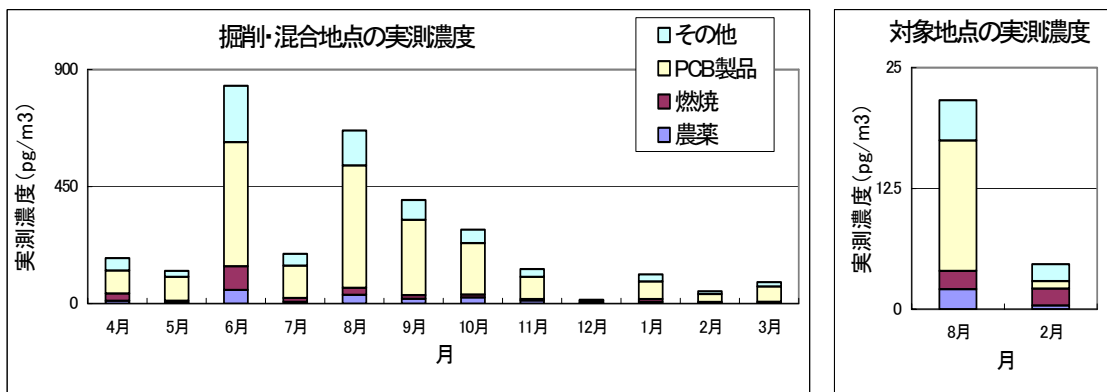


図4 豊島 掘削・混合地点及び対照地点(E2)における発生起源別ダイオキシン類実測濃度

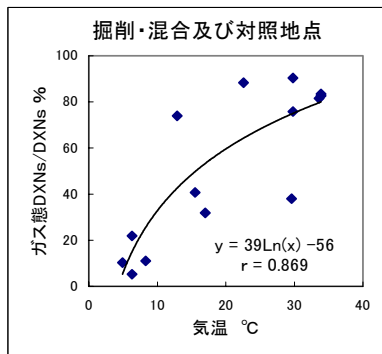


図5 気温とダイオキシン類中に占めるガス態ダイオキシン類との比較

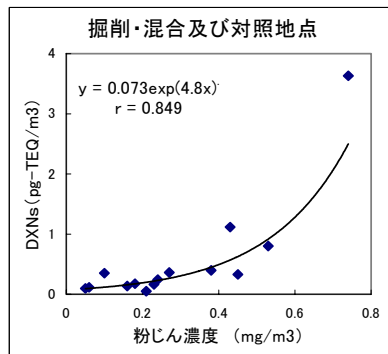


図6 粉じん濃度とダイオキシン類濃度(TEQ)比較

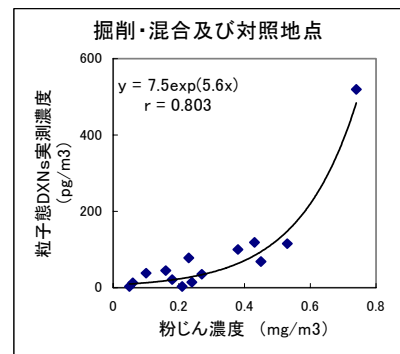


図7 粉じん濃度と粒子態ダイオキシン類実測濃度比較

表1の粉じん濃度 (mg/m^3) と粒子態DXNs値 ($\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$) とから粉じん中のダイオキシン類濃度を求めると6月以外の月では600~2500 $\text{pg-TEQ}/\text{g}$ であるが、6月は4700 $\text{pg-TEQ}/\text{g}$ と高値であった。原因としては掘削・混合を行っている廃棄物中に不完全燃焼の残渣等が多く含まれていたことが想定できる。本来、シュレッダーダストには高濃度のダイオキシン類は含まれていないと思われるが、これらを野焼きすることによって高濃度のダイオキシン類が発生したことが考えられる。

IV まとめ

豊島作業場における廃棄物の掘削・混合に伴い作業環境中に発生するダイオキシン類について調査を行った。結果をまとめると以下のとおりである。

1 豊島作業場におけるダイオキシン類濃度は、その8割以上が粒子態ダイオキシン類で占められ、特に冬季には9割以上となり、この地点における汚染は掘削作業等で大気中に飛散した粉じんに起因するところが大きいと思われる。

2 実測濃度の形態別による検討では、季節(気温)により含有される形態に差異が見られ、気温が高い時にはガス態PCBが多くを占め、逆に冬季には粒子態PCDD/DFが多くを占める。

3 ハイボリウムサンプラーで捕集された粉じん中のダイオキシン類濃度は6月以外の月はおおよそ600~2500 $\text{pg-TEQ}/\text{g}$ であるが、6月のみ4700 $\text{pg-TEQ}/\text{g}$ と他月と比べ高値であった。

文献

- 1) 久保正弘, 山本務, 六車満由美: 豊島処分地におけるダイオキシン類の組成について, 香川県環境保健研究センター所報, 4, 180-187 (2005)
- 2) 山本務, 大津和久, 石川英樹: 環境大気中のガス態及び粒子態のダイオキシン類濃度について, 香川県環境保健研究センター所報, 3, 169-174 (2004)
- 3) 内藤宏孝, 門脇怜: 大気中における粒子状PCDD/Fsの粒度分布, 環境化学, 12, 4, 838-846 (2002)
- 4) 山本務, 大津和久, 石川英樹, 鈴木佳代子, 西岡信浩: 環境及び発生源中のダイオキシン類異性体の構成比率について, 香川県環境保健研究センター所報, 1, 159-165 (2002)