

沖縄市諸見里サッカー場工事現場の調査結果に対するコメント

平成 25 年 9 月 18 日
 摂南大学名誉教授 宮田秀明

沖縄市教育委員会（市）は、防衛省沖縄防衛局（国）よりも先駆けて当該地域の 22 個の埋設ドラム缶から付着物をサンプリングしている。その後、防衛省沖縄防衛局（国）は同じドラム缶から付着物を採取している。

ドラム缶の内容物が同じ場合には、国と市の調査結果はほぼ一致するはずであるが、いくつかの結果は大きく相違している。

例えば、ダイオキシン類の毒性当量の相違を表 1 に示す。この表に示すように、国と市のダイオキシン類測定値は、これらの 5 検体については、3.1～8.4 倍も相違する。

表1. 国と市によるドラム缶付着物のダイオキシン類分析結果の相違

汚染調査実施機関	ダイオキシン類濃度 (pg-TEQ/g)				
	検体番号				
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 5	No. 17
沖縄市教育委員会（市）	370	900	1,100	8,400	930
防衛省沖縄防衛局（国）	62	170	340	1,000	300
市/国の濃度比（倍）	6.0	5.3	3.2	8.4	3.1

表2. 国と市によるドラム缶付着物（検体番号No. 5）調査結果におけるダイオキシン類同族体組成比の相違

汚染調査実施機関	同族体組成比 (%)				
	ポリ塩化ジベンゾ-p-ジオキシン (PCDDs)				
	4 塩素化体	5 塩素化体	6 塩素化体	7 塩素化体	8 塩素化体
沖縄市教育委員会（市）	13.9	14.3	4.9	13.8	53.0
防衛省沖縄防衛局（国）	1.8	1.3	2.5	11	83.1
市/国の比（倍）	7.7	11.0	2.0	1.2	0.6

汚染調査実施機関	同族体組成比 (%)				
	ポリ塩化ジベンゾフラン (PCDFs)				
	4 塩素化体	5 塩素化体	6 塩素化体	7 塩素化体	8 塩素化体
沖縄市教育委員会（市）	17.4	19	24.8	30.4	13.4
防衛省沖縄防衛局（国）	5.1	8.5	26.8	38.7	20.9
市/国の比（倍）	3.4	2.2	0.9	0.8	0.6

さらに、上記のようにダイオキシン類計測濃度の相違のみでなく、例えば、検体 No. 5 の場合のように、ポリ塩化ジベンゾ-p-ジオキシン (PCDDs) およびポリ塩化ジベンゾフラン (PCDFs) を構成する同族体の組成比 (同族体組成比) も大きく異なっている (表 2)。

市の分析値は国の分析値に較べて、PCDDs では 4~6 塩素化体の同族体組成が 2.0~11.0 倍、PCDFs では 4~5 塩素化体の同族体組成比が 2.2~3.2 倍も大きくなっている。この結果は、同じドラム缶から採取された付着物であるにも係わらず、含有されているダイオキシン類は、大きく構成組成が異なっていることが明確化された。即ち、No. 5 のドラム缶の付着物に含まれるダイオキシン類は、2 種類以上の汚染源に起因することを示唆している。

現在までに種々のダイオキシン類汚染源が明らかにされている。表 3 は代表的な汚染源について、ダイオキシン類生成機構の化学反応を基礎として取り纏めたのものである。

国と市はドラム缶付着物について、残留農薬 (2,4,5-T と 2,4-D) と PCB を調査している。残留農薬としての 2,4,5-T と 2,4-D に由来するダイオキシン類は、表 3 の (i) の塩化フェノールなどの前駆物質を経由して生成するものであり、原料の塩化フェノールの構造に由来する特異的な成分を主成分とするダイオキシン類が生成する。2,4,5-T の合成においてはダイオキシン類の最強毒性成分である 2,3,7,8-4 塩化ジベンゾ p-ジオキシン (2,3,7,8-TeCDD) が生成する。

今回のドラム缶付着物の調査結果においては、2,4-D は全ての検体から不検出であった

生成機構の分類	該当事例	ダイオキシン類構成組成の特徴
(i) 塩化フェノールなどの前駆物質を経由する生成	(ア) 有機塩素系農薬 (2,4,5-T, PCP, CNP など) 中のダイオキシン類	①有機塩素系農薬製品中に存在。 ②実測濃度は、PCDDs >> PCDFs の関係にある。 ③PCDFs/PCDDsの実測濃度比は、<< 1.0 である。
	(イ) 廃棄物等の焼却灰や排ガス中のダイオキシン類	①焼却灰や排ガス中に存在。 ②ダイオキシン類よりも大量の多環芳香族炭化水素類とポリ塩化多環芳香族炭化水素類が共存する。
(ii) 基本骨格物質の塩素置換反応による生成	(ウ) パルプ、紙製品中のダイオキシン類、パルプ工場排水中のダイオキシン類	①主として工場排水中に存在。 ②主として2,3,7,8-TeCDFと2,3,7,8-TeCDDが生成する。 ③生成濃度は低い。
	(エ) 黒煙電極を用いた塩化ナトリウムの電気分解による苛性ソーダ製造工場における電解スラッジ中のダイオキシン類	①主として電解槽スラッジに存在する。 ②生成するダイオキシン類のほぼ全量はPCDFsで、実測濃度で97.45%およびTEQ濃度で99.95%を占める。 ③ PCDFs/PCDDs
	(オ) PCB製品中のダイオキシン類	①PCB製品中に存在。 ②ダイオキシン類のほとんどはCo-PCBsであり、毒性当量で96.5~99.5%を占める。 ③ダイオキシン類の構成組成は、Co-PCBs>>>PCDFs>>PCDDsである。
	(カ) アセチレン製造工程におけるダイオキシン類	①製造工程の洗浄排水中に存在。 ②洗浄排水スラッジ中のダイオキシン類濃度は平均0.66 pg-TEQ/gであり、平成10年度の全国266地点の平均土壌濃度の6.5 pg-TEQ/gの1/10であり、土壌汚染への寄与率は極めて低い。 ③主として生成するダイオキシン類はである。
(iii) PCBsの酸化縮合反応による生成	(キ) PCB製品中のダイオキシン類および熱媒体使用済PCB製品中のダイオキシン類	①熱変成したPCB製品中に存在。 ②主としてPCDFsが生成する。 ③生成濃度は最高で500µg/g-PCB (0.05重量%) 程度である。

が、2,4,5-T は多くの検体で検出されている。既述したように、2,4,5-T には合成時の副成物として 2,3,7,8-TeCDD が含まれていることが明らかになっている。しかしながら、2,4,5-T 製品に含まれる 2,3,7,8-TeCDD 濃度は、同一製造会社においても製造年や製造ロットによって異なることも明らかになっている。

表 4 は、国と市が調査したドラム缶付着物の 22 検体の中、高濃度の 2,4,5-T を示す 7 検体について、ダイオキシン類濃度と PCDDs の毒性当量に占める 2,3,7,8-TeCDD の比 (%) を記載したものである。

この表から明らかなように、既述したダイオキシン類の場合と同様に、同一ドラム缶の付着物における 2,4,5-T 濃度は、国と市の調査でかなり相違している。国に対する市の測定濃度の比（倍率）は、0.1～2.0 倍にもなる。この結果は、1 個のドラム缶における付着

表4. 国と市によるドラム缶付着物のダイオキシン類と2,4,5-T分析結果の比較				
汚染調査実施機関	検体番号			
	No. 3		No. 5	
	DX* (pg-TEQ/g)	245-T (mg/kg)	DX* (pg-TEQ/g)	245-T (mg/kg)
沖縄市教育委員会（市）	1,100	2.5	8,400	0.5
防衛省沖縄防衛局（国）	340	6.4	1000	3.5
市/国の濃度比（倍）	3.2	0.4	8.4	0.1
PCDDsの毒性当量に占める2,3,7,8-TCDDの比（%）	50		>50	
汚染調査実施機関	検体番号			
	No. 6		No. 8	
	DX* (pg-TEQ/g)	245-T (mg/kg)	DX* (pg-TEQ/g)	245-T (mg/kg)
沖縄市教育委員会（市）	180	1.8	240	8.8
防衛省沖縄防衛局（国）	160	6.5	160	4.3
市/国の濃度比（倍）	1.1	0.3	1.5	2.0
PCDDsの毒性当量に占める2,3,7,8-TCDDの比（%）	>50		<50	
汚染調査実施機関	検体番号			
	No. 10		No. 14	
	DX* (pg-TEQ/g)	245-T (mg/kg)	DX* (pg-TEQ/g)	245-T (mg/kg)
沖縄市教育委員会（市）	890	0.5	170	1.8
防衛省沖縄防衛局（国）	950	3.5	170	6.5
市/国の濃度比（倍）	0.9	0.1	1.0	0.3
PCDDsの毒性当量に占め	>50		<50	
汚染調査実施機関	検体番号			
	No. 18			
	DX* (pg-TEQ/g)	245-T (mg/kg)		
沖縄市教育委員会（市）	510	3.3		
防衛省沖縄防衛局（国）	590	4.3		
市/国の濃度比（倍）	0.9	0.8		
PCDDsの毒性当量に占める2,3,7,8-TCDDの比（%）	>50			
*：ダイオキシン類				

物中 2,4,5-T 濃度は均一ではないことから、不均一な原因物質が含有されていることを示唆するものである。

一方、既述したように、2,4,5-T 中に含まれるダイオキシン類の主成分は 2,3,7,8-TeCDD である。ドラム缶に含まれるダイオキシン類が 2,4,5-T に起因する場合には、2,3,7,8-TeCDD が PCDDs の毒性当量の大半を占めることになる。そこで、PCDDs の毒性当量に占める 2,3,7,8-TeCDD の比が 50%以上を示す検体の場合、主たる汚染源は 2,4,5-T の可能性が高いものと推定される。

表 4 に示すように、50%以上の検体は、No. 3、No. 5、No. 6、No. 10 および No. 18 である。しかしながら、これらの検体において、2,4,5-T 濃度とダイオキシン類濃度との間に有意な相関関係は認められない。例えば、市の調査結果において、ダイオキシン類の最高濃度 (8,400 pg-TEQ/g) を示す検体 No. 5 の 2,4,5-T 濃度は 0.5 mg/kg である。一方、ダイオキシン類濃度が No.5 の 1/47 (180 pg-TEQ/g) である検体 No. 6 の 2,4,5-T 濃度は、No. 5 の 3.6 倍に相当する 3.6 mg/kg となっている。

一方、No. 8 と No. 14 は、50%未満の比を示し、主要な汚染源は 2,4,5-T 以外であると推測される。しかしながら、2,4,5-T 濃度は、No. 8 で 8.8 mg/kg と 4.3 mg/kg、No. 14 で 1.8 mg/kg と 6.5 mg/kg であり、比較的高い濃度が検出されている。

以上のように、2,4,5-T 濃度とダイオキシン類の濃度・構成組成比との間に密接な関係が認められないことは、製造会社、製造年あるいは製造ロットが異なる多様な 2,4,5-T 製品が埋設ドラム缶に封入されていたものと推測される。換言すれば、埋設ドラム缶には多様な 2,4,5-T 製品とそれに起因するダイオキシンが含有されていたことが強く示唆される。

今回の調査結果では、検体 No. 1 (市) を除く全てのドラム缶付着物において、PCDDs が主構成成分であり、毒性当量の 70~90%を占めている (図 1 参照)。一方、表 2 の検体 No. 5 に示されるように、実測濃度をベースとした PCDDs の同族体組成比は、8 塩素化体が 53.0% (市) または 83.1% (国) であり、主構成成分となっている。このような同族体組成比は、表 3 の (i) の (ア) の 5 塩化フェノール (PCP) に起因する特徴的なものである。従って、検体 No. 5 は、2,4,5-T と PCP に起因するダイオキシン類を含んでいるこ

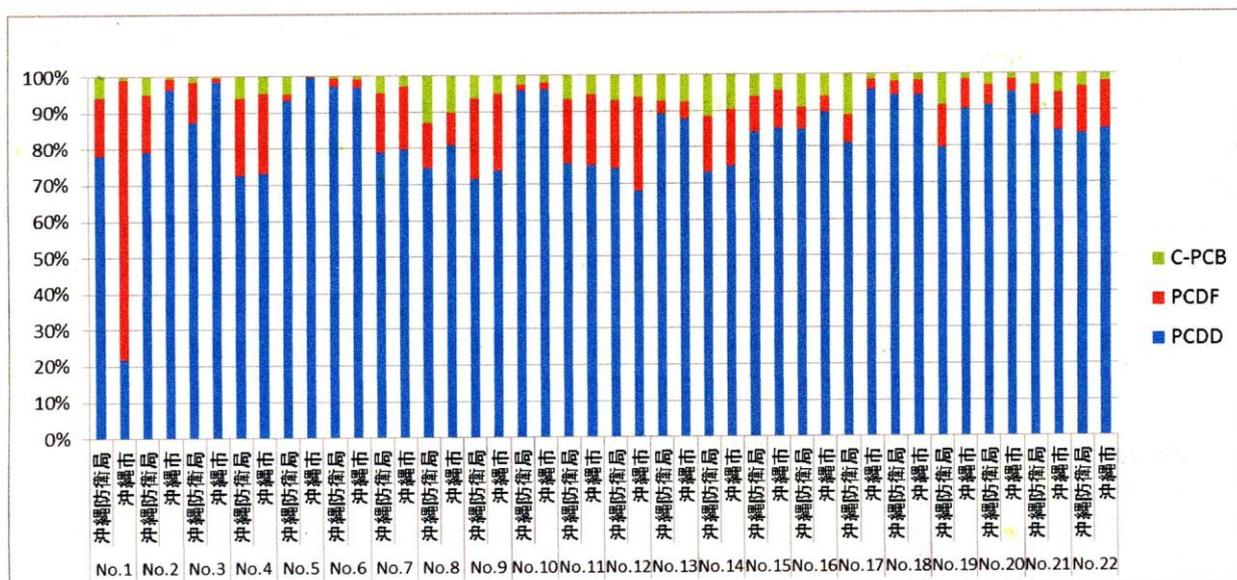


図 1. 毒性当量ベースにおけるダイオキシン類の構成組成比¹⁾

とが強く示唆される。

また、図 1 に示すように、市の調査結果では、検体 No. 1 におけるダイオキシン類の構成組成比が他の検体と異なり PCDF が主要構成成分となっていることから、焼却関連物質に由来する公算が高いものと考えられる。

市の調査結果のコメントとして、愛媛大学の本田 克久教授（特定教員）は、ドラム缶付着物にダイオキシン類である PCB の#118 成分が高濃度に検出されることから、PCB に起因するダイオキシン類の存在も指摘している。

以上の既述した内容を総括すると、当該地域に埋設されていたドラム缶付着物には、多様な 2,4,5-T 製品、農薬の PCP、焼却関連物質、PCB などの混合物に由来するダイオキシン類で汚染されていたものと推測される。また、調査結果から、ドラム缶に封入された内容物は不均一であるため、汚染源物質の種類・濃度やダイオキシン類の濃度・構成組成が大きく相違したものと判断される。

発見されたドラム缶は長期間にわたって埋設されていたことから、傷みも激しく封入物の漏出・拡散の可能性もある。従って、当該地域における詳細な汚染調査を実施し、汚染範囲を確定することが緊急課題である。

以上

【引用資料】

- 1) 株式会社環境総合研究所：旧嘉手納基地返還跡地から発見された有害物質分析調査についての暫定評価報告書 ー沖縄防衛局と沖縄市の調査の比較を中心としてー（2013 年 8 月 30 日）