

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

－ 沖縄防衛局と沖縄市の調査の比較を中心に－

2013年8月30日

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－沖縄防衛局と沖縄市の調査の比較を中心に－

2013年8月30日

東京都目黒区大岡山1丁目31-9-401

株式会社 環境総合研究所

顧問 池田 こみち

iked@eritokyo.jp

1 はじめに

米軍がベトナム戦争のさなか大量に使用した枯葉剤（エージェント・オレンジ他）が米国本土から輸送され沖縄県の基地内で積み替えられたり、訓練のために北部森林地帯などで使用（散布）されたり、廃棄・投棄された可能性が高いことが、2011年4月以降、米退役軍人の証言などから次々に明らかになっている。その事件については、すでに沖縄県内各メディアが報じており、ジャパン・タイムス紙などへのジョン・ミッチェル氏による米国退役軍人への直接的な取材に基づく継続的な論考の発表や沖縄県内での市民との情報交流活動により、次第に県民の関心が高まり問題解決に向けての動きが活発化してきている。

筆者は、2012年1月沖縄における枯葉剤問題について、市民団体からの要請を受け現地を訪問し、市民グループや議会関係者、行政関係者などと意見交換するとともに、実態解明のための適切な調査のあり方・進め方等について意見書を取りまとめた。沖縄県内の市民グループやNGO（沖縄・生物多様性市民ネットワーク、以後、沖縄BDと略称する）は、関係当局（外務省沖縄事務所、沖縄県、関係市町村）への要請、沖縄県議会への陳情を提出し、多方面への働きかけを行ってきたが、これまでのところ、米国側からは「沖縄での枯葉剤使用の記録はない」とする見解が示されるのみで、2013年3月に米国から日本政府へ提出された報告書においても、それを繰り返している。日本政府も沖縄県も市民からの要請に対しては、米国の回答を繰り返し伝えるのみで、それに対する抗議やさらなる調査の要求などは行われていなかった。筆者はこの間、外務省に対して、この問題についての米国とのやりとり（日本側からの要望や米国からの回答文書等）について、情報開示請求を行ったが、「外交問題に関すること」として非開示となっている。

そうしたなかで、今回、新たに旧嘉手納基地返還跡地の一部である沖縄市諸見里地区のサッカー場工事現場から多数のドラム缶が発見され、いち早く行政当局による調査が行われたことにより、沖縄県内における枯葉剤の存在の可能性を含む米軍基地に関わる廃棄物問題について、新たな情報を提供するものとして注目された。

そこで、本報告書においては、行政が行った調査結果を第三者的に解析し、限られたデータからどのようなことが明らかになったのかについて整理し、今後の対応策についても提言を行うこととする。特に、沖縄県内の米軍基地問題を所管する防衛省沖縄防衛局が当事者として行った調査結果と返還された土地を市民のためにサッカー場として整備しようとしていた沖縄市が被害者の立場からクロスチェック的に別途行ったドラム缶内容物や土壌等の調査結果を比較検討し、問題を明らかにすることを目的としている。主な問題点としては、①調査体制のあり方（主体間の連携や調整）、②調査計画策定段階の市民参加プロセス、③調査内容の妥当性（目的、方法、評価の仕方等）、④結果の公表のあり方、などが指摘できる。

2 調査に至る経過

2002年に北谷町で発見されたドラム缶の内容物について沖縄県が調査を行い、また、2012年には北谷町自身も調査を行っている。しかし、国（防衛省や環境省）・県（沖縄県）・基礎自治体（北谷町）の役割分担も不明確であるばかりでなく調査内容（調査の項目・方法・評価の方針等）の検討プロセスや結果の公表・説明などについて、市民や第三者の関与もないまま進められた。結果として、税金を投じて行われた調査であったにも係わらず、その内容は非常に透明性を欠くものであり、発見されたドラム缶の内容物及び発掘地点周辺の土壌等への影響についても十分に解明されることがなく、廃棄処分され、将来、類似の問題が生じた際に参考となるような対応が取られなかったことが指摘された。

筆者が所属する株式会社環境総合研究所は、市民グループ（沖縄 BD 他）からの依頼を受けて、第三者機関として「米軍による沖縄県内における枯葉剤問題への適切な対応についての意見書」（2012年3月14日）をとりまとめた。その後、同意見書は沖縄県知事はじめ関係当局にも市民グループの要望書などとともに提出されている。

今回はそれから1年余が経過した2013年6月に再び、嘉手納基地返還跡地の沖縄市サッカー場整備工事の現場からドラム缶が発見されたことを受け、北谷町におけるドラム缶発見事件に対する行政の対応の不手際を繰り返さないためにと、沖縄 BD は、すぐさま関係当局への働きかけをはじめ、メディアでの発言を続けた。そして、報道から間もない、2013年6月20日には、沖縄県知事、沖縄市長、沖縄市議会議長、沖縄市教育長、沖縄防衛局長あての意見書「沖縄市諸見里サッカー場工事現場のドラム缶の件について－専門性と透明性を備えた調査の実施を求める要請－」を提出し、翌日には記者会見を行っている。

一部の新聞報道では、発見されたドラム缶の一部にはベトナム戦争当時、化学兵器の枯葉剤を製造していた「ダウケミカル社：DOW CHEMICAL」の社名が残っていたこともあり、周辺住民は、発見されたドラム缶以外にも米軍が投棄した薬品や枯葉剤が土壌に残留しているのではないかと、また、PCBなどその他の化学物質の混入も考えられるとして、事前に第三者機関や市民参加を得ながら十分調査計画を練り、調査を行うことが必要であると主張したのである。また、一部の沖縄市議は、産業廃棄物の問題などから調査に対する意識も高く、第三者機関による調査の実施について市議会で強く要求した。沖縄県議、国会議員の一部も現地視察を行い、適切な調査と原因究明などを関係機関に求めた。（巻末に掲載した沖縄 BD 作成によるこの問題についての時系列の記録を参照のこと）

本報告書においては、上述の背景と経過を踏まえ、これまで公表されている行政当局の調査結果を概括的に精査し、次のような視点からその本質的な問題や疑問を整理した上で、今後の方向性を示した。

第3章 調査の体制と調査の概要

3-1 調査の体制

沖縄防衛局（国）、沖縄県、沖縄市がどのように役割分担し、どのように調査を計画し、発注したのかについて、整理した。

- ①調査委託先
- ②分析対象検体数
- ③分析項目
- ④分析方法
- ⑤評価方法

3-2 調査体制から指摘できる課題

上記を踏まえ、特に重要と思われる各調査に共通した課題を整理した。

- (1) 調査の位置づけと目的について
- (2) 調査対象試料と検体数について
- (3) 調査項目について
- (4) 分析方法について
- (5) 評価方法について

第4章 調査主体による結果の評価－沖縄防衛局と沖縄市の調査結果の相互比較を中心に
クロスチェック調査となった沖縄防衛局と沖縄市の調査結果について、双方の見解を整理した。

4-1 沖縄防衛局による調査の結果と評価・見解

4-2 沖縄市が行った調査の結果と評価・見解

第5章 主としてドラム缶付着物のダイオキシン類の分析結果について

その上で、筆者らがダイオキシン類、油分、2,4,5-Tの分析結果（数値）を独自に解析し、双方の調査結果からどのようなことが指摘できるのか、限られた状況証拠からどのような汚染の可能性があるのかについてとりまとめた。

5-1 毒性等量濃度の評価

5-2 ダイオキシン類の構成比と同族体パターン

5-3 毒性等量濃度に占める2,3,7,8-TCDD濃度の割合

5-4 ドラム缶付着物に含まれる2,4,5-Tの濃度とダイオキシン濃度の関係

5-5 ドラム缶付着物に含まれる油分とダイオキシン濃度の関係

第6章 総括

最終的に、今回のドラム缶発見事案に関連した行政当局の各種調査の全体を通じて、今後は何が必要なのか、追跡調査、詳細調査の必要性とそれに向けてどのような調査体制の基で臨むべきかについて総括的にとりまとめた。

3 調査の体制と調査の概要

3-1 調査の体制

上述のような経緯を経て、行政当局はいち早く、分析調査に着手することを決定し、6月末にはサンプリングを行い、分析結果は7月末にそれぞれから公表された。今回の調査は、防衛省沖縄防衛局、沖縄県環境保全課、沖縄市教育委員会教育部教育総務課・市民スポーツ課、沖縄市市民部環境課が以下のような役割分担で調査を行うこととなった。沖縄市議からの情報に依れば、調査チームとして、沖縄市教育委員会市民スポーツ課（サッカー場所管理）、企画部基地政策課（防衛局対応業務）、市民部環境課（水質調査及び沖縄県との連携）、企画部制作調整室長兼企画部参事が集められたという。大別して、防衛省沖縄防衛局が発掘されたドラム缶の付着物（汚染源）、自治体（沖縄県と沖縄市）がその周辺環境への影響を調査するという分担となっていた。報道及び沖縄BDの陳情に対する県の処理方針によれば三者は6月24日、事前に調査についての協議を行ったとあるが、現状報告や情報交換をしたという情報のみで、その詳細な内容は明らかにされていない。（巻末に掲載した沖縄BD作成によるこの問題についての時系列の記録を参照のこと）

ここで注目すべき点は、沖縄市がドラム缶発見現場であるサッカー場内の土壌など環境調査だけでなく、ドラム缶付着物についても調査を行っている点である。沖縄市は、沖縄防衛局のサンプリングに先立ってドラム缶付着物の採取を行っていることから、調査を主導したいという意向が見える。

次頁の表は、調査主体ごとの調査項目の概要を示したものである。本来、上記のように国・県・市による調査体制を組む段階から、どのような調査（目的、分析対象、分析方法、分析項目、評価方法等）を行うかについて、市民や第三者を交えた検討が行われるべきであった。結果として今回は、沖縄BDや沖縄市議らからの指摘があったにも関わらず、検討過程で市民参加プロセスが取り入れられることはなく、今後に大きな課題を残している。

しかし、沖縄市長の英断と言うべきか、沖縄市が国に先行して独自にドラム缶付着物を採取して分析調査を行い、なおかつ、その評価について、ベトナムの調査経験がある愛媛大学農学部（本田克久教授）に依頼し第三者によるクロスチェック的な分析を行ったことは大きな意味があり、高く評価できる。

愛媛大学農学部では、沖縄市が民間分析機関に委託して行った、ドラム缶付着物22検体の分析結果

を解析するとともに、その表面的な性状（付着物の色が茶系の試料と黒系の試料）からサンプルを2つのグループに分けてダイオキシン類（PCDDsとPCDFs）の分析を行い、沖縄市の調査結果についても総合的なコメントを提出している。

表3-1 調査の役割分担と調査主体別調査地点

防衛省沖縄防衛局 (国)	・発見されたドラム缶の内容物及びその埋設土壌、掘り起こした土壌を仮置きしている仮置土、さらに、埋設場所から採取した水試料について分析を行った。									
沖縄県環境保全課 (県)	・ドラム缶が発見された沖縄市サッカー場周辺の環境のうち、サッカー場と嘉手納基地内の地下水、及び、サッカー場からの排水経路である大道川河口の底質、暗渠排水について調査を行った。									
沖縄市市民部環境課 (市)	・サッカー場周辺地下水に関すること									
沖縄市教育委員会 (市)	・ドラム缶埋設場所土壌、サッカー場表層土壌、サッカー場残土、及び北谷町へ搬出された場所の土壌について調査を行った。 加えて、防衛省沖縄防衛局が行ったドラム缶内容物、埋設土、表土（仮置き土）、埋設場所の水試料について、別途試料を採取し、分析を行った。									
地点	沖縄市諸見里：サッカー場ドラム缶発見現場					周辺環境				
主体	ドラム缶 付着物	埋設場所 土壌	仮置土壌 (残土)	埋設場所 水試料	サッカー場 表層土壌	搬出土壌 (北谷町)	サッカー場 内地下水	嘉手納基地 内地下水	暗渠 排水	大道川 河口底質
国	●	○	○	○						
県							○	○	△	○
市	●	○	○	○	○	○				

注) 沖縄県が実施する暗渠排水△については、雨が降らないためサンプリングが現時点でできないため、今後、気象条件を見ながら実施予定とのこと。具体的には、1時間10mm以上の降水が必要とすることで、沖縄県から沖縄市に連絡した上で調査を行うとのこと。（沖縄県環境保全課に確認済み）

表3-2 調査主体別試料別分析項目

調査主体	調査対象\調査項目 ()は検体数	ダイオキシン類	残留農薬類 ^{※1}	油分 ^{※2} 油臭/油膜	油分 ^{※3} 油種特定	PCB	特定有害物質 ^{※4}	環境基準項目 ^{※5}	金属類 ^{※6}
国	ドラム缶付着物(22)	○	○		○	○			
	サッカー場内埋設土壌(1)	○		○			○		
	同 仮置土壌(1)	○		○			○		
	同 埋設場所水(1)	○	○		○	○			
県	サッカー場内地下水(2)	○						○	
	嘉手納基地内地下水(2)	○						○	
	暗渠排水 [※]	△						△	
	大道川河口底質(1)	○				○			○
市	ドラム缶付着物(22)	○	○	○		○			
	サッカー場内埋設土壌(1)	○		○			○		
	同 仮置土壌(残土)(1)	○		○			○		
	同 表層土壌(1)	○		○			○		
	同 埋設場所水(1)	○	○	○		○			
	北谷町土壌(2)	○		○			○		
愛媛大	ドラム缶付着物(2) ^{※7}	○							

注) ※暗渠排水については、雨が降らないとサンプリングができないため、今後、気象条件が整えば実施予定とのこと。(沖縄県環境保全課に確認済み)

※1：2,4-D (ジクロロフェノキシ酢酸) および 2,4,5-T (トリクロロフェノキシ酢酸)

※2：油分とはn-ヘキサン抽出物質を指す

※3：油分とはTPH (Total Petroleum Hydrocarbon：石油系総炭化水素) を指す

※4：土壤汚染対策法に定める第1種特定有害物質～第3種特定有害物質 (溶出および含有試験)

※5：人の健康の保護に関する項目について定められている環境基準項目

※6：環境基準値が定められていない金属類 (カドミウム、鉛、六価クロム、ヒ素、総水銀)

※7：ドラム缶付着物 (茶色系と黒系の付着物について、それぞれ4検体を混合し各1検体を分析)

なお、各調査主体別の分析機関と分析方法は以下の通りとなっている。沖縄防衛局は、沖縄県が主務官庁であり県の外郭団体でもある一般財団法人沖縄県環境科学センターに分析業務を一括発注し、ダイオキシン類の分析についてのみ、有資格機関である株式会社タツタ環境分析センターに再委託している。

一方、沖縄県環境保全課は、ダイオキシン類以外の項目について沖縄県の衛生環境研究所が分析を担当し、ダイオキシン類については、普天間飛行場代替施設の名護市辺野古地区への移設にかかわる環境影響評価業務を受託しているコンサルタント「いであ株式会社」が行っている。

沖縄市は、沖縄防衛局とほぼ同じ内容の調査を一括して民間分析機関である株式会社南西環境研究所に発注し、その上で、評価については南西環境研究所を経由して、愛媛大学農学部の本田克久教授に依頼している。

発注形態 (一般競争入札方式、指名競争入札方式、随意契約、プロポーザル方式等) について沖縄BD が問い合わせたところ、沖縄防衛局と沖縄県はいずれも、「見積もりをあわせての随意契約」とのことで、特に沖縄防衛局は、「価格が安くなおかつ、緊急な要請に対応できる場所を選んだ」(防衛局返還対策課三澤課長) と説明している。一方、沖縄市は、入札により発注していることがわかっている。

沖縄防衛局や沖縄県が随意契約により沖縄県直轄の分析機関を利用しているのに対して、沖縄市は入札により民間分析機関 (南西環境研究所) への発注を決め、同研究所との関係から大学に評価を依頼している点が異なっている。今回の業務については、特に随意契約としなければならない理由がないことから、まず、発注方法は最も公平性が確保できる入札方式であることが重要となる。県の外郭団体等の場合には、財務・人事ともに管轄する県との結びつきが強く、発注側の意向が反映しやすい、発注先との利害関係が強いといった批判につながりやすいため、できるだけ避けることが重要である。県の外郭団体や県がすでに高額の発注をしているコンサルタントへの随意契約での発注は、そうした批判を免れない。できるだけ第三者的な立場にたって分析・評価を行うという観点からみると、沖縄市の調査の進め方は市民の信頼を得る上で重要な意味をもっている。

表 3-3 調査主体別の分析業務委託先・評価依頼先

発注者 (調査主体)	受託機関および評価実施機関
防衛省沖縄防衛局管理部返還対策課	<ul style="list-style-type: none"> 一般財団法人 沖縄県環境科学センター ただし、ダイオキシン類の分析については、平成25年度、環境省のダイオキシン類請負調査の資格を有する株式会社 タツタ環境分析センターに再委託。 愛媛大学農学部客員教授森田昌敏氏 (国立環境研究所客員研究員、同元統括研究員) に評価コメントを依頼している。
沖縄県環境保全課	<ul style="list-style-type: none"> カドミウムや鉛など28項目の分析については沖縄県衛生環境研究所が担当 ダイオキシン類については、株式会社いであに発注

<p>沖縄市市民部環境課 沖縄市教育委員会</p>	<p>・株式会社南西環境研究所 ・愛媛大学農学部（本田克久教授）</p>
-------------------------------	------------------------------------------

次に、分析方法について以下に示す。基本的に各調査主体とも、国が定める公定法（環境省告示やJISに定める試験法）に準拠した分析方法を採用している。その場合でも、当該分析方法を採用した理由について、説明が必要である。

また、同一試料について、沖縄防衛局と沖縄市の両方が同じ項目を異なった方法で分析する場合には、その目的や解析方法等について、あらかじめ明記しておく必要がある。何のためにどのような分析方法を採用するかについてあらかじめ協議しておくことにより、結果の評価をより効率的かつ効果的に行うことが可能となる。

表 3-4 分析主体別分析対象項目と採用された分析方法

<p>① ダイオキシン類分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダイオキシン類対策特別措置法、同施行令、同施行規則 ・ダイオキシン類にかかる土壌調査測定マニュアル <p>② 土壌分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土壌汚染対策法、同法施行令、同方施行規則 ・土壌汚染対策法に基づく調査および措置に関するガイドライン（改訂第2版） 環境省告示に基づく分析方法 <p>③ 油分および油種の特定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・沖縄防衛局：環境省油汚染対策ガイドライン（社団法人土壌環境センター編）GC-FID法 ・沖縄市：n-ヘキサン抽出物質分析法(昭和49年環境省告示第64号付表4) <p>④ PCB分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・沖縄防衛局：低濃度PCB含有廃棄物に関する測定方法（第1版） ・沖縄市：PCB廃棄物の適正な処理に関する特別措置法施行規則に定める方法

以上、今回の事案に対する関係行政当局の調査の体制とその内容について概要を示した。全体を通じて、次のような課題が指摘できる。

3-2 調査体制から指摘できる課題

(1) 調査の位置づけと目的について

今回の調査は沖縄市諸見里のサッカー場の一部から発掘されたドラム缶に端を発している。調査は汚染の実態と範囲を明らかにしてほしいという沖縄市民・県民の要望に基づき、発見から2週間後には調査に着手するというすばやい対応で調査が進められたが、これが予備的あるいは一次的な調査であるのか、結果に基づいてどのような調査をさらに行っていく必要があるのかなどの見通しが示されていない。国、県、市のそれぞれの調査主体の役割分担の根拠や意味、連携についても明記されていない。一部報道によれば、沖縄防衛局の三沢大輔返還対策課長は、「県、市と調整をして適切に対応したい」と述べ、徹底した調査に取り組む考えを示した（琉球新報2013年7月3日）、とされているが、三者の間での協議の内容や経過は事前、事後ともに市民には明らかにされていない。

沖縄防衛局は、ドラム缶付着物から高濃度のダイオキシン類が検出されたことを受け、今後の調査の方針等についてすでに見解を示しているようだが、二次調査・詳細調査については、一次調査の結果を踏まえて、開かれた場で議論し、情報も随時市民に公開するなど、より市民・県民の納得できる調査の実施が求められる。

調査項目や検体数、調査対象試料を決定するに際しても、調査の目的や位置づけを十分議論し、過不足のないように調査を設計する必要がある。そのためにも調査計画の立案段階で市民に公表し、第三者の意見を求めることは重要である。

(2) 調査対象試料と検体数について

今回、ドラム缶内容物・付着物については、26本(22本を発掘、4本を埋め戻し)が発見されたうち、22本について主としてドラム缶内側から採取している。一方で、埋設されていた土壌や掘削した仮置き土壌(残土)、表土などはそれぞれ1検体と検体数が限定されている。それでは、汚染の実態、影響の範囲などを明らかにすることはなかなか困難である。

周辺環境調査として沖縄県が行った地下水や河口の底質調査なども1~2検体と少なく、30年~40年近くも埋められていたドラム缶からの汚染の影響を把握するのは難しい。汚染の広がりや土壌、地下水等への浸透の実態を把握するためには、サッカー場ばかりでなく、返還跡地の面的な広がりに加えて土壌の深度、地下水脈なども考慮する必要がある、事前に情報を共有し合って慎重に検討を行うことが重要である。

(3) 調査項目について

調査項目はダイオキシン類が中心となっており、農薬類については枯葉剤主要混合剤として2,4-Dと2,4,5-Tのみが測定されている。しかし、ダイオキシン類を生成するその他の除草剤成分などについても測定することにより、原因の特定につながる可能性があったので、そうした項目も調査の対象とすべきであった。

また、油分の測定と枯葉剤成分との関係についてもあらかじめ把握しておく必要があったと思われる。

(4) 分析方法について

ドラム缶付着物の油分について、沖縄防衛局は「油汚染対策ガイドライン」に示された方法に準拠してTPH(Total Petroleum Hydrocarbon:全石油系炭化水素)を分析し、油種の特定を行っているのに対して、沖縄市はn-ヘキサン抽出物質の分析を行っている。n-ヘキサン抽出物質の分析では通常、鉱物油と動植物油を区分することが可能だが、ここではその区分は行われていない。何を目的にそれぞれが異なった油分の分析を行っているのか、目的を明確にしておくことが必要である。結果としていずれの報告書においても油分については評価が行われていない。

また、PCBの分析方法について見ると、沖縄防衛局は「低濃度PCB含有廃棄物に関する測定方法(第1版)」(平成25年環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部)に準拠し、定量下限値は50mg/kgとして分析を行っているのに対し、沖縄市は「PCB廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法施行規則」に定める基準に準拠し、定量下限値は0.5mg/kgと設定している。最終的に安全かつ適正に汚染土壌やドラム缶を処理処分するためにも、できるだけ厳しい基準を前提に分析しておくことが望ましい。

周辺環境を含め土壌試料について、土壌汚染対策法施行規則に定められた方法に則って有害物質の分析が行われている。そもそも土壌汚染対策法は、表向きには、土壌汚染の状況の把握、土壌汚染による人の健康被害の防止に関する措置等の土壌汚染対策の実施を図ることにより、国民の健康を保護することを目的としているが、調査方法については、これまでの調査実績の解析等から以下のような課題が指摘されている。今回の事案について、土壌汚染対策法に基づく調査方法が適切であったのかどうか、事前の検討が必要だったと思われる。今回のケースでは、分析方法は土壌汚染対策法に準拠していても、サンプリングは必ずしも土壌汚染対策法に沿ったものとなっていない。

- ①調査対象が限定され、汚染調査さえ行われない
- ②汚染が見逃される調査方法である
- ③評価基準値が極めて甘い
- ④対策によって汚染は的確に除去されない

詳細は、独立系メディアE-wave Tokyoに既報の「土壌汚染対策法の正体」*1、「データから見える土壌汚染対策法の現状と課題」*2 鷹取敦(環境総合研究所 現代表取締役)などの論考を参照のこと。

*1 : <http://eritokyo.jp/independent/nagano-pref/aoyama-col38.html>

*2 : <http://eritokyo.jp/independent/takatori-col174.htm>

(5) 評価方法について

ダイオキシン類について言えば、日本のダイオキシン類対策特別措置法に定める土壤の環境基準は一律に 1000pg-TEQ/g、要監視基準（必要な調査を実施するための指標値）が 250pg-TEQ/g である。

今回はドラム缶付着物を土壤の基準で評価するならば、発見されたところがサッカー場であることから子供たちが利用するという土地利用を考慮し、それに配慮した基準（指針値等）を採用している諸外国の評価基準も参考にすることが重要である。また、土壤については、沖縄県内の一般環境を対象とした土壤中のダイオキシン類濃度の測定値などとも比較し、相対的な評価を行うことも必要である。

一般的にダイオキシン類の分析結果を評価する場合には、毒性等量濃度、実測濃度といった分析値だけでなく、毒性等量濃度におけるダイオキシン類の構成比、同族体パターンや異性体の分布などについても解析し、ダイオキシンの起源・由来についての可能性を探ることが重要となる。

特に、土壤等の環境試料のダイオキシン類分析については、時間経過のために高い濃度が出ない可能性もあるので、よりわかりやすい評価のために、事前に調査の方法をしっかりと公開の場で検討する必要がある。そのプロセスにおいて、市民参加や第三者の関与により透明性を高めておくことが不可欠となる。

例えば、分析する項目について、未汚染土壤との比較はどうするのか、汚染エリアの範囲のどの地点から何サンプル調査するのか、深さによる汚染の違いはどのように見るのか、などをきちんと第三者を交えて検討し、市民にも説明した上で調査を行う必要がある。ダイオキシン類については、毎年環境省が全国の環境調査結果をとりまとめ報告書を発表している。平成 23 年度の「ダイオキシン類に係る環境調査結果」（平成 25 年 3 月 21 日環境省発表）を見ると、一般環境中の土壤ダイオキシン調査は、全国 674 検体のうち、沖縄県内についてはわずか 7 検体のデータ、発生源周辺については、全 295 検体のうち、沖縄県内は 9 検体と限られている。評価にあたっては、これまでに測定された全国平均、沖縄県内平均、沖縄県内測定結果との比較はもとより、今回のケースについて、別途どのようなバックグラウンド試料を採取するかが肝心となる。

重要なことは、ダイオキシン類の原因が枯葉剤かどうかを断定することではなく、様々な状況証拠からどのような可能性が示唆されているのかを冷静に分析することである。22 検体を分析したドラム缶付着物についてはまだしも、わずか 1~2 検体しか分析していない土壤や地下水などの分析結果から「問題がない」「汚染がない」といった断定的な結論を導き出すことは適切ではない。

4 調査主体による結果の評価－沖縄防衛局と沖縄市の調査結果の相互比較を中心に

ここでは、まず、沖縄防衛局（国）と沖縄市がそれぞれ調査報告書等において示した結果と解説、コメントについて整理しておく。

4-1 沖縄防衛局による調査の結果と評価・見解

(1) ドラム缶付着物

- 1) ダイオキシン類 62~1100pg-TEQ/g が検出され、2 検体が基準を超過した。
- 2) 油分 (TPH) 主として C12~C28 (軽油・重油等) を含む TPH (全石油系炭化水素) が検出され、濃度は 180~93000mg/kg であった。
- 3) 残留農薬 2,4,-D はすべて不検出となり、2,4,5-T が 0.5~6.5mg/kg の範囲で検出された。
- 4) PCB 類 すべてで不検出となった。

(2) 土壤

- 1) ダイオキシン類 環境基準である 1000pg-TEQ/g を下回った。
- 2) 油分 (n-ヘキサン) 仮置土 : 150mg/kg が検出され油臭がごく僅かに感じられた。
埋設土 : 不検出であったが、油臭はごく僅かに感じられた。

- 3) 土対法指定物質 仮置土：すべての項目において基準超過は見られなかった。
埋設土：砒素及びふっ素について基準を超過していた。

(3) 水質（ドラム缶埋設場所から採取した浸出水）

- 1) ダイオキシシン類 28pg-TEQ/gL が検出され、水質環境基準を超過していた。
2) その他 農薬類、油分、PCB とともに不検出となった。

上記の結果を踏まえ、沖縄防衛局は、公表された報告書に評価及びコメントは掲載していないが、別途、「旧嘉手納飛行場(25)土壌等確認調査 調査報告書〔考察と提案〕」を沖縄防衛局調達部と調査受託機関である一般財団法人 沖縄県環境科学センターの連名で作成している。この資料については、当初から公表されていたものではなく、沖縄市議や沖縄県選出国會議員を通じて入手したものである。概要は以下の通りである。そもそも作成した「考察と提案」や第三者によるコメントを県民が誰でも見られる形で公表していない姿勢に問題がある。

1) 土壌について

- 砒素が基準超過したが、これについては、基準値の 1.3 倍であることから自然由来の土壌汚染であると推定された。
- ふっ素についても、自然由来の土壌汚染と判断された事例が多いなどの理由から、埋設地点土壌が基準の 2.3 倍の値を示したが、一方でほう素の濃度は 0.8mg/L と低いことから、海水の影響による自然由来の土壌汚染ではないかと推定される。
- ダイオキシシン類については、基準値は下回ったものの仮置き土と埋設地点土壌の濃度はいずれも国内で測定された値に比べて高いが、異性体分布を解析した結果 OCDD の含有量がたかいことから、PCP（ペンタクロロフェノール）の同族体分布と類似しており、PCP 由来のダイオキシシンと考えられる。

2) ドラム缶付着物について

- 灯油や軽油または A 重油が含まれていた。また、2,4,5-T も含まれていたことが判明した。
- ダイオキシシン類については、以下のようなパターンが確認された。
 - ① OCDD の含有量が多いものが確認された。
 - ② 2,3,7,8-TeCDD の含有量が多いものが確認された。
 - ③ 2,3',4,4',5-PeCB(#118)の含有量が多いものが確認された。
 - ④ 上記①～③のすべてのパターンを含むものが確認された。
- これらのことから、ドラム缶付着物のダイオキシシン類は、PCP 由来のダイオキシシン類、2,4,5-T 由来のダイオキシシン類及び PCB 由来のダイオキシシン類が混入していることが推定される。
- その他の物質由来のダイオキシシン類が混入しているかは不明である。
- ドラム缶付着の水試料に含まれていたダイオキシシン類は 28pg/L であったが、試料に混入していた土壌粒子が大きく影響していたことが考えられる。
- PCB については、すべて不検出（50mg/kg 未満）となったが、ダイオキシシン類の分析において、コプラナーPCB（Co-PCB）が検出され、特に#118 が高濃度に含まれていたことから、試料には（トランス絶縁油などに由来する）PCB が含まれていると推定される。

以上の解析・評価を踏まえ、今後の調査や汚染されたドラム缶の処理について提案を行っている。

- 土壌汚染対策としては、今後「土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン（改定第2版）」に従い、土壌汚染調査及び措置を実施することを提案する。
- 埋設ドラム缶については、早急に撤去することが望ましい。作業に際しては、周辺環境への汚染の拡散防止、作業者の安全確保、廃棄物の適正処理を行うため、「埋設農薬・掘削等マニュアル」、「建設工事で遭遇する廃棄物混じり土対応マニュアル」、「建設工事で遭遇するダイ

オキシシン汚染土壌対策マニュアル」に従った調査・掘削・廃棄を提案する。

- 砒素、ふっ素についても基準超過濃度が検出され、ドラム缶周辺水試料からもダイオキシシン類が検出されていることから、埋設地周辺4方位に観測井を設け、地下水下流側で地下水の水質汚濁に係る環境基準項目、ダイオキシシン類及び2,4,5-Tを調査することを提案する。
- 地下水試料への土壌粒子の混入に留意して調査する。
- 今回行っていない他の農薬による汚染の有無を確認するため、2,4,5-T以外の農薬類の調査を提案する。
- ダイオキシシン類の異性体分布等の解析はより高い専門性が必要であることから、ダイオキシシン類の専門家もしくは研究機関等においてさらに詳細な解析を行うことを提案する。

沖縄防衛局は、この報告書にまとめた見解を踏まえて、7月24日に沖縄市で開催された沖縄防衛局・沖縄県・沖縄市による3者調整連絡会議が終了した時点で、メディアの取材には以下のように答えている。すなわち、「ダイオキシシンの数値は検体ごとにばらつきがあり、現段階で枯れ葉剤とは断定できない」と説明している。つまり、ドラム缶付着物から土壌の環境基準(1000pg-TEQ/g)を超過する高濃度のダイオキシシンが検出され、また、枯葉剤主成分である2,4,5-Tは13検体から検出されているものの、「2,4-Dはすべて不検出であり、ダイオキシシン類の同族体はOCDD(8塩化ダイオキシシン)の濃度が極めて高く、農薬類PCP(ペンタクロロフェノールを主成分とする除草剤)によるものと考えられる」と判断し、「枯葉剤の存在については断定できない」との主張に至っているのである。

また、上記の提案の一つである、ダイオキシシン類の専門家に解析を求めた結果なのか、8月2日付けで防衛省施設管理課が、「嘉手納飛行場返還跡地(現沖縄市サッカー場)の土壌等確認調査結果について」を公表している。そこには、愛媛大学農学部客員教授、森田昌敏氏の見解として次のようにまとめられている。ただし、森田氏がどのように選任されたかについての経過は明らかではない。

- 基準を超過して分析された試料のダイオキシシンの異性体パターンは、除草剤2,4,5-Tに含まれていたものを示している。それ以外に毒性ベースでは微量のダイオキシシンが見られており、その起源は除草剤のPCP、PCB及び焼却過程からの発生を示している。しかし、これらの起源は全体の中では僅かであり、現在のデータを見る限り問題とならない。
- 毒性ベースで大きな成分は、2,3,7,8-TCDDであり、除草剤2,4,5-Tに不純物として含まれていたものと推定される。除草剤として用いられた2,4,5-T製剤由来であるかあるいは枯葉剤作戦で用いられたオレンジ剤に由来するのであるかの特定は難しく、本調査を持ってオレンジ剤由来と断定することは出来ない。
- ドラム缶周辺の溜まり水のダイオキシシンは、環境基準を超過している。しかし、サンプリングに当たって、底質などを巻き上げて濁水試料が採取され、分析されると超過することが少なくない。ダイオキシシンは底質に高濃度で含まれており、水に本当に含まれているかどうかは再検証の必要がある。
- 土壌に検出された砒素及びふっ素の濃度超過がみられた試料については、追加的なデータを取ることにより、一部原因が明らかとなるかもしれない。例えば、ある種の砒素化合物(カコジル酸)が作戦除草剤に含まれていた(ブルー剤)とされており、その可能性を判断することができる。

注) アンダーラインは筆者

4-2 沖縄市が行った調査の結果と評価・見解

(1) ドラム缶付着物

- 1) ダイオキシシン類 全検体から76~8400pg-TEQ/gの範囲で検出され2検体が基準超過した。
- 2) 油分(n-ヘキサン) すべての検体で検出され、濃度は68~51000mg/kgであった。
- 3) 残留農薬 2,4,-Dはすべて不検出であったが、2,4,5-Tが18検体から検出され、濃度範囲は0.2~8.8mg/kgであった。
- 4) PCB類 11検体で検出され、濃度の範囲は0.5~3.2mg/kgであった。

(2) 土壌

- 1) ダイオキシン類 環境基準である 1000pg-TEQ/g を下回ったがいずれも検出された。
- 2) 油分 (n-ヘキサン) 360~930mg/kg の範囲で検出された。
- 3) 土対法指定物質 仮置土：すべての項目において基準超過は見られなかった。
埋設土：ふっ素について基準を超過していた。

(3) 水質 (ドラム缶埋設場所から採取した溜まり水)

- 1) ダイオキシン類 280pg-TEQ/gL が検出され、水質環境基準を超過していた。
- 2) 残留農薬 2,4-D は不検出であったが、2,4,5-T は 0.066mg/L が検出された。
- 3) その他 油分 (n-ヘキサン抽出物質) と PCB はともに不検出となった。

総合的な評価コメントとしては、次のようにまとめられている。

- 土壌については重大な汚染がないことが確認できたが、ドラム缶内容物については、ダイオキシン類の土壌環境基準を大幅に超過する試料が検出された。
- ダイオキシン類の組成としては、PCDDs が PCDFs よりも濃度が高く、特に 8 塩素-DD (OCDD) が高いことから、全体として、ポリ塩化フェノール類 (PCP：ペンタクロロフェノール、除草剤) に起因する汚染の可能性が高いとの結果が出た。
- しかしながら、枯葉剤主成分である 2,4,5-T が検出されたことや、ダイオキシン類の毒性等量に対し、2,3,7,8-TCDD が高い割合で検出されていること、ドラム缶が米国の枯葉剤製造会社であること、発見場所が米国施設跡地であることを踏まえ、枯葉剤が含まれていた可能性はあると考えられる。
- また、PCB や砒素も検出されており、複合的な汚染であると考えられる。

さらに、第三者の専門家の評価として、別途解析を依頼した愛媛大学農学部 (本田克久教授) のコメントが、つぎのようにとりまとめられている。

- ドラム缶内容物のダイオキシン類濃度は、ダイオキシン類の処理を必要とする土壌の基準値 1000pg-TEQ/g を超過している試料 (No.3 と No.5) があり、また、要監視濃度 250pg-TEQ/g を超過している試料が多数認められることから、再調査による汚染範囲の特定と汚染対策が急がれる。
- また、サッカー場土壌残渣と表層土壌のダイオキシン濃度は極めて低く、緊急対策の必要は無いが、ドラム缶埋設場所周辺水のダイオキシン類濃度が環境基準 (1pg-TEQ/L) より高く、ドラム缶埋設場所から流出しているものと思われ、周辺の地下水、河川水などの緊急な調査と対策が求められる。

としている。また、肝心のダイオキシン類汚染源の推定については；

- 本調査結果をもとに、ダイオキシン類の組成を分析すると PCDDs が PCDFs よりも濃度が高く、特に 8 塩素-DD (OCDD) が高いことから全体として、ポリ塩化フェノール類 (ペンタクロロフェノール、除草剤) に起因するところが大きいと考えられる。
- しかしながら、比較的の高濃度の TEQ 値を示す試料においては、Total-TEQ に占める 2,3,7,8-TCDD の割合が高く、しかも、これらの試料では、2,4,5-T が検出されていることから、2,4,5-T 由来のダイオキシン汚染であると思われる。
- さらに、PCBs、DDTs とその分解物、砒素、ふっ素などが比較的高い濃度で検出されている。
- つまり、本調査地は、枯葉剤の種類特定には至っていないが、2,4,5-T を含む枯葉剤及びその他の除草剤 PCP に由来したダイオキシン類とその他の有害物質による複合汚染であると言える。

これを受けて、南西環境研究所がとりまとめた報告書では総合的な評価としては以下のように締め

くくっている。

- 分析結果からドラム缶が埋設されていた周辺の土壌、地下水について、ダイオキシン類や農薬類、PCB及び油分により汚染されている可能性がある。
 - ドラム缶埋設時期が数十年前であり、存在していた有害物質が分解しやすい場合、影響は小さくなるが、難分解性の物質については、広範囲に汚染が拡大した可能性が考えられる。
 - ドラム缶については、内容物がダイオキシン類の土壌環境基準を大幅に超過する試料があり、処分方法を含め、取り扱いに注意が必要である。
 - そのほか、2,4,5-TやPCBの検出が見られ、複合汚染が考えられる。
 - 内容物の分析結果からは、ダイオキシン類の毒性等量に対して；
 - ・2,3,7,8-TCDDの存在割合が大きいこと
 - ・ドラム缶の表示が（米国の）枯葉剤製造会社（DOW CHEMICAL）であること、
 - ・発見された場所が米軍施設跡地であることなどからして、埋設されたものは除草剤のみでなく、枯葉剤も含まれた可能性はあると考えられる。
 - ドラム缶埋設場所（サッカー場）の表層土や残土（仮置土）、搬出先の土壌（北谷町）については、分析結果から特に問題なしと評価する。
 - これらのことより、地中より掘り出されたドラム缶の内容物及びその周辺に位置する埋設場所土壌、周辺水が汚染されており、適切な処分方法、対策が必要と考えられる。
- さらに、上記の評価結果を受け、今後の調査の必要性については次のように指摘している。

- ただし、ドラム缶埋設場所の下部については、汚染が拡散した可能性があり、さらに詳細な調査が必要である。
- なお、調査当日にも埋設されたドラム缶が新たに発見されていることから、他にも埋設物が存在する可能性があり、敷地全体についても埋設物調査を実施し、平面的な汚染の影響範囲を確定させ、詳細調査による深度方向についての確認を行うことが望まれる。
- また、今後の詳細調査では、PCPも汚染原因物質と考えられるので調査項目として追加しておくことが望ましい。

以上、同じドラム缶付着物（ただし、サンプリング箇所は異なっている）をほぼ同数、同項目について分析を行った行政当局の見解を整理したが、両者の見解は微妙に異なっている。防衛省沖縄防衛局は自ら「枯葉剤とは断定できない」とした上で、さらに第三者的立場から愛媛大学農学部客員教授のコメントを付け加えて、その見解を補強している。

それに対して、沖縄市が委託した民間分析機関の報告書においては、第三者の専門家の評価結果を踏まえ、また、ドラム缶が発見された状況などの情報を加味した評価として、複数の状況証拠から「枯葉剤に由来するダイオキシンの可能性に言及している。

しかし、双方の調査において、全試料から検出された油分（TPHやn-ヘキサン抽出物質）とダイオキシン類の関係についても言及されていない。

また、土壌については、両者とも「重大な汚染はない」と結論づけているが、果たしてサッカー場全体について、汚染がないと言い切れるかどうかは疑問が残る。

このように、両者の評価はいずれも不十分な段階であり、追加調査あるいは詳細調査の計画実施に向けて、得られた結果をより総合的に第三者的に解析し評価を行う必要がある。そこで、本論においては、時間の制約もあるため、特に毒性が強い、2,3,7,8-TCDDが検出されたことや、環境や人体への影響に対する懸念が強いダイオキシン類に着目して、結果の解析を試みることにする。

5 主としてドラム缶付着物のダイオキシン類の分析結果について

5-1 毒性等量濃度の評価

まず、沖縄防衛局の調査に対して、沖縄市がクロスチェック的な意味合いで行ったドラム缶付着物のダイオキシン類について比較を行ってみる。

毒性等量濃度について比較すると、図5-1より明らかなように、ダイオキシン類は全22検体すべてから検出されている。サンプルによって若干差がみられるものの、両者で同程度の濃度となっているものも多くある。濃度の違いは、ドラム缶付着物をどの部分（内側か外側かなど）から採取したかによって大きく異なることが考えられる。ドラム缶の埋設から数十年が経過しているためドラム缶の破損も激しく、一部のサンプルは外側からも採取されていた。すなわち、採取場所によってはさらに高濃度のダイオキシンが検出される可能性もあるということを示唆している。

沖縄防衛局のサンプルについては、1000pg-TEQ/gを超えるものが2検体あったが、沖縄市のサンプルでは、基準超過2検体の一方は、最高値が8400pg-TEQ/gと土壌の環境基準を8.4倍も上回る高濃度のダイオキシンが検出されている。試料No.5は両者とも1000pg-TEQ/gを超過しているが、No.6、No.10は1000pg-TEQ/gを下回っているものの両者とも非常に高い濃度となっている。両者の差が大きかったサンプルとしては、No.1～No.3とNo.17が比較的目的立っている。

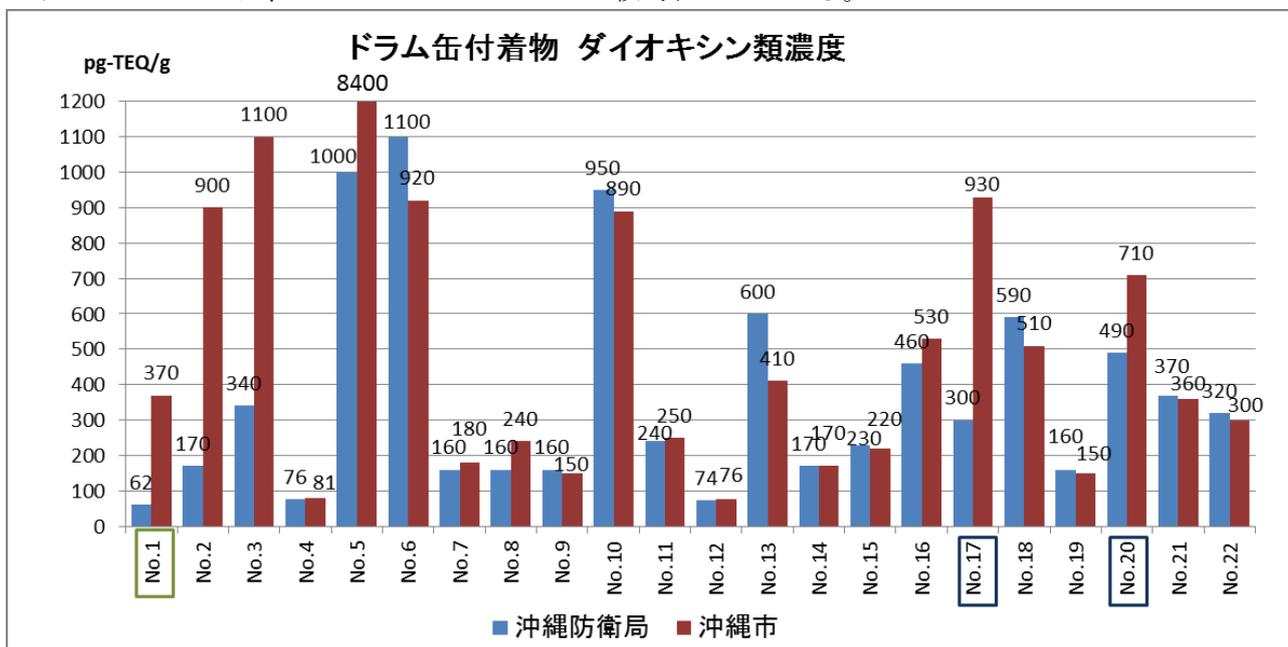


図5-1 ドラム缶付着物のダイオキシン類濃度比較

注) 四角で囲った番号の試料はドラム缶内側ではない部分から採取したもの

No.1は内・外混合試料（市）、No.17は外側（国）、No.20は国、市とも外側を採取。

ドラム缶内容物は時間の経過から一部土壌も混入していると思われるが、純粋な土壌とは異なるため、土壌の環境基準と比較することは必ずしも妥当ではないが、地中に存在していたことから敢えて評価すれば、基準値を下回っている試料も、通常的环境試料（土壌）に比べて極めて高濃度であることは明らかであり、早急な汚染範囲の確認と対策が求められる。

日本の土壌ダイオキシン類の環境基準は土地利用の如何に依らず 1000pg-TEQ/g であるが、ドイツ連邦土壌保護法では、子どもの遊び場については、100pg-TEQ/g 以下と定められており、それを当てはめて評価した場合、20検体が遊び場としては不適切な高濃度のダイオキシン類に汚染されていることとなる。完全な撤去とともに、適切な処理対策が必要であることを意味している。

5-2 ダイオキシン類の構成比と同族体パターン

次に、ダイオキシン類の由来を探るため、PCDDs、PCDFs、Co-PCB の構成比、同族体パターン、異性体分布について解析を行った。下図は、ドラム缶付着物について毒性等量濃度における PCDDs、PCDFs、Co-PCBs の構成比を沖縄防衛局と沖縄市の調査について比較したものである。

サンプルにより多少の違いがあるが、No.1を除き両者の測定結果に大きな違いは見られない。いずれも、PCDDsが全体の70%~90%を占めており、PCDFsは数%~20%、Co-PCBsは概ね10%未満の構成比となっている。そのため、ダイオキシン類の構成比からは除草剤など農薬由来の可能性が強く示唆される。ただし、沖縄市が分析したNo.1の試料はPCDFの割合が80%近くを占めていることから、焼却由来の可能性も見て取れる。

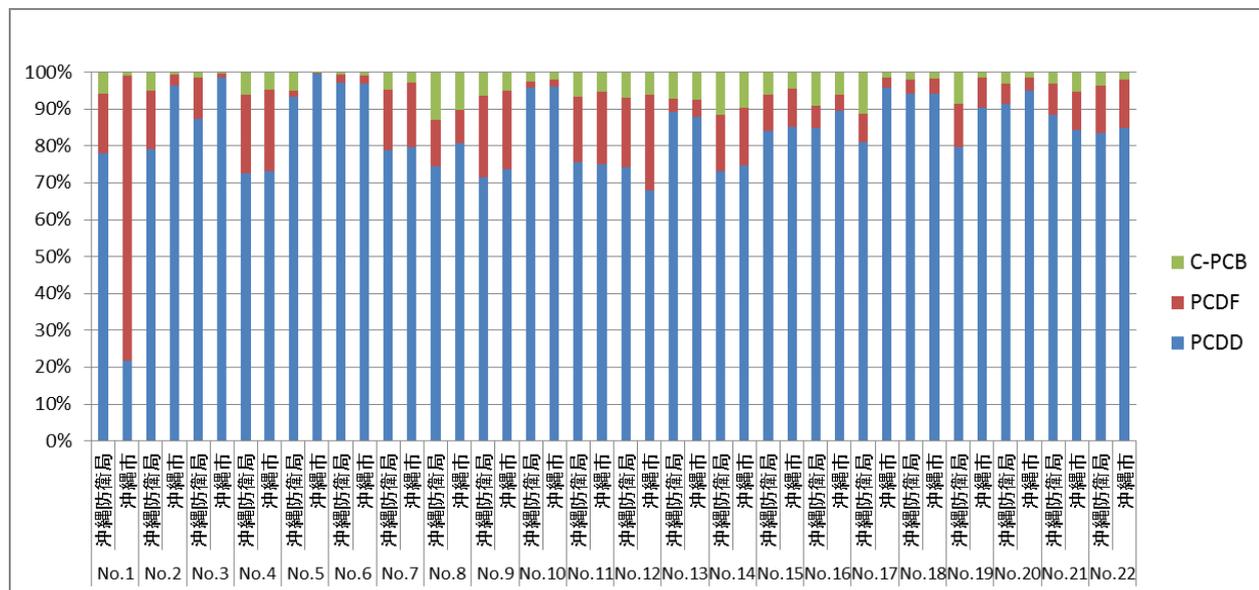


図5-2 毒性等量濃度におけるPCDDs、PCDFs、Co-PCBsの構成比

次に、同族体パターンを比較してみる。毒性等量濃度で基準を超過した試料について以下に示す。はじめに、沖縄防衛局の調査で最も高濃度となった2検体について示す。

毒性等量濃度: 1000pg-TEQ/g

毒性等量濃度: 1100pg-TEQ/g

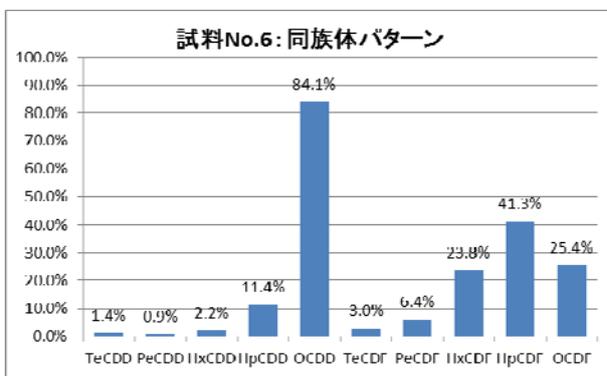
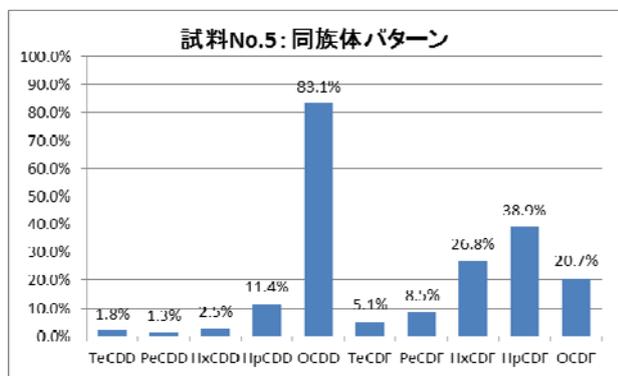


図5-3 沖縄防衛局調査試料No.5とNo.6の同族体パターン

図より、基準を超過した二つの試料は、いずれもTotal-PCDDsに対してOCDDが83~84%と高くPCDDsとPCDFsの同族体パターンは類似している。その他の試料について同様のグラフを作成するとほぼ類似したパターンであることがわかった。

次に、沖縄市の調査で高濃度となった2検体について見ると、以下の通り、図5-3とは若干異なるパターンであることがわかる。

試料No.3はOCDDが78.2%であるのに対して、試料No.5は53%と低くなっている。沖縄防衛局の調査のNo.5と比較しても、OCDDの割合は低く、一方で4塩化ダイオキシン(T4CDDs)の割合は13.9%にも達している。

毒性等量濃度: 1100pg-TEQ/g

毒性等量濃度: 8400pg-TEQ/g

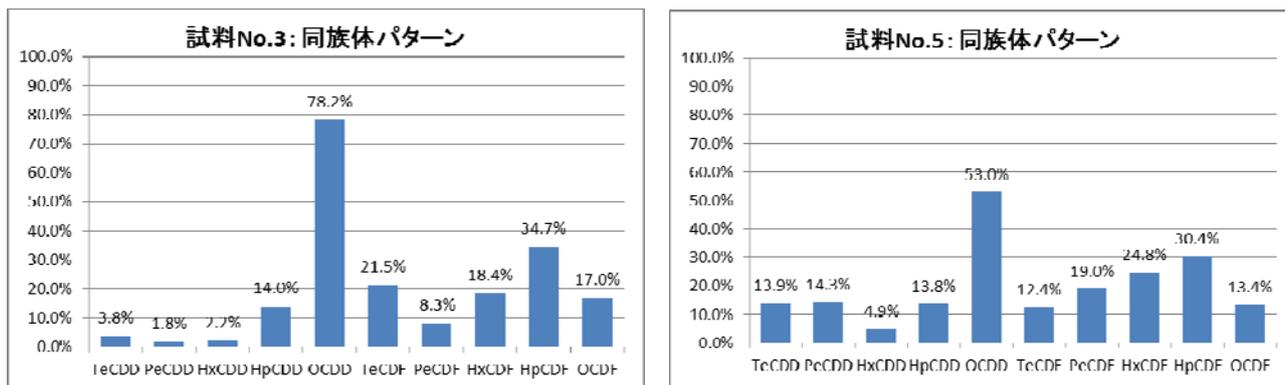


図5-4 沖縄市調査試料 No.3 と No.5 の同族体パターン

沖縄市のその他の試料について分析してみると、総じて、OCDDs は 80%前後～最大 85%程度の範囲内にあり、沖縄防衛局が行った分析結果と類似したパターンとなっていた。2,4,5-T との関連で注目される 4 塩化ダイオキシン類 (T4CDDs) に着目すると、沖縄防衛局の調査では、Total PCDD に対する T4CDDs の割合は 1.0%未満が 19 検体、1.0～2.0%が 3 検体であったのに対し、沖縄市の調査では、1.0%未満が 5 検体、1.0～2.0%が 5 検体、3.8%が 1 検体、13.9%が 1 検体となり、沖縄防衛局の調査に比べて T4CDDs の割合が高い試料が多かった。PCDFs についてみると、4 塩化フラン、5 塩化フランが高く、その点も図5-3に示した沖縄防衛局の試料とは異なる傾向を示していた。

5-3 毒性等量濃度に占める 2,3,7,8-T4CDD 濃度の割合

さらに、PCDDs と PCDDs+PCDFs の毒性等量濃度 (TEQ 値) に占める 2,3,7,8-T4CDD の割合を分析する。図5-5は、沖縄県の調査結果、図5-6は沖縄市の調査結果について解析したグラフである。

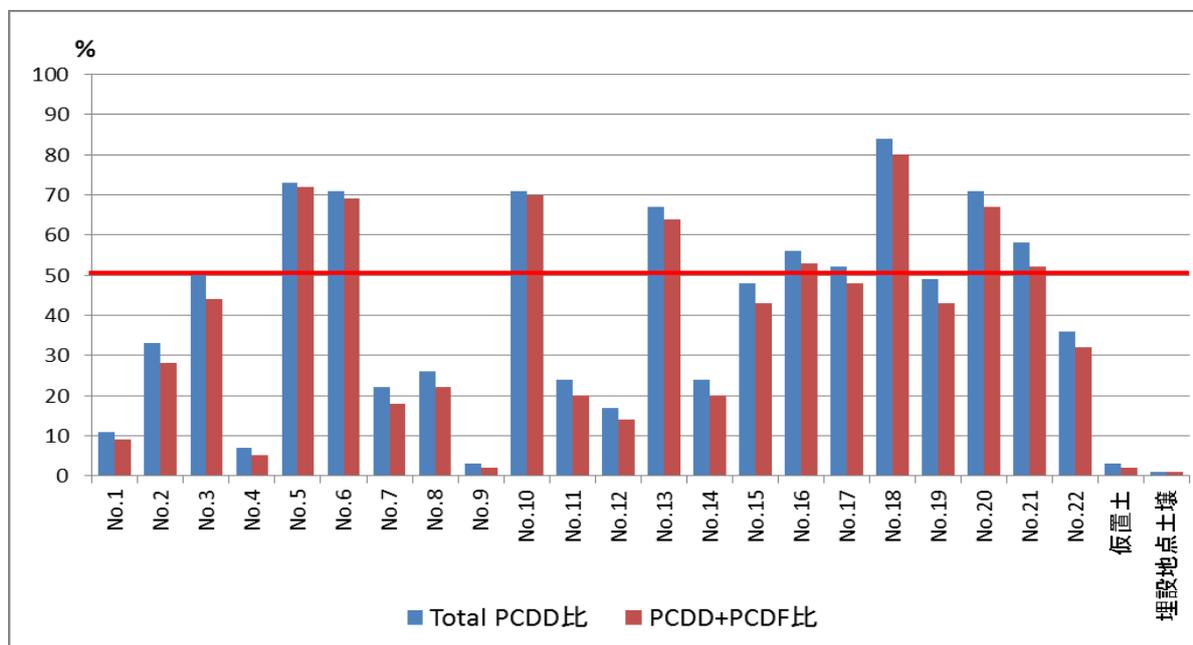


図5-5 沖縄防衛局調査試料における 2,3,7,8-TCDD の割合

上図と次頁に示した沖縄市の調査に基づく分析結果を見比べると、試料 No.5,6,10,13,16,18,20,21 の各試料では、両者とも、ダイオキシン類の TEQ ベースで PCDDs または PCDDs+PCDFs のいずれかに占める 2,3,7,8-TCDD の割合が 50%上回る高さとなっており、全ドラム缶試料 22 検体の多くで 2,3,7,8-TCDD の割合が高いことが明らかとなった。

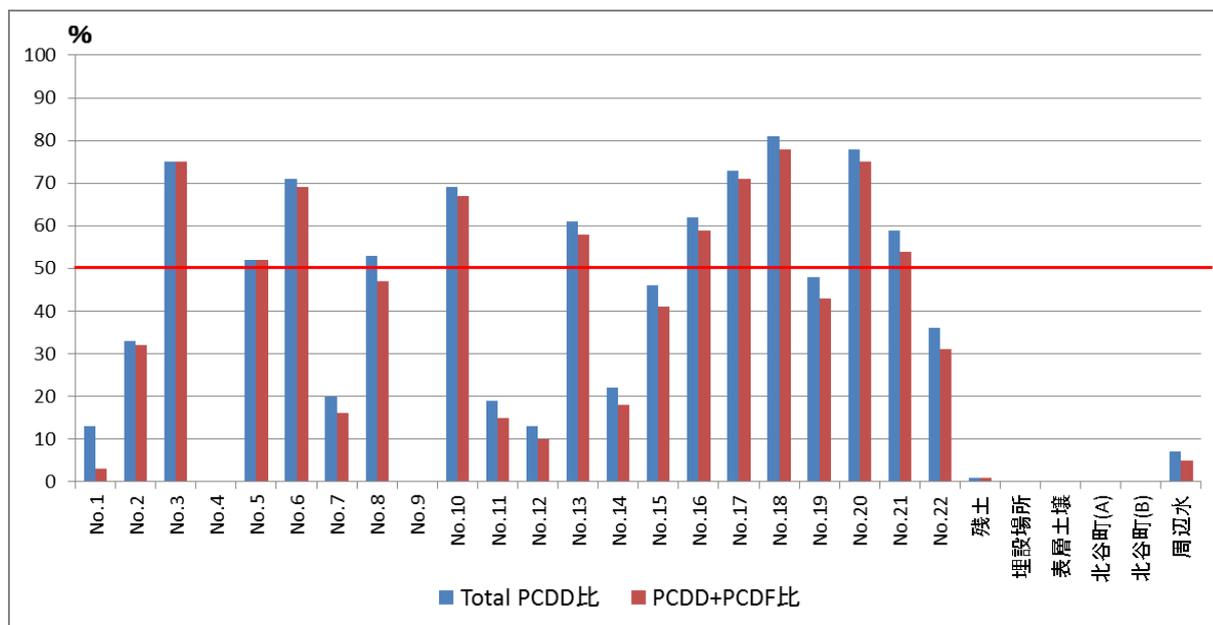


図5-6 沖縄市調査試料における2,3,7,8-TCDDの割合

このことから、ドラム缶内のダイオキシン類がOCDDの割合が多いことを理由に、一般的な除草剤(PCPなど)に起因すると決めつけることは難しく、かなりの割合で枯葉剤との関係が示唆される。

5-4 ドラム缶付着物に含まれる2,4,5-Tの濃度とダイオキシン濃度の関係

次に、2,3,7,8-TCDDが副生成物として生成される2,4,5-Tとの関係を見てみることにする。

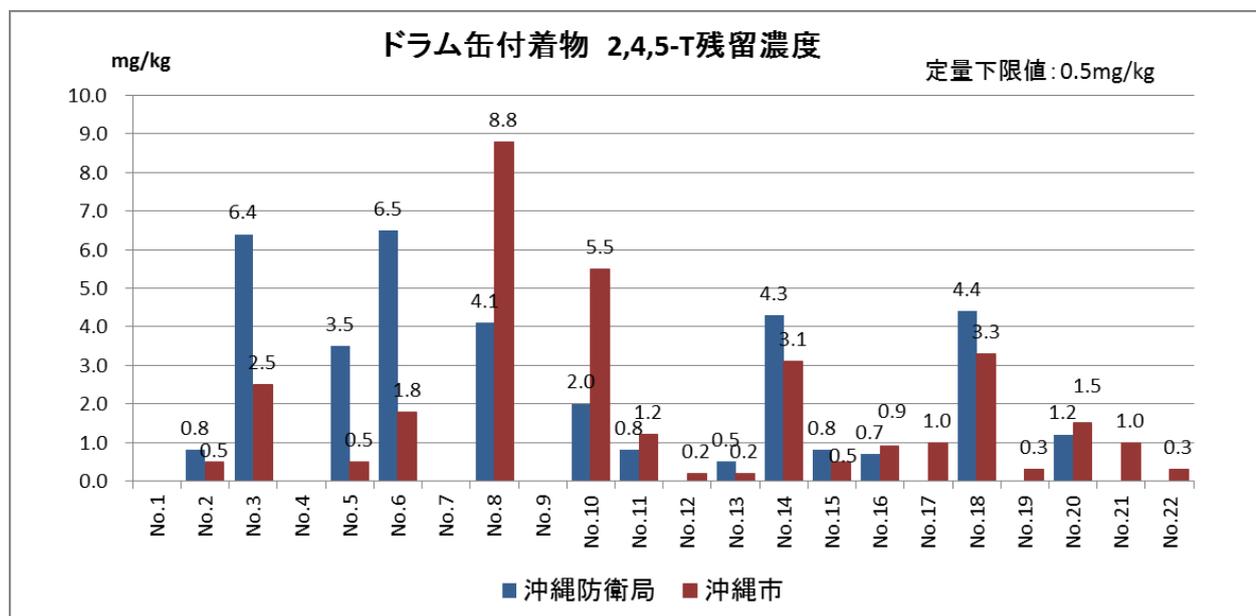


図5-7 ドラム缶付着物に含まれる2,4,5-T 残留濃度の比較

図5-7に示したように、沖縄県調査では22検体中13検体、沖縄市調査では18検体で2,4,5-Tが検出されている。双方で検出されていないのは4検体(No.1,4,7,9)、沖縄市調査でのみ検出されたのが5検体(No.12,17,19,21,22)となっている。

ダイオキシン濃度との関係を見ると、2,4,5-Tの濃度が1.0mg/kg以上あった検体は双方の調査において、いずれも、2,3,7,8-TCDDの割合がPCDDsあるいはPCDDs+PCDFsの毒性等量濃度の50%以上となっているものが大半を占めることから両者の関係は極めて高いことがわかる。

沖縄防衛局は、全試料から2,4-Dが検出されていないことを理由に、枯葉剤との関係を敢えて否定

しているが、2,4,5-T とダイオキシンの中の最も毒性が強い 2,3,7,8-T4CDD との関連を見る限り、沖縄防衛局の説明は説得力に欠ける。不検出となった要因については、農薬類の半減期に影響を与える様々な要因を総合的に判断する必要がある。

5-5 ドラム缶付着物に含まれる油分とダイオキシン濃度の関係

今回の調査では、ドラム缶付着物に含まれる油分について分析が行われているがいずれの調査においても報告書では分析値以上の評価が行われていない。下図は、TPH の油種別構成を示している。

図より、TPH はすべての検体で検出され、濃度は 9 検体で 1000mg/kg を超えているが、100mg/kg を下回る検体は極僅かであり、総じて高濃度の TPH を含んでいると言える。また、油種については、合計濃度の如何にかかわらず、No.1 を除き、軽油・重油系油の構成比が高いことがわかった。ただし、ガソリン系の油種は揮発性が高いため、時間経過とともに揮発したことも考えられる。

沖縄市は油分として n-ヘキサン抽出物質の分析を行っている。

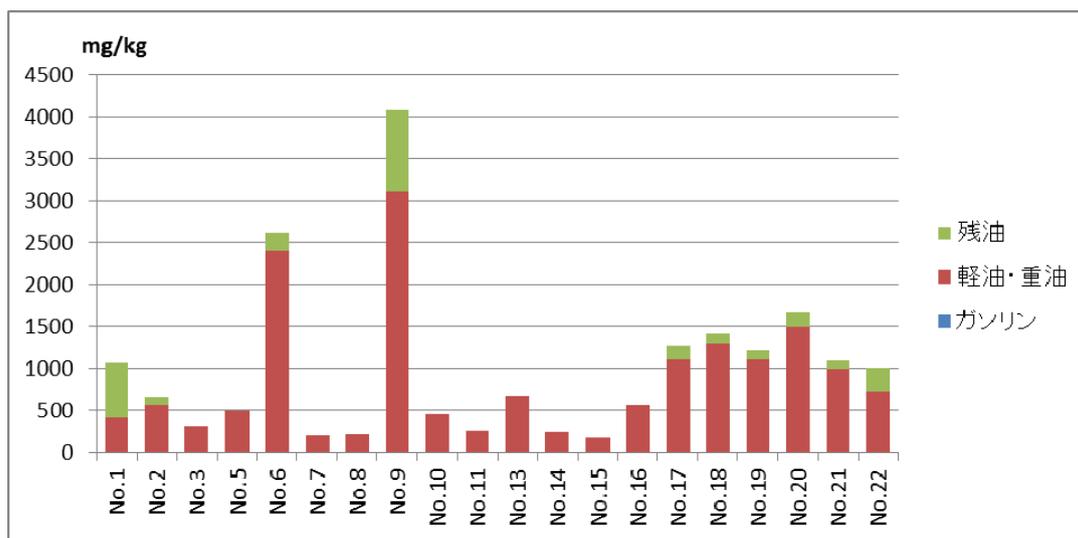


図 5-8 沖縄防衛局調査によるドラム缶付着物の TPH 濃度構成

n-ヘキサン抽出物質については、鉱物油か動植物油かは明らかになっていないが、両者の油分の分析結果を比べると以下のようなになる。縦軸のメモリは低濃度がわかりやすいように最大値を 5000mg/kg としている。高濃度の試料について防衛局と市の測定値を示すと、No.4 は、22,580/15,300mg/kg、No.9 は、4080/3900mg/kg、No.12 は、92,900/51,000mg/kg といずれも高い。

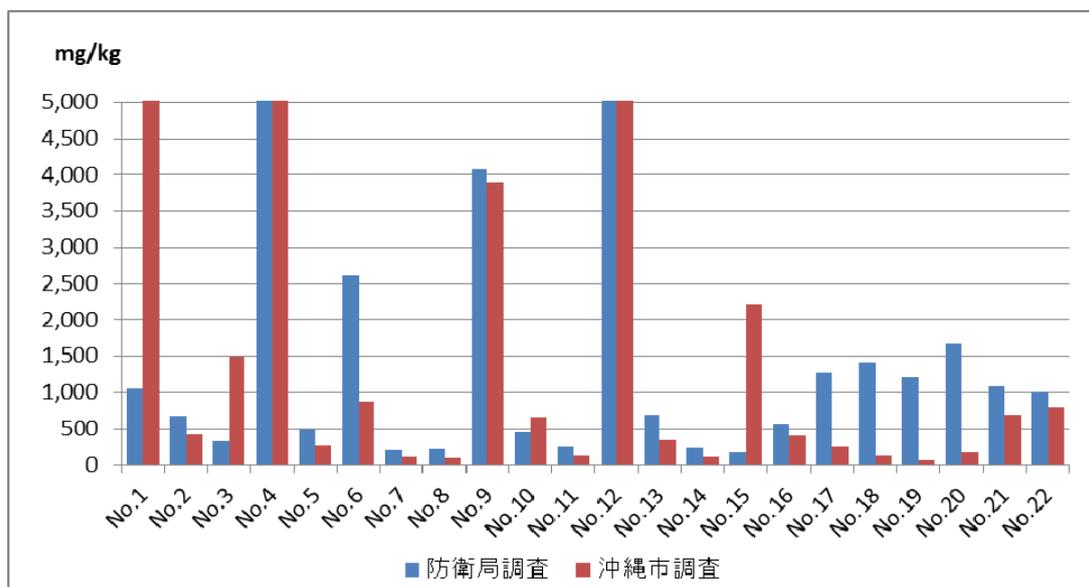


図 5-9 沖縄防衛局による TPH 分析結果と沖縄市による n-ヘキサン抽出物質分析結果の比較

しかし、一方で、No.1 や No.3、No.15 などのように、TPH が高い試料と n-ヘキサン抽出物質が高い試料とにばらつきがあることがわかる。両方とも高濃度となった試料、一方だけが高濃度となった試料などである。

まず、沖縄防衛局が分析した TPH (Total Petroleum Hydrocarbon:全石油系炭化水素)について、日本政府は基準値やガイドライン値を示していないため、沖縄防衛局は評価を避けているが、TPH に関する規制が進んでいるアメリカやカナダなどでは、州によって異なるものの、100mg/kg を超えた場合には、何らかの対策(措置)を講じる必要があるなどの基準を定めている。そのことから判断しても、子供たちが運動したり遊んだりするサッカー場の下に高濃度の TPH を含むものが存在することは極めて危険であり、汚染の全体像の把握と適切な処理、対策が求められる。

ダイオキシン類の濃度と 2,4,5-T の濃度と油分の濃度について、その関係を見てみると、油分が 500mg/kg を超えた検体の多くで 2,4,5-T が比較的高めに検出され、なおかつ、2,3,7,8-TCDD の構成比も高いことがわかる。一方、油分が高く出ているのに対し、2,4,5-T やダイオキシン濃度が低い検体は、油のみが入っていたドラム缶とみることもできる。

枯葉剤(オレンジ剤ほか各種)について、文献を調べると、油との関係で次のようなことが明らかになった。

① エージェントオレンジ

- ・茶色がかったピンクの液体
- ・オイル、ディーゼル油、有機溶剤に溶けるが、水には溶けない。
- ・2,4-D と 2,4,5-T を 50:50 で混合したもので希釈されずに散布された
- ・平均散布量 28.06L/ha、その中の 15.3kg/ha が 2,4,5-T で 13.6kg/ha が 2,4-D
- ・ダイオキシンはその中に 107mg 含まれていた。

② エージェントオレンジⅡ

- ・インオクチルエステル 2,4,5-T が n-ブチルエステル 2,4,5-T に置き換わったもの
- ・一社のみが製造

③ エージェントホワイト

- ・黒褐色の水溶性溶液でオイル、ディーゼル油、有機溶媒には溶けない。
- ・ピクロラムと 2,4-D を 1:4 の比率で混合したもの
- ・希釈されずに 28.06L/ha の濃度で散布される
- ・そのうちの 63.73kg/ha が 2,4-D で 1.82kg/ha がピクロラム(酸化物相当)

④ エージェントブルー

- ・明るい黄色の水溶性液体
- ・オイル、ディーゼル油、有機溶媒には溶けない。
- ・カコジル酸とカコジル酸ナトリウムの混合物
- ・希釈されないまま 28.06L/ha の濃度で散布される
- ・酸化物相当で 10.04kg/ha または 5.66kg/ha(砒素分子)で構成される。

⑤ エージェントパープル

- ・最初の枯葉剤で、1950 年代半ばに造られ、キャンプドラム(1959 年)で使われた。
- ・茶色の液体で、油、ディーゼル油、有機溶剤には溶けるが、水には溶解しない。
- ・その配合は、n-ブチル 2,4-D が 50%、n-ブチル 2,4,5-T が 30%、イソブチル 2,4,5-T が 20% である。

⑥ エージェントピンク

- ・ランチハンド作戦の最初の数年とタイでの枯葉剤実験(1963 年~64 年)で広く使用された。
- ・その配分は、n-ブチル 2,4,5-T が 60%、イソブチル 2,4,5-T が 40% である。

⑦ エージェントグリーン

- ・n-ブチルエステル 2,4,5-T 単一の化学物質である。
- ・1963年～64年の短期間に使用されただけだった。

⑧ その他の枯葉剤

- ・ディノキソール：2,4-D と 2,4,5-T のふたつのエステル化合物
- ・トリノキソール、ジクワットと 26 種の他の少量の化学物質が、海軍、空軍、歩兵基地、砲兵基地、地雷敷設地、武器貯蔵庫周辺の雑草や竹、茂みを枯らすために使用された。

(出典：レ・カオ・ダイ著、尾崎望監訳、ベトナム戦争におけるエージェントオレンジー歴史と影響、文理閣、pp33～35)

上記資料によると、ベトナム戦争の初期の段階で最も多く使われたのはエージェントパープル、ピンク、グリーンの3種類だったが、終盤になると、エージェントオレンジも多く使われたとされている。今回発掘されたドラム缶がいつの時代に使用されたものかについては定かではないが、中でもエージェントパープルとオレンジは、水溶性ではないため、オイル・軽油（ディーゼル油）、有機溶剤などで溶かしていたことが指摘されており、2,3,7,8-TCDD の割合が高いダイオキシンと 2,4,5-T、そして油分との関係が示唆される。

すなわち、同じ場所に油を多く含むドラム缶とダイオキシン類や 2,4,5-T が残留しているということはエージェントオレンジなどの枯葉剤を現場で散布用に混合していたか、混ぜるために薬剤と溶剤（油類）の両方を保管していたとも考えられる。

油汚染そのものは重要であり、高濃度が検出されていることから適切な処理が必要ではあるが、そもそもなぜ、油分を分析することとしたのか、また、結果をどのように評価するかについて、事前の検討はもとより、事後の検討がより詳細に行われることが必要である。

解説1：TPH：全石油系炭化水素

油汚染対策ガイドライン（案）で示された「油汚染問題」の定義は、「鉱油類を含む土壌（油含有土壌）に起因して、その土壌が存在する土地（その土地にある井戸の水や、池・水路等の水を含む）において、その土地またはその周辺の土地を使用している又は使用しようとする者に油臭や油膜による生活環境保全上の支障を生じさせていること」とされている。

鉱油類には、ガソリン、灯油、軽油、重油等の燃料油と、機械油、切削油等の潤滑油がある。ガイドラインに示された GC-FID 法は、炭素数 (C) により、C6～C12（ガソリンの炭素範囲）、C12～C28（軽油の炭素範囲）、C28～C44（残油の炭素範囲）の3つの炭素範囲(画分)に区分し、炭素範囲毎にクロマトグラムのピークパターンや濃度を比較することにより、油種の同定を行う分析法を指す。

出典：油汚染対策ガイドライン

解説2：n-ヘキサン抽出物質

水中の「油分等」を表わす指標として用いられる、動植物油脂、脂肪酸、脂肪酸エステル、リン脂質などの脂肪酸誘導体、ワックスグリース、石油系炭化水素等の総称で、溶媒である n-ヘキサンにより抽出される不揮発性物質のことですが、その中には農薬、染料、フェノール等も含まれる。

油分等は、直接及び間接に魚介類の死を引き起こすとともに、魚介類に着臭し、その商品価値を失わせる。水質汚濁に係る環境基準では、海域における生活環境項目について、A 及び B 類型で「検出されないこと」と定められている（河川および湖沼について基準値はない）。なお、水質汚濁防止法（1970）に基づく排水基準では、排水の微生物処理で処理されにくい鉱油類含有量を 5mg/L 以下に、また動植物油脂類含有量を 30mg/L 以下と定めている。

土壌などについては、試料を pH4 以下にした条件において

- 1、試料にヘキサンを加えて、混和させた後、試料中からヘキサンによって抽出させる、
- 2、80℃付近でヘキサンを揮発させたときに揮発しない

上記の条件に当てはまるものを定量したものとなる。

出典：EIC ネット他

なお、ドラム缶が埋設されていた場所に浸み出していた溜まり水試料についても両者ともダイオキシンを分析している。その結果、沖縄防衛局の調査では 28pg-TEQ/L であったが、沖縄市の調査では 280pg-TEQ/L が検出されている。水試料としては、環境基準の 280 倍の濃度に当たる。

愛媛大学農学部客員教授の森田氏は、水試料には、底質に含まれる粒子が混入していたことが原因であり、水試料にダイオキシが含まれるかどうかは再調査が必要であるとコメントしているが、いずれにしても、すでに固形分に含まれるダイオキシン類は長年にわたり土壤中に埋設されていたことにより環境中（土壌や地下水）に浸み出していることは間違いなく、濾過した水試料にダイオキシンが含有しているかどうかはそれほど重大なことではない。むしろ、ドラム缶の劣化にともなうさらなる汚染物質の拡散、流出、浸出をどのように食い止めるのか、またすでにどこまで汚染が広がっているのかを把握するために、新たな調査計画を立案することが必要である。

6 総括

その他の分析結果についてのコメントは別の機会に譲るが、これらの調査結果から、沖縄市がサッカー場として整備しようとした土地から高濃度のダイオキシン類や TPH 類や n-ヘキサン抽出物質などの油分、PCB、枯葉剤の主成分とされる 2,4,5-T などが検出されたことから、敷地全体の汚染実態を把握するために、より詳細な調査を行う必要があることを示していることは明らかである。

今回は図らずも同じ試料について、防衛省沖縄防衛局（国）と沖縄市が調査を行うこととなり貴重な予備調査となったわけだが、今後は、表層土壌の汚染状況に加えて、ドラム缶が埋設されていた周辺だけでなく、地中全体への汚染の影響を立体的に把握する必要がある。

少なくともダイオキシン類について言えば、複数の状況証拠から、ベトナム戦争時に沖縄にもち込まれた枯葉剤（種類は特定できないものの）である可能性が示唆される。

- ①発見された場所は米軍基地返還跡地であること
- ②発見されたドラム缶の 7 個に Dow Chemical の社名の全部あるいは一部が確認できること。
- ③ダイオキシン類の毒性等量濃度が極めて高いこと。
- ④同族体は OCDD の濃度が高いが、異性体についてみると、毒性等量濃度に占める 2,3,7,8-TCDD の割合が高い試料が多く見られること。
- ⑤枯葉剤の主成分とされる 2,4,5-T が多数の検体から検出されたこと。
- ⑥ダイオキシン濃度が高く、2,3,7,8-TCDD の割合が高く、かつ、2,4,5-T が一定以上検出されている試料があること。
- ⑦油分が高い試料において、ダイオキシン濃度やその他の項目が高い濃度で検出されている試料があること。

などが、今回の予備的な調査から指摘できる状況証拠といえる。

すでに現地では風評被害の影響が心配されているが、そうした被害が生じないようにするためにも、第三者の関与と市民への徹底した情報開示、提供はもとより、市民の参加を得て調査の方法や計画を立案していくことが望ましい。なによりも市民の信頼を得るために市民参加と透明性の高い手続きが不可欠である。

この種の問題は、今回の現場、沖縄県の問題にとどまらず、より広く基地の存在と環境汚染をどうとらえ、日米両国の間で問題解決をしていくのか、が問われる問題ととらえる必要がある。日米地位協定を抜本的に見直して、戦争による負の遺産を汚染者負担の原則の下、しっかりと対策を行うように米国に求めていくのが日本政府の責任である。その意味で、外務省、防衛省は米国政府に対して、沖縄における枯葉剤を含んだ有害物質の使用、保管、廃棄等、基地の運用状況についてさらなる情報の提供を求めていく必要がある。

最後に、この問題は、米軍基地返還跡地での事案であることから、防衛省が一義的に対応すべきで

はあるが、今回の事案に対しては、沖縄県、沖縄市などの基礎自治体がそれぞれの立場から主体的に沖縄防衛局に先行して調査を行い、また、平行して補完的な調査を行うなど、従来とは異なる対応がとられた。それぞれの役割と責任が異なるため調査開始前には三者による調整会議なども開かれたようだが、どのような議論がなされたのかは明らかになっていない。実際、三者の分析結果を持ち寄ったの検討会議などは未だ開かれていない。

また、現時点で、汚染の原因が特定されない段階とは言え、日本国内の土壌、地下水など環境への影響が危惧される重大な問題であり、基地の存在と環境汚染という問題は沖縄以外の地域にも発生しうることであることから、環境省としても応分の役割を果たすべきではないかと考える。環境省は、国民や国土の環境を守り、汚染を適切に除去する責任を負っている。これまでのところ、環境省は全く存在感がなく、何の役にも立っていないが、汚染者側にも被害者側とも一線を画した第三者的な立場を生かし、調査計画の立案段階や汚染の除去対策等について、必要な情報提供を行うことをはじめその専門性を生かす場面があってもよいはずである。関係機関が縦割りの対応をすることなく、有機的に連携し国土の保全と国民の安全を守るために努力する必要がある。今後、追加調査・予備調査を行うことを沖縄防衛局、沖縄市ともに提案しているが、まずは、今回の調査結果についての解析を第三者の専門家を交えて開かれた場で行い、その上でどのような調査のあり方が望ましいのか、市民参加のプロセスを組み込んで行われることを期待したい。

沖縄市諸見里サッカー場工事現場ドラム缶発見から時系列表（沖縄生物多様性市民ネットワーク作成）

2013.6.13	沖縄市諸見里サッカー場工事現場でドラム缶15本が発見される
6.14	<ul style="list-style-type: none"> ・警察、消防が現場を確認 ・沖縄市 沖縄防衛局に対し、米軍の使用の有無及び土地の使用履歴について照会
6.17	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄市議会、沖縄県環境保全課と現場視察 ・ドラム缶に「ダウ・ケミカル」社の名前が書かれていることが確認される ・沖縄市、ドラム缶の内容物と周辺土壌を調査する方針を市議会に示す
6.18	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄市長 沖縄防衛局長にドラム缶の中身と周辺土壌の調査協力依頼 ・小野寺防衛相 閣議後会見で情報収集を指示 ・県環境保全部、沖縄市、中部保健所で打ち合わせ ・米国防総省 枯れ葉剤の可能性に否定的見解（琉球新報問い合わせに回答6.20 報道）
6.19	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄県が沖縄防衛局に、「沖縄市や県と連携してドラム缶の内容物の特定及び土壌汚染等周辺の環境調査に迅速に対応すること、汚染があった場合は、国の責任で徹底的に周辺地域の汚染状況調査及び汚染物等の除去に取り組む」ことの申し入れ。
6.20	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄県環境生活部環境保全課「沖縄市サッカー場で発見されたドラム缶に関する沖縄県の周辺環境調査等実施計画」をリリース。県と沖縄市で土壌や地下水への汚染の有無を連携して調査することを明らかにする。 ・沖縄防衛局は、調査業務委託の手続きを開始 ・米軍嘉手納基地、沖縄防衛局の照会に「米軍のドラム缶の使用の有無、内容物、管理方法は不明」「建物の存在に関する記録がない」と回答。防衛局再調査要請。 ・在日米軍司令部「枯れ葉剤が入っていたタイプのドラム缶ではないと確信している」との見解。ドラム缶については「米軍のものか、日本へ返還後に投棄されたものか、記録を調べるために日本政府や沖縄県と米軍の話し合いが続いている」と回答（沖縄タイムスの問い合わせに回答 6.21報道）
6.20	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄・生物多様性市民ネットワーク(沖縄BD)5機関に「沖縄市諸見里サッカー場工事現場のドラム缶の件について-専門性と透明性を備えた調査の実施を求める要請」を提出 ・県議会総務企画委員会を中心とした県議団現場視察 ・県民ネット 沖縄県に調査機関設置を要請
6.21	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄市議会の基地に関する調査特別委員会で調査について議論 沖縄市教育委員会 工事残土の一部を北谷町の土地造成事業で活用するため譲渡したことを明らかにする ・防衛政務官衆院外務委員会で枯れ葉剤使用米軍に再調査要請を求めていることを明らかにする ・沖縄BD 要請についての記者会見 ・野党国会議員「うりずんの会」現場視察
6.24	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄市、沖縄防衛局、沖縄県による対策会議開催。 ・沖縄市長 小野寺防衛大臣と面談 日本政府が責任を持って対応することを要請 ・ダウ・ケミカル社枯れ葉剤否定（沖縄タイムスの問い合わせに回答 6.25報道）
6.25	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄県と沖縄市で周辺の地下水の調査を開始 ・沖縄市議会 政府への意見書可決 ・野党国会議員「うりずんの会」外務省・防衛省要請
6.26	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄県環境生活部長 県議会6月定例会で基地跡地返還後の汚染発見に対して「新たなスキームを研究してみたい」との見解（仲村未央県議の代表質問に対して） ・製造会社ダウ・ケミカル社 枯れ葉剤否定（琉球新報 6.28 報道）
6.27	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄BD 県議会陳情（枯れ葉剤汚染と沖縄市サッカー場の2件）提出
7.1	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄市教育委員会「沖縄市サッカー場土壌など調査実施についてのお知らせ」リリース

7.2	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄防衛局・沖縄市 沖縄市サッカー場内における土壌等調査（ドラム缶・土壌・水質） ・調査中 ドラム缶新たに7本発見
7.4	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄市 北谷町桑江伊平地区の造成地に搬出た土壌調査
7.9	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄県議会 米軍基地関係特別委員会で質疑
7.24	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄防衛局調査結果明らかに 土壌からダイオキシン検出 県と市に調査報告 メディアブリーフィング ・沖縄市長 全面調査実施、費用、補償策要求の考えを示す ・沖縄県副知事 渉外関係主要都道府県知事連絡協議会で外務政務官、防衛政務官、駐日大使を訪ね、地位協定改定を要請。サッカー場の件は引き続きの調査を要請。同協議会の定期総会でも基地の跡利用の課題として紹介。
7.25	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄県環境保全課 環境調査速報値を発表 基準値以下 ・社会民主党沖縄県連合、社民・護憲ネット県議団沖縄県に要請
7.28	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄防衛局、沖縄市 ドラム缶内容物と土壌調査について それぞれ専門業者と委託契約 ・沖縄ベトナム友好協会沖縄市長にドラム缶の徹底調査要求
7.29	<ul style="list-style-type: none"> ・愛媛大 沖縄市のサッカー場でドラム缶が埋まっていた場所や状況などを確認 ・社会民主党沖縄県連合、社民・護憲ネット県議団沖縄防衛局に要請 ・社大党 沖縄県に要請
7.30	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄市に愛媛大が見解を報告 ・県副知事 現場視察
7.31	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄市 調査報告発表 ドラム缶に「枯れ葉剤が含まれていた可能性があると考えられる」 ・沖縄市議会 基地調査特別委員会 意見書案可決
8.1	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄市市長コメント（7.31付け）をウェブサイトに掲載 市の調査報告閲覧開始 8月1日（木）～8月30日（金） ・沖縄防衛局 市サッカー場全域の追加調査の移行を明らかに
8.2	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄防衛局 愛媛大学農学部客員教授森田昌敏氏の評価を発表 ・衆議院議員照屋寛徳質問主意書提出（8.13答弁書）
8.5	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄市議会臨時会 意見書可決 ・参議院議員糸数慶子質問主意書提出（8.13答弁書）
8.7	<ul style="list-style-type: none"> ・県民ネット 知事公室と意見交換 ・ジョン・ミッチェルThe Japan Times記事で専門家Richard Clapp、Dr.Wayne Dwernychuckの見解を報じる
8.8	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄市議団 外務省、防衛省、首相官邸などへ要請、意見書手交 ・防衛省政務官 全面調査の意向を示す
8.15	<ul style="list-style-type: none"> ・星条旗新聞(Stars and Stripes) Alvin Young氏の日本側調査の見解を報じる
8.26	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄防衛局サッカー場全域の調査実施を発表 ・The Japan Times でDr.Wayne Dwernychuckが日本政府と沖縄の人々へ呼びかけの記事を寄稿
8.27	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄市長 沖縄防衛局に防衛大臣宛要請書提出 調査、現状回復、工事などの損失補償、調査結果公開と説明、サッカー場整備・確保など
8.29	<ul style="list-style-type: none"> ・環境省政務官がサッカー場視察

（新聞報道、入手文書、関係ウェブサイトなどから作成）

本報告書は、沖縄・生物多様性市民ネットワークからの依頼に基づき、第三者機関として株式会社環境総合研究所がとりまとめたものである。

本報告書の依頼者	沖縄・生物多様性市民ネットワーク
提出年月日	平成 25年 8月 30日 (August 30, 2013)
報告書作成受託機関	株式会社 環境総合研究所 Environmental Research Institute Inc. 代表取締役所長 鷹取 敦 Executive Director Atsushi TAKATORI 〒152-0033 目黒区大岡山1丁目 31-9, 401 電話 03-6421-4610 FAX 03-6421-4611 E-mail office@eritokyo.jp
報告書執筆担当	顧問 池田こみち Senior Advisor Komichi Ikeda E-mail iked@eritokyo.jp