

参 考 資 料

「第 5 章 地下水・土壌汚染等に関する対応」
についての詳細資料

目次

第1章 基本的事項	資-1
1.1 米軍基地の返還時に実施される支障除去について（沖縄県における駐留軍用地跡地の有効かつ適切な利用の推進に関する特別措置法（平成7年法律第102号）より抜粋）	資-1
1.2 土壤汚染対策法の基準値設定の基本的な考え方	資-2
1.3 ダイオキシン類の土壤汚染に係る環境基準において、直接摂取に着目した「1,000pg-TEQ/g以下」の設定手法	資-2
1.4 化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律の第一種特定化学物質	資-4
1.5 残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約	資-6
1.6 POPs 廃農薬の処理に関する我が国の取組	資-7
1.7 POPs 条約対象物質の有害性について	資-9
1.8 米国内の基地において汚染が確認された物質から対象物質を選定する方法	資-11
1.9 2002年に米国国防総省が米国議会へ報告した弾薬等に由来する成分のうち、環境や健康に影響を生じのおそれのある物質について	資-25
第2章 調査計画の立案・実施の基本的な考え方	資-37
2.1 沖縄の米軍基地において調査を実施する際の留意すべき地域特性	資-37
第3章 地歴調査	資-51
3.1 土壤汚染の検討において地下水流動方向、勾配に関する資料を活用した事例	資-51
第4章 盛土地調査	資-53
4.1 不発弾探査、文化財調査等及び廃棄物探査並びに自然環境調査との関係について	資-53
第5章 リスク評価調査	資-58
5.1 日本国内の土壤汚染に対してリスク評価を実施した事例	資-58
5.2 RBCA プロセスの階層アプローチ	資-59
5.3 ばく露経路の選定方法	資-62
5.4 土壤汚染対策法におけるばく露の考え方	資-63
5.5 米国のスーパーファンド法におけるばく露経路	資-64
5.6 リスク評価モデルでのパラメーター設定例	資-66
5.7 ASTM E1689-95(2014) Standard Guide for Developing Conceptual Site Models for Contaminated Sites で示されたサイト概念モデルの作成の考え方	資-67
5.8 グアム島でのリスク評価事例等	資-69
5.9 カルスト地形内の地下水流動を対象とした近年の研究事例	資-97
5.10 優先評価化学物質に該当するか否かを判定するためのスクリーニング評価における有害性情報の収集及び選定について	資-111
5.10.1 人健康影響	資-111
5.10.2 生態系	資-115
5.11 米国スーパーファンド法でのばく露経路別のばく露の算出方法	資-117
5.12 PBESL2012 で取りまとめられた汚染物質の地下水の最高濃度の算定方法	資-118

5.13 RBCA Tool kit での汚染物質の大気の高濃度の算定方法.....	資-121
第6章 国内使用禁止等物質及び基地内相当量使用物質の分析法	資-124
6.1 分析方法に関する指針	資-124
6.2 分析に関する精度管理	資-128
第7章 環境対策の考え方	資-131
7.1 土壌汚染対策法に則した環境対策の考え方	資-131
7.2 ダイオキシン類特別措置法に則した環境対策の考え方	資-150

第1章 基本的事項

1.1 米軍基地の返還時に実施される支障除去について（沖縄県における駐留軍用地跡地の有効かつ適切な利用の推進に関する特別措置法（平成7年法律第102号）より抜粋）

（返還実施計画）

第八条 国は、合同委員会（日本国とアメリカ合衆国との間の相互協力及び安全保障条約第六条に基づく施設及び区域並びに日本国における合衆国軍隊の地位に関する協定（第三十一条第二項において「日米地位協定」という。）第二十五条に規定する合同委員会をいう。以下同じ。）において返還が合意された駐留軍用地の区域の全部について、返還後において当該土地を利用する上での支障の除去に関する措置を当該土地の所有者等に当該土地を引き渡す前に講ずることにより、その有効かつ適切な利用が図られるようにするため、速やかに、当該駐留軍用地の返還に関する実施計画（以下この条及び第十一条第一項「返還実施計画」という。）を定めなければならない。ただし、駐留軍用地の所有者等が、自ら当該土地を使用する目的で行った申請に係る返還については、この限りでない。

2 返還実施計画は、次に掲げる事項について定めるものとする。

- 一 返還に係る区域
- 二 返還の予定時期
- 三 第一号の区域内に所在する駐留軍が使用している建物その他土地に定着する物件の概要及び当該建物その他土地に定着する物件の除却をとした場合に当該除却に要すると見込まれる期間
- 四 第一号の区域において次に掲げる事項について、調査を行う区域の範囲、調査の方法、調査に要すると見込まれる期間及び調査の結果に基づいて国が講ずる措置に関する方針
 - イ 土壌汚染対策法（平成十四年法律第五十三号）第二条第一項に規定する特定有害物質又はダイオキシン類（ダイオキシン類対策特別措置法（平成十一年法律第百五号）第二条第一項に規定するダイオキシン類をいう。ロにおいて同じ。）による土壌の汚染の状況
 - ロ 水質汚濁防止法（昭和四十五年法律第百三十八号）第二条第二項第一号に規定する物質又はダイオキシン類による水質の汚濁の状況
 - ハ 不発弾その他の火薬類の有無
 - ニ 廃棄物の有無
 - ホ その他政令で定める事項

3 国は、返還実施計画を定めようとするときは、あらかじめ、沖縄県知事及び関係市町村の長の意見を聴かなければならない。

4 関係市町村の長は、前項の規定により意見を聴かれた場合において、国に対し意見を申し出るときは、あらかじめ、駐留軍用地の所有者等の意見を聴かなければならない。

5 前二項の規定により意見を聴かれた者は、沖縄県知事及び駐留軍用地の所有者等にあつては意見を聴かれた日から三十日以内に、関係市町村の長にあつては意見を聴かれた日から六十日以内に、それぞれ意見書を提出することができる。

6 国は、返還実施計画を定めたときは、遅滞なく、これを沖縄県知事及び関係市町村の長に通

(3) 土壌中のダイオキシン類に対する生涯の平均曝露リスクの算定

汚染土壌における継続居住年数：30～70年

$$\text{生涯の一日平均吸収量 (pg-TEQ/kg/day)} = \frac{(\text{子供の一日当たりの曝露量}) \times 6 + (\text{大人の一日当たりの曝露量}) \times (\text{曝露期間} - 6)}{70 (\text{年}) \times \text{平均体重 } 50 (\text{kg})}$$

(居住年数30年の場合は、生涯70年のうち汚染土壌に30年(子供6年間及び大人24年間)、一般的な環境中の土壌(20pg-TEQ/g)に40年間滞在するとして計算。)

(4) 吸収量の推定

幅で示したデフォルト値(曝露期間、土壌摂食量、土壌摂食の吸収率)について、いずれも最小値又は最大値を用いて土壌の直接摂取による吸収量を推定すると、

土壌中濃度 1,000pg-TEQ/g に対し 0.11～0.97pg-TEQ/kg/day

さらに、現時点で最も妥当性の高い推定値(曝露期間30年、土壌摂食量大人100mg/day及び子供200mg/day、土壌摂食の吸収率25%^{注2})を用いて土壌の直接摂取による吸収量を推定すると、

土壌中濃度 1,000pg-TEQ/g に対し 0.31pg-TEQ/kg/day

以上から、我が国の耐容一日摂取量(TDI^{注3})並びに食品及び大気からの吸収量を勘案して、土壌の直接摂取による曝露について、ダイオキシン類濃度1,000pg-TEQ/g以下を環境基準とすることは妥当と判断。

注1: ダイオキシン類による土壌の汚染に係る環境基準の設定等及びダイオキシン類土壌汚染対策地域の指定の要件について(答申)(平成11年12月10日中央環境審議会)では、吸入によるばく露経路による推定吸収量は全吸収量の約0.9%程度と寄与は小さいことが示されている。

注2: 平成11年度に環境庁が実施した調査において、我が国における代表的な2種類の土壌に放射性同位元素で標識したダイオキシン(¹⁴C-TCDD)を添加し、動物に摂食させることにより土壌中のダイオキシン類の吸収率を求めた結果、吸収率は4～6%であった。

注3: 耐容一日摂取量については、平成11年6月に環境庁及び厚生省の合同審議会が科学的知見に基づいて検討した結果により、体重1kgあたり4pgとされている。

出典: 「平成11年度土壌中ダイオキシン類の吸収率調査結果に関する中間報告」(平成11年11月25日、環境庁)

1.4 化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律の第一種特定化学物質

化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律の第一種特定化学物質は、自然的作用により環境中では容易に分解せず、生物の体内に蓄積しやすく、人又は高次捕食動物に対して長期毒性を有するものであることから、ひとたび環境中に排出されると、環境汚染の進行を管理することが困難となり、人の健康や生活環境動植物に係る被害を生じるおそれがあるものであることから、その製造・輸入について許可制とするとともに、環境汚染を生じるおそれのない一定の用途以外の使用を認めない等の厳格な管理を行うこととされているものである。

第一種特定化学物質の指定状況は以下のとおりである。

表 1-1 第一種特定化学物質の指定状況

NO.	官報告示名	指定年	過去の用途例
1	ポリ塩化ビフェニル	1974	絶縁油等
2	ポリ塩化ナフタレン (塩素数が3以上のものに限る。)	1979	機械油等
3	ヘキサクロロベンゼン	1979	殺虫剤等原料
4	1,2,3,4,10,10-ヘキサクロロ-1,4,4a,5,8,8a-ヘキサヒドロ-エキソ-1,4-エンド-5,8-ジメタノナフタレン (別名アルドリン)	1981	殺虫剤
5	1,2,3,4,10,10-ヘキサクロロ-6,7-エポキシ-1,4,4a,5,6,7,8,8a-オクタヒドロ-エキソ-1,4-エンド-5,8-ジメタノナフタレン (別名ディルドリン)	1981	殺虫剤
6	1,2,3,4,10,10-ヘキサクロロ-6,7-エポキシ-1,4,4a,5,6,7,8,8a-オクタヒドロ-エンド-1,4-エンド-5,8-ジメタノナフタレン (別名エンドリン)	1981	殺虫剤
7	1,1,1-トリクロロ-2,2-ビス(4-クロロフェニル)エタン (別名 DDT)	1981	殺虫剤
8	1,2,4,5,6,7,8,8-オクタクロロ-2,3,3a,4,7,7a-ヘキサヒドロ-4,7-メタノ-1 <i>H</i> -インデン、1,4,5,6,7,8,8-ヘプタクロロ-3a,4,7,7a-テトラヒドロ-4,7-メタノ-1 <i>H</i> -インデン及びこれらの類縁化合物の混合物 (別名クロルデン又はヘプタクロル)	1986	白アリ駆除剤等
9	ビス(トリブチルスズ)オキシド	1989	漁網防汚剤、船底塗料等
10	<i>N,N'</i> -ジトリル- <i>p</i> -フェニレンジアミン、 <i>N</i> -トリル- <i>N'</i> -キシリル- <i>p</i> -フェニレンジアミン又は <i>N,N'</i> -ジキシリル- <i>p</i> -フェニレンジアミン	2000	ゴム老化防止剤、スチレンブタジエンゴム
11	2,4,6-トリ- <i>tert</i> -ブチルフェノール	2000	酸化防止剤その他の調製添加剤(潤滑油用又は燃料油用のものに限る。)、潤滑油
12	ポリクロロ-2,2-ジメチル-3-メチリデンビスクロ[2.2.1]ヘプタン (別名トキサフェン)	2002	殺虫剤、殺ダニ剤(農業用及び畜産用)
13	ドデカクロロペンタシクロ[5.3.0.0(2,6).0(3,9).0(4,8)]デカン (別名マイレックス)	2002	樹脂、ゴム、塗料、紙、織物、電気製品等の難燃剤、殺虫剤・殺蟻剤
14	2,2,2-トリクロロ-1,1-ビス(4-クロロフェニル)エタノール (別名ケルセン又はジコホル)	2005	防ダニ剤
15	ヘキサクロロブタ-1,3-ジエン	2005	溶媒
16	2-(2 <i>H</i> -1,2,3-ベンゾトリアゾール-2-イル)-4,6-ジ- <i>tert</i> -ブチルフェノール	2007	紫外線吸収剤
17	ペルフルオロ(オクタン-1-スルホン酸) (別名 PFOS) 又はその塩	2010	撥水撥油剤、界面活性剤
18	ペルフルオロ(オクタン-1-スルホニル)=フルオリド (別名 PFOF)	2010	PFOS の原料
19	ペンタクロロベンゼン	2010	農薬、副生成物
20	<i>r</i> -1, <i>c</i> -2, <i>t</i> -3, <i>c</i> -4, <i>t</i> -5, <i>t</i> -6-ヘキサクロロシクロヘキサン (別名 α -ヘキサクロロシクロヘキサン)	2010	No.22 の副生成物

参考資料 「第5章 地下水・土壌汚染等に関する対応」についての詳細資料

NO.	官報告示名	指定年	過去の用途例
21	<i>r</i> -1, <i>t</i> -2, <i>c</i> -3, <i>t</i> -4, <i>c</i> -5, <i>t</i> -6-ヘキサクロロシクロヘキサン (別名 <i>β</i> -ヘキサクロロシクロヘキサン)	2010	No.22 の副生成物
22	<i>r</i> -1, <i>c</i> -2, <i>t</i> -3, <i>c</i> -4, <i>c</i> -5, <i>t</i> -6-ヘキサクロロシクロヘキサン (別名 <i>γ</i> -ヘキサクロロシクロヘキサン又はリンデン)	2010	農薬、殺虫剤
23	デカクロロペンタシクロ [5.3.0.0 ^{2,6} .0 ^{3,9} .0 ^{4,8}]デカン-5-オン (別名クロルデコン)	2010	農薬、殺虫剤
24	ヘキサブロモビフェニル	2010	難燃剤
25	テトラブロモ(フェノキシベンゼン) (別名テトラブロモジフェニルエ-テル)	2010	難燃剤
26	ペンタブロモ(フェノキシベンゼン) (別名ペンタブロモジフェニルエ-テル)	2010	難燃剤
27	ヘキサブロモ(フェノキシベンゼン) (別名ヘキサブロモジフェニルエ-テル)	2010	難燃剤
28	ヘプタブロモ(フェノキシベンゼン) (別名ヘプタブロモジフェニルエ-テル)	2010	難燃剤
29	6,7,8,9,10,10-ヘキサクロロ-1,5,5a,6,9,9a-ヘキサヒドロ-6,9-メタノ-2,4,3-ベンゾジオキサチエピン=3-オキシド (別名エンドスルファン又はベンゾエピン)	2014	農薬
30	ヘキサブロモシクロドデカン	2014	難燃剤
31	ペンタクロロフェノール又はその塩若しくはエステル	2016	防腐材

なお、法律の第三十四条には、第一種特定化学物質の指定等に伴う措置命令が以下の通り定められている。

第三十四条 主務大臣は、一の化学物質が第一種特定化学物質として指定された場合において、当該化学物質による環境の汚染の進行を防止するため特に必要があると認めるときは、必要な限度において、その指定の際当該化学物質又は当該化学物質が使用されている製品の製造又は輸入の事業を営んでいた者に対し、その製造又は輸入に係る当該化学物質又は当該製品の回収を図ることその他当該化学物質による環境の汚染の進行を防止するために必要な措置をとるべきことを命ずることができる。

2 主務大臣は、一の製品が第一種特定化学物質使用製品として指定された場合において、当該製品に使用されている第一種特定化学物質による環境の汚染の進行を防止するため特に必要があると認めるときは、必要な限度において、その指定の際当該製品の輸入の事業を営んでいた者に対し、その輸入に係る当該製品の回収を図ることその他当該製品に使用されている第一種特定化学物質による環境の汚染の進行を防止するために必要な措置をとるべきことを命ずることができる。

3 主務大臣は、次の各号に掲げる場合において、第一種特定化学物質による環境の汚染の進行を防止するため特に必要があると認めるときは、必要な限度において、当該各号に定める者に対し、その製造、輸入若しくは使用に係る第一種特定化学物質又はその輸入に係る第一種特定化学物質使用製品の回収を図ることその他当該第一種特定化学物質による環境の汚染の進行を防止するために必要な措置をとるべきことを命ずることができる。

- 一 第十八条の規定に違反して第一種特定化学物質が製造された場合当該第一種特定化学物質を製造した者
- 二 第二十二条第一項の規定に違反して第一種特定化学物質が輸入された場合当該第一種特定化学物質を輸入した者
- 三 第二十四条第一項の規定に違反して第一種特定化学物質使用製品が輸入された場合当該第一種特定化学物質使用製品を輸入した者
- 四 第二十五条の規定に違反して第一種特定化学物質が使用された場合当該第一種特定化学物質を使用した者

1.5 残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約

環境中での残留性、生物蓄積性、人や生物への毒性が高く、長距離移動性が懸念されるポリ塩化ビフェニル（PCB）、DDT等の残留性有機汚染物質（POPs：Persistent Organic Pollutants）の、製造及び使用の廃絶・制限、排出の削減、これらの物質を含む廃棄物等の適正処理等を規定している。

本条約は、2001年に採択され、2004年に発効している。我が国は2002年に受諾している。

条約を締結している加盟国は、対象となっている物質について、各国がそれぞれ条約を担保できるように国内の諸法令で規制することになっている。

我が国では、条約の対象物質は、原則として化審法の第一種特定化学物質に指定され、使用の禁止等の措置が講じられる。

条約の第六条の中で、廃棄物の措置に関して以下の通が定められている。

廃棄物（廃棄物となった製品及び物品を含む。）が次のように取り扱われるよう適当な措置をとること。

- (i) 環境上適正な方法で取り扱われ、収集され、輸送され及び貯蔵されること。
- (ii) 国際的な規則、基準及び指針並びに有害廃棄物の管理について規律する関連のある世界的及び地域的な制度^{注)} 考慮して、残留性有機汚染物質である成分が残留性有機汚染物質の特性を示さなくなるように破壊され若しくは不可逆的に変換されるような方法で処分されること又は破壊若しくは不可逆的な変換が環境上好ましい選択にならない場合若しくは残留性有機汚染物質の含有量が少ない場合には環境上適正な他の方法で処分されること。
- (iii) 残留性有機汚染物質の回収、再生利用、回収利用、直接再利用又は代替的利用に結びつくような処分作業の下に置かれることが許可されないこと。
- (iv) 関連する国際的な規則、基準及び指針を考慮することなく国境を越えて輸送されないこと。

注：有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約（以下、「バーゼル条約」という。）において、POPs 廃棄物の環境上適正な管理に関する総合技術ガイドラインが第7回締約国会議において採択され、以降の締約国会議において改訂されている。

その中で、残留性有機汚染物質の特性を示さなくなる含有量（低 POPs 含有量）として、暫定的に表 1-2 に示す値とすべきとされている。

この他、廃棄物の環境上適正な管理に関する総合技術ガイドラインには、破壊及び不可逆的な変換の水準並びに環境上適切な破壊及び処分方法等が示されている。

表 1-2 POPs 廃棄物の環境上適正な管理に関する総合技術ガイドラインの低 POPs 含有量

物質名	低 POPs 含有量
アルドリン、クロルデン、クロルデコン、DDT、ディルドリン、エンドリン、ヘキサブロモベンゼン、ヘプタクロル、ヘキサクロロベンゼン、マイレックス、PCBs、ペンタクロロベンゼン、PFOS 及びその塩並びに PFOSF、エンドスルファン及びその関連異性体、トキサフェン	50mg/kg
α -HCH、 β -HCH 及びリンデン (γ -HCH)	合計値として 50mg/kg
ヘキサブロモシクロドデカン	100mg/kg 又は 1000mg/kg ^{注)}
ヘキサブロモビフェニル、ヘプタブロモビフェニル、テトラブロモビフェニル及びペンタブロモビフェニル	50mg/kg 又は合計値として 1000 mg/kg
PCDDs 及び PCDFs	15 μ g-TEQ/kg

注：一つの値とすべく、別に検討中

出典：General technical guidelines on the environmentally sound management of wastes of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants, Conference of the Parties to the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal Twelfth meeting, 14 July 2015

1.6 POPs 廃農薬の処理に関する我が国の取組

POPs 条約対象物質 21 物質（平成 21 年 8 月現在）のうち、9 物質（アルドリン、クロルデン、ディルドリン、エンドリン、ヘプタクロル、DDT 及び BHC）は、過去に我が国において農薬として使用実績のあった農薬であるが、昭和 40 年代半ば以降使用に関して規制強化が図られ、併せて農薬としての登録が失効していて、現在は農薬として使用されていない。その規制強化の際に農林水産省の支援により各地域で使用できなくなった農薬が回収され地中に埋設処分された。

平成 16 年度から農林水産省において埋設農薬の処理を推進するための埋設農薬最終処理事業が実施されることとなったことから、POPs 廃農薬の処理に関する技術的留意事項（平成 16 年 10 月 12 日付け環産廃発第 041012002 号環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課適正処理・不法投棄対策室）を発出し、平成 21 年 8 月には改訂がなされている。

また、有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約の締約国会合において、POPs 廃棄物の環境上適正な管理に関する総合技術ガイドラインが採択され、また、国内においては、埋設農薬調査・掘削等マニュアル（平成 20 年 1 月 17 日環境省水・大気局土壌環境課農薬環境管理室）が策定されている。

POPs 廃農薬の管理及び処理の状況は表 1-3 に示すとおりである。

表 1-3 POPs 廃農薬の管理及び処理の状況（平成 27 年 9 月現在）

種別	箇所数	数量 (t)	種類別数量 (t)					
			BHC	DDT	アルドリン	ディルドリン	エンドリン	不明
埋設	159	4,374.007	2,202.792	912.069	68.346	18.789	39.076	1,132.936
処理済	77	4,056.693	2,061.515	898.447	64.621	17.790	38.951	975.368

注1：種別の「埋設」とは、平成13年調査において、確認された埋設農薬である。

2：種別の「処理済」とは、「埋設」のうち無害化処理された農薬である。

3：種類別数量が「不明」の中には、一部土壌を含むものがある。

出典：「埋設農薬の管理状況」（平成28年7月11日閲覧、農林水産省ホームページ）

http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_maiset/maisetu.html

なお、埋設農薬調査・掘削等マニュアルには、POPs 農薬に関する環境管理指針値として以下の値が示されている。

表 1-4 POPs 農薬に関する環境管理指針値

農薬名等	大気 mg/m ³	環境水 mg/L	土壌		処理 溶出量 mg/L	備考
			溶出量 mg/L	含有量 mg/kg		
BHC	0.0017	0.013	0.013	50	0.13	異性体の含量
DDT	0.0035	0.026	0.026	50	0.26	代謝物との含量
アルドリン	0.000035	0.00026	0.00026	4.1	0.0026	ディルドリンとの含量
エンドリン	0.000071	0.00053	0.00053	8.3	0.0053	
ディルドリン	0.000035	0.00026	0.00026	4.1	0.0026	アルドリンとの含量
クロルデン	0.00017	0.0013	0.0013	20	0.013	<i>trans</i> -クロルデン、 <i>cis</i> -クロルデン、オキシクロルデン、 <i>trans</i> -ノナクロル、 <i>cis</i> -ノナクロルの含量
ヘプタクロル	0.000035	0.00026	0.00026	4.1	0.0026	代謝物との含量

注1：大気中濃度指針値

大気中濃度指針値=ADI×体重(53.3kg)×大気への経路配分(0.1)÷一日呼吸量(15m³)

2：環境水中濃度指針値

環境水中濃度指針値=ADI×体重(53.3kg)×水への経路配分(0.1)÷一日水取水量(2L)

3：土壌濃度指針値（溶出量）は、環境水中濃度指針値を採用することとしている。

4：土壌濃度指針値（含有量）の設定方法

土壌濃度指針値（含有量）=ADI×体重(53.3kg)×土壌への経路配分(0.1)÷{生涯平均一日土壌摂食量(108.6mg)+生涯平均一日土壌皮膚接触量(463.8mg)×吸収率(0.04)}

及び、バーゼル条約の POPs 廃棄物の環境上適正な管理に関する総合技術ガイドラインに示された低 POPs 含有量の低値

5：処理溶出量指針値は、土壌汚染対策法に基づく特定有害物質の埋立処分に関する判定基準（第二溶出基準）（土壌汚染対策法施行規則第二十四条及び同規則別表4）が土壌溶出基準（土壌汚染対策法施行規則第十八条及び同規則別表2）の10～30倍に設定されていることから、これを参考にして土壌濃度指針値（溶出量）の10倍とすることとした。

1.7 POPs 条約対象物質の有害性について

POPs 条約対象物質は、環境中で分解しにくく、生物の体内に蓄積しやすいなどの性質し、人の健康への影響などの有害性がある。POPs 条約対象物質の分解性、生物濃縮性及び有害性の程度は表 1-5 に示すとおりである。

表 1-5 POPs 条約対象物質の分解性、生物濃縮性及び有害性の程度

物質名	土壌中の分解性（半減期）	生物濃縮性（BCF）	有害性の程度
PCB	約 10 日～1.5 年 （<1 年～37.7 年）	120,000、270,000 （約 25,000～1,585,000）	0.005mg/kg/day (ADI)
DDT	— （50 日～15.6 年）	154,100、51,335（600～ 84,500）	0.01mg/kg/day (ADI)
アルドリン	—（20 日～10 年）	—（735～20,000）	0.0001mg/kg/day (ADI)
エンドリン	～12 年（63 日～約 12 年）	6,400（4,860～14,500）	0.0002mg/kg/day (ADI)
ディルドリン	約 5 年（20 日～約 7 年）	12,500、13,300（3,300～ 14,500）	0.0001mg/kg/day (ADI)
クロルデン	約 1 年（9 日～9.6 年）	37,800、16,000（約 400～ 38,000）	0.0005mg/kg/day (ADI)
ヘプタクロル	2 年（23.1 時間～5.5 年）	9,500、14,400（200～ 37,000）	0.0001mg/kg/day (ADI)
クロルデコン	1～2 年	6,000～60,200	0.0003mg/kg/day (RfD)
トキサフェン	100 日～12 年（9 日～14 年）	4,247、76,000（3,100～ 69,000）	0.00125mg/kg/day (ADI)
マイレックス	～10 年（8.2 年）	2,610、51,400（2,580～約 18,197,000）	0.0002mg/kg/day (RfD)
ヘキサクロロベンゼン	2.7 年～22.9 年（50 日～ 5.7 年）	22,000、106,840（1,600 ～20,000）	0.0008mg/kg/day (RfD)
ペンタクロロベンゼン	194～345 日	577～23,000（水生生物）	0.001mg/kg/day (TDI)、 0.0008mg/kg/day (RfD)
β-HCH	91～184 日	1,460（魚類）	0.00002mg/kg/day (TDI)
α-HCH	48-125 日（嫌気的條件）、 161 日（温暖地汚染土壌）	250～1,500（魚類）	0.001mg/kg/day (TDI)
リンデン（γ-HCH）	約 2～3 年	約 10～6,000	0.0125mg/kg/day (ADI)、 0.0003mg/kg/day (RfD)、 0.00004mg/kg/day (TDI)
テトラブロモジフェニル エーテル類	—	—	0.0001mg/kg/day (RfD、 BDE-47)
ペンタブロモジフェニル エーテル類	150 日	17,700	0.002mg/kg/day (RfD)
ヘキサブロモジフェニル エーテル類	—	—	0.0002mg/kg/day (RfD、 BDE-153)
ヘプタブロモジフェニル エーテル類	—	—	—
ヘキサブロモビフェニル	>6 ヶ月	100～18,100	0.002mg/kg/day (RfD)
PFOS	1～2 年	2,796～3,100	0.00015mg/kg/day (TDI)
ポリ塩化ジベンゾ-パラ-	—（10 分（表面土壌）～	—（約 4,000～25,000）	4pg-TEQ/kg/day（TDI、

参考資料 「第5章 地下水・土壌汚染等に関する対応」についての詳細資料

物質名	土壌中の分解性（半減期）	生物濃縮性（BCF）	有害性の程度
ジオキシン（PCDDs）	102.7年）		PCDDs、PCDFs及びコプラナーPCBsの合計値）
とポリ塩化ジベンゾフラン（PCDFs）	—（62.8年）	—（2,042～4,467）	
エンドスルファン	25～391日	1,000～3,000（魚類）、3,278（藻類）、3,278（ミジンコ）	0.006mg/kg/day（ADI）、0.006mg/kg/day（RfD）
ヘキサブロモシクロデカン	8.5～850日	13,085～18,100（魚類）	1mg/kg/day（ADI）
ポリ塩化ナフタレン	57ヶ月	2,290～33,884（魚類）	—
ヘキサクロブタジエン	4週間～6ヶ月	BCF1～19,000（魚類）	0.2μg/kgbw（TDI）
ペンタクロフェノール	10週間未満、<13～<144日	190～790（魚類）、0.9～4,900	0.005mg/kg/day（RfD）

注1：“半減期”は、化学物質がある条件下で半分の量に分解・減少するのに要する期間を表し、この期間が長いほど分解しにくいことを意味する。

2：“BCF”は、一定の期間水生生物が化学物質の曝露を受けたときの生物体内の化学物質濃度を、その期間の周辺水中の化学物質濃度で割った値で、この値が大きいほど生物体内に濃縮しやすいことを意味する。

3：“ADI”（一日許容摂取量），“TDI”（耐容一日摂取量）は、人が一生涯にわたり摂取し続けても健康に対する有害な影響が現れないとされる1日あたりの摂取量を意味する。“RfD”（参照用量）は、米国環境保護庁において、acceptable（許容される）という非科学的な意味合いを避けるため、ADIの代わりに用いられている言葉である。

4：“—”は、POPs条約に関する政府間の交渉会議やPOPs検討委員会における資料において具体的な数値の記載のなかったものであり、（ ）内には国際的な文献やデータベースにおいて示されている数値を記載した。

5：平成27年度末現在、デカブロモジフェニルエーテル、ジコホル、短鎖塩素化パラフィン並びにペルフルオロオクタン酸（PFOA）とその塩及びPFOA関連物質について、条約対象物質としての検討されている。

出典：「環境省パンフレット POPs」（2016年3月作成、環境省）

1.8 米国内の基地において汚染が確認された物質から対象物質を選定する方法

(1) 米国内の基地において汚染が懸念された物質の把握方法

米国内の基地において汚染が懸念された物質は、以下の手順で把握することができる。

- ① 米国防総省のウェブサイト¹等から、米国内の基地を使用している軍（空軍、海兵隊等）及び種類（航空基地、兵站基地等）別に分類する。

(ア) 運用中の基地

Military INSTALLATIONS のウェブサイトから運用中の米軍基地を分類する方法を以下に示す。[View a directory of installations]をクリックすると、軍の区分が表示される（図 1-1）。

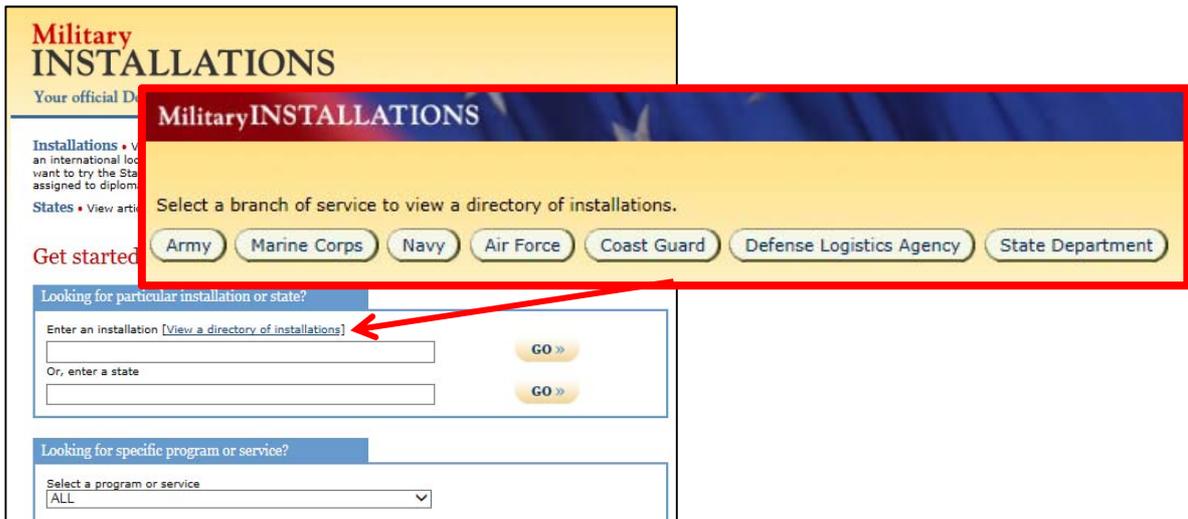


図 1-1 Military INSTALLATIONS のウェブサイトトップページ

例えば、「Marine Corps」を選択すると、海兵隊の基地一覧が表示される（図 1-2）。

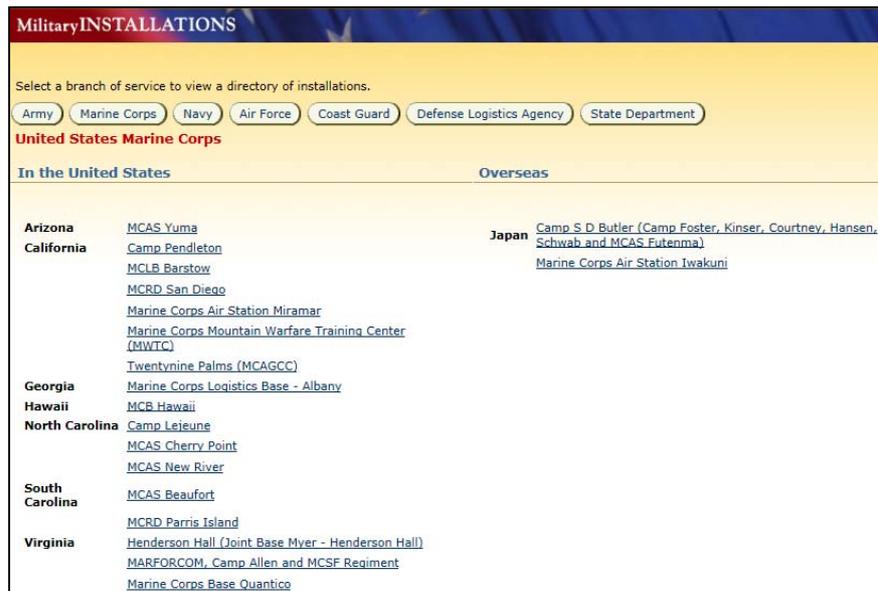


図 1-2 海兵隊基地一覧

¹US DoD, Military Installations, <http://www.militaryinstallations.dod.mil/MOS/f?p=MI:ENTRY:0>

次に各基地名を選択し「GO>>」をクリックすると基地の概要が表示される。一例として、アリゾナ州の MCAS Yuma の情報を示す。左端のメニューバーから「Installation Overview」をクリックすると、基地の歴史、任務等が表示される(図 1-3)。「Mission」には、ユマ海兵隊航空基地は、太平洋艦隊海兵軍、大西洋艦隊海兵軍および海軍の航空兵器訓練を支援するための航空基地であることが、記載されている。

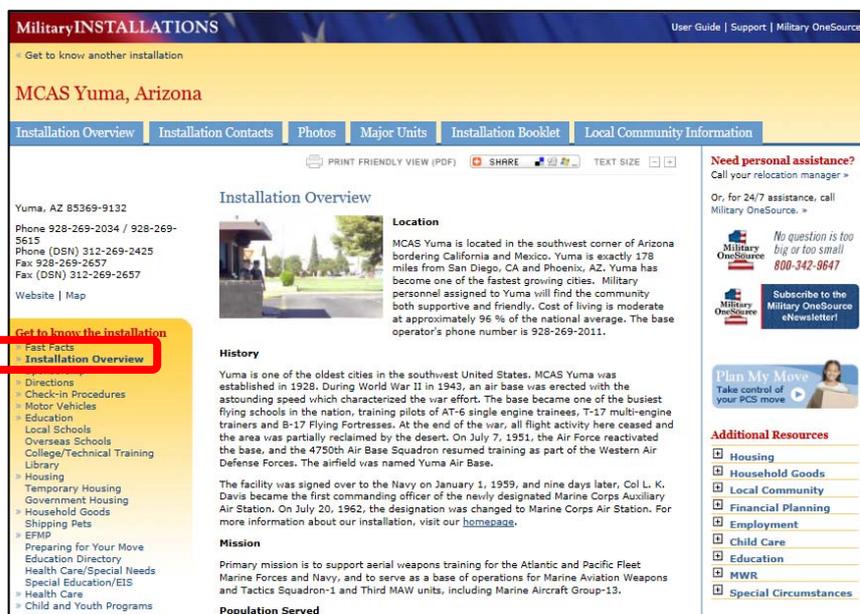


図 1-3 米軍基地の概要—ユマ海兵隊航空基地の例

(イ) 閉鎖された基地

米国スーパーファンドサイトには閉鎖された基地も含まれている。US EPA の基地再編閉鎖プログラムのウェブサイト (Base Realignment and Closure (BRAC) Sites by State、図 1-4)²から、閉鎖された米軍基地を分類する方法を以下に示す。



図 1-4 基地再編閉鎖プログラムのウェブサイトトップページ

² US EPA, Base Realignment and Closure (BRAC) Sites by Site, <https://www.epa.gov/fedfac/base-realignment-and-closure-brac-sites-state>

California					
Site Name	City	Type	NPL Status	BRAC Round	Agency
Alameda Naval Air Station	Alameda	NPL/BRAC	Final	3	US Navy
Castle Air Force Base (6 Areas)	Merced	NPL/BRAC	Final	2	US Air Force
Concord Naval Weapons Station	Concord	NPL/BRAC	Final	5	US Navy
El Toro Marine Corps Air Station	El Toro	NPL/BRAC	Final	3	US Navy
Federal Correctional Institute Lompoc	Lompoc	BRAC		4	US Army
Fleet Industrial Supply Center Oakland	Oakland	BRAC		4	US Navy
Fort Ord	Marina	NPL/BRAC	Final	2	US Army
George Air Force Base	Victorville	NPL/BRAC	Final	1	US Air Force
Hamilton AFB	Novato	BRAC		1	US Army
Long Beach Naval Sta	Long Beach	BRAC		2	US Navy
March Air Force Base	Riverside	NPL/BRAC	Final	3	US Air Force
Mare Island Naval Shipyard	Vallejo	BRAC		3	US Navy
Mather Air Force Base (AC&W Disposal Site)	Mather	NPL/BRAC	Final	1	US Air Force
McClellan Air Force Base (Ground Water Contamination)	McClellan AFB	NPL/BRAC	Final	4	US Air Force

図 1-5 再編・閉鎖された基地の情報

図 1-5 のように、州ごとに、再編・閉鎖された基地がリスト化されている。各基地の情報についてはリンクが貼られているものの、現在は見るができない。また所轄の省庁も記載されているが、旧海兵隊基地については海軍省の管轄であるため、「US NAVY」に分類される。両者は基地名で分別でき、基地名に「Naval」と付く基地は海軍基地であり、「Marine Corps」と付く基地が海兵隊基地である。

- ② 米国スーパーファンド法の土壌汚染サイトのサイト名、スクリーニングレベルを超えている汚染懸念物質 (Contaminants of Concern:COC) 及び最大濃度等がまとめられたリストを、米国環境保護庁のウェブサイト³から入手する。

土壌汚染サイトの発見・包括的環境対策・補償・責任情報システム (Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Information System: CERCLIS) の公表データが入手できる。CERCLIS は 2013 年 11 月 12 日で廃止され、新たな情報システムであるスーパーファンド・エンタープライズ管理システム (Superfund Enterprise Management System, SEMS) に変更された。そのため、2013 年時点での情報である。CERCLIS データのうち、「List-10 Contaminants at CERCLIS Sites」の Excel ファイルをダウンロードする (図 1-6)。データファイルの内容を図 1-7 に示す。

³ US EPA, Superfund Data and Reports, CERCLIS Reports and Data Files, List 10 - Contaminants at CERCLIS Sites, <https://www.epa.gov/superfund/superfund-data-and-reports>

図 1-6 米国スーパーファンド法の土壌汚染サイト情報

act_code	site_name	date	rat_short_nm	media_des	wsmc_name	conc	of	unc_unit	rfs_nmbr	rfs_name	rcg
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	RMVL	Air	AIR 01 MEDEX				540-59-0	ACETYLENE DICHLORIDE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	RMVL	Air	AIR 01 MEDEX				100-41-4	ETHYLBENZENE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	RMVL	Air	AIR 01 MEDEX				79-01-6	TCE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	RMVL	Air	AIR 01 MEDEX				108-88-3	TOLUENE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	RMVL	Air	AIR 01 MEDEX				1330-20-7	XYLENE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	513	Yes	ug/l	7440-38-2	ARSENIC	Metals
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	75	Yes	ug/l	7440-41-7	BERYLLIUM	Metals
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	87	Yes	ug/l	7440-43-9	CADMIUM	Metals
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	59	Yes	ug/l	71-55-6	1,1,1-TRICHLOROETHANE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	3.3	Yes	ug/l	79-00-5	1,1,2-TRICHLOROETHANE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	120	Yes	ug/l	75-34-3	1,1-DICHLOROETHANE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	93	Yes	ug/l	75-35-4	1,1-DICHLOROETHANE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	2.8	Yes	ug/l	107-06-2	1,2-DICHLOROETHANE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	6800	Yes	ug/l	540-59-0	1,2-DICHLOROETHANE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	33	Yes	ug/l	78-87-5	1,2-DICHLOROETHANE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	950	Yes	ug/l	591-78-6	2-HEXANONE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	3640	Yes	ug/l	67-64-1	ACETONE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	29	Yes	ug/l	71-43-2	BENZENE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	409	Yes	ug/l	75-15-0	CARBON DISULFIDE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	30.7	Yes	ug/l	67-66-3	CHLOROFORM	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	63	Yes	ug/l	74-87-3	CHLOROMETHANE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	9.9	Yes	ug/l	75-71-8	DICHLORODIFLUOROMETHANE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	24	Yes	ug/l	75-09-2	DICHLOROMETHANE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	230	Yes	ug/l	100-41-4	ETHYLBENZENE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	1180	Yes	ug/l	108-10-1	METHYLISOBUTYL KETONE	VOC
01	LINEMASTER SWITCH CORP.	CT	ROD	Groundwater	Bedrock Groundwater	430	Yes	ug/l	127-18-4	TETRACHLOROETHENE	VOC

図 1-7 List-10 Contaminants at CERCLIS Sites の内容

③ ①で得られた米軍基地のリストを Excel で作成しておき、②で得られた土壌汚染サイトのリストと照合することにより、スーパーファンド法の土壌汚染サイトとして登録された基地を抽出する。

④ ③で抽出された基地について、米国環境保護庁のウェブサイト（図 1-8）⁴から、調査区域（Operable Unit: OU）ごとの汚染懸念物質の情報を収集する。「Site Name」に該当する基地名を入力し、「Search」をクリックすると、結果が表示され（図 1-9）、リンクをクリックすると、スーパーファンドサイトとなった各基地の情報が記載されているウェブページが表示される。一例としてチェリーポイント海兵隊航空基地の情報を示す（図 1-10）。再編・閉鎖された基地については、ここで基地の概要情報を入手する。

Search Superfund Site Information

Disclaimer:

The CERCLIS Public Access Database, which contained a selected set of publicly releasable Superfund program data, has been retired. The EPA is transitioning to the Superfund Enterprise Management System, or SEMS. SEMS includes the same data fields and content as CERCLIS. As SEMS is made operational, nightly data refresh routines will be reestablished. This webpage will be updated to reflect the status of data updates.

Site information for NPL sites (i.e., sites proposed to the NPL, currently on the final NPL or deleted from the final NPL) as well as sites with a [Superfund Alternative Approach](#) agreement is displayed in a standardized site progress profile format. The profile includes information such as the current status of cleanup efforts and what cleanup milestones have been reached. Non-NPL and archived sites are displayed in a less graphical format.

A search of sites that have been archived from the inventory of active sites can be performed. At the top of the Search page, select the "Archived Sites" radio button.

* Using the Ctrl key while clicking with the mouse, multiple options can be selected within these boxes.

You may make selections in each separate tab before clicking the Search button. Clicking on a different tab's header will not clear the query criteria specified in another tab.

[View a list of all NPL sites](#)

Location Information NPL Status Contaminants Environmental Indicators

Search **Active Sites** Search **Archived Sites** [What are active and archived sites?](#)

Site Name:

Alias/Alternative Site Name:

EPA ID: (e.g. NED981713837)

図 1-8 米国スーパーファンドサイトの情報検索

⁴ US EPA, Search Superfund Site Information, <https://cumulis.epa.gov/supercpad/Cursites/srchsites.cfm>

Superfund Site Search Results

Disclaimer:
The CERCLIS Public Access Database, which contained a selected set of publicly releasable Superfund program data, has been retired. The EPA is transitioning to the Superfund Enterprise Management System, or SEMS. SEMS includes the same data and content as CERCLIS. As SEMS is made operational, nightly data refresh routines will be reestablished. This webpage will be updated to reflect the status of data updates.

Search Results

Search Criteria:
Active vs. Archived: **Active** [What are active and archived sites?](#)
Site Name: **CHERRY POINT**

Found 1 site(s) that match your search criteria listed above.
To conduct another search, return to the [Search Superfund Site Information](#) page.

[Save results in Excel format](#)

Displaying sites 1 through 1

EPA ID	Site Name	City	County	ST	Non-NPL Status	Non-NPL Status Date	NPL Status
NC1170027261	CHERRY POINT MARINE CORPS AIR STATION	HAVELOCK	CRAVEN	NC	[Blank Code]	[Blank Date]	Final NPL

Displaying sites 1 through 1

図 1-9 米国スーパーファンドサイトの情報検索結果

EPA Superfund Program: CHERRY POINT MARINE CORPS AIR STATION, HAVELOCK, NC

[Contact Us](#) [Share](#)

EPA's Superfund Program: Making a Visible Difference







Where is this site?

The 13,164-acre Cherry Point Marine Corps Air Station site is located in Havelock, North Carolina, and includes an active U.S. Marine Corps installation – Marine Corps Air Station (MCAS) Cherry Point. It opened in 1942. EPA placed the site on the Superfund program's National Priorities List (NPL) in 1994 because of contaminated groundwater, soil, sediment and surface water resulting from the installation's operations. EPA, the North Carolina Department of Environment and Natural Resources (NCDENR), and the U.S. Navy (Navy) have investigated site conditions and taken steps to clean up the site to protect people and the environment from contamination. Site contamination does not currently threaten people living and working at or near the site. By treating or monitoring groundwater, capping or removing contaminated soil, putting in place land use restrictions and doing required Five-Year Reviews, EPA, NCDENR and the Navy continue to protect people and the environment from site contamination.

TOPICS IN FOCUS

Cherry Point MCAS Site Repository: <http://go.usa.gov/2EH>

Protecting Human Health

- [EPA's Involvement at this Site](#)
- [What is the current site status?](#)
- [What's being done to protect human health and the environment?](#)
- [Enforcement Information](#)

Protecting The Environment

- [Staying Informed and Involved](#)
- [What are the risks at the site?](#)
- [Sampling and Monitoring Information](#)
- [Community Resources](#)
- [Institutional Controls](#)

Stay Updated

Regional News
Site News:
Region 4 News Room
<http://www.epa.gov/region4/newsevents/index.html>

Public Participation Opportunities:
There are no meetings or comment periods scheduled at this time.

Site Reports and Documents

- No published Administrative Record documents currently available.
- No published Special Collection documents currently available.

Site Facts

NPL Status: Final
Street Address:
ROOSEVELT BLVD. AND SLOCUM RD., HAVELOCK, NC 28533
Congressional District: 01,03
EPA ID: NC1170027261
Contaminant Information
Site Contacts:

図 1-10 スーパーファンドサイト（チェリーポイント海兵隊航空基地）の情報

次に、各基地情報のページ右下の「Site Facts」にある「Contaminant Information」をクリックすると、当該基地の汚染懸念物質リストが表示される（図 1-11）。さらに、「Operable Units」をクリックすると、調査区域ごとの汚染物質リストが表示される（図 1-12）。図 1-12 の情報を収集し、スーパーファンド法の土壌汚染サイトとして登録された基地における、調査区域ごとに汚染が懸念された物質を整理する。

Contaminants of Concern at
CHERRY POINT MARINE CORPS AIR STATION
 (EPA ID: NC1170027261)

The data and content on this page were last updated on
Saturday, September 17, 2016.

Other Names | **Contaminants of Concern** | Operable Units

The chemical substances (i.e., hazardous substances, pollutants, or contaminants) listed below were identified as contaminants of concern (COC) for the site. COCs are the chemical substances found at the site that the EPA has determined pose an unacceptable risk to human health or the environment. These are the substances that are addressed by cleanup actions at the site. Identifying COCs is a process where the EPA identifies people and ecological resources that could be exposed to contamination found at the site, determines the amount and type of contaminants present, and identifies the possible negative human health or ecological effects that could result from contact with the contaminants.

[see glossary](#) for definitions of [contaminated media](#) and [operable units \(OUs\)](#) >
 The following ATSDR Profile links exit the site >>>

Case #	Contaminant Name	Contaminated Media	Area of Site Found (OU)	More Information
630-20-6	1,1,1,2-TETRACHLOROETHANE	Ground Water	BORROW PIT LANDFILL-SITE 4 (04)	
71-55-6	1,1,1-TRICHLOROETHANE	Soil	SITES 10, 44A, 46 (02)	ATSDR Profile
79-34-5	1,1,2,2-TETRACHLOROETHANE	Ground Water	BORROW PIT LANDFILL-SITE 4 (04)	ATSDR Profile
75-34-3	1,1-DICHLOROETHANE	Ground Water	SITES 10, 44A, 46 (02)	ATSDR Profile
75-34-3	1,1-DICHLOROETHANE	Ground Water	SITE 90 (14)	ATSDR Profile
75-35-4	1,1-DICHLOROETHENE	Ground Water	SITES 10, 44A, 46 (02)	ATSDR Profile
75-35-4	1,1-DICHLOROETHENE	Ground Water	BORROW PITS/LANDFILL RUNWAY 32 (13)	ATSDR Profile
35822-46-9	1,2,3,4,6,7,8-HEPTACHLORODIBENZO-P-DIOXIN	Soil	SITES 6, 7 (03)	
67653-85-7	1,2,3,6,7,8-HEXACHLORODIBENZ	Soil	SITES 6, 7 (03)	

図 1-11 基地ごとの汚染懸念物質リスト（チェリーポイント海兵隊航空基地）

Operable Units (OUs) at
CHERRY POINT MARINE CORPS AIR STATION
 (EPA ID: NC1170027261)

The data and content on this page were last updated on
Saturday, September 17, 2016.

Other Names | Contaminants of Concern | **Operable Units**

Many NPL sites are large and complicated. These sites are often broken up into smaller areas to make cleanup easier and more manageable. These areas are called "Operable Units" or OUs. Activities and funding that are applicable to the entire site are tracked under OU 00, often called the "Site-wide" operable unit. All sites have this operable unit. This page provides a list of all of the Operable Units at this site.

Contaminants listed below, if any, reflect those present at the site at the time the Record of Decision (ROD) is completed. No contaminants listed indicates that the ROD has not yet been completed.

Cleanup technology selected listed, if any, reflects the selected technology decision in the ROD. No cleanup technology listed indicates that the ROD has not yet been completed.

[see glossary](#) for definition of [Operable Unit \(OU\)](#) >

OU ID	Name	Types of Contaminants Present at the Time of ROD Completion	Cleanup Technologies Selected in the Decision Document
00	SITEWIDE		
01	SITES 15, 16, 40, 42, 47, 51, 52	<ul style="list-style-type: none"> 1,1-DICHLOROETHANE 1,1-DICHLOROETHENE 1,2-DIBROMO-3-CHLOROPROPANE 1,2-DICHLOROETHANE 1,2-DICHLOROPROPANE 1,4-DICHLOROBENZENE 2,4-DIMETHYLPHENOL 2-BUTANONE 2-CHLOROPHENOL 2-HEXANONE 2-METHYLNAPHTHALENE 2-METHYLPHENOL 3-METHYLPHENOL 4-METHYLPHENOL ACETONE ACETOPHENONE ARSENIC BIS(2-ETHYLHEXYL) PHTHALATE CADMIUM CHLOROFORM 	<ul style="list-style-type: none"> Cover (soil) Revegetation Slope Stabilization
02	SITES 10, 44A, 46		

図 1-12 調査区域ごとの汚染懸念物質リスト（チェリーポイント海兵隊航空基地）

⑤ 米国スーパーファンド法の土壌汚染サイトの決定記録 (Record of Decision: ROD) を米国環境保護庁のウェブサイト (図 1-13)⁵から入手する。各 ROD から、各調査区域における土地の使用用途 (車両整備場、航空機格納庫、演習場等) を整理する。ROD の一例を図 1-14 に示す。OU 14 は、舗装された区域であり、航空機格納庫、滑走路等があると記載されている⁶。

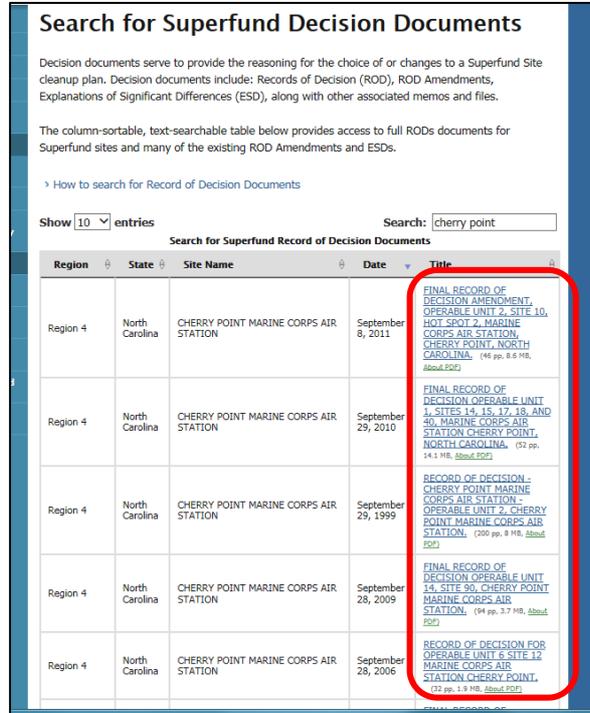
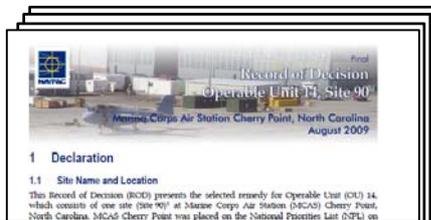


図 1-13 スーパーファンドサイト ROD 検索サイト



2.3 Site Characteristics

OU14 and the surrounding area includes a large paved area of concrete or asphalt used for aircraft and associated vehicle traffic, several buildings and hangars, a runway, an unnamed stream, and some small grassed areas (Figure 2). The unnamed stream parallels the southern side of Runway 14L, and receives surface water drainage from portions of OU14 before crossing under the runway and eventually joining Mill Creek to the north. The topography of the site is relatively flat with a gentle slope to the north, and an approximate average ground elevation of 25 feet above mean sea level.

1 Selection of the remedy at OU14. Thus, the ROD is based upon and relies upon the entire Administrative Record file for the site in making the remedy selection decision.

2 Operable Unit 14 and Site 90 are synonymous, and are referred to in the remainder of the document as "OU14".

3 Final Site 90 identifies available site information available in the Administrative Record and listed in the Reference Table in Section 4.2.

図 1-14 ROD の例 (チェリーポイント海兵隊航空基地 OU 14 の使用用途)

⁵ US EPA, Search for Superfund Decision Documents, <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents>

⁶ NAVFAC, Final Record of Decision Operable Unit 14, Site 90, Marine Corps Air Station Cherry Point, North Carolina (2009)

⑥ ④及び⑤で得られた情報から、土地の使用用途ごとに汚染懸念物質をとりまとめ、米国内の基地における土地の使用用途別の汚染が懸念された物質として整理する。

(2) 米国内の基地において汚染が確認された物質の例

前述の方法により、米国内の海兵隊航空基地について、土地使用用途別の汚染が懸念された物質のリストを作成した。表 1-6 に米国内の海兵隊基地一覧を示す。米国内の海兵隊基地のうち、スーパーファンドサイトとなった航空基地は、ユマ海兵隊航空基地、エルトロ海兵隊航空基地、チェリーポイント海兵隊航空基地の3か所存在した。3か所の基地について、調査区域ごとの汚染懸念物質を整理したリストについて、ユマ海兵隊航空基地のものを表 1-7、エルトロ海兵隊航空基地のものを表 1-8 に、チェリーポイント海兵隊航空基地のものを表 1-9 にそれぞれ示す。

表 1-6 米国海兵隊航空基地とスーパーファンドサイト該当基地

州	基地名	航空基地	スーパーファンドサイト
アリゾナ	ユマ海兵隊航空基地	○	○
カリフォルニア	キャンプペンドルトン海兵隊基地		○
	バーストー海兵隊兵站基地		○
	サンディエゴ海兵隊新兵訓練所		
	ミラマー海兵隊航空基地	○	
	マウンテン海兵隊戦闘訓練センター		
	トゥエンティナイン・パームス海兵隊空陸戦闘センター		
	エルトロ海兵隊航空基地	○	○
	タスティン海兵隊航空基地	○	
ジョージア	アルバニー海兵隊兵站基地		○
ハワイ	ハワイ海兵隊基地		
ノースカロライナ	キャンプレジューン海兵隊基地		
	チェリーポイント海兵隊航空基地	○	○
	ニューリバー海兵隊航空基地	○	
サウスカロライナ	ビューフォート海兵隊航空基地	○	
	パリスアイランド海兵隊新兵訓練所		○
バージニア	ヘンダーソンホール海兵隊基地		
	キャンプアレン海兵隊治安部隊		
	クアンティコ海兵隊基地		
	海兵隊戦略開発コマンド		○

表 1-7 ユマ海兵隊航空基地における土壌汚染サイトの土地利用と汚染懸念物質

OU 番号	汚染サイト 名	土地利用の 用途	ROD 作成時に存在した 汚染物質	物質区分	土壌汚染対策法			ダイオ キシン 類	化審法 第一種 特定化 学物質
					第1種	第2種	第3種		
1	OVERALL SITE (基地内の 地下水及 び地表から 3m以深の 土壌)	飛行場 (旧陸軍航空隊航空 学校、現在は海兵隊 航空団の支援。航空 機の維持管理に 様々な塩素系炭化 水素の溶媒を使用 し、それらの漏出が 懸念。)	1,1-ジクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
			テトラクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
			トリクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				

表 1-8 エルトロ海兵隊航空基地における土壌汚染サイトの土地利用と汚染懸念物質

OU 番号	汚染サイト 名	土地利用の 用途	ROD 作成時に存在した 汚染物質	物質区分	土壌汚染対策法			ダイオ キシン 類	化審法 第一種 特定化 学物質
					第1種	第2種	第3種		
1	BASEWIDE GROUND WATER (Site 18 及 び 24 の地 下水、 汚染ブル ム)	ー (Site 18 は基地外。 Site 24 も一部基地 外。)	1,1,1-トリクロロエタン	揮発性有機化合物	●				
			1,1,2,2-テトラクロロエタン	揮発性有機化合物					
			1,1,2-トリクロロエタン	揮発性有機化合物	●				
			1,1-ジクロロエタン	揮発性有機化合物					
			1,1-ジクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
			1,2-ジクロロエタン	揮発性有機化合物	●				
			1,2-ジクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
			1,2-ジクロロプロパン	揮発性有機化合物					
			2-ブタン	揮発性有機化合物					
			4-メチル-2-ペンタン	揮発性有機化合物					
			アセトン	揮発性有機化合物					
			ベンゼン	揮発性有機化合物	●				
			ブロモジクロロメタン	揮発性有機化合物					
			二硫化炭素	揮発性有機化合物					
			四塩化炭素	揮発性有機化合物	●				
			クロロベンゼン	揮発性有機化合物					
			クロロホルム	揮発性有機化合物					
			ジブロモクロロメタン	揮発性有機化合物					
			エチルベンゼン	揮発性有機化合物					
			ジクロロメタン	揮発性有機化合物	●				
			テトラクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
			スチレン	揮発性有機化合物					
			トリクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
トルエン	揮発性有機化合物								
トリクロロフルオロメタン	揮発性有機化合物								
塩化ビニル	揮発性有機化合物								
キシレン	燃料・油類								
2	SOIL VOC SOURCE AREA: SITE 24	・大型航空機格納庫 ・航空機・車両整備場 (溶剤の廃棄による VOC 汚染が懸念)	1,1,1-トリクロロエタン	揮発性有機化合物	●				
			1,1,2-トリクロロエタン	揮発性有機化合物	●				
			1,1-ジクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
			1,2-ジクロロエタン	揮発性有機化合物	●				
			1,2-ジクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
			2-ブタン	揮発性有機化合物					
			2-ヘキサン	揮発性有機化合物					
			4-メチル-2-ペンタン	揮発性有機化合物					
			アセトン	揮発性有機化合物					
			ベンゼン	揮発性有機化合物	●				
			ブロモジクロロメタン	揮発性有機化合物					
			ブロモホルム	揮発性有機化合物					
			二硫化炭素	揮発性有機化合物					
			四塩化炭素	揮発性有機化合物	●				
			クロロホルム	揮発性有機化合物					
			ジブロモクロロメタン	揮発性有機化合物					
			エチルベンゼン	揮発性有機化合物					

参考資料 「第5章 地下水・土壌汚染等に関する対応」についての詳細資料

OU 番号	汚染サイト 名	土地利用の 用途	ROD 作成時に存在した 汚染物質	物質区分	土壌汚染対策法			ダイオ キシン 類	化審法 第一種 特定化 物質
					第1種	第2種	第3種		
	(続き)	(続き)	ジクロロメタン	揮発性有機化合物	●				
			テトラクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
			スチレン	揮発性有機化合物					
			トリクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
			トルエン	揮発性有機化合物					
			キシレン	燃料・油類					
3	SOIL SITES: 8, 11, 12	・旧国防再利用販売 事務所の保管場所 (機械・電気部品、 様々な液体を回収・ 保管。機器スクラップか らのPCB汚染油の漏 出が懸念。) ・変圧器保管場所 (PCB、農薬汚染が 懸念。) ・污泥乾燥場所	メコブロップ(MCPP)	農薬類					
			4,4-DDT	ダイオキシン類・POPs				●	
			アロクロール-1254	ダイオキシン類・POPs				●	
			アロクロール-1260	ダイオキシン類・POPs			●	●	
			ディルドリン	ダイオキシン類・POPs				●	
			ベンゾ[B]フルオランテン	多環芳香族炭化水素					
			ベンゾ[A]ピレン	多環芳香族炭化水素					
			ベンゾ[A,H]アントラセン	多環芳香族炭化水素					
5	LANDFILL S: SITES 3 & 5	・埋立処分場 (廃棄物は、可燃ご み、都市固型廃棄 物、クリーニング液、 金属くず、塗料、詳 細不明な燃料・油・ 溶剤を、減容化のた め焼却処分したもの)	ベンゾ[A]ピレン	多環芳香族炭化水素					
6	NFA SITES	不明	アルミニウム(ヒュームまたは 粉じん)	金属又は無機化合物					
			ヒ素	金属又は無機化合物		●			
			マンガン	金属又は無機化合物					
			ベンゾ[B]フルオランテン	多環芳香族炭化水素					
			ベンゾ[K]フルオランテン	多環芳香族炭化水素					
			ベンゾ[A]アントラセン	多環芳香族炭化水素					
			ベンゾ[A]ピレン	多環芳香族炭化水素					
			クリセチン	多環芳香族炭化水素					
			ベンゾ[A,H]アントラセン	多環芳香族炭化水素					
			インデノ[1,2,3-CD]ピレン	多環芳香族炭化水素					
7	NFA: SITES 7 & 14	・旧落下タンク保管 場所、排水路 (防塵目的でジェット 燃料 JP5、潤滑油を 散布。) ・旧酸電池廃棄場所 (車両バッテリー工場 からの液体、塗料廃 棄物が、雨水により 舗装路面から未舗装 路面に集められる。)	アルミニウム(金属)	金属又は無機化合物					
			ヒ素	金属又は無機化合物		●			
			マンガン	金属又は無機化合物					
			ベンゾ[A]ピレン	多環芳香族炭化水素					
			ジベンゾ[A,H]アントラセン	多環芳香族炭化水素					
8	EOD RANGE: SITE 1	・旧爆発物処理場 (爆発物は、大量生 産されている爆発物 の他に、手榴弾、地 雷、クラスター爆弾、 ロケット弾頭も使用。)	過塩素酸塩	弾薬関連物質					
			1,1,2-トリクロロエタン	揮発性有機化合物	●				
			1,2-ジクロロエタン	揮発性有機化合物	●				
			テトラクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
			トリクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
			cis-1,2-ジクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
9	BURN PITS: SITE 16	・旧消火訓練場所 (ジェット燃料JP5、航 空機用ガソリン、クラ ンケース油、その他 廃棄物を燃料として 訓練実施。石油系炭 化水素および揮発 性有機化合物により 土壌および地下水が 汚染。)	ヒ素	金属又は無機化合物		●			
			ベリリウム	金属又は無機化合物					
			マンガン	金属又は無機化合物					
			トリクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
			ジベンゾ[A,H]アントラセン	多環芳香族炭化水素					

参考資料 「第5章 地下水・土壌汚染等に関する対応」についての詳細資料

表 1-9 チェリーポイント海兵隊航空基地における土壌汚染サイトの土地利用と汚染懸念物質

OU 番号	汚染サイト 名	土地利用の 用途	ROD 作成時に存在した 汚染物質	物質区分	土壌汚染対策法			ダイオ キシン 類	法審 第一 種特 定化 学物 質	
1	SITES 15,16,40,4 2,47,51,52	工場排水処理場、工 業地域下水道、メッ キ工場、側溝	—	—						
2	SITES 10, 44A, 46	旧衛生埋立地、車両 整備地域、浄化池 (旧衛生埋立地は、 1955年～1980年代 の廃棄場所である。 石油、油、潤滑油の 廃棄、焼却、漏洩防 止措置のない穴での 貯蔵、埋設がされ た。)	ヒ素	金属又は無機化合物		●				
			カドミウム	金属又は無機化合物		●				
			クロム	金属又は無機化合物						
			鉄	金属又は無機化合物						
			鉛	金属又は無機化合物		●				
			マンガン	金属又は無機化合物						
			亜鉛	金属又は無機化合物						
			1,1-ジクロロエタン	揮発性有機化合物						
			1,1-ジクロロエチレン	揮発性有機化合物		●				
			1,2-ジブromo-3-クロロプロパン	揮発性有機化合物						
			1,2-ジクロロエタン	揮発性有機化合物		●				
			1,2-ジクロロプロパン	揮発性有機化合物						
			2-ブタノン	揮発性有機化合物						
			2-ヘキサノン	揮発性有機化合物						
			アセトン	揮発性有機化合物						
			クロロホルム	揮発性有機化合物						
			クロロメタン	揮発性有機化合物						
			エチルベンゼン	揮発性有機化合物						
			テトラクロロエチレン	揮発性有機化合物		●				
			トリクロロエチレン	揮発性有機化合物		●				
			塩化ビニル	揮発性有機化合物						
			cis-1,2-ジクロロエチレン	揮発性有機化合物		●				
			1,4-ジクロロベンゼン	有機化合物(VOC以外)						
			2,4-ジメチルフェノール	有機化合物(VOC以外)						
			2-クロロフェノール	有機化合物(VOC以外)						
			2-メチルフェノール	有機化合物(VOC以外)						
			3-メチルフェノール	有機化合物(VOC以外)						
			4-メチルフェノール	有機化合物(VOC以外)						
			ヘキサクロブタジエン	有機化合物(VOC以外)						●
			N-ニトロジフェニルアミン	有機化合物(VOC以外)						
			2-メチルナフタレン	多環芳香族炭化水素						
アセトフェノン	多環芳香族炭化水素									
フタル酸ビス(2-エチルヘキ シル)	有機化合物(VOC以外)									
3	SITES 6, 7	飛灰捨場、焼却炉お よび隣接地域	アルミニウム(金属)	金属又は無機化合物						
			アンチモン	金属又は無機化合物						
			ヒ素	金属又は無機化合物		●				
			バリウム	金属又は無機化合物						
			ベリリウム	金属又は無機化合物						
			カドミウム	金属又は無機化合物		●				
			カルシウム	金属又は無機化合物						
			クロム	金属又は無機化合物						
			銅	金属又は無機化合物						
			鉄	金属又は無機化合物						
			鉛	金属又は無機化合物		●				
			マグネシウム	金属又は無機化合物						
			マンガン	金属又は無機化合物						
			水銀	金属又は無機化合物		●				
			ニッケル	金属又は無機化合物						
			カリウム	金属又は無機化合物						
			ナトリウム	金属又は無機化合物						
			タリウム	金属又は無機化合物						
			バナジウム(金属、合金)	金属又は無機化合物						
			亜鉛	金属又は無機化合物						

参考資料 「第5章 地下水・土壌汚染等に関する対応」についての詳細資料

OU 番号	汚染サイト 名	土地利用の 用途	ROD 作成時に存在した 汚染物質	物質区分	土壌汚染対策法			ダイオ キシン 類	法 審 種 第 一 種 特 定 化 学 物 質
	(続き)	(続き)	ベンゼン	揮発性有機化合物	●				
			塩化ビニル	揮発性有機化合物					
			フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)	有機化合物(VOC 以外)					
			β-ヘキサクロロシクロヘキサン	ダイオキシン類・POPs				●	
			エンドリンアルデヒド	農薬類					
			メキシクロル	農薬類					
			1,2,3,4,6,7,8-ヘプタクロロジベンゾ-p-ジオキシン	ダイオキシン類・POPs				●	
			1,2,3,6,7,8-ヘキサクロロジベンゾ-p-ジオキシン	ダイオキシン類・POPs				●	
			4,4-DDD	ダイオキシン類・POPs					●
			4,4-DDE	ダイオキシン類・POPs					●
			4,4-DDT	ダイオキシン類・POPs					●
			アルドリン	ダイオキシン類・POPs					●
			α-クロルデン	ダイオキシン類・POPs					●
			アロクロール-1248	ダイオキシン類・POPs		●			●
			アロクロール-1260	ダイオキシン類・POPs		●			●
			ディルドリン	ダイオキシン類・POPs					●
			エンドスルフェン	ダイオキシン類・POPs					●
			エンドリン	ダイオキシン類・POPs					●
			γ-クロルデン	ダイオキシン類・POPs					●
			ヘプタクロルエポキシド	ダイオキシン類・POPs					●
			ペンタクロロフェノール	ダイオキシン類・POPs					●
			2-メチルナフタレン	多環芳香族炭化水素					
			ベンゾ[A]ピレン	多環芳香族炭化水素					
			ベンゾ[A,H]アントラセン	多環芳香族炭化水素					
4	BORROW PIT LANDFILL -SITE 4	土取場/埋立地 (土取場は	1,1,1,2-テトラクロロエタン	揮発性有機化合物					
			1,1,2,2-テトラクロロエタン	揮発性有機化合物					
			ベンゼン	揮発性有機化合物	●				
5	HOBBY SHOP DEBRIS AREA	土取場/埋立地	ベンゼン	揮発性有機化合物	●				
			トリクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
			塩化ビニル	揮発性有機化合物					
6	FIRE FIGHTING TRAINING	救難訓練地域 (廃石油、廃油、廃 潤滑油、廃溶剤の焼 却)	ヒ素	金属又は無機化合物		●			
			鉄	金属又は無機化合物					
			エチルベンゼン	揮発性有機化合物					
			アロクロール-1248	ダイオキシン類・POPs		●			●
			2-メチルナフタレン	多環芳香族炭化水素					
13	BORROW PITS/LAN DFILL RUNWAY 32	土取場/埋立地、旧 下水汚泥廃棄場所	1,1-ジクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
			ジクロロメタン	揮発性有機化合物	●				
			塩化ビニル	揮発性有機化合物					
			フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)	有機化合物(VOC 以外)					
14	SITE 90	第 130 番棟(大型航 空機格納庫) (VOC による地下水 汚染)	1,1-ジクロロエタン	揮発性有機化合物					
			1,2-ジクロロエタン	揮発性有機化合物	●				
			クロロメタン	揮発性有機化合物					
			ジクロロメタン	揮発性有機化合物	●				
			テトラクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
			トリクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				
			塩化ビニル	揮発性有機化合物					
			cis-1,2-ジクロロエチレン	揮発性有機化合物	●				

(3) 基地内相当量使用物質として調査すべき物質の選定方法

前述の(1)米国内の基地において汚染が懸念された物質の把握方法により整理された物質については、自然由来の物質や基地建設以前の土地利用において土壌へ排出された物質なども含まれる。

このため、汚染が懸念された物質のリストについて決定記録の内容、得られた濃度及びスクリーニングレベル設定の考え方等から精査を加える必要がある。

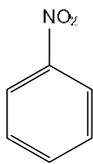
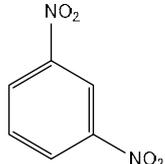
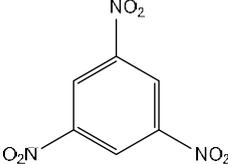
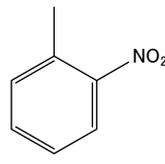
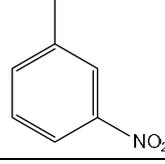
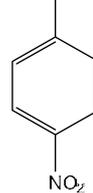
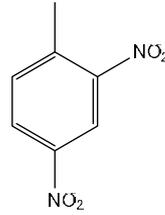
沖縄の米軍基地の返還合意時に実施するリスク評価では、原則として、評価する基地と合致する土地の使用用途のリスク評価の対象物質について、まずはスクリーニング調査で残留状況を確認すべきである。

このため、返還のスケジュールにあわせ、返還される施設と一致する米国内の基地において汚染が懸念された物質について、返還実施計画の作成に先立ち、順次、地下水・土壌汚染及び基地内の化学物質の利用等に関する有識者による検討を進め、土地の使用用途別のリスク評価の対象物質を整理する必要がある。

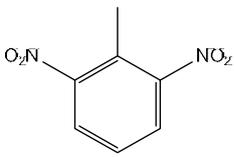
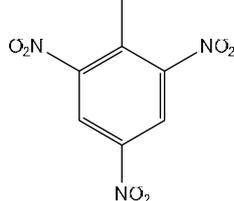
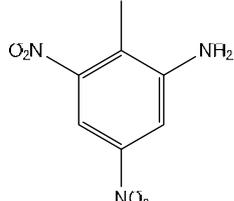
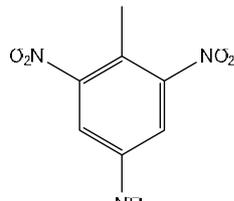
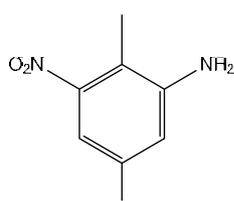
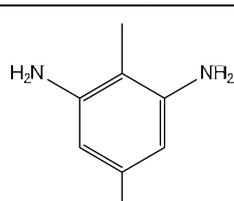
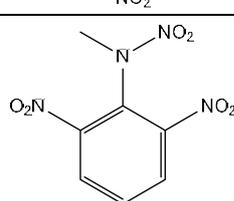
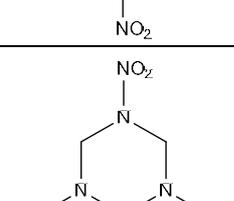
1.9 2002年に米国国防総省が米国議会へ報告した弾薬等に由来する成分のうち、環境や健康に影響を生じるおそれのある物質について

2002年に米国国防総省が米国議会へ提出した報告書において、米軍基地内で用いられる弾薬成分のうち健康・環境へのリスクが特に高いとしてとして、以下の20物質があげられている。

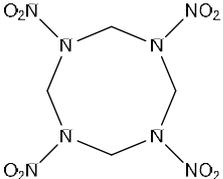
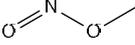
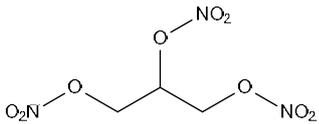
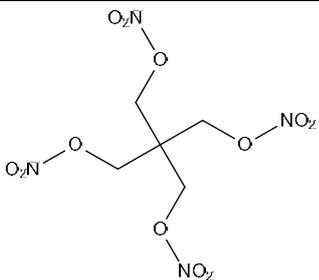
表 1-10 弾薬成分のうち健康・環境へのリスクが特に高いとされている物質の基本情報

番号	化学物質名	CAS	分子式	構造式
1	ニトロベンゼン Nitrobenzene	98-95-3	C ₆ H ₅ NO ₂	
2	1,3-ジニトロベンゼン 1,3-Dinitrobenzene	99-65-0	C ₆ H ₄ N ₂ O ₄	
3	1,3,5-トリニトロベンゼン 1,3,5-Trinitrobenzene	99-35-4	C ₆ H ₃ N ₃ O ₆	
4	2-ニトロトルエン 2-Nitrotoluene	88-72-2	C ₇ H ₇ NO ₂	
5	3-ニトロトルエン 3-Nitrotoluene	99-08-1	C ₇ H ₇ NO ₂	
6	4-ニトロトルエン 4-Nitrotoluene	99-99-0	C ₇ H ₇ NO ₂	
7	2,4-ジニトロトルエン 2,4-Dinitrotoluene	121-14-2	C ₇ H ₆ N ₂ O ₄	

参考資料 「第5章 地下水・土壌汚染等に関する対応」についての詳細資料

番号	化学物質名	CAS	分子式	構造式
8	2,6-ジニトロトルエン 2,6-Dinitrotoluene	606-20-2	C ₇ H ₆ N ₂ O ₄	
9	2,4,6-トリニトロトルエン 2,4,6-Trinitrotoluene	118-96-7	C ₇ H ₅ N ₃ O ₆	
10	2-アミノ-4,6-ジニトロトルエン 2-Amino-4,6-Dinitrotoluene	35572-78-2	C ₇ H ₇ N ₃ O ₄	
11	4-アミノ-2,6-ジニトロトルエン 4-Amino-2,6-Dinitrotoluene	19406-51-0	C ₇ H ₇ N ₃ O ₄	
12	2,4-ジアミノ-6-ニトロトルエン 2,4-Diamino-6-Nitrotoluene	6629-29-4	C ₇ H ₉ N ₃ O ₂	
13	2,6-ジアミノ-4-ニトロトルエン 2,6-Diamino-4-Nitrotoluene	59229-75-3	C ₇ H ₉ N ₃ O ₂	
14	テトリル (トリニトロフェニルメチルニトロアミン、N-メチル-N,2,4,6-テトラニトロアニリン、ピクリルメチルニトロアミン) N-Methyl-N,2,4,6-Tetranitroaniline	479-45-8	C ₇ H ₅ N ₅ O ₈	
15	トリメチレントリニトロアミン (シクロトリメチレントリニトロアミン、ヘキソーゲン) Hexahydro-1,3,5-Trinitro-1,3,5-Triazine	121-82-4	C ₃ H ₆ N ₆ O ₆	

参考資料 「第5章 地下水・土壌汚染等に関する対応」についての詳細資料

番号	化学物質名	CAS	分子式	構造式
16	シクロテトラメチレンテトラニトラミン (オクトーゲン) Octahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazocine	2691-41-0	C ₄ H ₈ N ₈ O ₈	
17	亜硝酸メチル Methyl nitrite	624-91-9	CH ₃ NO ₂	
18	ニトログリセリン Nitroglycerin	55-63-0	C ₃ H ₅ N ₃ O ₉	
19	四硝酸ペンタエリスリットペンスリット (ペンスリット) Pentaerythritol tetranitrate	78-11-5	C ₅ H ₈ N ₄ O ₁₂	
20-1	過塩素酸 Perchloric acid	7601-90-3	ClHO ₄	HClO ₄
20-2	過塩素酸アンモニウム Ammonium perchlorate	7790-98-9	ClH ₄ NO ₄	NH ₄ ClO ₄
20-3	過塩素酸ナトリウム Sodium perchlorate	7601-89-0	ClO ₄ Na	NaClO ₄
20-4	過塩素酸カリウム Potassium perchlorate	7778-74-7	ClO ₄ K	KClO ₄

弾薬成分のうち健康・環境へのリスクが特に高いとされている 20 物質の国内法の規制情報は表 1-11 に、化管法に基づく環境への排出状況は表 1-12 に、物理化学性状は表 1-13 に示すとおりである。

表 1-11 弾薬成分のうち健康・環境へのリスクが特に高いとされている物質の国内法の規制情報

番号	物質名	化審法				化管法		安衛法 危険物		大防法 有害大気 汚染物質
		優先評価	旧第二種	旧第三種	難分解性 ・低濃縮性	第一種	第二種	爆発性の物	酸化性の物	
1	ニトロベンゼン	○	○	-	○	○	-	-	○	
2	1,3-ジニトロベンゼン	-	○	-	○	-	○	-	-	
3	1,3,5-トリニトロベンゼン	-	-	-	-	-	-	○ a)	-	
4	2-ニトロトルエン	-	○	-	○	○ b)	-	-	○	
5	3-ニトロトルエン	-	-	-	○	-	○ b)	-	-	
6	4-ニトロトルエン	-	-	-	○	-	-	-	-	
7	2,4-ジニトロトルエン	- c)	○ d)	○ d)	-	○ d)	-	-	○ d)	
8	2,6-ジニトロトルエン	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	2,4,6-トリニトロトルエン	-	-	-	-	- e)	-	○ a)	-	
10	2-アミノ-4,6-ジニトロトルエン	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	4-アミノ-2,6-ジニトロトルエン	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	2,4-ジアミノ-6-ニトロトルエン	-	-	-	-	-	-	-	-	
13	2,6-ジアミノ-4-ニトロトルエン	-	-	-	-	-	-	-	-	
14	テトリル	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	トリメチレントリニトロアミン	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	シクロテトラメチレントetraニトラミン	-	-	-	-	-	-	-	-	
17	亜硝酸メチル	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	ニトログリセリン	-	-	-	-	○	-	○	-	
19	四硝酸ペンタエリスリットペンスリット	-	-	-	-	-	-	-	-	
20-1	過塩素酸	-	-	-	-	-	-	-	-	
20-2	過塩素酸アンモニウム	-	-	-	-	-	-	-	-	
20-3	過塩素酸ナトリウム	-	-	-	-	-	-	○ f)	-	
20-4	過塩素酸カリウム	-	-	-	-	-	-	-	-	

注： a) トリニトロベンゼン、トリニトロトルエン、ピクリン酸その他の爆発性のニトロ化合物として。

b) 平成 20 年 11 月の政令改正において対象物質に新規追加。

c) 平成 26 年 10 月 1 日に優先評価化学物質の指定取消し（ジニトロトルエンとして）。

d) ジニトロトルエンとして。

e) 平成 20 年 11 月の政令改正で対象物質から削除。

f) 過塩素酸カリウム、過塩素酸ナトリウム、過塩素酸アンモニウムその他の過塩素酸塩として。

その他の規制

番号	対象物質	規制
7	2,4-ジニトロトルエン	安衛法：既存化学物質（強い変異原性が認められた化学物質）
17	亜硝酸メチル	安衛法：公表化学物質

注：略称について、化審法の「優先評価」は「優先評価化学物質」、「旧第二種」は「旧第二種監視化学物質」、「旧第三種」は「旧第三種監視化学物質」、化管法の「第一種」は「第一種指定化学物質」、「第二種」は「第二種指定化学物質」をそれぞれ意味する。

表 1-12 弾薬成分のうち健康・環境へのリスクが特に高いとされている物質の化管法に基づく環境への排出状況

番号	物質名	用途（出典）	平成 26 年度 製造・輸入量(t) ^{a)}	PRTR 集計排出量 (kg/年) : 平成 26 年度				
				届出排出量			届出外排出量 (推計値)	排出量 合計
				大気	公共用水	合計		
1	ニトロベンゼン	アニリン原料, 染料・香料中間体 ⁽¹⁾	48887	1963	570	2533	-	2533
2	1,3-ジニトロベンゼン	染料中間体 ⁽¹⁾	X	-	-	-	-	-
3	1,3,5-トリニトロベンゼン	爆薬 ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-
4	2-ニトロトルエン	染料中間体 ⁽¹⁾	2000 (ニトロトルエン として)	19	37	56	-	56
5	3-ニトロトルエン	染料中間体 ⁽¹⁾		-	-	-	-	-
6	4-ニトロトルエン	染料中間体 ⁽¹⁾		-	-	-	-	-
7	2,4-ジニトロトルエン	有機合成原料（トルエンジアミン, 火薬 の中間体, 染料） ⁽³⁾	1000 未満 (ジニトロトルエン として)	28	483	511	25835 ^{b)}	26346
8	2,6-ジニトロトルエン	トルエンジアミン原料, 火薬の中間体, 染料中間体 ⁽³⁾		-	-	-	-	-
9	2,4,6-トリニトロトルエン	ダイナマイト・硝安爆薬用成分 ⁽¹⁾	(520) ^{c)}	-	-	-	-	-
10	2-アミノ-4,6-ジニトロトルエン	-	-	-	-	-	-	-
11	4-アミノ-2,6-ジニトロトルエン	-	-	-	-	-	-	-
12	2,4-ジアミノ-6-ニトロトルエン	-	-	-	-	-	-	-
13	2,6-ジアミノ-4-ニトロトルエン	-	-	-	-	-	-	-
14	テトリル	産業火薬・工業雷管の添装薬 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-
15	トリメチレントリニトロアミン	爆薬 ⁽¹⁾	X	-	-	-	-	-
16	シクロテトラメチレンテトラニトラミン	火薬 ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-
17	亜硝酸メチル	ロケット燃料, 有機合成原料 ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-
18	ニトログリセリン	産業用爆薬の鋭敏剤, 防衛用爆弾の無煙 火薬（発射薬）, 医薬品 ⁽³⁾	(658) ^{c)}	620	82	702	-	702
19	四硝酸ペンタエリスリットペンスリット	火薬（工業雷管の装てん薬） ⁽¹⁾	5.4 ^{d)}	-	-	-	-	-
20-1	過塩素酸	分析用試薬, 有機合成原料 ⁽¹⁾	1000 未満	-	-	-	-	-
20-2	過塩素酸アンモニウム	爆薬カーリット・ロケット推進薬原料 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-
20-3	過塩素酸ナトリウム	酸化剤（無水） ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-
20-4	過塩素酸カリウム	爆薬・花火・信号炎管原料, 酸化剤 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-

注： a) 経済産業省届出公表値。届出がなされている物質ではあるが、届出事業者数が 2 社以下の場合には、事業者の秘密保持のため「製造輸入数量」欄に「X」を表示している。()は平成 10 年度の製造・輸入量を意味する。

b) 対象業種を営む事業所からの排出

c) 出典：化学物質安全性（ハザード）評価シート

d) 生産量（出典：2016 年版 16716 の化学商品（化学工業社））

用途の出典：(1) 化学工業日報社、(2) NITE 調査、(3) NITE 初期リスク評価書

表 1-13 弾薬成分のうち健康・環境へのリスクが特に高いとされている物質の物理化学的性状

番号	物質名	融点 (°C)	出典	沸点 (°C)	出典	対水溶解度 (mg/L, 25°C)	出典	蒸気圧 (mm Hg, 25°C)	出典	分配係数 (log Kow)	出典	比重または 密度	出典	ヘンリー 定数 ^{a)}	出典
1	ニトロベンゼン	5.7	1)	210.8	1)	2090 1797	2) 3)	0.21 ^{b)} 0.245	- 4)	1.85	5)	1.205 (15°C /4°C)	19)	2.13×10 ^{-5b)} 2.4×10 ⁻⁵	- 4)
2	1,3-ジニトロベンゼン	77.7 ^{b)} 118.5	- 4)	290.38 ^{b)} 318	- 4)	133	3)	8.85×10 ^{-5b)} 4.55×10 ⁻⁵	- 4)	1.69	5)	-	-	8.39×10 ^{-8b)} 5.33×10 ⁻⁸	- 4)
3	1,3,5-トリニトロベンゼン	111.92 ^{b)} 121.5	- 4)	353.54 ^{b)} 315	- 4)	278 (15°C)	7)	9.65×10 ^{-5b)} 6.44×10 ⁻⁶	- 4)	1.18	5)	1.76 (20°C /4°C)	6)	3.31×10 ^{-10b)} 6.5×10 ⁻⁹	- 4)
4	2-ニトロトルエン	-10.6	8)	225	8)	650 (30°C) 537 (20°C, pH=7)	3) 8)	0.1 (20°C)	8)	2.3	5)	1.1611 g/cm ³ (19°C)	9)	2.35×10 ^{-5b)} 1.25×10 ⁻⁵	- 4)
5	3-ニトロトルエン	38.16 ^{b)} 15.5	- 4)	225.86 ^{b)} 232	- 4)	500 (30°C)	3)	0.0704 ^{b)} 0.205	- 4)	2.45	5)	-	-	2.35×10 ^{-5b)} 9.3×10 ⁻⁶	- 4)
6	4-ニトロトルエン	51.3	8)	238	8)	442 (30°C) 262 (20°C, pH=7)	10) 8)	0.164	11)	2.37	5)	1.29 g/cm ³ (20°C)	8)	2.35×10 ^{-5b)} 5.63×10 ⁻⁶	- 4)
7	2,4-ジニトロトルエン	70.5	13)	300	9), 13)	200 270 (22°C)	12) 8)	2.17×10 ⁻⁴	8)	1.98	5)	1.521 g/cm ³ (15°C)	13)	9.26×10 ^{-8b)} 5.4×10 ⁻⁸	- 4)
8	2,6-ジニトロトルエン	66	9)	285	9), 10)	208	8)	5.67×10 ⁻⁴	8)	2.1	5)	1.54 g/cm ³ (15°C)	8)	9.26×10 ^{-8b)} 7.47×10 ⁻⁷	- 4)
9	2,4,6-トリニトロトルエン	80.1	14)	365.14 ^{b)}	-	115 (23°C)	12)	1.99×10 ⁻⁴ (20°C)	15)	1.6	5)	1.654 (20°C /4°C)	16)	3.65×10 ^{-10b)} 2.08×10 ⁻⁸	- 4)
10	2-アミノ-4,6-ジニトロトルエン	129.14 ^{b)} 174.5	- 4)	352.03 ^{b)}	-	1223 ^{b)}	-	3.33×10 ^{-6b)}	-	1.84 ^{b)}	-	-	-	3.27×10 ^{-11b)}	-
11	4-アミノ-2,6-ジニトロトルエン	129.14 ^{b)} 171	- 4)	352.03 ^{b)}	-	1223 ^{b)}	-	3.65×10 ^{-6b)}	-	1.84 ^{b)}	-	-	-	3.27×10 ^{-11b)}	-
12	2,4-ジアミノ-6-ニトロトルエン	121.22 ^{b)}	-	338.74 ^{b)}	-	21430 ^{b)}	-	2.7×10 ^{-5b)}	-	0.55 ^{b)}	-	-	-	2.93×10 ^{-12b)}	-
13	2,6-ジアミノ-4-ニトロトルエン	121.22 ^{b)}	-	338.74 ^{b)}	-	21430 ^{b)}	-	2.7×10 ^{-5b)}	-	0.55 ^{b)}	-	-	-	2.93×10 ^{-12b)}	-
14	テトリル	159.69 ^{b)} 131.5	- 4)	432.11 ^{b)}	-	74	7)	1.17×10 ^{-7b)}	-	1.64 ^{b)}	-	-	-	2.71×10 ^{-9b)}	-
15	トリメチレントリニトロアミン	205-206	6)	353.43 ^{b)}	-	59.7	7)	1.34×10 ^{-6b)} 4.10×10 ⁻⁹ (20°C)	- 4)	0.87	17)	1.82 (20°C /4°C)	6)	6.32×10 ^{-8b)} 2.01×10 ⁻¹¹	- 4)
16	シクロテトラメチレンテトラニトラミン	281	6)	436.41 ^{b)}	-	5	18)	2.41×10 ^{-8b)} 3.3×10 ⁻¹⁴	- 4)	0.16	18)	-	-	8.67×10 ^{-10b)}	-

参考資料 「第5章 地下水・土壌汚染等に関する対応」についての詳細資料

番号	対象物質	融点 (°C)	出典	沸点 (°C)	出典	対水溶解度 (mg/L, 25°C)	出典	蒸気圧 (mm Hg, 25°C)	出典	分配係数 (log Kow)	出典	比重または 密度	出典	ヘンリー 定数 ^{a)}	出典
17	亜硝酸メチル	-75.08 ^{b)} -16	- 4)	3.49 ^{b)} -12	- 4)	24230 ^{b)}	-	2780 ^{b)}	-	0.88 ^{b)}	-	-	-	2.93×10 ⁻¹² ^{b)}	-
18	ニトログリセリン	2.8 (不安定結晶形) 13.5 (安定結晶形)	19)	218	19)	1305 ^{b)} 1380 (20°C)	- 11)	4.00×10 ⁻⁴ 2.00×10 ⁻⁴ (20°C)	4) 11)	1.62	5)	1.5931g/cm ³ (20°C)	20)	2.54×10 ⁻⁹ ^{b)}	-
19	四硝酸ペンタエリス リットペンスリット	140	6)	363.86 ^{b)}	-	43	21)	4.21×10 ⁻⁶ ^{b)} 5.45×10 ⁻⁹	- 4)	2.38 ^{b)}	-	1.773 (20°C /4°C)	6)	1.2×10 ⁻¹¹ ^{b)}	-
20	過塩素酸及びその塩	-112	9)	~90 (分解)	9)	2050000 (Na 塩)	9)	-	-	-5.84 ^{b)} (Na 塩)	-	1.768 g/cm ³ (22°C)	6)	-	-

注：a)計算値は Bond Method による (25°C, atm-m³/mole)。 b) 計算値 (U.S. EPA, Estimation Programs Interface (EPI) Suite v4.1)

出典：

- 1) CRC Handbook of Chemistry and Physics. 81st Ed. (2000): Boca Raton, FL. CRC Press Inc.
- 2) Banerjee, S., Yalkowsky, S.H., Valvani, S.C. (1980): Water Solubility and Octanol/Water Partition Coefficients of Organic Limitations of the Solubility Partition Coefficient Correlation. Environ. Sci. Technol. 14:1227-9.
- 3) Yalkowsky, S.H. and R.M. Dannenfelser (1992): Aquasol Database of Aqueous Solubility. Version 5. College of Pharmacy, University of Arizona, Tucson, AZ.
- 4) EPI exp database, EPI Suite Physical Properties Database.
- 5) Hansch, C., A. Leo and D. Hoekman (1995): Exploring QSAR - Hydrophobic, Electronic, and Steric Constants. American Chemical Society, Washington, DC.
- 6) O'Neil, M.J. (2006): The Merck Index - An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals -14th Edition. Merck Co Inc. Whitehouse Station, NJ.
- 7) Yalkowsky, S. H., and He, Y., handbook of Aqueous Solubility Data, CRC Press, Boca Raton, FL, 2003.
- 8) Verschuere, K. ed. (2001): Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, 4th Edition, New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto, John Wiley & Sons, Inc. (CD-ROM).
- 9) Lide, D.R. ed. (2006): CRC Handbook of Chemistry and Physics, 86th Edition (CD-ROM Version 2006), Boca Raton, Taylor and Francis. (CD-ROM).
- 10) Gross, P.M., Saylor, J.H., Garman, M.A. (1933): Solubility Studies. IV. The Solubilities of Certain Slightly Soluble Organic Compounds in Water. J. Am. Chem. Soc. 55:650-2.
- 11) Howard, P.H., and Meylan, W.M. ed. (1997): Handbook of Physical Properties of Organic Chemicals, Boca Raton, New York, London, Tokyo, CRC Lewis Publishers: 145.
- 12) Phelan, J.M & Barnett, J.L. (2001) J. Chem. Eng Data 2001, 46: 375-376.
- 13) Mackay, D., Shiu, W.Y., and MA, K.C. ed. (1995): Illustrated Handbook of Physical-Chemical Properties and Environmental Fate for Organic Chemicals, Vol. IV, Oxygen, Nitrogen, and Sulfur Containing Compounds, Boca Raton, New York, London, Tokyo, CRC Lewis Publishers: 823-825.
- 14) The Merck Index (1983): 10th ed. Rahway, New Jersey: Merck Co., Inc., pp. 1390.
- 15) Boublik, T. et al (1984): The Vapor Pressures of Pure Substances. Amsterdam: Elsevier.
- 16) Hazardous Substances Data Bank (HSDB), U.S. National Library of Medicine (2001).
- 17) Sangster, J. 1993. LOGKOW Databank. A databank of evaluated octanol-water partition coefficients (Log P) on microcomputer diskette. Montreal, Quebec, Canada: Sangster Research Laboratories.
- 18) Monteil-Rivera, F., Groom, C., Hawari, J. (2003): Sorption and Degradation of Octahydro-1,3,5,7-Tetranitro-1,3,5,7-Tetrazocine in soil. Environ. Sci. Technol. 37:3878-3884.
- 19) O'Neil, M.J. (2001): The Merck Index - An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals -13th Edition. Merck Co Inc. Whitehouse Station, NJ.
- 20) Lide, D.R. ed. (2002-2003): CRC Handbook of Chemistry and Physics, 83rd ed., Boca Raton, London, New York, Washington D.C., CRC Press
- 21) Rinkenback, W.H. (1965): Explosives. in: Kirk-Othmer Encycl. Chem. Tech. 2nd ed. 8:581-658.

米国国防総省が2002年に米国議会に提出した報告書に記載されている20物質について、有害性情報の有無を以下のデータベースで調査した。

- ・独立行政法人 製品評価技術基盤機構 (NITE) : 化学物質総合情報提供システム NITE CHRIP
- ・経済協力開発機構 (OECD) : eChem Portal

有害性情報は、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（以下「化審法」という。）における信頼性評価の考え方^{7, 8}に基づいて収集した。信頼性評価は、一般化学物質及び新規化学物質を対象に、優先評価化学物質に該当するか否かを判定するために実施されるスクリーニング評価で用いられている。

米国国防総省が2002年に米国議会に提出した報告書に記載されている20物質の有害性情報を表 1-14 に示す。

なお、ここではリスク評価に用いる数値を掲載した。人の健康影響については、経口参照容量 (Reference Dose, RfD₀)、吸入参照容量 (Reference Concentration, RfC)、経口スロープファクター (Slope Factor - Oral, SF₀)、吸入ユニットリスク (Inhalation Unit Risk, IUR) を示した。また、生態影響については、予測無影響濃度 (Predicted No Effect Concentration, PNEC) 及び導出に用いた毒性データを示す。

2,4-ジアミノ-6-ニトロトルエン、2,6-ジアミノ-4-ニトロトルエン及び亜硝酸メチルについては毒性データが得られなかった。2-アミノ-4,6-ジニトロトルエン、4-アミノ-2,6-ジニトロトルエン、テトリルについては生態影響データが得られなかった。

米国ではスーパーファンド法で実施するリスク評価において、以下の情報源から毒性情報を収集している。したがって、2-ニトロトルエン、3-ニトロトルエン、4-ニトロトルエン、ニトログリセリン、ペンスリエット、テトリルについては、これらのデータを用いた。

①米国統合リスク情報システム (Integrated Risk Information System: IRIS)

②暫定審査済み毒性値 (Provisional Peer Reviewed Toxicity Value: PPRTV)

③その他

- ・米国毒性物質疾病登録機関 (Agency for Toxic Substances and Disease Registry: ATSDR)
- ・カリフォルニア州環境保護庁
- ・米国環境保護庁 健康影響評価要約表 (EPA's Health Effects Assessment Summary Tables: HEAST)

⁷ 「化審法における人健康影響に関する有害性データの信頼性評価等について」(2011、経済産業省)

⁸ 「化審法における生態影響に関する有害性データの信頼性評価等について」(2011、経済産業省)

参考資料 「第5章 地下水・土壌汚染等に関する対応」についての詳細資料

また、2-アミノ-4,6-ジニトロトルエン及び4-アミノ-2,6-ジニトロトルエンの2物質については、米国スーパーファンド法で使用されるスクリーニングレベル (Regional Screening Levels) の算出に、2,4-ジニトロトルエンのデータを用いている。したがって、2-アミノ-4,6-ジニトロトルエン及び4-アミノ-2,6-ジニトロトルエンの2物質については、人の健康影響評価に用いる経口参照容量 (RfD₀) として、2,4-ジニトロトルエンのデータを用いた。

表 1-14(1) 弾薬成分のうち健康・環境へのリスクが特に高いとされている物質の有害

性情報（人健康影響）

番号	物質名	経口スロープ ファクター (SFO) (mg/kg-day) ⁻¹	吸入ユニット リスク (IUR) (ug/m ³) ⁻¹	経口参照容量 (RfD _o) (mg/kg-day)	AF	吸入参照容量 (RfC _i) (mg/m ³)	AF
1	ニトロベンゼン		4.0E-05 I	0.0020 I	1,000	0.0090 I	30
2	1,3-ジニトロベンゼン			0.00010 I	3,000		
3	1,3,5-トリニトロベンゼン			0.030 I	100		
4	2-ニトロトルエン	0.22 P		0.0020 P			
5	3-ニトロトルエン			0.00010 X			
6	4-ニトロトルエン	0.016 P		0.0043 E	1,000		
7	2,4-ジニトロトルエン	0.068 A	8.9E-05 C	0.0020 I	100		
8	2,6-ジニトロトルエン	0.68 I		0.0020 A			
9	2,4,6-トリニトロトルエン	0.030 I		0.00050 I	1,000		
10	2-アミノ-4,6-ジニトロトルエン			0.0020 S			
11	4-アミノ-2,6-ジニトロトルエン			0.0020 S			
12	2,4-ジアミノ-6-ニトロトルエン						
13	2,6-ジアミノ-4-ニトロトルエン						
14	テトリル			0.0020 P	3,000		
15	トリメチレントリニトロアミン	0.11 I		0.0030 I	100		
16	シクロテトラメチレント ラニトラミン			0.050 I			
17	亜硝酸メチル						
18	ニトログリセリン	0.017 P		0.00040 P			
19	四硝酸ペンタエリスリット ペンスリット	0.0040 X		0.0020 P			
20	過塩素酸及びその塩			0.00070 I	10		

注1：AFは、アセスメントファクターを意味する。

2：灰色の網掛はデータが得られなかったことを意味する（2,4-ジアミノ-6-ニトロトルエン、2,6-ジアミノ-4-ニトロトルエン及び亜硝酸メチルについては人の健康影響に関する毒性データが得られなかった）。

出典：I. 米国統合リスク情報システム（Integrated Risk Information System: IRIS）、A. 米国毒性物質疾病登録機関（Agency for Toxic Substances and Disease Registry: ATSDR）、P. 暫定審査済み毒性値（Provisional Peer Reviewed Toxicity Value: PPRTV）、C. カリフォルニア州環境保護庁、X. APPENDIX PPRTV SCREEN（通常のPPRTV導出はできないが、不確実係数を乗じてスクリーニングに使用するためのRfD_oを算出）、S. 2,4-ジニトロトルエンのデータで代用、E. 欧州化学品庁（ECHA）

参考資料 「第5章 地下水・土壌汚染等に関する対応」についての詳細資料

番号	対象物質	PNEC		PNEC 報告値(μg/L)								PNEC 計算値(μg/L)				毒性値(mg/L)											
				ECHA CHEM				環境省								慢性毒性			急性毒性								
		淡水水生生物	水質淡水	AF	水質海水	AF	慢性毒性	AF	急性毒性	AF	急性毒性	AF	慢性毒性	AF	魚類	甲殻類	藻類	魚類	甲殻類	藻類							
16	シクロテトラメチレンテトラニトラミン	66	E									66	50	15	1,000	>3.3	E	>3.9	E			>15	E	>32	E	>32	E
17	亜硝酸メチル																										
18	ニトログリセリン	4	M					4	100																		
19	四硝酸ペンタエリスリットペンスリット	300	E	300										29.2	10,000							926	E	292	E		
20	過塩素酸及びその塩	96	M					96	100	490	1,000																

注1：AFは、アセスメントファクターを意味し、PNEC報告値では各出典に記載されたアセスメントファクターを、PNEC計算値の場合では化審法における優先評価化学物質に関するリスク評価の技術ガイダンス III. 生態影響に関する有害性評価 ver. 1.0(平成26年6月、厚労省・経産省・環境省)に記載された考え方に基づいて設定した値を示した。

2：灰色の網掛はデータが得られなかったことを意味する。

出典：E. 欧州化学品庁 (ECHA CHEM)、M. 環境省、J. Japan チャレンジプログラム (Japan HPV Challenge program.)

第2章 調査計画の立案・実施の基本的な考え方

2.1 沖縄の米軍基地において調査を実施する際の留意すべき地域特性

沖縄固有の自然環境、社会環境に起因して生じている課題及び留意点と沖縄の米軍基地に起因する課題の前提となる地域特性について整理した。

1) 地形・地質特性

(7) 地形

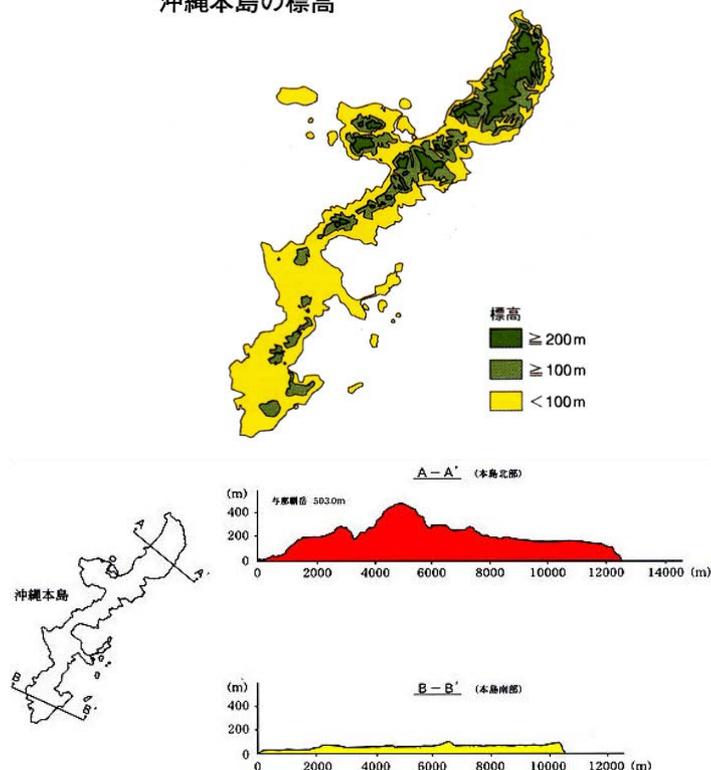
沖縄島は、南北方向の長さ 135km、最大幅 28km、最小幅 4 km の中央のくびれた細長い島である。

地形は残波岬から石川間の石川地峡を境として、北部と中南部で大きく異なっており、北部は「高島（こうとう：古期岩類・山地）」、中南部は「低島（ていとう：新期岩類・丘陵・台地）」と大きく2つに分類される。

北部では、島の中央部を標高 503m の与那覇岳を最高峰とする 200～500m 級の脊梁山地が続き、標高は南ほど低くなっている。脊梁山地の周囲には海成段丘起源と考えられる丘陵、その縁辺部に砂礫層を持つ海成段丘が形成されている。

一方、中南部では、傾動地塊状の台地や分離丘陵と考えられる残丘地形と小起伏の波浪状地形を呈しており、最高標高は知念台地の糸敷の残丘 193.2m で典型的な低島の地形である。この地域では、島尻層群泥岩を基盤として、台地上には琉球石灰岩が分布している。

沖縄本島の標高



出典：内閣府沖縄総合事務局ウェブサイト

図 2-1 沖縄島の地形概要

(イ) 地質

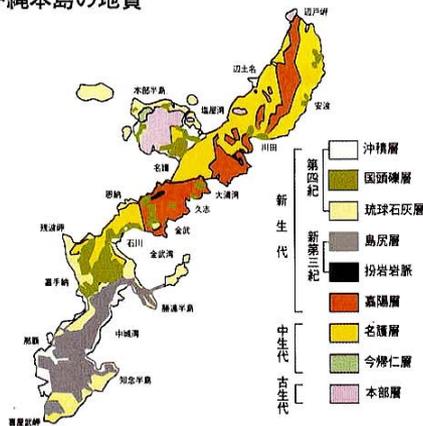
沖縄島の地質構造は、ほぼ琉球列島に沿って走る構造線によって本部累帯、国頭累帯、島尻累帯の概ね3つに区分される帯状構造となっている。

本部累帯に区分される本部半島は、主として古生代二畳系の本部層や中生代三畳系の今帰仁層の厚い石灰岩で構成されている。

国頭累帯に区分される北部は、主として粘板岩、千枚岩、片岩類からなる中生代の名護層や砂岩・粘板岩互層、礫岩からなる新生代古第三系の嘉陽層で構成されている。

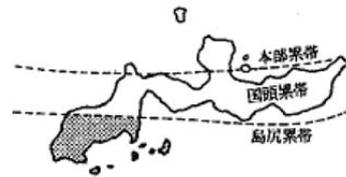
島尻累帯に区分される中南部は、主として新生代新第三系の島尻層群が基盤をなし、上位に新生代新第四系の琉球石灰岩が基盤低地を埋めて地下水盆を形成している。

沖縄本島の地質



出典：「沖縄の地形・地質と河川・砂防・海岸等」
(内閣府沖縄総合事務局開発建設部ウェブページ)

図 2-2 沖縄島の地質



出典：「平成 27 年版 土木工事設計要領」
(内閣府沖縄総合事務局)

図 2-3 沖縄島帯状構造

- M : 山地
- H : 琉球石灰岩大地
- T : 段丘
- C : 海岸低地
- R : 現世さんご礁
- BM : 先新第三系基盤岩類
- SH : 島尻層群およびそれ相当層
- RL : 琉球石灰岩
- TL : 段丘石灰岩
- AL : 沖積層
- RS : 現世さんご礁堆積物

出典：「平成 27 年版 土木工事設計要領」 (平成 27 年、内閣府沖縄総合事務局)

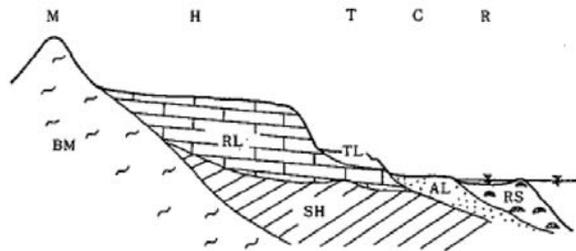
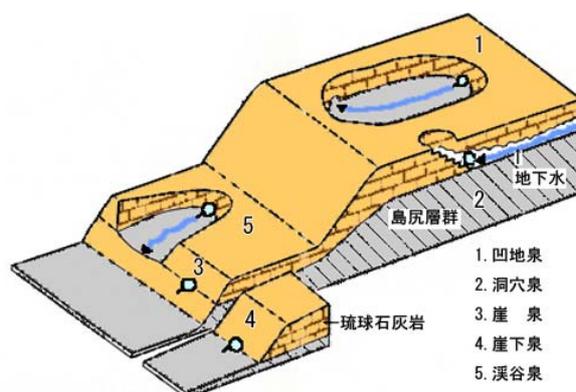


図 2-4 琉球石灰岩地域の地形・地質模式断面図

2) 地下水特性

琉球列島に広く分布する琉球石灰岩層は、透水量係数（T）⁹が $10^{-3} \sim 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ 程度と透水性が非常に大きく、沖縄県における全地下水賦存量の 75% を占める最も主要な地下水帯水層である。

地下に浸透した雨水などは、地下水となって琉球石灰岩の割れ目や空洞などを通して、次第に地下深所に伏没し、琉球石灰岩層の基底部あるいは基盤岩である島尻層群などとの不整合面に従って、傾斜方向に流動している。したがって、琉球石灰岩地帯の地下水は、ほとんど自由面地下水の形態をとっている。



- 注1：凹地泉（おうちせん）：陥没ドリーネの中にある湧き水で「カルストの窓」をつくっている。代表的なものに嘉数のアガリガー、野嵩のクシヌカーなどがある。
- 2：洞穴泉（どうけつせん）：地下の洞穴（鍾乳洞）に入って水を汲む湧き水で、地表からは見えません。代表的なものに新城のアラグスクガーなどがある。
- 3：崖泉（がいせん）：崖の途中にある湧き水で、位置的に地下水系の下流末端にあたるため湧水量は多い。代表的なものに我如古のヒージャーガー、大山のヒージャーガーなどがある。
- 4：崖下泉（がいかせん）：崖下に開口する洞穴から湧き出している湧き水。代表的なものに大山のヤマチチャガー、喜友名のチュンナーガーなどがある。
- 5：溪谷泉（けいこくせん）：湧き出した地下水が地面を削って小さな谷を作っている湧き水。代表的なものに大山ヒャーカーガー、真志喜のムヌカー（森の川）などがある。
- 出典：「ぎのわん自然ガイド」（平成12年3月、宜野湾市教育委員会）

図 2-5 地下水及び湧水の特徴

3) 土壤特性

沖縄県は、日本で唯一、温暖多雨な亜熱帯海洋性気候に属しており、落葉樹が少なく、土壤動物や土壤微生物の活動が活発で有機物の分解が速いため、堆積腐植層が極めて薄く、その気候や地形を反映してシルト・粘土質に富む風化土壤が生成され広く分布している。

この風化土壤については、沖縄県では古来から、特性の違いにより、琉球石灰岩を母材とする「島尻マーヅ」、非石灰質の国頭礫層を母材とする「国頭マーヅ」、島尻層群の泥灰岩（クチャ）を母材とする「ジャーガル」の概ね3つに分類して利用されている。

⁹ 単位動水勾配の下で、単位幅の帯水層を通して伝送される単位時間当たりの水の量で表される。一般には透水係数と帯水層厚との積で表される。

表 2-1 沖縄県内主要土壌の特徴

	国頭マージ	島尻マージ	ジャーガル
概要	沖縄本島北部、久米島、石垣島、西表島、与那国島など広く分布する赤黄色土である。本島の国頭地方に広く分布するためその名がある。国頭礫層、千枚岩、花崗岩、安山岩、砂岩などに由来する土壌で、様々な性質を持っている。土壌は酸性で養分が乏しい。粒度は比較的細かく、土壌が流出しやすいが、締まりやすく排水不良を起こしやすい。	沖縄本島南部、宮古島などを中心に分布する暗赤色土である。島尻地方に広く分布するため、その名がある。主に珊瑚由来の琉球石灰岩が風化してできた土壌で、ややアルカリ性である。国頭マージほど細粒でなく沖縄の土壌の中では最も土層の物性は良い。しかし層位が薄く 50cm 以下のところが多いため、下層の石灰岩が亀裂が多く透水性が良い場合は乾燥害を起こしやすい。	沖縄本島中南部などを中心に分布する灰色台地土の石灰質である。クチャ（第三記島尻層群泥岩）が土壌化したもので、アルカリ性で多量のカルシウムを含んでいる。土壌の養分が豊富で肥沃である。オリブ灰～青灰色を示し、雨にあたると容易に崩れやすい。含まれる粘土組成のため極めて多量の水を吸収するが、水はけが悪い。
分布地の主な地形	傾斜地	平坦地	傾斜～平坦地
土色	赤・黄色	暗赤色	灰色
酸度 (pH)	酸性	微酸性～微アルカリ性	アルカリ性
肥沃性	乏しい	乏しいが他の土壌よりは多い	Ca、Mg 成分に富むが、N・P・K は乏しい
土性	粘土質の度合いに幅がある	粘土質が多いが団粒発達が良く乾燥を助長する場合もある	シルト質が著しい
土層状況	下層土が緻密である	石灰岩上に分布 浅い場合は 50cm 以下	下層土基岩 (クチャ) が緻密



(国頭マージ)



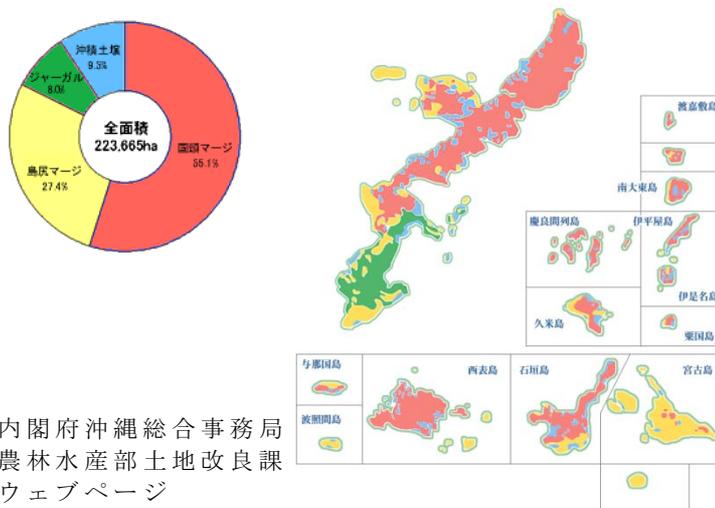
(島尻マージ)



(ジャーガル)

出典：「沖縄における都市緑化樹木の台風被害対策の手引き」（平成 23 年 1 月、国土技術政策総合研究所）

沖縄県土面積に占める土壌分布割合は、図 2-6 に示すとおり国頭マーヅが 55.1% で最も多く、次いで島尻マーヅが 27.4%、ジャーガルが 8.0% となっている。



出典：内閣府沖縄総合事務局
農林水産部土地改良課
ウェブページ

図 2-6 沖縄における土壌構成

沖縄県の主要土壌である国頭マーヅ、島尻マーヅ、ジャーガル（母材のクチャを含む）はいずれも粒径が小さく、沖縄県衛生環境研究所の研究によれば、土壌試料中における $0.45 \mu\text{m}$ 以下の極微細粒子の平均割合は 0.39~0.54% となっている。

表 2-2 沖縄県内主要土壌試料の平均粒度分布

			国頭マーヅ (n=106)		島尻マーヅ (n=126)		ジャーガル (n=83)		クチャ (n=77)		
			%	S.D.	%	S.D.	%	S.D.	%	S.D.	
直径	200	$< d \leq 2000$	(粗砂)	3.58	5.97	3.96	8.17	1.88	3.96	2.88	4.17
	20	$< d \leq 200$	(細砂)	30.3	13.5	27.4	15.5	24.4	11.6	34.5	12.5
	2	$< d \leq 20$	(シルト)	57.8	16.0	59.3	18.3	64.2	13.3	56.0	13.7
(μm)	1	$< d \leq 2$	(粘土)	5.75	5.49	6.46	4.03	6.64	2.64	4.65	2.25
	0.45	$< d \leq 1$	(微細粒子)	1.84	1.24	2.14	1.33	2.26	1.26	1.58	1.03
		$d \leq 0.45$	(極微細粒子)	0.44	0.46	0.46	0.54	0.54	0.58	0.39	0.57

出典：「沖縄県内主要土壌の粒度分布及び流出濁水における懸濁物質の粒度分布」（2016、第 22 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集（2016）、座間味・知花・金城）

4) 境界標・不動産登記資料等（調査範囲を確定するための情報）の入手

沖縄県内では、第二次世界大戦による破壊、米軍による基地の建設等によって、土地の形質の変更、または土地登記簿及び公図が滅失したことにより、広範囲に渡って各筆の土地の位置境界が不明確として指定された「位置境界不明地域」が発生している。

位置境界不明地域内における各筆の土地の位置境界の明確化のため、昭和 52 年 5 月に沖縄県の区域内における位置境界不明地域内の各筆の土地の位置境界の明確化等に関する特別措置法（位置境界明確化法、昭和 52 年法律第 40 号）が公布・

施行された。

位置境界不明地域として指定された非軍用地については内閣総理大臣（沖縄県が国より事務委任を受けて実施）が、軍用地については防衛大臣（防衛省）が調査を実施することとされている。

36 施設（返還施設含む）に係る位置不明地域面積 116.82km²のうち、115.36km²（進捗率 98.75%）の位置境界明確化措置が完了している（平成 27 年 3 月 31 日現在）。

5) 地表の高さに関する情報の入手

土壌汚染対策法では、汚染のおそれが生じた場所の鉛直方向の位置を把握する目的として、地表の高さが変更された履歴に関する情報を入手・把握することとされている（土壌汚染対策法施行規則及び土壌汚染対策法施行規則の一部を改正する省令の一部を改正する省令の施行について（平成 23 年 7 月 8 日環水大土発第 110706001 号））。

また、自然由来で汚染された地層の土壌が盛土材料として用いられた盛土については、用いられた盛土材料の掘削場所や盛土の工事に関する情報を入手・把握することもあわせて示されている。

米軍基地の建設に伴って地形改変が行われており、返還跡地においては、近年、沖縄市サッカー場や西普天間住宅地区をはじめとして、盛土造成された土地において廃棄物が埋設されていた事案が生じている。

これらは基地が建設されてから長い年月が経過していること、また、基地の管理・運用形態等から、基地建設に係る造成工事記録や盛土の産地証明書等の情報の入手は困難であることが考えられ、地表の高さの変遷を把握することは困難である。

このため、既存の航空写真、地形図等を収集し、これらに基づいて返還予定の基地における切土・盛土等の地形改変状況について把握する必要がある。地形改変状況の把握に資する収集地図資料の例について、表 2-3 に示す。

表 2-3 地形改変状況の把握に資する収集地図資料の例

作成機関	縮 尺
旧日本陸軍陸地測量部	1/25,000
旧米国陸軍地図局（AMS）	1/4,800
国土地理院	1/10,000、1/25,000

6) 米軍基地内の有害化学物質の使用等に関する情報の入手

日本に駐留する米軍については、日米地位協定第三条において、米軍の施設・区域内に対する排他的管理権が定められている。

在日米軍による環境保護及び安全のための取り組みについては、在日米軍が作成する JEGS (Japan Environmental Governing Standards: 日本環境管理基準) に従って行われることとされている。

また、平成 27 年 9 月に署名された日米地位協定の環境補足協定では、米国は JEGS を発出・維持するとともに、JEGS は漏出への対応・予防に関する規定を含み、両国又は国際約束の基準のうち、最も保護的なものを一般的に採用することとされている。

なお、ASTM (American Society for Testing and Materials: 米国材料試験協会) の Phase I 環境サイトアセスメント (ESA) の実務規格である E 1527 では、米国内において連邦政府・州政府への提出が義務付けられている公的届出資料として以下のものが示されている。

表 2-4 米国内において連邦政府・州政府への提出が義務付けられている土壌汚染に係る公的届出資料一覧

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ・ 連邦 NPL (スーパーファンド法における全国浄化優先順位リスト) に記載された地点 ・ 連邦 CERCLIS リスト記載地点 ・ 連邦 RCRA CORRACTS TSD 施設リスト記載地点 ・ 連邦 RCRA 非 CORRACTS TSD 施設リスト記載地点 ・ 連邦 RCRA 廃棄物発成者リスト記載地点 ・ 連邦 ERNS リスト記載地点 ・ 調査、浄化のために特定された有害廃棄物サイトの州リスト記載地点 ・ 調査、浄化のために特定された有害廃棄物サイトの州 NPL 同等施設記載地点 ・ 調査、浄化のために特定された有害廃棄物サイトの州 CERCLIS 同等施設記載地点 ・ 州埋立地かつ/または土壌廃棄物処分サイトリスト記載地点 ・ 州漏出 UTS リスト記載地点 ・ 州登録 UST リスト記載地点 |
|--|

7) 米軍基地特有の有害物質の存在

現在、在日米軍による環境保護及び安全のための取り組みについては、在日米軍が作成する JEGS に従って行われることとされている。

JEGS では、有害物質の有害物質の保管、取り扱い及び処分の基準、廃棄物、有害廃棄物、地下貯蔵タンク、石油貯蔵や関連の偶発的流出や緊急対応の要件について規定されており、有害物質の保管や取り扱いについては、有害物質の保管及び取り扱いに関する統合軍公報（Joint Service Publication）を含む米国国防総省部隊の方針に従うとされている。ただし、弾薬については規定されていない。

表 2-5 米軍基地の化学物質の管理に関する規定等の一覧

有害物質の保管及び取り扱いに関する追加的な指針
<ul style="list-style-type: none"> ・ 米国国防総省兵站局通達（DLAI）4145.11 ・ 陸軍技術マニュアル（TM）38-410 ・ 海軍補給公報（NAVSUP PUB）573 ・ 空軍統合マニュアル（AFJMAN）23-209 ・ 海兵隊指令（MCO）4450.12A 有害物質の保管や取り扱い（1999年1月13日）
米国国防総省の施設由来の有害物質の国際海上輸送についての要件
<ul style="list-style-type: none"> ・ 国際海上危険物（IMDG）コード及び適切な米国国防総省や部隊の通達
米国国防総省の施設由来の有害物質の国際空輸
<ul style="list-style-type: none"> ・ 国際民間航空機関技術指示または空軍各部隊相互マニュアル 24-204(I) ・ 陸軍技術指令書米国国防総省部隊指針（TO）38-250 ・ NAVSUP PUB 505、MCO P4030.19I ・ DLAI 4145.3、DCMAD1 ・ Ch3.4（HM24）航空軍事輸送のための有害物質の事前処理（2007年4月15日（2007年5月4日の改正を含む））

8) 埋設不発弾の存在

沖縄県は、第二次世界大戦において我が国最大の地上戦闘の場となり、艦砲射撃、空爆、地上兵器による砲爆撃等で、約 2,100 トン余 10 の埋設不発弾¹¹が残存しているとみられている。

1974 年（昭和 49 年）3 月に那覇市小禄で発生した爆発事故を契機に、地域住民の生活の安全に資することを目的として、内閣府沖縄総合事務局、防衛省、厚生労働省、沖縄県等県内 16 機関から構成される沖縄不発弾等対策協議会が発足し、沖縄における不発弾等の調査、探査、発掘、除去及び処分等に関する情報の交換並びに対策を協議検討が行われている。

沖縄不発弾等対策協議会で決定された埋設不発弾等の磁気探査要領（昭和 49 年 5 月、沖縄不発弾対策協議会）の中で、本協議会を構成する公共事業等を行う事業者は、埋設不発弾等の事前発見に積極的に取り組むこと、また、事業の実施に当たっては、事前調査を必ず実施し、不発弾等が埋設している可能性を否定できない地域（箇所）においては、磁気探査指針（平成 21 年 3 月、沖縄不発弾対策協議会）に基づき磁気探査を行うこととされている。

沖縄不発弾等対策協議会の構成機関である内閣府沖縄総合事務局ならびに沖縄県では、磁気探査実施要領（案）（平成 25 年 4 月、沖縄県土木建築部）をそれぞれ策定し、発注工事で実施する不発弾等探査において、不発弾等の有無、埋設位置の把握を適切に行うべく運用している。また、事業の実施にあたっては、Web 上で過去に発見された不発弾等位置や磁気探査実施箇所が閲覧できる不発弾等事前調査データベースシステム（図 2-8 参照）による不発弾等に関する事前調査を義務付け、不発弾等が埋没している可能性を否定できない地域については磁気探査を行うこととされている。

次に磁気探査指針及び埋設不発弾等の磁気探査要領の抜粋を示す。

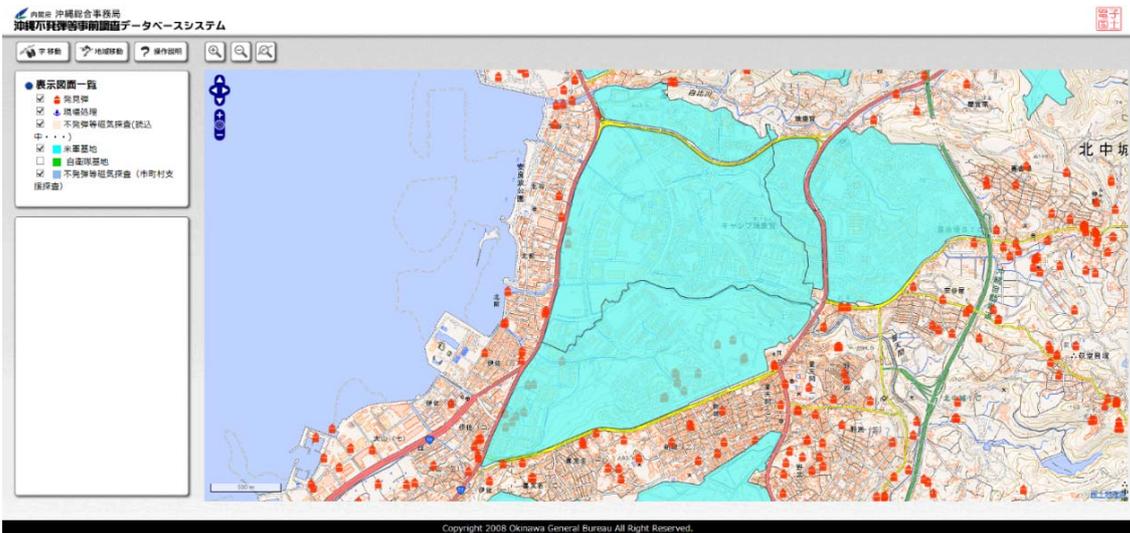
¹⁰ 「消防防災年報（第39集）」（平成24年版、沖縄県）

¹¹ 不発弾等は発見形態により「発見弾」と「埋没弾」の2つに区分され、民間の住宅建設や公共事業等において偶然発見され、処理されるものを「発見弾」、住民等からの情報に基づき探査、発掘を行い処理されるものを「埋没弾」とされている。



出典：「沖縄における不発弾対策の取り組み」（平成 25 年 7 月、内閣府沖縄総合事務局）

図 2-7 主な不発弾の種類



出典：「内閣府沖縄総合事務局ウェブページ」（<http://www.fd.ogb.go.jp/>）

図 2-8 不発弾等事前調査データベースシステム表示例

平成21年3月26日

沖縄不発弾等対策協議会決定

磁気探査指針

○目的

不発弾等磁気探査において、不発弾等の有無、埋没位置等の把握を適正に行う目的で定めるものであり、事前調査、探査計画の策定、探査の実施、資料解析等の必要事項を定め磁気探査調査の指針とする。

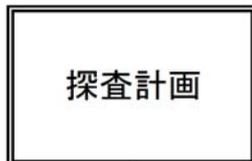
○事前調査とは

埋没不発弾等の磁気探査要領による事前調査（1）から（2）のことである。

○磁気探査とは

地球磁場内で鉄類が磁化して、鉄類の周囲に微弱な磁気異常が生じる。この磁気変化を探査計で測定し、その磁気異常から地下構造を解析する方法で、不発弾等が鉄類で出来ていることを利用して、磁気探査による不発弾等探査を行う方法を磁気探査と称し、探査により磁気量、位置、等を明らかにするものである。

○磁気探査実施の手順



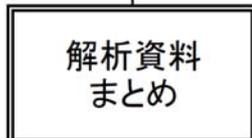
探査計画

- ・ 不発弾の事前調査結果から不発弾等が埋没している可能性を否定できない地域（箇所）においては、必ず磁気探査を実施する。
- ・ 探査計画は、対象不発弾、不発弾の穿入深度、探査深度等から探査方法の諸項目を定め、工事の施工計画と合致するよう探査計画を策定する。



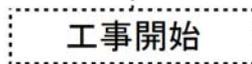
磁気探査

- 海上水平探査
水面上で実施する磁気探査で、海底上を探査船に釣り下げた探査計により調査するもので、探査面積が広く水深がややある地点での調査に適している。
なお、河川等の水上部分で実施する場合でも同様である。
- 陸上水平探査
陸上で実施する磁気探査で、探査計を人力で移動させ調査するもの。
なお、地表面のみの測定では磁気異常物が確認できない場合は、必要に応じて順次表面を掘り下げながらその面を水平探査する。
- 鉛直探査
地中に探査孔を設けてその中で計測器を上下させて実施する磁気探査で、地下の深い位置の不発弾を調査するもの。
- 確認探査
磁気探査で明らかになった磁気異常点が不発弾か他の鉄類か判断するため、掘削して確認すること及び磁気異常物が残存していないかを調査するもの。
なお、当探査は、異常点整理判定を行った後に行う探査である。



解析資料 まとめ

- ・ 磁気測定記録を基に測線配置図に異常点を記入し、異常点整理判定を行い、その結果をとりまとめる。
- ・ 磁気異常測定一覧表および異常点位置図としてとりまとめる。



工事開始

- ・ 磁気探査にて工事範囲の安全を確認した後、工事を開始する。
- ・ 工事開始後においても磁気探査を随時行う必要がある場合は、探査及び解析を工事中にも実施する。

昭和49年5月13日
改訂平成21年4月1日
沖縄不発弾等対策協議会決定

埋没不発弾等の磁気探査要領

沖縄不発弾等対策協議会を構成する公共事業等を行う事業者は、住民の安全と作業者の安全を守るため、埋没不発弾等の事前発見に積極的に取り組むものとする。このため、事業の実施に当たり、各事業者は、以下の事前調査を必ず実施し、その結果、不発弾等が埋没している可能性を否定できない地域（箇所）においては、磁気探査を行うものとする。

1. 事前調査

- (1) 「沖縄不発弾等事前調査データベースシステム」により、下記項目について確認作業を行うものとする。
 - ・ 不発弾の発見状況及び磁気探査等の状況
 - ・ 戦時中の交戦状況
 - ・ 戦後の地形の変化及び改変状況なお、システムで確認できない情報については、地域住民に聞き取り調査等を実施し、補足するものとする。
- (2) 既存資料に基づく地形、地質状況の確認
(不発弾等の埋没又は貫入の可能性に関する土質学的検討)

2. 受注者への周知

各事業者は、工事を発注する際、事前調査及び磁気探査の結果を工事の仕様書等に記載し、受注者に対して周知しなければならない。

3. 磁気探査

各事業者は、別紙「磁気探査指針」に留意し、磁気探査の実施に当たっては、各事業者が別途実施要領を作成するものとする。

9) 埋設廃棄物等の存在

(7) 運用中の基地における投棄・流出等事案

1998年（平成10年）の嘉手納飛行場におけるPCBを含む廃油投棄事案では、日米合同委員会の枠組みなどを通じて、米国側からの情報提供、日米協議の上での実態調査の実施、周辺住民への情報の開示を行うなどの措置が行われた。

また、主要な米軍基地への送油のために敷設されたPOL（Petroleum, Oils, Lubricants：精製された石油・油脂・潤滑油）貯油施設やパイプラインと呼ばれる送油管施設からの油流出事案や運用する航空機、車両等に起因する油、有害物質等の流出事案も生じている。

SACO最終報告等における返還合意等された返還予定の基地については、防衛省により支障除去措置に係る資料等調査として順次、調査が行われている。

表 2-6 運用中基地における有害物質等に係る主な投棄・流出等事案

基地等	所在地	事案内容	有害物質等	時期
嘉手納飛行場	中頭郡 嘉手納町	ため池への 廃油投棄	PCB	平成10年8月
嘉手納弾薬庫地区	中頭郡 嘉手納町	送油管連結部 の汚染土壤	六価クロム、 鉛	平成11年6月
キャンプ・ハンセン	国頭郡 宜野座村	ヘリコプター 墜落事故	砒素、鉛、 カドミウム	平成25年8月

(イ) 支障除去措置に係る資料等調査

返還が予定されている米軍基地では、跡地利用推進法に基づき、支障除去措置の一環として、調査対象地における土壤汚染、水質汚濁、不発弾等及び廃棄物の存在の蓋然性を把握するため、調査対象地の米軍基地建設以前を含めた土地利用履歴等の調査を実施するとともに、土壤汚染等が存在するおそれが認められた場合、または、土壤汚染等が存在するおそれがないと認められる客観的な理由が見つからなかった場合において、土壤汚染状況調査等の計画を立案することを目的として、資料等調査が行われている。

(ウ) 支障除去措置に係る廃棄物等調査

支障除去措置に係る廃棄物等調査については、資料等調査の結果に基づいて、埋設廃棄物等が存在するおそれのある範囲を対象に、目視調査、地中レーダー探査等を行い、埋設廃棄物等が発見された場合には、掘削し、廃棄物等を撤去する方針で進められている。

参考資料 「第5章 地下水・土壌汚染等に関する対応」についての詳細資料

なお、キャンプ瑞慶覧（西普天間住宅地区）の事例では、宜野湾市による埋蔵文化財調査の試掘中に、油臭・油膜があり、ドラム缶等の埋設廃棄物が確認されたことを受けて、埋設廃棄物とその周辺土壌についての調査が行われている。

(I) 返還跡地における既往事案

返還跡地においては、返還後、建設工事等を契機として、各種有害物質が発見される事案が多く、防衛省により原状回復措置の一環として対処されている。

表 2-7 返還跡地における有害物質等に係る主な投棄・流出等事案

基地等	所在地	事案内容	有害物質等	時 期
恩納通信所	国頭郡 恩納村	汚水処理層内 汚泥	カドミウム ・水銀・PCB	平成 8 年 3 月
キャンプ瑞慶覧 (メイ／モスカラ 射撃場地区)	中頭郡 北谷町	ドラム缶	タール状物質	平成 14 年 1 月
キャンプ桑江	中頭郡 北谷町	安定器・ 機関銃弾等・汚 染土壌	鉛・六価クロム 油分	平成 15 年 11 月
泡瀬ゴルフ場	中頭郡 北中城村	未使用砲弾等	—	平成 22 年 9 月
泡瀬ゴルフ場	中頭郡 北中城村	汚染土壌	鉛・ふっ素・ 油分	平成 23 年 9 月
嘉手納飛行場 (諸見里地区)	沖縄市	ドラム缶	ダイオキシン類 ・PCB・ふっ素	平成 25 年 8 月
嘉手納飛行場 (上勢頭地区)	中頭郡 北谷町	コンクリート がら・木くず	ダイオキシン類	平成 27 年 11 月

第3章 地歴調査

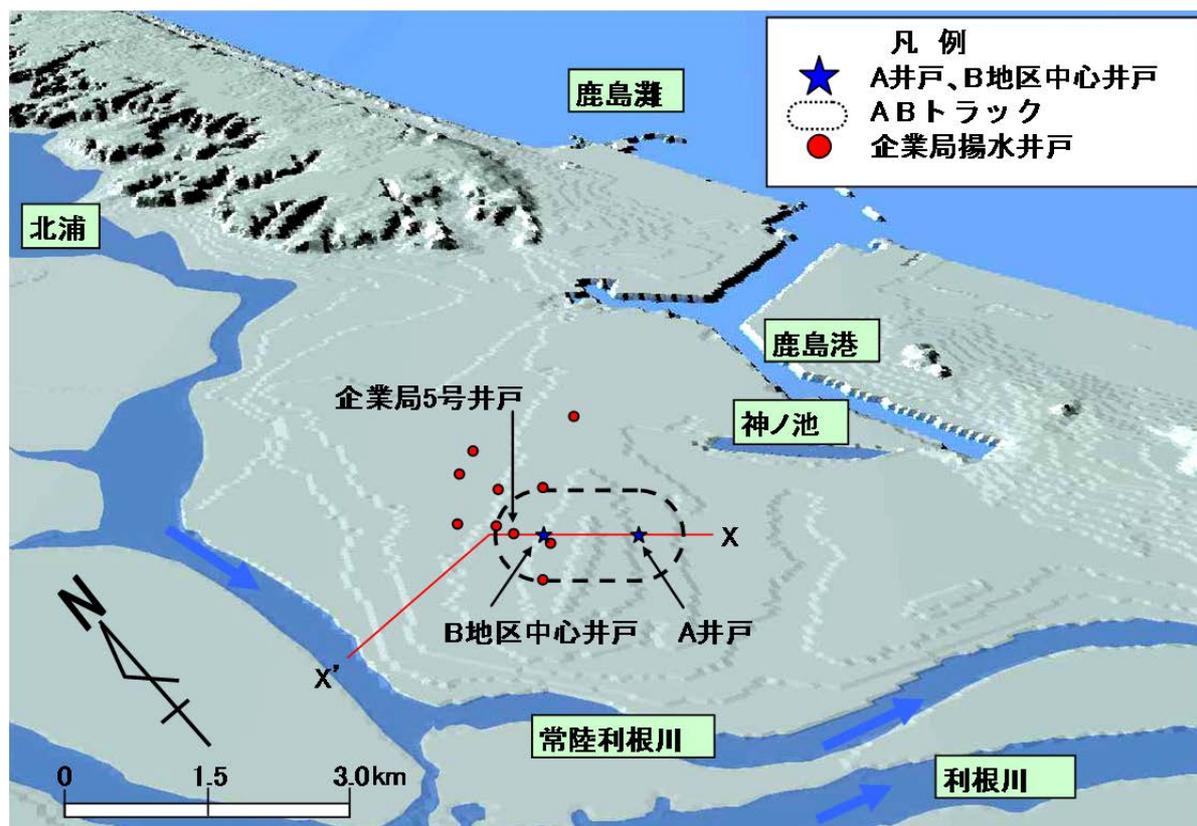
3.1 土壌汚染の検討において地下水流動方向、勾配に関する資料を活用した事例

平成 15 年 3 月に、茨城県神栖市内の A 井戸水から、地下水の水質汚濁に係る環境基準の 450 倍のヒ素が検出され、さらに同年 4 月に先に検出された井戸の西方約 1 km に位置する B 地区の井戸水からも環境基準の 43 倍の濃度のヒ素が検出された（位置関係は、図 3-1 を参照）。このヒ素は、通常自然界には存在しないジフェニルアルシン酸であることが判明した。

これを受け、環境省、茨城県及び神栖町は、汚染源の特定および汚染メカニズムの解明のための調査を実施した。

地質調査の結果等から、付近一帯では、砂利採取後の埋土層(図 3-2 に示す B 埋土層)の透水性が自然地盤より低く、自由地下水面はこの埋土層の深度 2~4m 付近にあることなどが示された。

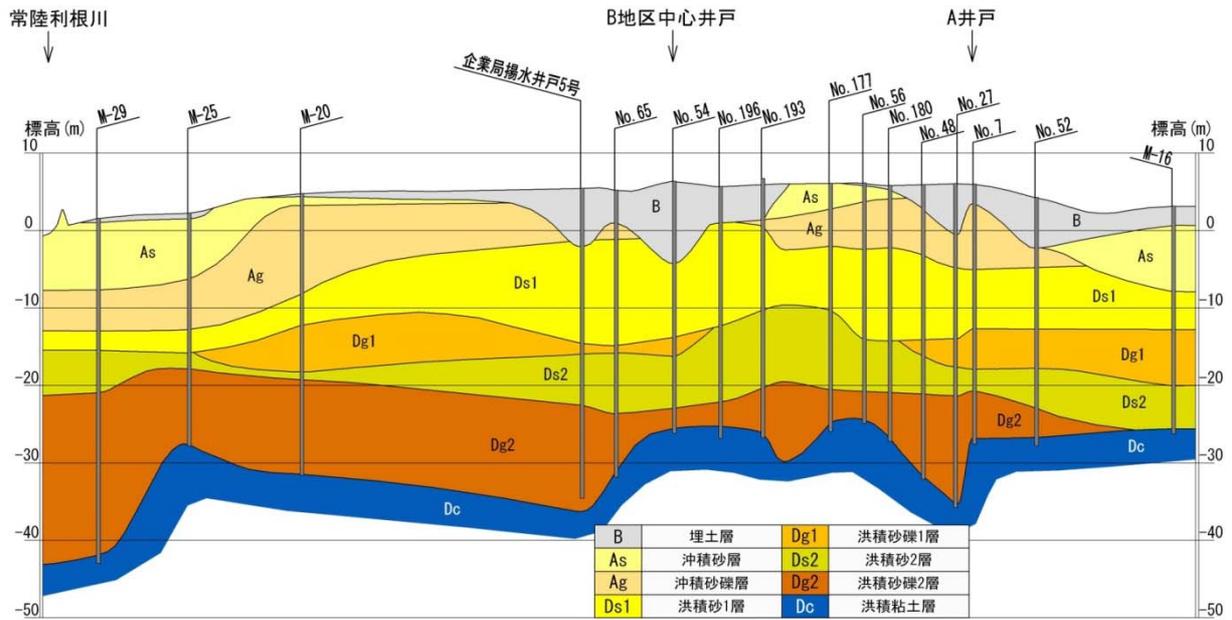
また、地下水位の観測の結果から、図 3-3 に示すとおり、地下水の流れは概ね A 井戸から B 地区に向かう方向であり、地下水流動状況が、汚染地下水の分布状況とも一致していることが明らかにされた。



注：図中の X-X' 赤線は、図 3-2 の地層断面図の位置を示したものである。

出典：「茨城県神栖市における汚染メカニズム解明のための調査 高濃度汚染対策等報告書」（平成 25 年 11 月、環境省、国内における毒ガス弾等に関する総合調査検討会）

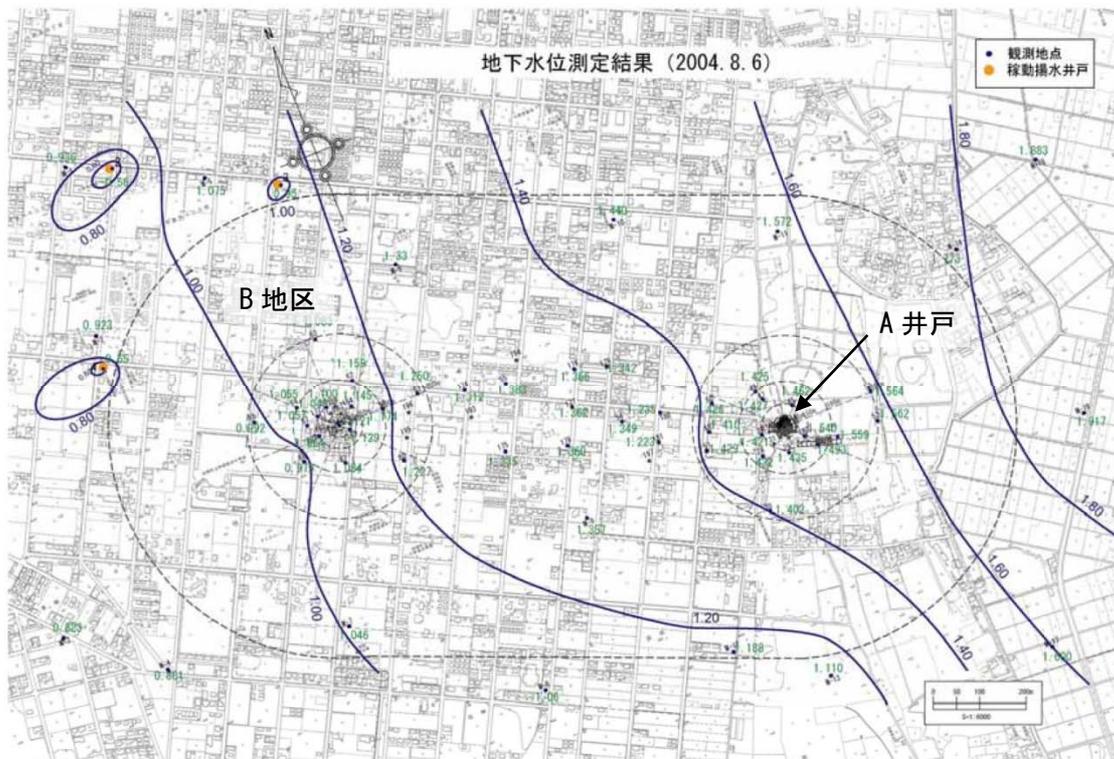
図 3-1 地下汚染が確認された井戸周辺地形鳥瞰図



注：位置の断面は、図 3-1 の X-X' 赤線と一致する。

出典：「茨城県神栖市における汚染メカニズム解明のための調査 高濃度汚染対策等報告書」（平成 25 年 11 月、環境省、国内における毒ガス弾等に関する総合調査検討会）

図 3-2 地下水流向に沿った方向の地質断面図



出典：「茨城県神栖市における汚染メカニズム解明のための調査 高濃度汚染対策等報告書」（平成 25 年 11 月、環境省、国内における毒ガス弾等に関する総合調査検討会）

図 3-3 茨城県神栖市のヒ素汚染に対して実施された地下水位観測結果の例

第4章 盛土地調査

4.1 不発弾探査、文化財調査等及び廃棄物探査並びに自然環境調査との関係について

返還時において米軍基地内で実施すべき主な調査は、「土壌汚染調査」、「不発弾探査」、「埋蔵文化財調査」、「自然環境調査」及び「廃棄物探査」と考えられるが、調査対象地域の特性によって優先して実施する必要がある調査があると考えられる。

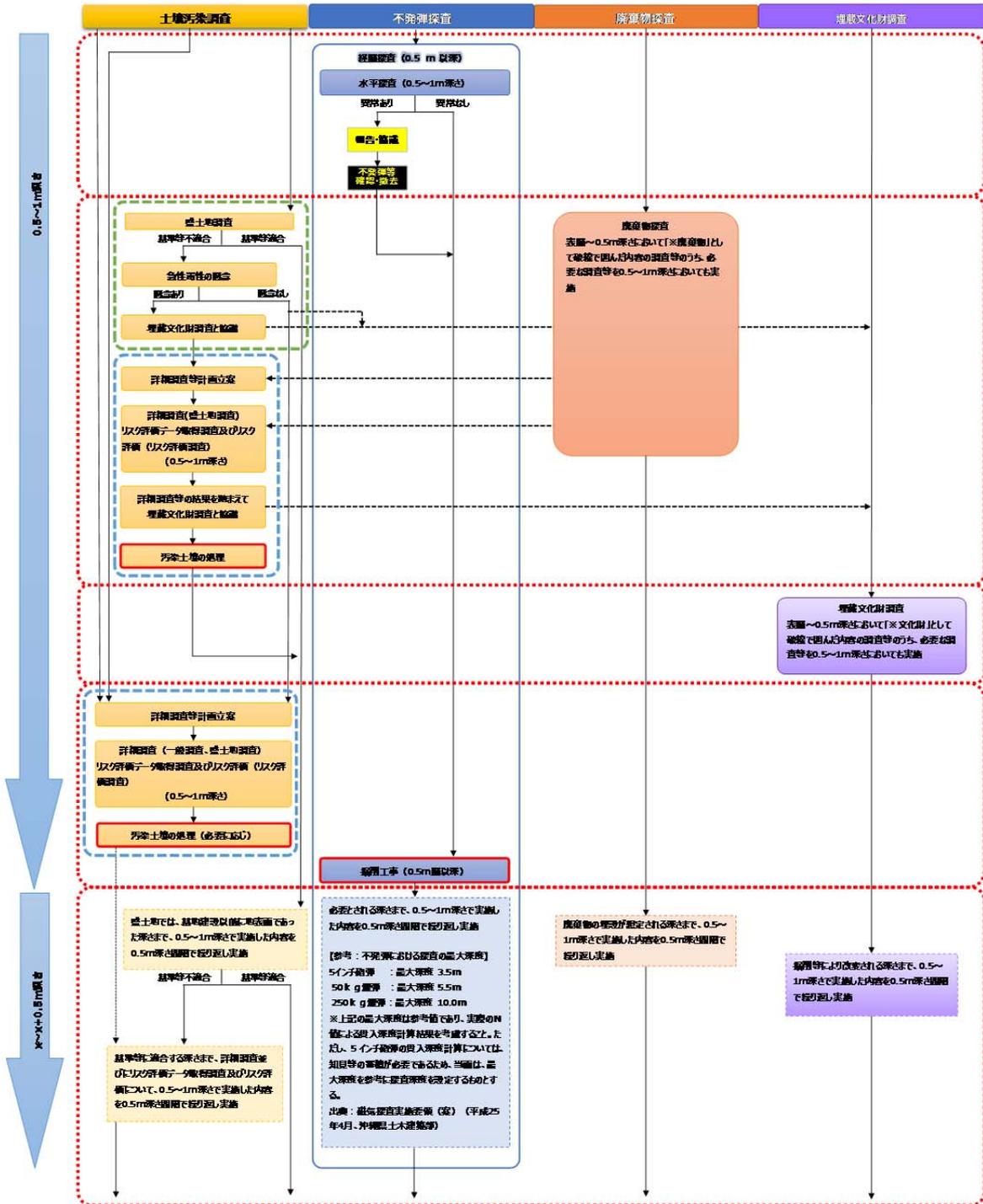
このうち「自然環境調査」については、米軍基地内の現状を把握する観点や地形改変等を伴う調査を行う際における環境配慮の方針を検討する観点からも、他の調査よりも優先して実施される必要があると考えられる。その後、地形改変や土地の掘削を伴う調査の前に、調査実施者の安全確保のための「不発弾探査(表層探査)」を実施する必要があると考えられる。

これらを踏まえて、土壌汚染調査の観点から安全・健康を重視し、適切と考える調査の流れ及び手順並びに土壌汚染の観点から留意すべき点を以下に示す。

(1) 土壌汚染調査の観点から調査実施者の安全・健康を重視した理想的な調査の流れ等

前述のとおり、自然環境調査については、原則的に他の調査よりも優先して実施する必要があると考えている。その後、不発弾探査における水平探査を行った上で、土壌汚染の調査を行う必要があると考えられる。

土壌汚染の調査に当たっては、第一に表層土壌調査を実施し、表層で汚染が確認された場合は深度方向の詳細土壌調査を実施する。しかしながら、その後に実施する「不発弾探査における経層探査」、「埋蔵文化財における本調査」及び「廃棄物探査」において、汚染が疑われる土壌が発見された場合は、必要に応じて適宜土壌調査を実施するものとする。



注1：図中の赤色の波線で囲んだ調査等は同時期に実施するもので、赤い破線で囲んだ全ての調査等が終了した時点で、各調査の進捗状況を報告し、必要に応じてその後の調査内容を調整する。

注2：図中の黒色の実線は行動の流れを、黒色の破線は情報の流れを意味する。

図 4-1 調査の流れ及び手順並びに土壌汚染の観点から留意すべき点

(2) 土壌汚染の観点から留意すべき点

実施する調査は複数あるため、調査の順番をどのように行うかは米軍基地の利用状況等により異なると考えられる。

前述のとおり、原則として自然環境調査及び不発弾の水平探査を優先して行うこととし、その後、土壌汚染に係る表層調査を行い、「埋蔵文化財調査」及び「廃棄物探査」を行うことが、調査実施者の安全、健康の観点から望ましいと考えられる。その際の留意すべき点を以下に示す。

- ・調査区域内に埋蔵文化財が存在する可能性がある場合は、土壌汚染調査の実施前に埋蔵文化財調査関係者と協議の上、土壌汚染調査実施による埋蔵文化財への影響を与えないよう留意点を確認する。また、試料採取時には埋蔵文化財調査関係者の立会いの下に調査を行うことが望ましい。
- ・「自然環境調査」等の原則として土壌汚染調査より前に実施すべき調査実施前に異臭や目の痛みが感じられるなど急性毒性が疑われる汚染が報告された場合、有害物質の呼吸による吸引、土壌の経口摂取及び経皮摂取等による急性毒性及び慢性毒性に留意した対策を実施する。また、そのような状況において土壌汚染調査を先んじて実施せざるを得ないと判断される場合には、土壌汚染調査より前に実施すべき調査の関係者と必要な協議を行うことが望ましい。

一方、米軍基地の利用状況等により、やむを得ず土壌汚染に係る表層調査を「埋蔵文化財調査」及び「廃棄物探査」後に実施しなければならない事も考えられることから、土壌汚染の観点から、留意すべき点を以下に示す。

- ・「土壌汚染調査」よりも前にその他の調査を実施することで汚染状況が不明な土壌を掘削及び発掘（以下、「掘削等」という。）し他の土壌と混合することになる可能性が考えられるため、もしそれらの土壌が汚染土壌であった場合には汚染土壌の拡散防止及び希釈防止の観点から、調査範囲を区画に分け、区画ごとに掘削等土壌をフレコン等に入れて保管する。また、どの区画の掘削土かわかるように記録管理する事が望ましい。
- ・保管土壌のうち、一定範囲（100m²）ごとに選定した区画について土壌分析を実施し、基準を超過した際には、その区画が汚染していると判断し、周辺の区画についても土壌分析を実施する。また、汚染土壌の埋戻しは行わないものとする。
- ・土壌汚染対策法における第一種特定有害物質を分析する場合、先行して実施される他の調査において土壌が掘削されるなどやむを得ず土壌ガス分析ができない場合は各深度で土壌溶出量調査を実施する。
- ・保管土壌の汚染状況が不明な場合や保管土壌が汚染土壌と判明した場合、それ以降にその他の調査を実施する者は有害物質の呼吸による吸引、土壌の経口摂取及び経皮摂

取等による急性毒性及び慢性毒性に留意した対策を実施する。また、その他の調査実施時に異臭・目の痛み等を感じた際には直ちに作業を中止し、土壌汚染調査関係者に連絡すること。

- ・ 廃棄物探査において、既存資料調査により基地建設前に谷地であった土地が埋立造成され盛土地となったことが確認された場合は、ボーリング調査を実施し、廃液や焼却灰等の地中レーダーで確認困難な汚染状況を把握する。
- ・ 廃棄物探査で廃棄物が確認された場合には、周辺土壌において土壌汚染調査を実施する。