

A 事案の区域における 土地改変指針

(案)

平成17年2月22日

環境省環境保健部

目 次

	頁
1 . はじめに	1
2 . 作業の届出	2
3 . 事前準備等	2
4 . 掘削作業時の注意事項.....	5
5 . 異常時の措置	6
6 . 土壌の搬出時の注意	9
参考資料：毒ガス弾等及び毒ガス弾に含まれている化学物質の概要.....	資 - 0

1. はじめに

本指針は、「国内における毒ガス弾等に関する今後の対応方針について」(平成15年12月16日閣議決定)に基づき、A事案(寒川:相模海軍工廠跡地、平塚:相模海軍工廠化学実験部跡地、習志野:陸軍習志野学校跡地)とされた区域で、下記表1の環境調査の中の地歴等調査の結果、大気調査、土壌調査、物理探査が必要とされた区域のうち、下記表1の環境調査が終了し、日常生活において危険性がないことが確認された区域において、土地改変工事事業者(以下「事業者」という。)が、掘削を伴う土地改変工事を実施する場合に、確実に安全を確保するための注意事項を示したものです。

表1 環境調査項目の概要

調査項目	調査の概要
地歴等調査	当該区域におけるこれまでの土地改変等の地歴等に関する調査
地下水調査	地下水中の毒ガス成分に関する調査
大気調査	大気中の毒ガス成分に関する調査
土壌調査	表層土壌中の毒ガス成分の含有量及び溶出量に関する調査
物理探査調査	地表から実施する磁気探査あるいはレーダー探査調査
表層ガス調査	物理探査において検知反応があった地点での、地表面へのガスの漏洩の有無の確認調査
不審物確認調査(表層ガス調査での検知点又は物理探査調査での検知点における原因確認調査)	表層ガス調査での検知点又は物理探査調査での検知点のうち、不審物が存在する可能性があると思われる地点における掘削による確認調査

構造物・舗装等が存在することにより環境調査がまだ実施されていない区域において、事業者が掘削を伴う土地改変工事を実施する場合には、構造物・舗装等が撤去された機会を活用して、まず環境省/毒ガス情報センター又は国有地等担当省(以下「国」という。)が上記表1の環境調査を実施し、当該環境調査の結果について国が必要に応じて速やかに有識者の判断を仰ぎ、特段の問題がなければ土地改変工事を再開することを原則としますが、構造物・舗装等の撤去と土地の掘削工事を一体的に実施する等、当該土地を一定の期間裸地の状態のままで維持しておくことが想定されない場合には、土地改変等の作業に併せて、国が環境調査として、表層におけるガス調査及び物理探査調査を行うとともに土地改変に併せてガス検知等調査を実施します。なお、掘削を伴う土地改

変工事の場合であっても、杭打ちのみを行う場合や、緊急を伴う工事であって狭い範囲に限られた掘削のみ（目安としては概ね10m²未満の範囲または50cm以下の深さの掘削を想定）といった場合には、特に土地所有者等又は事業者からの要望がなければ、それらの工事においては国が同様の環境調査を行わず、事業者が杭打ちや掘削に際して随時ガス検知やボーリング孔を利用した物理探査を行うなどにより、不審物を避けつつ確実に安全を確保しながら工事を行うこととしてもよいこととします。判断に迷う場合には、国に連絡して確認して下さい。

また、これら未実施区域において舗装部分の修復といった特段の掘削を伴わないような工事の場合であって、修復箇所が狭いあるいは限られているといった場合には、国は一定の区域全体として舗装を撤去するような機会を捉えて環境調査を行うこととして、今回の工事では環境調査を行いませんが、地歴等調査等の結果、毒ガス弾等が存在する可能性が高いと考えられる区域(重点探索調査範囲に該当する区域)とされた区域では、万一の場合の安全確保のため、事業者は、舗装撤去時の最初の段階での表層からのガスの発生に注意して下さい。

いずれの場合においても、掘削中に自然地層（人為的な掘削等が施されていない地層）が確認できた場合には、それより深い場所においては、事業者は通常の掘削方法による土地改変工事を再開出来ます。

2．作業の届出

当該区域で、土地改変等の作業を計画する事業者は、作業を開始する前に、国にその旨を届け出て下さい。

届出には、以下の事項を含めて下さい。

- (1) 作業実施の主体
- (2) 作業期間
- (3) 作業概要
- (4) 具体的な安全確保の方法
- (5) 不審物等発見・遭遇時等の緊急対応責任者

3．事前準備等

- (1) 管理体制、連絡体制の確認

まず、事業者は、下記に示すような管理体制や連絡体制について確認して下さい。

事業者内部の管理組織

管理体制の例を図1に示します。事業者は、特定土地改変責任者¹を必ず選任し、土地改変等に係る現場作業の安全確保に関し、事業者の業務範囲における全ての責任を与えて下さい。

国及び市町村の担当部局等の関係者間の連絡体制の設定、確認

異常時はもちろん、通常時においても改変工事の進捗状況等の連絡のため、あらかじめ、事業者は、国及び市町村の担当部局等が策定している連絡体制、連絡先(電話番号等)及び担当者を国に確認しておいて下さい。連絡先及び担当者は、事故発生時への対応を想定して、念のため、夜間や休日も含まれていることを確認しておいて下さい。

通常時の連絡体制の例を図2に、異常時の連絡体制の例を図3に示します。

表層ガス検知等の環境調査

掘削を伴う際には、国が安全確認のため、環境調査の一環として、予定の深さまで基本的には50cm毎に、掘削面の表層においてガス検知及び現地物理探査を実施します。

そのため、事業者は、国と事前に十分に連絡調整し、実施済みの環境調査結果の概要、掘削時に実施される環境調査の概要、作業手順、ガス検知や現地物理探査時の対応等について確認し、これらの調査が円滑で安全に遂行されるように特定土地改変責任者に周知徹底して下さい。

(2) 立入制限区域の設定

特定土地改変責任者は、作業開始に当たって、念のため、関係者以外の立入制限区域を設けて下さい。

(3) 事前教育

特定土地改変責任者は、作業に携わるもの(以下、特定土地改変担当者という。)全員に事前教育を実施して下さい。表2に事前教育における項目例を示します。

特定土地改変責任者は、あらかじめ事前教育の内容を定め、教育記録を作成して下さい。

(4) 防護器具の準備

¹ 毒ガス弾、毒ガス弾に含まれている化学物質の取扱経験者又は海外で相等の訓練を受けた者が望ましく、少なくとも本指針及び参考資料の内容を習熟した者

特定土地改変責任者は、作業に携わる特定土地改変担当者全員に対する装備を着用させるとともに、異常時のための装備を、国と連絡調整して準備して下さい。

通常時

作業に際しては、万が一に備えて、肌を露出しない長袖、長ズボン、手袋を着用するものとします。その他、現場の状況に応じて、安全眼鏡等の携行も望まれます。

- ・ 作業服（長袖、長ズボン）
- ・ 作業靴
- ・ 手袋
- ・ ヘルメットあるいは帽子
- ・ 手拭
- ・ 防塵マスク（物理探査で全く検知されなかった場合には、必ずしも着用する必要はない。）
- ・ フルフェイス防毒マスク携行（緊急時用）（マスタード、ルイサイト、シアン化水素、ホスゲン等に対応可能なもの）

異常時

異常が生じた場合に、緊急的にシートの展開等の作業を実施する場合は、下記の装備を整えた特定土地改変担当者が実施するものとします。

- ・ カバーオール（毒ガス等の浸透しない材質）
- ・ 作業手袋（同上）
- ・ 作業靴（同上）
- ・ ヘルメット又は帽子
- ・ フルフェイス防毒マスクあるいはエアラインマスク（マスタード、ルイサイト、シアン化水素、ホスゲン等に対応可能なもの）

（５）応急処置の準備

特定土地改変責任者は、万一の事故に備え、毒ガス弾等に含まれている化学物質に対する応急処置が可能な資材や除染剤を、国と連絡調整して現場に備えておいて下さい。

応急処置が可能な資材としては、例えば、覆土用の土砂や防水シート、洗浄用の水（水道が近隣で利用できる場合はホース等の用意）、吸入用の酸素、除染剤といったものです。

（６）記録とその保存

特定土地改変責任者は、作業日時、作業概要、使用計測器具、計測結果及び安全教育の内容等を記録しておいて下さい。また、本記録の保存期間を定めておいて下さい。

なお、事前準備も含めた工事中の全ての作業の記録は、その後の重要な参考資料になりますので、できるだけ詳細に記録を作成し、国に提出して下さい。

また、土地所有者、土地占有者又は土地管理者（以下「土地所有者等」という。）に対しても土地改変工事の結果（掘削地点の詳細とそこでの毒ガス弾等の存在の有無等）を報告して下さい。

（ 7 ） その他

上記の事前準備の実施に関しては、必要に応じて、特定土地改変責任者が別に詳細な安全指針を作成し、特定土地改変担当者に徹底することが望まれます。

4 . 掘削作業時の注意事項

掘削作業では、特定土地改変責任者は、以下の注意事項に留意して下さい。

なお、掘削時に自然地層（人為的な掘削等が施されていない地層）が確認できた場合には、その深さより深い部分では通常の掘削方法等によって工事を実施しても構いません。

（ 1 ） 掘削に従事する特定土地改変担当者は、安全のため、「 3 . (4) 防護器具の準備」に示す装備を整えて下さい。

（ 2 ） 掘削に際しては、安全確認のため、環境調査の一環として、国が掘削時に予定の深さまで、基本的には 50cm 毎に掘削面の表層において、ガス検知及び現地物理探査を実施します。

特定土地改変責任者は、国から請け負った専門業者（以下、「ガス検知等業者」という。）と随時連絡調整し、ガス検知等作業のための掘削作業の中断等を特定土地改変担当者に明確に指示して下さい。

なお、掘削工事中に毒ガス弾である可能性のある不審物に遭遇した場合や、毒ガスの可能性のあるガスを検知した場合には、「 5 . 異常時の措置」にしたがって対処して下さい。

（ 3 ） 掘削方法は、機械掘削でも構いませんが、原則として鋤き取りの繰り返しとして

下さい。また、既に環境調査の一環として実施された物理探査により不審物の確認調査の対象とはならなかったものの検知された地点やガス検知等業者が実施した現地物理探査により検知された地点等においては、より安全なスコップ等による手掘りを実施し、慎重に作業を進めて下さい。

なお、機械掘削や手掘りの際は、下記の点に注意して下さい。

機械掘削（原則として鋤き取りの繰り返し）

バックホー等による機械掘削は慎重に行い、バケットを地面に突き立てないよう、鋤き取りの繰り返しとして下さい。

手掘り

ア．手掘りではスコップ等を用い、スコップを地面に差し込むときはゆっくり行って下さい。

イ．万一先端に不審物が当たった感触があった場合には、そのままスコップを抜いて下さい。直ちに、国が併行して実施する掘削面の表層でのガス検知等作業の一環としてガスの漏洩の有無の確認作業を行いますので、毒ガスの可能性のあるガスの漏洩等のないことが確認された後に作業を再開して下さい。

ウ．埋設物を破損する可能性の高いつるはし等は用いないで下さい。

5．異常時の措置

(1) 掘削工事中に毒ガス弾等である可能性のある不審物に遭遇した場合、又は、ガス検知等業者によるガス検知調査で毒ガスの可能性のあるガスを検知した場合

1) 万一、掘削作業中に毒ガス弾等である可能性のある不審物（弾やガラス瓶等）に遭遇した場合は、特定土地改変責任者は、特定土地改変担当者に対して、直ちに作業を中止させ、国に連絡するとともに、ガス検知等業者が現場型測定器具により周辺への毒ガスの可能性のあるガスの漏洩の有無を確認することとしているのでその結果を待って、次の対応を行って下さい。

その結果、毒ガスの可能性のあるガスを検知しなかった場合、又は、下記2)により検知されたガスが毒ガスではなかったことが確認された場合は、ガス検知等業者が当該不審物が毒ガス弾等である可能性があるか否かを慎重に確認します。その結果、当該不審物が毒ガス弾等である可能性が高い場合には、図3の連絡体制に従い、直ちに国に連絡するとともに市町村の担当部局に連絡し、住民の避難等が必要と認められる場合には警察署にも連絡して下さい。また、同時に下記の措置を実施して下さい。

立入制限区域の入口に警備員を配置し、関係者及び特定土地改変責任者の

許可した作業員以外が立ち入らないように昼夜連続で監視して下さい。

国が派遣した専門家から指示があるまでは、不審物に触れたり、衝撃を与えたりしないで下さい。

国における不審物が毒ガス弾等であるかの確認作業が終了するまでは、作業は中止して下さい。

- 2) 一方、ガス検知等業者によるガス検知調査で毒ガスの可能性のあるガスを検知した場合は、国に連絡するとともに、特定土地改変責任者は、特定土地改変担当者に対して、直ちに作業を中止させ、以下の対応を行って下さい。

直ちに特定土地改変担当者及び周辺住民等を風上の立入制限区域外へ、安全に退避させて下さい。

直ちに土砂やシート等の展開等により、周辺への拡散の防止措置を行って下さい。ただし、その作業は、3.(4) に示した装備を着用した特定土地改変担当者に限って下さい。

ガス検知等業者がGC-MSを原理とする可搬型の測定器具(以下、「可搬型GC-MS」という。)により、毒ガスの可能性のあるガスを検知した箇所において、展開したシートの下からガスを採取するなどして、検知されたガスが毒ガスであるか否かを確認することとしているので、その結果を待って下さい。

ガス検知等業者による可搬型GC-MSを用いた確認調査までに時間を要する場合は、立入制限区域の入口には警備員を配置し、関係者及び特定土地改変責任者の許可した作業員以外が立ち入らないように昼夜連続で監視して下さい。

上記により毒ガスの漏洩が認められなかった場合には、ガス検知等業者が一旦展開したシートや土砂を取り除き、念のため、再度可搬型GC-MSにより、毒ガスの漏洩の有無を確認することとしているので、その結果を待って下さい。毒ガスの漏洩を確認した場合は、再度土砂やシートを展開した後、下記(2)の措置を実施して下さい。毒ガスの漏洩が認められなかった場合は、元の作業に戻っても構いませんが、毒ガス以外の揮発性ガスが存在する可能性があるため、特定土地改変責任者は、特定土地改変担当者の体調等に注意して下さい。

土地改変指針に基づく作業フローを図4に示します。

(2) 毒ガスの漏洩を検知した場合

緊急対応

検知されたガスが毒ガスであることが確認された場合、及びガス検知等業者による可搬型GC-MSを用いた確認の前においても、毒ガス弾等である可能性が高

いなどの緊急を要すると思われる場合は、図3の連絡体制に従い、直ちに国に連絡するとともに市町村の担当部局に連絡し、住民の避難等が必要と思われる場合は警察署に連絡して下さい。また、化学剤等の対応が必要と思われる場合は当該市町村等に、化学剤等への対応が可能な防災機関（消防署又は警察署等）があればそこにも連絡して下さい。さらに、同時に、下記の措置を実施して下さい。

ア．立入制限区域の入口に警備員を配置し、関係者及び特定土地改変責任者の許可した作業員以外が立ち入らないように昼夜連続で監視して下さい。

なお、ガス検知等業者は現場型測定器具により、適宜、周辺への毒ガスの漏洩等の有無の確認を行うこととしているので、当該ガス検知等業者と随時連絡調整を行って下さい。

イ．工事の再開等については、国の指示に従って下さい。

二次汚染の防止

毒ガスに含まれている化学物質で汚染された機材や土壌による二次汚染を防ぐ必要がある場合には、水及び除染剤を使用して下さい。除染剤としては次亜塩素酸ソーダ²等があります。さらし粉も使用されることがありますが、液体マスタードに直接添加すると、発熱及び毒ガス（塩素等）の発生の恐れがありますので、近隣に住宅等がある場合は使用は避けて下さい。除染剤は、眼や粘膜に損傷を与えますので、使用に注意して下さい。除染剤が眼や傷口にかかった場合は直ぐに水で洗浄して下さい。

なお、除染の際に使用した水は可能な限りそのまま環境中に排出しないようにし、適切に処理して下さい。

特定土地改変担当者等が汚染された場合

特定土地改変担当者等が汚染された場合の最も有効な応急処置は水による洗浄です。しかも、措置が速いほど効果的です。作業現場近傍に十分な洗浄用の水を用意して下さい。例えば、水道が近傍に存在する場合は現場まで届くホースの装着、あるいは水を満たした20Lポリタンク数本（蛇口やホース付き）の準備などが考えられます。

対応上の注意

掘削された毒ガス弾又は毒ガスを含む容器からマスタード、ルイサイト等の化学兵器禁止法に定める特定物質、及びサリン法に定めるサリン等の物質を検知した場合、これらの物質の検知移行の使用（確認分析を含む）、製造（抽出を含む）

² 米国の事例では、一般に市販されている次亜塩素酸ナトリウム(NaClO)の漂白剤を希釈したもの(0.5%以下)などが使用されています。なお、人に使用する場合には、目、粘膜及び傷に接触しないよう、又長時間接触しないよう注意が必要です。

運搬ほかの行為は、上記の法律で厳しき規制されているため、これらに違反することのないよう留意が必要です。

(3) 被災事故が発生した場合

万一、特定土地改変担当者等が毒ガス弾に含まれている毒ガスに被災する等の事故が発生した場合は、特定土地改変責任者は、5.(1)の措置を講じるとともに、当該被災者に対して以下の措置を講じて下さい。

被災者に対し、直ちに眼及び汚染部分の洗浄あるいは酸素吸入等の応急処置を行って下さい(参考資料参照)。

図3の連絡体制に従い、直ちに消防署に通報する他、国をはじめとする必要な関係機関に連絡して下さい。

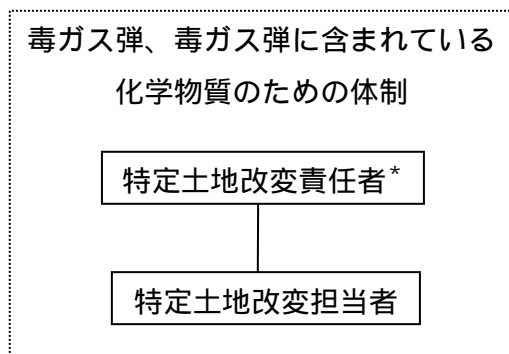
消防署員により、必要な追加的応急処置を行ってもらい、被災者を救急車により速やかに協力依頼病院に搬送して下さい。

毒ガス弾等の監視を行いつつ国に相談し、作業続行の可否等を協議して下さい。機材が汚染されたと考えられる場合は、早急に除染し、二次被害を防いで下さい。

6. 土壌の搬出時の注意

土壌掘削時に毒ガス弾等の存在が検知された場合等においては、掘削された土壌について毒ガス弾等が含まれないことが確認されるまでは、事業者は当該土壌を搬出しないで下さい。

また、毒ガス弾等が確認・検知されない場合でも、敷地外に搬出する土壌の全てについて、不審物(不審な容器、ガラス瓶、土壌と異なる粉末や固体等)が存在しないことを、特定土地改変責任者が必ず確認のうえ、搬出量、搬出日時、搬出先、不審物がないことの確認者等の記録を作成・保管して下さい。



*)毒ガス弾に含まれている化学物質等に関する作業の経験者又は教育を受けた者が望ましく、
少なくとも本指針及び参考資料の内容を習熟した者
なお、自然地質の確認のため、地質関係の知識及び経験を有したものが加わることが、作
業の効率化のうえでも望ましい。

図 1 特定土地改変の作業管理体制例

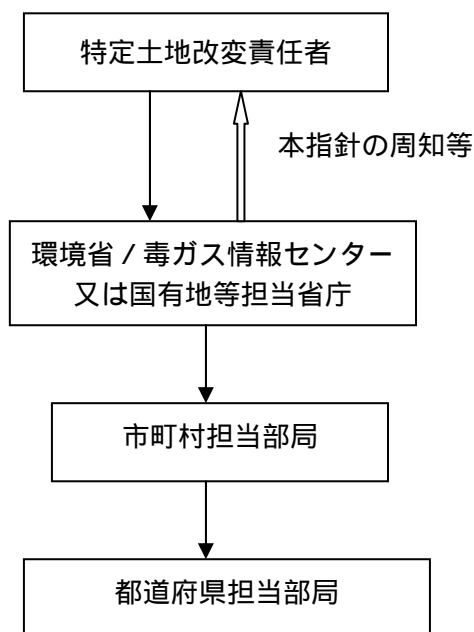


図 2 通常時の連絡体制の例

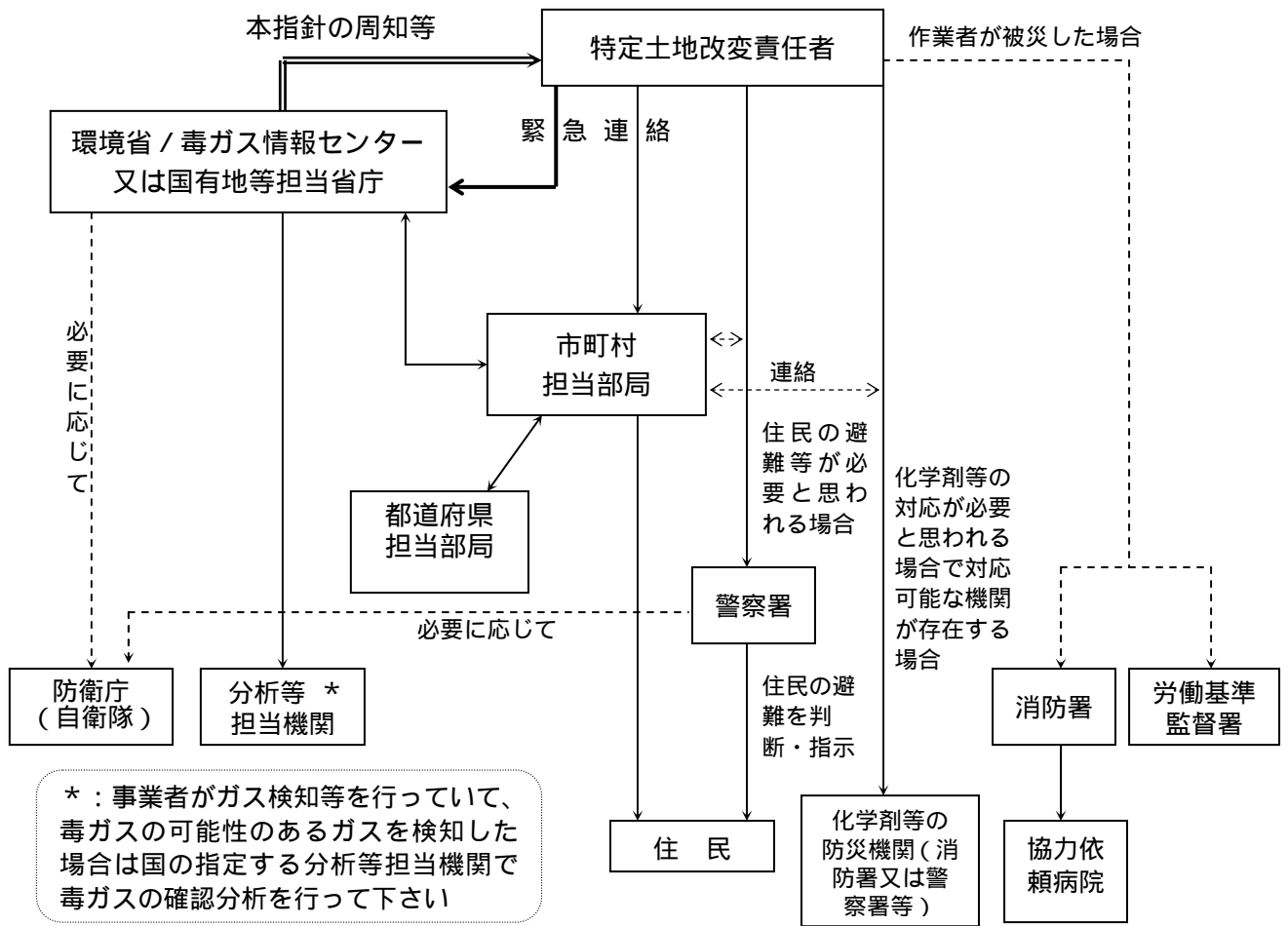


図3 異常時の連絡体制の例

表2 事前教育の項目の例

項目	項目
1) 安全教育	本指針の周知と安全教育の必要性
	環境調査結果の概要
	管理体制
	通常時、異常時の連絡体制
2) 作業場所、 作業手順等	作業・工事場所のレイアウト
	立入制限区域
	作業手順の概要
	作業場所
	掘削方法
	ガス検知等作業者（国）の確認及びガス検知等作業時の指示命令系統の確認
3) 使用機器・道具等	土壌搬出時の注意事項
	防護器具（作業者の装備等）
	掘削機器、器具の性能・使用方法等
4) 化学兵器	化学兵器の基本的な知識 （毒ガス弾に含まれている化学物質の特色、毒ガス弾の外形等）
5) 異常時の対応	予想される異常な状態及びその原因
	異常時の連絡体制
	異常時の緊急措置
6) 事故発生時の対応	予想される事故及びその原因
	事故発生時の連絡体制
	事故発生時の退避等
	応急処置方法
	協力依頼病院
7) その他	記録とその保存

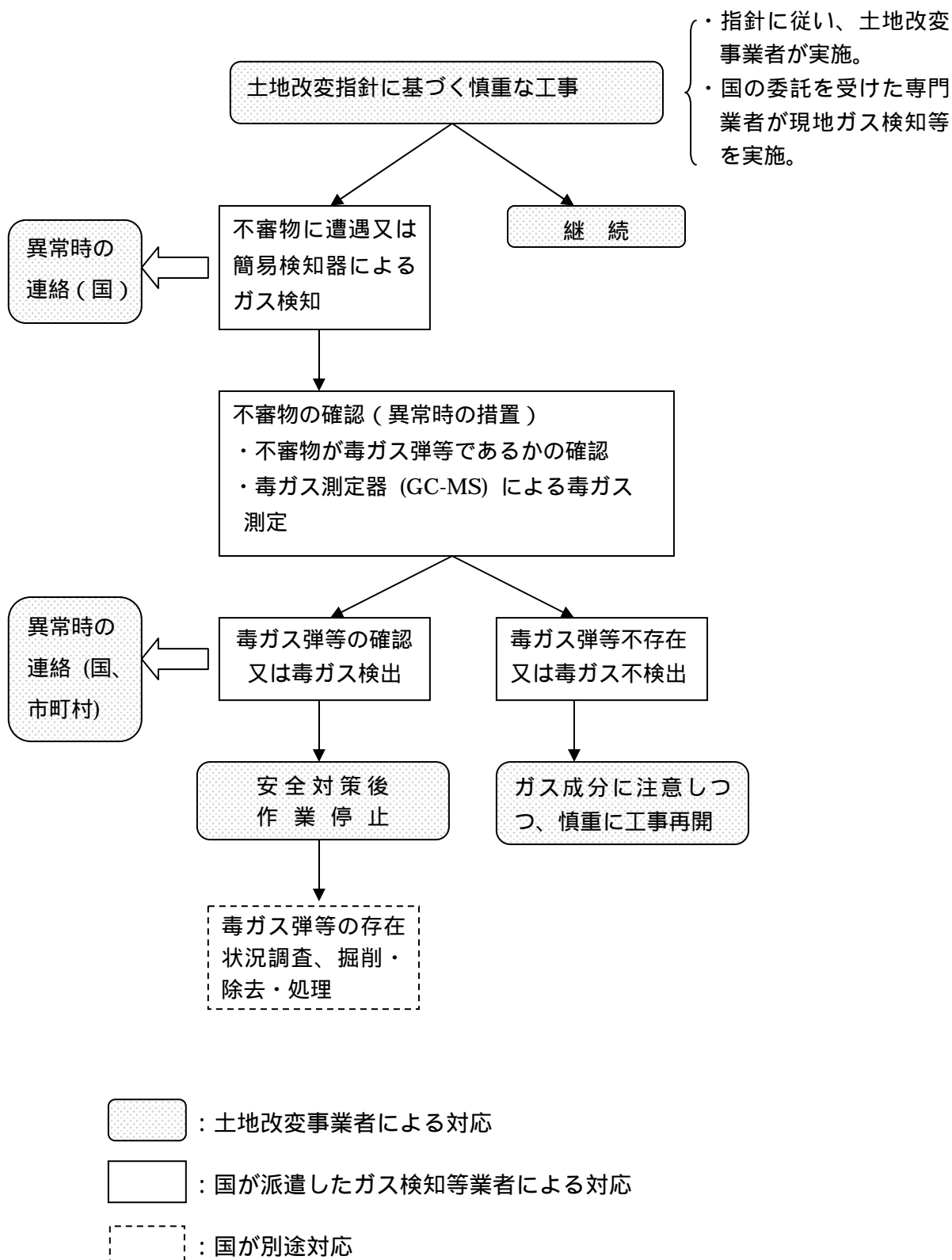


図4 土地改変指針に基づく作業フロー

毒ガス弾等及び 毒ガス弾に含まれている化学物質の概要 (案)

目 次

	頁
1．毒ガス弾に含まれている化学物質の種類と特色及び人体への影響.....	資 - 1
2．旧日本軍が保有していたと考えられる化学兵器の特色	資 - 1
3．毒ガス弾に含まれている化学物質の補給容器等	資 - 2
4．特殊な貯蔵容器	資 - 2

1．毒ガス弾に含まれている化学物質の種類と特色及び人体への影響

毒ガス弾に含まれている化学物質の種類や毒性を表1に、特色を表2に示します。また、これらの毒ガス弾に含まれている化学物質に接したときの人体への影響(急性症状)を表3に示します。

毒ガス弾に含まれている化学物質によっては、常温で、気体、液体、固体の状態が異なります。また、それぞれ特色のある臭いがあります。

2．旧日本軍が保有していたと考えられる化学兵器の特色

毒ガス弾には、砲弾、投下弾、発煙管があります(表4参照)。

(1) 砲弾

砲弾には、図1のように、流滴型の迫撃砲弾(左図)と尖頭型の榴弾砲弾(右図)の大きく分けて2種類の外観形状を持ちます。それらは、長さ300～580mm(信管を含まない)、直径75～150mm程度の円筒です。

先端部がとがっていると信管がついており、平坦部があると信管がはずされている状態であると考えられます。信管には衝撃を与えられると起爆し易い爆薬が入っているため、非常に危険です。

一般に、貯蔵時には信管が外されており、我が国で埋設されている毒ガス弾は信管がはずされている場合が多いと推測されます。

旧日本軍が保有していたと考えられる化学砲弾の外見的特色は、図2のように、色と切り溝で判定できます。しかしながら、表面が酸化腐食されていると色による識別は困難になります。

(2) 投下弾

投下弾は翼がついていることが特色です。写真1は、屈斜路湖から回収された50kg投下きい弾で、長さが600～1,100mmと大きな鉄製の円筒です。土壌中に埋まっているものは、翼部分は酸化腐食し崩壊して短くなっている場合があるため、判断には注意が必要です。

(3) 発煙管

有毒発煙管の断面図を図3に示します。高さ 170～270mm、直径 48～270mm の缶詰のような外形をしています。外観が兵器らしくないため、注意が必要です。

いずれも地中にある場合は、酸化腐食されて赤褐色を呈し、触れると崩れたり、また、穴が開いていたりしています。

3. 毒ガス弾に含まれている化学物質の補給容器等

毒ガス弾に含まれている化学物質の補給容器を図4、図5に、毒ガス弾の運搬容器の形状や標識要領の状況を図6に示します。これらの容器の形状や標識は、内部の毒ガス弾に含まれている化学物質や毒ガス弾の種類に際して、大変重要な情報になります。

ただし、これらの補給容器等が出土した場合は、中に毒ガス弾に含まれている化学物質あるいは毒ガス弾が保管されている可能性がありますので、注意深く取り扱って下さい。また容器が割れて、中が空の場合も壁面に毒ガス弾に含まれている化学物質が残っている場合がありますので、注意が必要です。

4. 特殊な貯蔵容器

毒ガス弾に含まれている化学物質の特殊な貯蔵容器として、ドラム缶、ガラス瓶(試薬ビン、ビール瓶)等があります。国内で最近発見されている毒ガス弾に含まれている化学物質は、以下のようにガラス容器に入っていました。

神奈川県平塚市地方合同庁舎建設現場より発見されたガラスビン類は(写真3)、平成15年4月～12月の間で合計34本であり、うち23本が球状のビン(うち7本が首部破損あるいは亀裂)、11本が広口ビン等(うち2本が破損)でした。球状ビン23本のうち2本からシアン化水素が検出され、その他検出可能なものについては硫酸溶液等でした。また、球状ビン23本のうち16本はロウ又は石灰の栓、3本はガラスの栓、3本は栓がない状態でした。

一方、神奈川県寒川町で発見されたガラスビン類は(写真2)、平成14年9月～平成16年3月の間で合計806本であり、その多くに黒色の液体又は固体が含まれており、分析実施済みの11本からはマスタード、ルイサイト、クロロアセトフェノンが検

出されました。また、栓としては、ゴムの栓等が確認されています。

このように、容器が崩壊していても、液体又は固体状の毒ガス弾に含まれている化学物質が残留していることがあり、また、外見は破損のないような状態で発見されても、劣化により容易に破損する恐れがありますので、注意が必要です。

表1 毒ガス弾に含まれている化学物質の種類

旧軍における名称	化学物質の名称	区分
きい剤	マスタード(イペリットともいう)、ルイサイト、及び両化学物質の混合物	びらん剤
あか剤	ジフェニルシアノアルシン(DC、ジフェニルシアンアルシンともいう)、ジフェニルクロロアルシン(DA)	くしゃみ剤(嘔吐剤)
みどり剤	クロロアセトフェノン	催涙剤
あお剤	ホスゲン	窒息剤
ちゃ剤	シアン化水素	血液剤
しろ剤	トリクロロアルシン	発煙剤

注) 毒ガス弾に含まれている化学物質の区分と毒性

(1) びらん剤

硫黄マスタードとルイサイトが代表的であり、両化学物質は蒸発速度が遅く、細かい霧状又は水滴状で用いられることが多い。皮膚浸透性を有しており、防毒マスクだけでは防ぐことはできない。マスタードは皮膚に付着すると数時間後に赤い斑点を生じ、痛みを伴うびらん状を呈する。目や呼吸器の粘膜を冒し、水疱、潰瘍を生じる。ルイサイトはマスタードより効果が現れるのが速く、皮膚に付着したり目に入ると耐えがたい痛みを生じる。旧日本軍のきい剤はマスタードとルイサイトが主成分である。

(2) くしゃみ剤(嘔吐剤)

ジフェニルシアノアルシン(DC)、ジフェニルクロロアルシン(DA) やアダムサイトのような有機ヒ素化合物があり、低濃度で鼻、喉、目の粘膜に激しい刺激を与え、くしゃみ、咳、前額部に痛みを感じ、高濃度では呼吸器深部を冒し、嘔吐、呼吸困難、不安感を生じ、死亡する例もある。旧日本軍のあか剤は DC、DA の混合物である。

(3) 催涙剤

クロロアセトフェノンやクロロベンジルマロノニトリルのようなハロゲン化合物であり、目や喉を刺激して激しい催涙効果を示す。死に至らしめることはほとんどなく、暴動の鎮圧用に配備されていた。

(4) 窒息剤

呼吸器系に作用して喉や気管支を刺激し、肺に障害を起こして死に至らしめる。塩素やホスゲンが代表的な化合物である。

(5) 血液剤

青酸ガスが代表的な化合物で、体内に吸収された後、血液成分(ヘモグロビン)、全身の組織に作用して呼吸器障害を起こし、睡眠を伴い死に至らしめる。窒息剤や血液剤は、揮発性が高く呼吸器を通して作用するので、防毒マスクを着用することで防ぐことができる。

(6) 発煙剤

空気中で発煙し、刺激性がある。高濃度では、目、皮膚、気道に対して腐食性を示し、この蒸気を直接吸入すると重症では肺水腫を起こす場合がある。

出典: 遺棄化学兵器の安全な廃棄技術に向けて(日本学術会議報告平成 13 年 7 月)
International Chemical Safety Cards (ICSC 1989) 他

表2 毒ガス弾に含まれている化学物質の種類と特色

区分	毒ガス弾に含まれている化学物質の種類	名称 (陸軍)	名称 (海軍)	常温の状態	におい
びらん剤	硫黄マスタード	きい一号	三号特薬甲	油状液体	カラシ臭
	ルイサイト	きい二号	三号特薬乙	無色透明・液体	ゼラニウム臭
窒息剤	ホスゲン	あお一号		気体	干し草臭
血液剤	青酸(HCN)	ちゃ一号	四号特薬	気体	弱アーモンド臭
くしゃみ剤	ジフェニルクロロアルシン			固体	無臭
	ジフェニルシアノアルシン	あか一号	二号特薬	固体	にんにく+アーモンド臭
催涙剤	クロロアセトフェノン	みどり一号	一号特薬		リンゴの花のような匂い
	臭化ベンジル	みどり二号			刺激臭、快い香り
発煙剤	トリクロロアルシン	しろ一号		液体	刺激臭

区分	毒ガス弾に含まれている化学物質の種類	応急対策
びらん剤	硫黄マスタード	大量の水で洗浄する。
	ルイサイト	大量の水で洗浄する。
窒息剤	ホスゲン	新鮮な空気のある場所に移動する。できれば、酸素供給する。
血液剤	青酸(HCN)	医者へ急行し、亜硝酸+チオ硫酸の投与を受ける。
くしゃみ剤	ジフェニルクロロアルシン	眼及び手を洗浄する。
	ジフェニルシアノアルシン	眼及び手を洗浄する。
催涙剤	クロロアセトフェノン	新鮮な空気のある場所に移動し、安静にする。眼は大量の水で洗う(コンタクトははずす)。
	臭化ベンジル	新鮮な空気のある場所に移動し、安静にする。眼は大量の水で洗う(コンタクトははずす)。
発煙剤	トリクロロアルシン	眼及び手を洗浄する。また、トリクロロアルシンはホスゲンの溶解剤として使用されるケースもあるため、ホスゲンと同様の処置を併せて実施することが望ましい。

表3 毒ガス弾に含まれている化学物質に接したときの急性症状

物質名	症状
マスタード (硫黄マスタード (H、HD))	<ul style="list-style-type: none"> ・皮膚に付着した場合、紅斑が2～24時間で現れ、その後、大きくて薄い半透明の黄ばんだ水泡ができる。水泡が生じた場合、細菌に感染する危険が伴う。水泡内の液は透明で、マスタードは含んでいない。皮膚の湿った部分で最も激しい症状を呈する。 ・蒸気に暴露した場合には～度の薬品熱傷を受け、溶液に暴露した場合には～度の薬品熱傷を受ける。熱傷が体表面積の25%以上となると致命的である。 ・低濃度の蒸気暴露で眼の刺激を感じ、眼が赤くなる。高濃度の蒸気暴露では、重症の結膜炎、羞明(まぶしがり症)、眼瞼痙攣、痛み、角膜損傷が生じる。液体が直接眼に触れると、角膜及び虹彩の損傷を引き起こし失明する。 ・その他、経口摂取した場合には、嘔気、嘔吐、下痢、腹痛、消化管全体に浮腫を生じ、穿孔することもある。また、感情鈍麻、うつ状態などの中枢神経系への影響も見られる。
ルイサイト(L)	<ul style="list-style-type: none"> ・びらん作用はマスタードと類似しており、皮膚に紅斑と水泡、眼には腫れ、流涙などを生じさせ、上部気道を刺激する。しかし、マスタードの場合には気が付かないうちに暴露されていることがあるのに対し、ルイサイトは蒸気でも液体でも直ちに激しい痛みと刺激を感じ、暴露直後から症状が現れる。 ・皮膚に付着すると、2～3分以内に激しい痛みを感じ、30分以内に紅斑が生じ、数時間～13時間で痛みを伴う水泡が出現する。また、水泡の有無とは別に、痒みや刺激症状が24時間は続き、48～72時間後に軽減する。マスタードよりも皮膚の組織壊死、組織脱落は重篤で、皮膚に0.5mL付着しただけでも重篤な全身症状を生じ、2mLでは致死率が高くなる。 ・眼に入ると、1分以内に大量の水で洗浄しないと失明することがあり、2～3時間で結膜や眼瞼の浮腫、虹彩炎、角膜のかすみを生じる。 ・その他、全身の中毒症状として、肺水腫、下痢、不安、虚脱、体温低下、低血圧を生じる。 ・大量に暴露すると毛細血管透過性を亢進し、血液量減少、血圧低下による”ルイサイトショック”や臓器うっ血を生じる。この結果、マスタードよりも激しい嘔吐、下痢を伴った肝、腎壊死を引き起こす。
ジフェニルクロロ アルシン(DA)	<ul style="list-style-type: none"> ・眼、皮膚、粘膜を刺激し、鼻汁、くしゃみ、咳、頭痛、胸部圧迫感、悪心、吐き気、不快感を引き起こす。 ・通常の使用濃度では、効果は暴露後も約30分間続く。高濃度の場合には、効果が数時間持続する。 ・完全に無能力化される量であっても、1～2時間以内に解毒される。 ・作用速度は非常に速く、1分間の暴露の後、2～3分以内に作用が現れる。
ジフェニルシアノ アルシン(DC)	<ul style="list-style-type: none"> ・眼、皮膚、粘膜を刺激し、鼻汁、くしゃみ、咳、頭痛、胸部圧迫感、悪心、吐き気、不快感を引き起こす。 ・通常の使用濃度では、効果は暴露後も約30分間続く。高濃度の場合には、効果が数時間持続する。 ・すばやく解毒され、無能力化される量であっても、1時間後には効果を失う。 ・作用速度は非常に速く、高濃度であると、30秒ほどで耐えられなくなる。 ・毒性はDAよりも強い。

表3 毒ガス弾に含まれている化学物質に接したときの急性症状（続き）

物質名	症状
クロロアセトフェノン (CN)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 暴露すると、すぐに眼の灼熱感、疼痛、流涙などが生じるが、30分程度で沈静化するのが一般的である。しかし、眼瞼痙攣や発赤、腫脹が1～2日続くこともあり、高濃度の暴露では、一時的な失明や角膜剥離、永久的な角膜混濁や角膜損傷により、失明することもある。 ・ 皮膚への感作性があり、皮膚炎を起こすことがある。
臭化ベンジル	<ul style="list-style-type: none"> ・ 催涙性があり、皮フ、眼、粘膜に対して強い刺激作用と腐食作用とをもつ。大量に摂取すれば中枢神経系を抑制する。
ホスゲン (CG)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3 ppm を超える濃度では、眼、鼻、喉に刺激があり、胸苦しくなり、息が短くなって咳が出る。これだけの症状であれば、暴露が停止すると急速に症状は軽くなる。 ・ 30 ppm・min を超える暴露では、上記の症状が暫く続き（その時間は高濃度に暴露したときは1-4時間、低濃度の場合は24-48時間程度）その後肺水腫が生じ、場合によっては死に至る。 ・ 生存した場合は気管支炎が数日続く。血中のガス濃度は1週間以内に通常に戻るが、運動性呼吸困難及び気管支炎は数ヶ月続く。 ・ 2 ppm の濃度に80分暴露した場合は、眼等の痛みといった症状は出ないが、12-16時間後に肺水腫を引き起こす。 ・ 200 ppm 以上の高濃度に暴露した場合は、ホスゲンは肺胞において溶血を引き起こし、毛細血管の循環が阻害され、急性肺性心（右心室が急激に肥大する）によって数分で死亡する。 ・ 液体のホスゲンに接触した場合は皮膚の損傷及びびらんが生じる。
青酸 (シアン化水素) (AC)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 毒性作用は非常に急速に現れ、無能力化濃度では1～2分以内に無能力され、致死濃度では15分以内に死亡する。また、解毒作用も速く、0.017 mg/kg/min である。 ・ シアンは呼吸中枢を直接刺激するため、高濃度暴露では吸入直後には呼吸数、換気量とも増加するが、30秒以内に意識消失及び痙攣を起こして、数分で呼吸停止、さらに数分で心停止にいたる。 ・ 中程度の濃度の場合、血管拡張により暴露後から全身の悪寒が現れて持続し、紅潮を認める。次いで吐き気、嘔吐、頭痛が生じ、胸部絞扼感を伴う呼吸困難が現れ、最後に意識を消失して痙攣を起こす。 ・ 低濃度暴露の場合、呼吸数・換気量の増加、めまい、吐き気、嘔吐、頭痛が生じる。その後、痙攣や昏睡が生じることがあり、暴露時間によって数時間～数日続くことがある。暴露が続くと呼吸困難、脱力感を伴い、重症となる。 ・ 軽症の場合には、頭痛、めまい、吐き気が数時間続くが、その後は完全に回復する。
トリクロロアルシン	<ul style="list-style-type: none"> ・ 腐食性があり、眼、皮膚、気道に障害を与える。 ・ 蒸気の吸入により肺水腫を生じる（しばしば数時間経過しないと現れない）。 ・ 心臓及び血管、中枢神経系、胃腸管に影響し、その結果、激しい出血、体液及び電解質の消失、ショック、死亡に至ることがある。

下記の資料他より作成

- Department of the Army, Department of the Navy, Department of the Air Force (1990): Potential Military Chemical/Biological Agents and Compounds (FM-3, NAVFA-CP-467, AFR355-7).
- Department of the Army (1996): FM8-9, Handbook on the Medical Aspects of NBC Defensive Operations.
- International Chemical Safety Cards (ICSC): Arsenic Trichloride
- Sidell, F. R., et al. (1997): Medical aspects of chemical and biological warfare, Walter Reed Army Medical Center.
- U. S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine (2002): Chemical Exposure Guidelines for Deployed Military Personnel. USACHPPM Technical Guide 230.

表4 旧日本軍保有の毒ガス弾の特色

火砲・迫撃砲用化学砲弾

弾種		形状	最大長さ*1	最大径	全重量*2	化学剤*2	火薬量*2
(mm)			(mm)	(mm)	(kg)	(g)	(g)
75	山騎砲	-	-	75	-	-	490
90	迫撃砲	流滴型	400	90	-	-	645
105	榴弾砲	尖頭型	500	105	-	-	-
150	榴弾砲	-	-	150	-	-	3365

航空機用投下化学弾

弾種		形状	最大長さ	最大径	全重量	化学剤	火薬量
			(mm)	(mm)	(kg)	(g)	(g)
1.5 kg 投下あか弾		-	-	-	-	-	-
5.0 kg 投下きい弾		翼付き釣鐘	約 1100	約 100	43.1	19000	2300

発煙管

弾種		形状	最大長さ	最大径	全重量*2	化学剤*2	
			(mm)	(mm)	(kg)	(g)	
小あか筒		円筒	200.0	48.0	-	-	
大あか筒		円筒	217.0	111.0	-	-	

*1: 信管のない時の長さ。信管が付いているとさらに20～50mm長くなる。この長さの精度は小さい。

*2: あか剤が入ったときの例。他の化学剤の場合はこれとは異なる。

出典: 1. 「遺棄化学兵器の安全な廃棄技術に向けて」平成13年7月23日、日本学術会議

2. 藤原: 金属、vol.1,70(2000)No.5

3. CWD2000 学会発表資料 より

表5 毒ガス弾に含まれている化学物質の現場型測定器具の例

測定原理	イオン泳動式	コロナ放電	IMS 式	IMS 式	フレイム光度式	
機種	NORCAM	LCD3.2	Chem Pro 100	RAID - 1	TIMs detector	
メーカー（技術）	（英） Smiths Detection	（英） Smiths Detection	（フィン） ENVIRONICS	（独） Bruker	（仏） Proengin SA	
検出限界値 （測定時間）	マスタード（HD）	0.2 mg/m ³ (30 sec)	1 mg/m ³ (10 sec)	0.2 mg/m ³ (within 10 sec)	0.02 mg/m ³ (3 sec)	0.3 mg/m ³ (as S) (2 sec)
	ルイサイト（L）	0.2 mg/m ³ (120 sec)	2 mg/m ³ (10 sec)	0.01 mg/m ³ (within 10 sec)	0.02 mg/m ³ (3 sec)	1.5 mg/m ³ (as As) (2 sec)
	ホスゲン（CG）	<5 mg/m ³ (30 sec)	20 mg/m ³ (10 sec)	-	1 mg/m ³ (3 sec)	-
	シアン化水素（AC）	<5 mg/m ³ (30 sec)	22 mg/m ³ (10 sec)	20 mg/m ³ (within 10 sec)	0.5 mg/m ³ (3 sec)	5 mg/m ³ (as N) (2 sec)
備考	有機塩素化合物 の妨害あり。		目的物質と質量数が近い揮発成分が正誤差の 可能性あり		元素の発光で検知	

測定原理	GC/MS	GC/MS	GC/XSD	電気化学式	検知管	
機種	HAPSITE	可搬式 GC-MS	MINICAMS	ドレーゲルマルチパーン	検知管	
メーカー（技術）	（米） INFICON	（米）National Laboratories	（米） CMS	（独） Drager	（独） Drager	
検出限界値 （測定時間）	マスタード（HD）	0.36 ~ 0.71 mg/m ³ （吸着管で濃縮可）	0.00002 mg/m ³ （吸着管で濃縮）	0.0006 mg/m ³ (10 min)	-	定性
	ルイサイト（L）	約 0.5 mg/m ³	約 0.001 mg/m ³ (前処理装置設置)	0.0006 mg/m ³ (10 min)	-	定性
	ホスゲン（CG）	分析可能	分析可能	0.08 mg/min (10 min)	0.04mg/m ³ (40sec)	0.25 ~ 75 ppm
	シアン化水素（AC）	分析可能	分析可能	-	0.1mg/m ³ (10sec)	2 ~ 150 ppm
備考		米国化学剤データ ベース搭載		成分毎にセンサー設定		

注：出所は商品取扱い説明書による。