

射撃場に係る鉛汚染調査・対策 ガイドライン

平成19年3月

環境省 水・大気環境局 土壤環境課

射撃場に係る鉛汚染対策検討会 構成員名簿

(平成19年3月現在)

井口 斉	警察庁生活安全局生活環境課長
岩田 助和	富山県生活環境部 参事
上原 隆義	社団法人 全日本指定射撃場協会 専務理事
荻野 徳男	福岡県環境部環境保全課長
勝見 武	国立大学法人 京都大学大学院地球環境学堂 助教授
川口三三夫	財団法人 日本体育協会国体推進部長
川地 武	滋賀県立大学環境科学部 教授
倉沢 泰児	防衛省大臣官房文書課環境対策室長
後藤 滋	北海道環境生活部環境室環境保全課 主幹
坂元 譲次	文部科学省スポーツ・青少年局競技スポーツ課 企画官
高橋 義博	社団法人 日本クレー射撃協会 副会長
高松武次郎	国立大学法人 茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター 教授
中里 典男	社団法人 日本猟用資材工業会 専務理事
中村健一郎	長野県生活環境部水環境課長
(座長)細見 正明	国立大学法人 東京農工大学大学院工学教育部 教授
村田 智吉	独立行政法人 国立環境研究所土壌環境研究室 主任研究員

(敬称略、五十音順)

はじめに

国内の射撃場で使用される弾丸は鉛を主成分とする鉛弾がほとんどです。射撃場に係る鉛汚染対策に関しては、今まで統一された考え方が存在しなかったこともあり、各射撃場の判断で、様々な調査・対策が実施されてきました。

環境省では、このような状況を踏まえ、射撃場の設置者又は管理者が鉛汚染に関する調査・対策を行う際に参考としていただくためのガイドラインを作成しました。本ガイドラインは、次頁の学識者、射撃関係団体、地方公共団体及び中央省庁の関係者から構成される「射撃場に係る鉛汚染対策検討会」での検討結果をもとに、取りまとめられたものです。

射撃場は鉛弾を使用する施設であって、場内に鉛弾や鉛を含む土壌が存在すること自体を環境保全上の問題とするものではありませんが、射撃場周辺土壌の汚染や公共用水域での水質汚濁及び地下水の汚染といった鉛による環境保全上の問題を生じさせないようにすることが必要です。

このような考え方のもと、各射撃場の設置者等が、使用される鉛弾に由来する鉛が原因で環境保全上の問題が生じているか否かを判断する調査を行うに当たっての基本的な考え方や調査方法について取りまとめています。

また、環境保全上の問題を速やかに解消するための対策や、鉛汚染問題を未然に防止するための対策を検討する際にも、活用できるものとしています。個別の対策技術についても、これまで各地の射撃場で実際に行われた対策を参考に、様々な対策についてその期待される効果や留意事項等を収載していますので、実際の対策に当たって参考にして頂きたいと考えています。

さらに、対策に伴って射撃場から排出される鉛弾等の扱いや処理方法についても、環境保全上の問題が生じないよう基本的な考え方を取りまとめています。

このガイドラインが、射撃場それぞれの状況に応じて、有効に利用されることを願っています。

目 次

第一	本ガイドラインの基本的考え方	1
1.	本ガイドラインが対象とする射撃場に係る鉛汚染問題等について.....	1
2.	射撃場に関する基本的な情報.....	2
3.	鉛に関する基本的な情報.....	7
4.	鉛に係る環境保全上の規制について.....	9
5.	射撃場に係る鉛汚染問題の考え方.....	10
6.	射撃場に係る鉛汚染対策の考え方.....	12
7.	その他.....	15
第二	射撃場に係る鉛汚染問題の有無の調査	16
1.	射撃場に係る鉛汚染問題の有無の調査.....	16
2.	鉛汚染問題の有無を調査する方法について.....	17
第三	射撃場に係る鉛汚染問題を解消するための対策の検討について	22
1.	総論.....	22
2.	射撃場に関する情報の収集、整理.....	23
3.	対策計画の策定.....	28
4.	対策の実施と効果の確認.....	33
5.	緊急かつ暫定的な対策.....	33
6.	対策に伴って回収される鉛弾や土壌等の取り扱い.....	34
7.	対策の記録の作成・保存及び関係者への説明.....	36
第四	鉛汚染問題を未然に防止するための対策の検討について	37
第五	射撃場に係る鉛汚染対策について	40
1.	総論.....	40
2.	各対策の概要.....	42

第一 本ガイドラインの基本的考え方

1. 本ガイドラインは、射撃場で使用された鉛弾（鉛が主成分である弾丸を指す、以下同じ）に由来する鉛が原因で環境保全上の問題が生じることのないよう、射撃場を射撃場として運営し続けるに当たって設置者や管理者（以下、設置者等とする）が行う調査や対策のあり方について取りまとめたものである。
2. 射撃場で使用される弾丸は、その使用目的や競技種目によって違いがあるうえ、同一規格であっても各製造メーカーによって金属組成も様々であるが、鉛弾である場合がほとんどである。鉛弾は水に触れると鉛を溶出することが、実験により確認されている。
3. 射撃場は鉛弾を使用する施設であって、場内に使用された多数の鉛弾や鉛を含む土壌が存在すること自体を環境保全上の問題とするものではないが、射撃場の運営に当たっては、射撃場で使用された鉛弾に由来する鉛が原因で、射撃場周辺土壌の汚染や公共用水域での水質汚濁及び地下水の汚染といった環境保全上の問題を生じさせないようにすることが必要である。
4. 本ガイドラインは、射撃場の設置者等が、使用される鉛弾に由来する鉛が原因で環境保全上の問題が生じているか否かを判断する調査を各々の射撃場で行うに当たっての基本的な考え方や調査方法について取りまとめている。また、環境保全上の問題を速やかに解消するための対策や、鉛汚染問題を未然に防止するための対策を検討する際に、活用できるものとしている。さらに、対策に伴って射撃場から排出される鉛弾等の扱いや処理方法についても、環境保全上の問題が生じないよう基本的な考え方を取りまとめている。
5. なお、射撃場としての運営を中止し、他の用途へ転用する場合については、土壌汚染対策法や自治体の条例等に基づく調査・対策を講ずることが必要となる場合がある。

1. 本ガイドラインが対象とする射撃場に係る鉛汚染問題等について

本ガイドラインが対象とする「射撃場に係る鉛汚染問題」とは次の様なものを想定している。

- ① 鉛弾から溶出した鉛が表流水を通じて場外に流れ、公共用水域で水質汚濁が生じる。
- ② 鉛弾から溶出した鉛が地下水を汚染し、場内及び周辺の飲用井戸等で水質汚濁が生じる。
- ③ 鉛弾自体や鉛を含む土壌が表流水を通じるなどして場外に拡散し、公共用水

域での水質汚濁や場外での土壌汚染が生じる。

- ④ 鉛弾が場外に散逸し、公共用水域での水質汚濁や場外での土壌汚染が生じる。

また、このガイドラインでは、射撃場を射撃場として運営していくに当たって、現状で射撃場に係る鉛汚染問題が生じていると判断された場合の問題解消、又は、問題は生じていないものの鉛汚染問題の未然防止を目的に行われる環境保全対策について、射撃場に係る鉛汚染対策としてとりまとめている。

なお、射撃場としての運営を中止し、他用途に転用する場合は、土壌汚染対策法や射撃場が設置されている自治体の条例等に基づく調査・対策を講ずることが必要となる場合がある。

2. 射撃場に関する基本的な情報

(1) 国内射撃場に関する基本的な情報

1) 日本には、銃砲刀剣類所持等取締法（昭和33年3月10日法律第6号）第9条の2第1項の規定に基づいて都道府県公安委員会に指定されている射撃場（以下、指定射撃場とする）が、平成17年12月末日現在、全国に449か所存在する。また、その他にも、自衛隊、海上保安庁、警察等が管理している指定射撃場ではない射撃場が全国に228か所（平成16年6月16日現在）存在する。

2) これら射撃場では、クレー射撃（スキート射撃、トラップ射撃）、ライフル射撃（小口径ライフル、大口径ライフル）、エアライフル射撃といった射撃競技やその練習のほか自衛隊、海上保安庁、警察の訓練等が行われており、その際には様々な弾丸が場内に発射される。射撃場の構造や施設は、その使用目的や競技種目によってそれぞれ異なるうえ、射撃場で使用される弾丸も散弾、単弾といった違いがあり、同一規格であっても製造メーカーによって金属組成も様々であるが、使用されている弾丸のほとんどは、鉛弾である。

3) そして、これらの鉛弾は雨水等の水に触れると鉛を溶出することが、本ガイドラインの作成に当たって環境省が独立行政法人国立環境研究所に発注して行った屋内・屋外実験及び現地調査等により確認されている。（本実験結果の詳細は巻末資料Aを参照。）

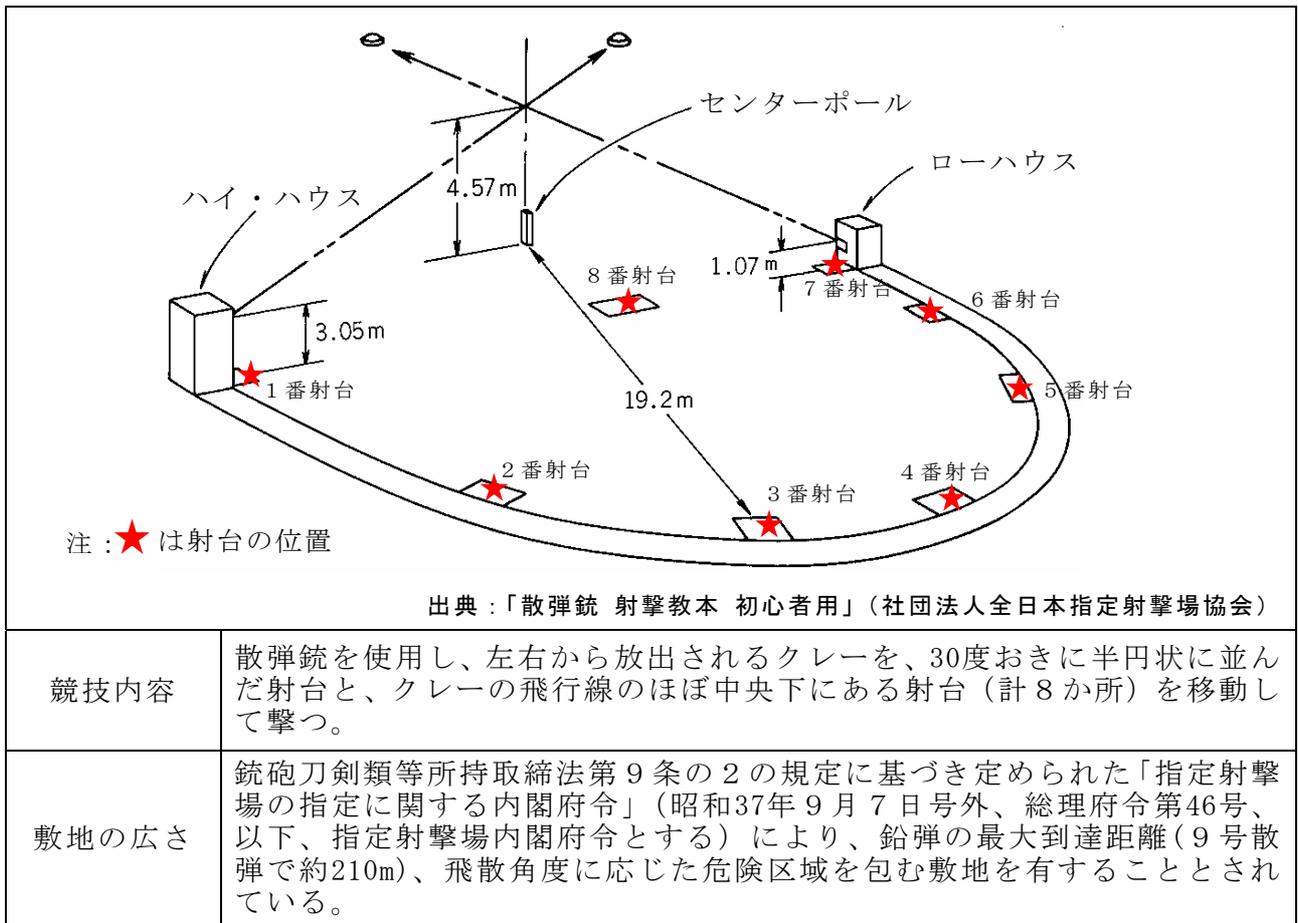


図 1 - 1 スキート射撃場の模式図

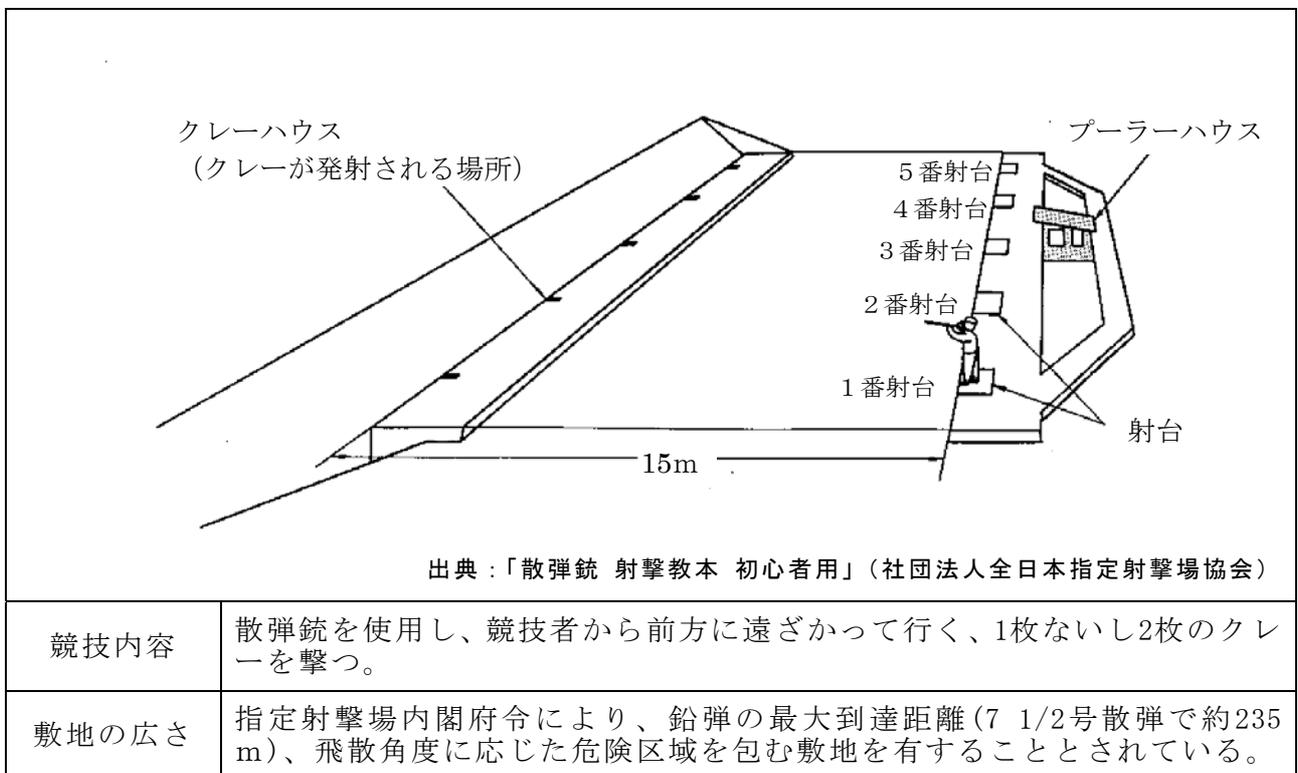


図 1 - 2 トラップ射撃場の模式図

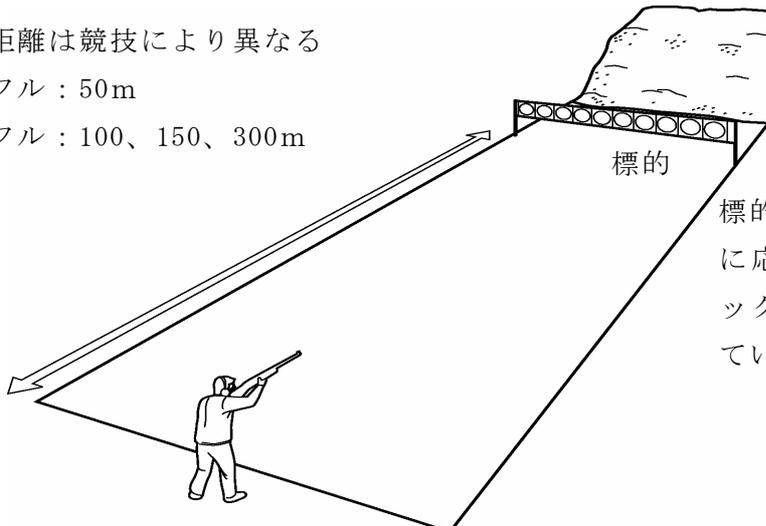
<p>標的までの距離は競技により異なる 小口径ライフル：50m 大口径ライフル：100、150、300m</p>  <p>標的の後方には、射撃方式に応じて土等でできたバックストップが設置されている</p>	
競技内容	小口径ライフル銃、大口径ライフル銃を使用し、固定された標的を撃つ。
敷地の広さ	<p>ライフル射撃場は大きく分けて以下の3つの構造のものがある。</p> <p>①覆道式：弾道の全体が射屋に覆われているもの ②バッフル式：射座からバックストップまでの間に、弾丸が射撃場外に飛散することを防ぐための障壁が設けられているもの ③自然式：覆道式及びバッフル式以外のもの</p> <p>このうち、自然式ライフル射撃場は、指定射撃場内閣府令により弾丸の最大到達距離、飛散角度に応じた危険区域を包む敷地を有することとされている。</p>

図 1 - 3 ライフル射撃場の模式図

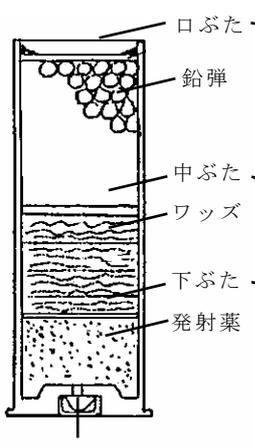
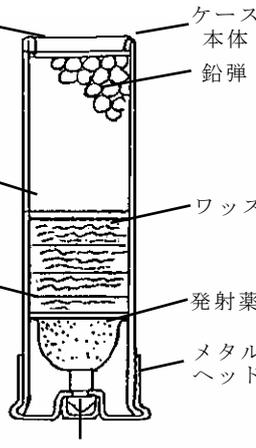
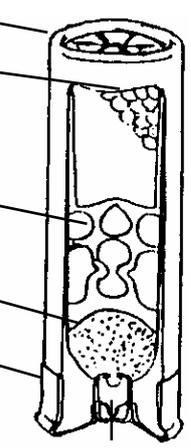
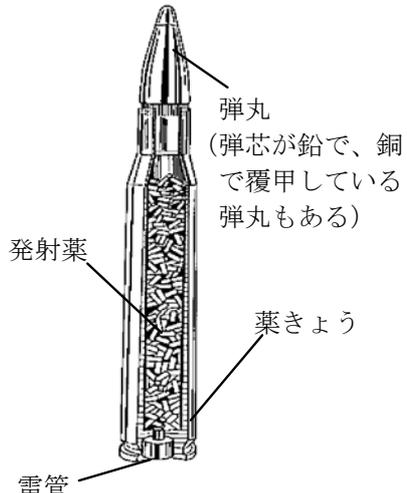
<p>真鍮薬莢 (やっきょう)</p>  <p>紙薬莢</p>  <p>プラスチック薬莢</p> 	
<p>出典：「散弾銃と装弾」（社団法人猟用資材工業会）</p>	<p>出典：ライフル銃射撃教本 （社団法人全日本指定射撃場協会）</p>
散弾（散弾装弾）の例	ライフル弾の例

図 1 - 4 射撃場で使用される弾薬の例

表 1-1 市販散弾（7.5号、未使用）の金属組成の実測例

（単位：％）

金属元素 散弾試料	鉛	アンチモン	ヒ素	銅
A社製品	99.0	2.5	0.21	0.10
B社製品	97.2	3.6	0.83	0.04
C社製品	93.7	6.3	0.97	0.06
D社製品	96.8	3.8	0.28	0.01
E社製品	99.3	1.5	0.59	0.01

注：各金属元素の割合は、実際の測定値であり、その合計は100にはならない。

（2）国内射撃場における鉛汚染対策の現状

1）本ガイドラインの作成に先立ち環境省が平成17年に国立大学法人東京農工大学に発注して行った国内指定射撃場の設置者等に対するアンケート調査の結果では、射撃場に係る鉛汚染問題への対応として何らかの対策を実施した又は実施中と回答した射撃場は214箇所であった（全回答射撃場388箇所）。

2）アンケート結果の概要は以下のとおりであった。

① 対策内容は、鉛弾の回収、鉛を含む射撃場内の土壌の掘削除去、場内の舗装、場内のシート等による被覆、射撃場外に流出する表流水の制御、水処理施設の設置、着弾範囲への雨水浸入防止工など多岐にわたり、様々な対策を各射撃場が実施した又は実施中であることが示された。

鉛弾の回収について具体的な内容をみた場合、場内の土壌もろとも鉛弾を回収、最初から鉛弾のみを分別して回収といった手法の違いや、土壌もろとも回収する場合でも、回収後の鉛弾の分別の有無やその分別手法、鉛弾のみを分別して回収する場合も使用する器具等に違いがあり、それぞれの対策で、各射撃場において様々な手法が取られていることが示された。

② 各射撃場で対策に当たって事前に行われた調査に関しても、場内の鉛弾存在状況、場内土壌、場内・場外表流水、場内・場外地下水の鉛濃度など、調査の対象、項目、地点数ともに様々であった。

③ 調査、対策について困ったこととして、調査計画立案に当たっての技術情報の不足や対策計画立案に当たっての技術情報の不足という回答も多かった。

④ さらに、対策を実施した契機では、「射撃場内の土壌中鉛濃度が環境基準値を超過」、「射撃場内の表流水中鉛濃度が環境基準値を超過」、「他射撃場が射撃場に係る鉛汚染対策を実施したため」、「射撃場周辺の住民等からの要望」

といった本ガイドラインが対象とする「射撃場に係る鉛汚染問題」以外のものも多くあげられた。

3) 以上のことから、これまで、国内には射撃場に係る鉛汚染問題について統一された考え方が存在していなかったために、各射撃場の設置者等が独自の判断で、対策の実施を決断するとともに、調査・対策の内容を検討していたと考えられる。

4) なお、射撃場に係る鉛汚染問題に対しては、国内射撃関連団体でも既に以下の様な取組が行われている。

① (社)日本猟用資材工業会、(社)全日本指定射撃場協会、(社)日本火薬銃砲商組合連合会では、共同で環境問題対策協議会を設立のうえ基金を造成し、射撃場における鉛散弾回収等の対策に対して助成を行っている(取組内容の詳細は巻末資料B参照)。

② (社)日本クレ射撃協会では、同協会の公認射撃場に対して、鉛弾、ワッズ及びクレ等の回収、リサイクルの実施を働きかけている(取組内容の詳細は巻末資料C参照)。

(3) 諸外国の射撃場における鉛汚染対策の現状

1) 米国

米国では、2001年、環境保護庁 EPA により射撃場に対して「Best Management Practices for Lead at Outdoor Shooting Ranges: BMP」が作成され、既に運用されている。

現地調査(平成18年2月実施)等により、その運用実態を確認したところ、BMPに基づいた環境保全対策に取り組んでいる射撃場では、「Environmental Stewardship Plan」とよばれる環境管理計画が作成され、計画の中に射撃場内の適正な植生の管理や場内土壌のpH管理等を主要な対策として掲げ、対策を実施した場合は、その内容を記録、保管している。

例えば、場内土壌のpH管理は、鉛弾が着弾する土壌のモニタリングとして実施されており、pHが6.5~8.5の範囲にあることを確認し、仮にその範囲外であれば石灰といった土壌pHを調整する資材を散布してpHが範囲内となるように努めるといった内容であり、一連の調査結果や作業内容は記録され、射撃場に保管されている。

2) 欧州(ドイツ)

ドイツでは、環境に関する大臣会議のワーキンググループによりまとめられた報告書(The Work Group of the Conference of the (Laender) Ministers for the Environment, Soil Contaminations at shooting ranges, 1998)にあるように、国内に500カ所以上ある射撃場の現状から、鉛弾の回収、再利用を重要な対策として位置付けている。このため、鉛弾が回収しやすいよう、着弾範囲を広げない

ために、射台の設置位置の配慮や盛土・バックストップの設置が推奨されている。

また、射撃場に係る鉛汚染問題については、射撃場の使用期間や土壌酸性度に大きく依存するうえ、各射撃場で地理的、地質的及び地形的な特性も大きく異なるため、各射撃場の状況に応じた鉛汚染対策を講じる必要性が強調されている。

さらに、欧州版のBMPである「A Handbook for European Range Managers, Shooting Ranges and The Environment; Association of European Manufacturers of Sporting Ammunition: AFEMS, 2002」がガイドラインとして利用されている。

3. 鉛に関する基本的な情報

(1) 性質

鉛の主な性質を表1-2に整理している。

鉛は密度が11.3g/cm³と鉄の約1.4倍大きい元素で、青みを帯びた白色又は銀灰色の光沢をもつ金属である。大気に触れると容易に酸化されて鉛色に変色する。比較的柔らかく低融点であり、展性が大きく加工が容易であるため、鉛はその化合物とともに多方面で使用されている。

表1-2 鉛の主な性質

原子番号	82
原子量	207.2
密度 (g/cm ³ 、20℃)	11.3
融点 (℃)	327.3
沸点 (℃)	1,740±10
ヤング率 (N/m ² 、室温)	17.2×10 ⁹
剛性率 (N/m ² 、室温)	5.82×10 ⁹

(鉛ハンドブック改訂第三版(日本鉛亜鉛需要研究会)より作成)

(2) 用途

日本国内における鉛の主な用途における需要量を表1-3に、また、鉛弾における需要量を表1-4に整理している。

表1-3 鉛の主な用途別需要量(平成16年)

用途	需要量(トン)
蓄電池	133,831
無機薬品	24,474
鉛管板	2,861
はんだ・銅合金塊	7,018
その他	9,064
合計	177,248

(経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」より作成)

表1-4 鉛弾用の鉛需要量

	需要量(トン)
平成16年度	1,822
平成17年度	1,430

注1: 本表の数値は、表1-3では「その他」の区分に含まれる数値

注2: 社団法人日本猟用資材工業会による推計値

鉛の主な用途は鉛と希硫酸の化学反応を利用して充電や放電を行うバッテリー(蓄電池)である。また、鉛とスズの合金である「はんだ」は、電子部品の接続

材料の主流を占めている。このほか、猟銃の弾丸や釣りの錘にも一部使われている。なお、かつては、自動車のガソリンに鉛の化合物が添加されていたが、現在では鉛の添加は禁止されている。

また、鉛の化合物には、酸化鉛や硝酸鉛等が挙げられる。酸化鉛には一酸化鉛や二酸化鉛等があり、一酸化鉛は屈折率を高めるためにガラスに加えられるほか、蛍光灯やテレビのブラウン管、塩化ビニル樹脂の安定剤の原料等に使用される。二酸化鉛は、バッテリーの電極や、プラスチックを製造する際の硬化剤等として使用される。また、硝酸鉛は、マッチや爆薬の原料として使用される。

なお、社団法人日本猟用資材工業会の推計によれば、平成17年度において、射撃用の鉛弾として消費された鉛（自衛隊、警察、海上保安庁の訓練で使用されるものを除く）の量は約1,320 t、同じく狩猟用の鉛弾には、約110 tが消費されたとされている。

（3）毒性

鉛は化合物によって毒性は異なるが、高濃度の鉛による中毒の症状としては、食欲不振、貧血、尿量減少、腕や足の筋肉の虚弱などがある。発がん性に関しては、ラットに1匹当たり1日3 mg の酢酸鉛を16ヵ月間、餌に混ぜて与えた実験では、腎臓に良性腫瘍及びがんの発生が報告されている。しかし、金属鉛及び有機鉛については発がん性の報告が不十分で評価できないとして、国際がん研究機関（IARC）は鉛をグループ2B（人に対して発がん性があるかもしれない）に分類している。

また、鉛は、人体への蓄積性があることから、消化管からの吸収率が高く最も感受性が高い乳児の代謝研究に基づき、耐容一日摂取量（TDI）が体重1kg 当たり0.0035 mg と算出され、水道水質基準や水質環境基準が設定されている。

人が鉛を体内に取り込む可能性があるのは、主に飲み水によると考えられ、体内に取り込まれた鉛は血中などに分布したあと、90%以上が骨に沈着する。主に尿に含まれて排せつされるが、体内の濃度が半分になるには約5年かかり、長く体内に残留する。

（「リスクコミュニケーションのためのファクトシート2004年度版」（環境省）より作成）

（4）環境中での動き

鉛は、土壌及び水底の泥、水中に存在すると考えられ、また、大気中にも主に浮遊粒子状物質などに吸着した形で鉛が存在する。鉛やその化合物の多くは水に溶けにくく、主に懸濁粒子に吸着した形で存在するが、一部は鉛イオンの形で水に溶けて存在する。

なお、鉛は地殻の表層部（海面16km 下まで）には重量比で0.0015%程度存在し、36番目に多い元素であり、水や大気中から検出される鉛には、人為的な排出のほか、地質に起因するものが含まれる。

（「リスクコミュニケーションのためのファクトシート2004年度版」（環境省）より作成）

4. 鉛に係る環境保全上の規制について

(1) 環境基本法（平成5年11月19日法律第91号）

環境基本法に基づき、鉛について、人の健康を保護する上で維持されることが望ましい基準として、公共用水域の水質汚濁、地下水の水質汚濁及び土壌の汚染に係る環境基準が表1-5のとおり定められている。（第16条）

表1-5 鉛に係る環境基準について

対象項目	環境基準値
水質	0.01mg/L以下
地下水	0.01mg/L以下
土壌	検液1Lにつき0.01mg以下

(2) 土壌汚染対策法（平成14年5月29日法律第53号）

土壌汚染対策法の対象となる特定有害物質（第2条）は、それが土壌に含まれることに起因して人の健康に係る被害を生じるおそれがあるものであり、「鉛及びその化合物」は特定有害物質の1つに定められている。

そのため、「鉛及びその化合物」には表1-6に示したとおり、土壌汚染対策法に基づく「指定区域」の指定に係る基準（以下、指定基準）として、直接摂取によるリスクに係る基準である「土壌含有量基準」、地下水等の摂取によるリスクに係る基準である「土壌溶出量基準」が定められているほか、土壌汚染対策法に基づく調査の際に、特定有害物質による地下水の汚染の有無を判断する基準である地下水基準（以下、地下水基準）が定められている。

仮に、指定基準を超過する鉛による土壌汚染が生じ、その状況が特定の条件に該当する場合には、都道府県知事による調査命令や措置命令が行われることがある（第4条、第7条）。また、当該調査命令や、措置命令の違反に対しては罰則が科せられる。

表1-6 鉛及びその化合物の指定基準及び地下水基準

	指定基準		地下水基準
	土壌含有量基準	土壌溶出量基準	
鉛及びその化合物	土壌1kgにつき 150mg以下であること	検液1Lにつき 0.01mg以下であること	1Lにつき 0.01mg以下であること

なお、土壌汚染対策法に基づく調査・対策等の詳細は巻末資料Dに示しているので参照されたい。

(3) 水質汚濁防止法（昭和45年12月25日法律第138号）

水質汚濁防止法では、人の健康に係る被害を生ずるおそれがある物質を「有害物質」に、また、有害物質を含む汚水又は廃液を排出する施設を「特定施設」として規定し、特定施設を設置する事業場等（以下、特定事業場）から公共用水域に排出される水（以下、排水水）に対しては、適合しなければならない排水基準

が有害物質の種類ごとに定められている（第2条、第3条、第12条）。

なお、同法では、都道府県知事が人の健康を保護し又は生活環境を保全することが十分でない認められる区域に対して、各都道府県の条例で、より厳しい排水基準を定めることができる上乗せ基準の制度を設けている（第3条第3項）。

さらに、有害物質をその施設において製造し、使用し、又は処理する特定施設を設置する特定事業場から地下に浸透する水で当該施設に係る汚水等を含むものを「特定地下浸透水」と規定（第2条）し、有害物質を含むものとされる要件に該当する特定地下浸透水は、地下に浸透させてはならないとしている（第12条の3）。

水質汚濁防止法では、「鉛及びその化合物」は有害物質の1つとして規定されており、表1-7に示した排水基準及び地下に浸透させてはならない特定地下浸透水の要件がそれぞれ定められている。

表1-7 鉛及びその化合物の排水基準及び特定地下浸透水の要件

	排水基準	有害物質を含むものとされる特定地下浸透水の要件
鉛及びその化合物	【許容限度】 1 Lにつき鉛0.1mg	1 Lにつき鉛0.005mg以上が検出されること

本ガイドラインの対象としている射撃場の射撃施設自体は、水質汚濁防止法に基づく特定施設には該当せず、水質汚濁防止法に基づく排水規制等が適用されるものではない。

ただし、水質汚濁防止法は、地方公共団体が同法で定める特定事業場以外の事業場に対する規制を条例において定めることは妨げるものではなく（第29条第3項）、水質保全の観点から同法に加えて必要とされる規制については、各地域の実情に応じて各地方公共団体が条例を設定の上、実施することができる。

5. 射撃場に係る鉛汚染問題の考え方

射撃場において、鉛弾が着弾した範囲の土壌では、その鉛濃度が指定基準を超過する土壌の汚染が生じる可能性が考えられる。

また、鉛弾が雨水などの水に溶けて鉛が溶出する事実をふまえると、鉛弾や鉛を含む土壌から溶出した鉛が、場外へ流出する表流水を通じた拡散や地下方向への浸入、浸透を経て、射撃場周辺の公共用水域や場内及び周辺の飲用井戸等において水質の汚濁を生じさせる可能性も考えられる。

さらに、一方、土壌汚染対策法では、都道府県知事は土地の土壌汚染により、

- ① 特定有害物質が含まれる汚染土壌の直接摂取
- ② 汚染土壌を原因とする汚染地下水の飲用摂取

のいずれかにより人の健康被害が生ずるおそれがあると認める場合には、当該土地の所有者等に対し調査・報告を命ずることができるとしており（詳細は巻末資料D参照）、本規定は射撃場についても適用される可能性がある。

(1) 土壌の汚染について

- 1) 射撃場の敷地内について考えた場合、その区域には当該射撃場の関係者以外の者は立ち入ることにはないと考えられるため、敷地内に鉛の指定基準を超過する土壌の汚染が存在していたとしても、土壌の直接摂取により人の健康被害が生ずるおそれはないと考えられる。
- 2) しかし、射撃場の敷地外については、射撃場の関係者以外の者が立ち入ることが考えられ、鉛の指定基準を超過する土壌の汚染が存在していた場合、そのような土壌の直接摂取により人の健康被害が生じるおそれがある。
- 3) これらのことから、射撃場は鉛弾を使用する施設であって、場内に使用された鉛弾や鉛を含む土壌が存在すること自体が、直ちに人の健康に影響を及ぼすような環境保全上の問題がある訳ではないといえる。また、射撃場の運営に当たっては、射撃場の敷地外の土壌において鉛の指定基準を超過する土壌汚染を生じさせないようにすることが必要であるといえる。

(2) 水質の汚濁について

- 1) 射撃場の場内に公共用水域につながる池や排水路等の開放された水域が存在する場合、そこに着弾した鉛弾から鉛が溶出する可能性や、鉛弾及び鉛を含む土壌及びそれらから溶出した鉛が流入し、周辺の公共用水域に鉛が拡散する可能性があり、場外に排出される水の状態によっては、それが流入する公共用水域の水質が環境基準を超過し環境保全上の問題を生じる可能性が考えられる。
また、射撃場の場内に河川・湖沼等の公共用水域に該当する水域が存在する場合にも、上記の様な環境保全上の問題を生じる可能性が考えられる。
- 2) 地下水について考えた場合、地下方向への鉛の拡散程度は土壌の性状によって異なり、アロフェン質を含む黒ボク土等の土壌は鉛を吸着しやすいことが確認されている。また、鉛弾周辺土壌のpHを一定の範囲に調整することにより鉛弾からの鉛の溶出自体も抑制可能（詳細は巻末資料A参照）である。なお、前出のアンケート結果では、射撃場内及び場外の地下水で環境基準を超過する鉛が検出された事例はまれである。
- 3) また、射撃場内に存在する植物の根や地下茎の存在により、地下方向に鉛を含む水が浸入する事例も確認（詳細は巻末資料A参照）されており、射撃場で使用された鉛弾に由来する鉛が原因で、射撃場内及び場外の地下水の水質が環境基準を超過し環境保全上の問題を生じる可能性が考えられる。
- 4) 鉛の指定基準を超過する射撃場内の土壌が原因で、場内又はその周辺の飲用井戸等の鉛濃度が土壌汚染対策法の地下水基準（地下水の水質汚濁に係る環境

基準「0.01mg/L」と同値)を超過している場合には、都道府県知事が人の健康被害を生じるおそれがあると判断し、射撃場の設置者等に対して土壌汚染対策法に基づく調査・報告を命ずる可能性もある。

- 5) これらのことから、射撃場の運営に当たっては、射撃場で使用された鉛弾に由来する鉛が、公共用水域及び地下水で環境基準を超過させる水質汚濁を生じさせないようにすることが必要であるといえる。

6. 射撃場に係る鉛汚染対策の考え方

(1) 基本的な考え方

5. で述べたように射撃場では、使用された鉛弾由来の鉛によって周辺環境に環境保全上の問題を生じさせる可能性も否定できない。仮に、現状で射撃場に係る鉛汚染問題が発生していると判断される場合には、当該問題をできる限り速やかに解消するような対策を講ずることが必要である。また、そのような問題を生じていないと判断される場合には、射撃場に係る鉛汚染問題を未然に防止するための対策を講じることが必要である。

なお、射撃場の現状や特徴は様々であり、実際の対策に当たっては各射撃場がそれらを踏まえて個別に検討する必要がある。

(2) 対策を検討するに当たっての基本的な流れ

- 1) 射撃場の設置者等が鉛汚染対策を検討する際の基本的な流れについて図1-5に示す。対策の検討に当たっては、まず、現状で射撃場に係る鉛汚染問題が生じているか否かを調査する。

- 2) 最初に、射撃場内から場外に流出する表流水や、射撃場内及び周辺の飲用井戸等の存在状況を確認した上で、場外に流出する表流水や、場内及び周辺の飲用井戸等の地下水の鉛濃度を調査し、現状で射撃場に係る鉛汚染問題が生じているか否かを判断する(詳細は第二を参照)。

- 3) 2)の調査の結果、射撃場に係る鉛汚染問題が生じていると判断された場合には、現状で生じている鉛汚染問題を速やかに解消するため、対策計画を作成し、必要な対策を計画的に行う。対策の検討に当たっては、速やかな問題の解消を図るとともに対策内容をより効率的、効果的、経済的なものとするため、射撃場の特徴や現状に関する情報を収集、整理し、対策を検討する際の参考資料とする(詳細は第三を参照)。

- 4) 一方、2)の調査の結果、射撃場に係る鉛汚染問題が生じていないと判断された場合にも、射撃場を射撃場として今後とも使用し続ける中で、将来的にも周辺環境に環境保全上の問題が生じることがないように、射撃場に係る鉛汚染問題を未然に防止するための対策を行う必要がある(詳細は第四を参照)。

- 5) なお、射撃場に係る鉛汚染対策を行った後、期待する対策の効果が得られているかどうか、また、対策の実施後に射撃場に係る鉛汚染問題が新たに生じていないかについて、定期的なモニタリング調査を行い確認する。

- 6) さらに、射撃場に係る鉛汚染対策の検討から実施及び効果の確認に至る中で、必要に応じて調査の結果や射撃場に関する情報及び対策内容等について、周辺住民や地方公共団体の環境行政担当部局といった関係者への説明を行い、円滑な調査、対策の実施を図ることが考えられる。

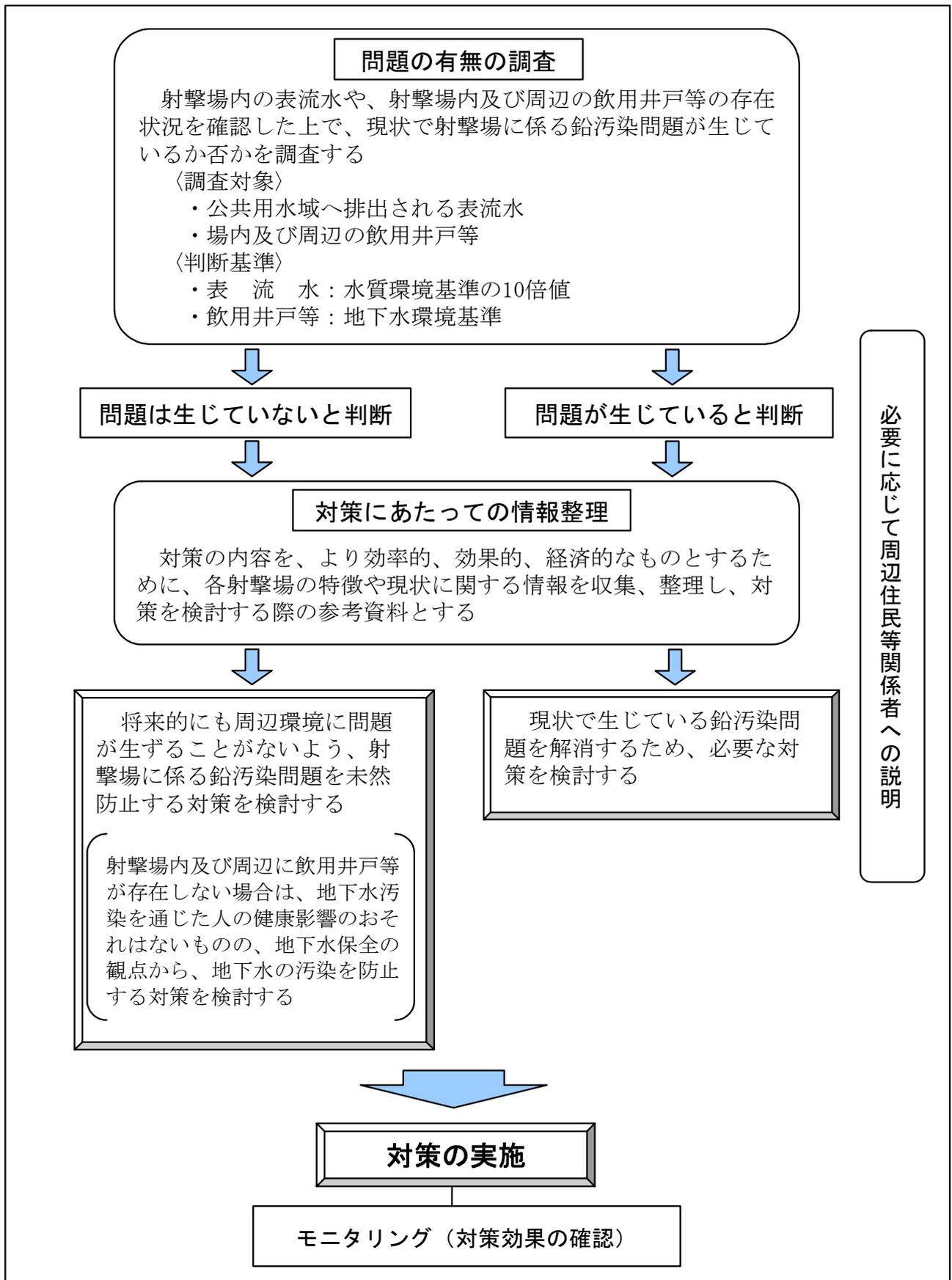


図 1 - 5 各射撃場の設置者等が鉛汚染対策を検討する際の基本的な流れ

7. その他

- 1) 射撃場に係る鉛汚染対策に伴って射撃場から排出される鉛弾、場内表面からはぎ取った土、ワッズ、クレーなどについても、不適正な処理が行われた場合には環境保全上の問題が生じることが考えられる。このため、本ガイドラインでは、これらの扱いや処理方法についてもその基本的な考え方を示している。

- 2) なお、射撃場において発生する廃棄物等の処理や、射撃場の運営に伴う騒音については各個別の規制法や各地域の条例に従う必要がある。

第二 射撃場に係る鉛汚染問題の有無の調査

1. 対策の検討に当たっては、まず、現状で射撃場に係る鉛汚染問題が発生しているか否かを判断するために、射撃場から場外に流出する表流水や、場内及びその周辺の飲用井戸等の地下水を調査し、その結果を評価する。
2. 鉛汚染問題が発生しているか否かの判断に当たっては、以下のような判断基準が考えられる。
 - (1) 場外公共用水域に排出される水の鉛濃度を、環境基準値の10倍値を用いて判断（ただし、射撃場からの排水等の状況から、この値では公共用水域の水質が環境基準を達成できない場合には、環境基準の維持のために必要かつ十分な程度においてより厳しい判断基準が必要）。
 - (2) 場内及び周辺飲用井戸等における地下水中の鉛濃度を、環境基準を用いて判断。
3. 調査した情報については、対策を検討、実施する際、対策後に保存する記録を作成する際等に参考として用いることができるように、各情報を項目別に、かつ可能な限り経時的に整理して保存する。

1. 射撃場に係る鉛汚染問題の有無の調査

- 1) 射撃場の設置者等が、射撃場に係る鉛汚染対策を検討するに当たっては、まず、当該射撃場において、現状で射撃場に係る鉛汚染問題が生じているか否かを確認するための調査を行う必要がある。つまり、調査結果から現状での鉛汚染問題の有無を判断した上で、当該射撃場において行う対策内容の検討を開始することとなる。
- 2) 現状で射撃場に係る鉛汚染問題が発生しているか否かを判断するため、2.のような考え方のもとで、場外に流出する表流水及び飲用井戸等を対象に調査を行う。調査の結果、現状で射撃場に係る鉛汚染問題が生じていると判断される場合は、当該問題を速やかに解消することを目的とした対策を行うことが必要となる。
- 3) なお、調査を実施した際は、結果も含めた記録を作成し、射撃場に保管する。また、必要に応じて、調査の検討段階から地元地方公共団体の環境行政担当部に相談のうえ、協力を得ながら調査を行い、結果についても相談を行う。なお、このような情報を、適宜射撃場周辺住民等の関係者に情報提供、説明することは、円滑な調査、対策の実施に有効であると考えられ、そのような情報提供を行った場合も説明内容及びやりとり等について記録を作成し、保存する。

2. 鉛汚染問題の有無を調査する方法について

(1) 射撃場から場外に流出する表流水

1) 射撃場内から場外に流出する表流水が原因で、現状で射撃場に係る鉛汚染問題が生じているか否かについて、場外に排出される時点の水質を調査し、その結果をもとに判断することが必要である。

2) その場合の判断基準として、「水質汚濁防止法」(最終改正平成17年4月27日、法律第33号)や「ゴルフ場で使用される農薬による水質汚濁の防止に係る暫定指導指針」(平成2年5月24日、環境庁水質保全局長通知、以下「ゴルフ場暫定指針」とする)の考え方を参考として、以下にあるように環境基準値の10倍の値を用いることが考えられる。

3) 公共用水域の水質汚濁の防止を目的とする水質汚濁防止法では、特定施設を設置する事業場等から公共用水域に排出される排水によって公共用水域の水質汚濁が生じることを防止するための基準として、水質環境基準値の10倍にあたる値を用いて排水規制を行っている。また、上記の値による排水規制では水質環境基準が維持できないと認められる公共用水域の区域があるときには、環境基準が維持されるため必要かつ十分な程度において、その区域に排出される排水について、より厳しい基準を各都道府県が条例で定めて排水規制を行うこととしている。

4) また、射撃場と同様に面的な広がりを持つ施設であるゴルフ場は、射撃場と同様に水質汚濁防止法に基づく特定施設ではなく、同法に基づく排水規制の対象とはなっていないものの、ゴルフ場暫定指針に基づき、使用農薬による水質汚濁の未然防止を目的に、ゴルフ場から排出される水に含まれる農薬の残留実態をゴルフ場の区域から場外の水域に流出する地点において調査することとされている。ゴルフ場暫定指針では、排出水中の農薬濃度が調査地点において指針値を超えないこととされ、環境基準が存在する農薬の指針値は、環境基準値の10倍の値が設定されている。

5) 3)、4)の考え方をふまれば、射撃場から場外に流出する表流水が原因で生じている鉛汚染問題の有無を判断する場合に、環境基準値の10倍の値を用いて判断する手法が考えられる。

ただし、本確認に当たって、射撃場からの排水や周辺公共用水域の状況から、環境基準値の10倍値では公共用水域の水質が環境基準を達成できない場合には、環境基準の維持のために必要かつ十分な程度においてより厳しい判断基準が必要となる。

また、調査に当たっては、必要に応じて、その検討段階から地方公共団体の環境行政担当部局に相談のうえ、協力を得ながら調査を行い、結果についても

相談を行う。

6) なお、調査を実施した地点や、調査時の気象状況、表流水の状態などは、当該射撃場から出る表流水が環境保全上の問題を生じているか評価する際や実際の対策を検討する際にも重要な情報となりうるため、記録して保存する。

(2) 表流水の具体的な調査・測定方法

1) 調査に当たっては、可能な限り射撃場の敷地境界に近い地点を調査地点として設定することが望ましい。また、調査地点は、射撃場からの排水状況等を踏まえて選定する必要があるため、複数となる場合もありうる(図2-1を参照)。なお、調査地点の選定に当たって、地元地方公共団体の環境行政担当部局に相談を行うことも考えられる。

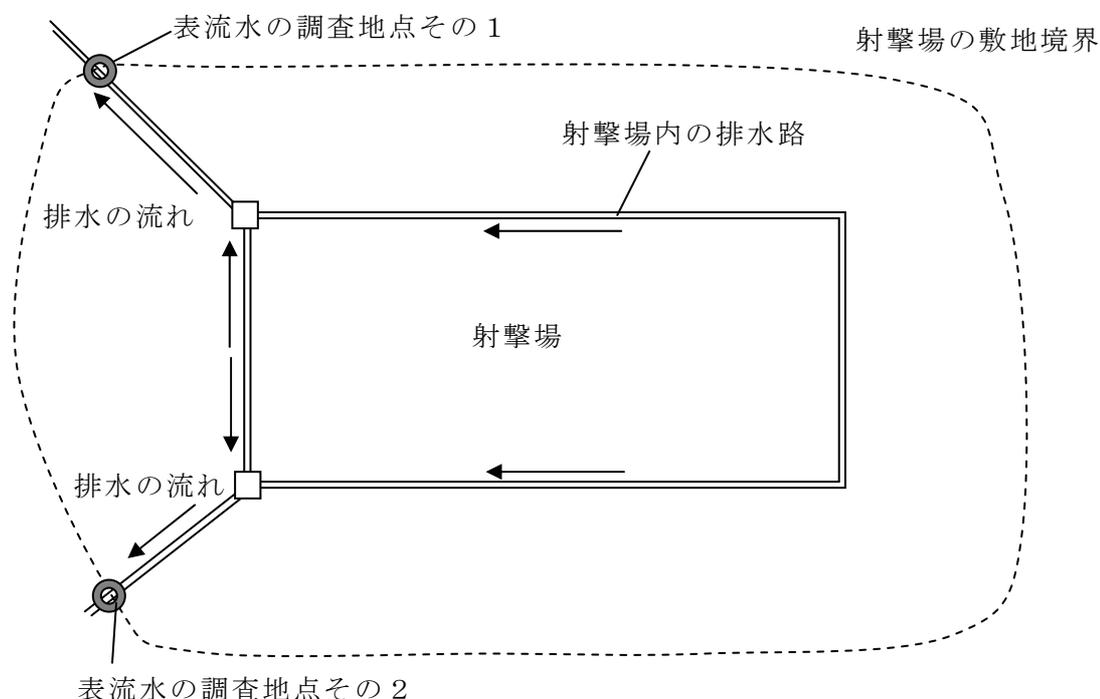


図2-1 射撃場における表流水の調査地点の模式平面図

2) 採水は、「水質調査方法」(昭和46年9月30日、環境庁水質保全局長通知、詳細は巻末資料E参照)も参考に、「日本工業規格K0094」に定める方法により行う。また、試料中の鉛濃度は、水質汚濁に係る環境基準の測定方法及び水質汚濁防止法に基づく排水基準の検定方法である、「日本工業規格K0102の54」に定める方法で測定する。なお、試料採取に当たっては、その濁度等を測定することが望ましい。

(3) 地下水について

1) 仮に、鉛弾由来の鉛によって地下水が汚染され、射撃場内及びその周辺の飲用井戸等の地下水の水質が地下水の環境基準(土壤汚染対策法の地下水基準

「0.01mg/L」と同値)を超過した場合には、人の健康被害が生ずるおそれがある。

- 2) このため、射撃場で使用された鉛弾由来の鉛が、地下水を經由して射撃場に係る鉛汚染問題を生じさせているか否かについて、射撃場内及びその周辺の飲用井戸等の水質を調査し、その結果をもとに判断することが必要である。調査に当たっては、射撃場内及びその周辺に飲用井戸等があるのか、ある場合は、その飲用井戸等における地下水中の鉛濃度が環境基準を超えるか否かについて、当該水質の調査を行い判断する。なお、本手法を用いた場合の具体的な調査方法は(4)に記述する。
- 3) また、調査の対象とする射撃場周辺の飲用井戸等の範囲としては、地下水の流動の状況等からみて、射撃場に起因する地下水汚染(地下水から検出された特定有害物質が環境基準に適合しないものであること)が生じているとすればその汚染が拡大するおそれがあると認められる区域とすることが妥当である。しかし、その範囲は、射撃場の地形、地層状況、降水状況、地下水の流動状況等の条件により大きく異なるため、一律に判断・設定することは困難である。
- 4) このため、「土壌汚染対策法の施行について(平成15年2月4日環境省環境管理水環境部長通知)」で、一般的な地下水の実流速の下で地下水汚染が到達すると考えられる範囲として示されている以下の条件を参考に、それぞれの射撃場が地下水の流動状況等をもとに判断することが考えられる。
 - ・ 距離：概ね80m(一般的な地下水の実流速下で、鉛の場合に地下水汚染が到達すると考えられる一般値の長さ)
 - ・ 角度：不圧地下水の主流動方向の左右それぞれ90度の全体で180度(当該地域が一定の勾配を持つこと等から地下水の主流動方向が大きく変化することがないと認められる場合には、左右それぞれ60度の全体で120度)の範囲であること
 - ・ その他：水理基盤となる山地等及び一定条件を満たす河川等を越えないこと
- 5) 飲用井戸等の調査は、射撃場設置者等やその委託を受けた者が、当該井戸等の所有者の協力を得て実施するほか、地方公共団体等が当該井戸で実施した水質調査結果を用いる手法も考えられる。
- 6) なお、射撃場周辺での飲用井戸等の有無や射撃場内も含んだ周辺の地下水の流動状況等といった地下水の調査に必要な情報の入手も含め、必要に応じて、調査の検討段階から地元地方公共団体の環境行政担当部局に相談のうえ協力を得ながら調査を行い、結果についても相談を行う。特に、上記の調査の結果、環境基準を超過する鉛が検出された場合は、速やかに地元地方公共団体の環境行政担当部局に報告する。その際、鉛弾由来の鉛を含む土壌だけでなく、それ

以外の人為的な汚染又は自然由来の汚染が原因である可能性についても相談することが重要である。

(4) 地下水の具体的な調査・測定手法

- 1) 飲用井戸等については、調査の対象となる飲用井戸等を地元地方公共団体が調査を行い、水質データを把握している場合もあるため、自ら調査を実施する前に地元地方公共団体の環境行政担当部局等に確認することが望ましい。
- 2) 調査対象とする飲用井戸等は、以下にある土壤汚染対策法施行規則（平成14年12月26日、環境省令第29号）第17条第1号から第4号に規定する地点とする。
 - ① 地下水を人の飲用に供するために用い、又は用いることが確実である井戸のストレーナー、揚水機の取水口その他の地下水の取水口
 - ② 地下水を水道法（昭和32年法律第177号）第三条第二項に規定する水道事業（同条第5項に規定する水道用水供給事業者により供給される水道水のみをその用に供するものを除く。）、同条第4項に規定する水道用水供給事業若しくは同条第6項に規定する専用水道のための原水として取り入れるために用い、又は用いることが確実である取水施設の取水口
 - ③ 災害対策基本法（昭和36年法律第223号）第40条第1項の都道府県地域防災計画等に基づき、災害時において地下水を人の飲用に供するために用いるものとされている井戸のストレーナー、揚水機の取水口その他の地下水の取水口
 - ④ 地下水基準に適合しない地下水のゆう出を主たる原因として、水質の汚濁に係る環境上の条件についての環境基本法（平成5年法律第91号）第16条第1項の基準が確保されない水質の汚濁が生じ、又は生ずることが確実である公共用水域の地点
- 3) 射撃場内及び射撃場周辺に飲用井戸等がない場合には、現状で射撃場に係る鉛汚染問題がないと判断した場合と同様に、問題を未然に防止するための対策を検討する。
- 4) 調査に当たっては、日本工業規格K0094に定める方法で採水する。試料中の鉛濃度は、地下水の水質汚濁に係る環境基準及び土壤汚染対策法に基づく地下水基準の測定方法である日本工業規格K0102の54に定める方法で測定する。なお、試料採取に当たっては、必要に応じて、地下水位、採水深度及び濁度についても測定、確認することが考えられる。

(5) 鉛弾の場外への散逸について

- 1) 指定射撃場では、その指定に当たって、指定射撃場内閣府令に基づく構造審査が行われ、射撃場の敷地外に鉛弾が着弾しないことが事前に確認されている。しかし、射撃場の着弾範囲における状態によっては、射撃場内に一旦着弾し

た鉛弾が風雨等により敷地外に移動する可能性があり、その場合には、当該区域の土壌中鉛濃度が指定基準を超過するなど環境保全上の問題を生じるおそれがある。

このため、各射撃場において、鉛弾の場外への散逸が生じていないことを目視により確認することが必要である。

2) なお、鉛弾の場外への散逸が確認された場合には、そのような状態を改善するための対策を行うことが必要である。

第三 射撃場に係る鉛汚染問題を解消するための対策の検討について

1. 調査の結果、射撃場に係る鉛汚染問題が生じていると判断される場合は、当該問題を解消するための対策が必要である。対策の検討に当たっては、速やかな問題の解消を図るとともに、より効果的、効率的、経済的な対策とするため、事前に、射撃場の現状や特徴に関する情報を収集、整理する。
2. 対策に当たっては、当該射撃場で行われる各対策の内容をとりまとめた対策計画を策定した上で、対策計画に基づいて計画的に対策を実施する。対策の完了後には、発生が確認されていた鉛汚染問題が解消されているか否かを調査する。
3. なお、1. の情報収集及び2. の計画策定を行う前に、緊急かつ暫定的な対策として、直ちに鉛弾の回収や水処理施設の設置を講ずることも考えられる。対策完了後、対策の効果を確認するための調査を行い、問題が解消されず更なる対策が必要と判断された場合には、1. や2. の様に射撃場に関する情報を改めて収集、整理した上で、更なる対策を検討することとなる。

1. 総論

- 1) 射撃場から場外に流出する表流水や地下水について調査を行い、その結果、現状で射撃場に係る鉛汚染問題が生じていると判断した場合には、当該問題を解消するための対策が必要である。
- 2) そのような対策を検討するに当たっては、速やかな問題の解消を図るとともに、対策をより効果的、効率的、経済的なものとするため、射撃場の現状や特徴に関する射撃場内外の情報を収集、整理する。
- 3) 対策の選定に当たっては、鉛汚染問題を生じさせている場内から場外への鉛の拡散経路である対策の対象（場外に流出する表流水、地下水）に対して、速やかな問題の解消を念頭に、射撃場の現状や特徴をふまえ、鉛汚染問題を生じさせている原因と考えられる事象を抑制、防止することができる対策を選定する。
- 4) 対策は、対策の対象、各対策方法、対策実施範囲・箇所、対策期間等についてとりまとめた対策計画を策定し、当該対策計画に基づいて計画的に実施する。
- 5) 対策計画に基づく対策の完了後、対策に先立って行った鉛汚染問題の有無の調査と同じ手法を用いて調査を行い、問題の解消が図られているか否かを確認

するとともに、将来にわたって射撃場に係る鉛汚染問題が生じていないことを継続的に確認するためのモニタリングを行う。

- 6) 一方、緊急かつ暫定的な対策として、鉛汚染問題の確認後直ちに場内の鉛弾回収や水処理施設の設置を行った場合は、対策の完了後、5)と同様に問題の解消が図られているか否かを確認するための調査を行う。その結果、依然として鉛汚染問題が解消されていないと判断される場合には、2)と同様に射撃場に関する情報を収集、整理した上で、更なる対策を検討することとなる。

なお、上記の対策の実施に至る流れについては、図3-1に示している。

2. 射撃場に関する情報の収集、整理

(1) 情報の収集、整理の考え方

- 1) 射撃場に係る鉛汚染問題を解消するための対策を検討する場合には、問題の速やかな解消を図るとともに、対策の内容を各射撃場の特徴や現状を踏まえた、より効果的、効率的、経済的なものとするため、射撃場の現状や特徴に関する射撃場内外の情報を事前に収集、整理することが必要である。

- 2) 収集、整理する情報として考えられる項目は「(2) 収集、整理の対象となる具体的な情報」に示すが、いずれの項目を収集、整理するかは、現状で生じている鉛汚染問題の内容に応じて適宜選択する。

- 3) 例えば、場外に流出する表流水の水質の調査結果から、射撃場に係る鉛汚染問題が発生していると判断した場合には、射撃場に関する情報のうち当該表流水中の鉛濃度に影響を与えていると思われる情報を収集、整理する。

その結果、例えば、「着弾範囲内を当該表流水が通過」という情報が得られた場合には、鉛汚染問題を解消するための対策の一つとして、着弾範囲において、当該表流水に鉛弾や鉛を含む土壌及びこれらから溶出した鉛が着弾、侵入することを防止するための対策について検討が必要となる。

- 4) 同様に、射撃場内及びその周辺の飲用井戸等の地下水の調査結果から、射撃場に係る鉛汚染問題が発生していると判断した場合には、射撃場に関する情報のうち地下水中の鉛濃度に影響を与えていると思われる情報を収集、整理する。

その結果、例えば、「射撃場内の土壌のpHが、鉛弾から鉛を溶出させやすい範囲にある」という情報が得られた場合には、鉛汚染問題を解消するための対策の一つとして、土壌のpHを調整し、鉛弾からの鉛の溶出を防止するといった対策について検討が必要となる。

- 5) なお、これらの情報は、射撃場に係る鉛汚染対策を効果的、効率的、経済的なものとするために収集、整理するものであり、射撃場の運営に当たって各情報をすべて収集・整理することが必須ではない。各射撃場の判断により必要と

される情報を収集・整理すればよい。

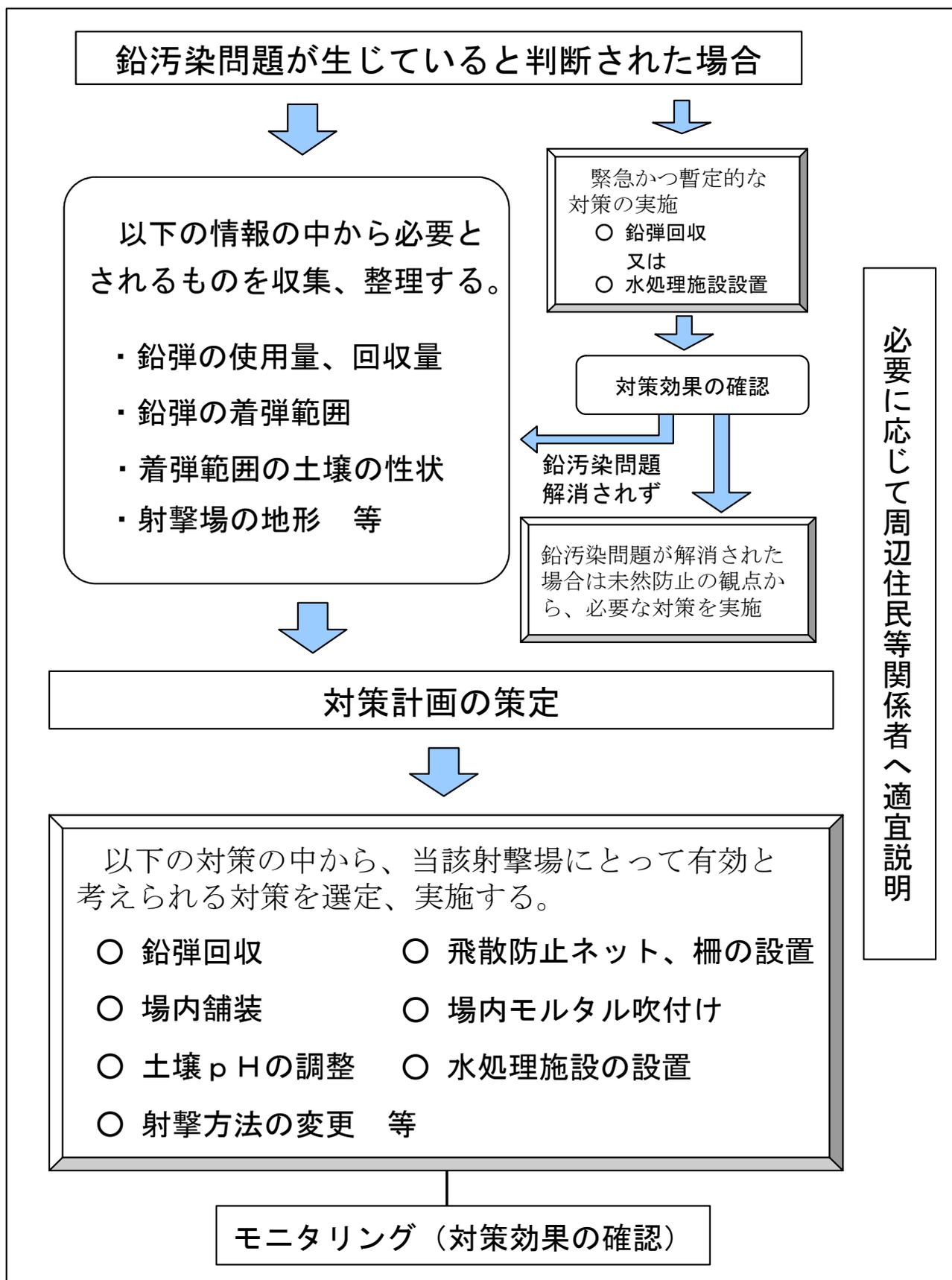


図3-1 射撃場に係る鉛汚染問題を解消するための対策の検討フロー

また、5.にあるように、鉛汚染問題の状況や既に有している射撃場に関する情報の内容もふまえ、当該鉛汚染問題の速やかな解消を優先して緊急かつ暫定的に鉛弾の回収又は水処理施設の設置といった対策を行うことも考えられる。

(2) 収集、整理の対象となる具体的な情報

1) 対策の検討に当たって、事前に収集、整理の対象となる射撃場に関する情報としては以下の様なものが挙げられる。これらの中から、現状で生じている鉛汚染問題の内容等に応じて、適宜必要な情報を選択し収集、整理する。

① 鉛弾の使用量、回収量及び種類

鉛弾は射撃場における鉛の発生源であるため、鉛汚染問題が確認されている射撃場の場内に、これまでに使用された鉛弾が多量に存在することは、当該鉛汚染問題の大きな原因となっている可能性が高いと考えられる。そのような場合には、速やかな鉛汚染問題を図るためにも、場内の鉛弾回収を行うことが必要である。

このため、鉛弾の使用量及び回収量を経時的に整理することは、現状で射撃場内に蓄積された鉛弾について、おおよその量を年代別に試算可能にするため、鉛弾を回収する際の回収量の目安や、定期的な鉛弾回収を行う際の頻度を検討する上で重要な情報である。

② 鉛弾が着弾する範囲

鉛弾が着弾する範囲に、鉛汚染問題を生じさせていると判断された表流水やそれにつながる池等が存在する場合、当該表流水への鉛弾の着弾や、鉛弾や鉛を含む土壌及びそれらから溶出した鉛といった鉛弾由来の鉛の流入が当該鉛汚染問題の原因となっている可能性が考えられる。このような場合には、当該表流水への鉛弾の着弾や鉛弾由来の鉛の流入を防止、抑制するための対策を検討する必要がある。

また、降雨時等において、着弾範囲の土壌が場外に流出する表流水に流入することは、鉛汚染問題を生じさせる原因となる可能性があるため、そのような事象が確認された場合には、表流水への鉛を含む土壌の流入を防止、抑制するための対策を検討する必要がある。

さらに、射撃場内において鉛弾が着弾する範囲は、鉛弾の回収、舗装、被覆及び覆土等、通常、鉛弾が着弾する範囲で行う対策の範囲を設定する際に必要な情報であり、本情報をもとに対策範囲が適切に設定されることで、各対策がより効果的、効率的、経済的なものになることが期待される。

なお、着弾範囲において過去に工事等が行われた場合には、着弾範囲が攪乱され鉛弾等が地下に埋設されている可能性があるため、そのような工事履歴を事前に調査しておくことも重要である。

③ 射撃場の地形

着弾範囲の地形が平坦でない場合には、平坦な場合と比べ、雨水等の排水が促進され鉛弾と水との接触時間が短くなることが考えられるが、一方で傾斜方向に対して、鉛弾や鉛を含む土壌及びそれらから溶出した鉛といった鉛弾由来の鉛が拡散しやすくなる。仮に、傾斜方向に鉛汚染問題を生じさせていると判断された表流水が存在している場合には、当該表流水への傾斜面からの鉛弾由来の鉛の流入が、当該表流水を通じた鉛汚染問題の原因となっている可能性もあるため、当該表流水への鉛弾由来の鉛の流入を防止、抑制するための対策を検討する必要がある。

また、鉛弾の回収といった様々な対策において、作業範囲が急傾斜である場合、人力での作業効率の低下や特定の機械の導入が困難になる可能性があるため、このような面からも、対策に当たって射撃場の地形を事前に整理することは重要である。

④ 着弾範囲における土壌の性状

鉛弾からの鉛の溶出や、溶出した鉛の地下方向への拡散度合いは、鉛弾が着弾した土壌の性状に大きく左右されることが確認されている。

i) 土壌のpH

鉛弾周辺土壌のpHは、鉛の溶出に大きな影響を与え、pHが6.0～8.0の範囲では溶出しにくい。酸性側に傾いた場合には鉛弾からの鉛からの溶出が促進され、アルカリ側に傾いた場合には土壌中の腐植の溶解等により溶出・拡散しやすくなる（詳細は巻末資料A参照）。

このため、地下水の汚染を通じた鉛汚染問題が確認され、着弾範囲の土壌pHが上記の範囲の外にある場合は、鉛弾からの鉛の溶出や溶出した鉛の地下方向への拡散度合いが大きいことが鉛汚染問題の原因となっている可能性に留意し、鉛弾からの鉛の溶出や溶出した鉛の地下方向への拡散を防止、抑制するための対策を検討する必要がある。

ii) 土壌種、物理的性状

土壌の鉛の吸着能力は、土壌の種類により異なっており、黒ボク土などの火山灰由来の土壌は鉛の吸着能力が比較的大きいことが確認されている一方、砂丘未熟土等の砂質土壌ではその能力が比較的小さい（詳細は巻末資料A参照）。

このため、地下水の汚染を通じた鉛汚染問題が確認され、着弾範囲が鉛の吸着能力が低い砂質土壌で構成されている場合は、溶出した鉛の地下方向への拡散に留意し、鉛弾からの鉛の溶出や、溶出した鉛の地下方向への拡散を防止、抑制するための対策を検討する必要がある。

また、着弾範囲の土壌の粒径の範囲は、場内から回収された鉛弾と土壌との混合物から鉛弾を分別する場合に、重要な情報であると考えられる。分別作業が効率的なものとなることにより、鉛弾回収がより効率的、経済的なものとなることが期待される。

⑤ 射撃場内における表流水の存在及びその状態

射撃場から場外に水が流れる経路を考えた場合、場内から場外に流出する表流水は、地下水と並んでその主要経路である。

場内の着弾範囲やその周辺に、場外の公共用水域につながる池や排水路等の開放された表流水が存在する場合には、そこに着弾した鉛弾からの鉛の溶出や、鉛弾、鉛を含む土壌及びこれらから溶出した鉛といった鉛弾由来の鉛が流入している可能性に留意する必要がある、状況に応じて当該表流水への鉛弾由来の鉛の流入を防止、抑制するための対策を検討する必要がある。

一方で、場外に流出する表流水が、流量が多い、場内での流れが急といった状態である場合は、そうでない場合と比べて流入した鉛弾や鉛を含む土壌自体を場外に拡散させる可能性がより高くなることに留意し、当該表流水への鉛弾由来の鉛の流入や、当該表流水に流入した鉛の場外への拡散を防止、抑制するための対策を検討する必要がある。

さらに、鉛汚染問題を生じさせていると判断された表流水に濁りがある場合（平常時、降雨時は問わない）は、鉛を含む土壌の流入が鉛汚染問題を生じさせている原因の可能性もある。特に、その濁りの原因が着弾範囲の土壌といった鉛を含む土壌の流入であった場合には、その可能性がより高くなる。このため、鉛を含む土壌が表流水を通じて場外に拡散している可能性に留意し、当該土壌の掘削除去や舗装といった土壌の流入を防止、抑制するための対策や、溜柵や沈殿池の設置といった場外への鉛の拡散を防止、抑制するための対策を検討する必要がある。

⑥ 降雨時における射撃場の状態

降雨時、特に大雨時において、鉛弾や着弾範囲の土壌といった鉛を含む土壌が場外に流出する表流水に流入している場合、又は、着弾範囲の土壌といった鉛を含む土壌を浸食した表流水が場外に流出している場合には、当該表流水を通じ鉛弾や鉛弾由来の鉛が場外に拡散し、鉛汚染問題を生じさせている可能性が高いため、当該表流水への鉛を含む土壌の流入や、当該表流水に流入した鉛の場外への拡散を防止、抑制するための対策を検討する必要がある。

⑦ 射撃場の場内及びその周辺での飲用井戸等の存在

射撃場の場内及びその周辺の土地（地下水の流動の状況等からみて、地下水汚染が生じているとすればその汚染が拡大するおそれがあると認められる区域）に飲用井戸等が存在した場合に、当該飲用井戸等で水質汚濁が生じた際には人の健康被害が生ずるおそれがあるため、鉛弾からの鉛の溶出や、溶出した鉛の地下方向への拡散を防止、抑制するための対策を検討する必要がある。

⑧ 公共用水域の存在

射撃場の場内に河川・湖沼等の公共用水域に該当する水域が存在し、当該水

域に鉛弾や鉛を含む土壌及びこれらから溶出した鉛といった鉛弾由来の鉛が移行した場合には、場内はもちろんのこと、場外においても、当該水域の水質が環境基準を超過するといった環境保全上の問題を生じさせることが考えられる。

このため、当該水域への鉛弾の着弾や、鉛弾由来の鉛の流入が確認される場合には、それらの事象を防止、抑制するための対策を検討する必要がある。

⑨ 射撃場内における植生

射撃場内に植生が存在する場合、風雨による土壌及び鉛弾の飛散や拡散の防止といったプラス面が挙げられる。

一方、マイナス面としては、

- i) 植生自体や発生する枝葉が鉛弾の回収といった対策を妨害
- ii) 根や地下茎が地下深くまで発達している植物（高木、低木のほかイタドリ等の単年生植物も含めて、根系が発達しその伸長深度が深い植物）の場合、鉛を含む水を地下方向に導入（詳細は巻末資料A参照）、
- iii) 植物が分泌する有機酸等が土壌中の鉛を可溶化させ、地下方向への拡散を促進（詳細は巻末資料A参照）、といったものが挙げられる。

射撃場内、特に着弾範囲における植生は、このような性質や、植物構成等も踏まえて取り扱いを決定する必要がある、状況によっては各対策を検討する中で伐採等の処置をあわせて検討することが必要となる。

（3）情報の保存

（1）及び（2）で収集、整理した情報については、対策の検討をはじめ、対策の実施、対策後のモニタリング調査及び対策記録の作成を行う際に参考資料として用いることができるよう、各情報を項目別に、また各項目のうち経時的に収集した情報については経時的に整理、記録して、射撃場に保存する。

3. 対策計画の策定

対策の実施に当たっては、当該射撃場で行われる各対策の内容をとりまとめた対策計画を策定する。対策計画に盛り込む主な項目としては、以下のものが挙げられる。

- ・ 対策の対象
- ・ 各対策の方法
- ・ 各対策の実施範囲・箇所
- ・ 各対策の実施期間（定期的に実施するものはその頻度）
- ・ 対策効果の確認方法

（1）対策の対象

- 1) 対策計画の策定に当たって、まず、鉛汚染問題の有無を調査した結果から、射撃場に係る鉛汚染問題を生じさせている射撃場内から場外への鉛の拡散経路を対策の対象とする。

2) 場外に流出する表流水が原因で鉛汚染問題が生じていると判断した場合は、当該表流水が対策の対象である。また、地下水の汚染が原因で鉛汚染問題が生じていると判断した場合には、当該地下水が対策の対象である。さらに、場外への鉛弾の散逸が確認された場合には、それ自体を対策の対象とする。

(2) 対策の選定

1) 現在生じている鉛汚染問題を解消することを念頭に、具体的な対策方法を選定する。その場合、

- ① 鉛弾からの鉛の溶出
- ② 鉛弾由来の鉛（鉛弾、鉛を含む土壌、それらから溶出した鉛）の表流水への移行
- ③ 溶出した鉛の地下水への移行
- ④ 表流水に移行した鉛（鉛弾、鉛を含む土壌、それらから溶出した鉛）の場外への拡散
- ⑤ 着弾した鉛弾の地表面を通じた場外への移動

といった、鉛が射撃場の外へ拡散する過程と考えられる事象のうち、対策に当たっての調査や情報収集、整理の結果を踏まえて、(1)の対策の対象を通じた鉛汚染問題の発生要因と考えられる事象を防止、抑制又は管理する効果のある対策を選定することが基本となる。また、ある鉛汚染問題の解消を行う上で必要な場合には、複数の対策を選定する場合も考えられる。

2) また、以下の事項についても検討した上で、1)で期待する効果を有している対策を経済性にも配慮して選定する。

- ① その他の複数の対策の組み合わせも含めて代替となる対策はないか
- ② 候補となった対策ごとの費用対効果はどうか
- ③ 射撃場の地形、立地状況等の特徴から各対策の実施に問題はないか

3) あわせて、対策期間、対策費用、対策実施に関する現場の条件、対策施工者（第三者に発注する場合も含む）、さらに、継続的に行う必要のある対策の場合にはその期間や頻度等を検討した上で、期待する効果を有している対策を経済性にも配慮して選定する。

4) 具体的な対策方法としては、これまでに全国の射撃場で実施された対策や、本ガイドライン策定に当たって実施した調査・実験結果もふまえ、以下のよう
なものが挙げられる。

- ① 射撃場で使用された鉛弾の回収
- ② 着弾範囲の舗装（主に平坦部）
- ③ 着弾範囲のモルタル吹付け（主に斜面部）
- ④ 着弾範囲へのシーートの敷設

- ⑤ 着弾範囲への鉛吸着資材の敷設
- ⑥ 着弾範囲における土壌 pH の調整
- ⑦ 場内表流水を經由した鉛の拡散防止
 - i) 排水溝等の整備
 - ii) 表流水へ流入した鉛弾の除去、回収
 - iii) 場内水面の解消（常時排水等）
 - iv) 溜桝、沈殿池等による排水制御
 - v) 水処理施設による場外への排水の処理
- ⑧ 鉛弾着弾範囲の限定化措置
 - i) 飛散防止ネット、柵等の設置
 - ii) 射撃方法の変更
- ⑨ 地下水を經由した鉛の拡散防止（遮水壁の設置） 等

5) 特に、4) ①「射撃場で使用された鉛弾の回収」は、射撃場における鉛の発生源を除去するものであり、鉛弾自体の拡散防止、鉛弾からの鉛の溶出抑制といった効果を併せ持ち、射撃場に係る鉛汚染問題の解消及び未然防止の双方において有効であると考えられる。また、定期的かつ計画的に行うことにより、射撃場を運営しながら実施することも可能となる管理的な対策方法であるといえる。さらに、場内から回収した鉛弾を土壌等から適切に分別した場合には、鉛金属の市況変動に左右されるものの有価物として売却が可能であり、経済的な対策ともなるうえ、鉛資源のリサイクルの観点からも有用であると考えられる。

以上のことから、鉛弾の回収、特に、射撃場を運営しながら定期的に鉛弾を回収することは、射撃場に係る鉛汚染問題への対策として極めて重要である。

6) 鉛汚染問題の解消を目的とした対策の例を対策の対象毎に図 3-2 から図 3-4 に示す。なお、鉛汚染問題を解消するための対策方法には複数の方法及びそれらの組み合わせが存在する場合も多く、各々に長短、利害得失があるため、各射撃場の現状や特徴を十分踏まえて各射撃場において個別に検討、選定することが重要である。

また、5. にあるように、当該鉛汚染問題の速やかな解消を優先して緊急かつ暫定的に鉛弾の回収又は水処理施設の設置といった対策を行うことも考えられる。

7) さらに、本ガイドラインに取り上げていない新たに開発された対策手法であっても、射撃場に係る鉛汚染問題の解消又は未然防止に資する対策について、本ガイドラインはその適用を制約するものではない。

なお、上記 4) の対策方法を含む各対策方法の概要、効果、選定時の留意点等の詳細は、第五を参照されたい。

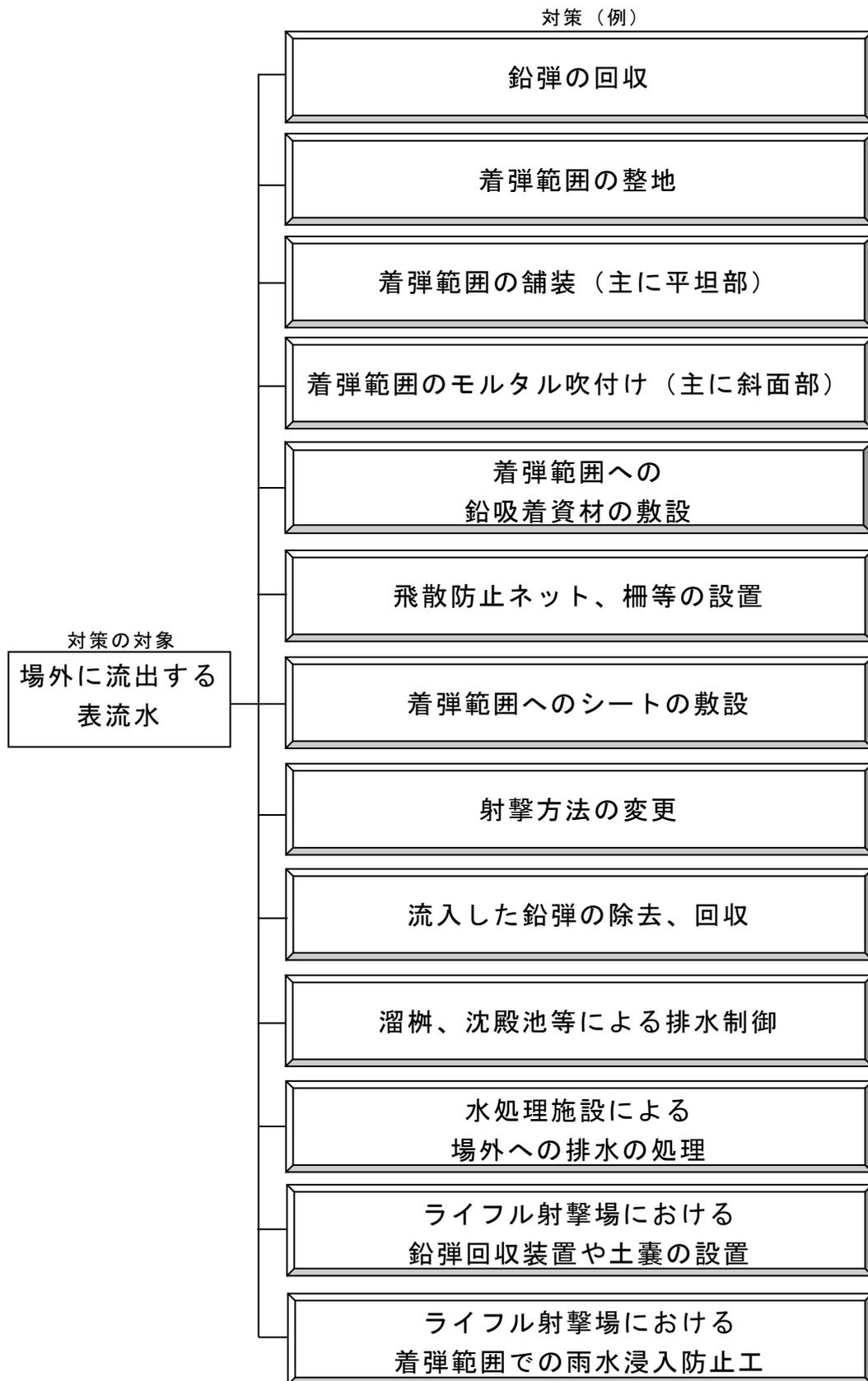


図 3 - 2 鉛汚染問題の解消を対策目的とした場合の対策の例①
（場外に流出する表流水を対策の対象とした場合）

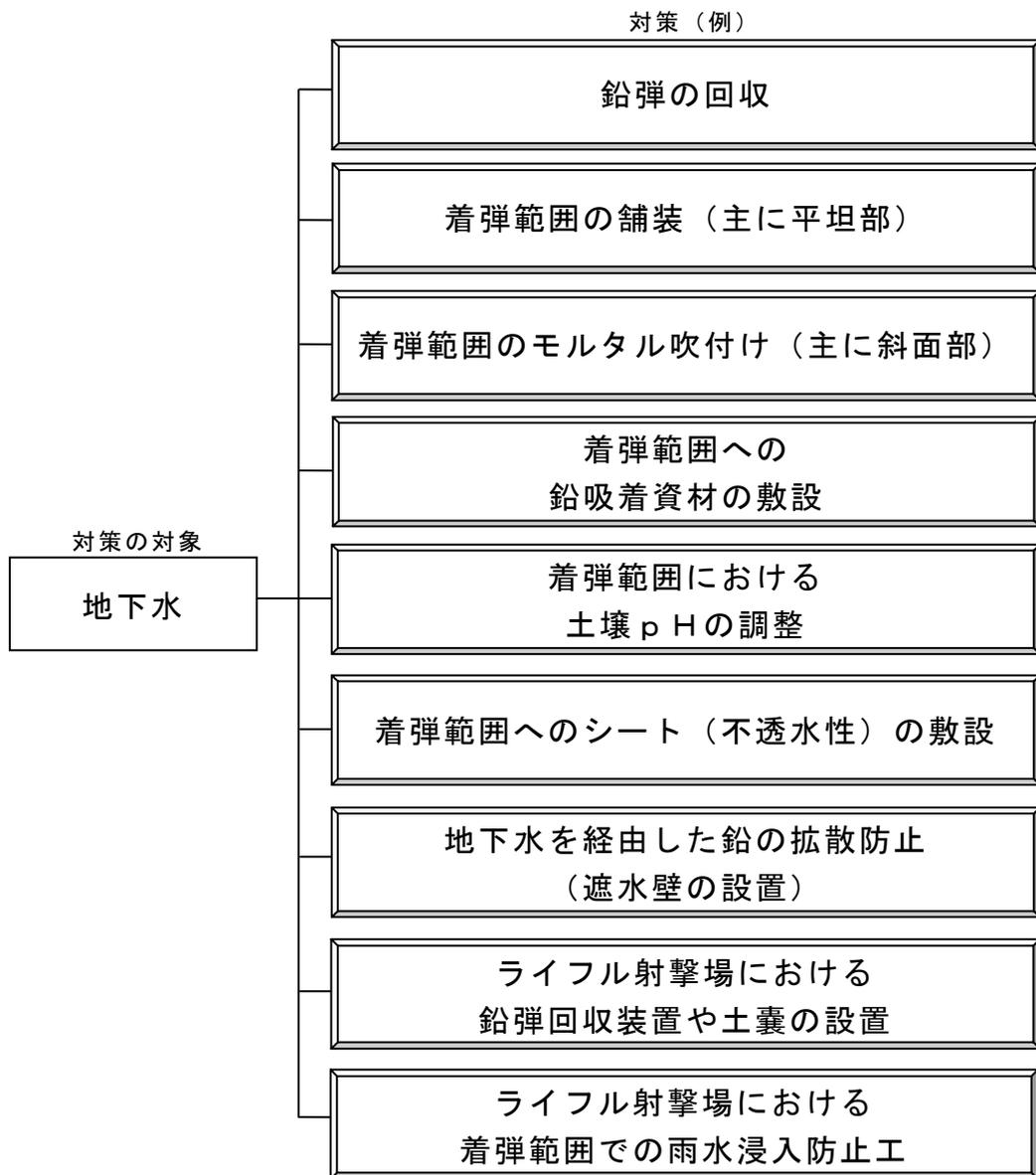


図 3 - 3 鉛汚染問題の解消を対策目的とした場合の対策の例②
（地下水を対策の対象とした場合）



図 3 - 4 鉛汚染問題の解消を対策目的とした場合の対策の例③
（場外への鉛弾の散逸を対策の対象とした場合）

4. 対策の実施と効果の確認

(1) 対策の計画的な実施

各対策を対策計画に基づいて、計画的に実施する。また、具体的な対策方法のうち、鉛弾の定期的な回収といった射撃場を運営しながら継続的に行うものについては、対策計画に基づき継続的かつ計画的に実施する。

(2) 対策効果の確認

1) 対策計画に基づく対策の完了後には、目標とした効果が得られ、鉛汚染問題が解消されたか否かを確認することが必要である。そのため、対策計画に基づく対策の完了後に、対策前に発生していると判断された鉛汚染問題が解消されているか否かを確認するため、対策に先立って行った鉛汚染問題の有無の調査と同じ手法を用いて調査を行う。

2) その結果、対策前に確認されていた鉛汚染問題が、対策後には生じていないと判断できる場合には、射撃場に係る鉛汚染問題が生じていないことを継続的に確認するために、場外に流出する表流水や場内及び周辺の飲用井戸等の地下水を、当該井戸等の所有者の協力を得て、将来にわたって定期的にモニタリングするとともに、その結果を記録、保管していくことが必要である。また、将来的にも鉛汚染問題が生ずることがないように、鉛汚染問題を未然に防止するための対策を検討することが必要である。また、上記のモニタリング調査結果について、地元地方公共団体の環境部局に対して相談することも重要である。

3) さらに、2) のモニタリング調査の結果、射撃場に係る鉛汚染問題が生じていると判断される結果ではないものの、場外に流出する表流水、又は、場内及び周辺飲用井戸等の地下水の鉛濃度が、判断基準に近い値や上昇傾向を示した場合には、地元地方公共団体の環境行政担当部局にも相談の上、必要に応じて追加の調査、対策を行うことも、射撃場に係る鉛汚染問題を未然防止する観点から重要である。

4) 一方、鉛汚染問題が解消されていないと判断された場合には、2. で収集、整理した情報を再検証し、必要に応じて追加の情報を収集、整理した上で、再度、対策計画を策定し、追加の対策を実施する必要がある。

5. 緊急かつ暫定的な対策

1) 現状で生じていると判断された鉛汚染問題について、2. の情報収集、3. の対策計画の策定を行う前に可能な限り速やかな問題解消を優先して、緊急かつ暫定的な対策として直ちに対策を行うことも考えられる。

2) そのような場合の対策には、鉛汚染問題を直ちに解消する高い効果と即効性

をあわせて有することが必要である。そのような対策としては、鉛弾からの鉛の溶出抑制及び鉛弾自体の拡散防止等の効果を併せ持ち、鉛汚染問題の解消に高い効果を有すると考えられる鉛弾の回収が挙げられる。

3) また、場外に流出する表流水が原因で鉛汚染問題が生じていると判断された射撃場においては、当該表流水の射撃場敷地からの出口付近に、当該表流水を周辺の公共用水域で水質汚濁を生じさせない状態に改善することが可能な水処理施設を設置することも、緊急かつ暫定的な対策として挙げられる

4) これらの対策の完了後には、目標とした効果が得られ、鉛汚染問題が解消されたか否かについて、対策に先立ち行った調査と同じ手法を用いて調査、確認する。その結果、依然として鉛汚染問題が解消されていないと判断される場合には、2. の射撃場に関する情報の収集、整理を改めて行った上で、問題の解消に向け更なる対策を検討、実施する必要がある。

また、鉛汚染問題が解消されたと判断される場合には、将来的にも鉛汚染問題が生じることがないように、鉛汚染問題を未然に防止するための対策を検討する必要がある。

6. 対策に伴って回収される鉛弾や土壌等の取り扱い

(1) 対策に伴って回収される鉛弾等の取り扱い

1) 対策に伴って処理が必要な土壌や廃棄物等が生じた場合は、射撃場内及び周辺環境において環境保全上の問題が生じないように、関係法令に従って適切に処理する必要がある。

2) 場内に散らばっている鉛弾等は回収されたのち場内に一時保管されることになるが、当該回収された鉛弾等が廃棄物に該当する場合は、廃棄物処理法に基づく保管基準に適合する状態とすることが必要である。なお、廃棄物に該当しない場合も、生活環境保全上の問題がないように、廃棄物処理法に基づく保管基準を参考に適切に保管することが望ましいと考えられる。

3) 場内から回収された鉛弾は金属回収業者に引き渡され、有価物として扱われるケースが一般的であり、このように、鉛弾が有価物として扱われる場合において鉛弾混じりの土から鉛弾を適正に分別・回収する行為は、廃棄物処理法の対象外となる。そのほか、回収したワッズやクレーが有価物又は廃棄物のいずれに当たるかは総合判断説(巻末資料F参照)に則って判断されることとなる。

4) なお、射撃場内に散らばっている鉛弾等は、定期的な回収作業を行うなど通常の適正な射撃場の管理がされている状況では直ちに廃棄物とはみなされないが、回収作業も行われず場内に長期間放置されているような状況である場合には廃棄物に該当することも考えられる。このため、射撃場で使用された鉛弾等

を定期的に回収するとともに、その記録を作成し、保存しておくことは、対外的に適正な射撃場の管理を実施していることを示す証明の一つにもなりうる上でも重要と考えられる。

(2) 射撃場から回収される土壌の取り扱い

1) 場内から鉛弾混じりの土壌を回収し、その射撃場の敷地内で鉛弾を分別した場合、鉛弾が適切に分別・回収されたあとの土壌を場内に埋め戻すことは可能であるが、埋め戻し後の土壌の状態によっては、土壌が場外に流出しやすくなるおそれもあるので、そのようなことのないように留意する必要がある。また、当該土壌を業者に委託し、射撃場の外に搬出する場合には、当該土壌を適正に処理することが確実にできる者であるかどうかを確認した上で委託し、新たな環境保全上の問題等の発生を防止する必要がある。

2) また、鉛弾を分別した後の土壌のうち、鉛濃度が指定基準を超過している土壌について場外に搬出して処分する場合には、それが不適切に投棄等されて、新たな環境保全上の問題を生じさせないようにするために、搬出した土壌が適切な運搬先まで確実に届けられたことを記録し把握することが可能な伝票等を用いて、物流を管理する。

なお、この場合、「搬出する汚染土壌の処分方法を定める件」(平成15年3月6日環境省告示第20号)、「搬出する汚染土壌の処分に係る確認方法を定める件」(平成15年3月6日環境省告示第21号)、「指定区域以外の土地から搬出される汚染土壌の取扱指針について」(平成15年2月14日、環境省環境管理局水環境部長通知)といった土壌汚染対策法に基づく告示、通知も参考とされたい(巻末資料G参照)。

3) 一方で、場内から回収された鉛弾混じりの土壌を回収し、鉛弾の分別を行わず、業者に委託し射撃場の外に搬出する場合にも、当該混合物を適正に処理することが確実にできる者であるかどうかを確認した上で委託し、新たな環境保全上の問題の発生を防止する必要がある。また、委託の際には、混合物から鉛弾を適正に分別、リサイクルするとともに、分別後の土壌の適正な処理が確実にできる者に処分を委託し、2)の伝票等を用いて物流を管理することが望ましい。

また、当該射撃場から回収され、射撃場の外で鉛弾が分別除去された土壌について場内への埋め戻しを行う場合には、従前の状態に比べて土壌が場外に流出しやすくなるように留意する必要がある。

なお、場外から場内に搬入する際に、当該射撃場由来でない、指定基準を超過する土壌といった環境保全上の問題を有するものが混入されていないことを事前に確認する必要がある。

具体的な確認事項としては、搬出前と比べて

①目視で明らかな性状(色等)の変化がないか

②目視で廃棄物等の混入が認められないか

③異臭がないか

といった事項を確認することが考えられる。また、必要に応じて、搬出前後で、鉛及びその化合物をはじめとする土壤汚染対策法の特定有害物質について分析を行い、その結果から判断することも考えられる。

7. 対策の記録の作成・保存及び関係者への説明

- 1) 対策の実施に当たっての調査、情報収集、検討結果も含め対策の詳細が分かる情報を、可能な限り文書化のうえ、射撃場を運営し続ける限り記録として保存する。特に、鉛弾の定期的回収といった管理的対策を実施している場合は、実施のつど、その日付、実施者、鉛弾の回収量といった対策の内容を記録する。
- 2) このような、対策内容の文書化と記録は、追加で未然防止のための対策を実施しようとする場合や、新たに、又は、再び射撃場に係る鉛汚染問題が確認された場合の新たな対策の検討を容易にするものである。加えて、その記録自体が、射撃場の運営に際して設置者等が環境保全上の取組を実施していることを対外的に示すものとなる。
- 3) 射撃場に係る鉛汚染対策の検討から対策の実施の間に、適宜周辺住民といった関係者への説明等を行うことが、円滑な対策の実施に有効であると考えられる。なお、これらの説明等を行った場合についてもその記録を作成し、保存する。

第四 鉛汚染問題を未然に防止するための対策の検討について

1. 調査の結果、現状で射撃場に係る鉛汚染問題が生じていないと判断される場合には、将来的にも鉛汚染問題が生じることがないように、鉛汚染問題を未然に防止するための対策を行う必要がある。
2. 対策の検討に当たっては、射撃場の現状や特徴をふまえたものとするために、必要に応じて射撃場に関する情報を収集、整理した上で行う。
3. 鉛汚染問題を未然に防止するためには、定期的な鉛弾の回収が極めて重要である。また、射撃場に係る鉛汚染問題が生じていないことを確認するため、将来にわたって定期的なモニタリングを行うことも重要である。

射撃場から場外に流出する表流水や地下水について調査を行った結果、射撃場に係る鉛汚染問題が生じていないと判断された場合には、使用された鉛弾由来の鉛によって、将来も射撃場に係る鉛汚染問題を生じることのないよう、鉛汚染問題を未然に防止するための対策を行う必要がある。

対策の検討に当たっては、第三の「4. 対策計画の策定」及び「5. 対策の計画的な実施」の考え方も参考に、将来においても、射撃場の現状や特徴から懸念される鉛汚染問題を生じさせないことを念頭に、鉛汚染問題の発生が懸念される事象を抑制、防止することができる対策を選定して計画的に実施する。

(1) 射撃場に関する情報の収集、整理

- 1) 鉛汚染問題を未然に防止するための対策を行う場合には、対策の内容を各射撃場の特徴や現状を踏まえた、より効果的、効率的、経済的なものとするため、射撃場の現状や特徴に関する射撃場内外の情報を、必要に応じて事前に収集、整理する
- 2) 収集、整理する情報としては、第三の2.(2)に記述した情報のうち、鉛汚染問題の有無の調査結果や射撃場に関する既知の情報(地形の概況、表流水の流れ等)も参考に、将来の発生が懸念される鉛汚染問題について、その要因となりうる情報が中心となる。
- 3) 例えば、周辺に飲用井戸の存在が確認されている射撃場では、地下方向への鉛の浸透に影響を及ぼすと考えられる「鉛弾の使用量及び回収量」、「着弾範囲における土壌の性状」、「射撃場内における植生」等について、情報を収集、整理することが考えられる。

4) また、将来、射撃場の場外に流出する表流水が原因となる周辺公共用水域での水質汚濁を懸念する射撃場では、鉛弾由来の鉛の表流水への移行や、表流水を通じた場外への拡散に影響を及ぼすと考えられる「鉛弾の使用量及び回収量」、「鉛弾が着弾する範囲」、「射撃場の地形」、「射撃場内における表流水の存在及びその状態」、「降雨時における射撃場の状態」等について、情報を収集、整理することが考えられる。

(2) 対策の選定

1) 事前に(1)の情報収集、整理を行った場合は、その結果も踏まえて、将来の発生が懸念される鉛汚染問題を未然防止することを念頭に、具体的な対策方法を選定のうえ、計画的に対策を実施する。

2) 選定しうる対策方法としては、第三の3.(2)に記述した対策方法が挙げられる。特に、鉛弾の定期的な回収は、射撃場における鉛の発生源自体を除去し、鉛弾自体の拡散防止、鉛弾からの鉛の溶出抑制といった効果を有するとともに、運営しながら実施することも可能な対策であることから、鉛汚染問題の未然防止対策として極めて重要である。

3) また、鉛汚染問題を未然に防止するための対策を実施したか否かに関わらず、鉛汚染問題が発生していないことを確認するとともに、問題が生じた際の迅速な対応を図るため、場外に流出する表流水や場内及び周辺の飲用井戸等の地下水を、当該井戸等の所有者の協力を得て、将来にわたり定期的にモニタリングするとともに、その結果を記録、保管していくことが必要である。仮に、上記調査の結果、射撃場に係る鉛汚染問題が生じていると判断される場合には、第三の考え方を参考に、当該問題を解消するための対策を検討、実施する必要がある。

4) さらに、3)の定期的調査の結果、射撃場に係る鉛汚染問題が生じていると判断される結果ではないものの、場外に流出する表流水、又は、場内及び周辺井戸等の地下水の鉛濃度が、判断基準に近い値や、上昇傾向を示した場合には、地元地方公共団体の環境行政担当部局にも相談のうえ、必要に応じて追加の調査、対策を行うことも、射撃場に係る鉛汚染問題を未然に防止する観点から重要である。

(3) その他

1) 鉛汚染問題を未然に防止するための対策に伴って射撃場から回収される鉛弾や土壌等の取り扱いについても、第三の6.(1)及び(2)での記述内容と同様に、適切に処理される必要がある。

2) 対策を実施する際の情報収集、検討結果、対策内容の詳細が分かる情報についても、第三の7. での記述内容と同様に、文書化し記録として保存する。

第五 射撃場に係る鉛汚染対策について

1. 総論

(1) 概要

ここでは、射撃場の設置者等が、射撃場に係る鉛汚染問題を解消または未然防止するために実施する対策の概要、効果、留意事項を示す。対策の検討に当たっては、各射撃場の特徴や現状に関する情報を収集、整理し、各射撃場の状況に応じた対策方法を選定することが必要である。

また、鉛弾の回収といった対策に対しては、社団法人全日本指定射撃場協会、社団法人猟用資材工業会、日本火薬銃砲商組合連合会が助成制度を設けている（巻末資料B参照）。

なお、指定射撃場については、対策を実施するに当たり、指定を受ける際に都道府県公安委員会に提出した指定射撃場指定申請書（添付書類を含む。）の記載事項に変更が生じた場合には、速やかに記載事項変更届を各公安委員会に提出しなければならないことに注意する必要がある。

(2) 対策選定の目安

射撃場の現状や特徴を収集、整理した上で、当該射撃場において考えられる鉛汚染問題を生じる原因を整理し、その原因に応じた対策を講じることが重要である。

表5-1には、射撃場に係る鉛汚染対策として考えられる方向性を示し、対策の方向性に該当すると思われる対策を一覧表として示した。なお、「場内の鉛弾の量を減らす」ことは射撃場における鉛の発生源を除去するものであり、射撃場に係る鉛汚染問題の解消及び未然防止の双方において有効であると考えられる対策のため、二重枠に囲んで示した。

表5-1 射撃場に係る鉛汚染対策の方向性と対策

対策の方向性		対策																						
		鉛弾の回収	着弾範囲の整地	着弾範囲の舗装	着弾範囲のモルタル吹付け	着弾範囲へのシートの敷設	鉛弾回収装置や土嚢の設置	ライフル射撃場における	着弾範囲への鉛吸着資材の敷設	着弾範囲における土壌 pH の調整	排水溝等の整備	流入した鉛弾の除去、回収	場内水面の解消（常時排水等）	溜樹、沈殿池等による排水制御	場外への排水の処理	水処理施設による	ライフル射撃場の雨水浸入防止工	鉛弾着弾範囲の限定化	飛散防止ネット、柵等の設置	射撃方法の変更	地下水を經由した鉛の拡散防止（遮水壁の設置）	場内土壌等の移動の制約	鉛弾回収の障害となる植生の除去	
大分類	小分類																							
場内の鉛弾の量を減らす。 (鉛弾を回収しやすくすることを含む)		○	○	○	○	○	○											○	○				○	
①鉛弾からの鉛の溶出の抑制	・鉛が溶出しにくい環境とする			○	○				○								○							
	②鉛（鉛弾、鉛を含む土壌、それらから溶出した鉛）の表流水への移行の抑制	・鉛弾が表流水に入らないようにする	○										○					○	○					
		・鉛を含む土壌が表流水に入らないようにする			○	○	○											○						
		・溶出した鉛が表流水に入らないようにする								○								○						
③溶出した鉛の地下水への移行の抑制	・着弾範囲に表流水が滞留しないようにする (鉛弾との接触時間の短縮)			○	○							○					○							
	・溶出した鉛の地下拡散を防止する			○	○				○			○					○							
④表流水に流入した鉛の場外への拡散の抑制	・地下水を經由した鉛の拡散を防止する																				○			
	・表流水に流入した鉛弾を除去する																							
	・表流水に流入した鉛を含む土壌を除去する																							
⑤場外への鉛弾や鉛を含む土壌の散逸の抑制	・表流水に溶解した鉛を除去する								○								○							
	・鉛弾の場外への散逸を防止する																	○	○					
	・表層土壌や鉛弾の移動を制限する	○		○	○	○																○		

対策の方向性に適合すると思われる対策について、目安として○を付した。

2. 各対策の概要

(1) 鉛弾の回収

1) 概要

射撃場内に存在する鉛弾を回収し、場外にて適切に処理する方法である。場内から回収した鉛弾を適切に分別した場合は有価物として売却が可能であり、鉛金属の市況変動に左右されるものの経済的な対策となる可能性があり、鉛資源のリサイクルの観点からも有用である。

図5-1に鉛弾回収フローを示す。図5-1に示すように、鉛弾の回収方法には射撃場の状況（舗装の有無等）や場外処理方法等により、複数のパターンが考えられる。

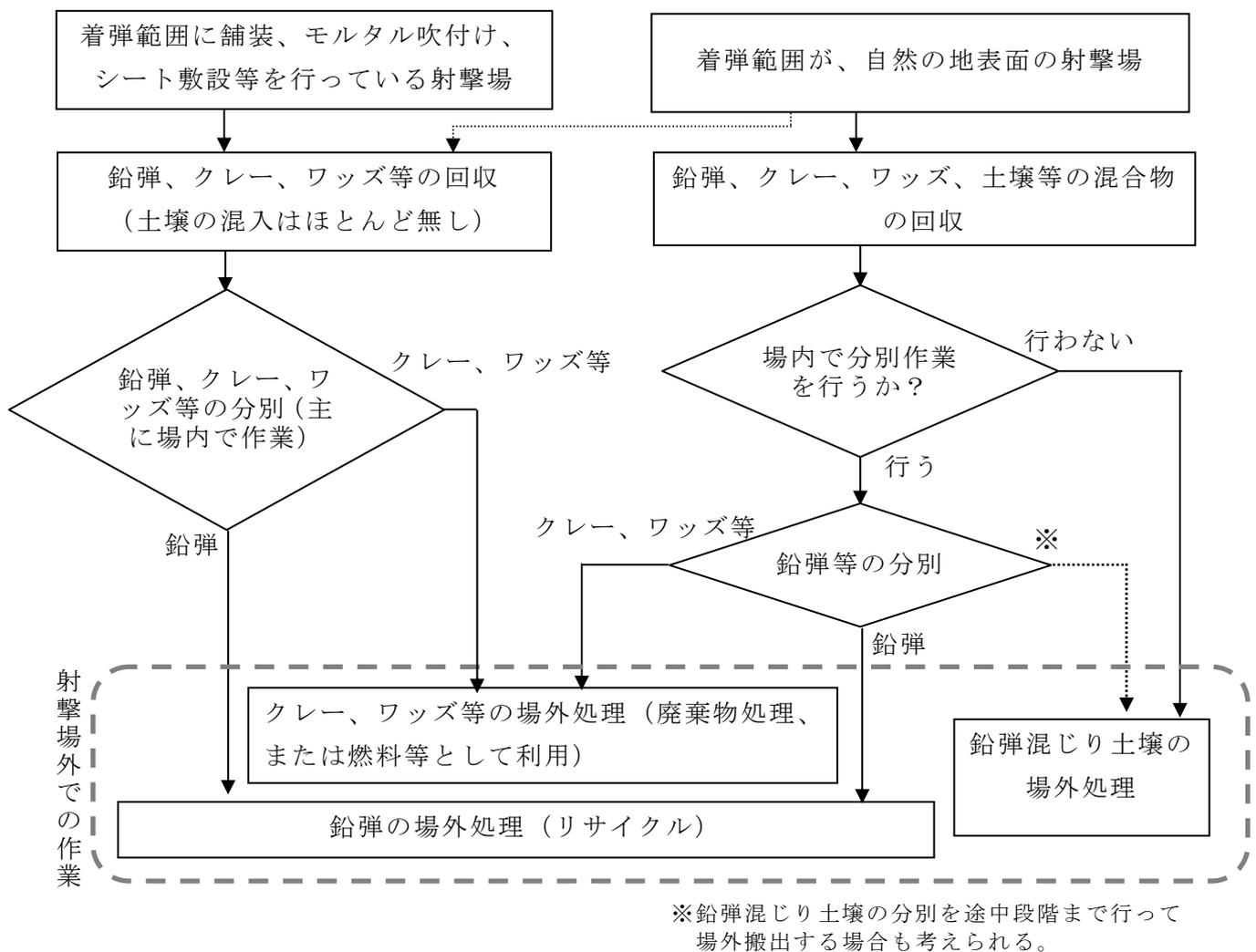


図5-1 射撃場における鉛弾回収フロー

① 鉛弾等の回収

鉛弾回収においては、射撃場において鉛弾の分別回収を考慮した対策（着弾範囲の舗装、モルタル吹付け、シート敷設を指す；以下同じ）を実施しているかどうかにより、回収方法や回収される鉛弾の状態が異なる。

鉛弾の分別回収を考慮した対策を実施している射撃場では、土壌がほとんど混入することがなく鉛弾等を回収・分別することが可能である。回収された鉛弾、クレー、ワッズ等は場外に搬出され、例えば、鉛弾は資源として回収され、クレー、ワッズ等は廃棄物等として処理されることとなる。

一方、鉛弾の分別回収を考慮した対策を実施していない射撃場では、鉛弾等と土壌の混合物の状態での回収が行われる場合がほとんどである。

鉛弾や鉛弾混じり土壌を回収する方法としては、スコップやほうき等を用いて人力で回収する方法、バックホウ等の重機を用いる方法、エア圧力を利用した専用の機器で表層の土壌をほぐして回収する方法等がある。表5-2から表5-7に各回収方法の概要、留意点、作業状況や機器の写真を示す。

なお、舗装、モルタル吹付けがなされていない地域で作業を行う場合には、表面の鉛弾等を地中に埋没させないように注意する必要がある。

表5-2 人力（スコップ、ほうき等）による回収

概要	<ul style="list-style-type: none"> 鉛弾回収を考慮した対策（着弾範囲の舗装、モルタル吹付け、シート敷設等）の有無にかかわらず適用可能である。 ほうきやスコップ等を用いて人力で鉛弾等を回収する。 人件費以外の費用がほとんど不要。 重機等を準備する必要がないため、日常的に実施することが可能。
留意点	<ul style="list-style-type: none"> 人力だけで全ての鉛弾を回収することは困難。



人力回収道具の例（奥にあるのは送風機）

表5-3 送風機による集積・回収

概要	<ul style="list-style-type: none"> 舗装面、モルタル吹付け面に散乱した鉛弾等を、送風機を用いて集積させる。送風機は街路の枯葉掃除等に用いられているもので、人力で持ち運び可能なものを選定可能。 平坦部、凹凸箇所、法面部のいずれにも対応可能。 鉛は比重が大きいため舗装面の凹凸等によっては十分に集積できない場合もある。その場合、クレーやワッズ等の軽量物を送風機で吹き飛ばし、地面上に残った鉛弾を別途回収する、という方法も考えられる。
留意点	<ul style="list-style-type: none"> 広大な面積に対しては作業効率が悪いいため、他の方法との組合せが有効。



送風機の例

表 5 - 4 エア圧力を利用した回収

<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> • コンプレッサーから圧力を高めたエアを送り、専用ノズルから噴出させ地表面をほぐすことにより、地表面近くに埋没している鉛弾を回収しやすくする。この作業は、鉛弾分別回収を考慮した対策を行っていない射撃場に対して適用可能である。 • ほぐした鉛弾混じり土壌をエア吸引パイプに掻き入れることで回収する。 • 重機が作業できないような急斜面や狭隘地でも、人が立ち入れれば作業可能。
<p>留意点</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 大規模なコンプレッサーが必要で、エア配管も必要なため、日常的な回収作業には適用困難。



エア圧力を利用した鉛弾混じり土壌の回収の例
 (左上は表層土壌をほぐしている状況、右下はほぐした鉛弾混じり土壌を
 吸引パイプに掻き入れている状況)

表 5-5 重機による回収（舗装面）

概要	<ul style="list-style-type: none"> ・一般的には舗装面ではタイヤ走行型重機が適している。 ・舗装してある射撃場であれば、土壌が混じることなく鉛弾等を回収できる。
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・吹付け斜面には適用困難。 ・舗装面で作業する際には、舗装を傷めないように、ゴムタイヤ式重機が必要。



鉛弾等回収に用いる重機の例
（舗装されている射撃場におけるタイヤ走行型重機の例）

表 5-6 ブルドーザー等の重機による回収（自然の地表面）

概要	<ul style="list-style-type: none"> ・一般的には、不整地ではクローラー走行型重機が適している。 ・土壌混じりの状態で鉛弾等を回収することになる。
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・舗装や吹付けされていない範囲では土壌混じりでの回収になる。



鉛弾等回収に用いる重機の例
（クローラー走行型重機の例。地表面を掘削しているところ）

表 5-7 スーパー（掃除機）による回収

概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 舗装されている射撃場の平坦部で適用可能である。 ・ 舗装面に散乱した鉛弾等を掃除機で回収する。ビル掃除や道路掃除で用いるスーパーを適用可能である。 ・ 平坦部の散乱物を効率よく回収できる。
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基本的には、場内を舗装してある射撃場以外では適用困難である。 ・ 大型のスーパーの場合、狭隘部は回収できない。また地表面の凹凸にも対応できない場合がある。 ・ 鉛は比重が大きいため十分に吸引されない場合もある。クレーやワッズ等の軽量物をスーパーで回収し、地面上に残った鉛弾を別途回収する、という方法も考えられる。



スーパーの例

② 鉛弾等の分別

場内で分別作業を行う場合の分別方法や分別の程度については、使用する機械の能力、分別後の処理方法及び経済性、必要工期を考慮して決定することが考えられる。

鉛弾等を分別する方法としては、篩い分け、風力選別、磁力選別等がある。表5-8から表5-10に各分別方法の概要、留意点、機器の写真を、図5-2に分別機等を用いた作業状況の例を示す。作業に当たっては、鉛の吸引を防止するため防塵マスク等の着用が必要となる場合がある。

鉛弾等の場外処理は、場内分別の有無により対応の可否はあるものの、製錬技術保有会社、鉛弾回収業者、廃棄物処理業者等にて実施可能である。なお、廃棄物に該当するものの処理を委託する場合は、廃棄物処理法に基づく許可を得ている業者に委託する必要がある。

場外処理に関する技術概要等は、巻末資料Hに示す。

表5-8 鉛弾と土壌等の篩い分け

概要	<ul style="list-style-type: none"> ・大粒径と小粒径のものを分別する。篩いの目は、例えば、40mm程度のもので「ワッズとクレーの混合物」と「鉛弾混じり土壌」に大きく分別し、更に3mm程度のもので「鉛弾を多く含む土壌」と「3mm以上の石など」に分別することが考えられる。 ・動力利用のものと、人力で動かすものがある。
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・粒径で大まかな分別は可能だが、鉛弾と同サイズのもの（砂やクレーのかげら等）は分別できないため、風力分別機や磁力分別機等との組み合わせが考えられる。



篩い分け機械の例

(いずれも動力利用のもの。左側は小型、右側は大型)

表 5 - 9 風力分別機

概要	<ul style="list-style-type: none"> ・混合物を風力で飛ばした場合に、一般的に比重が軽いものほど遠方に飛ぶことを利用して、鉛弾、クレー、ワッズ、土壌を分別する方法である。
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・一般的に機械が大型のため、日常的な小規模な回収作業には不適。ただし、小規模な機械も開発されつつある。 ・風力によりある程度の分別はできるが、完璧な分別は不可能。 ・磁力選別機と組み合わせることで分別能力を向上させることができる。

表 5 - 10 磁力分別機

概要	<ul style="list-style-type: none"> ・人工的に磁界を発生させることで、その磁界内に存在する鉛弾を反発させ遠方に飛ばす。(人工的に発生させた磁界と、その磁界によって鉛弾に発生する電流が反発し、鉛弾が飛ぶ) ・非金属である土壌等は飛ばないため、鉛弾の分別が可能。
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・一般的に機械が大型のため、日常的な小規模な回収作業には不適。ただし、小規模な機械も開発されつつある。 ・磁力選別機単独での適用は困難。風力分別機等と組み合わせることで分別能力を向上させることができる。

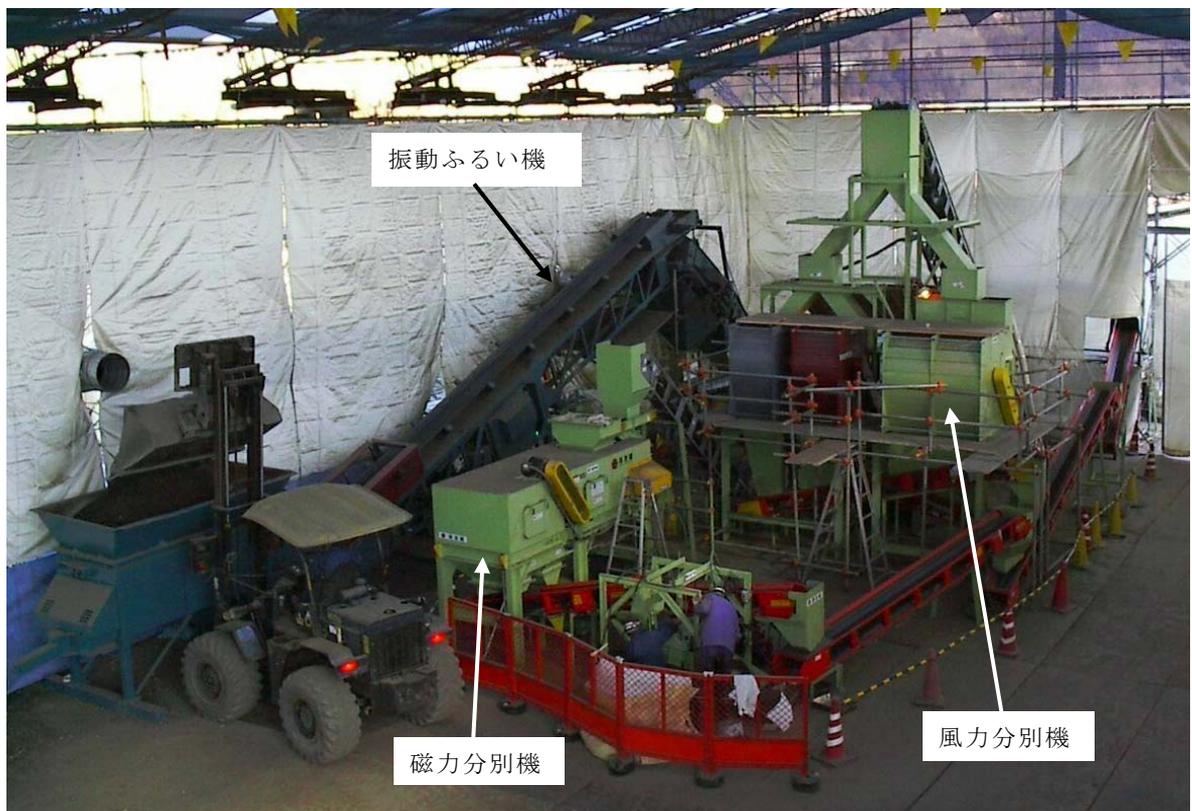


図 5 - 2 分別機等を用いた作業状況の例

2) 期待される効果

本対策は、射撃場における鉛の発生源である鉛弾そのものを回収する対策であり、鉛弾からの鉛の溶出の抑制、鉛弾由来の鉛の表流水への移行の抑制、鉛弾の場外への散逸の抑制といった効果が期待される。

3) 留意事項

- ・鉛弾の回収、分別の方法には様々なものがあり、これらの選択に当たっては、各射撃場の状況（舗装の有無等）、場外処理の方法及び経済性等を十分考慮する必要がある。
- ・鉛弾、土壌、クレー、ワッズ等をどの程度まで分別するかは、各射撃場の状況や場外処理先の受入状況等を確認した上で検討することが望ましい。一般的には、分別をより細かく行くと、分別作業に係る費用は上昇するものの、場外処理に係る費用は低減できる可能性がある。
- ・個別の対策方法に対する留意事項は、表5-2から表5-10に示したとおりである。

(2) 着弾範囲の整地

1) 概要

着弾範囲の地表面に凹凸が存在すると鉛弾の回収作業に支障をきたす場合がある。このため、鉛弾の回収効率を向上させるために、着弾範囲を整地する対策である。図5-3に着弾範囲の整地の例を示す。

なお、整地にあわせて植生の除去を行うことも考えられる。植生の除去については(14)に示す。

2) 期待される効果

本対策は、着弾範囲の地表面の凹凸を無くすことで、鉛弾の回収効率を向上させる効果が期待される。

3) 留意事項

- ・ 整地方法や整地形状等については、各射撃場の状況に応じて検討する必要がある。
- ・ 地盤面に適度な勾配をつけることで回収効率が向上することも考えられる。
- ・ 整地を行うことで、降雨時等に表層の土壌が流出しやすくなるよう注意する必要がある。
- ・ 鉛弾が存在したままで整地を行うと、地中深くに鉛弾を埋没させてしまい回収が困難になるおそれがあるため、整地範囲に存在する鉛弾は、あらかじめ回収しておく必要がある。



図5-3 場内の整地の例
(写真手前側を平坦に整地している)

(3) 着弾範囲の舗装（主に平坦部）

1) 概要

着弾範囲のうち平坦部をアスファルトまたはコンクリートで舗装する対策である。アスファルト舗装の状況の例を図5-4に、コンクリート舗装の状況の例を図5-5、図5-6に示す。

2) 期待される効果

本対策は、鉛弾が土壌に混入することを防止し鉛弾の回収を容易にすることで、鉛弾の回収効率を向上させる効果が期待される。

また、鉛が溶出した場合でも表流水の地下浸透を抑制することで溶出した鉛の地下方向への浸透防止の効果も期待される。

さらに、降雨時に鉛を含む土壌が場外に流出することを防止する効果もあわせ持つ。

なお、コンクリート舗装の場合は、鉛弾周辺をアルカリ環境とすることで鉛弾からの鉛の溶出を抑制する効果が期待される。

3) 留意事項

- ・危険な跳弾が発生するおそれ及び跳弾が場外に出るおそれがある範囲には舗装を行ってはならない。
- ・対策範囲については、事前に鉛弾を除去する必要がある。
- ・舗装によって降雨の地下浸透量が減少するため、状況によっては調整池を設置する必要がある。
- ・舗装面の排水に配慮した排水路をあわせて整備する必要がある。また、着弾範囲に表流水が滞留すると鉛弾が溶出することが懸念されるため、舗装面に水が滞留しないように設計施工する必要がある。
- ・舗装面に凹凸があると鉛弾が入り込むなどして回収が困難になる場合があるため、舗装面はできるだけ平滑に仕上げるのが望ましい。
- ・長期的にはひび割れ等の損傷が生じるため、定期的に補修する必要がある。
- ・図5-6に示すように、舗装面に適切な緩勾配を設けることで鉛弾の回収効率が向上することも考えられる。



射座
（写真の左奥から手前
に向かって射撃を行う）

跳弾を考慮して
射座近傍は舗装無し

図 5 - 4 場内平坦部アスファルト舗装の例



図 5 - 5 場内平坦部コンクリート舗装の例



射座（写真の奥から手前に向かっ
て射撃を行う）

跳弾を考慮して
射座近傍は舗装無し

図 5 - 6 舗装面に勾配をつけて鉛弾回収効率の向上を狙った例
（舗装の中央部（人が立っている場所）を低くしている）

(4) 着弾範囲のモルタル吹付け（主に斜面部）

1) 概要

着弾範囲のうち斜面部にモルタルを吹付けする対策である。図5-7、図5-8に吹付け状況の例を示す。

2) 期待される効果

本対策は、鉛弾が土壌に混入することを防止し、鉛弾の回収を容易にすることで、鉛弾の回収効率を向上させる効果が期待される。

また、鉛が溶出した場合でも表流水の地下浸透を抑制することで溶出した鉛の地下方向への浸透防止の効果が期待される。

さらに、降雨時に鉛を含む土壌が場外に流出することを防止する効果も期待される。

なお、モルタル吹付けにより、鉛弾周辺の環境がアルカリ環境となることで、鉛弾からの鉛の溶出が抑制される効果も期待される。

3) 留意事項

- ・危険な跳弾が発生するおそれ及び跳弾が場外に出るおそれがある範囲には吹付けを行ってはならない。
- ・対策範囲については、事前に鉛弾を除去する必要がある。
- ・基本的には、対策範囲の植生を除去することになり、景観は変化する。
- ・吹付けによって、降雨の地下浸透量が減少するため、状況によっては調整池を設置する必要がある。
- ・表面排水に配慮した排水路設計とする必要がある。
- ・長期的にはひび割れ等の損傷が生じるため、定期的に補修する必要がある。
- ・落ち葉等が吹付け面にできるだけ入らないように、図5-14の吹付け部上部に示すような柵を設置することも考えられる。なお、この柵は鉛弾が飛散する範囲を限定する効果もあわせ持つ。
- ・吹付け背面の浸食を防ぐため、雨水等の浸入をできるだけ防止するように設計、施工することが望ましい。
- ・必要に応じて水抜き孔や目地を配置する必要がある。



この射撃場では、
吹付け斜面の上部に柵
が設置されている。

図 5 - 7 場内斜面部モルタル吹付け状況の例 1



図 5 - 8 場内斜面部モルタル吹付け状況の例 2

(5) 着弾範囲へのシートの敷設

1) 概要

着弾範囲にシートを敷設する対策である。平坦部、斜面部双方に適用可能である。シート敷設の例を図5-9に示す。

2) 期待される効果

本対策は、鉛弾が土壌に混入することを防止し、鉛弾の回収を容易にすることで、鉛弾の回収効率を向上させる効果が期待される。

シートには透水性のものと不透水性のものがあり、不透水性の場合には、表流水の地下浸透を抑制することで、鉛の地下方向への浸透を防止する効果も期待される。

さらに、降雨時に鉛を含む土壌が場外に流出することを防止する効果もできる。

3) 留意事項

- ・対策範囲については、事前に鉛弾を除去する必要がある。
- ・シートの材質にもよるが、舗装やモルタル吹付けに比べて初期費用が安価となる可能性がある。
- ・樹木を残してシート敷設することも可能だが、その場合、落ち葉や枯れ枝等が鉛弾を回収するにあたっての妨げになる場合がある。樹木を残す場合でも、シート敷設の障害となるため、事前に低木や下草は除去する必要がある。
- ・急斜面にシートを敷設した場合、人の歩行が困難となり、鉛弾の回収に支障をきたす場合がある。
- ・不透水性のシートを敷設した場合、降雨の地下浸透量が減少するため、状況によっては調整池を設置する必要がある。
- ・透水性シートの場合、施工前の地下浸透量を維持でき、調整池の追加設置が不要である。ただし、鉛を含む水の地下浸透は防止できない。
- ・紫外線により劣化する可能性があるため、そのような劣化が生じにくい材質の選定も重要である。また、寒冷地では凍上により破断することがある。
- ・長期的には破損、損傷が生じるため、定期的に補修する必要がある。



図5-9 シート敷設の例

(6) ライフル射撃場における鉛弾回収装置や土嚢の設置

1) 概要

ライフル射撃場において、標的の背面に鉛弾を回収できる装置または土嚢等を設置する対策である。図5-10に示すような金属製の回収装置を設置している事例や、標的の背面に積み上げた土嚢を定期的に交換している事例等がある。

2) 期待される効果

本対策は、回収装置等を用いて、射撃場における鉛の発生源である鉛弾を回収することで、鉛弾の回収効率を向上させる効果が期待される。

3) 留意事項

- ・跳弾による危険が生じないように設置しなければならない。
- ・標的を大きく外れた鉛弾は回収できない。鉛弾回収装置に入らずに後方に逸脱する鉛弾への対策を行う必要がある。



図5-10 ライフル射撃場における鉛弾回収装置の例

(7) 着弾範囲への鉛吸着資材の敷設

1) 概要

着弾範囲のうち平坦部に、鉛吸着資材を敷設する対策である。図5-11、図5-12に鉛吸着資材敷設のイメージを示す。

鉛吸着資材としては、自然に存在する土壌の中から、黒ボク土といった鉛吸着性能に優れた土を利用することが考えられる。また、鉛の吸着性能が優れた資材も市販されており、対策効果や経済性等を勘案して、鉛吸着資材を選定する必要がある。

2) 期待される効果

本対策は、場内の鉛弾から鉛が溶出した鉛を鉛吸着資材に吸着させることで、鉛の地下方向への浸透を防止する効果が期待される

3) 留意事項

- ・ 国立環境研究所にて行われた土壌や資材の鉛吸着性能を確認した試験の結果は巻末資料Aのとおりである。
- ・ 鉛吸着資材を敷設する際の厚さとしては、実験結果をふまえるとともに、鉛弾等の回収作業による表層の攪乱や掘削除去の可能性を考慮すると、20cm程度もしくはそれ以上の厚さが望ましい。
- ・ 鉛吸着資材の吸着容量には限界があるため、定期的に吸着資材の入換え、追加等を行うことが考えられる。
- ・ 黒ボク土のような天然資材が入手できない場合には、鉛の吸着性能が優れた市販の資材を購入することが考えられる。その場合には、前者を敷設する場合に比べて、一般的に費用が高くなることが考えられる。
- ・ 舗装がひび割れした時に鉛成分の地下浸透を防止するために、図5-12に示すように舗装直下に鉛吸着資材を敷設することも考えられる。

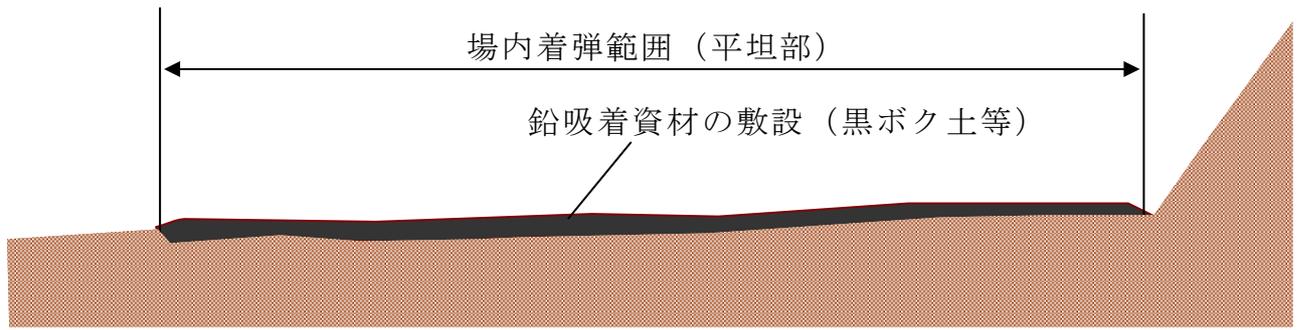


図 5 - 1 1 鉛吸着資材敷設のイメージ (舗装なしの場合)

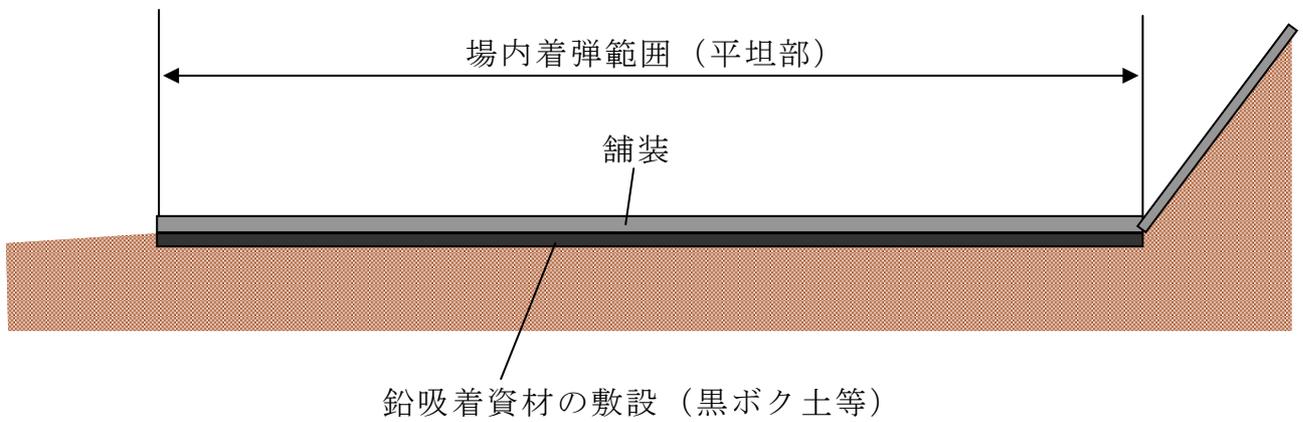


図 5 - 1 2 鉛吸着資材敷設のイメージ (舗装ありの場合)

(8) 着弾範囲における土壌 pH の調整

1) 概要

鉛弾からの鉛溶出を抑制するため、着弾範囲に資材を散布し土壌 pH を調整する対策である。この場合の資材としては、石灰が考えられる。図 5-13 に資材散布のイメージを示す。

2) 期待される効果

本対策は、鉛弾から鉛が溶出しにくい土壌 pH を維持することで、鉛弾からの鉛の溶出を防止する効果が期待される。

3) 留意事項

- ・ 資材の効果を維持するために、定期的に資材を添加することが考えられる。
- ・ pH の範囲は、6.0~8.0程度を目標とすることが望ましい。
- ・ 石灰を過剰に散布すると、pH が上記の適正な範囲を超え、鉛弾からの鉛の溶出を抑制する効果が低下するため、散布にあたっては、pH をモニタリングしながら適切な量を散布する必要がある。

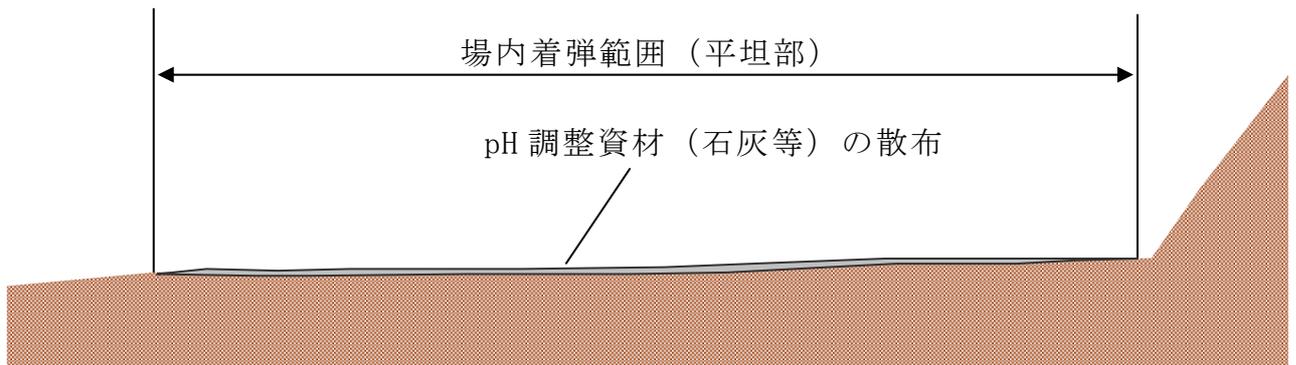


図 5-13 pH を調整する資材散布のイメージ

【備考】

本ガイドラインに関連して、国立環境研究所ではリン酸を散布することにより鉛弾からの鉛の溶出を抑制できないか検討を行ったが、リン酸による鉛溶出抑制は土壌の pH が 6.0 以上では効果が無い、かえって溶出しやすくなることが判明した。このため、鉛弾からの鉛溶出抑制対策としては、リン酸を散布するよりも、石灰散布により pH を上記の範囲に維持する方が望ましいと考えられる。

【参考1】 石灰質資材の散布について

土壌のpHを調整するための石灰散布は、あらかじめ土壌pHおよび中和石灰量を求めて行うことが望ましい。

しかし、おおよその石灰施用量の目安として、土壌pHを1上げるためには、有機物含量に富み土性が埴壤土程度の場合に60～90 g/m²程度（炭酸カルシウムの場合）と考えられる。従って、土性が粗い場合や有機物含量が低い場合は石灰施用量を適宜減らす必要がある。一方、土性が細かく粘質な場合は適宜増量する必要がある。また、この値は表層3 cm深程度を調整する場合の目安であり、土壌をある一定の深さまで攪拌しつつ散布するような場合には、散布量を適宜増量する必要がある。さらに、巻末資料Aにもあるとおり、石灰の過剰施用により土壌pHが大きくアルカリ側に傾いた場合、特に有機物含量が高い土壌では、鉛の可溶化が促進されるおそれがあるため、注意が必要である。

その他の石灰質資材を用いる場合には、炭酸カルシウム所要量から各資材のアルカリ度を用いて換算した所要量を散布する。特に、消石灰や生石灰などはアルカリ分が多いため、炭酸カルシウムでの散布量に比べ3～4割程度を減ずるとともに、急激な土壌pHの上昇が生じないように注意する必要がある。

【参考2】 土壌pHの測定方法（ガラス電極法）

pH測定に最も一般的に用いられている「ガラス電極法」について

①分析試料の調整

土壌pHは未風乾新鮮土または風乾土について測定するが、なるべく未風乾新鮮土を用いて、採土後、大きな土壌団粒はつぶして2 mmのふるいを通し礫や植物遺体を除去したものについて速やかに測定するのが望ましい。

②操作

- ・未風乾新鮮土の乾土10 g 相当量または風乾土10 g を50mL程度のポリ製もしくはガラスビーカーに量りとり、水25mLを加えてかき混ぜるか振とうして1時間以上放置する。
- ・pH計のガラス電極はあらかじめ蒸留水で洗浄した後、市販の標準液を用いて補正処理を行っておく（通常pH4.01とpH6.86等）。最後に再度、蒸留水で洗浄する。
- ・試料は、測定前に再度軽くかき混ぜて懸濁状態とし、ガラス電極の薄膜部を静かに液中に浸し、30秒以上経過してpH計の表示が安定したらpH値を読み取る。値は小数点以下1桁まで読み取る。
- ・測定後は電極を蒸留水でよく洗い、乾燥しないようにして保存する。

③注意事項

泥炭質な土壌のように、土壌：溶液比が1：2.5では測定できない場合は適宜水量を多くする。その場合は、その旨を記載しておく。

出典：「土壌環境分析法、土壌環境分析法編集委員会編、博友社、1997年」

【参考3】中和石灰量（緩衝曲線法）

中和石灰量とは土壌pHを目標pHに到達させるために必要とする炭酸カルシウム所要量の事を指す。農地等で示されている石灰質資材施用量の目安は過去の測定例や経験的な事例を踏まえたものであり、経験的事例が稀な射撃場での施用の場合、中和石灰量の値を一度は求めておくことが望ましい。同じ土壌pHでも土性や有機物含量、粘土鉱物の種類など土壌構成成分の違いで、目標pHに到達させるための中和石灰量は異なる。

① 分析試料

土壌試料は2mmのふるいを通過させた風乾試料を用いる。

② 操作

- ・50mL容のふた付のスチロールびんに風乾土を乾土当たり10g相当量入れ、炭酸カルシウム（CaCO₃）粉末を0、10、25、50、75、100mg加え、それぞれに水25mLを加え、よくかき混ぜてから室温で24時間静置する。
- ・静置後さらに5時間振り混ぜて、土壌と炭酸カルシウムをよく反応させた後、細口のガラス管などを通じてエアーコンプレッサーにより毎分2L程度の割合で2分間空気を土壌懸濁液に吹き込み過剰の二酸化炭素を追い出す。
- ・通気後、ガラス電極法により、直ちに土壌懸濁液のpHを測定する。
- ・加えた炭酸カルシウムの量と土壌pHの関係をグラフにし、目標とする土壌pH（pH6以上）に到達させるために必要な炭酸カルシウム量をグラフから読み取る。

③ 算出方法

- ・ヘクタール当たりの所要炭酸カルシウム量は次式により算出される。

$$\begin{aligned}\text{炭酸カルシウム所要量} &= W_s \times x \times 1000 \text{ g} / 10 \text{ g} \times 10^{-6} \text{ kg mg}^{-1} \\ &= 10^{-4} \times W_s \times x = 10 \times x \times d \times b \text{ kg ha}^{-1}\end{aligned}$$

- ・ただし、xは緩衝曲線から読み取った炭酸カルシウム必要量（mg CaCO₃/10g乾土）を示す。W_sは中和する土壌重量で次式により求められる。

$$\begin{aligned}W_s \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} &= 10000 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \times d / 100 \text{ cm m}^{-1} \times 10^3 \text{ L m}^{-3} \times b \\ &= 10^5 \times d \times b \text{ kg ha}^{-1}\end{aligned}$$

- ・ただし、bは土壌のかさ密度（kg L⁻¹）、dは酸性を中和する土壌の深

さ (cm)。この値は緩衝曲線の作成に用いた炭酸カルシウム (CaCO₃、アルカリ分56%) を用いた計算値であり、他の資材を用いる場合には次式によりその資材のアルカリ分に応じて換算する。

資材所要量 (kg ha⁻¹) = 炭酸カルシウム所要量 (kg ha⁻¹) × 56% / 資材のアルカリ分 (%)

④ 注意事項

- ・ 前期操作において通気を行わないと二酸化炭素の影響で測定される平衡 pH が低くなり、その結果中和石灰量が過大に算出されるため、場内の土壌 pH が目標よりも高くなる。すなわち、必要以上の石灰散布を行うことになる。
- ・ 粒状炭酸カルシウムや消石灰は反応が穏やかであるため、急速な土壌の酸性中和を目的とする場合は、粉状の製品を用いて土壌と混和する。

出典：「土壌環境分析法、土壌環境分析法編集委員会編、博友社、1997年」

(9) 場内表流水を經由した鉛の拡散防止

i 排水溝等の整備

1) 概要

排水溝等を整備して、表流水の場外への排水経路を確保する対策である。排水溝の例を図5-14に示す。

2) 期待される効果

本対策は、着弾範囲への降雨や湧水等で発生した表流水の滞留を防ぐとともに場外へ速やかに排出し、鉛弾が水に接触する時間を短くすることで、鉛弾からの鉛の溶出を抑制する効果が期待される。

また、溶出した鉛が地下に浸透することを防止する効果も期待される。

3) 留意事項

- ・排水溝が着弾範囲にある場合はその中に鉛弾が落下するため、流入した鉛弾の定期的な除去、回収（次頁参照）や、排水溝への蓋を設置といった対策を講ずることも重要である。
- ・射撃場外への排水については、鉛濃度の定期的なモニタリングが必要である。



図5-14 排水溝の例

ii 流入した鉛弾の除去、回収

1) 概要

排水溝の途中に鉛弾等を回収するための網や堰を設置し、場内表流水に流入した鉛弾を早期に除去する対策である。図5-15に鉛弾を回収するための網の例を示す。

2) 期待される効果

本対策は、表流水に流入した鉛を回収することで、表流水を経由して鉛が場外に拡散することを防止する効果が期待される。

3) 留意事項

- ・ 網等にたまった鉛弾等は定期的に回収する必要がある。
- ・ 網は、たまった鉛弾によって、人力で持ち上げることが困難な重量となる場合があり、その場合には、網を持ち上げるためのクレーン等が必要となる。図5-16にそのようなクレーンの例を示す。



図5-15 排水溝に設置された鉛弾を回収するための網の例



図5-16 網を持ち上げるクレーンの例

iii 場内水面の解消（常時排水等）

1) 概要

場内の池や水路等の水面に蓋をする、又は、場内の池を常時排水するなどして、表流水に鉛及び鉛弾が流入することを防止する対策である。池を常時排水している状況例を図5-17、場内の池を地下構造とした例を図5-18に示す。

2) 期待される効果

本対策は、鉛弾の表流水への接触を防止することで、鉛弾からの鉛の溶出や、鉛の表流水への移行を抑制する効果が期待される。

3) 留意事項

- ・ 場内の池を常時排水していても豪雨時等には水が滞留する場合があるため、定期的に鉛弾を回収することが望ましい。
- ・ 斜面の途中で鉛弾の落下を止める方法では、鉛弾が留まった場所に水が滞留すると鉛が溶出するため、できるだけ水が滞留しない構造にするとともに、定期的に鉛弾を回収することが望ましい。



図5-17 池の常時排水状況の例



図5-18 場内の池（調整池）を地下構造とした例
（中央のコンクリート部が地下水槽になっている）

iv 溜桝、沈殿池等による排水制御

1) 概要

場内の表流水の排水経路に溜桝や沈殿池等を設置することで排水中から鉛（鉛弾、鉛を含む土壌）を除去し、射撃場外への鉛の拡散を防止する対策である。沈殿池の例を図5-19、図5-20に示す。

2) 期待される効果

本対策は、表流水に流入した鉛弾や鉛を含む土壌を除去することで、表流水を経由して鉛が場外に拡散することを防止する効果が期待される。

また、降雨時に鉛を含む土壌が表流水とともに流れ込んだ際にも、それらを沈殿させ場外への拡散を防止する効果が期待される。

3) 留意事項

- ・既設の調整池がある場合には、当該施設を本頁にある沈殿池としても利用して、排水中から鉛を含む土壌等を除去することも考えられる。
- ・池の沈殿物等は定期的に掃除・回収することが望ましい。なお、回収された沈殿物等は適切に処理する必要がある。
- ・射撃場外への排水については、鉛濃度の定期的なモニタリングが必要である。



図5-19 沈殿池の例

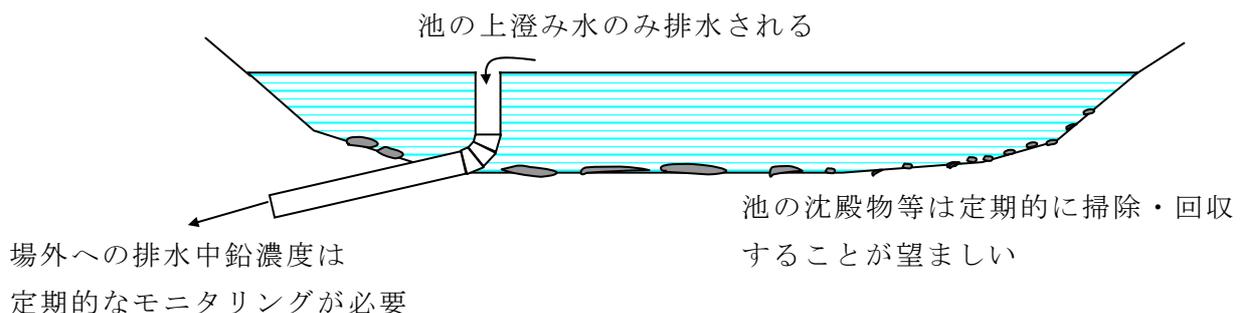


図5-20 沈殿池の例（模式図）

v 水処理施設による場外への排水の処理

1) 概要

射撃場外へ排出される表流水を処理して水質を改善する対策である。対策としては、水処理プラントを設置するほか、排水路中に鉛吸着資材（ゼオライト等）を設置する方法がある。

図5-21に水処理プラントの例を、図5-22に水処理フローの例を示す。

また、図5-23には鉛吸着資材を設置した例とともに、鉛吸着資材を利用した排水処理の結果もあわせて示す。この事例では、原水に比べて処理水の鉛濃度が低下していることがわかる。

2) 期待される効果

本対策は、表流水に溶解した鉛や鉛を含む土壌等を除去することで、表流水を経由して鉛が場外へ拡散することを防止する効果を持つ。

3) 留意事項

- ・対策効果を確認するため、処理後の水について、鉛濃度を定期的を確認することが必要である。
- ・水処理プラントでは、薬剤等を定期的に補充・交換する必要があることから、相応の維持管理コストがかかる。
- ・鉛吸着資材を設置した場合でも、鉛の吸着容量に限界があり、鉛吸着資材を定期的に交換する必要があることから、相応の維持管理コストがかかる。
- ・これらの施設から排出される汚泥や使用済みの吸着資材といった廃棄物については、適切に処理する必要がある。



図5-21 水処理プラントの例

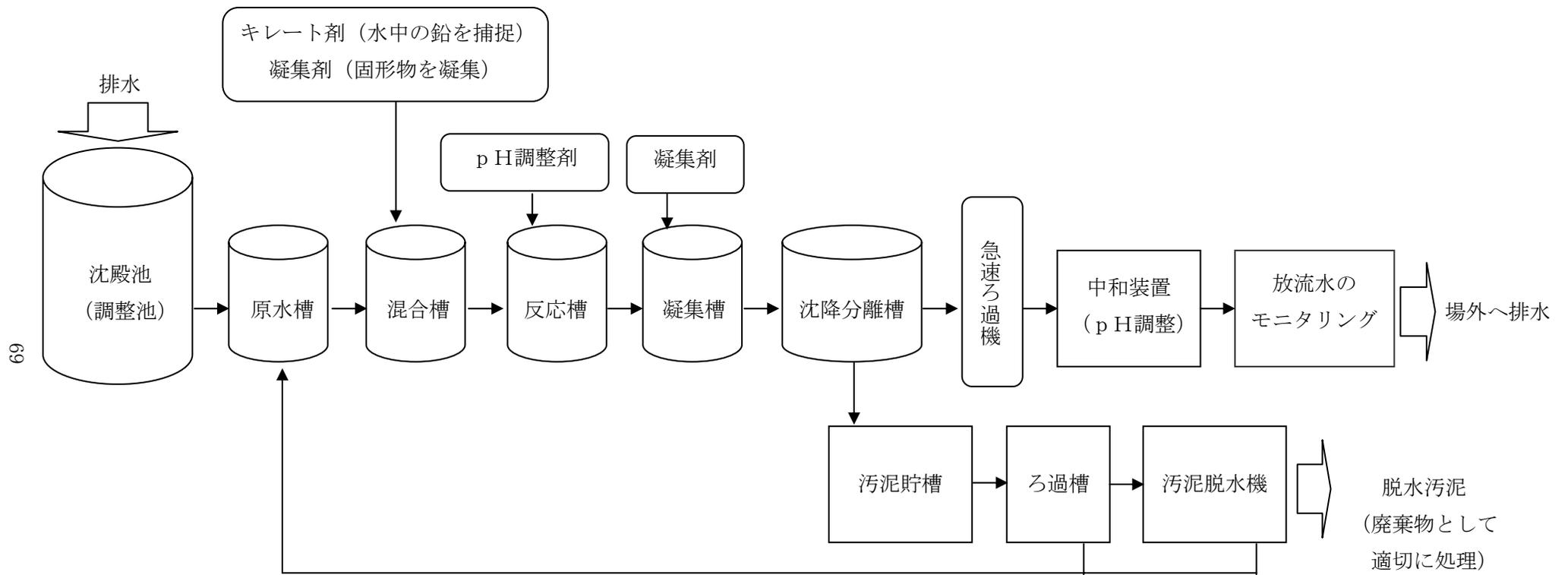
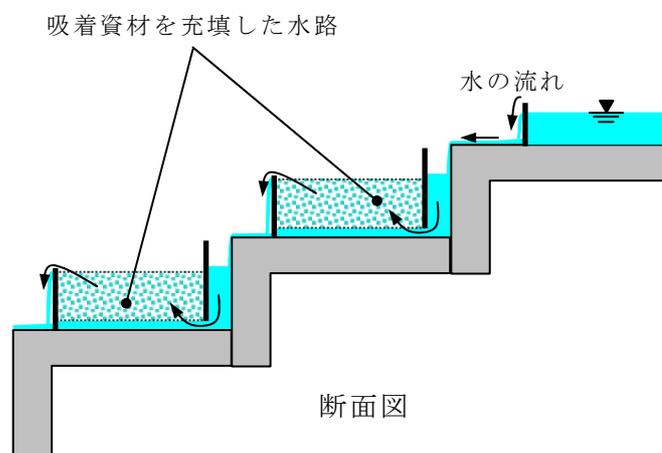
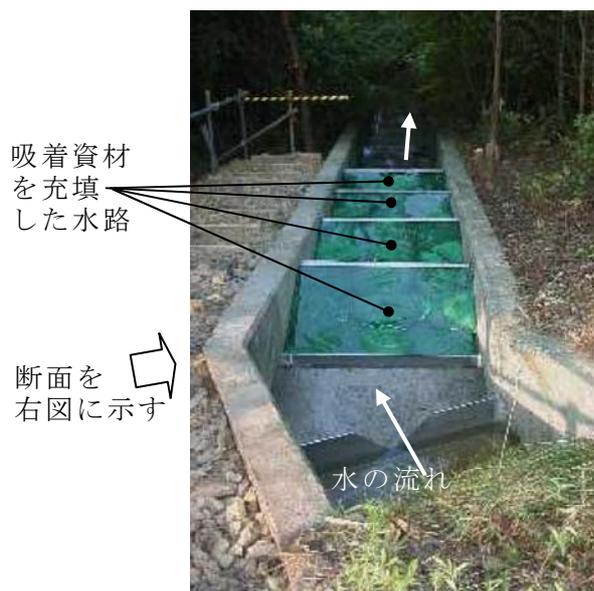


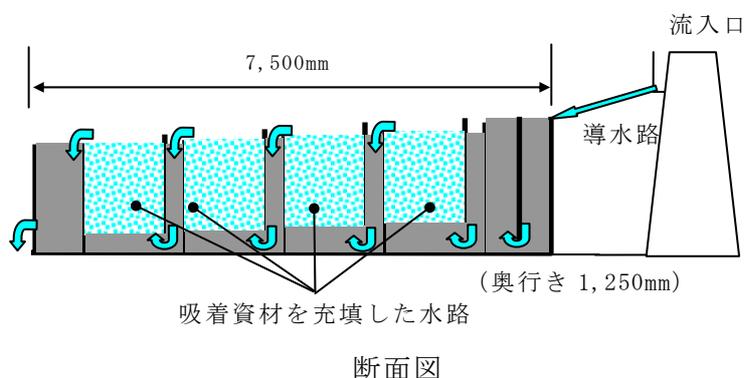
図5-22 鉛を含む排水処理設備の処理フローの例

■ 設置状況の例 1

写真奥が斜面の下側



■ 設置状況の例 2



表：鉛吸着資材（人工ゼオライト）による水処理の結果

原水 (mg/L)	処理水 (mg/L)
< 0.005	< 0.005
0.010	< 0.005
0.023	< 0.005
0.036	0.007
0.009	< 0.005

図 5 - 2 3 鉛吸着資材設置例

(10) ライフル射撃場における着弾範囲での雨水浸入防止工

1) 概要

ライフル射撃場において、鉛弾と雨水が接触することを防止する対策である。具体的には以下のような対策が考えられ、必要に応じて組み合わせて実施することが考えられる。施工の例を図5-24に示す。

- ・ライフル射撃場の着弾範囲を屋根で覆う。
- ・着弾範囲に表流水が流入することが無いように排水溝を設置する。
- ・着弾範囲の地盤をコンクリート舗装とし、雨水の地下浸透を防止する。
- ・跳弾の危険性が無いように適切なバックストップを設置する。
- ・未使用時にはバックストップをシート養生する。

2) 期待される効果

本対策は、ライフル射撃場において場内に存在する鉛弾が降水や表流水と接触することを防止することで、鉛弾からの鉛の溶出を防止する効果が期待される。

また、着弾範囲を屋根で覆うことで、降雨時に鉛を含む土壌が流出することを防止する効果も期待される。

3) 留意事項

- ・跳弾による危険が生じないように設置しなければならない。

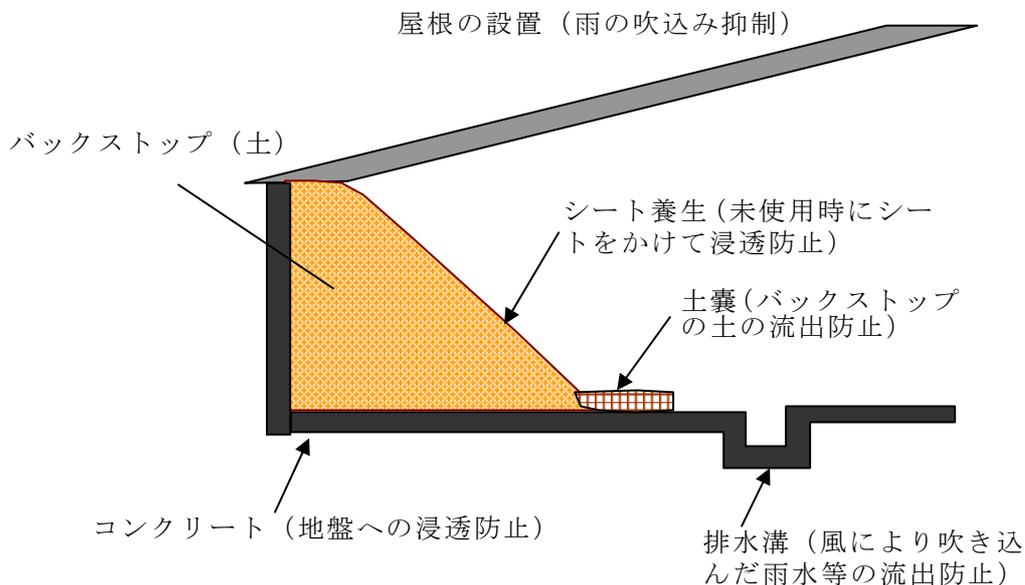


図5-24 ライフル射撃場における着弾範囲での雨水浸入防止工の例

(11) 鉛弾着弾範囲の限定化措置

i 飛散防止ネット、柵等の設置

1) 概要

鉛弾の着弾を防止したい箇所（例えば、表流水といった場内の水域や鉛弾の回収が困難な植生地等）の手前に飛散防止ネットや柵等を設置し、鉛弾の着弾範囲を限定化する対策である。飛散防止ネットの設置例を図5-25に、柵の設置例を図5-26に示す。

2) 期待される効果

本対策は、鉛弾の着弾範囲を限定することで、鉛弾の回収効率を向上させる効果が期待される。

また、場内の表流水といった水域への鉛弾の着弾を防止することで、鉛の溶出や、表流水を経由した鉛の拡散を防止する効果も期待される。

3) 留意事項

- ・飛散防止ネットや柵等は、危険な跳弾が発生するおそれのある範囲には設置しない。
- ・飛散防止ネットや柵等は、風雨等の影響で倒壊することのないように設計施工する必要がある。
- ・飛散防止ネットや柵等に当たり落下した鉛弾は、定期的に回収することが望ましい。
- ・飛散防止ネットや柵等を設置することで、国際競技ルールに抵触する可能性がある。



図 5 - 2 5 飛散防止ネットの設置例

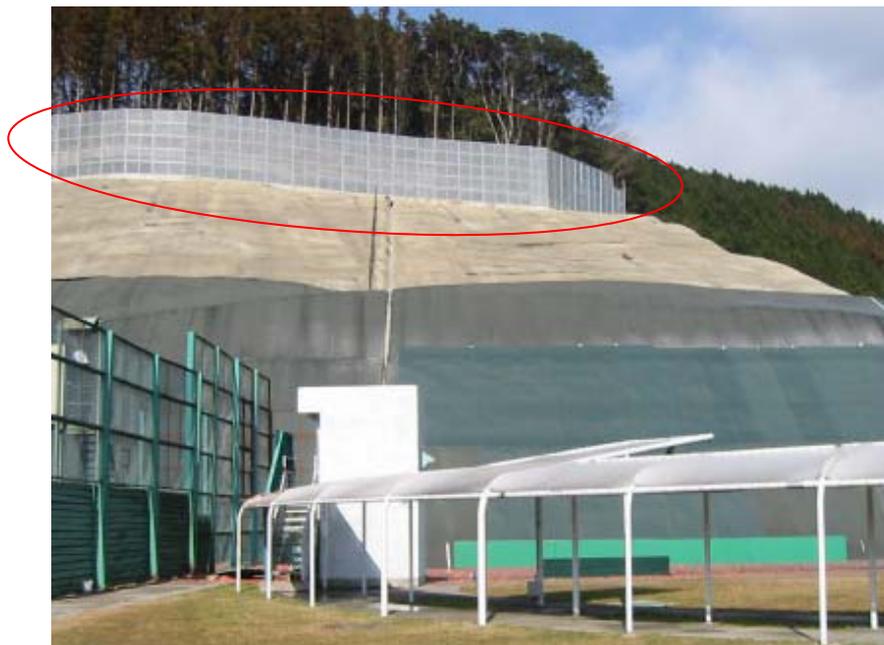


図 5 - 2 6 柵の設置例

ii 射撃方法の変更

1) 概要

射撃方法の変更を行うことで、鉛弾の着弾範囲を限定化する対策である。

図5-27に、射撃方法の変更の例を示す。この例では、スキート射撃の1番7番8番の射台からの射撃を行わないことで、遠方への着弾の防止を狙っている。

射撃方法の変更を行う場合には、射撃場の状況を勘案し、射撃場設置者等や競技者の判断や合意に基づき、安全性を確保できることを確認する必要がある。

2) 期待される効果

本対策は、鉛弾の着弾範囲を限定することで、鉛弾の回収効率を向上させる効果が期待される。

3) 留意事項

- ・射撃ルール の範囲内において、競技者が合意できる方法で変更を行う必要がある。
- ・社団法人全日本指定射撃場協会では、図5-27に示す競技方法を「コンパクトスキート」と称して普及活動を行っている。
- ・国際競技ルール及び国内競技団体ルールには適合しない。

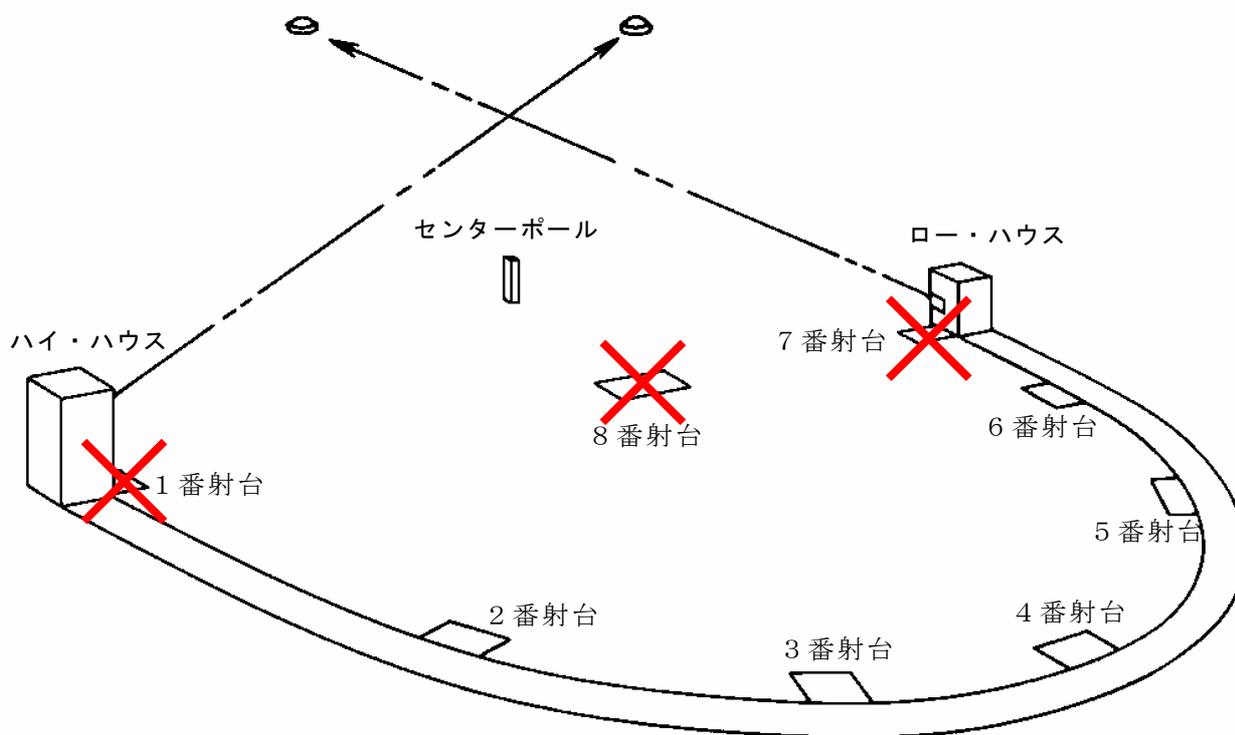


図5-27 射撃方法の変更の例

(スキート射撃の1番7番8番の射台からの射撃を行わないことで、鉛弾の飛散範囲を限定する)

(出典:「散弾銃 射撃教本 初心者用、社団法人全日本指定射撃場協会」に加筆)

(12) 地下水を経由した鉛の拡散防止（遮水壁の設置）

1) 概要

射撃場の敷地内もしくは敷地境界に矢板等の遮水壁を設置することで、射撃場内の地下水が場外に流出することを制限する対策である。図5-28に遮水壁設置時の断面図を示すとともに、図5-29に遮水壁（鋼矢板）の設置状況の例を示す。

2) 期待される効果

本対策は、射撃場内の地下水が場外に流出することを防止することで、地下水を経由した射撃場外への鉛の拡散を防止する効果が期待される。

3) 留意事項

- ・ 遮水壁の設置範囲や深度等は、射撃場の地形や地層状況を考慮して決定する必要がある。また、遮水壁の材質や形状についても適宜選定する必要がある。
- ・ 遮水壁を設置することで地下水の流動が阻害され、場合によっては下流側の井戸枯れや上流側での地盤の湿潤化等が生じる可能性がある。
- ・ 水質自体を改善するためには、水処理施設が必要である。

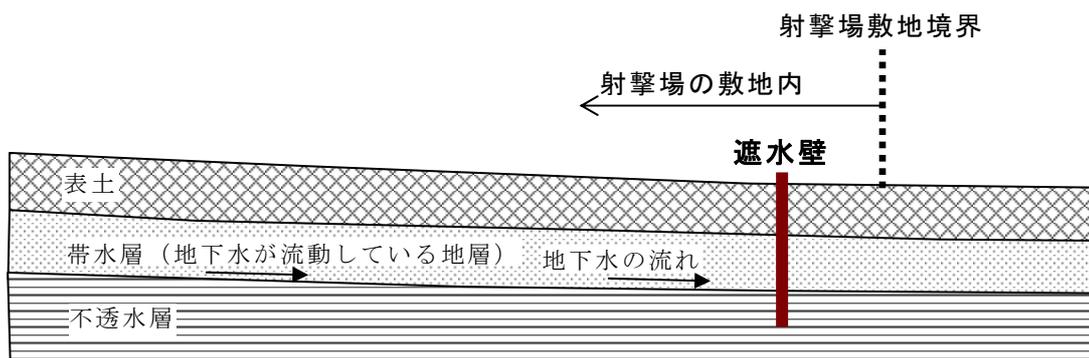


図5-28 遮水壁設置時の断面図

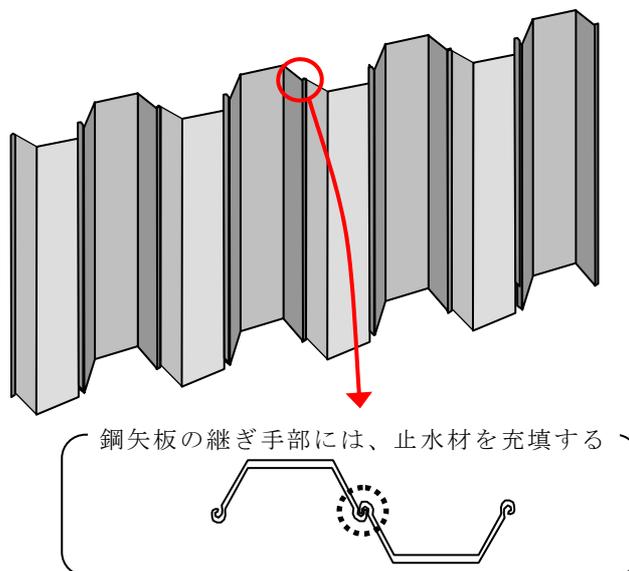


図5-29 遮水壁（鋼矢板）の設置状況の例

(13) 場内土壌等の移動の制約

1) 概要

射撃場の斜面部等の表層部に土砂流出防止のための壁等を設置することで、射撃場内の鉛を含む土壌が降雨時等に場外に流出することを防止する対策である。図5-30に土砂流出防止の壁の設置イメージを、図5-31に鉛弾等を吹付け法面の途中で堰き止める構造の例を示す。

2) 期待される効果

本対策は、射撃場内の表層に存在する鉛弾及び鉛を含む土壌が降雨時等に場外に流出することを防止することで、場外へ鉛弾や鉛を含む土壌が拡散することを防止する効果が期待される。

3) 留意事項

- ・土砂流出防止の壁は、土圧や水圧等に配慮した設計施工を行う必要がある。
- ・壁により水溜りが生じると鉛が溶出する可能性があるため、排水等を適切に行えるよう留意する必要がある。

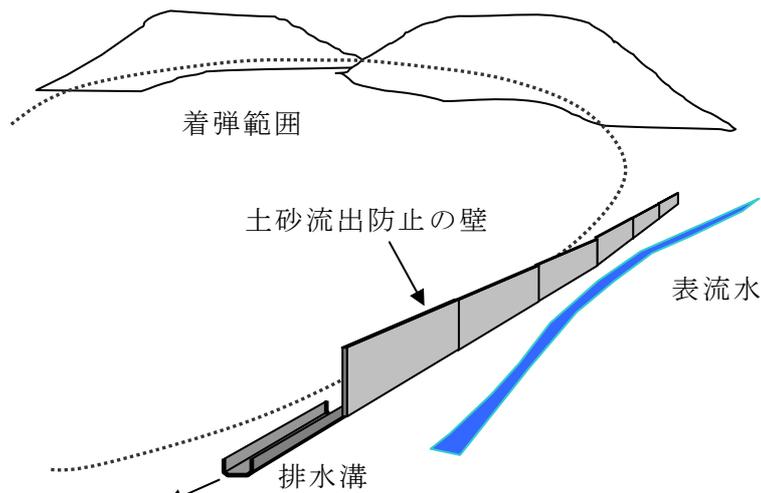


図5-30 土砂流出防止の壁の設置イメージ



図5-31 鉛弾等を吹付け法面の途中で堰き止める構造の例

(14) 鉛弾回収の障害となる植生の除去

1) 概要

着弾範囲の植生を除去し、鉛弾の回収を容易にする対策である。図5-30に着弾範囲の斜面部の植生を除去した状況の例を示す。

根や地下茎が地下深くまで発達する植物は、鉛を含む水を地下方向に導入させるおそれがあるため、撤去することが望ましい。例えばイタドリのように単年性で根が発達する植物の場合、根が枯れた跡に沿って鉛弾が地中深くに進入することもあるため、そのような植物は着弾範囲からできるだけ撤去することが望ましい。

また、竹のように水平方向に根を発達させる植物の場合には、地表面近くに発達した根が鉛弾回収の障害になることが考えられるため、着弾範囲からできるだけ撤去することが望ましい。

2) 期待される効果

本対策は、着弾範囲の植生を除去し、鉛弾の回収を容易にすることで、鉛弾の回収効率を向上させる効果が期待される。

また、根や地下茎が地下深くまで発達する植物を除去した場合には、溶出した鉛の地下方向への浸透を防止する効果も期待される。

3) 留意事項

- ・ 植生の除去を行うことで、降雨時等に表層の土壌が流出しやすくなる場合もあるため注意する必要がある。
- ・ 着弾範囲以外では、植生が存在することで土砂の流出を防止できる可能性もある。着弾範囲以外の植生の取り扱いについては、各射撃場の状況に応じて検討することが必要である。
- ・ 植物の中にはソバのように鉛を比較的良く吸収することが確認されているものもあるが、射撃場に係る鉛汚染対策として実用化できる段階ではなく、今後の研究が待たれる。当該研究の内容は、巻末資料Iに示す。