

屋内射撃場における鉛暴露の危険性と健康影響の懸念

—自身と家族の点源汚染から地下水への面源汚染へ—

狭い宮古島に陸上自衛隊と海上保安庁の2つの屋内射撃場建設が、保良の近接する場所で始まっています。無鉛弾使用が明言されていません。屋内射撃場は本当に安全なのだろうか？ 米国では屋内射撃場が1万6千から1万8千箇所あり、数万人が働いています。射撃人口は非常に多く、大多数の屋内射撃場では、射撃に鉛雷管や鉛弾が使用されています。年間約6万トンの鉛が弾薬や弾丸に使用されています。弾丸の主要成分は鉛です。鉛は、様々な健康被害をもたらす有害物質です。屋内射撃場では、従業員はもとより利用者そして妊婦や小児を含むその家族にまで、鉛汚染による健康被害の大きなリスクに晒されています。鉛弾や鉛雷管を使用した射撃で、硝煙に含まれる鉛粒子が大気中に混入します。射撃手は、呼吸経路により、鉛粒子を吸入することになります。手や衣服にも鉛粒子が付着し汚染されます。鉛粒子は、大気中に浮遊し、場内のいたるところの表面に鉛粒子が付着します。手や衣服などに付着した鉛粒子は、飲食を介して経口摂取されます。鉛汚染は、吸入、接触・経口摂取の経路を介して、従業員や利用者から家族へ広がります。不十分な換気装置により、射撃場以外の場所やビル全体の汚染等を介して街中に拡散していく事になります。

体内に吸収された鉛は、安全域を超えた血中鉛濃度の増加をもたらし、様々な臓器に影響を与え健康障害をもたらします。血中鉛濃度測定は、鉛への暴露を証明する最も一般的で有用な検査です。鉛は、人体にとって有害であり、できる限り低い血中濃度が望ましいとされています。

以前は、血中鉛濃度は、成人で10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 未満が基準でした。最近米国毒物学プログラムから、成人における低用量鉛暴露による健康影響が報告されました。血中鉛濃度が10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 未満でも本態性振戦や高血圧の発症増加し、5 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 未満でも、腎糸球体ろ過量低下や子宮内胎児発育遅延等のリスクが高まるという、科学的根拠が認められています。

現在、米国疾患予防管理センター（CDC）や労働安全総合研究所（NIOSH）は成人の血中鉛濃度は5 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 未満を推奨しています。CDCによれば、妊婦や子供にとって安全な血中鉛濃度はないとしています。小児では、血中鉛濃度5 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 未満でも、知的達成度低下や知能低下、注意障害、性成熟遅延への関与の科学的根拠が得られているからです。予防原則の立場から、できる限り低い濃度が望ましいとの立場です。

2017年発表された屋内射撃場における鉛暴露に関するレビューによると、米国のほとんどの屋内射撃場従業員や利用者は、基準を超過した鉛に暴露され、本人のみならず家族まで健康被害のリスクに晒されていると報告しています。銃社会である米国特有のリスクなのでしょうか？ 日本ではどうでしょう？

参考になるのが、お隣韓国で2017年に発表された医学論文です。この兵士は、韓国で初めて、“屋内射撃場での鉛中毒”の診断がなされ入院治療を受けました。幸いなことに治療により改善しました。このことを受け、軍の屋内射撃場の従事者全員に調査を行ったところ、鉛暴露による健康障害のハイリスクであることが判明しました。韓国は、日本と同様、銃使

用が禁止されており、射撃訓練を行うのは殆ど軍や警察です。最近、韓国軍では野外射撃場から屋内射撃場への変更が進んでいますが、経験はまだまだ乏しい状態です。

換気の良くない屋内射撃場では、野外射撃場に比べ、鉛などの重金属などの射撃後生成物汚染のリスクに晒されやすいのです。この屋内射撃場での鉛中毒の発生を受け、労働安全衛生局の勧告により、鉛汚染のリスクのある労働者のみならず韓国軍屋内射撃場においても定期的な労働衛生環境モニターや特殊健康調査が必須となりました。

米国労働安全衛生局は、屋内射撃場での鉛暴露を減らすための方策として、無鉛弾の使用、適切な換気、ウェットモップの使用、高性能空気中除去フィルター（HEPA）付きの吸引掃除機の使用、清掃の際、個人汚染防護衣や防塵マスク等の防護具の着用、医学的調査や防護・除染の実施、危険性の教育等“院内感染対策に匹敵する厳重な規範を定めています。

鉛暴露のリスクが最も高い米軍は、この規範よりも更に厳しい規範を自ら課しています。

現在、日本は、ほとんどが野外射撃場です。騒音や流れ弾防止のため、自衛隊でも覆道射場（屋内射撃場）への転換が行われてきていますが、その数は限られています。海上保安庁は数か所の屋内射撃場しか所有していません。

国の定めた、野外射撃場での鉛汚染防止のためのガイドラインはありますが、空気吸入や接触・摂取経路での鉛汚染のリスクが高い屋内射撃場に対するものではありません。

このような状況下で、鉛弾や鉛雷管を使用する場合、果たして、米国や韓国で実施されている屋内射撃場での厳しい鉛暴露防止対策が取られているのでしょうか。非常に、不安です。

対策がなされていない場合、鉛暴露による鉛中毒などの、健康被害のリスクが高まります。自衛隊隊員や保安庁職員本人のみならず、家族、特に妊婦や子供への鉛汚染と健康被害のリスクが高まります。これが、点源汚染です。

面源汚染のリスクもあります。主だった弾丸破片は、回収されるでしょう。しかし、射撃場内のいたるところに鉛粒子が付着しており、清掃で生じる排水の中に鉛が含まれます。隊員や家族の衣服にも鉛粒子が付着しています。施設内での洗濯排水にも、鉛粒子が含まれます。普通の合併浄化槽処理では除去できない為、直接地下に浸透し地下水汚染を引き起こす可能性が高いのです。

鉛の土中の半減期は 700 年です。一度土壌・地下水汚染が生じるとその回復には、何百年もかかります。宮古島は、飲用を含むすべての水を、地下水にたよっています。地下水の汚染は、健康被害や命の危機をもたらします。小児や胎児への鉛の安全のしきいは、わかっていません。地下水に依存する我々地域住民はもとより、自衛隊隊員、保安庁職員、そしてその家族への鉛汚染を防ぐため、今一度、屋内射撃場での鉛暴露のリスクについて考える必要があります。

2019年11月25日

宮古島地下水研究会 友利直樹

【参考文献】

1. ジュニアハイスクールでの JROTC (米国陸軍予備役将校訓練課程) プログラムでの屋内射撃訓練の為に、多くの子供たちが有毒な鉛粒子に暴露

(World Beyond War.org., Pat Elder 29, 2017)

2. Lead exposure at firing ranges-a review (射撃場における鉛暴露: レビュー)

(Mark A.S. Laidlaw et. All, Environmental Health 2017,16:34)

- ① 射撃場での射撃により鉛粉塵が生じ血中鉛濃度の増加を引き起こす。これらへの暴露は様々な健康障害と関係している。
- ② レクリエーション射撃女性や子供たちは、職業利用者が行っている健康影響予防処置を行っておらず、特にリスクが高い。
- ③ CDC(米国疾病予防管理センター)や NIOSH(米国労働安全衛生研究所)が基準として推奨している血中鉛濃度 $5 \mu\text{g}/\text{dl}$ をはるかに超過する文献がほとんどである。
- ④ このように屋内、野外等射撃場の型や、職業、レクリエーション等使用者の違いに関わらず管理不十分な重大な公衆衛生上の問題である。
- ⑤ 汚染予防処置として射撃後の衣服の着替え、射撃場内での禁煙や飲食の中止等の行動変容、換気システムの改善、屋内射撃場の適切な管理監督、野外射撃場のような空気の流れの適正化などがあげられる。
- ⑥ 射撃場の鉛粉塵汚染リスクを根本的に予防するためには、無鉛雷管や無鉛弾の使用が必要である。

3. Lead Poisoning at an Indoor Firing Range (屋内射撃場での鉛中毒)

Kyung Wook Kana et.all, Journal of Korean Medical Science, 2017 Aug 10

【要約】

2014年3月、39歳の男性が半年に及ぶ、めまい、疲労感、無力感、易興奮性、血圧上昇、動悸、眼精疲労、耳鳴りなどの様々な非特異的症候を訴えていた。

彼の職業歴より、13か月間屋内射撃場の管理者として従事していたことが判明した。

そのため、彼は、血中鉛濃度測定検査の対象となっていた。この検査の結果から、彼の血中鉛濃度は、 $64 \mu\text{g}/\text{dl}$ と非常に高値であることが判明し、鉛中毒の診断が下された。

そして、すぐに職場を離れることになった。職場の環境調査より、大気中鉛濃度の制限値 $0.015\sim 0.387\text{mg}/\text{m}^3$ をはるかに超える大気中鉛レベルの環境に晒されていることが明らかになった。キレート治療として CaNa_2EDTA が1日1g、5日間点滴投与された。特に、副作用は認められなかった。治療後2か月、血中鉛濃度は $9.7 \mu\text{g}/\text{dl}$ に減少し、様々な症状は改善した。

この報告は、韓国の射撃場での職業による鉛中毒の最初の症例であり、このようなルートによる鉛中毒の再発を防ぐためには、適切な施設管理が必要であることを示している。

作業環境調査は、屋内射撃場でも実施すべきであり、従事者の特殊健康調査を定期的に行うべきである。実臨床において、患者の職業歴についての質問がいかに重要であるかを認識すべきである。

【ディスカッション】

鉛は人体にとって有害であり、できる限り低い血中鉛濃度が望ましい。一方、血中鉛濃度測定は、鉛への暴露を証明する最も一般的で有用な検査です。

血中鉛濃度が $5\mu\text{g/dl}$ を超えると、成人に有害な健康影響を引き起こします。

更に、高血圧、腎機能障害、自然流産を引き起こすことが知られています。

血中鉛濃度が $10\mu\text{g/dl}$ を超えると、潜在性精神認知障害、妊婦での産後発育不全が生じます。 $20\mu\text{g/dl}$ を超えると出産時低体重児や妊娠時胎児発達遅延や認知機能障害が生じる可能性があります。

$30\mu\text{g/dl}$ 以上では、潜在性末梢神経障害、貧血（ヘム合成障害）疝痛、痛風、精子障害が生じる可能性があり、 $40\mu\text{g/dl}$ 以上では神経障害、末梢神経障害が生じ、 $80\mu\text{g/dl}$ 以上では脳症を引き起こす。

4. Prevent Lead Poisoning in Indoor Shooting and Firing range

屋内射撃場での鉛中毒防護について

Colorado Department of Public Health and Environment

5. OSHA Fact Sheet (米国労働安全衛生局情報報告書)

屋内射撃場での鉛被害から労働者を守るために

屋内射撃場で、鉛弾や鉛含有雷管を使用した場合、従事者は鉛に暴露され、安全域を超えた血中鉛濃度の増加をきたす。鉛は吸入や経口摂取により体内に侵入していく。ひとたび血流にのると鉛は様々な器官に障害を与え健康障害をもたらす。

6. 屋内射撃場と血中鉛濃度—米国、2002-2013年

CDC, Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR), Apr. 25, 2014/63(16);347-351

【要約】

屋内射撃場は鉛暴露源の1つです。職業上の鉛暴露コントロールに対する包括的ガイドライン策定や、公衆衛生上の懸命な努力にもかかわらず、屋内射撃場の従事者とその家族、利用者の血中鉛濃度は増加している。米国には1万6千~1万8千の屋内射撃場があり、数万人が働いている。約100万人の警察官が、屋内射撃場で訓練している。

鉛暴露の結果、成人血中鉛濃度が基準の $10\mu\text{g/dl}$ を超してどのくらい高いか推計する為に、CDC（米国疾患予防管理センター）とNIOSH（労働安全総合研究所）によるABLES（成人血中鉛の疫学調査）の血中鉛濃度増加のデータを、鉛暴露源のデータとして検討した。2002年~2012年の間、警察署、射撃場を含む娯楽・レジャー施設に勤める、合計2,056人

が ABLES 調査において、血中鉛濃度増加が報告されている。

同様に、職業とは関係ない射撃を行う 2,673 人の対象者でも、血中鉛濃度増加が報告されている。

【ディスカッション】

国立毒物学プログラムで、成人における低用量鉛暴露による健康影響への可能性を研究論文で示した（表 3）。

2013 年、カルフォルニア州公衆衛生省は、カルフォルニア州労働安全衛生部門の報告を受け、血中鉛濃度を 5～10 μg/dl 以下に維持するためには、空气中鉛への暴露を可能な限り少なくし、空气中鉛濃度を 0.5～2.1 μg/m³以下に減少させることを勧告した。労働者の鉛暴露に関するガイドラインは、カルフォルニア州公衆衛生省、州の委員会、地域の疫学専門家、米国労働環境医学学会そして NIOSH によって支持されている。

しかし、このガイドラインの空气中鉛レベルに基づくだけでなく、全ての鉛暴露のルートを反映させるためには、血中鉛濃度測定も重要である。血中鉛濃度は成人で、10 μg/dl 以下、子供や妊婦では、5 μg/dl 以下を維持すべきである。

これらの報告は、射撃場の従業員のみならず、利用者、それぞれの家族が、危険な量の鉛に暴露される可能性を示唆している。

表 3. 国立毒物プログラム (NTP) は、成人の低レベル鉛による健康影響があることを結論づけた。

健康領域	BLL (血中鉛濃度 μg/dl)	主な健康影響	NPT の根拠に 対する結論
脳神経系	10 μg/dl 未満	本態性震戦の発症率増加	十分な根拠
	10 μg/dl 未満	精神への影響、聴力低下 認知機能低下、筋委縮性側索硬化症 (ALS) の発病増加	限定的根拠
	5 μg/dl 未満	本態性震戦の頻度増加	限定的根拠
免疫系	不明		
心血管系	10 μg/dl 未満	血圧上昇、高血圧リスク増加	十分な根拠
腎	5 μg/dl 未満	腎糸球体濾過量の低下	十分な根拠
生殖系	5 μg/dl 未満	女性：子宮内胎児発育遅延	十分な根拠
	15～20 μg/dl	男性：精子パラメーターへの 悪影響、妊娠期間の延長	十分な根拠
	10 μg/dl 未満 10 μg/dl 以上 31 μg/dl 以上	女性：自然流産の増加、早産 男性：受精能力低下 男性：パートナーの自然流産	限定的根拠 限定的な根拠 限定的な根拠