

## 劣化ウランについて

### 1) 劣化ウランとは、その出所

U-235 の同位体存在比が天然のものよりも少ないウランのことを劣化ウランという。天然ウラン（同位体組成：U-234 0.0057%、U-235 0.714%、U-238 99.3%）を軽水炉の燃料として使用するためには、U-235 の割合を 3～4%に高めた濃縮ウランを必要とする。また、核兵器保有国が広島型の原子爆弾を作るためには、U-235 を 90%程度にまで濃縮する必要がある。このようなウラン濃縮の結果、U-235 の割合が 0.2%程度に“劣化”したウランが残る。これは U-235 が少ないという意味で劣化しているが、ウランの金属学的な性質や物理化学的な性質が劣化しているわけではなく、また放射線的に何か悪い物が加えられたわけでもない。劣化ウランは高速増殖炉の燃料の親物質（大量に含まれている U-238 を親物質として高速増殖炉の中で Pu-239 に転換して燃料とする）として使用できるので、核燃料サイクルが確立していれば廃棄物になるわけではない。しかし、核燃料サイクルが確立していない現在は、そのような使い道がない。

劣化ウランのもう一つの出所は、再処理工場である。使用済み核燃料を再処理して回収したウランは、U-235 の一部が核分裂に用いられて（燃えて）しまったので、U-235 の割合が減って（劣化して）いる。これは、ウラン濃縮工場から持ち込まれた新鮮な濃縮ウランとブレンドされて改めて燃料にされることになっている。ブレンド処理されないままになっているものが別途使われる可能性が指摘されるが、実体はよくわからない。ある報告によれば、劣化ウランにわずかの（0.3%）U-236 が混ざっているという。U-236 は天然ウランには存在しないので、これは再処理核燃料に由来している可能性がある。

量としては、濃縮工場から出てくる劣化ウランの方が、再処理工場からのものよりも桁違いに多い。広島型の原爆 1 つを作るのに必要な U-235（90%濃縮されたおよそ 60kg のウラン）を作ると、十トンほどの劣化ウランが出てくる。アメリカでは 50 年以上にわたってウラン濃縮を行ってきた結果、50 万トンを超える劣化ウランのストックを持っているとされる。

### 2) 劣化ウランの軍事利用

前項で述べたように、核燃料サイクルが確立されていないので、劣化ウランは利用されずだぶついている。他に有効な利用法があれば、そこに用途を見いだそうとする誘惑が入り込みやすい。

劣化ウランは鉄の約 2.5 倍、鉛の 1.7 倍の比重があり高密度のため、航空機の飛行パランス用重り（数百 kg の劣化ウランが搭載される）徹甲弾（戦車のような厚い装甲を貫通する砲弾）の材料などに利用されている。高い密度のおかげでウランは戦車や大砲に対して理想的な貫通力を持つからである。ウランを砲弾に利用することは最近始まったもので

はなく、第二次世界大戦中は天然ウランが銃弾に用いられた。旧日本軍もその例外ではなかった。

しかし劣化ウラン弾が大量に使われたのは1991年の湾岸戦争からで、ユーゴスラビア、アフガニスタン、イラク戦争でも使用されている。これまで米軍を中心に使用された劣化ウラン弾は湾岸戦争で320トン、ボスニア・ヘルツェゴビナで3トン、コソボ紛争で10トンと推定されているが正確な総量は不明。

さらに、戦車の装甲に劣化ウラン合金を使うと、通常の弾丸の貫通に耐える能力が強化されることも見いだされ、これも湾岸戦争の戦車に用いられた。

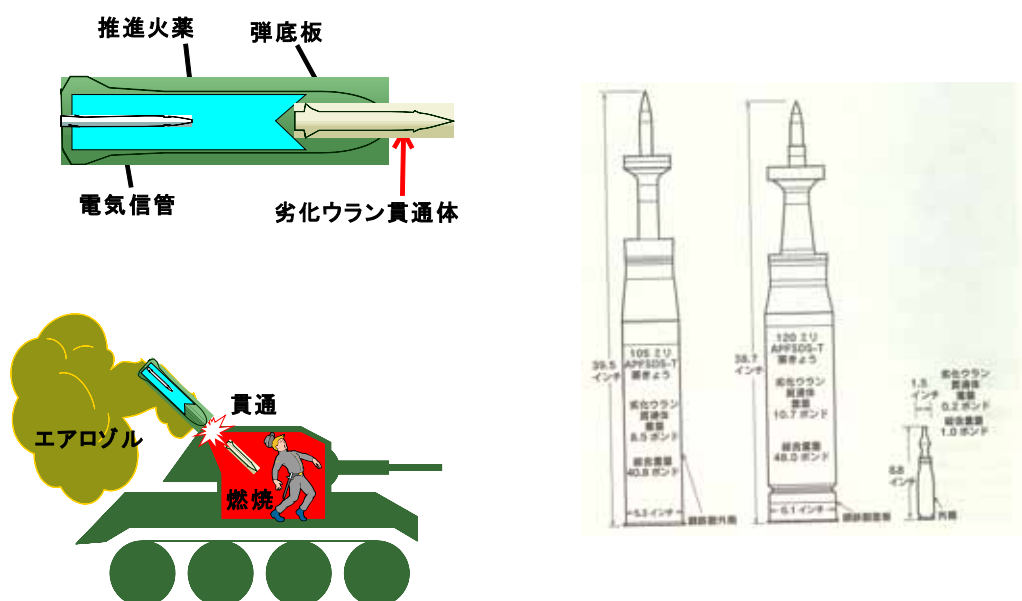


図 1

劣化ウラン弾の構造概念図（左上）とサイズ（右）

劣化ウラン貫通体は装甲車を貫通し、発生する摩擦熱によって燃焼して酸化ウランの微粉末（エアロゾル）となり、周囲を汚染する。

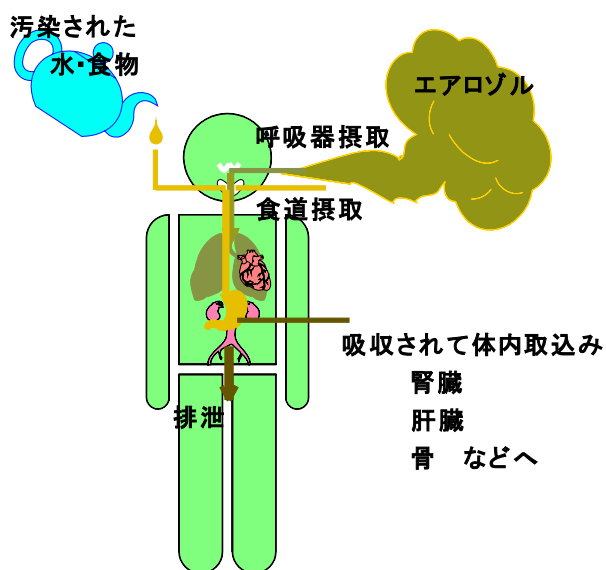
（右図は文献 2 から引用）

### 3) 劣化ウランによる汚染

劣化ウラン弾による環境ならびにヒトへの汚染は

- (1) 戦車や建造物にあたり、衝撃による熱でウランが燃え（酸化し）て、エアロゾルになって拡散する。このエアロゾル粒子の60%は5ミクロン以下の大きさであるとされる。10ミクロン以下の大きさのエアロゾルは呼吸器系統に吸引される。このエアロゾルが肺に長期間滞留する。より大きいエアロゾル粒子は、食道に呑み込まれて消化器系統を経由して排出される。
- (2) 地中に投げ込まれたウランが酸素を含む水と反応して水溶性になり、地下水を汚染する。これは経口摂取されて、消化管から循環器系を通して体内に運ばれ、腎臓、骨、肝臓に蓄積する。腎臓に運ばれたウラン粒子は排泄機能によって体外に出されるので、全量が体内に残留するわけではないが、腎臓はウランの汚染に最も敏感な臓器でもあるので、大量のウランによって疾病を発生する。湾岸戦争当時イラクの子供に腹部が腫れる症状が流行したのは、ウラン中毒による腎臓障害である可能性が高いとされている。またウランの2%ほどが骨に滞留するという試算がある。このウランがどのような影響を持つのかは明らかになっていない。
- (3) 放置された金属ウランに接触して放射線被ばくする。

の三つが考えられる。しかし、現実にこれらの汚染がどのような程度に起こっているかは分かっていない。前の2つが内部被ばく、3番目のものが外部被ばくである。ウランのようなアルファ放射体は、体内に取り込まれて運ばれていった先の臓器をアルファ線で攻撃するので、内部被ばくの影響は大きいとされる。外部被ばくの程度を考える場合、劣化ウラン兵器の表面での放射線量率は毎時2.5ミリシーベルトであるとアメリカ陸軍から発表されている数値が参考になる。これは、通常的环境に居るヒトが1年間に自然にあびる放射線量と同じ程度である。放射線の量は劣化ウランとの距離の自乗に反比例して小さくなるので、身体が劣化ウランに密着していなければ致命的な放射線の量をあびることは少ない。戦場で劣化ウランの放射線影響があるとすれば、それは内部被ばくによるものが主であろう。



るので、身体が劣化ウランに密着していなければ致命的な放射線の量をあびることは少ない。戦場で劣化ウランの放射線影響があるとすれば、それは内部被ばくによるものが主であろう。

図2  
ウランの人体への取込みと  
排泄および体内循環・蓄積

#### 4) 劣化ウランの毒性

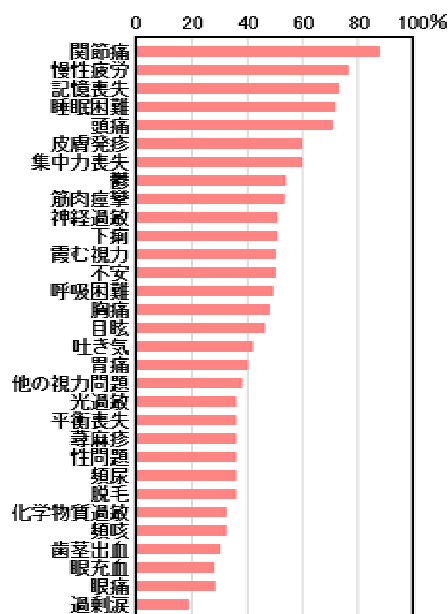
劣化ウランの毒性は、天然ウランの毒性と同じと考えて良い。ウランの毒性は、放射線によるものと重金属としてのウランの化学毒性によるものに分けて考えられている。ウランの毒性は、300年以上前から知られていた。例えばピッチブレンド鉱石を産出していたボヘミアの鉱山会社では鉱夫がしばしば奇妙な疾病で倒れる「山病」が知られていた。これは、ウランから出てくる揮発性のラドンガスを吸入したことによって引き起こされる肺ガンであることが分かっている。

ウランの全ての同位体はアルファ線放射体である。U-238 はアルファ線とガンマ線を出す。その崩壊系列の下流にある子孫 Th-234、Pa-234 はベータ線とガンマ線を出す。厳密に云うと、劣化ウランでは U-234 と U-235 が少なくなっているため、アルファ線の量は天然ウランに比べると 43%少ない。一般的に α線放射体が体内に取り込まれた場合の放射線影響は大きいと考えるべきであるが、取り込まれた量が少ない場合の評価はむづかしい。WHO は、放射能毒性が肺ガンを引き起こすのはきわめて多量の劣化ウラン粉塵を吸入した場合で、白血病など放射線が誘発する他のがんのリスクは大きくないという見解をとっている。一方、1個の α粒子でも細胞内に遺伝子不安定性を起こすため、発癌の可能性があると主張する研究者もいる。

ウランの毒性について、アメリカの環境有害物質・特定疾病対策庁（ATSDR）は、一般向け問答集の中で「天然ウランの毒性についてはよく分かっていないが、ウラン鉱山の労働者は肝臓障害を起こしやすく、実験動物でも肝障害が見られる。また、放射能の影響による発がん性も考えられる。ウランを摂取してから長期ののちに発症する可能性もある。動物実験では、生殖障害や催奇性も示唆されている」と述べている。米国国防省も、劣化ウランの危険性を知らないでいたわけではない。イラクがクエートに侵攻する1ヶ月前に、陸軍は劣化ウランについて「戦闘状態によっては、劣化ウランのエアロゾルが制御不能なほど放出される。空気中の劣化ウランに戦場の兵士が被ばくした場合、放射性および毒物性の影響により、重大なものとなる可能性がある」という報告を Science Application International 社から受け取っている。従って劣化ウラン弾の影響は十分予測しながらも、これを用いたのである。

湾岸戦争やユーゴスラビア、アフガニスタンに従軍した兵士や現地住民に、がん、白血病、免疫不全、慢性疲労など様々な体調不良を訴えるものが続出した。次ページに、湾岸戦争帰還兵の症状をまとめたものを引用する。これらについて、「湾岸戦争症候群」、「バルカン症候群」という言葉が使われることがある。戦場の兵士には、色々な予防接種（マラリア予防、炭疽病・ボツリヌス中毒の予防接種）、有害な化学物質（シラミ駆除のためのベンゼン、神経ガスソマンに対する防御剤臭化ピリドスチルミン）、殺虫剤ディート、油田の煤煙などにさらされるだけでなく、戦争という環境そのものも兵士達に大きなストレスを与える。これらが症候群を生み出すいろいろな原因であると、米国国防省は声明を出し、ストレス説に至っては帰還兵士達の弱さをあげつらわんばかりであった。

アメリカ国防省は、湾岸戦争に従軍し劣化ウラン弾で被災した兵士の臨床検査と体内ウラン量を追跡調査している（とされている）がこれまでに健康異常は認められないと報告し、劣化ウランは、放射線被ばくによる影響より化学毒性による健康影響のほうが大きく、主として腎臓障害を引き起こす、との見解を示している。



記の出典をもとに作成した。

図3 湾岸戦争症候群の帰還兵650人の症状

【出典】(1)Nicolson, G.L., Hyman, E., Korvi-Both, Col. A. Lopez, D. A. Nicolson, N. Rea, W. Umovitz, H. Progress on Persian Gulf War Illness-Reality and Hypotheses, Int. J. Occup. Med. Toxicol.4(1995)  
 (2)藤田英明:武力戦争における劣化ウラン兵器の使用、IPSHU研究報告シリーズ、研究報告No.29, 2002

## 5) 論点

1997年「湾岸戦争帰還兵の疾患に関する大統領諮問委員会」では、「湾岸戦争帰還兵の健康上の懸念は、データの欠如の故に、完全には解消されないであろう」としながらも、湾岸戦争帰還兵が訴えている慢性疾患問題は劣化ウランと関係がないと結論した。自ら不十分なデータであることを認めつつも、性急な結論であった。9万人以上と云われる帰還兵への補償問題がからんでいるので、政治的に好ましい結論であったのである。湾岸戦争やユーゴスラビアなどで訴えられている症状が劣化ウランと関係しているという科学的な証明がないという世界保健機関(WHO)や米国国防省などの見解は、科学的にそのような結論が導かれなかったという意味であり、劣化ウランと無関係であることが科学的に証明されたという意味ではない。従って追検証が必要であるが、データが欠如しているとなれば、今後期待することもできないであろう(前記大統領諮問委員会では、劣化ウランがどれだけの量がどのように使われたのか、民間人・兵士にどの程度吸入されたのかという戦時下のデータがない、さらに帰還兵については、戦闘当時から9ヶ月も過ぎているので兵士の体内のウランの量は測定しようもないと逃げを打っている)。

劣化ウランに関する議論は、劣化ウランの人体への影響は放射線によるものだという批

判に対して、放射線影響ではない（あるいは、分かっていない）という応酬の形に変質してしまう。そして、「劣化ウランの影響については科学的な証明がまだされていない」、「劣化ウラン弾の健康影響を立証するためには、まずウランによる汚染の状況を把握することが必要であり、病気の発生率との関係、その他複合要因など非常に多くの因子についても調べる必要がある」というような論法は、劣化ウランを当面免罪する効果を持つ。

「湾岸戦争症候群」、「バルカン症候群」には、上記の多くの要因も含まれている可能性を含めることは科学的に間違った態度ではない。しかし、ウラン起因とみられる疾病についてこれほど多くの事実があり、湾岸、バルカンで多くのウランが撒き散らされた事実があるならば、劣化ウランの多用が湾岸症候群やバルカン症候群を引き起こした可能性は極めて高い。色々な要因の中でそれを択一的に科学的に証明することはむづかしいが、“劣化ウランが症候群の原因であることを科学的に証明できない”という理屈で問題を藪の中に葬り去るとすればそれは“悪しき科学主義”である。疑わしきを罰する論理を劣化ウランに適用し、因果関係を科学的に究明することはその後で良いのである。

それは科学の問題である以前に、危機管理の問題である

本稿を作成するにあたって、下記のものを参考にした。

(1) 原子力百科事典（げんしろう）原子力用語辞典

（図1、図2はここに掲載されているものを翻案し、図3はここに出ているものをそのまま引用した。）

(2) 「劣化ウラン弾」（日本評論社 1998）

（図1の劣化ウラン弾サイズはここから引用した）