

열화(劣化)우라늄의 군사적 이용과 그 한계



朴 篤 燮

국방부 조달본부 장비부

육군 소령

열화우라늄은 물질특성상 방사능을 유출하는 독성 물질이고 핵 폐기 물질이기 때문에, 공학적 가공 과정을 거쳤다 하더라도 안정성에 대한 검증과 신뢰성에 많은 의문이 제기되어 왔다.

걸프전 이후 참전 군인과 민간인들에 게서 열화우라늄의 폐해로 추정되는 전투후유증과 질병이 발생됨으로써, 그 위해성에 대한 논란이 제기되고 국제적인 이슈로 부상하게 되었다. 따라서, 열화우라늄의 군사적 개발 및 활용 실태와 위해성에 대한 고찰을 통하여, 장차 인류의 쾌적한 환경과 건강유지를 위해 구현되어야 할 방향을 전망하고자 한다.

열

화우라늄(Depleted Uranium)은 핵무기 및 원자로에 사용되는 U-235를 농축시 증식 과정에서 생성되는 부수 물질로 통상적으로 핵 폐기 물질 저장소에 보관된다.

열화우라늄(DU-238)은 반감기가 45억년이며, 자연 우라늄의 약 60%에 이르는 방사능이 잔존하고 화학적 독성이 있으나, 물리적 특성상 밀도 강도 경도가 매우 뛰어난 금속이다.

상업적 가치 측면에서는, 금속 자체의 독성에 기인하여 활용성이 극히 제한을 받기 때문에 원자 레이저 동위원소 분리¹⁾(AVLIS : Atomic Laser Isotope Separation) 등과 같은 공학적 가공 과정을 거쳐 효율적인 방사선 차단 재료와 고밀도 (18.5g/cm^3) 등의 물성에 기인하여 항공기 승강타(elevators)나 보조익(ailers)에 평형추 역할의 이

상적인 소재로 열화우라늄 재료가 한정된 분야에서 활용되고 있다.

반면에 군사적 가치 측면에서는 다음과 같은 이점을 고려해 볼 때 매우 획기적이고 매혹적인 소재임이 분명하다.

- 열화우라늄 자체의 우수한 물리적 특성과 용이한 획득 가능성
- 텅스텐 등 고가의 군수 소재에 대비되는 저렴한 경제성
- 기존 군수 소재를 대체할 신소재로서의 광범위한 응용 가능성

미국을 비롯한 각국은 1970년대 초반 이후 열화우라늄의 군사적 이용을 위하여 연구 개발을 지속해 왔고, 1991년 걸프전 사막의 폭풍 작전시에는 최초로 실전에 사용되어 열화우라늄 무기의 가공할 성능과 위력을 입증하였다.

그러나 열화우라늄의 물질특성상 방사능을 유출하는 독성 물질이고 핵 폐기 물질이기 때문에, 공학적 가공 과정을 거쳤다 하더라도 안정성에 대한 검증과 신뢰성에 많은 의문이 제기되어 왔다.

걸프전 이후 참전 군인과 민간인들에게서 열화우라늄의 폐해로 추정되는 전투후유증과 질병이 발생

근접전투기로 설계된 A-10 썬더볼트 전투기. 일명 전차 킬러이다



됨으로써, 그 위해성에 대한 논란이 제기되고 국제적인 이슈로 부상하게 되었다.

이 글에서는 열화우라늄의 군사적 개발 및 활용 실태와 위해성에 대한 고찰을 통하여, 장차 인류의 폐적한 환경과 건강유지를 위해 구현되어야 할 방향을 전망하고자 한다.

열화우라늄의 군사적 개발/활용 실태

• 열화우라늄 무기 출현의 시초

1940년대 원자폭탄 개발 이후, 열화우라늄이 핵공학에 관련하여 강력한 원자폭탄 제조 물질인 플루토늄(Pu-239) 증식 추출 물질로서의 중요성과 수소폭탄이 핵융합할 때 폭발력을 배가시키는 물질로서의^② 군사적 가치를 인지하여 왔다.

그 후, 1970년대 초기에 미국은 열화우라늄의 우수한 물리적 특성, 다양한 응용성, 경제성에 착안하여, 매우 효율적인 군수 소재로 관심을 갖고 연구를 시작하였다.

특히 장갑파괴용 운동에너지탄 관통자와 전차 및 장갑차량의 장갑재료로 매우 뛰어난 성능을 구비한 것에 착안하였다. 운동에너지탄 관통자는 고밀도의

중금속이 고속으로 발사될 때 유체역학적 관통(Hydrodynamic Penetration) 과정을 거쳐 장갑을 파괴한다.³⁾

미국은 연구 개발과 시험 평가 과정을 통하여 열화우라늄이 기존의 값비싼 텡스텐 합금 관통자를 대체할 최적의 관통자 재료임을 발견하였고 동시에 재래탄두의 공격에 대해 열화우라늄 장갑 소재가 매우 효율적인 방탄 재료임을 인식하게 되었다.

이에 따라 미국을 비롯한 각국은 열화우라늄을 이용한 무기 개발과 군사적 응용을 추진함으로써 열화우라늄 탄두 및 장갑을 장착한 무기체계가 출현하게 되었다.

• 열화우라늄 무기의 성능

열화우라늄 무기가 실전에서 발휘하는 탁월한 성능은 걸프전에서 보여준 바와 같이 강력한 파괴력과 관통력, 방호력에 기인하여 재론할 여지가 없다.

걸프전시 미국을 비롯한 다국적군은 이라크군의 전차, 장갑차, 전투차량, 병기 등을 공격대상으로 M1계열 아브람스 전차로부터 무게

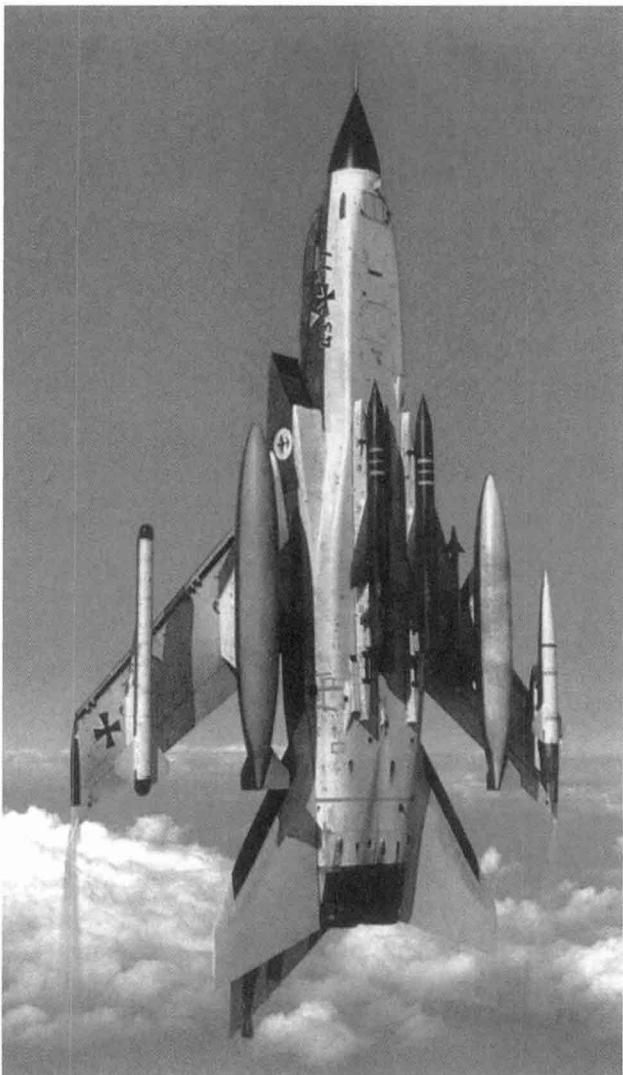
가 8.5파운드(105밀리) 및 10.7파운드(120밀리)인 열화우라늄 철갑탄을 약 4,000발 정도 발사하였고, A-10 썬더볼트 전투기에서 무게가 0.7파운드인 소구경 열화우라늄 철갑탄 940,000발을 발사한 것으로 추정된다.

그 결과 이라크군 전체 전차의 3분의 2 수준인 약 1,400대를 파괴했으며, 동시에 다국적군도 우군 열화우라늄 탄에 의해 전차 29대를 포함하여 수십 대의 APC 등 전투차량이 파손되었다.

걸프전에서 입증된 열화우라늄 무기의 실전 성능은 각국이 열화우라늄의 군사적 이용에 대한 관심을 재촉구하는 계기가 되었다.

열화우라늄 무기는 미국외에 러시아도 독자적으로 개발된 열화우라늄 무기를 보유하고 있고, 영국과 프랑스도 많은 양의 열화우라늄을 미국으로부터 구매하고 있으며, 사우디, 쿠웨이트, 터키, 이스라엘, 대만, 태국 등도 일정량을 구매하는 등 열화우라늄 무기의 우수한 성능과 전투 효과로 인하여 세계

토네이도 전투기



M-109 A6
PALADIN

각국에 확산되어 있다.

• 열화우라늄 사용 무기

* A-10 썬더볼트 전투기

근접전투기로 설계된 A-10 썬더볼트 전투기는 “전차 킬러”라는 별칭으로도 불리워지며, 7개의 포 열을 가진 GAU-8 30밀리포가 장착되어 있다. 이 전투기는 무장시 약 1,200발의 30밀리 열화우라늄 탄을 발사할 수 있고 16,000파운드의 폭탄이나 미사일을 장착할 수 있다. 사막의 폭풍작전 당시, 총 쏘티의 30% 이상이 A-10기에 의해 수행되었다.

* 토네이도 전투기

화력 무기체계에 열화우라늄을 사용하는 것은 미군 외에, 영국군의 토네이도 전투기가 장착포에 열화우라늄 탄을 사용한다.

* M109 곡사포

M109 전인/자주 곡사포는 고풍탄, 화학탄, 핵탄뿐 만 아니라 155밀리 열화우라늄 탄을 발사한다.

* M1A1/M1A2 전차⁴⁾

M1A1/M1A2 아브람스 MBT는 열화우라늄 철갑

탄과 같은 운동에너지탄뿐만 아니라 HEAT탄 등과 같은 화학에너지탄을 발사할 수 있는 105/120밀리 포신이 장착되어 있고 동시에 열화우라늄으로 제조된 장갑판이 부착되어 있다.

* AH-64A 아파치 헬기

AH-64A 아파치 헬기는 특별히 장갑 목표물 공격에 적합하도록 설계된 근접공격용 헬기이다. 맥도널 더글拉斯사의 M230기관포를 장착하여 30밀리 열화우라늄 탄을 발사할 수 있고 8기의 Hellfire미사일을 장착할 수 있다.

열화우라늄의 위험성/한계

• 걸프전의 후유증

열화우라늄 무기는 실전에서 탁월한 전투 효과를 발휘했으나, 전후 예견하지 못했던 많은 문제를 남겼다.

다국적군의 전투기와 전차는 10만발 이상의 열화우라늄 철갑탄을 이라크 전차와 장갑차, 전투차량, 벙커 등에 발사하였으며, 열화우라늄 철갑탄이 표적

에 충돌할 때 탄두의 70% 이상이 연소 및 산화되어 표적 내부와 주위에 45억년 동안 방사능 및 화학적 독성이 지속되는 다량의 먼지입자로 생성되고, 바람과 수면 등 각종 전이수단을 통해 주변 지역으로 급속히 확산되었다.

확산된 독성 물질은 호흡기, 음식물 섭취, 상처부위를 통해 인체에 유입될 수 있고, 열화우리늄 파편에 의해 부상당했을 경우는 직접적으로 피해를 입게 된다.

열화우리늄 먼지입자가 인체에 유입될 때 대략 25% 정도가 폐에서 침전되어 장기간 잔류하게 되고, 나머지 75%는 혈관을 통해 이동되어 간, 신장, 골수 등의 인체 기관에 축적되며 특히 간은 열화우리늄 독성에 가장 치명적이다.

미국의 BRL(Ballistic Research Laboratory) 보고서에 의하면, 전투기에서 발사된 소구경의 열화우

리늄이 목표물에 충격시 열화우리늄 파편 입자의 79% 정도가 인체에 흡입가능 크기인 직경 10마이크론 이하이며, 만일 인체로 흡입된다면 장기간 동안 폐에 축적된다는 것을 언급하고 있다.

또한 미국의 SAIC(Science Application International Corporation) 발표자료에 따르면, 열화우리늄을 다량으로 섭취했을 때 단기간 내에 사망에 이르며 소량 섭취했을 때에도 장기적으로 체세포에 암을 유발한다고 경고하고 있다.

또한 이러한 제반 문제점에 대하여 美 육군성 방사능 연구소에서 열화우리늄 파편을 쥐에 주입하여 실험한 결과, 암세포로 성장가능성이 있는 종양을 유발하고 주입된 열화우리늄 파편은 대부분의 금속과는 다르게 쥐의 몸체 내부에서 용해되고 확산되어 비장 및 뇌 같은 신체 기관에 축적되고, 수태한 어미 쥐에서 생장하는 태아로 전이되는 것을 발견

M1A2 아브람스 MBT





근접공격용 헬기인
AH-64A 아파치 헬기

실로 드러나고 각종 연구 보고에 의해 열화우라늄 무기가 확산될 경우 미래 인류의 환경과 건강에 치명적 위협을 초래할 수 있다고 예견되었다.

이에 따라 1996년 8월에 개최된 UN 국제평화 및 안보관련 분과위원회 제48차 회의에서 열화우라늄 무기의 생산과 확산에 대한 우려로 국제적인 차원에서 성명을 채택하였다.

그 내용은 열화우라늄 무기를 포함하여 특별히 핵무기, 화학무기, 생물학무기, Fuel-Air폭탄, 네이팜탄과 같이 대량 및 무차별 살상 효과를 수반하는 모든 종류의 무기생산과 확산을 억제하고 각국의 국가정책에 의하여 통제되어야 한다고 발

하였다.

그러나, 걸프전 사막의 폭풍작전시 10여만발의 열화우라늄 탄이 수천개의 표적에 발사되었고 일부 열화우라늄 장갑판이 파손되었으나, 전투 참가 군인 및 민간인들에게 어떠한 방사능 오염에 대한 사전 지식과 경고, 방호기재 보급, 그리고 방사능 노출을 최소화하는 방법에 대한 교육이 간과된 채 전투가 수행되었다.

또한 이라크 전차 및 장갑차량을 무수히 파괴하는 전과 속에서 다국적군 참전 군인중 4분의 3 이상이 파괴된 이라크 전차 및 전투차량을 수색하고 진입함으로써 열화우라늄 분진과 방사능에 오염된 것으로 추정된다.

• UN 국제평화 및 안보관련 분과위원회 성명

걸프전 이후, 열화우라늄 무기사용의 후유증으로 야기된 각종 질병과 환경 오염으로 그 위해성이 현

표하였다.

• 일본에서의 열화우라늄탄

시험 사격에 대한 외교 문제

일본에 주둔 중인 美 해군이 1995년과 1996년에 걸쳐, 오키나와 북방 62마일 지점의 작은 무인도 토리시마에 1.520발의 소구경 열화우라늄탄을 시험 사격하였다.

이에 대해 일본 정부는 맹렬한 비난과 더불어 美 정부의 공식 사과를 요구하였다. 이에 따라, 미국의 군당국 발표에 의하면 발사된 494파운드의 열화우라늄 탄 중 약 64파운드가 파편 형태로 발견되었으며, 그에 따른 방사능은 50년대 구형 TV세트 정도의 수준이라고 주장하였다.

그러나, 방사능 차단 공정을 거치지 않은 열화우라늄은 200mrem/h의 방사능을 가지고 있으며 이는 사람에게 1시간 내에 30번의 X-ray 가슴 촬영을 하



걸프전에서 열화우라늄 탄에 의해 파괴된 전차. 심각한 오염 및 후유증을 야기했다

는 것과 같은 수준의 방사능으로 매우 위험하다.

또한 공학적 가공 과정을 거친 열화우라늄이라 하더라도 안전성과 신뢰성이 있어서 명확한 검증이 선행되어 열화우라늄 사용에 대한 국제적인 공감대 형성과 인증이 이루어지지 않았다.

이러한 안전성/신뢰성에 대한 문제점과 사전 일본 정부의 양해를 얻지 못한 상태에서 열화우라늄 탄을 시험 사격한 것에 대해, 美 국방성은 1997년 일본 정부에 공식적인 사과 성명을 발표하였다.

또한 안전성 고려 측면에서 걸프전시의 전투후유증과 열화우라늄 탄과의 상관 관계에 대해 “검증된 증거”는 없으나, 열화우라늄 무기가 “명확하게 논의 될 여지가 있는 무기”임을 인정하였다.

맺 는 말

세계 각국은 지난 50년 동안 축적되어 온 수억 파운드의 핵 폐기물에 대하여, 「“어떻게” 또는 “어디에” 안전하게 저장해야 하는가?」라는 문제에 봉착해 왔다.

그러나, 인류의 건강과 환경에 심각한 위협을 주며, 방사능과 화학적 독성이 있는 열화우라늄 무기는 세계 도처의 분쟁지역과 사격시험장에서 사용됨으로써 많은 양의 탄두와 장갑파편, 먼지입자 형태로 방치되어 산재해 있는 실정이다.

열화우라늄 무기가 군사적인 측면에서 매우 탁월한 성능을 발휘하여 유용하나, 인류의 건강과 환경적인 측면에서는 걸프전 이후 다각적인 영향성 분석과 연구를 통하여 많은 위해성을 내포하고 있는 것으로 인식되고 있다.

이러한 열화우라늄 무기의 위해성은 사용된 지역의 피아 군인과 민간인뿐만 아니라 환경순환체계 및 건강에도 치명적인 위험을 초래하고 나아가 그 치명성이 영구히 지속된다는 것에 더 큰 문제점이 있다.

평균적으로 500에이커 규모의 면적이 152.000파운드의 열화우라늄으로 오염되었을 경우 오염제거 비용으로는 40~50억 달러가 소요될 것으로 추산되며, 쿠웨이트와 이라크의 수백 평방마일 지역에 파손 및 분진형태로 남겨져 있는 약 600.000파운드의

열화우라늄 제거 비용은 100억 달러 정도가 소요될 것으로 유추될 수 있다.

일부에서는 걸프전 참전 군인과 민간인의 전투후 유증, 질병증세에 관련하여 명확히 열화우라늄에 인한 것으로 단정할만한 과학적 근거가 불충분하며, 열화우라늄을 포함하여 걸프만 지역의 환경적 요인들인 생화학전 요소 유정 피폭으로 인한 화재 및 매연 영향, 살충제 등의 독소 물질, 백신 등에 관해 다각적인 분야에서 복합적인 연구가 수행되어야 한다는 의견이 있으나, 가공된 열화우라늄이라 할지라도 방사능을 누출하는 물질임은 분명하다.

장래에 열화우라늄 오염으로부터의 방호를 위해, 열화우라늄 무기의 개발, 생산, 저장, 수송, 사용이 국제협약에 의해 금지될 것과 이미 오염된 지역으로 추정되는 분쟁지역의 전장, 시험사격장, 제조시설에 대한 제독 및 방제 요구가 세계 각국의 정부와 단체로부터 점진적이고 심도있게 제기되고 있다.

그러므로 열화우라늄 무기가 장래에도 분쟁지역 및 사격시험장에서 계속 사용될 경우, 인류의 건강과 환경체계에 무차별적 폐해를 초래한다고 예견되고 있다. 防

註)

- 1) 미국의 DEUSEC(The Department of Energy and The United States Enrichment Corporation)에서 현재 개발되고 있는 새로운 우라늄 농축 과정을 AVLIS라 명명하였으며, 미국 Starmet사가 AVLIS 프로그램의 주공급원으로 선정되었다.
- 2) 수소폭탄은 핵분열, 핵융합, 재핵분열의 3단계를 거친다. 첫번째, 핵분열단계는 섭씨 1억도 이상의 소형 플루토늄 핵폭탄 등을 이용한 기폭단계와 두번째, 기폭작용에 기인한 중수소(Deuterium)와 삼중수소(Tritium)의 핵융합 반응 세번째, 핵융합 반응에 의한 극도로 강력한 중성자 방사로 저에너지 수준으로 머물 수 없는 열화우라늄(U-238)의 핵분열로 폭

발력을 배가시키며 막대한 방사선 낙진을 분출한다.

3) 운동에너지탄의 관통성능은 관통자 재료의 밀도, 경도, 탄성률과 같은 물성과 관통자의 충격속도, 관통자 직경 대 길이의 비(L/D)와 같은 형상 요소에 좌우된다.

4) M1계열 아브람스 전차체계는 TACOM(U.S. Tank-automotive & Armaments Command) 예하 전차사업단의 주도로 1988년 이후 M1전차에 열화우라늄 장갑을 사용해 왔으며 1996년에 설계변경이 이루어졌고, 만일 열화우라늄 장갑체계의 환경 영향 평가 결과 무해성이 입증된다면 아브람스 전차사업단은 2005년까지 열화우라늄 장갑체계를 계속 채택할 예정이다.

참 고 자 료

- ▲ AEPE(U.S. Army Environmental Policy Institute) Technical Report, 「Health & Environmental Consequences of DU use in the U.S. Army」 1995. 6
- ▲ BRL-TR-3068, Technical Report 「Impacted Abrams Heavy Armor」 1989. 12
- ▲ SAIC(Science Application International Corporation) 「Kinetic Energy penetrator Environment & Health Consideration」 Vol. 2, 2-4, 1990
- ▲ Presidential Advisory Committee on Gulf War Veterans' Illnesses, Final Report, U.S. Government Printing Office, 1996. 12
- ▲ Reuter News Service, 「U.S. Marines fired radioactive bullets near Okinawa」, 1997. 2. 10
- ▲ Mesler B. 「Pentagon Poison : The Great Radioactive Ammo Cover-Up」, The Nation, 1997. 5. 26
- ▲ Internet Web pages
 - WWW.ccnr.org/depleted.html 「DU : commercial dross or military gold ?」
 - WWW.ead.anl.gov/web/uf6use.html 「Uses for Enriched & DU」
 - WWW.iacenter.org/depleted/kaku.htm 「DU : Huge Quantities of Dangerous Waste」
 - WWW.kc.net/krogers/duuo04.html 「Depleted Uranium Exposures」
 - WWW.nucmet.com 「Starmet Corporation」
 - WWW.rama-usa.org/ducdi.htm 「The Controversy Over Depleted Uranium」
 - WWW.antenna.nl/wise/uranium/diss.html 「Current Issues - Depleted Uranium」