

북한은 原爆을 보유하고 있는가

李 光 榮

(한국일보기획위원/과학평론가)

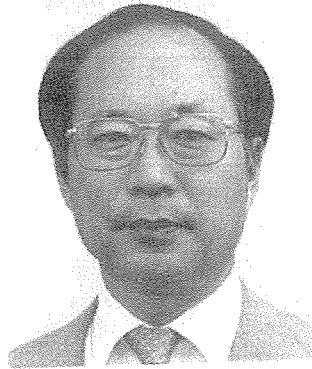
북한의 돌연한 핵확산금지조약(NPT)탈퇴 발표(3월12일)로 해서 세계는 북한의 핵탄개발능력에 대해 지대한 관심을 나타내고 있다. 그러나 북한의 핵탄개발 능력에 대한 견해는 사람마다 차이가 있다.

북한은 원자탄을 이미 2~3개 갖고있다. 그렇지 않다. 하지만 북한은 원자탄을 제조할 수 있는 전단계에 와 있다. 아니다. 북한은 핵탄제조 능력을 갖고 있지 않으면서 정치적으로 이를 최대한 이용하려는 속셈이다.

북한의 핵탄개발 능력에 대해 이같이 전혀 다른 엇갈린 주장이 나오고 있는데는 까닭이 있다. 북한이 그동안 모든 면에서 폐쇄성을 유지해 온데다 특별히 원자력사업을 비밀리에 추진해 왔기 때문이다.

북한의 핵탄개발 능력이 서방세계에 간헐적으로 알려지기 시작한 것은 80년대초부터이다. 당시 영국전략문제연구소 등의 분석에서 북한이 한국과 함께 15~20년 안에 핵탄을 보유할 수 있는 잠재국으로 분류됐던 것이다. 그러나 이는 당시 하나의 흥미거리로 큰 관심을 끌지 못했다.

북한의 핵탄개발 문제가 세계적인 관심사로 심각하게 받아들여지기 시작한 것은 89년 6월 美정부의 고위 핵관리팀이 인공위성에 포착된 북한의 핵시설 추진상황을 한국정부에 알려 오면서부터이다.



미국의 첩보위성과 프랑스의 지구관측 위성 스파르 등의 정밀촬영에서 평양(平壤)북방 90km지점에 있는 영변(寧邊)원자력단지에서 대공포진지를 갖춘 대규모 연구동이 포착됐는데 여러 상황으로 보아 핵탄제조를 목적으로한 핵재처리시설로 분류됐던 것이다.

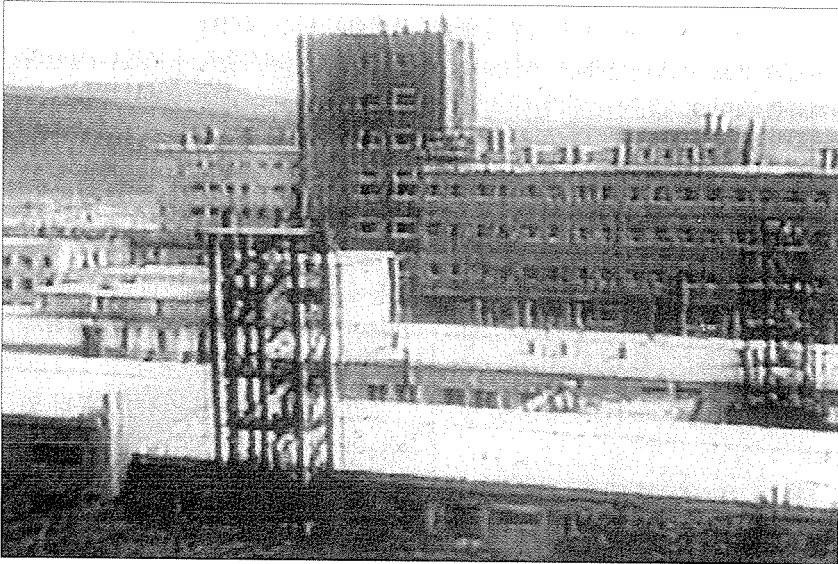
당시 미국 고위관리는 우리정부에 (1)북한이 핵물질 생산용 원자로 및 핵뇌관 폭발 실험장을 갖춰 핵무기 제조 전단계에 들어서있고 (2)95년까지는 원폭제조 능력을 갖출 것이며 (3)영변(寧邊)인근에 핵뇌관 실험장으로 보이는 고성능 폭발실험장이 발견됐다는 등의 정보를 준 것으로 알려져 있다.

아무튼 당시 핵관련 전문가들은 북한이 계속 핵탄개발에 힘을 쏟는다면 95~96년에는 핵탄 양산체제를 갖출 수 있을 것으

로 보았다. 북한의 핵탄개발 문제가 세계적인 관심사로 급부상한 것은 까닭이 있다. 핵탄을 만드는 일이 이제는 비밀이 아니며 원자력 관련 과학기술이 어느 정도 확립된 나라이면 통치자의 의지에 따라 얼마든지 만들 수 있기 때문이다. 핵탄개발은 과학기술 수준이라기보다 정치적 결단에 달려있다는 것이 이 분야 전문가들의 견해인 것이다.

국제원자력기구(IAEA)와 미국 등이 북한과 이라크를 특히 핵개발위험국으로 지목하고 있는 것은 이 때문이다. 이들 나라는 모두 강력한 일인 독재체제이면서 김일성이나 후세인이 한결같이 국력신장의 수단으로 핵탄개발에 대한 야심을 버리지 않고 있다고 보기 때문이다.

북한이 원자력개발에 착수한 것은 60년대초이다. 북한은 소련으로부터 65년 2천kw급 연구용 원자로 (IRO형)를 도입했다. 이 원자로는 사이클로트론, 코발트 60 조사시설 등 기본시설이 갖춰져 있다. 북한은 이 원자로를 70년 자체기술로 4천kw급으로 증강시켰다. 그리고 곧 이어 평산에 1일 3백kg을 생산할 수 있는 우라늄원광 제련공장을 세워 가동에 들어갔다. 북한은 함흥(咸興), 웅기(雄基), 해금강(海金剛) 등에서 수백만톤의 우라늄원광을 발견한 것으로 알려져 있다. 북한은 또한 원



◇영변의 방사화학실험실. IAEA의 사찰결과 이 실험실의 외형은 80% 내부시설은 40%의 공사진척도를 보이고 있는것으로 나타났다.

자력기술 확보에 힘을 쏟아 87년 3만kw급 연구용 원자로 (NRX형)를 영변에 자력으로 건설, 운영중인 것으로 알려져 있다.

문제가 되고 있는 부분이 바로 이 3만kw급 연구용 원자로이다. 이 원자로는 북한에서 캐내는 천연우라늄을 사용하는 흑연감속형 원자로로 플루토늄(Pu) 239 생성률이 다른 연구용 원자로에 비해 높은 것으로 알려져 있다. 국내 원자력관련 전문가들은 북한이 이 3만kw급 NRX형 원자로를 2년동안 가동하면 핵탄연료인 Pu 239를 30kg 정도 얻어낼 수 있을 것으로 보고있다. 이는 일본 히로시마(廣島)에 떨어진 TNT 2만톤 규모의 원자탄 2개를 만들 수 있는 양이다. 북한은 원자력개발을 원자력공업부에서 맡고 있다. 원자력공업부는 1986년 12월29일 발족했는데 부장에 최근학, 부부장을 서정주와 홍근표가 맡고 있다. 영변원자력연구소는 1962년에 설립됐는데 연구인력은 2천5백명정도일 것으로 IAEA는 추산하고 있다. 원자력공업부는 정무원 산하 24개부 가운데 하나이다.

또 1964년 북한은 김일성대학과 김책(金策)공과대학에 원자력 연구부서를 설치했

는데 이곳에 근무하는 원자력관련 학자와 기술자를 합치면 5천명선이 될 것이라는 것이 서방 관측통의 분석이다.

잘 알려져 있듯이 원자탄은 미국의 맨해튼계획(Manhattan Project)에 의해서 탄생했다. 맨해튼계획이란 2차대전때 원자탄을 만들기 위한 미국의 암호명이다. 1939년 8월2일 당시 루즈벨트대통령이 아인슈타인의 권고를 받아들여 1942년부터 본격적으로 정부가 주동이 되어 45년 7월 16일 상오 5시30분 뉴멕시코주 알라모고르도(Alamogordo)에서 첫 실험에 성공했다.

원자탄의 핵심은 고순도 (90% 이상)의 핵분열물질(우라늄 235, 플루토늄 239)을 얻는 데 있다. 원자탄은 TNT와 같은 일반폭약과 달리 고순도의 핵분열 물질을 일정량(임계질량-Critical Mass)이상으로 뭉쳐놓으면 저절로 터지게 되어 있다. 따라서 원자탄은 고순도의 핵분열 물질을 임계질량이 되지 않도록 분리해 놓았다가 이들을 일순간에 한 덩어리로 만들어 줌으로써 터트리는 것이다.

그러나 대폭발을 일으키려면 임계질량보다 많은 초임계질량(Super Critical Mass)

이상이 돼야한다. 폭약은 흐트러놓은 핵분열물질을 초임계질량 이상으로 뭉치게 하는 데 이용된다. 핵탄의 뇌관이란 바로 이를 뜻한다.

원자탄은 사용한 핵분열 물질에 따라 우라늄(U)과 플루토늄 등 크게 두 가지 종류로 나뉜다. 우라늄 핵탄은 핵분열 물질인 U 235가 폭약이 된다. U 235의 임계질량은 16kg이고 핵탄이 될 수 있는 초임계질량은 25kg인 것으로 알려져 있다. 이 핵탄은 대포의 포신과 같은 원통의 양 끝에 핵연료(U 235)를 장전해 두었다가 한쪽 편을 폭약(뇌관)을 이용해서 힘차게 밀어올려 초임계질량을 만들어주는 방식을 택하고 있다.

플루토늄 핵탄은 Pu 239가 폭약이 된다. Pu 239의 임계질량은 8kg이고 대폭발을 일으키는 초임계질량은 12kg으로 Pu 239를 주위에 넓게 분포시켜 놓았다가 역시 폭약을 터트려 안으로 밀어넣어 초임계질량을 만들게 된다. 대폭발은 둥글게 부풀린 플루토늄의 부피가 3분의 1 정도 찌부러들 때 일어난다. 북한이 개발하고 있는 것이 바로 이 Pu형 핵탄이다. 북한이 Pu형 핵탄개발에 힘을 쏟고있는 것은 이 핵탄의 폭약이 되는 Pu239가 U235에 비해 얻기가 수월하다는데 있다. Pu 239는 우라늄을 태운 재(사용후 핵연료)만 있으면 화학적인 방법으로 어렵잖게 분리해낼 수 있다. U와 Pu는 물질이 달라 화학적 성질이 뚜렷하게 구분되기 때문이다. 북한이 Pu형 핵탄개발에 힘을 쏟고 있고 IAEA가 사용후 핵연료를 철저히 감시하고 있는 이유가 여기에 있다.

우리나라는 현재 9기(基)의 발전용원자로를 운전중이다. 이중 8기는 U 235를 3% 정도 농축한 저농축 U를 연료로 사용하고 있는 경수로(輕水爐)이다. 이들 경수로는 일단 핵연료를 태우면 원자로 속에서 타지 않는 U 238의 일부가 중성자

를 받아들여 태울 수 있는 Pu 239로 탈바꿈한다. Pu 239가 원자로 속에서 만들어지는 양은 원자로의 형태에 따라 달라진다. 저농축우라늄을 핵연료로 사용하는 경수로의 경우 Pu 239 생성률은 1% 정도인 것으로 알려져 있다. 출력 1백만kw급 원자력발전소의 원자로를 1년간 운전하면 30톤의 핵연료가 소요된다. 경수로에서 핵연료를 태우면 U 235가 3%에서 1% 정도로 줄어드는 반면 핵연료로 쓸수 있는 Pu 239가 1%정도 만들어진다. 핵재처리 시설은 바로 이 Pu 239를 뽑아내 유용한 연료로 다시 사용하지는 못하는데 목적이 있다. 여러 기의 원자력 발전소를 운전하고 있는 나라가 핵재처리시설을 갖추고 있는 것은 여기에 있다. 그러나 핵재처리시설은 사용 목적에 따라 의외의 결과를 빚을 수 있는데 문제의 심각성이 있다. 예를 들어 1

백만kw경수로형 원자로 1기를 1년동안 가동하면 3백kg의 Pu 239가 생겨난다. 일본 히로시마에 떨어진 핵탄 25개를 만들 수 있는 양이다. 핵재처리시설이 있는 나라라해도 일본과 같이 핵탄을 갖고 있지 않은 나라는 핵연료의 사용에서 처리과정은 물론 사용처를 일일이 밝혀야하며 이에 관해 IAEA의 감시와 감독을 받을 의무를 지고 있는 것은 여기에 있다. 실제로 일본은 세계에서 IAEA의 핵사찰을 제일 많이 받고 있는 나라 가운데 하나이다.

현재 북한은 상업용 원자력 발전소를 갖고있지 않다. 그럼에도 불구하고 북한이 핵재처리시설을 짓고 있다는 것은 목적이 핵탄개발에 두고 있음이 너무나도 뻔한 일이다. 따라서 이런 상황을 종합해 볼 때 북한이 핵탄개발에 상당한 수준까지 접근해 있다는 것은 분명하다.

자로의 연료로 사용하기 위해서는 이산화우라늄 형태로 바꾸게된다. 이를 전환(轉煥)이라한다. 전환공정을 거친 U는 원자로에서 실제로 태울 수 있는 형태로 다시 가공하게된다. 그러나 가스확산법은 공장이 무척 큰 규모가 돼야 하는데다 전력 소모가 많아 돈이 많이 드는 문제가 있다.

원심분리법은 U 235와 238의 질량차를 이용해서 분리해낸다. 고속으로 회전하는 원통의 한 가운데로 6불화우라늄을 통과시키면 무거운 U 238은 멀리 달아나고 안쪽에 U 235가 모여 농축돼간다. 전력 소모가 가스확산법에 비해 10분의 1 정도 들어 경제적이다. 그러나 초강도재료와 초고속회전 등 첨단기술이 필요하다.

이밖에 원자레이저법, 분자레이저법, 노즐(Nozzle)법, 플라스마(Plasma)법, 화학교환법 등이 현재 개발중이다.

원자레이저법은 우라늄 금속을 일단 증발시킨다. 그리고 이곳에 U 235에 흡수되는 특정 파장의 레이저광을 쬐인다. 그러면 U 235가 여기상태(勵起狀態·Excited State)가 되어 이온화하기 마련인데 이를 음전극(陰電極)으로 회수하게 된다. 1회에 많은 양의 농축우라늄을 얻을 수 있는 장점이 있다.

분자레이저법은 기본원리는 원자레이저법과 같으나 금속우라늄 대신 6불화우라늄을 낮은 온도에서 가스체로 만들어 이곳에 특정파장의 레이저광을 쬐인다는 점에서 차이가 있다. 원자레이저법에 비해 값이 싸게 먹힌다는 것이 장점이다.

그러나 이라크가 우라늄농축에 채택하고 있는 방법은 선진국이 실용화했거나 개발중인 방법이 아닌 자기동위원소(磁氣同位元素)분리법 (Magnetic Isotope Separation)이다. 이 방법은 동위원소 분리법중 하나로 U 235와 238이 갖는 질량차를 이용한다는 점에서 원심분리법과 같으나 U를 이온화해서 전자장(電磁場)속

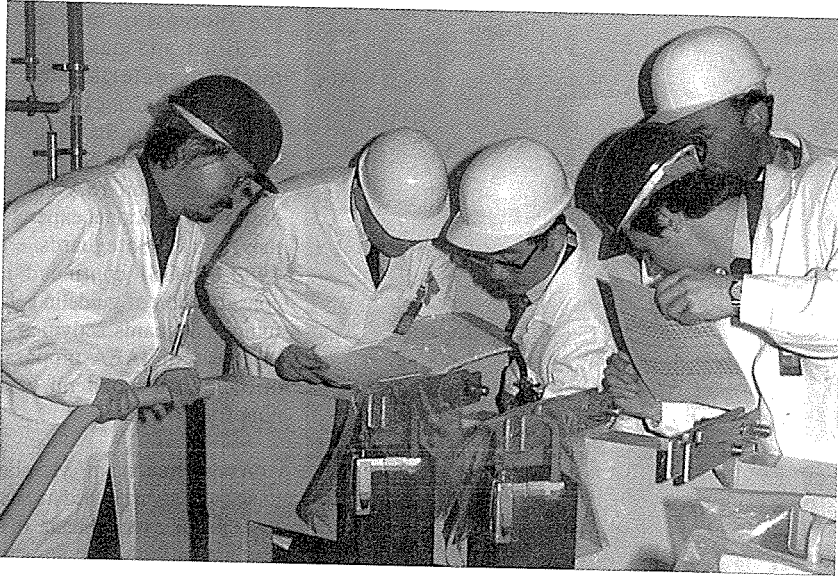


이라크 핵개발 어떻게 하고 있나

이라크의 핵탄개발은 어떤 방법을 택했을까. 이라크의 핵탄개발은 북한과 달리 농축우라늄방식을 택하고 있다. 핵연료는 일반 연료와 달라 복잡한 처리과정을 거치도록 되어있다. 광산에서 캐어낸 우라늄 광석은 정련(精鍊)해서 순수한 U만을 뽑아낸다. 이를 옐로우 케이크(Yellow Cake)라 하는데 이 속엔 핵분열이 가능한 U 235는 0.3%밖에 들어있지 않다. 나머지 대부분(99.7%)은 태울 수 없는 U 238로 들어차 있다.

따라서 U를 보다 쉽게 태우려면 U 235의 함량을 높일 필요가 있다. 농축(濃縮)

을 하는 이유가 여기에 있다. 그러나 U의 농축은 쉽지않다. U 235와 238은 화학적 성질이 같은 동위원소들로 이루어져 있기 때문이다. U의 농축은 현재 가스확산법과 원심분리법이 상용화되어 있다. 가스확산법은 세계에서 가장 먼저 확립된 방법으로 U 235가 238에 비해 미세한 다공질막을 보다 수월하게 통과하는 성질을 이용해서 분리해낸다. 이를 위해 옐로우 케이크를 6불화우라늄 형태로 바꾸게된다. 6불화우라늄을 기체상태로 만들어 계속 미세한 다공질막을 반복해서 통과시킬 때 U 235가 차차 농축돼간다. 농축된 6불화우라늄을 원



◇89년 12월31일 IAEA사찰단이 이라크의 한 원자력발전소에서 핵물질을 조사하고 있다.

으로 날려보내 분리해 낸다는 점에서 차이점이 있다. 이 동위원소분리장치(Calutron)는 미국의 40년대 핵탄개발을 위해 세운 맨해튼 프로젝트 초기에 이용됐던 것으로 규모가 작은 기기를 이용해서 단변에 고순도의 U 235를 얻어낼 수 있는 장점이 있다. 또 이라크의 입장에서 인공위성에 쉽사리 잡히지 않아 몰래 농축우라늄을 얻을 수 있는 이점이 있다. 그러나 이 방법은 U 235분리가 마이크로(1백만분의 1)g 단위의 극미량일 뿐 아니라 비용도 가스확산법에 비해서도 많이 들어 미국이 일찍 포기한 실용성이 없는 방법이다.

하지만 이라크는 핵탄개발을 국력신장의 최대 목표로 삼아 돈이 많이 들고 능률도 떨어지지만 80년대초부터 이 방법을 이용해서 꾸준히 고농축우라늄을 생산해 온 것으로 전문가들은 보고 있다.

칼루트론을 이용해서 천연우라늄으로부터 U 235를 분리해내는 데는 크게 두 가지 단계를 거친다. 칼루트론 알파로 천연우라늄속의 0.3%에 불과한 U 235를 15% 수준으로 높이고 칼루트론 베타를 이용해서 이를 다시 80% 수준으로 높이

게된다. 80%수준의 고농축우라늄을 다시 핵탄제조가 가능한 97% 이상으로 만드는 일은 보다 고도의 기술이 필요하다. 또한 우라늄농축을 위해서는 많은 양의 에너지가 필요하다. 미국 정보당국은 티그리스강 위쪽에 40만 kw급 수력 발전소를 짓기 위해 건설하고 있는 바두쉬(Badush) 댐이 바로 핵농축을 위해 쓰여질 것으로 보고있다. 그러나 이 수력발전소가 아직 완공되지 않고 있어 칼루트론계획과 연관된 것인지 지금 단계로는 확인할 수 없다는 것이 미국 핵전문가의 견해다.

이라크에 동위원소분리장치인 칼루트론이 처음 들어선 곳은 바그다드 인근의 투와이다(Tuwaitha)원자력센터로 80년대 초 이미 25대를 설치해서 운영해왔다는 것이 이라크로부터 탈출해 나온 한 핵과학자의 설명이다.

미국은 1944~45년 고농축 U235를 얻기 위해 오크리지국립연구소(ORNL)에 1천 1백대의 칼루트론을 설치, 운영했다. ORNL에서 칼루트론을 다뤘던 한 미국 핵전문가는 이라크의 망명 핵과학자의 말을 토대로 할 때 이라크는 25대의 칼

루트론으로부터 매년 1~2 kg 정도의 고농축 U235를 얻어내고 있는 것으로 보인다고 분석했다. 그러나 투와이다원자력센터를 방문한 IAEA 핵사찰팀은 이곳에서 아무런 증거를 찾아내지 못했다.

그러나 핵전문가들은 이라크의 핵무기 개발 장소로 바그다드 북쪽 64 km지점의 타미야(Tarmiya), 핵물질 은닉 장소로 모술(Mosul) 지역을 지목하고 있다. 미국은 또 터키 접경의 이라크 북쪽에 위치한 가라(Gara)산을 의심하고 있다.

IAEA는 이라크가 이 방법을 이용해서 현재 원폭 1개를 만들 수 있는 최소량(25kg)에 근접한 20kg 정도를 만들어 은닉해 놓은 것으로 보고있다. 그러나 이라크가 갖고있는 고농축우라늄은 곧바로 핵탄을 만들 수 있는 97% 이상의 고농축도를 가진 것이 아니고 80~93%정도인 것으로 알려져 있다. 따라서 이라크가 핵탄을 가지려면 이 핵물질을 한 단계 더 농축도를 높이지 않으면 안된다.

IAEA 핵사찰팀은 이라크에서 고농축우라늄은 물론 동위원소분리장치인 칼루트론과 이와 연관된 고속원심분리기의 존재를 찾고있다. 고속원심분리장치인 칼루트론의 핵심이 되는 장치이기 때문이다. 정보당국은 이라크가 1백대에 달하는 고속원심분리기를 확보하고 있는 것으로 보고 있다. 워싱턴 포스트 신문은 매년 2개의 원자탄을 만들 수 있는 97% 이상의 고농축우라늄을 만들어내려면 적어도 1천 개 정도의 고속원심분리기가 있어야 할 것으로 보고있다.

그러나 여러 상황으로 보아 이라크가 당장 핵탄을 개발할 수 있는 능력을 갖고 있다고는 볼 수 없다. 그러나 후세인이 핵탄에 대한 집념을 버리지 않는 한 언젠가는 이 방법으로 이라크가 핵탄개발에 성공할 것으로 보고있다. IAEA와 미국이 우려하고 있는 것은 바로 이점이다.