

원자력은 '머리에서 캐는 에너지'

※ 이 글은 필자가 지난 8월 부산 해운대 그랜드 호텔에서
국제원자력대학 학예강좌에 참석한 35개국 109명의 펠로(35세 이하, 석사 이상)들과
12명의 멘토(지도교수)들에게 한 강의내용을 요약한 것으로 지난호에 이어 2회에 걸쳐 연재한다.
- 편집자 -

글 | 이창건 _ 한국 전력기술기준위원회(KEPIC) 위원장

1958년 여름 어느날 워커 리 시슬러 씨가 이승만 대통령을 예
방했다. 시슬러 씨는 제2차 세계대전 후 아이젠하워 유럽군
총사령관으로부터 폐허가 된 유럽대륙의 전력계통 복구의를 받
고 그 일을 훌륭히 해낸 최정상급 전기기술자였다.

해방 후 수많은 우리 동포가 일본, 만주, 중국, 동남아에서 귀국
했고, 거기에 북한에서 수백만 피난민이 남하하여 민생문제가 초미
의 관심사였던 시절, 96%의 전력을 북한에서 공급받던 남한은
1948년 5월 14일 북한의 예고 없는 일방적 단전으로 대혼란에 빠
졌다. 그래서 이 대통령은 시슬러 씨에게 어떤 묘안이 없겠느냐고
물었다.

시슬러 씨는 “방안이 있긴 한데...”라며 말을 흐렸다. 이 대통령
이 그게 무엇인냐며 다그쳐 묻자 시슬러 씨는 나무상자(소위 에너
지 박스) 안의 우리농 봉을 보여주며 이것이 핵분열을 일으키면 화
차 100량의 석탄이나 대형 유조선의 석유가 탈 때 나오는 만큼의
에너지를 발산한다고 말했다. 그러더니 이것은 땅에서 캐내는 화석
연료와는 달리 머리로 창출하는 기술 에너지이므로 이것을 얻으려
면 우수한 과학 기술자를 많이 양성 확보해야 한다고 언급했다.

“한국도 그 일이 가능한가?”라는 물음에 시슬러 씨는 “물론이다”
라고 대답했다. 그럼 우리가 언제쯤 그런 에너지 혜택을 볼 수 있을
것인가의 질문에 시슬러 씨는 20년 후라고 잘라 말했다. 그로부터
꼭 20년 후인 1978년 7월 20일부터 생산된 전기가 국민에게 공급
되기 시작한 것을 보면 선각자의 예지에 혀를 내두를 수밖에 없다.

그리고 이제는 그것이 설계수명을 다하여 수명연장을 신청한다고
하니 고리를 첫번째 원자력 발전소 부지로 선정한 당사자로서 감회
가 깊다.

특수훈련 통해 원자력 전문가 양성

원자력평화이용 초창기에 선진공업국들은 출발선에서 토끼처
럼 뛰어 나갔으나 우리는 그것을 보고만 있다가 훨씬 나중에 거북
이처럼 어슬렁어슬렁 기어가기 시작했다. 그러다가 30년 후엔 선
진국 원자력 토끼들이 언덕 위의 나무 밑에서 낮잠 자고 있는 것이
보였다. 그 동안 한국 거북이는 느리지만 중단 없는 전진을 계속해
왔다.

우리에게 다행스러웠던 것은 우수한 이공계인력이 원자력계에
몰려들었고, 다음엔 인력의 교육훈련에 우선권을 두어 체질강화를
모색해 왔다는 점이다. 가령 1급 원자력기술자의 훈련비는 그 사람
몸무게의 금값만큼 들어갔다. 그러한 금선생 밑에는 많은 은선생과
동선생이 버티고 있었으며, 이 금속선생님들은 월·월·화·수·
목·금·금의 근무로 효율향상, 품질개선, 새 공법개발, 경제성 제
고에 이바지하였다.

우리가 외국에 내세울 만한 자랑거리는 전무후무한 훈련방식을
채택하고 있다는 점이다. 우리 원자력계에서는 신입사원들을 해병
대 훈련캠프에 파견, 극기훈련을 받도록 하는 등 심신단련에 주력
하고 있다. 또 시설의 운전요원과 기술인력을 사찰에 보내어 참선

을 시키고 고승으로부터 말씀을 듣게도 한다. 처음 이 프로그램은 종교적 이유로 강한 저항을 받았으나 훈련 후 아주 좋은 반응을 얻었으며, 특히 위급사태에 대처하는 직원들의 태도가 눈에 띄게 개선되었다는 긍정적인 평가를 받았던 것은 큰 수확이다.

이런 특수훈련은 육체적, 정신적 및 협력증진뿐만 아니라 소득증대로도 나타났다. 우리 나라 20기의 발전로 복합이용률이 세계평균치보다 15% 높아 연간 80억~90억 달러의 상대적 이윤을 올리고 있는 것이 그것을 말해준다. <그림 2>는 한국의 발전로 20기가 2000년도 이후 계속 90% 이상의 이용률로 세계 최고치를 수립하였음을 보여주고 있다. 우리는 여기에서 인력개발을 위한 적시 선투자가 수십·수백 배의 이윤을 가져온다는 사실을 알게 된다.

중수로에서는 경수로의 노심부분 또는 핵증기 공급계통을 칼란드리아 라고 부른다. 원자로 건설시 핵심부인 이것을 설치해야 기타의 부속기기 설치가 가능하다. 그런데 그 조립과 설치에는 시간이 많이 걸리며 여타의 기기는 그것이 준공되는 것을 기다리고 있어야 한다. 그런데 월성 2호기를 건설할 때 우리 기술진은 시간절약을 위해 격납용기 안에서 주요 시설들을 설치하면서 칼란드리아를 밖에서 동시에 조립한 다음, 그것을 레일로 천천히 격납용기 안으로 끌고 가서 주요 시설물들과 연결하였다.

이런 분산 조립방법은 즉시 조선업계에 파급되어 이제는 선박 건조시 도크 안에서만 작업하지 않고 각 계통들을 여러 군데에서 분산 조립한 다음 최종적으로 그것들을 도크 안으로 끌어와 계통들을 연결하여 배를 준공시킨다는 것이다. 도크 건설비가 1천600억 원이 든다는 것을 감안하면 분산조립 후 도크에서 최종적으로 종합해 결합 설치하는 방법은 경제성 향상과 공기 단축에 결정적 요소가 된다. 최근엔 200m 길이에 15층 높이의 배를 아예 육상에서 건설하여 수십 개의 철로로 바다에 끌어 내리는 방법까지 쓰고 있다는 것이다.



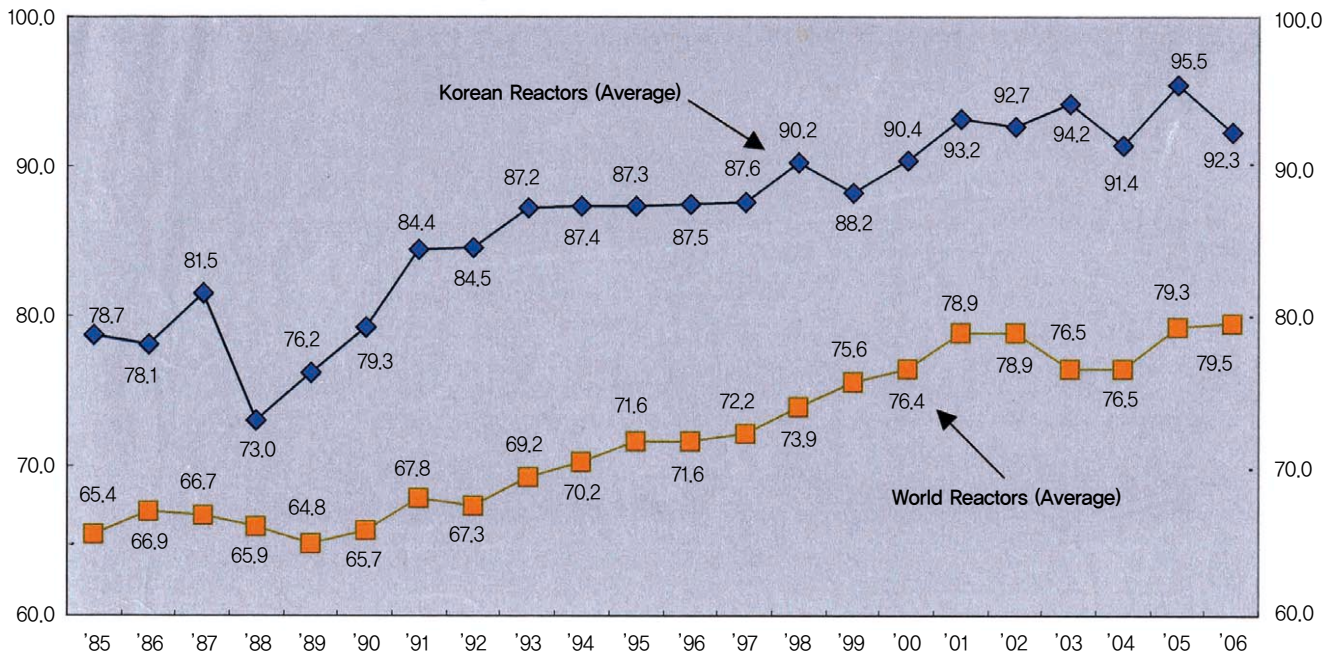
<그림 1> 한국 거북이와 서양 원자력 토끼

조선업계 벤치마킹해 원전공기 단축 가능

조선업계의 대부로 통하는 신 박사의 말에 의하면 처음엔 도크 밖에서 만들던 단위 블록의 무게가 500톤 이하였으나 지금은 그것이 2천 톤 이상이 되었으며 30만 톤 유조선 건설을 위해 외부에서 만든 10여개의 블록을 도크 안으로 끌고 와 최종 조립하는 시간이 26일 밖에 안 걸리며, 이것은 세계최단 기록이라는 것이다. 그리하여 30만 톤 유조선의 경우 건조주문을 받아 철판절단 시작부터 진수식까지 7개월밖에 안 걸리는데, 일본에선 12개월, 중국에선 24개월이었다가 최근엔 18개월을 기록하고 있다는 것이다.

60여 가지 특허를 갖고 있는 필자의 지인은 기자재절약, 공기단축, 인건비와 원가절감의 달인으로 알려진 건축구조설계 전문가다. 지금까지 건축계에선 땅을 파서 지하실을 건설한 다음에야 수십 층의 지상구조물 건설에 들어갔다. 즉 지하 6~7층 깊이를 파서 거기에 철골을 설치하고 콘크리트 타설공사를 할 때까지 기다렸다가 지상구조물 건설을 시작하는 수순을 밟았다. 이것은 속옷입고 양복 걸친 다음 외투를 입는 것과 흡사하다. 그런데 필자의 지인은 지상과 지하철골 설치공사를 동시에 추진하는 방법으로 철구조물 설치공기를 20% 단축하는데 성공했다. 즉 양복 위에 외투를 미리 걸쳐 놓았다가 그것을 함께 재빨리 입는 방식과 흡사한 공법이다.

국제원자력대학 학예강좌(2)



(그림 2) 한국과 세계의 발전로 이용률 비교 (자료:한수원, 2007)

조선소의 블록 단위

Block	500톤 이하
Superblock	500 ~ 1000톤
Megablock	1000 ~ 2000톤
Gigablock	2000톤 이상

필자가 이런 얘기를 하는 것은 이제는 원자력계가 조선업계와 건축현장을 벤치마킹하여 원자력 발전소 건설공기단축에 참고해야 할 시점에 도달했다고 생각하기 때문이다. 대형 원전의 공기 지연은 1일에 100만~200만 달러의 손실을 초래한다. 따라서 시간은 돈 이상의 값어치를 지니고 있다는 사실을 명심하여 기술개발 못지 않게 공기단축 방안에도 관심을 쏟아야 할 것이다.

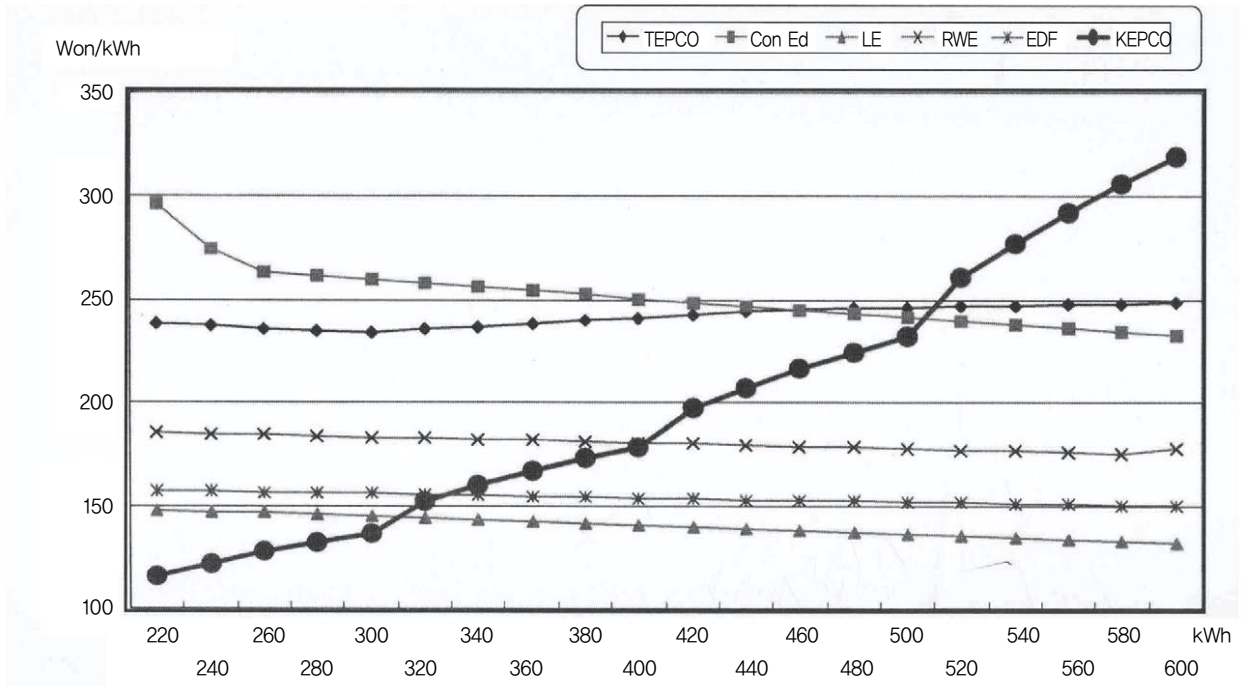
원자력 발전소에서의 발전비 원가구조에선 자본비 비중이 70%이고 LNG발전소에선 연료비 몫이 70%인 것을 직시하면 건설공기가 발전단가에 미치는 영향이 얼마나 큰지를 알 수 있다. 한국에서 지난 20년간 일반 물가는 190% 올랐는데 전기값이 5% 내외 상승에 그친 것은 값싼 원자력 발전이 뒷받침해줬기 때문이다.

〈그림 3〉은 6개 전력회사의 가정용 전력 단가를 사용량별로 나

타낸 것이다. 미국 Con Ed사는 220kWh 쓰는 가정에 약 300원의 단가를 부과하나 600kWh를 쓰면 230원만 부과함으로써 대량 사용자에게 혜택을 주고 있다. 반면 한국에선 220kWh사용 가정에는 120원의 단가를 부과하나 600kWh를 쓰면 그것의 2.8배의 단가를 부과하고 있다. 이것은 소량의 전기를 쓰는 저소득층에겐 적은 액수의 요금을 부과하고 대량소비자인 부유층에는 비싼 단가를 부과함으로써 스스로 에너지 절약에 앞장서게 하려는 정책적 배려에서 비롯된 것으로 보인다. 다른 나라에서도 이런 제도를 도입하여 빈 부격차를 줄이고 부유층이 전력사용억제를 자발적으로 시행하도록 유도해야 할 것이다.

북한의 핵 보유는 평화통일 장애요인

지난 1986년에 북한이 5MW의 흑연감속·가스냉각로를 발전용으로 운전한다고 했을 때 우리는 그 원자로엔 터빈·발전기도, 송전선도 없음을 지적했다. 그러자 그들은 증기가 줄줄 새는 구식 터빈을 서둘러 설치했다. 1991년에 남북한은 이 땅에서 무기로 전용가능한 핵물질의 생산, 배치, 제3자에의 이양 및 그 사용을 일절 하지 않을 것임을 약속하는 한반도 비핵화 협정에 서명하고 이를 세계만방에 천명했다. 그 후 1994년 10월, 북한은 미국과 제네바협정을



(그림 3) 6개국의 가정용 전력요금 비교

체결하면서 핵물질 생산중지와 이를 폐기하는 대가로 매년 중유 50만톤을 공급받고, 아울러 KEDO는 함경남도 신포의 금호지구에 100만kW급 한국형 표준경수로 2기를 건설해 주기로 합의하고 이행했다. 그럼에도 불구하고 2006년에 북한은 핵실험을 단행하면서 자기네가 세계 제8 핵실험국 및 제9의 핵무기 보유국임을 자랑하며 핵보유국으로서의 응분의 대우를 하라고 소리쳤다.

지난날 국제사회는 남북 양측에 핵정조대를 채우는데 성공했고 그 키를 IAEA에 맡겼다. 그런데 북한이 비밀 키를 갖고 있는 것이 판명되었다. 그런데 지금 국제사회는 그 비밀 키를 빼앗을 생각이 안하고 북한에 핵정조대를 다시 채울 방도만 강구하고 있다.

북한 핵의 불능화 조치는 핵시설의 잠정 가동중지이지 시설의 근본적 해체나 철거가 아니다. 자기 몸에 채워진 정조대를 비밀 키로 열어 재미를 본 전력이 있는 북한에게 핵시설의 불능화를 요구하며 그 대가로 막대한 경제원조를 하려는 것은 북한으로서의 크게 재미 보는 장사이다, 아무 손해 볼 것 없는, 눈 가리고 아웅 하는 식의 합의에 지나지 않는다.

지난날 북한이 생산한 수십 kg의 분리 플루토늄과 자체 생산했거나 밀수해 온 것으로 알려진 고농축 우라늄(HEU)에 대한 대책 없이 북한의 핵 불능화 조치에 매달리며 삼페인부터 마시려는 듯한

태도는 납득하기 어렵다.

만일 동·서독 중 어느 한쪽이 핵무기를 가졌더라면 독일 통일이 절대 불가능했을 것임을 감안한다면 북한의 핵보유가 통일 후 우리의 자산이라는 주장은 어리석고 앞뒤가 맞지 않는 얘기다. 그것은 흡수통일을 면해보려는 김 씨 일가와 그 추종세력들의 사욕에서 비롯된 반민족, 반통일, 반역사적 행위일 뿐이다.

통독 전 이탈리아 사람들은 “우리는 독일 사람을 너무너무 좋아하기 때문에 하나의 독일만으로는 만족할 수 없고 적어도 둘 이상의 독일이 있어야 한다”고 말했다. 북의 핵보유는 한국 사람을 너무너무 좋아하는 이웃의 흑심을 만족시키는데 크게 이바지할 것이며, 그것은 우리 평화통일의 장애요인이고 장해구실을 할 것이 틀림없다.

원자력 분야는 ‘R&DDDD’가 필요 · 충분조건

R&D는 ‘연구 개발’이지만 이것만으로는 안 되고 개발한 물건이 경제적으로 작동하느냐를 확인해야 한다. 그러려면 실증실험(Demonstration)을 거친 후 경제적 타당성을 확인키 위해 실물크기 시설을 만들어 상업운전 조건으로 운영해 봐야 한다(Deployment). 즉 R&D가 R&DDDD로 발전해야 함을 뜻한다. 그런

국제원자력대학 학예강좌(2)

데 원자력분야에서는 'R&Penta-D', 즉 'R&DDDDD' 이어야 필요·충분조건이 만족된다. 뒤의 두 D는 운전·보수(Driving)와 해체(Decommissioning)이며, 이번 계기를 통해 'R&DDDDD' 라는 낱말이 국제사회에서 널리 사용되기를 바란다.

연구엔 두 가지 접근방법이 있다. 하나는 철학적 사고에 의존하는 연역적 방식이며, 이것을 필자는 '사상가 방식'이라 한다. 또 하나는 현상문제를 그 자리에서 해결하는 노력형으로, 그것은 '땀쟁이 방식'일 것이다. 철학적 사고형에 바탕을 둔 대표적 인물이 알베르트 아인슈타인과 피에르 퀴리이고, 노력형이 마리 퀴리였다고 본다. 연구개발이 성공하려면 사상가 방식과 땀쟁이 방식이 협조를 잘 해야 하며 그 대표 경우가 피에르와 마리 부부였다. 피에르 퀴리는 마리 스크로도프스카를 발견했고 마리는 라듐과 폴로늄을 발견했다는 것은 '사상가-땀쟁이 협력'의 본보기라 할 것이다. 음악계에서는 모차르트가 사상가 방식이고, 작곡한 것을 거듭거듭 고친 노력형의 베토벤이 땀쟁이 방식이었다고 말할 수 있다.

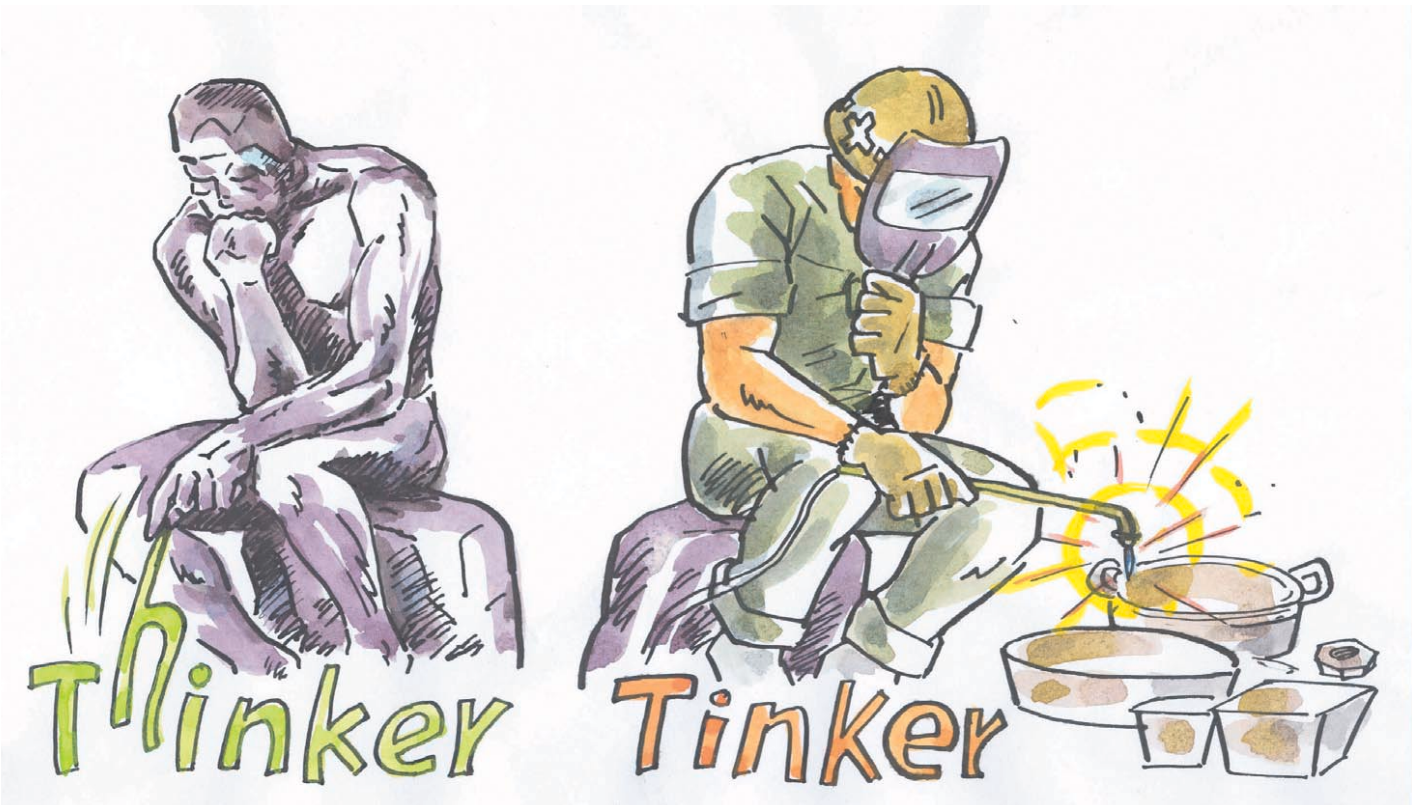
한 군데에서 정보 하나만 빼내면 표절이 되지만 여러 군데에서

많은 정보를 항상 빼내는 것은 연구라 한다. 연구소는 이런 뛰어난 정보 도둑들의 소굴이며 언제, 누가, 어디에서 어떤 정보를 어떻게 빼내는가의 방도를 강구하되 그 과정에서 결코 표절시비에 걸려들지 않는 곳이어야 한다.

도둑에는 두 유형이 있다. 하나는 소프트웨어 도둑이고, 또 하나는 하드웨어 도둑이다. 공통점은 둘 다 밤새도록 일에 골몰하며 가급적 혼자 외롭게 일한다는 점이다. 다른 점은 전자의 경우 빛을 좋아하고 일의 결과를 가급적 빨리 널리 알리려 하나 후자는 빛을 아주 싫어하며 결과를 극비에 부치려 한다는 차이가 있다.

대한민국의 격 상승과 역할증대

해방 후와 한국전이 끝났을 때 우리가 부러워한 나라는 식량자급이 가능하고 국제무대에서 활발하게 움직이는 필리핀, 인도네시아, 베트남, 버마(미얀마)였다. 제2차 대전중에도 침략당하지 않고 주권을 지킨 태국은 감히 넘볼 수도 없는 저 앞에 위치해 있는 나라였다.



<그림 4> 사색가와 땀쟁이

그때 우리의 바람은 어떻게 하면 밥을 굶지 않고 따뜻하게 잠잘 수 있는가였고 뚱뚱한 것이 부의 상징이었다. 50년이 지난 지금의 꿈은 어찌 하면 체중을 줄이고 날씬해질까로 변했다(그림 5 참조).

50년 전의 최빈국중 선진공업국 대열에 진입한 나라는 UN 가입국 중 한국밖에 없다. 한국은 1997년에 선진공업국 그룹인 OECD에 가입했고 지난해에는 '제네바 그룹' 에도 들어갔는데, 이것은 개도국에 대한 원조를 위해 국제 분담금 이외에 물심양면으로 더 많이 기여하는 나라들의 모임이다. 기술 원조, 보건위생, 교육·훈련, 빈곤퇴치, 기타 각종 자문과 자발적 원조에 응하는 나라 집단인 것이다. 즉 이제는 국제사회에서 어른 노릇을 담당할 것임을 다짐한 셈이다.

UN과 UN산하의 국제기구 분담금은 지난 3년간의 GDP 평균치를 참작해 책정하는데 그간 1.73%를 내던 한국은 2007년부터 2.17%를 분담하게 되었으며, 이것은 우리 경제력에 걸맞은 세계 11위다. 미국은 25%, 일본은 18.8%, 독일과 영국은 각각 8.37%, 5.9%이다. IAEA의 최근 사례 연구 보고서에서는 한국이 외국에서 선진 기술을 도입해 원자력국산화에 성공함으로써 한국형 표준 경수로(KSNP)를 탄생시켰고, 농업국에서 선진공업국 경지에 진입했으며, 지난날의 수혜국에서 공여국으로 발전했음을 지적하고 있다.

원자력 종마로서 원자력 르네상스기 주도를 ...

2006년말 현재 세계의 원전 시설용량은 총 435기, 3억7천만kW이고 26기가 건설중(2천100만kW)이다. 2030년엔 총시설용량이 현재의 1.73배인 6억4천만kW가 될 것이 예상되는데, 이것은 2억7천만kW 또는 약 270기의 증설을 뜻한다. 그렇게 되면 현재 발전시설 용량 중 16%인 원자력 점유율이 27%로 늘어나게 될 것이다. 2030년까지 현재 가동중인 원전은 모두 폐쇄, 수명연장, 또는 출력증강이나 보강조치를 받아야 하며, 이것은 2억7천만kW의 신규원전 건



〈그림 5〉 과거와 현재

설 못지않게 원자력계의 큰 일감이다. 사람은 많으나 사람이 없다는 말이 많은데, 그것은 사람머리 수는 많지만 쓸 만한 전문가가 절대 부족이라는 뜻이고, 후자가 전자를 먹여 살려야 한다는 의미이기도 하다. 원자력사업은 긴 시간, 막대한 자본, 수많은 전문인력 그리고 국민의 지지를 필요로 하는 대형 프로젝트다. 사실상 원자력 기술은 컴퓨터, TV, 비행기보다 훨씬 늦게 등장했고 그러기 때문에 앞으로의 발전성과 잠재력이 아주 크다.

어느 날 기자가 아인슈타인에게 물었다. “어째서 인류는 핵전쟁 공포에서 헤어날 수 없습니까?” “이유야 간단하지요. 정치가 물리학보다 훨씬 복잡하고 어렵기 때문이래요.” 필자는 결론으로 정치를 얘기 하지 않겠다. 다만 원자력 우등생이라고 해서 만족해해서는 안된다는 점을 강조하고 싶다. 우리의 최대의 적은 자만이다. 자만하지 말고 정중하고 공손해야 하는 것이다. 원자력 르네상스기에 꽃이 만개하도록 만반의 준비를 하고 전력투구해야 한다. 마른 길레라도 더 찌라는 일본격언을 되새기자. 그리하여 활기에 넘친 원자력 종마가 되어 원자력씨를 널리 퍼트리기 바란다. 필자는 후배 과학자들이 이런 역사적 과업을 완성할 때 박수쳐드리기 위해 절대자에게 수명연장을 신청할 생각이다. ㉔