

고리 1호기 설계 수명은 '고려장' 시효일 뿐이다

주 승 환* | 고려공업검사(주) 연구소장



글머리

2007년 6월 18일, 고리 원자력발전소 1호기(아래, '고리 1호기')의 불은 꺼졌다. 지난 30년 동안 밝혀왔던 불이었다. 스스로 꺼진 것은 아닐 것이다. 거기 운영 주체인 한수원의 손으로 주된 스위치를 내렸다.

한수원은 정부로부터 그 호기를 건설해서 운전하여 전력을 생산키로 허가를 받았던 그 영업 일수를 다 채우자 그런 조치를 취했다. 정부의 허가 30년이란

영업 시효는 단 하루도 어길 수 없음은 당연하다.

이를 놓고 정부와 한수원이 내세운 입장, 그리고 환경 단체의 한 축인 녹색연합이 앞장서고 일부 주민들이 호응하는 일부 인근 주민 단체의 다른 입장은 서로 맞장 뜰 기세로 팽팽하게 맞섰다. 고리 1호기의 '계속운전' 찬-반 이슈가 그래서 불거졌다.

현장의 불은 꺼졌는데 그 이슈는 원자로 속의 원전 연료에서 일어나는 중성자들의 연쇄 반응처럼 다시 이글거리면서 타기 시작했다. 강 건너 불구경을 즐길 수도 있다. 하지만 필자의 손은 다시 그 불길을 잡을 소방수의 손들을 맞잡고 싶다.

작년까지 근 4년 동안 필자는 고향에 방사성폐기물을 저장할 '원전센터'를 유치시키려고 무던히 애써 오다 실패했던 체험을 더듬어본다. 고리 1호기의 '계속운전'에 대한 찬-반 논란은 본인과는 직접적인 연관은 없다. '원전센터'의 유치활동에선 나의 땀줄이 묻힌 고향의 향수라도 느낄 수 있었지만, 이번 논란은 그런 실낱같이 하얗은 끈도 연결되지 않는다. 그렇기에 혹여 '타인(他人)'으로써 주재님은 주장의 글이란 편견을 받을지라도 감수해낼 것이다.

* 한양대 원자력공학과, 한양대 부설 산업대학원 금속공학과 석사, 한양대 대학원 원자력공학과 박사 / 과학기술처 국립지질조사소 광업연구사, 미국지질조사소 암석년령측정기술 연수(멤버), 서독연방지구과학연구소 객원연구원(하노버), 한국자원연구소(현 한국지질자원연구원) 책임연구원, (주)세안기술 연구소장, 고려공업검사(주) 연구소장(1999~)

반대 담론은 '고려장' 망령을 되살려낸다

'고려장' 얘기는 나의 조부님 세대부터 전해져오고 있었다. 비록 그 낱말이 실제적인 역사의 기록으로 확인되진 않았지만, 고려 시대 우리 조상의 한 매장 풍습으로 모두가 아는 실화임엔 분명하다.

고려 시대 조상들은 부모가 70세에 이르면 생매장 하던 풍습을 전통적으로 답습해온 것이다. 그런 매장 풍습은 부모의 건강 여부와는 상관없이 자행된 것으로 전해진다.

30년 시효를 다한 고리 1호기를 '계속운전' 하자니 말자니 하는 담론은 마치 고려장의 망령을 되살려낸다(미국은 처음 원전 건설 후, 미국 원자력위원회인 NRC에 설계 수명 60년을 요청한 바 있었다. 미국 정부의 독과점방지법에 밀려 40년으로 줄여 승인된 것임).

그 담론에서 '고려장 망령'을 기본 개념으로 삼으면, 원전의 안전성이 초점이 돼야 할 까닭이 없다. 고려장은 부모님의 건강(안전성) 문제와는 관련이 없었다. 오로지 풍습으로 답습된, 달력이 정한 시한의 잣대로 부모를 생매장케 한 것이다. 마치 일자리 정년처럼, 인간 삶의 정년이던 그 시효란 풍습에 따라야 했다.

고리 1호기의 설계 수명을 연장한다면, 그에 따라 심각한 원자로의 안전성이 문제란 일부 주장들은 담론의 핵심을 빗겨간 것으로 보인다. 최근 언론에 알려진 관련 이슈의 자료에서 참고 될 두 주장들을 아래에 옮겨본다.

《한국은 원자력법 시행령 제42조 2의 제4항 등에 따라 안전성에 문제가 없으면 일본과 같은 절차를 거쳐 계속운전을 허가하도록 하고 있다. 안전성 검사는 과학기술부가 중심이 된 전문가 집단이 한다. 그런데 지역 주민이 결사적으로 반대하면 정치 논리에 의해 계속운전을 허가하지 않을 수도 있는 것이 한국의 현실이다.》

— 이정훈 논설위원, “현지 취재- 고리 1호기 계속

운전 논란 속에 둘러본 일본 원전”, 「신동아」, 2007/03

《외국은 원자력발전소의 계속운전을 위해 수십 년에 걸쳐 안전성과 관련된 연구를 수행해왔다. 반면 우리나라는 설계 수명이 다된 원자력 발전소의 계속운전을 위해 어느 정도 연구했는지 알려진 바가 거의 없다. 이런 상황에서 수명 연장을 하겠다고 호기를 부리는 한수원의 저의가 의심스럽다.》

— 이남근, 부산녹색연합 대표, “불 꺼진 고리원전 1호기, 불붙은 연장 가동 논란”, 한국과총 뉴스레터, 2007/06/26)

잘 알려졌듯이, 지난 30년 동안, 고리 1호기는 중대 사고 한 번 없이 고리 주민들과 동고동락(同苦同樂)해왔다. 비록 활활 타오르던 불길은 꺼졌을지라도 우리나라 전력생산에서 지금도 '제3의 불'로 자타가 인정하는 원전의 시금석이던 간판은 우리 전력사(電力史)에 길이 남게 될 것이다. 왜 그런 명예를 고리의 일부 주민들은 흉물처럼 푸대접할까?

이번 일에 가담한 녹색연합의 주장도 일리(땀음말에서)는 있다. 하지만 그들은 1년 6개월 전, 원전센터 공모 때도 철저하게 트집 잡을 논리를 담론에 끌어들이 사회적 갈등으로 발전시켰다. 왜 트집일까? 고리 1호기의 계속운전 허가는 정부가 하는 것이지 저들에게 주어진 대리 처분권은 아니기 때문이다.

거기엔 시설물의 안전성 개념보다는 달력으로 확정된 일수 개념이라 봐야 옳바르다. 원전의 '설계 수명(Design Life)'은 원자로의 안전성 개념을 바탕으로 정해진 것 같진 않다. 만일 원전의 안전성 개념이란 잣대로 30년 시효라면, 세계의 모든 원전이 30년으로 한정돼야 논리적인 것이다.

하지만 같은 구조의 원전 시설물에도 설계 수명은 나라마다 서로 다르다. 우리도 고리 1호기 그리고 그와 노형이 서로 다른 월성 중수로의 경우, 30년으로 허가를 받았다. 나머지 원전들의 운전 수명은 40년이다.

원전 건설은 안전 운전을 담보하려고 최선의 첨단

기술을 갖춰 시공된다. 고리 원전이라고 좀 소홀히 다뤘다고 생각되지 않는다.

원전의 건설 시공에서 안전 운전에 관한 기본 설계 개념은 일본이나 미국이라고 더 안전하게 시공될 것 이란 녹색연합이 내세운 막연한 일부 주장(위의 이남근 주장)은 기술 사대주의적 발상임을 확실히 단정할 수 있다.

그런 사고의 배경엔 필시 우리 원전설계 기술을 알 잡아 보는 생각이 바탕에 깔려있는 듯하다. '엽전' 이라 푸대접받던 지난 시절, 필자도 체험했던 수모가 기억나 저들 주장을 수용할 수 없다.

그 '30년'이란 기한은 당초 고리 1호기를 30년 동안 상업 운전해도 된다는 우리 원자력법에 따라 정부가 승인해준 하나의 달력 시효일 뿐이다. 위의 첫 번, 이정훈 글은 계속운전을 허가할 수 있는 법적 근거를 제시한다. 다만 정치적 논리로 법이 뒷전으로 밀려날 소지를 꼬집는 것으로 이해된다.

정치적 논리란? 원전의 안정성 평가를 근본적으로 규제하고 가름할 공학적 기준과는 차원이 다르다. 만일 정치적 논리에 무조건 따른다면, 사물에 대한 안정성 평가의 실체화를 이룰 공학적 잣대('혈구지도(繫矩之道)' ※ '주승환마당', 다음넷 블로그/기술사(2), "날짐승들은 두 다리만 가졌다")를 가져다 댈 기준을 마련할 길은 없을 것이다.

'계속운전' 여부에 대한 판정의 기본 바탕은 공학적 안전성 평가를 할 수 있게 마련된 원자력법, 그리고 그에 준할 정부의 고시 등에 명문화돼 있다. 그 기준에 따라 승인 절차를 밟아야 한다.

적합 판정이 내려진다면 그 이후 법 시행에서 정치적 논리를 적용하면 될 것이다. 투자된 3조 원에 가까운 돈을 그냥 날려버릴 것인지, 아니면 더 활용할 경제적 그리고 지역 사회의 가치를 따져 정치적 논리로 풀어나가면 될 것이다.

고리 1호기의 계속운전에 대한 안전성 평가를 받기 위한 현장 시설의 공학적 접근 노력은 한수원의 몫이며 정치적 논리 이전에 해결해야 될 부분이다.

정치적 논리를 푸는 데 참고할 만한 좋은 사례가

바로 우리가 경험했던 원전센터 유치 지역에 준 인센티브일 것이다.

이정훈의 글에서 일본인의 독특한 섬나라 기질의 한 예를 들고 있다. "‘혼네(本音)’는 감추고, 체면성 겹치레인 ‘다테마에(建前)’를 앞세우는 경향이 있다. 그래서인지 ‘핵을 갖고 싶다’는 혼네를 결코 겉으로 드러내지 않는다." 우리도 고리 1호기의 계속운전을 바라는 '혼네'는 인센티브 협상에서 결코 드러나진 않을 것이다.

안전성 문제는 한수원이 더 잘 안다

비단 고리 1호기뿐만 아닐 것이다. 모든 원전들에서 그들 운전도중에 체르노빌 원전 사고처럼 중대한 사고가 일어날 경우라면, 우선 먼저 당할 쪽이 운전 주체인 한수원이다. 뒤따라 인근 주민들은 큰 피해를 입게 된다. 정부도 상응한 정치적 위기를 당하게 될 것은 불을 보듯 뻔하다.

그런 리스크를 정부도 바라진 않을 것이다. 정부가 계속운전을 허가할 경우, 그런 리스크에 자유롭다는 판단이 공학적으로 입증되지 않을 경우, 승인해주지 않을 것이다.

여기 게재됐던, "고리 1호기 계속 운전 추진 현황" (이주백, 「원자력산업」, 2006/08, 6~11쪽)을 읽은 적이 있다. 그는 고리 1호기의 계속운전 연구 사업 책임자였다. 한수원 자체에서 실시했던, 그 호기의 계속 운전엔 따른 안전성 평가의 바탕 자료들이 거기 소개 돼 있다.

그 자료들은 한수원이 정부쪽 관리 주체인 과기부에 2006년 6월 15일 제출한 그 호기의 '계속운전을 위한 안전성 평가서'에 담긴 자료들이다. 원자력법은 18개월 안에 한수원이 제출한 평가서를 바탕으로 그 건의 승인 여부를 결정하여 한수원에 알리게 된다. 여기에 정치적 논리가 끼일 틈은 없다.

제출된 고리 1호기의 계속운전에 관한 안전성 평가서는 전문가들에 의해 철저히 검토될 것이다. 그 자료는 고리 1호기가 건설되고 나서 30년 동안 전력을

생산해오면서 일어났던 고장-정지 현황을 그래프로 보여준다.

그 호기의 건설 초기엔 고장-정지 빈도수가 잦았다(연평균 6.6건). 계속해서 현대적인 설비 기능을 보완시켜, 2000년 이후부터 불이 꺼질 때까지 5년 동안 그 빈도수는 연평균 0.4 건으로 현저히 줄어들었다.

그 빈도수는 원전의 설비 용량을 기준한 경제성 평가의 원전 이용률과 연관된다. 그 기간 동안 원전 이용률은 90.7%(세계 평균, 79.25%)이다. 앞으로 새 원전 호기를 건설한다면 그 같은 이용률을 달성해내기는 쉽지 않을 것이다. 이용률로 보면, 멀쩡한 원자로이지 고려장 감은 아닌 것이 분명해진다.

지금 고리 1호기를 포함한 고리 발전소 본부에서 생산되는 총 전력량은 아직도 부산-울산 일원에서 소비되는 전력량의 80% 정도를 대주는 용량임을 위의 글에서 밝힌다. 그렇다면, 모자라는 20%의 전력은 외부에서 끌어들여야 한다.

고리원전본부의 총 전력 생산 용량은 313.7만 kW(고리 1호 58.7만 kW)이므로 고리 1호기가 기여할 몫은 약 20%에 미치지 않는다. 만일 고리 1호기를 버리게 된다면, 이 지역에서 모자랄 35%의 전력을 외부로부터 끌어들여야 지역 수요를 충당하게 될 것이다. 필자의 그런 추산이 틀릴 수도 있을 것이다. 하지만, 안전성이 공학적으로 검증된다면, 고리 1호기는 계속 불이 켜지도록 정치적 논리를 거기에 수렴시켜야 할 것으로 보인다.

원자로 시조이던 시카고 파일(CP-1)의 안전성

잘 알려졌듯이, 원자로의 시조는 시카고 파일 1호기(CP-1)다. 1934년 10월 22일, 이태리 로마대학에서 빠른 중성자로 천연 우라늄을 때리던 실험에서 엔리코 페르미는 우라늄-235의 핵을 쪼개는 데 효율이 높았던 느린 중성자의 효과를 발견한다.

그는 그 후 미국으로 망명해서 그 원리를 바탕으로 시카고 파일을 건설했다. 1942년 12월 2일, 그 원자

로는 인류 최초로 연쇄 반응을 스스로 일으킬 임계에 이른다.

1942년 11월 16일, 페르미는 시카고 대학 스쿼시 운동 경기장 한 모퉁이에 그의 동료들 그리고 그의 지시에 따라 일하던 몇 명의 목수들의 협력을 받아가면서 인류 최초의 원자로인 CP-1을 함께 건설하기 시작했다.

대학 구내의 건설 허락은 그 대학 부총장이던 아서 콤프턴이 해줬다. 총장에게 그 사실을 알리지 않았다. 콤프턴의 생각으론 총장의 답은 거절이 뻔했다. 앞으로 그 일로 어떤 일이 일어날지 아무도 예측할 수 없었다. 다만 페르미만 그 실험의 안전성에 자신이 있었고, 콤프턴은 페르미의 과학적 역량을 믿고 신뢰했었다.

우리의 정서론 이해하기 어렵다. 원전센터 공모 때 온 나라가 들썩했던 한 사건을 생생히 기억한다. 2004년 1월 7일, 서울대 교수 63 명은 아무도 원하지 않던 그 시설을 서울대학 캠퍼스인 관악산에 유치하자고 정운찬 총장에게 건의서를 제출한 적이 있었다. 학자적 양심에서 우러난 참신했던 건의는 몇 날 뒤 없었던 일이 되고 만다.

페르미 자신은 ‘늦어진 중성자’를 충분히 활용한다면 그가 설계한 원자로는 안전하게 운전할 수 있다고 자신했다. 그땐 지금처럼 녹색연합이란 환경 감시 단체도 없었지만, 도시 한 복판인 대학 구내에서 핵물질을 써서 중성자의 연쇄 반응 실험을 한다는 것은 체로노빌 사고를 불러올지 모를 엄청난 모험이었다,

연료는 천연 산화 우라늄 가루와 금속 우라늄을 썼다. 빠른 중성자를 느리게 만들 감속재는 순도 높은 흑연 덩어리, 그리고 느린 중성자들을 다룰 제어봉은 카드뮴(cadmium, Cd) 금속을 썼다. 나무판자에 카드뮴 금속을 못질로 고정시킨 아주 허술했던 제어봉이다.

카드뮴은 열중성자(느린 중성자)를 잡아먹을 확률이 아주 높은 금속이다. 노심에서 중성자 활동을 감시할 계수기는 레오나 우드가 만든 BF3 검출기를 썼다. 최대 출력은 0.5와트(손전등에서 소비될 전력 정도)

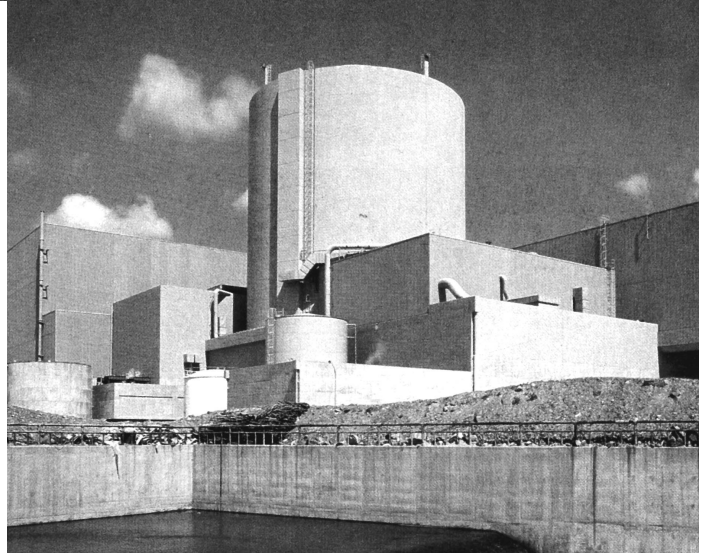
로 통제되게 설계했으므로 따로 냉각수 장치는 필요가 없었다. 영성하기 그지없던 실험 현장이었다. 그뿐만 아니었다. 문제의 핵실험 장소는 시내 한복판의 대학 구내이다. 그 실험에서 안전성이 확보되지 않았다면 어림없던 일이다.

그 실험에 참여한 한 젊은 연구원은 실험 준비가 너무도 허술해서 페르미에게 불쑥 질문을 던진다. 핵폭발 사고가 두려워서다. “만일 당신 예측이 빗나간다면, 당신은 어떻게 할 것인가?” 페르미의 대답은 의외로 담담했고 간단했다. “나는 천천히 걸어서 이곳을 빠져나갈 것입니다”

‘늦어진 중성자(delayed neutron)’는 1939년 카네기 대학교의 지자기학과 리처드 로버트 팀이 발견해냈다. 그것은 사람이 원자로 안에서 일으킬 핵분열의 연쇄 반응을 통제할 수 있는 주된 수단이기도 하다. 핵분열이 일어난 이후 수초 뒤에야 뒤늦게 튀겨나는 중성자들(원자로 노심에서 활동할 총 중성자들의 수효의 약 2~3% 미만)을 일컫는 낱말이다. ‘늦어진 중성자(지체 중성자, 지발 중성자)’들의 수효를 적절히 가감함으로써 원자로 안에서 원전 연료가 느리게 탈 연쇄 반응 상태를 안전하게 유지시켜줄 수 있다.

그런 늦어진 중성자를 활용하는 것이 원자로가 핵폭탄의 메커니즘과는 전혀 다른 개념이다. 핵폭탄엔 늦어진 중성자는 쓸모가 없다. 거기엔 백만분의 수초 안에 모든 핵물질이 연쇄반응으로 핵분열을 일으키게 설계된다.

원자로는 노심 속에서 활동할 중성자 수효의 증배계수(k)를 기준으로 운전된다. 그 계수는 원전 연료물질의 핵이 분열할 때 생겨날 이차 중성자들의 수효를, 핵이 분열될 때 가담했던 중성자(초기 중성자)들의 수효로 나눈 비율이다. 그 계수가 1.0이면 중성자의 증식이 일어나지 않는다는 확실한 증거이고 비임



고리 1호기

계의 지표가 된다. 대개의 원자로들은 그것들의 노심에서 그 계수는 1.0과 거의 비슷하게 살짝 높게 유지되게 운전된다. ‘늦어진 중성자’를 조절하여 원자로의 안전 운전을 하게 된다.

페르미는 그것을 알고 믿었다. 자기가 주도하는 실험이 원천적으로 안전성이 보장됨을 근거로 천천히 걸어서 빠져나간다고 자신 있게 대답했을 것이다.

1942년 12월 2일, 이른 아침 임계 실험은 시작됐다. 비상 안전 장치로는 파일 위쪽에 자동 모터로 움직일 카드뮴 제어봉을 매달아놓았다. 노심의 방사선 모니터링은 이온 상자를 썼다. 거기에 설정된 방사선의 세기보다 급격히 과도하게 더 세게 걸린다면 곧바로 제어봉이 원자로 노심 속으로 자동으로 떨어져 연쇄 반응을 일순간 차단시킬 비상 안전 장치다.

만일 비상 제어봉이 작동치 않을 경우를 생각하여 보조 안전 장치로서 카드뮴-황산염 용액을 유리로 된 병에 담아 노심이 있는 천장에 로프로 매달아 놓았다. 만일의 경우, 도끼로 로프를 끊으면, 그 용액이 노심으로 떨어져 병이 터지면서 카드뮴 용액이 연료봉들에 고루 스며들어 느린 중성자들을 잡아채므로 증

성자의 증배 계수가 1보다 낮아져 연쇄 반응은 일순간에 멈춰버린다.

주위엔 연구원, 그리고 콤포턴을 포함한 구경꾼들을 합쳐 모두 42명이 목숨을 건 도박인 줄도 모른 채 핵반응 실험장에 모여 구경하고 있었다.

맺음말

이 글에서 살펴본 고리 1호기 계속 운전 이슈는 원전센터 공모 때, 우리가 이미 체험했던 방안으로 해결점을 찾는 것이 그 요체일 것이다. 다음에 인용한 두 글은 관악 캠퍼스에서 있었던 63명 교수들의 건의서에 관한 논평 기사이다. 지금 맞장 뜨고 있는 고리 1호기의 이슈와 별로 다르지 않을 것이다.

처음 것은 그 건의서를 되돌려 보내면서 서울대 정운찬 총장은 서울대 본부 소회의실에서 기자들과 간담회를 가졌다. 그 자리에 있었던 한 기자가 전한 기사이다. 그리고 둘째는 한 신문이 다룬 사설이다.

《“이번 건의를 기점으로 풀기 어려운 국책 사업을 과학적 진실에 입각한 사회적 합의 절차에 따라 해결하는 전통을 수립할 것을 제안한다”면서 교수님들이 사회적 병폐를 치유하는 데 앞장서는 지식인으로서 실천적 시대 정신을 보여준 것임을 높이 평가했다.》

— 김효섭, 『서울신문』, 2004/01/13, 10쪽

《과학적 진실보다 감성적이고 선동적인 구호가 난무하는 사회는 더 이상 발전할 수 없다. 갈수록 사회적 갈등에 과학적 이슈가 관련되는 정도가 많아지고 있는 추세에서 이를 바로 잡는 일을 정부에만 맡겨둘 것도 아니다. 학자들의 양심적인 목소리, 국민의 과학적 이해를 높이기 위한 적극적인 역할이 무엇보다 필요하다. 그런 점에서 서울대 교수들의 발표는 큰 의미가 있다고 할 것이다.》

— 「한국경제」사설, 04/01/09, A13쪽)

고리 1호기의 '30년 설계 수명 이슈'도 정 총장의 판단을 바탕으로 영킨 실타래를 풀어야 할 것이다. '과학적 진실'규명은 전문가의 몫이다. 그 뿌리와 줄기는 철저한 공학적 안전성 검증이 될 것이다. 고려장

망령으로 접근할 사안은 아니다. 그리고 뒤따를 '사회적 합의' 절차는 정치적 논리가 그 바탕이다.

녹색연합의 주장도 일리는 있다. 필자는 원전센터 이슈의 세찬 파도에 휘말려들면서 사회적 합의를 도출하는 과정에서 억지 주장들을 여러 번 체험했다. 지금 생각하면 정치적 논리의 기본정신은 상생의 이해관계에서 출발한다.

《노르웨이의 어부들은 바다에서 잡은 정어리를 저장하는 탱크 속에 반드시 천적인 메기를 놓는 것이 관습이라고 합니다. 천적을 만난 불편함이 정어리를 살아있게 한다는 것이지요. 「무일」편을 통해 불편함의 의미를 다시 한 번 되씹어보기를 바라는 것이지요. ... 무일사상은 역사가 우리에게 요구하는 것은 어떠한 곳에서도 변함없이 관철되고 있는 인간과 사회의 근본적인 과제라고 생각합니다.》

— 신영복, 『강의: 나의 동양고전 독법』, 75쪽, 둘째개 출판사

본론에서 본인은 고리 1호기의 사회적 합의를 성사시키려한다면 원전센터 유치 지역에 정부가 내걸었던 인센티브 예가 좋음을 암시했다. '무일(편안하지 않음) 사상'은 동양 고전인 『서경』, '무일편'에 나온다.

“군자는 무일(無逸)에 처해야 한다. 먼저 노동의 어려움을 알고 나서, 다음에 편안함을 취해야 백성들이 무엇을 의지하고 살아가는가를 알게 된다.”

고리 1호기의 계속운전으로 챙길 경제적 과실의 일부를 지역 발전에 돌려준다면 일본인들의 “‘혼네(本音)’는 감추고, 체면성 겉치레인 ‘다테마에(建前)’를 앞세우는...” 반대쪽의 속내를 충족시켜줄 수 있지 않을까? 메기(녹색연합)의 날카로운 이빨이 정부의 정책 사업을 노려보면서 사업 주체를 좀 더 신경 쓰게 함으로써 끝까지 그 사업이 원만하게 성취되길 바라야 한다.

고리 지역에서 그 일로 상어를 멘 시위는 포폴리즘을 불러올 한낱 코미디다. 실속 없은 선동적인 시민운동이 지금은 통하지 않을 민주 사회임을 각성해야 할 것이다. ☹