

獨逸人の 꿈 이룬 1천년의 大役事

유럽횡단 大運河

鄭 東 陽

(독일 TU-Berlin 수자원연구소 연구원 및
TFH-Berlin 토목과 강사)

대형 토목공사와 자연보호 문제점

이 글은 독일 TU-Berlin 수자원(水資源)연구소 연구원이며
TFH - Berlin 토목과 강사인 鄭東陽박사가
라인-마인-도나우강운하를 통해 본 대형 토목공사와
자연보호문제점에 관한 내용을 기고한 것이다.
鄭박사는 이 글에서 지난 해 9월 개통된 유럽횡단운하
(라인-마인-도나우강운하) 건설과정을 통해
독일인들이 대형토목공사 때 흔히 수반되는 환경과
자연생태계의 문제점들을 어떻게 조화를
이뤄 추진했는지에 대해
소개하고 있다.

유럽인들보다 2백20년이나 먼저 측우기(1441)를 발명하고 水文자료를 분석하였던 한국인의 先代들은 그 시대에 결국 낙오하였던 민족이 아니었음이 여러군데서 입증되고 있다. 그들은 자연을 관찰하고 보호하며 다스림을 미덕으로 삼았고, 자연과 인간들이 조화를 이루며 살았다. 특히 자연에 주어진 강물을 이용하는 일에는 어느 민족이나 공통된 점이 많았으나, 산업화와 더불어 강의 관리와 이용에는 많은 차이점을 나타냈다. 지난 해 9월말 우리나라

에서는 30여년만의 정권교체를 위한 격동의 바람이 일고 있었을 무렵에 독일은 1천년의 꿈을 실현하고 유럽대륙을 횡단하는 초대형운하의 개통식을 가졌다. 5백년전 슬기로운 한민족의 맥을 되찾고 그들이 물려준 반도를 더욱 아름답게 개발하고 보존하자는 뜻에서, 독일인들이 1천여년에 걸쳐 추진하고 실현한 「라인-마인-도나우강」운하의 주변을 되돌아보며, 대형토목공사의 계획과 추진에서 드러난 그들의 끈기와 추진력은 물론, 이러한 대형공

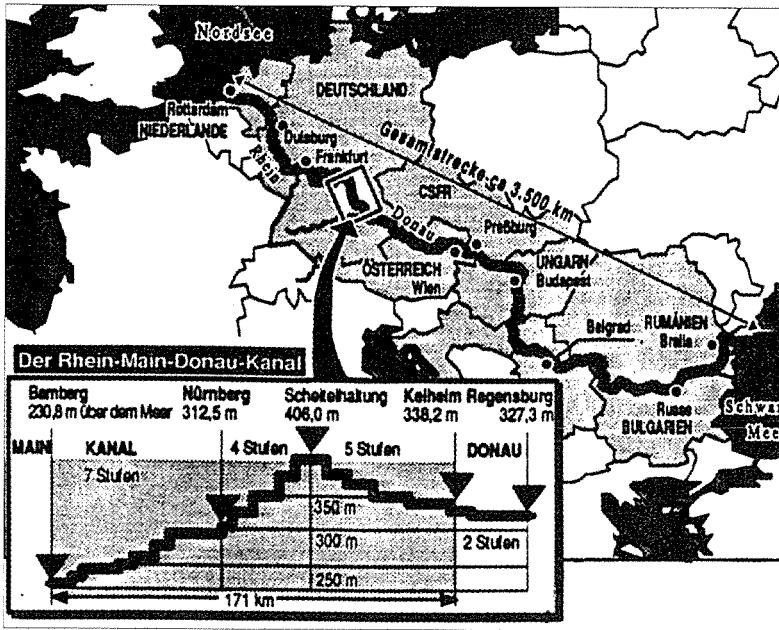
사에서 흔히 수반되는 환경과 생태계보호 문제점들을 어떻게 타개하였는지 살펴보고자 한다.

1)일반적인 문제

관점과 시대에 따라서 라인-마인-도나우강운하(이하 RMD-운하)의 중요성은 다양하게 묘사되었다. 괴테는 이 운하의 개통은 수에즈와 파나마운하를 능가하는 역할을 할 것이라고 하였으나 80년도의 어떤 독일 사민당 교통부장관은 바벨탑축조 후에 인간이 시도하는 가장 어리석은 구조물이 될 것으로 예견한 바도 있다. 이 운하는 유럽심장부를 가로질러 북해와 흑해(그림 1)를 연결하여 지중해를 통하여 인도양으로 연결된다. 이 운하의 건설을 위하여 1921년에 「Rhein-Main-Donau-AG」(RMD-AG)라는 주식회사가 설립된 후 70년이란 장장한 세월을 걸쳐 오늘의 초현대식운하의 개통을 보게 되었다. 운하 건설로 인한 「자연보호와 파괴」라는 문제점과 운하의 경제성이 80년대에 가장 강한 쟁점으로 대두된 적이 있었다.

2)역사적인 배경

내륙을 관통하여 북해와 흑해를 운하로 연결한다는 착안은 오래 전부터 있었다. 793년에 칼대왕이 마인과 도나우강의 가지천을 운하화(運河化)하려고 시도하였으며, 1836년부터 1845년에는 남부독일의 왕, 루트비히1세가 재차 운하건설을 시도



〈그림 1〉 총길이 약 3,500km의 유럽내륙해운단위하.

하였으며, 그의 이름을 따서 루드비히 운하라고 알려지기도 하였다. 그 당시 기술로 9년만에 두강을 연결시켜 운하개통을 성사시킨 당시 기술자들은 오늘날 평가를 받고 있을 정도다. 그러나 1835년에 이 운하주변에 개설된 기차선로 때문에 화물수송 수단으로써 가치를 잃고 퇴색하였다. 1백여개가 넘는 갑문들로 인해 번잡하고 신속하지 못하며, 그 당시 늘어나는 화물량에 그 운하규모나 기술이 보조를 맞추지 못하였으므로 그 기능이 퇴색되고 말았다.

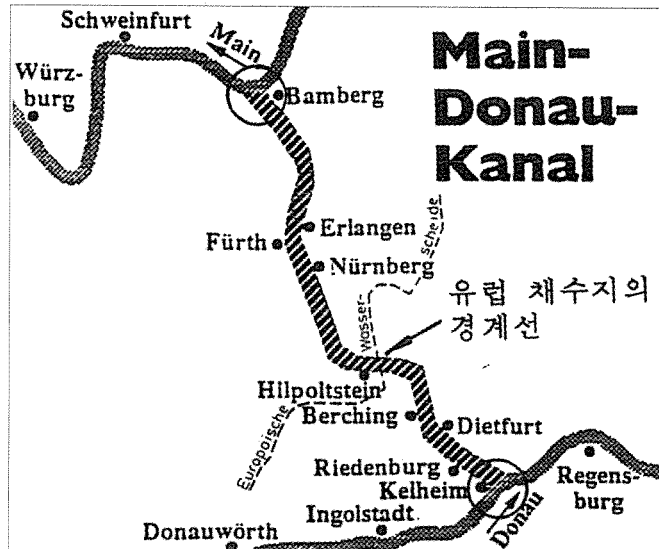
◇ 라인미안도나우 주식회사 (RMD-AG)

루드비히 운하의 실패로 대륙횡단운하의 꿈은 한동안 불식되었으나 1921년에 설립된 RMD-주식회사는 근대에 접어들면서 늘어난 산업교통량을 저렴한 내륙수운(內陸水運)을 이용함으로써 경제적으로 많은 이점이 있음을 감안하여, 라인-미안-도나우(다뉴브)강-운하를 건설하는 목적으로 주식회사를 창설하게 되었던 것이다. 미인강에서 도나우를 연결하는 접점에서 도나우강을 따라 오스트리아의 국경

까지 거리가 모두 6백77km나 되며 이 운하공사로 인해 50여군데에 자동적으로 생기는 저압수력발전소(低壓水力發電所)에서 나오는 이익금 전액을 운하건설에 환원하고 운하건설을 가속하기 위하여 바이에른주와 독일정부가 1:2의 비율로 건설에 필요한 재원을 무이자로 제공키로 하는 반면에, RMD-주식회사는 2050년도에 가서 모든 운하의 시설물을 사용한 온전한 상태에서 바이에른주와 독일정부에 무

상으로 인계하여 준다는 조건으로 계약이 체결되었고 건설에 착수하게 되었다. 가장 난공사 구간인 밤베르크와 켈하임 사이는 1백71km인데 1962년에 착수하여 1992년에 완공하므로써 30년이라는 세월이 소요되었다. 이 구간에는 2.35조원(45억만 DM)이 투자되었으며 운하 1km당 평균 1백38억원이 산출된다. 이 단위 공사비중에는 운하건설로 인한 교량, 갑문, 지하 및 지상수로, 일반적인 운하가동에 필요한 용수(用水)시설 확보와 자연보호, 보전사업 등의 비용이 포함되어 있다. 연결되는 양쪽 강의 두 가지천(슐츠와 알트물강)은 자연경관이 아름다웠으며 이러한 자연에 부합되는 환경조성을 하는데 투자된 금액이 그 구간 총공사비의 20%를 차지하였었다(그림2).

그리고 1백71km의 운하를 건설하는 것이 기술적으로 매우 어려운 난구간이었으나 현대식 고속도로 공사비는 지역여건에 따라 매 km당 50~100억원이 들며, 부르츠브르그-하노버 구간의 고속전철에는 km당 약 1백80억원 투입된 것(한국같은 산악지역에 건설 혹은 수출하기 위한 테스트 구간, 교량과 터널이 많은 것이 특징)에 비하면 운하공사에 사용된 단위공



〈그림 2〉 RMD에 의한 난공사 구간 1백71km. 미인강과 도나우강의 채수지 경계

사비가 저렴하다고 할 수 있겠다.

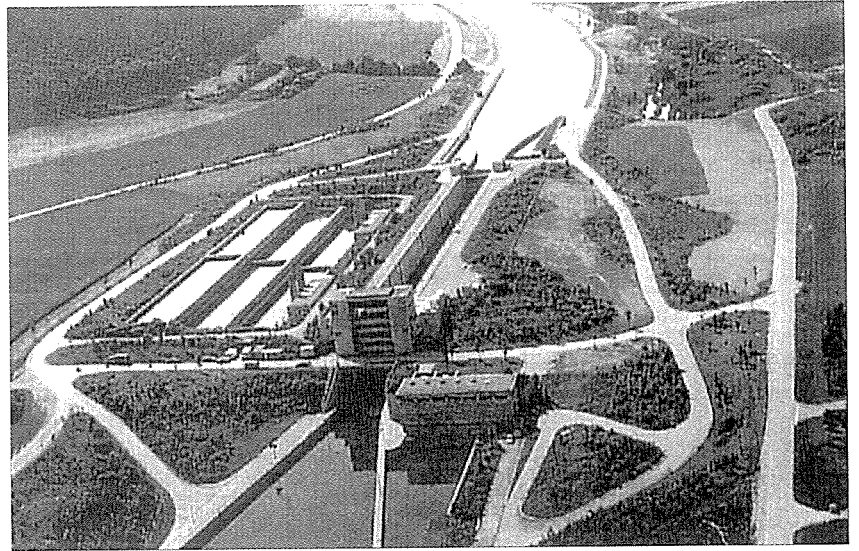
3) 기술적인 측면과 운하의 과제

운하의 평균수심은 4m이며 폭은 55m로서 유럽내륙 운하에 맞게 설계된 운하 선박이 (길이 90m, 폭 9.5m~11.5m, 선체침수 2.5m) 도보속도 2배정도인 13Knot/h의 속도로 자유로이 운항할 수 있도록 하였으며, 유럽내륙선(內陸船) 두대를 1회의 갑문운행에 수용할 수 있도록 건설되었다. 대당 최고 1천3백59톤과 복선운항일 경우에는 3천5백00톤의 화물이 동시에 운반될 수 있도록 건설되어 개통되었다. 결국 30톤급 화물차 1백여대가 일렬로 움직이는 거대한 운하가 개설된 것이다. 운하의 수면이 인접한 지면보다 높은 구간에는 아스팔트표면 차수층(遮水層)을 건설하고 그위에 투석하여 표면을 주위경관에 조화시켰다.

경우에 따라 선별된 진흙으로 누수(漏水)를 차단하였으며, 운하의 수면이 인근 지면보다 낮은 구간은 지오텍스틸(Geotextil)을 이용하여 지하수가 운하쪽으로 직접 배수되면서 생기는 운하의 좌우경사면을 보호하였다. 이 운하공사는 유럽에서 금세기에 찾아볼 수 없는 대토목공사로 기록되었다.

◇갑문(閘門)의 규격과 갑문속의 수면속도

도나우강과 마인강의 채수지경계는 해발 4백6m에 위치하며 운하로서는 유럽에서 가장 높은 고지를 통과하고 있다. 이 지점은 마인강 수위에서 1백75.2m의 고지에 위치하며 11개의 갑문으로 운항이 가능하게 되었으며, 가장 높은 갑문의 수위차는 25m에 달한다. 도나우강 수위에서 채수지경계까지를 운하화하는데는 67.8m 낙차를 극복하여야 하는데 5개의 갑문으로 해결하였다. 이러한 규모의 갑문 건설은 독일 유사이래 처음 있는 일로서 괄목할 만한 일들이다. 이 높이를 극복하는데 개발된 기술들은 높이 평가되고 있



〈그림 3〉 길이 1백90m, 폭 12m, 최고 상하수면차 25m, 유량절약 60% 가능한 특수갑문.

다. 운항선박에 필수적인 갑문의 규격은 폭이 12m, 길이가 1백90m로서 1회에 90m길이의 내륙선 2척이 윗물에서 아래로 혹은 아랫물에서 윗물로 이동된다. 이때 많은 유량이 소모되므로 이동높이가 가장 큰 3곳에 특수한 갑문을 설치하여 60%의 유량소모량을 절약하는 구조물을 개발하여 건설하였으며 나머지 40%의 손실 유량은 도나우강에서 펌프를 이용하여 운하 최상단까지 퍼올려야만 된다. 갑문속에서 배가 상하로 움직이는 것은 수면높이의 조절로써 가능하며, 이때 수면상하 이동속도를 분당 1.5m 이하로 제한하고 있는데, 갑문속의 많은 유량을 삼시간에 빼어내거나 유입시킬 때 일어나는 선체의 흔들림을 막고 적재된 화물의 흔들림을 피하기 위함이다(그림 3).

◇ 운하건설로 인한 교량건설

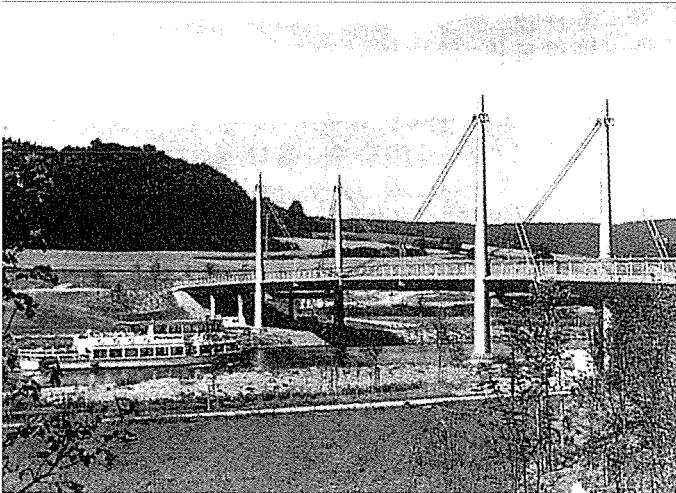
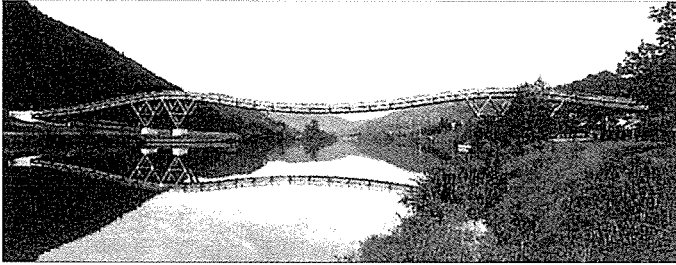
RMD운하로 인하여 밤베르크와 켈하임 사이에 1백22개의 교량이 신설되었다. 「자연에 흡수되며 변화와 시각미를 살리는 다양한 구조물의 창조」를 위하여 교량마다 제각기 경쟁입찰되고, 특이한 교량들이 주변경관과 조화를 이루며 미래적이라 할 수

있도록 건설되었으며 앞으로 다른 일반 타 지역의 교량건설의 지표가 될 것으로 내다 보고 있다. 이러한 다채로운 교량건설로 인하여 일반 교량건설비의 50% 이상이나 추가지출 되어야만 하였다.(그림4).

4) 운하건설과 자연보호

자연속에 거대한 구조물을 건설하는 것과 자연, 환경보호라는 개념은 상반되는 의미를 지니고 있는 듯하다. 그러나 자연 환경에 부합되며 운하의 기능에 영향이 미치지 않도록 하기 위하여 환경과 경관전문가들이 운하 주변을 효과적으로 설계를 하도록 하였으며 그러한 측면에서 Crebe교수의 5원칙을 전적으로 수용하였다.

1. 계곡과 평행하는 운하, 도로, 농로설계와 조림 등을 피할 것.
2. 기하학적인 운하건설을 피하고 운하 평면 진로에 굴곡을 넣고, 운하좌우의 경사를 동일하게 건설하지 말 것.
3. 운하건설로 인하여 생기는 활모형의 옛 강줄기는 매립하지 않는다.
4. 운하건설로 인하여 생기는 저지대나 수면 상승으로 생기는 습지는 매립금지.
5. 새로 생기는 섬이나 인공섬까지 등을



〈그림 4〉 1백21개의 교량들의 모습들이 자연과 조화를 이룬다. 1백71km 난공사구간에 설치된 제각기 특이

겸비함으로써 자연에 가까운 환경조성.

이러한 5원칙에 준하여 운하를 건설하면서 인공적으로 변경된 자연의 모습들이 생태학적인 차원에서 빠른 교체현상을 보였으며 서로 보완되어졌다(그림5).

운하가 지나가면서 기존 계곡의 강물수위보다 80cm 이상 높아졌을 경우에는 주변의 토지가 물에 잠기게 되었으며 이곳에 서식하던 동식물의 보호를 위하여 침수될 토지를 미리 부토하여 이곳의 동식물이 이동(상륙)할 수 있는 서식처를 형성하여 주었다. 사행선 하천의 인근평야는 대개 지하수위가 높지만 운하가 지나가면서 배수 현상이 일어나는 곳에는 운하를 따라서 구간적으로 종전 모습의 사행선 가지천을 재현하여 주기도 하였다. 운하가 지나가면서 생기는 활모형의 「토막 강」들을 그대로 방치하여 새로운 경관이 형성되도록 하였다. 다른 하나의 예를 들면 이곳은 운하가 종전 계곡의 하상보다 25m 낮게 지나가므

로 모든 지하수가 운하로 배수되는 것을 막기 위하여 기존 늪지주변에 땅속 깊이 차수벽(遮水壁)을 설치하여 늪에서 운하로 직접 배수되는 것을 막으므로 그곳에 기존한 생태계를 보존할 수 있었다. 앞에서 언급한 바와 같이 순전히 자연보호를 위하여 투자한 금액이 총공사비의 20%에 달하였지만, 경우에 따라 30%에 달한 적도 있었다. 지금까지 건설된 초대형 토목공사 중에 RMD-운하만큼 자연환경, 생태계보전을 위한 설계와 시공에 거액을 투자한 공사는 없었으며 차후의 대형 토목공사의 방향을 제시하는 선례를 남겼다(그림5).

5)타당성조사와 일반문제점

이러한 거대한 토목공사는 공사가 시작되기 전에 미리 일반인과 인근 주민들에게 공사의 성격과 이해를 구하는 작업이 선행되어야 한다. RMD의 경우 「공개계획」을 수립하였었다. 특히 수자원, 생태계관리, 농·산림 및 교통망 측면에서 이 공사는

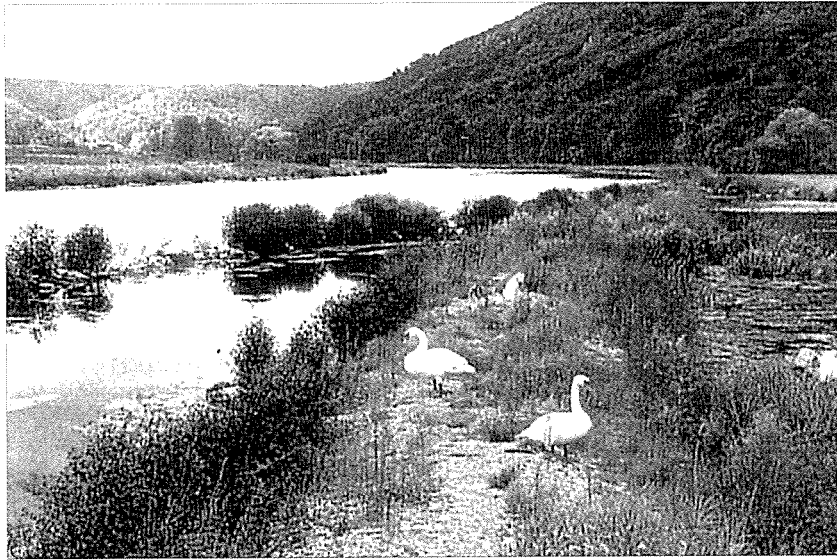
중대사안임은 물론, 운하가 마을을 관통하거나 자유로운 왕래가 단절되므로써 발생하는 손익문제를 해결하는 데는 장시간이 필요하였으며 최대한의 불편을 들어주는 추가시설을 확보하여야만 되었다. 운하운영에 필요한 유량공급관계로 바이에른 북부지역의 수경제(水經齊)운영에 대폭적인 수정이 불가피하였으며 운하운영에 소모되는 초당 21톤의 유량공급원의 확보를 위해 인공저수장을 건설하였었다. 그외 여러가지 사라진 여가선용지를 확보하여 최대한 편의를 제공하였다.

6)교통측면에서 본 운하의 의미

교통정책 차원에서 본 운하의 의미에 관하여 80년대에 강한 토론이 있었다. 그 때 내륙선박 교통량이 감소추세를 보였던 때이며 운송비용이 좋은 상태가 아니었다. 그 당시에 운하건설의 중단 위기까지 맞았었다. 그러나 동서블록이 무너지고 서로 경협(經協)하는 현 시점에서 항로나 수로의 화물량이 급증하리라는 전망에 따라 이 운하의 개통이 빛을 보게되었다. 교통수단별 단위운송비용을 매km, 매톤당 간단히 비교하여 보면 화물차 125원, 기차 60원, 내륙선박 20원 등으로 운하를 이용하여 물량을 수송하는 것이 가장 저렴하다. 이 운하는 연간 2천만톤의 하물을 수송할 수 있도록 건설되어 있다.

7)운하의 전망

793년에 칼대왕이 시도한 운하사업이 수포로 돌아가고 1921년도에 다시 라인-마인-도나우 운하의 건설을 위한 주식회사가 설립된 후 70년이 지나고, 1962년도부터 착수한 마지막 난공사구간 1백71km를 30년동안에 걸쳐 건설하는 등, 나치→기민당→사민당→기민당 등으로 정권이 바뀌어가면서도 한번 입안된 정책을 꾸준히 추진해 그들의 천년 꿈을 실현시켜 나가는 독일정부의 저력이 곧 독일인들의 저력임을 입증한다고 하겠다. 이 운하의



(그림5) 신설된 인공운하의 주변은 운하가 개통이 되기 전에 이미 자연의 모습으로 환원되어 조류나 어류의 서식처로 변했다.

개통이 유럽중심부에서 어떤 영향을 미칠지는 두고볼 일이다. 어떤 이들은 초대형 콘크리트 지렁이라고 부르며 운영의 적자를 메우는데 운하에 흐르는 물보다 세금에서 보조되는 돈의 부피가 더 클 것이라고 비판도 한다. 그러나 정확한 것은, 독일인들은 긴 세월을 통하여 정책을 수립하여 대형 토목건설에서도 주변의 환경에 세심한 배려를 다 한다는 점을 강조할 수 있었다.

8)韓·獨간의 비교와 맞는 말

산을 깎아내고 도로를 건설할 때 생기는 경사면에 초록색 페인트칠을 하는 슬기와 소나무를 베어다 개통하는 도로변에 꽂는 「나라」를 독일에서 TV를 통해 보도한 바 있다. 문제에 신속히 대처할 수 있다는 융통성을 보인 긍정적인 면이 있는 것 같지만 문제의 해결과는 거리가 멀다. 독일정부의 청탁에 따라 베를린소재 독일의 정책개발연구소는 한국이라는 나라는 국제경쟁에서 독일의 경제대상이 될 수 없다는 내용의 보고서를 92년 7월에 발표한 바 있다. 한국의 중·소·대기업이 기초연구에 전무할 정도라고 지적하고 정부도 의지가

분명하지 못한 것이 경쟁력상실의 요인이라는게, 현지(서울과 부산) 조사를 하였던 전문가의 주장이었다.

다른 이들의 주장에 의하면, 미국의 기술은 결국 독일 기술을 따라올 수 없다고 장담하고 있다. 2차대전을 전후하여 유럽에서 건너간 과학자들의 지식을 수년동안 이용한 미국은 우수산업, 일부 군사산업과 석유담사분야 외에는 독일에 전반적으로 뒤지고 있다고 한다. 우수산업 역시 중요한 재료와 기술을 독일이 뒷받침하고 있다고 그들은 자랑스럽게 말한다. 결국 끊임 없이 기초연구에 투자를 하지 않으면 미래의 보장이 없다는 것이다.

1919년 바우하우스를 창설한 독일인 설계사 Gropius의 건축양식인 양육과 고층 건물들이 한옥 몇채를 제외하고 온통 서울 뿐만 아니라 전국의 대도시를 덮고있지는는가? 그는 예술과 기술의 조화를 외치고 시대정신을 창조하였었다(우리는 그 당시 己未年 3월, 조선의 독립을 외쳤었다). 우리의 선대들은 자연과 함께 지혜스럽게 살면서 후세에 남긴 많은 것 중에는 오늘날 첨단분야인 천문, 기상, 교통수단, 도자기

(세라믹), 인쇄술과 아름다운 한글 등을 얼마든지 니열할 수 있겠다. 그러나 후세들이 이러한 우수하였던 옛것들을 보존하며 개발하는데 등한시했던 것을 여러 곳에서 볼 수 있다. 때문에 함양, 산청 등의 물레방아 바퀴가 水·火力 발전소의 터빈으로 변하고, 삼천포부근에서 보았다던 거북선의 지취는 감췄지만 초대형 잠수함으로 둔갑되어 우리나라로 되돌아 오고 있다.

석면이 발암물질이라고 전 독일에 사용의 금지령이 내려지고 석면재료가 사용된 건물들이 모두 폐쇄되거나 철거된지 수년이 지났다. 그리고 시한폭탄으로 간주되는 원전(原電)은 2000년대에 가서 폐쇄한다는 방침을 세운지 오래 되었다. 오스트리아의 원전발전소는 건설한 후 가동한 번 안하고 그대로 열쇠가 채워졌었다. 세계각지에서 사고가 발생하는데, 남의 기술을 도입하여 건설한 한국의 원전발전소는 얼마나 사고발생을 지연해 주느냐? 하는 문제만 남겨두고 있을 따름이다. 산업 및 생활오수(汚水)를 발생시점에서 관으로 받아서 처리장까지 보낸 후에 정수(淨水)하는 것이 1백50년 전부터 유럽에서 시작되었다. 영국은 95% 독일은 91%의 가정들이 그렇게 연결되어 있다. 비교하면, 한국의 폐수종말(廢水終末)처리장은 눈가리고 아웅하는 것과 다를 바가 없다. 독일의 식수는 강변, 호반의 20~30m 깊이의 지하수를 이용한다. 왜 1백~2백m 속의 지하수를 이용하지 않는가? 대책을 세우지 않는 한, 한국의 지하수는 곧 바닥이 나게 되어 있다. 그리고 그 자리엔 염수(鹽水)가 채워질 가능성이 있다. 한반도를 합리적이고 아름답게 개발하려면 먼저 우리 선조들의 참뜻을 좇아야겠다. 개통된 유럽횡단 운하를 살펴보면 느끼는 점은, 비뿔수록 천천히 차근차근 추진하는 것이 오히려 빠를지도 모른다는 것이다.