

# 티타늄과 함께 한 人生여정

티타늄이 인류에게 처음 알려진 현장인  
영국의 조그만 마을 매나칸을 찾았다. 이곳에서 티타늄을 발견한 목사가  
재직했던 교회를 둘러보고 많은 상념에 잠겼다.  
티타늄과의 인연을 맺게해 준 고등학교 화학선생님과 대학생활,  
미국 유학, 독일연구소에서의 애환 등은 지금도 잊을 수가 없다.



李 龍 泰  
〈한국기계연구원 시험평가부장〉

**지**은 구름이 낮게 드리우고 비까지 간간히 내리는 전형적인 영국의 12월, 오랫동안 가 보기를 원하던 Manaccan에 도착하였다. 노르만인들이 10세기경에 세운 교회는 마을의 중심에 자리하고 있어서 쉽게 찾을 수 있었다. 이 교회의 William Gregor목사는 1790년 어느날 교회 주위의 물방앗간(Tregonwell Mill) 앞에서 검은색으로 빛나는 모래를 주워서 유심히 관찰하였다. 그는 자성을 가지고 있는 이 검은색 모래가 당시에 위력적인 화약이 아닐까 생각하고 몇가지 기본적인 실험을 해 보았으나, 금방 자기 생각이 틀렸다는 것을 알 수

있었다. 과학적 호기심에 충만해 있던 그는 자기가 가지고 있던 모든 기구를 동원하여 이 모래의 정체를 알아내고자 하였다. 그리고는 이 모래에는 철분과 함께 여지껏 알려지지 않은 또 다른 원소가 있다는 것을 알았고, 이를 분석하여 당시에 유명한 독일 학술지에 자신의 지역 이름을 딴 'Manachan'이라는 원소의 존재를 알렸다. 목사님이 분석한 모래는 지금은 Ilmenite라고 부르는  $FeTiO_3$  이었다.

## 그리스 신화속 거인 이름

헝가리 사람으로 독일의 베를린에서 연구를 하던 Martin Kraproth도 여지껏 알려지지 않은 새로운 원소의 존재를 1795년에 발견하였고, 이 새로운 원소의 이름을 그리스 신화에 등장하는 하늘과 땅의 아들이면서 거인인 Titan이라고 명명하였다. 그리고는 1797년에 두사람이 발견한 원소가 동일한 것이라는 것을 알았고, 이 후로 영국에서는 Titanium으로, 그리고 독일에서는 Titan으로 명명되어 지금까지 사용

되고 있다. 티타늄은 산소와의 결합력이 무척 강하여 순수한 금속원소로 추출되어지기 위하여는 Wilerston(1823년), Mueller(1856년), Kilirov(1875년), Hunter(1910년), Van Arkel(1925년) 등과 같은 과학자들의 노력이 필요하였다. 드디어 티타늄을 공업적으로 이용할 수 있는 제조특허가 1940년에 미국인 Kroll에 의해 등록되어 1950년부터 산업화될 수 있었다. 현재 우리가 사용하고 있는 대부분의 금속원소는 이러저러한 형태로 2차 세계대전에 참전하였으나, 티타늄만은 따라서 제외되었다(당연히 Titanic호에는 Titanium이 전연 사용되지 않았다). 그러나 당시에 항공우주계획에 심혈을 기울이던 미국과 소련에 의하여 티타늄은 극비 재료로 연구개발되어 초음속 전투기, 우주선, 잠수함, 탱크 등과 같은 고성능 병기의 핵심부품으로 냉전체제의 중심 재료가 되었다. 이러한 군수목적의 연구개발의 결과를 실생활에 응용하여 지금은 티타늄 골프클럽, 테니스 라켓, 안경테, 시계 등으로 일상생활 가까이 다가오게 되었다.

티타늄이 인류에게 처음으로 알려진 Manaccan은 England Cornwall주의 맨 남쪽에 위치하고 있다. Gregor목사님이 근무하던 교회의 한쪽 정원은 주민들의 공동묘지로 사용되어 왔고, 그리 적지 않은 묘비 사이에서 그의 이름을 발견하고 경의감을 표하는 가벼운 묵념을 하였다(어쩌면 그의 무덤이 아닐 수도!). 교회 내부는 현대식으로 바뀌어져 있었으나, 많은 기물들에

서 지나간 시간의 흔적들을 느낄 수 있었다. 교회 내부의 한 벽면에 영국 티타늄학회에서 티타늄합금으로 제조된 ‘티타늄 발견 200주년’을 기념하는 패가 부착되어 있었고, 방문자들이 그간 남겨놓은 방명록이 있었다. 돌아오는 긴 시간동안 영국시골의 녹색주변 경치를 무념하게 내다보면서, 나와 티타늄과의 인연을 조금씩 조금씩 떠올리며, 또다른 한 티타늄 연구자의 지금까지의 시간을 반추해 보았다.

### 처음 만져본 티타늄 봉재

내 기억속에 남아있는 ‘티타늄’이라는 단어는 지금도 존경하는 권선형 화학선생님(대전교)에게서 티타늄의 전자가를 모른다고 반 학생들 앞에서 군밤을 맞으면서 시작된다. 선생님의 영향으로 금속에 관한 공부(서울공대)를 시작하게 되었고, 한국과학원에 입학하여 지도교수이신 이재영박사님이 석사논문으로 ‘티타늄과 수소와의 반응에 관한 연구’를 하라고 건내주던 순수티타늄 봉재를 처음으로 만져보았다. 전형적인 회백색 금속빛깔을 띄고 있던 그 봉재를 넘치는 호기심(지금도 생각하면 학문에 대한 경외감이 넘치던 흥릉의 실험실)에서 망치로 두들겨 본 순간 튀겨지던 감촉에서 이 녀석이 보통이 아니라는 생각을 가지게 되었고, 아마도 여지껏 이 녀석을 이겨보기 위한 노력을 지속하고 있는 건 아닌지 자문해 본다. 국방과학연구소에 입소하여 당시에 모든 것이 비밀이던 조직에서 대부분의 시간을 알루미늄과 마그네슘합금에 관한 미사일 부품개발을 하던

중에 항공기용 특수 볼트와 너트의 형태로 이 녀석과 또 마주치게 될 줄이야. 이때가 아마도 경량이면서 고강도를 가지고, 높은 온도에서도 강도를 유지하고, 어떠한 화학적 환경에서도 탁월하게 우수하여 녹슬거나 망가지지 않고, 해수에서나 인체 내에서의 생화학적 조건에서도 전연 녹아나지 않으면서도 생체적 합성이 우수한, 따라서 고가이면서 구입하기도 어렵던 고고한 티타늄 부품을 연구개발해 보고자 마음먹게 된 계기가 되었다.

젊은 시절의 많은 고민 끝에 미국 유학(Case Western Reserve Univ.)을 가게 되었고, 지금까지도 진한 학문적 교류를 가지는 지도교수인 Gerhard Welsch박사가 장학금과 함께 제시한 ‘Deformation Behavior and Oxygen Effect in Ti-6Al-4V Alloy’ 연구를 시작하게 되었다. 맑은 호수와 같은 파란 눈의 Welsch교수가 진지하게 설명하는 연구목적들을 듣는 순간 내가 원하던 연구테마임을 금방 알 수 있었고(물론 당시에는 가난한 유학생에게 제시된 학비와 장학금이 더 큰 매력이었을지도 모르지만), 이후로 5년간 티타늄에 관한 연구를 본격적으로 수행하게 되었다. 연구비는 미국 과학재단(NSF)과 미국 해군연구소(ONR)에서 지원하여, 티타늄합금에서의 상변태와 감쇠능과의 관계를 연구하여 잠수함의 부품에 응용함으로써 적의 음향탐지를 최소화(Negative Sonar) 하기 위한 가능성을 타진하는 것이 목적이었다. 이 과정에서 변형양상을 전자현미경으로 관찰하여 준마르텐사이트

(Premartensite) 상이 최소강도와 감쇠능이 최대가 되는 이유와 산소가 변형에 미치는 영향에 관하여 4편의 논문을 게재하였고, 또한 이 합금의 응용 가능성을 제시하여 해군 연구진으로부터 많은 관심을 끌었다. 아울러 내 지도교수가 종신직(Tenure)교수가 되는데 일조하였다.

### 임시연구직으로 취직

미국생활에 점차 적응하면서 미국에 살고 싶은 단순한 마음으로 졸업을 늦추어 가면서까지 여러 곳에 취직을 문의하였으나 불행히도 나를 받아주겠다는 곳은 같은 동네(Cleveland)에 있는 NASA Lewis Reserch Center의 임시연구직 뿐이었다. 따라서 Lewis 재료연구실과 학교실험실을 오가며 항공우주용으로 사용하기 위한 고온고강도 티타늄합금을 개발하는 일에 지도교수와 함께 참여하게 되었다. 신분상의 불안과 외국생활의 단순함에서 오는 외로움이 더해지던 어느날, Welsch교수가 내게 진지하게 질문을 하였다. 미국에서 영원히 살 것인지, 아니면 한국에 돌아갈 것인지? 현실에 지쳐있던 나는 한국으로의 귀국을 희망하였고, 그러자 뜻밖에도 교수님은 한국에 돌아갈 예정이면 미국 이외에도 새로운 삶의 철학이 존재하는 유럽을 알게 해주고 싶다고 하면서 독일에서 내가 하는 연구전공자를 찾고 있으니 취직을 알선하겠노라고 제안하였다. 미국을 떠난다는 아쉬움과 독일말도 못하면서 새로운 나라에서 경쟁 속에 살아야 한다는 불안감으로 몇달을 망설

이는 동안 독일에서는 빨리 와 달라 는 텔렉스가 매일같이 날라들었다. 미국을 떠나 독일로 이륙하는 비행기 속에서의 감회는 한국에서 미국으로 유학가던 기분과는 사뭇 또 다른 착잡한 감정이었다.

### 불안·희망 속에 쫓겨 도착

불안과 희망을 안고서 쫓겨 도착하고서야 내가 일할 곳이 독일 항공우주연구소(DLR)로서 약 4천4백여명이 근무하는 독일정부산하 거대연구소(16 GFE) 중의 하나라는 것을 알게 되었다. 이곳 재료연구단의 티타늄 연구팀에 근무하면서 알루미늄, 초내열합금 등의 항공재료에 관한 연구개발에 동참하였고, 각종 전자현미경의 선정과 설치, 그리고 운용을 또한 기능직 동료들과 함께 담당하였다. 당시에는 유럽 세나라가 참가하여 '90년대 전투기(Jaeger 90)를 개발하고 있었는데, 우리팀에서는 엔진의 압축기부품을 고온티타늄합금으로 대체개발하는 과제를 수행하고 있었다. 독일의 엔진회사인 MTU와 공동으로 고온티타늄합금의 가공과 열차단 코팅과제를 수행하였고, 이 결과를 응용한 부품이 결국 'Tornado' 라고 명명되어 현재 독일공군의 주력기로 사용되는 전투기에 사용되고 있다. 이곳에서 5년 넘게 근무하면서 티타늄에 관련된 10여편의 논문과 20여편의 학술회의 논문을 발표하였다. 그 중에서 아직도 감상에 젖게 하는 기억은 우리팀의 티타늄관련 논문이 재료연구부에서 최우수로 선정되고, 아울러 다양한 전공자가 모인 연구소 전체 논문심사에서 그

해의 2등 논문으로 선정되어 Dr. Peters, Dr. Fritscher 등과 함께 아쉬운 자축파티를 벌이던 날, 특허가 등록되어 격려금으로 받은 2백마르크로 공동등록자들과 맥주를 퍼마시던 날, Cannes 영화제로 유명한 대강당에서 발표한 논문의 결과로 수많은 연구자로부터 시편 제조기법을 알려 달라고 채근받던 날, 미세석출물과 미세공공이 모두 고온강도에 기여한다는 이론과 실험의 결과가 일치하여 Bunk교수를 설득한 날들이 생각한다. 또한 열심히 영어로 대화하던 중에 면전에서 들린 독일말, 제는 한국으로 갈건데 중요과제에 끼우지 말라던 계슈타포 님은 연구원, 독일말을 배우러 매일 밤 동네학교(Volkshochschule)에 다니던 일, 휴가(연 6주)를 이용하여 유럽전역을 여행하며 고교때 잠 못자가면서 외웠던 세계사와 일치시키던 일, 독일 통일을 발표하던 Bonn 시청 광장에서 한국의 통일을 생각하며 수많은 독일인과 더불어 소리지르던 날들이 생각한다. 그러나 이들 무엇보다도 아내와 결혼을 결심하던 날 라인강변에서의 리스링 포도주는 평생 잊을 수가 없을 것이다.

### 운명따라 다시 고국으로

예쁜 독일집과 종신고용증과 정든 실험실을 모두 버리고 운명이 정해준대로 이제는 고국에 돌아와 다시금 새로운 실험실을 만들어 가고 있다. 그간 배운 티타늄에 관련된 지식을 이용하여 국내 항공기부품 국산화에 일조하기 위한 엔진 디스크 및 압축기 날개 성형 등과 같은 연

구과제, 무기체계에 사용하기 위한 티타늄합금 부품 성형과제, 자동차의 엔진 경량화와 효율증대에 일조하기 위한 티타늄 코넥팅로드, 스프링, 밸브 등과 같은 개발과제, 보다 고온에서 사용하기 위한 티타늄기지 복합재료, 금속간 화합물과 같은 기초과제, 티타늄의 생체적 합성을 이용하여 인체내에 이식하기 위한 인공 고관절, 척추간 고정구, 치과용 임플란트 등을 의사, 동료 연구자들, 산업체 연구자들과 함께 수행하고 있다.

많은 시간 티타늄에 관한 연구개발에 참여해 왔으나 어느 것 하나 특별히 내세울 것이 없는 자신이 부끄럽기도 하다. 정말로 좋아서 전심전력 연구에 몰입하던 미국과 독일에서의 연구기간 동안에는 생각할 필요도 없던 성공사례를 우리나라에서는 과중한 행정일에 대부분의 연구시간을 빼앗기는 비효율적인 연구분위기인데도 정부나 평가기관은 왜 이다지도 안달을 하면서 성공사례를 내보이라고 몰아세우는지 모르겠다. 이제는 나도 나이가 들어서 연구자가 아닌 연구책임자이기 때문에 국민세금을 사용하는 연구결과에 책임을 져야하기 때문일까.

Manaccan의 교회에서 울리던 맑은 종소리가 아직도 귓전에 여운을 남기고 있는데 티타늄 연구에서의 부진한 연구결과와 그간의 노력에도 불구하고 내세울 것이 없는 연구개발 성공사례에 대한 강박관념으로, 그보다는 이 밤에 가야할 목적지 만큼이나 연구자로서 가야할 길이 멀기에 자동차 창문을 열고 악셀을 세계 뺏아본다. ⑤7