

# 제1회 열물성 국제학술회의

● 일시 : 1999년 11월 17~19일 ● 장소 : 싱가포르

제1회 열물성 국제학술회의가 지난 11월 17일부터 3일간 싱가포르에서 25개국 2백여명의 과학자들이 참석한 가운데 열렸다. 이번 학술회에는 1백10여편의 논문이 발표되었는데 한국대표로 참석한 울산대 물리학과 김석환교수는 '광음향법을 이용한 다층 광학박막에서의 열전달 및 열물성 측정'에 관한 논문을 발표해 큰 관심을 모았다.



선상 저녁 만찬장에서  
<오른쪽이 필자(울산대학교 물리학과 金石垣 교수)이며 왼쪽이 이번 학술회의의 조직위원장이던 난양공대의 Piter Hing교수>

1999년 11월 17일부터 3일간 싱가포르에서 개최된 제1회 열물성 국제학술회의(1st International Conference on Thermophysical Properties of Materials TPPM99)에 참석하였다.

열물성(熱物性, thermophysical property) 연구분야는 그 중요성에 비추어 국내에는 많이 알려져 있지 않은 연구분야라 우선 열물성 연구분야에 관해 약간의 소개를 하고자 한다. 열물성은 고체, 기체, 액체, 박막 등 모든 종류의 매질의 열과 관련된 물리적 특성을 일컫는 말이며 우리가 이미 친숙하게 사용하고 있는 열전도도 및 열확산도, 비열, 선(체적)팽창 계수, 잠열, 복사율 등등이 여기에 해당된다.

물론 이 분야의 연구도 미국과 일본이 선두 주자로 알려져 있고 국내에서는 지난 1980년대 후반부터 한국표준과학연구원(KRISS)을 중심으로 선풍법 측정장치를 이용한 고체의 열확산도 측정연구가 시작되면서 본격적인 연구가 이루어졌다. 1997년엔 한국열

물성학회(Korea Society of Thermophysical Properties; KSTP)가 조직되어 물리, 기계, 재료, 항공 우주, 원자력 등의 여러 분야에서 필자를 포함한 50여명의 회원이 활동중이며 올해 10월엔 일본열물성학회(JSTP)와 상호협력각서를 체결한 바 있다. 흔히들 '그런 열물성들은 데이터집에서 얻을 수 있는데'라는 말을 한다. 그러나 새롭게 탄생하는 소재들의 (열)물성은 철저히 비밀에 붙여지기 때문에 이를 정확히 측정하는 일은 국가적으로 매우 중요한 일이다.

열물성에 관한 세계적인 큰 학술회의는 미국학술회의, 유럽학술회의, 아시아학술회의 등 3개가 있으며 3년을 주기로 매년 번갈아 가며 개최되고 있다. 작년(1998년)에는 서울에서 아시아열물성학술회의를 개최한 바 있다. 이번 싱가포르 학술회의는 처음 개최되는 회의로써 그동안 축적해 놓은 싱가포르의 경제력을 바탕으로 이제부터 국제사회의 발전에 기여하려는 그 나라

사람들의 희망과 또 차세대 산업의 중심이라 할 수 있는 컴퓨터 및 이와 관련한 미세 전자산업에 필수적인 신소재의 개발에 국가적인 중요성을 부여하고 있기 때문에 탄생한 것이라 생각되었다.

## 25개국서 2백여명 참석

11월 16일 14시에 싱가포르행 비행기에 몸을 실었다. 7시간이 걸려 현지 시간 밤 8시에 비가 부슬부슬 내리는(11월에서 2월 사이는 우기이며 평균 기온이 30℃) 싱가포르 공항에 도착하였다. 초행인 나로서는 "혹시나 학회 관계자들이 외국인을 위해서 공항에 나와있지 않을까" 하는 기대도 했지만 그러한 배려는 없었다. 다행히도 국제도시라 영어가 잘 통하여 요금을 흥정하여 택시로 깨끗한 도로와 이국적인 가로수가 매우 인상적이라는 것을 느끼며 30분 정도를 달려서 호텔에 여장을 풀었다.

다음날 아침 8시에 같은 호텔에서

개최되는 열물성회의에 등록을 하고 조직위원장인 난양공대(Nanyang Technological University)의 Piter Hing교수 및 여러 지인들(일본 眞空理空사의 Kato박사, 영국 런던대학의 Wakeham교수, 중국 청화대학의 Gu 교수 등)과 인사를 하고 환담을 하였다. 얼마 전인 9월에 독일에서 유럽열물성회의가 이미 열린 관계로 예상대로 일부 거물급 인사들은 참석하지 않은 것 같았다. 그러나 25개국에서 온 2백여명의 많은 인사가 참석하는 큰 회의였다. 이어서 개최행사가 열렸으며 일본의 Kato박사가 자기네 眞空理空사가 '최근에 개발한 레이저 교류열량계를 이용한 박막재료의 비열 및 열확산도 측정'에 관한 초청강연을 하였다. 기본원리는 기존장치와 같은데 새로운 기술을 채용하여 측정정확도를 높이려는 노력이 돋보였다. 이어서 10시 30분부터 학술발표가 시작되었다.

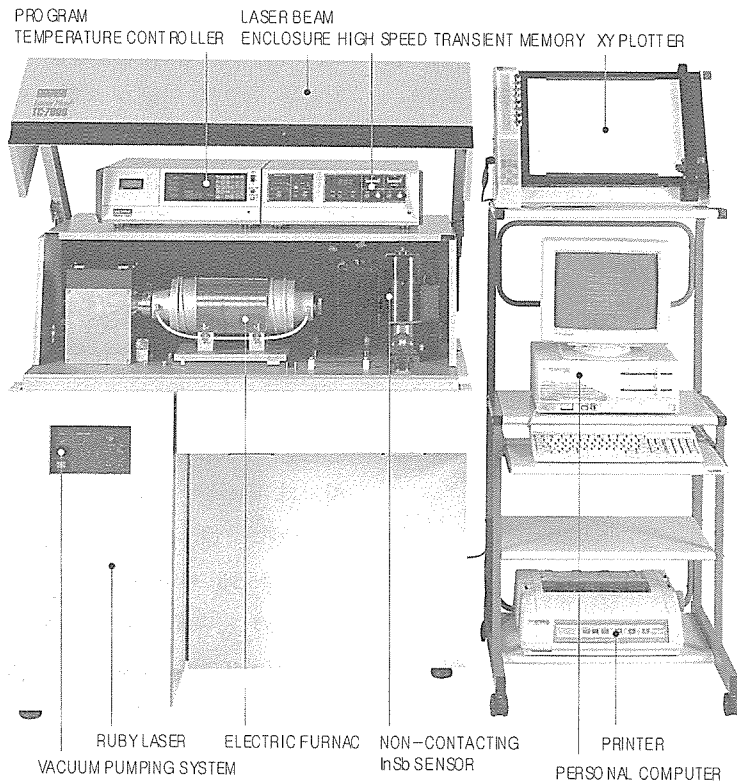
**이틀동안 논문 1백10여편 발표**

재료 및 측정방법에 따라 분류된 10개의 주제를 17개의 Session으로 나누어 이틀간의 회의가 3개의 발표장에서 시작되었다. 어느 국제 열물성회의를 보더라도 지난 몇년 전까지도 측정대상이 주로 고체였으나 최근에는 오존층의 파괴원인으로 알려진 프레온가스를 대체하기 위하여 개발되는 냉매들의 열물성 측정 등이 핫 이슈로 등장하면서 중심 매질이 유체(流體)쪽으로 흘러가는 경향을 보이는 것이 일반적인 추세이다. 또한 최근에는 의류나 섬유의 보온, 음식물의 장기보관 등에 열물성 연구들이 많이 등장함에 따라 관련학과 등에서도 높은 관심을 나타

내고 있는 편이다. 그런데 이번 학회에 발표된 총 1백10여편의 논문 중 싱가포르의 논문이 70편, 그 외의 외국에서 40여편이 발표되었는데 전체적으로 유체보다는 박막과 반도체 쪽의 논문이 더 큰 비중을 차지하고 있다는 사실이 약간 특이하게 느껴졌다. 그 이유는 나중에 알게되었는데 이번 학회를 주관한 난양공대의 신소재 연구센터에서는 컴퓨터, 미세전자공학, 반도체 관련 신소재를 주된 연구대상으로 하고 있기 때문이었다.

특히 컴퓨터 메모리 소자에 사용되는 유전체 박막이나 세라믹 압전(piezo electric)재료, 다이아몬드 박막 등에 관한 집중적인 연구가 돋보였으며 국민 1인당 소득이 3만달러에 육

박하는 싱가포르 국민들의 향후 생존을 위한 전략이 바로 이러한 방향의 집중연구라는 것을 어렴풋이 짐작할 수 있었다. 또한 측정방법 보다는 측정 대상재료의 특성 자체와 미세구조, 응용분야에 매우 큰 관심을 갖고 있는 사람들이 많았으며 시차주사열량계(DSC)를 이용한 열분석에 관한 연구 논문이 10편 이상인 점도 그러한 맥락에서 해석되어 질 수 있었다. 싱가포르의 이 분야에서의 연구역사가 오래되지 않은 탓인지 논문의 수준이나 지명도 등은 그리 높지 않았지만 튼튼한 경제력을 바탕으로 지속적인 연구를 수행하려는 의지를 볼 때 머지않아 세계적 수준의 연구결과들을 많이 낼 것 이라는 예상을 할 수 있었다.



성광법 열물성 측정장치 —

전 세계에서 발표되는 열물성(열확산도, 비열, 열전도도)의 데이터의 약 70%를 이 장치로 측정하고 있다. 펄스 루비(혹은 Nd : YAG)레이저광을 원반모양의 시편 표면에 입사시키고 시편 뒷면의 온도변화를 기록하여 열물성을 계산해 내는 장치임

또한 이번 회의에서는 영국의 R. P. Tye 박사(지금은 은퇴하여 일본 眞空理空사에서 일하고 있음)가 '전 세계 열물성 측정협의회'를 구성하자는 제안을 하였다. 현재에도 동일한 시편이나 동종(同種) 시편의 열물성을 나라별로, 측정기관별로 혹은 측정장치별로 측정하여(round robin test) 그 결과를 비교하고 있지만 이를 좀 더 확대하고 또 측정결과를 서로 공유하고 데이터베이스화 하자는 제안으로써 매우 신선한 느낌을 주었으며 우리도 적극 참여해야겠다는 생각이 들었다.

회의 기간동안 내내 3개의 발표장에는 빈 자리가 없을 정도로 많은 사람들이 참여하여 진지한 발표와 논의가 이어졌으며 발표장 바깥 로비에서는 10여편의 포스터 발표가 있었고 세계적인 열물성 측정장비 제작회사인 독일의 NETSCH, 프랑스의 SETARAM, 일본의 RIGAKU사 등에서 개발한 섬광법 측정장치와 DSC는 물론 새롭게 개발된 장치들의 판촉전도 치열하게 전개되어 "한국산 측정장치도 언젠가는 이 경쟁에 참여해야 할텐데"하는 생각이 들었다. 그리고 금년 말과 내년에 열릴 국제 열측정학회, 광음향 광열학회 등의 소개 팸플릿 등도 전시되고 있었다.

### ‘광음향법 이용...’ 논문 관심

필자가 발표한 논문이 '광음향법을 이용한 다층 광학박막에서의 열전달 및 열물성 측정'에 관한 내용이라서 앞으로 싱가포르에서 준비할 광산업에 대한 호기심 때문인지 많은 관심들을 보였다. 또한 싱가포르는 영어를 표준어로 하고 있기 때문에 발표 원고를

들고 읽는다거나 하는 경우는 거의 없었다. 피부색이 우리와 똑같은 젊은 사람들이 영어를 유창하게 하는 것을 보니 우리도 보다 실용적인 영어교육에 치중해야겠다는 생각이 간절하였다. 들쭉날쭉 발표를 마친 후 저녁에 조직위원회 측에서 마련한 초청만찬을 유람선에서 조출하게 가졌다. 항구에 쌓여있는 많은 양의 컨테이너들과 정박중인 선박들이 '세계 증계무역의 중심지'라는 말을 확인시켜 주었고 컨테이너 중에는 우리나라에서 만든 것들도 꽤 많이 보여 뿌듯한 자부심을 느낄 수 있었다.

셋째날 오전엔 본 학회를 주최한 난양공대의 신소재연구센터를 단체 견학하였다. 이 신소재연구센터 소속 연구실은 약 20여개이며 물리, 화학, 재료, 기계학과 등의 연구실을 통합 조정하는 식으로 연구가 이루어지고 있으며 최근 5년동안 약 미화 1억달러 상당의 최신 실험기자재들을 도입하여 열처리, 열물성, 열분석은 물론 세라믹, 박막, 고분자 등의 신소재 개발, 측정, 분석의 전 분야를 커버할 수 있는 시설을 갖추고 있었다. 어떤 기자재는 전 세계에 2대 뿐인 것도 있다는 은근한 자랑도 늘어놓았다. 한국인 과학자가 두사람 있다고 했는데 만나지는 못했다. 대부분의 연구원들과 학생들은 중국계 사람들이었다. 싱가포르엔 4년제 정규대학이 2개인데 하나는 국립 싱가포르대학이며 이 난양대학이 그 나머지이다. 사립인 이 대학도 정부에서 약 80%의 재정지원을 받는 준 국립대학이라는 설명도 곁들여졌다. 센터의 책임자이며 본 회의의 조직위원장인 Hing교수는 한국 학생들을 적

극 환영하니 유학을 많이 보내주었으면 한다는 얘기까지 빠뜨리지 않았다. 조금하게 보고서를 요구하지 않는 독일이나 영국 등 유럽스타일의 연구센터 운영을 고집하는 것을 보니 참으로 부럽다는 생각이 들었다.

마지막 날은 귀국 비행기 시간이 늦은 밤 시간(오후 10:50)이라 싱가포르 다리를 건너 국경도시인 말레이시아의 Johor Bahru를 구경하였다. 싱가포르와 말레이시아는 1965년 이전에는 한나라였다. 그러나 싱가포르가 독립한 후 싱가포르의 1인당 국민소득은 약 3만달러에 육박하고 말레이시아는 아직 1만달러 미만이라 많은 차이가 있을 것이라 생각했는데 과연 그러했다. 영어가 거의 통하지 않고 아직까지 미개척지가 많으며 매일 아침에 수십만명의 말레이시아 근로자가 싱가포르 국경을 건너와서 일을 하고 또 저녁에는 말레이시아로 돌아가며 서로 공생관계를 유지하고 있다는 말을 들었다.

"우리나라도 싱가포르, 홍콩, 타이완과 더불어 아시아의 4마리 용이라 불리었는데..."라는 생각과 함께 다음 회의에는 보다 많은 한국사람들이 참석하기를 기원하면서 귀국행 비행기에 몸을 실었다.

실제로 싱가포르는 법률을 엄정하게 집행하는 나라로 널리 알려져 있다. 길거리나 공공시설에 휴지나 껌초 하나 없고 남에게 해를 끼치지 않는 것 등등... 이러한 것들은 어릴 때부터 몸에 배어야 지속적인 실천이 가능하다. 운동경기 관람 후의 관중석, 길거리의 담배꽂초들을 치우기 위해 밤새 수고하는 우리의 환경미화원을 머리에 떠올리지 않을 수 없었다. ㉮