

## 한 · 일 초전도 · 저온공학 공동 워크샵

오 상 수

한국초전도 · 저온공학회 국제이사, 한국전기연구원 초전도응용연구그룹

99년 가을에 일본저온공학협회와 우리학회사이에 체결된 국제협력을 위한 MOU의 실천사항으로서 첫 번째의 공식행사라고 할 수 있는 한일 공동 워크샵이 제주도 중문단지에 위치한 롯데호텔에서 3일간 개최되었다. 워크샵 개최지 선정에 대해서는 MOU체결 연회석상에서부터 여러 의견이 있었지만 제주, 경주, 설악산 중에서 제주로 하자는 의견이 많았다. 제주는 일본에서도 천혜의 관광지로 알려져 있기 때문에 일본저온공학회 회원들이 관심을 갖고 많이 참석하여 주기를 기대한 탓도 있었다. 개최장소인 제주 롯데호텔은 작년 3월에 오픈된 호텔로서 중남미 풍의 아주 이국적인 분위기로 설계되었으며 워크샵 개최 직전에는 남북장관급회담이 열렸던 곳이어서 우리가 세미나실로 사용한 크리스탈 볼룸도 TV에서 본 듯한 느낌이 들었다. 롯데호텔은 국제 일류수준의 특급 호텔이라서 이번 워크샵을 개최하는데 시설면에서 별 어려움이 없었고 도우미 종업원들도 교육을 잘 받아서 그런지 부탁하는 일들을 척척 알아서 잘 해주었다.

일본측에서는 학회장 노토 박사를 비롯하여 교토대학의 무타 박사, 고에너지연구소의 신토미 박사 등 14명 정도가 참가하였으나 예상보다는 약간 저조한 참가숫자였다. 일본측에서는 몇 달 전부터 한일워크샵건에 대하여 안내가 있었으나 최근에 한일 민간교류가 활발해진 탓인지 한일 노선의 항공예약이 어려워지면서 단체 투어로 오기로 하였던 일본전자총합연구소(ETL)에서 많은 사람들이 항공권을 구하지 못하고 부득이 불참을 통보해 오면서 인원이 많이 줄게 되었다. 10월 2일은 오후 4시부터 6시까지 롯데호텔에서 등록을 겸하여 간단한 다과회를 준비하였으나 단체 투어로 오는 일본참가자들이 도착 시간이 많이 늦어지면서 숙소인 하이얏트 호텔에 등록데스크를 직접 설치하여 접수를 받았다. 등록 후 시간이 많이 늦어졌지만 일본

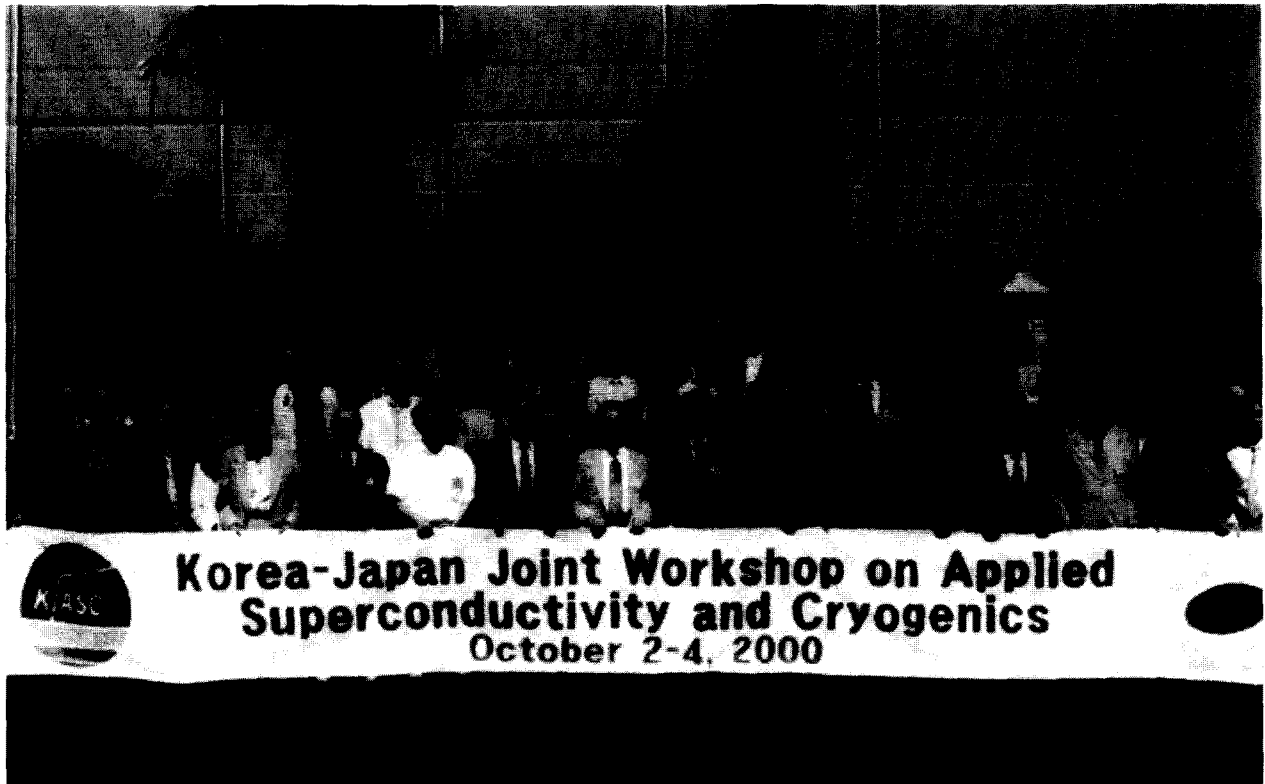
측 참가자들과 우리측 조직위원회 이사들이 함께 해변 근처의 횃집에서 저녁식사를 하면서 환담하였다. 대부분 제주에는 처음 오는 분들이 많아서 그런지 자연히 식사로 나온 차린 해물과 회요리에 관심이 많았고 무타 박사가 준비해온 일본청주를 마시면서 회포를 풀었다.

다음날 아침 9시부터 공식적인 워크샵이 개최될 예정이었으나 5분전쯤에 가보니 세미나실에 빈자리가 많아서 걱정이 되었다. 그러나 정시에서 5분쯤 지나자 많은 자리가 채워지면서 조금 안심을 하였다. 한송엽 학회장님의 환영사를 마치고 시작된 첫 번째 특별강연은 아이야마 박사가 일본에서의 초전도전력기기 개발현황에 대한 내용으로 주로 지금까지 NEDO에서 수행한 SUPER-GM 초전도발전기 프로젝트에 관한 발표를 하였다. 금년 봄에 70 MW급의 모델기의 장기신뢰성 현장시험을 무사히 마치고 세계 최초로 NbTi초전도선을 이용한 초전도발전기의 상용화 가능성을 제시한 것은 기술적 의의가 크다고 할 수 있다. 일본 측 참가자들의 발표 내용을 간단하데 요약해보기로 한다. 교토대학의 무타 박사는 연구실에서 자체적으로 설계 제작한 벌크를 이용한 수직형 고온 초전도모터에 대해서 발표하였으며 고에너지연구소의 신토미 박사는 최근에 핵융합용으로 개발한 펄스파워 보상용 SMES에 대하여 발표를 하였다. ITER에서 플라즈마 전류를 트리거하거나 불안정한 플라즈마 전류를 아주 짧은 시간 내에 제어할 목적으로 개발되고 있으며 저장용량은 4 GJ로서 중규모급이라고 할 수 있다. 교토대학의 호시노 박사는 새로운 형태의 고온초전도한류기를 제안하였으며 전류제한 모드에서 리액턴스 윈도우의 장점을 효율적으로 살릴 수 있는 것이 특징이라고 하였다. 일본에서는 대학에서 한류기 연구를 하는 곳이 많아서인지 홋카이도 대학의 오오니시 박사도 고속 자체 능동-

회복 자기차폐형 초전도한류기에 대한 발표를 하였다. 구조는 세 개의 리미팅코일과 두 개의 토로이달 코일, 그리고 두 개의 초전도 링으로 이루어졌으며 6.6 kV, 1 kA 배전급으로 적용하기 위한 예비연구 결과로 임계전류밀도가 상당히 줄어드는 효과가 있다고 발표하였다. 미쓰비시 전공의 세오 박사는 몇 안되는 일본 업체의 참가자로 SMES나 토카막 마그네트 등에 적용할 수 있는 연선 케이블의 전자기적 특성에 대하여 발표를 하였는데 연선단계에서 여분으로 집어넣은 구리선이 전체 케이블의 안정성에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 시뮬레이션 결과를 설명하였다. NRIM의 사토 박사는 최근 일본에서 대형 프로젝트로 진행중인 1 GHz NMR개발에서 전단계 시제품인 초유동 냉각방식의 900 MHz NMR용 초전도마그네트 제작 결과에 대하여 발표를 하여 주목을 받았다. 초유동 방식의 냉각에 의하여 21.17 T의 자장을 발생시키는데 성공을 하였고 마그네트를 여자하는 동안에 자동제어시스템에 의하여 초유동조의 온도가 1.6 K이하로 성공적으로 유지되었다고 한다. 그러나 코일 특성에 있어서 영구전류모드 운전에는 아직 확실한 해결방법이 제시되지 못하고 있는 것으로 보고하였다. 노토 박사는 두편의 구두 발표를 하여 노익장(?)을 과시하였다. 한편은 에폭시 매트릭스 복합체의 열 및 전기전도도에 대한 논문으로 스타이캐스트와 AlN, Ag를 혼합하여 만든 복합체가 열전도가 크게 향상되는 결과를 발표하였고 다른 한편은 고온초전도벌크의 자화특성을 정밀하게 평가할 수 있는 측정 시스템의 개발에 관한 것으로 소형이고 휴대용으로 사용할 수 있는 것이 특징이었다. 이 이외에도 마에카와 제작소의 야나기 박사는 슬러시 질소를 이용해서 케이블을 냉각하는 방법에 대해서, 그리고 추쿠바대학의 양형석 박사는 압축 초임계헬륨이 열전달 거동에 대한 발표를 하였다. 한국 측에서는 주로 대학에서 많은 발표를 하였다. 지면상 주로 구두발표에서의 내용을 간추려 보았다. 특별강연에서 삼성전자의 김기만 박사는 최근의 KSTAR프로젝트에서의 초전도마그네트 개발과 관련하여 현재 SSTF에서 진행중인 개발 현황을 발표를 하였고 일본인들의 많은 질문을 받았다. CIC

도체를 정밀하게 토로이달 코일 형태로 권선할 수 있는 권선기, 열처리로, 진공함침기 등의 여러 제조장비들이 현재 제작되어 시운전되는 것으로 소개되었고 CICC코일의 안정성에 대하여도 시뮬레이션 결과가 발표되었다. 전력연구원의 성태현 박사는 300 Wh 급으로 개발중인 수평축 초전도플라이휠에 대해서 발표를 하였고 연세대의 고태국 박사팀은 초전도파워서플라이의 설계, 제작 내용을, 순천향대의 차귀수 박사는 초전도전력케이블에서 자화손실을 측정하는방법에 대한 이론 연구위주의 결과를 발표하였다. 홍익대의 장호명 박사팀은 2 단 냉동기에서 급속 냉각이 가능한 열스위치를 개발하고 있는 내용을, KAIST의 정상권 박사팀은 내부코팅 wall구조의 오르피스 튜브 냉동기에 대해서 발표를 하였고 KBSI의 김동락 박사는 KSTAR토카막의 냉각시스템에 대하여 발표를 하였다. 성균관대의 나완수 박사는 Bi-2223 초전도소선 테이프를 적층한 도체 구조에서의 임계전류 분포에 대하여, 안동대의 안중호 박사는 Bi-2223 은시스 선재에서의 최적화 공정에 대하여 발표를 하였다. ETRI의 강광용 박사는 마이크로파 응용을 위한 고온초전도 로우패스 필터의 개발 현황을 발표를 하였다. 이 외에도 포스터 발표에서는 초전도재료와 초전도기기, 저온시스템에 대한 최근의 연구 결과가 많이 발표되었다. 이번 한일 공동 워크샵에는 40편이 넘는 비교적 많은 논문이 발표되어 초전도와 저온공학에 대한 한일간의 학술 토론과 정보교환의 좋은 기회를 가질 수 있었다. 제주에서 열린 탓으로 다소 여비와 등록비에 대한 부담은 있었지만 많은 분들이 참가해주신 것에 대해서 지면을 통하여 다시 한번 감사하게 생각한다.

워크샵 기간 내내 회장님을 비롯하여 많은 참가자들이 끝까지 자리를 지키고 열심히 발표를 들으면서 진지한 토의를 하였다. 야외에서 열린 워크샵 만찬도 이국적인 공원 분위기에서 양질의 음식과 레이저 화산쇼를 즐기면서 무사히 마쳤고 많은 참가자들로부터 좋은 평을 들었다. 이번 워크샵을 별 무리 없이 성공적으로 마칠 수 있었던 것은 사무국의 강용기씨, 이인자씨, KERI의 김애경씨의 치밀하고 성실한 보조와 조직위원회 위



원들의 공동 노력에 의한 것으로 생각한다. 그러나 바쁜 방문일정 때문에 처음으로 제주를 찾아온 일본 측 참가자들을 위하여 조금 더 여유 있게 남국의 정취를 느낄 수 있는 공식적인 관광의 기회를 제공할 수 없었던 것이 조금 아쉬움으로 남았다. 끝으로 2001년에 일본에서 열리는 2회 공동 워크숍에도 많은 회원 여러분들의 참여가 있으면 좋겠다.



### 저자이력



#### 오상수(吳詳秀)

1959년 11월 1일 생, 1982년 경북대 공대 금속공학과 졸업, 1992년 일본 경도대 대학원 졸업(공학박사), 현재 한국전기연구원 초전도응용연구그룹 선임연구원