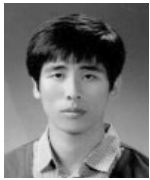




# 일본, 도심지 홍수예방시설 견학



**김 명 수 |**  
전북대학교 공과대학 토목공학과  
freshmanS2@paran.com

‘2010 세계교육기행’에 대한 이야기가 들려온 것은 그저 흘러만 가는 나의 20대 아름다운 청춘을 미래에 도움이 될 만한 일로 채우고픈 고민이 더해지고 있던 무렵이었다. 그것은 나에게 대학교 시절의 마지막 추억이 될지 모르는 천금 같은 기회였다. 좋은 추억이 됨은 물론이거니와 학생으로서 배우고자하는 욕구와 더불어 예비 토목인으로 발돋움 하는데 손색없는 선택이라고 생각하였다. 세계교육기행은 학부생들이 팀을 구성하여 팀 프로젝트를 통해 모든 과정을 학부생들 힘으로 수행하는 프로그램이다. 선진국에서 탐구하고 체험할 수 있는 학습기회를 제공함과 동시에 국제화시대에 능동적으로 대처할 수 있는 국제적 감각 및 적응능력을 배양하기 위하여 시행하고 있다. 우리는 토목공학에서 수공학(水工學)과 연관성이 높고, 기후 변화에 의한 이상기후 현상과 관련하여 최근 이슈가 되고 있는 방재(홍수)분야를 주제로 선정하였다. 학기 초부터 3달간의 계획서 작성과 탐방기관의 선정, 교수님과의 면담, 국내방재센터와의 교신 등을 통한 우리의 세계교육기행은 힘겨운 준비과정이었다. 하지만, 끊임없는 노력과 Team Work는 우리를 배신하지 않았고, 1차 서류심사와 2차 외국어발표 면접을 통해 최종합격이라는 결과를 얻을 수 있었다. 학기를 마치고 여름방학인 7월, 우리는 방재 선진국

인 일본을 향하여 배에 몸을 실었다. 우리가 계획한 홍수분야는 여러 분야 중에서도 도심지역에서 발생하는 도시홍수에 대한 것이므로 견학 목적지를 ‘도쿄’ 인근으로 정하게 되었다. 오사카까지 배를 타고 이동한 후 도쿄까지는 심야버스를 타는 약 이틀간의 여정 끝에 최종 목적지인 도쿄에 도착하게 되었다. 숙소에 짐을 풀고 일정을 최종적으로 점검한 후 우리의 열정과 노력이 담긴 ‘일본 원정기’는 막을 열었다.

## 1장 1막 슈퍼제방

최근 홍수 피해는 하천의 범람과 붕괴와 같은 외수 침수, 하수의 역류로 발생하는 내수 침수로 발생하는 경우가 다반사이다. 견학 첫날, 우리가 방문한 요코하마의 ‘케힌 하천사무소’는 도쿄의 남서쪽 외곽지역에 위치해 있다. 지난 80년대부터 미래의 홍수에 대비하기 위하여 일반 제방에 비해 튼튼한 ‘슈퍼제방’ (고규격 제방)을 축조해놓고 있었다.

케힌 하천사무소가 관리하는 슈퍼제방은 도심지를



그림 1. 케힌 하천사무소에서 단체사진

흐르는 하천의 배후지에서부터 현재의 시가지까지 포함하고 있다. 최근의 이상 기후로 인해 발생할 수 있는 대규모 홍수에도 뛰어난 방재능력을 발휘할 수 있도록, '타마가와' 하천의 주요 구간들을 대상으로 제방을 넓게 연장하는 제방 개선 사업을 진행하고 있었다. 슈퍼제방은 과거의 일반 제방과 다르게 제내지 부분이 100m정도로 완만한 경사를 유지하고 있다. 슈퍼제방의 완만한 경사는 지진 및 홍수로 인한 제방의 붕괴를 완화시키고 하천의 범람 시에도 물의 흐름을 지체시키는 역할을 하고 있다. 지난 1974년에는 일반제방을 축조하여 홍수를 대비하였는데 게릴라성 호우로 인하여 제방이 무너지고 범람하여 도시에 심각한 피해를 주었다고 한다. 이에, 더 이상의 피해를 줄이기 위해 지형적, 경제적, 효율적인 면 등을 고려하여 슈퍼제방을 강구하게 된 것이다. 그런데 제내지 부분의 제방을 확장하기 위해서는 도시전체를 재정비해야 하는데도 불구하고 굳이 이러한 사업을 계속해서 추진하는지 의문이 들었다. 사무소 직원은 '타마가와' 하천 주변의 도시를 재정비하려는 계획이 있었으며, 더불어 홍수 예방도 할 수 있어 공사의 타당성을 인정받을 수 있었다고 했다.

강 주변의 도시들은 과거에 사용한 '수지식 형태의 도시'를 '격자형 도시' 형태로 바꾸면서 제방을 축조하는 사업을 시행하려 하고 있다. 1988년부터 시작한 이 사업은 아직까지도 진행되고 있으며, 이러한 사업 뿐 아니라 제방의 안쪽에 특수비닐을 포장하여 물의 침투로 인한 붕괴를 방지하는 사업도 시행하고 있다. 또한, 강을 굴착하여 물의 흐름을 원활하게 하고 유량을 극대화 하는데도 노력하고 있으며, 강 주변에는 저류지를 만들어 홍수 시에 물을 담아두는 역할을 유도하고 있다. 이러한 저류지는 대부분 경기장이나 시민들이 쉴 수 있는 여가 공간, 산책로 등으로 조성하여 홍수가 일어나지 않을 때는 시민들의 여가공간으로 사용하고 있다. 일본인들은 이렇게 지형적, 경제적, 효율적인 면 등을 고려하여 지역별로 홍수 대비를 철저히 하고 있었다.

우리는 약 한 시간 동안의 직원과 대화를 마치고 하



그림 2. 케힌 하천사무소 관제 탑 실시간 현황

천사무소 3층에 있는 '하천관리 관제 탑'을 견학하였다. 이곳은 많은 CCTV카메라와 유량수치, 하천의 수위, 지역별 날씨 및 강수현황 등을 실시간으로 확인하고 있었다. 또한, 위험한 경우에는 시민들에 비상 경계령을 내릴 수 있도록 대형 탑으로 만들어진 확성기도 사무소 밖에 위치하고 있었다. 이러한 철저한 관리속에서 홍수의 피해는 현저하게 줄었으며, 앞으로의 이상기후로 인한 어떠한 피해가 나타날지는 모르지만 항상 준비하고 예방하여, 인명피해를 줄이는 것이 우리의 할 일이라고 사무소 직원은 말하였다.

케힌 하천사무소의 철저한 예방과 관리의 '타마가와'의 홍수피해를 현저하게 줄이고 있다. 또한, 슈퍼제방 사업을 실시 한 후 제방에 대한 붕괴와 범람피해도 현저하게 줄어들고 있다고 한다. 우리나라도 일본의 성공적인 슈퍼제방 사업처럼 구체적인 예방 대책이 필요하다고 생각한다.

## 1장 2막 사이타마 지하방수로

첫 견학의 좋은 경험을 뒤로한 채 우리는 두 번째 견학장소인 지하방수로를 방문하기 위하여 지하철을 타고 도쿄의 북쪽에 위치한 '사이타마 현'으로 이동하였다. 일본은 대중교통이 잘 발달하여 지하철 하나만으로도 어디든 편리하게 이동할 수 있었다. 하지만 환율의 차이로 인하여 우리에게는 지하철 요금마저도



그림 3. 사이타마 지하방수로 내부에서

큰 부담이 되었다. 그래도 우리의 유일한 교통수단인 지하철은 아름다운 시골 풍경 속을 묵묵히 달리며 우리의 목적지를 향하였다.

그렇게 지하철을 타고 2시간정도 이동 끝에 사이타마 현의 '용Q관'에 도착하였다. '용Q관'은 지하방수로 박물관이라고 할 수 있으며, 방문객들에게 지하방수로의 설명과 모형을 전시하는 곳이다. 이곳은 예약 없이는 방문을 할 수가 없어서 우리는 2달 전에 예약을 해 두었다. 곳은 날씨에도 불구하고, 우리는 다행히 가이드와 함께 지하방수로 견학을 할 수 있었다. '지하의 파르테논 신전' 이라고 불리는 사이타마 지하 방수로의 웅장함에 압도 되었다. 이곳은 수압을 조절하기 위하여 초대형 수조를 만들어 둔 장소였다. 지하방수로의 내부는 세로 177m, 가로 78m, 높이 20m에 이르는 크기로, 축구경기장 2개에 버금가는 면적이었다. 500ton 무게의 콘크리트 기둥 59개는 물의 압력으로부터 지반의 안정을 도모하기 위하여 세워져 있었다.

방수로 왼쪽에는 깊이 약 75m에 지름 약 30m, 저수 용량은 2만 7천ton이나 되는 원형 탱크가 위치하

고 있으며 이것은 지하방수로 곳곳에 5개정도 위치하고 있다. 또한, 오른쪽에는 최근에 지하터널 공사에 주로 사용되는 공법인 'Shield Method'을 이용하여 '에도가와', '나카가와', '쿠라마츠가와', '토네가와' 등의 6.3km를 연결해 주고 있다. 이 시설은 집중호우로 인해 범람할 위기가 있는 중·소하천(나카가와, 쿠라마츠가와, 토네가와)등의 물을 지하의 원형 물탱크 쪽으로 유도한 다음 원형 물탱크에 모아진 물이 가스터빈의 힘을 이용하여 터널을 따라 에도가와 지하에 위치한 수압 조절용 수조에서 물의 압력을 낮춘 후, 만 4천마력(HP)의 가스터빈 힘으로 일본 최대 하천인 '에도가와'로 강제 배출시키는 구조로 이루어져 있다.

이 시설을 통해 2004년 10월에 있었던 태풍 22호 발생 당시(최근 가장 많은 강수량 199mm) 약 672만 m<sup>3</sup>라는 도쿄 돔 5.4배분의 강수를 지하에 저장하여, '에도가와'에 강제 배수를 한 결과 '카스카베시', '스기토쵸', '사테시' 등의 침수 피해를 큰 폭으로 경감하였다고 한다. 지하방수로의 개발은 도시의 침수 피해를 해소시키고 경감하여 보다 안전한 생활환경을 만들게 된 것이다.

우리는 견학을 통해 사이타마 지하방수로 건설이 일본정부의 전폭적인 지원과 일본국민들의 자연재해 예방의식이 뒷받침한 결과라고 생각되었다. 또한, 지하방수로 시스템은 물의 흐름을 강제로 막기보다는 흐름을 원활하게 변화시켜 홍수를 대비하는 방식으로 일본토목기술의 수준을 경험 할 수 있었다. 긴 여정

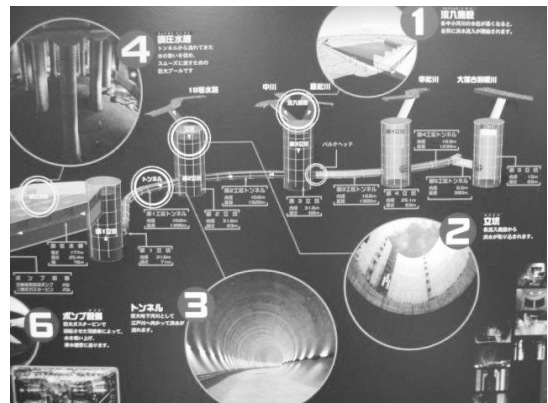


그림 4. 사이타마 지하방수로 구조 모식도

끝에 온 사이타마 현의 지하방수로! 미래의 건설 산업에 한 획을 긋는 중요한 사업이자 토목인의 자긍심을 느낄 수가 있었다.

### 1장 3막 북 치바 도수로 센터

다음으로 우리가 방문한 곳은 도쿄의 외곽지역 동남쪽에 위치한 '에도가와'와 '토네가와'의 하류 쪽의 '북 치바 도수로 센터'로 치수와 이수를 목적으로 설계된 곳이다. 새만금의 방조제의 길이와 거의 비슷한 28.5km의 길이로 '토네가와', '테가노마가와', '에도가와'의 하류 쪽에 연결된 일본 최대의 도수로라고 할 수 있다. 과거 25년간의 공사기간동안 2,900억엔(약 4조원)이라는 막대한 돈을 투자 한 결과 2000년 4월에 완공하여 지금까지 유지되고 있다.

관의 직경은 4.5m이고, 도수로 중간 중간에 5개의



그림 5. 북 치바 도수로 센터에서

펌프시설이 위치하고 있으며 물을 흘려보내는 역할 뿐만 아니라 펌프 주변에 침사지를 만들어 물의 정화 작용에도 사용되고 있었다. 또한, 펌프시설에 있는 도수로 센터들은 지형적으로 높은 위치에 있어 홍수 시에 시민들의 대피장소로 이용되고 있었다. 이곳은 재난 발생 시에 필요한 물자들을 비치하고 있었으며, 대부분의 시민들은 과거 피해 경험을 통해 재난물자들을 각 가정마다 비치하고 있다고 한다. 견학 도중에 특이한 지도를 하나 발견하게 되었는데 인터넷 자료로만 보았던 '해저드 맵'이었다. 이것은 100년 동



그림 6. 재난 발생 시 필요한 보급물자

안 발생한 침수지역을 지도로 만들어 재난 발생 시에 시민들의 대피를 도와주는 용도로 사용되고 있으며, 일본정부에서 각 가정마다 '해저드 맵'을 배포하여 시민들의 피해를 최소화 하고 있었다. '해저드 맵'은 모든 국민들이 쉽게 이용할 수 있도록 인터넷에도 배포하고 있으며, 전화번호부에도 수록을 하여 재난에 대비 할 수 있도록 예방하고 있었다. 또한, 초등학교 때부터 재난에 대한 교육과 '해저드 맵'을 사용하는 방법에 대해서도 교육을 시행하고 있다고 한다. 이렇게 모든 재난에 대한 대비를 통하여 집중호우 및 큰 태풍이 몰아쳐도 충분히 예방할 수 있는 능력을 길러 내고 있는 것이었다.

이러한 일본인들의 홍수에 대한 철저한 대비는 아무리 강조해도 지나치지 않으며, 그들에게는 선택이 아닌 필수 요소라는 생각이 들었다. 또한, 우리나라의 재난에 대한 대처방법이 수해복구에 중점을 두고 있다는 현실이 안타까웠으며 하루 빨리 재난에 대한 대처 교육과 대비를 시행해야 한다고 생각했다. 우리는 더운 여름 날씨에도 불구하고 강변에 위치한 도수로 위를 걸으며 토목기술의 선진화와 철저한 대비만이 앞으로의 홍수를 막을 수 있다는 것을 다시 한 번 되새기며 숙소로 향하였다.

### 1장 4막 빗물시민회

이제까지 우리의 일본 원정대는 도심지의 외곽 지

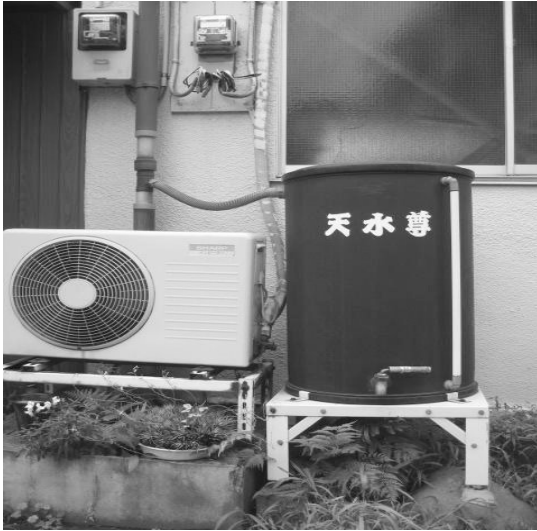


그림 7. Skywater Project Tank

역을 견학하였다. 일본 원정기의 마지막 기관인 '빗물 시민회'는 도쿄 중심지에 위치한 '스미다구'에 있는 기관이다. 세계교육기행을 준비하면서 가장 관심이 가던 분야이자 기대가 되는 견학장소이기도 했다. 기대가 되는 이유는 다름이 아니라 방문 예약을 할 때의 일 때문이다. 기관의 담당자는 초면인 우리의 전화를 친근하게 받아주면서 한국김치와 김을 정말 좋아한다며 가져다주기를 부탁했었고, 우리는 당황스럽지만 김치와 김을 준비해서 일본으로 왔던 일이 떠올랐다. 지난 생각에 빙긋 웃으며 찾아간 빗물시민회는 도심지에 위치한 작은 사무실이였다. 문이 열리면서 나이가 지긋이 있어 보이는 사무실 담당자가 우리를 환영해 주었다. 그분은 최초로 'Skywater Project'을 시행한 '무라세 마코토'(Murase Makoto)씨였다. 무라세씨는 한국에서 온 우리들을 위하여 빗물을 활용한 차를 대접하면서 'Skywater Project'에 관한 이야기를 풀어놓았다.

Skywater Project는 30년 전에만 해도 모든 사람들이 이상하게 생각할 정도로 외면 받는 사업 중에 하나였다고 한다. 하지만, 무라세씨의 노력으로 '스미다구'의 스모경기장을 첫 빗물사업 장소로 정하게 되면서 빗물사업은 시작되었다고 한다. 많은 시행착오를 통해 빗물 사업은 '스미다구'의 문제점인 홍수 및 지진



그림 8. 빗물 사업을 도입 한 Tokyo Sky Tree

등의 재해발생 시에 필요한 물을 공급할 수 있게 되었다. 빗물사업은 물을 담아둠으로써 홍수에 대비할 수 있는 기발한 아이디어로 인정받게 되면서 많은 사람들이 관심을 보이게 되었다. '스미다구'에 위치한 스모경기장의 빗물시스템시설은 우리가 쉽게 생각할 수 있는 단순한 과정으로 이루어져 있었다. 경기장 천장에 떨어진 빗물을 한곳으로 모아서 지하에 있는 탱크로 빗물을 담아 침전시킨 후 수동식 펌프를 이용하여, 정원수나 화장실 변기, 세차용 물 등으로 사용할 수 있다고 한다. 이것뿐만이 아니다. 불투수층이 많은 도시에서의 빗물을 담아 둠으로써 하천수위를 줄여주는 역할을 하고, 게릴라성 폭우가 왔을 때에 탱크에 담을 수 없는 물은 배관을 투수층으로 연결하여 빗물의 흐름을 최대한 지체시켜 도심지의 홍수피해를 절감시키는 역할도 하고 있다. 또한, 이상기온으로 인하여 도시의 '열섬현상'이 심각해지고 있는데, 빗물 사업으로 도시의 뜨거운 열을 식히는 데에도 많은 도움을 주고 있다고 한다. 이러한 단순하면서도 위대한 발견인 빗물사업은 일본에서 뿐만 아니라 물 부족과 비소 중독으로 어려움을 겪고 있는 방글라데시 국민들에게 새 생명을 불어넣어주는 단비와도 같은 존재가 되었다. 무라세씨의 작은 변화는 '스미다구' 뿐만 아니라 전 세계를 변화 시키고 있던 것이었다.

최근에는 도쿄의 모든 신축건물들에도 빗물사업을 의무적으로 도입하고 있으며 현재 도쿄에서 가장 높은 타워라고 할 수 있는 'Tokyo Sky Tree' 에도 빗물사업을 도입하고 있다. 우리나라 서울대학교 대부분의 건물과 서울에 건설 중인 'Star City' 에도 빗물사업을 의무화 하여 물 부족을 조금이나마 해결하고 빗물을 효율적으로 활용하고 있다. 우리나라의 경기도에 위치한 수원은 'Rain City' 라는 명칭으로 빗물사업의 선두지역이 되고 있다. 이렇게 우리나라도 빗물에 많은 관심을 가지며 미래의 물 부족을 해결해 나가고 있다는 말을 듣고 앞으로의 빗물사업이 기대가된다.

OECD에서 선정한 물 부족 국가인 우리나라, 이러한 친환경적인 빗물사업을 더욱더 활성화 하여 미래에 있을 물 부족 현상과 자연재해를 예방 할 필요성이 있다고 생각한다. 또한, 무라세씨의 Skywater Project 는 삶의 지혜만으로도 충분히 자연재해를 예방할 수 있고 물을 절약할 수 있다는 것을 보여 주었



그림 9. Murase Makoto" 박사님과 단체사진

다. 끝으로 우리에게 당부에 말을 전하였는데, 앞으로의 빗물사업은 우리의 미래이자 친환경 녹색성장의 시발점이 될 것이라며 물의 소중함을 깨닫고 사용하면 물 부족 국가가 아닌 물이 풍족한 국가가 될 것이라고 말하였다. 이렇게 빗물사업은 우리들에게 많은 깨달음을 얻을 수 있게 해주었으며, 무라세씨의 지속 가능하면서도 창의적인 발견에 박수를 보내고 싶다.

### 맺음말

옛날에 이런 속담이 있었다. '백번 듣는 것 보다 한번 보는 게 낫고, 백번 보는 것 보다 한번 행동 하는 게 낫다.' 이 격언은 이번 세계교육기행을 통해 토목기술의 위대함과 일본인들의 체계적인 예방대책들을 눈으로 보고 몸으로 행동하며 배우는 것이 더 중요하다는 것을 다시 한 번 느끼는 시간이 되었다. 보고 배운 학생과 경험하지 못한 학생은 정말 "극과 극" 이라고 할 수 있다. 앞으로도 많은 토목분야 학부생들이 이러한 기회를 쟁취하여 대한민국의 토목발전에 이바지 할 수 있는 밑거름이 되었으면 한다.

끝으로 '2010 세계교육기행' 을 통해 견학의 기회를 제공해준 전북대학교 국제교류부와 계획수립 과정에서 많은 도움을 주신 토목공학과 조기성 교수님, 권현한 교수님, 이정주 박사님께 감사드리며, 견학과정을 함께 무사히 마치도록 서로 희생하며 함께한 팀원들에게 정말 감사하다는 말을 전하고 싶다. ☺