

물 · 河川에의 나의 回顧

최영박 (第7代會長, 전 수원대총장, 고려대 명예교수)

1. 머리말

1926년 12월 26일 나는 낙동강 상류 지친인 내성 천유역에 있어서 옛부터 물맛 좋기로 이름난 醴泉에 태어났다. 어릴때부터 5, 6, 7, 8월의 장마철이 되면 연중행사처럼 큰물 아니면 가뭄이 내습하여 주민들의 고통이 이만저만이 아닌 것을 생생하게 보고자라 왔기에 누구보다도 災害없는 국토실현을 절망했다.

8. 15광복 해인 45년에 오늘의 서울대 공대의 전신인 경성공업전문 토목과에 입학하여 오늘날(1997)까지 일관해서 水理 · 水文 · 河川工學에 관한 발전과 우리나라의 治 · 利水 등 水資源技術향상을 위해 미력하나마 50여년간 씨름을 하게 된 것은 우연이 아니다. 21세기를 몇 년 앞두고 물문제는 인구증가와 도시화에 수반하여 수량, 수질 양면에서 심각화하고 있으며 따라서 수자원 문제의 새로운 개척에 있어서 후학 여러분에게 물 연구와 경험한 바를 돌아보면서 이것이 앞날의 양식이 된다면 다행이라고 생각하는 바이다.

1.1 물에의 첫걸음

나는 1945년 8. 15광복이 되는 해에 「서울대 공대」의 전신인 「경성공업전문」 토목과 (1946년에 서울공업대학으로 승격) 입학하였다. 하지만 좌우대립에 의한 정치혼란에다 “국립서울대학교” 설치에 의한 회오리바람으로 이에 대한 소위, 불합작교수란 이름으로 교수들이 총사태하는 등으로 1년여의 장기휴교로 거의 폐교상태가 되다 싶이 되었다. 하지만 1948년 8월 대한민국이란 국호의 정부의 발족으로 사회가 차

츄 안정되자 학업이 정상화되었다. 나는 토목공학 중에서도 특히 수리학 · 하천공학 · 수력발전 · 상하수도 강의에 특히 흥미를 가지고 일인들이 남긴자료와 서적의 수집과 교수의 강의에 열중하였다. 처음은 동승동 「구경성 공전」의 벽동집 1층에서 주로 원태상(元泰常)교수로부터 전문부부터 학부때까지 하천공학 · 수력발전 · 위생공학 강좌, 수리학은 양일갑(楊一甲), 심유섭(沈有燮 拉北) 및 변보엽(邊普燁)교수 등에게서 지도를 받았다.

1950년대까지만 해도 수문학(水文學)은 독립강좌가 되지 못하고 하천공학에서 첫째맛장에 수문기상(水文氣象)으로서 강수(降水)와 유출(流出)이 주로 강의되고 지하수는 위생공학에서 上水道의 수원으로서 지하수의 수리로서 강의된 바 있다.

1.2 “水文學”이란? (그 定義와 體系回顧)

우리나라에서 물의 과학으로 1960년대부터 근대화 와 함께 경제성장지속으로 특히 각광을 받게 되었다. 이는 1963년에 건설부 수자원국 탄생으로 이수(理水)과에 수문계가 생기고 또한 한국 수자원공사의 창설과 함께 이를 위한 본학회의 성립이 조성되었다. 이것은 1964년부터 시작한 UNESCO의 국제수문 10년계획(International Hydrologic Decade Program, IHD계획) 및 1975년 부터의 IHP계획(International Hydrological Program)활동에 의한 것 만이 아니다. 오히려 IHD계획의 필요성을 탄생케 한 배경에 의하는 것이다. 돌이켜 보건데 IHD 발족 당시만해도 수문학을 水門學이라고 착오할 정도로 학회창립에 참여한 일부 미국이나 화란에 유학한 토목

인들이 외국에서 처음으로 水文學 강의를 받았는데 이는 극히 몇 안되는 전공학자 및 건설부 기술계 공무원 뿐이다. 적어도 1950년대까지는 河川工學 등에서 水文氣象, 홍수예정보 등을 위한 降水와 流出 분석에서 막연하게 물과학, 水圈科學, 水利科學 등으로 거명하기도 한다. 적어도 1950년대까지 수문학이란 이름의 우리나라책이 간행이된 바 없다. 사실 호기심이 과학기술의 추진력이라하는 시대는 지났다. 필요가 과학을 추진하고 良識이 그 추진에 feed back를 걸쳐놓는다. 미국의 Price Heindl(1968)은 IHD 활동의 일환으로서 1896년부터 1956년, 그리고 67년까지 서구에서 발표된 수문학에 관계된 교과서를 비교검토해서 수문학 대상영역이 매우 확대한 사실을 지적한 바 있다. 사실 1940년대까지의 수문학은 지표수 위주로 하천수나 지하수를 개별적으로 연구하는 분야로 되어 왔는데 미국 등 선진국은 1960년대 후반에, 사회·경제학 분야도 포함하도록 변화되었다. 1965년부터 미국의 수문학의 대표적 학술지인 AGU(American Geophysical Union) 발행의 "Water Resource Research"에서는 사회경제수문학(Socio-economic Hydrology)에 매호마다 상당한 지면을 할당하는 것만 보아도 그 증좌의 하나라고 볼 수 있다. 이와 관련하여 1975년에 AGU는 최근의 수문학의 연구성과에 대한 종합보고를 하었는데 여기서는 강수, 설빙, 증발산, 지표수, 토양수, 지하수, 침식과 퇴적, 수질, 수자원 시스템과 그 상호작용의 9개 분야가 취급되었다.

강수나 증발산은 지난날에는 기상학의 중심적 테마이었는데 오늘날은 모두 물의 순환의 중요한 과정으로서 수문학 중에 포함되었다. 오늘날 지하수와 하천수는 일체로서 취급되었다. 실은 유럽에서는 샘(泉)이나 우물(井戶)의 기원에 관련되는 논쟁이 몇세기에 걸쳐서 반복되었다.

19세기 후반의 유럽에서는 수문학의 대상을 지하수에 한정된 경향이 강하다. 미국이나 일본 그리고 우리나라도 Mead(1919년)의 주장에 따라서 물순환을 일괄해서 취급하는 과학으로 보는 입장을 취해왔다.

사실 수문학의 정의에 대하여는 많은 학자의 설이

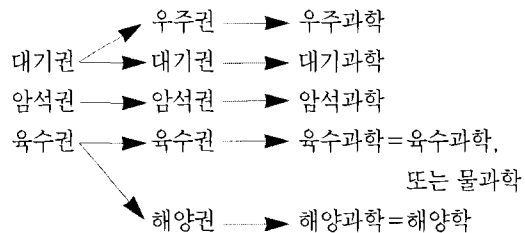
있으나 모두 대동소이하다.

Ven Te Chow는 Webstar 사진이나 미 대통령직속의 Ad Hoc Panel on Hydrology of the Federal Council for science and Technology의 정의를 들고 있으나 R.K. Linsley의 것과 별로 다른것이없다.

ESCAFE의 치수, 수자원국의 수문용어집(1961년 초에 우리나라 건설부의 제시로 토의 후(용어집발간한바 있음)이나 국제 관개배수회의의 용어사전의 그것과 같으며 거의 우리나라도 미국, 일본과 공통이해에 도달한 바 있다고 생각해도 좋다.

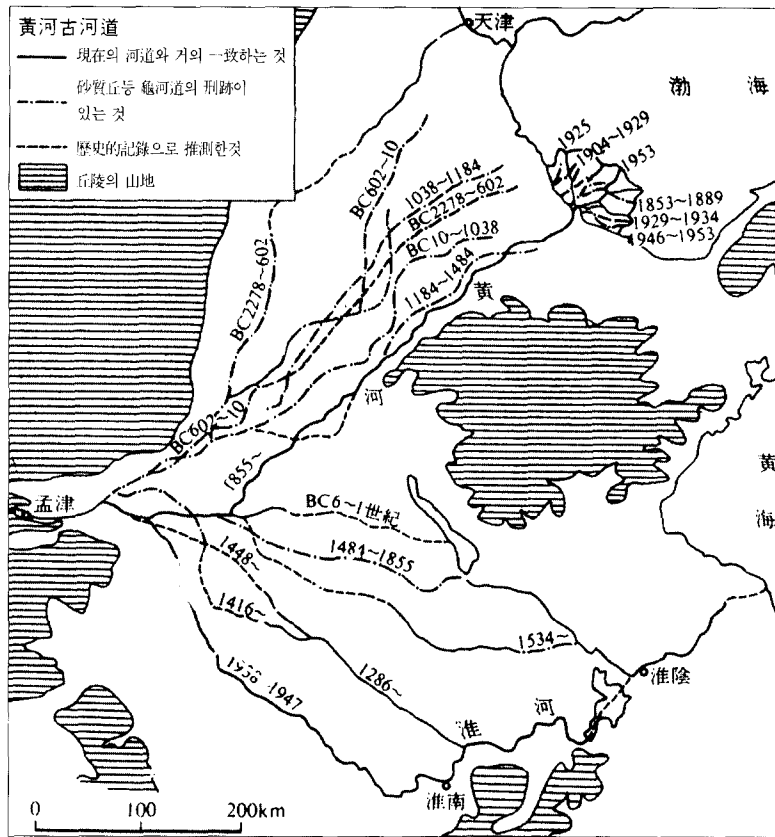
1970년대 초까지 자연과학은 전문화, 세분화의 길만으로 달려갔다. 미국에서는 수문학과를 가진 대학이 1963년에 UCOH(Universities Council on Hydrology)를 설치하고 수문학의 사회경제적 측면을 고려해서 UCOWR(Universities Council on Water Resorces)를 설치해서 29개 대학이 이에 가입하였다. 한편 1977년 3월에 UN물회의가 개최되어 우리나라도 이 회의에 참가한 바 있다.

돌이켜보건데 1950년대 까지만해도 자연지리학의 연구대상은 大氣圈, 岩石圈, 陸水圈의 3분야로 되어 왔다가 다시 다음과 같은 5圈으로 되었다. 육수권에서 해양권이 독립하였는데 이 지구상 수량의 97%가 해수이고 육수는 빙설을 포함해서 3%이나마 매우 중요한 존재인 까닭이다.



육수과학에서 해양과학 즉 해양학이 독립하고 또한 지하수학(1934), 호소학(1937), 하천학 등이 분화되었다.

하지만 이들은 물리학, 화학적 방법을 기초로 하는 지구과학의 한분과로 다시 편성중이고 대기권이나 암석권의 연구에도 같은 경향이 있음을 볼 수 있다. 그



黄河下流河道的變貌(任美鏞編著, 中國의 自然地理, p.54, 東京大學出版會)

런데 이와같은 일반 경향과는 별도로 수문학은 종합 과학, 학제과학 (Interdisciplinary Science)로서 그 색채를 강하게 풍기게 되었다. 오늘날 수문학은 확실하게 다른 지구과학의 일부다. 예컨대 그 이유는 연구 영역에 수자원개발이나 수질환경보전이라 하는 우리 인류에게 있어서 가장 중요한 과제가 포함되고 있는 까닭이다. 물에 연관되는 지식을 종합함이 없이 이들 과제에의 과학적 접근은 불가능하다. 학문의 세계에서 언젠가 분화(分化)에 평행해서 종합으로 가는 움직임이 있는데 수문학도 그 예외는 아니다. 이때부터 UN은 장래 잠재적으로 부족할 것이라는 자원의 첫째로 담수를 쳐들었다. 세계의 물수요의 증가율은 35년마다 배의 증가를 반복하고 있는 세계인구증가율을 훨씬 상회하고 있다고 했다.

이래서 물수요의 증대는 동시에 용수공급, 폐수처

리, 환경보전 등의 물 문제를 발생시킨다. 오늘날 물문제의 내용은 이에 관계되는 자연과 인간 어느것이나 그 요인이 동적인 까닭에 부단히 변화하고 있으며 거기에는 점차 복잡화하는 경향이 있다. 물 문제에 대처하기 위해서는 수많은 결정과 행동의 반복이 필요하다. 그리고 그 판단의 기준이 수문학과 수자원에 관련되는 여러 과학기술로서 구해지고 있다는 것을 명심해야 한다.

1.3 가장 오래된治水 이야기의 敎訓

동아시아·문순지역인 우리나라나 중국은 고대부터 벼농사를 중심으로한 수력사회(水力社會)인 까닭에 태풍이나 집중호우 산사태 등의 홍수범람과 침수에 의한 수해의

경감을 위한 치수와 한발에 의한 물가뭄 극복 등은 중요한 국가적사업으로 해서 오랜세월 치이수대책으로 국정의 안정을 유지코져 노력해 왔다. 치수역사 중에서 가장 곤란하고 자주 큰 규모의 하도(河道)변천을 뒤풀이한 4천여년의 오랜 역사를 가진 중국 황하의 치수와 연관해서 "물을 다스리는 자가 천하를 다스린다."고 옛부터 말하여 온 것은 그 사이의 어려운 사정을 웅변으로 말하는 것이다. 지금으로부터 4천8백년 전에 요(堯)라는 황제 61년 큰물이 나서 하늘까지 넘쳐갈 정도로 황하(黃河)가 범람했다. 그래서 요 황제는 곤(鯀)이라는 수리(水利)에 밝은 사람을 채용해서 치수사업을 하게 했다. 곤은 9년간 수도 주위로 제방(堤防)을 쌓서 방어하고자 치수사업을 했으나 제방만으로는 홍수 범람을 막을 수가 없었다. 이래서 요황제는 곤을 면직시키고 곤의 아들인 우(禹)를 기용해

서 아버지와 바뀌어서 황하치수의 임무를 맞게 하였다. 우는 먼저 소상하게 황하를 조사하고 수해가 매우 심한 결과로 황하하류가 막혀 있어서 큰물이 흘러가지 못하는 까닭이라고 생각하였다. 그래서 먼저 하류부터 공사를 시작하여 하류(下流)에 수로를 분류(分流)케하여 물이 흘러 가기 쉽게 하고 그후 공사를 중류(中流)로 진행해서 중류의 하상을 쳐내고 그 후 상류(上流)의 수도주위로 제방을 쌓아서 홍수를 막도록 했다. 그 결과가 매우 좋아서 그후 9백년간에 단 한번도 수해가 없었다 한다.

홍수처리에 있어서 제(提), 소(疎), 준(浚)의 3공법을 교묘하게 조합하는 것이 치수의 성공여부가 관계된다고 생각한 것이다. 그 후 축제(築堤), 분수(分水), 준설(浚渫) 또는 굴착의 조합은 치수의 요체(要諦)가 되어 홍수처리(Flood control)의 원칙에는 옛이나 지금이나 변화가 없다. 우황제는 아버지 곤왕의 축제(築堤)일변도의 수방(水防)으로는 목적 달성이 어렵다는 것을 알고 하천은 유수의 성질에 역행해서 이것을 순화(馴化)하기가 어렵다는 것을 알고 자연의 성(性)에 따라 물과 싸워서 안되는 것을 알았다. 먼저 하류·중류를 분류하고 토사가 퇴적된 중류를 파고 쳐내서 마지막에 필요한 상류의 수도(首都)를 제방 축조로 한 것이다. 그후 황하의 하도안정(河道安定)은 5백년까지 계속되었다고 서경(西經) 제 2권 우공(禹貢)에 기술되고 있다.

1.4 淸溪川의 浚渫와 水標橋와 水位測定

서울 시내를 동서로 횡단하는 종로와 을지로 사이에 청계천로가 있다. 옛 청계천을 복개(覆蓋)해서 만든 가로로서 옛모습을 찾기가 불가능하다. 이 청계천을 복개한 것은 1960년대이다. 서울에의 과도한 인구 집중으로 한때 천변주민들이 빨래한 흰 포목을 퍼서 말린 장소인 다리아래 강바닥에는 농촌에서 유입한 주민의 빈민굴이 되어 하천의 수질 오염이 심했다.

이조때 청계천을 개천(開川)이라고도 했는데 「동국요지승람」의 개천조(開川條)에 다음과 같이 기록되고 있다.

「북악산·인왕산·남산의 계곡을 흐르는 물을 합

쳐서 동류하고 도성의 한가운데를 관통해서 5개 수구(水口)에서 중앙포(中梁浦)로 들어간다.」

서울 도성의 4소문(小門)중에 동대문과 남대문 사이에 광희문(光熙門)이 있는데 이것을 일명 수구문(水口門)이라고 말하는 것은 이곳 가까운 곳의 성벽 아래 아취형의 개천수구(開川水口)가 있는 까닭이다. 청계천은 이수구에서 성밖으로 동류해서 중랑천(中浪川)에 합류하고 나아가서는 한강에 유입된다.

이씨 조선이 건국과 함께 서울로 천도한 이후 점차 인가(人家)가 증가하고 시설이 확장함에 따라서 북악산, 인왕산, 남산에서 도성내로 유입하는 물이 호우(豪雨)일 때 범람해서 인가가 침수되고 유실해서 장마철의 홍수해의 치수 대책이 큰 문제가 되었다.

이 까닭에 도성 안의 중소하천의 유입수를 모아 성밖으로 배수(排水)하기 위해 개천공사를 시작한 것은 1412년의 태종(太宗)12년이다. 태종은 이해 정월에 공조판서 박자청(朴子靑)을 장관으로 하는 개천도감(開川都監)을 설치했다.

그리고 전라도, 충청도, 경상도의 민정(民丁) 5만 여명을 동원해서 1개월간의 개척(開拓)공사로 청계천을 간선수로 하는 중소수로를 완성했다. 이때의 청계천은 도성내를 서쪽에서 동쪽으로 관류하는 글자 그대로의 아름다운 하천으로 도민들의 휴식 장소로서 친수공간(親水空間)이었다. 그런데 도성내(문안이라고 함)의 인구 증가는 세월의 경과와 함께 이 청계천으로 유입하는 생활용수의 하수로 점차 오염되고 악취를 풍기게 되었다. 즉, 청계천은 도성내의 하수를 흐르게 하는 배수로 되고 말았다.

그래서 이 청계천에의 오수의 유입을 금지해서 맑은清流(淸流)로 복원할 것인가 또는 도민의 편의를 도모하기 위해 조정에서는 그대로 방치할 것인가 라는 논쟁이 일어났다.

제4대왕인 세종(世宗, 1419 ~ 50)때 일이다.

청계천의 청정화를 주장한 것은 집현전의 수선(修撰) 이선로(李善老)이었다. 또한 같은 집현전의 교리(校理) 이효점(李孝瞻)은 이에 반론을 제기해서 「도읍지는 인구증가에 따라 하천이 오염되는 것은 피할 수가 없다. 도민의 편의를 위해 하수(下水)를 흐르게

하는 배수로 할 것이다。」라고 주장했다. 세종도, 이효첨 교리의 의견에 동조했다.

청계천을 깨끗하게 준설해서 청류로 회복한 것은 제21대 왕 영조(英祖, 1724~1776)일 때이다. 환경직략(漢京織略) 준천사조(濬川司條)에는 다음과 같이 기록되고 있다.

「역조는 개천을 쳐내는(浚濶) 것도 민중을 위한 것인데 왜 민중을 괴롭힐 것인가」라고 하면서 천만량의 비용으로 인부를 고용해서 준설(浚濶)을 하고 1개월이 채 못되어 완료했다.

이때 준천사(濬川司)를 설치해서 해마다 1회씩 준설하는 것을 항례화(恒例化)하고 또 1733년에 천변을 석축으로 하였다. 공사가 끝나자 세종은 왕세손(후의 정조)를 데리고 광통교(廣通橋)까지 행차하여 왕세손을 뒤돌아보고 다음과 같이 교시했다.

- 뜻이 있으면 반드시 성사된다. 무릇 무엇을 이루고저 생각하면 먼저 뜻을 세우고 힘써 노력해야 한다. -

여기서 준천사란 한성부(漢城府)의 오늘날의 치수국이라고 볼 수 있고 이와같이 해서 청계천은 서울시민의 휴게(休憩)장소로서 어린이들의 놀이터로서 부활된 것이다. 그후 청계천 수표교 부근은 최근까지도 서울시민의 선풍속의 하나인 연 날리기 장소로서 활용되어 왔다. 연날리기와 함께 정월보름날(上元日)의 다리 밝기(踏橋)를 하는 청계천의 수표교(水標橋)등 청계천의 10개다리는 서울시민의 선풍속(歲時風俗) 장소로 유명하게 되었다.

이 수표교 가까이에는 청계천 유수량(流水量)을 측정하는 수표석(水標石)이 있었다. 높이 3m에 폭 20cm의 부정형(不定形)을 6면 방추(紡錘)형의 화강암으로 만든 수표석으로 수도서울 중앙을 흐르는 이 개천의 수위를 측정할지 2백년이 지났다. 유수를

清溪川(開川)水系圖(19世紀末葉)

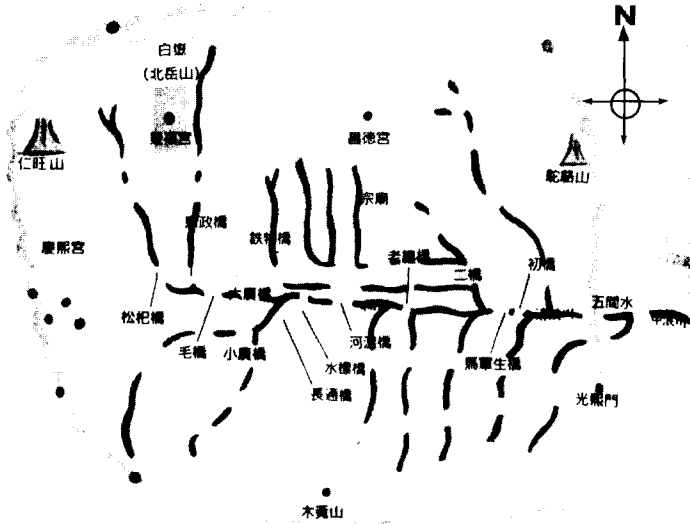


그림. 清溪川의 漢江·地圖

받는 쪽은 가는 유선형(流線形)으로 만들고 표기등의 선단은 개석(蓋石)상으로 만들어 졌으며 매우 우아하다. 돌기둥의 양측에는 1척에서 10척까지의 눈자가 새겨지고 동쪽을 향한 표면에는 3척·6척·9척에 해당하는 3개소에 작은 구멍이 새겨져 있다. 이조때는 수표교 옆에 있던 준천사에는 책임자 1명, 행정원 3명, 수표지기 1명이 배치되었다. 수표지기는 장마철 때는 증수(增水)상황을 시시각각 가장하는 동시에 한성부윤에 보고하고 또한 호조판서를 통해 직접 국왕에 알렸다. 이와같은 수표제도는 세종때부터 시작하여 그 때는 2개의 수표석이 존재했다. 그 하나는 개천(開川) 마전(馬前)교에 있었고 또다른 하나는 한강하안에 있었던 제천정(濟川亭)의 물가에 있었다.

1959년에 이 수표석은 수표교와 함께 장충단공원으로 이전했는데 수표석만은 청량리동의 세종대왕 기념관에 있어서 국보 838호로 지정되었다. 수위 측정은 유럽보다 약 200년 앞섬으로 수문역사상 우량측정과 함께 자랑할만 한 것이다.

1.5 世宗때의 우리나라의 雨量測定

강·하천이나 수로의 홍수문제는 동아시아에서는

언제나 우리나라나 중국 및 일본이 심각하여 홍수 원인이 주로 장마철의 태풍이나 집중호우의 내습에 있으므로 우량계에 의한 관측이 적어도 1247년부터 사용되어 왔다고 A.K. Biswas는 1979년의 수문학 역사에 기록한 바 있다. 이것보다도 그 이전의 강우량 측정은 이때 보다도 약 1200년 이전에 "파레스치나"에서 시행되었다고 한다. 그 이후 실제로 양적인 수문 관측은 전혀 없었다. 벼농사철에는 일정한 강우가 필요한 까닭에 우리나라도 전국토에 내린 우량을 측정하는 관례가 15세기에 중국으로부터 소개되었다고 한다. 우리나라의 경제는 해마다 주곡인 쌀 생산에 의존하고 있으며 고대부터 산·천의 여러 신들에게 기우제를 할 정도이었다. 우리나라 최초의 측우기는 세종 23년(1441년) 8월에 만들어 지고 처음의 길이 2척, 직경 8촌에서 다시 길이 1척 5촌, 직경 7촌으로 개량되었다. 이 형태는 1907년까지 서울을 위시한 각 지방에 사용되었다. 초기의 측우기에 대해 조선사에는 다음과 같이 기록되고 있다.

「세종왕시대의 24년째 왕은 우량을 측정하는 청동의 기구를 만들었다. 이는 길이 1척 5촌, 폭 7촌으로 대 위에 올려 놓고 비를 받아 서운관(書雲觀) 원이 주척(主尺)으로 물의 양(깊이)을 측정하여 우량은 척·촌·분의 수까지 면밀하게 측정했다. 그 결과는 왕에게 보고된다. 우량 뿐만이 아니라 강우개시일과 그친일시까지도 기록되게끔 했다. 측우기가 각도의 여러 지구에도 배치되어



그림. 수표

관측결과를 왕궁으로 보고되었다.」

이때의 우량계는 깊이 약 30cm로 직경 15cm이었다. 유럽에서 기기를 갖고 우량을 측정한 것은 1639년에 시작되었다고 한다. 이때 이미 우리나라는 측우기를 갖고 우량측정을 하고 국내각지의 우량분포를 계측한 것은 유럽보다 200년 앞섰다는 것은 실로 자랑할 만한 일이다.

13세기부터 15세기말 까지만해도 성경신학 이외의 과학기술 지식 분야는 매우 침체되었는데도 불구하고 수문학 분야에서 가장 위대한 성과가 우리나라의 우량측정이라는 Biswas의 지적은 매우 기적적인 것이라 할 수 있다.

2. 日帝때의 治水와 河川水文

일제는 한일합방후 治水의 근본을 河川改修에 두고 제1기 하천조사(1915-1928) 그리고 제2기 하천조사(1928 ~ 1939)를 실시하여 전국의 25개 하천 조사를 실시한바 있다. 1876년 이후의 주요수해기록을 보면 1985년, 91년 낙동강 홍수가 비교적 크고, 1914년의 홍수는 대단한 것 같으며 홍수기록시설 설치후의 기록을 보면 1925년의 「乙丑년 한강대홍수」와 1936년의 「섬진강 및 압록강 홍수」가 최대 홍수로 되었다 한다.

어쨌든 일제는 Kajiyama(梶山淺次郎)로 하여금 「우량과 홍수량에 관한공식」을 창출케 하였다. Kajiyama(梶山) 박사가 1922년 발표한 우리나라 하천에 대한 水文資料의 분석으로 最大洪水流量을



그림. 측우기

流域面積, 林相, 流域傾斜의 函數로서 나타낸 것으로 오차를 10% 이하로 잡았다는 것을 일본 東京大 Takabasi(高橋裕)박사는 일본의 근대 水文學의 系譜에서 논술한 바 있다.

洪水豫報에 관한 연구 역시 Kajiyama 박사에 의하여 漢江 및 大同江에서는 1950년, 1926년에 水位法에 의한 홍수예보를 시작하였는데 당시로서는 좋은 결과를 얻었다 한다.

漢江은 1926년부터 雨量式을 혼용하고 그 방법을 洛東江에서도 사용되었다 한다. Kajiyama박사는 水位法으로도 홍수의 도중 遲滯量을 구하여 雨量法에서는 각 3시간마다의 우량효과를 積算하는 방법을 취하고 있어서 그 고찰방법은 세계에서도 높이 평가된 Sherman의 單位圖의 사고방식의 선구를 이루는 것이라고 Yamamoto (山本莊毅)박사는 평가하고 있다. 참고로 일제시대 한국하천에 대한 河川水文資料의 대표적인 것을 들면 다음과 같다.

2.1 最大洪水流量的 策定

漢江, 錦江, 萬頃江, 榮山江, 蟾津江, 洛東江, 龍興江, 및 北, 南大川의 12개 하천에 대하여 1917년까지의 기왕의 대홍수를 기록 또는 구전에 의하여 조사하고 그 최대범람지역을 정하여 최대우량을 추정하고 소위 지수공식을 다소 수정해서 적용하여 최대 홍수유량 $Q(ft^3/sec)$ 와 유역 $A(平方里)$ 의 관계를

$$Q=CA^{0.78-0.4\log A}$$

의 관계인 것을 확증하였다. 여기서 C는 係數로서 8,000 ~ 5,000 평균 6,162이다.

이것을 流域狀況(f), 流路延長(里), 流域의 最大日雨量 r(mm)의 관계를 고려해서

$$C=f(310+r)(4+A/L^2)$$

를 얻었다. f는 유역의 경사, 林相 등에 관한 상수로서 다음 표준에 의한다.

f=2.74 …… 경사가 가장 급하고 樹林이 없고 流出率이 최대인 유역

f=2.60 …… 비교적 流出率이 큰 유역

f=2.47 …… 流出率이 中位の 유역

f=2.33 …… 流出率이 비교적 적은 유역

f=2.19 …… 가장 평탄하고 산림도 많고 流出率이 적은 유역

그 후 C.G.S.단위로 환산된 Kajiyama 공식은 전술한 식과 같으나 이를 다시 제시하여 둔다.

$$Q=CA^{0.78-0.4\log A}$$

$$C=f(310+r)(4+A/L^2)$$

여기서 A : 유역면적(km²)

r : 유역 내 최대 24시간 우량평균(mm)

L : 유로의 길이(km)

f : 유역경사와 林相에 의한 係數

流域狀況	f의 값
금경사, 입상이 적고 유출이 많은 유역	0.0079
비교적 유출이 많은 유역	0.0075
유출이 보통인 유역	0.0071
비교적 유출이 적은 유역	0.0067
가장 유출이 적은 유역	0.0063

또한 流路延長이 길고 支流의 유입이 없는 경우에는 最大洪水流量的 遞減이 생각되는데 이 경우는 다음식과 같다.

$$N = 1 + 0.0026L + 5.85F$$

여기서 N : 洪水波伸延率

L : 流下距離(km)

F : 유하구간에 있어서 하단 및 범람면적을 구역하류단에서의 유역면적으로 나눈 값

2.2 最大流達量

총독부의 Wueda(上田政義)技師는 우리 나라 도시의 지리적 조건이나 강우상황 및 유역형상과 流達時間의 관계 등을 조사하여 이 자료를 토대로 다음 식을 발표하였다.

$$Q=K \frac{25\beta+T^2}{25\alpha+T^2} \circ A$$

여기서 Q : 최대유달량(m³/sec)

K : 流域面積의 형상에 의한 係數

α : 降雨量에 의한 係數

$\beta = \alpha r_5$

r₅ : 5분간 最大雨量 (mm)

A : 流域面積 (1,000坪 單位)

L : 流域最遠隔地點 까지의 거리(間)

ν : L에 대한 평균흐름속도(m/sec)

T : L/10 ν

ϕ : 滲透 및 蒸發係數

보통 0.2 ~ 1.0

평균 1.0

이식이 하나의 기준이 되어 市, 邑에서의 하수도계획 때 사용되었다.

2.3 河川計劃時 河幅決定

1921년 12월 총독부 Yamasita(山下正夫) 技師에 의하여 발표된 공식은 다음과 같다. 다음과 같은데 그 후 계속 사용되어 왔다. 대하천일 때는

$$B = \alpha Q^{0.73}$$

여기서 B : 計劃下幅 (法線間)(m)

α : 河床傾斜에 의한 係數

小河川일때는

$$B = 1.698A^{0.318} / I$$

(全南, 全北, 慶北의 남부지방 하천)

하상결과 a의 값	1/1,000	1/2,000	1/3,000	1/4,000	1/5,000
a의 값	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36

$$B = 1.303A^{0.318} / I$$

(京北, 忠南, 忠北의 중부지방 하천)

여기서 I : 河床傾斜

A : 流域面積

2.4 洪水豫報法

우리 나라의 홍수예보는 漢江은 1920년, 大洞江은 1926년에 Kajiyama 박사 등의 노력에 의하여 매우 합리적인 水位法의 홍수예보가 제안되고 예보조직도 완성되었다.

漢江 및 大洞江에는 本流에 뒤지지 않는 大支流가 있어서 本·支流 양쪽의 적당한 지점에 있어서 수위로부터 합류 후의 下流水位를 예보하기 위하여 먼저 종래의 홍수 중에 측정된 각 시간별의 수위를 가지고 하나의 곡선군을 작도한 것이다. 그래프상의 횡축에, 本流 上流地點 水位를 종축에 支流 上流地點 동시수위를 취하고 그 수위에 상당하는 곳에 하류 홍

수에보지점에 있어서 홍수전과시간만큼 지체시킨 既得水位를 기입한다. 이와 같이 하면 기왕의 한 홍수마다 다수의 점으로 된 한 계열을 얻는다. 과거 관측된 홍수가 다수 있으면 상기와 같은 點列이 다수 얻어진다. 다음에 이들 점에 가로로 기입한 수치에 의하여 하류지점의 等水位線을 적당한 간격으로 그린 것이다. 서울의 洪水位를 예보하기 위하여 홍수전과에 소요되는 시간이 모두 12 hr에 상당하는 상류지점에서 漢江 本流의 驪州나 北漢江의 加平에 있어서 수위를 縱橫軸에 취한 것으로 이 그래프와 상류의 수위 보고가 있으면 바로 12hr 뒤의 서울의 홍수위가 예측된다.

大同江도 이와 비슷한 그래프로 유도되었다.

漢江의 수위는 洛東江과 함께 1926년부터 水位法과 雨量法을 혼용한 혼합법을 사용하게 된 것이다. 예컨대, 漢江 本流에 뒤지지 않는 大支流가 있으므로 驪州나 加平에 내린 雨量의 영향을 양지점의 수위로서 대표시키고 그 수위에 대응하는 홍수유량을 구하는 것이다.

즉, 이것이 水位法이다. 그 이하 유역에 내린 강우효과는 雨量法에 의하는 것으로 하고 양효과의 합성으로서 서울에 있어서 전 효과를 구하는 것이 된다.

즉, Kajiyama 박사의 漢江 및 洛東江에 대한 洪水豫報系統은 혼합법으로서 水位法과 雨量法을 혼용한 것이며 실험적이라기 보다는 반이론적인 방법이라고 할 수 있다.

상류의 강우영향은 水位法에 의하여 충분히 나타낼 수 있으나 이들지점과 하류 사이 부분에 내린 강우의 영향은 水位法에 포함되지 않으므로 이에 대해서는 雨量法을 사용한 것이 된다.

즉, 漢江에 있어서 서울, 驪州, 加平의 水位 및 流量을 각각 h_s , h_1 및 h_2 , Q_s , Q_1 , 및 Q_2 라 하면 다음 식과 같다.

$$\text{서울} : Q_s = 220h_s^2$$

$$\text{驪州} : Q_1 = 155h_1^2$$

$$\text{加平} : Q_2 = 100h_2^2$$

여기서 단위는 m이다.

여주 및 가평에서 서울까지 洪水波傳播에 소요되

는 시간은 12hr 이다. 실제로 洪水波는 전파하는 사이에 평편하게 되어 최대유량은 감소한다. 이 감수량 Q 는 1hr마다의 水位의 上昇量 $\Delta h_1, \Delta h_2$ 로 할 때 다음 식과 같다.

$$\Delta Q = 421.3h_1 \Delta h_1 + 320.5\Delta h_2 + 134.7(\Delta h_1 \cdot \Delta h_2 + h_2 \cdot \Delta h_1)$$

이 지점과 서울 사이의 유역에 내린 강우영향에 대해서는 이 구역을 다시 여러 구역으로 나누고 각 우량이 있다고 해서 과거의 기록에서 洪水波形 및 係數를 구하였다. 이 강우에 의한 유량을 Q_a, Q_b, Q_c, \dots 라 하면 서울에 있어서의 洪水流量公式는 다음식과 같다.

$Q_s = Q_1 + Q_2 = Q + Q_a + Q_b + Q_c + \dots$
따라서 여주 및 가평부터 상류의 영향으로 서울에 전파되는 유량은

$$Q_s = Q_1 + Q_2 = \Delta Q$$

로서 주어진다.

2.5 8·15 解放의 發達過程 (1945 ~ 1970)

우리 韓半島 河川은 유로연장이 短小하고 上流河川傾斜가 급하고 하류가 緩流河川을 형성하고 있다. 이래서 수해를 받기 쉬운 자연조건에 있다.

여기에다 기상적 특징은 지리적으로 大陸性氣候와 海洋性氣候의 교차지점에 위치하고 있어 평상시에는 우량이 적어 하천의 渴水量이 극히 적으나 7, 8월의 雨期에 접어들면 年雨量 1,159mm의 40 ~ 60 %가 이 시기에 쏟아져 豪雨가 되는 것이 보통이다.

더욱이 水原地帶의 林相荒廢로 豪雨시 막대한 土砂流가 유출되어서 河床을 융기시켜 연중행사와 같이 홍수해를 속출하여 유역 일대 민심안정과 산업 발달에 큰 장애를 주었다. 이 때문에 홍수방어의 근본책으로 築堤 및 直江開削의 洪水快疏方式에 의한 河川改修를 위주로 高水工事に 주력하였으며 鐵道, 自動車道의 진전과 함께 그 옛날의 河川水運은 거의 없어지고 말았다.

유역면적당의 洪水流量, 既往流量이 매우 크고, 또한 水源池에서 평야부에 도달하는 홍수도달시간도 빠른 우리나라에서는 河川改修計劃에 있어서 홍수유

량, 나아가서는 계획홍수유량을 결정하는 것은 그 중요도가 매우 높았다.

이래서 우리 나라 8·15 해방 이전의 초기 水文學다운 것을 찾아보면 河川工學에서 하천의 水文特性을 잘 반영시키는 洪水流量에 관한 水文 觀測調査가 중요시되고 河川調査計劃은 주로 이홍수유량에 관련되는 이 水文資料分析이었다.

日政時 또한 1914년 6월부터 水力 제 1차조사가 실시된 후 1944년 제4차조사가 완료되면서 水力發電開發이 동력으로서 그 지위가 중요시됨에 따라 洪水量 이외의 하천유량도 정확히 측정할 필요가 있게 되었으며, 농업국가로서 우리 나라 稻作에 있어서 夏季 旱害를 극복하기 위한 하천의 渴水流量 측정도 요청되고 또한 이와 함께 지하수개발도 일부 永登浦 등 공업지구 등에서 공업용수로서 조사 개발되기도 하였으나 이는 모두 日人들에 의하여 타율적으로 8·15해방전까지 추진된 것이다.

2.6 水資源開發 및 國土保全

우리나라 年平均降水量은 세계평균 730mm 보다 많은 1,159mm로서 국토면적 98,477km²에 대하여 1,140억 t의 강우량의 賦存이다. 이 중 그 42%인 478억t 蒸發損失로서의 可用水資源量 으로서의 하천유출량은 58%인 662억t이 되나 이것도 이의 61%인 405억t 이 홍수유출되고 평상시 하천유출은 39%인 257억t에 지나지 않는다.

이와 같은 하천유출에 대하여 農業, 工業 및 生活用水로서 이용되는 것은 1975년 현재 99억t으로 가용수자원량 15%에 해당된다.

우리나라 水資源의 효율을 발휘하기 위한 매개가 되는 최대의 것은 하천임에는 두말할 것도 없다. 좁은 의미로서의 水資源開發은 우리 나라에서는 河川開發이다.

특히 1960년대 이후 제 1, 2, 3차 經濟開發計劃에 있어서 국토개발의 핵심과제는 水資源開發로서 이는 四大江을 중심으로 한 각 河川開發로 간주하여도 좋으며 하천수이용을 주체로 한 물 이용은 고대의 농업용수의 導水에서 시작하여 현대까지 하천의 公害

를 제거하는 治水事業과 함께 수자원 개발과 일체 불가분의 관계가 있다. 농지로서, 공업단지로서, 주택지로서 토지이용이 진전됨에 따라 홍수처리는 가장 선행적 사업이 되고 土地의 향상과 수반해서 더욱 물이용은 중대하였다.

우리나라에서는 治水 · 利水는 서로 연관되어 수자원 개발과 함께 계속 발전되고 있다.

우리나라는 水資源으로서는 비교적 좋은 혜택을 받고 있으나 河川流況이 불안정(河狀係數平均 1:400)하고 자연상태로서는 현재까지 각종 用水需要의 증대에 응할 수 없어서 豐水時 河川水를 일시 댐에 貯水하였다가 渴水時에 이것을 放流하여 河川流出의 연중 평균화를 가져오는 것이 하천개발의 기본을 이루어왔다.

돌이켜 보건대 8·15 해방부터 1948년 8월 15일 大韓民國政府의 수립, 1950년 6·25 동란 직전까지의 사이에는 水資源開發은 물론이거니와 河川開發이 전혀 없는 공백기였다.

日政時의 36년간의 南農北工地域政策으로 수력 자원이 長津江, 赴戰江, 盧川江, 江界, 富寧, 水豊 등 거의 모두 北韓에서 우선 개발된 까닭에 8·15해방 당시 水 · 火力 共 100만 kW의 설비용량 중 85%의 電源이 북한에 편재해 있었고 남한은 수요량 50%를 1946년 斷電될 때까지 북한에서 공급받았다. 거기에다 6·25 동란의 南韓 水 · 火力施設의 파괴는 물론이거니와 수백만의 월남피난민과 함께 연간 2.9%의 인구증가에도 GNP의 1%를 차지하는 旱水災害額 등은 식량과 전력의 절대량 확보면의 긴급성을 요청하였다. 그래서 식량증산을 위한 農業水利施設의 정비를 목적으로 하는 貯水池, 小溜池 등 農業土木事業이 진전되어 食糧增産에 기여하기 시작하였다.

都市生活用水事業으로 上水道는 8·15해방 당시 남한에 41개의 상수가 있어서 1일 237,000t의 淨水를 생산하였다.

서울은 1일 9만 t의 생산능력이 있으며 釜山, 仁川, 大邱가 1만t 이상, 道廳所在地 및 開港場은 3,000~4,000t 정도, 그 외는 대다수가 1,000t 정도, 그 외는 대다수가 1,000t 내외의 간이상수도였다.

1961년 까지 수도의 수는 62개, 1일 생산능력은 523,650t, 給水人口는 8·15해방 당시 300만명에서 720만명으로 2배 이상 증가되었다.

6·25 동란으로 戰災를 입어 水源池는 계획된 淨水能力만큼 생산을 못하고 일부의 送 · 配水系統은 파괴로 漏水가 심하였으며 급수능력이 매우 저하되었다.

이 기간에 九宜洞 第 1淨水場工事, 노량진 第 2淨水場 新設工事, 回東水源池 확장공사가 일정 때의 기존시설 모방으로 급속여과지 축조 위주로 설계 시공되었다. 홍수방재를 위한 치수사업은 8·15 해방 후 1948년 까지 정돈상태로 기성제방과 부속시설의 유지조차 제대로 못되었다.

1948년 정부수립 후 치수사업의 중요성이 재강조되어 소위 ECA 3개년 계획과 일반국고로 南江放水路工事의 착공과 주요하천 개수와 유지 보수를 착수 하였으나 6·25 사변으로 중단되어 1953년까지 戰災와 함께 하천상태는 악화일로를 걷게 되었다.

그러나 1954년 UNKRA 및 ICA의 경제원조와 일반국고에 의한 치수사업 장기계획이 수립되어 홍수피해가 크고 경제적 가치가 큰 主要河川 63개가 선정되었는데 이 중에는 19개의 直轄河川과 44개의 地方河川이 포함되어 그 개수계획 연장은 678km이었다.

한편, 國庫에 의한 地方中小河川 300개에 대한 1,419km의 개수계획도 수립되었다. 1954년에서 1960년까지의 治水事業實績은 개수연장 465.5km, 보수연장 165.8km, 복구연장 116.9km이었다.

이 기간에 주로 漢江, 洛東江, 錦江, 榮山江, 東津江의 中流部와 그 支流에 대한 防水劑와 西海岸에 주입되는 插橋川, 安城川을 潮水影響을 없애기 위하여 彎曲된 유로의 정정과 防潮水門으로 咸悅川 하류의 蓮洞, 南浦의 兩貯水門 및 吉山川 하류의 望月 防潮水門은 대표적인 特殊構造物工事이었다.

電力部門에 있어서 전과상태에 놓여 있던 送變電施設을 응급복구하는 한편 6·25 동란 전에 복귀치하에 있었던 華川水力發電所의 댐 1호 發電機와 變壓器 등의 응급복구 공사시행으로 국내의 電力需給의 원활을 도모하였으며 휴전과 함께 華川 第 2號機

를 포함한 각 水力電源과 送配電施設의 6·25 사변 전의 상태 환원을 위한 복구공사가 진전되었다.

물론 그 당시의 需要電力에 비하여 發電設備容量은 매우 부족된 것은 두말할 것도 없었다. 더구나 국내 각종 산업설비의 복구 및 확장 등 활발한 재건사업은 電力需要를 가속적으로 증대시켰다.

이래서 商工部 電源開發委員會를 설치하여 水·火力의 종합계획인 5개 電源開發計劃을 수립하였으나 자금마련이 여의치 못하여 계획이 실천되지 못하였다. 전후 복구도 거의 완료되었던 1958년 이후는 새로운 국토건설방향이 기대되었다. 5·16 軍事革命 후 종래 內務部 土木局의 河川行政, 거기에다 商工部 댐 開發行政, 農林部의 水利干拓行政을 합쳐 1962년 6월 29일 建設部 창설당시 水資源局으로 일원화하여 水資源 開發이 종합화와 능률화를 도모할 있게 하여 水資源의 종합개발과 保全管理局에서 집약화할 수 있는 체제로 한 것은 자못 의의가 있는 것이었다. 정부는 경제개발을 지원하기 위한 국토건설의 초기목표를 98,477km²의 南韓의 土地資源 및 年間 평균 1,160km²에 의한 1,140억 t의 水資源이 賦存하는 주요하천을 多目的댐 건설 등의 수자원 개발과 江原道 太白山地方의 石炭 및 石炭石 채굴 등의 자연지하자원 개발에 중점을 두고 거기에다 증가하는 人口壓에 대비 食糧自給自足を 위한 水利干拓 및 工業化의 원동력인 동력자원 확보를 위하여 水力댐 및 産業鐵道建設에 치중하였다. 일면 GNP 1% 내외에 해당하는 항예적인 水旱災被害額을 절감하기 위한 국토보전도 강력히 추진시킬 입장에서 미국 T.V.A. 방식의 河川綜合開發方式 위주로 나아갔다.

그리고, 국토종합개발의 6개특정지역으로서 太白山, 京仁, 牙山灣, 榮山江, 蔚山 및 蟾津江 流域이 선정되었다. 특정지역의 거의 대부분이 적어도 그 대표적인 것은 모두 미국 T.V.A. 방식의 河川流域綜合開發方式으로서 그 中核目標가 治山治水에 의한 洪水災害輕減과 아울러 農產資源과 電源開發 등 국토보전과 수자원개발에 연관되는 자원개발로서 이런 의미에서 본다면 第 1次 經濟開發計劃(1962~1966)의 국토건설의 기초는 수자원을 주도역으로 하는 “자

연상태에 있어서” 다시 말해서, 河川水系를 단위대상으로 하는 개발방식이었다.

第 1次經濟開發計劃期間(1962~1966)의 대표적인 국토개발형으로 구체화된 사업은 蟾津江 多目的 댐과 東津江 水利干拓 및 南江多目的댐 건설이다. 蟾津江 多目的댐 건설은 七寶水力의 14,400 kW의 출력증가와 함께 中·下流의 最大洪水流量을 43%나 경감하는 홍수조절은 물론, 七寶水力의 發電放流水를 유역변경하여 총연장 67km의 人工水路로서 水路 주변 7,145ha의 灌溉水利改善으로 연간 57,000石의 食糧增產 및 水利干拓으로 확장된 농토 4,270 ha에 걸쳐서 연간 76,000石의 총계 13.8만 석의 米穀增產으로 섬진강댐에 의한 水力開發과 用水供給에 의한 식량증산을 도모코자 하는 것이었다. 이것은 유역변경을 가미한 多目的댐 개발로서 世界干拓技術의 선구자인 和蘭水工技師까지 무리라고 한 東津江 干拓用 防潮堤를 締切 하여 8·15 해방 후 처음으로 우리 기술진만으로서 설계 시공을 끝냈었다는 것은 매우 고무적인 것이었다. 또한 日政時 1920년에 본격적으로 재착수하여 洛東江 下流 農土 60,000ha를 위한 홍수조절로 연간 6.2억원의 洪水被害輕減에다 댐 下流沿岸 98,000ha의 관계개선으로 연간 80,000석의 식량증산 및 12,600kW의 電源開發과 淸州 및 三千浦에 1일 21만t의 생활 및 公業용수 공급을 가능케 하는 것이다.

한편 太和江 流域에는 울산공업기지 건설과 함께 1일 12만 t의 公業용수 공급을 위한 泗淵堤댐이 건설되었다. 다음 第 2,3次 經濟開發計劃(1967~1976)에 있어서는 경제성장 위주 國土開發型으로서 1970년 7월 7일에 완공된 서울~仁川間, 서울~釜山間 高速道路 완성이나 3,453坪의 浦項 綜合製鐵基地 건설도 있지만 이 수자원개발로서 획기적인 것은 1973년 10월 15일 완공된 昭陽江 多目的댐 건설이다. 昭陽江 多目的댐 사업은 漢江 下流 일대의 서울, 仁川 등 대도시와 公業도시에 12억 t의 용수를 공급함으로써 생활 및 公業용수를 완전 해결하고 연간 홍수조절량 5억 t으로 洪水被害額을 경감하면서 20만 kW의 수력설비용량을 갖추게 된 우리나라 최

대 다목적댐이다.

이 댐은 높이 123m, 댐길이 530m, 貯水容량 29억t 의 동양최대규모의 砂礫댐인 것이다.

또한 1973년 4월에 착공한 洛東江 水系의 安東댐(댐높이 83m, 貯水量 12억 48만t)은 10월 28일에 완공되었는데 이는 국내 최초의 揚水兼用 發電所로 발전시설은 지하 35m에 설치하였으며 공사용 假排水路를 시공 후 發電用水路로 활용함으로써 공사비 절감을 가져왔으며 堤體心壁에는 화강토를 이용하는 등 댐개발기술에 커다란 진보를 가져왔으며 昭陽江에 이어 두 번째의 대형댐으로서 土石式 댐이다.

이와 함께 1975년 3월에 錦江水系에는 大清多目的의 댐(댐높이 36m), 丹陽댐(댐높이 40m), 光州댐(댐높이 25m), 大草댐(댐높이 31m)등 농업용수 겸용댐이 건설되어 旱·水害 극복에 의한 식량증산에 크게 기여하게 되었다.

돌이켜보건데, 1966년 4월 23일 特定 多目的의 댐법이 제정 공포됨에 따라 그 專擔機構로서 韓國水資源開發公社가 1967년 11월 16일 발족된 후 우리나라 다목적댐 개발사업은 본격화하였다. 또한 1966년부터 漢江, 洛東江, 錦江, 榮山江의 4대 강에 대한 外國技術 用役 지원하에 4대강의 수자원 및 토지조사가 1971년 까지 계속되어 이 조사보고를 토대로 4대강 종합개발은 우리나라 최초의 國上綜合開發計劃(1977~1981)의 핵심과제가 되었으며 1978년 8월 7일 4대강 綜合開發委員會의 발족과 함께 대형 多目的의 댐 건설에 의한 年中河水의 평준화는 우리나라 수자원개발의 기본방향이 되었다.

또한 낡은 치수위주의 河川法도 治·利水 겸비한 하천관리 나아가서 우리나라 水法의 母法구실을 할 수 있도록 1971년 新河川法으로서 제정되었다.

하지만 河川改修는 第2, 3次 經濟開發計劃期間을 통하여 정부재정형편상 투자 우선순위 저조로 취급되어 1976년 현재 要改修延長 전 길이 20,600m(直轄河川 2,449m, 地方河川 3,130m, 準用 河川 15,201m) 對北改修完工길이는 전 길이 5,815m(直轄河川 53%, 地方河川 38%, 準用河川 22%)의 부진상태이다.

한편 1973년 9월 21일 漢江 洪水統制所가 착공 1975년 완공되어 洪水豫警報를 無線텔레미터함으로써 유역의 홍수방재에 큰 기여를 하게 되었다.

한편 水力은 電力需要의 増大가 있었지만 火力이 종래보다 단위용량도 크게 되고 따라서 熱效率도 매우 높게 된 까닭에 火主水從위주로 이행되어 이 까닭에 揚水發電으로 발전하는 경향으로 電力開發이 추진되고 있다.

1957년에 처음으로 槐山水力(최대출력 2,600kW)이 調査計劃, 設計施工부터 처음으로 우리 기술진으로 완공된 후에 1965년 春川댐(최대출력 57,600kW), 1967년 衣岩댐(최대출력 45,000kW), 1972년 八堂댐(최대출력 80,000kW)의 각 水力댐이 건설되었으며 현재 淸平댐 지점에 揚水發電工事が 진행중에 있다.

이래서 8·15 해방 후 水力發電所數는 漢江水系에 7지점으로 572,000kw, 洛東江水系 2지점으로서 102,600kw, 蟾津江水系 2지점으로서 313,600kw, 기타 2지점으로서 3,800kw 합계 710,560kw에 해당된다.

3. 水文 및 水資源 開發技術의 進展

일찌기 벼의 淇水栽培에서 개화되고 진보된 고대 우리나라의 畚開墾, 灌溉水利 및 防(水)堤 등의 土木 技術을 일본에 전달한 바 있는 우리나라도 韓日 合邦과 함께 일본이 먼저 西歐에서 도입 흡수한 하천 기술을 우리의 지리적, 기상적 특성에 적합하도록 개량 발전시킬 수 밖에 없었다.

1872년 일본은 和蘭에서 많은 기술자를 초빙하였다. 화란이 J.Drijke 등 여러 水理技術者는 높은 수준과 학문적 기초를 가졌으며 종래 日本技術者의 주관적 및 卽地的인 치수사업 착수 전에 水文·水理의 量的인 파악을 먼저 중요시하게 하였다. 이와 같은 和蘭技術者의 河川技術技法에 교육되어 朝鮮總督府의 관리가 된 日人技師들은 한국에 있어서도 각 河川에 量水標의 설치, 河川測量이나 水位 관측자료를 참고로 하여 당시로서는 엄격한 水理計算을 하는 등

일정 36년간은 여러 江의 치수계획을 입안한 것으로 본다. 이래서 土木工學 중에서도 특히 河川工學이 일정시에 水資源開發技術로서 먼저 정착하기 시작하였다.

그러나 그 후 韓半島에서 일본의 대륙진출을 위한 南北 縱貫鐵道建設의 차중으로 李朝時 성행된 河川水運은 쇠퇴하고 이와 함께 홍수재해의 심각화로 低水工事 역시 쇠퇴하고 오히려 사방공사의 중요성이 강조되어 治山治水란 구호로서 砂防과 河川改修가 추진되었다.

따라서 일본이 明治維新 이후 직접 수입한 和蘭流의 低水技術은 우리나라에는 도입되지 않았고 治水技術만이 상당히 보급되었다. 계속적인 일본의 대륙침공과 함께 북한지방은 일본의 化學工業基地로 되어 많은 電力이 필요하게 되자 1935년부터 남한은 농업, 북한은 發電水力開發方向으로 급속히 변화되었다.

이때 水豊댐 (댐높이 106m, 댐마루 길이 900m, 콘크리트重力式)은 總貯水容量 120억 t, 최대출력 70만kW, 發電機 1대당 10만 kW로서 1936년에 조사를 개시하여 5개년만에 완공되었다.

이와 같은 일본의 타율적인 水資源開發技術의 배경에서 8·15 해방과 함께 우리는 水資源開發 및 국토보전시설이 조사계획, 설계, 시공관리를 담당하게 되어 조속한 선진 水資源開發技術의 도입, 흡수, 소화로 자립기술의 확립을 꾀할 입장에 있었다.

그러나 8·15 해방 후의 사회혼란과 6·25동란은 水資源開發技術은 물론이거니와 타분야까지 낙후성을 일층 심화시켰다. 여기서 1945~1950년을 水資源開發技術 발달 제 1기라고 한다면 이는 공백기라 할 수 있고 다만, 서울大學校 土木工學科에서 故 元泰常 박사가 河川工學, 發電水力 및 衛生工學 강좌로 水資源開發技術다운 학문의 명맥은 대학교육에서 유지할 뿐 여타는 침체기였으며 발전을 위한 진통기라고도 할 수 있다.

제2기 (1951~61년)는 정부의 水資源開發 및 治水防災, 農業水利 水力開發體制의 정착과 함께 6·25전쟁 복구로서 각국의 기술원조에 의한 수자원관계

학자, 기술자의 해외파견, 선진 외국의 기술도입 및 소개 등의 계몽기를 맞이하는 기간이라고 할 수 있다. 이렇게 볼 때 제2기는 도약을 위한 기술기반의 造成期로 볼 수 있으며 이래서 제 3기(1962~현재)는 그 기반이 구축되고 발아되는 期라고 볼 수 있다.

한편 1962년부터 第1, 2, 3次 經濟開發計劃의 수행과 함께 경제의 고도성장은 水資源開發技術面에서 학계에는 여러 연구논문 발표가 활발해졌으며 기술기반 구축지원으로 여러 대형화된 水資源開發施設과 國土保全施設이 우리 기술자의 힘으로 조사, 계획, 설계, 시공되어 자주기술터전이 확립하기 시작하였다.

제3기에 있어서 경제성장의 부작용에 의한 공업화, 도시화와 함께 農業用水 對北 工業用水 및 都市用水의 수요증대는 제 1,2기 중반까지의 농업용수 대종의 물 사용패턴을 급속히 변혁하였다.

이와 함께 住宅地開發 및 産業立地 등 土地開發은 물 이용면에서나 홍수조절면에서 국토보전상의 문제가 발생하고 이를 해결하는 데는 종래의 소규모이고 국지적인 利水計劃을 대규모 및 광역적으로 하는 治水·利水를 포함한 하천이용도 증진의 河川流域綜合開發思想 즉, T.V.A.방식을 우리도 도입 활용해야 할 단계로 도래케 되었다.

정부는 1972년 國土綜合開發計劃에서 4대강 종합개발을 핵심으로 한 것은 여기에 연유되는 것이다. 漢江, 錦江, 洛東江 등의 重要水系의 多目的貯水池에다 홍수조절을 겸비케 한 것은 우리나라 치수방식으로서 종래의 제방연속화와 河川治水方式의 일대 전환이며 다목적댐의 각광을 받기 시작하였다. 특히 漢江水系에는 전 유역의 氣象·水文狀況에서 효과적인 홍수의 종합관리를 할 수 있도록 洪水統制所가 Telemeter 설치로 System화하게 되었다.

昭陽江 多目的댐은 有效貯水容量 29억t의 대규모댐으로 등장하였으며 로크·필 댐형식을 사용하였다.

安東多目的댐은 진보해서 逆潮整池를 구비하고 揚水發電을 하게 되었다. 浦項, 蔚山, 川 등 新工業基地에는 물수요가 급증하였는데 주변 하천으로는 부

족하므로 廣域利水가 추진되었다. 永川댐, 水魚댐은 이와같은 공업용수 해결책의 專用댐建設이며 長大送水管路가 계획되기 시작하였다.

한편 多目的貯水池開發에의 가일층의 치중과 함께 漢江, 洛東江, 榮山江의 河口에는 河口堰建設로 마지막 放流될 河川剩餘水의 전부 또는 그 대부분을 이용 가능케 하는 방식이 적극적으로 계획되고 있다.

한편 대형 水資源開發施設은 거의 기계화시공으로 전환되었다. 특히 水文學, 水理學分野의 각종 이론의 도입 및 UNIHD 및 IHP 대표 유역의 특성시험에 주력하여 여러 水文特性의 발견으로 이를 알맞게 이용케 한 조사논문의 발표 및 기술이 활용 등 單位圖나 水文統計의 연구를 활발하게 하고 이와 같은 潮流는 1967년 우리나라 水文學의 발전과 기술향상을 위한 韓國水文學會의 설립을 가져오게 하였다. 특히 水理實驗을 이용하여 이론의 배경과 그 비교를 실증케 하고 國威建設研究所에는 大型水理實驗所, 工科大學에는 水理實驗室이 설치되게 되었다. 시공면에서 로크·필 댐 등의 시공에 대한 안정성 검토 등은 土中水의 水文地質問題에 큰 성과를 가져왔다.

이와 같은 기술의 전환 정세하에 제2기, 제3기의 水資源開發技術의 발달을 개관하여 보기로 한다.

第 2 期(1951~1961년)

1953년 7월 27일 휴전과 함께 戰災復舊의 시기가 되었으며 사회안정과 함께 대학도 정착되었지만 교수 요원들의 연륜의 日淺, 연구시설의 미비, 연구비의 태무 등으로 최신 외국문헌 입수의 단절은 세계기술수준과의 그 격차를 일층 심하게 하였다.

이와같은 여건 속에 工科大學 土木工學科, 農科大學 農業土木科, 內務部 土木局利水科, 中央觀象臺, 農林部 農地局 및 水聯(土聯) 등의 선진 외국기술도입, 문헌소개, 외국기술자 파견 등에 이룩한 공로는 다대하다. 우리나라 水資源開發課學技術者의 태반이 가입한 大韓土木學會는 1953년 5월 25일에 제 1권 제1호를 발간하였으며 이 기간의 주요논문은 元泰常 박사의 「極大洪水量式에 관한 研究」등 河川, 水文, 水理에 관한 것으로 14편, 이것은 수적으로 미

미하지만 선진기술의 연구의 도입소개가 많아서 水資源開發技術分野에 미친 영향은 크게 제 3기를 위한 河川工學, 水文學의 후진의 意慾提高 및 水理模型試驗기반 조성에 공로가 많다. 이 기간의 선진 水資源科學技術의 도입 활용이 시작된 것이 중요한 것 중 들어 보기로 한다.

1910년 부터의 河川改修計劃用의 經驗公式로서 Kajiyama공식 대신에 1950년말부터 1961년 초기에 單位圖法 解析이 도입되고 水文統計的인 고려가 소박하지만 도입되었다.

計劃洪水流量 책정에 있어서 기왕 最大洪水痕跡이나 범람수위상황, 流量觀測資料를 참고로 한 實績主義方法 유사하천의 比流量을 참고로 하는 방법 이외의 합리식 방법이나 雨量 및 流出 등 水文學의 발생빈도를 통계적으로 처리하는 방법이 소개되었다.

이와 같은 방식이 1961년 5·16혁명 이후 河川綜合開發 및 댐건설 기본조사 등을 위한 技術用役會社(李熙峻, 金海琳, 黃程哲, 歷代土木會長)의 발족과 함께 활용되기 시작하였다. 또한 1960년에 처음으로 和蘭國際水工學科程에 崔榮博 교수(당시 嶺南大)가 유학하게 되어 그 후 70년대까지 계속 水工學技術習得次 이 분야의 기술자 40여명이 유학하게 되어 선진 水工學의 활용으로 우리나라 水資源開發學 技術水準提高의 큰 계기를 마련하였다.

여기서 大韓土木學會誌에 소개된 技術論說 및 論文은 1958년에 漢江水系에 적용된 美軍의 洪水豫報(金東漢, 1958년), 水文學에 있어서 對數分布에 관한 順序統計方法(崔榮博, 1958년), 南江댐建設計劃의 技術檢討(林敬根, 1958년), 流域內雨量記錄에 의한 極大洪水量計算法(元泰常, 1960년), 河川流砂에 대한 몇 가지 考察(安守漢, 1930년), 忠州水力發電所建設計劃(盧承鉦, 1960년), 沿岸港에 있어서의 漂砂問題(崔炳周, 1960년), 水文統計에 의한 計劃洪水流量 결정에 대하여(崔榮博, 1961년), 群山港 및 錦江河口 現象調査(金東暉, 1961년)등이며 기타 일본의 댐(元泰常) 프랑스河川流域開發(崔榮博)이 소개되기도 하였다.

한편 이와 같은 여러 하천계획방법으로서

Thiessen 등의 流域平均 雨量算出方法, 對數正規 分布, Iwai의 非對稱分布, Gumbel-Chow 방법 등의 確率洪水概念, Sherman, Benard, Nakayasu(中安) 및 Tachigami(立神)의 여러 單位圖法이 도입되었지만 水文觀測次科의 부족과 수문관측의 계통적인 관측으로 이의 흡수활용과 새로운 우리 특성에 알맞는 방법으로서의 개량은 어려웠다.

1961년에 있어서 우리 나라 水文觀測所는 91지점(自記 19, 普通 72) 및 水位觀測所 73지점(自記 20, 普通 53)의 저조한 상태에 있었다. 한편 水理學은 1950년대부터 河川流砂量計算法, 高速水流, 水理型實驗方法, 開水路下等流의 계산법이 새로 등장되어 토착화되고 많이 이용되기 시작했다. 특히 1957년에 Du Boys와 Schoklitsh 등 流砂量計算法, 1950년에 Einstein과 Kalinske의 流砂量公式이 소개되었다. 또한 1960년에 Tribarren 공식이 도입 및 TTD 등을 포함한 捨石防波堤에 적용되기도 하였다.

1957년에 水理實驗法이 처음으로 소개되어 1958년 京畿工專 土木工學科 小量水理實驗室(李元煥 교수)이 건설되고 1961년 土聯 : 서울大 工大 土木工學科 (安守漢 교수) 및 서울大 農大 農業土木科에 역시 小型 水理實驗室이 건설되었다.

第 3 期 (1962~1972년)

제2기에서 싣기 시작한 水資源開發技術分野는 1962년에 와서 정부의 經濟開發計劃의 착수와 함께 蟾津江 및 南江多目的댐, 東津江干拓을 출발점으로 한 기타 각종 대규모 수자원개발 시설공사의 착수를 위한 기본계획의 수립을 위한 수문조사와 계획설계의 정밀도를 위하여 새로운 水文學, 水理學의 발달을 촉진하였으며 大型水理模型實驗에 의한 실증적 검토의 필요 등에서 수자원분야의 計劃工學의 발전을 가져왔다.

특히 대형 水理模型實驗장이 1967년 국립건설연구소에 설립되었는데 이 실험실은 국제규모로서도 손색이 없다.

한편 1962년부터 河川綜合開發調查事業 및 水力開發事業과 함께 각국의 외국서적이 다량 도입되

고 그중에서 일부는 번역 출간되고 독자적 흡수인 분야의 水文, 水理技術書도 발간되기 시작했다.

Linsley의 水文學 (朴成宇, 安守漢, 崔榮博, 韓瓚愚 共著, 國民科學社, 1965년) 美國土木學會의 水理模型(崔榮博, 一潮閣, 1966년), 水理實驗法(李元煥, 建設部技術指導書, 1967년)은 그 대표적인 것이다.

이와 같이 선진 외국의 이 분야의 문헌, 서적이 다량 도입과 함께 新進技術者, 學者의 海外 技術習得으로 그 수준은 더욱 提高되어 1970년대 전자계산기의 도입과 함께 수문학에 있어서 流出·降雨害析, 不定流의 水理計劃을 신속화하는데 도움을 주었다.

한편, 경제의 지속적인 고도성장의 여파는 외국유학, 시찰, 기술교류, 대학에서 박사·석사논문발표가 활발해진데다가 문교부, 과학기술처의 연구조성금의 지급으로 의욕적인 논문과 해외의 이 분야의 새로운 과학기술이 도입 소개되었다. 여기서 제 3기에 大韓土木學會誌(10권 1호부터 19권 3호)에 발표된 논문 중 水理, 水文 및 河川 등 부문은 타부문을 압도하여 36편이나 되었고 2편의 박사논문 및 6편의 석사논문이 발표된 것도 이때이며, 각종 技術用役調查研究, 設計檢討, 工事報告가 발표되었다.

한편 이 기간에 설립된 韓國水文學會도 1967년 7월 6일 "물의 科學"이란 이름의 會誌를 발간하기 시작하였으며 水資源開發技術에 관련되는 氣象, 水資源計劃, 水文學, 水理, 河川, 農業水利, 上下水道, 水力發電에 대한 새로운 독자적 논문과 새로운 분야의 학설을 도입 소개 하였다.

주요한 발표논문 및 논설을 들면 다음과 같다.

水資源計劃分野에서는

- 多目的댐 施設 建設分擔法(崔榮博, 1965년)
- 水資源計劃의 最適化手法(崔榮博, 1972년)
- 代表試驗流域研究(金治弘, 1972년)

水理學에서는

- 河川 및 海域에 있어서 水流의 擴散 (安守漢, 1967년)

水文學 및 河川工學에서는

- 河道設計에 있어서 流砂 및 粗度(崔榮博, 1965

- 년)
 - 韓國河川의 頂點洪水流量算定(韓長會, 1966년)
 - 河川流量의 時系列研究(崔榮博, 1968년)
 - 河川流量이 Sequential Generating 研究(李舜鐸, 1971년)
 - 中小河川 및 都市下水道計劃 設計에 필요한 雄率降雨強度公式(李元煥, 邊根周, 1969년)
 - 確率江雨量 算定研究 (李元煥, 1971년)
 - 河口堰의 地下水流 浸透防止研究(崔榮博, 1971년)
 - 海岸地下水 特性研究 (姜瑄玩, 1971년)
 - 洛東江水系의 地形因子와 北流量研究 (崔榮博, 1972년)
 - 韓國河川의 流出에 관한 研究(金熙鍾, 1972년)
 - 水文量 특히 河川流量의 豫測研究(金治弘, 1972년)
 - 貯水地內 堆砂量이 空間的 分析豫測 (尹龍男, 1972년)
 - 洛東江流域의 漢水類度 分析(李舜鐸, 邊圭淵, 1972년)
- 水文氣象分野에서는
- 洛東江의 降雨特性研究(崔榮博, 1965년)
 - 물과 氣象研究(金光植, 1967년)
 - 蒸發散量에 對하여 (曹喜九, 1971년)
 - 最大漢水流量과 水文氣象(曹喜九, 1972년)이다. ●



수도거성(水到渠成)

물이 흘러와서 자연히 개천이 이루어진다는 말로 학문을 열심히 하면 스스로 도를 닦게 된다는 비유.

복수불반분(復水不返盆)

엮질러진 물은 다시 그릇에 담을 수 없다.
한번 헤어진 부부 사이는 다시 어울릴 수 없음을 비유한 말이며
일단 그릇된 일은 돌이킬 수 없음을 뜻함.