〈報　　文〉

# 태화강의 유역 수문 현황

趙 弘 濟*
Cho, Hong Je

## 1. 서 론

지리적 위치에 의하면 울산지방은 동쪽으로는 울산만등 바다에 면하고 있으나 서쪽은 태백산맥이 남북으로 가로질러 1033m의 고헌산, 1240m의 가지산, 1209m의 신불산, 1200m의 운문산등 준령이 병풍처럼 가로막고 있다. 남북으로는 울산과 포항간의 형산강지구대가 형성되어 있어 양산 및 부산과 더불어 교섭이 빈번히 이루어져 왔다.

울산지역의 하천은 서에서 동으로 울산시내를 관류하는 태화강과 이의 지류를 이루고 있는 척과천, 동천 그리고 주변지역 주요하천인 외항강과 회야강등이 있다. 태화강은 밀양군 산내면 억산에서 발원하여 동으로 흘러 울산만에 유입하는 유로연장 44.7km, 유역면적 652.4km의 강으로서 상류부분은 경사가 매우 급하여 유속이 크며 울산시가 위치한 하류부분은 경사가 완만한 충적지 평야지대를 이루고 있다.

표토의 토질을 보면 지역에 따라 점토질 가는 모래, 굵은 모래, 가는모래질 점토층이 주종을 이룬다.

울산지방의 기후는 시베리아 대륙성 고기압과 북태평양 고기압에 따라 형성되고 있다.

겨울에는 평균기온이 2.4℃로서 우리나라의 남해안에 자리잡은곳으로서는 추운편에 속하며 봄에는 주변지역과 기온이 비슷하나 바람이 많이 불어 체감온도가 낮다. 여름에는 과거에 북동풍이 매일 불고 기온이 낮았으나 최근에는 공업화에 따른 기상변화에 의해 전국에서 가장 더운 지역으로 인식되고 있다.

울산의 년 총강수량의 평균치는 1310.1mm에 달하며 이는 우리나라 평균강수량 1159mm보다 약 150mm정도가 더내리는 다우지대에 속한다. 강수량의 태반은 5월에서 9월사이의 저기압과 초여름 장마, 태풍, 그리고 가을장마에 의해서 발생한다.

1940년 이래 울산지방에는 7차례의 큰 풍수해가 있었으며 1959년 9월 16일 - 17일의 사라호 태풍때 비교적 큰 피해가 발생하였고 1969년의 태풍과 1987년 셀마 및 다이너등 3차례의 태풍이 기억에 남는다.

특히 울산지방은 1962년 1차경제개발 5개년계획 일환으로 대규모의 공단이 조성된 이래 오늘날 국내 최대의 공업도시로 발전하였으며, 공단조성에 필요한 기반시설및 여건중 용수공급이나 확보를 위해 태화강에 제법 큰비중을 두었었다.

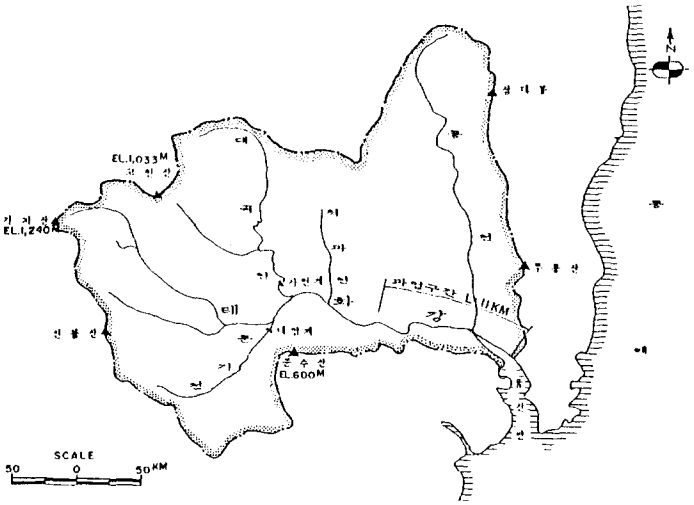
현재는 대분분의 용수를 낙동강에 의존하고 있으나, 낙동강의 오염에 따른 수질저하와 태화강 수계의 오염에 의해 용수공급에 어려움을 겪고

* 본학회 정회원 울산대학교 공과대학 토목공학과 부교수

있다.

최근 울산상공회의소는 "2천년대 공업도시 울산개발, 발전방안에 대한 연구보고(1989. 11. 16)"를 통해 그리고 울산시는 "울산시 광역도시계획 타당성 연구(89.12)"를 통해 도시계획, 도로, 교통, 토지이용, 항만, 상하수도, 교육, 환경등 제반분야에 대해 심도있게 다루었다.

그러나 70만 울산시민이 마실 생활용수에 대한 청사진이나 해결방안이 제시되지 못한점과 지리학적, 기후학적으로 매년 수차례 태풍이 지나가고 장래 기상이변에 의한 이상강우 발생가능성이 가장 많은 이지역에서 치수대책이나 개념없이 도시계획이 이루어진것은 가장 큰 잘못으로 지적하지 않을 수 없다.




## 2. 부존수자원과 그 이용현황 및 대책

### 1) 부존수자원

울산지역에 내리는 년간 강수량은 약1310mm 408.5×10⁶m³에 달하는 수량이며, 울산지역 년평균 수자원부존량이라 할 수 있다.

주요하천 유역별로 나누어 보면 태화강유역이 320.1×10⁶m³, 회야강유역이 88.4×10⁶m³로 구분된다.

태화강유역의 수자원부존량중 손실량을 제외한 가용수자원량은 54.3%에 해당하는 173.7×10⁶m³이며 이중 홍수시 유출량이 104.7×10⁶m³이고 평상시 유출량은 66×10⁶m³에 불과하다. 1987년 현재 평상시 하천유출분에 대한 년간 이용량은 생활 및 공업용수로서 7.7×10⁶m³와 농업용수 10.4×10⁶m³로 총 18.1×10⁶m³의 약10.4%에 불과하다. 용수이용율로 보아 장차 개발의 여지가 많지만 수질보존이 선행되어야 한다. 회야강유역은 하류에 회야댐이 건설되고 있어 가용수자원 거의 전량이 이용되고 있다.

### 2) 용수공급 및 이용실태

1987년 현재 울산시의 상주인구는 약59만이고 주변 군지역은 약4만 7천이다. 유용인구가 많은 지역임을 감안할때 약10~15%를 상회하는 추가인구가 생활하고 있는것으로 보아야 할 것이다.

86년 현재 울산시 상수도 보급율은 88%, 하수도 보급율은 60%로서 합류식 하수관에 의존하고 있으며, '울산도시 기본계획'에 따르면 2001년에는 울산시 80만, 군지역 20만등 100만명의 추정인구에 대한 95%의 상수도 및 하수도보급을 계획하고 있다.

87년 울산시의 상수도시설용량은 총22만5천t/day로서 낙동강 수계의 표류수 7만8천t/day, 회야강수계의 회야댐 13만t/day, 태화강수계내의 기존댐에서 2만3천t/day및 기타 지하수등에서 공급된다.

양적인 면에서 볼때 1인당 1일 급수량이 약 270*l*로서 선진국수준에 미치지 못하며, 2001년 계획으로는 1인당 급수량을 450*l*로하여 상수도 보급율 95%에 대해 '도시기본계획'상으로는 총수

요량을 43만 t/day로,'울산시광역도시계획 타당성조사'에 의하면 총수요량을 55t/day(130만 추정인구)으로 계획하였다.

한편으로 울산 방어진, 장생포지역및 온산공단의 대단위 공장 밀집지역에서는 많은량의 공업용수를 필요로 하고 있다.

공업용수는 낙동강 수계 표류수 45만t/day, 태화강수계의 기존댐인 사연댐에서 10만t/day, 대암댐에서 5만t/day,그리고 태화강 취수장에서 2만t/day등 총 62만t/day의 용수공급이 가능한 시설용량이 있으며, 울산지구 32만5천t/day, 온산지구 20만5백t/day 그리고 공단내 생활용수 9만4천5백t/day등 공급계획이 있으나 실제 공급능력은 수요계획량에 미치지 못하고 있다.

생활용수에 있어서 양적인 면은 부족한 중에서도 최소한의 수요량은 충족한다고 볼수 있겠으나, 구미공단 및 대구섬유공단의 악성폐수로 인한 낙동강 표류수의 수질악화와 회야댐 상류 공해배출 공장밀집에 따른 폐수유입, 축사오수 그리고 2만여 주민의 생활하수의 유입으로 회야댐 수질 또한 크게 악화되어 상수원으로서는 이미 부적절한 상태이다. 태화강수계내에는 겨우 사연댐만이 생활하수 및 축산오수외의 악성폐수의 오염원이 없어 비교적 양호한 상태를 유지하고 있으나, 89년도 수질분석에 따르면 사연댐의 수질 또한 2급수 정도를 나타내어 수질보존대책이 시급함을 보이고 있다.

### 3) 계획에 대한 문제점

울산지역 용수수급 현황에 있어서 공업용수는 『표1』에서 보이는 바와 같이 1989년말 현재 총수요량에 대해 총시설용량이 충분한 것으로 되어 있으나, 실제 공급능력면에서 볼때 수요량에 미치지 못하여 용수공급이 원할치 못한 실정이다. 더구나 기존 공장시설확장과 신규공장 설립계획에 따른 추가수요량에 의해 1990년에는 약13만t/day, 91년에는 약20만t/day의 용수부족 현상이 예상되고 있다.

표 1. 공업용수 수급계획 단위 : 1000t/day

| 구분 / 년도 | 시설능력 | 공급능력 | 수요전망 | 공급계획 |
|---|---|---|---|---|
| 89년말 | 620 | 520 | 550 | 510 |
| 90 | 640 | 550 | 650 | 525 |
| 91 | 640 | 550 | 745 | 550 |

1988－1996년 낙동강계통의 상수확장 사업계획으로 추진중인 제1단계 88－91년 사업이 완료되면 15만t/day규모의 용수공급이 가능해져 부족한 용수를 일부 해결할 수 있을것이다.

생활용수는 현재 22만5천t/day의 용수를 공급하고 있고, 2001년에는 43만t/day(100만 추정인구)의 생활용수 공급을 계획하고 있다. 반면에 현재 가시화된 계획으로는 1988－1996년의 낙동강계통의 상수확장사업에 따른 30만t/day시설계획이 전부이며, 일정기간동안 공업용수 부족분에 대한 수요증가로 실제 생활용수 공급여력은 거의 없다. 더구나 생활용수의 주 공급원인 회야댐의 상류수원은 상류수원지에서 오수 및 폐수유입으로, 낙동강 표류수는 구미 및 대구공단폐수 유입으로 인해 취수장의 수질이 2－3급수에 불과하여 정수처리를 거치더라도 마음놓고 마실 수 있는 상태는 아니다.

"울산시 광역도시 계획 타당성 연구(89.12. 울산시)"에서는 『표2』에서와 같이 2001년 생활용수 수요량을 55만t/day로 추정하여 30만t/day를 낙동강 표류수에서, 회야댐에서 12만t/day 공급하는 것으로 계획하고 있으며, 공업용수는 막연히 낙동강에서 공급하는 것으로 계획하였다.

표 2. 상수도 수요추정(2001년)

| 구 분 | | 단 위 | 추 정 량 | 도시기본계획 |
|---|---|---|---|---|
| 생활용수 | 총 인 구 | 명 | 1,300,000 | 1,000,000 |
| | 급수인구 | 명 | 1,235,000 | 950,000 |
| | 보 급 율 | % | 95 | 95 |
| | 1인1일급수량 | l | 450 | 450 |
| | 급 수 량 | t/day | 555,800 | 428,000 |
| 공업용수 | 용 수 량 | t/day | 1,380,000 | 1,380,000 |

"2000년대 울산도시개발(89.11.상공회의소)"에서는 현재 공업용수로 공급되고 있는 사연댐의 10만t/day를 전량생활용수로 공급하고 그리고 부족분은 공업용수원에서 공급받는 것으로 계획하였으나 구체적인 검토가 부족하다.

『표2』에서 보이는 바와 같이 2001년의 공업용수 수요량 추정치는 1380만t/day로서 현재 시설능력 620만t/day으로는 턱없이 부족할 뿐만 이니라 추가적인 시설확장계획이 없다. 만약 현재계획 시공중인 1.2단계 낙동강 계통상수도 사업이

91년 및 96년 완공되어 일부 또는 전부를 공업용수로 공급하는 경우 시설용량이 공업용수의 수요량 증가에 미치지 못하므로 용수의 수질면을 고려하지 않는다 하더라도 생활용수의 부족현상은 심각한 상태에 도달할 것이다.

#### 4) 제 안

도시의 공업화나 도시개발에 있어서는 무엇보다 용수공급계획이 선행 또는 최소한 병행되어야 균형있는 발전을 꾀할 수 있다. 공업용수는 수질적인 면에서 크게 문제가 되지 않아 낙동강 표류수등의 이용계획에 문제가 없겠으나 생활용수는 시민들이 직접 먹고 마셔야 하기 때문에 질적인 면을 무시할 수 없다. 더구나 회야댐 상류에 거주하는 주민들은 댐축조당시 설정한 수원보호지역의 해제를 요구하고 있으며, 부산←→울산에 위치한 지리적 여건상의 중요성이나 양산공단의 확대 가능성에 따른 공장부지의 부족난등 토지이용개발의 당위성을 감안할 때, 수원보호구역의 해제가 불가피할 것으로 보인다. 현재 축사 및 가정오수와 공장폐수에 의해 상류수원이 심각히 오염되어 있고, 앞으로도 오염의 가속화가 이루어 질것으로 댐상류에 가동중인 하수종말처리장만으로는 근본적인 해결책이 될 수 없다.

울산시 생활용수공급 22만5천t/day중 12만t/day를 회야댐이 공급하고 있을 뿐만 아니라 장래 수용증가를 회야댐에서 공급할 계획으로 있는 바 상류 수원보호 및 수질보전은 필연적이라 하겠다. 그러나 낙동강계통 상수시설계획으로 회야댐에 유입된 낙동강 표류수는 현 회야댐 수원의 수질보다 악화되어 있어, 낙동강 표류수의 수질이 개선되지 않는 한 생활용수원으로서의 회야댐은 부적절하다.

이와같은 관점에서 울산지역의 가능한 용수수급대책을 몇가지 나열하면 다음과 같다.

○ 회야댐을 전적으로 공업용수 공급댐으로 전환하여 낙동강 표류수공급을 집중 확장함으로서 공업용수의 안정적 공급을 꾀하고, 사연댐 및 대암댐등과 태화강수계내의 오염되지 않은 수자원을 확보 개발하여 생활용수 공급원으로 하여야 한다.

○ 울산 및 온산공단의 공장시설의 확장 및 신규공장 설립에 따라 공업용수의 수요증대가 급격하므로 울산지역 주변일대의 수자원 부존량으로서는 턱없이 부족하며 낙동강 표류수에 의존하지 않을 수 없다. 따라서 1,2차 낙동강 상수도 계통사업 확장뿐만 아니라 적어도 3−5년정도 수요에 앞서는 공급계획이 추가적으로 마련되어야 한다.

○ 사연댐의 수원을 보호하여 수질의 악화를 방지하여야 하며, 현재 공업용수로 되고 있는 10만t/day전량을 생활용수로 전환하여야 한다. 이는 1km미만 관로공사와 울산의 관계부처의 협조및 시민의 이해로서 즉시 해결이 가능하다.

○ 대암댐의 자체수원을 확보하여 보호함으로서 공업용수 공급분을 생활용수로 전환하는 경우 양질의 생활용수공급 가능하다. (낙동강 표류수의 수질이 개선될때까지 혼합 금지)

○ 근원적 대책으로서, 합천댐으로 부터 생활용수공급을 위한 급수계획의 적극적 검토가 요망된다.

○ 태화강 상류 상북지역에 조성된 농공단지 계획취소와 기존공장 이전에 따른 수원보호로서, 양적인 규모는 추가 검토되어야 하겠으나 지하댐(타당성조사완료)의 건설로서 양질의 생활용수원을 확보하여야 한다.

○ 척과천등 미개발 지역의 지표수 및 지하수를 개발하여 새로운 생활용수원을 확보한다.

○ 언양지역 및 울산시 전지역 대상의 생활하수 분류관 및 하수처리장 완공시 태화강 표류이용계획 수립

○ 마지막 단계로서, 생활용수공급이 부족시 회야댐의 용수공급에 의존한다.

### 3. 치수현황 및 대책

#### 1) 현 황

울산 태화강 유역은 건설부 직할하천인 길이 11.28km의 태화강과 지방하천인 동천을 비롯하여 20여개의 준용하천으로 이루어져 있다.

울산지방은 매년 2,3차례의 태풍내습으로 인하여 많은 비가 집중적으로 내려 농경지 침수나 하천범람, 시가지의 내수침수에 의한 재해를 일으키고 있다. 최근에는 공장지대의 밀집으로 인한 온실효과에 의해 기온이 높고 집중호우등 이상강우현상을 보이고 있다.

1940년이래 울산지방의 기억에 남을만한 태풍

의 피해는 7차례 있었으며, 태화강유역의 하천개수 및 치수대책이 수립되기전인 1959년 9월 16－17일 양일간 발생한 사라호 태풍에 의해서 157.4㎜의 강수량과 심한 폭풍에 의해서 제방붕괴 및 시가지와 농경지가 침수하는 등 막대한 인적, 물적 피해를 입었다.

1962년 공업단지 계획이 수립되면서 공업용수댐인 선암제와 대암제가 축조되고 태화강의 개수가 일부 이루어진 후 발생한 1969년 태풍은 울산측후소 창설이래 최대일강수량인 315.8㎜(179.6㎞)가 발생하였으나 댐의 홍수조절기능에 의해 제방붕괴등은 없었고 저지대가 큰 침수피해를 입었다.

또1987년에는 태풍 셀마 및 다이너 등 2차례의 내습으로 저지대등에 막대한 침수 피해가 발생하였다.

도시홍수피해가 대부분 그러하듯 내수배제 불량에 의해 시가지 침수에 따른 가옥, 도로의 피해 발생이 커 울산시 역시 전형적인 도시 홍수형태를 나타낸다.

최근, 1987년 12월 건설부 직할하천구간이 태화강 본류 11.28㎞에 대한 하천정비기본계획과 1988년 1월 지방하천인 동천정비 기본계획이 수립되었으며, 구시가지 배수를 위해 옥교동에 말굽형 배수로와 배수펌프장 보완설치 그리고 신시가지 개발에 대비한 배수펌프장이 배수로 계획과 더불어 완성된 바 있다. 그러나 구시가지 일부 학성동 및 병영들의 저지대와 신시가지 일부 저지대에 대한 배수시설이나 대책이 미흡하여 매년 침수피해를 되풀이 하고 있다.

### 2) 대책과 문제점

하천유역은 수계가 일관되게 종합적으로 개발되어야 한다. 본류의 하천정비기본계획과 동천정비기본계획등으로 수계의 개수계획은 대체로 완성된것으로 보인다. 태화강유역의 하천은 비교적 하천개수가 잘 이루어져 있으며, 요개수구간 14.98㎞중 11.01㎞의 개수가 이루어져 73.5%의 개수율로서 비교적 높은 개수율을 보이나 미개수구간 3.97㎞가 울산시 중구 태화동 및 여천동으로서 시내중심가에 위치한 점을 감안할때 시급히 제방축조가 이루어져야 한다. 최근 1990년부터 추진될 계획인 태화강연안 5개년종합개발계획은 하천개수 및 저수로 정비로 홍수피해를 방지하고 태화, 삼호지구에 고수부지공원을 조성 하천이용의 극대화를 꾀한다는 구상이다.

동천은 1928년 울산농업조합에 의해 제방축조가 시작되어 하천연장 13.8㎞중 좌우안 및 지천의 요개수구간 28.03㎞중 27.55㎞의 개수가 이루어져 98.3%의 높은 개수율을 보이나, 수계일관되게 개수계획이 수립된 바는 없다.

88년 1월 수립된 동천정비기본계획에 따라 미개수구간 480m제방축조(사설제방이 축조되어 있으나 계획홍수위에 미달)가 시행되면 완전개수가 이루어질 전망이다.

대도시에서 발생하는 홍수피해는 도시를 가로지르거나 인접한 하천의 미개수로 인하여 하천이 범람하거나 제방붕괴등에 의해 홍수피해가 발생하기도 하지만 대부분 시가지내 배수관로 계획잘못으로 인한 침수피해가 주로 발생한다. 서울, 부산, 안양등 타지방은 예외로 하더라도 현재 울산시 학성동 및 병영의 저지대 및 기타 주변저지대는 매년 수차례 조그만한 비에도 침수피해를 겪고 있다.

울산구시가지는 홍수빈도 10년의 집중호우에 따라 강제 배수시설과 신시가지에는 홍수빈도 20년의 강제배수시설 및 배수로망을 계획 89년 완공한 바 있다.

그러나, "2000년대 공업도시울산"(89.11.상공회의소)과 "울산시 광역도시계획 타당성 연구"(89.12. 울산시)에서 계획한 도시계획에는 치수개념에 의한 도시개발 및 계획이 전무하여, 부산시와 같이 매년 침수에 따른 수해를 입는 도시화의 우려는 금할 수 없다.

### 3) 제 안

하천유역의 수문학적 특성은 강우특성뿐만 아니라 지형학적 특성에 의해 크게 좌우된다. 기후학적 특성으로서는 매년 2-3차례의 태풍내습과 집중호우등에 의해 홍수 및 침수피해의 발생가능성이 높다.

태화강수계 전유역의 지형학적 특성과 현재 태화강 본류및 개수계획 그리고 선암제 및 대암제등의 수리시설로 보아 설계빈도 홍수에 대한 하천범람등의 홍수피해는 심각하지 않을 것으로 생각된다. 그러나 울산시가 울산만에 인접한 태화강 최하류 저지대에 위치하고 있을뿐만 아니라,

평상시 유출의 경우도 신,구시가지내의 우수거 배출구와 하천수위의 표고차는 0.5m에 불과하다. 더구나 태화강 본류 11.28km 전구간이 조석의 영향을 받는 감조구간이므로 홍수소통에 불리하며, 시가지내의 내수침수에 의한 홍수피해가 도시화에 비례해서 증대할 것이다.

이와같은 관점에서 기설정된 치수계획에 덧붙여 몇가지의 제안을 하면 다음과 같다.

○ 90년대부터 시행하고자하는 태화강 유역개발 5개년계획의 시행에 있어서 현재 미개수구간으로 남아있는 태화동일대의 제방축조를 최우선적 실시하여 홍수피해를 극소화 하여야 하며, 그후 저수로정비 및 고수부지 활용대책을 실시하는것이 바람직하다고 생각된다.

○ 학성동 및 병영일대의 상습침수지역에 대한 배수관로망 설치와 강제배수 시설을 태화강 본류의 저수로정비나 고수부지 활용대책보다 우선적으로 시행하여 침수피해로 인한 인적, 경제적 손실을 막아야 한다.

○ 구시가지내의 합류관인 기존배수로망의 계획빈도 집중호우등에 대한 소통능력을 검토하여 강제배수시설 점검과 배수로망의 관리체계를 확보하여야 한다.

○ 89년 완성된 신시가지의 배수로 시설과 강제배수시설의 홍수소통능력을 도시화에 따른 홍수량 증대에 맞추어 재검토가 필요하다.

○ 아울러 "2000년대 울산도시개발계획"의 수립에 있어서 도로망, 건물배치계획등의 도시화가 치수개념의 관점에서는 검토가 전혀 이루어 지지 않았으므로 반드시 이에 대한 철저한 계획이 수립된 후 울산 도시개발이 이루어져야 하며, 부산시와 같은 치수 무방비 도시로 전락하지 않도록 하여야 한다.

## 참고문헌


건설부, 태화강 하천정비 기본계획, 1988. 1.

경상남도, 동천 하천정비 기본계획, 1987. 12.

울산시, 1989 울산시 광역도시계획 타당성조사, 1982. 11. 12.

울산상공회의소, 2000년도 공업도시 울산개발, 발전방향에 대한 연구보고, 1989. 11. 16.

울산시, 태화강 5개년 종합개발계획, 1989.

울산시, 울산지사, 1987.

울산시, 울산시 상수도백서, 1987.


---

## 祝

## 博士學位榮得

**全敏遇**

學　　位　工學博士

論　　文　수로망크기를 고려한 저류함수형 유출 예측모형

學位榮得　연세대학교 대학원

榮 得 日　1990. 2. 26.

勤 務 處　忠北大學校 工科大學 土木工學科 副敎授

**金陽洙**

學　　位　工學博士

論　　文　日流出量의 模擬模型

學位榮得　인하대학교 대학원

榮 得 日　1990. 2. 23.

勤 務 處　한국건설기술연구원 수자원연구실 연구원