

碩士學位論文

濟州道 御乘生댐 小流域의 水文分析과  
放流水의 效率的 利用方案에 關한 研究



濟州大學校 産業大學院

建設環境工學科

土木工學專攻

梁 盛 弼

2 0 0 6

碩士學位論文

濟州道 御乘生댐 小流域의 水文分析과  
放流水의 效率的 利用方案에 關한 研究

指導教授 楊 城 基



濟州大學校 産業大學院

建設環境工學科

梁 盛 弼

2 0 0 6

# 濟州道 御乘生댐 小流域의 水文分析과 放流水의 效率的 利用方案에 關한 研究

指導教授 楊 城 基

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함.

2006 年 1 月 日



建設環境工學科

土木工學專攻

梁 盛 弼

梁盛弼의 工學 碩士學位論文을 認准함.

2006 年 1 月 日

委 員 長	印
委 員	印
委 員	印

## 目 次

目 次 .....	i
List of Figures .....	ii
List of Tables .....	iv
Abstract .....	vii
I. 서 론 .....	1
1. 연구의 배경 .....	1
2. 연구의 필요성 .....	2
3. 연구의 목적 .....	2
II. 연구대상 유역 및 방법 .....	4
1. 연구대상 유역 .....	4
2. 연구조사 방법 .....	6
III. 어승생댐 유역의 지형 및 지질 .....	6
1. 지형 특성 .....	6
2. 지표 지질 .....	8
IV. 어승생댐 유역의 물수지분석 .....	10
1. 강우량 분석 .....	10
2. 토양의 분류 .....	23
3. SCS방법에 의한 지하수 함양량 산정 .....	30
4. 어승생 댐의 유입·저수량분석 .....	32
V. 어승생 댐의 용수량 산정과 공급량 .....	36
1. 어승생 댐의 건설배경과 개요 .....	36
2. 용수의 공급계획 .....	41
3. 계획 급수구역 .....	42
4. 지역별, 용수 수요량 산정 .....	45
5. 어승생 댐의 용수 수요량 산정 .....	47
6. 용수공급량 분석 및 검토 .....	48
VI. 방류수의 효율적 이용과 용수의 개발방안 .....	53
1. 용수의 수요증가에 대한 방류수의 이용방안 .....	53
2. 어승생 댐의 증고방안 .....	55
3. 어승생 제2수원의 개발 방안 .....	58
VII. 결 론 .....	62
참고문헌 .....	64

## List of Figures

Fig. 2-1. Digram of topography of the subject area of study .....	5
Fig. 3-1. Topography of Jeju island and digram of analysis of slant .....	7
Fig. 3-2. Geological map of surface(1:50,000) of around subject area of study .....	9
Fig. 4-1. Yearly change of the average annual rainfall in Korea .....	11
Fig. 4-2. Monthly & yearly rainfall in Jeju-si .....	15
Fig. 4-3. Monthly & yearly rainfall in Seongpanak .....	16
Fig. 4-4. Monthly & yearly rainfall in Gwaneumsa .....	17
Fig. 4-5. Monthly & yearly rainfall in Donnaeko .....	18
Fig. 4-6. Monthly & yearly rainfall in Yuseum .....	19
Fig. 4-7. Monthly & yearly rainfall in Eorimok .....	20
Fig. 4-8. Monthly & yearly rainfall in Cheonbaekgoji .....	21
Fig. 4-9. The average annual rainfall at the basin of Eoseungsaeng dam	22
Fig. 4-10. Hydrological soil map .....	28
Fig. 4-11. Land use squares of soil groups in the study area .....	29
Fig. 4-12. Yearly inflow amount of Eoseungsaeng dam (1998~2003) .....	34
Fig. 4-13. The overall view of the water canal of the inlet of Eoseungsaeng dam .....	34
Fig. 4-14. Yearly pondage of Eoseungsaeng dam (1998~2003) .....	35
Fig. 5-1. Water resource development conception map in Jeju island drawn by Park Jung Hee president .....	37
Fig. 5-2. Standard sectioned diagram of Eoseungsaeng dam .....	39
Fig. 5-3. Overall view of Eoseungsaeng dam .....	40
Fig. 5-4. Computation methods of service water demand .....	40
Fig. 5-5. Spectacle view of water supply district of Eoseungsaeng dam .....	43

Fig. 5-6. Present condition of water supply of Eoseungsaeng dam ..... 44

Fig. 6-1. Present condition of water management and future plans of  
utilization of Eoseungsaeng dam ..... 54

Fig. 6-2. Anticipated vertically sectioned diagram of Eoseungsaeng dam · 60



## List of Tables

Table 4-1 Monthly & yearly rainfall in Jeju-si .....	12
Table 4-2 Monthly & yearly rainfall in Seongpanak .....	13
Table 4-3 Monthly & yearly rainfall in Gwaneumsa .....	13
Table 4-4 Monthly & yearly rainfall in Donnaeko .....	13
Table 4-5 Monthly & yearly rainfall in Yuseuam .....	14
Table 4-6 Monthly & yearly rainfall in Eorimok .....	14
Table 4-7 Monthly & yearly rainfall in Cheonbaekgoji .....	14
Table 4-8 Hydrologic soil groups for the study area .....	27
Table 4-9 Monthly inflow amount of Eoseungsaeng dam .....	33
Table 5-1 Summary and data of Eoseungsaeng dam .....	38
Table 5-2 Water supply districts by 17 branches of Eoseungsaeng dam .....	42
Table 5-3 Yearly condition of water supply of Eoseungsaeng dam .....	44
Table 5-4 Demand for service water of Eoseungsaeng dam by administrastive districts .....	45
Table 5-5 Demand for service water of Eoseungsaeng dam by branches .....	46
Table 5-6 Analysis of supply of Eoseungsaeng dam .....	47
Table 5-7 Monthly computation of calculation and average daily demand for service water of Eoseungsaeng dam .....	48
Table 5-8 Supply for service water of Eoseungsaeng dam(2001~2003) ..	49
Table 5-9 Comparison of supply and demand for service water by administrative districts .....	51
Table 5-10 Comparison of supply and demand for service water of Eoseungsaeng dam by branches .....	52
Table 6-1 Water supply and discharge .....	53

Table 6-2 Water supply capacity by storage scales based on expansion of Eoseungsaeng dam .....	56
Table 6-3 Anticipated expenses by storage scales based on expansion of Eoseungsaeng dam .....	57
Table 6-4 Data and form of the second Eoseungsaeng dam .....	58
Table 6-5 Anticipated details of expenses of the second Eoseungsaeng dam .....	59
Table 6-6 Comparison of merits and demerits of construction of the second Eoseungsaeng dam .....	61



A study on Estimation of Quantifying Groundwater  
Recharge and Efficient Utilization of discharge  
in the small watershed of Eo SeungSaeng dam  
,JeJu Island.



Seong-Pil Yang

*Department of Construction and Environmental  
Engineering*

*Graduate School of Industry*

*Cheju National University*

*Supervised by professor Sung-Kee Yang*

## Abstract

This study is on features of rainfall in the Eoseungsaeng dam basin , analysis of the gate, water demand and supply capacity of the Eo-Seung-Saeng dam, and plans of efficient utilization of outflow. these results are as follows.

The results of analysis of inflow and outflow show that direct outflow amount is  $6,737,500\text{m}^3/\text{year}$ , 27.6% of rainfall, evaporation amount is  $5,694,500\text{m}^3/\text{year}$ , 23.3% of rainfall, ground water amount is  $11,951,000\text{m}^3/\text{year}$ , 48.9% of rainfall. these figures are much higher than the figures of the average amount in Juju Island.

Moreover, the results of analysis show that the pondage of the Eo-Seung-Saeng dam is  $6,717,388\text{m}^3/\text{year}$  and the water is supplied to 17branches, inflow amount into Eoseungsaeng dam is  $6,719,388\text{m}^3/\text{year}$ , water supply amount is  $3,858,477\text{m}^3/\text{year}$ , outflow amount is  $2,890,567\text{m}^3/\text{year}$ , and evaporation amount and the others are  $29,656\text{m}^3/\text{year}$ .

As outflow water is 43% of inflow water, plans of efficient utilization of outflow should be made. By that ways, plans of expansion that is for enhancement of storage capacity and of developing the second Eoseungsaeng dam can be considered.

The practical utilization of water like these can make positive effects on prevention of disasters that are caused by a flood damage in the downstream.

However, active consideration on economical efficiency, practical utilization of water resource and environmental problems should be taken.

For utilization of pondage, inflow amount should be measured more precisely than before. plans of practical utilization of surface water that are using outflow amount should be reflected in actuality when synthetical development of water resource and management policy in Jeju are established.



# I. 서론

## 1. 연구의 배경

우리나라의 수자원은 연평균 강수량이 1,274mm로서 세계 평균 973mm의 1.3배에 달하고 있으나, 높은 인구밀도 때문에 연간 1인당 평균 강수량이 세계 평균 22,096m<sup>3</sup>에 12.5%인 2,755m<sup>3</sup>에 불과한 실정이다. 더구나 강수량의 대부분 6~9월에 집중됨으로써 갈수기에는 하천수가 부족하여 용수 확보와 수질 관리에 어려움을 겪고 있는 반면, 홍수기에는 물이 넘쳐 수해가 빈발하는 등 수자원 관리에 매우 불리한 조건을 가지고 있다(국무총리실, 2000).

제주도의 연평균 강수량은 1,978mm이지만 다우년(1999년, 2,944mm)과 과우년(1996년 1,422mm)간의 편차가 1,500mm에 이를 정도로 매우 커 지하수 함양량과 적정 개발량은 안정된 상태를 유지 못하고 강수량에 따라 불안정한 상태를 유지하고 있다. 따라서 제주도의 안정된 수자원의 확보와 공급을 위해서는 지표수를 이용한 소규모 댐을 건설하여 활용하는 방안과 기존 댐의 효율적인 이용·개발에 대한 검토와 연구가 필요한 시점이다.

제주도의 용수이용은 본격적인 지하수 개발이 시작되었던 1960년대의 중반 이전까지 해안 용천수를 이용하거나, 봉천수에만 의존하는 열악한 환경이었다. 이에 정부는 제주도의 극심한 용수난을 해결하기 위하여 1960년대 중반부터 지하수조사를 시작하여 2000년 준공된 제주도 광역상수도 1단계 건설 사업에 이르기 까지 수자원 개발을 지속적으로 추진한 결과 현재는 제주도의 상수도 보급률이 99.9%로써 전국 최고의 수준에 이르게 되었다(환경부, 1998).

제주도에서는 최초로 건설부와 국립지질조사소가 1964년~1966년에 지하수 조사를 시행한 이후 1967년~1971년 고지대의 용천수를 이용한 어승생댐 계통의 용수개발사업이 추진되었다. 1970년~1971년에는 농업기반공사가 제주도 전역을 대상으로 지질조사와 지하수 부존조사를 실시한 결과를 토대로 1972년

부터 농업용 지하수 관정 개발을 본격적으로 착수하였으며, 2003년 말 현재까지 제주도전역에는 4,832공의 지하수 관정이 개발되어 지하수 개발 량이 거의 한계에 다다른 실정이다.

제주도는 고도성장과 개발에 따른 인구, 토지이용 등의 증가로 인하여 용수 수요가 날로 급증하고 있는 추세이다. 그러나 인구 밀집지역 및 농업지역 등 단지 수요에 편중된 무분별한 개발로 인하여 질산성 질소의 농도 증가와 같은 수질 악화 현상이 확산되는 등 지하수 개발의 난맥상이 노출되기 시작하였다. 제주도는 1991년에 제정한 『제주도개발특별법』에서 국내 최초로 지하수 보전·관리에 관한 조항을 명기하여 지하수 관리의 법적 근거를 마련한 이후 1995년과 2000년에 법을 전문 개정하여 지하수 관리에 필요한 법적·제도적 장치를 보완하여 지하수 개발을 제한하는 지하수관리 정책을 시행하고 있다(양, 2004). 이같이 늘어나는 용수수요의 추세와 수자원을 확보하기 위해 제주도의 지표수 개발이 절실하게 필요한 실정이다(제주도,2001).



## 2. 연구의 필요성

최근 급속하게 진행된 산업화와 도시화로 인하여 소중한 자원인 물은 심각하게 오염되고 수요량 또한 급격히 증가하여 최근에는 사용가능한 물마저 점점 부족해지고 있는 실정이다. 그 동안 물에 대해 별 어려움 없이 지내왔던 우리나라도 용수수요는 급증하는 반면 가용수자원은 한계에 달하여 2006년 이후 전국적으로 물 부족 현상이 발생할 것으로 전망하고 있다. 그러나 대규모 댐의 개발 등에 의한 새로운 수자원의 개발은 개발적지의 부족과 많은 수몰민 발생에 따른 지역주민의 반대와 환경파괴에 대한 우려 등으로 인하여 한계점에 도달하고 있는 실정이다.

제주도는 지하수자원의 안정적 이용과 지속적인 보호를 위하여 지표수의 저류댐, 지하수의 인공함양, 도서지역의 해수 담수화, 하수의 재활용 등 장기적

인 차원에서 대체수원 확보 방안을 연구·개발하여 단계적으로 시행하고 있다 (제주도,2003).

생활용수 및 공업용수는 전량 지하수를 개발·공급하고 농축용수는 기설 농업용 지하수 관정과 광역 상수도의 대체 수원시설을 정비하여 이용을 활성화 하도록 하고 있다. 또한 지표수 개발을 병행하여 확보하며 신규 댐 개발은 어 승생 댐의 공급 능력을 증대하는 방안을 포함하여 개발 가능한 지점을 선정조 사하고 타당성조사가 필요한 실정이었다.

80년대 후반에 열안지, 천아, 미악등 3개 지점을 대상으로 저류 댐의 건설을 검토한 결과 투자비용에 비해 확보 수량이 적어 고려 대상에서 제외한 바 있 었다. 댐 개발은 이상 갈수기에도 안정된 용수의 공급이 가능토록 일정규모 이상의 유입 수량과 저수용량이 충분히 확보될 수 있는 지점을 대상으로 하여 추진하고 도내 최대 용수 댐인 어승생 댐의 공급능력을 증대하는 방안에 대한 타당성조사와 검토가 요구되고 있다.



### 3. 연구의 목적

제주도는 빈번한 가뭄으로 인한 기존 용수공급시설의 물 공급 안정성 저하 와 기후변화에 따른 이상강우 현상 및 도시의 난개발로 인해 홍수피해가 심화 되고 있다. 또한 지하수의 부존 특성을 고려하지 않는 무분별한 지하수 개발과 폐공 및 관정의 오염으로 인해 수질악화 등의 문제가 발생하고 있다. 따라서 제주 도의 안정된 수자원확보와 원활한 공급을 위해 지표수를 적극적으로 이용하기 위한 연구와 검토가 절실한 실정이다.

본 연구에서는 제주도의 용수를 주로 지하수에만 의존하던 종래의 방법에서 지표수를 이용하는 적극적인 방법으로 수자원을 확보하기 위한 방안을 연구· 조사하였다. 연구대상 유역은 서제주유역에 속하는 어승생댐 일대의 소유 역 을 설정하여 지형·지질 및 강우의 특성을 분석하고 어승생 댐에의 유입량 및

수문분석을 실시하여 지하수의 함양량을 산정하였다. 또한 제주도의 수자원 확보와 안정된 용수의 공급을 위하여 어승생 댐의 잉여 방류량을 조사·검토하고 추가 수원의 확보방안을 도출하기 위하여 어승생 댐의 용수 수요량과 공급량을 산정하고 적정한 용수의 공급능력을 분석하였다. 이들 결과로부터 방류수의 효율적인 이용과 추가 수원의 확보방안도 제시되었다.

## II. 연구대상 유역 및 방법

### 1. 연구대상 유역

제주도의 안정된 수자원 확보와 원활한 공급을 위해 지표수를 적극 이용하기 위한 연구·검토가 필요하다. 연구대상유역은 제주도의 16개유역중 서제주(89.5km<sup>2</sup>)유역인 제주시 서부지역과 애월읍 동부지역 일원으로서 제주시 노형동 제2횡단도로에 인접한 소유역이다. 어승생 댐의 총유역면적은 7 km<sup>2</sup>으로 선정하였으며, Fig. 2-1 에 나타내었다.

이 유역에 발달한 하천은 도근천으로 제주시 한라산 EL.1,950m 고지에서 발원하여 외도동 해안으로 유입되는 하천으로 유로연장은 15.71km이며, 유역면적은 75.08km<sup>2</sup>으로 유입 소하천으로 학곶내천과 제1지류로 어시 천과 광령천이 있다(제주시,2001).

어승생 댐은 제주시 해안동 산 60-3번지 도근천 지류에 위치해있다. 어승생 댐 관로는 도수로가 7.9km, 송수간선이 48.17km(동부 26.79km, 서부 21.38km), 지선이 16개지선 220km(제주시 6개, 북제주군 7개, 남제주군 3개)이다.

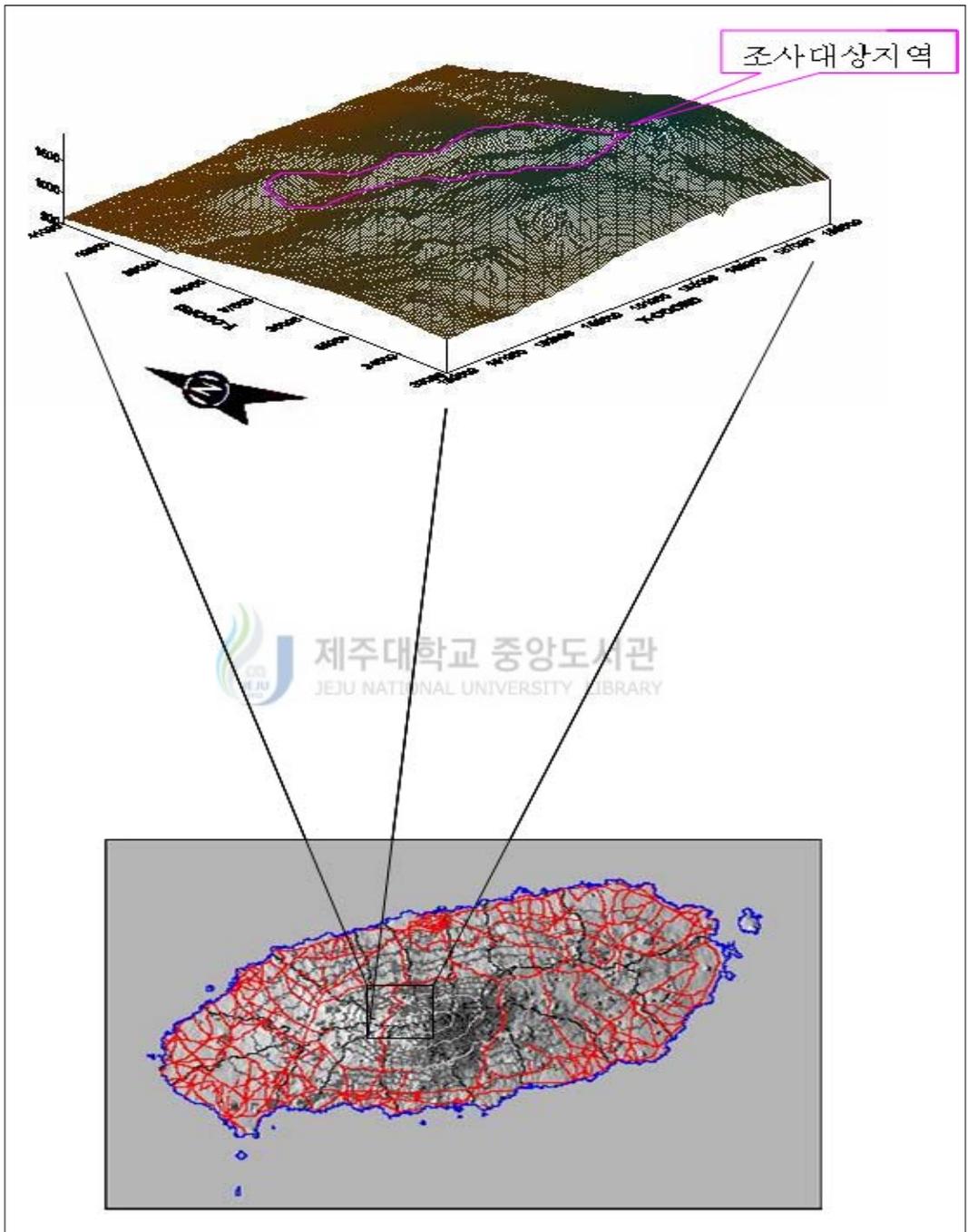


Fig. 2-1. Digram of topography of the subject area of study

## 2. 연구조사 방법

서제주 수계에 속하는 어승생 댐의 소유 역에서 강우특성과 이에 따른 유출 특성을 분석하였으며, 미국 토양보전국에서 개발한 강우-유출 모형인 SCS방법을 사용하고 토양분류를 실시하여 지하수의 함양량을 산정하였다. 여기에서 직접유출량은 2개 도수로에서 유입되는 유입량을 측정하여 산정하였으며, 지하수함양량과의 관계를 서로 비교하기 위하여 수문조사 및 분석을 실시하였으며, 증발산량 산정은 경험공식에 의하여 산출하였다

기상자료는 소유역 인근의 6개 지점(성판악, 돈내코, 관음사, 1100고지, 어리목, 유수암)의 최근 6개년(1998~2003년)의 강우량자료를 활용하여 강우량을 분석하였으나, 중산 간에서 관측되는 강우량 자료 중 1998년의 자료가 결측이 많아 주로 5개년(1999-2003)의 자료를 이용하였다. 지하수함양특성을 분석하기 위하여 물수지법(Water budget)에 의한 SCS모형을 이용하여 산정하였다.

어승생 댐의 유입량을 측정하기 위하여 2개소의 도수로에 설치된 4각 웨어에 수위표를 설치하고 1일 1회(오전9시) 실측하여 6개년 간 (1998~2003년) 유입량과 저수량 및 송수량 자료를 사용하였다.

## Ⅲ. 어승생댐 유역의 지형 및 지질

### 1. 지형 특성

제주도는 신생대 제3기말에서 제4기초에 화산활동에 의해 형성되어 지형학적으로는 유년기에 속하는 섬이다. (제주도,1998) 동북동 방향의 장축은 약 74km, 북북동 방향의 단축은 약 32km으로서 타원형에 가까운 섬이다. 침식이 진전되지 못해서 원지형이 도처에 노출되고 있으며 한라산을 중심으로 고지대를 제외

하면 대부분의 경사가 완만한 지형을 이루고 있다(Fig. 3-1).

해발 600m~1,000m사이의 산악지대는 경사가  $10^{\circ}$ ~ $20^{\circ}$ 로서 한림대 및 온림대를 200m~600m사이의 중산간 구릉지대는  $5^{\circ}$ ~ $10^{\circ}$ 의 완경 사지를, 200m이하의 5°미만의 평탄지로 대부분의 농경지 및 주거지가 이곳에 형성되어 있다. 특히 동부, 서부에는 경사도가 대체로  $3^{\circ}$ 이하로 완경사인 용암평원이 자리 잡고 있으며 360여개의 오름 들이 산재해 있다. 해안형성에 있어서는 화산의 영향으로 인해 해안선이 비교적 단조롭다.

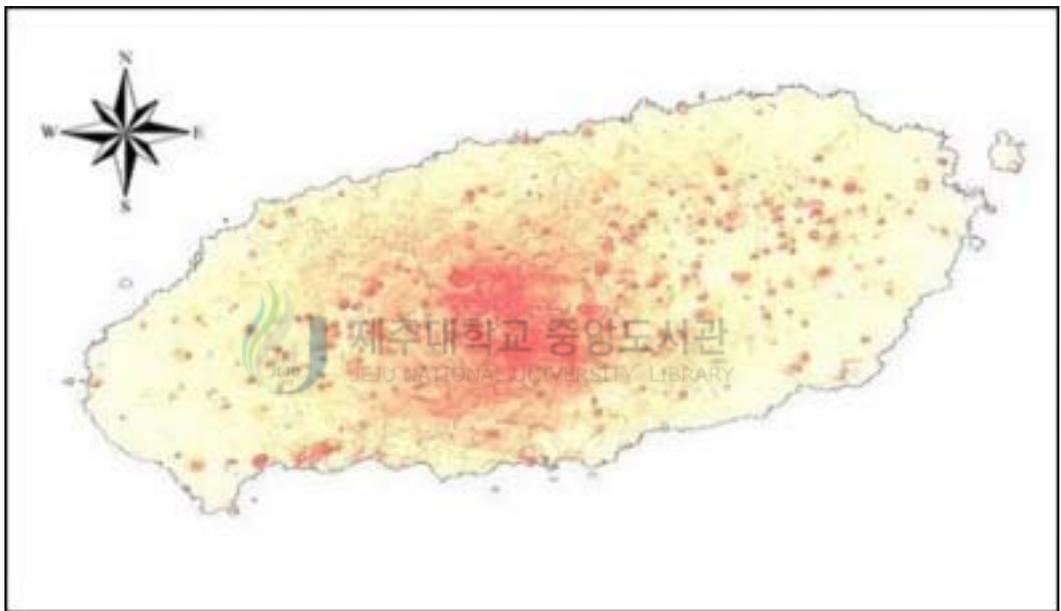


Fig. 3-1. Topography of Jeju island and digram of analysis of slant  
(Jeju Island, 2000)

제주도의 하천은 한라산을 중심으로 남·북 방향으로 발달되었으나 동부와 서부의 경우는 비교적 빈약한 것이 특징이다. 대부분의 하천은 강수 시에만 확인되는 건천을 이루고 있으며, 건기에도 흐르는 상시하천은 북류천중 도근천, 옹포천과 남류천중 중문천, 동홍천, 강정천, 창고천, 연외천, 좌면천, 효돈천 등 몇 개뿐이고, 이 또한 용천수를 수원으로 하여 극히 소구 간에서만 물

이 흐르고 있다.

제주도 북부에 위치한 어승생 댐은 행정구역상 제주시 노형동에 해당되는 것으로 해발표고 620m 정도의 중산 간지대(표고 200~600m)에 위치하고 있다. 제주시, 북제주군, 남제주군 등 3개 시·군 지역에 상수원으로 공급되고 있는 한밤저수지와 접하여 저수지 동측부에 위치하고 있으며 주변지역은 대부분 산림이 조성되어 있다. 특이한 지형으로는 조사지역 남측 약 2km 떨어진 위치에 ‘어승생약’이라 불리는 오름이 형성되고 있는데, 이는 표고 1,169m, 비고 350m, 둘레 5,842m로 제주도 기생화산(오름) 중에서 군산 다음으로 큰 산체를 갖고 있다(제주도, 1997).

제주도의 수계는 지세가 한라산을 정점으로 60여 개의 대소하천이 해안 쪽으로 방사상의 형태로 발달하는데 이들 대부분의 하천은 평시에는 건천을 이루나 강우시에 일시적 유출을 보이는 간헐천이며 남류천은 비교적 굴곡이 심하나 북류천은 대부분 직선적인 특성을 보인다.

제주도는 한라산을 정점으로 하여 주변으로 방사상 형태를 이루고 있는데, 어승생 유역은 한라산 북측부에 위치하고 있을 뿐만 아니라, 남측부에 어승생 오름이 형성되고 있어 연구대상지역은 남고-북저의 지형경사를 이루고 있다. 어승생댐유역 내를 횡단하는 하천은 없으나, 동쪽으로 약 0.3km 떨어진 위치에 제주시 해안까지 연결되는 도근천의 지류가 형성되고 있다(제주도, 2004).

## 2. 지표 지질

제주도는 화산체로서 화산지형의 특색을 잘 보여주고 있으며 침식윤희 단계에서 유년기에 해당되어 화산원지형이 많이 보전되어 있다. 한라산을 정점으로 동서사면은 매우 완만한 경사를 이루나 남북사면은 보다 급한 경사를 이루고 있

다. 전체적으로 보아 Shield Volcano에서 흔히 볼 수 있는 Aspite형 화산이다. 따라서 화산활동으로 분출된 현무암이 전면적의 90% 이상을 이루고 있다.

제주도는 화산활동으로 형성된 순상화산체로서 전체 화산분출물 가운데 현무암질 용암류가 가장 많으며, 지화학적으로는 현무암에서 조면암까지 다양한 화산암류와 서귀포층, 성산층, 신양리층과 같은 퇴적암류, 그리고 기생화산 분출물 및 풍성사구층 등으로 구성되어 있으며 이중 현무암류가 전체의 90%이상을 차지하고 있다. 한라산 주화산체상에는 각 분출유회의 종말기에 형성된 360여 개에 달하는 기생화산이 분포되어 있는데 이들의 대부분은 분석구이다(제주도, 2004).



Fig. 3-2. Geological map of surface(1:50,000) of around subject area of study (Jeju Island, 1998)

연구대상지역에 대한 전반적인 지표지질검토는 기 조사 발간된 『제주·애월도폭 지질보고서』 (제주도, 1998)를 참조하였다. 신축부지의 지표지질은 개척단지현무암(Qkcb)에 해당되고 있으며, 북서쪽 측으로는 한밤하와이아이트(Qhbh), 남동쪽으로는 오라동하와이아이트(Qoh)가 접하고 있다. 도폭보고서 상에 설명

된 개척단지현무암의 특성은 다음과 같다.

개척단지현무암(Qkcb) ; 제주시 도축산개발사업소에서 외도천을 건너 개척단지 일원에 분포하는 암석을 표식지로 하고 지역 명을 인용하여 명명하였다. 개척단지 현무암은 암회색이 주류를 이루고 있고 반상조직에 전반적으로 괴상의 형태로 노출되어 있다. 장석반정은 크기와 함량에서 변화가 심하나 전반적인 반상조직을 대표하고 있고, 대체로 약 2~5mm 크기로 3~5% 정도 함유되어 있고, 부분적으로 1cm 이상의 크기도 관찰된다. 휘석 반정은 2~3mm 크기에 1% 내외이고, 감람석은 간혹 관찰되며 크기도 작다. 개척단지현무암에 대한 화학분석 결과 SiO<sub>2</sub>는 47.85 wt%, Na<sub>2</sub>O는 3.01 wt%, K<sub>2</sub>O는 1.28 wt%의 범위에 해당한다. Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O는 4.29 wt%의 범위에 해당하며, SiO<sub>2</sub>와 Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O의 비를 이용한 화산암류 명명도(Cox et al. 1979)에 의하면 현무암 영역에 도시된다(제주도, 2004).



#### IV. 어승생담 유역의 물수지분석

##### 1. 강우량 분석

우리나라의 연평균강우량은 1,283mm로 세계 평균 973mm의 약 1.3배이나 인구밀도가 높기 때문에 인구 1인당 연강우총량은 2,705m<sup>3</sup>으로 세계 평균 약 26,800m<sup>3</sup>의 1/10에 불과하며 여름철에 강우량이 집중하여 계절적 하천유량 변동이 심하고 연강우량의 변동 폭이 매우 크다

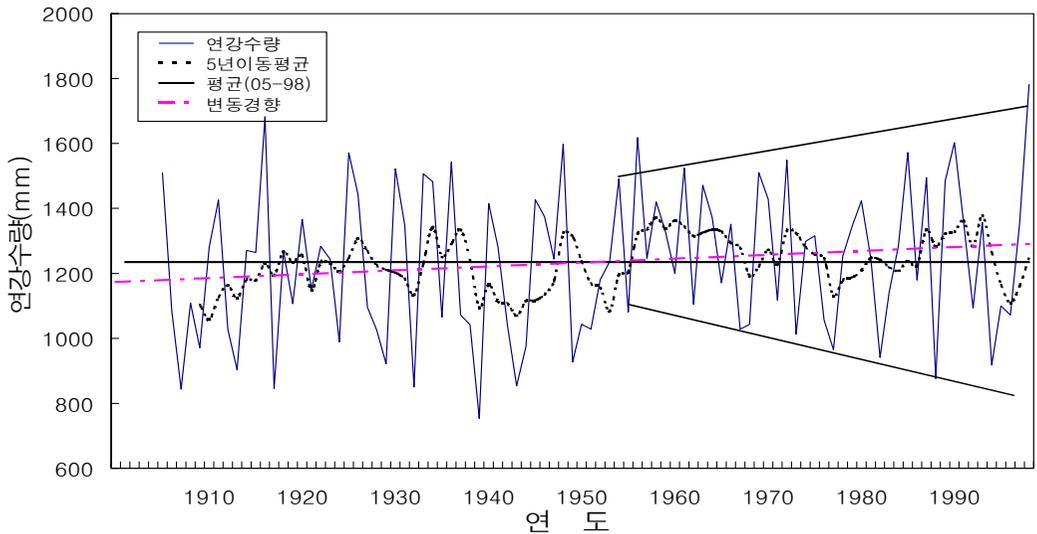


Fig. 4-1. Yearly change of the average annual rainfall in Korea  
(MOCT · Kowaco, 2004)

제주도는 강한 바람과 다변성의 일기변화가 잦으나 해안과 접하고 있어 온화한 편이다. 제주지역의 기상현황을 파악하기 위해 제주도의 북부에 위치한 제주 관측소와 남부에 위치한 서귀포관측소, 서부에 위치한 제주고산관측소, 그리고 동부에 위치한 성산포관측소, 제주도 소방재난관리본부 관측 자료를 2000년 1월 1일부터 2004년 12월31일까지의 평균기온, 강우량 등을 분석하였다.

어승생유역의 강우량을 알기 위하여 성관악관측소와 1100고지관측소, 관음사 관측소, 돈내코관측소, 유수암관측소, 어리목관측소 기상자료를 사용하여 최근 5개년(1999.1 ~ 2003.12)간의 강우량 자료를 월별로 분석하여 Table 4-1 ~ Table 4-7 과 Fig. 4-2 ~ Fig. 4-8 에 나타내었다.

최근 10개년(1993-2002년)간 제주도의 연평균 강우량은 1,819.6mm이며, 고도가 100m 증가함에 따라 강우량은 약 273mm 증가하는 것으로 분석되었다(제주도수문지질 및 지하수자원종합조사(III), 2003).

제주시관측소의 5년간(1999~2003년) 연평균 강우량은 1,761.5 과우년인 2000년에 1,189.4mm, 다우년인 1999년에 2,526mm로서 그 차이는 1,336.6mm로 크

게 나타나고 있다.

성판악관측소의 연평균 강우량이 4,541.1mm이며, 과우년은 2000년에 2,924.5mm, 다우년은 1999년에 5947.4mm로 나타났으며, 그 차이는 3,022.9mm 였다. 따라서 고도가 증가함에 따라 강우량이 증가하며 고도 높은 성판악은 과우년과 다우년의 강우량 차이도 더욱 크게 나타났다.

관음사관측소의 연평균 강우량은 3,024.7mm이었으며, 과우년은 2000년에 2,064mm, 다우년은 1999년에 3,717.8mm로서 그 차이는 1,653.8mm였고, 돈내코관측소의 연평균 강우량은 2,385.1mm 이었으며, 과우년은 2000년에 1,348.3mm, 다우년은 2003년에 2,971.3mm 로서 그 차이는 1,623mm 였다.

근접유역인 유수암관측소의 연평균 강우량은 2,006.4mm이었으며, 과우년은 2001년에 1,320.5mm, 다우년은 1999년에 2,462mm로서 그 차이는 1,141.5mm 였고, 어리목관측소의 연평균 강우량은 3,399.5mm이었으며 과우년은 2001년에 2,254.9mm, 다우년은 1999년에 4,274.7mm로서 그 차이는 2,019.8mm 였다.

천백고지관측소의 연평균 강우량은 3,030.5mm이었으며, 과우년은 2000년에 1,967.1mm, 다우년은 1999년에 3,641.7mm 로서 그 차이는 1,674.6mm 였다 이들 값은 제주도의 10년간 평균(1993-2002) 강우량인 1,819.6mm(제주도수문지질 및 지하수자원종합조사(III), 2003)보다 제주시를 제외한 모든 지역의 연평균강우량이 높은 것으로 나타났다.

**Table 4-1 Monthly & yearly rainfall in Jeju-si**

년도 \ 월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연강우량 (mm)
1999년	84	62.4	110.4	37.5	79	204	706	642.8	508	41.2	24.9	25.8	2526
2000년	60	16.3	43.5	32.8	46.2	97.6	166.2	169.6	331.2	113	93.2	19.8	1189.4
2001년	117	81.9	21.9	62.6	105.4	259.7	123.1	233.9	109.7	123.8	42	107.6	1388.6
2002년	56.6	33.8	59.4	65.1	141.6	118.6	495.7	356.5	143.9	112.3	18.2	102.4	1704.1
2003년	55.9	64.4	164	120.9	284.3	201.9	362.2	245.1	330.4	37.6	112.5	20.0	1999.2
평균	74.7	51.8	79.8	63.8	131.3	176.4	370.6	329.6	284.6	85.6	58.2	55.1	1761.5

**Table 4-2 Monthly & yearly rainfall in Seongpanak**

년도 \ 월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연강우량 (mm)
1999년	205.3	57	322.5	131.5	331.8	435	1962	1236	1041	148	65	12.3	5947.4
2000년	122.5	29	113.5	116.5	265	186	298.5	629.5	693	291.5	160	19.5	2924.5
2001년	258.8	184	33.5	301	347	497.5	392	514.9	188.5	305.5	106.5	147.3	3276.4
2002년	102	42	237.5	858.5	446.5	289.5	971.5	1391	424.5	427.5	96.5	283.6	5570.1
2003년	173	182.7	238	449	1130	592.1	578	810.7	352	88.5	358	35.3	4987.3
<b>평 균</b>	172.3	98.9	189	371.3	504	400	840.5	916.5	539.8	252.2	157.2	99.6	4541.1

**Table 4-3 Monthly & yearly rainfall in Gwaneumsa**

년도 \ 월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연강우량 (mm)
1999년	142	86	252	248	145	250	1052	727.8	648	112	41	14	3717.8
2000년	82	36	50	37	91	56	275	549	653	151	55	29	2064
2001년	223	136	29	107	162	412	213	376	227	122	87	160	2254
2002년	109	17	140	255.7	161	42	1003	1095	204	361	34	217	3638.8
2003년	119	124	219	252	774	374	388	468.7	420	54	226	30	3448.7
<b>평 균</b>	135	79.8	138	179.9	266.6	226.8	586.2	643.3	430.4	160	88.6	90	3024.7

**Table 4-4 Monthly & yearly rainfall in Donnaeko**

년도 \ 월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연강우량 (mm)
1999년	188	204	265	285	167	525	309	139	465	109	17	7	2680
2000년	103	62	85	90	267	112	196	165.3	41	196	25	6	1348.3
2001년	161	147	16	211	242	309	431	333	22	251	67	171	2361
2002년	40	34	126	336	321	91	333	644	240	240	35	125	2565
2003년	93	106	138	307	602	460	470	392.1	170.2	42.8	173.1	17	2971.3
<b>평 균</b>	117	110.6	126	245.8	319.8	299.4	347.8	334.7	187.6	167.8	63.4	65.2	2385.1

**Table 4-5 Monthly & yearly rainfall in Yuseum**

년도 \ 월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연강우량 (mm)
1999년	83.5	60	129	30	104.5	157.5	774	704.5	277	67	35	40	2462
2000년	66.5	20.5	39	28	64	119.5	274	275	284	119.5	126.5	26.5	1443
2001년	93	127	13.5	39.5	61.5	243	117	336.5	50.5	46	61.5	131.5	1320.5
2002년	28	51	96.5	160.5	154	89.5	523	911.5	110.5	137	51	116	2428.5
2003년	71.5	93	113.5	193	286.5	299	496.5	508	72	95	123.5	26.5	2378
<b>평 균</b>	68.5	70.3	78.3	90.2	134.1	181.7	436.9	547.1	158.8	92.9	79.5	68.1	2006.4

**Table 4-6 Monthly & yearly rainfall in Eorimok**

년도 \ 월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연강우량 (mm)
1999년	194.5	96.9	220.9	151.5	180.5	299	1184	1027	667.5	141	80.3	31.5	4274.7
2000년	101	40.2	69.5	66.5	123.5	133	333.5	688	597	185.5	175.5	38	2551.2
2001년	226.6	160.5	34	79	86.8	314	327	432.4	121	130.7	125	218	2254.9
2002년	81.5	50	183.5	444.5	212	117.5	905.5	1580	198	192.5	56.5	213.9	4235.4
2003년	219.3	172.3	125.5	368.5	569.5	451.5	511.2	532	496.5	51	132.5	50.5	3680.3
<b>평 균</b>	164.6	104	126.7	222	234.5	263	652.3	852	416	140.1	114	110.4	3399.5

**Table 4-7 Monthly & yearly rainfall in Cheonbaekgoji**

년도 \ 월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연강우량 (mm)
1999년	164	68	274	258	202	248	1282	634.6	433.7	54.3	14	9	3641.7
2000년	14	0	0	73	196	89	272	619	411	188	71.1	34	1967.1
2001년	119	195	25	73	83	429	416	340.6	25	179	134	137	2155.6
2002년	53	73	194	513	225	122	824.2	1586	252	118	73	135	4168.2
2003년	30	146.5	153	407	497	441.5	457.8	477.9	430	47	118	14	3219.7
<b>평 균</b>	76	96.5	129.2	264.8	240.6	265.9	650.4	731.6	310.3	117.3	82	65.8	3030.5

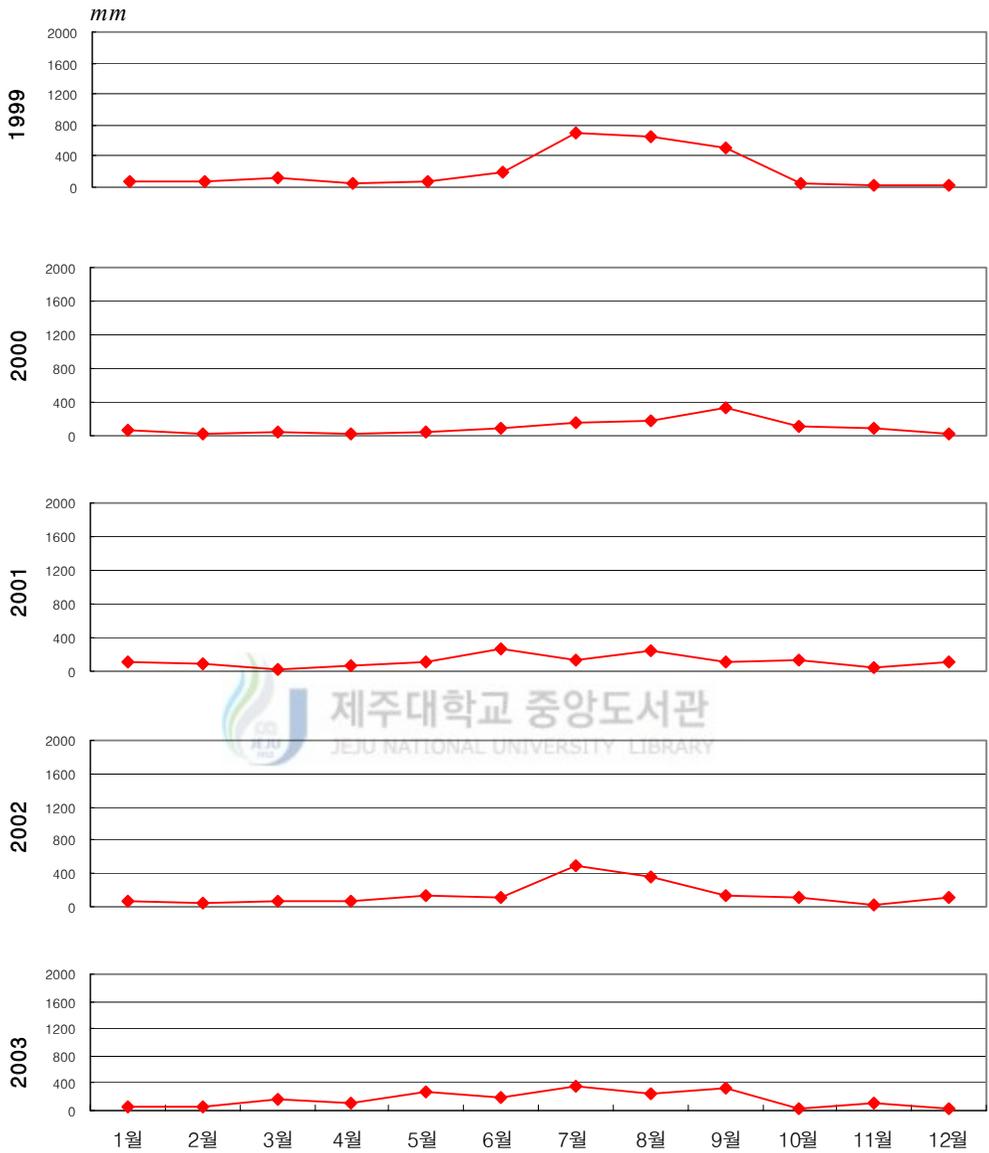


Fig. 4-2. Monthly & yearly rainfall in Jeju-si

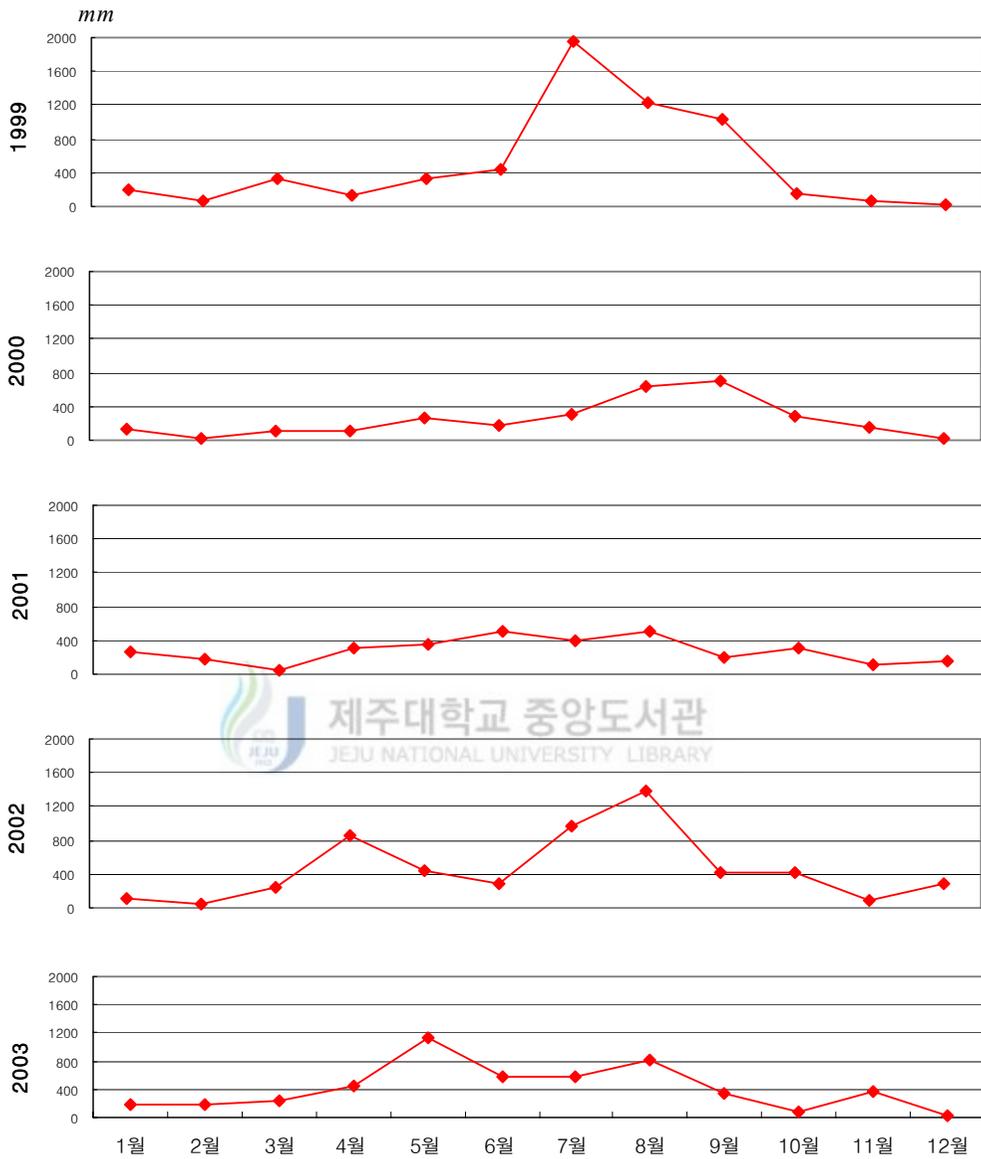


Fig. 4-3. Monthly & yearly rainfall in Seongpanak

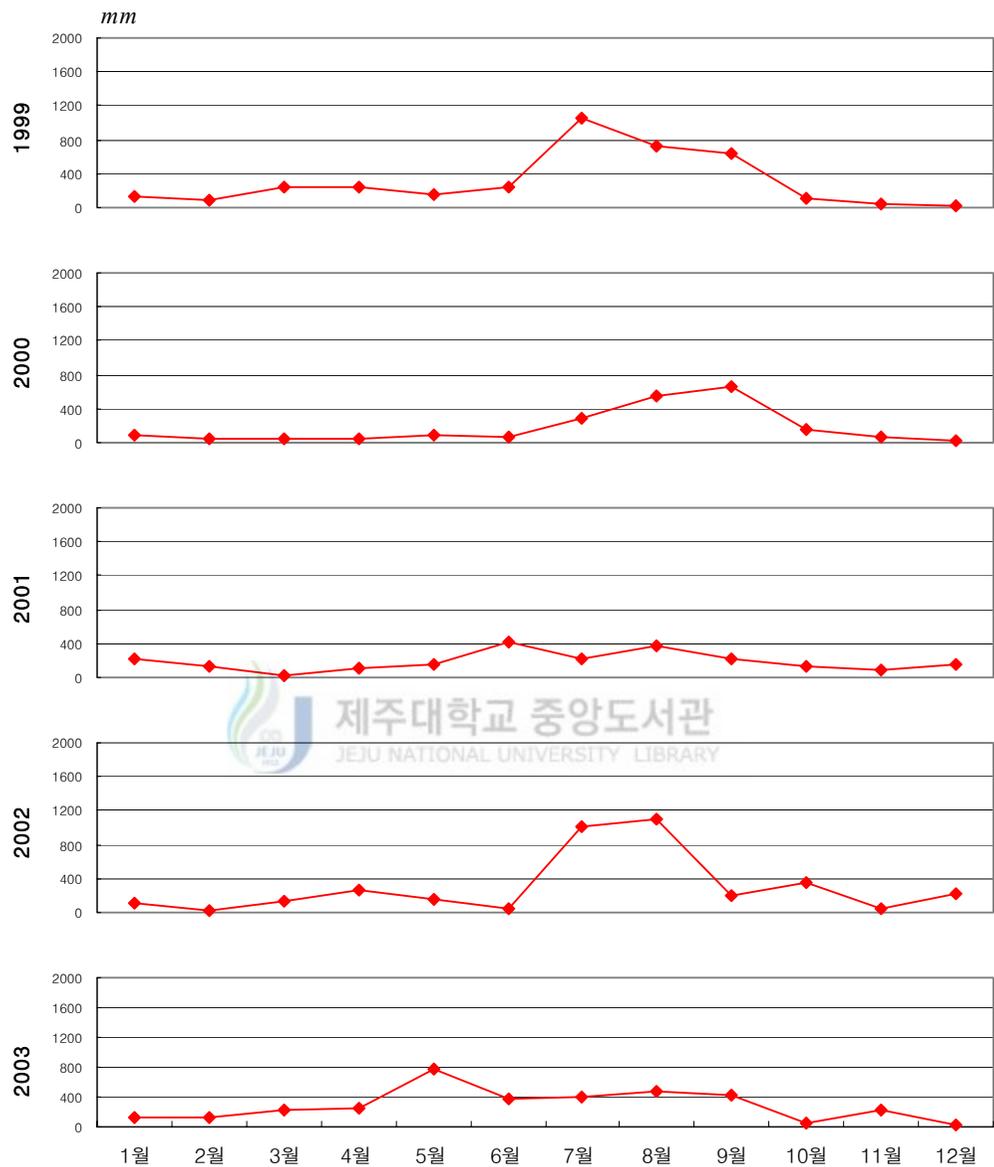


Fig. 4-4. Monthly & yearly rainfall in Gwaneumsa

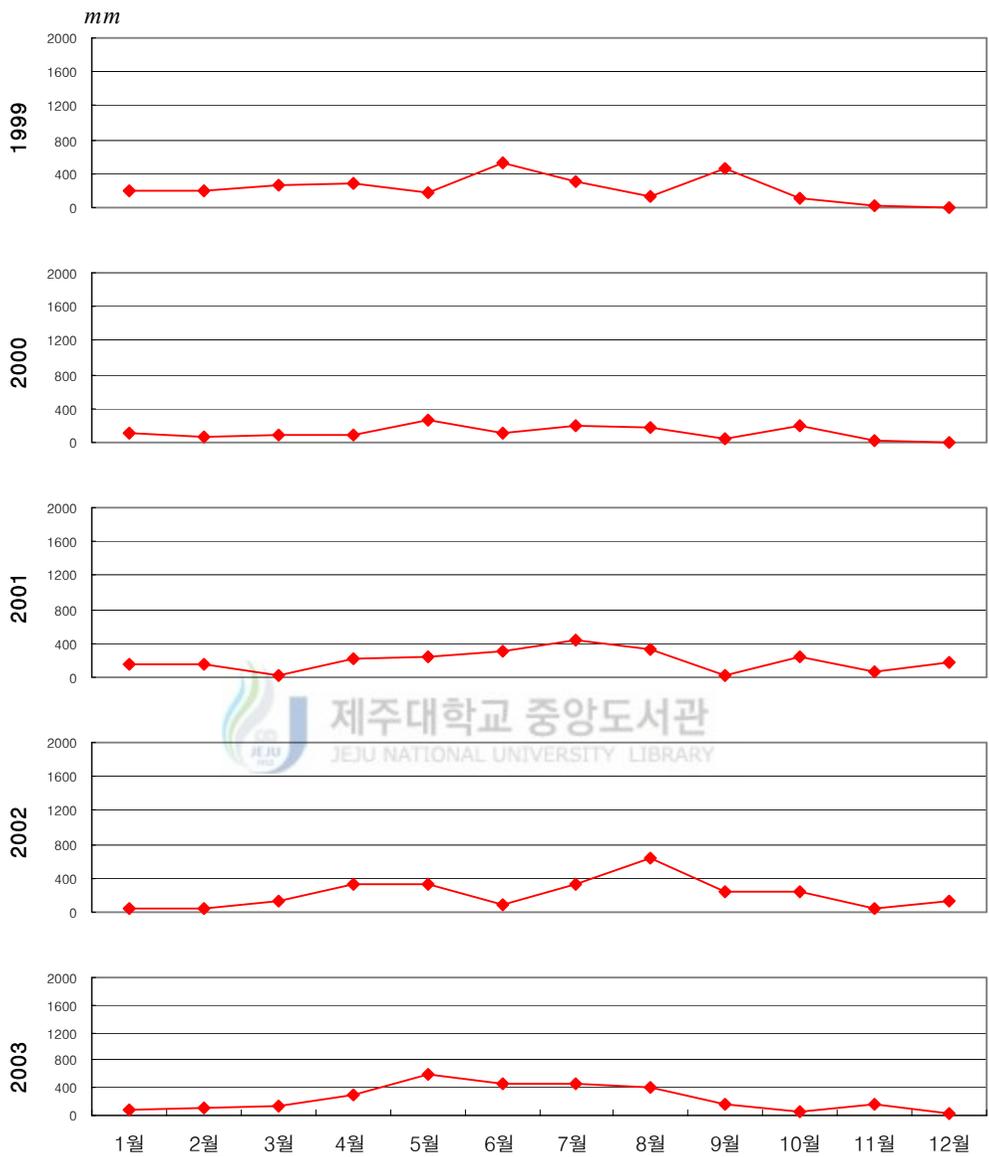


Fig. 4-5. Monthly & yearly rainfall in Donnaeok

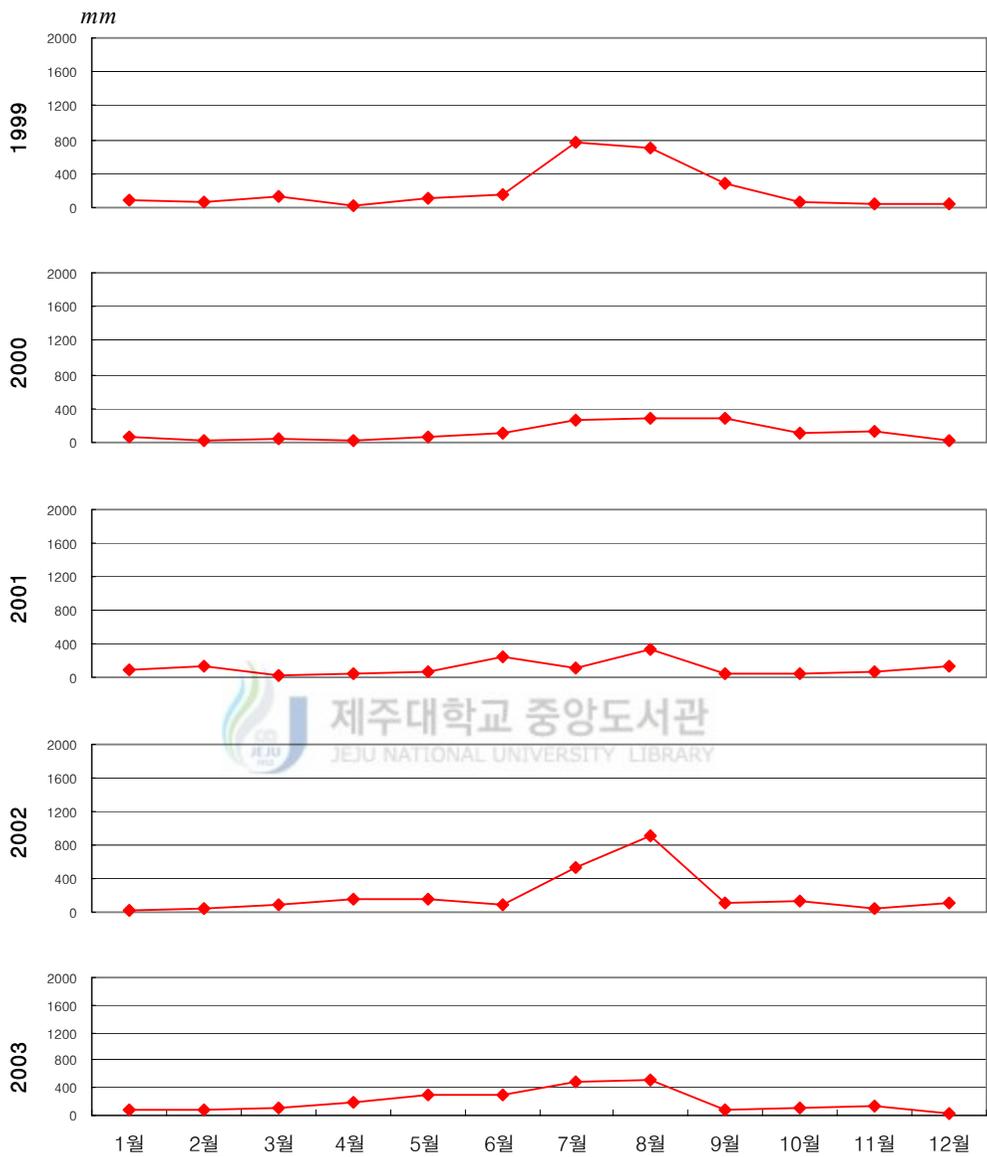


Fig. 4-6. Monthly & yearly rainfall in Yuseum

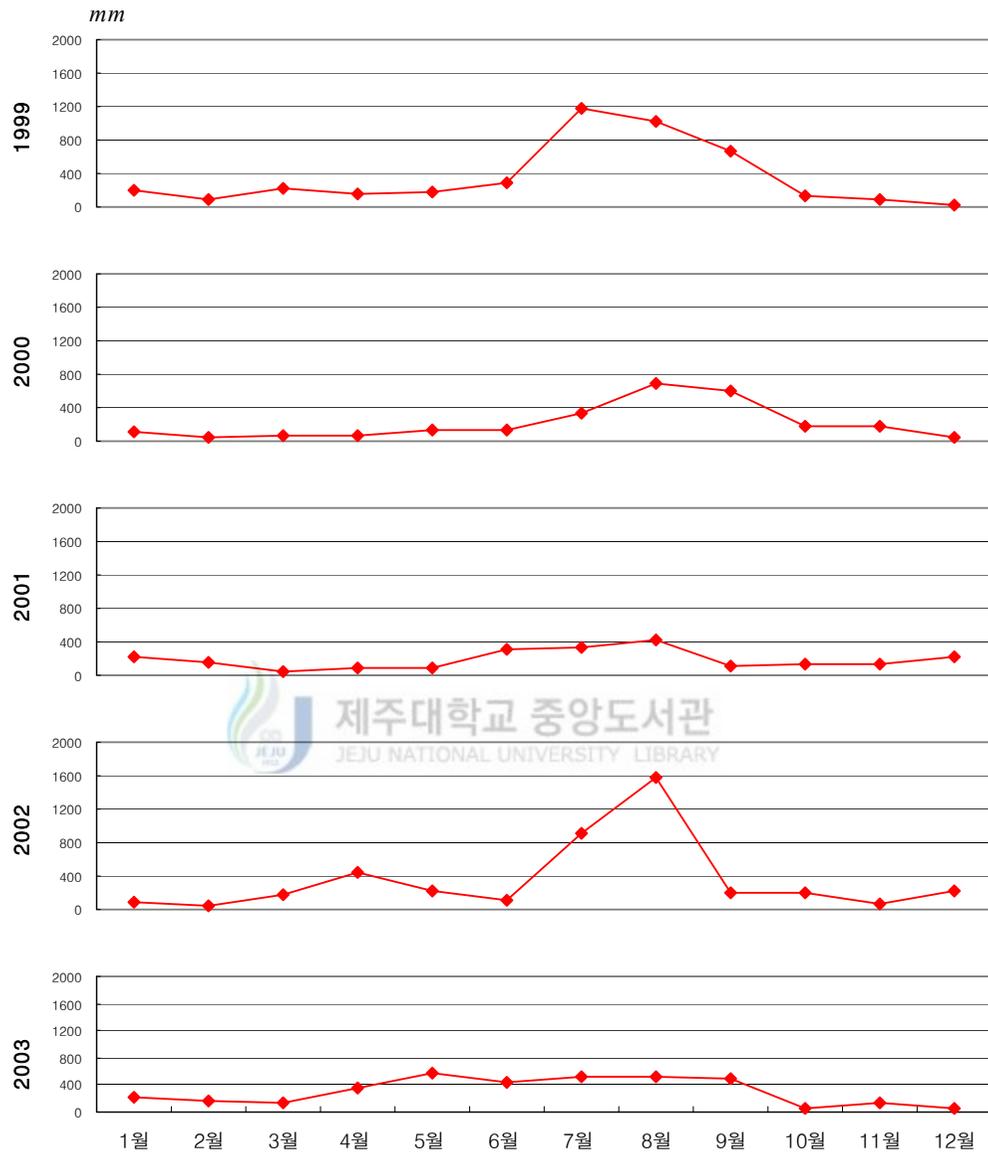


Fig. 4-7. Monthly & yearly rainfall in Eorimok

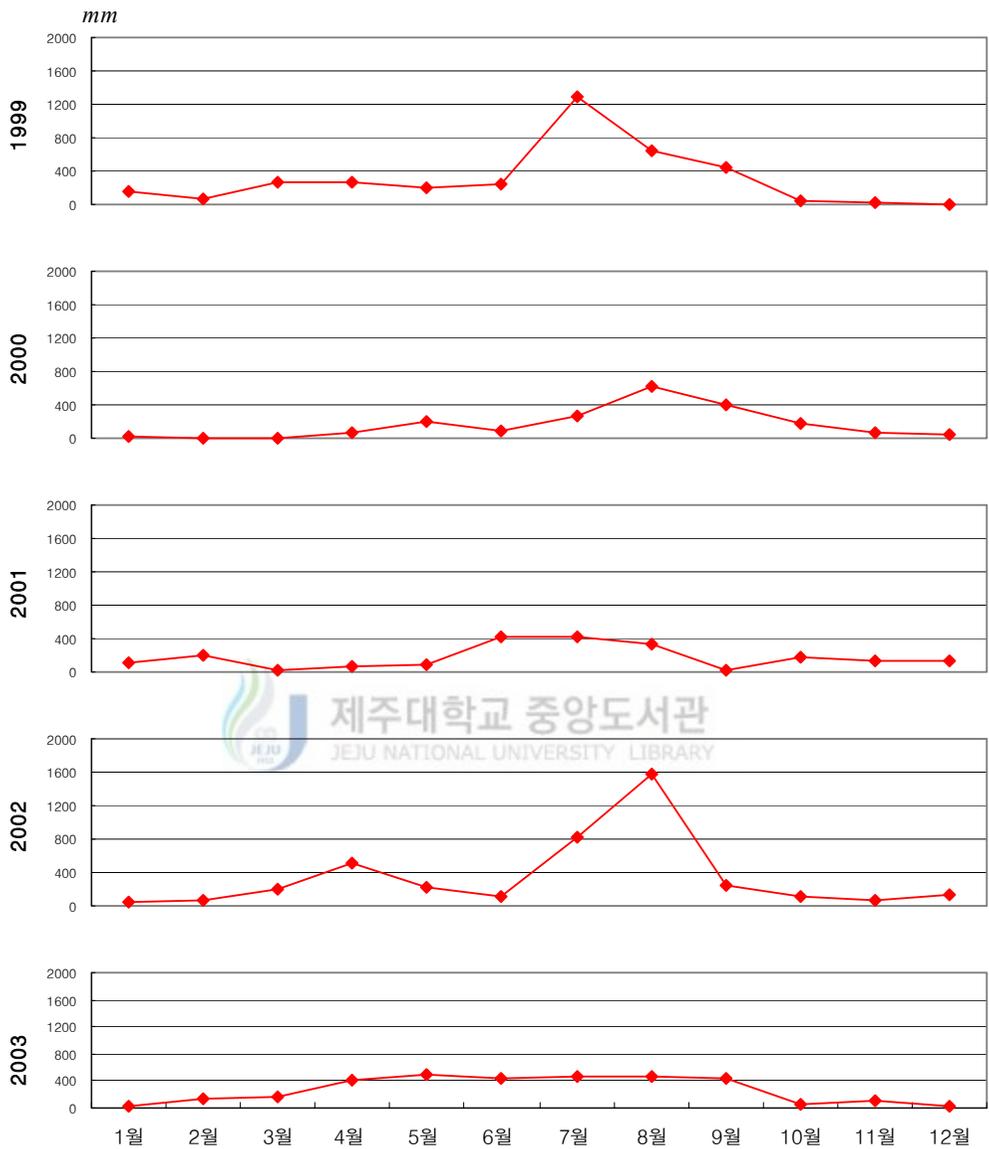


Fig. 4-8. Monthly & yearly rainfall in Cheonbaekgoji

조사대상 유역의 면적강우량을 인근6개 지점(돈네코, 유수암, 관음사, 성판악, 어리목, 1100고지)의 강우량 관측 자료를 이용하여 산정하였다. 면적강우량은 1999년에서 2003년까지 5년간의 자료를 이용하여 등우선법으로 작성하였다. 강우량은 고지대로 갈수록 증가하는 경향을 보이며, 조사대상유역의 연평균 강우량은 3,486.6mm 로 나타났다(Fig. 4-9).

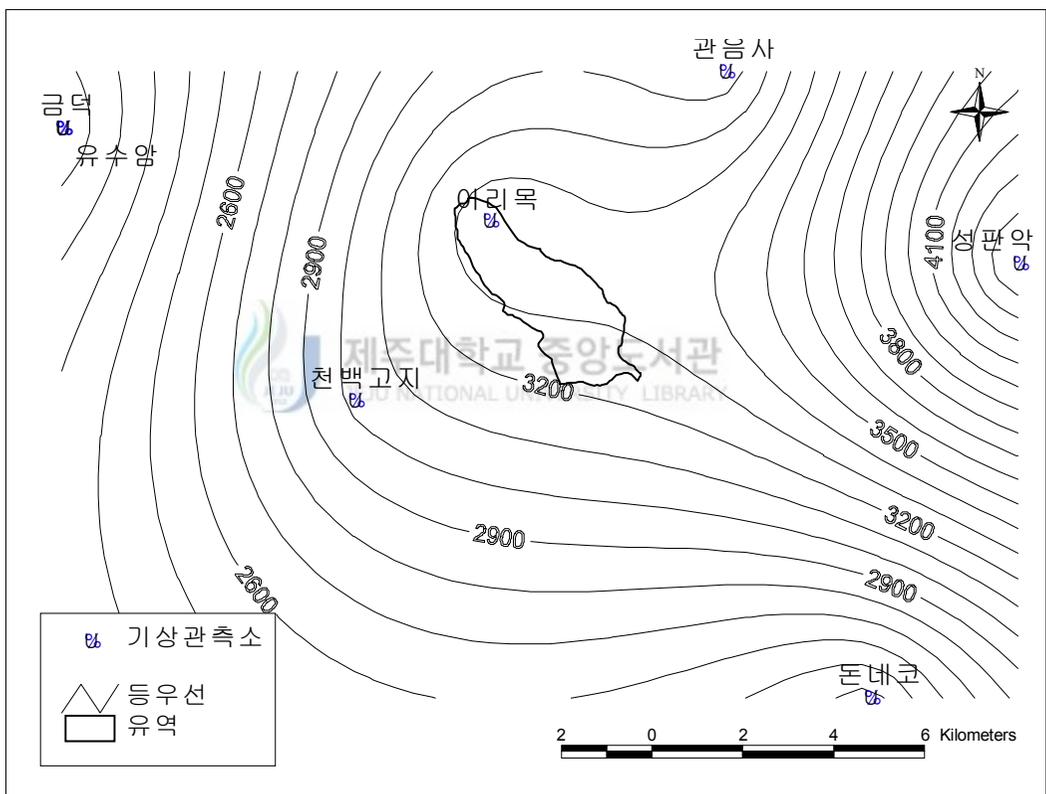


Fig. 4-9. The average annual rainfall at the basin of Eoseungsaeng dam

## 2. 토양의 분류

SCS방법은 미국 토양보전국(Soil Conservation Service)에서 개발한 강우-유출모형으로 유역 내에 강수로 부터 직접유출의 자료가 없는 경우 유역의 토양특성과 식생 등에 대한 자료 만으로서도 총강우량으로부터 초과강우량을 산정할 수 있는 방법이다. SCS 방법을 적용하기 위하여 토양을 분류하였다.

농촌진흥청 농업과학기술원(1976)에서 제작한 정밀토양도를 보면 연구지역의 토양은 주요 19개 토양 통으로 분류하였으며 주요토양별 세부특성은 다음과 같다.

### 1) 강정통

강정통은 현무암에 기인된 홍적층을 모재로 한 토양이며 주로 해안평탄지에 분포하고 있다. 이 토양은 식질 토로서 토양배수가 약간 양호하고 토심은 깊다. 표토는 암황갈색의 미질양토이며 심토는 황갈색에 회색반점이 있는 미사질 식토이다.

### 2) 교래통

분석구의 붕적층을 모재로 한 토양이며 분석구의 산록경사지에 분포하고 있다.

이 토양은 토양배수가 양호하고 토심은 깊다.

표토는 암절갈색의 자갈이 있는 미사질 양토이며 심토는 적갈색, 황적색의 미사질식양토이다.

### 3) 구엄통

현무암을 모재로 한 토양이며 해안평지에 분포하고 있다.

이 토양은 조천, 동귀 및 하원통과 서로 인접하여 있으며 토양배수가 양호하고 토심은 보통이다.

#### 4) 군산통

현무암, 조면암 및 안산암을 모재로 한 토양이며 해발700m이상의 산악지에 분포한다.

이 토양은 논고, 노로, 흑악, 적악 및 토산통과 서로 인접하고 있으며 토양 배수가 매우 양호하고 토심은 얇다. 토양의 형태적 특성을 보면 표토는 농암 갈색의 미사질 양토로 암반이 노출되어 있으며 암반까지의 깊이는 30cm내외 정도이다.

#### 5) 노로통

현무암을 모재로 한 토양으로 주로 700m 고지 이상의 산악지에 분포한다. 이 토양은 군산, 적악, 논고, 토산, 흑악통 등과 서로 인접되며 암적갈색의 둥근바위가 있는 사양질계 토양으로 토양배수는 양호하고 토심은 보통이다.

#### 6) 동귀통

현무암에 기인된 봉적층을 모재로 한 토양이며 해안평탄지에 분포한다. 이 토양은 오라, 이도, 조천 및 구엄통 등과 서로 인접하며 미사질양질로서 토양배수는 양호하며 토심은 깊다. 표토는 암갈색 및 암황갈색의 자갈이 있는 미사질 양토이며 심토 및 기층은 암황갈색 및 황갈색의 자갈이 있는 미사질양토 및 미사질식 양토이다.

#### 7) 동홍통

현무암의 홍적층을 모재로 한 토양으로 해안평탄지에 분포한다. 이도, 강정, 영락, 무릉통 등과 서로 인접하고 암갈색의 미사질 양토로서 토양 배수가 양호하고 토심은 깊다. 표토는 암갈색의 미사질양토이고 상부심토는 암황갈색 및 황갈색의 미사질식양토이며 하부심토는 미사질 식토이다.

#### 8) 민악통

현무암에 기인된 화산회를 모재로 한 토양이며 용암류대지에 분포한다. 송당, 위미, 중문 및 평대통과 서로 인접되어 있으며 돌 또는 둥근 바위가 있는 미사사양질로서 토양배수가 양호하고 토심은 보통이다.

이 토양의 표토는 흑색 내지 농암갈색의 등근 바위가 있는 미사질 양토이다. 심토는 농암회갈색의 돌이 있는 미사질 양토이고 기층은 암황갈색의 돌과 등근 바위가 있는 미사질양토 및 양토이다.

#### 9) 송당통

현무암에 기인된 화산회를 모재로 한 토양으로 용암류대지에 분포하고 있다. 표선, 남원, 신엄 및 김녕통과 서로 인접하여 있으며 화산회층 하부는 양질로서 토양배수가 양호하고 토심은 깊다. 표토는 흑색내지 농암갈색의 미사질 양토이다. 심토는 적갈색 양토이며 기층은 암질갈색, 암황갈색, 암갈색의 사양토, 미사질양토 혹은 양토이다.

#### 10) 송악통

화산분출물을 모재로 한 토양으로 용암류대지의 분석구에 분포하고 있다. 이 토양은 교래, 오라, 제주통과 서로 인접되며 미사질 양질로서 토양배수가 양호하고 토심이 깊다. 표토는 암적갈색의 미사질양토이며 심토는 적갈색의 미사질식양토이며 기층은 황적색 내지 암적 회색, 잡색의 분석이 있는 미사질 양토이다.

#### 11) 아라통

현무암에서 기인된 화산회를 모재로 한 토양으로 용암류대지에 분포된 토양이다. 제주, 아라, 중문 및 중엄통과 서로 인접하여 미사 식양 질로서 토양배수가 양호하고 토심은 깊다. 표토는 농암회갈색의 자갈이 있는 미사질양토이며 심토는 암황갈색의 자갈이 있는 미사질양토 또는 미사질식양토이다.

#### 12) 용흥통

현무암에 기인된 홍적층을 모재로 한 토양으로 해안 평탄지에 분포하고 있다. 대정, 용강, 구엄, 월평, 무릉, 및 오라통과 서로 인접하고 있으며 식질 계 토양으로서 토양배수가 양호하며 토심은 깊다. 표토는 농암회갈색 또는 암갈색의 자갈이 있는 미사질식양토이며 심토는 암회갈색 또는 암황갈색의 자갈이 있는 미사질식토이다.

### 13) 이도통

현무암에 기인된 층적층을 모재로 한 토양으로 용암류평탄지에 분포한다. 동귀, 용흥, 구엄 및 조천통과 서로 인접되며 토양배수가 양호하고 토심은 깊다. 표토는 암갈색의 미사질 양토이며 심토는 황갈색의 미사질양토 내지 미사질 식양토이다.

### 14) 제주통

현무암에 기인된 화산회를 모재로 한 토양으로 용암류대지에 분포 한다. 이 토양은 중엄, 오라, 한림, 아라 및 중문통과 서로 인접되며 미사식양토로서 토양배수가 양호하고 토심은 깊다. 표토가 농암회갈색 및 암회갈색의 미사질양토, 자갈이 있는 미사질양토, 혹은 둥근 바위가 있는 마사질 양토이다. 심토는 암황갈색의 미사질양토 내지 미사질식양토이다.

### 15) 중문통

현무암에 기인된 화산회를 모재로 한 토양으로 용암류대지에 분포한다. 오라, 구좌, 중엄 및 민악통과 서로 인접되며 토양배수가 양호하고 토심은 보통이다. 표토가 농암회갈색 및 암회갈색 미사질양토 및 돌과 둥근바위가 있는 미사질 양토이다. 심토는 암황갈색의 돌 및 둥근 바위가 있는 미사질양토이다.

### 16) 사양토(砂壤土) sandy loam

토성의 한 구분. 20%이하의 점토, 모래 52%이상, 미사 50%이하, 점토 7%이하 범위에 있는 토양.

### 17) 사토(砂土) sandy soil

모래가 많이 섞인 흙이나 땅. 모래흙.

### 18) 식토(埴土) clay soil

점토함량이 40%이상이고 모래 45%이하, 미사 40%이하인 토양

### 19) 식양토(埴壤土) clay loam soil

점토함량이 27~40%이고 모래함량이 20~45%인 토성.

20) 양토(壤土) loam

점토함량이 25~37.5% 범위인 토양을 일반적으로 양토라 함. 양토는 토양통기나 양분 및 수분 보유력 등으로 볼 때 작물생육에 적합한 토양에 속함.

연구지역의 정밀토양도의 토양 통을 SCS방법으로 분류하면 Table 4-8 과 같고 분류방법을 이용하여 SCS 수문학적 토양 군으로 분류하면 Fig. 4-10과 같다.

**Table 4-8 Hydrologic soil groups for the study area**

토양형	토 양 의 성 질
Type A	낮은 유출률(Low Runoff potential) 침투율이 대단히 크며 자갈이 있는 부양질, 배수상태 매우 양호
Type B	침투율이 대체로 크고, 돌 및 자갈이 섞인 사질토, 배수 대체로 양호
Type C	침투율이 대체로 작고, 대체로 세사질 토양층, 배수 대체로 불량
Type D	높은 유출률(High runoff potential) 침투율이 대단히 작고, 점토질 종류의 토양으로 거의 불투수성 배수 대단히 불량

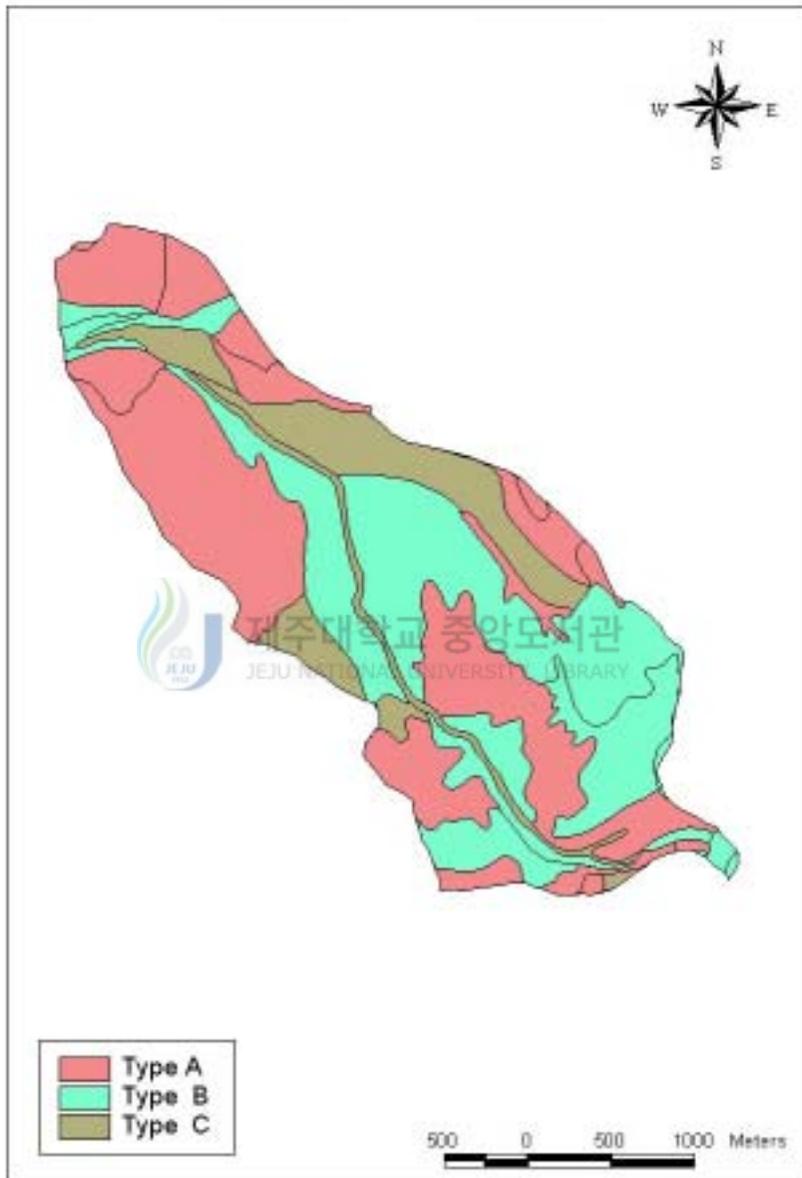


Fig. 4-10. Hydrological soil map



Fig. 4-11. Land use squares of soil groups in the study area

### 3. SCS방법에 의한 지하수 함양량 산정

SCS 방법에 의하여 토양을 분류하였고, 토지이용상태를 고려하여 유출곡선 지수(CN)을 54로 산정하여 총강우량의 26.7%인 6,737,500m<sup>3</sup>/년 로 직접유출양을 계산하였다.

실제증발산량은 FAO-Penman-Monteith공식으로 잠재증발산량을 계산한 후 어승생 지역의 강수량자료와 잠재증발산량 계산 자료를 이용하여 토양수분평형법에 의해 실제증발산량을 구하였다.

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)}$$

여기서,  $ET_o$  : 잠재증발산량(mm/day)



$R_n$  : 순일사량(mm/day)

$(e_a - e_d)$  : 증기압차(mbar)

$\Delta$  : 수증기압곡선

$\gamma$  : 습도상수

$G$  : 토양으로 흡수되는 열유동량

실제증발산량은 FAO Penman-Monteith(FAO, 1998)방법에 의해 잠재증발산량을 계산한 후 아래와 같이 토양수분평형법(Soil Moisture Balance Method)으로 산정하였다.

$$SW_i = SW_{i-1} + P_i - DR_i - K_s \cdot ET_P$$

여기서  $SW_i$ 는 i일의 최종 토양수분량(mm),  $SW_{i-1}$ 는 i-1일의 최종 토양 수

분량(mm),  $K_s$ 는 작물의 수분스트레스계수,  $ET_p$  는 잠재증발산량이다.

토양수분평형법으로 계산된 어승생 소유역의 증발산량은 강우의 23.3%인  $5,694,500\text{m}^3/\text{년}$  산정되었다.

제주도는 지하수 부존 및 유동 특성이 육지부와는 크게 다르며 함양율이 매우 높은 것으로 대부분의 지하수 관련 보고서에서 공통으로 언급되고 있다. 제주도의 지하수함양량에 대한 기존 조사들로는 농업진흥공사에 의한 조사(농림수산부·제주도·농업진흥공사, 1989, 제주도 지하수 장기개발계획 조사보고서), 한국수자원공사의 조사(건설부·제주도·한국수자원공사, 1993, 제주도 수자원종합개발계획 수립보고서), 농업기반공사의 조사(제주도, 2000, 제주도 지하수보전관리계획보고서)등이 있는데, 최근에는 제주도 수문지질 및 지하수자원 종합조사(III)(제주도·한국수자원공사, 2003)에서 제주도 수문에 대한 종합보고서가 발간되었다. 이들은 대부분 지하수함양량을 다음과 같은 물수지분석으로 산정하고 있다.



$$I = P - DR - ET \pm IU$$

여기서  $I$  : 지하수 함양량,  $DR$  : 지표수 직접유출량

$P$  : 강수량,  $ET$  : 증발산량

$IU$  : 타수 역으로부터 지하수 유출입량

제주도 전역에 대한 물수지 산정결과를 보면 제주도·한국수자원공사(2003)는 직접유출량이 강우의 20.5%, 증발산량을 33.7%, 지하수 함양량을 45.8%로 산정하였으며, 조사지역이 속한 표선수역의 경우 직접유출량이 강우의 22.0%, 증발산량을 25.6%, 지하수 함양량을 52.4%로 산정하였다.

어승생유역의 1999년~2003년까지의 5년간 강수량자료와 어승생관측소의 기온, 일조시간, 풍속, 습도 등 5년간의 기상자료로 광역조사지역의 물 수지를 산정하여 지하수함양량을 강우의 48.9%인  $11,951,000\text{m}^3/\text{년}$ 으로 산정하였다.

#### 4. 어승생댐의 유입·저수량 분석

강우집수 구역의 면적은 7 km<sup>2</sup>로서 유입지점내에서 유입량을 측정하여 유입량을 산정하였다. 유입량의 측정은 2000년부터 제주도에서 측정한 자료를 이용 하였다. 측정기간 중 강수가 비교적 많았던 2003년이 가장유입량이 많은 것으로 분석되었으나 대부분 표류수 및 복류수 형태로 유출되어 도수로를 통하여 유입되고 있었다.

1998년부터 2003년까지 어승생 댐의 유입량은 최고 8,670,500m<sup>3</sup>에서 최저 4,517,800m<sup>3</sup>로 편차가 최고4,152,700m<sup>3</sup>까지 나타나고 있어서 일시에 많은 강우 유출이 되고 있음을 알 수 있으며 년도 및 월별유입량은 Table 4-9 및 Fig. 4-12 와 같다. 또한 Fig. 4-13 에서 저수지로 유입되는 도수로를 나타내었다.



Table 4-9 Monthly inflow amount of Eoseungsaeng dam

구 분	유 입 량						평 균	
	1998년	1999년	2000년	2001년	2002년	2003년	월평균 (m <sup>3</sup> /mon)	일평균 (m <sup>3</sup> /day)
계	7,584,500	7,851,930	5,206,100	4,517,800	6,485,500	8,670,500	6,719,388	18,041
1월	671,700	386,000	477,100	309,700	347,700	430,000	437,033	11,677
2월	534,100	332,700	315,800	287,600	221,330	477,400	361,483	11,786
3월	649,900	551,600	407,300	422,300	359,700	598,200	498,167	14,839
4월	789,300	548,600	366,700	267,900	588,100	771,900	555,417	18,000
5월	664,700	558,500	338,200	266,300	714,200	896,900	573,133	20,000
6월	573,700	605,030	342,000	439,800	340,300	867,500	528,055	18,333
7월	879,600	952,000	439,100	631,000	708,000	1,029,300	773,167	25,806
8월	866,300	884,800	453,200	637,200	831,600	988,500	776,933	27,097
9월	535,200	893,800	758,200	326,100	505,000	895,100	652,233	19,267
10월	630,900	874,400	574,200	283,700	733,800	720,500	636,250	18,806
11월	404,300	742,800	408,300	264,100	616,300	544,200	496,667	15,767
12월	387,800	521,700	326,000	382,100	519,500	451,000	430,850	14,484

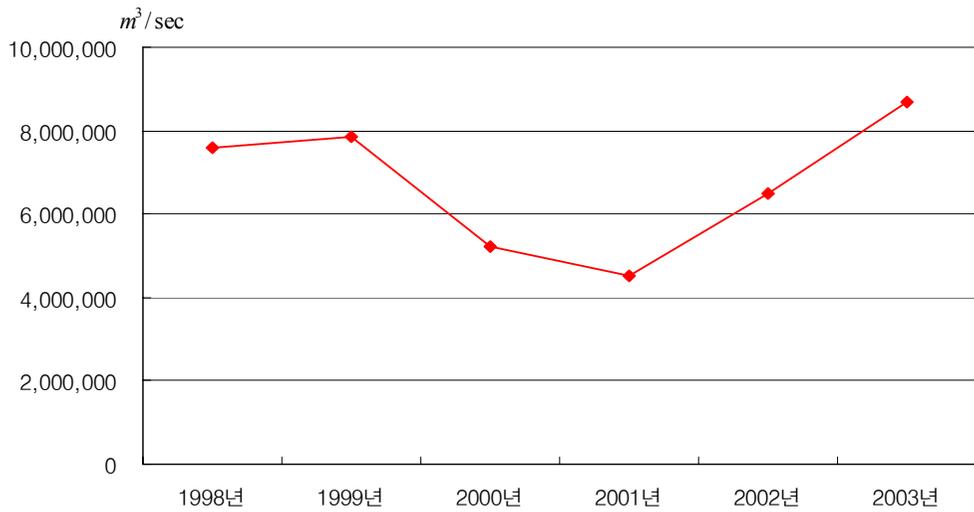


Fig. 4-12. Yearly inflow amount of Eoseungsaeng dam (1998~2003)



Fig. 4-13. The overall view of the water canal of the inlet of Eoseungsaeng dam

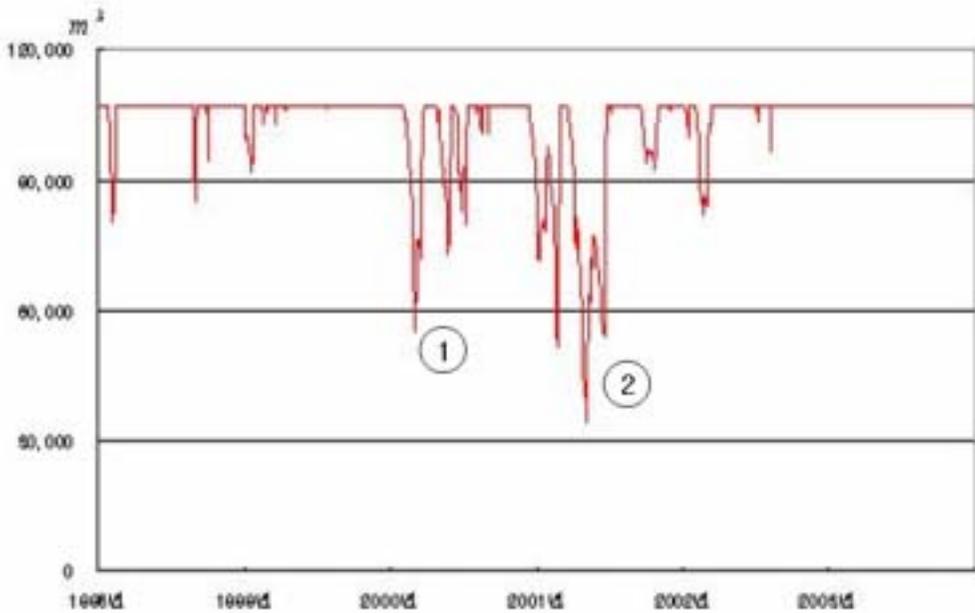


Fig. 4-14. Yearly pondage of Eoseungsaeng dam (1998~2003)

어승생 댐의 저수용량은  $106,800 \text{ m}^3/\text{일}$  이다. Fig. 4-14는 어승생댐의 저수량을 1998년부터 2003년 까지 하루단위로 나타낸 것인데, 상대적으로 유입량이 낮았던 2000년과 2001년을 제외하고는 저수용량을 항상 채우고 있는 것으로 나타나 있으며, 어승생 댐의 저수량 도표를 보면 ① 2000년도와 ② 2001년도가 강우가 적어 방류량이 적음을 보여주고 있어 저수공간 부족으로 인한 방류수의 효율적 이용하는 방법과 제2 어승생 댐의 준설과 같은 다른 대책 방안이 필요함을 알수가 있다.

## V. 어승생댐의 용수량 산정과 공급량

### 1. 어승생 댐의 건설배경과 개요

#### 가. 댐의 건설배경

제주도의 물 문제 해결은 1967년 1월 10일 연두순시 차 내도한 박정희 대통령이 물 문제를 근본적으로 해결하기 위해서는 고지대의 수자원을 개발하는 것이 효과적이라고 지적한 것이 전기가 되었다. 그 당시 한라산 고지대에 많은 물이 숨어 있는데 특히, 어승생(Y계곡물)·구구곡·성관악수원 개발방안을 연구하도록 지시하였다. 또한 박정희 대통령은 미리 구상하고 있는 어승생 댐을 직접 스케치하여 Fig. 5-1 에 제주도 수자원개발 기본구상도(濟州道 水資源開發 基本構想圖)를 나타내었다. 이 기본구상도에 의해 1967년 4월20일, 건설부 직영사업으로 어승생수원지의 개발 사업이 착수되었고, 1968년에는 (주)우일설계공사와 (주)도화인터내셔널에 의해 어승생 용수시설 급수관로 동부·서부지선 기본계획용역이 추진되었으며, 이때 강정천과 외도천 용수개발 기본계획까지 포함되었다. 1969년 10월 12일 어승생수원의 통수식이 제주시 산천단에서 거행되었고, 1970년 8월 공사가 완료되었으나 2차례에 걸친 저수지 바닥 함몰사고가 발생하여 1971년 12월 16일까지 보수공사가 이어져 4년 7개월 28일 만에 저수용량 10만 6천 톤의 저수지가 건설되었다. 이 수원지의 개발은 제주도의 물의 혁명을 가져오는 대역사가 이룩되었으며, 어승생 저수지 건설을 계기로 수 천 년을 두고 부녀자들과 애환을 같이 해왔던 「물 허벅」은 역사 속으로 점차 사라지는 계기가 되었다. 박정희 대통령은 이 저수지의 이름을 『한밤 저수지』라 명명하였고 현재도 저수지 입구에는 『한밤 저수지』라 새겨진 큰 표석이 세워져 있으나 현재는 『어승생 저수지』라 부르고 있다(제주도,1999).

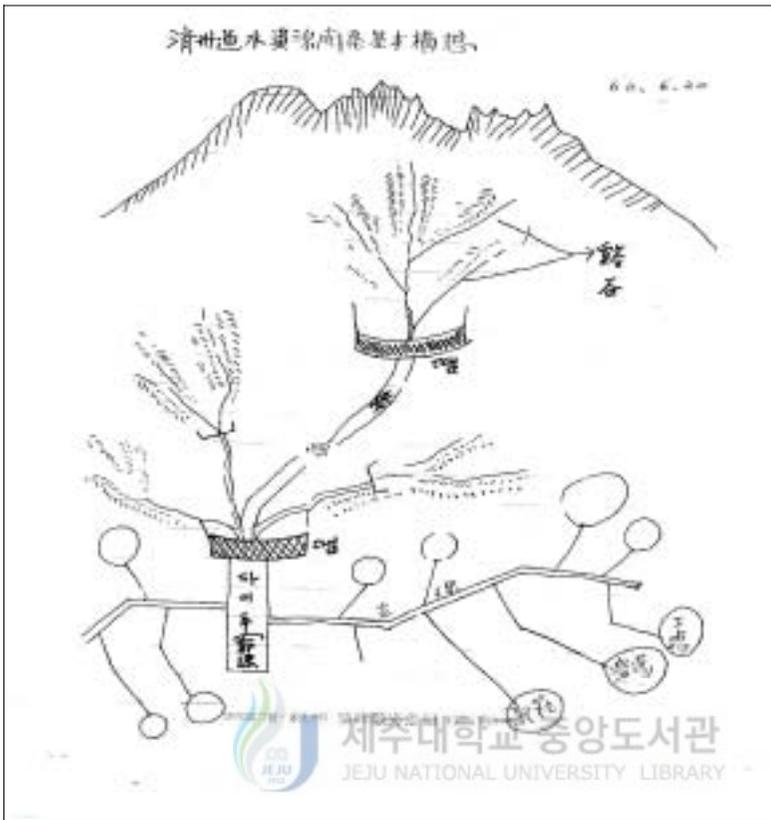


Fig. 5-1. Water resource development conception map in Jeju island drawn by Park Jung Hee president

#### 나. 댐의 개요

어승생댐은 어승생 상류 Y계곡과 구구곡의 상위 지하수의 일부인 용천수를 도수하여 중산간 일대의 광활한 유휴지에 산업개발을 위한 용수와 생활용수를 해결하는 한편, 해안 지역에 집중된 저소득 영세민의 중산간 이주를 촉진시키므로써 지역 간 상호 균형적 인발진과 경제규모를 확대하여 도민의 소득수준 향상을 목적으로 1960년대에 착공하여 1970년에 완공하였다. 댐 위치는 행정구역상 제주시 해안동 산 60-3번지에 해당되고, 수계 상으로는 도근천 지류에 속한다.

어승생댐의 건설은 1960년대에 대부분 인력으로 시공된 댐으로서 제주도 중산간지역에 상수도 공급의 일대 혁신을 가져온 시설이며, 어승생 저수지의 시설

개요는 Table 5-1, 전경은 Fig. 5-3 과 같다. 위치는 제주시 해안동 산 60-3번지 도근천 지류이며, 어승생 상류 Y계속과 구구곡 용천수3개소로서 21천m<sup>3</sup>/일(최대 24천m<sup>3</sup>/일, 최소7천m<sup>3</sup>/일) 의 수원을 갖는다.

어승생댐은 19070년 8월에 완공하여 하루 106천m<sup>3</sup> 을 저수한다. 댐 형식은 표면차수형 록필댐이며, 유역면적은 7 km<sup>2</sup>, 만수위는 596.0m, 저수위는 590.0m, 댐 높이는 18.6m, 댐길이는 295.0m, 댐마루표고는 597.5m이다.

Table 5-1 Summary and data of Eoseungsaeng dam

구 분	시 설 개 요	비 고
위 치	제주시 해안동 산 60-3번지 도근천 지류	
수 원	어승생 상류 Y계속과 구구곡 용천수3개소 21천m <sup>3</sup> /일(최대 24천m <sup>3</sup> /일, 최소 7천m <sup>3</sup> /일)	
완 공	1970년 8월	
저 수 용 량	106천m <sup>3</sup> /일	
댐 형 식	표면차수형 록필댐	
취 수 원	3개소 21천m <sup>3</sup> /일 (최대 24천m <sup>3</sup> /일, 최소 7천m <sup>3</sup> /일)	
재 원	유역면적 : 7.7km <sup>2</sup> 만수위 : 596.0m 저수위 : 590.0m 댐높이 : 18.6m 댐길이 : 295.0m 댐마루표고 : 597.5m	
관 로 - 도 수 로 - 송수간선 - 지 선	7.9km 48.17km(동부 26.79km, 서부 21.38km) 16개지선, 222km (제주시6개, 북제주군 7개, 남제주군 3개)	
2003년 공급량 <sup>2)</sup>	3,168,833m <sup>3</sup> (8,682m <sup>3</sup> /일)	

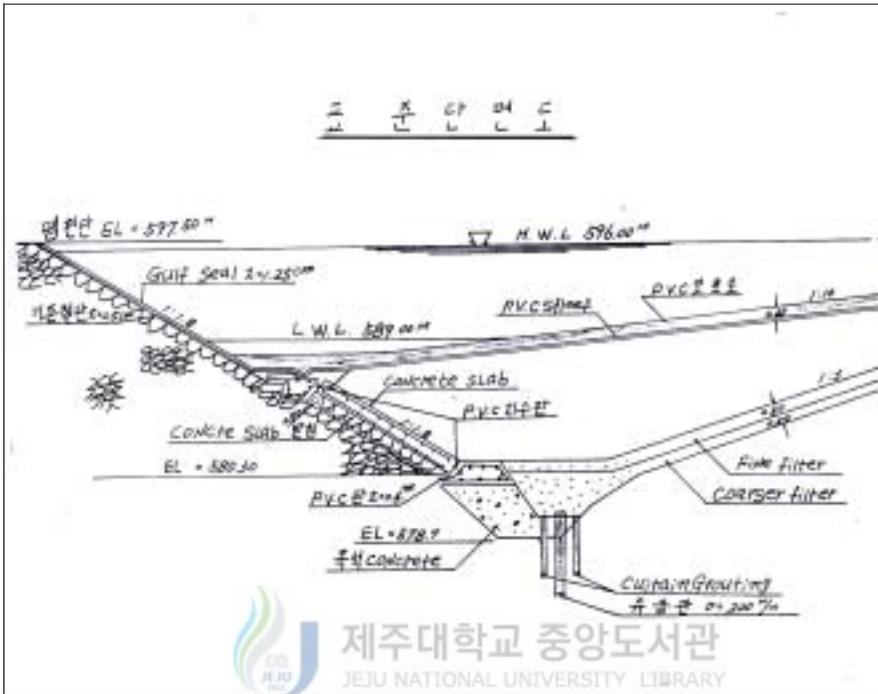


Fig. 5-2. Standard sectioned diagram of Eoseungsaeng dam



Fig. 5-3. Overall view of Eoseungsaeng dam

## 2. 용수의 공급계획

제주도 상수도 관련 기존의 상위계획상 각종 상수도 지표, 급수 수요 및 생산 계획 등을 현 시점에서 면밀히 검토, 비교·분석하여 장래 중산간 지역의 상수도 수요예측, 급수인구 결정, 계획 공급지역의 결정, 단계별 시설규모 결정 등의 지표를 산정하고 그 공급계획을 수립하여야 한다.

체계적인 용수수요량의 산정을 위하여 다음 Fig. 5-4 와 같이 진행하였다. 제주도 중산간 지역의 특성상 공업용수를 제외한 생활용수 및 축산용수, 관광용수 등을 합하여 용수수요량을 Fig. 5-4 와 같이 산정하였다(건교부·제주도, 2001). 축산용수는 축산두수를 산정하고 용수원단위를 조사하여 용수 수요량을 산정하고, 생활용수는 급수인구를 산정하고 단위급수량을 산정하여 용수 수요량을 산정한다.

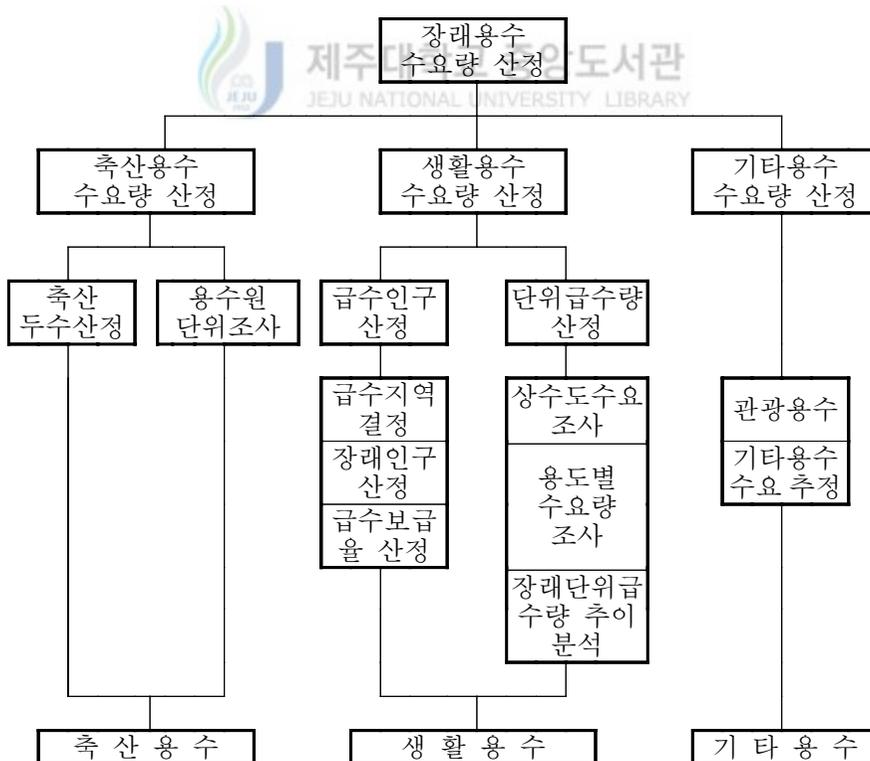


Fig. 5-4. Computation methods of service water demand

### 3. 계획 급수구역

어승생댐의 급수구역은 제주시와 북제주군 남제주군 등 3개시·군의 중산간 지역을 급수구역으로 하여 17개지 선에 급수되고 있다. 먼저 제주시지역에는 해안, 열안, 산천단, 월평, 회천, 농고지선등 6개지선이 있고, 북제주군 지역에는 금악, 유수암, 광령, 발이악, 와산, 원동, 교래, 와흘, 송당등 9개지선이 있다. 또한 남제주군지역에는 성읍, 안덕등 2개지선이 있어 한라산 남측인 서귀포시 지역에만 급수공급 구역에서 제외되고 있다.

계획급수구역의 연장은 어승생수원을 시점으로 동부간선 26.79km 및 서부간선 21.38km에 걸쳐 시공되어 있는 17개 지선에서 222.00km에 해당되는 지역 전체를 기본적인 급수대상구역으로 되어있다. 17개의 어승생 지선에 해당되는 급수구역은 Table 5-2 와 같다.

Table 5-2 Water supply districts by 17 branches of Eoseungsaeng dam

시 군 별	지 선	급 수 구 역	비 고
제주시	해 안	노 형 동	
	열 안	오 라 동	
	산천단	아 라 동	
	월 평	아 라 동	
	회 천	봉 개 동	
	농 고	연 동	
북제주군	금 악	금악리, 상명리	
	유수암	유수암리, 소길리, 장전리	
	광 령	광 령 2리	
	발이악	어 음 1, 2리	
	와 산	와산리, 선흘1, 2리	
	원 동	소 길 리	
	교 래	교 래 리	
	와 흘	와 흘 리	
	송 당	송 당 리	
남제주군	성 읍	성 읍 2리	
	안 덕	동광리, 광평리, 상천리	

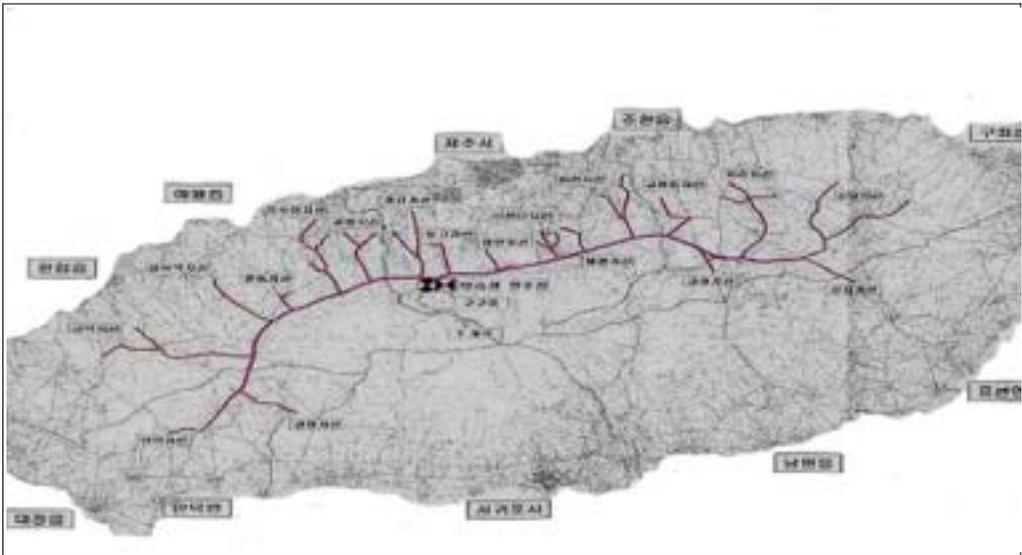


Fig. 5-5. Spectacle view of water supply district of Eoseungsaeng dam



1997년부터 2003년까지 어승생댐의 급수현황 Table 5-3 을 분석해보면제한 급수일이 1997년도에 21일이 발생하였으며, 이때 총 급수량은 5,397,222 $m^3$ 로 가장 많았고, 2002년도가 3,093,185 $m^3$ 로 가장적어서 74%의 편차를 보이고 있다. 이러한 경향은 급수량이 안정적으로 공급이 되지 않고 있음을 알 수 있으며, 방류량 또한 1977년도에 1,041,600 $m^3$ 로 가장 적고 2003년도에는 5,539,848  $m^3$ 로 무려 53.1%의 차이를 나타내고 있어, 과우년(1997년)과 다우년(2003년)에 따라 큰 편차를 보이고 있다. 따라서 강우량 과소와 패턴에 따라 방류량이 크게 달라지고 있어, 이를 효율적으로 이용하는 방법이 필요한 실정이다.

Table 5-3 Yearly condition of water supply of Eoseungsaeng dam

년 도	급수량(m <sup>3</sup> /년)	방류량(m <sup>3</sup> /년)	제한급수일수	비고
1997년	5,397,222	1,041,600	21일	· 제한급수일 '94년 15일, '96년 33일 발생
1998년	4,865,163	2,693,900		
1999년	4,693,149	3,197,900		
2000년	4,180,334	1,107,320		
2001년	3,202,879	1,315,121		
2002년	3,093,185	3,489,315		
2003년	3,116,152	5,539,848		

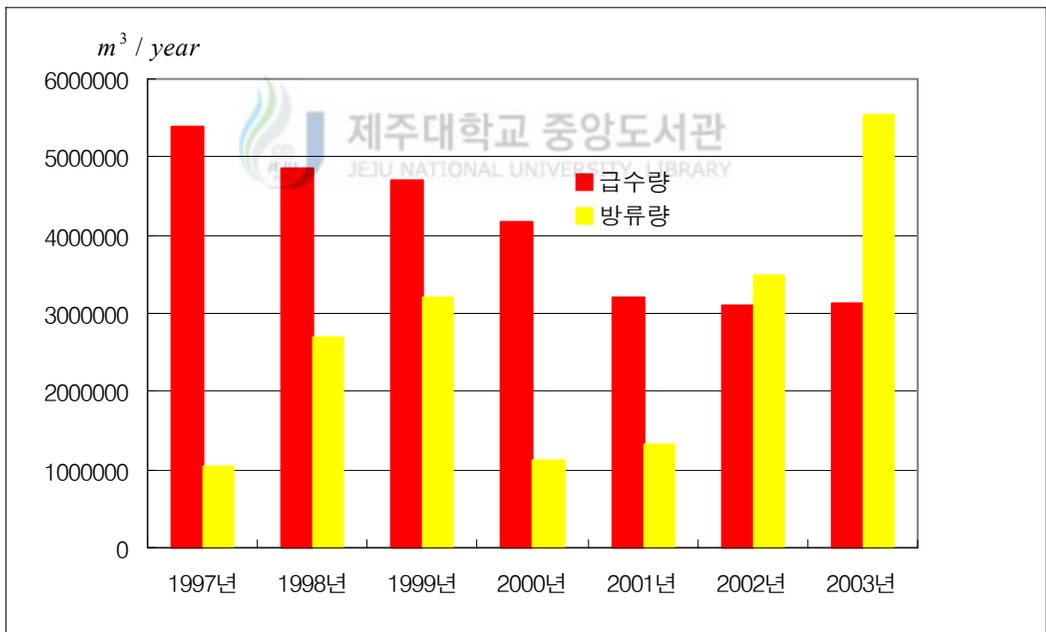


Fig. 5-6. Present condition of water supply of Eoseungsaeng dam

#### 4. 지역별 용수 수요량 산정

어승생수원에서 생활용수, 축산용수, 관광용수 수요량을 합하여 총 용수별 수요량을 산정한 결과 어승생 수원에서 공급해야하는 1일 용수수요량은 약 15,000m<sup>3</sup>/일로 나타났다(Table 5-4). 이를 시군별로 보면, 제주시는 4,886m<sup>3</sup>/일, 북제주군이 9,203m<sup>3</sup>/일, 남제주군이 1,053m<sup>3</sup>/일이었다. 읍·면·동별로는 조천 2,892m<sup>3</sup>, 애월 2,699m<sup>3</sup>, 봉개 2,497m<sup>3</sup>순으로 많이 사용하고 있음을 알 수 있다.

Table 5-4 Demand for service water of Eoseungsaeng dam  
by administrastive districts

구 분	생활용수 (m <sup>3</sup> /일)	축산용수 (m <sup>3</sup> /일)	관광용수 (m <sup>3</sup> /일)	용수수요량 (m <sup>3</sup> /일)	비고
<b>계</b>	6,349	3,560	5,233	15,142	≈ 약 15,000
<b>제 주 시</b>	2,523	382	1,981	4,886	
노형동	1,099	213	11	1,323	
연동	58	4	-	62	
오라동	346	2	-	348	
아라동	580	76	-	656	
봉개동	440	87	1,970	2,497	
<b>북 제주 군</b>	3,390	2,853	2,960	9,203	
한림읍	42	2,295	-	2,337	
- 금악리	42	1,847	-	1,889	
- 상명리	-	448	-	448	
애월읍	1,772	127	800	2,699	
- 어음1리	148	3	800	951	
- 어음2리	118	24	-	142	
- 소길리	503	4	-	507	
- 장전리	333	52	-	385	
- 유수암리	359	39	-	398	
- 광령2리	311	5	-	316	
구좌읍	502	123	650	1,275	
- 송당리	502	123	650	1,275	
조천읍	1,074	308	1,510	2,892	
- 선흘1리	293	94	-	387	
- 선흘2리	171	6	-	177	
- 와산리	148	10	-	158	
- 와흘리	344	101	540	985	
- 교래리	118	97	970	1,185	
<b>남 제주 군</b>	436	325	292	1,053	
표선면	142	57	-	199	
- 성읍2리	142	57	-	199	
안덕면	294	268	292	854	

급수지선별 용수수요량은 17개지선중 가장 많이 사용하는 지선은 회천지선 2,497m<sup>3</sup>, 금악지선2,337m<sup>3</sup>, 열안지선1,323m<sup>3</sup>순으로 나타나고 있으며 급수지선별 용수 수요량은 다음 Table 5-5 와 같다.

Table 5-5 Demand for service water of Eoseungsaeng dam  
by branches

구 분	지선별	생활용수 (m <sup>3</sup> /일)	축산용수 (m <sup>3</sup> /일)	관광용수 (m <sup>3</sup> /일)	용수수요량 (m <sup>3</sup> /일)
총 계		6,349	3,560	5,233	15,142
제주시		2,523	382	1,981	4,886
	해 안	1,099	213	11	1,323
	열 안	346	2	-	348
	산천단 <sup>1)</sup>	580	76	-	656
	월 평				
	회 천 <sup>2)</sup>	440	87	1,970	2,497
농 고	58	4	-	62	
북제주군		3,390	2,853	2,960	9,203
	금 악	42	2,295	-	2,337
	유수암	843	95	-	938
	광 령	311	5	-	316
	밭이악	266	27	800	1,093
	와 산	612	110	-	722
	원 동	352	-	-	352
	교 래	118	97	970	1,185
	고평동	344	101	540	985
	송 당	502	123	650	1,275
남제주군		436	325	292	1,053
	성 읍	142	57	-	199
	안 덕	294	268	292	854

## 5. 어승생댐의 용수수용량 산정

2001~2003년 동안 어승생댐에서 공급된 월별공급량을 이용하여 평균값 및 중간 값을 산정하여 중간 값을 대표적인공급량으로 결정하였다(Table 5-6).

Table 5-6 Analysis of supply of Eoseungsaeng dam

구 분	2001년	2002년	2003년	평 균	Median	적 용
계	3,686,399	3,093,185	3,116,152	3,298,579	3,181,557	3,181,557
1월	345,285	280,268	219,383	281,645	280,268	280,268
2월	310,492	268,770	241,567	273,610	268,770	268,770
3월	301,434	203,721	214,580	239,912	214,580	214,580
4월	314,419	256,950	222,888	264,752	256,950	256,950
5월	231,408	348,459	254,786	278,218	254,786	254,786
6월	249,464	270,867	294,751	271,694	270,867	270,867
7월	483,520	262,362	284,309	343,397	284,309	284,309
8월	344,356	265,309	318,466	309,377	318,466	318,466
9월	337,318	252,997	289,513	293,276	289,513	289,513
10월	270,325	247,710	278,692	265,576	270,325	270,325
11월	252,745	233,316	277,239	254,433	252,745	252,745
12월	245,633	202,456	219,978	222,689	219,978	219,978

최근 3개년(2001~2003년)간의 어승생 공급량을 이용하여 용수 공급량에 대한 월별계수 및 일평균 용수수요량을 산정하였다. 월별계수는 일부 과다한 공급량을 제외한 적용 공급량 중 가장 최대인 8월의 10,273m<sup>3</sup>/일 을 기준으로 산정하는 방법 과 2001~2003년 중 최대로 공급되었던 11,243m<sup>3</sup>/일(2002년 5월)을 기준으로 산정하는 방법 등 2가지로 산정하였다. 또한 산정된 월별계수에 용수수요량 15,000m<sup>3</sup>/일을 적용하여 일평균 용수수요량을 예측하였다.

월별적용 공급량 중 가장 최대인 10,273m<sup>3</sup>/일을 기준으로 산정한 월별계수는 2001~2003년 중 최대로 공급되었던 11,243m<sup>3</sup>/일(2002.5월)을 기준으로 산정한 월별계수와 일평균 용수수요량을 산정한 결과는 Table 5-7 과 같다.

표와 같이 8월과 9월에는 일평균 용수 수요량이 1500 m<sup>3</sup>/일이 필요한 실정임을 나타내고 있다.

Table 5-7 Monthly computation of calculation and average daily demand for service water of Eoseungsaeng dam

구 분	어승생 공급량 (m <sup>3</sup> )	일공급량 (m <sup>3</sup> /일)	일최대 공급량에 대한 월별계수		일평균 용수수요량	
			A <sup>1)</sup>	B <sup>2)</sup>	By A	By B
1월	280,268	9,041	0.88	0.80	13,200	12,000
2월	268,770	9,599	0.93	0.85	13,950	12,750
3월	214,580	6,922	0.67	0.62	10,050	9,300
4월	256,950	8,565	0.83	0.72	12,450	11,400
5월	254,786	8,219	0.80	0.73	12,000	10,950
6월	270,867	9,029	0.88	0.80	13,200	12,000
7월	284,309	9,171	0.89	0.82	13,350	12,300
8월	318,466	10,273	1.00	0.91	15,000	13,650
9월	289,513	9,650	0.94	0.86	14,100	12,900
10월	270,325	8,720	0.85	0.78	12,750	11,700
11월	252,745	8,425	0.82	0.75	12,300	11,250
12월	219,978	7,096	0.69	0.63	10,350	9,450

## 6. 용수 공급량 분석 및 검토

어승생댐의 2001년~2003년 3년간 지역별 용수의 공급량 조사한 결과는

Table 5-8 과 같다. 년 평균 공급용수량은 3,375,079m<sup>3</sup>이며, 월평균공급량의 일공급량 환산치는 9,251m<sup>3</sup>이고 월최대공급량의 일공급량 환산치는 11,234m<sup>3</sup>로 나타나고 있다.

Table 5-8 Supply for service water of Eoseungsaeng dam(2001~2003)

구 분	2001~2003년 년공급량 평균 (m <sup>3</sup> )	월평균공급량의 일공급량 환산치 (m <sup>3</sup> /일)	월최대공급량의 일공급량 환산치 (m <sup>3</sup> /일) <sup>(2)</sup>	비 고
계	3,375,079	9,251	11,243	
제 주 시	1,369,576	3,748	6,680	
노 형 동	543,103	1,481	4,487	
연 동	97,068	266	258	
오 라 동	17,805	49	45	
아 라 동	679,732	1,865	1,802	
봉 개 동	31,868	87	88	
북 제 주 군	1,794,960	4,926	4,254	
한 립 읍	590,474	1,620	1,881	
- 금악리	590,474	1,620	1,881	
애 월 읍	785,701	2,155	1,781	
- 어음1리	202,301	554	305	
- 어음2리	587	2	171	
- 소길리	92,832	254	201	
- 장전리	317	1	222	
- 유수암리	371,339	1,017	276	
- 광령2리	257,669	708	895	
구 좌 읍	62,957	173	16	
- 송당리	62,957	173	16	
조 천 읍	335,803	923	497	
- 선흘1리	-	-	35	
- 선흘2리	-	-	20	
- 와산리	129,525	357	18	
- 와흘리	36,717	101	69	
- 교래리	50,242	138	145	
남 제 주 군	119,319	327	245	
표 선 면	119,319	327	245	
- 성읍2리	119,319	327	245	
경 마 장	62,118	171	56	
국 립 공 원	6,506	18	8	
섬문화축제	22,600	61	-	

1) 용수수요량 및 과거 공급량 평가

2001~2003년 어승생수원공급량의 월별통계자료를 평균하여 산정한 일평균 공급량 총계에는 경마장 171m<sup>3</sup>/일, 국립공원 18m<sup>3</sup>/일, 섬문화축제 61m<sup>3</sup>/일 등 총 250m<sup>3</sup>/일이 포함되었다.

2) 최대 월사용 용수 공급량의 평가

2001년 7월 어승생수원 공급량이 가장 최대인 시점의 월별통계자료를 평균하여 산정한 일최대공급량이며, 총계에는 경마장 56m<sup>3</sup>/일, 국립공원 8m<sup>3</sup>/일 등 총 64m<sup>3</sup>/일 포함된 수치로 읍면동별 용수수요량 및 공급량 비교한 것은 Table 5-9 와 같다. 용수수요량은 15,142 m<sup>3</sup>/일 인데도 일평균공급량은 9,251 m<sup>3</sup>/일, 일최대공급량은 11.243 m<sup>3</sup>/일에 그치고 있음을 나타내고 있다.



Table 5-9 Comparison of supply and demand for service water by administrative districts

구 분	용수수요량 (m <sup>3</sup> /일)	일평균 공급량 (m <sup>3</sup> /일) <sup>1)</sup>	일최대 공급량 (m <sup>3</sup> /일) <sup>2)</sup>	비고
계	15,142	9,251	11,243	
제 주 시	4,889	3,748	6,680	
노 형 동	1,323	1,481	4,487	
연 동	62	266	258	
오 라 동	348	49	45	
아 라 동 <sup>1)</sup>	656	1,866	1,802	
봉 개 동 <sup>2)</sup>	2,497	86	88	
북 제 주 군	9,203	4,926	4,254	
한 립 읍	2,337	1,620	1,881	
- 금악리	1,889	1,620	1,881	
- 상명리	448	-	-	
애 월 읍	2,699	2,537	2,070	
- 어음1리	951	355	305	
- 어음2리	142	201	171	
- 소길리	507	432	201	
- 장진리	385	386	222	
- 유수암리	398	455	276	
- 광령2리	316	708	895	
구 좌 읍	1,275	173	16	
- 송당리	1,275	173	16	
조 천 읍	2,892	596	287	
- 선흘1리	387	171	35	
- 선흘2리	177	100	20	
- 와산리	158	86	18	
- 와흘리	985	101	69	
- 교래리	1,185	138	145	
남 제 주 군	1,053	327	245	
표 선 면	199	327	245	
- 성읍2리	199	327	245	
안 덕 면	854	-	-	

3) 지선별 용수수요량 및 공급량 비교

2001~2003년 어승생수원공급량의 월별통계자료를 평균하여 산정한 지선별 용수 수요량 및 공급량의 일평균공급량을 Table 5-10 에 나타내었다. 총계에

는 경마장 171m<sup>3</sup>/일, 국립공원 18m<sup>3</sup>/일, 섬문화축제 61m<sup>3</sup>/일등 총 250m<sup>3</sup>/일이 포함되었다. 2001년 7월 어승생수원 공급량이 가장 최대인 시점의 월별통계자료를 평균하여 산정한 일최대공급량임, 총계에는 경마장 56m<sup>3</sup>/일, 국립공원 8m<sup>3</sup>/일등 총 64m<sup>3</sup>/일이 포함된 수치이다.

Table 5-10 Comparison of supply and demand for service water of Eoseungsaeng dam by branches

구 분	용수수요량 (m <sup>3</sup> /일)	월평균 공급량 <sup>3)</sup> (m <sup>3</sup> /일)	월최대 공급량 <sup>4)</sup> (m <sup>3</sup> /일)	비고
<b>총 계</b>	<b>15,142</b>	<b>9,251</b>	<b>11,243</b>	
<b>제 주 시</b>	<b>4,889</b>	<b>3,748</b>	<b>6,680</b>	
해 안	1,323	1,481	4,487	
열 안	348	49	45	
산천단 <sup>1)</sup>	657	1,580	1,510	
월 평		285	292	
회 천 <sup>2)</sup>	2,499	87	88	
농 고	62	266	258	
<b>북제주군</b>	<b>9,203</b>	<b>4,926</b>	<b>4,254</b>	
금 약	2,337	1,620	1,881	
유수암	938	1,019	600	
광 령	316	708	895	
발이악	1,093	556	476	
와 산	722	357	73	
원 동	352	254	99	
교 래	1,185	138	145	
고평동	985	101	69	
송 당	1,275	173	16	
<b>남제주군</b>	<b>1,053</b>	<b>327</b>	<b>245</b>	
성 읍	199	327	245	
안 덕	854	-	-	

## VI. 방류수의 효율적 이용과 용수의 개발방안

### 1. 용수의 수요 증가에 대한 방류수의 이용방안

최근 6년간 방류수량은 총17,343,404m<sup>3</sup>으로 연평균 2,890,567m<sup>3</sup>을 방류하고 있음에 따라 이러한 방류수를 활용할 수 있는 방안을 제시 하고자 한다.

어승생담의 용수수요와 공급량을 분석해 본결과 갈수기공급량은 7,000m<sup>3</sup>/일로 최대갈수기에는 8,000m<sup>3</sup>/일의 비상용수를 확보해야 하는 것으로 판단된다. 계획급수구역은 어승생수원을 시점으로 동부간선 26.79km 및 서부간선 21.38km에 걸쳐 시공되어 있는 17개 지선, 222.00km에 해당되는 지역 전체를 기본적인 급수 구역으로 한 1998년부터 2003년까지(6년간) 급수량은 총23,150,862m<sup>3</sup> (년평균 3,858,477m<sup>3</sup>), 방류량은 총17,343,404m<sup>3</sup>(년평균2,890,567m<sup>3</sup>) 급수현황은 급수 Table 6-1 과 같다. 2000년도와 2001년도에는 유입량이 적어 방류량이 각각 1,107,320 m<sup>3</sup>/년, 1,315,121 m<sup>3</sup>/년 으로 가장 방류량이 적은 것으로 나타나고 있다.

Table 6-1 Water supply and discharge

구 분	유입량(m <sup>3</sup> /년)	방류량(m <sup>3</sup> /년)	급수량(m <sup>3</sup> /년)	비고
합 계	40,316,330	17,343,404	23,150,862	· 제한급수일 '94년 15일, '96년 33일 발생
년 평 균	6,719,388	2,890,567	3,858,477	
1998년	7,584,500	2,693,900	4,865,163	
1999년	7,851,930	3,197,900	4,693,149	
2000년	5,206,100	1,107,320	4,180,334	
2001년	4,517,800	1,315,121	3,202,879	
2002년	6,485,500	3,489,315	3,093,185	
2003년	8,670,500	5,539,848	3,116,152	

어승생댐에서 용수의 공급가능량에 비하여 용수의 수요량이 크므로 유입량 · 공급량을 분석하여 방류수를 효율적으로 이용하고 과우년 및 갈수기에도 용수를 안정적으로 공급할 수 있는 방안을 마련하여 Fig. 6-1 에 나타내었다.

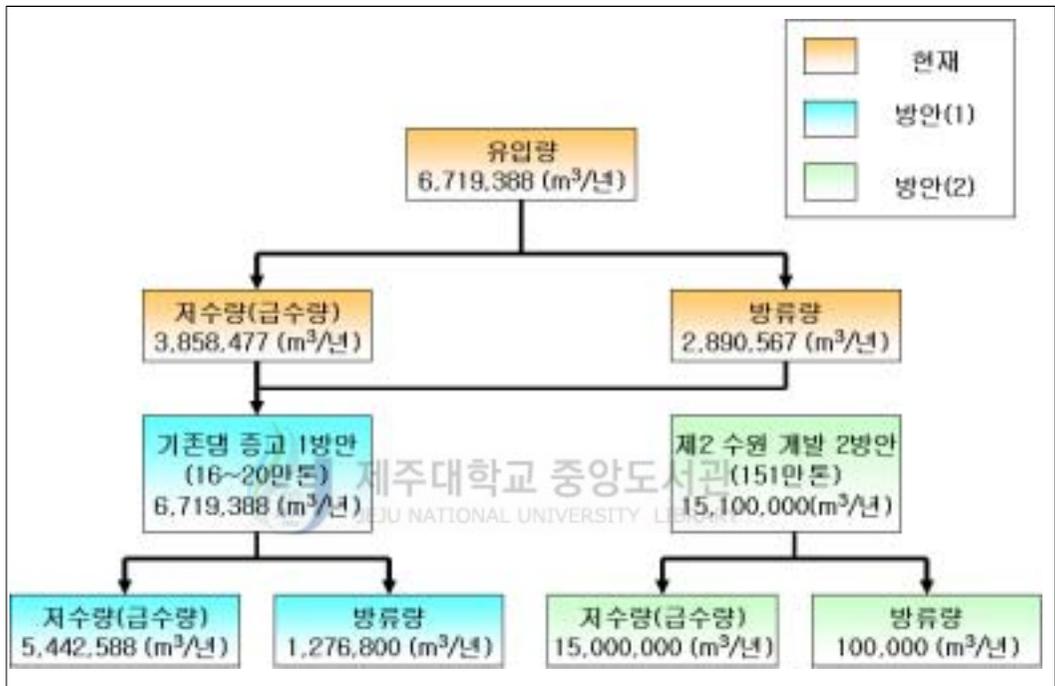


Fig. 6-1. Present condition of water management and future plans of utilization of Eoseungsaeng dam

## 2. 어승생 댐의 증고방안

### 가. 기존댐 증고방안

어승생댐의 증고는 기존의 도수량 및 방류량, 현지의 지형여건을 고려하여 기존 댐의 잉여 방류량을 최대한 저류할 수 있는 개발 가능한 저수용량을 결정하기 위하여 저수지 규모는 현지의 지형 및 주변현황을 고려하여 확보 가능한 저수용량을 가정하였으며 가정한 저수용량은 160,000m<sup>3</sup>, 200,000m<sup>3</sup>이 적절한 것으로 판단되며 과거의 일별 댐 유입량 자료를 이용하여 저수지 모의운동을 실시하여 각 대안별 용수공급 능력을 결정하여 댐 증고에 따른 공사비, 관리비 등 사업비를 산정하였다.

### 나. 주요 고려 사항

1) 갈수시 유입량이 적어 댐의 저수용량이 적을 경우 지속적인 공급 가능 일수가 적어 조건이 불리해지며, 수문분석에 이용된 기간의 강우량이 년평균 강우량을 상회하고 있는 점을 고려하여 용수공급능력은 보장 공급량을 기준으로 평가하였다.

2) 유입량 및 송수량, 하류 방류량은 어승생 수원지와 구구계곡 수원지의 공급량 자료를 이용하여 보다 정밀한 모의 운영이 필요한 것으로 분석되었다.

### 다. 저수지 규모별 용수공급능력 검토

댐 유입량의 자료를 이용하여 저수지의 모의 운영을 실시하고, 댐 증고 후 실제의 저수지 운영과 동일 조건하에 용수의 공급량, 방류량 및 저수지 용량과 관계를 정량적으로 분석하여 2개 대안별로 용수공급능력을 검토한 결과는 Table 6-2 와 같다.

Table 6-2 Water supply capacity by storage scales based on expansion of Eoseungsaeng dam

구 분	현 재	제 1 안	제 2 안	비 고
상시만수위(EL.m)	596.0	597.4	598.6	
저 수 위(EL.m)	590.0	590.0	590.0	
연평균유입량(106m <sup>3</sup> /년)	6.74	6.74	6.74	
유효저수용량(103m <sup>3</sup> )	103	160.0	200.0	
수자원이용율(%)		81.0	84.0	
용수공급량(106m <sup>3</sup> /년)		5.47	5.64	

라. 사업비의 산정(Cost)

1) 댐 증고에 소요되는 사업비는 여중생댐 저수지의 상시 만수위에 2.0m 여유고를 두어 결정 된 댐의 규모별 공사비, 관리비 및 기타비용 등을 산정하여 합산하였다.

2) 연간비용은 댐의 규모를 감안하여 댐 건설기간을 2년, 할인율 8%, 댐 내용연수 30년, 연간 유지 운영비는 공사관리비를 제외한 순 공사비의 2.0%를 각각 적용하여 산정하였으며 결과는 Table 6-3 과 같다.

Table 6-3 Anticipated expenses by storage scales based on expansion of Eoseungsaeng dam

구 분	제 1 안	제 2 안	비 고
상시만수위(EL.m)	597.4	598.6	
댐마루표고(EL.m)	599.4	600.6	
총 사업비	6,323	8,231	
공사비	5,634	7,285	
관리비 및 기타	605	783	
연간비용	636	900	
용수개발단가	1,742	1,452	

마. 댐의 최적 개발규모 결정

1) 어승생댐이 증고에 대한 2개 대안의 용수개발 단가를 비교 검토한 결과 제2안이 유리한 것으로 나타났으며, 개략사업비는 82억 원으로 추정되었다.

2) 그러나 댐 증고에 의한 어승생댐 저수지의 개발규모는 어승생 댐을 3.0m 증고하여 저수 용량을 200,000m<sup>3</sup>까지 확보하는 것이 산술적으로 가능하나 현지형여건(댐 하부 가압장 설치등) 및 공사비과다로 인한 용수개발단가가 과다하게 소요되므로 댐 증고로 인한 공급능력확대는 현실성이 부족한 것으로 판단되었다.

바. 기대효과와 문제점

년평균 2,890,567 m<sup>3</sup>/년 의 방류수는 활용한다면 일일 약 9,000m<sup>3</sup>의 방류수를 이용할 수 있는 기대효과가 있으나 댐증설에 따른 시설비의 소요와 정수처리 및

관로시설이 증설해야하는 장애요소가 있음을 알 수 있다.

### 3. 어승생 제2수원의 개발방안

풍수기 어승생댐의 잉여방류량 및 도근천상류의 일시적인 유출량을 최대한 저류하여 갈수시 중산간지대의 안정적인 용수공급을 위한 용수원으로 활용하는 방안을 검토하였다. 또한 우기시 어승생댐의 잉여방류량과 도근천 유역의 일시 유출량의 저류, 댐후보지점의 지형, 지질조건등을 고려하여 저수용량이 약 1,510,000m<sup>3</sup> 규모의 신규 댐 저수지 개발 방안을 검토하였다. 댐 마루 표고는 저수지 상시 만수위에 3.0m 여유고를 두어 결정하였다

Table 6-4 Data and form of the second Eoseungsaeng dam

댐 형 식	표면차수벽형 ROCK FILL 댐
댐 높 이	20.0m
댐 체 적	351,500m <sup>3</sup>
댐 마 루 고	EL. 553.0m
총 저 수 용 량	1.91백만m <sup>3</sup>
유효 저수 용량	1.51백만m <sup>3</sup>
상시 만수위	EL. 550.0m
저 수 위	EL. 558.0m
만 수 면 적	1.44km <sup>2</sup>

#### 가. 사업비 산정

댐 건설 사업비는 공사비, 보상비, 관리비 및 기타비용으로 구분하여 개략 산정된 예산은 총사업비가 553.5억 원, 공사비가 518.4억 원, 보상비가 14.4억 원, 설계비가 20.7억 원으로 추정 되었다.

Table 6-5 Anticipated details of expenses of the second  
Eoseungsaeng dam

(단위 : 백만원)

공 종	단위	수 량	단가(천원)	금액	비고
I. 총 공사비				51,838	
1. 가설공사	식	1		5,484	
2. 유수전환공사	식	1		895	
3. 본댐공사				27,378	
굴착 및 정지	m <sup>3</sup>	1,500,000	3.18	4,774	
천공 및 그라우팅	m	27,000	386.6	10,438	
댐축조공	m <sup>3</sup>	351,500	15.26	5,363	
석산개발	m <sup>3</sup>	137,100	23.4	3,204	
매설계기	식	1		1,021	
기타부대공	m <sup>3</sup>	137,100	23.4	2,578	
4. 여수로 공사	식	1		8,960	
5. 취 · 방류설비공사	식	1		3,150	
6. 기타공사	900	1		5,971	
II. 보상비 및 조사비	식	1		3,513	
1. 용지보상비	식	1		1,440	
2. 조사 설계비	식	1		2,073	공사비 의4%

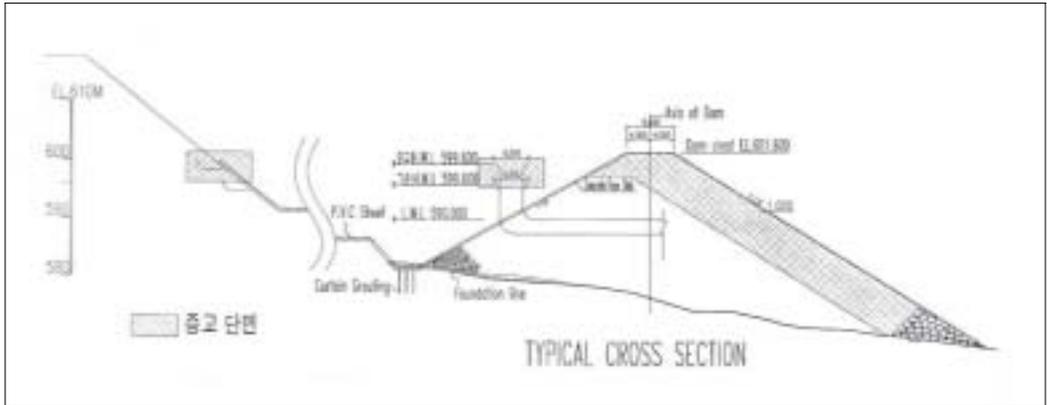


Fig. 6-2. Anticipated vertically sectioned diagram of Eoseungsaeng dam

제2어승생 저수지 개발방안은 약 1,500,000m<sup>3</sup>의 저수용량을 확보하여 갈수시에도 제주도 중산간지역에 안정적인 용수공급이 가능하나 제주도의 불안정한 유출특성과 과도한 초기 투자비용을 고려할 때 충분한 타당성 조사 및 사전검토를 실시하여 시행여부를 결정해야 할 것으로 판단된다. 제2 어승생댐의 건설시 예상되는 장단점을 Table 6-6 에서 나타내었다.

Table 6-6 Comparison of merits and demerits of construction of the second Eoseungsaeng dam

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 산간지역에 계절적으로 편기되지 않는 이상 가뭄 및 비상시 대체수원의 역할</li> <li>· 중산간 지역의 안정적인 용수공급이 가능</li> <li>· 국제자유도시 건설에 따른 관광지 및 골프장 등 대단위개발사업 지구의 원활한 용수공급</li> <li>· 유역상류에 오염원이 없어 양호한 수질 보전이 가능</li> <li>· 지하수 의존의 용수확보 방식 탈피 및 장래 용수개발 방향 제시의 상징성 부여</li> <li>· 저수면확보가 어려운 중산간지역에 친수 공간을 창출하여 휴식공간 제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 댐건설에 따른 재원 확보방안</li> <li>· 초기투자비가 많이 소요</li> <li>· 산림지역에 인위적인 구조물 설치로 인한 자연경관과의 조화에 역점</li> <li>· 초기 탁수 유출 및 가뭄시 유출량 감소로 인한 저수량 확보가 문제</li> <li>· 저수지 건설로 인한 기상환경의 변화</li> <li>· 국립공원 지역의 환경생태계변화 및 자연 훼손 우려</li> </ul>

## VI. 결 론

제주도의 안정된 수자원 확보와 원활한 공급을 위해 지표수를 적극이용하기 위하여 어승생댐 일대의 소유역을 연구대상 유역으로 설정하고 강우특성과 댐에의 유입량 및 수문분석을 실시하여 지하수의 함양량을 산정하였다. 또한 안정된 수자원의 확보와 공급을 위하여 어승생 댐의 방류량과 적정한 용수의 수요량과 공급량을 분석한 결과는 다음과 같다.

이 연구는 어승댐유역의 수문분석을 통하여 물수지를 산정하고 어승생댐의 용수공급능력과 잉여 방류량을 조사·검토하여 방류수의 효율적인 이용방안과 추가수원확보의 가능성에 대한 연구로 용수공급능력과 대한 실제적 분석으로 접근함으로써 기존 댐을 증고 하는 방안을 제안 하고자 하는데 있다.



1. 방류수의 효율적인 이용방안을 위하여 제주도 어승생댐의 17개의 어승생 지선에 해당하는 급수구역의 용수수요량을 산정·검토하여 용수수요량 증가에 따른 월별, 지역별, 용도별 등 공급계획안은 제시하였다.

2. 어승생댐의 소유역에서 강우량·증발량 등의 기상자료를 이용하여 수문 분석을 실시한 결과 직접유출량은 강우의 27.6%인 6,737,500m<sup>3</sup>/년, 증발산량은 강우의 23.3%인 5,694,500m<sup>3</sup>/년, 지하수함양량은 강우의 48.9%인 11,951,000m<sup>3</sup>/년으로 산정되어 제주도의 평균함양량보다 매우 높은 것으로 판단된다.

3. 이같이 풍부한 수자원 량을 댐의 저수능력 한계로 방류하는 수량을 이용

하기 위하여 어승생담을 증고하는방안이나 어승생 제2수원 개발방안을 고려할 수 있다. 모두 호우 시 직접 유출되는 수자원을 이용하기 위한 방안이므로 초기 시설비의 부담이 많다는 점도 있지만 제주도의 수자원을 효율적으로 사용하기 위해서는 향후 적극 검토하여 추진할 사안이다.

4. 이들 방안은 사업비의 확보와 경제성·수자원 활용도를 검토하여야만 한다. 제주도는 전국에서 가장 높은 도로율을 가진 반면에 국지성 호우 시 강우의 유출에 지장을 주고 포장으로 인한 침투율 저하 등으로 많은 수해피해를 입고 있는 실정이어서 방류수의 활용은 하류지역의 재해방재에도 긍정적인 효과를 가져 올 수 있다.

5. 이 연구는 실제 측정된 유입량과 방류량을 인용하여 물수지 분석과 방류수의 효율적 이용방안에 대하여 연구함으로써 이론에 의한 자료보다 정확성을 기하였으며, 앞으로 제주도의 지표수활용방안 종합적인 수자원 개발 및 관리 대책 수립 시 제안되어 추진해야 한다고 본다.

## 참고문헌

- 제주도, 2003, 제주도 수문지질 및 지하수자원 종합조사(Ⅲ), pp 111, 125.
- 제주도, 2004.12 어승생수원 정수처리기본 및 실시설계용역보고서
- 제주도·건설교통부, 2003, 제주도 수자원종합개발계획 보완. pp. 319.
- 제주도, 제주의 오름, 1997,
- 제주도, 제주도 수자원 종합개발계획 보완 2001.12
- 제주도·한국수자원공사, 2003, 제주도 수문지질 및 지하수자원 종합조사(Ⅲ), pp. 11~83.
- 제주도, 2000, 지하수보전·관리계획보고서, pp 20,22~26, 65, 173~199.
- 안상진, 2001, 수문학, 구미서관, pp. 33~43.
- 유용남, 1998, 공업수문학, 청문각, pp. 164~167.
- 문상기외, 2001, 누적강우량과 지하수위곡선을 이용한 지하수함양률추정기법, 지하수환경학회 Vol. 6, No. 1, pp. 33~43.
- 양성기, 2005, 제주도 동부지역 소유역의 지하수함양량 산정, pp. 1~18.
- 문덕철, 2004, 제주도 주요하천의 기저유출량산정에 관한 연구, 제주대학교 공학석사 학위논문 pp. 1~2.
- 서정진, 2005, 제주도 소유역 지하수함양량산정 모델 연구, 제주대학교 공학석사 학위논문 pp. 27~38.
- 이정연 2005, 하수처리장 방류수의 재이용에 관한 연구, 제주대학교 공학석사 학위논문 pp. 3~12.
- Victor Mockus, Hydrology, 1969, pp. 4.12~4.19, pp. 8.1~8.6, pp. 9.2~9.3.
- Hansen, C.V. 1991, U.S. Geological survey, Estimates of freshwater storage and potential recharge for principal aquifers in Kansas. water-resources investigations Report 87-4230.

## 감사의 글

오늘의 결실을 맺을 수 있도록 시작과정에서부터 본 논문이 완성되기까지 면밀한 지도와 아낌없는 조언과 격려를 해주신 양성기 교수님께 가슴 속 깊은 감사를 드립니다. 그리고, 바쁘신 와중에도 논문심사를 맡아 세심하게 검토하여 주신 김상진교수님, 박원배박사님께 감사의 말씀을 드립니다.

아울러, 학위 과정에 이르는 기간동안 많은 가르침을 주신 김남형교수님, 남정만교수님, 박상렬교수님, 이병걸교수님께도 고마운 말씀을 올립니다.

또한, 바쁜 업무에도 불구하고 현장조사 및 자료 제공은 물론 논문에 이르기까지 많은 관심과 격려, 조언을 아끼지 안으신 고기원박사님, 박원배박사님께 감사의 마음을 전합니다. 그리고 제주도광역수자원관리본부 수자원연구실의 박윤석선생님, 강봉래선생님, 고범녕, 김봉석, 문덕철 동료들에게도 감사드립니다.

논문이 완성되기까지 항상 격려해 주었던 장기원, 이재부, 고재욱 학우에게 감사드리며, 논문 작성과정에서 편집·인쇄등 묵묵히 도와준 양태혁, 정우열, 김상봉 등 연구실 후배들에게도 감사드립니다.

끝으로 제가 공부를 할 수 있도록 온갖 뒷바라지를 다해준 아내와 바쁜 업무 시간 중에도 야간학업에 참여할수 있도록 적극적으로 배려하여 주신 김영수과장님, 현진수계장님께도 고마운 마음을 전하며, 그리고 사랑하는 아들 순보, 딸 자윤에게도 너무나 고마운 마음을 전합니다.