

碩士學位論文

自然形 河川 親水空間 開發方向에 關한 研究

— 淵外川을 中心으로 —



71.661

濟州大學校 産業大學院

建設環境工學科

洪 福 男

1999年 8月

# 自然形 河川 親水空間 開發方向에 關한 研究

— 淵外川을 中心으로 —

指導教授 金 南 亨

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

1999年 8月 日



濟州大學校 産業大學院

JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

建設環境工學科(土木工學)

洪 福 男

洪福男의 工學碩士學位 論文을 認准함

1999年 8月 日

委員長

㊟

委 員

㊟

委 員

㊟

# **A study on the development direction of hydrophilic space in the natural river**

Bok Nam, Hong

*Department of Construction and Environmental Engineering  
Graduate School of Industry  
Cheju National University*

*Supervised by Professor Nam Hyeong, Kim*



Abstract  
제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

The Yonwoi stream, the upper basin of Chonjiyon fall in Seogwipo, is located in the west of Seogwipo city and has been loved Seogwipo's citizens for long time. Until now, The banks and dikes has been constructed and also drain pipe made by concrete has been builded, so the stream environment from natural stream is damaged and destroyed. Recognizing such situation, the constructures which install in Yonwoi stream is investigated and will be developed to the park with various facilities using hydrophilic space method. This study is shown easy access and safety to the Yonwoi stream, which is presented hydrophilic space development from the uniform river maintenance.

# 목 차

## Abstract

I. 서론 .....	1
1. 연구배경 .....	1
2. 연구목적 .....	2
3. 연구내용 및 방법 .....	2
II. 하천 친수공간 개발의 이론적 접근 .....	4
1. 자연형 하천정비의 기원 .....	4
2. 하천 친수공간 개발계획 .....	5
2.1 친수공간 개발의 필요성 .....	5
2.2 하천 친수공간 관련 용어의 정의 .....	7
3. 자연형 하천 친수공간 개발 방향 .....	9
3.1 친수공간 개발의 기본방향 .....	9
3.2 자연형 하천 설계 지침 .....	10
3.3 하천 친수공간의 개발에 따른 영향 분석 .....	12
4. 하천 친수공간 개발 사례 .....	14
4.1 양재천 정비 .....	14
4.2 경천정비 .....	16
5. 자연형 하천 친수공간 개발의 과제 .....	18
5.1 친수공간 개발의 문제점 .....	18
5.2 올바른 하천계획을 위한 과제 .....	21
III. 연외천 친수공간 개발의 방향 .....	23
1. 연외천 친수공간 개발의 환경여건 .....	23
1.1 연외천의 여건 .....	23
1.2 연외천 이용객 조사 .....	31
2. 연외천 친수공간 개발의 잠재력 분석 .....	34
2.1 연외천 친수공간 개발 여건 .....	34
2.2 연외천 하천정비 방향 .....	36
IV. 고찰 및 결론 .....	43
참고문헌 .....	46

## List of Tables

Table 1 The negative influence of stream environment due to stream maintenance (Min et al., 1999). .....	12
Table 2 The negative influence of stream environment due to stream maintenance (Min et al., 1999). .....	13
Table 3 The right bank protection method of Kwachon section in Yangje stream (Lee et al.,1998) .....	15
Table 4 The left right bank protection method of Kwachon section in Yanje stream. ....	15
Table 5 The design rainfall frequency in stream. ....	20
Table 6 The design standard and design reappearance frequency in world countries (Lee, 1995). ....	20
Table 7 The characteristics and unit price of the stream maintenance method. ....	27
Table 8 The water qualities required to the hydrophilic space (Lee, 1995). ....	30
Table 9 The stream water quality standard of stream in environmental policy basic law. ....	31
Table 10 The visitor tendency during three years (Seogwipo , 1999). ....	32
Table 11 The visitor propensity (Seogwipo city, 1999). ....	32
Table 12 The foreign visitors due to nationality (Seogwipo , 1999). ....	33
Table 13 The visitors and entrance fee in the major tourist resort. ....	34
Table 14 The promenade width. ....	39

## List of Figures

Fig. 1 The function of the hydrophilic space in the stream. ....	9
Fig. 2 The map site of Yonwoi stream. ....	24
Fig. 3 The plan figure of Yonwoi stream .....	26
Fig. 4 The water level of the spring out in the stream. ....	28
Fig. 5 The rainfall in Seogwipo. ....	28
Fig. 6 The spring out status of stream in Seogwipo (Kang, 1982). ....	29
Fig. 7 The water quality changing tendency in the stream. ....	29
Fig. 8 The visitor tendency during three years (Seogwipo city). ....	32
Fig. 9 The visitor entrance tendency in Chonjiyon fall (Seogwipo city). ....	33
Fig. 10 The entrance fee tendency in Chonjiyon fall. ....	33
Fig. 11 The kinds of the environmental bank (Min et al., 1999). ....	36
Fig. 12 The rivetment picture Yonwoi stream .....	37
Fig. 13 The rivetment maintenance plan in Yonwoi stream .....	37
Fig. 14 The encouraging slope in promenade. ....	38
Fig. 15 The sewage concrete pipe picture in Yonwoi stream .....	39
Fig. 16 The promenade maintenance plan in Yonwoi stream .....	40
Fig. 17 The weir picture crossing Yonwoi stream .....	41
Fig. 18 The weir maintenance plan in Yonwoi stream .....	41
Fig. 19 The Yonwoi stream picture without driveway .....	42
Fig. 20 The driveway maintenance plan in Youwoi stream .....	42

# 1. 서론

## 1. 연구배경

하천은 국토의 중요한 구성요소이면서 치수 및 이수 위주의 기능으로 인간 생활과 생산활동에 기여하여 왔다. 친수라는 용어를 사용하게 된 것은 최근의 일로서, 하천에 대한 사회적 요청이 있었던 치수와 이수의 기능에 준하여 하천환경기능에 대한 중요성이 인식되면서부터이다. 따라서 친수의 개념은 물놀이 낚시터등의 레크레이션 기능과 더불어 생태계의 보전과 경관을 통한 심미적, 정서적, 만족감까지를 포함하고 있으며, 이러한 하천환경은 “하천의 물과 그 주변 공간으로 구성된 하천 그 자체의 모습이라 정의하고, 수량, 수질, 하천공간으로 구성된 자연적·인공적 모습으로서의 친수공간활용, 자연보전, 하천경관, 방화 및 도시냉각 요소 등을 배려한 정비 및 관리”로 지칭하고 있다(민 등, 1999).

이러한 하천환경의 특징은 흐르는 물이 존재하고, 자연성이 풍부하며, 시간적·공간적으로 변화 및 수평적 경관을 지니고, 규모가 크고 개방적이며, 인문·사회적인 역사성을 보유하는 매력을 지니고 있다. 이와 같이 하천환경이 지닌 요소를 살리고 친수 기능을 증진시키기 위해서 추진하는 각종 다양한 형태의 하천정비를 하천내의 친수공간조성이라고하며, 하천 공간의 친수기능 감소 및 상실에 대한 원인으로서는 수질오염, 과도한 취수에 의한 하천유량의 저하, 획일적인 개수에 의한 하천 단면형상의 변화 등이 있다.

연의천은 서귀포 시가지에 인접하여 있고 그 하류에는 천지연폭포 관광지구가 있다. 따라서 지금까지 서귀포시민의 생활과 밀접한 관계가 있는 연의천이 도시화 산업화 과정에서 많이 훼손되고 있어 이를 국제적인 친환경 관광지에 알맞는 자연형 하천에서의 친수공간 개발방향을 제시함으로써 천지연폭포 관광지와 연계한 개발이 되도록 한다.

## 2. 연구목적

하천정비의 목적은 수해를 막으며, 지역적·계절적인 물부족을 해소하고 청정한 수질보전으로 하천가에서 수영을 하고, 나물을 씻어먹으며, 고기가 서식하는 환경을 조성하여 주민의 정신적·육체적 휴식과 운동 및 위락공간을 마련하는 것이다.

우리나라 하천정비는 '90년대 초반까지 치수·이수기능 위주로 제방을 축조하거나 호안을 시설하여 홍수시 주변 가옥과 농지 침수를 예방하는 등 많은 효과를 거두었으나, 사용 재료나 방법이 너무 인위적이어서, 하천 환경을 많이 훼손하는 부정적인 면도 있다. 특히 도시내 하천은 도로, 과수원, 공작물 등으로 점유되고 고수부지는 포장되어 주차장으로 이용되는 등 하천환경이 크게 훼손되고 있다. 이에 따라 일부 하천에서는 하천환경을 회복시키고자 하는 계획이 수립 추진되고 있으나 도시하천에서의 하천환경정비기법에 관한 기술이나 하천공간 활용 방향이 취약하여 단순한 정비수준을 크게 벗어나지 못하고 있다. 앞으로 도시내 하천도 지속 가능한 정비, 개발이라는 시대적 요구에 부응하기 위하여 치수·이수·환경적 기능과 더불어 친수공간 확충 방안을 모색해나가야 하겠다.

본 연구에서는 인위적으로 개발되고 있는 하천을 정비하여, 사람들이 쉽게 접근할 수 있는 방안과 연외천 주변의 공간 이용 계획을 마련하여, 이를 친수공간으로 개발하기 위한 방향을 정립함으로써, 도시화 산업화로 훼손된 하천을 원래의 모습에 가깝게 되돌려 치수와 이수기능을 증진시키고 돌, 나무, 풀, 꽃 등 자연재료를 최대한 활용 정비함으로써 친환경적이고 옛 정취가 살아있는 자연형 하천 친수공간으로서의 개발방향을 제시하는 것을 목적으로 한다.

## 3. 연구내용 및 방법

연구의 대상으로 선정한 하천은 제주도의 남부에 위치한 하천으로써 한라산 중턱에서 시작하여 서귀포시 서홍동과 천지동 그리고 천지연폭포를 거쳐 서귀포항으

로 유입하고 있다. 이 하천의 토양은 화산토인 火山砂, 火山礫을 모체로 하는 火山土로 대부분 형성되어 있다.

하상경사는 하천측량시 측정한 성과를 기준으로 산정하였는데, 중상류부는 경사가 1/50, 하류부는 1/190으로 하상경사가 심한 편이다. 유역내 기온은 1월이 평균 6.3℃, 8월이 26.4℃이고 강우일수가 연중 125일이며, 적설일수가 7일로 나타나고 있다(서귀포시, 1993).

본 연구의 공간적 범위는 서귀포시 서홍동, 천지동 관내의 연외천 서귀교 상류 1.2km 구간을 대상으로 하며, 내용적 범위는 서귀포시에서 수립한 하천정비기본계획과 지금까지 우리나라에서 계획하고 시행한 자연형 하천 친수공간조성 사례, 정부나 지방자치단체, 한국건설기술원, 학계등 관련 기관단체에서 연구한 문헌을 토대로 조사 연구하여 하천부지의 효율적 이용을 위한 친수공간 활용계획을 분석하였다. 즉 하천공간이 가지고 있는 자연환경, 인문·사회환경과 하천의 특성, 관광객 동향, 인접 지역주민의 요구사항등을 검토하여 하천구역내 정비대상 시설과 이를 수용하기 위한 방향을 제시함으로써 토지의 집적이용과 환경의 복원을 통하여 자연형 하천에서의 친수공간 개발방향을 제시한다.



## II. 하천 친수공간 개발의 이론적 접근

### 1. 자연형 하천정비의 기원

물은 인간이 생명을 유지하는데 있어 필수적인 자연요소인 동시에 인간의 생활을 영위하기 위해서도 필요하다. 고대 문명의 발생지 모두가 하천변에 위치하였으며, 이 문명의 성립도 역시 물의 적절한 이용 및 관리를 통해서 가능하였던 것이다. 이와 같이 하천은 지역사회 뿐만아니라 정치·경제적 측면, 지리, 교통, 경제, 문화·민속적측면에서 밀접한 관계가 있다.

자연형 하천정비의 핵심은 도시화, 산업화로 훼손된 하천을 원래의 모습에 가깝게 되돌리거나 치수나 이수 목적으로 정비시에 자연과 조화되는 나무, 흙, 꽃, 돌 등의 재료를 이용하여 자연에 가깝게 가꾸어 하천의 자정 기능을 높이고, 동·식물의 서식처로 보전, 복원하여 사람들의 정서함양에 기여하는 것이다.

자연형 하천공법을 처음으로 시도한 것은 독일과 스위스 등 유럽이다. 1960년대 들어 이들은 환경에 대한 관심이 높아지면서 그 동안 소홀했던 자연을 보전하며, 훼손된 하천을 재생 또는 복원에 대한 관심을 가지기 시작했고, 하천을 정비할 때도 단순한 치수, 이수의 효율성뿐만 아니라 자연에 가까운 하천 가꾸기(Naturnaber Wasserbau)를 시행하여 자연생태계 보전과 주민의 접근이 용이한 친수공간 확보를 배려하려는 노력을 하게되었다(한국수자원학회, 1997).

즉 지금까지 콘크리트, 석축위주의 인위적으로 정비하던 방식을 최대한 지양하고, 큰돌, 통나무, 식생등 자연재료를 최대한 이용하여 제방이나 호안을 만들었다. 또한 하천의 형태도 직선을 피하고 완만한 지형과 여울, 소등을 적절히 구성하여 자연형태에 가깝게 정비하였다(환경부, 1999).

영국에서는 최근 10년전 부터 하천정비시 치수 및 이수 기능뿐만 아니라 자연생태계 보전, 친수기능 증진, 경관 확보 등 하천기능을 보전, 증진 및 복원시키고자 하는 사업이 활발히 진행되고 국립하천공사인 NRA(National River's Authority)를 설

립하여 도시계획, 단지설계, 수자원, 수질, 홍수방어, 어류, 친수, 경관, 수운동에 관한 다방면의 전문가들을 공동 참여하게 하면서 하천 정비를 종합적으로 체계적이면서 장기적인 안목에서 일관성있게 실시하고 있다(민등, 1999).

일본은 “자연이 풍부한 하천만들기” 또는 “디자인형 하천정비사업”은 독일과 스위스의 “근자연형 하천공법”의 성공에 따라 1980년대부터 시작되었다(환경부, 1999). 마침 환경에 대한 관심이 높아지고 있었기 때문에, 하천정비를 자연재료를 활용 친환경적으로 하자는 것은 매우 고무적인 일이었다. 먼저, 독일과 스위스의 기술을 적극적으로 도입하고, 이를 일본 특유의 모방과 창의성을 살려 「디자인형 하천공법」이라는 독자적인 기술을 개발하여 「고향의 강 모델사업」 등 여러 가지 이름으로 연구 개발되어 이를 전국적으로 확대 시행하도록 하였다(한국수자원학회, 1997).

자연형 하천공법에 대한 개념이 우리나라에 본격적으로 도입된 것은 1991년부터 시작된 한국건설기술연구원의 하천환경에 관한 연구에서 일본의 “디자인형 하천공법”을 소개하면서 부터라고 할 수 있다. 그 이후 자연형 하천 공법에 관한 연구는 1995년도에 “도시하천의 하천환경정비 기법의 개발”에서 시작되었고 현재는 “국내 여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발”을 연구과제로 채택하여 과업을 수행중에 있다(환경부, 1999). 지금까지 경기도 양재천, 전라남도 경천등 많은 하천에서 환경기능을 고려하여 하천환경정비 기본계획을 수립하고, 자연재료를 이용 정비 복원하여 환경기능을 제고시킴으로써 하천의 종합적인 친수공간 확보에 많은 기여를 한 바 있고, 또한 셋강살리기사업, 친환경 하천정비사업등의 시행 중에 있으며, 이를 발전시키고자 지속적인 연구를 진행 중에 있다(한국수자원학회, 1997).

## 2. 하천 친수공간 개발계획

### 2.1 친수공간 개발의 필요성

하천 친수공간 개발계획이라 함은 하천수와 일체로 관리되고 정비될 필요가 있

는 하천부지 및 주변 토지 등 하천의 친수공간 요소의 정비에 대한 계획을 의미한다(건교부, 1996). 이러한 하천공간의 정비, 복원의 필요성은 사람들이 새로운 휴식 공간 요구에 따라 이에 알맞게 개편하거나, 활성화시키는 것을 목적으로 그 지구와 시설을 다시 개발 정비하는 것을 의미한다. 따라서 하천공간의 정비를 통하여 도시 수변 시설이 갖고 있는 매력을 재생시키자는 것이고, 이는 그동안 외면해온 도시 수변에서의 활동을 되찾아야 한다는 필요성과 결부된다. 따라서 하천공간 개발의 의미는 「수변공간의 효율적 이용」라는 차원과 그 수변뿐만 아니라 주변지역과 그 도시 전체의 토지이용과 관련된 모든 분야를 공익적 관점에서 조망해야 할 것이다.

우리는 인류의 기원과 도시의 발달이 물을 중심으로 그 주변지역에 촌락을 형성 발전해왔음을 안다. 인간은 물을 먹고, 이를 이용하고, 또한 치수·이수를 잘 해야 그 지역이 발전되므로, 도시발전에 알맞은 하천의 정비개발이 필요했고, 그리하여 하천을 중심으로 도시가 형성되고 발전을 했다. 이와 같이 도시 발전의 근원은 물과 관계가 매우 깊다는 것을 깨닫게 되었다. 지금까지 하천정비 상황을 볼 때 도시내의 하천 친수공간개발 붐에 편승하여, 무질서하게 개발되는 일은 우리 스스로 억제해야 하겠고, 이를 통하여 매력있고 새로운 도시친수공간으로써 지역적 여건과 관광지로서의 특성을 살리고, 더 나아가 지역 경제가 활성화가 되고, 지역 문화가 승화될 수 있도록 세밀하고도 효율적으로 시행하는 방향이 정립되어야 할 것이다.

어느 도시이건 그 도시의 전체적인 경관의 특징을 조망하려면 시가지가 한 눈에 들어올 수 있는 높은 고지에 올라가 봐야 그 도시를 둘러싼 산과 바다와 하천의 풍경이나 시가지의 인상을 개략적으로 파악할 수 있는 것이다. 그리고 나서 도시내의 관광지, 공원, 유원지, 하천 등을 답사해보면, 그 도시의 자연여건과 시가지의 개발 상황을 파악하고 다시 세부적으로 보다 상세하게 알고자 하는 관심분야로 조사해 들어가는 것이 도시 행태를 알 수 있는 순서가 될 것이다. 그 도시 전체를 산 위에서 내려보니 좋고, 하천가나 바닷가에 서서 산 쪽을 보아도 좋게 보이는 도시의 환경이 우리들이 동경하는 아름다운 도시이고, 이를 더욱 상징화하고 가꾸는 것이 우리의 과제일 것이다. 도시내 하천경관이 아름답다는 것은 그 하천경관을 어느 지점에서 보아도 좋게 보이고 평가가 되어야 하는 것이며 하천공간 개발이 좋게 느껴졌는데 비해 바깥에서 보는 환경이 주변의 경관과 조화되지 않는다면 이것은 결과적으로 좋지 못한 결과를 초래 할 것이다.

최근 많은 국가에서 그 동안 도시화, 산업화 과정에서 훼손되어 가는 하천에 많

은 관심과 예산을 투자하는 등 많은 노력으로 수변공간의 환경도 자연적인 옛날의 모습으로 회생되어 오고 있다. 그러다 보니 시민들이 다시 물을 찾아 하천주변에 모이게 되어, 하천 친수공간개발 필요성이 더욱 절실했다. 좁은 하천은 좁은 하천대로 물가에 산책도로가 생기고, 벤치가 놓여졌다. 사람들이 물가에 모이니까 수변에 물놀이시설, 휴양시설, 그밖에 수변휴게시설이 필요해 진다. 이런 시설은 자연과 역사, 문화, 환경의 조화를 통하여 한차원 높은 하천 친수공간개발의 진행되어 결과적으로 좋은 평가를 받을 것이다.

외국에서 시행되고 있는 하천공간 개발사례가 우리나라에 들어온다고 전제한다면, 이에 대하여 우리나라 하천공간에서 연계개발 가능성을 우선 검토하고, 하천과 그 주변에 공원, 유원지, 일반녹지 등 도시공간으로서 그 하천의 수변 매력을 발휘시키는 필요하고도 충분한 공간이 확보되어 있는가의 여부가 일차적으로 연구가 되어야 하는 것이다. 하천공간 계획은 자연여건을 기반으로 인공적인 시설을 추가 계획한다면 하천공간내 녹지공간의 양과 질, 녹지와 시설물과의 연계성 등을 면밀히 검토하여 올바르게 수립되도록 하여야 할 것이다.

유명한 도시일수록 강가나 해변 등 수변에 공원 녹지가 많고, 또한 아름다운 도시는 자연환경과 인공적 시설과의 조화가 잘 된 공간이 많이 있다. 그러나 우리나라는 도시하천공간 주변의 녹지확보가 도시경관이란 차원에서 제대로 확보되어 있지 않고 있다. 뿐만 아니라 하천시설도 친수공간 확보는 고려되지 않은 채, 과거의 경험과 얽은 지식을 바탕으로 계획을 수립하고, 시설을 하여 결과적으로 무미건조한 하천개발이 된 곳이 너무나 많은 실정이다. 이러한 하천공간은 자연환경적으로 볼 때에는 하천생태계의 서식처이지만, 인문·사회적 입장에서는 친수공간개발이 필요한 지역이다.

## 2.2 하천 친수공간 관련 용어의 정의

하천 친수공간개발에 있어서 친수성을 이해하는데 필요한 중요한 용어를 설명하면 다음과 같다(이, 1995).

- 1) 하천환경 : 물과 그 주변공간과의 통합체인 하천 그 자체를 지칭하며, 수량, 수질, 하천공간으로 구성된 자연적, 인공적 모습이다.

- 2) 수환경 : 하천환경을 구성하는 하천수 자체를 말하며, 하천 수량과 수질 등 2대 요소로 구성된다.
- 3) 하천공간 : 하천의 수량 및 수질과 더불어 하천환경을 형성하는 3대 요소의 하나로, 호소의 수면과 그 주변 하천부지와 섬, 제방등을 포함한 하천을 주체로 한 모든 공간을 의미한다.
- 4) 하천환경기능 : 환경적인 측면에서 하천이 가지고 있는 기능으로, 크게 자연보전기능, 친수기능, 공간기능으로 구분된다.
- 5) 자연보전기능 : 하천의 유수에 의해 수중의 유기물이 자연적으로 분해되는 자정기능과 하천에서 서식하는 어류나 조류, 기타 수서(水棲) 동·식물의 서식처로서 하천기능을 말하며 자연적인 하천기능이다.
- 6) 친수기능 : 수상위락, 수변 경관, 정서함양 등 하천과 인간과의 교류기능으로, 물놀이, 낚시 및 위락 등 물과의 접촉에 의한 1차적인 개념뿐만 아니라 생태계의 보전 및 하천경관을 통한 필수적인 충족의 개념을 의미한다.
- 7) 공간기능 : 하천부지 이용, 피난 및 방재공간, 지리분할기능 등을 말하며, 이 중에서 하천부지 이용기능은 하천의 홍수터 등 하천부지를 운동장이나 놀이터 등으로 직접 이용하는 기능이다.
- 8) 친수성환경 : 정지 중이거나 흐르고 있는 하천이나 호소에 대한 심리적 친근감과 심미감을 유발시키는 환경이다.
- 9) 수변 경관 : 정지 중 또는 흐르고 있는 하천이나 호소 주위의 자연 혹은 인공적으로 볼만한 경치를 말하며, 그 구성요소는 하천 및 주위 경관과 인공구조물까지 포함한다.
- 10) 하천환경관리 : 자연보전기능, 친수기능, 공간기능 등 하천의 환경적 기능은 극대화시키고, 모든 역기능을 극소화시키기 위해 하천 및 하천구역에 실시되는 조직적인 제반활동이다.
- 11) 하천환경정비 : 하천의 환경적 기능을 증진시키기 위해서 하천 및 하천 주위를 가다듬어 바로 갖추는 하천사업이다.
- 12) 하천환경관리기본계획 : 하천환경관리의 이념을 실현시키기 위하여 각 하천의 계획적인 하천환경관리를 위한 기본적인 사항을 말한다.

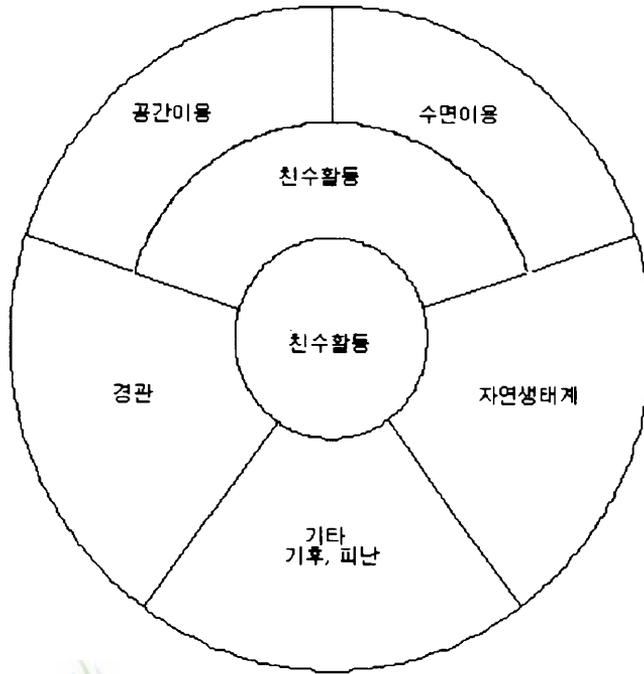


Fig 1. The function of the hydrophilic space in the stream

### 3. 자연형 하천 친수공간 개발 방향

#### 3.1 친수공간 개발의 기본방향

하천 친수공간 정비를 계획하는데 있어 고려해야 할 사항은 하천이 본래 가지고 있는 연속성이 있는 공간, 수면으로 형성된 물흐름의 존재, 양호한 주변환경을 과거 개발 이전의 자연스런 모습으로 돌리거나, 생태계나 경관, 휴식공간 측면에서 주민들이 공감하고 바람직한 방향으로 복원하는 것일 것이다. 요즈음 들어 하천환경에 대한 주민들의 관심이 높아지면서 고수부지정리, 저수로정비 등 하천환경기능을 향

상시하기 위한 각종 시책과 사업이 활발히 추진되고 있다. 그러나 하천 환경을 고려하여 시행하는 하천정비도 토지의 고도이용 측면만 강조되고 있는 바, 하천이 지나고 있는 치수, 이수, 환경, 친수공간으로서의 네 가지 기능을 적절히 조화되게 시설, 관리하여 공공복리 증진에 기여하여야 할 것이다.

따라서 하천이 가지는 자연성을 최대한 살리면서 그 본래의 역할 또는 기능이 상실되지 않도록 치수, 이수, 환경, 친수 기능간에 서로 조화되도록 하되 사람들의 활동면에서 편의 위주로 개발되어야 할 것이고, 또한 하천 수변에 녹음이 짙은 공간을 두어 사람들의 커뮤니티의 장으로 활용하고, 어린아이들의 정서적 야외활동 공간을 제공하는 등 사람들이 하천에 쉽게 접근하고 편리하게 이용할 수 있도록 하여 지역사회에 기여하도록 정비가 되어야 할 것이다.

이처럼 하천환경정비를 구성하는 수량, 수질, 생태계, 하천공간, 경관 및 친수성등을 적극적으로 활용하여, 깨끗하고 풍부한 물이 흐르는 친수공간을 확보함으로써 여가선용의 장소로 활용하는 등 다양한 수변공간을 창출하는 방향으로 정비가 되어야 될 것이다.

### 3.2 자연형 하천 설계 지침



자연형 하천설계는 대상하천만을 다루는 것이 아니라, 하천 주변은 물론 하천 설계로 인하여 발생할 수 있는 영향에 대하여도 진단 및 평가를 실시하여야 한다. 즉, 하천 안쪽의 지형과 토지이용 상황 및 하천 바깥쪽의 수변, 초목과 자연형상, 하천과 하천 주변에서 사람들이 즐겨 찾고 놀 수 있는 장소를 마련하는 것이다. 이의 적절한 시행을 위해서는 (환경부, 1998)

1) 하천 친수공간설계에 있어서는 하천기능을 만족시키는 것이 가장 기본적이면서도 중요한 일로써 치수기능을 포함하여 하나의 양호한 이수기능으로서의 역할을 창출해 나가야 한다.

2) 하천 경관은 수면을 중심으로 한 수로 경관과 하천 내외의 자연환경을 포함하는 주변 경관으로 구분할 수 있는데 대상 하천과 그 유역의 자연적, 생태적, 경관적, 사회적, 법적인 측면 등 보다 많은 친수공간 확보를 위한 현황조사와 측량, 자료 수

집을 실시하여 주변 지역과 연계가 되도록 시행되어야 한다.

3) 하천의 본질은 흐르는 물에 있으므로 조사된 기초 조사자료는 하천이 갖고 있는 치수·이수기능에 부합할 수 있도록 면밀한 분석과 평가가 되어야 한다. 이 과정에서 가장 중요하게 다루어져야 하는 부분은 하천공학적, 하천생태학적인 자료에 대한 분석을 실시하여 물흐름과 생태계를 어떻게 살려가는가 하는 것이 중요하다.

4) 하천이 갖는 현황 및 조사자료의 분석 및 평가는 여러 가지 대안을 상호 비교하여 도식화, 수치화 하여야 한다. 또한 여기에는 하천만이 갖는 기술적 기본 요강을 갖추되, 대상 하천의 수자원 이용관리 계획이 핵심을 이루어야하며, 모든 대안들은 하천 설계로 인해 발생할 수 있는 항목별 내용을 측정하고 보상할 수 있는 방안을 포함, 비교 제시되어야 한다.

5) 대안에 대한 평가를 통하여 대상하천의 설계 목적에 따라 자연형 하천으로서의 친수공간 확보방안 중 세부 실현항목을 어떻게 도달할 수 있는지를 알아보기 쉽게 계량화하여야 하며 설계에 대한 목적, 당위성, 기술적, 경제적 측면 등도 현장 조사와 관련 서적을 통해 수집하고 평가내용을 기술하는 등 구체화하여야 한다.



### 3.3 하천 친수공간의 개발에 따른 영향 분석

하천 친수공간의 확보를 위한 하천 환경정비는 하천 정비로 인한 역기능을 최소한으로 줄이고, 지금까지 치수·이수 측면에서 추구하던 목표뿐만 아니라 환경적 기능을 증진시키기 위하여 하천 및 하천주위를 가다듬어 바로 갯춤으로서 하천의 자정기능과 환경복원을 위한 것이다. 우리나라에서 본격적으로 하천관리가 실시된 것은 '60년대 하천법이 제정되면서 부터라고 할 수 있다. 물론 그 이전에도 하천을 관리하여 왔지만 국가적인 차원에서 홍수피해의 경감과 경제개발에 예상되는 용수를 확보하기 위한 것이었다. 당시의 주요한 하천관리는 하천정비기본계획을 수립하여 정비사업을 수행하는 것이었고, 주요한 하천정비방법은 하도의 직선화, 하폭의 확대, 제방을 축조하는 것이었다. 당시 한정된 자원과 기술수준, 하천정비의 시급성 등으로 하천의 모든 구성인자를 고려할 만한 여유가 없었기 때문에 홍수의 신속한 배제 및 최소비용을 들이는 경제성의 원칙에 따라 하천정비사업을 수행할 수밖에 없었고 이러한 정비형태가 현재까지 지속되어 왔다. 이러한 하천정비방법이 하천환경에 미치는 영향은 Table 1과 같다.

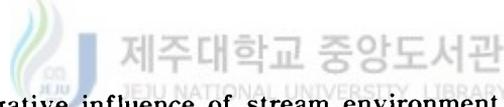


Table 1. The negative influence of stream environment due to stream maintenance (Min et al., 1999)

정비형태	정비목적	변화내용추정	생태계영향
제방 및 수로의 직선화	재해의 예방 및 고수부지 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 하상내 심저부의 변화 : 여울, 소 등의 발달 저해</li> <li>- 하상재료의 통일화</li> <li>- 흐름 상태의 단순화</li> <li>- 유수 수심 균일화</li> <li>- 수온상승 요인 초래</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 어류 서식 및 산란장소 훼손</li> <li>- 갈수기 어류 피난장소 줄어들음</li> <li>- 수생곤충 감소</li> <li>- 균일한 토사 퇴적에 따른 먹이확보 어려움</li> <li>- 자정능력 축소</li> <li>- 저수로변 식생상태 단순화</li> </ul>
방수로 축조	홍수소통 능력 확보 및 토지 이용도 제고	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 하상경사의 변화로 유속의 증가</li> <li>- 방수로 구간내 침식 운반퇴적 작용 활발</li> <li>- 하상재료의 통일화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 새로운 수로에 어류 서식 환경 조성등 생태계 복원에 장시간 소요</li> <li>- 과다침식(시점부) 및 과다퇴적(중점부)에 따른 어류 생육장 훼손</li> </ul>

Table 2. The negative influence of stream environment due to stream maintenance (Min et al., 1999)

정비형태	정비목적	변화내용	하천생태계 영향
하상굴삭	홍수소통 능력향상	- 하상 형태의 단순화 - 지천과의 낙차 발생 - 지하수위 저하 초래 - 단면적 확대에 따른 유속의 완화로 토사 퇴적 가증	- 어류산란 및 피난장 감소 초래 - 본류 및 지천간 어류의 왕복 어려움 - 수생곤충 서식환경훼손 - 고수부지의 식생획일화 초래
확폭	홍수소통 능력확보 로재해 예방	- 소류력감소에 의한 토사 이동의 감소 - 상시수위 저하 - 수온상승	- 갈수시의 어류 서식 및 피난처 감소 - 하천의 자정능력 감소
고수부지 개발	고수부지 구성 및 하도정비	- 고수부지 높이 획일화 - 다양한 형태의 물길 상실 - 흐름 형태의 단순화	- 어류의 서식 및 산란장 훼손 - 하천의 자정능력 감소
콘크리트 호안	침식에 대한 제방보호	- 지하수 흐름의 저해 - 유속의 증가 - 수온상승	- 어류의 산란장, 서식 및 피난장소의 감소 - 수변곤충의 감소 - 수변식생의 상실
낙차공 및 보	취수위 확보 및 하상의 안정	- 담수에서 급류로 변화 (흐름의 급변) - 토사 이동의 차단 - 국소세굴 및 하상저하	- 어류의 상하류 통과성 저해 초래 - 구조물 직하에서의 어류의 산란 및 서식장소, 피난장소의 감소
하천복개 및 도로 건설	주차장 및 도로 건설	- 콘크리트 구조물의 배수로화 - 빛 및 공기의 차단 - 악취 및 유해가스 발생 - 물오염 가속	- 하천생태 환경의 근원 적인 파괴 초래 - 수변식생 상태 말살 - 하천환경 기능 상실
하천내 도로 및 주차장	도로 및 주차장	- 포장에 의한 강우의 비침투 - 수질오염 가속	- 하천생태환경 파괴 - 수변식생 감소 - 수변곤충 및 수조류 등의 서식환경 파괴
골재준설	재활용 골재준설	- 하상변동 초래로 유속의 완화 - 여울 및 소의 상실 - 하상재료의 균일화	- 어류의 산란 및 서식 장소 파괴 - 2차 오염에 의한 어류 서식 환경 파괴 - 먹이의 감소

#### 4. 하천 친수공간 개발 사례

하천 친수공간개발을 국내에서 시행한 사례는 서울특별시에서 1994~1995년에 양재천, 우이천, 중랑천, 탄천, 홍재천의 5개 하천에 대해 하천 환경적인 면을 고려한 하천정비계획이 수립되었고 이 중 양재천은 시공되었다. 또한 경기도 수원시 수원천, 충청남도 홍성군 신리소하천, 아산의 외암소하천, 경상북도 문경시 새재공천 등이 지역여건과 하천특성에 맞게 시공되었다 (한국건설기술연구원, 1999). 국외에서 시행한 사례는 스위스의 쥘리히주 테즈강으로 빠른 유속에 대응하기 위하여 식물과 돌을 조합한 호안을 설치하였고, 일본의 본명천은 전형적인 도시하천으로서 평상시에는 수심이 매우 얇고 유속이 느려서 1m/sec 내외였다. 그러나 홍수때에는 수심이 매우 크고 유속이 빨라서 100년 빈도 홍수때의 유속은 3.6m/sec나 된다. 이 때문에 생물이 살기 어려운 조건을 갖고 있었고 고수부지 일부도 콘크리트 포장을 하여야 했다. 따라서 홍수때의 유속을 견딜 수 있도록 거석 호안을 만들었으며 또한 저수로에는 군데군데 거석을 심어 웅덩이를 조성하였다(민 등, 1999).

##### 4.1 양재천 정비



양재천 경기도 과천 구간은 홍수시 유수의 소통만을 고려하여 직선형으로 정비되어 있었다. 직선형으로 정비된 하천은 생태적인 측면에 보면, 물흐름과 하천 내·외의 공간 배치가 단순하여 다양한 하천 생물을 위한 서식처 마련이 미흡하다. 또한, 다양한 경관을 창출하지 못하여 주변지역과의 조화 측면에서도 단점이 많고, 새강을 살리려는 이수적, 환경적 측면에서도 미흡한 점이 많다.

이를 개선하기 위하여 과천 구간 현장의 세굴과 퇴적 흔적 조사를 통하여 하천의 선형을 자연스러운 모습으로 개선하였다.

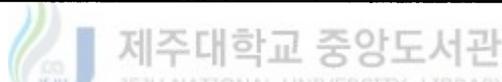
사용된 재료는 돌, 나무, 야자섬유 등인데, 수류가 비교적 강한 곳은 돌이나 나무를 사용하여 홍수시의 안정성을 고려하였고 수류가 약한 곳은 자연상태의 흙을 이용하면서 유실을 방지하기 위한 양자섬유망이 이용되었다.

즉, 자연형 저수로 호안 공법은 Table 3 및 Table 4 와 같이 좌우안을 총 16개

구간으로 나누어 총 12가지 자연재료를 이용 정비하였다.

**Table 3. The right bank protection method of Kwachon section in Yangje stream.**

	호안공법	식생	특징
R1	돌바구니3단	달뿌리풀	- 자연성과 치수안정성을 동시에 만족 - 다공성 재료로 생태계 유리
R2	돌바구니 + 나무수제	자연식생	- 자연성과 치수 안정성 확보 - 수제내 생태공간 조성
R3	돌바구니2단	자연식생	- 자연성과 치수 안정성을 동시에 만족 - 다공성 재료로 생태계 유리
R4	나무틀	자연식생	- 다공성 재료로 생태계 유리
R5	자연석계단 + 산책로	자연식생	- 자연성 및 친수성 확보
R6	사석쌓기Ⅱ	자연식생	- 사석사이에 토사 퇴적 유도
R7	야자섬유롤 + 야자섬유망	갯버들	- 자연성 강조
R8	사석쌓기Ⅱ	갯버들	- 사석사이에 토사 퇴적 유도



**Table 4. The left bank protection method of Kwachon section in Yangje stream.**

	호안공법	식생	특징
L1	야자섬유롤 + 야자섬유망	달뿌리풀	- 자연성 강조
L2	사석쌓기Ⅰ	갯버들	- 자연성과 치수안정성 고려
L3	야자섬유롤 + 강자갈	자연식생	- 자연성 강조
L4	야자섬유롤 + 돌수제	자연식생	- 자연성 강조, 호안보호 및 서식처 고려
L5	야자섬유롤 + 강자갈	달뿌리풀	- 자연성 강조
L6	야자섬유롤 + 야자섬유망	자연식생	- 자연성 강조
L7	야자섬유롤 + 나무수제	갯버들	- 자연성 강조
L8	습생식물군락	갈대,부들	- 자연성 강조, 습생식물 고려

자연형 하천정비 방향은 크게 수리적 안정성, 생태계, 경관, 수변공간활용등 4가지 분야에서 모니터링이 지속적으로 이루어지고 있다. 현재까지의 결과로는 저수로 호안 공법 적용 이후 두 차례의 홍수(최고 유속 2m/s)를 겪으면서 돌바구니, 나무상자, 사석 등 비교적 강한 재료를 사용한 호안부에서는 수리적 안정성에 문제가 발생하지 않았고, 특히 사석쌓기를 이용한 호안부는 식생의 활착도 순조로워 생태계 서식환경과 수리적 안정성이 잘 조화된 저수로 호안으로 평가되었다. 그러나 생태계를 적극적으로 고려하여 자연상태의 흙에 야자섬유망을 사용하여 초본류의 자연스러운 활착을 통한 호안의 안정을 기대하였던 구간은 야자섬유망의 유실로 인하여 상당량의 토사 유출이 발생하였다. 또한 거석보, 둔덕여울, V자 여울 등의 하천 횡단 구조물이 설치된 구간에는 거의 예외 없이 저수로 호안 및 고수부지에 세굴이 발생하였는데 그 원인은 첫째, 고수부지 표고와 횡단구조물의 높이에 대한 고려가 부족하여 유수가 횡단구조물을 월류하는 시점에 호안부 및 고수부지 일부 구간에 유수가 집중되었기 때문이며, 둘째는 횡단구조물의 주변에 유수 집중을 고려한 충분한 안전장치가 없었기 때문이다. 고수부지는 2차 홍수시에 일부 구간이 유실되었는데 이는 하천공사시 고수부지면이 교란된 상태여서 식생의 활착이 저조하였던 것이 원인으로 추정되었다. 지금은 식생이 안정화되는 단계에 있어 더 이상의 홍수 피해는 발생하지 않을 것으로 예상되며, 전체적으로 수리적 안정성의 면에서 부분적인 성과가 있었던 것으로 분석되고 있다. 또한, 하천정비에 따른 경관적 측면에서 분석하여 보면, 기존 상태의 저수로는 선형이 일직선에 가까웠고, 콘크리트 블록에 의한 저수로 호안의 정비로 다양한 경관을 창출하지 못하였다. 그러나 자연형 재료를 사용, 하천을 정비함으로써, 시각적, 환경적인 면에서 좋은 효과가 있는 것으로 분석되고 있고, 다양한 초본류와 목본류식재 성장하면서 다양한 경관이 창출된 것으로 평가하고 있다(이, 1998; 한국건설기술연구원, 1999).

## 4.2 경천 정비

전라남도 순창군 관내를 흐르는 경천을 대상으로 하여 하천 환경기능을 고려한 하천환경정비 기본계획을 세우고 어류서식 및 피난처에 적합한 여울과 웅덩이를 조성하기 위해 돌무덤과 돌보를 설치하며, 기존 보에 어도를 설치 계획하였다. 또한 수질정화 및 하천생태환경 조성을 위해 식생정화시설을 계획하였고, 제방과 고수부

지에 수목, 화재, 산책로 등을 설치하여 주민의 휴식공간과 친수시설이 되도록 하였다.

하천정비과정에서 기존에 조성되어 있는 여울과 웅덩이를 보강하기 위해서는 하폭이 비교적 좁은 부분의 하상에 자연석과 통나무를 이용한 돌무덤이나 둔덕 등을 설치 조성하였다. 자연석의 크기(직경)는 흐름의 유속에 밀려 떠내려가지 않을 정도 이어야 하므로 직경 및 중량은 Ishbash공식(민 등, 1999)을 채택 산정하였다. 즉,

$$V = E1 \sqrt{2g \frac{s_1 - s_2}{s_1}} \cdot D$$

여기서 E1은 자연석의 전단저항에 관계되는 무차원계수로서 0.86~1.20의 값을 가지며  $s_1$ 은 물의 비중,  $s_2$ 는 자연석의 비중 D는 자연석의 직경, V는 유속을 의미하고 본 대상지역의 경우, E1 = 0.86~1.20,  $s_1 = 1.0$ ,  $s_2 = 2.65$ , V = 2.0~3.0(m/s)을 적용하면 자연석의 크기는 최대 40cm가 된다.

$$(2.0 \sim 3.0) = (0.86 \sim 1.20) \cdot \sqrt{(2 \times 9.81) \cdot \frac{(2.65 - 1.0)}{1.0}} \cdot D$$

$$\therefore D = 0.043 \sim 0.38(m)$$

하천저수로에는 추가로 돌보를 계획하였는데, 돌보는 물을 담수시키는 역할도 하고, 돌 사이를 통해 물을 흐르게 함으로써 공기 혼입을 일으키게 하여 수질을 정화시켜 수량과 수질을 향상시키는 조화된 역할을 한다. 돌보는 물에 잠길 수 있도록 하는 수중보의 형태가 바람직하며 높이는 1.0m 내외로 하였고, 돌의 크기는 물 흐름에 밀리지 않도록 직경 20cm내외가 좋으며 필요하다면 돌망태의 형태로 설치하는 것도 권장 할 만하다. 친수시설은 주민들에게 휴식의 장소를 제공하거나 체육활동, 물놀이 등 친수감각을 불러일으킬 수 있도록 하기 위해 고수부지 또는 제방에 설치하는 것이 바람직하다.

또한 고수부지가 넓은 양지천 합류지점에는 농구장, 배구장, 족구장과 필요하다면 노인들을 위한 게이트볼장도 설치한다. 농구장의 규격은 15m×28m로 하며, 배구장은 9m×18m의 규격으로 한다.

한편 휴식공간을 조성하기 위한 방안으로 고수부지에 폭 20m의 산책로를 설치하고, 제방 상단에는 수목을 식재하여 그늘을 조성하도록 하며 화채도 식재할 수 있도록 한다.

징검다리는 주민들의 하천 횡단 및 어린아이들의 물장난을 위한 친수시설에 속하나 홍수시 흐름의 유속에 의해 주위가 패이게 되며 이로 인해 징검다리 주위에는 세굴 웅덩이(scouring pool)가 조성된다. 따라서 친수활동과 어류서식을 위해서는 징검다리를 설치할 필요가 있다. 징검다리는 세굴을 고려하여 하상 깊게 설치해야 하고 어린아이들이 건너기도 하므로, 안전하게 건널 수 있도록 넓고 평평한 형태의 자연석으로 하되 규격은 0.7m×1.0m×1.3m 내외로 선정하여, 주민들이 건너야 할 필요가 있는 장소에 시설하는 것이 좋으며, 어린아이들이 물장난을 하기 위해서는 유속이 비교적 느린 곳이 바람직하다(김 등, 1998).

## 5. 자연형 하천 친수공간 개발의 과제



### 5.1 친수공간 개발의 문제점

국내에서 도입된 자연형 하천공법은 주로 독일, 일본 등의 사례를 인용하여 시설하였다. 그러나 하천정비는 강우특성과 지형여건에 따라 지역적으로 많은 차이점을 보인다. 유럽의 연중 강우량이 큰 차를 보이지 않고 고르게 분포하는데 반하여 우리나라는 여름철에 강우가 집중되는 경향이 보인다. 또한 도시 하천의 경우는 치수안정성에 대한 고려가 필수적인데 이는 하천환경 및 친수공간과 상반되는 면이 있어 이의 조화가 필요하다. 하천정비시 치수안정성에 치중하면 자연성과 친수공간 확보가 안되어 주민 접근이 어렵고, 자연성이나 경관에 치중하면 홍수소통 능력에 문제가 발생할 수 있다. 따라서 자연형 하천정비는 친수성있는 재료의 선택과 공법개발을 통한 자연성 회복이 되도록 식생, 어류 등 생태요소에 대한 지속적인 모니터링을 통하여 검증되어야 하는데 현재까지 구체적으로 나온 자료와 결과가 미흡한 실정이다.

이러한 현실 속에서 지금까지 자연형 하천정비 사례를 중심으로 하천을 정비한다면 또다시 모든 하천이 비슷한 모습으로 정비가 이루어져 자연성 회복과는 거리가 먼 조경과 경관측면만을 강조한 친수공간 위주의 하천이 될 것이다. 따라서 하천정비는 하천 유역면적, 지형적 여건 등 하천의 특성에 맞는 공법과 재료를 채택, 치수·이수뿐만 아니라 환경과 조화되고 주민위주의 정비가 되어야 할 것이다. 현재의 하천시설 기준상에는 하천의 강우빈도를 10 - 200년으로 적용토록 되어 있으나 실제 사업 시행 과정에서의 적용은 실험 축적 자료의 미비, 예산의 한정 등으로 인하여 10 - 50년으로 설계하고 있어, '98년도 태풍 호우시에는 200년 빈도이상 기록적인 강우로 기정비한 하천제방이 범람되어 인근 농경지 및 가옥 등이 피해를 본 사례가 있어 실제 적용시 투자의 경제성과 시설의 효율성을 충분히 검토되어야 하겠다. 하천법 제15조에는 하천정비 기본계획을 수립하여 사업을 시행하도록 하고 있으나 하천에 투자되는 예산의 한계로 하천정비 기본계획 수립마저 안 되고 있고, 하천공간을 효율적으로 정비하기 위한 수리·수문학적 관점에서의 기초조사와 하천의 효율적 이용관리를 위한 주민 의견이 집약되어야 하천 전체적인 측면에서 보전과 정비의 조화에 대해 고려될 수 있으나 아직도 미흡한 실정이다. 또한 하천시설물 정비도 콘크리트 블록 제방, 하천 복개도로, 주차장 시설, 평탄화한 하상정리 등 획일적인 하천 단면으로 시공된 사례가 있어 이의 개선이 필요하다. 또한 주민의 하천이용 욕구를 충족하려는 접근성 확보에도 노력해야겠다.

수리·수문학적 설계규모를 판단하는 기준은 설계자의 공학적 판단과 경험을 바탕으로 극한 상황에서의 위험도 평가, 관리비용의 최소와, 하천시설물의 경제성 분석, 건설도, 장래 지역의 사회·경제적 변화 양상등을 종합하여 결정하되 홍수계획 빈도는 유역의 종합치수대책, 치수경제분석과 그 하천의 사회·경제적 중요도, 제방 파괴 및 월류시 예상피해분석 등을 통하여 결정되어야 하며 하천별 설계강우 빈도 기준은 통상 하천의 등급별 중요도에 따라 Table 5 와 같이 설정하고 있으나 외국의 경우에는 Table 6 과 같이 토지이용지역별로 세분화하여 치수의 안정성과 이수의 경제성에 중점을 두어 시행되고 있다(이, 1995).

Table 5. The design rainfall frequency in the stream

점용하천별	계획 규모	비 고
직할하천	100 - 200년(주요구간은 200년 이상)	
지방하천	50 - 100년(도시지역구간은 100년 이상)	
준용하천	30 - 100년(실제 적용은 50년 이상)	
소 하천	10 - 50년(실제 적용은 대부분 30년)	

Table 6. The design standard and design reappearance frequency in world countries (Lee, 1995).

(Unit : year)

국가명	상업지역	공업지역	주거지역	농촌지역	농경지	비고
오스트레일리아	50~100	50~100	50~100	-	5~50	
불가리아	100~500	-	-	30~100	5~10	
중 국	200			100	-	
체 코	100	50	-	-	7~10	
홍 콩	50~200	50~200	50~200	10~200	2~5	
일 본	10~200	10~200	10~200	10~200	10~200	
말레이시아	5~100	5~100	5~100	5~100	5~30	
폴 란 드	1,000	500	-	100	20~100	
터 키	100~500	100~500	-	-	-	
태 국	25~100	25~100	25~100	25~100	50~200	
영 국	10~100	10~100	10~200	-	1~10	
미 국	25~100	25~100	25~100	-	5~25	
러 시 아	1,000	100	50	-	10	

## 5.2 올바른 하천계획을 위한 과제

친수공간개발을 위해서는 크게 치수와 이수, 친수 및 환경이라는 네 가지 차원에서 하천계획을 종합적으로 검토하여 “땅 밑은 후손들의 몫이다”라는 관점을 가지고 미래지향적인 하천 친수공간 개발계획이 수립되어야 할 것이다(이, 1995). 따라서 하천환경을 정비하는 방법은 수량, 수질, 생태계, 하천공간 및 친수성 등으로 나누어 하천 주변에 살아가는 사람들과 자연이 조화된 환경을 창조해 낼 수 있도록 하는 것이 올바른 하천정비의 과제일 것이다.

### 1) 치수적인 면

과거 홍수에 의한 피해라 하면, 대부분의 치수가 주거지역인 제내지 쪽으로 제방을 월류하여, 침수되는 것을 의미하였던 반면, 지금은 내수가 하천 쪽으로 배수되지 못하고 침수되는 새로운 양상을 보이고 있다. 이는 지가 상승으로 인해 하천연변의 저지대까지 주거지역이 자리하여 과거에는 물이 저류하였던 지역이 택지조성이 되었다는 위험한 상황을 의미하기도 하고 또한 상류 지역의 개발로 인해 하류 지역이 홍수유발 가능성이 양적으로 많아졌다.

### 2) 이수적인 면

우리나라와 같이 계절적으로 강수량이 편중되는 지역은 갈수기에도 일정량의 수자원량을 공급해야 하는 상황에 대처해야 한다. 그러나 수자원량은 한정되어 있기 때문에 지금까지와 같이 모든 용수를 상수도로부터 공급받는 것은 많은 자원의 낭비라고 생각하며 식수, 공업용수, 농업용수 등 용도에 따른 수자원의 개발이 시급하다고 본다. 지하대수층을 통해 흐르는 물도 하천의 물과 같이 중요한 수자원이며, 공유의 개념이 되어야 하고, 지하대수층의 물 역시 한정되어 있기 때문에 과도한 지하채수는 수자원의 고갈뿐만 아니라 상층인 지반의 지지력 약화라는 심각한 사태를 야기시킬 수 있다.

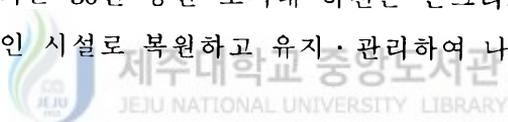
### 3) 친수적인 면

예로부터 인간은 물과 더불어 살아왔으며 물가를 중심으로 촌락을 형성하여 살아왔다. 도시에서 생활하는 사람들에게는 하천이란 홍수를 소통시키고, 때에

따라서 사람들에게 피해만을 입히는 공포적 존재로만 인식되어 왔다. 또한 공간부족과 공간활용이라는 면만을 고려하여, 하천부지 일부의 도로화, 도심하천의 복개라는 하천을 훼손하는 계획을 추진 시행하고 있는 실정이다. 따라서 문화나 정서적인 입장에서도 물과 접촉할 수 있는 친수공간을 마련하는 것은 매우 바람직한 일일 것이다.

#### 4) 환경적인 면

도시는 상대적으로 협소한 공간에 인구가 집중되기 때문에 이에 따른 생활하수와 공업폐수 등의 처리가 현대 도시지역에서 당면한 가장 큰 이슈가 되고 있다. 또한 사람들의 인식 부족으로 인해 하수도의 맨홀이나 측구에는 생활쓰레기가 그대로 유입되어, 더욱 수질오염 상태를 악화시키고 있는 실정이다. 더군다나 대부분의 하수도가 우수와 하수를 함께 배제시키기 때문에, 홍수시에는 하수와 우수가 함께 하천으로 유입되는 하천오염을 유발시키고 있는 실정이다. 따라서 우수와 하수를 분리하는 분류식 하수관거가 조기 설치되어야 할 것이다. 또한 최근 30년 동안 도시내 하천은 콘크리트화 되어 버린 건설마인드를 친환경적인 시설로 복원하고 유지·관리하여 나가야 한다.



### Ⅲ. 연외천 친수공간 개발의 방향

#### 1. 연외천 친수공간 개발의 환경여건

지구상의 물의 부존량은 약 14억㎤이며, 이 중 97%가 해수로 직접 사용이 불가능하며 나머지 3% 가운데 77%가 양극지방의 얼음이나 빙하로 존재하고 22%는 지하수로써 지각 내 혹은 암석권 내에 저장되어 있다. 그리고 나머지 1%가 호수나 하천, 대기중이나 토습수로써 존재하고 인류가 이용할 수 있는 물의 양은 아주 미소한 양에 지나지 않는다(민 등, 1999). 이와 같이 한정된 수자원을 경제적이며 효율적으로 이용하기 위한 방안과 하천이 지닌 제반 여건을 종합 분석하여 활용 가능한 친수공간이 많이 확보되어야 하겠다.

#### 1.1 연외천의 여건



하천의 생성은 기후, 지질, 수리, 수질, 토양과 동식물 서식, 토지이용 형성과정과 밀접한 관계가 있다. 자연형하천은 이러한 변수 사이에 상호 작용을 수리·수문학적 특성과 생태적 구조와 기능 등 하천을 구성하는 갖가지 생물적, 무생물적 구성요소 및 그들간의 상호작용, 물질순환, 에너지 흐름의 양상을 의미한다(환경부, 1998). 따라서 연외천을 수리·수문학적 관점에서뿐만 아니라 유역의 특성과 인문·사회과학적 측면에서 고찰하여 합리적인 친수공간 개발방향에 대한 여건을 분석한다.

##### 1.1.1 연외천 개황

연외천은 Fig. 2 에서 나타낸 것과 같이 제주도 서귀포시에 위치한 하천법상 준용하천으로 한라산 주봉 동서쪽으로 약 2.6km에 위치한 시오름에서 시작하여 서귀포시 서귀동 천지연폭포를 거쳐 바다로 유입되고 있으며, 위치는 동경 126° 31' 38" 북위 33° 15' 6" ~ 33° 19' 47" 사이에 동쪽으로는 서귀포 시가지가 형성되어 있고,

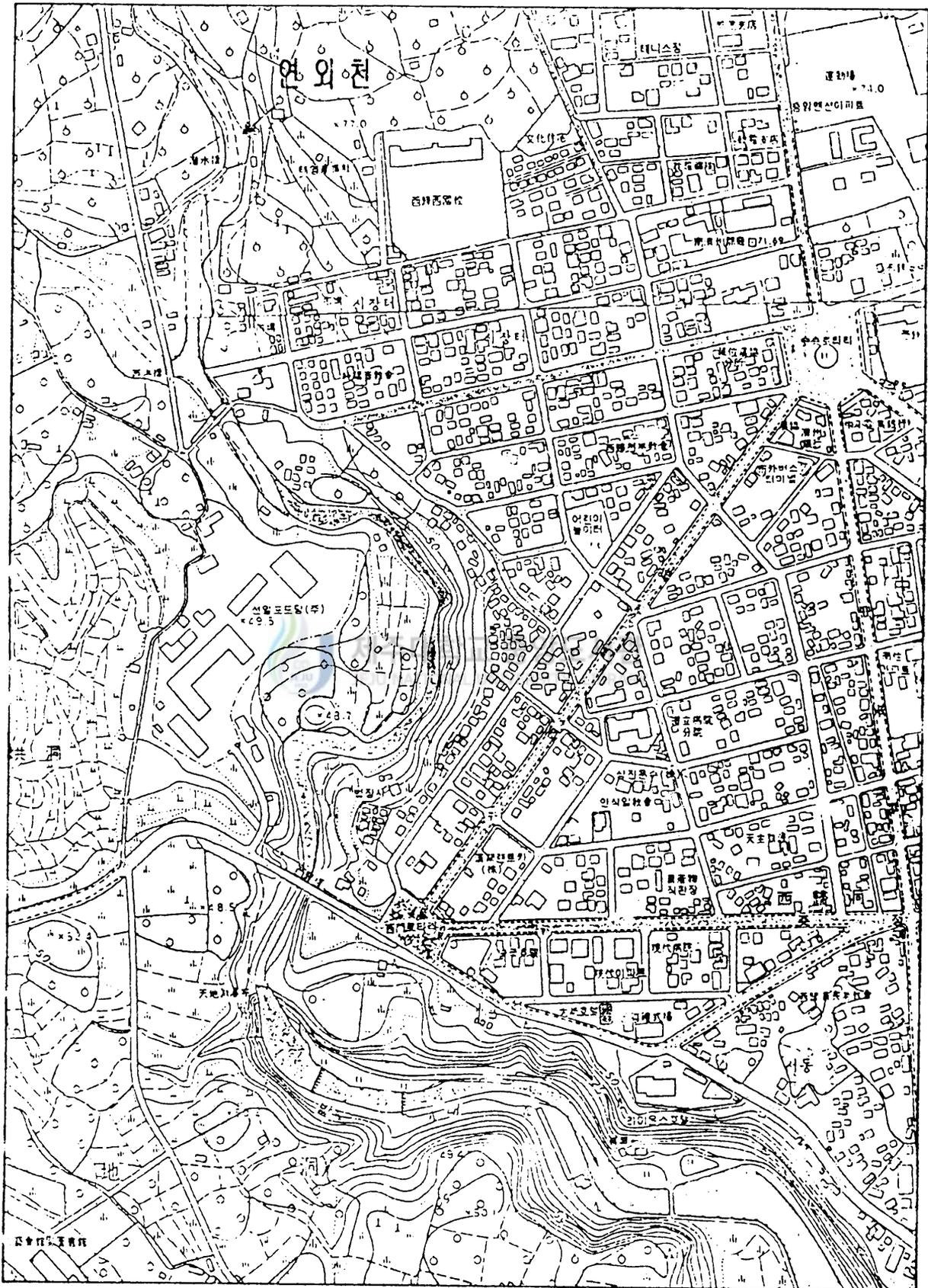


Fig.2 The map site of Yonwoi stream

서쪽으로는 신시가지 택지개발지역과 고근산 동쪽 유역의 경계를 이루고 있으며, 수원인 한라산(EL.1950.1m) 동서쪽에 위치한 시오름(EL. 760m)에서 발원하여 남동쪽으로 흐르다 미악산(EL. 550m)사이의 작은 계곡에서 지표면 유출을 하다가 하жат성 지점에 이르러 유로를 형성하고 서흥교 직상류에서 지하수가 다량 용출하여 호근천과 합류 바다로 유입된다(Fig. 3).

조사구역내 하천 하폭은 15~30m이며 하상경사는 1/50정도로 급경사를 이루어 홍수나 평시에도 유속이 빠르며 하상은 대부분 암반이 드러나 있고, 하류부 약 1.5km구간에서 지표로 환원하는 피압용천으로 형성되어 용천수가 연중 흐르고 있다. 위 하천의 하상물질은 대체로 용암이 분출되어 생성된 화산암으로 구성되어 있으며 하상상태는 불규칙적인 형상을 이루고 있어 하상골재는 전무한 실정이다(서귀포시, 1993). 한편 유역내에는 하천중·하류를 동서로 횡단하는 국도 12호선인 일주도로 16호선인 중산간도로, 신대로 등이 있으며, 남북으로는 삼매봉과 중산간을 연결하는 주산단지도로가 인접하여 있고 또한 인근 서귀포시내와는 불규칙하게 도로망이 연결되어 있다.

유역내 행정구역으로는 서귀포시 서흥동, 천지동, 호근동 3개 동이 위치해 있으며 가구수 및 인구는 총 4,206가구에 14,054명의 인구가 살고 있고 인구밀도는 635인/km<sup>2</sup>이다(서귀포시, 1993).

### 1.1.2 토지 이용 현황

본 하천의 유로연장은 12.0km이고 하천과 연결되는 호근천은 5.5km이며 상류 지류인 서흥천은 5.5km이다. 토지이용현황은 유역면적 22.20km<sup>2</sup>중 경지면적이 6.76km<sup>2</sup>로 30.5%, 대지면적이 1.04km<sup>2</sup>로 4.6%, 임야면적이 13.45km<sup>2</sup>로 60.6%, 기타가 0.95km<sup>2</sup>로 4.3%를 점유하고 있다. 또한 임상은 임목지가 11.42km<sup>2</sup>, 무임목지가 2.03km<sup>2</sup>이다. 임목지 11.42km<sup>2</sup>에 대한 수종별 임목상태는 침엽수가 3.76km<sup>2</sup>, 활엽수가 6.32km<sup>2</sup>, 혼육림이 1.34km<sup>2</sup>를 차지하고 있다(서귀포시, 1993).

### 1.1.3 하천시설물

오래 전부터 본 하천은 시가지에 인접하여 치수·이수의 측면에서 주민의 생활 터전으로써 도시발전에 기여하여 왔다. 따라서 치수의 안정적 시설을 고려하여 홍수

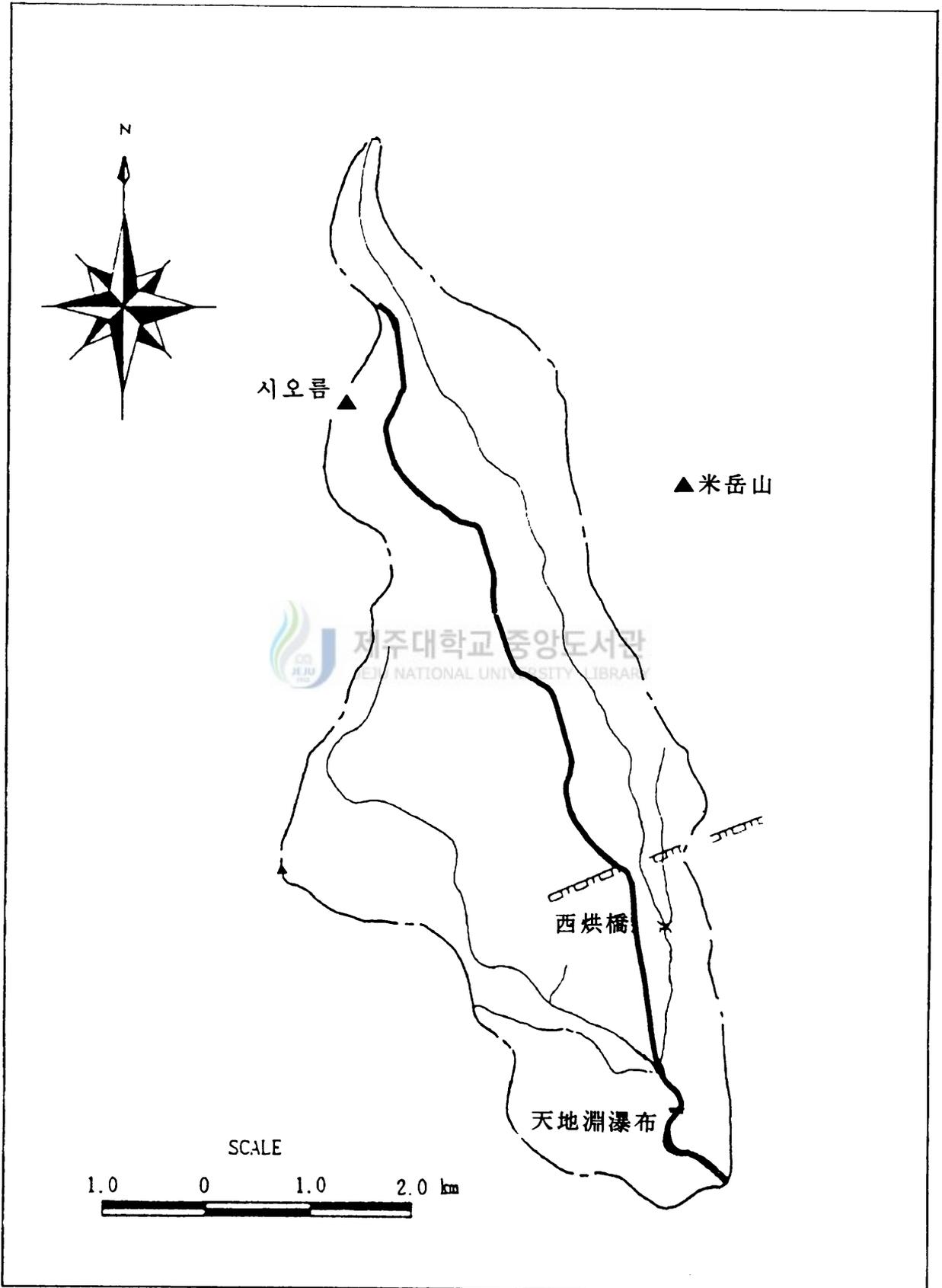


Fig. 3 The plan figure of Yonwoi stream

시 인접 토지와 가옥의 침수를 예방하고 공공시설물의 안전을 도모하기 위하여 천지교를 중심으로 북측으로 천지동구간에 동·서측으로 깎돌석축호안이 1,420m 서흥동구간에 하천 양측으로 920m가 시설되어 있고, 또한 천지교 상류지역 인접에 철근콘크리트 호안이 120m 시설되어 있다. Fig. 12, 15, 17, 19 에서 볼 수 있듯이 하수관거가 하천을 따라 중·횡단하여 콘크리트구조물로 시설되어 있고, 여기에는 5개소의 정사각형 맨홀과 8개소의 원형 맨홀이 있다. 또한 하천 인접 건축물에서 유출되는 하수를 하천으로 배제하기 위하여 PVC관이 시설되어 하천 경관을 호리케 하고 있으며, 하천으로 진입하기 위하여 접근로 상에는 철책시설이 있고, 이외에도 콘크리트 안전방호책 시설, 자연석 제방시설과 교량 호안시설 등이 있다.

하천시설물은 홍수시 안전하며 주변 환경과 조화되게 시설하기 위하여 적절한 공법선택이 필요하다. 이런 측면에서 찰쌓기, 메쌓기, 자연석쌓기, 돌망태, 콘크리트 옹벽등 호안 공법별로 분석하면 피해발생 빈도는 건설 시공 여부 및 유지관리 실태에 따른 차이가 있을 뿐 공법에 따른 차이는 크게 없는 것으로 나타나므로 지역실정에 맞는 호안공법을 선택 시설이 필요하다.

Table 7. The characteristics and unit price of the stream maintenance method.

공 법 별	공 법 특 징	단비(천원/m <sup>3</sup> )	비고
석축호안	급류하천에 적용, 재료구입 용이	88	
돌망태호안	시공성 양호, 토지과다소요	132	
호안 브릭	인공적 이미지, 세굴 우려	200	
자연석호안	생태계 보존, 자연적 이미지	285	
옹벽호안	시가지구간 적용, 자연생태 저해	500	

#### 1.1.4 하천유출량 조사

연외천 천지교 북쪽에는 하천을 횡단하여 하천유출량조사를 위한 기기가 시설되어 있다. 이 기기에서는 1998년11월18일부터 1999년1월14일까지 하천유량 수위를 계측하고 있는 바 그 내용은 Fig 4 와 같다. 앞으로 지속적인 측정 자료를 축적한다면 연외천의 하천 유출량의 수리·수문학적 특성을 연구하는데 많은 도움이 될 것으로

판단된다. 하천 유출량과 강우량과의 관계를 알기 위해서 같은 시기에 연외천 유역과 밀접한 상류 및 하류지역의 강우량을 측정된 결과 그 내역은 Fig. 5 와 같다. 또한 서귀포시내의 주요 하천에서 흐르는 용출량은 Fig. 6 으로서 이를 활용 수환경을 통한 친수공간 개발이 되어야 하겠다. 그러나 Fig. 4, Fig. 5 를 상호 비교하여 보면 강우량과 하천 용출량 수위가 일치하지 않은 점에 미루어 보아 비가 온 후 상당한 기일이 지나야 하천에서 용출되는 것으로 추정할 수 있다.

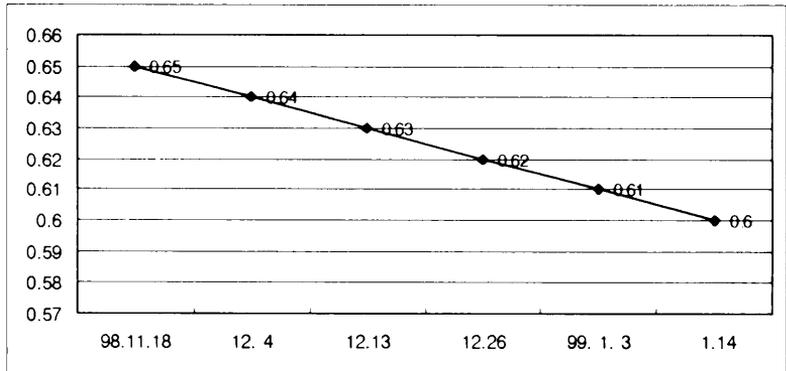


Fig. 4 The water level of the spring out in the stream. (Unit : qm)

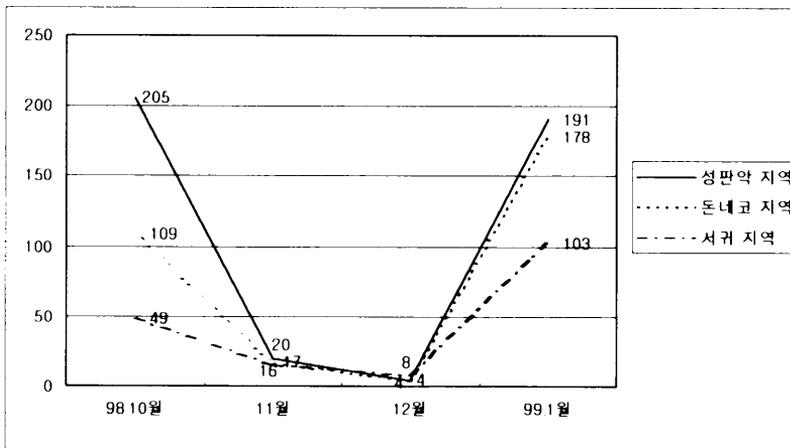


Fig. 5 The rainfall in Seogwipo. (Unit : mg/ℓ)

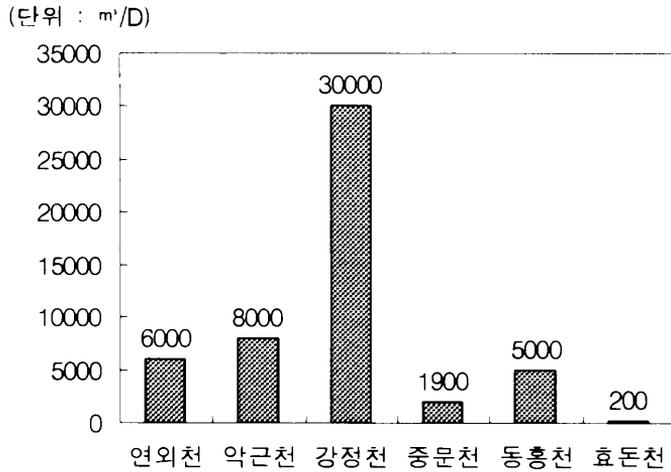


Fig. 6 The spring out status of stream in seogwipo (Kang, 1982)

### 1.1.5 하천수 수질 조사

하천구역 상하류지점의 하천수를 채수하여 3개월마다 1회씩 정기적인 수질검사를 실시했다. 검사항목은 PH, DO, SS, BOD, 수온, 총-질소, 총-인으로 나누어 검사한 바 하천수질은 비교적 양호하여 일부 항목을 제외하고는 하천수 1등급을 유지하고 있는 것으로 나타나고 있는데 주요 검사항목의 검사 결과는 Fig. 7이다. 산책, 물놀이, 낚시에 필요한 수질지표는 Table 8 과 같고, 우리나라의 하천수질 등급은 Table 9 와 같은 바 연외천 수질은 친수공간으로서 알맞은 것으로 나타났다.

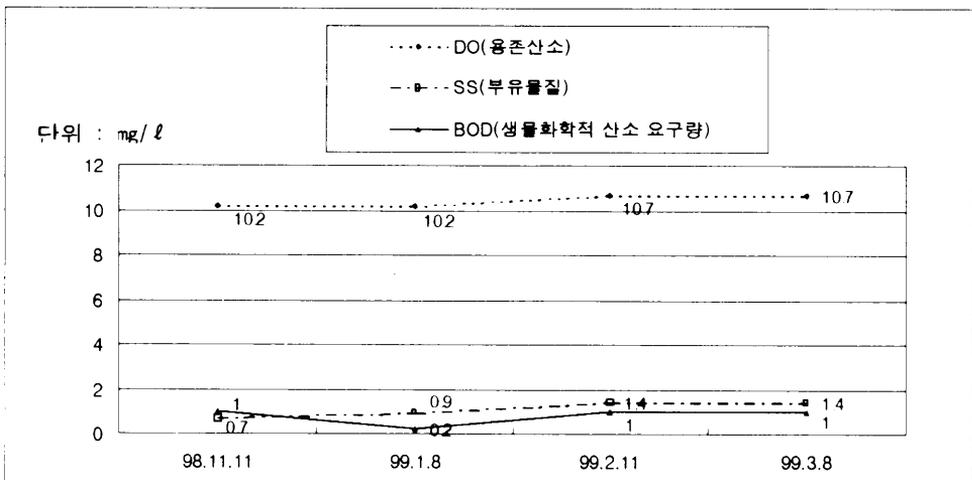


Fig. 7 The water quality changing tendency in the stream.

Table 8. The water qualities required to the hydrophilic space.  
(Lee, 1995).

수질지표	수질항목과 환경에 주는 영향	산책	물놀이	낚시, 수영
DO(mg/ℓ)	수온이 상승하면 용존산소의 보전능력이 감소한다. 물고기의 필요 산소량은 종류에 따라 다르다. (3~6mg/ℓ가하고 3mg/ℓ이하가 되면 혐기성의 우려가 있음)	3	3~6	7.5
BOD(mg/ℓ)	완류(緩流) 및 저수지에서 5mg/ℓ이하가 바람직하고, 계류(溪流)에서는 10mg/ℓ이하가 바람직하다.	10	5	2
SS(mg/ℓ)	SS가 많으면 광합성과 미생물 번식이 저해하고, 물고기의 아가미 등에 부착되면 호흡곤란을 일으킨다.	10	5	2
무기질소 (mg/ℓ)	수중 생태계를 유지해 가기 위해서는 0.3mg/ℓ 이상이 필요, 1.0mg/ℓ가 바람직하고, 10mg/ℓ에서는 저해가 된다. 암모니아성질소는 6mg/ℓ 이하이다.	-	6	6
무기인 (mg/ℓ)	수중 생태계를 유지하기 위해서는 0.005mg/ℓ 이상 필요. 0.02mg/ℓ에서는 조류가 발생할 가능성이 있으며, 0.3mg/ℓ 이상이 되면 바람직하지 않다.	-	0.3	0.3
PH	변동이 없는 것이 바람직하다.		6.5	8.5
대장균수 (MPN/100ml)	오염에 의한 오염의 증거가 된다.		1.03	1.03
음이온계면활성제 (mg/ℓ)	거품이 생기면 외관상 좋지 않다. 유황에 의해 낙차가 많으면 거품이 생긴다.		0.5이하	0.5이하
기 타	외관상 수질로서 불거품이 발생하지 않을 것, 취기가 나지 않을 것, 쓰레기가 없을 것 등을 들 수 있다.			

Table 9. The stream water quality standard of stream in environmental policy basic law.

구분	등급	이용목적별 적용대상	기 준				
			수소이온 농도 (pH)	생물화학적 산소요구량 (BOD) (mg/l)	부유물질량 (SS) (mg/l)	용존산소량 (DO) (mg/l)	대장균군수 (MPN/ 100ml)
생 활 환 경	I	상수원수 1급 자연환경보전	6.5-8.5	1이하	25이하	7.5이상	50이하
	II	상수원수 2급 수산용수 1급 수영용수	6.5-8.5	3이하	25이하	5이상	1,000이하
	III	상수원수 3급 수산용수 2급 공업용수 1급	6.5-8.5	6이하	25이하	5이상	5,000이하
	IV	공업용수 2급 농업용수	6.0-8.5	8이하	100이하	2이상	-
	V	공업용수 3급 생활환경보전	6.0-8.5	10이하	쓰레기등 이떠있지 아니할것	2이상	-

구분	등급	기 준
사람 의 건강 보호	전 수 역	카드뮴(Cd) : 0.01mg/l 이하, 비소(As) : 0.05mg/l 이하, 시안(CN) : 검출되어서는 안됨, 수은(Hg) : 검출되어서는 안됨, 유기인 : 검출되어서는 안됨, 연(Pb) : 0.1mg/l 이하, 6가크롬(Cr <sup>6+</sup> ) : 0.05mg/l 이하, 포리크로리네이티드비페닐(PCB) : 검출되어서는 안됨, 음이온 계면활성제(ABS) : 0.5mg/l 이하

## 1.2 연외천 이용객 조사

### 1.2.1 관광객 추세

최근 3년간 제주도 관광객 추세는 '96년도에 비하여 '97년도는 증가하였으나 IMF

영향등으로 '98년도는 감소하였는데 그 내용은 Table 10 및 Fig. 8 과 같다.

Table 10. The visitor tendency during three years (Segwipo city, 1999)

년도별	관 광 객 (천명)			관 광수입 (억원)			비 고
	계	내국인	외국인	계	내국인	외국인	
'96	4,144	3,935	209	10,179	8,400	1,779	
'97	4,363	4,179	184	10,756	9,230	1,526	
'98	3,291	3,067	224	9,560	7,520	2,040	

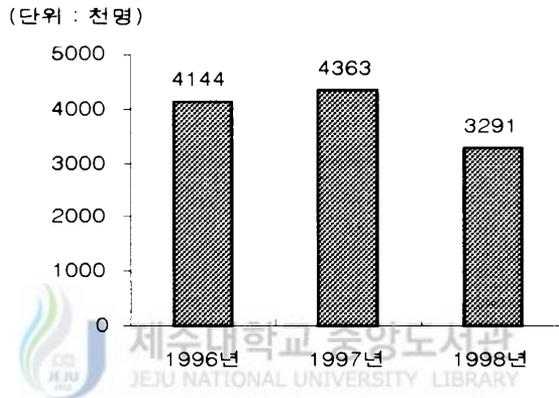


Fig. 8 The visitor tendency during three years (Seogwipo city)

### 1.2.2 관광객 성향

관광객 성향은 가족관광을 포함한 개별관광이 60%내외의 주류를 이루고 있으나, '98년 들어 수학여행이 현저히 감소하는 등 전체 관광객이 감소 추세인 바 이는 전국적인 현상으로 분석되며 그 내용은 Table 11 과 같다.

Table 11. The visitor propensity (Seopwipo city, 1999)

연도별	계 (천명)	개별관광 (천명)	일반단체 (천명)	수학여행 (천명)	신혼여행 (천명)	기타 (천명)	비고
'96	4,144	2,337	807	443	347	210	
'97	4,363	2,508	807	507	356	185	
'98	3,291	1,958	493	128	424	261	

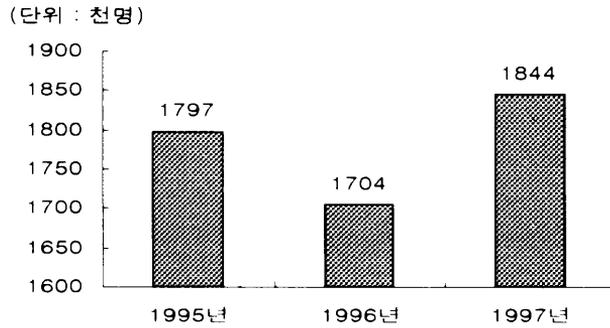


Fig. 9 The visitor entrance tendency in Chonjiyon fall (Seogwipo city)

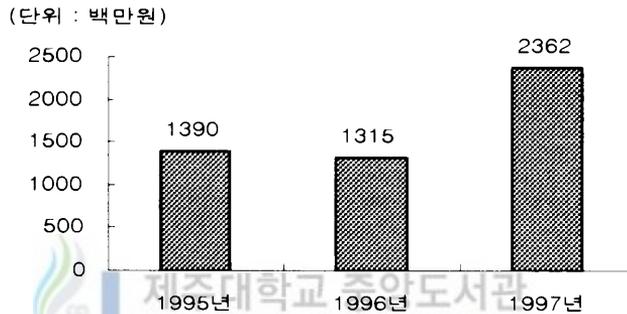


Fig. 10 The entrance fee tendency in Chonjiyon fall

### 1.2.3 외국인 관광객 현황

외국인 관광객은 '96년도에는 209천명에서 '97년도에는 184천명으로 줄었다가 '98년도에는 다시 증가하였다. 이를 국적별로 분류하여 보면 일본 관광객이 60%를 상회하는 점유율을 보이면서 점차 증가 추세에 있다.

Table 12. The foreign visitors due to nationality (Seogwipo city, 1999)

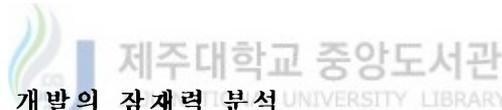
연도별	계 (천명)	일본 (천명)	홍콩 (천명)	대만 (천명)	중국 (천명)	미국 (천명)	기타 (천명)	비고
'96	209	129	18	26	4	4	28	
'97	184	121	18	13	5	3	24	
'98	224	139	44	8	15	5	16	

### 1.2.4 주요관광지 관광객 및 입장료 수입

서귀포시내의 3개 관광지 관광객수는 1997년도에 3,781천명이고, 입장료수입은 4,644백만원으로 Table 13 과 같고, 연외천 하류인 천지연폭포 관광지 입장객과 입장료 수입은 Fig. 9 과 Fig. 10 과 같다.

Table 13. The visitors and entrance fee in the major tourist resort

관광지별	1997년		1996년		1995년		비 고
	인 원 (천명)	징수액 (백만원)	인 원 (천명)	징수액 (백만원)	인 원 (천명)	징수액 (백만원)	
계	3,781	4,644	3,786	2,799	3,891	2,951	
천 지 연	1,844	2,362	1,704	1,315	1,797	1,390	
천 제 연	1,059	1,229	1,253	846	1,254	913	
정방폭포	798	1,053	829	829	840	648	



## 2. 연외천 친수공간 개발의 잠재력 분석

### 2.1 연외천 친수공간 개발 여건

#### 2.1.1 연외천 친수공간 필요성

자연으로부터 공급되는 깨끗한 물은 일단 인간생활에 활용하고 나면 수질이 오염되므로, 다른 사람이나 생물이 그 물을 다시 쓰기 위해서는 정수라는 환류(feedback) 과정을 거쳐야 한다. 이런 점에서 볼 때 물은 자연상태 그대로가 최적의 상태이다. 그러나 하천에서 수영, 낚시와 같은 물놀이 공간과 휴식공간은 생활향상에 따라 친수공간 확보가 절실히 요구되고 있다. 따라서 도시의 물 환경은 레크레이션의 창조를 위하여 치수·이수·환경적 기능간에 서로 조화를 이룰 수 있도록 종합적으로 검토하고, 면밀한 연구를 거쳐 통합적인 차원에서 물환경이 개선되도록 하여야 할 것이다.

하천공간개발을 위한 하천계획은 치수계획, 이수계획, 환경계획으로 대별할 수 있다. 연외천을 하천 종합적인 공간 계획 차원에서 어떻게 가꾸어 나가느냐의 방향은 치수·이수·환경계획과 더불어 친수계획을 추가하여 효율적 이용을 위한 방안이 마련되어야 하겠다.

즉 이제까지 홍수시를 대비하여 하천변에 제방과 호안을 쌓는 치수의 개념에서 벗어나 주민의 이익이 되는 방향으로 이수계획을 수립하고, 환경적 기능을 보완하여 보다 시민과 가깝게 주민 편의 시설을 확대함으로써 하천공간을 효율적으로 개발하여 쾌적한 다목적 공간으로서의 친수공간 조성이 필요하다.

### 2.1.2 관련 계획 및 법규 검토

연외천은 토지이용계획 차원에서 검토하여 보면 제주도개발특별법, 도시계획법, 하천법 등의 적용을 받고 있다.

#### 1) 제주도개발특별법상 상대보전지역

연외천 동쪽 수림지역은 상대보전지역으로써 도시사의 허가를 받아 다음과 같은 시설은 가능하다.

- 수도시설 및 하수관거, 농어촌 용수시설의 설치
- 자연환경을 현저히 훼손하지 아니하는 범위 안에서 농지의 조성.
- 근린공공시설, 근린생활시설, 도로변 휴게소, 조경시설
- 소공원, 피크닉장, 간이휴게소, 야영장, 전망대, 야외 공연장

#### 2) 도시계획법상 보전녹지지역

연외천 주변 지역은 대부분이 보전녹지지역으로 지정되어 있어 건축법 및 건축조례의 정하는 바에 의거 시장의 허가를 받아 시설이 가능하다.

- 슈퍼마켓, 휴게음식점, 소매점
- 테니스장, 골프연습장, 체력단련장, 낚시터
- 공연장, 유기장, 수리점 등

#### 3) 주변 지역을 공원으로 지정 시 유치가능 시설은 다음과 같다.

- 조경시설 : 식수대, 그늘시렁, 못, 폭포
- 휴양시설 : 야유회장, 야영장, 노인복지회관
- 유희시설 : 뱃놀이터, 낚시터, 정글짐, 사다리

- 운동시설 : 축구장, 배구장, 조정장, 체력단련시설
- 교양시설 : 도서관, 전시관, 어린이교통안전교육장
- 편의시설 : 휴게음식점, 전망대, 음수장, 다과점
- 기타시설 : 공원관리시설등 유사한 기능을 가진 시설

4) 하천에서는 수질이나 유량에 관계되는 행위는 금지하고 있다.

- 유독물 또는 동물의 사체를 버리는 행위
- 유량 또는 유수의 방향을 변경하는 행위
- 하천의 부속물을 손괴할 우려가 있는 행위
- 다량의 토석 또는 진개나 오염물질을 배출하는 행위

## 2.2 연외천 하천정비 방향

### 2.2.1 호안

연외천의 일부 구간은 토지이용계획상 보전지역으로 지정되는 등 환경이 수려하므로 호안을 쌓을 때는 주변 지역과의 조화가 필요하다. 따라서 호안을 정비, 개수할 때에는 생태계를 보전하고 경관에 유의 시공되어야 할 것이다. 환경호안은 치수적 요건 뿐만 아니라 환경적 요건도 고려하여 설계되어야 하며 경관보전호안은 주로 환경과의 조화, 외견상의 아름다움을 고려한 호안을 말하는데, 환경호안을 분류하면 Fig. 11 과 같다.

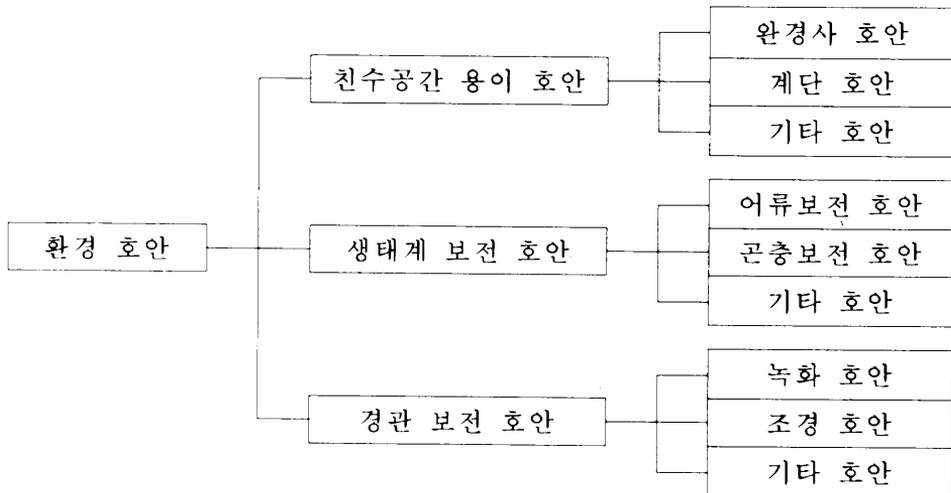


Fig 11. The kinds of the environmental bank(Min et al, 1999)

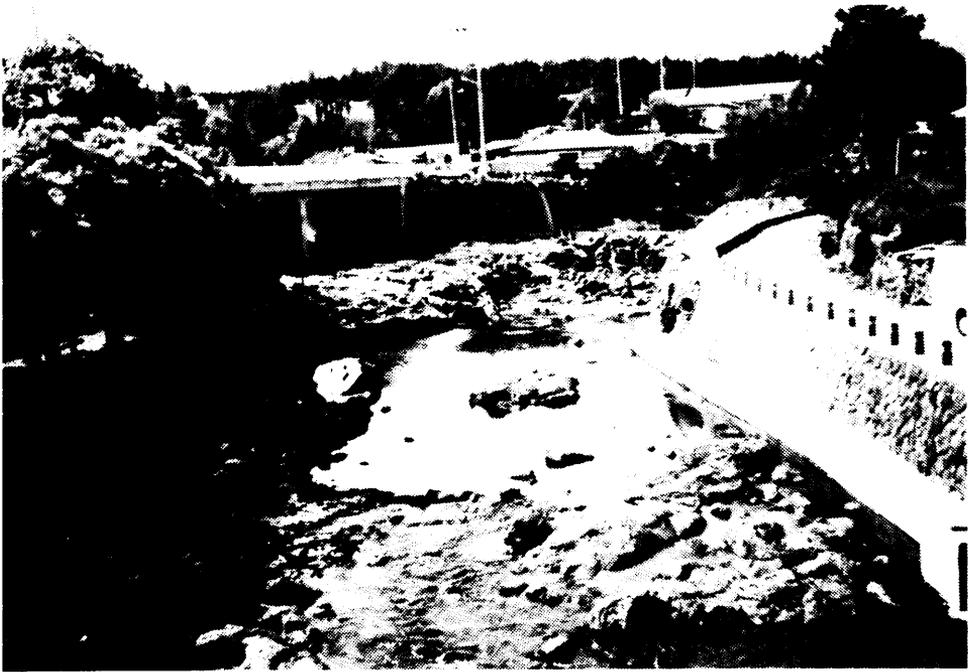


Fig. 12 The rivetment picture of Yonwoi stream

호안의 축조는 치수기능을 향상시키는 것이 가장 중요하다. 더욱이 본 하천은 하상경사가 급하여 홍수시는 유속이 무척 빨라진다. 따라서 홍수 소통능력을 확보함은 물론 친수, 생태계, 경관 보전이 되고 상호 조화가 되도록 Fig 13과 같은 기법으로 시설하는 것이 좋겠다.

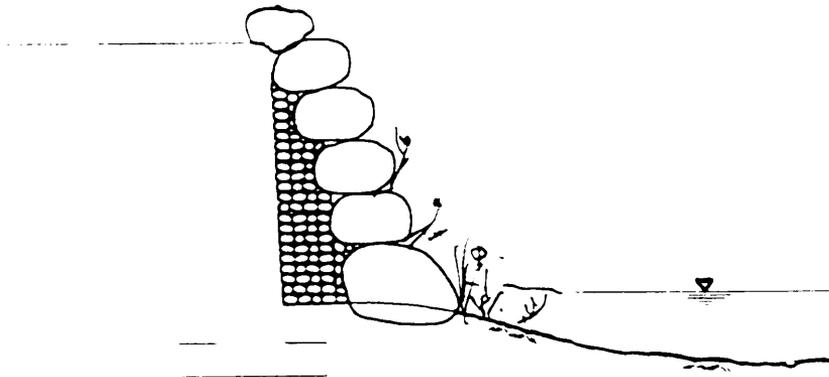


Fig. 13 The rivetment maintenance plan in Yonwoi stream

자연석 호안은 침식을 방지하고 유속을 감소하기 위하여 좋은 방법인데 돌의 크기는 U.S army에서 Ishbash의 공식을 써서 결정하여 좋은 결과를 얻고 있다.

석재가 유실되지 않고 존재한다는 것은 유수중에 있어서 돌의 안정을 나타내는 것이다. 연외천 유속은 상하류에 따라 다르다. 최대 홍수시에는 3m/s로 하여 W. Airy의 법칙에 따라 계산하면(민 등, 1999),

$$V = E_1 \sqrt{2g \cdot \frac{s_1 - s_2}{s_1} \cdot D}$$

$$3 = 0.86 \sqrt{2 \times 9.81 \times \frac{2.65 - 1.0}{1.0} \cdot D}$$

자연석의 크기는 61cm 내외가 적당하다.

### 2.2.2 산책로

고수부지나 하상에 설치되는 산책로는 흐르는 물에 의한 영향을 고려하여 되도록 평탄하게 하는 것이 바람직하지만 경사도가 필요한 경우에는 완만한 구배를 유지하여 설치하는 것이 바람직하다(김 등, 1998). 친수공간에서의 각 형태별 산책로 경사는 Fig. 14 과 같고, 사람이 편안히 걸을 수 있는 최소한의 폭원은 Table 14 와 같다.

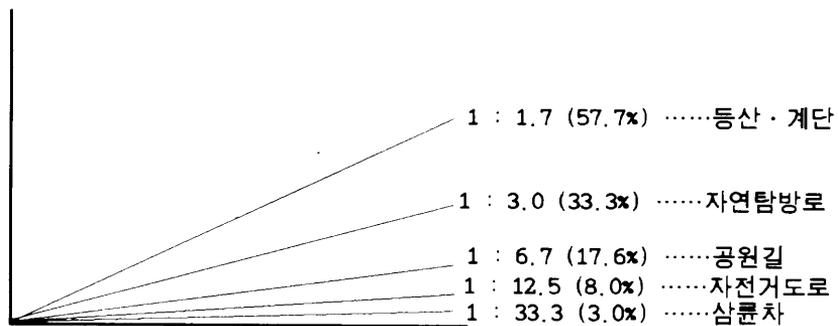


Fig. 14 The encouraging slope in promenade

Table 14. The promenade width

구 분	폭 원	비 고
· 사람이 걸을 수 있는 최소폭	40cm	
· 걷기에 필요한 인체의 폭	60cm	
· 혼자 걷기 산책로 폭	80cm	양측 여유폭 20cm
· 2인 걷기 산책로 폭	150cm	

※ n인 걷기인 경우  $(60\text{cm} \times n) + 20\text{cm} + (n - 1) \times 10\text{cm}$

Fig. 14 와 Table 14 를 비교하여 보면 공원길의 산책로는 경사가 17.6% 정도까지는 가능하므로 하천내의 2사람 걷기에 필요한 산책로 폭원은 150cm가 적당하다.

연외천 내에는 시가지의 생활하수를 하수종말처리장으로 송수하기 위한 하수관거가 하천을 종단, 횡단하여 시설되어 있다.



Fig. 15 The sewage concrete pipe picture in Yonwoi stream

하수관거 구조물은 콘크리트 재료로 시설되어 하천환경과 경관을 저해하고 있으므로 관거시설을 기초로 하여 자연석 재료나 목재를 활용 주변 환경과 조화되도록 산책도로를 만들면 훼손된 하천경관이 복원되고, 주민이 즐겨 찾을 수 있는 친수공간의 산책로 역할을 할 수 있을 것이다.

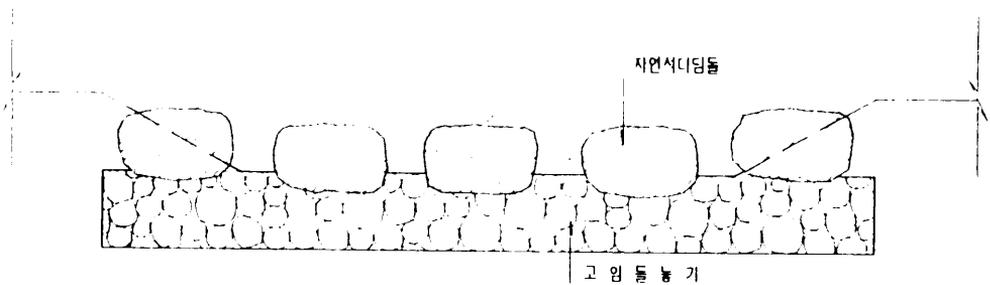


Fig. 16 The promenade maintenance plan in Yonwoi stream

### 2.2.3 낙차공

하천내 수위를 높이고 하상의 안정성을 도모하기 위하여 시설하는 낙차공이나 보는 토사이동을 차단하고 유수의 급변을 초래하여 어류의 상하류 통과가 저해될 수도 있으나 주민들이 이용하는 빨래터, 물놀이 등의 장소를 제공하는 등 친수공간으로써 좋은 역할을 한다. 그러나 연외천내에는 하상이 암반으로 형성되어 물흐름이 빠른 실정이다.

하천내 주요지점에 수위 유지를 위한 낙차공 시설을 하여 주민이 쉽게 이용할 수 있도록 함으로써 보다 많은 친수공간 조성이 바람직하다.



Fig. 17 The weir picture crossing Yonwoi stream

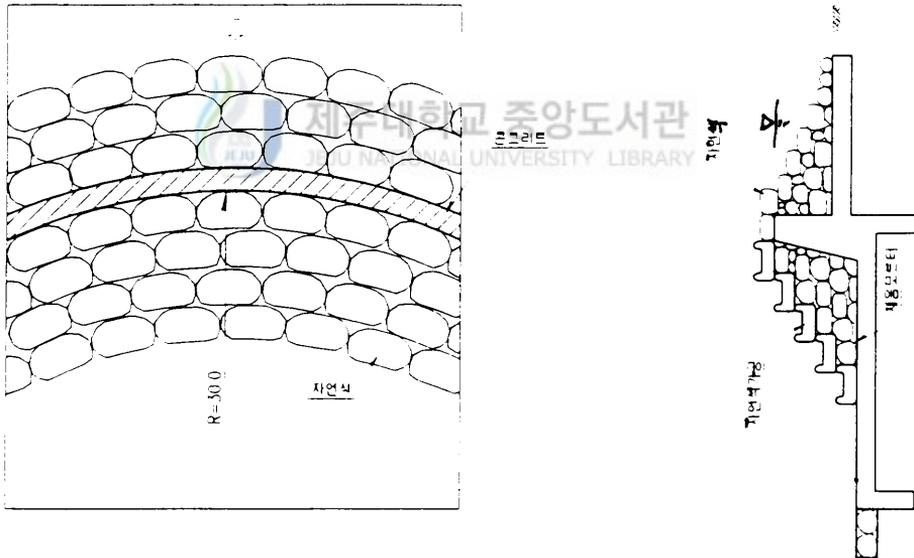


Fig. 18 The weir maintenance plan in Yonwoi stream

#### 2.2.4 접근로 시설

하천의 중류지점인 서흥교 부근에는 하천과 도로가 접해 있으나 석축이나 콘크리트로 높게 호안이 축조되어 있어 주민 접근이 안되고 있다. 더구나 하천 하류에는

사유지와 인접해 있어 주민 접근이 곤란하다.



Fig. 19 The Yonwoi stream picture without driveway

본 하천은 시가지에 인접해 있어 연중 주민휴식공간으로 이용되고 있고, 특히 가  
 목시에는 농업용수 공급원이 되고 있다. 따라서 기존 이용하고 있는 접근로를 확장  
 정비하고 주요지점에 접근로를 시설하여 주민편의를 도모해야 하겠다.

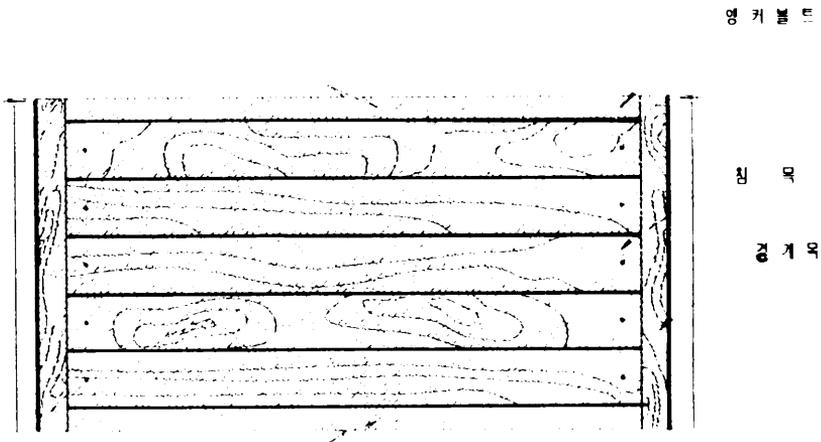


Fig. 20 The driveway maintenance plan in Yonwoi stream

## IV. 고찰 및 결론

서귀포시 관내 준용하천 대부분이 하상경사가 급하여 홍수시에 주변지역이 침수되는 사례가 있다. 그 중 연외천은 시가지에 인접 위치하여 천지연 폭포 수원을 형성하는 하천이다. 따라서 홍수시 치수 기능으로서의 안전성 확보 방안과 갈수기시 용수의 원활한 이용을 도모하여 이수기능을 증진시키고, 하천이 갖는 매력을 정비, 복원하여 사람들이 즐겨찾는 친수공간으로 조성하는 방안을 고찰하면,

첫째, 연외천은 홍수시 물흐름이 기복이 심하나 하천연변에 토지나 가옥이 대체로 높게 위치하고 있어 하천범람으로 인한 피해는 적을 것으로 보이나 일부구간은 급경사로 유속이 빨라 시설물이나 하상이 유실될 수 있으므로 자연감 있는 재료로 호안등을 보강하고 나무를 심어 치수의 안정성을 도모하여야 하겠다.

둘째, 연외천은 갈수기시에도 하천유량이 많이 인근 지역 농경지에 농업용수의 주 수원으로 활용되고 있으므로 도로변으로 취수장을 만들어 많은 사람들이 이용되도록하고, 하천의 수리수문학적 특성등을 감안 다양하고 폭넓게 각계 각층이 이용할 수 있도록 경제적이고 효율적인 이수증진 방안이 수립 시행되어야 할 것이다.

셋째, 용천수가 항상 흐르나 수량은 홍수기와 갈수기시 많은 차이를 보이고 있으므로 하천 원래의 모습을 되찾는데 중점을 두어 옛날의 정서와 미래의 희망이 조화되도록 친수공간을 계획하여야 할 것이며, 또한 하류 천지연폭포 수량 증대를 통하여 천혜의 관광시설물의 가치를 높이기 위해서는 폭포상류 하천 인접지에 저류지를 만들어 홍수시나 야간에 물을 저장하였다가 갈수기나 관광객이 많이 관람하는 시간대에 방류하고, 도시내 대형건축물에서 1차 사용한 중수도를 하천으로 연결, 유량을 늘리고 수질을 보전하는 방안을 마련하며, 또한 하천 상류에 지하수를 착정 갈수기에 취수 방류하거나, 폭포하류 수원에는 동력펌프를 시설하여 폭포수를 순환 낙하되도록함으로써 세계적인 폭포경관이 조성될 수 있도록 추진하는 것이 바람직 할 것이다.

넷째, 하폭이 좁고 유속이 빨라 하천 내에서 사람들이 이용할 수 있는 공원화 시설은 어려우므로 하천 인접지에 나무를 식재 숲을 조성하고, 자연적으로 제방이나 호안을 쌓고 그 구간에 화초류, 관목류를 심어 년중 꽃피는 환경을 조성하며 또한 벤치시설, 놀이시설을 갖추고 운동시설, 유희시설, 편의 시설, 조경시설, 휴게시설 등을 조성하여 공원이나 유원지 형태로 정비하는 것이 바람직하다.

맑은 공기와 깨끗한 물, 그리고 푸른바다는 소중한 우리의 자산이다. 수려한 하천환경을 지키며 공해없고 아늑한 친수공간 환경을 조성하는 것은 무척 중요한 일이다. 따라서 자연형 하천공간 개발은 관광개발사업과 연계 시행되어야 한다. 하천과 바다가 오염되고, 식생환경이 잃어버린 곳에 아무리 세계수준의 관광시설물이 들어선다 해도 활용가치가 많이 떨어질 것이다. 연외천은 서귀포시의 훌륭한 관광자원이나 최근 경제적 어려움으로 인하여 관광객이 줄어들고 있다. 이는 지금까지 관광객의 다양한 욕구를 극복할 수 있는 대안 마련이 미흡한데 기인한 것으로 해석된다.

앞으로의 하천 친수공간 개발사업은 홍수를 대비하는 치수의 안정성 이외에도 하천의 자정작용과 생태계 보전·복원을 위한 사업과 병행 시행되어야 하겠고 그 지역의 오랜 풍토와 관습을 반영하여 싫증나지 않으며 누구나 친밀감을 갖는 친수성 공간 확보와 개발에 초점을 맞추어야 할 것이다. 이를 위해서는

첫째, 기존의 하천정비는 수리수문학적 관점에서 하천의 직강화나 수로화 등 치수상의 안정성 확보 차원에서 중점 추진되어왔으나 앞으로는 하천의 환경적 자정기능을 유지하기 위하여 하상굴착을 가급적 지양하고, 저수로를 최소한으로 정비하되, 주요지점에 저류용 돌보나 낙차공을 설치, 친수공간을 확보하여 환경이 보전되고 주변과 조화되도록 시설하며, 평상시에도 일정한 수위와 수질을 유지하여 수환경의 매력을 살리고, 이용도를 증진시킬 수 있도록 정비, 복원한다.

둘째, 주민이 쉽게 접근할 수 있도록 자연석이나 목재를 이용 진입로를 시설하고 하천주변 사유지에는 소규모 수영장이나 물놀이터를 만들어 주민이 이용할 수 있도록 하며, 또한 하천내 석축호안 및 콘크리트옹벽은 자연재료를 이용 마감하고, 돌사이에 화초류, 관목류를 심어 물과 돌 그리고 꽃이 있는 공간으로 조성하되, 하천정비로 생긴 유휴지에는 사람들이 이용할 수 있는 벤치를 시설하고,

소규모 휴게시설을 유치, 휴식공간을 조성함으로써 사람들이 즐겨 찾도록 한다.

셋째, 친수공간에는 접근로 시설이 필요하므로 하천진입 부분의 콘크리트방호벽, 철계단 등을 철거하여 자연감 있고 이용이 쉽게 접근로를 시설하고, 하상에 시설된 하수관거를 기초로 하여 산책로를 만들어 하상을 보기 좋게 정리함으로써 사람들이 오래 머물 수 있는 환경을 조성한다.

넷째, 하도를 따라 종단, 횡단 방향으로 하수도 관거가 시설되어 있고 하수방류구가 있어 환경 및 미관이 불량하고 하천오염의 요인이 되고 있으므로 하수관거는 자연상태로 정비하고, 하천을 횡단하는 지점의 관거를 기초로 하여 징검다리를 시설하며, 하수방류구는 오수관으로 연결, 처리함으로써 청정한 환경과 수질이 보전되도록 한다. 끝.



## 참고문헌

- 서귀포시. 1995. 연외,호근천하천정비계획, p15 - 35.
- 민병형외4. 형설출판사, 1999. 하천공학, p355 - 392.
- 한국수자원학회, 1997. 한국의 수자원개발 30년사, p15 - 20.
- 이두한외4, 1998. 자연형 하천공법의 개발, 적용 및 평가.  
한국 수자원 학회, p383 - 388.
- 김진홍외2, 1998. 하천환경정비 일반사항 및 적용사례.  
한국 수자원 학회, p389 - 394.
- 이두한, 우효섭.1995. 하천환경정비, p 415 - 418.
- 이춘식, 1996. 하천의 수변공원 개발에 관한 정비 모델 연구, p23 -31.
- 권운혁,. 1996. 하천의 친수공간 및 경관정비 모의시스템 개발에 관한 연구,  
p30 -35.
- 김영대, 1994. 금호강 하천공간 개발전략에 관한 연구, p5 - 110.
- 건설부, 1992. 하천환경정비기법 기초조사 연구, p12 -21.
- 김현규, 1999. 인공습지조성을 위한 수생식물의 식재기반 조성 기준에  
관한 연구, p5 - 15.
- 건설교통부, 1998. 하천구역내 나무심기 및 관리에 관한 기준, p7 - 11.
- 환경부, 1999. 오염하천정화사업추진지침, p2 - 5.
- 신기철, 1997. 식생정화시설의 기본설계에 관한 연구, p15 - 25.
- 김장민, 1997, 식생호안의 효율적 설계에 관한 연구, p7 - 9.
- 강옥철, 1982, 서귀포시내 하천의 수서곤충군집에 관한 연구, p5 - 9.
- 건설교통부, 1996. 하천공간정비기법개발조사 연구, p70 - 90.
- 건설부, 1993, 하천시설기준, p768 - 800.
- 김용희, 1997, 대도시의 친수공간개발에 관한 연구, p30 - 45.
- 김경영외2, 1998, 하천친수계획과 디자인,,p5 -40.

건설교통부. 1996. 하천환경 관리지침. p3 - 12.

환경부, 1998. 국내여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발,  
한국기술연구원, p3 - 231.

건설교통부. 1997. 하천내 수목의 현황 및 관리방안에 관한 조사 연구.  
p79 - 78.

이원환, 1995, 하천계획관리론. 동명사, p10 - 120.



## 감사의 말씀

자연형 하천 친수공간 개발방향에 관한 연구를 지도해 주신 김남형 교수님께 깊은 감사를 드리오며 아울러 심사과정에서 가르침을 주신 양성기 교수님, 이병걸 교수님, 박상렬 교수님께 감사를 드립니다.

특히 서귀포시민의 오랜 숙원이 되어왔던 연외천의 친수공간 개발방향에 대하여 연구기회를 마련해 주신 서귀포시 강상주 시장님 그리고 김상헌 의원님, 고대옥 의원님, 동료 직원에게 감사를 드리오며 저의 부족한 생각이나마 연외천 정비·복원과정에서 참고되었으면 합니다.

끝으로 오늘이 있기까지 저를 도와주신 사랑하는 윤선량 님과 자녀들에게도 모든 어려움을 슬기롭게 이겨내고, 지혜롭고 희망을 창출하는 위안의 선물이 되었으면 합니다.

