

이 책에 실린 내용을 무단 전재하거나 복사  
유통시키면 법에 저촉됩니다.

# 소하천 관리를 위한 기초연구

- 부여군 오수천을 중심으로 -

2001. 12

# 소하천 관리를 위한 기초연구

- 부여군 오수천을 중심으로 -

2001. 12

임 상 돈

# 목 차

<b>제1장 서 론</b>	<b>1</b>
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	3
3. 연구내용 및 방법	3
4. 하천관련 법령	4
<b>제2장 소하천별 유역 현황</b>	<b>5</b>
1. 소하천의 특성	5
1) 지형학적 특성	6
2) 수리·수문학적 특성	6
3) 경관 및 환경특성	7
4) 기타 특성	7
2. 자연 환경	9
1) 유황 및 지형	9
2) 기상	13
3) 토질 및 토양조사	14
3. 인문·사회 환경	15
1) 인구	15
2) 토지이용	15
3) 축산현황	16
4) 환경기초시설 현황	17
<b>제3장 수환경 현황</b>	<b>20</b>
1. 오염발생원 조사	20
2. 수질조사	24

1) 조사 개요 .....	24
2) 수질조사 .....	25
3) 수질조사 결과 예 .....	27
3. 수문 조사 .....	29
1) 수리·수문자료 실측 .....	29
2) 홍수량 산정 .....	32
3) 유수량 산정 .....	37
4. 생태 조사 .....	39
1) 수변조사 .....	39
2) 식생조사 .....	41
3) 어류 및 피충류조사 .....	53
4) 조수류 조사 .....	62

#### **제4장 하천관리방안 .....68**

1. 생태 및 환경지도 .....	68
1) 자연수로 .....	71
2) 하상재료와 수중서식 형태 .....	72
2. 하천의 수질개선 .....	73
1) 수질의 목표기준 설정 .....	73
2) 오염원별 처리방안 .....	75
3) 하천의 자연적 정화방법 .....	77
4) 수질 정화방법의 선정 .....	85
5) 수질모델링 .....	86
3. 자연형 하천정비 .....	89
1) 자연형 하천공법 .....	89
2) 자연형공법의 적용시 고려사항 .....	101

제5장 결 론 .....	112
참고 문헌 .....	114

< 표 1-1 > 우리나라의 하천 및 수자원 관련 주요 법령 .....	4
< 표 2-1 > 수문지형적 인자에 따른 소하천 범위 .....	6
< 표 2-2 > 소하천의 규모 .....	9
< 표 2-3 > 소하천 유역특성 조사항목 .....	12
< 표 2-4 > 오수천의 평균고도 및 경사 .....	12
< 표 2-5 > 오수천의 현황 .....	13
< 표 2-6 > 부여지방의 기상개황(관측기간 1991-2000) .....	14
< 표 2-7 > 오수천유역의 토지이용현황 .....	16
< 표 2-8 > 토지이용 현황 .....	16
< 표 2-9 > 가축사육 현황 .....	17
< 표 3-1 > 주요 오염원에 대한 원단위 .....	22
< 표 3-2 > 토지이용에 따른 오염부하량 원단위 .....	22
< 표 3-3 > 산업폐수의 원단위 .....	23
< 표 3-4 > 지역별 배출허용기준 .....	23
< 표 3-5 > 인구 및 토지 이용에 따른 오염부하량 .....	24
< 표 3-6 > 하천환경기준 (환경정책 기본법 제 10조) .....	25
< 표 3-7 > 1차 수질검사 결과(2001. 5) .....	28
< 표 3-8 > 2차 및 3차 수질검사 결과 .....	28
< 표 3-9 > 수리·수문량 조사항목 .....	30
< 표 3-10 > 오수천의 수문학적 현황 .....	31
< 표 3-11 > 홍수량산정 지점 및 산정결과 .....	37
< 표 3-12 > 각 유사량 공식의 적용범위 .....	39
< 표 3-13 > 수생식물의 식생에 따른 분류 .....	43
< 표 3-14 > 하천식생의 기능 .....	46

< 표 3-15 > 습생·수생 식물군락의 생태적 기능 .....	47
< 표 3-17 > 어류상의 분류('87 자연생태계 전국조사) .....	55
< 표 3-18 > 어종의 분포 .....	56
< 표 4-1 > 하상재료와 수중서식의 형태 .....	72
< 표 4-2 > 어류와 하천의 유형 .....	73
< 표 4-3 > 하천의 수질환경기준 .....	74
< 표 4-4 > 오염원별 주요 오염물질 및 처리방법 .....	75
< 표 4-5 > 오염농도별 접촉산화법 설계기준 .....	79
< 표 4-6 > 각종 수량확보방안 .....	81
< 표 4-7 > 자연형 정화방법의 특징 .....	83
< 표 4-8 > 하천수질 예측모형의 종류와 특징 .....	87
< 표 4-9 > 자연형 하천 정비 대상 및 특성 .....	108
< 표 4-10 > 소의 종류 .....	110
< 표 4-11 > 소·여울 조성기준 .....	111



# 그림 차례

( 그림 2-1 ) 부여군의 소하천 현황 .....	8
( 그림 2-2 ) 부여 오수천 유역 .....	11
( 그림 2-3 ) 부여군의 지질도 .....	15
( 그림 3-1 ) 소하천의 수질검사 예 .....	26
( 그림 3-2 ) 하천변의 수생분포역과 수위관계 .....	42
( 그림 4-1 ) 오수천의 생태지도 .....	69
( 그림 4-2 ) 환경지도의 예시 (경기도 간파천) .....	70
( 그림 4-3 ) 양재천 우면동 구간에 적용된 하도내 공법 .....	102
( 그림 4-4 ) 양재천 과천구간의 저수로와 둔치 .....	104
( 그림 4-5 ) 양재천 과천구간에 적용된 저수호안공법 .....	105
( 그림 4-6 ) 양재천 우면동 구간에 적용된 저수로 호안공법 .....	107

# 제1장 서론

## 1. 연구의 필요성

하천은 인간의 생활과 밀접한 관계가 있는 자연환경으로서 흐르는 물, 하천부지의 공간, 그리고 하천을 기반으로 해서 살아가는 동식물들로 이루어진 공간이다. 이러한 하천들은 때로는 홍수시 범람하여 하천주변에 많은 피해를 주거나 건천화 또는 하천공간의 황폐화 등 문제점이 발생하여서 대규모의 하천정비가 이루어졌다. 이와 같은 하천정비는 대규모 하천에 만 역점을 두어왔으나 소하천법으로 지정된 하천 24,455개 39,500km(자연형 하상공법의 재해특성 분석에 관한 연구(1), 1999) 등에서 홍수피해가 자주 발생하고 또한 댐질식 복구로 예산낭비가 초래되는 등 많은 문제점이 노출되었다. 그리고 무엇보다도 소하천 주변 농촌지역의 급속한 경제성장에 따른 생활하수, 축산폐수, 농지로부터의 화학비료, 농약유출에 의하여 오염이 가중되고 있어서 물을 사용할 수 없을 정도로 수질이 악화되고 있으며, 하천주변의 환경도 황폐화되는 등 문제점이 발생하고 있어서 이에 대한 개선방안이 검토되었다.

행정자치부에서는 소하천에 대한 수질관리에 성공하지 못하면 대형하천의 오염을 피할 수 없는 것으로 인식하고 종전의 치수·이수위주의 소하천 정비에 환경기능을 접목한 새로운 정비방향을 마련하고, 1995년부터 2016년까지 2단계에 걸쳐 총 5조 9천억원의 재원을 확보하고 장기적으로 소하천 정비사업을 추진하는 계획을 수립하였으며, 현재 소하천 시범 정비사업, 종합계획 수립 등 소하천 정비사업을 활발히 추진하고 있다. 건설교통부에서도 하천정비사업시 수질개선, 생태계보전을 위해 자연친화적 정비사업을 전국으로 확대토록 하고, 하천정비시에는 콘크리트 대신 나무와 돌 등의 자연친화적 재료

를 사용하여 셋강이나 습지를 조성토록 하여 어류나 곤충의 서식지를 제공토록 유도하고 있다(2001년 10월 8일, 중앙일보).

충청남도의 소하천은 2001년 5월 31일 현재 2,503개이며, 정비는 948.66km(28.2%)이고, 미정비는 2,413.11km(71.8%)이다. 1단계로 2004년까지 사업비 159,571백만원으로 420.83km를 정비하고, 2단계는 2005년부터 2016년까지 사업비 831,115백만원으로 2,063.39km를 실시할 예정이다. 충남도내 자연형 소하천의 정비사항을 보면 충남 홍성군 신리천, 아산시의 외암소하천, 금산군의 건전천이나 산가천, 계룡출장소의 도림천 등이 있다. 특히 금산군은 1998년부터 수해복구와 일반사업을 통해서 소하천의 정비를 환경친화적인 방법으로 시행하고자 콘크리트 하천공작물을 단계적으로 개량하여 자연석을 이용한 낙차공을 설치하고 또한 자연석을 전석쌓기 방법으로 호안을 설치하여 현재 소하천 140개, 법정하천 34개중 27개소를 완료하였다.

소하천의 정비 후 하천의 관리를 효율적으로 하기 위해서는 소하천유역의 현황과 생태에 대한 전반적인 조사가 이루어져야 한다. 이와 관련된 연구보고서들이 최근에 경기개발연구원에서 발간되었으나 이들 보고서들은 개별적인 소하천에 대한 것으로서 소하천 관리를 위한 전반적인 사항을 다루지 않아서 소하천 관리를 위한 지침으로 활용하기에는 어려움이 있다. 그리고 국립방재연구소에서 소하천 시설기준을 제정하였으나 소하천정비를 위한 전반적인 내용을 다루고 있어서 하천관리를 위한 지침으로 활용하기에는 다소 어려운 점이 있다. 따라서 소하천의 관리를 체계적으로 하기 위한 소하천 유역의 자연환경과 인문사회환경, 수환경의 현황으로 오염발생원, 수질조사, 수문조사, 생태조사에 대한 방법과 기준을 제시하고, 하천환경지도의 작성방법, 그리고 소하천 관리방안으로서 수질개선방안과 자연형 하천정비 등에 대한 방법을 제시하는 지침의 제시가 필요하다.

## 2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 충청남도 소하천의 체계적인 관리를 위한 기본방향을 제시하는데 있다. 소하천 관리는 지금까지 하천의 이수과 치수만을 목적으로 하였으나, 이제는 하천생태계의 보호와 복원을 위해 환경에 대한 사전조사까지 요구되고 있기 때문에 소하천 관리에 대한 기본방향이 설정되어야 할 것이다. 이를 위해서는 관계공무원들이 소하천의 관리에 필요한 자료구축과 조사방법 등에 대하여 체계적으로 정리한 지침이 필요하다.

이 연구에서는 소하천관리를 위해 필요한 기본자료와 수환경 현황을 파악하기 위한 수질조사 방법, 수문조사 방법, 생태조사의 구분과 방법, 생태지도, 그리고 소하천의 수질개선을방안과 자연형 하천정비 사례들을 설명하고자 한다.

## 3. 연구내용 및 방법

이 연구는 소하천 관리를 위한 기초연구로서 지침으로 요구되는 전반적인 사항은 다루지 못하나 소하천 관리에 필요한 소하천의 지역적 특성, 계절별 유량변화에 따른 수리·수문실측 자료의 확보, 그리고 상류에서 하류까지의 생태자료, 수질분석 등을 연구내용으로 한다.

이 연구에서는 연구내용을 이해하기 쉽도록 부여군의 소하천인 오수천을 대상으로 하여 설명하고자 한다.

#### 4. 하천관련 법령

우리나라의 하천 및 기타 수자원 관련 법령은 치수·이수목적의 수량관련 법률과 수환경개선 목적의 수질관리 법률로 대별된다. <표 1-1>과 같이 수량관리를 위한 공유수면관리법이 1961년 제정되었으며, 하천관리기본법인 하천법은 1971년, 농어촌의 용수개발과 관리를 위한 농어촌 정비법, 비법정 하천의 정비 및 유지, 홍수재해예방을 위하여 1995년 소하천 정비법이 제정되었다. 그리고 하천수의 오염에 관한 법률은 환경정책기본법과 수질환경보전법이 제정되면서 환경관리의 기본과 수환경의 보존과 관리를 위한 법이 체계화되었다고 볼 수 있다.

소하천정비법은 소하천의 종합적인 관리와 소하천의 정비·이용 및 보전에 관한 사항을 규정할 목적으로 제정되었으며 총 5장 28조로 구성되어 있다. 제1장은 총칙, 제2장 소하천정비, 제3장 소하천보전, 제4장 보칙, 제5장 벌칙으로 되어있다.

< 표 1-1 > 우리나라의 하천 및 수자원 관련 주요 법령

구 분	법 률 명	제정일	주 요 내 용
수량 관 련 법 률	하 천 법	71. 1.29	- 하수로 인한 피해방지와 하천관리의 목적 - 하천의 관리보전과 공용부담, 이·치수에 관한 기본법
	소하천 정비법	95. 1. 5	- 소하천 정비·이용·관리 및 보전에 관한 사항
	농어촌 정비법	94.12.12	- 농어촌 용수개발
	공유수면관리법	61.12.19	- 공유수면의 보전·이용
	공유수면매립법	62. 1.20	- 공유수면매립에 관한 사항을 규정
	특정다목적댐	66. 4.23	- 댐건설·관리, 댐사용권
수 환 경 관 련 법 률	환경정책기본법	90. 8. 1	- 환경기준 설정, 피해규정 - 환경보전장기계획수립 등에 관한 사항 규정
	수질환경보전법	90. 8. 1	- 폐수의 배출행위 규제, 폐수배출처리 시설, 폐수처리법 - 공공수역의 수질보존, 특정호소 수질보전 - 수질측정망 설치 및 운영에 관한 사항을 규정
	도시계획법	71. 1.19	- 도시계획 구역내에서의 하천, 운하, 상·하수도 수질오염 방지시설 등의 계획과 사업에 관해 규정
	오수·분뇨 및 축산폐수처리에 관한 법률	91. 3. 8	- 오수정화시설 및 정화조설치, 분뇨처리시설의 설치 - 축산폐수배출처리시설의 설치허가 등에 관한 사항을 규정
	먹는물 관리법	95. 1. 5	- 먹는 물의 수질관리, 영업의 시설기준, 영업의 허가 및 영 업자에 대한 지도감독 등에 관한 사항을 규정

자료: 국립방재연구소, 소하천 시설기준 제정을 위한 기초연구, 1998.4

## 제2장 소하천별 유역 현황

### 1. 소하천의 특성

소하천은 소하천 정비법에 의하면 하천법의 적용 또는 준용을 받지 않는 하천중에서 시장·군수·구청장이 그 명칭과 구간을 정하여 지정·고시한 것으로 정의하고 있다. 따라서 소하천은 시장·군수·구청장이 지정하며, 지정권자가 소하천을 지정하기 이전에 지역주민 및 관계자의 의견을 수렴하도록 되어있고, 지정시 소하천의 명칭과 구간을 정하여 관리청의 공보 또는 게시판에 고시하고, 고시후 15일 내에 시·도지사를 경유하여 행정자치부 장관에게 그 사실을 보고하도록 되어 있으며, 지정·고시된 소하천은 소하천정비법 또는 다른 법률에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 시장·군수·구청장이 정비·관리하도록 되어있다.

우리나라의 소하천은 대부분 도시나 시골의 배수로, 산간지와 들에 구거(溝渠)의 형태로 되어있으며, 행정적으로는 군, 읍, 면 및 동에 걸쳐있고, 하천의 특성인 상·하류 연계성이 행정구역간의 사회·경제적 조건과 일치하지 않는 경우가 많다. 소하천 정비법 제정 이전에는 소하천을 행정구역과 규모에 따라 군천, 면천, 리천으로 구분하였으나, 이는 소하천의 수문학적 및 지형학적 특징인자를 고려하지 않고 구분한 것으로서 건설부에서는 수문 및 지형학적 특징인자를 고려하여 소하천을 산지지역과 평야지역으로 구분하여 범위를 설정하고 있다.

그러나 이 구분은 40개소의 소하천에 대한 수문지형학적 인자의 평균값으로 소하천의 범위를 일반화한 것으로서 일반화하기는 무리가 있으며, 1995년 제정된 소하천정비법 시행령에는 소하천의 지정대상을 유황(流況)으로 보아 일시적이 아닌 상당기간 유수가 있거나 있을 것으로 예상되는 구역으로 그 규모가 평균 하폭 2m 이상, 총연장 500m 이상으로 명시하고 있다.

< 표 2-1 > 수문지형적 인자에 따른 소하천 범위

지 역	면적(km <sup>2</sup> )	유로연장(km)	하상경사(S)	도달시간(min)
평야지역	5.4	4.1	0.028	29
산지지역	10.4	5.3	0.064	23
평 균	7.9	4.7	0.046	26

자료 : 건설부, 소규모 설계지침 보고서, 1990

## 1) 지형학적 특성

- (1) 상류부 산지 구간은 하폭이 좁고 굴곡이 심하며 경사가 급하고 기반암이 노출되어있는 상태로 되어있다.
- (2) 중하류 구간은 하폭이 산지하천에 비해 지속적으로 확장되며, 암석의 노출이 사라지고 사행이 발달하게 된다.
- (3) 소하천지역의 표고는 하천법으로 지정된 하천구역의 표고보다도 높아 일반적으로 강우량의 분포가 많으며, 기온은 낮다.

## 2) 수리·수문학적 특성

- (1) 유역면적이 작고 경사가 급해 유속이 빠르며, 대부분 농어촌, 산지에 분포가 많고 강우량의 분포가 평지부보다도 산지부에서 훨씬 많다.
- (2) 홍수량은 집수면적이 작으므로 국지성 집중호우에 지배된다.
- (3) 유로연장이 짧고 하상경사(河床傾斜)가 일반적으로 1/30~1/100(일반 하천 1/80 ~ 1/10,000)의 급경사를 이루며, 홍수도달 시간이 짧고 침투 유출량이 크다.
- (4) 산지 소하천에서의 홍수도달시간은 대부분 30분 이내이다.
- (5) 산지 소하천의 경우 산지표면의 피복토 두께가 작아서 임상이 무성하지 못하고 집중호우시 보류(保留)작용 또는 유출억제에 해당하는 우수차

단 효과가 적어서 산사태가 속출하고 있다.

(6) 유황의 변화가 심하여 평상시 건천화된 소하천이 많다.

### 3) 경관 및 환경특성

(1) 농어촌 지역 소하천의 경우 축산, 오·폐수의 방류, 쓰레기 등의 오물 투기, 유지관리의 미비로 하천의 경관이 훼손된 곳이 많다.

(2) 도시지역 소하천의 경우 각종 폐수에 의한 오염이 심화되고 있으며, 복개가 이루어진 곳이 많다.

(3) 도로의 개설로 인하여 자연적 유로 형상이 훼손되고 있다.

### 4) 기타 특성

(1) 소하천의 구간이 행정적으로 군, 읍, 면 및 동에 걸친 경우가 대부분이며, 소하천정비가 군·읍면의 경계에서 제한되는 경우가 많고, 하천의 특성상 상·하류 연계성이 행정구역간의 사회·경제적 조건과 일치되지 못하여 지장이 많다.

(2) 제방축조 및 하도정비 등에 영향을 받기 쉽다.

이러한 소하천의 특성에 의해 여름철 호우시 하천범람이 자주 발생하고 유출토사로 인한 농경지의 침수, 하안침식과 세굴 및 도로의 유실 등이 빈발하여 인명손상 및 재산피해의 발생 사례가 많다. 다음은 부여군의 소하천을 지형도에 표기한 것이며, 준용하천은 몇 개의 소하천과 연계되는 것이 보통이다.



( 그림 2-1 ) 부여군의 소하천 현황

부여군소하천 현황지도 (삽입)

## 2. 자연 환경

### 1) 유황 및 지형

소하천의 일반적인 지형적 특성은 다음과 같다.

- 상류부는 산지와 농경지에 접한 계곡을 따라 굴곡이 심하고 급경사를 이루고있다.
- 중류부는 농경 평야부를 관통하여 마을에 인접하고 있는 경우가 많다.
- 하류부는 농경 평야부나 마을을 지나 점점 완만한 유로를 형성하여 기존의법정하천과 합류한다.
- 하천의 집수면적이 작고 유로연장이 짧으며 상·하류간의 표고차가 커서 급류천인 경우가 많다.

소하천의 개략적 규모를 유역면적과 유로연장 및 수로폭으로 표시하면 <표 2-2>와 같다.

< 표 2-2 > 소하천의 규모

지 역	유역면적(km <sup>2</sup> )	유로 연장(km)	수로 폭(m)
산지 지역	10.5 이내	5.0 이내	2~10
평야 지역	5.5 이내	4.0 이내	2~10
평 균	8.0 이내	4.5 이내	6 이내

소하천의 하폭은 2~52m정도까지 차이가 크나 2~10m 정도의 경우가 약 80%이며, 유로연장은 0.5~12.0km이고, 대부분 유역형상이 협소하고 긴 모양이다. 하상경사는 1/30 ~1/100의 급경사를 이루고 있으며 홍수시 유속이 매우 커서 수해발생의 위험이 항상 있다.

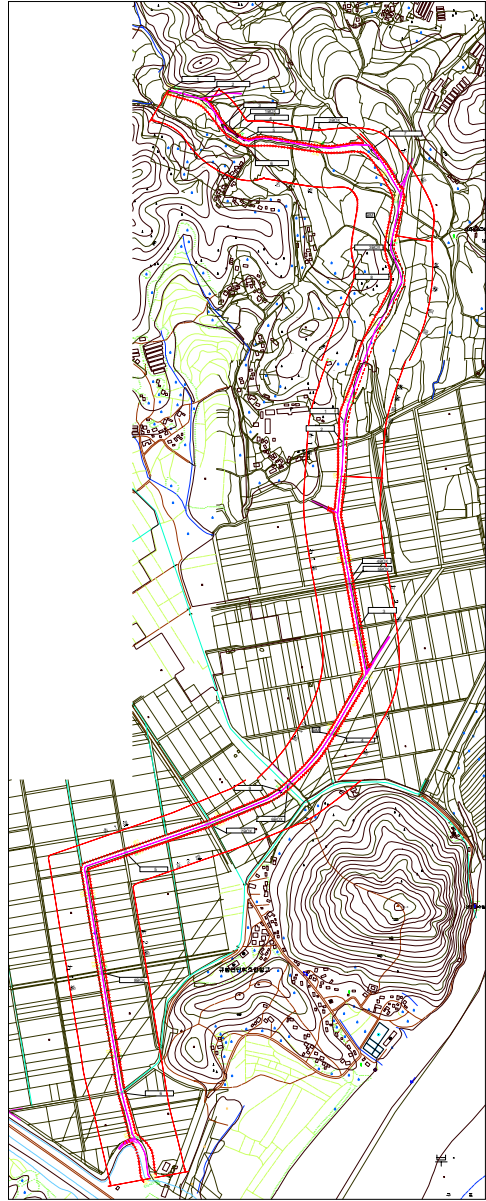
관리대상 소하천의 지형 및 유역에 대해서는 다음 사항들을 기술하고 필요한 도면은 예시되어야 한다.

- 하천유역의 위치도(位置圖) 또는 유역도: 하천이 위치한 곳과 주변을 나타내는 지형도등을 이용한다.
- 유역의 평균고도: 하천유역의 평균고도 및 지표면의 평균고도는 강우 및 토사의 유입과 밀접한 관계가 있다.
- 지질 및 토양 : 지반의 지질상 토양은 대수층의 특성상 지표수의 함양 및 지하수의 보충가능성, 하천오염시 지하수의 오염가능성을 판단하는데 필요하다.
- 유역면적 : 하천의 배수구역인 유역면적을 말하는 것으로서 일반적으로 유역면적이 크면 유량이 커지고 하폭등 공간규모가 커진다. 따라서 유역면적은 하천의 공간적 규모와 관련하여 하천유형을 설정하기 위한 기준이 된다.
- 유로연장 : 하천의 총연장인 유로 연장은 길면 하폭 등 하천공간의 규모가 커지나, 하천의 공간적 규모를 설정하기 위한 기준으로는 사용하기 곤란하다.
- 하폭 : 일반적으로 하천폭은 유역면적에 비례하여 커지게 되나 한 하천에 있어서 위치에 따라 다르기 때문에 하폭 하나만으로 하천의 유형을 구분하기 어려우나 하천의 공간적 규모를 결정하는 중요한 척도이므로 하천규모를 구분하는 기준으로 사용된다.
- 하상재료 : 하천의 하상과 주위 경계를 구성하는 재료특성을 기준으로 구분하는데, 하상이 펄로 구성된 것을 펄하천, 모래로 구성된 것을 모래하천, 자갈로 구성된 것을 자갈하천, 암반이 노출된 하천을 암반하천, 수초 등 식생이 자라고 있는 수초하천으로 구분한다.
- 하상경사별 구분 : 하천의 종단경사는 하천의 공간 및 흐름특성을 규정짓는 중요한 척도로서 경사의 크기에 따라 급경사, 중경사, 완경사, 역경사로 구분한다. 급경사는 1/1,000 이상, 완경사는 1/10,000~1/1,000, 완경사는

1/10,000 이하이다.

( 그림 2-2 ) 부여 오수천 유역

- 지형학적 구분 : 하천을 지형학적으로 유년기, 장년기, 노년기로 구분하는데, 유년기는 V자 형태로 형성된 하천, 장년기는 U자형으로 침식된 형태, 노년기하천은 하방침식이 중지되고 측방침식이 계속되는 하천을 말한다.
- 하천단면 형태별 구분 : 하천단면적  $A$ 와 수면폭  $T^2$ 의 비,  $A/T^2$  값을 기준으로 심천, 중천, 천천으로 구분할 수 있다.
- 하천종단 위치별 구분 : 하천길이를 기준으로 전 연장을 4등분하여 상류 1/4, 가운데 2/4는 중류하천, 나머지 1/4은 하류하천으로 구분한다.
- 하천부지 형태 : 하천부지 형태는 하천공간정비 측면에서 중요하다. 형태는 저수로폭과 하폭의 비를 기준으로 구분하는데, 저수로폭  $b$ 와 하폭  $w$ 의 비인  $b/w$ 가 0.5 이하인 경우는 높고, 0.5~ 0.75는 보통, 0.75 이상은 낮다고 볼 수 있다.
- 하천 생태적 구분 : 자연에 가까운 생태의 하천을 자연하천, 자연상태가 비교적 잘 보존된 하천을 반자연하천, 인공적으로 개조된 하천을 인공하천이라고 한다.



이와같은 조사항목을 표로 나타내면 다음 표와 같다.

< 표 2-3 > 소하천 유역특성 조사항목

조사 항목	세부항목	내 용
유역형상 조사	유역면적	수문설계시 기본인자
	유역평균경사	침투량, 유출량, 유출속도에 영향을 미침
	유역의 방향성	유역의 유출특성에 영향을 미침
	유역표고	강수특성에 영향을 미침(강수량과 비례관계)
	유역형상	지형 및 지질관계 파악과 유출에 영향을 미침. (우상, 수지상, 방사상, 평행상, 복합상 유역 등)
하천형태 조사	유로연장	홍수 도달시간과 침투 발생시간에 영향을 미침
	하폭	하천규모를 결정하는 주요 인자
	하상경사	유속, 도달시간, 침투시간 등 유하특성에 영향을 미침
	하천밀도	유역지형, 피복상태의 종합적 효과를 나타내는 인자
	하상계수	하천유량의 안정도를 수량적으로 나타내는 인자
	하천지형형태	지질학적 발달과정을 판단하는 기준(유년기, 장년기, 노년기)
	하천사행특성	유심의 변화, 제방과괴, 국부세굴 등 하천재해요소에 큰 영향
토질 및 토양조사	유역토질	침투량 및 손실량추정에 이용하여 유출특성에 큰 영향
	유역토양	유출율, 침투율, 배수상태 등에 대해 영향을 미침 (정밀토양도, 정밀토양 해설도, 개략 토양도 등)
지표상황 및 시설물조사	토지이용상태	토지의 용도별 면적구성비(불투수, 투수면적)로 유출에 영향
	수계조사	배수계통, 단면형태, 조도 등 전반적인 홍수소통 능력 판단
	주요시설물	유역내 시설물의 밀집도 조사에 의해 유출영향 판단

오수천은 부여군 부여읍 오수리에서 발원하여 오수소류지를 거쳐 오수소 하천으로 유입되어 다시 기경지 정리지구 배수로로 유입되어 백마강과 합류된다. 오수천의 경사는 <표 2-4>에서 보는 바와 같이 상류는 급경사이나 점차 하류로 내려오면 경사도가 완만해 진다.

< 표 2-4 > 오수천의 평균고도 및 경사

구 분	평균고도(EL,m)	평균경사(%)
상 류	320.1	38
중 류	285.0 ~ 310	28 ~ 32
하 류	220.5	24

소하천의 유역면적 및 유로연장, 유역평균폭, 형상계수, 유역평균경사 등과 같은 일반적인 특성치는 소하천 유역의 특성을 이해하고 유출량의 계산 및 홍수량 계산 등 수문분석 시 필요한 자료이다. 다음 표에 의한 오수천 유역의 형상계수를 보면 홍수시 유출이 크게 발생할 것으로 판단된다.

< 표 2-5 > 오수천의 현황

하천구분	유역면적 A(km <sup>2</sup> )	유역평균폭 A/L(km)	유로연장 L(km)	형상계수 A/L <sup>2</sup>	하천밀도 L/A	하 폭 (m)
11-1	0.89	1.1	0.5	0.64		
11-2	1.2	0.83	0.87	3.14		
11-3	2.7	1.6	0.85	0.21		
11-4	3.4	3.57	0.5	0.13		

## 2) 기상

기상자료는 대상 소하천 하천유역의 연간 기상자료, 월별 평균자료, 월평균 강수량, 일 최대강수량, 증발량, 홍수피해 기록, 10년간 기상자료분석, 맑은 날, 강수일수 등을 수집하며, 연간 기상자료(최소한 10년 간)기상자료를 표로 제시토록 하며, 하천의 저수량 및 갈수량에 대한 자료 등도 제시토록 한다. 대상유역의 기상자료가 없는 경우에는 인근관측소의 자료를 이용토록 한다.

오수소하천 유역의 일반적인 기상조건 파악을 위해서는 부여관측소의 관측기록을 이용토록 한다.

< 표 2-6 > 부여지방의 기상개황(관측기간 1991-2000)

구분 월별	기 온 (℃)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	평균풍속 (m/sec)
	평균	최고	최저				
1월	-1.4	4.5	-6.5	19.2	72.1	163.8	0.7
2월	0.2	7.0	-5.5	29.2	66.8	177.9	0.9
3월	5.3	12.4	-0.9	55.7	65.5	193.6	1.0
4월	11.7	19.4	4.6	79.1	61.9	226.3	1.2
5월	16.9	23.9	10.8	107.8	66.1	222.9	1.2
6월	21.7	27.6	16.9	192.0	71.9	193.3	1.0
7월	25.3	30.1	21.7	233.0	77.5	170.2	1.2
8월	25.4	30.5	21.4	339.4	77.2	188.3	1.1
9월	20.2	26.9	15.1	158.8	75.0	196.2	0.9
10월	13.3	21.2	7.0	75.6	73.0	203.3	0.8
11월	6.7	13.9	1.0	60.5	71.7	157.0	0.8
12월	0.8	7.3	-4.4	26.3	73.8	152.6	0.7
년간	12.2	18.7	6.8	1,376.6	71.0	2,245.4	1.0

### 3) 토질 및 토양조사

소하천 유역의 토질은 침투량 및 손실량 추정에 이용할 수 있으므로 한국 지질도를 이용하여 파악하거나 토질분석한 자료를 분석하여 유역내의 침투량과 손실량을 추정하고 유출량이나 홍수량 등에 대한 전반적인 경향을 판단하는데 사용할 수 있도록 한다.

유역토양은 유출율, 침투율, 배수상태 등에 대한 영향을 분석함으로써 유역내의 유출상황을 판단하는데 사용할 수 있으므로 농촌진흥청 식물환경연구소에서 1971년 전국을 대상으로 개략토양도를 작성한 것을 활용토록 한다.

### 3. 인문 · 사회 환경

#### 1) 인구

인구수는 하천으로 배출되는 오염물질인 하수와 분뇨를 추정하는데 필요한 자료가 된다. 따라서 소하천이 위치한 행정구역내의 인구를 읍·면별로 구분하여 조사하고, 인구밀도, 인구증가율도 기록토록 한다. 조사시에는 없으나 개발예정지구 등으로 인하여 앞으로 명확하게 추산할 수 있는 인구에 대해서도 언급한다.



( 그림 2-3 ) 부여군의 지질도

오수천주변의 인구는 총 244명이며, 이중 남자는 127명, 여자는 117명이다. 최근에 완공된 문화마을에 입주자들이 입주하게 되면 인구수가 더 늘어갈 것으로 예상된다.

#### 2) 토지이용

소하천주변의 토지이용현황은 시·군의 통계자료와 1:25,000도의 지도표시면적, 또는 국립지리원의 토지이용현황도(1:5000)을 이용하여 조사한다. 토지이용현황은 주거지, 상업용지, 공업용지, 경작지(논, 밭), 임야, 주상복합지, 기타로 구분하여 조사한다.

오수천 유역은 총면적이 3,388,718㎡이며, 농경지가 1,772,072㎡으로서 52%를 차지하며, 임야는 1,316,679㎡로서 39%를 차지하며, 주거지역은



299,967㎡로서 9%를 차지한다.

< 표 2-7 > 오수천유역의 토지이용현황

하 천 명	주거지역 면적(㎡)	농 경 지 면적(㎡)	임 야 면적(㎡)	총면적(㎡)	비 고
오 수 천	299,967	1,772,072	1,316,679	3,388,718	

참고적으로 부여군의 토지이용 현황은 다음 표와 같다.

< 표 2-8 > 토지이용 현황

구 분		면적(km <sup>2</sup> )	전	답	임야	대지	도로	하천	구거	제방	기타
부 여 군	계	624.9	48.1	153.0	323.1	15.0	14.9	32.5	20.8	2.4	15.1
	구성비(%)	100.0	7.7	24.5	51.7	2.4	2.4	5.2	3.3	0.4	2.4
	부여읍	58.9	6.3	14.8	24.1	2.4	1.6	6.0	2.0	0.4	1.3
	규암면	47.0	4.8	16.0	15.0	1.8	1.3	3.9	1.8	0.1	2.3
	은산면	69.5	5.1	9.8	49.2	1.1	1.1	1.2	1.2	0.1	0.7
	외산면	55.7	3.2	5.4	43.3	0.7	0.7	0.9	0.8	0.0	0.7
	내산면	40.4	1.9	5.4	29.8	0.6	0.7	0.5	1.0	0.1	0.4
	구룡면	21.8	1.8	9.1	6.9	0.8	0.8	1.0	1.0	0.3	0.1
	홍산면	23.9	2.1	6.2	12.1	0.8	0.8	0.4	0.7	0.0	0.8
	옥산면	25.4	1.9	5.7	14.5	0.5	0.7	0.2	0.8	0.0	1.1
	남 면	21.0	1.6	10.5	4.9	0.7	0.8	0.4	1.3	0.2	0.6
	충화면	37.1	1.8	6.2	24.8	0.5	0.7	0.2	1.1	0.0	1.8
	양화면	32.8	1.8	9.4	14.1	0.8	0.9	3.8	1.4	0.2	0.4
	임천면	43.1	3.3	12.2	19.6	0.9	1.0	3.1	1.6	0.2	1.2
	장암면	47.7	3.4	11.1	24.6	1.0	1.1	3.6	1.7	0.2	1.0
	세도면	42.0	3.6	13.3	15.6	0.9	1.1	4.7	1.6	0.2	1.0
	석성면	30.6	2.4	8.9	13.6	0.7	0.7	1.6	1.5	0.2	1.0
	초촌면	28.0	3.1	9.0	11.0	0.8	0.9	1.0	1.3	0.2	0.7

자료:부여통계연보(2000)

### 3) 축산현황

축산분뇨를 처리하지 않고 하천에 그대로 배출하게 되면 생활하수보다 오염부하량이 높은 고농도 오염물질이므로 수질오염원이 된다. 특히 축산분뇨를 BOD기준으로 오염부하량을 비교해보면 생활하수보다 50~100배나 높기 때문에 하천에 가까이 있는 축사의 사육현황에 대한 조사를 하고 이에 대한 대비책이 필요하다.

오수천 주변에는 가축을 사육하는 농가가 없어서 축산분뇨로 인한 오염문제는 없으며, 부여군의 가축사육 현황 예는 다음 표와 같다.

< 표 2-9 > 가축사육 현황

구 분		한육우	젓소	돼지	닭
부 여 군	계	17,576	2,759	48,663	2,099,182
	부여읍	1,414	102	4,005	385,417
	규암면	1,561	15	18	90,438
	은산면	3,253	32	4,795	95,410
	외산면	929	137	919	484,068
	내산면	607	144	2,306	107,248
	구룡면	847	306	495	485
	홍산면	580	299	6,737	115,600
	옥산면	395	151	1,570	57,332
	남 면	858	111	187	25,217
	충화면	1,198	104	1,601	115,155
	양화면	396	191	2,397	44,060
	임천면	1,376	248	3,700	10,368
	장암면	1,507	416	3,700	388,000
	세도면	886	163	3,000	120,000
	석성면	898	195	10,728	30,374
	초촌면	871	145	2,505	30,000

#### 4) 환경기초시설 현황

### (1) 하수종말처리장

오수천 주변에는 하수종말처리장이 없으며, 부여군의 하수종말처리장을 예시하면 시설용량 15,000m<sup>3</sup>/일, 처리방법은 표준활성슬러지법이며, 완공은 2000년도이며 2002년까지 설치계획되어 있다.

< 표 2 - 10 > 하수종말처리 현황

위 치	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	처리방법	처리대상 인구(명)	완 공 (년도)	방류수계	비 고
부 여	15,000	표준활성슬러지법	45,000	2000	금강	

자료 : 금강 유입하천 수질특성조사 연구보고서, 2000, 충청남도

### (2) 분뇨처리장

오수천 주변에는 분뇨처리장이 없으며, 부여군의 시설을 예시하면 시설용량 70kl/일, 처리방법은 고효율 호기성 산화법으로 처리하고 있다.

< 표 2 - 11 > 분뇨처리시설 현황

위 치	시설용량 (kl/일)	처리방법	완공년도	사업비 (백만원)	방류수계
부 여	70	고효율 호기성 산화법	1998	3,500	금 강

자료 : 금강 유입하천 수질특성조사 연구보고서, 2000, 충청남도다. 폐기물 매립장

### (3) 폐기물 매립장

오수천주변에는 폐기물 매립장이 없으며, 다른 지역의 경우를 예시하면 세도면에 다음 표와 같은 매립장이 있다.

< 표 2 -12 > 폐기물 매립장 현황

소 재 지	매 립 지 면 적	총 매 립 용 량	기 매 립 용 량	잔여매립 가 능 량	사용기간 (년)
세도면 수고리 611	59,913m <sup>2</sup>	539,109m <sup>3</sup>	64,977m <sup>3</sup>	474,132m <sup>3</sup>	1997~2006

자료 : 2000 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2001, 환경부

#### (4) 폐수처리장

오수천주변에는 폐수처리장이 없으며, 부여군의 폐수처리장을 예시하면 은산면에 위치한 처리장의 시설용량이 200m<sup>3</sup>/일이고 은산천으로 방류하고 있다.

< 표 2 - 13 > 폐수처리장 현황

위 치	단지명	설치년도	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	운영주체	업 체 수		사업비 (백만원)	방류수계
					계획	입주		
부 여	은 산	1991	200	입주협의회	16	16	240	은산천

자료 : 금강 유입하천 수질특성조사 연구보고서, 2000, 충청남도

#### (5) 소각시설

오수소하천 주변에는 소각시설이 없으며, 부여군에는 소각시설 11개소를 운영중이고, 시설용량은 총 910kg/hr이다.

< 표 2- 14 > 폐기물 소각시설 현황

소 재 지	시설용량	소각방식	운영방식	2000처리량	비 고
부여읍 가중리	30kg/hr	상 연 소	회분식	87톤	
부여읍 구교리 361	95kg/hr	상 연 소	회분식	220톤	
부여읍 동남리 41	95kg/hr	상 연 소	회분식	250톤	
부여읍 동남리 692	90kg/hr	상 연 소	회분식	230톤	
규암면 규암리 산12-1	30kg/hr	상 연 소	회분식	110톤	
은경동 13	95kg/hr	상 연 소	회분식	190톤	
외장항 47	95kg/hr	상 연 소	회분식	18톤	
구룡면 죽절리 1-2	95kg/hr	상 연 소	회분식	20톤	
홍산면 정동리 454	90kg/hr	상 연 소	회분식	280톤	
장암면 정암리 63	100kg/hr	상 연 소	회분식	190톤	
초촌면 세탑리 1-2	95kg/hr	상 연 소	회분식	230톤	

자료 : 2000 전국 폐기물발생 및 처리현황, 2001, 환경부

## 제3장 수환경 현황

### 1. 오염발생원 조사

소하천의 오염발생원의 자료수집과 구역별 분류는 현지답사와 당해 시·군의 자료를 이용한다. 오염발생원의 조사항목은 대체로 해당유역에 유입되는 인구에 의한 생활하수, 축산, 공업, 토지 이용에 따른 비점오염원으로 구분하여 조사한다. 구체적인 항목은 환경부 수질보전계획을 위한 조사보고서를 참조한다. 발생 오염부하량은 오염발생원 조사결과에 기초하여 실측치 또는 원단위를 이용하여 산출한다. 발생 오염부하량은 생활, 공장, 가축의 분뇨, 토지이용 등의 발생원에서 발생한 오염물의 전체부하량이다.

발생 오염부하량으로 산출할 오염부하량의 종류는 BOD, COD, 총질소(T-N) 및 총인(T-P) 등이다. 단, 배출원의 하류하천 또는 배수로의 물이 호소나 저수지 등의 폐쇄성 수역으로 유입하지 않는 경우에는 COD, T-N, T-P에 대한 발생부하량산정은 생략할 수 있다.

배출오염부하량은 발생오염부하량을 산출한 모든 오염발생원에서의 처리 또는 별도 처리(하수처리장, 공장폐수 처리시설, 분뇨 처리시설, 정화조, 축산폐수처리시설 등)에 의한 부하의 삭감량을 고려하며, 원칙적으로 실측치를 기준으로 필요한 수질항목을 산정한다.

오염부하 원단위는 배출원별 실측부하량과 오염원 조사로부터 얻어진 자료로부터 산출하거나 <표 3-1>의 원단위를 적용한다. 발생원단위는 연구자에 따라 차이가 있으며, 우리나라의 자료는 발생원에 대한 구분없이 인구당 오염 원단위만 제시되어 있다.

오염부하 원단위의 조사항목은 필요에 따라 배수량, BOD, COD, T-N,

T-P 등의 항목에 대해서만 구한다. 해당지역에서 오염부하 원단위를 직접산정하기 어려운 경우에는 생활하수, 축산폐수, 공단폐수, 비점오염원으로 구분하여 <표 3-1>, <표 3-2>, <표3-3>를 참고한다.

가축에 의한 오염물질 배출량은 산정하기가 어렵다. 왜냐하면 사육하고 있는 소, 돼지, 닭 등의 수를 정확히 파악하기 어렵고, 또한 이들 가축 사육농가의 대부분이 소규모이므로 환경법 적용을 받지 않아 발생한 축산폐기물이 하천으로 오염되기까지의 처리과정 등에 대한 자료가 불충분하기 때문이다. 일반적으로 축사에서 발생하는 오염물질은 배설된 분(糞)과 요(尿)로서 이중 요는 축사세척수와 함께 하천으로 유입되지만 분의 경우 배출되기 전에 대부분 사람에 의해 수동으로 수거되어 퇴비 등으로 사용되며, 소량만이 요 등과 함께 외부로 배출된다. 그러나 축산분뇨 수거율이 사육농가마다 크게 다르고 사육두수에 따라서도 큰 차이를 보이고 있어 오염물질 배출량 산정시 적용하기가 어려우므로 앞에서 제시한 기준을 적용하는 것이 바람직하다.

토지이용에 의한 비점오염원도 하천을 오염시키는 주요 오염원이다. 토지에 따라 발생하는 오염원은 토지이용상태 및 수문학적 특성에 큰 차이가 있다. 토지이용에 의한 오염물질 원단위의 산정을 위하여 각 토지이용 목적별 원단위를 전, 답, 임야, 대지, 기타로 구분할 수 있으며, <표 3-2>를 이용하여 토지에서 발생하는 오염부하량을 산출한다.

유출 오염부하량 조사는 유출 오염부하가 하천 수역에 유입되기 직전에 한다. 관측지점은 유역의 모든 배수가 배출되는 지점, 횡단방향의 혼합이 충분하여 수질이 균등하다고 인정되는 직선부분, 유량관측과 시료채취가 쉬운 곳이어야 한다. 측정항목은 원칙적으로 유량, BOD, SS 이외에 COD, 총질소(T-N), 총인(T-P) 등으로 한다.

유달률(流達率)은 어떤 유역에서 배출된 오염부하가 하천에 어느 정도 유입되는 지를 나타내는 지표로서 배출부하량에 대한 유달부하량의 비를 말한

다. 유달부하량은 오염발생원에서 오염부하가 삭감되어 배출된 부하가 배수 유역에 유하하면서 미생물에 의한 유기물 분해, 흡착 및 침전과정 등을 통하여 제거된 후 대상하천에 도달한 부하량을 말한다. 유달률은 침식토양의 유달률, 합리식의 유출계수, 통계방법, 실측치를 이용하여 산출할 수 있는데, 실측치를 이용한 방법은 각 지천별로 산정된 오염물질 배출부하량과 실제 각 지천의 끝지점에서 측정한 유량과 수질을 이용한 실측부하량의 비율로 산정한다.

< 표 3-1 > 주요 오염원에 대한 원단위

항목	인 구	한우	육우	돼지	닭	논	밭	대지	임야	기타	비고
	g/인 · 일	g/두 · 일				kg/km <sup>2</sup> · 일					
BOD	62(시가) 51(비시가)	95.7	111.6	31.4	0.25	5.12	7.10	87.59	0.96		한국 수자원 공사 1994
TN	7.75	14.7	17.8	5.6	0.019	2.33	2.33	0.759	0.55		
TP	1.63	2.0	2.4	1.9	0.016	0.17	0.017	0.027	0.013		
BOD	18	490		102	5	6.0		0.96	1.09	0.96	국립 환경 연구원 1992
TN	1.064	94		16	0.94	2.95		0.759	0.787	0.759	
TP	0.202	42		11	0.77	0.34		0.027	0.042	0.027	
BOD	61	175		60		5.12	7.1	87.59	0.96		수환경 정책 자료집 1994
TN	17.358	22.8		7.8		2.33	2.33	0.759	0.55		
TP	1.63	3.6		1.24		0.17	0.17	0.027	0.013		
BOD	32(잡배수) 18(분뇨)										
TN	3(잡배수) 9(분뇨)										
TP	0.7(잡배수) 1.1(분뇨)										

< 표 3-2 > 토지이용에 따른 오염부하량 원단위

구 분	BOD (kg/m <sup>2</sup> ·day)	T - N (kg/m <sup>2</sup> ·day)	T - P (kg/m <sup>2</sup> ·day)	비 고
전	7.1	2.33	0.17	
답	5.12	2.33	0.17	
임 야	0.96	0.55	0.013	
대 지	87.59	0.759	0.027	
기 타	0.96	0.759	0.027	

공장폐수 등에 의한 산업폐수는 배출량과 농도가 배출시설의 업종 및 규모에 따라 크게 차이가 있으므로 정확한 오염부하량을 산정하기 위하여는 배출수나 방류수의 정확한 실측자료가 요구된다.

< 표 3-3 > 산업폐수의 원단위

구 분	BOD (g/m <sup>3</sup> · 일)	T - N (g/m <sup>3</sup> · 일)	T - P (g/m <sup>3</sup> · 일)
종이 제조시설	224		
식료품 제조시설	2,421	32.42	16.98
음료품 제조시설	164	37.76	17.22
가죽 및 모피제조시설	6,348		
섬유 제조시설	987	103.42	11.25
석재품 제조시설	130		
금속 제조시설	120		
비금속 제조시설	130		
기 타	288	51.99	21.46

<표 3-4> 지역별 배출허용기준

구 분	1일 폐수배출량 2,000m <sup>3</sup> /day 이상			1일 폐수배출량 2,000m <sup>3</sup> /day 이상		
	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)
청정지역	300이하	400이하	300이하	400이하	500이하	400이하
가지역	600이하	700이하	600이하	800이하	900이하	800이하
나지역	800이하	900이하	800이하	1200이하	1300이하	1200이하
특례지역	300이하	400이하	300이하	300이하	400이하	300이하
1종 사업장 : 1일 폐수 배출량이 2000m <sup>3</sup> 이상인 사업장 2종 사업장 : 1일 폐수 배출량이 700 - 2000m <sup>3</sup> 이상인 사업장 3종 사업장 : 1일 폐수 배출량이 200 - 700m <sup>3</sup> 이상인 사업장 4종 사업장 : 1일 폐수 배출량이 50 - 200m <sup>3</sup> 이상인 사업장 5종 사업장 : 상기 1종사업장 내지 4종 사업장에 해당하지 아니한 배출시설						

오수천 주변에는 축사나 산업폐수 시설물이 없으므로 인구와 투지에 의한 오염발생량을 산정하였다. 산정결과는 다음 표와 같다.



<표 3-5> 인구 및 토지 이용에 따른 오염부하량

구 분	BOD (kg/m <sup>2</sup> · day)	T-N (kg/m <sup>2</sup> · day)	T-P (kg/m <sup>2</sup> · day)
인구	15.4	1.89	0.40
토지	4.66	11.73	0.90

## 2. 수질조사

### 1) 조사 개요

하천환경이 중요하게 인식되면서 하천수량이나 수질, 공간 등에 대한 종합적인 보존과 이용이 주목받고 있다. 특히 하천수질에 대한 일반적인 요망은 다음과 같다.

- ① 생활환경의 일부로서 좀 더 깨끗한 하천,
- ② 안심하고 먹을 수 있는 깨끗한 물의 공급,
- ③ 사람과 생물이 마음껏 살며 놀 수 있는 깨끗한 수질의 보존 등으로 집약할 수 있다.

선진외국의 경우 하천에서는 수역군을 이수목적에 따라 설정하고 유형별로 수소이온농도(pH), 생물학적 산소요구량(BOD), 부유물질량(SS), 용존산소량(DO), 대장균수의 5개 항목에 대하여 기준치를 정하고 있다.

이들 항목과 기준치 설정 근거를 보면 수소이온농도의 경우 상수도에서 효과적인 수처리를 할 수 있는 범위의 농도, 눈에 대해서 자극을 주지 않는 농도, 농작물 및 수산에 대해 영향이 없는 농도 등으로 정해진다. BOD는 인위적 오염이 없는 하천의 농도(1mg/ℓ), 상수도에서 수처리를 할 수 있는 농도(3mg/ℓ), 수산생물의 서식상황에서 본 한계농도(10mg/ℓ), 냄새가 나지 않는

농도(25mg/ℓ) 등이다.

부유물질량은 수산생물의 생육환경에서 본 농도, 청정한 하천에 있어서 자연오염의 농도, 완속여과의 이상적 농도, 농작물에 대한 저해한계농도 등으로 정하고 있다. 용존산소량은 전문학자나 위원회의 권고치와 수중생물에 대한 환경조건으로서의 농도, 농작물에 피해를 주지 않는 농도, 악취를 발생하지 않는 농도 등을 감안하여 결정한다. 대장균수는 수도수질기준과 상수처리에 있어서 제거능력에서 본 한계치와 수영장의 기준치 등을 감안하여 정한다. 이와 같이 환경기준치는 주로 상수처리, 농업, 수산 등의 관점에서 제고되고 있다. 국내에서 적용되는 하천환경기준은 <표 3-6>와 같다.

<표 3-6> 하천환경기준 (환경정책 기본법 제 10조)

등급	이용목적별 상용 대책	기					준
		pH (mg/ℓ)	BOD (mg/ℓ)	COD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)	DO (mg/ℓ)	대장균 수 (MPN/100mg)
I	상수원급 1급	6.5~8.5	10이하	10이하	250이상	7.50이상	500이하
II	상수원수 2급 수산용수 1급 수영용수	6.5~8.5	30이하	30이하	250이상	50이상	1,0000이하
III	상수원수 3급 수산용수 2급 공업용수 1급	6.5~8.5	60이하	60이하	250이상	50이상	5,0000이하
IV	공업용수 2급 농업용수	6.0~8.5	80이하	80이하	250이상	20이상	-
V	공업용수 3급 생활환경보전	6.0~8.5	100이하	100이하	쓰레기 등이 떠있지 않을 것	20이상	-

## 2) 수질조사

수질조사는 하천환경 계획을 위한 기본조사로서 하천수질을 조사하여 효과적인 하천 환경관리를 도모하기 위한 기준을 정하기 위한 것이다. 수질조사

시기는 주로 갈수기에 하천수질이 악화되는 시기를 위주로 택하되, 하천의 유황에 따라 건천이나 간헐천은 풍수기 하천수가 흐르는 기간에만, 상류(常流)하천은 필요한 기간을 설정한다.

수질관측 지점은 수질이 안정되고 대표적인 상태라고 판단되는 곳을 정하되 상시측정하는 기준지점과 필요에 따라 조사하는 추가지점으로 구분한다. 기준지점은 하천수질 측면에서 하천유수의 정상적인 기능을 유지하고, 환경기준을 달성하기 위한 공공수역 관리에 중요한 지점으로서 그 지점의 하천수질이 대상 수역의 수질을 대표할 수 있으며, 지속적인 수질조사가 요구되는 지점을 선장한다. 기준지점을 선정할 때는 소하천의 공공 수역의 수질이 종합적으로 파악될 수 있는 지점이나 치수·이수·하천환경관리의 기준이 되는 지점, 하천수를 이용하고 있는 지점으로 한다.



( 그림 3-1 ) 소하천의 수질검사 예

수질관측지점과 추가지점에는 수위 및 유량관측 설비를 설치한다. 하천수질관측 기준지점과 추가지점에는 채수(採水)와 동시에 수위 및 유량을 측정하고 기록한다. 하천의 기준지점 및 추가지점에서의 측정항목은 수위, 유량,

수온, 생물학적 요구량(BOD), 부유물질량(SS), 용존산소량(DO), 수온이온농도(pH), 총질소(T-N), 총인(T-P), 대장균 군수(MPN) 등으로 한다. 하천의 기준지점 및 추가지점에서의 측정회수는 월 1회 이상, 1일 중 6시간 간격으로 4회 정도 측정을 실시한다.

시료 채수는 하천의 유심부에서 실시하며, 좌안 또는 우안측의 수질에 현저한 차이가 있는 곳에서는 하천폭을 적절한 거리구간으로 분할하여 채수한다. 채수깊이는 수면으로부터 수심의 20% 깊이로 하며, 수심이 얇고 채수에 의한 하상 저니토의 교란이 우려될 경우에는 하상 저니토를 교란시키지 않는 깊이에서 채수한다. 채수시기는 수질이 안정되고 대표적인 상태라고 판단되는 시기로서 갈수기를 선택하여 실시하며, 채수장비, 채수시료량, 시료용기의 종류 등은 환경부고시 “수질오염 공정시험방법(2000)”에 따른다. 채취한 시료를 현장에서 분석할 수 없을 경우에는 분석항목에 따라 전처리를 실시하며, 일정시 저장이나 보관이 필요한 경우 4℃에서 보관하고 24시간내에 시험함을 원칙으로 한다.

현장에서는 채수 및 시료의 전처리외에도 기후, 기온, 수온, 물의 외관 및 냄새, 투명도, 전체수심, 채수 수심, 수위 및 유량, 흐름의 상황, 채수일시, pH, DO, 전기전도도 등을 관측하고 기록한다.

수질분석도 환경부고시 “수질오염 공정시험방법”에 준하여 실시한다. 탈산소 계수는 표준 BOD 시험방법에 따라 원칙적으로 1일간, 2일간, …, 6일간, 7일간의 산소소비량을 측정하여 산출한다. 수질분석결과는 분석에 사용된 방법의 분석정도를 고려하여 표시한다.

### 3) 수질조사 결과 예

오수천의 수질조사는 가뭄이 오래 지속된 5월에는 상류, 중류, 하류에 대해

여 조사하였으며, 하천에 물이 그다지 흐르지 않는 11월과 2월에는 하류에 대하여 조사하였다. 조사시기가 하천에 물이 많지 않은 갈수기에 이루어졌기 때문에 평상시의 하천 수질을 나타낸다고 볼 수 있다. 오수천은 상류지점에서 그다지 오염되어 있지 않았으나 농경지를 지나 마을 생활하수와 만나는 지점에서는 악화되는 것으로 나타났다. 그리고 하류조사지점은 농업용수로와 만나면서 다시 양호해지는 것으로 보인다. 수질조사 결과는 가뭄이 심한 갈수기로서 수질이 대체로 악화되는 유형을 보이고 있다.

<표 3-7> 1차 수질검사 결과(2001. 5)

검사항목		시료명	오수천 상	오수천 중	오수천 하
1	pH		7.2	8.9	7.0
2	DO(mg/l)		7.4	6.2	10.4
3	BOD(mg/l)		5.0	14.5	2.0
4	COD(mg/l)		10.0	38.8	8.1
5	SS(mg/l)		31.0	50.7	12.4
6	T-N(mg/l)		1.101	6.143	0.892
7	T-P(mg/l)		0.115	1.183	0.079
8	As(mg/l)		불검출	불검출	불검출
9	CN(mg/l)		불검출	불검출	불검출
10	Pb(mg/l)		불검출	불검출	불검출
11	Cd(mg/l)		불검출	불검출	불검출
12	전기전도도( $\mu$ S/cm)		105	450	370
13	클로로필-a(mg/m <sup>3</sup> )		21.9	52.8	17.2

주) 충청남도 보건환경연구원에 부여오수천의 수질검사를 의뢰한 결과임.

<표 3-8> 2차 및 3차 수질검사 결과

	2차(2001. 11)	3차(2002. 2)
수온(°C)	3.5	3.0
pH	7.08	6.79
DO	11.1	11.3
BOD	8.3	3.2
COD	11.7	1.3
SS	9.5	5.0
T-P	0.108	0.069
T-N	5.189	5.907
대장균군	<30	44
Cr <sup>+6</sup>	불검출	불검출
PCB	불검출	불검출
Cu	불검출	불검출
Cd	불검출	불검출
Hg	불검출	불검출
As	불검출	불검출
n-Hexane	불검출	불검출

오수천의 수질은 조사시기에 따라 변동이 심할 것으로 예상되며, 3회에 걸친 조사결과는 다음과 같다. 1차 조사결과 오수천 상류의 수질은 3급수이나 중류로 내려오면서 오염도가 높아져서 5급수 이하가 되며, 하류에서는 농수로와 합쳐지면서 다시 오염도가 낮아져서 2급수가 되고 있다. 중류지점의 수질이 아주 나빠지는 것은 하천수가 문화마을에서 나오는 생활하수가 만나는 지점이기 때문으로 판단된다. 수질은 BOD가 높아질 뿐만 아니라 T-N도 상류보다 6배 가깝게 나타나며, T-P, 클로로필-a도 마찬가지로 높아지고 있어 생활하수에 의한 영향이 큰 것으로 보인다. 2차와 3차 조사결과를 보면 1차에 비해 2차조사시는 BOD가 높아졌다가 3차시에는 비슷한 결과가 나왔으나 총 질소는 1차에 비해 아주 높은 것으로 나타났다. 이와 같이 분석결과에 큰 차이가 나타나는 경우에는 이의 원인을 잘 규명하여 하천수질을 보전하기 위한 조치가 필요하다.

### 3. 수문 조사

#### 1) 수리·수문자료 실측

하천과 관련있는 수문량으로는 하천유량에 크게 영향을 미치는 강수량과 증발과 침투, 그리고 홍수량을 들 수 있으며, 이외에 유역지형량과 수문기상량 및 하천수리량도 포함된다. 세부항목별로 보면 강수량 조사, 침투 및 증발량조사, 수위조사, 유량조사, 지하수 조사, 유사조사, 이용수량조사, 하도조사 등이 있다.

이러한 수리·수문자료는 주로 우량관측소, 수위·유량관측시설을 통해 얻게되며, 소하천과 같이 강수량 관측소가 설치되어 있지 않는 경우 유역에 가

장 가까운 곳에 위치한 기상청 관측소 자료를 활용한다. 유역내에 불균형하게 내리는 지점의 강우는 검토 유역의 면적유량으로 환산처리가 필요하다.

< 표 3-9 > 수리·수문량 조사항목

조사 항목	세 부 항 목	내 용
강수량 조사	관측소의 위치 및 특성조사	강우관측소의 위치, 표고 및 관측개시년도 등 가용 강우자료 조사
	강수량 조사	일강수량년표, 시간강수량월표, 시간강수량 등 지배적인 호우형태 분석 및 설계강우분석을 위한 강수량자료 조사
수위조사	관측소의 위치 및 특성조사	관측소재지, 영점표고, 관측개시일 등 연최저수위, 연최고수위, 홍수시 시간별 홍수위 등을 조사하고, 수위표가 없는 경우 과거 홍수위 조사, 하류단의 계획홍수위 등을 조사
	수위 조사	수위표가 있는 경우 일수위표, 연최저수위, 연최고수위, 홍수시 시간별 홍수위 등을 조사하고, 수위표가 없는 경우 과거 홍수위조사, 하류단의 계획홍수위 등을 조사
유량조사	유량 조사	일반적으로 수위-수량관계곡선에 의하여 유량을 구하게 되며, 수위-유량관계곡선이 없는 경우 홍수, 갈수, 평수시의 유량관측을 통하여 수위-유량곡선을 작성
지하수조사	지하수 조사	지하수관리, 지하수개발, 지하수의 인공함유, 활동붕괴방지, 지반 침하방지, 하천수에 의한 지하수의 유입량, 유출량의 추정, 건설공사에 따른 지하수대책 등을 수립하기 위한 조사
유사조사	유사 조사	생산유사량, 하천유사량, 하상변동량, 하상재료조사 등을 통하여 하도계획이나 유사조절계획, 사방계획 등의 기본자료로 활용
이용수량 조사	생활용수, 공업용수, 농업용수, 하천유지용수 조사	이수현황 및 유지용수현황을 파악하여 각종 이수계획 및 하천환경계획을 위한 조사

관리대상 하천에 대한 기존의 보고서나 관측기록 등이 있을 경우 기상자료, 수문량 자료, 인문자료, 홍수흔적 및 홍수피해 현황 등을 수집한다. 수문량 조사자료가 얻기 어려운 소하천의 경우 관리대상 소하천 유역의 특성을 대표할 수 있는 1~2개 지점에 대해 최소한 수개(2~3)의 강우유출사상에 대한 실적자료를 측정하여 분석한다. 기타조사로는 유역개발계획이나 도시개발계획을 조사하여 예측하고, 홍수흔적, 홍수피해상황, 상습 침수지역 등에 대한 자료를 수집하여 장래 발생가능한 문제점을 도출한다.

실측을 하는 경우 하천의 횡단면은 대상유역 강, 중, 하류의 수리학적으로 안정된 지형을 선정하여 평균하폭을 측정한다. 수면경사의 측정은 하도가 비

교적 지건이고 유속이 변하지 않으며, 하폭이 급축소 또는 급확대되지 않는 구간을 선정한다. 수위 및 유속측정을 위하여 하도는 직선에 가깝고 접근이 용이한 도로상이나 또는 이에 인접해야 한다. 유출량의 실측을 위한 장비로는 압력식 수위계가 있으며, 이것은 수위변동에 따라 압력이 상승하여 수위 변동상황을 수위계에 전달하고, 수위계는 정하는 시간간격으로 압력을 측정하여 시간과 압력을 함께 메모리에 저장하여 텍스트형식의 파일로 전송된다.

실측한 수위자료를 유량자료로 환산하기 위해서는 하천유출량 측정지점의 수위-유량 관계 곡선이 필요하다. 수위-유량 관계곡선을 유도하기 위해서는 10회 이상의 상이한 수위에 대한 유량실측이 필요하다. 유속측정은 하천단면 측량결과로부터 하천바닥의 형상이 균일한 여러개의 소구간으로 나누어 유속계를 사용하여 측정한다. 측정자료를 이용하여 수위-유량 관계곡선을 도출할 수 있다.

하천의 유속, 깊이, 폭 등을 측정하여 대상하천의 유량현황을 파악하고, 하천의 본천 및 지천의 수문학적 현황도 조사하여야 한다. 오수천의 수문학적 현황은 다음 <표 3-10>과 같이 정리할 수 있다.

< 표 3-10 > 오수천의 수문학적 현황

위 치	유역(km <sup>2</sup> )	유로연장(km)	하상구배	홍수량 (m <sup>3</sup> /sec)	중소하천	유역10km 이하
NO.7+30~ NO.10+11	0.833	2.03	1/97	20.17	12.00	8.00
NO.4+20~ NO.7+30	0.608	1.10	1/300	15.24	19.00	7.00
NO.0~ NO.40+20	0.360	1.02	1/80	8.33	8.00	5.00

관리대상 하천의 측정한 유량을 정리하여 각 지점별 유량을 산출한다. 이때 하천단면적은 각 지점에서의 수심과 폭을 측정하여 계산하며, 유속은 유속계로서 측정하여 평균값을 산출한 후 이를 유량계산에 이용한다.



유량 계산은 수위-유량관계곡선을 이용하여 산출하며, 일유출심은 압력계 수위계로 측정된 연속압력자료를 압력-수위관계식을 이용하여 수위로 환산하고, 수위-유량 관계곡선을 이용하여 순간 유량을 계산하며 이때 유역면적을 고려한다.

## 2) 홍수량 산정

홍수량을 추정하는 방법은 홍수량 자료를 이용하여 최대홍수량의 빈도해석에 의한 방법과 강우-유출해석을 통하여 산정하는 방법이 있다. 전자는 홍수량 자료의 관측기간이 길고, 관측자료가 충분한 정도가 있는 경우에 적용할 수 있다. 그러나 소하천과 같은 경우 관측자료가 전무하다고 볼 수 있으므로 강우-유출해석방법이 사용된다. 유출해석방법은 단순홍수량공식, 합성단위유량도법, 유역추적법, 도시유출모형이 있다.

### ① 단순홍수량공식

침투유량만을 산정하는 단순홍수량 산정공식은 합리식과 가지야마공식이 있다. 합리식은 유역의 형상을 하도에 대하여 대칭인 직각으로 가정하고 빗물이 유역의 사면을 일정속도로 유하하여 하도로 유입하는 것으로 본다. 또한 유역의 최원점에 내린 비가 유역출구에 도달하기까지의 시간을 홍수도달시간으로 보고 이 시간에 해당하는 특정발생빈도의 최대강우강도에 유역의 물리적 상태를 나타내는 유출계수와 유역면적을 곱하여 침투유량을 계산하는 것이다. 합리식은 강우의 침투 및 저류효과가 적은 도시화된 유역 및 수원부계류의 소유역에 잘 맞는 것으로 알려져 있다.

가지야마공식은 우리나라 8개 대소하천의 12개 지점에서 발생한 과거 최대

홍수량과 이에 상응하는 24시간 강우량을 사용하여 개발한 공식으로 추가 자료를 보완하여 수정한 단순홍수량 공식이다. 가지야마의 홍수량 공식은 유역의 경사와 유출량을 표시하는 상수와 유역면적, 유로연장, 과거 최대 24시간 강우량의 함수로 된 계수와 유역면적으로 구성된 함수의 곱으로 표시된 공식이며, 원래는 빈도의 개념이 없었으나 국내에서는 과거 최대 24시간 강우량에 빈도별 일최대강우량을 적용하여 계산하고 있다. 이 방법은 과다한 홍수량을 계산하는 것으로 알려져 소하천의 홍수량결정에는 제외하고 있다.

## ② 합성단위 유량

합성단위 유도량법은 수문자료가 없는 미계측유역에 대해 단위도의 특성변수인 침투유량과 발생시각, 유출기저기간의 종점시각 등이 유역면적, 유로연장, 유로경사 등의 지상인자가 높은 상관성을 갖는다는 전제하에 이들 특성변수들을 경험공식으로 계산하여 단위도를 작성하는 방법이다. 대표적인 방법으로는 Snyder방법, SCS방법, 나카야스 방법 등이 있다. Snyder방법은 미국 Appalachin산맥지역의 여러 계측유역에 대한 분석을 실시하여 그 연구결과를 토대로 개발된 방법이며, 유역의 지형특성인자와 침투유출량의 크기 및 발생시각과 단위도의 기저시간 길이 등 3개의 매개변수를 서로 상관시키는 경험공식을 사용하여 단위도를 정의 하는 방법이다. 이 방법은 미국내 다른 지역에 적용한 결과 제안식의 계수값이 너무 광범위하여 미국 Appalachin산맥지역이외는 신뢰값을 갖지 못한다.

SCS방법은 미국 토양보존국에 의해 합성단위 유도량을 작성하기 위하여 고안된 방법으로 무차원 단위도의 이용에 근거를 두고 있다. 이 무차원 수문곡선은 미국내 여러 지방 대소유역으로부터 얻은 실제 단위도를 해석한 결과이며 유역의 특성과 관계없이 사용할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이 방법은 비록 미국내 대소 유역으로부터 얻어진 결과이기는 하나 재해영향평가

등에서 널리 사용되고 있다.

나카야스 방법은 SCS방법과 같이 무차원 단위도의 특성값을 일련의 경험 공식으로 결정하여 단위도를 합성하는 방법으로서 Horner와 Flynt가 소유역에서의 수문자료분석으로 유도한 단위도를 일본내 중·소유역을 대상으로 단위도의 특성치를 결정하여 단위도상에서 수문곡선을 상승부와 하강부로 나누어 합성단위도를 작도할 수 있도록 한 것이다. 이 방법은 우리나라 하천 특성이 일본의 하천특성과 유사하다는 가정하에 우리나라의 산지유역에서 많이 사용되고 있다.

### ③ 유역추적법

유역추적법은 하천유역을 일련의 저수지 또는 일련의 저수지와 하도로 구성되어있다고 가정하여 개개저수지를 통해 저류방정식을 풀이하는 수문학적 홍수추적 방법으로 순간단위 유량도를 유도한 후 이를 적용하여 특정 호우로 인한 홍수유출 수문곡선을 계산하거나 또는 저수지로의 유입량을 직접 계산하여 저류방정식에 입력하여 유출량을 구함으로써 홍수유출 수문곡선을 얻는 방법이다. 유역추적법에 의한 유출수문곡선 산정방법으로는 Nash모형, Clark모형 등이 있다.

Nash 모형은 저수지의 저류량과 유출량의 관계를 선형으로 가장하는 선형 모형이며 유역전반에 걸쳐 순간적으로 내린 단위 유효유량(1cm=10mm)를 유역출구에서의 n개의 가상저수지를 통해 선형추적하여 순간단위유량도의 종거치(cm/hr)를 계산하여 유역 순간단위도를 결정하는 방법이다. 이러한 계산을 위해서는 가상저수지의 수와 저류상수값의 결정이 필요하며, 실측자료에 의한 검정과정에 의해 가상저수지의 수와 저류상수값의 결정이 필요하며, 실측자료에 의한 검정과정에 의해 저류상수와 저수지의 수를 결정하는 것이 원칙이나, 수문자료가 없을 경우에는 Clark식의 경험공식을 이용하여 저류상

수를 결정하게 된다. 이 방법은 국내유역에 한정적으로 검증된 바 있으나 저류상수와 저수지 수  $n$ 값이 유출사상별로 크게 변화할 뿐만 아니라 기저유량의 분리방법에 따라 대단히 민감하여 첨두 유출량이 대체로 너무 크게 계산되는 것으로 알려져서 소하천유역에 사용하기에는 무리하다고 보고 있다.

Clark 모형은 유역의 홍수 도달시간-누가면적 관계를 사용하여 자연하천 유역에 순간적으로 내리는 단위유효유량을 홍수추적 절차에 의해 추적계산함으로써 유역의 순간 단위 유량도를 작성하는 방법으로 강우로 인한 전이뿐만 아니라 유역의 저류효과까지 고려하는 방법이다. 유역의 순간 단위유량도가 일단 계산되면 원하는 지속기간 단위도로의 변환은 정수배하는 방법으로 쉽게 이루어지며, 이를 설계 우량 주상도에 적용함으로써 설계유출 수문곡선을 계산할 수 있다. 이 방법은 특정 호우사상에 국한하여 적용하고자 할 경우에는 순간 단위유량도의 유도과정을 거치지 않고 시간-면적 곡선에 우량 주상도를 적용하여 출구저수지로의 유입수문곡선을 계산하고 홍수추적 절차에 의해 직접 유출출구 지점에 대한 설계 유출 수문곡선을 계산할 수 있다.

Clark의 유역추적법에서 가장 문제가 되는 것은 유역을 몇 개의 등시간 구간으로 나누며, 유역의 저류상수를 어떻게 구하느냐 하는 것이다. 등시간선에 의한 유역의 분할은 유역의 지체시간의 크기에 따라 적절히 분할해야 할 것이며, 이때 등시간선의 간격이 추적기간과 같음을 상기하면 충분한 수로 분할 하여 추적기간이 충분히 작도록 하는 것이 좋다. 우리나라의 경우 Clark방법을 계획홍수량의 결정에 많이 사용하고 있으나 등도달시간과 저류상수의 결정을 위한 지역공식이 개발되지 못한 실정이므로 경험적인 판단이 요구된다.

#### ④ 도시유출모형

도시하천 유역은 도시개발에 따라 불투수면적의 증가와 지표면 저류지의 감소, 침투량의 감소 뿐만 아니라 배수관망을 통한 우수의 배제로 인해 자연하천 유역에 비해 홍수유출 용적이 증대하여 침투도달시간이 빠르고, 침투홍수유량이 증가하는 특성을 가진다. 이러한 도시하천에 대한 도시유출 모형으로는 RRR, ILLUDASS, CHICAGO, SWMM 모형 등이 있으며, RRR, ILLUDAS가 널리 사용되고 있다.

RRR(Road Research Laboratory Method)모형은 도시배수망 설계를 위하여 1962년 영국에서 고안된 것으로서 도시지역의 불투수지역만을 고려하여 등도달시간-집수면적 곡선을 작성하고 여기에 각양의 강우강도를 적용하여 각 소유역의 시간별 유출량을 지체 및 합산함으로써 유입구에 대한 유입수문곡선을 합성하고 이 유입수문곡선을 기존하수도망에 따라 저류량 추적을 함으로써 주관거에 대한 유출수문곡선을 얻게된다. 우리나라에서는 1980년대 후반에 실무에서 기본가정을 수정하여 사용하고 있으나 전체유역을 동일하게 취급함으로 인해 유역내의 불투수지역의 분포현황이 고려되지 않는 점과 관로내에서의 저류효과를 고려하지 못하는 한계점을 가지고 있다. 그러나 원래의 RRR방법보다 간편하고 다소 큰 유출량을 산정하고 있어 직접연결 포장유역만을 고려함으로써 실제의 유출량보다 작게 산정되는 모순을 극복하고 있다.

부여오수천의 홍수량은 실측수문자료 등이 없어서 확률강우량으로 구한 빈도별 채택홍수량을 대상으로 치수경제분석을 한 결과, 가장 경제성이 좋은 것으로 나타난 30년 빈도의 홍수량을 기본 홍수량으로 정하고 가지야마공식에 의해 산정하였다.

홍수량 산정지점은 4지점으로 하였고 각 지점별 유역면적 및 유로연장은 다음과 같다.

< 표 3-11 > 홍수량산정 지점 및 산정결과

산정지점	유역면적(m <sup>2</sup> )	유로연장(m)	유출계수(Ci)	계획홍수량 (cms)
1	892,757	1,179.6	0.69	20.06
2	1,205,448	619.3	0.69	23.45
3	2,775,299	3,603.9	0.71	50.68
4	3,388,718	5,049.7	0.69	56.95

### 3) 유사량 산정

하천유사량은 원칙적으로 실제관측이나 실측자료에 의해 산정하여야 한다. 그러나 하천유사량을 직접 실측하는데는 많은 인력, 경비, 그리고 시간이 소요되며 실제 측정도 용이하지 않으며, 소류사의 측정자체가 아직까지 신뢰할 만한 방법이 개발되지 않은 상황이므로 측정이 용이한 몇 가지 수리자료(수심, 유속, 경사 등)와 하상토 자료를 유사량 공식에 적용하여 유사량을 추정하는 것이 일반적이다.

유사량 산정공식에 의한 전유사량 산정방법은 소류사량 산정공식과 부유사량 산정공식에 의해 각각 소류사량과 부유사량을 산정하여 전유사량을 구하는 방법과 전유사량 산정공식에 의한 방법이 있으나 전유사량 산정공식에 의한 유사량 산정방법을 주로 이용한다.

유사량공식으로는 Colby, Engelund-Hansen, Ackers-White, Yang 등이 있다. 이들 공식들은 충적하천에 적용하도록 개발된 것으로서 하상이 진흙이거나 암반이 노출된 하천이나 자연하천, 인공수로에는 적용할 수 없다. 그리고 대상하천의 구간이 지나치게 사행이 심한 만곡부이거나 흐름상태가 심한 부정류이거나 부등류인 경우에도 적용할 수 없다.

Colby도해법은 수심, 평균유속과 유사량 관계도표와 수심에 대한 수온과

미립토사 및 하상토의 중앙입경에 대한 보정계수도표 등 3개의 도표를 이용하여 전유사량을 산정하는 방법이다. Engelund-Hansen 공식은 상사이론에 기초하여 만들어진 것으로 무차원량의 함수로 나타나 있으므로 사용단위가 일관성이 있으면 어느단위 시스템에도 적용할 수 있다.

Ackers-White 공식은 차원해석을 기초로 하여 만들어진 것이며 무차원 입경함수, 이동수, 무차원 유사량 등 3가지 무차원량으로 구성된 유사량 함수를 이용하여 유사량을 산정한다. Yang의 공식은 단위 유수력의 개념과 차원 해석을 근거로 제시한 식이다. 이것은 단위유수력을 단위무게의 물의 위치 에너지 소산율이라 정의하였으며, 단위 유수력은 유소과 경사의 곱으로 나타낸다. 이들 공식들의 적용범위는 다음과 같다.

#### (1) 대상하천의 수리특성

- ① Ackers-White 공식은 대상하천의 Froude 수가 0.8보다 작은 경우( $Fr \leq 0.8$ )에만 적용가능하다.
- ② Colby공식은 단위폭당 유량  $q$ 가 5.0cms/m이상인 경우와 수심  $d$ 가 5m 이상인 경우에는 유사량을 과대 산정하므로 주의를 요한다.
- ③ Yang공식은 단위 폭당  $q$ 가 5.0cms/m이상인 경우와 수심  $d$ 가 5m이상인 경우에 유사량을 과소산정하므로 적용시 주의를 요한다.
- ④ 대상하천의 단위폭당  $q < 0.50\text{cms/m}$  또는 수심  $d < 0.5\text{m}$ 인 하천에 대해서는 Engelund-Hansen, 또는 Ackers-White 공식이 추천된다.
- ⑤ 대상하천의 단위폭당 유량이  $0.5 < q < 5\text{cms/m}$  또는 수심이  $0.5 < d < 5.0\text{m}$ 인 하천에 대해서도 Engelund-Hansen, 또는 Ackers-White 공식이 추천된다.

#### (2) 대상하천 하상토 입경

- ① Colby공식은 중앙입경이  $0.1 < D_{50} < 0.8\text{mm}$ 에서만 적용 가능하다.

② Ackers-White 공식은 중앙입경이  $D_{50} < 0.25$ 인 세사의 경우 산정결과의 편차가 크게 나타나므로 적용시 주의를 요한다.

③  $D_{50}$ 이 자갈의 영역( $2 < D_{50} < 64\text{mm}$ )인 경우는 유사율의 대부분이 소류사일 것으로 예상할 수 있다. 따라서 이 경우 유사율 산정을 위해서는 Meyer-Peter & Muller 공식, Rottner 공식 등을 이용하는 것이 좋다.(여기서 언급된 공식과 관련 내용에 대해서 좀더 상세내용에 대해서는 국립방재연구소 수하천 시설기준참고자료(1999.6)과 소하천시설기준(1999.11)을 참조토록 한다.)

< 표 3-12 > 각 유사율 공식의 적용범위

공식	유량( $\text{cms/m}$ )	수심(m)	중앙입경(mm)	Fr 수
Colby	50이하	50이하	0.1 ~ 0.8	
Engelund-Hansen			0.15 이상	
Ackers-White			$0.04 \leq D_{35} \leq 4.0$	0.80이하
Yang	50이하	50이하	0.14 ~ 1.7	

## 4. 생태 조사

생태조사는 하천환경계획을 위한 기본조사로서 하천의 생태환경을 파악하기 위한 것이며, 수변조사, 식생조사, 미생물조사, 어류조사, 조수류조사를 실시하며, 조사사업에 따라 필요한 조사를 실시할 수 있다.

### 1) 수변조사

#### (1) 조사개요

수변조사는 하천관리 뿐만 아니라 하천 및 홍수터 등 하천구역내의 생태계



차원에서 하천의 자원을 평가하는데 사용될 뿐만 아니라 자연생태계 보전에 대한 우선순위 결정, 계획된 하천정비공법에 대한 평가와 적용, 향후 바람직한 하천관리 및 하천정비 방법의 개발, 바람직한 홍수터 및 홍수 유수지 개발, 장기하천 관리계획 수립시 기초자료로 활용하기 위한 것이다.

하천수변(river corridor)은 하천형태, 자연 또는 인공제방, 하천변 토지(통상 소하천법에서 정한 하천구역을 기준으로 하되, 지정되지 않았을 경우 통상 하폭의 4~5배이내 토지로함) 이용 등을 기술하기 위해 일정구간의 하천구역을 일컫는 말이다. 수변조사는 기본적으로 수변이 가장 주된 야생동물의 보고로서 큰 역할을 하고 있으므로 이에 대한 자료를 지속적으로 확보해야 한다.

## (2) 조사시기

조사는 하천변 토지에서 하천정비 및 하천환경관리 계획구간으로 하되 조사구간은 하천특성에 따라 다르나 일반적으로 하천 연장 500m로 한다. 조사시기는 원칙적으로 5월에서 8월까지가 적절한 시기이며, 식생이 막 생육하기 시작하거나 휴면기, 휴면이 시작되는 시기를 피한다.

## (3) 조사방법 및 범위

수변조사 결과는 지도형태로 하며, 보통 1:1,000 또는 1:5,000 축척의 지도에 하천명, 조사구간수, 조사자, 조사구간의 상·하류 도면위치, 조사날짜, 방향도, 축척, 흐름방향 등을 기재한다. 작업준비는 기본도, 수로 연장 500m 단위의 구간설정, 조사경로의 설정, 조사원의 구성, 하천식생 목록, 출현이 예상되는 곤충, 조류, 포유류의 목록, 도면표시 범례 작성 등이다.

수변권역 구분의 표준적인 방법은 수역권, 수제권, 제방권, 하천주변권 등 4권역으로 나누어 조사한다. 도면에 기입할 사항은 하천명칭, 조사자, 축척,

물 흐름방향, 방위, 조사일시 등이다. 도면 세부 기입사항은 수로연장 500m 내외의 기준으로 구분된 구간마다 4가지의 권역별로 같은 사항을 조사하여 기입한다. 각 권역별 조사사항으로서 구역권은 식물상, 흐름의 형태, 하상 변화형태와 하도특성 등이고, 수제권은 식물상, 하도특성이며, 제방권은 수목, 식생, 물리적 특성 등이며, 하천 주변권은 서식처 형태, 토지이용 등이다. 기타 작업으로는 수변에 대한 단면도의 구성, 도면의 정리, 사진촬영 등의 작업이 필요하다.

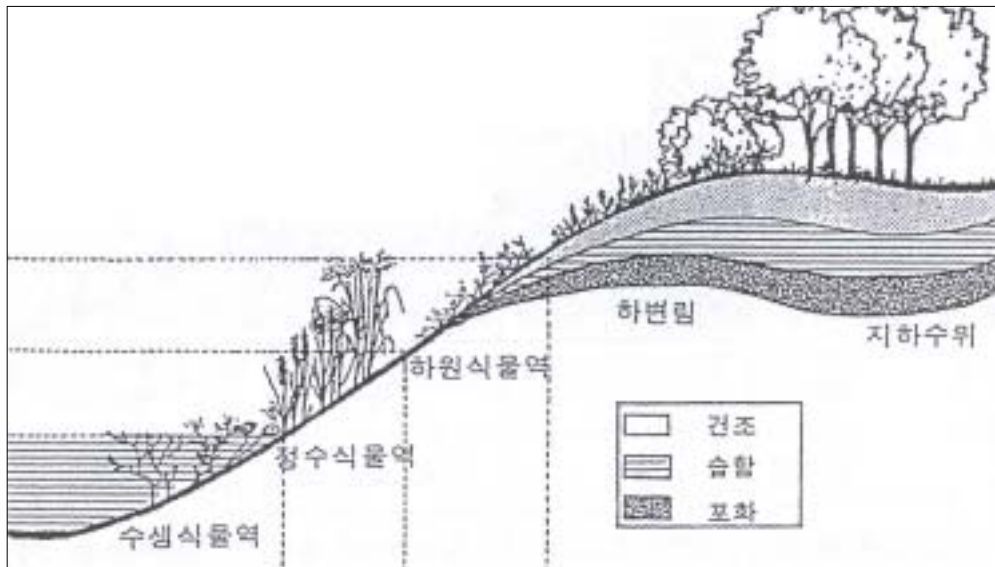
## 2) 식생조사

식생조사의 목적은 식물체의 생활 및 식생에 대한 여러 현상을 고찰하여 조사대상 구역의 식생환경을 파악함으로서 호소 및 하천 등의 환경보전과 정비를 위한 기본자료로 활용하는데 있다. 하천을 보전하고 이용하기 위해서는 가능한 대상구역의 입지조건에 조화를 이루어 식물군락을 형성할 수 있는 식생을 적극적으로 활용하여야 하며, 그 식생을 환경지표로 이용한다. 이러한 생태학적 측면에서 하천관리의 방향설정 및 생태이용을 위하여 하천의 식생조사를 실시한다. 식생조사는 전구간에 대하여 조사할 필요는 없고 제방지역을 포함하여 상류, 중류, 그리고 하류로 구분하여 출현종의 목록을 만들도록 한다.

### (1) 식생 분포

하상식생은 분포지의 환경조건을 나타내는 예민한 환경지표로서 하천환경에서 식생의 분포구역과 종류를 결정하는 인자는 유수와 지하수위의 수위변동이다. 이들 환경요인에 따라 나타나는 식생분포구역은 다음 <그림 3-2>

와 같다.



( 그림 3-2 ) 하천변의 수생분포역과 수위관계

자료:건설교통부, 도시하천의 하천환경정비기법의 개발, 1995. 12. P58

수변식생구조는 식생호안, 수생식물, 습생식물, 하반림으로 이어진다. 이 가운데 하천변 식생구조는 정수식물, 부엽 부유식물, 침수식물, 식생 완충지대로 구분된다. 정수식물은 수리적으로 비교적 유속이 낮고 안정한 얕은 수심에서 많이 자란다. 수변 및 강변습지에 나타나는 대표적인 정수식물로는 일반적으로 부들(cattail), 갈대(reed), 애기부들, 고마리, 달뿌리풀, 골풀(rush), 사초(sedge) 등을 들 수 있다.

< 표 3-13 > 수생식물의 식생에 따른 분류

구 분	과 명	종 명	학 명
정수식물 (Emergent plants) 20종	Umbelliferae	미나리	Oenanthe javanica
	Campanulaceae	수염가래꽃	Lobelia chinensis
	Alismataceae	택사	Alisma canaliculatum
		질경이 택사	Alismaplantago-aquatica
		보풀	Sagittaria aginashi
		울미	Sagittaria pygmaea
		벗풀	Sagittaria trifolia
	Pontederiaceae	물옥잠	Monochoria korsakowi
		물닭개비	Moncharia vaginalis var.
	Gramineae	줄	Zizania latifolia
		갈대	Phragmites australis
	Araceae	창포	Acorus calamus
	Juncaceae	골풀	Juncus effusus
	Typhaceae	애기부들	Typha angustifolia
	Cyperraceae	물꼬챙이골	Eleocharis mamillata var.
		도루박이	Scirpus radicans
		솔방울고랭이	Scirpus aruizawensis
		세모고랭이	Scirpus triqueter
		큰고랭이	Scirpus tabernaemontani
		송이고랭이	Scirpus triangulatus
부엽식물 (floating-leaved plants) 3종	Nymphaeaceae	연꽃	Nelumbo nucifera
	Menyanthaceae	어리연꽃	Nymphides indica
	Trapaceae	마름	Trapa japonica
부유식물 (Free-floating plants) 3종	Salviniaceae	생이가래	Ssalvinia natans
	Lemnaceae	개구리밥	Spirodela polyrhiza
		좁개구리밥	Lemma paucicostata
침수식물 (Submerged plants) 12종	Geratophyllaceae	붕어마름	Certophyllum demersum
	Halorrhagaceae	이삭물 수제비	Myriophyllum spicatum
	Hydrocharitaceae	물질경이	Ottellia alismoides
		나사말	Vallisneria asiatica
		검정말이	Hydrilla certicillata
	Potamogetonaceae	새우가래	Potamogeton maackianus
		대가래	Potamogeton malaianus
		넓은 잎말	Potamogeton perfoliatus
		가는 가래	Potamogeton cristatus
		말즘	Potamogeton crispus
	Najadaceae	민나자스말	Najas marina
		툽나나자스말	Najas minor

자료, 전주시, 전주천 자연하천 조성사업, p 7-9

부엽 부유식물(floating plant)은 수표면하의 빛이 충분히 투과되는 곳에서 자란다. 대표적인 침수식물로는 가래, 물수세미, 붕어마름 등을 들 수 있다. 수변의 습지대에 이르기 전단계에 육상생태계에서 소실된 영양소와 각종 오염물질들이 거치게 되는 초원 등의 식생완충지대(vegetation filter strips)는 하천과 함께 포괄적으로 조망되어야 할 하천경관의 한 부분이다. 때로는 관목림과 각종 교목 등이 자연스러운 천이단계를 따라 나타난다.

#### ① 수생식물구역(aquatic plants zone)

수생식물 구역에 나타나는 식물군집의 환경조건은 완만한 유수와 충분한 광량이며, 수생식물 군집은 하상침식을 어느 정도 막아주지만 지나치게 번성하게 되면 물의 흐름을 저해하게 된다.

#### ② 갈대제방 구역(reed-bank zone)

2m의 수심에도 자랄 수 있는 갈대종이 있으나 대개의 경우 0.3m 수심 이내에서 수심군락이 나타나게 되며, 기층부의 토양은 clay-silt에서 fine sandy soil로 이루어져 있다. 갈대제방(reed bank)은 토양을 붙들어 매고 물에 잠긴 줄기가 유수의 운동량을 감소시켜 하안을 보호한다. 갈대제방은 유속이 1m/s이하로 수변부의 경사가 1:3일 경우 약 1m 폭의 식생대(plant strip)가 형성된다.

#### ③ 수림구역(wood-land zone)

수림구역은 관목류가 주로 분포하는 구역과 교목류가 분포하는 구역으로 나누어지며, 관목류가 분포한 구역은 평균수위보다 높을 때 침수되는 곳이며, 수위가 높아질 때는 교목이 위치한 구역까지 침수한다. 우리나라 하천에는 39과 107종의 수목이 분포하는 것으로 조사되었다(건설교통부, 1997. 3).

## (2) 식생 조사

식생조사는 예비조사, 현장조사, 자료정리의 절차에 따라 실시한다. 예비조사는 대상군락에 대해 기존 자료조사와 탐문조사를 병행하여 실시한다. 현장조사는 원칙적으로 표본조사 방법에 따른다. 현장조사 방법은 다음과 같은 절차와 범위에 따른다.

- ① 조사대상 지역의 가장 특징적인 식물종이 형성된 조성상태를 파악한 후, 그 분포가 균질한 몇 개 지역의 식생을 구분하여 각각의 구역중 군락의 분포가 가장 발달된 곳을 표본대상으로 한다.
- ② 조사구역 면적은 종수면적 곡선에 의해 얻어진 최소면적 이상을 취하도록 표본조사 구역을 설정하며, 조사구역수는 최소 5개 이상으로 한다.
- ③ 조사구역의 군락 특성을 파악하기 위하여 종명, 피도(被度, coverage), 군도(群度, sociability), 밀도(density), 빈도(frequency), 활력도, 계층구조(stratification), 줄기직경(diameter breast height), 기타 조사항목으로 조사날짜와 지명, 해발표고, 방위와 경사각, 조사면적의 크기, 전체 식생 피도, 수령(樹齡)과 나무높이, 조사지에 인접한 식물군락 등을 조사·기록하며, 필요에 따라 토양형 및 토양의 종류, 환경조사, 생육상태 등도 조사한다.

조사기록의 정리는 다음과 같이 한다.

- ① 군락(群落, community)의 종다양도(species diversity)는 군락의 구조 및 기능을 측정하기 위하여 종다양도 지수를 산출한다. 군락의 종다양도 지수의 산출은 여러가지가 있으며, 이중 가장 대표적인 것은 Shannon의

다양도 지수법이다.

② 식생조상표는 유사한 식물의 군락별 식생조사결과가 5개 이상이 되면 야장 또는 식생조사 양식지에 표시된 것만 가지고 서로 비교가 곤란하므로 별도의 하나의 표에 정리하여 작성한다.

③ 조사지역의 식생조사 결과를 가지고 작성된 식생 조성표에는 상재도(相在度)가 높은 종과 낮은 종을 같이 작성하므로 식생분포를 파악하기 어려우므로 개략적으로 파악할 수 있도록 식생조성표의 각 출현종을 식생조사 총수에 대한 백분율(%)로 표시한다.

④ 식생도를 작성할 때는 지형도를 갖고 현상조사 내용을 포기토록 한다.

### (3) 하천식생의 기능

일반적으로 알려진 하천식생의 기능은 다음 표와 같다.

< 표 3-14 > 하천식생의 기능

구 분	기 능
제방의 보호	제방상단과 사면에 조립된 식생은 제방의 안정성을 강화
하안 보호	저수로 하안 등에 서식하는 수목은 홍수시 유속을 경감시키며 뿌리는 하안을 보호
하안경관의 형성	수목은 하도를 자연적으로 분할하고 분할된 공간의 존재를 명확히 함.
녹음효과 및 친수공간 조성	물과 녹음이 있는 자연적 공간을 형성
생태계 보전	먹이연쇄의 1차적 생산지역활을 하고 조류나 소동물의 휴식과 먹이획득의 장소
물의 정화	오염원 차단대로서 오염물질을 거르는 필터역할
대기 정화	습지 식생는 온난화의 주범인 이산화탄소(CO <sub>2</sub> )의 저장소이자 조절자 기능
종 다양성 유지 및 서식처 제공	어종의 산란장소를 제공하며 각종 무척추 동물과 수서곤충들에게 서식처를 제공함으로써 종다양성 유지에 중요한 역할을 함.

< 표 3-15 > 습생·수생 식물군락의 생태적 기능

생태학적 기능		하천 수림대	습생식물 군락	정수식물 군락	부엽식물 군락	침수식물 군락
식물의 생산과 분해	유기물의 생산	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	물과 산소의 교환	-	-	○	⊙	⊙
	물과 N, P 교환	-	-	○	⊙	⊙
	바닥의 N, P 흡수	-	-	⊙	⊙	○
	선박, 어로에 장애	-	-	○	⊙	⊙
생물 군집의 유지	어류에게 유기물공급	○	○	○	⊙	⊙
	저서동물에게 유기물 공급	○	○	⊙	⊙	⊙
	착생생물에게 착색기체 제공	-	-	⊙	⊙	⊙
	어류산란 장소 제공	-	-	⊙	⊙	⊙
	곤충, 양서류 생육장소	-	-	⊙	⊙	⊙
	수조류의 영양소	○	⊙	⊙	○	-
수질정화	유해물질의 흡수	-	-	⊙	-	-
	유기물 분해	-	-	⊙	⊙	⊙
	차광으로 플랑크톤 억제	-	-	⊙	⊙	○
	N, P 흡수로 플랑크톤 억제	-	-	⊙	⊙	⊙
	부유물질의 침전촉진	-	-	⊙	⊙	⊙
	바닥진흙에 산소공급	-	-	⊙	○	-
침식방지	파랑의 완화	-	-	⊙	○	○
	호안침식 방지	-	⊙	⊙	-	-
자원공급	가축사료와 비료의 공급	-	⊙	⊙	⊙	○
	생활용품 재료의 공급	-	⊙	⊙	-	-
경관형성	수변경관 형성	⊙	⊙	⊙	○	-

주) ⊙ : 밀접한 기능 ○ : 간접적 기능 - : 기능없음

자료 : 전주시, 전주천 자연하천 조성사업, p 7-9

#### (4) 오수천의 식생현황 조사

##### 가. 조사지역의 기후환경 특성

조사지역의 기온 분포상의 한반도의 기온 분포의 중간적 성격 즉, 기온 분포의 남북성의 점이적 성격을 띠고 있으며, 기온의 동서성에 있어서도 같은 위도의 동해안에 비하여 겨울 기온이 낮게 나타난다. 이는 본 조사 권역이 한반도의 중서부에 위치할 뿐만 아니라 태안반도가 황해안으로 돌출해 있어 서쪽에서 이동해 오는 바람받이에 해당되기 때문이다.



조사권역의 연평균 기온은 11.7℃~12.5℃로서 서귀포의 15.8℃와 중강진의 3.9℃에 비교하면 중간적인 기온에 해당하며, 일반적으로 남서부 지역은 기온이 높고, 북서내륙으로 가면서 점차 기온이 낮아지는 경향이 있다. 특히, 북동 내륙쪽을 향해 彎曲되어 있는데, 이는 차령산맥과 계룡산지 사이에 위치하여 분지 지형의 특성을 갖기 때문이다.

#### 나. 식생 지리학적 특성

부여지역은 식물구계상으로 남부아구의 최북단 혹은 중부아구의 최남단에 속하는 곳으로서 주로 온대식물이 주종을 이루고 있다. 조사지역은 Lee & Yim(1978)에 의한 식물구계 지리학상으로 보면, 감탕나무속(Ilex)의 북한계인 태안반도에서 영일만을 잇는 선이북의 중부아구와 이남의 남부아구의 경계지역에 위치하고, 생태학적으로는 Quercus 속과 Carpinus 속을 우점종으로하는 낙엽활엽수림대 중부에 속한다(Yim & Kira, 1975).

#### 다. 유역내 산림지역의 식생현황

우리나라 중부지역에 분포하는 삼림식생은 대부분이 이차림으로 형성된 대상식생이다. 이러한 식생을 상관으로 보면, 신갈나무, 졸참나무, 굴참나무, 갈참나무, 상수리나무, 굴참나무 등의 Quercus속을 주요 구성종으로하는 낙엽활엽수림과 지형적인 특성이나 인간간섭에 의해 파괴된 후, 새로 식재한 소나무, 리기다소나무, 일본이깔나무등의 침엽수림으로 형성되어 있다. 오수천 유역의 약 40%를 차지하는 삼림지역의 식생은 대부분이 참나무속이 단일 우점종으로 분포하거나 또는 서로 혼재되어 분포하는 양상을 나타내고 있다.

한편, 상록침엽수인 소나무림의 경관을 나타내는 지역을 조사하여 보면 소나무군락, 소나무-신갈나무군락, 신갈나무-소나무군락의 종조성을 나타

내는 지역도 있다. 천이 과정에서 이차적으로 형성된 소나무림의 경우에는 입지 본래의 잠재자연식생의 구성종인 졸참나무, 굴참나무, 갈참나무 등의 참나무속의 수종이 임관층까지 올라와 소나무가 쇠퇴해가는 단계의 삼림군락이 대부분으로 조사되었다

## 라. 수변식물 분포

### ① 식물상

조사수계에서 조사된 식물상은 26과 40종이 기록되었다. 가장 높은 분포를 보인 종은 환삼덩굴, 고마리, 쇠뜨기, 벼과의 강아지풀, 돌피, 닭의장풀과의 닭의장풀, 대극과의 깨풀, 국화과의 망초, 왕고들빼기 등이 높은 빈도로 출현하고 있다. 낮은 빈도로 출현한 종을 보면 택사과의 벼풀, 벼과의 독새풀, 개피, 그렁, 새, 마디 풀과의 미국자리공, 십자화과의 다당냉이, 산형과의 구릿대 등으로 조사되었다. 목본식물은 산지와 접한 임연부에서 관찰되며 신나무, 붉나무, 때죽나무, 산초나무, 보리수나무 등이다

조사지역의 식물군락은 주로 1년생 초본식물을 구성종으로 하는 환삼덩굴 군락, 고마리 군락 바랭이군락, 다년생 초본식물군락인 달뿌리풀 군락, 샷갓사초 군락, 만경식물인 칩 등이 분포하고 있다. 특히 본 오수천 유역에서는 상류지역의 대부분이 원형상태를 이루지 못하고 개발중에 있어, 넓은 유역면적에도 불구하고 동·식물상의 종수 및 개체수에 있어 비교적 다양성이 낮다.



[사진 1] 오수천 일대에서 제1우점종인 환삼덩굴 군락



[사진 2] 오수천 일대의 최우점종인 고마리 군락



[사진 3] 오수천 일대의 대표적인 식물상

< 표 3-16 > 오수천 유역의 식물상 목록

학 명	국 명	우점도	비고	
			A	B
Equisetaceae <i>Equisetum arvens</i>	속새과 쇠뜨기	+++	G	수변
Gramiceae <i>Agropyron tuskusiense</i> VAR. <i>transiens</i> <i>Setaria viridis</i> <i>Digitaria sanguinalis</i> <i>Echinochloa crvsgalli</i> <i>Phragmaties jzponica</i>	화본과 개밀 강아지풀 바랭이 돌피 달뿌리풀	+ ++ ++ ++ ++++	TH TH TH TH TH	수변 수변 수변 수변 수변
Lemnaceae <i>Spirodela polyrhiza</i> <i>Lemna paucicostata</i>	개구리밥과 개구리밥 좁개구리밥	+ +	TH TH	부유 부유
Commelinaceae <i>Commelina communis</i>	닭의장풀과 닭의장풀	+++	TH	수변
Salicaceae <i>Salix gracilistyla</i>	버드나무과 갯버들	++	N	수변
Ulmaceae <i>Ulmus parvifolia</i>	느릅나무과 참느릅나무	+	M	수변
Cannabinaceae <i>Humulus japonicus</i>	삼과 환삼덩굴	++++	TH	수변
Urticaceae <i>Boehmeria spicata</i>	쐐기풀과 좁개잎나무	++	CH	수변
Aristolochiaceae <i>Aristolochia contorta</i>	쥐방울덩굴과 쥐방울덩굴	+	H	수변
Poligonaceae <i>Rumex crispus</i> <i>Persicaria senticosa</i> <i>Persicaria thunbergii</i> <i>Persicaria hydropiper</i>	마디풀과 소리쟁이 머느리밀씻개 고마리 여뀌	++ +++ ++++ +++	H TH TH TH	수변 수변 정수 정수
Caryophyllaceae <i>Stellatia aquatica</i>	석죽과 쇠별꽃	+	H	수변
Ranunculaceae <i>Clematis apiifolia</i>	미나리아재비과 사위질빵	++	N	수변
Lardizabalaceae <i>Akebia quinata</i>	으름덩굴과 으름	+	N	수변
Papaveraceae <i>Chelidonium sinensis</i>	양귀비과 애기똥풀	+++	TH	수변
Geraniaceae <i>Geranium nepalense</i>	쥐손이풀과 이질풀	++	H	수변
Simaroubaceae <i>Ailanthus alitissima</i>	소태나무과 가죽나무	+	M	수변
Euphorbiaceae <i>Securinea suffruticosa</i>	대극과 광대싸리	+	N	수변
Balsaminaceae <i>Impatiens textori</i>	봉선화과 물봉선	++	H	수변
Vitaceae <i>Vitis amurensis</i>	포도과 왕머루	+	M	수변
Umbelliferae <i>Oenanthe stolonifera</i>	산형과 미나리	++	H	정수

< 표 3-16 > (계속)

학 명	종 명	우점도	비고	
			A	B
Ebenaceae	감나무과			
<i>Diospyros lotus</i>	고욤나무	+	H	수변
Solanaceae	가지과			
<i>Lycium chinense</i>	구기자나무	+	N	수변
Euphorbiaceae	대극과			
<i>Acalypha australis</i>	깨풀	++	TH	수변
Leguminosae	콩과			
<i>Pueraria thunbergiana</i>	참	+++	M	수변
<i>Robinia pseudo-acacia</i>	아까시나무	++	M	수변
<i>Amorpha fruticosa</i>	족제비싸리	+++	N	수변
<i>Trifolium repens</i>	토끼풀	++++	CH	수변
Cucurbitaceae	박과			
<i>Actinostemma lobatum</i>	뚜껍덩굴	++	TH	수변
Cyperaceae	사초과			
<i>Carex dispalata</i>	삿갓사초	+	TH	수변
Compositae	국화과			
<i>Erigeron annuus</i>	망초	+++	TH	수변
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	+++	TH	수변
<i>Aster yomena</i>	쑥부쟁이	++++	TH	수변
<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>	왕고들빼기	+++	TH	수변

- 주 : A - Raunkiaer 생활형(M:교목, N:관목, G:지중식물, TH:일년생식물, H:반지중 식물, HH:근생수생식물, E:착생식물, CH:지표식물 )

### 3) 어류 및 피충류조사

#### (1) 조사 개요

하천에 생존하는 어류의 생활은 종류에 따라 일정한 생활사가 있으며, 정해진 시기에 산란하여 부화하고 성장한다. 산란은 주로 봄에서 여름사이에 많이 하며, 성장은 계절변화와 관련이 많으며, 일반적으로 4~6월에 활발히 성장하고 10~3월에 성장이 저조하다.

수온이 낮아지면 활동이 둔해지고 겨울에는 웅덩이나 강변의 풀사이, 강의

거석 밑바닥 등에서 가만히 있기도 하며, 모래나 돌밑에 잠겨 겨울을 지내기도 한다. 호수나 바다로 이동하여 겨울을 보내는 종류도 있다. 어류의 일생은 1년에 생을 마치는 것에서부터 다년생 등 다양하나 대부분 다 자라기까지는 2~4년정도 소요된다.

어류는 보통 낮에는 여울에서 수초를 먹지만 밤에는 웅덩이에서 휴식한다. 종류에서 하류에 생존하는 어류는 낮에는 석축이나 독의 구멍, 바위사이, 갈대가 살고있는 곳 등에서 휴식하고 밤에 활동한다. 이와 같이 대부분의 어류에 있어서 웅덩이나 강변의 풀과 나뭇잎 등의 그늘, 독이나 석축의 틈, 거석의 밑바닥 등은 휴식장소나 피난처로서 중요하다.

하천의 상류에서 하류까지 어류가 있으며, 이들 어류는 종에 따라 생육환경이 다르며, 동일 어종이라도 성장단계, 계절, 주야 등에 따라 생육장소를 바꾼다. 어류가 생존하기 위해서는 강은 사행하고 여울과 웅덩이가 있으며, 강변에는 풀이나 수목이 생육하고 있어 적당한 그늘을 만드는 것이 바람직하다. 이들 환경은 어류의 먹이, 산란, 휴식 등의 장소이다. 또한 하류에 생육하는 잉어, 붕어 등의 산란에는 수초가 사는 맑은 물이 필요하다.

지류의 소천이나 사수역은 어류의 산란장이 되고 있으며, 주천과 지천 및 사수역을 가지는 하천이 어류의 산란에 유리하며, 중·하류의 갈대는 홍수시에 침수되며, 대부분 어류의 피난장소가 된다. 어류가 생육하기 위해서는 수량, 수온, 수질 등이 양호한 상태로 유지되어야 하며, 생육에 필요한 먹이가 확보되어야 한다. 중·소규모의 유수는 어류에 있어서 필요한 환경변화의 하나로 유수에 의해서 부착조류가 분리되기도 하고 퇴적물이 유출되기도 하며, 웅덩이가 깊게 패이기도 하여 생육환경이 개선된다.

'87 자연생태계 전국조사(환경청, 1987)에 수록된 총 101개의 하천에 105종의 어류가 있으며, 그중 1차 담수어가 80%를 차지하고 있고, 1차 담수어 79종중 잉어과가 65%로 잉어과 어류가 많은 것으로 조사되었다. 어류상의 분

류는 다음과 같다.

< 표 3-17 > 어류상의 분류('87 자연생태계 전국조사)

① 잉어목(Cypriniformes)	잉어과 (Cyprinidae)	잉어(Cyprinus carpio Linnaeus) 붕어(Carassius auratus Linnaeus) 피라미(Zacco platypus Temminck et Schlegel)
	기름종개과 (Cobitidae)	점술종개(Cobitis lutheri Rendahl)
② 메기목(Siluriformes)	메기과(Siluridae)	메기(Silurus asotus Linnaeus)
③ 농어목(Periciformes)		

하천의 환경조건이 변화함에 따라 그곳에 서식하고 있는 어류도 변화한다. 이는 어류가 수역의 생물지표로 이용하는 것은 인간과 밀접한 관계를 갖고 있으며, 또한 이용하기가 쉽기 때문이다. 따라서 어류조사의 목적은 대상구역의 어종 및 그 식성과 서식환경을 조사함으로써 해당구역의 수질과 생태환경을 파악하고, 하천수질 및 유량관리를 통해 해당 하천의 서식어종을 보전하는데 있다. <표3-18>는 우리나라 하천의 어종분포에 대한 것이다.

어류조사 내용은 그 목적에 따라 변화하므로 일률적으로 정하기가 어려우나, 어류상 실태, 현존량(조사시점에 서식하는 종의 수와 양), 식성, 서식환경이 된다. 어류 조사의 경우 통상 물고기의 종류가 비교적 적고 대형이기 때문에 그 종류를 수분하기가 비교적 쉬우나 치어를 구분할 때는 어려움이 많으므로 전문가에게 문의하여 구분하여야 한다.

어류의 실태조사 방법은 탐문조사, 통계자료 활용, 육상에서 편광 카메라나 쌍안경을 이용하여 관찰에 의한 방법 또는 수중에 들어가 관찰하는 방법, 직접 채집에 의한 방법 등이 있다.



< 표 3-18 > 어종의 분포

서식환경 생태적 특성		담 수 지	협수로 및 하천	저습지
크 기 별	대형 어종	잉어, 메기, 가물치		
	중형 어종	붕어, 살치, 꼬리	살치, 꼬리	붕어
	소형 어종	몰개, 피라미, 참붕어, 가시납자리, 흰줄납줄개	피라미, 참붕어, 몰개, 중고기, 흰줄납줄개, 가시납자리, 납자루	몰개, 흰줄납줄개, 가시납자리
서 식 층	표층성	꼬리, 살치	꼬리, 살치	
	중층성 (아저층)	피라미, 참붕어, 몰개, 흰줄납줄개	피라미, 참붕어, 몰개, 흰줄납줄개, 가시납자리, 납자루	몰개, 흰줄납줄개, 가시납자리
	저층성	잉어, 메기, 가물치	중고기	
서 식 처	중심부	잉어, 꼬리, 살치, 피라미, 메기	꼬리, 살치, 피라미	
	연안부	가물치, 붕어, 참붕어, 흰줄납줄개	참붕어, 흰줄납줄개, 납자루	흰줄납줄개
	전체	피라미, 붕어, 잉어, 살치, 가시납자리	피라미, 살치, 납자루, 가시납자리	가시납자리
식 성	육식성	메기, 가물치, 꼬리	꼬리	
	잡식성	잉어, 살치, 붕어, 피라미, 참붕어, 몰개, 흰줄납줄개, 가시납자리	살치, 피라미, 참붕어, 몰개, 중고기, 흰줄납줄개, 가시납자리, 납자루	몰개, 흰줄납줄개, 가시납자리
세 부 식 성	어류 또는 대형 무척주 동물포식	메기, 가물치, 꼬리	꼬리	
	치어 또는 소형 무척주 동물 또는 각종 유기물	잉어		
	소형 무척주 동물 또는 각종 유기물	붕어, 피라미, 참붕어	참붕어, 피라미, 중고기	
	동·식물 플랑크톤 및 각종 유기물	살치, 몰개, 흰줄납줄개, 가시납자리	살치, 몰개, 흰줄납줄개, 납자루, 가시납자리	몰개, 흰줄납줄개, 가시납자리

자료 : 전주시, 전주천 자연하천 조성사업, p 7-9

현존량의 조사를 위한 개체수 추정방법은 육상 또는 수중에서 직접 관찰하는 방법, 포획에 의한 방법, 표시한 어류를 방류하여 조사하는 방법, 어종 관찰에 의한 방법이 있으며, 조사수역의 상황, 조사목적에 따라 적절한 방법을 선정한다.

물고기의 몸길이 측정에는 보통 표준 몸길이가 이용된다. 이는 주둥이 상단에서부터 등뼈 끝까지의 길이를 의미한다. 체중은 건조중량과 습윤중량이 있으며, 건조중량은 70~80℃의 건조기에 넣고 중량변화가 멈춘 시점의 값을 이용한다. 몸길이 15cm이하이면 약 36시간 정도 두어도 일정한 무게에 도달한다. 습윤중량은 여과지로 몸표면, 입속 및 아가미내의 수분을 닦아낸 후 무게를 잰다. 몸길이 군별의 평균 체중으로서 얻은 값과 개체수로부터 수역 전체의 현존 중량을 산출한다.

식성조사는 1차 생산자인 조류, 2차 생산자로 조류를 섭취하는 수생곤충 및 어류, 3차 생산자로서 2차 생산자를 섭취하는 어류로 이어지는 먹이사슬을 조사하여 수역의 생태계 조사를 실시한다.

어류의 서식환경조사는 해당 어류상 조사와 함께 어류의 성장단계별로 서식지에 대해 수심, 유속, 수면폭, 하상재료, 하상구조 등과 같은 수리·수문조건, 수온, 용존산소량, 생물화학적 산소요구량, 기타 관련 수질조건, 어류 서식지의 식생조사 등을 실시한다.

## (2) 조사 및 분석방법

어류는 이동성을 갖고 있을 뿐만 아니라 종류에 따라서는 서식하는 장소의 특성이 있으며, 또한 계절적으로도 서식장소가 변화하기 때문에 채집장소의 선정에 유의한다. 일반하천에 서식하는 어류는 하천주변의 주민들이 많은 정보를 갖고 있으며, 환경부 지정 보호어종이나 천연기념물 등이 서식하는 경우도 있으므로 지역관계자와 협의하여 채집 지점의 선정뿐만 아니라 조사시기, 어류 포획 방법, 조사회수 등을 결정한다.

어류의 서식환경 조사는 해당 항목의 특성에 따라 일반적인 수리·수문조사 방법, 수질조사방법, 식생조사 방법에 따르며, 필요시는 전문가의 의견을 검토한다. 일반적으로 어류채집은 각 조사지점별로 상하 200m구간에서 채집

어구는 투망(망목 8×8mm, 10×10mm), 족대(망목 3×3mm, 4×4)를 사용한다. 채집된 어류는 현장에서 10% 포르말린액에 고정하여 실험실로 운반하여 동종(同種)·분류한다. 어류의 동종에는 국내에서 발표된 검색표를 이용하고, 분류체계는 Nelson(1994)를 따른다.

어류군집의 분석을 위해서는 각 조사지점에 대하여 우점도, 다양도, 균등도 및 종류 부도를 구한다. 일반적으로 우점도는 McNaughton's Dominance Index, 다양도는 Shannon's Diversity Index, 균등도는 Pielou's Evenness Index, 종풍부도는 Information Theoretic Index에 의해 산출한다.

양서류중에서 도롱뇽류는 유속의 흐름이 완만한 곳을 찾아 작은 바위를 들추어 유생을 확인하거나 물이 고여있는 작은 웅덩이에 산란한 알을 찾아 종을 확인할 수 있으며, 성체는 활엽수림이 있는 음지쪽에 쓰러져있는 고목을 들추거나 바위틈에서 확인할 수 있다. 개구리류는 이동중인 개체와 계곡의 바위 틈 혹은 논, 수로 그리고 저습지 주변에서 포충망을 이용하여 채집할 수 있다. 그러나 양서류는 주간보다 야간에는 논이나 밭근처, 수로 그리고 웅덩이 등지에 모여 집단으로 울기 때문에 울음소리로 종을 식별할 수 있다.

파충류중에서 장지뱀류와 도마뱀류는 밭주변, 등산로주변 햇빛이 잘 드는 곳에 쌓여있는 돌속에 있는 경우가 많으며, 주민들을 대상으로 청문을 통하여 확인할 수 있다.

### (3) 조사결과

담수생태계는 호수나 연못과 같은 정수생태계(lentic ecosystem)와 강과 하천과 같은 유수생태계(lotic ecosystem)로 구분되며, 발원지 시냇물, 산간계류, 평지하천, 대규모의 강 등 다양한 크기와 종류의 유수생태계를 통칭하여 하천생태계(stream ecosystem)라 부른다(Allan, 1995; Horne & Goldman, 1994; Hynes, 1970; Minshall, 1988).

하천생태계는 물의 흐름을 따라 긴 통로로 이루어지며, 물이라는 매체에 의하여 외부와 구별되는 독립적인 생태계일 뿐만 아니라, 고도의 차이에 따라 물이 한 방향으로 지속적으로 흐르고, 물의 통로를 따라 유역 환경이 변하며, 또한 다양한 유역환경의 영향을 생태계 내에서 지속적으로 받기 때문에 매우 복잡한 생태계이다.

담수무척추동물은 이러한 하천생태계 내에서 가장 다양하고 풍부한 무리일 뿐만 아니라, 대부분의 종류가 먹이사슬에서 비교적 낮은 영양단계의 소비자로서 역할을 하기 때문에 하천생태계의 구조적·기능적 구성원으로서 중요하다. 그리고 이동성이 적고 스스로 서식지를 선택할 수 있고 수질에 민감한 반응을 보여 수질을 대변하는 가장 뚜렷한 분류군으로 인정되고 있는 실정이다 (Hynes 1970, Wilhm 1972, Macan 1974, Pennak 1989, McCafferty 1981).

그러나 본 오수천의 경우에는 하천생태계에 있어 가장 중요한 요인인 수량의 계절적인 변화가 매우 커 강우시기를 제외하면 대부분 건천상태로 유지되기 때문에 정상적인 하천생태계의 유지가 어려운 지역적 특징을 보이고 있다. 또한 농경지를 관류하여 흐르기 때문에 농약, 비료의 사용 등 화학적인 요인으로 인하여 정상적인 하천생태계 유지가 어렵다.

따라서 국지적으로 소(沼)형태로 남아있는 지역에 대한 어류상을 조사하였으며, 조사결과 체장이 5cm이상인 성어의 모습은 발견할 수 없었고 대부분 피라미(*Zacco platypus*), 버들치(*Rhynchocypris oxycephalus*) 치어들만 관찰되었고 그외에 미꾸라지(*Misgurnus mizolepis*)가 가끔 발견되는 것으로 탐문되었다

오수천일대의 양서류는 6종, 파충류는 4종이 확인되었다. 도롱뇽 (*Hynobius leechii*)은 주로 초봄(2~3월)에 산란을 하는 도롱뇽은 산간계류의 유속이

느린 부분의 돌 밑이나 웅덩이, 산지의 논 등에서 주로 발견되는데 (양, 2000), 본 오수천의 최상류 지점인 오수리 일대의 산간계류에서 그 알집, 유생들이 목격된다는 주민의 탐문이 있었다.

두꺼비 (*Bufo gargarizans*)는 감소추세종 (환경청, 1994)으로 야산의 저수지나 산지의 논주변 웅덩이 가장자리에 산란하는 종으로, 집단으로 산란하며 산란장소를 바꾸지 않는 습성이 있기 때문에 개발 또는 오염 등에 의해 산란지가 파괴되어 최근에 급격히 감소되고 있는 종이다. 본 조사에서도 장마가 지난 산란후 산지로 이동하는 두꺼비 성체를 확인할 수 있었다.



[사진 8] 오수리 일대 도로변에서 관찰된 두꺼비(산란후 산지로 위협스럽게 이동하는 장면이 목격되었다)

청개구리 (*Hyla japonica*)는 전국적으로 가장 널리 분포하는 종으로 본 조사에서도 농경지 및 하천변에서 다수 관찰된 종이다. 본 종과 자매종인 수원청개구리 (*Hyla suweonensis*)는 자연상태에서는 산란시기에 수컷의

울음소리에 의해서만 구별되는데 (Kuramoto, 1980; 양 등, 1981; Park et al., 1996; 양 등, 2001), 본 조사 지역에서는 야간에 울음소리를 확인한 결과 수원청개구리는 서식하지 않는 것으로 확인되었다.

맹꽁이 (*Kaloula borealis*)는 도시근교의 습지와 농촌의 논 등 어느 곳에서도 산란시기인 장마철이 되면 많이 발견되었던 종이나 개발과 농약의 살포로 인하여 급격히 감소되어 최근에는 거의 발견이 어려운 절멸위기종 (한국자연보존협회, 1989; 환경부, 1994; Yang et al., 2000a)으로 최근에 자연보전법 시행령 제2조에 의해 보호대상종으로 지정된 종이다. 본 조사에서는 직접 관찰할 수 없었고 우기에 민가근처에서 울음소리가 가끔 들리는 것이 주민들에 대한 청문조사에서 확인되었다.

참개구리 (*Rana nigromaculata*)는 전국적으로 널리 분포하여 농지 주변에서 흔하게 볼 수 있었던 종이나 최근 들어 서식처의 축소와 농약살포에 의한 산란지 오염 등으로 인하여 지역에 따라서는 그 빈도가 현격히 줄어들거나 절멸된 상태이다. 본 조사지역 일대에서도 논 주변 습지에서 낮은 빈도로 발견되었다.

황소개구리 (*Rana catesbeiana*)는 본래 식용목적으로 1959년과 1971년에 각각 일본으로부터 양식을 위해 도입된 종으로 강원도와 전라북도 동북부 일부지역을 제외한 전국의 하천 및 저수지 등지에 널리 분포한다 (양 등, 2001). 본 조사지역의 경우 그 서식이 직접 확인되지 않았으나, 금강변에서 울음소리를 청취하였다는 탐문이 있었다. 정확한 사실은 확인하지 못하였으나 여러 정황으로 보아 서식 개연성이 있는 종으로 판단된다.

구렁이 (*Elaphe schrenckii*)는 국내에서 가장 대형인 뱀 종류로 주로 인가 주변에서 서식하고 약용으로 고가에 매매되기 때문에 무차별 남획되어 현재 절멸위기에 처해있는 멸종 위기종이어서 (환경처, 1994; 한국

자연보존협회, 1989) 최근에 자연보전법에 의해 멸종위기동물로 지정 보호되고 있는 종이다. 농가 근처에서 최근에 간혹 발견된다는 탐문이 있었으며, 근래에는 찾아보기 어려운 종이다

무자치 (*Enhydris rufodorsata*)는 논이나 초원 및 숲 속의 물가에 많이 서식하는 종으로 (강 과 윤, 1975), 비교적 전국에 널리 분포하였으나 (환경청, 1987, 1989) 최근 경작지의 농약 오염으로 현저히 감소추세에 있는 종이다 (환경처, 1994). 본 조사에서는 직접 관찰할 수 없었고 탐문에 의해 그 서식이 확인되었다

유헤목이 (*Raphidophis tigrinus tigrinus*)는 국내에서 가장 흔한 파충류 종의 하나로, 본 조사지역에서도 평지나 낮은 산지에 많이 서식하며 주로 논이나 연못근처에서 흔히 볼 수 있던 종이다 (환경청, 1987, 1989).

살모사 (*Agkistrodon brevicaudus*)는 국내 전지역에 걸쳐 널리 분포하는 독사로 평지 외 고산 어디에서나 볼 수 있던 종이다 (강 과 윤, 1975). 그러나 본 종 또한 약용으로 쓰여지면서 무차별 남획되어 그 서식빈도가 빠르게 줄고있는 감소추세종이다 (환경처, 1994).

#### 4) 조수류 조사

##### (1) 조사 개요

조수류 조사는 조사 대상구역의 조수류에 대한 종류 및 생태를 조사함으로써 해당 구역의 서식지 및 공간적 환경특성을 평가하는데 의의가 있다. 하천, 호소 및 그와 접속되는 공간에는 다종 다양한 생물이 서식하고 있으며, 그들 상호간에는 밀접한 관련성을 지닌 생태계를 형성한다. 조수류도 마찬가지로 많은 종류가 생활의 일부 또는 전부를 하천과 호소에 의존하고 있다.

조수류의 섭식활동은 수중 및 하상토에 서식하는 작은 동물을 먹는 종, 수면상의 암석, 나무 등에 대기하면서 수중의 작은 동물을 먹는 종, 상공을 날다가 수중의 동물을 먹는 종 등 여러 가지 유형이 있고, 둥지를 트는 환경특성으로는 하천 언덕위 구멍에 둥지를 짓는 종, 하천언덕위 바위에 둥지를 짓는 종, 수면위에 짓는 종, 갈대 숲에 짓는 종 등 다양하므로 구분할 수 있어야 한다. 섭식생물의 감소 및 둥지환경의 변화는 직접 서식수의 감소에 이어지는 것도 있고, 기타 환경에 적응하지 못한 조수류에게는 절대적으로 서식수의 감소로 이어지기도 한다.

## (2) 조사방법

조수류조사는 조사목적에 따라 다르나 서식종류와 그 수(둥지수도 포함)를 파악하는 것이 목적이며, 일반적으로 조사방법에는 선 센서스(line census)와 지구센서스(plot census)가 있다. 또 조류는 번식, 월동, 중계 등 계절에 따른 서식종류와 개체수가 큰 폭으로 변하기 때문에 조사시기에도 유의하여야 한다. 선 센서스는 조사지구에 미리 조사 정선(1km 이상 5km 정도까지, 직선이 아니어도 됨)을 설치하고 1km당 약 40분의 속도로 보행하여 그 양쪽에 정해진 폭내에서 출현하는 조류를 기록한다.

지구센서스는 조사지내의 균일한 환경중 조류의 종류, 개체수를 파악하는데 좋은 방법이다. 조사지의 전부 또는 일부(일정면적)를 조사구역으로 하며, 구역내를 관찰폭내에 전부 포함시켜 지그재그로 이동하면서 관찰하는 지그재그법, 구역내를 일정거리 격자로 나누고 각 격자별로 조사하는구획법, 구역내의 전망이 감지되는 저위 기록 관측점에서 망원경으로 조사하는 정위기록법 등이 있으며 해당 지역의 특성에 따라 그 방법을 선정한다.

수류의 조사는 조류와 비슷하나 개체를 직접 목격하기 어려우므로 짐승류의 흔적(굴, 배설물, 털, 발자국, 냄새 등)을 파악하여 추정한다.



### (3) 조사결과

#### 가. 포유류

오수천은 농수로 개념의 소하천으로서 대형 야생동물의 서식지로서는 부적합한 지역으로서 종수 및 개체수에 있어 빈약한 조사결과를 보였다. 현지조사 및 지역주민의 탐문에 의해 조사된 오수천 유역 일대의 포유류는 총 7종의 서식이 확인되었는데 두더지, 다람쥐, 청설모, 생쥐, 집쥐, 족제비 등의 서식이 확인되었으며, 야생화종인 고양이가 서식하고 있었다.

본 조사지역에서 서식이 확인된 포유동물은 총 6종이었으며, 환경부 지정 보호동물이나, 대형 포유류가 확인되지 않은 것은 이 지역이 인가와 인접해 있으면서, 도로에 의해서 생태계가 단절되어 있기 때문으로 생각된다.

두더지 (*Mogera wogura*)는 조사지역 전체에서 서식하고 있는 것을 확인할 수 있었는데 본 조사지역의 농경지 일대에서 두더지의 터널을 확인할 수 있었다. 다람쥐 (*Tamias sibiricus*)는 주변 참나무류 혼효림 군락에서 목견되었으며, 근래에 들어서는 쉽게 발견되지 않고 있다는 주민의 증언이 있었다.

청설모 (*Sciurus vulgaris*)는 리기다소나무 군락 및 참나무류 혼효림 군락에서 자주 목견되는 종으로서 현재 증가추세에 있는 종으로서 현지 조사시에도 직접 목견되었다. 생쥐 (*Mus musculus*)는 우리나라에 서식하는 포유동물 중에서 가장 흔하게 발견되는 종이며, 본 조사지역의 전 지역에서 서식이 확인되었다. 집쥐 (*Rattus rattus*)는 우리나라에 서식하는 포유동물 중에서 흔한 종류이며, 농가 일대에서 죽은 사체가 관찰되었다.

족제비 (*Mustela sibirica*)는 과거에는 농경지 및 농가 일대에서 흔하

게 관찰되던 종이었으나, 근래에는 찾아보기 어려운 종이다. 오수리 일대로변에서 사체가 관찰된 것으로 미루어 소수이긴 하지만 이 지역에 서식하고 있는 것으로 추정된다.



고양이 (*Felis catus*)는 근래에 들어 도시지역에서는 사회적인 문제가 될 정도로 많이 발견되는 종이다. 왕성한 번식력으로 인해 급격하게 증가되고 있는 실정으로 본 조사지역에서도 다수 관찰되었다

#### 나. 조류

조류는 다른 동물들에 비해 이동성이 매우 크기 때문에 국지적인 지역을 대상으로 서식상황을 논하기는 어렵다. 따라서 본 조사에 있어서는 백마강 유역일부를 포함한 오수리, 함정리 일원의 농경지 및 야산

일대를 조사영역으로 설정하여 조류의 서식상황을 파악하였다. 조사결과 가장 우점도가 높은 종으로는 여름철의 제비, 겨울철의 멧비둘기, 청둥오리 로 조사되었으며, 텃새인 까치는 년중 가장 많은 관찰 빈도를 보였다.

조류는 산지성 조류보다는 물가나 농경지, 인가 서식성 조류의 개체수가 많았으며, 수조류가 우세한 특징을 보였다. 멧비둘기는 가을에서 초겨울에 이르는 기간동안 다수가 관찰되었다. 이는 주변에서 번식한 멧비둘기들이 가을에 집단을 이루었기 때문일 것이다. 살충제 사용으로 인한 파리목 곤충의 수가 적어진 것과 더불어 번식할 수 있는 장소가 적어짐에 따라서 텃새 및 철새의 개체수가 줄어든 원인일 것으로 풀이된다

< 표 3-19 > 오수천 조사지역 일대의 조류상 목록

학 명	종 명	조사방법	우점도	생활형
<i>Ardea cinerea</i>	왜가리	직, 탐	++	Res
<i>Egretta alba modesta</i>	중대백로	직, 탐	++	SV
<i>Egretta garzetta</i>	쇠백로	직, 탐	+	SV
<i>Phasianus colchicus</i>	꿩	직, 탐	++	Res
<i>Streptopelia orientalis</i>	숙새	탐	+	PM
<i>Pica pica</i>	까치	직, 탐	+++	Res
<i>Podiceps ruficollis</i>	논병아리	탐	+	Res
<i>nas platyrhynchos</i>	청둥오리	직, 탐	++	WV
<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	직, 탐	+	Res
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	직, 탐	+++	Res
<i>Eurystomus orientalis</i>	파랑새	탐	+	SV
<i>Hirundo rustica</i>	제비	탐	+++	SV
<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	탐	+	Res
<i>Emberiza cioides</i>	멧새	탐	+	Res
<i>Passer montanus</i>	참새	직, 탐	++	Res
<i>Oriolus chinensis</i>	피꼬리	탐	+	SV
<i>Corvus corone</i>	까마귀	탐	+	Res



[사진 6] 백마강 유역에서 채식중인 청둥오리(겨울철새이나 텃새화 되어가는 경향이 있는 종이다, 하천, 호수, 농경지 등의 습지에서 주로 서식하며, 낮에는 호수, 해안, 늪 등의 얕이 트인곳에서 먹이를 찾는다)



[사진 7] 오수리 일대 농경지에서 관찰된 멧비둘기(조사당시 가장 많은 개체수를 보인종이다)

## 제4장 하천관리방안

### 1. 생태 및 환경지도

생태지도도 장기적인 하천관리나 주민·학생들의 자기고장 환경과 생태교육에 있어서 중요하다. 생태지도는 일반지형도를 기본도로 자연생태계에 가깝게 표기되도록 한다. 하천생태지도에는 조사된 식물, 어류, 수서곤충을 표시한다. 식물은 조사지점별 뚜렷한 특징이 없어 소하천에 출현한 종에 대해서는 생태지도에 표시하도록 한다. 어류와 수서곤충은 조사지점별 우점종을 나타내고, 우점종이 다른 지점에 있는 경우에는 우점종으로 표시한다.

( 그림 4-1 ) 오수천의 생태지도

환경지도는 장기적인 하천관리나 주민·학생들이 자기고장의 환경을 이해하고, 생태교육에 매우 중요하다. 환경지도는 국립지리원에서 제작한 1:25,000 수치지도를 입수하여 소하천 구역의 수계도, 토지이용현황도를 구축하고, 이를 기본도로 하여 하천정비 현황, 인구현황, 소유역별 배출부하량 현황, 지점별 하천수질현황들을 나타내도록 한다.

소하천의 구역은 도상으로 예비조사를 하고, 현장조사를 통하여 구분토록 하고, 오염배출부하량은 소유역별로 BOD, T-N, T-P에 대하여 나타내도록 한다. 하천수질오염현황은 수질측정 지점별, 조사시기별, 조사시기별로 BOD, T-N, T-P로 나타내며, 또한 소하천 분류는 수질모니터링 자료를 바탕으로 수질기준에 따라 등급으로 구분한다.

소하천의 정비현황은 콘크리트 옹벽부분, 콘크리트 블록을 이용한 부분, 상류의 돌쌓기 및 자연사면형태로 되어있는 것을 조사하여 환경지도에는 하천 단면의 특성이 다른 부분의 횡단면을 작성한 후 콘크리트 옹벽, 콘크리트 블록, 돌쌓기공, 자연사면을 구분하여 표시한다.



( 그림 4-2 ) 환경지도의 예시 (경기도 간파천)

자료:경기개발연구원, 경기도내 소하천관리를 위한 기초연구 -간파천-, 2000. 12. p105

## 1) 웅덩이(pool)

지형학적으로 보면 유량이 많을 때 유속이 빠른 집중류에 의해 발생하는 하상세굴로 형성되고 사행밴드축으로부터 약간 하류에 출현한다. 유량이 적을 때는 유속이 매우 느리며, 바닥을 이루는 저질은 모래일 경우가 많다.

## 2) 여울(riffle)

유량이 많을 때 확산류에 의해 형성된다. 유량이 적을 때는 유속이 빠르며, 수면경사는 급하며, 수면은 거친 형태로 형성되고 하상의 저질은 입자가 굵은 자갈로 이루어진다. 하천 횡단면은 대칭적 형상을 이룬다.

## 3) 사주(point bar)

곡류부의 바깥쪽에 나타나는 침식지형인 웅덩이와는 반대로 곡류부의 안쪽에 형성되는 퇴적지형이다. 유량이 많을 때 웅덩이에는 유속이 빠른 집중류에 의해 침식지형이 형성되는 반면에 사주에는 분산류에 의해 퇴적물이 집적되면서 사주가 형성된다. 사주의 단면은 여울과 달리 비대칭적 형상을 이룬다.

## 4) 자연수로

유량이 적을 때 유속이 느리고 깊은 웅덩이로부터 유속이 빠르고 얕은 여울에 이르기까지 다양한 유수환경은 어류에게 먹이와 번식, 산란, 그리고 은



신처로서의 환경을 제공해 준다. 웅덩이는 유량이 많을 때 빠른 유속으로부터 피난처를 제공해준다. 웅덩이와 여울 그리고 사주는 각기 다른 종류의 바닥물질로 구성되어 있어 다양한 저서생물의 생육환경이 되고, 저서생물들은 어류나 동물의 중요한 먹이가 된다. 웅덩이의 충분한 수심은 갈수기시 수생생물의 생존을 가능케 해준다. 제방의 수목과 수로변의 식생은 과도한 수온변화를 막아준다.

## 5) 하상재료와 수중서식 형태

하천의 각종 개발은 유량, 유속, 수심, 하천의 폭, 하상경사, 유사량, 하상재료 등 수리 및 유사특성과 하천의 형태를 변화시켜 다시 새로운 평형상태를 유지하게 된다. 하천이 상류에서 하류로 내려감에 따라 하폭, 수심, 유속, 하상재료 등 하천의 수리특성과 형태가 변하며, 서식과는 동·식물의 군락도 변한다. 특히 하상재료의 변화는 하천의 수리 및 지질특성을 대변할 수 있으며, 하천의 수중서식처 특성은 하상재료의 크기와 관련된다.

< 표 4-1 > 하상재료와 수중서식의 형태

하상재료의 구분	하상재료 이송을 위한 흐름강도	재료의 크기(직경)	물고기의 이용		수중생물
			산란 장소	피난처	
표석/조약돌 (boulders/cobbles)	대급류	수십 cm내외	수 중	재료 뒤	매우 다양한 종이 혼합되어 있음. 다년생
조약돌/자갈 (cobbles/gravels)	급류	수cm 내외	하상 표면 재료 사이	별 무	다양한 종이 혼합되어 있음. 1년생
모래(sands)	대부분 흐름	1mm 내외	수 중	별 무	다양성 및 밀도가 낮음. 숨어사는 종
이토/점토 (silts/clays)	재료의 정착도, 전단응력 의존	0.1mm 이하	수 중	수생식물 의 뿌리틀	다양성은 높으나 밀도가 낮음. 숨어사는 종

< 표 4-2 > 어류와 하천의 유형

하천유형	생태적 환경 특성	비 고
산지계류형	· 여울과 소의 거리가 짧고 유속이 빠름 · 직선형 · 열목어, 산천어, 버들치, 버들개, 금강모치, 연준모치, 독중개 등	
중간계류형	· 유속이 빠르지 않고 일반적으로 폭포가 있지 않으며, 소와 여울의 거리는 짧지 않음 · 굴곡이 눈에 띈다. · 썩지, 미유기, 갈겨니, 통가리, 빠가사리, 구구리, 돌상어, 참마자, 종개, 수수미크리, 꼬치동자개 등	
중류형	· 유속이 완만하고 굴곡이 크며, 소와 여울의 거리가 길다. · 피라미, 돌고기, 모래무지, 돌마자, 은어, 중고기, 참중고기, 쉬리, 쏘가리, 밀어 등	
평지하류형	· 굴곡은 더욱 크고 유속도 더 완만해지며 소와 여울의 거리는 더욱 길다. · 붕어, 잉어, 미꾸리, 미꾸라지, 메기 뱀장어, 치리, 참붕어, 동자개 등	
기수구역	· 하구 구역 조수가 드나드는 구역이다. · 풀망둑, 문절망둑, 검정망둑, 꾀저구, 송어, 농어, 학공치, 큰가시고기 등	

## 2. 하천의 수질개선

### 1) 수질의 목표기준 설정

소하천의 수질개선을 체계적으로 하기 위해서는 용수의 이용목적과 일치하도록 기준을 설정하여야 한다. 이수목적은 상수, 공업용수, 발전용수, 농업용수 등으로 나눌 수 있으며, 이들에 대한 각각의 수질환경 기준을 설정하면 용수·이수목적에 적합한 수자원을 확보할 수 있다. 그러나 사회 및 경제적인 여건의 변화나 수자원확보와 관련한 정책수립에 따라 용수공급원 및 용수·이수목적이 달라질 수 있으며 또한 현재의 오염도를 고려 할 때 도저히 용수·이수목적에 적합한 원수의 확보가 불가능한 경우가 있기 때문에 수질환경기준의 적용은 이론과 실재가 어긋나는 모순을 갖고 있다. 따라서 장기적으로 용수·이수목적에 목적에 적합하도록 장·단기의 수질환경기준 제시와

연도별 달성계획을 감안한 후 수질환경기준을 설정하여 적용하여야 한다.

< 표 4-3 > 하천의 수질환경기준

구분	등급	이용목적별 상용 대책	기					준
			pH (mg/ l)	BOD (mg/ l)	COD (mg/ l)	SS (mg/ l)	DO (mg/ l)	대장균수 (MPN/100mg)
생활 환경	I	상수원급 1급	6.5 ~ 8.5	10이하	10이하	250이상	7.50이상	500이하
	II	상수원수 2급 수산업수 1급 수영용수	6.5 ~ 8.5	30이하	30이하	250이상	50이상	1,000이하
	III	상수원수 3급 수산업수 2급 공업용수 1급	6.5 ~ 8.5	60이하	60이하	250이상	50이상	5,000이하
	IV	공업용수 2급 농업용수	6.0 ~ 8.5	80이하	80이하	250이상	20이상	-
	V	공업용수 3급 생활환경보전	6.0 ~ 8.5	100이하	100이하	쓰레기등 이 떠있지 않을 것	20이상	-
사람의 건강 보호	전 수 역	Cd	0.01mg/1 이하		CN, Hg, 유기인, PCB	검출되어서는 안됨		
		As	0.05mg/1 이하					
		Pb	0.1mg/1 이하					
		Cr6 +	0.05mg/1 이하					
		ABS	0.5mg/1 이하					

현재 환경보전법에 규정된 수질환경기준은 <표 4-3>과 같으며, 생활환경보전은 수역을 5개 등급으로 구분하고 pH, DO, BOD, SS, 대장균수의 6개 항목에 대한 수질기준을 설정하고 있다. 그리고 사람의 건강보호를 위해서는 전지역에 대하여 중금속이나 독성물질인 Cd, As, CN, Hg, 유기인, Pb, Cr, PCB 등의 8개 항목에 관하여 기준을 설정하여 규제하고 있다.

소하천의 수질개선은 하천의 생태계를 복원함으로서 하천수계상 가장 상단에 위치한 소하천의 수질을 보전하고 또한 중하류의 수질을 보호하는데 있다. 소하천의 수질개선을 위한 접근방법으로는 토지이용규제, 상시적인 오염업체의 공장이전 등과 같이 발생원의 규제 대책, 하천의 유입되기 전에 오염

물질을 하수처리장, 마을 하수도, 축산 및 분뇨처리장에서 처리하여 하천에 유입되는 오염부하량을 저감하는 대책, 그리고 하천에 유입된 후에는 극심한 오염물은 준설하여 폐기하거나 하천의 자연적인 수질정화 방법을 이용하는 방법이 있다.

## 2) 오염원별 처리방안

하천의 수질정화는 유역의 오염원을 파악하여 수질오염물질의 특성을 파악하여야 한다.

< 표 4-4 > 오염원별 주요 오염물질 및 처리방법

구 분	오 염 물 질	처 리 방 법
생 활 오 수	BOD, SS, 질소(T-N), 인(T-P)	접촉산화법, 식생정화법
축 산 폐 수	BOD, SS, 질소(T-N), 인(T-P)	식생정화법, 폭기식 접촉산화법
공 장 폐 수	화학물질, 독성물질	처리장 건설, 식생정화법
농 업 용 수	질소(T-N), 인(T-P)	식생정화법

오염원이 명확한 경우 오염원에 대한 정화방법을 모색하여야 한다. 일반적으로 오염원에서 직접 처리할 경우 처리비용, 규모, 효율 등에서 하천 정화 방법보다 뛰어난 효과를 볼 수 있다.

오염물질을 줄이는 것은 우선적으로 재정적인 뒷받침과 제도적인 보완이 뒤따라야 한다. 오염물질 삭감방법은 크게 점오염원과 비점오염원으로부터 배출되는 오염물질을 삭감시키는 것으로 분류할 수 있다. 강우유출에 의한 비점오염원은 점오염원 못지않게 중요시 될 수 있으나 발생원에 대한 근원적인 처리를 제외하고는 인위적으로 처리하기가 어렵다. 점오염원에 대한 삭

감대책으로는 가정생활에서 발생하는 생활하수와 농가에서 사육하는 가축으로부터 배출되는 축산폐수, 그리고 공장 및 사업장에서 발생하는 공장폐수에 대한 관리대책 등이 있다. 축산폐수는 고농도의 유기물을 함유하고 있으며 질소와 인에 의해 부영양화에 의한 수질오염도 우려하여야 한다. 축산폐수는 소규모로 운영되는 점을 고려하여 사육농가에 경제적인 부담도 적고 손쉬운 방법을 택하는 것이 타당하다.

축산폐수를 처리하는 방법에는 여러 가지가 있으나 분과 분뇨를 분리하여 액비화하려는 경향이 많다. 생물학적 처리방법에는 활성슬러지법, 회전원판법, 살수여상법 등이 있으며, 최근에는 가축분뇨 중의 유기물을 메탄가스로 에너지로 회수하려는 메탄발효 혐기성분해법도 다시 시도되고 있다. 또한 우리나라 오수의 특성상 탄소원이 부족하고 축산폐수의 처리가 어렵다는 점을 고려하여 생활오수와 축산분뇨를 합병처리하려는 연구가 많이 진행되고 있다. 또한 질소, 인을 제거하기 위한 섬모상담체를 이용한 생물막법, 혐기-호기 순환법, 혐기-호기회전원판법 등의 처리방식 등이 도입되고 있다.

소하천 유역은 대부분 농촌지역으로 규제미만의 축산농가가 산재해 있으며 축산폐수를 처리하는 시설의 비용이 많이 들어 개별농가에서 방류수준에 맞게 처리하기가 어려운 실정이다. 따라서 축산폐수와 생활하수를 합병처리할 수 있는 소규모 오폐수처리의 도입도 검토할 필요가 있다. 이러한 방법으로는 축산폐수와 생활오수를 오수관거를 통해 오수처리장에 유입하여 이들을 합병처리하는 방안이 바람직하다. 합병처리하는 공법은 섬모상담체를 이용한 생물막처리법과 응집 등의 방법을 병행하여 처리하는 방안, 혐기, 호기를 반복하는 방안 등 생물학적 방법과 물리화학적방법을 병합하여 처리하는 방법이 바람직하다.

정화시설을 하천에 설치하고 관리자가 유지관리하는 하천정화시설 설치시 고려해야 할 조건은 다음과 같다.

- ① 가능한 한 에너지를 필요로 하는 시설은 피한다.
- ② 유지관리가 간편해야 한다.
- ③ 주위환경과 조화를 이루게 한다.
- ④ 가능한 한 인위적인 시설보다는 자연적인 시설로 한다.

### 3) 하천의 자연적 정화방법

자연적 정화방법은 하천이 가지는 정화능력을 물리, 화학 및 생물학적인 방법을 이용하여 보강·완화함으로써 단위시간당 혹은 단위 유로당 물질전환속도를 촉진시키는 것이다. 이러한 방법은 하천의 수질, 생태계 그리고 최종적으로 하천기능을 본래의 생태에 근접되게 회복시키게 한다.

물리적 방법은 하천의 수리적 특성을 이용하여 유속제어에 의한 침전, 소류 혹은 분리, 대기접촉 등을 주체로 하는 정화방법이며, 화학적 방법은 약품을 첨가하여 용해성 물질 혹은 물리적 제어에 의해서는 분리되지 않는 물질을 제거하는 것으로서 응집, 침전, 산화제 투입에 의한 유기물의 산화, 병원성 미생물의 살균에 의한 감소 등을 주체로 하는 정화방법이다. 한편 생물학적 방법은 유수중의 미생물을 집적시켜 생물(특히 세균류)에 의한 유기물의 분해·산화, 특정 수생식물에 의한 영양염류의 흡수, 영양염류의 고정화(생체화) 등의 생물 이용방법이다. 하천수질 정화공법은 이러한 물리적, 화학적, 생물학적 방법들을 목표수준에 맞게 조합시켜 소기의 목적을 달성하는 것으로서 결과적으로 자연하천에 존재하는 다양한 현상을 인위적으로 조절하여 최대의 정화력을 발휘시킬 수 있는 조건을 설정하는 것이다.

자연형 하천정화공법의 원리는 물리, 생물학적 정화원리를 조합시킨 것으로서 침전, 여과, 흡착작용과 호기성 미생물에 의한 산호, 응집작용 등을 이

용한 것이다. 대표적인 하천수질 정화기법에는 역간접축산화법, 플라스틱 접축 산화법, 목탄 정화법, 산화지, 토양처리, 식생정화, 박충류 등을 들 수 있다.

#### (1) 박충류법

박충류법은 하천의 폭을 증가시켜 수심을 작게하고, 경사를 완만히 하여 유속을 감소시키는 방법으로 부유물질의 침전거리를 짧게 하고, 와류에 의한 부유물질의 침강속도를 제거함으로써 자정작용을 촉진하는 방법이다. 이 방법은 하천의 오염도가 심하지 않는 경우에 긴거리에 걸쳐 시행하는 방법으로 정화효율은 높지 않으며, 무기성 부유물질이 많은 경우 적합하다. 특히 저수로에 여유가 있으면 치수 및 개수사업과 병행해서 실시할 수 있다.

#### (2) 여울과 소의 이용방법

소의 침전작용과 여울의 폭기작용을 이용한 방법으로 하천에 시설물을 설치하지 않고 가장 효과적으로 수질을 확보할 수 있는 방법이나, 박충류법과 같이 비교적 긴거리에 걸쳐 많은 수의 여울과 소를 설치하여야 하며, 처리효율은 박충류법에 비해 높다.

#### (3) 언정화법

언정화법은 침전과 미생물에 의한 소화, 소류력에 의한 소류효과(홍수시 유출)를 이용한 방법으로 가동보를 이용하여 유속의 감소, 침전, 미생물에 의한 소화의 과정을 거쳐 정화하고, 최종 퇴적물은 홍수시 가동보를 제거하여 하류로 유출시키는 방법이다.

#### (4) 식생정화법

호소 및 하안에 생유하는 수생식물을 활용하여 수중의 영양염류와 고형물

을 침전·포집하여 수질을 정화시키는 것으로 물속잠을 이용하는 사례가 많다. 식생정화법은 침전 등에 의한 부유물질 제거 및 식물이 성장하는데 필수적으로 필요한 질소, 인을 식물뿌리가 흡수하는 원리를 이용한 방법으로 가장 자연친화적인 방법이다. 반면 수심을 깊게 유지할 경우 침전의 효과가 떨어지는 단점이 있으며, 대단히 넓은 면적을 필요로 하고, 홍수시 유실된 가능성이 크고, 겨울철에는 식물의 성장정지로 정화효과가 거의 없다.

#### (5) 접촉산화법

접촉산화법은 현재 하천에서 많이 실용화되고 있는 하천수질 정화방법으로 고수부지 또는 제내지에 하천수를 유입시키고 자갈, 사석 등의 여재를 통과함으로써 하천의 자정작용을 극대화하는 방법이다. 즉 여재의 공극을 통과하면서 침전, 흡착, 미생물에 의한 소화를 통하여 오염물질을 정화한다. 접촉산화법은 유입수의 수질에 따라 또는 용존산소(DO)에 따라 폭기식/무폭기식으로 구분할 수 있다.

이 방법의 개선할 점은 생물막의 증가에 의한 공극의 폐쇄, 떨어진 생물막의 외부로의 배출, 생물분해를 유지하기 위한 DO공급, 악취방지 등이 있다. 특히 공극의 폐쇄를 방지하기 위한 구조의 개선이 필요하다. SS와 유기물의 저감이 목적이므로 미처리된 영양염류는 부영양화를 유발시킬 가능성이 있다.

< 표 4-5 > 오염농도별 접촉산화법 설계기준

구 분	폭 기 식	무 폭 기 식
생물학적 산소 요구량 (BOD, mg/l)	30 이하	80 이하
용존산소 (DO, mg/l)	3 이상	3 이하
체 류 시 간	1.2~1.5	2.0~2.5



## (6) 준설

일반적으로 이용되고 있는 준설은 쉬운 방법이기도 하지만 수질개선 측면에서는 효과가 명확하지 않다. 준설의 주목적은 홍수피해가 심한 지역에서는 하도정비에 의한 홍수피해를 줄이는데 있으며, 최근에는 수질개선의 수단으로 채택하고 있으나 준설작업이나 준설퇴적물의 부유나 확산, 생태계의 교란 가능성이 우려되고 또한 수질정화 측면에서 충분한 효과를 거두지 못한 사례가 있으므로 신중한 검토가 필요하다.

준설시오니토의 두께, 분포면적을 조사한 후 하상에 퇴적된 옹토를 제거하여야 하며, 이때 주의해야 할 점은 옹토 준설시 하상의 교란이 반드시 발생하며, 하상물질의 교란은 일부 퇴적물의 하류 유출을 초래하여 하류의 수질을 악화시키기도 하므로 하류에 정체수역이 있거나 저수지 등이 있는 경우 부영양화를 일으킬 수 있다.

## (7) 하천 유량 확보방안

하천의 유지유량은 하천이 정상적인 기능을 유지하는데 필요한 유량으로 하천관리, 시설물 보호, 동식물 보존, 수질오염방지 등을 종합적으로 고려하고 갈수기에도 유지해야 할 유량이다. 또한 이것이 정해진 지점으로부터 하류부 유수의 점용을 위하여 필요한 유량 모두를 충족시켜 적정한 하천관리를 하여야 한다. 대부분 소하천은 수문학적인 인자 등의 변화로 인하여 유출량이 감소되어 건천화되는 경향이 있다. 하천의 기능을 유지하는데 필요한 최소한의 유량이 확보되지 못하여 자정작용 및 친수기능을 상실하는 경우가 있으므로 이에 대한 방안이 강구되어야 한다. 유지유량을 확보하기 위한 방안은 수중보, 지하수개발, 생활오수 처리 재이용, 유로변경 등을 고려할 수 있다. 이 경우 경제적인 측면을 고려해야 한다. 동식물보전 측면에서도 수질이 악화되었을 경우 생존에 큰 영향을 받게되며 하천수위나 유량이 감소하

게 되면 습지대가 줄어들고 서식처가 파괴되어 이 지역에 서식하는 독특한 동식물이 생존을 위협받게 되므로 보호가 필요할 때에는 동식물의 생존을 감안하여 환경보전유량의 검토가 필요하다.

하천의 유량의 확보방안은 유역외 치수, 상류유역에 댐건설, 지하수 개발, 하류로부터 하천수를 양수하여 재이용하는 방안이 있으나 공사비나 기술적 어려움 외에 현지여건도 고려해야 한다. 일반적으로 많이 활용되고 있는 수량의 확보방안은 다음과 같다.

< 표 4-6 > 각종 수량확보방안

구 분	장 점	단 점
댐 건설	- 안정적 수원확보 - 유지관리 용이	- 건설비용이 큼 - 건설적시 확보곤란 - 주변환경에 영향이 큼
지하수 개발	- 사업기간이 짧음	- 건설비용이 큼 - 유지관리비 큼 - 대규모개발 곤란 - 적지선정에 어려움
수원지 함수 능력 증대	- 유지관리비 저렴 - 산림녹화와 연계가능 - 토사유출방지 효과	- 효과 작음 - 장기투자 필요
가정 오수처리 재이용	- 지천 건천화방지	- 건설비용 큼 - 유지관리 곤란 - 기술적 문제없음
하천수 재이용	- 필요시 필요량 공급 - 대부분 하천에서 적용 가능	- 건설비용 큼 - 유지관리비가 큼

## (8) 기타

### ① 스크린

하천정화를 목적으로 단독으로 설치하기보다는 보조용으로 이용된다. Micro-strainer, 회전 드럼, Bar screen 방식이 이용된다. 협잡물 혹은 부유성 고형물제거 등 외관보전을 대상으로 하는 것이 일반적이다.

### ② 도수

수리권 또는 유지수량과의 조정이 가능한 하천에 실시할 수 있다. 하천에

서의 직접 도수방식외에 유역내에 지하 저류지 혹은 도수용 수로 등을 이용하면 효과적이다. 도수량과 적정시간을 결정하는 것이 문제이다.

### ③ 보전수로

깨끗한 하천수와 오염된 물을 분리할 목적으로 설치하는 것이다. 이 때 유로전환 후에 합류하는 하천의 수질 및 유황여하에 따라서는 오히려 유황을 악화시킬 우려도 있다. 수계전체에 대한 수질보전계획과 위치설정을 명확하게 하고, 유지관리체제도 마련해야 한다.

### ④ 포기

언, 낙차공 등에 의한 2차적 포기가 아닌 인위적으로 공기를 송풍하여 DO를 공급하는 것이다. 오염된 하천을 호기성 상태로 유지시키는 것이 주목적이다. 적용시 대상하천의 수질, DO 소비속도, 접촉시간에 관련하는 수질의 거동, 유량 등의 수리조건도 고려해야 한다. 또한 설치방법에 대해서도 주의해야 한다.

### ⑤ 산화지

영양염류를 포함한 유기물을 일정시간 체류시켜 조류와 다른 수생식물을 번식시키고 하천수내 유기물을 흡착·분해시키는 것이다. 유수지를 만수상태로 유지하면 산화지가 된다. 또 고수부지에 얇은 웅덩이를 파고 수생식물을 이식하는 방법도 있다. 보통 수심 0.2~1.5m, 체류시간 2~30일의 규모로 이용되고 있다. 문제는 동절기의 결빙이다.

대표적인 자연형 정화방법들의 특징은 다음 <표 4-7>와 같다.

< 표 4-7 > 자연형 정화방법의 특징

설치장소	정화방법	대 상 정	정화원리	정화대상 수질 (mg/l)	처리능력 또는 체류시간	특징		정화효율 (%)	
						장점	단점	BOD	SS
하도내	자연침강	유수지	유속저하에 의한 침전효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BOD 15</li> <li>• SS 10~20</li> </ul>	평균 6시간	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 침전슬러지는 자기분해하여 감량되기 때문에 홍수 시 소류슬러지의 확산을 막고 준설효과를 높인다.</li> <li>• 점축재를 사용함으로써 효과를 높일 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정화효과는 중간정도이며, 질소, 인의 제거는 적다.</li> <li>• 신규설치시 치수대책상에 문제를 유발할 수 있다.</li> </ul>	50	0
		연						50	50
		탁질트랩						10	10
	고정생물막	박층류법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 하상생물막에 의한 흡착, 생물산화분해</li> <li>• 침전효과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BOD 200이하</li> <li>• SS</li> </ul>	2~24시간	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다량의 DO가 공급되므로 부패를 막는다.</li> <li>• 얇은 여울에서 효과가 큼</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 질소, 인이 많으면 부착조류가 대량으로 발생하여 새로운 BOD, SS원이 된다.</li> <li>• 박층은 원리적으로는 알을수록 좋고, 유하거리는 수km 이상 되면 처리효과는 작다.</li> <li>• 홍수유출에 의한 하상변동이 큼</li> </ul>	20	20
	응집침전	응집침전	응집에 의한 침전효과 촉진	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BOD 20</li> <li>• SS 50</li> </ul>	2시간	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SS, 인의 제거효과 크다.</li> <li>• 유속이 1.5m/s 이상이면 하도 내의 직접 주입방식이 가능하다.</li> <li>• 직접 주입방식의 경우 건 설비는 매우 적다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 질소제거의 효과가 적다.</li> <li>• 하도내에서 응집제와 혼합강도가 약한 경우는 하도밖에 혼화지를 설치해야 한다.</li> <li>• 슬러지 발생이 많다.</li> </ul>	60	80
	희석수의 도입		깨끗한 수질을 도수하여 희석한다.			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경관의 개선</li> <li>• 대상수역의 수질개선</li> <li>• 소류효과 기대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수량확보가 문제이다</li> <li>• 본천내지 합류수의 수질개선(부하경감)은 되지 않는다.</li> </ul>		
	포기		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인공적 포기에 의한 산화공급을 증가시켜 유기물의 호기적 분해 촉진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DO 2 이하에서 실시</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• DO공급이 많기 때문에 부패를 막을 수 있다.</li> <li>• DO포화도 40% 효과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BOD, COD, SS 제거효과 적음</li> <li>• 폭기에너지가 많이 필요하다.</li> <li>• 슬러지를 맡아올리는 경우가 있어 그 대책이 필요하다.</li> <li>• 송기관에 하상내 포설 필요.</li> </ul>		
	식물흡착	부유식물정화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주로 인, 질소의 직접흡착</li> <li>• SS의 침전</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BOD 100이하</li> <li>• SS</li> </ul>	20일	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부영영양의 원인물질인 질소, 인이 직접 흡수·제거된다.</li> <li>• 수생식물은 자연식생을 그대로 이용 할 수 있고, 입수가 용이하다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수생식물이 고사하기 전에 회수해야 한다.</li> <li>• 회수 수생식물의 처리, 처분이 필요하다.</li> <li>• 유출방지가 필요하다.</li> <li>• 넓은 면적을 필요로 한다.</li> </ul>	40	40
		침수식물정화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주로 인, 질소의 직접 흡수</li> <li>• SS의 침전</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BOD 300이하</li> <li>• SS</li> </ul>	20일			20	20
		습지식물정화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NH4-N 질산화</li> <li>• 인의 토양흡착</li> <li>• 탈질</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BOD 10~20</li> <li>• NH4-N 2</li> </ul>	0.6m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·일			60	80

< 표 4-7 > (계속)

설치 장소	정화 방법	대상 공정	정화 원리	정화대상 수질 (mg/l)	처리능력 또는 체류시간	특 징		정화효율 (%)				
						장 점	단 점	BOD	SS			
하천 부지 및 주변	토양 침투	관개법		◦ BOD ◦ SS	0.04m³/ ㎡·일	◦ 정화원리가 여과이므로 매우 깨끗한 정화 수를 얻을 수 있다. ◦ 토양의 종류에 따라 질 소 및 인의 제거 도 기대할 수 있다. ◦ 유지관리가 쉽다.	◦ 넓은 부지면적이 필요하다. ◦ 폐색이 생기지 않도록 분해 속도에 맞춰 간헐침투를 함 ◦ 지하수위에 좌우되기 쉽다. ◦ 지하수오염을 유발할 수 있 다. ◦ 토양에서 암모니아가 용출되 기 쉽다.	95	95			
		침투 여과법	◦ 흙, 모래, 자갈의 여과, 흡착기능을 이용한다.	◦ BOD ◦ SS	0.15m³/ ㎡·일			80	95			
		트렌 치법	◦ 토양 미생물에 의한 자정작용의 활용	◦ BOD ◦ SS	0.12m³/ ㎡·일			95	95			
		표면 유하법		◦ BOD ◦ SS	0.6m³/㎡ ·일			40	70			
	부유 생물	산화지	◦ 침전 분리 ◦ 식물 플랑크톤에 의 한 자연 DO 공급 ◦ 자연생태계를 이용 한 식물연쇄 이용	◦ BOD ◦ SS	20~50	5일	◦ 식물플랑크톤의 자연적 DO공급이 있기 때문에 호기성 처리가 가능 ◦ 질화, 탈인을 기대할 수 있다. ◦ 슬러지의 발생이 적다.	◦ 체류시간 10~30일 정도의 넓은 용지를 필요로 한다. ◦ 원수(源水)의 오염도가 높은 경우는 기계적 포기가 필요 ◦ 플랑크톤 제거를 하면 정화 효과는 기대할 수 없다.	60	40		
		점 축 전	자갈집 축산화 (꼭기)	◦ 산소보급에 의한 NH4-N의 소화 및 유기물 분해 ◦ 점축침전효과 ◦ 생물학적 분해 ◦ 발생슬러지의 분해	◦ BOD ◦ SS	30~50 30이하			1.3시간	◦ 용전 BOD 농도가 높으면 포 기가 필요하다. ◦ 공극률이 40% 전후이기 때 문에 반정도가 막히면 기능 이 저하된다. ◦ 인의 제거는 거의 기대할 수 없다. ◦ 관수에 대한 대책 필요 ◦ 수온 및 계절에 따라 제거효 율이 변동된다.	90	80
			자갈집 축산화 (무꼭 기)	◦ 점축침전효과 ◦ 생물학적 분해 ◦ 발생슬러지 분해	◦ BOD ◦ SS	20이하 30이하			2.8시간		90	75
			점축산 화수로	◦ 점축 침전효과 ◦ 생물막에 의한 흡 착, 산화분해 효과	◦ BOD ◦ SS	15 30이하			수 시간		◦ 슬러지의 발생량이 높다. ◦ 점축재의 비용이 높다. ◦ 저서생물 등에 의한 생물막 의 소실 등 처리효과의 변동 이 크다. ◦ 점축재의 폐색이 크다. ◦ 정기적으로 인의 제거 필요	50
사 여 과	완속 사여과	◦ SS의 생물적 여과 ◦ 유기물의 분해	◦ BOD ◦ SS	15 100이하	5m³/㎡· 일	◦ 부지면적이 적다. ◦ 시설이 간편하다. ◦ 물리적 처리이므로 수 질적으로 안정되어 있 다.	◦ 취수펌프가 필요하다. ◦ 전기료가 든다 ◦ 지표면이 노출되어 있다.					
	급속 사여과		◦ BOD ◦ SS	50	240m³/㎡ ·일							
	간헐 사여과	◦ 간헐적인 여과에 의 한 폐색방지 ◦ 주수→지수→주수의 반복	◦ BOD ◦ SS	15 100이하	0.4m³/㎡ ·일							

#### 4) 수질 정화방법의 선정

하천수질 정화방법은 해당 하천의 특성을 고려해서 결정한다. 하천은 계절별로 또 청천시와 우천시의 수량 및 수질이 크게 다르므로 이 차이를 완벽하게 처리할 방법은 없다. 일반적으로 하천정화의 기본대상은 맑은 날의 오염상태를 정화하는 것이다.

하천정화시 이용하는 용지는 상수도나 하수도와 같이 제내지에서 처리하는 방식을 이용하면 비용과 법적규제에 어려움이 발생할 수 있으며, 대부분의 하천은 제외지(고수부지 등)에 여유가 있을 경우 이를 활용함으로써 비용이나 법적 규제를 피할 수 있다. 그러나 제외지에서는 홍수범람 등 자연현상에 대응할 수 있는 시설이어야 한다.

오염된 하천의 수질정화와 하수처리와는 구분되어야 한다. 하천의 수질정화는 방류수의 법적 규제가 설정된 것이 아니며, 어디까지나 인근수계의 수질을 개선하는 보조역할을 하는 것이다. 즉 하천수질 정화시설은 간이처리시설로 주된 수질정화 대상항목은 BOD와 SS이다.

하천수질 정화시설은 하천내 및 하천부지 주변현장에 설치하여 하천관리자가 유지관리를 하는 시설이다. 이러한 배경을 기초로 하천수질 정화시설이 구비해야 할 조건은 다음과 같다.

- 하천부지 등의 여유지에서 가능한 방식일 것
- 유수의 정상기능을 저해하지 않을 것
- 정화대상 하천의 수질특성에 적합한 정화방식 일 것
- 유지관리가 용이할 것
- 건설비, 유지관리비가 적을 것
- 홍수 등의 범람에 지장이 없을 것
- 하천의 경관을 해치지 않고, 용지의 다목적 이용도 가능할 것

## 5) 수질모델링

하천은 자체 정화시스템을 가진 시스템이며, 그 능력은 하천에 있어서의 유량, 계절, 강수량, 체류기간, 오염원의 종류, 오염물질의 배출량과 농도 등에 따라 다르다. 특히 오염의 정도가 심하여 하천의 자정능력을 넘어설 경우 오염은 가속화되어 수질관리가 어려워진다. 따라서 합리적인 수질관리는 하천의 특성에 따른 수역의 정화능력과 오염부하량과의 평형을 유지하는 경제적 관리가 되어야 한다. 이 때 하천의 수질변화는 외부에서 가해지는 오염물질의 부하량, 유입상태와 정화능력간의 함수관계에 있다.

수계에 유입된 오염물질은 희석, 확산, 침전되며 물의 흐름에 의하여 이동한다. 그 중에서도 비보전성 물질인 경우는 화학적, 생물학적으로 분해가 일어나므로 수계의 수질변화를 예측하는 것은 어려운 일이다. 이와 같이 복잡한 수계의 수질변화를 예측하기 위하여 하천의 수리-수문적 특성, 오염 배출원의 정성적, 정량적 특성을 파악하고 하천을 하나의 시스템으로 가정하여 수학적 기법을 이용한 모형이 개발되어 폭넓게 이용되고 있다.

수질모형은 수체내에서 발생할 수 있는 물리, 화학, 생물학적인 모든 현상을 시간 및 공간에 대하여 수식으로 기술하고 이를 이용하여 실제 또는 가상의 상황에서 수질과 관련된 인과관계를 규명하고자 하는 기법이다. 따라서 하천이나 담수호의 모델링에 있어서 수질변화에 직접적, 간접적으로 영향을 미치는 모든 요소가 고려되어야 한다.

현재 사용하고 있는 대부분의 수질모형은 Streeter-Phelp가 BOD와 DO를 예측하기 위해 제안한 방정식을 기본으로 하여 발전한 것이다. 최근에는 자연수계에서 발견되는 많은 물질과 생물체의 물리, 화학적, 생물학적 상호작용을 보다 정확하게 예측하기 위하여 복잡한 모형이 개발되어 적용되고 있다.

이들 모형들은 수송현상 모형(transport-phenomenon model), 경험적 모형(empirical model), 퍼플레이션 밸런스 모형(population-balance model)이 있다. 수송현상 모형은 물질, 에너지, 운동량 수지의 개념에서 유도된 것으로 시스템의 상황을 수식으로 기술한 것이다. 경험적 모형은 수계의 기존자료로부터 통계적 처리를 함으로써 얻을 수 있다. 퍼플레이션 밸런스 모형은 시스템내의 체류시간 등의 특성을 고려하여 도출한 것이다.

위의 모형들은 시스템의 시간적인 변화를 기술하는 방법에 따라 정상상태 모형(steady-state models)과 동적모형(dynamics models)으로 나눌 수 있고, 다루는 차원에 따라 0, 1, 2, 3 차원 모형이 있으며, 적용대상에 따라 분류하면 하천, 호소모형 등이 있다.

< 표 4-8 > 하천수질 예측모형의 종류와 특징

종 류	특 징
Streeter-Phelps	미생물에 의한 자정작용과 대기로부터의 재폭기만을 고려하여 하천에서의 DO변화를 예측하는 모형으로서 구성인자가 적고 간단하며, 비교적 쉽게 하천의 자정능력을 평가할 수 있다.
DO SAG I	이 모형은 Streeter-Phelps식을 이용하여 점오염원으로부터 배출되는 유기물 뿐만 아니라 중간에서 비점오염원으로부터 배출되는 유기물까지 고려한 모형이다.
DO SAG II	이 모형은 재폭기 계수의 산정식으로서 DO SAG 모형에서 고려한 유기물질 이외에 몇가지 물질작용을 고려할 수 있는 모형이다.
MIT-Network	호기성 상태의 하천 및 하구의 동수역학적 특성과 수질을 예측하기 위한 모형이다.
SIGEN8	산소요구 물질의 산화와 재폭기 효과를 고려하여 다양한 수문학적 조건의 DO변화를 계산하는 1차원 정상모형이다.
SNSIM	확산을 무시하고 이류항만을 고려한 1차원 정상상태 모형이다.
QUAL-I	이 모형은 오염물질의 종횡단 또는 유체이동에 의한 1차원 유송 등이 포함되어 있으며, 유속, 수심, Manning 계수 등에 의해 확산계수를 산정하고 유체와 대기간의 열교환까지도 고려된 것이다.
QUAL-II	QUAL-I Model에서 고려되지 않은 NH <sub>3</sub> -N, NO <sub>2</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N 등의 질소화합물과 인, Chlorophyll-a를 포함하였으며, 계산과정이 간단하고 여러 개의 부수적인 프로그램으로 구성되어 있다.
QUAL 2E	QUAL-II를 PC에서 사용할 수 있게 하였으며, 조류의 영양염류와의 관계, 온도보정 계수, 댐에 의한 산소공급 등을 고려하고 BOD, DO의 도식화를 비롯한 입·출력관계를 보다 효율적으로 개량한 것이다.

자료:경기개발연구원, 경기도내 소하천관리를 위한 기초연구, -간파천-, 2000.12, p86



하천수질 예측모형에서는 주로 물질수지 방정식을 이용하며, 이식은 오염원으로부터의 오염물질 방출뿐만 아니라 지류가 유입하는 경우에 있어서도 적용된다. 모형은 기본적으로 오염물이 유입하여 하천을 따라 이동하는 동안 오염물질의 변화, 즉 수질의 시간에 따른 변화를 분석하기 위한 모형으로서 플러그 흐름(plug flow)을 가정하는 1차원 모형으로 구성하는 경우가 많다. 하천수질 예측모형의 종류와 그 주요 특징은 <표 5-6> 과 같다.

QUAL2E 모형은 Texas Water Development Board에서 개발한 QUAL I 모형을 미국 EPA에서 수질항목을 추가하여 발전시킨 QUAL II 모형을 PC에서 사용할 수 있도록 수정한 것이다. 수정시 기존의 QUAL II 모형에서 조류와 영양염류간의 관계, 온도보정계수, 댐에 의한 산소공급 등을 고려하여 BOD와 DO의 도식화 등 입·출력 문제를 더욱 개량하였으며 기타사항은 기존의 QUAL II/SEMOG 버전과 동일한 1차원 수질예측 모형이다.

QUAL2E 모형을 구성하는 기본 방정식은 1차원 이송-확산방정식(1-D advection- dispersion mass transport equation)이다. 이 방정식은 하천의 각 단위구간별로 유체의 흐름에 의하여 물질이 이동하는 이류(移流), 유체의 난류와 농도차이에 의해 발생하는 확산, 수체내부에서 일어나는 화학적, 생물학적 반응과 상호작용에 의해 물질의 증감(reactions and interactions), 수체 외부로부터의 오염물질의 유입·유출에 의한 오염물의 증감(external sources and sinks) 등 4가지 사항을 포함한 방정식으로 구성된다. 하천수질 모형에 대한 상세한 내용과 실제적용 사항에 대해서는 경기개발연구원에서 나온 경기도내 소하천 관리를 위한 기초연구-간과천-(2000-1-4)를 참조토록 한다.

### 3. 자연형 하천정비<sup>1)</sup>

자연형 하천정비는 치수 또는 다른 목적으로 하천을 새롭게 정비할 필요가 있을 경우 살아있는 나무, 풀, 돌, 흙 등 자연재료를 최대한 이용하여 하천을 자연에 가깝게 가꾸는 개선사업이다(한국수자원학회, 1997).

자연형 하천정비는 1960년대부터 시작된 독일과 스위스의 근자연형 하천공법에서부터 시작하였다. 이들이 시도한 하천정비는 이·치수 문제뿐만 아니라 자연생태계를 배려하는 시도로서 하천의 콘크리트 제방을 최대한 지양하고, 거석, 통나무, 식생 등 자연재료를 이용하여 제방이나 호안을 만들고, 하천의 형태도 직선을 피하고 사행과 여울, 소 등을 적절히 조성하여 자연의 형태에 가깝게 하는 것이었다. 즉 자연형 하천정비란 하천을 대상으로 가급적 하천환경이 크게 훼손되지 않고 자연상태의 하천모습에 가깝게 유지되도록 하천구조를 인위적으로 변경시키는 것이라고 할 수 있다.

자연형 하천정비는 치수방법과 일체가 되도록 추진되어야 하고, 이·치수 기능과 더불어 수질정화, 동식물의 식생 등과 관련된 자연보전 기능, 수변오락, 경관, 정서함양 등의 친수기능과 함께 방재, 피난, 교통, 지역분할 등의 공간기능으로 대표되는 환경기능도 포함하여 추진되어야 한다.

#### 1) 자연형 하천공법

과거 자연하천의 모습은 곡선인 사행천을 형성하였고, 수변에는 많은 식물들이 자라고 있었으며, 하천과 주변의 육지가 식물로 자연스럽게 연결되어 있어서 많은 수의 곤충과 동물(양서류, 파충류, 어류 등)이 물속에서 산란하

---

1) 도면 및 사진자료는 한림에코텍(<http://www.ecotech.co.kr>)의 홈페이지에서 참조하였음.

거나 유년기를 보낼 수 있었다. 그러나 하천의 콘크리트 제방은 이러한 곤충이나 동물들의 생육공간을 빼앗아 갔을 뿐 아니라 하천의 자정작용을 감소시켜 수질이 오염되고, 또한 식물이 제대로 자라지 못해서 생태계의 기반이 무너짐에 따라 대다수의 생물들이 살지 못하는 공간으로 만들고 있는 실정이다.

자연형 하천공법은 하천정비나 하천복원시 하천을 자연상태에 가깝게 만들기 위한 방법을 말한다. 이러한 방법에는 자연상태에 가까운 하천환경을 이루기 위해서 균일한 단면을 갖는 인공하천을 만곡이 있고 비대칭 단면이 있는 하천형태로 바꾸는 과정이 포함되며, 또한 하천생태계가 자연스럽게 형성될 수 있는 여울과 소의 구조의 적용, 그리고 콘크리트와 같은 인공적인 재료 사용을 지양하고 살아있는 통나무, 풀, 야자섬유 등의 생태자료를 사용하는 것을 원칙으로 한다.

자연형 하천공법은 1970년 대 독일에서 근자연형 하천공법(Naturhahe Wasserbau)에 그 기초를 두고 있다. 독일의 근자연형 하천공법은 그 후 1980년 대 일본의 다자연형 하천공법(多自然型 河川工法)으로 발전하였다. 1990년대 미국에서는 하천복원공법이라는 이름으로 자연형 하천공법으로 정립된 바 있다.

자연형 하천공법의 적용대상은 하도내, 저수로 선형과 저수호안, 고수부지, 고수호안, 그리고 하천유역 등 기타 구역으로 구분할 수 있다. 하도내 적용되는 자연형 하천공법으로는 여울과 소연속구조, 비대칭 단면의 조성 등이 있고, 저수로 선형과 저수호안이 적용대상 구역이 되는 경우에는 하천선형의 만곡과 저수호안의 생태재료 식재 등이 있다. 또한 고수부지와 고수호안에도 생태계가 자연상태에 가깝게 형성될 수 있도록 인공적인 제방재료 대신에 그 지역에 적절한 식물의 식재 또한 자연형 하천공법의 범주에 든다.

자연형 하천공법은 명칭이 다르고 생태적 복원사업으로 제기하고 있는 내

용도 다양하지만 다음과 같이 몇가지로 정리할 수 있다.

첫째, 돌출수제를 이용하여 일단 홍수류를 완화시켜 살아있는 식물 혹은 목재 등을 자연소재의 도입을 높인다.

둘째 종방향으로 유로를 사행화하며, 하도를 사행화하는 것이 여의치 않을 때는 저수로로 사행화하고 저수로변의 미지형을 다양하게 한다.

셋째, 횡방향으로는 저수로변의 호안을 식생호안으로 조성하여 경관 및 생물서식환경을 개선시키며, 제외지 및 주변을 녹화한다.

네째, 수직방향으로는 낙차공 등 콘크리트 횡구조물을 제거하고 거석으로 경사수로를 만들어 경관을 개선하고 어류이동에 장애되는 장치를 제거한다.

다섯째, 하상에는 여울과 소, 하중도 등 다양한 미지형이 자연발생토록 한다.

여섯째, 인근주민의 적극적인 동참을 유도한다.

#### (1) 저수로 식생호안공법

##### ① 공법의 개요

식생호안공법은 기존의 콘크리트 호안공법이 지닌 단점을 보완하고 생태계의 재생을 촉진시키는 친환경적 생태공법으로 하천치수상의 안정성과 한국의 하천특성의 반영을 전제로 하천이 본래 지니고 있는 생태계의 서식환경을 회복할 뿐만 아니라 아름다운 하천경관을 보존 및 향상시키는 방법이다.

##### ② 공법 유형

###### - 사주부 호안공법

자연하천의 경우 곡류부의 안쪽에 형성되는 하안 퇴적지형에 적용되는 공법으로 수온 상승을 막고 건강한 자연수립을 창출하여 호안에 습생식물대가 형성되어 야생동물의 서식처를 제공한다.



조성직후



조성후 식생 활착의 모습

#### - 수중부 호안공법

유속이 비교적 빠른 집중류에 의한 세굴로 생성된 웅덩이에 접한 하안식 식지형에 적용하는 공법으로 호안의 침식 및 토양유실을 완화하여 안정성을 확보하고 안정된 자연식생대를 조성한다.



조성직후



조성후 식생 활착의 모습

#### - 얕은만 호안공법

하폭이 넓은 경우에 생성되는 퇴적지형에 적용하는 공법으로 하천의 유하 능력을 배려하면서 미지형이 생성되어 변화에 풍부하게 함으로 웅덩이와 소를 확보하여 다양한 식물의 발생을 촉진할 수 있어 다양한 동물의 서식환경을 이룰 수 있다.

### (2) 블록사면 녹화공법

#### ① 공법 개요

기존의 하천제방 사면이 콘크리트 블록에 의해 조성됨에 따라 단조롭고 인위적인 경관 및 생태적 특성이 상실되는 문제점을 극복하고자 기존 콘크리트

트 블록의 대체 조성기법으로 생태적으로 건강하고 안전성을 확보할 수 있는 자연친화적인 하천사면 녹화공법이다.

## ② 공법 종류

### - 환경블록 자연석형

블록간 공간이 개방되어 동식물의 서식처로 생태공간이 조성되며, 투수성이 양호하고 지반의 변형에 대한 신축성이 높아 주변환경과의 경관 조화가 뛰어나다. 블록상호간 철물구조물로 연결되어 시공이 용이하고 견고하며, 자연석형태의 블록으로 하천호안, 인공수면 등의 법면에 다양하게 활용되며 시공후 안정성이 높고 자연친화적인 경관연출이 가능하다.



환경블럭 자연석



조성직후



조성후 식생활착의 모습

### - 어스 박스(Earth Box)

블록의 표면을 자연석 불임으로 처리해 토양의 유실방지와 양호한 경관을 창출한다. 블록 내부는 식재를 해주는 방법외에 돌채움으로 배수기능을 높여 주고 다공질구조를 형성하여 생물의 서식공간을 제공한다. 상단부에는 띠(벼과)를 포트 식재하고 하단부에는 갯버들을 식재함으로써 완성한 뿌리의 번식력을 이용하여 법면유실을 방지할 수 있다.



어스 박스



조성직후



조성후 식생활착의 모습

#### - 매트 스톤

콘크리트 대신에 자연재료인 자연석을 사용함으로써 경관성이 향상된다. 자연석 사이의 돌틈 식재는 자연성 향상과 생태계로의 연결을 해준다. 생물 서식공간의 제공, 철망에 의한 자연석간의 연결은 호안안정화에 기여한다.



매트 스톤



조성직후



조성후 식생활착의 모습

#### - 에코 스톤

블록간 철근연결구조로 토압, 침하 등에 의해 안정되고 배수가 용이하다. 동식물의 서식공간 제공, 생태적인 네트워크 기능을 제공하고, 아름다운 경관을 창출한다. 터널, 도로변, 택지 등의 용역에 다양하게 적용할 수 있다.



에코 스톤



조성직후



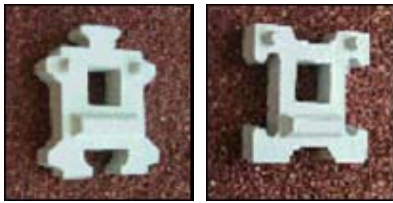
조성후 식생활착의 모습

#### - 환경블록(A, H형)

블록 상호간에 맞물려 있어 홍수시에 발생할 수 있는 블록 이탈현상을 방지할 수 있으며, 블록내 식재공간을 가지고 있어 자연호안을 조성한다. 시공성이 용이하며, 시공비가 낮아 경제적인 측면에서도 우수한 친환경적인 호안 공법이다.

블록의 돌출부는 하천사면의 계단으로서의 기능과 토사의 흘러내림을 방지하는 기능을 병행한다. 블록내 공간의 식물식재는 자연호안 형성외에도 동식

물의 서식처 및 배수기능을 높여준다.



환경블럭(A, H)



조성후 식생활착의 모습

### (3) 생물서식처 조성공법

#### ① 특성

수서곤충, 수륙양생동물, 저서동물 등 하천에 서식하는 생물의 활동영역을 보호하고 다양한 종을 유지할 있는 서식환경을 제공한다.

#### ② 종류

##### - 어도

어도는 어류의 이동을 곤란 또는 불가능하게 하는 장애가 있을 때 이동의 목적을 달성할 수 있도록 만들어진 수로 또는 장치의 총칭을 말한다. 자연석과 유사한 형태의 블록사용 및 계단식 어도에 의한 하천고유의 역동적 경관 조성 등 시각적, 청각적 효과가 창출된다. 여울과 폭기작용에 의한 수질의 자연정화효과를 촉진시킨다. 블록의 전후로 요철부가 형성되어 안정성이 높다.



어도



조성직후



조성후 식생활착의 모습

##### - 반딧불이 블록

하천호안의 유실을 막아주고, 블록내부에 반딧불이의 서식에 용이한 토양



및 식물의 제공으로 유충의 산란 및 퇴적의 서식공간을 제공한다. 콘크리트 구조물에 의한 호안의 안정화 및 식물서식으로 인하여 자연성을 증진시킨다.



반딧불이 블록



조성직후



조성후 식생활착의 모습

#### (4) 경관친수공법

##### ① 특성

산책, 낚시, 물놀이 등 하천에서 이루어지는 다양한 친수활동을 통해 설치되는 구조물로 홍수에 대한 안정성을 유지하고 주변의 자연경관과 조화를 이루도록 자연재료를 활용한 방법이다.

##### ② 종류

###### - 목계단

자연성 문양과 목재의 부드러운 질감이 어우러져 시각적으로 친근감을 주며, 제방보호 효과가 크다. 물놀이, 낚시, 관람 등 자연을 바로 접하는 공간에 사용되어 다양한 휴식공간의 연출이 가능하다.



목계단



조성직후

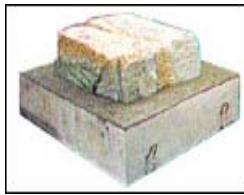


조성후 식생활착의 모습

###### - 징검다리

여울을 형성하므로 폭기현상이 일어나 어류의 서식처 및 산란장소 제공 및 자연정화를 촉진한다. 기초콘크리트가 안전적이며, 고리로 연결되어 홍수시

유실을 방지해준다.



징검다리



조성직후



조성후 식생활착의 모습

## (5) 수질정화공법

### ① 특성

구조물내에 사석채움 또는 정수식물을 식재함으로써 수로를 통과하는 물이 자연장화될 수 있도록 하며, 자연스럽게 토양이 퇴적되어 식물의 발달에도 도움을 주는 자연형 수질정화공법이다.

### ② 종류

#### - 침수방틀

중·소하천의 수충부구간에 유속에 의한 충격을 감소시켜주고 침식 및 세굴현상을 방지함으로써 제방사면을 보호할 수 있다. 나무틀속에 사석을 채워 형성되는 공간 및 공극속에 어패류의 서식, 산란공간을 제공한다. 공극을 통과하는 물은 역간접축산화원리에 의해 수질정화 효과를 촉진한다. 사석을 채울 때 수생식물 식재를 병행하여 콘크리트 제방에 의한 인공적인 경관을 개선한다.



침수방틀



조성직후



조성후 식생활착의 모습

#### - 생태정화 수로

저수로내로 유입되는 오염물질을 우회·정화시킴으로서 하천생태계에 미치는 영향을 최소화한다. 초기 우수에 의한 수온상승을 막고 어류 및 수생생물의 서식처를 제공한다.



생태정화 수로



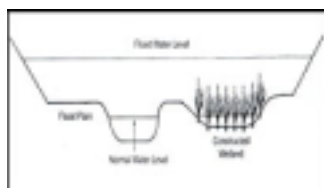
조성직후



조성후 식생활착의 모습

#### - 수질정화 인공습지

유입수가 저류하는 장소, 유입수가 흐르는 수로, 유입수의 침출을 막는 제방이나 구조물로 구성된다. 정수식물이 자라는 0.4~0.6m 정도의 식재구간과 수심이 다소 깊어 정수식물이 자라지 않는 1~1.2m 개방구간으로 조성한다. 고수부지에 인공습지를 조성하여 수질을 정화하는 시스템으로 평수위때 인위적으로 하천수를 인공습지로 유입시켜 처리하거나 홍수 등으로 수위가 올라간 후 평수위로 내려가면 인공습지에 하천수와 침전물이 남게되어 인공습지의 수위가 서서히 내려가면서 수질이 정화된다.



인공습지 단면도



조성후 식생활착의 모습

### (6) 자연석의 호안조성공법

#### ① 특성

자연석은 첫째 콘크리트 호안석에 비하여 이산화탄소의 배출량을 현저히

감소시키며, 둘째 역간접축산화법에 의한 수질정화의 효과가 크며, 셋째 치어나 수생식물이 자라기 쉬운 공간을 만들어준다.

이것은 토공, 호안공, 법복공(法覆工), 가설공, 기타 운반 등의 각공종에 의한 이산화탄소 배출량을 공사현장에서의 건설기계 작동에 의한 연료의 소비, 건설기계나 재료(콘크리트, 시멘트, 철근)을 제조할 때의 배출 또는 건설기계나 재료를 운반할 때 배출되는 것을 산정한 것이다(토목재료, 1998). 이 분석 결과에 의하면 콘크리트블록을 사용한 기존공법은 이산화탄소 배출량이 309 톤이며, 자연석을 사용한 호안의 경우 이산화탄소 배출량이 1/7로 감소된 것으로 나타났다. 이산화탄소의 차이는 주로 호안공인데, 이는 호안공의 제작상에 소요되는 연료로 인한 것이다.

자연석을 사용한 Stone Nets 공법의 경우 자연석간에 복토를 행함으로써 식생회복이 가능하며, 이로 인해 수변에 식물이 증가하면 이산화탄소의 흡수량이 증감함으로써 더욱 이산화탄소를 감소시키는 효과를 기대할 수 있다.

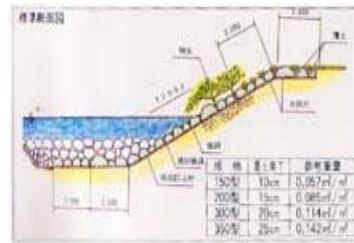
호안재를 자연석으로 활용하는 경우 하천본래의 자정기능을 보다 높이는 역간접축산화법에 의한 수질정화의 효과가 기대된다. 이것은 접촉산화하는 재료로서의 자연석이 오염물질과 접촉하는 것으로 말미암아 침전 또는 흡착을 유도하며 또한 자연석의 표면에 형성하는 세균, 조류, 원생동물들의 미생물 등에서 구성된 생물막에 의한 유기물질의 분해를 촉진시키는 방법이다. 또 이외에 자연석을 이용한 낙차보를 설치함으로써 폭기효과에 의한 수질정화도 기대할 수 있다.

## ② 종류

### - 스톤 네츠(Stone Nets)공법

스톤 네츠공법은 자연석과 내구성이 있는 철망을 앵커 등으로 일체화한 것으로 하천, 호수의 법면이나 하상에 포설해 복토를 하는 공법으로 치수의 안

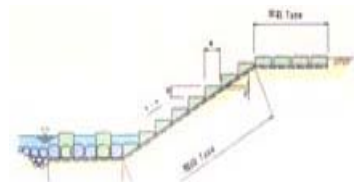
정성을 확보하며 식생을 겸할 수 있는 경제적이고 경관이 좋은 공법이다. 현장조건에 따라 현지 발생의 자연석을 활용한 현장제작도 가능하며 또한 친수성을 고려한 계단타입도 있다.



표준단면도



스톤 네즈 공법



계단형 표준단면도



스톤 네즈 계단형

#### - 스톤 매트(Stone Mats)공법

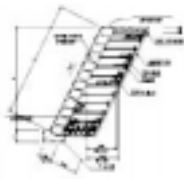
이것은 특수철망상자와 스톤네즈를 일체화한 공법으로 강의 유속흐름이 빠른 큰 하천의 호안공 또는 근고공으로 사용된다. 또 채움재에 자연석이나 사석을 사용하는 것으로 말미암아 역간접축산화법에 의한 수질정화의 효과가 증대되며, 특히 화학적 반응이 거의 없는 콘크리트 폐자재의 사용도 가능하므로 건축자재 재활용 효과가 크다.



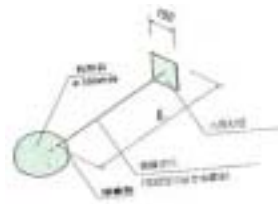
스톤 매트

#### - 램 스톤(Lap Stone)공법

램 스톤공법은 그랜트 앵커(Grant anchor)에 의한 지압형 지주방식의 기술 이론을 응용한 것으로 구조는 자연석 뒷면에 앵카를 접착제로 접착하고 앵카의 끝부분에 지압판을 장착시킨 후 뒷부분에는 뒷채움재(할석 50~150mm)로 하단에서부터 한계단씩 쌓아올린다.



표준단면도



램스톤 공법



조성후 식생활착의 모습

이것에 의해 채움재와 일체가 된 앵카의 효과로써 콘크리트를 이용한 돌쌓기와 같은 강도를 가진 호안구조가 구축된다. 다른 공법은 직경 200~400mm 내외의 자연석과 지압판을 장착한 내부식성의 앵카를 특수본드로 고정시키는 것으로써 앵카길이는 500mm와 800mm의 2종류가 있다.

## 2) 자연형공법의 적용시 고려사항

### (1) 자연형 하천공법의 대상

자연형 하천공법의 적용이 가능한 대상시설은 제방 및 홍수호안, 둔치, 저수호안 및 비탈면침공, 보 및 낙차공, 수제, 저수로 등 다양하며, 이들 대상시설의 계획방향과 계획시 고려사항은 다음과 같다.

가. 제방 및 홍수호안

제방과 홍수호안은 소하천시설물의 주종을 이루는 시설이며, 홍수를 안전하게 하류로 소통시키기 위한 치수목적하에 조성된 구조물로서 홍수시 이들의 붕괴나 국부세굴이 발생하지 않도록 내구성이 보장된 형태와 재질로 구성되어야 한다.



(a) V자 여울공법



(b) 외돌이 거석 공법



(c) 징검다리 거석공법



(d) 거석 수제공법

( 그림 4-3 ) 양재천 우면동 구간에 적용된 하도내 공법

근래까지는 하천의 치수기능만을 유지할 목적으로 제방 및 홍수호안이 계획됨에 따라 그 하천연변 및 상류단의 홍수소통 및 통수단면적의 확보를 위하여 제방법선을 직선화하고 확폭을 피하는 경우가 많았다.

그러나 이러한 정비의 형태는 흐름의 형태를 단순화하고, 하상재료 및 수심을 균일하게 하여 여울과 소 등 어류의 서식과 산란장의 저해, 자정능력의 감소, 저수로변 식생상태의 단순화 등 하천환경의 변화를 초래하게 된다.

자연형 재료를 사용하더라도 획일적인 종·단면 및 평면계획이 이루어지는

경우 종래의 공법에 의한 하천환경의 변화와 동일한 결과를 초래할 수 있기 때문에 자연재료만을 사용하는 것이 자연형 공법이라는 오류를 범하지 않도록 유의해야 한다. 따라서 자연재료의 사용뿐만 아니라 횡단 및 평면계획도 종합적으로 고려해야 한다.

하구부가 아닌 구간에서는 법선을 가급적 직선화하지 않고 가능한 자연형태의 법선형태를 유지하고 하천재정비가 필요한 곳에는 원래 하천의 연장과 비슷한 연장이 되도록 평면하도 계획을 수립한다.

제방마루부는 가급적 자동차도로를 배제하고 경관확보가 가능하도록 산책로 등 소도로와 관리용 도로에 국한하도록 하며, 제내지 법면 혹은 제방어깨 부분에서는 제방의 형태와 식재의 특성을 고려한 식재도 검토한다.

#### 나. 둔치(고수부지)

자연적으로 형성된 둔치는 주기적으로 침수됨에 따라 다양한 식생이 발달하고 생물의 양호한 서식환경이 되는 장소이다. 그러나 둔치의 높이를 획일화하고 흐름형태를 단순화하는 방향으로 정비를 하게되면 어류의 산란장이나 서식처를 파괴하고 수변식생을 단순화하는 등 하천환경의 변화를 초래하게 된다.

따라서 하도의 사행특성을 감안하여 좌우 양안으로 비대칭인 둔치를 계획하되 둔치의 폭과 높이가 다양하게 되도록 하는 평면계획이 수립되어야 한다. 또한 둔치내에 본류와 물교환이 이루어지는 습지를 조성하여 하천생태계 및 식생의 다양한 환경조건을 창조할 필요가 있다.

저수호안을 완만한 경사로 조성하는 등 횡단적으로 단락이 발생하지 않도록 하는 것이 필요하며, 홍수소통에 지장을 초래하지 않는 범위내에서 종단적으로 둔치의 높이를 다양하게 하여 침수빈도를 달리하도록 계획한다.





( 그림 4-4 ) 양재천 과천구간의 저수로와 둔치

#### 다. 저수호안 및 비탈멈춤공

저수호안 및 비탈멈춤공은 유수에 의한 국부세굴작용으로부터 하안 및 제방을 보호하기 위한 수로 유지공으로서 치수·이수기능뿐만 아니라 하안에서의 하천생태계나 경관유지 측면에서 중요한 시설이다. 따라서 수변의 생태계, 자연경관의 보전과 창출이 가능한 저수로 호안 및 비탈멈춤공이 되도록 계획한다.

치수상 안전하고 자연생태계에 유리하도록 다양한 구조 및 재질과 적절한 공법의 적용이 필요하다. 저수로 정비시 가능한 현하도의 저수로 법선 형태를 유지하는 차원에서 적절히 사행하도록 평면계획을 수립하고, 홍수류의 소통에 장애를 초래하지 않는 지수역 및 사수역 부근에서는 어류생태계의 서식환경에 도움이 되는 작은 만의 형태가 되도록 적절한 요철형상을 검토한다.

그리고 여유 있는 홍수소통 단면적인 경우 저수호안도 완경사화를 도모하여 수변식생의 다양화를 창출한다. 종단계획은 저수로의 하상변화에 충분히 대응할 수 있도록 저수로 호안 및 비탈멈춤공 계획을 수립한다.



(a) 나무틀 공법



(b) 사석과 갯버들 공법

( 그림 4-5 ) 양재천 과천구간에 적용된 저수호안공법

#### 라. 보 및 낙차공

보 및 낙차공은 종단경사를 완화하여 흐름을 제어하고, 하상세굴을 방지하기 위해 설치되며, 경우에 따라 취수목적을 위한 하천 횡단 시설물이 된다. 보 및 낙차공은 하천 하류의 연속성을 단절함으로써 어류의 상하류 이동을 저해하게 된다. 따라서 하천주변을 포함한 하천경관이나 하천생태계의 서식 환경 및 어류의 이동을 배려하여 보나 낙차공을 배치하고 적절한 구조와 재질을 선택하는 것이 중요하다.

자연형 하천계획을 위해서는 하천횡단시설물인 고정보나 낙차공은 가급적 횡단시설물 자체가 어도화되도록 계획하는 것이 바람직하며, 횡단전체 어동의 설치가 곤란한 가동보의 경우에 있어서도 낙차식 등 적절한 어도의 배치 및 구조를 계획한다.

#### 마. 수제

수제의 설치목적은 제방으로 향하는 유로의 방향을 하천중심부 방향으로 제어함으로서 제방의 국부적인 세굴을 방지하는데 있다. 그러나 최근에는 이와 같은 치수기능 외에 하천생태계에 유리한 유로의 사행 및 여울과 웅덩이

의 조성이 가능하다.

외국의 경우 수제에 의한 자연에 가까운 하천환경으로의 변화를 꾀하는 경우가 많으나, 최근 우리나라의 하천에 있어 수제를 도입하여 하도계획을 수립한 사례는 거의 전무한 실정이다.

제방세굴방지 목적외에 유로를 사행시켜 다양한 하도환경을 창출할 수 있도록 수제의 배치계획을 세울 필요가 있으며, 평균하상고를 기준으로 하면서 하상의 수심이 횡단적으로 다양한 변화를 가지는 구조를 검토한다. 그리고 하상경사의 변화를 예측하여 수제의 설치 위치, 형태를 결정한다.

#### 바. 저수로

하폭이 협소하고 평상유량이 풍부하지 않은 소하천의 경우 자연형 하천공법의 적용가능성이 가장 큰 정비형태의 일종이 저수로이다. 또한 저수로는 치수상 큰 제약을 받지않고 어류의 서식환경인 여울과 웅덩이의 조성이 가능하고 다양한 자연경관의 창출이 가능한 주요공간이다.

따라서 하천의 유출특성이나 치수상의 기능을 충분히 파악하여 흐름방향, 유속 등 상세한 하도 및 생태계 현황을 조사하여 계획할 필요성이 있다. 저수로의 정비시는 수제, 하상 유지공, 저수로 호안 등과 조합해서 고려한다.

저수로는 현하도의 사행성을 유지하도록 하고, 여울, 웅덩이 등의 수심변화가 고려되도록 계획한다. 종단계획은 평행하상고를 고려하면서 다양한 수심의 변화가 가능하도록 계획하며, 여울 및 웅덩이의 형성에 있어서는 유사 퇴적 등이 발생하지 않도록 사주의 형성과정을 면밀히 검토한다.



(a) 갯버들 윗가지 호안공법

(b) 녹화 마대 호안공법

( 그림 4-6 ) 양재천 우면동 구간에 적용된 저수로 호안공법

## (2) 여울과 소의 조성

소하천은 대부분 사행을 하며, 양안에 제방을 축조한 경우에도 제외지의 하도가 사행을 이루는 것을 볼 수 있다. 또한 소하천에는 여울과 소구조가 쌍을 이루어 교대로 나타나는데, 이러한 여울과 소는 하천생태계, 특히 어류의 생존에 필수적인 요소이다.

여울은 어류의 먹이가 되는 수생곤충이나 부착조류 등이 소보다 훨씬 많이 존재한다. 또한 여울은 어류의 먹이 공급지이며, 많은 어류들이 여울에서 산란을 한다.

반면 대부분의 어류는 밤이 되면 소에서 잠을 잔다. 깊은 소는 홍수때나 다른 동물들의 공격으로부터 어류가 피할 수 있는 피난처이며, 유영력이 약한 치어들의 생육장소이다. 따라서 여울과 소는 서로 떼어 수 없는 관련성을 갖고 있다.

여울의 종류는 소의 바로 하류에 위치한 평여울과 소의 바로 상류에 위치한 급여울로 나눌 수 있다. 평여울은 유속이 비교적 완만한 반면, 급여울은 유속이 빠르고 수심이 낮다.

소의 종류는 형성원인에 따라 다음 <표 4-10>과 같이 구분된다.

< 표 4-9 > 자연형 하천 정비 대상 및 특성

위치	구 분	내 용				
제방 및 홍수 호안	정비목적	하도환경다양화	법면의 완경사화 및 녹화			
	정비공법	확폭	완경사법면	성토피복	식재호안	돌망태호안
	적용 대상	하천경사	완경사	급, 중, 완경사	중, 완경사	중, 완경사
		수충부	-	수충부	수충부도 가능	비수충부
		하천규모	대, 중, 소하천	중, 소하천	대, 중, 소하천	대, 중하천
	영향	하천형태	전원, 도시하천	전원, 도시하천	전원, 도시하천	전원, 도시하천
		치수성	산책로 설치	하도접근 및 휴식기능	하도접근 및 휴식기능	친수성향상
		경관	양호	양호	양호	양호
	시공 관리	유지관리	쓰레기 및 잡초제거	잡초제거	잡초제거, 세굴부보수	잡초제거, 철선보수
		시공성	보통	보통	보통	보통
고수 부지	정비목적	식생확보			습지형성	토양확보
	정비공법	추수식물식재	수변식물보전	수목보전	고수부지 굴삭	돌갈기
	적용 대상	하천경사	중, 완경사	중, 완경사	중, 완경사	중, 완경사
		수충부	비수충부	비수충부	수충부도 가능	비수충부
		하천규모	대, 중, 소하천	중, 소하천	대, 중, 소하천	대, 중하천
	영향	하천형태	전원, 도시하천	전원, 도시하천	전원, 도시하천	전원, 도시하천
		치수성	하도접근 곤란	하도접근 곤란	친수성 향상	친수성향상
		경관	양호	양호	양호	양호
	시공 관리	유지관리	잡초제거, 건조화방지	잡초제거	간벌, 가지치기, 홍수후 쓰레기처리	건조화방지, 잡초제거
		시공성	보통	용이	용이	보통
저수 호안 및 비탈 멈춤 공	정비목적	수제부의 식생 확보				
	정비공법	돌망태와 식재	연결블럭공	식재블럭공	작은만 조성	버드나무가지공
	적용 대상	하천경사	중, 완경사	중, 완경사	중, 완경사	완경사
		수충부	수충부도 가능	비수충부	수충부도 가능	비수충부
		하천규모	대, 중, 소하천	중, 소하천	대, 중, 소하천	대, 중하천
	영향	하천형태	전원, 도시하천	전원, 도시하천	도시하천	전원, 도시, 산지하천
		치수성	별도 대책 필요	친수성 향상	친수 곤란	친수성 향상
		경관	양호	보통	보통	양호
	시공 관리	유지관리	잡초제거, 벌채, 보수	잡초제거	건조화방지	퇴적, 세굴에 의한 파괴방지
		시공성	보통	간편	보통	간편

< 표 4-9 > (계속)

위치	구 분	내 용				
보 및 낙 차 공	정비목적	어류의 상하류, 지천과 본류와의 왕복성 확보				
	정비공법	자연석에 의한 완경사식 전면어도	계단식 전면어도	격벽식 낙차공	자연석 낙차공	합성물탈 낙차공
	적용 대상	하천경사	완경사	급, 중, 완경사	급, 중경사	급, 중경사
		하 폭	대, 중하천	중, 소하천	대, 중하천	중, 소하천
		하천형태	전원, 도시, 산지하천	전원, 도시, 산지하천	전원, 도시하천	산지하천
	영향	치수성	소하천에서 친수가능	중소하천에서 친수가능	친수곤란	친수곤란
		경관	경관 향상	경관 향상	불량	양호
	시공 관리	유지관리	퇴사에 의한 자연석의 매몰방지 필요	퇴사에 의한 부분매몰 방지	과도한 퇴사제거	자연석 고정에 유의 퇴사에 의한 깊은 소의 매몰 방지
		시공성	간편	보통	보통	간편
수 제	정비목적	수제에 의한 작은만의 형성	수제에 의한 소의 형성	다양한 유속형성		
	정비공법	말뚝 및 옥석호안	말뚝호안수제	날개수제	비투수성 수제	투수성 수제
	적용 대상	하천경사	중, 완경사	중, 완경사	급, 중, 완경사	급, 중경사
		하 폭	대, 중하천	대, 중하천	대, 중하천	대, 중하천
		하천형태	전원, 도시하천	전원, 도시하천	전원, 도시하천	전원, 도시하천
	영향	치수성	친수로 확보 필요	친수 곤란	친수 곤란	친수성향상
		경관	양호	양호	불량	양호
	시공 관리	유지관리	말뚝의 부식 및 옥석의 매몰에 대한 대책 필요	막임과 과도세굴 방지책	배치계획에 신중	-
		시공성	보통	보통	보통	간편
저 수 로	정비목적	여울과 소의 조성			수로의 사형성	
	정비공법	하상굴삭	거석투입	목공침상	저수의 유심선 사형	수제 및 목공침상
	적용 대상	하천경사	중, 완경사	급, 중, 완경사	급, 중, 완경사	완경사
		하 폭	중, 소하천	대, 중하천	대, 중, 소하천	소하천
		하천형태	전원, 도시하천	전원, 도시, 산지하천	전원, 도시하천	전원, 도시하천
	영향	치수성	친수 곤란	친수 곤란	친수 곤란	친수성 향상
		경관	양호	양호	불량	양호
	시공 관리	유지관리	퇴적부에서는 매몰대책 필요	홍수시 하상의 매몰대책 필요	형틀의 파괴에 대한 보수	퇴적 침식을 보장 하는 수로폭의 확보
		시공성	보통	간편	보통	간편

주: 이삼희, “바람직한 하천환경 관리 및 정비방안”, 1995.

< 표 4-10 > 소의 종류

소의 종류	특 징	비 고
M형 (Meander type)	유로의 굴곡부에 위치하는 소로 다른 형의 소보다 면적이 크고 수심이 깊으며, 경관상 중요하다.	하천 생태학에서는 M형, R형, S형을 기본적인 소의 형태로 본다.
R형 (Rock type)	큰바위의 주위에 전형적으로 형성되는 소로서 암반의 움푹들어간 부분이나 돌출부의 주위에 형성되기도 한다.	
S형 (Substrata type)	하상재료의 강도차이가 있는 경우 연약한 쪽이 깊이 파여서 항아리모양으로 형성되는 소이다. 하천의 상류역에는 이런 형의 소가 연속적으로 나타난다.	
O형 (Ox-bow type)	오래된 유로가 사수역이 되어 흐름에 일부 접촉되어 있는 형태로, 매우 작은 우각호가 흐름에 연결된 형태의 소이다.	
D형 (Dam type)	작은 보를 만들었을 때 보의 상류에 형성되는 소를 말한다. 이런 경우 보의 하류쪽에는 앞의 S형 소가 형성된다. 다만, O형과 D형의 소는 여울과 관련없이 존재할 수 있다. 따라서 이 두형태의 소에는 어류가 그다지 많이 살지 않는다.	

소가 생기는 위치는 다음과 같이 구분된다.

- 곡선부: 곡선부의 소는 만곡부의 원심력에 의해 생긴다. 따라서 항상 같은 위치에 존재하는 경우가 많다.
- 직선부: 직선부에 형성되는 소는 사력퇴의 전면부나 지형, 지질 등에 의해 형성된 협착부에 생긴다.
- 구조물 주변: 교각이나 취수탑의 주변, 수제, 대공, 낙차공, 보 등의 상하류, 하상이나 하안보다 조도가 작은 호안을 설치한 경우에 주변에 형성되기도 한다.

소·여울 하상재료의 분포를 보면 대체로 소에서는 모래와 같은 작은 입경의 재료가 분포하며, 여울에서는 자갈과 같이 비교적 굵은 입경의 재료가 존재하는 것으로 조사되었다(Leopold, 1964). 소·여울의 구조는 자연하천의 경우 사행과 무관하게 연속적으로 나타나며, 그 간격은 평균하폭의 5-7배 간격을 두고 배열된다고 알려져 있다. 국내에서 대청댐 하류구간의 조사결과(우효섭, 1995)에 의하면 여울과 여울사이의 간격이 대개 하천폭의 6-8배 정도

되는 것으로 나타났다.

따라서 소하천에서 여울과 소의 계획을 하는 경우 다음 <표 4-11>를 참조  
토록 한다.

< 표 4-11 > 소 · 여울 조성기준 (단위 : m)

구 분	저수로폭(B)	조성빈도	길 이	폭(b)	깊이(D)	높이(H)
소		6B	2B 이상	B	0.3~0.5m	
여 울		"	1.33B 이상	15H		0.3~0.5m 이하

### (3) 농촌하천

농촌하천은 그 주변에 인공적인 요소가 비교적 적다. 따라서 인공적인 요소가 적은 하천공법을 채택하여야 하며, 친수기능이나 심미적인 측면을 고려할 필요가 별로 없다. 따라서 이 · 치수에 지장이 없는 한 가급적 시설물의 설치를 지양하며, 하천이 원래 지닌 자연성을 최대한 살리는 방향으로 정비하여야 한다.



## 제5장 결 론

우리나라 하천은 강수의 형태가 대륙성과 해양성의 특성을 모두 나타내고 있어 하계의 홍수시와 동계의 갈수시의 차이가 큰 것이 특성이다(연 강수량의 약 65%가 6, 7, 8, 8월에 내리고, 약35%가 나머지 8개월에 내리며, 또한 하계의 강수는 강도가 큰 호우성 강수가 많다). 이와 같은 조건으로 인하여 국내 소하천들은 유지유량이 부족한 상태로서 쉽게 건천화되어 수서생물의 서식기반이 한정되며, 식생구조에도 영향을 주어 천변부지가 건생식물 위주로 피복되어 수생 및 정수식물에 의한 자연정화나 수서생물의 서식처 부양 기능이 미약하다.

또한 갈수량과 홍수량을 일률적으로 소통시켜줄 수 있는 직강화 형태로 하천의 개수작업이 이루어져 왔고, 유량의 확보와 홍수조절을 위해 설치되는 인공구조물(보, 간이댐, 제방 등)들이 콘크리트 구조물로 되어있어 하천의 생태환경에 제한적 요소로 작용하고 있다. 이러한 점들이 이수 및 치수사업은 물론 생태적 재생을 통한 친수환경의 조성시에 고려해야 할 한국하천의 특성들이다.

현재 대부분의 소하천은 하상계수가 크고 이미 제방에 근접한 곳까지 고밀한 도시화가 이루어졌으며, 수해에 대해 민감하게 반응하는 사회적 여건속에서 하천환경 재생을 위해 우리나라 하천의 환경특성을 반영하는 것은 아주 중요한 일이다.

이 연구에서는 소하천을 정비한 후 하천의 관리를 효율적으로 하기 위한 소하천 유역의 자연환경과 인문사회환경, 수환경의 현황으로 오염발생원, 수질조사, 수문조사, 생태조사에 대한 방법과 기준을 제시하고, 하천환경지도의 작성방법, 그리고 소하천 관리방안으로서 수질개선방안과 자연형 하천정비 등에 대하여 부여 소하천인 오수천을 대상으로 설명하였다. 연구에서 제시한

소하천 관리방안은 이론적인 사항과 제한된 시간과 인력으로 정리되었기 때문에 관련분야의 전문가들에게 자문을 구하여 실무적으로 적용할 수 있도록 보완하였으나 부족한 점이 많을 것으로 판단된다. 이 연구에서 설명한 내용들을 소하천 관리를 위한 지침으로 활용하기 위해서는 전문가들에 의한 추가적인 보완과 검토가 이루어져야 할 것이다.

앞으로 소하천관리를 위한 지침작성을 위해서는 1단계에서는 소하천을 산지형, 농촌형, 그리고 도시하천으로 분류하여 이들 하천에 대한 소하천의 현황(지역적 특성, 유역현황, 수리·수문특성, 생태특성, 수질 등)을 파악하고 2단계에서는 일부 소하천에 대한 최적 정비방안 확정 및 정비를 검토하고 3단계에서는 정비효과의 단기 및 장기효과를 분석하는 것이 필요하다.

그리고 하천환경지도나 생태지도는 장기적인 하천관리나 주민·학생들이 자기고장의 환경을 이해하는데 도움이 되는 생태교육에 매우 중요하므로 소하천 현황을 조사한 자료를 이용하여 지도를 작성하는 외에 CD-ROM으로도 작성하여 시·군민들이 자기고장 하천의 생태자료(식물상, 동물상, 수질 등)를 알고 싶을 때 검색할 수 있도록 해야 할 것이다.

## 참고 문헌

- 1) 권오병, 하천 및 호소의 생태공학적 수직개선 방안, ELPA 제1권 No.2  
[http://www.kepla.or.kr/vol1-no2/main2\\_04\\_02\\_04.html](http://www.kepla.or.kr/vol1-no2/main2_04_02_04.html)
- 2) 건설교통부, 도시하천의 하천환경 정비기법의 개발, 건설기술연구원, 1995. 12.
- 3) 경기개발연구원, 경기도내 소하천관리를 위한 기초연구-간파천-, 2000. 12.
- 4) 경기개발연구원, 경기도내 소하천 관리를 위한 기초연구, -양근천-, 2000. 12.
- 5) 경기개발연구원, 경기도내 소하천 관리를 위한 기초연구, -지산천-, 2000. 12.
- 6) 경기개발연구원, 경기도내 소하천 관리를 위한 기초연구, -미원천-, 2000. 12.
- 7) 국립방재연구소, 소하천 시설기준 제정을 위한 기초연구, 1998. 4.
- 8) 국립방재연구소, 소하천 시설기준 제정연구, 1999. 6.
- 9) 국립방재연구소, 소하천 시설기준 참고자료집, 1999. 6.
- 10) 국립방재연구소, 소하천시설기준, 1999. 11.
- 11) 국립방재연구소, 자연형 하천공법의 재해특성 분석에 관한 연구(I), 1999. 12.
- 12) 국립방재연구소, 자연형 하천공법의 재해특성 분석에 관한 연구(II), 2000. 12.
- 13) 김혜주, 김두하, 자연형 하천조성에서의 생물학적 공법 ELPA, 제1권, No.1  
[http://www.kepla.or.kr/main\\_04\\_02\\_05.html](http://www.kepla.or.kr/main_04_02_05.html)
- 14) 부여군, 소하천정비 종합계획( I )보고서, 2000. 12.
- 15) 부여군, 오수소하천 정비공사 보고서, 2001. 4.
- 16) 서울시정개발연구원, 자연형하천으로서 정비방안 연구, 1996. 12.
- 19) 유대영, 우효섭, 자연형 하천공법의 시험적용과 모니터링, ELPA 제1권 No.2  
[http://www.kepla.or.kr/vol1-no2/main2\\_04\\_02\\_01.html](http://www.kepla.or.kr/vol1-no2/main2_04_02_01.html)
- 17) 전주시, 전주천 자연하천 조성사업 기본 및 실시설계 보고서, 1999. 10.
- 18) 조용현, 생태적 복원을 위한 중소하천 자연도 평가방법 개발, 박사학위논문, 서울대 환경대학원, 1997. 2.

- 19) 평택시, 소하천 정비 종합계획, 1997. 11.
- 20) (사)한국환경계획·조성협회, <http://www.kepla.or.kr>
- 21) (사)한림에코텍, <http://ecotech.co.kr>
- 22) 吉田降男, 자연석을 소재로 한 (친)자연형 수변조성 공법, ELPA 제1권 No.2  
[http://www.kepla.or.kr/vol1-no2/main2\\_04\\_02\\_07.html](http://www.kepla.or.kr/vol1-no2/main2_04_02_07.html)

## 부 록

부록-1. 환경부(지방환경청)의 협의 방침[사전환경성검토 업무편람]

부록-2. 사전환경성검토서 작성시 항목별 ‘현황’ 및 ‘영향예측’의 주요내용

부록-3. 검토서 작성시 ‘저감방안’의 내용(각 항목별 별도 작성)

부록-4. 소하천 정비종합계획 환경성 검토

부록-5. 소하천정비종합계획 수립 간소화 방안 변경

부록-6. 국내·외 소하천 자연형 공법 적용사례

부록-7. 소하천 호안공 선정시 유의사항

## 부록-1

환경부(지방환경청)의 협의 방침 [사전환경성검토 업무편람]

### 가. 검토방법에 대한 지침

- |                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| ① 환경보전시책 등과의 부합성<br>정성           | ② 하천유역 종합계획의 적  |
| ③ 홍수처리 계획에 관한 사항<br>항            | ④ 하천 유수이용에 관한 사 |
| ⑤ 고수부지 및 폐천부지 활용에 관한 사항<br>및 적정성 | ⑥ 환경보전계획의 수립여부  |

### 나. 추가검토사항에 대한 지침

#### <水 質>

- 수계·지천별 목표수질 및 현재수질 현황파악
  - 하천유역 인근지역 오염원, 오염부하량 및 삭감계획
  - 수질환경기준 유지·달성을 위한 대책
  - 공사과정에서의 수질보전대책
- ※ 환경목표달성 및 수질기준 유지를 위한 대안제시

#### <自然環境>

- 하천 생태계 및 수질보전을 위한 자연친화적 하천정비계획 수립여부
- 하상준설시 수중생태계, 어류서식지 파괴방지를 위한 대책수립여부 - 공사시행방법, 시기 조정 등
- 어류이동 확보대책(어도확보 등) - 특히 국지회유성 어류 존재유무 및 보

호대책

- 소하천 정비후 하천유지 관리계획 수립여부]

## 부록-2

사전환경성검토서 작성시 항목별 ‘현황’ 및 ‘영향예측’의 주요내용

검 토 항 목	주 요 내 용	
1. 자연환경 가. 기상	<p>(1) 현황</p> <p>(가) 조사항목</p> <p>(나) 조사 범위</p> <p>(다) 조사방법</p> <p>(라) 조사결과</p>	<p>○과거 10년이상 관측한 다음의 국지기상자료를 조사하고 이를 분석·정리하여 제시한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기온, 강수량, 습도(연·월 평균, 연·월 최고 및 최저)</li> <li>- 풍향, 풍속(방위별 연·월 평균풍속, 월 최대풍속 및 월평균 풍향발생빈도, 탁월풍, 정온발생빈도등)</li> <li>- 적설량, 일사량, 운량, 안개 및 스모그 발생량, 빈도등</li> <li>- 역전층의 출현고도 및 출현빈도(종류, 두께, 상하부 온도)</li> <li>- 대기혼합고</li> <li>- 대기안정도(일사량, 풍향·풍속, 운량 등의 조건에 의해 분류)</li> </ul> <p>○사업지역이 위치한 지역과 사업지역이 위치한 지역을 포함하고 있는 관측소 또는 측후소의 관할지역으로 한다.</p> <p>○기존자료에 대한 조사를 실시하되 동 조사자료가 사업지역의 기상현황 등을 충분히 반영하지 못할 경우에는 현지조사를 병행한다.</p> <p>○현지조사기간은 기상, 대기질, 조사결과를 감안하여 연간 기상변화를 파악할 수 있는 정도로 하고, 현지측정방법은 중앙기상대 기상관측지침을 참고한다.</p> <p>○조사항목을 월별, 연간으로 정리하여 도표화 한다.</p> <p>○풍향·풍속은 계절, 연간 바람장미도(Wind Rose)를 작성한다.</p> <p>○대기모델링 입력자료로 활용하기 위한 대기혼합고, 대기안정도 등을 연간, 계절별로 분석,정리한다.</p> <p>○필요시 폭풍우로 인한 사업지역의 침수상황을 연도별로 분석,정리한다</p>
나. 지형·지질	<p>(1) 현황</p> <p>(가) 조사항목</p>	<p>○지형현상조사(1:5,000~1:25,000도면 첨부)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지형분류, 경사분석, 표고분석 등</li> <li>- 특이한 지형현상(매립지, 습지, 연안지대, 해안선, 침식지 등)</li> <li>- 학술적 가치가 있는 지형 또는 자연환경보전상 보전의 가치가 있다고 판단되는 지형등</li> </ul> <p>○지질상황 조사</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사업지역 및 주변지역의 중요지질학적 특성(지질평·단면도, 응용지질도, 시추주상도 등을 첨부)</li> <li>- 학술상 특히 배려할 필요가 있는 특이지질과 사업대상지역과 주변지역의 지진발생빈도, 지진강도등</li> </ul> <p>○토질성상 조사</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 토질성상에 대해서는 지층의 알밀침하, 지하수의 저류 및 유동에 영향을 주는 요소로서 지반침하의 고찰이 필요하다고 판단될 경우 다음의 항목을 조사한다.</li> <li>- 관찰 판별시험 : 색,조정,실트(Silt)의 점성등</li> <li>- 물리적 성질시험: 흙입자의 비중, 단위체적당 중량, 함수량, 압도 등</li> <li>- 역학적 성질시험 : 투수성,압밀성 등</li> <li>* 토질조사는 KS 규정에 따른 방법을 참고하여 실시한다.</li> </ul> <p>○토지의 안정성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 토지의 안정성에 대하여는 다음에 열거하는 각 현상이 우려될 경우에 한하여 필요한 사항을 선택 조사</li> <li>- 지반변형</li> <li>- 사면의 안정성</li> <li>- 토사의 유출</li> <li>- 수계(지표유수)의 변화</li> <li>- 표사·퇴사</li> </ul>



검 토 항 목	주 요 내 용	
	(나) 조사범위 (다) 조사방법  (라) 조사결과	<p>○원칙적으로 사업대상지역을 조사범위로 하나 사업시행으로 인해 영향을 받을 것으로 예상되는 지역을 포함한다.</p> <p>○현지조사를 원칙으로 하되 필요시 기존문헌, 자료 등을 참고한다.</p> <p>○기간, 빈도 등은 지형·지질의 특성등을 감안하여 설정한다.</p> <p>○지형·지질 및 지하수의 조사결과는 비교·검토의 편리를 위하여 표 또는 도면에 표시하는 등 다음과 같이 정리한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지형의 형상조사결과는 지형분류, 경사 및 표고분석도 등을 작성하며, 특이한 지형·학술적 가치가 있는 지형·보전가치 있는 지형 등의 조사결과를 정리 기술한다.</li> <li>- 지질의 조사결과는 주요한 지점에 대하여 지질도(주상도를 포함함), 지질단면도에 정리한다.</li> <li>- 토질의 시험결과를 도표에 정리한다.</li> <li>- 토지의 안정성에서 조사항목으로 조사한 내용에 대해서 기술한다.</li> <li>- 기타 조사자료를 정리 기술한다.</li> </ul>
	(2) 영향 예측 (가) 항목 (나) 범위 (다) 방법 (라) 예측결과  (마) 평가	<p>○사업시행에 따른 지형의 변화, 토지(토양,암반등) 및 사면의 안정성, 지반침하, 표사, 퇴사 등의 변화를 예측한다.</p> <p>○사업대상지역과 사업의 실시로 인해 영향이 미칠 것으로 예상되는 지역을 예측범위로 한다.</p> <p>○대상사업의 사업계획내용, 수치해석, 모형실험 또는 유사사례를 참조하는 방법에 의한다.</p> <p>○지형의 물리적 변화에 대한 절토량, 성토량 등의 변화지역을 그림 및 표로 제시하고 그 처리에 대하여 기술한다. 또한 토취장, 암석채취장, 잔토처리장 등의 위치를 도면에 표시한다.</p> <p>○특이한 지형(자연환경보전상 우수한 지형)의 소멸 가능성 여부를 제시한다.</p> <p>○사면붕괴, 토사유출 등의 가능성 유무, 가능한 토사 유출량 등을 제시한다.</p> <p>○지반침하의 발생가능성, 발생시 범위와 침하정도를 제시한다.</p> <p>○토질의 액상화 가능성 여부를 예측·기술한다.</p> <p>○기타 예측한 사항을 그림·표로 알기 쉽게 기술한다.</p> <p>○지형의 물리적 변화정도로 인한 주변지역에 미칠 영향을 평가한다.</p> <p>○토질의 성상, 토지의 안정성 등을 파악하여 이에 따른 토사 유출, 지반침하, 액상화 등을 평가한다.</p> <p>○절·성토에 따라 지질의 변화와 사업지역의 토지이용상황, 지형상황 등을 고려하고, 예측결과에서 도출된 영향이 주변지역에 어느정도의 영향을 미칠 것인가를 정성적으로 평가한다.</p>



검 토 항 목	주 요 내 용
	<p>(다) 조사방법</p> <p>○현지조사, 문헌조사, 탐문조사를 실시하여 정량적으로 조사하되 아래사항을 참고로 하여 조사한다.</p> <p>1) 육상동·식물상</p> <p>현지조사, 문헌조사, 탐문조사 등을 통하여 가능한 한 정량적으로 제시하되, 문헌조사시에는 현지조사를 통한 확인 및 보완을 실시한다.</p> <p>가) 식물상과 식생</p> <p>① 현지조사</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 식물상, 종의 분포상황, 종의 다양도의 산출</li> <li>· 특성있는 식물군락의 특성 및 분포현황 파악</li> <li>· 현존 식생의 조사(가능한한 식생이 가장 양호한 계절)</li> <li>· 식물현존량 및 순 1차생산량의 추정(녹지자연도 등급에 의한 방법, Model에 의한 방법, 실측에 의한 방법&lt;매목조사&gt;)</li> </ul> <p>② 기존자료조사</p> <p>조사범위내의 조사대상에 대한 자료를 가능한 한 많이 수집·정리하여 현지조사를 수행하는 과정 및 조사결과를 해석하는데 참조로 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 기 조사·정리·자료화된 식생도</li> <li>· 자연생태계 전국조사(환경부)</li> <li>· 임상도(산림청)</li> <li>· 원격탐사자료</li> </ul> <p>나) 육상동물</p> <p>① 조사시기</p> <p>조사지역의 동물의 종류 및 특성과 지역의 특성, 기후의 변화에 따라 그 시기를 결정하되 계절의 변동이 있는 종에 대하여는 가능한한 아래 계절에 조사를 행한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 포유류 : 연1회(5-9월)</li> <li>· 조류 : 연3회(3-5월, 6-9월, 12-2월)</li> <li>· 양서·파충류 : 연2회(5-9월)</li> </ul> <p>② 조사방법</p> <p>현지주민, 학교, 박물관 등 관계자나 기관을 대상으로 현지탐문 조사를 실시하고 전문가를 통하여 현지확인을 행한다.</p> <p>2) 육수동·식물상</p> <p>가) 수생식물</p> <p>① 조사기간은 연1회로 하되 가능한 한 종조성이 가장 풍부한 시기를 선택한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 수초는 계절변화가 크고 시기에 따라 출현종이 다르기때문에 연 1회이상 조사를 실시하며 5~10월중에 중점을 둔다.</li> <li>· 하천에 있어서 적어도 하기(5~10월) 조사가 필요하다.</li> </ul> <p>② 식물군 조사에 입각한 소산 식물상의 목록 및 분포도를 작성</p> <p>③ 식물사회학적 군락조사(식물상과 식생조사에 준한다)</p> <p>나) 플랑크톤 및 부착생물</p> <p>① 조사기간은 수생식물과 동일하다.</p> <p>② 기존자료의 정리·해석</p> <p>③ 현지 채집조사</p> <p>다) 수생동물 및 어획대상 동물</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 탐문조사 및 현지 채집조사</li> </ul>

검 토 항 목	주 요 내 용			
	(라) 조사결과	○ 조사결과는 되도록 정량화 하고 각 조사항목마다 도표로 작성하여 정리하여야 한다. 조사된 동·식물종들의 학명과 국명을 기재한다 1) 육상동·식물상 가) 식물상과 식생		
		항목	기 재	작성도 및 표
		종의 분포 상황	· 전출현종에 대한 종합기록 · 희귀종,특징종,고유종 및 보편종의 분류 기재 · 특히 희귀종(멸종위기에 있는 종) 및 법적 보호를 받고 있는 종의 분포위치 및 자생상황 · 경제적 가치가 있는 종의 기재 및 그의 가치성	· 소산식물 목록 · 희귀종 및 법적으로 보호를 받고 있는 종의 분포위치도 · 경제적 가치가 크게 인정되고 있는 종의 목록
		특징 있는 식물 군락	· 식물군락의 위치 및 면적 · 식물군락의 개요 · 보존 및 보호현황	· 특징있는 식물군락 일람표 · 그 군락의 분포위치도 · 군락의 단면도
		현존 식생의 분포 상황	· 식생단위별로 개요를 기술 · 식물군락의 분포의 특징에 대하여(토양 및 기타 인자)기술	· 식생조사표 · 종조성표 · 식물군락의 단면도 · 토양단면도 · 토양의 이화학적 분석치(pH, 유기물 함량 등) · 현존식생도
	식물 현존량 제1차 생산량	· 녹지자연도, Model, 실측의 방법에 의거 비교·정리 · 식물현존량 및 생산량을 산출기재	· 식물현존량 및 제1차 생산량 분포도 작성	
	* 식생도는 주요군락, 군집별로 적절한 범례를 사용하며 지도에 표시한다. 나) 동물 ① 현존동물의 분포상황 ㉞ 포유류 - 서식종 목록표 및 확인·미확인 종 상황 - 서식상황 개요(확인 위치도와 서식분포도) - 서식환경 ㉟ 조류 - 서식종 목록표 및 확인·미확인 종 상황 - 조류변화의 상황(특히 이동에 대하여) - 주변환경과 서식종과의 관계 - 주 서식처 위치(확인위치도와 서식분포도) ㊱ 양서류, 파충류 - 서식종 목록표 및 확인·미확인 종 상황 - 서식상황의 개요(상황위치도와 서식분포도) ㊲ 곤충류 - 서식종 목록표 및 확인·미확인 종 상황 - 주변환경과 서식종과의 관계 ② 특징있는 동물의 분포상황 특산종, 희귀종 등이나 법으로 보호받고 있는 특징있는 종에 대하여 그 번식유무, 서식환경 등을 정리하고 법적으로 보호를 받는 서식지와 번식지에 대하여 기술한다. ③ 동물과 서식환경의 상호관계 동물과 서식환경과의 상호관계, 서식하는 동물의 서식지역을 대표하는 지점 또는대상사업의 실시에 의한 식생 및 지형의 변화지역, 주목되는 동물의 서식하는 지역중에서 대표적인 지점을 선정하여 동물의 상황 및 서식환경의 조사 결과를 기초로하여 단면모식도 등을 그린다.			

검 토 항 목	주 요 내 용	
	<p>(2) 영향 예측</p> <p>(가) 항목</p>	<p>2) 육수동·식물상</p> <p>가) 조사된 수생생물의 목록 및 개체수</p> <p>나) 식물군락의 위치 및 종류와 현존식생도의 작성</p> <p>다) 어획대상동물의 목록 및 양식장이 있을 경우 위치를 도상에 표시</p> <p>라) 서식환경에 대하여 기술</p> <p>마) 특징있는 수생동물의 분포상황</p> <p>특징종, 희귀종 등이나 법으로 보호받고 있는 종에 대하여 그 번식유무, 서식현황 등을 정리한다.</p> <p>o동·식물상의 예측평가는 자연환경(기상·지형·지질)의 변화와 대기·수질·소음·진동 발생에 따른 결과를 이용하여 동·식물상의 변화정도를 종합적으로 분석 예측·평가한다.</p> <p>1) 육상동·식물상</p> <p>가) 식물</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사업대상지역내에 분포하는 귀중한 식물및군락의 소멸과 변화</li> <li>- 사업대상지역내에 잔존하게 되는 식물군락의 변화 및 잠재 자연식생도 작성</li> <li>- 사업대상지 주변 간접영향지역의 서식환경변화에 따른 식생의 변화</li> <li>- 녹지자연도변화와 식물현존량, 순 생산량의 변화</li> </ul> <p>나) 동물</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 직접변화지역 및 주변지역에 서식하는 주요한 포유류, 조류와 귀중한 동물에 대하여 그들의 도피 또는 소멸의 가능성과 서식종의 변화정도</li> <li>- 변화지역내에 서식하는 동물의 분포와 개체수의 변화 및 이동로 분단에 따른 변화</li> </ul> <p>2) 육수동·식물상</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동·식물상의 소멸가능성 및 변화의 정도</li> </ul> <p>(나) 범위</p> <p>o예측범위의 공간적 범위로는 현황조사의 조사범위로 하고 시간적 범위는 공사시와 운영시의 영향을 파악한다.</p> <p>(다) 방법</p> <p>o대상사업의 사업계획내용 또는 유사사례를 참조하여 직접변화지역, 간접변화지역(2차 영향지역)으로 구분하여 예측한다.</p> <p>o대상사업의 시행으로 직접영향을 받는 동·식물상(육상·육수)의 종,개체수 또는 양,서식지의 소멸등에 대하여 구체적으로 기술한다.</p> <p>(라) 예측결과</p> <p>o대상사업과 연관된 간접적 영향에 대해서는 그 영향요인을 명확히 하고, 그 요인과의 연관성을 갖는 동·식물의 영향개요를 기술한다.</p> <p>(마) 평가</p> <p>o현황조사 및 예측결과에 입각하여 지역의 특성, 동·식물의 보전을 위하여 강구되는 조치 및 환경배려를 위한 제지표를 감안하여 대상사업의 실시가 동·식물상(육상·육수)의 서식환경 및 이들의 상호관계에 미치는 영향에 대하여 평가한다.</p>

검 토 항 목	주 요 내 용	
마. 수리·수문	<p>(1) 현황 (가) 조사항목</p> <p>○수문관측자료 - 우량, 수위 관측소 현황 및 관측자료 - 연평균 및 월평균 강수량 - 강우강도 - 빈도- 지속시간</p> <p>○유출 - 수위·유량곡선(Rating Curve) - 유량 : 갈수량, 저수량, 평수량, 풍수량, 연평균 유량 - 유량지속곡선</p> <p>○하천특성 - 유역면적, 유로연장, 하천형상 및 평균구배 - 하천유지유량, 하천수위, 유량·유속간의 상관관계 - 하천시설물 (교량, 보, 취수장 등) - 유달시간, 유달율, 하천자정계수</p> <p>○저수지 특성 - 유역면적 및 유역특성, 저수량 (총 저수량, 유효저수량) - 수위 (저수위, 평수위, 상시만수위) - 호소의 수심 및 수표면적, 유입·유출수량, 상시방류량 - 호소수의 순환 및 성층시기</p> <p>○수자원이용 현황 - 취수원 위치, 규모, 용도 - 내수면 활용 및 레크레이션 이용상황</p> <p>○대상사업 실시로 수리·수문 및 수질 등에 영향을 미칠 것이라 예상되는 수역 및 유역으로 한다.</p> <p>○가급적 수역의 특성을 파악할 수 있는 기간동안 현지조사를 실시하되 한국 수문조사서, 홍수량조사보고서, 하상변동조사보고서, 하천정비기본계획보고서등 기존의 조사자료를 최대한 활용토록 한다.</p> <p>○수문현황 - 조사지점별로 조사항목을 정리·기술한다. - 유량은 유형별 도·표로 정리하며 실측유량도 제시한다. - 하천의 형태, 지천의 유입상황, 주요발생원의 위치 및 이수 상황을 도·표로 정리한다. - 하천의 주요 중·횡단도, 호소의 수심을 도·표로 정리한다.</p> <p>(나) 조사범위</p> <p>(다) 조사방법</p> <p>(라) 조사결과</p>	<p>(2) 영향 예측</p> <p>(가) 항목</p> <p>(나) 범위</p> <p>(다) 방법</p> <p>(라) 예측결과</p> <p>(마) 평가</p>

검 토 항 목	주 요 내 용	
2. 생활환경 가. 토지이용	(1) 현황 (가) 조사항목 (나) 조사범위 (다) 조사방법 (라) 조사결과  (2) 영향 예측 (가) 항목  (나) 범위 (다) 방법  (라) 예측결과  (마) 평가	○용도별(용도지역 및 용도지구), 지목별 토지이용현황 ○사업지역 및 주변지역의 토지이용 규제여부 ○원칙적으로 사업대상지역의 사업시행전 상황을 범위로 설정하되 평가자가 주변인접지역에 영향이 미친다고 판단되는 경우 이를 조사범위에 포함한다. ○기존자료조사를 주로 실시하고 필요시 현지조사를 실시한다. ○전술한 조사방법에 의거 자료를 해당사업내용에 부합되도록 분석,정리한다. - 토지이용현황과 지역특성을 기술한다. 또한 지목별, 용도별 토지이용 현황도와 이의 전용면적 일람표를 작성한다. - 법적 토지이용규제 실태를 정리하되 정리한 내용은 가능한 토지이용 규제실태도 및 항목별 점유면적 일람표를 작성한다. - 도시계획도 또는 행정구역도에 사업지구의 토지이용 현황을 구분하여 원색으로 표시한다.  ○국토이용관리법, 도시계획법등에서 계획된 주변지역의 토지이용 계획 내용과 본 사업지역의 토지이용계획 연계성 유무 ○사업대상지역의 토지이용계획 ○사업시행으로 인한 주변지역의 토지이용변화  ○현황조사 범위에 준한 사업대상지역 및 주변인접지역 ○기존문헌 및 유사사례를 참고로 하는 방법, 토지이용 모델을 이용하는 방법, 원격탐사 및 지리정보체계활용기법 등에 의해 예측한다. ○토지이용 상황변화의 면적과 위치 등을 표와 그림을 사용하여 나타낸다. - 사업시설 배치계획도(색도를 이용한다) 및 면적산출표 - 사업입지에 의해 변화되는 용도별 또는 지목별 토지이용변화 - 주변 지역의 예상 토지이용변화도 ○상위법규 및 계획과의 관련성을 검토하여 이에 의거 평가한다. ○본 사업의 시행으로 인해 예상되는 토지이용의 변화가 상위법규 또는 상위계획 내용과의 위배 여부를 평가하고 주변 토지이용계획과의 관련성을 검토하여 평가한다.





검 토 항 목	주 요 내 용		
	(2) 영향 예측 (가) 항목	O대상수역에 미치는 수질오염도의 변화	
		사업단계	대상수역 예 측 항 목
	공사시	하천호소	SS, 탁도, 공사중 배출되는 유류, 중금속 항목
	운영시	하천	BOD, DO, T-N, T-P 및 사업시행으로 중금속이 배출될 경우 배출되는 중금속
		호소	COD, T-N, T-P 및 대상수역으로 배출되는 중금속
	O대상수역의 유형변화(유속, 유량, 수위등) O수역이용상황 변화 O지하수 환경변화		
	공사시	먹는물 수질기준, 주양이온 및 음이온, 기타 필요한 경우 유해물질	
	운영시	공사시와 동일	
	(나) 범위	O사업시행지역에서 인근 하수종말처리시설 또는 하천호소에 이르는 지점까지 우수, 오수, 폐수의 배수관로 설치계획 - 우수, 오수, 폐수의 배수관로 설치방법 및 규모에 따라 인근 지역에 미치는 영향 O공간적 범위는 현황조사의 조사범위에 준하여 설정, 그러나 대상사업의 실시로 인하여 영향이 미칠 것으로 예상되는 지역은 범위에 포함되어야 한다.	
	(다) 방법	O시간적 범위는 공사시와 운영시로 구분하여 설정한다. O예측은 대상사업의종류, 규모 및 유형등 수역의 특성을 고려하여 예측모델을 이용한 수치해석, 수리모형시험, 유사사례에 의한 방법중에서 적절한 방법을 선택하여 예측한다.	
	(라) 예측결과	O대상사업의 시행에 따른 오염물질의 발생 및 농도를 기술한다. O오염물질의 배출에 따른 하천 및 호소의 오염물질 농도변화와 대상수역의 수질등급의 변화를 기술한다. O지하수 환경의 변화는 다음 사항을 정리, 기술한다.	
		- 일차적으로 경험적인 평가방법을 이용하여 오염물질에 대한 지하수계의 오염가능성이 농후하다고 판단되면 반드시 사업지구의 수리지질 특성조사를 실시하여 각종 수리분산인자 및 수리지질인자를 구한 후 전산처리하여 사업시행으로 발생한 오염물질이 지하수계에 미치는 영향을 평가 예측한다. - 이때 대상사업시행으로 발생하는 오염물질의 종류, 발생량, 농도 등을 기술한다.	
		- 오염물질의 배출로 인해 지하수계가오염되었을시 이들 오염물질의 이동경로, 이동시간, 농도변화를 예측 제시해야 하며, 이와같이 오염된 지하수가 지표로 배출될 시에 그당시의 농도를 전산프로그램에 의해 예측하고, 오염된 지하수가 인근지표수계로 유입될 시 대상수역의수질등급 변화를 기술한다.	
		O수질오염에 대한 평가는 수질 등의 현황 및 수역이용의 상황 등을 고려하여 예측,평가하고 그 결과에 따라 강구하려는 환경보전조치를 감안하여 대상사업실시에 의하여 수질 등에 미치는 영향을 평가한다. 이때 환경기준치내에서 적정한 환경보전을 위한 목표치를 설정하여 이를 평가의 지표로 사용한다. O지하수의 수질오염에 대한 평가는 공사시행 이전의 배경수질, 인근지역에서의 지표수 및 지하수의 이용상황, 지하수의 유선망 분석결과 등을 고려하여 예측평가하고, 그 결과에 따라 강구하려는 환경보전조치를 감안하여 대상사업 실시에 의하여 수질, 토양 등에 미치는 영향을 평가한다.	

## 부록-3

검토서 작성시 ‘저감방안’의 내용(각 항목별 별도 작성)

### 가. 저감대책 수립의 일반원칙

- ① 저감대책은 환경현황 및 영향예측의 예측·분석·평가 등의 내용을 토대로 합리적이고 구체적인 내용으로 수립되어야 하며, 일반적인 학문적, 기술적 내용을 열거하여서는 아니된다.
- ② 검토서에 제시하는 저감방안에 대하여는 가능한 모든 대안을 비교하여 그 장·단점을 객관적으로 기술하여야 하며, 최종적으로 사업시행시 이행할 방안을 선정·제시하되, 그 선정사유를 명시하여야 한다.
- ③ 사업의 성격상 사업자와 저감대책의 이행주체가 서로 상이한 경우에는 사전에 그 저감대책에 관하여 양자가 협의 한 후 그 내용을 제시하여야 한다.
- ④ 영향예측 및 그의 평가에 따라 수립된 저감방안의 내용이 토지의 이용과 관련되는 경우에는 그 내용을 토지이용계획에 반영하여야 한다.

### 나. 저감방안의 작성방법

- 환경영향 저감방안의 수립은 사업시행에 따른 환경변화를 최소화할 수 있도록 이에 대한 방지대책을 검토하고 검토된 대책을 사전에 제시함으로써 환경의 악영향을 미연에 방지하는 것이 그 목적이므로 환경영향저감방안의 수립단계에서는 현재의 기술적, 경제적 수준으로 실시 가능한 최선의 방안을 강구하여야 한다. 따라서 구체적인 저감방안은 다음의 사항을 준수하여 현실성있게 제시하여야 한다.
- 저감방안을 제시할 때에는 저감방안에 대한 여러 가지 대안을 제시하고, 제시된 대안의 장·단점을 비교·분석한 후 이 중에서 적용할 최적안을 선

정하여야 한다.

- 사업시행으로 인한 영향예측시 설정한 환경목표치를 달성하기 위한 환경 영향저감방안을 검토하고 실제로 어떤 대책을 강구하는 것이 가능한가를 제시한다.
- 실시가능한 것으로 인정된 환경영향의 저감방안을 환경인자별로 정리하고 그 효과, 안전, 기술, 비용, 주민에 대한 설득성 등 모든 사항에 대한 가능성을 검토함과 동시에 그 결과로 사업대상지역 및 그 주변지역에서 현상화에 최선이라고 생각되는 대책을 도·표 등을 이용하여 기술·제시한다
- 환경적으로 민감하거나 사회·경제적 가치가 있는 지역은 특히 그 저감대책의 수립에 유의하여야 한다. 즉, 법상으로 지정된 중요지(구)역은 보전가치가 있는 대상이므로 충분한 저감대책을 수립·제시한다.
- 영향의 저감방안 시행이 사업지역 관할 지방자치단체 또는 관련 국가기관 등 타 기관에 속하는 것 일 때에는 당해기관과 협의한 후 근거서류를 첨부하여 제시하여야 한다.
- 수립된 저감대책에 대하여는 그 저감효과 분석을 실시하고 저감대책을 고려한 영향예측을 실시하여야 한다.

## 부록-4

### 소하천 정비종합계획 환경성 검토

#### 1. 개 요

☐ 협의대상 등

협의대상	소하천정비법 제6조의 규정에 의한 소하천정비종합계획 수립
협의시기	소하천정비종합계획 수립전
협의기간	접수일로부터 30일간(보완기간은 제외)

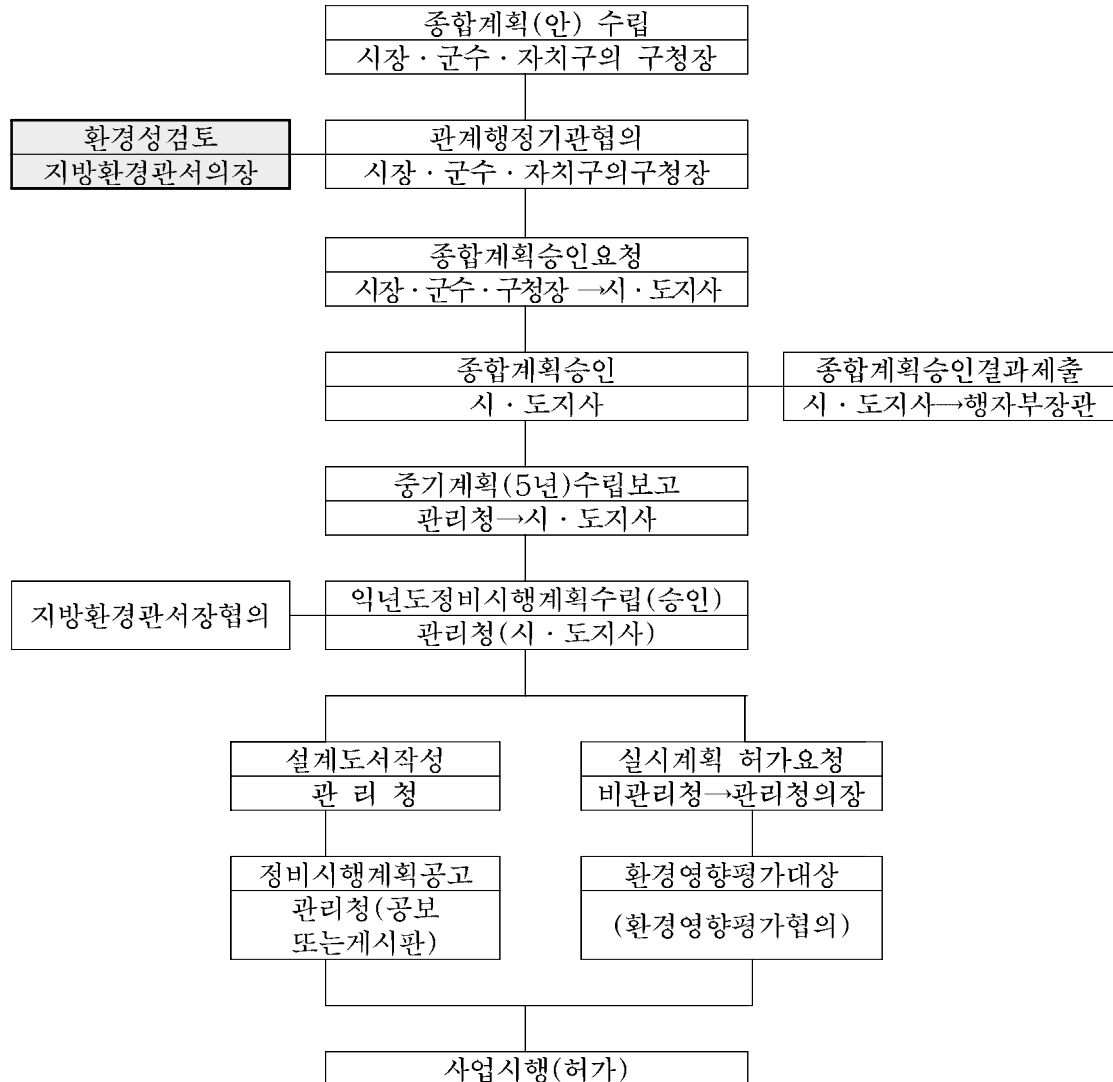
○ 소하천 : 하천법의 적용 또는 준용을 받지 아니하는 하천으로서 시·장·군수 또는 자치구의 구청장이 명칭과 구간을 지정·고시한 하천

○ 소하천의 지정기준 : 일시적이 아닌 유수가 있거나 있을 것이 예상되는 구역으로서 평균하폭이 2미터이상이고 시점에서 종점까지의 연장이 500미터 이상인 것. 다만, 재해의 예방이나 생활환경의 개선을 위하여 소하천으로 지정할 특별한 필요가 있는 경우는 예외

#### □ 구비서류

소 하 천 정 비 법	환경정책기본법
①소하천정비에 관한 기본방침 ②수계별 소하천망의 구성 ③재해예방 및 환경개선과 수질보전에 관한 사항 ④소하천의 다목적 이용과 주민의 소득증대에 관한 사항 ⑤소하천 공사 시행에 관한 사항 ⑥고수부지 조성 등 소하천을 중심으로 여가생활 공간의 확보에 관한 사항 ⑦당해 지역내의 다른 개발계획과의 관련성에 관한 사항 ⑧소하천정비의 효과에 관한 사항	[시행령 제4조제1항] 1. 사업의 목적·필요성·추진배경·추진절차 등 사업계획에 관한 내용(관계 법령의 규정에 의하여 당해 계획에 포함하여야 하는 내용을 포함한다) 2. 대상지역의 용도지역 구분 등 토지이용 현황(대상지역을 정할 수 없거나 대상지역이 광범위하여 토지이용 현황을 구비하기 곤란한 경우를 제외한다.) 3. 대상지역 안의 생태계보전지역 등 별표 2 제2호의 규정에 해당하는 지역·지구·구역 등의 분포현황(대상지역을 정할 수 없는 경우를 제외한다.) 4. 환경성 검토를 위한 다음 각목의 기본현황 및 세부도면중 당해 행정계획 및 개발사업의 유형과 특성을 고려하여 환경부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 고시하는 사항 나. 대상지역의 현재 오염도 및 오염원 현황 다. 개발사업의 시행으로 인한 생태계 등 자연환경 및 대기질·수질·토양·폐기물·소음·진동·악취등 생활환경에 미치는 영향예측 및 저감대책 바. 기타 환경성 검토에 필요한 당해 지역의 특성 ※비고 : 1. 행정계획의 특성상 환경영향이 없다고 예상되거나 환경영향이 적은 경우는 해당 분야의 오염도와 환경영향예측 및 저감대책에 관한 자료를 생략할수 있다. 2. 행정계획에 구비서류 내용이 포함된 경우 해당 서류를 별도로 제출하지 않을 수 있다.

## 2. 소하천정비종합계획 수립 및 협의절차



## 3. 환경성검토 방법

- ① 환경보전시책 등과의 부합성
- ② 하천유역 종합계획의 적정성
- ③ 홍수처리계획에 관한 사항
- ④ 하천 유수이용에 관한 사항
- ⑤ 고수부지 및 폐천부지 활용에 관한 사항
- ⑥ 환경보전계획의 수립여부 및 적정성

## ① 환경보전시책 등과의 부합성

- 하천정비 공사시 보존되어야 할 환경보전관련 지역파악
  - 상수원보호구역, 취수장, 취수원, 상수원수질보전 특별대책지역, 습지보호구역, 주변구역, 자연생태계 보전지역 등
- 환경관계법상의 환경보전정책 파악 및 환경보전시책 등과의 부합성
  - 상수원수질보전특별대책, 생태계보전지역의 관리기본계획, 습지보전계획, 지정호소수질보전계획, 4대강 물관리 종합대책, 오염총량관리계획, 상수원 확보계획, 하수의 배제·처리계획 등

## ② 하천유역의 특성 및 환경보전관련 사항

- 하천유역내의 토지이용상황
  - 수도권정비계획, 국토이용관리법상의 용도지역, 용도지구 구성비
  - 투수면적, 불투수면적의 유출 영향 요소, 상수원, 취수원 등 환경보호대상시설
- 하천유역내 오염원 검토 및 오염부하량 삭감계획
  - 수계별, 지천별 오염원 분포현황, 오염부하량 삭감계획 등
- 하천유역의 지형·지물 등을 파악하기 위한 측량기준점의 적정성
  - 하천지형의 유형(유년기·장년기·노년기)
  - 하천의 사행특성, 수리학적 인자(하천유량, 하천경사, 유입부의 입사각, 유실토사 등)등의 토사·분쇄 결과를 토대로 한 측량기준점 선정여부
  - 하천유사량 조사 및 유사량 산정방법(소류사량과 부유사량의 직접측정 산정, 하상굴착에 의한 산정, 퇴사량 조사에 의한 산정방법 등)을 토대로 한 기준점 선정여부
  - 하상변동(유로평면적의 변화, 종단적 하상변동, 횡단적 하상변동 등) 조사결과를 토대로 한 기준점 선정여부

- 하천유역의 특성과 연계한 환경관리계획수립여부 및 적정성

### ③ 홍수처리 계획에 관한 사항

- 홍수량(기본홍수량, 계획홍수량)산정 배분의 적정성
  - 계획빈도, 설계빈도를 토대로 한 과학적·전문적인 홍수량 산정여부
- 계획·최대 홍수량 산정에 근거한 계획홍수위 및 최대홍수위 산정의 적정성
- 홍수대책 수립방법의 적정성
 

「예시」 : 홍수위가 제방높이를 초과하는 경우, 홍수대책수립 대안설정(예: 제방을 높이는 방법, 하상굴착방법, 하천단면적을 넓히는 방법) 및 대안선택의 적정성
- 홍수처리계획에 따른 환경영향저감 대책의 적정성
  - 제방축조, 하도정비시 하천 생태계, 하천수질 영향 및 저감방안
  - 자연형 하천정비 도입가능성
  - 유수지, 저수지 등의 수질변화

### ④ 하천유수 이용에 관한 사항

- 농업, 공업, 생활용수등, 용수사용 목적에 따른 수질기준 확보가능성 여부
- 갈수기의 유량정도 및 수질유지 가능성

### ⑤ 기타 고수부지 및 폐천부지의 환경친화적 이용계획 도입여부

### ⑥ 환경보전대책 수립여부 및 적정성

#### [1] 일반적 검토사항

- ① 환경정책기본법상의 환경기준유지 및 특별대책지역 규제내용의 저촉여부
- ② 한강, 낙동강 등 4대강 수계물관리종합대책 부합여부
- ③ 환경정책기본법, 한강수계상수원수질개선및주민지원등에관한법률, 자연환경보전법, 수질·대기환경보전법 등 환경관계법상의 환경보전시책 부합 여부 및 입지규제 저촉여부
- ④ 환경적 측면에서의 국토이용기본이념 적합 여부
- ⑤ 수도권정비계획(법)의 목표·내용 및 입지규제, 국토이용관리법상의 행위규제 저촉여부

## [2] 평가항목별 주요 검토사항

- ☐ 풍수해, 산사태, 지반붕괴 등 재해발생 가능성 지형여부(과악)
- ☐ 대상지역 및 주변의 오염원, 토지이용상황, 장래개발계획등을 고려한 환경친화적 토지이용계획
- ☐ 환경보전 관련지역(조수보호구역, 상수원보호구역등)의 분포현황 및 보전대책
- ☐ 특정야생동식물, 천연기념물, 철새도래지 등의 분포현황 및 대책
- ☐ 환경기초시설, 상수도공급관련시설 및 연계사용가능성 여부

### 1) 자연환경분야

#### ① 기 상

- 대기질·악취 영향예측을 위한 기상자료 확보
- 인근 기상대(청) 또는 관측소의 최근 10년간 기상자료(풍향, 풍속, 강우입수 등)



- 대기질에 미치는 영향이 큰사업(소각장, 발전소, 공장 등)은 사업지구에서의 부지기상(풍향, 풍속)과 상층기상(상층에서의 풍향, 풍속, 대기혼합고)실측 자료

- 주변지역의 대기·악취오염 영향여부
- 당해사업 시행으로 인한 기상변화유무(대규모 댐건설, 매립조성)

## ② 지형·지질

### ☐ 지형·지질관련 현황조사 자료확보

- 등고선 등의 지형상태를 파악할 수 있는 도면(지형도, 표고분석도, 경사분석도)
- 대상지역 및 주변지역의 장래개발 유무(철도, 도로, 공항, 택지개발, 산업단지 등)
- 환경관련 지구·지정현황(자연환경보전지역, 조수보호구역 등)
- 학술적, 문화적 또는 자연환경보전가치가 있는 지역 유무
- 특이한 지형 형상(습지, 해안선, 계곡 등)존재 유무

### ☐ 환경영향예측 및 대책

- 풍수해, 산사태 발생가능성 여부 및 대책
- 지반 불안정지역에 대한 안정성 확보대책
- 절·성토 구간의 적정성 여부 및 대책

- 사업의 유형(예 : 스키장, 골프장, 도로, 관광단지, 택지)과 입지여건(산림, 경사도, 표고, 농경지 등)을 고려한 절·성토 구간의 적정성

- \* 특히 산지내 면적사업(관광지, 택지, 산업단지 등)은 대절토구간을 최소화(3~6m이하)하는 방안을 강구하되, 불가피한 경우에도 최대구간은 9m이하가 되도록 하는 방안 검토

- 산정(山頂) 및 급경사지역(경사도20~30°)의 훼손여부 및 보전대책

- \* 산지내 급경사지역으로서 자연경관 및 생태계가 우수한 지역은 원칙적으로 보전하는 방안 검토

#### 〈참고사항〉

##### ▷ 지형의 구분

- 평탄지(平地 Flat) : 경사 5° 미만지역으로서 대부분 풍적토 능선 이하의 지역
- 산록(山麓 Piedmont) : 하부가 경작지 및 계곡에 접한 지역으로서 구릉지 및 산악지의 3부능선 이하의 지역
- 완구릉지(緩丘陵地 Rolling) : 저구릉지로서 산록이 전답과 연결되고 산세가 험하지 않은 야산지역으로서 경사길이 300m이하
- 산복(山腹 Hillside) : 구릉지 및 산악지의 3~7부 능선의 지역
- 산정(山頂 Summit) : 구릉지 및 산악지의 7부능선 이상의 지역으로 대부분 잔적토

##### ▷ 경사(Slope) 기준

구 분			기 준
평	탄	지	5° 미만
완	경	사 지	5~15°
경	사	지	15~20°
급	경	사 지	20~30°
험	준	지	30~40°
절	험	지	45° 이상

자료인용 : 「개발제한구역 제도개선을 위한 환경평가기준 연구, '99.8, 건설교통부」

### ③ 동·식물상(자연생태계)

☐ 자연생태계 관련 현황과악

- 개발사업의 유형(댐, 하천정비, 산업단지, 도시개발, 관광개발 등)
- 사업의 시행으로 사업예정지역 및 인근지역의 생태계에 미치는 영향  
    향정도·범위
- 개발대상지역의 입지여건(하천, 임야, 전·답, 나대지 등)
- 환경관련지구지정, 생태자연도, 녹지자연도, 현존식생도, 주요보호  
    대상지구 분포현황
- 동·식물의 이동로, 동·식물상과 종의 분포상황, 종의 다양도, 중요  
    종(희귀종, 고유종, 법적보호종) 및 서식지 분포도 등
- 육상·육수지역으로 구분 파악하되, 해양환경에 큰 영향을 미치는 사업은 해  
    양 동·식물상 부문 추가파악
- 영향예측·평가 및 대책
  - 산림축 및 자연생태계 단절여부 및 대책
  - 생태계 보존가치가 높은 지역의 훼손정도 및 보존대책
  - 녹지자연도 7~8등급지역, 생태자연1·Ⅱ 권역 및 관리대상지역, 중요  
    동·식물 서식지 등의 훼손정도
- 사업시행시 주변에 영향을 주는 요인, 영향을 받는 범위(위치·면적·시기 등)와 영향을  
    받는 동·식물서식지, 동·식물종동 동·식물상의 변화예측
- \* 자연생태계 보전가치가 높은 지역은 제척하거나 원형보존 또는 자연생태  
    계에 미치는 영향이 최소화되는 범위내에서 이용하는 방안 검토

#### ④ 수리·수문

- 현황파악
  - 사업의 유형, 규모 및 시행장소 파악
  - 사업시행관련 각종시설물(도로, 건물 등)의 설치계획 및 인구유발정도
  - 용수공급원 및 용수공급원의 수자원량에 대한 이용상황 및 수급계획

- 우량·수위 관측자료 및 년·월 평균 강우량 및 강우빈도
- 하천이 있을 경우 유역면적, 유로연장, 하천유지수량, 하천수위, 시설물, 하천형상 등
- 호소·저수지가 있을 경우 사용용도 유역면적 저수량(총저수량·유효저수량)유입·유출수량
- 환경영향예측 및 저감대책
  - 사업시행이 수리·수문 측면에서 긍정적, 부정적 영향여부 검토
- 사업시행관련 시설물(건축물, 하천부속물 등) 설치계획 검토
  - 수로차단여부 및 대책
  - 공사 및 이용과정에서의 주변 및 하류지역에 미치는 영향과 저감대책
  - 집중호우 및 유출량 증가시 주변 및 하류지역에서의 홍수발생가능성 여부 및 대책
  - 기타 하류수계의 유지용수량 예측 및 대책

## 2) 생활환경분야

### ① 토지이용(계획)

- 현황파악
  - 대상지역 및 주변지역의 토지이용상황(학교, 주거지, 도로 등)
  - 환경보전관련지역·지구지정 및 자연환경현황
  - 수도권정비계획법, 국토이용관리법, 도시계획법상의 용도지역, 지적법상 지목
  - 환경오염 유발시설물(도로, 철도, 공항, 산업단지 등) 및 정온을 요하는 시설물
  - 주변지역의 장래 개발계획 유무
- 환경영향예측 및 저감대책

○ 주변토지이용상황을 고려한 입지선정의 적정성

○ 주변의 토지이용 상황을 고려한 최적의 토지이용계획 및 시설물배치계획수립 여부

\* 대안설정(3개 정도) 비교·검토 후 최적의 대안 선택

- 주변지역이 산지일 경우에는 녹지축(자연생태계)유지 확보
- 사업지구내 기존의 임상이 양호한 지역은 최대한 경관녹지로 확보
- 주변지역이 사업지구의 성격과 부합되지않는 지역 또는 시설물 존재시 적정 이격거리 및 완충녹지 확보

○ 공원·녹지의 경우 공원·녹지분석 기준표에 의한 적정 면적 확보여부

- 사업지구가 산림지역을 포함하고 있을 경우에는 포함된 산림면적의20~30% 이상은 원형보전지역 등으로 확보하여 경관녹지 등으로 활용되도록 하는 방안강구
- 공공 녹지(도시공원법상의 완충·경관녹지)는 지형여건에 따라 가능한 15~20%이상 확보하는 방안 강구

\* 대안설정 및 비교·검토후 최적인 대안 선택

#### <공원·녹지분석 기준표>

☐ 총 괄

구 분	개 소	면 적	비 율	비 고
공 원				
녹 지				

☐ 공 원

구 분	개 소	면 적	비 율	위 치	비 고
계					
○근린공원					
○어린이공원					

☐ 녹 지

구 분	개 소	면 적	비 율	위 치	비 고
계					
○원형보존녹지					
○조성녹지					

계					
○시설녹지 -경관녹지 -완충녹지 (사면녹지)					
○조경녹지					

- (주1) 원형보존녹지 : 사업지구내에 원형상태로 보존하는 녹지(시설녹지 포함)
- (주2) 조 성 녹 지 : 부지조성이후 별도로 조성하는 녹지(시설녹지 포함)
- (주3) 시 설 녹 지 : 분양대상에서 제외되는 녹지
- (주4) 조 경 녹 지 : 주택건설에관한규정, 건축법등에의거 대지내에 조성하  
는 조경녹지

② 수 질

☐ 환경현황 파악

- 주변 및 대상지역의 수질오염원 및 장래 개발계획
- 상수원보호구역 등 법적보호구역 및 취·정수장 현황
- 하천·호소현황 및 수역상태(지형, 유역면적, 유역상황, 유로길이, 유량, 수위, 수질환경기준 및 수질 등)
- 용수공급계획, 하수도정비기본계획, 오·폐수처리계획, 우수배제계획

☐ 환경영향예측 및 저감대책

- 법적보호구역, 취·정수장, 하천·호소 등에 미치는 영향 및 대책

- 발생 오·폐수를 환경기초시설(하수처리시설)에 유입처리하는 경우, 수용처리  
가능성 검토
- 여유처리용량, 증설시 수용용량 및 가동시기 일치여부
- 공사시 토사유출여부 및 방지대책(가배수로, 침사지 설치 등)
  - 발생 오·폐수를 자체 오·폐수처리시설을 설치하여 처리하는 경우
- 오·폐수 발생시기와 처리장 가동시기를 일치
- 오·폐수 방류후(방류지점 선정의 적정성 검토) 하천수질에 미치는 영향  
및 대책
- 고도처리후 중수도 재활용 방안 강구
  - 산업단지 등의 경우 수계 등 주변여건을 고려한 특정유해물질배출업소  
등의 입주제한 필요성
  - 용수공급계획과 용수사용량과의 관계분석
- 용수사용량 저감대책(중수도사용 등)중점검토
- 지하수 사용시 지하수 환경영향 조사결과의 적정성여부 및 적정지하수 보전대책
  - 수질환경 기준달성 유지를 위한 최적의 대안강구
- 대안(예시) : 입지제한, 규모축소, 배출허용기준강화등

### [3] 추가 검토사항

구 분	추 가 검 토 사 항
자연환경분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 하천생태계 및 수질보전을 위한 자연친화적 하천정비계획 수립 여부</li> <li>○ 하상준설시 수중생태계, 어류서식지, 파괴방지를 위한 대책 수립 여부               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공사시행방법, 시기조정 등</li> </ul> </li> <li>○ 어류이동 확보대책(어도확보 등)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 특히 국지회유성 어류 존재유무 및 보호대책</li> </ul> </li> <li>○ 소하천정비후 하천유지 관리계획 수립여부</li> </ul>

## 부록-5

### 소하천정비종합계획 수립 간소화 방안 변경

- 그동안 소하천정비종합계획을 조기수립하기 위하여 '99. 7. 8일부터 간소화 방안을 마련 시행하여 왔으나
- 2000. 8. 17일 환경정책기본법 시행령 개정으로 **사전환경성 검토 대상에 소하천정비종합계획이 포함되어**, 지방환경관서의 장과 협의시 사전환경성 검토서 제출을 요구하므로써 추가용역이 불가피하여 업무지연 및 혼선이 발생되고 있고
- 2000. 12월 한국엔지니어링진흥협회에서 수자원개발 분야의 표준품셈(제11호)을 제정하여 소하천정비종합계획의 단위업무가 표준화되었으므로 사전환경검토 내용을 포함하여 『**소하천정비종합계획수립 간소화 방안**』을 변경한 것임

行 政 自 治 部



## 소하천정비종합계획 수립 간소화 방안 변경

### I. 소하천정비 종합계획 수립 추진현황(2001. 2. 28현재)

- 대 상 : 22,833개소 36,157km
- 종합계획(승인)완료 : 1,009개소 1,590km(4.4%)
- '99까지 용역완료 : 526개소 756km(2.1%)
- 2000년 용역추진 : 8,763개소 12,904km(35.7%)
- 2001년 용역추진 : 9,724개소 16,554km(45.8%)
- 향 후 계 획 : 2,811개소 4,353km(12.0%)

### II. 추진경위

- '95. 1. 5 소하천정비법 제정
- '97. 2. 4 소하천정비종합계획 수립 요령 책자발간·배포
- '98. 7.21 소하천정비종합계획 조기수립 촉구
- '99. 7. 8 소하천정비종합계획수립 촉구 및 간소화 방안시달

### III. 검토배경

#### ☐ 사전환경성 검토 제도 도입

- 2000. 8. 17일 환경정책기본법 시행령 개정으로 사전 환경성 검토 대상에 소하천정비 종합계획이 포함됨
- 자치단체에서 지방환경관서의 장과 협의시 사전환경성 검토서를 제출하여야 하므로 추가용역이 불가피함

## □ 간소화 방안 변경

- 소하천 전구간에 대한 종·횡단측량 실시
  - ⇒ 홍수위 계산 및 범람여부 판단을 위해 종·횡단측량을 전구간 실시
- 기존 지형도(1/5,000~1/2,500)활용
  - ⇒ 지형 측량은 용역비가 과다소요되고, 소하천은 하상 및 하도 변동이 심하므로 현행대로 기존 지형도 활용

### ※ 도심지 및 소하천변 토지이용규제가 필요한 곳은 지형 측량실시

- 소하천 대장 및 부도 작성 보류
  - ⇒ 기존 지형도를 이용하므로, 하폭이 좁은 소하천에 대한 대장 및 부도 작성은 신뢰성이 없고 용역비가 과다소요되므로 작성 보류

### ※ 도심지 및 소하천변 토지이용규제가 필요한 곳은 지형 측량을 실시 후 소하천 대장 및 부도작성 실시

- 하천 기능중 이수기능은 소하천 관련 사항이 적음
  - ⇒ 용역비 산출제외
- 소하천정비종합계획과 사전환경성 검토서 작성 비용이 중복되지않도록 조정
  - ⇒ 사전환경성 검토 주요항목과 중복되는 소하천 정비종합계획의 하천환경 관련업무에 대한 용역비는 계상치 않고 무대로 처리
  - ⇒ 사전환경성 검토서 작성 비용은 환경영향평가서 작성 비용 산정기준(환경부고시 제2001-29호 : 2001.3.2)을 검토하여 산정
  - ⇒ 대기질, 토양, 폐기물, 소음·진동, 악취 등의 항목은 종합계획 특성상 환경영향이 없거나 적은 항목이므로 사전환경성검토서 작성 용역비는 무대로 처리
  - ⇒ 기상, 지형·지질, 수리·수문, 토지이용 등의 항목은 종합계획의 주요 단

위 업무와 중복되므로 사전환경성검토서 작성 용역비는 무대로 처리하고  
사전환경성 검토서 작성

## V. 조치계획

### 1. 변경 간소화 방안 활용

- 소하천정비종합계획수립과 소하천대장 작성용역은 함께 추진함이 바람직 함
- 상기와 같이 용역을 시행할 경우 용역비가 과다소요되어 지연이 불가피하므로 단계별로 시행코자 간소화 방안을 작성한 것임
- 손해가 발생하더라도 수계를 체계적이고 일관되게 개량복구할 수 있도록, 우선 소하천정비종합계획을 수립하고, 소하천 대장은 추후 별도 용역으로 추진
- 소하천정비종합계획의 지형 측량은 소하천변 토지이용 규제가 필요한 주거지 및 개발예정지등에 대해서만 실시

**※ 지형측량을 실시한 지역에 대해서는 소하천 대장을 작성하여 활용**

- 소하천정비종합계획의 단위 업무내용중 간소화 방안의 업무내용에 대하여만 용역대가를 산정한 것이므로 소하천의 지역 및 지형특성에 따라 추가 또는 삭제하여 용역대가를 조정 할 수 있으며, 단위업무의 내용이 그 지역의 소하천특성과 관련이 적은 경우 비용산정은 무대로 처리하고 단위업무 내용에 따라 과업을 수행토록 조치

**예시) 단위업무중 소하천의 이용현황 업무내용중 용수 이용현황과 하천공간 이용현황은 소하천특성과 관련이 적어 비용산정은 무대로 처리 하였으나 용역과업에 포함하여 수행토록 과업지시서 작성**

### **필요함**

- 하천 기능중 이수 분야등은 소하천 특성상 관련이 적어 비용산정은 무대로 처리 하였으나, 용역과업에 포함 하여 수행토록 조치
- 종합계획의 하천환경 관련항목은 사전환경성검토서 작성 항목과 중복이 되나 엄밀하게 분석하면 과업의 접근방법은 다를수 있겠으나, 유사한 항목이므로 사전환경성 검토와 함께 수행토록 조치하고 비용산정은 무대로 처리

## **2. 소하천정비종합계획수립 표준 활용**

- 본 내용은 소하천정비종합계획수립과 소하천대장 작성 용역을 함께 시행할 경우 활용하기 위해 표준 내역서(안)을 제시한 것임
- 한국 엔지니어링진흥협회에서 제정한 수자원개발 분야 표준 품셈의 단위업무 및 업무내용을 검토하여 비용산정
- 소하천정비 종합계획수립을 위한 단위업무와 업무내용에 대한 간소화 방안과 표준에 의한 비용산정 기준의 단가적용 비율이 상이한 것은, 소하천이 위치한 지역 및 지형특성에 따라 다르게 적용할 수 있도록 예시한 것이므로, 소하천특성에 따라 단위업무를 추가 또는 삭제하여 용역대가 조정

## **3. 소하천정비종합계획 수립용역을 기존의 간소화 방안에 의거 발주하여 수행중인 용역에 대한 조치**

- 간소화 방안변경에 따른 조치  
⇒ 용역비 절감을 위해 지형측량을 하지않고 기존성과도 (1/5,000~1/2,500)

를 이용하므로, 하폭이 좁은 소하천의 대장 및 부도(소하천구역도등) 작성은 신뢰성이 없으므로 용역 진행 공정률이 낮은 곳은 설계변경하여 삭제

⇒ 종·횡단측량을 상·중·하류 대표단면만 실시토록 계약된 용역은 설계변경하여 전 구간 실시

○ 사전환경성 검토 업무 추가에 따른 조치

⇒ 환경, 교통, 재해등에 관한 영향평가법 시행령 제12조 규정에 따라 영향평가계약은 공사관련 계약과 분리하여야 하나 소하천정비종합계획 수립용역과 사전환경성 검토서 작성 용역은 함께 추진함이 바람직함

⇒ 종합계획 용역의 과업지시서, 단위업무, 비용산출서등을 종합검토하여 사전환경성 검토 항목과 중복되는지, 중복도가 어느정도인지 정밀검토하여 사전환경성 검토서 작성비용 산출

⇒ 종합계획에서 검토한 내용이 있을 경우 사전환경성 검토 항목에서 이를 인용토록 과업지시서를 작성하고 비용산정시 중복도를 감안하여 비용산정

○ 추가 예산확보 조치

⇒ 종·횡단측량 및 사전환경성 검토서 작성 업무 추가로 예산이 추가 소요되므로 추경예산에 반드시 확보토록 조치하여 년내 마무리

⇒ 추가예산 확보전이라도 장기계속 계약방법에 의거 총계약금액을 부기하고 편성된 예산범위내에서 차수별로 계약을 이행토록 추진

4. 소하천정비종합계획 수립용역이 완료되었으나 지방환경관서의 장과 협의를 하지않은 경우

- 사전환경성 검토서 작성이 필요하므로 용역비 산정시, 종합계획에서 검토한 내용이 있을 경우 이를 인용토록 과업지시서를 작성하고 비용산정시 중복도를 감안하여 비용산정

#### 5. 소하천정비종합계획 수립 용역을 미발주 하였을 경우

- 수자원개발 표준품셈 제정 및 사전환경성 검토서 작성, 간소화 방안 변경내용에 따라 용역비가 추가소요되므로
- 별첨자료와 같이 사전환경성 검토서 작성을 포함하여 장기계속 계약으로 용역을 발주하고, 편성된 예산범위내에서 계약을 이행토록 차수별 계약을 추진하고, 부족예산을 추경에 확보토록 조치
- 『사전환경성 검토와 관련한 사항』은 소하천정비종합계획 보고서 후단에 별도의 목차 즉 『소하천의 종합적인 관리에 관한 사항』 다음 항목으로 편철

## 부록-6

### 국내·외 소하천 자연형 공법 적용사례

#### 1) 자연형 하천공법

자연형 하천공법은 인공적이고 획일적인 하천정비로 인해 환경생태적으로 문제점들이 노출되면서 하천환경보전이라는 새로운 시각과 그에 상응하는 하천의 생태적 복원운동과 복원기법이 대두되면서 나타난 것이다. 스위스의 재생과 생물공학적 공법, 독일의 하천 재자연화, 일본의 다자연형(多自然型) 하천가꾸기는 하천개수 및 정비공사시 하천의 생태적 복원을 고려하여 반드시 자연형 하천공법을 적용하는 방안이다. 이들 방안들은 명칭은 다르고 생태적 복원사업으로 제기하고 있는 내용도 다양하지만 다음과 같이 몇가지로 정리할 수 있다.

첫째, 돌출수제를 이용하여 일단 홍수류를 완화시켜 살아있는 식물 혹은 목재 등을 자연소재의 도입을 높인다. 둘째 종방향으로 유로를 사행화하며, 하도를 사행화하는 것이 여의치 않을 때는 저수로를 사행화하고 저수로변의 미지형을 다양하게 한다. 셋째, 횡방향으로는 저수로변의 호안을 식생호안으로 조성하여 경관 및 생물서식환경을 개선시키며, 제외지 및 주변을 녹화한다. 넷째, 수직방향으로는 낙차공 등 콘크리트 횡구조물을 제거하고 거석으로 경사수로를 만들어 경관을 개선하고 어류이동에 장애되는 장치를 제거한다. 다섯째 하상에는 여울과 소, 하중도 등 다양한 미지형이 자연발생토록 한다. 여섯째, 인근주민의 적극적인 동참을 유도한다.

#### 2) 국내 사례

## 1. 서울시

서울시정개발연구원에서는 1996년 서울시 34개 하천에 대하여 하천정비형식과 하천현황을 조사한 결과 대부분 하천은 수질이 악화되어 있고, 하천저수로 및 제방이 치수에 주된 목적으로 하였기 때문에 하천생태계의 다양성이 확보되지 못하였으나, 중랑천, 양재천 등 9개 하천의 둔치공간을 휴식공간, 산책로, 생태계 관찰구역 등으로 활용하기 위한 계획을 수립하고, 일부는 시행하고 있어 시민들로부터 긍정적인 평가를 받고 있다. 현재 일부구간을 자연형으로 시범정비한 양재천, 안양천, 여의천은 야자섬유 두루마리와 갯벌들 식재를 주된 정비공법으로 적용하였으며, 특히 양재천은 자연성 회복을 위한 수질개선, 유량확보방안, 생태계 회복을 위해 1995년에 저수로 호안공법 13가지, 소조성공법 4가지를 시험시공하였고, 1996년에는 과천구간에 제방녹화공법 4가지, 고수부지 녹화공법 4가지를 시험시공하였다. 3차년도인 1997년에는 양재천 우면동 구간에 저수로 호안공법 7가지, 바이오톱 조성기법 2가지, 하천수질정화장치 1가지, 여울과 소조성공법 2가지, 하천수질정화장치 1가지, 여울과 소조성공법 4가지를 시험시공하였다. 이러한 시험결과는 성과가 있는 것으로 나타나서 자연형 하천계획 설계지침서(시안)로서 보고되었다.

## 2. 수원시

수원천은 도시형하천으로 광교산에서 발원하여 팔달로 등 도심을 가로질러 경기도화성군 태안읍의 황구지천으로 흘러드는 연장 15.7km의 준용하천으로 전구간을 자연형하천으로 조성할 계획을 갖고 1995년 1단계 조성사업으로 경기교에서 영연교까지 1.23km 구간을 기존의 콘크리트 저수로를 뜯어내고



그대신 자연석(호박돌등)을 활용하여 자연하천을 조성하고, 고수부지에는 자연초지와 자연석으로 경관을 조성하여 주민들에게 친수공간을 제공토록 하는 것이다. 저수로 일부구간에는 여울을 만들고 이곳에 호박돌과 자갈을 깔아 수질의 자연정화 기능을 향상토록 하였다. 그리고 하천의 친수기능을 향상시키기 위하여 호박돌을 활용한 자연 징검다리를 설치하였고, 폭 7m의 저수로 선형계획이 자연하천의 형태에 가깝도록 곡선으로 재현하였다.

1단계 공사에 이어서 영연교로부터 매향교까지 1.12km구간의 2단계 조성공사를 1997년8월부터 실시하여 1998년 12월에 완료하였다. 이곳에는 수생식물로 갯버들, 갈대, 애기부들, 줄풀, 물레나무 등이 식재되었고 관목류로 자산홍, 회양목, 담쟁이 넝쿨 등 1,000본, 초화류로 돌단풍, 꽃창포, 벌개미취, 원추리, 금개국 등 7900본이 식재되었다. 이러한 자연형 하천정비는 나름대로 의미가 있으나 조성기술의 부족으로 인해 몇가지의 한계와 문제점을 안고 있다. 첫째로는 자연의 생태적 서식공간 조성에 소홀하고 조정성만 너무쳐서 다양한 생태계의 부활에 제한이 되었고, 제방의 안정성과 수질정화에 도움이 되지 못했다. 둘째, 자연하천을 조성하는 소재를 자연석만 사용함으로써 외국의 사례에서와 같이 돌바구니, 나무틀 옹벽, 나무다발 등 다양한 재료를 적용하지 않아서 하천이 단조로운 모양이 되고 있다. 셋째 자연하천의 기본요소인 수량확보 측면에서 몇가지 방안을 검토하였으나 실제로는 도입하지 않았다.

이러한 문제점에도 불구하고 수원천은 자연형 하천정비의 성공사례로 간주하고 있다.

### 3. 홍성군의 신리소하천

신리소하천은 충남 홍성군 홍북면 신정리에 위치하고 있으며 시점부 약

500m구간은 유원지 지역이며, 하천의 경사는 산지부에서 급하고 마을을 지나면서 완만해진다. 주변토지는 농경지 또는 주택지이다.

자연형 정비방법은 자연석쌓기를 하였으며, 하천의 경사를 완화시키기 위하여 낙차공을 8개소 설치하였다. 식재는 하천의 특성을 고려하였다기보다는 조경차원에서 실시하여서 버드나무 대신 단풍나무가 식재되었고, 급류하천에 유속이 느린 곳에 자라는 부들이 심어졌으나, 공사후에는 하천내에 수생식물이 무성하게 자라고 있었다.

#### 4. 아산시 외암소하천

외암 소하천은 충남 아산시 송악면 외암마을을 흐르는 유역면적 2.40km<sup>2</sup>, 유로연장 2.58km의 소하천으로 상류에는 저수지가 있으며, 유역의 경사가 비교적 급한 산간부에 위치하고 있다. 하상재료는 상류부는 암반층이고, 하류부는 자갈과 모래가 대부분이다. 이 소하천은 재해 피해 취약지구로서 소하천의 이수, 치수기능을 확대하여 주민생활에 편익을 제공하며, 하천의 자연보존 기능 및 친수기능을 살리기 위해 자연형으로 정비토록 하였다. 정비방향은 외암마을의 민속적 이미지와 어울리도록 박스형 교량을 아치형에 돌붙임을 하였으며, 호안도 자연석 쌓기를 하였다. 자연석쌓기에 이용된 돌은 외부에서 도입한 것이지만 하상재료가 돌과 자갈로 이루어져 있어서 이질감은 없다. 식생재료로는 관목인 갯버들과 교목인 버드나무 등 목본과 갈대, 달뿌리풀 등 초본류를 도입하였으며, 이들 식생재료는 호습성으로 수변에 많이 분포하면서 자연스러운 하천의 모습을 연출한다.

## 5. 문경시 새재공천

새재공천은 문경시 문경읍 상초리 문경새재 도립공원의 입구를 흐르는 소하천으로 도립공원의 산지에서 발원한다. 도립공원이 위치한 새재는 3개의 관문이 있으며, 이들 관문들은 경상북도의 중요 문화재로서 관리되고 있다. 새재 소하천은 어서 하천정비도 이와 어울리도록 하였다. 새재 소하천은 홍수시 자연재해의 예방과 문경새재 도립공원의 휴식처로서 활용될 수 있도록 치수기능은 물론 이수기능에 환경기능을 도입한 경제적이고 완벽한 하천정비공사를 실시하기 위한 것이다.

정비방향은 자연석 쌓기 호안과 낙차보 공법을 주로 이용하였으며, 낙차보는 콘크리트보에 자연석을 입힌 형태로서 관광지인 도립공원의 경관과 조화를 이루도록 하였다.

## 6. 춘천시 납실 소하천

납실 소하천은 강원도 춘천시 서면 오월리 북한강의 제1지류인 지안천의 지류이며, 유역면적 10.93km<sup>2</sup>, 유로연장은 5.3km이다. 하폭은 대부분 5~20m내외이며, 하상경사는 하류구간이 1/48로 매우 급한 산지하천이다. 하상재료는 큰 호박돌 및 자갈이 대부분이며 대체로 미개수지역과 찰쌓기로 하류 일부 구간을 정비한 구역으로 구분된다. 납실천의 정비는 하천부변의 가옥과 농경지 침수를 예방하고 하천환경을 개선하기 위한 것으로서 자연석을 이용한 호안공법을 이용하였다. 그러나 호안공법은 찰쌓기로 하여 하상경사가 급한 특성에 따른 치수안정성과 경관은 향상되나 장녀석사이를 밀폐하여 식생이 제대로 유입되기 어려운 구조의 호안이 되었다.

## 7. 춘천시 신촌천 소하천(뒷골천)

신촌천은 춘천시 외곽에서 흘러 북한강으로 유입되는 소하천으로 도시근교의 용경지를 흐르는 하천이다. 이 하천도 경관 및 생태계를 위해서 커다란 자연석을 이용한 호안을 축조하였다. 자연석을 이용한 호안은 치수안정성과 경관의 향상, 그리고 자연석 틈새에 식생의 유입이 쉽도록 유도하는 것이 목적이거나 신촌천은 자연석 사이를 콘크리트로 밀폐하여 식생이 유입되기 어려운 구조로 정비하였다. 이 하천은 자연석을 많이 이용하였어도 자연스러운 느낌이 들지 않고 오히려 인공적인 모습이다. 따라서 소하천에 자연석 쌓기를 도입할 때는 획일적인 자연석 쌓기보다는 주변의 환경과 조화되도록 하여야 할 것이다.

## 8. 단양군의 소하천 정비

단양군은 군내의 다양한 하천에 자연형 하천공법을 도입하여 정비를 하고 있다. 직티천, 솔티천, 단양천 등에 도입한 공법은 대부분 자연형 찰쌓기를 하고 있다. 단양군의 소하천들은 대부분 하상이 급하기 때문에 치수안정성을 위하여 찰쌓기를 하여서 하천의 기본기능인 치수는 해결하였으나 환경기능에 대해서는 제대로 해결되지 못하였다. 이 지역의 하천도 다른 지역과 같이 자연석 사이를 콘크리트로 밀폐하는 찰쌓기로서 식생이 유입되기 어려운 구조이며, 부분적으로라도 식생이 유입될 수 있는 쌓기방법이 고려되었어야 할 것이다.

## 9. 충남 금산군의 자연석 하천공법

금산군은 군내의 비법정하천들이 매년 많은 재해를 일으켰으며, 특히 1998년 막대한 수해가 발생하게 됨에 따라 수해복구사업을 추진하면서 자연석을 호안용자재로 활용하는 환경친화적 하천공법을 도입하여 정비를 하고 있다. 1998년부터 3년간 21개하천 11.44Km를 정비하였으며, 2001년에도 6개 하천 3.27Km에 대하여 시행하고 있다. 이에 따라 콘크리트 하천공작물을 단계적으로 개량하여 하상유지 및 농업용수 확보차원에서 자연석을 이용한 낙차공을 설치하고 또한 자연석을 전석쌓기 방법으로 호안을 설치하고 있다.



자연석 호안



호안바닥



계단식 낙차보

현재 소하천 140개, 법정하천 34개중 27개소를 완료하였다. 현재의 정비는 자연석을 이용한 방법으로 시도되고 있으나 정비의 목적이 자연과 어울어진 친수환경을 고려하고, 치수위주에서 이수차원, 그리고 수생식물 확대 식재를 통해 주변경관 개선과 수질보전을 위한 것이라고 볼 때는 다른 자연친화적 공법도 적용하는 것이 바람직하다.

## 10. 계룡출장소의 자연친화적 하천공법

논산시 두마면 도곡리 지내에 있는 도곡천은 1999년 9월 9일 2일간의 수해로 인해 11억원 정도의 피해를 입자 항구적인 개량복구공사를 하게 되자 획

일적인 수해복구공사에서 탈피하여 최근에 많이 적용되고 있는 자연친화적인 공법을 적용하였다. 자연친화적 공법으로는 공공근로시 발생한 간벌목을 이용한 호안 467m, 기존 석축의 자원을 활용한 자연석 호안 215m, Eco-Shell호안 720m<sup>2</sup>, 타원형 돌망태 1,012m, 스톤브릭호안 607m, 너울 낙차 13개소를 설치하고 주변 수목으로는 왕벚나무, 개나리, 연산홍 등을 식재하였다.

사업준공후 9개월 정도 지났으나 간벌목 호안이나 돌망태 호안의 문제점은 나타나지 않고 있으며, 자연석 호안 주변의 여울과 소에는 물고기가 많이 있으며, 또한 주변의 수생식물 식생과 야산의 수목과 어울리는 아름다운 하천 경관을 보여주고 있다.



자연석 호안



타원형 돌망태



계단식 낙차



소



간벌목을 이용한 호안



자연석 보

### 3) 국외사례

#### 1. 독일 카셀시 소하천

카셀시 주택가 주변에 있는 소하천은 과거 콘크리트 구조물로 정비되어 있던 것을 저수로와 하상의 콘크리트 구조물을 걷어내고 자갈 및 벽돌 등의

수로로 다시 만들고 하천으로 유입되는 오수를 차단하고 수로 측면 하천 경사지에 수초와 나무를 식재하였다. 상류는 바닥의 벽돌을 제거하고 자갈로 바뀌어서 자연과 가깝게 조성하였으며, 홍수시 넘치는 물이 흐르도록 설계된 작은 개울이 본류와 나란히 위치하도록 하였고, 이 개울은 하류에서 본류와 만나도록 하였다.



카셀(Kassel)시  
근자연화 하천

## 2. 스위스 쥐리히주 하셀바크강 및 설강

스위스 쥐리히주는 자연에 가까운 소하천조성을 위해 자연석과 들풀, 야생화 등을 심고, 하천의 건천화를 방지하고 수질개선을 위해 소규모 하수처리장을 많이 건설하는 것이다. 하셀바크 소하천은 식생을 이용한 생물학적 하천정비공법으로 정비하였다. 직강화된 하천을 버드나무 등을 이용하여 저수로를 사행화시켜서 유수의 체류시간을 향상시키고, 또한 버드나무가 자라면서 강가에 그늘이 우거져서 수초를 번식시키도록 하여 수중생물이 유입되고 또한 육상조류의 휴식장소로 이용되도록 하였다.



철길변에 설치된 수제로 보호받고 있는 Sihl강

설강은 홍수로 인해 피해를 막기 위하여 석재를 이용하여 수제를 설치하였다. 석재로 여러 개의 수제를 설치하여 견고한 호안을 조성토록 함으로써 홍수시 수제의 배후가 완류부가 되어 하안이 보호되었고 수제는 물고기의 피난처 및 식생의 근거지로 이용되었다.

또한 쥐리히시내를 흐르는 소하천들은 전체 160km이며, 이중 100km 정도가 콘크리트로 복개되어 있었으나, 대부분 합류식 하수관거와 연결되어 불필요한 처리비용이 소요되는 문제가 있어서 복개된 하천의 복개판을 열고 바닥과 경사면의 콘크리트를 제한 다음 흙과 자갈을 깔아 자연형 하천으로 조성하였다.

### 3. 일본의 니가류혼천과 이따찌천

일본에서는 하천정비를 1980년대부터 다자연형으로 나아가고 있다. 이 개념은 하천이 본래 가지고 있는 생물의 양호한 생육환경을 배려하고 또한 아름다운 자연환경을 본전 및 창출하는 것이다. 이는 치수능력을 무시한채 자연하천을 보전하자는 것이 아니라 치수능력을 유지 및 증진시키면서 최대한으로 자연환경의 보전 및 재생을 하자는 것이다.

니가류혼천의 자연형 정비는 기본적으로 하천 횡단면의 복단면은 유지하며, 폭이 넓은 곳은 흙을 쌓고, 돌과 목재 등을 적절히 배치하였으며, 양안에는 갯버들을 심었다. 하천 곳곳에 접근로와 산책로를 조성하여서 인근주민들의 휴식공간의 역할을 하며, 산책로 아래에는 적당한 공간을 두어 물고기의 은신처를 조성하였다. 그리고 저수로 하안부분에는 흙의 유실을 방지하기 위하여 토목섬유를 끼웠다.

요코하마의 이따찌천은 자연형 하천으로 복원시키기 위해 저수로에는 자연하천에서 나타나는 소와 여울, 사주 등을 조성하고 저수로가 사행하도록 하였다. 또한 저수로 하안에는 자연하천과 같이 식생이 회복될 수 있도록 직경 15-30cm의 자갈로 완만한 둔덕을 만들었다. 이 결과 전형적인 콘크리트 도시하천이 자연스러운 하천의 모습으로 바뀌었다. 저수로 하안부에는 통나무



로 높이와 폭이 약 30cm되는 틀을 짜서 50cm간격으로 세우고 그사이에 야자섬유 두루마리를 넣어서 흙의 유실을 방지하였다. 그리고 하수도 유입부에도 나무말뚝을 박아 유속을 완화시키고 토양유실을 방지토록 하였다.

#### 4. 미국의 아도브 및 와일드 캣 소하천

아도브 소하천은 샌프란시스코만 북쪽에 있는 페탈루마강의 지류로서 주변에는 농경지도 있으나 점차 거주지역이 확대되고 있다. 하천의 정비방향은 하천의 환경적, 경관적 가치를 복원시키면서 하천제방 및 유역의 불안정과 홍수로부터의 피해를 경감시키는 것이다. 따라서 하천 식재장소는 유로 중심부를 피하고 강터이나 고수부지 또는 제빙으로 국한하며, 홍수시 유수소통에 지장을 줄 수 있는 고수부지상의 식재는 교목을 피하고 갯버들 등 크게 자리지 않는 수종으로 한정하였으며, 제방안쪽에는 단풍나무나 전나무와 같은 그 지방의 고유수종을 심도록 하였다. 그리고 하천생태계 서식처 조성을 위해 하천유입부에 거석으로 낙차공을 만들어 인공적으로 웅덩이를 만들었다.

와일드 캣 소하천은 샌프란시스코만 북동쪽에 있는 리치몬드시의 알바라도 공원에 있는 개울로서 물가가 계속적으로 침식되었던 곳이다. 이를 방지하기 위해 전통적인 콘크리트 호안대신에 자연석과 통나무 등 자연재료를 이용하여 호안공법을 하였다. 이러한 거석호안 공법은 자연스러운 느낌을 줄뿐만 아니라 물을 가로 질러놓은 바위에 의해 자연스럽게 파인 웅덩이는 어류서식처를 제공하고 있다.

## 부록-7

### 소하천 호안공 선정시 유의사항

#### 1. 개요

호안은 하천이나 해안에 유수에 의한 침식과 세굴을 방지하기 위해 제방 앞비탈에 설치하는 공작물을 말한다. 이것은 제방형태나 기능에 따라 구분되며, 소하천의 경우 고수호안, 치수호안이 대부분이다. 최근에는 치수호안이 환경호안으로 대체되고 있으며, 콘크리트 블록 등을 이용한 것은 거의 설치되지 않고 있다. 호안은 유속에 따른 세굴방지를 위해 설치되는 것이므로 유속에 떠내려 가지 않아야 하며, 재료는 영구적 또는 반영구적 재료로 소류력 및 내구성이 검토되고, 설치위치와 연장은 하도내 수리현상에 따른 세굴, 퇴적의 변화 등을 고려하여 정하는 것이 일반적이며, 급류하천에서는 전구간, 완류하천에서는 수중부에 중점적으로 설치한다.

하천의 호안은 이제까지 콘크리트 호안이나 블록 호안을 많이 이용하여 왔으나 이는 유속을 증대시키고 하천경관 등을 훼손시켜 생태환경의 파괴를 가져오고, 또한 하천의 자정작용을 잃게하여 배수구로서의 역할밖에 수행하지 못하는 상황을 가져오게 하였다. 따라서 소하천에서는 자연친화적인 재료를 호안으로 사용하여야 한다.

#### 2. 자연형 호안의 종류

- 1) 때붙임 : 비수중부 구간에 주로 이용
- 2) 돌망태공 : 대나무, 철선 등을 사용하여 망태를 만들고 그속에 석재를 채운 것으로 표면의 조도가 크고 굴요성이 풍부하여 작업이 용이하나 내구성

이 떨어진다. 급류하천이나 응급공사 등에 많이 사용

3) 돌붙임공·돌쌓기공(자연석 쌓기) : 비탈경사가 1:1보다 급한 경우를 돌 쌓기, 이보다 완만한 경우를 돌붙임이라 하며, 돌쌓기공의 경우 메쌓기 또는 자연석 쌓기를 하여 자연배수를 높이고 자연친화적 기능을 증진시키는 것이 좋다.

4) 콘크리트 붙임공 및 콘크리트 블록공 : 콘크리트 붙임공은 줄눈에서 비탈뚫기 이면에 토사가 유실되어 파괴되는 일이 있으나 콘크리트 블록공은 토사의 유출이 생기더라도 블록이 침하하여 공동이 커지는 것을 막고 보수도 용이한 장점을 가지고 있어 많이 이용되었으나 최근 소하천에서는 환경적 요건 등을 고려하여 사용을 자제하고 있다.

5) 돌채움 비탈방틀공 : 비탈위에 철근콘크리트로 방틀을 짜고 바닥 콘크리트를 친 다음 깬돌을 까는 공법으로 비탈이 1:2보다 완만한 경사일 때 사용된다.

6) 사석호안 : 사면에 큰 쇠석을 사용하여 침식을 막는 동시에 입도를 크게 하여 유속의 감소효과를 얻고자 사용되는 것으로 비탈끝 보호 또는 저수로 호안등에 사용된다.

7) 앵카 고정식 식생호안공 : 효과적으로 제방을 보호하면서 식생을 위한 토양조건을 제공하여 하천의 자정능력과 환경성을 제고하기 위한 공법이다.

8) 기타 : 하폭이 비교적 작은 소하천에서는 적정 하폭의 확보가 곤란한 경우 유수소통 단면확보를 위해 직립식 호안을 적용하는데 이는 자연석 쌓기, U형 수로, 옹벽, 파라펫 등이 있다.

### 3. 호안의 설계기준

1) 호안은 유속에 따른 세굴방지를 위해 설치되는 것으로 우선 유속에 떠내

려가지 않아야 하며, 재료는 영구적 또는 반영구적인 재료가 선택되어야 한다.

2) 설치위치나 연장은 하도내의 수리현상에 따른 세굴, 퇴적의 변화 등을 고려하여 정해야 하나 일반적으로 급류하천에서는 전구간, 완류하천에서는 수충부에 중점적으로 설치한다.

3) 일반적으로 유속을 기준으로 볼 때 3m/s 이상, 비탈 경사 1:2 이상과 교량이나 보, 낙차공, 수문 등의 하천구조물 상하류 근처에서 세굴이 발생할 확률이 높으므로 구조물 상하류에 호안을 설치하여 세굴에 사전대비를 하도록 해야 한다.

4) 하천 전구간에 대해 호안을 설치하지 않고, 일부구간에 호안을 설치하면 수충부가 하류로 이동할 수 있으므로 호안길이를 충분하게 하여 이를 대비하여야 한다.

5) 수면경사(에너지 경사)에 따른 비탈덮기 높이 기준

수면 경사	비탈덮기의 수직높이	
	비수충부	수충부
1/5,000 ~ 1/2,500	0.35H	H
1/2,500 ~ 1/1,500	0.45H	H
1/1,500 ~ 1/600	0.60H	H
1/400 이상	H	H
1/200 이상	둑마루 높이	둑마루 높이

6) 각종 호안에 대한 소류력(단위 : kg/m<sup>3</sup>)

호안의 종류	허용 소류력
1. 평떼	2.0
2. 바자안의 굽은 자갈	1.0
3. 바자안의 자갈	1.5
4. 바자(유수에 평행 혹은 비스듬할 때)	4.0
5. 쇄호안	7.0
6. 돌붙임(비탈 1:1, 두께 0.3m)	16.0
7. 큰 사석	24.0
8. 공적석공(空積石工)	60.0
9. 큰크리트 벽	60.0
10. 틀공	150까지

#### 4. 호안재료와 공법 선정

- 1) 호안재료는 공사현장에서 구하기 쉽고 내구성이 있어야 하며 선택된 재료에 따라 공법이 결정되고 공법의 결정은 당해 공사비에 영향을 미치게 된다.
- 2) 공사후 관리 및 하천환경에 미치는 영향이 대단히 크므로 신중한 검토가 필요하다.
- 3) 공법의 선정은 공사비, 하천의 특성, 수리특성 등을 고려하여 하천개수계획의 일부분으로서 완전히 그 목적에 합치되도록 하여야 한다.
- 4) 시공문제에 대하여 공사의 가능성 여부, 난이도, 공사비, 사후관리비를 비롯하여 하천 환경성 변화여부, 물흐름의 변경 등에 대해 세심한 검토가 요망된다.

#### 5. 문제점

일반적으로 하천제방의 설치는 표준제 형식을 원칙으로 하나 표준제로 하천제방을 결정할 경우 일부 소하천에 있어서는 하폭의 협소로 인해 저폭 확보가 불가능하거나 저폭을 확보할 경우 하천양안의 토지 잠식이 과대해질 경우가 발생하게 된다. 따라서 이러한 소하천에 있어서는 부둣이 흙으로 축조한 토사제보다는 석축 및 파라펫 등의 재료를 이용한 특수제방을 이용하고 있다. 또한 하천제방의 사면보호를 위해 기존에는 콘크리트 호안블록을 많이 사용하였으나, 소하천의 경우 유역면적이 작은 관계로 호우시 유달시간이 짧아 유량이 급격히 증가하고 하상경사가 급해 유속이 매우 빠르며 상류로부터 토사의 유속이 많아 콘크리트 호안블록과 같은 호안공은 빠른 유속

에 의한 하상세굴로 인해 붕괴되며, 유수에 의한 유실 및 토시유실로 인한 붕괴 등이 많이 발생하고 있다. 일부 소하천중에는 주변의 축사나 공장에서의 폐수가 무단 방류되어 하천의 오염을 초래하고 있으며 무분별한 하천복개로 유수의 흐름에 지방을 주고 있다.

## 6. 대책

최근 강우의 형태는 게릴라성 집중호우로 단시간에 큰 유량의 증가로 그 피해가 크며, 특히 소하천의 경우는 심각하다고 할 수 있다. 이에 소하천의 정비도 기본계획에 의해 체계적인 정비가 아닌 임시방편에 의한 제방공사로 일부 유실된 구간별로 실시되어 해마다 그 피해가 반복되고 있다.

대부분의 소하천은 단순한 치수상의 하도정비나 제방축조에 의한 정비로 획일적인 단면과 직강화된 선형을 갖게 되어 하천 개개의 특수성을 상실한 상태이나 앞으로 계획되는 소하천은 치수 및 이수 뿐만 아니라 하천의 환경적 요소들 즉, 하천 생태계와 경관을 가급적 훼손되지 않고 자연상태의 하천 모습에 가깝게 유지될 수 있는 공법을 적용토록 하여야 한다.