

도시화에 따른 하천의 변화 및 복원방안

환경공학박사 이 성 호
청림환경기술연구소 소장
정책기획단 보건환경분과위원
세명대학교 환경공학과 교수

목 차

I. 도시하천과 환경	5
1. 도시하천	5
1.1 도시하천의 개념	5
1.2 도시하천의 분류	5
1.3 도시하천의 특징	6
1.4 도시하천의 기능	6
1.5 도시하천에서의 인간활동	7
1.6 도시하천 생태계의 특성과 환경	8
2. 도시화에 따른 하천의 변화양상	11
2.1 하천과 수문변화	11
2.1.1 도시화에 따른 하천 환경의 변화	12
2.1.2 도시화에 따른 수자원과 물 환경의 변화	14
2.1.3 하천환경의 변화	16
2.2 하천 환경관리	16
2.2.1 하천 환경관리의 개념과 이념	16
2.2.2 하천 환경관리 계획의 기본사항	16
2.2.3 하천기능의 관리	17
2.3 도시하천 수질보전 및 기능 복원	18
2.3.1 하천 수질보전 및 개선	18
2.3.2 도시하천의 기능복원	20
3. 도시하천의 복원	21
3.1 하천복원의 개요	21
3.2 국내, 외 하천복원의 현황	22
3.2.1 국내 하천복원 및 보전사례	22
3.2.2 국외 하천복원 및 보전사례	24

3.3 하천복원기술	31
3.3.1 기본적인 기술	31
3.3.2 자갈점축산화 공법	32
3.3.3 끈상점축산화 공법	34
3.3.4 Stormsys를 이용한 비점오원의 관리	35
3.3.5 인공근을 브착한 수초 재배섬	36
3.3.6 조립식 아이스하바식 어도블럭	37
4. 하천 생태보전의 의미와 필요성	39
4.1 하천복개의 문제점	39
4.2 하천기능의 상실	40
4.3 하천의 생태적 역할	41
4.4 도시하천을 살리는 과제	42
4.5 먹이그물의 확립	43
4.6 우리나라 소하천의 특성	44
4.7 하천정책의 문제점	46
4.8 하천 환경을 살리려는 시민의 노력	47
5. 서울시의 도시하천	48
5.1 서울시의 도시하천정비	48
5.1.1 도시하천 정비의 현황및 문제점	48
5.1.2 친수공간의 조성현황	49
5.1.3 법제적 환경	50
5.1.4 녹지환경	50
5.2 도시하천의 바람직한 모습	51
5.2.1 자연생태통로 기능 회복	51
5.2.2 홍수소통 공간의 기능유지	51
5.2.3 하천공간의 통로공간의 필요성	51
5.2.4 도시민들의 쾌적한 친수공간 기능유지	52

5.2.5	수질이 개선되어야 한다	53
5.2.6	하천내의 수목식재	54
5.2.7	개발시에는 개발과 환경보전의 조화	57
5.3	하천정비와 한강의 생태변화	55
5.3.1	생태생물변화	55
5.3.2	한강 수중생태계 군집구조의 변화	58
5.3.3	한강 육상 생태계의 변화	60
5.4	한강 생태계의 보전방향	62
5.4.1	유역의 수림대, 자연초지 보호 및 조성	63
5.4.2	도심에서의 녹지확충	63
5.4.3	강변연안 정비방법의 개량	64
5.4.4	어소투여	64
5.4.5	조류의 서식지 보호	65
5.4.6	지천의 유지용수 확보 및 비오름조성	65
5.4.7	유입지천의 오염부하량 저감을 위한 침전지, 습지조성	66
5.4.8	수질의 합리적 관리대책 수립	66
5.5	서울의 중량천 수계 하천정비 현황	67
5.5.1	호안조성 및 고수부지 조성	67
5.5.2	중량천의 환경친화적 재생방안	67
5.5.3	중량천 복원을 위한 정책	67

【참고문헌】

I. 도시하천과 환경

1. 도시하천

1.1 도시하천의 개념

도시하천(都市河川)이란 도시지역 내에 있는 하천으로서 도시의 기능 및 발전에 밀접한 연관을 맺고 있으며 이수 및 치수의 기능을 지닌 유수(流水)의 통로로서 매년 1회 이상 물이 흐른 형적을 나타내고 있는 토지구역이다.

• 하천

- 육지표면에서 대체로 일정한 유로를 가지는 유수의 통로로서 자연적 수로 또는 자연의 유수가 흐르는 토지
- 하천법상 공공의 이해에 밀접한 관계가 있는 하천으로서 대통령령으로 그 명칭과 구간이 지정된 것
- 공간상으로는 하천구역 전체를 의미하는데, 하천구역이란 하천의 물이 계속 흐르고 있어 토지 및 지형과 당해 토지에 있어서의 초본생장, 기타의 상황이 하천수(河川水)의 흐름이 미치는 부분으로서 매년 1회 이상 물이 흐른 형적을 나타내고 있는 토지구역
- 생태적으로는 물의 순화과정에서 물이 흐르는 장이고, 생활과 문화의 장이며, 시간적·공간적으로 변동이 심하지만 다양한 생물이 서식하는 장이며 길게 이어진 하천 등은 수생식물(水生植物)의 서식공간으로 핵이 되며, 이를 주위의 습지 및 식생은 생물 서식공간이자 생물이 이동하는 생태 통로(Eco-Corridor)임.

1.2 도시하천의 분류

도시하천은 지정 및 관리 체계에 의해 직할하천(直轄河川), 준용하천(河川準用), 지방하천(河川地方), 소하천(小河川)으로 분류된다.

도시하천				
구분	직할하천	준용하천	지방하천	소하천
관리	건설교통부장관	광역단체장	광역단체장	관할기초단체장
정의	대통령령으로 그 명칭과 구간이 지정된 하천	하천법을 준용할 목적으로 광역단체장이 지정 고시한 하천	대통령령으로 지정된 하천중 그 관리가 광역단체장에게 위임된 하천	하천법의 적용 또는 준용을 받지 아니하는 하천으로 관할 기초단체장이 지정 고시한 하천
규모	62개소 2.858km	3,1847개소 26.138km	55개소 1.320km	25,455개소 39.500km
근거법령	하천법			소하천정비법

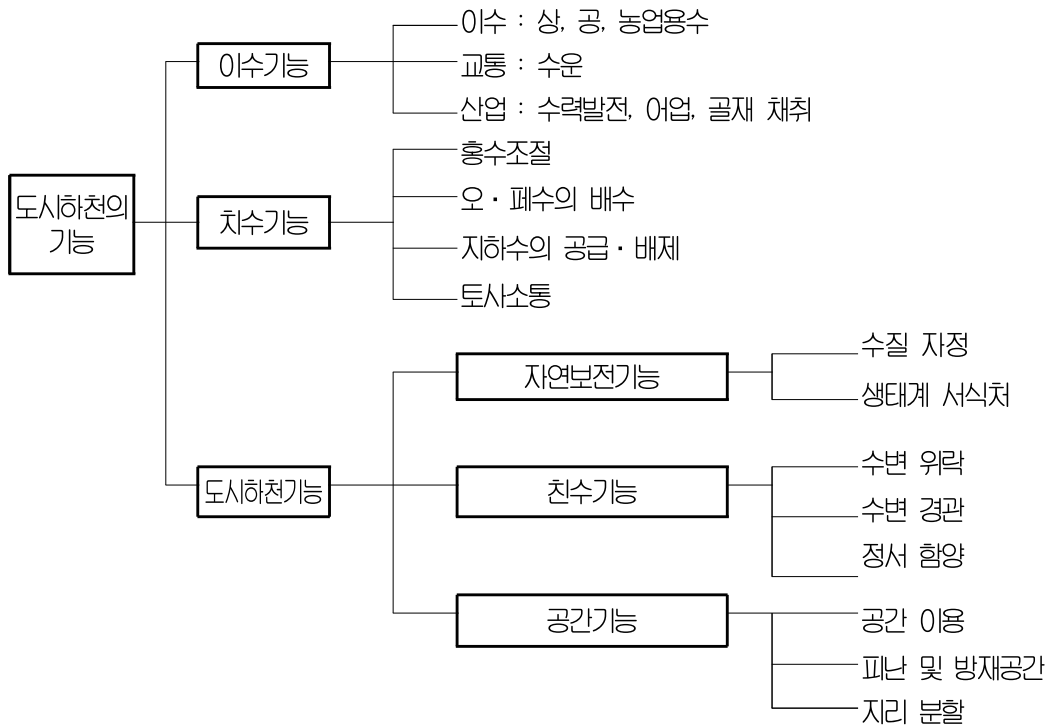
1.3 도시하천의 특징

- ① 유역의 협소로 유역에서 토지이용이 단순하다.
- ② 국지적인 집중호우로 인해 극심한 피해가 발생한다.
- ③ 직강화로 인해 홍수도달시간이 짧다.
- ④ 많은 토사가 하류로 운반되어 퇴적됨으로서 둔치가 많이 발달된다.
- ⑤ 상수도 정비에 의한 취수량 증가, 도로포장을 증가에 의해 지하 유입수량이 감소, 하수로의 정비로 인해 평상시 수량이 감소한다.
- ⑥ 하수도 정비가 미흡한 지역에서는 생활오수의 유입에 의해 수질이 악화된다.

1.4 도시하천의 기능

도시하천이란 물과 그 주변 공간과의 통합체인 하천환경 그 자체를 지칭하며, 그 기능은 크게 이수기능, 환경기능으로 나누어진다.

이수기능은 상업, 농업, 공업용수 및 수운, 수력발전 등과 같은 물을 이용하는 기능이다. 치수기능은 홍수방지를 주로 한 지역의 안전을 위한 기능이며, 하천주변에 인간이 정주하는 한 항상 대비해야 하는 가장 기본적인 기능이다. 환경기능은 자연생태계에서 나오는 부산물을 스스로 깨끗이 하는 자정작용과 각종 동식물의 서식처로의 기능을 가지며, 수변위락, 수변경관 감상등의 친수기능과 과밀화되어 가는 도시에서 귀중한 공간자원을 제공해주는 공간기능을 가진다. 이러한 환경기능은 이수, 치수기능과 더불어 매우 중요한 기능중 하나이나 이·치수기능 보다 매우 늦게 인식되었다. 산업화와 도시화가 하천환경을 열악하게 함과 더불어 트여진 공간 및 녹색이 숲과 푸른 물에 대한 도시민들의 욕구가 증가함에 따라 환경기능 증진이 하천관리의 중요과제로 대두되고 있다.



1.5 도시하천에서의 인간활동

하천에서의 인간의 행동과 관련하여 하천 내에 제시설이 설치되고, 그 결과 하천환경을 재형성한다고 볼 수 있으므로 하천에서 발생하고 있는 인간의 행동특성을 고찰하는 것은 매우 중요하다.

- ① 수면을 이용한 행동 : 수면을 이용한 대부분의 행동은 레크레이션과 관련되어 있으며, 행동의 방향은 하천과 평행 및 직교방향에서 랜덤(random)하게 변화하고 있다.
- ② 제방 위를 이용한 행동 : 주로 통행을 위한 이용이 증가 되며 이러한 행동은 거의 하천과 평행방향으로 이루어지게 됨으로 물과 관련은 적다.
- ③ 둔치를 이용한 행동 : 관상행동(觀賞行動)과 채취행동(採取行動)이 이루어진다. 이들 행동은 과거로부터 현재까지 계속하여 발생하고 있으며 행동자도 많아지고 있다.
- ④ 하천전체를 이용하는 행동 : 과거로부터 현재까지 많은 변화는 없다.

주행동 장소	활 동 분 류		제 활동	
수 면	수면 위에서의 활동		수운, 낚시 투망배, 뗏목띄우기, 유람섬의 항해, 요트, 수상스키	
제 방	제방위에서의 활동		사람, 우마차, 차, 자전거의 통행, 주차	
둔 치	전통적인 활동		축제, 꽃놀이, 불꽃놀이	
	생산활동		농업, 풀말리기	
	훈련		소방훈련, 제훈련	
	레크레이션 활동		산보, 연날리기, 피크닉, 캠프	
	일상적인 레크레이션		일광욕, 저녁산보, 담화, 조깅	
	최근 많아진 활동	운동		테니스, 축구, 족구, 배구, 배드민턴
		평탄한 지형을 이용한 활동		모형자동차경주, 연 날리기
		차를 이용한 활동		드라이브
넓은 지형을 이용한 활동		골프 연습, 연설회		
집단적 레크레이션 활동		집단게임, 운동회		
제방과 둔치	관찰 · 관람		사진촬영, 자연관찰, 사람들의 활동관찰	
	채취활동		곤충채집, 암석채취, 약초채취	
둔치와 수면	흐름을 이용한 활동		방생, 종이배 띄우기	
	상업활동		수상 수변레스토랑, 물건판매	
	수면에서 볼 수 있는 활동	수면을 이용한 활동		낚시, 수영, 세탁
		물을 이용한 활동		공업용수, 농업용수
하천전체	하천 전체에 걸친 활동		유지관리활동, 조사연구활동	

1.6 도시하천 생태계의 특성과 환경

하천생태계는 크게 두가지로 분류되어 질 수 있다. 즉, 생태계의 기반이 될 수 있는 비생물적인 하천지형과 이를 근거로 나타나는 하천의 동·식물상이다. 그러므로 이런 하천지형과 생물환경은 밀접한 연관을 지니고 있으며 하천생태계의 근간이 된다.

① 하천생태계의 정의

생물과 비생물적(abiotic)환경은 불가분의 관계에 있으며 서로 상호작용하고 있다. 어떤 지역의 모든 생물이 물리적 환경과 상호관계를 가지며 energy의 흐름이 시스템 속에서 뚜렷한 영양구조, 생물의 다양성, 물질의 순환(생물과 비 생물 부분간의 물질의 교환)을 만들어 내고 있는 상태는 어느 것이든지 생태학적인 계(系), 즉 생태계라고 정의한다. 따라서 하천생태계의 개념은 “하천지역의 모든 생물이 물리적 환경과 상호관계를 가지며 energy의 흐름에 시스템 속에서 뚜렷한 영양구조, 생물의 다양성, 물질의 순환을 만들어 내고 있는 상태”라고 정의할 수 있다.

② 도시하천 생태계의 연구하는데 있어서 여러 가지 제한요인이 있는데 그 제한 인자는 다음과 같다. 일반자연 하천은 기준 수준까지 침식하는 경향을 갖고 있으며 이들 변화는 물의 작용에 의한 것이다. 기준 수준에 도달되었을 때 흐름은 느리게 되고 퇴적이 시작되며 대체로 극상(climax) 상태를 나타내는 구곡이 심한 하천이 된다. 그러면서 점토의 퇴적에 의하여 delta가 만들어짐에 따라 드디어 다른 곳에서 용기가 생겨서 침식 사이클의 전부가 다시 시작이 된다. 그러나 도시하천은 토지이용의 극대화, 치수목적에 의한 직강화등에 의하여 하천 본래의 침식, 운반, 퇴적 작용은 거의 미미하고 생태계 구성인자도 다양하지 못한 것이 현실이다.

·온도 : 물은 온도 변화를 최소로 하는데 결부된 몇 가지 독특한 특성을 지니고 있다. 그런 까닭에 공기에 비하여 변동의 폭이 작고 변화는 보다 완만하다. 이와같이 온도는 공기 중에서 보다 수중에서 변동이 적다. 그러나 수서생물은 대부분의 경우 좁은 내성을 지니고 있으므로 온도는 중요한 제한요인이 되고 있다. 그런 까닭에 사람에 의한 적은 열오염에서 광범위한 영향을 미치고 있다. 온도 변화는 또한 특유한 순화의 양상을 만들어 내고 그들은 수중생활에 큰 영향을 준다.

·투명도 (transparency) : 빛의 투과는 대부분의 경우 물속의 현탁물질에 의하여 규제되고 상당한 길이를 갖고 있는 수중생활장소는 어디에서

나 광합성층을 규정당하게 된다. 탁도는 그것이 특히 세사나 점토의 입자에 기인될 경우 종종 중요한 제한요인이 된다. 반대로 탁도가 생물에 의할 경우는 투명도는 생산력의 지표가 된다.

·**흐름 (current)** : 물은 치밀하며 그런 까닭에 흐름의 직접적인 작용은 특히 하천에 있어서 매우 중요한 제한 요인인 것이다. 흐름은 대부분의 경우 생활에 필요한 기체, 영류, 그리고 소형생물의 분포를 주로 규정하고 있다.

·**호흡기체의 농도** : 해양의 환경과 매우 대조적으로 산소나 CO₂의 농도는 담수환경에 있어서 대부분의 경우 제한 요인이 되어 있다. 용존산소농도와 생물학적 산소요구량은 가장 많이 측정 되고 가장 잘 연구되어 있는 물리적 요인이 됐다. 오염에 의한 산소저하와 그것에 의한 생물상의 변화 양상은 그림과 같다.

③ 도시하천 생태계의 특징

도시하천 생태계는 흐르는 물의 양 또는 장소에 따라 다른 특성의 생태계가 존재한다. 하천의 생태계를 생물표준에서 관찰하면 연속성과 개방성이 있고 다른 자연지역과 밀접한 관계를 갖고 있다. 유실 회복의 변화가 매우 크고 불안정한 다양한 계(系)를 나타내고 있다. 특히, 불안정 받는 것은 홍수시 빠른 속도로 하상재료의 이동이 일어나 하도내 조류나 수생곤충, 하안의 식물은 심각한 타격을 받게 된다.

·**개방성** : 하천의 생태계는 열려져 있는 계(系)이다. 계 내(系內)의 물질의 이동은 유입과 유출이 자유로우며, 순환계는 큰 규모이다. 이것은 순환되지 않은 수역을 가진 호수와는 다른 것이다. 하천에서는 동일 장소의 생산이 그 장소의 소비자의 기초가 되지 않는 경우가 많다. 예로서 하류 생태계의 생산도 상류의 생산에 의존하는 경향이 크다.

·**연속성** : 유역 및 수역이 상류에서 하류까지 연속적인 공간을 형성하고 있고, 하류까지의 폭넓은 이동이 가능하다. 이것은 연속성에 의하여 하천

의 일부가 파괴되거나 생물의 서식처가 파괴된 후에도 상류로부터의 보급에 의해 쉽게 복원되어질 수 있다. 그러나 상류지역의 오염정도는 하천의 연속성에 의해 하류까지 그 영향을 미친다.

·**주변지역과의 연계성** : 하천은 물을 매체로 하여 주변지역과의 상호 연관성이 높다. 즉, 수류를 통해서 작은 수로와 연결되고 하천은 네트워크의 주축이 된다.

또한 조류에 있어서는 주변의 자연지역에서 서식하고 하천에서 먹이를 섭취하는 경우가 많다.

·**불안정성** : 하천은 홍수 등의 유량의 변동이 대단히 크기 때문에 생물의 생식환경으로서는 불안정하다. 수량의 증가할 때 유속도 증가하므로 수생 곤충과 부착조류가 유실된다. 또 둔치의 식생은 홍수에 의해 자주 유실되는 경우가 많아 제내지에 비교해서 천이의 초기단계만 존재한다. 역으로 불안정한 계가 존재하는 것은 유실회복도 비교적 빠른 생물로 구성되어 있다는 뜻이 되기도 한다.

2. 도시화에 따른 하천의 변화양상

2.1 하천과 수문변화

도시화가 진전되어 감에 따라 인구가 증가되고 주택건설이나 공공시설물의 건설이 불가피하게 됨에 수반하여 건설자재(건설골재 포함)의 수요가 증대되고, 인접지역의 도시하천 골재가 채취되게 마련이다. 더욱이, 하천연안의 이용도가 고도화되어 하폭의 축소를 비롯한 하천 시설물(河川護岸), 수제(水制), 교대(橋臺), 교각(橋脚), 등의 증설이 불가피하고, 도시 하수도 및 하수처리 시설의 설치 및 운영으로 하천수질의 오염

이 우려되므로, 이것은 상수도의 취수원을 위협하는 요인도 되는 것이다.

도시화는 물수요만이 아니라 에너지 수요의 증가도 요망되어 각종 전원개발(電源開發: 수력, 화력 및 원자력) 등의 촉진도 수반되게 된다. 이와 같은 수요증가에 수반된 공급대책 결과가 하천의 수량과 수위 및 수질에 적지 않은 영향을 미치게 되는 것이다. 뿐만 아니라, 지표면의 상태도 크게 변화하게 되어 동일한 강우강도의 강우량에 대하여도 유출량이 증대할 뿐만 아니라, peak 유량의 도달시간이 단축되어 조기 발생되는 것이니, 수방대책이 긴급을 여하게 되는 것이다. 또한 도시화가 됨에 따라 공기 중의 부유분진의 양이 크게 증가되므로 기상으로 존재하던 대기수분이 보다 많은 응결핵을 맞이하여 액화가 촉진되고, 따라서 강우량이 크게 증가하게 된다. 이와 같은 도시화에 따른 수문사상의 변화를 열거하여 보면 다음과 같다.

① 도시화됨으로써 강우량이 증가하고 또한 강우강도가 커질 수 있다.

② 첨두 유출량(peak discharge)이 도시화 이전에 비하여 약 2~3 배로 증대하고 peak 도달시간이 크게 단축된다.

③ 도시화 전후의 유출계수가 크게 변화되며, 도시화전에 $f = 0.25 \sim 0.30$ 이던 값이 도시화 후에는 $f = 0.80 \sim 0.90$ 로 증대된다. 이것은 도시화 후에 지표면이 피복되어 불투수층이 많아지기 때문이다.

④ 도시화로 인하여 댐을 건설해서 저수지가 형성되었든지, 하천에 수중보(水中淤)를 만들어 유수를 저류(貯留)하여 두면 담수면적(湛水面積)이 증대되어 증발량이 많아지고, 안개의 발생빈도가 증대된다. 이것은 도시지역에서의 교통에 지장을 일으킬 수 있다.

⑤ 대기 중의 이산화황이나 이산화질소 성분이 부유분진으로 인하여 강우시 산성비가 오게 되며 생태계를 위협하게 된다.

2.1.1 도시화에 따른 하천 환경의 변화

(1) 건천화(乾川化)

도시화 현상은 불투수성 면적의 증가라는 상황과 직결되기 때문에, 수문학적인 면에서 기존의 지하수량에 보충되는 수량의 감소라는 문제를 야기시킨다. 따라서, 강수사상이 발생되면 단기간 내에 모든 수량이 유출되어 버리고, 비가 오지 않는 기간에는 지하수량이 부족하기 때문에 하천이 고갈되는 현상이 발생된다. 건천화 현상은 수질 오염의 문제와도 직결된다. 이러한 건천화 현상은 대도시 관내 대부분의 소하천에서 상존하게 되었으며, 이를 해결하기 위해서는 지하 수자원량의 함양이 필요하고, 때에 따라서는 인공적인 저류시설을 상류에 설치하여 인위적으로 하천에 흐르는 유량을 조절할 필요가 있다.

(2) 수계의 변화

도시화는 필연적으로 택지조성이 수반되는데, 이는 인공적인 지형변화를 의미한다. 지형변화는 수문환경(水文環境)에도 큰 영향을 미치게 되므로, 수계와 하도에 많은 변화를 일으키게 된다. 개발지역 내에서의 수계뿐만 아니라 하류쪽의 하천지형 역시 변화되며, 이에 따라 제 2~3차 지형변화가 계속해서 발생하게 된다. 또한, 도시화는 하천수계의 패턴을 크게 변화시키게 된다. 도시화가 시작되면 일부의 하천수로는 매립되며, 반면에 인공적인 배수구가 종적·횡적으로 생겨나게 되므로 수계의 밀도가 증가하게 된다. 따라서, 불투수성 wlvuais적의 분포만큼이나 수계망, 우수 배수구의 배치가 도시수문 현상의 중요한 요인이 된다.

(3) 유량변화

앞에서도 언급하였듯이 도시화는 불투수성 면적의 증가를 의미한다. 따라서, 과거에 비해 같은 강도와 양의 강수량에도 유출량이 증가하기 때문에, 도시화가 진행됨에 따라 유출량이 증가하게 된다. 그러므로 하수관거의 소통능력을 나타내는 관거의 용량 또한 도시화에 의해 증가되어야 하지만, 한 번 시공되면 재시공하기 어렵기 때문에 이를 철저히 고려하여 계획·시공되어야 할 것이다.

(4) 지하수고갈

최근 들어 음용수로서의 상수도 기능은 점차 줄어들고, 순수한 무에 대한 욕구가 증가되고 있다. 이에 따라 생수라는 인식을 가지고 지하 대수층으로부터 많은 물을 양수하여 사용하고 있는 추세이다. 더군다나 일부 공장에서는 지하수를 이용, 공업 용수화하고 있는 추세이다. 그러나 지하 수자원량 역시 한정되어 있어 무분별한 지하수량의 남용은 결국 하천으로 유입되는 수량을 줄이고, 지하 대수층 주변의 지반을 취약하게 만들게 된다. 또한, 세제나 공업폐수를 처리하기 위해 남의 눈을 피해 지하로 매립 또는 방류시키는 행위는, 인근 주변뿐만 아니라 상상할 수 없을 정도로 먼 지역의 지하수 자원까지도 오염시킨다.

2.1.2 도시화에 따른 수자원과 물 환경의 변화

	주요사항	도시 중심부	도시 주변부
수 자 원	수원함양	·투수성 투지이용의 감소 ·지하수 양수로 인한 지하수위 저하 ·지하도의 증가로 인한 수맥의 차단	·농지의 택지화에 따른 보수력 저하 ·삼림벌채에 따른 보수력, 함양력 저하
	물수요 및 물이용	·생활수준 향상에 따른 무사용 증가 ·첨두 급수량의 증대와 부하율 증대 ·인구증가에 따른 급수량의 증대 ·무효수량(누수, 공공용수)의 증대	·우물에서 수도로 변경되어 급수량 증대 ·생활수준 향상에 의한 물사용 증가 ·인구증가에 의한 급수량 증가 ·공장건설에 따른 공업용수의 증대
	수원 및 수원 개발	·얕은 우물의 고갈 ·깊은 우물 개발경쟁 심화 ·양적, 질적으로 부적합한 수원의 변경 ·해수호의 담수효과(淡水效果) ·하구에서의 물이용	·우물사용의 감소 ·표류수원위 변경, 이전 ·일시 저류지의감소 ·지하수의 발굴함양 ·댐 개발지의 부족 ·지하 저수지의 건설
	갈수 및 물부족	·여름철 급수량의 부족 ·수요와 공급의 불균형 ·부하율의 상승에 따른 여유수량 부족	·갈수기의 물부족 현상 ·수리권 다툼 ·표류수원에서의 증가 ·공업용수의 부족
물 환 경	토지 이용	·택지 및 도로의 증가 ·녹지와 빈터의 감소 ·매립지의 증가 ·불투수성 면적의 증가	·논림용지의 감소 ·택지 및 도로의 증가 ·불투수성 지표의 증가
	물 언저리 환경	·물 언저리의 감소, 소멸 ·환경용수 부족 ·하천의 매립 ·부유물의 증가	·저류면적의 감소 ·수질의 악화, 악취 ·세제사용에 따른 기포 ·레크리에이션 공간의 감소
	수해	·투수기능의 약화 ·지반침하 ·내수피해(內水被害)격증	·함류점에서의 감소 ·개발지에서의 침수 ·유수기능 저하에 따른 침수증가
	수질	·도시하천의 오타 ·지하수 오염	·호소의 부영양화 ·스질악화(지하수, 호수)
	시설 경비	·종말 처리장 적지 부족 ·배수 펌프장의 적지 부족 ·제방확장 곤란	·생활 잡배수의 미처리

2.1.3 하천환경의 변화

도시하천은 치수 및 토지이용상 하도(河道)의 직강화(直江化), 3면의 콘크리트로의 조성 등이 일반화되어 있다. 따라서 하천경관은 자연 생태와 완전히 차단 되어 있다. 우리나라의 공업단지의 대부분은 내수면(內水面) 대도시에 집중 조성되었다. 이 때문에 하천으로부터 용수 공급체계는 원활하였으나 반대로 하천환경은 오염무하량의 급증으로 급격히 악화되었다. 이대로의 내수면 산업개발이 추진될 때는 하천 환경 유지관리에 많은 논의라 있어야한다. 근년의 고도 정보화 시대로 되면서 하천변의 대규모 부지를 갖는 공장이 도시 내에 존치해야 할 필요성은 점점 없어지고 업무용 빌딩이나 주택지로 전환되며 수변공간(waterfront)개발 붐이 일어나고 있다. 이와 같은 업무용 빌딩이나 고층주택(아파트)이 강변에 입지하게 되면 하천경관과 개방공간을 즐길 수 있는 매력을 갖고 있다.

따라서 하천경관에 대한 연구로 수변공간의 공원설계 등은 토지의 중요한 판매 수단이 될 수도 있다. 이와 같이 도시의 하천기능은 시대에 따라 변화하고 하천경관도 시대와 떨어져서 존재할 수 없고 시대가 변하면 하천도 변한다.

앞으로 하천경관설계는 시대의 변화에 따라 단순히 따라가는 것 보다는 시대의 변화를 예측하고 장래의 하천경관의 잠재력을 고려한 계획화(計劃化)가 필요하다.

2. 2 하천환경관리

2.2.1 하천환경관리의 개념과 이념

(1) 개념

하천환경은 유수기능인 이·치수기능과 함께 하천자연 생태보전기능, 친수기능 및 공간과 경관기능 등의 하천제반기능을 극대화시키고 그

역기능을 최소화하기 위한 조직적인 제반활동이다.

(2) 이념

하천관리는 이·치수관리와 함께 「국민생활에 적합한 하천환경이 보전 및 창조, 장기적, 광역적 포괄적인 하천 환경관리 및 지역에 맞는 전체적인 하천관리」 등 궁극적인 목적을 가지고 시행되어야 한다. 또한 수자원에 상호 조화가 필요하며 하천과 주변이 존재하는 자연 생태환경을 보전하면서 하천 공간과 경관을 효율적으로 관리할 수 있어야 한다.

2.2.2 하천환경관리 계획의 기본사항

하천환경관리계획 수립방침을 기준으로 하천환경의 보전 및 개선에 관계되는 시책을 종합적이고 계획적으로 실시하기 위하여 기본계획을 수립한다.

① 수환경관리에 대한 기본구상

하천 내의 수자원 취·배수현황, 수리 및 수질자정 특성, 토지이용 및 장래용수전망 등에 관계되는 수자원 관리목표와 수환경관리에 대한 기본방침을 포함한 종합적인 수 환경관리에 대한 기본 구상을 계획한다.

② 수자원 감시계획

유역의 강수량, 하천 수위, 유량, 수질 등을 관측하고 감시하는 체계를 정비하고 이상갈수(異常渴水)나 수질사고에 대비를 위한 각종 연락 체계를 구성하여 사고대책에 대하여 계획을 수립한다.

③ 하천관리 시설의 관리계획

주요 기준점에서 기준유량 및 수질, 댐, 방수로 등의 운영 조작 규칙에 관한 기본사항을 포함한 하천 관리시설의 관리계획을 수립한다.

④ 허가공작물의 관리계획

수환경보전을 위하여 취배수시설, 수면이용시설 등의 설치위치, 허가공작물설치로 인한 홍수소토단면적의 축소 억제, 수질오염사고 발생시

취배수를 규제하는 것 등 시설관리자에 대한 감독과 지도방침을 수립한다.

⑤ 수환경개선을 위한 사업계획의 기본방향

하천유지 유량확보, 정화용수의 도수 및 준설, 산화 등, 수질정화 등에 관한 사업계획에 대하여 기본방향을 정한다.

⑥ 하천공간의 적절한 보전과 이용에 관한 기본구상

하천공간 정비의 구역관리에 관한 기본방침을 포함한 하천주변의 자연환경과 사회·인문 환경 등을 근거로 하천 공간을 적정하게 보전하고 이용할 수 있는 기본구상을 정한다.

⑦ 하천공간 정비를 위한 사업계획의 기본방향

하도정비 및 댐, 저수지 주변 환경정비를 위한 사업계획의 기본방향을 명확히 정한다.

2.2.3 하천기능의 관리

하천의 기능에는 크게 유수기능(流水機能)과 친수기능(親水機能)으로 분류되며, 자연 순환 및 목적별 기능으로는 치수(治水)기능, 이수(利水)기능, 환경(環境)기능, 경관(京觀)기능, 공간(空間)기능 등이 있다.

2. 3 도시하천 수질보전 및 가능 복원

우리는 하천이 갖는 자연적인 환경보전, 하천과 그 주변의 사회적 환경의 유지개선 및 흐름의 수질보전과 개선을 희망하게 된다. 특히 풍요롭고 정서적인 사회로 유지발전을 시켜가려면 환경보전의 중요성은 매우 크게 여겨진다.

2.3.1 하천수질보전 및 개선

(1) 오염원 차단

도시하천이나 댐 또는 상수원 상류부에서의 오염원의 차단은 수질 보전의 근본적인 대책이다. 우수와 오수를 완전 분리 배수하고, 오수는 전부 찻집관로를 통하여 하류단의 하수종말처리장에서 목적처리되어 하천으로 방류하는 체계를 갖추어야 한다.

(2) 오니의 준설

수질오탁이 심한 하천이나 호소의 밑바닥에 가정오수, 공장폐수에 의한 유기성 퇴적물질이 침전하게 되며 때로는 미량유독물질도 함유되며 인체나 생물에 유해하다. 이와같은 퇴적오염물질을 준설하여 환경을 개선한다.

(3) 수질보전수로

하천으로 유입되지 않거나 오탁수를 유입시키지 않코자 할 때 별도로 수질보전수로(水質保全水路)를 건설하여 하천의 수질보전을 하는 방법이다. 즉, 하천수와 오탁수를 분리하기 위한 것과 하천수가 오염원에 접촉해서 오염시키는 것을 방지하기 위한 목적이 있다.

(4) 정화법 및 오염부하량 감소

하천에서 수질정화 대책은 치수 및 이수 계획과는 달리 하천유역에 갖고 있는 특성상 시설부지의 제한성과 홍수방어 등의 문제해결 때문에 주로 갈수기에 하천의 유지용수량 확보로 자정능력을 높일 수 있도록 시설대책을 수립한다.

(5) 하천유지 유량의 결정

전국 하천에 설정되고 있는 유지유량(維持流量)의 규모는 대단히 크게 확산되어 있으나, 그것들을 회귀분석(回歸分析)의 통계기법을 도입하여 공식화한 것이 다음 식과 같다.

$$Q_s = 0.0096A$$

Q_s : 유지유량(m^3/s), A : 유역면적(km^2)

이 유지유량은 유역면적 $100km^2$ 당 $0.69m^3/s$ 정도이며 10개년 최소갈수량을 상회

하고 거의 10개년 평균갈수량 정도로 나타나고 있다.

2.3.2 도시하천의 기능 복원

대도시의 대부분의 하천은 환경적 측면에서는 죽은 하천에 속한다. 이러한 하천의 기능 보원을 위해서는 몇가지 전제가 해결되어야 한다.

첫째, 수자원 관리 및 수도사업의 일원화가 시급히 해결되어야 한다. 오수량을 근원적으로 줄이는 방법은 사용수량을 줄이는 것이다. 때문에 수도수의 책임관리를 위해서는 현재 광역시 단위의 상수도본부는 수도본부로 통칭하고 상·중·하수도 업무를 책임관리 할 수 있어야 한다.

둘째, 하천 또는 흐름 메커니즘에 근거한 하천관리가 되어야 한다. 이것은 자연의 순리(順理)와 질서가 지켜져야 한다는 의미이다.

셋째, 방류수질기준(放流水質基準)의 재조정과 총량규제(總量規制)방식이 도입되어야 한다.

넷째, 하천 환경영향평가의 필요성

하천에 대한 개발, 각종 공사, 유지, 관리를 위해서는 사전 및 사후의 환경영향평가가 반드시 필요하다.

3. 도시하천의 복원

급격한 경제성장기 이전에는 생산 활동 등으로 배출되는 오염부하량은 자연의 환경용량을 초과하는 경우가 적어 깨끗한 호소수의 이용과 쾌적한 친수공간을 유지할 수 있었으나, 최근에는 도시화, 생활양식의 다양화, 공업화, 화학비료 사용의 증가, 육류소비증가에 따른 축산규모의 증대 등으로 유기물과 영양염류(질소, 인)를 다량 함유한 잡배수가 하천, 호소에 유입되어 수역의 생태계 균형이 파괴되고, 그로 인해 수질환경이 현저히 악화되고 있다. 따라서 훼손된 하천생태계를 복원하고, 국민의 깨끗한 환경을 추구하는 열망에 부응하기 위해서는 오염된 하천의 정화대책이 필요하다.

현재 우리나라 하천은 과거의 콘크리트 위주의 하천정비로 하천의 자정능력이 저하된 상태이며, 콘크리트 블록사면에 의한 하천 생태계 단절, 하천 직강화에 따른 하천단면의 단순화로 하천의 수질정화기능 약화, 고수부지 단면의 단순화로 생물다양성 결여 등의 문제점이 나타난다. 이에 따라 최근에는 자연형하천공법의 재해특성분석에 관한 연구(국립재해연구소, 2000.12), 자연형 소하천 정비공법 개발(국립재해연구소, 2001.12), 자연친화적 하천관리지침(건교부, 2002.01.24), 하천복원가이드라인(환경부, 2002.12)을 통해서 오염되고 훼손된 하천을 정비하고 복원하고 있다. 따라서, 인공습지에 관한 문헌조사를 통해 인공습지의 특성, 유지관리, 설계기법에 대해서 알아보고 자연형 하천정화사업에 인공습지를 도입하는 방안을 제안하고자 한다.

3.1 하천복원 개요

과밀 집중된 도시지역에서 하천은 도시지역에 남아있는 최후의 자연성역 (sanctuary) 이라고 할 수 있다. 하천은 수역(水域)과 육역(陸域), 그리고 공역(空域)이라는 3개의 서로 다른 세계가 접하는 장소이고, 또 넓게 이어진 개방경관으로 다양한 식생과 동물군집 등이 현존하는 곳이다. 즉, 하천은 생물군집이 가장 다양한 추이대(推移帶, ecotone)를 포

함하고 있어 하천내 생물서식지 제공, 수질자정기능, 자연 경관 창출 등의 환경기능을 가지고 있다. 이러한 다양한 환경이 잠재되어 있는 하천은 과거 치수목적의 직강화된 하천정비로 인해 하천 생태계의 서식 공간을 훼손시켜 왔고 어디에서나 쉽게 접할 수 있었던 자연하천을 이제는 찾아보기 힘들게 되었다. 이와 같이 자연 하천에 가깝게 하천의 환경 기능을 부분 또는 전체적으로 유지, 보전, 복원 또는 창출하면서 치수와 이수를 고려한 하천의 공학적 기능을 개선하는 것을 자연 친화적 하천정비라고 할 수 있다.

따라서 자연친화적 하천정비의 목표는 과거에 존재했던 실제 자연하천 하천 본래의 기능과 역할을 충분히 고려하여 앞으로 자연 하천에 가깝게 계획/설계/시공/감리, 모니터링을 충실하게 시행하는 것이라 할 수 있다.

3.2 국내, 외 하천복원 현황

3.2.1 국내 하천복원 및 보전사례

자연형 하천정화사업은 1970년대 독일에서 근자연형 하천공법에 그 기초를 두고 있다. 독일의 근자연형 하천공법은 그후 1980년대 일본의 다자연형 하천공법으로 발전하고, 1990년대에 미국에서는 하천복원공법(Stream Restoration Technique)이라는 이름으로 자연형 하천공법을 정립한 바 있다. 국내의 경우 건교부와 한국 건설기술 연구원에서 수행된 자연형 하천공법의 기초라 할 수 있는 "하천환경 기초조사"가 1991년부터 1996년까지 시행되었고, 1996년부터 환경부 G-7과제로서 "국내여건에 맞는 자연형하천공법의 하천경관 생태의 연속성이 높은 하천(A)과 낮은 하천(B) 하천 연속체 개념(Vannote, 1980)개발"을 연구하는 등 1990년대 들어 자연형 하천 계획과 공법에 대한 연구가 본격적으로 시작되었다. 실제 공법을 적용한 것은 수원천 옛모습 찾기 사업으로 우리나라에서 가장 먼저 하천의 환경적 기능을 목표로 실시한 사업이었고, 1995년에 시작된 양재천, 1997년 오산천, 1999년 경안천, 2000년 경천, 안양천,

2001년 학의천 등 사업 시행이 완료 되었거나 공사 중에 있다. 또한, 중랑천(2004, 설계 중), 함평천(2004, 계획 중), 두계천(2004, 계획 중) 등 하천 본래의 모습을 되찾기 위한 자연형 하천 조성사업이 활발히 진행되고 있다.

다음은 기 시행된 국내 자연형 하천 정비 가운데 오산천, 경안천, 경천, 양재천, 학의천과 하천환경관리계획 수립 중인 함평천에 대한 사례를 소개하고자 한다.

a) 오산천

경기도 용인시, 평택시, 오산시, 화성시에 걸쳐있는 오산천은 유역면적 152.83km², 유로연장 29.50km에 달한다. 오산천 자연형 하천정비사업은 용인시 기흥저수지에 하류부터 화성시의 진위천 합류지점까지 이다.

b) 경안천

경안천은 유역면적이 575.3km²(하구)로 유로연장 49.3km(하구), 26.80km(국가하천 시점부)이다. 하천환경 정비사업이 실시되는 구간은 국가하천 구간으로 경기도 광주군 오폐면과 용인시 모현면 경계에서부터 경기도 광주군 퇴촌면 분원리 팔당호 합류점까지 이다.

c) 경천

경천은 섬진강의 지류로 유역면적 134.56km², 유역연 20.53km인 지방2급 하천이며, 자연형 하천정비사업은 전라북도 순창군 순창읍 순화리에서부터 남계리 지내 구간에 걸쳐 시행되었다.

d) 함평천

함평천은 2004년 현재 하천환경관리계획 수립 중에 있는 하천으로 유역면적 196.4km², 유로연장 28.8km에 달하며 전라남도 함평군에 위치한 국가하천 및 지방2급 하천(총연장 22.4km)에 걸쳐 계획중이다. 주요 자연형 하천정비 계획으로 비오톱, 생태학습장, 생태습지, 밀원식물원, 구하도 복원, 실개천 등이 계획되어 있다.

e) 양재천(양재동 구간)

양재천은 과천 청계산에서 발원하는 탄천의 지류로서 총 하천연장은 약 15.6km, 총 유역면적 56.8km²이며 자연형 하천정비사업은 서울시 강남구 양재천 영동2교에서 부터 탄천합류부 구간으로 사업연장은 3.5km이다.

3.2.2 국외 하천복원 및 보전사례

a) 독일

① 하천복원운동(Action Blau) ; 푸른운동

'푸른운동'은 독일 라인란트/팔츠주(州)의 환경/산림부의 운동 프로그램으로서, 주된 목표는 자연에 근접한 하천의 상태를 복구하는 데에 있으며, 하천만을 다루는 것이 아니라 항상 하천의 주위환경까지도 다루며, 하천과 하천변은 인간에게 특별한 생태학적인 의미를 지니고 있다고 여김으로써 물과 초지가 사람들에게 생태학적으로 유익한 특수한 작용을 다시 할 수 있도록 하고자 한 운동이다. 이 운동에서는 주 정부와 군 및 지역 자치체들의 모든 활동, 그리고 하천(물)의 복구에 관심을 갖고 있는 모든 시민들의 활동을 포괄함으로써 자연형으로의 하천복원을 촉진토록 하였다.

② 근자연형 하천공법(Naturnher Wasserbau)

근자연형 하천공법은 하천생태계의 자정능력을 복구하고 하천생태계의 복원을 목적으로 하천유역 전체를 대상으로 하는 정비공사 및 유지관리를 위한 토목공법을 총칭하는 것으로, 기본적인 개념은 다음과 같다.

- 하천의 직선화 배제, 자연적 형태 최대한 고려, 우수지 및 홍수지 적절 배분 및 도시 중소하천의 자연복원사업은 하천을 중심으로 한 도시의 종합적 자연복원사업이 되도록 추진하고, 하상의 변화에 관련한 충분한

자료를 확보하기 위한 기초사업을 실시하여 장래 하상변화를 예측함으로써 자연적 하상의 복원이 되도록 함.

- 투입재료는 가급적 자연재료를 사용하며, 고수부지 등 하천내 형성된 각 형태물을 치수기능과 적절한 조정을 통해 자연생태계를 배려하고, 수변공간의 보전 및 이용에 관한 합리적 계획을 도출.

③ 독일의 자연형 하천정비 사례

- 대상천 : 독일의 Baden주 'Enz 강'

- 원리 및 내용: 직강화된 Enz강을 인공적으로 사행화하기 위하여 Karlsruhe 공대에서 수리/수문/생태학적 연구결과에 의하여 저수로, 경사면, 주변에까지 다양한 모형을 사용하여 하천의 자연성을 회복함.

b) 스위스

① 스위스의 하천정비의 기본개념

스위스는 자연에 가까운 도시 소하천 조성을 위해 자연석과 들풀, 야생화 등을 심고, 소하천을 따라 숲을 조성하며, 산과 도심을 연결하는 길을 만들어 휴식공간을 조성하고, 또한 하천주변에 소규모 하천 처리장을 많이 건설하여 하천의 건천화를 방지하고, 상류의 깨끗한 물을 직접 흐르게 하여 하천수질을 개선하는 것 등이다.

② 스위스의 하천정비 사례

스위스에서는 직선화된 하천과 복개된 소하천을 본래 상태로 되돌리기 위한 많은 실험을 수행하였는데, 쥐리히주에서는 1985년부터 지금까지 20여 개 이상의 크고 작은 프로젝트가 성공적으로 실현되었고, 이들 하천 프로젝트에서 다양한 경험을 얻어 계획과정의 철저한 검토와 하천보호의 미학적 관점, 자연에의 근접성, 안전성 그리고 기술적 요소들을 제반 고려하여 자연형 하천정화업을 추진하고 있다.

c) 오스트리아

잘스부르크市에는 소하천인 Alterbach강이 시내를 관류하고 있으며, 이 하천은 1940년대 나찌시대에 하천의 이치수기능을 위해 정비되었다. 그러나 1980년대 후반들어 지역 주민들의 하천복원에 대한 욕구를 만족시켜 주기 위해서 치수기능 유지와 생태 서식처의 개선을 목표로 하천복원 사업을 시작하였다. 이 사업에 의해 100년 빈도의 홍수에 견디어냄과 동시에 자연에 가까운 서식처 조건이 달성된 것으로 나타났다.

① 구체적인 Alterbach강 복원대책

- 하천의 만곡을 살리기 위해 가능한 주변 토지 구입
- 종단변화와 하폭의 변화
- 얕은 구역을 만들기 위해 하폭의 확대
- 수심변화의 조정
- 깊게 놓인 안정공(安定工, Stabilization Elements)을 이용한 하도형태의 자동조절
- 초기 식생과 물가 그늘의 조성
- 강턱(급함과 완만함) 및 하상의 변화(교란요소의 조성)
- 하수의 경감 및 위락기능, 자전거, 출구 등의 조성

② 복원에 대한 평가

Alterbach강 복원사업은 자연에 가까운 하천형태의 조성으로 생태계 기능을 회복하고 동시에 친수성을 증진시켰다는 점에서 긍정적으로 평가되고 있다. 비록 하천변 도로, 자전거도로, 건물, 기타 기존의 시설에 의해 완전한 하천복원이 되지 못하였지만 자연형 하천공법의 적용으로 서식처 가용성과 수중 유기체는 분명히 개선된 것으로 나타났다.



복원전

복원후

<그림 1. Alterbach강의 복원전후>

d) 영국

① 영국의 자연형 하천정비의 기본개념 : 자연형 하천 종합정비, 치수 및 이수기능 증진과 함께 하천 환경기능, 특히 생태계 요소를 종합적으로 적극 배려

② 영국의 자연형 하천종합정비 내용

<하도내 자연형 하천정비공법>

부분준설(Partial Dredging/Desilting)>

하상굴삭(Deepening Channels with or without some Widening) 홍수 소통에 반드시 필요한 곳에 자연생태계 및 경관을 고려하여 적용.

협수로 조성(Narrowing Channels)

하상을 준설하여 수변에 성토하여 협수로를 만들거나 하도내 하중도를 조성하여 하천의 흐름을 빠르게 함.

사주(砂州, Shoals)

평균 하상경사보다 윗부분에 위치한 퇴적지역을 말하는 것으로 첩수로 또는 협수로 조성과정에서 만들어지기도 함.(하중도와 소(Pools) 등)
여울, 소, 기저층 보전 및 복원

<저수로 호안 공법>

수제의 보전 및 창출(Retention and Creation of Margins)

수제(Margins)는 수면과 제방의 경계부분으로써 이는 수변의 생태계 뿐만 아니라 어류 및 경관에도 매우 중요하므로 준설시 및 제방 축조시 수제를 최대한 보전하거나 조성.

샛강 및 얇은 만 조성(Backwaters and Bays)

홍수시 임시 홍수소통 및 저류에 도움이 될 뿐만 아니라 홍수 및 물오염 사 고시 어류의 피난처가 되며, 다양한 생태계 서식환경을 조성.

복단면 조성(Multi-stage Channels)

자연에 가까운 하천 복단면으로 하천을 정비할 때 저수로에 있어 직선화가 아닌 굴곡성을 반영하면서 구간마다 다양한 복단면의 형태를 취함.

만곡부의 정비(Bend Reprofiling)

자연상태를 최대한 유지하거나 창출하면서 제한적으로 추진.

<하천구조물(Construction Works)>

하도 재선형(Realignment)

정비될 하도의 변화를 충분히 검토.

원하도의 평형하상을 가급적 유지하고 자연하도 형태를 유지

재선형된 하도에 성급히 식생하지 않고 자연식생 유도

침식에 취약한 부분은 호안보강을 하되 가급적 자연재를 사용.

자갈 및 모래가 씻겨 내려가는 것을 방지하기 위해 국부적으로 하상을 높이되, 하상이 안정된 곳은 여울이 되므로 그대로 둠.

우회수로 조성(By-passes)

홍수의 일부를 소통

우회수로 분기점에 하상경사의 변화로 발생하는 낙차에 의한 에너지를 조절 할 수 있는 보 등 구조물의 설치 필요.

가능한 본류의 분기점에서 합류점까지 최단수로가 되도록 함.

유속을 줄일 수 있는 적절한 단면이 되도록 하면서 하상경사를 조절

우회수로에 의해 조성된 부지의 활용, 관리 등 최적방안 도출.

비홍수기에도 자연생태계를 고려하여 습윤상태가 되도록 함.

e) 미국

① 하천복원 설계의 기본개념

- 하천 경사를 바꾸거나 만곡도를 늘리는 대형 토목사업 지양

- 기존의 수제를 활용 및 연장하여 여울과 소를 조성하되, 흐름 방향과 반대방향으로 교대로 경사지게 설치

- 수제의 연장에 의한 맞은 편 강터의 불안정을 막기 위해 강터 밑에 사석 호안 시공

- 호안 주위와 사주(Sand Bars)에 토종 버드나무(Salix) 삼목

※ 길이가 연장된 수제는 최심선의 만곡을 유도하며, 수제 뒤로 소(沼)를 형성한다. 물가 식생은 수중에 유기물 공급과 그늘을 만들어 준다는 점에서 중요하며, 하도내 식생은 유사의 퇴적을 유발하여 다른 식생의 자연 활착을 도와준다. 물가 식생 활착을 위해 총 3,445개의 휴면 버드나무 삼목을 심었다.

② 모니터링 결과

- 종의 수와 물고기의 평균길이는 약 50% 증가

- 채집된 물고기의 수는 3배 증가,

- 세굴공의 깊이는 32cm에서 84cm로 증가

- 버드나무 싹은 1년 이내 강바닥에서 높이 2cm 정도까지 자라고, 물가

는 진한 숲으로 변화

- 강턱 밑 사석과 버드나무는 강턱 침식에 잘 저항
- 모니터링 기간중 홍수에 의한 하천 단면변화 없음

f) 일본

① 다자연형 하천정화사업

유럽의 근자연형 하천정화사업의 효과가 입증됨에 따라 일본에서는 '청류 르네상스21' 프로젝트이 일환으로 다자연형 하천정화사업이라는 용어로 그 기술을 도입/추진하였으며, 이는 하천이 본래 가지고 있는 생물의 양호한 생육환경을 배려함과 아울러 아름다운 자연경관을 보전 및 창출하는 하천정비라 정의한다. 즉 다자연형 하천정화는 치수기능의 정비를 중심으로 해서 풍요로운 자연과 하천경관의 보전, 재생 및 창출을 위한 다양하고 풍요로운 자연환경조건의 창출을 기본이념으로 하고 있다.

② 다자연형 하천정화사업의 적용 사례

매전천 주변의 풍부한 생태계와 조화되는 하천 조성

- 단차 1m의 낙차공을 경사식으로 조성
- 평상시 수심저하를 방지하는 저수지로 설치

지별천 연어 등 회유성 어류의 이동 고려와 경관조성

- 회유성 어종의 서식처 제공과 이동을 위해 하천전부를 계단식
- 어도로 조성하고, 각 단의 못에는 여울이 형성되는 구조

소전천 고풍 민속의 보존

이따찌천 하천의 사행화 특성 재현, 여울과 소의 형성

- 하천 하도 중앙부를 계획 하상고 보다 0.3m 복토
- 저수로를 자연하천과 같은 유로로 조성(사행, 언, 주 조성)

인정천 계단식 어도의 개수

- 비효율적인 계단식 어도 철거
- 여울과 같은 형태로 하천 전면에 어도 설치

일판천 반딧불 등 곤충류의 서식환경 제공

- 유속을 30cm/sec 이하로 억제
 - 하도 사행화, 강주변 초지화, 그늘조성 및 곤충류 서식처 제공
- 목회천 잠자리가 살수 있는 공간 제공
- 잠자리 서식을 고려한 5,000톤 용량의 인공호수 조성
- 다다치천 자연 체험학습장 조성
- 강 주변의 본래 경관 유지
 - 하천 독의 법면부는 갈대 등으로 보전

3.3 하천복원기술

현재 하천특성에 맞는 다양한 자연형 하천정화사업을 끊임없이 연구개발 및 추진하고 있으며, 우리나라에서도 기존의 치수, 통수개념을 만족하면서 생물과 사람들에게 친숙한 공간이 되고 풍부한 수량의 깨끗한 물이 흐르는 자연스런 모습의 바람직한 하천을 가꾸기 위한 시대적인 요구에 부응하고자 정부 및 기업을 중심으로 많은 노력이 이루어지고 있다.

3.3.1 기본적인 기술

① 저수로 정비 및 저수호안

- 저수로 정비 : 저수로의 법선은 단조로운 제방선형을 그대로 따르는 것을 지양하여 완만한 선행으로 사행시켜 최대한 자연흐름에 가깝도록 계획
- 계획하도의 안정성 검토 : 하상세굴에 의한 유실방지를 위해 소류력 산정후 사석규모 결정
- 저수호안 : 저수로의 비탈면 및 비탈끝을 수류에 의한 세굴로부터 방지하기 위하여 기존의 콘크리트 블록을 철거한 후 자연석 및 자연형 재료를 이용하여 시공(비탈머리 보호공 : 자연석 호안공법 및 Stone Net 호안공법)하여, 자연친화적인 호안으로 계획.

② 징검여울 및 소

- 하도내에서 여울과 징검다리 기능을 겸할 수 있는 징검여울 시공
- 징검여울의 경사는 상류측은 10%, 하류측은 5%구배를 주어 여울형성
- 둔치에서 징검다리로의 자연스런 접근을 위해 진입계단 설치
- 어류 수생생물의 서식처 제공 및 하천수내 용존산소량 증대기능 부여
- 하도내에서의 다양한 하천수 흐름 창출
- 주민들이 쉽게 물과 접할 수 있는 접근로를 제공하므로 친수환경 조성

③ 습 지

- 수질정화시설 하류부에 정화된 물을 이용한 습지를 조성하여 수질정화 효과를 학습할 수 있는 공간 조성
- 습지내에는 정화기능이 있는 다년생 수생식물을 식재
- 일정량의 수량확보를 위해 수질정화시설 방류구에서 펌프로 송수
- 습지내에는 꽃창포, 부들 등을 식재하여 수질정화기능을 부여

④ 식생군락

- 둔치에 다년생 식물을 식재하여 하천을 이용하는 시민을 위한 자연학습 및 생태관찰의 장소를 제공하고, 선정수종은 천변에 자생하는 식물종이면서, 수급이 가능하고 자연형 하천공법을 지원하는 식물종으로 계획.
- 둔치에 저목성 식물을 식재하므로 수변부를 생태적 추이대로 조성하여 천변 초지를 서식공간으로 하는 생물종 서식처를 형성토록 계획
- 억새, 갯버들, 수크령 등 식물군락을 조성하여 생태학습 및 자연학습 장으로의 기능을 부여

3.3.2 자갈접촉산화공법

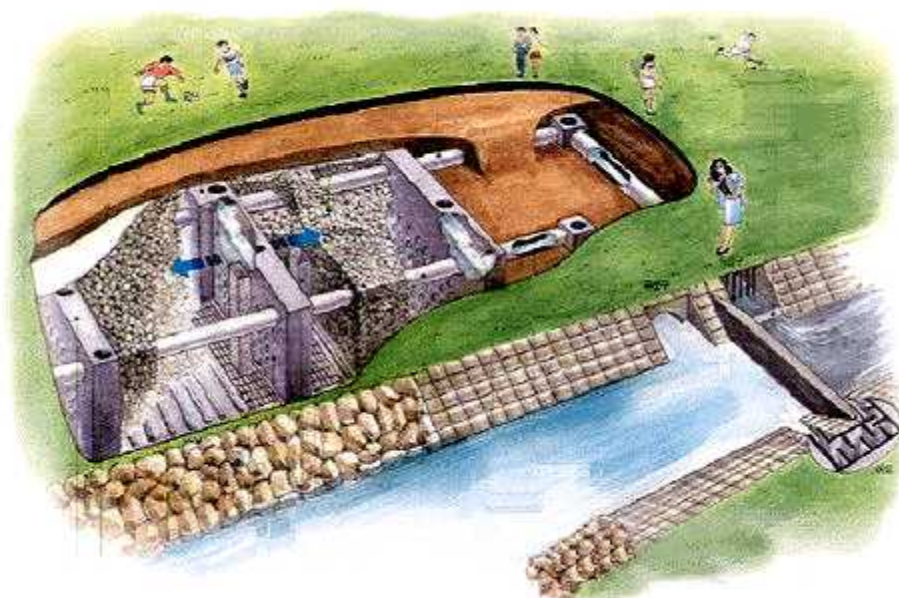
① 정화 원리

자연상태의 하천에서 일어나는 침전, 흡착, 산화분해 등의 자정작용을 인위적으로 극대화시켜 오염된 하천수를 정화



<그림 2. 자갈접촉산화공법의 정화원리>

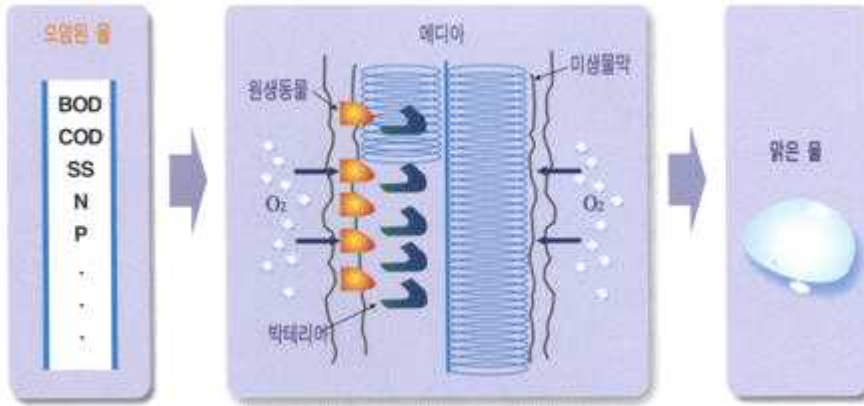
- 시설의 장점 : 하천 유희지를 이용하고, 시설의 상부를 체육공원 및 자연학습장화
- 처리효율 : BOD 65~85%, SS 70~90%
- 주요 적용사례 : 안양 학의천, 서울 양재천, 창원 가음정천/토월천 등



<그림 3. 자갈접촉산화시설 조감도>

3.3.3 끈상접촉산화공법

① 정화 원리



<그림 4. 끈상접촉산화공법의 정화원리>

끈상접촉산화공법은 자연상태의 수계에서 자정정화에 관여하는 미생물을 단위부피 또는 단위면적당 비표면적이 높은 매디아에 미생물을 대량으로 부착성장시켜 매디아의 관성충돌, 차단, 여과 등의 물리적 작용과 미생물에 의한 흡착, 분해, 증식, 산화 등의 생화학적 작용이 복합적으로 작용케 하여 수중의 오염물질을 삭감하는 고효율의 오염하천 직접정화기술이다.

② 공법의 특징

- 매디아의 넓은 비표면적과 높은 공극률로 다량의 미생물 부착성장
- 끈상접촉여재는 수직으로 일정한 간격을 유지하도록 설치하므로 슬러지 침적 및 폐색과 부패현상이 없음
- 다른시설에 비하여 규모가 작고 공정이 단순하여 경제적임.
- 처리시설 상부를 공원화 할 수 있음.

③ 처리효율 : BOD 60~80%, SS 70~85%

④ 주요 적용사례 : 경안천, 덕소천, 당정천, 산본천, 안양천 등.



<그림 5. 끈상점축산화공법 조감도>

3.3.4 STORMSYS(StormwaterTreatment System)를 이용한 비점오염원의 관리(국산 환경신기술)

① 기술개요

- 초기 강우유출수를 침전,여과,흡착등의 오염물질 제거기작에 의해 정화배출
- 수변구역 내지 주변지역의 고속도로, 일반도로 및 주차장 등으로부터 유입되는 초기강우시의 오염물질 유입을 최대한 억제하기 위한 환경신기술 인증 장치형 비점오염물질 처리시설
- 오염물질의 하천, 호소로의 직유입을 최대한 저감할 수 있는 장치

② STORMSYS 특징 및 장점

- 비점오염물질중에서도 초기강우에 포함된 오염물질만을 처리

- 설치대상 배수면적에 따라 그 형태가 가변적임.
- 강우유출량을 기준으로 설계되어 처리가능한 면적은 가변적임
- 미디어 충전층 상부 식재식물은 미디어의 수명 및 효율을 배가함
- 자연유하식 흐름으로 설계된 무인, 무동력의 소규모 처리장치임.

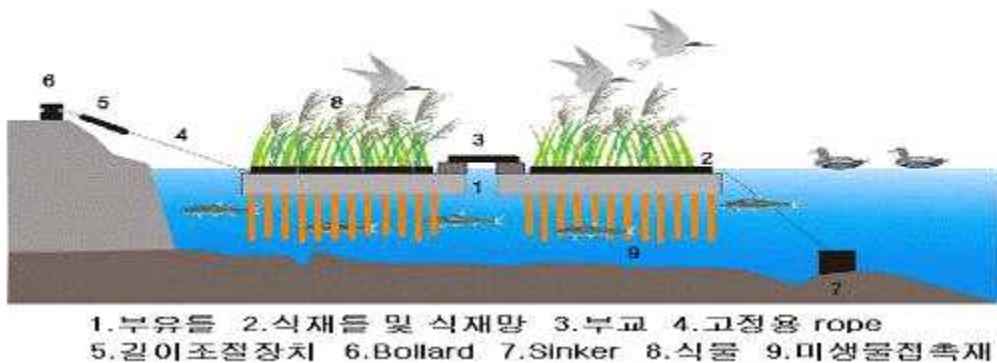
③ 처리효율 : 오염물질 전 항목에 대해 80~98% 제거가능

3.3.5 인공근을 부착한 수초재배섬

① 기술개요

기존의 식물만을 이용한 수초재배섬은 식물의 성장에 의한 영양염류 제거를 목적으로 하고 있기 때문에 식물이 자라지 못하는 겨울에는 수질정화의 효과가 없다. 특히 기존 수초재배섬은 영양염류이외에 뿌리에 미생물이 부착 성장하여 유기물을 제거할 수 있지만 그 양은 극히 미미한 것으로 판명되었는 바, 이러한 단점을 보완하기 위하여 식물이 식재된 수초재배섬의 하부에

수질정화용 여재로 사용되는 끈상미생물 접촉재를 부착하여 인공근으로서의 기능을 하도록 한 수질정화작용을 고려한 신개념 수초재배섬이다.



<그림 6. 인공근을 부착한 수초재배섬의 개념도>

② 기대효과

- 생태계 제어(동물플랑크톤의 서식처, 은신처 및 어류의 산란처를 제공)
- 식물에 의한 영양염류 제거 및 인공근(미생물접촉재)에 의한 수질정화
- 호소의 미적 경관을 향상시키고, 자연 생태공원의 조성으로 시민들의 친수공간, 자연학습장 및 휴식처를 제공한다.

3.3.6 조립식 아이스하바식 어도블럭(환경부 차세대 핵심과제)

① 기술개요

우리나라의 중소하천에 시공되고 있는 어도들은 설계가 미흡하고, 설계가 제대로 되었다고 하더라도 시공과정에서 정밀시공이 되지 않으므로 어도로서의 기능을 전혀 발휘하지 못하고 있는 실정이다. 본 조립식 아이스하바 어도블럭은 환경부에서 주관하고 있는 차세대 핵심기술 개발사업의 일환으로 "하천의 어도를 비롯한 생태통로 기술개발"이라는 프로젝트로 . 우리나라의 하천실정에 맞도록 연구사업을 통한 자체 기술에 의해 개발된 제품으로 실용신안 제0289882호에 등록되어 있으며 특허출원중이다. 현재 어도블럭으로 시판되고 있는 제품들은 대부분이 계단식 어도로서 일본의 기술을 여과없이 그대로 도입하여 제작되어지고 있다. 일본의 어도는 대부분 경제적인 어종으로서 은어를 대상으로 하고 있으며, 은어는 유영력 및 도약력이 뛰어나 타어종보다 높은 낙차와 빠른 유속에도 상류로 올라갈 수 있다. 그러한 은어를 대상으로 설계되고 제작되어진 어도블럭을 우리나라의 하천에 적용하는 것은 어도의 가장 핵심적인 기능이 배제된 것이라 할 수 있다. 즉 일본에서 도입되어 현재 시판되어지고 있는 어도들은 우리나라의 유영능력과 이용대상어종에 대한 고려가 이루어지지 않고 설계되어 유영능력의 좋은 은어와 같은 어종을 위한 어도로만 제한되고 있다.

따라서 어도를 통해 모든 어종이 이용하도록 어도를 설계하는 것은 상당히 어려운 일이나 본 아이스하바 어도는 다른 어도블럭과는 달리 피라미, 뱀장어, 밀어 등 모든 어종과 참계 등의 유영능력과 관계없이 모두 이용할 수 있도록 하기 위하여 물고기가 도약할 수 있는 충분한 수심과 도약거리를 제공하고 있으며, 수리실험을 통하여 도출된 결과로 어도의 경사

를 완만하게 하여 순환류의 발생 및 하류에서의 가속현상을 감소할 수 있는 구조로 설계되었다.

② 적용사례

- 탄천 고정보 어도설치공사(성남시,농업기반공사 농어촌연구원) : 탄천에 현재 설치되어 있는 저류보 중 일부에 어류나 참게 등 회유성생물이 이동할 수 있는 어도를 시범적으로 설치하여 수중생태계 회복과 더불어 탄천의 수질과 수중생태계 개선에 따른 시민의 환경개선 참여 도모 및 홍보

- 탐진댐 어도시설 설치공사(한국수자원공사,현대건설) : 탐진댐 건설과 관련한 탐진강의 어족보호방안 수립을 위하여 댐건설이 이루어지고 있는 지점의 하류지역에 위치하고 있는 어류의 댐상부로의 원활한 이동통로를 제공할 수 있는 기반시설조성과 댐 상,하류 및 유입부에 다양한 어종의 산란처 조성을 통하여 어족을 보호하고 친환경적인 댐건설이 이루어질수 있는 가장 효과적인 방안의 일환으로 조립식 아이스하바 어도블럭의 설치가 적용되었다.

4. 하천생태보전의 의미와 필요성

오늘날의 도시 생태계는 몇몇 남은 구릉성산지와 개발의 보상으로 조성되어진 공원이 전부라고 말할 수 있다. 생태계라고 하면 먼저 떠올리는 것이 녹지인데 현재 도시에 남아 있는 녹지는 대부분이 인위적으로 조성한 것이고 개발 전 자연녹지의 모습을 하고 있는 곳은 우리의 생활 공간과는 거리가 먼 도시의 외곽에 남아있다. 그나마도 유원지화되어 제대로 보전되고 있지 못한 실정이다. 그러면서 도시의 구조는 점점 인공화된 모습에서 첨단화된 구조로 가고 있다. 인간 척도를 무시한 엄청나게 큰 건물과 떨어진 낙엽하나도 자연으로 되돌릴 수 없는 구조 속에서 도시인들은 자연에 대한 향수에 젖어있다. 이러한 욕구를 충족하기 위해서 도시인들은 주말만 되면 교통전쟁을 치루고서라도 도시 근교의 산을 찾아 정신적인 재충전을 한다. 그러나 이러한 행태는 상업주의에 이용되면서 자연을 하나의 유희공간으로 전락시켜 그나마 남아 있는 자연녹지조차 생태적인 역할을 하지 못하고 있다. 원래의 자연녹지의 경우 도시개발로 인해 택지나 도로 등의 도시기본시설의 수요증가에 따른 개발압력에 대해 대항할 수 있는 근거를 잃어가고 있고 하천의 경우도 더 많은 개발압력으로 완전 복개나 반 복개의 형태로 도시화의 위기에 처해 있다.

4.1 하천복개의 문제점

날로 심각해지는 오염으로 악취가 심화되면서 복개의 요구가 늘어나고 있어 오늘날 대도시 주변에는 좀처럼 실개울을 찾아 보기 힘들다. 하천이 복개되면 그만큼 개발의 면적이 넓어지면서 빗물을 흘려보내는 데는 아무런 영향을 주지 않고 경제적인 이익을 얻을수 있기 때문에 이러한 요구는 점점증가하고 있는 실정이다. 그러나 하천 복개로 인한 도시의 문제는 세계의 여러 도시에서 경험했고 우리도 이러한 문제에 마주쳐 있다.

우리나라에서 복개가 시작된 것은 청개천에서였다. 도시의 규모가 늘어나

면서 인구가 증가하고 상수도의 보급은 물의 사용량을 기하급수적으로 늘려놓았다. 그러면서 공업상품을 사용하게 되면서 청개천은 썩어갔고 드디어는 악취로 사람이 지나칠 수 없는 지경에 이르렀다. 그래서 복개가 시작되었는데 청개천은 우리가 생각하고 있는 실개천에 비해 규모가 크다. 이렇게 규모가 큰 하천의 복개는 곧바로 도로라고 하는 용도로 사용할 수 있게 되면서 도시하천의 복개가 본격화 되었다. 그래서 도시인의 대부분은 하천이라고 하면 동네 어귀에 또는 산의 계곡에서 내려오는 조그만 개천 정도로 생각한다. 앞에서 말했듯이 하천이 도시개발로 인해 복개되어 도로나 주차장으로 사용되고 있기 때문에 도시한복판을 가로지르는 큰 개천을 찾아볼 수가 없게 되었기 때문이다. 그리고 도시외곽의 실개천은 그냥 방치되어 있어 주변 공장과 가정에서 나오는 하수와 쓰레기 투기 등으로 악취가 발생하고 있다. 이러한 하천의 모습을 보고 있는 우리는 하천하면 더러운 곳으로 인식하고 있다. 이 더러운 곳이 장마가 시작되어 물이 흐르기 시작하면 도시의 각종 쓰레기가 빠져나가는 통로의 역할을 한다. 실제로 장마가 끝난 후 도시의 하천은 1년 중 가장 깨끗한 모습을 하고 있다.

4.2 하천기능의 상실

이러한 하천에서는 하천의 기능이 상실되게 되고 시민들의 인식 속에서는 단지 배수공간으로 전락한다. 현대 도시의 홍수는 강수량이 많다는 근본적인 이유보다 배수할수 있는 용량에 비해 비가 더 많이 내릴 때 발생한다. 그래서 도시에서의 하천 문제는 보다 큰 관을 매설하고 복개된 하천의 내부가 제대로 정비만 된다면 아무런 문제가 없을 것으로 인식하게 되는 것이다. 그러나 자신이 살고 있는 지역에 대한 의식과 관련시켜 생각하면 복개공사로 얻어지는 공간확보와 보이지 않는 그 밑에서는 하천이 썩어가고 있다는 이중적인 현실을 모두 수용해야 한다는 것이다. 썩어가는 하천에서는 생물이 살 수 없다는 당연한 사실에서 인간의 삶의 기반이 자연임을 생각할 때 인간도 언젠가는 지구상에 존재할 수 없게 될 수 있다는 것이다.

인간이 건강한 삶을 영위하기 위해서는 자연과의 조화가 필요하다. 자연과의 조화된 삶이란 인간은 자연의 일부라고 인식하고 자연의 속성을 바르게 이해하고 그 속성에 순응하면서 살아가는 것을 의미한다. 그런 의미에서 자연보호는 어깨띠를 두르고 휴지나 줍는다고 되는 것이 아니다. 그것은 단지 청소한 것에 지나지 않는다. 다행히 90년대 들어서 환경문제가 전 지구적인 위기를 초래하면서 자연에 대한 인식이 바뀌기 시작했다. 이러한 인식은 하천 환경에도 영향을 미쳐 하천의 기본기능인 치수 및 이수기능은 물론 환경기능을 강화하는 요구가 나타나게 되었다. 이러한 요구는 하천환경을 자연형으로 돌리려는 노력으로 이어져 하천생태계를 복원하려하고 있으나 하천의 생태계복원은 단지 하천의 형태를 바꾼다고 해서 이룩되는 것은 아니다. 하천 수질을 회복하고 건천화 문제를 해결하기 위해서 유역에 산림을 보존하고 더 나아가 필요한 수림대를 형성하는 등 전반적인 생태계가 회복되어야 한다. 세계의 여러 도시들이 하천복개로 인한 도시하천문제를 해결하기 위해 제방을 뜯어내고 있다. 우리나라에서도 양재천의 일부 구간에서 자연형 하천으로 돌리기 위한 실험이 진행되고 있다. 이러한 시도는 하천의 본래 기능중에서 환경기능을 강화하기 위한 노력으로 앞으로의 하천문제 해결에 긍정적으로 작용할 수 있을 것으로 기대된다.

4.3 하천의 생태적 역할

하천의 기능을 기존에는 물을 이용하는 이수기능과 치수기능에만 치중해 왔다. 치수기능이란 말그대로 물을 다스린다는 뜻으로 하천에 물이 흐르게 함으로써 빗물을 배수시키고 생활하수를 배수시키며 지하수의 함양을 도와주는 등의 역할을 말한다. 그러나 현대의 도시에서는 하천의 환경기능, 즉 친수공간으로서의 시민이 이용할 수 있는 하천의 환경기능이 필요하다. 이러한 환경기능을 수행하기 위해서 하천은 수질 자정과 생태계 서식처 제공이라는 자연보전적인 기능을 가지고 있어야 한다.

도시의 녹지는 규모면에서 생태적인 역할을 수행하기 힘들다. 생태계에서 이루어지고 있는 먹이사슬을 유지하기 위해서라도 하천공간은 도시에서 필수적인 요소이다. 도시의 야생동물은 조류가 먹이사슬의 최종단계를 이루는데 이들이 먹이를 구하기 위한 생산자 역할을 담당하는 것이 하천생

물이다. 그리고 친수기능으로 수상위락, 정서함양 등 공원의 기능이 있다. 도심의 콘크리트 대형 건물들은 인간의 정서를 삭막하게 만든다. 이러한 환경속에서 살고 있는 도시인들은 자연에 대한 욕구가 증가한다. 이러한 욕구를 충족시키기 위해서는 시민이 직접 찾아가 만져보고 느낄수 있는 공원기능을 가지고 있어야 한다. 그리고 하천은 공간기능을 가지고 있는데 이는 공간이용, 피난, 통풍 및 채광 지리분할 등의 기능이다. 그래서 도시의 행정구역은 하천을 중심으로 분할된다. 그러나 하천이 복개된 상태에서는 복개도로가 그 분할선이 되는 경우가 많다. 그러나 도시하천은 이러한 기능을 담당하고 있지 못하다. 하천생태계를 구성하는 생태계와 이를 구성하기 위한 기초적인 생태계가 유지되고 있지 못하기 때문이다.

4.4 도시하천을 살리는 과제

기본적으로 하천 유지용수가 많으면 하천이 살수 있다는 것을 간접적으로 시사한다. 그래서 지천별 하천 유지용수 댐을 주장하는 사람도 있다. 물의 양과 질의 확보가 되지 않는 한 어떠한 방법도 도시하천을 살릴 수 없다. 지금 하천이 죽어가고 있다. 살아있는 하천이란 가재나 플라나리아가 산다고 해서 이룩되는 것이 아니다. 물론 그런 생물들이 다양하게 나타나고 이들의 유기적인 관계가 형성된다는 것은 생태계가 복원되었다고 말할 수 있다. 그러나 현재의 도시 특히 안산과 같은 계획도시의 하천지형을 살펴보면 대단위 아파트단지를 건설할 때 공사의 편의를 위해 지형을 평지화시키는 것이 문제이다.

일반적으로 토양을 물의 입장에서 설명할 때 스폰지라고 한다. 즉 토양은 물을 담아두는 매체로 생각해야 한다. 그런데 구릉성 산지를 불도저로 밀고 고층아파트를 건설한 지형이 나무 몇 그루를 심는다고해서 물을 확보할 수는 없을 것이다. 따라서 자연이 형성한 원래의 지형을 보존하는 상태에서 주거공간을 확보하는 것이 무엇보다 중요한 문제라고 생각된다. 또한 생태적인 측면에서 도시하천이란 생태계 복원과 관련하여 소생물권(Biotop)이라는 중요한 기능을 한다. 소생물권이란 작은 생물들이 살아가

는 공간으로 종다양성을 유지시켜주는 공간이기도 하다. 도시계획이 공학적인 측면에서 이루어지기 때문에 생태계가 많이 파괴된다. 이러한 생태계의 파괴는 도시라는 삶의 공간을 죽음의 도시로 바꿔버리는 결과를 초래한다. 물의 초점을 맞춰 생태계를 이야기 할 때 물의 순환원칙과 먹이그물의 보장이라는 것을 빼놓을 수 없다. 지구상의 물은 기본적으로 계속 순환한다. 순환하는 과정에서 자정작용이 일어나고 그래서 많은 생물들이 이용할 수 있게 된다. 흐르지 않는 물이 썩게되는 것도 이 순환의 원칙이 지켜지지 않기 때문이다.

캐나다에서 조사한 내용이지만 도시화 이전의 빗물 순환비율은 증발 40%, 지표수 10%, 지하수 유입이 50%를 차지한다. 그러나 도시화 이후 산림이 없어지고, 도로 등의 인공포장이 증가하여 증발이 25%, 지하배수관유입이 43%, 지하수 유입이 32%를 차지했다고 한다. 즉 지하배수관으로 유입된 43%의 물은 사용하지도 않은 채 버려지게 되는 것이다. 지하수 유입 또한 50%에서 32%로 줄었는데 이것은 물의 순환량이 적어지게 할뿐만이 아니라 지하수위를 낮추게 한다. 지하수위가 낮아지면 도시사막화를 초래하여 지표상에서 살고 있는 식물에게 큰 영향을 주고 지구 전체적으로 볼 때 안정적인 생태계를 유지하기 힘들게 되는 것이다. 그래서 유럽의 여러나라에서는 가능한 지하로 물을 유입시키려는 노력을 하고 있다. 주차장을 잔디나 자갈포장을 던지 도로포장은 투수성의 재질을 사용하여 물이 지하로 유입될수 있는 가능성을 최대한 확보하려 한다.

4.5 먹이그물의 확립

다음은 먹이그물의 확립이다. 하천수질의 BOD, COD 측정치가 1급수로 되고 물고기 몇마리나 꼬치치레도롱뇽과 같은 지표생물 한두마리 잡혔다고 하천이 살아난 것은 아니다. 하천 속에는 각종 생물들이 저마다의 모습으로 각각의 역할을 수행하면서 살아가는 것이 하천 생태계의 근본원리가 되는 것이다. 물을 살린다는 것은 물을 포함한 그 속의 생태계가 회복된다는 것을 의미한다. 수질을 급수로 나누고 그 기준에 맞으면 그만큼

라는 식의 하천관리는 하천을 살릴 수 없다. 즉 하천을 원래의 자연상태로 돌리지 않고 아무리 공학적으로 완벽하게 처리한다고 해도 하천이 살아나는 것이 아니라는 것이다.

자연성의 회복이 이루어져야만 생태계가 회복될 수 있는 것이다. 하천생태계는 육상생태계와 수생태계를 연결하는 중요한 역할을 한다. 이는 중간적인 매개자로서 많은 생물들이 서식한다는 것을 의미한다. 수중생활을 하는 생물에게 피난처와 산란의 장소를 제공하고 육상의 생태계에는 수중생태계와 연결시켜주어 생물의 종수가 늘어나게 하는 역할을 담당하게 되는 것이다. 생물다양성이 높다는 것은 자연상태에서의 오염물질을 정화시킬 수 있는 능력이 뛰어나다는 것을 의미한다. 그러나 도시 생태계를 구성하는 생물들이 우리의 환경에 적응된 우리 자생의 것보다 외래종이 대부분이다. 이러한 외래종은 생태계의 구성요소가 될 수 없다. 그렇기 때문에 자연상태로 형태를 되돌리는 것 이상으로 원래의 생물종으로 바뀌어나가는 방안이 생태계를 복원하는 열쇠가 될 것이다. 하천의 자연생태적인 모습은 산이 있고 모래와 자갈이 쌓여있고 모래톱이 형성되어 그곳에서 생물들이 살고 있는 것이다. 수질을 정화시킬 수 있는 생물이 자라고 어떤생물도 생명의 위협을 느끼지 않는 상태가 이상적인 하천의 상태이다.

4.6 우리나라 소하천의 특성

우리나라 소하천의 특성은 유역면적이 작고 유로연장이 짧다. 그런데 강수패턴은 장마철에 집중되어 집중호우시 많은 재해가 발생된다. 이러한 재해는 하천정비가 이루어 졌는가 그렇지 않은가에 따라 영향을 많이 받는다. 그렇기 때문에 콘크리트 제방을 쌓고 높이를 계속 높이고 있다. 또 환경면에서 살펴본다면 공장, 축산농가에서 방류하는 각종 오-폐수와 쓰레기 등 오물투기로 환경오염이 날로 심화되고 있다. 구조적인 면에서는 중하류로 내려오면 시멘트를 이용한 제방보강과 하상의 퇴적물이 쓸려내려가는 것을 막기위한 수중보등은 치수위주의 하천관리이며 하천수의 오염, 하천접근의 어려움, 하천의 건천화 및 생태계 파괴 등의 문제를 유발

한다. 그렇기 때문에 하천의 관리는 이수 및 치수기능을 수행하면서 환경적인 기능을 담당할 수 있는 방향에서 이루어 져야한다. 하천수량을 확보하고 확보된 수량의 수질을 관립함으로서 조화된 하천공간을 확보할 수 있다.

또한 적절한 보전과 활용의 측면에서도 관리가 이루어 져야 할 것이다. 시민이 가까운 곳으로 휴식공간을 찾는 것은 대기오염방지나 에너지 절약 차원에서도 상당히 바람직하다. 이러한 환경은 풍부한 자연자원이 있어야 한다. 그러나 건설교통부에서는 홍수시에 나무가 물의 유하능력을 떨어뜨린다고 고수부지에 나무를 심지 못하게 하고 있다. 그래서 시민들이 나무그늘 밑에서 쉬고 싶어도 그렇게 할 수 없는 형편이다. 우리나라는 집중호우라는 강수패턴을 가지고 있다. 이러한 강수패턴을 감안하더라도 수리수문학적인 연구를 충분히 한다면 홍수에 대비하면서도 시민에게 안락한 휴식의 공간을 제공하는 것이 가능하리라 생각된다.

이렇게 물의 유하능력을 걱정하면서도 정적 전국의 소하천들이 하천 건천화로 인해 죽어가고 있다. 1년 내내 물이 흐르지 않거나 여름 한철 물이 흐르고 마는 것이다. 이러한 이유로 하천공간을 이용하는 새로운 아이디어가 제시되었다. 버려져 있는 공간을 도로로 사용하자는 것이었는데 교통량이 많은 청계천을 그 대상으로 삼아 조사를 실시했다. 조사결과 현실적으로 어려움이 많아 시도되지는 않았지만 현재 도시하천의 건천화가 어느정도 심각한지를 보여주는 극명한 예라고 할 수 있다. 또한 하천의 수질이 악화되어 악취를 없애기 위해 복개하고 있지만 현재는 그것이 오히려 위험요소로 작용하고 있다. 썩어가는 하천에서 발생하는 메탄가스와 도시의 열섬현상을 부추기는 콘크리트포장은 더 이상 쾌적한 도시를 구성하기 위한 조건이 될 수 없다. 오히려 열려져 있는 하천환경이 도시의 가습기 역할을 하게 됨으로 한층 더 쾌적한 환경을 구성할 수 있게 된다. 그러나 그것이 현실적인 어려움에 부딪히고 있어 실행하고 있지 못하지만 구조적인 면에서 생각해보면 해결방법이 전혀 없는 것은 아니다. 우리가 물을 사용하지 않을 수는 없지만 사용한 물을 정화해서 다시 하천으로 돌려보낼 수는 있다.

4.7 하천정책의 문제점

현재 우리나라 하수처리시설은 전국에 50여개의 하수처리장이 가동되고 있고 하수도 보급률은 42%이다. 그럼에도 불구하고 하천의 수질악화는 날로 심각해 지고 있어 앞으로 계속 하수처리장을 건설할 계획이다. 그러나 문제는 절대적인 정화시설의 부족에만 있지 않다. 관거매설의 잘못으로 침하가 일어나고 이음새불량 등 하수관거의 문제로 인해 서울의 경우 현재 100만톤이 더 처리장으로 들어가고 있다. 따라서 실제적으로 50%만이 처리되고 나머지 50%는 처리되지 않은 채 하천으로 방류되고 있다. 이렇듯 가장 큰 문제는 하수관거의 문제이고 다음은 규모의 문제이다. 우리나라는 최대병에 걸려있다. 모든 개발사업이 동양최대나 세계최대이어야 만족하고 그래서 하수처리장도 최대로 짓는다. 물론 이렇게 된 것은 경제적인 면에서 작게 짓는 것보다 크게 짓는 것이 이익이고 또 환경시설을 혐오시설로 인식하는 시민의식 때문에 한 번 허가받기가 힘들어 허가를 받으면 일단 크게 짓게된 것도 사실이다. 그러나 하수처리장을 크게 짓게 되면 차지되는 지역도 넓어져 그 지역의 소하천들은 물이 흐를 수 없게 된다. 그래서 하천은 아이들의 축구장으로 이용되고 범죄의 공간으로 이용되다가 비가오면 잠깐 물이 흘러가 버리게 된다. 이런 건천화로 인하여 문제는 더 많은 사람들에게 복개를 하도록 하고 있다. 그러나 소규모의 하수처리장을 건설하게 되면 중간 중간에 흘러 보내는 물의 양이 많아지게 되고 그러면 하천에 물이 흐르는 공간이 많아져 부족한 수량의 문제는 해결될 수 있다. 일본은 소규모 하수처리장을 만들어 건천화된 하천 살리기에 나섰다. 그들은 처리장에서 가까운 하천으로 흘러보내는 것이 아니라 펌프시설을 이용해서 상류로 역류시키고 있다. 우리도 이제는 시멘트를 이용한 토목공사에서 벗어나서 자연의 생명들이 어우러져 살 수 있는 생태적인 공간으로 하천을 되돌리려는 노력을 해야할 때이다. 물론 이러한 노력들이 전혀 없는 것은 아니지만 좀더 구체적이고 적극적으로 대응해야한다.

개발론자들은 하천의 자연생태를 고려하기보다는 골재채취와 같은 수익사업에 더 많은 관심을 보이고 있고 현상태의 지방행정부도 예산확보라는 측면에서 뜻을 함께하고 있다. 이러한 시점에서 시민단체의 역할이 어

느 때 보다 중요하리라 생각이 된다.

강가에 나무를 심으면 유속과 유량에 영향을 주어 홍수시에 커다란 수해를 일으키기 때문에 안된다는 하천관리법을 이제는 제고해 봐야 하는 시점에 와있다. 현재 도심을 흐르고 있는 하천들은 교통소통을 위한 다리가 계속 세워지고 있다. 이러한 교각건설을 반대하는 사람은 한사람도 없으면서 나무를 심는 것에는 예민한 반응을 보인다. 그러나 다리를 세우기 위해 만든 교각은 오히려 하천을 가로지르면서 물의 흐름을 방해하도록 직각으로 세워진다. 이는 물의 흐름적인 측면에서 바라보았을 때 이해가 되지 않는 행동이다. 그러면서 우리나라 하천의 경우 하상계수가 크기 때문에 나무를 심더라도 떠내려 간다고 생각한다. 그러나 그렇게 많은 교각을 세워 떠내려 가지 않는다면 기술적으로 잘만 하면 나무를 심더라도 떠내려가거나 홍수를 일으키지 않을 것이다. 현재 우리가 기술이 없어서 자연하천으로 회복하지 못하는 것은 아니라고 생각된다.

4.8 하천환경을 살리려는 시민의 노력

하천환경을 생태적인 환경으로 되돌리고자 하는 시민의식이 무엇보다도 중요한 시점이다. 소중한 자연자원을 우리의 후손에게 물려주기 위한 구체적인 노력이 필요하다. 덮어서 눈에 보이지 않으면 그만이라는 생각에서 벗어나야 한다. 눈에 보이지 않는 문제가 우리의 삶을 망가뜨릴 수도 있다는 것을 잊어서는 안된다. 도시하천은 지역주민이 함께하는 공간이다. 예전에는 아낙네들의 빨래터로 아이들에게는 더없이 좋은 놀이터로의 역할을 담당하면서 지역문화를 창출했던 공간이기도 하다. 이러한 하천을 시민들의 휴식공간으로 자리매김해야 한다.

우리가 생각하는 이상적인 도시는 푸른 나무위에서 새들이 지저귀고 그 나무아래에서 낮잠을 즐기는 그런 도시이다. 그러나 실제적으로는 하나의 꿈으로 인식하고 있다. 이루어질 수 없는 꿈이고 소망이라고 생각한다. 그러나 이런일들을 우리가 이룩하지 못한다면 다음 세대들의 삶의 터전은 황폐화 되고 말 것이다. 요즘 범죄가 흉악해지고 있는 것도 환경과 무관하지 않다는 사실을 생각할 때 우리가 우리의 아이들에게 무엇을 남겨

줄 것인가를 새롭게 인식하지 않으면 안될 것이다.

5. 서울시의 도시하천

5.1 서울시의 도시하천 정비

5.1.1 도시하천 정비의 현황 및 문제점

80년대 초의 한강 종합 개발 사업을 시작으로 하여 서울시의 도시하천들은 각각의 특성을 무시한채 일률적으로 하천 개수작업을 시행하고 시멘트의 회색호안과 고수부지에 운동 공원을 만들어서 도시민들에게 제공하였다. 그러나 이러한 하천 정비사업은 하천의 환경기능을 간과한 경제적 개발 위주의 하도 개수 계획이었다. 이러한 계획이 낳은 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

1) 하천의 정비가 치수중심이었다.

경제성과 편리성에 입각하여 이치수 기능의 증진에만 중점을 둔 나머지 콘크리트 블록제방, 제방도로, 주차장 등 일률적인 모습의 하천은 획일적인 경관과 각종 동식물 서식처의 소멸등 생태계 파괴로 지금의 황폐한 하천을 만들게 되었다.

2) 접근성의 부족이다.

이것의 원인으로 꼽을 수 있는 것은 하천의 제방의 경사, 제방 높이, 또는 하천변 도로와 철책, 고수부지의 도로화등을 들 수 있다.

아무리 잘 정비가 된 하천이라도 도시민들의 접근이 불편하다면 그것은 좋은 하천이 될 수 없을 것이다.

3) 하천 특유의 자연 초지가 제거되고 인공잔디밭이 조성되어 있다.

이는 하천공간의 정비시 대부분의 기능공간배치가 각종 운동공원이나 잔디밭 조성에 치우쳐 있기 때문이다.

이렇게 되면 하천생태계에도 부합되지 않고 인위적인 관리가 많이 필요할 것이다.

4) 하천공간이 획일적이다.

하천에 설치되어 있는 주차장, 도로, 운동시설 등으로 하천특성과 부합되는 활동, 자연관찰, 사색, 산책등의 정적 활동공간이 부족하다.

5) 생태계에 대한 고려가 부족하다.

지금까지는 관행적으로 해왔기에 생태계 보존에 대한 조사와 계획에 매우 형식적인 차원에 그치고 있다.

6) 무분별하게 골재를 채취하였다.

하천의 골재채취는 오랜 세월을 거치는 동안 평형상태에 도달한 하천을 인위적으로 변형시키는 것으로 이로 인하여 상하류 하천의 생태변화를 초래하게 되었다. 그리고 하상이 저하되어서 교각, 수문, 보 등 각종 하천 구조물의 안정성이 위협을 받게 되었다. 또한 하구부에는 염수가 침입하여 상수도의 취수장문제와 하구둑 폐쇄의 우려까지 야기시킨다.

그 뿐만아니라 오염된 이토의 퇴적이 가중되어서 하천수는 급격히 오염되고 어류의 산란장 및 서식 환경이 훼손되어 하천생태계가 파괴되고 심미적으로 자연감과 안정감을 주었던 하천공간도 크게 훼손되었다.

따라서 하천의 골재 채취시 하천의 하상변동 및 하천생태계 등의 예측에 관한 충분한 조사를 거쳐서 최적의 골재량 채취를 허가함으로써 하천 환경적인 역기능을 최소화시켜야 하겠다.

5.1.2 친수공간의 조성현황

서울시의 도시하천 중에서 식생 호안 공법을 도입하여 자연형 하천으로 정비한 곳은 양재천, 학여울 구간, 안양천 광명교 부근, 여의천 하구 양재 화훼시장 상부지역등이다.

서울시는 중랑천, 탄천을 비롯한 9개하천 (중랑천, 청계천, 정릉천, 안양천, 홍제천, 우이천, 여의천, 양재천, 탄천)에 대한 정비계획을 수립하고 일부하천에 대해서는 실시중에 있다.

5.1.3 법제적 환경

예전의 하천법 제 25조에는 하천 구역안에서 유수, 토지, 하천 부속물, 공작물이 신축, 개축, 변경 또는 제작, 토지의 굴착, 성토, 절토, 성목의 높이가 1미터 미만인 다년생 수목 또는 화훼류 식재 등의 점용을 위해서는 해당 관리청의 허가를 받도록 되어 있었다.

지금은 하천의 생태적 개념이 도입되면서 종류에 관계없이 식생을 도입할 수 있도록 하천법이 개정되었으나 실제로 해당 관리청의 허가를 받아야만 시행할 수 있는 문제점이 있다.

개정전	개정후
<p>법 제 25조 제 1항 제 8호에서 “대통령령으로 정하는 식물”이라 함은 잔디, 1년생 식물, 성목의 평균높이가 1미터 미만인 다년생수목의 묘목 및 화훼류를 말한다</p>	<p>법 제25조 제1항 제8호에서 “대통령령으로 정하는 식물”이라 함은 잔디,1년생 식물, 건설교통부장관이 관계행정기고나의 장과 협의하여 정하는 기준에 적합한 다년생 수목 및 화훼류를 말한다.</p>

이러한 법적 환경은 하천 정비시 치수 계획에 기초를 둔 홍수 소통을 우선으로 하고 있다.

5.1.4 녹지환경

하천에서의 식재를 금지시켜왔기 때문에 정비된 하천에서 휴식을 취하기가 어려웠고 커다란 다리 밑이 유일한 장소였다. 하지만 이곳도 차량의

소음과 주위의 불결함으로 인해서 많은 불편이 따른다.

5.2 도시하천의 바람직한 모습

5.2.1 자연 생태통로로서의 기능이 회복되어야 한다.

현재와 같이 인공화되고 오염된 하천에서는 인간과 자연, 생물이 공존하는 살아있는 공간으로서의 역할을 다하지 못하고 치수, 하수 및 수질관리에만 치우쳐서 생태적인 배려를 하지 않는 상태이다.

따라서 도시의 하천은 다양한 생물이 서식하고 도시의 친자연성 지표로서의 역할을 해야 할 것이다.

길게 이어진 하천은 수생 생물의 서식공간으로 이용될 수 있고 이것의 주위의 습지, 식생은 생물의 서식이 가능한 공간이 되어서 다양한 수종의 생물이 이동할 수 있다.

그러므로 선형적인 이동통로를 조성하여 생물이 이동하는 기반을 제공해야 한다.

이렇게 되면 생물이 자유로이 이동할 수 있고 하천의 생태적 기능이 발휘되어서 어류의 서식 및 오염정화의 기능을 강화하는 자정능력도 갖출 수 있게 될 것이다.

5.2.2 홍수 소통 공간으로서의 기능을 유지해야 한다.

집중 호우시에 도시하천 주변은 항상 위험지대가 된다.

이것의 이유는 논, 밭이 있는 자연지역보다 유출계수가 크고 향후 도달 시간도 짧아져서 하천에 유수가 일시적으로 흘러내리기 때문이다.

따라서 홍수시의 흡수 능력을 기르기 위해서 하천 개수시 홍수를 대비하여 적정 통수단면이 유지되어야 하고 유수시 빗물 펌프장 등의 시설도 완비되어야 한다.

5.2.3 하천공간의 통로공간을 만들어야 한다.

통로공간은 타공간과의 연결에 중요한 역할을 하며, 다양한 공간개발을

제공한다.

자전거 도로나 보행도로의 보호는 하천공간에서의 공간과 공간을 연결하는 중요한 요소이다. 그리고 배나 보트도 고려해서 설계해야 할 것이다.

그 중에서도 자전거를 이용한 산책이나 가벼운 운동 이동수단의 증가가 예상되는 자전거로의 설계가 중요하다.

자전거 도로의 위치는 원칙적으로는 보행공간과 분리하는 것이 좋고 도로쪽에 위치하는 것이 좋으나 보행공간에 여유가 있고 또 하안에 단차를 취하여 보행공간을 높은 위치에 취할 수 있을 경우에는 자전거 통로를 물가쪽으로 하는 것도 좋다.

5.2.4 도시민들의 쾌적한 친수공간의 기능이 필요하다.

도시하천이 치수나 이수 측면에서만 정비가 되어서 인공하천이 증가하고 도시의 오수, 배수 때문에 자연적인 면을 많이 상실했다.

친수활동이 가능하기 위해서는 수량 뿐만아니라 생태계, 수질, 하안형태, 경관등 여러 요인이 깊이 관계되어 있기 때문에 이러한 조건들이 선결되어야 한다. 친수활동과 관련사항들을 살펴보면 다음과 같다.

친수활동		수량	경관	어류상태	수질			하안형상
					물의색	물의 냄새	건강	
생활	어업	○		●				
어업	운반	주운 ●						
	관광	유람선	●				◎	
나룻배		◎	◎				◎	
스포츠	수영	◎	◎		●	●	●	
	보트	●			◎	◎		
	윈드서핑	◎				●		
	수상스키	◎				●		
레크레이션	카누	●			◎	◎		
	낚시	○	◎	●	◎	◎		
	물놀이	●			◎	◎	◎	●
신앙	캠프	○	◎		●	●		●
	연등 띄우기	○	◎			●		●

●깊이관련 ◎관련 ○약간관련

5.2.5 수질이 개선되어야 한다.

산업화와 도시화로 인해서 도시하천은 하천의 본래 기능 대신 하수도의 역할을 수행하고 있다. 예전의 맑고 깨끗했던 하천으로 복원시켜서 하천이 휴식공간과 정서 함양의 장소로 이용할 수 있게 해야 하겠다.

이를 위해서 풍부한 수량을 확보하고 깨끗한 수질을 유지시켜야 한다. 그리고 수질개선과 서식지 보전이 필요하겠다.

어류의 서식 및 수생곤충이 서식할 수 있고 하천 경관을 생각해서도 수

질은 피라미정도까지는 관찰할 수 있게끔 유지될 필요가 있다.

이를 위해서는 수질은 BOD 5ml/l 이하의 하천 수질 환경기준 2등급 정도의 수질 확보가 요구된다.

아래의 표는 수중 등급별 특성과 지표어종을 나타낸 것이다.

구분	1급수	2급수	3급수	4급수
겉모양	수정같이 맑다	비교적 맑다	황갈색	먹물
색깔	없다	없다	황갈색	흑색
냄새	없다	없다	없다	고약한 냄새
지표종	버들치등	피라미, 갈겨니등	붕어,메기등	실지렁이, 물고니는 없다

5.2.6 하천내에 수목을 식재해야 한다.

수목은 수변 뿐만 아니라 수중 생태계의 먹이와 서식처가 된다. 따라서 하천내 수목은 수변 뿐만아니라 수중 생태계에도 먹이 연쇄의 역할을 한다. 또한 그늘을 형성하여 휴식을 취하려는 사람들에게 중요한 역할을 한다.

하천에 식재할 수목은 각각의 하천의 특성에 잘 적응할 수 있는 수종이어야 한다.

그리고 하천에 식재할 목적에 잘 부합하는 특성을 가진 수종이어야 하며, 하천의 생태계 구조와 기능에 잘 부합되는 수종을 식재하여야 한다.

이러한 원칙하에서 살펴보면 우리나라의 기후에 잘 적응하고 홍수의 흐름에 영향을 적게 미치는 수형을 가지고 수목 자체의 지지력이 커서 홍수시에 안정한 나무가 적합할 것이다.

일반적으로 교목보다는 관목이 침엽수보다는 활엽수가 적합하다.

관목은 외력을 받으면 가지가 휘어지기 때문에 물의 흐름을 방해하기 보다는 하상을 보호하는 역할을 할 수 있다.

표는 하천.호소변에 적합한 수종을 나타낸 것이다.

구분	수종
낙엽활엽수	미루나무, 프라타너스, 이태리포플라, 은수원사시, 능수벚나무, 느티나무, 단풍나무, 백합나무
낙엽침엽수	낙우송, 일본잎갈나무, 메타세콰이아
상록활엽수	동백나무, 사철나무
상록침엽수	소나무, 해송, 잣나무, 삼나무

5.2.7 개발시에는 개발과 환경보전이 조화를 이루도록 해야 한다.

하상 및 하도 정비를 실시할 경우에 치수 및 이수 목적에만 초점을 맞춰서 많은 문제점이 나타났었다.

그러므로 생태환경보전을 함께 고려해서 개발이 이루어져야 하겠다.

훼손되고 오염된 육상 및 수생식물이 다시 회복하려면 10년 정도가 소요된다고 한다.

이 점을 염두해볼 때 그리고 생태계 파괴 문제를 고려해 볼 때 환경보전의 필요성을 인식한 개발이 필요하다.

5.3 하천정비와 한강의 생태변화

5.3.1 생태생물변화

1) 수중생물

하도를 정비한 이후에는 종다양성은 다소 감소하는 경향을 보이고 있다. 그리고 97년 여름철에 호소의 부영양화의 지표로 널리 알려진 남조류가 다량으로 발생하는 등 한강하류의 수질악화가 심화되고 있다. 하도를 정비해서 BOD는 저감시켰으나 인·질소의 영양염류는 거의 처리되지 않고 있기 때문에 오염지표종인 남조류의 대량발생이 나타나기 시작한 것으로 생각된다.

동물플랑크톤의 경우도 한국종합개발 이후 서식지 파괴·교란으로 종수가

90년에는 63종으로 조사되었으나, 그 이후 수초대(서식지)의 회복 및 수질의 향상으로 94년에는 78종으로 종수가 크게 증가하였다가, 98년에는 다시 감소하여 52종이 나타났다.

수서곤충은 90년에는 20종으로 서식지 교란, 해수의 영향, 유속의 감소 등으로 인해 종수가 계속 감소하는 추세였으나, 이후 수질향상, 수초대 형성에 의한 서식지 증가로 종수가 증가하는 경향으로 94년에는 54종, 98년에는 54종, 98년에는 63종이 조사되었다. 한강에 출현하는 수서곤충 종들은 대부분이 오염에 강한 내성을 가지고 있는 파리목의 깔다구과 종들이 대부분이다.

어류상은 어도의 설치, 지천의 자연형 하천으로의 복원, 수초대의 관리 및 보전 등에 의해 종수는 계속 증가하는 추세에 있으나 수질오염의 악화로 오염에 강한 내성을 가진 종들만이 늘어나 종다양성은 크게 감소하는 경향을 보이고 있다.

2) 식물

하안이 거의 콘크리트 구조물로 전환되어 육상 및 수생식물의 서식지가 크게 파괴되어 종수가 크게 감소하였다. 특히 수생식물의 서식지 피해가 더욱 심각하여 87년에는 2종만이 조사되었고, 90년에도 4종만이 조사되었을 뿐이다. 이후 자연적으로 하안에 수초대가 형성되면서 종수가 증가하기 시작하여 94년에는 92종이 조사되어 어느 정도 수생식물의 서식지가 회복되고 있음을 보여주고 있다. 특히 최근에는 지천을 자연형 하천으로 복원하려는 노력으로 수생식물이 서식할 수 있는 공간이 확장되어 종수 및 종다양성이 크게 향상되어 98년 조사에서는 100종이 되었다. 육상식물도 마찬가지로 제방주변에 자연식생이 형성되면서 종수가 크게 증가하는 추세로 90년보다 98년에는 600여종 이상이 추가 종으로 조사되었다

3) 곤충

한강수계중 특히 도심부 쪽의 육상곤충의 다양도는 고도로 집중된 도시화의 영향으로 타지역에 비해서 상당히 낮은 수준이다.

4) 조류

한강개발 이전에는 수금류(원앙이, 큰고니) 및 오리류, 도요류 및 갈매기류의 서식지, 휴식지였던 곳이 개발로 인해 사라졌고, 특히 개발 이후 수심이 깊어지고 유역 식생이 파괴되고 또한 먹이가 줄어들어 철새도래지가 급감하였으며 텃새들도 급격한 생태변화와 함께 종수가 크게 감소하였다. 최근 들어 유역 및 하안의 식생이 회복되고 생태계보호구역 지정 및 먹이주기 사업으로 꾸준히 조류상이 회복되는 추세에 있다. 월동조류의 결과를 비교하기 위하여 1994년 연구가 실시된 1월의 자료중 행주대교에서 미사리지역까지의 결과와 비교해 보면, 총 48종 17,362개체가 1998년에 기록되었으나, 1994년에 35종 27,113개체가 기록되었다. 종수는 증가하였으나 개체수가 감소하였다고 말할 수 있으나, 1994년 조사방법은 양안방식으로 중복 카운팅 했을 가능성이 없었다고 가정한다면, 월동조류의 분포 양상이 변화한 것으로 해석할 수 있을 것이다. 월동조류의 한강본류에서 분포양상은 한강 하변의 이용이 계속됨에 따라 한강 상류, 하류 및 지천으로 월동조류가 이동했을 것으로 추측할 수 있으나 확신할 수 있는 근거는 없다. 실제로 본 연구에서 미사리지역부터 양수리지역과 중랑천, 탄천 등 지천에서 상당한 물새가 기록되었으므로 이러한 가능성을 배제할 수는 없을 것으로 판단된다. 종 구성에서는 큰 차이가 없었으며, 1998년 조사에서 더 많은 종을 기록하였다. 이것은 조사방법, 조사강도, 조사일시, 조사지역 등 체계적이며 지속적인 조사가 진행되어야만 한강 월동조류 및 서식환경을 정확히 모니터링 할 수 있다는 것으로 잘 나타내 주는 결과라고 생각된다.

맹금류 및 천연기념물 비교

1986년 이후 한강에서 관찰된 맹금류를 나타낸 것으로 황조롱이, 말뚝가리, 흰꼬리수리는 계속 관찰되고 있으나, 한강의 맹금류는 황조롱이, 새호리기, 새매 등 소형산새를 주로 포식하는 맹금류로 바뀌고 있는 것으로 판단된다(표). 겨울철에 흰꼬리수리, 말뚝가리, 솔개 등 맹금류가 찾아오나 개체수도 줄었으며, 대형 맹금류는 관찰되지 않고 있다. 이는 하천생태계의 고차포식자가 점점 줄어들고 있음을 나타내고 있는 것으로 판단

된다. 한강 생태계가 하천생태계인 만큼 하천의 먹이사슬이 건전하게 유지되어야 하나, 겨울철에 일시적으로 고차포식자인 말뚝가리, 흰꼬리수리, 솔개 등이 도래하여 먹이사슬이 미약한 수준으로 유지되고 있는 것으로 판단된다. 그러므로 하천생태계의 제 기능을 복원하기 위한 노력이 절실하다고 할 수 있다. (표)은 한강에서 관찰된 천연기념물을 나타낸 것으로 종 수가 줄어들고 있는 실정이다. 그러나 원인은 증가추세에 있다.

5.3.2 한강 수중생태계 군집구조의 변화

1) 플랑크톤 군집

하천에서의 식물플랑크톤은 유속의 영향으로 부유조류보다는 부착조류의 다양성이 높은 것이 일반적이나 한강과 같이 수중보 및 시설물에 의해 유속이 느려지면 부유조류가 서식하게 된다. 특히 상류 팔당호의 방류수 영향을 받는 한강은 식물플랑크톤 종조성 또한 팔당호의 식물플랑크톤 종조성에 큰 영향을 받고 있다.

2) 저서생물 군집

한강은 종합개발 이후 수변이 거의 콘크리트 제방으로 바뀌었고, 하상의 재질이 가는 모래와 자갈로 이루어져 저서생물이 서식하기에는 매우 불리한 환경이다. 수서곤충은 90년에는 20종으로 서식지 교란, 해수의 영향, 유속의 감소 등으로 인해 종수가 계속 감소하는 추세였으나, 이후 수질향상, 수초대 형성에 의한 서식지 증가로 종수가 증가하는 경향으로 94년에는 54종, 98년에는 54종, 98년에는 63종이 조사되었다. 한강에 출현하는 수서곤충종들은 대부분이 오염에 강한 내성을 가지고 있는 파리목의 깔다구과 종들이 대부분 우점하고 있었으며, 일반적으로 수서생물은 red-type과 green-type으로 구분할 수 있는데 green-type은 청정수역의 산간계곡 하천에서 주로 발견되고, 한강의 우점종인 깔다구과와 같은

red-type은 주로 오염된 곳에서 출현하는 대표적 지표종이다. 따라서 한강은 수서생물의 서식지 분류상 강부수성 지역으로 오염이 심화되고 있는 것으로 평가되었으며 상류수역보다는 하류수역의 저질환경이 나쁜 것으로 나타났다.

저서생물도 수서곤충과 비슷한 결과로 90년에는 28종, 94년에는 46종, 98년에는 42종으로 출현종의 수는 조사시기에 따라 다소 차이는 있었으나 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 특히 실지렁이류와 갯지렁이류 이외의 종들은 분류 및 지류수역에서 거의 출현하지 않았으며, 저서생물의 종분포를 볼 때 분류수역은 갯지렁이가 오염정도가 심한 지역에서 분포하는 실지렁이류는 분류수역보다는 오염부하량이 큰 지천에서만 출현하였다.

앞으로 한강의 수중생물의 다양성을 높이기 위해서는 수질을 향상시키고 하안(河岸)의 수초대를 보호·관리하고, 유입지천의 하상을 자연형의 구조로 전환하여 생물의 새로운 서식환경을 조성하는 계획이 점차적으로 시도되어야 할 것이다.

3) 어류 군집

어류상은 종합개발 이후 하상구조가 단순화되고, 산란장소의 감소로 종수가 감소하는 경향을 보였다. 87년 조사에서는 41종으로 주로 납줄갱이, 은어, 갈문망둑, 꼭저구 등 하구역이나 비교적 깨끗한 물에서 서식하는 종들이 많이 출현하였으나 90년 조사에서는 붕어, 잉어, 누치, 동자개 등 오염에 대해 내성이 강한 종들로 바뀌었다. 특히 90년 조사에서 87년 조사시 출현하였던 특징 종들이 없어진 것은 서식지교란에 의한 영향도 있었지만 오염부하량의 증가로 수질이 악화된 것이 주원인이었던 것 같다. 90년 조사 이후 하상구조의 변화는 거의 없었으나 부분적인 수질회복, 수초대가 형성되는 등 서식환경의 변화로 94년, 98년 조사에서는 종수가 각각 45종, 50종으로 크게 증가하였다. 그러나 우점종은 오염에 내성이 강한 종들로 붕어, 잉어가 대부분을 차지하여 90년 조사 때와 비슷한 경

향을 나타냈다. 특히 94년 조사시 한강(팔당호)에서도 수입어종인 블루길과 큰입농어가 출현하는 것으로 보고되어 토착종 서식에 수입종의 교란이 일어날 가능성을 나타냈다.

한강의따라서 어류의 종다양성을 높이기 위해서는 수질관리를 통한 수질 개선과 서식지 보전이 앞으로 추진해야할 중요한 과제이다.

5.3.3 한강 육상생태계의 변화

1) 식물상 변화

한강종합개발에 의해 하안(河岸)이 거의 콘크리트 구조물로 전환되어 육상 및 수생식물의 서식지가 크게 파괴되어 종수가 크게 감소하였다. 특히 수생식물의 서식지 피해가 더욱 심각하여 87년에는 2종만이 조사되었고, 90년에도 4종만이 조사되었을 뿐이다. 이후 자연적으로 河岸에 수초대가 형성되면서 종수가 증가하기 시작하여 94년에는 92종이 조사되어 어느 정도 수생식물의 서식지가 회복되고 있음을 보여주고 있다. 특히 최근에는 지천을 자연형 하천으로 복원하려는 노력으로 수생식물이 서식할 수 있는 공간이 확장되어 종수 및 종다양성이 크게 향상되어 98년 조사에서는 100종이 조상되었다. 육상식물도 마찬가지로 제방주변에 자연식생이 형성되면서 종수가 크게 증가하는 추세로 90년보다 98년에는 600여종 이상이 추가 종으로 조사되었다.

앞으로 하상 및 하도정비를 실시할 경우에는 치수 및 이수 목적에만 얽매이지 말고 생태환경 보전을 함께 고려한 개발이 이루어져야 할 것이며, 본 생태계조사 결과 한강종합개발 이후 육상 및 수생식물의 군집이 어느 정도 회복하는데 소요된 기간이 약 10년 정도 걸린 것을 볼 때 개발과 생태계보전이 조화를 이루지 않고서는 이상적인 자연하천을 조성하기 어려울 것이다.

2) 곤충상의 변화

육상곤충의 경우 식생이나 수질의 변화 등 서식처의 변화에 따른 종의 구성이 각기 다른 형태로 또는 다양도의 높고 낮음으로 나타나는 육상생태계 내에서 가장 높은 종다양도를 보이는 그룹으로서 오염도에 대한 가시성 지표자료로 이용될 수 있을 것이다.

1998년 조사에서는 종 80과 215종의 곤충종을 확인하였다. 이것은 1990년(49과 104종), 그리고 1994년(43과 91종)에 비해서 약 2배정도의 종수가 증가한 것으로 나타났다. 계절별로 살펴보면 채집종수에서 여름철 > 가을철 > 봄철의 순으로 나타났다.

육상곤충의 다양도는 도심쪽으로 접근할수록 낮아졌으며 이것은 서식환경의 질을 가늠할 수 있는 빈약한 식생(植生)에 기인한 것이고, 도심내의 한강수계에 대한 공원화 및 다양한 수목의 식재는 차후에 곤충종 다양도를 높이는데 기여하리라고 판단된다.

한강수계중 특히 도심부 쪽의 육상곤충의 다양도는 고도로 집중된 도시화의 영향으로 타지역에 비해서 상당히 낮은 수준이다. 육상곤충의 경우 얼마나 많고 다양한지에 대한 것은 그들이 먹고 사는 식물환경에 의해서 결정된다. 강변의 둔치를 공원화하여 다양한 식재가 이루어질 경우 지금보다 좀더 다양한 한강수계의 곤충상이 이루어질 것이며 안정된 생태계를 기대할 수 있을 것이다. 절대적으로 정량화된 채집방법에 의한 주기적은 모니터링을 통한 시간의 흐름에 따른 한강수계의 곤충상에 대한 조사가 이루어질 경우 한강의 생태계 보존대책 수립에 좋은 자료를 제공할 수 있을 것이다.

3) 조류의 변화

한강개발 이전에 수금류(원앙이, 큰고니) 및 오리류, 도요류 및 갈매기류의 서식지, 휴식지였던 곳이 개발로 인해 사라졌고, 특히 개발 이후 수심이 깊어지고 유역 식생이 파괴되고 또한 먹이가 줄어들어 철새 도래지가 급감하였으며 텃새들도 급격한 생태변화와 함께 종수가 크게 감소하였다. 최근 들어 유역 및 하안(河岸)의 식생이 회복되고 생태계보호구역 지정(밤섬) 및 먹이주기 사업으로 꾸준히 조류상이 회복되는 추세에 있다. 자료를 종합한 결과(90년 ~98년), 종수는 113종으로 텃새가 22종, 여름

새 17종, 겨울새 53종, 통과새 21종으로 분류 조사되었다. 한강개발 이후 번식장소가 사라진 원인으로 종수가 크게 감소하였으나 최근에는 번식장소의 회복과 부분적 수질개선으로 청둥오리 등이 크게 증가하는 추세에 있으나 현재 수질 오염이 심화되는 경향을 보이고 있어 개발 이전 조류상으로 원상회복은 어려울 것이다. 그리고 지금도 성행하고 있는 밀렵을 방지하고 희귀종 및 국제적으로 보호하고 있는 좋은 생태공원 및 서식지를 적극적으로 조성하여 보호하여야 할 것이다.

5.4 한강생태계의 보전방향

한강종합개발로 인해 생태계 서식지가 크게 교란되었을 뿐만 아니라 생물상도 이에 따라 큰 변화를 보였다. 특히 하상 및 하도정비에 의해 축조된 콘크리트 제방은 수생 및 육상식물의 서식지를 파괴함과 동시에 수중과 육상생태계의 연결을 단절시키는 막대한 피해를 주었다. 최근에는 점차적으로 수초대가 형성되고 하안(河岸)을 따라 육상식물이 자리잡는 등 점차 자연생태계로 전환이 이루어지고 있으나 원상회복이란 불가능하므로 생태계복원을 위한 노력과 생태계보전을 위해 무분별한 개발을 자제하여야 할 것이다. 한강생태계 보전을 위해서는 한강이 하천으로서 가지는 구조 및 기능상의 문제점을 우선적으로 해결해야 할 것이다. 이들 대표적 문제점을 살펴보면 <표 3>과 같다. 또한 우리나라의 하천은 이수·치수 목적으로만 관리해 왔기 때문에 생태계관리 측면에서는 관심을 가지지 못하였다. 특히 집중호우에 의해 침수피해가 심각했던 한강은 하도개발을 통해서 어느 정도 홍수조절 능력을 갖추게 되었고 수자원의 효율적 이용도 가능하게 되었으나, 한편으로는 하안(河岸) 생태계를 크게 교란시켜 생물의 종수 및 종다양성을 크게 감소시키는 결과를 초래했다. 환경 선진외국에서는 도시개발을 실시할 경우 주변 생태계를 철저히 관리할 수 있는 법을 만들어 개발과 환경보전이 조화를 이룰 수 있도록 제도화하고 있다. 또한 인공 비오톱(biotope)을 조성하여 도시생태계와 도심외곽과 생태계가 단절되는 것을 방지하고 있다. 한강생태계 보전 및 개선방안을 종합해 보면 다음과 같다.

5.4.1 유역의 수림대-자연초지 보호 및 조성

강변제방의 도로변 : 한강의 강변도로(강변북로, 올림픽대로)에 조림대 조성이 가능한 지역을 선정하여 수목을 식재한다(서식지 확보, 소음의 저감).

미사리수석동 일대 야산 : 미사리, 수석동 일대에는 드물게 강변 미개발 수림대가 잔존하고 있다. 이 지역에 대하여 개발을 억제하고 인공조림을 확충한다.

난지도행주산성 유역 : 이 지역에는 좌편에 난지 쓰레기 매립지가 있으며, 수변 유역이 골재, 야적장 등으로 이용되고 있으며 좌편 일부에 미정비 하안이 있다. 이 직역을 인공조림, 생태습지, 생태공원을 조성하여 식생이 회복되도록 유도하는 것이 바람직하다.

탄천, 중랑천, 창릉천 합류부 : 이 지역에는 퇴적토가 쌓이는 곳으로 넓은 퇴적층이 존재하고, 주변에는 고수부지가 발달되어 있다.

위커힐잠실수중보 하안 : 수로와 단절되지 않은 자연하천이 존재하고 있는 지역이며 현재 자연식생이 존재하는 곳이다. 조림으로 보강하여 울창한 식생이 형성되도록 유도함이 바람직하다.

5.4.2 도심에서의 녹지확충

- 한강 본류의 부착한 블록 틈에 정착하는 야생초본식물을 그대로 방치하고, 홍수의 위험수위보다 높은 범면에는 담쟁이 덩굴이나 포도과식물을 식재하여 녹색 경관을 확장
- 한강 본류 주변의 구릉지에 잔존하고 있는 자연식생을 보존하되 아까시나무 등 외래 식물을 자생종(신갈나무, 상수리나무, 소나무 등)으로 대체하여 서울의 특이성을 살리는 한강변 자연경관을 조성
- 한강변에 잔존한 노거수를 보호하고 더 나아가 새로 노거수단지를 조성하고, 올림픽대로의
- 상·하 도로 사이에 느티나무 가로수를 밀식하여 강변자연경관을 유지

할 것.

5.4.3 강변 연안 정비방법의 개량

현재 저수로변 대부분의 하안(河岸)이 콘크리트 구조물로 축조된 제방으로 유역(고수부지)과 단절되어 있어 水生(수변)식물에서 육상녹지로 이어지는 식생형성(植生形成)이 불가능하다. 따라서 생물의 서식지(어류, 곤충, 수서생물 등) 공간을 확충하고 생물다양성을 향상시키기 위해서는 현재 조성되어 있는 하안(河岸) 및 고수부지를 부분적으로 개선함과 동시에 미정비지역(암사수원지, 취수지 상류역 등)의 정비시 또는 기존 하안(河岸)의 보수시 자연형 하천공법이나 생태공법으로 정비함이 바람직하다.

생물다양성을 향상시키기 위해서는 현재 조성되어 있는 하안(河岸) 및 고수부지를 부분적으로 개선함과 동시에 미정비지역(암사수원지, 취수지 상류역 등)의 정비시 또는 기존 하안(河岸)의 보수시 자연형하천 공법이나 생태공법으로 정비함이 바람직하다.

5.4.4 어소투여

한강의 하상은 준설, 하안정비공사 등으로 인하여 평준화되어 그 구조가 단순화되어 있다. 또한 수생식물의 식생도 빈약한 실정이다. 따라서 수계 생태계에서 중요한 기능을 하는 어류, 수서곤충, 저서생물 등의 다양성이 빈약한 것으로 추정된다. 이러한 점을 보완하기 위하여 기존에 투여한 어소외에 200~300개의 어소를 제작하여 하상에 투여해 주는 것이 바람직하다.

부분적으로 시멘트 河岸의 구조를 개조하여(돌망태 河岸) 치어, 수서곤충 등의 서식지를 조성해 주는 방안을 적극 검토할 필요가 있다.

5.4.5 조류의 서식지 보호

직강화된 한강, 단조로운 하변 환경은 다양한 서식지 형태로 바꾸어야 할 것이며, 야생조류 서식지 구성 요소인 먹이(food)와 커버(cover), 물(water) 등이 제대로 갖추어져야 한다. 물새는 하천에서 동물성, 식물성 먹이를 이용하고 있으며 개펄, 사구, 얕은 물, 깊은 물 등 다양한 미세서식처(microhabitat)가 제공되어야 할 것이다. 특히, 한강의 지천은 토사가 퇴적됨에 따라 개펄을 비롯한 미세서식처가 다양하게 있는 곳으로 수면성오리류의 월동에 적합한 서식지로 작용하고 있다. 그러나, 토사가 계속적으로 쌓일 경우 미세서식처의 다양성이 감소하므로 서식지의 다양화를 위한 관리가 필요하다. 한강 밤섬에 먹이주기를 시행하는 것은 일부 지천의 하변지역까지 확대해 볼 필요성이 있다고 판단된다. 잠자리 커버(roosting cover), 둥지 커버(nesting cover), 놀이 커버(loafing cover)등이 충분히 제공되어야 한다. 잠자리와 둥지는 수목이 있거나 갈대 식생이 유리하지만, 놀이 커버는 자갈과 모래밭이 더 유리할 것이다. 한강의 물은 수질연구 분야와 연계하여 하천내에 오염물질의 유입을 최소화해야 할 것이며 하변지역에 식생을 도입하여 자연정화효과를 꾀하고 야생조류의 서식지로서 역할을 할 수 있도록 해야 할 것이다.

5.4.6 지천의 유지용수 확보 및 비오뚝조성

한강으로 유입되는 지천중 대형하천 몇몇을 제외하고는 갈수기에 거의 건천에 가까울 정도로 유지용수가 부족하다. 이러한 원인은 지천의 하류에 대형 하수처리장이 건설되어 대부분의 하수가 차집되어 하수처리장으로 이송되기 때문에 지천으로 유입되는 수량이 매우 부족하기 때문이다. 일부지역에서는 지하철 驛소에서 방류되는 지하수를 유지용수로 확보하여 하천을 살리고 있으나 매우 부족한 실정이다. 이와 같이 서울시의 도시하천들은 유지용수 확보가 시급한 실정이며, 또한 河岸의 식생이 거의 파괴되어 있고, 자정능력이 거의 상실된 상태이다. 따라서 하수처리장 방류수를 하천의 유지용수로 이용하는 방안, 자연형 하천으로 전환하여 비

오榻을 조성하고 하천고유의 자정능력을 향상시키는 방안을 적극 검토해 나가야 할 것이다.

5.4.7 유입지천의 오염부하량 저감을 위한 침전지 및 습지조성

한강 본류에는 탄천을 비롯한 10여개 유입지천이 있다. 이들 지천은 유기물 및 영양염류 함량이 높고 기타 오염물질의 함량도 높다. 이러한 지천은 본류의 주요오염원으로 알려져 있으나 유로 특성상 짧은 기간내 자연정화 하천으로 복원되기는 어려운 실정이다. 또한 유입되는 부유물질은 본류와 합류되는 하안을 따라 퇴적하여 수변경관을 하락시키고 퇴적토 제거를 위해 2차 오염이 발생할 가능성이 높고 경제적 손실이 뒤따른다. 이러한 지천으로부터 유입되는 오염물질을 저감시키는 방법으로 유입 지천중 유량이 많고 오염도가 높은 탄천, 중랑천, 왕숙천의 하류지에 일정 수역을 선정하여 수리학적 체류시간 2시간 내외의 침전지 및 습지를 조성하여 수질개선 효과와 생물서식지를 확보할 필요가 있다.

5.4.8 수질의 합리적 관리대책 수립

한강 본류의 수질오염은 수중생물에게 직접적인 영향을 미칠 뿐 아니라 수자원 이용에도 장애를 주고 있다. 지속적인 투자를 실시해 온 결과로 (하수차집, 처리장 신설) 점차적으로 수질이 향상되어 가고 있지만 기대치에는 못 미치는 실정이다. 따라서 더욱 향상된 수질과 생태계 회복을 위해서는 좀더 과학적 관리방법을 도입할 필요성이 높다. 즉 수역별 환경용량(유기물 분해능력)을 산정하고, 이 능력에 맞도록 유입 오염부하량을 저감시키고, 자연적 능력을 이용하여 수질을 개선하는 방법이다(오염물질의 총량규제).

5.5 서울시 중랑천 수계 하천정비현황

5.5.1 호안조성 및 고수부지 조성

저수로 상태를 보존하되 자연성이 복원될 수 있도록 호안정비
기초시생은 갈대, 버드나무, 갯버들을 이용하여 시간이 경과후 자연적으로 생태계가 변화하도록 계획
호안의 경사는 1/2을 기준으로 하여 구간별로 여건에 적합한 저수초안공법의 적용

5.5.2 중랑천의 환경친화적 재생방안

- ① 상시 수위가 맞는 저수지부위의 하도를 완만한 곡선을 주어 조성하므로 유수의 에너지를 변화
- ② 퇴적이 생겨 고수부지를 이루고 있는 지역은 자연식생(수초, 잔디류, 갈대류)으로 처리하거나 모래, 자갈과 같은 자연상태 유지(침식에 의해 포락이 생겨날 우려가 있을 경우 돌망태나 사석같은 거승으로 호만을 하고 그 위에 흙이나 자갈을 채워 식생도입)
- ③ 고수부지상에 인위적인 개울이나 작은 연못, 습지 보행자전용도로, 자전거도로 등을 도입하여 자연학습 탐방장소로의 친수공간 조성
- ④ 중랑천 하류부에 보를 설치하여 중랑천의 수량을 확보

5.5.3 중랑천 복원을 위한 정책

- ① 습지생태계 복원
하수처리장에서 처리된 유수일부를 가압하여 상류측에 공급함으로써 하

천 최소유량 유지

습지 식물의 서식기능을 위한 둔치토양의 개량

천이를 유도한 식물의 바를과 이식을 통한 하천고수부지 및 호안의 녹지화

② 지속적인 환경행정

환경전담공무원 기술인력양성

시민중심의 하천감시단 구성

중랑천 관리를 위한 하천관리기금조성

③ 지원행정을 위한 조례 제정

하수도관망의 전산화

지하수이용계획을 수립하여 무분별한 지하수남용억제

입산금지구역의 설정으로 양질의 물 및 산림자원보호

. 90년대초만 해도 생활 하수로 인해 씨가 말랐던 실잠자리가 상류 노원교 부근에서 날아다니고 중하류인 장안교에서는 잉어.메기.누치등 어류와 넓적 거머리도 나타났다.또 장안교밑에서는 메기.붕어새끼가 물을 휘젓고 다닌다. 서울시가 지난해 4월부터 시계내 중랑천 22km 생태계 전체에 대해 조사를 벌인 결과 어류는 잉어.붕어.누치.미꾸라지등 6종,환형동물은 실지렁이.거머리등 5종등 총 31종의 하천동물이 서식하고 있는 것으로 밝혀졌다. 이는 안양천등 다른 한강지천에 비해 서식 종류가 배이상 많은 것이다. 곤충인 실잠자리.소금쟁이와 연체동물인 애기물 달팽이등 하천이 깨끗해야 알을 낳을 수 있는 생물이 발견돼 중랑천 수질이 점차 개선되고 있는 것으로 보인다. 실제로 중랑천은 생물학적산소요구량(BOD)이 90년 36.9에서 지난해 17.6으로 배 이상 개선되고 있다. 특히 장안교 부근의 경우 상류 노원교와 중상류 이화교보다 훨씬 많은 어류와 곤충등 21종이 서식하고 있는 것으로 밝혀졌다.조사를 맡은 서울시보건환경연구원 배경석(裴京錫)수질보전과장은 “다른 한강지천과 달리 중랑천은 수초가 자생할 수 있는 고수부지가 있어 어류와 곤충들의 서식이 용이하다”며 “중랑천에 접한 중랑구등 자치구가 합동으로 벌이는 중랑천 살리기 운동이 실효를 거두고 있는 것으로 보인다”고 밝혔다.

【 참고 문헌 】

- 1) 우리나라 지하수 오염현황 및 복원기술, 수자원정보 가을호, 이진 2004
- 2) 도시하천에서 자연형 저수로 호안공법의 적용 및 생태적 변화에 관한 연구 , 白鍾湜, 1999
- 3) 최근의 토양/지하수환경 정책동향과 물리탐사기술의 발전과제, 한국 물리탐사 학회 심포지움, 김영웅, 2001
- 4) 도시하천 친수공간 계획에 관한 연구, 안근영, 1999
- 5) DRASTIC SYSTEM을 이용한 지하수 오염 가능성 및 위험 분석 연구, Journal of GIS Association of Korea, Vol. 4, No. 1, p1-11, 이사로, 김윤종, 1996
- 6) 도시 하천변의 식물생태계 특성에 관한 연구, 金鍾根, 1999
- 7) 도시하천 고수부지 내의 식생을 고려한 자연형 하천계획, 이호철, 2000
- 8) 도시하천에서의 어류서식처 증진 방안, 金錫範 ,2001