韓國環境復元綠化技術學會誌 3(2) : 35~46(2000)
J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 3(2) : 35~46(2000)

자연형 하천 생태계를 위한 식생개선 방안 연구 - 중랑천을 사례로

안근영[1] · 이은희[2]

[1] 서울여자대학교 대학원 원예학과 · [2] 서울여자대학교 원예학과

A Study on the Plan of Plant State for Improvement of Stream-ecosystem - in Case of Chungrang Stream

Geun-Young Ann[1] and Eun-Heui Lee[2]

[1] Department of Horticultural Science, The Graduate School of Seoul Women's University
[2] Department of Horticultural Science, Seoul Women's University

ABSTRACT

Environmental pollution has become more and more serious in urban areas since industrialization as most streams and rivers were developed heavily because of economic opportunism. Recently river restoration techniques, applied in advanced countries, have been introduced to Korea. But the application of river restoration techniques developed in advanced countries, has a lot of limitations in respect of economic loss during construction, suitability for the domestic situation and the problem of flood control. The method of minimizing the problems must take into consideration these issues, including economic considerations. So from these points of view this study intends to plan ecological river restoration and to create a nature friendly river in the case of the Chungrang river.

The subject site is the upper part of Chungrang river, from the Nokchun bridge to Sang-kye bridge, where the ecosystem is well preserved in comparison with other parts of the river. The subject site is divided into 10 sections for plant state investigation. The result of plant-state investigation showed pioneer water plants such as *Persicaria thunbergii, Oenanthe jaranica, Rumex crispus.* appeared very often. On the basis of the existing plant state, this study has planned an appropriate plant state for the river and has planned for bank protection using a method of construction, which is suitable for natural river.

In this study, first of all, it is intended to investigate the plant growth state of Chungrang river and try to plan a particular ecosystem for the river for the purpose of the revival of the natural river.

Key words : *ecological river restoration, plant investigation, bank protection*

Ⅰ. 서 론

급속한 경제 성장 이후 산업화 체제로 인한 환경 문제는 도시 내에서 더욱더 심각해지고 있다. 경제적 개발 위주의 정비 사업에만 치중하여 대부분의 하천이 인공적, 편의적으로 개발되었고 생활하수와 공장폐수로 인한 수질오염도 또한 도시전체의 생활환경을 악화시키고 있다. 우리 나라는 80년대 초 한강종합개발사업을 시행하였으나 하천의 생태적인 기능이나 자연보존 및 복원에 관심을 두기보다는 치수, 이수기능을 중심으로한 하도 개수 계획, 즉 도시정비사업에 치중하였다. 따라서, 현재 도시하천의 대부분은 하천이라기보다는 하수방류로, 우수소통로의 기능 외에 진정한 하천으로서 도시민들에게 친자연, 친수공간으로서의 역할은 없다고 할 수 있다. 최근 도시생태환경의 심각성, 주민들 삶의 질적 환경의 요구도가 크게 부각됨에 따라 도시 각처에서 생태환경의 복원 및 재생에 큰 관심을 두고 있다. 현재 도시생활에서 수변 환경의 가장 큰 부분을 차지한다고 할 수 있는 도시하천에서도 자연형 하천으로의 복원 및 재생의 일환으로 유럽 등지의 선진국에서 많이 시공되고 있는 자연형 호안 조성 공법, 생물 서식 공간 조성 기법 등을 도입, 실제 시공하는 사례가 증가하고 있다. 그러나 자연형 하천이라는 것이 인간의 간섭이 존재하기 전 하천 고유의 자연생태계에 가깝게 재생되는 것을 그 목적으로 할 때, 현재 자연 하천의 완전한 복원은 불가능할 뿐만 아니라 적용된 복원공법들이 정착하기까지 시간적 제약이 따른다. 또한 정착기간동안의 집중호우의 위험과 복원의 경제적 문제, 그리고 공사과정시의 홍수발생의 우려 등 많은 문제점이 산재하는 것이 현실이다. 또한 하기 집중강우성인 우리 나라 기후 특성상 외국의 공법 사례를 그대로 도입하여 적용하는 것도 다른 문제를 발생시킬 수 있다.

이러한 많은 문제점을 고려해 볼 때 가능하면 경제적 손실을 줄이면서 다른 여타의 제반 문제를 최소한으로 줄일 수 있는 복원기법을 생각하게 된다. 자연형 하천은 하도의 변경이나 하상을 변경시키지 않아도 자연형 호안 즉 자연형 식생대를 조성함으로서 자연형 하천과 유사하게 재생시킬 수 있다(김혜주, 1998).

따라서 본 연구는 하천의 자연식생조사를 통해 하천 특유의 식생 유도 가능성을 판단해 보고 하천의 자연식생 유도로 자연형 하천 복원의 가능성을 가늠해 보고자 한다. 식생을 유도하여 식생대를 계획, 사례 연구지를 선정하여 적용함으로서 그 지역적 특성에 적합한 식생계획안을 제시하고자 하며, 이는 점차적인 하천생태계로의 유도와 더불어 주변 주거민들의 친환경적인 수변공간의 제공을 목적으로 한다.

Ⅱ. 연구사

지금까지 도시하천에 대한 연구는 경관, 홍수, 수질에 대한 것이 대부분이었다. 1980년대에는 주로 도시하천을 경관평가관점에서 접근하여 시각적 질 평가 및 현황을 분석하는 데에 중점을 두었고, 또는 치수측면에서의 홍수방어계획 및 기본홍수, 계획 홍수량, 정비 방향 과제 그리고 도시하천의 환경문제 중 심각한 수질 문제에 대한 연구가 주로 수행되었다.

1980년 후반에 들어서 수변의 공원계획이나 친수공간에 대한 연구가 시작되었으며 주로 대하천을 중심으로 한 대규모 공원개발이나 이용위주의 시설계획, 도시하천변 고수 부지를 이용한 공원계획 수립에 관한 내용이 주류를 이루었다.

1992년 리우환경회의 이후 '환경적으로 건전하고 지속 가능한 개발'의 개념이 강조되었고, 이때부터 선진국의 생태적 복원 기법, 자연형 하천 정비이론이 소개되기 시작했다.

이에 따라 국내에서도 그 동안 획일적인 정비와 무차별한 복개공사로 도시민들에게 도외시 당했던 하천을 주거환경으로 끌어들여 생활의 일부분으로서 쾌적한 친수공간으로 이용하고자하는 시각이 생겨나기 시작했다.

여태까지의 획일적인 하천개수계획의 문제점이 부각되면서 무분별한 개발을 지적, 하천 정비계획 개선방안, 관리방안의 제시가 요구되자 환경부(1996)에서는 국내 하천 정비의 현황과 문제점을 분석하고 국내외 하천환경 평가 기법과 공법

사례를 검토하여 자연형 하천공법 자료를 제작, 국내 중소하천에 적용, 하천 환경 평가 기법을 개발하였다. 생태이동통로, 생물서식공간(Biotop) 등 도시전반에 걸쳐 자연친화적 도시환경 복원 기법 등이 이슈화되면서, 정부 각처뿐만 아니라 학계에서도 자연형 하천 및 생태하천 조성기법에 관한 연구가 활발히 진행되기 시작했다. 건설부(1994)에서는 우리 나라의 자연형 하천 계획 개선방향 및 국내외 하천 식수 기준 조사 또한 하천수량과 수질의 상관특성에 대해 연구하였다. 송병화(1996)는 안양천을 대상으로 생태통로의 개념 및 계획요소를 연구 적용하여 생태통로로서의 하천 계획안을 제시하였다.

하천생태계의 구조와 하천 식생대의 기능을 연구한 박종화(1996), 임충수(1996)는 자연형 하천정비로의 필요성에 대해 서술, 하천 환경의 이념과 방침 및 기본방향에 대해 연구하였고 정동양(1996)은 독일, 스위스의 근자연형 하천계획을, 이삼희(1996)는 일본의 다자연형 하천정비 계획을 검토, 자연에 가까운 하천정비에 대하여 자세히 소개하였다. 최정권(1997)은 하천환경의 생태적 재생을 목적으로 양재천 학여울 구간에 자연형 저수로 호안 공법 10가지를 개발, 시험 적용하고 적용 후 1년간의 경관형성 과정과 식생 복원 모니터링을 실시, 기술적 실행 가능성을 높여 생태적 대안을 제시하고자 하였고 김혜주(1998)는 그 동안 우리 나라에 시험적으로 적용되었던 자연형 호안 공법을 재점검, 그 원리 및 구체적 호안 공법 사례를 들고 자연형 호안 공법의 적용상 문제점을 지적하였다.

환경계획연구소(1997)는 친환경적 하천복원을 위한 국제 심포지엄에서 하천복원사업에서의 지형 분석 및 평가를 내리고 우리 나라 하천 정비 현황과 전망에 대해 검토, 하천 생물군집에 영향을 주는 환경인자를 식별하는 생태학적 이론을 분석하고 평가하였다.

자연형 하천 이론이 도입되면서 이에 대한 적용성 연구, 또는 실제 시범 적용하는 사례가 많아지고 있다. 선진국의 자연형 하천조성기법이나 사례들은 많이 연구되었으나, 실제로 우리 나라 기후와 지역적 특성에 알맞는 자연형 하천 조성공법과 기술에 관해서는 향후 다양한 측면 즉, 공법적 측면, 식생측면, 사후모니터링측면에서 구체적인 연구가 이루어져야 된다고 사료된다.

Ⅲ. 연구 방법

본 연구에서는 주거지 내 수질오염과 접근불가성의 문제 등으로 인해 생활환경에서 배척당하고 있는 실정인 도시하천을 보다 친숙하고 가까운 주거환경의 일부로 자리잡을 수 있도록 하는 그 첫 단계로서, 자연 생태계의 회복을 위한 하천 고유 식생의 정착을 목적으로 하고 현재 서울시에서 하천 정비 사업을 추진하고 있는 중랑천변 가운데 주거가 밀집되어 있고, 비교적 접근성이 쉬운 상계대교 - 녹천교 구간을 선정하여 부지현황을 부분별로 조사, 각 부분별로 알맞은 식생개선방안에 대해 연구하고자 하였다.

1. 대상지 선정

본 연구에서는 중랑천을 연구대상지로 선정하였다.

중랑천은 한강의 1차 지류로서 경기도 양주군 주내면 산북리 불국산에서 발원하여 성수대교에서 한강본류에 유입한다. 서울시의 직할하천으로서 규모는 중하천이다. 중랑천을 연구대상지로 선정한 이유는 다음과 같다.

중랑천은 과거에 수질이 상당히 심각할 정도로 오염되어 있었으나 점차 개선되고 있는 상태로 현재 친수공간 조성사업이 부분적으로 이루어지고 있다. 중랑천은 유역주변이 대부분 주거지로서 생활환경의 친수공간으로서 활용할 수 있는 여지가 다분하나 좌우안의 동부간선도로로 인해 접근성의 어려움 등 제대로 이용되지 못하고 있는 상태이다. 다른 하천에 비해 유량이 갈수기일 때도 충분하고 고수부지가 넓어 어린이들을 위한 주거환경과 가까운 자연학습장조성도 유리할 것으로 보인다. 중랑천은 한강의 1차 지류로서 서울시 전체의 도시경관에 미치는 영향이 크다. 자연이 풍부한 생태환경이 조성될 시에는 도시경관의 질에 크게 기여할 것이며 도시 생태계 전반에도 많은 영향을 줄 것이다. 사례 연구대상지로

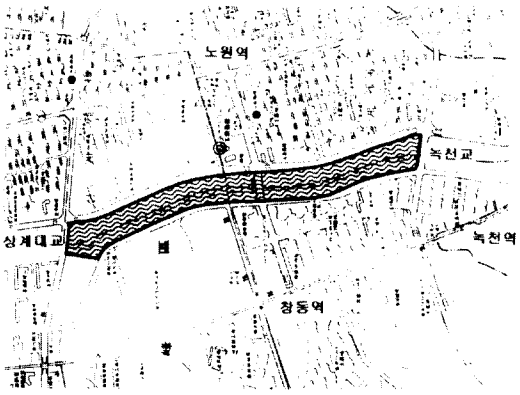


그림 1. 대상부지

설정한 상계 대교 - 녹천교 구간에는 이미 정비된 노원구 측 좌안과 미정비된 도봉구측 우안이 서로 상반된 상태이고 하천하류부에 비해 접근이 용이하며 자연생태계의 모습이 부분적으로 보이며 주변의 초 · 중 · 고등학교들이 많이 산재하여 청소년들의 자연학습의 장을 제공하는 역할도 기대되는 부지이다.

2. 부지현황조사

하천변 부지 현황조사는 호안 형태 조사와 식생 조사로 나누어 이루어졌으며 조사는 1998년 5월 10일 - 20일(10일간)에 걸쳐 수행하였다. 식생조사는 상계대교 - 녹천교(약 2㎞) 구간의 좌안(노원구 관할), 우안(도봉구 관할)을 각각 10구간으로 나누었다. 1구간의 형태는 그림 2와 같이 호안을 따라 10m, 제방상부를 따라 5m로 각각 1㎡단위의 조사단위를 정하고 각 단위마다 발견되는 식물들의 수를 파악하였다. 총 20구간에 걸쳐 발견된 식물개체수(좌안, 우안 각각 10반복)를 종합하여 평균분포수로 나타내었다.

이렇게 조사된 결과를 토대로 대상부지 기존식생을 파악하고 이를 토대로 현재 중랑천의 생태현황, 식생현황을 분석하였으며 각 구간의 유속과 호안 형태에 적합한 호안을 계획, 이와 더불어 자연형하천 고유의 식생으로 유도할 수 있는 식재 계획안을 제시하였다.

Ⅳ. 결과 및 고찰

1. 부지현황조사

1) 일반적 현황

중랑천은 경기도 양주군 주내면 산북리 불국산에서 발원하여 의정부시의 중심부를 지나 남류하고 하류부인 성동구 송정동에서 서류하여 사근동에 이르러서 유역의 최대지류인 청계천이 합류하고 한강 성수대교 우안측으로 본류에 유입한다. 유역은 서울시와 의정부시가 3/4이상을 점하고 있는 고밀도의 도시 지역이며 한강수계 중소 하천중 가장 넓은 하천이다. 자연사행 하천의 성격이 하도정비 및 동부간선도로 개설로 상당부분 사라졌고 제방의 대부분은 콘크리트 호안블럭과

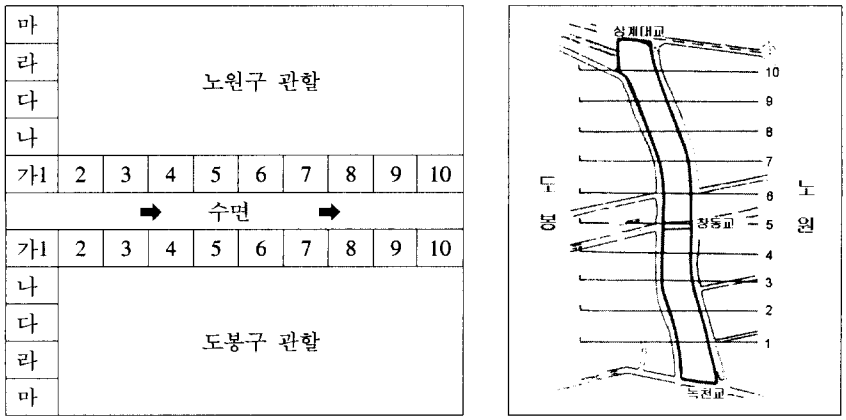


그림 2. 한 단위 구간의 형태와 각 구간의 위치

구조물로 되어있으며 동식물 생태계는 수질오염으로 상당히 파괴되었으나 다시 회복되는 과정에 놓여있고 하폭이 넓어 사행성이 있는 자연하천으로 다시 복구시킬 수 있는 여지가 존재하고 있다(서울특별시, 1995).

2) 부지 현황

부지의 평면상 형태는 완만한 곡선형을 이루고 있었으며 여울 및 웅덩이가 일부 형성되어 있었고 일부분에 자연제방이 남아있었다. 곡선부에는 사구가 나타나며 고수부지는 전구간 분포하고 대부분, 야생초지나 운동장, 낚시, 채소원으로 이용되고 있었다.

좌안의 경우는 현재 서울시에서 중랑천변 수변공간계획으로 정비를 한 상태로 3 - 4m의 콘크리트 자전거도로가 포설되어있고 도로 양쪽, 제방쪽과 하안쪽으로는 인근 주민의 경작지로 이용되고 있었다. 또한 진입계단도 각 교량 양쪽으로 설치되어 있다. 경작으로 인한 채소이외에는 하천고유의 식생은 거의 없었으며 경작지 이용으로 인한 비료, 농약 등의 하천오염이 우려된다.

그림 3. 대상부지 좌안 현황

그림 4. 대상부지 우안 현황

반면 중랑천 우안은 미정비 상태로 노원구쪽에 비해 자연상태에 좀 더 가깝다고 할 수 있으며 정식진입로는 없지만 주민들이 임시방편으로 만들어놓은 진입로가 있으며 경작지로 이용되고 있으나 노원구쪽에 비해 구획적이지는 않다. 미정비 상태로 인해 주민들의 이용율은 떨어지지만 비교적 자연상태가 더 잘 유지되어 사주, 여울과소 등을 볼 수 있으며 식생도 다양한 편이다.

표 1. 중랑천의 일반적 현황

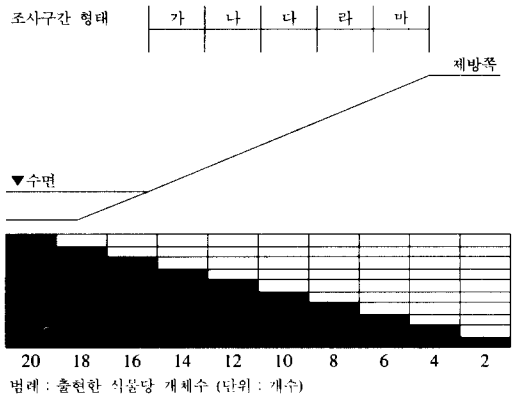
발 원 지	경기 양주 주내면 산북리 불국산
유역면적	299.6㎢
유역 평균폭	8.61㎞
주변지역	고밀도 도시지역
유역평균고도	E.L 107.2m
하상구성재료	가는 모래, 굵은 모래
하폭	110 - 330m(한강수계 하천중 제일)
평균하상경사	1/1150
지질	화강암, 편마충적층
기상	여름 해양성기후, 겨울 건조기후
연평균강우량	1256.7㎜
연평균 기온	37.2℃
평면상 형태	곡선형, 사행하천
고수부지상태	전구간 분포, 이용
제방	인공제방, 상류에는 자연제방
취수시설	없음
하수도	분리하수관으로 연결
사례 대상지 특징	녹천교 - 상계 대교 구간은 하류 구간에서 찾아 볼 수 없는 자연제방이 일부 나타나고, 주변의 아파트 주거단지로 인해 주거민들의 이용이 기대되는 곳이며, 접근성도 양호하다.

자료 : 서울특별시, 1995.를 바탕으로 저자 재구성

3) 생물상

중랑천 식생 조사 결과 나타난 초본류 중 일부를 보면 식물 사회학적으로 군락을 파악해 볼 때 인간에 의한 간섭이 있는 곳에서 나타나는 수종이 보임을 알 수 있는데 특히 하천 식생이 아닌 *Chelidonium majus* var. *asiaticum*, *Chenopodium album* 등 *Chenopodietea* Class와 *Artemisietea* Class가 많이 나타나는 것으로 보아 중랑천은 인간의 간섭에 의해 자연하천의 형태를 많이 잃은

표 2. 중랑천 대상구간 종합 식생표



범례 : 출현한 식물당 개체수 (단위 : 개수)

식생명 \ 구간	가	나	다	라	마	생활형
출현종의 수	15	15	22	24	21	
Agropyron tsukushiense var. *transiens* 개밀						1년생 초본
Stellaria aquatica 쇠별꽃						2년생 초본
Erigeron canadensisr 망초						2년생 초본
Sisymbrium luteum 노란장대						다년초
Humulus japonicus 환삼덩굴						1년생 초본
Chenopodium album var. *Centrorubum* 명아주						1년생 초본
Artemisia princeps var. *orientalis* 쑥						다년초
Lepidium apetalum 냉이						2년생 초본
Barbarea orthoceras 나도냉이						2년생 초본
Mazus pumilus 주름잎						다년초
Rumex crispus 소리쟁이						다년초
Chelidonium majus var. *asiaticum* 애기똥풀						2년생 초본
Draba nemorosa var. *hebecarpa* 꽃다지						2년생 초본
Oenanthe jaranica 미나리						다년초
Stipa pekinensis 나래새						다년초
Youngia japonica 뽀리뱅이						2년생 초본
Lepidium apetalum 다닥냉이						2년생 초본
Persicaria thunbergii 고마리						2년생 초본
Potentilla centigrana 좀딸기						다년초
Commelina communish 닭의장풀						1년생 초본
Dactylis glomerata 왕미꾸리광이						1년생 초본
Alopecurus aequalis var. *amurensis* 뚝새풀						2년생 초본
Persicaria hydropiper 여뀌						1년생 초본
Hemistepta lyrata 지칭개						2년생 초본
Trifolium repens 토끼풀						다년초
1 · 2년생 초본류						68%
다년생 초본류						32%

하천임을 알 수 있었다. 또한 대부분의 식생이 다년초보다는 1, 2년생 초본으로 1차 개척식물군으로 이루어져 있었다. 노원구 관할인 좌안은 인근 주민들이 채소밭 등 경작지로 이용하여 우안에 비해 식생이 더욱 단조롭고 육지 식생 비율이 더 높게 나타났다.

중랑천에서 나타나는 어류는 붕어, 참붕어, 잉어 정도이며 주로 물가식물이나 수서 곤충이 서식하는 곳에서 나타난다(환경청, 1987). 중랑천변 풀이 우거진 곳에서는 메뚜기, 잠자리, 귀뚜라미, 나비 등 육상곤충이 발견되었다.

호안 가까이에 수풀이 우거진 곳에서는 깔다구류, 실지렁이류, 거미리, 왼돌이, 달팽이 등 수서곤충이 발견되기도 한다(환경청, 1987).

중랑천은 교통량이 많은 주거지역이 가까이 있고 상대적으로 오염되어 있어 새들이 서식하기에 적합하지 않은 환경을 가지고 있으며 철새들이 이동하면서 잠시 머무르는 정도이나, 상대적으로 수질이 좋은 구간이나 식물이 있어 어느 정도 몸을 숨길 수 있는 곳에 가끔씩 나타나며, 식생조사 중 발견된 조류로는 까치, 참새, 왜가리 등이었다.

서울의 밤섬 철새 도래지나 한강 하구언으로 이동하는 중 가끔씩 먹이를 찾아오는 왜가리, 중대 백로, 흰빰 검둥오리 등도 보인다고 한다(환경청, 1987).

3) 수환경

중랑천은 연평균 수질자료를 보면 91년 이후 뚜렷이 개선되는 양상을 보이고 있다. COD나 BOD의 수치는 아직도 5등급에 해당되지만 DO는 93년 이후로 1등급에 해당되는 높은 수치를 보이고 있다(노원구청, 1998).

중랑천이 유역면적에 비하여 오염물 발생량이 많음에도 불구하고 5등급을 유지하는 것은 중랑하수처리장 때문인 것으로 판단된다(환경부, 1997).

2. 적용이론

홍수 소통 목적으로 직강화 하천은 친수 환경과 자연생태계의 파괴, 유사의 퇴적과 빠른 유속으로 인해 홍수시 직강화 이전보다 더 큰 피해를 가져온 사례(스위스 레피시강)도 있다(이삼희, 1995). 이처럼 하천내에서 식생대의 기능이란 생태계 서식처로서 뿐만이 아니라 홍수시 유출 속도의 완화, 제방안정성 증가 등의 물리적인 역할도 크다. 또한 이러한 하천 식생대의 물리적인 역할은 자연형 하천 즉, 하천 고유의 생태계가 조성되었을 때 더 크게 작용할 수 있다.

표 3. 중랑천의 수질현황 (환경부, 1997)

오염물 발생부하량(톤)			총 부하량 (톤)	유역 면적 (㎢)	유역면적당 발생부하량 (ton/㎢)	수질 현황
인구	축산	산업				
17.11	0.57	77.77	95.45	288	0.36314	5등급

자연형 호안공법은 생물공학의 원리를 토대로 하여 식물을 토목용 재료로 이용하여 하안 보호와 하천변의 소생물권 조성을 유도하는 방법으로 하도나 하상을 변경시키지 않아도 자연형 하천을 설계할 수 있는 장점이 있다(김혜주, 1998). 자연형 호안 공법은 부지에 맞는 식물의 선택과 식생대의 결정이 중요한데 식물의 선택은 그 지역의 환경 조건과 특히 자연 잠재 식생을 고려해야 한다. 자연 잠재 식생은 인간의 간섭이 멈추었을 때 기대할 수 있는 그 지역의 식물군락을 말하는데(Tuexen, 1961), 대상지의 경우 오염된 수질, 경작지, 채소원 이용, 도로 교통 시설 등으로 인해 하천의 자연 잠재 식생은 거의 기대할 수 없는 실정이다.

식생대 결정시에는 또한 유황의 기준을 나타내는 갈수량, 저수량, 평수량에서의 침수 기간을 참고로 하안의 수역을 구분하여야 한다(김혜주, 1998). 하천 식생대는 수위에 따라 크게 수생식물역, 갈대식물역, 연수목역, 경수목역, 고수부지, 제방으로 구분이 가능한데 각각의 식생대마다 적용되는 수종 또한 다르다. 수생식물역은 거의 연중 침수되는 구역으로 수생식물, 부유, 반부유, 침수식물 등으로 이루어지며 연적으로 수생식물이 번식할 수 있도록 유도할 수 있는 구역이다. 갈대식물역은 침수 기간이 일년 중 150 - 360일인 구역으로 하안침식과 퇴적이 번갈아 일어나며 갈대군락이 잘 서식한다. 연수목역은 일년 중

150일미만으로 침수되는 하안으로 계절적으로 범람하는 구역이며 오리나무과, 버드나무과 등이 식재 가능하고 하안의 침식방지를 위해 수위변동에 강한 수종선택이 좋다. 경수목역은 일년 중 30일미만으로 침수되는 하안구역으로 범람시 약간의 침수에도 견딜 수 있는 식물이 적합하다(김혜주, 1998). 고수부지는 일시적인 습지 또는 다양한 비오톱의 형성을 기대할 수 있는 구역으로 주변경관과 연결시켜 식생대를 조성할 수 있다. 제방지역은 다른 부분에 비해 건지성이 강하므로 건지 생태계를 유도할 수 있다(Schlüter, 1995). 이러한 식생대 구분을 토대로 중부지방의 하천에 적용할 수 있는 식물수종을 선정하였다.

단, 표 4~7은 식물의 특성과 자생지, 지역적 기후, 수위변동, 토양 토성을 고려하여 지역적으로 변동이 있을 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 기존의 수행되었던 연구 이론들을 토대로 적용하였는데, 기존의 연구들이 외국의

표 4. 갈대역 식재 가능한 식생

종 류	식물의 특성
갈대 *Phragmites communis*	습지에서 자라는 다년초 충분한 광을 필요로 함
부들 *Typha orientalis*	전국에 분포하는 다년초로 습지나 물가에서 자람
물억새 *Miscanthus sacchriflorus*	물가와 습지에서 자라는 다년초
달뿌리풀 *Phragmites japonica*	냇가와 모래땅에서 자라는 다년초
창포 *Tcorus calamus*	다년초로 산야의 습지나 물가에서 자람
동의나물 *Catha palustris*	전국에 분포하며, 산중 습지에서 자라는 다년초로 황색 꽃이 핌

표 5. 연 · 경수역 식재 가능한 식물수종

종 류	식물의 특성
갯버들 *Salix gracilistyla*	습지나 물가에서 자라는 낙엽관목
왕버들 *Salix glandulosa*	냇가에서 자라는 낙엽교목
용버들 *Salix matsudana*	중국원산으로 자라면서 소지가 밑으로 쳐지고 구불구불해짐
개수양버들 *Salix dependens*	가지가 밑으로 길게 쳐지며 소지는 황록색인 낙엽교목
털부처꽃 *Lythum salicania*	충분한 광을 요함
갈대 *Phragmites communis*	습지에서 자라는 다년초 충분한 광을 필요로 함
화살나무 *Euonymus alatus*	산야에서 자라는 낙엽관목
흰말채나무 *Cornus alba*	평북 및 함경남도에서 자라는 낙엽관목
오리나무 *Alnus japonica*	소지에 털이 약간 있으며 열매는 평평한 넓은 타원형으로 맺히는 낙엽교목
부채붓꽃 *Iris setosa*	북부지방에서 자라는 다년초
물푸레나무 *Fraxinus rhynchophylla*	산지에서 자라는 낙엽수. 음수로써 이식이 용이
딱총나무 *Sambucus williamsii* var. coreana	습기가 있는 산지에서 자라는 낙엽수

표 6. 제방에 가까운 건조지대에 식재가능한 수종

종 류	식물의 특성
느티나무 *Zelkova serrata*	평남 및 함남, 이남에서 자라는 낙엽교목
왕벚나무 *Prunus yedoensis*	각지에서 심고 있는 낙엽교목
좀비비추 *Hosta minor*	비비추와 비슷하나 그보다 작고 잎이 짧은 다년초
앵초 *Primula sieboldi*	다년초, 관상용으로 재배함
버드나무 *Salix koraiensis*	각처에서 자라는 낙엽교목
고비 *Osmunda japonica*	숲 가장자리 혹은 냇가 근처에서 자라는 다년초
둥글레 *Polygonatum odoratum var. pluriflorum*	산지에서 자라는 다년초

표 7. 제방에 식재 가능한 수종

종 류	식물의 특성
으아리 *Clematis mandshurica*	산록이하에서 자라는 덩굴성 식물. 백색의 꽃이 핌
돌나물 *Sedum sarmentosum*	가지가 갈라져서 지면으로 뻗고 마디에서 뿌리가 내림. 식용으로도 이용
송악 *Hedera rhombea*	상록 만성부착형 식물, 건조에 강함
인동덩굴 *Lonicera japonica*	낙엽성, 반상록성 덩굴식물
김의 털아재비 *Festuca parvigluma*	벼과의 1년초로 시냇가에서 자람

이론을 바탕으로 한 것이 대부분이므로 실제로 우리 나라 특성에 알맞는 자연형 하천조성기술과 식생에 관한 보다 구체적인 연구들이 이루어져야 할 것이다.

3. 대상지 적용 식재 계획

하천 식생대는 치수, 지역의 특성, 그리고 생태계구조와 밀접한 관계를 가지므로 적용 대상지의 지역적 특성과 잠재 식생을 고려하여 식재계획을 세워야 한다.

대상지의 경우 현재 호안의 형태와 식생을 고려하여 자연형 호안으로의 유도가 가능할 수 있는 식재 계획을 세우고자 하였다. 그러나 중랑천은 현재 잦은 하도의 변경, 임의적 호안 공사, 또한 인간의 과도한 간섭으로 인해 하천 잠재 식생은 찾아볼 수 없는 실정이다. 따라서 일반적으로 하천 고유의 식생이라 할 수 있는 식생을 단계적으로 적용하되, 유속과 지형에 따라 알맞은 호안공법에 따른 식재 계획을 세우고(그림 5), 이러한 호안공법과 연계된 식생패턴을 선정하였다(그림 6).

저수로 호안은 유속과 밀접한 관계가 있는데 대상지의 경우 하상 경사가 1/754, 유속이 0.15m/sec로 전제적으로 빠른 편이 아니다. 그러나 하도가 사행하는 부분의 경우 유속이 빨라지므로 사행하는 부분은 자연석 호안을 조성하고 유속이 완만한 경우는 식생 이용법과 섶나무 가지법을 적용하였다. 특히 노원구 측 호안은 부분적으로 돌망태 공법이 기존에 조성되어 있으므로 이 부분에는 기존의 공법을 바탕으로 버드나무 삽수꽂이를 적용하기로 하였다.

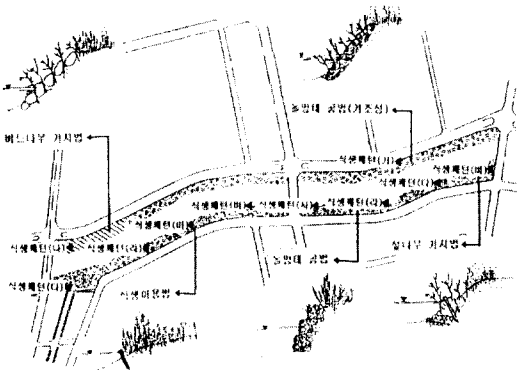


그림 5. 구간별 호안공법과 적용 식재 패턴

또한 추이대의 식생을 파악하여 생육특성을 고려한 계획을 수립하고자 하였으며 수질정화 효과를 기대할 수 있는 정수식물을 적용하였다. 적용된 식생패턴은 다음과 같다.

식생패턴 (가)를 적용한 호안은 기존에 돌망태 호안이 조성되어 있는 부분으로 이 공법을 최대한 활용한 식생 패턴을 적용하였다. 즉 돌 틈으로 버드나무 삽수를 꽂아 뿌리를 내리게 하는 공법을 선택하여 돌 틈까지 자란 버드나무 뿌리로 배후의 토사를 안정시키고 돌과 돌 사이를 강하게 결합시켜 호안의 안정화를 기대할 수 있다.

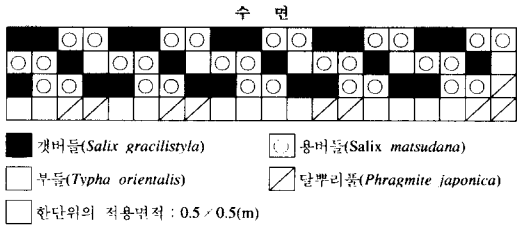
버드나무 가지법을 적용한 구간은 호안이 부실하여 침식의 우려가 있는 지역이다. 홍수에도 견딜 수 있도록 식물과 돌을 조합한 버드나무 공법을 적용하고 그에 맞게 식생패턴 (나)를 적용하였다. 식생패턴 (다), (마), (사)를 적용한 구간은 토사가 퇴적되어 있는 지역으로 유속이 비교적 약하다. 말뚝으로 토사를 안정시킨 후 갈대를 비롯한 추이대 식재에 알맞은 식생을 도입하였다.

식생패턴 (라) 적용 구간은 토사가 불안정하고 유속이 비교적 빨라 침식이 우려되는 호안으로 보다 견고한 공법이 요구된다. 따라서 철망을 사각형으로 만들어 부순돌을 채워 넣은 돌망태 공법을 적용하고 돌틈에 토사를 채움으로서 풀이 자라날수록 튼튼해지는 공법을 적용하였다.

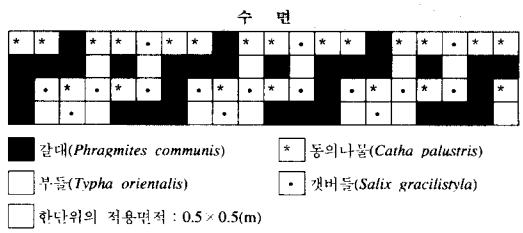
식생패턴 (바)는 버드나무 가지를 하나로 묶은 섶나무 가지 한 그루 또는 수 그루씩 모아 강가에 가로로 눕혀 말뚝으로 고정시키고 그 위를 흙과 모래로 덮는 섶나무가지법과 연결하여 적용하였다. 버드나무가 성장하면서 수변에 그늘이 지고 수초번식으로 어류와 수생 곤충류의 서식처를 제공할 수 있다.

V. 결 론

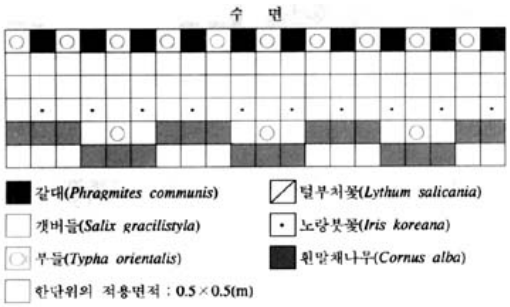
도시화, 산업화가 가중되면서 수변의 식생은 줄어들고 하천의 물은 오염되었다. 특히 도시하천은 인구증가, 토지의 고도이용과 관련하여 하천 주변의 수변림은 점점 제거되고 복개되어 수



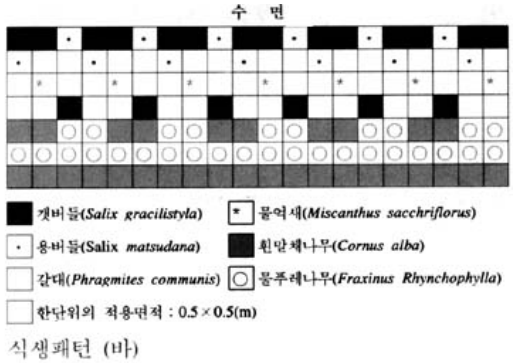
식생패턴 (가)



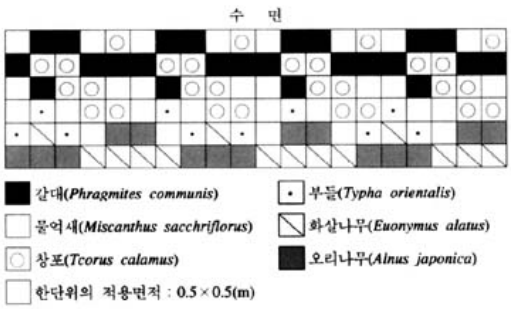
식생패턴 (마)



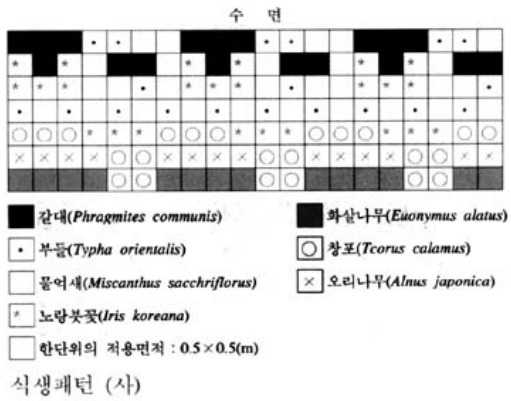
식생패턴 (나)



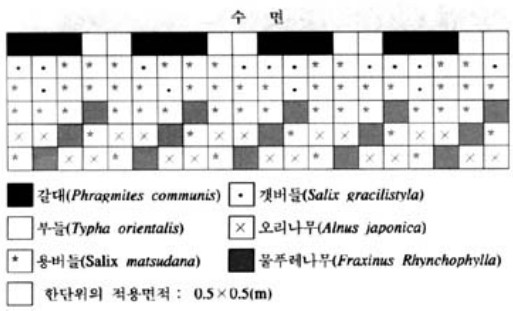
식생패턴 (바)



식생패턴 (다)



식생패턴 (사)



식생패턴 (라)

그림 6. 적용구간별 식생 패턴

질오염은 심각해지고 치수문제만을 해결하려는 하천 정비 등으로 도시민들에게 점점 외면을 받 아왔다.

최근 들어 그 동안 간과되었던 하천의 환경기

능의 중요성이 대두됨에 따라 예전의 하천으로 복원하려는 움직임이 활발해지고 있다.

따라서 본 연구는 삭막한 도시 내에서 버려진 공간이었던 도시하천을 다시 자연이 숨쉬는 하천으로 복원, 도시민들의 쾌적한 친수 공간으로서 생활의 일부분으로 정착할 수 있도록 하여 인간과 자연이 함께 건강할 수 있는 도시환경을 조성하자는데 근본적인 목적을 두었으며 이를 위하여 주거지역내의 이용율이 높은 중랑천을 사례로 들어 자연환경, 물리적 환경을 분석하여 현재 도시하천의 실태를 짚어보고, 자연형 하천 식생을 도입하여 식생대를 계획함으로서 황폐화된 도시하천을 친자연적으로 개선해 보고자하였다.

대상부지로 선정한 녹천교~상계대교 구간은 하천 상류부로 접근성이 양호할 뿐만 아니라, 돌망태 호안 등 기존 상태를 보완하여 자연형 하천으로 조성할 수 있는 장점을 지니고 있고, 주거지와 인접하여 주거환경 내에서 보다 가깝게 자연학습의 장으로서 제공될 수 있는 부지라 사료된다.

부지의 식생조사 결과 하천생태계가 상당히 파괴되었음을 알 수 있었으나, 최근 몇 년간에 걸쳐 수질이 꾸준히 개선되고, 발견되는 조류들도 다양해지는 것으로 보아(노원구청 자료, 1998), 자연형 하천으로 복원될 경우 도시 전체 차원에서 상당한 생태적 기여 효과가 있을 것으로 보인다.

본 연구에서는 자연하천의 식생을 단계적으로 식재 계획에 적용하여 자연하천의 식생을 점차적으로 유도하고자 하였으며, 기존의 조성되어 있는 자연적인 호안을 최대한 활용하는 방법으로 식재 패턴을 선정하였다.

결론적으로 본 연구의 기대효과는 하천 생태계의 복원 즉 하천 고유의 생태기반의 조성으로 자연이 풍부한 하천공간 재생의 첫 단계로서 하천 고유의 식생을 도입하고 자연식생을 유도함으로서 자연형 하천에 가깝게 하고자 하는 데 있다. 그러나 중랑천의 식생에 있어서 조사가 각 계절별로 이루어지지 못한 점과 식재 선정 수종에 관한 정확한 실험 검증사례가 없다는 것이 본 연구의 한계점이며, 또한 중랑천의 수질개선문제와 하기 집중호우 대비책 등의 해결하기 어려운 문제점이 남아 있으며 이 부분과 관련하여 우리 나라 수문 특성에 알맞는 자연형 하천공법 개발분야의 연구가 지속적으로 이루어져야 될 것이다.

참 고 문 헌

건설부. 1994. 자연형 하천계획기법 및 하천유량과 수질의 상관성 조사 연구. 건설부 연구보고서.

건설부. 1997. 하천내 수목의 현황 및 관리 방안에 관한 조사, 연구 보고서.

권오준. 1995. 수변 공간 지역의 친환경적 재생. 환경과 조경 85 : 68-73.

김재수. 1987. 산림이 홍수량에 미치는 영향과 소유역내 증발산량 추정. 임업연구원 연구보고 35 : 69-77.

김혜주. 1998. 자연형 호안 공법의 원리. 환경과 조경 120 : 64-69.

노원구청. 1998. 노원구 홍보 팜플렛.

노원구청. 1998. 중랑천 수질 자료.

사단법인 한국식물원협회. 국내 주요식물의 생장특성 및 적정관리방안에 관한 연구. 환경부 용역 수행 과제 종합보고서.

서영기술단. 1997. 도시하천 생태환경 계획 및 설계. 도서출판 누리에.

서울시정개발연구원. 1996. 자연형 하천으로의 정비방안 연구.

서울특별시. 1995. 중랑천 수계 고수부지 시민휴식공간 조성기본 및 실시 설계 보고서.

송병화. 1995. 하천 생태통로 기본계획 - 안양천 유역을 대상지로. 서울대학교 환경대학원 석사학위 논문.

양홍모. 1995. 하구환경의 생태적 설계. 한국조경학회지 23(2) : 167-181.

이삼희. 1995. 단지내 하천환경의 복원기법. 토지개발기술 30 : 35-48.

이삼희. 1996. 일본의 다자연형 하천정비. 한국수자원학회지 29(2) : 44-49

이정식 · 윤평섭. 1996. 자생식물학. 도서출판 서일.

임충수. 1996. 자연형 하천계획 및 정비방향. 한국수자원학회지 29(2) : 50-54.

자연보호편집부. 1981. 1 수생 식물을 이용한 수질 정화. 자연보호 제12권.

정동양. 1996. 독일, 스위스의 근자연형 하천계획. 한국수자원학회지 29(2) : 39-43.

최정권. 1995. 자연형 저수로 호안정비공법. 하천환경심포지엄. 한국건설기술연구원.

환경계획연구소. 1997. 친환경적 하천 복원을 위한 국제 심포지엄. 서울대 환경대학원.

환경부. 1997. 국내 여건에 맞는 자연형 하천 공법의 개발.

환경청. 1987. 자연생태계 전국조사.

Harper, David M. & Sedell. 1994. From the Forest to the Sea. St. Luice Press.

Kloos, Rudolf. 1985. Landseen, Teiche, Parkgewässer. Referat Presse.

Schlüter, Uwe. 1995. Pflanze als Baustoff.

接受 2000年 5月 20日