

인천 승기천에서 하안식생의 현황과 복원 방안¹⁾

조강현²⁾ · 김자애²⁾ · 이효혜미³⁾ · 권오병³⁾

²⁾ 인하대학교 생명과학과 · ³⁾ (주) 아썸 호소생태연구소

Status of Riparian Vegetation and Implication for Restoration in the Seunggi Stream, Incheon¹⁾

Kang-Hyun Cho²⁾, Jaai Kim²⁾, Hyo Hye Mi Lee³⁾ and Oh Byung Kwon³⁾

²⁾ Department of Biological Sciences, Inha University,

³⁾ Institute of Limnology, Assum Ecological Systems, Inc.

ABSTRACT

The riparian environments of urban streams in Korea have been disturbed through the channelization for flood control and artificial land use as well as water pollution and flow decrease due to industrialization and urbanization. The flora and vegetation structure were investigated and an implication of stream restoration was discussed for the conservation of biodiversity in the riparian area of the Seunggi stream in Incheon. Naturalized plants and ruderal plants were widely distributed in the riparian area which was disturbed from cultivating, trampling, dumping *etc.* Submerged and floating hydrophytes were not found in the stream due to channelization and water pollution. Some halophytes were remained in downstream and reservoir after reclamation and embankment. The communities of *Humulus japonicus*, *Panicum dichotomiflorum*, *Digitaria sanguinalis*, *Artemisia montana*, *Amaranthus retroflexus*, and *Aster pilosus* were distributed in the disturbed area of bank slope and floodplain in the stream. As a natural potential vegetation, *Phragmites australis* in the wet meadow, *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Oenanthe javanica*, *Persicaria thunbergii*, and *Penthorum chinense* in the marsh, and *Salix babylonica* and *Salix matsudana* for. *tortuosa* in the woodland appeared in the floodplain. The topography in the stream played an important role on the distribution of riparian vegetation in the Seunggi stream. Appropriate methods for conservation and restoration of the riparian ecosystems must be planned on the basis of the actual vegetation in the disturbed urban stream.

Key words : *disturbance, naturalized plants, riparian vegetation, Seunggi stream, restoration.*

1) 본 논문은 2000년도 인하대학교 서해안환경연구센터의 특별프로그램 지원사업으로 연구되었음.

I. 서 론

하안식생(riparian vegetation)은 하천에서 수체와 인접한 곳에서 주기적 혹은 영속적인 범람에 영향을 받는 식물군집으로서 육상생태계와 수중생태계의 전이대에 위치한다. 하안식생은 생육기의 일정 기간동안 지하수에 의하여 토양이 포화되거나 얇은 물에 잠겨 있는 토양에서 생육한다. 하안식생은 하천을 따라 선형 구조를 가지며, 에너지와 물질이 식생을 통과하여 흐르는 열린 체계이고, 기능적으로 상류와 하류 및 육상과 수중생태계를 연결하는 주요한 특성을 가지고 있다(Mitsch and Gosselink, 1993). 하안식생은 생물권에서 가장 복잡한 생태계 중의 하나일 뿐만 아니라 경관과 하천의 생명력을 유지하는 중요한 기능을 수행한다. 즉 하천생태계에서 식생은 생물다양성 유지, 수문조절, 수질정화, 하안보호, 경관미 증대 등의 다양한 기능을 수행하고 있다(Malanson, 1993)

우리나라에서는 하천의 자연적 기능을 도외시하고 공학적 기능만을 강조한 하천정비와 토지이용 제고에 의하여 대부분의 도시하천을 인공화하였다(우효섭·김성태, 2000). 즉 토지 이용, 범람 방지 및 수자원의 원활한 공급을 위한 토목공사에 의하여 직강화, 제방축조 및 하천변 변화가 이루어지면서 하천의 생물서식공간, 자정능력 및 친수공간이 상실되었다. 더욱이 도시의 하천은 수질오염과 더불어 불투수면적 증가와 하수 분리도수로 인한 유수 감소로 하천의 기능에 치명적인 손상을 주고 있다. 이에 따라서 도시 하천 하안식생은 분포면적이 감소되었을 뿐만 아니라 잔존 식생의 구조와 기능도 매우 교란된 상태에 놓여 있다(조강현, 2000).

생활수준이 향상되고 국민의 자연환경에 대한 관심이 높아짐에 따라서 인간과 더불어 다양한 생물들이 살아갈 수 있는 쾌적한 자연환경에 대한 요구가 증가되고 있다. 이러한 요구에 부응하여 훼손된 하천을 복원하거나 치수 또는 다른 목적으로 하천을 새롭게 정비할 필요가 있을 경우 살아있는 나무, 풀, 돌, 흙 등의 천연재료를 최대한 이용하여 하천을 보다 자연

에 가깝게 만드는 기술인 ‘자연형 하천 공법’이 개발되고 있다(김혜주, 1998; 우효섭·박재로, 2000). 하천에서 생태공학 기술을 적용함으로써 생태계의 자정능력을 향상시키고, 다양한 생물 서식처를 조성하고, 친수공간을 조성하는 등의 효과를 거둘 수 있다(안근영·이은희, 2000).

교란된 하천을 성공적으로 복원하기 위해서는 하천의 물리적, 화학적 및 생물적 과정 사이의 관계를 과학적으로 이해하는 것이 필요하다. 특히 하천의 식물군집은 하천회랑의 복원에 대한 조건, 취약성, 잠재력을 결정하는데 중요한 역할을 수행한다. 그러므로 하안식생의 유형, 규모, 분포, 토양 수분 선호도, 지형높이, 종조성, 연령, 활력, 뿌리깊이 등은 하천복원 계획을 수립하고 디자인하는데 반드시 고려되어야 한다(FISRWG, 1998).

인천시의 승기천은 생활하수와 산업폐수로 인해 수질 오염이 심화되었고, 하천 유입 하수가 하수처리장으로 분리도수됨으로써 하천 유수량이 격감되었으며, 직강화, 제방축조 및 하천변 교란으로 하천으로서의 구조와 기능이 상실되어 있다. 그러므로 본 연구의 목적은 승기천에서 생물다양성을 증대하기 위하여, 하천의 식물상과 식생구조의 현황을 파악하고 하안식생의 교란 요인을 도출하여 생태적으로 건전한 하천복원의 방안을 제안하고자 한다.

II. 조사지 개황

인천시의 도시하천인 승기천은 복개된 도심 구간을 통과한 후 인천시 남동구 구월동에서 노출되어 인천시 남동구와 연수구의 구경계를 따라서 서해로 흐르는 연장 10.33km의 하천이다(그림 1). 원래 승기천은 조수가 역류하는 감조 하천이었지만 현재는 수문에 의하여 해수의 유입이 방지되고 있으며 하천의 하류에 유수지가 조성되어 있다. 승기천은 이미 하천정비에 의하여 직강화와 호안공사가 이루어졌다.

승기천에서 하천 식물상과 하안식생 구조를 조사하기 위하여, 승기천의 생태환경을 대표할 수 있는 6개의 조사지점을 선정하였다(그림 1,

그림 2).

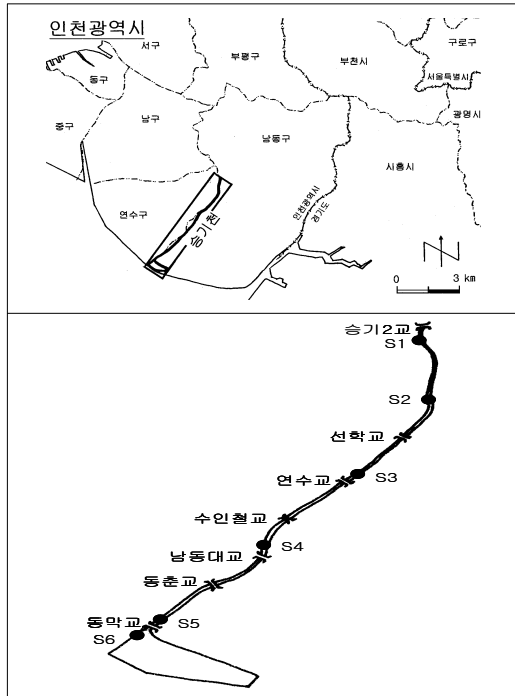


그림 1. 승기천에서 식생 조사지점을 나타내는 지도.
●는 조사지점을 나타낸다.

1. 조사지점 S1

조사지점 S1은 승기2교의 하류에 위치하고 있으며 하천 폭이 80m이다. 고수부지는 대부분 경작지로 이용되고 있다. 하천의 상류에는 대규모의 상가가 발달하여 있었다. 이곳으로 유입되는 하천수는 하수처리장으로 차집되어 유속이 거의 없고 탁도가 매우 높았다.

2. 조사지점 S2

조사지점 S2는 개발제한구역에 위치하며 하천 폭이 70m이다. 하천의 주변 지역은 논으로 이용되고 있었다. 고수부지는 부분적으로 경작지로 이용되고 있었다.

3. 조사지점 S3

연수교에 위치한 조사지점 S3은 하천 폭이 90m이다. 고수부지는 양안에 각각 30m로서 매우 넓었고 부분적으로 경작지로 이용되고 있다.

우안 고수부지에는 하수가 유입되어 습지가 발달하였다. 하천의 우측에 연수 아파트 단지가 좌측에 남동공단이 인접하고 있다.

4. 조사지점 S4

남동대교에 위치한 조사지점 S4는 하천 폭이 110m로서 상류에 비하여 넓다. 고수부지에 부분적으로 경작지가 있으나 자연 식생이 남아 있는 지역이 넓었다. 좌안은 근린공원의 산림 식생과 연결되어 있었다.

5. 조사지점 S5

동막교에 위치한 조사지점 S5는 하천 폭이 120m이다. 고수부지는 경작과 굴착으로 심하게 교란되어 있었다. 하천의 우측에는 새로 조성된 근린공원이 위치하였고 좌측에는 남동공단이 위치한다.

6. 조사지점 S6

조사지점 S6는 하천 최하류에 위치한 유수지의 호안이다. 이 유수지는 과거에 갯벌이었던 곳에 간척에 의하여 조성되었다.

III. 조사 방법

1. 식물상 조사

승기천에서 2000년 4월부터 11월까지 각 조사지점에 출현하는 식물종을 이창복(1993), 박수현(1995) 및 최홍근(2000)에 의하여 동정하였다. 동정된 식물상은 수생식물(hydrophyte), 습생식물(hygrophyte), 육상식물(terrestrial plant), 염생식물(halophyte) 및 귀화식물(naturalized plant)로 분류하였다.

2. 식생 조사

각 조사지점에서 좌안의 제방에서 우안의 제방으로 트랜섹트(transect)를 설치하였다. 이 트랜섹트에서 일정한 간격 혹은 식생의 변화에 따라서 2m×2m 방형구를 설치하여 식물 종별 피도를 측정하였다. 또한 트랜섹트의 지형과 식생을 식생단면도로 모식화하였다.



그림 2. 승기천에서 조사지점의 전경을 나타내는 사진.

3. 자료처리

하천 지형에 따른 식생구조를 파악하기 위하여 다변량분석을 실시하였다. 각 조사지점에서 교란이 심한 독위와 중도를 제외하고 지형에 따른 대표적인 식생 자료를 선별하였다. 이 자료에서 한 조사지에서만 출현한 식물종을 제외하고 식생 자료 행렬을 마련하였다. 이 식생 자료 행렬을 이용하여 DCA(detrended correspondence

analysis)를 실시하고 조사지 및 식물종의 관계를 그래프에 서열(ordination)하였다(Ter Braak, 1990).

IV. 결과 및 고찰

1. 조사지점별 식물상

승기천에서 발견된 식물은 총 192 종류이었

표 1. 승기천에서 생활형과 귀화성에 따른 식물 출현종 수와 백분율

조사지점	생 활 형					귀화식물
	수생식물	습생식물	육상식물	염생식물	계	
S1	4(5%)	15(18%)	65(76%)	1(1%)	85(100%)	24(28%)
S2	2(2%)	14(17%)	64(78%)	2(2%)	82(100%)	24(29%)
S3	4(5%)	17(20%)	59(71%)	3(4%)	83(100%)	24(29%)
S4	4(4%)	23(25%)	62(68%)	2(2%)	91(100%)	21(23%)
S5	1(1%)	12(16%)	60(79%)	3(4%)	76(100%)	21(28%)
S6	4(4%)	16(18%)	63(70%)	7(8%)	90(100%)	21(23%)
계	8(4%)	32(17%)	144(75%)	8(4%)	192(100%)	38(20%)

다(표 1). 이중 수생식물이 8 종류로서 전체 식물종수의 4%를 차지하였다. 출현한 수생식물은 모두 정수식물로서 애기부들, 큰잎부들, 보풀, 갈대, 매자기, 세모고랭이, 큰고랭이, 미나리이었다. 특히 승기천에서 침수식물, 부엽식물, 부수식물이 발견되지 않은 것은 이 하천이 하천정비에 의하여 민여울만이 형성되어 있고 수질이 심하게 오염되었기 때문인 것으로 생각된다. 특히 하천의 상류에서는 건천화에 의하여 유속이 매우 느리고 수심이 얕아서 정수식물이 증도에 정착하여 있었다. 조사지점 S3에서는 희귀한 큰잎부들이 발견되었다.

승기천에서 습생식물은 32 종류가 발견되어 전체 식물종의 17%를 차지하였다(표 1). 주요한 습생식물은 갈풀, 기장대풀, 물억새, 이삭사초, 버드나무, 용벼들, 고마리, 미꾸리뉘시, 개구리자리, 낙지다리 등이었다. 특히 낙지다리는 산림청 지정 보호식물이다.

승기천의 고수부지에서 산조풀, 천일사초, 새섬매자기, 칠면초, 나문재, 호모초, 갯개미취, 사데풀의 염생식물 8종이 출현하였다(표 1). 특히 유수지인 조사지점 S6에서는 가장 다양한 염생식물이 출현하였다. 이처럼 염생식물이 출현하는 것은 과거 감조하천의 영향으로 아직 토양에는 염분이 잔존함을 암시한다.

귀화식물은 총 38 종류(전 식물종의 20%)가 발견되었는데, 주요한 귀화식물은 미국개기장, 소리쟁이, 미국가막사리, 명아주, 달맞이꽃, 개망초, 가시상치, 유럽전호, 비자루국화, 미국쭉부쟁이 등이었다. 특히 조사지점 S1, S2, S3, S5에서는 귀화식물이 전 식물종의 28% 혹은 29%

를 차지하였고, 버드나무 숲이 발달된 조사지점 S4와 유수지인 조사지점 S6에서 23%로서 낮았다. 승기천에서 귀화식물이 많은 것은 이 하천이 경작, 하천정비, 수질오염 등에 의하여 심하게 교란되고 있음을 나타낸다. 하천에서 귀화식물이 일단 정착하면 홍수와 같은 자연 교란으로 장기간 번성할 수 있고, 승기천과 같이 인간에 의한 교란이 계속해서 가해지면 이들 식물에 의한 자연식생의 교란이 더욱 가중될 것으로 생각된다.

2. 조사지점별 식생 구조

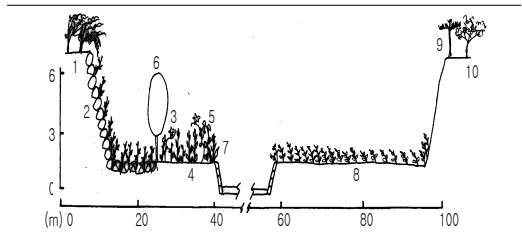
1) 조사지점 S1

조사지점 중에서 최상류에 위치한 조사지점 S1에서 좌안의 독위에는 바랭이, 쇠뜨기, 강아지풀 등의 노방잡초가 번성하였고 독비탈에는 환삼덩굴, 쭉, 쇠뜨기 등이 출현하였다(표 2). 고수부지는 대부분 경작에 의하여 심하게 교란되었으며 미국개기장 혹은 환삼덩굴이 우점하였다. 하천수가 정체되어 있는 하도에는 애기부들 습지가 발달하였다. 이곳의 식물군집은 전형적인 교란지 식생구조를 나타내고 있었다.

2) 조사지점 S2

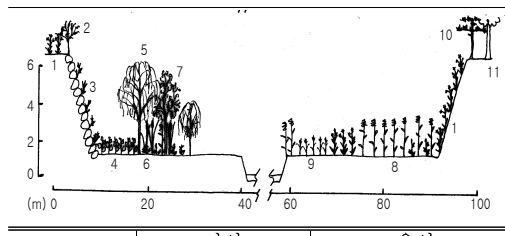
이곳의 고수부지에는 곳곳에 농경지가 분포하며 자연식생의 흔적이 좁은 면적에 남아 있었다(표 3). 하상은 편평하게 정리되어 있었으며 물가는 석축과 돌망태로 구축되어 있었다. 고수부지에는 환삼덩굴과 바랭이가 우점하였으며 갈대, 강아지풀, 쇠별꽃 등이 혼생하였다. 물가에는 쇠별꽃, 소리쟁이, 사상자 등이 생육하고

표 4. 조사지점 S3에서 식물 피도(%)의 변화



지형	좌안					우안						
	독위	독비탈	고수부지	물가	물가	고수부지	독비탈	독위				
거리 (m)	5	10	20	30	40	41	60	61	70	90	95	99
버즘나무	50											
개나리 ¹	50											
쭉 ²	40	40	80	40								
잔디	40											
아까시나무	20											
미국개기장	10											
가중나무	5											
은행나무	5											
닭의장풀		10										10
여뀌		10										
환삼덩굴 ³			10	30		10		10		5	10	
참억새			5									
미국가막사리			1					20	10			
사데풀			1									
털비름 ⁴				50								
머느리베꼽 ⁵				30					20	10		
취퐁나무				10								
수양버들 ⁶				5								
깨풀				5								
강아지풀				5								
소리쟁이 ⁷					40							
쇠벌꽃					10	10	40	20				
개소사랑개비					5							
쇠비름					1							
갈대 ⁸								100	80	90	20	
미나리								20				
미국개기장								10	5			
큰잎부들									20			
여뀌바늘									5			
메타세쿼이아												20
쇠뜨기												5
개망초												1
곰솔 ⁹												50
중국단풍 ¹⁰												20

표 5. 조사지점 S4에서 식물 피도(%)의 변화



지형	좌안					우안					
	독위	독비탈	고수부지	물가	물가	고수부지	독비탈	독위			
거리 (m)	5	10	20	30	39	55	60	80	90	100	105
비자루국화 ¹	40	50					20	20	20	70	
죽계비싸리 ²	30										
매듭풀	30										
새콩	10										
쭉 ³	10			10		5	10	30	20		
왕고들빼기	10										
개망초	5										5
닭의장풀		10					5				5
고마리 ⁴			100								
수양버들 ⁵			50	20							
애기부들 ⁶			20								
왕미꾸리광이			10	10							
낙지다리			10								
용버들 ⁷			10								
갈풀			5		10						
갈대 ⁸			5		30		70	30			
자귀풀			5				20				
머느리베꼽			1	10	5			20			
절레꽃			1				10				
미나리				20							
소리쟁이				10			5	5			
사데풀				10							1
환삼덩굴				10					10		
쇠벌꽃				5	1			5			
여뀌				1		10	20				
털비름					5						
물피 ⁹					5		70				
한련초							30				
미국쭉부쟁이							5				
강아지풀							5				
잔디											90
곰솔 ¹⁰											50
메타세쿼이아 ¹¹											30
모감주나무											10

기타 출현종 좌안, 독비탈 : 도깨비바늘 1, 고수부지 20 : 젓가락나물 1, 조개풀 1, 들깨풀 1, 고수부지 30 : 쇠방동사니 1, 쇠뜨기 1, 토끼풀 1, 미국가막사리 1, 물가 : 도꼬마리 1, 좁명아주 5, 우안, 독비탈 : 쇠비름 1, 제방위 : 다닥냉이 1

X축의 오른쪽에 자연성이 높은 하안식물인 수양버들, 애기부들, 왕미꾸리광이가 가까이 위치하였고, 왼쪽에는 주로 물가에 분포하는 쇠별꽃, 소리쟁이, 속속이풀, 사상자, 황새냉이 등이 위치하였다. Y축의 윗쪽에 주로 독비탈에서 발견되는 비자루국화, 박주가리, 사데풀, 닭의장풀 등이 분포하였다.

그림. 3 B는 조사지소를 배열한 것으로서 장소번호에서 첫 숫자는 조사지점 번호를, 그 다음 a, b, c는 각각 독비탈, 고수부지 및 물가물, 마지막 숫자는 반복수를 표시한다. X축의 오른쪽에 보존성이 높은 조사지점 4의 고수부지 버드나무류 군집이 위치하였다. 또한 그림의 윗쪽에 독비탈 식생이, 왼쪽에 물가 식생이, 가운데에 고수부지 식생이 흩어져 있었다.

V. 식생 복원을 위한 제안

1. 승기천 하안식생의 문제점

1) 수질오염과 유량 부족

하수유입에 의한 수질오염과 하수처리장로의 차집관거에 의한 유량 부족은 승기천 생태계의 가장 큰 문제점으로 생각된다. 특히 불량한 수질은 저수로 식생에 큰 영향을 미치고 있었으며, 그 결과 승기천의 식생조사에서 침수, 부엽 및 부수 식물이 발견되지 않았다.

2) 감소하천으로서의 기능 상실

현재 승기천은 유수지의 제방과 수문에 의하여 조수의 유입이 차단되어 과거 감소하천으로서의 특성을 상실하였다. 한편 승기천 하류의 고수부지에는 염생식물이 잔존하여 과거의 생태계 구조를 유추할 수 있었다. 앞으로 하천에 해수를 유입시켜 감소하천으로 복원할 것인지, 아니면 현재 상태인 담수하천으로서 대체하여 생물다양성을 향상할 것인지에 대한 신중한 검토가 필요하다.

3) 하천정비에 의한 자연 하천구조의 상실

하천정비에 의한 직강화, 인공소재 제방 축조, 급경사의 둔치부 조성으로 하천의 다양한

지형 특성이 상실되었다. 직강화에 의하여 민여울만이 존재하여 수생식물의 다양한 생육환경이 상실되어 식물 종다양성이 저하되었다. 또한 제방축조에 의하여 수생역, 정수역, 하원역으로 이어지는 자연적인 지형과 식생이 상실되었으며 바다공질인 콘크리트 재료에 의한 호안 축조로 인하여 생물서식공간이 축소되었다.

4) 인위적인 교란에 의한 식생 교란

승기천의 고수부지에서 주민들에 의한 불법경작이 심하게 이루어지고 있다. 이로 인하여 자연식생이 파괴되고 농약과 비료에 의한 오염과 생물피해가 우려되는 실정이다. 승기천에서는 농경이외에 쓰레기 투기, 담압 등에 의하여 고수부지와 제방에 가해지는 교란이 심하다.

5) 불합리한 하천관리

승기천에서는 생태계를 고려한 체계적인 하천관리가 미흡하다. 예를 들면, 공공근로사업에 의하여 소위 잡초제거가 이루어져서 잔존하는 자연식생을 파괴하고 제방 위에 외래수종의 식재에 의하여 고유식생의 자연성이 감소되고 있다.

6) 귀화 및 교란지 식물의 번성

승기천에서는 외래식물에 의한 귀화율이 20-30%에 달하고 그외에 다양한 교란지 식물이 번성하여 식생의 자연성이 매우 낮은 상태이다.

2. 식생 복원 방안

현재 승기천 생태계의 문제점을 해결하기 위해서는 자연형 하천공법을 도입하여 생물다양성과 하천 자정능력을 향상시키고 친수공간을 제공하여야 한다. 승기천은 현재 이·치수의 목적으로 정비된 방재하천으로서 환경기능이 양호한 자연하천의 기능이 상실되어 있다(우효섭·박재로, 2000).

하천에서 식생은 하천회랑 기능의 기본적인 조절 인자로서, 연결된 하천회랑으로 회복하기 위하여 잔존 자연식생을 보존하고 교란된 식생 구조를 복원하는 것이 필요하다. 식생의 구조와

기능의 회복이라는 관점에서 승기천의 식생복원의 생태적 원리와 방향을 다음과 같이 제안한다(조강현, 2000).

1) 대조 식물군집의 도출

하천복원의 목표 중 하나는 하천회랑에서 식물군집의 구조와 분포에 대한 자연 유형을 복원하는 것이다. 식생의 자연 유형은 지리적 조건, 유속, 토양에 따른 식생 구조와 분포를 연구한 문헌을 참고하거나, 대조 하천회랑을 조사하는 것이 식물군집 구성과 분포에 대한 정보를 획득하는 가장 좋은 방법이다(FISRWG, 1998).

승기천에서는 잔존하는 자연성이 높은 식생으로부터 참조 식물군집을 유추할 수 있다. 특히 조사지점 S1에서의 애기부들 하도습지 식생, S3에서의 갈대, 큰잎부들, 미나리 저습지 식생, S4에서의 수양버들, 용버들 하안림과 고마리, 낙지다리의 고습지 식생, S5에서의 고수부지 갈대 식생을 대조 자연 식물군집으로 들 수 있다.

2) 현존 식생의 유지 및 보존

복원대상지에 현존하는 자생 식생, 목부 고사체, 그루터기 및 암석더미를 가능하면 남긴다(FISRWG, 1998). 이들은 동물의 서식지로서 이용될 수 있고, 침식과 퇴적을 조절하고, 종자공급원과 미생물 잠복원 등의 중요한 기능을 수행한다. 하안식생 복원은 원래 식생이 갖고 있는 생태계 회복력을 최대한 활용하는 것을 원칙으로 하여야 하며, 이러한 관점에서 자연식생자원을 유지하는 것이 바람직하다.

3) 식물종이 아닌 식물군집으로의 복원

하안식생에서 갯버들, 갈대 등과 같은 식물이 경우에 따라서 하천 복원의 목표종(target species)으로서 선택될 수 있으며, 특정 동물종의 생육지를 제공하기 위한 특정 식물종의 식재가 요구되기도 한다. 그러나 원칙적으로 하안식생의 복원은 특정 식물종의 복원에서 벗어나 여러 종으로 구성된 식물군집 혹은 생태계의 복원이어야 한다.

4) 하천회랑의 연결성 유도

하천에서 연결성은 하천회랑(stream corridor) 기능의 중요한 평가 지표이다. 그러므로 하천복원은 이러한 하천 기능의 연결성을 최대한 확보하여야 하며, 이러한 관점에서 식생이 연속적으로 피복된 길고 폭이 넓은 하천회랑이 좋다.

5) 수직적 다양성의 확보

하안식생을 복원할 때 식물군집의 종조성에서 종수도 중요하지만 초본, 관목 및 목본과 같은 식물 성장형을 증가시켜서 계층구조의 다양성을 유도하는 것이 필요하다. 계층구조가 복잡해지면 동물의 길드(guild)가 증가하여 동물 종수가 늘고, 엽량이 증가하여 식물 생물량이 증가한다.

6) 식물 천이의 고려

하천복원을 시도할 때 자연 천이를 이해하는 것이 매우 중요하다. 예를 들면 심하게 침식된 제방에 장기적으로 수명이 긴 천이후기종을 정착시키기 위하여 일단 제방을 안정화시킬 수 있는 환경에 강한 천이초기종을 식재하는 것이 유리할 수 있다.

7) 하안 완충대의 조성

하천에서 다양한 기능을 수행하는 식생 완충대의 조성이 잘 알려져 있지만 그 크기에 대한 기준은 확실하지 않다. 도시 하천에서 교란으로부터 하천 수로를 보호하기 위하여 폭이 넓은 식생완충대가 요구되지만 경제적인 측면과 조화되어야 한다. 미국에서는 정상적인 완충기능을 수행하기 위하여 30m 폭의 완충대가 제안되는가 하면(USACE 1991), 조류에 따라서 12m-210m 폭의 완충대가 필요하다(Stauffer and Best 1980).

8) 주변부를 고려한 복원

하안식생이 제한되어 있는 경우에는 생물종, 길드 혹은 군집이 요구하는 최소면적이 중요하다. 하천회랑은 주변과 내부 생육지를 모두 포함하며 이 양쪽 생육지가 포함되면 생육지 다

양성이 증가하지만 실제로는 내부환경이 부족하여 내부종의 생육이 어렵게 된다(Smith and Smith, 1998). 습기천에서는 하안식생의 단편화로 내부종이 감소되어 있으므로, 식생의 면적을 최대한 확보하여 주변효과와 함께 내부종의 생육지를 조성하여야 한다. 또한 주변부(edge)에서는 점진적으로 식생구조가 변하도록 하여 외부 교란을 완화하고 물과 에너지의 흐름을 효과적으로 완충하도록 한다.

9) 인접 생태계와의 연결

하천복원에서 하안식생 뿐만 아니라 인접 생태계도 함께 고려되어야 한다. 예를 들면, 일부 하안의 조류는 정상적으로 성장하기 위하여 하안식생이 아닌 식생대를 이용하여야 하고, 반대로 하안식생의 주변을 다른 인접 생태계에서 서식하는 조류가 이용하기도 한다. 그러므로 하천회랑과 인접 경관사이의 관계를 고려한 복원이 필요하다. 습기천에서는 특히 조사지점 S2에서의 개발제한구역의 농경지와 연결과 S4에서의 주변 근린공원과의 연결, S6에서의 해안갯벌과의 연계성에 유의하여야 한다.

인 용 문 헌

- 김혜주. 1998. 자연형 호안 공법의 원리. 환경과 조경 120 : 64-69.
- 박수현. 1995. 한국귀화식물원색도감. 일조각.
- 안근영 · 이은희. 2000. 자연형 하천 생태계를 위한 식생개선 방안 연구 중랑천을 사례로. 한국환경복원녹화기술학회 3 : 35-46.
- 우효섭 · 김성태. 2000. 수변 복원의 이해와 외국의 관련 가이드라인의 검토. 한국환경복원녹화기술학회 3 : 126-144.
- 우효섭 · 박재로. 2000. 하천 복원의 이해와 국내외 사례. 한국수자원학회지 33 : 15-28.
- 이창복. 1993. 대한식물도감. 향문사.
- 조강현. 2000. 하천 복원을 위한 하안식생의 구조와 기능에 대한 이해. 한국수자원학회지 33 : 29-40.
- 최홍근. 2000. 수생관속식물. 생명공학연구소. 정행사.
- Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG). 1998. Stream corridor restoration-principles, processes, and practices.
- Malanson, G.P. 1993. Riparian landscapes. Cambridge : Cambridge University Press.
- Mitsch, W.J. and J.G. Gosselink. 1993. Wetlands. New York : Van Nostrand Reinhold.
- Smith, R.L. and T.M. Smith. 1998. Elements of ecology. Menlo Park : Benjamin/Cummings.
- Stauffer, D.F. and L.B. Best. 1980. Habitat selection by birds of riparian communities evaluating effects of habitat alterations. Journal of Wildlife Management 44 : 1-15.
- Ter Braak, C.J.F. 1990. CANOCO - a FORTRAN program for CANOnical Community Ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis. Ithaca, NY. : Microcomputer Power.
- United States Army Corps of Engineers (USACE). 1991. Hydraulic design of flood control channels. Washington, D.C. : USACE Headquarter, EM1110-2-1601.

接受 2001年 5月 2日