

생물다양성 확보를 위한 하천 복원 평가지표 개발에 관한 연구

박은영¹ · 최재용^{2*} · 김현숙³

¹충남대학교 대학원, ²충남대학교 산림환경자원학과, ³충남대학교 농업과학연구소

Development of evaluation indicators for riparian restoration with biodiversity consideration

Eun Young Park¹, Jaeyong Choi^{2*}, Hyoun Sook Kim³

¹Graduate School, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Dept. of Environment and Forest Resources, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

³Institute of Agricultural Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Received on 30 March 2011, revised on 21 April 2011, accepted on 20 June 2011

Abstract : In order to revive the ecological function of degraded rivers, a total restoration plan for riverbeds and riparians needs to be developed. Previous evaluations for rivers were mainly focused on the river's physical structures. Therefore, this research has developed indicators to evaluate a riparian restoration considering biodiversity. Through literature and previous cases review, 4 fields and 13 indicators are selected for the evaluation. Four fields are biodiversity, habitat diversity, connectivity and habitat functionality. In the biodiversity field, 4 indicators of the exuberant extent of herbaceous vegetation and their diversity, the exuberant extent of shrub and woody plants and their diversity, the number of plant communities and naturalized plants are included. Habitat diversity are comprised of 4 indicators of the longitudinal continuity of vegetation, the mixture of plant communities, the extent of plant type-color-fruit abundance and the distribution of vegetation. Connectivity includes 3 indicators of target distribution, the shore slope of low water channels and the extent of artificial embankment materials. Habitat functionality has 2 indicators of the status of food supply plants and the habitat functionality. The value weighting for the fields and indicators has been calculated based on the AHP (Analytic Hierarchy Process) method. 50 experts were surveyed with quantifiable questionnaire, among them 43 experts have more than 10 years experiences in the nature restoration field. The selected and weighted indicators have been tested to the 12 sections in Gap stream located in Daejeon. In conclusion, the indicators are feasible and the selected indicators could be used to establish the direction and objectives of riparian restoration.

Key words : Habitat diversity, Connectivity, Habitat functionality, Riparian vegetation

I. 서론

1960년대 초부터 시작된 경제적 효율만을 중시하는 산업화와 도시화는 필연적으로 하천의 훼손을 가져왔다. 1960~1980년대 산업화와 도시화는 하천수의 오염과 함께 토지 이용 제고와 치수만을 위해 도시하천을 인공화시켰다. 자연적으로 구부러진 하도는 직선으로 만들고, 양안에는 높은 제방을 쌓고, 하천 물은 인공적으로 만든 저수로(低水路)에 국한시키고, 나무, 돌 등 홍수 소통에 지장을

줄 수 있는 것들은 모두 제거하였다(Woo, 2000a). 그 결과 하천뿐만 아니라 하천 지역의 수변환경까지 친환경적이지 못하고 극히 부자연스러운 경관으로 각종 폐해가 나타났다(Jo, 2000).

그러나 1980년대 말부터 하천 환경의 보전과 개선의 필요성에 대한 공감대가 형성되기 시작하였다. 이러한 변화는 당시 경제 개발의 진전과 국민 생활의 향상에 따라 이제는 주변을 돌아볼 필요가 있다는 환경 보전에 대한 사회적 분위기에 의한 것이라 생각된다. 특히 하천을 복개하여 소멸시키고 다른 용도로 쓰는 하천관리 관행에 대한 반성과 함께 훼손된 하천을 원 모습으로 되돌리는 하천복원(河川

*Corresponding author: Tel: +82-42-821-5750

E-mail address: jaychoi@cnu.ac.kr

復元)에 대한 필요성이 대두되었다(MC, 1992). 하천복원이란 이·치수 위주의 하천정비나 불량한 유역 관리에 의해 훼손된 하천의 생태 서식처를 되살리기 위해 하도와 하안(河岸)을 원래의 자연하천에 가깝게 되돌리는 것이다. 나아가 하천복원은 하천의 생태적 가치와 하천 환경의 잠재적 생물 다양성을 향상시키기 위해 환경적으로 하천을 보호하고, 지속 가능한 방법으로 자연상태에 가깝게 되돌리는 행위이다(Klingeman, 2000). 하천복원에서 하안의 복원을 강조하는 것은 하도 자체만의 복원으로는 사실상 하천의 지속가능한 생태계를 만들기 어려우며, 주변 경관 생태와 연결통로가 되는 회랑의 복원이 병행되어야 하기 때문이다(Woo, 2000b).

그러므로 하천을 성공적으로 복원하기 위해서는 하도의 복원뿐만 아니라 하안의 물리적, 화학적 및 생물적 과정 사이의 관계를 이해하는 것이 필요하다. 특히 하안의 식물 군집은 다른 생물군집의 에너지 근원이 되고, 서식처를 제공하며, 주위의 수생 및 육상 생태계로의 태양에너지 흐름을 조절한다. 더욱이 하안식생의 목부 고사체는 물흐름을 편향시키고 부분적으로 침식과 퇴적을 유도하여 다양한 생육환경을 조성하며, 하천 생태계에 필요한 유기물과 영양소를 장기간 보유하고 수생생물의 미소생육지(Microhabitat, 微小生育地)를 제공하는 중요한 기능을 수행한다. 그러므로 하안식생의 유형, 규모, 분포, 토양 수분 선호도, 지형높이, 종 조성, 연령, 활력, 뿌리깊이 등은 하천 복원 계획을 수립하고 디자인하는데 반드시 고려되어야 한다(Jo, 2000).

이러한 관점에서 하천 환경의 훼손을 상대적으로 평가하고, 하천을 자연에 가깝도록 복원하기 위해서는 어떠한 노력이 필요한지를 진단하기 위하여 하천 생태계 평가가 필요하다. 우리나라의 하천평가는 목적에 따라 하천자연도평가, 하천환경성평가, 하천경관평가로 나누어 시행되고 있으나, 주로 하천형상에 따른 물리적 평가요소들로 제시되어 있어, 하천의 종합적인 생태계 평가를 하기에는 부족한 부분이 있다. 생물다양성에 대한 고려는 모든 유형의 영향평가와 관련이 있으며, 전 단계에서 수행되어야 한다(Choi, 2010).

따라서 본 연구의 목적은 하안에 서식하는 하안 식생의 구조 및 속성을 대상으로 평가분야 및 항목을 도출하여 생물다양성을 고려한 하안 복원 평가지표를 개발하는 것이다.

II. 평가분야 및 항목 선정

문헌 및 사례고찰을 통하여 하안 복원평가의 평가분야로

생물종다양성, 서식처다양성, 연결성, 서식처기능성 4개 분야를 선정하고 각 분야별 평가항목을 선정하였다. 다음은 선정된 각 분야 및 항목에 대한 설명이다.

1. 생물종다양성

‘종다양성’이란 어느 특정 생태계에서의 종의 수, 형태 및 분포 또는 종 상호간의 관계를 의미하는데 때론 분류학적 다양성(Taxonomic Diversity)을 가리키는 경우도 있다(Lee, 1992). 세계 각국은 생물 종의 수를 파악하고 이를 보전하고자 심혈을 기울이고 있으며, 종의 다양성에 대한 인식은 종의 다양성을 감소시킬 수 있는 인간의 활동을 억제함으로써 생물 각각의 종에 존재하는 무수한 유전자의 다양성을 보전할 수 있게 된다. 본 연구에서는 하안의 생물종다양성 분야를 평가하기 위하여 ①초본식생의 번무정도와 다양성, ②관목·목본류의 번무정도와 다양성, ③식물군집(군락)의 수, ④귀화식물 항목을 도출하였다.

2. 서식처다양성

생물이 서식하기 위해서는 종에 따라 선호하는 서식장소가 필요하며 종이 다르면 필요로 하는 서식장소도 다르다. 특히 하천 어류 서식환경에는 적절한 수질, 섭식과 생활을 위한 공간, 산란과 부화 공간 그리고 휴식과 피난을 위한 은식처(Shelter) 등이 있으며 다양한 서식장소를 확보함으로써 간접적으로 다양한 종의 보전을 시도할 수 있다(Tamai et al., 2000). 대상지의 다양성을 평가함에 있어 현실적으로 모든 경관에서 생물종 조사를 수행하여 생물종다양성을 평가하는 것은 불가능하므로 이에 대한 대안으로 경관생태학의 모자이크개념을 바탕으로 서식처다양성 평가를 실시하기도 한다. 현재 서식처 다양성에 대한 연구는 상당히 부족한 상태에 있으며, 구체적으로 분석할 수 있는 방법은 매우 제한적이지만 식물군락 분류, 길드 분석, 비오톱 분석 등을 이용할 수 있다. 본 연구에서는 하안의 서식처다양성 분야를 평가하기 위하여 ①식생의 종방향 연속성, ②군락의 혼재도, ③식물 형·색채·열매풍부도, ④군락의 분포 항목을 도출하였다.

3. 연결성

소 생태계로서의 비오톱을 자연상태에 가깝게 유지하기

위해서는 각 공간의 개별적인 기능 향상과 더불어 각 공간이 상호 보완적인 역할을 할 수 있도록 서로 연결되어야 한다(ME, 1997).

이것은 상호 고립되어 있는 생물 서식공간을 서로 연계시킴으로써, 지역생태계의 질을 향상시키고 안정화시키는 것을 말한다. 이를 위해서는 양호한 생물서식공간의 보호뿐 아니라 이의 상호 연결을 위한 새로운 생물서식공간의 복원·창출의 개념이 중요하게 부각되었다. 이러한 연계는 생태적인 이동통로에 의해 유기적으로 실현되어야 하는데 유기적인 연계에 있어서 각 생물서식공간은 규모와 형태에 따라 핵, 거점, 디딤돌, 이동통로의 역할과 기능을 수행한다.

본 연구에서는 하안의 연결성 분야를 평가하기 위하여 ①대상분포, ②저수로 호안경사, ③호안재료의 인공화정도 항목을 도출하였다.

4. 서식처기능성

서식처는 특정종의 서식에 적합한 환경이 이루어진 장소로서 먹이, 물, 은신처 등이 있는 곳으로 종과 개체군이 살아가는데 이용되는 환경, 종이나 개체군이 생육에 필요한 환경조건이 합쳐져 이루어진 장소로 정의된다. 저수로 호안부는 유수에 의한 침식이나 세굴이 발생하며, 생태적 생산성과 생물종다양성이 높은 곳으로 자연하천 생태계에 있어서 추이대(Ecotone)에 해당된다(KICT, 1995). 추이대는 물과 물이 맞닿아 다양한 환경기반을 형성하여 수생식물의 서식공간으로서 역할과 이들 주위의 습지 및 식생은 생물 서식공간이자 생물이 이동하는 생태통로(Eco-Corridor)의 역할을 한다. 본 연구에서는 하안의 서식처기능성 분야를 평가하기 위하여 ①먹이공급식물의 현황, ②서식처 기능제공 항목을 도출하였다.

III. 전문가 설문을 통한 AHP 분석

의사결정사항의 쌍대비교 입력 자료를 수집하기 위하여 전문분야를 환경, 토목·건설, 조경, 생태, 기타로 나누고 학계, 공사, 연구소, 업체를 대상으로 전문가 50명에게 설문조사를 실시하였다. 설문대상자의 86%가 분야별 경력 10~20년 이상으로, 전문가 설문조사에 적합한 대상이라고 판단하였다. 설문대상자는 다음(Table 1)과 같다. 비일관성 분석결과 설문지 50매 모두 비일관성비율¹⁾이 0.1미만으로 유용한 자료임이 검증되었다. 검증이 끝난 50매의 설문

Table 1. Survey subjects.

	구		분
성별	남성 38명	여성 12명	
소속	학계 8명	공사 4명	연구소 24명
	업체 14명		
전문 분야	환경 4명	토목·건설 18명	조경 20명
	생태 5명	기타 3명 (경관생태, 수자원, 임학)	
경력	5년이하 없음	5~10년 7명	10~15년 18명
	15~20년 7명	20년이상 18명	

지를 통해 평가분야 및 항목의 가중치를 산정하였다.

일반적으로 계층분석방법(Analytic Hierarchy Process, AHP)은 5단계의 과정을 거치는데 단계1은 직면한 의사결정 문제를 구성하고 있는 모든 요소를 나열하고, 단계2는 이러한 요소들을 계층의 형태로 나열하며, 단계3은 그 계층을 구성하고 있는 요소들간에 1대1로 쌍대비교한다. 단계4는 이러한 비교결과를 선형대수학의 고유벡터법을 이용하여 요소들의 가중치를 구하고 마지막 단계5에서는 각 레벨에서 구한 요소들의 가중치를 상위레벨과 하위레벨을 곱하여 최종가중치를 산출한다(Jo 등, 2005). 본 연구는 문헌연구를 통해 단계1과 단계2의 과정에 해당하는 항목과 기준을 계층형태로 구성하였으며 이를 바탕으로 이하의 단계들을 수행하였다. 계량화할 수 있는 기준에 대해서는 MS-Excel프로그램²⁾을 사용하였다.

집단의 상대적 가중치 산출방법을 위해 수치통합방법 중에서 개별 평가자의 항목별 고유치(Eigenvalue)의 벡터값을 산출평균하여 가중치를 통합하는 방법을 적용하였는데, 이 방법은 평가에 참여하는 모든 평가자의 견해를 종합적으로 반영하기 때문에 전문가의 종합적 판단을 중시하는 경우에 활용될 수 있다(KDI, 2000).

IV. 결과 및 고찰

1. 평가분야 및 항목의 가중치

가중치의 크기는 생물종다양성, 서식처다양성, 서식처

1) 일관성지수(CI)는 비일관성비율(inconsistency ratio: IR)과 무작위지수(RI)의 곱으로 산출되는데 비일관성비율(IR)이 0.1미만이 라면, 즉 10% 내에 들어오는 판단에 대해서는 합리적인 일관성을 갖는 것으로 본다.
2) 양정환(<http://yjhyjh.egloos.com>)이 매크로를 이용하여 제작한 엑셀프로그램을 사용하였다.

Table 2. Weight of Evaluation Fields.

평가분야	가중치	가중치 순위
생물종다양성	0.316	1
서식처다양성	0.258	2
연결성	0.207	4
서식처기능성	0.219	3

Table 3. Weight of Evaluation indicators.

평가 분야	평가항목	가중치
생물종 다양성	초본식생의 번무정도와 다양성	0.348
	관목·목본류의 번무정도와 다양성	0.266
	식물군집(군락)의 수	0.234
	귀화식물	0.152
합 계		1.000
서식처 다양성	식생의 종방향 연속성	0.305
	식물군집(군락)의 혼재도	0.262
	식물 형·색채·열매풍부도	0.201
	군락의 분포도(피도)	0.232
합 계		1.000
연결성	대상분포	0.454
	저수로 호안경사	0.279
	호안재료의 인공화정도	0.267
합 계		1.000
서식처 기능성	먹이공급식물의 현황	0.521
합 계		1.000

기능성, 연결성 순서로 조사되었다. 평가분야의 가중치는 (Table 2)와 같다.

평가분야별 평가항목 가중치는 생물종다양성 분야에서는 초본식생의 번무정도와다양성, 관목·목본류의 번무정도와 다양성, 식물군집(군락)의 수, 귀화식물의 순서로, 서식처 다양성 분야에서는 식생의 종방향 연속성, 식물군집(군락)의 혼재도, 군락의 분포도(피도), 식물 형·색채·열매풍부도의 순서로, 연결성 분야에서는 대상분포, 저수로 호안경사, 호안재료의 인공화정도의 순서로, 서식처기능성 분야에서는 먹이공급식물의 현황, 서식지 기능 제공의 순서로 가중치가 높게 조사되었다. 평가항목의 가중치는 (Table 3)과 같다.

2. 하안 복원 평가지표

하안 복원 평가에 적용 가능한 평가항목을 종합하고,

AHP분석을 통한 전문가 설문조사 결과에서 산정된 가중치를 반영하여 생물다양성을 고려한 하안 복원 평가지표를 개발하였다.

평가지표의 배점은 전문가 설문조사 결과의 가중치에 따라 평가분야별로 생물종다양성 35점, 서식처다양성 25점, 서식처기능성 20점, 연결성 20점으로 반영하였다.

각 분야별 항목 또한 AHP분석 가중치에 따라 생물종다양성 분야에서는 35점을 만점으로 전문가 설문조사 결과의 가중치를 적용하여 초본식생의 번무정도와 다양성 항목은 12점, 관목·목본류의 번무정도와 다양성항목은 10점, 식물군집(군락)의 수 항목은 8점, 귀화식물 항목은 5점을 배점하였다.

서식처다양성 분야에서는 25점을 만점으로 식생의 종방향연속성 항목은 8점, 식물군집(군락)의 혼재도 항목은 7점, 군락의 분포도(피도) 항목은 5점, 식물 형·색채·열매풍부도 항목은 5점을 배점하였다.

서식처기능성 분야에서는 20점을 만점으로 먹이공급식물의 현황 항목은 10점, 서식지 기능 제공 항목은 10점을 배점하였다.

연결성 분야에서는 20점을 만점으로 대상분포 항목은 9점, 저수로 호안경사 항목은 6점, 호안재료의 인공화정도 항목은 5점을 배점하였다.

다음(Table 4)는 본 연구에서 개발된 최종 하안 복원 평가지표이다.

3. 하안 복원 평가지표의 유효성 검증

본 연구에서 개발한 하안 복원 평가지표의 유효성을 검증하기 위하여 2010년 가을과 2011년 봄에 갑천 2지구 3.71km 구간의 식생조사를 실시하였다.

Raunkiaer(1934)의 생활형 분류 기준을 따랐으며 Lee (1996)를 참조하였다. 2010년 가을에는 대형육상식물(M) 11종, 소형육상식물(N) 7종, 지표식물(Ch) 5종, 반지중식물(H) 42종, 지중식물(G) 7종, 근생수생식물(HH) 11종, 일년생식물(Th) 58종으로 총 141종이 서식하는 것으로 조사되었다. 2011년 봄에는 대형육상식물(M) 13종, 소형육상식물(N) 9종, 지표식물(Ch) 8종, 반지중식물(H) 49종, 지중식물(G) 5종, 근생수생식물(HH) 11종, 일년생식물(Th) 59종으로 총 154종이 서식하는 것으로 조사되었다.

12구간의 평가점수와 2010년 가을, 2011년 봄에 조사한

Table 4. Riparian Restoration Evaluation Indicators.

분야	평가항목	평가내용	배점 (%)
생물종 다양성	초본식생의 번무정도와 다양성	하안 저수지와 고수지에 분포하는 초본식생의 다양한 정도와 무성한 정도	12
	관목·목본류의 번무정도와 다양성	하안 고수지에 분포하는 관목·목본류의 다양한 정도와 번무한 정도	10
	식물군집(군락)의 수	식물 군집(어떤 장소에 생육하고 있는 식물적 집단, 종간의 조성과 그것들의 환경조건 등이 서로 평형을 이루고 있는 식물적 사회집단)의 개체 수	35 8
	귀화식물	본래 생육하지 않은 지역에서 자연적, 인위적인 원인에 의해 2차적으로 도래 침입하여 야생화되고 기존 식물과 어느정도 안정된 상태를 이루는 식물	5
서식처 다양성	식생의 종방향 연속성	홍수터 및 수변식생의 종 방향 배열의 연결 정도	8
	식물군집(군락)의 혼재도	고수지와 저수지에 걸쳐 교목, 관목, 지피식물 등의 다양한 식물 군집이 섞여있는 정도	25 7
	군락의 분포도(피도)	식물군락에 있어 각종 식물이 지표면을 덮고 있는 비율	5
	식물 형·색채·열매풍부도	하안에 분포되어 있는 식물의 형태와 색채, 열매가 풍부한 정도	5
서식처 기능성	먹이공급식물의 현황	교목성 산림조류, 초지성 조류 등의 야생동물에게 먹이가 될 수 있는 각종 식물의 서식 현황	10 20
	서식지 기능 제공	야생동물에게 먹이, 잠자리, 번식 기능을 제공할 수 있는 환경	10
연결성	대상분포	환경의 변화에 따라 그 환경에 맞는 식물들이 자라게 되는 식물 분포상의 차이	9
	저수로 호안경사	하천의 기슭이 무너지지 않도록 보호하는 역할을 하는 호안의 완만하고 가파른 정도	20 6
	호안재료의 인공화 정도	유수에 의한 침식과 세굴을 방지하기 위해 설치하는 구조물로서 콘크리트, 나무, 풀, 돌, 흙 등의 재료 사용	5
합 계		100	

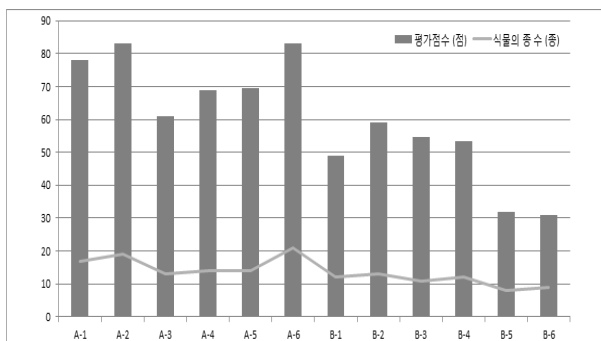


Fig. 1. Interval Score and Number of Species of Plant.

구간별 식물의 종 수와의 관계를 분석한 결과 평가점수는 비개발구간의 점수가 개발구간의 점수에 비해 전반적으로 높았다.

또한 식물의 종 수 역시 비개발구간의 출현 종 수가 개발구간의 출현 종 수에 비해 많았으며, 평가점수와 식물의 출현 종 수는 비례하게 증가하고 감소하였다(Fig. 1).

V. 결론

하천생태계는 생물 서식처로서 생물다양성과 생산성이 높은 생태계이다. 그러나 관행적인 하천정비방식에 의해

하천생태계는 생물서식처로서 기능이 약화됨에 따라 하천 생태계의 생물다양성이 감소하게 되었다. 지금까지의 하천 평가는 하천의 물리적 요소와 구조적 질의 특성만을 고려한 평가들이 수행되었다. 최근에는 하천환경을 전반적으로 고려할 수 없다는 문제점의 노출로 물리적 요소와 구조적 질의 특성에 생태·환경적 요소까지 접목하여 하천을 평가하려는 동향이 나타나고 있다.

따라서 본 연구에서는 하안의 생태·환경적 요소를 평가하여 식물 공간구조 발달을 유도하여 식물종뿐만 아니라 하천주변 생물의 종 다양성을 고려한 하안 복원 평가 지표 개발하였다.

본 연구에서 개발된 하안 복원 평가지표를 통하여 해당 하천의 자연성 수준을 가늠할 수 있었으며, 분야별 점수를 통하여 해당하천 자연성의 우수한 부분과 훼손된 부분을 가시적, 객관적으로 예측할 수 있었다. 따라서 본 하안 복원 평가지표는 하천의 총체적 평가 및 전체적 자연성을 분야별로 나누어 객관적으로 살펴볼 수 있는 지표가 될 수 있으며, 도시하천의 현재 자연성을 평가, 분석하고 복원의 방향과 목표를 설정하는데 이용이 될 수 있을 것으로 판단 된다.

그러나 본 하천 복원 평가지표는 도시하천의 상중류에

적용한 것으로 규모가 작고 정수역이 발달하기 힘든 상류 하천이나 규모가 크고 개방수면과 사주가 넓은 하류하천에 적용한 경우 수정이 필요할 것이다. 또한 식생자체가 하천 환경을 전반적으로 반영한다고 볼 수 있으나 본 평가방법이 하안식생에 국한되어 있다는 점에서 하천 생태계의 전반적인 다양성을 평가하기에는 한계가 있다고 할 수 있다.

결론적으로 하안 복원 평가의 4개 분야와 13개 항목간 중요도의 위계가 도출되었지만 자연생태계의 양적, 질적인 가치 유지를 위해서는 모든 지표의 가치를 상호보완적으로 유지하는 것이 바람직할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 충남대학교 학술연구비에 의해 지원되었음.

참고 문헌

- Choi J. 2010. *Stratagies for the Natural Aspect of Environmental Impact Assessment Considering CBD*. KEI. 87 pp. [in Korean]
- Jo GH. 2000. Riparian Vegetation in the understanding of the structure and function for river restoration. *Korea Water Resources Association* 33(3): 29-40. [in Korean]
- Jo GT, Jo YG, Gang HS. 2005. *Analytic Hierarchy Process of Leading leaders*. Dong Hyun Press. pp. 5-9. [in Korean]
- KICT (Korea Institute of Construction Technology). 1995. *Study on Efficient Management of Ecosystem Conservation Areas*. Environmental Management Corporation. 123 pp. [in Korean]
- KDI (Korea Development Institute). 2000. *Multicriteria Analysis Study for Conducting a Feasibility Study*. 244 pp. [in Korean]
- Klingeman PC. 2000. *River Restoration Design and Stability*. Short Course 4. Proceedings of 2000 Joint Conference on Water and Water Resources Planning and Management ASCE. Minneapolis.
- Lee BH. 1992. Crisis and Prospects of Biodiversity. *Nature Conservation* 78: 2-7. [in Korean]
- Lee WT. 1996. *Lineamenta Florae Korea*. Academy press, Seoul. [in Korean]
- MC (Ministry of Construction). 1992. *River Research and Study on Development of Environmental Management Scheme: River Environmental Management Indicators Report on Research and Development*. pp. 153-160. [in Korean]
- ME (Ministry Of Environment). 1997. *Environmental White Paper*. pp. 107-121. [in Korean]
- Raunkiaer C. 1934. *The Life Forms of Plants and Statistical Plants Geography being the collected Papers of C. Raunkiaer*. Clarendon press, Oxford.
- Tamai, NSO and Nakamuram S. 2000. *Assessing Ricerine Environments for Habitat Suitability on the Basis of Natural Potential*. Univ. of Tokyo Press. pp. 1-270.
- Woo HS. 2000a. Understanding of riparian restoration(I) - Based on guidelines of the United States to restore riparian. *The Magazine of the Korean Society of Civil Engineers* 48(7): 66-71. [in Korean]
- Woo HS. 2000b. Understanding of riparian restoration(II) - Based on guidelines of the United States to restore riparian. *The Magazine of the Korean Society of Civil Engineers* 48(8): 54-60. [in Korean]