

하천의 생물서식처 복원을 위한 하천자연도평가 : II. 평가방법의 적용

The Evaluation of River Naturalness for Biological Habitat Restoration : II. Application of Evaluation Method

박 봉 진* / 신 종 이** / 정 관 수***

Park, Bong Jin / Shin, Jong Iee / Jung, Kwan Sue

Abstract

The investigation and evaluation of river naturalness was conducted for sample rivers-Hongchungang, Mihochun, Naesungchun - using the method from previous paper "The Evaluation of River Naturalness for Habitat Restoration : I. Proposal of Evaluation Method". As a result, Hongchungang and Naesungchun, Mihochun showed 2nd Grades with averaged point 1.92, 1.43, and 2.31. Also comparison and examination of the relationship between water quality and river naturalness shows a little relation with coefficient of correlation 0.575. This result means that the evaluation of river naturalness can be possibly used as index to evaluate river ecology, from a different standpoint with water quality.

keywords : River Environment, Biological Habitat, River Restoration, Evaluation of River Naturalness, Water Quality

요 지

본 연구에서는 홍천강, 미호천, 내성천을 평가 대상하천으로 선정하여, "하천의 생물서식처 복원을 위한 하천자연도평가 : I. 평가방법의 제안"에 따라 하천자연도평가를 시행하였다. 하천자연도의 종합평가결과 홍천강은 2등급(평균 1.92), 미호천은 2등급(평균 1.43), 내성천은 2등급(평균 2.31)으로 평가되었다. 수질과 하천자연도평가의 상관관계를 비교·분석한 결과, 수질과 하천자연도 종합평가결과의 상관계수가 0.575로 상관성이 매우 작게 분석되어, 하천자연도평가가 수질평가와 다른 관점에서 하천의 생태계를 평가하는 지표로 활용이 가능한 것으로 분석되었다.

핵심용어 : 하천환경, 생물서식처, 하천복원, 하천자연도평가, 수질

-
- * 한국수자원공사 조사기획처 과장
Section Chief, Water Resources Investigation & Planning Dept., Korea Water Resources Corporation San 6-2 Yeonchuk-Dong Daeduk-Gu, Daejeon, 306-711, Korea
(e-mail: bongjinpark@kowaco.or.kr)
- ** 한국수자원공사 조사기획처 처장
Director, Water Resources Investigation & Planning Dept., Korea Water Resources Corporation San 6-2 Yeonchuk-dong Daeduk-Gu, Daejeon, 306-711, Korea
(e-mail: enaice1@hanmail.net)
- *** 충남대학교 공과대학 토목공학과 부교수
Associate Professor, Dept. of Civil engineering, ChungNam National University, Daejeon, 305-764 Korea
(e-mail: ksjung@cnu.ac.kr)

1. 서론

자연하천의 생태계는 유량과 수심의 계절적인 변화에 따라 하도형성 과정이 역동적이고 생물의 공간적인 분포가 다양하게 나타난다. 하천은 물이 있는 수역과 육지의 생태계가 접하는 추이대로써 매우 다양한 생물이 조화를 이루며 서식하는 생물의 귀중한 서식처이다. 그러나 이·치수 목적의 하천정비는 하천에 서식하는 생물의 서식처를 제한하고, 자연하천의 하도특성을 변화시켜 생물의 서식환경의 변화를 가져왔다. 하천관리자에게 있어서 현재 하천의 자연환경이 양호하여 잘 보전하여야 할 곳은 어느 곳이며, 이미 자연환경을 잃어버린 하천은 어느 곳이며, 어느 정도 훼손이 되었으며, 어떻게 복원하여야 하는지 결정하는 것은 하천관리를 위하여 상당히 중요한 일이다. 하천자연도평가는 이러한 관점에서 인위적 하천환경의 훼손을 상대적으로 평가하고, 하천을 자연에 가깝도록 복원하기 위해서는 어떠한 노력이 필요한지를 진단하기 위하여 반드시 필요하다.

국외의 하천자연도평가 방법으로는 미국의 적정기능상태평가(Prichard 등, 1998), 시각적 하천건강성평가법(USDA, 1998), 현장서식처평가서(Barbour 등, 1999)와 뉴질랜드의 생태계보전가치평가(Coller 등, 1992), 일본의 물리적·생물적요소의 자연도평가(建設省東北地方建設局, 1994), 영국의 하천서식처조사(Environment Agency, 1997) 등 다양한 평가방법이 있다. 국내에는 조용현(1997a, 1997b), 정성채와 이상석(1998), 김동찬과 박익수(1999), 박병철 등(2002), 배연재 등(2003), 박진원과 마호섭(2003)의 하천자연도평가에 관한 연구와 적용 사례가 있다.

본 연구에서는 “하천의 생물서식처 복원을 위한 하천자연도평가 : I. 평가방법의 제안”이 국가하천과 지방1급 하천과 같은 대하천에서 적용이 가능하고, 하천의 생물서식처 복원을 위한 하천자연도평가 방법으로 활용이 가능한지를 검증하고자 하였다. 따라서 한강유역의 대표

하천인 홍천강과 금강유역의 대표하천인 미호천, 낙동강유역의 대표하천인 내성천을 평가 대상하천으로 선정하여 하천자연도평가를 실시하였으며, 수질과 하천자연도평가 결과의 상관관계를 비교·분석하여 하천자연도평가가 수질평가와는 다른 관점에서 하천의 생태계를 평가하는 지표로 활용이 가능한지를 검토하였다.

2. 하천자연도평가의 시행

“하천의 생물서식처 복원을 위한 하천자연도평가 : I. 평가방법의 제안”에서 제안한 하천자연도평가의 평가부문은 하천형태, 하천환경으로 2개 부문과 14개의 평가항목을 구성되어 있으며, 평가척도는 자연성 저감정도에 따라 1등급에서 5등급으로 구분하였으며 평가단위는 최적간격을 2,000m ~ 3,000m로 하고 있다. 이 제안에 따라 한강유역의 홍천강과, 금강유역의 미호천, 낙동강유역의 내성천을 대표하천으로 선정하여 하천자연도평가를 시행하였다.

2.1 한강유역 홍천강의 하천자연도평가

2.1.1 홍천강의 개황 및 조사현황

한강유역의 홍천강은 북한강의 제 1지류로서 유역면적은 약 1,566km², 하천연장은 95km로 홍천군 서석면 검산리 하맏제에서 발원하여 춘천시 남면 관천리에서 국가하천인 북한강의 좌안측으로 유입한다. 홍천강의 자연도평가 구간은 지방1급하천의 시점인 두천면 자은리의 삼거천과 장남천의 합류점부터 한강 본류 합류점까지 약 100km를 2km 간격의 50개구간으로 나누어 평가를 시행하였다.

2.1.2 하천자연도평가 결과

홍천강의 종합평가결과는 평균 1.92의 2등급으로 평가되었으며, 하천형태는 평균 2.54인 2등급, 하천환경은 평균 1.31인 1등급으로 각각 평가되었다.



(a) 상류부 자운취수장부근



(b) 중류부 홍천수위표



(c) 하류부 관천리부근

사진 1. 홍천강 평가구간의 현황

하천형태부문의 각 항목별 평가결과는 수로의 굴곡 및 종사주는 4등급, 흐름의 다양성, 하상재료의 다양성, 저수로폭다양성은 2등급, 저수로호안공은 1등급, 제방재료는 3등급으로 평가되었다. 하천환경부문은 제외지 홍수터이용이 2등급, 저수변식생, 홍수로식생, 제내지수변구역토지이용, 횡방향인공구조물, 수질, 수면폭 대하천폭 비는 모두 1등급으로 평가되었다.

평가등급빈도와 백분율을 분석한 결과, 종합평가의 최빈등급은 전체구간의 48%에 해당하는 24개구간에서 1등급으로, 23개구간에서 2등급으로 평가되었다. 부분별 평가결과로 하천형태평가의 최빈등급은 58%에 해당하는 29개

구간에서 3등급으로, 하천환경평가의 최빈등급은 92%에 해당하는 46개구간에서 1등급으로 평가되었다.

홍천강은 자연환경이 비교적 잘 보전된 하천이었으나, 최근 태풍 루사와 매미의 홍수피해로 인한 하천개수공사와 도로 및 교량 신설공사 등으로 하천형태가 많이 훼손되었다. 특히 수로의 굴곡과 종횡사주에서 4등급으로 평가된 것은 하천의 직강화와 준설로 인하여 하천환경이 많이 훼손되었음을 알 수 있다. 반면 하천환경부문은 최근 하천 제내지수변구역을 신설도로 부지로 활용하고 있어 2등급으로 평가된 제내지수변구역의 토지이용을 제외하고는 모두 1등급으로 평가되어 환경부문은

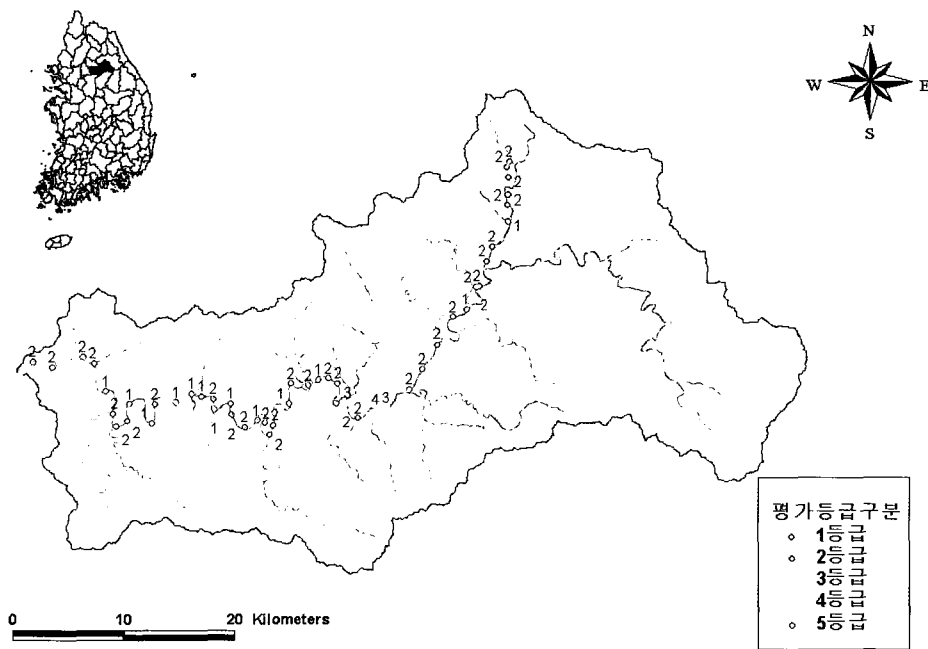


그림 1. 홍천강의 하천자연도평가도

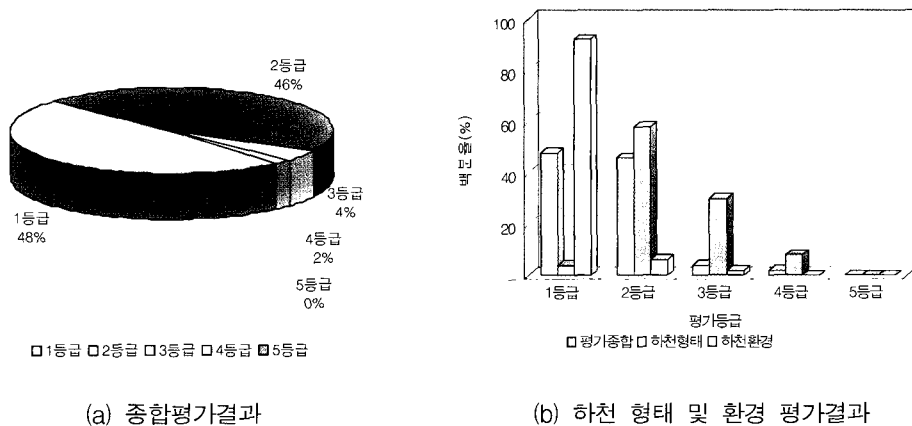


그림 2. 홍천강의 종합평가, 하천 형태 및 환경 평가결과

아직까지 자연하천의 모습을 많이 간직하고 있는 것으로 평가되었다. 평가구간 중 18에서 23까지의 지점은 홍천시내를 통과하는 도시하천구간으로 하천의 직강화, 저수로의 인공호안공설치와 수변구역을 도로 및 주택지로, 홍수터 및 고수부지를 공원으로 이용하고 있으며, 수질악화 등으로 하천형태와 하천환경 모두 4등급으로 낮게 평가되었다.

2.2 금강유역 미호천의 하천자연도평가

2.2.1 미호천의 개황 및 조사현황

미호천은 금강유역의 북쪽 중앙부에 위치하고 있으며 유역면적은 1,855km², 하천연장은 86km로 경기도 안성군, 이천군과 충청북도 음성군 등 3개군의 경계인 마이산에서 발원하여 충남 연기군 남면 월산리 지점에서 금강

본류에 유입한다. 미호천의 자연도평가 구간은 지방1급 하천의 시점인 백곡천의 합류점부터 금강 본류 합류점까지 약 50km를 약 2km 간격으로 24개구간으로 나누어 평가를 시행하였다.

2.2.2 하천자연도평가 결과

미호천의 종합평가결과는 평균 2.43의 2등급으로 평가되었으며, 하천형태평가는 평균 2.65인 2등급, 하천환경은 평균 2.21인 2등급으로 각각 평가되었다.

하천형태부문의 각 항목별 평가결과는 수로의 굴곡 4등급, 종사주는 2등급, 흐름의 다양성, 하상재료의 다양성, 저수로폭다양성은 3등급, 저수로호안공은 1등급, 제방재료는 2등급으로 평가되었다. 하천환경부문은 수변식생, 홍수로식생 3등급, 제내지, 제외지수변구역



(a) 상류부 농다리부근

(b) 하류부 병성천합류부근

(c) 하류부 병성천합류부근

사진 2. 미호천 평가구간의 현황

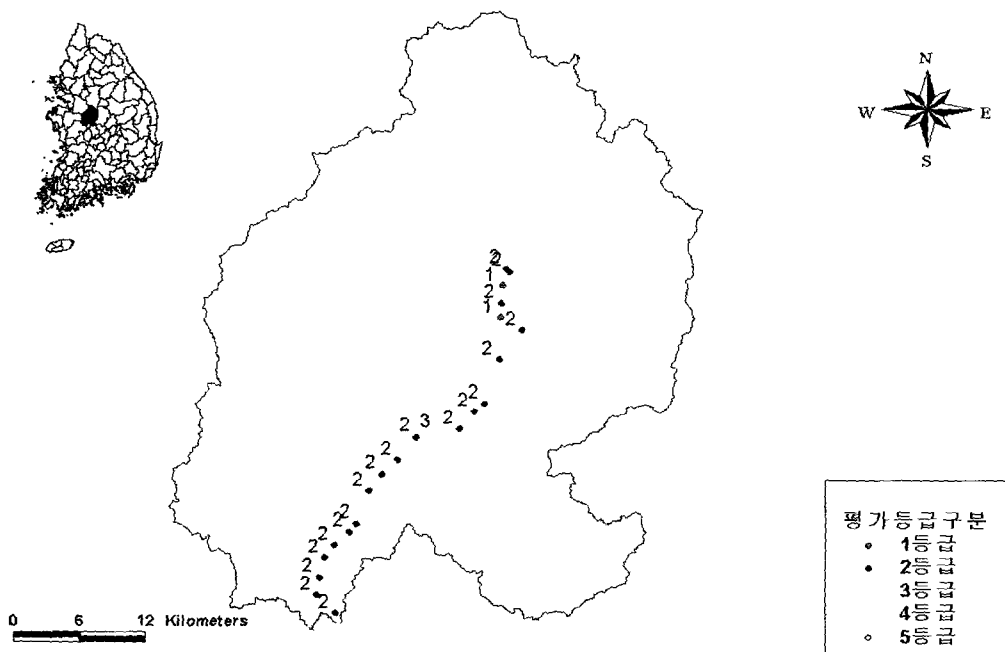
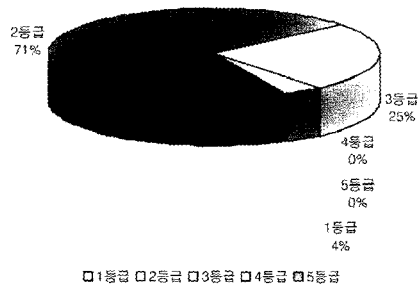
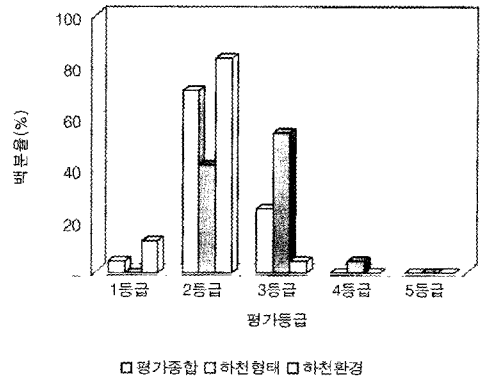


그림 3. 미호천 하천자연도평가도



(a) 종합평가 결과



(b) 하천 형태 및 환경 평가결과

그림 4. 미호천의 종합평가, 하천 형태 및 환경 평가결과

토지이용은 2등급, 횡방향인공구조물 1등급, 수질 2등급, 수면폭 대 하천폭비는 모두 1등급으로 평가되었다.

평가등급빈도와 백분율을 분석한 결과, 종합평가의 최빈등급은 전체구간의 71%에 해당하는 17개구간에서 2등급으로 평가되었다. 부문별 평가결과로 하천형태평가의 최빈등급은 54%에 해당하는 13개구간에서 3등급으로, 하천환경평가의 최빈등급은 83%에 해당하는 20개구간에서 1등급으로 평가되었다.

미호천은 제내지 수변구역과 제외지 홍수터가 대부분 농경지로 활용되고 있는 전형적인 농촌하천이다. 하천구역을 대부분 농경지로 활용하기 때문에 홍수소통을 위하여 직강화 위주의 하천정비를 시행하였으며, 이에 따라 수로굴곡은 4등급, 흐름의 다양성과 저수로폭 다양성은 3등급으로 평가되었다. 저수변식생과 홍수로 식생은 3등급으로 평가되었다. 제내지와 제외지 토지이용은 대부분 경작지로 활용되어 2등급으로 평가되었으며, 횡방향 인공구조물은 2구간을 제외하고 거의 없는 것으로 조사되었다. 수질은 청주를 거치면서 급속히 저하되고 있으나, 하천 전반에 걸쳐 비교적 양호하였으며, 유량도 상당히 풍부하여 수면폭 대 하천폭비가 1등급으로

평가되었다. 미호천은 제내지 수변구역과 제외지 홍수터가 대부분 농경지로 활용하고 있어 홍수에 취약하여 홍수소통위주의 하천정비가 시행되었다. 따라서 미호천의 생물서식환경을 개선하기 위한 하천복원은 수변구역의 토지이용에 대한 관리가 중점적으로 검토되어야 할 것으로 판단된다.

2.3 낙동강유역 내성천의 하천자연도평가

2.3.1 내성천의 개황 및 조사현황

내성천의 유역면적은 1,815km²이며 하천연장은 101km으로 경상북도 봉화군 물야면에서 발원하여 경상북도 예천군 용궁면에서 낙동강 우안으로 합류된다. 내성천의 자연도평가 구간은 지방1급하천의 시점인 예천군 문수면 월평리의 내성천과 서천의 합류점부터 낙동강본류 합류점까지 약 50km를 2km 간격의 24개구간으로 나누어 평가를 시행하였다.

2.3.2 하천자연도평가 결과

내성천의 종합평가결과는 평균 2.31의 2등급으로 평가되었으며, 하천형태평가는 평균 2.96인 3등급, 하천환경은 평균 1.66인 1등급으로 각각 평가되었다.



(a) 상류부 석탑교부근

(b) 중류부 장산리부근

(c) 하류부 회룡교부근

사진 3. 내성천 평가구간의 현황

하천형태부문의 각 항목별 평가결과는 수로의 굴곡 2등급, 종사주 1등급, 흐름의 다양성 4등급, 하상재료의 다양성 5등급, 저수로폭다양성은 3등급, 저수로호안공은 5등급, 제방재료는 3등급으로 평가되었다. 하천환경부문은 저수변식생1등급, 홍수로식생 2등급, 제내지토지이용 2등급, 제외지토지이용, 횡방향인공구조물은 1등급, 수질, 수면폭/하천폭 비는 2등급으로 평가되었다.

평가등급빈도와 백분율을 분석한 결과, 종합평가의 최빈등급은 전체구간의 96%에 해당하는 23개구간에서 2등급으로 평가되었다. 부문별 평가결과로 하천형태평가의 최빈등급은 71%에 해당하는 17개구간에서 3등급

으로, 하천환경평가의 최빈등급은 21%에 해당하는 19개 구간에서 1등급으로 평가되었다

내성천은 낙동강유역에서 하상재료가 대부분 모래로 형성된 전형적인 모래하천이다. 상류에서 하류까지 대형의 종·횡사주의 형태가 자주 발견되어 수로굴곡과 종횡사주는 1등급으로 평가되었으며, 저수로호안공은 만곡구간 등 대부분 구간에 설치되어 있었으나, 물의 흐름에 따라 하상변화가 심한 모래하천으로 저수로폭은 다양하게 형성되어 자연스러운 물의 흐름을 유지하고 있어 1등급으로 평가되었다. 제방은 돌망태와 호안블럭 등의 호안공이 설치되어 있었으나, 경과기간이 오래되어

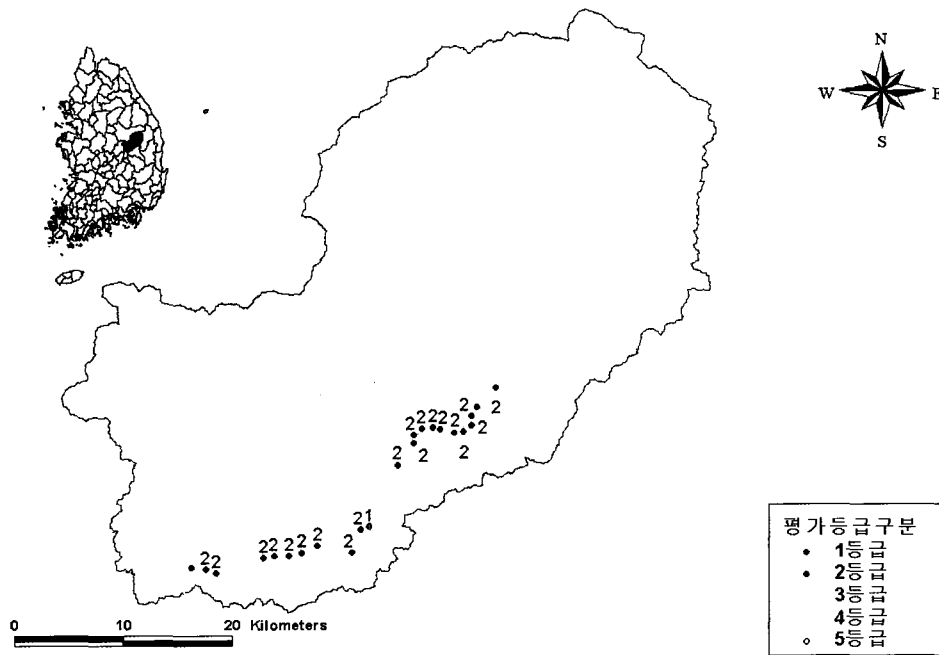
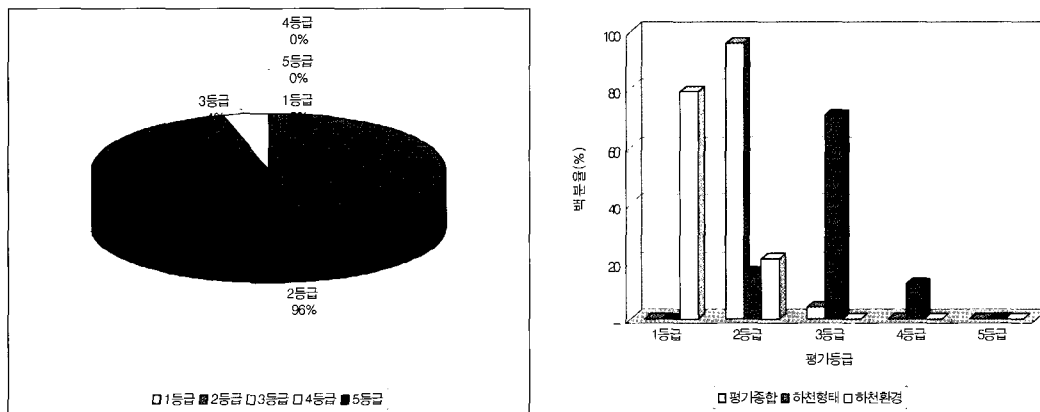


그림 5. 내성천 하천자연도평가도



(a) 종합평가 결과

(b) 하천 형태 및 환경 평가결과

그림 6. 내성천의 종합평가, 하천 형태 및 환경 평가결과

대부분 식생으로 덮여있었다. 제내지 수변구역은 대부분 경작지로 사용하고 있으며, 제외지는 일부구간을 제외하고는 자연상태로 1등급으로 평가되었다. 하류부의 하폭은 상당히 넓었으나 물이 흐르는 저수로는 폭이 상당히 좁았으며, 횡방향의 인공구조물도 거의 없고 수질은 비교적 양호하였다.

3. 수질과 하천자연도평가 비교·분석

수질과 하천자연도평가의 상관관계분석은 하천자연도평가가 종래의 수질과 다른 관점에서 하천의 환경을 평가하는 지표로 활용이 가능한지를 검토하고자 시행하였다.

환경부에서는 홍천강의 화양천, 홍천강1, 홍천강2의 3개지점에서 1991년부터 측정하고 있으며, 미호천은 여암교의 미호천3, 팔결교의 미호천4, 미호천교의 미호천5, 병성천 합류지점의 미호천6으로 4개 지점에서 1998년부터 측정하고, 내성천은 고평교의 내성천1, 회룡교의 내성천3, 경진교의 내성천2로 3개지점에서 1991년부터 측정하고 있다. 각 수질관측소의 수질(BOD)와 수질관측소 지점 상류구간의 하천자연도평가 결과는 표 1과 같다.

본 연구에서 시행한 홍천강, 미호천, 내성천의 3개 하천

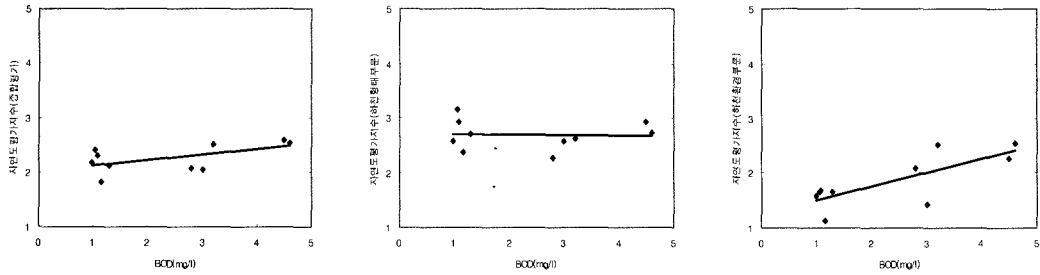
10개 구간에서의 수질(BOD)과 하천자연도평가의 통계 분석 결과는 표 2와 그림 7과 같다. 수질과 하천형태와의 상관계수는 -0.042로 상관관계가 상당히 낮게 분석되었다. 그러나 수질과 하천환경과의 상관계수는 0.773으로 비교적 높게 분석되었다. 환경을 평가하는 지표로서 상관관계가 높다는 것은 평가방법이 유사하다는 것을 의미하거나, 평가방법을 서로 대치할 수 있는 것을 의미한다(Ward 등, 2003). 금번 분석결과 수질과 하천형태부문의 상관관계가 아주 낮게 나타난 것은 생물서식처의 형태와 구조를 평가하는 하천형태부문의 평가항목들이 하천환경을 대표하는 수질평가와 서로 다른 관점에서 하천의 환경을 평가할 수 있도록 구성되었고 판단할 수 있다. 상대적으로 수질과 하천환경부문과의 상관관계가 높은 것은 하천환경부문의 평가항목들이 수질평가와 같은 방향에서 하천의 환경을 충분히 반영할 수 있는 것으로 판단할 수 있다. 수질과 하천자연도의 종합평가 결과와의 상관계수는 0.575로서 상관성이 낮게 나타났다. 따라서 하천자연도평가는 지금까지의 하천환경을 평가하는 수질과는 다른 방향과 관점에서 하천의 생태계를 평가하는 지표로 활용이 가능한 것으로 분석되었다.

표 1. 수질과 하천자연도평가 비교분석

하천명	수질					하천자연도평가						
	관측소명	지점명	관측년도	수질(BOD)		평가구간	평가종합		하천형상		하천환경	
				평균(mg/l)	수질등급		평가지수	평가등급	평가지수	평가등급	평가지수	평가등급
홍천강	화양강	철정교	'91-01	0.914	1	장남천합류-철정교	2.045	2	2.571	2	1.429	1
	홍천강1	홍천수위표	'95-01	1.289	2	철정교-홍천수위표	2.114	2	2.700	1	1.657	1
	홍천강2	팔봉교	'91-01	1.151	2	홍천수위표-팔봉교	1.812	2	2.376	2	1.120	1
미호천	미호천3	여암교	'98-01	2.800	2	백곡천합류-여암교	2.071	2	2.262	2	2.071	2
	미호천4	팔결교	'98-01	3.200	3	여암교-팔결교	2.500	2	2.619	2	2.500	2
	미호천5	미호천교	'98-01	4.600	3	팔결교-미호천교	2.527	2	2.714	3	2.527	2
	미호천6	병성천합류	'98-01	4.500	3	미호천교-병성천합류	2.592	2	2.918	3	2.265	2
내성천	내성천1	고평교	'95-01	1.071	2	서천합류-고평교	2.305	2	2.924	3	1.686	1
	내성천3	회룡교	'92-01	0.980	1	고평교-회룡교	2.167	2	2.571	2	1.571	1
	내성천2	경진교	'91-01	1.049	2	회룡교-경진교	2.393	2	3.143	3	1.643	1

표 2. 수질과 하천자연도평가 통계분석결과

분석항목	수질 종합평가	수질-하천형태평가부문	수질-하천환경평가부문
결정계수(R ²)	0.331	0.002	0.597
상관계수	0.575	-0.042	0.773



(a) 종합평가결과 비교

(b) 하천형태평가부문 비교

(c) 하천환경평가부문 비교

그림 7. 수질과 하천자연도평가 비교분석

6. 결 론

본 연구에서는 홍천강, 미호천, 내성천을 평가 대상하천으로 선정하고, “하천의 생물서식처 복원을 위한 하천자연도평가 : I. 평가방법의 제안”에 따라 하천자연도평가를 실시하였으며, 수질과 하천자연도평가의 상관관계를 분석하였다. 금번 연구성과를 요약하면 다음과 같다.

1. 홍천강은 종합평가결과 2등급(평균 1.92), 부문평가결과는 하천형태가 2등급(평균 2.54), 하천환경이 1등급(평균 1.31)으로 평가되었다. 미호천은 종합평가결과 2등급(평균 2.43), 부문평가결과는 하천형태가 2등급(평균 2.65), 하천환경이 2등급(평균 2.21)으로 평가되었다. 내성천은 종합평가결과 2등급(평균 2.31), 부문평가결과는 하천형태가 3등급(평균 2.96), 하천환경이 1등급(평균 1.66)으로 평가되었다.
2. 수질과 하천자연도평가와 비교·분석결과는 하천형태와의 상관계수는 -0.042, 하천환경과의 상관계수는 0.773이며, 종합평가결과의 상관계수는 0.575로서 상관성이 매우 낮게 나타났다.

금번 연구결과 “하천의 생물서식처 복원을 위한 하천자연도평가 : I. 평가방법의 제안”은 국가하천과 지방 1급하천과 같은 대하천에서도 하천의 생물서식처 복원을 위한 하천자연도평가 방법으로 활용이 가능하고, 수질평가와 다른 관점과 하천의 생태계를 평가하는 새로운 지표로 활용이 가능한 것으로 분석되었다.

하천환경관리를 위하여 하천생태계에 대한 분포 및 성장과정, 산란 및 서식조건 등에 관한 기초적 조사와 연구가 수행되어야 한다. 그러나 하천 생물상의 조사 및 평가에는 다양한 전문성이 요구 될 뿐만 아니라 넓은 공간적 범위를 포함하는 자세한 조사와 평가에는 시간과 비용상의 어려움이 따른다. 따라서 하천의 생태학적

가치에 대한 객관적이고 손쉬운 조사와 통일적인 평가방법이 필요하다. 이런 점에서 “하천의 생물서식처 복원을 위한 하천자연도평가 : I. 평가방법의 제안”은 하천 관리자들에 하천에 대한 이해의 폭을 증진시키고, 하천의 생물서식처 복원을 위한 평가지표를 활용이 가능한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 수자원정책과에서 시행하는 “전국유역조사”의 일환으로 시행되었습니다. 본 연구가 수행될 수 있도록 지원하여 주신 당국에 깊이 감사합니다.

참 고 문 헌

- 김동찬, 박익수 (1999). “생태환경복원을 위한 하천자연도 평가기준에 관한 연구.” 한국조경학회지, 조경학회, Vol. 17, No3, pp. 123-134.
- 박병철, 신영철, 서애숙 (2002). “GIS를 이용한 하천의 자연성 평가 : 청주시 무심천 지역을 중심으로.” 한국지리정보학회지, 제5권, 제1호, pp. 48-57.
- 박원진, 마호섭 (2003). “양재천의 식행현황과 하천자연도 평가.” 경상대학교 농업생명과학연구원, 농업과학생명연구, 제37권, 제2호, pp. 57-70.
- 배연재, 원두희, 이용재, 승현우 (2003). “하천생태계에 대한 환경평가 기법과 생물다양성 관리시스템의 개발 및 적용.” 제21권, 제3호, pp. 223-233.
- 정성채, 이상식 (1998). “중·소도시 하천의 친환경적 활용 잠재력평가에 관한 연구.” 한국조경학회지, 한국조경학회, Vol. 26, No. 1, pp. 96-112.
- 조용현 (1997a). 생태적 복원을 위한 중소하천 자연도 평가방법 개발, 박사학위논문, 서울대학교.
- 조용현 (1997b). “우리나라 중소하천 코리도의 자연성 평가기법연구.” 한국조경학회지, Vol. 25, No. 2, pp. 73-81.

建設省東北地方建設局 (1994). 東北の自然豊かな川づくり-近自然化河道改修計画検討マニュアル.

Barbour, M.T., J. Gerristen, B.D. Synder, J.B. Stribling (1999). *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers : Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish Second Edition*. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C.

Prichard, D., H. Barrett, J. Cagney, R. Clark, J. Fogg, K. Gebhart, P.L. Hansen, B. Mitchell, D. Tippy. (1998). "Riparian Area Management: Process for Assessing Proper Functioning Condition. TR 1737-9 (Revised 1998)". Bureau of Land Manage-

ment, BLM/SC/ST-93/003+1737+REV95+REV98, Service Center, CO. 51.

USDA (1998). *Stream Visual Assessment Protocol*. National Water and Climat Center Technical Note 99-1.

Ward, T.A., Tate, K.W., Atwill, E.R. Lile, D.F, Lancaster, D.L., MacDougald, N., Barry, S., Ingram, R.S., Geroge, H.A., Jensen, W., Frost W.E., Phillips, R., Markegard, G.G., Larson, S. (2003). "A Comparison of Three Visual Assessments for Riparian and Stream Health." *Journal of Soil and Water Conservation*, M/A, pp. 83-88.

(논문번호:04-91/접수:2004.09.30/심사완료:2004.12.24)