

# GIS를 이용한 하천의 자연성 평가

- 청주시 무심천 지역을 중심으로 -

박병철<sup>1</sup> · 신영철<sup>1</sup> · 서애숙<sup>2</sup>

## An Application and Case Study on the Evaluation Method of River Naturalness using GIS

- The special reference to Musim-cheon river in Cheongju City -

Byeong-Cheol PARK<sup>1</sup> · Young-Cheol SHIN<sup>1</sup> · Ae-Suk SUH<sup>2</sup>

### 요 약

하천은 자연과 사람 모두에게 중요하다. 또한 육지와 물의 부족한 자원을 고려해 볼 때 도시화와 산업화의 진행에 따른 하천의 관리는 매우 중요하다. 본 연구에서 하천평가는 3개 평가항목과 13개 세부항목으로 선정하여 5개 등급과 5점식 점수체계를 두었다. 무심천 대상지를 5개 구역으로 구분하여 조사하였고 그 결과는 1, 2, 5, 4, 3 구역 순으로 비교적 자연하천의 모습을 보이고 있었다. 본 연구에서는 GIS의 공간 분석을 통해 하천 자연도 평가 기법을 적용함으로써 하천관리에 있어 자연성을 고려하고 하천의 자연 및 생태계 보존을 도모하고자 하였다.

주요어: 하천 자연성, 하천 형태, 수질, 녹지자연도

### ABSTRACT

River plays an important role both to nature and people. Also considering the limitation of land and water resources coupled with the continuous urbanization and industrialization of Korea, the effective river management becomes more and more important. The evaluation units consisted of main 3 factors(13 detail factors) are classified 5 grade and 5 scores system. The survey area was divided and selected by 5 zones in Musim-cheon river. The final result of evaluation for 5 Zone is good near natural river following next order; 1 (4.07), 2 (3.56), 5 (3.4), 4 (3.1) and 3 Zone(2.6 score) On this condition, the main purpose of this study was to apply GIS(geographic information system) spatial analysis for evaluation method of river naturalness in order to promote the river management and the process of ecological restoration of river corridors.

*KEYWORDS: River Naturalness, River Form, Water Quality, Green Naturalness*

2002년 3월 5일 접수 Received on March 5, 2002

<sup>1</sup> 충북대학교 정보산업공학과 (ysshin@trut.chungbuk.ac.kr)

Dept. of Information Industrial Engineering, Chungbuk National University

<sup>2</sup> 기상청 기상연구소 원격탐사연구실 (assuh@metri.re.kr) Remote Seusing Lab. Meteorology Research Institute

## 서 론

하천의 주요 기능으로 크게 치수기능, 이수기능 및 환경기능으로 분류할 수 있다. 하천의 기능 중에 환경기능은 지난 도시화·산업화의 경제개발 과정에서 하천관리에 그 중요성이 결여되었으며, 이로 인한 우리 생활환경이 직·간접적으로 삶의 질에 영향을 받고 있는 상태에 이르게 되었다.

최근 경제성장에 따라 환경에 대한 도시민의 욕구증대로 자연보전기능, 친수 기능, 공간기능이라는 다양한 환경기능을 고려한 하천복원 움직임이 사회적으로 부각되었고, 이러한 하천환경문제에 대한 인식전환으로 일찍이 외국선진국에서 자연형 하천환경 개선기법에 대한 연구가 이루어졌고 국내연구는 1990년대부터 이루어졌다.(한국건설기술연구원, 1997a;1997b). 하천의 특성상 공간적으로 존재하지만 생태적 환경, 수질, 경관 등 비공간적인 요소를 포함하고 있기에 하천에 대한 평가기법이 복잡한 양상을 띠고 있다(정경진, 1996).

따라서 지리정보시스템을 이용하여 하천이 포함된 공간적인 하천구조와 비공간적인 하천구조를 함께 지리정보자료로 구축하여 하천 상태를 진단하고 복원조치를 강구하는데 적절한 평가 도구로서 지리정보시스템개념이 유용하다 할 수 있다(조용현, 1997b).

국내연구가 하천평가방법 및 자연형 하천으로 복원 연구가 이루어져 있지만 이·치수는 물론 환경기능을 고려한 국내 여건에 맞는 하천평가방법이 미흡한 실정이다. 또한 평가방법에 있어서 환경을 고려한 수량적 측정이 곤란하기에 통상 전문가의 경험에 의한 평가방법을 제시하고 있는 실정이다. 본 연구는 이러한 하천평가의 문제점을 개선하고자 복잡한 하천자료의 관리, 평가, 분석을 위해 GIS개념을 활용하고, 보다 쉽게 대상지에 대한 하천의 해석의 이해를 높이기 위해 정량적 수치로 평가하고 그 결과를 바탕으로 하천자연성을 진단하고자 한다.

## 대상지역 자료획득 및 평가항목 설정

청주시 도시하천인 무심천은 전체길이 34.5km, 유역면적 117.71km<sup>2</sup>이다. 연구대상지의 구역선정은 전체길이에 대한 시·공간적 조사의 제약으로 도심을 중심으로 상·중·하류의 개념으로 5개 구역을 선정하였고, 각각의 구역은 반경 200m로 조사영역으로 정했다. 현장조사 실시는 2000년 5월부터 9월에 걸쳐 평가항목을 중심으로 대상지를 조사하였다. 하천자연도 평가항목 설정기준은 국내외 연구 자료를 수집·정리하여 그 중 1996년 서울시정개발연구원에서 적용한 하천평가기법을 본 연구의 평가기준으로 선정하였고, 하천에 대한 자료관리와 분석의 효율을 높이기 위해 GIS를 활용하여 하천공간에 대한 이해를 증진시키고 하천자연도 평가의 최종적인 도구로 사용하였다.

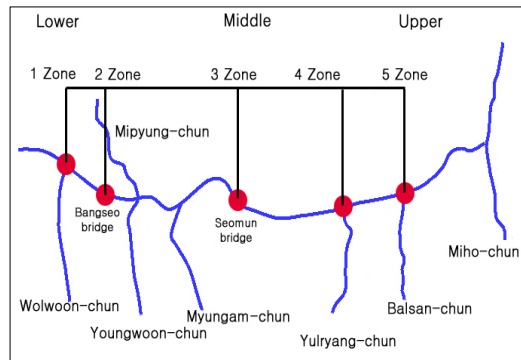


FIGURE 1. The location of survey targets in Musim-cheon river

지방1급 하천인 무심천 하천정비 기본계획(충청북도, 1990)자료는 표 1과 같다. 무심천은 그 중요성이 큰 하천으로 100년 빈도의 홍수량을 계획홍수량으로 결정되었고, 홍수량 규모(1,530~1,085m<sup>3</sup>/s)로 보아 여유고 높이가 기준(하천시설기준: 1.0m 이상) 이상으로 확보되어 있으며, 하폭도 여유가 있으므로 치수상으로 안전한 제방으로 보고 있다.

**TABLE 1.** Mathematical principle and river dimensions in Musim-cheon River

Location	Flood quantity (m <sup>3</sup> /s)	Riverbed slope (h/L)	Basin area (km <sup>2</sup> )	River width (m)	Flood water length (m)
Miho-cheon junction (Balsan-cheon)	1,530	1/875	192.80	370~210	3.42
Balsan-cheon crossing (Yulrang-cheon)	1,465	1/755	179.34	240~180	2.08
Yulrang-cheon junction (Myungam-cheon)	1,430	1/670	165.11	170~110	1.95
Myungam-cheon junction (Mipyung-cheon)	1,420	1/635	149.10	220~140	1.88
Mipyung-cheon crossing (Yongwun-cheon)	1,260	1/655	131.37	220~140	1.77
Yongwun-cheon junction (wulwoon-cheon)	1,190	1/655	122.47	160~130	1.40
wulwoon-cheon junction (Cheongju-City district)	1,085	1/600	107.89	210~140	1.00

(River plan of Musim river in Cheongju City)

**TABLE 2.** River naturalness assessment

Grade	Score	River condition	Description
1	5	natural	original natural river
2	4	almost natural	keep natural condition, but partially limited
3	3	limited natural	whole natural condition. but high limited
4	2	destructured	serious destruction, not natural
5	1	seriously destructed	artificial manipulation of natural,

### 1. 평가항목 설정

본 연구에서는 하천자연도 평가를 위해 크게 수질, 하천형태, 녹지자연도 3가지 평가항목과 13가지의 세부항목을 설정하였다. 평가에 정량적 지수를 사용하였으며, 사용된 척도는 등간 척도로서 이미 제시된 하천자연도 저감 정도에 따라 5점식 점수체계를 설정하였고, 적용된 5점 점수체계와 이를 등급으로 환산한 5등급 체계의 의미는 표 2와 같다.

평가항목 중 첫째인 수질에 관한 평가기준은 표 3과 같다. 하천수질을 평가하는데 있어서 현재 정량적인 평가기준으로 사용되고 있는 일반

적인 지표인 BOD, COD를 지양하고 표 3에 나타난 바와 같이 물의 색, 부유물, 탁도 등만으로 충분히 도시하천의 수질을 평가할 수 있고, 또한 평가의 용이도를 향상시키기 위해서 도시하천에 대해서 수질평가 기준을 단순화하였다.

두 번째, 하천형태로 본 평가항목의 설정기준은 표 4와 같다. 하천형태로 볼 때 종방향, 횡방향, 평면도, 종단면 및 주변환경을 파악하고 하천의 특성을 감안하여 정비계획을 수립할 수 있다. 또한 생태계, 수중생물, 녹지면적 및 녹지총량 등을 판단하여 등급을 정하게 되면 지정 하천에 대한 자연도를 판단할 수 있다.

**TABLE 3.** The assessment criterion for the water quality

Factor	Score		
	Being clean 5	Normal 3	Not being clean 1
Water color	clear	green	brown
Suspended solid	not being, vegetation	foam	foam, oil, garbage
Offensive odor	not being	middle	being
algae	not being	general	many being
Riparian animal	being	general	not being

**TABLE 4.** The assessment criterion for the river form

Item	Factor	Score				
		5	4	3	2	1
River plane	1. River channel: meandering	better	good	middle	bad	worse
	2. Flood mean velocity (m/sec)	less than 0.5	0.5-1	1-2	2-3	more than 3
	3. Riverbed structure: riffle & swamp	better	good	middle	bad	worse
	4. Riverbed material	boulder & gravel	gravel	gravel & sand	sand	mud
	5. Riverside condition: natural extent	better	good	middle	bad	worse
Longitudinal section	6. Riverbed slope	1/100-1/1000	1/1000-1/3000	1/50-1/100	more than 1/50	less than 1/3000
	7. Normal water level(m)	more than 1	1-0.5	0.5-0.1	0.1-0.05	less than 0.05
Cross section	8. River type	meander		meander and embankment		embankment
	9. Channel width/low flow channel width	more than 2	2-1	1-0.5	0.5-0.1	less than 0.1

세 번째, 녹지자연도로 본 평가항목의 설정 기준은 표 5와 같다. 우리 나라의 하천생태계 중에서 비교적 자연성이 잘 보존된 강원도 지역의 자연하천을 조사한 결과를 바탕으로 식생 측면에서의 평가기준을 마련하였으며 그 등급은 5

단계로 구분하였다.

최종 등급분류는 하천형태, 수질, 녹지자연도 3가지 평가항목을 종합적으로 분석하기 위해 다음과 같은 집계 방법을 실시하였다. 각각 3가지 평가항목의 세부항목지수를 단순평균을 계산하

TABLE 5. Grade of green naturalness following the vegetation

Score	Vegetation composition	description and vegetation list(Scientific name)
1	Grass	Planting ratio below 50% ( <i>Persicaria hydropiper</i> (L.) SPACH , <i>Humulus japonicus</i> S. et Z, <i>Polygonum thunbergii</i> S. et Z., <i>Phragmites communis</i> Trin., <i>Oenanthe stolonifera</i> DC., <i>Phragmites japonica</i> Steud., <i>Panicum dichotomiflorum</i> Max. etc.. )
2	Grass	Planting ratio over 50%
3	Grass, Shrub	Shrub : <i>Salix gracilistyla</i> Miquel, <i>Salix graciliglans</i> Nakai etc..
4	Grass, Shrub, Arbor (planting)	<i>Salix pseudo-lasiogyne</i> Leveille, <i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino, <i>Robinia pseudoacacia</i> L. etc..
5	Grass, Shrub, Arbor(spontaneous)	<i>Alnus japonica</i> (Thunb.) Steudel, <i>Salix koreenensis</i> Anderss, <i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino etc..

TABLE 6. Criterion of river naturalness assessment

Grade	V	IV	III	II	I
Score	1 ≤ I < 1.8	1.8 ≤ I < 2.6	2.6 ≤ I < 3.4	3.4 ≤ I < 4.2	4.2 ≤ I ≤ 5
Conditions	artificial manipulation of natural,	serious destruction, not natural	whole natural condition. but high limited	keep natural condition, but partially limited	original natural river

고, 3개 평가항목지수를 다시 단순 평균하여 총괄 지수를 계산하였다. 이렇게 산출된 총괄 지수를 미리 설정된 분류범주에 따라 등급으로 환산하고, 최종 하천자연도는 등급으로 표시하였다. 정확한 등급구분 범위는 표 6과 같다.

다. 그림 2의 GRID Analysis 방법에서 보는 바와 같이 각각의 평가 주제도인 하천형태, 수질, 녹지자연도를 생성하여 GRID로 변환하여 Spatial Analysis의 Map Calculate를 이용하여 최종 결과 주제도를 생성하였다.

2. GIS 활용 및 분석

본 연구에 활용한 주제도는 1: 5000 DXF로써 국립지리원의 공급하는 자료형태를 GIS도구인 ArcView 3.1를 이용하여 도형데이터 포맷 방식인 Shape파일로 변환·추출하였다. DXF파일에 포함된 도형데이터는 도로, 도로구조물, 건물, 하천을 추출하여 본 연구의 기본 주제도로 활용하였다. 새로운 평가를 위한 하천 주제도를 GIS 공간분석을 위해 GRID로 변환하여 ArcView3.1의 Extension인 Spatial Analyst1.1를 이용하여 평가항목별 중첩분석을 실시하였

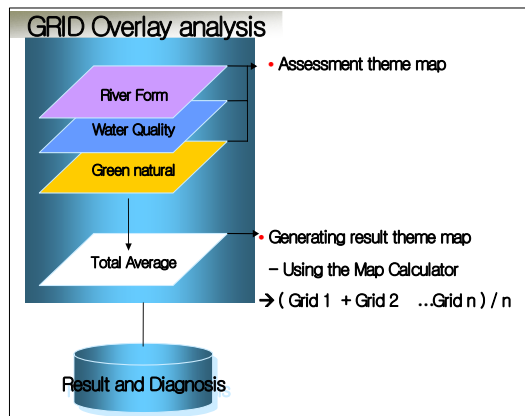


FIGURE 2. GRID Analysis Method

Map Calculate 계산 방식

- 최종 결과 주제도  
 = (River Form + Water Quality + Green naturalness) / 3

**결과 및 고찰**

**1. 하천형태에 따른 하천평가**

형태에 따른 결과로 1구역이 가장 높은 점수를 나타냈고, 5구역, 2구역, 4구역, 3구역 순으로 나타났다. 가장 자연하천과 거리가 먼 구역은 3구역 서문교 지점으로서 세부항목에서 수로의 경로, 유속, 여울과 소, 하천가의 상태, 하천유형 등이 낮게 평가되었다.

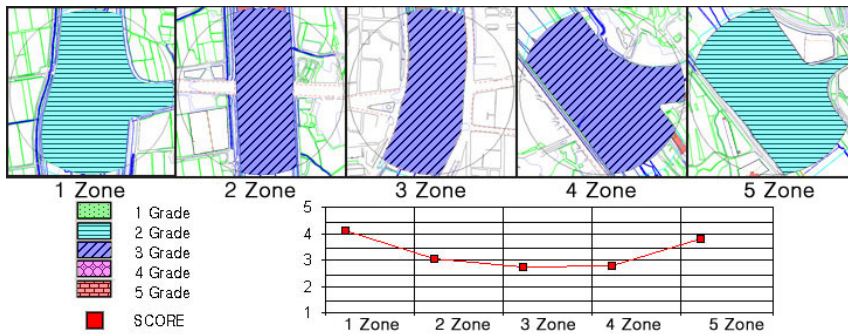
표 7과 그림 3은 3가지의 평가항목 중 하천 형태에 따른 평가결과를 나타낸다.

비교적 높은 점수를 받은 하천형태의 세부항목 중 둔치폭/저수로폭에 대한 결과로 보아 무심천의 하천정비 치수상태는 홍수위를 고려해 볼 때 양호한 편이라 할 수 있다. 전체적으로 보면 3구역을 중심으로 상류지역과 하류지역이 대칭의 형태로 점수를 나타냈으며 무심천 중심에서 멀어질수록 자연형 하천에 가까운 모습을 보이고 있다.

하천형태를 구역별로 본 평가결과는 그림 4와 같다. 1구역에서는 유속저하를 제외하고 나머지 세부항목에서 비교적 높은 평가를 보이고 있고 다른 구역에 비해 자연형 하천에 가까운 결과를 나타냈다. 그리고 전 구역에 걸쳐 유속, 평수위,

**TABLE 7.** Assessment result for river form factor in zones

Item	Factor	1 Zone	2 Zone	3 Zone	4 Zone	5 Zone
River plane	River channel	5	3	1	2	4
	Flood mean velocity	2	2	1	2	2
	Riffle & swamp	5	4	2	3	4
	Riverbed material	5	4	3	3	3
	Riverside condition	5	3	2	2	4
Longitudinal section	Riverbed slope	4	1	4	4	4
	Normal water level(m)	3	3	3	3	4
Cross section	River type	5	3	1	1	3
	Channel width/low flow channel width	4	5	5	4	5
<b>Average</b>		<b>4.13</b>	<b>3.07</b>	<b>2.77</b>	<b>2.8</b>	<b>3.8</b>



**FIGURE 3.** Assessment result for the detail factors of river form using grid analysis

둔치폭/저수로폭, 하상경사 등을 살펴볼 때 무심천은 치수상 비교적 안전한 상태를 나타내고 있다.

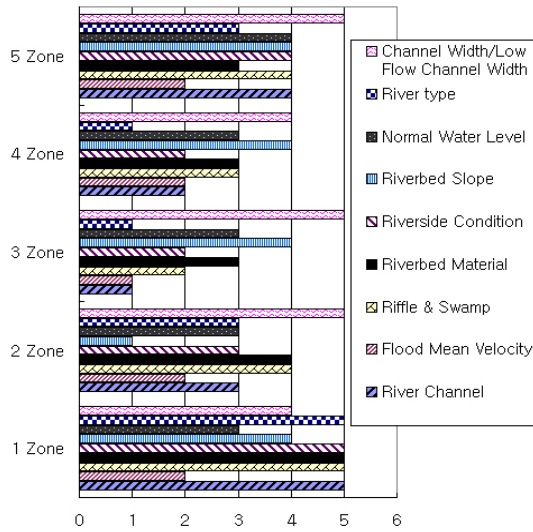


FIGURE 4. Assessment result diagram for river form factor

유속저하, 여울과 소, 하상재질, 수로의 경로의 세부평가항목으로 볼 때 2, 3, 4 구역은 1, 5구역에 비해 평가가 낮게 나왔다. 즉 무심천 중심은 형태로 볼 때 하천의 직선화 물의 흐름이 좋지 않은 형태임을 알 수 있다.

2. 수질에 따른 하천평가

무심천의 물의 오염상태는 비교적 도심하천으로 볼 때 양호한 편이다. 이는 청주시가 하수구 차집관로의 설치와 정화시설의 설치 등 지속적인 관리로 오염물질이 직접 하천으로 흐르지 않게 하여 과거에 비해 수질이 많이 개선되었다. 하지만 무심천변 하상도로에서 흘러 들어오는 타이어 오염물질유입, 콘크리트 호안으로 인한 하천변 온도상승, 하천의 직선화와 이로 인한 하천 건천화 등으로 인해 계절과 강수량에 따른 하천물의 양에 따라 전혀 다른 수질의 상태를 나타낼 수 있다. 물의 색, 부유물, 악취, 조

TABLE 8. Assessment result for the water quality factor

Zone	Water color	Suspended solid	Offensive odor	Algae	Riparian animal	Average
1(wolwoon-cheon)	5	5	5	5	3	4.6
2(Bangseo bridge)	5	5	5	5	3	4.6
3(Seomun bridge)	3	3	1	3	3	2.6
4(Yulryang-cheon)	3	3	3	3	3	3
5(Balsan-cheon)	3	3	3	5	3	3.4

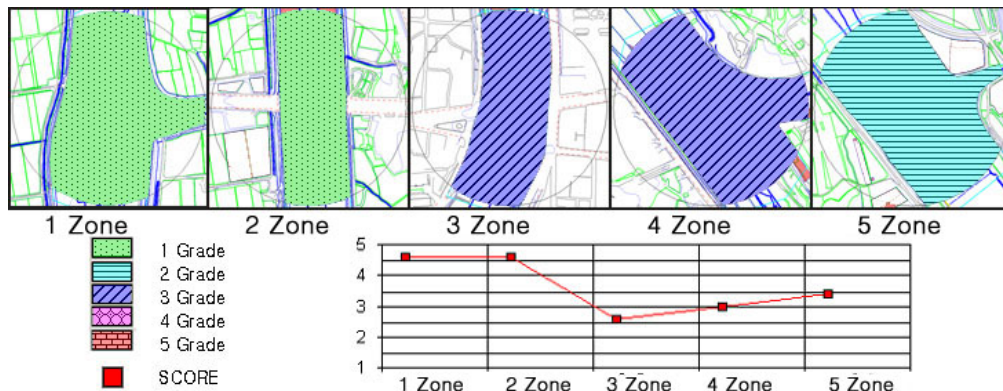


FIGURE 5. Assessment result for the water quality factor using grid analysis

류상태, 하천동물로 평가한 결과는 표 8과 그림 5와 같다.

3구역에서 악취가 나는 현상이 있었으나 전 구역이 비교적 평이했다. 1, 2구역이 상류에 위치하며 비교적 좋은 평가 결과를 나타내고 있다. 유량을 확보를 위해 수중보의 설치와 수질의 개선을 위해 수질정화시설 및 갯벌, 갈대 등 정화식물 식재가 요구된다.

### 3. 녹지자연도에 따른 하천평가

녹지자연도에 대한 세부항목은 유역의 녹화 가능성과 식생구성으로 평가하였으며, 결과는 표 9와 그림 6과 같다.

대부분 3, 4점수 범위를 나타내고 있으나 3 구역에서 1.5 의 낮은 점수를 보이고 있다. 그 이유는 3구역에서는 인공물에 의한 식생의 식피율 저하 및 자생적 녹화의 가능성이 매우 희박한 구역으로 평가되었고 하상도로, 주차장, 물러

스케이트, 교량등의 시설물이 대부분을 차지하고 있기에 주변에는 식재된 교목과 둔치의 식물만 존재한다. 따라서 새로운 교통정책의 전환으로 지속적으로 하상도로 및 주차장 등 인공시설물을 단계적으로 제거하고 적합한 식생군락을 조성하여 자연형 하천으로 복원이 요구된다.

### 4. 항목별 최종결과

무심천에 대한 하천자연도평가 결과 1구역, 2구역, 5구간, 4구간, 3구간 순으로 평가결과를 보였다. 표 10을 보면, 3구역인 서문교 지점을 제외하고는 나머지 구역에서 자연식생 서식에 양호한 편이고, 특히 수질에 대한 평가결과 전체 평균 약 3등급으로 기존의 도시하천에 비해 양호한 수질상태를 나타내고 있다. 하천형태로 평가하였을 때 종단과 횡단은 별 차이가 없어 보이지만 종단보다는 횡단이 비교적 좋은 등급이 나왔다. 이것은 하천정비 및 개발 후에 횡단

TABLE 9. Assessment result for the vegetation factor using grid analysis

Zone	Greenfield possibility	Vegetation composition	Average
1(wolwoon-cheon)	4	3	3.5
2(Bangseo bridge)	3	3	3
3(Seomun bridge)	2	1	1.5
4(Yulryang-cheon)	3	4	3.5
5(Balsan-cheon)	4	2	3

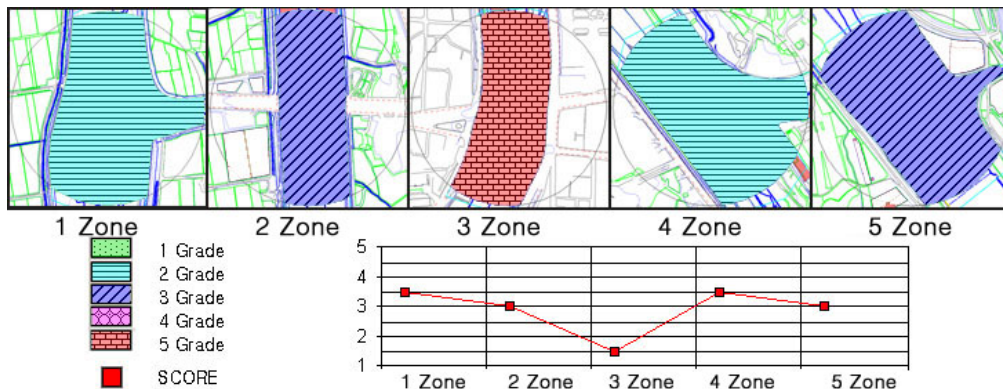


FIGURE 6. Assessment result for the vegetation factor using grid analysis



보다 중단이 더 훼손되었음을 나타내고 있다. 특히 무심천 중심부에 해당하는 2구역과 3구역에서 중단에 대한 평가가 낮게 나왔다.

전체적인 평가결과를 그림 7을 보면 최종 등급을 보면 1, 2, 5구역에서 2등급, 4구역에서 3등급, 3구역에서 4등급이 나왔다.

### 결론

본 연구에서 무심천 하천평가에 대한 고찰은 아래 내용과 같다.

1. 하천형태에 따른 결과로 1 구역이 가장 양호한 자연하천의 모습을 보이고 있고 3 구역에서 도시하천의 전형적인 모습을 보이고 있다.
2. 조사 항목으로는 평가항목 3가지(하천형태, 수질, 녹지자연도)와 세부항목 13가지(하천형태 9, 수질 5, 녹지자연도 2가지)로 분류하

였다. 반경 200m의 연구범위 구역으로 선정하였으며, 하천 자연도 등급을 5 등급과 5 점수 체계로 설정하였다.

3. 수질은 일반적인 도시하천으로 볼 때 전 구역이 양호한 상태를 나타냈다. 하지만 무심천 하상 도로에서 흘러 들어오는 타이어 오염물질과 콘크리트 호안, 하천의 직선화로 인한 건천화 양상은 하천물의 양에 따라 오염 상태는 전혀 다른 모습을 보이고 있다.
4. 모든 가중치를 계산한 최종 결과는 1 구역, 2 구역, 5 구역, 4 구역, 3 구역 순으로 자연형 하천에 가까운 평가결과를 도출할 수 있었다. 무심천에서 전체적인 등급은 2-4 범위를 나타냈고, 전 구역 총 평균은 3.28로 나타났다.
5. 조사결과 무심천의 주된 문제점으로는 저수로의 직강화와 하천폭의 일정함(사행성 부

TABLE 10. Final assessment result in Musim-cheon river

Zone	River form				Vegetation	Water quality	Average	Grade	Ranking
	Plane	Longitudinal section	Cross section	Average					
1	4.4	3.5	4.5	4.13	3.5	4.6	4.07	II	1
2	3.2	2	4	3.07	3	4.6	3.56	II	2
3	1.8	3.5	3	2.77	1.5	2.6	2.29	IV	5
4	2.4	3.5	2.5	2.8	3	3	3.1	III	4
5	3.4	4	4	3.8	4	3.4	3.4	II	3

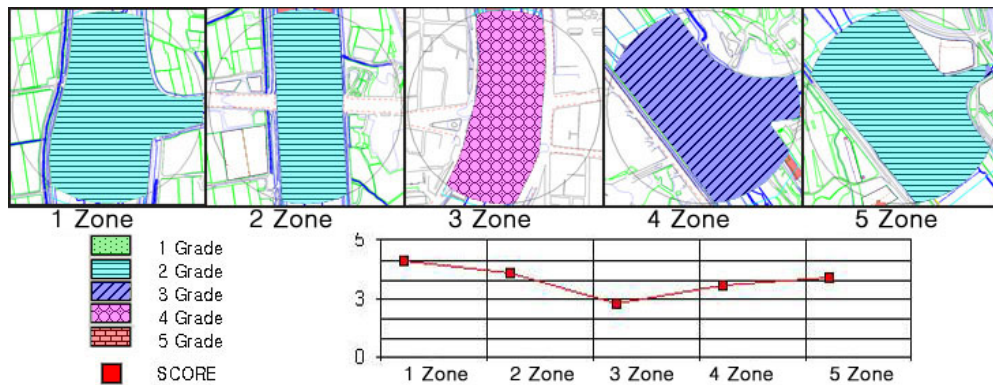


FIGURE 7. Final assessment result for all factors using grid analysis

- 죽), 하상도로 개설로 식생구조 파괴, 주차장에 의한 오염물질 유입, 저수로 인위적인 조성으로 수심일정으로 유속저하, 하상정리로 인한 수행식물 생식처 제거 등으로 나타났다.
6. GIS를 이용한 하천평가와 효율적인 하천관리로 하천정비계획, 자연형 하천복원, 생태계보존 등의 하천이 갖고 있는 문제점에 대해 정책적 의사결정에 도움을 줄 수 있다고 본다.
7. 비용과 시간을 절감할 수 있는 하천평가기법을 선정하여 연구한 결과 비교적 짧은 시간 안에 하천에 대한 자연도 평가를 할 수 있었다. 하지만 환경을 고려한 하천 계획 및 정비를 위해 포괄적이고 장기간에 걸친 조사가 이루어져야 할 것으로 사료된다. **KAGIS**

## 참고문헌

- 김동찬, 박익수. 1999. 생태환경복원을 위한 하천자연도 평가기준에 관한 연구. 한국정원학회지 17(3):123-134.
- 김태진. 1997. GIS를 이용한 하천 관리방안. 석사학위논문. 강원대학교.
- 이상호 외 3인. 1996. 자연형 하천으로의 정비방안 연구. 서울시정개발연구. 129-135쪽.
- 정경진. 1996. GIS를 활용한 하천자연도 평가에 관한 연구. 경원대학교 석사학위논문.
- 조용현. 1997a. 우리나라 중소하천 코리도의 자연성 평가기법 연구. 한국조경학회지 25:73-81.
- 조용현. 1997b. 생태적 복원을 위한 중소하천 자연도 평가방법 개발. 서울대학교 박사학위논문.
- 한국건설기술연구원. 1995. 도시하천의 하천환경 정비기법의 개발. 건설교통부.
- 한국건설기술연구원. 1997a. 국내 여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발 Vol. I. 환경부. 제2차년도 연차보고서.
- 한국건설기술연구원. 1997b. 국내 여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발 Vol. II. 환경부. 제2차년도 연차보고서.
- 한국건설기술연구원. 1998. 국내 여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발-하천생태계의 구조와 기능. 환경부. 제3차년도 연차보고서.
- Fry, J., F. R. Steiner and D. M. Green. 1994. Riparian evaluation and site assessment in Arizona. Landscape and Urban Planning 28:179-199.
- Leopold, L. B. 1972. Landscape Aesthetics. In:G. Bell and J. Tyrwhitt (ed). Human Identity in the Urban Environment. Penguin Books, Harmondsworth, England, pp.89-105. **KAGIS**