

GIS기반 하천자연도 평가를 이용한 하천 정비전과 정비후의 비교

김석규*, 김 철**, 이미란***, 류덕희****, 정동일*****

- * 국립환경과학원 수질총량관리센터 전문위원 · E-mail : ksg8493@me.go.kr
- ** 호남대학교 토목환경공학과 부교수 · E-mail : kuchul@honam.ac.kr
- *** 국립환경과학원 수질총량관리센터 전문위원 · E-mail : mrlee@me.go.kr
- **** 국립환경과학원 수질총량과 과장 · E-mail : rdh1228@me.go.kr
- ***** 국립환경과학원 환경총량관리부 부장 · E-mail : dijung@me.go.kr

1. 서론

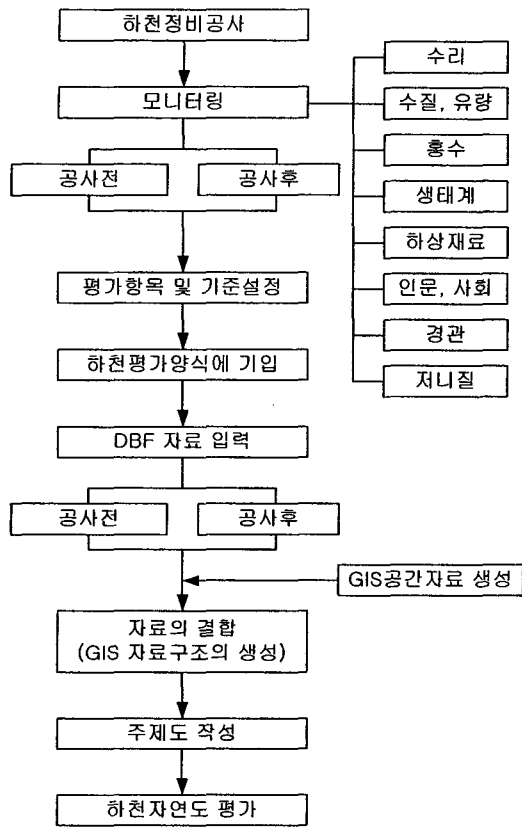
하천자연도 평가는 하천이 얼마나 자연스러운지를 등급화한 것으로 하천의 이수 및 치수기능을 증진하고 하천생태계의 서식처 기능을 확보하는 하천환경정비의 방향성을 제시하기 위해 수행한다. 하천자연도 평가는 전국 혹은 수계 단위의 광범위한 지역에 대해 각각 하천 상태의 비교 및 진단을 가능하게 하는 평가가 이루어지기 때문에 하천에 대한 객관적인 자료 수집이 필요하다. 또한 하천 관리자들에 하천에 대한 이해의 폭을 증진시키고, 하천관리 방향에 대한 새로운 지침을 제공할 수 있는 평가가 필요한 실정이다.

일반적으로 하천자연도 평가는 하천복원을 위한 기초자료로 활용하기 위해 수행했지만 하천을 정비한 후 모니터링을 통해 어느 정도로 자연하천에 가까운지를 평가하여 정비하기 전과 후에 대해 서로 비교를 수행함으로써 하천 복원에 대해 평가를 내릴 수 있다. 하지만 국내에서는 정비된 하천에 대한 체계적인 모니터링

거의 수행되지 않고 있다. 더욱이 자연 친화적인 하천 정비는 실효성이 검증되지 않은 실정에서 하천자연도 평가는 필수적이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 자연 친화적으로 정비된 하천을 대상으로 지속적인 모니터링을 통하여 자료를 수집하였고, 수집된 자료를 이용하여 하천자연도 평가를 수행하여 정비전과 정비후를 비교하였다. 기존의 연구에서는 비교적 긴 구간을 대상으로 하천자연도를 평가하였는데, 본 연구에서는 GIS를 이용하여 짧은 구간에 대해 세분된 자료를 수집하여 하천자연도를 평가하였다. 하천자연도 평가를 위한 본 연구의 흐름도를 <그림 1>에 나타내었다.

2. 연구대상지역

본 연구대상지역은 섬진강 지류인 경천으로 전라북도 순창읍 시가지를 흐르고 있으며 대상구간은 옥천교에서 사정교에 이르는 1.5km구간으로 2000 ~ 2001년에 자연 친화적인 하천으로 정비를 하였다.

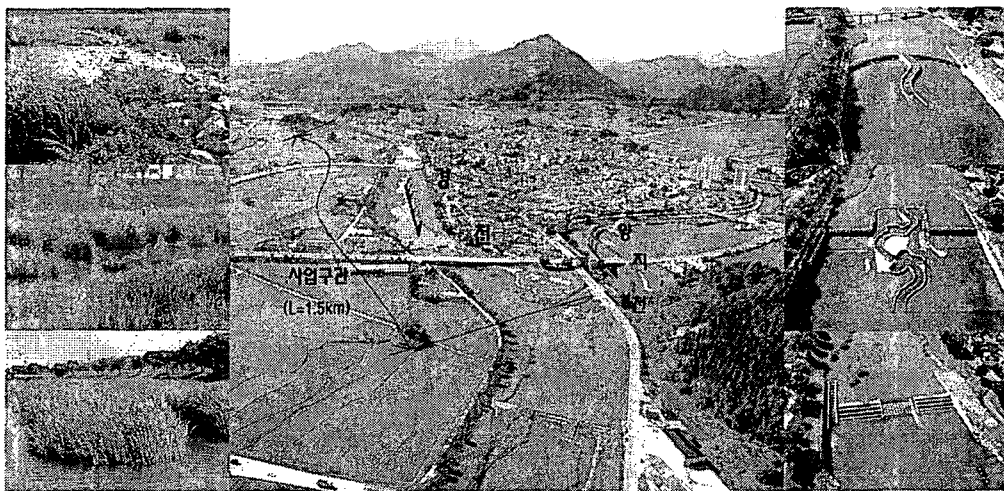


<그림 1> 연구의 흐름도

하도는 S자형으로 사행하고 있으며 하상경사는 비교적 완만한 형태를 이루고 있으나 상류부인 옥천교 부근은 약간 급한 하상경사를 이루고 있다. 횡단면은 저수로가 존재하는 복복단면과 복단면의 형태를 하고 있으며 제방 및 호안구배는 모두 1:2이하로 급한 편이다. <그림 2>에 본 연구대상지역의 항공사진을 나타내었다.

3. 하천자연도 평가방법 및 항목

연구대상구간에 대해 정비전과 정비후에 여러 분야에서 주기적인 모니터링을 통해 얻은 결과를 토대로 평가항목과 평가단위를 설정하였다. 평가항목은 중소하천에 적용가능성을 제시한 조용현(1997)의 평가방법을 기초로 하고 경천에 적용가능한 물리적 구조와 하천의 수질, 어류, 조류, 식생의 특성을 추가하여 하천자연도 평가를 수행하였다.



<그림 2> 연구대상구간 항공사진

3.1 평가 부문 선정

평가부문은 종적인 변화와 횡적인 변화, 수직적인 변화, 생태계의 변화를 고려하여 종단면, 횡단면, 하상구조, 하천주변, 수질, 식생, 어류, 조류 등 총 8가지 부문을 설정하였다.

3.2 평가 항목 선정

평가항목은 하천환경의 개념을 전반적으로 고려하여 항목을 선정하였다. 본 연구에서 각 부문별 평가항목들은 각 부문을 잘 대변할 수 있도록 구성하였으며 평가척도로서 하천의 변형 정도, 다양성, 희귀성과 독특성을 나타낼 수 있는 항목들로 세분하여 총 29항목을 선정하였다. <표 1>에 하천자연도 평가부문과 평가항목을 나타내었다.

<표 1> 평가부문과 평가항목

부 문	항 목
종단면	수로의 굴곡, 하상경사, 흐름의 다양성, 횡구조물, 세굴 및 퇴적
횡단면	횡단면 유형, 제방재료, 호안공, 하천상부구조물, 평수위, 수면폭
하상구조	저질다양성, 하상재료
하천주변	제내지 토지이용, 하천변 대상수림
수질	탁도, BOD, 부유물, 물의 냄새, 조류
식생	피복상태, 활착상태, 수생식물상태
어류	종수, 개체수, 종다양도지수
조류	종수, 개체수, 종다양도지수

4. 하천자연도 평가단위 및 척도

4.1 평가단위

하천은 수계별로 독자성을 가짐과 동시에 그 안에서도 여러 수준의 위계를 가지는 대상으로 파악된다. 따라서 평가목적에 비추어 미리 적절한 위계와 이를 대변하는 평가단위를 설정하고, 동일 위계에 속한 이들 평가 단위에 대하여 비교 평가가 이루어져야 한다. 이를 위해서는 적절한 정밀도를 가지는 평가단위가 설정되어야 한다(조용현, 1997). 평가단위의 문제는 크게 두 가지 측면을 고려하였는데, 우선 하천의 정확한 실상을 반영할 수 있는 충분한 정밀도를 가질 수 있는 단위가 되도록 하였으며, 두 번째는 조사 및 평가 목적 달성 측면에서 효율적이라도 하는데 초점을 두었다. 평가단위 규격은 평가대상 파악의 충분성, 조사의 수월성 및 비용, 평가결과의 표현 등을 감안하고 자료의 정확성을 위하여 30m의 횡간격으로 결정하였다.

4.2 평가척도

지수에 의해서 의사결정을 위한 많은 정보들이 단일 지수로 요약되기 때문에 일반적인 평가에는 지수를 사용한다. 이에 본 연구에서도 정량적 지수를 사용하였으며, 저감 정도에 따라 5점의 점수를 부여하였다.

부문간 가중치를 동일하게 부여하였고, 다시 부문내의 항목간 가중치를 동일하게 부여하였다. <표 2>에 하천자연도 등급 구분과 의미에 대해서 나타내었다.

<표 2> 하천자연도 등급 구분과 의미

등급	점수	하천의 상태	의미
1등급	1점	자연스러운	원자연 상태
2등급	2점	거의 자연스러운	자연상태를 유지하지만 부분적으로 제한요인이 있음
3등급	3점	제한적으로 자연스러운	전체적으로 자연상태를 보이고는 있으나 제한요인 많음(수용한계)
4등급	4점	훼손된	심한 훼손으로 자연요소가 드물
5등급	5점	극심하게 훼손된	인위적인 지나친 훼손으로 자연요소가 거의 없음

집계과정은 아래식에 나타난 것처럼 부문별로 항목지수의 단순평균을 계산하고 이를 부문지수라 하였고, 8개 부문지수를 다시 단순 평균하여 총괄지수를 계산하였다. 이렇게 산출된 부문지수와 총괄지수를 미리 설정된 분류범주에 따라 등급으로 환산하고, 최종 하천자연도는 지수가 아닌 등급으로 표시하였다.

$$\text{부문지수} = \sum(\text{항목지수})/n$$

(단, n=부문별 항목 수)

$$\text{총괄지수} = \sum(\text{부문지수})/8$$

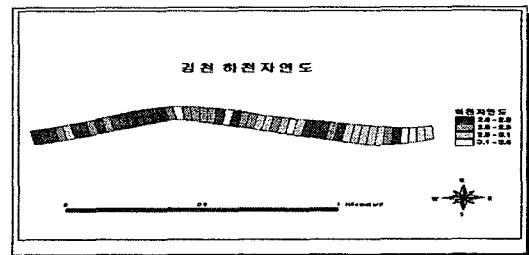
하천자연도 등급의 분류 범주는 조용현(1997)의 등급분류를 이용하였다. 하천자연도 지수의 최소치 1과 최대치 5 범위에서 등간격으로 나누었으며, 정확한 등급구분 범위는 <표 3>과 같다.

<표 3> 하천자연도 등급 분류기준

하천자연도 등급	I	II	III	IV	V
지수(I) 범위	1.0 ≤	1.8 <	2.6 <	3.4 <	4.2 <
	≤1.8	≤2.6	≤3.4	≤4.2	≤5.0

4. 하천자연도 평가

경천의 평가등급은 1.5km의 하천길이를 30m간격으로 나누어 하천자연도 평가를 수행한 결과, 평균지수 2.9로 하천자연도 등급 분류기준 III등급을 나타내었다. 상·하류의 점진적 변동추이는 나타나지 않았으나 수리구조물이 하천자연도에 미치는 영향이 크게 나타났다. 부문별로는 경천의 좌안은 주택단지이고 우안은 농경지가 주를 이루어 하천주변(3.9)이 가장 큰 지수를 나타냈고 하상구조(3.5), 조류(3.3), 종단면(3.2), 횡단면(2.9), 어류(2.6), 수질(2.2), 식생(1.9) 순으로 나타났다. <그림 4>에는 평가지수를 30m간격으로 구분하여 나타내었다.



<그림 4> 전체 평가지수

5. 정비전과 정비후의 하천자연도 평가

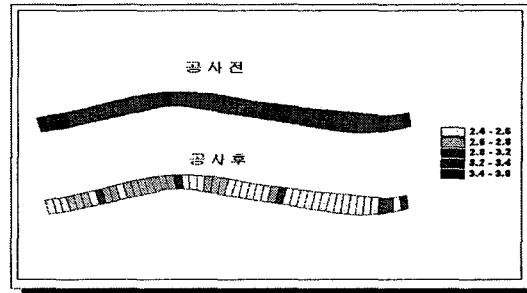
정비전과 정비후에 대해 하천자연도 평

가를 비교하였다. 부문별 평가항목들은 정비전 모니터링을 통해 얻은 자료에 입각하여 구성하였으나 각 부문을 잘 대변할 수 있도록 하였다. 하천의 변형정도와 다양성 및 희귀성, 독특성을 위주로 세분하였는데 총 7개 부문에 17항목이다. <표 4>에 하천자연도 평가부문과 평가항목을 나타내었다.

<표 4> 하천자연도 평가부문과 평가항목

평가부문	평가항목
종단면	수로의 굴곡, 흐름의 다양성, 횡구조물
하천주변	인접토지이용
하천의 수질	BOD
횡단면	횡단면 유형, 수면폭
식생의 생태적 특성	피복상태, 활착상태
어류의 생태적 특성	개체수, 종수, 종다양도지수
조류의 생태적 특성	개체수, 종수, 종다양도지수

정비전에는 평가지수 3.3으로 하천자연도 등급 분류기준 III등급을 보였으나 정비후에는 평가지수 2.7로 등급 분류기준 II등급을 보였다. 이는 정비전보다 정비후가 훨씬 더 자연스러워졌다는 의미이다. <그림 5>에 정비전과 정비후의 하천자연도 평가지수를 나타내었다.



<그림 5> 정비전과 정비후의 평가지수

6. 결론

본 연구는 자연 친화적으로 정비된 경천의 1.5km 구간에 대해 지속적인 모니터링을 통해 자료를 수집하고, 그것을 이용하여 정비전과 정비후의 정비효과를 비교하는데 목적이 있다. 이러한 목적을 위해 조용현의 자연도 평가방법인 하천 생태계의 물리적 요소의 구조적 특성과 본 연구에서 새롭게 추가한 수질, 생태적 특성을 고려하여 GIS를 이용하여 하천자연도 평가를 실시하였다.

평가부문은 하천에서 공간적 변이의 축을 중심으로 종단면, 횡단면, 하상구조, 하천 주변, 하천수질, 식생, 어류, 조류 등 총 8개 부문 29개 항목에서 하천자연도 평가를 수행하였다. 평가는 대항구간에 대해 30m 간격으로 동일하게 구분하여 평가하였다. 평가척도는 정량적 지수로서 1~5의 점수로 하고, 최종 하천자연도의 표현은 5등급 체계로 하였으며, 하천자연도 1점과 1등급이 가장 자연도가 뛰어난 상태를 나타내도록 하였다. 가중치는 부문별로 동일하게 하였고, 부문내의 항목간에도 가중치를 동일하게 하였다.

하천자연도 평가를 수행한 결과, 평가지

수 2.9로 하천자연도 등급 분류기준 III등급을 보였다. 상·하류의 점진적 변동추이는 나타나지 않았으나 수리구조물이 하천자연도에 미치는 영향이 크게 나타났다. 부문별로는 하천주변이 가장 큰 지수가 나타났고 하상구조, 조류, 종단면, 횡단면, 어류, 수질, 식생 순으로 나타났다.

하천 정비전과 정비후에 대해 하천 정비의 효과를 확인하기 위해 하천자연도 평가를 비교하였다. 부문별 평가항목들은 정비전 모니터링을 통해 얻은 자료에 입각하여 총 7개 부문에 17항목을 평가하였다. 평가결과, 정비전에는 평가지수가 3.3으로 하천자연도 등급 분류기준 III등급을 보였으나 정비후에는 평가지수 2.7로 등급 분류기준 II등급을 보였다. 이와같은 결과는 정비전보다 정비후의 하천자연도가 많이 향상되었음을 알 수 있다.

본 논문에서 제시된 GIS를 이용한 하천자연도 평가는 물리적 요소들의 구조적 특성과 생태계의 자연성을 대변하는 수질, 하천생태적 특성이 평가에 반영되어 자연도 평가의 적용성을 높였다고 판단된다.

참 고 문 헌

1. 김동찬, 박익수(1999). 생태환경복원을 위한 하천자연도 평가기준에 관한 연구, 한국조경학회지, Vol.17, No3, pp.123~134.
2. 김동찬, 이정, 박익수(2000). 자연형 하천복원을 위한 하천자연도 평가:수원천을 중심으로, 한국조경학회지, 27(5), pp.138~149.
3. 김석규(2006). 자연 친화적 하천 정비사업의 평가방법에 관한 연구, 호남대학교 박사학위논문.
4. 박봉진, 성영두, 강태호(2003). 우리나라의 하천특성을 고려한 하천자연도 평가의 제안, 한국수자원학회, VOL. 36, NO. 6, pp.92~103.
5. 윤세의, 이준호(2003). 하천복원을 위한 자연도 평가 기법에 관한 연구, 2003 대한토목학회 정기학술대회, pp 1954~1959.
6. 이상호(2000). 안양천의 자연형 하천 설치 구간 선정에 관한 하천 평가 기법 적용에 관한 연구, 상명대학교 산업과학연구소.
7. 이원환(1997). 하천계획관리론, 동명사.
8. 정경진(1996). GIS를 활용한 하천 자연도 평가에 관한 연구, 경원대학교 대학원 조경학과 석사학위논문.
9. 조용현(1997). 생태적 복원을 위한 중소 하천 자연도 평가방법 개발, 서울대학교 대학원 협동과정 조경학전공 박사학위논문.
10. 한국건설기술연구원(1995). 자연형하천 공법의 개발 연구계획서.
11. P.J. Boon(1992). River Conservation and Management, John Wiley & Sons.
12. K.J. Collier and R.H.S. McColl(1992). Assessing the Natural Value of New Zealand Rivers, River Conservation and Management, Edited by P. J. Boon, P. Calow, G.E. Petts, New York, John Wiley & Sons, pp.195~211.