

GIS 기반의 하천 평가 소프트웨어(ver. 2009) 개발

Development of a GIS-Based Stream Assessment Software

신범균¹ · 김혜주¹ · 박종철²

¹김혜주자연환경계획연구소, ²공주대학교 지리학과

I. 서론

국내의 하천 평가는 조용현(1997)을 시발점으로 하여 주로 조용현(1997)이 채택한 독일의 하천구조평가를 기저로 하고 있다. 그러나 각 저자마다 조용현(1997)에서의 항목을 그대로 이용하거나 일부를 수정 또는 추가한 평가척도들이 다. 즉 조용현(1997)에서 6개항 20개의 세항을 그대로 따른 것은 박진원 등(2003)이었고, 김동찬 등(2000)은 조용현(1997)에서의 평가항목 중에서 “특수한 수로구조”, “흐름의 다양성”, “저수로 폭의 다양성”, “특수한 저수로변 구조”, “저수로변 종방향 배열”, “하천별 대상수림”(6개 항목)을 삭제하고, “하상경사”, “하상재료”, “평수위” “수질”, “수면 폭/하천 폭”, “유량” (6개 항목)을 도입하였다. 이상호(2000), 박병철 등(2002)의 경우 7개 항목은 조용현(1997)에서와 같으나, 나머지 항목 “하상경사”, “하상재료”, “평수위”, “수질”, “수면폭/하천폭”(5개 항목)은 김동찬 등(2000)에서와 같다. 그리고 “수리적 특징(유속)”이 추가되었다. 한편 김세천 & 노재현(2001)에서는 하천의 경관생태적 측면에서 하천자연도를 평가하였다. 박봉진 등(2003)은 의도적으로 조용현(1997)에서의 평가방법을 개선하고자 한다면서 8개 항을 제외하고, 낙차공을 보로 변경하였다. 이렇게 국내에서도 비교적 많은 학자들이 하천의 평가를 위해 나름대로 연구를 해왔다. 그러나 현재까지 종합적인, 즉 수질 및 생태와 하천구조를 모두 포함한 하천조사나 평가를 간편히 실시할 수 있는 방안을 제시하지는 못 하였다. 이에 본 연구에서는 보다 효율적인 하천 계획 및 관리방안을 위한 실용적인 기술을 개발하고자 과거 연구에서 기 개발된 하천의 물리적 구조평가 시스템(ver. 2008)에 환경부에서 제시하고 있는 수질, 저서성대형무척추동물, 어류, 부착조류의 평가지수를 활용한 수질 및 생물의 평가 기능을 추가하여 총체적 하천

의 생태성 평가를 가능하게 하는 소프트웨어로 발전시키고자 하였다.

II. 연구범위 및 방법

연구의 범위는 과거 연구결과인 하천의 물리적 구조평가 시스템(Version, 2008)에 하천의 생물과 수질의 평가기능을 추가하고, 프로그램의 실용화를 위한 테스트하천(낙동강 수계 3개하천, 남한강수계 3개하천 및 남한강으로 총 7개 하천)을 선정하여 개발한 프로그램을 적용하는 것이다.

1. 하천의 물리적 구조 평가

하천의 물리적 구조평가란 하천구조에 나타난 하천의 다이나믹한 프로세스를 생태적 질로서 평가하여 등급을 부여하는 것이다. 이 평가를 위하여 중·소규모 하천의 경우 LAWA(2000, 2004), 대규모 하천의 경우 LUA(2001)의 조사방법을 따랐는데, LAWA(2000, 2004)의 중·소규모 하천의 물리적 구조 평가는 6개의 주 항목과 25개의 세부항목, LUA(2001)의 대규모 하천의 물리적 구조 평가는 6개 주

표 1. 종합 평가표

구조 등급	물리적 구조의 의미	Index	EU-WFG=W RRL ^{*)} 생태성
1	자연 그대로	1.0~1.7	매우 양호
2	약간 변경시킴	1.8~2.6	
3	보통 변경시킴	2.7~3.5	양호
4	변경한 것이 두드러짐	3.6~4.4	보통
5	크게 변경시킴	4.5~5.3	결여
6	아주 크게 변경시킴	5.4~6.2	불량
7	모두 변경시킴	6.3~7.0	

*) WFG 또는 WFD(EU Water Framework Guideline 또는 ~ Direction), WRRL(독일어:Wasserrahmenrichtlinie)

항목과 30개의 세부항목으로 구성되어있다. 각 항목 및 각 조사구간의 평균 지수값은 아래의 표에 의거하여 하천의 물리적 구조와 생태성을 평가한다(한국건설기술연구원, 2007 & 2008).

2. 수질/생물 평가

수질 평가는 하천 생활환경 기준을(환경부, 2006)따랐으며, 그 항목은 pH, BOD, SS, DO, 총대장균군수, 분원성대장균군수의 6개 항목이다. 프로그램에 입력된 수질 자료는 하천의 중점 조사구 또는 인접한 환경부 실시간 수질측정자료(2004.1~2008년 12월)를 활용하였다(토일천의 경우 하천정비기본계획(경상북도, 2000)의 1999년 9, 10월, 2000년 1월 자료 이용).

저서성대형무척추동물, 어류, 부착조류를 이용한 평가는 환경부(2007)의 수생태 건강성 조사계획 수립 및 지침에서 제시한 방법을 이용하였다. 저서성대형무척추동물의 경우 오수생물지수(SI-Saprobic Index), 어류는 어류생물지수, 부착조류는 영양염지수-TDI(Trophic Diatom Index)와 유기물지수-DAIpo(Diatom Assemblage Index of Organic Water Pollution)가 이용되었다.

3. 하천 평가 소프트웨어(ver. 2009)

평가시스템의 개발절차는 우선 기존 시스템의 사례를 조사하고, 하천평가 업무분석을 통해 구현되어야 할 기능을 도출한 다음, 그 기능에 따라 사용자에게 편리성과 효율성을 보장할 수 있는 GUI(Graphic User Interface)와 데이터베이스 스키마(schema)를 설계한 후에 데이터베이스를 물리적으로 구축하고 이전에 개발된 물리적 구조 평가 시스템(ver. 2008)과 그 기능을 통합하였다. 아울러 하천 평가 소프트웨어(ver. 2009)를 실제로 시험 적용하여 본 시스템을 여러 차례 수정하고 보완하는 절차가 포함되었다.

하천의 물리적 구조 평가에 필요한 도면 생성과 공간 분석은 상용 GIS Component인 ESRI사의 Map Object 2.1, 데이터베이스는 Microsoft사의 Access 2003과 프로그램의 구축에는 Microsoft의 Visual Basic 6.0을 이용하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 하천 평가 소프트웨어(ver. 2009)의 구성

본 하천 평가 소프트웨어(ver. 2009)는 LAWA(2000, 2004)의 중소규모 하천의 물리적 구조 평가와 LUA(2001)의 대규모 하천의 물리적 구조 평가를 위한 현장조사준비(조사도면 준비), 조사자료 입력, 종합평가의 각 단계를 지원하도록 개발되었으며, 그 이외에 수질자료와 생물조사 자료를 이용하여 하천의 생태성을 평가하는 기능을 가지며, 그 구성은 다음과 같다:

1) 물리적 구조 평가

물리적 구조 평가 기능은 하천구간 분할, 하천 구간별 도면 작성, 조사자료 입력, 평가결과 조회 및 수정, 도면에 평가결과 입력, 전국 종합평가에 등록 및 수정 기능으로 구성된다.

① 하천구간 분할(하천 그리기 및 구간 분할)

하천 그리기는 대상하천의 현장 조사용 도면 작성과 평가 결과 입력 도면 작성을 위한 기준선을 그리는 단계이다.

② 하천구간별 도면 작성(하천 조사용 지도 작성)

하천 구간 분할 후에 현장 조사용 도면을 작성하는 기능이다. 정해진 축척에 따라 구간 도면을 작성할 수 있다.

③ 조사자료 입력(중소규모 및 대규모 하천)

현장에서 기록된 야장을 시스템의 database에 입력하는 기능이다. 아울러 지수값을 계산하여 물리적 구조 등급 및 생태성을 평가한다.

④ 평가결과 조회 및 수정

입력된 자료와 대상하천의 평가결과를 조회 및 수정하는 기능이다.

⑤ 도면에 평가결과 입력

평가된 결과를 각 등급의 색상에 따라 도면에 입력하는 기능으로 사용자의 의도에 따라 라벨의 종류를 달리하여 표시할 수도 있다.

⑥ 전국 종합평가에 등록 및 수정

입력된 각 하천의 평가결과를 하나의 도면으로 작성하는 기능이며, 필요시에 선택하여 삭제기능도 있다.

⑦ 보고서 작성

평가 자료가 입력된 하천을 단일 또는 복수 선택하고 평

가 항목에 대한 통계표를 작성하여 그에 따른 BOX 그래프를 작성한다. 구간별 입력자료의 보고서 작성 기능은 종적 특성, 종단면, 횡단면 등의 각 평가분야의 세부 항목별 지수값 및 평가 분야의 지수값과 등급을 구간별로 나타낸다. 또한 하천별 평가 보고서와 구간별 입력자료 보고서는 엑셀로 내보내기하여 다른 워드프로그램 및 통계분석의 자료로 활용할 수 있다.

2) 수질/생물 평가

수질 평가는 하천의 생활환경기준(환경부, 2006)에 따른 pH, BOD, SS, DO, 총대장균군수, 분원성대장균군수의 6개 항목을 입력하여 등급별 수질 상태를 평가한다. 생물 평가는 저서성대형무척추동물, 어류, 부착조류의 조사 결과를 입력하여 해당 하천의 환경상태를 평가한다. 수질/생물 평가 기능은 신규 입력, 목록/수정, 도면 만들기, 범례 적용의 기능으로 구성되어있다.

① 신규 입력

조사된 수질 자료와 생물조사 결과를 입력하여 하천의 환경상태를 평가하여 data-base에 저장한다. 입력되는 자료는 조사지점명, 하천코드, 하천명, 조사지점의 좌표위치, 촬영 사진, 측정 결과이며, 생물 평가의 경우 신규 입력 단계에서 저서성대형무척추동물, 어류, 부착조류 항목 중 선택하여 입력할 수 있도록 구성하였다.

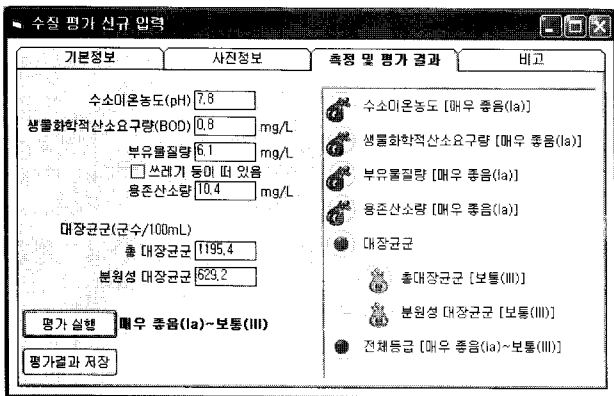


그림 1. 수질 자료 입력 화면

② 평가 목록/수정

입력된 수질/생물 자료와 평가 결과를 조회 및 수정할 수 있는 화면이며, 저장 데이터를 엑셀로 출력 가능하다.

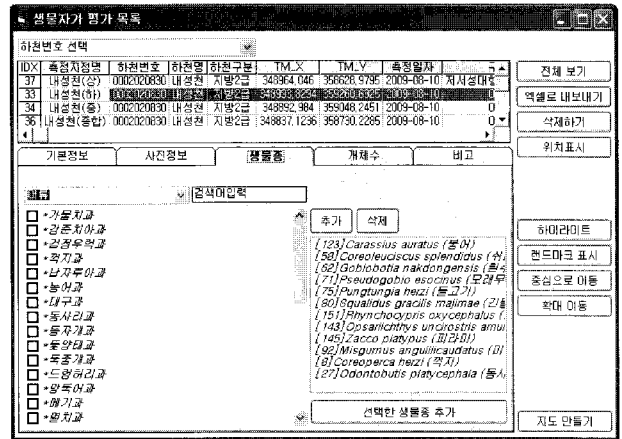


그림 2. 생물 평가 목록/수정

③ 평가 도면 만들기

수질/생물 평가 결과를 GIS 도면으로 작성한다.

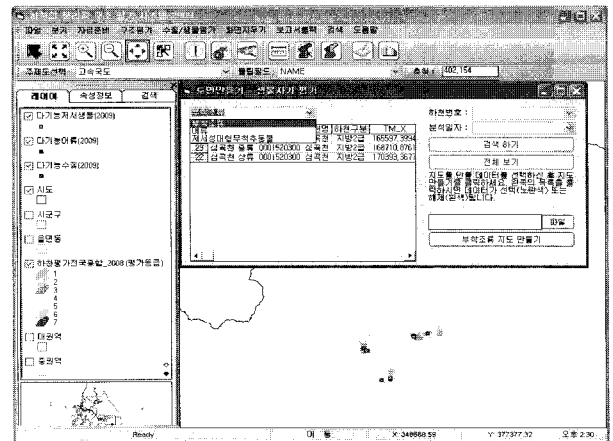


그림 2. 평가 결과 도면 작성

④ 범례 적용

작성된 GIS 도면에 해당 등급별 범례를 적용한다.

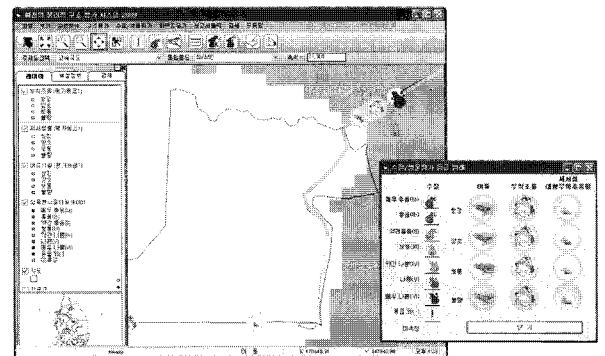


그림 2. 평가 결과 범례 적용

2. 하천 평가 소프트웨어(ver. 2009)의 적용

위의 하천의 평가 소프트웨어를 사용하여 하천의 생태성을 평가한 결과는 아래와 같다:

표 2. 대규모 하천의 물리적 구조 평가 결과

하천명	구분	종적 특성	종단 면	횡단 면	하상 구조	하안 구조	하천 변	종합 평가
남한강	지수	4	4.7	4.7	3.6	2.9	4.7	4.1
	등급	4	5	5	4	3	5	4
내성천	지수	4.9	4.6	4.4	5.6	3.8	5.2	4.8
	등급	5	5	4	6	4	5	5
종합	지수	4.1	4.6	3.7	4.8	3	4.7	4.2
	등급	4	5	4	5	3	5	4

표 3. 중소규모 하천의 물리적 구조 평가 결과

하천명	구분	종적 특성	종단 면	횡단 면	하상 구조	하안 구조	하천 변	종합 평가
청미천	지수	3	4.1	3.7	4.4	5.1	5.7	4.4
	등급	3	4	4	4	5	6	4
양화천	지수	2.9	3.8	3.4	3.3	4.4	5.8	3.9
	등급	3	4	3	3	4	6	4
북하천	지수	3.7	4.8	3.8	5	5.9	5.9	4.9
	등급	4	5	4	5	6	6	5
서천	지수	2.4	5	3.5	4.1	4	5	4
	등급	2	5	3	4	4	5	4
토일천	지수	1.9	4.9	3.4	3.2	4.5	4.5	3.7
	등급	2	5	3	3	5	5	4
종합	지수	3.1	4.3	3.7	4.1	5.0	5.6	4.3
	등급	3	4	4	4	5	6	4

표 4. 하천의 수질 평가 결과

항목	pH	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	총대장균군수 /100ml	분원성대장균군수 /100ml
청미천	7.9	2.8	13.2	11.0	1973.2	221.7
	Ia	II	Ia	Ia	III	III
양화천	7.8	2.3	30.6	10.1	2439.7	607.5
	Ia	II	IV	Ia	III	III
북하천	7.6	3.6	17.0	10.2	9733.2	2899.5
	Ia	III	Ia	Ia	-	-
서천	7.4	2.8	7.7	9.6	3659.2	1741.6
	Ia	II	Ia	Ia	III	-
토일천	7.6	1.3	19.0	10.1	15723.2	-
	Ia	Ib	Ia	Ia	-	-
내성천	7.8	0.8	6.1	10.4	1195.4	629.2
	Ia	Ia	Ia	Ia	III	III

표 5. 하천의 생물 평가 결과

항목	저서성대형무척추동물		어류	
	SI	등급(환경상태)	M	등급(환경상태)
청미천	3.2	D등급(불량)	30	B등급(양호)
양화천	2.5	D등급(불량)	30	B등급(양호)
북하천	2.7	D등급(불량)	30	B등급(양호)
서천	2.6	D등급(불량)	28	B등급(양호)
토일천	0.3	A등급(청정)	28	B등급(양호)
내성천	1.1	B등급(양호)	28	B등급(양호)

위의 결과를 이용하여 아래의 그림과 같이 물리적 구조, 수질, 생물 등급이 표시되는 전국 하천 평가 지도를 작성할 수 있다.

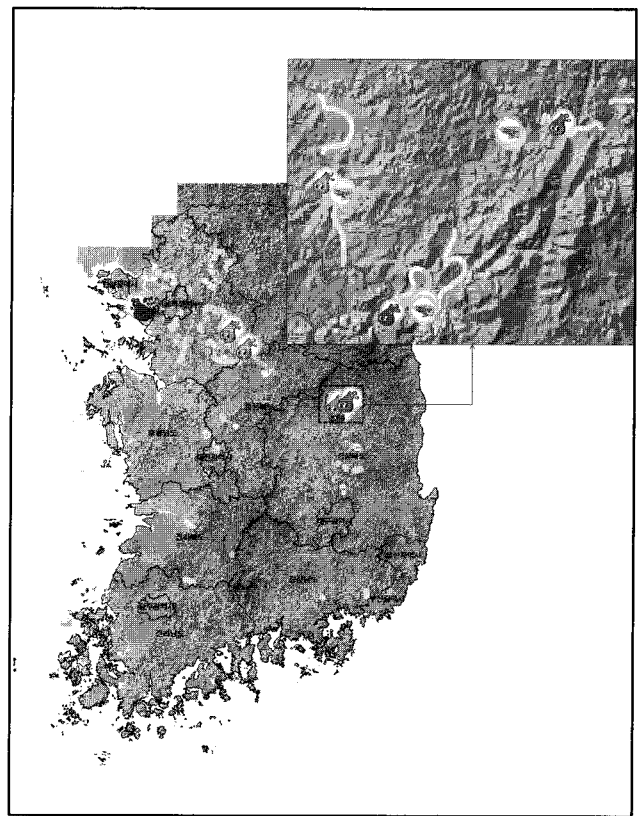


그림 3. 평가 결과를 이용한 전국 하천 평가 지도 작성

IV. 결론

이전에 개발되었던 하천의 물리적 구조 평가 시스템(ver. 2008)은 하천 생태성 평가에서 현장 조사를 위한 도면 작성

을 비롯하여 현장에서 수집된 자료의 입력 및 평가와 그 결과를 최종도면으로 도출하는 것을 Excel, Spss, Illustrator, Photoshop 등의 다양한 소프트웨어를 사용하던 작업을 하나의 소프트웨어로 간소화하였기 때문에 시간적으로는 물론 인력소모 측면에서 매우 효율적이었다. 그러나 평가 방법을 하천의 물리적 구조만을 이용하였기 때문 종합적인 하천 평가와는 거리가 멀었다. 이에 본 연구에서는 수질 및 생물상을 이용한 평가 기능을 추가하여 기존 소프트웨어의 평가 영역을 넓혔으며, 또한 이러한 여러 조사 결과들을 각 하천별로는 물론 전국 하천지도 위에 나타낼 수 있기 때문에 하천설계자나 관리자들에게 더욱 유용한 자료를 제공할 수 있도록 하였다. 그러나 본 시스템은 Stand-Alone 상태로 구현되어 각 연구자들이 조사한 자료의 통합이 어렵고, 현장조사 결과를 실내에서 평가분석하여야 하는 한계가 있는데, 향후 서버-클라이언트 환경 및 GPS와 PDA를 이용하는 실시간 현장조사평가시스템으로 발전시킨다면, 하천의 복원 및 관리 계획을 수립하는 과정에서 더욱 효과적인 도구가 될 것으로 사료된다.

V. 감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원의 2009년도 연구개발사업비 지원(과제명: 전문연구사업/다기능 하천실험사업 - 국내 모델 하천 조사 및 하천 생태 평가 기법 개발)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

VI. 인용문헌

경상북도(2000) 토일천 하천정비 기본계획.
 김동찬, 이정, 박익수(2000) 자연형 하천복원을 위한 하천자연도 평가. 한국조경학회지 VOL. 27 NO. 5: 138-149.

김세천 & 노재현(2001) 하천자연성 평가를 반영한 경관생태분석에 관한 연구-만경강 자연하천을 중심으로-. 한국입학회 학술대회 1권(1): 161-163.
 박병철, 신영철, 서애숙(2002) GIS를 이용한 하천의 자연성 평가-청주시 무심천 지역을 중심으로. 한국지리정보학회지 5권 1호: 48-57.
 박봉진, 성영두, 강태호(2003) 우리나라의 하천특성을 고려한 하천 자연도평가의 제안. 한국수자원학회지 VOL. 36 NO. 6: 92-103.
 박진원, 마호섭(2003) 양재천의 식생현황과 하천자연도 평가. 농업생명과학연구 37(2): 57-70.
 이상호(2000) 안양천의 자연형 하천 설치구간 선정을 위한 하천평가 기법적용에 관한 연구. 산업과학연구 9: 90-103.
 조용현(1997) 생태적 복원을 위한 중소하천 자연도평가방법 개발. 서울대 박사학위논문.
 한국건설기술연구원(2007) 다기능 하천실험사업, pp. 32~320.
 한국건설기술연구원(2008) 다기능 하천실험사업, pp. 185~384.
 환경부(2006) 환경정책기본법 시행령, 별표 1.
 환경부(2007) 수생태 건강성 회복을 위한 하천복원 모델과 기준, 조사계획 수립 연구 최종보고서(III), pp. 237~288.
 Environmental System Research Institute(2001) ESRI MapObjectTM Version 2.1.
 LAWA(Laenderarbeitsgemeinschaft Wasser)(2000) Gewaesserstrukturguetekartierung in der BRD. 1. Aufl. Schwerin.
 LAWA(=Laenderarbeitsgemeinschaft Wasser)(2004) Gewaesserstrukturguetekartierung in der BRD. Uebersichtsverfahren. Berlin.
 LUA(Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen(2001) Merkblaetter Nr. 26. Gewaesserstrukturguete in Nordrhein- Westfalen. Anleitung f. die Kartierung mittelgrosser bis grosser Fliessgewaesser. Essen.
 Microsoft Co.(1998) Visual Basic 6.0. Microsoft Visual Studio 6.0의 일부.
 Microsoft Co.(2003) Microsoft Office Access 2003. Microsoft Office Professional Edition 2003의 일부.