

하천의 물리적 구조평가 방법 비교

- LAWА 중·소규모하천평가와 환경부 수생태계건강성평가방법을 중심으로 -

Comparison of Morphological Stream Assessment

손지원¹ · 오충현²

¹동국대학교 대학원 바이오환경과학과, ²동국대학교 바이오환경과학과

서론

우리나라는 1960년대 이후 급격한 산업화와 도시화로 인해 자연하천의 모습이 사라진 인공적이고 직강화 되거나 연속성이 단절된 하천이 되었다. 몇몇 선진국의 경우 하천 생태계에 일찍부터 관심을 가지고 자연적인 하천 복원을 위한 자연도 평가 방법이 개발되었다. 영국 National Rivers Authority 하천분류 방법(1992)은 현장 답사를 통하여 바로 하천 현장의 상태를 판단하여 평가하도록 하는 방법으로 하천의 현재 상황을 보고 교란에 대한 민감도를 판단한다. (건기연, 2005). 하지만 항목의 기준이 모호하고 객관적인 비교에 어려움을 가진다. 독일 하천구조질 평가(1995)의 경우 하천구조를 파악하고 평가하기 하는데 있어 객관적인 정량화가 가능한 항목으로 구성되어 있고 비전문가들도 쉽게 판단할 수 있다. 하지만 하천을 기반으로 하는 생물서식지로서의 하천 기능이 평가 항목에 제외되어 있다. 국내의 경우 외국의 지표를 국내 실정에 적용하기 위한 하천자연도 평가기준의 개발이 필요하다는 인식과 함께 다양한 결과가 제시되었다. 조용현(1997)은 독일의 하천구조평가를 바탕으로 국내에 적용가능한 6개 조사항목과 24개의 세부조사항목을 선정하였다. 박봉진(2003)은 조(1997)를 바탕으로 하여 일부를 수정 추가하여 전라남도 함평천을 대상으로 시행한 바 있다. 건기연(2005)는 독일의 LAWА의 하천물리적 구조등급을 국내 하천의 특성에 맞게 수정하여 북한강 수계 가평천, 조종천, 구운천의 생태성 평가에 적용한 바 있다. 환경부(2007)는 하천의 물리적, 화학적, 생물적 요소를 통합한 하천자연도 평가방법 개발을 위해 기존 국내 하천자연도 평가방법을 통합 보완 하여 평가안 두 가지를 제시하였으며 한강기초사업(2007)에서는 그 틀을 보완하여 남한강, 북한강, 한강본류, 기타수계를 대상으로 평가를 실

시하였다. 환경부(2008)은 앞서 개발된 수생태 건강성 평가 방법을 한강, 금강, 낙동강, 영산강·섬진강 대권역에 적용한 바 있다. 하지만 아직 국가적으로 정립된 하천자연도 평가 방법은 없는 상황이다.

본 연구는 중소규모 하천 물리적 구조 평가방법(LAWА, 2000)와 서식 및 수변환경평가(환경부, 2008) 두 가지 평가항목을 비교해 보고 경안천을 대상으로 조사한 결과의 비교를 통해 우리나라 하천에 보다 적합한 평가방법을 검토하기 위한 목적에서 진행되었다.

연구방법

본 연구 진행을 위해 환경부의 수생태 건강성 평가 항목 중 하천의 물리적 구조 평가를 위한 ‘서식 및 수변환경’ 평가방법과 건설기술연구(2004, 2005, 2007)에서 연구된 바 있는 LAWА의 중소규모 하천 물리적 구조 평가방법을 비교하였다. 또한 경안천 중권역을 대상으로 LAWА의 평가방법으로 조사한 결과와 환경부의 경안천 평가 결과자료를 비교해보았다. LAWА(2000)의 경우 경안천 전체 22지점을 대상으로 직접 조사를 통해 경안천 전체와 지점별 개별평가 결과를 도출하였고 서식 및 수변환경평가(환경부, 2008)의 평가방법은 직접 적용하지 않고 환경부(2008) 경안천 평가 결과를 사용하였다.

1. 중·소규모 하천 물리적 구조 평가

하천의 물리적 구조등급이란 하천의 공간적 환경과 저수로 재료의 차이를 의미하는 것으로 하천 자체는 물론 하천 범람지에 영향을 주는 생태적 기능의 수리 특성, 하천의 물리성, 수생태적 특성을 포괄한다(건기연, 2005). 하천구조

등급이란 하천구조의 생태적 질과 하천구조로 나타나게 되는 다이내믹한 프로세스의 질을 평가하는 척도이다(건기원, 2004). 하천 물리적 구조등급의 조사항목은 6개항 25개로 크게 하상과 하안, 하천변 평가를 하도록 구성되어 있다. 종적특성(하도의 사행성, 하도침식 등), 횡단특성(횡단구조물, 정제, 횡단사주 등), 횡단면특성(횡단면타입, 횡단폭다양성 등), 하상구조특성(하상재료, 하상다양성 등), 하안구조하천(하안식생종류 등), 하천변특성(토지이용 등)이며 생태적 기능을 나타내는 지시성이 높은 것들로 구성되었다.

2. 서식 및 수변환경평가

환경부는 이·치수 위주의 하천정비로 인한 하천환경 및 생태계 전반의 교란으로 인한 하천 건강성 악화(환경부, 2008총)에 따라 환경부 수생태계 건강성 측정망 구축 사업을 시행했다. 조사구간은 남한강, 북한강, 한강본류, 기타수계 등 한강 대권역 국가하천, 지방 1, 2급 하천, 소하천을 대상으로 하였다(환경부, 2007). 평가는 다섯 가지 부문(부착조류, 저서성 대형무척추동물, 어류, 식생, 서식 및 수변환경)에 걸쳐 이루어지고 이중 하천의 물리적 구조특성평가에 관한 것으로 서식 및 수변환경 평가가 해당된다. 서식 및

수변환경 평가는 하천의 물리적 특성을 평가하는 방법으로 총 10가지의 항목으로 이루어졌다. 평가항목은 자연적인 중형사주, 하천변 폭, 저질상태, 횡구조물, 하도 정비 및 하도 특성의 자연성 정도, 저수로 호안공, 제방호안재료, 둑 안쪽 토지이용, 둑 바깥쪽 토지 이용, 오염원 유입정화시설로 구성된다. 이 평가 방법은 1-5점으로 점수가 구분되고 그 기준이 간단하다. 일반인도 쉽게 조사할 수 있고 평가 수준의 목표를 하천의 물리적 형태 및 구조의 복원에 두고 복원시 효율적으로 적용될 수 있는 수변환경 조사 인자 개발을 기본방향으로 한다(환경부, 2008총괄).

결과 및 고찰

1. 중·소규모 하천 물리적 구조 평가와 서식 및 수변 환경평가 평가항목 비교

두 가지 평가방법 비교를 통해 공통되는 항목을 추출해보면 다음과 같다. LAWA(2000)의 종적특성을 알아보는 세부항목 중 ‘종적사주’와 ‘하도사행’이 환경부의 ‘자연적인 중형사주’와 ‘하도정비 및 하도특성의 자연성 정도’ 평가항목에 해당한다. ‘자연적인 중형사주’는 하천 내 발생하는 하중도 및 사주의 개수 파악을 통해 물흐름의 다양성에 의

표 1. 수생태계 건강성 평가 척도

등급구분	환경상태	점수범위	의미
A	최적	41-50	전체적으로 자연성을 잘 유지하고 있으며 서식환경 역시 양호함
B	양호	31-40	서식환경 및 자연상태를 유지하지만 부분적으로 제한요인이 있음
C	보통	21-30	전체적으로 자연 상태를 보이고 있으나 제한 요인이 많음
D	불량	10-20	심한 훼손으로 자연요소가 상당히 희박하며 서식환경에 제한이 큼

표 2. 종합평가등급

구조등급	의미	Index	생태성 *EU-WFG
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	모두변경시킴	6.3~7.0	

한 서식처 다양성 평가를 그 목적으로 한다. 평가기준은 사주, 하중도, 돌출물의 횡수를 기준으로 한다. LAWA(2000)의 경우 ‘중적사주’의 평가기준 또한 하안사주, 사행사주, 하중도의 개수로 점수를 부여하는 방법을 사용하므로 비슷한 항목이다.

다음 ‘하도정비 및 하도특성의 자연성정도’를 살펴보면 자연성과 하천 형태의 인위적 변경정도를 평가하는 것으로 그 기준을 살펴보면 정비되지 않은 자연 사행하천이 가장 점수가 높고 저수로의 인공 직강화하천의 경우 가장 낮은 점수를 받는다. 이 항목은 LAWA(2000)의 종적특성 내 세부항목인 ‘하도사행’ 과 횡단면 내 세부항목인 ‘횡단타입’ 항목을 고루 비교해 볼 수 있다.

우리나라의 경우 이미 하천정비를 통해 대부분의 하천이 인공적으로 정비되었다. 그러한 이유로 LAWA(2000) ‘횡단타입’ 평가항목과 ‘하도사행’의 경우 30%~10%이하의 미미한 사행에 해당되거나 대부분이 정비로 인해 사다리꼴 복단면(7점)에 해당하므로 낮은 점수를 받게 된다. 하지만 환경부의 ‘하도정비 및 하도특성의 자연성정도’ 의 판단기준을 살펴보면 정비되지 않은 자연사행하천, 정비는 되었으나 사행을 하는 경우, 하도 직강화·저수로 사행, 하도 저수로의 직강화 때문에 저수로의 인공직강화 등으로 구분되어져 있다. 우리나라와 같이 대부분의 하천이 정비되어져 있는 지역에서 정비는 되었으나 사행을 유지하거나, 하도가 직강화 되었으나 저수로 사행이 일어나는 경우가 구분되어

져 있기 때문에 그 내에서 자연성을 세분하여 평가할 수 있어 좀 더 적합하다. 그 외 LAWA(2000)의 종적특성 세부 평가항목을 살펴보면 중적사주, 하도사행 외에도 사행침식과 종단확대, 축소 등을 고려하는 특이한 종적구조 항목이 포함되어 있다.

다음 LAWA(2000)의 하상구조 내 세부항목인 ‘하상재료’와 환경부 평가항목의 ‘저질상태’를 비슷한 항목으로 분류할 수 있다. 위의 항목은 하상의 현재 저질상태를 평가하는 항목으로 ‘저질상태’ 항목의 경우 입자의 크기가 평가기준이 된다. ‘하상재료’의 경우 하상재료의 크기가 아니라 입자의 다양성에 그 기준을 둔다. 하천복원 가이드라인(환경부, 2002)에 따르면 하상입자에 따른 저서곤충의 분포에서 입자의 크기가 증가하면 그에 따라 저서무척추동물이 다양하게 출현하는 경향을 보인다. 그러므로 ‘하상재료’ 처럼 재료의 다양성이 그 판단기준이 되는 것이 적절하다. 이 밖에 하상구조의 항목에 대해 LAWA(2000)의 경우 하상재료, 재료의 다양성, 하상보호구조물 및 하상의 특이사항에 대한 항목이 포함되어 있다.

환경부의 ‘횡구조물’ 평가항목은 LAWA(2000)의 종단면 ‘횡단구조물’과 같은 평가 항목이다. LAWA(2000)의 경우 낙차공의 높이에 따른 구분, 램프, 어도 등 다양한 평가구분을 두었으며 그 외 하천의 종단면 특성으로 수면의 정체와 파랑의 다양성 및 깊이의 다양성 등의 항목을 포함하고 있다. 환경부 ‘횡구조물’ 항목은 어도의 이동에 주로 초점을

표 3. 평가항목비교

중·소규모 하천 물리적 구조 평가 (LAWA, 2000)			서식 및 수변환경평가 (환경부, 2008)	
주항목	세부항목	항목	평가내용	
종적특징	중적사주	자연적인 중형사주	물흐름다양성 유발하는 자연적인 중형사주 발생횟수	
-	-	하천변 폭(서식처다양성)	수로폭과 제방내폭간비율(완충지대및수로변식생서식처)	
하상구조	하상재료	저질상태	하상의 지배적인 현재 저질상태평가	
종단면	횡단구조물	횡구조물	어류이동을 방해하는 인공구조물의 방해정도	
종적특성	하도사행	하도정비및하도특성의	하도의 자연성정도	
횡단면	횡단타입	자연성정도		
-	-	저수로호안공	저수로호안공의 특성평가	
하안구조	하안정비	제방호안재료	제방 호안재료의 인공화정도	
하천변토지이용	토지이용	독안쪽토지이용	독안쪽의 지배적인 토지이용의 인공화정도	
하안구조	하안정비, 하안식생대	독바깥쪽토지이용	독바깥쪽의 토지이용 상황이 하천생태계에 미치는 영향	
-	-	오염원유입정화시설	오염원의 유입정도 및 수질정화 시설의 설치여부	

맞추고 있다.

다음으로 환경부 ‘제방호안재료’와 ‘저수로호안공’ 항목을 살펴보면 ‘제방호안재료’는 제방 호안재료의 인공화 정도를 평가하고 ‘저수로호안공’은 저수로변의 인공적인 교란여부를 통해 물과 수변이 만나는 곳의 생물 이동, 물질교환정도 등 생태계 연속성 확보 정도를 평가해 볼 수 있는 항목이다(환경부, 2008). LAWA(2000)의 경우 하안구조의 ‘하안정비’ 항목이 이에 해당하며 제방호안 평가항목은 따로 구분되어 있지 않다. 하지만 실제 하천 조사시 저수로 하안공간이 따로 없고 제방이 하안으로 기능하는 구간들이 있기 때문에 이들을 구분하는 것보다 제방의 인공화 정도에 대한 평가를 포함시키는 것이 편리할 것으로 생각된다.

하천변 토지에 대해서 환경부 ‘독 바깥쪽 토지이용’은 홍수터의 토지이용이 하천생태계에 미치는 영향을 반영하는 것으로 홍수터는 인간 활동에 의해 가장 많이 훼손된 하천구역의 하나이다. 평가기준은 자연식생, 주차장, 체육시설, 인공식생, 경작지 등으로 구분된다. ‘독 안쪽 토지이용’은 하천 제방을 기준으로 제방내측의 토지이용 평가인데 시가지, 주거지, 경작지, 자연상태 등이 평가기준이다. LAWA(2000)의 경우 하천변 ‘토지이용’와 ‘불량한 주변 환경’이 이에 해당되는데 그 평가기준을 살펴보면 숲, 휴경지, 초지, 자연적 비오름, 공원, 건축물 공간 및 도로, 등이 이에 속한다. 우선 LAWA(2000)의 항목을 살펴보면 제방을 기준으로 구분하지 않고 그 범위를 저수위 끝에서 육지 쪽으로 최고 100m까지의 폭으로 정하고 그 안의 지배적인 토지 유형으로 점수를 주기 때문에 우리나라처럼 제방정비가 많이 되어 있는 경우 제외지 내부의 자연성 정도를 구분할 수 없다는 한계를 가진다. 각 항목의 평가기준을 살펴보면 환경부는 식생을 단순하게 구분하고 경작지, 주차장, 시가화로 구분하여 인공적 시설물에 더 초점을 맞추었고 LAWA의 경우 식생을 보다 세부적으로 구분한다. 우리나라 하천의 대부분이 고수부지개발, 주차장, 위락시설 등에 의한 훼손이 심각하고 식생의 점유면적이 작기 때문에 현재로서는 그에 대한 영향을 파악하는 것 위주로 평가하는 것이 필요할 것으로 보인다. 그 외 LAWA의 하천평가 항목에 해당되지 않은 것으로 ‘하천변 폭’, ‘오염원유입정화시설’ 항목이 있다.

경안천 중권역을 대상으로 총 22지점 대해 LAWA 중·소규모 하천 물리적 구조 평가를 시행했다. 그 결과 전체적으로 종합평가 3등급으로 자연성이 보통 변경됨, 생태성이 양호한 것으로 평가되었다. 우선 ‘종적특성’의 구조특성을 살펴보면 미미한 사행과 느린 유속, 하중도 등이 발달이 많음을 알 수 있고 3등급에 해당한다. ‘중단면’의 물리적 구조 등급은 4등급으로 정체가 많고 수심이 낮고 파랑과 깊이의 다양성이 낮은 특성을 보였다.

‘횡단면’은 제방정비로 인해 대부분 사다리꼴 복단면이며 횡단침식과 횡단폭의 변화는 작게 나타났고 3등급에 해당된다. ‘하상구조’는 하상재료가 다양하게 나타났고 하상정비가 거의 없어 종합평균 2등급으로 나타났다. ‘하안구조’의 경우 하안공법이 시행되지 않은 자연적 하안이 많았으나 하안의 특이구조(쓰러진 수목, 가지 모임, 튀어나온 수목) 발달이 미약한 것으로 나타나 본 유형은 4등급으로 평가되었다. ‘하천변’의 토지이용을 살펴보면 공원 등 친수공간과 경작지가 많고 하천과 인접한 도로, 제방정비 등 불량한 주변환경으로 인해 5등급으로 평가되었다.

환경부 수생태 건강성 비교평가 결과(환경부, 2008) 경안천 중권역은 총 13 구간 중 6곳이 조사되었고 수변환경 전체 평가결과 보통(III등급)으로 평가되어 LAWA(2000)의 평가와 같은 결과를 나타내었다. 이중 LAWA의 평가지점과 일치하는 곳은 경안천03(서하교)-지점2, 경안천02(오포대교)-지점9, 경안천08(삼계교)-지점14, 3곳이다. 이중 앞서 언급한 항목과 관련하여 살펴보면 제방을 경계로 구분된 독 바깥쪽과 독 안쪽의 토지이용을 살펴보면 독 바깥쪽은 낮게 평가되었으나 독 안쪽의 토지이용은 대체로 5-4점으로 높게 평가되었다. 경안천03의 경우 LAWA의 방법으로 하도정비로 인해 하도사행의 미미한 사행으로 낮게 평가되었으나 환경부의 결과는 하도정비되었으나 저수로 사행유지에 의해 4점에 해당한다. 저질상태 항목평가에서 LAWA는 하상재료의 자연성과 다양성의 측면에서 높게 평가되었으나 저질의 크기로 평가되는 환경부 평가에서 경안천03(서하교), 경안천02(오포대교)의 경우 하류의 특성상 실트나 진흙이 많이 때문에 낮게 평가되었다.

결론

2. 경안천을 대상으로 한 평가결과 비교 고찰

LAWA(2000)와 환경부의 공통되는 평가 항목에 대해 비교해 보고 경안천을 대상으로 LAWA(2000)의 방법을 적용

하여 평가결과를 도출해 보았다. 서식 및 수변환경평가방법은 그 평가기준이 간단하고 일반인들도 쉽게 적용할 수 있다는 장점을 가진다. 하지만 평가 항목과 평가기준이 단순하여 개략적인 결과를 얻을 수는 있으나 집중적인 조사가 필요한 하천의 경우 기존의 평가방법에서 보완이 필요하다.

LAWA(2000)의 경우도 비교적 일반인들이 적용하기 쉬운 평가방법이라고 생각되지만 몇 가지 항목의 경우 그 판단기준이 애매하고 우리나라의 여건에서는 지나치게 세부적으로 구분하고 있다. 또한 우리나라는 하천정비로 인한 제방, 하천 직강화, 하천변 토지개발 등이 많이 이루어졌기 때문에 전체적으로 낮은 점수를 받게 된다. 따라서 인공정비가 되었다하더라도 그 내부의 자연성이 남아있는 경우를 고려한 평가기준이 도입되어야 남아있는 하천의 자연성이 변별력 있게 구분될 수 있다.

인용문헌

- 건설기술연구원(2004) 다기능하천실험사업
 건설기술연구원(2005) 다기능하천실험사업
 박봉진, 서영두, 강태호(2003) 우리나라의 하천특성을 고려한 하천 자연도 평가의 제안, 한국수자원학회지 36(6), 92-103p
 조용현(1997) 우리나라 중소하천 코리도의 자연성 평가기법 연구, 한국조경학회지, 25(2), 73-82p
 환경부(2008) 수생태계 건강성 평가 최종보고서, 총괄분야
 환경부(2008) 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서 - 2007한강 수계환경기초조사사업
 환경부(2007) 수생태 건강성 회복을 위한 하천복원 모델과 기준, 조사계획 수립 연구 최종보고서(III)
 환경부(2002) 하천복원가이드라인.