운하건설에 따른 생태환경 변화 및 영향

최 흥 식 ▸▸
상지대학교 건설시스템공학과 교수
hsikchoi@sangji.ac.kr

1. 서언

"한반도 대운하는 부강한 나라를 만드는 물길이다."라는 주제어로 2006년 9월에 시작한 '한반도대운하연구회'는 여러 차례의 연구결과의 발표와 토론을 통하여 한반도 대운하에 대한 보고서를 2007년 11월에 출간하였다. 본 발제는 운하건설에 따른 생태환경 변화 및 영향으로 한반도대운하연구회(2007)에서의 내용 중에서 운하의 건설에 따른 생태계의 변화와 영향을 정리하고, 그에 따른 논의된 대응방안을 분석정리 하였다. 아울러 운하의 구상에 따른 가장 큰 변화의 하나가 보(갑문)의 설치에 따른 문제로 이에 의한 생태계의 변화를 조명하고, 운하에 건설에 따른 예견되는 생태영향을 정리한 것으로 다음과 같은 내용을 포함하였다.

- 한반도 대운하연구회(2007)의 연구내용 고찰
  - 운하의 필요성, 효용성 그리고 새로운 인식
  - 운하의 구성요소와 예견되는 환경변화
  - 주운수로의 건설에 따른 변화와 생태계 영향
  - 하천환경 개선 방안의 중요 요소
  - 생태계영향 최소화를 위한 대안 및 친환경 생태환경 조성 방안
- 주운수로의 건설에 따른 하천환경 변화와 생태계 영향과 대안분석
- 보(갑문)의 설치에 따른 예상되는 생태계의 변화

2. 한반도 대운하연구회(2007)의 연구내용 고찰

2.1 운하의 필요성, 효용성 그리고 새로운 인식

연구회가 요구하는 하천의 기능으로 모든 물이 어우러져 보다 살만한 조건이 되고 역사와 문화가 발달할 수 있는 터전으로의 운하일 수 있다는 차원에서의 필요성과 활용성은 다음과 같다.

- 국토이용의 균형화
- 하천생태환경의 개선과 치수/이수 기능의 강화
- 생태 · 문화 · 관광기반의 조성
- 운송(물류)수단 확충
- 에너지 사용절감 및 CO_2 배출저감- 다른 운송수단과의 비교 시

이 중에서 이수와 치수 기능이 강화된 하천생태환경의 개선을 요약하면 다음과 같은 것으로 3가지 요소를 모두 포함할 수 있을 것으로 판단된다. 첫째로, 운하의 건설에 따른 개척의 양상으로 하상의 굴착, 저수로 직선화, 주운 수심확보를 위한 보(갑문)의 설계, 고수부지개발, 사면보호공의 설치 등이다. 아울러 둘째와 셋째의 기능인 복원과 재활(회복)은 생태적 변화를 최소화하는 환경친화적 개발 원칙과 보존을 전제로 하여 재활과 회복을 위한 생태하천 조성, 식생완충지대인 Ecotone의 조성, 습지보전 등의 복원사업 등을 수행한다.

- 복원(復原, Restoration) : 교란전의 생태적 구조(조건)와 기능으로의 회복-동적균형, 자존적 거동
- 재활(再活, Rehabilitation) : 교란 후에 다시 쓸 만한 것으로 만드는 것-생태계의 기능회복과 저하된 서식환경에서의 회복과정을 포함

- 개척(開拓, Reclamation) : 생태계의 생물/물리학적 능력을 변화시키는 것으로서 결과로 구해지는 생태계는 회복전의 것과 아주 다를 수 있음
- 치수/이수 기능의 강화

아울러 생태 · 문화 · 관광기반의 조성을 위해서 물 환경체험을 위한 물 문화공간으로 다음과 같은 편의를 제공 할 수 있다.

- 친수공간을 기반으로 하는 지역문화 기반의 조성
- "사람이 살만한 공간"의 조성을 위한 생태기반의 도시조성
- 생태 · 문화 · 관광기반의 지역산업 전략이 필요
- "공간"을 연결하는 생태통로-주운수로를 기대

이러한 운하조성의 필요성과 효용성을 달성하기 위해서는 운하에 대한 새로운 인식으로 17가지를 제시하였고, 그 중 생태관련 한 내용은 다음의 4가지이다.

- 낙동강, 한강, 금강, 영산강을 잇는 대운하 사업은 단순한 주운(뱃길) 사업이 아니라 한반도 생태, 문화계 조성(개선) 사업
- 방치되다 시피하고 있는 현재의 하천(수로와 하천변)에 새로운 생태계 조성으로 생물 다양성의 확대가 가능하다.
- 내륙 도시개발이 연안역 개발압박으로 분담되어 생태학적 균형개발을 이룰 수 있다.
- 일부구간의 준설로 인해서 수생생물의 서식환경 변화, 수면확대, 유동량 증대로 증발량이 증가되어 계절이 변할 때 국지적으로 안개발생 빈도가 증가하는 등 생태적 변화(change)나 교란(disturbance)이 있을 수 있는 것에 대한 세밀한 대응전략이 필요하다.

2.2 운하의 구성요소와 예견되는 환경변화

하천환경의 변화에 따른 관련 계획의 검토로 제4차 국토종합계획 수정계획(2006~2020)은 약동하는 통합국토 실현기조로 6가지 기본목표 중 지속가능한 녹색 국토계획의 세부 실천사항으로 국토의 지속가능성을 고려하여 친환경적 개발을 강화하고, 국토 생태망 구축과의 연결성을 강화하여 아름다운 국토를 조성한다.

수자원 장기종합계획(2006~2020)은 생명이 살아있는 물 환경 조성으로 자연과 인간이 어울려 사는 하천환경 복원으로 하천환경 현황조사 및 평가체계구축, 하천환경 보전 · 복원 강화, 하천환경 관리제도 · 행정체계정비, 지역 주민과 함께하는 하천 문화 및 공간 창출, 하천환경 계획 수립방법 개선을 포함한다. 즉 국토생태망의 구축을 기초로 한 생명이 살아있는 물 환경 조성사업으로 자연과 인간이 어울려 사는 하천환경복원을 목표로 한다.

운하의 이해를 위한 운하공간의 구성으로는 다음과 같다(그림 1)

- 물길-수로-자연하천
- 뱃길-주운로(舟運路) - 100~250m
- 생태환경 공간 :
  - 자연을 이루는 생태환경 공간
  - 물길의 생태학적 6가지 기능 공간

    서식(棲息, Habitat)/ 통로(通路, Conduit)/ 장벽(障壁, 차단(遮斷), Barrier) 여과(濾過, Filter)/ 공급(供給, Source)/ 소멸(消滅, Sink)
- 그 외에 치수공간으로 제방, 저류지, 저수지 등이 있고, 이수공간으로 분류(分流), 강변여과(江邊濾過), 취 · 정수시설 등이 있고, 공원과 친수시설의 위락 · 휴식공간, 역사 · 문화공간, 도시공간, 산업, 물류시설, 연계교통시설 등의 경제활동, 물류(物流) 공간으로 대별된다.

상기의 종합적인 하천공간의 구성과 그에 따른 예견되는 환경계획은 다음과 같다.

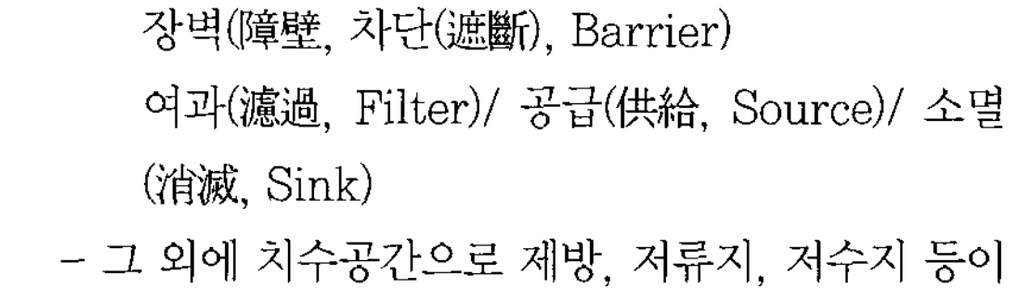


그림 1. 주운을 위한 하천 단면

- 준설과 보(갑문) : 수위증대보다는 수심증대가 우선으로 하폭의 일부구간(200~250m)에서만 이루어짐
- 제방보강 공사
- 나머지 공간 : 자연상태 또는 생태환경, 위락휴식공간
- 수질관리 시설 : 하천 유입수(농업배출수인 비점원오염저감)의 관리
- 이수 · 취수 시설 : 직 · 간접 취수

2.3 주운수로의 건설에 따른 변화와 생태계 영향

주운 수로의 건설과 주운에 의한 하천 교란은 하천생태 서식처의 물리적, 화학적 특성이 변형, 변질됨에 따라 하천생태계가 변화, 단절, 점멸되는 것으로 선박운항을 위한 주운수로의 정비로 하상굴착, 저수로의 직선화, 수심확보를 위한 보(갑문)의 설치, 고수부지의 개발, 사면보호공의 신설 등으로 표 1에서와 같은 하천 교란이 일어난다.

그에 따른 수환경의 변화는 저수로 굴착과 보 설치에 따라 하천환경은 유수역보다는 정지수역이 크게 발생됨에 따른 하천의 물리적 현상으로 하상의 단순화, 단면적의 확대와 정지수역의 증가에 따른 유속의 완화로 퇴적 가중, 하상재료의 균일화와 심저부의 상실 그리고 균일한 수심에 의한 흐름형태의 단순화, 지하수위의 저하, 수온상승, 하안식생대의 형성 곤란 등을 가져온다.

그에 따른 하천 교란의 양상에 따른 기대되는 대표적인 생태의 영향으로 다음과 같다.

- 어류의 종다양성 감소
- 어류의 회유, 산란, 피난 등 서식공간 감소
- 수서곤충의 서식환경의 파괴
- 수변식생의 획일화와 단순화
- 수온의 상승, 퇴적, 자정능력의 저하

표 1. 주운수로의 건설에 따라 예상되는 생태계의 변화(한반도대운하연구회, 2007)

정비내용	변 화 내 용	하천생태계 영향
하상굴착	- 하상형태의 단순화 - 지천과의 낙차 발생 - 하안 식생대 형성 곤란 - 지하수위 저하 초래 - 단면적 확대에 따른 유속의 완화로 퇴적 가중	- 어류 산란 및 피난장소 감소 - 본류 및 지천 간 어류의 왕복 불가 - 수서곤충 서식환경 파괴 - 고수부지 식생종의 획일화 초래 - 어류개체군의 단순화 초래
저수로의 직선화	- 하상내 심저부의 상실 - 하상재료의 균일화 - 흐름 형태의 단순화 - 수심 균일화 - 수온상승	- 어류 서식 및 산란장 파괴 - 갈수기 어류 피난처상실 - 수서곤충 감소 - 균일한 실트 및 모래퇴적에 따른 먹이 확보 곤란 - 자정능력 감소 - 저수로변 식생상태 단순화
보설치	- 토사이동의 차단 - 구조물 상류에서의 이토 퇴적	- 어류의 상하류 통과성 저해 초래 - 구조물 직하에서의 어류의 산란 및 서식장소, 피난장소의 감소
고수부지 개발	- 고수부지 높이 획일화 - 다양한 형태의 물길 상실 - 흐름 형태의 단순화	- 어류의 서식 및 산란장 파괴 - 수생곤충 서식환경 파괴 - 수변식생 단순화
사면 보호공	- 유사량 감소 - 그늘 감소로 인한 수온상승	- 어류 서식 및 산란장 감소 - 수생곤충 서식환경 파괴 - 고수부지 식생종의 대체 및 획일화 초래

2.4 하천환경 개선방안의 중요 요소

생태성이 강조된 하천환경의 조성을 위해서는 생태 하천의 정의와 조성에 대한 원칙이 수립되어야한다.

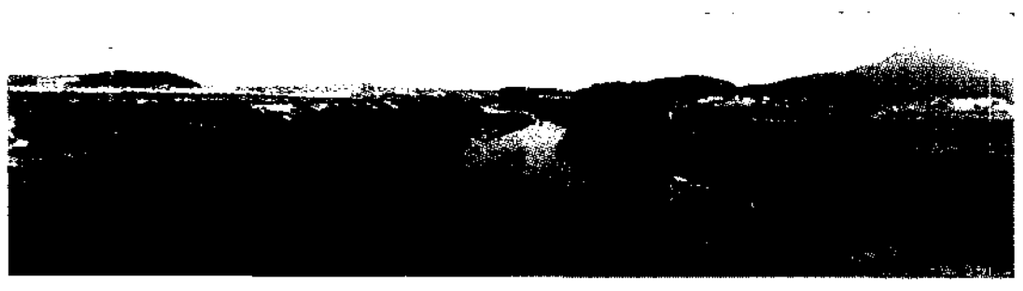
- 하천의 역동성 : 고착화를 피하며 스스로 자연스럽게 모습형성
- 하천의 연속성 : 발원지에서 바다에 이르기까지 긴 띠 형식으로 연결
- 하천의 다양성 : 하도내에서 여울과 소, 사행, 사주 등 자주 형태 변함
- 하천의 고유성 : 오랜 세월을 두고 주변 조건에 맞게 형성

그림 2는 임진강하류 문산천의 저수로 굴착전과 후의 하천의 복원력을 나타내는 역동성으로 저수로의 굴착을 시행한 후 홍수가 지나간 후 하천의 형태가 준설 이전으로 복원되는 하천의 역동성을 보여준다.

그림 3은 하천의 발원지에서 바다에 이르기까지의 생태적 연속성을 가진 긴 띠 형식의 하천차수(stream order) 또는 하천 폭에 따른 각종 동 · 식물상의 변화를 나타낸 것으로 연속성이 확보되어야하는 하나의 예이다. 아울러 횡적으로는 수역-수제역-홍수터-제방-육상지역의 수변지역과 ecotone의 형성이 있어야 한다.

저수로 굴착 전(2000)

저수로 굴착직후(2001년 4월)



홍수후(2001년 6월)

그림 2. 임진강하류 문산천의 저수로 굴착전후의 역동성(복원력)

그림 4는 하천의 다양성을 나타낸 것으로 하천을 육상역, 수역, 수제역으로 구분할 시 육상역에서는 다양한 동.식물의 서식공간의 확보와 육상과 흐름구간의 완충적 연결기능을 해 줄 수 있는 ecotone의 형성으로 샛강 · 웅덩이 · 하도습지의 보존, 재해방어선 전환차원의 제방법선, 하천구역의 최대화를 위한 하천선형, 수림대와 연결을 위한 하천변 숲 보존 · 복원을 포함하고, 수역은 자연의 힘에 의존함은 물론 사행형태의 보존, 하상 유지공의 배제, 여울 · 웅덩이 보존 및 재생, 합류점에서의 연속성 확보 등이다. 아울러 수제역은 다양한 형상의 보존과 고착화를 방지해야한다.

아울러 하천은 주변의 환경과 잘 어우러지는 고유한 특징으로 상류부 산지하천, 중류부 농경지하천, 하류 도심하천에 따른 고유한 개성을 가져야한다.

따라서 생태성이 강조된 하천환경 복원(개선)의 기본방향으로 운하 건설 시 교란된 하천(친수성과 오염정화 기능)을 적극적으로 복원하기 위해 다음과 원칙에 의해 하천복원(수변 복원)을 수행한다.

- 하천 복원의 목표 : 훼손된 하천을 원래 교란 전 하천이 가지고 있던 생태적 구조와 기능에 가깝게 되돌린다.
- 하천 복원의 대상 : 하도를 포함한 홍수터, 강턱, 제방
- 비간섭과 비교란적인 회복방법, 부분간섭, 적극적인 간섭 등의 3단계로 구분, 하천복원의 방향을 결정한다.

그에 따른 생태하천 및 습지 조성방안은 다음과 같다.

- 환경친화적인 운하 건설을 위해 자연하천 구간은 현 상태를 그대로 보존하며 선박운항을 위한 수심이 부족한 구간만 저수로 일부를 굴착한다. 이때 하중도, 사주, 갈대습지, 철새도래지 등은 보존한다.

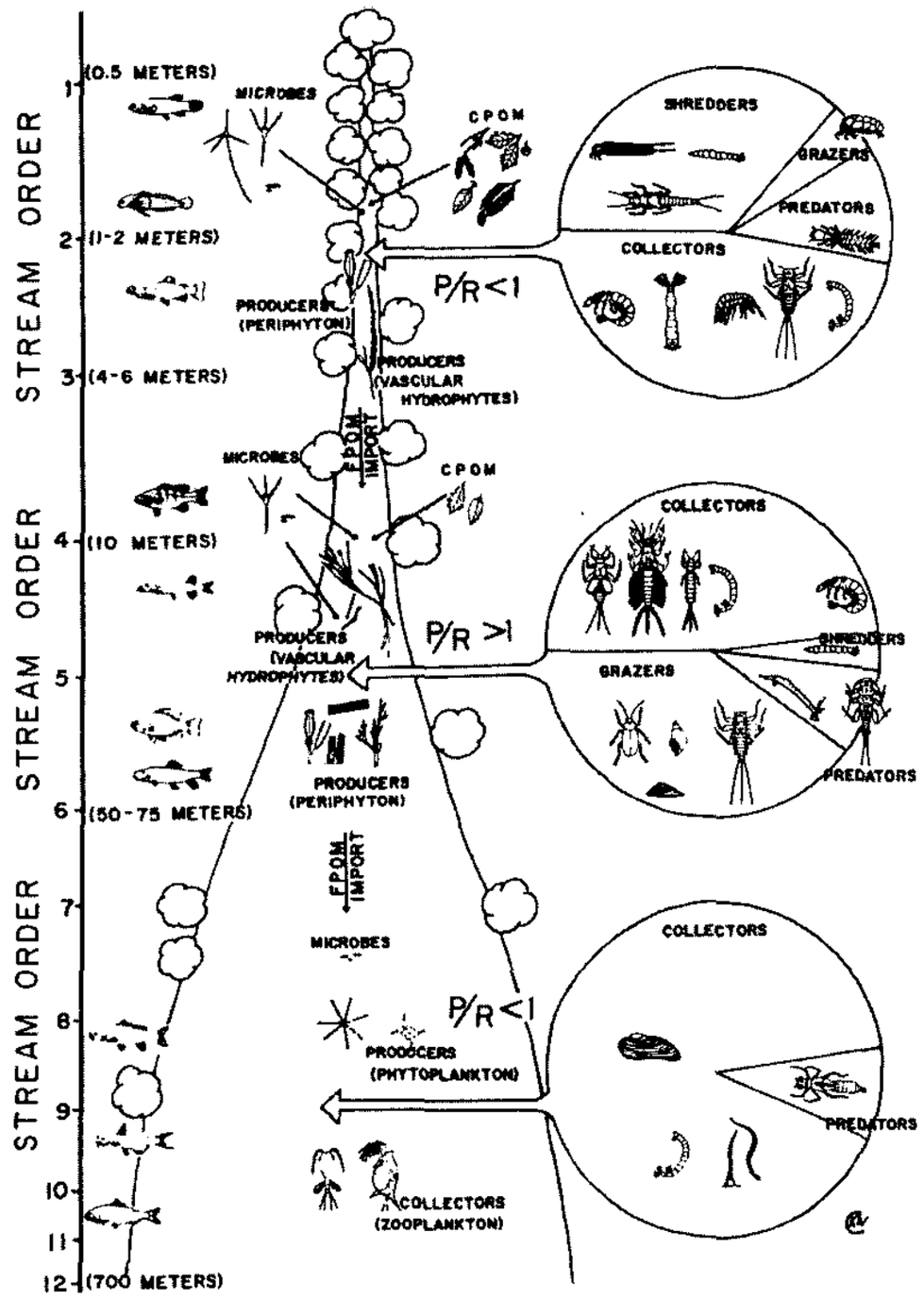


그림 3. 하천연속체에 의한 소비자군의 변화(생물분포)

그림 4. 하천의 다양성

- 법면보호공은 친환경 재료를 사용하고, 사전 식생조사를 통한 지역의 식물현황을 파악, 저수로 제방의 녹화계획을 수립한다.
- 유입지천은 직접 주운수로로 유하하지 않도록 고수부지에 인공수로(폭: 50~100m, 높이 : 최대 1.5m)를 조성하여 1차 수질정화를 수행하고, 인공수로의 식생은 수질정화 능력이 뛰어난 갈대, 부들 등을 식재한다.
- 수생생물에 필요한 물리적 환경을 제공하기 위해 인공수로 내에 여울과 소를 일정한 간격으로 조정을 계획한다.
- 인공수로 부지의 확보가 곤란 시 유입지천 인근에 충분한 넓이의 천변습지를 조성하여 수질정화를 유도한다.
- 하상굴착에 의한 단차 발생으로 부득이 설치되는 시설물(낙착공 등)은 어류의 상하류 통과성을 확보하기 위해 경사 1/20이상의 어도를 설치한다.

2.5 생태계영향 최소화를 위한 원칙 수립

앞서의 언급처럼 운하의 건설은 하천의 개척으로 생태계의 생물/물리학적 능력을 변화 시키는 것으로 그 결과로 얻어지는 생태계는 회복 또는 복원 전의 양상과는 아주 다를 수 있으므로 생태적 변화를 최소화하는 환경 친화적 개발원칙의 수립과 대안을 다음과 같이 설정하였다.

- 계곡과 평행하는 운하, 도로, 농로설계와 초림 등을 피함
- 기 형성되어 있는 습지, 식생대 등은 최대한 보전하는 개발계획 수립
- 운하 건설로 인하여 생기는 활 모양의 옛 강줄기는 매립하지 않음
- 운하건설로 인하여 생기는 저지대나 수면 상승으로 생기는 습지는 존치
- 운하건설로 인해 새로 발생하는 섬이나, 인공삼각지 등을 존치하여 자연에 가까운 하천으로 조성

아울러 생태적 변화를 최소화하는 환경 친화적 개발 대안으로는 다음의 내용이 강조되어야한다.

- 굴착의 시기와 범위 조정
- 생태계를 고려한 자연형 하천 조성
- 주변지역의 특성을 고려한 생태하천의 조성 : 도시, 농촌, 산간

주변지역의 특성별 생태하천 조성의 예로는 다음과 같다. 도시지역은 오염부하가 큰 생활폐수의 직접적

차단을 위한 식생완충지대 조성하여 도시생활폐수의 직접적인 영향을 차단한다. 농촌지역은 주운수로 건설 중 발생하는 제외 고수부지를 활용하여 습지를 조성함으로써 영양물질 정도가 높은 농축산 폐수를 여과시켜 본류로 유입시킴으로써 영향을 최소화 시킨다. 산간지역은 하천과 산림지를 연계하여 야생동물의 이동통로와 서식처를 확보하고, 절 · 성토 사면의 발생지역에 접근이 용이한 동 · 식물의 대체 서식지를 조성함으로써 동 · 식물의 정착을 도와 생물의 다양성 유지에 기여한다.

2.6 친환경 생태환경 조성방안

하천환경의 조성은 기술적, 경제적 측면뿐만 아니라, 하천의 생태계와 수문까지를 고려하는 생태에 바탕을 둔 통합적 접근이 필요하다. 따라서 생태하천 조성방향은 다음의 내용을 고려해야 한다.

- 유역적 접근 : 통합적 접근
- 근린주구적 접근 : 지역사회에 바탕을 둔 접근으로 지역주민과의 파트너쉽에 바탕을 둔 생태하천의 조성
- 지속가능 토지 관리적 접근 : 지속가능 발전의 접근

친환경 생태하천 설계시 고려사항을 하천단면, 하천부지이용, 고수부지 이용, 생태보전의 측면에서 살펴보면 다음과 같다.

- 하천단면
  - 하천 대부분은 그대로 살리고 저수로 부분만 일부 굴착(갈대밭, 모래섬 등 보존)
  - 저수로 일부 벽면은 수초, 돌 등이나 목재를 이용한 호안 시설
  - 인공구조물이 아닌 자연친화적 수변공간의 조성
  - 새로운 물길은 야생동물 서식공간으로 창출토록 함
- 하천부지 이용
  - 물길잇기 사업에 의해 생기는 하천부지의 이용
  - 물길잇기 사업으로 생기는 많은 하천부지는 체육공원, 산책로, 자전거도로
- 고수부지의 이용
  - 실개천, 연못, 자연습지 생태지역 등
  - 구간별로 홍수범람지역으로 남겨 두거나 저습지 조성
- 생태하천 보전을 위한 기법 및 적용 사례
  - 자연상태가 원시성을 유지하거나 생물 다양성이 풍부한 지역으로 보전할 가치가 있는 하천은 보호지역으로 지정
  - 하천의 생태계에 영향을 미치는 유역의 고려
  - 하천과 주변의 토지이용에 대한 고려
  - 하천 생태계를 건강하게 유지시킬 수 있는 수변 식생대의 완충녹지학보
  - 하천의 자연적인 천이 존중
  - 하천 주변 건축물의 신 · 증축, 수위 및 유량을 증감할 행위, 동 · 식물의 포획 · 채취, 모래 · 자갈의 채취 등의 행위금지
  - 주기적인 모니터링과 생태조사의 실시를 통한 하천의 건강유지
- 생태하천 보전기법 적용사례(표 2)
  - 유형별 생태하천 복원기법 ; 도시 구간형, 농촌 구간형, 산간 구간형
  - 공간별 생태하천 복원기법 ; 개방수면, 저수호안, 고수호안, 홍수범람지역, 제방, 근린주구, 커뮤니티
- 친환경 물잇기 사업에의 몇 가지 제안
  - 친환경 물잇기 생태전략 수립 및 이에 대한 전략영향평가를 위한 개략적 사전 생태조사
  - 전략영향평가는 정책에 관한 의사 결정단계에서 수행
  - 사전환경성검토와 환경영향평가는 제안된 사업계획의 검토단계에서 수행
  - 강회랑을 포함한 수변생태조사와 생태하천 조성방안 전략과 실행계획의 수립비용은 전체 조사설계비의 20%투자를 요구
  - 적어도 물잇기 공사비의10%는 친환경 생태하천 조성공사비에 투자

표 2. 유형별 공간별 생태하천 복원기법의 종합

공간별 / 복원기법 / 유형별	개방수면				저수호안					고수부지							고수호안			홍수범람지역			제방		근린주구	커뮤니티
	저수로	수제	수잘	기타	수변식생대	호만기법	습지	서식공간	기타	유수보전수로	생태습지공원	생태연못	생태수로	지원	지천	지하수	기타	경관식재	강변녹지공원	기타	저습지	불안정한경사	기타	녹도	기타		
도시구간 (km)																										
농촌구간 (km)																										
산간구간 (km)																										

표 3. 주운수로의 건설에 따른 정비내용별 생태계복원 대안분석

정비 내용	생태계 복원 대안의 분석
하상굴착	– 생태적 변화를 최소화하려는 환경 친화적 개발원칙 수립과 대안 – 고수부지에 생태하천의 도입
저수로 직선화	– 생태적 변화를 최소화하려는 환경 친화적 개발원칙 수립과 대안
보 설치	– 어류의 회유성을 감안한 1/20의 어도계획 등
고수부지 개발	– 하천습지의 조성 – 갈대, 부들 등의 식생도입에 의한 자연정화습지계획
사면 보호공	– 친환경 재료의 사용과 토착수종에 의한 제방 녹화

3. 주운수로의 건설에 따른 변화와 생태계 영향과 대안분석

주운수로의 건설에 따른 하천환경의 변화는 하상굴착에 의한 주운수심의 유지, 저수로의 직선화, 보(갑문) 설치, 고수부지 개발, 사면보호공의 설치 등의 변화가 야기되고, 그에 따른 대표적인 변화는 대부분의 유수역이 정지수역으로 전환된다. 정체수역의 증가에 따른 수환경은 오염물질의 축적, 부영양화, 운항에 따른 퇴적물의 재부상과 더불어 생태계의 변화는 어류의 종다양성 감소, 어류의 회유, 산란, 피난 등 서식공간 감소, 수서곤충의 서식환경의 파괴, 수변식생의 획일화와 단순화 등이다. 이의 영향을 저감시키기 위한 노력을 종합하면 표 3과 같다.

아울러 운하의 건설은 하천환경변화의 개척차원으로 평가되고 이에 따른 생태계 영향을 저감하기 위한 노력으로 생태가치가 있는 지역의 보존을 원칙으로 한 하천의 회복과 복원을 추구하는 사업임으로 평가된다(표 4).

4. 보(갑문) 설치에 따른 예상되는 생태계의 변화

주운수심의 확보를 위한 노력으로 주요한 건설공정은 보(갑문)의 설치이다. 일반적으로 운하 주운수심의

표 4. 운하건설에 따른 하천환경의 변화에 따른 평가

구분	한반대운하 사업내용	정 의	비 고
보존	습지, 식생대, 모래섬 보전	생태보전 가치 존중	바람직
개척	주운수로 및 저수로 직선화, 보(갑문), 사면보호공 등	생태계의 생물/물리적 능력의 변화로 생태계는 회복전의 그것과 다름	바람직하지 못함
복원	생태하천 및 습지조성계획, 자연친화적 수변시설	교란 전 생태구조와 기능으로 회복	
회복	운하건설에 새로 발생하는 섬이나 인공삼각지 존치 등	교란 후 쓸 만한 것으로 만드는 것	

확보를 위한 보(갑문)는 보/낙차공(weir/drop)보다는 어느 정도 규모를 가진 댐으로 간주된다. 댐에 대한 정의는 아래와 같다.

- 저낙차댐(low-head dam) : 수리적 높이가 7.5m 미만인 댐
- 소규모댐(small dam) : 수리적 높이가 15.0m 미만인 댐
- 대규모댐(large dam) : 수리적 높이가 15.0m 이상인 댐

보의 설치에 따른 주운수심의 확보는 무엇보다 필요하고 이에 따라 수리조건, 하도지형, 이동장벽의 형성, 퇴적양상, 수질 등이 변함에 따라 생물의 반응이 다양하게 일어나다(Hart 등, 2003). 이는 유수형 환경에서 정수환경으로 변화하는 것으로 유속의 감소와 그에 따른 퇴적의 진행이 야기되고 그에 따라 여울에 서식하는 어류는 감소하고, 담수형 어류와 저서형무척추동물이 증가할 수 있다. 표 5는 보의 설치에 따른 생태적 영향을 나타낸 것이다.

보의 설치는 자연적 물 흐름의 감소/정체를 야기하고, 자연적 물 흐름 변동의 감소, 유수성 어종 감소로 인한 생물다양성 및 개체군 밀도의 감소, 하천변 습지의 감소와 하안식생의 단순화를 야기하는 반면 정수역의 증가, 담수어종과 저서형대형무척추동물이 증가하게 될 것이다. 자유흐름의 유수생태계에서 정수생태계로의 전환에 따라 고유종 생태계의 폐해를 야기하고, 저류지 선호 생물이 증가하게 된다. 수온과 용존산소의 변화로는 용존산소 감소, 성층화 현상과 더불어 저수온 선호 고유어종의 감소와 수온장벽이 증가된다. 유사방출과 이송에서는 유사퇴적, 서식처의 복원이 어렵고, 일시적인 탁도 증가 및 수질악화가 야기되는 반면 제방세굴, 하도절개는 해소될 수 있다. 생물의 이동에 있어서는 회유성 어류의 이동이 어렵고, 단편화된 개체군의 연결이 결여되고, 비회유성 생물 서식처의 질 향상을 가져올 수 있다.

따라서 보 철거에 의한 생태계의 시간적, 공간적 변화(Hart 등, 2003)양상에서 야기되는 양상과는 사뭇

표 5. 보(갑문) 설치에 따른 생태적 영향

설치후 변화유형	부정적 영향	긍정적 영향
자연적 물 흐름의 감소/정체	- 자연적 물 흐름 변동의 감소 - 유수성 어종 감소로 인한 생물다양성 및 개체군 밀도의 감소 - 하천변 습지의 감소와 하안식생의 단순화	- 정수역의 증가 - 담수어종, 저서형 무척추동물 증가
자유흐름에서 정수흐름 생태계로의 전환	- 고유종, 고유생태계의 폐해	- 저류지 선호 생물의 증가
수온과 용존산소의 변화	- 용존 산소 감소와 성층화 현상 - 저수온 선호 고유어종의 감소, 수온장벽증가	
유사의 방출과 이동	- 유사퇴적, 일시적인 탁도증가 및 수질악화 - 서식처의 복원이 어려움	- 제방세굴, 하도절개의 해소
생물의 이동	- 회유성 어류의 이동이 어려움 - 단편화된 개체군의 연결성이 결여	- 비회유성 생물의 서식처 질 향상

다른 형태의 양상이 전개되어질 수 있다. 보 설치에 따른 생태영향을 평가하기 위해서는 보 철거에 따른 생태적 영향을 평가하는데 있어서 특히 중요한 생태적 문제(American Rivers and Trout Unlimited, 2002)의 재조명을 실시해야 하는 것과 같은 양상의 내용을 포함해야 한다.

- 보 철거에 따라서 보 상류 저류지의 정수형 서식지나 하안 습지가 가지는 생태적 가치보다 복원된 하도 및 하안 서식지의 생태적 가치가 클 것인가?
- 보 철거에 따른 보 하류에서의 물 흐름의 회복효과가 보 철거 전 변화된 물 흐름을 선호는 수생생물의 미치는 효과보다 클 것인가?
- 어류와 야생생물에 미치는 보 철거 효과가 총체적으로 긍정적인지 부정적인가?
- 보철거가 회유성 어류와 기타 비회유성 어류 및 야생생물의 이동에 안전한 통로를 제공하는가?
- 보 철거에 따른 퇴적물의 이동이 하천 및 하안생물에 미치는 단기 및 장기적 영향은 어느 정도인가?
- 보 철거에 따른 수질의 변화가 하천 및 하안 생물에 미치는 단기 및 장기적 영향은 어느 정도인가?
- 보 철거의 결과 하안 서식지의 면적과 서식환경의 변화가 순이익인가?
- 보 철거에 따라서 소실되는 습지에 비하여 새로 형성되는 습지의 면적, 종류, 서식지 가치가 어느 정도인지?

5. 맺음말

운하조성의 필요성과 효용성을 달성하기 위한 운하의 새로운 인식에서 대운하 사업은 단순한 주운사업이 아니라, 한반도 생태문화계 조성사업으로 제4차 국토종합 수정계획의 약동하는 통합국토의 실현을 위한 지속가능한 녹색국토 건설의 친환경적 개발이 강화된 국토 생태망 구축과 연계된다. 또한 방치하다시피 한 현재의 하천에 새로운 생태계 조성을 통한 생물다양성의 확대가 가능한 것으로 수자원 장기종합계획의 생명이 살아있는 물환경 조성에 의한 자연과 인간이 어우러지는 하천환경 복원이 그 내용이다.

생태적 보존가치가 있는 하천환경은 보존함이 우선이고, 하천환경의 변화는 크게 복원, 회복, 개척으로 구분하게 된다. 따라서 운하의 건설은 하천환경의 개척차원으로 평가되고 이에 따른 생태계 영향을 저감하기 위한 노력으로 생태가치가 있는 지역의 보존을 원칙으로 한 하천의 회복과 복원을 추구하는 사업으로 평가된다.

대운하 건설사업은 주운수로의 확보를 위한 보(갑문)의 설치로 유수역이 정체수역으로 변화됨을 의미한다. 각 수역간의 장단점은 존재하나, 정체수역으로 전환됨에 따른 생태계의 영향을 개선하기 위해서는 하천기능의 개선을 위한 복원과 회복사업을 철저히 함이 전제된 대운하 사업이어야 한다. 그러나 대운하를 위한 사업은 정의에서 언급한 바와 같이 하천환경 변화의 개척으로 생태계의 생물/물리적 능력의 변화를 야기하므로 회복전의 그것과는 다름이 있음을 명확히 해야 할 것으로 평가된다. 아울러 보 철거에 따른 생태적 영향을 평가하는데 있어서 특히 중요한 생태적 문제의 재조명을 실시해야 하는 것과 같이 운하의 건설에 따른 주운수로의 확보를 위한 보(갑문)의 건설에 대해서는 신중한 생태적 영향의 평가가 수반되어야 한다.