

1. 서론

하천에 대한 사람들의 인식이 점차 바뀌어 가고 있다. 하천 환경 개념이 도입되기 시작한지 20여년이 지난 지금 하천복원은 어느덧 상식이 되어가고 있다. 공학자의 입장에서 보는 하천복원은 일정 정도 사회의 수준과 행보를 같이하는 것이라 생각된다. 선진국의 사례들도 마찬가지이지만 국내 하천 사업의 변천을 보면 시대에 따라서, 다시 말하면 사회 수준에 따라서 사람들이 하천을 바라보는 시각은 변해 왔다. 지금 우리가 누리고 있는 생활수준은 하천의 대부분이 훼손되었던 개발과 산업화시대가 없었다면 불가능했을지도 모른다. 다만 인간의 지나친 욕심에서 비롯된 오류는 빨리 바로



여 홍 구 | 한국건설기술연구원
하천해안연구실 책임연구원
(yeo917@kict.re.kr)

구하도 복원

잡아야 후손대대로 지속적인 발전이 가능할 것이다.

여기서는 하천복원을 위한 노력에서 우리가 놓쳐왔던 부분에 대해 말하고자 한다. 과거 하도로만 국한되었던 하천의 치수대책도 이미 유역종합치수계획을 통해 선 개념에서 면 개념으로 바뀌었다. 하천복원 역시 주변 삼림부터 연결되는 생태축이 강조되고 있다. 그러나 극소수의 사례를 제외하면 국내에서 시행되고 있는 하천복원사업에서는 여전히 그 범위를 이미 좁혀진 제방 안쪽으로 국한하고 있다. 70~80년대를 거쳐 오면서 국내의 대부분 하천들이 직강화되었고, 이 과정에서 많은 구하도가 하천과 분리되어 소위 폐천부지가 발생했음에도 이들에 대한 고려는 아직 미약한 상황이다. 도시화로 잠식되고 경작지로 잠식되어가는 폐천부지들은 가능한 한 하천으로 되돌려 주어 하천이 좀 더 여유로울 수 있도록 해주어야 한다. 이는 빠르게 발전하는 국내의 경우 잠식속도 역시 빠르므로 매우 시급한 문제이다. 여기서는 “자연과 함께하는 하천복원 기술개발” 연구단의 연구내용 중 국내의 구하도 현황 및 외국의 복원사례 등을 소개하고 구하도 복원의 방향을 생각해 보고자 한다.

2. 국내의 구하도

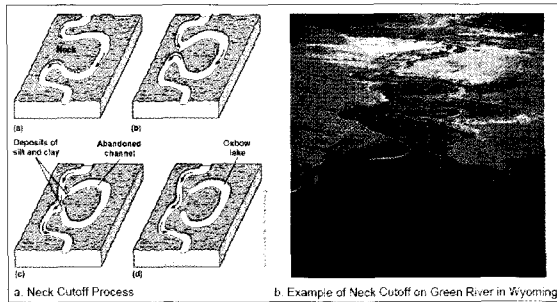
구하도는 충적하천의 발달과정에서 자연적으로 발생하거나 또는 인위적인 공사에 의해 생성되는 예전에 물이 흘렀던 하도흔적을 말한다. 구하도는 충적하천 시스템의 중요한 요소이다. 자연적인 구하도는 흔히 본류의 우수역과 다소 차이가 있는 정수역에 가까운 흐름특성을 가지므로 다양한 생태식처를 형성하며 생물다양성을 유지할 수 있다.

2-1 구하도 발생과정

가. 자연적인 발생

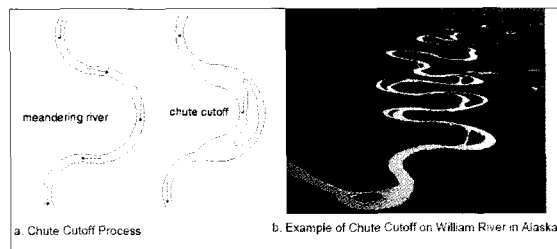
하천은 홍수터 내에서 물과 유사이송의 균형을 맞추기 위해 사행하는 경향을 갖는다. 자연적인 침수로가 발생하는 형태는 두 가지가 있다. 첫 번째 자연적인 침수로는 neck cutoff이다. 이는 하천유사가 만곡내측에 지속적으로 퇴적되고 만곡외측이 침식될 경우 형성된다. 이는 사행의 사행도를 증가시키고 흐름상의 좁은 목(neck)을 형성하는 원인이

된다. 결국 그 목이 사라지고 직선하도로 연결된다. 이러한
 침수로의 구하도 연결부가 유사되적으로 인해 새로 형성된
 주하도로부터 막힐 때 우각호가 형성된다. <그림 2.1>은 neck
 cutoff에 대한 모식도와 Wyoming의 Green River를 따라 위
 치한 neck cutoff의 예를 보인 것이다.



(그림 2.1) 자연적인 침수로(Neck Cutoff 예)

두 번째 형태는 chute cutoff이다. 이는 대개 연속적인 홍
 수류가 점사주의 내측을 가로질러 침수로가 발달할 경우 발
 생하며 사행도를 감소시킨다. 점사주는 하중주 형태로 변화
 한다. <그림 2.2>는 chute cutoff의 모식도와 Alaska의 Wil-
 liams River를 따라 위치한 chute cutoff의 예이다.

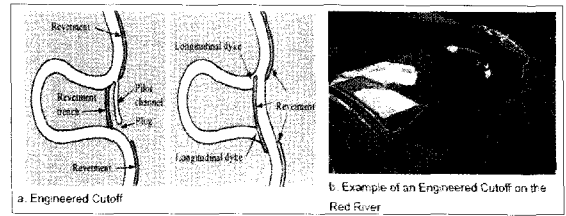


(그림 2.2) 자연적인 침수로(Chute Cutoff 예)

나. 인위적인 발생

인위적인 구하도는 하도 직강화 공사에 의해 형성되었으며
 이는 홍수조절과 주운을 목적으로 직선화되어 왔다. 하도를
 직강화할 경우 이를 유지하려면 하안의 안정성을 제공하는
 것은 중요한 문제이다. 만약 그렇지 못할 경우 하도는 사행하
 려는 경향을 가질 것이다. <그림 2.3>은 어떻게 하도직강화 공
 사가 설계되는지 모식도와 Red River의 구하도 사례이다.

국내의 경우 구하도는 이와 같은 인위적인 발생이 주류를



(그림 2.3) 인위적으로 발생한 구하도(Julien 2008)

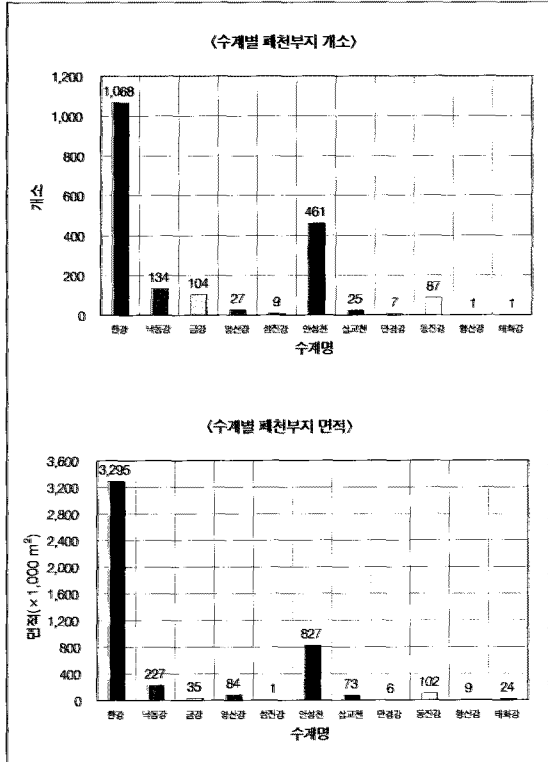
이룬다. 특히 70~80년대의 경지정리사업이 본격화되면서 하
 천 주변의 많은 홍수터가 농지로 편입되었다. 이 시대의 시각
 은 하천을 물길과 홍수터로 이어지는 귀중한 생태 서식처라
 기보다는 홍수피해를 막고 용수를 이용하기 위한 대상으로
 보았다고 해도 과언은 아니다. 즉 제방으로 둘러싸인 물길만
 을 하천으로 보고 단순히 홍수량을 안전히 통과시킬 수 있
 는가에 초점을 두어 하천을 개수해 왔다. 이와 같은 관점 하
 에 70~80년대에 본격적으로 실시된 하천 개수사업은 우리나
 라의 대부분의 하천을 홍수터로부터 단절시켜왔다. 이 과정
 에서 홍수터에 존재하던 많은 구하도는 폐천부지로 분류되
 게 되었다. 과거 하천정비사업 등으로 발생한 폐천부지는 사
 업에 필요한 비용으로 충당하기 위해 양여하는 것이 일반적
 이었다. 이로 인해 양여된 폐천부지는 농지나 택지 등 다른
 용도로 이용되어 왔고 많은 폐천부지에서 더 이상 예전 물
 길의 흔적을 찾기는 어렵게 되었다. 하천법의 개정으로 폐천
 부지를 무조건 양여하는 추세는 사라졌으나 아직도 폐천부
 지는 대부분 방치되고 있고 점용 등을 통하여 경작지 등으
 로 이용되고 있다.

2-2 국내의 구하도 현황

하도는 하천지형학적 용어이고 폐천은 법정용어인 폐천부
 지에서 파생되어 일반적으로 통용되는 용어이다. 포괄적인
 의미에서 구하도라 칭하는 것이 바람직하나 여기서는 폐천
 이 일반적으로 통용되는 용어라는 점과 복원대상으로 관심
 을 갖는 부분이 주로 폐천부지라는 점 때문에 제내지에 위치
 한 구하도는 폐천과 혼용하여 사용하고자 한다.

2005년 초 건설교통부에서 국가하천을 대상으로 수계별로

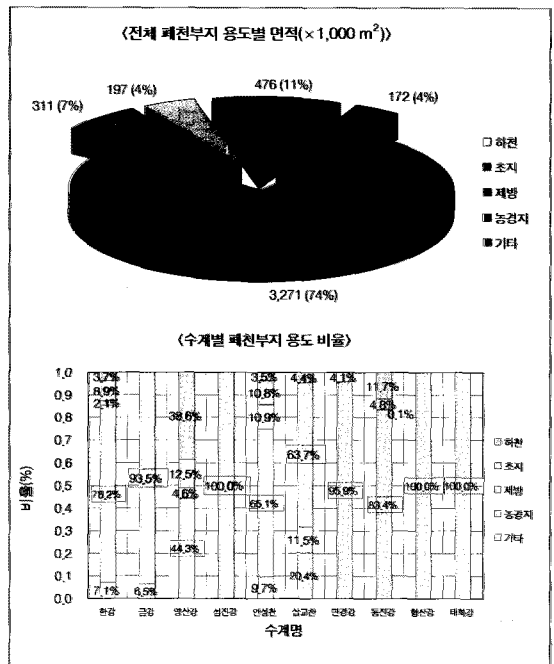
집계한 자료를 토대로 국내 구하도(폐천부지에 국한된 자료임) 현황에 대해 분석하였다. 분석자료는 우리나라 전국의 주요 수계별로 집계된 총 1,924개소, 면적 4,684,153m²을 대상으로 하였다. 주요 수계별 폐천부지 개소 및 면적은 <그림 2.4>와 같다.



(그림 2.4) 국내 폐천부지 현황

<그림 2.4>에서 보듯이 한강 수계와 안성천 수계가 개소 수나 면적으로 볼 때 가장 큰 것으로 나타났다. 한강 수계에서는 한강 본류(2,862,990m²), 임진강(308,695m²), 곡릉천(70,186m²)이 폐천부지 면적의 98%를 차지하고 있었고, 안성천 수계에서는 진위천(441,029m²)이 53%로 가장 많은 면적을 차지하고 안성천, 오산천, 황구지천은 10~20%의 면적을 나타내고 있었다.

폐천부지의 용도별 현황은 <그림 2.5>와 같다. 취득자료 중 낙동강 수계의 경우 용도별 현황자료가 부재하므로 분석에서 낙동강 수계는 제외하였다. 용도별 분석에 있어 하천, 초지, 제방, 농경지, 기타로 분류하였으며, 분류기준이 되는 내용은 <표 2.1>과 같다. <그림 2.5>에서 보듯이 전체 폐천부지



(그림 2.5) 폐천부지의 용도별 현황

중 농경지로 이용되는 면적이 74%로 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 경제성 측면에서 볼 때 근래 들어 농경지의 경제적 중요도가 낮아지고 있으므로 농경지로 이용되고 있는 폐천부지를 다시 수매하여 하천구역으로 편입시키는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 따라서 복원사업이 상대적으로 용이할 수 있는 부지로서 농경지, 초지, 하천용도로 사용되고 있는 폐천부지면적을 추정해보면 3,944,000m² 정도이다. 수계별로 볼 때 유류지나 나대지 등 방치된 면적, 즉 초지로 분류된 면적이 지배적인 금강(93.5%), 섬진강(100%), 삼교천(63.7%) 수계는 복원 가능성이 상대적으로 높은 수계로 판단된다.

(표 2.1) 용도분류 기준

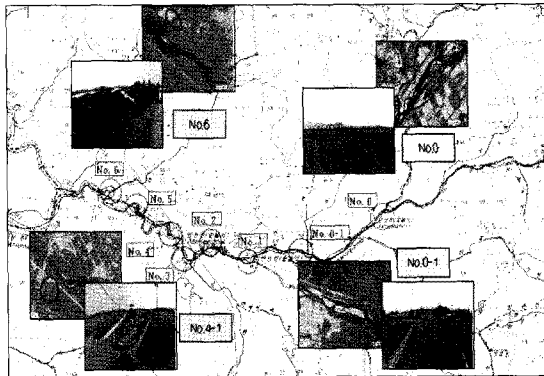
구분	내용
하천	천, 구거, 수로, 양어장, 뉴시터, 조정경기장
초지	나대지, 잡초지, 초지, 유휴, 대지, 산림 및 밭아
제방	제방 및 도로
농경지	논, 밭, 경작지, 답, 전, 과수원, 비닐하우스
기타	주거지, 공장, 주차장, 건물, 골재야적장, 수자원 공사, 공원, 운동장

현장조사는 과거지도와 현재 지도를 중첩시킨 후 항공사진자료를 추가 검토하고 현장답사를 통하여 확인하는 방법

〈표 2.2〉 폐천 및 구하도 유형분류

원인	형상	과거	현재	현재 사진		
인위적 변형	H-1, 하도 절단형 (하도 보존)					
	H-2, 하도 절단형 (타용도 전용)					
	H-3, 하도 절단형 (하도 유실)					

으로 수행하였다. 대상지역으로는 경기남부 지역의 안성천, 진위천, 황구지천, 양화천, 복하천, 청미천 등과 호남지역의 섬진강과 영산강에 대해 조사하였고, 만경강 및 낙동강 지역에 대해 조사 중이다. 〈그림 2.6〉은 조사지역의 한 예를 나타낸 것이다.



〈그림 2.6〉 안성천 유역 조사지역

현장 조사된 자료들 중 인위적인 원인(제방축조)으로 발생한 구하도는 1차적으로 복원대상으로 간주할 수 있다. 이들

은 현 상태에 따라 〈표 2.2〉에서 보이는 것처럼 물길이가 그대로 남아 있어 농수로 등으로 활용되고 있는 지역, 물길의 흔적이 연못 형태처럼 부분적으로 남아 있으면서 낚시터 등으로 점용되어 활용되고 있는 지역, 그리고 농경지 등으로 완전히 매립되어 하도흔적이 소멸된 지역 등 개략적으로 3가지 구분으로 대별할 수 있다.

3. 인위적인 구하도 단절에 따른 하천의 반응

총적하천의 경우 사행 발달 과정에서 구하도가 발생하는 것은 자연스러운 일이지만 발생한 구하도가 단절되어 폐천 부지로 편재된다는 것은 원래의 하천 홍수터가 제방으로 인해 축소되었다는 것을 의미한다. 이러한 하천 직강화에 따른 일반적인 영향은 유로가 단축되고 이에 따라 하도경사가 급해지며 지하수위가 저하되어 주변 홍수터 습지가 육지화된다는 것이다. 이는 하천변 습지를 포함한 자연스런 생태계가

단순화되고 훼손됨은 물론, 직선화되고 경사가 급해진 하도를 조절하기 위한 많은 낙차공 등의 횡단구조물을 필요로 하는 원인이 된다. 개개의 하천은 각각 고유한 특성을 지니고 있어 환경변화에 따른 반응도 역시 달라진다. 과거 비교적 자유롭던 하천이 인위적인 하천정비로 인해 어떻게 변화되어 왔는가 하는 특성을 이해하는 것은 향후 해당 하천을 복원할 경우 바람직한 복원방향이 무엇인지 알려주는 지표가 된다.

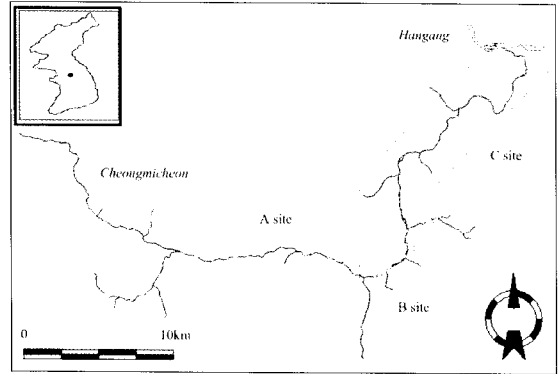
많은 하천들이 상세한 과거기록이 없는 관계로 정확한 하도변화(인위적 변화에 대한 하천응답)를 파악하기 어렵지만, 항공사진을 통한 분석은 주요한 자료를 제공해 준다. 국내 항공사진의 경우 1960년대 후반부터 자료축적이 이루어져 왔으며, 이는 하천개수사업과 경지정리사업이 본격화되는 1970, 80년대 이전이므로 하도형태 변화를 평가하는데 있어 중요한 의미를 지니게 된다. 인위적 하천정비로 인한 하천변화를 파악하기 위하여 <표 3.1>과 같이 1969년과 2000년 항공사진 자료로부터 청미천의 하도형태 변화를 분석하였다.

<표 3.1> 청미천 지역 분석에 사용된 항공사진

Date	Scale	No. of sheet	Focal length (mm)	Resolution (dpi)	Type of camera
April 1969	1/37,500	9	152.00	1,800	RC-8
April 2000	1/37,500	9	152.54	1,200	RMK-15

조사구간은 청미천 60km 구간중 상류를 제외한 중하류 약 40km 하도 구역을 하천정비로 인한 구하도가 빈번하게 형성된 지역(A구간), 구하도가 없는 지역(B구간), 구하도가 일부 형성된 지역(C구간)의 3구간으로 나누어 설정하였다(그림 3.1). 분석항목으로는 종·횡단 길이변화를 파악하기 위해 하천 중심선, 하폭(좌·우안 제방 간 거리), 제방 길이를

산정하였다. 그리고 하도 내 미지형 형태는 모래사주(Sand bar), 식생사주(Vegetated bar), 수역(Water area), 구조물(Works)로 구분하여 면적을 산정하였고, 식생사주의 경우 자연식생 구역과 농지 구역 구분이 모호함에 따라 이를 포함한 영역으로 나타내었다.



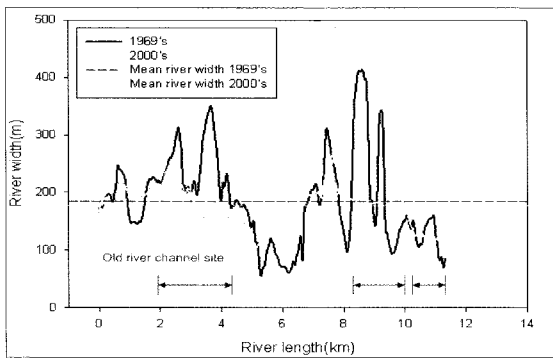
<그림 3.1> 청미천 항공사진 분석 대상구간

하천정비로 인해 청미천에서 형성된 구하도 구간은 총 11개 지점으로서, 형태는 전환수로(Bypass channel)와 만곡부를 직강화하면서 형성되는 구하도 타입으로 구분되며, 규모는 구하도 연장이 약 1km 정도를 전후하였다. 구하도 구간이 집중된 A, C구간에서는 1969년과 2000년 사이 청미천의 제방평균길이가 약 2km 감소하는 등 전체적으로 종단길이가 줄어들었으므로 하도경사가 과거하천에 비해 급해져 유사의 이동이 커진 것으로 추정되며 이로 인해 설치된 구조물 하류부에 퇴적현상이 발생하는 것으로 판단된다. 횡단길이 변화 역시 구하도 형성구간인 A, C구간에서 1969년과 2000년 사이 청미천의 평균 하폭이 약 10m 정도 감소하였으며, 종단별 하폭변화도 과거에 비해 종단거리에 따라 일정한 간격으로 직강화되는 것으로 나타났다.

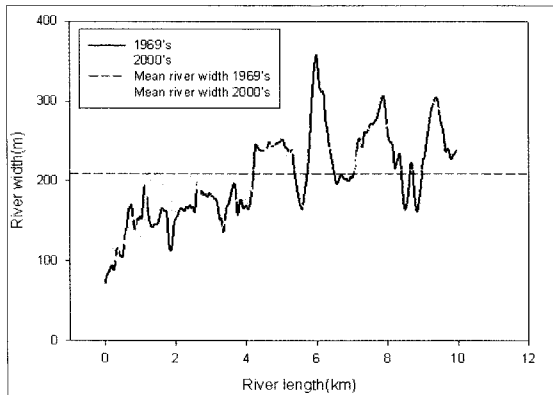
<표 3.2> 항공사진에서 추출한 1969년과 2000년의 청미천 물리특성 비교

Classification		1969년				2000년			
		A	B	C	total	A	B	C	total
Levee length (m)	Left bank	12,283	10,870	16,601	39,754	▼11,744	▲10,946	▼15,670	▼38,360
	Right bank	12,855	10,930	15,066	38,852	▼11,778	▼10,910	▼14,171	▼36,858
	Mean	12,569	10,900	15,834	39,303	▼11,761	▲10,928	▼14,921	▼37,609
River center-line(m)		12,089	10,766	15,240	38,095	▼11,654	▲10,867	▼14,875	▼37,396
Mean river width(m)		184.8	208.7	278.5	-	▼ 177.0	▲ 213.7	▼266.7	-

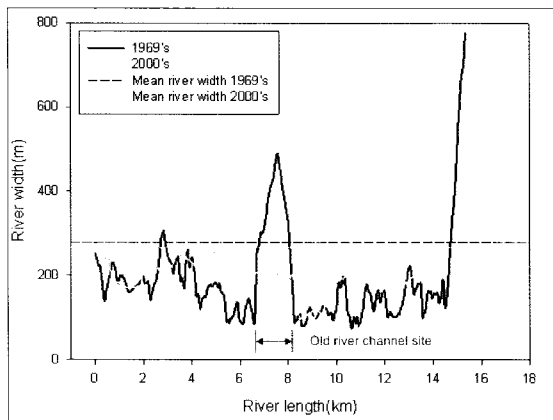
▲ : increase, ▼: decrease



(a) A site



(b) B site

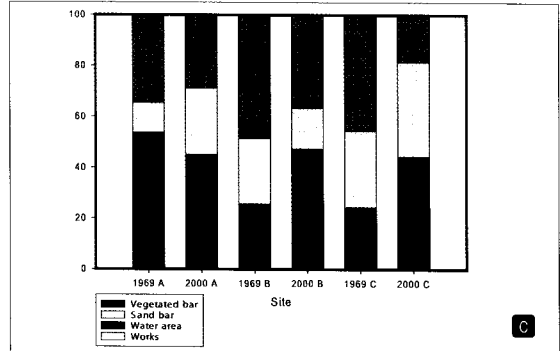
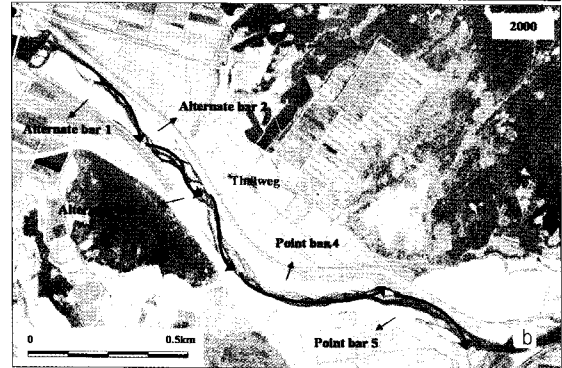


(c) C site

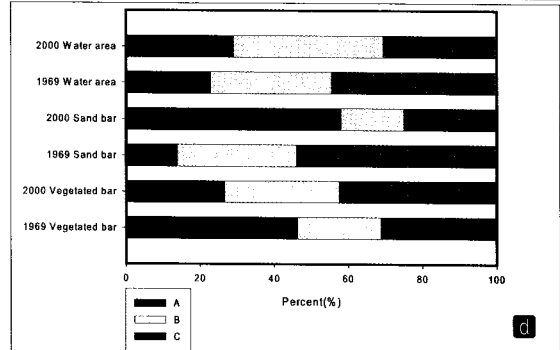
〈그림 3.2〉 청미천의 하폭 변화

미지형 영역 분류를 통한 정량적 비교 결과 1969년과 2000년 사이 청미천의 수역은 A, B, C 모든 구간에서 감소하고 A, C구간에서는 모래사주 영역이 크게 증가하는 것으로 나타났다(표 3.3, 그림 3.3). 이는 만곡부의 감소, 인공제방 축조 등 인위적인 하천지형변화와 하천구조물 증가에 대한 영향이 큰 것으로 판단된다. 이와 같은 결과는 항공사진

을 이용한 영상분석을 통해 인위적인 하천정비로 인한 구하도 및 폐천이 발생하면서 청미천의 하도형태가 변화됨을 파악할 수 있었다.



(c)



(d)

〈그림 3.3〉 하천정비 전(1969), 후(2000)의 청미천 미지형 특성변화

(표 3.3) 청미천 미지형 특성변화

Classification		1969년				2000년			
		A	B	C	total	A	B	C	total
Channel area (m ²)	Vegetated bar	1,161,721	566,983	784,270	2,512,975	▼934,270	▲1,067,710	▲1,491,147	▲3,513,126
	Sand bar	245,855	566,725	955,160	1,767,739	▲533,037	▼360,694	▲1,233,515	▲2,127,246
	Water area	744,639	1,068,029	1,458,824	3,272,302	▼594,951	▼830,609	▼624,169	▼2,049,729
	Works	159	650	-	810	▲2,234	▲12,539	-	▲14,773
	total	2,152,374	2,202,387	3,198,255	7,553,016	▼2,064,492	▲2,291,551	▲3,348,831	▲7,704,874

▲ : increase, ▼ : decrease

4. 국외 복원 사례

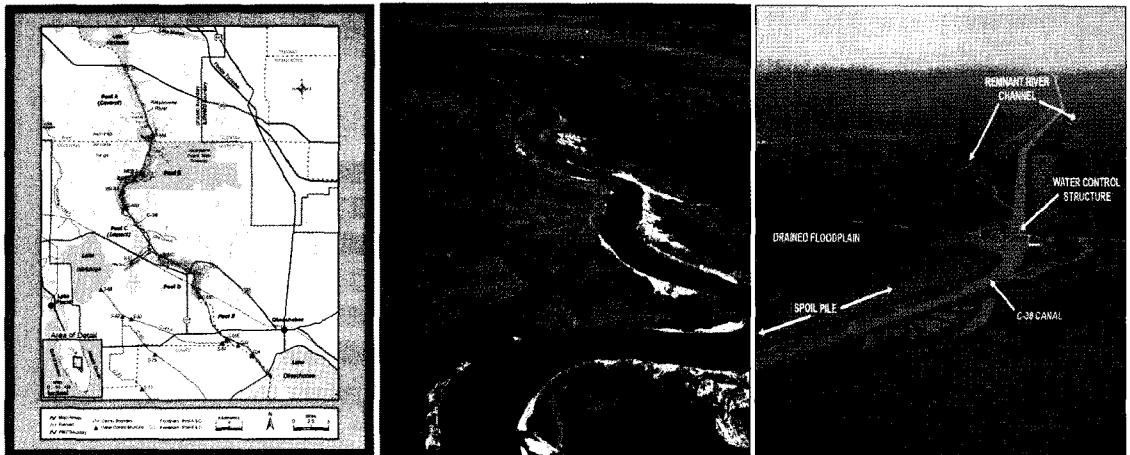
현재까지 국내의 구하도 복원사례는 찾아보기 어렵다. 그러나 함평천, 지석천, 수영강 등 하천을 복원하려는 몇몇 시도에서 구하도 복원계획이 수립된 사례가 있다. 외국의 경우 많은 구하도 복원사례가 있지만 여기서는 대표적인 몇 가지 사례를 소개하고자 한다.

4-1 Kissimmee River

미국 플로리다주의 Kissimmee River 복원사업은 세계에서 가장 큰 하천복원사업 중 하나이다. 과거 Kissimmee River는 Kissimmee 호수로부터 Okeechobee 호수까지 약 1.6~3.2km 폭의 홍수터에서 약 166km를 사행하였다. 광범위한 홍수터 범람이 장기간 있었던 Kissimmee River 유역

은 습지식물군의 모자이크로 구성되었고, 물새, 섭금류, 어류 그리고 다른 야생생물들이 서식하고 있었다. 그러나 홍수 조절을 목적으로 미공병단은 1962년에서 1971년 사이에 하천을 직선수로화하였다. 그 때문에 사행하던 하천은 약 9m 깊이의 중앙 배수로 형태로 변화되었다. 직선화된 수로는 제방과 댐 같은 조절구조물에 의해 다섯 개의 상대적으로 정체된 수역으로 구분되었다. 이로 인해 과거 홍수터의 2/3가 배수되어 습지식물군이 육상식물군으로 바뀌었고 하천의 1/3이 운하굴착과 준설토 쌓기로 파괴되었다. 홍수터의 생태기능 손실은 물론 겨울철 물새, 섭금류 그리고 낚시감인 어류의 극적인 감소를 가져왔다.

Kissimmee River를 복원하기 위한 사업은 준설된 직선수로의 되메움과 두 개의 조절구조물의 철거를 통해, 이전의 홍수조절 수준을 유지하면서 연속적인 사행하도 69km를 다시 연결하고 홍수터 습지 104km²를 복원하는 것을 내용으로 하고

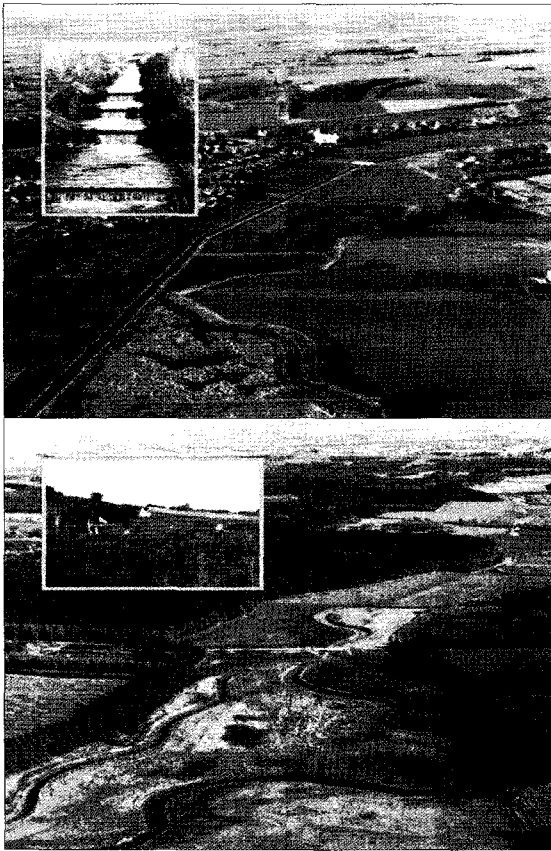


(a) 위치도

(b) 직선수로화 이전

(c) 직선수로화 이후

(그림 4.1) Kissimmee River (미국 플로리다)



〈그림 4.2〉 Brede River 복원사업 전/후
(County of Sonderjylland (1998), Denmark)

있다. 이러한 서식처 개선으로 300종 이상의 어류와 야생동물에게 큰 효과를 줄 것으로 기대하고 있다.

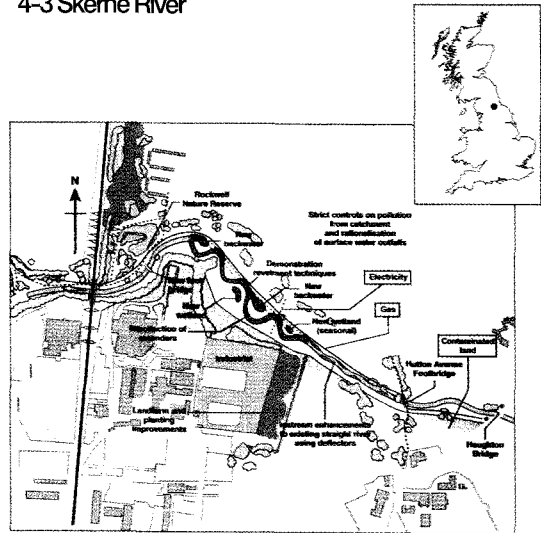
Kissimmee River 복원사업은 그 규모와 범위뿐만 아니라 특정 종이 아닌 홍수터 생태계의 복원을 목표로 했다는 점에서 높은 가치를 지닌다. 또한 완전 조성이 아니라 최소한의 공사로 하천이 스스로 형태를 찾아가도록 자연의 역동성에 의존하는 복원사업이라는 점에서 높게 평가되고 있다.

4-2 Brede River

Brede River는 473km²의 유역면적을 갖는 Denmark의 하천이다. Brede River는 1950년대에 농작물 생산을 효율적으로 하기 위해 직선수로로 직강화되었다. 〈그림 4.2〉에서 보는 바와 같이 흐름에너지를 감소시키고 사행을 방지하기 위하여 많은 보가 건설되었다.

Brede River 복원사업은 EU 연합 “Life” 사업의 시범사업 중 농촌지역하천복원사업의 하나이다. 1991~1997년 사이에 13.6km의 직선화된 수로를 약 20km의 사행수로로 복원하였다. 동시에 주변 홍수터가 겨울홍수시 충분한 침수빈도를 갖도록 하상을 높였으며, 수중생물의 서식처 개선을 위해 자갈과 돌들을 하상에 설치하였다. Brede River 복원과 관련하여 8개의 콘크리트 보를 철거함으로써 어류이동의 장벽을 해소하였다.

4-3 Skeme River



〈그림 4.3〉 Skeme River의 복원계획 및 위치도



〈그림 4.4〉 복원된 Skeme River

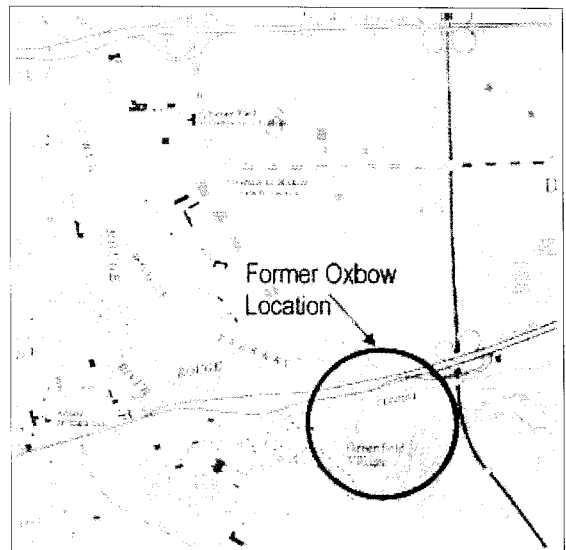
영국 하천복원사업의 대표적인 성공사례로 알려져 있는 Skerne River 복원사업은 EU 연합 “Life” 사업의 시범사업 중 도시지역하천복원사업의 하나이다. Skerne River는 250km²의 점토질 충적지 유역을 가지고 있으며 농경지 및 도시개발이 이루어진 유역이다. 완만한 경사의 저에너지 구간이 지배적이며 공장방류 등으로 유량변화를 보이는 지역이다. Darlington 시로 들어서면서 하천은 점차적으로 선형이 조정되었고 지난 200년 간 홍수조절 및 배수 그리고 도시개발을 위해 직강화되었다.

사업의 목적은 공장 등으로 오염된 Skerne River 지역의 홍수조절, 서식처 다양성, 수질, 경관, 주민 접근성 등의 개선을 위해 2km를 복원하는 것이었다. 이를 위해 통수능이 중요한 구간이나 서식처 혹은 경관 개선이 요구되는 곳에서는 강덕과 하천단면을 조정하였고, 지형조성을 위해 오염토를 굴착하였으며 굴착된 오염토는 공장지대와 같이 미관상 좋지 않은 지역에 성토하여 언덕을 형성함으로써 경관을 개선하였다. 수질과 경관 개선을 위해 배수구를 재설계하였으며 홍수터의 저류량을 확대하였다. 또한 상세한 모니터링에 의해 하천복원의 지식을 향상시키고, 지역주민에게 구현된 결과를 보여줌으로써 하천복원에 대한 이해증진을 도모하였다. 제한적이지만 사행을 복원하였다. 직강화된 Skerne River의 북쪽 하안을 따라 고압 가스관, 하수관 및 기타 시설이 매설되어 있어 복원의 제한요인으로 작용하였다. 이러한 제한요인으로 인해 복원이 가능한 남쪽 홍수터에 한정시켜 구하도를 복원하였다. 네 개의 사행이 재조성되었고 두 개의 하도습지를 조성하여 보완하였다.

4-4 Rouge River

미국 Michigan의 Dearborn에 위치한 Rouge 강의 수질은 다양한 오염원으로부터 들어오는 오염부하량으로 인해 악화되어왔다. 1970년대 미공병단의 홍수방어를 위한 직강화 사업을 수행하여 본류는 콘크리트 수로화되었고 이로 인해 인위적인 구하도(우각호)가 형성되었다. 그리고 이 지역은 커

다란 낙엽성 교목과 관목으로 덮인 습지가 되었다. 피복이 적어질수록 야생생물을 위한 식량과 피난처가 적어진다. 그 지역은 봄에 물을 보유하고 있지만 여름 동안 말라버리기 쉬운 지역이다. 2001년 5월부터 구하도내 서식처 복원, 합류식 하수구 개선, 그리고 본류와 연결하는 3단계의 복원사업이 시작되었다. 이 복원사업의 목적은 야생생물 서식처를 강화하기 위해 하도내 습지를 복원하고 수질을 개선하여 구하도를 복원하는 것이다. 이를 위해 구하도에 있던 기존의 채움을 제거하였다. 이렇게 형성된 구하도는 길이 677m, 폭 4.57~32m, 깊이 0.91~1.83m를 갖는다. 이 지역은 12,140m²의 습지로 둘러싸여 있다. 사면안정을 위해 생물공학적인 기법들이 사용되었다(O'Meara et al. 2002-2003). 현재 하류쪽 연결부가 본류와 연결되었으며 사업은 2007년에 완공되었다. 2003년 봄에 토종 어류들이 이 지역에 방류되었다. 복원된 구하도는 Rouge River의 홍수저류를 증가시킬 것이다. 사업 후 전지역에서 코요테, 여우, 미국너구리, 사슴, 맹금류, 부엉이, 박쥐, 오리, 왜가리, 거북이, 개구리 등 다양한 야생생물이 발견되었다. <그림 4.6>은 건설 전후의 전경과 전형적인 건설 후 횡단면을 보여준다.



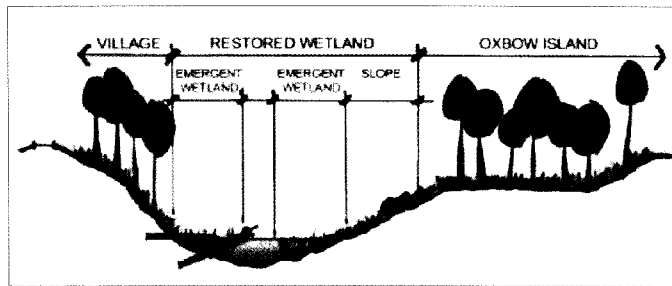
(그림 4.5) Rouge River 복원사업 위치도



(a) Aerial View Pre Construction (O'Meara et al, 2002-2003)



(b) Aerial View Pre Construction



(c) Typical Cross Section Layout (O'Meara et al, 2002-2003)

〈그림 4.6〉 Rouge River 구하도 복원(Dearborn, Michigan, 미국)

5. 맺음말

하천복원이란 말은 이미 하천사업의 핵심이 되어있다. 정부의 하천관련 부서들과 많은 지자체들이 하천복원사업을 시행해왔고 또 시행할 것이다. 물론 복원의 기준점이 어디냐 하는 문제는 있지만 이론적인 완벽한 복원은 인간이 점유한 홍수터를 모두 하천으로 돌려주는 것이다. 소위 말하는 지형학적인 복원의 규모를 말한다. 그러나 인간이 홍수터에 정착하여 살아온 이상 모든 것을 포기하는 한다는 것은 거의 실현성이 없다. 그 다음 단계의 차선책은 제방후퇴(setback levee)이다. 이 방법은 치수적으로나 환경적으로나 매우 안정적인 복원방법으로 알려져 있다. 구하도 복원은 하천이 갖는 상황에 따라 규모의 차이는 있지만 일종의 제방후퇴방법이라 볼 수 있다. 따라서 구하도 복원은 단순히 하천의 일부

를 복원하는 것이라기보다는 실현가능한 최선의 하천복원을 수행하는 것으로 인식되어야 할 것이다. 인위적으로 축소하고 왜곡시킨 제방 안에서의 하천복원은 한계가 있다. 이는 고도화된 도시의 하천처럼 모든 조건이 허용되지 않을 때 적용되는 단계의 복원방법이다.


제방후퇴 역시 하천과 주변상황에 맞게 그 복원규모가 결정되게 된다. 국외의 사례에서 보듯이 Brede River나 Kissingimsee River 사례처럼 전체 구하도를 모두 복원한다면 주변 홍수터의 생태계 역시 자연스럽게 복원될 것이다. 그러나 국내의 여건상이 같은 규모의 복원은 어려울 것이다. 그렇다면 취해야 할 다음 단계로 Skerne River 수준 혹은 더 어려울 경우 Rouge River 사례처럼 일부의 구하도 구간만이라도 복원하고자 시도해야 할 것이다. 이는 안정적인 하천시스템을 만들고 생태계복원의 효과를 높이기 위해 필요한 조치이며

시간이 갈수록 더욱 어려워질 것이 자명하기 때문이다.

하천공간이 충분하다면 인위적으로 형성된 구하도는 원래 그 하천이 가고자 했던 유로이다. 하천 스스로가 조성해나가는 복원이 인간 마음대로 그려놓은 설계도보다 안정적인 하천을 만든다는 것은 이미 알려진 사실이다.

하천공간이 충분하다면 그 안에서 물길과 하안 그리고 홍수터가 자연스럽게 범람하고 변화하면서 하천이 갖는 역동성에 따라 다양한 생태 서식처를 조성할 것이다.

문제는 현재의 하천공간이 충분하지 못하다는데 있다. 그렇다면 당연히 하천공간을 최대한 여유롭게 해주는데 그 답이 있을 것이다. 현재로서 하천공간을 확대하기 위한 가장 가능성이 큰 대상은 국내에 산재해있는 폐천부지이다. 그러나 이들은 점차 도시화로 편입되고 경작지로 점용되면서 영영 하천과는 멀어질 가능성이 높다. 우선 국유지부터 그리고 토지매수 등을 통해 확보가 가능한 지역부터 구하도를 복원하여 폐천부지를 다시 하천으로 되돌려 주는 것이야말로 장래에 소요될 하천복원비용을 최소화하는 방법일 것이다.

하천에게 여유를 만들어주자! 

감사의 글

본 연구는 국토해양부 및 한국건설교통기술평가원 건설핵심기술연구개발사업의 연구비지원(06건설핵심B01)으로 수행되었습니다.

참고문헌

- 자연과 함께하는 하천복원 기술개발 연구단 (2007).
폐천 및 구하도 보전, 복원기술.
건설교통부/한국건설교통기술평가원 건설기술혁신연구개발
사업 기술보고서 ER-1-2-2-1.
- 하천복원연구회 (2006). 하천복원사례집. 청문각.
- 한국건설기술연구원 (2007). 폐천/구하도 복원 사례집.
홍일, 강준구, 여홍구 (2008).
항공사진을 이용한 (단기간의 인위적인) 하도형태 변화 분석.
한국수자원학회 논문집(심사중)
- County of Sonderjylland (1998).
The River Brede, Brochure, County of Sonderjylland
Denmark.
- O' Meara, J., Tesner, J., and Alsaigh, R. (2003).
Oxbow Restoration Project Reconnecting to Our River and
Our Habitat, Environmental Consulting & Technology Inc.
Detroit, Michigan, 11.
- Pierre Y, Julien, Seema C, Shah-Fairbank, and Jaehoon Kim (2008).
Restoration of Abandoned Channels.
Draft Report prepared for the KICT.