

보 철거를 통한 하천생태통로 복원 - 미국, 프랑스의 사례

Stream eco-corridor restoration by the removal of obsolete dams - Cases of USA and France



이 동 섭 |

한국건설기술연구원 수자원연구부 연구원
dsrhee@kict.re.kr



우 호 섭 |

한국건설기술연구원 수자원연구부 연구위원
hswoo@kict.re.kr



안 흥 규 |

한국건설기술연구원 수자원연구부 선임연구원
ahnhk@kict.re.kr

대해서만 어도가 어류 생태통로로서 인위적으로 설치되고 있다. 하지만 이러한 인위적인 대응은 생태통로의 복원이라는 관점에서 바라볼 때 전체적으로 극히 미미한 수준이며, 대상 생물의 특성을 제대로 고려하지 않아 어도로서의 순기능이 매우 미약한 것이 사실이다.

국내의 경우 아직까지는 하천 생태통로 복원, 안정성 등을 목적으로 보나 소규모 댐을 철거하는 경우는 거의 없다. 자료에 의하면 현재 전국적으로 약 18,000여개의 보가 가동 중인데 그 중 높이가 2.0m 이하의 보가 약 95%를 차지한다. 과거 50년 동안 국내에서 보의 설치 수는 매년 증가하였으나, 근래에 들어 감소하는 추세이며, 이미 매년 50~150개 정도의 보가 주변 토지 이용의 변화, 양수장/취수장의 통폐합, 시설 노후화 등을 이유로 폐기되고 있다. 하지만 폐기된 보는 대부분 하천에 남아있어 계속하여 문제를 발생시키고 있다. 따라서 국내의 경우에도 보 철거를 통하여 하천생태통로복원 및 수질 개선, 하천 경관 개선 등 결과적으로 하천환경복원을 추진할 필요가 있다.

본 기사에서는 이러한 하천 횡단구조물의 적극적인 철거를 통한 하천생태통로복원의 필요성을 이야기하기 위해서 미국, 프랑스의 사례를 중심으로 보 철거 사례를 소개하고자 한다.

1. 머리말

국내에서 보¹⁾는 주로 수위 유지, 용수 공급 등의 목적으로 하천에 설치하고 있다. 하도 내에 축조된 보로 인하여, 어류 및 수중 생물이 이동할 수 있는 하천생태통로가 차단되며, 흐름 정체로 인하여 보 상류부의 수질이 악화되고, 수변 생물 서식처가 변화하며, 하천 경관이 크게 훼손당하게 된다. 이러한 문제는 이미 널리 알려져 있지만, 아직 국내의 경우 적극적으로 대처하지 않고 있으며, 회유성 어류가 소상하는 하천에 설치된 일부 보에

2. 미국의 소규모 댐 철거 사례

미국의 경우 지난 백 년 동안 대략 1.8m 이상의 높

1) '보(伏)'는 국내에서 주로 농업용 관개를 위해 하천을 횡단하여 설치되는 구조물을 의미하며, '소규모 댐(small dam)'은 미국, 유럽 등지에서 여러 목적을 위해 하천 수위를 높이고 물을 저류하는 용도로 사용되는 하천 횡단 구조물을 통칭하는 것이다. 또한 일본에서는 국내의 '보'에 해당하는 구조물을 '언(堰)'이라 부른다. 본 기사에서는 "하천생태통로복원"이라는 관점에서 이들 용어에 대해 동일한 시각으로 접근하고 있다.

이를 가지는 소규모 댐을 75,000개 이상 설치해 왔으며, 보다 규모가 작은 보(weir)의 경우에는 그 수를 헤아릴 수 없을 정도로 많이 설치되어 있다고 한다. 미국의 경우에는 국내와는 달리 대부분의 보나 소규모 댐이 개인이나 회사 등에 의해서 설치되어 이용되고 있는 경우가 많다. 이러한 보 중 기능을 상실하거나, 노후화하여 용도가 없어진 보의 경우 더 이상 관리가 제대로 이루어지지 않아 사회 문제로 부각되고 있다. 따라서 최근 환경 단체를 중심으로 기능을 상실한 보를 철거하여 어류의 생태통로를 복원하고, 수질을 개선하며, 하천 경관을 개선하려는 움직임이 일고 있으며, 연방 정부 및 주 정부, 지자체 등과 협력하여 특히 회유성 어류가 돌아오는 하천에 설치된 보를 중심으로 점차 보를 철거하는 사업을 진행하고 있다.

(1) 오리건 주 Bear Creek의 Jackson Street Dam 철거

Jackson Street Dam은 Bear Creek의 물을 Rogue River Valley Irrigation District(RRVID)의 관개수로에 공급하기 위한 목적으로 오리건 주 Medford 시의 Bear Creek에 1960년에 설치되었다. 보의 건설로 인하여 어류의 이동이 부분적으로 제한되었고, 하천에서의 어류 서식처가 사라지게 되었으며, 점차 저수지의 수질이 악화되어 악취와 조류로 가득 차게 되어 시립 공원을 이용하는 시민들에게 불쾌감을 주게 되었다. 1980년대 초에 Medford 시는 관련 단체와 함께 대책을 협의하여 보로 발생한 문제점들을 해결하기 위한 가장 경제적인 방법이 보를 철거하는 것이라고 합의하였다. 대신에 관개를 위하여 기존 취수보를 대신할 수 있는 다른 구조물을 설치하기로 하였다. 이러한 보 철거 결정은 관련된 모든 단체 뿐만 아니라 Bear Creek과 강에 살고 있는 회유성 어류들에게도 큰 도움이 되었다. Bear Creek과 그 지류는 은연어(coho salmon), 왕연어(chinook salmon), 철두송어(steelhead)와 같은 회유성 어류들과 정착성 어류들에게 서식처를 제공한다.

• 철거 이전의 보의 영향

Jackson Street Dam은 Bear Creek 하류로부터 17.7km 지점에 위치해있다. 이 보는 본류인 Rogue River로부터 상류로 이동하는 회유성 어류들이 마주치는 첫 번째 주요 관문인데, 특히 잘못 설계된 어도로 인하여 어류 이동에 큰 장애가 되었다. 보에는 상류로의 어류 이동을 위해 어도가 설치되어 있지만, 시공 결함으로 인하여 오히려 어류의 이동을 막거나 지연시켰다. 1978년 이래로 지역 정부는 수질 개선을 위해 계속하여 노력해 왔지만, 1998년 보가 철거되기 이전에, 이러한 노력은 침전물 발생, 조류 성장 등으로 인하여 계속하여 방해받았다. 게다가 실트와 부유물로 가득 찬 저수지는 Medford 시내의 모든 악취의 근원으로 민원의 대상이었다.

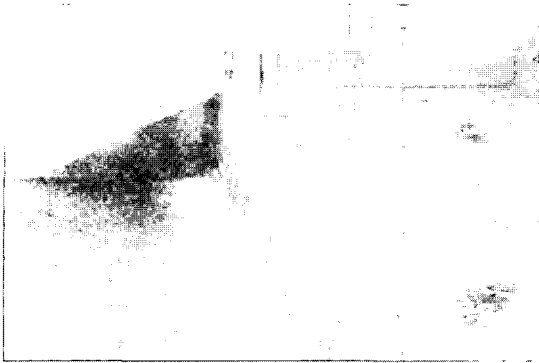
• 철거 결정과 과정

보 철거를 계획하기 위해서는 기존 관개 지역에 동등한 성능의 관개용수 공급 시스템을 제안하는 것이 필요하였다. 13년에 걸쳐 이루어진 합의에 기초하여, 기존에 설치된 보를 대신하여 어류 등에 피해를 덜 주는 도수용 구조물을 기존 보를 대신하여 설치하기로 한 것이다. 새로 설치된 구조물은 기존 보 높이의 대략 1/4 정도였고, 회유성 어종이 상하류로 쉽게 이동할 수 있도록 설계되었으며, 구조물 상류에 소량의 물이 남아 어류의 이동을 보조하도록 설계되었다. 또한 새로운 도수용 구조물은 관개용 수로로 어류가 들어가지 못하도록 어류 보호망을 완비하였다.

보 철거를 위한 주요 비용은 오리건 주와 Medford 시가 부담했으며, 민간단체인 Oregon Trout와 미개척국(USBR)에서 보 철거를 위한 추가 비용을 제공하였다. 보를 철거하는 것은 Medford 시가 진행한 프로젝트의 목적을 최소의 비용으로 달성할 수 있는 최선의 대안이었다.

• 복원 효과

보 철거를 통해 상류 저수지에 밀어 잠겨있던 대략 0.4km 정도의 하상이 복원되었으며, 회유성 어류를



Source: Modified from Resource Agency



그림 1. Jackson Street Dam 철거 전·후 현황(American Rivers 등, 1999)

위한 상하류 어류 이동로가 개선되었다. 상류로의 이동로는 어설프게 설계되었던 어도 대신에 쉽게 이동이 가능한 일련의 0.3m 낙차공을 설치하여 개선하였으며, 또한 이 낙차공 시설이 하류로의 이동을 가능하게 하여 어류들이 더 이상 이동에 곤란을 겪지 않게 되었다. 보로 인해서 가장 큰 영향을 받던 은연어 뿐만 아니라 다른 어종들도 기존 보의 상류에서 발견되기 시작하였다. 하천이 새로이 복원되면서 강턱이 어류를 위한 양육지로 제공되며 수변의 식생이 복원되었다.

(2) 펜실베이니아 주 Conestoga River에서의 보 철거

1996년부터 1999년까지, 펜실베이니아 남동부에 위치해 있는 Conestoga River와 지류로부터 총 7개의 보가 철거되었다. 철거된 보들은 모두 이미 기능이 없어진 보들로 지역 경제와 문화에 매우 중요한 American shad가 과거에 이용했던 Conestoga의 산란지에 접근하는 것을 막아버렸다. 또한 철거된 보들은 보다 작은 이동성(migratory) 및 정착성(resident) 어류들의 이동을 막음으로써 전체 Conestoga River 생태계의 기능을 퇴보시켰다. 펜실베이니아 Fish and Boat Commission은 미환경보호청의 체서피크 만을 위한 회유성 어류 이동로 및 하천 서식처 복원 프로그램의 원조를 받아 보들을 철거하였다.

• 철거 이전의 보의 영향

Conestoga River는 펜실베이니아 남동부 지역에 있는 Lancaster County에 위치해 있으며, Susquehanna River의 가장 큰 지류로, 이전에 건설된 수많은 보들이 물을 저류하고 있었다. 이러한 보들 중 많은 보들이 더 이상 건설될 때의 목적으로 이용되지 않고 있으며, 파손되어 방치되어 있거나, 버려져있었다. 보의 영향으로 인하여 하천 환경이 저하되고 홍수위험도가 증가함에 따라 이 보들 중 7개의 보가 철거되었다. 보의 건설로 인한 가장 큰 영향은 역사적으로 Conestoga 본류에서 발견되는 American shad의 회유 개체 수의 감소이다. 이러한 회유는 Conestoga River와 Susquehanna River에 보가 건설됨에 따라 사라졌으며, river herring과 미국 장어(American eel)와 같은 소형 회유성 어종과 walleye나 송어 같은 정착성 어종들에게도 명백한 영향을 끼쳤는데, 이러한 종들은 그 생명력을 지키기 위해서 최적화된 서식처로의 접근을 방해받지 말아야한다.

• 철거 결정과 과정

주의 전 지역에 있는 불필요한 보들의 철거를 촉진하기 위해서, 펜실베이니아 환경보호국(Pennsylvania Department of Environmental Protection)은 보 소유주들이 원하지 않거나 안전하지 않은 보들을 먼저 철거하기 시작하였다. 철거 과정은 중·대규모 하천에 보

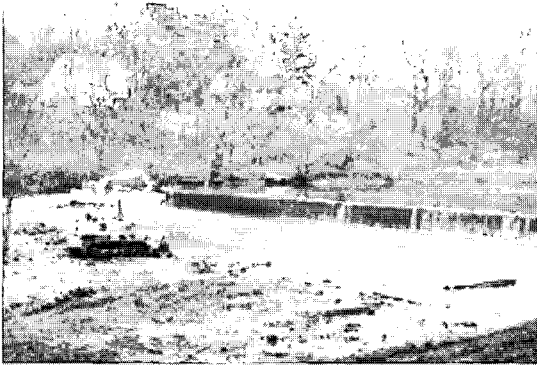


그림 2. Rock Hill Dam 철거 전·후 현황(American Rivers 등, 1999)

를 소유하고 있는 소유주들 중 보 철거에 관심이 있는 소유주들에게 철거를 권유하는 것으로 시작되었다. 보 소유주가 관심이 있다면, 보 철거의 영향을 받는 주변 토지 소유주들에게 알렸으며, 관심의 정도에 따라, 보 철거의 잠재적 영향을 토론하기 위하여 공개토론회가 개최되었다. 공공 의견을 청취한 이후에 보 철거를 위한 공학적 설계가 이루어졌으며, 환경 평가가 수행되고, 유사와 침식 제어 계획이 수립되었다. 이러한 계획은 미공병단(USACE)에 의해서 승인되었다. 전체 허가 과정은 대략 12에서 18주가 소요되었다.

보 철거를 위한 재원은 미환경보호청의 체서피크만을 위한 회유성 어류 이동 통로 및 하천 서식처 복원 프로그램에서 지원하였으며, 이 프로그램에서 필요한 비용 중 50%는 연방 재정이 아닌 다른 곳으로부터 조달되었다. 펜실베이니아 Fish and Boat Commission이 나머지 재원 중 대부분을 지원하였다. 다른 지방자치기관이나 민간단체에서도 보 철거를 지원하거나 기여하기위해서 일부 재정을 지원하였다.

• 복원 효과

Conestoga River에서 보를 제거한 후 40km의 하천 구간이 자연스러운 흐름 조건을 유지할 수 있도록 복원되었다. 이 보의 철거에도 하류 지역의 장애물로 인해서 회유성 어류들이 이 지역에 도달할 수는 없었지만, 그럼에도 불구하고 정착성 어종들을 위한 생태계를 복원시켰다는 것은 크게 의의를 가진다.

Conestoga River가 정착성 어종들을 위한 최적화된 산란지와 서식처를 제공하기 때문에, 이러한 보들의 철거는 이러한 어종들의 개체수의 증가와 질을 크게 개선하였는데, 이러한 정착성 어종들은, large walleye나 전어(gizzard shad)와 같은 어종으로, 보 철거이전에는 Conestoga River에서 그리 풍부하지 않았다

개별 보 철거가 이루어진 후 1년 만에, Conestoga에서의 하천 환경은 크게 개선되었다. 하천 강턱은 안정화되었으며, 더 이상 침식이 발생하지 않았다. 하천 경사는 크게 개선되었으며, 하천 흐름은 복원되었고, 유사는 하류 쪽으로 흘러가며, 하천의 미생물도 돌아왔다. 이러한 모든 것들이 Conestoga가 훨씬 건강한 하천 생태계로 돌아왔다는 사실을 시사한다.

(3) 노스캐롤라이나 주 Neuse River의 Quaker Neck Dam 철거

Quaker Neck Dam은 1952년에 화력발전소에 냉각수를 공급하기 위하여 건설되었으며 보 철거를 위해 보 소유주, 공무원, 어장 관계자, 환경 단체 등이 모여서 팀을 구성하였다. 그들은 거의 5년 동안 법률과 안전성 조건을 만족하는 가장 비용 효율이 높은 계획을 찾기 위해서 같이 일하였다. 철거는 1997년에 시작되었으며, 1998년에 완료되었다.

• 철거 이전의 보의 영향

Neuse River는 줄무늬농어(striped bass), American shad, 전어(hickory shad), alewife, blueback herring, 두 종류의 철갑상어, 미국 장어(American eel)와 같은 수많은 중요한 회유성 어류에게 서식처를 제공한다.

노스캐롤라이나 동쪽 지역에는 예전에는 제재소나 수력발전을 위해서 쓰여 졌던 많은 보들이 여전히 많이 버려져있다. 또한 이러한 보들의 존재로 인하여 수백 마일에 달하는 회유성 어류의 서식처에 대한 접근이 여전히 방해받고 있다. Neuse River에 회유성 어류 관리를 담당하고 있는 환경관리청은 어류 이동에서 가장 해로운 것이 이러한 보라고 이야기한다. 바로 이러한 보들 중의 하나가 Quaker Neck Dam 이다. 이 보는 Neuse River의 하구에서 225km 상류에 위치해 있으며, 상대적으로 작은 보임에도 불구하고, 이 보는 이전에 회유성 어류들이 이용해오던 보 상류의 산란지에 대하여 접근을 못하게 막아버렸다.

Quaker Neck Dam은 어류들의 회유를 방해할 뿐만 아니라 노스캐롤라이나 지역에 사는 많은 주민들의 관습마저도 바꿔버렸다. Neuse River에서 다음과 같은 American shad 어획고의 급격한 감소로 인해서, Quaker Neck Dam 건설 이전에는 70,000 파운드에 달하던 것이 건설 이후인 1996년에는 25,000 파운드로 감소하여, 명백히 노스캐롤라이나 경제에 보가 끼치는 영향을 정량화하여 잘 보여준다. Quaker Neck Dam과 관련한 shad 어획의 감소는 많은 노스캐롤라이나 주민들로 하여금 결국 생업을 바꾸게 하였다.

• 철거 결정과 과정

Quaker Neck Dam 철거의 초기 단계는 1989년에 US Fish and Wildlife Service가 이 보를 회유성 어류에 대한 장애물로 분류하였을 때에 시작하였다. 이러한 분류의 결과로 1991년에 Coastal America Partnership은 이 보를 어류 이동로 개선을 위한 후보로 선정하였다. 보의 소유주인 CP&L(Carolina

Power & Light)은 보 철거에 반대하지 않으며, 필요한 용수 취수 문제만 해결된다면 보를 철거해도 된다고 동의하였다. 1993년에 미공병단은 유연한 해결책을 찾아내었는데, 발전소의 취수로에 Neuse River를 막지 않는 22.5m 폭의 위어를 만드는 것이다. 그러나 모든 복잡한 재정상, 안전상, 법률적인 문제를 해결할 때까지 3년이 더 필요했고, 그때서야 보 철거가 시작될 수 있었다. 1997년 12월 보 철거는 시작되었지만, 보는 소규모 보임에도 불구하고 매우 잘 만들어져 있어서 결과적으로 1998년 9월이 되어서야 완전히 철거되었다. 오랜 철거기간 동안 보 뒤에 퇴적되어 있던 유사는 천천히 강 하류 쪽으로 흘러져 사라졌다.

Quaker Neck Dam 철거를 위한 총 비용은 205,500 달러가 소요되었다. 많은 정부기관과 비정부조직이 보 철거를 위해서 함께 일하였으며, 이러한 연대에 의한 협력 노력은 프로젝트의 성공에 결정적으로 기여하였다.

• 복원 효과

Neuse River는 이제 하구로부터 대략 350km에 이르는 상류구간에 이르기까지 더 이상 장애물이 없는 하천이 되었다. Quaker Neck Dam의 철거로 어류 산란지에 대한 이동로는 영구히 복원되었다. 회유성 어류는 과거에 산란지로 이용되던 Neuse River의 산란지 중에 90%에 해당하는 지역으로 돌아올 수 있게 되었다. 보 철거는 회유성 어종 중 다음과 같은 8종의 어종에 크게 도움이 되었으며, 줄무늬농어, American shad, 전어(hickory shad), shortnose 철갑상어, 미국 장어(American eel) 등이 포함이 된다. 또한 멸종 위협종인 dwarf wedge mussel을 포함하는 마합류(mussel) 종들도 크게 도움을 받게 되었다.

노스캐롤라이나는 이전에 미국에서 American shad와 줄무늬농어가 가장 많이 잡히는 지역이었다. 이러한 어장이 복원됨에 따라, Quaker Neck Dam의 철거는 전체 주의 경제와 변영에 기여하고 있다. 어류의 개체 수는 보 건설 이전 수준이나 아니면 그

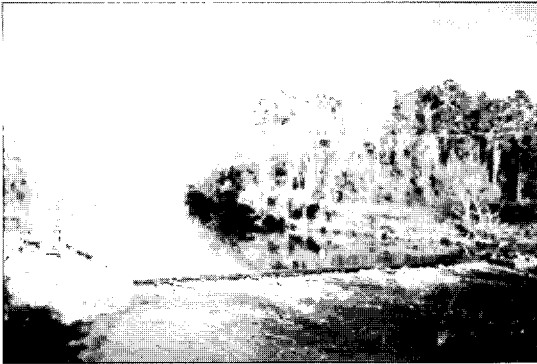


그림 3. Quaker Neck Dam 철거 전·후 현황(American Rivers 등, 1999)

보다 높은 수준으로 회복될 것으로 기대되고 있으며, 회유성 어류의 귀환으로 Neuse 강의 전반적인 생태계 건강이 회복되고 있다.

3. 프랑스의 소규모 댐 철거 사례

유럽의 경우에도 20세기 초부터 제2차 세계 대전 종료 시점 사이에 건설된 댐들이 점차 노후화하여 수명을 다하고 있다. 이러한 댐의 대부분은 주로 산악 지역에 많이 건설되었는데, 특히 알프스(스위스, 이태리, 프랑스, 오스트리아) 지역과 노르웨이에 많이 위치하고 있다. 이러한 댐들은 주로 높이가 3~25m 사이이며, 필요에 따라 더 규모가 큰 댐들이 건설되었다.

유럽의 댐들은 국가나 주 정부에서 댐 사용자 측에 사용권이나 설치권을 허가해 준 경우가 많은데, 대부분 40~60년 내외이다. 최근 댐이 노후화하여 철거의 필요성이 높아지자 더 이상 사용권을 갱신해주지 않고 가동을 중단하는 경우가 점차 많아지고 있으며, 시범적으로 보 철거 사업을 시행하고 있다.

(1) 프랑스 Vienne River의 Maisons-Rouges Dam 철거

• 배경

Vienne River와 Creuse River 합류부 800m 하

류에 수력 발전을 위해 1922년에 건설된, Maisons-Rouges 댐은 4m의 낙차를 유지하고 있다. 건설 초기에는 제지 공장을 위해 전력을 공급하였으며, 1950년에 Electricité de France(EDF)의 자산으로 통합되었다. 이 댐은 모든 주요 지천의 합류점에 대하여, 바다로의 이동을 방해하는 가장 가까운 장애물이었기 때문에, 수계에 서식하는 다양한 이동성 어류들에 대하여 실질적인 영향을 주었다. 특히 이러한 영향으로 이미 상류 산란지로의 접근 기회가 줄어들면서 교통 받고 있던 연어는 강에서 사라졌다. 하천에 살고 있던 청어류(shad)는 댐 하류에 남아있는 산란지를 인식처로 찾아내었지만, alicia shad(alosa)와 twaite shad(alosa fallax/alosa firta) 종 사이에서의 이종 교배 문제를 안고 있었다. 여러 가지 어도가 설치되었지만 효과는 미미했고, Vienne River의 지류 중의 하나인 Gartempe River에서 수행된 다양한 연어 어종에 대한 재도입 계획은 주목할 만한 결과를 가져오지 못했다.

1994년 1월 4일에 채택된 "Loire Grandeur Nature(Natural Loire River Plan)"에 의해서, 프랑스 정부는 댐 운영 면허 종료일인 1994년 12월 31일에 면허를 갱신하지 않기로 결정했다. 이권 종료 시점에 댐의 소유주가 된 주 정부는 다른 경제적 요인으로도 균형을 맞출 수 없는 이러한 영향의 중요성 때문에 댐 철거를 시행해야만 했다.



그림 4. Maison-Rouges Dam 철거 현장 (European Rivers Network, 2005)

• 공사 시행

공사는 주 정부의 Ministry for the Environment and Territorial Planning에서 감독했으며, 철거 작업은 Indre-et-Loire Department of Transport and Urban Planning and Construction Directorate가 주도하였고, 실질적인 작업은 EDF의 책임 하에 이루어졌다. 댐 철거를 위해서 소요된 총 비용은 프랑스 프랑(FF)으로 1,400만 프랑(1 US \$ = 6 FF)이었으며, 비용의 대부분은 Loire-Brittany Water Agency의 조력을 얻어 Ministry for the Environment and Territorial Planning에서 부담하였다.

• 공사 중 문제점

가장 주요한 어려움은 댐 철거 이후에 가장 중요한 지방세 재원을 상실하는 것 때문에 고통 받게 되는 몇몇 농촌 마을의 반대였다. 결과적으로 이러한 마을들에 대하여 경제적인 보조를 해주는 보충 계획이 세워졌다. 이러한 계획은 댐 철거 재원을 조달하는 것과 같은 수준의 중요도를 가지고 처리되었다. 중요한 재정 지원은 주 정부와 Water Agency에 의해서 승인되었으며, EDF와 여러 지방 공공기관들이 지역 개발을 지원하였다.

철거 공사는 1998년 여름에 시행되었으며, 기술적인 문제들은 계약 기관들에 의해서 해결되었다. 시공 현장 중 절반은 가물막이 댐으로 막아 주변 농

경지 관개를 위해 필요한 용수를 저류시켰고, 실질적으로 철거 작업에는 세 개의 널말뚝 칸막이를 제거하는 것이 포함되었는데, 널말뚝을 산소 아세틸렌 절단용 토치를 이용하여 절단한 후 칸막이 사이의 흙이나 폐자재는 증장비를 이용하여 제거하였다. Vienne River와 Loire River는 역사적으로 극심한 토사 유출이 있어왔기 때문에, 예상되는 침식 및 세굴을 방지하기 위하여 하루 하상에 토사 유출 방지용 턱(sill)을 설치하였다. 또한 이러한 턱은 상부 저수지에 쌓여있던 토사가 천천히 이동하도록 하는 역할을 하였다.

저수지 퇴사는 주로 모래였으며, 오염 등의 문제는 나타나지 않았다. 저수지에서 농업용수를 취수하던 많은 양수장들은 주 정부에 의해서 철거되었다(비용은 총 비용에 포함). 그러나 댐 800m 상류의 합류부 주변에 있던 캠핑장은 슬라이딩으로 고통 받았는데, 건물 중의 하나는 건물 외벽의 일부에 금이 발생하였다. 이러한 것은 아마도 댐 철거로 인하여 지하수위가 4m 정도 하강한 것이 원인인 것으로 추정된다. 하천에 서식하고 있던 청어류 등의 어종은 댐 철거로 인하여 크게 도움을 받았는데, 철거 현장 상류 20km 지점에서 총 433마리가 잡혔으며, Maison-Rouges 댐의 12km 상류인 Descartes 하류의 Creuse River에서는 15마리가 잡혔다.

Vienne River의 Châtellerault와 Creuse River l'Illette에서 실제로 어류들이 이용하고 있는 산란지가 발견되었다. Châtellerault 댐 하류의 Vienne River에서는 칠성장어(lamprey)도 역시 발견되었다. 결과적으로 새로이 칠성장어 개체군이 Creuse River의 Saint-Gaultier, Gartempe River의 Saulgé, Anglin, Cancrenier까지 다시 서식하기 시작했다. 1920년대 Maisons-Rouges 댐 건설 이래로 댐 상류에서 살아있는 연어가 발견된 적이 없었다. 하지만 1999년 7월 현재 새로이 연어가 발견되었다. 따라서 이러한 연어의 발견과 청어류, 칠성장어의 증가는 Maisons-Rouges 댐의 철거가 이러한 이동성 어종에 대하여 긍정적인 영향을 주었다는 것을

확인할 수 있다. Chinon 대학에서 이러한 댐 철거를 모니터링 하였으며, 1차 조사결과 하상이 댐 건설 이전으로 돌아가고 있다는 것을 확인하였다.

(2) 프랑스 Allier River의 Saint-Etienne du Vigan Dam 철거

• 배경

이 댐은 1895년에 Langogne에 전력을 공급하기 위하여 Saint-Etienne du Vigan의 한 마을에 건설되었다. 높이는 대략 12m 정도이며, 이동성 어류를 위한 어도는 설치되어 있지 않았었다. 이 댐에 의하여 상류 연어 산란지는 사라졌으며, 댐이 건설되던 시기에 내수면 어업 종사자들에 의한 강한 반대가 있었지만, 댐은 건설되었다.

Langogne에서는 1895년에 세워졌던 댐이 일부 파손 되었을 때 기존 댐에서 몇 미터 정도 떨어진 지점에 새로이 콘크리트 댐을 건설하였고, 1950년에 Electricité de France(EDF)가 댐의 소유주가 되었다. 1994년 1월 4일에 채택된 "Loire Grandeur Nature(Natural Loire River Plan)"에 의해서, 주지사는 1994년 10월에 댐 면허를 갱신하지 않았고, 프랑스 정부는 EDF가 직접 비용을 부담하여 댐 철거 후 자연스러운 하천 상태를 회복하도록 지시하였다.



그림 5. 철거 전의 Saint-Etienne du Vigan Dam (European Rivers Network, 2005)

• 공사 시행

철거 공사는 EDF의 책임 하에 시행되었으며, 총 비용은 7백만 프랑이 소요되었고, 대부분의 재원은 EDF에서 직접 지원하였으며, 비용 중 일부는 Loire- Brittany Water Agency에서 부담하였다.

• 공사 중 문제점

댐 철거 공사는 소규모 홍수가 발생하기 전까지 연기되었는데, 댐 수위를 낮추기 위해서 방류하는 동안 하류 지역에서 발생할 수 있는 오염 문제를 회피하기 위해서였다. 철거 작업은 1998년 6월 24일에 댐을 폭파함으로써 시작되었다.

저수지 바닥에 퇴적되어 있던 토사는 오염 등의 문제가 없었으며, 대부분 모래와 자갈이었다. 댐 철거 현장은 급속하게 자연상태와 매우 근접한 상태로 회복되었으며, 1998년과 1999년의 겨울에 기존 댐 위치에서 5개의 산란지가 발견되었다

4. 맺음말

외국의 소규모 댐 철거사례 중 국내에서 현재 이용되고 있는 취수용 보와 그 형태와 규모가 유사한 5개 사례를 선택하여 소개하였다. 외국의 경우에도 과거에 설치되었던 댐이 사회 문제, 환경 문제로 대두되면서,



그림 6. Saint-Etienne du Vigan Dam 폭파 정경 (European Rivers Network, 2005)

보/소규모 댐 철거가 새로운 화두로 등장하고 있다.

소개된 사례에서도 확인할 수 있듯이, 보 철거는 주로 기능을 상실하거나 용도 폐기된 보를 대상으로 실시하는 경우가 많으며, 기능을 하고 있는 보라도 철거로 인한 편익이 더 클 경우에는 철거를 시행하는 것을 알 수가 있다. 철거해야 될 보의 개수가 많아서 관련된 사람들이 많은 경우뿐만 아니라, 규모가 아주 작아서 쉽게 철거 결정을 내릴 수 있는 매우 작은 규모의 보의 경우에서도 모든 관련자들 사이에서 동의를 얻은 후 보 철거 과정을 신중하게 진행하고 있으며, 비록 보 철거 방안이 생각할 수 있는 가장 쉬운 해결책이라도 가능한 모든 다른 개선안을 고려한 후, 보 철거가 가장 효율적인 방법으로 결정되었을 경우에만 보 철거를 시행하고 있다. 또한 대부분의 보 철거 사업은 대부분 정부 기관이 주도적으로 시행하며 대부분의 재정도 정부 기관에서 지원하고, 민간단체와 지역 주민이 정부 기관과 협력하여 보 철거를 통한 생태 통로 복원 사업을 진행하고 있다. 철거로 인한 환경 복원 효과가 쉽게 나타나지 않아도 여유와 확신을 가지고 보 철거 사업을 진행하는 것을 느낄 수 있다.

국내의 경우에도 점차 기존 농촌 지역이 도시화됨에 따라 기존에는 취수보로 활용되던 보들이 더 이상 용도를 잃고 방치되어 있는 경우가 많다. 이런 보들

은 주변 경관과 조화를 이루어 친수 환경 조성 등에 기여하는 경우도 있지만, 대부분의 경우 하천에 방치되어 주변 경관을 해치며, 흉물스럽게 방치되거나, 악취나 수질 악화의 원인으로 지적 받고 있다. 또한 동해안, 남해안에 설치되어 있는 보들도 역시 회유성 어류의 소상을 방해하는 대표적인 원인으로 지적받고 있다. 따라서 우리의 경우도 미국 등 국외의 사례를 참고하여 기능을 상실한 보를 선별적으로 선택하여 “보 철거를 통한 하천 생태 통로 복원”을 추진하여야 할 것으로 생각된다.

알림 : 이 기사는 저자들이 현재 환경부 국가연구개발사업으로 수행하고 있는 “기능을 상실한 보 철거를 통한 하천생태통로 복원 및 수질개선 효과” 연구과제 수행 중 조사한 자료를 정리하여 기사화한 것입니다.

참고문헌

American Rivers, Friends of Earth, Trout Unlimited(1999). Dam Removal Success Stories
European Rivers Network(2005). European Rivers Network and RiverNet Homepage, http://www.rivernet.org/decom3_e.htm.