

핀란드 헬싱키의 도심하천 Longinoja천과 Mätäpuro천의 복원사례

핀란드의 경우, 거의 모든 개천과 하천은 자연상태에서 변형되었다. 즉, 수많은 자연하천들이 배수를 위하여 확장되거나 관개를 위하여 하상이 굴삭되기도 하고 직강화되기도 하였다. 이와 같이 변형된 이후 도심하천은 거의 개선되지 못하고 있었다.

하천에서 생태적 문제발생의 상당부분은 물리적 자연훼손과 관계된다. 유량격차의 심화에 의해 침식작용이 강화되고 오히려 서식지 훼손을 야기함으로써 생태계에 심각한 문제를 야기한다.

최근 핀란드에서 타운과 도시에 대한 도시 생태 및 녹지공간 계획에 있어 도심하천의 중요성은 점증하고 있다. 이에 소규모 도심하천과 홍수관리를 포함하여 하천복원의 목표가 개발, 설정되고 있다. 핀란드에서는 현재 어류생태를 위한 적정 환경을 창출하고 수로를 지역주민들에게 매력 있는 공간으로 만들기 위하여 많은 노력들이 시도되고 있다. 그 대표적인 경우가 헬싱키의 도심하천 Longinoja천과 Mätäpuro천 복원사업이다.

1. 복원하천 사례의 개요

Longinoja천과 Mätäpuro천은 핀란드의 남부 해안에 있는 헬싱키 시내를 흐르는 두 개의 도심하천이다. 헬싱키시의 동부에 있는 Longinoja천은 Vantaa강의 최하류 지역의 지류이다. 이 하천의 유역은 12km²에 달하고, 하천의 길이는 약 7km이며, Longinoja천의 평균 유출량은 115 l/s로 추정되고 있다. 헬싱키시의 서부에 있는 Mätäpuro천은 Pikku Huopalahti만에서 핀란드만으로 직접 유출되는 작은 하천이다. 이 하천의 유역은 11km²에 달하고, 하천의 길이는 약 12km에 이르며, 평균 유출량은 101 l/s로 추정되고 있다. 두

하천 모두 주요한 식수원이다.

Longinoja천과 Mätäpuro천의 가장 중요한 특징은 생물의 종이 풍부하다는 것이다. 최소한 12종의 어류, 다양한 곤충군, 게다가 갈색송어(brown trout), 대서양 연어 등이 Longinoja천에 서식하는 것으로 확인되었다.

2. 하천복원의 배경

남부 해안에 있는 다른 지역들이 개발된 이래로, 핀란드 수도인 헬싱키에서 인간에 의한 개발의 대부분은 단지 지난 2세기 동안에 이루어졌다. 1550년 Vantaa강 하구에 건설된 헬싱키는 19세기 초반까지 작은 마을을 유지하였다. 핀란드 사회와 경제에 커다란 변혁이 일어나면서, 헬싱키는 전례 없는 도시화와 산업성장을 경험하였다. 현재 헬싱키 대도시권 지역의 거주자는 약 120만에 이르는데 이는 핀란드 전체 인구의 20%이상을 차지한다. 헬싱키의 급속한 도시화는 도시의 자연환경에 엄청난 변화를 초래하였다. 그 중에서 도시와 교외의 개발에 의해 가장 큰 영향을 받은 것은 도시의 수많은 작은 하천과 개울들이다.

Longinoja천과 Mätäpuro천은 수원일 뿐만 아니라 자연배수로 및 인공배수로를 통하여 하천으로 우수가 모여든다. 현재 Longinoja천의 집수구역에는 개수로 111km와 지하 우수배수로 110km가 설치되어 있다. 하천 본류의 약 5% 미만은 암거형태로 되어 있다. Mätäpuro천 집수구역에는 개수로 94km와 지하 우수배수로 92km가 설치되어 있다. 하천본류의 75% 이상이 개수로 형태이다.

Longinoja천과 Mätäpuro천의 수로 형태는 도시개발과 관련하여 준설, 하도정비 등으로 인해 심하게 변형되었다. 이것은 겉보기만 번드르르한 물길, 자연적인 사행수로의 심각한 손실, 단순화된 흐름패턴, 그리고 증가된 침식과 오니퇴적 부하를 초래하였다. 그리고 이것은 생물서식군에 커다란 역효과를 낳았다. 쓰레기, 생물이동에 대한 장애물의 건설, 그리고 하천수의 부영양화와 오염물질의 짙어진 농도(우수의 유입과 지역고유의 오염원에 의함)등과

수로형태의 변형은 서로 결합하여 하천의 생물학적 다양성과 레크리에이션 가치의 상당한 감소를 초래하였다. 특히 멸종위기에 처한 회귀성 갈색 송어(바다 송어라 불리는)와 같은 회귀성 어류는 이러한 개발로부터 멸종위험에 처하게 되었다.

이러한 변형에도 불구하고, Longinoja천 및 Mätäpuro천은 오늘날 천변식생과 공원구역 등 헬싱키시의 중요한 생태통로가 되고 있으며 지역주민들을 위한 높은 레크리에이션 가치를 지니고 있다. 유역 내에서의 지속적인 도시 개발에도 불구하고, 두 하천의 수질은 전반적으로 지난 두 세대에 걸쳐 상당히 개선되어 왔는데 이는 하천복원사업의 효과가 가시화되고 있음을 나타내는 것이라 할 수 있다.

3. 민간주도의 하천복원과 성과

3.1. 민간주도 하천복원의 추진과정과 내용

핀란드 헬싱키시의 도심하천 Longinoja천과 Mätäpuro천의 경우, 처음부터 하천복원을 위한 노력은 지역주민을 중심으로 한 자원봉사단체에 의해 계획되고 수행되었다. 대표적인 경우가 Virho(핀란드 하천보존시민모임)인데 이는 핀란드 남부지역에서 하천복원사업을 벌이고 있는 자원봉사단체이다. 이 단체는 유역관리에 대한 생태학적인 접근을 적극적으로 추진하고 있으며 또한 자체적인 어류 산란장을 관리하고 있다. 그리고 현재 다양한 규모의 수많은 프로젝트에 참여하고 있다. 그러한 프로젝트들 중에는 Longinoja천과 Mätäpuro천 두 도심하천의 복원노력이 포함되어 있다. Virho 이외에 많은 회원들을 보유하고 있는 또 다른 자원봉사조직인 Trout Team 역시 이 두 하천을 중심으로 활동하고 있다.

최초의 회귀성 어류이면서, 몸집이 너무 커서 이 두 도심하천에서는 서식하기가 어려웠던 송어가 2001년 가을에 발견되면서 Longinoja 하천복원작업이 시작되었다. 이러한 Longinoja천에서의 하천복원작업은 본류인 Vantaa강

의 전체 지류들을 대상으로 하는 대규모 하천복원사업에 중요한 기여를 하였다. Mätäpuro천에서는 송어산란 모습이 2003년 가을에 최초로 관측되었다. 두 지역 모두에서 하천복원작업은, 지속적인 생존가능 수준으로 갈색송어 개체군들을 증식시킨다는 목표 하에 어류 서식처로서 하천수로를 개선하는데 집중되어 왔다. 처음에는 Longinoja천에서의 작업은 새로운 자갈 산란장의 복원을 통하여 훼손된 산란지를 복원하는 데에 중점을 두었다. 지난 몇 년 동안, 수로구조의 다양화, 침식방지, 이동장애물의 제거, 그리고 치어 서식지의 창출에 하천복원사업의 중점이 두어졌다. Mätäpuro천의 복원노력은 2006년 새로운 산란장 및 치어 서식지가 건설되면서 시작되었다.

Virho에 의해 수행되는 각각의 하천복원 프로젝트들은 그 자체의 코디네이터가 있는데, 그들은 계획수립 활동을 책임지며 토지소유자 및 기타 이해관계자들과 지속적인 접촉을 유지한다. 사실상 Longinoja천과 Mätäpuro천에서의 하천복원을 위한 작업들은 자원봉사자들에 의해 수행되었는데, 삽질, 갈퀴질, 일륜차 운전, 그리고 기타 기구들을 사용하여 자원봉사자들이 직접 수행하였다. 전통적으로 자원봉사자들은 하천복원을 수행하기 위하여 일년에 한 두 번씩 모임을 가졌다. 이러한 “복원의 날”에는 수십 명이 참석하였는데, 이들은 다른 작업뿐만 아니라 하천에 수십 톤의 자갈과 석재를 운반하였다. 이러한 하천복원 활동은 지역 상공인들로부터 후원을 받게 되었는데 자원봉사자들을 위한 음식은 물론 작거나 굵은 자갈을 기부 받았다. 게다가 헬싱키시는 하천유로 정비를 위한 목재를 제공하기도 하였다. 이러한 자원봉사자들의 복원활동에 더하여 2006년에 헬싱키시와 Uusimaa지역환경센터는 중장비를 활용하여 Longinoja천의 하상을 준설하고 수로를 정비하였다. 이러한 파일럿 프로젝트는 자연스럽게 사행하는 하천수로를 복원하는데 그 목적이 있었다.

3.2. 민간주도 하천복원의 성과

1990년대 후반 이후, Virho의 인공 부화장으로부터 갈색송어의 치어방류

가 두 개의 하천에서 재개되었다. 핀란드 게임 및 수산 연구소(Finnish Game and Fisheries Research Institute)에 의하면, 2005년에 처음으로 두 개 하천에서 어족번식에 성공하였다. 두 하천에서 산란된 치어의 번식률은 핀란드 평균치 이상이었다. 그리고 최근 몇 년 동안에 회귀성 어종의 산란이 지속적으로 증가하고 있다.

Longinoja천과 Mätäpuro천에서의 복원노력은 신문, 라디오, TV를 포함한 미디어에서 상당한 주목을 받고 있다. 오늘날, 두 하천의 생태 및 레크리에이션 가치는 지역 주민과 정책당국에서 널리 인정받고 있다. 예를 들어, Mätäpuro천에 인접해 있는 주요 고속도로 건설 프로젝트는 하천의 송어 개체집단을 고려하여 수정되었다.

< Mätäpuro천의 전경 >
(상류지역)



(주거지역 주변)



(하류지역)



2007년에 Longinoja천과 Mätäpuro천은 특별한 경우로서 헬싱키시 하천 프로그램(Helsinki City programme on small waters)에 포함되었으며, 이와 함께 복원작업에 대해 상당한 공공자금이 제공되고 있다. 이에 규모가 작은 하천임에도 불구하고 두 하천에서 수행된 자원봉사활동은 소규모 하천과 지역주민들의 역할에 대하여 지역적 나아가 국가적 차원에서 널리 인식되기에 이르렀으며, 향후 도심하천복원을 위한 좋은 본보기가 되고 있다.

3. 헬싱키시 하천프로그램의 실행과 성과

3.1. 헬싱키시 하천프로그램과 계획기법

하천에 대한 헬싱키시 프로그램(2007)은, 헬싱키 지역의 모든 하천과 보존 가치가 있는 습지, 연못, 수원지 등의 복원과 관리를 위한 가이드라인과 권고 사항 등을 포함한다.

프로그램은, 헬싱키시 지역에서 2015년까지 EU수자원지침(Water Framework Directive)의 장래 목표수준을 충족하는 것을 목표로 하고 있다. 프로그램의 비전은 야심차고 의욕적이며, 이미 공공당국에 의해 집행단계에 착수되었다. 그리고 지금까지의 결과는 매우 고무적이다.

하천복원을 위한 새로운 계획기법은 지난 수년간에 걸쳐 활용되어왔다. 특히, 핀란드의 소규모 하천에 있어, 전통적인 기법을 사용할 경우 계획수립비용은 쉽게 전체비용의 30~35%까지 증가하였다.

소규모 하천을 위한 가장 손쉽고 비용효율적인 기법 중의 하나는 하천현상에 대한 사진을 찍고 사진 위에 계획안을 그려 넣는 기법이다. 이를 통하여, 전체 계획수립비용에서 가장 큰 비중을 차지하는 것 중의 하나인 현지측량비용을 줄일 수 있다.

이러한 방법에 의할 경우, 계획수립비용은 전체 사업비용의 15~25% 수준으로 절감된다. 이를 통하여 구체적인 복원사업에 더 많은 자금을 투입할 수가 있게 된다. 그리고 이 기법의 또 다른 장점은, 정책당국과 토지소유자들에게

계 계획을 설명하는 데서 사진이 좀 더 효과적이라는 점이다.

< 하천복원 계획수립을 위한 사진기법 >



3.2. 헬싱키시 하천프로그램에 의한 복원추진과 내용

이러한 사진기법(picture method)은, 헬싱키시의 Longinoja천의 복원을 계획하는 데서 먼저 활용되었다. 하천복원은, 현대적 환경수력공학기법을 부드러운 토양을 가진 지역에 적용하는 프로젝트의 한 부분이었다. 계획은 자연환경의 개선과 아울러 충분한 수준의 배수를 관리하는 것을 주요한 목적으로 한다.

Longinoja천에서 첫 시작의 복원구간 연장은 150m이고 복원작업은 2006년 3월 눈 내린 조건에서 수행되었다. 100m³ 이상의 석재와 50m³ 이상의 자갈이 투입되어 5일 만에 복원이 완료되었다. 총비용은 계획수립을 포함하여 11,500유로였으며, m당 비용은 77유로이다. 그 결과 계획수립비용은 총사업비용의 13%를 차지하였다.

2000년 이후 자원봉사단체가 Longinoja천에 갈색송어(brown trout)를 방류하였으며 공공당국과 함께 하천의 일정부분을 복원하였다. 이에 Vantaa강을 통하여 발트해로 이동하였다가 다시 Longinoja천으로 되돌아오는 새로운 송어 개체집단이 형성되기에 이르렀다.

사진기법은 또한 헬싱키의 Mätäpuro천의 복원에 활용되었다. 여기서는 어류 이동의 장애물인 조그마한 댐을 제거하고 동시에 상류의 수심과 유출률을 본래의 수준으로 유지하는 것을 계획 목표로 하였다. 그리고 복원지역의 상류에 퇴적호가 설치되었다. Longinoja천에서와 마찬가지로 하천복원은 헬싱키시의 하천프로그램에 의해 후원되었다.

첫 시작의 복원구간은 130m이고 복원은 2007년 12월에 수행되었다. 약 70 m³의 석재와 40m³의 자갈이 투입되어 5일 만에 복원이 완료되었다. 총비용은 계획수립을 포함하여 12,200유로였다. 여기서 m당 평균비용은 94유로이고, 계획수립비용은 총사업비용의 27%를 차지하였다.

Longinoja천에서와 같이 자원봉사자들이 Mätäpuro천의 일정부분을 복원하였으며, 송어를 방류하였다. 바다로 이동하여 산란기에는 Mätäpuro천으로 회귀하는 새로운 송어 개체집단이 형성되기에 이르렀다.

3.3. 헬싱키시 하천프로그램의 복원 성과

하천복원에 따른 송어 개체집단에 대한 성과는 고무적이다. 하천복원 이전에, Longinoja천에서 갈색송어 개체 수는 100m²당 4~7마리에 불과하였다. 그런데 2007년도의 서식처 조사에 의하면, 송어 개체 수가 100m²당 128~155마리로 증가하였다. 복원 후에 도심하천이 좋은 산란서식처와 생육환경을 제공하는 것으로 판단된다.

Mätäpuro천에 대한 복원은 2007년 12월에 수행되었기 때문에 송어 개체수에 대한 본격적인 조사결과는 확인되지 않고 있다.

여기서 자원봉사단체가 하천복원에 적극적으로 참여해왔고 복원구간의 확대와 관리를 수행하고 있다. 어류 서식처 등 도심하천의 가치에 대한 주민들의 인식이 제고됨에 따라 도심하천의 관리에 하천복원기법을 적용하는 것에 대한 지방당국의 관심은 점증하고 있다.

소규모이면서 비용효율적인 기법을 통하여 얻을 수 있는 생태개선효과는 매우 높다는 것을 이로부터 확인할 수 있다. 동시에 지역주민으로부터의 반

응뿐만 아니라 경관개선효과 역시 상당히 긍정적으로 나타나고 있다. 하천복원을 위한 새로운 계획기법을 활용함으로써 소규모 하천의 복원계획수립이 더욱 손쉽게 이뤄질 수 있을 뿐만 아니라 계획수립에 소요되던 비용을 상당부분 직접적인 복원작업에 투입할 수 있게 되었다.

지금도 Longinoja천과 Mätäpuro천, 특히 Longinoja천이 속해 있는 Vantaa 강을 중심으로 중하류지역과 하구 수변공간의 활용을 위한 다양한 복원사업들이 지속적으로 추진되고 있다. 그 주요한 방향은 가급적 하천모습을 자연 그대로 유지하면서 쇠석이나 마사토 등이 깔린 산책로, 자전거길 등이 자연형 하천과 무성한 천변 식생대 사이로 정비되고 있다

< Longinoja천의 전경 >
(최상류지역)



(중류지역)



(하류지역)



< 하천공간 정비현장 : 이용자편의성 제고를 위한 인도교 설치 >



< 자연지형을 활용한 수영 및 다이빙 시설의 설치 >



4. 하천복원의 사회·경제성

일반적으로 자원봉사활동을 활용한 하천복원은 비용규모가 적고 집중적으로 수행되지 않음으로써 대형하천의 복원사업에는 적합하지 못하다. 그럼에도 불구하고, Longinoja천과 Mätäpuro천에서 거둔 성과는 높은 비용편익비율을 보여준다. 갈색송어 개체집단의 자연스러운 번식이, 최소의 비용을 통하여 고도로 도시화된 지역에서 성공적으로 정착되고 있는 것이다. 이제 토착송어뿐만 아니라 멸종위기에 처한 회귀성 어류들은 산란 기간 동안에 하천에서 쉽게 볼 수가 있다. Longinoja천에서는 현재 낚시를 금지하고 있으며, Mätäpuro천에 대해서도 유사한 시 조례를 준비 중에 있다. 연안해역과 Vantaa강 하구에서 낚시(특히 상업적 레크리에이션)로 인하여 산란지역과 생장지역 간에 회귀성 어류의 2년생과 어미가 이동하는 것을 방해하고 있다.

하천복원을 통하여 도심하천이 다양한 동식물 개체집단을 위한 서식환경을 제공하게 되었다. 앞의 두 하천복원 사례를 통하여, 소규모 하천에 대한 소규모 복원사업을 통해서도 도심하천에서의 회귀성 어류의 번식을 상당 수준 증가시킬 수 있음을 여실히 확인하였다. 소규모 도심하천은 어미 물고기를 위한 중요한 산란장이며 치어의 성장환경임과 아울러 본류 하천에 대하여 중요한 가치를 갖게 되었다.

5. 시사점

헬싱키시의 하천복원 사례를 통하여 다음과 같은 몇가지 시사점을 얻을 수가 있다.

첫째, 지역주민들을 중심으로 한 자원봉사단체나 자원봉사활동이 도심하천 복원에서 주도적인 역할을 담당하고 그 뒤를 지역상공인들과 정책당국이 지원함으로써 하천복원과 유지·관리의 지속성을 확보하였다는 점이다.

둘째, 수계 지류의 최상류지역에서 아주 짧은 구간을 적은 비용으로 시험적으로 복원함으로써 그 효과를 극대화하고 있다는 점이다. 즉, 최말단 지류

에 대한 하천복원을 출발점으로 하여 전체적인 유역단위에서의 하천복원으로 발전됨으로써 하천복원이 효율적으로 수행되고 있다는 것이다.

셋째, 말단지류에 대한 하천복원을 우선적으로 수행함으로써 전체 유역차원의 하천복원에 대한 효과를 극대화하고 있을 뿐만 아니라 사업비용 역시 크게 절감하고 있으며, 대규모 복원계획의 수립보다는 지류의 핵심구간에 대한 현장확인 및 모니터링 위주의 하천복원사업을 추진함으로써 현장 적응적이고 지역특성에 부합되며 근원적인 하천복원이 이뤄질 수 있도록 하고 있다는 점이다.

넷째, 간결하면서도 일반주민들도 쉽게 이해할 수 있는 계획기법을 활용하고 구체적인 성과를 창출하고 있다는 점이다.

다섯째, 이러한 시사점을 통하여, 전체 수계나 유역의 하천복원사업을 지역주민들이 주도하고 마을 앞의 작은 도랑부터 깨끗하게 유지, 관리되고 자연생태계를 복원, 보전하는 일부터 선행되며, 수계 분류에 대해서는 공공부문의 자금이 투입됨으로써 유역 전체차원의 하천복원이 원활하게 이뤄질 뿐만 아니라 복원효과 역시 지속가능성을 담보할 수 있을 것이라는 정책적 함의를 도출할 수가 있다.