



조 경 제 | 인제대학교  
환경공학부 교수  
(kjcho@inje.ac.kr)

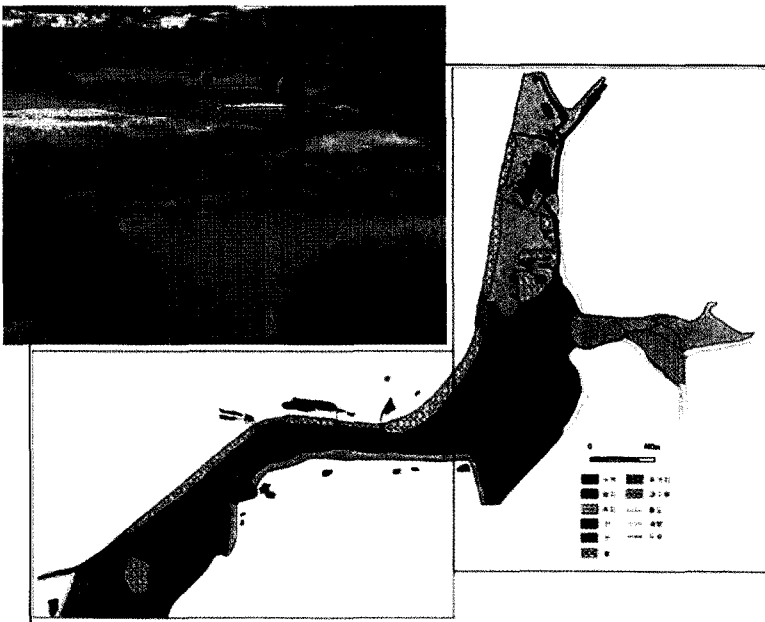
# 화포천, 국내 최대 하천형 습지가 있는 곳

## 1. 습지로서의 화포천

산지에 발달한 습지를 제외하고 우리나라를 대표하는 내륙습지를 들라면 경남 창원군 우포늪과 김해시 한림면 소재 화포늪을 꼽을 수 있다. 습지는 화포천의 중·하류 저지대에서 사촌천과 용덕천, 설창천 지류 일부 구간까지 높이 연결

되어 5km 하천을 따라 발달하며 폭은 250~750m 범위로서 습지면적은 약 2.5km<sup>2</sup>에 이른다(그림 1). 습지 규모로는 우포늪에 이어 두 번째이며 국내 최대 하천형 습지이다. 화포천의 습지는 저지대로서 하천 제방 내측의 흐름이 정체되어 형성된 것으로서 지질학적으로는 최후빙기/후빙기의 기후변화와 밀접하게 연관되어 있다. 화포천 습지는 후빙기 이후 해

수면이 상승함에 따라 낙동강 본류가 매적되면서 형성된 습지이다. 상류 구간의 진례 화강암 분지에서 많은 퇴적물이 공급되어 저지대를 메웠기 때문에 갈수기에도 수면이 거의 드러나지 않는 습지로 발달하였다. 화포와 우포는 수많은 낙동강 배후 저지대 중 하나이며 매립 간척이 불가능하여 오늘날까지 남아있는 것이리라. 그러나 화포는 철새 도래지가 아니므로 사람들의 관심을 끌지 못하고 있으며 역시 보호지역으로 지정을 받지 못하고 있는 실정이다.



(그림 1) 화포천 중·하류에 위치한 늪(습지)의 지형. 정축을 따라 약 5km 규모로 하천(청색) 주변이 습지(녹색)이며 습지의 바깥 경계는 제방. 사진은 수로를 중심으로 발달한 습지의 전경

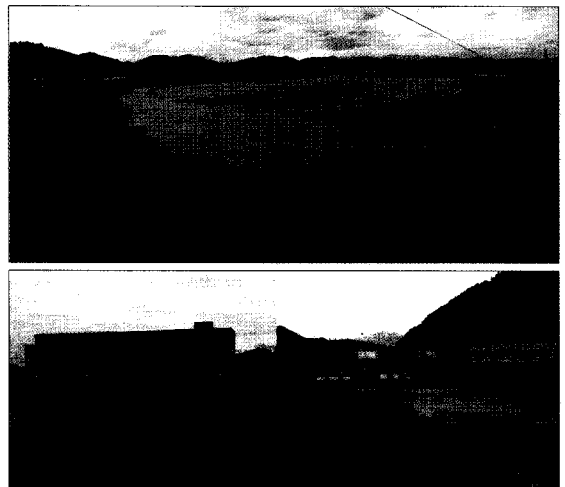
화포천의 습지는 낙동강 본류를 중심으로 본다면 낙동강의 배후 범람원이며 습지 내부에는 다양한 수로 지형과 여러 가지 습지식물과 선버들 등 버드나무에 의해 독특한 경관을 연출하는 동시에 하천 습지의 전형적인 특징을 나타내고 있다. 하천변을 따라 길게 늘어선 화포늪은 우포와는 또 다른 습지경관을 자아내고 있으며 풍부한 습지식물과 다양한 생물, 습지 고유한 구간이 많아 자연늪으로서 가치가 큰 곳이다. 일부 구간이 훼손되기는 해도 제방 내의 습지는 비교적 자연늪의 형태를 유지하고 있으며 훼손되었다 하더라도 약간의 작업으로 복원하거나 원형을 회복할 수 있는 곳이 많다.

## 2. 저지대 화포천의 수문 특성과 홍수 피해

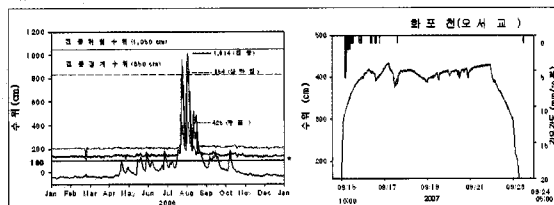
화포천은 전형적인 수지형 하천으로 우리나라 840개 표준유역 중 하나이며, 100m 이하 고도가 각각 전체면적의 88%를 차지하는 저지대 완경사지역이다. 화포천 유역의 수문은 저지대로서의 지형적 특성을 많이 받으며 낙동강의 수위와도 직접 관련이 있다. 낙동강의 수위(외수위)가 1.0m를 초과하면 낙동강 원수가 화포천으로 역류하여 수문을 폐쇄하게 되며(그림 2), 홍수시에는 화포천 유역 내 자체 홍수에 의하여 화포천의 수위(내수위)가 4m를 초과하면 침수를 방지하기 위해서 낙동강으로 강제 배수(양수)시켜야 한다. 화포천 중하류 일대 저지대(화포늪)에 정체하여 홍수배제가 어려워 지게 된다. 2006년의 경우를 보면 낙동강에서 화포천으로 역류현상이 대개 5~9월 사이 총 6회 있었으며 시간으로 보면 총 38일 동안 역류현상이 지속된 시기였다. 수문 폐쇄시 화포천 자체의 홍수 영향은 유역 중앙의 화포습지는 물론 설창

교 상류지역(하구에서 7km 지점)까지 영향을 미친다. 시간당 20mm 정도의 단일 강우사상에서 화포천 하류의 홍수배제 양상을 수위곡선으로 보면 <그림 2>와 같이 9일간 지속되는 것을 볼 수 있다.

따라서 화포천 유역은 홍수 때마다 크고 작은 침수사고가 있었으며 지반이 낮은 한림면 일대로서 농경지가 주로 피해를 입었다. 그러나 2002년 8월 태풍 '루샤'가 한반도를 강타했던 시기에 시간당 강우량 50mm 이상의 집중호우가 발생하였고, 배수펌프장의 변전소(EL. 7.2m)가 침수되어 배수펌프가 작동되지 않아 화포천 수위가 급격히 상승하였다. 한림면 일대가 침수되고 경전선 철도가 약 15m 정도 유실되면서 면소재지 일대가 침수되었다. 화포천 제방 붕괴로 900ha 면소재지가 15일간 침수되는 초유의 사태(이재민 2,523명, 가옥 901)가 발생함에 따라 한림양수장을 종전의 31.6m<sup>3</sup>/sec에서 112 m<sup>3</sup>/sec로 대폭 증설하였다(그림 3 참조).



<그림 3> 화포천 하류지역에 조성된 홍수저류지(A), 한림배수 펌프장(B) 및 하류의 수문의 전경(2006년 6월)



<그림 2> 2006년 진동, 삼랑진, 구포 지점의 수위변동. \* 표시된 선은 낙동강 본류에서 화포천으로 역류하는 수위(왼쪽 그림). 강우시 화포천 하류지역에서 측정된 수위곡선(오른쪽 그림)

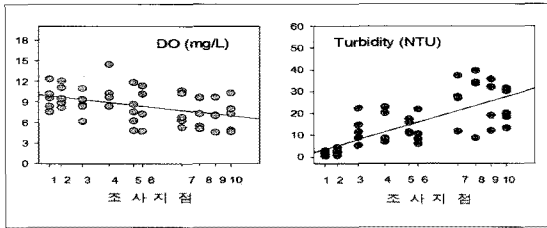
## 3. 생태계로서의 화포천과 자연경관

습지로서의 경관과 생물다양성이 높은 곳으로 212종류의 육상 관속식물, 29종의 수생 관속식물과 65종류의 습생식물, 52종의 저서무척추동물과 멸종위기야생동물의 서식, 풍부한 어종, 68종의 조류, 11종의 포유류, 10종의 양서류, 9종의

과총류 9종, 100여종 이상의 육상곤충이 각각 기록되었다.

#### 4. 화포천의 수질과 습지정화 기능

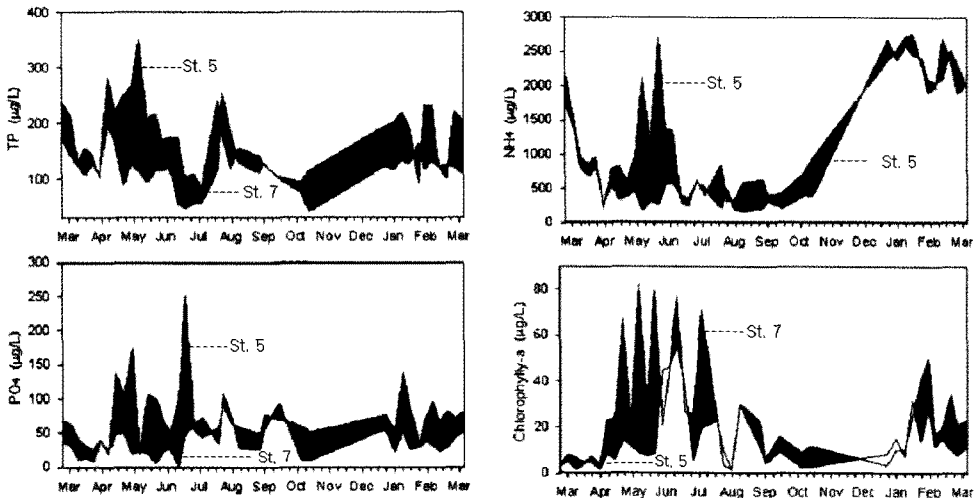
화포천 유역은 전통적으로 농경지대이나 수질의 유기 오염도를 떠나 화포천은 상류에서 하류로 갈수록 DO 농도가 점진적으로 감소하는 특이한 형태를 띠고 있으며(상류 7.5~12.5mg/L 범위에서 하류 4.0~9.5mg/L 범위로 감소), 이는 평상시 하류로 갈수록 탁도가 크게 증가하는 것(10~40NTU)과 연관이 있다(그림 4). 화포천에서는 홍수시 토사유출이 매우 심하며 화포늪(습지)이 탁수를 저류하는 역할을 하고 있는 것으로 파악되었다. 화포천 유역에서 오염물질 부하량을 추정한 결과 갈수기 SS와 COD 부하량은 각각 27 kg/ha·yr 및 8이었으며, 비점오염 부하량은 각각 1,128 및 92로서 비점오염원이 90% 이상 차지하였다. 특히 홍수기 토사 유출 부하량이 매우 높아 토양 침식이 매우 컸다.



(그림 4) 화포천 상류-하류 구간(1, 2 하천 상류, 9, 10 하천 하류)에서 평상시 용존산소와 탁도 수질의 변동

화포습지가 하천 수질에 미치는 영향을 파악하기 위하여 습지 유입수(St. 5)와 유출수(St. 7)를 비교하였을 때  $\text{NH}_4^+$ 와  $\text{PO}_4^{3-}$ 의 감소량과 chl-a 증가량을 그래프 좌표에서 같은 방향으로 표시하였을 때, 이들 3개 막대가 가장 크게 증가한 시기는 일년 중 5월과 6월이었다. 이 시기는 수온이 상승하고 강우량이 비교적 증가하는 시기이며 모내기가 시작되는 등 비농사가 시작되는 시기이다. 모내기를 시작으로 관개용수가 많이 사용되고 비료 사용량이 늘어나고 특히 논물이 하천으로 유입되는 양이 급증하는 시기이다. 이 시기에는 화포천에  $\text{NH}_4^+$ 와  $\text{PO}_4^{3-}$  농도가 특히 증가하였고  $\text{NO}_3^-$ 는 뚜렷이 감소하는 한편, chl-a 농도는 급증하였다(그림 5). 특히 이런 경향성은 습지 유입부의 위에 위치하는 설창교(St. 5) 지점에서 뚜렷하였다. 설창교 상류지역은 전례면 지역으로서 입주 공장의 숫자도 많긴 하지만 주로 논농사가 많이 이뤄지고 있는 곳이다.

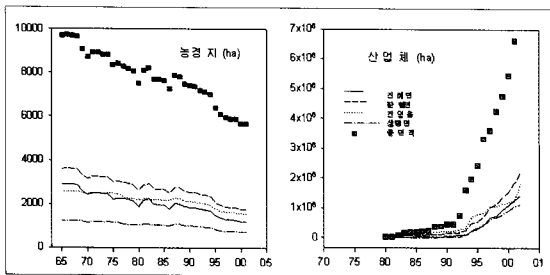
습지를 지나면서 유기물질과 무기물질이 모두 감소하였으며 주로 무기물질이 더 큰 폭으로 감소하는 경향을 나타내었다. 그리고 화포교에서의 조류량은 유입구인 설창교에서보다 약 2배 정도 많은 결과를 보였다. 결국 습지에서 수질정화 작용은 조류의 영향과 긴 체류시간으로 입자의 침강에 의한 오염도 감소를 들 수 있다.



(그림 5) 화포천 습지 통과 전(St. 5)과 후(St. 7) 수질의 변동(2005년 3월~2006년 3월)

### 5. 화포천의 오염원

화포천 유역면적(135.25km<sup>2</sup>)에서 산림과 농경지가 각각 49%, 33%를 차지하나 과거 15년간 농경지와 산림은 점차적으로 감소한 반면 대지와 공장부지는 급격히 증가해 왔다(그림 6 참조). 1990년부터 2003년까지 감소된 농경지와 산림의 면적은 787ha 및 296ha인 반면, 공장부지 증가면적은 각각 602ha 및 102ha이었다. 공장 면적은 1999년과 2002년을 거치면서 뚜렷한 증가세로 나타나 이 시기에 공장 증설이 가속화되었음을 알 수 있다. 특히 1999년경에는 사상공단 등 부산시 내에 있던 많은 공장들이 부산시 역외로 이전했던 시기로서 김해시 또는 양산시 등으로 이전이 활발했던 것과 일치한다.



〈그림 6〉 화포천 유역에서 토지이용도로 본 농경지, 산림, 대지와 공장지역의 면적(단위, m)의 변동

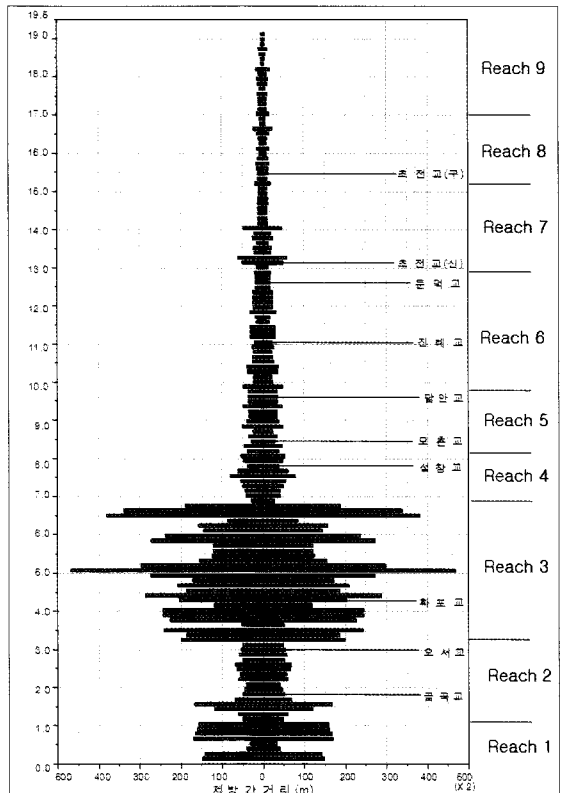
### 6. 생태계로서의 회복과 전망

화포천은 낙동강의 배후 범람원으로서 천혜의 저지대를 이루고 있으나 하천 상류지역에 밀집된 공장(단위 공장으로는 3,500개 이상), 전통적으로 많은 김해지역의 축산단지, 김해시 쓰레기 매립이 하천 상류 지역에서 처리되고 있는 점, 부산대도시 근교로서 각종 개발사업으로 생태계의 기능이 심각하게 위협받을 수 있다. 그 이외 유역 내에서의 오염원이 될 수 있는 것을 요약하면 다음과 같다.

- 진영폐기물 매립시설(현재 사용 중)
- 죽곡 쓰레기 매립장(사업 완료)
- (구)진영 쓰레기 매립장(사업 완료)
- 화포천 산업쓰레기 매립장(화포습지 내)(사업 완료)
- 부산신항만(가덕도) 배후철도의 습지 내 통과

- 1개 골프장 건립(진례 클럽) 및 2개 골프장(김해상록, 김해복합) 추가 예정

전술한 네거티브 요소에도 불구하고 화포 유역에 대규모 늪(습지)이 발달한 점, 화포천을 따라 배후 범람원 저지대가 풍부하고 생물다양성과 뛰어난 경관, 최근 3개 하수종말처리장의 가동으로 생활하수가 처리되고 있는 점, 축산폐수처리장이 지난 90년대부터 운영하고 있는 점 등 긍정적인 요소도 많다. 한편, 화포천 본류 19.5km를 중심으로 하천 폭(그림 7 참조)과 수심, 수변, 수로의 연결성, 수변식생의 발달, 홍수시 침수 여부 등 하천 지형조건과 풍부한 동식물상 등 하천자연도를 평가할 때 약간의 복원으로 회복할 수 있는 곳이기도 하다.

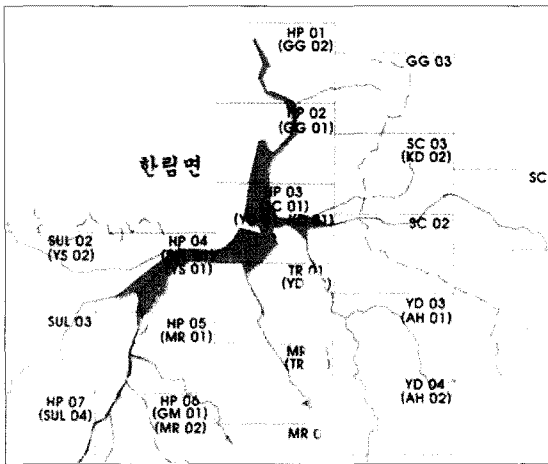


〈그림 7〉 화포천 본류 19.5km 구간에서의 하천 폭모식도

하천은 수로가 연결된 시스템적인 수계로서 생태적 기능을 결정하는 가장 중요한 요소는 공간적 연결성을 나타내는 연결성과 폭이다. 하천 수로는 미기후, 미지형 조건, 토양과 식생 등 제반 요소에 따라 다양한 서식조건이 형성되고 생물

서식처, 물질·에너지의 전달과 생물의 이동, 여과 및 장애물, 공급과 소멸의 기능을 갖는다.

화포천 유역은 저지대가 많고 저지대를 중심으로 늪(습지)이 발달하는 독특한 환경을 이루고 있는 곳으로 유역관리와 복원은 화포늪(습지)이 중심이 되어야 한다. 화포늪은 6개 소하천이 유입되는 유역의 중심부에 자리 잡고 있으므로 화포늪 자체의 복원을 서두르기 보다는 주변 지천에 대한 복원 사업이 먼저 이루어지는 것이 중요할 것이다(그림 8 참조).



〈그림 8〉 화포늪을 중심으로 보았을 때 8개 수계도

## 7. 요약 및 결론

화포천 하류 지역은 낙동강에서 큰 규모의 배후 범람원으로 하천 중하류 지역의 수로를 중심으로 넓은 저습지를 형성하고 있다. 화포늪은 독특하고 수려한 하천경관과 다양한 생물이 서식하는 습지생태계로 면적에 있어서도 우포늪과 비교될 만한 규모이다. 낙동강 본류 수위가 약간 높아지면 홍수배재가 안될 만큼 하상이 낮고 화포천의 자체 홍수로 인하여 장기간 침수 현상이 일어나는 동시에 대규모 양배수가 이루어지는 곳으로 이러한 지형 및 수문학적 요소는 습지 생태계를 유지케 하는 요인이 되고 있다.

화포천 유역은 해발고도 100m 이하 지역이 88%를 차지할 만큼 저지대 환경사로 주로 농경지로 개발되었으나 1990년 이후 공장설립이 급증하기 시작하여 하천 상류지역을 중심으로 공장 밀집지역이 형성되었고, 습지 상류지역에 다수의

쓰레기매립장과 골프장이 조성되고 있으며, 신항만 철도의 습지 통과 및 각종 도로 건설로 습지 생태계를 위협하고 있다. 한편, 화포천 습지는 하천형 습지로서 수면이 좁고 수급류 철새가 많지 않아 사람들의 관심을 끌지 못하고 습지보호 지역으로 지정되지 못하고 있는 등 방치되고 있는 실정이다. 그러나 부정적인 요인에도 불구하고 습지생태계로서의 회복, 저류에 의한 홍수관리와 생물다양성 등 약간의 투자로 가장 값진 자연자원을 얻을 수 있는 곳이기도 하다. 🌐