

민물고기 이야기(1) – 하천생태계와 하천관리

우 호 섭 · 이 진 원 · 김 규 호*

< 글쓴이 주 > 이 글은 한국수자원공사에서 의뢰하여 1994-95년에 한국건설기술연구원 수자원연구실에서 수행한 '하천관리를 위한 유지유량 결정방법의 개발' 연구사업의 일환으로 우리나라 민물고기 연구분야에서 원로이시며 민물고기보존협회 회장인 최기철 박사님이 작성한 '하천관리를 위한 어류서식처 구조에 관한 조사(건기연, 1995)' 보고서와 필자들의 연구결과를 바탕으로 쓴 글이다. 이 글은 쉽고 편안하게 읽을 수 있는 이야기 성격의 글이지만, 조금 더 나아가 우리 수자원학회 회원 대부분이 하천기술자인 점을 감안하여 하천의 원주인인 민물고기의 서식처를 보전하면서 하천관리를 하는데 있어 하나의 참고자료로도 쓸 수 있을 것이다.

이 글은 1부 하천생태계와 하천관리, 2부 우리나라 민물고기 현황, 3부 민물고기의 서식처 환경과 하천유지유량 등 3부로 나누어 소개될 것이다. 1, 2부는 최기철 박사님의 보고서를 중심으로, 3부는 필자들의 연구결과를 중심으로 서술한다.

1. 하천 생태계의 특성

하천 생태계도 육상 생태계나 해양 생태계와 마찬가지로 구조와 기능을 갖춘 통합체이다. 하천 생태계도 무생물과 생물로 구성된다. 물, 물에 녹아 있는 산소나 이산화탄소, 각종 염류, 바위, 돌, 자갈, 모래, 진흙 등은 모두 무생물이다. 생물은 생산자, 소비자 및 분해자로 구분할 수 있다. 수초, 고형물에 붙은 미세한 조류(돌말, 파랑말, 남색말 등), 식물성 플랑크톤 등은 모두 생산자들이다.

물 속에도 많은 동물들이 살고 있다. 그들은 모두 소비자들이다. 직접 생산자를 먹는 동물들을 1차 소비자, 1차 소비자를 먹는 동물들을 2차 소비자, 같은 방식으로 3차 소비자, 4차 소비자 등으로 구분한다. 하천 생태계를 기능면에서 보면 생태계는 태양에서 받는 에너지를 흐르게 하는 곳이고 하천

에서 서식하는 생물들이 필요로 하는 각종 물질을 순환시키는 곳이다. 에너지의 흐름과 물질의 순환이 정지되면 생태계는 성립되지 못한다. 생태계는 일정량의 에너지와 물질을 일정한 시간에 흐르게 하고 순환할 수 있게 하는 균형 잡힌 자연이다.

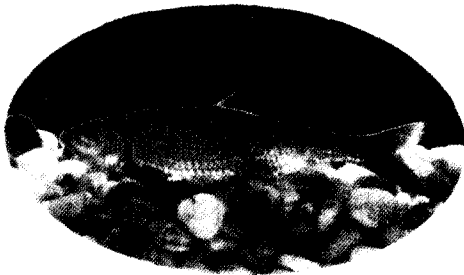
생태계는 유지하고 있는 균형(또는 평형)이 깨지면 스스로 그것을 보완할 수 있는 능력이 있다. 예를 들면 조개를 선호하는 물고기가 있을 때, 그 물고기가 멸종 직전까지 격감하면 조개는 상대적으로 폭발적인 증식을 한다. 그러나 조개의 증식에는 한계가 있다. 왜냐하면 조개가 살아가는 데 필요한 식량과 공간이 제한되어 있는 까닭이다. 그 뿐 아니라 조개를 선호하는 물고기가 불어나면 조개의 개체수는 일정한 양에 도달할 때까지 감소된다. 이와 같이 생태계가 스스로 조절할 수 있는 능력을 갖추고 있는 것을 항상성이라고 부른다. 만일 생태계가 항상성을 잃게 되면 결과적으로 생물이 살 수

* 한국건설기술연구원 수자원연구실 건기연 하천유지유량 연구팀

없는 불모지, 바로 사막만 남게 된다.

하천 생태계에서 무기물을 재료로 하여 유기물을 생산할 수 있는 생물은 수초나 부착조류, 식물성 플랑크톤 뿐이며 이것들을 생산자라고 부른다. 이들 생산자 중에서 에너지의 유전율이나 영양 물질의 회전율로 보아 가장 중요한 식량 자원은 바닥에 깔린 저질이나 수초 등에 붙는 미생물, 특히 규조, 녹조, 남조 등 미세한 조류들이다. 식물성 플랑크톤도 회전율이 빠르기는 하나 부유성이므로 호수와 연결된 하천이 아니면 다량으로 유지될 수 없다. 수초는 소비자들의 식량 자원이 되기보다는 물고기를 비롯한 일부 동물들의 숨는 곳, 알을 붙이는 곳으로서 중요성을 띠게 된다.

대부분의 새우, 나사조개, 피라미나 은어, 초어(중국에서 수입된 종이지만) 등은 직접 생산자를 먹는 까닭에 1차 소비자라고 부른다. 이에 비하여 갈겨니, 꺾지, 쏘가리, 끄리, 가물치 등과 같이 육식을 하는 종들은 2차 소비자, 2차 소비자를 먹는 종들은 3차 소비자 등으로 부른다.



피라미

하천 생태계에서도 생산자 1차 소비자 2차 소비자 3차 소비자 4차 소비자로 연결하면 하나의 연결체가 성립된다. 생태계내에서 먹고 먹히는 관계를 이처럼 표시한 것을 '먹이 사슬', 또는 '먹이 연쇄'라고 부른다.

생태계내에서 먹고 먹히는 관계를 빠짐없이 표시하면 먹이 사슬처럼 단순한 것은 아니다. 피라미는 주로 부착 조류를 먹지만 때로는 물 속에서 사는 곤충이나 새우 무리를 포식한다. 바로 그 피라미가 끄리에게 먹히는가 하면 가물치에 먹히기도 한다. 이처럼 먹고 먹히는 관계는 직선적이 아니고 매우

복잡하게 얽히게 된다. 이런 상호관계의 연결체를 '먹이망' 또는 '먹이그물'이라고 부른다. 어떤 생태계의 실상을 알기 위해서는 먹이망의 전모가 들어나야 한다. 일반적으로 단순한 생태계라도 먹이망을 밝히는 데는 많은 시간을 필요로 한다.

하천 생태계에서 먹이사슬을 그려보면 물고기는 1차 소비자, 2차 소비자 또는 3, 4차 소비자의 위치를 차지하는 수가 많다. 한편 먹이망에서는 물고기가 핵심부 또는 중심부를 차지하게 된다. 이런 사실은 생태계를 흐르는 에너지와 순환하는 물질이 다량으로 어류를 통과한다는 것을 뜻하는 것으로 하천 생태계에서의 그것들의 지위가 얼마나 중요한 것인지를 보여주는 것이다. 따라서 하천 생태계에서 어류가 살아가고 있는 실태를 파악할 수 있다면 하천 생태계의 골격이 드러나게 될 것이다.

하천 생태계에서의 분해자도 박테리아나 곰팡이 등이다. 동물이나 식물이 죽으면 그것들에 달라붙어 깨끗이 분해한다. 만일 분해자들의 이런 분해 활동이 없다면 물은 썩어서 아무 쓸모 없는 폐수가 되고 말 것이다. 하천이 스스로 깨끗해지는 이른바 자정작용은 이들 분해자들의 분해작용을 말한다.

하천 생태계도 다른 생태계의 경우와 마찬가지로 끊임없이 변화한다. 그러나 그 변화는 예측할 수 없는 것은 아니다. 환경도 생물도 변화한다. 그 변화는 방향성이 있다. 환경도 생물도 안정될 때까지 계속된다. 이와 같은 장기적인 변화 과정을 천이라고 부른다. 하천 생태계의 천이는 매년 되풀이되는 우기와 갈수기를 반복하면서 진행된다. 천이는 외래자의 침입으로 방향을 크게 바꿀 수도 있다. 배스나 블루길의 침입으로 우리의 하천 생태계가 크게 바뀌어지고 있는 것은 좋은 보기이다. 붕어가 절대 다수를 차지해야 할 곳에 블루길이나 배스가 판을 치는 경우가 속출하고 있다.

하천 생태계의 현저한 특색의 하나는 생물들이 물 속에서 서식한다는 것이고 그것도 흐르는 물 속에서 살고 있다는 것이다. 물의 흐름과 그것에 대한 동물의 행동에 관해서는 수서곤충에서 비교적 연구가 잘 되어있다. 물에서 헤엄치는 동물들이나 바닥에 붙은 동물이나 다 같이 물속에서 몸을 지탱하기 위하여 바닥의 기반에 의존한다.

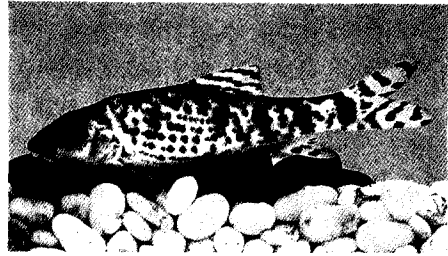
한편 돌과 돌 사이에는 물이 직선적으로 흐르지 않고 난류(亂流)가 된다. 돌의 하류측에는 물이 거의 흐르지 않는 지수(止水)까지 생긴다. 이런 지수는 동물의 피난처가 되기도 한다. 더구나 물의 수평적, 직선적 흐름과 수직적인 흐름은 끊임없이 교류됨으로 지수에서 피난하고 있는 동물들도 물의 갱신, 풍부한 산소공급, 영양물질의 도입을 끊임없이 받고 있는 셈이다. 이와 같이 물의 흐름은 곤충뿐 아니라 같은 곳에 사는 물고기들도 교묘하게 이용하고 있는 것으로 추리 된다. 수초는 흙이나 모래 속에 뿌리를 내리고 있으며 부착 조류는 각종 고형물에 점액을 분비하고 그 속에 묻힌다. 동물들은 헤엄치거나 돌이나 바위 밑에 숨어 떠나려가지 않는다. 곤충들처럼 흐르는 물 속에서도 돌이나 바위에 붙을 수 있는 다양각색의 부착기까지 갖춘 것들도 있다. 모래무지나 조개들처럼 모래 속에 숨는 것들도 있다.

하천 생태계에서의 생물들은 물이 없으면 살 수 없다. 그러므로 육상 생물들에 비하면 생긴 모양과 생활 방식이 매우 다르다.

하천에서 사는 생물들도 다양한 환경속에서 살고 있다. 붕어, 잉어, 메기, 뱀장어 등은 30℃ 안팎에서도 살 수 있지만 열목어, 산천어, 금강모치, 버들치, 버들개 등은 여름에 수온이 20℃ 이상으로 상승하면 살지 못한다. 물 속에 풀려 있는 산소량이 2ppm 정도에서도 붕어나 버들붕어, 버들치 등은 살지만 연어, 산천어, 열목어 등 냉수성 어종들은 하루살이의 유충들과 함께 9ppm 이상이어야 살아 남는다. 대부분의 하천 동물들은 5ppm 안팎에서 살 수 있다.



버들치



어름치

붕어나 메기, 뱀장어 등은 BOD 10ppm 안팎에서도 살 수 있지만 버들치나 버들개, 금강모치, 연준모치 등은 3ppm 을 넘으면 살지 못한다. ph가 8을 넘거나 4이하로 떨어지면 대부분의 하천 생물들은 살 수 없다.

대부분의 하천 생물은 저질의 영향을 크게 받는다. 돌고기, 꺾지, 돌마자, 밀어, 어름치 등은 자갈 바닥을 선호하고 모래무지, 두우쟁이, 참마자, 누치 등은 모래 바닥을 좋아하며, 붕어, 각시붕어, 잉어, 왜물개 등은 수초가 있는 곳에서 산다. 붕어나 잉어 등은 물의 혼탁에 강하지만 대부분의 하천 동물들은 물의 혼탁에 견디어내지 못한다. 호흡에 지장이 있기 때문이다.

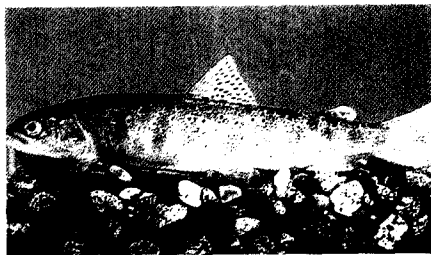
하천 생태계는 불완전 생태계라고 말할 수 있다. 첫째 생산성이 약해서 육상 생태계로부터 고사한 나무가지, 떨어진 잎과 곤충, 질산염, 인산염 등의 지원을 받지 않으면 식량 부족에 빠지기 쉽다는 것이다. 둘째는 홍수 때의 물난리, 가뭄 때의 물부족의 피해가 너무 크다는 것이다. 물을 다스리는 것, 즉 치수는 이 두가지 문제를 해결하는 일이라고 해도 과언이 아니다. 홍수 때는 많은 하천 동물들이 물의 위력에 견디지 못하고 죽거나 바다에까지 떠내려가서 돌아오지 못한다. 부착조류의 대부분이 파멸되어 그것에 의지하는 동물들을 굶주리게 한다. 한편 가뭄이 심하면 수량이 적은 하천들은 물이 완전히 말라 바닥을 드러낸다.

2. 물고기와 홍수/가뭄

하천 생태계에서 살고있는 물고기들은 수백만년

수천만년 살아오는 동안 매년 겪는 홍수에 저항해서 살아 남은 종들이다. 급류에 대한 저항력은 상류에서 사는 종들일수록 강하고 하류에서 사는 종들일수록 약하다. 뱀장어, 황어, 피라미 등은 홍수에 강하고 은어등은 약한 종으로 알려졌다.

홍수의 직접적인 피해는 우선 물리적인 파괴력에 의한 피해를 들 수 있다. 경사가 심한 산골 계류에서는 바위까지 떠내려가고 뒤집는 괴력을 발휘한다. 그런 대혼란 속에서 버들치, 버들개, 금강모치, 연준모치, 열목어, 산천어 등 그곳에서 사는 물고기들이 살아 남는다는 것은 어려운 일이다. 물고기들은 죽거나 저항을 하지 못하고 바다에까지 떠내려가서 되돌아 오지 못하고 만다. 최기철과 전상린(1983)은 지리산 피아골에 있어야 할 버들치를 볼 수 없었다. 지방 주민들은 홍수의 피해라고 말하고 있었다. 각각 대홍수가 지난 후, 10년 이상씩이 지났지만 회복이 되지 않고 있었다.



열목어

홍수와 더불어 산사태가 일어나면 하상에 토사가 쌓이게 되어 그곳에서 살았던 어류들은 서식처를 잃게 된다. 이 때문에 소가 매어지게 되므로 소에 살았던 종들의 피해가 더욱 크다. 또한 홍수가 여러날 계속되면 흙탕물 때문에 대부분의 물고기들은 아가미 호흡을 하지 못하여 질식사해서 죽는다.

홍수가 지난 뒤에는 급류성 여울은 없어진다. 소(沼)도 토사로 매몰된다. 돌과 돌 사이도 토사가 쌓인다. 강은 온통 평여울의 연결체로 변한다.

큰 홍수가 지난 뒤, 수개월 내지 수년 지나는 동안에 돌 사이를 매었던 토사는 흘러가고 없어져서 돌은 표면 전체가 노출되게 되고 큰 바위는 수면에 나타나게 된다. 급류성 여울도 나타나게 되고 소를

매었던 토사도 흘러가서 소는 원상을 회복하게 된다. 이렇게 해서 소, 급류성 여울, 평여울의 차이가 점점 명확하게 들어나게 된다. 거기에 살았던 물고기들도 점차 옛 모습을 되찾게 된다. 하천이 안정을 되찾았을 때에 물고기의 다양도는 최고도에 달한다.

가뭄의 피해는 물이 부족하거나 없어서 입는 피해이다. 5대강을 비롯하여 큰 강들은 아무리 심한 가뭄이라도 본류의 물이 완전히 마르는 일은 없다. 그러나 전국에는 유로가 10km를 넘지 못하는 소하천들도 수백개 이상이나 있다. 이런 하천들은 용수량이 풍부한 샘을 갖추지 못하는 경우 가뭄 때에는 완전히 말라서 건천이 된다. 이런 개울들은 심한 가뭄을 겪는 동안에 서식 어종을 몽땅 잃는다. 전국 각지에서 순수 담수어, 즉 일생 동안을 민물에서만 사는 물고기들을 한 종도 볼 수 없는 소하천들을 흔히 볼 수 있는 것은 이 때문이다.



각시붕어



미꾸라지

가물 때에 물고기를 살리기 위하여 급수를 하기는 어렵겠지만 적어도 가뭄으로 수량이 극도로 줄었을 때에 물고기를 함부로 잡는 행위는 엄금되어야 한다. 가뭄에 수량이 극도로 감소되었을 때는 물이 오염되기 쉽고 산소 부족을 초래하기 쉽다. 이 곤경을 잘 극복할 수 있는 어종들이 있다. 붕어, 미꾸리, 미꾸라지, 왜물개, 송사리, 버들붕어, 가물치 등이다. 소하천을 지니고 있는 섬들에 이런 가물대항종들이 많이 남아있는 것은 이 때문이다. 가물 때는 적어도 이들 어종들 만이라도 보호하여야 한다.

3. 하천 생태계에서의 어류의 지위

일반적으로 민물고기는 하천 생태계에서의 영양 단계에서 1, 2, 3, 4차 소비자의 위치를 차지한다. 이것은 하천 생태계에서의 에너지와 물질이 민물고기를 통해서 많이 흐른다는 것을 뜻한다.

하천 생태계에서 민물고기는 수적으로 보거나 양적으로 보거나 곤충과 함께 우세한 동물에 속한다. 따라서 각종 민물고기, 특히 우세종의 수적 양적 변동은 하천 생태계 전체의 평형유지에 큰 영향을 준다. 하천을 보호하자는 것은 하천 생태계의 평형과 안정을 유지하게 하자는 것임을 생각할 때, 민물고기, 그 중에서도 우세종이 안전하게 살 수 있게 하자는 것은 하천 생태계 보호의 핵심 문제이다.

우리 나라 민물고기의 경우, 하천 생태계에서 현재 가장 우세한 종은 피라미고 다음으로 우세한 종은 붕어이다. 그러나 수백년 전까지도 이들 두 종은 버들치나 갈겨니보다 우세했을 것이라고 추리되지는 않는다. 버들치와 갈겨니는 1급수와 2급수의 대표종이고 피라미와 붕어는 각각 2~3급수와 3급수의 지표종이다. 따라서 버들치와 갈겨니가 우세했던 시대에서 피라미와 붕어가 우세한 시대로 옮겨가고 있다는 것은 그만큼 수질이 떨지고 있다는 것을 뜻하는 것이다. 이와 같이 하천 생태계에서의 실태를 파악하므로써 하천 전체의 실태를 알 수 있다는 것은 하천 생태계에서 어류의 지위가 얼마나 중요한 것인지를 단적으로 입증하는 것이다.

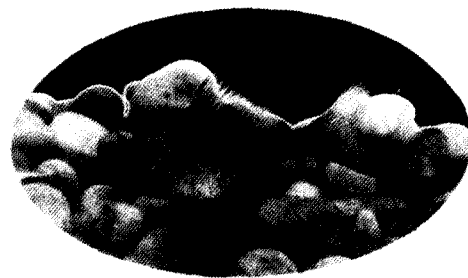
팔당호에서 '80년대 초기에 있었던 또 다른 예를

들어본다. 대형댐의 구축으로 생활 조건이 호전된 민물담치가 갑자기 불어나기 시작했다. 이 조개는 두사(頭絲)라고 부르는 실처럼 생긴 물체를 분비해서 그것으로 고행물에 붙는다. 이 조개는 3~4년간의 수명이 있어서 팔당호내의 모든 고행물에 빈틈없이 붙게 되었다. 2m 80cm의 직경을 가진 수도관벽에 떡의 커처럼 붙게 되었고, 죽은 썩데기가 수도관을 통해서 흘러가서 김포에 있는 정수장에까지 나타나는 사태까지 벌어졌다. 이 때에 팔당호 안에서는 민물담치를 포식하는 민물고기들이 불어나서 마침내 그것들의 폭발적인 발생을 막았다. 이 경우는 생태계의 구조를 바꾸게 하는데 민물고기가 결정적인 구실을 한 좋은 보기라고 본다. 동시에 하천 관리에서 물고기의 존재를 무시할 수 없다는 예이기도 하다.

4. 어류 서식처 환경과 하천관리

민물고기의 서식 환경은 다양하다. 구역에 따라 서식 어종이 같지 않고 저질에 따라 다르며, 수온이나 용존 산소량에 따라서도 같지 않다. 그런가 하면 주로 소에서 사는 종과 여울에서 사는 종이 있다. 물오염에 대한 내성이 강한 종과 약한 종으로 갈라지기도 한다.

한편 하천 생태계에서는 육상 생태계로 부터 유입되는 나무 가지, 나무잎이나 풀잎, 동물의 사체 등은 수서동물의 중요한 식량 자원이고, 질산염이나 인산염 등은 하천 생산자의 기초 생산에 없어서는 안되는 물질들이다. 또 해양에서 증발된 물은 비나 눈이 되어 끊임없이 하천수를 보완해 준다.



민물담치

하천 생태계의 큰 결점은 홍수 때와 갈수기에 큰 피해를 입는다는 것이고 인간의 간섭에 따르는 피해도 적지 않다는 것이다. 따라서 하천을 관리하는 입장에서 보면 이들 자연적 또는 인위적 피해에 대한 보완 대책이 있어야 한다.

우선, 하천의 물리적 특성과 어류 서식처 환경과의 관계를 살펴보면 다음과 같다.

1) 여울(瀾)과 소(沼)

하천은 물의 깊이와 유속을 기준으로 하면 여울과 소의 연결체이다. 여울은 수심이 얇고 유속이 크며 소는 물이 깊고 유속이 적다. 상류일수록 여울과 소의 거리는 가깝고 하류로 갈수록 그 거리는 길다. 일반적으로 상류일수록 유속이 빠르고 하류로 갈수록 유속이 완만해진다. 소에서의 물의 깊이와 여울에서의 유속은 일정하지는 않다. 어름치나 열목어, 잉어 등은 깊은 소를 좋아하지만 붕어나 참붕어 등은 얕은 소에 많다. 피라미나 돌고기 등은 유속이 빠른 여울을 좋아 하지만 흰수마자나 모래무지 등은 유속이 느린 여울에 산다. 또 하천은 만곡을 그리면서 흘러간다. 만곡은 하류로 갈수록 규모가 커진다.

이와 같은 자연 하천의 형태를 인위적으로 수정하는 것은 하천 생태계에 악 영향을 주는 경우가 많다. 하상을 균일하게 골라서 물의 흐름과 수심을 균일하게 하는 것도 소에서 사는 동물들이나 여울에 사는 동물들에게 다같이 악영향을 끼친다. 또 같은 이유로 하천의 만곡을 직선화하는 것도 좋지 않다.

2) 하상구조

물의 흐름은 물고기를 비롯하여 물속에 사는 동물들에게 기계적인 힘으로 영향을 줄 뿐 아니라 하상구조에도 큰 영향을 준다. 하상구조는 생산자들의 부착, 그에 따르는 식량생산, 산소공급에도 영향이 있고 어류의 산란장으로 중요하기도 하다.

하상구조는 일반적으로 수중식물바닥, 돌바닥, 자갈바닥, 모래바닥, 모래펄바닥, 펄바닥 등으로 구분된다.

한 하천바닥이 단 하나의 저질로 구성되는 일은 거의 없다. 돌바닥, 자갈바닥, 모래바닥, 펄바닥이

모자이크형으로 섞이는 것이 보통이다. 이와 같은 하상구조의 차이에 따라 거기에서 사는 생물 군집도 달라진다. 생물의 종이 모자이크형으로 분포되는 것은 바닥의 질뿐 아니라 이미 논술한 물흐름의 차이에서도 온다.

물고기의 예를 들면 모래무지는 하상에 모래가 깔려 있는 곳에서 살고 돌고기, 꾸구리, 돌상어 등은 자갈 바닥에서 살며 송어는 진흙이나 바닥에 해감이 쌓여 있는 곳에서 살고, 붕어나 잉어 등은 수초가 있는 곳에서 살면서 알을 수초에 붙인다. 납자루 무리는 조개가 있어야 그것들의 몸 속에 알을 낳는다. 따라서 이런 저질들을 교란하는 것은 그것들의 서식처 환경을 파괴하는 결과를 초래하게 된다.

다음, 하천개발 및 관리가 어류 서식처 환경에 미치는 영향을 살펴보면 다음과 같다.

1) 보와 대형 저수지

농업용수, 생활용수, 공업용수, 발전용수 등을 확보하기 위하여 하천을 가로막는 일이 많다. 이러한 댐 축조는 하천의 물리적 특성은 물론 하천 생태계에 가장 큰 영향을 미친다고 할 수 있다.

① 저질

보나 댐이 구축된 장소에 따라 만들어지는 저수지의 성격이 달라진다. 대체로 표토나 지층이 허약해서 토사의 유입량이 많은 저수지는 수심이 급속히 얕아져서 저수용량이 그 만큼 감소된다. 이와 같이 토사의 유입량이 많은 하천에서는 홍수시에 물의 오탁이 심해서 모래무지, 돌마자 등 많은 저서성(바닥에 붙는) 어류들이 먹을 것을 얻지 못해서 근경에 빠지게 된다. 하천 가까운 곳에 채석장이 있는 경우 돌가루가 공중에 날라 물속에 가라앉게 되면 같은 결과를 낳게 된다.

② 수위 변동

인공저수지는 일반적으로 수위 변동이 심하다. 저수지에 저장된 물이 여러가지 목적에 쓰이는 까닭이다. 다목적댐을 포함한 발전용 저수지 경우는 우기에 물을 충분히 저장했다가 갈수기에도 발전을 하게 되므로 다음 우기가 오기 직전에는 수량이 심하게 줄어 유효 수위가 0까지 떨어지기도 한다. 관개용 저수지의 경우는 비의 성장기에 물을 방류하

게 되어 수위는 이 때에 최하로 떨어지게 된다. 상수용 저수지의 경우는 1년을 통하여 될 수 있는대로 높은 수위를 유지하려고 할 것이다.

이와 같이 방류하는 시기는 생태계의 보존은 아직 고려되지 않고 이루어지고 있다. 그러므로 민물고기의 산란기나 치어 성육기에 유지 유량이 부족하거나 과다할 경우는 다같이 어류 번식에 치명적인 영향을 끼치게 된다.

③ 취수방법

취수하는 방법도 문제가 된다. 예를 들면 소양호의 경우 발전 용수는 표층에서 수심 40m 되는 깊이에서 취수한다. 이 층의 물은 1년을 통해서 10℃ 안팎이다. 이 때문에 소양호에서 의암호에 이르는 사이의 소양강 유로는 수온이 지나치게 낮아 대부분의 어류가 살지 못하고 있다.

④ 체류 시간

물이 저장되는 시간도 문제가 된다. 저수지의 규모가 작고 유입되는 수량이 많아 저수지에 체류하는 시간이 짧으면 짧을수록 하천성 생물이 우세하고 규모가 크고 유입량이 많아 체류 시간이 길면 길수록 호소성 어류가 우세하다. 소양호에는 호소성 어류가 우세하고 팔당호에는 하천성 어류가 우세한 것은 좋은 보기이다.

⑤ 수온 약층(변온층)

저수지의 물이 오랫동안 체류하게 되면 자연 호수에서와 같이 여름에 일정한 깊이에 수온 약층이 형성된다. 수온 약층은 수온이 갑자기 떨어지는 층으로 변온층이라고 부르기도 한다. 이 변온층이 형성되면 그것보다 저층에서는 저온과 산소 부족으로 대부분의 어류는 살지 못한다. 일반 하천에서와 같이 물이 단시일 내에 교체되는 유수형 저수지에서는 수온 약층이 형성되는 일은 없다.

⑥ 영양물질

저수지를 구축했을 때, 처음 수년간은 영양물질량이 점차 상승하지만 그 시기를 지나면 내려가기 시작했다가 다시 올라간다. 처음에 올라가는 것은 침수 구역에 있었던 동식물이 분해되어 유기물의 양을 높이는 까닭이고 내려가는 것은 그 유기물이 소모되는 까닭이며 다시 올라가게 되는 것은 저수지의 생산력이 높아지는 까닭이다. 이와 같은 영양분의 변동은 저수지내의 생물들에게 직접적인 영향

을 준다. 예를 들면 저수지가 구축된 후 처음 수년간은 동물성 플랑크톤의 양이 오히려 식물성 플랑크톤의 양을 웃도는 수가 있다. 이것은 동물성 플랑크톤이 직접 식물성 플랑크톤에 의지하지 않고 풍부한 동식물의 미세한 파편을 직접 이용하는 까닭이다. 이런 사실은 동물성 플랑크톤에 의지하는 많은 어류들을 살찌게 한다. 새우나 밀어 등이 일시적으로 폭발적인 발생을 하는 것도 그것들이 동식물의 파편을 직접 섭취하는 까닭이다.

⑦ 어류상의 변화

하천을 막아 저수지를 조성했을 때는 그 때문에 일부 어종은 번창하지만 다른 어종은 오히려 감소된다. 일반적으로 호소성 어류는 불어나고 하천성 어류는 감소된다. 붕어, 잉어, 쏘가리, 참붕어, 끄리, 밀어 등은 불어나고 갈겨니, 쉬리, 피라미, 돌고기, 어름치 등은 감소된다.

피라미의 경우는 특수한 예에 속한다고 말할 수 있다. 피라미는 주로 여울에 살면서 자갈에 붙은 부착 조류를 주식으로 하지만 저수지에서도 번창한다. 그것은 3~22mm미만의 어린 피라미가 물살에 밀려서 바다에까지 떠내려가서 되돌아오지 못하게 되는 수가 많지만 저수지의 상류에서 부화한 피라미의 치어들은 바다에 까지 떠내려갈 염려가 없는 까닭이다.

저수지의 조성으로 산란장을 잃은 종들은 상류쪽으로 이동하거나 개체수가 현저하게 감소한다.

⑧ 피난처

가뭄이 심할 때는 하천의 지류는 말할 것도 없고 본류까지도 물이 말라서 완전히 건천으로 변하는 수가 많다. 물고기는 물 속에서만 살 수 있으므로 물이 마른 곳에서는 살지 못한다. 이런 사실은 전국 각지에서 많은 실례를 보았다. 섬진강의 경우, 본류까지도 물이 말라 여러 지점에서 유로가 통하지 못하는 것도 여러차례 본 일이 있다. 그러나 이런 경우 저수지가 구축되어 있으면 물이 완전히 마르지 않으면 적어도 일부어종은 살아남게 된다. 이 경우 보나 댐은 물고기의 피난처 구실을 한다.

⑨ 물고기길(魚道)

인공호를 조성했을 때 그것도 하천의 본류를 막았을 때 어류가 받는 가장 큰 타격은 상, 하류로 자유롭게 이동하지 못한다는 것이다. 어류는 계절

따라 상, 하류로 이동하는 것이 정상적이다. 그러므로 물고기가 자유롭게 오르내릴 수 있는 물고기길을 설치하여야 한다. 물고기길은 형식적인 것이 되어서는 안된다. 최신 기술을 도입해서 물고기들이 실제로 오르내릴 수 있어야 한다. 현재 우리나라에서 어도가 설치되어 있지 않은 저수지가 많고 설치된 것도 형식만 갖췄을 뿐 실효가 없는 것이 적지 않다.

2) 골재채취

강 바닥에 깔려 있는 모래나 자갈을 대대적으로 채취하면 홍수때와 마찬가지로 어류에 큰 타격을 준다. 광물성 알갱이가 모래나 자갈에 쌓여서 부착조류가 광합성을 할 수 없게 하는 까닭에 그것에 의지하고 살아가는 다양한 곤충들이나 민물고기들을 살 수 없게 한다. 모래나 자갈의 채취는 생태계를 파괴하지 않는 방법을 택해야 한다.

3) 호안 공사

하천의 연변이 농경지나 도시, 또는 농촌과 접했을 때는 홍수의 피해를 최소화하기 위하여 호안 공사를 하는 일이 많다. 이 경우에 생태계의 보존을 고려하지 않으면 여러 가지 어려운 문제들을 일으키게 된다.

하천의 연안은 수심이 얇고 수초가 많아 각종 물고기들이 숨는 곳이고 산란처이기도 하며, 유속이 빠르지 않아 어린 물고기들이 자라는 곳이기도 하다. 만일 호안 공사로 그러한 생태적 요지를 파괴한다면 어류가 큰 피해를 입게 된다. 이런 결함을 보완하기 위하여 인공 어소(魚巢) 물고기 아파트를 설치하면 효과적일 것이다.

4) 물오염

물오염 문제는 최근 우리나라에서도 심각한 문제로 등장하게 되었다. 하천 관리에서도 가장 중요한

문제의 하나로 다루지 않을 수 없게 되었다.

물의 오염원은 다음과 같이 나눌 수 있다.

- ① 가정 하수나 식품공업폐수와 같은 유기폐수
- ② 산, 알칼리, 중금속 등을 품는 공업 폐수와 같은 독성 폐수
- ③ 살충제나 제초제와 같은 농약
- ④ 돌가루나 흙가루와 같은 물리적 오탁을 일으키는 물질을 품은 폐수

②, ③, ④의 경우는 그것들을 선호하는 물고기는 없다. 모든 물고기는 그것들을 기피하고 피해를 입는다. 피해가 클 때는 물고기가 살 수 없는 수역이 나타나게 된다.

유기물 오염의 경우는 사정이 다르다. 피라미, 붕어, 참붕어, 왜몰개, 송사리, 버들붕어 등은 어느 정도 유기 오염물을 영양분으로 섭취한다. 그러나 강부수성에 까지 유기물이 불어나면 산소 부족으로 어떤 물고기도 살지 못한다.

유기물질을 하천에 버리면 오염된 물은 단시간에 정화된다. 이것은 하천이 정화 능력이 있는 까닭이다. 이것을 자정작용이라고 한다. 자정작용은 유기물질을 회석하는 작용은 아니다. 유기물질을 부패성이 없는 무기물로 바꾸어 놓는 화학 반응이다. 이 화학 반응에는 생물이 관여한다.

우리가 가장 흔히 볼 수 있는 유기오염물질은 가정 하수의 유기물이고, 유기화학공장에서 버리는 폐수 중의 유기물이다. 이런 유기물질이 하천에 직접 들어오면 하천의 자정작용으로 조만간 무기물질로 분해된다. 이런 화학 반응에 직접 관여하는 생물은 호기성 박테리아이다. 유기물질의 양이 많으면 그것을 영양물로 이용하는 박테리아가 엄청나게 불어난다. 그것들도 호흡을 해야 살아갈 수 있으므로 물에 풀려있는 산소를 소모한다. 이런 수역에서는 호기성 동물인 어류는 살 수 없다. 이것이 바로 부영양화 현상이다.