

신천의 생태계와 문제점



류 승 원 | 영남자연생태보존회
회장 (ecoyrn@korea.com)

여는 글

신천 본류에 해당하는 가장 긴 물줄기, 유로연장 약 27km의 발원지는 달성군 가창면 우록리 우미산 남서쪽의 밤티재(EL. 570m)이며, 신천의 또 다른 주요 물줄기인 용계천의 발원지는 비슬산 북동사면이다. 이 두 물줄기가 달성군 용계동 가창교 남쪽에서 합류하여 대구광역시 도심지를 관류하게 된다. 도심지를 관류하는 면적이 크기 때문에 집수역의 크기를 정확히 측정하기 힘들으나 약 159.8km로 보고 있다 (전, 2004).

한편 도심지를 흐르는 신천의 물줄기가 정조 2년(1778년) 대구판관 이서에 의해 만들어진 인공 물줄기인 것으로 알려져 왔으나 최근에 와서 지형도와 지형의 조사, 고지도와 고문헌의 조사 등을 통해 이 물줄기가 본래 있었던 물줄기라는 사실이 밝혀지고 있다 (전, 2004; 정, 2005).

이 글을 통해서 신천이 안고 있는 본질적인 문제점이 무엇인지 생태적 측면에서 고찰해보고자 한다.

자연하천으로서의 의미

현재의 신천은 인공하천이다. 따라서 인공하천의 생태적 문제점이 무엇인가를 고찰하기 위해서는 자연하천이 어떤 것인가를 먼저 이해할 필

요가 있다. 말하자면 하천이 갖는 물리적, 화학적, 생물적 특성과 시공간적인 변화에 대해 어떻게 대처하고 이용할 것인가에 초점을 맞추기보다 자연 그대로를 이해하고 그 가치를 평가해보아야 생태적 문제점을 이해할 수 있다는 것이다.

하천은 집수역에 내린 빗물이 모여 흐르는 것이므로 기후와 더불어 집수역의 지형·지질, 식생 등과 밀접하게 연결되어 있다. 따라서 미국 서부지역 태평양 연안의 경우에는 하천을 비교적 긴 시간과 큰 공간규모에서 지형학적 영역 단위(geomorphic province, 1000km² 이상 면적), 집수역 단위(drainage basin, 50~500km² 면적)로 면적 차원에서 구분하기도 한다. 그러나 비교적 작은 규모에서는 계곡구역 단위(valley segment, 0.1~10km 길이), 물길구간 단위(channel reach, 0.01~1km 길이), 서식처 단위(habitat, m 규모), 미소서식처 단위(micro habitat, cm 규모)로 길이의 순서대로 구분하는 것으로 보인다. 계곡구역 단위에서는 계곡이 무엇으로 채워져 있는지, 물길의 유사운반, 공급능력이 얼마나 되는지, 또 운반 과정이 어떤지에 따라 봉적¹⁾계곡구역, 암반계곡구역, 충적계곡구역 등으로 구분되기도 한다. 물길구간 단위에서도 봉적구간형, 암반구간형, 충적구간형으로 구분되고, 충적²⁾구간형에는 소폭포형, 계단-소(沼)형, 평탄바닥형, 소-여울형, 사구-잔물결형 등을 볼 수 있다 (Naiman and Bilby, 1998).

1 봉적(崩積, colluvial): 암석의 풍화물이 비탈을 따라 내려와 쌓임.

2 충적(沖積, alluvial): 유사가 흐르는 물에 의해 쌓임.

이처럼 하천은 그 규모와 형태가 지극히 다양하며, 규모가 클수록 교란에 대한 민감도가 낮은 반면 회복기간이 길고 규모가 작을수록 교란에 대한 반응은 이와 반대가 된다. 하천형태의 변화는 홍수로 인한 범람, 산사태, 나무동치와 같은 물길 내에서의 각종 장애물에 의해 일어나며, 무엇보다 가장 큰 변화는 사람에 의한 토지이용과 제방공사로 인해 일어난다.

신천은 위의 위계적 하천 구분에서 본다면 집수역 단위의 규모에 해당된다. 이를 다시 지형적 특성에 따라 더 작은 집수역으로 구분한다면 비교적 사면이 급하고 면적이 좁은 용계천 집수역(약 41km²)과 비교적 사면이 완만하면서 총적지역 면적이 좀 더 넓은 분류의 중상류 집수역(57km²), 그리고 대부분이 총적지역인 분류의 중하류 집수역(약 62km²)으로 구분된다. 분류나 지류 할 것 없이 봉적구간형, 임반구간형, 소폭포형, 소·여울형, 평탄바닥형 등이 나타난다. 총적구간의 횡단구조에서 볼 수 있는 모래톱, 물길선반(channel shelf), 자연제방, 범람평지, 강변대지(terrace) 등의 다양한 형태도 신천이 자연하천이라면 당연히 볼 수 있어야 한다.

이러한 집수역과 물길의 다양한 조건과 더불어 하천수의 물리화학적 요소의 심한 변동은 하천생물의 분포, 생활사, 개체군 동태, 군락의 구조와 기능에 영향을 주는 일차적 요소가 된다. 따라서 하천생물의 분포상태나 군락상태는 안정된 육지의 것과는 달리 시공간면에서 역동성이 크다는 특성을 띠고 있다.

인공적인 자연훼손과는 달리 홍수, 범람, 산사태 등과 같은 자연재해는 하천생물에게는 환경적 위험인 동시에 새로운 서식처 제공의 기회가 된다(Benda 등, 1997). 현재의 신천에 비해 자연성이 좀 더 컸던 1977년 당시의 신천 상류 일대에만 해도 버들치, 피라미, 갈겨니, 기름종개, 모래무지, 동사리, 밀어, 버들붕어, 미꾸리, 미꾸라지, 송사리, 잉어, 붕어, 납자루 등 총 7과 15속, 17종이 관찰되었다고 한다(양, 1977). 그 때만 해도 신천에는 비교적 다양한 어류 서식처가 유지될 수 있었기 때문에 다양한 형태와 습성의 어류들이 살아갈 수 있었던 것이다.

하천생태계의 기초 생산자로서의 하천식물군락도 하천의 물리화학적 역동성에 적응한 생존전략을 갖는다. 즉 유성생식과 무성생식의 균형, 씨의 크기, 휴면시기 조절, 씨의 산포방식, 씨의 수명을 조절한다. 예를 들어 버드나무, 포플러나무 등은 씨로서 번식하는 방법 외에 무성생식, 즉 잘려진 부분에 부정근이 형성되거나 꺾어나간 줄기가 땅속에서 쉽게 싹이 트기도 하며, 씨의 산포를 홍수가 물러나는 시기와 일치시켜 토양

수분이 적절한 시기를 선택하여 발아성공률을 높인다. 하천변에 흔히 버드나무류의 군락이 형성되는 이유도 이런 하천교란에 대한 적응성이 높기 때문이다. 계곡사면에 서어나무, 물푸레나무, 느티나무, 하천변 습지에 오리나무 등이 흔히 분포하는 것도 돌이 굴러 흐르는 계곡에서의 씨의 산포와 발아, 혐기토양에서의 내성과 질소고정 등과 같은 생존전략과 관련된다. 하천식물군락의 천이과정도 물의 범람과 빠른 물 흐름의 영향을 받기 쉬운 곳은 육상처럼 안정된 극상림에 도달하기 힘들고 천이 초기단계에서 머물 수밖에 없다. 하천생태학자의 보고에 따르면 한반도의 하천식생의 전형적 대상분포, 즉 횡단분포는 수변부에서부터 무식물대, 초본식물대, 관목림대, 연목림대, 경목림대로 구분할 수 있다고 한다(이와 김, 2005). 하천 상류 물길에서 가장 바깥쪽 육상부에 해당되는 경목림대는 물푸레나무속, 느릅나무속, 느티나무가 대표적이며, 상류에서 하류까지 넓게 발달하는 연목림대는 버드나무속, 오리나무속이 특징적이다. 또한 관목림대는 버드나무속이, 물가 또는 물속의 초본식물대는 억새속, 갈풀속, 갈대속, 겨우속, 기래속, 어리연꽃속, 좁개구리밥속이 대표적이라고 한다. 이런 연구 자료를 근거로 한다면 신천의 자연식생이 어떤 것인가 하는 것도 자연스럽게 유추할 수 있다.

이미 잘 알려진 바와 같이 하천변 식생, 특히 강변숲은 물과 유사의 흐름길을 조정하고, 어류를 비롯한 수많은 수서무척추동물들에게 서식처를 제공하며, 범람평지를 형성하는 데 기여하고, 주변 일대의 기후와 수운을 조절하기도 한다. 자연 상태에서는 가지나 낙엽과 같은 잔재물의 섭식, 분해과정에서 수중이나 강변식물이 하천영양물질의 주요 공급처가 되기도 하며 물길과 물길지표층³⁾에서의 흡수를 통해 영양염의 많은 부분을 제거하기도 하고 체내에 저장하기도 한다. 강변 숲과 집수역의 삼림이 영양염 흡수저장능력을 통해 하천의 수질에 절대적인 영향을 미친다는 사실은 고전적인 실험 연구나 그 후의 수많은 연구 자료를 통해 이미 잘 알려져 있다(Likens 등, 1970; Perrin 등, 1984; 류, 1995).

물질순환 측면에서 보면 다양한 생물이 서식하는 자연하천은 물질운반 통로인 동시에 영양염 전환 장소가 된다. 집수역의 삼림에서 유래된 영양염이 하천에 축적되고 이는 또 하류로 운반된다. 이렇게 운반되는 과정에서 용존 상태가 된 유기물이 미생물에 흡수되고, 낙엽이나 잔가지 등은 미생물에 의해 대형무척추동물에게 먹히기 쉬운 상태가 되어 이들에게 먹히고, 이들은 또 먹이사슬을 따라 고차 소비자에게 먹힌다. 이 과정에서 용존 상태의 유기물을 구성한 원자는 하천을 따라 내려가면서

먹이사슬들을 따라 고차 소비자에게 갔다가 다시 용존 상태 유기물의 원자가 되는 과정, 즉 나선과정이 연속적으로 이루어지게 된다. 이렇게 집수역에서 유입된 영양염은 나선과정을 되풀이하면서 하류로 내려가는 동안 많은 부분이 고차 소비자를 거쳐 다시 집수역 삼림으로 되돌아간다. 미국 서부 워싱턴 주의 작은 하천변 숲을 구성하는 총 질소량의 17.5%가 알을 낳기 위해 바다로부터 상류로 거슬러 올라간 연어로부터 유래된 것이라는 Bilby 등(1996)의 보고를 통해서, 강변 숲을 빠져나간 영양염의 많은 부분이 먹이사슬을 따라 어류의 몸을 구성하고 이들이 상류로 거슬러 올라가서 포식자에게 먹히고 이 포식자에 의해 이 영양염이 다시 숲으로 되돌려진다는 사실을 알 수 있다. 신천인 경우에 신천 집수역으로부터 들어온 영양염이 다시 집수역으로 되돌리는 역할을 하는 동물은 아마 수달과 새와 사람이 될 것이다.

인공하천으로서의 문제점

기후변화로 인해 수문의 변화가 있으면 물길 형태에도 역동적인 변화가 일어나고 이어 생물계에 변화를 일으키는 게 정상이다. 지난번 연속 2회의 수십년 만에 한 번 일어나는 큰 규모의 태풍이 신천의 입장에서 보면 부분적이나마 자연성을 되찾는 좋은 기회였으나 재빠르게 확보된 백수십억원의 수해복구비로 인해 곧바로 인공화 되어 버렸다. 특히 용계천이 합류되기 전 두 물줄기로 이루어진 상류역의 모든 구간은 폭 좁은 시멘트 박스형 수로로 변해버렸다.

이로 인해 신천은 여울-소, 암반, 소폭포 등의 다양한 형태의 물길과 수변의 모래톱, 물길선반, 범람평지, 강변대지 등 횡적 다양성이 거의 사라진 죽은 하천이 되어 버렸다. 당연한 결과로 강변 특유의 식생은 전혀 형성되지 못하고 있으며 물길과 육상간의 생물적 연속성도 완전히 단절되어 버렸다. 1977년 당시에 상류 구역에서 관찰되던 17종의 어류 중에서 잉어, 모래무지, 돌마자, 납자루, 기름종개, 송사리, 벼들붕어의 7종이 최근에 사라져 버린 것으로 보고되고 있다(남과길, 1997; 강 2001).

최상류 봉적구간 사면에 해당되는 우미산 일대에도 일본 갈갈나무와 밤나무가 많이 조림되어 있을 뿐만 아니라 목장이 들어서 있어 크게 훼손되어 있다. 다행스럽게도 용계천 최상류 구간은 오랫동안 상수원 보호 구역으로서 사람의 출입이 통제되어 있고, 물푸레나무, 쇠물푸레나무, 물오리나무, 개암나무, 층층나무, 비목, 고추나무 등이 많이 분포하고

있어 비교적 높은 자연성을 유지하고 있는 것으로 보인다.

한편 상동교에서 금호강 합류지점까지 9.1km 길이의 도심지 구간은 10개의 고무보와 4개의 콘크리트 보가 물 흐름을 차단하고 있어 물질은 반동로와 나선과정이 이루어지는 물질 전환 장소로의 생태적 기능이 제대로 이루어질 수 없게 되어 있다. 말하자면 서식처가 없으니 생물이 제대로 살 수 없고, 보가 있으니 생물이 있다 한들 오르내릴 수 없어 먹이질 높이기, 먹이사슬을 통한 영양물질 이동, 고차 소비자에 의한 '하천물질 집수역으로 되돌려주기' 등이 생략된다는 것이다.

1995년 당시 신천 집수역은 25%가 시가지였고, 농경지가 3.5%, 조림지가 32%, 2차림지가 40%였다. 10년이 지난 지금은 시가지 면적이 크게 늘어난 것으로 짐작된다. 이런 상황에서 신천 유량의 실측자료를 통해 유출률, 즉 일년 동안에 집수역에 내린 강수량인 면적강수량에 대한 유량의비를 계산해보면 고작 8%에도 채 미치지 못하고 있다. 낙동강 집수역 평균 유출률을 약 27%로 본다면 신천에 흐르는 물의 양은 매우 적은 편이다(류, 1995). 이런 건천화 현상은 전국의 많은 하천에서 나타나는 것으로 짐작되며, 그 이유는 댐의 영향일 수도 있고, 집수역에서 지하수를 심하게 퍼 올리는 한편 집수역에 당연히 유입되어야 할 물들이 하수처리장으로 보내지기 때문일 수도 있을 것이다.

문제는 신천이 이렇게 건천화되면서 이를 해결하기 위해 모터를 이용해 하수처리장으로부터 처리된 물을 역지로 퍼 올려 흘러보내겠다는 발상을 한데서부터 시작된다. 위에 언급한 자연 상태의 신천과 비교해 본다면 시민들에게 물구경을 시키기 위해 설치한 수많은 인공보들이 물질 운반기능과 생물의 이동기능을 마비시킨다는 점을 쉽게 인식할 수 있을 것이다. 또 보로 인해 물이 고이면서 물속에 포함된 엄청난 양의 무기영양물질이 곧바로 담수조류의 번성을 일으키고 이어 혐기상태가 되어버린다는 사실도 쉽게 짐작하게 된다. 한편 수변 토지를 이용하기 위해 신천폭을 형편없이 줄여 버린데다가 범람을 방지하기 위해 숲도 쉬지 못하도록 철벽 호안시설을 했고, 시민들의 휴식공간을 조성하기 위해 평탄고수부지를 만들고 이 부지에 시멘트 길을 내고, 잔디를 깔고 예쁜 수입산 꽃을 심고 전봇대 같은 메타세코이어나 소나무를 심어놓았다.

3 물길지표층(hyporheic zone): 물길과 그 주변의 바닥층 일부로서 지하수와 지표면수가 섞이며 이곳 특유의 생물이 서식하고, 물과 영양염류의 저장에 크게 기여함.

즉 모래톱, 물길선반, 자연제방, 범람평지, 강변대지 등이 있고 이에 걸맞는 식생이 형성되어 있고, 여울-소형, 암반, 호박돌, 자갈, 모래로 구성된 물길이 있고, 사구-잔물결형 구간도 있어 수생생물의 서식처가 마련된 그런 신천이 아니라 수생생물과는 전혀 상관없이 대형 하수구에다가 그 주변에 인공 조경지를 만들어 놓았다는 뜻이다. 물을 퍼 올리고 어울리지 않는 조경 상태를 관리하고, 말 많은 수질 때문에 고도처리시설을 유지하러니 그 경비와 에너지가 또 얼마나 많이 들겠는가! 자연하천은 결코 인공에너지가 들지 않는, 태양에너지에 의해 작동되는 세계다.


바람직한 신천의 모습을 위하여

신천이 만일 자연하천이라면 비슬산지에서 발원하여 금호강에 합류하기 까지, 고산골에서 시작되는 개울, 고산골 바로 이웃하는 삼점골에서 흘러들어오는 이천천, 물길이 끊겨버린 대구천, 진밭골에서 대덕지를 거쳐 흘러드는 범어천 등과 같은 중요 지류에서 맑은 물들이 흘러들 것이며, 봉적구간, 암반구간, 총적구간에 계속되면, 여울-소, 소폭포, 암반, 모래톱, 물길선반, 자연제방, 범람평지 등의 다양한 형태들이 크고 작은 홍수에 따른 범람, 산사태에 의해 끊임없이 그 형태를 바꾸어 갈 것이고, 이에 따라 수많은 서식처가 사라지기도 하고 새로이 형성되기도 하여 생물다양성을 유지할 것이다. 수변식생은 또 수없이 천이를 되풀이하면서 물길과 수문의 역동적인 변화에 대응하여 물길을 따라 선형(corridor), 모듬조각형(patch), 넓게 분포하는 기질형(matrix), 모자이크형(mosaic)의 군락을 형성할 것이다.

이렇게 되면 하천은 수많은 생물들의 서식공간으로서, 운반통로로서, 물질 전환 장소로서의 기능이 정상적으로 이루어지게 되고, 또 이런 자연하천은 도심지의 기후를 조절하고, 맑은 물을 제공하며, 이와 더불어 빼어난 경관을 제공하고 뛰어난 휴식처와 학습장을 제공할 것이다. 무엇보다 이 하천생태계는 태양에너지에 의해 작동된다는 데 유의할 필요가 있다. 우리는 이런 가치들을 모두 무시하고 있다.

지난 번 연속 2회의 큰 태풍 후 신천이 부분적으로나마 제물길을 찾았을 때 행정당국에서 현명하게 처리하지 못하고 오히려 전 구간에 걸쳐 박스형 수로를 만들어버린 게 큰 아쉬움으로 남는다. 만일 이 때 범람구간의 토지를 사들여 물이 머물 수 있는 범람평지, 즉 일종의 습지 또는 유수지로서 이에 적합한 식생을 조성했다더라면 훨씬 더 자연스런 신천으

로 변모했을 것이다. 복구사업 이후 신천의 자연성을 되찾는다는 일이 한층 더 어렵게 되어 버렸다. 그렇다면라도 먼 후일 누군가 손을 댄다면 가장 먼저 해야 될 일이 상류구간은 호안시설을 없애고 자연스런 수변형태와 식생을 조성하는 일이고 도심구간은 고무보를 제거하는 일이다. 그 다음은 도심구간의 물길에 물을 담을 수 있는 공간을 마련하기 위해 현재의 고수위 부지의 많은 부분을 깎아내고 사면으로 처리하여 자연스런 수변형태를 만들어내고 달뿌리풀과 같은 빠른 물 흐름에 적응하는 초본류와 갯버들과 같은 관목류로 수변식물군락을 조성하고, 고수위 부지 쪽으로는 왕버들, 버드나무, 오리나무 등으로 연목림대를 조성하는 한편, 오솔길을 내어 시민휴식처로서 생태체험공간으로 활용하도록 해야 할 것이다. 물을 퍼 올리는 일은 가능한 한 자제할 필요가 있다. 왜냐하면 하천은 본질적으로 인공에너지로 유지되는 계가 아니기 때문이다. 또 우리나라 기후 특성상 하상계수가 크다는 점을 인정해야 한다. 따라서 건조기에는 수변식생이 푸르름을 유지해주기 때문에 실개울 수준을 유지해도 좋다고 본다. 홍수기 때는 물을 담을 수 있는 공간을 크게 했기 때문에 제방 쪽의 교목들이 충분히 견딜 수 있을 것이다. 지난번의 큰 태풍 때 고수부지의 전태대와 같은 메타세코이아와 소나무가 전혀 피해를 입지 않았던 것으로 보아 교목들이 있어도 물 흐름에 큰 무리가 없다는 사실이 충분히 입증되고 있다.

이제 우리에게 중요한 것은 지금까지 개발을 통해 인간들이 너무나 소중한 자연계를 지나치게 훼손시켜 왔다는 사실을 깨닫고, 우리들의 하천이 바람직한 형태와 기능을 가지도록 힘과 뜻을 모으는 일일 것이다. 



■ 인용자료

강영훈 (2001) | "담수어류," 비슬산 생태계 조사보고서, 대구광역시 달성군.
 남명모, 김성자 (1997) | 제2차 전국자연환경조사-대구, 달성, 비슬산 및 그 일대의 담수어류, 환경부, pp. 243-275.
 류승원 (1995) | "낙동강생태계의 물, N, P 수치 및 일차생산성," 낙동강생태 보고서, 영남자연생태보존회.
 양홍준 (1977) | "대구근교 신천 상류의 어류상에 관한 연구," 경북대 교육대학원 논문집, 제8권, pp. 143-147.
 이윤경, 김종원 (2005) 한국의 하천식생, 계명대학교 출판부.
 전영권 (2004) | "대구 신천 유로에 관한 새로운 해석," 한국지역지리학회지 제10권 제4호, pp. 689-697.
 정해진 (2005) | 영남일보, 2005. 2. 12일 기사.

Benda, L. and Dunne T. (1997) | "Stochastic forcing of sediment supply to the channel network from landsliding and debris flow," *Water Resources Research*, Vol. 33, pp. 2849-2863.
 Bilby, R.E., Fransen, B.R. and Bisson, P.A. (1996) | "Incorporation of nitrogen and carbon from spawning coho salmon into the trophic system of small streams: Evidence from stable isotopes," *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, Vol. 53, pp. 164-173.
 Likens, G.E., Bormann, F.H., Johnson, N.M., Fisher, D.W. and Pierce, R.S. (1970) | "Effects of forest cutting and herbicide treatment on nutrient budgets in the Hubbard Brook watershed-ecosystem," *Ecol. Monog.*, Vol. 40, pp. 23-47.
 Naiman, R.J. and Bilby, R.E.(eds) (1998) | *River Ecology and Management*, Springer-Verlag, New York.
 Perrin, C.J., Shortreed, K.S. and Stockner, J.G. (1984) | "An immigration of forest and lake fertilization: Transport and transformations of fertilizer elements," *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Vol. 41, pp. 253-262.