

인공습지의 유지관리

김 용 찬

코오롱 워터 앤 에너지(주)

서 론

급격한 산업화와 인구의 증가 등으로 인간활동에 의해 발생하는 유기물과 영양염류(질소, 인)를 다량 함유한 오염된 물이 하천, 호소에 유입되어 수역의 생태계균형이 파괴되고, 그로 인해 수질환경이 현저히 악화되고 있다. 이렇게 훼손된 하천생태계를 복원하고, 국민의 깨끗한 환경을 추구하는 열망에 부응하기 위해서는 오염된 하천의 정화대책이 절실히 필요하다.

우리나라 하천은 하천정비로 하천의 자정능력이 저하된 상태이며, 콘크리트 블록사면에 의한 하천생태계 단절, 하천 단면의 단순화로 하천의 자정기능 약화, 고수부지 단순화로 생물다양성 결여 등의 문제점이 나타

나고 있다. 이에 따라 최근에는 여러 연구결과를 통해서 오염되고 훼손된 하천을 정비하고 복원하려는 노력이 전국적으로 이루어지고 있다.

최근에는 오염총량제도의 도입으로 '비점오염원'의 처리를 위해 각 지자체와 국가는 많은 제도적 장치를 활용하여 노력하고 있으며, 이러한 비점오염원의 효과적인 처리모델로 인공습지가 부각되고 있는 실정이다. 이러한 하천수질개선업과 관련하여 인공습지는 다소 넓은 면적을 필요로 하여 우리나라의 경우에는 적용하기 어렵다고는 하나, 하천의 고수부지나 폐천 부지, 상수원 상류의 홍수조절용지 등 남는 공간을 잘 활용하면 충분히 도입이 가능하다.

인공습지는 설치 및 유지관리비용이 낮고,



그림 1. 길성천 수질정화습지 전경(전남 화순군).



그림 2. 주암호 인공습지 전경(전남 보성군).

1) Maintenance of Constructed Wetland

2) KIM, Yong-Chan, KOLON Water & Energy CO, LTD., 10000chan@kolon.com

운영이 상당히 단순하여 인공습지를 적절히 활용하면 수질개선 뿐만 아니라 생태계의 복원, 우수한 경관형성으로 훌륭한 생태공간이 창출될 수 있다(그림 1, 2).

인공습지란

인공습지의 정의

습지는 유입되는 물에 포함된 영양물질과 에너지를 받아서 형성된 소생태계가 안정화된 지역을 말한다. 습지는 육상생태계 및 수생태계가 복합적으로 형성되어 수문학적 완충 및 수질개선 등의 기능을 수행한다. 최근 이러한 습지의 연구를 통하여 인공습지가 계획적으로 만들어질 수 있었다.

인공습지는 일반적인 습지(자연습지)와는 조금 다른 것으로, 사람들의 필요에 의해 자연습지에서 터득한 최상의 기술을 다시 설계에 반영하고 계획적으로 시공한 후 운영하는, 인간이 만든 습지를 말한다(그림 3).

인공습지의 분류

수질개선을 위한 인공습지는 지표흐름형

(surface flow system)과 지하흐름형(subsurface flow system), 부유식물시스템으로 크게 분류된다. 최근에는 인공습지 조성에서 가장 큰 단점인 넓은 부지면적을 최소화하고, 수질개선효과를 최대화하기 위해 위 3가지 유형을 적절히 혼합하여 인공습지를 설계한다.

지표흐름형은 유입수가 대부분 기반토양 위에 자연유하식으로 흐르도록 조성된 형태이다. 지하흐름형 습지는 이론적으로는 유입수가 하부지층층으로 전부 흘러 표면에는 물의 흐름을 볼 수 없는 시스템이다. 지층은 전형적으로 크기가 다른 여러 종류의 자갈, 쇄석, 또는 토양으로 이루어진다. 부유식물습지는 부레옥잠, 개구리밥과 같은 부유식물을 이용하거나, 대형정수식물이 생육할 수 있도록 만들어진 부상형 구조물을 활용하는 시스템이다.

인공습지의 정화원리

습지는 다양한 물리적, 화학적, 생물학적 작용을 통해 수질을 개선한다. 중요한 처리 과정은 하수처리장에서 일어나는 생물학적인 분해와 비슷한 과정이며, 단지 처리면적



그림 3. 인공습지 조감도(전남 화순군 길성천 수질정화습지).

의 규모와 미생물의 조성이 다를 뿐이다. 두 시스템 모두 최적의 미생물 성장환경이 조성되고 유지되어야 한다. 습지는 넓은 토지를 이용하고 자연에너지와 생태계를 활용하여 더 많은 종류의 미생물이 살 수 있는 환경을 제공한다. 따라서 습지는 보통 소규모 하수처리장에 비해 물속에 포함된 오염물질을 더 완벽하게 감축하고 유출농도를 더 낮게 처리할 수 있다. 습지의 수질정화기능에 작용하는 주요인자는 습지 내부요인 중 물, 식생, 토양, 미생물의 4가지가 될 것이나, 더 중요한 자연적인 요인은 바로 태양광(기온, 계절, 일조량의 영향인자)이다.

1. 물

기본적으로 적은 물의 양은 습지 내 수온과 미생물 및 수생태계 유지에 불리하며, 과도한 수량 또한 물리적 저류시간(체류시간)변화, 서식조건 악화를 초래하므로 수질정화의 기능에 부적합할 것이다. 적절한 농도의 오염원과 적절한 양의 물을 조절함으로써 수생식물과 미생물의 생육조건을 변화시키고 수생태계를 복원하여 결국에는 자정작용에 의한 수질정화효과를 향상시킬 수 있을 것이다.

2. 식생(수생 및 육상식물)

습지의 식생은 유속, 수온, 오염물질의 분해 및 흡수와 흡착, 산소공급, 유기물 공급에 영향을 준다. 물속의 줄기나 잎은 유속을 감소시켜 물리적, 화학적 작용을 할 수 있는 시간을 증가시키고, 침전을 용이하게 한다. 그렇지만 식생의 중요한 기능은 미생물이 서식할 수 있는 추가적인 환경을 조성하는 것이다. 수생식물이나 습지식물의 줄기, 뿌리, 잎 등에는 호흡을 할 수 있는 기관(breathing tube)을 가지고 있어서 산소를 포함한 대기 가스를 뿌리로 이동시킬 수 있다. 따라서, 뿌리털 주변에 얇은 호기성 지역 즉, 근권역(rhizosphere)이 형성된다. 또, 식물은 잎, 줄

기 등의 사체층인 부식토층을 형성하며, 이 층은 얇은 막의 미생물반응기(thin-film bio-reactor)와 같은 역할을 한다. 이 부식토층은 다공질의 습지 하부층을 형성하여 미생물의 성장을 위한 많은 양의 부착면적을 제공하고 미생물에게 탄소원이 된다. 뿌리는 자칫 혐기성인 토양층에 산소를 공급하는 역할을 한다. 습지식물은 토양 표면과 아랫부분에서 미생물이 활동하기에 유리한 호기성, 혐기성 조건을 계속 증가시킨다. 결과적으로 습지에서 식물의 매우 중요한 기능은 단순히 자라고 죽으면서 수질정화가 될 수 있는 조건을 형성하는 것이다.

3. 미생물

박테리아, 균류, 원생동물과 같은 미생물들은 오염물질을 영양물질이나 에너지로 변환시켜 그들의 생명유지에 활용하면서 오염물질을 분해하여 수질을 직접적으로 개선한다. 습지의 수질개선 효과는 미생물의 군집 환경을 얼마나 잘 유지하는가에 달려있다. 미생물들은 서식범위가 넓고, 대부분의 물에서 자연적으로 발생하며, 영양염류 또는 에너지원으로 오염된 습지와 물속에서 대규모로 서식하고 있다. 이러한 미생물의 다양성을 유지하기 위해서 다양한 수심과 토양과 식생이 필요하고 관리되어야 한다.

4. 토양

모래와 자갈을 포함한 토양층(기질, substrate)은 식물을 물리적으로 지지하는 역할을 하며, 이온들이나 화합물들의 반응성 표면을 제공하고, 미생물이 부착하여 서식할 수 있는 표면을 제공한다. 토양 아래로 뺀은 정수식물의 뿌리공극이 토양과 복합적으로 작용하므로 토양 내부 미생물의 생육조건을 최적화시킬 수 있고 또 토양 내부의 다양한 미네랄과 염류는 오염물질에 포함된 특정 영

양염류와 중금속을 흡착할 수 있다. 이처럼 토양의 수질정화 기능은 단지 물리적 지지 역할보다 그 시사하는 바가 크다고 할 것이다.

5. 태양광

태양광은 습지에 서식하는 식생의 에너지원으로 쓰이며 광합성을 통해 산소를 대기와 물에 공급할 수 있는 조건을 만들어준다. 식물의 성장에 매우 중요한 인자인 것이다. 특히 침수식물의 경우 태양광이 광합성을 도와 물속에 용존산소를 증가시켜 호기성 조건을 만들어 미생물의 오염물질분해를 돕게 된다. 또, 일조량은 온도(수온, 기온)와 관련이 있어 미생물의 활성온도를 제어하며, 용존기체의 포화정도를 결정하게 된다. 이로써 결국 오염물질이 포함된 수질을 정화하는데 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. 이처럼 일조량은 습지의 전체기능을 좌우하는 매우 중요한 인자임에도 불구하고 임의로 조절, 조작이 불가능하다. 깊은 산골의 가장자리, 고위도 지방인 중부이북지역에서 인공습지 설치는 일조량, 기온과 관련해서 심사숙고해야 할 것이다.

인공습지의 장단점

1. 장점

인공습지는 다른 수질정화기능 시설물에

비하여 조성비가 저렴하다. 유지관리는 수위와 식물상태 관찰, 수질검사와 유지관리도로 관리(제방과 제초작업) 등이며, 기존 하수처리장에서는 거의 필수적인 화학약품의 투입, 양수작업, 오톤제거 등이 거의 없고, 부유식물을 이용한 처리장과는 달리 식물의 제거도 필요가 없어 유지관리비용이 낮다. 운영도 단순하고 초보적인 교육방법으로도 가능하다. 기본적으로 인공습지는 스스로 유지되도록 설계되므로 관로, 유량조절, 독이 잘 보전되도록 주기적인 검사만이 필요로 한다.

인공습지는 야생동물 서식지 복원, 여가선용장소 제공, 환경교육공간, 또는 도시녹지공간과 같은 부가적인 효과를 제공할 수 있다.

2. 단점

인공습지는 기존의 하수처리장에 비해 많은 면적이 필요로 하며, 비교적 평평한 지면을 요구한다는 단점이 있다. 또한 습지의 최고효율은 식물의 성장과 운영상태에 의존되기 때문에 설계효율이 나타나려면 많은 시간이 지나야한다는 점이다. 인공습지는 수천년의 자연습지를 모방한 것이므로 일정기간 습지의 효율을 모니터링하는 과정이 필요하다. 습지의 경우 퇴적은 매년 2~3 cm 정도로 낮게 측정되었으며, 처리효율의 손실은 없는 것으로 보고되고 있다(표 1).

표 1. 수질정화 인공습지의 장·단점

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> - 건설비용, 유지관리비가 낮다. - 효과가 일관성, 신뢰성 있다. - 운영관리가 간단. - 에너지가 많이 필요하지 않음. - 화학적인 조작이 필요없음. - 오염부하변동에 적응성이 높음. - 생태환경 복원. - 우수한 경관형성. - 환경교육장 활용. - 지역민 친숙공간, 여가활용 공간활용. 	<ul style="list-style-type: none"> - 많은 면적이 소요. - 국내최적 설계자료 부족. - 습지 운영기술에 친숙하지 못함. - 설계비용이 많이 소요. - 해충발생 가능성이 있음. - 관리 미숙에 따른 관리비용 가중.

인공습지의 설계

설계의 기본 원칙

인공습지의 위치, 형태, 구성요소 등은 조성목적, 오염원 유입정도, 지리/기후조건에 따라 매우 다르다. 일반적으로 비점오염원 저감 및 수질개선을 위해 다음 사항이 고려되도록 설계한다.

- ① 높은 수준의 처리가 가능하고 상대적으로 깨끗한 물을 방류할 수 있을 것
- ② 설치비가 낮고 효율이 높을 것
- ③ 운영/관리가 거의 필요없을 정도로 시스템 자체가 스스로 유지관리될 것
- ④ 매우 쉽게 운영이 가능하도록 할 것
- ⑤ 경관적/교육적 부가가치 창출

습지의 구성

인공습지는 얇은 습지, 깊은 습지 등 수생 식물지와 연못 등으로 구성되며 습지의 형태와 유량에 따라 적절하게 배치하여야 한다. 수심 10~20 cm의 얇은 습지는 정수식물들이 조밀하게 성장하고 있는 곳이며 수심 40~60 cm인 깊은 습지는 호기성 산화지와 비슷하게 작용한다. 그리고 수심 100~120 cm인 연못은 수표면에서 개구리밥 등 부유식물이 자라고 물속에서는 여러가지 조류가 생성되어 물리적 침강 또는 침전을 유도하는 곳이다.

습지의 구조와 형태

대부분의 인공습지는 최소의 크기와 비용이 되도록 설계했기 때문에 유효처리면적이 최대화하기 위해 직사각형 형태로 조성하게 된다. 일반적으로 유입시설과 유출파이프를 습지의 상단과 하단에 분포되도록 하여 이론적으로 습지 전체에 균등하게 물이 흐르도록 한다. 만약, 습지 규모를 크게 하면 경관조성 등 부가적인 효과가 커 훨씬 좋은 형

태의 습지가 되어 실용적일 수 있다. 작고 단순한 형태의 습지는 부하량의 변동에 적응하기 어렵거나 식생이 병충해를 입을 가능성이 높다. 따라서, 운영이나 유지관리비가 높게 되고, 시스템의 기능을 방해할 수 있다.

습지 독의 여유고는 매년 2~3 cm 쌓이는 유기물질 침전비율을 고려하여 10년 계획 운영인 경우는 수면 위 30 cm 이상이 되어야 한다. 습지가 여름의 심각한 가뭄과 높은 증발량으로 물 부족이 예상되면, 비상급수시설이 계획되어야 한다. 또한 강우시 많은 부유물질 및 토사가 유입되므로 습지 전단에 침강저류지의 배치가 필요하다. 또 습지 내부 퇴적물의 재부유를 방지하기 위하여 습지의 말단부에 침전지(micropool)의 도입을 검토할 필요가 있다.

인공습지의 유지관리

인공습지의 유지관리

1. 식생관리

인공습지는 조성할 때 식재된 식생 이외에 자연스럽게 천이된 다양한 식생이 공존하면서 생태계가 복원된다. 기본적으로 수생식물은 그 다양성이 증가하더라도 수질개선 효과에 큰 영향을 주지 않는 것으로 보인다. 다만, 인공습지의 구성과 설계가 계획적인 것을 감안할 때, 인위적으로 식재한 수생식물이 도태되지 않은 범위 내에서 자연스런 경쟁을 유도하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

예를 들어, 수련이 식재된 연못의 경우 부유식물인 개구리밥, 또는 부엽식물인 마름, 자라풀 등이 도입되어 번성하게 된다. 이들은 수련과 그 기능면에서 큰 차이가 없으므로 자연스런 경쟁을 유도하며 인위적 관리를 최소화할 필요가 있겠으나, 연못 내부에 자연천이 과정을 통해서 자라는 침수식물(말

즘, 물수세미 등) 등의 번성을 저해함으로써 태양광에 의한 깊은 수심지역의 호기성 조건을 교란하게 된다. 따라서, 부분적으로 개방형 수면지역을 확보하는 차원에서의 경쟁대상 식생을 제거하는 작업이 필요하겠다. 이처럼, 자율경쟁적 환경을 유도하면서 인위적 요소를 최소화하는 방향으로 여건에 따라 관리되어야 한다.

인공습지의 유지관리에서 수생식물체의 ‘제거’ 여부가 많은 관심의 대상이 되고 있다. 수량이 많지 않은 습지에서는 겨울에서 봄으로 기온과 수온이 상승하는 시기에 일조량이 증가하고 수온이 상승함에 따라 고사한 식물체로부터 오염물질이 용출되는 경향이 나타난다. 이러한 현상은 습지의 수질정화기능을 감소시키는 요인으로 작용하기 때문에 수생식물체의 제거는 매우 큰 관심의 대상이다. 습지에서 대형정수식물 서식처는 구조적으로 반복설치되며, 수생식물의 다양성을 위해 같은 종의 중복을 회피하는 경향이 있다. 갈대, 부들, 줄, 창포, 미나리, 달뿌리풀 등의 다양성을 확보하되 중복, 반복을 회피한다는 것이다. 따라서, 수생식물의 제거도 인공습지의 전체면적을 3~4개 구간으로 나누어 순차적, 격년제로 각기 다른 시기에 제거되도록 계획하면, 각 식물종은 4~5년을 주기로 1회 제거되는 형태를 취하게 된다. 이는 제거되지 않은 식물고사체가 미생물의 서식처와 먹이원으로 제공되게 하기 위함이다. 수생식물체의 제거시기는 연중 수생식물의 생육이 멈추는 가을철에 실시하는 것이 바람직하다.

인공습지의 육상식물은 자연천이에 의해 그 복원속도가 매우 빠르다. 약 4~5년이면 천이식물의 정착이 안정화되며 개체군 간의 경쟁이 시작된다. 인공습지는 인위적으로 조성되는 한계를 갖고 있어 인간활동에 의해 의도하지 않게 도입되는 외래종의 서식을 초

래한다. 인공습지 조성공사 초기부터 도입되기 시작하는 외래종은 인공습지에 탐방객 방문 등 인간활동이 증가함에 따라 그 종과 수가 늘어간다. 이때, 생태계 교란종의 도입이 관찰되면 정착하기 전에 제거함으로써 피해를 최소화하는 노력을 기울여야 할 것이다. 특히, 돼지풀의 경우(단풍잎돼지풀 포함) 생태체험학습을 위해 방문한 어린이 등의 피부와 호흡기질환을 야기할 수 있으므로 지속적으로 제거하는 등의 관리가 필요하다. 외래종 및 생태계 교란종 이외의 육상식물은 유지관리도로, 탐방로를 제외한 대부분의 구간에서 자연천이를 유도하고 경쟁할 수 있도록 관리를 최소화할 필요가 있다.

2. 시설관리

인공습지는 계획설치된 시설물이 많이 있으며, 따라서 그 시설물의 훼손은 인공습지의 기능을 바꿀 수 있기 때문에 각별한 관리가 필요하다. 유입수문, 유입부, 유출시설물은 강우시와 평상시에 습지의 활성도에 따라 유량과 부하량을 조절하는 장치이므로 수시로 점검하고, 필요에 따라 조작하여야 할 것이다. 특히, 강우시 비점오염원이 유입될 때는 체류시간 조절을 위해 특별한 조작이 필요하며 강우기가 끝남과 동시에 협작물, 퇴적물 제거 및 보수 등의 적절한 조치가 필요하다.

인공습지 내 인공시설물의 경우 대부분 자연친화적인 자재를 사용하여 설치한다. 목재데크의 경우 습기에 노출됨으로서 부식이 빠르게 진행되는데, 이를 예방하기 위해 목재용 유성페인트 등을 남용하는 사례가 많다. 목재데크의 길이와 폭을 관람에 불편함이 없는 범위 내에서 최소화하고, 자연친화적인 소재로 개선하거나 교체하고, 친환경소재의 방부페인트 등을 사용하여 관리함으로써 습지 본래의 목적에 맞추는 노력을 경주해야

할 것으로 보인다.

3. 수질관리

습지의 수질개선기능을 최대한 발휘하기 위해 계획설치된 인공습지는 자연 스스로 수질정화기능을 수행할 수 있도록 여러가지 조건을 관리하여야 한다. 기본설계의 기본원리와 최적운전조건을 숙지하고 관리하는 것이 수질관리의 기본 중 기본이라고 할 수 있다. 수질개선효과를 최적화하기 위해서는 적절한 유량을 유입시키면서 수생태환경을 유지하는 것이 최선의 관리방법이다. 또한 수생태계 변화에 따른 수질변화 추이를 알게 되면 목표한 수질개선효과를 달성할 수 있을 것이다. 목표수질을 달성하기 위해서는 상황에 따라 유량, 수생태환경을 조절할 필요가 있을 것이므로, 현재의 수생태환경과 수질변화를 모니터링함으로써 자료를 모으고, 이러한 자료를 통해 최적관리방안을 모색할 수 있을 것이다.

4. 생태환경 체험학습

인공습지는 그 설치목적이 수질개선기능을 위한 수생태계 복원(자정작용 복원)에 있다고 해도 과언이 아닐 것이다. 이러한 수생태계 복원현장은 생태환경 체험학습장으로 매우 유용한 면이 있다. 그러나 자칫 체험학습을 위한 탐방객이나 학생의 방문이 무절제하게 이루어져 순환수생태계의 완성을 방해한다면 깊이 고민할 일이 아닐 수 없다. 따라서, 방문객의 탐방로나 체험학습장소는 습지에 제한적으로 설치되어야 하며, 탐방객의 수나 탐방회수, 체험학습방법 또한 매우 제한적인 시공간적 장이어야 한다. 생태계가 복원중이고, 자정작용이 형성되는 습지를 최대한 보호할 수 있도록 한 걸음 뒤로 물러서서 인공습지를 바라보는 여유를 가질 수 있도록 편의시설들이 제공되어야 한다.



그림 4. 생태환경을 체험학습 중인 어린이들.

인공습지의 탐방객, 체험학생 수가 제한적일 때, 인공습지의 수질정화효과 뿐만아니라 학습의 효과도 증대된다. 인공습지 생태체험 효과를 높이기 위해서는 적절한 프로그램 개발, 적용, 그리고 평가에 만전을 기해야 할 것이다. 체험프로그램은 인공습지의 역할과 기능뿐만 아니라 관찰가능한 현상 등을 현장에서 볼 수 있도록 제공해야함은 물론이고, 인간활동이 환경과 생태계에 미치는 영향과 그러한 영향을 최소화하기 위한 국가나 기업, 개인의 노력에 대한 자료를 제시하여야 한다(그림 4). 그리고, 생태환경보전을 위해 특히, 수생태계 보전을 위해 할 수 있는 일, 실천방법 등을 참여자가 스스로 느끼도록 프로그램이 구상되고 활용되도록 관리해야 한다. 인공습지의 설치 및 관리처에서는 인공습지의 설치단계에서부터 고민하고 논의된 자료를 제공함으로써 지자체, 국가의 노력을 홍보에 활용할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

5. 기타

경관가치 창출, 수생태계 복원, 환경교육의 장으로 활용되기 위해서는 인위적 관리를 최소화하고, 인간의 간섭 및 접근을 최소화함으로써 소수생태계가 복원되어 습지를 스스로 유지하도록 해야한다(그림 5).



그림 5. 자연생태 변화 관찰구역을 알리는 안내문과 왜가리.

예로, 습지에서 발생하는 병해충을 살펴보면, 그 종류가 매우 많을 것으로 보이나, 피해는 우려할 만큼 크지 않다. 발병하는 병해충으로는 크게 벼과 식물인 ‘줄’에서 발생하는 병해충의 일부가 인근 논에 옮겨지는 것과 모기의 서식처로 변화해서 인근 주민에게 피해를 주는 사례이다. 이 경우 ‘줄’에 의한 피해는 숙아주기, 여름철 장마기 직후에 베어내기 등 최소 관리로 피해해소가 가능하며, 모기의 피해는 습지 내부에 정체가 없도록 유량을 증가시키고 토종 민물어류를 도입하는 매우 작은 조건변화를 통해 해소가 가능하다.

요약 및 결론

요약

인간활동에 따라 생태계의 오염도는 높아진 반면 상대적인 개발에 의한 하천의 자정 능력은 저하되어 생태계 복원을 통한 자정 작용 강화와 수질정화효율 달성을 위한 인공습지 조성이 대두되고 있다.

인공습지는 유지비용이 적고 관리하기 편리한 장점 이외에 오염원을 최적처리할 수 있는 시설물로서 적합할 뿐만 아니라 생태환경복원의 기능, 생태환경 체험학습장으로서의 용도 등 이용성이 다양한 이점을 갖고

있다.

인공습지의 관리는 그 설치목적에 따라 다양하다고 할 수 있으나, 유지관리비용이 적은 만큼 단순화된 관리체계가 필요하며, 인위적 관리를 극소화하는 것이 타당하다.

습지의 유입부와 유출부 시설물의 관리, 수생식물체 생육에 적절한 유입오염부하, 유입수량의 관리 및 계절적 기온, 강수량 변화에 따른 적절한 수생식물체의 관리는 현장 상황에 따라 즉각적인 조치가 필요하겠으며, 이러한 관리로 최적화된 습지일수록 수생태계 변화에 따른 수질개선 효과를 모니터링하여 자료화하고 이를 활용하는 절차가 반드시 필요하다.

인공습지는 생태환경의 복원모델인 동시에 수질정화기능을 하는 수처리 시설로서 지역민의 친수공간, 여가활동의 장소로 활용되며, 생태체험학습장으로서의 역할을 수행할 최적의 장소이다. 다만 인간활동과 생태계, 생태계의 복원과 인간의 역할을 직접 보고, 체험할 수 있는 공간으로서 활용되도록 교육 프로그램 개발과 적용, 평가가 동시에 이루어져야 할 것이다.

결언

사계절이 뚜렷하며, 여름철 강우집중형 기후를 갖는 우리나라에서 하천과 상수원 지역의 인공습지 적용사례가 매우 부족한 현실을 감안할 때, 이미 설치되어 운영·관리되는 인공습지의 수질 및 수생태계 모니터링 자료의 수집, 수집된 자료의 분석, 자료의 새로운 습지조성적용 등이 매우 절실한 상황이다.

이미 설치된 인공습지는 공원의 기능을 가미하여 여가활동공간으로서의 기능을 갖추었으나, 수생태계 복원의 개념에서는 서로 상반된다. 인간활동에 의해 오염된 수질을 개선하는 것을 목적으로 만들어진 인공습지

가 자연친화적인 생태복원시설로서 자정작용이 우수한 본래의 ‘습지’가 될 수 있도록 하기 위해서는 최소한 그곳 인공습지에서 만큼은 인간활동을 최소화하는 방향으로 유지관리될 필요가 있다고 본다.

인공습지의 구조와 기능, 위치 등은 조건에 따라 매우 상이할 수 있다. 하천의 하류로 갈수록 오염도는 증가하며 처리할 오염원은 많아지고, 인공습지를 조성해야 할 면적은 커지는 것이 사실이다. 그러나 만약 인공습지가 오염원이 발생하는 근원지로 근접한다면 어떻게겠는가? 인공습지는 옛 마을 앞 공동 우물의 빨래터 밑에 만들어졌던 작은 ‘**미나리밭**’을 연상시킬 만한 규모와 장소로 현대사회에 다가서야 할 것으로 본다. 앞으로 우리가 계획하여 만들어질 인공습지는 비점오염원이 발생하는 소도시의 도로 아래, 지천, 상수원 상류의 마을 앞으로 가까이 더 가까이, 현대인의 일상생활 주변으로 더 다가가기를 희망한다.

참고문헌

1. 국립환경과학원, 상수원 상류지역 인공습지 저감효율분석 및 최적관리방안(2008)
2. 국립환경과학원, 인공습지 최적 운영관리방안 및 매뉴얼(2009)
3. 농림부·전남대, 담수호 수자원 보전을 위한 유역처리시스템 개발(2002)
4. 영산강유역환경청, 신평천인공습지 유지관리 지침서(2004.12)
5. 한국물환경학회지, 박병훈, 수리학적 고부하 조건의 인공습지 수처리특성, 2001
6. 한국수자원공사, 비점오염원 저감을 위한 인공습지의 설치효과 및 개선방안(2007)
7. 한국수자원공사, 주암댐홍수조절용지 생태환경조사 및 친환경적 수질관리방안(2009)
8. 환경관리공단, 길성천하천정화시설 유지관리 지침서(2003.12)
9. 환경관리공단, 자연형 하천정화를 위한 인공습지 조성방안(2003)

