

Mattress/Filter재료의 수중식생복원성 검토

Aquatic Vegetation Recoverability of Mattress/filter materials

서영민¹⁾, 임기석²⁾, 지홍기³⁾, 이순탁³⁾

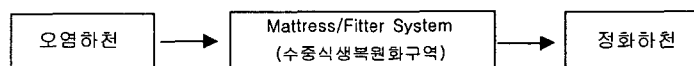
1. 서론

우리나라의 하천정비는 주로 강수량의 계절별 편중에 따른 수문학적 특성과 하천수리학적 특성을 감안하여 소류력에 저항할 수 있는 돌망태, 호안블록 및 Mattress 등에 의한 하천정비에 중점을 두었다. 홍수를 신속히 배제하는 것을 주목적으로 하천을 직강화하고, 시멘트블록 호안을 축조하였다. 이는 인간과 자연생태계의 공생, 지속가능성이라는 측면에서 많은 문제점을 가지고 있으며, 이제는 하천의 환경기능 위주로 하천관리정책을 변경해야 할 때이다. 따라서 본 연구에서는 하천 본래의 기능인 환경생태기능을 회복시킬 수 있는 방안을 강구하고, 저하된 하천 생태계의 질을 향상시켜 건전한 하천생태계를 복원시키는 Mattress/Filter재료의 수중식생복원성을 검토하고자 한다.

2. Mattress/Filter재료의 수중식생복원성

2.1 수중생태계의 특징

하천생태계는 육상, 수변 및 수중생태계가 공존하고 있어 생화학적 물질의 순환이 활발하고 생산성이 높은 생태계에 속한다. 수중생태계는 유수에 의해 생성된 지형기반 위에 식생이 피복되어 있어서 다른 생태계에 비해 지형형성과정이 역동적이고, 유량과 수위의 계절적 변화로 인한 생태계 교란이 발생한다. 수중식물은 서식지에서의 생활형에 따라 뿌리를 땅속에 내리는 고착성 수중식물과 물속에 뿌리를 내리는 부유성 수중식물, 식물체의 밑부분만 물속에 잠긴 정수식물, 식물체가 완전히 물속에 잠긴 침수식물, 물위로 잎이 뜨는 부엽식물로 분류된다.



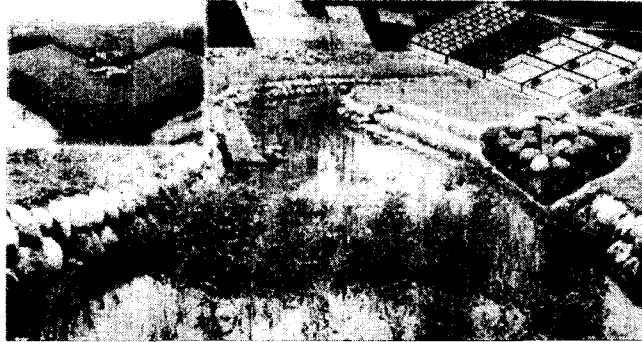
<그림 2.1> 하도의 식생 복원화 개념도

2.2 Mattress/Filter의 수중식생복원성

수초라고 불리기도 하는 수중식물은 보통 물 속에서 살거나 물가에서 살게 되는데, 식물체의 전부가 물속에 잠겨 있고 대롱 모양의 관다발을 가지고 있어 수분과 양분을 흡수하게 된다. 주로 물 속에서 생활하기

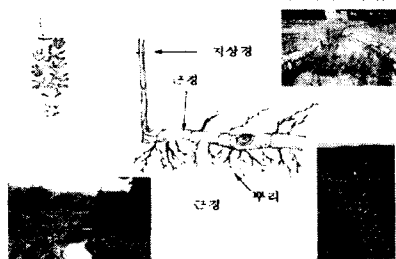
- 1) 영남대학교 대학원 석사과정
- 2) 영남대학교 대학원 박사과정 수료
- 3) 영남대학교 토목도시환경공학부 교수

때문에 식물체의 구조가 물 속에서 살기에 적합하게 진화되었는데, 갈대·연꽃·줄과 같은 정수식물에서는 땅속줄기가 뚜렷히 발달되어 있고 땅속을 가로로 뻗어 식물체를 고정시키는 역할을 한다.

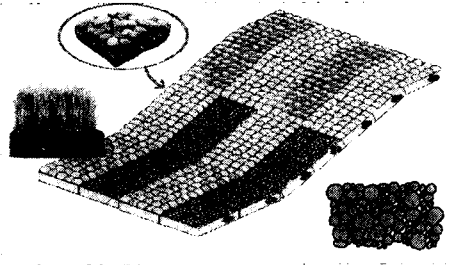


<그림 2.2> 수중 Mattress/Filter 시스템

Mattress/Filter는 자연배수가 가능한 다공성 구조이며, 여재의 공극에 퇴적이 이루어지므로 수중식물의 뿌리가 정착할 수 있는 여건을 마련해준다. 따라서 정수식물의 경우 땅속줄기를 발달시킬 수 있으며, Mattress/Filter에 형성된 퇴적물에 의해 생장을 촉진시키며 서식지역을 확대시키게 된다. 또한 식생에 의한 정화는 침전·흡착 등의 물리화학적 작용과 저습지의 생태계에 관련한 생물화학적 작용을 포함하여 복잡하게 발생하는데, 입자상 영양염의 침전·흡착 및 인의 불활성화 작용, 저질층에 서식하는 탈질균에 의한 아질산태 질소 및 질산태 질소의 탈질작용, 유수·저질표면·수생식물의 표면 등에 서식하는 종속영양세균에 의한 유기물의 무기화 작용에 의해 정화가 이루어진다. 그러므로 Mattress/Filter에 의한 식생복원은 수생식물의 직접적인 오염물질의 흡수·분해와 미생물의 성장환경개선을 통한 정화능력의 증대를 가져올 수 있다.



<그림 2.3> 땅속줄기



<그림 2.4> 다공성 구조

2.3 수생식물의 오염물질제거 메커니즘

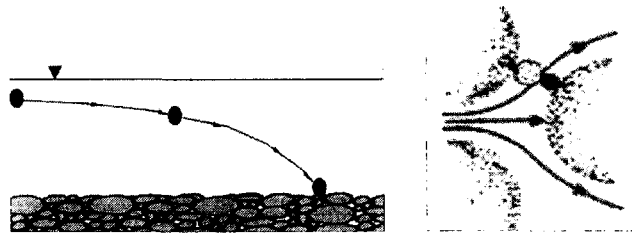
수생식물에 의한 오염물질제거 메커니즘은 물리적, 화학적, 생물학적 반응이 복합적으로 작용한다. 즉, 입자상 영양염의 침전, 여과 및 흡착, 탈질균에 의한 아질산태 질소 및 질산태 질소의 탈질작용, 종속영양세균에 의한 유기물의 무기화 등에 의해 오염물질이 제거되는 식물과 미생물의 상호공생 및 상승작용을 통한 복합적인 메커니즘을 가진다.

Mattress/Filter에 식재된 수생식물은 유속에 대한 저항요소로 작용하므로 유속저하에 의한 오염물질의 전기적 혹은 기계적 침전 및 흡착을 유발하고, 여재의 공극을 통한 여과가 이루어진다. 그리고 미생물의 부착

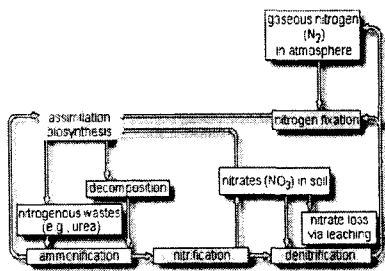
표면을 세공하므로 Mattress/Filter는 접촉여재로서의 기능을 가지게 된다.

질소순환과정은 무기화, 질산화, 탈질화, 암모니아 휘발, 식물흡수, DNRA(Dissimilatory Nitrate Reduction to Ammonia), litter공급 등의 반응과 유역상류로부터의 퇴적에 따른 질소유입, 침식에 따른 질소 유출, 질산태 질소의 용출 등으로 이루어지는데, 탈질화, 암모니아 휘발 또는 식물의 흡수작용을 이용하여 질소를 제거할 수 있다.

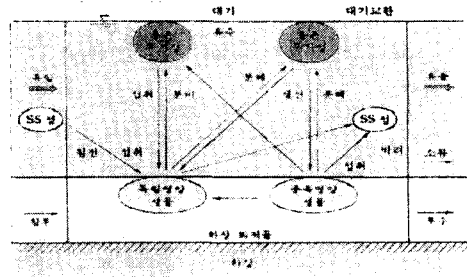
침수된 줄기와 뿌리는 수처리 반응에 관여하는 부착 미생물의 성장을 위한 높은 표면적을 제공하고, 식물 사체의 축적으로 다양한 오염물질 흡착을 위한 매개역할을 함과 동시에 미생물 부착을 위한 넓은 공간을 마련하게 된다. 수생식물의 줄기 등에 부착, 생식하는 미생물은 유기물을 분해하여 무기화 하는 작용을 가진 생물막을 형성하고 이러한 생물막을 통해 미생물은 오염물질을 정화한다. 또한 통기조직을 통한 근계로의 산소전달은 미생물의 대사작용을 활성화 시켜 분해활동을 촉진시킨다.



<그림 2.5> 침전 및 여과



<그림 2.6> 질소순환



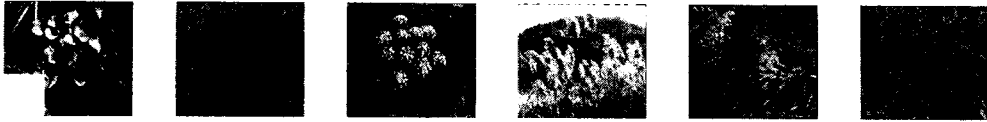
<그림 2.7> 하천에서 유기물의 주요경로

2.4 수질개선을 위한 수생식물의 선택

정수식물은 근계의 발달이 왕성하고 밀집하기 때문에 미생물에 대한 부착매체로서 적합한 환경을 제공하고, 통기조직을 통한 산소의 공급으로 유기물의 분해나 탈질을 유도함에 반해 체내의 질소, 인 함량이 낮고 성장속도가 낮아 영양염류의 흡수능은 미약하며, 수거가 어려운 반면 사료나 비료로서의 재이용성은 크다. 부수식물의 부레옥잠은 여러면에서 수처리에 적합한 식물이나 과밀하게 성장된 경우는 수표면에서 공기와의 산소유통을 차단하여 용존산소를 결핍시키며, 내한성이 낮아 국내의 자연수역에서는 적용이 시기적으로 제한적이고 수분함량이 높아 운반이 쉽지 않다. 이에 반해 잠개구리밥은 상기한 문제점은 갖지 않으나 생체량이 작고 근대발달이 적어 제거능이 상대적으로 떨어진다. 정수식물의 미나리는 정수식물과 부수식물의 중간 수준의 장점을 가지며 내한성이 커서 국내의 기후 조건에 적합하다. 부엽식물과 침수식물은 자연습지에서, 영양구조의 한 구성원으로서 중요한 역할을 하나 수처리용 식물로는 효과가 적다. 대체로 갈대나 부들류는 주로 유기물 제거에, 부수식물은 영양염류제거에 효과적이다.

<표 2.1> 질소·인 제거속도 (단위:g/m²/d)

	미나리	좁개구리밥	부레옥잠	갈대	애기부들	줄
질소(N)	0.732	0.243	1.3557	2.796	1.413	1.9011
인(P)	0.0925	0.0627	0.286	0.0425	0.0248	0.0384



<그림 2.8> 부레옥잠, 좁개구리밥, 미나리, 갈대, 줄, 애기부들

3. 결론

기존의 이·치수 기능만을 고려한 하천구조는 수생식물 또는 육상식물의 성장 조건과 특성을 반영할 수 없으며, 하천의 환경적 기능을 유지할 수 없다. Mattress/Filter를 이용한 수중·육상의 식생은 Mattress/Filter의 다공성 및 넓은 표면적이라는 특성을 이용하여 식물의 성장조건과 특성에 맞는 서식 조건을 충족시키고, 수생식물에 의한 복합적인 물리적·화학적·생물학적 작용에 의해 오염물질을 정화하는 자연 생태적 하천정화시스템을 구축하는 중요한 역할을 할 수 있다.

따라서 기존의 이·치수 기능을 유지하면서 생태계를 보전하기 위한 대안으로 생태복원구조물인 친환경 Mattress/Filter를 이용하면 기존하천에 초본식물들이 식생됨으로서 하천 본래의 생태계를 유지할 수 있는 높이 조성, 우리하천에 맞는 다양한 우리풀 식생, 하천의 친수성 확보, 수변식물이 어우러져 동식물의 서식처 제공, 수변경관이 보전된 아름다운 수변공간을 조성할 수 있다.

감사의 글

이 논문은 환경부 한국환경기술진흥원이 추진하는 “2002년도 차세대 핵심환경기술개발사업”의 자유공모과제(과제번호: 02-22-66) 연구수행 결과의 일부이며, 연구비지원에 감사 드립니다.

참 고 문 헌

1. 배상수, 이경욱, 지홍기(2002). Mattress/Filter를 이용한 하천수질개선 기법, 2002년도 대한상수도·한국물환경학회 공동추계학술발표회 논문집
2. 공동수, 정원화. 생태공학을 이용한 수질개선
3. 공동수(1997). 대형 수생생물을 이용한 수질개선 기법의 현황과 전망
4. 전승훈, 환경과 공해 연구회, 서울특별시, 녹색시민위원회(1999). 생태자료집
5. 임연택, 하천의 직접 정화기술
6. 국립환경연구원(1998). 수생식물에 의한 수질개선기법 연구
7. River Restoration Center(1999). Manual of River Restoration Techniques, Revetting And Supporting River Bank
8. 국립환경연구원(1998). 팔당호 수질관리 특별대책 수립을 위한 오염 저감기술