

을숙도 및 낙동강 하구의 갈대관리방안에 관한 연구

본 연구에서는 최근 철새와 같은 조류를 목표로 하는 을숙도 인공생태공원에 있어서 중요한 영향 요소로 부각되고 있으며, 또한 낙동강 하구생태계의 물질순환에 있어서 중요한 역할을 담당 하고 있는 갈대의 적절한 관리방안을 마련하고자 을숙도 인공생태계내의 갈대와 기타식생의 분포 현황 및 변화추이를 파악하고, 또한 갈대 분포지역과 기타 식물 우점 지역의 토양, 수문, 수질 등을 조사하여 환경요인과 갈대성장과의 관계를 규명하였다. 또한 갈대 제어를 위한 병행 실험을 통하여 효과적인 갈대제어 기술을 개발함으로써, 을숙도 및 낙동강 하구의 갈대관리 방안을 제안하여, 대상지역의 생태계 관리에 활용하고자 하였다. 본 조사로 다음과 같은 연구결과를 얻었다.

1. 을숙도 및 낙동강 하구의 식생현황에 대한 조사결과 현재 을숙도, 신자도, 장자도, 백합등, 대마등, 도요도 등 낙동강 하구의 주요 6개 섬에서 조사한 식생 현황 결과를 보면 출현한 식물 종은 총 79과 229속 324종 33변종 3품종으로 총 360종류로 나타났다.
2. 생태공원 조성 전후로 출현종수는 점차 증가하고 있으나 귀화식물의 종수는 2005년 89종에서 2006년 88종으로 거의 비슷하여, 귀화식물의 유입이 주춤하고 있음을 보여주었다.
3. 을숙도생태공원의 도시화지수는 2006년 현재 30.8%로서 우리나라에서 발견되는 전체 귀화식물 중 약 31%정도가 발견되는 것으로, 자연적인 생태계를 구성하지 못하고 인공생태계의 특성을 나타내고 있다. 이는 생태공원의 조성시 유입되었던 토양이나 기질의 재료, 낙동강으로 유입되는 귀화식물 종자의 유입, 인간의 간섭에 의한 것으로 판단되어지며, 갈대의 확장 또한 용이한 것으로 판단된다.
4. 본 조사에서 갈대, 부들, 큰고랭이, 세모고랭이 외에 6과 7속 8종의 수생-습생식물이 출현이 관찰 되었는데 이중 7종이 침수식물, 1종의 습생식물이었으며, 털물참새피를 제외한 수생식물은 인위적으로 생태공원 내에 도입된 것으로 보여지며, 대부분 습지 내에서 잘 정착하고 있음을 알 수 있었다.
5. 과거 항공사진과 토지피복도를 검토한 결과 생태공원 조성 후 과거 하구둑 이전과 같이 수로들이 을숙도 안으로 연결되어졌으나, 과거에는 을숙도 대부분의 지역이 습지수문과 지형조건을 갖고 있던 것에 비해 현재의 을숙도 안에서는 지형이 육역과 수역으

로 구분되어있음을 알 수 있다. 이는 과거의 농업지역과 건조지역에 지형의 큰 변화가 없이 수로를 연결하여 생성된 결과로 시간이 경과하여도 과거의 하구습지로서의 을숙도의 모습으로 회복되기는 어려워 보이며, 갈대의 확장과 같은 문제가 지속적으로 일어날 수 있을 것으로 판단된다.

6. 2005년과 2006년의 항공사진을 근거로 작성된 현존식생도를 비교하면 2005년과 비교하여 자연적인 변화보다는 인위적인 변화요인이 많이 작용하였음을 알 수 있는데, 주요 인위적 변화요소로는 철새 먹이 터의 조성, 에코센터의 건설, 을숙도생태공원 내 조경 및 식생관리 등이다.
7. 을숙도 생태공원 내 정수식물 서식처간의 LAI (엽면적지수)를 조사한 결과는 다음의 그림4.3.7에 나타나 있다. 갈대가 평균 2.16으로 부들 1.49, 큰고랭이 1.12, 세모고랭이 0.61보다 높았으며, 갈대의 경우 너무 밀집되어 성장할 수 있으므로, 조류의 서식 및 이동을 저해할 수도 있음을 보여주었다.
8. 낙동강 하구의 맹금머리등, 백합등, 도요등의 세 개의 사주의 환경을 조사한 결과 해수의 수질이 갈대의 분포에 영향을 주는 것은 아닌 것으로 나타났다. 하지만 토양 양이온능력과 유기물 함량 등 퇴적으로 인한 사주형성 및 토양유실과 관련 있는 것으로 나타났다.
9. 낙동강 하구 사주의 갈대우점지역과 비우점지역에 대하여 토양 유기물함량, 토양 TN, 토양 TP의 차이를 비교한 결과 강열감량으로 나타낸 유기물 함량은 갈대서식지역이 더 높게 나타났는데 이는 갈대성장으로 인한 토양내 유기물 축적의 결과로 사주식생이 사주의 토양환경에 영향을 준 것으로 사료된다. 토양 TN과 토양 TP의 경우 역시 갈대우점지역에서 비우점지역에 비해 높게 나타났는데, 이는 토양질소농도와 토양 인과 같은 토양내 영양염류가 많은 곳을 갈대가 선호함과 동시에 갈대에 함유된 질소와 인성분이 토양에 집적된 두 가지 경우를 모두 고려할 수 있다. 이는 사주에 형성된 식생이 사주의 영양물질 순환에 어떻게 영향을 미치는 가를 잘 설명해 주는 예라 할 수 있다.
10. 을숙도 생태공원내 수질 조사 결과 우기에 비해 건기에 수질이 악화됨을 알 수 있었는데 특히 수로지역이 많이 악화됨을 알 수 있었다.
11. 을숙도 생태공원에 서식하고 있는 갈대의 단위면적당 생체량과 건 중량은 수로주변의 갈대우점지역에서 가장 높게 나타나 이지역이 갈대의 성장에 유리한 것으로 나타났다. 단위면적당 갈대의 분수를 나타내는 밀도는 매립장 주변이 수로보다 높아

갈대의 확장에 유리한 조건임을 알 수 있다.

12. 갈대의 수고는 모든 갈대성장지역에서 2m이상 자라는 것으로 나타나 갈대의 발생이 상당기간 경과된 것으로 판단되며 수고는 가을까지 지속적으로 성장하는 것으로 나타났다. 갈대의 직경은 에코센터 앞을 제외하면 수로와 매립장 주변이 타 지역보다 높아 두 지역에서의 성장의 가장 왕성한 것으로 나타났다.
13. 갈대의 서식하는 수심을 비교하면 갈대의 서식범위가 다른 식물의 서식범위 보다 넓은 것으로 나타나 식물간 경쟁에 있어서 수심만을 고려했을 경우 갈대가 경쟁지역에서 우점할 수 있는 가능성을 배제할 수 없는 것으로 나타났다. 갈대는 수심이 낮은 지역에서도 잘 성장하고 있는 것으로 습지에서 육지 쪽으로도 세력 확장이 용이한 것으로 판단되었다. 하지만 갈대가 성장하고 있는 지역의 대부분이 지하수위가 높은 것으로 관찰되어 수문조건이 갈대와 육상식물생태계를 결정하는 중요한 요소임을 알 수 있었다.
14. 수문과 더불어 토양의 평균 산화환원전위가 갈대와 비 갈대지역에서 차이를 나타내었다. 토양의 산화환원전위는 물가에서 육지 쪽으로 갈수록 산화환원전위가 증가하였으며, 갈대와 세모고랭이의 분포에 있어서도 토양산화환원전위에 영향을 받는 것을 보여주었는데 이는 일반적으로 세모고랭이와 같은 사초과 식물이 갈대보다 혐기 조건에서 발생하는 독성물질에 더 내성이 강한 것으로 알려져있기 때문이다.
15. 을숙도 생태공원내 갈대서식지역과 비서식지역간의 토양 CEC, 토양염농도, 강열감량 등 갈대서식처와 비서식처 그리고 기수와 담수의 차이를 분명히 보여주어 토양특성이 갈대와 기타 식생간의 서식환경을 결정 혹은 판단하는 중요한 요소가 될 수 있을 것이라 사료된다.
16. 을숙도 생태공원내 갈대서식지역과 비서식지역간의 토양경사도를 비교한 결과 갈대 비우점지역이 우점지역에 비하여 그리고 갈대우점지역이 세모고랭이 우점지역에 비하여, 그리고 담수지역이 기수지역보다 높은 경사도를 나타내었다. 이는 담수지역이 대부분이 새로 조성된 습지이며, 전체적으로 지형을 낮추어 습지를 조성한 것이 아니라 습지를 파내어 조성한 것에 기인한 것으로 판단된다. 조성지역에서는 경사가 급할수록 갈대성장에 불리한 것으로 나타났다. 따라서 습지 조성시 갈대관리를 위한 경사조절이 한 대안으로 고려될 수 있음을 보여주었다.
17. 갈대처리를 위한 현장 실험결과 누적 발생본수 및 발생률은 차광법이 가장 효과가 있는 것으로 나타났는데 완전차단의 경우 경엽부제거 (4-1)나 근권제거 (5-1)와 관

계없이 갈대가 발생하지 않았다. 반차단처리 후 4개월 경과이후 근권제거와 경엽부 제거를 비교 한 결과 근권제거 후 반차광의 경우 누적발생본수가 1본 이하로 매우 낮아 경엽부제거 후 반차단 보다 더 효과적임을 보여주었고, 완전차광을 도입할 수 없을 경우 효과적인 대안으로 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

18. 복토처리의 경우(처리 6, 7, 8), 초기에는 처리방법과 상관없이 높은 재발생률을 보여주었으나, 4개월 이후 모니터링결과 근권을 제거한 처리(6)의 효과가 있음을 보여주었다. 갈대는 경엽부 제거만으로는 완전 제거가 용이치 않음을 보여주었다. 같은 경엽부를 제거하고 복토한 경우에도 수면아래(7)와 수면위 처리구(8)의 결과가 다르게 나타났는데, 수면위 처리(8)가 가장 높은 발생률을 보여주어, 수위의 변화가 없는 단순한 복토는 제어효과가 미약할 수 있음을 보여주었다.
19. 대부분의 처리구에서 초기의 발생률이 높게 나타났으며, 시간이 경과함에 따라 발생률이 점차로 감소했는데 이는 갈대가 영양번식을 하는 까닭에 제거 후에도 제거 후에도 얼마간 성장을 지속할 수 있음을 보여준다. 이는 기계적 처리를 통한 갈대의 제거시 지속적인 처리가 필요함을 보여준다.
20. 차광을 하지 않은 처리보다는 차광을 한 처리가, 경엽부를 제거한 처리보다는 근권까지 제거한 처리가, 수면 아래로 처리한 것보다는 수면위로 처리한 것이 보다 모두 발생본수와 재발생률이 낮았다.
21. 처리구별 갈대 평균수고 길이와 수고성장률을 조사한 결과, 전혀 발생하지 않은 완전차단의 경우 가장 효과가 좋은 것으로 나타났으며 다음으로 근권 제거 후 반차광, 경엽부 제거후 반차광의 순으로 효과가 나타났다.
22. 갈대의 성장은 일단 발생하면 처리구와 상관없이 얼마간 지속적으로 성장 할 수 있음을 나타낸다. 이는 처리구별 직경을 비교한 결과에서도 잘 나타나며, 수고성장과 유사한 경향을 보여주었다. 이는 지속적인 관리가 되지 않을 경우 제거효과가 낮을 수 있음을 나타낸다.
23. 복토 처리한 경우 수고성장률이 감소하는 경향을 나타내었는데, 이는 복토처리가 발생의 제어보다는 성장의 제어에 사용되어 질 수 있음을 보여주었다.
24. 본 연구 결과 갈대밀집지역이 조류서식에 불리한 것으로 나타났지만, 자연 형성 지역에서 갈대는 지역의 영양염류 순환에 중요한 역할을 하고 있는 것으로 나타났으므로 획일적인 관리 및 획일적인 제거는 전체생태계의 기능을 유지하는데 위험할 수 있다.

25. 을숙도의 갈대관리는 두 가지 원칙을 갖고 접근하는 것이 필요하다. 먼저 인위적인 간섭을 최소한으로 해야 되며, 둘째 장기적으로 생태계의 자기조절능력을 향상시키는 방향으로 관리되어야 한다.
26. 먼저 갈대관리의 핵심지역의 경우 복합적인 처리방법이 도입이 필요하다. 연못 주변이나 에코센터 앞의 경우 꼭 필요한 지역에 있어서 차광법이 효과적일 수 있다. 생장기간 동안의 차광으로 대상지역의 갈대를 제거하고, 갈대가 제거되면 이후 이 지역에 세모고랭이와 같은 타 식물로 대체하도록 한다.
27. 갈대세력의 확장을 방지하기 위하여는 수문조절이 매우 중요하다. 이를 위하여 수문 등의 설치로 수위조절이 가능한 지역의 확대가 필요하다. 하지만 이미 형성된 갈대 임분의 제거는 수문조절 외에 기계적 처리와 같은 복합적인 처리방법이 고려되어야 한다.
28. 갈대 과대번식 지역에서 지형복원이 필요한 경우에 있어 지형의 복원을 통한 자연적인 수문조절이 가능케 하는 것을 고려해야 한다. 이는 생태계의 자기조절능력을 향상시키며 갈대외의 다양한 생태계를 구성하기 위하여 꼭 필요할 것이다.
29. 공원주변과 기타 지역에서 갈대의 과대 번식지역에 있어서 베어내기 또한 고려될 만하다. 이 경우 제초 시기와 횃수 또한 매우 중요하다. 지속적인 지상부의 제거는 근경을 약하게 하여, 갈대의 활력도를 낮추어 확산을 방지할 수도 있다. 베어내기는 늦가을 혹은 늦은 성장시기인 8월에서 9월에 하는 것이 효과적이며, 지속적으로 이루어 지지 않으면 오히려 역효과가 날 수 있으므로 주의하여야 한다.
30. 그 외 지역은 지금 그대로 상태에서 모니터링을 하는 수준으로 놔두는 것이 필요하다 (완충지구와 핵심보전지구).