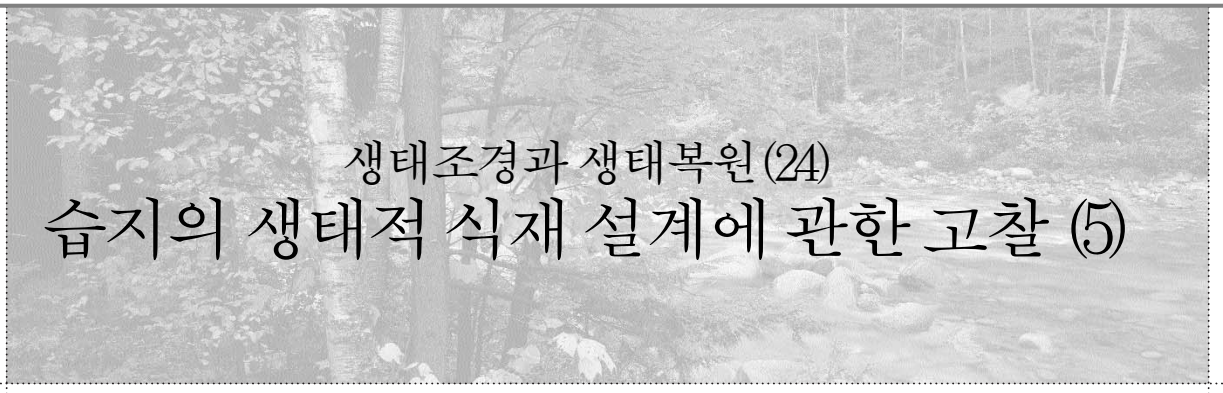


생태조경과 생태복원(24)

습지의 생태적 식재 설계에 관한 고찰 (5)

조 동 길
(NEXUS 환경디자인연구원 원장,
공학박사, 자연환경관리기술사)

I. 들어가며

지난 글에서는 습지의 복원 및 창출을 하는데 있어서 필요한 생태적 식재 설계 요소 중에서 수심, 수위변동, 유입·유출을 중심으로 제시하였다. 이들 요소들 중에서 어느 하나 중요하지 않는 요소가 없으나, 인공적으로 복원된 습지라 하면 수심과 수위변동에 항상 주의를 기울일 필요가 있다.

한편, 이번 글에서는 나머지 5가지 요소인 토성, 호안경사, 호안재료, 식물종, 개방수면 등을 중심으로 제시하고자 한다.

II. 주요 식재설계 요소별 내용

2.1 토성

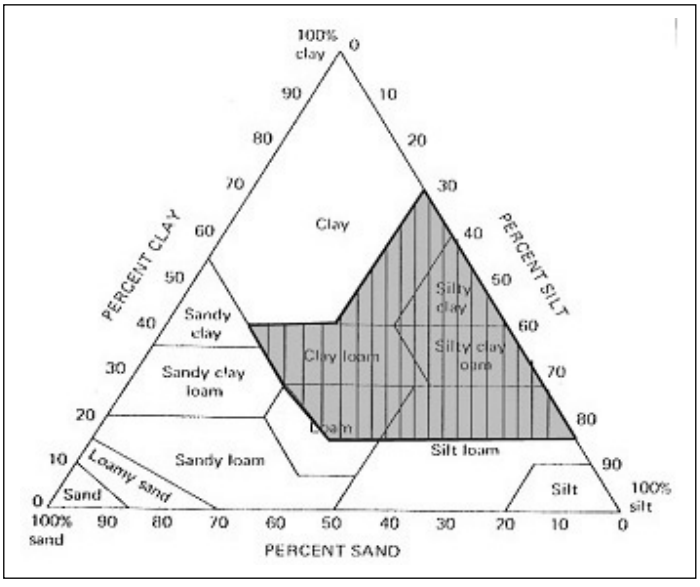
일반적으로 습지 식물이 아닌 육상 식물이 성장하는데 토양은 결정적인 역할을 한다(김준민 등, 1999). 하지만 습지 식물에 있어서도 토성은 매우 중요한 요소로서 습지의 판별 인자로 활용되기도 한다.

토성은 토양의 다른 물리적·화학적 특성 등과 함께 식물의 분포에도 영향을 미치며, 영양분을 공급하는 근본적인 인자가 된다. 특히, 습지에서는 습지 식물의 정착과 확산에 기여하는 인자로서 중요하다.

우선, 습지를 조성하고자 할 때 일반적으로 습지 바닥은 진흙이나 논흙, 마사토, 자갈, 모래 등을 이용하여 처리하면 되지만, 생물다양성을 증진시키기 위해서는 논흙이나 진흙 등을 이용하되, 수질오염이 우려될 경우에는 자갈, 모래 등을 일부 도입하고 수질 정화력이 높은 수생식물을 식재해 주면 좋다. 그리고 수질을 고려해 유기물의 집적이 많을 것으로 예상되는 경우에는 유기물과 진흙의 함량이 적은 토양을 사용한다.

한편, 일반적으로 습지에 적합한 토성은 〈그림 1〉에서 제시한 바와 같이 점토는 15%를 초과하면서 모래가 50% 미만인 곳이 바람직하다. 특히, 모래의 양이 50% 이상일 경우에는 식물의 성장에 좋지 않으며, 습지의 유지도 힘들게 된다 (Admiraal et al., 1997).

또한, 습지 식물의 확산을 제어할 필요가 있을 경우, 방수시트로 처리되었을 때는 토양층을 돌과 자갈 등으로 얇게 하고 커다란 용기에 흙을 채워 그 안에 부엽식물을 식재하여 수생식물이 점유하는 면적이 수면의 50%를 넘지 않도록 해야 한다. 그리고 바닥이 진흙으로 처리된 경우에는 토양 표면을 돌로 덮어 정수식물이나 부엽식물의 종자가 발아하여 번성하는 것을 예방하거나, 수심조절을 통해 제어할 필요가 있다. 필요한 경우에는 통나무를 이용하여 수생식물의 지하경이 확산하는 것을 방지하도록 할 필요가 있다.



〈그림 1〉 습지 토양에 나타난 Sand, Clay, Silt의 구성비
*자료출처 : Admiraal et al., 1997.

2.2 호안경사

호안경사는 수심을 결정할 뿐만 아니라 앞서 언급된 바와 같이 가장 다양한 생물종이 서식하는 추이대(전이대; ecotone) 즉, 수변식생대(riparian vegetation)를 형성하는 중요한 인자이다. 기존의 전통적인 접근에 따라서 조성된 연못에서는 대부분 호안의 경사를 직각에 가깝게 한 경우가 많은데, 이러한 곳에서는 식물이 살기 어려운 환경이 되고, 물과 접하지 못하는 곳은 습지 식물의 서식도 불가능하다.

호안경사에 따라서 습지 식물의 분포와 생물다양성의 증진 여부는 매우 중요한 인자로서 작용하며, 습지의 식재설계에 있어서 대부분의 식물들이 바로 이 호안부에 입지하게 된다. 따라서 생태적 식재설계를 하는데 있어서 가장 주의를 기울여야 하는 부분이 바로 호안의 경사이기도 하다. 필자는 습지의 복원 기법에 있어서 성패를 좌우하는 중요한 요소를 호안경사라고 할 만큼 비중을 두고 있다.

구체적인 기법에서는 외부환경 조건 등으로 불가피한 경우를 제외하고는 호안부의 경사는 1 : 5 보다 완만하게 조성하고 가급적 1 : 3 이하가 되지 않도록 해야 한다. 다만, 식물의 성장을 제한시킬 목적을 가진 경우에는 1 : 1 혹은 그 이하의 급경사를 조성하는 것이 바람직하다. 완만하게 조성된 수변부의 경사 및 형상은 물 속에서 서식하는 생물(특히, 양서류 및 육상에서 우화하는 곤충)들이 육상으로 이동할 수 있도록 도와주는 역할을 한다.

성토에 의하여 조성되는 호안부는 물 속에서 연약화되기 쉬우므로 진흙성분이 많을 경우에는 경사를 완만히 하고 식물군락이 정착한 후 침수되도록 한다. 경사를 완만히 하기 어려운 경우에는 모래나 자갈이 많이 포함된 토양을 사용하거나, 통나무 등으로 호안(護岸)처리를 하여야 한다. 통나무 등으로 호안처리를 할 경우에는 식물의 뿌리가 토양을 결속시키고 난 후에는 통나무가 썩어서 없어지도록 하는 것이 바람직하므로, 통나무는 방부처리를 하지 않고 썩기 쉬운 재질을 사용한다.

2.3 호안재료

호안재료는 호안경사와 토성 등과 연계되어 있는데, 호안을 조성할 때 어떠한 재료를 이용하느냐에 따라서 호안경사가 크게 영향을 받는다. 호안의 재료는 다양한 재료를 이용할수록 생물다양성의 증진에 기여하지만(서울대학교, 2001), 지나치게 급한 경사를 만들거나 수생태계와 육상상태계를 단절시키는 것은 바람직하지 않다.

호안(湖岸)부는 경계부, 경사, 바닥의 형태 및 깊이, 재료 등을 다양하게 조성하는 것이 생물다양성 증진에 도움을 주며, 식물의 발달 및 확산과 밀접한 관련성을 가진다. 생물다양성 증진을 목적으로 수생식물이 활발하게 발달하게 할 경우에는 호안의 재료는 사질양토 등을 이용하고, 수생식물의 발달을 제어하고자 할 경우에는 작은 자갈이나 왕모래를 이용하여 완만하게 조성하도록 한다.

불가피하게 경사조절이 힘든 경우에는 자연석이나 통나무와 같은 자연소재를 이용하되, 경사는 최대한 완만해 질 수 있도록 한다.

2.4 식물종

습지 식물은 습지 수문, 습윤 토양과 함께 습지를 판별하는 결정적 인자이다. 특히 습지 식물은 습지 수문과 습윤 토양을 기반으로 하여 서식하기 때문에 손쉽게 습지로 인식할 수 있는 장점도 가지고 있다. 또한, 습지 식물은 다른 야생동물의 서식처가 되기도 하며, 수질정화와 같은 주요한 습지의 기능을 담당하고 있다. 결과적으로 습지 식물은 습지에 있어서 매우 중요한 요소이면서 식재 설계에서는 핵심적 소재로 활용된다.

습지의 복원 및 창출에 활용가능한 식물종의 생태적 특성과 식재설계시 고려사항은 서울대학교 환경생태계획연구실(2001), 최홍근(1986) 등을 참고하면 된다.

한편, 이종석·김수남(2003)의 연구에 의하면, 우리나라의 자생식물종 중에서 습지의 복원에 활용가능한 식물[1]은 45종이며, 수질 정화를 목적으로 식재할 수 있는 종은 29종으로 제시하였다. 하지만, 수질정화를 위한 식물도 습지의 복원이나 창출에 활용이 가능하기 때문에 이를 포함시킬 수 있으며, 결과적으로 대상 식물종은 다음과 같다.

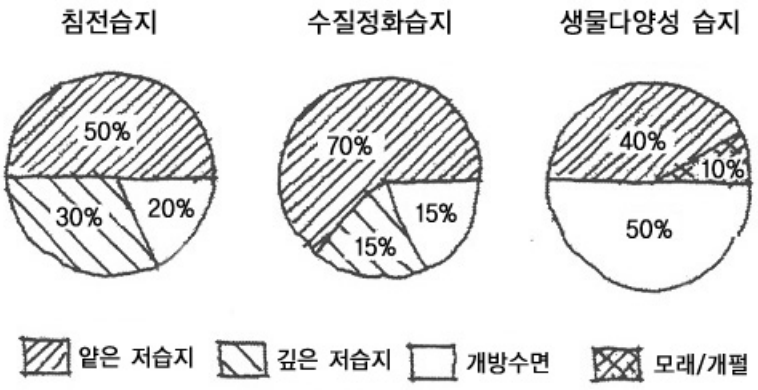
물부추, 참물부추, 중국물부추, 물고사리, 순채, 개연꽃, 왜개연꽃, 참개연꽃, 각시수련, 수련, 가시연꽃, 붕어마름, 연꽃, 물여뀌, 마름, 전주마름, 만주애기마름, 애기마름, 북방마름, 유전마름, 털마름, 네마름, 선물수세미, 미나리, 조름나물, 좀어리연꽃, 어리연꽃, 노랑어리연꽃, 구와말, 수염마름, 벗풀, 보풀, 말즘, 말, 자라풀, 창포, 석창포, 산부채, 쇠털골, 갈대, 달뿌리풀, 큰달뿌리풀, 줄, 흑삼름, 긴흑삼릉, 좁은잎흑삼릉, 참부들, 애기부들, 부들, 작은부들, 물옥잠, 물달개비, 노랑꽃창포, 제비붓꽃

한편, 우리나라에서 나타나는 습지식물 현황은 전국 내륙습지 조사 지침에서 제시하고 있는 내용으로 살펴 볼 수 있다. 여기서 습지 식물의 조사 대상종은 크게 수생식물과 습생식물로 구분되어 있으며, 218종과 골풀속, 곡정초속, 사초과 식물을 포함하고 있는데, 구체적인 내용은 다음을 참고하면 된다. 중요한 것은 지속적으로 습지 식물의 개발과 활용방안에 대한 논의일 것이다.

참물부추, 물부추, 물속새, 개쇠뜨기, 물쇠뜨기, 능수쇠뜨기, 네가래, 물고사리, 생이가래, 물개구리밥, 큰물개구리밥, 모시물통이, 물통이, 토대황, 개대황, 호대황, 긴미꾸리낚시, 고마리, 좀동의나물, 동의나물, 매화마름, 개구리자리, 개구리미나리, 민매화마름, 순채, 개연꽃, 왜개연꽃, 남개연, 북개연, 큰개연, 좀개연, 수련, 어항마름, 가시연꽃, 연꽃, 붕어마름, 다섯가시붕어말, 애기고추나물, 둥근애기고추나물, 진주고추나물, 물고추나물, 삼백초, 약모밀, 끈끈이주걱, 벌레먹이말, 나도냉이, 물냉이, 논냉이, 큰황새냉이, 대구돌나물, 낙지다리, 자귀풀, 병아리다리, 물별, 좀부처꽃, 마디꽃, 새마디꽃, 물마디꽃, 가는마디꽃, 한마디꽃, 털부처꽃, 네마름, 포평마름, 물마름, 만주애기마름, 애기마름, 유전마름, 마름, 굽은뿔마름, 눈여뀌바늘, 여뀌바늘, 돌바늘꽃, 바늘꽃, 쇠뜨기말, 개미탑, 이삭물수세미, 물수세미, 선물수세미, 선피막이, 큰잎피막이, 병풀, 독미나리, 서울개발나물, 감자개발나물, 개발나물, 물개발나물, 미나리, 섬까치수영, 진퍼리까치수영, 물까치수영, 좁쌀풀, 버들까치수영, 뚜껑별꽃, 조름나물, 노랑어리연, 어리연꽃, 애기어리연꽃, 가는네잎갈퀴, 별이끼, 물별이끼, 덩굴곽향, 박하, 물꼬리풀, 전주물꼬리풀, 애기쉽사리, 개쉽사리, 쉽사리, 털쉽사리, 해란초, 둥근잎고추풀, 진땅고추풀, 등에풀, 소엽풀, 민구와말, 구와말, 논뚝외풀, 개풀, 개고추풀, 물꽈리아재비, 등포풀, 진흙풀, 큰물칭개나물, 물잎풀, 새수염마름, 수염마름, 털잡이제비꽃, 벌레잡이제비꽃, 땅귀개, 개통발, 통발, 실통발, 들통발, 이삭귀개, 자주땅귀개, 수염가래꽃, 숫잔대, 한련초, 택사, 질경이택사, 보풀, 대택자고, 올미, 벗풀, 소귀나물, 물질경이, 자라풀, 올챙이자리, 올챙이풀, 올챙이솔, 나사말, 검정말, 장지채, 지채, 물지채, 솔잎가래, 새우가래, 선가래, 큰가래, 좀가래, 가래, 대가래, 좁은잎말, 넓은잎마름, 가는가래, 애기가래, 등포잎가래, 말즘, 버들말즘, 실가래, 실

1) 원 논문에서는 수변 조경용 식물로 소개하고 있다.

말, 나사줄말, 줄말, *Tuppia truncatifolia Miki*, 거머리말, 뿔말, 나자스말, 민나자스말, 톱니나자스말, 부레옥잠, 물옥잠, 물달개비, 꽃창포, 제비붓꽃, 화태붓꽃, 부채붓꽃, 제비붓꽃, 노랑꽃창포, 사마귀풀, 덩굴닭의장출, 갈대, 달뿌리풀, 큰달뿌리풀, 나도겨풀, 좀겨풀, 겨풀, 줄, 피, 물피, 물잔디, 쇠치기풀, 모새달, 창포, 석창포, 개구리밥, 좀개구리밥, 흑삼릉, *Sparganium hyperboreum Laeatadius*, 긴흑삼릉, 좁은잎흑삼릉, 애기부들, 부들, 골풀속의 *Juncus*, 곡정초속의 *Eriocaulon*, 사초과의 *Scirpus, Eleocharis, Cyperus*.



〈그림 2〉 습지의 조성 목적에 따른 개방수면 등의 비율
*자료출처 : Robert L. France, 2003,

한편, 다양한 생물종의 서식을 목적으로 하는 식재 설계에서 식물종은 모델에서 제시한 식물종들을 종당 개체수를 최소한 20개 이상 도입하는 것이 바람직하다(서울대학교 환경생태계획연구실, 2001). 이는 도입하고자 하는 야생동물종에게 안정적인 먹이 공급과 서식처 제공이 가능하기 때문이다. 그리고 경관 및 저관리를 위해 조성하는 습지나 옥상습지에서는 애기부들, 줄, 갈대, 수련 등과 같이 번식력이 왕성한 수종들은 가급적 도입하지 않는 것이 바람직하나, 생태적인 측면에서 도입하고자 할 때에는 소수의 양만을 도입하는 것이 바람직하다.

2.5 개방수면

개방수면은 습지의 생물다양성을 유지시키는데 중요한 요소이다. 특히, 습지의 복원 및 창출 후 식물의 지나친 확산이 일어나게 되면 개방수면이 줄어들게 되고, 야생동물의 서식을 위한 습지로서의 기능은 저하된다. 따라서 식재설계시 적절한 개방수면을 유지하는 것은 생물다양성의 증진에 기여하며, 조성이후의 관리 기법에도 영향을 미치는 중요한 인자가 된다.

개방수면은 복원 및 창출되는 습지의 목적에 따라서 달리 조성되어야 하는데, Admiraal 등(1997)과 France(2003)의 연구를 종합해 볼 때 수생식물 군집과 개방수면의 면적비는 40 : 60~70 : 30의 범위로 볼 수 있다. 좀 더 구체적으로 최근에 많이 언급되고 있는 3단계 습지 시스템에서는 습지의 조성 목적별로 개방수면 등의 범위가 달라지는 것을 알 수 있는데, 〈그림 2〉와 같다.

Ⅲ. 나오면서

지금까지 습지의 복원 및 창출을 하는데 있어서 필요한 생태적 식재 설계 요소에 대해서 살펴보았다. 이외에도 많은 요소들이 고려될 수 있고, 대상지역의 상황과 여건에 따라서 우선적으로 고려해야 할 항목들이 달라질 것이다. 핵심이 되는 것은 대상지역에 대한 정확한 이해를 위한 노력이라고 생각한다.

다음 호에서는 일반적으로 식재설계와 현장에서 나타나는 몇 가지 문제점을 살펴보고, 그에 따른 대안들을 제시해 보고자 한다.

◐ 참고문헌

조동길, 2004, 소택형 습지의 복원 및 창출을 위한 생태적 식재 설계 모델 ; 생물다양성 증진을 중심으로, 서울대학교 공학박사학위논문, 164pp.