

생태조경과 생태복원(21)

습지의 생태적 식재 설계에 관한 고찰 (2)



조 동 길

<공학박사, 자연환경관리기술사>

I. 들어가며

지난 글에서는 생태적 식재 설계의 필요성과 개념을 간략히 살펴보았다. 생태적 식재 설계에 대한 개념적 정의에 대한 연구가 많지 않다는 점, 그리고 식재 설계에 대해서는 전문가나 비전문가나 쉽고 논리적으로 접근하기가 어렵다는 점은 기 설명했다. 따라서 어떠한 것이 생태적 식재 설계인지에 대한 유형적 구분이 잘 이루어져 있지도 않다. 하지만, 이번 글에서는 식재기법들 중에서 자연적인 환경조건을 존중하는 방식, 관리를 염두에 둔 식재 설계 방법들을 제시해 보고자 한다.

II. 생태적 식재 설계의 유형

2.1 자연화 기법(Naturalization)을 이용한 식재 설계

자연화 기법을 이용한 식재 설계는 자연적 천이를 존중하는 기법으로서 식재후 자연적인 경쟁 및 천이 등에 의해서 극상으로 발달할 수 있도록 유도하는 기법이다. 이 방법은 자기영속(Self-perpetuating)과 생산성 있는 군집을 창출하는 것을 목적으로 한다(Hough and Michalski, 1982). 구체적으로 대상지역에서 특정한 식물종을 선정하여 식재하지 않고, 여러 종을 혼식하는 방법을 이용하는데, 이것은 추후 식물이 자라는 환경에서 식물종들이 스스로 자리를 잡아서 성장해 갈 수 있도록 해 주는 방법이다. 이러한 기법은 경의선 DMZ 내 대체습지 조성에 적용된 바 있다.

2.2 개척화 기법(Colonization)을 이용한 식재 설계

개척화 기법에 의한 식재 설계는 식물종을 직접 이용하지 않고 식생이 정착할 수 있는 환경만 제공하는 기법이다(Hough and Michalski, 1982). 즉, 나지 형태로 조성한 후 향후 식물이 자연스럽게 이입하여 극상림으로 발달해 갈 수 있도록 유도하는 기법으로서 가장 소극적인 식재 설계 기법으로 볼 수 있다. 이러한 기법은 생태적인 천이에 의해서 습지가 형성되도록 하는 방법인데, Shuwen 등(2001)은 습지의 복원 및 창출에 있어서 자기설계적인 복원(self-design) 지역을 더 많이 제공할 것을 제안하였다. 이러한 공간들은 인간에 의해서 의도적으로 설계되는 것보다도 희귀한 생물종의 서식에 크게 기여한 것으로 보고 있다.

1) Colonization은 식민(植民), 이주(移住), 집락형성(集락形成) 등의 개념으로 해석될 수 있는데(한국생물과학협회 편, 1998), 여기서는 개척화 기법으로 해석하였다.

2.3 핵화(Nucleation) 기법을 이용한 식재 설계

핵을 형성하는 식재 기법은 식물을 패취 형태로 하여 식재하는 방법으로서, 우선 핵심종이 자리잡고 난 후에 자연적 재생을 가속화되게 하는 방법이다. 이러한 기법은 광범위한 지역에서 저렴한 비용으로 복원이 가능하다는 장점이 있으며, 생물다양성이 적은 지역에서 바람직한 생물종이 서식하게 하는데 있어 유용한 방법이다(Hough and Michalski, 1982).

이 방법은 궁극적으로 자연적 재생 방법에 의해서 복원되기 때문에 종자는 초지 군락에 경쟁적이고 생존해 남을 수 있어야 하며, 종자는 바람이나 물, 동물종 등에 의해서 이동하기 때문에 넓은 지역에 고루 분포할 수 있다는 특징이 있다.

2.4 자연 식생 패턴을 활용한 식재 설계

자연 식생 패턴을 활용한 식재 설계 방법은 자연지역에서 나타나는 식생의 분포 패턴을 복원 및 창출하기 위한 지역에 그대로 도입하는 방법으로서 자연식생의 원형(prototype)을 이용한 것이다. 산림식생의 복원에 관한 것(오구균; 1986, 강현경; 2001)이나 습지의 식재 설계(김귀곤과 구본학, 1998) 등에 자주 활용된다.

2.5 자연 재생(Natural Regeneration) 방법을 이용한 식재 설계

자연 재생 방법은 종자원(seed source)이 있는 곳에서 가지치기나 솎아주기 등과 같은 다른 교란을 배제시키는 방법으로서, 식재 설계보다는 관리의 방법에 해당하는 것이다. 이것은 교란이 없는 상태를 유지시켜서 자연적으로 식생이 발달해 갈 수 있도록 유도하는 것으로서 비용은 저렴하지만 복원되는데 시간이 오래 걸리는 단점을 가지고 있다. 이러한 식재 설계를 위한 접근 방법은 기존에 습지와 같은 서식처가 있는 곳에서 가장 효율적인 방법이다(Hough and Michalski, 1982).

2.6 관리된 천이(Managed Succession) 기법을 이용한 식재 설계

관리된 천이 기법은 식재에서는 선구 수종과 속성수, 보호목(어린 수종을 보호하기 위한 것) 등을 혼식하여 식재하는 것이며, 식재후 인위적 관리를 통한 자연적 천이를 유도하는 방법이다(Hough and Michalski, 1982). 여기서 식재 방법은 선구수종만 식재하는 경우, 선구수종과 극상수종을 함께 식재하는 경우, 극상수종만 식재하는 경우, 한 종만 식재하는 경우 등과 같이 다양하게 접근할 수 있다. 일반적으로 생태적 복원을 위해서는 선구수종과 극상수종을 혼식하는 경우가 바람직하다.

지금까지 살펴본 것처럼 산림 및 육상지역에서 경관 형성을 위한 식재기법에 대한 것은 비교적 많이 보급되어오고 있으나, 습지만을 대상으로 한 식재기법은 아직까지 그리 많지 않다. 물론, 기존의 식재기법들도 생태적인 면들을 전혀 고려하지 않은 것은 아니다. 다만, 습지생태계 복원의 측면에서 바람직한 식재기법에 대한 연구나 논의는 많지 않았다는 것이다. 특히, 습지 생태계 조성 후의 천이나 관리의 효율성 등을 고려하고 있는 식재 기법은 보기 드물다.

또한, 앞서 제시한 생태적 식재 설계 기법의 유형들도 습지에서의 생물다양성 증진 및 유지를 고려할 때 보완되어야 할 사항들이 많다. 궁극적으로 극상의 수립대로 빠른 천이를 유도하는 것이기 때문에 습지서식처에서는 생물다양성의 증진에 좋지 않은 영향을 줄 수 있다. 왜냐하면, 습지에서 안정화된 상태로 발달하게 되면 한두 종이 우점하게 되면서 결국에는 종이 단순해지고, 그에 따라서 생물다양성도 감소할 수 있기 때문이다. 이와 관련해서는 다음 호에서 구체적으로 제시하고자 한다.

III. 식재 기반 환경과 식생 패턴의 관련성

식재기반환경과 식생패턴과의 관련성은 습지의 복원 및 창출후 식생의 발달에 영향을 미치는 환경적 변수(인자)들을 살펴보기 위함이며, 이들의 기작 원리를 파악하는 것은 향후 습지의 식생을 관리하는데 중요한 고려사항이 된다. 여기서는 습지식물의 발달에 영향을 미치는 것을 주변

환경, 수환경, 토양환경, 호안환경, 인간의 간섭, 그리고 습지 식생의 발달 등으로 구분해서 제시하였다.

3.1 주변환경과 식생 패턴

주변 환경 조건이 식생의 패턴에 영향을 미치는 것은 대상지역 주변에 위치하고 있는 서식처의 식물종들이 이동 및 분산, 정착하는 과정을 통해서 대상지역의 식생 구조와 패턴에 영향을 주기 때문이다. 이것은 생물종의 분포 및 이동, 정착의 관점에서 본 것으로 이들에 대한 이론적인 근거는 도서생물지리이론, 경관생태학, 보전생물학, 그리고 식물생태학 등에서 찾아 볼 수 있다.

우선, 생물종의 분포 및 이동에 관한 연구 중에서 잘 알려져 있는 도서생물지리이론은 MacArthur와 Wilson에 의해서 1963년에 발표된 것으로, 어떤 섬의 생물종 수는 육지로부터의 종의 이입과 그 섬에서의 감소에 의해서 결정된다는 이론이다. 이 학설의 기본은 섬이 육지에 가까울수록 이입되는 생물종 수는 먼 섬에 비하여 더 많고, 섬의 면적이 클수록 멸종되는 생물종 수가 작은 섬에 비하여 더 적다는 것이다. 같은 맥락에서 하나의 습지가 복원되거나 창출될 때 그 주변에 다른 서식처가 있으면 보다 더 많은 생물종이 서식할 수 있게 된다.

식물생태학적인 측면에서 식물의 종자는 바람(풍산포)이나 물(수산포), 동물(동물산포), 새(조산포) 등의 매개물 중에서 하나 이상의 요인에 영향을 받아 분산되는데 각각의 식물 종자의 특성에 따라 이동의 특성이 달라지며, 수생식물의 종자는 물에 의한 이동이 큰 영향을 미친다. 그리고 종자의 이동 이후에 중요한 요소는 정착지역의 환경조건으로서 식물이 서식하기에 적합한 환경조건을 가지고 있는 지역일수록 정착과 이후의 확산, 분포에 유리하게 된다. 이때는 수분, 토양, 대기조건 등이 고려되어야 한다(Gleason and Cronquist, 1964).

3.2 수환경과 식생 패턴

습지에서 수문환경의 특성은 범람과 영구적 혹은 계절적으로 토양을 적시는 것으로 나타난다.

그리고 수위도 매일 혹은 계절적 등으로 변화하게 되는데, 이것은 깊은 수심을 가진 서식처보다는 얇은 수심을 가진 지역에서 자주 나타난다(Cylinder et al., 1995).

식생의 관점에서 습지 수환경의 특성은 수심과 수위변동, 그리고 수질로 볼 수 있다. 수심은 식물이 성장할 수 있는 한계를 가지게 하는데, 일반적으로 2m 이상이 되면 수생식물의 서식을 힘들게 한다. 또한, 수위변동은 수심과 함께 식물의 분포에 영향을 미치는데, 특히, 주기적 혹은 일시적인 범람을 겪는 하천환경에서의 수위변동은 식생의 발달과 매우 밀접한 관련성을 가지고 있다. 이러한 사례는 여의도 셋강 생태공원 등에서 쉽게 찾아 볼 수 있다. 수질 또한 식물의 분포에 영향을 미치는데, 급격한 수질의 변화는 수생식물의 정착 및 발달을 어렵게 한다.

3.3 토양환경과 식생 패턴

토양은 식물을 지지하는 기반으로서 식물이 성장해 가는데 가장 기초적인 환경이다. 이와 같은 토양환경은 매우 다양하게 나타날 수 있는데, 토양의 물리적·화학적 특성은 식물의 성장과 밀접한 관계를 가지고 있다.

습지의 토양은 오랜 기간 동안 물 속에서 잠겨 있거나 습기를 머금고 있어서 육상토양과는 다른 물리적·화학적 특성의 변화가 나타난다. 이 중에서 가장 중요한 특성은 산소의 급격한 손실로 볼 수 있다(Cylinder et al., 1995). 고형 물질은 토양에 많은 공극이 생기게 하며, 식물의 뿌리와 토양의 미생물체는 이러한 산소를 소비하면서 생활하게 한다. 하지만, 습지에서는 이러한 공극이 물로 채워지는데, 대신에 죽은 식물체로부터 매우 높은 유기 물질을 포함하여, 다양한 영양물질과 유기물들을 함유하게 되어 육상의 토양과는 달리 검은색 계열의 토양색으로 나타난다. 그리고 습지토양은 매우 일부분의 상층(약 1~5mm 정도)에서만 약간의 산소를 함유하게 되는데, 이러한 특성을 가진 습지 토양은 수생식물이 선호하는 곳이 된다(Hammer, 1996).

3.4 호안환경과 식생 패턴

호안환경은 습지에서 물에서 물으로 이동하는

천이대(ecotone)의 특성을 가장 잘 나타내는 지역이다. 기존의 연못에서 호안은 경관적인 이유로 대부분 인공적인 재료로 마감되거나, 자연재료라고 하더라도 자연석 등을 이용하여 식물의 서식에 불리한 조건이었다. 습지에서 식생의 발달을 위한 호안환경은 기본적으로 흙을 이용한 기법이 중심을 이루고 있으며, 여기에는 호안재료와 호안의 경사가 주된 관점이 된다.

호안 경사는 식생의 분포 패턴이나 발달과 매우 밀접한 관계를 가지고 있는데, 지금까지 연구된 바에 의하면 1 : 20 이하의 완경사 지역에서는 주변 식물군집이 넓게 확장하지만, 1 : 3 이상의 급경사에서는 식물군집의 발달이 지연되는 것으로 나타나고 있다(Malcolm Emery for the Ecological Parks Trust, 1986).

3.5 인간간섭과 식생 패턴

Given(1994)은 식생이 있는 서식처에서 인간의 다양한 활동에 의한 식물종의 소실로 이어지는 과정을 제시한 바 있다. 그는 식물종의 식재에 의한 추가, 출입으로 인한 서식처의 파편화, 식물자원의 고갈, 그리고, 수확 등이 대표적인 원인으로 제시하였다. 이러한 간섭의 유형은 습지에서도 나타나는 것으로서 조성된 습지지역에서 식생의 정착이나 발달을 저해하는 요소가 되고 있다.

반면, 습지의 복원 및 창출지역에서 식생의 적절한 관리는 개방수면의 확대를 방지하고, 생물 다양성의 증진을 꾀할 수 있게 해 준다.

3.6 습지 식생의 발달

시간의 흐름에 따른 습지 식생의 발달 패턴은 흔히 말하는 천이(succession)를 일컫는 것으로서 여기서는 습지의 조성 후에 시간 경과에 따른 식생의 천이 형태를 파악하기 위한 기초 이론들을 살펴보았다. 물론, 예전부터 식재 설계를 하는데 있어서 시간의 흐름을 염두에 두고 있으며(김승환, 1999), 산림생태계의 복원이나 도시 근린공원의 식재시에도 천이를 고려하고 있지만(Hough, 1984; 이경재 등, 1995; 오구균, 1997), 습지생태계를 대상으로 한 천이에 대해서는 뚜렷하게 기술된 적이 없다.

일반적으로 식물은 토양, 광선, 수분, 대기, 온도 등의 환경조건에 따라서 성장해 간다. 이러한 천이에 대한 식물생태학적 지식은 바람직한 식생의 관리 방향을 제시하는데 큰 도움이 될 수 있는데, Noon(1996)은 식물종의 초기 천이의 변화에 대한 연구에서 생체량과 초기천이군집의 구조적 형태를 구성하게 하며, 식물군집의 구조는 습지를 조성한 이후의 초기단계에서 잘 관리하여 이후에 천이의 단계에 영향을 주면서 습지 생태계의 기능을 향상시키는 결과를 가져온다고 설명하고 있다. Given(1994)은 식물 개체군의 관리에 있어서 시간의 흐름에 따라서 식물 개체군이 변화하는 모델을 제시한 바 있다.

한편, 인위적으로 조성되거나 복원된 습지에서 천이와 관련해서 지금까지의 주요 연구들을 살펴보면, 일반적인 천이 패턴은 조성직후의 급작스런 생물종의 증가와 함께 1년생의 초본식물이 우점하게 된다. 이후에는 약 2년 정도는 생물종의 수가 증가해 가면서 2년생 초본식물이 우점하게 되고 2년이 넘어 가면서는 다시 종의 수가 줄어들게 된다(Davis and Coppeard, 1989).

Bazzaz(1968)가 일리노이에서 수행한 연구에 의하면, 조성 후 2년이 지난 이후에는 30종이 나타나고, 4년 후에는 28종, 그리고 10년이 지난 후에는 24종이 출현하였다는 연구결과를 제시한 바 있다. 이와 같은 종수의 변화는 조성 이후 교란시기를 거친 후에 점차적으로 안정된 생태계로 천이해 감을 나타낸다. 이 연구에 의하면, 시간이 지나고 안정화가 진행될 수록 생물종의 수는 감소하는 경향을 나타낸다. 그렇다면 생물다양성의 증진을 목적으로 조성되는 습지에서 생물종의 증진을 위한 방안은 무엇이 있을까? 필자는 이것을 교란으로 보고 있으며, 다음호에서는 생물다양성의 증진 측면에서 습지 식생 교란에 대한 중요성을 제시하고자 한다.

◆ 참고문헌

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