

경관훼손지의 생태적 복구방안에 관한 연구¹⁾

김 남 춘²⁾

²⁾ 단국대학교 농과대학 식물자원학부

A Study on the Ecological Restoration Strategies for the Disturbed Landscapes

Kim, Nam-Choon²⁾

²⁾ Division of Plant Resources, Coll. of Agri., Dankook Univ.

ABSTRACT

This study was conducted to suggest the ecological restoration strategies for the disturbed landscapes by theoretical study. Especially, it is aimed to suggest three objectives for restoration by using native plants; (1) prevention or reduction of wind and water erosion, (2) provision of food and cover for variety of animal species, (3) improvement of the visual or aesthetic quality of disturbed sites. The main results were summarized as follows.

1. Cooperation between restoration ecologists and restoration practitioners is needed to delineate a scientific approach to restoration; ① Being aware of published literature that describes similar work and/or establish general principles. ② Preparedness to carry out proper experiments to test ideas. ③ Preparedness to monitor fundamental parameters in a restoration scheme. ④ Providing information about the behavior of species. ⑤ Publish results.
2. There are three models of succession in theories of plant succession. The tolerance and facilitation models were recommended to ecological restoration. The inhibition model applies in most secondary succession, but the actual species which are introduced first may inhibit the germination and growth of slower-growing species, or they may prevent the growth of other species whose propagules arrive later.
3. The objectives of erosion control, wildlife habitat provision, and visual quality improvement are not mutually exclusive. However, many revegetation practices in the past have emphasized one of these aspects at the expense of the others.
4. A native plant community can be the model of ecological restoration. By stylization/abstraction of native plant community, trying to learn the most essential characteristics of community types - environmental factors; dominant, prevalent, and "visual essence" species composition - in order to use such information in restoration.

1) 이 논문은 1995년도 한국학술진흥재단의 대학교수 해외파견 연구지원에 의해 연구되었음

5. After developing mass/spaces plan, match plant communities to the mass/space plan. In utilizing community grouping, there needs aesthetic ability to understand design elements.
6. Several hydrophytes such as *Pennisetum saccharifluous*, *Themeda triandra*, *Cirsium pendulum* show relatively good germination rates. In case of mesophytes and xerophytes, *Arundinella hirta*, *Artemisia princeps*, *Oenothera odorata* and legumes seem to have quick-germinating abilities at barren sites. *Pinus thunbergii*, *Rhus chinensis*, *Evodia daniellii*, *Alnus firma* and *Albizia julibrissin* can be considered as "late succession" woody plants because they show low germinating rates and slow growing habitat.
7. The seeds used for restoration should be collected within a certain radius of where it will be planted. Consideration in genetic issues in the collection and use of germplasm can increase the odds for successful restoration efforts.
8. The useful model in the "drift" pattern occurs so abundantly in naturally evolving landscapes. As one species diminishes in density, a second or third species are increased. Thus, dynamic interactions between species are created. Careful using of "drift phenomenon" in planting was recommended.
9. Virtually no stand of vegetation today is immune from the introduction and/or spreading of exotic species. Therefore, the perpetuation of a restored sites requires conscious monitoring and management. Thus, management would be the most important process in ecological restoration.
10. In order to keep the sites "natural", alternative management strategies would be applied in management ; Atenative management strategies are decelerating successional process, accelerating successional processes or modifying species composition. As management tools, mechanical, chemical, biological or environmental factor manipulation, e.g., fire could be used.

Key words : *ecological restoration, succession, "visual essence" species, germination, management*

I. 서 론

인간에 의해 조성된 대규모 자연경관 훼손지를 인간에 의한 간섭 이전의 모습으로 되돌리기 위한 다양한 노력이 행하여지고 있다. 직강화된 하천이나 각종 건설공사로 야기된 대규모 비탈면들은 흔히 볼 수 있는 자연경관 훼손사례들이다. 이들 지역은 넓은 자연지역을 대상으로 하는 환경복원계획과는 다른, 지역적이고 소규모적이며, 특별한 목적을 갖는 복원계획이 적용될 수밖에 없는 작은 규모이다. 그러나 이들 작은 지역에도 생태적으로 건강하면서 경관적으로 주변과 쉽게 동화될 수 있는 생태복원노력이 시도되고 있다(Morrison, 1981a).

최근 전세계적으로 생물서식공간을 보호하려는 기술로써 복원에 대한 관심이 급격하게 늘고 있다. 한때 농업적 목적으로 개발되었던 지역들이 경제성과 토양침식 등의 이유로 방치됨으로써 다시 원래 생태계로 복원하기 위해 비용을 들이는 사례가 많이 발생하고 있다(Newling, 1985).

국내에서도 환경친화적 건설사업의 수행에 대한 요구가 최근에 높아지고 있어 매우 바람직한 현상으로 받아들여지고 있다. 환경친화적 건설사업을 위해서는 생태계 전체를 중시하고 생물의 다양성을 보존하는 등 생태계에 대한 전반적인 이해가 있어야 하며, 자연환경특성을 중시하고 자연소재 및 기존 생물종을 활용하

며, 소생태계를 확보하는 계획이어야 하고, 생물의 생태적 거리를 고려하여 생물과 구조물 등의 거리를 배려하여야 한다((사)환경영향평가협회, 1997).

도시주변에서 흔히 볼 수 있는 직강화된 하천변과 건설공사로 인한 비탈면들은 환경친화적으로 복원되어 경관미를 회복함과 동시에 다양한 생물서식공간을 제공할 수 있어야 하겠다(한국건설기술연구원, 1977; 서울대학교, 1997). 이들 지역의 생태적 복원녹화의 목표는 첫째, 물과 바람에 의한 침식을 방지할 수 있어야 하며, 둘째, 다양한 동물의 먹이와 은식처를 제공하고, 셋째, 그 지역의 경관미를 향상시키는 것으로 설정될 필요가 있다(Morrison, 1981a). 이들 각 목표들은 서로 보완적인 성격이 있는데 과거 환경친화적 생태복원에 대한 이해가 없었던 때에는 다른 목표들을 희생하면서 한 가지 목표만 달성하고자 하여 많은 문제점을 유발시켰다. 즉, 하천에서는 치수기능만이 강조되고 야생동물과 경관미의 요인들이 무시되었으며(김용수 등, 1998; 건설부, 1994), 비탈면 녹화에서는 침식방지만이 강조되고 야생동물과 경관미의 요인이 무시되었다(김남춘, 1997a). 이러한 결과로 인해 이들 지역은 자연친화적인 건설공사가 되지 못하는 사례가 많았다.

본 연구는 최근 급증하는 환경친화적 건설사업에 대한 국민적 관심에 부응하여 우리나라 도처에서 흔히 볼 수 있는 국부적인 경관 훼손지역에 대한 생태적 복원의 바람직한 방향을 이론적 고찰을 통해 제시하고자 하였다. 특히, 자생식물을 주로 활용하되 초기 정착식물들인 이들이 주변식생의 자연침입을 방해하지 않는 식생천이모형을 따르도록 하며, 야생동물의 먹이와 서식처를 제공하고 경관미를 향상시키며, 바람과 물에 의한 침식을 방지하는 방안을 제시하고자 하였다.

II. 생태적 복원과 식생천이의 개념

1. 생태적 복원의 개념

생태적 복원³⁾은 생물보존의 새로운 기술로

써 부각되고 있지만 복원에 소요되는 경제적 부담과 아직 해결하지 못한 많은 기술적인 문제들을 가지고 있다(Cairns, Jr., 1993). 이러한 생태적 복원은 SERBD(Society for Ecological Restoration Board of Directors in 1994)에 의해 “인간에 의해 훼손된 피해지역을 원래 생태계의 종다양성과 역동성으로 되돌리는 과정”으로 광범위하게 정의되었다(Hobbs and Norton, 1996; Anderson, 1996). 실제로 생태적 복원은, 해결해야 할 많은 과제를 안고 있으면서도, 특별한 목적이 있거나 지역적인 혹은 특정 상황을 해결할 의도로 복원기술자들의 주도하에 이루어지고 있다(Bradshaw, 1993).

전세계적으로 넓은 지역의 생태계 복원과 복구에 대한 필요성이 급박한 상황이지만 아직 일반적이고, 여러 곳에 폭 넓게 적용될 수 있는 생태적 복원에 대한 이론과 원칙이 명확하게 제시되지 못하고 있는 상태이다(Hobbs and Norton, 1996). 최초의 자연식생군락으로의 생태적 복원은 1934년에 미국 Wisconsin - Madison Arboretum에서 Prairie군락을 복원한 것이 자주 인용되고 있는데, 시작 당시에는 복원방법과 관리에 대한 과학적인 뒷받침이 부족한 상태이었다(Jordan III et al., 1987; Anderson, 1996).

복원생태학(Restoration ecology)은 “과학적 지식의 이론과 논리등을 포함한 전생태학 영역을 지칭하는 광의의 분야”를 의미하고, 생태적 복원(Ecological restoration)은 “생태계를 복원하고

3) 생태적 복원과 관련하여 다음과 같은 용어들이 사용되고 있다: 회복(reclamation); 지역 고유의 생태계 구조와 유사하지만 꼭 일치되는 것은 아니며, 외래종이 없거나 있을 수도 있지만, 안정되고 지속가능한 생태계를 만드는 것, 복구(rehabilitation); 교란된 토지를 유용하게 하는 것, 창조(creation); 이전에는 창조하고자 하는 생태계를 지속적으로 유지하지 않았던 지역에 지속성 높은 생태계를 새롭게 창출하는 것. 또한, 완화(mitigation)는 위의 활동들을 포괄하는 개념으로 정의되지만 이것은 고유 생태계의 훼손과 새롭게 창조한 생태계를 서로 교환한 결과로 볼 수 있다(Anderson, 1996). 경관 복구(landscape rehabilitation)는 생태적 복원에서 목표로 삼는 자연식생군락과 비교하여 특정 부분만 훼손되었을 경우 훼손된 부분만 원상태에 가깝게 회복시키는 작업으로서 경관복원의 일부분으로 간주된다(Morrison, 1996).

관리하는 실제행위”를 말한다(Anderson, 1996). 지금까지 복원생태학자들과 생태적 복원을 다루는 복원기술자들간에 갈등이 있어온 것은 사실이다. 복원생태학자들은 복원생태학과 관련된 특별한 문제점을 해결하기 위한 원리를 도출하기 위해 과학적 연구방법을 사용하고, 복원기술자들은 생태계 복원과 관련된 실질적인 문제점을 해결하는데 관심이 많고, 실험을 하기 보다는 시행착오를 하면서 복원과 관련된 어떤 정보를 얻고자 하고 있다(Pickett and Parker, 1994). 이들 두집단간에 갈등과 논쟁의 여지가 많았지만 최근에는 공동노력의 필요성이 많이 인식되고 있다.

생태적 복원이 성공적이기 위해서는 첫째, 복원이 이루어졌을 때의 생태계 모습에 대한 정확한 비전이 있어야 하고, 둘째, 생태계를 복원하고 유지하기 위해 필요한 생태적 과정이 이해될 수 있어야 하고, 셋째, 특별한 복원기술과 관리방법이 개발되어야 하고, 넷째, 복원의 과학적 근거가 되는 원리에 입각한 생태적 복원목표를 지지하는 대중이 있어야 한다(Anderson, 1996). 미국에는 Prairie의 키 큰 초본류와 Savanna의 복원운동에 이를 지지하고 옹호하는 자원봉사단의 적극적 참여가 이루어지고 있어 많은 지역이 지금도 복원되고 있다(Drobney, 1994; Packard, 1994).

대부분의 복원기술자들은 대체로 과학적 방법론을 모르고 믿을 만한 과학적 연구결과가 나오기까지 기다릴 시간이 없다는 강박감 때문에 비과학적인 시도를 하고 있다. 또한, 이들의 비과학적인 성급함에는 우리 모두가 공유하는 자연경관지역이 매우 급속하게 악화되고 있어 복원에 대해 조급하게 생각하는 것도 원인이 되고 있다(Cairns Jr., 1993).

앞으로 복원생태학자들과 복원기술자들간의 공동노력으로 생태적 복원에 대한 과학적 접근 방법들이 개발되어야 하는데 근래에는 상호간에 이에 대한 공감대가 형성되고 있다. 공동노력을 하기 위해서는 유사한 일을 하는 다른 분야에 대한 정보가 있어야 하고, 복원실행방법에 대한 실험이 수행되어야 하고, 생태계

의 가장 주요한 요인들을 파악하고 이들을 집중 관리하며, 관리중에 나타나는 문제점들은 실험을 통해 규명하며, 종의 행태를 철저히 파악하여야 하고, 그 동안 관찰된 정보와 실험결과들은 반드시 공적으로 발표하여 정보를 공유하여야 한다(Anderson, 1996).

2. 식생천이의 개념과 적용

천이란 비교적 광범위한 공간을 개발함에 따라 교란이 발생된 후 생태적 식물군락에서 발견되는 시간에 따른 군집변화를 지칭한다. 천이와 관련된 이론으로 Clements(1916)의 초기이론 이후 많은 학자들에 의해 천이를 추진하는 힘에 대한 많은 의문이 제기되었다(Connell and Slatyer, 1977; Morrison, 1981). Connell과 Slatyer(1977)는 천이를 추진하는 힘에 대해 3가지 이론적 모형을 제시하였다.

그림 1은 생물환경에서 더 이상 큰 변화가 없다는 가정하에 교란이후 천이에 의해 야기되는 3가지 모형을 보여주고 있다. 첫 번째 두 단계에서 모형1과 모형2, 3간에는 중요한 차이가 나타난다. 모형 1에서는 교란이후 특정한 개척자 식물종만이 그 지역을 우점할 수 있지만, 모형 2와 3에서는 서서히 나타나는 종들을 포함한 어떤 종이라도 그 지역을 우점할 수 있는 것이 차이점이다.

모형 1은 촉진조절모형(facilitation model)으로 불리는데, 어떤 종이 뒤이어 오는 종들의 정착을 수월하게 하는 역할을 한다고 볼 수 있다. 이 모형에 의하면 많은 종자량을 갖고 있으면서 넓은 지역에 확산되는 성질이 있고, 특정 지역에서 휴면상태로 오랜기간 동안 남아 있으면서 종자발아능력을 유지하거나, 훼손지역에서 빨리 발아하고 생육할 수 있고, 빨리 자라면서 극상에 이를 수 있는 식물종들이 첫 번째로 나타난다. 이들은 우점지역에서 빨리 발아하고 생육하면서 살아남지만 이들의 모수가 있거나 성목들이 있는 지역에서는 거의 살아남지 못하는 성질이 있다. 하지만 이들 개척자 식물들은 나중에 들어오는 식물들의 생육에 적합한 환경을 개선하는 역할을 한다. 즉,

토양조건이나 미기상등을 개선하여 처음에 나타나지 못한 식물들에게 유리한 생육환경을 제공해 주고, 더 이상 환경을 개선할 여지가 없게 되면 나중에 들어오는 식물에 의해 양보되고 나중에 들어온 식물이 그 지역을 우점한다.

모형 2는 내성조절모형(tolerance model)이라

한다. 어떤 군집에서 행해진 2차 천이의 연구는 개척자 식물들이 어떤 경우 비개척식물을 돕지도 방해하지도 않는다고 제창되고 있다. 이 모형에 따르면, 개척식물과 비개척식물간의 성장률과 경쟁능력 차이 때문에 천이가 일어난다. 즉, 개척자는 더욱 빨리 성장하고, 천이

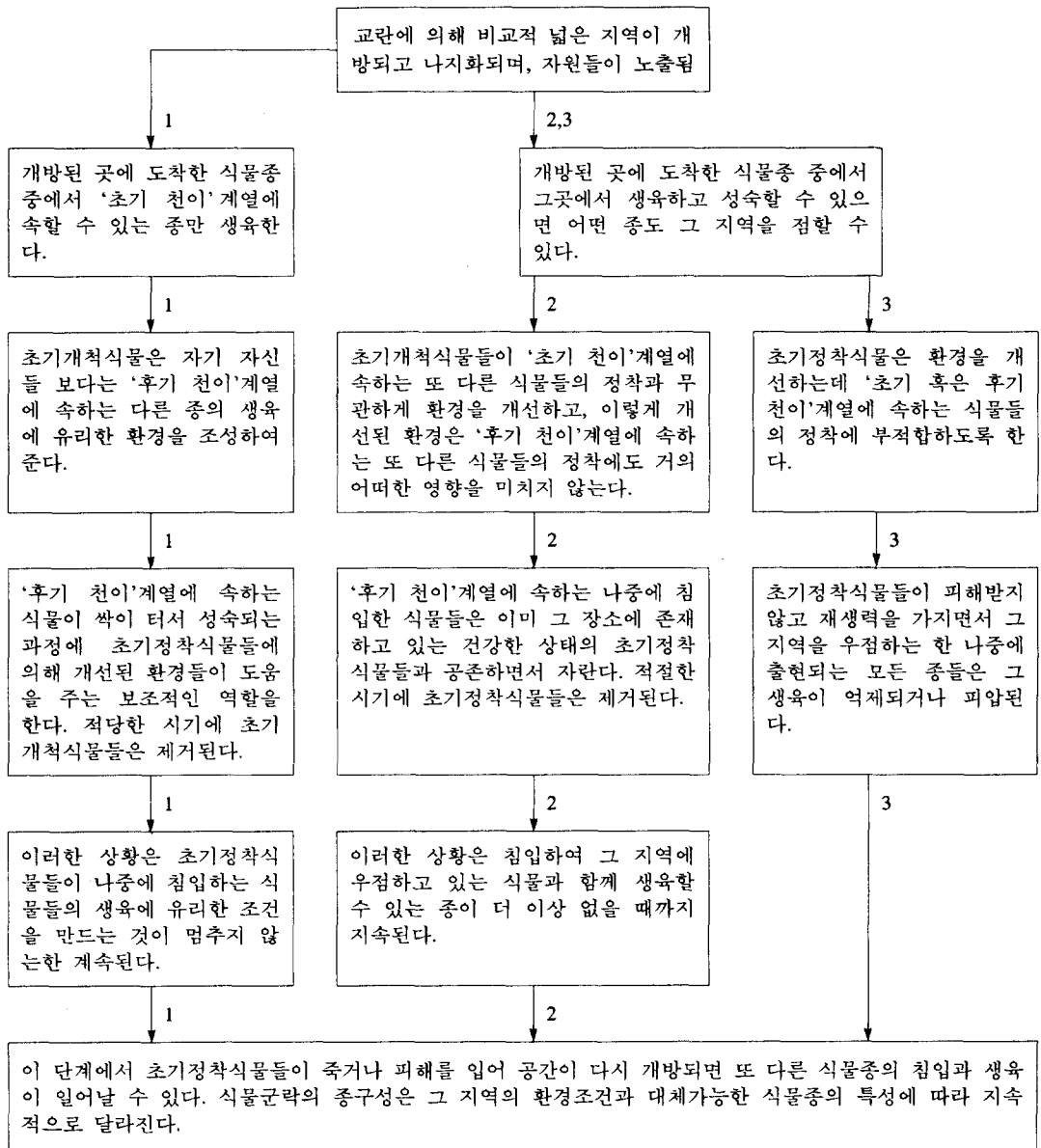


그림 1. 천이가 추진되는 과정에서 나타나는 일련의 식물종간의 관계를 보여주는 세가지 이론적인 천이모형(Connell and Slatyer, 1977).

초기단계를 차지한다. 그러나, 개척자는 자원 이용에는 덜 효과적이기 때문에 결국 느린 성장을 하나 아주 효과적으로 자원을 이용하는 비개척자들에 의해 재배치된다는 이론이다. 천이가 진행되면서 각 종들에 의해 그림자가 생기고, 수관층이 두터워지면 비개척자들은 더욱 잘 자라게 되고 이들로 인해 극성상이 형성된다.

모형 3은 억제조절모형(inhibition model)이라 불리운다. 개척자식물들을 제거한 작은 구역에서 비개척자식물들이 매우 잘 자라는 것을 볼 수 있는데, 이 결과는 정착한 식물들이 실질적으로 다른 식물의 침입이나 성장을 촉진하기 보다는 방해한다는 사실을 암시한다. 관목 조밀식재지역은 45년 동안이나 다른 목본류의 침입을 방해하였고, 일년생 초본류들은 결국 다년생 초본류로 교체되지만 상당히 오랜 기간이 소요되었다. 다년생 초본류는 절대로 급격히 증가되지 않고 일년생 초본류가 도태되거나 세력이 약해지길 기다린다. 교체도 정착식물이 죽거나 피해를 당한 이후에만 나타난다. 그러나 개척식물은 일반적으로 비개척식물보다 생존기간이 짧고, 더욱 흔히 재배치되기 때문에 나중에 들어오는 식물에 대한 억제에도 불구하고 천이가 결국에는 진행된다(Connell and Slatyer, 1977; Morrison, 1981a; 박석환, 1996).

이상 3가지 천이를 추진하는 모형중에서 경관훼손지의 생태복원에는 모형1과 2가 적용되어야 하며, 모형 3이 적용되면 정착식물이 죽거나 피해를 입기까지 천이가 진행되지 못할 수가 있다. 이러한 천이모델은 이론적으로 넓은 지역에 교란이 일어났을 때를 가정하고 있지만, 여러 가지 실험들은 국부적인 지역에도 이러한 모형들이 적용될 수 있음을 보여 주고 있다(Morrison, 1981a; 1981b; 1985).

국부지역의 생태계 복원도 생태계의 천이가 바람직하게 진행되는 방향으로 이루어지면서 침식조절과 야생동물의 먹이와 은신처를 제공하고, 경관미를 향상시키는 방향으로 진행되는 것이 바람직하다(Morrison, 1981a; 1981b). 이를 무시하고 침식조절만을 목적으로 조기녹화하

면 나중에 들어오는 식물들의 정착을 방해하는 식물군락이 조성되어 이들 식물이 죽거나 쇠퇴하기까지 소요되는 기간동안 생태적 천이를 기대하기 곤란하여진다. 즉, 외래도입초종들만으로 비탈면을 녹화하면 이와 유사한 문제를 일으킬 수 있다(김남춘, 1997b).

모형 3에 속하는 훼손지 복원은 여러 가지 문제를 발생시킬 여지가 높는데, 국내에서 비탈면 녹화에 많이 사용되고 있는 Weeping lovegrass와 Tall fescue는 잔존률이 매우 높아 이들이 과다 파종되면 이들만으로 비탈면이 우점되어 다른 식물의 침입 여지가 없어지게 된다(김남춘, 1997a). 즉, 초기 정착식물인 이들이 죽거나 피해를 입기까지 주변식생의 자연침입을 기대할 수 없으므로 이들 외래도입초종에서 느껴지는 이질적인 경관을 개선하기 어렵다. 따라서, 종비토뿔어붙이기등의 공법에 이들만으로 과다 파종되면 이와 유사한 식물천이상의 문제가 발생될 소지가 높으므로 이들의 파종량과 식물배합에 신중할 필요가 있다(김남춘, 1997a; 1997b).

Ⅲ. 경관훼손지의 생태적 복구방안

1. 복원목표설정

(1) 침식과 토사유출 방지

비탈면은 비탈면 형성인자와 환경인자, 식생형, 식생밀도, 지하수분의 동태 등 많은 인자들이 상호작용 하여 토사의 이동이나 침식, 붕괴등의 현상을 수반한다(김남춘, 1990). 여러 요인들과 침식과의 관련성 연구들에 의하면 토사유출량은 식생형 보다는 토양경도가 더욱 큰 영향을 미친다고 하였고, 자연강우시 토양 침식은 사면피복의 영향이 가장 크고 다음이 토성, 경사요인이었다고 하였다(우보명, 1976).

침식방지효과는 지표면 피복율이 증가할수록, 수관부의 피도가 증가할수록 증대된다. 또한 수관부의 높이가 커질수록 침식방지효과가 감소하는 경향을 보이는데 이러한 현상은 높은 수고의 산림식생이 낮은 높이의 지표면 식생의 생육을 방해한 경우에 나타난다(Morrison,

1981a). 지피식물과 더불어 관목과 낮은 소고목류는 낮은 높이의 지표면식생을 형성하여 침식방지효과를 나타낸다.

식물에 의한 침식방지는 식물이 강우를 차단하여 토양입자의 유출을 억제하는 기능과 높은 밀도의 뿌리에 의한 뿌리섬유들이 토양을 고정시켜 제자리에 엮어매는 기능을 하여 침식방지역할을 수행한다(Bache and MacAskill, 1990; Van Kraayenoord and Hathaway, 1986). 이러한 기능에는 초본류들이 효과적인데, 초본구가 목본구 보다 침식방지능력이 우수하였고, 식물피복율이 80%이상되면 지표면 침식량이 매우 적었다(김재현, 1993).

초본류중에서 외래도입초종들과 자생초종들을 대상으로 침식방지 효과를 비교해 본 결과 tall fescue, perennial ryegrass, creeping redfescue 와 같은 외래도입초종들만으로 구성된 실험구보다 쑥, 비수리, 새의 자생초종들로 구성된 실험구에서 상대적으로 적은 토사가 유출되었다(김남훈, 1990). 미국 Prairie 식생 복원에서 우리나라 새나 역새와 유사한 자생초본류들은 침식방지와 강우유출 억제능력에서 탁월한 효과를 보였다고 하였다(Morrison, 1981b; 1985; Anderson, 1996; Harrington, 1994).

이상의 결과로 미루어 보아 초본류에 의한 녹화는 지표면 피복과 뿌리역할로 인해 토양 침식과 강우유출억제 효과가 탁월하고, 복원계획 수립시 키가 큰 목본류와 더불어 낮은 높이의 식생군락을 같이 조성하는 것이 침식방지에 효과적이라고 할 수 있다. 또한, 초본류로는 외래도입초종들 보다는 자생초본류를 활용하는 것이 보다 바람직하다고 볼 수 있다.

(2) 야생동물 서식처 제공

각종 먹이와 은식처를 제공하는 다양한 식물에 의한 복원은 다양한 동물의 유입을 조장하는 것과 같다. 종다양성과 더불어 초본군락, 관목, 덩굴식물, 다양한 높이와 크기의 목본군락이 있는 식물군락을 조성하면 더욱 다양한 야생동물을 확보할 수 있다(Morrison, 1981a; 杉山惠一과 進士五十八, 1992). 만약 복원하는 식

물군락이 주변 산림과 유사하다면 주변지역도 서식처로 활용되므로 더 많은 야생동물이 유입될 수 있다(Jabu, 1982).

보다 많은 야생동물을 유인하려면 가급적 다양한 식물군락을 조성할 필요가 있다. 즉, 건조지역과 수공간을 동시에 조성하면 여러 유형의 식물군락을 조성할 수 있어 다양한 야생동물의 유입을 기대할 수 있다(Morrison, 1981a). 또한 같은 면적의 식물군락도 '구형'이 '긴타원형' 보다 생물다양성이 풍부하므로 식물군락모양에 따라 서식처 제공부분이 달라질 수 있음도 고려되어야 한다(서울대학교, 1997).

(3) 미적 질의 향상

심각하게 훼손된 지역이 휴양지, 주거지, 도로 등에 인접해 있으면 미적 질의 향상이 복원녹화의 또 다른 목표가 될 수 있다. 본 논문은 미적 질에 대한 이론을 다루는 논문은 아니지만 자연경관에 내재된 미의 속성을 파악해 볼 필요가 있다. 자연미는 부조화의 요소가 없을 때 아름답게 느껴지는 속성이 있다(Kates, 1967). 경관훼손지는 주변 자연지역과 부조화되므로 대부분의 사람들은 황량하고 경관미가 파괴된 지역으로 느껴진다.

일반적으로 자연미에는 질서, 다양성, 건강성 그리고 기능성의 원리가 나타난다(Turner, 1987; Morrison, 1981a). 질서는 형태, 질감, 색채가 유사한 것들의 반복에 의해 나타나는데, 자연에서는 결코 지루함으로 연결되지 않는다. 자연에는 지역에 따라 환경조건이 조금씩 차이가 있고 각 환경조건에 가장 적합한 식물군락이 다양하게 출현되므로 크기와 질감, 색채의 다양성이 확보되어 지루함은 나타나지 않으며 거의 문제가 되지 않는다. 건강성은 잎의 초록색과 꽃과 열매를 맺는 생장에서 나타난다. 기능성은 식물이 토양을 안정시키고 야생동물의 먹이와 은식처를 제공하는 역할에서 찾아볼 수 있다.

또한 Jones(1979)는 자연환경에서 통일감, 순결성, 선명성 등의 미적 속성을 찾아 볼 수 있다고 하였다. 통일감은 질서와 유사한 개념으

로 일체감이랄 수 있고, 순결성은 손상되거나 훼손되지 않는 성질을 말하며, 선명성은 형태, 색채, 질감의 대비효과로 어떤 속성이 더욱 뚜렷해지는 성질을 말한다.

이상의 복원목표들을 고찰해 본 결과 침식 조절과 야생동물의 서식처 제공, 미적 질의 향상 등은 서로 보완적이고 상충성이 있는 목표 들임을 알 수 있다. 다층구조의 식물군락은 종 다양성이 높고 위의 3가지 복원목표를 효과적으로 얻을 수 있다. Prairie 초본군락에서는 토양수분상태에 따라 다양한 식물군락들이 출현되며, 이러한 출현패턴은 Prairie 초본군락의 다양성 확보에 큰 기여를 한다(Morrison, 1985; Niering, 1996).

이 외에도 교육적인 목적도 생태적 복원의 목표로 설정가능하다. 미국에서 자생초본식물로 도로변을 녹화하는 것은 자생식물을 이용하는 것이 유지관리비용이나 식재비가 저렴하기 때문이기보다는 교육적인 효과에 더 큰 비중을 두고 있기 때문이다(Harrington, 1994).

2. 복구계획 수립

특정 지역에 분포하는 자연식생군락은 유사한 환경조건을 지닌 인근 지역의 생태적 복원에 모델이 될 수 있으며, 자연식생군락의 미적, 기능적 가치중 일부는 경관훼손지에 재현시킬 수 있다(Turner, 1987; Magee, 1983). 또한, 자연식생군락의 식생구조와 현재가 있기까지 변화하여온 역사적 변천과정은 복원계획 수립에 중요한 정보를 제공한다. 침식조절, 야생동물 서식처 제공, 미적 질의 향상 등을 위한 복원계획을 수립하기 위해서는 자연식생군락을 재현하는 것이 복원 목표가 된다(Jabu, 1982; Morrison, 1996).

그 지역 고유의 자연식생군락과 가까운 식물군락으로 복원하고 유지하기 위해서는 자연식생군락에 대한 단순화, 추상화 혹은 본질화 작업⁴⁾을 하여 군락의 주요종들을 선별해 내고,

이들 주요종 위주로 복원계획이 수립되면 자연식생군락과 유사한 모습과 패턴을 조성할 수 있다(Morrison, 1996).

자연식생군락에서 볼 수 있는 식생구조가 복원의 모델이 되고, 대상공간의 규모가 확대되고, 자연천이과정이 전개되도록 허락해 주면 복구 보다는 경관복원의 영역으로 간주된다. 여기서 경관복원은 생태적으로 훼손된 지역에 훼손되기 이전에 존재하였던 자연식생군락을 인위적으로 조성시켜 과거의 종다양성과 기능성을 회복시키면서 자연천이과정이 전개되도록 유도해 주는 것을 의미한다(Morrison, 1996).

관리는 설계 및 복원과 매우 밀접한 관련을 맺고 있는데, 자생식생 위주의 녹화계획과 경관복원의 성패는 이어지는 관리행위의 적합성에 좌우된다. 실제로 설계와 복원의 과제들은 대부분 생태적으로 이미 훼손된 지역을 대상으로 하기 때문에 필연적으로 원하지 않는 식물의 침입 위협을 받게 되며(Harty, 1986; Packard, 1994), 침입종들의 미적, 기능적 가치에 대한 생태적 평가를 토대로 관리가 이루어져야 복원계획이 성공적일 수 있다. 관리는 경관훼손지 복원에 가장 중요한 부분으로 간주되어야 한다.

(1) 자연식생군락의 유형화/추상화

자연식생군락의 재현은 자연식생군락의 유형화된 추상적 재구성과정⁵⁾으로 볼 수 있다.

락의 주요종들을 선별해 내는 과정이 먼저 진행되어야 하고, 이들 주요종 위주로 녹화식재설계 하면 자연식생군락과 유사한 모습과 패턴을 지닌 식재구성을 할 수 있다. 즉, 자연식생군락을 대표하는 주요종이라고 볼 수 있는 우점종(the dominant species), 출현 빈도가 많은 종(the prevalent species), 시각적 우세종(the visual essence species) 위주의 녹화설계를 하고, 주요종들이 생육하기에 적합한 토성, 토양수분, 광조건등을 고려해 주며, 초기 식재수종이 증감하면서 생태적으로 안정되는데 소요되는 시간을 인정해 주면 아무리 작은 공간 일지라도 자연식생군락 위주의 복원이 가능해진다(Morrison, 1996).

4) 작은 공간에 자연식생군락을 재현하기 위해서는 자연식생군락의 단순화(simplification), 추상화(abstractation) 혹은 본질화(distillation) 작업을 하여 군

5) 자연식생군락의 재현은 자연식생군락의 유형화된(stylization) 추상적 재구성(abstracting) 과정으로 볼 수 있다(Morrison, 1996).

군락식재설계는 자연적으로 진화된 군집의 식물학적인, 미적인 구성에 근거하면서 원래 군집을 추상화하고, 단순화하여 작은 공간에 재현하는 것으로써 군락에서 생태적으로나 미적인 면에서 가장 중요한 역할을 하는 식물종 위주로 설계한다.

(2) 현황조사 및 분석

경관복원계획 수립에 영향을 줄 수 있는 물리적 특성에 대한 현황분석이 자세히 이루어져야 한다. 첫째, 토양의 단면구조, 토양양분, 토성, 유기물 함량, pH, 토양내 잔류화합물 등에 대한 자료를 수집한다. 둘째, 경사도, 경사방향, 물의 유출량 등을 조사한다. 셋째, 기존수림의 식생구조분석과 역사적 변천과정을 조사한다. 기존식생의 구조는 그 지역의 환경조건을 이해하는데 도움이 된다. 넷째, 생육이 활발한 외래종의 존재 여부를 조사한다. 외래종은 복원계획 수립에 막대한 영향을 끼친다(Bratton, 1982; Harty, 1986)⁶⁾. 다섯째, 기존식생중에서 복원의 목표군락으로 설정될 만큼 가치가 있는 곳이 있는지를 파악한다.

(3) 목표군락의 설정

현존 식생에 대한 역사적 변화과정이 조사되면 다음 단계로 앞으로 오랜 기간 동안 살아 남을 목표군락을 설정한다. 목표군락은 장기적인 관리목표가 되는데, 꼭 극상의 군락만이 대상이 되는 것은 아니다. 그것은 인간의 출현 이전에도 토지의 여러 가지 환경적 요인에 의해 극상의 군락만이 존재했던 것은 아니기 때문이며, 복원 해야할 부지 내에도 국부환경별로 상이한 식물군락이 목표군락으로 설정될 수 있다는 것을 의미한다.

6) 외래종은 자생종을 대체하고 그 지역의 총생체량을 증가시키기도 하고 감소시키기도 한다. 미국 Cumberland의 연방역사공원내 침이 우점하는 곳에는 1-5종의 목본류가 출현되나 주변지역은 10-28종의 목본이 출현하고 있다. 침은 지표면을 보호하고, 토양을 개량하여 주지만 자생종의 침입을 억제하기 때문에 매우 문제가 많은 외래종으로 간주되고 있다(Bratton, 1982).

한 부지에 여러 가지 군락을 조성하는 것은 과학이면서 예술이다. 부지의 환경조건에 적합한 특정 군락을 조성하는 것은 과학기술이라고 볼 수 있지만, 군락의 모양을 만들고 군락간의 관련성을 맺어주고, 공간적인 배분을 하는 일에는 디자인적 접근과 예술적 감각(7)을 필요로 한다(Morrison, 1996). 다음 그림은 종자파종방법으로 Prairie 식물군락을 복원하기 위한 공간계획도면으로써 식물군집과 공간분포, 토양, 지형 및 다른 환경적 요인들과의 상호관련성을 보여주고 있다. 키가 큰 초본군락에서부터 키가 낮은 것과 습지군락까지 다양한 초본군락을 조성할 의도를 보여주며, 초본별 생육특성과 입지조건들이 잘 부합되고 있다(Jacobson *et al.*, 1994).

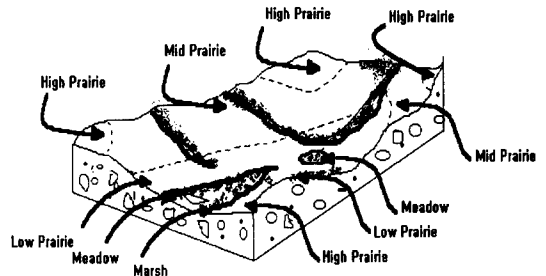


그림 2. 종자파종에 의한 복원계획을 수립할 때 토양, 지형 그리고 다른 환경인자들을 종합적으로 고려한 식생형의 구분과 배치모식도(Jacobson *et al.*, 1994)

(4) 수종 선정

수종선정은 목표 군락의 우점종, 출현빈도가 높은 종, 시각적 우세종 등을 우선적으로 선정

7) 식재설계시 점진적 변화현상(drift phenomenon)을 고려하여야 하는데, 자연상태에선 대부분 여러 가지 식물들이 섞여 있는데 그 속에서 어떤 특이한 식물구성으로 몰입되는 경향을 볼 수 있고, 이러한 특이한 구성으로 서서히 변화가면서 생기는 질서(order)를 발견할 수 있다. 이러한 질서는 자연경관에서 느껴지는 아름다움의 원천이 되기도 하는데, 그것은 많은 경우, 인간에게 동일요소의 집단화된 형태(pattern)로써 인식되고 식재설계의 모델이 된다. 자연식생 위주의 생태적 복원에는 이러한 패턴을 조성하는 것이 설계의 목표이며, 변화를 거부하는 전통적인 식재기법과는 뚜렷한 차이가 있다(Morrison, 1996).

한다. 수종선정은 항상 최종목표단계의 식물만을 대상으로 하지 않는다. 예를 들어, 훼손지를 숲으로 복구하고자 할 경우, 빨리 그늘을 조성하여 내음성 수종의 생육을 조장하기 위해 극양성 식물이 의도적으로 중요하게 사용될 수 있다. 하지만 초본군락을 복원하고자 하는 경우엔 조성 초기부터 적극적으로 의도하는 식물의 종자를 직접 파종하는 것이 효과적일 수 있다(Packard, 1994; Jacobson *et al.*, 1994). 또한, 식물의 천이를 고려한 수종 선정을 하여 초기녹화 수종이 후기에 나타나는 식물의 생육을 조장해주거나 도와주는 역할을 수행할 수 있도록 한다.

다음 표들은 국내 하천변과 비탈면등의 경관훼손지에 생태복원용으로 사용가능한 화본과 식물과 광엽초본류, 관목류, 목본류 등을 대상으로 이들의 종자파종 가능성을 파악하고자 조사한 결과이다. 1995년부터 1998년도까지 조사된 결과를 총괄하였는데, 일정한도의 발아상내에서 3반복으로 치상한후 2주동안 관찰된 결과이다. 실내실험 결과이므로 포장실험에서는 다른 발아율이 도출될 수도 있고, 종자의 채취 및 보관방법에 따라라도 발아율이 달라질 수 있다(김남춘, 1997a; 1997b; 한국건설기술연구원, 1977).

표 1에서 보는 바와 같이 인공연못 및 습지 복원에 사용가능한 식물중에서는 수크령의 발아율이 가장 우수하였고, 다음은 솔새, 물억새, 큰엉겅퀴, 여뀌의 순으로 높았다. 다른 식물들은 20% 이내의 발아율을 보였다. 발아율실험에 사용된 식물들은 개체당 종자생산량이 많고 종자 채취도 비교적 수월하므로 발아율은 낮은 수준이지만 복원녹화공사에 종자파종의 방법으로 사용될 수 있겠다. 그림 2와 같은 Prairie 식물위주의 복원공사에서 사용하는 종자배합과 식재방법들이 응용될 수 있겠으며, 종자파종후 강우와 바람에 의한 종자유실을 막아줄 수 있는 적절한 멀칭방법이 강구되면 우수한 복원성과를 얻을 수 있다고 생각되었다.

다음 표 2는 비탈면공사에 사용가능한 건생 및 중생식물들의 발아율 실험결과이다. 초본류중에서 새와 쑥, 달맞이 등은 현재 사면녹화공사에 널리 이용되고 있는데 40% 수준의 발아율을 보인다. 목본류중에서는 훼손지에서 빠르게 발아하고 생육하는 식물로 낭아초, 쪽제비싸리, 비수리, 참싸리의 콩과 식물을 들 수 있다. 곰솔과 담쟁이, 불나무, 오리나무, 자귀나무, 쉬나무, 조팝나무 등은 초기생육이 느리고 서서히 자라는 습성이 있지만 비탈면에 다양한 식물군락을 조성하기 위해서는 꼭 필요한

표 1. 수생식물 종자의 순도, 1g당 립수, 항온기 온도에 따른 발아율과 종자채집장소

식물명	순도 (%)	1g당 립수 (개)	항온기 온도에 따른 발아율(%)			평균 발아율 (%)	종자채집 장소	
			20℃	25℃	30℃			
Grasses	<i>Phragmites japonica</i> (달뿌리풀)	90.0	1,200	58.7	67.3	74.7	66.9	경기도
	<i>Miscanthus sacchariflous</i> (물억새)	90.0	3,000	89.3	51.3	62.7	67.8	충청남도
	<i>Pennisetum alopecuroides</i> (수크령)	98.0	300	84.8	86.3	82.5	84.5	충청남도
	<i>Miscanthus sinensis</i> (참억새)	90.0	2,200	16.6	8.5	13.3	12.8	서울
	<i>Zizania latifolia</i> (줄)	98.0	110	24.3	19.1	28.3	23.9	경기도
	<i>Themeda triandra</i> (솔새)	97.0	140	47.3	43.3	43.3	44.6	충청남도
Forbs	<i>Piciris hieracioides</i> (쇠서나물)	50.0	550	14.6	15.7	14.3	14.9	서울
	<i>Persicaria hydropiper</i> (여뀌)	92.0	800	24.2	21.4	26.6	24.1	서울
Sedges	<i>Cirsium pendulum</i> (큰엉겅퀴)	85.0	1,500	29.2	27.7	28.1	28.2	서울
	<i>Cyperus amuricus</i> (방동사니)	90.0	5,000	6.9	7.1	23.6	12.5	강원도
	<i>Scirpus triqueter</i> (세모고랭이)	67.0	650	2.7	5.7	13.4	7.3	경기도
	<i>Scirpus tabernaemontan</i> (큰고랭이)	61.0	750	10.9	13.1	14.8	12.9	경기도
Cattail	<i>Typha orientalis</i> (부들)	70.0	14,000	0.35	6.7	0.36	2.5	강원도

표 2. 건생 및 증생식물 종자의 순도, 1g당 립수, 항온기(30℃)에서의 발아율과 종자채취장소

식물명		순도 (%)	1g당 립수 (개)	항온기 (30℃)에서의 발아율 (%)	종자채취 장소
Grasses	<i>Arundinella hirta</i> (새)	30.0	1,020	30.0	전라남도
Forbs	<i>Artemisia princeps</i> (쑥)	51.6	4,000	42.0	상업용구입
	<i>Oenothera odorata</i> (달맞이꽃)	99.9	3,300	55.0	충청남도
"Early succession" woody plants	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i> (낭아초)	100.0	178	70.0	경상북도
	<i>Amorpha fruticosa</i> (쪽제비싸리)	99.9	100	40.0	상업용구입
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i> (참싸리)	99.0	150	60.0	경상북도
	<i>Lespedeza cuneata</i> (비수리)	98.0	720	80.0	전라남도
"Late succession" woody plants	<i>Pinus thunbergii</i> (곰솔)	97.0	85	60.0	경기도
	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (담쟁이덩굴)	96.6	40	50.0	상업용구입
	<i>Rhus chinensis</i> (불나무)	40.0	65	40.0	경기도
	<i>Alnus firma</i> (사방오리)	88.6	750	65.0	상업용구입
	<i>Alnus hirsuta</i> (산오리)	88.0	750	60.0	경기도
	<i>Albizia julibrissin</i> (자귀나무)	97.3	25	40.0	상업용구입
	<i>Evodia daniellii</i> (쉬나무)	96.6	95.0	70.0	서울
	<i>Spiraea prunifolia</i> (조팝나무)	80.0	437	15.0	경기도

식물들이다. 대부분 종자파종이 가능한 것으로 나타나므로 복원목표에 따라 적절한 식물배합으로 이들을 사용하면 다층구조의 식물군락을 조성할 수 있을 것이다.

(5) 종자 확보

복원계획을 수립할 때 부지현황조건들과 수종선정된 식물의 종자나 묘등의 구입용이성, 자금 계획, 관리계획과 같은 여러 가지 요인들이 검토되어야 한다. 종자가 널리 확산되지 못하는 식물들은 종자의 공급원 역할을 할 수 있는 모수의 존재가 매우 중요하며(Matlack, 1994), 그들을 제공하는 교목성 식물의 존재여부에 따라 각각 다른 복원전략의 수립이 필요하다.

복원 계획수립시 원하는 식물의 종자원을 확보할 수 있는가는 복원전략의 수립에 매우 큰 영향을 미친다. 산림식생복원시 지피용으로 사용될 수 있는 야생초본류와 고사리류는 그 지역에만 국한하여 자라기 쉬우므로 많은 량을 확보하기가 곤란한 경우가 많다. 이런 경우에는 유사한 효과와 기능을 가지고 있으면서 쉽

게 구입할 수 있는 종으로 대체하는 전략이 수립될 필요가 있다(Morrison, 1996).

복원에 충분한 준비기간이 주어진 경우엔 관상수재배업자에게 원하는 식물의 재배와 번식을 의뢰할 수 있을 것이다. 효과적인 복원을 하기 위해서는 충분한 시간을 가지고 여러 분야가 협력하면서 종자를 채집하거나 확보할 수 있는 방안을 모색하는 경우가 많다. 여러 가지 채종장비들이 사용될 수 있는데 기존 식물에 큰 피해를 주지 않으면서 효과적으로 종자를 채취할 수 있어야 한다(Morgan and Collicutt, 1994). 복원하고자 하는 지역과 상이한 환경조건에서 자란 종자를 수집하면 기대한 것 보다 종자의 활력도가 떨어지고 환경적응력도 떨어지는 경우가 있다. 복원에 사용되는 종자는 그 지역에서 채취한 것을 사용하는 것이 바람직한데 유전적 변이도 적고 지역적응성도 우수하기 때문이다(Knapp and Rice, 1994).

(6) 녹화방법 선정

초본식물은 종자파종이나 식재의 방법으로

조성한다. 식재는 교목하부와 같은 그들이 제공되는 음지나 경계부에 적합한 방법이고, 종자파종은 잔디밭을 조성하는 곳과 같이 비교적 넓은 지역에 적합한 방법이다. 식재공법은 잡초와의 경쟁에서 유리하지만 비용이 많이 소요되고 충분한 밀도를 유지하기가 곤란하다. 종자에 의한 방법은 조성비가 적게 들고 식물의 자연적 분포를 유도할 수 있는 장점이 있으나 조성에 시간이 오래 소요되는 단점이 있다(Morrison, 1996). 부지에 따라서는 토양의 비옥도를 개선하거나 배수처리를 해야하는 경우도 있다(Morgan, 1994).

여러가지 종자를 혼합하여 파종하면 종자별로 생육의 최적조건이 제공되는 곳을 중심으로 일정 영역을 점하면서 우점하게 되어 여러 초본 군락이 형성되고 색채와 질감의 차이로 인해 자연스러운 패턴을 형성하게 된다. 각 종자별 분포영역은 시간이 경과되면서 여러 가지 요인에 의해 변하는 역동성을 보이며, 배치 패턴이 점진적으로 표류하는 모습⁸⁾으로 나타난다. Prairie 초원을 복원하는 경우 다양한 색채를 지니고 있는 3-4종의 화본과 식물이 80%가 되도록 하여 침식방지, 강우차단, 겨울경관의 보존등의 효과를 담당하도록 하고, 토양수분과 같은 특정한 미세환경 조건에 적응성이 높은 10-15종의 광엽초본류를 20%정도 혼합한다(Morrison, 1985). 혼합된 여러 식물종들은 이들이 자연계에서 우점하는 환경조건과 가장 유사한 곳을 점유하기까지 서서히 변해 간다. Jacobson 등(1994)은 Prairie 식물복원에서 종자 파종한 식물들은 토성과 경사, 토양수분함량, 지형과 기타 요인들에 의해 자연스런 군락을 형성한다고 하였다. 즉, 건조한 토양과 습한 토양간에는 매우 뚜렷한 패턴의 차이가 나타났다.

8) 각 종자별 분포영역은 시간이 경과되면서 여러 가지 요인에 의해 변하는 역동성을 보이며, 배치 패턴이 점진적으로 표류하는 모습(drift pattern)으로 나타난다. 이러한 모습은 자연상태에서 나타나는 동태적 변화모습과 일치하는 것으로서 초본 군락에서는 이러한 현상이 매우 극적으로 연출된다(Morrison, 1996).

조성방법에는 선정된 여러 가지 화본과 식물과 광엽초본류를 혼합하여 직접 식재하는 방법과 종자파종하는 방법, 구멍심기 방법 등이 사용가능한데 이중 화본과 식물은 파종으로 조성하고, 광엽초본류는 구멍심기 방법으로 조성하면 광엽초본류의 분포를 인공적으로 조절할 수 있어 자연계에서 볼 수 있는 패턴과 유사하게 만들기가 보다 용이하다(龜山 章 등, 1989; Morrison, 1996).

3. 경관관리기법

경관관리란 “경관 변화의 방향을 안내하는 행위”로 규정된다. 이것은 전통적인 조경관리 개념과는 다른 것으로서 천이의 방향으로 식물종의 변화를 촉진하거나 가속화시키면서 관리하기도 하고, 때에 따라서는 식물종구성의 점진적 변화를 유도하는데 목적을 두기도 한다. 경관관리는 생태적 조경설계와 복원에서 가장 중요한 역할을 담당하는데, 관리행위가 없으면 생태적 복원의 의미가 퇴색되는 경우가 많다.

관리는 특정 지역을 보다 자연스럽게 만드는 데 목표를 두기도 한다. 그렇지만 현재 여러 자연자원 보호구역들이 각종보호정책으로 인해 오히려 본래의 식생구조를 상실하고 부자연스러운 모습을 보이기도 한다. 불에 대해 내성이 있는 왕솔나무-wiregrass 군락은 의도적으로 산불의 발생이 억제됨으로써 본래의 식생구조가 바뀌는 결과를 보이고 있다(Morrison, 1996).

현재는 어떤 곳도 바람, 물, 동물, 사람들에 의해 전이되는 외래종의 침입으로부터 안전한 곳이 없는 실정이다(Bratton, 1982). 그러므로 원하는 식생군락의 구조로 복원하고자 하는 경우 모니터링과 관리계획을 반드시 수립한다.

(1) 관리목표 수립

실제로 설정될 수 있는 관리목표로서 과학적·학술적 연구, 휴양활동, 서식처 보존, 미적/경관적 가치보존, 환경교육과 자연관찰등이 설정될 수 있으며, 이중 한두가지가 동시에 설

정될 수도 있다(Morrison, 1996).

관리목표별로 다른 관리행위가 요구되는데, 과학적 연구지역에서는 인간의 간섭을 배제한 상태에서 얻어지는 결과를 중시하기 때문에 어떠한 인위적인 관리도 허락되지 않는 경우가 많다. 또한, 희귀종의 번식에 필요한 서식 공간을 조성해 주기 위해 외래종의 침입을 막고자 막대한 노력을 투입하는 경우도 있다. 경관적으로 중요한 곳에는 전망과 시야를 보호하기 위해 식생관리가 이루어지기도 한다.

(2) 관리전략 수립

관리 전략은 경우에 따라 천이과정을 가속화시키는 방향으로 추진되기도 하며, 반대로 천이과정을 억제하는 식으로 진행되기도 한다(서울대학교, 1997; Morrison, 1996).

① 천이과정의 진행을 억제하는 경우

송전탑 설치지역이나 도로구역중 나무가 없어야 하는 지역, 아름다운 경관을 살짝 가려주어 호기심을 자극하는 지역과 같이 의도적으로 더 이상 식물이 확대되지 않기를 원하는 경우, 야생동물의 서식처를 보호하기 위한 경우, 불을 지르거나 축산활동을 통해 특정 군락을 지속적으로 유지하고자 하는 경우, 성장에 많은 광선을 필요로 하는 희귀종의 서식처를 보호하기 위한 경우 등이 있다.

② 천이과정의 진행을 가속화하고자 하는 경우

녹음과 방풍과 같은 특정 기능이 잘 수행될 수 있도록 식물의 성장을 유도하는 경우, 보기 싫은 지역을 차폐하거나 좋은 경관 지역의 경관적 틀을 형성하고자 하는 경우, 위요된 곳을 좋아 하는 야생동물의 서식처를 제공하고자 하는 경우, 음식조건을 좋아하는 식물의 서식처를 제공하여 종다양성을 증진하고자 하는 경우 등이 있다.

③ 종구성을 바꾸는 경우

외래종을 억제하거나 제거하는 경우, 주변에

서 사라지는 희귀종의 서식처를 새롭게 조성해 주어야 하는 경우 등이 해당된다.

(3) 관리기법 결정

원하지 않는 종들을 제거하거나 억제하는 경우, 원하는 종들의 생육을 조장하는 경우, 특정 군락의 대표종의 확산을 조장하는 경우등 다양한 관리 기법들이 사용될 수 있다(Morrison, 1996; Terai, 1974).

① 제거하거나 억제하는 방법

물리적방재에 속하는 깎기는 식물종의 구성을 조절하는 매우 유용한 방법이다. 봄철 깎기는 목본류의 침입으로부터 초본군락을 유지할 수 있는 좋은 방법이다(Drobney, 1994). 동일한 깎기 높이로 여러 번 깎아 주면 목본뿐만 아니라 키 큰 초본류의 생장도 억제된다. 화학적 방재에서 선택성제초제의 사용이 불가피한 경우가 있는데 어떤 경우에도 신중한 고려가 있어야 한다. 생물학적 방재에서는 포식자와 먹이의 사슬관계를 도입하는 방법이 있을 수 있다. 미생물을 이용하는 방법이 매우 효과적일 수 있으며, 경쟁관계인 식생을 의도적으로 도입하는 방법이 있을 수도 있다. 초본군락을 유지하고 수목류의 침입을 억제하는데는 불지름이 효과적이다. 의도적으로 불을 지를 경우 봄에 하면 한지형 잔디류의 생장억제에 효과적이다(Risser *et al.*, 1977; Morrison, 1996).

② 천이를 조장하거나 가속화시키는 방법

특정 식물과 군락을 촉진시키기 위해서는 의도하는 식물종의 종자와 묘목들을 재도입한다. 천이를 촉진하는 가장 확실한 방법은 원하는 자생식물들을 직접 식재하는 방법이다. 이 경우 종자나 뿌리, 줄기, 묘목 등이 활용될 수 있을 것이며(Morrison, 1996), 또 다른 방법으로 먹이 사슬관계에서 포식자의 숫자를 제한하는 방법이 쓰일 수도 있겠다. 의도적인 불지르기가 천이를 촉진할 목적으로 사용될 수 있다. 불은 경쟁상대를 제거하고, 영양분을 공급하며, 개화와 종자생산력을 높이며, 씨의 전파를

용이하게 해주고, 불에 저항성이 높은 식물들의 발아에 필요한 공간과 광물질을 제공해 준다는 점에서 긍정적인 효과가 있다(Risser *et al.*, 1977).

IV. 결 론

본 연구는 우리 나라에서 흔히 볼 수 있는 국부적인 경관훼손지역에 대한 생태적 복원의 바람직한 방향을 이론적 고찰을 통해 제시하고자 하였다. 특히, 복원 목표로써 자생식물을 활용하되 초기정착식물인 이들이 주변식생의 자연침입을 방해하지 않는 생태적 천이모형을 고려하되 바람과 물에 의한 침식을 방지하고, 야생동물의 먹이와 은신처를 제공하며, 경관미를 향상시킬 수 있는 방안을 모색하고자 하였다.

1. 복원생태학자와 복원기술자들간의 공동노력으로 생태복원에 대한 과학적 접근방법을 개발하여야 한다. 이를 위해 관련분야간의 정보교환이 있어야 하고, 복원방법에 대한 실험이 수반되며, 생태계의 중요 요인을 파악하여 집중 관리하며, 종의 행태를 관찰하고, 수집된 연구결과들은 공적으로 발표하여 정보를 교환하여야 한다.
2. 천이를 추진하는 힘에는 촉진조절모형과 내성조절모형, 억제조절모형의 3가지 모형이 있을 수 있다. 경관훼손지에 대한 생태적 복원은 촉진조절모형이나 내성조절모형을 따르는 것이 바람직하며, 초기 정착식물이 나중에 들어오는 식물의 정착을 방해하는 억제조절모형이 되지 않도록 하여야 한다. 억제조절모형에서는 초기정착식물이 죽거나 도태되기 전에는 또 다른 식물로의 교체가 이루어지지 않아 천이를 방해한다.
3. 경관훼손지의 복원목표로는 바람과 강우에 의한 침식과 토사유출을 방지하고, 야생동물의 서식처를 제공하며, 미적 질의 향상을 도모하는 것이 설정될 수 있겠다. 이들 복원목표들은 상호보완적인 성격이 있으며, 이들중 다른 것을 무시하면서 한가지 목표만을 추구하면 여러 가지 문제가 발생될 소지가 높다.
4. 특정지역의 자연식생군락은 인근지역 생태적 복원의 모델이 될 수 있다. 지역 고유의 자연식생군락으로 복원하기 위해서는 자연식생군락에 대한 유형화와 단순화를 하여 우점종, 출현빈도가 높은 종, 시각적 우세종을 파악하고 이들 위주로 복원계획을 수립한다.
5. 한 부지 내에 여러 가지 군락을 조성하는 것은 군락간의 모양을 만들어 주고 군락간의 관계성을 맺어주며, 지형에 맞게 공간적인 배분을 하는 일이므로 과학적 지식과 더불어 디자인적 접근과 예술적 감각을 필요로 한다.
6. 복원에 사용될 식물은 식물의 천이를 고려하여 선정한다. 수크령과 솔새, 물억새, 큰 엉겅퀴, 여뀌 등은 발아상에서의 발아율이 비교적 높게 나타나 종자파종이 가능한 수변녹화용 초본식물로 간주될 수 있다. 새와 쑥, 달맞이의 초본류와 싸리류 등은 발아율이 높고, 척박지에서 빨리 발아하고 급속하게 자라는 습성이 있어 초기천이계열의 식물로 간주될 수 있다. 곰솔과 담쟁이, 붉나무, 오리나무, 자귀나무, 쉬나무, 조팝나무 등은 초기생육이 느리고 서서히 자라는 습성이 있지만 훼손지에서 다양한 식물군락을 형성하는 데에는 매우 중요한 역할을 하는 식물로 볼 수 있다. 이들도 대부분 종자파종이 가능하므로 초기천이계열에 속하는 식물과 적절하게 혼합하면 다층구조의 식물군락을 조성할 수 있을 것이다.
7. 복원에 사용할 종자는 충분한 시간을 두고 그 지역에서 채취하는 것이 바람직하다. 그 지역주변에서 채취된 종자들은 유전적 변이도 적고 생육적응성도 우수하다.
8. 여러 가지 종자를 혼합하여 파종하면 종자별 분포영역이 시간이 경과되면서 다양한 요인에 의해 점진적으로 바뀌는 역동성을 나타낸다. 생태복원에서는 이러한 특성이 가장 잘 실현될 수 있는 식재공법을 적극

도입한다.

9. 복원 후에는 필연적으로 침입종의 위협을 받게 된다. 침입종들의 미적, 기능적 가치에 대한 생태적 평가를 토대로 관리가 이루어져야만 조성 초기의 목표를 달성할 수 있다. 관리는 훼손지 복원의 가장 중요한 부분으로 간주되어야 한다.
10. 경관훼손지의 생태적 복원후에는 관리목표별로 관리전략을 수립하되 천이진행 과정을 억제하는 방법과 천이를 조장하거나 가속화시키는 방법, 중구성을 바꾸는 방법들이 전략적으로 사용될 수 있다. 관리기술로서는 물리적 방재, 화학적 방재, 생물학적 방재 기술들이 사용되며, 초본군락에서는 의도적인 불지르기가 효과적인 관리법이 될 수도 있다.

V. 인 용 문 헌

- 건설부. 1994. 자연형 하천계획기법 및 하천유량과 수질의 상관성 조사·연구. 1994년도 하천환경관리기법개발연구·조사 보고서.
- 김남춘. 1990. 도로비탈면 녹화에 사용되는 주요 초본식물의 지하부생육이 토양안정에 미치는 효과에 관한 연구. 한국조경학회지 18(2) : 45-55.
- 김남춘. 1997a. 사면녹화공사용 자생목본식생의 파종적기에 관한 연구. 한국조경학회지 25(1) : 73-81.
- 김남춘. 1997b. 주요초본식물의 비탈면 파종적기에 관한 연구. 한국조경학회지 25(2) : 62-72.
- 김용수·김수봉·정계순. 1998. 도시하천측경관의 시각적 선호요소 분석. 한국조경학회지 26(2) : 101-109.
- 김재현. 1993. 임도성토사면의 침식방지에 대한 식생조성 효과. 충북대 대학원 농학박사 학위논문.
- 박석환. 1996. 환경생태학. 서울 : 신광문화사.
- (사)환경영향평가협회. 1997. 환경친화적 건설사업 수행요령. 건설교통부.
- 서울대학교. 1997. 사람과 생물이 어우러지는 자연환경의 보전, 복원, 창조 기술의 개발; 도시지역에서의 효율적인 생물서식공간 조성기술의 개발. 환경부보고서.
- 우보명. 1976. 토양침식에 작용하는 몇가지 요인의 영향에 관한 연구. 한국임학회지 29 : 54-101.
- 한국건설기술연구원. 1997. 사람과 생물이 어우러지는 자연환경의 보전, 복원, 창조 기술의 개발; 국내여건에 맞는 자연형하천 공법의 개발. 환경부보고서.
- 龜山 章 等. 1989. 最先端の 緑化技術. 東京 : Soft Science, INC.
- 杉山 惠一·進士五十八. 1992. 自然環境 復元の 技術. 東京; 朝倉書店.
- Anderson, R. C. 1996. The role of research in ecosystem restoration. Ecosystem Restoration Workshop, Ann Arbor, Michigan : School of Natural Resources and Environment, University of Michigan. pp. 1-23.
- Bache D. H. and I. A. MacAskill. 1990. Vegetation in civil and landscape engineering. London : Granada.
- Bradshaw A. D. 1993. Restoration ecology as a science. Restoration Ecology/June : 71-73.
- Bratton S. P. 1982. The effects of exotic plant and animal species on nature preserves. Natural Areas Journal 2(3) : 3-13.
- Cairns Jr. J. 1993. Is restoration ecology practical? Restoration Ecology/March : 3-7.
- Connell J. H. and R. O. Slatyer. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. American Naturalist 111(982) : 1119-1143.
- Drobney P. M. 1994. Iowa Prairie rebirth : Rediscovering natural heritage at Walnut Creek National Wildlife Refuge. Restoration & Management Notes 12(1) : 16-22.
- Harrington J. A. 1994. Roadside landscapes :

- Prairie species take hold in midwest rights-of-way. *Restoration & Management Notes* 12(1) : 8-15.
- Harty F. M. 1986. Exotics and their ecological ramifications. *Natural areas journal* 6(4) : 20-26.
- Hobbs R. J. and D. A. Norton. 1996. Commentary; Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology* 4(2) : 93-110.
- Jabu S. 1982. Restoration of a kaolin clay strip mine for wildlife habitat using biotechnical and revegetation methods. MS thesis. University of Georgia, Athens.
- Jacobson E. T., D. B. Wark, R. G. Arnott, R. J. Hass and D. D. Tober. 1994. Sculptured seeding; An ecological approach to revegetation. *Restoration & Management Notes* 12(1) : 46-50.
- Jones, G. R. 1979. Landscape assessment; where logic and feelings meet. *Landscape Architecture* 68 (2) : 113-121.
- Jordan III W. R., M. E. Gilpin and J. D. Aber. 1987. *Restoration Ecology*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Kates, R. 1967. The pursuit of beauty in the environment. *Landscape* 16 : 21-25.
- Knapp E. E. and K. J. Rice. 1994. Starting from seed ; Genetic issues in using native grasses for restoration. *Restoration & Management Notes* 12(1) : 40-45.
- Magee G. S. 1983. Native plant communities as a model for vegetating detention basins in the Georgia Piedmont. MS thesis. University of Georgia, Athens.
- Matlack G. R. 1994. Plant species migration in a mixed-history forest landscape in Eastern North America. *Ecology* 75(5) : 1491-1502.
- Morgan J. P. and D. R. Collicutt. 1994. Seed stripper harvesters ; Effective tools for Prairie restoration. *Restoration & Management Notes* 12(1) : 51-54.
- Morgan J. P. 1994. Soil impoverishment ; A little-known technique holds potential for establishing Prairie. *Restoration & Management Notes* 12(1) : 55-56.
- Morrison D. G. 1985. Tallgrass Prairie in the landscape. *Landscape Architectural Review/May* : 5-11.
- Morrison, D. G. 1981a. Principles of renegotiating mined Lands. *Proceedings of wildlife Values of Gravel Pits*. Madison, Wisconsin : University of Wisconsin-Madison. pp. 51-57.
- Morrison, D. G. 1981b. Vegetation and iron ore tailings ; short-term conclusions. *Landscape Architecture/July* : 47-48.
- Morrison, D. G. 1996. Design, restoration and Management. Dept. of Landscape Architecture, University of Georgia, Athens (in press).
- Mewling C. J. 1985. Restoration of bottom-land hardwood forests in the lower Mississippi Valley. *Restoration & Management Notes* 8(1) : 23-30.
- Nigerian W. A. 1996. Some curricular needs and opportunity for restoration ecology in the 21st century. *Ecosystem Restoration Workshop*, Ann Arbor, Michigan : School of Natural Resources and Environment, University of Michigan. pp. 1-23.
- Packard S. 1994. Successional Restoration ; Thinking like a Prairie. *Restoration & Management Notes* 12(1) : 32-39.
- Pickett and Parker. 1994. Avoiding the old pitfalls; Opportunities in a new discipline. *Restoration Ecology* 2(2) : 75-79.
- Risser P. G., E. C. Birney, H. D. Blocker, S. W. May, W. J. Parton, and J. A. Wiens. 1977. The true Prairie ecosystem. *US/IBP Synthesis series* 16. Pennsylvania : Hutchinson Ross Publishing Company.

- Terai T. 1974. American highway vegetation management and its application to the East-Fuji Highway. MS thesis. University Georgia, Athens.
- Turner M. G. 1987. Landscape Heterogeneity and disturbance. New York : Stringer-Veering.
- Van Kraayenoord C. W. S. and R. L. Hathaway. 1986. Plant materials handbook for soil conservation vol.1 ; principles and practices. Water and Soil Miscellaneous Publication 93, Wellington, New Zealand : National Water and Soil Conservation Authority. pp. 105-118.

接受 1998年 9月 30日