

환경복원에서 복원생태학, 경관생태학, 보전생물학의 역할

김 명 수¹⁾

¹⁾ (주) 그룹·한 부설 경관·생태디자인연구소

The Roles of Restoration Ecology, Landscape Ecology and Conservation Biology to Restore the Environment

Kim, Myoung Soo¹⁾

¹⁾ Landscape and Ecological Design Institute, Group HAN

ABSTRACT

Restoration ecology is undergoing rapid growth as academic field over the last 15 years. The specification of goals for restoration projects is frequently described as the most important component of a project. The endeavor for universal development of goals for ecological restoration continues to generate many discussion and controversy.

I discuss the importance of restoration goals and diverse roots of restoration ecology, and show how the complex lineages within restoration ecology. I review the three major theme that currently are used to develop the restoration goals : restoration of species, restoration of whole ecosystem or landscapes, and the restoration of ecosystem services.

Restoration ecology, landscape ecology and conservation biology share goals to conserve biodiversity, but differ in focus of approach. I review the differences among three fields. Conservation biology has been more zoological, more descriptive, and theoretical, and more emphasized the population and genetic research. However, restoration ecology has been more plant ecological, more experimental, and emphasized the community and plant succession. Landscape ecology has emphasized the interaction of ecosystem and dispersal among populations.

I suggest the integration of restoration ecology, landscape ecology and conservation biology. For example, conservation biology will contribute to the preservation of original habitats by population study, restoration ecology will contribute to regenerate damaged ecosystem and ex situ preservation, and landscape ecology will contribute to restoration of population and landscape.

Key Words : *Restoration goals, Viable population, Metapopulation dynamics, Restoration of species, Restoration of ecosystem and landscape.*

I. 서 론

1935년 위스콘신대학 수목원에서 알도 레오폴드 지도아래 24ha의 초지를 복원한 이래(Jordan et al., 1987), 복원생태학은 최근 15년간 급속히 발전했지만, 이론적 기반은 부족한 실정이다(Urbanska, 1997). 특히, 복원사업의 목표가 불분명하거나 다른 분야와의 이론적 통합이 부족한 것이 사실이다.

복원사업 목표를 정하는 것은 복원사업에서 가장 중요한 요소이다(Box, 1996). 복원목표가 사업의 효과를 결정하고, 사업실행계획에 영향을 미치고, 사업후 모니터링의 종류와 범위를 결정하기 때문이다. 이러한 중요성 때문에 자주 복원목표를 어떻게 설정할 것인지에 대한 논의가 있었다.

그러나, 많은 프로젝트에서 복원목표를 제시하지만, 그 목표가 불분명하고 목표설정을 위한 방법이 명확하지 않았다.

본 논문에서는 복원생태학의 다양한 뿌리와 인접분야와의 관계를 논하고, 이러한 복잡한 기원과 관계들이 어떻게 복원목표 설정에서 다양화되고, 분화하는지를 살펴볼 것이다. 현재 복원목표 설정에 사용되고 있는 종의 복원, 전체 생태계 또는 경관의 복원, 생태계 서비스의 복원이라는 3가지 주제를 살펴보고 특성을 비교할 것이다.

복원생태학은 환경조건의 다양성 때문에 목표 설정에 더 많은 융통성을 요구한다. 따라서, 복원공학자들은 다양한 조건에 적합한 목표가 무엇인지 찾을 수 있는 기준을 개발하는 것이 필요하다. 복원공학자들이 프로젝트를 시작할 때, 프로젝트의 가능한 범위와 한계를 명확히 한다면 보다 쉽고 적합한 목표설정이 가능할 것이다.

본 연구의 연구방법은 복원관련 기존문헌을 고찰하여, 복원생태학에 영향을 준 다른 학문분야가 복원분야와 어떻게 연결되어 있는가를 살펴볼 것이다. 연구의 목적을 요약하면 다음과 같다.

○복원생태학과 관련된 기존 연구를 종합적으로 살펴보고, 각 분야간의 관련성 및 차이를

규명

○복원목표로 종, 생태계 기능, 생태계 서비스를 추구하는 사고의 학문적 기원과 각 복원목표의 장단점 검토

○복원생태학과 보전생물학 및 경관생태학과와의 차이점을 논하고, 각 연구결과의 통합을 위한 제안

II. 복원목표별 특성 비교

1. 복원생태학의 4가지 기원

생물보전처럼, 생태복원도 특정한 종 또는 군집에 초점을 맞추거나 전체 생태계 또는 경관을 원래 상태로 되돌려 놓고자 한다(Risser, 1995). 즉, 특정한 생물수준의 보전을 위해 생태적 복원을 고려한다(Higgs, 2003). 어떤 수준의 보전 또는 복원목표가 적합한지에 대해 보전학자 또는 복원학자들이 많은 논의를 했다.

복원생태학이 매우 복잡하고, 이질적인 학문 집단에 의해 연구되고 있기 때문에, 복원사업의 목표도 매우 다양하다. 복원생태학의 발전에 기여한 4가지 분야는 그림 1과 같다(Ehrenfeld, 2000). 첫 번째 분야는 보전생물학으로 개별 종의 복원¹⁾에 관심을 갖는다. 보전생물학자들은 희귀종과 멸종위기종 복원을 강조하고, 따라서 복원목표를 종의 보전과 개체수 증대로 설정한다. 지리산 반달가슴곰 복원사업이 이러한 사례의 하나이다. 이러한 사업에서는 복원의 성공을 위해 목표종이 서식하는 자연조건을 모방하는 것이 필요하다고 주장한다.

또 다른 복원생태학의 역사적 기반으로 경관생태학²⁾을 들 수 있다. 경관생태학자들은 생태계의 집합인 전체 경관에 주목하며(Forman,

1) 개별 종 복원의 이론적 기반은 개체군 생태학(autecology)이며, 많이 사용되는 기법은 개체군 유지 또는 복원을 위해 필요한 개체군의 유전적 구조, 메타개체군 이론, 개체군 생물학, 존속가능한 최소 개체군, 중간 상호작용(포식자, 피식자, 공생, 경쟁 등) 등이다.

2) 경관생태학에 기반을 둔 접근은 같은 종내에서도 개체군간에 차이가 많기 때문에 대규모 경관에 대한 이해 및 분석, 경관내 종 및 개체군의 이동을 중요시 한다.

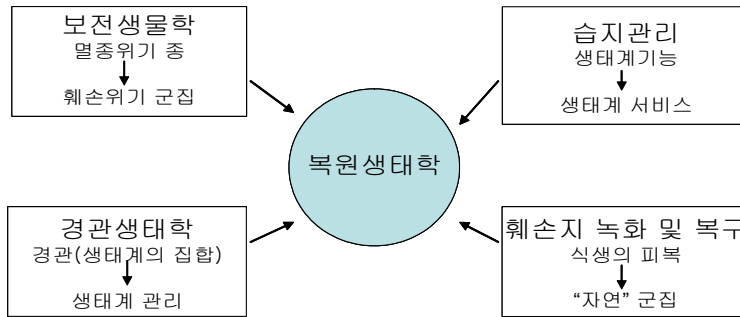


그림 1. 복원생태학의 발전에 기여한 분야

1995), 개별 종보다는 생태계(또는 집합) 복원에 관심을 갖고, 따라서 이들은 종-중심 복원의 반대편에서 있는 부류이다. 이러한 전통은 이들 대부분이 개별 종 연구에 치중한 사람들이 아니라는 점과 오랜 역사를 가진 유럽의 대규모 경관관리와 경관생태학의 연관성에서 기인한다(Naveh and Lieberman, 1993).

특히, 경관생태학은 서식처의 손실과 파편화에 관심을 갖고(Huxel and Hastings, 1999), 서식처 격리에 의한 이동장애의 문제해결을 위한 서식처간 연결에 주목한다(Primack, 2000; Morrison, 2002; Noss, et al. 1997). 대규모 서식처 연결을 위한 생태통로 조성을 통한 이동증진이 이러한 복원사업의 예이다.

복원생태학에서 세 번째 부류는 습지관리·복원으로, 경제개발 또는 농경지 확대에 의한 습지 피해를 완화하고자 하는 정부의 정책과 밀접한 관련이 있다. 이러한 정부정책은 습지에 대한 가치의 인식증대, 습지복원 및 영향 완화, 대체습지의 조성 등으로 나타난다. 습지복원³⁾, 대체습지 및 인공습지 조성이 이러한 노력의 일환이다.

네 번째 부류가 훼손지 녹화 및 복구분야로, 과도한 자원의 채취 및 훼손으로 극도로 인한 열악한 환경을 복원하고자 하는 노력이다. 이들은 원래 생태계 기능을 완벽하게 복원하는 것이 아니라, 열악한 환경조건에 맞는 기능적 생태계를 창조하고자 한다. 채석장, 토취장, 폐광지, 매립지, 간척지, 표토유실지역 복원 및 녹화사업

등이 네 번째 부류의 사례이다(김남춘, 2002).

2. 복원목표별 장단점

복원생태학의 뿌리는 암묵적으로 또는 명시적으로 다양한 복원목표로 나타나고 있다⁴⁾. 종, 생태계 기능, 생태계 서비스 등 각 복원목표별 장단점은 다음 표 1과 같다(Allen, 1996, 요약). 개별 종에 대한 복원이 성공한 사례는 많다. 그러나, 생태계 또는 경관수준의 상호작용과 자연형성과정에 대한 이해가 필수적이다. 또한 목표종 이외 종에 의한 영향의 고려가 필요하며, 따라서 생태계를 구성하는 미생물, 동·식물을 포함한 서식처에 공존하는 종의 서식 요구조건도 동시에 고려해야 한다.

생태계 기능에 대한 복원에서는 사용하는 용어들의 정의가 불분명한 경우⁵⁾가 많다. 또한 많은 개념들이 수학적으로 정의되지만, 현실세계에 적용하기 어렵다. 특히 최소존속개체군의 경우, 인간에 의한 간섭, 오염물질의 영향은 거의 모두 무시되어(Allen, 1996), 현실적용가능성을 떨어뜨리고 있다.

생태계 서비스는 복원의 세 번째 목표가 될 수 있다. 생태계 서비스의 개념은 생태계가 줄 수

3) 습지복원의 기법과 설계기준은 Waterfront Regeneration Trust(1995)를 참조하라.

4) 1997-1999년까지 SER(Society for Ecological Restoration)의 학회지인 Restoration Ecology에 실린 100편의 논문중 25%는 개별 종의 복원, 30%는 생태계 또는 경관복원, 18%는 습지의 복원 및 조성, 15%는 훼손지 복원, 나머지 12%는 산림, 초지, 수생생태계 복원에 대한 논문이었다(Ehrenfeld, 2000).

5) 특히, 자주 사용되는 생태계의 범위, 생태적 건강성, 생태적 순수성(ecological integrity)에 대한 정의가 명확하지 않다.

표 1. 복원목표의 수준별 장단점

목표의 수준	장 점	단 점
종의 복원	<ul style="list-style-type: none"> ○ 멸종위기종의 보전 ○ 생물다양성의 증진 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생태계, 경관수준의 상호작용과 과정에 대한 인식 부족 ○ 다른 종에 대한 예상못한 피해 ○ 하나의 목표종에 대한 관심이 다른 종에 대한 소홀로 이어짐
생태계 기능의 복원	<ul style="list-style-type: none"> ○ 종 유지를 위해 필요한 대규모 과정의 인식 ○ 다양한 기관, 이익단체의 관리목표의 통합 증진 ○ 생태적 실체의 역동적 특성 인식 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 불분명한 생태계에 대한 정의가 복원되어야 할 단위를 정하는데 어려움을 초래함 ○ 생태계 기능에 대한 정의와 일반화가 어렵고, 기능이 규모에 따라 다르고, 기능간의 상호관련성이 부족함
생태계 서비스의 복원	<ul style="list-style-type: none"> ○ 복원자금 등 대중적 지원 유도 ○ 특정한 실천행동 쉽게 도출 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생태계 기능과 유사하게 정의 및 규모와 관련된 문제가 있음 ○ 가치는 지불의사 또는 경제적 조건의 항구성에 달려 있음 ○ 하나의 서비스의 제공은 다른 서비스를 배제할 수 있음

있는 경제적 가치⁶⁾가 얼마인가를 중요한 복원의 기준으로 삼는 것이다. 이러한 접근은 일반인의 지지를 얻기 쉬운 장점이 있지만, 대중의 지불의사가 변할 수 있고, 경제 및 기술의 변화에 따른 서비스 가치도 변할 수 있다는 점이 단점이다.

또한, 하나의 서비스를 복원하기 위해서는 다른 하나의 서비스를 포기해야 한다. 일례로, 유기물 제거를 위해 습지로 유기물을 모으면, 다른 한편 조류의 서식처와 수질개선을 위한 정화비용이 추가될 것이다(Marble, 1992).

세가지 복원목표중 어떤 목표가 우월한가를 구분하기는 어렵다. 따라서 먼저, 목표설정을 위한 유일한 접근방법은 없다는 것을 인식하는 것이다. 각 복원사업별로 복원규모, 복원이유에 근거한 적절한 목표설정이 필요하다. 복원을 위한 하나의 패러다임에 대한 집착은 생태적 조건과 인간과 자연이 상호작용하는 매우 다양한 방식을 무시할 수 있다.

6) 생태계가 주는 가치는 제시한 연구자에 따라 다양하지만, 인간에 의한 생태계에 대한 가치평가라는 공통점을 가지고 있다. Costanza et al.(1997)에 의해 제시된 생태계의 가치평가 항목은 대기가스 조절, 기후조절, 간섭조절, 수문조절, 수자원 공급, 오염된 물의 정화, 토양유실 조절, 토양형성, 유기물 순환에 기여, 식물의 수분에 기여, 생물학적 조절, 식량생산, 자연자원 제공, 레크리에이션을 들고 있다.

둘째, 복원학자들이 현실적 범위내에서 복원목표를 고민해야 한다. 종, 생태계, 서비스의 복원이 필요하지만, 복원사업은 원래 생태계의 복제이고 특정한 상황에서만 적합하다는 것을 인식해야 한다.

III. 복원생태학과 보전생물학

복원생태학⁷⁾은 최근 급속히 발전하고 있다. 보전생물학⁸⁾도 10년 전에 급속히 발전하는 학문분야로 떠오른 유사한 경험을 했다(Young, 2000). 이러한 학문적 르네상스는 생물학, 야생동물학, 산림과학, 생태학, 조경학 등 다양한 분야의 관심으로 가능했다. 이들 학문분야는 생물다양성의 보전과 복원이라는 새롭고 중요한 현실적, 사회적 요구를 충족하자 노력했다(Soulé and Orians, 2001).

7) 복원생태학은 한마디로 서식처와 생물다양성 회복을 위한 과학이라고 할 수 있다. 많은 훼손을 가져오는 힘은 일시적이고, 약간의 서식처와 개체군 크기의 감소는 회복가능하다는 대전제를 가지고 있다.

8) 보전생물학은 두지가 패러다임을 가지고 있다. ① 개체군 크기를 감소키는 힘이 무엇이고, 이러한 힘을 줄이는 방법을 찾고자 한다. ② 이미 작아진 개체군을 어떻게 유지하여 멸종을 최소화 할 것인가를 고민한다.

보전생물학은 생물종의 영구적인 손실(멸종)을 최소화하고자 한다면, 복원생태학은 멸종위기에 있는지에 상관없이 회복될 수 있는 생태계의 미래를 보장하고자 하는 노력이다(Young, 2000). 복원생태학과 보전생물학의 차이를 몇가지 관점에서 살펴보면 표 2와 같다⁹⁾.

표 2. 복원생태학과 보전생물학의 비교

구 분	보전생물학	복원생태학
문제제기	○ 개별 종의 멸종 ○ 개체군의 감소	○ 장기적인 생태적 기능 회복
관심수준	○ 유전자 ○ 개체군	○ 군집, 생태계
관심생물	○ 척추동물	○ 식물
주요개념	○ 메타개체군 ○ 존속최소개체군	○ 천이
접근방법	○ 서술적 ○ 이론적(모델링) ○ 동물학적	○ 실험적 ○ 식물학적

1. 관심수준 및 생물

보전생물학은 개체군 생태학(생물학)에서 유래했다. 보전생물학은 멸종해가는 많은 종과 새로운 종을 생성하는 진화과정을 방해하는 환경훼손을 예측하고, 예방하고, 저감하기 위한 과학적 지식을 제공하는 것이 목적이다(Soulé and Orrians, 2001). 따라서, 종의 보전을 위한 유전학에 대한 지식과 유지가능성 분석(viability analysis)이 필수적이다.

그러나, 보전생물학에서 강조하는 개체군보다는 서식처의 손실이 더 생물다양성을 위협한다는 것을 최근 대부분의 보전생물학자들은 동의한다¹⁰⁾. 복원생태학은 적합한 환경 또는 서식처가 없다면 어떤 종의 복원도 불가능하다고 본다.

보전생물학은 일반인의 커다란 관심대상이

될 수 있는 대형 포유류(예를 들면, 미국의 Big Horn Sheep이나 우리나라의 반달가슴곰)의 복원에 치중했다. 반면에 복원생태학은 식물군집의 천이에 관심을 갖고, 따라서 식생기반이 되는 토양요소를 강조한다(Young, 2000).

2. 주요 연구방법 및 개념

생태학을 포함한 과학분야에서 일반적인 접근은 환경이 조작되고 변수가 통제된 반복실험이다.

그러나, 목표종으로 선정된 어떤 종의 복원을 위한 실험은 매우 어렵기 때문에 보전생물학에서는 대안으로 개체군 유전자 풀에 대한 이론적 모델링을 실시하고 있다(Maehr et al., 2001).

반면에 복원생태학은 정의처럼 훼손된 생태계를 조작하는 행위이므로 통제된 실험을 통한 복원이 필수적이다.

복원생태학에서는 식물군집의 복원을 위한 천이-극상 개념을 중요시 하고, 보전생물학에서는 메타개체군 동학을 강조하고, 종의 복원을 위해 필요한 최소존속개체군의 크기가 얼마인지에 관심을 갖는다(Forman, 1995).

IV. 복원생태학과 경관생태학

경관생태학은 넓고 이질적인 패취간의 공간관계와 기능적 상호작용 및 시간의 경과에 따른 구조와 기능의 변화를 연구하는 학문¹¹⁾이다 (Forman, 1995).

특히, 경관생태학에서는 훼손된 경관을 복원(연결)하여 동물 및 식물종의 이동을 증진하여 개체군 크기를 증대시키고자 하는 노력을 한다. 개체군 크기를 증대하여 최소존속개체군 이상이 되도록 하여 장기적으로 개체군이 멸종하는 것을 막고자 한다.

9) 복원생태학과 보전생물학 분야의 최근 논문 유형 및 경향에 대한 분석은 Young(2000)을 참조하라.

10) 따라서, 복원생태학과 보전생물학의 접근방법이 수렴하고 있고, 두 분야 모두 군집 또는 생태계 수준의 연구가 필요하고 할 수 있다.

11) 경관생태학의 특징은 ① 구조, 기능, 변화를 강조, ② 인간의 간섭과 영향이 두드러진 경관을 주요한 연구대상으로 삼음, ③ 하나의 체계로써 경관의 구조와 동적인 변화를 연구, ④ 경관복원, 계획, 보전 및 관리에 지식을 제공하는 응용학문, ⑤ 대규모 지역에 대한 연구로 요약할 수 있다.

이러한 방법으로 생태통로(그림 2의 A), 징검다리 녹지(그림 2의 B), 서식처의 확대(그림 2의 C) 등의 방법이 있다.

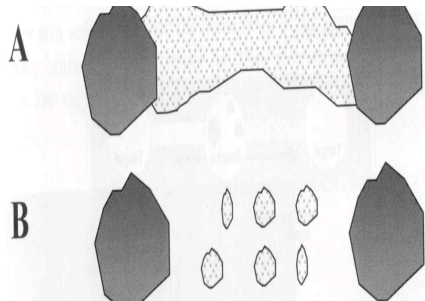


그림 2. 경관생태학에서 복원의 개념

복원생태학이 소규모 생태계 또는 군집의 복원에 치중한다면, 경관생태학은 여러 생태계가 모여 있는 경관(또는 먹이를 구하는 곳, 번식장소 등을 포함한 서식처)의 복원에 관심을 갖는다(Huxel and Hastings, 1999).

따라서, 경관생태학은 서식처를 복원을 강조하기 때문에 군집 또는 생태계를 복원하고자 하는 복원생태학과 일맥상통한다. 또한, 서식처 복원을 통해 경관내에 서식하는 동물종의 복원에도 관심을 갖기 때문에 보전생물학과도 통한다.

결론적으로, 생물다양성의 증진이라는 목표는 동일하지만, 보전생물학, 복원생태학, 경관생태학 순으로 연구대상의 규모가 커진다고 할 수 있다.

연구대상이 상이하기 때문에 접근방법 및 원

리에도 차이가 있다. 보전생물학은 멸종의 유전적 기작과 복원을 위한 유전적 다양성의 확보를 중요시 하고, 복원생태학은 모든 생물의 서식기반이 되는 천이를 식물군집의 회복을 강조하고, 경관생태학은 다양한 군집 또는 생태계의 집합인 경관 또는 서식처의 복원을 통한 생물종의 다양성 증진을 추구한다고 할 수 있다.

V. 결 론

보전생물학은 경중을 올리는 학문, 학계간 연구, 부정확한 과학, 가치지향적 학문, 오랜 시간의 경과를 요구하는 학문, 영구적인 불침번이 되어야 하는 학문이다(Meffe and Carroll, 1994).

본 논문에서는 복원생태학의 뿌리를 알아보고, 연구자들의 학문적 배경에 따라 추구하는 복원목표가 다르다는 것을 알았다. 또한, 복원생태학과 보전생물학의 차이를 다각적인 측면에서 살펴보았다.

복원생태학이나 경관생태학도 비슷한 철학과 특성을 지니고 있다. 생물다양성의 보전이라는 커다란 목표는 같지만, 원리 또는 접근방법과 다루는 대상에 차이를 볼 수 있었다.

결론적으로, 자연 및 인간의 간섭에 의한 환경문제 해결이라는 공통의 목표를 달성하기 위해 보전생물학이 개체수준의 복원에, 복원생태학이 군집수준의 복원에, 경관생태학이 다양한 군집 또는 생태계의 집합인 경관복원에 치중하는 역할 분담과 세 부분 연구결과의 통합적 작업이 필요할 것으로 보인다.

본 연구는 복원과 관련된 세 학문분야의 기존 연구를 기원의 차별성과 장단의 관점에서 문헌 고찰 위주로 서술한 한계점이 있다. 실제 세 부분에서 일어나는 복원행위는 본 연구에서 지적한 이론적 접근의 차이를 반영하는지에 대한 추후 연구가 필요할 것이다.

인 용 문 헌

김남춘. 2002. 우리나라 석회석 광산의 적정 복구·복원 모델의 방향과 사례. 환경친화

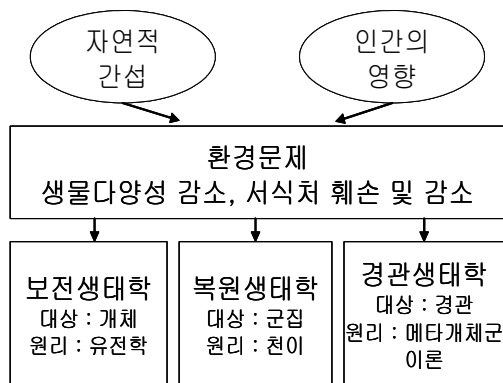


그림 3. 복원생태학, 보전생물학, 경관생태학의 관계

- 적 석회석 광산의 생태적 복원방향 설정에 관한 국제세미나 자료집 : 31-78.
- Allen, M. F. 1996. The Role of Restoration Ecology in Ecosystem Management(In Pearson, D. L. and C. V. Klimas eds., "The Role of Restoration in Ecosystem Management"). SER. Madison.
- Box, J. 1996. Setting Objectives and Defining Outputs for Ecological Restoration and Habitat Creation. *Restoration Ecology* 4 : 427-432.
- Costanza, R., R.d'Arge, R.de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton, and M. van den Belt. 1997. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature* 387 : 253-260.
- Ehrenfeld, J. G. 2000. Defining the Limits of Restoration : The Need for Realistic Goals. *Restoration Ecology* 8 : 2-9.
- Forman, R. T. T. 1995. *Land Mosaics*. Cambridge Univ. Press. Cambridge(UK).
- Higgs, E. S. 2003. *Nature by Design : People, Natural Process, and Ecological Restoration*. MIT Press. Cambridge(MA).
- Huxel, G. R. and A. Hastings. 1999. Habitat Loss, Fragmentation, and Restoration. *Restoration Ecology* 7 : 309-315.
- Jordan, W. R., M. E. Gilpin, and D. Aber(eds.). *Restoration Ecology*. Cambridge Univ. Press. Cambridge(UK).
- Maehr, D. S., R. F. Noss, and J. L. Larkin(eds.). 2001. *Large Mammal Restoration*. Island Press. Washington.
- Marble, A. 1992. *A Guide to Wetland Functional Design*. Lewis. Boca Raton(FL).
- Meffe, G. K. and C. R. Carroll. 1994. *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates Inc.(MA)
- Morrison, M. L. 2002. *Wildlife Restoration*. Island Press. Washington D. C.
- Neveh, Z. and A. S. Lieberman. 1993. *Landscape Ecology : Theory and Application*. Springer-Verlag. New York.
- Noss, R. F., M. A. O'Connell, and D. D. Murphy. 1997. *The Science of Conservation Planning*. Island Press. Washington D.C.
- Pfadenhauer, J. 2001. Some Remarks on the Socio-Cultural Background of Restoration Ecology. *Restoration Ecology* 9 : 220-229.
- Primack, R. B. 2000. *A Primer of Conservation Biology*(2nd ed). Sinauer Associates, Inc. (MA)
- Risser, P. G. 1995. Biodiversity and Ecosystem Function. *Conservation Biology* 13 : 742-746.
- Soulé, M. E. and G.H. Orians. 2001. *Conservation Biology*. Island Press, Washington D. C.
- Urbanska, K. M., N. R. Webb, and P. J. Edwards. 1999. *Restoration Ecology and Sustainable Development*. Cambridge Univ. Press. Cambridge(UK).
- Waterfront Regeneration Trust. 1995. *Restoring Natural Habitat*. Waterfront Regeneration Trust. Toronto.
- Young, T. P. 2000. Restoration Ecology and Conservation Biology. *Biological Conservation* 92 : 73-83.

接受 2003年 6月 20日