생태계 서비스와 인간 문화의 바탕이 되는 생물다양성과 위협 요인

육근형* · 강민구* · 강완모* · 고인수* · 배소연*
이민규* · 최광훈* · 허진옥* · 이도원*,**

〈目 次〉

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 생물다양성과 생태계 서비스
Ⅲ. 생물다양성과 문화
Ⅳ. 생물다양성의 위협 요인
Ⅴ. 결론

Ⅰ. 서론

생물다양성은 1992년 개최된 리우데자네이루의 환경과 개발에 관한 지구정상회의에서 기후변화, 사막화 방지와 함께 국제사회의 중요한 이슈로 등장했다. 이 회의에서 생물다양성협약이 제안되었으며, 2010년에는 제10차 당사국회의가 일본 나고야에서 개최되기도 하였다. 또한, 2010년은 유엔이 정한 '생물다양성의 해(International Year of Biodiversity)'로 우리나라는 물론 전 세계의 여러 국가에서 다양한 기념행사와 활동이 있었다. 유엔이 생물다양성의 해를 선정한 이유는 이를 통해 더 많은 사람이 생물다양성의 중요성을 인식하고, 현재의 생물다양성 감소 속도를 완화하는 데 더 많은 노력을 기울이도록 하겠다는 의지의 표현이다.

게다가 2010년은 생물다양성협약(CBD, Convention on Biological Diversity)에서 정한 '생물다양성 목표 2010(2010 Biodiversity Target)'의 달성 시한이기도 하다. 여기에는 생물다양성의 감소경향을 줄이고, 생물다양성의 지속 가능한 이용을 증진하며, 외래종이나 기후변화 등의 위협 요인

* 서울대학교 환경대학원 환경계획학과

** 교신저자. 이 논문의 내용은 교신저자인 이도원이 구성하고, 분야별로 "Ⅱ. 생물다양성과 생태계 서비스"는 강민구, 강완모, 이민규가, "Ⅲ. 생물다양성과 문화"는 고인수와 허진옥이, "Ⅳ. 생물다양성의 위협 요인"은 배소연과 최광훈이 초고를 정리했다. 마지막으로 육근형이 서론과 결론을 보충하고 전체 내용을 보충한 후, 공저자들이 검토하는 과정으로 작성했다.

에 대응할 것 등 7개 분야의 세부목표가 포함되어 있다. 협약에서는 2010년까지 당사국과 국제사회가 이 목표를 달성하기 위해 노력할 것을 요청하였다. 그러나 아쉽게도 2010년 생물다양성 협약에서 제출한 '제3차 지구 생물다양성 개관 보고서(Global Biodiversity Outlook 3)'에 따르면 이 목표는 아직 달성하지 못한 것으로 평가된다(Secretariat of CBD, 2010). 이에 대해 지난 제10차 당사국회의에서는 생물다양성을 보전하기 위한 새로운 목표가 필요하고 구체적이고 확실한 실천이 필요한 시점임을 강조하였다.

생물다양성이라는 주제가 주목 받은 지 20년이 다 되어 가지만, 여전히 생물다양성은 국제사회에서 중요한 의제이고, 관련 협약에서는 실천목표를 시급히 달성할 것을 꾸준히 주문하고 있다. 이는 생물다양성 감소 문제가 처한 절박함 때문일 것이다. 사실 우리가 일상에서 자주 부딪히고 중요하다고 생각하는 문제는 대개 산업이나 무역, 금융과 같은 경제적인 메커니즘에 관한 것처럼 보인다. 그러나 이들은 본질적으로 식량이나 에너지를 거래하고 소비하는 일들을 좀 더 편리하게 해주는 수단에 불과하다. 정작 우리가 돈을 지불하고 얻는 식량과 에너지는 거의 대부분 생물에서 얻은 것이다. 우리가 매일 섭취하는 식량은 벼나 밀, 보리와 같은 생물종의 산물이고, 석유나 석탄, 가스 등의 에너지 역시 오래전에 살던 생물이 남겨 놓은 유산이다. 문제는 식량과 에너지를 포함해 사람 문명을 부양하고 있는 생물다양성이 크게 위협받고 있다는 점이다.

이 글에서는 인간사회에서 생물다양성이 갖는 의미를 생물다양성이 제공하는 기능, 즉 생태계 서비스라는 차원에서 살펴보고자 한다. 1) 생물다양성은 무엇이고, 여기서 2) 어떤 생태계 서비스가 생산되고 이를 우리가 어떻게 얻고 있는지, 또한 이 과정에서 3) 우리의 문화는 어떻게 영향을 주고받고 있는 지를 검토하려고 한다. 특히 생물과 문화의 되먹임 과정을 살펴보면서 생물다양성의 중요성을 인식하고 생물다양성이 우리의 실생활에 얼마나 밀접한 관계를 맺고 있는지를 이해하는 기회가 될 것이다. 또한, 이를 통해 4) 생물다양성을 유지하는 데 어떤 노력이 필요한 지를 확인해보고자 한다.

Ⅱ. 생물다양성과 생태계 서비스

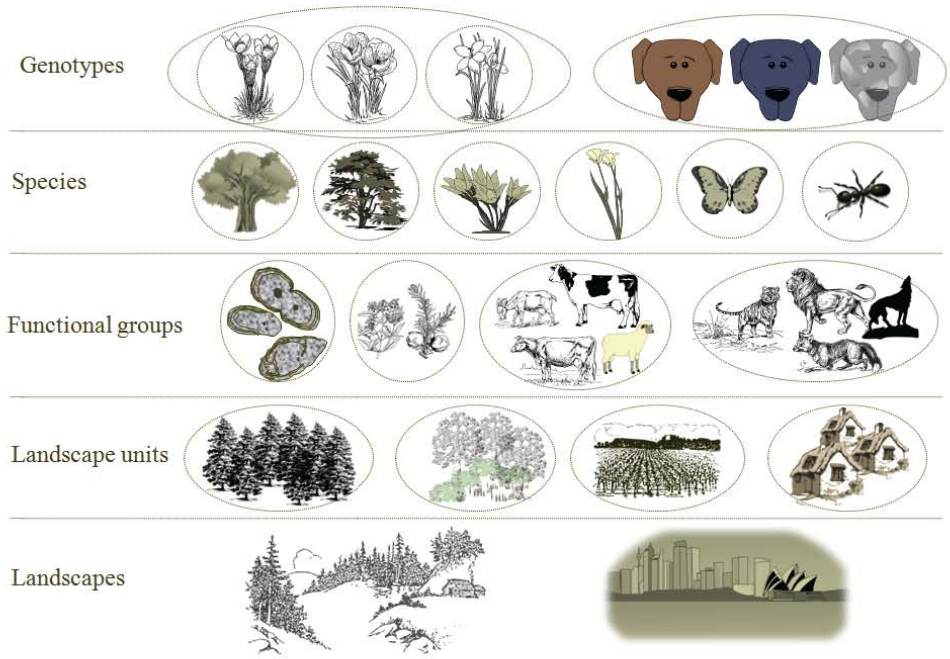
1. 생물다양성의 개념과 특성

지구상의 모든 생명체는 서로 의존하는 거대한 시스템의 일부에 속한다. 이 시스템은 지구에 존재하는 대기와 해양, 담수, 암석, 토양 등의 무생물적 요소와 상호작용하고 또 여기에 의존한다. 이를 바탕으로 형성된 유전자와 개체군, 종, 기능군(functional types), 군집, 경관 단위의 다양한 생명체들의 조합을 생물다양성이라고 한다(〈그림 1〉, Diaz et al., 2005). 또한, 생물다양성은 단어 그대로 다양하다는 차원에서 정의한 예도 있다. 즉, 생물다양성을 생물 사이의 변이성(變異性, variability)으로 이해하고 여기에 종 내부는 물론 종 간, 생태계 간에 나타나는 다양성을 포함하는 것으로 정의하는 경우이다(Millennium Ecosystem Assessment, 2005). 어떤 정의이든 지구 상

생물을 대상으로 생물 내 또는 생물 간, 그리고 그들의 다양한 조합에서 나타나는 다양성을 말하는 것으로 이해할 수 있다.[1] 대개 생물다양성은 종 자체는 물론 생태계까지 포함하여 정의하는데, 대개 유전자(gene) 수준, 종(species) 수준, 생태계(ecosystem) 수준에서 생물다양성을 살펴본다.

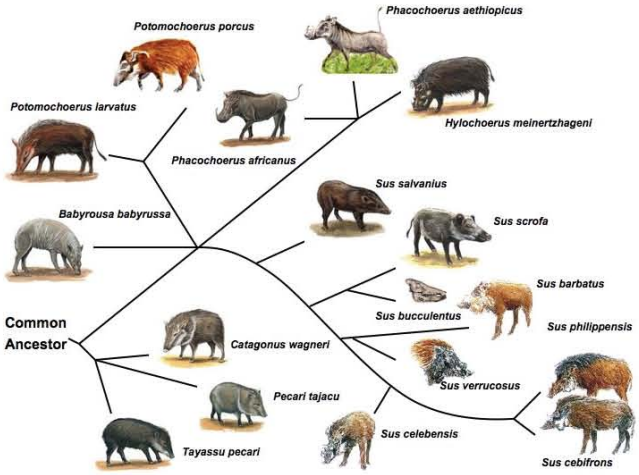
유전자 수준의 생물다양성은 같은 종 안에서 개체들이 얼마나 다양한 유전자를 가졌는지를 의미한다. 따라서 유전자 수준의 다양성을 통해 종이 환경변화나 질병 등에 다양하게 변이하여 적응하고, 재생산할 수 있는 능력을 가늠할 수 있다(Groom et al., 2006). 유전자 풀의 다양성이 높을수록 외부의 스트레스로부터 장기적으로 생존할 가능성도 커지는 셈이다.

유전자 수준보다 상위 단계로 종 다양성이 있다. 이는 종이 얼마나 다양한지, 그리고 해당 지역에서 상대적으로 얼마나 풍부한지를 나타내기 때문에 정확하게 말해 '종 간 다양성'이라고 할 수 있다. 이를 평가하는 방법으로 종 풍부도(species richness), 상대 수도(relative abundance), 분류학적·계통발생학적 다양성이 있다. 종 풍부도는 특정 지역의 종 수를 세어 구하며, 상대 수도는 종들의 상대적인 수를 표본 조사를 통해 얻는다. 분류학적·계통발생학적 다양성을 평가하기 위해 서로 다른 종들의 유전적 관계를 살펴보는 방법도 있다(〈그림 2〉). 이 방법은 계통 발생적 진



〈그림 1〉 생물다양성의 수준(여러 문헌을 참고하여 그림)

1) Noss(1990)에 따르면, 생물다양성에 대해 단순명료하고 포괄적이며 또한 모든 특성을 잘 반영하도록 정의하기는 거의 어려울 것이라고 보기도 했음.



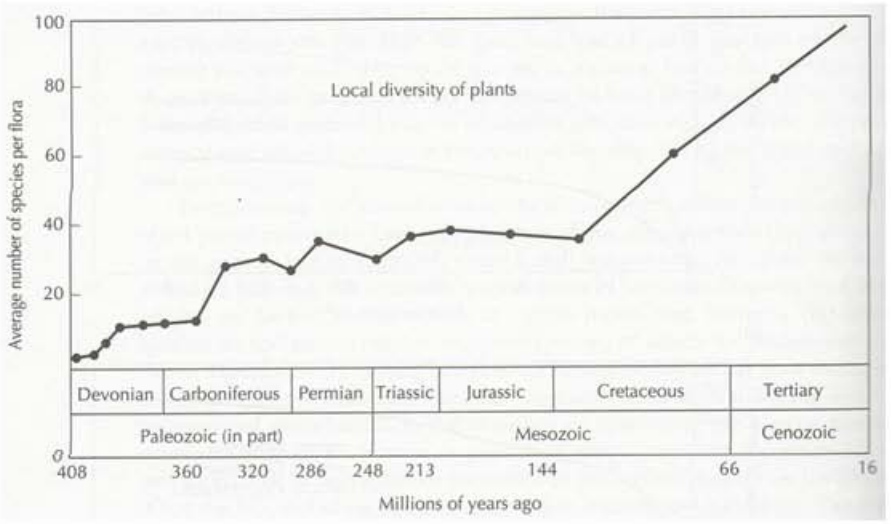
출처: Chen K et al., 2007.

〈그림 2〉 우제류(偶蹄類)에서 분화된 Suidae목(目)/Tayassuidae목과 그에 따른 세부 종(種)

화를 가장 잘 표현할 수 있는 가지 형태(branching pattern)의 위계구조로 종을 분류한다(Australian Government, 1993). 따라서 종 수준에서 나타나는 다양성은 사실 오랜 기간 이루어진 진화의 결과물로 이해할 수 있다.

생태계 수준의 다양성은 얼마나 다양한 생태계가 있는지에 관한 것이지만, 생태계를 어떻게 구분할지에 따라 그 종류와 수가 다를 수 있어 종 수준의 다양성처럼 명확하게 나누기는 곤란하다. 따라서 생태계 수준의 다양성을 볼 때는 생태계를 어떻게 구분하느냐에 유의하여야 한다.

현재의 생물다양성, 즉 다양한 생물과 생태계는 하루아침에 만들어진 것이 아니다. 〈그림 3〉에서도 확인할 수 있듯 4억 년 전 지구상에 육상 식물종이 처음 출현한 이후 그 수가 서서히 증가했다. 하나의 종은 아주 오랜 시간이 흐르며 무작위의 유전적 사건, 환경 변화, 자연선택 등으로 분화했다. 결국, 하나 또는 몇몇 종이 진화와 멸종을 거치면서 현재 종들로 다양하게 분화하고 또 지구의 거의 모든 공간에 분포하는 것이다(Aber and Melillo, 2001). 또한, 지구에 처음으로 생명체가 출현한 이후 인간이 살 수 있는 현재의 지구환경이 형성되기까지 여러 생물종이 에너지 흐름과 물질 순환에 관여하여 지구 환경을 안정 상태로 유지해왔다(김익수, 2002). 따라서 생물다양성은 지구환경을 안정상태로 만들었다는 점에서 그 자체로 충분히 가치가 있기도 하다. 더욱이 오랜 시간의 결과물인 종의 기원에서 알 수 있듯, 한 번 사라진 종은 다시 발생하기 위해서 매우 오랜 시간이 흘러야 하거나 영원히 회복하지 못할 수 있다.



출처: Aber and Melillo, 2001.

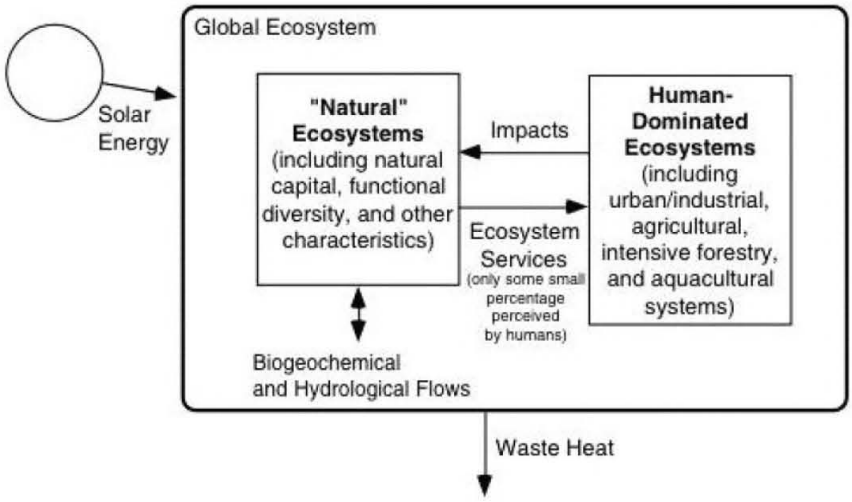
〈그림 3〉 시대의 흐름에 따른 식물군 별 평균 종(species)의 수

2. 생태계 서비스의 개념과 특성

생물다양성이 생물의 존재에 초점을 맞춘 개념이라면 생태계 서비스는 생물다양성이 인간에게 끼치는 영향에 관심을 가지면서 생긴 것이다. 생태계 서비스는 태양 에너지를 통해 유지되는 전체 생태계 안에서 자연 생태계와 인간 생태계 사이에 서로 영향을 미치는 과정을 의미한다. 이때 자연 생태계는 천연자원, 기능적인 다양성 등을 포함하고 있고, 인간 생태계는 도시화와 산업화, 농업 활동 등을 포함한다. 생태계 서비스는 주로 자연 생태계에서 인간 생태계로 제공되는 혜택을 의미하고, 그 반대 방향의 혜택은 상대적으로 적다. 대개 인간 생태계에서 자연 생태계로 흘러가는 흐름은 생태계 서비스로 보기보다 인간이 자연에 끼치는 영향(impact)으로 이해하는 것이 자연스럽다(Costanza et al., 1997). 이러한 과정을 도표로 나타내면 다음과 같다(〈그림 4〉 참조).

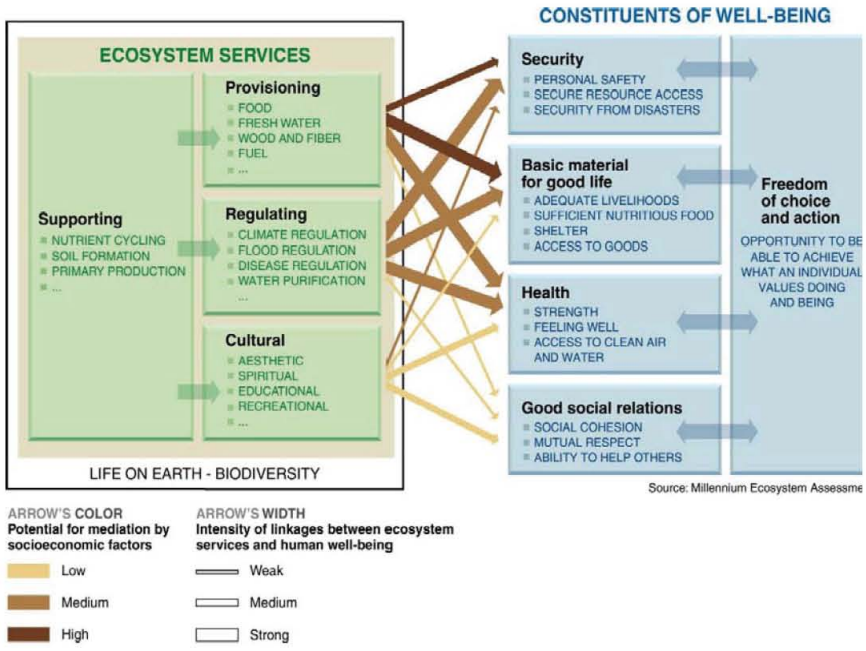
인간의 삶은 생태계 서비스의 거의 모든 분야에 의존한다고 할 수 있다. 지구의 생물다양성으로부터 식량과 물을 받고, 지구 생태계가 완화하는 기후에서 살 수 있으며, 이를 통해 종교와 휴양 등 문화를 유지할 수 있다. 이처럼 우리 생활의 거의 모든 분야에 관련된다고 할 수 있 생태계 서비스는 크게 부양 서비스(supporting service), 제공 서비스(provisioning service), 조절 서비스(regulating service), 문화 서비스(cultural service)로 나눈다. 이들 서비스는 대개 어느 한 가지만이 아니라 여러 서비스가 복합적으로 인간의 삶에 영향을 끼친다(〈그림 5〉).

여기서는 다양한 생태계 서비스 중에서 재화의 생산이나 기후의 조절 등 중요한 몇 가지를 중심으로 살펴보자(Daily et al., 1997).



출처: Costanza R. et al., 1997.

〈그림 4〉 생태계 서비스 개관



출처: Millenium Ecosystem Assessment, 2005.

〈그림 5〉 생태계 서비스와 인간의 삶

(1) 생태계 재화(goods)의 생산

인류는 수렵 및 채취 시대부터 삶을 유지하기 위해 자연에 절대적으로 의지해 왔다. 자연에서 음식물뿐만 아니라 의류 등을 얻었고, 식량을 생산함으로써 정착생활을 할 수 있었다. 또한 산업 사회에 이르러서도 인류는 자연에서 벗어나는 것이 아니라 더욱 자연 자원에 의지하여야만 그 삶을 유지할 수 있다.

(2) 생물다양성의 발생과 유지

생물체는 생태계의 다양한 조건에 적응하여야 한다. 다양한 환경과 조건에 적응하는 과정에서 진화를 통해 그 종만의 특수성을 가지게 되고, 종의 특수성은 생물의 종 다양성을 증진시키는 바탕이 된다. 또한 환경의 적응은 그 종의 지속적인 생존에 영향을 미쳐 다양한 생물종을 유지할 수 있게 만든다.

(3) 기후의 안정과 조절

생태계는 현재의 기후를 형성하였음은 물론 변화하는 기후를 안정화하는 역할을 한다. 대기 중에 산소가 지금과 같은 수준에 도달한 것 역시 생물 활동의 결과이다. 대기 중에 산소가 없을 때 원핵생물은 햇빛을 받아 광합성을 하고 폐기물로 산소를 배출하였다(Dutkiewicz et al., 2006). 최근 인류가 땅속에서 화석연료를 뽑아내 소비하면서 많은 양의 이산화탄소가 대기 중에 배출되고 있다. 다행히 인간이 만든 이산화탄소의 1/3은 바다에 흡수되고(Takahashi et al., 2002), 이 중 상당 부분이 바다에 있는 미생물의 이른바 생물학적 펌프(biological pump) 작용을 통해 이루어진다(Raven & Falkowski, 1999). 이산화탄소 흡수는 단지 바다의 생물뿐만 아니라 육상의 식물을 통해서도 이루어진다. 이처럼 생태계는 우리가 인식하지 못하는 사이에도 현재의 기후를 유지하고 급격한 변화를 막아주는 기능을 한다.

(4) 홍수와 가뭄의 완화

지구에 있는 물은 태양에너지에 의해 증발된 다음 비와 눈으로 땅에 내리고 지하수로 침투하는 일련의 과정을 거친다. 생태계가 건강하지 못한 피복의 토지와 불투수층으로 포장된 도시에서는 강수가 땅 속으로 침투하는 양이 적어 많은 양의 강수가 짧은 시간에 하천 하류에 몰리면서 홍수가 발생한다. 한편 비가 오지 않는 기간에는 하천으로 들어오는 수량이 부족하게 되어 가뭄이 든다. 하지만 생태계가 건강하게 유지되면 강수량 중 하천으로 유출되는 비율은 줄어들고 대지에 침투하는 양은 늘어 지하수량을 증가시키고 홍수 피해가 줄어든다. 이때 저장된 지하수는 이후 꾸준히 하천에 수량을 공급하여 가뭄 피해도 줄어든다.

(5) 토양을 통한 물적 기반 제공

토양은 씨앗을 보호하고 은신처가 되어 씨앗이 발아하고 성장할 수 있는 물리적인 기반을 제공하며[2] 동시에 식물에 필요한 영양분을 보유하고 제공한다. 더불어 토양은 죽은 유기체나 폐기물이 분해되는 토대가 되며, 이 분해과정을 통해 잠재적으로 병원체가 될 수 있는 물질이 해가 없게 변하기도 한다. 토양은 물질을 분해할 뿐만 아니라 탄소와 질소, 황 등 지구의 주요 원소들을 저장하고 조절하는 중요한 기능을 한다.

(6) 자연적 천적을 통한 해충 통제

해충은 사람이 식량이나 목재, 목화 등 자연자원을 이용할 때 경쟁 관계에 있는 곤충이나 설치류, 곰팡이 등을 말한다. 해충은 생물 자체가 자연에 해를 준다기보다 대체로 자연자원을 소비해 사람이 이용할 수 있는 분량을 줄이는 특성을 지니고 있다. 그런데 이들 해충은 살충제 등 화학적 억제보다 사실 자연적인 조절기작에 의해 더 효과적이고 안전하게 제어된다. 작물에 해를 미치는 생물의 99%는 대개 천적과 같은 자연적인 생물 제어 기작을 통해 관리되고, 이런 기능은 농부들에게 큰 경제적 이익을 주는 셈이다.

(7) 종자의 전파

종자가 발아하면 대개 식물은 그 장소에 뿌리를 내리고 평생을 산다. 그러나 다음 세대는 어미식물의 그늘에서 벗어나 햇빛을 충분히 받을 수 있는 장소로 이동하여야 번성할 수 있다. 이를 위해 식물은 종자를 바람이나 동물과 같은 매개체(agent)를 통해 전파하도록 진화했다. 특히 상당수의 식물은 종자를 달콤한 과실 속에 넣어 두어 동물이 그 과실을 섭취함으로써 과실 속의 종자를 먼 곳까지 옮기도록 하였다. 이처럼 종자 전파자로서 동물의 역할이 없었다면 많은 식물은 대를 이어 번성하기 어려웠을 것이다. 또한, 벌채 등으로 기존 식생이 제거된 지역에서도 동물에 의한 식물 종자의 전파 능력이 있어 산림의 빠른 복구가 가능하다.

(8) 미학적 아름다움과 지적·정신적 자극

인간은 대개 자연의 아름다움에 탄복하고 이를 즐긴다. 이는 정원을 가꾸는 작은 일에서부터 캠핑이나 래프팅, 등산, 낚시 등 자연에서 이루어지는 활동에서도 얻을 수 있다. 자연의 아름다움에 놀라움과 경탄, 경이를 느끼고, 예술적인 영감을 얻는다. 이는 또한 평안과 평화, 아름다움을 느끼게 하여 개인적인 성취와 원기를 회복하여 활기를 되찾는데 도움을 준다(Kellert and Wilson, 1993).

2) 토양 없이 이루어지는 수경재배는 헥타르 당 미화 5만 5천 불이 소요될 정도로 높은 비용이 발생함.

3. 생물다양성과 생태계 서비스 관계

앞에서 살펴본 다양한 생태계 서비스는 생물다양성과 어떤 관계를 맺고 있을까? 생물다양성이 기후변화와 외래종 확산, 서식지 파괴 등으로 위협받고 있는 현 시점에서 다양한 생태계 서비스를 지속적으로 유지하는 데 생물다양성이 얼마나 필요한지는 생태학 분야에서 매우 중요한 질문이다(Purvis and Hector, 2000; Gaston and Spicer, 2004).

대기와 지표, 해양에서 일어나는 다양한 생지화학적 과정에 따라 인간과 생물이 살아가는 다양한 환경이 결정된다(Chapin et al., 2009). 다양한 환경은 생태계를 구성하는 생물 집단 사이의 풍부도와 분포, 동태, 기능적 변이에 영향을 미치고, 환경에 따른 생물다양성의 차이는 생태계의 생산과 분해 과정으로부터 얻을 수 있는 서비스에 영향을 준다. 즉, 생물다양성은 기후와 교란, 자원 이용도에 영향을 받으며, 동시에 생태계 과정(ecosystem processes)의 속도와 변화 정도, 방향에 영향을 끼친다(Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

일부 육상생태계 연구자들은 지역 내 생물 종 풍부도가 생태계 생산성과 안정성을 향상시킬 수 있다고 보고했으나(Loleau et al., 2001; Palmer et al., 2004; Hooper et al., 2005, Tilman et al., 2006), 이를 모든 경우에 적용하기 어려운 측면이 있다. 이에 생물다양성을 대표한다고 할 수 있는 종 풍부도(species richness)와 생태계 기능 사이의 관계를 설명하기 위해 다음과 같이 여러 가설이 제안되었는데(Gaston and Spicer, 2004; Tscharntke et al., 2005; Spicer, 2009), 이를 간단히 살펴보면 다음과 같다.

(1) 다양성-안정성(Diversity-stability) 가설

종 풍부도의 증가는 생태계 기능의 선형적 증가를 가져온다고 보는 입장이다. 종들이 상보적인 방식으로 생태계 과정에 기여하기 때문에 보다 많은 종이 존재할수록 생태계 기능은 더욱 향상된다. 개별 종 또는 종 그룹이 각각의 생태과정과 자원이용을 세분하거나(resource partitioning), 긍정적인 내부길드 관계(positive intra-guild interactions)를 향상시켜 생태적 기능을 높이게 한다.

(2) 중복성(Redundancy) 가설

생태 과정을 유지하는 데 필요한 최소한의 생물종 수가 있으며, 이 숫자를 초과했을 때의 생물종 손실은 생태과정에 유의한 영향을 미치지 않는다는 가설이다. 또한 보험 가설(insurance hypothesis)과 같이 개별 종의 숫자보다는 생태계를 구성하는 기능 다양성(functional diversity)이 여기서는 중요하다.

(3) 잠재-돌출 가설(Rivet-popping hypothesis)

몇몇 종이 없어지는 것은 생태 과정에 거의 영향을 끼치지 않지만, 일정 문턱(threshold) 이상의 종 감소는 생태계 기능에 부정적 영향을 초래한다. 종 풍부도와 생태계 기능의 관계에서는

여러 개의 계단처럼 나타난다.

(4) 특이성(Idiosyncrasy) 가설

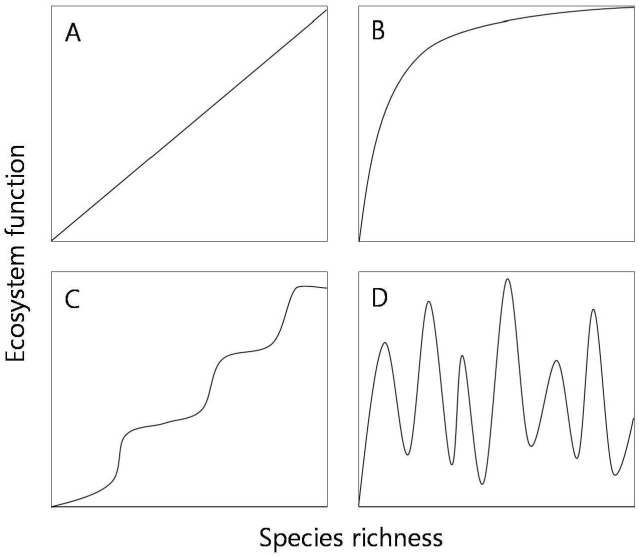
생물종의 숫자가 생태 과정에 영향을 미칠 수 있지만, 이런 관계를 예측하는 것은 매우 어렵다고 본다. 이 가설은 만약 복잡한 생태계로부터 종을 제거했을 경우 어떤 일이 일어날지 예측하는 것은 불가능하다는 입장이다. 생태계가 더 좋아질 수 도 있고, 나빠질 수 도 있고, 아무런 변화가 나타나지 않을 수 도 있다. 따라서 생태계 기능을 안정적으로 유지하기 위해서는 기능군들(functional groups) 사이의 부정적인 상호작용을 최소화할 수 있는 생물종 조합을 발견하고 선택해야 한다(Schellhorn and Andow, 1999).

이와 같은 가설들을 검증하기 위해 여러 연구가 이루어졌지만 논쟁은 지금도 진행 중이다. 이는 환경에 따라 가설을 검증하는 모델의 설명력이 서로 다르기 때문이다. 예를 들어 다양성-안정성 가설의 경우, 교란을 덜 받았고 오랜 진화 역사를 가지고 있는 생태계에서 적합하다고 한다(Sala, 2001). 한편으론 다수의 실험에서 중복성 가설이 주장하는 생물종 사이의 생태적 동등성(ecological equivalence)이 의미가 있다는 것을 보여준다(Gaston and Spicer, 2004). 또한 경관 규모에서는 생물다양성이 높고 기능적 그룹들 간에 중복성을 지닌 시스템이 교란 후 재조직(reorganization)의 가능성이 크다는 연구도 있다(Tscharntke et al., 2005). 여전히 생물다양성이 생태계 기능과 어떤 관계를 가지는 지에 대한 여러 가지 포괄적인 연구가 필요함을 알 수 있다.

생물다양성이 생태계 기능에 얼마나 중요하고 어떠한 기작이 작용하는지에 대한 이해는 아직 매우 부족하다. 하지만, 높은 생물다양성이 생태계 서비스를 향상시키는 데 큰 영향력을 가지는 것은 분명하다(Tscharntke et al., 2005). 생물다양성과 생태계 기능이 어떤 관계를 맺고 있는지를 더욱 잘 이해하기 위해서는 생태학자들이 기존에 모은 자료에 여러 가설과 모형들이 얼마나 일반적인지 검증하고, 다른 진화 과정과 교란 역사를 가지고 있는 여러 환경에 적용하여 새로운 결과를 얻는 것이 필요하다(Sala, 2001). 그리고 단순히 주어진 지역에서 종 풍부도를 헤아리는 것보다 생태계의 회복탄력성(resilience)과 서비스를 높이기 위해 생물종 그룹의 기능 다양성(functional diversity)을 고려해야 할 것이다.

Ⅲ. 생물다양성과 문화

2010년 초 TV 프로그램으로 방영됐던 다큐멘터리 '아마존의 눈물'을 기억하는 사람이 많을 것이다. 이 다큐멘터리가 인기를 끌었던 이유 중 하나는 우리와 다른 삶의 양식, 즉 다른 문화를 보여주었기 때문이다. 그리고 그들의 문화가 달랐던 이유 중 하나는 그들이 사는 자연 환경이



출처: Gaston and Spicer, 2004; Spicer, 2009.

〈그림 6〉 종 풍부도와 생태계 기능과의 관계
A: 다양성-안정성 가설, B: 중복성 가설, C: Rivet-popping 가설, D: 특이성 가설

우리의 자연환경과 달랐기 때문이다. 이처럼 지구상에는 다양한 자연환경이 존재하고, 이 다양한 자연환경에서 생존하기 위해 인류는 다양한 문화를 만들었다. 페루의 티티카카 호에 사는 사람들은 갈대를 엮어 호수 위에 섬을 만들고, 그 섬에서 살아간다. 북극의 이누잇 족은 겨울에 사냥여행을 떠날 때 눈으로 만든 이글루라는 집을 이용한다. 우리나라만 하더라도 지역마다 지붕에 올리는 소재가 달랐다. 벼농사를 많이 짓는 전라도에서는 주로 짚으로 지붕을 얹었지만, 제주도에서는 벼농사를 지을 수 없어 제주의 들녘에 많이 나는 억새로 지붕을 얹었다. 강원도에서는 주변에 흔한 나무껍질로 지붕을 올렸다. 이렇듯 다양한 문화를 갖게 되는 원인 중 하나가 생물다양성이다. 여기서는 문화 특히, 생물다양성에 영향을 받아 형성된 우리의 전통문화를 살펴보고, 생물다양성이 우리 사회와 문화를 형성하는 데 어떤 영향을 끼쳤는지 살펴보자.

1. 생물다양성에 의한 문화의 형성과 유지

우리는 흔히 인사말로 '밥 먹었느냐?'고 묻는다. 또한 '먹고 살기 힘들다.'라는 말도 있고, '입에 풀칠도 하기 어렵다.'라는 말도 있다. 우리의 언어만 보더라도 먹고사는 문제가 우리 선조의 삶에서 매우 중요한 일이었음을 엿볼 수 있다. 이처럼 중요한 우리의 먹고사는 문제, 특히 우리의 음식문화를 자세히 들여다보면 생물다양성과 관련된 독특한 특징을 발견할 수 있다.

음식 문화에는 생물의 계절성, 지방성이 반영된다. 생물의 계절성을 대표하는 음식문화로는

다달이 있는 명절에 먹는 음식, 그리고 계절에 따른 음식으로 확인된다(조후종, 1996; 신승미와 송태희, 2008). 1910년대 싱싱한 해산물을 구할 수 없던 청주지방은 건어물을 밑반찬으로 사용했고(권선영, 2010), 밭이 많은 강원도 지역은 옥수수와 조, 피를 주로 혼식했다는 기록을 통해 음식문화의 지방성을 확인할 수 있다(윤덕인과 이정숙, 2006; 구자옥 등, 2009).

또한 '초봄에 나는 어린 풀은 다 먹을 수 있다.'는 말에서 알 수 있듯 우리는 다른 나라보다 나물을 먹는 문화가 발달해 있다. 조선 시대의 서적에 따르면 851종의 나물을 구황(救荒)에 이용할 수 있다는 기록도 보인다(강진영, 2006). 지금도 우리는 300여 종의 나물을 먹는데 같은 동아시아권의 중국, 일본과 비교해도 훨씬 많은 종류의 나물을 먹는 셈이다(강은주, 1993; 강진영, 2006). 이는 흉년이 들었을 때 산과 들에서 자생하는 식물을 구황 식품으로 이용하기도 하고, 산이 많고 상대적으로 농사 지을 땅이 부족한 우리나라에서 겨울을 나고 봄이 되면 먹을 식량이 부족했기 때문이기도 했을 것이다. 우리 조상은 주변 산지에서 나는 다양한 식물을 활용하여 식량 부족 문제를 어느 정도 해결했던 것이다. 그런데 이들 나물을 먹자면 넘어야 할 장애가 있다. 바로 동물이 식물을 먹지 못하게 하려고 만드는 식물의 방어물질이 그것이다. 식물이 내는 방어물질은 동물인 인간에게도 역시 독이 된다. 나물을 많이 먹게 되면 그 독이 몸에 쌓여 해롭게 되는데, 우리의 선조는 나물의 독을 제거하고 먹을 수 있는 조리법을 발달시켰다. 그 대표적인 보기가 고사리다. 전 세계에서 고사리를 먹는 민족은 우리밖에 없다고 하는데 이는 고사리가 독성을 가지고 있기 때문이다. 우리는 이 고사리를 데치고, 물에 불리고 말리는 과정을 통해 독성을 제거한다(강진영, 2006).

우리 민족의 문화에서 찾아볼 수 있는 또 하나의 특징적 사례는 '백의민족(白衣民族)'이라고 불리던 복식(服飾)에 관한 것이다. 백의민족이라는 호칭이 어떻게 생겼는지에 대해서는 다양한 견해가 있지만, 그 중 설득력 있는 주장의 하나는 우리나라에 자생하는 염료의 재료가 풍족하지 못했기 때문이라는 것이다. 조선 시대에는 주로 식물에서 난 염료를 사용하였는데, 역사적인 기록을 보면, 수입하는 염료의 가격 상승과 물량 부족 때문에 서민의 의복에 색상을 허용하지 않는 복색금제(服色禁制)가 여러 번 있었고, 이는 우리나라에서 나는 염료들도 매우 귀했다는 점을 시사한다(정필순, 1985). 즉, 우리가 백의민족이 된 이유는 염료로 사용할 수 있는 식물이 적고 풍부하지 못했기 때문으로 해석할 수도 있다.

생물다양성은 지역의 언어와 문화에도 영향을 준다. 생물문화 다양성(Biocultural diversity)[3]이라는 용어는 지역의 생물다양성, 문화다양성 그리고 언어다양성을 포괄하는 용어로, 1990년대 들어 새롭게 등장했다(Maffi, 2005). 이는 생물다양성이 지역의 언어와 문화다양성과 밀접한 상관관계를 가진다는 연구 결과에 바탕을 둔다(〈그림 7〉, Maffi, 2005). 실제로 전 세계에서 생물다양성이 높은 지역은 인종과 언어로 대표되는 문화다양성이 높은 지역과 일치한다(Sutherland, 2003; Maffi, 2005). 문제는 현재 이들 지역이 대부분 인구밀도가 높고 개발도상국에 속하거나 인

3) 이 용어에 대해서는 아직까지 학계의 동의가 이루어진 용어가 없지만 생물문화 다양성으로 옮겼다.

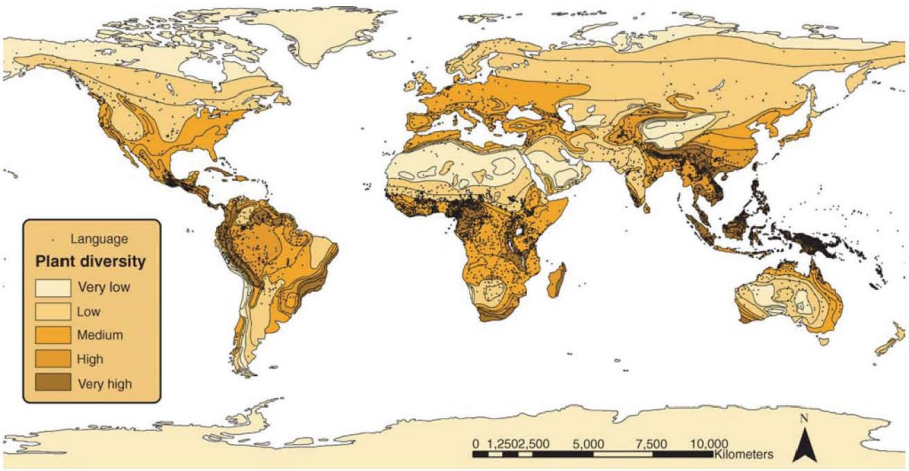


Figure 2
Plant diversity and language distribution. From Stepp et al. 2004. Used with permission.

출처: Maffi, 2005.

〈그림 7〉 종 식물 다양성과 언어 다양성 지도

접해 있기에 생물다양성을 보전하기 위한 노력이 더욱 절실히 요구되는 곳이라는 점이다 (Cincotta et al., 2000).

2. 전통생태지식을 통한 문화와 생물다양성의 보전

앞에서 생물다양성에서 영향을 받은 문화적 사례를 살펴보았다면, 여기서는 관점을 바꿔 인간 활동이나 문화의 영향에 따른 생물다양성의 변화를 살펴본다. 우선 인간의 교역활동에 의한 식물종 유입을 연구한 김정옥과 신말식(2008)에 따르면, 우리나라에서 지금 재배하는 주요 채소와 과일류 94종 중 57종은 유럽과 서남아시아, 남아시아 등 비단길과 가까운 국가에서 유입되었다고 한다. 시기별로는 삼국시대에 가지와 매실, 무, 배추, 상추, 오이, 참외 등이, 통일신라시대에 마늘과 생강, 호박 등이, 고려시대에 대추와 수박, 포도 등이 각각 유입되었다. 특히 마늘은 중앙아시아 또는 서아시아가 원산지로 추정되며, 통일신라시대에 재배기록이 나타난다.

생물다양성과 문화의 관계에 관한 중요한 연구 흐름은 환경과 관련된 토착 지식, 전통 신앙, 의식 등을 포괄하는 전통생태지식(traditional ecological knowledge)에 관한 것이다(Berkes et al., 2000). 보편적으로 수용할 만한 전통생태지식에 대한 정의는 없으나, '전통'과 '생태지식'이라는 각 단어의 사전적 의미를 통해 그 개념을 유추할 수 있다. 전통은 대개 특수한 장소에 대한 끊임없는 적응의 결과물로 생존과정에서 나타나는 왕성한 실험으로 검정된 지적인 반영의 산물이다. 즉, 전통의 개념을 긍정적인 시각에서 해석하면 '시간에 의해서 검정된 현명한 어떤 것'을

의미하고, 생태지식과 합성한 전통생태지식은 살아 있는 것들이 서로 가지는 관계와 물리적 환경과 이루는 관계에 대한 지식과 실행결과, 신념을 포함한다(Berkes, 1993, 이도원, 2004 재인용).

생물다양성은 세대를 거치면서 전통생태지식을 형성하는 데 작용하고 이렇게 생명력을 갖게 된 전통생태지식은 생물다양성을 유지하는 기능을 한다. 예를 들어, 농업과 관련해서 미국에서는 단지 4가지 종류의 감자를 재배한다. 하지만, 라틴아메리카의 안데스 지역에서는 전통 농법에 따라 50종이나 되는 감자를 재배한다. 또한, 아프리카와 인도에서 부족의 신앙과 터부(taboo)에 의해 보호되는 숲은 지역의 생물다양성을 높여주고(Decher, 1997; Mgumia and Oba, 2003; Bhagwat et al., 2005; Martin et al., 2009), 궁극적으로 수분(受粉, pollination) 매개, 종자 전파 등의 생태계 서비스 증진에 이바지한다(Bodin et al., 2006). 우리나라에서도 전통 신앙으로서 무교는 물론 불교, 유교 모두 숲을 중요하게 여긴다. 마을마다 있는 당산과 마을숲은 무교와 풍수지리에 관련되어 현재까지 보존되고 있으며, 사찰림은 불교, 종묘 등의 숲은 유교 문화에 의해 보존되었다(김학범과 장동수, 1994; 최상범과 하재호, 1998, 이도원 등 2007).

이처럼 생물다양성과 문화는 어느 한 쪽이 사라지면 다른 쪽도 위협 받을 수 있는 밀접한 상호관계가 있다. 불행하게도 긴 역사의 문화가 녹아 있는 전통생태지식은 사회경제적 변화로 야기된 전통사회의 해체와 농업의 현대화, 문화의 획일화로 사라지고 있다(Lacy, 1994; Chandran and Hughes, 1997; Hietala-Koivu, 2002; Chandrakanth et al., 2004). 전통생태지식의 손실은 결국 생물다양성을 보전하는 중요한 지지 기반을 잃게 한다. 생물다양성 자체의 보전활동에서 한 발자국 나아가 전통생태지식의 발굴과 보존, 계승 그리고 지역의 문화다양성 유지에서 생물다양성 보전의 가능성과 당위성을 찾을 수 있다. 최근 생물다양성협약에서 전통지식이 중요한 의제로 자리 잡기 시작한 것도 이 때문이다.

이미 전통생태지식과 생물다양성의 관계에 관하여 다양한 연구들이 시도되고 있다. 민속주를 포함한 향토음식의 재발견과 여가활동과의 관계(김상철, 2000; 이전숙, 2002; 이미영과 윤숙자, 2006; 이선호, 2006; 서선희와 이지은, 2009)를 비롯하여 자생식물의 항암효과 연구(이미현 등, 1992; 양용만 등, 1996; 심태흠 등, 2004), 전통농업과 어로 발굴(나승만, 2006), 전통생태지식의 가치와 의미에 대한 연구(이도원, 2003, 2004; 이도원 등, 2007; Koh et al., 2010) 등이 그러하다. 앞으로 이런 연구를 통해 문화적 관점에서 생물다양성을 보전하는 전략을 구체화하는 작업도 검토할 시점이다.

Ⅳ. 생물다양성의 위협 요인

지구의 생물다양성은 여러 가지 위협 요인에 직면해 있다. 이미 1992년 생물다양성협약을 채택한 후 전 세계가 국제적인 노력을 기울이고 있지만, 여전히 지구 생물다양성의 감소 경향은 완화되지 않고 오히려 더욱 심각해지고 있다. 생물다양성의 위협 요인으로는 서식처 변화, 외래

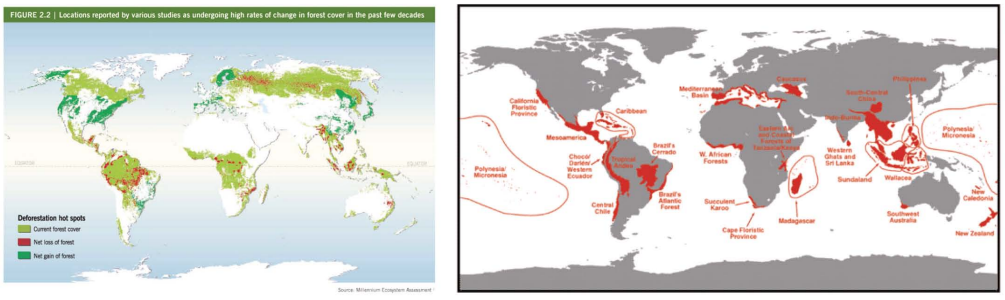
침입종, 기후변화, 남획·남벌 등 자원의 과잉사용, 질병의 확산, 영양염류 부하와 오염(nutrient loading and pollution) 등을 들 수 있다. 이들은 대개 생물다양성에 직접적인 위협 요인이 되는데, 사실 전 세계적인 인구증가와 고소비·과소비 사회로의 변화 등과 같은 간접적 원인에서 대부분 기인한다(Secretariat of the CBD, 2006). 또한, 이러한 요인들 간에는 서로 인과관계를 맺으며 다양한 영향을 주기도 하며, 일반적으로 생물종들은 여러 가지 위협 요인에 복합적인 영향을 받게 된다. 여기서는 생물다양성 위협 요인 중 주요한 5가지 요인을 중심으로 살펴보고자 한다.

1. 서식지 변화

서식지 변화는 생물다양성의 가장 큰 위협 요인으로 평가된다. 미국은 멸종위기종의 85%가 서식지 변화에 의한 영향을 받은 것으로 알려졌다. 서식지 변화의 원인은 농경과 가축사육, 채광, 벌채, 기반시설 건설, 도로 건설, 군사 활동, 휴양, 산불, 도시화, 오염, 수자원 개발 등으로 분류할 수 있으며, 이 중에서 농경(38%)과 상업적 개발(35%), 수자원 개발(30%) 등이 생물다양성을 위협하는 가장 주요한 원인으로 평가된다(Wilcove et al., 1998).

브라질의 세라도(cerrado) 지역은 약 160,000종(800종의 목본 식물과 10,000종의 유관속 식물)이 서식하는 풍부한 생물다양성을 지닌 지역이다. 그러나 콩과 옥수수 등의 근대화된 농경지들이 들어서고, 목축업과 목탄 생산 등으로 1994년 관찰 결과 원래 면적의 35%가 서식지 파괴를 겪기도 했다(Ratter et al., 1997).

서식지 파괴로 생물다양성이 가장 심각하게 위협받는 지역은 열대우림지역이다. 이 지역은 전 지구 생물종의 상당 부분을 차지하고 있어 그 문제는 더욱 심각하다. 열대우림 등이 포함된 '생물다양성 보존 중요지점(biodiversity hotspot)'은 지구 면적의 1.4%에 불과한데 전 세계 관다발 식물의 44%, 척추동물군의 35%가 서식한다. 그러나 이 지역의 서식지는 대부분 심각한 훼손을 겪고 있어, 우선적인 보존이 필요한 상태이다(Myers et al., 2000). 이밖에 인간에 의한 서식지 변화는 서식지 교란과 파편화, 쇠퇴 등으로 그 원인을 세분하기도 한다(김종원 등, 2006).



출처: Secretariat of the CBD, 2006(좌), Myers et al., 2000(우)

〈그림 8〉 산림 감소지역(붉은색)(좌)과 생물다양성 보존 중요지점(우)

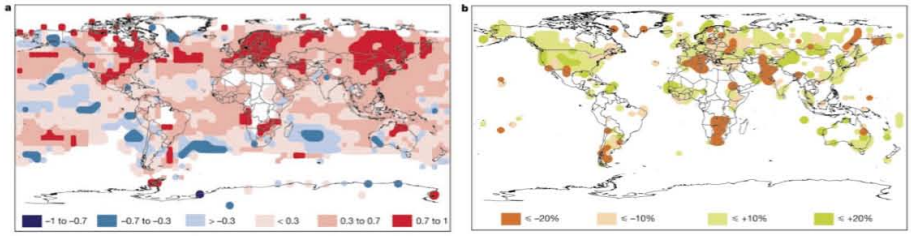
2. 외래침입종

외래침입종은 17세기 이래 나타난 동물 멸종의 주요 원인으로 지목된다. 최근에는 외래침입종의 증가세가 더욱 가파르다. 경제와 문화 등 전 영역에서 일어나는 세계화의 확대로 교역량은 급격히 늘고 있으며 이는 침입종 증가의 원인이 된다. 특히 해양 생태계에서 그 현상은 두드러진다. 대륙을 오가는 선체의 부착물이나 선박평형수(ballast water)를 통해 유입하는 외래종이라든지, 양식장이나 수족관에서 방류된 생물종들이 침입종의 역할을 하게 되는 경우가 많다(Secretariat of the CBD, 2006). 이 외에도 과거 유럽인들이 식민지를 건설할 당시 도입한 수백 종의 외래종에 의한 교란은 물론 지금은 농업, 원예, 양식업 등으로 각종 생물종 도입, 생물학적 방제를 위한 도입, 우발적인 운반 등을 교란의 원인으로 들 수 있다(김종원 등, 2006). 미국에서는 서식지 파괴 다음으로 외래침입종에 의한 멸종위기종의 위협이 49%로 가장 높고(Wilcove et al., 1998), 남아프리카의 핀보스 생물군계(Fynbos biome)에서는 80%의 멸종위기종이 바로 이 외래종들 때문에 위험에 처해 있다고 보고되기도 한다(Secretariat of the CBD, 2006).

3. 기후변화

지난 100년 동안 지구의 평균 기온은 0.6℃ 상승하였고, 기후변화 시나리오에 따르면 2100년까지 지구의 평균기온은 최대 4℃ 정도 더 상승할 것으로 예측된다(Root et al., 2003; Thuiller, 2007). 이렇게 전 지구적인 기후 온난화가 진행되면서 여러 지역에서 기온과 연간 강수량 역시 급격하게 변화한다. 기온은 대부분 지역에서 지표면의 연평균 기온이 상승하지만, 일부 지역에서는 연평균 기온이 낮아지기도 한다. 강수량은 지역에 따른 격차가 더 심하여 일부 지역은 연평균 강수량이 많이 늘어나고 특정 시기에 집중되는 반면, 다른 지역은 전에 경험하지 못했던 극심한 가뭄에 시달리기도 한다(Walther et al., 2002).

특정 지역에서 기온과 강수량의 극심한 변화는 그 지역 생물 서식지의 질과 특성을 바꾼다. 예를 들어 사막과 접해있는 아프리카의 사헬지역과 몽골, 중국 서북부 지역의 초지는 연평균 기온의 상승과 강수량의 감소로 사막화가 되기도 하고, 시베리아 지역의 영구 동토층은 기온이 상



주 1. 좌: 기온 변화(℃/10년), 우: 강수량(%/10년).
2. 1961년부터 1990년까지의 평균을 기준으로 비교.
출처: Walther et al., 2002.

〈그림 9〉 1976년부터 현재까지의 기후 변화 정도

승하면서 그 면적이 점차 줄어들 수 있다(Diaz and Eischeid, 2007; Sivakumar, 2007; Wang et al., 2009).

서식지 환경이 변화하면 원래 서식지에 최적화되어 있는 생물들은 새로운 환경에 적응하거나 자신에게 적합한 새로운 서식지로 이동해야 한다. 그러나 기후 변화가 급격하게 진행되면 생물종들이 새로운 환경에 적응하기 매우 어렵다. 특히 스스로 이동을 하기 어려운 식물은 기후 변화 속도에 맞춰 서식지를 옮기는 것이 거의 불가능하다. 따라서 급격한 기후 변화는 기존 생물종에게 적절한 서식지의 감소로 이어지고, 이는 다시 전 지구적 규모의 생물다양성 감소로 심화된다(Malcolm and Markham, 2000).

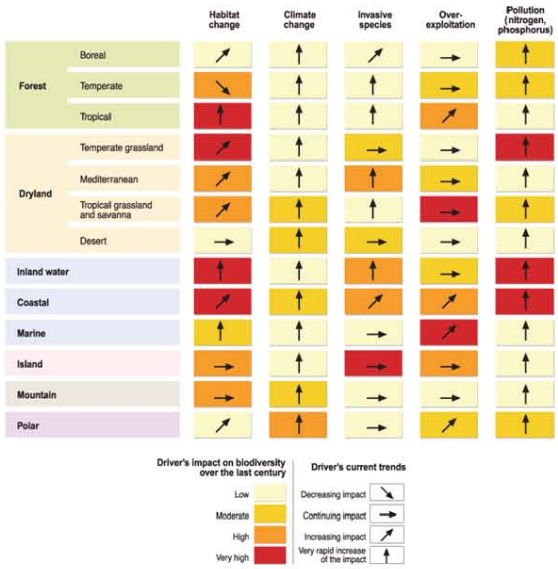
4. 질병의 확산

최근 국내에서 발생한 '낭충봉아부패병'이 확산하면서 사육 중인 국내 토종벌의 95% 이상이 폐사하였다.[4] 이처럼 전염성이 있는 질병은 하나의 종 또는 여러 종을 절멸시키거나 개체 수를 크게 감소시켜 생물종의 존속과 생물다양성에 영향을 줄 수 있다. 대개 생물다양성 보전에 있어 중심이 되는 생물종들은 개체 수가 적거나 서식지가 지역적으로 한정된 희귀한 종이다. 그런데 보호 대상이 되는 희귀한 종들은 대체로 집단 내부의 유전적 다양성이 낮고 지금까지 그들이 접하지 않았던 외부의 질병에 대한 면역체계를 가지고 있지 않기 때문에 특정 질병에 매우 취약하다(Primack, 2000).

그런데 지구 온난화에 따라 곰팡이류와 기타 질병의 원인이 되는 바이러스, 그리고 이를 매개하는 곤충의 생존기간이 늘어나면서 이들의 활동 영역 또한 고산 지대와 고위도 지역으로 점점 넓어지고 있다(Anderson et al., 2004; Dale et al., 2001; Harvell et al., 2002). 이 때문에 고위도 지역과 고도가 높은 산지에 사는 희귀한 생물종들은 그들이 지금까지 접해보지 못한 새로운 질병에 노출된다.

또한, 인간의 활동 영역이 확대되면서 야생 동물이 살던 서식지에 인간과 가축이 들어오면서 야생동물의 질병이 가축이나 사람에게 옮겨지기도 하고, 거꾸로 가축이나 사람의 질병이 야생동물에게 전염되기도 한다(Daszak et al., 2000). 특히 사자와 같은 야생동물이 사람이 사는 지역에 인접해 서식할 경우, 개 홍역이나 광견병과 같은 가축이 걸리는 전염성 질병에 쉽게 걸려 개체 수가 급격히 감소하기도 한다(Primack, 2000). 이처럼 지구 온난화는 물론 인간의 활동으로 다양한 질병이 생물 서식지로 유입되고 유입된 질병이 대발생하면서 어떤 개체군은 멸종에 가까운 위협을 받기도 한다.

4) 국민일보(2010. 10. 20) 기사 참조



출처: Secretariat of the CBD, 2006.

〈그림 10〉 생태계별 상대적인 생물다양성 위협요인

5. 남획과 남벌(Overexploitation)

예로부터 사람들은 의식주, 즉 생활에 필요한 요소들 대부분을 자연에서 얻었다. 그러나 산업화를 하기 전에는 사람들의 능력이 부족하거나 혹은 자연에 대한 경외심 때문에 동·식물 등의 자연 자원을 과다하게 이용하지 않았다.

하지만 인간의 기술이 점차 발전하면서 자연 자원을 효과적으로 얻는 방법들이 생겨났다. 총이 생기면서 큰 힘을 들이지 않고 야생 동물을 사냥할 수 있게 되었으며, 커다란 배와 그물, 그리고 음파 탐지기와 같은 기기들을 이용하여 수많은 생선을 한꺼번에 건져 올릴 수도 있게 되었다. 이러한 기술적 능력이 이윤 극대화라는 경제적 동기와 만나는 순간 자연 자원에 대한 남획과 남벌이 시작된다(Primack, 2000).

어떤 종의 개체군이 미래에도 유지될 수 있도록 적당한 수준에서 동물과 식물 자원을 이용하면 생물다양성에 영향을 미치지 않을 수도 있다. 그러나 어떠한 한계점을 넘어가게 되면 사람들이 자원으로 생각하는 동, 식물의 개체 수는 지속적으로 감소하고 회복이 불가능한 수준에 이른다. 남획과 남벌은 직접적으로 생물다양성을 감소시킨다.

지금까지 살펴본 것과 같이 기후 변화에 따른 서식지 감소와 질병의 확산 그리고 인간의 과도한 자원 사용은 생물다양성 감소에 매우 심각한 악영향을 끼친다. 그런데 현재의 급격한 기후 변화의 원인과 질병의 확산 또한 인간의 활동과 무관하지 않다(Chapin et al., 2000). 궁극적으로

현재의 급격한 생물다양성 감소 문제는 상당 부분 인간의 활동에 기인한다.

아인슈타인은 꿀벌이 지구상에서 사라진다면 인류의 생존 기간은 4년을 넘지 못할 것이라고 경고한 바 있다. 이는 꿀벌이 대부분의 충매화 수분을 담당하기 때문에 꿀벌이 사라지면 벌에 의해서 수분이 되는 과수와 채소, 곡물 생산에 영향을 주고, 이는 식량 부족으로 이어져 인류가 생존할 수 없다는 것을 함축적으로 표현한 말이다. 이처럼 생물종 감소는 단지 해당 생물 종이 사라지는 것만을 의미하지 않는다. 생물다양성의 감소는 생태계의 균형을 무너뜨려 결국에는 인류의 생존마저 위협할 수 있다.

따라서 사람들은 생물다양성을 보전하는 것이 인류의 건강과 복지 그리고 인류의 생존을 보전하는 것이라는 생각을 하고 생물다양성 감소에 영향을 주는 기후 변화와 그 밖의 다른 요인들에 적극적으로 대처해야 할 것이다.

Ⅴ. 결론

지금까지 생물다양성과 생태계 서비스, 그리고 이들이 문화와 갖는 상호 의존성을 확인하였다. 생물다양성은 다양한 생태계 서비스를 제공한다. 이 둘의 관계에 대해 여러 가지 가설들이 존재하지만, 현실적으로 어느 한 가설로 모든 경우를 해석할 수는 없다. 이는 생물다양성과 생태계 서비스가 기능적으로 다양한 것은 물론 공간적, 시간적으로 다양한 차원을 포괄하는 개념이기 때문일 것이다. 식량과 같은 생태적 재화를 제공하는 직접적인 생태계 서비스는 물론, 기후를 안정화하거나 석유나 석탄과 같은 원료를 제공하는 것은 오랜 시간이 걸려 만들어진 생태계 서비스의 최종 결과물이다. 우리는 이를 활용하여 문명을 발전시켰고, 지역별로는 서로 다른 언어와 문화를 창출했다. 또한, 문명은 생태지식과 같은 문화적 소산을 통해 생물다양성을 유지·보전하는 데 기여하고 있다.

문제는 생물다양성과 생태계 서비스에 의존하는 인류문명의 크기가 점점 커지고 이용 속도가 빨라지면서 더 많은 생태계 서비스가 필요하다는 점이다. 이 과정에서 인류문명의 생존기반인 생물다양성과 생태계 서비스가 크게 훼손되고 회복할 수 없는 부분이 늘어나는 등 파괴적 수준에 이르렀다. 예를 들면 벌채로 제거된 열대의 우림은 더는 풍부한 산소를 제공하지 못하고, 그 안에서 자원을 얻고 생활을 영위하던 원주민은 삶의 터전을 잃었다. 간척사업도 마찬가지이다. 갯벌을 메워 간척을 하면 그 안에 살던 갯벌생물은 물론 대부분 바다생물이 어린 시절을 보내는 공간이 사라지게 된다. 결국, 우리가 이용하는 수산자원의 양은 점차 감소하고, 갯벌에서 수산물을 채취하던 사람들의 삶도 악화될 수밖에 없다. 더욱이 열대우림의 원주민이나 갯벌의 주민 모두 생물다양성과 공존하고 생태계 서비스를 이용하면서 그들만의 문화를 유지해왔는데, 생물다양성이 훼손되면서 사람과 문화가 동시에 갈 곳을 잃은 채 방치되거나 잊히는 것이다.

이에 국제사회는 전 지구적으로 생물다양성을 더 이상 감소하지 않도록 생물다양성협약을 채

택했다. 이 협약에서는 생물다양성을 위협하는 여러 요인에 대한 국제적인 대응은 물론 생물다양성의 보전을 위해 보호구역이나 보호종을 지정한다거나 하는 노력을 각국에 요청한다. 흥미롭게도 이 협약에서는 생물다양성을 활용하는 토착민의 전통지식에 주목한다.[5] 전통지식을 통해 지역의 지속가능한 발전이 가능할 뿐만 아니라 해당 지역의 생물다양성도 유지·보전할 수 있기 때문이다. 이 연구에서도 전통생태지식을 통해 문화를 해석할 수 있고 생물다양성을 보전하는데 실행력 있는 수단이 될 수 있음을 음식문화나 농업분야의 사례를 통해 확인하였다.

국제협약의 이행이나 전통생태지식의 발굴·계승과 같은 다양한 활동들이 중요한 의미가 있지만, 현재 인류사회에서 생물다양성의 유지·보전은 이들만으로는 쉽게 성취할 수 있는 과제가 아니다. 기본적으로 인류사회가 생물다양성이 제공하는 생태계 서비스에 의존해서 살고 있고, 우리의 문화도 생물다양성에서 기원하고 서로 영향을 준다는 '불가분의 관계'에 대해 학계를 넘어 많은 사람의 이해가 필요하다. 생태학이 생물학적 관심을 넘어 사회 현상에 관심을 표명하는 것도 이런 까닭이다. 이 연구 역시 이런 차원에서 생물다양성과 생태계 서비스, 그리고 문화의 상호의존적인 관계를 이해하는 데 주력하고자 하였다.

참고문헌

강은주, 1993, "고려와 조선시대의 문헌으로 본 한국의 나물",『한국식품영양학회지』, 6: 16-24.

강진영, 2006,『나물』, 김영사, 파주.

구자옥·김미희·노경희, 2009, "일제강점기의 조선 8도 식생활(끼니) 실태",『농업사연구』, 8: 127-165.

권선영, 2010, "『반찬등속』의 식재료 사용을 중심으로 본 1910년대 청주지역의 식문화",『한국식생활문화학회지』, 25: 410-415.

김상철, 2000, "지역축제의 향토음식 관광상품화에 관한 연구",『한국조리학회지』, 6: 193-223.

김정옥·신말식, 2008, "한국의 식재료 중 채소, 과일류의 유입과 실크로드",『한국식생활문화학회지』, 23: 10-17.

김종원·박용목·이은주·주기재·최기룡 공역, 2006,『보전생물학 입문』, 월드 사이언스.

김학범·장동수, 1994,『마을숲』, 열화당, 서울.

나승만, 2006, "증도 갯벌어로의 민속적 고찰",『도서문화』, 28: 3-50.

서선희·이지은, 2009, "전통주에 어울리는 한국음식에 대한 인식",『한국식생활문화학회지』, 24: 1-9.

신승미·송태희, 2008, "한국 전통음식 통합 검색 시스템 구축을 위한 세시음식 연구",『한국식품영양학회지』, 21: 243-255.

5) CBD Article 8(j).

심태흠·김영선·사재훈·신인철·허성일·왕명현, 2004, “도토리 가루의 성분분석과 항산화능 평가”,『한국식품과학회지』, 36: 800-803.

양용만·현진원·임경화·성민숙·강삼식·백우현·배건우·조현·김형자·우은란·박호군·박재갑, 1996, “원보: 전통 약용식물 및 각종 식물의 항암 효과에 대한 연구(Ⅲ)”,『생약학회지』, 27: 105-110.

윤덕인·이정숙, 2006, “특집: 민속과 음식; 강원도의 민속과 음식”,『비교민속학』, 31: 129-180.

이도원, 2003,『한국의 옛 경관 속의 생태 지혜』, 서울대학교출판부, 서울.

이도원, 2004,『전통마을 경관 요소들의 생태적 의미』, 서울대학교출판부, 서울.

이도원(엮음), 2004,『한국의 전통생태학』, (주)사이언스북스, 서울.

이도원·고인수·박찬열, 2007,『전통 마을숲의 생태계 서비스』, 서울대학교출판부, 서울.

이미영·윤숙자, 2006, “도토리가루를 첨가한 도토리다식의 특성”,『한국식품조리과학회지』(구. 한국조리과학회지), 22: 849-854.

이미현·정재홍·오만진, 1992, “도토리 Gallic Acid의 항산화성”,『한국식품영양과학회지』, 21: 693-700.

이선호, 2006, “광주, 전남 전통 음식을 연계한 농촌 관광 프로그램에 관한 연구”,『한국조리학회지』, 12: 68-81.

이전숙, 2002, “도토리 추출 염액에 의한 모직물 염색”,『한국가정과학회지』, 5: 119-127.

정필순, 1985, “한국 자연염료와 염색에 대한 연구 — 문헌 수집을 중심으로”, 이화여자대학교 석사학위논문.

조후종, 1996, “우리나라의 명절음식 문화”,『한국식생활문화학회지』11: 547-559.

최상범·하재호, 1998, “불갑사(전남 영광군)의 식물상 조사 연구”,『사찰조경연구』, 6: 181-200.

Aber, J.D. and J.M. Melillo, 2001, *Terrestrial Ecosystems*. 2nd Edition. Harcourt Academic Press. San Diego.

Anderson, P.K., A.A. Cunningham, N.G. Patel, F.J. Morales, P.R. Epstein, P. Daszak, 2004, “Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers,” *Trends in Ecology and Evolution*, 19: 535-544.

Australian Government (Department of the Environment), 1993, Biodiversity and its value. Biodiversity series. Paper no. 1.

Berkes, F., 1993, Traditional ecological knowledge in perspective. pp. 1-9 In T.J. Inglis (ed.) *Traditional Ecological Knowledge: Concepts and Cases*, Ottawa. Canada: Canadian Museum of Nature and International Development,

Berkes, F.,, J. Colding, and C. Folke, 2000, “Rediscovery of traditional ecological knowledge as

adaptive management," *Ecological Applications*, 10: 1251-1262.

Bhagwat, S.A., C.G. Kushalappa, P.H. Williams, N.D. Brown, 2005, "A landscape approach to biodiversity conservation of sacred groves in the western Ghats of India," *Conservation Biology*, 19: 1853-1862.

Bodin, O., M. Tengoe, A. Norman, J. Lundberg,T. Elmqvist, 2006, "The value of small size: Loss of forest patches and ecological thresholds in southern Madagascar," *Ecological Applications*, 16: 440-451.

Chandrakanth, M.G., M.G. Bhat, M.S. Accavva, 2004, "Socio-economic changes and sacred groves in South India: Protecting a community-based resource management institution," *Natural Resources Forum*, 28: 102-111.

Chandran, M. and J. Hughes, 1997, "The sacred groves of south India: ecology, traditional communities and religious change," *Social Compass*, 44: 413-428.

Chapin, F.S. III, E.S. Zavaleta, V.T. Eviner, R.L. Naylor, P.M. Vitousek, H.L. Reynolds, D.U. Hooper, S. Lavorel, O.E. SalaI, S.E. Hobbie, M.C. Mack, and S. Díaz, 2000, "Consequences of changing biodiversity," *Nature*, 405: 234-242.

Chapin, F.S. III, G.P. Kofinas, and C. Folke (eds.), 2009, *Principles of Ecosystem Stewardship: Resilience-Based Natural Resource Management in a Changing World*, Springer, New York.

Cincotta, R.P., J. Wisnewski, R. Engelman, 2000, "Human population in the biodiversity hotspots," *Nature*, 404: 990-992.

Costanza R., Folke K., 1997, Valuing ecosystem services with efficiency, fairness, and sustainability as goals. Nature s Services: *Societal Dependence on Natural Ecosystems*, Island Press, Washington DC, pp. 49-70.

Daily, G.C., L. Goulder, J. Lubchenco, P.A. Matson, H.A. Mooney, S. Postel, S.H. Schneider, D. Tilman, G.M. Woodwell, 1997, "Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems," Issues in Ecology Ecological 2 (spring).

Daszak, P., A.A. Cunningham, A.D. Hyatt, 2000, "Emerging Infectious Diseases of Wildlife - Threats to Biodiversity and Human Health," *Science* 287: 443-449.

Decher, J., 1997, "Conservation, Small Mammals, and the Future of Sacred Groves in West Africa," *Biodiversity and Conservation*, 6: 1007-1026.

Díaz, S., J. Fargione, F.S. III Chapin, D. Tilman, 2006, "Biodiversity Loss Threatens Human Well-Being," *PLoS Biol*, 4(8): e277.

Diaz, H. and J. Eischeid, 2007, "Disappearing 'alpine tundra' Köppen climatic type in the western United States," *Geophysical Research Letters*, 34: L18707.

Dutkiewicz, A., H. Volk, S.C. George, J. Ridley, and R. Buick, 2006, "Biomarkers from Huronian oil-bearing fluid inclusions: an uncontaminated record of life before the Great Oxidation Event," *Geology*, 34: 437.

Gaston, K.J and J.I. Spicer, 2004, *Biodiversity: an introduction*, 2nd Edition. Blackwell.

Groom, M.J., G.K. Meffe and C.R. Carroll, 2006, *Principles of Conservation Biology* (3rd ed.).

Hietala-Koivu, R., 2002, "Landscape and modernizing agriculture: a case study of three areas in Finland in 1954-1998," Agriculture, *Ecosystems & Environment*, 91: 273-281.

Hooper, D.U., F.S. III Chapin, J.J. Ewel, A. Hector, P. Inchausti, S. Lavorel, J.H. Lawton, D.M. Lodge, M. Loreau, S. Naeem, B. Schmid, H. Setälä, A.J. Symstad, J. Vandermeer, and D.A. Wardle, 2005, "Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge," *Ecological Monographs*, 75: 3-35.

Koh, I., D. Lee, and S. Kim, 2010, "Effects of bibosoop plantation on wind speed, humidity, and evaporation in a traditional agricultural landscape of Korea: Field measurements and modeling," *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 135: 294-303.

Lacy, W.B., 1994, "Biodiversity, cultural diversity, and food equity," *Agriculture and Human Values*, 11: 3-9.

Maffi, L., 2005, "Linguistic, cultural, and biological diversity," *Annual Review of Anthropology*, 34: 599-617.

Malcolm, R. and A. Markham, 2000, *Global Warming And Terrestrial Biodiversity Decline*, World Wide Fund For Nature (WWF). Washington, DC.

Martin, E., L. Ratsimisetra, F. Laloë, S. Carrière, 2009, "Conservation value for birds of traditionally managed isolated trees in an agricultural landscape of Madagascar," *Biodiversity and Conservation*, 18: 2719-2742.

Mgumia, F.H. and G. Oba, 2003, "Potential role of sacred groves in biodiversity conservation in Tanzania," *Environmental Conservation*, 30: 259-265.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005, *Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis*, Washington (D.C.): World Resources Institute. 300 p.

Myers, N., R.A. Mittermeler, C.G. Mittermeler, G.A.B. Da Fonseca, and J. Kent, 2000, "Biodiversity hotspots for conservation priorities," *Nature*, 403: 853-858.

Palmer, M.A., E. Bernhardt, and E. Chornesky, 2004, "Ecology for a crowded planet," *Science*, 304: 1251-1252.

Primack, R. 2000. *A Primer of conservation Biology*, 2nd Ed. Sinauer Associates, Massachusettes.

Purvis, A and A. Hector, 2000, "Getting the measure of biodiversity," *Nature*, 405: 212-219.

Ratter, J.A., J.F. Ribeiro, and S. Bridgewater, 1997, "The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity," *Annals of Botany*, 80: 223-230.

Raven, J. A. and P. G. Falkowski, 1999, "Oceanic sinks for atmospheric CO2," *Plant Cell & Environment*, 22: 741-55.

Root, T., J.T. Price, K.R. Hall, S.H. Schneider, C. Rosenzweig, and J. A. Pounds, 2003, "Fingerprints of global warming on wild animals and plants," *Nature*, 421: 57-60.

Sala, O.E., 2001, "Price put on biodiversity," *Nature*, 412: 34-36.

Schellhorn, N.A. and D.A. Andow, 1999, "Cannibalism and interspecific predation: role of oviposition behavior," *Ecological Applications*, 9: 418-428.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2006, *Global Biodiversity Outlook 2*, Montreal, 81+vii pages.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2010, *Global Biodiversity Outlook 3*, Montreal, 94 pages.

Sivakumar, M., 2007, "Interactions between climate and desertification," *Agricultural and Forest Meteorology*, 142: 143-155

Spicer, J., 2009, *Biodiversity: An Introduction*, John Willey & Sons, USA, 208 pages.

Sutherland, W.J., 2003, "Parallel extinction risk and global distribution of languages and species," *Nature*, 423: 276-279.

Takahashi, T., S.C. Sutherland, C. Sweeney, A. Poisson, N. Metzl, B. Tilbrook, N. Bates, R. Wanninkhof, R. A. Feely, C. Sabine, J. Olafsson and Y. C. Nojiri, 2002, "Global sea-air CO2 flux based on climatological surface ocean pCO2, and seasonal biological and temperature effects," *Deep Sea Research II*, 49: 1601-1622.

Thuiller, W., 2007, "Climate change and the ecologist," *Nature*, 448: 550-552.

Tilman D., P.B. Reich, and Johannes M.H. Knops, 2006, "Biodiversity and ecosystem stability in a decade-long grassland experiment," *Nature*, 441: 629-632.

Tscharntke T., A.M. Klein, A. Kruess, I. Steffan-Dewenter, and C. Thies, 2005, "Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity-ecosystem service management," *Ecology Letters*, 8: 857-874.

Walther, G.R., E. Post, P. Convery, A. Menzel, C. Parmesan, T.J. Beebee, J. Fromentiz, O. Hoegh-Guldberg, and F. Bairlein, 2002, "Ecological responses to recent climate change," *Nature*, 416: 389-295.

Wang, X., Y. Yang, Z. Dong, and C. Zhang, 2009, "Responses of dune activity and desertification in China to global warming in the twenty-first century," *Global and Planetary Change*, 67:

167-185.

Wilcove, D.S., D. Rothstein, J. Dubow, A. Phillips, and E. Losos, 1998, “Quantifying Threats to Imperiled Species in the United States,” *BioScience*, 48: 607-615.

국민일보, 2010.10.20. “‘토종벌 대재앙’… 전염병으로 10마리 중 9마리 폐사”. (http://news2.kukinews.com/article/view.asp?page=1&gCode=kmi&arcid=0004238595&cp=nv)