

연구노트

우리나라 전국자연환경조사 현황과 발전방안

김창희 · 강종현 · 김명진

국립환경과학원 자연자원연구과
(2013년 10월 2일 접수, 2013년 10월 23일 승인)

Status and Development of National Ecosystem Survey in Korea

Chang-Hoe Kim · Jong-Hyun Kang · Myungjin Kim

Nature Conservation Research Division, National Institute of Environmental Research
(Manuscript received 2 October 2013; accepted 23 October 2013)

Abstract

The National Ecosystem Survey in Korea provides information to policy makers for preservation of natural environment and implementation of international agreement. The 1st and 2nd National Ecosystem Survey was carried out between 1986 and 1990, and between 1997 and 2005, respectively. The 3rd National Ecosystem Survey began in 2006 and ended in 2012. In 2013 the pilot survey for the 4th National Ecosystem Survey is ongoing. The 4th National Ecosystem Survey due to the revision of the Natural Environment Conservation Act which has been done every 10 years would change into every five years. It is planned to be conducted from 2014 to 2018. The survey method of the 4th National Ecosystem Survey has been modified to obtain more accurate data for many taxa. The survey for a nocturnal animals so far have not investigated plans to perform. In addition, monitoring by setting the grid will get quantitative data seasonally. The vegetation survey will be conducted with a mobile device contained files of aerial image maps including classified vegetation map.

National Ecosystem Survey will be improved as follows. First, each survey methods suitable for the purpose should be developed. Second, monitoring methods for obtaining quantitative data should be developed. Finally, the research using the data should be developed in the field of not only ecosystem and biological diversity but also habitat assessment.

Keywords : Natural Environment Conservation Act, Survey method, Ecosystem diversity, Monitoring, Habitat assessment

I. 서론

우리나라의 국가 자연생태계조사는 현재 다양한 법률에 의해 수행되고 있다. 각 법률의 제정 목적은 다르지만 이에 관련된 조사방법은 유사하다. 우리나라의 자연생태계조사는 대부분 국민을 위한 자연환경 조성, 국가의 자연환경정책 수립 및 국제협약에 대처하기 위한 기초자료를 수집하는 데에 목적을 두고 있다. 이 조사 자료들은 환경에 미칠 영향을 예측하고 분석하여 환경영향을 줄일 수 있는 방안에 대한 기초자료로 활용되고 있다(King *et al.*, 2012).

우리나라의 국가 자연생태계조사 중 전국자연환경조사는 제1차 자연생태계 전국조사를 시작으로 1977년에 제정된 환경보전법에 의해 1986년부터 시작되었으며, 제2차 전국자연환경조사(명칭 변경)는 1991년에 제정된 자연환경보전법에 의해 1997년부터 시작되었고, 제3차 전국자연환경조사도 동법에 의해 2006년부터 시작되었다(Kim, 2004; 국립환경과학원, 2012). 제1차 자연생태계 전국조사의 계기가 된 환경보전법은 대기오염, 수질오염, 토양오염, 소음, 진동 또는 악취 등으로 인한 보건위생의 위해를 막고 환경을 알맞게 보전함으로써 국민보건과 향상에 이바지하려고 만든 법률이었고 자연환경조사에 관한 내용은 없었다. 우리나라에서 자연환경조사에 관련된 법률은 1997년에 제정된 자연환경보전법이다. 일본과 독일에서는 우리나라보다 앞서 자연환경보전법을 지정하여 국가 자연생태계조사를 수행해오고 있다(Biodiversity Center of Japan, 2013; Federal Agency for Nature Conservation, 2013).

지금까지 자연환경조사에 관련된 연구는 한국의 자연생태계조사에 대한 일반적인 내용(Kim, 2004), 생물다양성 증진 및 문제점 개선을 위한 방법론(이상돈, 2003; 노백호와 정홍락, 2006), 생태자연도의 작성과 적용(Kim *et al.*, 2009) 등을 제시한 바 있다.

본 연구는 환경부에서 실시한 전국자연환경조사 등 다양한 국가 생태계조사 사업의 현황을 소개하고 사업의 실태를 파악하여 생태계조사사업에 대한 발전방안을 제시하고자 수행하였다.

II. 연구내용 및 방법

본 연구의 내용 및 추진방법은 첫 번째로 전국자연환경조사 사업의 현황을 알아보고자 제1-3차 전국자연환경조사에 대한 조사의 목적, 방법, 내용을 세분화하여 나타내었다. 두 번째로 전국자연환경조사 이외의 기타 자연생태계조사에 대한 자료를 조사하여 기술하였다. 세 번째로 제1-3차 전국자연환경조사의 내용을 비교·분석하였고, 전국자연환경조사의 결과를 활용한 자료를 분석하였다. 네 번째로 제3차와 제4차 전국자연환경조사와의 조사방법을 비교·분석하였다. 마지막으로 지금까지 조사를 수행한 조사체계 및 인력에 대한 흐름도를 작성하였다. 이러한 결과자료를 바탕으로 전국자연환경조사의 발전방안에 대해 강구하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 전국자연환경조사 사업의 현황

(1) 제1차 자연생태계 전국조사(1986-1990년)

1) 조사목적

제1차 자연생태계 전국조사는 전국의 육수역과 해수역을 대상으로 생물의 생육환경과 자연성의 변화상태를 파악하여 자연자원의 효율적 이용과 자연환경을 보전하기 위해 실시되었다(당시 환경보전법 제9조, 시행령 제 6조). 육수역에서는 각종 동물의 전반적인 서식 및 분포 상황을 파악하여 종 자체 및 서식환경의 보존을 추구하고, 해수역에서는 생물상 및 수질을 파악하여 생태계의 현황을 확인하기 위한 조사가 수행되었다. 그리고 육역에서는 녹지자연도를 작성하기 위해 식생조사가 수행되었다. 이 모든 조사는 전반적으로 자연생태계 보전 정책을 수립하기 위한 기초자료를 축적하는 것에 목적을 두고 있다(환경청, 1986).

2) 조사방법

제1차 자연생태계 전국조사는 1986년부터 1990년까지 행정단위별로 나누어 수행되었다. 생물상 조사에서 하천은 현지조사와 청문조사를 병행하였고, 육역은 주로 청문조사에 의해 수행되었다. 그리고 수질

Table 1. Survey contents in the 1st National Ecosystem Survey by year

Year	Contents
1986	- Survey on birds, freshwater fishes, aquatic insects, benthic animals, freshwater plants, plankton and water quality in 207 land areas with water (19 dams and 188 reservoirs) - Survey on birds, invertebrate animals, algae, plankton, red tides and water quality in 288 seawater areas (45 harbors and 243 fishing ports) in Seoul, Daejeon, Gwangju, Daegu, Busan cities and Jeju
1987	- Basic survey on natural map and modification in streams, coasts and lakes - Survey on vegetation, mammals, birds, reptiles, amphibians, aquatic insects, freshwater fishes, shellfishes, plant plankton, water quality, utilization and management in Namdae Stream valley, Yangyanggun - Survey on freshwater fishes, aquatic insects, shellfishes, freshwater plankton and water quality in 101 streams - Survey on reptiles and amphibians, in 39 gun (county) of 13 cities or do (province), except for islands
1988	- Survey on vegetation in Gyeongsangbukdo, Chungcheongnamdo and Seoul/Gyeonggido, and Degree of Green Naturality in Jeollabukdo and Gyeongsangnamdo
1989	- Survey on fungi of soil in Gyeonggido, Chungcheongnamdo, Gyeongsangbukdo, Gangwondo, Jeollanamdo and Jeju - Survey on reptiles, amphibians and insects in Gyeonggido, Gangwondo, Chungcheongbukdo and Chungcheongnamdo - Survey on vegetation in Gangwondo and Jeollanamdo - Survey on Degree of Green Naturality in Gangwondo and Jeollanamdo
1990	- Survey on fungi of soil in Chungcheongbukdo, Jeollabukdo and Gyeongsangbukdo - Survey on mammals, reptiles, amphibians and insects in Jeollanamdo, Jeollabukdo, Gyeongsangbukdo, Gyeongsangnamdo and Jeju - Survey on vegetation in Chungcheongbukdo, Jeollabukdo and Gyeongsangbukdo - Survey on Degree of Green Naturality in Seoul/Gyeonggido, Chungcheongnamdo and Gyeongsangbukdo

조사는 현지조사에 의해 실시되었다.

3) 조사내용

제1차 자연생태계 전국조사의 조사지역 및 내용은 연도별로 달랐다(Table 1). 생물상 조사는 주로 1986-1987년에 수행되었고, 식생조사는 주로 1988-1990년에 수행되었다. 그리고 1989-1990년에는 토양의 균류조사가 수행되었다(환경정, 1986).

(2) 제2차 전국자연환경조사(1997-2005년)

1) 조사목적

제2차 전국자연환경조사는 자연환경에 대한 기초 현황자료를 확보하여 체계적인 자연환경보전대책을 추진하고, 유전자원 주권시대를 대비한 국가의 생물 자원의 효율적인 관리체계를 구축하며, 조사결과를 토대로 “생태·자연도”를 작성하여 각종 개발계획 수립 시 자연환경 훼손을 사전에 예방하는데 목적을 두고 있다(자연환경보전법 제32조).

2) 조사방법

제2차 전국자연환경조사는 1997년부터 2005년까지 육역을 생태권역(1:25,000지형도)으로 나누어 지형·경관, 식생, 동·식물상의 분포조사가 수행되었

다. 해역에서는 1997년부터 2002년까지 해안선 지역의 지형·경관, 동·식물의 분포조사가 수행되었으나, 2003년부터는 해안에 관련된 법이 해양수산부로 이관되면서 조사가 수행되지 않았다. 전국무인도서 자연환경조사는 1998년부터 2002년까지와 2004년에 수행되었다.

육역은 생태권역별(산 중심)로 크게 11개 대권역으로 구분하고(Figure 1), 대권역을 206개(우선 99, 일



Figure 1. Eleven large regions in Korea.



Figure 2. Two hundred and six small regions divided by large ones.



Figure 3. Six evaluation unit area divided by a small region.

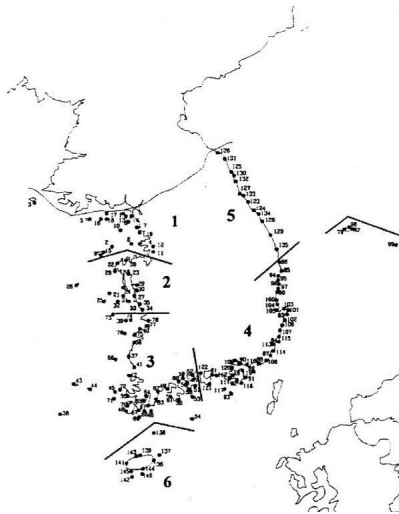


Figure 4. Six large regions and 145 survey points in coastal areas.

반 107) 소권역으로 나누고(Figure 2), 소권역을 다시 4-7개의 평가단위로 나누어 조사를 수행하였다(Figure 3). 육역의 우선지역은 평가단위를 전부 조사하고 일반지역은 1개의 평가단위만 조사하였다. 해역의 해안선지역은 전국 해안선을 크게 6개 권역으로 구분하고, 이 권역 내에 145개(우선 95, 일반 50개) 지점을 선정하여 조사를 수행하였다(Figure 4). 해안선의 우선지역은 4개 분야를 조사하고 일반지역은 3개 분야를 조사하였다(아래의 조사내용 참조). 무인도서는 행정구역별로 크게 41개 권역으로 나누고, 이 권역 내의 648개 무인도서에 대해서 조사를 수행하였다(환경부, 1997; 국립환경과학원, 2006b).

3) 조사내용

제2차 전국자연환경조사의 육역 조사분야는 지형·경관, 식생, 식물상, 포유류, 조류, 양서·파충류, 어류, 육상곤충, 저서무척추동물이었다. 해역 우선지역의 조사분야는 지형·경관, 해조류, 염생식물, 해안무척추동물(바다거미류, 만각류, 등각류, 완족동물, 십각류, 쿠마류, 바다대벌레류, 단각류, 태형동물, 성구동물, 극피동물, 환형동물, 연체동물, 해면동물, 자포동물, 피낭동물)이었고, 일반지역의 조사분야는 지형·경관, 해조류, 해안무척추동물이었다.

무인도서의 조사분야는 지형·경관, 식생, 식물상, 육상동물, 해양무척추동물, 해조류이었다. 이러한 무인도서 자연환경조사는 지형, 지질, 경관 또는 식생이 우수하거나 희귀 동·식물이 서식하고, 생물다양성이 높은 무인도서를 특정도서로 지정하여 보전·관리하는데 목적을 두고 있다(독도등도서지역의 생태계보전에관한특별법 제6조). 이외에도 1999년부터 겨울철 조류 동시센서스가 추가되었으며(환경부, 1999), 2003년부터 전국해안사구 정밀조사가 추가되었고(자연환경보전법 제32조), 2004년에는 하구역 생태계 정밀조사가 추가되었다(습지보전법 제2조 2항 및 제4조 2항). 겨울철 조류 동시센서스는 환경부 국립환경과학원에서 1999년부터 월동기간 중 일정한 날을 정하여 전국 주요 겨울철새 서식지에서 겨울철새의 종류와 규모 및 서식지 환경 등을 조사하였으며, 2008년부터는 업무가 국립생물자원관으로 이

관되어 조사가 수행되고 있다(국립생물자원관, 2008). 전국해안사구 정밀조사는 2001년 환경부 사구용역(우리나라 해안사구 실태파악과 보전·관리 방안에 관한 연구)의 후속 조치로서, 해안사구 보전·관리지침(환경부, 2002)에 따라 생태적 가치가 높은 해안사구를 선정하여 조사지역의 특성에 맞는 정밀조사를 실시하였다(국립환경연구원, 2003). 하구역 생태계 정밀조사는 담수와 염수가 만나 형성되는 생태적 접이지대로서 지구상에서 가장 높은 생산성을 가지는 하나의 독립된 생태계로 인식하여 생물다양성이 높고 생태적 기능이 우수한 전국 하구역의 생태계에 대하여 조사를 실시하였다(국립환경연구원, 2004).

(3) 제3차 전국자연환경조사(2006-2012년)

1) 조사목적

제3차 전국자연환경조사는 현지조사를 통하여 한국의 생물다양성 현황과 변화를 파악하고, 그 결과를 토대로 체계적인 자연환경보전대책을 확립하며, 생태·자연도를 갱신하여 국토의 보전과 개발계획 수립 시 지침으로 활용함으로써 자연환경보전에 기여하기 위한 것을 목적으로 하고 있다. 생태·자연도는 자연환경보전법 제34조(생태·자연도의 작성·활용)에 근거하여 작성되고 있다.

2) 조사방법

제3차 전국자연환경조사는 2006년부터 2012년까지 전국 1:25,000지형도의 824개 도엽에 대하여 지형·경관, 식생, 동·식물상의 분포조사가 수행되었다. 조사방법은 1개 도엽 내의 9개 격자(2'30"×2'30", 약 17.3km²) 조사단위로 나누어 조사를 수행하였다(Figure 5 and 6). 단, 식생분야는 제2차 전국자연환경조사와 동일하게 산 중심으로 나누어진 평가단위(4-7개)의 각각이 조사단위가 된다(see Figure 2). 육상지역의 분야별 조사방법은 제2차 전국자연환경조사와 큰 차이가 없다.

3) 조사내용

제3차 전국자연환경조사의 육상지역 조사분야는 지형·경관, 식생, 식물상, 포유류, 조류, 양서·파충류, 어류, 육상곤충, 저서성무척추동물로 제2차 전

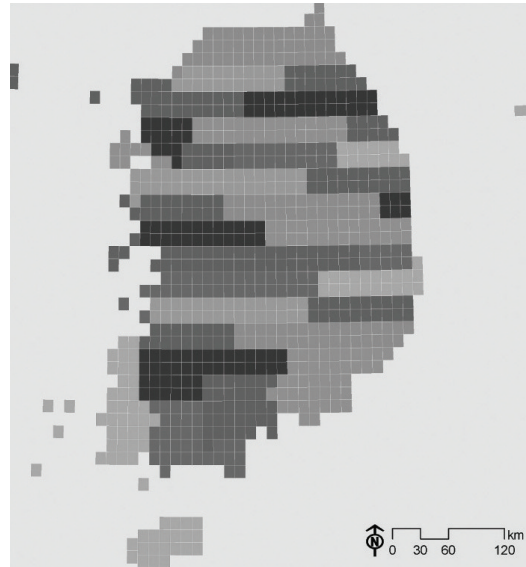


Figure 5. 1 :25,000 topographic maps of Korea.

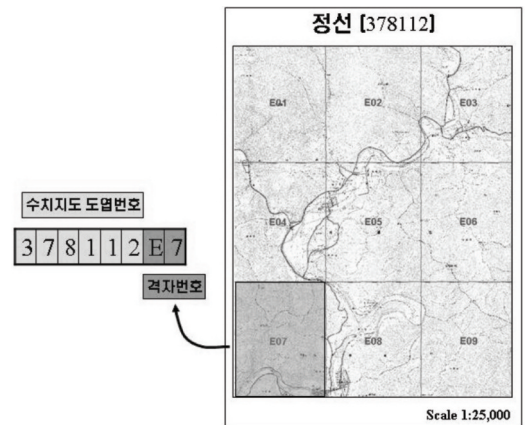


Figure 6. 1:25,000 topographic maps of the grid (survey unit).

국자연환경조사와 동일하지만 해안지역의 조사는 수행되지 않았다.

전국자연환경조사 이외의 사업은 제2차 전국자연환경조사 시기에 수행되었던 전국해안사구 정밀조사(2003년부터)와 하구역 생태계 정밀조사(2004년부터)가 계속되었으며, 일시적으로 중단(2003년과 2005년)되었던 전국무인도서 자연환경조사가 2006년부터 다시 시작되었다. 그리고 2006년에는 습지보호지역 정밀조사(2008년부터 국립습지센터에서 수행), 특정도서 정밀조사, 백두대간보호지역 생태계조사가 추가되었고, 2008년에는 생태계우수지역 발굴

조사(생태·경관 우수지역 발굴조사로 명칭 변경), DMZ(demilitarized zone) 및 민통선 생태계조사가 추가되었으며, 2012년에는 국가 개발예정지 생태계 조사가 추가되었다. 지금까지 서술한 조사는 모두 생태계조사단이 참여하여 외부조사원과 함께 현지조사를 수행해 왔다. 이외에도 산림청에서 국립환경과학원으로 철새이동경로 및 도래서식조사(2000년 이관)와 야생동물실태조사(2001년 이관) 업무가 이관되었다. 철새이동경로 및 도래서식조사(2006년부터 2007년까지 철새이동경로 및 이동성 조류 보호관리 방안 연구, 2008년부터 철새이동경로 및 도래실태연구로 명칭 변경)와 야생동물실태조사(2006년부터 야생동물 개체군의 생태학적 특성 연구로 명칭 변경) 업무는 2006년까지 국립환경과학원에서 수행하였으며, 2007년부터는 국립생물자원관으로 이관되어 조사가 수행되고 있다(국립환경과학원, 2006a; 국립생물자원관, 2007a; 2007b; 2012). 그리고 외래 동·식물조사, 조류인플루엔자조사가 있으며, 국립환경과학원에서 주관하여 외부기관에서 10년간(2004-2013년) 수행되고 있는 국가장기생태연구사업 등이 있다.

전국해안사구 정밀조사, 하구역 생태계 정밀조사, 습지보호지역 정밀조사 등 비교적 조사면적이 확실히 구분된 지역의 조사는 모니터링 조사로 정량적인 자료를 획득하고 있다. 모니터링 조사는 종 및 서식지에 대한 변화요인을 찾는 것이 목적이기 때문에 각

서식지 유형에 서식하는 종과 그 환경(번식지, 월동지, 먹이, 기후, 훼손 등)과의 관계도 규명해야 한다(서재화 등, 2009; 2010; 2011). 이러한 정량적인 자료는 21세기의 중요한 환경 현안인 온난화, 홍수, 병해충 증가에 따른 생태계 변화를 규명하는 자료로 활용될 수 있다(Gamez *et al.*, 2008). 그리고 우리나라에서 지속적으로 수행되어온 겨울철 조류 동시센서스, 야생동물실태조사 등의 단일 또는 2개의 분류군 조사도 모니터링조사로 정량적인 자료를 얻기 위한 방법 중 하나이다.

2. 전국자연환경조사의 내용 비교·분석

(1) 제1, 2, 3차 전국자연환경조사 내용 비교

육역에서 제1차 자연생태계 전국조사의 조사항목은 동·식물조사 이외에도 하천 주변의 토지이용, 하천공작물의 설치개보수, 취수시설의 유무, 하천의 이용 상황, 하천환경의 불쾌요인 등 하천에 관련된 조사항목이 많이 포함되어 있다. 그리고 해역에서도 동·식물조사 이외에도 해안의 자연 및 이용현황, 해안육역의 토지이용상황, 해안의 시설물현황, 간석지의 분포, 양식장의 분포, 해안역의 오염상황 등 해안에 관련된 조사항목이 많이 포함되어 있다(Table 2). 제2, 3차 전국자연환경조사의 조사항목의 경우 육역에서는 동일했으며, 해역에서는 일부기간 동안(1997-2002년; 해안에 관련된 법이 해양수산부로

Table 2. Comparison of survey contents among the 1st, 2nd and 3rd National Ecosystem Surveys

Type	Contents	National Ecosystem Surveys							
		1st					2nd		3rd
		1986	1987	1988	1989	1990	1997-2002	2003-2005	2006-2013
Land area	Water quality	○	○	-	-	-	-	-	-
	Land plants	-	-	-	-	-	○	○	○
	Freshwater plants	○	○	-	-	-	-	-	-
	Vegetation	-	-	○	○	○	○	○	○
	Degree of Green Naturality	-	-	○	○	○	-	-	-
	Aquatic insects (Benthic invertebrates)	○	-	-	-	-	○	○	○
	Freshwater fishes	○	○	-	-	-	○	○	○
	Shellfishes	○	-	-	-	-	-	-	-
	Freshwater plankton	○	○	-	-	-	-	-	-
	Freshwater benthic animals	○	-	-	-	-	-	-	-

Table 2. Continued

Type	Contents	National Ecosystem Surveys							
		1st					2nd		3rd
		1986	1987	1988	1989	1990	1997-2002	2003-2005	2006-2013
Land area	Aquatic insects	-	○	-	-	-	-	-	-
	Freshwater shellfishes	-	○	-	-	-	-	-	-
	Birds	○	○	-	-	-	○	○	○
	Mammals	-	○	-	○	○	○	○	○
	Amphibians and reptiles	-	○	-	○	○	○	○	○
	Insects	-	○	-	○	○	○	○	○
	Soil	-	-	○	○	○	-	-	-
	Detailed survey on habitats of specific wildlife	-	-	-	○	-	-	-	-
	Geological topography and landscape	-	-	-	-	-	○	○	○
	Designation of conservation areas	○	-	-	-	-	-	-	-
	Reformation of waterline	○	-	-	-	-	-	-	-
	Land utilization in down stream	○	-	-	-	-	-	-	-
	Land utilization in upper stream	○	-	-	-	-	-	-	-
	Installation remodeling of river facilities	○	-	-	-	-	-	-	-
	Presence or absence of water intake facilities	○	-	-	-	-	-	-	-
	River utilization	○	-	-	-	-	-	-	-
	River environment factors unpleasant	○	-	-	-	-	-	-	-
Seawater area	Designation of conservation areas	○	-	-	-	-	-	-	-
	Natural environment of coast	○	-	-	-	-	-	-	-
	Coastal utilization	○	-	-	-	-	-	-	-
	Coastal land utilization	○	-	-	-	-	-	-	-
	Coastal facilities	○	-	-	-	-	-	-	-
	Landscape and geology	○	-	-	-	-	○	-	-
	Landfill and reclamation	○	-	-	-	-	-	-	-
	Distribution of tidelands	○	-	-	-	-	-	-	-
	Distribution of farms	○	-	-	-	-	-	-	-
	Sponge	○	-	-	-	-	○	-	-
	Flat-worm	○	-	-	-	-	-	-	-
	Mollusks	○	-	-	-	-	○	-	-
	Annelid	○	-	-	-	-	○	-	-
	Arthropod	○	-	-	-	-	○	-	-
	Echinoderm	○	-	-	-	-	○	-	-
	Cnidarian	-	-	-	-	-	○	-	-
	Bryozoans	-	-	-	-	-	○	-	-
	Sipunculida	-	-	-	-	-	○	-	-
	Salt plants	-	-	-	-	-	○	-	-
	Phytoplankton	○	-	-	-	-	-	-	-
	Zooplankton	○	-	-	-	-	-	-	-
	Seaweeds	○	-	-	-	-	○	-	-
	Red tide	○	-	-	-	-	-	-	-
	Pollution of coastal area	○	-	-	-	-	-	-	-

이관되기 전)에 해안에 관련된 동·식물조사가 수행되고 그 이후에는 육역에 관련된 조사항목만 수행되었다(Table 2). 따라서 현재 수행되고 있지 않는 거미류, 균류, 토양생물 등에 대한 분류군과 제2차 전국자연환경조사에서 수행되었던 해안선조사에 대해서도 검토될 필요가 있다.

(2) 조사결과 활용

1) 녹지자연도 및 생태·자연도 작성

제1차 자연생태계 전국조사의 자료를 통해서 최초의 녹지자연도 지도가 제작되었으며, 여기서 제작된 녹지자연도는 조사단위를 $1 \times 1 \text{ km}^2$ 의 격자를 기준으로 표시되어 있다. 이러한 녹지자연도는 인간에 의한 인위적 개변상황을 파악하기 위하여 식물군락의 종조성을 기반으로 녹지성과 자연성을 고려하여 육지지역을 10개 등급으로 나누어서 표시하는 지표이다. 녹지자연도의 분류기준에 의하여 고산초원, 원시림 및 자연식생에 가까운 장령림(수령 20~50년 이상)지역은 8등급 이상의 녹지자연도 등급을 부여함으로써, 무분별한 개발을 억제할 수 있는 행정적 근거를 마련하였다. 4~7등급은 완충지역으로 잔디, 갈대조림 등의 초원조림지, 유령림(일반적으로 2차림의 군락인 서어나무, 상수리나무, 졸참나무 군락으로 약 20년까지의 식생)이 대표적이다. 1~3등급은 개발지역으로 시가지, 농경지 등이 있다(환경부, 2004).

제2, 3차 전국자연환경조사의 자료를 통해서 작성된 생태·자연도는 산업화와 국토개발 과정에서 훼손된 자연환경을 복원하고 앞으로의 각종 개발 압력을 효율적으로 대처함과 동시에 자연환경을 적극적으로 보전·관리하기 위해 제정되었다(자연환경보전법 제2조 제14호, 제34조). 자연환경보전법에서 생태·자연도는 전국의 산, 하천, 내륙습지, 호소, 농지, 도시 등에 대하여 자연환경을 생태적 가치, 자연성, 경관적 가치 등에 따라 등급화하여 자연생태계를 체계적으로 이해하는데 필요한 정보를 종합적으로 정리한 지도를 말한다. 자연생태계의 등급은 대상지의 생태적 가치에 따라 생태적으로 보호가치가 높은 1등급 지역, 완충지역 및 보호가치가 있는 2등급 지역, 이용 가능한 3등급 지역, 국립공원, 문화재보호

구역 등 별도관리지역으로 구분하여 전 국토의 생태적 가치를 평가하고 등급화하였다.

2) 보호지역 지정

생태·경관보전지역은 생물다양성이 풍부하여 생태적으로 중요하거나 자연경관이 수려하여 특별히 보전할 가치가 큰 지역으로 환경부장관(또는 해양수산부장관)이나 시·도지사가 지정한다(습지보전법 제8조). 생태·경관보전지역은 모두 36개소로 환경부가 9개소(지리산, 섬진강 수달서식지, 고산봉 붉은 박쥐서식지, 동강유역, 왕피천유역, 소항사구, 하시동·안인사구, 운문산, 거금도 적대봉), 해양수산부가 4개소(신두리사구 해역, 문섬 등 주변해역, 오륙도 및 주변해역, 대이작도 주변해역), 시·도가 23개소(한강 밤섬, 둔촌동 자연습지, 방이동습지, 탄천, 진관내동습지, 암사동습지, 고덕동 한강고수부지, 청계산 윌터골, 현인릉 오리나무, 남산, 불암산 삼유대, 창덕궁 후원, 봉산 팔배나무림, 인왕산 자연경관, 관악산, 백사실 계곡, 태화강, 대덕산·금대봉, 소한계곡, 광양 백운산, 조종천상류(명지산·청계산), 거제시 고란초서식지)를 지정하였다(환경부, 2013).

습지보호지역은 자연 상태가 원시성을 유지하고 있거나 생물다양성이 풍부한 지역, 희귀하거나 멸종위기에 처한 야생생물이 서식·도래하는 지역, 특이한 경관적·지형적 또는 지질학적 가치를 지닌 지역을 환경부장관(또는 해양수산부장관)이나 시·도지사가 지정한다. 습지보호지역은 모두 32개소로 환경부가 18개소(낙동강 하구, 대암산용늪, 우포늪, 무제치늪, 물영아리오름, 화엄늪, 두웅습지, 신불산 고산습지, 담양 하천습지, 신안 장도 산지습지, 한강하구습지, 제약산 사자평 고산습지, 제주 1100고지, 제주 물장오리오름, 제주동백 동산습지, 고창 운곡습지, 상주 공검지습지, 한반도습지), 해양수산부가 11개소(무안갯벌, 진도갯벌, 순천만갯벌, 보성 벌교갯벌, 웅진 장봉도갯벌, 부안 줄포만갯벌, 고창갯벌, 서천갯벌, 증도갯벌, 봉암갯벌, 시흥갯벌) 그리고 시·도가 3개소(대구 달성하천습지, 대청호 추동습지, 송도갯벌)를 지정하였다(환경부, 2013).

그리고 대암산용늪, 우포늪, 신안 장도습지, 순천

만·보성만갯벌, 물영아리오름, 두웅습지, 무제치늪, 무안갯벌, 오대산국립공원 습지, 강화 매화마을 군락지, 물장오리오름, 제주 1100고지습지, 서천갯벌, 고창·부안갯벌, 동백동산습지, 운곡습지, 증도갯벌, 한강밤섬의 18개 지역이 람사르습지로 지정되어 있다. 람사르습지는 독특한 생물지리학적 특징을 가진 곳이나 희귀야생생물의 서식지 또는 물새 서식지로서의 중요성을 가진 습지로서 습지보호를 위한 국제협약에 따라 지정된 습지를 말하며, 람사르습지로 등록되면 습지보호를 위한 국제협약인 람사르협약에 의해 보호를 받는다(환경부, 2013).

3) 자료의 연구 활용

제2, 3차 전국자연환경조사를 통하여 수집된 전국 단위의 생물종에 대한 출현 자료를 토대로 가장 적합한 종분포모형을 개발하여 서식지 보전대책, 보호지역 관리계획, 기후변화 분석 및 여러 가지 환경정책 자료로 활용하고자 수행된 연구들이 있다. 그 중 종분포모델링 연구는 식물상, 조류, 포유류의 일부 분류군을 대상으로 전국의 생물다양성이 높은 우수지역을 분석하였다(김지연 등, 2010; 2011). 생물다양성 우수지역이란 어느 특정한 범위 내에서 생물다양성 및 지역적 특성이 가장 높은 지역 또는 위협요인이 가장 크게 작용하고 있는 지역과 이 모든 특징이 함께 나타나고 있는 지역이라고 정의하고 있다(Myers, 1988; Mittermeier *et al.*, 1998; Ried, 1998; Brooks *et al.*, 2002). 이에 생물다양성이 높을 것으로 판단되어지나 그 위협요인이 높은 지역에 대해서 토지 이용형태에 따른 조류의 종 및 개체수 변동을 파악하여 생물다양성 우수지역을 분석하고 이를 통해 종다양성 및 종풍부도가 높은 지역을 도출함으로써 그 지역을 보전 및 관리하기 위한 기초 자료로 활용될 수 있다. 또한, 조사대상지역을 같은 크기의 격자로 나누어 그 격자 중에 종다양도가 높은 지역을 조류 서식에 중요한 지역으로 설정하는 방법인 격자분석방법에도 전국자연환경조사 자료를 활용하여 분석한 바 있다(강종현 등, 2012). 하지만, 격자 분석은 하나로 연결된 서식지가 여러 개의 격자로 나누어지게 되고, 그 격자지역 안에 서식지가 또 다른

여러 개의 파편으로 단편화되어 나타나게 되기 때문에 조류 분포에 영향을 주는 서식지가 어느 것인지 판단하기 어렵다(Prengergast *et al.*, 1993; Curnutt *et al.*, 1994; Williams and Humphries, 1994). 따라서 대상지역을 서식지유형별로 구분하고 그 서식지별로 분포하는 조류에 대한 자료 분석이 선행되어야 할 것으로 판단된다(조항수 등, 2011). 이외에도 멸종위기야생조류의 국내 분포현황에 대한 연구(김창희 등, 2010), 백로번식지의 국내 현황(이윤경 등, 2012b) 및 번식기동안 백로과 조류의 종별 취식지 이용에 대한 연구(이윤경 등, 2012a) 등이 전국자연환경조사 자료를 활용하여 수행된 바 있다.

(3) 제3, 4차 전국자연환경조사 내용 비교

제4차 전국자연환경조사는 자연환경보전법 제30조의 개정(2013.3.22)으로 인해 10년 주기로 수행되었던 제3차 전국자연환경조사와 달리 5년 주기로 2014년부터 2018년에 걸쳐 수행될 계획이다. 2013년 현재 제3차 전국자연환경조사의 보완조사 및 제4차 전국자연환경조사를 위한 예비조사가 진행 중에 있다. 제4차 전국자연환경조사는 식생을 제외한 동·식물 분야가 도엽단위로 조사를 수행되었던 제3차 전국자연환경조사와 달리, 동·식물 분야 중 저서성대형무척추동물과 어류분야는 수계별 자료 축적의 미흡한 부분을 보충하기 위해 유역단위로 조사를 변경하였다(국립환경과학원, 2012). 그리고 곤충분야는 식생분야와 연계한 산림 위주의 조사를 위해 소권역의 평가단위로 조사범위가 바뀌었다. 일부 분류군은 더 정확하고 많은 자료 확보를 위해 식생의 경우는 항공영상을 이용하여 식생 면분류한 지도가 들어 있는 모바일 기기를 이용해 조사를 수행할 계획이다. 식물상은 현재까지 도엽을 대표하는 산지에 대해서만 조사를 수행하였지만, 수변지역을 대상지역으로 추가할 계획을 가지고 있다. 양서·파충류, 조류, 포유류 분야는 야간조사(박쥐류 추가)를 포함시켜 지금까지 많이 누락되었던 야행성 동물에 대한 조사를 수행할 계획이며, 또한 모니터링 격자를 설정하여 계절별 정량조사자료를 확보하는 내용도 포함하고 있다(Table 3; 국립환경과학원, 2012).

Table 3. Comparison of survey methods among the 3rd and 4th National Ecosystem Survey

Taxonomy	3rd National Ecosystem Survey (2006-2012)	4th National Ecosystem Survey (2014-2017)
Plants	- Representative mountain	- Representative mountain of map sheet and watershed
Vegetation	- Map of forest types	- Digital aerial photo image
Benthic invertebrates	- Map sheet- Survey of stream or river - Qualitative collection (handnet) - Once-research (Spring or Fall)	- Standard basin- Habitat types (main stream, valley, branch, lentic zone) - Qualitative and Quantitative collection (quantitative sampling) - Twice-research (Spring, Summer or Fall)
Insects	- Grid on map sheet	- Forest ecosystem unit (evaluation unit)
Freshwater fishes	- Map sheet- One-site on a grid - No survey on nocturnal fishes	- Standard basin - Multi-site - Survey to nocturnal fishes
Amphibians and reptiles	- March to September- Seasonal twice	- February to September - General: once - Monitoring: thrice - Amphibian: once
Birds/mammals	- Map sheet → grid - No survey on bat species	- Map sheet → grid → habitat unit - Survey to bat species
Geological topography and landscape	- Point, line, polygon	- Polygon: excellent landform

* 2013: The complementary survey of 3rd National Ecosystem Survey and pilot survey for the 4th National Ecosystem Survey

(4) 외국 사례

일본의 자연환경조사는 생태계 다양성, 종 다양성, 유전적 다양성, 모니터링 4개의 조사로 구분한다. 생태계 다양성조사는 식생, 특정식물군락, 큰 나무숲, 간석지, 조장(藻場; seaweed beds), 산호초군락, 해안, 습지에 대해 수행되고 있다. 종 다양성조사는 동·식물 분포와 환경지표종 조사, 유전적 다양성 조사는 동·식물의 지리적 분포패턴 조사, 모니터링 조사는 생태계 감시가 필요한 지역을 선정하여 조사를 수행하고 있다(Biodiversity Center of Japan, 2013). 독일의 자연환경조사는 전국에서 다수(1,000개)의 조사격자(1km×1km)를 선정하고, 그 지역에 대하여 인위적인 교란정도, 다양성, 위험성으로 경관 및 비오톱의 질을 평가하고 이를 지도화한다. 그리고 생물종의 출현유무 및 빈도조사를 하여 서식지의 질과 다양성을 정량적으로 평가한다(Federal Agency for Nature Conservation, 2013). 우리나라의 국가 자연생태계조사도 일본, 독일 등의 조사방법, 내용, 결과 활용들을 꾸준히 검토하여 발전시켜 나가야 할 것이다. 노백호와 정홍락(2006)도 전국자연환경조사가 생물종 중심의 조사에서 벗어나 서식지, 생태계

및 생태권역에 대한 조사로 유도하는 것이 바람직하다고 하였다.

3. 조사체계 및 인력

(1) 조사체계

제1차 자연생태계 전국조사는 환경청 환경정책국에서 수행되었고(환경청, 1986), 조사단장은 환경정책국장이 맡았으며, 조사반장은 환경생태과장이 담당하였다. 조사반장은 외부의 분야별 전문가를 섭외하고 이들로 구성된 검토회와 분야별책임자회를 주재하며 조사를 수행하였다. 초기의 야외조사는 대부분 외부 전문가(조사위원, 조사보조원)에 의해 수행되었고, 내부의 행정지원반과 조사단실은 외부 조사단이 조사를 원활하게 수행할 수 있도록 협조하고 자료 정리하는 업무를 담당하였다. 내부 조사단이 조사에 참여하게 된 것은 제1차 자연생태계 전국조사의 중반 이후이다.

제2차 전국자연환경조사는 환경부(1990년 개칭) 자연보전국 자연생태과에서 수행하다가 2001년 9월 환경부(환경부장관 생물다양성 운영규정; 예규 2001. 9)는 국립환경연구원 생물다양성연구센터에

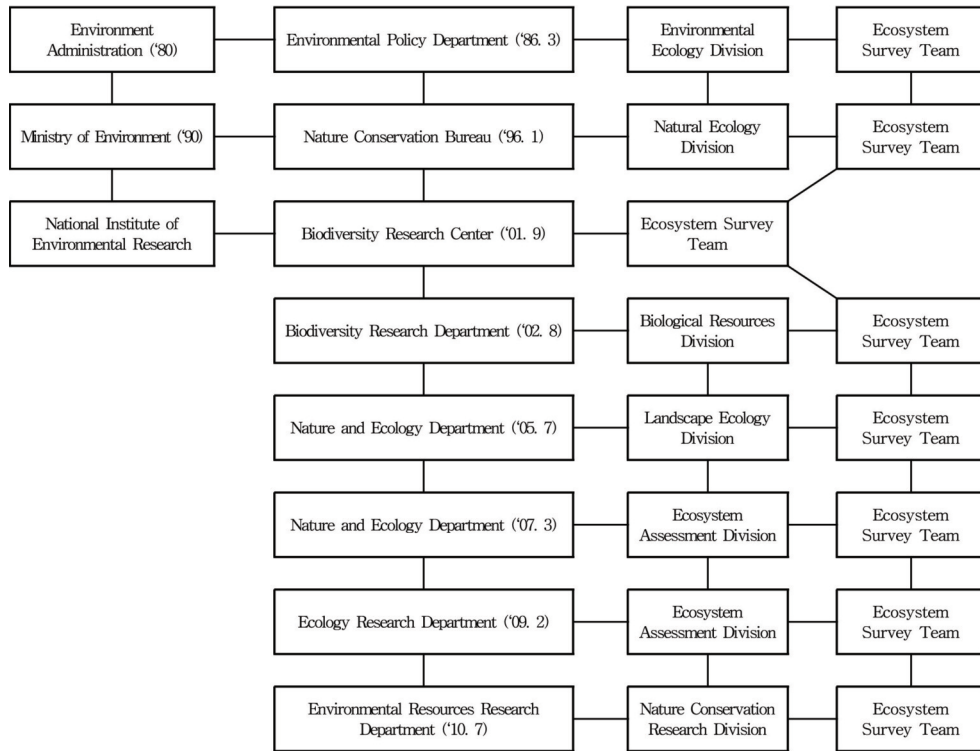


Figure 7. Organization of ecosystem survey team.

생태계조사단을 신설하여 국가 생태계조사에 관한 모든 업무를 독자적으로 수행하도록 개편하였다(생태계조사단이 과와 동등하게 업무 수행). 그러나 1년 후 국립환경연구원의 조직이 개편되면서 생태계조사단이 독자적으로 추진하던 자연환경조사 업무가 생물자원과로 이관되고 생태계조사단은 다시 과(科) 아래의 조직으로 개편되었다. 그 이후 생태계조사단은 경관생태과, 생태평가과, 자연자원연구과 아래의 조직에서 업무를 수행하고 있다(Figure 7). 전국자연환경조사는 담당과장과 담당연구관의 책임 하에 수행되지만, 전체적인 조사계획 수립, 외부조사자 섭외 및 여비수당에 대한 영수증 취합, 보고서 검토 등의 업무는 생태계조사단에서 담당하고 있으며, 현지조사는 외부조사원과 함께 수행하고 있다.

(2) 조사인력

생태계조사단은 1986년 제1차 자연생태계 전국조사를 수행하기 위하여 환경청 환경정책국에서 채용한 자연환경의 전문가 그룹이며 인원은 5인 이하이

었다. 1996년 제2차 전국자연환경조사에는 생태계조사단 인원을 증원하여 지형·경관, 식생, 식물, 저서무척추동물, 육상곤충, 어류, 양서·파충류, 조류, 포유류와 일부 해안생물 분류군을 조사할 수 있는 전문가가 확보되었다. 2013년 현재 생태계조사단의 인원은 지형, 식생, 식물상, 저서성대형무척추동물, 곤충, 어류, 양서·파충류, 조류, 포유류의 9개 분류군과 GIS 팀을 포함하여 28명이며, 국가 대부분의 생태계조사 업무를 수행하고 있다.

IV. 결론

한국에서 전국자연환경조사는 자연환경 보전 및 국제협약을 이행하기 위한 정보를 제공하는데 목적을 두고 있다. 이러한 전국자연환경조사는 생태계 서비스와 삶의 질 개선에 이바지하기 위해 꾸준히 발전되어야 하며, 그것을 위한 4가지 방안에 대해 아래와 같이 제시하였다.

첫째, 중 조사 외에 생태계 다양성, 서식지 평가 등

에 기여할 수 있는 모니터링 방법이 개발되어야 한다. 또한, 녹지자연도, 생태·자연도 등과 같은 자료 이용 방안에 대해서도 개발 및 개선되어야 한다.

둘째, 비교적 조사면적이 확실히 구분된 지역의 조사는 간헐적인 조사보다는 모니터링 조사로 변경하여 시계열적 자료를 획득하여 활용되어야 한다. 모니터링조사는 시간과 노력이 많이 필요로 하기 때문에 조사 대상지역을 핵심지역과 일반지역으로 구분하여 조사방법을 달리할 수도 있으며, 각 지역의 특성에 맞는 별도의 조사지침을 작성하여 정량적인 자료를 얻는 것도 필요하다. 또한, 생태계 서비스에 기초한 알맞은 모니터링은 어떠한 결정을 내리는데 필요한 정보를 전달하고 개발하는데 가장 좋은 방법을 제공할 수 있다(Chapman, 2012). 이러한 생태계 서비스는 생태계의 유지 및 복원에 대한 생물다양성에 초점을 두고 정책적으로 활용될 수 있다(Geijzenroffer and Roche, 2013).

셋째, 생태계 보전과 복원에 조사 자료가 활용될 수 있도록 각 분류군의 종 또는 그룹단위에 대한 생태계 및 유전자 다양성 정보, 서식지 평가 등에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

넷째, 남북통일을 대비한 자연환경조사 방안을 준비해야 하며, 국제적 네트워크 활동을 통해 우리나라의 입지를 넓히고 우리의 개발된 노하우를 전하는 계기가 마련되어야 할 것이다.

사 사

본 연구는 환경부 국립환경과학원 “제3차 전국자연환경조사”의 일환으로 수행되었습니다. 아울러 본 연구에 도움을 주신 국립환경과학원 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

강종현, 조항수, 이윤경, 김동원, 김창희, 김명진, 배양섭, 2012, 영종도 북부지역의 조류 종다양도를 이용한 격자별 공간 분석, 한국환경영향평가학회지, 21(5), 649-664.

국립생물자원관, 2007a, 야생동물 개체군의 생태학적 특성연구, 환경부 국립생물자원관.

국립생물자원관, 2007b, 철새이동경로 및 이동성조류 보호관리방안 연구, 환경부 국립생물자원관.

국립생물자원관, 2008, 2008년도 겨울철 조류 동시 센서스, 환경부 국립생물자원관.

국립생물자원관, 2012, 철새이동경로 및 도래실태 연구, 환경부 국립생물자원관.

국립환경과학원, 2006a, 철새이동경로 및 이동성조류 보호관리방안 연구, 환경부 국립환경과학원.

국립환경과학원, 2006b, 제3차 전국자연환경조사지침, 환경부 국립환경과학원.

국립환경과학원, 2012, 제4차 전국자연환경조사지침, 환경부 국립환경과학원.

국립환경연구원, 2003, 2003년도 전국해안사구정밀조사 계획서, 환경부 국립환경연구원.

국립환경연구원, 2004, 2004년도 하구역생태계정밀조사 계획서, 환경부 국립환경연구원.

김지연, 류지은, 도재화, 이두범, 이윤경, 김동원, 서재화, 서민환, 서창완, 권혁수, 서진수, 박종화, James, H. T., 2010, 전국자연환경조사 결과를 활용한 중분포모델링 연구, 환경부 국립환경과학원.

김지연, 권혁수, 박진영, 이종효, 도재화, 이두범, 김소영, 김동원, 이윤경, 서재화, 서민환, 서창완, 류지은, 오대현, 2011, 전국자연환경조사 결과를 활용한 중분포모델링 연구(II), 환경부 국립환경과학원.

김창희, 강종현, 이윤경, 김동원, 서재화, 김명진, 2010, 제2차 전국자연환경조사 결과 분석을 통한 멸종위기조류의 국내 분포현황, 한국조류학회지, 17(1), 67-137.

노백호, 정홍락, 2006, 생물다양성 증진을 위한 전국자연환경조사의 발전방안: 선진 외국의 사례검토를 중심으로, 한국정책연구, 5(3), 25-56, 한국환경정책평가연구원.

서재화, 김명진, 김지연, 김기동, 윤희남, 박성준,

- 조영호, 윤광성, 박영준, 도재화, 신현철, 이윤경, 장환진, 2009, 서식지 유형에 따른 중 분포 특성 연구(I), 환경부 국립환경과학원.
- 서재화, 김기동, 박성준, 김동원, 장환진, 신현철, 서형수, 류지은, 김지연, 서민환, 김명진, 2010, 서식지 유형에 따른 중 분포 특성 연구(II), 환경부 국립환경과학원.
- 서재화, 김기동, 박성준, 김동원, 장환진, 신현철, 서형수, 김지연, 서민환, 2011, 서식지 유형에 따른 중 분포 특성 연구(III), 환경부 국립환경과학원.
- 이상돈, 2003, 환경부 전국자연환경조사사업의 문제점과 개선방안: 미국의 사례를 중심으로, 한국환경영향평가학회지, 12(1), 1-8.
- 이윤경, 김동원, 장병순, 유승화, 김창희, 강종현, 권인기, 류지은, 서재화, 서민환, 박진영, 2012a, 번식기동안 백로과 조류의 종별 취식지 이용, 한국조류학회지, 19(2), 141-149.
- 이윤경, 김동원, 장병순, 유승화, 김창희, 박진영, 강종현, 이진원, 권인기, 권혁수, 류지은, 안경환, 신현철, 서재화, 서민환, 김명진, 2012b, 한국의 백로와 왜가리, 환경부 국립환경과학원.
- 조항수, 강종현, 김창희, 배양섭, 2011, 영흥도 남부 지역의 조류 분포현황에 따른 시·공간적 마이크로-핫스팟(micro-hotspot) 분석, 한국자연보호학회지, 5(2), 96-106.
- 환경부, 1997, 제2차 자연환경 전국기초조사 지침 (우선·일반조사지역), 환경부.
- 환경부, 1999, 겨울철 조류 동시 센서스, 환경부.
- 환경부, 2002, 해안사구 보전·관리 지침, 환경부.
- 환경부, 2004, 사전환경성검토 업무편람, 환경부.
- 환경청, 1986, ('87)자연생태계 전국조사지침, 환경청.
- 환경부 "http://www.me.go.kr" (2013.10.1)
- Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. B., Rylands, A. B., Konstant, W. R., Flick, P., Pilgrim, J., Oldfield, S., Magin, G., and Hilton-Taylor, C., 2002, Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity, Conservation Biology, 16, 909-923.
- Chapman, P. M., 2012, Adaptive monitoring based on ecosystem services, Science of the Total Environment, 415, 56-60.
- Curnutt, J., Lockwood, J., Luh, H., Nott, P., and Russell, G., 1994, Hotspots and species diversity, Nature, 367, 326-327.
- Gamez, M., Lopez, I., and Molnar, S., 2008, Monitoring environmental change in an ecosystem, BioSystems, 93, 211-217.
- Geijzendorffer, I. R., and Roche, P. K., 2013, Can biodiversity monitoring schemes provide indicators for ecosystem service?, Ecological Indicators, 33, 148-157.
- Kim, J. Y., Suh, J. H., Kim, K. D., Kim, M. J., and Yoo, B. H., 2009, Mapping and application of the ecosystem and nature map in Korea, Intercarto-interGIS, 15.
- Kim, C. H., 2004, The survey and collection for the preservation of biological resources in Republic of Korea, National Science Museum Monographs, 24, 123-128.
- King, N., Asha, R., Selwyn, W., Ruben, R., Vinod, M., Mandy, C., and Vishwas, C., 2012, Improving access to biodiversity data for, and from, EIAs - a data publishing framework built to global standards, Impact Assessment and Project Appraisal, 30, 148-156.
- Mittermeier, R. A., Myers, N., Thomsen, J. B., da Fonseca, G. A. B., and Olivieri, S., 1998, Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities, Conservation Biology, 12, 516-520.
- Myers, N., 1988, Threatened biotas: 'hotspots' in tropical forests, Environmentalist, 8, 187-208.

- Prendergast, J. R., Quinn, R. M., Lawton, J. H., Eversham, B. C., and Gibbons, D. W., 1993, Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies, *Nature*, 356, 335-337.
- Ried, W. V., 1998, Biodiversity hotspots, *Trends in Ecology and Evolution*, 13, 275-280.
- Williams, P. H., and Humphries, C. J., 1994, Biodiversity, taxonomic relatedness and endemism in conservation, In *Systematics and Conservation Evaluation*, eds, P. L. Forey, C. J. Humphries and R. I. Vane-Wright, 269-287, Clarendon Press, Oxford.
- Biodiversity Center of Japan “<http://www.biodic.go.jp>” (2013.10.1)
- Federal Agency for Nature Conservation “<http://bfm.de/index+M52087573ab0.html>” (2013.10.1)

최종원고채택 13. 10. 29