

생물다양성 증진을 위한 전국자연환경조사의 발전방안 - 선진 외국의 사례검토를 중심으로 -

노백호* · 정흥락**

Alternatives of the Korean Nationwide Survey on Natural Environments to Promote Biodiversity Conservation

Paikho Rho* · Heung-Lak Choung**

국문요약

2006년부터 5년 계획으로 시작한 제3차 전국자연환경조사를 비롯한 우리나라 자연환경조사의 실태와 일본, 독일, 미국, 영국의 자연환경조사체계를 비교·검토하였다. 국내 여건을 토대로 선진 외국과 우리나라 조사체계를 비교·검토한 결과, 생물종 중심의 자연환경조사에서 벗어나 서식지, 생태계 및 생태권역에 대한 조사를 실시하고, 나아가 위성영상이나 항공사진을 이용하여 토지자원의 공간분포를 주기적으로 파악하여야 할 것이다. 특히 위성영상은 생물종, 서식지, 생태계 조사를 위한 기초 자료로 활용하여야 한다. 조사내용 확대 및 다양한 정보수집을 위해 다방면의 전문인력을 확보하고, 지역주민의 자연환경 보전의를 고취시키기 위해 자원봉사자의 참여를 유도해야 할 것이다. 전국에 걸친 생물종 및 생태계 조사, 데이터베이스 구축은 물론 자료의 분석·가공을 통해 자연환경정책 수립이나 생물다양성 국제협약에 대처하기 위해서는 독립된 전문조사기관의 설립이 필요하다. 전문조사기관의 설립을 통해서 물리적인 서식환경을 포함한 다양한 분야의 자연환경조사를 체계적으로 수행하고 생물다양성에 대한 종합적인 현황파악과 변화예측을 통해 보다 신속·정확한 자연환경 정보를 생성할 수 있을 것이다.

주제어 : 전국자연환경조사, 생태조사, 생태·자연도, 국가생태계연구원, 생물다양성

** 한국환경정책·평가연구원 환경관리연구실(oikos@kei.re.kr)

** 한국환경정책·평가연구원 환경영향분석실(chl@kei.re.kr)

*** 본 연구는 국립환경과학원에서 발주한 지도작성관련 용역의 일환으로 실시된 「생태·자연도 조사체계 개선연구」의 재정지원으로 이루어졌습니다.

ABSTRACT

We reviewed and compared nationwide surveys conducted in advanced countries (i.e., Japan, Germany, USA, and UK) with those in Korea, including the third Nationwide Survey of Natural Environments, which began in 2006 and will proceed until 2010. Based on this comparative analysis, we suggest alternatives to the nationwide survey of natural environments that are suited to Korea. Given the focus on species abundances and distributions in previous nationwide surveys in Korea, surveys of habitats, ecosystems, and ecoregions are required to more effectively protect biological resources in Korea. Furthermore, their spatial distributions should be mapped using periodical satellite images and aerial photographs. In particular, satellite images can be used to survey species, habitats, and ecosystems. Natural resources monitoring and management specialists are needed to collect various data and improve survey results. The participation of community volunteers is also important to develop an awareness in local residents of natural environment conservation. Independent survey institute (i.e., a 'National Ecosystem Institute') should be established to develop a database and survey scheme for species, habitats, and ecosystems throughout Korea. Moreover, the survey institute could develop natural environmental policy through the data analysis to meet the objectives of the Convention on Biological Diversity. The establishment of a survey institute will allow the completion of a natural environment survey that considers various factors, including physical habitat conditions. This will allow us to detect subtle changes in species abundance and spatial distributions and provide accurate and timely information on natural environments.

Keywords : nationwide survey, natural environment, ecological survey, 'Ecological Assessment Map', 'National Ecosystem Institute', biodiversity

I. 서 론

자연생태계는 지형, 토양, 기후 등 비생물적 요소와 동물, 식물 등 생물적 요소로 구성되며, 기능면에서 끊임없는 상호작용을 통해 조화와 균형을 유지하고 있다. 최근 환경오염과 인구증가, 산업시설의 확충 및 각종 개발사업으로 인해 자연생태계의 균형과 질서가 흔들리고 있으며, 서식지 파괴에 따라 동·식물의 생존은 위협받고 있다(Forman, 2001). 훼손위기에 처한 자연환경을 보호·관리하기 위해서는 생태계의 구조와 기능을 이해하고, 특히 생물자원의 현황 및 변화추이를 정확히 파악하여야 한다. 많은 사람들이 자연환경의 보호 필요성을 인식하고 있으나, 자연환경조사의 필요성에 대해서는 인식하지 못하는 경우가 많다(National Research Council, 1993; Mac et al., 1998; 국립환경연구원, 2003). 자연환경을 효과적으로 보전하기 위해서는 보호가치가 높은 자연자원이 어디에 위치하고 있으며, 현재 감소추세인지 아니면 개체수는 희소하지만 오랫동안 안정된 상태를 유지하고 있는지 먼저 파악하여야 한다. 즉, 보호가치가 높은 야생 동·식물 및 식물군락의 분포, 생태계 및 서식환경, 자연환경의 훼손요인 등을 주기적으로 조사하여야 한다.

환경부 및 국립환경과학원에서는 1986년부터 자연환경에 대한 전반적인 현황, 특히 생태계의 보호 및 관리방안을 수립하는 데 기반이 되는 생물자원 자료축적을 위해 2차례에 걸쳐 전국 규모의 자연환경조사를 실시하였으며, 현재 제3차 「전국자연환경조사」를 실시하고 있다(환경부, 국립환경과학원, 2006). 우리나라에서 기록된 생물종수는 비슷한 지리적 여건을 가진 일본, 영국 등에 비해 낮게 나타나고 있는데, 이는 자연환경조사에 대한 역사가 짧고 생물자원조사체계가 미흡한 원인도 있다. 우리나라의 자연환경조사는 그동안 조사의 기능, 범위, 역할, 그리고 선진 외국의 조사결과 활용에 대한 검토가 부족한 상태에서 실시되었다(환경부, 국립환경과학원, 2006). 선진 외국의 자연환경조사는 생물자원 즉 생물종, 서식지 및 생태계에 대한 목록화(inventory), 지도화(mapping) 그리고 주기적인 모니터링(monitoring)으로 구성되며(National Research Council, 1993), 최근 위성영상이나 항공사진을 이용한 토지자원정보화도 자연환경조사에 있어 중요 항목으로 포함되고 있다(Droschmeister, 2000).

대부분의 국가에서는 자연환경보전방안을 수립하기 위해 자연환경조사를 실시하고 있거나 계획 중에 있다. 영국 및 일본에서는 전국적인 차원에서의 생물종, 서식지, 하천환경, 생태계 등을 오랫동안 조사하였다. 또한, 생물다양성협약(Convention on Biological Diversity, CBD) 등 국제협약이나 지침서에 의해 각 국가의 생물자원에 대한 주권이 인정됨으로써 생물종 및 생태계의 목록화 및 자연생태계 보전 필요성이 증가되고 있다(환경부,

2004). 미국, 독일에서는 기존의 몇몇 생물종이나 보호구역 등 특정지역 위주의 조사방식에서 벗어나 전국적 차원에서 생물자원 및 생물다양성에 대한 조사계획을 수립하였다.

본 연구는 우리나라에서 2차례 실시된 전국자연환경조사와 2006년에 시작한 제3차 「전국자연환경조사」의 주요 내용은 물론 일본, 독일, 미국 및 영국의 조사체계를 살펴보았다. 이를 토대로 국내의 자연환경조사체계와 외국의 조사체계를 비교하고, 보다 효과적인 조사와 함께 조사결과의 정책적 활용을 위한 효율적인 조사체계 발전방안을 제시하였다. 오랜 자연환경조사 경험을 갖고 있는 일본과 영국의 경우, 지리정보체계 데이터베이스(GIS-DB) 구축 등 조사결과의 활용분야를 중심으로 검토하고, 전국적 규모의 조사계획을 수립한 독일과 미국의 경우, 조사계획의 수립과정 및 조사체계를 중심으로 살펴보았다.

II. 우리나라의 자연환경조사

1. 자연환경조사의 의의

전국자연환경조사는 우리나라 자연환경 현황 및 다양한 생태계에 서식하고 있는 동·식물의 종류와 공간분포를 밝히는 국가사업이다. 전국자연환경조사는 자연환경보전법(제30조)에 의거하여 환경부장관이 관계중앙행정기관의 장과 협조하여 10년마다 실시하고 있다. 조사결과는 자연환경종합 지리정보체계 데이터베이스(GIS-DB)와 생물종다양성 데이터베이스로 구축되며, 「생태·자연도」를 작성하여 자연환경보전대책을 수립하거나 생물자원의 효율적 관리체계를 제시하는 데 사용하고 있다(이상돈, 2003; Kim, 2004; 환경부, 국립환경과학원, 2006). 또한, 우리나라에 서식하는 생물종을 파악하여 목록화함으로써 생물다양성국가전략을 수립하는 데 활용하고 있다.

2. 자연환경조사의 연혁

환경부에서는 1986년부터 5년 계획으로 제1차 「자연생태계전국조사」를 실시하였다(당시 「환경보전법」 제9조, 시행령 제6조). 제1차 전국조사가 실시되기 전까지 전국적인 차원에서 이루어진 자연환경조사는 없었으며, 학계 및 자연보전협회 등을 중심으로 간헐적이고 국지적인 조사만이 이루어졌다. 1990년에 완료된 「자연생태계전국조사」는 전국에 걸친 육상생태계, 담수생태계 및 해안생태계의 현황을 조사하였으며, 조사결과를 토대로 우리나라 최초의 생태계 지도인 녹지자연도와 현존식생도를 제작하였다. 현재 각종 개발계획을 수립

할 때 녹지자연도와 현존식생도는 참고자료로 널리 활용되고 있다(이상돈, 2003).

제1차 전국조사는 5년 동안 20억 원의 예산을 투입하였으며, 호소, 하천 등 생태계별로 실시하였다. 조사 첫해인 1986년에는 207개 호소와 288개 연안해역 생물상을 조사하였고, 1987년에는 101개 하천의 생물상 조사를 실시하였다. 1988년에는 육역 특히 경기, 영남, 충청지역에 대한 식물의 분포상황, 생육환경 및 토양을 조사하였으며, 1989년에는 강원, 전남, 제주지역 등에 대한 동·식물 및 토양조사를 실시하였다. 1990년에는 그동안 조사되지 않은 지역의 생물상을 파악하였으며, 녹지자연도 작성과 식생조사, 토양조사, 포유류, 양서·파충류 및 육상곤충을 조사함으로써 전국단위의 종합적이고 체계적인 조사를 실시하였다(환경청, 1986).

제2차 「전국자연환경조사」(1997-2003)에서는 야생 동·식물의 생태적 특성 및 조사의 효율성을 고려하여 생물분류군별 조사지침에 따라 조사하였다(한국자연보전협회, 1997). 조사예산은 총 146억 원이 투입되었으며, 행정구역보다는 산, 하천 등의 지형적 요소와 도로망 등 인문적 조건 등에 따라 육상 206개 권역, 해안선 145개 권역으로 구분하여 조사하였다(Kim, 2004; 환경부, 2005). 조사결과를 취합하여 자연환경종합 지리정보체계 데이터베이스(GIS-DB)를 구축하였으며, 생태·자연도를 제작하여 환경친화적인 국토관리의 초석을 다졌다. 즉 국토개발 수요에 대응하여 자연환경보전의 가치와 중요성을 제고시키기 위해 자연환경을 일관된 기준 아래 조사하고, 식생, 멸종위기종, 습지, 자연경관 등에 의거하여 생태·자연도를 제작하였다. 생태·자연도를 통해 보전해야 할 지역과 개발가능한 지역을 제시함으로써 증가되는 국토개발 수요에 능동적으로 대처할 수 있게 되었다(<표1> 참조).

<표1> 전국자연환경조사 비교

| 구분 | 제1차 전국자연환경조사 | 제2차 전국자연환경조사 | 제3차 전국자연환경조사 |
|------|---------------|---------------|---------------|
| 조사기간 | 1986 ~ 1990 | 1997 ~ 2003 | 2006 ~ 2010 |
| 조사예산 | 20억 원 | 146억 원 | 150억 원 |
| 조사방법 | 행정구역(군) 중심 | 지형·생태권 중심 | 격자 중심 |
| 조사인원 | 240명/년 (중앙중심) | 300명/년 (지역우선) | 400명/년 (지역우선) |
| 조사기간 | 단기간 | 4계절 조사원칙 | 4계절 조사원칙 |
| 표본확보 | 미확보 | 확보 | 확보 |
| 결과활용 | 녹지자연도 작성 | 생태자연도 작성 | 생태자연도 갱신 |

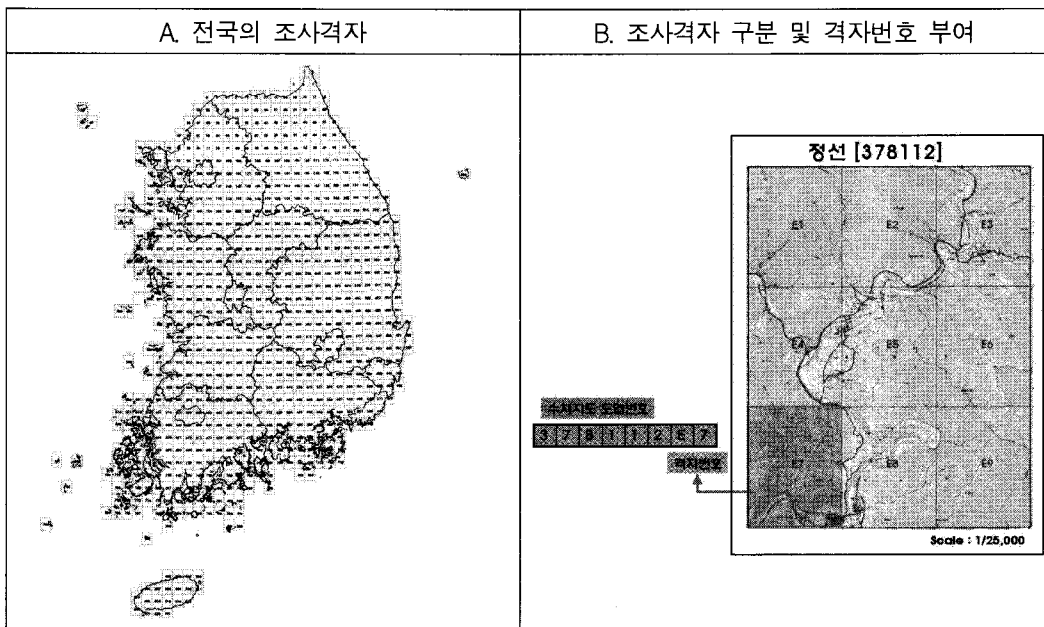
2006년부터 2010년까지 계속될 제3차 전국자연환경조사는 약 150억 원의 예산이 투입

되고, 전국의 전문가 400여 명이 참여하고 있다. 조사를 통해 발견된 동·식물은 위성위치 추적시스템(Global Positioning System, GPS)으로 출현지점을 입력하여 정밀한 동·식물 분포지도를 제작한다. 제2차 조사에서 실시한 산이나 하천 등의 경계에 따른 권역별 조사는 일부 경계지역의 조사가 누락 또는 중첩되고, 조사강도에 있어서도 전국이 불균일하여 전 국토에 대한 표준화된 비교·평가에 어려움이 있었다. 이에 제3차 조사에서는 전국을 일정한 크기의 격자로 구분해 사각지대가 생기지 않도록 하였으며, 표준화된 조사방법에 따라 전국에 걸친 생태현황을 객관적으로 비교할 수 있게 되었다. 또한 입력시스템의 개발을 통해 자료 입력시간을 줄이고, 조사결과를 지도제작에 직접 반영할 수 있게 되었다(환경부, 국립환경과학원, 2006).

3. 자연환경조사의 내용

제3차 「전국자연환경조사」의 목적은 「생태·자연도」의 갱신과 생물다양성 현황 파악에 있다(환경부, 국립환경과학원, 2006). 전국적인 생물다양성 현황과 지형·경관을 보다 균일하게 파악하기 위해 격자를 조사의 기본틀로 설정하고 있다. 즉, 지형도(1:25,000)를 9개의 격자(2' 30" × 2' 30", 약 17.3km²)로 나누고, 고유번호를 부여하여 조사의 기본단위로 활용한다(<그림1> 참조).

<그림1> 제3차 전국자연환경조사를 위한 격자체계



식물상 및 육상곤충 분야는 1:25,000 지형도 도엽을 기본단위로 하고, 식생은 제2차 조사에서 실시한 소권역 중심으로 조사한다(<표2> 참조). 조사분야는 지형, 식물, 식생, 포유류, 조류, 양서·파충류, 육상곤충, 담수어류, 저서성대형무척추동물로 2차 조사와 비교했을 때, 경관 및 해안선 관련항목이 제외되었다. 식물, 식생 및 육상곤충을 제외한 조사분야는 전국 822개 도엽의 모든 격자를 조사한다(환경부, 국립환경과학원, 2006). 현지조사는 분류군별 전문가에 의해 이루어지며, 조사결과는 국립환경과학원 생태조사단에 의해 취합된다. 환경부에서는 전국자연환경조사의 효율적인 실시를 위해 지형·경관, 식물, 식생, 포유류, 조류, 육상곤충류, 해안생물의 7개 분야(분야별 박사 1명, 석사 또는 학사 1명) 14명으로 구성된 생태조사단을 설치·운영하고 있다(국립환경연구원, 2003).

<표2> 제3차 전국자연환경조사의 조사분야 및 조사내용

| 조사분야 | 조사단위 | 조사내용 |
|-----------|------|--|
| 지형 | 격자 | 제2차 조사결과를 확인하며, 새로운 지형이 발견되었을 경우 좌표와 함께 기록한다. |
| 식생 | 권역 | 제2차 조사결과를 토대로 필요 시 조사권역의 경계를 조정하고, 식생보전 III등급 이상 지역에 대하여 조사한다. |
| 식물 | 도엽 | 도엽에서 가장 높은 산을 대표산으로 선정하여 조사하며, 모든 종에 대하여 확증표본을 제작한다. |
| 포유류 | 격자 | 발견개체, 서식흔적(족적, 털, 배설물 등)에 대한 좌표를 기록하며, 청문조사의 신뢰성을 확보하기 위해 최근의 청문자료만을 대상으로 청문조사표에 해당항목을 기록한다. |
| 조류 | 격자 | 일정한 구간을 이동하면서 관찰되는 모든 종을 표기하며, 조사자가 이동한 구간을 좌표로 표기하여 기록한다. |
| 양서·파충류 | 격자 | 모든 발견개체 및 웅덩이, 산란지, 동면지와 같은 서식지 좌표를 기록한다. |
| 육상곤충 | 도엽 | 6개 분류군을 하나의 팀으로 구성하며, 분류군별 전문가는 도엽별로 최소 1개 지점 이상을 조사한다. |
| 담수어류 | 격자 | 조사격자별로 최소 1개 지점 이상 조사하며, 발견개체 및 수환경 그리고 주변의 특이사항을 현지조사표에 기록한다. |
| 저서성 무척추동물 | 격자 | 조사격자별로 최소 1개 지점 이상 조사하며, 발견개체 및 수환경 그리고 주변의 특이사항을 현지조사표에 기록한다. |

현지조사 담당자는 조사 전에 지형도, 기존 자료 등 필요한 자료를 검토함으로써 충실한 조사가 되도록 한다. 조사내용에는 조사지역의 지리적 위치와 행정구역, 도엽명, 지형적 특

성, 격자별/도엽별 종목록, 주요종 서식유무, 서식지 분포를 포함하고 있다. 지형분야는 특이 지형의 존재 유무를 기록하며, 식생분야는 식생보전등급에 의한 현존식생의 경계조정 및 식생보전 III등급 이상에 대해 상세히 조사한다. 조사결과는 분야별 현지조사표를 토대로 엑셀 파일을 만들고, 모든 생물종과 지형에 대한 위치정보를 입력한다(환경부, 국립환경과학원, 2006).

4. 자연환경조사의 문제점

환경부 및 국립환경과학원에 의해 2차례 걸쳐 실시된 전국자연환경조사는 인력구성 및 조직체계, 자료수집, DB 구축, 자료의 활용 측면에서 다양한 문제점을 가지고 있다. 제3차 전국자연환경조사에서는 이와 같은 문제점 가운데 단기간에 해결할 수 있는 사항에 대해서는 개선하였으나, 여전히 많은 문제점을 안고 있는 실정이다.

첫째, 전국자연환경조사의 현 조직체계에 의해서는 조사인력 부족과 안정적인 자료확보가 곤란하다. 14명으로 이루어진 생태조사단은 전국 규모의 자연환경 조사자료를 관리하기에는 역부족하며, 특히 자연환경 정책수립과 관련된 조사자료의 분석·가공이 미흡한 실정이다. 또한 권역별로 참여하는 대학교수, 전문가 등 현지조사원은 조사시기의 차이, 참여인원 수 및 조사숙련도, 조사방법 등 조사체계가 전국에 걸쳐 제각각이기 때문에 자연자원의 공간적 분포에 대해 전국적 비교가 곤란하며, 시간의 흐름에 따른 조사인력의 변경 등으로 시계열적 변동추이를 파악하는 것도 어렵다. 즉, 현지조사원의 주관에 의해 조사지점이 선정됨으로써 전국에 걸친 조사지점이 균일하지 못하거나 조사원의 성실정도에 따라 일부지역의 조사지점 수가 빈약해지는 단점을 안고 있다.

둘째, 기존의 전국자연환경조사는 포유류, 조류, 양서·파충류, 곤충류 등 생물종에 대한 조사에 치중하고 생물종의 서식환경이나 생태계, 생태권역에 대한 조사체계는 명확히 설정되지 못한 상황이다. 제2차 전국자연환경조사에서 지형·지질을 조사하였으며, 생물종 조사와 함께 서식여건에 대해 기록하도록 하였으나, 인위적 교란, 지형, 토양, 식생, 토지피복, 수문 등 생물의 서식환경과 관련된 조사항목이 명확하게 규정되지 않았다. 생물의 서식에 영향을 미치는 서식환경에 대한 조사가 미흡하여 전국자연환경조사 결과를 생물종의 서식지 보호·복원에 효과적으로 활용하지 못하고 있는 실정이다. 또한 내륙습지, 자연동굴, 해안사구 등 일부 생태계에 대한 조사를 실시하였으나, 전국에 걸쳐 어떤 생태계가 얼마나 많이, 그리고 어디에 분포되어 있는지에 대한 조사가 미흡하기 때문에 개발사업에 따른 생태계 훼손여부를 판단하는 데 전국자연환경조사를 활용하기 어려운 실정이다.

셋째, 전국자연환경조사는 대학교수 등 적은 수의 전문가에 의해 이루어짐에 따라 일부 지역에 있어서는 자료확보가 곤란하고, 일반인들의 참여와 관심을 이끌지 못하고 있다. 군부대 등 통제가 심한 지역이나 산악인, 스쿠버다이버 등이 손쉽게 접근할 수 있는 지역에 있어서는 해당 지역의 특성에 적합한 조사인력을 구성하는 것이 필요하다. 아울러 동정이 쉬운 생물종(예, 참새, 개미 등)에 대해 일반 시민들의 참여를 유도하여 자연보전 의식을 고취시킬 수 있으나 현재 우리나라의 자연환경조사에서는 일반 시민들이 자발적으로 조사활동에 참여하고 조사자료를 검증할 수 있는 체계가 확립되어 있지 못하다.

넷째, 조사자료를 효과적으로 활용하기 위한 데이터베이스 구축 및 교육·홍보가 부족하다. 위성영상이나 컴퓨터 기술의 발전에 따라 현지조사 자료를 GIS DB로 변환함으로써 현지조사의 편의성을 도모할 수 있다. 제3차 조사에서는 GPS를 이용하여 위치정보를 기록하고 있으나, 아직까지도 위성영상이나 지리정보 등 물리적 환경변수를 자연환경 현지조사에 충분히 활용하지 못함으로써 현지조사의 신뢰성을 향상시키는 데 GIS DB를 효과적으로 활용하지 못하고 있다. 또한 생물상 등 자연환경에 대한 지리정보의 공급 및 각종 인쇄물의 출판을 통한 일반인에 대한 자연환경조사에 대한 교육·홍보가 미흡한 실정이다.

III. 외국의 자연환경조사

1. 일본의 자연환경조사

1) 개요

일본은 아열대로부터 한대까지 걸쳐 있으며, 해안지역 및 고산지역에 다양한 생물종이 살아 가고 있다. 자연환경을 보전하기 위해 일본 정부는 1973년부터 자연환경에 대한 전국조사(「자연환경보전기초조사」)를 실시하고 있다. 본 조사의 목적은 1) 일본 전역의 자연환경 현황 파악, 2) 주기적 조사를 통한 자연환경 변화 예측, 그리고 3) 자연자원의 보호, 관리정책을 수립하는 데 있어 조사결과 활용에 있다(Nature Conservation Bureau, 2002).

「자연환경보전기초조사」는 일반적으로 「녹색센서스(Green Census)」로 알려져 있으며, 일본의 육지지역, 육수지역, 해안지역에 대해 지형·지질, 생물종 분포, 중요 식물군락, 서식지, 경관 등을 조사한다(Biodiversity Center, 2004). 조사결과를 보고서, 지도 등의 형태로 인쇄되어, 일반인이나 전문가에게 제공되고 환경교육, 환경영향평가, 보호구역, 국토계획 수립에 활용한다. 또한 종 분포조사를 발전시킨 생물다양성조사는 1994년부터 생물종 및

생태계 다양성에 대한 전국 분포 및 변화를 조사함으로써, 생물다양성협약(CBD)에 의거한 생물다양성국가전략을 수립하는 데 활용하고 있다.

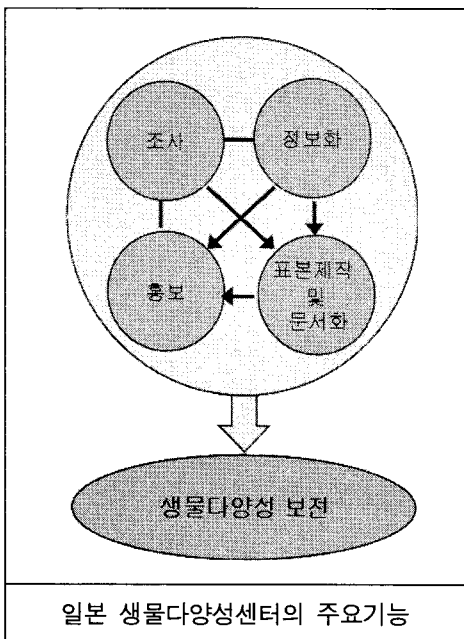
2) 조사근거

자연환경보전법 제4조에는 5년마다 자연환경에 대한 전국조사를 실시토록 규정하고 있다. 1) 전국에 걸쳐 실시된 「자연환경보전기초조사」는 일본의 자연환경을 보호하기 위한 바람직한 정책방향을 확립하고 정책대안을 제시하기 위한 기초자료로 활용한다.

3) 조직체계

「자연환경보전기초조사」의 현지조사, 자료취합, 정보분석 및 관리업무는 주로 생물다양성센터 및 자연환경연구센터에 의해 이루어진다. 16명으로 구성된 생물다양성센터는 1998년 환경성 소속으로 발족되어 생물다양성국가전략을 수립하는 등 생물자원 조사와 자연환경 보

〈그림2〉 일본 자연환경조사 관련조직의 주요기능



호 및 관리에 대한 전반적 기능을 담당하고 있다. 1978년 재단법인으로 설립된 자연환경연구센터는 생물다양성센터의 위탁을 받아 생물다양성 조사, 환경지표종 조사, 식물군락 조사, 유전자원다양성 조사, 중·대형 포유류 조사 등 각종 현지조사를 실시하고 있다.

생물다양성센터는 자연자원 조사관리, 자료의 편집 및 분석, 생물표본의 수집, 그리고 일반인에 대한 교육·홍보를 담당하고 있다(〈그림2〉 참조). 일본의 자연환경 현황 및 변화를 파악하고, 식생, 동·식물의 분포, 하천 및 호소 등 육수지역, 간석지, 산호초 등

1) 자연환경보전법(1972) 제4조에는 「매 5년마다 정부에서는 일본의 지형, 지질, 식생, 야생동물 등 자연환경을 보호하기 위해 필요한 자료를 수집하기 위한 기본적인 조사를 실시한다」고 규정하고 있다.

서식지에 대하여 전국적 차원의 조사계획 수립과 집행업무를 총괄하고 있다. 조사자료 가운데 야생 동·식물의 공간분포 및 개체군 변동은 생물다양성국가전략을 수립하는 데 활용하고 있다.

자연환경연구센터는 100명이 넘는 정규직으로 이루어졌으며, 육역에서부터 천해역에 이르는 생태계 조사 및 포유류, 조류는 물론 무척추동물, 식물 등 생물종에 대한 조사도 수행한다. 연구센터의 주요 업무는 1) 야생생물의 보호·관리, 2) 생물자원에 대한 조사 및 정보수집·처리, 3) 인간과 자연과의 공존을 위한 경관생태계획의 수립, 4) 자연환경에 대한 이해 제고를 위한 교재 및 프로그램의 개발·보급이다. 자연환경연구센터는 현장경험과 전문지식을 갖고 있는 분류군별 전문가를 확보하여 각종 생물자원 조사를 직접 수행함으로써 보다 신속·정확한 정보를 수집하고 있다.

4) 조사연혁

1973년 이후 6차례에 걸쳐 「자연환경보전기초조사」가 이루어졌으며, 현재 제7차 「자연환경보전기초조사」가 진행되고 있다(Biodiversity Center, 2004). 제1차 「자연환경보전기초조사」(1973)는 과학적인 관점에서 조사계획을 수립하고 일본의 자연환경을 종합적으로 파악하기 위해 실시하였다. 제1차 조사의 목적은 보호해야 할 자연자원, 복원 또는 정비·보전해야 할 자연자원이 무엇인가를 명확히 하고, 전국적인 관점에서 자연자원의 보호체계를 확립하는 데 있었다. 또한, 인위적 교란에 의한 자연환경의 훼손정도를 평가하기 위해 식생, 하천, 호소, 습지 및 연안지역의 자연환경을 조사하였다.

제2차 「자연환경보전기초조사」(1978-1979)는 일본 전역에 걸친 객관적인 정보를 수집하기 위해 실시하였다. 자연환경을 보전하기 위한 행정부서의 요구와 실질적인 조사 가능성을 토대로 5가지 목표를 설정하였다. 첫째, 핵심 생물종을 선정하고, 이들 생물종의 서식지 및 서식환경을 파악한다. 둘째, 일본 전역의 현존식생도(1:50,000)를 구축하며, 셋째, 넓은 지역에 서식하는 중·대형 야생동물의 분포현황을 조사한다. 넷째, 해안, 하천, 호소 등의 자연환경이 어느 정도 변화되었는지, 그리고 우수한 자연환경보존지역의 생물종 현황을 파악한다. 마지막으로 획득된 정보를 체계적으로 정리하고, 이를 행정전산망과 연결하여 일반 국민이나 전문가들이 이용할 수 있도록 한다.

제3차 「자연환경보전기초조사」(1983-1987)는 제2차 조사 이후의 자연환경 변화상태를 파악하는 것이 주요 목적이며 5년간 실시하였다. 제2차 조사와의 차이점은 야생동물의 조사대상을 모든 생물종으로 확대하였으며 (「전생물종분포조사」), 일반 국민이 자신의 집

뒷마당 등 주변지역의 자연환경을 자발적으로 조사하였고(「환경지표중조사」), 추가적으로 자연경관에 대한 조사를 실시하였다(「자연경관자원조사」). 그리고 본 조사에서는 제2차 조사 때 착수한 일본 전역의 현존식생도(1:50,000) 제작을 완료하였다.

제4차 「자연환경보전기초조사」(1988-1992)는 제3차 조사와 동일한 체계로 수행되었는데 객관적이고 전국적인 정보수집 그리고 제3차 조사 이후의 자연환경 변화상황을 파악하고자 하였다. 제4차 조사에서는 「거수-거목립 분포조사」가 추가되었으며, 2급 하천에 대한 「하천조사」를 실시하였다. 또한 도시화 등 인위적 교란에 의한 생태계 변화를 살펴보기 위해 「생태계모니터링」을 시작하였다.

제5차 「자연환경보전기초조사」(1993-1998)는 종전 조사와 동일한 체계를 통해 정보수집과 변화상태를 파악하였다. 「습지조사」가 추가되었으며, 「환경지표중조사」에서는 매미 등 일반 주민이 쉽게 식별할 수 있는 생물종을 조사대상으로 하였다. 「하천조사」는 제4차 조사와 달리 제2차(1979년) 및 제3차 조사(1985년)와 동일한 1급 하천만을 대상으로 하였으며, 하천구조, 유역여건 및 출현어종 등을 조사하였다. 1994년에는 「동·식물분포조사」를 「생태계다양성조사」와 함께 「생물다양성조사」의 일환으로 실시하였고, 1996년에는 「유전자원다양성조사」를 시작하였다. 1997년에는 해안지역에 대한 조사로서 연안생물조사, 해저생물조사와 함께 해역자연환경보전기초조사를 시작하였다.

제6차 「자연환경보전기초조사」(1999-2004)는 3가지 조사 1) 식생조사, 2) 종다양성조사, 그리고 3) 생태계다양성조사를 중심으로 실시하였다. 제2차와 제3차 조사 때 이루어진 식생조사의 성과인 현존식생도(1:50,000)는 일본의 자연환경을 파악하는 데 중요한 기초자료로 개발사업이나 자연환경 보전에 널리 이용되고 있다. 그러나 현존식생도가 제작된 지 10여 년이 지나면서 실제 식생과의 차이가 발생됨에 따라 최근의 식생변화를 반영한 상세한 식생분포를 파악하기 위해 기존 현존식생도보다 정밀한 1:25,000 축척의 식생도를 제작하기 위한 조사를 시작하였다. 또한 1978년에 실시한 제2차 조사 중 동물분포조사와 비교하기 위해 전국적 차원의 중·대형 포유류 분포현황 및 서식환경 조사를 실시하였다. 조사 결과를 비교하기 위해 제2차 조사 때 실시한 조사체계와 동일한 방법론을 적용하였다.

5) 조사내용

일본의 자연환경조사는 위치에 따라 육지부 조사, 지표수 조사, 연안지역 조사로 구분할 수 있으며, 조사내용에 따라 유전자, 생물종, 생태계 조사로 나눌 수 있다. 육지부 조사는 식물, 식생, 동물, 지형 및 지질 조사로 구성되고, 지표수 조사는 하천, 호소 그리고 습지 조

사로 이루어져 있다(Biodiversity Center, 2004). 연안지역 조사는 연안 및 해저 생물종 조사와 해양환경에 대한 조사로 분류할 수 있다. 본 연구에서는 습지, 하천조사 등 지표수 및 연안지역 조사보다는 동물, 식물 등 육지부 조사를 중심으로 살펴보았다.

식물에 대한 조사는 식생, 특정식물군락, 그리고 거수-거목림 조사로 이루어졌다. 식생 조사는 식생의 현존상태에 대한 정보를 얻고, 현존식생도를 제작하기 위해 실시되었다. 식생 조사는 식생분류 및 동정에 있어 전문지식을 요구하기 때문에 많은 시간이 소요되었다. 제1차 조사부터 현재까지 지속적으로 식생조사가 실시되고 있으며, 특히 제2차 및 제3차 조사에 의해 일본 전역 1,293도엽의 현존식생도(1:50,000)가 제작되었다. 제4차 및 제5차 조사에서는 위성영상을 사용하여 식생변화를 손쉽게 파악하였으며, 특히 식생의 경계부를 판독하는 데 유용하게 활용하였다. 위성영상을 토대로 도도부현별 전문가에 의해 현지조사가 이루어졌으며, 기존의 현존식생도에 대한 수정작업을 실시하였다. 현지조사는 식물사회학적 방법에 따라 이루어졌으며, 식생조사의 결과 및 일본 전역의 식생변화는 격자(1×1km²)로 표현하였다.

「특정식물군락조사」는 제2차 및 제3차 그리고 제5차 「자연환경보전기초조사」에서 학술적으로 중요하거나 보전 가치가 높은 식물군락을 선택하여 조사하였다. 제2차 조사에서는 식물생태학자 등 전문가 집단에 의해 현(懸) 단위에서 특정식물군락을 선택하였으며, 제3차와 제5차 조사는 제2차 조사결과를 토대로 기존 식물군락의 변화 및 추가 또는 보완사항을 조사하였다. 제2차 및 제3차 조사에 따라 5,085개의 특정식물군락(일본 국토면적의 약 3%)을 선정하였으며, 현재까지 약 420개 식물군락에 대한 변화를 확인하였다.

「거수-거목림 조사」는 지역 상징성을 갖는 노거수와 산림에 대해 현재상태 및 위협요인 등을 파악하였다. 지상으로부터 1.3m 높이에서 측정된 나무 둘레가 3m 이상인 목본식물을 조사대상으로 하였으며, 제4차 조사에서는 55,798개의 거수 및 거목림, 그리고 제6차 조사에서는 11,752개를 측정하여 기록하였다. 현지조사에서는 위치, 수령, 흉고직경, 수고 및 보전대책, 주변여건이나 건강상태, 그리고 종교의식, 전통 등 문화적 특성에 대해 파악하였다.

동물에 대한 조사는 「환경지표종조사」 및 「생물종조사」(구 동물분포조사)로 이루어졌다. 「환경지표종조사」는 도시지역 등 인간 정주지와 인접한 지역의 자연환경을 나타내는 생물종 특히 보편종의 분포 및 밀도를 파악하기 위해 실시하였다. 보편종은 일반 시민들이 쉽게 식별할 수 있는 생물종으로 매미, 제비 등이 포함되며, 일본 전역을 격자(10×10km²)로 나누고 각 격자에 거주하는 지역주민 가운데 자연환경에 관심이 많은 자원봉사자를 선발하여 「환경지표종조사」에 참여토록 하였다. 자원봉사자에 의한 「뒷마당조사(backyard survey)」

는 일반 시민들의 자연환경 보호의식을 높일 수 있었으며, 적은 비용으로 많은 조사원을 확보할 수 있었다. 즉, 상대적으로 적은 수의 전문가를 활용하기보다는 환경단체, 학교나 종교기관, 지역주민 등의 자발적인 참여를 통해 전국적으로 분포하는 보편종에 대해 동시성을 갖춘 조사를 실시할 수 있었다.

「생물종조사」는 일본에 살고 있는 관속식물, 포유류, 조류, 양서·파충류, 어류, 육상곤충 등 생물종 및 서식지를 파악하기 위해 실시되었다. 제1차부터 제4차까지는 「야생동물분포조사」라는 명칭으로 실시되었으나, 제5차부터 관속식물을 포함한 「생물종조사」로 변경되었다. 제2차 조사에서는 멸종위기에 처해 있거나 일본 국민들에게 친숙한 생물종을 조사하였으며, 제3차 조사에서는 모든 야생동물을 조사하였다. 제4차 조사에서는 목표종의 번식이나 잠자리 등 서식환경, 지리적 분포, 개체수를 파악하였고, 1993년에 시작된 제5차 조사에서는 47개 지방자치단체별로 생물종의 공간분포 특히 관속식물의 분포조사를 실시하였다. 제6차 조사에서는 제2차 조사에서 실시한 조사체계에 따라 중·대형 포유류 및 조류를 조사하였으며, 제2차 조사와 제6차 조사결과를 이용하여 야생동물 개체군 변화를 살펴보았다. 「생물종조사」는 일본을 74,658개의 격자(대략 $1 \times 1 \text{km}^2$)로 구분하고, 격자별 문헌자료, 청문조사, 표본제작 및 현지조사로 이루어졌다.

2. 독일의 자연환경조사

1) 개요

독일에서는 국가적 차원에서 생물다양성과 관련된 현황 및 동향을 파악하고자 연방정부가 중심이 되어 생물자원 조사계획을 수립하였다. 환경조사는 1970년대 초반에 본격적으로 도입되었으나, 주로 대기, 수질 등 매체단위 또는 유해물질의 영향을 파악하는 것이었다. 집약적인 토지이용으로 인해 독일의 수려한 경관이나 자연환경은 크게 훼손되었음에도 불구하고, 동·식물 및 습지, 자연경관의 분포 및 변화와 같은 자연자원에 대한 국가적 차원의 조사는 미흡한 실정이었다. 이에 독일 연방정부에서는 「독일생태조사(Ecological Area Sampling, EAS)」, 「대표종조사(100-species basket)」계획을 수립하였다(Federal Agency for Nature Conservation, 2002; Sukopp and Doerpinhaus, 2005).

독일생태조사의 목적은 크게 4가지, 1) 동·식물의 분포 및 변동, 비오톱 그리고 자연경관의 질에 대한 현황조사 및 평가, 2) 지역 또는 국가차원의 지표 작성, 3) 자연환경정책 수립의 기초자료 제공, 효율적인 국토관리방안의 제시, 및 경관생태계획 수립, 4) 일반인에

대한 자연환경정보 서비스로 구분할 수 있다(Hoffmann-Kroll et al., 2000). 독일에서는 자연자원을 공간적 위계에 따라 생물종, 비오톱 그리고 경관단위 3가지로 구분하고 있다. 이에 따라 자연자원 조사에 있어서도 생물종에 대한 조사, 비오톱에 대한 조사, 그리고 생태경관에 대한 조사로 이루어졌다. 독일에서 이루어지는 비오톱 조사의 경우, 일정한 규모(수 km²의 공간단위)에 대한 자연환경 현황 및 생태적 평가를 실시하고 있으며, 경관조사의 경우 생태지역(ecoregion) 개념에 의해 보다 넓은 지역인 광역적인 생태경관(ecological landscape)에 대해 조사하고 있다. 자연환경보전청에 의해 실시되는 대표종 조사는 서식지 훼손에 따라 멸종위기에 처했거나 독일의 자연환경을 대표하는 100종의 생물을 선정하고, 이들 생물종의 개체군 변동에 대해 주기적으로 조사한다. 독일생태조사의 결과는 여러 분야에 활용하고 있는데, 자연환경의 보전 및 개발정책이 충돌할 경우, 조사결과는 객관적인 토론자료로 이용한다. 또한, 주기적으로 이루어지는 독일생태조사를 통해 국가적 차원의 자연환경 및 생물다양성 보전정책을 평가하거나, 기존 정책의 효과를 측정하여 향후 발생할 수 있는 문제를 해결하는 데 적합한 정책수단을 제시하는 데 이용한다. 마지막으로 국제협약이나 의정서의 요구사항을 충족하기 위한 보고서 작성자료로 이용한다.

2) 조사근거

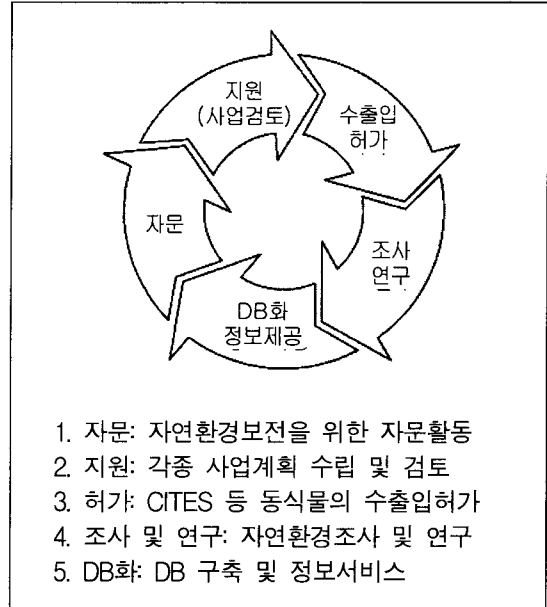
유럽연합 조약에 자연환경조사를 명시적으로 규정하고 있지는 않지만 조약 130r조에 따라 자연자원의 보전 및 환경질 향상에 노력해야 한다고 규정하고 있다. 유럽연합의 지침(예, 야생조류보호지침, 서식지보호지침 등)에 따라 독일에서는 생물종 및 서식지에 대한 조사를 실시하고 있다(Federal Agency for Nature Conservation 2002). 특히 넓은 지역에 걸쳐 분포되어 있는 생물종이나 서식지 조사의 경우, 동물-식물-서식지 보호지침(Fauna-Flora-Habitats Directive)에서 요구하는 내용을 포함하여 자연환경을 조사하고 있다.

독일의 자연환경조사는 연방자연보호법(Bundesnaturschutzgesetz, BNatSchG) 제12조에 의거하여 실시하고 있다. 또한 1979년에 제정된 유럽연합의 야생조류보호지침(Bird Directive), 그리고 1992년에 공포된 서식지보호지침(Habitat Directive)에 따라 생물종 및 서식지 조사를 실시하고 있다. 서식지보호지침에 따라 독일을 포함한 유럽연합 소속국가는 6년마다 생물종 및 서식지에 대한 조사와 보호방안을 작성하여 유럽연합 사무국에 보고하여야 한다(Federal Agency for Nature Conservation, 2002).

3) 조직체계

자연환경보전청(Bundesamt für Naturschutz, BfN)은 환경부 소속의 자연환경보전 및 경관관리를 총괄하는 연방기구로서 16개의 주정부와 함께 독일 전역의 자연환경을 조사하거나 대학교수 등 전문가, 민간단체 등에서 수집한 자료를 취합한다. 자연환경보전청은 야생 동·식물, 식생 등의 보호·모니터링을 담당하는 조직(「야생동식물보호과」)을 구성하고, 박사학위를 소지한 다수 전문가를 확보하여 생물자원 조사 및 보호방안을 수립한다. 자연환경보전청과 함께 연방통계청(Statistisches Bundesamt Deutschland)은 자연환경조사(예, 독일생태조사)에 참여하며, 5년마다 조사결과를 이용하여 환경경제통합계정을 작성하고 있다.

〈그림3〉 독일 자연환경보전청의 주요기능



1. 자문: 자연환경보전을 위한 자문활동
2. 지원: 각종 사업계획 수립 및 검토
3. 허가: CITES 등 동식물의 수출입허가
4. 조사 및 연구: 자연환경조사 및 연구
5. DB화: DB 구축 및 정보서비스

4) 조사연혁

독일은 지금까지 멸종위기종 등 특정 종이나 보호가치가 높은 일부 지역에 대한 자료수집에 집중하였다. 독일 전역에 걸친 생물종, 비오톱, 그리고 경관단위의 자료 확보를 위해 연방정부에서는 1990년대 초반 독일생태조사를 계획하였다. 독일생태조사의 방법론 검토를 위해 1995-1996년 3개 주(Brandenburg, Berlin, Thuringia)를 시범지역으로 선정하여 조사하였다. 특히, 1996년 여름철 건초지 등 몇 개 유형의 비오톱에 대해 정밀 조사하였다. 시범조사 결과를 토대로 비오톱 유형별 멸종위기생물종수, 단위면적당 개체수 등을 비교하여, 독일전역에 대한 본격적인 자연환경조사방법론을 확립하였다(Hoffmann-Kroll et al., 2000).

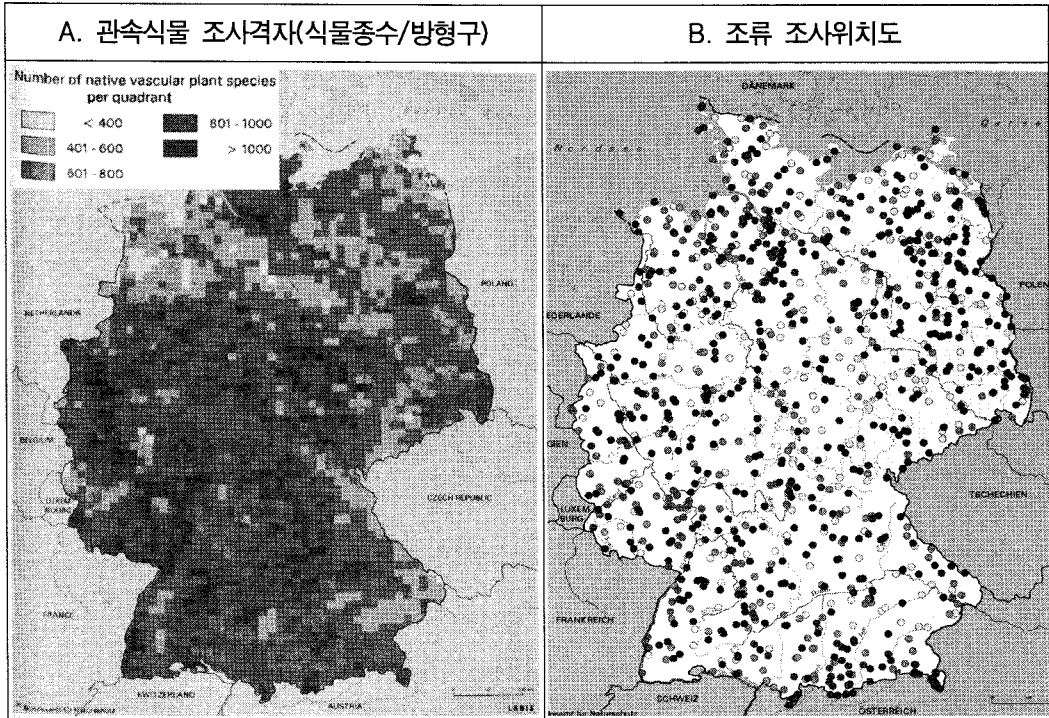
2002년에 개정된 연방자연보호법에 의거하여 조류조사는 환경조사의 일환으로 연방정부와 주정부 공동으로 독일생태조사 체계에 따라 실시하였다. 독일조류학자 연합(DDA)에서는 1990년부터 51종의 조류에 대한 개체수 조사를 실시하였으며, 조사결과를 토대로 생물다양

성지수를 계산하여 독일의 지속가능국가전략을 수립하는 데 활용하였다(Federal Agency for Nature Conservation, 2002; 환경부, 국립환경과학원, 2006). 또한 조사결과는 국회 등 의사결정자에게 독일생태조사의 확대도입을 위한 예산 및 조직편성 자료로 활용하였다.

5) 독일생태조사의 조사체계

독일생태조사(EAS)는 도시를 제외한 독일 전역의 자연환경을 파악하기 위한 독일 최초의 전국적 규모의 자연환경조사로서 2단계로 이루어졌다. 첫번째 단계에서는 생태지역과 토지피복을 이용한 층화표본(stratified sampling)에 의해 800개의 조사대상지(1×1km²)를 추출한 후, 항공사진이나 위성영상 등을 활용하여 대상지에 대한 일반현황, 경관, 비오톱 유형을 구분하였다. 비오톱은 생태적 관점에서 환경질을 평가하기 위한 공간단위로서 독일 생태조사의 기본단위로 활용하였다. 현지조사를 통해 조사대상지의 비오톱 질을 평가하였으며, 필요할 경우 비오톱 유형을 상세 분류하였다. 항공사진 및 현지조사 자료는 GIS DB로 도면화되어 자연환경보전에 활용하고 있다(Droschmeister, 2000; Hoffmann-Kroll et al., 2000).

〈그림4〉 독일 자연환경조사의 조사지점



두번째 단계에서는 조사대상지(1km²) 내 소표본(예, 방형구)을 선정하고, 소표본별로 관속식물, 조류, 포유류 등 생물종 출현여부 및 개체수를 기록하여, 대상지의 서식적합성이나 생물다양성을 평가하였다(<그림4> 참조). 이를 위해 야생동·식물에 대한 표준화된 조사체계를 확립하였다. 독일생태조사는 정밀조사가 필요한 보호지역(protected area)은 배제하고, 독일 전역에 걸쳐 균일한 강도에 의해 바이오톱 유형별 생물종이나 서식환경을 조사하였다.

독일생태조사를 실시하기 위해서는 충분한 예산을 확보하여야 한다. 특히 두 번째 단계의 생물종 및 개체수 조사는 상당한 비용이 소요되기 때문에 3가지 유형으로 조사를 구분하였다. 충분한 예산이 확보될 경우, 번식기 조류, 메뚜기, 나비, 딱정벌레, 연체동물, 잠자리 및 양서류 등 대부분 생물종을 조사대상으로 포함하였다. 만일 조사예산이 충분치 않을 경우, 농촌지역은 번식기 즉 4월부터 10월 사이의 조류와 메뚜기만을 조사하고, 산림지역은 번식기 조류와 무척추동물에 한해 조사하였다.

3. 미국의 자연환경조사

1) 개요

미국은 특정 생물종을 중심으로 주정부 및 민간단체의 주도 아래 생물자원 조사가 실시되었다. 생물자원의 체계적인 조사 및 관리 필요성이 높아짐에 따라 미 정부에서는 생물자원 현황 및 변화추이 파악을 위한 전략계획을 수립하였다. 특히, 생물종에 대한 조사에 머물지 않고 생태계 및 생태지역, 서식지 그리고 특정항목별 조사를 수행하기 위한 전략계획을 수립하고 별도조직을 구성하였다(National Research Council, 1993).

전국단위의 자연환경조사를 실시하기 위해 ‘생물자원의 현황·변화관찰 프로그램’이라는 전략계획(2004-2009)에서는 4가지 목표를 제시하였다(Mac et al., 1998). 첫째, 표준화된 조사체계를 개발한다. 조류, 포유류 등 생물종과 함께 생태계, 생태지역 및 이슈화되고 있는 사항(예, 외래종 유입, 기후변화와 생물종 구성 등)으로 구분하여 조사방법, 조사자 선정 등 조사체계를 확립한다. 둘째, 생물자원의 현황 및 변동추이를 계량화할 수 있는 조사항목, 조사방법, 조사강도, 문서화 방안 및 분석절차를 제시한다. 즉 자연환경에 대한 조사결과를 도면화하거나 접근이 어려운 지역의 생물자원 현황파악을 위한 공간분석기법을 소개한다. 셋째, 관련 기관과의 협조체계를 확립하여 신뢰성 높은 자료를 수집, 관리, 저장, 공유할 수 있는 체계를 구축한다. 넷째, 취합된 모든 정보를 분석하여 일반인 및 전문가가 쉽게 접할 수 있도록 한다.

2) 조사조직의 연혁

미국에서의 생물자원 조사조직은 오랜 역사를 가지고 있다. 1885년 농무부(Dept. of Agriculture) 내 조류사무소(Ornithological Office)가 설치되어 농작물에 피해를 주는 유해 곤충이나 야생조류에 대한 조사를 실시하였다. 조류사무소에서는 철새의 이동을 살펴보기 위해 현지전문가, 수렵인, 조류학자 및 등대관리자협회 등과 협조체계를 유지하였으며, 1885년 포유류에 대한 조사·관리 업무를 추가하였다. 이와 같은 조사활동은 1905년 농무부 생물조사국(BBS; Bureau of Biological Survey)으로 확대되었다. 생물조사국은 생물자원 보전을 위해 다양한 조사활동을 수행하였는데(Cameron, 1929), 특히 서식지 조사·연구, 야생동물의 분류, 야생 동·식물의 공간분포, 특정지역에 대한 생태조사, 대형 수렵동물 조사, 모피동물 및 모피농가 조사, 토끼질병 조사, 조류이동 조사, 조류밴딩(가락지부착 조사), 수금류 센서스 등을 실시하였다.

19세기 말부터 20세기 초까지 농업부문을 중심으로 활발히 이루어지던 생물자원에 대한 조사는 20세기 중반 점차 감소되었다. 생물조사국은 1939년 농무부에서 내무부의 어류및 야생동물청(U.S. Fish and Wildlife Service, FWS) 소속으로 옮겨 갔으며, 이후 생물조사본부의 위상은 낮아졌다. 그러나 20세기 말에 들어서면서 서식지 훼손 및 생물다양성 감소에 따라 효과적인 토지관리의 필요성이 높아지고, 특히 의회를 중심으로 생물자원의 조사 및 관리를 담당하는 새로운 조직구성의 필요성이 제기되었다(이상돈, 2003).

클린턴행정부 시절인 1993년, Bruce Babbitt 내무부 장관은 행정명령(Secretarial Order #3173)에 의해 생물조사국(National Biological Service, NBS)을 설립하여 미국 전역에 걸친 생물분류군별 조사 프로그램을 실시하였다. 생물조사국은 미국의 야생동·식물, 생물 서식지의 현황과 변화에 대한 정보를 체계적으로 구축하기 위해 조사계획을 수립하였다. 생물자원 목록화 및 주기적인 모니터링은 기존의 자연환경조사 프로그램에 의해 일부 파악할 수 있었으나, 생물조사국에서는 조사 중복을 방지하며 체계적 조사를 실시하기 위해 통합적인 조사계획을 작성하였다. 또한 연방정부, 지방정부, 민간단체 등 다양한 기관에서 실시한 조사결과를 통합·관리하기 위한 방안도 제시하였다.

생물조사국(NBS)은 1996년 내무부 지질조사국(USGS)과 통합되어 생물자원본부(Biological Research Division, BRD)로 명칭이 변경되었다. 지질조사국의 Gordon Eaton과 생물조사국의 Ronald Pulliam, 그리고 Bruce Babbitt 내무부 장관은 토지자원의 효율적인 관리를 위해 생물조사국을 지질조사국과 통합하도록 결정하였으며 의회로부터 승인을 받았다. 생물자원본부는 연방정부 및 주정부와 함께 생물자원의 체계적인 관리를 담당

하고 있는데, 특히 야생 동·식물의 목록화 및 공간분포를 파악하며, 물새 보호, 국립공원 보전, 어류 서식환경 개선, 수자원 통제 및 조사를 담당하고 있다.

생물자원의 조사업무를 담당하기 위해 지질조사국은 생물자원본부 소속에 「생물자원현황 및변화관찰프로그램(Status and Trends of Biological Resources Program)」을 구성하였다. 「생물자원현황및변화관찰프로그램」에서는 내무부 및 기타 기관에서 요청하는 자연 자원에 대한 평가 및 관리를 위한 과학적인 조사자료를 제공하고 있다(Mac et al., 1998).

3) 생물자원 조사현황

생물자원 조사는 대개 특정 목적을 위해 개발되었으며, 초기에는 유해동물 및 수렵동물 관리에 치중하였으나, 최근 생물다양성 확보와 관련된 조사사업이 활발하다. 예를 들어, 오리개체수 조사는 약 35년 전부터 수렵관리를 위해 실시하였으며, 국가습지목록(National Wetland Inventory)은 습지훼손 실태 및 감소율을 추정하기 위해 1979년에 시작하였다. 조류, 포유류, 양서·파충류, 식물 등 특정종이나 분류군별 조사는 지방정부를 중심으로 이루어지고 있으나, 전체 생물분류군에 대한 통합조사는 이루어지지 않고 있다. 미국에서 실시된 생물자원조사는 다음 <표3>과 같다(Mac et al., 1998).

<표3> 미국 자연환경조사의 주요 항목

| 구분 | 조사명 | 기관 |
|------------|---|---|
| 조류 | 번식조류조사(예, BBS) | 생물조사국(NBS) |
| | 겨울철조류조사(예, CBC) | 오도번(Audubon) 조류보호협회 |
| | 물새조사 | 어류및야생동물청, 생물조사국 |
| 멸종위기종 | 멸종위기종 목록조사 | 국립공원관리공단, 토지관리청, 산림청, 생물조사국, 어류및야생동물청 등 연방정부, 주정부 등 |
| | 주자연유산프로그램 (State Heritage Programs) | 주정부, 자연보호협회(Nature Conservancy) |
| | 멸종위기해양생물종 (Endangered marine spp.) | 국립해양수산청(NMFS) |
| 수렵동물 | 사슴, 메추라기, 칠면조 등 | 주정부 어류및야생동물 관련기구 |
| 서식지 및 생물군락 | 국가습지목록 (National Wetlands Inventory) | 어류및야생동물청 |
| | GAP 프로그램 | 생물조사국, 주정부, 대학 등 공동조사 |

〈표3〉 미국 자연환경조사의 주요 항목(계속)

| 구분 | 조사명 | 기관 |
|------------|------------------------------|----------------------------|
| 서식지 및 생물군락 | 하천조사(수질, 생태계, 유해물질) 및 평가프로그램 | 환경청(EPA) |
| | 농경지 서식환경 및 야생동물 목록조사 | 토양보전청(현 자연자원보전청) |
| 토지자원 | 국유지의 관리현황 및 평가 | 토지관리청(BLM) |
| | 국유림의 자원평가 | 산림청(USFS) |
| 오염물질 | 육수 및 육지부 조사 | 생물조사국, 어류및야생동물청, 지질조사국 |
| 해양 | 해양 및 연안부 조사 | 해양대기청(NOAA), 국립해양수산청(NMFS) |

포유류 조사는 정부기관 및 자연과학자, 농부, 토지관리자에 의해 수집되고 있다. 특히 고래 등 해양 포유동물, 박쥐, 늑대, 흑곰, 너구리, 해달, 사슴 등에 대한 조사가 활발히 진행되고 있다. 양서·파충류 조사는 주로 자연과학자 및 생태학자에 의해 이루어졌으며, 일부 주 정부(예, 캔자스, 일리노이, 위스콘신 등)에서 양서류 조사가 실시되었으나, 전국적인 조사 프로그램은 없는 상태이다. 효과적인 생물종 보호 및 관리정책을 수립하기 위해 10년 이상 장기 조사가 필요함에도 불구하고, 현재 애리조나, 플로리다 등 일부 지역에서만 바다거북, 악어, 개구리, 사막거북에 대한 조사가 이루어지고 있다(LaRoe et al., 1995).

생물종에 대한 조사와 함께 최근 항공사진과 위성영상, 문서자료를 이용한 「GAP(Gap Analysis Program)프로그램」을 통해 토지자원의 분포현황 및 경년변화를 파악하고 있다. 미국 전역의 생태계 현황을 파악하고자, 산림자원조사, 남부지역의 산림습지조사, 희귀생물 개체군조사, 산불지역 생태계 변화관찰, 국립공원 식생변화, 산림생태계에 미치는 대기오염 관찰, 국립공원 대기환경 변화관찰, 소나무 생태조사, 참나무림 관리 및 조사 등이 이루어지고 있으나, 역시 국가적 규모의 생태계 조사는 실시되지 못하고 있다. 육수생태계에 대한 관리방안을 마련하기 위해 미시시피강 범람원의 서식지 변화조사, 미시시피강 상류역 조사, 일리노이 하천의 어류 개체군 조사, 5대호 어류의 중금속 오염조사, 5대호의 송어 및 습지조사, 해양 및 담수조사 등이 수행되었다(LaRoe et al., 1995).

4) 조사체계

지질조사국에서는 미국 내 자연자원의 현황과 변화추이를 파악하기 위해 전략계획(2004-2009)을 수립하였다. 미국의 자연환경조사계획은 크게 4가지로 이루어져 있다. 첫째, 조류,

포유류, 관속식물 등 생물종 조사, 들췌, 육상생태계, 습지생태계, 수생생태계, 해양생태계 등 생태계 조사, 셋째, 동남부 아열대림지역, 중부 대초원지역 등 대권역 생태지역 조사, 그리고 마지막으로 외래종 유입, 훼손위협에 있는 서식지 평가, 멸종위기종 조사 등 특정항목 조사로 이루어졌다 (LaRoe et al., 1995; Mac et al., 1998).

조류, 포유류 등 생물종 조사는 자연환경조사에 있어 가장 기본이 되는 부분으로서 분류학자 등이 중심이 되어 조사체계를 확립하였다. 모든 분류군에 대해 동일한 조사강도를 적용하지 않았으며, 분류군에 따라 종목록 작성이나 지속적인 모니터링을 실시하였다. 현지조사는 주로 자연과학자 및 생태학자에 의한 자원봉사 활동으로 이루어졌는데, 특히 탐조활동가, 나비수집가, 조개수집가에 의해 생물종(야생조류, 나비, 조개 등)의 지리적 범위 등 생태학적 정보를 획득할 수 있었다. 일부 학회에서는 조사 신뢰성을 높이기 위해 생물종의 동정방법 등 자원봉사자에 대한 교육활동을 강화하였다.

미국은 또한 생태계 및 생태지역에 대한 조사를 자연환경조사에 포함하고 있다. 예를 들어, 플로리다 「에버그레이드 국립공원(Everglades National Park)」 등 습지생태계를 조사하기 위해 독립된 프로그램을 지질조사국 등 연방정부에 설치하고 있다. 생태지역은 지리적 공간단위로서, 여러 유형의 생태계를 포함하며 주로 유사한 지형, 기후에 의해 구분된다. 생물종, 서식지, 생태계 및 생태지역 조사와 함께 특정항목 조사도 자연환경조사에 포함하고 있다. 도로건설에 따른 야생동물과 차량과의 충돌 조사(예, 로드킬 조사) 등이 미국 자연환경조사의 일환으로 실시되어 당면한 현안과제를 해결하는 데 이용한다.

4. 영국의 자연환경조사

1) 개요

영국은 인위적 교란으로부터 자연환경을 보호하기 위해 생물자원을 목록화하거나 보호가치가 높은 자연자원의 공간분포를 오랫동안 조사하였다. 산림조사를 시작으로 4회에 걸친 전국자연환경조사(1978년, 1984년, 1990년, 1998년)를 실시하였으며, 2007년 제5차 조사를 계획하고 있다. 과학적으로 검증된 조사방법을 적용하고, 조사자료가 정책적 측면에서 유용하게 활용되도록 조사체계 및 조사내용을 보완하고 있다. 1978년과 1984년에 이루어진 영국 생태조사(Ecological Survey of Great Britain)는 정부에 의해 직접 이루어진 반면, 1990년 및 1998년에 이루어진 영국자연환경조사(Countryside Survey)는 환경부의 위탁에 의해 자연환경연구심의회(Natural Environment Research Council, NERC) 소속의 「생태학 및 수

문학 센터(Center for Ecology and Hydrology, CEH)₁에 의해 실시되었다(Bunce, 2000).

최근에 실시된 제2차 자연환경조사(1998-2000)는 주로 5가지 내용으로 이루어져 있다(Haines-Young et al., 2000). 첫째 정밀하고 과학적인 조사결과를 기술한 총괄보고서의 작성, 둘째 정책에 반영될 수 있는 내용만을 추출한 요약보고서의 작성이다. 셋째 지역주민들에게 자연환경을 설명하기 위한 교육·홍보자료를 제작하며, 넷째 후속조사 및 연구사업을 제시한다. 마지막으로 학회지 등 과학적인 연구논문을 발표한다. 조사결과를 활용한 일반인에 대한 교육·홍보 및 학회지 등 연구논문 발표를 통해 영국에서는 점차 자연환경 조사결과를 보전관련 정책(예, 경계서식지의 보호전략, 생물다양성실행계획 수립)과 연계시키고 있다. 영국의 자연환경조사체계는 오랫동안 동일한 체계를 유지하고 있어 시계열적인 분석이 가능하며, 자연환경의 변화를 파악하는 데 유용하게 활용한다.

2) 조사연혁

영국의 초기 자연환경조사는 산림조사에 치중하였으나, 점차 식생, 서식지, 생태계, 경관 등 생물다양성을 파악하는 도구로 확장하였다(<표4> 참조). 1971년 산림조사가 이루어졌으며, Cumbria 생태조사(1974-1978)를 토대로 전국 단위의 자연환경조사를 위한 기반을 갖추었다. 즉, 1978년에 시작하여 4회에 걸쳐 영국의 자연환경을 조사하였으며, 1990년에는 위성영상을 이용하여 토지피복지도를 제작하였다. 최근 조사에서는 조사범위와 규모가 늘어났으며 보다 정교화된 조사체계를 사용하였다. 두 차례에 걸쳐 실시된 영국생태조사(Ecological Survey)는 위성영상을 활용한 토지피복도 제작 및 조사방법, 조사항목 추가 등 조사체계의 변경과 함께 1990년 영국자연환경조사(Countryside Survey)로 명칭을 변경하였다(Haines-Young et al., 2000).

<표4> 영국자연환경조사의 연혁

| 조사기간 | 조사명칭 | 조사기관 | 주요 내용 |
|-----------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1970-1972 | 국가산림조사 (National woodland survey) | 자연보호회 (Nature Conservancy) | 산림지역 조사 |
| 1974-1978 | Cumbria 생태조사 (Cumbria survey) | Cumbria 지방정부 | 토지이용계획에 활용 |
| 1978-1980 | 제1차 영국생태조사 (Ecological survey) | 에너지기술지원단 | 토양, 식생, 토지피복 조사 및 자원화를 위한 대상 산림지 추출 |

〈표4〉 영국자연환경조사의 연혁(계속)

| 조사기간 | 조사명칭 | 조사기관 | 주요 내용 |
|-----------|---|------|---|
| 1984-1986 | 제2차 영국생태조사 (Ecological survey) | 환경부 | 경관 및 생태 조사 |
| 1990-1993 | 제1차 자연환경조사 (Countryside survey 1990) | NERC | 토지피복, 식생 조사 등을 통한 자연보호 정책수립에 활용 |
| 1998-2000 | 제2차 자연환경조사 (Countryside survey 2000) | NERC | 토지피복, 토양, 담수, 조류, 식생 조사를 통한 정책수립에 활용 |

산림조사(National Woodland Survey, 1970-1972)에서는 영국 전역에 걸쳐 2,500개의 산림지역을 선정하였으며, 종조성을 토대로 103개 유형으로 산림지역을 구분하였다. 산림조사에서는 현재 자연환경조사에서 사용하는 격자형 체계와 달리 약 30~200ha의 다각형 체계를 활용하였다. 1974년에는 토지자원을 분류하고 자원계정 방법론을 검증하기 위해 Cumbria 생태조사를 실시하였다. Cumbria 생태조사는 약 7,000개의 격자로 이루어진 Cumbria 지역에 대해 토지유형을 16개로 구분하고, 1km² 격자 내 소표본 특히 산림지를 대상으로 생물자원을 조사하였다.

1978년에 실시된 제1차 영국생태조사(Ecological Survey of Great Britain)에서는 256개의 1km² 격자를 조사대상지로 선정하고, 각 격자별로 11개의 소표본 즉 5개의 무작위 추출 및 6개의 선형 추출을 통해 정밀 조사지점을 선정하였다. 모든 조사지점에 대해 토지피복, 식생 및 토양 조사를 실시하였으며, 토지피복의 정확성은 농무부 농촌센서스자료를 활용하여 검증하였다.

1984년에 실시된 제2차 영국생태조사(Ecological Survey of Great Britain)에서는 조사 표본수를 256개에서 384개로 늘렸으며, 특히 자연경관과 관련된 조사비중을 높였다. 제2차 생태조사 결과, 1978년 이후 약 280,000km²의 경계서식지(hedgerow)가 파괴되었으며, 종전에는 추정할 수 없었으나 본 조사를 통해 농가건물의 변화추이를 파악할 수 있게 되었다. 두 차례의 영국생태조사는 경계서식지의 보호 및 농가건물의 관리방안 수립에 유용하게 활용되었다.

영국생태조사는 정부의 적극적인 관심으로 활발하게 이루어졌으며, 특히 식생조사는 유용한 정책도구로 인식되었다. ECOLUC (Ecological Consequences Of Land Use Change, 1986-1993) 사업에 따라 식생 활력도의 변화 및 토지피복도 제작에 있어 위성영상의 활용방안이 제시되었다. ECOLUC 연구결과를 토대로 1990년 제1차 영국자연환경

조사(Countryside Survey)를 실시하였다. 제1차 영국자연환경조사는 「생태학 및 수문학 센터」가 중심이 되어 토지피복, 서식유형 및 생물종에 대한 국가적 보유현황을 파악하기 위해 약 500여 개의 격자를 조사대상지로 선정하여 1990-1993년에 실시하였다(Bunce, 2000).

경관변화 및 서식지 훼손원인에 대해 체계적으로 조사하기 위해 ECOFACT(ECOLOGICAL FACTors controlling biodiversity in the British landscapes) 연구사업을 실시하였다. ECOFACT 연구결과를 토대로 영국의 자연환경 현황 및 변화유형을 파악하기 위해 「생태학 및 수문학 센터(CEH)」 주관 아래 제2차 영국자연환경조사(Haines-Young et al., 2000)를 실시하였다. 서식지, 토지피복, 식물·식생, 경계서식지(울타리), 경관, 토지유형에 대한 자료획득을 위해 500여 개의 1km² 격자를 추출하여 조사하였다. 2000년에는 위성영상을 이용하여 234,000km²에 이르는 영국 전역의 토지피복도 및 데이터베이스를 제작함으로써 1990년에 제작한 토지피복도와 비교할 수 있게 되었다(Griffiths et al., 1999).

3) 조사내용

영국자연환경조사(Countryside Survey)는 도시지역을 제외한 영국 전역에 걸친 대규모 조사사업으로 1) 서식지, 생물종 등 생물다양성 조사, 2) 위성영상을 이용한 토지피복지도 제작, 그리고 3) 식생군락 분류로 구분할 수 있다. 영국 전역을 1×1km² 격자로 나누고 다음, 생물다양성 조사를 위해 무작위로 추출한 격자를 조사대상지로 선정하였다. 만일 선정된 격자에서 도시용 토지면적이 75%를 초과할 경우에는 해당 격자를 조사대상지에서 제외하였다. 식생조사를 위해 격자(1km²) 내 20개 소표본을 대상으로 선정하여 방형구 조사를 실시하였다. 제2차 영국자연환경조사에서는 서식지, 식물, 경관 및 토지유형 등을 조사하기 위해 569개 격자를 무작위로 선정하였다(Haines-Young et al., 2000).

영국자연환경조사는 5가지 유형으로 구성되었다(Bunce, 2000). 첫째, 위성영상을 활용한 영국 전역의 토지피복도 제작이다. 다분광 시계열 자료를 이용하여 24개 유형의 토지피복도를 제작하며, 1990년에 제작한 토지피복도와 비교하여 자연환경의 변화를 파악한다. 둘째, 국가적 차원에서 토양질을 평가하고 토양환경의 변화를 예측하기 위해 1978년에 실시된 토양조사와 동일한 방법론에 의거하여 토양을 조사한다. 256개의 조사대상지(1km²)에 5개 조사구를 대상으로 토양생물, 토양미생물, 유기물질, 중금속 및 pH 등을 조사한다. 셋째, 층화표본에 의해 추출된 569개의 조사격자(1km²)를 대상으로 토지피복 및 현존식생을 조사한다. 조사대상지는 1978년에 조사된 256개의 조사대상지와 1984년에 조사된 381개, 그리고 1990년

에 조사된 502개 조사지점을 모두 포함한다. 현지조사는 지역사정에 밝은 전문가에 의해 실시한다. 넷째, 무척추동물이나 하천서식환경 등 담수환경을 조사한다. 담수대형무척추동물 조사 및 하천서식환경조사는 1990년에 실시된 361개 지점을 포함한 총 404개의 조사격자를 대상으로 실시한다(Haines-Young et al., 2000). 조사결과는 RIVPACS(River Invertebrate Prediction and Classification System) 분류법에 따라 하천의 생태환경을 평가하는 데 활용한다. 마지막으로 번식기 야생조류의 개체수, 산란수 등 번식환경을 조사한다. 영국조류신탁(Britain Trust for Ornithology)에 의해 실시되는 번식조류조사는 330개 자연환경조사지점(1km²) 내 4개의 조사구간(transect)을 이동하면서 종 및 개체수를 기록한다(Greenwood, 2000).

4) 조사결과의 활용

자연환경조사는 영국의 자연환경 현황 및 변화추이를 파악하기 위한 자료로 유용하게 이용되고 있다. 영국 전역에 걸쳐 실시된 4차례 조사결과, 지난 20여 년 동안 저지대 식물다양성 및 경계서식지가 크게 감소하고 있음을 알아냈다. 이에 영국 정부에서는 저지대의 환경변화를 방지하기 위해 개발사업을 억제하고 고유 식물종 식재를 통해 저지대 식물다양성을 복원하며, 산울타리 보전정책을 통해 경계서식지 기능을 제고하는 등 자연환경 조사결과를 효과적으로 활용하고 있다.

위성영상을 이용한 토지피복지도는 개별적으로 수집되는 생태자료를 취합하거나 또는 특정 생물분류군(예, 담수무척추동물 등)의 조사결과를 통합하는 데 적합하다. 스코틀랜드에서는 자연환경조사를 통해 획득한 환경정보를 격자단위로 제작하여 정책수립자 및 토지관리자에게 제공하기 위한 자연환경정보시스템을 구축·운영하고 있다(Griffiths et al., 1999). 자연환경정보시스템은 자연환경조사로부터 획득한 자료를 구축하는 데 머물지 않고 측량담당 기관(예, 국토지리정보원), 산림조사기관(예, 산림청) 등 관련기관으로부터 수집한 자료를 통합한다. 즉 자연환경정보시스템은 각급 정부의 계획담당자 및 의사결정자와 긴밀한 상호관계 아래 구축하고 있다. 또한, 일부 지방에서의 황무지 분포도 작성과 같이 위성영상은 대규모 지역의 생태변화를 파악하는 데 효과적이다.

새로 제작한 단일 식생분류체계(CVS)는 식생을 8개 대분류와 100개 소분류로 구분하고 있다. 토양, 생물종, 종조성 등을 토대로 작성한 식생분류는 서식지 변화를 파악하기 위한 기초 자료로 활용하며, 식물학적 다양성을 경관단위에서 평가할 수 있다(Bunce, 2000). 영국의 경우 저지대 식생은 인위적 간섭에 의해 크게 파편화되었으며, 고지대 식생은 다른

식생군락에 비해 생물다양성이 뛰어난 작은 크기의 수많은 패치로 구성되었는데, 이와 같은 식생조사 결과는 경관구조 및 변화, 그리고 생물다양성을 유지하는 데 있어 유용하게 활용되고 있다.

IV. 자연환경조사의 효율적 운용방안

1. 자원봉사자 등 조사인력의 확보

일본, 독일 및 미국 등 선진 외국에서는 지역주민이나 자연과학자 등이 자연환경조사에 자발적으로 참여하고 있으며, 개발도상국에서도 자연환경의 현황을 파악하는 데 있어 지역주민의 자발적인 참여가 늘어나고 있다. 일본의 경우, 매미나 제비와 같이 일반인들이 쉽게 식별할 수 있는 생물종을 대상으로 「환경지표종조사」에 일반인을 참여시키고 있으며, 미국에서는 「뒷마당조사」를 통해 주거지역을 중심으로 자연환경을 파악하는 데 시민들이 참여하고 있다. 또한 「크리스마스 조류조사(CBC)」를 통해 1900년부터 일반 주민들이 조사에 직접 참여하고 있으며, 최근에는 인터넷을 통해 자신이 관찰한 조류종 및 개체수를 직접 입력할 수 있다. 독일의 경우, 8,000~9,000명의 자원봉사자가 무보수로 조사활동에 참여하고 있으며, 조사의 신뢰성을 높이기 위해 연방정부에서는 자발적인 조사기구에 각종 지원을 제공한다. 이와 같은 지원을 통해 유럽연합 사무국에서 요구하는 조사기준을 충족시킴으로써, 자원봉사자의 참여의식을 고취시키며 조사결과를 국제협약 이행에 활용할 수 있게 되었다. 우리나라는 환경단체를 중심으로 일부 지역에 대해 자발적인 조사가 이루어지고 있으나, 전국 규모의 자발적인 자연환경조사는 미흡하다.

자연환경조사는 대학이나 조사기관의 전문가 등이 참여하는 1) 전문가 조사와 간단한 기본교육을 이수한 민간단체 활동가 및 지역주민이 수행하는 2) 자원봉사자 조사로 구성할 수 있다. 과학적 방법에 기초하여 수행하는 전문가 조사는 자연환경에 대한 체계적 관리를 위해 필요한 기초자료의 수집이 목적이며, 자원봉사자 조사는 지역 이해관계자의 인식수준과 참여를 높이고 전문가 조사를 보완하는 것을 목적으로 한다. 우리나라는 지금까지 전문가 조사에 의해 전국자연환경조사를 실시하였으나, 지역특성이나 조사성격에 따라 자원봉사자에 의한 조사도 도입하여야 할 것이다. 자원봉사자 조사는 지역의 자연환경에 대한 이해가 깊은 지역주민들 가운데 선발하여 실시한다.

우리나라의 경우, 자원봉사자에 의한 조사는 종 동정의 어려움, 조사방법에 대한 이해 부족 등으로 조사결과의 신뢰성이 떨어질 수 있다. 이를 극복하기 위해 일본이나 미국에서와

같이 일반인들이 쉽게 식별할 수 있는 생물종(예, 까치, 잠자리, 개구리 등)을 조사대상으로 선정하며, 자발적인 조사를 통해 지역주민의 자연보호에 대한 관심과 참여를 유도할 수 있다. 또한 전문학회 등을 통해 조사·교육 프로그램을 개발하여, 조사에 참여코자 하는 지역주민을 대상으로 생태 조사에 대한 방법론을 일정기간 교육하고, 소정의 교육과정을 이수한 사람에 한해 자원봉사자 조사자격을 부여토록 한다.

2. 상설화된 전문조사기관의 설립

국가의 자연환경을 보전하는 데 필요한 생물자원의 분포 및 현황을 지속적으로 추적하기 위해서는 분야별 전문가를 확보하여야 하며, 특히 안정적인 조사기관을 통해 자연환경에 대한 통합적인 조사를 실시하여야 한다. 미국의 경우, 생물조사국 등 대규모 상설조직을 구성하여 자연환경조사를 추진하였으며, 독일에서는 자연환경보전청의 주도 아래 조사를 실시하고 있다. 일본의 경우, 환경성에 소속된 생물다양성연구센터에서 자연환경조사에 대한 총괄 업무를 담당하고 실질적인 조사는 주로 자연환경연구센터에 의해 이루어지고 있다.

우리나라에서 실시되고 있는 전국자연환경조사는 국립환경과학원 경관생태과 및 생태조사단에서 총괄하고 있으나, 조사사업의 효율성과 실효성을 높이기 위해서는 선진 외국의 경우와 같은 전문조사기관의 설립이 필요하다. 전문조사기관의 설립은 국가기관, 재단법인, 사단법인 등 다양한 형태로 생각할 수 있으나 국가기관으로서 정부조직을 확대하는 것은 재정 확보 등 현실적으로 어려운 실정이다. 사단법인의 설립은 비교적 쉬운 편이지만 조직을 운영할 수 있는 재정지원이 없이는 역시 어려운 일이다. 재단법인은 전국자연환경조사 사업비를 포함하여 수익사업을 병행할 수 있으므로 현실적으로 실현가능성이 가장 높을 것으로 생각된다. 그러나 이 또한 설립주체가 있어야 하므로 자연환경에 관심 있는 기업 등의 투자가 있어야 할 것이다. 전문조사기관의 설립에 대해서는 향후 보다 심도 있는 논의가 진행되어야 하겠지만, 본고에서는 현실성이 가장 높은 재단법인 형태로서 (가칭)국가생태계연구원을 추천한다. 국가생태계연구원은 각종 자연환경조사, 환경영향평가, 조사자료의 분석·가공, 자연환경정보의 DB구축과 관리, 대국민 홍보 등의 다양한 업무를 수행할 것으로 기대되며, 조사에 필요한 인력을 자체적으로 육성함으로써 최근 문제가 되고 있는 인력수급까지도 해결할 수 있을 것으로 사료된다.

3. 서식지 및 생태계 조사 실시

우리나라의 전국자연환경조사는 포유류, 조류, 양서·파충류, 육상곤충류, 관속식물 등 생물종 중심으로 이루어져 있을 뿐 서식지, 생태계 및 생태권역에 대한 현황파악은 미흡하다. 즉, 어떤 생물서식공간에서 특정 생물종의 세대를 거듭하여 유전적 다양성을 유지할 수 있는지를 평가하기 위해서는 서식지 여건 및 변화를 파악해야 함에도 불구하고 서식지 조사항목이 누락되어 있다. 반면 영국이나 일본, 그리고 미국의 경우에는 서식지를 중요한 조사항목으로 포함하고 있다. 예를 들어, 하천에 있어 하폭, 수온 등 서식환경조사를 통해 어류, 담수 무척추동물 등의 개체수와 비교하거나 하천-농경지 주연부에 서식하는 생물종의 서식여건을 평가하기 위한 경계서식지(예, 산울타리)를 지속적으로 파악하여 정책수립에 활용하고 있다.

생태계는 하나의 독립된 공간단위로서 생물자원의 관리에 있어 기본이 된다. 하나의 생태계에서는 동물, 식물, 토양, 지형 등이 서로 유기적으로 밀접하게 연결되어 있으며, 이에 따라 생물자원에 대한 관리는 개별 생물종 단위로 이루어지기보다는 생태계에 대한 이해를 토대로 실시되어야 한다. 일본이나 독일에서는 생태계 조사 및 바이오툰 지도를 활용하여 생태계를 파악하고 있으며, 미국에서는 생태계 및 생태지역에 대한 조사항목을 추가하여 생태계를 보호하기 위한 자료를 수집하고 있다. 특히 위성영상이나 지리정보를 이용하여 우리나라 전역에 걸친 생태계의 분포현황을 전국자연환경조사의 일환으로 실시하는 것이 필요하다. 그러나 현재 우리나라는 몇 개의 독립된 생태계가 존재하고 있으며, 훼손위협에 처해 있는 생태계는 몇 개나 되는지 파악하지 못하고 있으며, 이에 따라 보호가치가 높은 습지생태계(예, 창녕 우포늪 생태계)나 도시지역 징검다리 산림생태계(예, 남산 생태계)의 목록화 및 공간 분포 자료도 미흡한 실정이다.

4. 조사결과의 활용방안

외국의 경우 생물다양성협약 등 국제협약에서 요구하는 각종 평가자료의 작성 등을 고려하여 자연환경조사를 실시하고 있으나, 우리나라는 국제기구의 요구사항에 대한 고려가 부족하다. 독일에서는 자연환경조사 중 번식조류조사를 활용하여 2년마다 생물다양성지수를 계산한 후, 유럽연합 사무국에 국가보고서로 독일의 자연환경에 대해 제공하며 또한 독일 의회에 주기적으로 번식조류조사 등 자연환경조사의 필요성을 제기하고 있다. 반면 우리나라는 두 차례에 걸친 전국자연환경조사 자료를 녹지자연도, 생태·자연도 등 생태계 지도를

제작하는 데 활용했으나, 국제기관이나 일반 국민에 대한 교육·홍보에는 활용하지 못하고 있다. 즉 조사에 투입된 소요예산에 비해 조사결과의 활용도가 낮은 형편이다.

자연환경조사는 생물자원 현황보고서를 작성하는 데 머물지 않고, 지리정보 및 위성영상을 활용하여 지도화하는 것이 필요하다. 현재 조사지점을 중심으로 표현하고 있는 동·식물의 분포도는 내삽법(interpolation) 등 공간통계기법을 활용하여 다양한 축척의 격자로 표현한다. 영국이나 일본 등 오랫동안 자연환경조사를 실시한 나라에서는 경관생태학적 배경을 토대로 조사결과를 다양한 형태의 도면으로 나타내고 있다. 지도로 표현된 자료는 정책결정자 및 일반국민에 의해 효과적으로 활용되고, 자연환경조사의 필요성을 국민들에게 인식시킬 뿐만 아니라 대외적으로는 우리나라 자연환경 현황을 파악하는 데 유용하게 쓰일 수 있다.

참 고 문 헌

- 국립환경연구원. 2003. 「자연환경조사는 왜 하는가?」
- 이상돈. 2003. “환경부 전국자연환경조사사업의 문제점과 개선방안-미국의 사례를 중심으로” 「환경영향평가」 12(1): 1-8.
- 한국자연보전협회. 1997. 「제2차 자연환경 전국기초조사 지침」
- 환경청. 1986. 「'86 자연생태계전국조사지침」
- 환경부. 2004. 「생물자원 확보·관리를 위한 기본계획 수립 연구」
- 환경부. 2005. 「2004 환경백서」
- 환경부, 국립환경과학원. 2006. 「제3차 전국자연환경조사지침」
- Biodiversity Center. 2004. *Japan's National Survey on the Natural Environment*. Ministry of Environment, Fujiyoshida City, Japan.
- Bunce, R.G.H. 2000. “The Experience of the Countryside Survey in Great Britain for Monitoring Biodiversity of the Wider Countryside” in C. Bischoff and R. Droschmeister (eds.) *European Monitoring for Nature Conservation*. Bonn, Germany: Bundesamt für Naturschutz(BfN). 79-94.
- Cameron, J. 1929. *The Bureau of Biological Survey: Its History, Activities, and Organization*. New York, USA: John Hopkins Press.
- Droschmeister, R. 2000. “Conceptual Requirements on Monitoring for Nature Conservation at a European Level” in C. Bischoff and R. Droschmeister (eds.) *European Monitoring for Nature Conservation*. Bonn, Germany: Bundesamt für Naturschutz(BfN). 7-19.
- Federal Agency for Nature Conservation. 2002. *Nature Data 2002*. Bonn, Germany.
- Forman, R.T.T. 2001. *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Greenwood, J.J.D. 2000. “How BTO's Monitoring of Birds Contributes to Conservation” in C. Bischoff and R. Droschmeister (eds.) *European Monitoring for Nature Conservation*. Bonn, Germany: Bundesamt für Naturschutz(BfN). 105-117.
- Griffiths, G.H., B.C. Eversham, and D.B. Roy. 1999. “Integrating Species and Habitat Data for Nature Conservation in Great Britain: Data Sources and Methods.” *Global Ecology and Biogeography* 8: 329-345.
- Haines-Young, R.H. et al. 2000. *Account for Nature Assessing Habitats in the UK Countryside: Countryside Survey 2000*. London, UK: Department of Environment,

Transport and the Regions.

- Hoffmann-Kroll, et al. 2000. "Setting-up National Biodiversity Monitoring for Nature Conservation in Germany - the Ecological Area Sampling (EAS)." in C. Bischoff and R. Droschmeister (eds.) *European Monitoring for Nature Conservation*. Bonn, Germany: Bundesamt für Naturschutz(BfN). 95-104.
- Kim, C-H. 2004. "The Survey and Collection for the Preservation of Biological Resources in Republic of Korea." Proceedings of the 5th and 6th Symposia on Collection Building and Natural History Studies in Asia and the Pacific Rim, Edited by S. Akiyama et al., *National Science Museum Monographs* 24: 123-128.
- LaRoe, E.T. et al. 1995. *Our Living Resources: a Report to the Nation on the Distribution, Abundance, and Health of U.S. Plants, Animals, and Ecosystems*. Washington, D.C., USA: U.S. Department of the Interior, National Biological Service.
- Mac, M.J. et al. 1998. *Status and Trends of the Nation's Biological Resources*. Reston, Virginia, USA: U.S. Department of the Interior, Geological Survey.
- National Research Council. 1993. *A Biological Survey for the Nation*. Committee on the Formation of the National Biological Survey, Washington, D.C., USA: National Academy Press.
- Nature Conservation Bureau. 2002. *Living with Nature - The National Biodiversity Strategy of Japan*. Ministry of Environment, Japan.
- Sukopp, U. and A. Doerpinhaus. 2005. "Approaches to Monitoring Biodiversity for Nature Conservation" *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 35: 407-438.