



시민과학의 자연환경조사 적용방안 연구

김윤정 · 이현우



■ 연구진

연구책임자 김윤정 (한국환경정책·평가연구원 연구원)
참여연구원 이현우 (한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)

■ 연구자문위원 (가나다 순)

박찬호 (국립생물자원관 연구관)
오상훈 (대전대학교 교수)
원효식 (대구대학교 교수)
이동근 (서울대학교 교수)
이중효 (국립생태원 실장)
정휘철 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)

© 2016 한국환경정책·평가연구원

발행인 박 광 국
발행처 한국환경정책·평가연구원
 (30147) 세종특별자치시 시청대로 370
 세종국책연구단지 과학·인프라동
 전화 044-415-7777 팩스 044-415-7799
 <http://www.kei.re.kr>
인 쇄 2016년 12월 26일
발 행 2016년 12월 31일
등 록 제17-254호(1998년 1월 30일)
ISBN 979-11-5980-052-8 93530

이 보고서를 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처를 표시해 주십시오.
김윤정, 이현우(2016), 「시민과학의 자연환경조사 적용방안 연구」, 한국환경
정책·평가연구원.

값 5,000원

서 언

생물다양성 모니터링에서의 자발적 시민참여는 생물다양성협약의 이행 및 효과적인 자연 보전 정책을 수립하기 위해 국제적으로 강조되고 있는 사안입니다. 이것은 광범위한 증출현 정보를 소수의 전문가가 파악하기 쉽지 않으며 점차 자연환경에 대한 관심이 비전문가 및 준전문가를 중심으로 증가하고 있기 때문입니다.

이에 본 연구는 시민의 참여를 통한 과학기술 수집기술인 '시민과학'의 국내 현황을 국외 우수사례 발전요인에 기반하여 평가하고 국가적 시민참여 자연환경조사의 활성화를 꾀할 수 있는 방안을 모색하였습니다. 국제적인 생물다양성 데이터 포털인 'GBIF(국제생물다양성정보기구)'에 점차 시민이 조사한 생물다양성 현황 정보 게시율이 증가하고 있는 상황에서 본 연구는 향후 우리나라의 자연환경조사 자료의 양과 질을 높이는 데 기여할 것으로 기대합니다. 끝으로 본 연구를 수행한 한국환경정책·평가연구원 김윤정 연구원과 이현우 선임연구위원에게 감사를 표하며 바쁘신 와중에도 자문을 통해 연구에 도움을 주신 자문위원단에게도 감사를 표합니다.

2016년 12월

한국환경정책·평가연구원

원장 박 광 국

국문요약

우리나라는 자연환경조사에서 시민참여를 활성화하기 위해 한국생물다양성네트워크(K-BON)를 수립하고 『제3차 자연환경보전기본계획(2016-2025)』에 시민참여 자연환경 측정망 500개소를 구축할 것을 명시한 바 있다. 그러나 국제적으로 시민참여 자연환경조사 자료가 GBIF에 다량 게시되는 것과 달리 국내 시민참여 자연환경조사 자료의 양과 질은 아직 미흡하여 활성화가 필요한 실정이다. 또한 국내 시민과학의 자연환경조사 적용방안에 대하여 국제적 우수 사례 대비 국내 현황을 진단하고 활성화 및 활용 방안을 이론적으로 고찰한 연구 사례가 없어 관련 연구가 시급한 실정이다. 따라서 본 연구는 국내 자연환경조사에서의 시민참여를 증진하기 위해 시민과학의 활성화 방안을 도출하였으며, 이를 위해 국외 우수 사례의 시민과학 발전요인을 분석하고 국내 현황에 따른 시민과학 적용 유형의 도입방안 및 정책적 지원방안을 제안하였다.

국외 우수 사례의 분석 결과, 시민과학의 발전요인으로 크게 4가지 요인을 들 수 있다. 먼저 기존에 자발적으로 자연환경조사에 참여하던 아마추어 과학자의 조사활동이 자연환경조사 NGO로 확장되고 더 나아가 대중적인 일반 국민의 참여를 이끌어낸 바 있다. 즉, 자발적 자연환경조사 기반은 각 환경 관련 NGO의 설립과 단체 간 네트워킹으로 구축되었으며, 단체 간 공동 모니터링 및 교육활동 수행, 온라인상 자율적 정보 공개 및 교류는 기존 소수의 준전문가가 개별적으로 수행하던 조사를 대중적인 참여로 확산시키는 계기가 되었다.

둘째, 일반 국민의 유용한 생물동정을 위하여 ICT 기술을 활용한 각종 모바일 생물동정 앱, 웹 페이지가 개발된 바 있으며, 본 ICT 기술의 활용으로 대중적 생물다양성 모니터링이 가능해졌다고 판단된다. 더불어 ICT 기술의 도입에 따라 기존에 종이 대장으로 기록되던 생물종의 종출현 정보를 온라인 플랫폼상에서 공유할 수 있게 되어 각 단체 또는 개인의 자연환경조사 자료가 종합·공유되기 시작하였으며 이는 시민과학 활동 확장에 기여하였다.

셋째, 국가 자연환경조사에 시민참여를 도모하고 이를 위해 전문가의 과학기술적 지원 아래 조사지점 및 조사 가이드라인이 구축된 바 있다. 특히 시민참여로 생성된 조사자료는

자료의 신뢰도와 일관성이 낮은 경우가 많아 국가적 정책자료로 활용되기에 부적합한 경우가 많다고 사료된다. 그러나 전문가의 개입하에 조사지점 및 조사 항목의 구축 시, 조사 난이도를 고려한 일관성 있는 조사체계를 설정할 수 있다.

마지막으로 시민참여 조사활동은 그 조사 범위가 주로 거주·생활지역에서 인접한 지역을 대상으로 수행되는 경우가 많다. 일본, 호주 등은 지역 내 생태적 특징을 고려하여 지역 단위의 조사활동을 장려하며 일본은 이를 위해 「지역의 다양한 주체의 연계에 의한 생물다양성 보전활동 촉진에 관한 법률」을 제정한 바 있다. 결과적으로, 상위 4가지 발전요인을 통해 일부 아마추어 과학자, 지역 학자 등에 의해 분산되어 수행되어 오던 자연환경조사 활동이 대중적으로 확산되고 국가 및 국제적 생물다양성 정보로 활용되는 계기가 되었다고 사료된다.

국내 현황의 조사 결과, 국내 자발적 자연환경조사의 기반이 될 수 있는 환경 관련 NGO 활동은 주로 거주·생활지역, 지역 내 중요 목표종을 대상으로 수행되고 있는 것으로 조사되었다. 각 조사단체의 조사빈도, 조사범위는 전문조사자와 견줄만하나 조사결과의 공유, 조사단체 간 자료연계 및 공공정보로의 활용이 희박한 것으로 조사되었다. 더불어 시민참여를 대중적으로 이끌어낼 수 있는 모바일 기반 생물동정 앱 등 ICT 지원도구의 부재로 준전문가 또는 전문가의 교육 없이 국내 비전문가가 자발적 생물동정을 원활히 수행하기 어려운 것으로 사료된다.

한편, 앞서 언급한 바와 같이 『제3차 자연환경보전기본계획(2016-2025)』에 의해 국민 참여 자연환경측정망 500개소가 구축되어야 하나 상기 내용이 진행된 바 없어 현재 국가적 시민참여 모니터링 지점 개발이 필요한 상황이다. 일부 지방자치단체는 ‘지방생물다양성전략’ 수립 시, 시민참여 자연환경조사를 수행할 것을 명시한 바 있으나 전략의 수립 및 초기 시행 단계여서 향후 지방자치단체의 시민참여 조사활동의 확산을 위한 지역조사지점 구축이 수행될 필요가 있다.

이에 본 연구는 시민참여 자연환경조사체계 구축사례인 일본의 ‘모니터링 1000 사이트’를 대상으로 참여난이도에 따른 시민과학 도입 유형을 분석하고 자연환경조사에서의 시민참여 도입 방안을 제안하였다. 본 연구에서는 ‘모니터링 1000 사이트’에서의 준전문가, 비전문가의 조사활동이 주로 2차 자연(사토치-사토야마) 즉, 생활환경 내 접근성이 높은 도시

지역과 지역 내 중요한 목표종을 대상으로 수행되는 것에 주목하였으며 전문성·집약도에 따른 각 참여유형별 시민과학 적용 유형을 고찰하였다. 결과적으로, 국내 시민참여 조사측정망은 준전문가-전문가의 지원하에 수행되는 일회성 바이오블리츠, 생물동정 앱을 활용한 나비, 조류 등 동정 난도가 낮은 자발적 종 조사, 세부목표(목표종, 목표생태계)에 대한 지식을 함유한 집약적 시민참여 조사의 형태를 고려하여 구축될 필요가 있으며 주로 거주·생활 지역, 접근성이 좋은 지역을 중심으로 구축될 필요가 있다. 이를 위해 각 도시공원 관리소, 지방자치단체, 정부부처의 수요를 고려하여 조사지점의 구축이 필요하다.

또한, 목표종 및 목표생태계를 대상으로 기존에 진행되어오던 국내 환경 관련 민간단체의 조사활동 중 지방자치단체 및 정부의 자연환경보전정책에 활용될 수 있는 조사항목을 규명하고 본 조사활동을 일반 국민의 대중적 참여로 확장하기 위해 지방자치단체의 지방생물다양성전략 개발 및 시행과 연계하는 방안이 필요하다고 사료된다. 결과적으로 시민과학의 자연환경조사 적용은 기존에 각 정부부처 및 지방자치단체의 자연환경조사 수요를 충족할 수 있는 주요 방안으로 인식되며, 다양한 이해관계자의 생물다양성 인식 증진을 꾀할 수 있다는 점에서 활성화될 필요가 있다.

주제어 : 시민과학, 자연환경조사, 시민참여 자연환경측정망, 시민과학 적용유형, 생물다양성 인식증진

| 차례 |

제1장 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구의 내용 및 방법	3
제2장 자연환경조사에서의 시민과학 발전요인	5
1. 자발적 자연환경조사 기반 및 네트워크 형성	5
2. ICT 기술의 효과적 적용	9
3. 국가 자연환경조사에 시민과학 활용	13
4. 지방자치단체가 중심이 된 자연환경조사 장려	14
제3장 발전요인별 국내 수행 현황 검토	17
1. 자연환경조사단체 현황	17
2. ICT 기술의 적용 현황	21
3. 국가적 모니터링 지점의 구축 및 자료 왜곡 완화	24
4. 지방자치단체의 시민참여 자연환경조사 수행	25
5. 발전요인의 국내 도입을 위한 정책방향	26
제4장 자연환경조사에서의 시민과학 수행 및 활용 유형	28
1. 시민과학 적용유형의 분류 고찰	28
2. '모니터링 1000 사이트'의 시민과학 적용유형 분석	31
3. 국내 자연환경조사의 시민과학 적용유형 도입방안	35
제5장 결론	38

참고문헌	41
부 록	45
부록. 민간단체의 자연환경조사 현황분석 설문조사지	47
Abstract	49

| 표차례 |

〈표 2-1〉 과거 소수 시민참여 활동의 확장 사례	6
〈표 3-1〉 자연환경조사단체 조사목록	18
〈표 4-1〉 모니터링 1000 사이트 조사항목 및 조사지점	31
〈표 4-2〉 전문조사자, 시민조사자의 조사지점 구분 기준	32
〈표 4-3〉 사토치-사토야마 조사개요	33
〈표 4-4〉 바다거북 조사개요	35
〈표 4-5〉 부처별 자연환경조사 현황	37

| 그림차례 |

〈그림 1-1〉 제3차 자연환경보전기본계획상 시민참여 자연환경측정망 구축 방안	2
〈그림 1-2〉 연구목적 및 내용	3
〈그림 2-1〉 BRC의 조사지점 확장 동향	8
〈그림 2-2〉 BRC와 기존 자연환경조사단체의 네트워크 구축전략	8
〈그림 2-3〉 iRecord 조사지역 설정 기능	10
〈그림 2-4〉 나비, 버섯 대상 전자도감의 사례	11
〈그림 2-5〉 민들레 조사의 ICT 기술 적용	12
〈그림 2-6〉 민들레 조사 지도	12
〈그림 2-7〉 나고야 시의 생물다양성 활동 수행체계	15
〈그림 2-8〉 '지역의 다양한 주체의 연계에 의한 생물다양성 보전활동 촉진에 관한 법률' 개요 ..	16
〈그림 3-1〉 조사단체의 자연환경조사 특징 및 현황 - 조사 대상 및 특성	19
〈그림 3-2〉 조사단체의 자연환경조사 특징 및 현황 - 기록형태 및 요청사안	20
〈그림 3-3〉 네이처링 플랫폼의 조사내용 및 참여규모	21
〈그림 3-4〉 네이처링의 분류군별 조사자료의 수	22
〈그림 3-5〉 LG상록재단의 '한국의 새' 전자도감	24
〈그림 3-6〉 국가조사지점 및 E-bird 조사지점	25
〈그림 3-7〉 지방생물다양성전략 수립 현황	26
〈그림 4-1〉 시민과학 적용 유형의 분류 사례	29
〈그림 4-2〉 자연환경조사에서의 시민과학 적용유형	30
〈그림 4-3〉 사토치·사토야마의 시민참여 전략	34
〈그림 4-4〉 중요 목표중 시민참여 전략	35
〈그림 5-1〉 시민참여 자연환경조사 활성화를 위한 플랫폼 역할	39

제1장

서론

1. 연구의 필요성 및 목적

시민과학은 비전문가(시민)의 참여를 기반으로 하는 과학자로 수집 기술로 과학 연구의 모든 또는 일부 과정에 시민이 참여하는 프로젝트를 지칭한다(Bonney et al., 2009). 최근 환경계획 및 관리에서의 시민 역할이 시민과학을 통해 부각되면서 그 중요성이 전 세계적으로 논의되었다. 특히 자연생태 모니터링 부문에서의 시민과학 적용은 현재까지의 생물다양성 모니터링을 비용효과성, 인식증진 측면에서 크게 개선할 수 있는 도구로 화두가 되어왔다. 시민 참여 환경모니터링은 전세계적으로 점차 증가하는 추세이며 2014년 기준 GBIF(세계생물다양성정보기구)에 게시된 정보 중 약 30%가 시민참여로 인해 구축된 것으로 집계된다.¹⁾

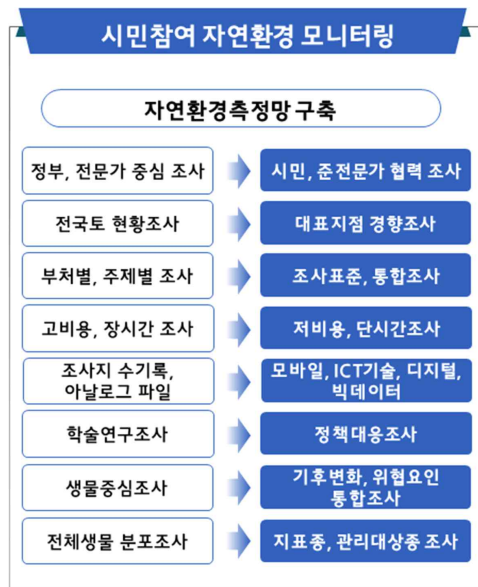
자연·생태모니터링은 생태계 관리의 시발점으로 종출현, 종 다양성, 면적 기반 생태적 건강성 등 생물다양성 증진 및 자연생태계 관리를 위한 필수 정보를 도출한다. 성공적이고 신뢰도 높은 의사결정을 위해 광범위하며 양적·질적으로 풍부한 자료를 필요로 하는데, 시민과학의 적용은 기존의 정부, 전문가 중심의 고비용 모니터링 체계의 개선을 꾀할 수 있다(이현우 외, 2015). 즉, 자발적 시민조사원의 참여를 통해 조사비용 절감, 단기간 내 대량 정보의 획득을 꾀할 수 있다. 더불어, 자연생태적 지식 함양 등 인식증진 효과와 생물다양성 증진 및 보전 활동의 대중화, 자연으로부터 얻는 생태계서비스 증진을 도모함이 전세계적으로 입증되며 자연생태모니터링 부문에서의 시민참여 필요성이 더욱 강조된 바 있다.

국제 생물다양성관측네트워크(GEO-BON)²⁾는 비전문가, 준전문가, 전문가를 포괄하는

1) GBIF, <http://www.gbif.org>, 검색일: 2016.10.20.

2) 2006년 결성.

국제 생물다양성 조사체계이며, 세부 수립 목적 중 하나로 생물다양성 관측에 대한 비전문가 및 준전문가의 참여 활성화를 제안한 바 있다. 이에 우리나라는 최근 한국생물다양성 관측 네트워크(K-BON)를 수립하고 『제3차 자연환경보전기본계획(2016-2025)』에 따라 시민참여 모니터링의 수행을 명시하는 등 국내 시민과학의 활성화를 위한 기반을 다진 바 있다(그림 1-1 참조). 그러나 우리나라는 일본, 영국, 미국 등 타국에 비해 시민참여 조사자료의 축적이 현저히 더딘 경향³⁾을 보이거나 구체적 현황 진단에 대한 논의 또한 부족한 실정이다.



자료: 이현우 외(2015).

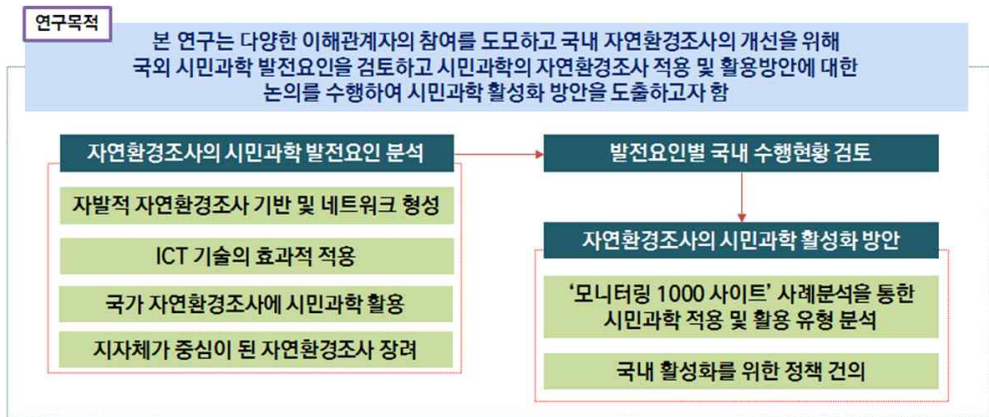
〈그림 1-1〉 제3차 자연환경보전기본계획상 시민참여 자연환경측정망 구축 방안

결과적으로, 국내 시민참여 자연환경조사의 활성화를 위해선 국외 우수사례의 발전요인을 규명하고 이와 대조한 국내현황 진단이 우선적으로 요구된다. 더불어, 현황에 기초하여 시민

3) 국제 시민참여 모니터링 프로젝트 중 하나인 'eBird(조류 중 관찰 프로그램)'의 경우, 총 1억 5천만개 이상의 정보가 게시되었으며 우리나라의 자료계시량은 미국 대비 0.015%, 일본 대비 33%를 기록(GBIF, <http://www.gbif.org>, 검색일: 2016.10.20).

참여 활성화를 위한 구체적 조사체계의 수립방안을 제시하고 정책방향을 검토할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 국외 시민과학 발전요인을 1) 자발적 자연환경조사 기반 및 네트워크 형성 2) ICT 기술의 효과적 적용 3) 국가자연환경조사에 시민과학 활용 4) 지자체가 중심이 된 자연환경조사 장려의 4가지로 규명하고 각각 발전요인별 국내 수행현황을 대조 및 검토를 수행하였다. 더불어, 국내 조사체계의 수립방안과 국내 활성화를 위한 정책 건의를 제안하였다(그림 1-2 참조).



자료: 저자 작성.

〈그림 1-2〉 연구목적 및 내용

2. 연구의 내용 및 방법

본 연구는 크게 '1) 국외 자연환경조사체계에서 도출된 우수사례의 발전요인 분석, 2) 발전요인별 국내수행현황 검토, 3)국내 활성화방안 제안'의 3가지 부문으로 수행되었다. 먼저, 국외 자연환경조사 체계에서 도출된 시민과학 우수사례에 대한 사례검토를 실시하고 4가지 발전요인을 추출하였다. 선별된 발전요인은 각 국가 내 자발적 자연환경조반의 확장 과 이의 활성화를 위한 국가적 네트워크 구축, ICT 기술의 적용, 국가자연환경조사에 시민 참여 독려, 지자체 중심 조사 활성화의 4가지로 본 연구는 각 발전요인에 대한 대표적 우수 사례와 분석 시사점을 제시한다.

둘째로 앞서 검토된 발전요인의 국내 수행현황이 검토되었다. 국내 자연보전 관련 시민단체의 조사현황은 설문조사 및 인터뷰를 통해 분석되었으며, 국내 시민참여 자연환경 조사현황에 대한 문헌분석 및 사례조사가 수행되었다.

마지막으로 국내 활성화방안을 제안하기 위해 국가 장기 자연환경조사체계인 일본의 ‘모니터링 1000 사이트’ 사례의 시민·전문가 조사형태 구분방안이 분석되었다. 또한, 각 연구자가 제시한 시민과학 활용체계의 난이도별 분류체계를 검토하고 이의 국내 적용방안을 수립하였으며 국외 사례 검토, 문헌분석을 통해 국내 시민과학 활성화를 위한 정책방향이 제안되었다.

제2장

자연환경조사에서의 시민과학 발전요인

시민과학은 최신 이슈로 분류되나 자연환경조사에서의 활용 사례는 과거부터 있어 왔다. 대표적인 사례로 1990년 북미에서 시작된 ‘Audubon Society’s Christmas Bird Count’를 들 수 있다. 본 사례는 27개의 조류 종 조사를 시작으로 2012년에는 약 6만 3,000건에 달하는 시민참여 조사결과를 제공한 바 있다.

과거 소수 자원봉사자에 의해 실시된 자연생태 모니터링이 약 6만 3,000건에 달하는 모니터링 자료의 축적으로 이어진 것은 다양한 요인에 기인하며, 이에 본 연구는 각 발전요인을 4가지 부문으로 유형화하여 분석하고 국내 활성화를 위한 방안을 탐색하고자 한다.

1. 자발적 자연환경조사 기반 및 네트워크 형성

가. 자발적 자연환경조사 기반의 형성

20세기 이전에 이어진 영국의 시민참여 자연환경조사 활동은 주로 식물(식물계절학 위주), 조류, 나비종을 대상으로 수행되었다. 그 대표적 사례로 1736년에 Robert Marsham의 사례를 들 수 있다. Robert Marsham은 개화 등 27개의 식물계절적 특징을 기록하기 시작하였으며 본 활동은 다양한 자원봉사자 참여가 이어지며 ‘Nature’s Calender’로 명명되는 시민과학 프로젝트로 확장되었다.⁴⁾ ‘Nature’s Calender’는 전 영국 국토에 걸쳐 91개의 식물계절적 특징을 기록하는 것을 목표로 하며, 약 4만 명의 자원봉사자가 본 활동에 참여하고 있다. ‘Nature’s Calender’의 분석자료는 광범위한 스케일, 대량의 정보를 함유

4) Nature’s Calendar, <http://www.naturescalendar.org.uk>, 검색일: 2016.9.5.

하여 Amano et al.(2010a)은 장기 기후변화 현상분석에 본 축적 자료를 활용한 바 있다.

또한 영국은 조류 조사를 위해 최소 8개의 시민참여 프로젝트를 종합하여 ‘조류학을 위한 영국 신탁(British Trust for Ornithology)’을 설립하였다. 본 신탁은 1962년부터 조사활동을 시작하였으며, 이를 바탕으로 1994년 ‘Breeding Bird Survey’가 수립되었다(표 2-1 참조).⁵⁾

〈표 2-1〉 과거 소수 시민참여 활동의 확장 사례

프로그램명	조사 항목	현재 시민참여 규모
Breeding Bird Survey	영국 내 조류 종출현 정보 조사	자원봉사자 2,854명은 총 3,619 km ² , 224종을 대상으로 조사 수행
Wetland Bird Survey	영국 내 비번식 조류 대상 종출현 정보 조사	2012~2013년, 자원봉사자 3,100명이 참여해 2,631개소 조사
Nest Record Scheme	번식 시점, 번식 장소, 알의 숫자 등 서식행태 조사	매년 600명이 넘는 자원봉사자가 약 3만 개 이상의 동지를 조사

자료: Kobori, H. et al.(2016) 참조하여 저자 작성.

나비종의 경우, 1976년 조사활동이 시작된 ‘영국 나비종 모니터링 수행체계(UK Butterfly Monitoring Scheme)’를 그 대표적 사례로 들 수 있다. 본 조사활동 역시 소수의 아마추어 시민조사원이 기반이 되어 1976년 이후 다양한 자원봉사자들의 참여가 이루어졌으며, 현재는 영국 내 2,303개 지점을 대상으로 조사를 수행하고 있다.⁶⁾

앞서 명시된 사례를 포함하여 현재 대두되고 있는 다양한 국제 시민과학 프로젝트는 이처럼 과거로부터 지속된 역사적이고 다양한 소수의 시민조사원 활동에 기인한다. 이것은 선진국의 시민참여 조사체계가 단순한 일방적 국가 차원의 노력을 통해 발전된 것이 아니며 지역 내 이어진 자발적 자연환경 조사자들의 역할이 중요하다는 점을 시사한다.

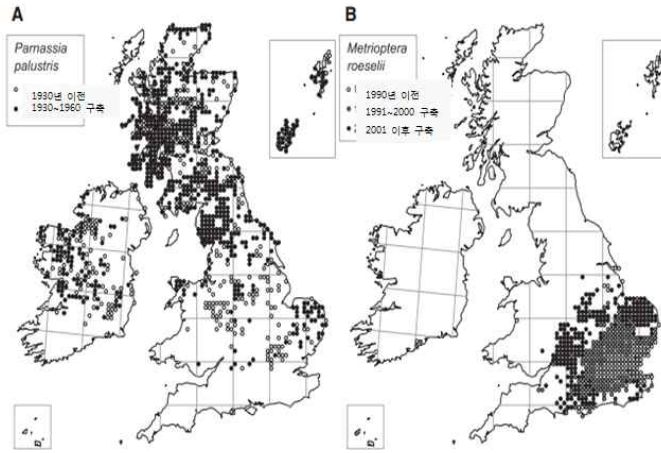
5) Kobori, H. et al.(2016).

6) Kobori, H. et al.(2016).

나. 국가차원 시민조사 네트워크의 구축

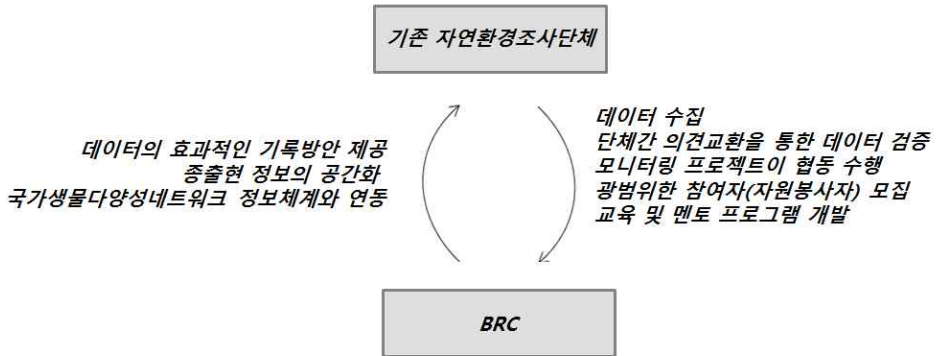
그러나 소수의 자발적 자연환경조사 활동이 다양한 자원봉사자의 참여로 이어지고 확장되기 위해선 국가적 차원의 시민조사 네트워크 구축이 요구된다. 그 대표적인 사례의 분석을 위해 영국의 시민과학 정보공유 네트워크 및 플랫폼인 'BRC(Biological Records Centre)'가 우수사례로 고찰되었다. 1964년 구축된 'BRC(Biological Records Centre)'는 육상 및 담수 생태계의 생물다양성 정보 기록을 목적으로 하며, 자원봉사자와 긴밀한 협력 관계 아래 약 50년간의 자료를 축적해 왔다. BRC에서 축적된 자료는 영국의 국가 기록을 담당하는 각종 단체(National Recording Scheme and Societies)에 연계 및 공유되고 있다(Pocock, M. J. O. et al., 2015).

BRC는 20세기 이전부터 지속되어 온 지역 내 환경공동체의 조사활동에 그 뿌리를 두며 정부의 주도적 지원으로 인해 구축되었다. 구체적으로 BRC는 영국 정부의 재정지원을 받아 조성되었으며 관리조직으로 영국의 자연환경보전법(1990)에 의해 설립된 연합 자연환경보전위원회(Joint Nature Conservation Committee), 국가기관이며 영국의 장기생태조사, 시민과학 등을 담당하는 생태 및 수문학적 센터(Centre for Ecology & Hydrology), 자연환경보전위원회(Natural Environmental Research Council)를 두고 있다(Pocock, M. J. O. et al., 2015).



자료: Pocock, M. J. O. et al.(2015) 참조.

<그림 2-1> BRC의 조사지점 확장 동향



자료: Pocock, M. J. O. et al.(2015) 참조.

<그림 2-2> BRC와 기존 자연환경조사단체의 네트워크 구축전략

BRC는 1968년 총 18개 단체와 연계하여 자료 축적, 네트워크 결성, 시민과학 대중화 등을 도모하였고 2014년에는 총 85개 단체와 연계되었다. 이러한 네트워크의 성공 요인은 정부가 기존에 각각 진행되던 자발적 시민참여 자연생태모니터링 활동을 플랫폼을 구축해 각 단체들이 상호 모니터링 자료를 공유할 수 있도록 주도하여 자발적 자연생태모니터링을

점차 확장·유도한 데 있다. 영국 정부는 단체 간 협의회 개최, 공동조사 활성화, 교육 및 멘토프로그램 개발을 지원한 바 있다.

결과적으로, BRC가 영국의 준전문가 주도 자연환경조사 프로젝트들을 연합하는 선도적 생물다양성 정보체계로 역할하고 점차 일반 국민의 참여가 활성화된 것이 활성화 요인으로 지목된다. BRC의 확장은 또한 영국의 국가생물다양성네트워크(National Biodiversity Network)의 구축을 꾀한 바 있다(Department for Environment Food and Rural Affairs, 2014). 즉, BRC는 각각 개별적으로 수행되어 오던 시민참여 자연조사활동을 하나의 국가 단위 플랫폼으로 수렴하는 성과를 냈으며 영국의 생물다양성 지표 구축 등에 기여했다.

2. ICT 기술의 효과적 적용

ICT 기술은 시민참여 자연환경조사 활동의 일관성 유지, 진입난이도 저하, 용이한 자료 공유 등을 꾀하는 효과적 도구의 개발을 꾀할 수 있다(Science Communication Unit, 2013). ICT 기술의 시민참여 조사의 활성화와 활용성 증가 효과가 입증되어 왔으며 본 장에서는 ICT 기술의 국제적 적용 우수사례를 고찰한다.

가. 조사지원 플랫폼 개발

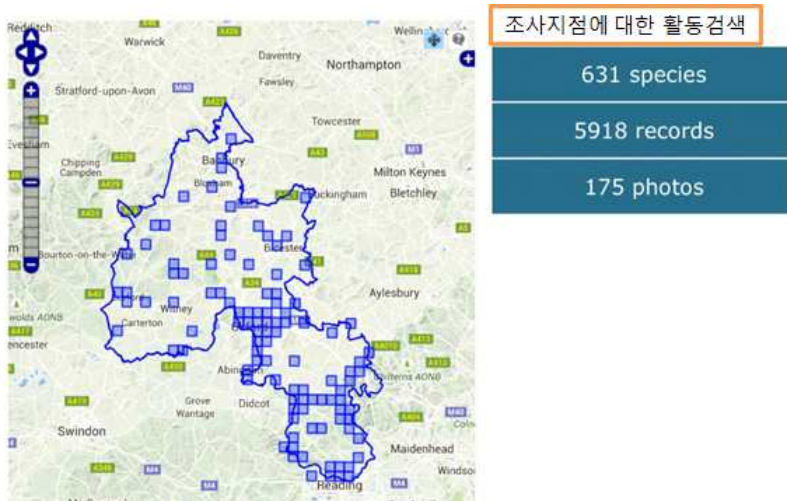
BRC는 ICT 기술을 활용하여 시민참여 조사난이도를 낮추는 데 성공한 바 있다. 구체적으로 보다 용이한 시민과학 활동을 위해 iRecord⁷⁾로 명명되는 온라인·스마트폰 기반 조사 도구를 제공하였다(그림 2-3 참조). iRecord는 조사자가 조사정보를 손쉬운 인터페이스를 통해 기록하고 이를 전문가가 즉각 검토하여 증명 등 필수 정보의 규명이 가능하다. iRecord는 손쉬운 인터페이스를 가지며 각 이용자가 그룹, 공개·비공개 여부, 모니터링 지역 구역화 등이 가능하도록 개발되었으며 ‘바이오블리츠’ 활동, 개별 자연환경조사단체의 활동 등을 지원하는 도구로도 활용될 수 있다. 더불어, 조사자가 1) 지역그룹 2) 국가그룹

7) iRecord, Introduction on iRecord, <http://www.brc.ac.uk/irecord>, 검색일: 2016.9.15.

3) 이벤트 및 바이오블리츠 4) 포럼의 유형을 설정할 수 있어 자연환경조사 활동·유형을 사용자가 자발적으로 설정하고 참여할 수 있다. 결론적으로 소규모부터 광역 모니터링 활동을 각 개인, 단체가 자연생태 모니터링을 설계하고 게시, 분석까지 진행될 수 있도록 지원한다. iRecord로 기록된 정보는 GBIF에 게시되어 공공자료로의 국제적 활용을 도모하고 있다.

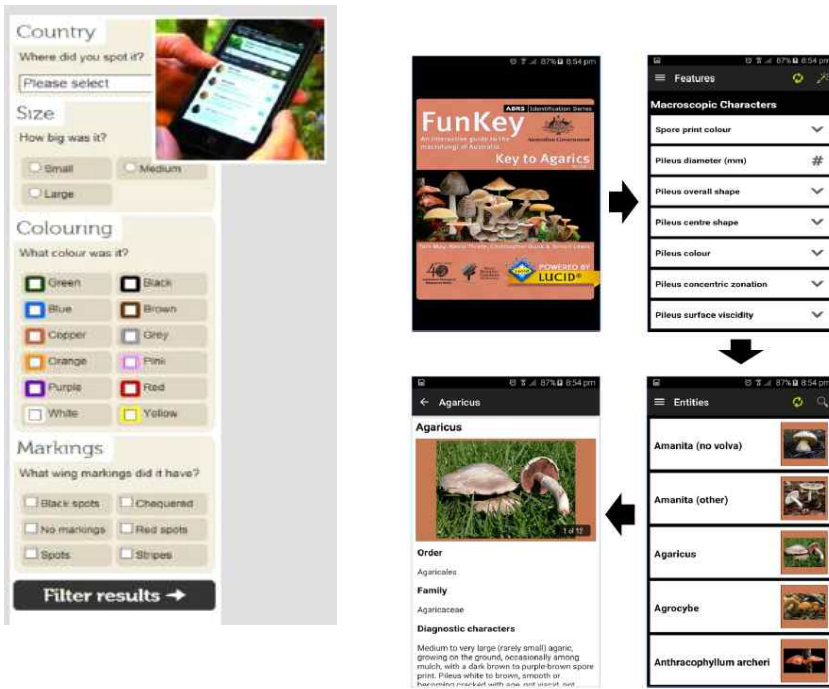
나. 스마트폰 기반 전자도감 구축

조사자의 손쉬운 생물동정을 위한 다양한 대화형 전자 검색도감(Interactive Key)이 개발되어 폭넓은 참여를 이끈 바 있다. 본 전자 검색도감은 <그림 2-4>와 같이 사용자가 생물동정에 필요한 요소들을 간단한 분류체계로 수렴하고 이를 사용자가 시각적으로 확인하며 목표하는 생물종의 정보를 손쉽게 찾을 수 있게 개발된 도구이다. 본 도구의 활용으로 종이도감 작성에 소요되는 검색 시간 감소, 비전문가의 생물동정 난이도의 효과적인 저하가 이뤄졌으며 비전문가 참여가 용이해지는 효과를 도모할 수 있다.



자료: <http://www.brc.ac.uk/irecord>.

<그림 2-3> iRecord 조사지역 설정 기능



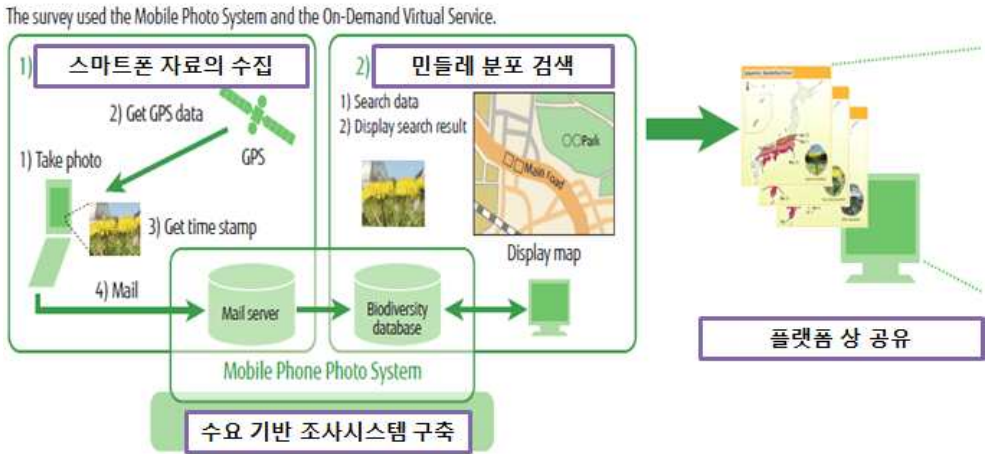
자료: <http://www.bigbutterflycount.org/>; <https://play.google.com/store/apps/detail?id=com.lucidcentral.mobile.funkey&hl=en> 참조.

〈그림 2-4〉 나비, 버섯 대상 전자도감의 사례

일본에서도 과거 소수의 시민참여로 이루어졌던 조사활동이 ICT 기술의 발전으로 인해 조사 대상, 조사 범위, 조사 참여자가 확장된 바 있다. 일본의 경우, 과거 시민과학 활동이 주로 지역 내 중요한 문화생태적 이슈에 집중되어 수행되어왔으며, 그 사례로 1,200년간 이어진 교토의 벚꽃나무 개화 시기 관찰 모니터링, 민들레 모니터링, 1954년 시작되어 현재 까지 이어지고 있는 일본 해안에서의 바다거북 모니터링을 들 수 있다(Cobori, H. et al., 2016). 이 중 ICT 기술을 보다 적극적으로 활용한 사례는 민들레 출현지점 모니터링을 들 수 있으며 그 사례를 고찰해보고자 한다.

일본의 민들레 분포 지도화(Dandelion Mapping Survey)는 1975년부터 시행되었으며 2010년에는 약 7만 4,000개의 민들레 서식정보가 기록된 바 있다(Fujitsu, 2010). 일본

내 민간단체(후지쓰)의 지원으로 모바일 기기 기반 생물동정 및 기록 도구가 개발되었으며 이는 조사범위의 확대, 참여자의 확대를 유도하였다. 민들레의 출현지점 정보를 기록하고 전송할 수 있는 ICT 기술은 2010년부터 이용되기 시작하였으며 현재 일본 전역을 대상으로 한 민들레 3종 종출현 지도가 구축되었다(그림 2-5 및 그림 2-6 참조).



자료: Fujitsu(2010).

〈그림 2-5〉 민들레 조사의 ICT 기술 적용



자료: Fujitsu(2010).

〈그림 2-6〉 민들레 조사 지도

3. 국가 자연환경조사에 시민과학 활용

가. 국가적 모니터링 지점 선정

국가 자연환경조사에 시민참여를 도입한 사례는 대표적으로 일본의 ‘모니터링 1000 사이트’와 미국 텍사스주의 ‘침입외래종 모니터링’을 들 수 있다. ‘모니터링 1000 사이트’는 2003년 일본의 국가생물다양성전략에 따라 구축되었으며 시민참여 생물다양성 관측망을 국가 주도로 지정한 선도적 사례로 여겨진다.⁸⁾ 본 활동은 산림, 사토치-사토야마(里地里山), 하천, 호수, 습지, 해안, 산호초 등 다양한 생태계를 대상으로 실시되고 있으며 전문가와 비전문가의 모니터링 영역을 나누어 일본 전역에서 국가 장기생태조사 활동으로 수행되고 있다. 이러한 일본의 장기생태조사는 1995년부터 지속된 일본자연보전협회의 조사활동을 근간으로 하여 그 체계의 수립이 용이하였으며, 국가의 개입을 통해 BRC와 마찬가지로 시민단체의 연합이 활성화되었다고 판단된다. 특히 본 사례에서는 전문가가 자연측정망 설계 과정에 참여하고 시민단체가 수행하여야 할 역할을 선정하였다는데 그 시사점을 가진다. 일본 ‘모니터링 1000 사이트’의 경우, 전문가의 참여가 조사체계를 설계하는데 국한된 것이 아니라 참여자 교육, 조사지침 구축까지 확장된 바 있다. 즉, 조사 대상과 조사 지점을 국가가 설정하고 전문가의 참여가 독려되며, 시민단체의 조사활동이 개인적인 활동이 아닌 국가의 생물다양성 조사체계로 역할 하는 데 기여할 수 있었다고 판단된다.

미국 텍사스 주는 ‘침입외래종 모니터링’을 시민참여 조사항목으로 확정하고 침입외래종에 대한 광범위한 시민참여 모니터링 정보를 획득하기 위해 온라인플랫폼을 구축하였다. 2005년 270건에 불과했던 조사자료는 2009년 3,308건으로 증가하였으며 지금까지 약 9000개 이상의 정보가 수집되었다.⁹⁾ 본 조사체계를 수립한 국가기관은 텍사스 주의 입업부, 야생동물 관리부와 더불어 미국 주정부의 입업부, 동식물 보건 조사부를 들 수 있으며, 국가기관의 수요에 해당되는 조사결과를 비용효율적으로 수집한 우수사례로 사료된다. 또한, 국가가 시민이 중심이 된 모니터링 목적, 사이트를 지정함으로써 인해 다양한 시민단체의 참여 및 비전문가 참여를 유도하는 효과적 홍보 계기를 창출하였다고 판단된다.

8) <http://www.biodic.go.jp/moni1000/moni1000/index.html>, 검색일: 2016.10.20.

9) <http://www.texasinvasives.org>, 검색일: 2016.12.6.

나. 자료 왜곡의 완화

시민참여 조사 결과물은 조사지점의 편중, 낮은 정확도로 자료의 왜곡을 도모할 수 있다는 점에서 우려가 된다. 구체적으로 시민과학으로 인한 자료의 왜곡은 샘플링 왜곡과 시스템적 왜곡을 유발할 수 있다(Bird, T. J. et al., 2014).

- 샘플링 왜곡(Sampling Bias): 선호하는 지점·접근성이 좋은 지점에서의 기록 증가로 균등하지 않은 샘플 분포를 초래
- 시스템적 왜곡(Systematic Bias): 관측상의 지속적인 오류(예: 감별이 어려운 종)

시민참여 조사 결과물의 왜곡(Bias)은 국가 자연환경조사에 시민참여 자료가 활용되는데 있어 큰 한계점으로 작용할 수 있다. 따라서 앞서 고찰된 일본의 ‘모니터링 1000 사이트’, 미국의 ‘침입외래종 모니터링’ 사례의 경우, 전문가의 참여로 조사결과의 왜곡을 방지하였다.

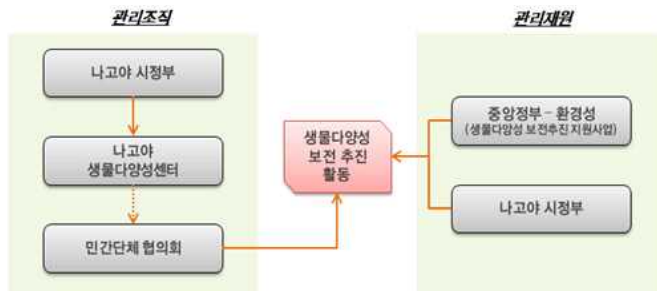
샘플링 왜곡의 경우, 균등한 조사지점을 구축하거나 특정 조사 필요지점을 설정하는 절차가 필요하다. ‘모니터링 1000 사이트’의 경우, 샘플링 왜곡을 방지하기 위해 전문가의 개입으로 조사지점을 선구축하였으며 측정망의 체계화를 꾀하였다. 오리기러기류 등 특정 목적을 가진 조사지점의 경우, 중요조사지점을 선정하여 특정지역에 국한된 조사결과가 수렴되도록 조치하였다. 전국적 조사가 필요한 바다거북 조사의 경우, 각 해안의 조사지점을 전문가의 참여로 선구축하여 일관성있는 조사지점에서의 시민과학 활동이 수행되었다.

시스템적 왜곡의 경우, 결과 신뢰도의 향상을 위해 체계적인 교육 절차가 요구된다. ‘침입외래종 모니터링’ 사례는 교육 워크숍 주최, 시민전문가 양성과정 수행 등을 통해 일반시민이 침입외래종을 감별할 수 있는 역량을 강화하고자 하였다. 비슷한 사례로 Crall, A. W. et al.(2011)은 교육과정이 일반시민의 침입외래종 감별효과를 입증한 바 있다.

4. 지방자치단체가 중심이 된 자연환경조사 장려

시민과학 활동은 전국 및 전 세계를 대상으로 수행 가능하나 대개 생활반경 내에 있는 지역을 대상으로 수행하는 경우가 빈번하다. 따라서 각 지역의 관심 종 및 생태계를 대상으로

각 지방자치단체의 주도로 수행되는 것이 바람직하다고 여겨진다. 호주의 시민과학 네트워크인 ACSA(Australian Citizen Science Association)는 시민과학 활성화를 위한 전략계획을 수립하였으며 ‘커뮤니티 단위’를 시민과학 실행 단위의 기반으로 제시하고 있다.¹⁰⁾ 또한 지방정부의 시민과학 주관 사례로 나고야 시의 사례를 살펴 볼 수 있다. 나고야시는 중앙 환경청과 함께 시민참여 조사활동을 위한 관리재원을 제공하고, 나고야 생물다양성센터가 중간 관리자로서 시정부의 활동과 나고야 시 내 시민단체 조직인 민간단체 협의회 활동을 매칭하고 관리한다(그림 2-7 참조). 이와 같은 나고야시의 시민과학 수행체계는 지방정부의 생물다양성 조사활동을 각 환경 관련NGO가 지원하는 결과를 가져왔다. 또한, 지역 내 중요한 종 및 생태계를 중심으로 조사가 수행되는 결과를 도출하였다.



자료: 한국환경정책·평가연구원 국토자연연구실(2016), 내부자료.

〈그림 2-7〉 나고야 시의 생물다양성 활동 수행체계

일본의 경우, 지역의 자연환경 보전활동을 장려하기 위해 「지역의 다양한 주체의 연계에 의한 생물다양성 보전활동 촉진에 관한 법률」을 제정한 바 있다¹¹⁾. 본 법률의 제정을 통해 주정부는 국가 법률로 생물다양성 기본법과 국가생물다양성전략을 고려하여 다양한 주체의 시민과학 활동을 지원할 수 있는 근거를 마련하였으며, 지자체로 하여금 비전문가, 준전문가의 참여를 통한 자연환경조사 활동 실천계획이 작성되는 계기를 제공하였다.

10) CSNA, Strategic plan for Citizen Science, <http://csna.gaiaresources.com.au/>, 검색일: 2016.10.15.

11) Government of Japan, 地域における多様な主体の連携による生物の多様性の保全のための活動の促進等に関する法律, <http://law.e-gov.go.jp/>, 검색일: 2016.10.20.

본 정책은 나고야 생물다양성 당사국총회를 계기로 생물다양성 증진에 대한 사회적 요구가 증대하며 2010년 12월 제정, 2011년 10월 시행되었다(그림 2-8 참조). 본 법률은 2010~2020 일본의 국가생물다양성전략 이행활동의 일환으로 「생물다양성기본법」(2008)에 따라 지자체의 생물다양성 지역 전략을 의무적으로 수립하여야 하는 배경에 의해 시행이 촉진되었다.

본 법률에 의거하여 지역 내 환경 관련 민간단체들은 시정부가 지역연계보전활동계획을 수립할 때 의견을 제시할 수 있으며 지역연계보전활동에 다양한 지역주체의 참여를 도모한다. 더불어 국가생물다양성전략, 지방생물다양성전략 등 상위 정책과의 조화를 유도하여 지역적·개인적 자연환경조사 활동이 국가적 생물다양성 증진 및 보전 활동으로 수렴될 수 있도록 유도한다. 본 법률은 국가생물다양성전략 및 지방생물다양성전략에 시민조사원 참여에 대한 내용이 수록된 경우보다 시민과학의 활성화를 도모하기 위한 보다 적극적인 형태의 지원정책이며, 상기 정책의 시행을 통하여 보다 조직적이고 효과적인 시민참여를 유도할 수 있다고 사료된다.

수립목적	본 법률은 생물다양성 보전에 대한 지역의 자연·사회 특성의 중요성을 감안하여 지역의 다양한 주체의 유기적 연계를 기반으로 생물다양성 보전 활동을 촉진하기 위한 조치를 강구하고 풍부한 생물다양성 및 현재와 미래의 건강한 문화 생활을 확보하는 것을 그 목적으로 함				
기본방침	생물다양성기본법에 명시된 국가생물다양성전략과 조화				
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">지역연계보전활동 계획 수립</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 법률에 수록된 지역연계보전활동의 종류: 생태계 현황조사, 야생동식물 보호 증식, 침입종 관리 등 • 시정부 수립, 생물다양성 증진을 목적으로 한 비영리법인(NPO)은 시정부의 지역연계보전활동계획 초안에 관여 가능 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">지역연계보전활동 협의회 수립</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 시정부, 지역연계보전활동 지원센터, 학계, 비영리법인, 지역 주민, 자원봉사자 등으로 구성 • 지역연계보전활동계획 실시에 관한 연락 조정 </td> </tr> </table>	지역연계보전활동 계획 수립	<ul style="list-style-type: none"> • 법률에 수록된 지역연계보전활동의 종류: 생태계 현황조사, 야생동식물 보호 증식, 침입종 관리 등 • 시정부 수립, 생물다양성 증진을 목적으로 한 비영리법인(NPO)은 시정부의 지역연계보전활동계획 초안에 관여 가능 	지역연계보전활동 협의회 수립	<ul style="list-style-type: none"> • 시정부, 지역연계보전활동 지원센터, 학계, 비영리법인, 지역 주민, 자원봉사자 등으로 구성 • 지역연계보전활동계획 실시에 관한 연락 조정
지역연계보전활동 계획 수립	<ul style="list-style-type: none"> • 법률에 수록된 지역연계보전활동의 종류: 생태계 현황조사, 야생동식물 보호 증식, 침입종 관리 등 • 시정부 수립, 생물다양성 증진을 목적으로 한 비영리법인(NPO)은 시정부의 지역연계보전활동계획 초안에 관여 가능 				
지역연계보전활동 협의회 수립	<ul style="list-style-type: none"> • 시정부, 지역연계보전활동 지원센터, 학계, 비영리법인, 지역 주민, 자원봉사자 등으로 구성 • 지역연계보전활동계획 실시에 관한 연락 조정 				

자료: <http://law.e-gov.go.jp/> 참조하여 저자 작성.

〈그림 2-8〉 ‘지역의 다양한 주체의 연계에 의한 생물다양성 보전활동 촉진에 관한 법률’ 개요

제3장

발전요인별 국내 수행 현황 검토

우리나라는 K-BON(한국생물다양성관측네트워크)이 아시아·태평양 생물다양성 관측 네트워크(AP-BON) 산하에 설립되었으며 이를 주축으로 준전문가와 비전문가의 생물다양성 관측 활동이 수행되고 있다. 본 장에서는 앞서 제시된 4가지 발전요인에 대하여 K-BON 수립 이후 국내 활동을 검토하고 국내 시민과학 수행단계를 평가하였다.

1. 자연환경조사단체 현황

자발적 자연환경조사 기반은 앞서 고찰된 바와 같이 소수의 준전문가·비전문가 조사원에 의해 형성될 수 있으며 네트워크 구축을 통해 확장될 수 있다. 따라서 본 연구는 CBD 한국 시민네트워크에 소속된 각종 NGO의 조사범위 및 특징을 조사하고, 네트워크 구축단계를 검토하였다.

가. CBD 한국시민네트워크 소속 단체의 자연환경조사 현황

본 연구는 CBD 한국시민네트워크에 소속된 14개의 자연환경조사 단체를 대상으로 각 단체의 자연환경조사 활동 규모와 조사 특징을 설문¹²⁾을 통해 조사하였다. 한국시민네트워크에 소속된 단체의 회원 수는 32~5,500명에 이르러 각 단체별 조사규모가 다양한 면모를 보인다. 조사가 수행된 14개 단체는 총 8,500여 명의 회원 수를 보유하고 있었으며 주로 지역 내 중요 생태계를 중심으로 조사를 수행하였다(표 3-1 참조).

12) 부록. 설문조사지 참조.

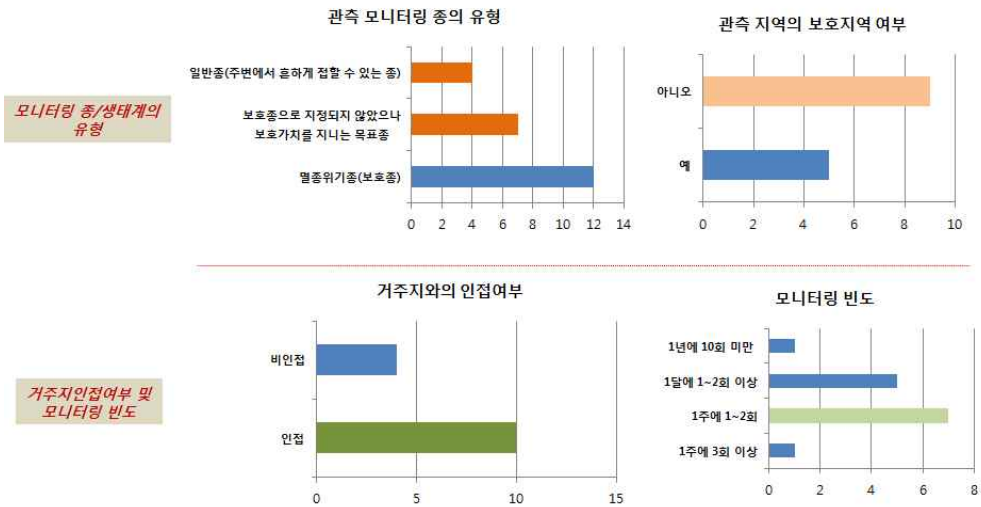
〈표 3-1〉 자연환경조사단체 조사목록

단체명	회원 수	구성원의 주요 직업	주요 모니터링 지역	설립년도
DMZ생태연구소	356	교사, 자영업, 학생	한강, 임진강 DMZ 일원	2004
고양도시농업네트워크	150	회사원	한강하구 장항습지 외	2011
광덕산 환경교육센터	130	다양	광덕산 일대	2009
서산 풀뿌리 시민연대	96	다양(공무원, 교사, 의사, 회사원, 주부 등)	충남 서산 천수만 일대	2011
생태보전시민모임	500	다양	생태경관보전지역 등	1998
서울 환경운동연합	5,500	다양	백사실계곡 등	1993
성남 환경운동연합	650	일반 시민 및 청소년	성남시 탄천	2002
순천만에코서비스	32	순천만생태해설사	여자만(순천만)	2014
안양군포 환경운동연합	280	다양	왕송호수	1997
에코코리아	87	교수, 사진가, 생태안내자 등	한강하구 장항습지	1998
연천지역사랑 실천연대	50	회사원, 주부, 자영업, 농민	한탄강 임진강	1997
인천저어새네트워크	다수	다양	송도갯벌, 남동유수지	2009
통영 환경운동연합	250	다양(공무원, 교사, 어민, 회사원, 주부 등)	견내량	2014
파주 환경운동연합	400	자영업 등	민통선, 공릉천 일원	2002

자료: 저자 작성.

각 단체는 교사, 주부, 자영업, 학생 등 다수의 이해관계자로 구성되며 주로 특정 목표종, 특정 보전 가치를 지니는 목표생태계(DMZ 등)를 중심으로 조사활동을 수행하는 것으로 조사되었다. 또한, 국가 보호종을 대상으로 하기보다 지역 내 중요한 일반종, 기타 목표종을 대상으로 조사활동을 수행하는 경우가 대부분을 차지하였다. 보호지역에 속하지 않은 비보호 서식처를 대상으로 관측활동을 수행하는 단체도 과반인 것으로 집계되었다(그림 3-1 참조).

대부분의 경우, 거주지와 인접한 서식처가 조사대상지인 경우가 많았으며 생활주거지역의 소생태계를 중심으로 조사를 수행하고 있다고 판단된다. 과반이 넘는 수의 자연환경조사 단체가 일주일에 1회 이상 조사활동을 실시하고 있었으며, 교사 모임이 주축이 된 ‘인천 저어새 네트워크’ 단체의 경우, 일주일에 5~6회의 높은 조사 빈도를 보였다(그림 3-1 참조).

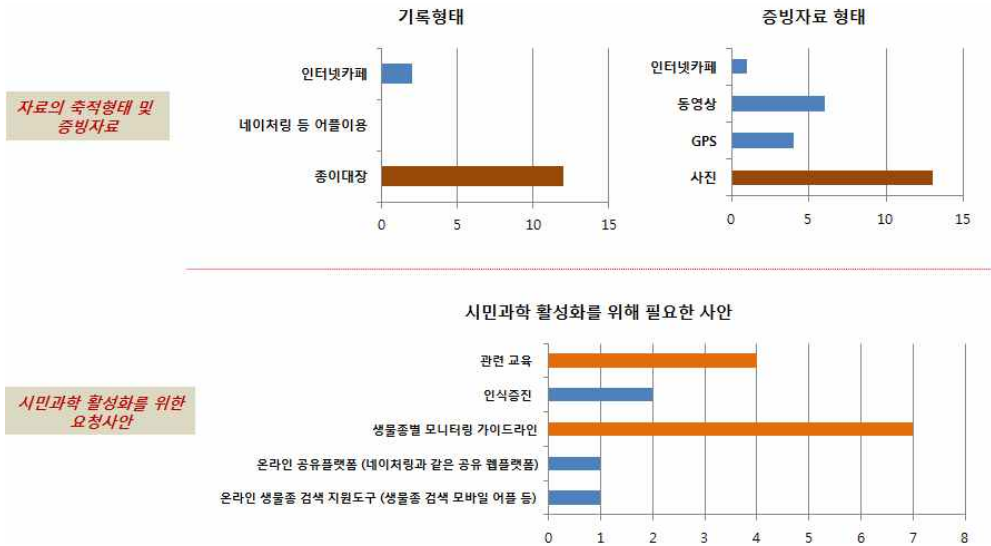


자료: 저자 작성.

〈그림 3-1〉 조사단체의 자연환경조사 특징 및 현황 - 조사 대상 및 특성

대부분의 단체는 자연환경조사 시 그 내용을 사진 촬영이나 종이 대장에 기록하고 있었다. 이것은 시민과학이 활성화된 영국, 미국 등 국가의 시민조사원이 ‘온라인 지원도구’를 활용하여 생물종 출현정보를 기록하고 그 정보를 공공-민간 부문 간 교류하는 것과 대조적이다. 조사결과의 증빙도구로는 사진, 동영상, GPS를 주로 이용하며 이것은 생물동정 정확도를 판단할 수 있는 유용한 자료로 판단된다(그림 3-2 참조).

각 단체를 대상으로 시민과학 활성화를 위한 필요사안을 조사한 결과, 우선적으로 요구되는 사안은 ‘공식 모니터링 가이드라인의 구축’ 및 ‘교육’으로 집계되었다. 조사자들은 전문가의 참여가 결여되어 전문성, 일관성 있는 결과를 내기 어렵다는 점을 주요 문제점으로 지적하였다(그림 3-2 참조).



자료: 저자 작성.

〈그림 3-2〉 조사단체의 자연환경조사 특징 및 현황 - 기록형태 및 요청사안

나. 조사단체간 네트워크 구축 현황

우리나라는 K-BON 구축 이후, 각 민간 자연환경조사 단체 간 공동 모니터링, 세미나를 국가주도로 수행 중에 있다. 또한, 민간단체가 결성한 네트워크로 ‘CBD 한국시민 네트워크’를 들 수 있으며 본 네트워크는 생물다양성 증진을 위한 협력체계로 30여 개 민간단체를 대상으로 구축되어 있다.

K-BON의 경우, 온라인 민간 자연관측 플랫폼 ‘네이처링(<http://www.naturing.net>)’을 활용하여 국민참여 모니터링 활동을 전문가와 함께 수행하고 있다. 2015년 기준 각 분야의 28개의 단체가 활동 중이나, 앞서 고찰한 영국, 일본, 미국 사례와 비교할 때 우리나라의 자연환경조사 단체 간 네트워크는 미흡한 활동 현황을 보인다. 특히, 공동 모니터링 또는 모니터링 정보의 공유가 미흡하며, 조사목적 및 결과가 국가조사체계와 연계되지 않아 정책적으로 활용되기 어렵다는 면모를 가진다.

앞서 명시된 바와 같이 자연환경조사단체 간 국가주도 네트워크의 구축은 생물다양성 모니터링에서의 시민참여를 확대할 수 있는 자발적 기반으로 작용할 수 있다. 그러나 K-BON, CBD 한국시민네트워크 등 국내 생물다양성 모니터링 네트워크는 일부 전문분야 집단의 참여로 한정되어있으며 구축 초기단계에 있다고 사료된다.

2. ICT 기술의 적용 현황

가. 온라인 플랫폼 구축 현황

우리나라는 현재까지 국가가 설립한 플랫폼은 부재하나, 민간단체가 설립한 시민과학 플랫폼으로 ‘네이처링(<http://www.naturing.net>)¹³⁾을 들 수 있다. 네이처링은 자료 기록 정보로 위치, 고도, 날씨(기온, 강수량, 습도, 풍속), 관찰 시각, 사진을 요청하며, 조사자료의 생물동정 신뢰도 검증은 게시 사진을 통해 주로 수행된다.

구분	조사내용	참여규모
생물종 자연관찰 사진 게시	- 관찰사진 게시 - 이름을 알고 게시한 사진 이 약 88%	- 2016년 10월 기준, 약 45,500개의 자연관찰 자료 게시
바이오블리츠	- 18개의 바이오블리츠 활동 수행	- 약 30~200명 규모
국민참여 생물다양성 모니터링 (K-BON 국민참여 조사)	- 기후변화 지표종, 이팝나무 개화 조사 등 국립생물자원관 등 주관 국민참여 모니터링	- 약 5,000의 자연관찰 자료 게시

자료: <http://www.naturing.net> 참조하여 저자 작성.

〈그림 3-3〉 네이처링 플랫폼의 조사내용 및 참여규모

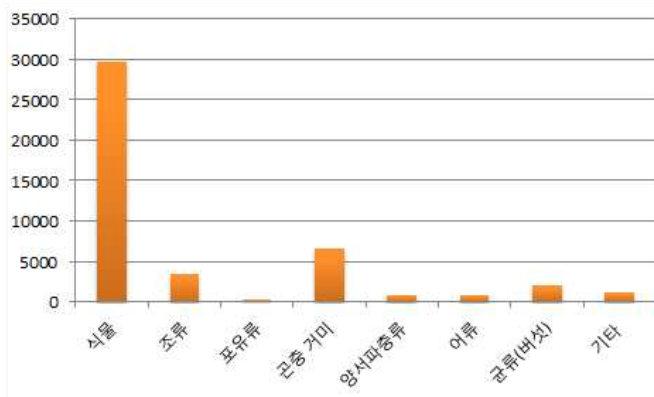
2016년 10월 기준, 총 4만 5,551개의 자연관찰 자료가 게시되었으며, 그중 관찰 종의 이름이 확인된 게시물이 4만 544개, 이름을 문의한 게시글이 4,998개로 약 88%가 모두

13) 네이처링, <http://www.naturing.net>, 검색일: 2016.8.20.

관찰 생물종을 인식한 상태로 등록되었다. 2016년 10월 기준, 네이처링의 가입자 수는 2만 3,000명으로 집계된다.¹⁴⁾

각 분류군별 조사자료의 수는 <그림 3-4>와 같이 식물에서 가장 높았으며 곤충/거미 > 조류 순으로 등록되어 있다. 네이처링은 생물종의 관찰지점을 기록하고 게시할 수 있는 기능뿐 아니라 각 조사단체가 그룹을 만들고 바이오블리츠 등 활동을 수행할 수 있는 기반을 제공한다. 네이처링에는 현재까지 총 18개의 바이오블리츠 활동이 진행된 바 있으며 적게는 10명 미만에서 많게는 100~150명의 자원봉사자가 네이처링을 통해 바이오블리츠에 참가한 바 있다.

네이처링은 민간플랫폼이나 국가주도 모니터링에 본 플랫폼이 활용되고 있다. 그 사례로 국립생물자원관은 ‘기후변화 지표식물 모니터링’ 활동을 네이처링을 통해 수행하고 있다. 본 활동은 참여자가 사전에 선정된 기후변화 지표식물을 플랫폼에 기록하도록 하며 2016년 기준 총 764개의 지표종이 발견된 바 있다.¹⁵⁾



주: 게시 건수

자료: <http://www.naturing.net> 참조하여 저자 작성.

<그림 3-4> 네이처링의 분류군별 조사자료의 수

14) 네이처링, <http://www.naturing.net>, 검색일: 2016.8.20.

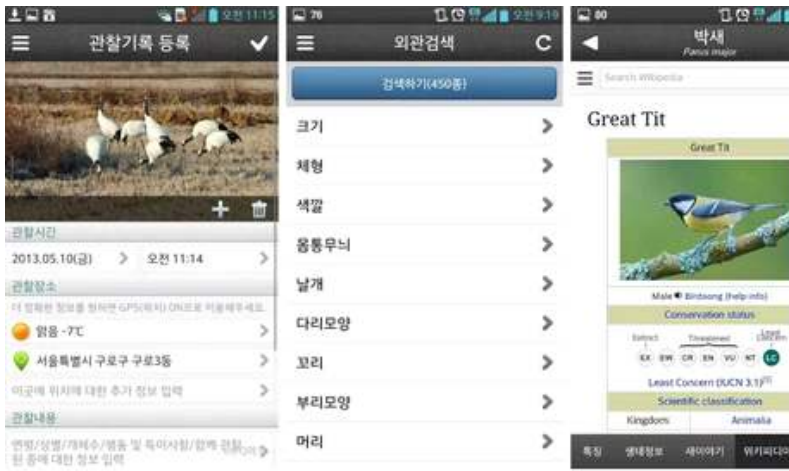
15) 국립생물자원관 보도자료(2016.12.15).

네이처링 관리자를 대상으로 인터뷰 수행 결과, 네이처링 가입자 중 (1) 일회성 조사활동을 수행하는 유형 (2) 지속적으로 자료를 게시하는 유형의 비율이 약 3:7로 나타났으며 가입자는 대개 생활 환경에서의 조사를 선호하는 것으로 조사되었다. 또한 전체 관찰기록 중 주변에 존재하는 생물종의 사진을 게시하는 형태보다 목표종 등 목적성을 가지고 조사를 수행하는 유형이 전체 관찰기록 중 약 70%를 차지하는 것으로 조사되었다. 네이처링에 게시된 조사자료는 현재 GBIF상에 공유되고 있지 않으며, 향후 GBIF상에 조사자료를 게시하기 위해 자료환류 체계 구축이 필요한 상황이다.

나. 모바일 전자도감 구축 현황

국내 주요 온라인 기반 전자도감의 경우, 민간단체가 개발한 ‘한국의 새¹⁶⁾’ 유료 앱을 들 수 있다(그림 3-5 참조). 본 전자도감은 비전문가가 손쉽게 조류종 검색이 가능하도록 크기, 체형, 색깔 등 외형 특징에 따라 분류 특징을 선별하고 이에 따른 생물종 설명 및 관찰종 기록을 수행할 수 있도록 하였다. 천연기념물, 멸종위기종을 별도로 분류하여 정보를 제공해 탐조활동을 수행하는 조사자들이 관찰 종의 보호종 여부를 확인할 수 있도록 하였으며 총 541종에 대한 종 정보를 게시하고 있다. 좌표, 사진, 관찰 시간, 탐조활동의 동행자, 탐조 내용 등을 작성할 수 있어 기존에 종이 도감으로 작성되었던 조사내용이 온라인 형태로 기록될 수 있도록 한다.

16) 한국의 새, <http://nstore.naver.com/appstore/web/detail.nhn?productNo=1555792>, 검색일: 2016.10.20.



자료: <http://nstore.naver.com/appstore/web/detail.nhn?productNo=1555792>.

〈그림 3-5〉 LG상록재단의 ‘한국의 새’ 전자도감

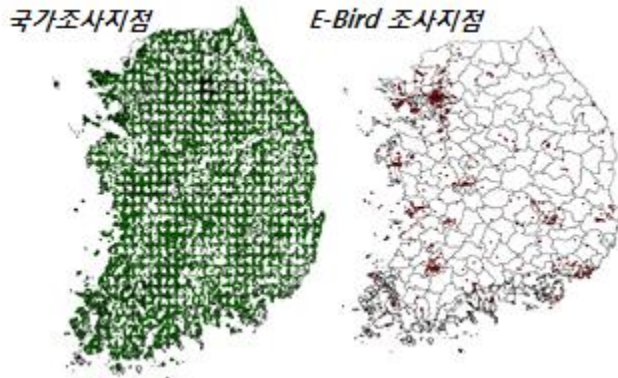
또한 국립생물자원관이 주관하여 개발한 ‘청계산 야생화’ 앱은 청계산을 대상으로 야생화를 동정할 수 있는 모바일 동정도구로, 야생화의 특징과 형태를 바탕으로 손쉬운 식물 동정이 가능하며, 국내 약 1만 명의 가입자를 보유하고 있다.

이외 꽃의 형태로 종을 인식하는 ‘다음 꽃검색’, 관찰 사진을 게시하면 가입자들이 명칭을 알려주는 ‘모야모’ 등이 개발되었다. 그러나 국내 모바일 조사 지원도구의 개발과 활용은 미국, 호주, 영국 등 타 국가와 비교하면 아직 초기 단계이며, 정부지원을 통한 추가적인 개발이 필요하다.

3. 국가적 모니터링 지점의 구축 및 자료 왜곡 완화

성공적 시민참여를 이끌어내어도 조사 결과물을 국가자료로 활용할 수 없는 경우가 빈번하다. 이것은 대량의 사진 등으로 축적된 조사자료가 국가의 정책적 수요를 반영하지 못하거나 조사결과의 신뢰도와 일관성을 보증 및 정량화하기 어려운 경우가 많기 때문이다 (Haklay, 2012; Haklay, 2015).

우리나라의 경우, GBIF에 게시된 조사자료 중 시민참여로 인한 조사 자료로 국제 시민과학 프로젝트 ‘E-Bird(조류 종조사 프로그램)’ 결과물을 들 수 있다. 그러나 제3차 전국자연환경조사지점과 비교 시, 국내 ‘E-Bird’ 조사자료는 특정 시·군·구 및 도시에 편중되어 있다(그림 3-6 참조).



자료: <http://www.gbif.org>; 환경부(2016), 내부자료 참조하여 저자 작성.

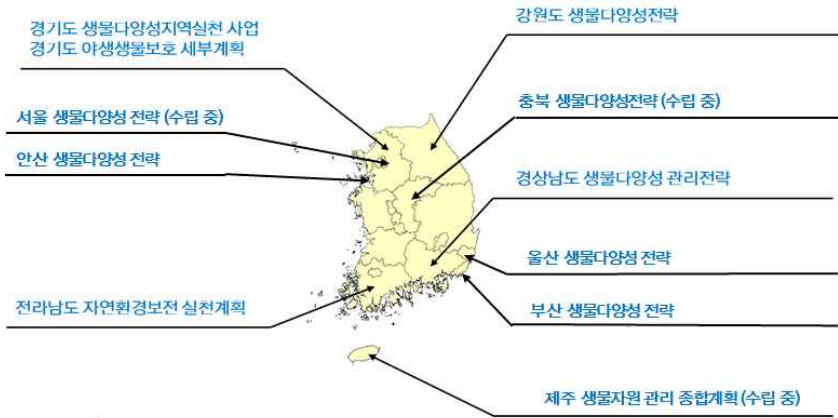
〈그림 3-6〉 국가조사지점 및 E-bird 조사지점

따라서 조사자료를 국가 생물다양성 정보로 활용하고 일관성, 신뢰도 있는 자료의 구축을 위해 전문가의 참여를 통한 국가적 모니터링 지점을 선정할 필요가 있다. 『제3차 자연환경보전기본계획(2016-2025)』은 시민참여 장기생태모니터링 지점 500개소를 ‘국가 자연환경측정망’으로 구축할 것을 계획하였으며, 본 지점의 구축 단계에서 자료의 왜곡을 완화할 수 있는 조사 지점의 선정, 조사 지침의 구축이 요구된다.

4. 지방자치단체의 시민참여 자연환경조사 수행

우리나라는 ‘제3차 국가생물다양성전략(관계부처합동, 2014)’에 따라 각 지자체의 지방생물다양성전략이 수립 초기 단계에 있거나 수립 중이다(그림 3-7 참조). ‘제3차 국가생물다양성전략’은 지역 내 생물상에 대한 전문적 지식이 있는 지역전문가를 대상으로 생물다양성관

측네트워크의 확대를 꾀하고 있으나 구체적인 시민참여 조사전략은 명시하고 있지 않다. 따라서 각 지방생물다양성전략의 시민참여 자연환경조사 활성화 방안의 검토가 필요하다.



자료: 한국환경정책·평가연구원 국토자연연구실(2016), 내부자료 참조하여 저자 작성.

〈그림 3-7〉 지방생물다양성전략 수립 현황

5. 발전요인의 국내 도입을 위한 정책방향

이현우 외(2015)는 우리나라의 자연환경조사가 전문가 중심의 조사로 수행되며 고비용, 특정지역 조사에 국한되었다고 명시한 바 있다. 각 시민과학 발전요인에 대한 우리나라의 현황 검토를 수행한 결과, 시민과학 우수사례와 비교할 때 우리나라의 시민참여 자연환경조사의 경우, 초기 발전단계에 있다고 사료된다.

먼저 우리나라의 비전문가, 준전문가에 의한 자발적 자연환경조사는 각 NGO를 통하여 활성화된 상태라 판단되나 각 단체 간 정보공유를 활성화할 수 있는 체계의 수립이 요구된다. 각 조사단체는 주로 지역 내 중요종, 비보호 생태계, 주거지 인근 생태계를 대상으로 조사를 수행하는 것으로 집계되었으며 전문성, 일관성이 결여되어 전문가의 교육, 가이드라인 개발이 필요한 실정이다.

전 세계적, 국가적으로 활성화된 시민과학 프로젝트의 경우, 각 프로젝트의 조사난이도를

낮추고 조사정보를 공유할 수 있는 ICT 기술이 도입되었다고 사료된다. 그러나 국내 시민과학 관련 ICT 기술의 개발은 아직 초기단계로 전 세계적으로 각종 종, 분류군, 생태계별로 조사도구가 개발된 것과 상이한 양상을 보인다. 따라서 현재 자연환경조사단체에 국한된 시민 주도 자연환경조사 활동이 일반국민에게 확대될 수 있도록 ICT 기술을 활용한 지원도구의 개발이 필요하다.

특히, 국가 주도 온라인 플랫폼의 부재는 각 개별 단체간 정보공유, 공동조사가 미활성화된 원인으로 사료된다. 시민과학 플랫폼으로 '네이처링'이 개발되어 활성화되었으나 정부부처의 활용이 미흡한 점, 시민단체의 참여가 저조한 점 등이 문제점으로 부각되었다. 따라서 앞서 고찰된 우수사례와 같이 각 정부부처의 시민참여 자연환경 모니터링 수요를 반영할 수 있는 체계의 구축이 요구된다.

또한, 시민참여 자연환경측정망의 설계단계에서 전문가의 참여를 통해 조사지점 선정, 지역 내 중요 목표종 및 목표 생태계 선정이 요구된다. 시민참여 활동이 주로 거주·생활환경 내에서 수행된다는 점을 고려하여 지방자치단체의 지방생물다양성전략, 지역 내 환경 관련 제도 등 지자체 주도 정책에 의한 지역특화 조사활동을 활성화할 필요가 있다. 지역 시민참여 조사활동의 활성화 단계에서 지역 내 중요 도시공원, 마을숲, 하천 등 중요생태계를 규명하고 지자체의 특성을 반영한 조사계획의 수립이 요구된다.

결과적으로 국내 시민참여 조사체계의 구축 및 활성화를 위하여 앞서 고찰된 4가지 발전요인의 국내 수행을 위해 부처별 수요, 지자체의 자연환경적 특성을 고려하여 전문가의 참여로 조사지점, 조사범위, 조사지침 등 조사체계 선수립이 요구된다. 또한, 일반국민의 참여 활성화 및 자료공유·활용 도모를 위한 ICT 지원도구의 개발이 요구된다.

제4장

자연환경조사에서의 시민과학 수행 및 활용 유형

본 장에서는 각 시민과학의 적용 유형을 진입난이도에 따라 분류한 선행연구를 살펴보고 이를 일본의 '모니터링 1000 사이트'에 적용하여 자연환경조사에서의 시민과학 수행 및 활용 유형을 제시한다. 이와 함께 우리나라의 시민참여 자연환경조사 수행체계 수립 방안을 탐색해보고자 한다.

1. 시민과학 적용유형의 분류 고찰

자연환경조사에서의 시민과학 적용 유형은 자원봉사자의 전문성, 모니터링을 위한 노력의 집약 정도에 근거하여 분류할 수 있다. 구체적으로 자연환경조사에서의 시민과학 활동 유형은 조사원의 평균 조사기간, 전문 지식 및 기술 보유 수준, 조사대상 등에 따라 분류할 수 있다. Roy et al.(2012), Hakley(2012), Bonney et al.(2009a)는 광범위한 시민과학 프로젝트 수행목록을 대상으로 시민과학 적용유형의 분류를 수행한 바 있다(그림 4-1 참조).

먼저, Roy et al.(2012)는 영국 BRC를 통해 공유된 234개의 시민과학 프로젝트를 검토하여 총 4개의 범주로 시민과학 활동유형을 분류하였다. 분류 기준으로는 지역적 스케일 혹은 광범위한 전국적 스케일 적용여부에 기반한 '공간적 조사범위'와 자원·시간의 집약 정도에 따른 '노력의 집약'을 제시하였다. 이 분류기준을 적용하면, 시민과학 활동을 커뮤니티 스케일의 단순한 자연환경조사 활동, 커뮤니티 스케일의 전문성 및 노력이 필요한 자연환경조사 활동, 광범위한 참여 형태의 단순한 자연환경조사 활동, 광범위한 참여 형태의 전문성 및 노력이 필요한 자연환경조사활동의 4가지 유형으로 분류할 수 있다. 그러나 234개의 시민과학 프로젝트에 대한 분류 기준의 정확도는 22.1%로 낮은 값을 보였으며 이에 따라 시민과학

프로젝트의 유형 분류를 위해 보다 다양한 요인이 검토되어야 한다는 결과가 도출되었다.



자료: Roy et al.(2012); Hakley(2012); Bonney et al.(2009a) 참조하여 저자 작성.

〈그림 4-1〉 시민과학 적용 유형의 분류 사례

Hakley(2012)는 자원봉사자들의 참여 형태에 기반을 두고 아래 4가지 유형으로 시민과학 유형을 분류하였다. 집약 정도가 낮은 유형 1인 ‘크라우드소싱(Crowdsourcing)’은 자원봉사자들이 스마트폰 등을 사용하여 대기 질 측정, 종 정보를 기록하지 않는 사진의 게시 등 가장 단순한 형태로 자연환경조사에 참여한다. 유형 2 ‘분포된 지식(Distributed intelligence)’의 사례로는 ‘eBird’ 시민과학 프로젝트를 들 수 있으며 조사자가 자체적으로 조류 종 동정, 서식정보의 기록 등이 가능하여야 한다. 유형 1이 단순한 자료게시 수준의 참여라면 본 유형은 조사자가 생물종 정보를 기록하는 등 기본적인 조사대상에 대한 기술, 지식을 필요로 한다. 유형 3 ‘참여적 과학(Participatory science)’은 시민조사원이 문제를 직접 정의하고 데이터를 수집하는 형태로 조사대상에 대한 심층 과학기술적 지식이 요구된다. 유형 4 ‘심층 시민과학(Extreme citizen science)’은 문제를 정의하고 자료를 수집, 분석할 수 있는 고차원의 집약적 과학활동이 필요하다.

‘eBird’ 등 광범위한 자원봉사자의 참여가 이루어지며 전 세계적으로 대중화된 시민과학

프로젝트는 Hakley(2012)의 시민과학 적용유형 분류 중 유형 2에 속하는 것으로 사료된다. 즉, 가장 대중화된 시민참여 자연환경조사 유형으로는 유형 2를 들 수 있으며 이는 ICT 기술의 발전에 따라 비전문가의 생물 동정, 서식정보 파악이 신속하게 이루어질 수 있기 때문이다. 이에 반해 유형 4의 경우, 참여자가 직접 문제를 규명하고 분석까지 수행하여 높은 전문성이 요구되므로 잠재 참여자의 수는 유형 1 및 유형 2에 비해 현저히 낮다.

Bonney et al.(2009a)는 시민과학 적용유형을 자료 기여형(Contributory), 협력형(Collaborative), 공동창출형(Co-Created)의 3가지로 분류하였다. 대표적 분류기준으로 자원봉사자와 전문가의 역할 비중이 고려되었다. 자료 기여형은 전문가가 시민과학 프로젝트를 설계하고 그 결과자료를 분석하며 참여 조사원은 자료만을 제공한다. 협력형의 경우, 동일하게 전문가가 프로젝트를 설계하고 결과를 분석하나 참여 조사원이 자료의 분석활동에 참여할 수 있다. 공동창출형은 시민과 전문가가 협력하여 프로젝트의 설계부터 자료분석 단계까지 공동으로 작업하는 형태로 조사원의 기여도가 가장 높은 유형이다.

	유형1	유형2	유형3
	일회성 자연조사 등 단순참여	지역생태지식/목표종 지식을 보유한 집약참여	사업설계, 일회성 참여자 교육, 결과분석 전문참여
자원봉사자의 노력수준 (집약도)	사진촬영 등 일회성 단순참여	종 및 서식정보 기록 등 집약참여	타조사자 교육 등 전문참여
조사대상에 대한 지식 수준 (전문성)	비전문가 (전문가 동행, 교육 필요)	비전문가, 준전문가	준전문가, 전문가
전문가의 개입정도 (지원율)	사업설계 ~ 분석 전체관여	사업설계 ~ 분석 부분관여	사업설계 ~ 분석 부분관여

자료: 저자 작성.

〈그림 4-2〉 자연환경조사에서의 시민과학 적용유형

결과적으로 Roy et al.(2012), Hakley(2012), Bonney et al.(2009a)의 분류결과를 종합하면 자연환경조사에서의 시민참여 적용은 ① 자원봉사자의 노력수준(집약도) ② 조사대상에 대한 지식 수준(전문성) ③ 전문가의 개입정도(지원율)에 따라 3단계로 도입될 수 있다고 사료된다(그림 4-2 참조).

2. ‘모니터링 1000 사이트’의 시민과학 적용유형 분석

‘모니터링 1000 사이트’는 시민참여 국가자연환경조사체계를 구축한 대표적 사례로 다양한 생물종, 생태계를 대상으로 한다(표 4-1 참조). 연구자와 시민조사원의 조사항목을 구분하여 조사체계를 설계하였으며, 1,019개 조사지점 중 전문연구자 담당 144곳과 시민조사원 담당 875곳이 설정되었다.

본 연구는 앞서 분석된 시민과학 적용유형을 ‘모니터링 1000 사이트’를 대상으로 분석하여 본 사례의 연구자·시민조사원의 조사항목 구분 전략과 시민참여 난이도의 설정 전략을 고찰하고 시사점을 도출하였다.

〈표 4-1〉 모니터링 1000 사이트 조사항목 및 조사지점

구 분		조사대상	조사지점 수	조사 주체	
육지	고산지대		5	연구자	
	삼림·초원	핵심지역 (매년 조사)	20	연구자	
		준 핵심지역 (5년마다 조사)	28	연구자	
		조류 (5년마다 조사)	422	시민조사원	
	사토치/사토야마(里地里山)	핵심지역	18	시민조사원	
		일반지역	174	시민조사원	
육수역	호수	전체	7	연구자	
		오리기리기류 사이트	80	시민조사원	
	습원		4	연구자	
해역	연안· 천해역	모래사장	바다거북이 사이트	41	시민조사원
		암석해안		6	연구자
		갯벌	전체	8	연구자
			도요·물떼새류 사이트	140	시민조사원
		거머리말장		6	연구자
		조장(藻場)		6	연구자
		산호초		24	연구자
		소도서	해조(海鳥) 사이트	30	연구자
합계			1,019		

자료: 한국환경정책·평가연구원 국토자연연구실(2016), 내부자료.

가. 시민조사원과 전문조사자 간 조사영역 분리

시민참여 자연생태모니터링은 특정 종을 대상으로 하거나 전체 종을 대상으로 시행될 수 있다. 특정 종을 대상으로 한 사례에 비해 전수조사는 실질적으로 일반인의 참여를 이끌어내기 쉽지 않다. 다양한 종을 동정할 수 있는 상당한 생태적 지식을 필요로 하기 때문이다. 그러나 전문가에 의한 전수조사는 보전가치가 상대적으로 높은 보호지역 등 특정 지역을 대상으로 수행되는 경우가 많다. 즉, 보편적으로 널리 알려진 까치, 매미 등 일반종, 도시공원 등 생활·거주지역 내 생태계보다는 멸종위기종, 보호지역을 대상으로 전문가 조사가 수행된다.

따라서 ‘모니터링 1000 사이트’는 생활·거주지역의 보편종, 식별이 쉽고 지역에서 문화생태적으로 중요한 목표종을 대상으로 시민참여 조사지점을 수립하였다. 예컨대 타 분류군보다 식별이 쉬운 조류종의 경우, 시민조사원의 참여로 종출현 현황을 조사하며 주로 생활·거주지역(사토치·사토야마 등)에서의 시민참여 조사가 주를 이룬다. 또한 오리기러기류, 바다거북류 등 서식정보 기록에 대한 교육이 필요한 경우, 조사지침을 제공하고 아마추어 전문가, 전문가의 지원 하 조사가 수행되도록 조사체계를 구축하였다.

전문조사자의 경우, 고산지역, 산호초 등 식별 및 접근이 어려운 종·생태계를 대상으로 조사지점이 분포되었다. 보전가치가 상대적으로 높으며 많은 생물종 조사가 필요한 핵심지역, 준핵심지역의 경우, 우리나라의 경우와 마찬가지로 전문조사자의 조사가 수행되도록 조사체계를 구축하였다.

〈표 4-2〉 전문조사자, 시민조사자의 조사지점 구분 기준

구 분	시민조사자	전문조사자
조사대상	식별이 쉬운 보편종/목표종	식별이 어려운 목표종/보호종
조사지역	생활·거주지역	보전지역, 접근성이 낮은 지역
조사방법	교육 필요없음, 제한적 교육 필요	특별한 지식과 기술을 필요로 함
(목표종인 경우) 목표종의 수	적음	많음
조사지침	전문가 제공	자체 구축

자료: 저자 작성.

나. 생활·거주지역에서의 시민참여 자연환경조사

일본의 ‘사토치-사토야마’는 인간의 주거 및 생활지역에 존재하는 농지, 이차림, 조림지, 초지, 연못 등 2차 자연을 의미하며 보전지역과 구별된 자연생태적 특성을 가진다. 이 생태계 유형은 보전지역과 다르게 일반인의 관찰이 비교적 쉬운 보편종들이 우점하여 관찰이 비교적 용이하며 생활환경에 위치하여 일반 시민조사원들의 참여가 용이하다. 그러므로 ‘사토치-사토야마’에서의 조사는 준전문가가 주축이 되어 조사가 수행되었다. 구체적으로 각 지역의 ‘자연관찰교실’과 자연보호활동을 해왔던 지역의 시민 환경단체가 주축이 되고 기업, 고등학교, 대학교 동아리 활동, 박물관, 동물원 등의 조직 등 다양한 이해관계자가 조사에 참여하여 매년 1,300명 이상이 조사원으로 참여하고 있다.

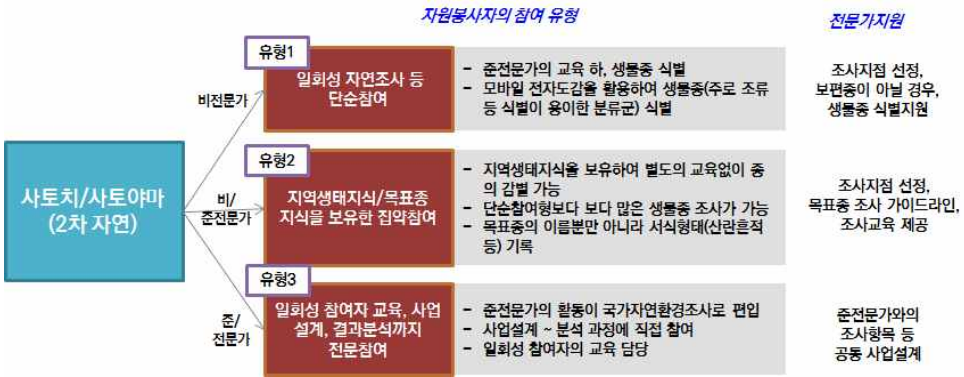
〈표 4-3〉 사토치-사토야마 조사개요

조사대상	비전문가의 식별이 용이한 지역 내 보편종
조사담당자	‘시민’ (지역의 시민 환경단체가 주축이 되고 기업, 고등학교, 대학교 동아리 활동, 박물관, 동물원 등 참여)
조사방법	전문가, 준전문가 동행 조사
조사항목	① 식물상(매월), ② 조류(번식기, 월동기), ③ 중대형 포유류(5~10월), ④ 물환경(매월~각 계절 1회), ⑤ 멧밭쥐(6·11월경, 1년 2회), ⑥ 개구리류(2주에 1회 정도), ⑦ 나비류(봄부터 가을까지 월2회), ⑧ 반딧불류(7~10일 1회), ⑨ 식생도(5년에 1회)
조사인원	매년 1,300명
교육	설명회 개최
조사 매뉴얼	전문가-준전문 협력작성

자료: 저자 작성.

특히 일본 모니터링 1000 사이트의 경우, 준전문가가 일반 시민의 자연조사 교육을 담당하는 경우가 많았으며, 자원봉사자가 준전문가의 지원하에 보편종을 기록하는 데 비해 준전문가는 풍부한 지역 생태 지식을 바탕으로 관련 조사자료를 장기적으로 축적하는 양상을 보였다.

결과적으로, 사토치·사토야마의 조사는 준전문가/전문가의 교육을 수반한 단순 일회성 참여, 지역생태지식을 보유한 집약참여, 비전문가 교육을 담당하는 준전문가 전문참여로 단계적으로 수행되고 있음이 분석되었다(그림 4-3 참조).



자료: 저자 작성.

〈그림 4-3〉 사토치·사토야마의 시민참여 전략

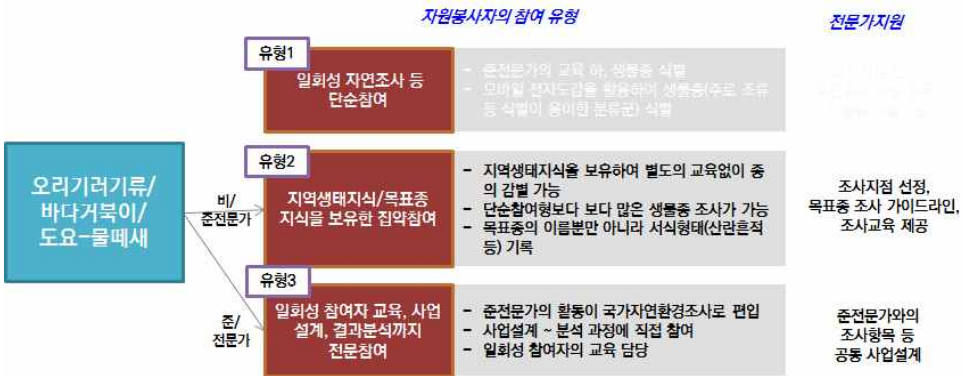
다. 목표종 대상 시민참여 자연환경조사

‘모니터링 1000사이트’의 경우, 2차 자연지역 외 타 시민조사원이 주축이 되는 목표종 조사유형의 경우, 보다 집약적인 시민참여를 유도하였다(그림 4-4 참조). 오리기러기류, 바다거북류, 도요-물떼새 조사는 지역 내 문화·생태적으로 중요한 생물종을 대상으로 하며, 각 참여자는 조사대상에 대한 정보를 교육 등을 통해 습득하여야 한다. 그러므로 이 모니터링을 수행하기 전, 참여자는 준전문가 및 전문가가 참여하는 단기-장기 교육을 수료하여야 하며, 단순한 생물종 동정을 넘어 생활사 등 서식정보의 기록까지 수행하여야 한다. 예컨대 바다거북류 조사는 산란흔적, 산란온도 등 다양한 조사 결과를 제출하여야 하며 참여자가 조사대상의 중요성, 생태지식을 보유하여야 조사에 참여할 수 있다.

〈표 4-4〉 바다거북 조사개요

조사대상	문화·생태적으로 중요한 바다거북 3종
조사담당자	비전문가, 준전문가
조사방법	전문가, 준전문가 동행 조사
조사방법	1. 바다거북의 산란 흔적, 산란 등지 확인 2. 내압방수 기록장치로 모래 온도 측정 3. 사진 촬영 등
교육	구체적인 조사절차, 조사대상 교육 실시
조사 매뉴얼	전문가 작성

자료: 저자 작성.



자료: 저자 작성.

〈그림 4-4〉 중요 목표종 시민참여 전략

3. 국내 자연환경조사의 시민과학 적용유형 도입방안

시민참여 조사활동은 ‘모니터링 1000사이트’ 사례를 통해 고찰된 바와 같이 비전문가·준전문가의 전문성, 집약도 함양, 전문가의 지원이 용이한 ① 주거·생활 지역 및 보편종, ② 지역 내 중요한 목표종을 대상으로 집중적으로 수행되는 것이 적합하다고 사료된다.

제4차 전국자연환경조사지침¹⁷⁾에 의하면 전국자연환경조사에서 기본단위는 1:25,000

지형도를 위·경도 2'30"단위로 나눈 격자로 구축되나 식생 등 조사는 산림생태계를 대상으로만 행해진다. 따라서 주거·생활지역에서 활동 중인 준전문가의 조사내용을 전문가가 검토하고 지방생물다양성전략 등 지역 내 관련정책과 연계한 조사항목, 조사지침을 설정하여 도시생태계, 농촌 등 주거·생활지역에 위치한 생태계를 대상으로 시민참여 조사를 수행할 필요가 있다.

특히, 주거·생활지역 자연환경조사의 경우, 준전문가를 중심으로 단순참여자 교육, 지속적인 조사활동을 장려할 필요가 있다. 보편성은 상대적으로 전자도감 등의 ICT 지원도구 구축이 용이하며, 일반국민의 광역적 참여를 도모하기 위해 생물동정 앱 개발 등 지원도구의 구축이 필요하다.

또한, 국내 바이오블리츠 활동의 경우, 네이처링에 제시된 바에 의하면 2016년 기준 총 18개의 활동이 수행되었으나 지역 내 중요 도시공원, 하천 등 주거·생활지역에 집중하여 지속적인 바이오블리츠 활동을 장려할 필요가 있다. 이를 위해 각 관리조직의 담당자, 자발적 조사원의 지속적 활동체계가 구축되어야 하며, 일반국민의 자연환경조사 인식증진에 대한 홍보 및 관련 교육프로그램 개발이 요구된다.

지역 내 문화·생태적으로 중요한 목표종 조사는 집약참여 및 전문참여의 형태로 장려될 수 있다. 전국자연환경조사체계를 통해 조사되기 어려운 특별 조사항목을 각 목표종, 목표 생태계별로 선정하고 참여자가 집약적/정기적으로 참여할 수 있는 조사프로그램의 구축이 요구된다.

〈표 4-5〉와 같이 각 부처별 개별 조사목록 중 시민참여로 인해 수행될 수 있는 종, 지역을 선별하고 시민참여 조사체계를 구축할 필요가 있다. 예컨대 철새조사, 야생동물 로드킬 조사 등은 기존에 시민참여를 통해 조사가 선행된 사례가 다수 존재하는 조사항목으로 시민참여가 용이한 특정 조사항목을 대상으로 조사체계를 설계할 필요가 있다.

침입외래종 조사의 경우, 지역 내 문화·생태적 가치가 있는 보호종은 아니나 지역구성원의 인식증진을 효과적으로 유도할 수 있는 조사항목으로 판단되어 왔다(Crall, A. W. et al., 2011). 고양시 등은 황소개구리 포획에 시민참여를 유도한 바 있으며¹⁸⁾ 식별이 용이하

17) 환경부, 국립환경과학원(2012), p.44.

18) 경기신문 보도자료(2016.7.5).

며 보편적 참여가 가능한 침입외래종 조사가 각 조사자의 참여난이도를 고려하여 수행될 필요가 있다.

〈표 4-5〉 부처별 자연환경조사 현황

조사명	조사 주체	조사 항목
전국자연환경조사	국립생태원	9개 부문(식생, 지형, 식물상, 곤충, 양서·파충류, 조류, 포유류, 저서무척추동물, 어류)
특정생태계조사 (습지, 도서, 하구역, 해안사구 등) - 습지·도서(일반·정밀·모니터링)	환경부, 해수부	습지: 4개 부문(무생물, 생물, 인문·사회, 습지평가) 도서: 지형, 지질, 경관, 식생, 식물, 육상동물, 해안무척추동물, 해조류, 공통사항(종다양성, 서식지 기능, 생태계 대표성·다양성·희귀성, 학술적 가치 등)
멸종위기종조사	국립생물 자원관	멸종위기 야생생물 전국 분포 조사, 모니터링
철새조사	국립생물 자원관	철새 이동경로 및 도래 서식현황 조사 겨울철 조류 동시 센서스(한강, 금강하구, 천수만 등 주요 철새도래지)
장기생태조사	국립생태원	육상(식생동태, 물질순환, 곤충, 조류, 양서·파충류, 식물계질) 담수(기초수질, 동식물플랑크톤, 어류, 저서무척추동물, 양서·파충류, 수생식물) 기수(기초수질, 동식물플랑크톤, 어류, 조류, 저서무척추동물, 염생식물)
야생동물실태조사(수렵자원)	국립생물 자원관	고정조사구 야생동물 서식률도 및 분포조사 야생동물 로드킬 고정 조사구간 조사 멧돼지, 들개 등 도심 출현 및 생태계 교란 종 정밀 서식률도 조사
외래생물 분포·서식실태 조사	국립생태원	외래생물 전국 실태조사, 외래생물 모니터링, 생태계 교란 야생생물 유입·확산 경로 조사
국립공원 자연자원 조사	국립공원 관리공단	육상생태계(식물, 동물, 미세균류군, 지형·지질), 해양생태계(식물, 동물, 해양수질), 인문환경(경관, 문화자원, 탐방행태, 경제적 가치평가, 훼손지 조사, 인문환경정보), 자료분석(GIS)

자료: 한국환경정책·평가연구원 국토자연연구실(2016), 내부자료.

제5장

결론

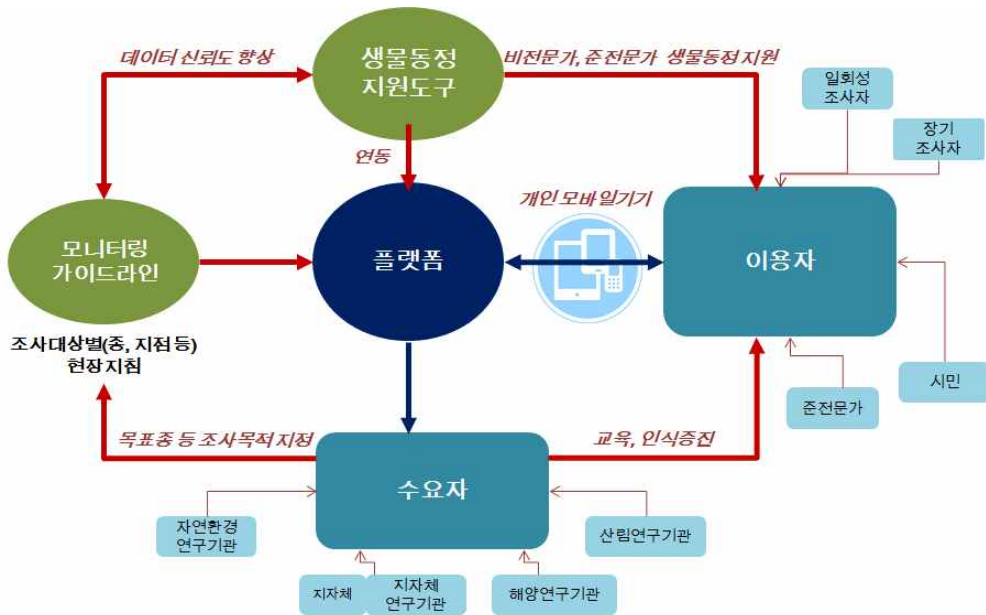
국내 자연환경조사에서의 시민참여는 지역 내 자연보전실천계획, 지방생물다양성전략 등의 구축으로 점차 그 활동기반이 마련되고 있는 추세이나 시민참여 수행·활용체계 등 구체적인 시민참여 방안에 대한 국내 연구가 희박하며, 시민주도 자연환경조사 현황 분석 및 활성화 방안을 도출할 필요가 있다. 이에 본 연구는 국외 우수 시민과학 적용 사례를 중심으로 발전 요인을 분석하고 각 요인별 국내 현황을 진단하였으며 전문성, 집약도, 전문가 지원수준에 기반한 참여 난이도별 국내 시민 주도 자연환경 조사방안을 제안하였다.

구체적으로 본 연구는 시민과학의 발전 요인으로 ① 민간단체가 주축이 된 자발적 자연환경 조사 기반 및 네트워크의 형성, ② ICT 기술의 효과적 적용으로 인한 자연환경조사 활동의 대중화, ③ 국가 자연환경조사에서의 시민참여 지점 및 지침 설정, ④ 지방자치단체가 중심이 된 자연환경조사 장려 네 부문을 제안하였다.

본 발전 요인을 대상으로 국내 수행 현황을 고찰한 결과, 본 연구를 통해 조사된 14개 시민단체의 자연환경조사는 조사빈도, 회원 수, 조사지역의 거주지 인접여부 등을 고려할 때 지방자치단체의 조사수요를 수렴할 수 있으며 일반국민의 참여로 확장될 수 있는 면모를 가진다. 그러나 국내 시민참여 자연환경조사는 각 민간 자연환경 조사단체 간 자료 공유 및 연계가 부족하며 전문가의 조사지침 제공 등 과학기술적 지원을 통한 자료의 신뢰성과 일관성 확보가 필요하다.

시민참여 조사와 관련된 ICT 기술의 부재는 국내 자연환경조사에서의 시민참여 대중화를 도모하는 데 있어 주요한 한계점으로 작용하는 것으로 분석되었다. ICT 기술은 자연환경 조사의 시민참여 난이도를 낮추는데 있어 필수적인 요소로 전자도감 등 지원도구의 개발이

시급히 요구된다. 특히 자료공유 및 게시가 가능한 플랫폼의 경우, 각 수요자(정부부처, 지방자치단체 등)와 비전문가, 준전문가의 조사결과를 연동할 수 있는 기능을 가지며 정책적 활용용도가 높은 형태로 구축될 필요가 있다(그림 5-1 참조). 또한, 생물동정 지원도구와 조사지침과 연계하는 등 장기적인 종합 지원도구로서의 기능을 강화하여 효과적인 민간 정보의 공유를 꾀할 필요가 있다.



자료: 저자 작성.

〈그림 5-1〉 시민참여 자연환경조사 활성화를 위한 플랫폼 역할

한편, 시민참여 자연환경조사의 활성화를 위해 지방자치단체의 수요를 고려한 국가적 시민 참여 자연환경측정망의 구축이 요구된다. 국가조사체계의 구축은 전문가의 참여를 통하여 수행될 필요가 있으며 조사지점의 체계화, 조사난이도를 고려한 전문가/시민조사원 조사 영역의 구분을 꾀할 필요가 있다. 특히, 시민참여 조사지점의 구축과 함께 조사난이도별 전문가의 조사지침 제공여부 결정 등 전문가의 참여수준을 상이하게 조정할 필요가 있다.

전문가/시민조사원 조사영역의 구분 등 국내 시민참여 조사의 수행 방안을 수립하기 위해 본 연구는 Roy et al.(2012), Hakley(2012), Bonney et al.(2009a)의 참여난이도별 시민과학 적용유형을 분석하였다. 각 분류기준을 적용 결과, 결과적으로 자연환경조사에서의 시민참여는 ① 자원봉사자의 노력수준(집약도) ② 조사대상에 대한 지식 수준(전문성) ③ 전문가의 개입정도(지원율)에 따라 3단계로 수행될 수 있는 것으로 판단된다.

국가 시민참여 자연환경조사체계의 구축 사례인 일본의 '모니터링 1000사이트'를 대상으로 상위 시민과학의 적용유형을 고찰한 결과, 시민참여는 주로 전문성, 집약도의 함양, 전문가 지원이 용이한 거주·생활지역과 접근이 용이한 지역에서 수행되는 것으로 사료된다. 또한, 식별이 용이한 보편종의 경우, 일회성의 단순참여 형태가 용이하였으며 지역생태지식을 보유한 준전문가가 주축이 된 조사를 활성화하는 것이 적합하다고 판단된다. 지역 내 중요한 목표종의 경우, 각 부처의 수요와 지자체의 생태적 특징을 고려하여 시민참여 조사 생물종을 선정함이 필요하다. 목표종의 생태적 특징에 대하여 조사참여자는 기본적 자연생태적 지식을 함양하고 집약·전문 참여 형태로 참가함이 요구되며 이를 위한 교육프로그램, 조사지침 구축 등이 필요하다. 일본의 '모니터링 1000사이트'의 경우, 지역 내 중요한 목표종이며 식별이 용이한 바다거북류, 오리기러기류 등 조류와 2차 자연을 대상으로 시민참여 조사를 주도한 바 있다. 우리나라의 경우, 각 부처가 개별적으로 조사를 수행중이나 철새, 침입외래종 등 시민참여가 용이한 특정 목표종과 도시공원 등 2차 자연 조사유형을 규명하고 시민참여 조사지점을 참여난이도를 고려하여 구축할 필요가 있다.

결과적으로 본 연구는 시민참여 자연환경조사를 위해 기존에 분산되어 수행되어 오던 개인 및 민간단체의 자연환경조사 활동이 중앙정부, 지방자치단체, 전문가의 참여를 통하여 국가 생물다양성 기록정보로 확산될 필요가 있다는 것을 제시한다. 향후 시민참여 조사결과물을 GBIF상에 게시하는 등 국제 생물다양성 정보공유 활성화에 기여할 필요가 있으며 이를 위해 상위 법령 및 정부-지자체 수요를 바탕으로 국가 정책자료로 활용될 수 있는 시민과학 조사체계의 구축이 요구된다.

| 참고문헌 |

[국내문헌]

관계부처합동(2014), 「제3차 국가생물다양성전략」.

이현우 외(2015), 「제3차 자연환경보전기본계획 수립 연구」, 한국환경정책·평가연구원.

한국환경정책·평가연구원 국토자연연구실(2016), 내부자료.

환경부(2016), 내부자료.

환경부, 국립환경과학원(2012), 「제4차 전국자연환경조사지침」, p.44.

[국외문헌]

Amano, T., R. J. Smithers, T. H. Sparks, and W. J. Sutherland(2010a), “A 250-year Index of First Flowering Dates and Its Response to Temperature Changes”, *Proceedings of the Royal SocietyB*, 277, pp.2451-2457.

Bonney, R., H. Ballard, R. Jordan, E. McCallie, T. Phillips, J. Shirk, and C. C. Wilderman(2009). “Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education”, *A CAISE Inquiry Group Report*, pp.1-58.

Crall, A. W., G. J. Newman, T. J. Stohlgren, K. A. Holfelder, J. Graham, and D. M. Waller(2011), “Assessing Citizen Science Data Quality: An Invasive Species Case Study”, *Conservation Letters*, 4, pp.433-442.

Department for Environment Food and Rural Affairs(2014), *UK Biodiversity Indicators 2014: Measuring Progress towards Halting Biodiversity Loss*, London.

Fujitsu(2010), *Fujitsu Group Sustainability Report*.

- Haklay, M.(2012), *Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation* in Sui, D.Z., S. Elwood, and M. F. Goodchild(2012), "Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice", Berlin: Springer, pp.105-122.
- Haklay, M.(2015), *Citizen Science and Policy: A European Perspective*, Washington D.C.: Woodrow Wilson International Center for Scholars, pp.1-76.
- Roy, H. E., M. J. O. Pocock, C. D. Preston, D. B. Roy, J. Savage, J. C. Tweddle, and L. D. Robinson(2012), *Understanding Citizen Science and Environmental Monitoring: Final Report on behalf of UK-EOF*, NERC Centre for Ecology & Hydrology and Natural History Museum, pp.1-179.
- Science Communication Unit, University of the West of England, Bristol(2013), *Science for Environment Policy In-depth Report: Environmental Citizen Science*.
- Pocock, M. J. O., E. R. Helen, D. P. Chris, and B. R. David(2015), "The Biological Records Centre: A Pioneer of Citizen Science", *Biological Journal*, 115(3), pp.475-493.
- Tomas, J. B. et al.(2014), "Statistical Solutions for Error and Bias in Global Citizen Science Datasets", *Biological Conservation*, 173, pp.144-154.
- Kobori, H. et al.(2016), "Citizen Science: A New Approach to Advance Ecology, Education, and Conservation", *Ecological Research*, 31(1), pp.1-9.

[온라인 자료]

- 국립생물자원관 보도자료, "올해 국민이 직접 찾은 '기후변화 지표종' 764개체",
검색일: 2016.12.15.
- 경기신문 보도자료, "고양시 황소개구리 '꼼짝마'... 4천여마리 포획", 검색일: 2016.7.5.
- 네이처링, <http://www.naturing.net>, 검색일: 2016.8.20.

- 모니터링1000사이트, <http://www.biodic.go.jp/moni1000/moni1000/index.html>,
 검색일: 2016.10.20.
- 텍사스주 침입외래종 조사포탈, <http://www.texasinvasives.org>, 검색일: 2016.12.6.
- 한국의 새, <http://nstore.naver.com/appstore/web/detail.nhn?productNo=1555792>,
 검색일: 2016.10.20.
- Big butterfly count, <http://www.bigbutterflycount.org/>, 검색일: 2016.10.20.
- Funkey, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lucidcentral.mobile.funkey&hl=en>, 검색일: 2016.10.20.
- Nature's Calendar, <http://www.naturescalendar.org.uk>, 검색일: 2016.9.5.
- CSNA, Strategic plan for Citizen Science, <http://csna.gaiaresources.com.au/>,
 검색일: 2016.10.15.
- GBIF, <http://www.gbif.org>, 검색일: 2016.10.20.
- Government of Japan,
 地域における多様な主体の連携による生物の多様性の保全のための活動の促進等に関する法律, <http://law.e-gov.go.jp/>, 검색일: 2016.10.20.
- iRecord, Intorduction on iRecord, <http://www.brc.ac.uk/irecord>, 검색일: 2016.9.15.

부록

부록. 민간단체의 자연환경조사 현황분석 설문조사지

부록. 민간단체의 자연환경조사 현황분석 설문조사지

- 시민과학 활성화를 위한 시민단체 활동 조사 -

시민단체 일반 현황			
시민단체명		회원 수	
설립년도		구성원의 주요 직업	
활동지역 (시·군·구)	(작성 예: 서울시 둔촌동)	모니터링 대상 공간	(작성 예: 주남저수지 등)

시민단체의 생물다양성 모니터링 활동	
모니터링 대상	<p>1. 귀하의 모니터링 대상은 주로 무엇입니까? - 생물종: (작성 예: 북방산개구리) - 생태계: (작성 예: 00저수지)</p> <p>2. 귀하가 모니터링하는 생물종은 아래 어떤 항목에 속합니까? ① 멸종위기종(보호종) ② 보호종으로 지정되지 않았으나 보호가치를 지니는 목표종 ③ 일반종(주변에서 흔하게 접할 수 있는 종)</p> <p>3. 귀하가 모니터링하는 생태계는 보호지역에 속합니까? ① 예 (어떤 보호지역으로 지정되었습니까? _____) ② 아니요</p> <p>4. 귀하 시민단체의 주요 모니터링 활동지점은 회원분들의 거주지와 가깝습니까? ① 대체로 그렇다. ② 그렇지 않다.</p>

<p>주요 모니터링 축적 자료</p>	<p>(서술형으로 귀하의 시민단체에서 어떤 그리고 얼마나 모니터링 자료를 축적하고 있는지 간략하게 적어주시길 부탁드립니다.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 관측 종의 수 - 출현 횟수 기록 현황 등
<p>모니터링 빈도</p>	<p>시민단체의 평균 모니터링 빈도는 어떠합니까? 1주에 ()회, 1달에 ()회, 1년에 ()회</p>
<p>모니터링 증빙자료</p>	<p>1. 모니터링 기록을 어떠한 형태로 하고 있습니까? ① 종이 대장 ② 네이처링 이용 ③ 기타 ()</p> <p>2. 모니터링 기록의 증빙자료로는 무엇이 있습니까? ① 사진 ② GPS ③ 동영상 ④ 기타 ()</p>
<p>모니터링 활성화 방안</p>	<p>시민참여 모니터링 활성화를 위해 <u>가장</u> 필요한 것은 무엇이라고 생각하십니까?</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 온라인 생물종 검색 지원도구(생물종 검색 모바일 앱 등) ② 온라인 공유플랫폼(네이처링과 같은 공유 웹 플랫폼) ③ 생물종별 모니터링 가이드라인 ④ 인식 증진 ⑤ 관련 교육

Abstract

Application of Citizen Science: The Survey on Natural Environment

Yoonjung Kim, Hyunwoo Lee

As there is a global need to enhance quantity and quality of data on species and diverse ecosystem, citizen science become major tool to be adopted in natural environment survey. That is, citizen science, the scientific activities involving citizens, is a theme that can raise participation of citizens including amateurs and non-expert into biodiversity monitoring. Recently, GBIF's accumulated data illustrated the fact that citizen science was one of the major tool that boost monitoring activities for biodiversity.

However, national implementation of citizen science is still at an early stage. Therefore, this study investigates the factors that can facilitate citizen science including citizen network to promote sustainable voluntary survey, implementation of ICT, and utilization citizen science in national survey. Through comparing the best practices of such factors and national status, this study aims to pose gaps and priorities on national implementation, and develop strategies to adopt citizen science.

Through investigating national circumstances to adopt citizen science, this study discovered that quantities of NGOs, that involved in monitoring on species and ecosystem, were quite sufficient. On the other hand, the network promoting co-survey and sharing of data was not yet activated compared to BRC's case. Furthermore, utilization of ICT was also at an early development

stage. In specific, more than 90% of investigated NGOs was not accumulating the data through the online platform or geographical form. As such, geographical analyzation and use of data, produced through participation of citizens, were not activated in national ecological studies. Moreover, it was clear that bias of data could be reduced, when experts participate at the design stage of the project.

Hence, to suggest application strategies, this study assesses the 'monitoring 1000 site' in Japan to analyze implementation strategies on crowdsourced data. To conclude, this study identified the implementation strategies that can be adopted in national ecological survey. Furthermore, it identified the importance of data management, which is located in the middle of public and private domain. We expect that this study will contribute to promote broader participation of non-experts and amateurs among national surveys on biodiversity.

Keywords : Citizen Science, Natural Environment Survey, Voluntary Monitoring Scheme, Biodiversity Monitoring, Public Awareness

■ 저자약력

김윤정 (연구책임)

서울대학교 생태조경학 박사과정
한국환경정책·평가연구원 연구원(현)
E-mail : kimyj@kei.re.kr

이현우

서울대학교 이학 박사
한국환경정책·평가연구원 선임연구위원(현)
E-mail : hwlee@kei.re.kr

| KEI Working Paper 목록 | 2014~2016

- 2016년
- 2016-01 시스템과 네트워크 이론을 활용한 미래 환경정책 방향 연구(이승준)
 - 2016-02 공공자료 분석을 통한 친환경적 풍력에너지 개발 기초 연구(김태윤)
 - 2016-03 환경영향평가에서 활용 가능한 주민참여 방법 기초 연구(이상윤)
 - 2016-04 자율주행 자동차의 친환경성 제고를 위한 기초 연구(이승민)
 - 2016-05 미래 고온환경 변화와 직종 간 임금격차 추정(김동현)
 - 2016-06 드론을 이용한 환경재난 사후대응 기술 및 연구동향 분석 연구(손승우)
 - 2016-07 건물부문의 환경 부하 평가 모형 개발을 위한 기초연구(송지윤)
 - 2016-08 근지표환경 임계영역(critical zones)의 환경적 중요성과 환경관리의 미래 이슈(현운정)
 - 2016-09 시민과학의 자연환경조사 적용방안 연구(김윤정)
 - 2016-10 환경평가 자료의 공공서비스 지원을 위한 기초연구(김태형)
 - 2016-11 토지환경분야의 지속가능발전목표(SDGs) 이행을 위한 정책방향 설정(명수정)
 - 2016-12 건강영향평가 분야에서의 위해소통을 위한 리스크 테이블 제작 연구(하중식)
 - 2016-13 해외 환경정책 인벤토리 구축 연구: 환경전략/대기환경/물환경/국토자연/자원순환 부문 (조일현, 공성용, 한대호, 홍현정, 한상운)
 - 2016-14 해외 환경정책 인벤토리 구축 연구: 환경평가 부문(박하늘)
 - 2016-15 해외 환경정책 인벤토리 구축 연구: 온실가스 감축 부문(김이진, 간순영)
 - 2016-16 지하수 개발사업의 환경영향평가 개선을 위한 기초연구(김경호)
 - 2016-17 토양자원 관리를 위한 전략환경영향평가 개선을 위한 기초연구: 도시개발사업을 중심으로(양경)
 - 2016-18 미세조류 바이오매스의 자원화 활용에 대한 연구: 바이오 (기능성)소재 중심 (지민규)
 - 2016-19 2016 국민환경의식조사 연구(곽소윤)
- 2015년
- 2015-01 싱크홀 방지를 위한 환경영향평가 개선방안 연구(김윤승)
 - 2015-02 이슈스캐닝(Horizon Scanning) 기법 활용을 통한 물환경관리 부문 이머징 이슈 발굴 연구(한혜진)
 - 2015-03 기후경제통합-지역평가모형(Regional Integrated Assessment Model of Climate and the Economy) 비교분석 및 국내 모형개발을 위한 기초연구(황인창)
 - 2015-04 기후변화로 인한 고온환경 근로자의 작업역량 저하 추정과 공간적 군집 파악(김동현)
 - 2015-05 환경영향평가 설명회·공청회 운영현황 분석(조공장)
 - 2015-06 도로 및 철도 사업의 토양분야 환경영향평가 사례 연구(신경희)
 - 2015-07 빅데이터를 활용한 환경보건서비스에 관한 기초연구(간순영, 윤성지)
 - 2015-08 자원순환분야 지속가능발전목표(SDGs) 이행 기반 마련을 위한 기초연구(임혜숙)
 - 2015-09 내륙습지에 대한 환경영향평가 개선방안 연구 I: 환경부 전국내륙습지 조사 지침(2011)의 적용을 중심으로(방상원)

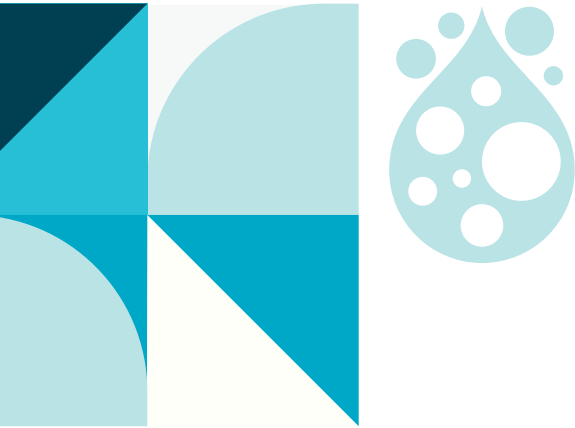
- 2015-10 자원순환성 평가제도 대상 확대를 위한 기초연구(이소라)
- 2015-11 환경소음 빅데이터의 정책 활용성 제고 방안(박영민)
- 2015-12 인과지도(Causal Loop)를 활용, 미래 물수급관리 정책 지원을 위한 기초연구(류재나)
- 2015-13 생물안전 법제 기초연구(홍현정)
- 2015-14 지방자치단체 환경영향평가 조례 운영현황 및 효율화 방안(선효성)
- 2015-15 개발사업의 비점오염 영향평가방법 개발을 위한 기초연구(이진희)
- 2015-16 환경영향평가제도에서의 생태계보전협력금 활용 개선방안(이상범)
- 2015-17 환경가치 증장기 연구수요 조사(곽소윤)
- 2015-18 세종특별자치시의 대기질 관리 기획 연구(심창섭)
- 2015-19 2015 국민환경의식조사 연구(곽소윤)

- 2014년 2014-01 국내 지하수의 자원·환경적 가치 확립을 위한 기초연구(현윤정)
- 2014-02 층간소음의 건강영향에 대한 기초연구(박영민)
- 2014-03 소음원 종류에 따른 3차원 소음예측모델 적용방안 마련(선효성)
- 2014-04 개발사업 입지 및 계획기준의 조사·분석에 관한 연구(주용준)
- 2014-05 기후변화 취약 근로 직종 파악을 위한 기초 연구(김동현)
- 2014-06 불확실성을 고려한 수질오염총량관리 안전율 산정 기초연구(정선희)
- 2014-07 기후변화 적응을 위한 공간계획 수립 시 도시/환경/방재분야 공간정보 연계·활용방안 연구(김태현)
- 2014-08 기후변화를 반영한 내수침수 리스크 평가 방법론 고찰(류재나)
- 2014-09 SEA 사후관리를 위한 해외 사례연구(조한나)
- 2014-10 농어촌 관련 정책 및 계획에서의 기후변화 적응 고려 방안(임영신)
- 2014-11 소음·진동 사후관리를 위한 기초연구(선효성)
- 2014-12 2014 국민환경의식조사 연구(이미숙)

※ KEI 설립 이후 현재까지의 보고서 원문은 KEI 홈페이지(www.kei.re.kr)에서 보실 수 있습니다.



시민과학의 자연환경조사 적용방안 연구



 한국환경정책·평가연구원

30147 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 B동(과학·인프라동) 8~11층
<http://www.kei.re.kr>

