

## 국립공원 생태계 건강성 평가 방법에 관한 연구

오장근 · 원혁재<sup>1</sup> · 명현호\*

국립공원관리공단 국립공원연구원, <sup>1</sup>국립공원관리공단 자원보전처

**A Study on the Method of Ecosystem Health Assessment in National Parks.** Oh, Jang Geun (0000-0001-5206-6595), Hyeok Jae Won<sup>1</sup> (0000-0002-5934-5295) and Hyeon-Ho Myeong\* (0000-0001-9601-958X) (Division of Ecosystem Research, National Park Research Institute, Wonju 26441, Korea; <sup>1</sup>Department of Park Conservation, National Park Service, Seoul 04212, Korea)

**Abstract** This study was conducted to develop a technique of ecosystem health assessment on Korea National Parks. The purpose of natural resource monitoring in national parks is to develop scientific information on the current status and long term trends in the composition, structure, and function of park ecosystems, and to determine how well current management practices are sustaining those ecosystems. The evaluation results will reflect in the park conservation and policies and promote the effect and functions of assessment program to the people. Health assessment steps were performed in order the establishing monitoring goals and objectives, development of the conceptual model, frame establishment, determination of indicators, standard and classification and health assessment. Health Indicators were selected the 13 with common, choice and climate indicators. We developed a pictogram and was separated into five colors to health condition, it was divided into three shape for comparison with the past state. Seoraksan, Odaesan National Park has been rated highly but Bukhansan, Kyeryongsan National Park has been underestimated.

**Key words:** National Park, ecosystem assessment, index, biological diversity, ecosystem evaluation

### 서 론

한국의 국립공원의 면적은 6,656 km<sup>2</sup>로 육상지역이 58.6%이고 해상지역이 41.4%를 차지하며, 이는 전국토면적의 3.89%이고 해면을 포함하면 6.64%에 해당한다. 국립공원 지역에 분포하고 있는 생물종은 20,183종류로 국가 생물종다양성에 중요한 위치를 확보하고 있다(KNPS, 2016). 지속 가능한 국가 생물자원 유지와 통합적 공원관리 체계 구축 및 활용을 위해서 현재 공원의 건강상태를

파악할 수 있는 과학적 평가방안이 필요하다. 국립공원 생태계 건강성 평가는 미국, 호주, 캐나다 국립공원에서 프로그램을 개발하여 활용하고 있다. 미국 공원청은 270개 지역을 대상으로 지리적 위치 및 자연자원의 특성에 따라 32개 네트워크를 구성하여 자원조사 및 모니터링 프로그램을 운영하고 있다. 그중 vital signs 모니터링은 생태계 건강상태를 지속적으로 확인하는 프로그램으로 국립공원 건강상태를 진단할 수 있는 지표를 선정하여 실시하고 있다. 캐나다국립공원의 생태계 온전성(ecological integrity) 평가는 자연생태계 변화에 따른 공원의 생태적 안정성 유지를 위해 공원별 특성을 반영하여 모니터링 항목을 선정하고, 생태계의 안전성을 주기적으로 관리하기 위한 평가를 실시하고 있다. 국내에서도 수생태계 건강성 조사 및 평가

Manuscript received 20 June 2016, revised 27 June 2016,  
revision accepted 29 June 2016  
\* Corresponding author: Tel: +82-10-4484-0564, Fax: +82-33-769-1639,  
E-mail: ecomyung@knps.or.kr

**Table 1.** The List of National Parks in Korea.

Divison	Park		Marine Park	Historical park
	Mountainous	Urban		
National Parks	Seoraksan, Odaesan, Chiaksan, Sobaeksan, Woraksan, Songnisan, Deogyusan, Jirisan, Juwangsan, Gayasan, Naejandsan, Wokchulsan, Halasan	Bukhansan, Gyeryongsan, Mudeungsan	Taeanhaean, Byeonsanbando, Dadohaejaesang, Hallyeohaesang	Gyeongju

체계 구축(Kim *et al.*, 2007; Bae *et al.*, 2008; MOE, 2008, 2010, 2012; Choung and Lee, 2013), 해양생태계 건강성 평가(Kim *et al.*, 2007) 사구생태계 건강성 평가(Myeong, 2010), 토양생태계 건강성 평가 기법 비교연구(Chae *et al.*, 2015)가 진행되어 과학적이고 체계적인 관리, 복원 및 정책기준을 설정하는데 적합한 근거를 제시하고 있다. 우리나라 국립공원은 지역과 생태계 특성에 따라 육상형 국립공원, 해상·해안형 국립공원, 사적형 국립공원으로 구분된다(Table 1). 또한 육상형 국립공원은 공원 위치와 이용행태에 따라 도심형국립공원과 산악형국립공원으로 세분화되어 있다. 우리나라 육상형국립공원 중 산악형은 13개, 도심형국립공원 3개이며, 해상·해안형국립공원은 4개, 마지막으로 사적형은 1개로 총 21개 국립공원이 지정되어 있다. 최근 국립공원위원회에서는 태백산을 제22호 국립공원으로 지정 의결하였다.

본 연구는 국립공원 생태계 건강성 평가 프로그램 개발을 위해 국내·외 평가 기법과 사례를 수집하여 국립공원별 생태계 유형범주, 생태계 구성요소 및 기능적 특성을 고려하여 평가 지표를 선정하였다. 특히 국립공원의 보전관리를 위해 스트레스 평가 지표를 고려하여 국립공원의 보전, 복원, 관리가 진행될 수 있도록 방향성을 설정하였다.

## 연구 방법

건강성 평가는 생태계의 상태 및 현상을 중심으로 평가할 수 있는 지표를 선정하여 공원관리에 활용되어야 한다. 체계적 평가 지표 선정 및 효율적 평가 방법 개발은 국립공원 관리에 있어 실행성과 적용성을 강화할 수 있으며, 평가 결과는 공원보전방향 확립 및 국민과의 공감 기회를 확대할 수 있다. 국립공원 자연생태계의 건강상태를 진단하고 개선 노력을 평가할 수 있는 대표성 있는 모니터링 요소를 선정하여 운영함으로써 과학에 기초한 공원관리 체계 구축 및 국민 공감 기회도를 확대하기 위하여 국

립공원 생태계 건강성 지표 체계 도입 추진계획을 수립하고 국립공원 생태계 건강성 평가 기준 지수를 개발하였다(KNPS, 2011, 2012). 건강성 평가 프로그램 절차는 개념정립, 모델 개발, 프레임 및 평가 지표 설정, 지수화 및 건강성 평가 단계로 진행하였다. 건강성 평가 지표 선정 방향성은 첫째, 지표 설정 인자의 자연성, 다양성, 희귀성, 풍부성 측면에서 접근이 필요하며 둘째, 지표 설정원칙이 편의성, 스트레스 민감성, 반응성, 예측성, 통합성, 저가변성이 고려되어야 한다. 모니터링에 있어 평가 지표는 장기적으로 운영되고 활용되어야 하기 때문에 설정원칙은 가장 중요한 방향성이 될 수 있다. 셋째, 지수의 과학화 및 체계화이다. 지수의 과학성과 체계성은 건강성 평가 결과의 정확도를 높일 수 있으며, 평가 결과는 공원관리 및 정책에 반영뿐만 아니라, 국립공원을 탐방하는 많은 사람들에게 보존과 이용에 대한 이해력을 증진시킬 수 있다. 국립공원 생태계는 일반생태계에 비해 보전성과 안정성이 높게 평가되는 지역이나 많은 탐방객과 외부 압력으로부터 발생되는 문제점을 해결하기 위해 보전 및 관리방안을 제시할 수 있는 모니터링이 실시되어야 한다.

## 결 과

### 1. 목표 설정 및 개념 정립

국립공원 자원모니터링의 목적은 국립공원 생태계의 구성, 구조 및 기능에 대한 현재 상태와 장기동향에 대한 과학적인 정보를 분석하고, 현재 공원관리 방향성에 대한 방법을 결정하며, 미래의 공원관리를 위한 정책을 개발하는데 활용하고자 한다(NRC, 1994; Elzinga *et al.*, 1998; NPS, 2012). 모니터링 정보 활용은 관리자의 의사 결정에 대한 신뢰를 높이고, 공원 자원 관리의 능력을 향상시키며, 공원 관리자가 직면한 위협요인을 완화시키고 법적·정치적인 문제에 대해 효율적으로 활용할 수 있다. 모니터링 프로그램은 공원관리뿐만 아니라 공원 자원에 대해 현재와 잠재적인 위협요인들에 대한 미래를 예측할 수 있어야 한다.

공원관리 및 예측에 대한 모니터링이 실시되기 위해서는 모니터링 프로그램과 프로토콜 설계에서 가장 중요한 단계인 모니터링의 목표와 목적이 정확하게 설정되어야 하며, 모니터링 설계 단계에서는 이해 관계자들 간의 합의를 통해 설정되어야 한다. 특히, 프로토콜은 모니터링 목적과 목표를 이루기 위한 구체적인 내용을 종합적으로 작성하여야 한다(Roman and Barrett, 1999).

**2. 개념적 모델 개발**

개념적 모델은 생태계의 중요한 구성요소들과 그들 사이에서 진행되는 상호작용에 대한 설명을 시각적이나 서술적으로 요약한 것이다. 개념적 모델 개발은 모니터링 프로그램의 다양한 구성 요소들의 상호작용에 대한 방식을 이해하는 데 도움이 되며, 다른 분야의 과학자들과 관리자 간의 통합과 의사소통을 도와준다. 개념적 모델의 다이어그램은 중, 개체군, 군집 및 생태계의 상호작용에 대해 시스템으로 표현해 준다(NPS, 2012).

**3. 프레임 설정**

건강성 평가에 대한 구조를 설정하기 위해 우리나라 국립공원 중 육상형국립공원에 해당하는 15개(한라산국립공원 제외)와 사적형국립공원 경주국립공원을 대상 공원으로 선정하였다. 건강성 평가를 위한 프레임 설정은 대분류 생태계 유형, 중분류로 생태계 구성요소 및 기능으로 구분하였다. 대분류에 해당하는 생태계 유형은 육상생태계와 수생태계로 구분하였으며, 생태계 구성요소 및 기능적 측면에서의 중분류는 생태계 구조 및 기능, 기후변화, 스트레스로 구분하였다. 국립공원 생태계의 보전 및 관리를 위해서는 스트레스에 대한 평가 지표가 필수적이며, 스트레스 지표를 기본체제로 하여 발생하는 문제점을 도출하여 보전, 복원, 관리 행위가 실시되어야 한다. 16개 국립공원은 대부분 육상생태계의 분포비율이 높고 수생태계 비율은 낮다. 일반적으로 생태계는 생물적 요인과 비생물적 요인이 서로 상호작용을 통해 균형이 이루어지고 있어 하나의 시스템으로 볼 수 있다. 또한, 자연적 혹은 인위적으로 변화되었을 경우 이전의 상태로 복귀하려는 경향성을 가지고 있어 이러한 과정을 거치면서 동적인 평형상태를 유지하게 된다.

**4. 평가 지표 선정**

생태계 평가에 있어서 지표 선정은 중요한 요인으로 작용할 수 있다. 지표 설정 인자에는 일반적으로 자연성, 다

**Table 2.** The indexes of the ecosystem health assessment on National Parks.

Level 1	Level 2	Level 3
Common indicators	Diversity	BMI index
		Amphibian species diversity
		Invasive and exotic species index
	Structure	Density of ground beetles
Habitat		Deteriorated area
		Landscape index
Choice indicators	Diversity	Specific species index
	Habitat	Water quality (DO, BOD)
		Invasive and exotic species management Frequency of road kill
Climate indicators	Climate	Number of dried-days
		Frequency of heavy snowfall
		Frequency of heavy rainfall

양성, 희귀성, 풍부성에 대한 특성을 갖추어야 하고, 설정 원칙에는 편의성, 스트레스 민감성, 반응성, 예측성, 통합성, 저가변성 등을 반영할 수 있어야 한다(NRC, 2000; Caughlan and Oakley, 2001). 또한 건강성 평가 지표는 각 국립공원 생태계의 특성까지 반영되어야 과학적이며 효과적인 평가를 실시할 수 있다. 건강성 평가 지표의 선정을 위해 국내외 사례를 중심으로 육상생태계에서 15개 예비평가 지표와, 수생태계에서 8개의 예비 평가 지표를 추출하였다. 평가 지표를 델파이 방법을 통해 한 계층 분석적 의사결정 방법(AHP)을 실시하여 공통 지표, 선택 지표, 기후대응 지표로 구분하여 분석하였다. 분석 결과 공통 지표는 BMI 지수(저서성대형무척추동물), 양서류 종다양도, 외래종 지수, 지표성 곤충 밀도, 훼손지 평가(산사태), 경관 지수(파편화 지수) 등 6개를 선정하였고, 선택 지표는 특정 동물 평가 지수(개체수, 분포수, 분포면적, 번식쌍 등), 수질 지수(DO, BOD), 외래생물 관리 지수, 로드킬 발생 지수 등 4개, 기후대응 지표는 건조 일수(연 건조일), 폭설 빈도(연 폭설 빈도), 강수 빈도(일강수량 30 mm 이상 강수 일) 등 3개를 선정하였다(Table 2). 기후변화 지표는 직접적인 활동으로 생태계 건강성을 증진할 수는 없으나 기후변화로 인해 생태계변화 예측 및 장기적 대응방안을 제시할 수 있을 것으로 판단된다. 제시된 13개 지표는 국립공원 생태계의 건강성 평가를 위해서 재확립이 필요할 것으로 판단된다.

**5. 평가등급 및 지수화**

생태계 건강성 평가를 위해서는 지표에 대한 평가등급

**Table 3.** Standard table of the ecosystem health assessment on National Parks.

Score	Ecosystem structure				
	Diversity index				Rare species index
	Bird	Amphibian	Fish	Benthic macroinvertebrates index	
5	3.4 ≤	1.35 ≤	1.6 ≤	3.35 ≤	12.5 ≤
4	3.2 ≤ ~ < 3.4	1.05 ≤ ~ < 1.35	1.2 ≤ ~ < 1.6	3.05 ≤ ~ < 3.35	10.5 ≤ ~ < 12.5
3	3 ≤ ~ < 3.2	0.75 ≤ ~ < 1.05	0.8 ≤ ~ < 1.2	2.75 ≤ ~ < 3.05	8.5 ≤ ~ < 10.5
2	2.8 ≤ ~ < 3.0	0.45 ≤ ~ < 0.75	0.4 ≤ ~ < 0.8	2.45 ≤ ~ < 2.75	6.5 ≤ ~ < 8.5
1	< 2.8	< 0.45	< 0.4	< 2.45	< 6.5

Score	Climatic change	Stressor			
	Extreme rainfall	Disturbance species index	BOD	DO	Fragmentation index
5	< 7	< 3.5	< 0.4	12.0 ≤	< 0.25
4	8 ≤ ~ < 12	3.5 ≤ ~ < 4.5	0.4 ≤ ~ < 0.6	10.5 ≤ ~ < 12.0	0.25 ≤ ~ < 0.4
3	12 ≤ ~ < 16	4.5 ≤ ~ < 5.5	0.6 ≤ ~ < 0.8	9.0 ≤ ~ < 10.5	0.4 ≤ ~ < 0.55
2	16 ≤ ~ < 20	5.5 ≤ ~ < 6.5	0.8 ≤ ~ < 1.0	7.5 ≤ ~ < 9.0	0.55 ≤ ~ < 0.70
1	20 ≤	6.5 ≤	1 ≤	< 7.5	0.7 ≤

및 지수화를 실시하였다. 평가 지표들에 대한 기준표를 작성하기 위해 2001년부터 실시한 공원자원모니터링 사업의 자료를 기초로 도수분포표와 산점도를 작성하고 평균값, 중앙값, 최고값, 최저값을 산출하였다. 산출된 자료를 기초로 5개 등급으로 구분하고 등간격 추출법을 통해 각 지표 별 평가 기준표를 작성하였다(Table 3). 본 연구에서 실시한 평가 지표 기준은 현재 국립공원에서 실시하는 공원모니터링 분야에 대해서 공원에 적용할 수 있는 10개 세부 평가 지표에 대해 기준표를 작성하였다.

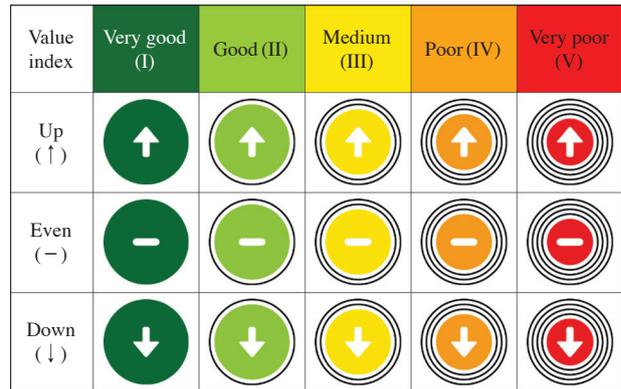
**6. 건강성 평가**

**1) 픽토그램 제작**

그림(picture)과 전보(telegram)의 합성어로, 행사 등에서 사용을 목적으로 제작된 그림문자이자, 언어를 초월해서 직감으로 이해할 수 있도록 표현된 그래픽 심벌(symbol)을 의미한다. 픽토그램은 의미하는 내용을 상징적으로 시각화하여 모든 사람이 즉각적으로 이해할 수 있어야 하며 단순하고 의미가 명료해야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 생태계 건강성에 대한 시각적 전달이나 표현력을 높이기 위해 15개 유형의 픽토그램을 작성하였다. 국립공원 생태계의 현 상태를 표현하기 위해 5가지 색상을 추출하여 적용하였으며, 3개의 도형을 설정하여 공원 지표의 변동 상태를 표현하다(Figure 1).

**2) 건강성 평가**

15개 국립공원에 대해 2012년과 2013년 10개 세부 평가 지표를 활용하여 평가를 실시한 결과 다음과 같은 결과



**Fig. 1.** The pictogram of ecosystem health assessment on Korea National Parks.

가 나타났다(National Park Research Institute, 2014). 2012년도에는 오대산 국립공원이 건강(II)으로 가장 높게 평가되었으며, 지리산, 경주, 계룡산, 북한산, 월출산국립공원이 관리필요(IV)로 평가되었다. 2013년은 설악산, 오대산국립공원이 높게 평가되었으며, 북한산, 계룡산국립공원이 낮게 평가되었다(Table 4). 전체적으로 산악형에 해당되는 국립공원에 높게 평가되고, 도시형국립공원이 낮은 경향성을 보였다. 도심 내에 위치한 국립공원은 많은 탐방객으로 인한 교란이 빈번하게 발생함으로 생태계의 건강성이 낮은 것으로 판단되며, 특히 북한산국립공원은 법정탐방로 75개 노선 164.7km 이외의 셋길 338개 노선 206km로 형성되어 서식지 파편화 및 훼손이 높게 나타나는 공원이다.

**Table 4.** The results of ecosystem health assessment on National Parks (2012, 2013).

	Very good (I)	Good (II)	Medium (III)	Poor (IV)	Very poor (V)
2012	-	Odeasan	Seoraksan, Songnisan, Naejangsan, Gayasan, Deogyusan, Juwangsan, Chiaksan, Woraksan, Sobaeksan	Jirisan, Gyeongju, Gyeryongsan, Bukhansan, Wolchulsan	-
2013	-	Seoraksan, Odeasan	Jirisan, Gyeongju, Songnisan, Naejangsan, Gayasan, Deogyusan, Juwangsan, Chiaksan, Woraksan, Sobaeksan, Wolchulsan	Bukhansan, Gyeryongsan	-

## 고 찰

공원관리정책이 공원 현황 및 공원탐방객 관리 측면에서 생태계 건강성을 진단할 수 있는 과학적 평가방법 도입이 세계적인 추세로 볼 수 있다. 대부분 국립공원은 과거의 문제점과 현재 상태를 판단하여 관리가 진행되었으나 이제는 기후변화나 환경변화에 발맞추어 공원관리방안을 제시하고, 공원정책을 수립하여야 할 것이다. 앞서 제시된 건강성 평가의 절차나 방안은 체계성을 갖춰 개발되고 있으나 우리나라 국립공원 생태계 건강성 평가 기법의 고도화를 위해서는 다음과 같은 사항이 진행되어야 한다.

첫째, 공원모니터링 사업에 전환이 필요하다. 현재는 과거 2001년도부터 실시되어 연차적으로 여러 분야에 대한 모니터링이 수립되어 진행되어 왔다. 그러나 최근 기후변화나 외부압력으로 과학적 접근방법이나 사회적 요구가 다양하게 나타나고 있어 시대에 발 맞춰 진행할 필요가 있다. 본 연구에서 제시된 지표는 생태계 기능과 구조, 기후변화, 스트레스와 같은 범주를 기준으로 선정되어 있으므로 대내외적인 요구에 대응할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 공통 지표와 선택 지표를 제시함으로써 공원의 특성을 효과적으로 반영할 수 있으며, 기후 지표를 분석하여 생태계의 건강성에 미치는 영향을 상호적으로 분석함으로써 공원관리 및 정책반영에 대응할 수 있다. 둘째, 평가 지표에 대한 모니터링 프로토콜이 표준화되어야 한다. 프로토콜은 모니터링에 있어 가장 중요한 사항이지만 현재 우리나라 생태계 모니터링에 있어 지표 선정과 프로토콜 제작 분야에 예산 지원이 거의 미비하다. 이로 인해 많은 연구자들이 지표 선정 및 프로토콜 제작의 중요성을 인식하지 못하고 과거의 방법 및 내용을 중심으로 모니터링을 실시하고 있다. 미국공원청의 경우 평가 지표 선정에 있어 이해 당사자들끼리 많은 시간을 투자하여 지표를 선정하고, 각 분야 전문가들이 3년 동안 프로토콜 제작에 참여하고 시범운영을 실시하면서 개선하고 있다. 그러나 우리나라

의 경우 경제적, 시간적 제약으로 한계를 나타내고 있다. 셋째, 건강성 평가 DB시스템을 구축하여야 한다. 각 국립공원에서 수집된 자료는 시스템 입력을 통해 실시간으로 각 공원의 상태를 파악할 수 있어야 한다. 또한 건강성 평가를 통해 발생하는 문제점을 분석하여 제시하고 관리자는 분야별로 맞춤형 관리방안을 현장에 적용할 수 있어야 한다. 마지막으로 모니터링 활용성 강화 및 현장적용 방안 모색이다. 국립공원관리공단은 본부(자원보전처), 국립공원연구원, 국립공원사무소로 각각의 업무와 역할이 분담되어 있다. 자원보전처에서는 모니터링 계획수립, 평가자료 DB구축, 공원관리 대응방안을 마련하고, 국립공원연구원은 수집된 자료를 분석하여 건강성 평가에 적용될 수 있는 평가방안 개선, 평가 지표 대중화, 결과분석 및 관리방법을 제시하여야 한다. 국립공원사무소는 자연자원조사, 자원모니터링, 수생태계보전, 기상현황, 훼손지 모니터링 사업에 대한 자료수집을 효율적으로 진행하고, 모니터링 사업에 대한 철저한 점검과 관리가 필요하다. 또한 국립공원 생태계의 건강성 증진을 위한 대응방안과 현장적용 및 지속적인 모니터링을 실시하는 것이다.

## 적 요

본 연구는 국립공원 생태계 건강성 평가 방법을 개발하기 위해 실시하였다. 국립공원 자원 모니터링 사업은 국립공원 생태계의 구성, 구조 및 기능의 현재 상태를 파악하고, 장기적인 경향성에 대해 과학적 정보를 개발하기 위함이다. 또한 지속 가능한 생태계를 유지하기 위해 과학적 관리방법을 결정하는 자료를 제공한다. 평가 결과는 공원보전과 공원정책에 반영하고 국민과의 공감 기회를 확대할 수 있다. 건강성 평가 프로그램 절차는 목표 설정 및 개념 정립, 개념적 모델 개발, 프레임 설정, 평가 지표 선정, 평가등급 및 지수화, 건강성 평가 순으로 진행하였다. 건강성 평가 지표는 공통 지표, 선택 지표, 기후 지표 등 총 13

개의 지표를 추출하였으며, 평가 결과의 시각화를 위해 픽토그램을 개발하였다. 건강상태를 5개 색깔로 구분하였으며, 과거의 상태와 비교하기 위해 3개의 도형으로 구분하였다. 건강성 평가를 실시한 결과 설악산, 오대산국립공원이 높게 평가되었으며, 북한산, 계룡산국립공원이 낮게 평가되었다.

## 사 사

본 연구는 국립공원관리공단 국립공원연구원에서 실시한 “국립공원 생태계 건강성 평가 고도화 연구”의 일환으로 수행되었습니다.

## REFERENCES

- Bae, D.Y., Y.P. Kim and K.G. An. 2008. Ecological Health Assessment of Mountainous Stream in Mt. Sik-Jang using Multi-metric Models. *Journal of Korean Society on Water Environment* **24**(2): 156-163.
- Chae, Y.E., S.W. Kim, J.I. Kwak, Y.D. Yoon, S.W. Jeong and Y.J. An. 2015. A Comparative study of Assessment Techniques for Soil Ecosystem Health: Focusing on Assessment Factors of Soil Health. *Journal of Soil and Groundwater Environment* **20**(3): 15-24.
- Caughlan, L. and K.L. Oakley. 2001. Cost considerations for long-term ecological monitoring. *Ecological Indicators* **1**: 123-134.
- Choung, Y.S. and K.E. Lee. 2013. Review of a Plant-Based Health Assessment Methods for Lake Ecosystems. *Korean Journal of Ecology and Environment* **46**(2): 145-153.
- Elzinga, C.L., D.W. Salzer and J.W. Willoughby. 1998. Measuring and monitoring plant populations. BLM Technical Reference 1730-1. BLM/RS/ST-98/005+1730. Bureau of Land Management, National Applied Resource Science Center. Denver, Colorado. 477 pp.
- Kim, Y.O., H.W. Choi, M.C. Jang, P.K. Jang, W.J. Lee, K. Shin and M. Jang. 2007. A brief review of approaches using planktonic organisms to assess marine ecosystem health. *Ocean and Polar Research* **29**(4): 327-337.
- Korea National Park Service (KNPS). 2011. Action Plan for an Introduction of Ecosystem Health Standard Index System in Korea National Park. 16pp.
- Korea National Park Service (KNPS). 2012. Report on Development of Ecosystem Health Standard Index in Korea National Park. 33pp.
- Korea National Park Service (KNPS). 2016. Korea National Park Basic Statistics.
- Ministry of Environment and National Institute of Environmental Research (MOE and NIER). 2008. Waterwide Aquatic Ecological Monitoring Program (I), Ministry of Environment and National Institute of Environmental Research. [Korean Literature]
- Ministry of Environment and National Institute of Environmental Research (MOE and NIER). 2010. Waterwide Aquatic Ecological Monitoring Program (III), Ministry of Environment and National Institute of Environmental Research. [Korean Literature]
- Ministry of Environment and National Institute of Environmental Research (MOE and NIER). 2012. Waterwide Aquatic Ecological Monitoring Program (V), Ministry of Environment and National Institute of Environmental Research. [Korean Literature]
- Myeong, H.H. 2010. On Conservation and Management Plan of Coastal Sand Dune Ecosystem using Health Assessment. PhD Dissertation. Mokpo National University. Muan. Korea.
- National Park Research Institute. 2014. Enhancement Study of Ecosystem Health Assessment on Korea National Park. National Park Research Institute. 138pp.
- National Park Service. 2012. Guidance for designing an integrated monitoring program. Natural Resource Report NPS/NRSS/NRR-545. National Park Service, Fort Collins, Colorado.
- National Research Council. 1994. Review of EPA's Environmental Monitoring and Assessment Program: Forests and Estuaries. National Academy Press, Washington, D.C.
- National Research Council. 2000. Ecological indicators for the nation. National Academy Press, Washington, D.C.
- Roman and Barrett 1999. Conceptual framework for the development of long-term monitoring protocols at Cape Cod National Seashore.