

Research Paper

우리나라 도시 특성을 고려한 도시생물다양성지수 적용성 검토 및 도시의 생태적 건전성 평가지표 개발

윤형두* · 이장호* · 최인태** · 박석철** · 한봉호** · 김명진*

국립환경과학원*, 서울시립대**

The City Ecological Soundness Index Development Based on the City Biodiversity Index (CBI) and Korean City Characteristics

Hyerngdu Yun* · Jangho Lee* · Intae Choi** · Seokcheol Park** · Bongho Han** · Myungjin Kim*

National Institute of Environmental Research*, University of Seoul**

요약 : 생물다양성협약 사무국(SCBD)은 도시생물다양성지수(CBI)를 지방자치단체에서 도시생물다양성을 평가할 수 있는 도구로 권장하고 있으며, 생물다양성 보전을 위해 해외 여러 도시에 시범적용하고 있다. 본 연구는 생태적 측면에서 도시의 객관적 평가를 위해 도시생물다양성지수를 중심으로 국내 도시 특성을 고려, 도시단위로 구축된 자료를 활용하여 현재의 자료구축 상황에 적합한 지표를 도출하고 시범 적용하였다. 도시의 생태적 건전성 평가지표(CESI)를 생물다양성, 생태계서비스, 행정 및 관리의 3개 영역 12개 지표로 구성하고, 그 계산방식을 제시하였다. 그리고 추후 모든 도시에 적용될 시 용이한 도시간 비교평가가 이루어 질 수 있도록 지목을 활용해 85개 도시의 유형을 분류하고, 도시생태현황지도의 활용이 용이한 18개 도시에 시범적으로 적용해 보았다. 도시의 생태적 건전성 평가지표는 생물다양성과 관련된 데이터를 체계적으로 수집·관리하고, 생물다양성을 증진하는 데 기여할 것이다.

주요어 : 도시생물다양성지수, 도시의 생태적 건전성 평가지표, 도시생태현황지도

Abstract : The Secretariat of the Convention on Biological Diversity (SCBD) encourages the use of the City Biodiversity Index (CBI) as a monitoring tool to assist local authorities in evaluating their progress in urban biodiversity conservation. The CBI has been applied to conserve the city biodiversity. This study has developed the City Ecological Soundness Index (CESI) based on the CBI and Korean city characteristics. The CESI includes total of 12 indicators grouped in three categories, which are 'biodiversity,' 'ecosystem services' and 'governance and management.' 85

First Author: Hyerngdu Yun, National Institute of Environmental Research, Tel: 032-560-7545, E-mail: hyerng2@naver.com

Corresponding Author: Myungjin Kim, National Institute of Environmental Research, E-mail: domyung@hanmail.net

Co-Authors: Jangho Lee, National Institute of Environmental Research, E-mail: ficedula01@korea.kr

Intae Choi, University of Seoul, E-mail: landschaft@korea.com

Seokcheol Park, University of Seoul, E-mail: psc9987@uos.ac.kr

Bongho Han, University of Seoul, E-mail: hanho87@uos.ac.kr

Received: 10 October, 2016. Revised: 19 December, 2016. Accepted: 19 December, 2016.

cities in Korea were classified according to the city size and type. 18 cities have applicable biotope map, which were analyzed in the CESI pilot study. The CESI will contribute to collect and manage biodiversity data systematically and to promote biodiversity-related actions.

Keywords : City Biodiversity Index (CBI), City Ecological Soundness Index (CESI), biotope map

I. 서론

1. 연구 목적

1992년 유엔환경개발회의에서 기후변화협약과 함께 채택된 생물다양성협약은 최근 국제적, 국가적 수준에서 도시 혹은 지방의 수준까지 정치적으로 중요한 주제가 되었다(SCBD 2010). 이는 전 세계 인구의 절반이 도시지역에 밀집해 거주하게 되면서 갈수록 악화되고 있는 도시환경을 개선해 건강한 도시에서의 생활을 영위하고자 함이며, 또한 지금 살고 있는 지역의 생물다양성을 보전하는 것이 건강한 인간의 삶에 가치가 있다는 것을 인지하게 된 것이다.

그래서 국제사회 및 다양한 연구기관에서는 도시 단위의 생태적 건전성 향상을 위한 노력의 일환으로 대륙, 국가, 도시 단위의 환경을 평가할 수 있는 다양한 도구를 개발하고 있다. 본 연구에서 도시 단위의 생태적 건전성 평가를 위해 그 취지와 평가단위가 가장 적합한 것으로 판단되는 도시생물다양성지수(City Biodiversity Index, CBI)는 2008년 COP9에서 도시단위의 지자체가 긴밀하게 협력하여 국가 생물다양성 전략과 실행계획을 실행하여야 한다는 결의안을 통해 개발되었고(SCBD 2012; Chan et al. 2014), 일본 역시 도시생물다양성지수의 지자체 적용을 위해 도시생물다양성지수 일본어 버전을 개발하고 있다(Kohsaka & Okumura 2014).

우리나라는 「자연환경보전법 제43조」 개정·시행(13.3.22)으로 도시의 자연환경보전 및 생태적 건전성 향상 등을 위하여 생태적 건전성에 관한 평가지표 마련을 권고(ME 2013b)하고 있으며 생물다양성, 생태계서비스, 자연환경의 관리 등 자연생태적 측면에 집중하여 도시단위로 평가할 수 있는 틀을 준비하고 있다. 그러므로 국제적인 추세에 부합하고 도시의 자연생태적 문제를 진단 및 평가하기 위한 지표 개발이 필요하며, 지표적용 결과를 바탕으로 도시의 진단을

통해 도시생물다양성 확보와 관련 정책개발이 요구된다. 따라서 본 연구는 도시를 유형별로 분류하고, 도시생물다양성지수를 검토하여 우리나라 실정에 적합한 도시의 생태적 건전성 평가지표를 개발 및 시범 적용하는 데 목적이 있다.

2. 연구 동향

우리나라는 지속가능성 측면에서 환경부의 「국가 지속가능성 평가지표」를 통해 국가와 광역시 단위의 사회·환경·경제부문을, 국토교통부의 「도시의 지속가능성 및 생활인프라 평가지표」를 통해 도시사회·도시경제·도시환경·지원체계에 대해 평가하고 있고, 국제지표의 검토를 통한 국내 도시 단위에서의 지속가능성 평가지표 개발 연구(Yun et al. 2015) 등이 진행되었다. 국외적으로는 다국적 기업 지멘스(Siemens)의 지리적 특성을 고려한 대륙별 평가지수인 녹색도시지수(GCI)(SIEMENS 2009; 2011), 세계경제포럼(WEF)의 한 국가의 사회·제도적 역량, 환경부하와 인구집단의 취약성을 평가하기 위한 환경성과지수(EPI)와 생태계 활력을 평가하기 위한 환경지속성지수(ESI)를 개발하였다(Sherbinin et al. 2013). 그리고 캐나다 브리티시컬럼비아대학교 Wackernagel & Rees는 생산대비 소비량을 산출하여 자원낭비 최소화과 대체에너지 개발촉구 등을 통해 지구를 보호하기 위한 생태발자국(Ecological Footprint) 지표를 고안하였다(Global Footprint Network 2015). 이러한 국제사회의 움직임에 각 국가들은 자국의 현황에 맞는 지수들을 개발하고 있으며, 사례로 중국의 생태도시 평가지수(ECEI)(Liu & Zhang 2008)와 덴마크의 저탄소 도시개발지수(LCCDI)(Projectzero 2015) 등이 있다.

본 연구에서 중점적으로 검토할 도시생물다양성지수는 싱가포르지수로도 잘 알려져 있다. 도시생물다

양성지수는 각 도시들이 생물다양성과 생태계서비스를 보전하고 강화하기 위한 과정과 실행에 대해 모니터링하고 평가하도록 하기 위해 개발된 도구이다 (Table 1).

국의 도시 중 도시생물다양성지수 적용 완료 도시는 독일의 프랑크푸르트, 일본의 나고야, 영국의 런던, 캐나다의 몬트리올, 싱가포르 등 총 36개 도시가 있으며, 이외의 많은 도시에서 적용 진행 중에 있다 (NIER 2014)(Table 2).

II. 연구 방법

본 연구는 크게 도시의 유형분류, 도시생물다양성지수의 검토를 통한 국내 도시의 생태적 건전성 평가 지표 도출, 도출된 지표의 시범적용의 단계로 진행된다(Figure 1).

1. 도시의 유형 분류

전국의 85개 도시를 대상으로 평가할 경우 규모와

Table 1. Summary of City Biodiversity Index

Index		CBI
Summary	Developer	The Secretariat of the Convention on Biological Diversity (SCBD)
	Purpose	COP9 in Bonn, Germany recognised the role of cities and local authorities and the fact that the implementation of national biodiversity strategies and action plans (NBSAPs) requires the close collaboration with sub-national levels of government.
	Assessment years	After the third expert workshop Manual drafting (2011) → Evaluation of the pilot cities (15 cities, including Frankfurt)
Contents	Indicators	3 categories (Native Biodiversity, Ecosystem Services, Governance and Management) are composed of 23 indicators.
	Methods	Assessment criteria and calculations presented in detail.
Coverage	Scale	City units
	Scope	Universal

Table 2. CBI application model city

Cities in applied CBI		Cities in applying CBI	
1. Belgium: Brussels Capital Region	22. Japan: Sendai	1. Australia: Joondalup	19. Lao PDR: LuangPrabang
2. Brazil: Curitiba	23. Japan: Tokyo	2. Cambodia: Phnom Penh	20. Lao PDR: Vientiane
3. Canada: Calgary	24. Japan: Yokohama	3. Cambodia: Siem Reap	21. Lao PDR: Xayaboury
4. Canada: Edmonton	25. New Zealand: Auckland	4. Canada: Ottawa	22. Malaysia: Kuantan
5. Canada: Montreal	26. New Zealand: Hamilton	5. Canada: Vancouver	23. Malaysia: Sibul
6. Estonia: Tallinn	27. New Zealand: Waitakere City	6. China: HePing	24. Mexico: Mexico City
7. France: Montpellier	28. Portugal: Lisbon	7. China: Hong Kong	25. Netherlands: Amsterdam
8. Germany: Frankfurt	29. Singapore	8. European cities participating in the European Capitals of Biodiversity Competition (from five countries - France, Germany, Hungary, Spain and Slovakia)	26. New Zealand: Plymouth
9. Germany: Heidelberg	30. South Africa: Durban	9. Finland: Helsinki	27. New Zealand: Wellington
10. India: Mira Bhayandar	31. Thailand: Bangkok	10. France: French Regions	28. Philippines: Iloilo City
11. Indonesia: Bandung	32. Thailand: Chiang Mai	11. France: Paris	29. Philippines: Puerto PrincesaCity
12. Japan: Chiba	33. Thailand: Krabi	12. Guatemala: Guatemala City	30. Philippines: Quezon City
13. Japan: Fukuoka	34. Thailand: Phuket	13. India: Hyderabad	31. Portugal: Porto
14. Japan: Hiroshima	35. United Kingdom: Edinburgh	14. India: Thane Municipal Corporation	32. South Africa: Johannesburg
15. Japan: Kawasaki	36. United Kingdom: London	15. India: Visakhapatnam	33. Spain: Barcelona
16. Japan: Kitakyusyu		16. Indonesia: Padang	34. Spain: Ourense
17. Japan: Kobe		17. Indonesia: Pekanbaru	35. Sweden: Stockholm
18. Japan: Kyoto		18. Israel: Jerusalem	36. Sweden: Malmo
19. Japan: Nagoya			37. USA: New York
20. Japan: Osaka			38. Viet Nam: Danang
21. Japan: Sapporo			39. Viet Nam: Hanoi

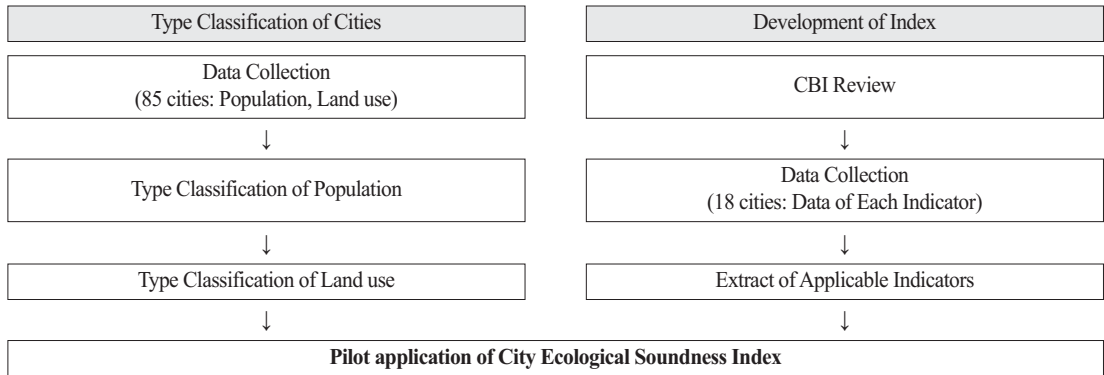


Figure 1. Research process flow chart

성격을 배제한 도시간 비교는 형평성에 설득력을 갖기 어려워 유사한 유형의 도시간 평가가 필요할 것으로 보인다. 따라서 유형분류는 비슷한 규모와 유형의 도시들 간의 비교평가를 통해 생태적 건전성 향상을 위한 지자체간 경쟁을 독려하는 수단으로 사용할 수 있다.

도시의 유형구분은 그 목적에 따라 분류방식을 결정한다. 국내의 도시를 유형분류한 사례로 Lee & Lee(1989)는 농촌중심도시의 유형구분과 특성비교를 위해 인구규모와 입지유형으로 도시를 구분하여 유형별 농촌중심도시의 육성방향을 제시하였고, Seong & Song(2003)은 지역유형과 농촌지역의 유형별 특성 연구에서 1·2·3차 산업의 비율, 사업체와 종사자 수, 인구증감률 등의 14개 변수로 요인분석을 통해 비농업 강세형, 자족성 우세형, 대도시 통합형, 일반 농촌형 4개 유형으로 구분하고 그 특성을 파악하였다. 또한, Lee & Ahn(2011)은 지역 맞춤형 낙후지역 정책을 위한 지역 유형구분 및 특성 분석에서 인구밀도, 인구변화율, 재정력, 접근성 등의 변수를 사용해 성장촉진지역의 유형을 구분하고 지역맞춤형 낙후지역 정책을 제언하였다. 그리고 Kim et al.(2013)은 도시 유형별 교통에너지 소비에 영향을 미치는 요인 연구에서 통행패턴과 개발밀도로 광역권 중심도시, 광역권 주변도시, 지방 소도시를 구분해 교통에너지 소비 저감방안을 제시하였다. 이와 같이 도시의 유형구분은 그 목적에 따라 대상, 변수, 분석방법, 구분유형이 다양하다.

이번 연구에서 도시의 유형분류는 광역시를 포함

한 국내 85개 모든 시를 인구규모에 따른 분류와 토지유형에 따른 분류로 구분하였다. 인구규모에 따른 분류는 광역시를 포함한 85개 시를 「소방력 기준에 관한 규칙 제3조 [별표1]」의 기준을 활용해 대도시, 중도시, 소도시로 분류하였으며, 토지유형에 따른 분류 방법은 SPSS(Paws Statistics 18.0)를 이용하여 도시별 지목현황을 평균연결법(Average Linkage)에 의해 결합된 군집분석을 통해 덴드로그램(Dendrogram)으로 나타내었다. 그리고 분석의 기초 자료로 사용된 토지지목은 2015년 지자체 통계자료(KOSIS 2015)를 활용하여 대지·공장·학교용지를 도시형으로, 임야를 산림형으로, 논·밭·과수원을 농촌형으로 설정하였다.

2. 도시생물다양성지수(CBI)의 지표 검토, 평가지표 도출 및 시범적용

도시생물다양성지수의 검토 및 평가지표 도출은 도시생물다양성지수의 23개 지표를 검토한 후 국내 자료 구축 현황을 고려하여 12개 지표를 선정하였고 세부적인 평가방법도 국내 가용 정보 수준을 고려하여 계산방법과 지표명을 수정하였다. 도출된 평가지표와 방법을 도시의 생태적 건전성 평가지표(CESI)로 명하였다.

지표 중 하나인 생트네트워크율은 Jaeger & Nazarnia(2015)가 개발한 연결녹지의 면적계산법으로 같은 방법을 적용하였는데 내용은 다음과 같다.

① 녹지간 거리가 100m 이내인 녹지는 연결된 것

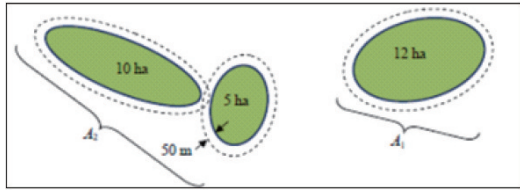


Figure 2. Diagram of ecological networks analysis

으로 본다. 녹지의 각 폴리곤에 50m 버퍼를 주고 연결된 녹지를 파악한다.

- ② 연결된 녹지의 면적(A)을 제곱하여 더한 값을 전체 녹지면적으로 나눈다.

$$IND2 = \frac{1}{A_{total}} (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + A_n^2)$$

- ③ 예를 들어, 아래의 Figure 2와 같이 면적 10, 5, 12ha의 총 3개 녹지가 있고 10, 5ha의 녹지가 50m 버퍼 결과 연결이 됐다면 13.67ha가 되고,

$$\begin{aligned} IND2 &= \frac{1}{A_{total}} (A_1^2 + A_2^2) \\ &= \frac{1}{27ha} (10 \times 12ha^2 + 15 \times 15ha^2) \\ &= \frac{369}{27} ha = 13.67ha \end{aligned}$$

- ④ 10, 5, 12ha의 총 3개 녹지가 버퍼결과 연결되지 않았다면 9.96ha가 된다.

$$\begin{aligned} IND2 &= \frac{1}{A_{total}} (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2) \\ &= \frac{1}{27ha} (10 \times 10ha^2 + 5 \times 5ha^2 + 12 \times 12ha^2) \\ &= \frac{269}{27} ha = 9.96ha \end{aligned}$$

시범평가는 85개 도시 중 도시생태현황지도의 GIS DB 속성정보가 양호한 18개 도시를 대상으로 선정하였다. 자료조사는 온라인조사와 지자체 자료요

청을 통해 수집하였고 시점은 2015년에 이루어져 통계자료의 기준년도는 2015년 현황이나, 기타 도시생태현황지도를 비롯한 생태현황에 대한 자료는 지자체 마다 조사 및 작성된 시기가 달라 기준년도를 확정할 수 없으며, 수집 가능한 2015년 이전 자료를 최대한 활용하였다.

III. 연구결과

1. 인구규모와 지목비율을 이용한 도시유형 분류

인구규모에 따른 분류는 광역시를 포함한 85개 시를 「소방력 기준에 관한 규칙 제3조 [별표1]」의 기준을 활용해 대도시, 중도시, 소도시로 분류하였으며, 특별·광역시는 대도시로 분류된 도시와 인구규모에서 큰 차이를 보여 별도로 분류하였다(Table 3).

국내 도시의 토지유형에 따른 분류결과는 Figure 3과 같으며, 그림에서 가로축은 인위적으로 배정한 도시번호로 Table 5에서 도시명을 확인할 수 있고, 세로축은 군집간 상대적 거리를 나타내고 있다.

군집분류표와 토지지목별 비율을 비교해 유형을 분류한 결과 군집1, 군집4, 군집5는 각각 도시비율, 산림비율, 농촌비율에서 가장 높은 수치를 보여 도시형, 산림형, 농촌형으로 분류하였다. 또한 군집7과 군집6은 산림비율과 농촌비율이 군집별 평균 2순위로 각각 산림형과 농촌형에 편입하여 유형을 분류하였다. 군집2는 도시와 산림비율이 높아 도시산림형으로, 군집3은 도시와 농촌비율이 높아 도시농촌형으로 분류하였다. 최종적으로 분류된 도시의 유형은 I유형(도시형), II유형(도시산림형), III유형(도시농촌형), IV유형(산림형), V유형(농촌형)으로 총 5가지 유형이다. 이와 같이 지목을 이용한 군집분류 분석으로 도시유형을 구분한 결과가 특성별 면적비율로 확

Table 3. Type classification of population

Type	Standard
• Metropolitan	Seoul, Incheon, Daejeon, Daegu, Busan, Ulsan, Gwangju, Sejong
• Big-city	Population: 500 thousand or more
• Mid-city	Population: 100~500 thousand
• Small-city	Population: 50~100 thousand

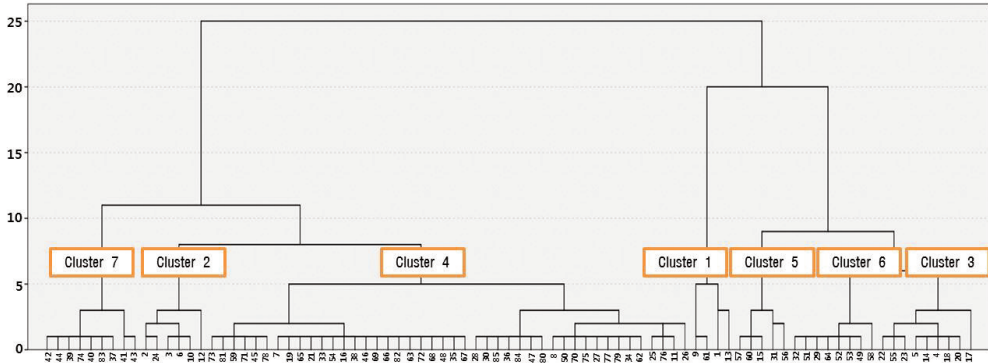


Figure 3. Hierarchical clustering classification diagram

Table 4. Type classification of land use

Classification	Type	Predominant land use	Area average ratio (%)		
			City	Forest	Rural
Type I (Cluster 1)	City	site, factory, school	33.6	22.2	16.0
Type II (Cluster 2)	City-Forest	City (site, factory, school), Forest (Forest land)	17.8	49.5	12.4
Type III (Cluster 3)	City-Rural	City (site, factory, school), Rural (Rice paddy, dry field, orchard)	15.7	35.6	25.7
Type IV (Cluster 4,7)	Forest	Forest land	4.7	64.8	18.2
Type V (Cluster 5,6)	Rural	Rice paddy, dry field, orchard	6.5	33.1	41.1

Table 5. Status of city size and city type of local governments

Scale	City	Type	Scale	City	Type	Scale	City	Type
Metropolitan	1. Seoul	I	Big-city	80. Gimhae	IV	Mid-city	45. Chungju	IV
	8. Sejong	IV		82. Geoje	IV		46. Jecheon	IV
	2. Busan	II		11. Uijeongbu	IV		48. Gongju	IV
	3. Daegu	II		14. Gwangmyeong	III		49. Dangjin	V
	4. Incheon	III		15. Pyeongtaek	V		50. Boryeong	IV
	5. Gwangju	III		20. Guri	III		51. Asan	V
	6. Daejeon	II		22. Osan	III		52. Seosan	V
Big-city	7. Ulsan	IV	23. Siheung	III	53. Nonsan	V		
	9. Suwon	I	24. Gunpo	II	56. Gunsan	V		
	10. Seongnam	II	25. Uiwang	IV	57. Iksan	V		
	12. Anyang	II	26. Hanam	IV	58. Jeongeup	V		
	13. Bucheon	I	28. Paju	IV	61. Mokpo	I		
	17. Ansan	III	29. Icheon	V	62. Yeosu	IV		
	18. Goyang	III	30. Anseong	IV	63. Suncheon	IV		
	21. Namyangju	IV	31. Gimpo	V	65. Gwangyang	IV		
	27. Yongin	IV	33. Gwangju	IV	67. Gyeongju	IV		
	32. Hwaseong	V	34. Yangju	IV	68. Gimcheon	IV		
	44. Cheongju	IV	35. Pocheon	IV	69. Andong	IV		
	47. Cheonan	IV	36. Yeosu	IV	70. Gumi	IV		
	55. Jeonju	III	37. Chuncheon	IV	71. Yeongju	IV		
66. Pohang	IV	38. Wonju	IV	72. Yeongcheon	IV			
76. Changwon	IV	39. Gangneung	IV	73. Sangju	IV			

Table 5. Continued

Scale	City	Type	Scale	City	Type	Scale	City	Type
Mid-city	75. Gyeongsan	IV	Mid-city	85. Seogwipo	IV	Small-city	54. Gyeryong	IV
	77. Jinju	IV		16. Dongducheon	IV		59. Namwon	IV
	78. Tongyeong	IV		19. Gwacheon	IV		60. Gimje	V
	79. Sacheon	IV		40. Donghae	IV		64. Naju	V
	81. Miryang	IV		41. Taebaek	IV		74. Mungyeong	IV
	83. Yangsan	IV		42. Sokcho	IV			
	84. Jeju	IV		43. Samcheok	IV			

인한 실제의 도시유형에 근접한 결과로 도출되어 의미가 있는 것으로 판단된다(Table 4).

군집화 결과 각 시의 유형은 서울시, 수원시, 부천시, 목포시가 군집 1로 I유형(도시형)이 4개 이고, 부산, 대구, 대전광역시와 성남, 안양, 군포시가 군집 2로 II유형(도시산림형)이 6개 이며, 인천, 광주광역시와 광명, 안산, 고양시 등 9개 시가 군집 3으로 III유형(도시농촌형)이다. 그리고 울산, 의정부 등 44개 시 군집 4와 춘천, 강릉 등 9개 시 군집 7이 IV유형(산림형)으로 53개 이며, 평택, 김포 등 5개 시 군집 5와, 이천, 화성 등 8개 시 군집 6이 V유형(농촌형)

으로 13개 도시로 나타났다(Table 5).

2. 국내 도시의 생태적 건전성 평가지표 개발 및 시범적용

1) CBI의 평가항목 검토 및 도시의 생태적 건전성 평가지표 항목 설정

도시생물다양성지수는 ①생물다양성, ②생태계서비스, ③행정 및 관리 세 개의 요소로 구분되고 23개의 지표로 구성되어 있다(SCBD 2012; Chan et al. 2014). 도시생물다양성지수는 도시의 생태적 건전성을 평가하기 위한 적합한 도구이나 우리나라의 기초

Table 6. Application of indicators of City Biodiversity Index (CBI) for City Ecological Soundness Index (CESI) development

Category	CBI Indicators	Applicable Indicators in CESI	Data source and non-applicable reason in CESI	
Native biodiversity	1. Proportion of Natural Areas in the City	Proportion of natural areas in city	Biotope Map (Local governments)	
	2. Connectivity Measures	Connectivity measures or ecological networks to counter fragmentation	Biotope Map (Local governments)	
	3. Native Biodiversity in Built Up Areas (Bird Species)	-	No local data	
	4-8. Change in number of native species	4. Vascular Plant Species	-	No local data
		5. Bird Species		
		6. Butterfly Species		
		7-8. any other taxonomic group selected by the city		
9. Proportion of protected natural areas	Proportion of protected natural areas	KLIS (Local governments)		
10. Proportion of invasive alien species	Number of Invasive Alien Species designated by the Wildlife Protection Act	Ecosystem Research Report(Local governments) Monitoring of Invasive Alien Species designated by the Wildlife Protection Act		
Ecosystem services	11. Regulation of quantity of water(the rate of flow of water)	The rate of flow of water	Biotope Map (Local governments)	
	12. Climate regulation (carbon storage and cooling effect of vegetation)	Tree Canopy Cover Ratio	Biotope Map (Local governments)	
	13. Recreation and Education(area of parks with natural areas / 1000 persons)	Area of parks and natural areas / 1 person	Area of natural areas and parks (Statistics Korea)	
	14. Recreation and Education(Number of Formal Education Visits per Child below 16 Years to Parks with Natural Areas per Year)	-	No local data	

Table 6. Continued

Category	CBI Indicators	Applicable Indicators in CESI	Data source and non-applicable reason in CESI
Governance and management	15. Budget allocated to biodiversity	Proportion of environment-related expenditures	Revenue expenditure settlement source(Local governments)
	16. Number of biodiversity projects implemented by the city annually	–	No local data
	17. Existence of Local Biodiversity Strategy and Action Plan	Existence of local biodiversity plan	Planning report(Local governments)
	18. Number of essential biodiversity-related functions	Number of biodiversity-related functions	Functions data(Local governments)
	19. Number of city or local government agencies involved in inter-agency cooperation pertaining to biodiversity matters	–	No local data
	20. Existence of formal or informal public consultation process	–	No local data
	21. Number of agencies / private companies / NGOs / academic institutions / international organisations with which the city is partnering in biodiversity activities, projects and programmes	Number of biodiversity-related NGOs	Internet searches and interviews(Local governments)
	22. Is biodiversity or nature awareness included in the school curriculum	Environmental curriculum included in the middle school curriculum	Middle school curriculum(Ministry of Education)
	23. Number of outreach or public awareness events held in the city per year	–	No local data

* **Bold** is reflected by modifying the CBI Indicators.

Table 7. Calculation Method of CESI

Indicators	Calculation method	Data source
Proportion of natural areas in the city	Natural areas ÷ city area × 100	Biotope Map(Local governments)
Connectivity measures or ecological networks to counter fragmentation	Connect green area (natural areas + park + agricultural land) ÷ City area × 100	Biotope Map(Local governments)
Proportion of protected natural areas	Protected areas ÷ city area × 100	KLIS (Local governments)
Number of Invasive Alien Species designated by the Wildlife Protection Act	Number of discovered species of Invasive Alien Species designated by the Wildlife Protection Act (total: 20 species)	Ecosystem Research Report(Local governments) Monitoring of Invasive Alien Species Designated by the Wildlife Protection Act
The rate of flow of water	Flow of water area ÷ city area	Biotope Map(Local governments)
Tree Canopy Cover Ratio	Crown area ÷ city area	Biotope Map(Local governments)
Area of parks with natural areas and protected or secured natural areas / person	Area of parks and natural areas / population(Except for agricultural land)	Area of natural areas and parks(Statistics Korea)
Proportion of environment-related expenditures	Environment-related settlement ÷ total settlement × 100	Revenue expenditure settlement source (Local governments)
Existence of local biodiversity plan	local biodiversity plan(Natural Environment Conservation Planning, LBSAP etc.)	Planning Report (ICLEI Korea or Local governments)
Number of biodiversity-related functions	Number of Zoo, Botanical Garden, biodiversity centers etc.	Functions data(Local governments)
Number of Biodiversity-related NGOs	Number of Biodiversity-related NGOs	Internet searches and interviews(Local governments)
Environmental curriculum included in the middle school curriculum	Number of middle schools selected environmental curriculum ÷ total number of middle schools × 100	Middle schools curriculum(Ministry of Education)

* **Bold** is reflected by modifying the CBI Indicators.

지자체 단위의 자료구축과 모니터링 현황이 미비하여 모든 항목을 적용하는 데 어려움이 있다. 생물다양성과 생태계서비스 분야에서는 도시생태현황지도를 활용할 수 있는 항목이 있고, 행정 및 관리 영역에서는 포탈검색이나 지자체 담당 공무원의 인터뷰를 통해 확인 가능한 항목이 있었다. 도시생물다양성지수 23개 지표중 적용 가능한 항목은 생물다양성 분야에서 도시 내 자연지역 비율, 생태네트워크율, 보호지역 비율, 도시내 외래종의 비율 4개 항목이고, 생태계서비스 분야에서 물 흐름 양의 조절, 식생의 탄소저장, 1,000명당 자연 및 공원지역 면적 3개 항목이며, 행정 및 관리 분야에서 생물다양성분야 예산, 생물다양성 관련 계획수립 여부, 생물다양성 관련 시설 수, 생물다양성 관련 민간단체 수, 학교에 생물다양성 교과목 포함여부 등 5개 항목으로 총 12개 항목이 적용 가능한 것으로 파악되었다(Table 6).

2) 도시의 생태적 건전성 평가지표의 산출방법 및 자료원 도출

일부 항목에 대해서는 국내에 구축된 자료의 실정

을 반영하고 국내에서 주로 사용되는 단위로 조정하여 적용하였다. 도시생물다양성지수의 도시내 외래종의 비율은 생태계교란생물종수로, 물 흐름 양의 조절은 투수성 포장 면적 비율로, 1,000명당 자연 및 공원지역 면적은 1인당 공원녹지면적으로, 식생의 탄소저장은 도시생물다양성지수에서 계산한 방법인 수목피복율로, 생물다양성분야 예산은 환경보호분야 결산액 비율로, 생물다양성 관련 민간 단체수는 환경관련 민간단체수, 학교에 생물다양성 교과목 포함여부는 중학교 정규 학교수업 환경과목 선택 비율로 하였다(Table 7).

3) CBI 배점기준과 CESI의 배점 기준

이번 연구는 도출된 지표가 국내 85개 도시에 적용이 가능한가를 판단하기 위한 시범 적용 단계로, 지표의 각 항목별 계산방식은 대부분 도시생물다양성지수 매뉴얼에 제시된 방법을 따랐으며, 외래종의 수는 환경부에서 지정고시된 「생태계교란 생물 지정고시(환경부고시 제2016-112호)」를 기준으로 조사하였다.

도시생물다양성지수 매뉴얼은 항목별 수치에 따른

Table 8. Scoring criteria of CBI and CESI

Indicators	Score standards of CBI	Score standards of CESI
1. Proportion of Natural Areas in the City	0 points: < 1.0%, 1 point: 1.0% - 6.9% 2 points: 7.0% - 13.9% 3 points: 14.0% - 20.0% 4 points: > 20.0%	1 point: < 10.0%, 2 points: 10.0% - 19.9% 3 points: 20.0% - 29.9% 4 points: 30.0% - 40.0% 5 points: > 40.0%
2. Connectivity Measures	0 points: < 200 ha 1 point: 201 - 500 ha 2 points: 501 - 1000 ha 3 points: 1001 - 1500 ha 4 points: > 1500 ha	1 point: < 10.0%, 2 points: 10.0% - 19.9% 3 points: 20.0% - 29.9% 4 points: 30.0% - 40.0% 5 points: > 40.0%
3. Native Biodiversity in Built Up Areas (Bird Species)	0 points: < 19 bird species 1 point: 19 - 27 bird species 2 points: 28 - 46 bird species 3 points: 47 - 68 bird species 4 points: > 68 bird species	Non-applicable Indicator
4-8. Change in number of native species	0 points: No increase 1 point: 1 species increase 2 points: 2 species increase 3 points: 3 species increase 4 points: 4 species or more	Non-applicable Indicator
9. Proportion of protected natural areas	0 points: < 1.4% 1 point: 1.4% - 7.3% 2 points: 7.4% - 11.1% 3 points: 11.2% - 19.4% 4 points: > 19.4%	1 point: < 3.0%, 2 points: 3.0% - 6.9% 3 points: 7.0% - 10.9% 4 points: 11.0% - 17.0% 5 points: > 17.0%

Table 8. Continued

Indicators	Score standards of CBI	Score standards of CESI
10. Proportion of invasive alien species	0 points: > 30.0% 1 point: 20.1% - 30.0% 2 points: 11.1% - 20.0% 3 points: 1.0% - 11.0% 4 points: < 1.0%	– Number of Invasive Alien Species designated by the Wildlife Protection Act 1 point: 19 – 20 species 2 points: 13 – 18 species 3 points: 8 – 12 species 4 points: 3 – 7 species 5 points: 0 – 2 species
11. Regulation of quantity of water (the rate of flow of water)	0 points: < 33.1% 1 point: 33.1% – 39.7% 2 points: 39.8% – 64.2% 3 points: 64.3% – 75.0% 4 points: > 75.0%	– Tree Canopy Cover Ratio 1 point: < 50.0% 2 points: 50.0% – 59.9% 3 points: 60.0% – 69.9% 4 points: 70.0% – 80.0% 5 points: > 80.0%
12. Climate regulation (carbon storage and cooling effect of vegetation)	0 points: < 10.5% 1 point: 10.5% – 19.1% 2 points: 19.2% – 29.0% 3 points: 29.1% – 59.7% 4 points: > 59.7%	1 point: < 30.0% 2 points: 30.0% – 39.9% 3 points: 40.0% – 49.9% 4 points: 50.0% – 60.0% 5 points: > 60.0%
13. Recreation and Education (area of parks with natural areas / 1000 persons)	0 points: < 0.1 ha/1000 persons 1 point: 0.1 – 0.3 ha/1000 persons 2 points: 0.4 – 0.6 ha/1000 persons 3 points: 0.7 – 0.9 ha/1000 persons 4 points: > 0.9 ha/1000 persons	1 point: < 1,000 m ² /person 2 points: 1,000 – 2,999 m ² /person 3 points: 3,000 – 5,999 m ² /person 4 points: 6,000 – 9,000 m ² /person 5 points: > 9,000 m ² /person
14. Recreation and Education (Number of Formal Education Visits per Child below 16 Years to Parks with Natural Areas per Year)	0 points: 0 formal educational visit/year 1 point: 1 formal educational visit/year 2 points: 2 formal educational visits/year 3 points: 3 formal educational visits/year 4 points: > 3 formal educational visits/year	Non-applicable Indicator
15. Budget allocated to biodiversity	0 points: < 0.4% 1 point: 0.4% – 2.2% 2 points: 2.3% – 2.7% 3 points: 2.8% – 3.7% 4 points: > 3.7%	– Proportion of environment-related expenditures 1 point: < 1.0% 2 points: 1.0% – 1.9% 3 points: 2.0% – 2.9% 4 points: 3.0% – 4.0% 5 points: > 4.0%
16. Number of biodiversity projects implemented by the city annually	0 points: < 12 programmes/projects 1 point: 12 – 21 programmes/projects 2 points: 22 – 39 programmes/projects 3 points: 40 – 71 programmes/projects 4 points: > 71 programmes/projects	Non-applicable Indicator
17. Existence of Local Biodiversity Strategy and Action Plan	0 points: No LBSAP 1 point: LBSAP not aligned with NBSAP 2 points: LBSAP incorporates elements of NBSAP, but does not include any CBD initiatives 3 points: LBSAP incorporates elements of NBSAP, and includes one to three CBD initiatives 4 points: LBSAP incorporates elements of NBSAP, and includes four or more CBD initiatives	– Existence of local biodiversity plan 1 point: No planning 3 points: Si · Do Planning 5 points: Si · Gun Planning
18. Number of essential biodiversity-related functions	0 points: No functions 1 point: 1 function 2 points: 2 functions 3 points: 3 functions 4 points: > 3 functions	– Number of biodiversity-related functions 1 point: No function 2 point: 1 – 3 functions 3 points: 4 – 6 functions 4 points: 7 – 9 functions 5 points: > 9 functions

Table 8. Continued

Indicators	Score standards of CBI	Score standards of CESI
19. Number of city or local government agencies involved in inter-agency cooperation pertaining to biodiversity matters	0 points: one or two agencies* cooperate on biodiversity matters 1 point: three agencies cooperate on biodiversity matters 2 points: four agencies cooperate on biodiversity matters 3 points: five agencies cooperate on biodiversity matters 4 points: More than five agencies cooperate on biodiversity matters	Non-applicable Indicator
20. Existence of formal or informal public consultation process	0 points: No routine formal or informal process 1 point: Formal or informal process being considered as part of the routine process 2 points: Formal or informal process being planned as part of the routine process 3 points: Formal or informal process in the process of being implemented as part of the routine process 4 points: Formal or informal process exists as part of the routine process	Non-applicable Indicator
21. Number of agencies / private companies / NGOs / academic institutions / international organisations with which the city is partnering in biodiversity activities, projects and programmes	0 points: No formal or informal partnerships 1 point: City in partnership with 1-6 other national or subnational agencies/private companies/NGOs /academic institutions/ international organisations 2 points: City in partnership with 7-12 3 points: City in partnership with 13-19 4 points: City in partnership with 20 or more	- Number of Biodiversity-related NGOs 1 point: No NGO 2 point: 1 - 6 NGOs 3 points: 7 - 12 NGOs 4 points: 13 - 19 NGOs 5 points: > 19 NGOs
22. Is biodiversity or nature awareness included in the school curriculum	0 points: Biodiversity or elements of it are not covered in the school curriculum 1 point: Biodiversity or elements of it are being considered for inclusion in the school curriculum 2 points: Biodiversity or elements of it are being planned for inclusion in the school curriculum 3 points: Biodiversity or elements of it are in the process of being implemented in the school curriculum 4 points: Biodiversity or elements of it are included in the school curriculum	- Environmental curriculum included in the middle school curriculum 1 point: 0% 2 points: 0.1% - 9.9% 3 points: 10.0% - 19.9% 4 points: 20.0% - 30.0% 5 points: > 30.0%
23. Number of outreach or public awareness events held in the city per year	0 points: 0 outreach events/year 1 point: 1 - 59 outreach events/year 2 points: 60 - 149 outreach events/year 3 points: 150-300 outreach events/year 4 points: > 300 outreach events/year	Non-applicable Indicator

점수를 산정하여 평가하는 배점기준이 제시되어 있으나(23개 각 항목당 0~4점, 92점 만점), 시범적용을 위한 18개 도시의 자료를 수집해 계산식을 반영한 결과 국내의 현황에 기준이 적합하지 않은 항목이 다수 있었다. 예를 들어 '1. 도시 내 자연지역의 비율'에 CBI 기준을 적용했을 시 산림이 많은 우리나라의 지역특성상 18개 도시 모두 20% 이상으로 만점을 받아 변별력이 없다. 따라서 본 연구에서는 18개 도시를 변별력을 갖고 평가할 수 있는 배점기준을 1~5점으로 재설정하여 총점 60점으로 시범평가에 적용하였다. Table 8은 CBI 매뉴얼에 제시된 배점기준과 본 연구에서 반영한 배점기준을 비교한 표이다.

4) 국내 도시의 생태적 건전성 평가지표의 시범적용

시범적용 결과 모든 항목이 적용가능한 도시가 서울시를 비롯해 8개 도시이며, 1개 항목을 적용하지 못한 도시는 수원시 등 4개 도시, 2개 항목을 적용하지 못한 도시는 부산시 등 3개 도시, 3개 항목을 적용하지 못한 도시는 광주를 포함해 3개 도시로 나타났다. 자료가 없는 무응답 항목을 "0"점 처리한 총점 60점 만점의 결과는 원주와 서산이 44점으로 가장 높게 나타났다(Table 9). 추후 85개 도시에 모두 적용되어 평가결과 도출이 가능한 시점에서는 '중규모의 산림유형(IV)의 도시중 원주시가 44점으로 가장

좋은 점수를 받았으며, 창원시가 30점으로 가장 낮은 점수를 받음'과 같은 결론을 낼 수 있다(Table 9).

주로 적용되지 못한 항목을 살펴보면 외래종의 수, 투수면적률, 식생의 탄소저장(교목식피율) 3개 항목이다. 외래종의 수의 경우 현실적으로 생태계교란 생물 없는 지자체는 없을 것으로 예상되나, 이를 확인하기 위해서는 각 지자체에서 자연생태계에 대한 조사가 이루어져야 하지만 지자체에서는 예산 등의 사유로 조사가 쉽지 않은 상황이다. 본 연구에서 사용된 생태계교란종 모니터링(NIER 2007; 2008;

2009; 2010; 2011; 2012; 2013)은 전수조사가 아닌 일부 조사 자료로 모든 지자체의 데이터가 구축되지 않아 적용되지 못한 도시가 있다. 투수면적률과 식생의 탄소저장(교목식피율)은 도시생태현황지도를 활용한 항목으로 「도시생태현황지도의 작성방법에 관한 지침(환경부고시 제2013-163호)」(ME 2013a)에 그 현황을 블록별 속성정보로 작성하게 되어 있으나 일부 도시는 그 내용이 누락되어 적용하지 못하였다. 따라서 도시간 비교시에 평가되지 않은 항목을 고려하여 총점을 산정하는 방식을 검토할 필요가 있다.

Table 9. Application of city ecological soundness index

Scale	Metropolitan				Big-city		Mid-city		
	I	II	III	III	I	III	III	IV	IV
Type									
City	Seoul	Busan	Incheon	Gwangju	Suwon	Goyang	Siheung	Changwon	Paju
Indicators	Value								
Proportion of natural areas in the city	31.2	53.7	36.4	41.1	20.4	40.7	39.1	43.9	45.6
Point	4	5	4	5	3	5	4	5	5
Connectivity measures	25	23	8	—	18	43	37	46	45
Point	3	3	1	—	2	5	4	5	5
Proportion of protected natural areas	10.8	3.4	2.2	7.1	0.2	11.1	0	0.4	2.4
Point	3	2	1	3	1	4	1	1	1
Number of Invasive Alien Species designated by the Wildlife Protection Act	14	8	4	4	2	2	—	—	3
Point	2	3	4	4	5	5	—	—	4
The rate of flow of water	50	—	50.4	—	—	69.2	—	—	97.1
Point	2	—	2	—	—	3	—	—	5
Tree Canopy CoverRatio	25.9	—	15.9	—	19	27.8	—	—	33.8
Point	1	—	2	—	1	1	—	—	2
Area of parks and natural areas / 1 person	1,620	1,630	2,430	3,130	1,430	4,480	1,330	2,350	2,380
Point	2	2	2	3	2	3	2	2	2
Proportion of environment-related expenditures	1.98	1.29	2.4	3.32	5.38	4.67	4.56	8.96	0.73
Point	2	2	3	4	5	5	5	5	1
Existence of local biodiversity plan	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Point	5	5	5	5	3	3	3	3	3
Number of biodiversity-related functions	15	17	9	1	4	6	6	6	7
Point	5	5	4	2	3	3	3	3	4
Number of Biodiversity-related NGOs	92	15	7	10	3	10	4	9	1
Point	5	4	3	3	2	3	2	3	2
Environmental curriculum included in the middle school curriculum	5.6	6.3	1.5	28.4	5.4	4.9	0	19.0	0
Point	2	2	2	4	2	2	1	3	1
The number of non-applicable indicators	0	2	0	3	1	0	3	3	0
Total Point	36	33	33	33	29	42	25	30	35

Table 9. Continued

Scale	Mid-city								Small-city
	IV	IV	IV	IV	V	V	V	V	IV
Type	Wonju	Gongju	Gwangyang	Boryeong	Asan	Seosan	Nonsan	Dangjin	Gyeryong
City	Wonju	Gongju	Gwangyang	Boryeong	Asan	Seosan	Nonsan	Dangjin	Gyeryong
Indicators	Value								
Proportion of natural areas in city	63.1	53.9	58.6	63.6	46	41.4	28.8	25.3	69.6
Point	5	5	5	5	5	5	3	3	5
Connectivity measures or ecological networks to counter fragmentation	76	59	23	44	42	26	42	34	72
Point	5	5	3	5	5	4	5	4	5
Proportion of protected natural areas	15.4	6.5	3.0	0.5	0.7	0.6	5.5	0.4	27.7
Point	4	2	2	1	1	1	2	1	5
Number of Invasive Alien Species designated by the Wildlife Protection Act	5	1	3	3	3	1	2	—	—
Point	4	5	4	4	4	5	5	—	—
The rate of flow of water	80.6	89.4	—	85.8	83.1	86.2	82.6	86.5	85.1
Point	5	5	—	5	5	5	5	5	5
Tree Canopy CoverRatio	53.7	65.6	—	47.8	—	32	35.6	24.9	—
Point	4	5	—	3	—	2	2	1	—
Area of parks and natural areas / 1 person	347.7	27.2	69.4	22.1	24.7	64.8	9.3	24	182.1
Point	5	2	4	2	2	4	1	2	5
Proportion of environment-related expenditures	—	7.35	6.12	6.05	17.09	5.96	6.52	21.13	5.48
Point	—	5	5	5	5	5	5	5	5
Existence of local biodiversity plan	Y	N	N	N	N	N	N	N	N
Point	3	1	1	1	1	1	1	1	1
Number of biodiversity-related functions	18	5	4	3	12	8	3	5	1
Point	5	3	3	2	5	5	2	3	2
Number of Biodiversity-related NGOs	3	1	2	2	3	2	1	2	1
Point	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Environmental curriculum included in the middle school curriculum	4.5	3.4	30.8	15.4	5.9	56.3	50	28.6	0
Point	2	2	5	3	2	5	5	4	1
The number of non-applicable indicators	1	0	2	0	1	0	0	1	2
Total Point	44	42	34	38	37	44	38	31	36

* Type I: City type, II: City-Forest type, III: City-Rural type, IV: Forest type, V: Rural type

IV. 결론 및 고찰

본 연구는 국내의 도시들을 특·광역시와 기초지자체 단위로 평가할 수 있는 생태적 건전성 평가지표를 개발하여 지자체 스스로 도시생물다양성과 자연생태계의 현황을 진단하고 문제점을 도출하여 도시생물다양성 향상을 위한 정책을 개발하고 지원하기 위하여 수행하였다. 도시생물다양성지수 23개 지표를 검토하여 우리나라에서 적용 가능한 지표를 도출

하여 도시의 생태적 건전성 평가 지표를 개발하였고, 지목을 활용한 도시의 유형을 분류해 18개 도시에 시범적으로 적용해 보았다. 결론은 다음과 같다.

첫째, 도시생물다양성지수(CBI) 3개분야 23개 지표를 분석하여 생물다양성분야에서는 도시내 자연지역의 비율, 생태네트워크율, 보호지역의 비율, 생태계교란생물종수 등 4개, 생태계서비스 분야에서는 투수성 포장면적 비율, 수목피복율, 공원녹지면적/

인 등 3개, 행정 및 관리에서는 환경보호분야 결산액, 지역 생물다양성계획 수립, 생물다양성 관련 시설 수, 환경관련 민간단체수, 중학교 환경과목 선택 비율 등 5개로 총 12개를 도출하고 계산방식을 제시하였다. 도시생물다양성지수의 일부 지표는 우리나라 도시에 가용정보 수준이 축적되어 있지 못하여 적용상 한계가 있었다.

둘째, 본 연구에서 계산이 필요한 각 지표값의 산정 방법은 대부분 도시생물다양성지수에서 제안한 방식(SCBD 2012; Chan et al., 2014)을 반영하여 산출하였다. 그러나 국내 자료의 미흡으로 도시생물다양성지수의 '외래종의 유입비율'에서 변경된 도시의 생태적 건전성 평가지표(CESI)의 '생태계교란생물종의 수'는 국내 도시의 자연생태분야 조사자료가 보완된 후 '외래종의 유입비율'로 재평가할 필요가 있으며, 도시간 변별력을 가질 수 있는 새로운 배점기준을 설정하여야 한다. 이는 '외래종의 유입비율' 뿐 아니라 '토착 조류종', '토착생물종수의 변화' 등 추후 국내 자료구축 현황이 도시생물다양성지수 모든 항목을 평가할 수준으로 구축될 시 '한국 도시의 도시생물다양성지수 적용'을 목적으로 평가해 볼 필요가 있다.

셋째, 도시의 생태적 건전성을 평가하기 위해서는 지자체 단위의 자연생태현황조사가 선행되어야 하며 이를 체계적인 DB로 작성·관리하여야 한다. 현재 지자체 내에 서식하는 동식물을 체계적으로 DB화하는 방법은 도시생태현황지도의 작성이다. 2013년 12월에 고시된 「도시생태현황지도의 작성방법에 관한 지침(환경부고시 제2013-163호)」은 공간정보체계를 활용하여 토지이용, 토지피복, 식생현황, 동물분포현황 등을 DB화 하는 방법을 제시하고 있다. 전국의 모든 지자체가 의무화를 추진 중인 도시생태현황지도를 지침에 따라 작성하게 되면 지자체별 생태적 건전성을 평가하는 데 매우 용이할 것이다. 하지만 국내 상황은 도시생태현황지도 작성 도시가 많지 않아 최근 1/5000 축척으로 작성된 토지피복도를 평가 항목 중 생태네트워크, 투수면적률, 식생의 탄소저장(교목식피율)과 도시유형분류에 활용하는 방법을 검토할 필요가 있다.

도시의 생태적 건전성은 도시민의 삶의 질과 직결

되어 현재 그리고 미래의 세대를 위해 반드시 확보되어야 하며, 이를 위해서는 객관적인 생태현황에 대한 조사와 평가가 필요하다. 이 연구를 통해 개발된 지표와 최종 지수값의 결과는 도시간의 비교뿐 아니라 생태적으로 더욱 건전한 도시를 조성하기 위한 생태계복원사업, 자연마당사업과 같은 지원사업의 순위선정 수단과 도시생태 건전성 증진을 위한 도시생태현황지도 작성의 의무화, 생태면적률 인센티브 제도 등과 같은 관련 제도의 발전에도 기여할 수 있을 것이다.

사 사

본 연구는 2016년 국립환경과학원의 “도시의 생태적 건전성 평가지표 개발 및 적용에 관한 연구(I)”의 일환으로 수행되었으며, 한국환경영향평가학회의 학술발표대회에서 소개되었음을 밝힙니다.

References

- Chan L, Hillel O, Elmqvist T, Werner P, Holman N, Mader A, Calcaterra E. 2014. User's manual on the Singapore Index on Cities' Biodiversity (also known as the City Biodiversity Index). National Parks Board, Singapore. 1-43.
- Global Footprint Network. 2015. <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/methodology/>. Global Footprint Network.
- Jaeger J, Nazarnia N. 2015. Methodology of Indicator 2 of the CBI. Convention on Biological Diversity (CBD). 1-41.
- Kim BH, Jang SM, Lee SI. 2013. A Study on the influencing Factors on Transport Energy Consumption by City Types: On the Basis of City Types Classified by Travel Pattern and Urban Density. Journal of Korea Planners Association. 48(3): 129-148. [Korean Literature]
- Kohsaka R, Okumura S. 2014. Greening the

- Cities with Biodiversity Indicators: Experience and Challenges from Japanese Cities with CBI. Integrative Observations and Assessments. 409-424.
- KOSIS (Korean Statistics Information Service). 2015. http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=315&tblId=TX_315_2009_H1105&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=315_31502_015&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=E1#. Statistics Korea. [Korean Literature]
- Lee JH, LEE BG. 1989. Type Classification and Characteristics Compare of the Rural City. *Journal of Rural Development*. 12(4): 91-103. [Korean Literature]
- Lee WH, Ahn YJ. 2011. Regional Classification and Analysis for Promotion Area-specific Policy of Deprived Regions: A Case Study of the Growth Promotion Area Policy. *Journal of The Korean Association of Regional Geographers*. 17(1): 96-108. [Korean Literature]
- ME (Ministry of Environment). 2013a. Biotope mapping guidelines, Ministry of Environment, 1-40. [Korean Literature]
- ME (Ministry of Environment). 2013b. Natural Environment Conservation Act. Korea Ministry of Government Legislation. Article 43. [Korean Literature]
- NIER (National Institute of Environmental Research). 2007-2013. Monitoring of Invasive Alien Species Designated by the Wildlife Protection Act (I-VII). National Institute of Environmental Research. [Korean Literature]
- NIER (National Institute of Environmental Research). 2014. A Study on Development and Application of Korean Environmental Sustainable City Index (ESCI) for Urban Environmental Management in Korea (I), National Institute of Environmental Research, 1-47. [Korean Literature]
- Liu XG, Zhang YM. 2008. An Empirical Analysis of Ecological City Evaluation Index System. *Proceedings of 2008 Conference on Regional Economy and Sustainable Development*. 111-116.
- Projectzero. 2015. <http://www.projectzero.dk/dan/DK/TopPages/Om-ProjectZero.aspx>. Projectzero.
- SCBD (Secretariat of the Convention on Biological Diversity). 2010. Decisions adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its Tenth Meeting. *Convention on Biological Diversity (CBD)*. 188-195.
- SCBD (Secretariat of the Convention on Biological Diversity). 2012. User's Manual for the City Biodiversity Index. *Convention on Biological Diversity (CBD)*. 1-25.
- Seong JI, Song MR. 2003. Area Type Classification and Characteristics of Types of Rural Areas. *Journal of Korea Planners Association*. 26(2): 1-22. [Korean Literature]
- Sherbinin A, Reuben A, Kevy MA, Johnson L. 2013. Indicators in Practice: how Environmental Indicators are Being Used in Policy and Management Contexts. Yale University. 1-38.
- Simens. 2009. European Green City Index. the Economist Intelligence Unit. 36-39.
- Simens. 2011. Asian Green City Index. the Economist Intelligence Unit. 32-35.
- Yun HD, Park JY, Choi TB, Choi IT, Noh TH, Han BH, Kim MJ. 2015. A Review on Applicability of Sustainable City Index: Focusing on GCI, EPI and CBI. *Journal of Environmental Impact Assessment*. 24(6): 593-606. [Korean Literature]