

발 간 등 록 번 호

11-1480592-002238-01



# 98

## 도시생물다양성에 관한 싱가포르지수 (도시생물다양성지수) 안내서



HANDBOOK ON THE SINGAPORE INDEX  
ON CITIES' BIODIVERSITY

*(also known as the City Biodiversity Index)*



책임운영기관  
환경부  
국립생물자원관



Convention on  
Biological Diversity



LET'S MAKE SINGAPORE  
OUR CITY IN NATURE

- 표지 이미지 1. 싱가포르 비산-앙모키오 공원(Bishan-Ang Mo Kio Park) 내 복원된 자연형 하천. © National Parks Board
- 표지 이미지 2. 스코틀랜드 에든버러(Edinburgh)의 분양텃밭에서 바라본 아서스 시트(Arthur's Seat)의 아침 풍경. © June Milne
- 표지 이미지 3. 멕시코 톨루카(Toluca)의 시난테카틀 화산(Xinantécatl Volcano). © Office of Tourism of the H. Ayuntamiento de Toluca, 2021
- 표지 이미지 4. 스페인 비토리아-가스테이스(Vitoria-Gasteiz) 그린벨트 내 복원된 살부라 랍사르 습지(Salbura Ramsar Wetlands). © Quitas fotografos

발 간 등 록 번 호

11-1480592-002238-01



생물다양성협약 사무국  
CBD 기술시리즈 No.98

# 도시생물다양성에 관한 싱가포르지수 (도시생물다양성지수) 안내서

HANDBOOK ON THE SINGAPORE INDEX  
ON CITIES' BIODIVERSITY  
*(also known as the City Biodiversity Index)*



책임운영기관  
환경부  
국립생물자원관



Convention on  
Biological Diversity



Published by the Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

CBD Technical Series No. 98

ISBN 9789292257163 (Print version)

ISBN 9789292257170 (Web version)

Copyright © 2021, Secretariat of the Convention on Biological Diversity and National Parks Board, Singapore

The designations employed and the presentation of material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the Convention on Biological Diversity concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

The views reported in this publication do not necessarily represent those of the Convention on Biological Diversity.

This publication may be reproduced for educational or non-profit purposes without special permission from the copyright holders, provided acknowledgement of the source is made. The Secretariat of the Convention would appreciate receiving a copy of any publications that use this document as a source.

#### Citation

Chan, L., Hillel, O., Werner, P., Holman, N., Coetzee, I., Galt, R., and Elmqvist, T. 2021 *Handbook on the Singapore Index on Cities' Biodiversity (also known as the City Biodiversity Index)*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity and Singapore: National Parks Board, Singapore. 70 Pages .

For further information, please contact:

Secretariat of the Convention on Biological

Diversity 413 St. Jacques Street, Suite 800

Montreal, Quebec, Canada H2Y 1N9

Phone: 1(514) 288 2220

Fax: 1(514) 288 6588

E-mail: [secretariat@cbd.int](mailto:secretariat@cbd.int)

Website: <http://www.cbd.int>

Layout and design: Em Dash Design [www.emdashdesign.ca](http://www.emdashdesign.ca)

Korean translation Copyright © National Institute of Biological Resources, 2024

This Korean edition was published by permission of Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

All right reserved.

---

## 도시생물다양성에 관한 싱가포르지수(도시생물다양성지수) 안내서

지은이 레나 찬, 올리버 힐렐, 피터 베르너, 낸시 엘리자베스 홀먼, 잉그리드 쿿시, 러셀 갈트, 토마스 엘름크비스트

역 자 환경부 국립생물자원관 생물다양성총괄과

감 수 김일권, 박은희, 박찬

발행일 2024년 12월 16일

발행인 국립생물자원관장

발행처 국립생물자원관

22689 인천광역시 서구 환경로 42

032-590-7200

[www.nibr.go.kr](http://www.nibr.go.kr)

디자인·제작 (사)대한민국공무원 공상유공자회

발간등록번호 11-1480592-002238-01

비매품

# 목차

머리말.....	v
들어가는 말.....	vi
일러두기.....	vii
서문.....	1
도시생물다양성지수.....	9
I. 도시 개요.....	10
II. 도시생물다양성지수 지표.....	12
지표 1: 도시 내 자연지역 비율.....	14
지표 2: 파편화 방지를 위한 연결성 조치 및 생태 네트워크.....	15
지표 3: 시가화 지역 내 자생 생물다양성(조류).....	16
지표 4: 자생 관속식물 종 수 변화 추이.....	17
지표 5: 자생 조류 종 수 변화 추이.....	18
지표 6: 자생 절지동물 종 수 변화 추이.....	19
지표 7: 서식지 복원.....	20
지표 8: 자연보호지역 비율.....	21
지표 9: 침입 외래생물 비율.....	22
지표 10: 수량조절.....	23
지표 11: 기후조절 - 수목과 녹지의 혜택.....	24
지표 12: 여가서비스.....	25
지표 13: 건강과 웰빙 - 공원 근접성/접근성.....	26
지표 14: 식량안보 회복탄력성 - 도시농업.....	27
지표 15: 기관 역량.....	28
지표 16: 생물다양성에 배정된 예산.....	29
지표 17: 정책, 규칙 및 규정 - 지역생물다양성전략(LBSAP) 수립 여부.....	30
지표 18: 도시의 자연자본 평가 현황.....	31
지표 19: 도시 내 녹지 및 수공간 관리계획 현황.....	32
지표 20: 생물다양성 관련 기후변화 대응.....	33
지표 21: 자연기반해법인 그린 인프라에 대한 정책 및/또는 인센티브.....	34
지표 22: 분야 및 기관 간 협력.....	35
지표 23-24: 참여 및 파트너십.....	36
지표 25: 도시의 연간 생물다양성 사업 건수.....	37
지표 26: 교육.....	38
지표 27: 인식제고.....	39
지표 28: 시민 과학.....	40
감사의 말씀.....	43

<b>부록 A</b>	
제1차~제3차 도시생물다양성지수 개발 워크숍 및 도시생물다양성지수 검토 워크숍 논의내용 및 결과.....	45
<b>부록 B</b>	
도시생물다양성지수 개발 및 개정 워크숍 참석자 명단.....	55
<b>부록 C</b>	
도시생물다양성지수 적용 시 제출하는 도시 개요 작성 예시.....	60
<b>부록 D</b>	
지표 2의 자연지역 유효 연결망 크기 산출 방법.....	62
<b>부록 E</b>	
유효 불투수 면적 개념도.....	63
<b>부록 F</b>	
근접성 및 접근성 측정 방법.....	64
<b>부록 G</b>	
그린 인프라 사례.....	66
<b>부록 H</b>	
참고문헌.....	68



# 머리말



도시생물다양성지수(City Biodiversity Index, CBI)는 전 세계 수백 명의 실무자와 전문가의 기여 및 비판적 검토를 거쳐 개발되었으며, 2008년 제8차 생물다양성협약(CBD) 당사국총회에서 싱가포르에 의해 최초로 도입되었다. 이후 여러 도시와 개발기구, 학계에서 계획 수립 및 모니터링 시 유용한 도구로 사용되어 왔다.

지수의 추가 개발 및 보완은 싱가포르 국립공원관리위원회(Singapore's National Parks Board)가 운영하는 네트워크와 유관기관의 교류를 통해 이루어졌다. 본 안내서는 신뢰할 수 있고 신중한 과학과 각종 정책의 개발, 시행 및 평가를 기반으로 설계되고 적용된 지표들을 제공하고 있다.

CBD 사무국은 이번 기회에 지수의 활용 및 적용에 대한 최신 정보를 CBD 기술시리즈로 발행하게 되어 기쁘게 생각한다.

유엔 지속가능발전목표 11번이 유엔 지속가능발전 의제와 리우협약(유엔기후변화협약, 유엔사막화방지협약, 생물다양성협약)의 목적에 미치는 광범위한 영향은 자명하다. 제5차 지구생물다양성전망(GBO-5)에서 도시화의 중요성을 인식함에 따라, 도시와 생물다양성이 서로에게 미치는 각종 영향을 관리하기 위한 지표의 중요성은 앞으로 더욱 부각될 것이다.

향후 10년 동안 도시와 인간 정주지의 확장이 생물다양성 핵심지역과 주요 생물다양성 지역에 미칠 직접적인 영향 외에도, 전 세계 연담도시(conurbation)의 생산 및 소비 발자국, 도시와 농촌관계를 감안하면 그 영향은 훨씬 더 광범위하다.

CBI는 도시와 생물다양성 간 상호관계를 가장 포괄적으로 살펴보는 지수이다. 이번에 개정된 안내서에서는 생물다양성과 생태계가 인간에게 제공하는 서비스에 대해 더욱 폭넓게 다루었으며, 측정 및 평가 도구를 간소화하고 추가 지표의 적용에 대한 조언을 강화했다.

협약 사무국이 당사국과 지역 및 지방 정부, 기관 및 기타 파트너와의 협력을 지속적으로 증진함에 따라 CBI가 손쉽게 활용할 수 있는 자원이 될 것이라 확신한다. CBI는 도시가 자체적으로 생물다양성 노력을 평가하고, post-2020 글로벌 생물다양성 프레임워크를 이행하며, 시민들에게 더 나은 삶의 질을 보장할 수 있도록 장려할 것이다.

안내서에 대한 의견이 있는 독자는 사무국에 공유해 주실 것을 부탁드립니다. 사무국이 CBD 당사국 및 주요 파트너가 자연과 인간을 위해 도시의 역량을 최대한 활용할 수 있도록 지원하는 데 큰 도움이 될 것이다.

**엘리자베스 마루마 프레마(Elizabeth Maruma Mrema)**

생물다양성협약 사무총장

## 들어가는 말



싱가포르 도시생물다양성지수(CBI)는 2008년 도입 이후 전 세계 여러 도시에서 생물다양성 보전 노력을 평가하고 모니터링하기 위해 활용되어 왔다. 지수는 자생 생물다양성과 생태계서비스, 생물다양성 거버넌스 및 관리에 대한 광범위한 지표를 아우르고 있다. 지수를 적용한 도시들은 생물다양성 보전 역량을 구축하고 보전활동 및 예산 배정에 우선순위를 설정하는 데 싱가포르 도시생물다양성지수 프레임워크가 유용하다고 평가한 바 있다.

하지만 최근 몇 년 간 기후변화는 전 세계적으로 생물다양성 손실을 가속화시켰다. 보호지역을 지정하고 운영하는 것만으로는 이를 막기에 충분치 않다. 생태계 복원, 생태적 연결성 강화, 인프라 녹화 등을 통한 보완 노력이 필요하다. 아울러 과학에 기반한 혁신적인 자연기반해법의 적용을 확대해야 한다. 이에 2019년 10월, 세계 여러 도시에서 CBI를 계속 유용하게 적용할 수 있도록 지수 보완을 위한 워크숍이 개최되었다. 개정된 지표에는 전문가와 CBI를 적용한 도시의 의견이 반영되었고, 서식지 복원, 공원 접근성, 도시농업, 인프라 관련 자연기반해법, 자연자본의 정기적 평가 등이 포함되었다. 위성 이미지, 공간분석 소프트웨어, 카메라 트랩, 분자유전학 도구 등의 기술이 보편화됨에 따라, 지표를 보다 적절하게 정량화하고 CBI를 좀더 정확하고 효율적인 방식으로 적용할 수 있게 되었다.

CBI 지수의 개발 및 보완 과정은 도시화와 기후변화의 영향을 완화하고 생물다양성을 보호하려는 싱가포르의 의지를 보여준다. 싱가포르는 국가 지속가능발전 계획인 '녹색계획 2030(Singapore Green Plan 2030)'을 바탕으로 싱가포르를 자연의 도시로 탈바꿈시키기 위해 적극적으로 노력하고 있다. 녹색계획을 달성하기 위해 국가 수준에서 자연자본을 확대하고 강화하기 위한 4대 전략이 수립되었다. 첫째는 자연공원 네트워크 확장을 통한 자연보호구역 보전 및 완충 강화, 둘째는 정원 및 공원 녹지 확대, 셋째는 도시환경에 자연 통합, 넷째는 주요 녹지공간 간 연결성 강화이다. CBI의 지표는 이들 전략의 일부를 반영하고 있다.

이번에 개정된 CBI가 도시의 생물다양성 보전 노력을 평가하고 강화하는 데 유용하게 활용되기를 바란다.

### 데스몬드 리(Desmond Lee)

싱가포르 국가개발부 장관 겸 사회서비스통합부 장관

# 일러두기

2022년 12월 제15차 생물다양성협약 당사국총회에서 채택된 쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크(GBF)는 그 목표를 “생물다양성 손실 추세를 중단 또는 역전시키고 GBF에 규정된 목표에 제시된 성과를 달성하기 위하여 사회 전체의 참여와 함께 각급 정부와 지역 당국의 긴급하고 전환적인 행동을 실행하는 것”이라고 그 목적에 규정하고 있습니다. 그뿐만 아니라 GBF의 성공을 위하여 당사국은 각급 정부와 사회 구성원 전체의 실천과 참여를 이행에 고려하여야 한다고 정하고 있습니다.

2023년 우리나라는 GBF를 반영하여 ‘제5차 국가생물다양성전략(2024~2028)’을 수립하면서 국가 우수자연 총량 확대라는 확고한 목표는 유지하면서, 지역의 사회·경제·문화적 가치를 함께 고려하는 균형감각이 필요하다는 점을 인식하였습니다. 이러한 인식을 바탕으로 보호지역 확대, 생태계서비스 확대, 도시생물다양성 증진 등과 같은 여러 실천 목표에 지역의 가치와 참여를 강조하였습니다. 또한 국가생물다양성전략의 이행 주체로서 지방자치단체의 역할을 강조하면서 지자체의 지역생물다양성전략의 수립 및 이행을 실천목표 21-2의 주요 내용으로 정하였습니다.

생물다양성협약 사무국과 싱가포르 국립공원위원회는 전 세계 여러 도시에서 생물다양성 현황을 파악하고 보전 정책 수립의 근거로 사용되는 도시생물다양성지수에 대한 최신 논의 결과를 반영한 측정 지침을 CBD 기술시리즈 제98호로 2021년 발간하였습니다. 국립생물자원관은 제5차 국가생물다양성전략의 이행을 지원하는 업무를 수행하면서 도시생물다양성지수가 우리나라 지방자치단체의 생물다양성 수준을 파악하는데 하나의 자료로 활용될 수 있다는 인식을 바탕으로 관련 업무를 지원하기 위하여 해당 지침을 우리말로 번역한 자료를 발간하게 되었습니다. 본 책자가 관련 업무 및 연구 담당자를 포함하여 관심있는 많은 분들에게 조금이나마 도움이 되기를 기대합니다.

번역자 일동



캐나다 에드먼턴(Edmonton)을 굽이 흐르는 노스서스캐처원강(North Saskatchewan River). © City of Edmonton



싱가포르 주롱 레이크 가든스(Jurong Lake Gardens) 내 복원된 담수습지 생태계. © National Parks Board



# 서문

## 생물다양성이 인류 생존에 중요한 이유

---

1. 도시 정부는 경제, 사회 등 우선적으로 고려해야 할 부문이 많아 생물다양성 보전에 필요한 재원을 적절히 배분하기 어렵다. 이러한 애로사항은 주로 생물다양성의 가치와 생물다양성이 제공하는 생태계 서비스를 고려한 정책 도구가 부족한 것에서 비롯된다. 자연은 흔히 일부 사람들만 누릴 수 있는 미적 사치로 여겨지곤 한다. 하지만 실제로 자연은 도시 주민의 웰빙에 필수적인 물과 공기의 양과 질을 조절하는 생태계를 포함한다. 생태계는 도시의 대기 및 지표 온도를 조절할 수 있는데, 이 기능은 도시 열섬현상으로 인해 마비되는 경우가 많다. 도시 상수도는 대부분 수질 정화에 중요한 역할을 하는 자연생태계 내의 수원지에서 공급된다. 도시 녹지는 산소공급, 탄소격리, 대기오염 저감, 도시 경관의 대기 및 지표 온도 조절, 동물 서식지 제공, 토양침식 방지 등 다양한 혜택을 제공한다. 우리가 먹는 음식은 대부분 생물다양성에서 제공된다. 공원과 자연지역은 주민에게 여가공간과 교육 기회를 제공함으로써 살기 좋은 도시 조성에 기여한다. 연구에 따르면 자연을 가까이하는 삶은 인간의 심리적, 정신적 웰빙에 필수적인 것으로 나타났다. 거주지 인근의 자연지역과 공원이 제공하는 생태계서비스는 특히 코로나 19로 인한 봉쇄 기간 동안 그 진가를 발휘했다. 생물다양성은 인간(*Homo sapiens*) 없이도 번성할 수 있지만, 인간의 생존과 삶의 질은 전적으로 생물다양성에 달려 있다. 그러나 생물다양성과학기구(Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES) (2019)에 따르면 생물다양성은 인류 역사상 전례 없는 속도로 감소하여 전 세계적으로 심각한 영향을 미치고 있다. 육상 생태계의 75%가 심각하게 변형되었고 최대 100만여 종이 멸종 위기에 처했으며 1992년 이후 도시 지역이 100% 이상 증가하는 등 인간 활동이 전 세계 생물다양성에 가하는 압력이 점차 커지고 있다.

## 생물다양성과 도시

2. 향후 세계 인구는 지속적으로 증가하고 그 중 대다수는 도시지역에 거주하게 될 것이다(유엔, 2019). 따라서 기후변화의 영향으로 가속화되고 있는 세계 생물다양성 손실을 막고 궁극적으로 이를 역전시키려는 노력에 도시가 참여하는 것이 절실하다.
3. 생물다양성협약(Convention on Biological Diversity, CBD) 당사국들은 결정문 X/22에서 사무총장에게 도시화와 생물다양성 간 연관성과 기회에 관한 평가를 실시할 것을 요청했다. 평가 결과 도출된 핵심 결론은 도시생물다양성전망(Cities and Biodiversity Outlook)(생물다양성협약 사무국, 2012)에 아래와 같이 10가지로 수록되었다:
  - a. 도시화는 전 세계적으로 생태계서비스를 관리하는 데 있어 도전이자 기회이다.
  - b. 도시의 생물다양성도 풍부해질 수 있다.
  - c. 생물다양성과 생태계서비스는 중요한 자연자본이다.
  - d. 도시 생태계의 기능을 유지하면 인간의 건강과 웰빙을 크게 향상시킬 수 있다.
  - e. 도시 생태계서비스와 생물다양성은 기후변화 완화 및 적응에 기여할 수 있다.
  - f. 도시 식품시스템의 생물다양성을 증가시키면 식량과 영양 안보를 강화할 수 있다.
  - g. 생태계서비스는 도시 정책 및 계획에 통합되어야 한다.
  - h. 생물다양성과 생태계서비스의 성공적인 관리는 다양한 규모, 분야 및 이해관계자의 참여를 기반으로 해야 한다.
  - i. 도시는 회복력 있고 지속가능한 미래에 대해 학습과 교육을 위한 특별한 기회를 제공한다.
  - j. 도시는 혁신을 창출하고 거버넌스 도구를 개발할 수 있는 큰 잠재력을 가지고 있으므로 지속가능 발전을 주도할 역량이 있으며, 주도해야 한다.
4. 위의 10가지 핵심 결론은 10년이 지난 오늘날에도 여전히 유효하다. 자연생태계의 급속한 파괴로 인한 악영향에 기후변화의 부정적 영향까지 가중되고 있는 상황에서 이러한 문제에 통합적으로 대응하기 위해서는 도시가 주도적인 역할을 해야 한다.
5. 현 상황에서는 이를 유엔 지속가능발전목표(SDG) 11 '포용적이고 안전하며 회복력 있고 지속가능한 도시와 주거지 조성'과 세부목표 11.4 '세계문화 및 자연유산 보호 노력 강화,' 세부목표 11.7 '2030년까지 포괄적이고 안전하며 보편적으로 접근 가능한 녹색 및 공공장소 제공(특히, 여성, 아동, 노인, 장애인)'과 연계하는 것이 가장 적절하다. 생물다양성과과학기구는 도시의 중요성을 인식하고 '지속가능한 도시를 위한 통합 접근법'을 제안했으며, 6.3.5장에서는 그러한 접근법 중 하나로 '자연기반해법 및 그린 인프라'를 언급했다.

## 생물다양성 보전을 위해 도시가 할 수 있는 일

---

6. 생물다양성이 도시에 제공하는 수많은 혜택과 서비스를 고려할 때, 도시생물다양성 보전에 더 많은 관심을 기울여야 한다.
7. 첫째, 도시는 도시개발의 비용과 편익을 신중하게 분석해야 한다. 도시와 인프라의 확장은 자연생태계와 그 안에 서식하고 있는 생물을 희생시킨 대가이다. 교통체계, 공항 및 항만 시설, 상하수도 시설, 통신망 등 건설 및 인프라 사업이 늘어나면서 막대한 환경 비용이 발생하고 있다. 그러나 신중을 기해 추진할 경우 이들 사업은 다양한 경제적, 사회적 이익을 가져올 수 있다. 따라서 도시는 생물다양성과 생물다양성이 제공하는 생태계서비스에 악영향을 미치지 않으면서 다양한 집단에 이익을 가져다주는 지속가능발전을 달성하기 위해 도시개발의 장단점을 신중히 검토해야 할 책임이 있다.
8. 둘째, 도시는 도시의 생태적 특성에 적합한 지속가능한 성장 동향을 파악해야 한다. 기후회복력이 우수한 생물친화적(biophilic) 도시 설계, 자연기반해법의 활용, 친환경 도로망 구축, 도시계획에 그린 인프라 설계 반영 등은 도시가 세계 생물다양성 보전에 크게 기여할 수 있는 방안이다.
9. 셋째, 도시계획 과정에 생물다양성을 주류화시키고 통합시키는 것은 효과적인 생물다양성 보전을 위해 필수적이다.
10. 넷째, '측정할 수 없으면 관리할 수 없다'라는 명언을 고려하면 생물다양성과 보전 노력을 측정가능한 지표로 구성된 모니터링 및 평가 프레임워크가 필수적이며 반드시 개발되어야 한다. 도시생물다양성지수는 이러한 목적을 달성하기 위한 정량평가 도구로 설계되었다.

## 도시생물다양성지수의 개발

---

11. 도시의 생물다양성 보전 노력을 측정하는 지수의 개발은 제9차 생물다양성협약 당사국총회(COP 9) 고위급 회의에서 당시 싱가포르 국가개발부 장관인 마 보우 탄(Mah Bown Tan)이 처음 제안하였다. 도시생물다양성지수의 최초 버전은 2009년에서 2011년 사이 개최된 세 차례의 기술 전문가 워크숍에서 학계와 국제기구, 도시 관계자들의 참여 하에 개발되었다. 그로부터 10년 후 2019년에 열린 네 번째 워크숍에서는 도시와 학계, 컨설팅 회사에서 실제 지수를 활용한 경험을 바탕으로 개정작업을 진행했다. 생물다양성 및 기후변화 등 관련 지표를 추가하고, post-2020 글로벌 생물다양성 프레임워크<sup>2</sup> 관련 논의와 연계하여 시너지를 창출하며, 그간 쌓아온 생물다양성 보전 관련 전문지식과 신기술을 활용하는 것은 시의적절하다.

---

1 역자 주: 원본에서는 해당 지수 명칭과 관련하여 '도시생물다양성에 관한 싱가포르지수', '싱가포르지수(SI)' 및 '도시생물다양성지수(CBI)' 등으로 서술하였다. 본 번역본에서는 독자의 혼동을 피하기 위하여 '도시생물다양성지수'로 통일하여 기재하였다.

2 역자 주: 제15차 생물다양성협약 당사국총회에서 최종 승인되었으며, 그 명칭을 '쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크'로 정하였다.

## 도시생물다양성 측정 지수

12. 도시생물다양성을 측정하는 지수의 개발은 현황점검(stock-taking) 및 기준값을 식별하는 것으로 시작하여 보전 이니셔티브에 대한 정기적인 모니터링 순으로 진행되었다. 도시생물다양성지수가 개발되기 전에도 도시와 지방정부를 대상으로 하는 환경 및 지속가능성 지수가 존재했지만, 광범위한 환경 문제를 다루었기 때문에 생물다양성은 종합점수의 하위 구성요소에 불과했다. 또한 생물다양성에 주안점을 둔 지수는 국가를 대상으로 했기 때문에 지역 수준에 적용하기에는 어려움이 따랐다.
13. COP 9 고위급 회의에서 지수 개발이 제안된 이후, 싱가포르 국립공원관리위원회는 생물다양성협약 사무국, 생물다양성을 위한 지방행동 글로벌 파트너십(Global Partnership on Local and Subnational Action for Biodiversity)과 공동으로 2009년, 2010년, 2011년에 걸쳐 전문가 워크숍을 개최하여 도시생물다양성지수를 개발하고 보완했다. 워크숍에 참석한 도시생물다양성 및 생태 관련 기술전문가와 국제기구, 시 관계자들은 도시가 자체적인 생물다양성 보전 노력을 모니터링하고 평가할 수 있는 지표를 논의하고 발굴했다. 도시생물다양성지수 활용 지침(The User's Manual on the Singapore Index on Cities' Biodiversity) (Chan et al., 2014)은 도시에 도시생물다양성지수 적용을 지원하기 위해 발간되었다. 싱가포르 국립공원관리위원회는 2019년 10월에 네 번째 워크숍을 개최했고, 현안을 반영하여 지수를 개정했다. 본 보고서는 앞서 언급한 활용 지침의 개정판이다. 워크숍에서 논의된 모든 내용과 결과는 **부록 A**에 요약되어 있으며, 각 워크숍 참석자는 **부록 B**에 제시하였다.
14. 도시생물다양성지수가 처음 개발되었을 때는, 도시가 일정 기간 동안 생물다양성 보전 노력을 개선할 수 있는 방법을 파악할 수 있도록 고안된 전례 없는 자체평가 도구였다. 즉, 특정 도시의 생물다양성 노력을 시간 경과에 따라 비교한 수치였다. 도시는 초기 기준값을 측정하고 그 측정 결과를 바탕으로 정책 우선순위를 식별한 후, 이를 주기적으로 모니터링해야 했다. 이처럼 원래 도시별 성과를 비교하고 대조하거나, 일회성 용도로 개발된 도구가 아니었다. 그러나 지수의 일부 세부지표는 비교 목적으로 사용되어 왔다.
15. 도시생물다양성지수는 긍정적인 정책 결과를 이끌어내는 데 필수적으로 중요한 역할을 하는 세 가지 상호연관된 메커니즘을 통해 도시의 생물다양성 목표 달성을 지원한다. 첫째, 지수는 도시생물다양성 현황의 기준값을 생성하고 시간 경과에 따라 이를 모니터링하고 평가할 수 있는 도구이다. 둘째, 지수는 생물다양성 인식제고 캠페인을 추진할 수 있는 공공 플랫폼 역할을 한다. 마지막으로 지수는 도시정부의 여러 부서, 학계, 비정부기구(NGO), 학교, 시민, 기업 등 다양한 이해관계자들의 포털



역할을 하여 데이터 수집과 공동목표 공유를 통해 소통과 네트워크, 협력을 강화한다.

이러한 과정을 통해 궁극적으로 더 나은 정책 결과를 도출하는 것을 목표로 한다. 이들 도시생물다양성지수의 지표는 경제적, 사회적, 환경적 변수를 측정하는 주요 정책도구로 활용될 수 있다.

16. 도시생물다양성지수는 도시가 생물다양성에 대한 기준값 평가를 실시하고 시간의 흐름에 따라 지속적으로 모니터링하도록 권장한다. 이 지수는 다른 방식으로는 얻을 수 없는, 시간 경과에 따른 강점과 약점, 추세를 파악하는 데 유용한 정보를 제공함으로써 도시의 의사결정 과정에 기여할 수 있다. 멕시코 과나후아토주의 레온시는 도시생물다양성지수가 생물다양성 관련 문서 작성에 유용하다고 평가했다.

**“과나후아토주의 레온시가 도시계획연구소(IMPLAN)와 환경국을 통해 앞서 언급한 도시를 대상으로 도시생물다양성지수를 산출했음을 알려드리게 되어 기쁘게 생각한다. 아울러 지수와 함께 제공된 지침과 지표가 IBU를 파악하는 데 매우 유용했다는 점도 강조하고 싶다.”**

- 하이메 삼페리오 바스케스(Jaime Samperio Vazquez); 멕시코 도시계획연구소 지속가능발전부 이사

17. 도시생물다양성지수는 도시가 시민으로 하여금 지역적으로 중요한 생물종과 생태계를 보호하고 강화하는 데 참여하도록 하는 유용한 인식제고 방법으로도 활용된다. 연구에 따르면 모니터링과 데이터 수집에 지역 주민이 참여하는 경우, 더 나은 정책과 이행 결과로 이어지는 경우가 많다(Danielsen et al., 2010). 도시생물다양성지수는 도시와 시민 간 협력의 기회를 제공할 뿐 아니라, 미디어 노출 가능성을 통해 도시의 생물다양성 보전 노력에 힘을 실어준다. 캐나다 도시의 지속가능발전 우수사례를 분석한 코퍼레이트 나이트즈(Corporate Knights)<sup>3</sup>의 연구에 따르면, 에드먼턴과 몬트리올은 생물다양성 모니터링 노력 부문에서 만점을 받았으며 이와 같은 우수한 성적에 대해 두 도시는 도시생물다양성지수를 활용한 성과로 평가되었다. 한편, 도시생물다양성 허브(Urban Biodiversity Hub)는 도시생물다양성 관련 지수 평가에서 다음과 같은 결론을 내렸다.

**“...도시생물다양성 프레임워크를 비교한 결과, 도시생물다양성지수는 여전히 이 분야에서 가장 포괄적인 지수로 평가되었다. 최신 개정판은 생물다양성을 위해 노력하는 도시들에게 더 큰 가능성을 안겨줄 것이라고 생각한다.”**

- 제니퍼 레이 피어스(Jennifer Rae Pierce), 미카 탄(Mika Tan); 도시생물다양성 허브

18. 도시생물다양성지수는 지방과 중앙, 지역 정부 부서가 생물다양성 측정과 관련된 정보와 아이디어를 교환하는 데 있어 중요한 역할을 해왔다. 이를 통해 생물다양성 문제를 둘러싼 새로운 정책 주체들의 네트워크가 형성되었고 생물다양성 개념은 정책 담론으로 더욱 깊이 자리 잡았다. 한편, NGO와 대학, 컨설팅 회사의 참여가 증가함에 따라, 데이터 수집과 관련된 네트워크의 시너지 효과가 만들어낸 새로운 정책 기회를 창출함으로써 지수를 적용한 도시의 생물다양성 정책에 도움이 되고 있다. 예를 들면, 포르투갈 리스본에서는 도시생물다양성지수를 적용하여 지역생물다양성전략(Local Biodiversity Strategies and Action Plans, LBSAP)을 수립했다. 또한 싱가포르에서는 새로운 구역의 기본도시계획 수립과 건축건설부의 구역별 그린마크 인증제도(Green Mark for Districts)에 활용되었다. 후자의 경우, 지수의 사용은 다양한 이해관계자로 구성된 네트워크를 구축하는 데 기여했으며, 이는 기존 방식으로는 불가능했던 정책의 수립으로 이어졌다.

3 캐나다 내 책임감 있는 비즈니스 관행과 전 세계적으로 지속가능발전을 촉진하는 캐나다 계간지

## 지역 실천의 전 지구적 영향력

19. 생물다양성 보전과 기후변화는 국경을 넘어 수 세대에 걸쳐 영향을 미친다. 따라서 개인부터 지역사회, 지방자치단체(이하, 지자체), 도시, 지방정부, 주, 국가, 지역 및 전 세계에 이르기까지 모두가 참여하는 포괄적이고 다양한 수준의 통합된 노력이 필요하다.
20. 지난 15년 동안 전 세계 도시들은 파트너십을 형성하고 경험을 공유하며 함께 해결책을 모색해 왔다. 아래의 연대표는 도시들의 주요활동을 나타낸다.



2006년 남아프리카공화국 케이프타운	2007년 3월 브라질 쿠리치바	2008년 5월 독일 본	2009년 2월 싱가포르	2010년
<p><b>지속가능성을 위한 세계지방정부협의회(ICLEI) 총회</b></p> <p>ICLEI 회원도시 및 지방정부 관계자 300여 명 참석</p> <p>생물다양성 지역실천(Local Action for Biodiversity) 시범사업 ICLEI LAB 출범</p>	<p><b>도시와 생물다양성: 2010년 생물다양성 목표 달성 관련 회의</b></p> <p>다음의 목적을 위해 도시와 생물다양성에 관한 글로벌 파트너십(Global Partnership on Cities and Biodiversity) 출범</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 도시생물다양성 자원의 지속가능한 관리 지원</li> <li>• 국내 및 국제 전략 이행 지원</li> <li>• 도시 간 모범사례 공유의 장 마련</li> </ul>	<p><b>제9차 CBD 당사국총회(COP 9)</b></p> <p>유엔환경협약 고위급 회의에서 도시정부가 연설한 최초 사례로 운영위원회 소속 시장(본, 쿠리치바, 몬트리올, 나고야)들이 당사국 장관 등 고위급 관리 대상으로 발언함.</p> <p>도시생물다양성지수 발표: 마 보우 탄 전 싱가포르 국가개발부 장관이 도시생물다양성 측정 지수 개발 제안</p> <p>결정문 IX/28<sup>4</sup> 채택: 세계 생물다양성 손실 방지와 관련하여 도시와 지자체의 역할을 인식하는 분수령이 된 결정문으로, CBD 이행에 도시를 참여시키도록 각국 정부를 장려함. 이로 인해 도시와 지자체가 CBD의 지자체 관련 작업계획에 더욱 적극적으로 참여할 수 있는 발판이 마련됨.</p>	<p><b>제1차 도시생물다양성지수 개발 전문가 워크숍</b></p> <p>지수 형식 및 구성요소 결정</p>	<p><b>생물다양성을 위한 지방행동 글로벌 파트너십</b></p> <p>도시와 생물다양성에 관한 글로벌 파트너십이 지속가능발전을 위한 지방정부네트워크(Network of Regional Governments for Sustainable Development, nrg4sd)<sup>5</sup> 등 기타 수준의 지자체를 포함하는 '생물다양성을 위한 지방행동 글로벌 파트너십'으로 확대</p>

4 결정문 IX/28 제6항은 "(a) 협약의 3대 목적과 그 목표 및 실천목표 달성에 기여하기 위해 협약에 따라 개발된 관련 도구 및 지침의 적용, (b) 생물다양성협약 목표에 기여할 수 있는 모든 공약 및 활동을 중앙정부에 통보하는 것을 포함하여 생물다양성 현황 및 동향에 대한 정보 수집에 도시 및 지방정부를 적절하게 참여시킬 것을 당사국에 요청한다"고 명시하고 있다.

5 지속가능발전을 위한 지방정부네트워크(nrg4sd)는 생물다양성협약 사무국(SCBD)이 주도하는 국제 파트너십으로 30개국 50개 지방정부로 구성되어 있다. nrg4sd는 기후변화세계시장협의회(World Mayors Council on Climate Change), 바이오필릭 도시 프로젝트(Biophilic Cities Project) 등 기타 도시 네트워크뿐 아니라 도시생물권네트워크(Urban Biosphere Network, URBIS), 도시 생물다양성 및 설계 네트워크(Urban Biodiversity and Design Network, URBIO) 등 도시 생물다양성 관련 과학 네트워크와도 협력하고 있다.



<p><b>2010년7월 싱가포르</b></p> <p>제2차 도시생물다양성지수 개발 전문가 워크숍 시범운영 도시 의견을 반영하여 지수 지표 세부 조정</p>	<p><b>2010년 10월 18~29일 일본 나고야</b></p> <p>제10차 CBD 당사국총회(COP 10) 지수 개발 과정에서 싱가포르의 리더십과 기여를 인정하여 싱가포르지수가 도시생물다양성지수로 공식 승인됨. 생물다양성을 위한 지방정부, 도시 및 기타 지자체 실행계획에 관한 결정문 X/22 채택:  <ul style="list-style-type: none"> <li>· 각국 정부에 지자체의 참여를 유도하고 국가전략을 지역 상황에 맞게 적용하는 방법에 대한 권고사항을 제시함으로써 국가 및 지방 차원의 '2011-2020 생물다양성 전략계획' 이행 지원</li> <li>· 지자체가 도시생물다양성지수를 모니터링 도구로 사용하여 도시생물다양성 보전 현황을 평가하고 국가보고서에 관련 정보를 포함하도록 장려</li> </ul> </p>	<p><b>2011년 10월 싱가포르</b></p> <p>제3차 도시생물다양성지수 개발 전문가 워크숍 지표 점수 범위 확정 및 도시생물다양성지수 활용 확대 방안 논의</p>	<p><b>2012년 인도 하이데라바드</b></p> <p>제11차 CBD 당사국총회 (COP 11) 각국 정부, 유엔기구, 정부간기구, 비정부기구 (NGO), 학계, 민간 부문 및 지자체 관계자 6천여 명 참석 CBD 당사국이 실행계획 이행 보고서를 환영하고, 도시 정주지의 '아이치 생물다양성 목표' 이행현황을 모니터링하기 위해 도시생물다양성지수를 사용할 것을 생물다양성 지표 파트너십(Biodiversity Indicators Partnership)에 장려한 결정문 XI/8 채택</p>	<p><b>2019년 10월 싱가포르</b></p> <p>도시생물다양성지수 검토 워크숍 생물다양성 보전 및 기후변화 관련 최신 동향과 post-2020 글로벌 생물다양성 프레임워크 관련 논의를 반영하여 지수 개정 및 업데이트</p>
---	--	--	---	---

## 행동 촉구

21. 도시생물다양성지수를 도시에 적용하여 기준 데이터를 수집하고, 생물다양성 활동을 촉진하며, 생물다양성 보전 및 복원 노력을 강화할 새로운 정책 및 이행 네트워크를 구축할 것을 권장한다. 도시생물다양성지수 적용에 관한 추가 정보나 자세한 사항은 [Singapore\\_Index@nparks.gov.sg](mailto:Singapore_Index@nparks.gov.sg) 및/또는 [secretariat@cbd.int](mailto:secretariat@cbd.int)로 문의할 수 있다.



Ecolink@BKE는 부킷 티마 고속도로(Bukit Timah Expressway)로 인해 단절되었던 부킷 티마 자연보호구역(Bukit Timah Nature Reserve)과 중앙 상수원 자연보호구역(Central Catchment Nature Reserve)을 연결한다. 복원 10년 만에 이 생태통로에 자생식물이 정착하면서 양쪽 자연보호구역 간 연결성이 개선되고 야생동물의 이동이 활발해졌다. © National Parks Board.



뉴질랜드 키리키리로아-해밀턴(Kirikiroa-Hamilton)에 위치한 65.5ha 규모의 와이와카레케 자연유산공원(Waiwhakareke Natural Heritage Park) 전경 © David G. Schmale III



## 도시생물다양성지수

1. 도시생물다양성지수는 도시가 생물다양성 보전 현황을 각자의 기준값과 비교하고 모니터링할 수 있는 자체평가 도구이다. 이번에 개정된 지수는 지난 10년간 과학의 발전을 바탕으로 도시가 생물다양성 손실과 기후변화에 대응하여, 도시의 발전궤도가 생물다양성과 인간이 조화를 이루며 공존할 수 있는 방향으로 나아가도록 지원하는 것을 목표로 한다.
2. 도시생물다양성지수의 프레임워크는 표 1에 제시되어 있다. 크게 두 부분으로 구성되는데, 첫째는 도시에 대한 현황 정보를 제공하는 '도시 개요'이고, 둘째는 도시의 자생 생물다양성, 생태계서비스, 생물다양성 거버넌스 및 관리를 측정하는 28개 지표이다. 각 지표별로 0점에서 4점까지의 점수가 부여되며 최대 점수는 112점이다. 지수 최초 적용 시 기준점수를 측정하고, 생물다양성 보전 노력의 결과가 가시화될 수 있는 충분한 시간을 고려하여 3~5년마다 후속 평가를 실시한다.

# I. 도시 개요

3. 도시 개요에는 도시의 현황을 파악하고 적절한 관점에서 도시를 평가하기 위해 도시의 주요 일반적인 현황, 특히 도시 내 생물다양성에 대한 세부정보가 포함된다. 도시의 자생 생물다양성에 대한 포괄적인 이해를 위해 지표에서 다루지 않는 기타 정보도 제공하는 것이 중요하다. 부록 C는 지수 적용 시 제출하는 도시 개요와 지표별 점수 산출내역, 참고자료 작성을 위한 예시가 제시되어 있다. 여기에는 도시의 자생 동식물 및 생태계 사진 등 지표 산출 시 사용하는 데이터와 정보를 기재하며, 다음을 포함하나 이에 국한될 필요는 없다.

(i) **위치** (지리좌표(위도, 경도), 기후(온대, 열대 등), 기온(일교차, 평균), 강수량/강수량(범위, 평균), 기타 관련 정보)



(ii) **규모** (도시 경계가 명확하게 드러난 구글 지도 또는 위성 이미지에 표시된 면적, 도시 또는 지자체 내의 행정단위 수)



(iii) **인구** (도시의 전체 인구 및 인구밀도, 지역적 맥락에서 살펴보는 경우 지역인구)



(iv) **경제지표** (국내총생산(GDP), 국민총생산(GNP), 1인당 국민소득, 주요 경제활동, 경제적 동인 및 생물다양성에 대한 압력)



(v) **물리적 특징** (지형, 고도, 불투수 면적, 재개발 부지(brownfield site) 면적 등)



## (vi) 생물다양성 특징 및 특성

- 도시 내 생태계
  - 필수항목: 지수 최초 적용 시점에 도시에 존재하는 생태계 기재. IUCN 서식지 표준파일(IUCN Habitat Authority File) (<http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/AuthorityF/habitats.rtf>) 을 참고하여 도시 경계 내에서 발견되는 생태계 선택
  - 선택항목: 각 생태계의 위치가 표시된 지도
- 도시에서 발견되는 종(지표 3, 4, 5, 6, 9 산출 시 활용)
  - 필수종: 관속식물, 조류 및 절지동물 종 수(지수 최초 적용 시점의 데이터는 향후 모니터링을 위한 기준이 됨).
  - 선택종: 데이터를 보유하고 있는 경우 기타 분류군의 종 수(도시의 종 다양성을 보다 정확하게 파악할 수 있도록 도와줌).
- 지역적으로 중요한 주요 종 개체군에 대한 정량적 데이터: 보전상태 판단 시 사용되는 주요 분류군에 대한 정량적 데이터 등
- 생물다양성 관련 정성적 데이터: 도시의 자연사, 생태 복구 및 복원 이니셔티브, 생물다양성 특징, 자생종의 재도입 관련 기록 등



(vii) **생물다양성 관리** (생물다양성 담당 기관 및 부처 목록, 자연지역 보호 방식(국립공원, 자연보호구역, 산림보호구역, 보전지역, 공원 등), 자연지역 유형, 보호지역 위치, 보호지역 규모, 보호지역 지정 목적 및 기능 등)



(viii) **관련 누리집 링크** (도시 누리집, 환경 또는 생물다양성 관련 누리집, 생물다양성 담당기관 누리집 등)



## II. 도시생물다양성지수 지표

[표 1] 도시생물다양성지수 프레임워크

도시생물다양성지수	
I - 도시 개요	<b>위치 및 규모</b> (지리좌표(위도, 경도), 기후(온대, 열대 등), 기온(일교차, 평균), 강수량/강수량(범위, 평균), 도시 경계가 명확하게 드러난 지도 또는 위성 이미지)
	<b>물리적 특징</b> (지형, 고도, 불투수 면적, 재개발 부지 정보 등)
	<b>인구</b> (전체 인구 및 인구밀도, 지역적 맥락에서 살펴보는 경우 지역인구)
	<b>경제지표</b> (국내총생산(GDP), 국민총생산(GNP), 1인당 국민소득, 주요 경제활동, 경제적 동인 및 생물다양성에 대한 압력)
	<b>생물다양성 특징</b> (도시 내 생태계 및 종, 지역적으로 중요한 주요 종 개체군에 대한 정량적 데이터, 생물다양성 관련 정성적 데이터)
	<b>생물다양성 관리</b> (생물다양성 담당 기관 및 부처, 자연지역 보호 방식(국립공원, 자연보호구역, 산림보호구역, 보안구역, 공원 지정 등) 등의 정보)
<b>관련 누리집 링크</b> (도시 누리집, 환경 또는 생물다양성 관련 누리집, 생물다양성 담당기관 누리집 등)	

## 도시생물다양성지수

II - 지표	핵심요소	지표	최고점수
	도시의 자생 생물다양성		1. 도시 내 자연지역 비율
		2. 파편화 방지를 위한 연결성 조치 및 생태 네트워크	4점
		3. 시가화 지역 내 자생 생물다양성(조류)	4점
		4. 관속식물 종 수 변화 추이	4점
		5. 자생 조류 종 수 변화 추이	4점
		6. 자생 절지동물 종 수 변화 추이	4점
		7. 서식지 복원	4점
		8. 자연보호지역 비율	4점
		9. 침입 외래생물 비율	4점
생물다양성이 제공하는 생태계서비스		10. 수량조절	4점
		11. 기후조절 - 수목과 녹지의 혜택	4점
		12. 여가서비스	4점
		13. 건강과 웰빙 - 공원 근접성/접근성	4점
		14. 식량안보 회복탄력성 - 도시농업	4점
생물다양성 거버넌스 및 관리		15. 기관 역량	4점
		16. 생물다양성에 배정된 예산	4점
		17. 정책, 규칙 및 규정 - 지역생물다양성전략(LBSAP) 수립 여부	4점
		18. 도시의 자연자본 평가 현황	4점
		19. 도시 내 녹지 및 수공간 관리계획 현황	4점
		20. 생물다양성 관련 기후변화 대응	4점
		21. 자연기반해법인 그린 인프라에 대한 정책 및/또는 인센티브	4점
		22. 분야 및 기관 간 협력	4점
		23. 참여 및 파트너십: 생물다양성 관련 사안에 대한 공식 또는 비공식 공개협의 절차의 존재 여부	4점
		24. 참여 및 파트너십: 도시가 생물다양성 활동, 사업 및 프로그램에서 협력하고 있는 기관/민간기업/NGO/학술기관/국제기구의 수	4점
		25. 도시의 연간 생물다양성 사업 건수	4점
		26. 교육	4점
		27. 인식제고	4점
		28. 시민 과학	4점
도시의 자생 생물다양성 (지표1~9 소계)			36점
생물다양성이 제공하는 생태계서비스 (지표 10~14 소계)			20점
생물다양성 거버넌스 및 관리 (지표 15~28 소계)			56점
최고 총점:			112점



## 지표 1

# 도시 내 자연지역 비율

### 지표 선정 근거

자연생태계에는 인간이 변형 또는 교란시킨 경관보다 더 많은 생물이 서식하므로, 도시 전체 면적 대비 자연지역의 비율로 생물다양성 수준을 파악할 수 있다. 단, 도시는 그 성격상 변형된 토지 면적의 비율이 높을 수밖에 없으므로, 이를 점수 산출 시 반영한다.

제3차 도시생물다양성지수 개발 전문가 워크숍에서는 열대지역과 온대지역, 신흥도시와 정착된 도시, 대도시와 소도시, 개발도상국과 선진국 사이 존재하는 생물다양성 풍부도에 대한 본질적인 차이를 고려하여 '자연지역(natural area)'을 다음과 같이 정의하기로 합의했다.

**자연지역은 자생 생물다양성의 보전, 증진 또는 복원 목적 이외의 인간 활동에 영향을 받지 않았거나 더 이상 받지 않거나 약간의 영향만 받는 자생종과 자연생태계 위주로 구성된다.**

자연생태계는 자연적이며 교란 정도가 심하지 않거나 인위적으로 완전히 변형되지 않은 모든 지역으로 정의된다. 그 예로는 숲, 맹그로브, 담수습지, 자연초지, 하천, 호수 등이 있다. 공원, 골프장, 가로수는 자연적인 것으로 간주되지 않는다. 단, 자생종이 주로 서식하고 있는 공원 내 생태계는 산출 시 자연지역으로 포함될 수 있다.

위 정의는 도시의 자연지역 확대 노력을 인정하여 자생종이 우점종을 이루는 잔존 서식지의 복원, 자생종이 우점종을 이루는 서식지의 재건 또는 재구축, 그리고 귀화종에서 자생종으로 우점종이 개선 또는 전환되는 경우 역시 감안한다. 특히 자생종의 복원은 도시의 자연지역 확대에 기여하므로, 도시 내 훼손된 생태계 복원이 장려된다.

### 지표 산출 방법

(자연, 복원 및 자연화 지역의 전체 면적) ÷ (도시 면적) x 100%

### 지표 산출용 데이터 출처

생물다양성 담당 정부기관, 지방정부, 도시계획 기관, 생물다양성센터, 자연단체, 대학, 출판물, 구글 지도, 위성 이미지 등

### 점수 산정기준

도시는 그 성격상 인간이 변형시킨 경관 위주로 구성되어 있다는 가정 하에, 자연지역이 도시 전체 면적의 20% 이상을 차지하는 경우 최고점수가 부여된다.

- 0점:** < 1.0%
- 1점:** 1.0% - 6.9%
- 2점:** 7.0% - 13.9%
- 3점:** 14.0% - 20.0%
- 4점:** > 20.0%

지표 2

## 파편화 방지를 위한 연결성 조치 및 생태 네트워크

### 지표 선정 근거

자연지역의 파편화는 주로 도로, 주거 및 상업 시설, 공공 편의시설 등 회색 또는 인공 인프라의 개발로 인해 발생한다. 연결성이 경관 구조의 필수 요소라는 점은 꾸준히 증명되어 왔다(Taylor et al., 1993). 파편화가 도시화에 통상적으로 수반되는 결과라는 현실을 감안하여, 미래 추세를 보여주는 지표로 선택하였다.

자연지역의 파편화는 생물에 따라 각기 다른 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 예를 들어, 도로는 조류에게는 장애물이 되지 않지만, 나무에서 생활하는 영장류의 개체군에게는 심각한 단절을 가져올 수 있다. 특정 구역의 도시화는 바람에 의해 수분되는 식물의 확산에는 영향을 미치지 않지만, 소형 포유류에 의존하여 확산하는 식물에는 악영향을 미칠 수 있다. 이러한 차이를 고려하면서 아래의 산출식과 같이 실용적인 접근 방식을 사용하여 지표를 산출했다. 아울러 연결성을 높이거나 연결성을 가로막는 장애물을 줄이기 위한 긍정적인 조치를 장려하기 위해서는 파편화된 지역을 평가하는 것보다 연결성을 측정하는 것이 더 효과적이다. 지표의 점수는 연결된 파편들의 수가 많을수록 높아진다.

도시의 연결성에 대한 직관적기준으로 알려진 유효 연결망 크기를 감안하되, 도시의 물리적 크기를 반영하기 위해 일관성 값(coherence measure)을 사용했다. 이렇게 하면 점수 산출 시 도시별 물리적 크기에 따른 편차를 고려할 수 있다.

최근 들어 소규모 패치(small patches)가 생물다양성 보전에 중요한 디딤돌 역할을 할 수 있다는 연구가 잇따라 발표되고 있다. 소규모 패치는 완충지대(buffer)가 있는 경우에 한해 지표에 반영된다.

### 지표 산출 방법

지표 2의 산출은 우선 유효 연결망 크기를 계산한 다음, 도시 크기별로 정규화하여 일관성 값을 구하는 두 단계로 나뉜다.

먼저 다음과 같이 유효 연결망 크기<sup>7)</sup>(EMS)를 계산한다.

$$EMS = \frac{1}{A_{total}} (A_{G1}^2 + A_{G2}^2 + A_{G3}^2 + \dots + A_{Gn}^2)$$

- $A_{total}$ 은 전체 자연지역 면적이다.
- $A_{G1} \sim A_{Gn}$ 은 서로 연결된 자연지역 패치 집단별 크기(2011년 제3차 도시생물다양성지수 개발 전문가 워크숍에서 합의한 대로 100m 이상 떨어져 있는 집단)이다.
- $n$ 은 연결된 자연지역 패치 집단의 총 개수이다.

$A_{G1} \sim A_{Gn}$ 은 서로 연결된 2개 이상의 소규모 패치를 합친 면적을 포함할 수 있다. 일반적으로 패치 사이의 거리가 100m 미만인 경우 서로 연결된 것으로 간주한다. 산출식은 Deslauriers et al. (2018)를 참고했다. 유효 연결망 크기는 패치 간 연결성과 패치 내 연결성을 모두 포함한다(Spanowicz & Jaeger, 2019).

단, 다음과 같은 인공 장애물이 있을 경우는 예외이다.

- 도로(폭 15m 이상 또는 15m 미만이지만 일일 차량 통행량 5,000대 이상)
- 변형 정도가 심한 하천, 콘크리트 운하, 밀집 시가지 지역 등 기타 인공 장애물
- 도시에서 장애물로 판단하는 기타 인공 구조물

유효 연결망 크기 산출과 관련된 세부내용, 참고자료 및 그림은 **부록 D**에 수록되어 있으며 Deslauriers et al. (2018)에서도 확인 가능하다

두 번째로 일관성 값을 구한다. 일관성 값 =  $\frac{\text{유효 연결망 크기(Effective Mesh Size)}}{A_{total}}$

이때  $A_{total}$ 은 전체 자연지역 면적이다.

### 지표 산출용 데이터 출처

위성 이미지

### 점수 산정기준

도시별로 각기 다른 물리적 크기를 감안하기 위해 일관성 값을 점수 산정기준으로 사용한다. 일관성은 0에서 1 사이의 값(즉, 0%~100%)을 갖는다.

- 0점: < 20.0%
- 1점: 20.0% - 39.9%
- 2점: 40.0% - 59.9%
- 3점: 60.0% - 79.0%
- 4점: >79.0%

6 역자 주: 경관생태학에서 경관을 이루는 주요 경관 요소 중 하나로 면적인 요소를 의미한다. 선적인 요소를 나타내는 코리더(corridor) 및 이 둘을 둘러싸는 매트릭스(matrix)와 구분된다(이동근 등, 2008. 경관생태학. 보문당. 서울. 참조)

7 유효 연결망 크기는 도시의 자연지역 내에서 임의로 선택된 2개 지점이 동일한 패치에 있거나 서로 연결될 확률(패치 사이에 큰 장벽이 없는 상태에서 패치 간 거리가 100m 미만)을 나타낸다. 자연지역에 임의로 배치된 동일 동물종 두 마리가 서로를 찾을 수 있는 능력으로 해석되기도 한다. 경관에 장벽이 많을수록 2개 지점이 연결될 확률이 낮아지고 유효 연결망 크기가 줄어든다. 즉, 유효 연결망 크기 값이 클수록 연결성이 높아진다. 유효 연결망 크기는 가장 큰 연결된 자연지역 패치 집단을 나타내므로 가장 이해하기 쉬운 연결성 척도가 될 수 있다.



지표 3

### 시가화 지역 내 자생 생물다양성(조류)

#### 지표 선정 근거

도시가 인공적으로 조성된 녹지공간이 많고 자연적인 요소가 거의 없는 시가화 지역과 재개발 부지 위주로 구성되어 있다는 것은 잘 알려진 사실이다. 그러나 제비, 칼새 등의 조류가 건물 처마 밑에 둥지를 틀고, 건물 옥상에서 식물이 자라나며, 나비가 관목과 풀밭 등지에서 먹이를 찾고, 정원의 연못에서 잠자리가 번식하는 등 시가화 지역과 재개발 부지에도 생물다양성은 존재한다. 일부 시가화 지역과 재개발 부지는 다른 지역보다 생물다양성이 더 풍부하다. 이러한 지역의 특징을 개선하면 생물다양성을 강화시킬 수 있다. 이에 시가화 지역과 재개발 부지의 자생 생물다양성을 지표로 삼았다.

모니터링 대상으로는 대부분의 도시에서 데이터를 보유하고 있는 분류군인 조류를 선택했다. 시가화 지역과 인공적으로 조성된 녹지공간 내 자생 조류 종 수는 자연생태계 지역보다 적을 수밖에 없다. 하지만 열매를 맺거나 꿀이 있는 꽃을 피우는 나무와 관목을 심는 등 적절한 조치를 취할 경우 도시의 시가화 지역으로 조류를 유인할 수 있다.

도시 내 전체 조류 종 수 대비 시가화 지역과 인공적으로 조성된 녹지 및 녹지공간 내 자생 조류 종 수의 백분율은 생물다양성이 도시 매트릭스(urban matrix)에 반영된 정도를 나타낸다.

도시의 시가화 지역 내 자생 조류가 존재하는 것은 적합한 먹이와 서식지가 있음을 나타낸다. 하지만 고도로 도시화된 지역에서 이들 종의 비율이 높을 경우, 서식지의 파편화나 자연 서식지의 침범 또는 손실을 의미할 수 있다. 이를 감안하여 점수 범위를 조정했다.

#### 지표 산출 방법

전체 자생 조류 종 수 대비 시가화 지역 내 자생 조류 종 수의 백분율  
이때 시가화 지역은 건물, 도로, 배수로 등 불투수면과 옥상정원, 가로수, 골프장, 개인정원, 묘지, 잔디밭, 도시공원 등 인공적으로 조성된 녹지공간을 포함한다.  
지표 1에서 자연지역으로 간주된 지역은 여기에 포함되지 않는다.  
(시가화 지역 내 자생 조류 종 수) ÷ (도시 전체 자생 조류 종 수) × 100%

#### 지표 산출용 데이터 출처

지방의회, 대학, NGO, 시민과학자, 아마추어 자연과학자, 학생 등

#### 점수 산정기준

시가화 지역은 자연생태계의 다양성이 낮기 때문에 자생 조류 종 수가 적을 수밖에 없는 현실을 감안해 점수 산정기준을 마련했다.

- 0점: < 6.0%
- 1점: 6.0% - 10.9%
- 2점: 11.0 - 15.9%
- 3점: 16.0 - 20.0%
- 4점: >20.0%



## 지표 4

# 자생 관속식물 종 수 변화 추이

### 지표 선정 근거

도시생물다양성지수는 도시의 생물다양성에 초점을 맞추고 있는 만큼 지표에 자생 동식물다양성을 포함시키는 것이 중요하다. 도시생물다양성지수 검토 워크숍에서는 모니터링 부담을 낮추기 위해 모니터링 대상 분류군 수를 5개에서 3개로 줄이기로 결정했다.

관속식물은 지구 식생의 90% 이상을 차지하며, 널리 분포하고 있어 연구 및 기록이 잘 되어 있다는 점에서 모니터링 대상으로 선정되었다.

종에 대한 3개 지표가 도시의 지리적 위치, 생태적 역사, 규모, 토지이용 등에 따라 편향되지 않도록 하기 위해 다음과 같이 결정하였다.

- 모든 도시와 지자체는 a) 관속식물, b) 조류, c) 절지동물에 속하는 모든 분류군의 자생 종 수를 기재한다.
- 일반적으로 열대지역의 생태계는 온대지역보다 서식하는 종 수가 많다는 점을 고려하여 절대 종 수가 아닌 시간 경과에 따른 종 수의 변화를 측정한다.
- 지수를 처음 적용한 연도는 종 수의 기준연도가 된다. 종 수의 순변화(재도입 또는 복원 노력으로 증가한 종 수에서 멸종된 종 수를 뺀 값)는 향후 지수 산출 시 반영한다.

대상 집단에 대한 추가 조사를 통해 신규종이나 재발견된 종을 기록하고, 종 복원 프로그램을 실행, 현지에서 멸종된 자생종을 재도입하는 것은 현존하는 자생생물 종 수를 늘리는 데 기여한다. 이러한 조치는 도시 내 자생 생물다양성을 기록하고 증진시키기 위한 바람직한 방안이다.

### 지표 산출 방법

지표 4는 자생 관속식물의 종 수 변화 추이를 살펴본다.

도시생물다양성지수 최초 적용 시 '1. 도시 개요'에 기입한 데이터는 자생 관속식물의 종 수 변화 추이를 산출하는 데 기준값으로 사용된다.

기존 조사 대비 종 수의 순변화를 계산하는 방법은 다음과 같다.

(재도입, 재발견, 조사 강화 및 추가 조사를 통해 발견된 신규종으로 인해) 증가한 총 관속식물 종 수

### 지표 산출용 데이터 출처

생물다양성 담당 정부기관, 지방정부, 도시계획 기관, 생물다양성센터, 자연단체, 대학, 출판물, 시민과학자, 아마추어 자연사학자, 학생 등

### 점수 산정기준

'1. 도시 개요'에 기입한 데이터는 종 다양성의 변화를 측정하는데 사용된다. 지수 적용 첫 연도에 입력한 데이터는 모든 후속 모니터링 시 기준정보로 사용된다. 두번째 연도부터는 각 분류군 종 수의 순변화를 계산한다.

점수 범위는 단기간에 종을 복원하거나 재도입하는 것이 쉽지 않다는 판단을 근거로 한다. 그러나 종의 복원, 재도입 및 복원 노력은 충분히 인정되어야 한다. 조류보다 식물과 절지동물이 종 수가 더 많기 때문에 식물과 절지동물에 대한 기준값을 상대적으로 높게 책정하였다.

- 0점:** 종 수 감소
- 1점:** 종 수 유지 또는 5종 이하 증가
- 2점:** 6종 증가
- 3점:** 7종 증가
- 4점:** 8종 이상 증가



## 지표 5

# 자생 조류 종 수 변화 추이

### 지표 선정 근거

도시생물다양성지수는 도시의 생물다양성에 초점을 맞추고 있는 만큼 지표에 자생 동식물다양성을 포함시키는 것이 중요하다. 도시생물다양성지수 검토 워크숍에서는 모니터링 부담을 낮추기 위해 모니터링 대상 분류군 수를 5개에서 3개로 줄이기로 결정했다.

조류는 전 세계적으로 학계뿐 아니라 아마추어 자연사학자의 관찰 및 연구가 활발하며 환경과 서식지 변화에 민감하고 관찰 및 계수가 비교적 용이하기 때문에 모니터링 대상 분류군 중 하나로 선정되었다.

종에 대한 3개 지표가 도시의 지리적 위치, 생태적 역사, 규모, 토지이용 등에 따라 편향되지 않도록 하기 위해 다음과 같이 결정하였다.

- 모든 도시와 지자체는 a) 관속식물, b) 조류, c) 절지동물에 속하는 모든 분류군의 자생 종 수를 기재한다.
- 일반적으로 열대지역의 생태계는 온대지역보다 서식하는 종 수가 많다는 점을 고려하여 절대 종 수가 아닌 시간 경과에 따른 종 수의 변화를 측정한다.
- 지수를 처음 적용한 연도는 종 수의 기준연도가 된다. 종 수의 순변화(재도입 또는 복원 노력으로 증가한 종 수에서 멸종된 종 수를 뺀 값)는 향후 지수 산출 시 반영한다.

대상 집단에 대한 추가 조사를 통해 신규종이나 재발견된 종을 기록하고, 종 복원 프로그램을 실행, 현지에서 멸종된 자생종을 재도입하는 것은 현존하는 자생생물 종 수를 늘리는 데 기여한다. 이러한 조치는 도시 내 자생 생물다양성을 기록하고 증진시키기 위한 바람직한 방안이다.

### 지표 산출 방법

지표 5는 자생 조류의 종 수 변화 추이를 살펴본다.

도시생물다양성지수 최초 적용 시 '1. 도시 개요'에 기입한 데이터는 자생 조류의 종 수 변화 추이를 산출하는 데 기준값으로 사용된다.

기존 조사 대비 종 수의 순변화를 계산하는 방법은 다음과 같다.

(재도입, 재발견, 조사 강화 및 추가 조사를 통해 발견된 신규종으로 인해) 증가한 총 조류 종 수

### 지표 산출용 데이터 출처

생물다양성 담당 정부기관, 지방정부, 도시계획 기관, 생물다양성센터, 자연단체, 대학, 출판물, 시민과학자, 아마추어 자연사학자, 학생 등

### 점수 산정기준

'1. 도시 개요'에 기입한 데이터는 종 다양성의 변화를 측정하는데 사용된다. 지수 적용 첫 연도에 입력한 데이터는 모든 후속 모니터링 시 기준정보로 사용된다. 두번째 연도부터는 각 분류군 종 수의 순변화를 계산한다.

점수 범위는 단기간에 종을 복원하거나 재도입하는 것이 쉽지 않다는 판단을 근거로 한다. 그러나 종의 복원, 재도입 및 복원 노력은 충분히 인정되어야 한다. 조류보다 식물과 절지동물이 종 수가 더 많기 때문에 식물과 절지동물에 대한 기준값을 상대적으로 높게 책정하였다.

- 0점:** 종 수 감소
- 1점:** 종 수 유지 또는 1종 증가
- 2점:** 2종 증가
- 3점:** 3종 증가
- 4점:** 4종 이상 증가



## 지표 6

# 자생 절지동물 종 수 변화 추이

### 지표 선정 근거

도시생물다양성지수는 도시의 생물다양성에 초점을 맞추고 있는 만큼 지표에 자생 동식물다양성을 포함시키는 것이 중요하다. 도시생물다양성지수 검토 워크숍에서는 모니터링 부담을 낮추기 위해 모니터링 대상 분류군 수를 5개에서 3개로 줄이기로 결정했다.

절지동물은 기능적, 생물학적 다양성이 높고, 일부 절지동물(예: 거미, 나비, 딱정벌레 등)에 대한 연구가 활발하며 전 세계적으로 다양한 육상생태계에서 흔히 볼 수 있기 때문에 모니터링 대상 분류군 중 하나로 선정되었다.

종에 대한 3개 지표가 도시의 지리적 위치, 생태적 역사, 규모, 토지이용 등에 따라 편향되지 않도록 하기 위해 다음과 같이 결정하였다.

- 모든 도시와 지방정부는 a) 관속식물, b) 조류, c) 절지동물에 속하는 모든 분류군의 자생 종 수를 기재한다.
- 일반적으로 열대지역의 생태계는 온대지역보다 서식하는 종 수가 많다는 점을 고려하여 절대 종 수가 아닌 시간 경과에 따른 종 수의 변화를 측정한다.
- 지수를 처음 적용한 연도는 종 수의 기준연도가 된다. 종 수의 순변화(재도입 또는 복원 노력으로 증가한 종 수에서 멸종된 종 수를 뺀 값)는 향후 지수 산출 시 반영한다.

대상 집단에 대한 추가 조사를 통해 신규종이나 재발견된 종을 기록하고, 종 복원 프로그램을 실행, 현지에서 멸종된 자생종을 재도입하는 것은 현존하는 자생생물 종 수를 늘리는 데 기여한다. 이러한 조치는 도시 내 자생 생물다양성을 기록하고 증진시키기 위한 바람직한 방안이다.

### 지표 산출 방법S

지표 6은 절지동물에 속하는 분류군(예: 나비, 잠자리, 딱정벌레, 벌, 거미 등)의 종 수 변화 추이를 살펴본다.

도시생물다양성지수 최초 적용 시 '1. 도시 개요'에 기입한 데이터는 절지동물의 종 수 변화 추이를 산출하는 데 기준값으로 사용된다.

기존 조사 대비 종 수의 순변화를 계산하는 방법은 다음과 같다.

(재도입, 재발견, 조사 강화 및 추가 조사를 통해 발견된 신규종으로 인해) 증가한 총 절지동물 종 수

### 지표 산출용 데이터 출처

생물다양성 담당 정부기관, 지방정부, 도시계획 기관, 생물다양성센터, 자연단체, 대학, 출판물, 시민과학자, 아마추어 자연사학자, 학생 등

### 점수 산정기준

'1. 도시 개요'에 기입한 데이터는 종 다양성의 변화를 측정하는 데 사용된다. 지수 적용 첫 연도에 입력한 데이터는 모든 후속 모니터링 시 기준정보로 사용된다. 두번째 연도부터는 각 분류군 종 수의 순변화를 계산한다.

점수 범위는 단기간에 종을 복원하거나 재도입하는 것이 쉽지 않다는 판단을 근거로 한다. 그러나 종의 복원, 재도입 및 복원 노력은 충분히 인정되어야 한다. 조류보다 식물과 절지동물이 종 수가 더 많기 때문에 식물과 절지동물에 대한 기준값을 상대적으로 높게 책정하였다.

**0점:** 종 수 감소

**1점:** 종 수 유지 또는 5종 이하 증가

**2점:** 6종 증가

**3점:** 7종 증가

**4점:** 8종 이상 증가



지표 7

## 서식지 복원

### 지표 선정 근거

지표 7은 유엔 생태계 복원 10년(2021~2030) 과 연계되어 있다. 도시의 확장 및 개발은 대부분 도시 내부와 경계 주변 서식지의 훼손을 초래한다. 또한 도시 안팎의 서식지가 훼손되는 경우가 많다. 이 지표는 기존 서식지를 생태적 기능이 양호한 수준으로 복원, 개선 또는 복구하려는 도시의 노력을 측정한다. 도시 내에서 복원되는 서식지 유형의 다양성은 생태적 회복탄력성을 높일 뿐만 아니라 종 다양성 또한 증가시킨다.

서식지 복원 사업은 명확한 목표와 견고한 실험 설계, 적절한 과학적 방법론 및 장비, 진행상황을 추적할 수 있는 모니터링 시스템을 통해 신중하게 진행할 것을 강력히 권장한다. 사업계획은 가용 자금, 기술 전문성, 자원봉사자를 포함한 인적자원 등 이행 및 운영 제약사항을 고려해야 한다. Clarkson & Kirby (2016), Elliot, Blakesley & Hardwick (2013), Walsh, Fletcher & Ladson (2005) 등 서식지 복원 관련 사례와 정보를 포함한 참고문헌은 **부록 H**에서 확인 가능하다.

### 지표 산출 방법

(7A) 및 (7B) 두 가지 점수 산출 시 현재 복원 중인 서식지와 복원이 완료된 서식지(즉, 누적 복원 노력)를 둘 다 감안해야 한다. 지표 7A는 정량적 노력을 측정하는 반면, 지표 7B는 정성적 성과를 측정한다.

7A. 생태적 기능이 양호한 수준으로 복원된 서식지 면적의 비율(%)

$$(\text{복원된 서식지 면적}^*) \div (\text{훼손된 서식지 면적}^{**}) \times 100\%$$

\* 복원된 서식지 면적은 기준연도 이후 생태적 기능이 양호한 수준으로 복원된 서식지의 면적을 고려한다. 생태적 기능이 양호한 수준인지 평가하는 기준은 생태계나 지역별로 상황이 다르므로 지방정부 관계자가 사업 목적에서 정의해야 한다.

\*\* 분모, 즉 '훼손된 서식지 면적'은 향후 지수 적용 시 서식지 복원 측정을 위한 기준 면적으로 사용된다.

및/또는

7B. 복원/개선/복구된 서식지 유형의 비율

$$(\text{복원된 서식지 유형의 수}) \div (\text{현재 도시 내 존재하는 서식지 유형의 수}) \times 100\%$$

복원 중인 서식지 유형 수 판단 시에는 IUCN 서식지 분류체계 (IUCN Habitats Classification Scheme) (버전 3.1) 에서 인정하는 서식지 유형을 참고할 수 있다.

### 지표 산출용 데이터 출처

생물다양성 담당 지방정부기관, 자연관련단체, NGO, 생물다양성센터, 대학 등

### 점수 산정기준

관련 데이터 확보 여부에 따라 (7A) 또는 (7B), 혹은 두 기준 모두를 사용하여 점수를 매긴다. (7A)와 (7B)의 점수 범위는 서식지의 100%를 생태적 기능이 양호한 수준으로 복원하는 것을 목표로 삼을 수 있도록 설정되었다.

(7A) 점수 범위

**0점:** 면적의 20.0% 미만인 생태적 기능이 양호한 수준으로 복원됨

**1점:** 면적의 20.0%~39.9%가 생태적 기능이 양호한 수준으로 복원됨

**2점:** 면적의 40.0%~59.9%가 생태적 기능이 양호한 수준으로 복원됨

**3점:** 면적의 60.0%~79.9%가 생태적 기능이 양호한 수준으로 복원됨

**4점:** 면적의 80.0% 이상이 생태적 기능이 양호한 수준으로 복원됨

(7B) 점수 범위

**0점:** 서식지 유형의 20.0% 미만인 복원됨

**1점:** 서식지 유형의 20.0%~ 39.9%가 복원됨

**2점:** 서식지 유형의 40.0%~59.9%가 복원됨

**3점:** 서식지 유형의 60.0%~79.9%가 복원됨

**4점:** 서식지 유형의 80.0% - 100.0%가 복원됨



지표 8

# 자연보호지역 비율

## 지표 선정 근거

자연보호지역(protected or secured natural areas)은 생물다양성 보전을 위한 도시의 노력을 나타내므로 자연보호지역 비율은 중요한 지표가 된다.

도시마다 자연지역 보호 시 사용하는 용어 및 방법이 각기 다르기 때문에 자연지역의 정의는 법적이나 공식적, 행정적으로 보호되는 지역을 포함하여야 한다.

제10차 생물다양성협약 당사국총회에서는 아이치 생물다양성 목표 11<sup>8</sup> "2020년까지 적어도 17%의 육상 및 육수 지역, 10%의 연안 및 해양 지역, 특히 생물다양성 및 생태계서비스에 중요한 지역을 효과적이고 공정하며, 생태적 대표성을 띠고, 연결성이 확보된 보호지역 시스템과 기타 효과적인 지역기반 보전수단을 통해 보전하고, 이들 지역을 보다 넓은 육상경관 및 해양경관에 통합시킨다"를 심의 및 채택했다([www.cbd.int](http://www.cbd.int)). 이 지표는 아이치 생물다양성 목표 11을 참조한다.

<p><b>지표 산출 방법</b></p> <p>(자연보호지역 면적) ÷ (도시 전체 면적) × 100%</p> <p><b>지표 산출용 데이터 출처</b></p> <p>생물다양성 담당 정부기관, 지방정부, 도시계획 기관, 생물다양성센터, 자연단체, 대학, 출판물 등</p>	<p><b>점수 산정기준</b></p> <p>도시는 그 성격상 시가지 지역이 주를 이루는 도시화된 중심지이며(지표 1 참고), 전체 면적 대비 자연지역의 비율이 20% 미만인 경우가 대부분이라는 점을 고려해야 한다. 점수는 지표 1과의 일관성을 보장하는 방식으로 아이치 생물다양성 목표 11을 감안하여 책정된다.</p> <p><b>0점:</b> &lt;1.0%</p> <p><b>1점:</b> 1.0% - 6.0%</p> <p><b>2점:</b> 6.1% - 11.0%</p> <p><b>3점:</b> 11.1% - 17.0%</p> <p><b>4점:</b> &gt;17.0%</p>
---	--

8 역자 주: 해당 목표는 쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크 2030 실천목표 3 "전통적인 영토를 포함한 토착원주민 지역공동체(IPLC)의 권리를 인식하고 존중하면서, 2030년까지 생물다양성, 생태계 기능과 서비스에 중요한 지역을 중심으로 육상, 육수 및 연안-해양 지역의 30% 이상이 생태학적으로 대표성이 있고 잘 연결되며 공평하게 관리되는 보호지역 시스템과 기타 효과적인 지역기반 보전수단(OECM)을 통해 효과적으로 보전-관리되도록 보장하고 가능케 한다"로 연결되었다.



지표 9

## 침입 외래생물 비율

**지표 선정 근거**

침입 외래생물은 자생생물보다 경쟁에서 더 우위에 있어 그들의 생존과 생태계의 온전성을 위협한다. 이 지표는 도시가 외래생물의 유입에 대한 노출 정도가 높다는 점을 고려하여 침입 외래생물의 위협 수준을 측정한다.

침입 외래생물의 정의는 생물다양성협약에서 인정하는, 당사국총회 결정문 VI/23에 명시된 다음 정의를 따른다.

“도입 및/또는 확산 시 생물다양성을 위협하는 외래생물(본 이행원칙의 목적상, “침입 외래생물”이라는 용어는 생물다양성협약 당사국총회 결정문 V/8의 “외래 침입생물”과 동일한 것으로 간주한다)”. (<https://www.cbd.int/invasive/>)

도시는 외부의 영향에 노출될 수밖에 없는 특성 상 외래생물의 유입이 불가피하다. 침입성이 없거나 자생생물에 위협을 가하지 않는 외래생물은 이 지표에 고려하지 않는다. 실제로 외래생물이 도시생물다양성을 향상시키는 경우도 있다.

도시는 가장 문제가 많은 분류군이나 관련 데이터가 가장 많이 확보된 분류군을 선택할 수 있으며, 2개 이상의 분류군을 모니터링하는 경우 침입 외래종별로 추가 정보를 제공할 수 있다.

**지표 산출 방법**

침입 외래생물과 자생생물의 비교가 유의미하려면 동일한 분류군 간 비교가 이루어져야 한다.

$(\text{특정 분류군 내 침입 외래생물 종 수}) \div (\text{동일한 분류군 내 전체 자생생물 종 수} + \text{침입 외래생물 종 수}) \times 100\%$

도시는 가장 적절하고 관련성이 높은 분류군 수준(예: 속, 과, 목, 강)을 선택하여 적용할 수 있다.

**지표 산출용 데이터 출처**

생물다양성 담당 정부기관, 지방정부, 도시계획 기관, 생물다양성센터, 자연단체, 대학, 출판물, 시민과학자, 아마추어 자연사학자, 학생 등

**점수 산정기준**

점수 범위는 도시에 침입 외래생물이 많을수록 자생생물에 미치는 파괴적 영향이 커진다는 것을 전제로 한다.

- 0점:** > 30.0%
- 1점:** 20.1% – 30.0%
- 2점:** 11.1% – 20.0%
- 3점:** 1.0% – 11.0%
- 4점:** < 1.0%

지표 10

수량조절

지표 선정 근거

불투수면은 도시의 물 순환을 변화시켜 수질과 수량에 모두 영향을 미친다. 또한 기후변화로 인해 많은 지역에서 강수량 변동성이 증가할 것으로 예상되며, 이는 도시 경관에서 급격한 수량 증가로 이어져 건축물, 기업, 교통에 피해를 주고 방류수역의 생태적 질을 저하시킬 수 있다. 산림, 공원, 잔디밭, 가로수, 하천, 강, 수역 등 도시 경관에서 식생은 물의 유속을 늦추는 데 중요한 역할을 한다.

이 밖에도 인공 식생 시스템(engineered vegetated system)은 '유효 불투수 면적(effective impervious areas, EIA)' 또는 기존 배수망과 '직접 연결된 불투수 면적'을 줄여 물이 지면으로 투과하지 못해 발생하는 문제의 영향을 완화시킬 수 있다. 투수면이나 인공 식생 시스템(예: 바이오필터, 빗물정원)으로 배수되는 불투수면은 우수 문제를 유발하지 않으므로 유효 불투수 면적으로 간주되지 않는다.

지표 산출 방법

지표 산출 방법은 투수 면적을 측정하는 10A와 유효 불투수 면적을 측정하는 10B 로 나뉘며 이 중 하나를 선택하여 적용한다.

(10A) 도시 전체 육상 면적(도시 관할권 내 해상지역 제외) 대비 전체 투수 면적 비율(지표 1에서 확인된 지역, 기타 공원, 도로변 등)

$$(전체 투수 면적) \div (도시 전체 육상 면적) \times 100\%$$

또는

(10B) 또 다른 방법은 전체 유효 불투수 면적(즉, 투수면 또는 바이오필터 등 우수 대비 식생 시스템으로 배수되지 않는 불투수면) 비율을 계산하는 것이다.

$$(전체 유효 불투수 면적) \div (도시 전체 육상 면적) \times 100\%$$

유효 불투수 면적을 나타내는 그림은 **부록 E**를 참고한다.

지표 산출용 데이터 출처

환경관련 정부기관, 지방정부, 도시계획, 수자원 및 토지 관련 기관, 위성 이미지 등.

유효 불투수 면적 산출 방법에 대한 실용지침은 Ebrahimian, Wilson & Gulliver (2016a), Ebrahimian, Wilson & Gulliver (2016b), Fletcher, Andrieu & Hamel (2013), Hwang, Rhee & Seo (2017), and King et al. (2011) 등 **부록 H**의 참고문헌을 참고한다.

점수 산정기준

(10A) 또는 (10B) 중 하나를 선택하여 점수를 정한다.

(10A) 점수 범위

a) 주거, 상업, 교통 및 기타 인프라 요건으로 인해 도시에 불투수면이 존재한다는 판단 하에, b) 자연지역에 대한 지표 1 점수산정 기준과의 일관성을 위해 도시 내 투수 면적 비율별로 다음의 점수가 부여된다.

**0점:** <30%

**1점:** 30.0% – 39.9%

**2점:** 40.0% – 49.9%

**3점:** 50.0% – 59.9%

**4점:** > 60%

(10B) 점수 범위

앞서 언급된 논문에서 하천의 건강성을 효과적으로 보호하려면 유효 불투수 면적 비율이 1 미만이여야 한다는 분석결과를 감안하여 도시 내 유효 불투수 면적 비율별로 다음 점수가 부여된다.

**0점:** > 25.0%

**1점:** 24.9% – 10.0%

**2점:** 9.9% – 5.0%

**3점:** 4.9% – 1.0%

**4점:** < 1.0%



지표 11

# 기후조절 - 수목과 녹지의 혜택

## 지표 선정 근거

수목과 녹지는 특히 기후조절에 있어 많은 이점을 제공한다.

기후조절 서비스의 두 가지 중요한 측면은 식생, 특히 수목의 수관밀도가 제공하는 탄소저장 및 냉각 효과이다. 기후조절 서비스는 수목의 크기, 수종의 특징, 기타 변수 등 다양한 요인의 영향을 받는다.

이 지표는 도시 내 자연적으로 발생하거나 식재된 수목의 수관밀도를 탄소 격리 및 저장 서비스의 대체 척도로 채택했다. 탄소저장과 관련하여 식물은 광합성 과정에서 이산화탄소를 이용함으로써, 인간의 활동으로 배출되는 탄소를 포집한다.

식물은 그늘 제공, 증발산, 반사표면 비율 감소를 통해 도시경관에서 대기중의 주변열과 표면온도를 낮춘다. 식생의 면적이 증가하면 지표면과 주변온도를 낮출 수 있다는 사실은 이미 잘 알려져 있다(Ziter P. et al., 2019).

이 밖에도 수목은 대기오염물질 여과, 산소 공급, 온실가스 배출 감소, 표토 보호, 지표면 유출 감소, 소음공해 저감, 수질 개선, 자생동물 서식지 제공 등 다양한 생물다양성 혜택을 제공한다. 자생수목 식재를 통한 수관밀도 확대는 다양한 기능을 수행하므로 강력히 권장된다.

수목을 식재하면 다른 동식물을 위한 재야생화 서식지가 조성되고, 시간이 지남에 따라 자연생태계로 변하게 된다.

지표 11은 도시의 수관밀도율을 측정하고, 지표 19는 도시의 녹지관리계획 현황을 파악한다. 두 지표는 서로 보완하며 시너지 효과를 낸다.

광범위한 수관밀도를 유지하기 어려운 사막이나 건조지대 또는 기타 생태지역에 위치한 도시는 유사한 범위의 생태계서비스를 제공하는 지표를 모색해야 한다.

<p><b>지표 산출 방법</b> (수관밀도) ÷ (도시 전체 육상 면적) × 100%</p> <p><b>지표 산출용 데이터 출처</b> 지방의회, 공원 관련 부처, 연구기관, 대학, 토지피복도, 위성 이미지</p>	<p><b>점수 산정기준</b></p> <p>MIT 트리피디아 프로젝트(MIT Treepedia project)는 전 세계 28여 개 도시 내 가로수의 수관밀도를 기준으로 그린뷰지수 (Green View Index, GVI)를 산출했다. GVI 최고점수는 36.1%이다. GVI는 가로수만 다루기 때문에 이 지표의 점수는 GVI 보다 더 높으면서도 달성 가능한 수준으로 설정했다.</p> <p><b>0점:</b> ≤ 10.0%</p> <p><b>1점:</b> 10.1% - 24.9%</p> <p><b>2점:</b> 25.0% - 39.9%</p> <p><b>3점:</b> 40.0% - 54.9%</p> <p><b>4점:</b> ≥ 55%</p>
--	--



지표 12

여가서비스

지표 선정 근거

도시 녹지공원, 자연보전지역 및 그 외 생물다양성이 풍부한 녹지공간이 귀중한 여가, 문화, 교육, 정신적 서비스를 제공한다는 인식이 점차 높아지고 있다. 이들 공간은 인간의 신체 및 정신적 건강에 필수적이다.

코로나19 팬데믹 기간 동안 도시공원, 녹지공간을 방문하고 생물다양성과 교감하는 것이 팬데믹과 그에 따른 정부 대응조치(봉쇄, 상업시설 폐쇄 등)로 인한 심리적 부담과 스트레스를 완화시키는 데 도움이 되는 것으로 나타났다.

<p><b>지표 산출 방법</b> (공원, 자연보전지역 및 그 외 자연지역이나 접근 가능한 자연보호지역이 있는 녹지의 면적) /1,000명</p> <p><b>지표 산출용 데이터 출처</b> 지방의회, 기획 관련 부처</p>	<p><b>점수 산정기준</b> 널리 통용되는 기준인 인구 1,000명당 도시 녹지면적 0.9ha를 기준으로 한다.</p> <p><b>0점:</b> &lt; 0.1 ha/천 명  <b>1점:</b> 0.1 - 0.3 ha/천 명  <b>2점:</b> 0.4 - 0.6 ha/천 명  <b>3점:</b> 0.7 - 0.9 ha/천 명  <b>4점:</b> &gt; 0.9 ha/천 명</p>
--	---

지표 13

건강과 웰빙 - 공원 근접성/접근성

지표 선정 근거

녹지공간에 대한 접근성이 주민의 정신적, 신체적 웰빙과 긍정적인 상관관계가 있다는 사실은 다수의 연구를 통해 밝혀진 바 있다. 이 지표는 지표 12와 구별되는데, 지표 12가 공원 자체를 다루는 반면, 지표 13은 녹지공간에 대한 주민의 근접성을 측정한다는 점에서 차이가 있다. 두 지표는 상호 보완적이다.

전 세계적으로 고령인구가 증가하는 추세를 감안할 때, 고령층이 여가활동과 운동을 위해 공원과 녹지공간에 쉽게 접근할 수 있도록 지원하는 것은 미래를 위해 바람직하다.

인류가 코로나19 팬데믹에서 얻은 교훈은 1) 공원을 방문하고 자연과 교감하는 것이 격리에 따른 불안을 완화하는 효과가 있으며, 2) 거주지 인근에서 자주 야외 운동을 하는 것이 사회적 거리두기 조치를 준수하며 건강을 지킬 수 있는 좋은 방법이라는 점이다.

공원 접근성을 높이는 것은 앞으로 다가올 예측 불가능한 미래에 대비해 신체적, 정신적, 심리적 건강을 보호하는 훌륭한 보호책이다.

지표 산출 방법S

(13A) 근접성은 공원이나 녹지공간으로부터 직선 거리 400m 이내에 거주하는 가구의 비율로 측정한다.

지표 산출 방법에 대한 자세한 내용과 그림은 **부록 F**를 참고한다.

$(\text{공원/녹지공간으로부터 400m 이내에 거주하는 도시 인구}) \div (\text{도시 전체 인구}) \times 100\%$

또는

(13B) 접근성은 공원이나 녹지공간으로부터 도보 거리 400m 이내에 거주하는 인구의 비율로 측정한다. 이때 400m 거리는 도로망체계의 장애물과 경로를 고려한 수치로 근접성 계산과는 상이하다. 지표 산출 방법에 대한 자세한 내용과 그림은 부록을 참고한다.

ArcGIS 같은 공간분석 소프트웨어는 지표 산출 시 도움이 될 수 있다.

$(\text{공원/녹지공간으로부터 도보 거리 400m 이내에 거주하는 도시 인구}) \div (\text{도시 전체 인구}) \times 100\%$

지표 산출용 데이터 출처

GIS 소프트웨어, 위성 이미지, 지방정부 토지 담당기관, 기획 관련 부처, 고등교육기관, 학술기관, 정책 연구기관 등

점수 산정기준

관련 데이터 확보 여부에 따라 (13A) 또는 (13B) 기준을 사용하여 점수를 정한다.

일부 도시는 최고점수인 90~100%를 목표로 설정했다.

(13A) 점수 범위

**0점:** < 30.0%

**1점:** 30.0 - 49.9%

**2점:** 50.0 - 69.9%

**3점:** 70.0 - 89.9%

**4점:** 90.0 - 100.0%

공원 접근성은 주민이 이용할 수 있는 공원을 측정하는 보다 정확한 척도이므로 13B 사용이 권장된다.

(13B) 점수 범위

**0점:** < 46.1%

**1점:** 46.1 - 55.7%

**2점:** 55.8 - 64.8%

**3점:** 64.9 - 72.0%

**4점:** > 72.0%

지표 14

식량안보 회복탄력성 - 도시농업

지표 선정 근거

이 지표는 도시의 도시농업 계획과 정책, 지침, 이행을 측정한다. 도시농업은 매우 다양한 시스템에 기반하여 이루어지는 도시와 주변 지역의 작물이나 가축생산으로 정의된다(Lin et al. 2017).

도시농업은 지역 내에서 소비될 경우 에너지와 탄소 발자국을 크게 줄이는 식량을 제공함으로써 도시의 회복탄력성을 강화한다. 코로나 19 기간 동안 봉쇄 조치로 인해 식량 공급망이 큰 타격을 입었지만, 도시농업을 실천한 도시들은 식량 수요를 충족시킬 수 있었다. 도시는 미래를 대비하는 차원에서 도시농업에 착수해야 한다. 현지 식물 품종과 동물 특히 가축 품종에 대한 수요가 늘면 유전적 다양성이 보전되어 회복탄력성을 더욱 증진시킬 수 있다.

지속가능한 농업은 토양 생물다양성, 수분매개자 및 산포자 역할을 하는 식물, 절지동물, 조류 등을 포함한 생물다양성을 증가시킬 것이다. 이는 도시의 그린 인프라 시스템에 새로운 고부가가치를 더하고 생태적 연결성을 강화한다(Lin et al. 2017).

도시농업은 탄소저장, 질소고정, 우수 유출 저감 등 주요 생태계서비스를 제공하는 동시에 인근에 거주하거나 마을정원 가꾸기에 적극적으로 참여하는 시민에게 자연을 가까이하며 식량을 생산할 수 있는 기회를 제공함으로써 사회적 회복탄력성도 강화한다. 이러한 점에서 도시농업은 생물다양성 및 시민의 건강/웰빙 증진과 관련이 있다(Dennis & James, 2016).

지표 산출 방법	점수 산정기준
<p>도시농업은 도시의 정책과 계획, 지침, 이행의 제도화 수준에 따라 정성적으로 평가된다. 자세한 내용은 점수 산정기준을 참고한다.</p>	<p>도시농업이 새롭게 각광받고 있다는 점을 고려하여, 정책에서부터 계획, 세부지침, 이행에 이르기까지 단계별 지침을 제시할 수 있는 기준을 마련했다.</p> <p><b>0점:</b> 도시농업 관련 정책이나 계획, 지침이 부재함</p> <p><b>1점:</b> 도시농업 관련 정책과 계획, 지침을 개발 중이지만 생물다양성 보전이나 지역사회 참여를 다루지는 않음</p> <p><b>2점:</b> 생물다양성 보전 및 지역사회 참여를 다루는 도시농업 관련 정책과 계획, 지침을 개발 중임</p> <p><b>3점:</b> 생물다양성 보전 및 지역사회 참여의 기본내용을 다루는 도시농업 관련 정책과 계획, 지침을 시행 중임</p> <p><b>4점:</b> 자생종 식재, 자생 곤충과 조류의 수분매개자 및 산포자 역할을 지원하는 생물다양성 유도 식물로 주변 식재, 동반 식재, 윤작 등 유기농법 장려, 유기농 통합해충관리, 지역사회 참여와 같은 생물다양성 보전 관행을 위주로 한 도시농업 관련 정책과 계획, 지침을 시행 중임</p>
<p><b>지표 산출용 데이터 출처</b></p> <p>지방의회, 연구소, NGO, 시민협회, 농민협회, 푸드마켓 등</p>	

## 기관 역량

### 지표 선정 근거

사업 및 프로그램을 효과적으로 추진하기 위해서는 기관이 필요하다. 도시에서 발견되는 생물다양성을 기록하는 작업은 기술적 전문성이 뒷받침되어야 한다. 따라서 생물다양성 전담 및 유관 기관의 존재는 도시의 생물다양성 보전에 크게 기여한다.

반드시 필요한 기관으로는 운영상태가 양호한 생물다양성센터, 식물표본관, 동물원 또는 박물관, 식물원, 수목원, 곤충관, 기후변화센터, 생물다양성 및 자연기반해법 분야의 정책 연구기관 등이 있다. 그러나 이들 기관의 존재 여부보다는 실제 수행하는 기능의 유무를 평가하는 것이 더 중요하다. 예를 들어 식물원 안에 식물표본관이 있다면 두 가지 기능이 도시 내 1개 기관에 존재하는 것이다.

지표 산출 방법	점수 산정기준
<p>도시가 사용, 제공 및/또는 지원하는 필수 생물다양성 기능*의 수.</p> <p>도시생물다양성지수 적용 결과 보고 시에는 이러한 기능의 목록을 제공해야 한다.</p> <p><i>* 해당 기능은 생물다양성센터, 식물원, 식물표본관, 동물원 또는 박물관, 수목원, 곤충관, 기후변화센터, 생물다양성 및 자연기반해법 분야의 정책 연구기관 등에서 수행할 수 있다. 이 외에도 정부, 고등교육기관, 학술기관, 연구기관, 민간 부문 또는 NGO에서 수행할 수도 있다.</i></p>	<p><b>0점:</b> 기능 없음</p> <p><b>1점:</b> 1개 기능</p> <p><b>2점:</b> 2개 기능</p> <p><b>3점:</b> 3개 기능</p> <p><b>4점:</b> 4개 기능 이상</p>

지표 16

# 생물다양성에 배정된 예산

**지표 선정 근거**

이 지표는 생물다양성의 유지 및 증진을 위한 도시정부의 재정적 노력을 평가한다.

생물다양성 관리에 지출하는 예산은 자연보호에 대한 도시의 의지를 나타내는 것으로 볼 수 있다. 생물다양성 예산에 영향을 미치는 요인은 다양하지만, 일반적으로 전체 도시 예산에서 생물다양성 예산이 차지하는 비율이 높을수록 도시의 의지가 강하다고 볼 수 있다.

**지표 산출 방법**

$$(\text{생물다양성 관리 예산}) \div (\text{도시 전체 예산}) \times 100\%$$

가급적 직접법 또는 적절한 추정을 통해 일반 환경 관련 예산이 아닌 구체적으로 생물다양성과 관련된 예산을 산출한다. 불가능한 경우 그러한 사실을 명시해야 한다.

도시 또는 지자체의 운영(예: 임직원 급여) 및 자본 예산과 생물다양성 사업비용도 계산에 포함시킨다. 단, 이미 배정된 금액에 한정하되, 측정 시점에 현실적으로 자금이 확보될 것으로 예상되는 사업은 포함시킬 수 있다. 예산이 확정되지 않았거나 자금 확보가 어려운 사업을 제외시키면 지표의 정확성을 높일 수 있다.

생물다양성 관리 예산에는 생물다양성 보전 작업을 민간 부문이나 정부 관련 기업에 의뢰 시 발생하는 용역비용도 포함된다. 이 외에도 민간 부문의 기부를 통해 확보된 자금도 포함될 수 있다(예: 기부채납).

**지표 산출용 데이터 출처**

생물다양성 보전 담당 정부기관, 재정 또는 성과추적 관련 부서, 지출 관련 지방의회 기록 등. 정부 관련 기관 및/또는 기업의 예산이 포함된 경우, 해당 기업의 연례보고서

**점수 산정기준**

생물다양성에 배정된 도시 예산 비율에 따라 다음과 같은 점수가 부여된다. 점수 산정기준은 도시생물다양성지수를 적용한 도시의 기존 데이터를 기반으로 한다.

- 0점:** < 0.4%
- 1점:** 0.4% - 2.2%
- 2점:** 2.3% - 2.7%
- 3점:** 2.8% - 3.7%
- 4점:** > 3.7%

## 정책, 규칙 및 규정 - 지역생물다양성전략(LBSAP) 수립 여부

### 지표 선정 근거

도시, 지방정부 및 기타 지자체가 생물다양성협약의 목적을 이행하는 데 중추적인 역할을 할 수 있다는 인식이 점차 높아지고 있다. 쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크가 성공적으로 이행되기 위해서는 중앙정부를 지원하는 도시, 지방정부 및 기타 지자체의 참여가 필수적이다.

생물다양성 관리를 촉진하려면 생물다양성전략에 따라 정책과 규칙, 규정을 마련해야 한다. 이 지표는 생물다양성 관련 정책과 규칙, 규정의 수립 여부와 함께 이들이 국가생물다양성전략(NBSAP) 및/또는 그에 상응하는 지방전략 등 국가 의제 및 CBD 이니셔티브와 일치하는지 여부를 평가한다.

CBD 이니셔티브 중 일부는 주제별 사안과 범분야 사안을 포함한다. 이러한 이니셔티브에는 식물 보전, 산림 생물다양성, 전지구적 분류학 이니셔티브(Global Taxonomy Initiative), 외래침입생물 프로그램, 해양 생물다양성 보전, 보호지역 등이 포함된다. 도시에 유사한 계획이 마련되어 있음을 입증할 수 있는 경우, '지역생물다양성전략(LBSAP)'이라는 명칭을 사용하지 않아도 된다.

지표 산출 방법	점수 산정기준
<p>LBSAP(또는 유사 계획) 현황, CBD 이니셔티브의 수</p> <p><b>지표 산출용 데이터 출처</b> 지방의회, CBD 국가연락기관, ICLEI LAB 이니셔티브, CitiesWithNature, 유엔대학, IUCN 또는 CBD 누리집 및 출판물 등</p>	<p>도시 내 생물다양성을 보전하기 위해서는 LBSAP(또는 그에 상응하는 계획)을 수립하고 이행하는 것이 바람직하다. 이때 해당 계획을 NBSAP와 연계시켜 생물다양성 보전 노력이 서로 시너지 효과를 내도록 해야 한다.</p> <p><b>0점:</b> LBSAP*이 마련되어 있지 않음</p> <p><b>1점:</b> LBSAP이 마련되어 있으나 NBSAP와 연계되지 않음</p> <p><b>2점:</b> LBSAP이 NBSAP의 내용을 반영하고 있으며 1개의 CBD 이니셔티브를 포함하고 있음</p> <p><b>3점:</b> LBSAP이 NBSAP의 내용을 반영하고 있으며 2개의 CBD 이니셔티브를 포함하고 있음</p> <p><b>4점:</b> LBSAP이 NBSAP의 내용을 반영하고 있으며 3개 이상의 CBD 이니셔티브를 포함하고 있음</p> <p><i>* LBSAP 또는 유사 계획.</i></p> <p><i>** CBD의 주제별 작업계획과 범분야 사안은 <a href="http://www.cbd.int/programmes">www.cbd.int/programmes</a> 을 참고한다.</i></p>

## 도시의 자연자본 평가 현황

### 지표 선정 근거

자연환경의 질은 경제적 성과와 삶의 질에 크게 기여한다. 그러나 의사결정이나 정책수립 시 생물다양성 요소를 반영하는 데는 많은 어려움이 따른다. 도시개발의 경제적 이익은 쉽게 계산할 수 있지만, 자연자본에 대한 경제적 이익은 상대적으로 측정 및 정량화가 어렵다. 그러나 자연자본 평가의 중요성과 의미가 대두되면서 관련 분야 연구가 확대되고 있다. 이 지표는 자연환경의 생태계서비스를 개발 계획 및 과정에 반영하고 통합시키는 도시의 역량과 노력을 측정한다.

경제적 가치평가는 기술적 한계와 본질적인 제약을 수반하므로 지나치게 강조되어서는 안 된다. 하지만 자연환경에 대한 평가가 이루어지지 않으면 의사결정 시 생태계서비스의 가치를 고려할 수 없다. 대체로 자연자본에 대한 부분적인 가치평가만으로도 자연자본의 금전적 및 비금전적 가치를 고려할 수 있다.

국가 및 지방 수준에서 자연자본 평가를 수행하는 방법에 대한 이행 지침이 존재한다(Brown et al., 2016).

### 지표 산출 방법

세계자연자본포럼은 "자연자본은 지질, 토양, 공기, 물, 모든 생명체를 포함하는 전 세계의 자연 자산으로 정의되며, 인간은 자연자본으로부터 인간의 삶을 가능하게 하는 흔히 생태계서비스라고 불리는 서비스를 제공받는다."라고 판단하고 있다.([www.naturalcapitalforum.com](http://www.naturalcapitalforum.com))

### 점수 산정기준

자연자본 평가의 점진적 적용 및 이행을 정성적 방식으로 평가한다.

- 0점:** 자연자본 평가 계획 없음
- 1점:** 자연자본 평가를 고려 중이거나 계획 중임
- 2점:** 자연자본 평가를 준비 중임
- 3점:** 자연자본 평가를 1회 이상 실시함
- 4점:** 3~5년마다 정기적으로 자연자본 평가를 실시하고 있음

## 도시 내 녹지 및 수공간 관리계획 현황

### 지표 선정 근거

이 지표는 도시의 녹지 및 수공간 관리계획 현황을 측정한다. 도시 내 녹지 및 수공간은 다른 지표(지표 1, 8, 12)에서도 다루지만, 녹지 및 수공간의 생태계 기반 관리<sup>9</sup>는 다른 지표에 포함되지 않았다. 지나치게 관리된 녹지나 생태적 기능이 결여된 수공간보다 자연식생이 존재하는 녹지나 수공간이 생태계서비스 제공 측면에서는 기능을 더 효과적으로 수행한다. 따라서 이 지표는 관리계획이 생태계 기반 접근법을 통해 녹지 및 수공간에 자연적인 요소를 통합하여 양질의 공간을 조성하도록 장려하는지의 여부를 평가한다. 목표와 목적뿐만 아니라 명확한기준이 되는 실천목표를 포함한 계획은 그렇지 않은 계획보다 성공할 확률이 높다.

생태계 기반 접근법의 예는 다음과 같다.

- I. 훼손된 생태계 복원
- II. 도시 지역의 하천 복원 등 자연생태계 재건
- III. 저류지, 옥상정원, 수직 녹화와 같은 자연-인공 혼합 인프라 솔루션 구현
- IV. 옥상정원, 투수성 포장도로, 도시공원 등 자연 저류공간을 조성하여 우수관리 개선, 홍수위험 저감, 도시 열섬현상 완화를 통해 기후변화 영향에 적응

지표 산출 방법	점수 산정기준
<p>녹지 및 수공간 관리계획을 정성적 방식으로 평가한다.</p> <p><b>지표 산출용 데이터 출처</b> 지방의회, 녹지관리 담당 기관, 경관업계, 주택개발업자 <a href="#">CitiesWithNature</a> 등</p>	<p>녹지 및 수공간 관리계획의 품질과 복잡성 정도에 따라 점수가 부여된다.</p> <p><b>0점:</b> 녹지 및 수공간 관리계획이 마련되어 있지 않음</p> <p><b>1점:</b> 녹지 및 수공간 관리계획이 마련되어 있으나 공간의 질적 개선을 위한 목표가 부재함</p> <p><b>2점:</b> 녹지 및 수공간 관리계획이 마련되어 있으며 공간의 질적 개선을 위한 목표가 명시되어 있음</p> <p><b>3점:</b> 녹지 및 수공간 관리계획이 마련되어 있으며 생태계 기반 접근법을 바탕으로 하는 공간의 질적 개선을 위한 목표가 명시되어 있음</p> <p><b>4점:</b> 녹지 및 수공간 관리계획이 마련되어 있으며 생태계 기반 접근법을 바탕으로 하는 공간의 질적 개선을 위한 목표와 목표치가 명시되어 있음</p>

9 유엔 생물다양성협약에서는 생태계 기반 접근법을 공평한 방식으로 보전 및 지속가능한 이용을 촉진하는 토지, 수자원 및 생물자원의 통합관리 전략으로 정의하고 있다. 따라서 생태계 기반 접근법을 적용하면 협약의 3대 목적인 보전, 지속가능한 이용, 유전자원 이용으로부터 발생하는 이익의 공평하고 공평한 공유를 균형 있게 달성하는 데 도움이 된다.

## 생물다양성 관련 기후변화 대응

### 지표 선정 근거

기후변화의 악영향은 전 세계적으로 심화되고 있으며, 지역사회가 그 피해를 모두 부담하고 있다. 기후변화에 대응하기 위해서는 다양한 적응, 완화 및 생태적 회복탄력성 해결책을 포함한 포괄적이고 다각적인 접근법을 설계하고 이행해야 한다. 자연은 오랜 세월 동안 지구의 다양한 기후 조건에 적응해 왔기 때문에 이를 통해 귀중한 교훈을 얻을 수 있으며, 기후변화에 대한 해결책을 마련하는 데 이를 활용해야 한다.

생물다양성 관련 대응은 기후변화 같은 문제를 해결하기 위해 동식물과 기타 생물을 포함한 생물다양성을 이용하며 건강, 사회 및 환경에 공동의 편익을 제공하는 경우가 많다. 이러한 대응책은 인공 구조물 기반 시설에 비해 비용 효율적일 뿐 아니라 생태계서비스를 제공 또는 강화하기도 한다.

생물다양성 관련 기후변화 대응은 다음과 같은 분야를 포함해야 한다.

- **적응:** 기후변화에 관한 정부간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)의 정의에 따르면 실제 또는 예상되는 기후자극이나 그 영향에 대응하기 위한 목적으로 자연 또는 인간 시스템을 조정하여 관련 피해를 줄이거나 유리한 기회로 활용하는 것이다.
- **완화:** 유엔기후변화협약(United Nation's Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)에서 언급한 바와 같이 배출량을 줄이고 탄소 흡수원을 강화하기 위한 조치를 의미한다.
- **생태적 회복탄력성:** 인위적 활동의 영향을 흡수하여 시스템이 영구적으로 변형되거나 손상되지 않도록 하는 능력을 말한다 (Gunderson, 2000).

위에서 언급한 정의는 CBD 기술시리즈 제43호: 산림 회복력, 생물다양성 및 기후변화(Forest Resilience, Biodiversity and Climate Change)(Thompson, 2009)에서 확인 가능하다.

지표 산출 방법	점수 산정기준
<p>적응, 완화 및 생태적 회복탄력성 분야에서 생물다양성과 관련된 기후변화 대응 계획의 현황을 검토한다.</p> <p><b>지표 산출용 데이터 출처</b> 지방의회, 고등교육기관, 학술기관, 정책 연구기관, NGO, <a href="#">CitiesWithNature</a> 등</p>	<p>적응, 완화 및 생태적 회복탄력성 분야에서 기후변화 문제를 해결하기 위해 도시가 채택한 생물다양성 접근법을 평가한다.</p> <p><b>0점:</b> 기후변화 적응, 완화 또는 생태적 회복탄력성 분야에서 생물다양성 관련 대응 계획이 마련되어 있지 않음</p> <p><b>1점:</b> 기후변화 적응, 완화 또는 생태적 회복탄력성 분야에서 생물다양성 관련 대응 계획이 1개 마련되어 있음</p> <p><b>2점:</b> 기후변화 적응, 완화 또는 생태적 회복탄력성 분야에서 생물다양성 관련 대응 계획이 1개 이행됨</p> <p><b>3점:</b> 기후변화 적응, 완화 또는 생태적 회복탄력성 분야에서 생물다양성 관련 대응 계획이 2개 이행됨</p> <p><b>4점:</b> 기후변화 적응, 완화 또는 생태적 회복탄력성 분야에서 생물다양성 관련 대응 계획이 3개 이행됨</p>

## 자연기반해법인 그린 인프라에 대한 정책 및/또는 인센티브

### 지표 선정 근거

자연기반해법(Nature-based Solutions, NbS)은 사회적 문제를 상황에 적응하며 효과적으로 해결하는 방식으로 자연자본을 보호, 관리 및 복원하는 조치를 포괄적으로 지칭하는 용어이다. 여기에는 생태계 복원부터 통합자원관리, 그린 인프라에 이르기까지 구조적 및 비구조적 조치가 포함된다(Browder et al. 2019). 그린 인프라는 도시에 가장 적합한 형태의 NbS이다.

그린 인프라는 자연시스템의 구성요소를 전략적으로 보존, 보전, 개선 또는 복원함으로써 인프라 서비스의 품질과 회복력 강화 및 비용절감에 기여하는 솔루션으로 정의된다. 인프라 서비스 제공업체는 그린 인프라를 기존 인공 인프라 시스템에 통합시킬 수 있다 (Browder et al. 2019).

캐나다의 지자체 자연 자산 이니셔티브(The Municipal Natural Assets Initiative, MNAI)는 '지자체 자연 자산이란 무엇인가?: 지자체 자연 자산의 정의 및 범위 설정'이라는 의사결정자를 위한 요약보고서를 발표한 바 있다(Ogden, Wilson & Cairns, 2019). 보고서는 a) 습지, 숲, 공원, 호수/하천, 토양 등의 '자연 자산', b) 도시수목, 도시공원, 식생수로(bioswale) 등 기능 강화 자산(enhanced assets), c) 투수성 포장, 옥상정원, 녹화벽과 같은 인공 자산(engineered assets) 등 그린 인프라의 유형 및 사례를 제시하였다. 그린 인프라를 구현하면 기후변화의 영향 완화 및 적응, 지역사회의 삶의 질 향상 등의 이점을 가져온다. 그린 인프라 예시는 **부록 G**에서 확인 가능하다.

고밀도로 개발된 도시에는 지상에 녹지를 확장할 공간이 부족할 수 있다. 이 경우 기존 인프라에 옥상정원 같은 그린 요소를 통합시켜 경관에 녹지를 도입할 수 있다. 이렇게 조성된 소규모 녹지 공간과 녹화면은 도시 열섬현상을 완화하고, 조류, 파충류, 양서류, 곤충 등 소형 동물들에게 피난처를 제공함으로써 고밀도로 개발된 도시가 생물다양성을 지원할 수 있도록 한다.

### 지표 산출 방법

자연기반해법인 그린 인프라 구현을 촉진하고 지원하는 정책과 규제, 이니셔티브 현황

### 지표 산출용 데이터 출처

지방의회, 기획 관련 부처, 건축사 사무소, 건설업계, 주택개발업계, 고등교육기관, 학술기관, 정책 연구기관, NGO, CitiesWithNature 등

### 점수 산정기준

자연기반해법인 그린 인프라를 채택하도록 유도하는 정책과 규제, 인센티브의 중요도에 따라 점수가 부여된다. 단계적 기준은 업계와 민간 개발자가 관련 조치를 조정하고 이행할 수 있는 시간을 제공한다.

- 0점:** 자연기반해법인 그린 인프라에 대한 정책이나 규제, 인센티브가 마련되어 있지 않으며, 마련할 계획도 없음
- 1점:** 향후 5년 이내에 지역산업 역량을 강화하고 건물 소유주/개발자를 지원하기 위해 자연기반해법인 그린 인프라에 대한 정책과 규제를 마련할 계획이 있음
- 2점:** 지역산업 역량을 강화하고 건물 소유주/개발자를 지원하기 위해 자연기반해법인 그린 인프라에 대한 정책과 규제가 확정됨
- 3점:** 지역산업 역량을 강화하고 건물 소유주/개발자를 지원하기 위해 자연기반해법인 그린 인프라에 대한 정책과 규제, 인센티브가 확정됨
- 4점:** 건물 소유주/개발자 대상 그린 인프라 설치 관련 정책과 규제, 인센티브에 따라 자연기반해법인 그린 인프라가 구현됨

## 분야 및 기관 간 협력

### 지표 선정 근거

생물다양성과 관련된 많은 문제는 여러 분야에 걸쳐 있기 때문에 다양한 기관이 함께 노력하여야 한다. 기관 간 협력 수준은 생물다양성 보전의 성공을 평가할 수 있는 중요한 지표로, 밀집도가 높은 도시에서는 더 효과적이다. 지표 22는 지방정부 내에서 생물다양성의 주류화를 보장하고 촉진하는 정도를 평가하며, 지표 24는 비정부 주체 간 협력을 살펴본다.

### 지표 산출 방법

생물다양성 문제에 대한 기관 간 협력에 참여하는 시 또는 지방정부 기관의 수

### 지표 산출용 데이터 출처

지방의회, 지방정부

### 점수 산정기준

생물다양성 문제에 협력하는 정부 기관 수는 생물다양성의 주류화 정도와 생물다양성이 미치는 영향에 대해 타 분야에서 인식하고 있는 수준을 나타낸다.

**0점:** 1~2개 기관\*이 생물다양성 문제에 협력하고 있음

**1점:** 3개 기관이 생물다양성 문제에 협력하고 있음

**2점:** 4개 기관이 생물다양성 문제에 협력하고 있음

**3점:** 5개 기관이 생물다양성 문제에 협력하고 있음

**4점:** 6개 이상의 기관이 생물다양성 문제에 협력하고 있음

\* 생물다양성, 계획, 수자원, 재정, 교통, 개발, 인프라, 주택, 관광, 보건, 산업, 국방 등을 담당하는 부서 또는 기관이 포함될 수 있음.

## 참여 및 파트너십

### 지표 선정 근거

지표 23은 생물다양성 관련 사안에 대한 공식 또는 비공식 공개 협의 절차의 존재 여부와 그 상태를 평가한다. 이 지표는 생물다양성에 영향을 미치는 개발에 대해 시민이 의견을 제시할 수 있는 기회를 보장한다.

지표 24는 공식 및/또는 비공식 파트너십이나 타 기관과의 협력 수준을 측정한다. 생물다양성과 관련된 모든 활동과 책임, 사업, 프로그램을 한 기관에서 수행하는 것은 불가능하기 때문에 모든 수준의 참여를 장려해야 한다. 여기에는 민간 부문, NGO, 학술기관, 국제기구 등이 포함된다.

이때 파트너십은 생태계서비스 지불제(Payments for Ecosystem Services, PES) 프로그램과 같이 시 관계자들의 실질적이고 장기적인 참여로 이루어져야 한다.

지표 산출 방법	점수 산정기준
<p><b>지표 23:</b> 생물다양성 관련 사안에 대한 공식 또는 비공식 공개협의 절차의 존재 여부와 그 상태</p> <p><b>지표 24:</b> 생물다양성 활동과 사업, 프로그램을 통해 협력하고 있는 기관, 민간기업, NGO, 학술기관, 국제기구의 수</p> <p>이 지표는 시 관계자와 외부 기관 간의 파트너십과 협력, 협업을 다루므로, 지표 22에 포함된 정부 기관 간 협력 사례를 포함해서는 안된다.</p>	<p><b>지표 23:</b> 공개 협의 자체도 중요하지만 이러한 공개 협의가 공식 또는 비공식 절차로 이행될 수 있는지 여부를 살펴본다.</p> <p><b>0점:</b> 정례화된 공식 또는 비공식 절차가 없음  <b>1점:</b> 정례적으로 공식 또는 비공식 절차가 고려됨  <b>2점:</b> 정례적으로 공식 또는 비공식 절차가 계획됨  <b>3점:</b> 정례적으로 공식 또는 비공식 절차가 시행 준비 완료됨  <b>4점:</b> 정례적으로 공식 또는 비공식 절차가 시행됨</p>
<p><b>지표 산출용 데이터 출처</b> 지방의회, 지방정부, 고등교육기관, 학술기관, 민간 부문, NGO, 시민과학자, 아마추어 자연과학자, 연구기관 등</p>	<p><b>지표 24:</b> 정부기관 외 타 기관과의 파트너십은 포용성 차원에서 매우 중요하다. 점수 산정기준은 파트너십 구성원이 광범위하고 다양할수록 도시 내에서 생물다양성의 주류화가 더욱 성공적으로 이루어졌다는 원칙을 반영한다.</p> <p><b>0점:</b> 공식 또는 비공식 파트너십이 없음  <b>1점:</b> 1~6개의 민간기업, NGO, 학술기관, 국제기구와 파트너십을 맺고 있음  <b>2점:</b> 7~12개의 민간기업, NGO, 학술기관, 국제기구와 파트너십을 맺고 있음  <b>3점:</b> 13~19개의 민간기업, NGO, 학술기관, 국제기구와 파트너십을 맺고 있음  <b>4점:</b> 20개 이상의 민간기업, NGO, 학술기관, 국제기구와 파트너십을 맺고 있음</p>

## 도시의 연간 생물다양성 사업 건수

### 지표 선정 근거

이 지표는 지자체가 주도하거나 주요 협력자로 참여하는 생물다양성 관련 사업 및 프로그램 건수를 측정한다.

이때 사업 및 프로젝트에는 보호지역 보전뿐 아니라 중 보전(예: 식물, 조류, 나비), 중 복원, 생물다양성 조사, 생물다양성 증진, 복원, 보전 교육, 친환경 서비스 이용 등도 포함될 수 있다.

사업이나 프로그램이 이 지표에 반영되려면 그 목표에 생물다양성이 중요하게 고려되어야 한다. 도시의 자생종은 아니지만 다른 지역에서 멸종위기에 처한 종을 보전하기 위한 프로그램, 예를 들어 동물원 중 보전사업이나 현지의 식물 보전을 위한 식물원 등도 포함될 수 있다.

이 지표는 생물다양성 관련 사업이나 프로그램을 수행하기 위해 지방의회와 지자체가 시민, NGO, 대학, 학교, 민간 부문과 협력하는 수준을 평가한다.

각종 기술이 보편화되면서 디지털 플랫폼을 활용한 온라인 사업과 프로그램이 늘고 있다. 특히 코로나19 팬데믹은 온라인 커뮤니케이션이 급성장하는 결과를 가져왔다. 디지털 플랫폼을 활용하면 도시가 지역사회에서 사업이나 프로그램에 착수하는 데 도움이 된다.

### 지표 산출 방법

인구 백만 명당 지자체가 민간 부문, NGO 등과 협력하여 시행하는 연간 사업 및 프로그램 건수

코로나19 팬데믹이 가져온 변화에 대응하고 청년층의 참여를 높이기 위해 디지털 플랫폼에서 추진되는 사업과 프로그램이 늘고 있다. 따라서 온라인 또는 디지털 플랫폼을 통해 진행되는 사업과 프로그램도 포함시켜야 한다.

(도시에서 시행 중인 연간 사업 및 프로그램 건수)/인구 백만 명

도시는 사업건수 계산 시 세분화(granularity) 수준을 자체적으로 결정할 수 있지만, 이러한 기준을 연도별로 일관되게 적용해야 한다. 이 지수는 모니터링 도구이므로 사업 및 프로그램 건수는 누적 건수로 계산하지 않으며, 직전 평가기간 대비 백만 명당 연간 사업 및 프로그램 건수의 증감을 살펴본다.

### 지표 산출용 데이터 출처

시 당국, 고등교육기관, 학술기관, 정책 연구기관, 관련 활동을 수행하는 민간기업 및 NGO, 시민과학자, 아마추어 자연과학자, 학생 등

### 점수 산정기준

2011~2019년까지 싱가포르지수를 적용한 도시에서 제공한 데이터를 기초로 하여 인구 규모로 정규화했다.

- 0점:** 인구 백만 명당 연간 사업 및 프로젝트 8.0건 미만
- 1점:** 인구 백만 명당 연간 사업 및 프로젝트 8.0~23.9건
- 2점:** 인구 백만 명당 연간 사업 및 프로젝트 24.0~56.9건
- 3점:** 인구 백만 명당 연간 사업 및 프로젝트 57.0~101.9건
- 4점:** 인구 백만 명당 연간 사업 및 프로젝트 102.0건 이상

지표 26

교육

지표 선정 근거

교육은 크게 학교 교육과정을 통한 정규교육과 비정규교육으로 나뉜다. 지표 26은 정규교육과 시민인식이라는 두 가지 측면에서, 전체 학교 교육과정에서 생물다양성을 다루고 있는지 여부를 평가한다. 생물다양성에 대한 인식과 가치를 심어주는 가장 효과적인 방법은 유아교육부터 고등교육까지의 교육 과정을 통해 이루어지는 것이라는 관점이 주를 이루고 있다. 학교 교육과정에 생물다양성을 포함시키는 것은 제도적 차원의 노력을 보여줄 뿐만 아니라 다수의 학생들이 생물다양성 관련 지식에 공평하게 접근할 수 있도록 보장한다.

대부분의 경우 시 정부는 학교 교육과정을 편성할 권한이 없다. 이 지표는 시 관계자로 하여금 교육 관계자와 협력하여 생물다양성을 유아 및 초·중·고등 교육과정에 반영할 수 있는 방안을 모색하도록 해준다.

지표 산출 방법

이 지표의 핵심은 학교 교육과정(예: 생물학, 지리 등)에 생물다양성이나 자연에 대한 인식의 포함 여부이다.

생물다양성 교육을 학교 교육과정에 포함시킨 도시는 해당 교육과정의 이행에 대한 상세 정보를 기재할 수 있다.

지표 산출용 데이터 출처

교육부처, 유아교육 담당기관, 초등학교, 중학교, 고등학교, 대학교, 지방의회, NGO 등

지표 선정 근거

학교 교육과정에 생물다양성을 의무적으로 포함하는 것을 목표로 하되 유연한 접근법을 허용한다.

- 0점:** 생물다양성 또는 그 요소가 학교 교육과정에서 다루어지지 않음
- 1점:** 생물다양성 또는 그 요소를 학교 교육과정에 포함하는 것을 고려 중이거나, 임시 생물다양성 교육과정이 존재하나 이를 지방 정부에서 지원하지는 않음
- 2점:** 생물다양성 또는 그 요소를 학교 교육과정에 포함하는 것을 계획하고 있음
- 3점:** 생물다양성 또는 그 요소를 학교 교육과정에 반영하고 있음
- 4점:** 생물다양성 또는 그 요소를 모든 수준의 학교 교육과정에 전적으로 반영하고 있음

지표 27

# 인식제고

**지표 선정 근거**

지표 27은 비정규교육 측면을 다루며, 인구 백만 명당 연간 봉사 활동(outreach) 및 시민 인식제고 행사 건수를 추적하여 시민인식 수준을 평가한다.

행사는 지자체가 직접 주최하거나 어느 정도 관여한 경우에만 지표에 반영된다. 이를 통해 지자체와 대중, NGO 간의 협력을 장려할 수 있다. 현재 현지 NGO와 단체, 기관에서 주관하는 행사가 많은 경우, 지자체는 도시에서 열리는 모든 생물다양성 관련 시민인식 제고 행사 및 프로그램을 조율하고 모니터링할 수 있는 공통 플랫폼을 마련해야 한다. 이러한 플랫폼은 자원 활용을 최적화시킬 수 있다.

디지털 및 온라인 미디어 활용이 늘어남에 따라, 봉사 활동 및 시민인식 제고 캠페인 추진 시 기존 방식과 함께 새로운 미디어 활용도 고려해야 한다.

<p><b>지표 산출 방법</b></p> <p>인구 백만 명당 도시에서 개최되는 연간 봉사 활동 또는 시민인식 제고 행사 건수</p> <p>코로나19 팬데믹이 가져온 변화에 발맞추고 청년층의 참여를 높이기 위해 디지털 플랫폼에서 추진되는 사업과 프로그램이 늘고 있다. 따라서 온라인 또는 디지털 플랫폼을 통해 진행되는 사업과 프로그램을 포함시켜야 한다.</p> <p>지표 27 산출 시 포함된 행사의 전체 목록을 제출할 것을 권장한다. 가능한 경우 추가 정보/통계자료로 예상 및 실제 참석 인원을 제공한다.</p> <p><b>지표 산출용 데이터 출처</b></p> <p>교육부처, 지방의회, NGO, 민간 부문, 시민과학자, 아마추어 자연사학자, 학생 등</p>	<p><b>점수 산정기준</b></p> <p>도시생물다양성지수를 적용한 도시에서 제공한 데이터를 기반으로 하되 인구 규모로 정규화했다. 인구 백만 명 미만인 도시는 그에 비례하여 하향조정한다.</p> <p><b>0점:</b> 인구 백만 명당 연간 봉사 활동 행사 7건 미만</p> <p><b>1점:</b> 인구 백만 명당 연간 봉사 활동 행사 7~81건</p> <p><b>2점:</b> 인구 백만 명당 연간 봉사 활동 행사 82~220건</p> <p><b>3점:</b> 인구 백만 명당 연간 봉사 활동 행사 221~393건</p> <p><b>4점:</b> 인구 백만 명당 연간 봉사 활동 행사 394건 이상</p>
--	---

## 시민 과학

### 지표 선정 근거

생물다양성 보전 및 모니터링 사업에 지역사회를 참여시키면 생물다양성 정보의 격차를 해소하고 생물다양성 데이터 수집 역량을 강화함으로써 도시생물다양성 현황에 대한 지식의 양과 질을 개선하는 데 도움이 될 수 있다. 이 외에도 동식물과의 교감을 통해 자연과의 유대감을 형성하고 인간이 지닌 살아있는 것들에 대한 본능적인 사랑인 바이오피리아(biophilia)를 심어줄 수 있다.

### 지표 산출 방법

생물다양성 보전 노력과 연구에 기여하는 시민 과학자 수를 인구 규모로 정규화한 값

(시민 과학자 수) ÷ (도시 전체 인구/백만 명)

### 지표 산출용 데이터 출처

생물다양성센터, NGO, 생물다양성 담당 기관, 생물다양성 담당 지방정부 기관, 자연단체, iNaturalist 등 온라인 플랫폼, 시민과학자, 아마추어 자연사학자, 학생, [CitiesWithNature](#) 등

### 점수 산정기준

iNaturalist 도시 데이터셋에 적용된 사분위수를 인구 규모로 정규화하여 산출했다. 시민 과학자 수는 가장 가까운 정수로 반올림했다.

**0점:** 인구 백만 명당 시민 과학자 2명 미만

**1점:** 인구 백만 명당 시민 과학자 2~9명

**2점:** 인구 백만 명당 시민 과학자 10~48명

**3점:** 인구 백만 명당 시민 과학자 49~117명

**4점:** 인구 백만 명당 시민 과학자 118명 이상



뉴질랜드에서 네 번째로 큰 도시인 키리키리로아-해밀턴(Kirikiriroa-Hamilton) 시내를 흐르는 와이카토강(Waikato River).  
© Hamilton City Council.



싱가포르 식물원(Singapore Botanic Gardens)의 학습용 숲 안에 위치한 복원된 담수습지 산림 생태계. 관리상태가 우수한 자생식물 보전구역이자 수달, 조류, 파충류, 양서류, 잠자리, 나비 등 여러 동물종의 서식지이다. © National Parks Board.



스페인 비토리아-가스테이스 소재 유럽컨그레스센터(European Congress Centre) 외벽에 설치된 그린 파사드(green facade)가 시선을 사로잡는다. © Quinta fotografos



대서양림의 흔적을 간직한 곳이자 상파울루에서 가장 많이 찾는 중앙공원 중 하나인 트리아농 공원(Tenente Siqueira Campos Park) 조감 사진. 이 공원은 식생을 보호하고 방문객이 여러 문화 명소와 예술작품을 감상할 수 있도록 하기 위해 조성되었다. 공원 산책로를 따라 걷다 보면 다양한 숲, 정원, 텃밭을 볼 수 있다. 관속식물 73종이 등록되어 있으며 이 중 2종은 멸종 위기에 처해 있다. 이 외에도 조류 34종을 관찰할 수 있다. © Joca Duarte, SVMA Collection, São Paulo, Brazil.



## 감사의 말씀

도시생물다양성지수(싱가포르지수)가 개발되기까지 많은 분의 노고가 있었다. 생물다양성협약 사무국과 싱가포르 국립공원관리위원회는 2009년, 2010년, 2011년 세 차례에 걸쳐 개최된 싱가포르지수 개발 전문가 워크숍과 2019년에 개최된 싱가포르지수 검토 워크숍에 참가한 모든 분들께 깊은 감사를 표한다. 아울러 여러 버전의 지수를 시범적용한 도시들과 귀중한 의견을 내 주신 분야별 전문가들께도 감사드린다. 2019년 10월에 개최된 워크숍과 그 이후의 논의는 공인 자선단체인 정원도시기금(Garden City Fund)의 아낌없는 기부 덕분에 성공적으로 진행될 수 있었다.

싱가포르 국립공원관리위원회는 특히 이번 버전의 지표 개발에 큰 기여를 해주신 요헨 예거(Jochen Jaeger) 교수, 아이토르 알바이나(Aitor Albaina) 박사, 페린 하멜(Perrine Hamel) 박사, 브루스 클락슨(Bruce Clarkson) 교수, 캐서린 시어(Catherine Shier), 탄 푸아이 욱(Tan Puay Yok) 박사께 감사의 말씀을 전한다. 또한 싱가포르지수 개발에 지원을 아끼지 않은 생물다양성을 위한 지방행동 글로벌 파트너십에 감사를 표한다. 웬디 얍(Wendy Yap), 제레미 윤(Jeremy Yoon), 제레미 얍(Jeremy Yap)을 비롯한 싱가포르 국립공원관리위원회 직원들은 지난 10년간 싱가포르지수의 개발, 개정 및 관리에 기술적 지원을 제공하며 크게 기여했다. 이들의 헌신적인 노력에 깊이 감사드린다. 마지막으로 케네스 어(Kenneth Er) 싱가포르 국립공원관리위원회 최고경영자와 국립공원·정원·자연보호구역 전무이사인 레옹 치 치우(Leong Chee Chiew) 박사의 아낌없는 지원에 감사를 표한다.



싱가포르 업무지구 중심에 위치한 파크로얄 온 피커링(Parkroyal on Pickering)호텔. © National Parks Board.



스코틀랜드 에든버러 시의회(City of Edinburgh Council) 건물인 웨이버리 코트(Waverley Court)의 옥상정원(The Living Roof). © Susan Falconer

# 부록 A

## 제1차~제3차 도시생물다양성지수 개발 워크숍 및 도시생물다양성지수 검토 워크숍 논의내용 및 결과

1. 싱가포르의 도시생물다양성지수의 지표를 개발, 보완 및 개정하기 위해 네 차례의 전문가 워크숍을 주최했다. 워크숍 결과 보고서는 생물다양성협약(CBD) 웹사이트에서 확인할 수 있다. 본 부록에는 워크숍별 주요 논의내용 및 결과가 수록되어 있다.
  - 제1차 도시생물다양성지수 개발 전문가 워크숍, 2009년 2월 10~12일  
(UNEP/CBD/EW.DCBI/1/3; [www.cbd.int/doc/?meeting=EWDCBI-01](http://www.cbd.int/doc/?meeting=EWDCBI-01))
  - 제2차 도시생물다양성지수 개발 전문가 워크숍, 2010년 7월 1~3일  
(UNEP/CBD/EW.DCBI/2/3; [www.cbd.int/doc/?meeting=EWDCBI-02](http://www.cbd.int/doc/?meeting=EWDCBI-02))
  - 제3차 도시생물다양성지수 개발 전문가 워크숍, 2011년 10월 11~13일  
(UNEP/CBD/EW.DCBI/3/2; [www.cbd.int/doc/?meeting=EWDCBI-03](http://www.cbd.int/doc/?meeting=EWDCBI-03))
  - 도시생물다양성지수 검토 전문가 워크숍, 2019년 10월 15~17일

### 제1차 도시생물다양성지수 개발 전문가 워크숍, 2009년 2월 10~12일

2. 1차 워크숍의 주요 목표는 다음을 지원하는 자가평가 도구인 도시생물다양성지수(CBI)를 개발하는 것이었다.
  - (i) 국가 정부 및 지자체의 도시생물다양성 보전 노력 평가
  - (ii) 도시 생태계 생물다양성 손실 저감 노력 평가
3. 워크숍에는 생물다양성 지표 관련 기술 전문가, 생물다양성과 도시 사업 및 프로그램의 시행 및/또는 관리를 담당하는 도시 간부 및 관계자 등 총 17명이 참석했다. 여기에는 4개 도시(쿠리치바, 몬트리올, 나고야, 싱가포르)와 런던정경대학, 스톡홀름회복력센터(Stockholm Resilience Centre), 독일 주택환경연구소(Institute of Housing and Environment, Germany), 싱가포르국립대학(National University of Singapore), 세계자연보전연맹(International Union for Conservation of Nature, IUCN), ICLEI 생물다양성 지역실천 이니셔티브(Local Action for Biodiversity (LAB) Initiative), 동아시아해양파트너십위원회(East Asian Seas Partnership Council) 소속 전문가 등이 포함됐다. 생물다양성협약 사무국에서는 지속가능한 이용, 관광 및 도서 생물다양성 프로그램을 담당하는 올리버 힐렐(Oliver Hillel)이 참석했다.
4. 참석자들은 3일에 걸쳐 진행된 워크숍에서 지수의 구성방식을 심의하고 지수가 다음의 세 가지 요소로 구성되어야 한다는 데 동의했다.
  - (i) 도시의 자생 생물다양성
  - (ii) 도시의 자생 생물다양성이 제공하는 생태계서비스
  - (iii) 도시의 자생 생물다양성의 거버넌스 및 관리

5. 첫 번째 요소는 도시에 존재하는 자생 생물다양성과 그 보전 방법, 자생 생물다양성에 대한 위협 등 자생 생물다양성의 다양한 측면을 다룬다. 두 번째 요소는 물 조절, 탄소저장, 여가 및 교육 등 도시의 자생 생물다양성이 제공하는 생태계서비스에 초점을 맞춘다. 세 번째 요소는 예산 배분, 제도적 장치, 생물다양성 사업건수, 대중인식 제고 프로그램, 행정 절차 등 생물다양성의 거버넌스 및 관리에 대한 것이다.
6. 참석자들은 세 그룹으로 나뉘어 각 구성요소를 심도 있게 논의한 후 26개 지표를 결정했다<sup>10</sup>.
7. 낸시 홀먼(Nancy Holman) 박사(런던정경대학), 피터 베르너(Peter Werner) (독일 다름슈타트 주태환경연구소), 토마스 엘름크비스트(Thomas Elmqvist) 교수(스톡홀름회복력센터), 안드레 메이더 (Andre Mader) (ICLEI LAB 이니셔티브), 엘리사 칼카테라(Elisa Calcaterra) (IUCN), 올리버 힐렐 (생물다양성협약 사무국), 레나 찬(Lena Chan) 박사(싱가포르 국립공원관리위원회)로 구성된 기술 태스크포스가 사용 지침을 개발하는 임무를 맡았다.

## 제2차 도시생물다양성지수 개발 전문가 워크숍, 2010년 7월 1~3일

8. 제2차 워크숍의 목표는 다음과 같았다.
  - (i) 지수를 시범운영한 도시의 의견 검토
  - (ii) 제1차 전문가 워크숍에서 합의된 구성요소(4번)를 기반으로 CBI 지표 구체화 및 개선
  - (iii) CBI 사용 지침 확정
9. 워크숍에는 생물다양성협약 사무국, 기술 태스크포스, 지속가능한 친환경 도시에 관한 아세안 실무그룹 (ASEAN Working Group on Environmentally Sustainable Cities), 브뤼셀 수도권, 쿠리치바, 에드먼턴, 몽펠리에, 몬트리올, 나고야, 와이타케레시 및 싱가포르 관계자, 자원 전문가, 아이치-나고야 COP10 CBD 추진위원회(Aichi-Nagoya COP 10 CBD Promotion Committee) 및 국제기구 관계자 등 총 32명이 참석했다.
10. 참석자들은 지표 선정과 지표 측정 방법, 점수 산정기준에 대한 전반적인 접근법을 검토했다. 특히 지표의 선정과 점수 산정 방식이 편향되지 않도록 주의를 기울였다. 워크숍 기간 동안 서면으로 작성된 피드백이 공유되었으며, 기술 태스크포스에 제기된 우려사항이 다뤄졌다. 지표 개정과 관련하여 워크숍에서 결정된 사항은 개정된 지표에 반영되었다.
11. CBI 수립에 대한 전반적인 접근법에 대해서는 다음과 같은 사안들이 대대적으로 논의되었다.
  - (i) 문제: 온대지역의 도시는 열대지역의 도시에 비해 본질적으로 생물다양성이 낮다는 점이 언급되었다. 도시의 수명과 인간 개입, 기타 천이(遷移) 과정은 도시생물다양성에 영향을 미칠 수 있다. 도시의 규모 역시 도시생물다양성 풍부도를 결정하는 주요 요인이다.

논의 및 결론: 공정성을 보장하고 편향을 보정하기 위해 여러 가지 수정이 이루어졌다. 첫째, 총

<sup>10</sup> 제1차 전문가 워크숍에서는 26개의 지표가 확정되었다. 하지만 이 중 2개가 매우 유사한 관계로 그 중 하나가 CBI 사용 지침 개발 과정에서 삭제됨에 따라 2009년 11월 버전에는 총 25개 지표가 실렸다.

생태계 수와 특정 종 수를 '도시 개요'에 기재하기로 합의했다.

지수 적용 첫 해를 기준연도로 설정하여 시간 경과에 따른 종 수의 순변화를 전체 종 수를 대체할 지표로 삼았다. 둘째, 도시가 제출한 데이터를 기반으로 통계 분석을 수행하기로 했다. 분석의 신뢰성을 보장하기 위해서는 최소 20개 도시에서 데이터를 입력해야 했다. 지표의 최고점수가 4 점인 경우, 도시가 제공한 데이터의 평균값을 '2점'으로 설정하기로 했다.

CBI는 자가평가 도구로 개발되었기 때문에 지표의 실제 점수보다는 시간 경과에 따른 점수의 변화가 더 중요하다. 즉, 도시별로 자신의 과거 점수와 비교하여 얼마나 개선되었는지를 판단하는 것이므로, 서로 다른 생태 생물군계에 속한 도시들 간의 점수 차이는 문제가 되지 않는다. 도시 간 비교는 관련 데이터가 존재하기 때문에 발생한 것이지 CBI 개발과정에서 의도한 바는 아니다.

- (ii) **문제:** 여러 지표의 점수를 합산하여 단일 점수로 표현하는 것이 타당한지에 대한 의문이 제기되었다. 지표의 성격에 따라 A, B, C, D, E의 5개 부문으로 구분하여 부문 내 점수를 개별적으로 합산하는 방식이 대안으로 제시되었다.

**논의 및 결론:** 단일 점수 방식과 그 대안의 장단점에 대해 논의한 결과, 지표가 타당하다면 모든 지표의 점수를 합산한 단일 점수 방식이 더 적절하다고 결론을 내렸다.

- (iii) **문제:** 도시의 생태발자국을 지수에 포함시켜야 한다는 제안이 있었다.

**논의 및 결론:** 이 사안은 이미 제1차 워크숍에서 제기되었다는 점을 참석자들에게 전달했다. 세계경제포럼의 2005년 환경지속성지수(World Economic Forum's 2005 Environmental Sustainability Index), 세계자연기금의 2008년 지구생명보고서(WWF's Living Planet Report 2008) 등 생태발자국을 다루는 지수는 많지만 도시별 생물다양성을 집중적으로 다루는 지수는 없다는 점을 감안하여, CBI는 자생 생물다양성, 생물다양성이 제공하는 생태계서비스, 생물다양성의 거버넌스 및 관리에 집중해야 한다는 데 의견을 모았다. 이를 통해 다른 지수에서는 미처 다루지 못한 중요하고 특화된 생물다양성 관련 지표를 제공할 수 있게 되었다.

- (iv) **문제:** 많은 도시에서 종의 멸종은 100여년 전에 발생했던, 현 세대의 통제를 벗어난 일이었다.

**논의 및 결론:** 종이 멸종되었다고 하더라도 해당 사실에 초점을 맞추는 것은 생산적이지 않다. 생태계의 복원 및 복구와 종의 재도입으로 이어질 수 있는 바람직한 조치를 취해야 한다. 이러한 접근법을 지표 전체에 반영할 수 있도록 수정이 이루어졌다.

- (v) **문제:** 대부분의 도시가 시가화 지역과 준자연문화 경관으로 구성되어 있음에도 불구하고 시가화 지역의 생물다양성이 충분히 고려되지 않고 있다는 여러 당사국의 의견이 있었다. 각 도시마다 시가화 지역과 재개발 부지의 특성이 다르기 때문에 이러한 토지 이용 방식에 대한 공통된 이해가 필요했다.

**논의 및 결론:** 참석자들은 위의 의견에 동의했으며, 시가화 지역의 자생 생물다양성에 대한 지표(예: 조류 종 수)를 통해 이 문제를 해결하고자 했다. 이 지표를 설정한 이유 중 하나는 도시의 자생 생물다양성 증진을 촉진하여 생물다양성 손실 속도를 늦추기 위함이었다. 최근 들어 제초제와 살충제의 사용이 높은 시골보다 도시의 생물다양성이 더 높을 수 있다는 점이 입증되고 있다.

CBI는 동적이고 진화하는 성격을 가지고 있다. 향후 복원 및 복구, 재도입 이니셔티브와 같이 생물다양성 증진을 목표로 하는 긍정적인 지표가 추가될 가능성이 높다.

- (vi) 문제: 생태계서비스의 경우, 자생 생물다양성이 제공하는 서비스만을 분리하기 어렵다는 점이 언급되었다. 마찬가지로 거버넌스 및 관리에 있어서도 전반적인 생물다양성을 대상으로 하는 경우가 많았다. 하지만 그럼에도 불구하고 자생 생물다양성의 보전 및 이용을 위한 조치는 장려되어야 한다는 점이 거론되었다.

논의 및 결론: 지수의 두 번째와 세 번째 구성요소가 다음과 같이 수정되었다.

- 도시 내 생물다양성이 제공하는 생태계서비스
- 도시 내 생물다양성의 거버넌스 및 관리

12. 워크숍 심의 결과, 구체적인 CBI 변경사항은 다음과 같았다.

- (i) 지수 전체의 일관성을 유지하기 위해 백분율 대신 비율을 사용한다<sup>11</sup>.
- (ii) 점수 산정은 도시에서 제공한 데이터를 정규화하는 방식으로 이루어진다. 도시 데이터의 통계 처리는 점수 산정의 과학적 근거와 공정성, 객관성을 보장한다. 통계분석은 지표 2(연결성), 3(시가화 지역 내 자생 생물다양성), 9(보호지역 비율), 11(수량조절), 12(기후조절: 식생의 탄소저장 및 냉각 효과), 15(생물다양성에 배정된 예산), 16(도시의 생물다양성 사업건수)에 적용된다.
- (iii) 지표 2: 생태계 다양성(2009년 11월 21일자 버전). 이 지표는 지수의 증기 평가주기 동안 생태계 수가 크게 변하지 않을 것으로 예상되어 이번 버전에서 삭제되었다. 그러나 도시 내 생태계 수 정보는 여전히 중요하므로 '도시 개요'란에 기재하기로 했다.
- (iv) 지표 3: 파편화(2009년 11월 21일자 버전). 이 지표를 지표 2로 변경하며, 지수의 긍정적인 접근법을 강조하는 측면에서 파편화에 대응하기 위한 연결성 조치 또는 생태 네트워크 관련 노력을 평가하기로 했다.
- (v) 지표 5, 6, 7, 8, 9: 자생 종 수(2009년 11월 21일자 버전). 생태계 관련 지표가 삭제됨에 따라 각각 지표 4, 5, 6, 7, 8로 변경되었다. 모든 도시에 공평하게 적용하기 위해(상기 11(i)번 참조) 종의 절대 수가 아닌 종 수 변화를 측정해야 한다는 데 합의했다. 2010년<sup>12</sup>을 기준연도로 설정하고, 필수 분류군인 관속식물과 조류, 나비를 비롯하여 도시가 직접 선택한 2개 분류군의 종 수를 '도시 개요'에 기재하기로 했다.
- (vi) 지표 12: 담수 서비스(2009년 11월 21일자 버전). 다수의 도시가 문제를 제기한 관계로 지표 개정이 필요했고, '지표 11: 수량조절'로 변경되었다. 기후변화로 인해 강수량의 변동성이 증가하고 불투수면 때문에 문제가 악화되고 있다. 이 지표는 기상이변 시 물의 흐름 조절과 완화에 기여하는 투수면, 그 중에서도 특히 습지와 자연 생태계의 중요성을 강조한다.

11 이후 싱가포르 국립공원관리위원회는 백분율이 비율보다 더 직관적인 수치를 제공한다는 판단에 따라 점수 범위에 백분율을 사용하기로 결정했다.

12 도시마다 싱가포르지수를 최초로 적용한 연도가 다르기 때문에, 이후 2010년이 아닌 적용 첫 해를 기준연도로 설정하는 것으로 변경했다. 이렇게 하면 2010년 데이터가 없는 도시도 싱가포르지수를 적용할 수 있게 된다.

(vii) 지표 13: 탄소저장(2009년 11월 21일자 버전). 도시들은 원칙적으로 수목의 수를 측정하는 데 동의했지만, 수종이나 둘레, 지방의회에서 식재한 수목이나 사유지의 수목을 포함시킬지 여부 등 해결하기 어려운 문제가 있었다. 이 지표는 지표 12로 변경되었으며, 식생의 탄소저장 및 냉각 효과를 측정하는 간접 지표로 도시 전체 면적 대비 수관밀도 면적의 비율을 채택하기로 했다.

(viii) 지표 14: 여가 및 교육 서비스(2009년 11월 21일자 버전). 1인당 연간 방문 횟수를 측정하는 이 지표는 대상지별로 적절한 방문 횟수가 다르다는 이유로 삭제되었다. 예를 들어, 자연보호구역과 국립공원의 수용능력은 공원보다 낮다. 따라서 방문객 수의 증가는 자연보호구역이나 국립공원에는 바람직하지 않다. 하지만 자연 생태계가 적은 원예공원의 경우 긍정적으로 작용할 수 있다.

13. CBI에 추가될 수 있는 다른 지표들이 존재했으나, 완성된 개정본을 2010년 10월 개최된 COP 10에 제출하기 위해 최소한의 지표만 추가되었다. 자생 생물다양성 및 서식지 복원을 위한 도시의 노력, 생태계서비스, 매립지 내 자생 생물다양성, 옥상 및 벽면 녹화 이니셔티브, 자연공원과의 근접성, 재개발 부지 등을 측정하는 지표는 보완이 필요한 것으로 확인되었다. 향후 개정 시 이러한 미비점을 개선하기로 했다.

14. CBI의 개발은 동적과정으로, 탄탄한 과학적 근거를 기반으로 더 많은 도시에서 적용할 수 있도록 지수를 지속적으로 발전시키고 있다. CBI의 강점은 다음과 같다.

- (i) 생물다양성에 중점을 둔 유일한 지수이다.
- (ii) 생물다양성과 생태계서비스, 우수한 거버넌스 및 관리에 관한 지표를 포함하여 다양하고 포괄적인 범위를 다룬다.
- (iii) 도시가 자가평가를 통해 생물다양성 보전 및 데이터베이스 구축 역량을 강화할 수 있다.
- (iv) 점수가 정량화되어 있어 객관적이고 시간 경과에 따른 변화를 모니터링 할 수 있다.
- (v) 지수 설계에 다양한 전문가와 이해관계자가 참여했다.

15. CBI의 약점은 다음과 같다.

- (i) 모든 도시가 데이터를 보유하고 있는 지표를 선정하기란 어렵다.
- (ii) 도시가 위치한 생태구역이 각기 다르기 때문에 점수 산정이 어려운 지표가 존재한다.
- (iii) 생태계서비스는 새로운 연구 분야이기 때문에 관련 지표 설계가 어렵다.

### 제3차 도시생물다양성지수 개발 전문가 워크숍, 2011년 10월 11~13일

16. 제3차 워크숍의 목표는 다음과 같았다.

- (i) 도시생물다양성지수(싱가포르지수<sup>13</sup>) 지표의 점수 산정기준 확정
- (ii) 제11차 생물다양성협약 당사국총회(COP 11)에 대한 도시생물다양성지수의 기여에 관한 로드맵 논의
- (iii) 도시 및 기타 수준의 지방 정부에서 도시생물다양성지수 사용 확대 방안(계획 및 기준 설정 등) 논의
- (iv) 도시별 도시생물다양성지수 적용사례 논의
- (v) 제1차 도시생물다양성전망(Cities and Biodiversity Outlook) 관련 의견 제시

17. 워크숍에는 도시생물다양성 보전 및 계획 관련 기술 전문가, 생물다양성과 도시 사업 및 프로그램의 시행 및/또는 관리를 담당하는 도시 관계자 등 총 26명이 참석했다. 7개 지표의 점수 범위 설정을 위해 데이터를 제공한 도시가 13개에 불과하다는 점이 언급되었다. 참석자들은 강력한 통계적 정규화 작업을 위해 최소 50개 도시의 데이터가 필요하다고 제안했다. 이 밖에도 도시생물다양성지수의 23개 지표를 모두 검토하고 필요에 따라 데이터의 명확성을 높이는 개선 방안을 제시했다.

18. 다음과 같은 사안이 집중적으로 논의되었다.

- (i) 보고의 책임성과 표준화를 위해 도시생물다양성지수의 이행 및 점수 보고는 시 관계자가 수행해야 한다는 데 합의했다. 데이터 수집 및 분석은 대학, 비정부기구(NGO), 컨설턴트 등이 수행할 수 있으나, 보고는 반드시 시 관계자를 통해 이루어져야 한다. 도시는 결과와 경험을 생물다양성협약 사무국, 싱가포르 국립공원관리위원회, ICLEI에 보고할 수 있다. 보고서와 사례 연구는 협약 사무국 웹사이트에 게시된다.
- (ii) 지난 두 차례의 워크숍에서 다양한 분야의 전문가들이 모여 지표를 작업했고 도시들로부터 의견도 수렴한 만큼 지표를 변경하지 않기로 합의했다.
- (iii) 과학적 신뢰성을 제고하기 위해 지표 산출 방법을 엄격하게 검토해야 한다. 방법론을 표준화하기 위해 도시들에게 산출 방법과 전제 조건을 상세히 기록할 것을 요청했다. 특히 '지표 2: 파편화 방지를 위한 연결성 조치 또는 생태 네트워크'가 크게 보완되었다.
- (iv) 여러 도시의 피드백을 바탕으로 지표 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 15, 16, 17, 18, 23과 관련하여 용어 정의를 구체화했으며, 관련 내용은 개정된 도시생물다양성지수 사용 지침에 수록되었다.
- (v) 지표 2, 3, 9, 11, 12, 15, 16 등 7개 지표는 통계적 정규화가 필요했다. 더 많은 표본을 확보하여 통계 정규화 작업을 철저히 수행할 수 있도록 싱가포르 국립공원관리위원회에 데이터를 제공할 것을 각 도시에 요청했다.
- (vi) 도시가 지표 관련 모든 데이터를 보유하지 않을 수도 있으므로 다양한 도시의 참여를 촉진하는

13 지수 개발 과정 중 기술적 측면에서 싱가포르의 리더십을 인정받아 도시생물다양성지수는 통상적으로 싱가포르 도시생물다양성지수 또는 싱가포르지수로 알려지게 되었다.

차원에서 도시생물다양성지수는 이행은 단계적으로 이루어질 수 있다. 즉, 처음에는 관련 데이터가 존재하는 지표부터 시작할 수 있다. 이후 점진적으로 다른 지표에 대한 데이터 수집을 계획해 나가는 방식이다. 아울러 도시별 지리적 상황에 최적화된 지표 적용 방안을 공유할 것을 권장한다. 예를 들어, 지표 12의 수관밀도는 사막이나 건조지대에 있는 도시에는 적절하지 않을 수 있다. 이러한 모든 사항을 고려하여 23개 지표를 모두 적용할 것을 권장한다.

(vii) 도시생물다양성지수는 자가평가 도구로 설계되었다. 따라서 비교 목적으로 사용할 경우, 그 의미를 살리려면 지리적 위치, 규모, 도시의 나이 등에 따라 도시를 분류하여 비교해야 한다.

19. 기술 태스크포스 위원인 안드레 메이더(ICLEI)와 엘리사 칼카테라(IUCN)는 각각 소속기관인 ICLEI와 IUCN을 떠났다. 제3차 전문가 워크숍에는 ICLEI LAB 이니셔티브의 실라 패트릭슨이 참석했으며, 향후 안드레 메이더를 대신해 기술 태스크포스에 참여할 예정이다. 기술 태스크포스는 현재 낸시 홀먼 박사(런던정경대학), 피터 베르너(독일 다름슈타트 주택환경연구소), 토마스 엘름크비스트 교수(스톡홀름회복력센터), 실라 패트릭슨(ICLEI LAB 이니셔티브), 올리버 힐렐(생물다양성협약 사무국), 레나 찬 박사(싱가포르 국립공원관리위원회) 등 6명의 위원으로 구성되어 있다.

### 제3차 전문가 워크숍 - 후속작업

20. 지표 14에 대한 도시별 결과를 취합하는 과정에서 데이터와 방법론이 점수 범위에 적합하지 않다는 것이 발견되었다. 총 방문 횟수를 16세 미만 총 학생 수로 나누는 기존 방식을 따를 경우, 점수 범위를 벗어나는 값이 나올 수 있다. 이 문제를 해결하기 위해 해밀턴시는 다양한 연령대(16세 미만)의 학생이 있는 학교들을 표본으로 삼아 학생 인구를 대표하는 추정치를 얻는 새로운 방법을 채택했다. 지표 14 측정과 관련하여 다른 도시에서 대안이 있다면 의견을 공유하기 바란다.

21. 점수 범위가 아직 설정되지 않은 6개 지표(지표 3, 9, 11, 12, 15, 16)에 대한 데이터를 도시들로부터 취합하여 정규화 작업을 실시했다. 제3차 전문가 워크숍에서 언급된 방식에 따라 기술 태스크포스와의 지속적인 협의 하에 상위 20%의 도시는 4점, 그 다음 20%는 3점, 하위 20% 도시는 0점 등 백분위수를 사용하여 지표별 기준점을 설정했다. 지표 2의 방법론은 제3차 전문가 워크숍에서 변경되었으므로 수정된 지표에 따라 계산된 결과를 제출한 도시는 일부에 불과했다. 지표 2의 점수 범위는 채택된 지표 산출방식을 제안한 요헨 예거 박사와의 협의를 통해 설정되었다. 최종 지표는 비율 대신 백분율을 사용하여 결과가 보다 직관적으로 표시되도록 했다.

## 도시생물다양성지수 검토 전문가 워크숍, 2019년 10월 15~17일

22. 워크숍의 목표는 다음과 같았다.

- (i) 생물다양성과 기후변화 관련 최신 동향과 post-2020 글로벌 생물다양성 프레임워크에 대한 논의를 반영하기 위해 도시생물다양성지수(CBI)의 전체 지표 검토
- (ii) 도시들의 요구사항 및 의견을 반영하기 위해 CBI 지표 검토

23. 제4차 전문가 워크숍에는 지방정부, 학계, 국제기구 등 총 29개 기관에서 31명이 참석하여 3일에 걸쳐 지수에 대한 기술적 검토를 진행했다.

24. SI의 적용주기가 기존에 권고한 3년이 아닌 5년 또는 적절하다고 판단되는 그 이상의 기간이 될 수 있다고 합의했다. 이 외에도 도시 간 SI 공유 및 논의를 촉진할 수 있는 전용 디지털 플랫폼이 마련될 경우 도움이 될 것이라는 의견이 있었다. 마지막으로, 지수 적용 과정이 도시에서 의미 있는 생물다양성 보전 작업을 시작하는 데 필요한 이해관계자 네트워크를 구축할 수 있는 잠재력을 가지고 있다는 의견이 제시되었다.

25. 지수별 지표를 검토한 결과 다음과 같은 수정사항이 발생했다.

- (i) 지표 3: 시가화 지역 내 자생 생물다양성(조류)(기존 CBI). 지역에 따라 종의 수가 다를 수 있으므로 공정성을 확보하기 위해 도시 전체 자생 조류 종 수 대비 시가화 지역에서 발견된 자생 조류 종 수의 비율로 계산하기로 했다.
- (ii) 지표 6: 자생 나비 종 수 변화 추이(기존CBI). 5개의 자생 분류군에 대한 데이터 수집이 지나치게 부담스럽다는 문제가 도시들 측에서 제기되었다. 논의 결과 2개 분류군을 삭제하고 나비 분류군을 절지동물로 확대하기로 합의했다. 3개 분류군에 대한 데이터는 생태계의 다양한 수준을 충분히 반영할 수 있을 것이다.
- (iii) 지표 10: 침입 외래종(IAS) 비율(기존 CBI). 비율 계산 시 사용되는 '전체 종 수'에 침입 외래종(IAS)의 수가 포함되어야 한다고 관련 문구를 구체화했다.
- (iv) 지표 11: 수량조절(기존 CBI). 도시들은 지표 관련 데이터 수집 비용이 높을 수 있다는 우려를 제기했으나, 생물다양성이 제공하는 주요 생태계서비스인 물 조절을 측정하는 데 이 지표가 중요하다는 점 역시 인정했다. 도시의 물순환과 수질을 보다 정확하게 측정하기 위해 유효 불투수 면적(EIA)의 백분율을 사용하는 대안이 제시되었다.
- (v) 지표 12: 기후조절: 식생의 탄소저장 및 냉각 효과(기존 CBI). 수목과 녹지가 다양한 생태계서비스를 제공한다는 점을 보다 정확하게 반영하기 위해 지표 제목을 '기후조절: 수목과 녹지의 혜택'으로 수정했다..
- (vi) 지표 15: 생물다양성에 배정된 예산(기존 CBI). 이 지표는 도시별 각기 다른 상황을 고려하여 수정되었다. 생물다양성 예산의 구성 요소로 기부채납을 포함하기로 합의했고, SI를 일관되게 적용하는 것의 중요성이 강조되었다.
- (vii) 지표 16: 도시의 연간 생물다양성 사업 건수(기존 CBI). 이 지표는 도시별 인구 규모로 정규화되었다.

참석자들은 인구 백만 명당 도시가 시행하는 연간 생물다양성 사업건수를 사용하기로 합의했다.

(viii) 지표 18: 도시가 사용하는 생물다양성 관련 필수 기능의 수(기준 CBI). 당초 디지털 플랫폼을 점수 산정기준에 포함하기로 했지만 디지털 플랫폼은 생물다양성 관련 필수 기능이 아니라는 판단 하에 지표 18의 당초 버전을 유지하기로 합의했다.

(ix) 지표 23: 도시에서 개최되는 연간 봉사 활동 또는 시민인식 제고 행사 건수(기준 CBI). 이 지표는 도시별 인구 규모로 정규화되었다. 지표의 목적은 생물다양성 문제에 대한 시민들의 인식을 높이기 위한 도시의 노력을 측정하는 것이며, 도시별로 지표를 자율적으로 적용하되 일관성을 유지하는 것이 중요하다는 점을 도시들에게 상기시켰다. 참석자들은 인구 백만 명당 도시에서 시행하는 연간 봉사 활동 또는 시민인식 행사 건수를 사용하기로 합의했다.

26. '지표 7-8: 자생 종 수 변화 추이(분류군 선택)'과 '지표 14: 평균 공식 현장학습 횟수'는 데이터 확보가 지나치게 부담스럽다는 이유로 삭제되었다. 브루스 클락슨 교수는 '도시 개요'에 추가 분류군에 대한 정보를 포함할 것을 제안했다.

27. 지수에 새롭게 추가된 지표는 다음과 같았다.

(i) 서식지 복원. 이 지표에 대해 두 가지 옵션이 제안되었는데, 하나는 생태적 기능이 양호한 수준으로 복원된 서식지 면적의 비율(%)을, 다른 하나는 도시에서 복원된 서식지 유형의 비율(%)을 측정하는 것이었다. 후자의 경우, IUCN 서식지 분류체계를 사용하여 서식지 유형을 표준화하기로 합의했다. 도시는 이 두 가지 옵션 중 하나를 선택하여 적용할 수 있다.

(ii) 도시농업. 위크숍에서는 도시의 생물다양성에 기여하는 동시에 식량안보를 강화할 수 있는 지표를 포함하는 것을 검토하고, 아이토르 알바이나 박사와 올리버 힐렐에게 해당 지표를 추가로 개발하는 임무를 맡겼다.

(iii) 건강과 웰빙 - 공원 근접성/접근성. '접근성'과 '근접성'을 두고 논의한 결과, '접근성'이 지표로서 더 효과적이라는 데 의견을 모았다. 접근성 평가는 지리공간정보 시스템에 대한 기술적 역량을 요구하므로, 도시가 접근성을 평가할 수 없는 경우에 한해 근접성을 고려해야 한다는 결론을 내렸다. 이후 싱가포르 국립공원관리위원회는 도시가 선택할 수 있는 '접근성' 및 '근접성' 옵션을 개발했다.

(iv) 도시의자연자본평가현황. '자연자본 평가'라는 용어를 사용하기로 결정하기 전 도시 내 생물다양성 또는 생태계서비스에 대한 '자연자본 평가(natural capital assessment)'와 '자연자본계정(natural capital accounting)'의 차이점이 논의되었다. 기존 도시생물다양성지수의 23개 지표 중 대부분을 평가 완료한 도시는 이 평가 작업도 상당 부분 완료했을 가능성이 크다는 점이 언급되었다.

(v) 도시의 녹지관리계획 현황. 이 지표는 도시가 녹지 공간의 개발 또는 확장 추진 시 생물다양성에 초점을 맞춘 양질의 관리계획을 수립하도록 보장한다.

- (vi) 생물다양성을 증진하는 생물다양성 관련 기후변화 대응. 이 지표는 최초 제안 당시 기후변화 완화 및 생물다양성 증진 노력을 측정하기 위한 대체 지표로 식재된 수목의 수를 측정했다. 참석자들은 식재된 수목 수보다 기후변화에 대한 자연기반 대응 횟수로 평가하는 것이 더 적절하다는 데 동의했다.
- (vii) 자연기반해법인 그린 인프라에 대한 정책 및/또는 인센티브. 참석자들은 이 지표가 시가화 지역의 생물다양성 증진을 위해 고려해야 할 바람직한 희망지표라는 데 동의하며, 녹지를 통한 인공 구조물 인프라 개선에 주안점을 둘 것을 제안했다.
- (viii) 커뮤니티 과학. 생물다양성 보전을 위한 지역사회 노력의 척도로 투입시간 수를 사용하는 방안이 검토되었으나, 데이터 수집이 지속가능하게 이루어질 수 있는 지역사회 과학자 수를 사용하기로 합의했다. 시민뿐 아니라 도시 내 모든 거주자의 참여를 장려하고자 하는 취지에 따라 '시민 (citizen)' 대신 '지역사회(community)'라는 단어를 사용했다.

#### 도시생물다양성지수 검토 전문가 워크숍 - 후속작업

28. 2019년 11월 21일 워크숍 결과 보고서가 참석자들에게 배포되었다. 다수의 참석자와 분야별 전문가는
  - a) 개정된 지표와 신규 지표에 대한 주요 데이터와 서면자료를 제공하고, b) 지표의 정량적 점수산정에 대한 조언을 제시했다.
29. 2020년 3월 23일 개정된 지표를 참석자들과 각 분야 전문가들에게 배포하여 의견과 피드백을 구했다. 하지만 코로나19 팬데믹 상황으로 인해 의견수렴이 지연되었다.
30. 도시생물다양성지수 안내서 작성에 내실을 기하기 위해 상당한 노력이 투입되었다. 특히 지표가 적절하게 그룹화되도록 논리적 흐름에 따라 순서를 조정했다.

## 부록 B

### 도시생물다양성지수 개발 및 개정 워크숍 참석자 명단

#### 제1차 도시생물다양성지수 개발 전문가 워크숍, 2009년 2월 10~12일

순	성명	소속
1	올리버 힐렐(Oliver Hillel) (공동의장 및 SI 기술 태스크포스(SI Technical Task Force))	생물다양성협약 사무국
2	레나 찬(Lena Chan) 박사 (공동의장 및 SI 기술 태스크포스)	싱가포르 국립공원관리위원회
3	토마스 엘름크비스트(Thomas Elmqvist) 교수 (SI 기술 태스크포스)	스웨덴 스톡홀름대학 스톡홀름회복력센터 (Stockholm Resilience Center)
4	피터 베르너(Peter Werner) (SI 기술 태스크포스)	독일 다름슈타트 주택환경연구소 (Institute of Housing and Environment)
5	낸시 홀먼(Nancy Holman) 박사 (SI 기술 태스크포스)	런던정경대학
6	엘리사 칼카테라(Elisa Calcaterra) (SI 기술 태스크포스)	벨기에 IUCN/카운트다운 2010(Countdown 2010)
7	안드레 메이더(Andre Mader) (SI 기술 태스크포스)	남아프리카공화국 ICLEI/LAB
8	고사카 료(Ryo Kohsaka) 박사	일본 나고야시
9	가와다 세이치(Seiichi Kawada)	일본 나고야시
10	알프레도 트린다드(Alfredo Trindade)	브라질 쿠리치바시 기술 전문가/관리자
11	미셸 피카르(Michele Picard)	캐나다 몬트리올시
12	다니엘 호더(Daniel Hodder)	캐나다 몬트리올시
13	피터 응(Peter Ng) 교수	싱가포르국립대학
14	리차드 콜렛(Richard Corlett) 교수	싱가포르국립대학
15	추아 티아 옹(Chua Thia Eng) 박사	필리핀 동아시아해양환경협력기구(PEMSEA)
16	탄 푸아이 욱(Tan Puay Yok) 박사	싱가포르 국립공원관리위원회
17	제프리 데이비슨(Geoffrey Davison) 박사	싱가포르 국립공원관리위원회

## 제2차 도시생물다양성지수 개발 전문가 워크숍, 2010년 7월 1~3일

순	성명	소속
1	올리버 힐렐(Oliver Hillel) (공동의장 및 SI 기술 태스크포스)	생물다양성협약 사무국
2	레나 찬(Lena Chan) 박사 (공동의장 및 SI 기술 태스크포스)	싱가포르 국립공원관리위원회
3	안드레 데릭 메이더(Andre Derek Mader) (SI 기술 태스크포스)	ICLEI
4	엘리사 칼카테라(Elisa Calcaterra) (SI 기술 태스크포스)	IUCN 유럽지역 사무소
5	낸시 엘리자베스 홀먼(Nancy Elizabeth Holman) 박사 (SI 기술 태스크포스)	런던정경대학
6	피터 베르너(Peter Werner) (SI 기술 태스크포스)	주택환경연구소
7	토마스 엘름크비스트(Thomas Elmqvist) 교수 (SI 기술 태스크포스)	스톡홀름회복력센터
8	막텔드 그리실스(Machteld Gryseels)	브뤼셀 수도권
9	알프레도 비센테 데 카스트로 트린다드 (Alfredo Vicente de Castro Trindade)	브라질 파라나주 쿠리치바시 환경국
10	윌리엄 그랜트 피어셀(William Grant Pearsell)	에드먼턴시 자산관리 및 공공사업국
11	다니엘 호더 (Daniel Hodder)	몬트리올시 대형공원 및 녹지화국 개발 및 파트너십과
12	카토 마사시(Masashi Kato)	나고야시 환경국
13	그레엄 캠펠(Graeme Campbell) 박사	와이타케레시의회 전략기획위원회
14	브루스 클락슨(Bruce Clarkson) 교수	와이카토대학
15	웬돌린 홀스미스(Gwendolyn Hallsmith)	몽펠리에시
16	리아나 브라타시다(Liana Bratasida)	인도네시아 환경부
17	피터 응(Peter Ng) 교수	싱가포르국립대학 열대해양과학연구소
18	리처드 토마스 콜렛(Richard Thomas Corlett) 교수	싱가포르국립대학 생명과학과
19	탄 푸아이 욱(Tan Puay Yok) 박사	싱가포르 국립공원관리위원회 도시녹지생태센터 (Centre for Urban Greenery and Ecology, CUGE)
20	치카라 홍보	생물다양성협약 사무국
21	크리스토퍼 니콜라스 히데오 돌(Christopher Nicholas Hideo Doll) 박사	유엔대학 고등연구소(UNU-IAS)
22	조프레 HJ 알리 아마드(Joffre Hj. Ali Ahmad)	산업자원부(Ministry of Industry and Primary Resources)
23	호세 안토니오 푸핌 데 올리베이라(Jose Antonio Puppim de Oliveira) 박사	유엔대학 고등연구소(UNU-IAS)
24	마흐무드 HJ 유소프(Mahmud Hj. Yussof)	산업자원부

순	성명	소속
25	아오야마 마사시(Masashi Aoyama)	아이치-나고야 COP10 CBD 추진위원회 (Aichi-Nagoya COP 10 CBD Promotion Committee)
26	라켈 모레노-페냐란다(Raquel Moreno-Penaranda) 박사	유엔대학 고등연구소(UNU-IAS)
27	고사카 료(Ryo Kohsaka) 박사	아이치-나고야 COP10 CBD 추진위원회
28	스티븐 리차즈(Stephen Richards)	국제보전협회(Conservation International) 아태지역
29	이노우에 다카시(Takashi Inoue)	교토대학 글로벌환경연구대학원
30	이토 츠요시(Tsuyoshi Ito)	아이치-나고야 COP10 CBD 추진위원회 도시정상회의 그룹
31	마크 제프리 맥도넬(Mark Jeffrey McDonnell) 부교수	호주 도시생태학연구센터(Australian Research Centre for Urban Ecology, ARCUE)
32	시양롱 왕(Xiangrong Wang) 교수	푸단대학

### 제3차 도시생물다양성지수 개발 전문가 워크숍, 2011년 10월 11~13일

순	성명	소속
1	올리버 힐렐(Oliver Hillel) (공동의장 및 SI 기술 태스크포스)	생물다양성협약 사무국
2	레나 찬(Lena Chan) 박사 (공동의장 및 SI 기술 태스크포스)	싱가포르 국립공원관리위원회
3	셸라 패트릭슨(Shela Patrickson) (SI 기술 태스크포스)	ICLEI 도시생물다양성센터(Cities Biodiversity Center)
4	낸시 엘리자베스 홀먼(Nancy Elizabeth Holman) 박사 (SI 기술 태스크포스)	런던정경대학
5	피터 베르너(Peter Werner) (SI 기술 태스크포스)	주택환경연구소
6	토마스 엘름크비스트(Thomas Elmqvist) 교수 (SI 기술 태스크포스)	스톡홀름회복력센터
7	수파폰 키티와로돔(Supaporn Kittiwarodom)	방콕시 환경국
8	비니시우스 아빌호아(Vinicius Abilhoa)	브라질 쿠리치바시 환경국
9	윌리엄 그랜트 피어셀(William Grant Pearsell)	에드먼턴시 지속가능발전국 도시계획 및 환경과
10	리사렉시온(렉스) 비툰 사다바(Resurreccion (Rex) Bitoon Sadaba) 박사	필리핀 비사야스대학
11	마리아나 카브랄 카르도소(Mariana Cabral Cardoso)	리스본대학
12	니콜라스 이안 화이트(Nicholas Ian White) 박사	영국 런던 내추럴 잉글랜드(Natural England)
13	후안 아르투로 리베라 레볼레도 (Juan Arturo Rivera Rebolledo) 박사	멕시코시 환경국
14	필립 크로즈(Philippe Croze)	프랑스 몽펠리에시

순	성명	소속
15	사빈 쿠르시에(Sabine Courcier)	몬트리올시 대형공원 및 녹지화국
16	고사카 료(Ryo Kohsaka) 박사	나고야대학 경제대학원
17	아이다 피트리야니(Aida Fitriyani)	웨스트자바주 환경관리청(Environmental Management Agency, West Java Province)
18	리나 라하유 수아르디(Lina Rahayu Suardi)	웨스트자바주 환경관리청
19	브루스 클락슨(Bruce Clarkson) 교수	와이카토대학 이공학부
20	요헨 A.G. 예거(Jochen A.G. Jaeger) 박사	몬트리올 콘코디아대학 지리기획환경과
21	리처드 토마스 콜렛(Richard Thomas Corlett) 교수	싱가포르국립대학 생명과학과
22	탄 푸아이 욱(Tan Puay Yok) 박사	싱가포르 국립공원관리위원회 도시녹지생태센터(CUGE)
23	앤드루 러드(Andrew Rudd)	유엔 해비타트(UN Habitat)
24	크리스토퍼 돌(Christopher Doll) 박사	유엔대학 고등연구소(UNU-IAS)
25	수난단 티와리(Sunandan Tiwari)	ICLEI
26	실케 비셀(Silke Wissel)	독일환경원조(German Environmental Aid)

### 도시생물다양성지수 검토 전문가 워크숍, 2019년 10월 15~17일

순	성명	소속
1	올리버 힐펠(Oliver Hillel) (공동의장 및 SI 기술 태스크포스)	생물다양성협약 사무국
2	레나 찬(Lena Chan) 박사 (공동의장 및 SI 기술 태스크포스)	싱가포르 국립공원관리위원회
3	피터 베르너(Peter Werner) (SI 기술 태스크포스)	주택환경연구소
4	낸시 홀먼(Nancy Holman) 박사 (SI 기술 태스크포스)	런던정경대학
5	러셀 갈트(Russell Galt) (SI 기술 태스크포스)	IUCN
6	잉그리드 콧시(Ingrid Coetzee) (SI 기술 태스크포스)	ICLEI 도시생물다양성센터
7	토마스 엘름퀴스트(Thomas Elmqvist) 교수 (SI 기술 태스크포스)	스톡홀름회복력센터
8	아이토르 알바이나(Aitor Albaina) 박사	비토리아-가스테이스시의회 환경연구센터 (Environmental Studies Centre)
9	악샤이 나차네(Akshay Nachane)	테라콘 에코테크(Terracon EcoTech)
10	앤드루 러드(Andrew Rudd)	유엔 해비타트

순	성명	소속
11	애니 파키넨(Anni Parkkinen)	헬싱키대학 환경과학과
12	브루스 클락슨(Bruce Clarkson) 교수	와이카토대학
13	캐머런 맥린(Cameron McLean)	에테키니시
14	찬드라 모한 레디(Chandra Mohan Reddy)	안드라 프라데시 녹화 및 미화공사(Andhra Pradesh Greening and Beautification Corporation)
15	페르난도 로우로 알베스(Fernando Louro Alves)	리스본시의회
16	리엄 그랜트 피어셀(William Grant Pearsell)	에드먼턴시 도시계획국 도시형태 및 전략개발과
17	줄리 듀어(Julie Dewar)	에든버러 시의회
18	카리나 아빌라 (Karina Avila)	환경국
19	토모나리 코노(Kono Tomonari)	나고야시 환경국
20	루이스 안드레스 오리베(Luis Andres Orive)	비토리아-가스테이스시의회 환경연구센터
21	마스 도지리(Mas Dojiri) 박사	LA 위생국(LA Sanitation)
22	미카 탄(Mika Tan)	아세안 생물다양성센터(ASEAN Centre for Biodiversity) 도시생물다양성허브(Urban Biodiversity Hub, UBHub)
23	네페 나바라(Nappy Navarra)	필리핀대학 건축대학
24	페린 하멜(Perrine Hamel) 박사	싱가포르 난양기술대학
25	피터 카노스키(Peter Kanowski) 교수	페르네 환경사회학부(Fenner School of Environment and Society)
26	롱롱 두리아폰트(Rongrong Duriyapunt)	치앙마이시
27	살만 파룩(Salman Faruq)	반둥시
28	탄 푸아이 욱(Tan Puay Yok) 박사	싱가포르 국립공원관리위원회 싱가포르 식물원
29	테레사 문디타(Theresa Mundita) 박사	아세안 생물다양성센터
30	비니시우스 아빌호아(Vimcius Abilhoa) 박사	브라질 쿠리치바 카파오 다 임부이아 자연사박물관 (Museu de Historia Natural Capao da Imbuia)
31	우치야마 유타(Yuta Uchiyama) 박사	나고야대학 환경대학원

# 부록 C

## 도시생물다양성지수 적용 시 제출하는 도시 개요 작성 예시

### I. 도시 개요

1. 제출 자료는 도시의 특징에 대한 간략한 설명을 포함해야 하며, 지도, 사진, 도표 등을 추가할 수 있다. 다음은 예시 항목으로 이에 국한할 필요는 없다.

- (i) 도시 개황
  - a. 위치
  - b. 기후
  - c. 온도
  - d. 강수량/강수량
  - e. 기타 관련 정보
- (ii) 규모(경계가 표시된 도시 면적)
- (iii) 인구
- (iv) 경제지표
- (v) 물리적 특징
- (vi) 도시에서 발견되는 생태계 및 종을 포함한 생물다양성 특징 및 특성(개체군에 대한 정량적 데이터 및 그 외 정성적 데이터 등)
- (vii) 생물다양성 관리
- (viii) 관련 누리집 링크
  - a. 도시 누리집
  - b. 환경 또는 생물다양성 관련 누리집
  - c. 생물다양성 담당기관 누리집

### II. 도시생물다양성지수 지표

2. 지수 산출 시, 최종 수치의 산출내역을 자세히 기재하고 가급적 자료의 출처를 명시한다. 제출 양식 예시는 다음과 같다.

지표	산출내역 결과값의 산출내역 기재	도시의 자생 생물다양성	출처 자료 확보 경로 기재	점수
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
		생물다양성이 제공하는 생태계서비스		
10				
11				
12				
13				
14				
		생물다양성 거버넌스 및 관리		
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				

# 부록 D

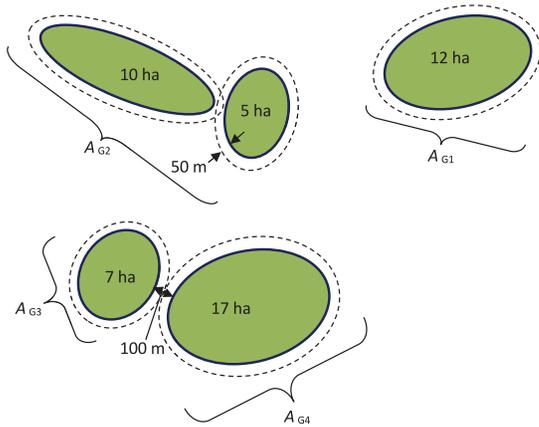
## 지표 2의 자연지역 유효 연결망 크기 산출 방법

지표 2: 파편화 방지를 위한 연결성 조치 및 생태 네트워크

$$\text{산출식: 지표 2} = \frac{1}{A_{\text{total}}} (A_{G1}^2 + A_{G2}^2 + A_{G3}^2 + \dots + A_{Gn}^2),$$

이때 n은 연결된 자연지역 패치 집단의 개수를,  $A_{G1}$ 에서  $A_{Gn}$ 은 집단 1( $A_{G1}$ ), 집단 n( $A_{Gn}$ ) 까지의 연결된 자연지역 패치 집단별 크기를,  $A_{\text{total}}$ 은 도시 내 전체 자연지역 면적을 나타낸다(Deslauriers et al. 2018).

### 예시



### 산출방법

상기 경관에는 5개의 패치가 존재한다. 먼저 각 패치 주위에 50m의 완충지대를 설정하여 서로 100m 이내에 있는 패치를 파악한다. 완충지대가 겹칠 경우, 두 패치 사이의 거리는 100m 미만이 된다. 가장 우측에 아무 패치와도 연결되지 않은 패치(12h)를  $A_1$ (또는  $A_{G1}$  면적 = 12ha)이라 한다. 좌측 상단의 두 패치는 서로 연결되어 있다. 이들 면적을 합산하고 해당 패치 집단을  $A_{G2}$ (면적 = 10ha + 5ha = 15ha)라 한다. 하단의 두 패치는 정확히 100m 떨어져 있으므로 연결된 것으로 간주하지 않고 각각  $A_{G3}$ (면적 = 7ha),  $A_{G4}$ (면적 = 17ha)라 한다.  $A_{\text{total}}$ 은  $A_{G1}$ ,  $A_{G2}$ ,  $A_{G3}$ ,  $A_{G4}$ 의 합, 즉  $A_{\text{total}} = 12\text{ha} + 15\text{ha} + 7\text{ha} + 17\text{ha} = 51\text{ha}$ 가 된다. 이제 지표 2의 유효 연결망 크기 값을 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{지표 2} &= \frac{1}{A_{\text{total}}} (A_{G1}^2 + A_{G2}^2 + A_{G3}^2 + A_{G4}^2) \\ &= \frac{1}{51 \text{ ha}} (12 \times 12 \text{ ha}^2 + 15 \times 15 \text{ ha}^2 + 7 \times 7 \text{ ha}^2 + 17 \times 17 \text{ ha}^2) = \frac{707}{51} \text{ ha} = 13.86 \text{ ha}. \end{aligned}$$

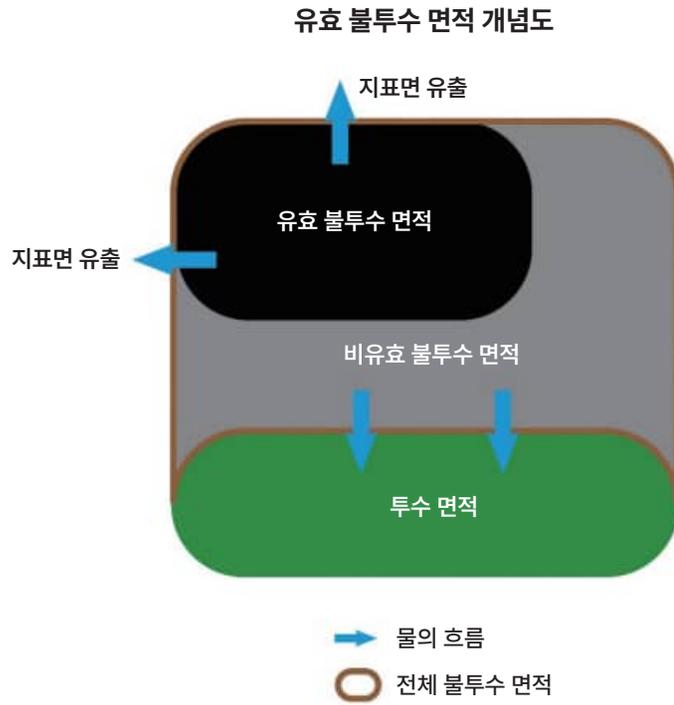
지표 산출과 관련된 정보는 다음 논문을 참고한다: Deslauriers et al. (2018), Jaeger (2000), Jaeger, Bertiller & Schwick (2007), Jaeger et al. (2008), Spanowicz & Jaeger (2019).

지표 산출에 어려움이 있는 경우, 요헨 예거 박사(이메일: [jochen.jaeger@concordia.ca](mailto:jochen.jaeger@concordia.ca), 전화: (+1) 514-848-2424 내선 5481)에게 문의하도록 한다.

# 부록 E

## 유효 불투수 면적 개념도

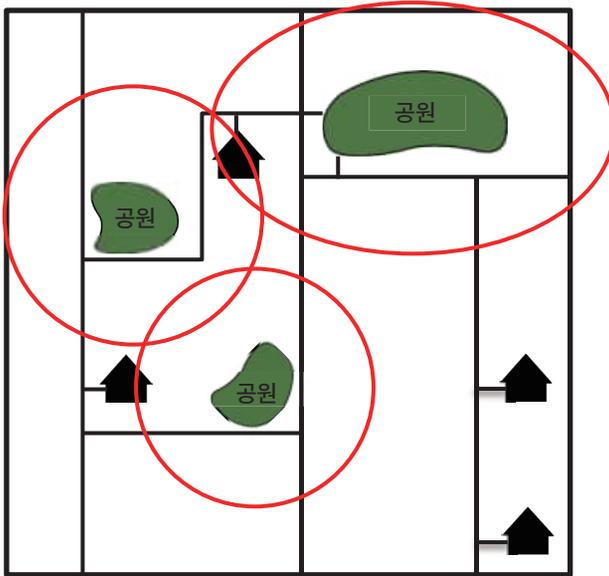
지표 10: 수량조절



## 부록 F

### 근접성 및 접근성 측정 방법

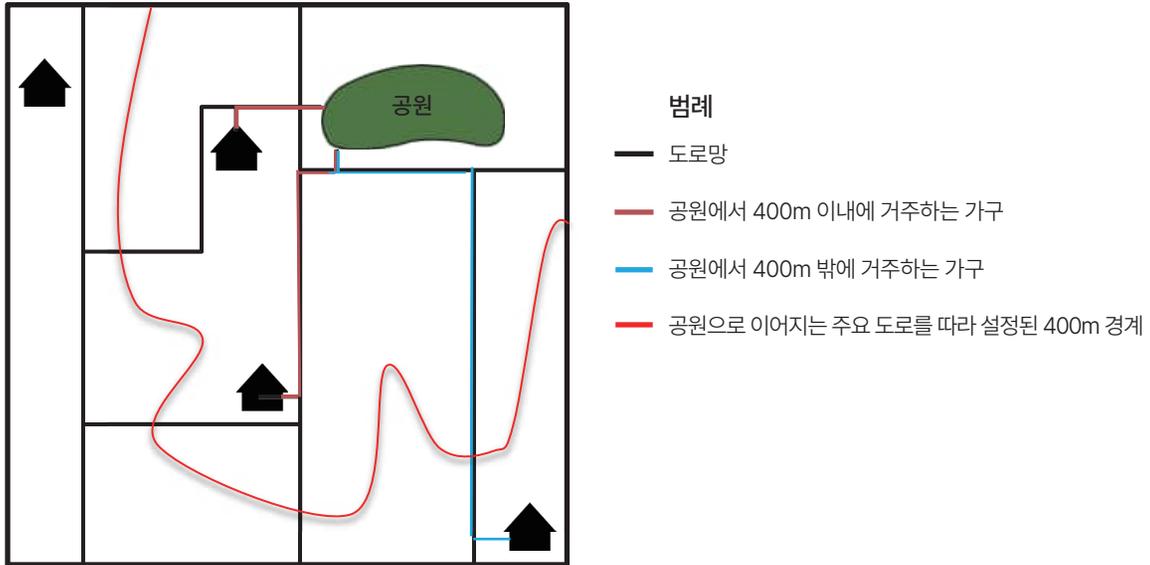
지표 13a: 건강과 웰빙 - 공원 근접성



주: 가구의 공원 근접성  
계산 시에는 도로망 레이어가  
필요하지 않다.

1. ArcGIS를 사용하여 로컬(locale) 내 공원을 매핑한다.
2. 적색 원처럼 공원별로 400m의 완충지대를 설정한다.
3. 가구 폴리곤(polygon)의 일부가 완충지대에 속하는 경우, 공원과 400m 이내에 있는 가구로 간주한다.
4. 지표 13a의 근접성은 도시 전체 가구 수 대비 공원으로부터 400m 이내에 거주하는 가구 수의 비율로 계산한다.
5. 상기 그림에서 공원 근접성은 50.0%이다(4가구 중 2가구가 공원으로부터 400m 이내에 있음).

지표 13b: 건강과 웰빙 - 공원 접근성

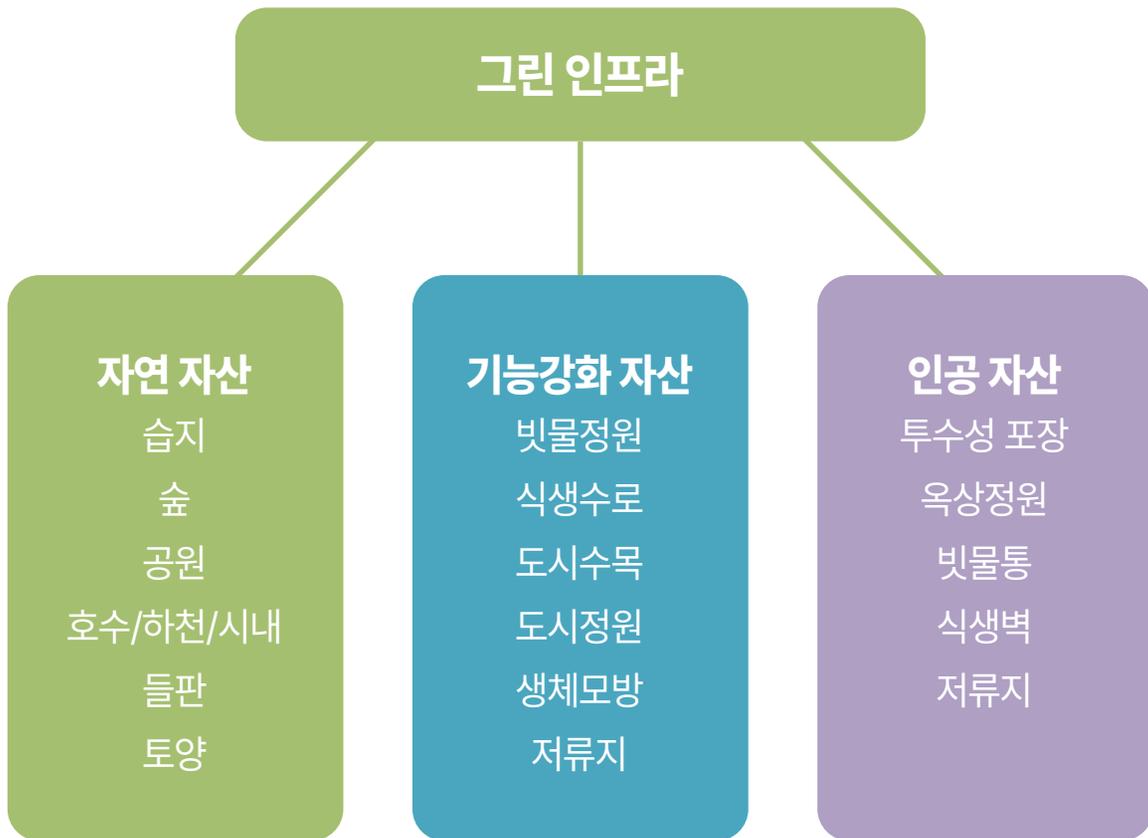


1. 상기 그림은 1개의 공원이 존재하는 지역을 구역별로 나타낸 것이다.
2. ArcGIS에서 지역 내 도로망과 공원을 매핑한다.
3. 공원으로 이어지는 주요 도로를 따라 400m 거리 경계를 생성한다. 경계 내에 있는 모든 가구는 공원에서 도보 거리 400m 이내에 위치하게 된다.
4. 지표 13b의 접근성은 도시 전체 가구 수 대비 공원에서부터 도보 거리 400m 이내에 거주하는 가구 수의 비율로 계산한다.
5. 상기 그림에서 공원 접근성은 50.0%이다(4가구 중 2가구가 공원에서부터 도보 거리 400m 이내에 있음).

## 부록 G

### 그린 인프라 사례

지표 21: 자연기반해법인 그린 인프라에 대한 정책 및/또는 인센티브

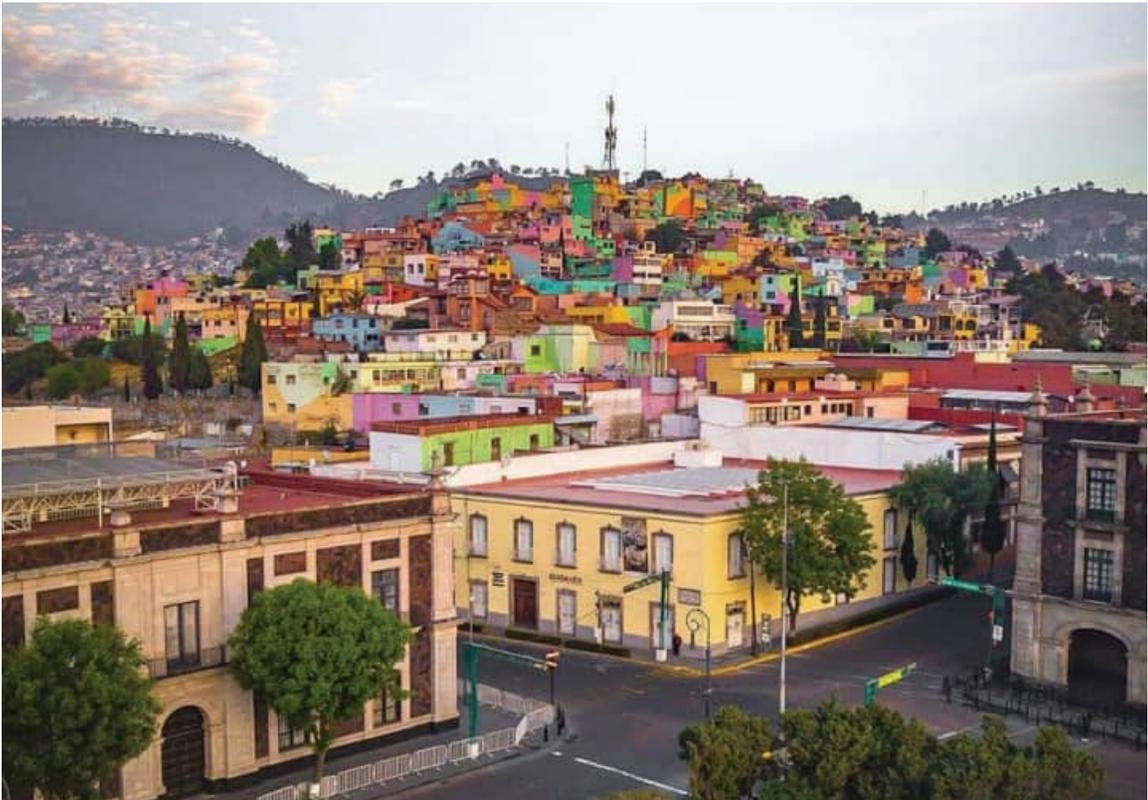


그린 인프라의 구성요소: 기능강화 자산은 일반적으로 자연 자산처럼 기능하도록 설계된 자산을 말하며, 인공 자산은 자연 자산처럼 기능하도록 설계되었지만 자연에서는 찾아볼 수 없는 새로운 설계를 말한다.

—Ogden et al. (2019)



싱가포르 부킷 티마 자연보호구역 내 울폐된 저지대 딥테로카프낙엽수림(dipterocarp forest)의 조감 사진. 주변을 둘러싼 자연공원이 주거지역으로부터 완충지대 역할을 하고 있다. © National Parks Board



녹지와 함께 어우러진 멕시코 톨루카의 전통 마을 © Gonzalo Padilla Aguilar

# 부록 H

## 참고문헌

- Browder, G., Ozment, S., Bescos, I. R., Gartner, T. & Lange, G-M. (2019). Integrating Green and Gray: Creating Next Generation Infrastructure. Washington, DC: World Bank and World Resources Institute.
- Brown, C., King, S., Ling, M., Bowles-Newark, N., Ingwall-King, L., Wilson, L., Pietilä, K., Regan, E., & Vause, J. (2016). Natural Capital Assessments at the National and Sub-national Level. Cambridge, UK:UNEP-WCMC.
- 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). Singapore: National Parks Board, Singapore.
- Clarkson, B. & Kirby, C. (2016) Ecological restoration in urban environments in New Zealand. 10.1111/emr.12229.
- Danielsen, F., Burgess, N.D., Jensen, P.M., & Pirhofer-Walzl, K. (2010) Environmental monitoring: the scale and speed of implementation varies according to the degree of peoples involvement. *Journal of Applied Ecology* 47 (6): 1166-1168. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2010.01874.x
- Dennis, M. & James P. (2016) User participation in urban green commons: Exploring the links between access, voluntarism, biodiversity and well being. *Urban Forestry & Urban Greening* 15:22-31.
- Deslauriers, M.R., Asgary, A., Nazarnia, N., Jaeger, J.A.G. (2018): Implementing the connectivity of natural areas in cities as an indicator in the City Biodiversity Index (CBI). *Ecological Indicators* 94: 99-115. 10.1016/j.ecolind.2017.09.037.
- Ebrahimian, A., Wilson, B.N. & Gulliver, J.S. (2016a) Effective impervious area for runoff in urban watersheds. *Hydrological Processes* 30 (20): 3717 – 3729 10.1002/hyp. 10839. 10.1002/hyp.10839
- Ebrahimian, A., Wilson, B.N., & Gulliver, J.S. (2016b) Improved methods to estimate the effective impervious areas in urban catchments using rainfall-runoff data. *Journal of Hydrology* 536:109-118. 10.1016/j.hydrol.2016.02.023
- Elliot, S., Blakesley, D. & Hardwick, K. (2013) *Restoring Tropical Forests: A Practical Guide*. Royal Botanic Gardens, Kew: Kew Publishing.
- Fletcher, T.D., Andrieu, H. & Hamel, P. (2013) Understanding, Management and Modelling of Urban Hydrology and Its Consequences for Receiving Waters: A State of the Art. *Advances in Water Resources* 51:261 – 279. 10.1016/j.advwatres.2012.09.001.
- Gunderson, L. (2000). Ecological Resilience–In Theory and Application. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31:425-439. 10.1146/annurev.ecolsys.31.1.425.
- Hwang, J., Rhee, D.S., Seo, Y. (2017) Implication of Directly Connected Impervious Areas to the Mitigation of Peak Flows in Urban Catchments. *Water* 9(9): 969. 10.3390/w9090696
- IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). *IPBES secretariat, Bonn, Germany*. 56 pages. 10.5281/zenodo.3553579
- Jaeger, J. A. G. (2000): Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology*, 15 (2): 115-130.

- Jaeger, J., Bertiller, R. & Schwick, C. (2007) Degree of landscape fragmentation in Switzerland: Quantitative analysis 1885–2002 and implications for traffic planning and regional planning. Condensed version. Swiss Federal Statistical Office, Neuchâtel, 36 pp. Also available in French and German. [www.bfs.admin.ch/bfs/portal/en/index/themen/02/22/publ.html?publicationID=2992](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/en/index/themen/02/22/publ.html?publicationID=2992)
- Jaeger, J. A. G., Bertiller, R., Schwick, C., Müller, K., Steinmeier, C., Ewald, K. C. & Ghazoul, J. (2008): Implementing landscape fragmentation as an indicator in the Swiss Monitoring System of Sustainable Development (MONET). *Journal of Environmental Management*, 88 (4):737–751.
- King, R.S., Baker, M.E., Kazyak, P.F. & Weller, D.E. (2011) How Novel Is Too Novel ? Stream Community Thresholds at Exceptionally Low Levels of Catchment Urbanization. *Ecological Applications* 21 (5): 1659–78. 10.1890/10-1357.1.
- Lin, B. B., Philpott, S. M., Jha, S., & Liere, H. (2017) Urban Agriculture as a Productive Green Infrastructure for Environmental and Social Well-Being. In: P.Y. Tan & C.Y. Jim (eds.), *Greening Cities: Forms and Functions, Advances in 21st Century Human Settlements*. Singapore: Springer Nature. 10.1007/978-981-10-4113-6\_8.
- Ogden, M., Wilson, S.J. & Cairns, S. (2019) What are Municipal Natural Assets: Defining and Scoping Municipal Natural Assets. *Municipal Natural Assets Initiative*.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2012) *Cities and Biodiversity Outlook*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- Spanowicz, A.G. & Jaeger, J.A.G. (2019) Measuring landscape connectivity: On the importance of within-patch connectivity. *Landscape Ecology* 34 (10): 2261–2278. 10.1007/s10980-019-00881-0.
- Taylor, P.D., Fahrig, L., Henein, K. & Merriam, G. (1993) Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68 (3):571–573.
- Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S. & Mosseler, A. (2009). Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. *Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series no. 43, 67 pages*.
- United Nations, Department of Economics and Social Affairs, Population Division (2019). *World Urbanisation Prospects: The 2018 Revision*. (ST/ESA/SER.A/420). *New York: United Nations*.
- Walsh, J.C., Fletcher, T.D. & Ladson, A.R. (2005) Stream Restoration in Urban Catchments through Redesigning Stormwater Systems: Looking to the Catchment to Save the Stream. *Journal of the North American Benthological Society* 24 (3): 690–705.
- Ziter, C.D., Pedersen, E.R., Kucharik, C.J. & Turner, M.G. (2019) Scale-dependent interactions between tree canopy cover and impervious surfaces reduce daytime urban heat during summer. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 116 (15): 7575–7580.



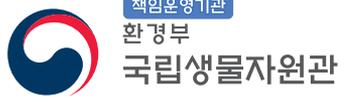
과거에 콘크리트 배수로였다가 복원된 자연형 하천이 비산-앙모키오 공원(Bishan-Ang Mo Kio Park)을 가로지르며 흐르고 있다. 기존에는 홍수조절 기능만을 수행했지만 칼랑강(Kallang River) 구역이 복원되면서 담수 생태계가 형성되어 현재는 가뭄 및 홍수 완화, 여가, 교육, 생물다양성 보전 등 다양한 생태계서비스를 제공하고 있다. 많은 이들이 찾는 이 공원에는 수달, 조류 100여종, 잠자리와 실잠자리 40여종, 나비와 나방 50여종, 자생 하천식물 10여종 등이 서식하고 있다. © National Parks Board



캐나다 에드먼턴(Edmonton)의 스카이라인. © City of Edmonton







Convention on  
Biological Diversity

