



도시생태네트워크 구축을 위한 토지이용계획

01. 도시생태네트워크 개념과 필요성

1. 도시생태네트워크의 개념과 구성

1.1 개념

전 세계적으로 생태네트워크와 관련하여 생태코리도(Eco-corridor), 녹지축(green links), 경관연결축, 환경코리도, 녹지구조, 녹지기반시설(green infrastructure), 녹도 등 30개 이상의 용어를 사용하고 있다(Hellmund, 2006). 생태네트워크를 둘러싼 다양한 용어의 사용은 생태네트워크를 구축하려는 지역 특성과 여건, 정책목표와 대상 등에 따라 강조점이 다르기 때문이다. 그러나 보전 가치를 지닌 일단의 토지를 연결하는 선형 또는 여러 선형의 연계망(網形)이라는 점은 공통적이다.

도시생태네트워크는 녹지의 연결성 및 방향성을 중시하는 선형의 계획적 개념과 달리 서식처간의 유기적 연결성을 중요시하는 망형(網形)을 강조한다. 계획적 측면에서 도시생태네트워크는 '도시지역의 생태적 가치와 생물다양성을 보호 및 확보하기 위하여 생태적 중요지역을 보전하고 이들을 서로 연결하여 자연생태지역의 파편화를 최소화하기 위한 물리적 연결체계'로 정의할 수 있다.

1.2 구성요소

도시생태네트워크는 기본적으로 핵심지역(hub)과 거점지역(sites), 연결지역(코리도, corridor), 그리고 완충공간으로 이루어진다. 독일의 연방자연보호법에서는 생태네트워크를 핵심지역(core area), 연결지역(connecting area), 연결요소(connecting element)로 구분하였다.

- 핵심지역(hub)은 야생동식물의 서식처이면서 생태적 기능의 거점이고, 야생동물 이동의 출발지 및 목적지이며, 주로 자연공원 및 보호지역, 공공소유의 산림 등 비교적 규모가 큰 보전지역이 해당된다. 거점지역(site)은 핵심지역보다 그 규모는 작지만 휴식과 소극적 레크리에이션 등 사회·생태적 가치를 지닌 지역이고, 이들 거점지역이 선형으로 배치되면 연결선과 같은 기능을 하는 징검다리 녹지지역이 되기도 한다.
- 연결지역(코리도)은 도시 자연환경의 생태적 기능과 종다양성 등을 토대로 전체 시스템을 묶는 기능을 담당한다.
- 완충지역은 핵심지역이나 생태축을 둘러싸는 일정한 영역으로서 외부의 위협으로부터 보호하는 기능을 수행한다.



<그림 1> 생태네트워크의 기본 구성요소
 자료 : 환경부, 2002

2. 도시생태네트워크 유형구분

2.1. 기능

도시생태네트워크 기능에 따라 그 유형을 구분할 수 있다. 플로리다에서는 크게 레크리에이션·문화 네트워크와 생태 네트워크로 구분하였다(Florida Greenways Commissions, 1999). 여기서 생태 네트워크는 서식처특성에 따라 산림녹지로 이루어진 그린네트워크(green network)와 하천 등의 블루네트워크(blue network)로 구분한다. 기존의 그린네트워크(녹지), 블루네트워크(수생태계)에 새롭게 바람길, 토양을 추가하여 화이트네트워크(바람길), 골드 네트워크(토양)를 제시하기도 하였다(이동근 외, 2013). 신도시 통합 생태네트워크에서는 녹지 네트워크, 수자원 네트워크, 보행 네트워크, 역사문화 네트워크, 도시경계부 네트워크의 5가지 유형을 제시하였다(이승일, 2007).

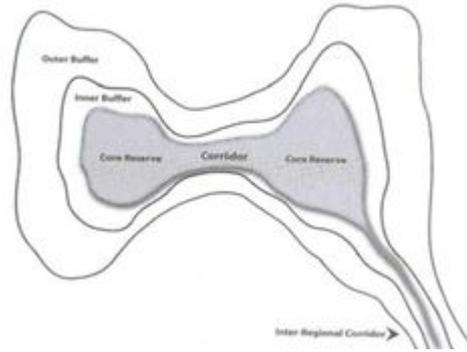


▲ 레크리에이션·문화와 생태네트워크 ▲ 신도시에서의 통합생태네트워크
 (자료 : Florida Greenways Commissions,1999) (자료 : 이승일, 2007)

<그림 2> 기능에 따른 생태네트워크 구분

2.2. 위계

도시생태네트워크 위계에 따른 구분은 그 형태나 기능의 차이를 고려하여 보전 및 관리수준을 다르게 적용하기 위한 것이다. 즉, 같은 핵심지역이나 연결지역이라 할지라도 규모 등에 따라 그 생태적 가치가 동일하지 않을 수 있기 때문에 핵심지역이나 연결지역의 생태적 가치에 따라 규제 및 관리수준을 차등 적용할 필요가 있다. 완충공간의 경우도 핵심지역에서의 거리 등에 따라 그 관리수준을 다르게 적용할 수 있다. 구체적으로 주생태축과 부생태축, 핵심보전지역과 일반보전지역, 1차 완충지역과 2차 완충지역 등으로 구분하는 경우가 해당된다.



▲ 생태축의 위계 : 주녹지축과 부녹지축

▲ 완충공간 : inner+outer buffer

(자료 : 환경부, 2002)

(자료 : Benedict and McMahon, 2006).

<그림 3> 위계에 따른 생태네트워크 유형 구분

2.3 공간규모

생태네트워크는 공간규모에 따라 크게 광역규모, 도시규모, 지구규모, 마을규모의 4단계로 구분할 수 있다(都市綠化技術機構, 2000 : Davies et al., 2006). 광역생태네트워크는 도시생태네트워크와 연결되면서 도(道)지역이나 광역도시권 등을 대상으로 하고, 행동권이 넓은 대형 포유류, 맹금류나 철새 등의 서식공간을 고려한다. 도시생태네트워크는 시·군지역 등을 대상으로 하는데, 도시지역의 생물 다양성 유지·증대를 도모하고 생물과의 만남을 확보하기 위해 비오톱과 자연녹지, 공원, 습지 등을 중심으로 구축한다. 지구생태네트워크는 도시생태네트워크를 구성하는 일정한 지구에 대해 녹지 등 생태기반 형성방안을 상세하게 검토한다. 마지막으로 마을규모에서 수립하는 마을생태네트워크는 거리의 가로수나 화단, 가정의 정원, 작은 개울, 농경지, 농장, 숲 등을 포함하며,

사적(私的) 정원의 적극적 이용, 가로수 관리행위 등을 모두 포함한다.

<표 1> 공간규모에 따른 생태네트워크 유형 구분

구분	공간구조 및 요소			공간단위	
	지형	식생	동물군	행정	계획
광역 단위	대지형 수준(산지, 평야, 하천, 호수, 바다) 국가지정 보전지역 등	상관식생수준(자연림, 2차 초지, 농경지, 주지)	중대형포유류, 대형조류	시도, 일단의 도시군(광역도시권)	도계획 광역도시계획 시도환경보전 계획
도시 단위	중지형 수준(구릉, 골짜기, 대지, 유역) 지역의 보전지역, 자연공원 등	식생수준(상록 활엽수림, 낙엽 활엽수림, 침엽수림, 밭, 논 등)	중형포유류, 양서류, 중형조류, 파충류	도시(시군)	도시계획 시군구환경보 전계획
지구 단위	소지형 수준(산능선, 완사면, 산기슭, 하천 등) 공공공원, 운동장, 저수지 등	군락, 군집수준(졸참나무림, 소나무림, 사찰숲 등)	소형포유류, 소형조류, 양서류, 파충류, 곤충류	도시내 일부(지구단위)	지구단위계획 사업단위 환 경계획 등
마을 단위	가로수, 화단, 정원, 작은 개울, 보행산책로 등	가로수, 정원수 등	소형조양류, 서류, 파충류, 곤충류	마을단위	마을만들기 등관련사업

자료 : 都市綠化技術機構(2000)와 Davies et al.(2006)을 토대로 정리

3. 도시생태네트워크 훼손실태와 문제점

3.1 개발사업에 따른 생태네트워크 훼손

택지개발, 도로건설, 해안매립 및 간척사업, 골프장·스키장 등의 위락시설 등은 도시생태네트워크 구조를 변화시키고, 과도한 농업활동, 수질 악화, 외래종 침입 및 교란 등도 도시생태네트워크 기능을 저하시키는 원인이 되기도 한다. 산림녹지 및 하천습지를 중심으로 훼손유형을 살펴보면 다음과 같다.

- 도로, 철도, 도시개발사업 등에 의해 산림녹지축은 (1) 가장자리 녹지의 훼손, (2) 징검다리 녹지의 상실, (3) 녹지의 단절, (4) 녹지의 단편화 등이 나타난다. 가장자리 녹지 훼손은 도시 개발 및 확장이 이루어지면서 녹지 가장자리를 조금씩 개발되어 녹지형태가 정형화되고 도시개발지로 둘러싸이게 되면서 고립생태계를 형성하게 된다. 징검다리 녹지는 핵심지역 간의 내부종 이동을 가능하게 하지만, 징검다리 녹지가 도시개발로 인해 없어지게 되면 종

이동성이 낮아서 핵심지역의 고립을 심화시킨다. 도로·철도 등에 의한 녹지 단절과 파편화는 종의 이동에 부정적 영향을 주게 된다. 녹지의 단편화는 녹지기능을 저하시키고 생태계의 연결성을 약화시키는데, 특히 녹지중앙에 개발이 이루어질 경우 내부 종의 수는 급격히 감소할 여지가 높다.

- 하천습지축의 경우 개발사업에 의해 (1) 하천 선형의 직강화, (2) 하천변 녹지와 토지이용 변화, (3) 하천복개 등이 나타난다. 하천 선형의 변경은 아치수 중심의 하천정비로 자연형 하천이 직강화되는 경우가 대표적인데, 하천의 고유한 생태적 기능의 상실로 이어진다. 도심부를 관통하는 많은 하천들이 도시교통난 해소를 위한 도로 확충과 주차장으로 복개되면서 하천이 지닌 고유한 생태계가 훼손되었다. 하천 주변 녹지 역시 하천의 직강화와 도로 건설, 주택 개발 등으로 인해 감소되거나 사라져 하천과 연계되는 생태계 흐름을 단절시킬 수 있다.

3.2 도시생태네트워크에 대한 개발사업 영향

가) 도시생태네트워크에 대한 개발사업 영향

도시생태네트워크의 훼손에 영향을 미치는 개발사업 수준에 대한 전문가 조사결과를 살펴보면, 도로건설(35.0%)과 택지개발사업(22.6%)이 가장 높게 나타났다. 다음으로 골프장·스키장 등 관광시설(10.1%), 개발제한구역 해제(8.1%), 하천정비 및 치수사업(6.8%), 매립·간척(5.2%) 등이다. 따라서 도로와 택지개발사업에 따른 도시생태네트워크의 훼손과 단절을 저감할 수 있도록 입지 적정성 및 개발사업 환경성 제고가 필요하다.

<표 2> 개발사업에 따른 도시생태네트워크의 단절 및 훼손 영향

구분	응답률 (가중치)	순위
도로건설	35.0	1
택지개발사업	22.6	2
골프장스키장 등 관광시설	10.1	3
개발제한구역 해제	8.1	4
하천정비 및 치수사업	6.8	5
매립간척	5.2	6
도시재정비사업	3.8	7
철도건설	3.1	8
전원주택(단지)개발	2.3	9
송변전시설	0.9	10
집약적 농목축업활동	0.9	10
임도	0.7	12
항만개발	0.5	13

주 : 응답률은 전문가(53명)를 대상으로 우선순위(3개)에 따른 가중치를 고려하여 산정

나) 우선관리가 필요한 자연생태환경 훼손유형

자연생태환경의 훼손 유형에 대한 관리 우선순위 조사에서는 녹지 연결성 단절(29.7%)과 녹지면적 및 식생 감소(24.4%)가 가장 높게 나타났다. 다음은 급격한 지형 변동(8.8%), 녹지의 생태적 기능 변화(8.2%), 하천 및 내륙습지 훼손(7.4%), 하천의 생태적 기능 변화(5.3%) 등으로 나타났다. 이는 녹지의 양적(면적) 측면의 유지·제고와 함께 질적(연결성)측면에 대해서도 관심을 기울여야 함을 시사한다.

<표 3> 우선관리가 필요한 자연생태환경의 훼손유형

구분	응답률 (가중치)	순위
녹지의 연결성 단절	29.7	1
녹지면적 및 식생 감소	24.4	2
급격한 지형 변경	8.8	3
녹지의 생태적 기능 변화	8.2	4
하천 등 내륙습지 훼손	7.4	5
수질악화 등에 따른 하천의 생태적 기능 변화	5.3	6
징검다리 녹지 상실	4.4	7
직강화 등 하천선형 변경	4.4	7
갯벌 등 연안습지 훼손	3.5	8
복개 등 하천 상실	2.4	10
하천변 녹지의 제거	1.5	11

주 : 응답률은 전문가(53명)를 대상으로 우선순위(3개)에 따른 가중치를 고려하여 산정

4. 도시생태네트워크 구축에 따른 기대효과

4.1. 도시관리 측면

도시생태네트워크는 도시형태를 규제하고 유도할 수 있다. 무질서한 도시 확산을 방지하고 도시를 적정 규모와 형태로 유지시키기 위해서는 시가지 내·외부의 녹지를 체계적으로 보전하는 것이 중요하다. 또한 어디를 보전해야 하는 지를 미리 제시함으로써 개발과 보전의 갈등을 사전에 예방하고 지속가능한 도시관리를 꾀한다. 도시생태네트워크를 토대로 개발과 보전이 조화를 이루어 현명한 보전을 추진하고 성장관리를 도모하는데 기여할 수 있다. 그리고 도시토지이용이 지닌 기능간 상충성을 완화하는데도 도시생태네트워크는 도움을 줄 수 있다.

4.2. 환경적 측면

1) 녹지의 파편화 예방과 생물 다양성 확보

인구나 산업 집중에 의한 급격한 도시화 과정에서 많은 녹지공간이 도시적 토지이용으로 전환되고, 남아 있는 자연과 녹지공간도 축소되거나 단편화되고 있다. 인공적인 토지이용이 우세한 도시에서 남아 있는 자연과 녹지의 보전을 강화하고 창출하여 생물 개개의 서식공간을 상호 연결하는 일은 무엇보다 중요하다. 개별 종의 보전에서 서식공간의 보전으로, 생물 개개의 서식공간 정비에서 전체로서의 네트워크 구축을 통해 도시 전체의 생태계 재생과 생물 다양성의 회복을 도모할 수 있다(都市綠化技術機構, 2000).

2) 미기후조절, 방재 등 도시환경개선

도시생태네트워크 구축은 찬바람을 발생시키는 기후톱을 보전하고 도심으로의 바람길을 형성하여 열섬효과를 완화하는 등 도시 미기후를 조절하는 데 도움을 준다. 도시생태네트워크를 통해 녹지가 갖는 기상완화, 수원함양, 대기청정화, 소음감소, 방재 등도 증진되어 도시 전체의 종합적인 환경 개선과 쾌적성 향상을 도모할 수 있다(都市綠化技術機構, 2000).

3) 자연경관의 보전 및 관리

전체적인 도시경관 이미지와 구조, 패턴을 형성하는 주요 요소들을 골격요소라고 하는데, 여기에는 하천·호수, 산림·공원 등을 포함한다. 이러한 도시경관을 형성하는 주요 골격요소들은 도시생태네트워크의 주요 구성요소가 되기 때문에, 도시생태네트워크 구축은 골격경관을 보전하고 복원·관리할 수 있는 효율적 수단이다.

4) 주민건강과 쾌적성 제고

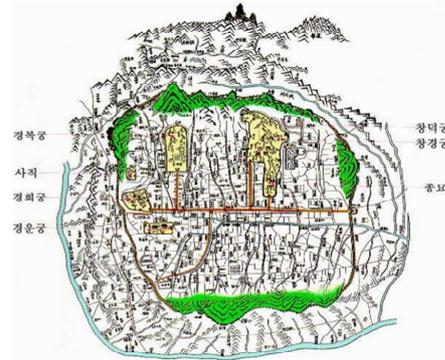
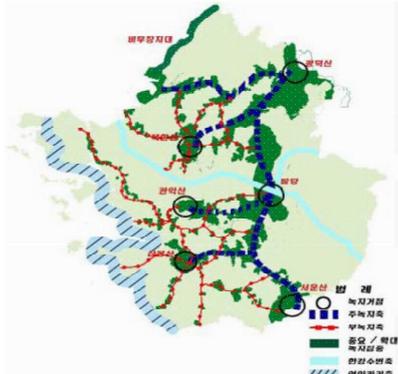
도시생태네트워크를 구축함으로써 주거지에 인접하여 산림녹지가 자리잡을 수 있는 기회를 높이게 된다. 그럴 경우 산림에서 발생하는 음이온은 주거지나 보행로 등에 전달되어 자율신경을 진정시키고 불면증을 없애는 등 주민의 건강과 쾌적성에 도움을 준다. 녹지와 생물, 녹색을 도시에서 볼 수 있는 기회를 더 많이 제공하여 심리적 안정을 높이는데도 도움을 준다.

4.3. 사회·문화적 측면

1) 전통적 공간구조 고려 및 도시정체성 형성 기여

도시생태네트워크는 산림능선과 하천을 중심으로 전체적인 연결 체계를 마련하게 된다. 그래서 우리의 전통적인 공간구조를 조성하고 해석하는 풍수지리

및 역사적 지세(地勢)를 보전하고 도시 정체성 형성에도 도움을 줄 수 있다. 예를 들어, 서울시의 內四山(북악산, 낙산, 인왕산, 남산)과 外四山(삼각산, 관악산, 아차산, 덕양산)이 도시생태네트워크의 중요한 핵심지역이자 연결지역이 된다.



▲ 서울시의 도시생태네트워크 ▲ 풍수지리에 기초한 내사산
 <그림 4> 도시생태네트워크와 풍수지리의 공간구조 비교
 자료 : 오충현 외, 2007

2) 시민참여의 활성화

도시생태네트워크는 도시 전체의 토지이용과 관련되므로 시민, 기업, 지방정부 등이 참여하는 협력체계 구축이 중요하다. 특히, 도시생태네트워크 계획과정에 이해관계자의 참여와 합의가 무엇보다 중요하며, 시민참여가 활발하다면 도시생태네트워크 구축도 보다 효율적으로 추진될 수 있다. 도시생태네트워크 구축을 위한 토지매수나 그린트러스트(green trust), 생태교육, 보전 및 관리활동 활성화 등에서 시민참여는 가장 중요한 사항이다.

3) 휴양 및 여가공간, 커뮤니티 장소의 제공

도시생태네트워크는 집 근처에서 휴양 및 여가기회를 제공하고, 지역주민에게 다양한 접촉기회를 제공하여 공동체의식의 형성을 제고한다. 도시생태네트워크 구축은 지역주민의 자긍심 제고에도 긍정적 영향을 준다.

4.4. 경제적 측면

1) 부동산 가치의 상승효과

도시생태네트워크를 구성하는 녹지, 습지 등은 쾌적성(amenity)을 향상시켜 주택가격을 높이는 효과를 보인다. 예를 들어, 미국 캘리포니아의 녹지벨트는 주변 지가에 총 4,100만 달러의 상승효과를 가져오고, 캐나다의 그린웨이 인접지역의 주택가격은 다른 지역보다 12~16% 높다고 보고되었다(Benedict and McMahon, 2006). 우리나라의 경우도 자연녹지에 인접한 주택가격이 높게

형성되고 있다.

2) 생태관광 기회와 일자리 창출

도시생태네트워크는 생물 종다양성 제고와 야생동식물의 서식처를 보전하여 생태체험 및 관광을 위한 기회를 확대하고 관련 일자리를 창출하는 효과를 지닌다. 또한 많은 기업들은 깨끗한 환경과 자연녹지, 공원 등이 기업입지를 결정하는 주요 요소로도 작용하고 있다(Benedict and McMahon, 2006).

3) 농경지 및 농업활동의 유지

도시생태네트워크는 지역경제에서 중추적인 역할을 하게 되는 농장이나 농경지, 임업지 등을 포함한다. 그래서 도시생태네트워크는 도시에서 희소한 농업공간을 보호하고 환경개선, 도시경제활동 등에도 도움을 줄 수 있다.

[정리하기]

1. 도시생태네트워크의 개념과 구성

- 도시생태네트워크
 - 도시지역의 생태적 가치와 생물다양성을 보호 및 확보하기 위하여 생태적 중요지역을 보전하고 이들을 서로 연결하여 자연생태지역의 파편화를 최소화하기 위한 물리적 연결체계
- 구성요소
 - 기본적으로 핵심지역, 거점지역, 연결지역(코리도), 완충공간으로 이루어짐

2. 도시생태네트워크 유형 구분

- 기능
 - 레크리에이션·문화 네트워크, 생태 네트워크, 그린네트워크, 블루네트워크, 화이트 네트워크, 골드 네트워크
- 위계에 따른 구분
 - 주생태축과 부생태축, 핵심보전지역과 일반보전지역, 1차 완충지역과 2차 완충지역
- 공간규모
 - 광역규모, 도시규모, 지구규모, 마을규모의 4단계

3. 도시생태네트워크 훼손실태와 문제점

- 개발사업에 따른 생태네트워크 훼손
 - 택지개발, 도로건설, 간척사업, 위락시설 등은 도시생태네트워크 구조를 변화시킴
 - 과도한 농업활동, 수질 악화 등은 도시생태네트워크 기능을 저하시킴

- 도시생태네트워크에 대한 개발사업 영향
 - 도로와 택지개발사업에 따른 도시생태네트워크 훼손과 단절 저감 필요
 - 입지 적정성 및 개발사업 환경성 제고가 필요
4. 도시생태네트워크 구축에 따른 기대효과
- 도시관리 측면
 - 환경적 측면
 - 사회·문화적 측면
 - 경제적 측면

[참고문헌]

- 이동근 외, 2013, 생태네트워크로서의 토양네트워크(Gold Network) 제안. 한국환경복원학회지 16(1) : 245-257
- 이승일, 2007, 환경계획의 정체성 및 계획적 틀 설정. 환경계획 제도화 방안에 관한 토론회
- 오충현 외, 2007, "서울시 도시생태네트워크", 한국환경정책평가연구원 세미나 발표자료.
- 환경부, 2002 국토생태네트워크 추진전략에 관한 연구
- 都市緑化技術機構, 2000, 都市のエコロジカルネットワーク
- Florida Greenways Commissions, 1999, Florida Statewide Greenways System Planning Project,
- Hellmund, P.C. and D.S. Smith. 2006. Designing Greenways. Island Press.
- Benedict, M. A. and E. T. McMahon. 2006. Green Infrastructure: Linking Landscapes and communities. Island Press.
- Davies, C. et al., 2006. Green Infrastructure Planning Guideline(Ver. 1.1). Northumbria Univ., Northeast Community Forests, Univ. of Newcastle U pontyne, the Countryside Agency, English Nature, Forest Commission, and Groundwork.