

개발제한구역 지정의 생태적 효과 : 울산광역시를 중심으로 *

Ecological Effects of Greenbelt Designation in Ulsan Metropolitan Area

김동욱 Kim Donguk**

Abstract

Greenbelt was designated by Korean government to prevent indiscreet urban sprawling for 14 large cities in 1971. Importunate claims on deregulation of greenbelt system was continued in these days. But, ecological role of greenbelt as fundamental information for balanced decision making was not clarified sufficiently yet. In Ulsan metropolitan area, we clarified the roles of greenbelt system and prepared the sustainable management and improvement plans by analyzing ecological characteristics of vegetation established in Greenbelt and its surrounding area. Decrease of forest cover in greenbelt was lower than that of exterior and interior of greenbelt. Fragmentation patterns of forest cover corresponded with the pattern of forest cover. NDVI of greenbelt was higher than that of inner greenbelt and similar to that of exterior greenbelt. Surface temperature showed similar trend to that of NDVI. In consequence, greenbelt system has carried out well its primary roles. To mitigate negative effects from urbanization, we discussed management and improvement plans to promote ecological quality of greenbelt and urban landscape.

Keywords: Greenbelt, NDVI, Surface Temperature, Urbanization, Landscape Change

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

도시화는 세계적으로 환경 질과 생태계 패턴에 많은 영향을 주고 있다(Pierr, Ravetz and Tosics 2011; Wu 2014; Salvati, Ranalli, Carlucci and Achille et al. 2017). 이러한 영향은 토지이용변화, 토지 황폐화, 서식지 파편화, 생물다양성 감소 및 습지와 야생동물의 서식처 파괴의 원인이 된다(Grigorescu and Geacu 2017). 빠르게 진행되는 도시의 확장으로 도시화 지역의 기온이

상승하여 열섬현상이 일어나고(Mirzaei, Haghighat, Nakhaie and Yagout et al. 2012), 그 영향이 대기 수분 함량의 감소로 이어져 국지적인 미기후 변화가 발생하고 있다(Souza, Santos Alvala and Nascimento 2016). 또한 녹지지역의 감소로 산림 분열을 일으키며, 이러한 단편화된 숲의 가장자리는 광 강도와 바람에 노출이 되어 가뭄 스트레스를 증가시킨다(Murcia 1995; Oishi and Hiura 2017). 이러한 변화로 인해 가뭄에 민감한 종들이 사라지고, 외래종이 증가하여 생물다양성에 부정적인 영향을 미친다(Oishi and Hiura 2017). 전 세계적으로 도시가 확장되고 있고 도시화가 생

* 본 논문은 김동욱(2013)의 석사학위 논문 “울산광역시 개발제한구역의 생태적 효과 평가에 관한 연구”를 일부 수정·보완한 것임.

** 서울여자대학교 환경생물학과 박사과정 | Ph.D. Candidate, Lab of Environmental, Seoul Women's Univ. | xellosraw@naver.com

물다양성과 도시환경에 적응하는 종들에게 미치는 영향을 연구하는 것이 생물다양성 보전의 핵심이다 (Kowarik and Lippe 2018). 또한, 어떤 지역이 생태적으로 건전하게 유지되기 위해서는 자연환경과 인위적 환경이 발생시키는 스트레스 사이의 기능적 조화가 필요하다(이창석, 조용찬, 신현철, 이충화 외 2006). 도시화의 과정에서 녹지공간은 자연과의 공간적 연결성과 다중 기능성으로 도심지역과 구별될 수 있다 (Mabon and Shin 2018). 그리고 보호지역은 자연을 유지하여 생물다양성을 보존하는 데 중요한 역할을 한다(Sarmiento and Berger 2017).

세계 인구의 절반 이상인 54%가 도시에 살고 있으며 2050년까지 66% 이상으로 증가할 것으로 예상된다(United Nation 2014; Zinia 2018). 또한 인간의 활동이 자연경관 변화의 근본적인 원인을 제공하며 그로 인한 환경적 변화는 기후변화 및 생물다양성 변화 등으로 나타나고, 도시화로 인한 자연의 단절은 생물다양성 감소 및 멸종위기의 동식물들에게 큰 위협이 된다(Gbanie, Griffin and Thornton 2018). 따라서 교란을 받는 지역의 교란 규모와 강도의 정보는 생물다양성과 환경보호뿐만 아니라 지속가능한 발전에 중요하게 평가되고 있다(Thaden, Laborde, Guevara and Venegas-Barrera 2018).

우리나라 또한 1960년대 이후 급속한 산업화와 함께 도시가 확장된 결과 인구가 집중된 도심부는 녹지공간의 확보가 어려워 환경의 질이 저하되었다(최희준, 이정아, 손희정, 조동길 외 2017). 도시팽창의 과정에서 녹지의 가치에 대한 인식이 부족하여 대도시는 물론 중소도시에서도 녹지 손실로 인한 환경문제가 심각하게 나타났다(박길용 2003). 우리나라는 이러한 문제를 해결할 목적으로 1971년 개발제한구역을 지정하였다. 이 제도는 무분별한 도시 확장을 방지하고, 도시주변의 자연 보호를 목적으로 설계되었다

(An 2015). 초기에 지정된 개발제한구역은 서울을 비롯하여 14개 도시에 총 5,397km²이었다. 그러나 현재는 그중 7개 도시(서울, 대전, 대구, 부산, 울산, 광주, 창원)에서만 그 제도가 유지되고 있다. 개발제한구역은 새로운 건물의 건설이나 임업, 특별 여가활동 금지 등 개발을 직접적으로 제약함으로써, 도시 확장을 봉쇄하는 가장 제한적인 방법 중 하나로 여겨진다 (Siedentop, Fina and Krehl 2016).

개발제한구역 제도는 1950년 영국 런던 주위에 고리 모양의 녹지구역을 지정하면서 시작되었다. 유럽은 개발제한구역이 유럽 대륙을 가로질러 형성되어 있고, 페노스칸디아 개발제한구역(Fennoscandian Greenbelt), 중부 유럽 개발제한구역(The Greenbelt Central Europe), 발칸 개발제한구역(The Balkan Greenbelt)의 세 구역으로 나누어 관리하고 있다(Geidezis and Kreutz 2012). 유럽 대륙의 개발제한구역에 39개의 국립공원이 존재하고 개발제한구역 주변으로 25km의 완충지대가 있으며 3,200개 이상의 자연보존 지역이 있다(Geidezis and Kreutz 2012). 이러한 유럽의 개발제한구역은 향후 수십 년 동안 유럽의 자연보호 및 생물다양성 보호를 위해 중요한 연구대상이 될 것이며 대규모의 생물다양성 감소를 막을 수 있는 수단으로 여겨진다 (Geidezis and Kreutz 2012).

2. 선행연구 검토

선행연구에는 개발제한구역 제도의 문제점을 제기한 연구와 개발제한구역의 필요성을 언급하는 연구들이 있고, 개발제한구역 지정 후 시기별로도 차이가 나타난다. 개발제한구역에 대해 부정적인 경우, 대도시의 인구 억제에 기여하지 못했고, 개발제한구역 중 녹지가 아닌 면적이 많고 개발제한구역으로 인하여 토지가 부족하여 지가가 상승한다는 등의 문제점을 제기

한 연구가 있다. 긍정적인 경우, 개발제한구역에 도시 확산 방지와 쾌적 효과, 환경적 편익에 긍정적 영향을 주었음을 주장한다.

시기별 연구를 보면, 제도 도입시기인 1970년대와 1980년대에는 주로 도시의 확산이나 난개발 등 도시 문제를 해결하기 위한 수단으로 제도 도입의 필요성을 지적했고, 1990년대 들어서면서 개발제한구역 내 주민의 재산권 제한과 불편 해소의 관점에서 제도 개선에 대한 논의가 증가했다(이성원 2018).

양병이(1992)는 개발제한구역이 도시의 무질서한 팽창을 억제하는 긍정적인 측면과 기본 목적과는 달리 대도시 주변의 도시들의 광역화를 초래하였고, 기존 시가지의 과밀을 초래하여 토지비용 상승을 초래하는 부정적 측면을 지적하며 개선방안을 제시하였다. 최병선(1993)은 개발제한구역이 도시의 무질서한 확산방지와 도시주변의 자연환경 보전이라는 지정 당시의 목적은 충분히 달성하였지만 개발제한구역 안과 밖의 개발차이로 인한 주민들의 불이익이 증폭되고 있다고 지적했다. 김경환(1998)은 개발제한구역 제도를 평가하여 근본적인 개선 논의의 근거를 제시하였다. 평가의 기준은 첫째, 지정목적의 효과적 수행, 둘째, 지정목적의 타당성, 셋째, 사회적인 편익과 비용, 넷째, 편익의 수혜자와 비용의 부담 주체에 관하여 평가하였고 목적 달성을 위해 큰 사회적 비용을 초래한 반면 수혜자는 분명치 않다고 지적하였다.

김재익, 여창환, 박선형(2007)은 개발제한구역 지정으로 도시 내부의 개발가능지가 줄어들면서 개발제한구역 외곽 도시의 발전이 가속화되는 추세라고 주장했다. 박상규, 김창석(2009)은 남양주시를 대상으로 개발제한구역 해제가 토지이용변화에 미치는 영향을 연구하였고 개발제한구역의 해제유형보다 해제대상 지역의 향후 토지이용계획의 내용에 따라 지표가 달라진다는 것을 제시하였다.

이와 같이 이전의 선행연구는 개발제한구역의 목적 성취 여부 및 부작용 등에 초점을 맞춰 토지이용의 공간적 분포가 미친 영향에 관한 연구가 주를 이루었다.

개발제한구역에 관한 생태학적 연구 사례로 경관 생태학 및 복원생태학 관점에서 생태학적 평가를 한 연구(Cho, Cho and Lee 2009), 그린벨트의 생태계 서비스 가치평가 연구(류대호, 이동근 2013), 대기오염 및 지표온도를 통한 환경적 평가 연구(김희재 2016) 등이 있다.

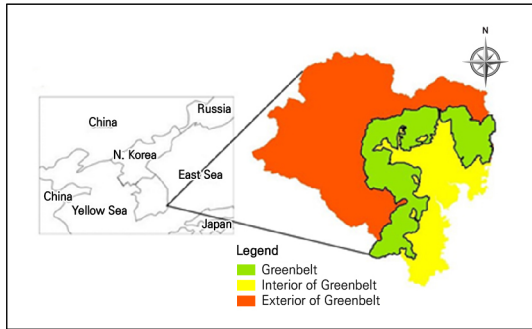
우리가 모방한 유럽의 개발제한구역은 생태적인 연구를 통해 얻은 정보에 기준하여 체계적인 국가 및 대륙의 차원에서 관리와 연구가 이루어지고 있다. 반면에 우리나라는 개발제한구역 지정 후 약 50년이 지났지만 개발제한구역 지역의 토지이용 분포가 미치는 영향에 대한 연구가 대부분을 차지하고, 개발제한구역의 생태를 비롯하여 그것이 가져오는 생태적인 효과에 대한 연구가 매우 미흡한 실정이다. 도시 숲의 효과적인 복원 및 개선을 위해 개발제한구역에 대한 생태적 구조 및 기능에 관한 연구는 지속적으로 이루어질 필요가 있다(Cho, Cho and Lee 2009). 이를 위해 본 논문은 개발제한구역의 목적 중 하나인 도시의 확산을 억제하는 역할에 대하여 우리나라 최대 공업도시인 울산광역시를 대상으로 개발제한구역 지정의 효과를 생태적 관점에서 평가하였다.

II. 연구 및 방법

1. 조사지 개황

울산광역시는 우리나라 7대 도시 중 하나로 면적이 1,060km²를 차지하고, 인구는 약 120만 명으로 우리나라의 특별시와 광역시 중 가장 넓은 지역이다(<Figure

Figure 1 _ Location Map of Ulsan Area



1> 참조). 울산은 태화강을 중심으로 시가지가 형성되었고 방어진, 염포, 장생포항을 중심으로 도시가 형성되어 왔으며, 서쪽으로는 경상남도 밀양시, 경상북도 청도군, 남쪽으로는 부산광역시 기장군, 경상남도 양산시, 북쪽으로는 경주시를 접하고 있다. 울산항을 포함한 울산본항, 미포항, 장생포항, 울산신항, 방어진항, 정자항 등을 중심으로 해안지역은 공업용수가 풍부하고 지반이 경암질로 되어 있어 공장 건설은 물론 산업도시로 발전할 수 있는 천혜의 입지 조건을 갖추고 있다. 이러한 지리적 여건으로 울산은 지난 50년 가까이 우리나라 경제성장을 주도해온 세계적인 산업 도시이며, 고속철도와 역사 개통에 이어 앞으로 20선 석의 신항만을 울산항에 추가 건설하여 새로운 항만 항만경제권을 형성해 나갈 계획이다(울산광역시청)¹⁾.

2. 경관의 구조 및 질

1975년, 1984년, 1993년, 2003년 및 2016년도의 Landsat 위성영상을 분석하여 개발제한구역 지역의 경관구조를 분석했다. 1910년은 조선총독부에서 발행한 고지형도를 이용하여 토지이용분류를 하였다. 1975년은 Landsat 4, 1984년과 1993년은 Landsat 5,

2003년은 Landsat 7, 2016년은 Landsat 8 위성영상을 사용하였다. 1975년, 1984년, 1993년, 2003년 및 2016년도의 토지이용유형, NDVI(Normalised Difference Vegetation Index, 정규식생지수) 및 지표온도는 ArcGIS 10.1과 eCognition Developer를 이용하여 분석하였다.

경관의 변화 패턴은 Fragstats 4.2를 이용하여 울산광역시 개발제한구역의 경관요소를 활엽수림과 침엽수림으로 구분하여 분석하였다. 분석한 지수는 면적 분포의 변화를 알 수 있는 패치 수(Number of Patch: NP), 패치의 자연성을 판단할 수 있는 경관형태지수(Landscape Shape Index: LSI), 패치의 연결성 및 파편화를 판단할 수 있는 결합지수(CHOESION Index)를 경관의 변화를 분석하였다.

개발제한구역 지정에 의한 생태적 효과는 경관 구조와 기후완화 기능 차원에서 공간적 차이와 시간적 차이를 통해 검토하였다. 공간적 차이는 개발제한구역 지역(GB)에서 얻은 결과와 개발제한구역으로부터 도시외곽으로 설정한 구역(Exterior of Greenbelt: EGB)과 내부지역(Interior of Greenbelt: IGB)으로 구분하여 비교하였고, 시간적 차이는 1910년부터 2016년까지 100년 동안의 변화를 분석하였다.

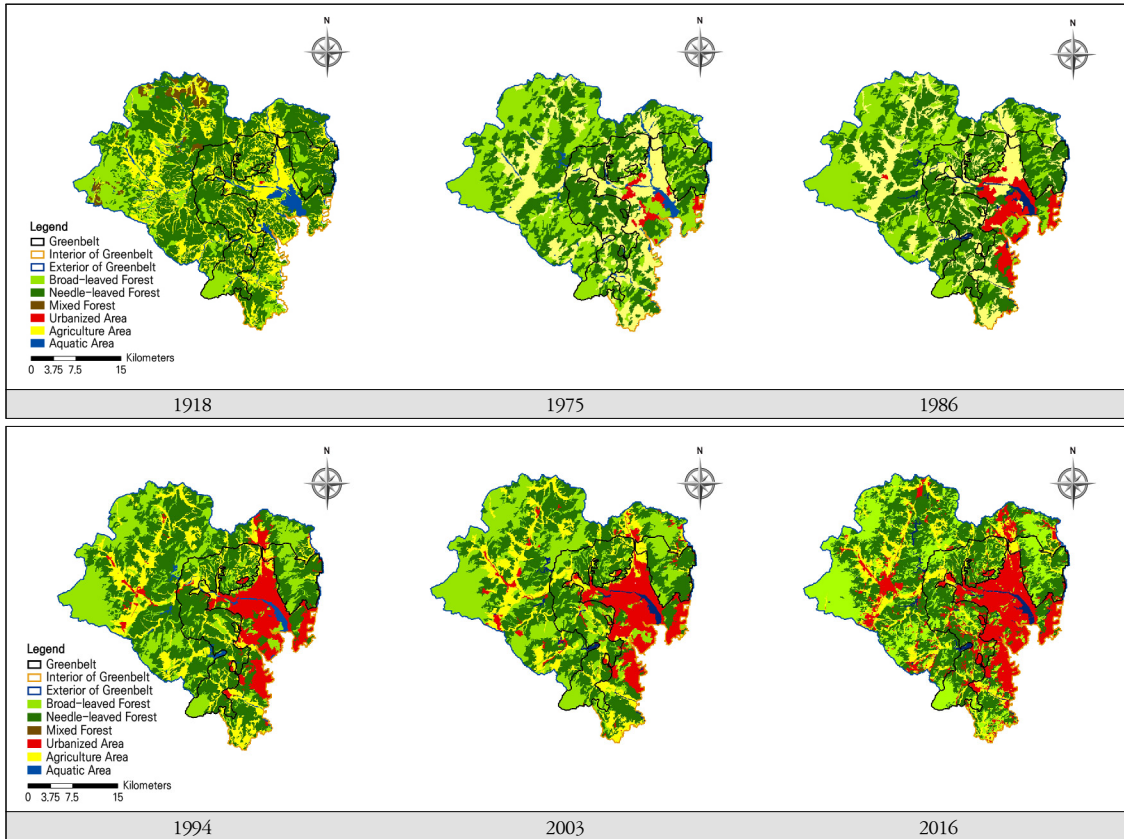
III. 결과

1. 경관구조의 공간적 차이

개발제한구역 지역(GB)은 침엽수림이 가장 넓은 면적을 차지하였고, 낙엽활엽수림, 농경지순으로 나타났다. 개발제한구역 내부지역(IGB)은 도시화 지역이 가장 넓은 면적을 차지하였고, 침엽수림, 활엽수림 및 농경지가 유사한 면적으로 나타났다. 개발제한구역

1) <http://www.ulsan.go.kr/rep/uhnature> (2019년 1월 17일 검색).

Figure 2_ Maps Showing the Land Cover Change in GB Around the Ulsan Metropolitan Area



외부지역(EGB)은 침엽수림과 활엽수림이 유사한 면적으로 넓은 면적을 차지하였고, 농경지, 도시화지역 순으로 나타났다.

1910년부터 2016년까지 100년간 울산광역시의 경관구조를 분석한 결과를 그림으로 나타내면 <Figure 2>와 같다. 도시화 지역의 면적이 32.1km²에서 171km²로 증가함에 따라 가장 크게 변화한 것으로 나타났다. 주거지역, 산업시설 및 공업지역이 밀집해 있는 IGB의 경우 지속적인 인구유입으로 도시화면적이 크게 증가하였다. GB의 경우 침엽수림이 감소하고 활엽수림이 증가하는 경향을 보였다. EGB의 경우 GB와 마찬가지로 침엽수림이 감소하고 활엽수림이 증가하였고, 새로운 주거단지와 산업

화단지의 조성으로 인해 도시화 면적이 증가하였다 (<Figure 3> 참조).

2. 지표온도의 시간적 차이

위성영상을 이용하여 공간별 지표온도를 분석한 결과를 그림으로 나타내면 <Figure 4>와 같다. EGB와 IGB의 최고온도는 40°C 이상, GB의 최고온도는 37°C로 나타났다. 도심에서부터 개발제한구역 지역, 교외지역에 이르기까지 거리에 따른 온도 변화를 비교한 결과, 지표온도는 도심에서 개발제한구역 지역에 이르기까지 지속적으로 감소하는 경향을 나타냈고, 개발제한구역과 교외지역은 유사한 온도를 유지

Figure 3_Areal Changes of the Major Landscape Elements in Ulsan

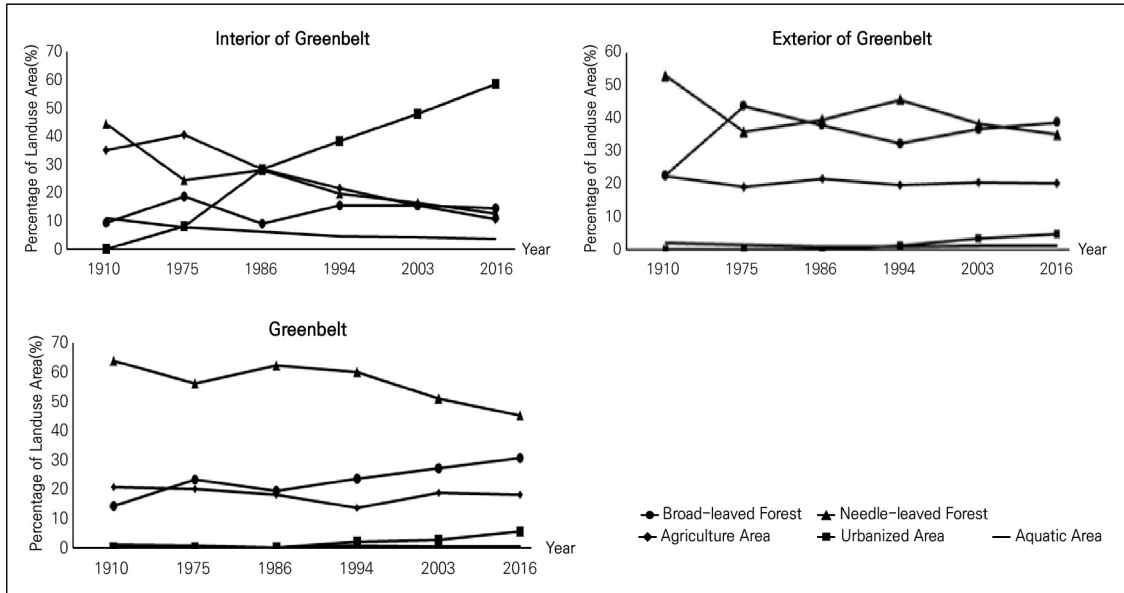


Figure 4_Maps Showing the Surface Temperature Change in GB Around the Ulsan Metropolitan Area

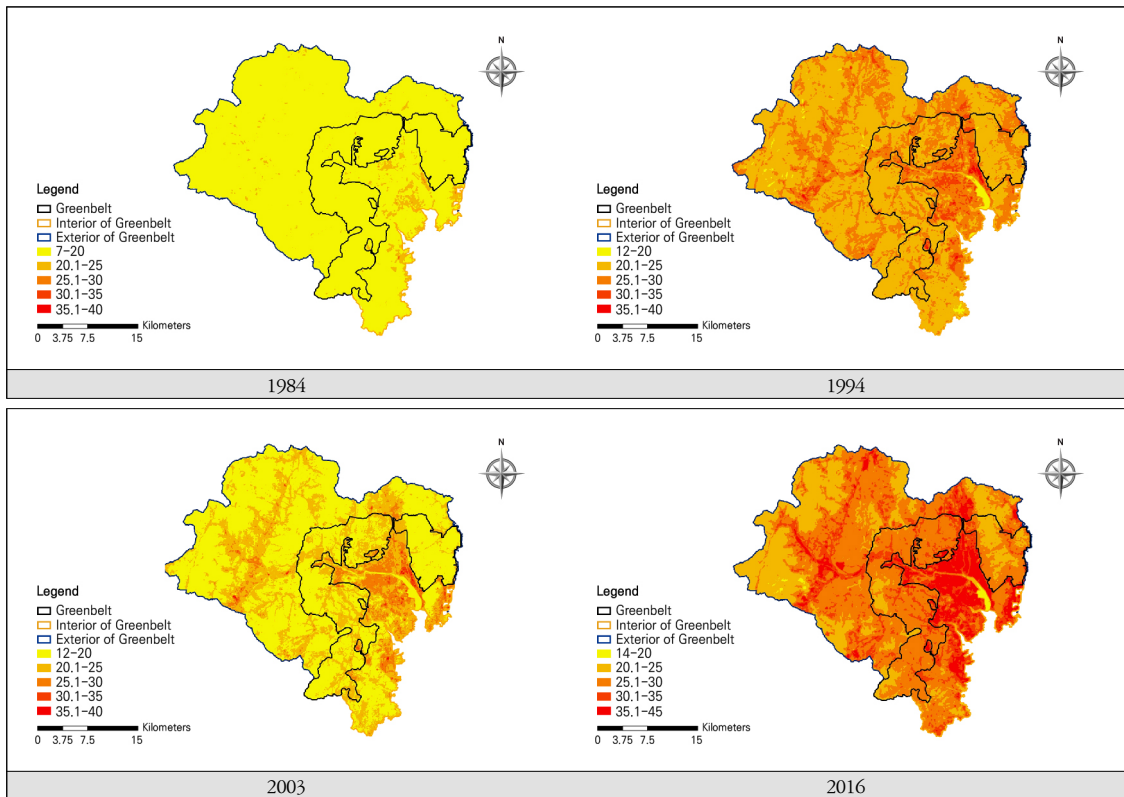
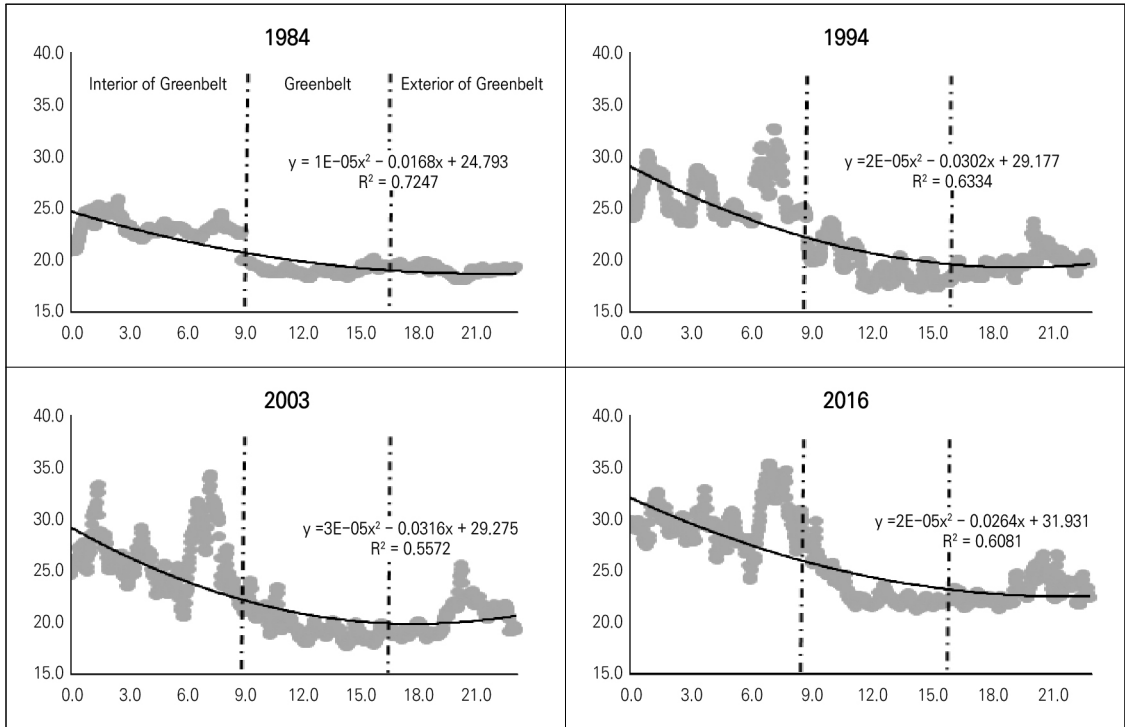


Figure 5 _ Surface Temperature Diagram of Ulsan Metropolitan City Extracted Using Landsat TM Satellite Imagery



하는 경향을 보였다(<Figure 5> 참조).

는 경향을 보였다(<Figure 7> 참조).

3. 식생의 변화

1) 식생활력도 변화

NDVI에 근거하여 식생의 활력도를 평가한 결과를 그림으로 나타내면 <Figure 6>과 같다. GB와 EGB는 유사한 수준의 활력도가 나타났고, IGB의 경우 대부분 도시화 지역으로 이루어져 식생의 활력도가 낮게 나타났다. 이러한 결과를 도심에서부터 개발제한구역 지역, 교외지역에 이르기까지 거리에 따른 변화로 비교한 결과, 식생활력도 지수는 도심에서 개발제한구역까지 지속적으로 증가하는 경향을 나타냈고, 개발제한구역에서 교외지역까지는 유사한 상태를 유지하

2) 경관의 변화

Fragstat을 이용하여 경관패치를 분석한 결과를 그림으로 나타내면 <Figure 8>과 같다. 패치의 수는 EGB에서 침엽수림과 활엽수림이 가장 높게 나타났다. LSI의 활엽수림은 2003년 이후 증가했고 침엽수림은 1910년 이후 크게 감소했다. COHESION Index는 GB와 EGB는 같은 수준을 유지했고 IGB는 크게 감소했다.

3) 종 다양성

IGB(곰솔, 아까시나무군락), GB(소나무, 굴참나무, 신갈나무군락), EGB(굴참나무, 졸참나무군락) 조사지역

Figure 6_ Maps Showing the NDVI Change in GB around the Ulsan Metropolitan Area for about 20 Years since GB Designation

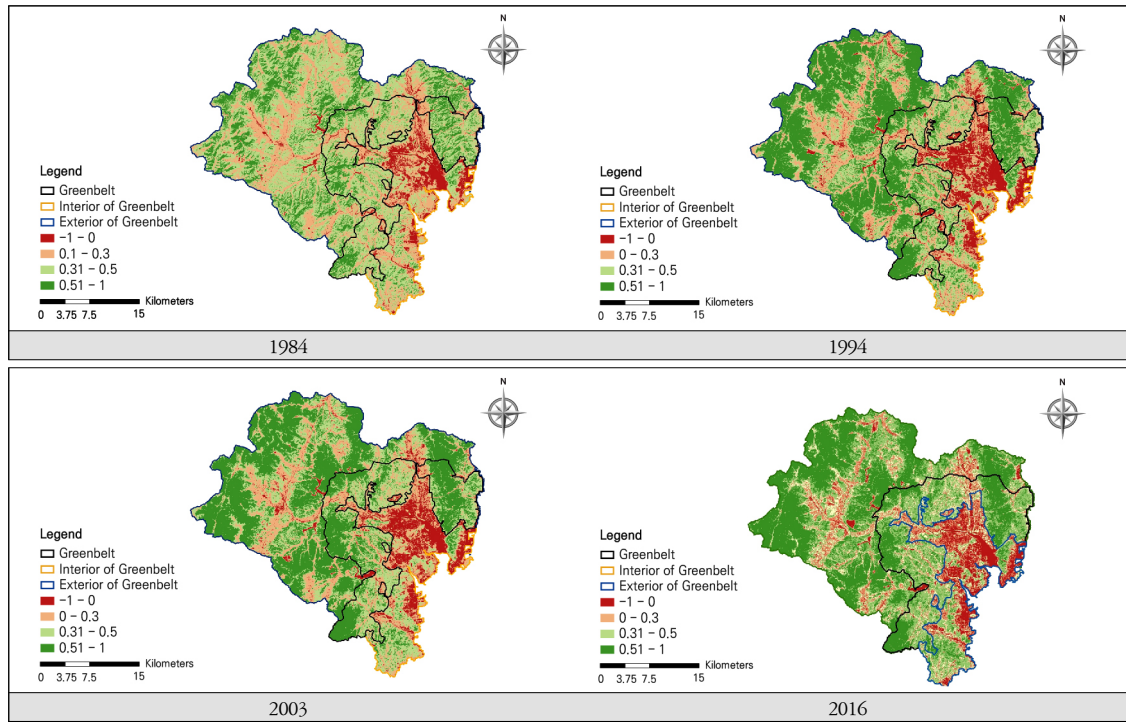


Figure 7_ NDVI Diagram of Ulsan Metropolitan City Extracted Using Landsat TM Satellite Imagery

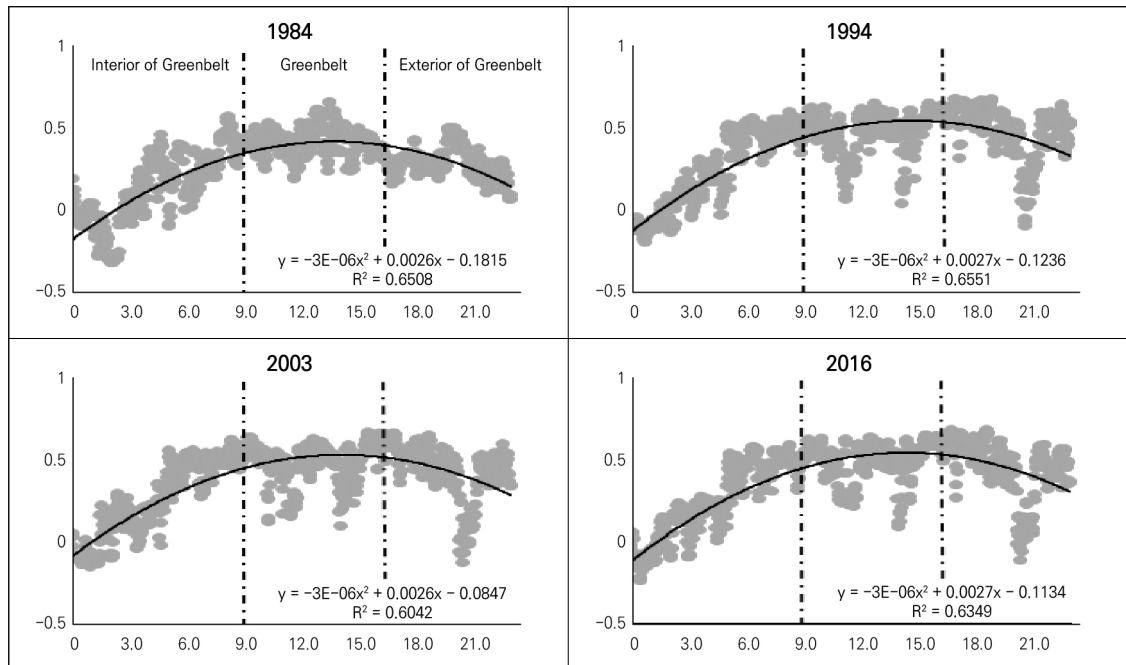


Figure 8_ Change of Landscape Index of Forest Cover in IGB, EGB and GB of Greenbelt around Ulsan Metropolitan

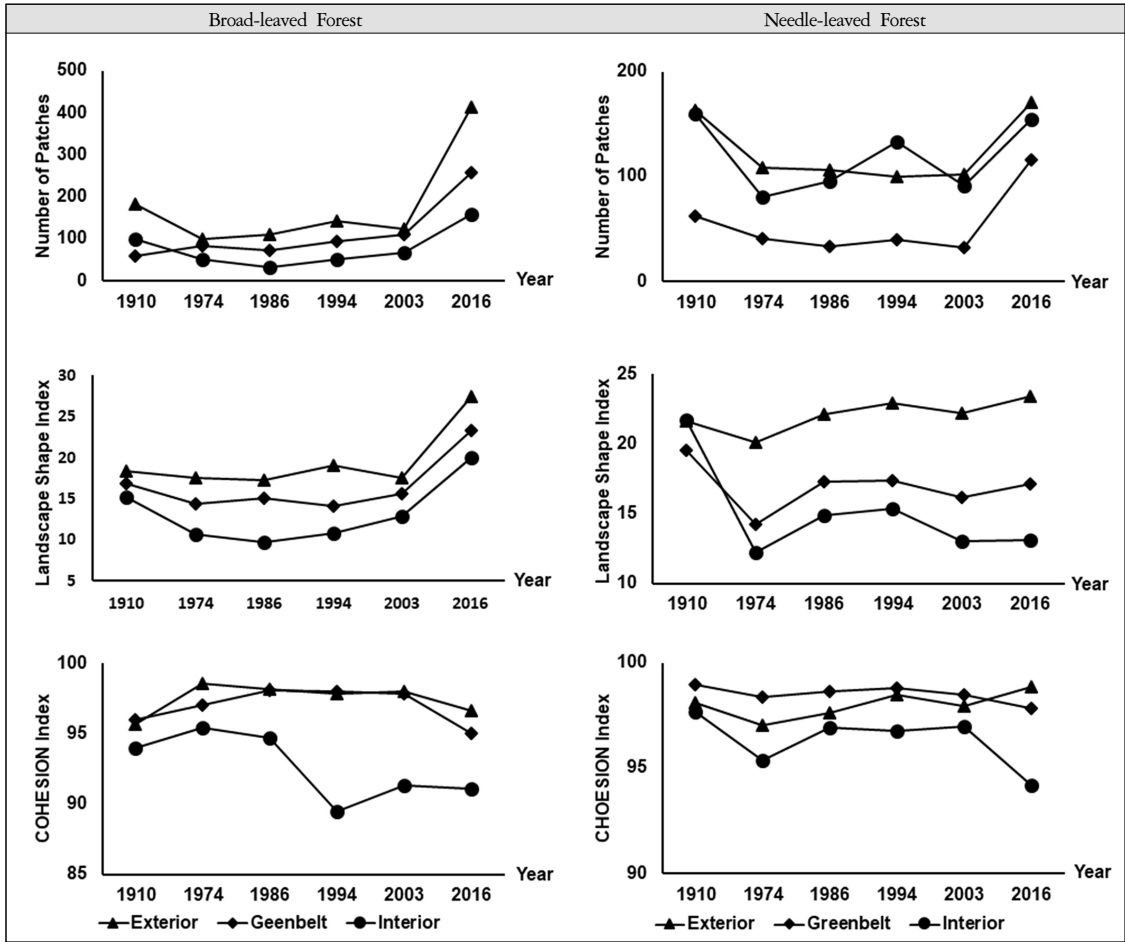
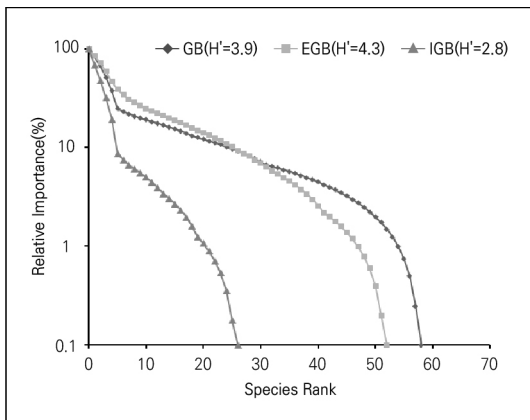


Figure 9_ Species Rank-abundance Curves of IGB, EGB and Greenbelt in Ulsan

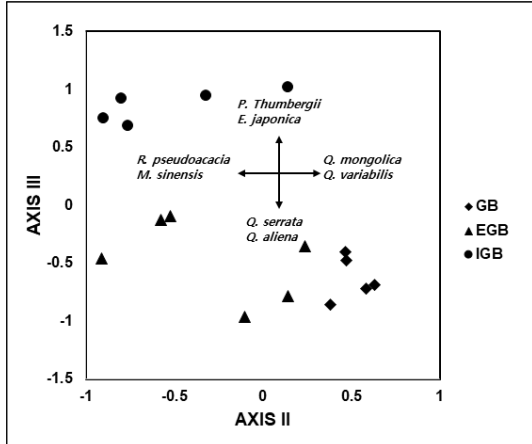


의 종 다양성을 종 순위-우점도 곡선을 작성하여 비교하였다(<Figure 9> 참조). 분석결과, IGB에서 종 풍부도가 극히 낮게 나타났고 GB 및 EGB 지역순으로 높은 경향을 나타냈다.

4) 종 조성

IGB, EGB 및 GB의 종 조성 특성을 밝히기 위하여 각 구역에 방형구를 설치하여 수집된 자료를 분석하였다(<Figure 10> 참조). 서열화 결과, II축상에서 IGB, EGB 및 GB의 순서로 배열되는 경향이 나타났

Figure 10 _ Ordination of IGB, GB and EGB in Ulsan Area Different in the Degree of Artificial Disturbances



다. EGB 지소 중 왼쪽에 치우친 지소들은 졸참나무와 갈참나무의 식피율이 높게 나타났고, 오른쪽에 치우친 지소들은 신갈나무와 굴참나무의 식피율이 높아 GB의 지소들과 멩치는 경향이 나타났다. IGB의 지소 중 왼쪽에 치우친 지소는 아까시나무와 역새의 식피율이 높게 나타났고, 오른쪽에 치우친 지소는 곰솔과 사스래피나무의 식피율이 높게 나타났다.

5) 직경 계급 분포

소나무, 곰솔, 졸참나무군락에서 수집한 매목조사 데이터를 기반으로 주요 교목성 수종의 흉고직경 그래프를 작성하였다(<Figure 11> 참조). 소나무군락을 이루는 주요 종의 직경급별 빈도 분포에서 소나무는 IGB에서 10.1cm 이상에서 정규분포형을 나타냈다. 10.0cm 이하에서 소나무가 9%의 빈도로 출현했고 참나무류, 때죽나무 및 팔배나무가 45%의 높은 빈도로 출현했다. GB에서 소나무는 모든 직경급에서 출현했고 10.1cm 이상에서 정규분포형을 나타냈다. 10.0cm 이하에서 참나무류가 역 J형 분포를 보여 유식물이 보충되고 있음을 확인할 수 있었다. EGB에서 소나무는

10.1cm 이상에서 정규분포형을 나타냈고, 그 이하의 계급에는 출현하지 않았다. 참나무류와 때죽나무가 10.0cm 이하에서 출현했다.

곰솔군락을 이루는 주요 종의 직경급별 빈도 분포에서 IGB에서 10.1cm 이상에서 정규분포형을 나타냈다. 10.0cm 이하의 직경급에서 곰솔은 출현하지 않았고 참나무류가 7%의 빈도로 낮게 출현했다. GB에서 10.1cm 이상에서 정규 분포형을 나타냈다. 10.0cm 이하에서 참나무류가 50% 이상의 높은 빈도로 출현했다. EGB에서 10.1cm 이상에서 정규분포형으로 나타났고, 10.0cm 이하에서 참나무류가 역 J형 분포를 나타냈다.

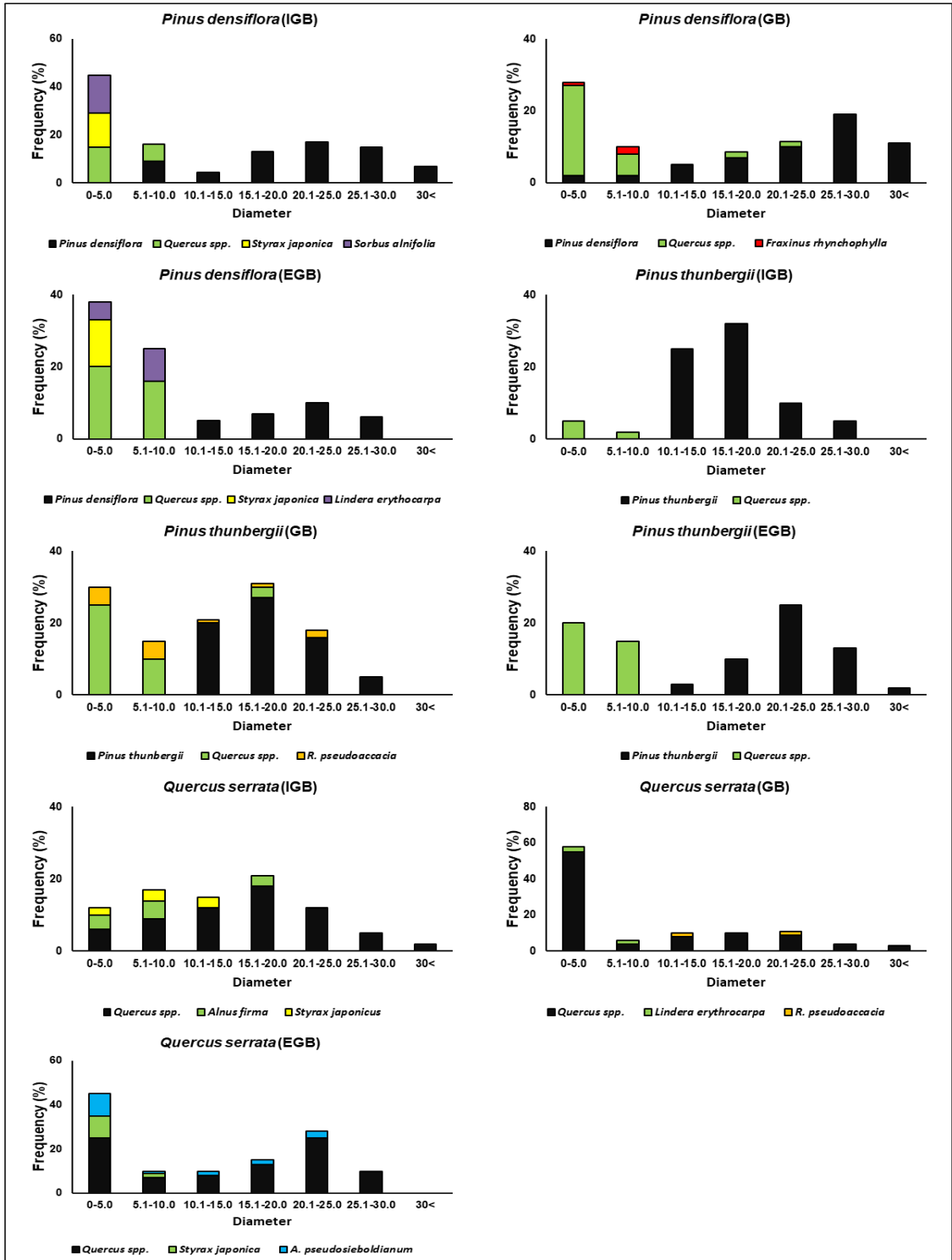
졸참나무군락을 이루는 주요 종의 직경급별 빈도 분포에서 모든 계급에서 정규분포형을 나타냈다. GB에서 10.1cm 이상에서 낮은 빈도로 출현했지만 5.0cm 이하의 계급에서 높은 빈도로 출현해 유식물이 계속 보충되고 있음을 확인할 수 있었다.

IV. 결론

이 논문은 인공위성 영상을 기반으로 분석했고, 현장에서 수집한 식생 자료가 부족하여 영상을 활용한 경관변화를 분석하는 데 한계가 있다. 그러나 개발제한구역과 같은 보호지역에 대한 연구는 지속가능한 발전을 목표로 하는 현 시대의 발전 방향을 위해서 중요하다. 이 점에서 연구에 의미가 있다.

울산광역시 1960년대 초반 경제개발 5개년 계획 수립과 함께 본격적으로 발전이 시작되었고, 도시화로 인구가 급격히 증가하여 토지의 경관은 농촌경관에서 도시경관으로 변하기 시작하였다. 도시가 급격히 확장하면서 도시공간 구조는 기능적인 연계성과 공간적인 통합성이 부족하게 되었다(최금식, 여흥구 2015).

Figure 11_ Frequency Distribution of Diameter Classes of Major Tree Species of Forests in Ulsan



이러한 울산광역시에 지정된 개발제한구역의 효과는 다음의 두 가지로 요약된다. 첫째, 경관적인 요인으로 울산광역시의 개발제한구역은 주거지역 및 공업지역이 밀집해 있는 도심지역과 농경지역인 교외지역을 분리시키면서 도심의 무분별한 확장을 억제하고 있다. 경관변화를 분석한 결과 1970년 이후 패치의 수가 증가하여 파편화의 경향을 보이지만 패치의 연결성을 나타내는 COHESION Index는 GB와 EGB에서 같은 수준을 유지하고 IGB에서는 지속적으로 감소하였다. 이 결과로 IGB에 분포하는 산림패치의 연결성이 약해지고 분산되었다는 것을 알 수 있고, 이는 도시화의 면적이 증가하고 산림면적이 감소한 것을 의미한다. 같은 기간 동안의 GB와 EGB의 산림면적 변화는 시간의 흐름에 따라 침엽수림이 활엽수림으로 변하는 천이의 과정으로 나타났다. 즉, 개발제한구역이 주거지역 및 공업지역의 확장을 IGB 내로 제한시키며 교외지역에 가해지는 도시성장의 압박을 효과적으로 억제하고 있다.

둘째, 이 논문에서 수집된 자료를 바탕으로 식생동태를 분석한 결과, 자연적인 천이가 이루어지고 있음을 확인하였다. 그러나 개발제한구역을 제외한 군락에서 때죽나무, 팔배나무 등의 출현 빈도가 높게 나타났다. 이 수종은 인간 간섭이 빈번히 발생하고 오염이 심한 지역에 번성하는 종으로 환경오염과 인위적인 간섭에 노출되어 있음을 알 수 있다. 군락 내 종 다양성은 IGB에 비해 GB와 EGB에서 높은 수준으로 나타난다. 종 다양성이 높은 것은 종들이 서식하는 환경이 다양한 것이고 환경이 다양하면 유전자의 다양성이 높아져 높은 생물다양성을 갖추게 된다(안지홍, 임치홍, 정성희, 김아름 외 2016). 생물다양성이 높은 공간은 생물 간 상호작용의 다양성이 높고, 인간과의 관계의 다양성 또한 높게 나타난다. 따라서 높은 종 다양성을 유지하는 개발제한구역과 교외지역의 관리에 대

해 지속적인 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

Dwivedi and Mohan(2018)은 도시의 대형 구조물과 식생이 많은 국립공원 및 공원에서 매우 명확한 온도 구배 차이를 확인했다. 도시의 열섬현상은 토지이용 및 식생면적에 의해 결정된다고 해석했다. 이 논문에서 수행한 지표온도 분석은 울산광역시 전체적인 부분을 확인하여 온전한 식생이 많은 개발제한구역, 교외지역 및 도심지역의 경향을 분석하였다. 시간이 지나면서 전체적인 온도가 상승하는 경향을 보였지만 개발제한구역과 교외지역은 도심지역보다 낮은 온도를 유지하는 것을 확인하였다. 즉, 식생이 지표온도를 조절하는 역할을 하는 것을 확인하고 열섬현상이 심한 도시지역의 문제를 해결하는 데 중요한 참고자료를 제공할 수 있다.

참고문헌 ●●●●

1. 김경환. 1998. 개발제한구역제도의 평가와 제도개선 쟁점. 한국주택학회 6권, 2호: 127-148.
Kim Gyunghwan. 1998. An evaluation of greenbelt policy and major issues for reform. *Korean Association for Housing Policy Studies* 6, no.2: 127-148.
2. 김재익, 여창환, 박선형. 2007. 개발제한구역의 개발가능지 분석과 도시성장관리에 대한 시사점. 국토계획 42권, 3호: 63-75.
Kim Jaeik, Yeo Changhwan and Park Sunhyung. 2007. Evaluating the urban growth restriction function of the greenbelt and its implication for urban growth management. *Journal of the Korea Planning Association* 42, no.3: 63-75.
3. 김희재. 2016. 수도권 그린벨트의 환경적 효과 분석: 대기오염 및 지표온도를 중심으로. 박사학위논문, 중앙대학교.
Kim Heejae. *An Analysis of the Greenbelt's Environmental Effect in the Seoul Metropolitan Area: Focusing on the ambient air pollution and land surface temperature*. Ph.D. diss., Chung-Ang University.
4. 류대호, 이동근. 2013. 수도권 그린벨트 지역의 생태계 서비

- 스 가치평가 연구. 국토계획 48권, no.3: 279-292.
- Ryu Daeho and Lee Dongkun. 2013. Evaluation on economic value of the greenbelt's ecosystem services in the Seoul metropolitan region. *Journal of the Korea Planning Association* 48, no.3: 279-292.
5. 박길용. 2003. 지속가능한 도시공원 녹지정책. 한독사회과학논총 13권, 2호: 235-257.
- Park Gilyong. 2003. The green policy for a sustainable urban park. *Zeitschrift der Koreanisch-Deutschen Gesellschaft Fur Sozialwissenschaften* 13, no.2: 235-257.
6. 박상규, 김창석. 2009. 개발제한구역 해제가 토지이용변화에 미치는 영향: 남양주시 사례를 중심으로. 국토연구 61권: 61-80.
- Park Sangkyu and Kim Changseok. 2009. The influence of the relaxation of the greenbelt on urban land use change: Case of Namyangju-si. *The Korea Spatial Planning Review* 61: 61-80.
7. 안지홍, 임치홍, 정성희, 김아름, 이창석. 2016. 생물다양성에 대한 기후변화의 영향과 그 대책. 한국습지학회지 18권, 4호: 474-480.
- An Jihong, Lim Chihong, Jung Songhie, Kim Areum and Lee Changseok. 2016. Effects of climate change on biodiversity and measures for them. *Journal of Wetlands Research* 18, no.4: 474-480.
8. 양병이. 1992. 우리나라 그린벨트관리의 효율화를 위한 방안. 서울시 그린벨트를 중심으로. 환경논총 30권: 192-209.
- Yang Byounge. 1992. Methods for the effective management of Green Belt in Korea. *Korean Journal of Public Administration* 30: 192-209.
9. 울산광역시청. 울산소개: 울산의 오늘. <http://www.ulsan.go.kr/rep/uhnature> (2019년 1월 17일 검색).
- Ulsan City. About Ulsan. <http://www.ulsan.go.kr/rep/uhnature> (accessed January 17, 2019).
10. 이광국. 2004. 개발제한구역의 생태적관리에 관한 연구. 건설환경연구 3집, 3호: 11-21.
- Lee KwangKug. 2004. A study on ecological management of greenbelt areas. *Korean Society of Construction and Environmental Engineers* 3, no.3: 11-21.
11. 이성원. 2018. 개발제한구역제도가 도시 확산 방지에 미친 영향. 국토계획 53권, 2호: 45-65.
- Lee Sungwon. 2018. The impacts of greenbelt policies on anti-sprawl. *Journal of Korea Planning Association* 53, no.2: 45-65.
12. 이창석, 조용찬, 신현철, 이충화, 이선미, 설은실, 오우석, 박성에 외. 2006. 국가 장기 생태 연구 장소로서 구축된 남산 소나무림의 생태적 특성. *Journal of Ecology and Environment* 29권, 6호: 539-602.
- Lee Changseok, Cho Yongchan, Shin Hyuncheol, Lee Choonghwa, Lee Seonmi, Seol Eunsil and Oh Wooseok et al. 2006. Ecological characteristics of Korean Res Pine (*Pinus densiflora* S. et Z.) forest in Mt. Nam as a long term ecological research (LTER) site. *Journal of Ecology and Environment* 29, no.6: 539-602.
13. 최금식, 여홍구. 2015. 울산광역시 도심의 토지이용특성에 관한 연구. 도시행정학보 28권, 4호: 123-147.
- Choi Keumsik and Yuh Hongkoo. 2015. A study on land use spatial structure characteristics of the City of Ulsan. *Journal of The Korean Urban Management Association* 28, no.4: 123-147.
14. 최병선. 1993. 지역 및 도시개발의 문제와 대책: 그린벨트 관리제도의 문제점과 개선방향. 대한건축학회지 37권, 2호: 54-60.
- Choe Byungsun. 1993. Problems and prospects of greenbelt management system in Korea. *Review of Architecture and Building Science* 37, no.2: 54-60.
15. 최희준, 이정아, 손희정, 조동길, 송영근. 2017. 도시정원 도입을 위한 고밀 시가지지역 내 녹지 네트워크 구축 가능성 평가. 한국환경생태학회지 31권, 2호: 252-265.
- Choi Heejoon, Lee Junga, Sohn Heejung, Cho Donggil and Song Youngkeun. Feasibility of green network in a highly-dense urbanized area by introducing urban gardens. *Korean Journal of Environment and Ecology* 31, no.2: 252-265.
16. An Yehyun. 2015. The effects of greenbelt policy in Seoul, Korea. <https://blogs.lt.vt.edu/reflectionsandexplorations/2015/10/01/the-effects-of-greenbelt-policy-in-seoul-korea> (accessed, January 17, 2019).
17. Cho Yongchan, Cho Hyunje and Lee Changseok. 2009. Greenbelt systems play an important role in the prevention of landscape degradation due to urbanization. *Journal of Ecology and Environment* 32, no.3: 207-215.
18. Dwivedi, A and Mohan, B. K. 2018. Impact of green roof on micro climate to reduce urban heat island. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 10: 56-69.
19. Gbanie, S. P., Griffin, A. L. and Thornton, A. 2018. Impacts

- on the urban environment: Land cover change trajectories and landscape fragmentation in post-war western area, Sierra Leone. *Remote Sensing* 10, no.1: 1-25.
20. Geidezis, L. and Kreutz, M. 2012. Greenbelt Europe - Structure of the initiative and significance for a pan European ecological network. Proceedings of *the 1st GreenNet Conference*, January 31, Erfurt.
21. Grigorescu, I. and Geacu, S. 2017. The dynamics and conservation of forest ecosystems in Bucharest Metropolitan Area. *Urban Forestry & Urban Greening* 27: 90-99.
22. Kowarik, I. and von der Lippe, M. 2018. Plant population success across urban ecosystem: A framework to inform biodiversity conservation in cities. *Journal of Applied Ecology* 55: 2354-2361.
23. Mabon, L. and Shin, W. Y. 2018. What might 'just green enough' urban development mean in the context of climate change adaptation? The case of urban greenspace planning in Taipei Metropolis, Taiwan. *World Development* 107: 224-238.
24. Mirzaei, P. A., Haghghat F., Nakhaie, A. A., Yagouti, A., Melissa, G., Keusseyan, R. and Coman, A. 2012. Indoor thermal condition in urban heat island: Development of a predictive tool. *Building and Environment* 57: 7-17.
25. Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forestes: Implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62.
26. Oishi, Y. and Hiura, T. 2017. Bryophytes as bioindicators of the atmospheric environment in urban-forest landscapes. *Landscape and Urban Planning* 167: 348-355.
27. Piorr, A., Ravetz, J. and Tosics, I. 2011. *Peri-urbanisation in Europe: Towards a European policy to sustain urban-rural futures*. Frederiksberg: Forest & Landscape, University of Copenhagen.
28. Salvati, L., Ranalli, F., Carlucci, M., Achille, I., Ferrara, A. and Corona, P. 2017. Forest and the city: A multivariate analysis of peri-urban forest land cover patterns in 283 European metropolitan areas. *Ecological Indicators* 73: 369-377.
29. Sarmiento, W. M. and Berger, J. 2017. Human visitation limits the utility of protected areas as ecological baselines. *Biological Conservation* 212: 316-326.
30. Souza, D. O., Santos Alvala, R. C. and Nascimento, M. G. 2016. Urbanization effects on the microclimate of Manaus: A modeling study. *Atmospheric Research* 197: 237-248.
31. Siedentop, S., Fina, S. and Krehl, A. 2016. Greenbelts in Germany's regional plans: An effective growth management policy? *Landscape and Urban Planning* 145: 71-82.
32. Thaden, J. J., Laborde, J., Guevara, S. and Venegas-Barrera, C. S. 2018. Forest cover change in the Los Tuxtlas biosphere reserve and its future: The contribution of the 1998 protected natural area decree. *Land Use Policy* 72: 443-450.
33. United Nations(UN). 2014. *World Urbanization Prospects*. New York: United Nations.
34. Wu, J. 2014. Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. *Landscape and Urban Planning* 125: 209-221.
35. Zinia, N. J. and McShane, P. 2018. Ecosystem services management: An evaluation of green adaptations for urban development in Dhaka, Bangladesh. *Landscape and Urban Planning* 173: 23-32.

-
- 논문 접수일: 2019. 3. 4.
 - 심사 시작일: 2019. 4. 8.
 - 심사 완료일: 2019. 8. 20.

요약

주제어: 개발제한구역, 경관변화, 열섬현상, 대기정화

개발제한구역은 대도시의 무분별한 도시 확장을 막기 위해 1971년 14개의 도시에 지정되었다. 현재 중소도시의 개발제한구역은 해제되고 7개의 대도시권 중심으로 개발제한구역이 시행 중이다. 개발제한구역 제도의 규제 철폐에 관한 주장은 최근에도 지속되고 있다. 그러나 올바른 의사 결정을 위한 근본 정보로서 개발제한구역에 관한 생태학적 역할은 아직 충분히 연구되지 않았다. 개발제한구역 시스템의 역할을 명확히 하고 지속 가능한 보전과 경영 개선 계획을 수립하기 위해 한국의 수도 서울을 포함한 대도시 지역의 개발제한구역과 그 주변 지역에 구성되어 있

는 녹지의 생태적 특성을 분석했다. 대부분 대도시 산림 피복은 감소했고 개발제한구역보다 개발제한구역의 외부 및 내부의 감소가 더 컸다. 산림피복의 파편화 패턴은 산림피복의 변화 패턴과 일치했다. 개발제한구역의 NDVI는 도심지보다 높았으며 외부지역과 유사했다. 지표 온도는 NDVI와 비슷한 경향을 보였다. 결과적으로 개발제한구역 시스템은 주요 역할을 잘 수행했다. 도시화로 인한 부정적 영향을 줄이기 위해 개발제한구역과 도시 경관의 생태적 품질을 향상시키기 위한 관리 및 개선 계획에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

