

초등학교 주변을 중심으로 본 서울시 도시녹지 현황 분석 및 고찰

- 원격탐사 방법을 이용한 식생분류 -

김현옥

한국항공우주연구원 위성정보연구센터 지구관측연구팀

Study on the Current Status Analysis of Urban Green Spaces in Seoul Focusing on Elementary School Surroundings - Remote Sensing Based Vegetation Classification -

Kim, Hyun-Ok

Korea Aerospace Research Institute, Satellite Information Research Center, Earth Observation Research Team

ABSTRACT

Urban nature plays an important role not only in the improvement of the physical environment but also from the perspective of psychological and social function. In particular, schoolyards as well as the green spaces near school surroundings function as a primary space for urban children to experience nature in Korea, as they spend most of their time at school. In this study, the status of urban green spaces near school surroundings was examined. For the analysis, 185 elementary schools in Seoul were selected and the green spaces within a radius of 300m(defined as 'school zone' in this study) were analyzed using the Rapid Eye multispectral satellite image data. The mean green space ratio of school zone accounts to about 21% with a high variation from 74% to 0.7% and more than half of the school zone have a green space ratio of less than 20%. Schools with a high green space ratio in their school zone are mostly located near urban forests, so forest areas particularly contribute to increase the green space ratio. Furthermore, forest vegetation shows relatively higher vitality than other green spaces located in urbanized areas. In contrast, schools with a low green space ratio in their school zone are mostly situated in high-density residential areas and the green spaces show relatively low vegetation vitality. Except for the urban forest, the majority of urban green spaces in urbanized areas are landscape green facilities in apartment districts. The other types of urban open spaces such as environmentally shaped schoolyards or street parks account only for a very small proportion of school surroundings. Therefore, it is needed to establish countermeasures in the context of urban planning; e.g. to promote the school forest projects preferentially by selecting schools with a extremely low green space ratio in their school zone, to foster roof greening in near surroundings, and to connect schoolyards organically with nearby apartment landscape green facilities as an easily accessible urban open space.

Key Words: School Surroundings, School Zone, Green Space Ratio, Vegetation Vitality, Image Classification

Corresponding author: Hyun-Ok Kim, Earth Observation Research Team, Satellite Information Research Center, Korea Aerospace Research Institute, Daejeon 305-806, Korea, Tel.: +82-42-870-3963, E-mail: hokim@kari.re.kr

국문초록

도시자연은 물리적 환경개선 기능은 물론 사회적, 정서적 측면에서도 중요한 역할을 한다. 특히, 학교에서 생활하는 시간이 많은 우리나라의 경우 학교 옥외공간을 비롯하여 인근에 조성된 녹지공간은 자연체험의 기회가 적은 도시 아이들이 가장 쉽게 자연을 접할 수 있는 일차적인 장소이다. 본 연구에서는 우리나라 대도시의 녹지현황을 학교 주변을 중심으로 살펴보고자 한다. 서울시 185개 초등학교를 선정하고, 학교 옥외공간을 포함한 반경 300m 이내(본 연구에서 '학교존'으로 정의) 주변 녹지 현황을 RapidEye 다중분광 인공위성 영상을 사용하여 분석하였다. 학교존 평균 녹지율은 약 21%이고, 최고 74%에서 최소 0.7%까지 편차가 매우 큰 것으로 나타났다. 그리고 과반수 이상의 학교존 녹지율이 20% 미만이다. 학교존 녹지율이 높은 학교 대부분이 산기슭에 위치하고 있어 산림면적이 학교존 녹지율을 높이는데 기여한 것으로 분석되며, 산림녹지의 경우 식생활력 또한 기타 도심지에 조성된 조경수목식재지보다 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 반면, 학교존 녹지율이 낮은 학교들 대부분은 고밀 주택지 인근에 위치하고 있으며, 녹지의 식생활력 또한 상대적으로 낮게 나타났다. 도시산림을 제외한 시가지지역에서 학교존 녹지의 많은 부분을 차지하는 것은 아파트단지내 조경녹지시설이며, 그 밖에 친환경적인 학교 옥외공간이나 가로공원 등 도시오픈스페이스가 차지하는 비중은 미미하다. 이러한 현실을 감안하여, 도시계획적인 맥락에서 학교존 녹지율이 낮은 지역을 우선 대상으로 학교숲 조성사업을 지원하거나 주변지역의 옥상녹화를 장려하고, 학교주변 아파트단지내 녹지공간을 학교옥외공간과 유기적으로 연계하여 쉽게 접근할 수 있는 도시오픈스페이스로 개방하는 등의 체계적인 대책 마련이 필요하다고 하겠다.

주제어: 학교주변, 학교존, 녹지율, 식생활력, 영상분류

1. 서론

최근 심각한 사회문제로 지적되고 있는 학교폭력 문제는 1990년대 초반 사회문제로 대두된 이래 양적 증가뿐만 아니라, 대상층이 초등학생으로까지 옮겨가면서 자연평화 및 폭력 행태의 다양화 등 심각한 양상으로 전개되고 있다(경기도가족여성연구원, 2009; 한진태, 2012). 많은 연구에서 학교폭력의 주요 발생원인을 개인적인 성향과 가족요인, 교우관계, 학교부적응 등 일부 계층의 문제로 지적하고 있으나(김준호, 1998; 김창균과 임계령, 2010; 박철우, 2007), 우리나라 청소년들이 당면하고 있는 치열한 입시경쟁과 그로 인한 스트레스 수준은 몇몇 개인의 문제를 넘어 공동체 차원에서도 이미 건전한 정신건강 상태를 유지하기 어려운 상황이라고 할 수 있다. 일류대학을 위한 무한경쟁과 상대평가에 의한 학교내 경쟁구도, 성적이 우선시 되는 학교문화에서 오는 정신적 스트레스가 그 수위를 점점 높여가고 있으며, 매일 일상에서 접하는 외부환경 또한 도시개발로 인해 고층 고밀화 되는 등 자연성을 잃어가고 있다. 도시녹지는 복잡한 도시의 일상에서 벗어나 휴식을 취하고 동식물이나 계절의 변화를 관찰하면서 사고의 전환을 꾀할 수 있는 계기를 제공함으로써 도시민의 정서적 안정에 기여한다. 인공적인 요소가 대부분인 도시 속에서 원시 자연이나 역사적 경관을 접함으로써 광활한 대자연과 인류를 연관지어 생각할 수 있는 가치관 형성이나 자연 속에서 조화를 이루는 인간성의 형성 등 환경심리학적 측면이나 환경교육적 측면에서 기여하는

바도 크다(Kaplan, 1995; 이재영과 김아연, 2005). 특히 학교에서 생활하는 시간이 많은 우리나라의 경우, 학교는 자연을 접할 기회가 부족한 도시의 어린이들이 가장 쉽게 자연을 접하고, 자연의 원리를 터득할 수 있는 일차적인 장소이다. 따라서 학교 옥외환경은 물론 인근 주변을 중심으로 적절한 규모의 녹지공간을 확보하는 것은 아이들의 올바른 스트레스 해소와 정서함양은 물론 환경문제에 대한 인식을 높이는 등 환경교육 차원에서도 중요한 역할을 할 수 있다.

환경교육에 대한 수요와 관심이 높아지면서 학교 옥외공간을 중심으로 녹지를 조성하고, 이를 교육적으로 활용하고자 하는 움직임은 다양한 형태로 추진되어 오고 있다. 그 중 가장 대표적이라고 할 수 있는 학교숲 조성사업은 산림청이(사)생명의 숲 국민운동과 함께 1999년부터 본격적으로 추진해오고 있으며, 현재 전국적으로 600여개 학교가 참여하였다(www.schoolforest.or.kr). 이밖에도 지자체, 교육청, 사회단체 등 다양한 기관 및 단체에서 푸른학교가꾸기, 아름다운학교만들기, 녹색학교만들기 등 유사한 사업을 추진하고 있다. 지금까지 밝혀진 학교숲의 효용으로는 아이들의 학교에 대한 소속감 증대, 마음의 여유와 같은 심리적 효과, 자연관찰을 통한 환경교육 효과 증대, 환경문제에 대한 실천적 태도 변화, 주의집중력 향상 등이 있다(이재영과 김아연, 2005; 국지하 등, 2008; 정태성 등, 2010). 그 밖에도 학교숲은 도시 녹색 네트워크의 거점이자 도시 내 생물서식공간이며, 개발밀도가 높고 토지이용강도가 높아 신규 녹지공간을 마련하기 쉽지 않은 도심에서 잠재 오픈스페이스

로서 주요한 의의가 있다. 하지만 최근 지자체 중심으로 실시되어온 학교 옥외환경 개선사업은 전체적인 도시계획적 맥락에서 추진되기 보다는 각 프로그램별로 따로 운영되고 있으며, 개별 학교가 가진 잠재력이나 학교구성원들의 수요에 대한 고려없이 기존 타 학교의 조성사례를 답습하는 등 전시행정적으로 전락하고 있다는 문제점도 꾸준히 제기되어 오고 있다(김인호, 2007; 장철규 등, 2009).

본 연구에서는 도시녹지의 정서적, 사회적 기능 관점에서 우리나라 대도시의 녹지현황을 학교 주변을 중심으로 살펴보고자 한다. 지금까지 도시녹지에 관한 많은 국내 연구들은 대기정화나 미기후 조절 등 도시화로 인한 물리적 환경문제를 개선하기 위한 도시녹지의 역할을 중심으로 도시녹지의 존재 가치 또는 양적 증대에 관심을 가졌다고 할 수 있다(조용현과 신수영, 2002; 성현찬과 민수현, 2003; 조현길과 안태원, 2006). 하지만, 이제는 소득 증대에 따른 삶의 질 향상으로 관심이 옮겨가고 있는 만큼 인간 본연의 자연성 회복이나 공동체의식 향상 등 도시 속에서 인간이 자연과 교류하면서 도시녹지의 사회적 효과를 누릴 수 있도록 도시녹지가 조성, 관리되고 있는지 그 현황을 재고해 볼 필요가 있다. 그리고 초등학교는 도시계획법상 근린 주거구역 단위로 설치하도록 되어 있어 학교 주변 녹지의 양적, 질적 현황은 아이들뿐만 아니라, 모든 도시민이 실제 일상생활에서 인지하고 체험하는 도시녹지 현황을 대표한다고도 하겠다. 따라서, 일상에서 쉽게 이용할 수 없는 산림지역이나 도시자연공원을 포함하는 통계적인 도시녹지가 아니라, 실제로 일상에서 경험할 수 있는 생활권내 도시녹지의 현황을 추론해 볼 수 있을 것이다. 본 연구에서는 서울시 초등학교를 대상으로 원격탐사 방법을 이용하여 학교 주변 도시녹지의 양적, 질적 현황을 정량적으로 분석하고, 이를 도시 전체적인 맥락에서 살펴보고, 향후 도시환경계획이나 도시녹지 조성사업 등을 계획하고 수립하는데 있어 참조할만한 시사점을 제시하고자 한다.

II. 이론적 고찰 및 선행연구 검토

1. 도시자연의 정서적, 사회적 기능

도시녹지는 대기정화 및 미기후개선, 수질보호, 토양침식방지, 홍수조절, 동식물종의 서식처 등 물리적, 환경적 기능은 물론 휴양기회 제공, 커뮤니티 결속과 같은 사회적 기능과 함께 환경교육적 측면에서도 중요한 역할을 한다(Wittig, 1993). 또, 인간은 사회적 존재이기 이전에 자연의 일부이기 때문에, 유전적으로 생물적 또는 무생물적 자연과 접촉하며 살아가게 되어 있다(Gebhard, 1993; 신문수, 2009). 하지만 급격한 도시화와 산업화로 인하여 도시의 물리적인 모습은 물론 삶의 방식 또한

자동차와 실내 생활 위주로 이루어지는 등 자연과의 접촉 기회는 현저히 줄어들고 있다.

도시자연의 환경심리적 기능과 관련하여 Kaplan(1995)은 도시에서의 녹지공간은 복잡한 도시의 일상에서 벗어나 휴식을 취할 수 있는 정적인 장소로서 동식물이나 계절의 변화를 관찰하면서 사고의 전환을 꾀할 수 있는 계기를 제공하고, 인공적인 요소가 대부분인 도시 속에서 원시 자연이나 역사적 경관을 접함으로써 광활한 대자연과 인류를 연관지어 생각할 수 있는 가치관 형성은 물론 자연 속에서 조화를 이루는 인간성의 형성에 기여한다고 하였다. 뿐만 아니라 자연체험은 집중력 향상과 같은 인지능력에도 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. Kuo and Taylor(2004)는 자연을 접하는 야외활동이 아이들의 주의력장애 및 과잉행동장애 증상을 완화시키는데 효과적이라는 연구결과를 제시하였고, Wells and Evans(2003)는 집 주변에서 쉽게 자연을 접할 수 있는 아이들일수록 일상이나 학교생활에서 오는 스트레스를 더 잘 극복하고, 자존감이나 집중력, 자율성, 창의성이 높다는 조사결과를 보여주었다. 캘리포니아주 버클리의 한 초등학교에서는 교내 아스팔트로 되어 있던 토지 일부를 잔디밭과 하천, 연못을 조성하고 다양한 화목을 식재한 후에 학생들의 사회적 행태가 긍정적으로 바뀌고, 창의적인 놀이를 더 많이 하는 것으로 밝혀졌다(Rivkin, 1997).

국내 연구에서도 정택상 등(2010)은 학교숲 조성에 참여한 학생들의 심리적 특성을 분석한 결과, 자연체험 활동이 주변 자극에 대한 반응(접근-철회성; Approach-withdrawal)과 외적 자극에도 불구하고 초점을 유지하는 태도(주의집중성; distractibility)에 영향을 미친다고 하였다. 그리고 김인호(2002)는 학교숲 조성활동에 장기적으로 참여한 학생이 단기적으로 참여한 학생보다 친환경적인 방향으로 태도변화가 있었다고 보고하였다. 학교숲은 학교에 대한 긍정적인 태도 및 유대감 형성에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 국지하 등(2008)은 학교숲 조성 후 학생들이 학교조경공간에 대한 만족도가 높게 나타났으며, 만족 요인은 녹지량의 증가와 식재 수종의 다양화로 인한 계절감 및 마음의 여유를 느끼게 되는 효과가 증대된데 있다고 하였다. 정택상 등(2010)은 학교숲을 조성한지 얼마 안 된 학생들의 경우 숲을 파괴하는 사람을 나를 제외한 너 혹은 그들로 규정하는데 비해 학교숲을 조성한지 오래된 학교의 학생들은 나를 포함한 우리로 규정하고, 문제 해결자도 우리로 이해하는 경향을 보인다고 하였다.

녹지의 존재 여부나 양도 중요하지만 녹지의 질적 효용과 관련하여 Fuller *et al.*(2007)은 녹지의 생물종다양성이 증가할수록 심리적 안정에 보다 긍정적으로 작용하는 등 사회적 효과가 높아진다는 연구결과를 제시하였다. 이와 유사하게 정택상 등(2010)의 연구에서도 학교숲의 1인당 조성면적은 아이들이 새로운 상황에 쉽게 적응하는 정도(융통-경직성; Flexibility-Rigidity)

와 정서적인 균형정도(기분; negative mood)에 영향을 미친다는 결과가 도출되었다.

그밖에도 Gidloef-Gunnarsson and Oehstroem(2007)는 소음이 심한 도로변 주거지역에 접근이 용이한 녹지가 조성되어 있는 경우, 짜증 등으로 나타날 수 있는 스트레스를 완화시키고 스트레스성 질환을 예방하는데 긍정적인 효과가 있음을 증명하였다. 외과적 수술이나 정신적 스트레스로부터 회복되는 과정에서 자연경관에 대한 조망이나 산책을 통한 직접적 접촉이 많은 도움이 된다는 것이 밝혀지면서(Ulrich, 1984; van den Berg *et al.*, 2003) 치유정원(Healing Garden)이나 치료경관(Therapeutic Landscape)이라는 개념이 등장하였고, 병원이나 요양시설들은 일정규모의 녹지를 조성하거나 자연경관이 우수한 곳에 위치하는 경우가 많다.

2. 도시연구에서 원격탐사 방법의 활용

도시원격탐사는 서브 미터급의 초고해상도 위성영상의 상용화와 더불어 새로운 전기를 맞고 있으며, 연구방법에 있어서도 여러 가지 새로운 변화를 가져왔다. 고층고밀의 토지이용이 복잡하게 얽혀있는 도시의 물리적 특성을 파악하는데 있어 높은 공간해상도가 유용한 것임에는 틀림이 없으나, 육안판독과 다르게 영상의 분광값을 이용하여 자동분류나 기타 다른 분석을 하려고 한다면 이러한 초고해상도가 항상 좋은 것만은 아니다. 공간해상도가 높아지면서 동일 물체 또는 하나의 객체가 여러 개의 픽셀로 나누어지고, 이 픽셀값들 사이에 크고 작은 편차가 생기면서 노이즈 효과가 나타나기 때문이다. 그러므로 연구의 목적이나 내용에 따라 적절한 공간 해상도의 위성영상을 선택하는 것이 필요하다. 그리고 공간해상도뿐만 아니라 분광 및 시간 해상도 또한 영상정보의 활용 차원에서 중요하다. 지표상의 모든 물체들은 태양에너지의 전자기파에 반응하는 특성이 각기 다르기 때문에, 분광의 분할 특성이나 민감도에 따라 구분할 수 있는 지표 특성이 달라질 수 있고(분광해상도), 식생의 광합성 작용과 같이 에너지대사를 통해 지표의 상태는 시간이나 계절에 따라 달라지기도 한다(시간해상도). 현재 전세계적으로 다양한 지구관측 인공위성 센서들이 개발되고 있고, 시장에서 상용화되는 영상 데이터의 종류도 늘어나고 있어, 도시 연구를 위한 데이터 선택의 폭은 점점 넓혀지고 있다.

2008년 8월 29일 성공적으로 발사되어 2009년부터 상용화되고 있는 RapidEye 광학위성은 5m급의 높은 공간해상도를 제공할 뿐만 아니라, 동일한 방식으로 제작된 다섯 대의 위성이 무리를 이루어 지구를 관측하고 있어 동일지역에 대하여 매일 촬영이 가능하고 촬영폭이 넓어 대규모 지역의 시계열영상 확보에 유리하다. 또, 식물의 클로로필 함량 및 질소공급 상태를 파악하는데 유용하다고 알려진 Red Edge 분광대를 갖고 있어

(Fiella and Penuelas, 1994), 특히 식생을 다루는 농업이나 산림, 환경 분야에서의 활용잠재력이 기대되고 있다. 대표적으로 Eitel *et al.*(2011)은 RapidEye의 Red Edge 분광밴드가 뉴멕시코 지역 침엽수림의 스트레스 상태를 초기에 탐지하는데 유용하다는 연구결과를 통해 향후 산림 모니터링 조기경보 시스템에 활용될 수 있다는 가능성을 보여주었다. RapidEye 위성에 대한 상세한 시스템 정보는 III장에서 다루기로 한다.

새로운 영상분석 방법으로 주목받고 있는 객체기반의 영상 분류에서는 픽셀의 분광값 외에도 모양이나 면적, 질감 등 오브젝트 고유의 특성을 활용함으로써, 고해상도 영상의 장점을 극대화할 수 있도록 하고 있다. 기존 픽셀기반의 영상분류방법을 고해상도 영상에 적용하게 되면, 하나의 객체가 위성영상에서 여러 개의 픽셀로 분할되어 표현되고, 그 픽셀들 사이에 분광값의 편차가 나타나 서로 다른 유형으로 구분되는 'salt and pepper effect' 문제가 야기될 수 있다(Blaschke *et al.*, 2000). 객체기반의 영상분류에서는 픽셀기반 영상분류의 이러한 한계를 세그멘테이션이라는 과정을 통해 해결하고 있다. 세그멘테이션은 레스터 형식의 위성영상에서 개별 픽셀들을 분석자가 일정한 조건을 주어 유사한 특성을 갖는 픽셀그룹으로 묶어주는 과정이라고 쉽게 이해할 수 있다. 세그멘테이션을 통해 여러 픽셀들이 모여져 형성된 객체 단위에서는 모양과 함께 그 안에 포함되는 픽셀들의 집합적 특성, 예를 들어 밴드별 평균 분광값이나 표준편차 정도에 따른 동질성 또는 질감 지수 등을 부차적인 정보로 활용할 수 있다. 상용 프로그램마다 지원하는 알고리즘에 다소의 차이가 있을 수는 있지만, 가장 일반적으로 사용되고 있는 소프트웨어 프로그램인 eCognition에서는 세그멘트의 크기나 모양 및 스케일지수 등을 사용하여 다양한 분할 영상을 생성할 수 있고, 레벨 개념을 도입하여 이들 간의 위계 관계를 정립할 수 있다. 즉, 세그멘테이션을 통해 위성영상의 레스터 데이터 형식이 세그멘트라는 벡터 형식으로 변환되면서 영상분류과정에서 수평적인 인접관계 및 수직적인 위계 관계를 반영할 수 있고, 영상 데이터 이외에 관련 주제도를 참조하여 속성값을 가져올 수도 있다. 퍼지이론을 도입하여 각각의 오브젝트가 특정 항목으로 분류될 수 있는 확률값을 계산할 수도 있다. 그 밖에도 RS와 GIS를 통합하는 다양한 데이터 분석 기능이 지원된다. 이러한 객체기반의 영상분류 기법은 도시 연구 및 다양한 활용분야에서 그 장점이 밝혀지고 있다(Blaschke, 2010; Kim, 2008; Yang, 2011). 그 한 예로, Platt and Rapoza (2008)는 펜실베이니아주 게티스버그에서 도시와 도시외곽, 농업적 토지이용이 혼합적으로 나타나는 지역을 연구대상지로 하여 최대우도법을 사용한 픽셀기반의 토지이용/토지피복 분류결과를 객체기반의 분류결과와 비교함으로써 객체기반의 방법이 지니는 우수성을 지적하였다. 전통적인 픽셀기반의 방법과 비교하여 객체기반의 방법이 지니는 장점은 무엇보다도

분석가의 전문지식을 분류과정에서 다양한 방법으로 구현해 낼 수 있고, 분류기준 또한 상황에 맞게 분석자가 선택적으로 적용할 수 있어 영상정보 활용의 최적화를 꾀할 수 있다는 데 있다.

III. 연구내용 및 방법

1. 연구대상지

서울시의 도시녹지 현황을 학교 주변 즉, 학교내 옥외공간과 인근 지역을 중심으로 살펴보기 위하여 서울시내에 소재하는 초중고교¹⁾ 1,282개 중 185개 초등학교를 선정하였다. 초등학교를 연구 대상으로 정한 이유는 대학을 제외한 우리나라 학교의 건축구조나 시설 등 물리적 환경이 초, 중, 고교별로 큰 차이가 없을 뿐만 아니라, 초등학교의 경우 지금까지 도시계획시설의 입지상 근린주거구역 단위로 2~3천 세대당 1개소를 설치하고, 통학 최장거리를 1km 이내로 제한하고 있어 주거지역을 중심으로 도보로 통학할 수 있는 거리 내에 위치하고 있다고 볼 수 있기 때문이다²⁾ 이는 학교에서 생활하는 시간이 긴 우리나라 청소년들이 통학하면서 주변에서 경험하는 실제 생활권 녹지 현황을 대표한다고 볼 수 있을 것이다. 서울시 소재 591개 초등학교를 전수 분석할 수 없었기 때문에, 일정 거리를 두고 각 구별 입지유형별로 서울시 전체에 골고루 분포할 수 있도록 선정하였다. 분석대상 초등학교의 위치와 주변 반경에 해당하는 범위는 그림 1과 같다³⁾.

2. 위성영상 데이터처리 및 분석방법

연구대상지역의 녹지현황을 분석하기 위하여 RapidEye 위

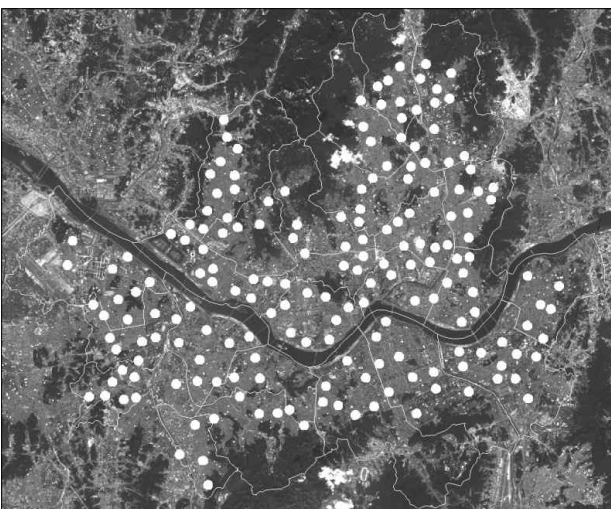


그림 1. 서울시 연구대상 초등학교와 주변 반경 범위

표 1. RapidEye 위성의 시스템 특성

특성항목	내용
Spacecraft lifetime	7 years
Orbit altitude	630km in Sun-synchronous orbit
Equator crossing time	11:00 (approximately)
Sensor type	Multi-spectral push broom imager
Spectral bands	Blue 440~510 nm Green 520~590 nm Red 630~685 nm Red edge 690~730 nm NIR 760~850 nm
Ground sample distance (nadir)	6.5m (Resampling 5m)
Swath width	77km
On board storage	Up to 1,500km of image data per orbit
Revisit time	Daily (off-nadir) / 5.5 day (nadir)
Image capture capacity	4 million km ² /day
Dynamic range	Up to 12 bit

자료: www.rapideye.com

성영상을 사용하였다. RapidEye 위성의 기술적 특성은 표 1과 같다. 분석에 사용된 영상은 2011년 9월 23일 촬영된 것으로 기상 상태가 좋아 구름이 거의 없는 깨끗한 영상이 얻어졌다. RapidEye AG사에서 공급하는 원영상(product type: 1B)을 제공받아 한국항공우주연구원에서 보유하고 있는 내부 DEM 및 GCP 기준점을 이용하여 정사보정하였다. 원영상의 분광특성을 가장 잘 보존하기 위하여 촬영 당시의 공간해상도 6.5m를 유지하고, 최근린보간법으로 리샘플링하였으며, 우리나라 기준 좌표계(UTM, GRS80)로 변환하였다.

위성영상을 베이스맵으로 하여 서울시 185개 초등학교에 대한 위치 데이터를 생성하였고, 각 학교의 대표지점을 중심으로 반경 300m의 버퍼를 주어(“학교존”으로 명명) 이 범위 내에 속하는 모든 녹지를 추출하였다. 여기서 300m를 버퍼의 기준값으로 정한 것은 본 연구에서 선택된 185개 서울시 초등학교들의 교내 옥외공간과 그 인근을 충분히 포함하면서도 버퍼의 범위가 서로 겹치지 않는 적정 최대거리이기 때문이다. 그리고 여기서 녹지라 함은 위성영상 분석의 특성상, 식생으로 피복되어 있는 지역을 의미한다. 예를 들어, 학교내 야외학습장이나 도시근린공원과 같이 식재지역과 포장지역이 함께 구성되어 있더라도 본 연구에서는 수목이 식재된 지역만을 녹지로 규정하고 분석에 포함시켰다. 개별 학교존을 단위로 녹지면적과 식생의 활력상태를 분석하였다.

식물은 빛에너지를 이용하여 광합성을 하기 때문에 인공위성 영상에서도 독특한 분광특성을 나타낸다. 클로로필 합성은 잎의 상부 율타리조직에서 일어나는데, 가시광선 에너지를 흡수하여 광합성에 사용하므로 위성영상의 Red, Green, Blue 파장대에서 반사도가 낮게 나타난다. 그 중에서도 Red 파장대의

반사도가 가장 낮다. 반면, 근적외선(Near Infrared) 파장대는 울타리조적을 투과한 후 잎의 하부 갭층조직에서 기공에 의한 불규칙한 반사를 통해 다시 상부 울타리 조직을 투과하기 때문에, 위성영상의 NIR 파장대에서 반사도가 높게 나타난다. 즉, 광합성이 활발한 식생에서 가시광 영역의 반사도가 낮고, 잎의 층위가 많이 형성되어 있을수록 엽기중반사가 일어나 근적외 영역의 반사도가 높다. 식생의 이러한 분광특성을 이용하여 원격탐사에서는 식생지수를 사용하는데 가장 대표적인 것이 정규식생지수 (NDVI: Normalized Difference Vegetation Index)이다. NDVI는 -1에서 1 사이의 값을 가지며, 이론적으로 식생은 0 이상의 값을 나타내지만, 실제 분석에서는 대기상황이나 영상의 상태에 따라 값의 범위는 달라질 수 있다. 식생의 종류나 상태에 따라 다소의 차이가 있을 수는 있지만, 일반적으로 광합성이 활발한 건강한 식생일수록 지수값이 커진다(Jenson, 2000). RapidEye 위성의 다중분광 센서는 Red와 NIR 사이에 Red Edge 파장대를 따로 구분하고 있으며, 기존 연구들에서 Red Edge 밴드는 식생의 스트레스나 활력상태에 따른 민감한 변화를 탐지하는데 효과적이라는 것이 밝혀진 바 있다(Fiella and Penuelas, 1994; Eitel *et al.*, 2011). 따라서, 본 연구 분석에서는 기존 식생지수와 함께 Red Edge를 사용하는 변형된 식생지수를 함께 녹지지역의 식생활력을 구분하는데 사용하였다. 분석에 사용된 식생지수의 산출방식과 근거는 표 2와 같다.

RapidEye 위성영상을 이용한 학교주변 녹지의 영상분류 과정은 그림 2와 같다. 분류는 세 단계로 이루어졌다. 먼저, 상위 레벨(Level 1)에서는 분석대상으로 선정된 185개 초등학교를 중심으로 각각 300m의 버퍼를 주어 학교존으로 설정하였다. 중간단계의 레벨(Level 2)에서는 학교존의 토지피복을 식생과 비식생 지역으로 분류하였다. 분석에 사용된 9월 위성영상에서 식생지역의 분광특성은 식생이 없는 도시화지역과 분명히 구분된다. 식생지역의 경우는 위에서 설명한 바와 같이 광합성에 사용되는 가시광선 파장대 특히 Red에서 반사도가 낮고, NIR 파장대에서 반사도가 높아 그 차이가 분명히 벌어지는데 비해, 식생이 없는 도시화지역의 경우 Red와 NIR 밴드에서 모두 반사값이 상대적으로 높고 큰 차이가 없다. 이러한 특성은 Red와 NIR 밴드에서의 반사도 차이를 이용하여 산출하는 식생지수인 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index: 정규식생지수) 값에 잘 반영이 되므로, 본 연구에서도 NDVI 레이어를 이

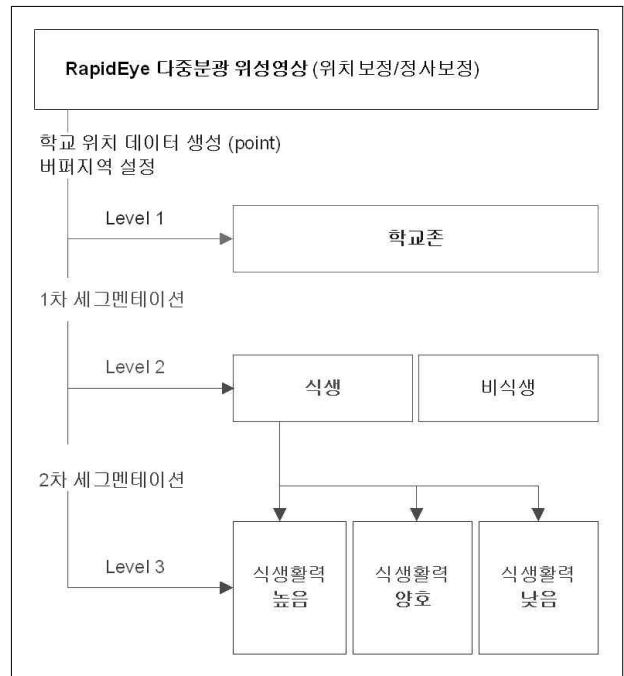


그림 2. 위성영상을 이용한 학교존 녹지 분류과정

용한 세그멘테이션 기법(multi-threshold segmentation)을 통해 식생 세그먼트를 어렵지 않게 분할해낼 수 있었다. 이 때, 식생과 비식생지역을 구분하는 NDVI 경계값은 0.1로 설정하였다. 하지만 픽셀 하나가 식생 세그먼트로 구분되는 경우가 생겼다. 하나의 픽셀이 식생으로 분류되는 경우는 수관의 넓이가 40m² 정도 되는 개별 수목이거나 화단 등의 소규모 녹지, 또는 위성영상의 레스터 배열에서 주변에 비해 상대적으로 다소 튀는 분광값을 갖는 화소일 수 있다. 위성영상에서 식생지역의 경계는 수목 상부의 수관에 의해 정해지는데 한 픽셀만이 식생으로 나타나는 경우라면 수목 하부는 녹지 공간이 아닌 인공 포장면에 개별적으로 수목만 식재된 공간일 확률이 높다. 따라서, 본 연구에서는 한 픽셀 이상 즉, 42m²(6.5m×6.5m) 이상의 면적을 가지는 녹지만을 분석에 포함시키고자 하였다. 이를 위하여, 주변에 다른 식생 세그먼트와 연결되지 않은 채 한 개의 픽셀로 이루어진 식생 세그먼트는 식생지역에서 제외시켰다. 마지막으로 하위 레벨(Level 3)에서는 Level 2에서 녹지로 분류된 지역을 대상으로 RapidEye 영상 원래의 다섯 개 분광밴드와 세 개의 식생지수 레이어를 기준값으로 넣어줌으로써 8차

표 2. 본 연구에서 사용한 분광지수

식생지수	계산식	개발자
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	$(R_{\text{band5}} - R_{\text{band3}}) / (R_{\text{band5}} + R_{\text{band3}})$	Rouse <i>et al.</i> (1974)
Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI)	$(R_{\text{band5}} - R_{\text{band2}}) / (R_{\text{band5}} + R_{\text{band2}})$	Gitelson <i>et al.</i> (1996)
Normalized Difference Red-Edge Index (NDRE)	$(R_{\text{band5}} - R_{\text{band4}}) / (R_{\text{band5}} + R_{\text{band4}})$	Barnes <i>et al.</i> (2000)

* 밴드의 숫자는 RapidEye의 band 2(520~590nm), band 3(630~685nm), band 4(690~730nm), band 5(760~850nm)에 해당한다.

원 분광공간에서 인접한 객체들을 자동으로 군집화하는 세그멘테이션기법(multi-resolution segmentation)을 적용하였다. Level 2에서 보다 세분화된 식생 세그먼트가 만들어지도록 하기 위하여 세그멘테이션의 환경설정은 scale parameter 50, shape 0.1, compactness 0.5로 하였다. 이렇게 분할된 식생 세그먼트를 NDVI를 기준으로 하여 다시 세 단계의 상대적 식생활력 등급으로 구분하였다. 앞에서 언급한 바와 같이 광합성이 활발하고 생장이 왕성한 식생일수록 식생지수 값도 증가하는 특성이 있는데, 본 연구에서는 식생지수 값의 범위를 개괄적으로 식생활력이 높음, 양호, 낮음으로 순서적도화하여 서울시 학교존 녹지지역의 식생활력 상태를 상대적으로 살펴보고자 한다. 이를 위하여 학교존 녹지로 추출된 전체 식생지역에서 나타나는 NDVI의 최대, 최소값을 등간격으로 나누어 세 단계로 구분하였다. 본 연구 분석에서 학교존에 포함되는 녹지의 NDVI는 최소 0.06에서 최대 0.57까지로 나타났다. 따라서, 식생활력이 낮음은 NDVI 값이 0.23 미만이며, 식생활력 양호는 0.23 이상 0.40 미만, 식생활력이 높음은 NDVI 값이 0.4 이상으로 설정하였다. 본 분석을 위해서 상용 프로그램인 ArcGIS(version 9)와 Trimble사의 eCognition Developer(version 8.0)를 사용하였으며, 학교존 녹지면적과 녹지의 식생활력에 대한 통계분석은 SPSS(version 17)를 사용하였다.

IV. 연구결과 및 고찰

1. 서울시 학교존의 녹지율 분석

연구대상 서울시 185개 초등학교의 위치 데이터를 생성한 후, 각 학교의 대표지점을 중심으로 반경 300m의 버퍼를 주어 “학교존”을 설정하였다. 학교존 내에 존재하는 식생지역을 인공위성 영상을 이용하여 분류하였으며, 사용된 RapidEye 영상에서 최소 한 픽셀 즉, 최소면적 42m² 이상의 수목이 식재된 공간만을 녹지로 규정하였다. 그리고 학교존에 포함되는 녹지의 총면적이 학교존에서 차지하는 상대적인 면적 비율 즉, 학교존 녹지율을 산출하였다.

분석에 포함된 서울시 185개 초등학교의 학교존 녹지율은 평균 21.03%이고, 최고 74.27%에서(동작구 행림초교) 최소 0.74%까지(관악구 당곡초교) 편차가 크게 나타났다. 학교존 녹지율을 10% 단위로 8개 등급으로 구분하고, 분포 특성을 분석하였다(표 3 참조). 50% 이상의 높은 학교존 녹지율을 보이는 학교는 13개소로 전체의 7% 정도에 해당하는 소수이며, 35%에 해당하는 대다수의 학교들이 10% 미만의 학교존 녹지율을 보여 주었다. 5% 미만의 학교존 녹지율을 보이는 곳도 29개소나 된다. 그리고 과반수 이상의 학교들이 20% 미만의 학교존 녹지율을 가지는 것으로 나타나는데, 이는 아이들이 학교 교정을

표 3. 학교존 녹지율에 따른 분석대상 초등학교의 분류

학교존 녹지율	해당학교 수	전체 185개 초등학교 중 비율(%)
70% 이상	1	0.54
60~70%	3	1.62
50~60%	9	4.86
40~50%	16	8.65
30~40%	22	11.89
20~30%	29	15.68
10~20%	40	21.62
10% 미만	65	35.14
전체	185	100.00

비롯하여 학교 주변에서 접할 수 있는 도시녹지의 양이 절대적으로 부족함을 시사하는 것이다. 초등학교의 도시계획법상 시설배치기준 즉, 근린주거구역 단위로 2~3천 세대당 1개소를 설치하되 통학 최장거리를 1km 이내로 제한한다는 규정을 고려할 때, 학교존 녹지율은 모든 시민이 주거지역을 중심으로 일상생활 중에 이용할 수 있는 도시녹지 현황을 대표한다고도 볼 수 있으며, 학교존 녹지율이 이처럼 낮다는 것은 도시 일과 중에 휴식이나 조망, 산책, 자연관찰 등 도시자연을 이용할 수 있는 녹지공간이 턱없이 부족한 현실을 반영하는 것이라고 할 수 있다. 즉, 도시녹지의 정서적, 사회적 기능을 논하기에 서울시 도시녹지의 조성 현황은 여전히 열악한 상태라고 하겠다.

학교존 녹지율이 서울시 전체에서 분포하는 경향은 그림 3과 같다. 도시산림이 주로 위치하는 서울시 외곽을 따라 학교존 녹지율이 대체로 높게 나타나고, 고밀 개발된 도심지역에서는 학교존 녹지율이 낮게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 도시산림이 전체 도시녹지 면적에서 차지하는 비중이 큰 서울시 공

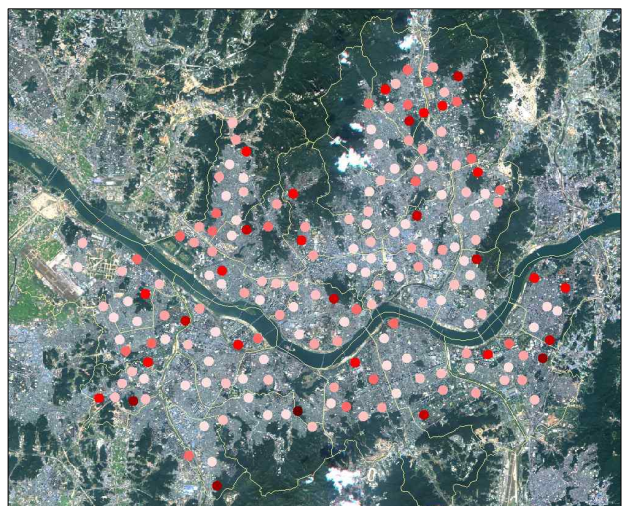


그림 3. 서울시 분석대상 185개 초등학교의 학교존 녹지율 등급
 범례: <10%, 10~20%, 20~30%, 30~40%, 50~60%, 60~70%, >=70%

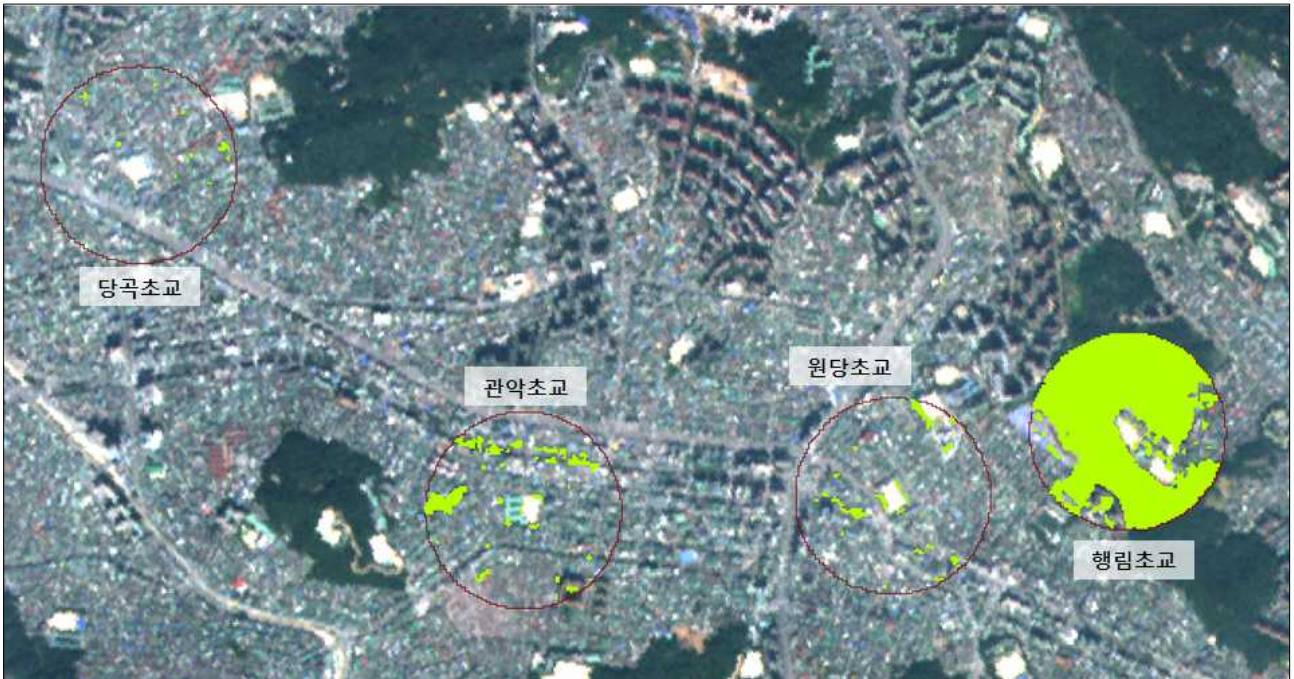


그림 4. 학교존 녹지율 최대, 최소가 나타난 동작구와 관악구 일대 초등학교 주변의 녹지현황
 범례: ■ 녹지분류, □ 학교존 경계

원녹지 현황과도 일맥상통한다고 하겠다. 극단적인 예로 학교존 녹지율이 74.27%로 가장 큰 동작구 사당동 행림초등학교는 주변이 까치산과 동래정씨 임당공파묘역으로 둘러싸여져 있고, 학교존 녹지율이 0.74%로 가장 낮은 관악구 봉천동 당곡초등학교는 고밀 주택지에 위치하고 있으며, 주택들 사이로 협소한 공간에 조성된 화단이나 몇 그루 수목 외에 별다른 공원녹지 시설이 없다(그림 4 참조).

학교존 녹지율이 50% 이상으로 높은 곳은 대부분의 경우 산기슭에 위치하고 있어, 산림녹지가 학교존 녹지면적에 포함된 것이다. 그밖에도 인근에 도시근린공원이 조성되어 있거나, 아파트단지내 동간격이 넓고 식재공간이 많이 조성되어 있는 지역에 위치한 초등학교들의 학교존 녹지율이 높게 나타났다. 1970, 80년대 반포아파트를 시작으로 대단지 아파트가 건설되던 시기에 조성된 주공아파트들이 주로 여기에 해당되는 것으로 보인다. 북한산과 도봉산, 수락산, 불암산 등 도시외곽 산림을 끼고 있는 도봉구와 노원구 일대에 학교존 녹지율이 높은 초등학교들이 몰려 있으며, 학교가 산기슭에 위치하는 경우 외에도 상계동과 중계동, 하계동, 창동 일대 아파트 단지의 넓은 녹지공간들이 학교존 녹지율을 높이는데 기여한 것을 볼 수 있다(그림 5 참조). 유사한 사례는 강동구의 명일동과 둔촌동, 양천구의 신정동과 목동 일대에 대규모로 조성된 아파트단지 인근 초등학교에서도 찾아볼 수 있다.

학교존 녹지율이 10% 미만으로 학교 옥외공간을 포함하여 학교 주변 녹지조성 현황이 열악한 초등학교들은 대체로 도시

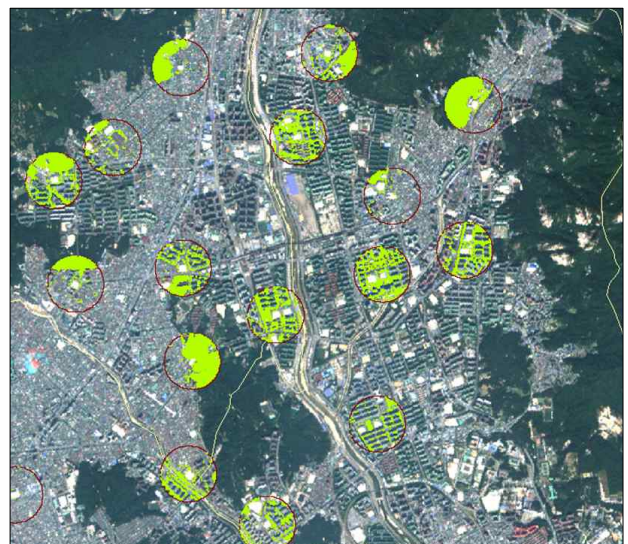


그림 5. 도봉구와 노원구 일대에 분포하는 초등학교 주변의 녹지현황
 범례: ■ 녹지분류, □ 학교존 경계

산림이나 근린공원에서 멀리 떨어진 고밀 주택가 주변에 위치하는 것으로 나타났다. 그리고 학교 인근에 아파트나 연립주택과 같은 공동주거단지가 위치하고 있지 않은 경우에는 학교존 녹지율이 특히 더 낮아지는 것으로 보인다. 그 대표적인 예가 관악구 당곡초등학교이다(그림 4 참조). 이는 도시산림이나 근린공원을 제외하면, 서울시 도시녹지의 상당 부분을 공동주택지의 조경시설이 차지하고 있음을 반영하는 것으로 해석할 수

있다. 동시에 고밀주택지에서의 열악한 녹지 현황을 반영하는 것이자 오픈스페이스 확보의 필요성을 알려주는 것이라고 하겠다. 따라서, 학교존 녹지율이 특히 낮게 나타나는 초등학교들에 학교숲 조성사업 등을 우선적으로 지원함으로써 학교 옥외공간을 도시녹지의 거점으로 활용하고, 해당학교의 학생들은 물론 인근 주민들에게 자연을 체험하고 이용할 수 있는 기회를 제공하는 것이 필요하다. 뿐만 아니라, 최근 사회 전반에서 이슈가 되고 있는 복지 측면에서도 소득이나 경제적 지위에 따른 도시녹지 환경의 불평등 격차가 심해지고 있다는 점을 감안할 필요가 있다. 한국환경정책평가연구원의 연구보고서에 의하면(추장민 등, 2009), 사회경제적 지위에 따라 공급받고 있는 도시공원의 공간분포의 차이가 존재하며, 일상권 공원의 경우 더욱 큰 차이를 보인다고 하였다. 절대적인 공원면적의 차이가 있음은 물론 도시공원의 공간분포 또한 실제 녹지를 이용할 수 있는 기회 차이로 이어진다는데 문제의 심각성이 있다고 하겠다. 따라서, 환경복지 차원에서 저소득계층 밀집지역의 초등학교를 중심으로 학교옥외공간을 녹지로 조성하고, 인근 녹지인프라를 연계하는 방안을 조속히 마련함으로써 도시녹지의 접근성을 개선하는 것이 필요하다.

2. 서울시 학교존 녹지의 식생활력 분석

학교존에 포함되는 녹지지역의 식생 상태를 개괄적으로 살펴보기 위하여 위성영상에서 산출한 식생지수를 이용하여 세 단계의 상대적인 식생활력 등급으로 구분하였다. 식생지수가 높아질수록 식생의 활력도 높아지는데 연속적인 값을 갖는 식생지수를 식생활력 높음, 양호, 낮음이라고 하는 세 단계의 순서적으로 변환하기 위하여 본 연구에서는 학교존 녹지지역에서 나타나는 식생지수의 최소값과 최대값을 기준으로 등간격을 가지는 세 구간으로 구분하였다.

서울시 185개 학교존에 포함되는 도시녹지 약 11 km² 중 상대적으로 활력이 높은 식생지역이 13.8%를 차지하고, 양호한 식생이 33.5%, 활력이 낮은 식생이 52.7%를 차지하는 것으로 나타났다(표 4 참조). 식생활력이 높거나 양호한 것으로 분류된 녹지 세그먼트들 대부분은 도시산림에 해당되고 아파트 단지내 조경녹지나 기타 시가화지역에 존재하는 도시 녹지들이 상대적으로 식생활력도가 낮은 것으로 나타났다(그림 6 참조).

표 4. 학교존 녹지의 식생활력에 따른 분류

학교존 녹지의 식생활력 등급	학교존 녹지면적 (m ²)	전체 학교존 녹지중 면적비율 (%)
식생활력 높음	1,527,591	13.81
식생활력 양호	3,703,889	33.49
식생활력 낮음	5,827,247	52.69
전체	11,058,726	100.00

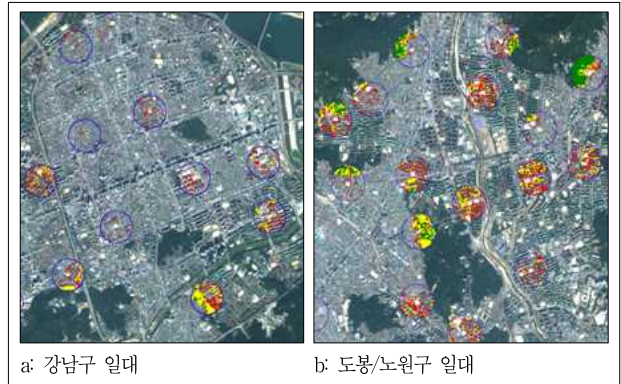


그림 6. 학교존 녹지의 식생활력 구분

범례: ■ 식생활력 높음, ■ 식생활력 양호, ■ 식생활력 낮음, □ 학교존 경계

대체로 학교존 녹지율이 높은 곳에서 식생활력이 상대적으로 높은 녹지의 비율도 높은 것으로 나타났다. 이는 산지 인근에 위치하는 초등학교의 경우, 그 일대 넓은 산림이 학교존 녹지에 포함되고, 또 산림의 자연식생이 공원이나 기타 다른 도시녹지의 조경 수목에 비해 생장상태가 우수하기 때문인 것으로 보여진다. 반대로 학교존 녹지율이 낮다는 것은 인근에 일정 규모 이상의 도시산림이나 근린공원이 존재하지 않는다는 것으로, 이곳이 고밀 토지이용 지역임을 짐작할 수 있게 한다. 이런 지역에서 녹지로 분류되는 식생은 도로변의 가로녹지이거나 건물옆 화단 등 협소한 공간에 조경용으로 식재된 경우가 많고, 도로교통에 의한 대기오염 등 도시환경 스트레스 때문에 활력 또한 양호하지 않은 것으로 볼 수 있다. 이는 학교를 중심으로 주변 도시녹지의 빈익빈 부익부 현상을 단적으로 보여주는 것이라고 할 수 있을 것이다. 즉, 도시산림 인근에 위치하는 학교들의 경우 양적으로나 질적으로 우수한 녹지공간을 확보하고 있는 반면, 도심의 고밀 토지이용 지역에 위치하는 학교들의 경우 주변에 자연을 체험할 수 있는 녹지공간이 절대적으로 부족함은 물론, 실사 있다고 하더라도 생장이 그다지 양호하지는 않은 상태라는 것이다.

V. 결론

인공구조물이 대부분을 차지하는 도시의 물리적 환경 속에서 도시녹지는 바쁜 일상 중에 휴식을 취하고, 자연의 변화를 관찰할 수 있는 컴퓨터자 정서함양과 심리적 안정, 공동체 유대감 형성 등을 도모할 수 있는 다양한 정서적, 사회적 기능을 가진다. 특히, 정서발달이 중요한 아동 및 청소년기에 고된 학업 스트레스에 지치고, 삭막한 도시환경에 노출된 우리나라 아동 및 청소년들에게 학교주변을 중심으로 조성된 녹지공간은 정신적 스트레스 극복, 자연체험을 통한 자존감이나 집중력, 자율성, 창의성 향상, 사회적 행태 변화, 환경문제에 대한 인식 증

대 등 다양한 측면에서 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 규제와 단속으로 아이들을 감시하고 처벌하는 것에 앞서 아이들이 스트레스를 적절한 방법으로 해소하고 올바른 정서발달을 유도할 수 있는 도시환경을 조성하고자 하는 노력이 필요하다고 하겠다. 본 연구에서는 서울시 185개 초등학교를 대상으로 학교 옥외공간을 포함하는 반경 300m 범위를 학교존으로 정의하고, 학교존의 녹지율과 식생의 활력상태를 분석하였다. 도시계획법상 초등학교는 근린주거구역 단위로 최장 통학거리 1km 내에서 2~3천 세대당 1개소를 설치하도록 되어 있어 보통의 경우, 도보 생활권 내에서 접할 수 있는 도시계획시설이다. 따라서, 초등학교 주변 녹지의 양적, 질적 현황은 아이들뿐만 아니라 모든 도시민이 일상적인 도시 일과 중에 인지하고 체험하는 도시녹지 현황을 대표한다고도 할 수 있을 것이다.

서울시 초등학교 주변의 학교존 평균 녹지율은 약 21%이고, 최고 74%에서 최소 0.7%까지 편차가 매우 큰 것으로 나타났다. 학교존 녹지율이 높은 학교 대부분이 산기슭에 위치하고 있어 산림면적이 학교존 녹지율을 높이는데 기여한 것으로 분석되며, 산림녹지의 경우 식생활력 또한 기타 도심지에 식재된 조경수목지보다 상대적으로 높은 것으로 나타나고 있다. 반면, 학교존 녹지율이 낮은 학교들 대부분은 도심지에 위치하고, 녹지의 식생활력 또한 상대적으로 낮게 나타나는데, 이는 고층고밀로 개발압력이 높은 도심의 토지이용 여건에서 녹지공간이 양적으로 적을 뿐만 아니라, 차량의 배기가스 등으로 그나마 존재하는 식생 또한 스트레스를 받고 있는 상태인 것으로 해석할 수 있다.

도시산림을 제외한 도심지역에서 학교존 녹지의 많은 부분을 차지하는 것은 아파트단지내 조경과 같은 공동주택지의 외부공간인 것으로 나타났다. 특히, 1970, 80년대 반포아파트를 시작으로 대단지 아파트가 건설되던 시기에 조성된 주공아파트들의 경우, 동간 거리가 길고 단지 외부에 조성된 녹지면적 또한 넓어서 최근에 새로 조성된 고층 고밀 아파트단지보다 학교존의 녹지율이 높다. 그리고 아파트나 연립주택단지가 조성되어 있지 않은 저층 고밀 주택지 인근에는 대체로 특이할만한 공원녹지시설도 위치하지 않는 경우가 많아, 학교존 녹지율이 1% 이하까지도 현격히 낮게 나타나기도 한다. 따라서 도시계획 차원에서 학교존 녹지율이 낮은 지역을 우선 대상으로 학교숲 조성을 지원하는 사업을 추진한다거나, 부족한 녹지공간을 주변지역의 옥상녹화를 통해 보완하는 등의 대책 마련이 필요하다고 하겠다.

학교존 녹지율이 높다고 하더라도 산림면적이거나 근린공원, 아파트단지내 조경면적을 제외하면 학교 교정이나 학교 인근에 마련된 기타 다른 공원녹지시설이 차지하는 비율은 아주 미미한 실정이다. 학교가 산기슭에 위치하고 있다고 하더라도 빼듯한 학교 일과 중에 매일 산을 오르는 것이 현실적으로 쉽지 않고, 본인이 거주하지 않는 아파트단지에 들어가서 녹지공간을 이용

한다는 것이 일상적이지는 않은 일이므로 도시 아이들에게 자연 체험의 기회를 확대하기 위해서는 도시설계 측면에서 학교 주변에 활용할 수 있는 녹지공간들이 유기적으로 연계되어 도시오픈스페이스로서 쉽게 접근할 수 있도록 만들어 주는 것도 하나의 대안일 수 있다. 학교 교정 또한 상록 관목이나 초본 위주의 장식적 기능에 치중된 조경공간에서 자연을 직접 관찰하고 체험할 수 있는 친환경적 공간으로 변화되고 보완될 필요가 있다.

본 연구는 도시녹지의 정서적, 사회적 기능과 관련하여 도시의 바쁘고 복잡한 일과 속에서 쉽게 이용이 가능한 도시녹지의 조성 현황을 서울시 초등학교 주변을 중심으로 살펴보고, 원격탐사 방법을 이용하여 학교존 녹지율과 식생의 활력상태 등 도시녹지의 물리적 현황만을 중점적으로 다루었다. 지금까지 도시녹지에 관한 많은 연구들이 미기후 조절이나 대기환경 개선, 동식물종의 서식지 등 도시녹지의 환경적 기능을 중심으로 고찰하였다면, 본 연구는 도시녹지의 이용이라는 관점에서 일상생활에서 도시민이 인지하고 직간접적으로 체험할 수 있는 도시녹지의 물리적 현황을 다루어 보고자 했다는데 의의가 있다고 하겠다. 본 연구결과에서 보여진 바와 같이 서울시 도시녹지는 산림형 자연공원이나 근린공원을 제외하면, 공동주택지 내 조경시설이 일상생활에서 접할 수 있는 녹지의 주요유형이다. 즉, 아파트단지 외부 조경시설은 확장된 학교 옥외공간으로서 잠재력이 있는 장소로서, 아이들의 자연체험 기회를 늘리고 인근 주민들의 녹지 접근성을 개선하는데 기여할 수 있다. 향후 연구에서는 본 연구결과로 드러난 도시녹지의 양적, 질적 현황을 바탕으로 도시녹지 네트워크화 방안을 보다 심도있게 고찰하고자 한다. 이와 더불어, 환경심리학적 관점에서 학교존 녹지공간이 실제로 아이들에게 어떻게 인지되고 있는지, 인지되는 녹지와 인지되지 않는 녹지가 규모나 조성상태에 따라 어떠한 차이가 있는지, 도시자연공간으로서 정서적, 교육적 기능은 어느 정도 수행하고 있는지 등 학교 주변의 도시녹지 현황에 대한 분석의 폭을 확대하여, 도시녹지 신규조성 및 네트워크화 방안을 마련하는데 유용한 시사점을 도출해 보고자 한다.

- 주1. 서울시 교육청 홈페이지 2011 통계자료에 따르면 서울시 소재 초등학교는 591개, 중학교 377개, 고등학교 314개가 있다.
- 주2. 최근 개정된 국토해양부 지하공공보도시설규칙 및 도시계획시설규칙('11. 11. 1)에 따르면, 현재의 학교 배치기준을 저출산으로 인한 학생수 감소 등 사회현실에 맞게 합리적으로 조정하기 위하여 초등학교는 2~3천 세대당 1개소에서 4~6천 세대당 1개소로 배치하고, 통학거리는 현행 최장거리 1km 이내에서 1.5km 이내로 변경하였다.
- 주3. 본 연구에 선정된 서울시 초등학교는 도봉구(오봉, 승미, 창림, 신학, 창원, 방학, 월천, 신화), 동대문구(동답, 흥동, 신답, 장평, 종암, 이문, 흥파, 전농, 군자), 동작구(행림, 신상도, 노랑진, 대림), 은평구(연신, 서신, 수색, 중산, 구산, 녹번, 은진, 은빛, 대은, 역촌, 갈현, 응암), 강북구(백운, 우이, 송중, 수유), 강동구(선사, 명원, 위례, 성일, 갈동, 천동), 강남구(구룡, 대곡, 대청, 대현, 압구정, 도성, 학동, 신구, 역삼, 논현), 강서구(등촌, 탑산, 동명, 치현, 염창, 신정, 화곡, 월정, 송정), 금천구(금산, 하안남, 시흥, 문성), 구로구(개울, 오정, 세곡, 오류, 개봉, 오류남, 구로, 고척), 종로구(매동, 세검정, 청운, 창신, 혜화, 효제), 중구(중

무, 장충, 광희), 중랑구(동원, 금성, 목동, 망우, 면남, 중화, 중랑, 면목), 관악구(사당, 관악, 미성, 원당, 당곡), 광진구(용곡, 중마, 구남, 세종, 광진, 성자, 용마), 마포구(창천, 성서, 서당, 상지, 소의, 상암, 신북, 한서, 신석, 성산, 동교), 노원구(노원, 상계, 태릉, 성수, 원광, 동일, 월계, 중평, 공릉, 선곡, 신상계), 서초구(방일, 서일, 신중, 서래, 반원, 원명, 방배), 서대문구(명지, 고은, 홍은, 연가), 성북구(월곡, 미아, 동암, 송덕, 삼선, 장곡), 성동구(사근, 무학, 옥정, 금호, 경동, 행당, 성수), 송파구(오륜, 방이, 신천, 잠실, 신가, 잠일, 가락, 문정, 송파, 잠전), 양천구(신남, 경인, 계남, 신월, 신서, 영도, 목동, 강서), 영등포구(윤중, 당산, 여의도, 대길, 영문, 영원, 도신, 영동), 용산구(용암, 한남, 서빙고, 신용산, 원효, 삼광, 보광, 금양, 한강)이다.

인용문헌

1. 경기도가족여성연구원(2009) 경기도 학교폭력 예방대책 연구. 경기도 보고서.
2. 국지하, 윤희환, 박봉주, 김원태(2008) 학교숲 조성이 초등학생의 학교조경 만족도 및 환경교육에 미치는 영향. 한국인간식물환경학회지 11(3): 27-34.
3. 김인호(2002) 학교조경활동 참여에 따른 환경태도 변화에 관한 연구: 초등학교 학교조경 참여를 중심으로. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
4. 김인호(2007) 친환경학교를 위한 학교숲 운동 개선방안. 한국교육시설학회지 14(1): 121-129.
5. 김준호(1998) 한국의 학교폭력에 대한 연구: 피해와 가해를 중심으로. 한국사회 1: 109-131.
6. 김창근, 임계령(2010) 학교폭력의 발생원인과 대처방안. 법학연구 38: 173-198.
7. 박철우(2007) 청소년범죄의 원인과 대책에 관한 연구. 조선대 법학논총 9: 197-214.
8. 성현찬, 민수현(2003) 도시녹지의 기능 및 효과에 대한 실증적 연구: 도시가로수를 중심으로. 한국조경학회지 31(2): 48-57.
9. 신문수(2009) 자연체험의 중요성: 갈색 도시 환경과 청소년의 인성 발달. 문학과 환경 8(2): 111-139.
10. 이재영, 김아연(2005) 학교숲이 초등학생의 학교와 자연에 대한 인식에 미치는 효과. 환경교육 18(2): 90-100.
11. 장철규, 정성관, 장정선, 김정태, 오경학(2009) 초등학생들의 만족 유형을 고려한 학교숲 조성방향. 한국조경학회지 37(4): 42-51.
12. 정택상, 신원섭, 연평식, 이지희, 이지현(2010) 학교숲이 초등학생들의 심리적 특성에 미치는 영향. 한국산림휴양학회지 14(3): 87-98.
13. 조용현, 신수영(2002) 도시시립의 여름 대기온도 저감효과: 서울시를 대상으로. 한국조경학회지 30(4): 28-36.
14. 조현길, 안태원(2006) 도시 수목식재와 미기후 개선의 상관성 규명. 한국조경학회지 34(5): 70-75.
15. 추장민 등(2009) 도시지역 저소득계층 보호를 위한 환경정책연구 III. 환경정책평가연구원 연구보고서.
16. 한진태(2012) 한국사회 학교폭력의 실태와 대처 방안에 관한 연구. 소년보호연구 18: 195-225.
17. Barnes, E. M., T. R. Clarke, S. E. Richards, P. D. Colaizzi, J. Haberland, M. Kostrzewski, P. Waller, C. Choi, E. Riley, T. Thompson, R. J. Lascano, H. Li and M. S. Moran(2000) Coincident detection of crop water stress, nitrogen status and canopy density using ground-based multispectral data. Proceedings of the Fifth International Conference on Precision Agriculture, Bloomington, MN, USA, 16-19 July 2000.
18. Blaschke, T.(2010) Object based image analysis for remote sensing. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 65: 2-16.
19. Blaschke, T., S. Lang, E. Lorup, J. Strobl and P. Zeil(2000) Object-oriented image processing in an integrated GIS/remote sensing environment and perspectives for environmental applications. In Cremers, A., and K. Greve, eds., Environmental Information for Planning, Politics and the Public, vol. 2. Marburg: Metropolis Verlag. pp. 555-570.
20. Eitel, J. U. H., L. A. Vierling, M. E. Livak, D. S. Long, U. Schulthess, A. Ager, D. J. Krofcheck and L. Stoscheck(2011) Broadband, red-edge information from satellite improves early stress detection in a New Mexico conifer woodland. Remote Sensing of Environment 115: 3640-3646.
21. Fiella, I. and J. Penuelas(1994) The red edge position and shape as indicators of plant chlorophyll content, biomass and hydric status. International Journal of Remote Sensing 15(7): 1459-1470.
22. Fuller, R. A., K. N. Irvine, P. Devine-Wright, P. H. Warren and K. Gaston (2007) Psychological benefits of green space increase with biodiversity. Biology Letters 3: 390-394.
23. Gebhard, U.(1993) Stadtnatur und psychische Entwicklung. In Sukopp, H. and R. Wittig, Hrsg., Stadtökologie. Berlin: Gustav Fischer. pp. 105-124.
24. Gidloef-Gunnarsson, A. and E. Oehstroem(2007) Noise and well-being in urban residential environments: The potential role of perceived availability to nearby green areas. Landscape and Urban Planning 83: 115-126.
25. Gitelson, A. A., Y. J. Kaufman and M. N. Merzlyak(1996) Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. Remote Sensing of Environment 58: 289-298.
26. Jensen, J. R.(2000) Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. Upper Saddle River: Prentice-Hall. pp. 333-365.
27. Kaplan, S.(1995) The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. Journal of Environmental Psychology 15: 169-182.
28. Kim, H. O.(2008) Remote sensing in urban areas. In Kinie, C. and Shahnawaz, eds., Geographical Information Science for Urban and Regional Development in Asia and Africa. Cologne: Department of Geography, University of Cologne/Germany. pp. 35-41.
29. Kuo, F. E. and A. F. Taylor(2004) A potential natural treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder: Evidence from a national study. American Journal of Public Health 94(9): 1580-1586.
30. Platt, R. V. and L. M. Rapoza(2008) An evaluation of an object-oriented paradigm for land use/land cover classification. The Professional Geographer 60(1): 87-100.
31. Rivkin, M.(1997) The schoolyard habitat movement: What it is and why children need it. Early Childhood Education Journal 25(1): 61-66.
32. Rouse, J. W., R. H. Haas, J. A. Schell and D. W. Deering(1974) Monitoring vegetation systems in the great plains with ETRS. Proceedings of the Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, Greenbelt: NASA SP-351: 3010-3017.
33. Ulrich, R. S.(1984) View through a window may influence recovery from surgery. Science 224: 420-421.
34. Van den Berg, A. E., S. L. Koole and N. Y. van der Wulp(2003) Environmental preference and restoration: (How) are they related?. Journal of Environmental Psychology 23: 135-146.
35. Wells, N. and G. Evans(2003) Nearby nature: A buffer of life stress among rural children. Environment and Behavior 35(3): 311-330.
36. Wittig, R.(1993) Flora und vegetation. In Sukopp, H. and R. Wittig, Hrsg., Stadtökologie. Berlin: Gustav Fischer. pp. 219-265. [In German]
37. Yang, X.(2011) Urban Remote Sensing: Monitoring, Synthesis and Modeling in the urban Environment. Oxford: Wiley-Blackwell.
38. www.rapideye.com
39. www.schoolforest.or.kr

원 고 접 수 일: 2012년 5월 24일
 심 사 일: 2012년 6월 26일(1차)
 2012년 10월 11일(2차)
 계 재 확 정 일: 2012년 10월 11일
 3인익명 심사필