

비오톱지도 신뢰도 판단을 위한 식생유형 공간구획의 정확성 고찰^{1a}

조우² · 홍석환^{3*} · 박정인⁴ · 한봉호⁵

Analysis of the Delineation Accuracy of Vegetation Type for the Information Reliability of the Biotope^{1a}

- Case Study of Seoul Biotope Map -

Woo Cho², Suk-Hwan Hong^{3*}, Jeong-In Kwark⁴, Bong-Ho Han⁵

요 약

본 연구는 도시생태계 보전 및 복원을 위한 기반으로 활용되고 있는 비오톱조사자료의 현장조사 정확도를 검증하고자 하였다. 이를 위해 서울시 관악구 산림지역을 대상으로 2000년과 2005년의 비오톱 현장조사 결과를 바탕으로 인공위성영상에서 확인가능한 상록침엽수림을 추출한 후 두 현장조사결과에 기초하여 현장조사의 정확성을 검증하였다. 분석결과 현장조사에 의한 세부 현존식생의 면적비율은 시기와 조사자의 차이에도 약 92%의 높은 유사도를 보였으나, 두 조사에서 동일한 식생유형이 지리공간상 일치하는 지역은 약 60%에 불과하였다. 인공위성영상에서 추출한 상록침엽수의 위치 분석 결과 2000년 조사와는 69.4%, 2005년과는 80.0%가 일치하는 것으로 분석되었는데, 인공위성영상 판독오류를 감안했을 때 비교적 높은 정확도를 보이고 있었다. 지금까지 비오톱조사시 현장조사에 의한 식생구분에 대한 정확성 검증이 이루어지지 않고 수행되어 왔으나, 향후 자료의 갱신이나 신규 사업에 있어서는 정확도 검증이 무엇보다 중요하며 이에 대한 구체적 기준마련이 필요하다고 판단된다.

주요어: 현존식생, 비오톱 현장조사, 정확도 검증, 상록침엽수림

ABSTRACT

This study was accomplished for verifying the biotope field survey accuracy in the forests. Biotope data is used as the standard for the preservation and restoration of the urban ecosystem. The study area is the forests of Gwanak-gu, Seoul. For verifying accuracy, first we compared biotope field survey results between 2000 and 2005, second we compared between field survey results and satellite imagery. For comparing with satellite imagery, we delineated the evergreen-coniferous forests from imagery taken during winter season. As a result of comparison, the ratio of most actual vegetation types by delineated detail field surveys were matched around 92% between 2000 and 2005. But, between 2 field surveys, around 60% of total vegetation type was regionally

1 접수 2010년 6월 30일, 수정(1차: 2010년 10월 4일), 게재확정 2010년 10월 5일

Received 30 June 2010; Revised(1st: 4 August 2010); Accepted 5 August 2010

2 상지대학교 관광학부 Division of Tourism, Sangji Univ., Wonju(220-702), Korea(woocho@sangji.ac.kr)

3 서울시립대학교 도시생태학연구소 Urban Ecology Institute, Univ. of Seoul, Seoul(130-743), Korea(hwan9430@gmail.com)

4 서울시립대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Univ. of Seoul, Seoul(130-743), Korea(kkwark@uos.ac.kr)

5 서울시립대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Univ. of Seoul, Seoul(130-743), Korea(hanho87@uos.ac.kr)

a 이 논문은 2009년도 상지대학교 교내연구비 지원에 의한 것임. This research was supported by Sangji University Research Fund, 2009.

* 교신저자 Corresponding author(hwan9430@gmail.com)

matched. Evergreen-coniferous forests extracted by satellite imagery were regionally matched 69.4% of field survey result in 2000, and matched 80% of the result in 2005. If we consider the delineating errors from deciphering the picture, the results have high accuracy, especially 2005. The processes of verifying accuracy have not been proceeding in the part of delineating actual vegetation works. The verification of accuracy is important for the renewal process. Thus, the various verification methods will be studied and criteria should be developed for enhancing objectivity.

KEY WORDS: ACTUAL VEGETATION, BIOTOPE FIELDSURVEY, ACCURACY VERIFICATION, EVERGREEN CONIFEROUS FOREST

서론

지속가능한 도시관리를 위해서는 생태계 특성에 따른 공간의 구분을 통해 각 공간 특성에 적합한 관리전략이 필요하나 생태계는 공간별 혹은 공간 간 상호작용에 의해 지속적으로 에너지를 교환하므로(Slocombe, 1998; Cortner *et al.*, 1998) 공간적 범위가 모호하고, 생태계 관리는 단기적 관리와 장기적 관리에 따라 목표가 달라지므로 시간적 범위 또한 고려해야 한다(Lessard, 1998; Cortner *et al.*, 1998). 이러한 복잡한 생태계를 고려한 계획을 위해 유형화된 공간을 구획한다는 것은 현실적으로 어려운 문제이나(Bailey, 1996), 그럼에도 합리적인 방법에 의한 공간구획은 꾸준히 연구되어 왔다. 과거 토지관리를 위한 공간구획은 토지이용을 중심으로 이루어져 왔으나 최근 들어 도시의 지속가능성 연구와 환경보전에 관한 관심이 증가하면서 생태적 특성에 의한 공간구획 또한 지속적으로 연구되고 있다.

생태계 자료의 공간구획의 방법은 독일의 비오톱을 중심으로 한 방법과 미국을 중심으로 발달한 공간 형태학적 방법으로 크게 구분할 수 있다. 비오톱의 경우 생태계 자체에 대한 정보를 우선시하였으며, 공간형태학적 방법은 각기 다른 토지이용에 따라 나타나는 공간형태를 강조하였다. 공간구획을 위한 생태계 정보의 종합적 수집은 현실적으로 어려운 부분으로, 식생은 그 지역의 지형, 토양, 인위적 간섭 등 영향을 대별하므로(Motzkin *et al.*, 1999) 공간유형을 생태적으로 구분하는 단위로 주로 이용되어 왔고(Atkinson, 1985), 이는 비오톱지도화에 영향을 주어 식생조사에 의한 지도화가 독일을 중심으로 유럽에서 발전하였다. 비오톱지도화는 자연환경의 보전과 친환경 여가, 레크레이션 공간 개발, 훼손된 자연지역의 복원 측면에서 효과적으로 활용되었다. 미국을 중심으로 발달한 공간 형태학적 연구는 대상지에 대한 새로운 생태계 자료의 수집 보다는 지속적으로 축적된 생태계 자료를 기본으로 형태학적, 토지이용적 인과관계를 밝히고 이를 활용하는 방향으로 발전하여 왔다(e.g.

Forman, 1995).

우리나라에서는 독일의 비오톱 개념을 도입하면서 생태학이 지닌 토지이용과의 조화에 대한 문제와 1차적 생태자료의 부재라는 경관생태학이 지닌 문제를 상호 보완하고자 하였다. Seoul(2000)은 독일의 비오톱 개념과 경관생태학의 형태학적 개념을 확장시켜 토지이용과 토양피복, 식생구조를 종합적으로 고려하여 생태적 성격이 유사한 지역을 패치로 구획하고 각 패치별 생태적 속성을 정밀하게 조사하여, 이를 도시관리에 응용하고자 하였으며 자치조례를 통해 매 5년 단위로 지도를 갱신하도록 하였다. 우리나라 산림지역 식생은 미국이나 유럽과 달리 복잡한 지형에 의해 다양하고 복잡한 식생군락이 형성되는 특성이 있어 산림지역 관리전략이 공간별로 차별화되어야 한다. 이에 서울시는 도시에서의 복잡한 관리방향을 수립하기 위해 기존의 교목층만을 대상으로 한 현존식생의 구획에서 나아가, 교목층을 중심으로 구획하되, 아교목층과 관목층, 초본층까지의 식생 자료를 정밀하게 수집하여 도시림의 관리에 활용하고자 노력하였다. 또한 자료의 1차수집 이후 별도의 자료보완과 검증연구(Seoul, 2001)를 통해 최종적인 자료를 내놓음으로써 신뢰도를 높이고자 하였다. 이러한 영향에 따라 최근에는 부산시를 포함하여 원주시, 고양시, 파주시, 양평군 등 많은 지자체가 비오톱 자료구축을 위해 노력하고 있다. 그러나 이러한 생태적 자료수집은 전문인력의 부족과 예산, 정확성 등, 다양한 부분에서 지속적으로 문제가 제기되고 있어 해결방안 모색이 절실하다. 특히 현장조사에서 정확성 측면은 조사결과에 대한 객관성이 인정되지 않고 조사자의 주관에 반영되며 정확도에 대한 판단이 모호하다는 의견이 지속적으로 주장되고 있다. 또한 조사자료의 공개 이후에는 향후 발생하는 생태계 관련 계획에 대한 판단기준이 되므로 이에 대한 정확도에 대한 공론이 시급히 이루어져야 하나 항공사진 등으로 뚜렷하게 오류를 확인할 수 있는 시가화지역이나 여타의 토지이용유형들과는 달리 산림지역의 경우 현실적으로 검증작업이 용이하지 않다는 것이 제약이 되고

있다(e.g. Seoul, 2001)

이러한 시점에서 산림지역의 정확성 분석과 이를 위한 방법론의 연구는 향후 비오톱의 신규 자료수집과 기존 자료의 갱신에 있어 현 시점에서 반드시 검토되어야 할 사항이다. 이에 본 연구는 현재까지 시도되지 않은 현장조사에 의한 산림지역의 식생구분 정확도를 분석해보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구대상지

지방자치단체를 중심으로 한 비오톱지도화는 1999년 서울시가 사업을 시작한 이후 10년을 넘게 이어지고 지방 중소도시로까지 관심이 확대되고 있으나, 현재 우리나라에서 서울시를 제외하면, 비오톱지도를 행정구역 전체를 대상으로 완성하여 활용하고 있는 지자체는 거의 없는 실정이다. 특히 산림지역의 식생유형을 정밀하게 구획한 도시는 서울시, 고양시 등을 들 수 있으며 원주시, 부산시, 파주시, 양평군 등이 진행단계에 있다. 또한 자료의 작성이후 별도의 보완과 시간이 지난 후 자료의 갱신이 이루어진 도시는 서울시가 유일하다.

서울시는 2000년 정밀조사를 마무리하고 2001년 검증작업을 거쳤으며, 조례에 따라 2005년 1차 갱신작업이 진행되었고 현재 2차 갱신작업이 진행중이며 2010년에 마무리될 예정이다. 그러나 2회의 조사결과 정확도가 구체적으로 분석되지 않고 있어 동일한 조사작업을 반복하거나 외곽지역의 경계부분만을 조정하고 있는 실정이다. 이에 본 연구는 서울시 산림지역의 비오톱지도를 활용하여 현존식생 공간구획의 정확성을 검증하고 향후 합리적 자료구축 방안을

모색하고자 하였다. 실질적으로 광범위한 공간의 식생유형 검증은 현실적으로 불가능하므로 본 연구에서는 2회에 걸친 현장자료의 비교와 상록수의 위치를 인공위성영상자료를 통해 검증하고자 하였다. 서울시에서 상록수림이 대규모로 분포하고 있는 지역은 북한산 일대와 관악산 일대를 들 수 있겠는데, 본 연구에서는 관악산 일대를 중심으로 하여 관악구 전체 산림지역을 연구 대상으로 설정하였다.

2. 조사분석방법

분석을 위한 자료는 서울시에서 작성한 2000년(Seoul, 2000)과 2005년(Seoul, 2005)의 비오톱지도 자료를 이용하였다. 산림지역의 복원이나 개발 등에 따른 인위적 영향에 의한 변화부분을 최소화하기위해 두 번의 조사에서 모두 산림지역으로 확인된 지역만을 추출하여 활용하였다. 현존식생 정확도에 대한 분석은 크게 두 가지 방법으로 이루어졌다. 첫째는 각각 다른 현장조사자에 따른 결과의 차이를 살펴보기 위한 것으로 2000년과 2005년의 현존식생유형 조사결과가 어떻게 변화했는지를 살펴보고, 둘째는 객관적으로 확인할 수 있는 자료와 현장조사 자료의 일치 여부를 알아보기 위한 것으로 인공위성영상에 의해 확인할 수 있는 상록침엽수림의 분포위치와 현장조사에 의한 결과가 어느 정도 일치하는지를 분석하였다. 인공위성영상은 2000년 11월 촬영된 1m×1m 해상도의 IKONOS 영상으로 서울시 1/5,000 디지털지도를 기반으로 정사보정된 영상으로, 낙엽수의 낙엽이 완전히 떨어진 시점인 겨울철로서 상록침엽수군락을 정확히 추출할 수 있는 영상을 사용하였으며 Google Earth에서 제공되는 영상을 통해 확인 및 보완하였다.

서울시에서 실시한 2000년과 2005년의 산림지역 식생유형 구분 현장조사는 1/1,000 축척의 디지털지도를 기반으로 하였으나 도심외곽 산림지역의 경우 지도가 제작되어 있지 않아 1/5,000 축척의 디지털지도를 기반으로 1/3,000 축척으로 인쇄하여 조사하였다. 관악구 산림지역 대부분은 1/5,000 축척의 지도가 이용되었다. 현장조사는 교목층 우점식생에 의해 구분하는 것을 기본으로 하였으며 약 1,000 m²의 면적을 최소 공간구획 단위로 하는 정확도를 기준으로 하였고 동일 우점식생이라도 하층식생의 발달여부가 확인한 차이를 보일 경우 이를 구분하도록 하였다(Seoul, 2000; Seoul, 2005). 이의 기준에 의하면 구분 최소면적의 경우 도상에 표현되는 크기가 1cm×1cm로 작은 패치로 구분되게 된다.

인공위성영상에서 상록수림의 구분은 서울시 산림지역의 비오톱지도화 방법과 동일한 방법에 따르되 영상에서 확실히 구분가능한 상록침엽수림이 교목층에서 우점하는 지역만을 구획하였다. 공간구획은 1/5,000 디지털지도와 정

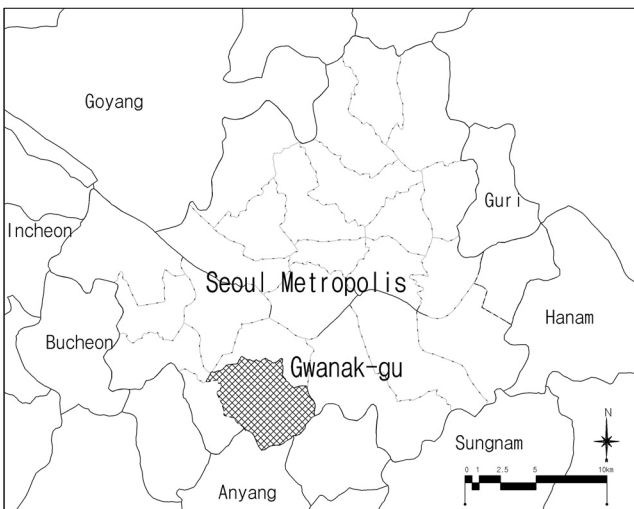


Figure 1. Map of survey area

사보정된 인공위성영상을 지리정보 분석기능을 포함하고 있는 AutoCAD map 프로그램을 이용하여 head-up 디지털 이징을 통해 구획하였다. 이때에는 경사면의 그림자 등으로 인해 식생판독이 불가능한 지역과 판독이 모호한 지역 등을 배제하여 정확히 상록침엽수가 우점하는 지역만을 구획하고자 하였다. 서울시 기준에 의한 현장조사에서는 혼효림일 경우 최소 30%이상일 경우 우점종으로 구분될 수 있는데 (Seoul, 2000; Seoul, 2005), 영상의 디지털이징에서는 상록수의 수관이 균락 면적의 50%이상을 차지하는 것으로 판단되는 지역을 구획하였다. 최종적인 분석에서는 영상 좌표보정과 디지털이징에서 나타날 수 있는 경계부분의 오차를 최소화하기 위해 구획된 침엽수림 경계로부터 내부 10m까지의 공간을 배제하였다. 2개 년도의 비오톱자료와 인공위성영상을 통해 작성한 침엽수림의 분석은 GIS 중첩기법을 활용하였으며 모든 분석은 ArcGIS 9.3 프로그램을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 현존식생 조사결과 비교

1) 우점식생 비율 변화

인위적인 산림벌채나 갱신, 훼손지역에 대한 조림 등이 없다면 안정된 자연림에서 5년이라는 짧은 기간 동안 우점식생 변화는 미미하다고 볼 수 있다. Table 1은 2000년과 2005년 조사결과에서 교목층 우점종의 면적비율을 산정한 것이다. 조사결과 관악구 산림지역은 다소의 비율차이는 있었으나 2회 조사 모두에서 신갈나무, 리기다소나무, 아까시나무, 소나무의 순으로 우점하고 있으며 이들 네 종이 차지하는 비율은 2000년 90.4%, 2001년 91.0%로 나머지 종들이 우점하는 지역은 극히 소면적이라 할 수 있었다.

조사결과와의 차이를 개별 종별로 살펴보면 아까시나무와 신갈나무의 면적비율 변화가 다른 두 종에 비해 상대적으로 높았는데, 아까시나무림의 경우 약 5%정도 감소하였으며, 반대로 신갈나무림이 4%정도 증가하였다. 2회의 조사결과에서 전체 산림면적대비 1%이상 차이를 보이는 균락은 이들 두 균락과 상수리나무림의 3개 우점균락에 불과하였다. 아까시나무림의 경우 조림식생으로 부정적 인식이 강하여 최근 벌목 후 낙엽 참나무류림 등 자생 수종을 식재하거나 자연 갱신이 지속적으로 일어나고 있다는 점에 비추어 비교적 대규모 면적의 변화가 인위적 영향에 의해 가능하다고 판단한다면, 5년의 차이를 두고 각각 독립적으로 조사를 수행한 2회의 자료는 큰 차이가 없는 것으로 볼 수 있다. 각각의 조사에서 동일한 유형으로 구분된 면적 중 최소면적을 추출하여 합산하면 전체 조사면적의 92.1%로 이상적으로

Table 1. Comparison of the area and ratio of vegetation type at the surveys of 2000 and 2005

Veg. type	Year of 2000		Year of 2005	
	Area(m ²)	Ratio(%)	Area(m ²)	Ratio(%)
F	3,314,730	24.2	2,649,388	19.3
G	16,051	0.1	25,431	0.2
H	325,400	2.4	253,092	1.8
I	0	0.0	13,547	0.1
J	2,634	0.0	50,278	0.4
K	3,639,007	26.5	3,753,898	27.4
L	22,269	0.2	121,547	0.9
M	1,763,813	12.9	1,844,341	13.5
N	3,667,863	26.8	4,223,486	30.8
O	0	0.0	3,132	0.0
P	12,366	0.1	36,015	0.3
Q	1,856	0.0	0	0.0
R	697,520	5.1	514,783	3.8
S	0	0.0	42,752	0.3
T	41,646	0.3	11,384	0.1
U	130,312	1.0	3,548	0.0
V	18,146	0.1	23,795	0.2
W	0	0.0	38,383	0.3
ZE	2,402	0.0	5,888	0.0
ZF	0	0.0	42,075	0.3
ZZ	53,402	0.4	52,654	0.4
Total	13,709,416	100.0	13,709,416	100.0

*F: *Robinia pseudo-acacia*, G: *Alnus sibirica*, H: *Populus tomentiglandulosa*, I: *Larix kaempferi*, J: *Castanea crenata*, K: *Pinus rigida*, L: *P. koraiensis*, M: *P. densiflora*, N: *Quercus mongolica*, O: *Q. aliena*, P: *Q. serrata*, Q: *Q. variabilis*, R: *Q. acutissima*, S: *Q. spp. mixed*, T: *A. japonica*, U: *Betula davurica*, V: *Prunus spp.*, W: *deciduous broad-leaved mixed*, ZE: *Sorbus alnifolia*, ZF: *Ailanthus altissima*, ZZ: rocky terrain

두 조사결과는 92.1%까지 일치할 가능성이 있다. 이는 실제 5년 동안의 자연적인 변화와 인공림에 대한 인위적 갱신이 부분적으로 이루어졌다고 판단했을 때 높은 수준의 정확도를 지닌다 할 수 있겠다. 이러한 결과는 현장조사가 여타의 방법으로 확인 불가능한 세밀한 우점종의 구분과 이들 종이 우점하는 면적을 정확하게 구분할 수 있다는 것을 보여준다.

2) 공간별 우점식생 변화

식생유형별 면적비율은 면적에 대한 수치적 결과만을 보여주므로 공간별 조사결과가 일치하는지를 분석하기 위해 2회의 조사에서 동일한 공간이 동일한 식생유형으로 구획되었는가를 분석한 것이 Table 2이다. 전체 분석면적에서 동일한 식생유형으로 구분된 공간은 총 55.1%이었다. 나머지 지역은 2회의 조사에서 각각 다른 유형으로 조사되었음

Table 2. Vegetation type ratio of classified area as same vegetation type at the surveys of 2000 and 2005

Veg. type	Possible Matching area(m ²)	Matched area(m ²)	Ratio(%)	
			Total area	Possible area
F	2,649,388	2,074,050	15.1	78.3
G	16,051	0	0.0	0.0
H	253,092	68,633	0.5	27.1
J	2,634	0	0	0.0
K	3,639,007	2,004,874	14.6	55.1
L	22,269	13,364	0.1	60.0
M	1,763,813	847,479	6.2	48.0
N	3,667,863	2,296,288	16.7	62.6
P	12,366	0	0.0	0.0
R	514,783	234,566	1.7	45.6
T	11,384	4,954	0.0	43.5
U	3,548	1,359	0.0	38.3
V	18,146	4,538	0.0	25.0
ZE	2,402	1,272	0.0	53.0
ZZ	52,654	7,621	0.1	14.5
Sub_total	12,629,400	7,558,999	-	59.8
Total	13,709,416	-	55.1	55.1

*F: *Robinia pseudo-acacia*, G: *Alnus sibirica*, H: *Populus tomentiglandulosa*, J: *Castanea crenata*, K: *Pinus rigida*, L: *P. koraiensis*, M: *P. densiflora*, N: *Quercus mongolica*, P: *Q. serrata*, R: *Q. acutissima*, T: *A. japonica*, U: *Betula davurica*, V: *Prunus spp.*, ZE: *Sorbus alnifolia*, ZZ: rocky terrain

을 의미한다. 2회의 조사가 완전히 정확하고 5년간 우점식생의 변화가 일어난 지역이 전체 면적의 7.9%에 불과하다고 가정했을 경우 전체 면적에서 우점식생이 구획된 공간이 완벽하게 일치할 수 있는 지역은 전체 면적의 92.1%이다. 이를 기준으로 한다면 두 조사에서 동일한 식생유형으로 구분된 비율은 59.8%가 된다.

주요 식생유형별로 살펴보면 아까시나무림의 일치율이 78.3%로 가장 높은 비율을 보였으며 소나무림 48.0%, 리기다소나무림 55.0%로 이들 두 군락은 평균보다 다소 낮았고, 소면적의 우점식생 일치비율은 대체적으로 낮은 편이었다. 독립된 두 조사는 전체적으로 약 60%의 면적에서 완벽하게 일치한다고 할 수 있었다. Figure 2는 조사지역 중 동일한 식생유형으로 조사된 지역과 다른 유형으로 조사된 지역을 구분한 것으로, 조사결과 불일치되는 지역이 소규모, 파편화되기 보다는 주로 특정 지역에서 대규모 면적으로 나타나는 것을 볼 수 있다. 이들 지역의 경우에는 대규모로 인위적 변화가 일어났거나, 2회 중 1회의 경우에서 잘못된 현장조사나 자료입력이 예상되는 지역이다.

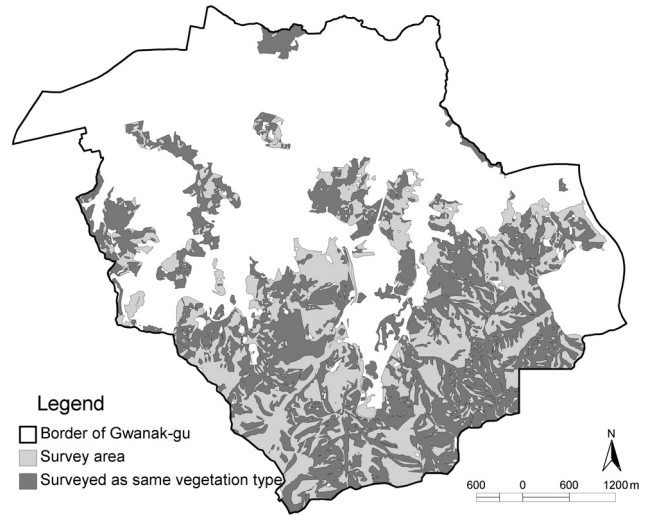


Figure 2. Classified area as same vegetation type at the surveys of 2000 and 2005

2회의 조사결과를 공간별로 분석했을 때는 단순히 우점종의 면적비율을 분석했을 때와는 다른 높은 불일치율을 보이고 있었다. 이는 2회의 조사결과를 바탕으로 5년간의 식생유형 변화를 판단하거나(e.g. Seoul, 2005) 특정 지역의 공간적 변화를 판단하는 자료로의 정확도는 높지 않음을 나타낸다.

3) 인공위성영상을 이용한 정확도 검증

인공위성영상을 바탕으로 한 디지털라이징 결과 상록수의 수관피복율이 50%를 넘는 지역으로 총 355ha의 면적을 추출할 수 있었다. 이 지역을 현장조사에서 추출한 상록침엽수림(소나무림, 리기다소나무림, 잣나무림)과 중첩하여 분석한 결과 2000년 조사결과에서는 영상에서 추출한 지역의 69.4%가 상록침엽수가 우점하는 지역으로 조사되었으며, 2005년 조사에서는 80.0%의 면적이 상록침엽수가 우점하는 지역으로 조사되었다.

겨울철 식생구분에서는 낙엽이 없는 낙엽수림에 비해 상록수림의 수관이 상대적으로 두드러지게 나타나므로 현장조사 및 영상분석에서 우점비율이 높아지고 우점면적 또한 넓게 조사되는 경향이 있다. 겨울철 영상의 경우 현장조사

Table 3. Overlay results of evergreen forests between field survey results and extracted satellite imagery

Survey year	Matched area(m ²)	Ratio(%)
2000	2,467,222	69.4
2005	2,842,081	80.0
Satellite imagery	3,553,199	100.0

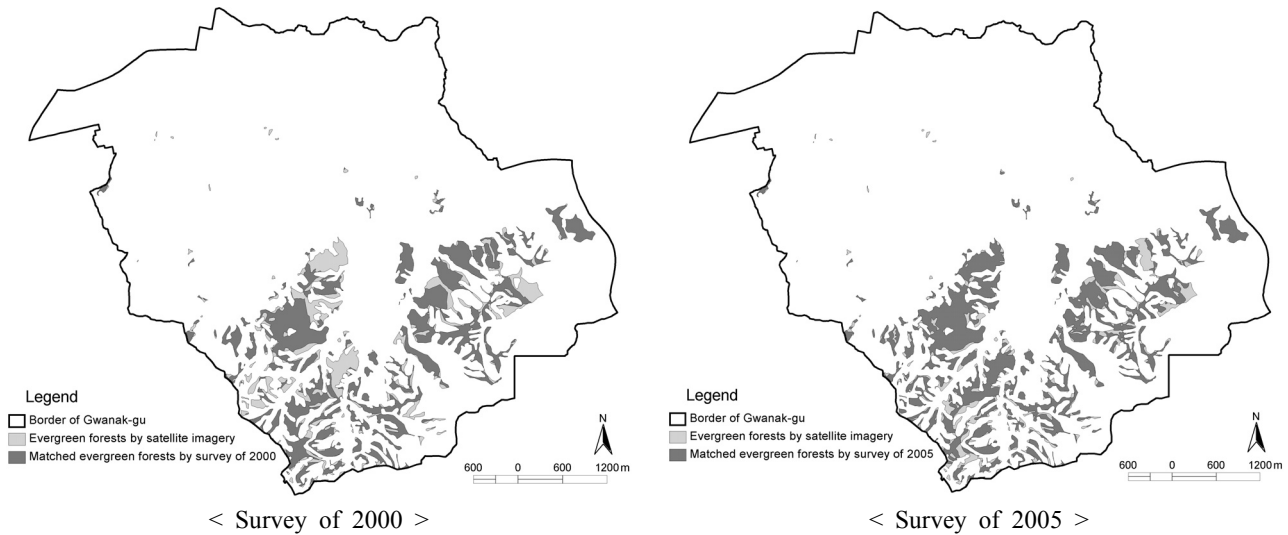


Figure 3. Matched map of evergreen forests between field survey results and extracted satellite imagery

에서 구분이 가능한 아교목층의 상록침엽수림이 교목층 수관이 열리면서 상록수의 비율이 높아지는 현상이 나타날 수 있다. 본 연구에서 사용한 1m×1m 해상도의 IKONOS 영상 역시 교목층과 아교목층의 상록수를 구분할 수 없으므로 이러한 현상이 나타날 가능성은 배제할 수 없었다.

관악산 일부 지역의 경우 보안상의 이유로 인공위성영상이 조정된 지역이 있는데 실질적으로 이들 지역을 정확하게 추출할 수 없는 것도 다소의 오류를 증가시키는 요인이 되었다. 이러한 상태에서 2005년 현장조사자료의 비교에서 얻어진 80.0%의 정확도는 상당히 높다고 판단된다. 다만 2000년 최초의 비오톱 조사에서는 다소 낮은 정확도를 보였는데, 이는 처음으로 시행한 비오톱 현장조사에 비해 지속적으로 비오톱 연구가 진행되면서 현장조사에 대한 경험과 정확도가 지속적으로 증가한 것도 요인으로 추정된다.

Figure 3는 영상에서 추출한 결과와 현장조사결과를 중첩한 것으로 2005년 조사결과에서는 거의 모든 지역에서 가장자리부분을 제외하고 일치하는 것으로 조사된 반면, 2000년 조사에서는 몇몇 지역에서 대규모의 불일치 지역이 나타남을 확인할 수 있었다. 이러한 대규모 불일치지역이 2005년 현장조사에서는 인공위성영상과 일치한다고 봤을 때, 이들 지역은 현장조사의 부정확성이 집중적으로 나타나는 지역으로 판단할 수 있다.

현장조사에 대한 검증과정은 불일치 지역의 특성에 따라 향후 보완조사에 대한 강도를 결정하는데 중요한 판단요소로 작용할 수 있을 것이다. 2000년과 2005년의 조사가 각각 독립지역의 조사라고 가정할 경우에는 분명 2000년의 자료에 대한 갱신요구도는 상대적으로 매우 높다고 할 수 있었다. 2005년의 경우에는 전체적인 재조사보다는 대상지 동북

쪽에 대규모 면적으로 불일치되는 지역을 부분적으로 갱신하는 방법 등의 선택이 있을 수 있겠다. 아울러 현장조사 후 조사결과의 디지털자료로의 변환시 일어날 수 있는 오류 또한 보완조사에 대한 결정 이전에 검토해야 할 것이다.

본 연구에서는 영상에서 추출한 상록수림이 모든 조사대상지를 대상으로 하지 못하고 있으며, 낙엽수로 구분된 지역의 검증 또한 이루어지지 않았다는 점에서 인공위성영상과의 비교를 통한 결과에서 나타난 정확도 수치는 전체의 정확도를 대변하지는 못한다. 그러나 현장조사 이외의 객관적 비교자료로는 유용하게 사용될 수 있는 것으로 판단되었다.

2. 고찰

지금까지의 생태자료 구축에서 현장조사에 의한 식생구분 정확성 검증이 이루어지지 않고 수행되어 왔으나, 향후 자료의 갱신에 있어서는 정확성 검증이 무엇보다 중요하다고 판단된다. 본 연구에서는 인공위성영상에서 추출가능한 침엽수의 위치로 단편적인 정확성을 분석하였는데 이는 식생조사에 대한 정확도를 개략적으로 파악하는데 효과적이었다. 이러한 방법을 통해 현장조사 결과와 불일치면이 여러 공간에서 나타날 경우에는 보완을 위한 대책이 필요한 것으로 판단되었다. 현장조사는 그 특성상 짧은 시간 내에 조정이 불가능하므로 조사과정중에 이러한 정확도 검증작업이 이루어져야 할 것이며 갱신작업의 효율성을 극대화하기 위해 사후 검증작업 또한 이루어져야 할 것이다. 본 연구는 인공위성영상과 2회에 걸친 조사자료를 비교하여 상대적인 정확성을 사례를 통해 살펴보았으나, 향후 현장조사에 대한 정확성을 판단할 수 있는 방법론에 관한 연구가 다각

적으로 수행되어야만 합리적인 검증의 방법을 마련할 수 있을 것이다. 또한 이러한 정확성 검증이 축적되어 정확도에 대한 기준 마련 또한 시급하다 하겠다.

비오톱 자료를 수집하기 위한 현장조사는 막대한 전문인력과 시간, 비용을 요하는 것으로 사후 조정은 현실적으로 어려운 문제를 안고 있다. 그러므로 조사가 진행되는 도중 정확도를 검증한 후 조사를 진행할 필요성이 있으며, 이미 사업이 완료된 지역에서는 향후 자료의 갱신 효율성을 위해 모든 지역의 정확도를 검증하고 갱신방법을 조정하는 것이 필요할 것이다. 검증의 방법은 고해상도 항공사진이나 인공위성영상을 활용한 방법이나 GPS장비를 이용한 현장 샘플링의 방법 등이 구체적으로 모색되어야 할 것이다. 이러한 객관적인 검증방법의 정립은 도시생태자료의 갱신에 있어 그 강도를 효과적으로 제어할 수 있으며, 나아가 결과적으로 현장조사자료의 신뢰도를 높이며 각종 도시생태계의 관리 계획이 보다 효율적으로 이루어지도록 할 것이다. 본 연구는 이러한 현장조사자료 검증의 초기 연구로 향후 다양한 방법의 접근을 통한 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것이다.

인용문헌

- Atkinson, I.A.E.(1985) Derivation of vegetation mapping units for an ecological survey of Tongariro National Park, North Island, New Zealand. *N. Z. J. Bot.* 23: 361-378.
- Bailey, R.G.(1996) *Ecosystem Geography*. Springer-Verlag, 216pp.
- Cortner, H.J., M.G. Wallace, S. Burke and M.A. Moote(1998) Institutions matter: the need to address the institutional challenges of ecosystem management. *Landscape and Urban Planning* 40(1): 159-166.
- Forman, R.T.T.(1995) *Land mosaics - The ecology of landscapes and regions*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 632pp.
- Lessard, G.(1998) An adaptive approach to planning and decision-making. *Landscape and Urban Planning* 40: 81-87.
- Motzkin, G., P. Wilson, D.R. Foster and A. Allen(1999) Vegetation patterns in heterogeneous landscapes: The importance of history and environment. *Journal of Vegetation Science* 10: 903-920.
- Seoul Metropolitan Government(2000) Guidelines on the biotope survey and the eco-city construction for application the urban ecosystem concept to urban planning - report of first fiscal year -. Korea, 245pp.
- Seoul Metropolitan Government(2001) Guidelines on the biotope survey and the eco-city construction for application the urban ecosystem concept to urban planning - report of second fiscal year -. Korea, 394pp.
- Seoul Metropolitan Government(2005) 2005 Seoul biotope map improvement. Korea, 250pp.
- Slocombe, D.S.(1998) Defining goals and criteria for ecosystem-based management. *Environmental Management* 22(4): 483-493.