

옥상조경 구성 요소들의 특성을 분석한 정량적 유형구분 기준에 관한 연구

- 서울시 사례를 중심으로 -

A Study on Quantitative Classification of Styles through Analysing Characteristics of Components in Green Roofs

- Focused on the examples in Seoul -

김 승 호* 송 병 화** 양 병 이***
Gil, Sung-Ho Song, Byeong-Hwa Yang, Byoung-E

Abstract

The objective of this study is to analysis the properties for reclassifying green roofs into three types by cluster analysis after investigating the present condition in thirty green roofs which were created from 2002 to 2004 by Seoul Metropolitan Government. The previous classification was resulted in structure safety diagnosis in the type of green roofs and visible judgment by experts in sites. However, it should have been corrected. Therefore, it needed a reestablished concept and a reclassification in green roofs.

The results of this study are as follows : the concept of a rooftop garden and a green roof is different from previous studies. The rooftop gardens named by intensive green roofs are closed to integrated management, whereas the green roofs are closed to low management. The reclassification of green type was also conducted to use the statistic analysis of categorical regression by previous studies, and the factors extracted by the categorical regression were influenced by greening type. The figure of R-square representing explanation in regression analysis is 95.2%. As this result was analyzed, it was proved into rooftop gardens demanded for high activity by people.

키워드 : 옥상녹화, 옥상정원, 녹화옥상, 옥상조경

Keywords : Roof Garden, Greenery Roof, Ecoroof, Brown roof, Rooftop Garden

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

환경친화적인 계획에 대한 관심이 증대되면서 옥상조경은 도시의 생태적 문제 해결과 에너지 절약을 동시에 만족시킬 수 있는 좋은 대안으로 주목받고 있다. 최근 친환경 건축물인증제도, 생태면적률 등과 같이 도시생태를 복원하기 위한 노력들이 나타나고 있는데, 옥상조경은 환경친화적인 계획에 있어 필수적인 요소로 자리매김하고 있다. 이를 통해 옥상조경은 점점 증가하고 있는 도시 토양포장의 심각성 완화와 함께 많은 종의 서식처 제공이 가능하다는 점에서 현지 내 중 보관소로의 역할과 서식처 및 보전지역 등으로의 새로운 기능이 추가될 수 있을 것으로 보인다(김귀곤, 조동길, 2000). 또한 주요한 생태계(Core Patch)를 연결함에 있어 인공공간에 녹화가 되면 이는 디딤돌 생물의

서식공간(Stepping Stone)이 되어 생태적 통로로서의 주요한 역할을 하게 된다(이동근, 윤소원 역, 1999).

이러한 가운데, 현재까지의 대부분의 연구는 옥상조경의 효과 검증에 대한 연구로서 옥상녹화를 통한 온도저감 및 도시열섬완화 효과에 관한 연구(Theodosiou, 2003; Papadakis et al., 2001; Niachou et al, 2001), 생물종 서식지 제공에 관한 연구(손방, 2002), 그린 네트워크와 녹지확대에 관한 연구(Wong et al, 2003), 도시민의 휴식공간 제공 및 시민의 심리안정 및 치료제공의 연구로서(Belinda Yuen and Wong N. H., 2005; Ulrich R. S., 2000), 우수유출완화효과에 관한 연구(Johnston et al, 2004; Lando, 2004; Moran, 2004; Mentens et al, 2005; Miler & Liptan, 2005; Lundberg, 2004; Connelly & Liu, 2005) 등의 옥상조경 효과 및 당위성에 대한 연구가 많이 진행되었으나, 조성 이후에 대한 연구는 현재까지 미미한 실정이다.

이러한 최근의 상황에서 서울시는 2002년부터 지금까지 옥상조경에 대한 관심과 지원을 실시한 지자체로서 많은 사례와 경험을 가지고 있다. 이에 지금까지 조성된 서울시에서 지원한 옥상조경을 중심으로 앞으로 확대될

* 서울대학교 협동과정 조경학 박사과정(todd219@snu.ac.kr)

** 교신저자, 우송정보대학 플라워코디 조경과 교수
(sbh623@wsi.ac.kr)

*** 서울대학교 환경대학원 교수(yangb@snu.ac.kr)

옥상조경의 현황 및 특성에 관한 연구의 필요성이 제기되고 있다.

서울시는 구조안전진단에 따른 경량형, 혼합형의 2가지 유형으로 구분하고 있는데, 구조안전진단을 제외한 설계요소(옥상의 이용정도 및 관리정도, 토심, 식재유형, 시설물, 포장 등)에 따른 재분류를 통해 옥상조경에서 가장 중요시되는 관리 및 이용성 정도에 분류기준을 제도출함으로써 현재 조성되어 있는 대상지의 녹화유형의 현황분석 및 특성을 고찰해보는데 목적을 두고 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서 현재까지 나타난 옥상조경에 대하여 많은 다른 명칭으로 불리어오고 있는 것을 재정리하여 특성들을 파악하고자 한다. 하자보수기간이 2년이 지남과 동시에 6~8년이 경과한 시점에서 초기 사업 대상지의 유형 재분류 및 특성을 고찰함으로써 하자의 유무, 이용성의 파악을 통해 향후 옥상녹화대상자의 조성방향을 결정하는데 준거틀로서 활용하고자 초기국면의 30개 대상지를 선정하게 되었다. 지난 2002년부터 2004년까지 서울특별시에서 지원하여 조성된 30개 전수조사를 통하여 옥상조경의 내부환경에 초점을 두고 가시적으로 확인되며, 조성 이후 포장, 식생, 방수시스템 등 변화의 폭이 좁은 물리적 환경 구성요소만을 추출하여 사례지의 현황을 분석하도록 연구를 진행하였다. 자료 수집은 서울시를 비롯하여 실제 대상지 설계 및 시공을 담당한 민간건설업체의 협조를 얻어 구득하였다. 해당 자료는 옥상녹화시스템, 시설물, 식생 등의 설계도면을 참조하여 항목별 분류를 통해 점검사항을 작성하였다. 이 중 녹화유형에 대한 재분류를 하기 위하여 연구자료 검토 후 자료를 활용하여 비계층적 군집분석(상호 배반적인 여러 군집들 중 하나에만 속하는 유형)인 K-means 군집분석을 실시한 후 사례지의 유형을 재해석하였다. 자료의 수집과 정리에는 한글 2005, Microsoft Excel 2003, 도면분석에는 AutoCAD 2002, 통계분석에는 SPSS 12.0을 사용하였다.

표 1. 옥상조경 일반현황

조성연도	연번	건물명	건물용도	녹화의 용도	해발고도 (m)	녹화면적 (㎡)	녹화피복율 (%)	구조안전진단결과
2002	1	환경운동연합	사무용	학습용	56	154.0	93.33	경량형
	2	수도사랑의학교	교육시설	학습용	65	90.0	61.22	경량형
	3	한국유네스코회관	사무용	환경개선용	80	364.9	58.11	혼합형
	4	동심빌딩	사무용	휴게용	21	117.5	61.20	혼합형
	5	벨엘몬테소리 유치원	교육시설	학습용	98	348.1	80.03	혼합형
2002	6	대림통상	사무용	휴게용	43	154.8	60.98	혼합형
	7	문산빌딩	사무용	휴게용	19	178.0	92.71	경량형
	8	대우상가/윤서유치원	교육시설	학습용	29	313.7	91.74	경량형
	9	안성상가	사무용	휴게용	26	1029.0	56.98	경량형
	10	영등포병원	의료시설	식물치료용	74	226.4	56.18	혼합형
	11	LCI키즈클럽	교육시설	휴게용	55	118.4	73.09	혼합형

2003	12	희망찬유치원	교육시설	학습용	70	171.7	74.65	경량형
	13	노블씨티빌딩	사무용	휴게용	58	164.5	41.30	혼합형
	14	옥도빌딩	사무용	휴게용	51	211.8	84.72	경량형
	15	목동중로엔학원	교육시설	휴게용	36	440.8	66.79	경량형
	16	목원유치원	교육시설	학습용	62	205.9	78.00	혼합형
	17	에이스테크노타워	사무용	휴게용	56	408.9	76.70	혼합형
	18	한국화학시험연구원	사무용	휴게용	39	388.0	64.43	혼합형
	19	신한빌딩	사무용	휴게용	53	131.0	56.71	경량형
	20	세광교회	종교시설	휴게용	34	189.5	84.22	경량형
	21	평온신경외과	의료시설	식물치료용	39	114.5	73.54	경량형
	22	코원빌딩	사무용	환경개선용	35	184.0	87.62	경량형
2004	23	한마음어린이집	교육시설	학습용	26	140.9	83.08	경량형
	24	고려대학교법대신관	교육시설	휴게용	72	456.1	81.12	혼합형
	25	교평빌딩	사무용	휴게용	40	168.0	81.95	혼합형
	26	제성병원	의료시설	식물치료용	36	325.5	67.21	경량형
	27	동화나라유치원	교육시설	학습용	91	88.37	78.13	경량형
	28	범평원빌딩	사무용	환경개선용	64	152.0	88.37	혼합형
	29	성미오성당	종교시설	휴게용	55	182.0	57.96	혼합형
	30	성내빌딩	사무용	휴게용	41	265.7	80.03	혼합형

2. 옥상조경에 대한 이론적 고찰

2.1 옥상조경의 개념

먼저, 옥상조경에 관하여 많은 다른 명칭으로 불리어지고 있는데, 옥상녹화, 옥상정원, 녹화옥상, 지붕녹화 등등이 그것이다. 우리나라에서 옥상조경에 대한 명칭은 ‘인공지반조경 중 지표면에서 높이가 2미터 이상인 곳에 설치한 조경을 말한다.’에 나와 있으며, 제4장 옥상조경 및 인공지반 조경에 대하여 연구의 검토사항으로 제시된 필요한 부분만을 <표 2>와 같이 발췌하였다.

관련 법규 및 기준과 달리 학술적으로도 옥상조경에 대하여 다양한 각도로 개념 정의를 내리고 있다. 그 중 대표적인 것이 옥상정원(Roof garden)과 옥상녹화(Green

표 2. 조경기준(국토해양부, 2009)

항목	기준검토
식재	· 옥상 및 인공지반에는 고열, 바람, 건조 및 일시적 과습 등의 열악한 환경에서도 건강하게 자랄 수 있는 식물종을 선정하여야 하므로 관련 전문가의 자문을 구하여 해당 토심에 적합한 식물종을 식재하여야 한다.
구조	· 인공지반조경(옥상조경을 포함한다)을 하는 지반은 수목·토양 및 배수시설 등이 건축물의 구조에 지장이 없도록 설치하여야 한다. · 기존건축물에 옥상조경 또는 인공지반조경을 하는 경우 건축사 또는 건축구조기술사로부터 건축물 또는 구조물이 안전한지 여부를 확인 받아야 한다.
토심	· 초화류 및 지피식물 : 15센티미터 이상(인공토양 사용시 10센티미터 이상) · 소관목 : 30센티미터 이상(인공토양 사용시 20센티미터 이상) · 대관목 : 45센티미터 이상(인공토양 사용시 30센티미터 이상) · 교목 : 70센티미터 이상 (인공토양 사용시 60센티미터 이상)
관수 및 배수	· 옥상조경 및 인공지반 조경에는 수목의 정상적인 생육을 위하여 건축물이나 구조물의 하부시설에 영향을 주지 아니하도록 관수 및 배수시설을 설치하여야 한다.
방수 및 방근	· 옥상 및 인공지반의 조경에는 방수조치를 하여야 하며, 식물의 뿌리가 건축물이나 구조물에 침입하지 않도록 하여야 한다.
유지관리	· 옥상조경지역에는 이용자의 안전을 위하여 다음 각호의 기준에 적합한 구조물을 설치하여 관리하여야 한다. 1. 높이 1.2미터 이상의 난간 등의 안전구조물을 설치하여야 한다. 2. 수목은 바람에 넘어지지 않도록 지지대를 설치하여야 한다. 3. 안전시설은 정기적으로 점검하고, 유지관리하여야 한다. 4. 식재된 수목의 생육을 위하여 필요한 가지치기·비료주기 및 물주기 등의 유지관리를 하여야 한다.
옥상조경지원	· 국토해양부장관 또는 지방자치단체의 장은 옥상·발코니·측벽 등 건축물녹화를 촉진하기 위하여 건물녹화 설계기준 및 권장설계도서를 작성·보급할 수 있다.

1) 조경기준(국토해양부, 2009)

roof)에 대한 구분을 통해 옥상조경의 성격을 규명하고 있다.

양병이(2004)는 옥상정원(Roof garden)과 옥상녹화(Green roof)의 개념적 차이에 대하여 일목요연하게 정리하였다. 옥상정원(Roof garden)은 집약적으로 관리를 해주어야 하며 토양층이 깊고 관개시설이 필요하고 식생에는 유리한 조건을 갖고 있다고 할 수 있는데 반해 옥상녹화(Green roof)는 생태적인 효과를 얻을 수 있는 시스템으로서 관리가 그다지 필요하지 않는 저관리형이며 토양층이 얇고 관개가 거의 필요 없고 식생에는 스트레스를 주는 조건이라고 할 수 있다(Beatley, 2000). 옥상정원(Roof garden)과 옥상녹화(Green roof)는 다 같이 각각 장점과 단점을 가지고 있다. 옥상정원은 시각적 효과와 휴식공간으로서의 기능에 치중하여 조성된데 비해 옥상녹화는 생태적 효과와 환경적 기능에 치중하여 조성되었다고 볼 수 있다. 따라서 옥상정원은 미국이나 일본 등의 국가에서 많이 조성되었으며 옥상녹화는 독일, 네덜란드, 스위스 등 유럽의 국가에서 많이 시행하였다(Osmundson 저, 심우경 저, 2000). 유럽에서는 옥상정원까지도 옥상녹화의 범주에 포함시켜 옥상정원은 관리·중량형 옥상녹화로 분류하고 있으며, 옥상녹화는 저관리·경량형의 옥상녹화로 분류하고 있다.

Dunnett, Nigel and Kingsbury, Noël(2004)는 관리·중량형(Intensive roof greening)과 저관리·경량형(Extensive roof greening)을 구분하였다. 관리·중량형의 경우 오래된 형식의 옥상정원으로서 사람들이 많이 이용하고, 일반 토지에서 식재하는 것과 같은 방식으로 교목 및 관목이 도입된 식재를 의미하고, 토양심도는 적어도 15cm는 되어야 하고, 단순한 관리·중량형은 잔디 또는 지피식물을 심는 것이며, 관리가 요구되는 것을 의미하며, 다른 말로 Ecoroof라고 명칭한다. 저관리·경량형의 경우 사람들의 이용성을 위주로 하며, 식물은 잔디를 식재하는 것보다 큰 덩어리의 식물을 취급하며, 유지관리는 소규모로 이루어질 수 있도록 계획하고, 하부층의 깊이는 2cm-15cm인 것을 의미하는 것으로서 종다양성을 목표로 개발이 끝난(Brownfield) 개념에서 나타난 의미로서 Brown roof라고 명칭한다.

(사)한국인공지반녹화협회(2005)에서는 옥상녹화란 ‘인공적인 구조물 위에 인위적인 지형, 지질의 토양층을 새로이 형성하고 식물을 주로 이용한 식재를 하거나 수공간을 만들어 녹지공간을 조성하는 것을 말한다. 대표적인 인공지반인 옥상에 녹화를 하는 것은 도심지역의 부족한 녹지공간을 확보하기 위한 인공대지의 활용측면과 함께 도시환경에 자연적인 요소를 도입함으로써 생물이 서식할 수 있는 공간을 마련해 주며, 도시미관을 증진시키고 여가공간을 확보해 주는 등 다양한 공익적 기능과 역할을 한다.’ 라고 명시하고 있는데, 이는 건축법에 나타난 광의의 개념으로서 옥상조경을 표현한 것으로 해석된다.

이러한 개념들을 종합하여 옥상조경의 개념정리를 다음의 <그림 1>과 같이 설명할 수 있다.



그림 1. 옥상조경의 개념도

2.2 옥상조경의 특성

1) 옥상조경의 일반현황

지금까지 옥상조경의 개념, 효과, 유형분류를 여러 논문과 보고서, 인터넷 웹사이트, 설계도면 등을 참조하여 옥상조경의 일반현황으로 다음 그림과 같은 모식도<그림 2>를 통해 정리하였다.

2) 옥상조경의 특성요소 검토

옥상조경의 특성을 파악하기 위해서는 광범위한 연구의 범위를 포함하고 있다. 자료의 내용도 종합적이므로 하나의 연구 논문에서 모두 다루는 것은 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 연구의 범위를 옥상조경의 내부환경에 초점을 두고 특성 항목을 도출하였다. 특성요소는 아래의 <표 3>과 같이 참고문헌을 통해 선정하였다.

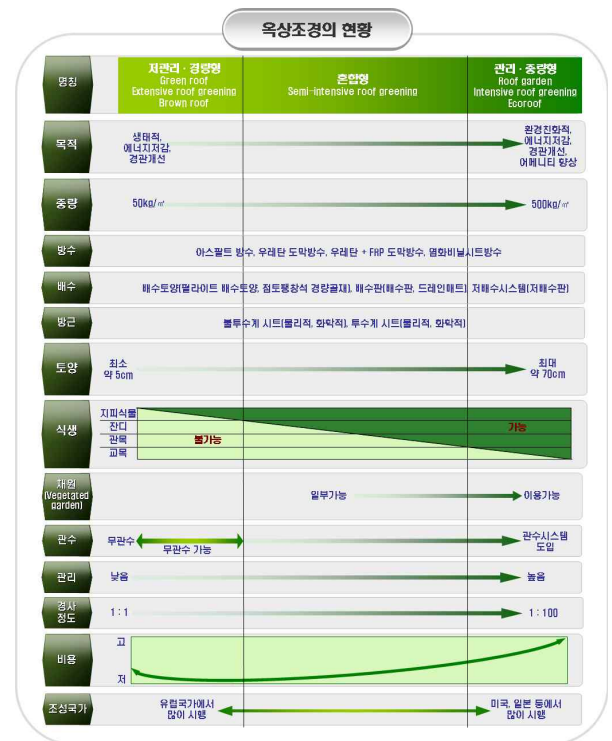


그림 2. 옥상조경의 일반현황 모식도

표 3. 옥상조경 특성요소

대분류	중분류	소분류	참고문헌
옥상조경의 일반현황	건축물 일반현황	건물명, 소재지, 시공연도, 건물용도, 최상층 용도, 해발고도, 출입통로(이용접근성, 출입구, 엘리베이터 유무), 물끓기 여부	1), 2), 3), 7)
	옥상의 일반현황	녹화유형, 면적(옥상총면적, 녹화면적, 옥상녹화율), 옥상이용정도(사람들의 이용정도, 교육활동프로그램 유무, 주이용층), 관리(인원, 형태, 시비주기)	1), 2), 3), 7)
하부 물리적 구성요소	구조체	하중범위 계산	1), 4), 7), 9)
	방수층	방수공법, 누수 및 결로의 유무	1), 4), 5), 6), 9)
	방근층	방근층의 여부, 방근층의 사양	1), 7), 9)
	배수층	배수방법, 배수상태, 배수관경의 적정성, 배수구 개소, 식물 및 이물질의 침입흔적 여부, 점검구 설치 여부 및 개소	1), 4), 5), 6), 7), 9)
	토양 여과층	토양여과층의 유무, 토양여과층 사양	1), 7), 9)
	육성 토양층	토양의 종류, 토양경도(mm), 토심(cm), 배수성, 보수성	1), 3), 5), 6), 7), 9)
상부 물리적 구성요소	멀칭층	멀칭층의 유무, 멀칭층의 재료	1), 7)
	식생	녹화의 용도, 생육정도, 다층구조 면적, 녹지연결성(%), 식생 종, 식생 종 다양성(종/m ²), 텃밭, 수목표찰 유형, 수공간 면적, 수심, 유입 · 유출, 방수공법, 식물종, 개방수면	1), 5), 6), 7), 9)
	수공간	유입 · 유출, 방수공법, 식물종, 개방수면	3), 8), 9)
	시설물	휴게시설, 안전시설(파라넷, 수목지지대, 실외기 차폐, 난간), 조명시설, 관수시설	3), 4), 5), 6)
	포장	포장면적, 포장소재	3)

- 자료 : 1) 강병희, 김승환, 윤평섭, 한규희(역)(2003). 신 · 녹지 공간디자인, (財)都市綠化技術開發機構. Neo-green space design). 기문당.
 2) 김유일, 오정환, 김인혜, 윤홍범(1998). 아파트 단지 인공지반의 계획적 평가에 관한 연구. 한국조경학회지.
 3) 이동근, 윤소원, 오승환, 장성완(2005). 옥상녹화 조성 지역의 현황평가 및 이용자 만족도 연구. 한국환경 복원녹화기술학회.
 4) 정관영(2000). 옥상녹화기술의 현재와 미래. 옥상녹화 연구회.
 5) http://www.greenrooftops.com/Planning_Maintenance.aspx.
 6) <http://www.tajima-roof.jp/product/g-wave/tech/tech10.html>.
 7) 서울특별시(2004). 건축물 옥상녹화 구조진단 및 모니터링에 따른 관리 · 조성방안을 제구성.
 8) 조동길(2004). 소택형 습지의 복원 및 창출을 위한 생태적 식재 설계 모델. 서울대학교 박사학위 논문.
 9) (사)한국인공지반녹화협회(2005). 인공지반녹화 아카데미 교재.

3. 옥상조경의 유형 재분류 및 특성에 대한 결과고찰

3.1 유형구분 기준에 영향을 미친 요소 검토

서울시에서 지원한 기준에 따라 녹화유형을 구분한 결과는 다음의 <표 4>와 같이 나타났다. 하지만, 이는 구조 안전진단의 결과로서 나타난 것으로 실제 설계 및 시공된 현황을 보면 다르게 나타나고 있다.

표 4. 연도별 녹화유형

녹화유형	시행연도			전체
	2002	2003	2004	
경량형	5	6	4	15
혼합형	6	4	5	15
전체	11	10	9	30

따라서 <그림 2> 옥상조경의 일반현황 모식도와 <표 5> 옥상조경 특성요소를 통한 옥상조경 유형별 특성에 대한 저관리 · 경량형과 혼합형의 구분에 대하여 재분류가 필요하다고 보았다. 서울시의 구조안전진단에 따른 경량형, 혼합형의 2가지 유형을 구조안전진단을 제외한 설계요소(옥상의 이용정도, 관리정도, 토심, 식재유형, 시설물, 포장 등)에 따른 재분류로서 옥상조경에서 가장 중요시되는 관리 및 이용성 정도에 분류기준을 재도출하는 것이다. 따라서 유형 구분이 가능한 요소들을 추출하여 다음 아래의 <표 5>를 도출하였다.

표 5. 유형 분류가 가능한 검토사항

구분		검토사항	
건축물 일반현황	출입통로	이용접근성	이용가능성 유무
		출입구	
		엘리베이터	
옥상의 일반현황	옥상의 이용정도	사람들의 이용정도	사람들의 이용정도 (많다, 없다, 많지 않다, 적지 않다)
		관리	관리의 형태(저관리형, 집약형)
하부 물리적 구성요소	토양의 하중	구조	서울시에서 제공한 구조안전진단 결과에서 나타난 녹화의 유형으로 대체 (경량형, 혼합형)
		토심	20cm 이하, 20cm 이상
		식생	식생의 종류
상부 물리적 구성요소	식생	녹화의 용도	환경개선용, 학습용, 휴게용, 식물치료용
		텃밭	텃밭 유무
		수(水)공간	수(水)공간 유무
	시설물	휴게시설	휴게시설 유무
		안전시설	안전시설 유무(수목지지대, 난간 설치 유무를 기준으로)
		조명시설	조명시설 유무
포장	관수시설	관수시설 유무	
포장	포장 유무		

3.2 기존 사례 재분류

해당 대상지가 어느 유형에 속하는지의 여부를 확인하기 위하여 군집분석²⁾을 실시하였다.

여기서는 계층적 군집(한 군집이 다른 군집의 내부에 포함되거나 군집 간에는 중복이 허용되지 않고, 나무 모양 그림(dendrogram)의 형식)과 상호배반적 군집(각 개체가 상호 배반적인 여러 군집들 중 하나에만 속하는 유형, 또는 비계층적 군집화 방법라고도 함)중 상호배반적 군집의 대표인 K-means 방법을 이용하여 유형을 구분하였다. 상호배반적 군집화 방법이 계층적 군집화와는 달리 군집을 형성하는 과정이 순차적으로 이루어지지 않는다. 계층적 군집화 방법이 순차적으로 군집 수를 형성해 나가는데 반해, 비 계층적 군집화 방법은 최종 군집의 수와 시작점을 미리 정해주어야 한다(채서일, 2006). 따라서, 집단구분이 3가지 유형으로 구분되어 있는 것이 확실하기

2) 군집분석은 다양한 특성을 지닌 대상들을 유사성에 기초하여 동질적인 집단으로 분류하는 데 이용되는 기법을 말한다(채서일, 2006). 유사성 측정방법을 선택한 후에, 유사성 척도들을 이용하여 어떻게 대상들을 군집할 것인지 군집화 방법을 결정해야 하는데, 2가지 유형(계층적 군집분석, 비계층적 군집분석)으로 방법으로 구분된다.

표 6. 대상지 유형 재분류에 따른 대상지

구분	분류 전(서울시 옥상조경 유형)		유형 재분류 후		
	경량형	혼합형	저관리·경량형	혼합형	고관리·중량형
건물명	환경운동연합 수도사랑의 학교 문산빌딩 대우상가(윤서유치원) 안성상가 희망찬 유치원 옥도빌딩 목동종로엠학원 신한빌딩 세광고회 평온신경외과 코원빌딩 한마음어린이집 제성병원 동화나라유치원	한국유네스코회관 동심빌딩 벨엘몬테소리유치원 대림통상 영등포병원 LCI키즈클럽 노블씨티빌딩 목원유치원 에이스테크노타워 한국화학시험연구원 교려대학교 법대신관 교평빌딩 범평현빌딩 성비오성당 성내빌딩	환경운동연합 수도사랑의 학교 문산빌딩 대우상가(윤서유치원) 신한빌딩 코원빌딩	동심빌딩 대림통상 영등포병원 노블씨티빌딩 옥도빌딩 에이스테크노타워 평온신경외과 교평빌딩 제성병원 범평현빌딩 성비오성당 성내빌딩	한국유네스코회관 벨엘몬테소리 유치원 안성상가 LCI키즈클럽 희망찬 유치원 목동종로엠학원 목원유치원 한국화학시험연구원 세광고회 한마음어린이집 교려대학교 법대신관 동화나라유치원
총 개수	15	15	6개	12개	12개

때문에 위와 같은 K-means 군집분석³⁾을 실시하였다.

구조안전진단 결과로서 나타난 서울시 옥상조경 유형은 <표 4>와 같이 경량형, 혼합형으로 분류되어 있는데, <표 5>의 검토사항을 통해 녹화유형을 재분류하기 위한 군집분석 결과 <표 7>과 같이 나타났다.

구조안전진단 결과에서 나타난 녹화유형과 군집분석에 의한 결과의 교차분석에서의 카이제곱 검정결과는 유의수준 0.05미만으로서 유의미한 결과<표 7>를 확인할 수 있었다.

표 7. 녹화유형 재분류와 구조안전진단 결과로 구분한 녹화유형의 교차분석

녹화유형	녹화유형 재분류			전체	검정(X^2)	
	저관리·경량형	혼합형	고관리·중량형		값	유의확률
구조안전진단	경량형	6	3	6	15	9.000 0.011
혼합형	0	9	6			
전체	6	12	12	30		

3.3 옥상조경 유형구분 특성 고찰

군집분석을 통한 저관리·경량형, 혼합형, 고관리·중량형으로 재분류된 내용을 통해, <표 5>와 같이 유형구분을 위한 검토사항 15가지는 도면 및 답사를 통해 실시하였으며, 답사 시에는 해당 대상지의 관리담당자와 인터뷰를 통해 자료를 정리한 다음 총 15가지 요소의 신뢰성을 검증하기 위해 카이제곱 검정을 실시하였다. 이 중 유의미한 결과<표 7>를 통해 재분류에 영향을 미친 요소 6개를

3) K-means 분석방법은 군집의 수를 미리 정하고, 각 개체가 어느 군집에 속하는지를 분석하는 방법으로서 각각의 변수에 대해 중심점들을 계산한 다음 주어진 케이스에 대해서 중심점과의 거리를 계산한다. 만약 현재 속하고 있는 군집의 중심점과 가까우면 그대로 놔두고, 그렇지 않으면 다른 군집으로 배정한다. 어느 케이스도 다른 군집에 재배정되지 않을 때까지 반복하여 결정한다(박성현외, 2004).

선정하였다.

① 이용가능성 유무

대부분 혼합형(11곳) 또는 고관리·중량형(12곳)에 외부인의 이용이 가능하였으며, 이용이 불가하였던 곳은 저관리·경량형(4곳)으로 나타났으며, 관리의 어려움, 개인적 공간의 활용 등을 이유로 외부인들은 이용이 어려웠다.

② 사람들의 이용정도

사람들의 이용정도는 고관리·중량형에 가까울수록 사람들의 이용이 많았으며, 상대적으로 저관리·경량형에서 사람들의 이용이 적었다.

③ 관리형태

재분류한 결과와 관리형태와의 교차분석 결과 집약형 일수록 혼합형, 고관리·중량형으로 나타났다. 코원빌딩의 경우 집약형임에도 저관리·경량형으로 나타났는데, 토심이 20cm이하임에도 구상나무와 같은 교목이 존재함으로써 지속적인 관리가 이루어지고 있기 때문으로 보인다.

④ 녹화의 용도

녹화 용도의 구분은 학습용, 환경개선, 휴게용, 식물치료로 구분하였다(신용모, 2006). 이를 통해 녹화의 용도를 검토해 본 결과, 학습용(8곳), 환경개선(3곳), 휴게용(16곳), 식물치료(3곳)으로 나타났으며, 휴게용의 용도로서 혼합형, 고관리·중량형이 가장 많은 것으로 나타났다. 이는 사무용 건물이 대부분으로서 건물 내·외부 이용자들의 휴식을 위한 공간으로 활용되었기 때문으로 보인다.

⑤ 수공간 유무

수공간 유무를 확인해 본 결과, 혼합형(1곳), 고관리·중량형(8곳)으로 고관리·중량형에서 많이 나타났다. 혼합형은 1곳으로 나타났는데, 이는 혼합형과 고관리·중량형의 구분에 중요한 역할을 한 것으로 판단된다.

⑥ 휴게시설 유무

휴게시설 유무를 확인해 본 결과, 저관리·경량형(2곳), 혼합형(11곳), 고관리·중량형(12곳)으로 저관리·경량형보다 혼합형, 고관리·중량형에서 휴게시설이 있는 것으로 확인되었다.

표 8. 녹화유형 재분류를 통한 요소 특성

요 소	구 분	녹화유형 재분류			전체	검정(X^2)	
		저관리·경량형	혼합형	고관리·중량형		값	유의확률
① 외부인의 이용가능성 유무	있다	2	11	12	25	13.800	0.001
	없다	4	1	0	5		
	전체	6	12	12	30		
② 사람들의 이용정도	없다	2	1	0	3	28.417	0.000
	거의 없다	4	6	0	10		
	많지 않다	0	4	1	5		
	많다	0	1	11	12		
	전체	6	12	12	30		
③ 관리형태	저관리형	5	0	0	5	24.000	0.000
	집약형	1	12	12	25		
	전체	6	12	12	30		
④ 녹화의 용도	학습용	3	0	5	8	11.146	0.084
	환경개선	1	1	1	3		
	휴게용	2	8	8	16		
	식물치료	0	3	0	3		
	전체	6	12	12	30		
⑤ 수공간 유무	있다	0	1	8	9	12.937	0.002
	없다	6	11	4	21		
	전체	6	12	12	30		
⑥ 휴게시설 유무	있다	2	11	12	25	13.800	0.001
	없다	4	1	0	5		
	전체	6	12	12	30		

군집분석을 통해 유형이 구분되었지만, 유형 구분의 일반화를 정립하는 것이 혼선을 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 이를 통해 각각의 요소별 중요도를 고려하기 위하여 <표 5>와 같이 유형 구분을 위한 검토사항 총 15가지 중 군집분석이 된 유형의 특성을 파악하기 위해 범주형 회귀분석⁴⁾을 실시하였다. 이는 정성적인 범주형 데이터를 정량적인 데이터로 일반화하기 위함이다. 이 회귀식의 R-square는 95.2%(수정된 R-square는 92.7%)의 설명력을 가지고 있고, 분산분석표 결과 F 값(37.931)대한 유의성 검증결과 0.05보다 낮게 나타나 유의미하였으며, 독립변수에 대한 유의확률은 모두 0.05보다 낮게 나타났으므로 매우 유의미한 결과로 볼 수 있다.⁵⁾

<표 9>와 같이 본 연구의 분석결과 관리형태가 집약적인 곳으로, 사람들의 이용이 많으며, 휴게시설 및 수공간을 포함한 곳일 수록 고관리·중량형에 속하며, 그 반대로 사람들의 활동성이 적은 곳은 저관리·중량형에 속하는 것으로 분석되었다. 옥상조경의 유형 결정에 영향을 미치

는 인자의 순서는 ①관리형태→②사람들의 이용정도→③휴게시설→④이용가능성 유무→⑤수(水)공간 유무→⑥녹화의 용도로 나타났다.

표 9. 범주형 회귀분석 결과

구 분	표준화 계수		자유도	F 값	유의확률
	베타	표준오차			
이용가능성유무	0.198	0.066	1	9.071	0.007
사람들의 이용정도	0.284	0.065	3	18.977	0.000
관리형태	0.476	0.075	1	40.351	0.000
녹화의 용도	-0.128	0.059	3	4.694	0.013
수(水)공간 유무	0.146	0.061	1	5.643	0.028
휴게시설	0.225	0.060	1	13.812	0.001

이에 대한 회귀식에 대한 것은 아래와 같다.

$$Y = 0.198X_{\text{이용가능성유무}} + 0.284X_{\text{사람들의 이용정도}} + 0.476X_{\text{관리형태}} - 0.128X_{\text{녹화의용도}} + 0.146X_{\text{수공간유무}} + 0.225X_{\text{휴게시설}}$$

- 옥상조경 유형(Y) : 1 = 저관리·경량형, 2 = 혼합형, 3 = 고관리·중량형
- 이용가능성 유무 : 1 = 이용 불가능, 2 = 이용가능
- 사람들의 이용정도 : 1 = 없다, 2 = 거의 없다, 3 = 많지 않다, 4 = 많다
- 관리형태 : 1 = 저관리형, 2 = 집약형
- 녹화의 용도 : 1 = 학습용, 2 = 환경개선, 3 = 휴게용, 4 = 식물치료
- 수공간 유무 : 1 = 없다, 2 = 있다
- 휴게시설 : 1 = 없다, 2 = 있다

4) 범주형 회귀분석에서는 범주에 숫자 값을 할당하여 범주형 데이터를 수량화함으로써 변환된 변수에 대한 최적 선형 회귀분석 방정식을 작성한다. 범주형 회귀분석(categorical regression)은 약자로 CATREG 라고도 한다.

5) 물론 사례지 30개라는 한계와 더 많은 변수가 있을 가능성을 염두해 본다면, 이 회귀분석은 하나의 안으로서 제시하는 것이 맞다고 하겠다. 따라서 본 연구에서의 회귀분석은 녹화유형 일반화 정립을 위한 하나의 대안적 성격임을 먼저 밝혀둔다.

이 회귀식을 통하여 기초적인 옥상조경의 유형분류가 가능할 것으로 기대된다. 이는 기존의 옥안판독 및 구조안전진단의 결과로서만 판단했던 것과 달리 유형분류를 정량화함으로써 기초적인 유형분류가 가능할 것으로 판단된다.

4. 결론

지금까지 옥상조경의 유형을 구분하기 위해서는 옥안판독, 도면, 구조안전진단 결과만을 통해 기존의 옥상조경의 일반적 특성으로 유형을 분석하였다. 하지만, 이번 연구에서는 옥상조경의 조성현황을 통해 유형의 재분류를 실시하였으며, 그 유형의 특성을 확인할 수 있었다.

이에 대한 혼선을 피하기 위해서는 우선 구조안전진단 결과에서 1차적으로 분류를 하고, 조성 이후에 2차로 설계, 시공 이후 옥상조경의 유형분류를 통한 재분류를 실시할 필요성이 있다고 판단된다. 이는 구조안전진단 실시 후 결정된 서울시의 지원금뿐만 아니라 건축주의 요구, 설계·시공상의 요구 등으로 추가비용의 정도가 다르게 나타나기 때문으로 판단된다. 따라서 기존 조성되어 있는 옥상조경에 대한 재분류 및 앞으로 조성될 옥상조경에 대한 유형을 재분류하여야 할 것으로 본다. 이러한 유형분류를 통해 계획에서부터 관리에 이르기까지 지속적인 모니터링을 통한 각 유형에 대한 시스템을 체계화하여 유형별 설계, 시공, 관리가 필요하다고 본다.

또한, 본 연구에서 유형 결정 요소의 중요도 측면에서 고려해 볼 때, 관리형태가 집약적이며, 사람들의 이용정도가 높을수록, 휴게시설이 있는 곳일수록, 사람의 활동성이 높은 곳일수록, 수(水)공간이 있는 곳일수록, 옥상정원(고관리·중량형)에 가까운 것으로 확인되었다. 이는 옥상조경의 중심에 인간의 활동 영역이 중심이 되기 때문으로 생각된다.

앞으로 더 연구되어야하겠지만, 이를 통해 옥상조경에 대한 조성목적(생태적 입지, 사람들의 이용접근 등)에 따라서 그 목적에 대한 효과검증, 유형평가 등에 대한 연구가 더 필요하다고 볼 수 있다.

본 연구는 2002년부터 2004년까지 서울시에서 진행된 30개의 옥상조경을 통해 과거 옥상조경의 유형 분류에 대한 혼선을 재정립하는 것과 이를 통한 유형에 대한 재분류 및 그에 대한 특성을 살펴보았다. 지금도 수많은 옥상조경이 이루어지고 있는 가운데, 단 30개의 비교조사 및 분석을 통해 유형분석을 하는 것은 한계가 있다고 본다. 이는 녹화 유형에 대한 일반화 정립을 위해 하나의 대안적 성격으로 접근한 것으로 앞으로 더 많은 사례 수집 및 비교분석을 통해 심층적인 연구결과가 진행되어야 하며, 동일한 유형의 사례지에 대한 특성분석 또한 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

1. 강병희, 김승환, 윤평섭, 한규희(역)(2003). 신·녹지공간디자인.

인. ((財)都市綠化技術開發機構. Neo-green space design). 기문당.
 2. 국토해양부(2009). 조경기준. 고시 제2009-35호.
 3. 김승호(2007). 서울시 지원 옥상녹화사업의 조성 후 평가에 관한 연구. 서울대학교 석사학위 논문.
 4. 김기곤, 조동길(2000). 생물다양성 증진을 위한 옥상 소생태계 조성기술에 관한 이론적 고찰 및 사례적용연구. 한국환경복원녹화기술학회지 3(1): 39-52.
 5. 김유일, 오정학, 김인혜, 윤홍범(1998). 아파트 단지 인공지반의 계획적 평가에 관한 연구. 한국조경학회지 26(3): 297-311.
 6. 박성현, 조신섭, 김성수(2004). 한글 SPSS. SPSS 아카데미.
 7. 손방(2002). 주차장 옥상을 이용한 나비정원 설계. 한국환경복원녹화기술학회지 5(4): 80-88.
 8. 신용모(2006). 옥상녹화시스템의 식생 및 식재플랜. (사)한국인공지반녹화협회.
 9. 심우경 역(2000). 옥상정원. Theodore Osmundson. Roof Gardens. 서울: 보문당.
 10. 서울특별시(2004). 건축물 옥상녹화 구조진단 및 모니터링에 따른 관리·조성방안.
 11. 양병이(2004). 한국옥상녹화기술의 현황과 과제. 한국환경복원녹화기술학회지 7(4): 1-7.
 12. 이동근, 윤소원(1999). 비오토프의 이해. 대운.
 13. 이동근, 윤소원, 오승환, 장성완(2005). 옥상녹화 조성지역의 현황평가 및 이용객 만족도 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 8(6): 45-58.
 14. 정관영(2000). 옥상녹화기술의 현재와 미래. 옥상녹화연구회.
 15. 조동길(2004). 소택형 습지의 복원 및 창출을 위한 생태적 식재 설계 모델. 서울대학교 박사학위 논문.
 16. 채서일(2006). 사회과학조사방법론. 비앤엠북스.
 17. (사)한국인공지반녹화협회(2005). 인공지반녹화 아카데미 교재.
 18. Moran, A., Hunt, B., Amy, M., Bill H., and Greg J. (2004). A north carolina field study to evaluate runoff quantity, runoff quality, and plant growth. *Green Roof Conference*.
 19. Yuen, B., & Hien, W. N. (2005). Resident perceptions and expectations of rooftop gardens in Singapore. *Landscape and Urban Planning*, 73, 263-276.
 20. Beatley, T. (2000). *Green urbanism*, Island Press, Washington D.C.
 21. Dunnett, N., & Kingsbury, N. (2004). *Planting green roofs and living walls*. Timber Press.
 22. Papadakis, G., Tsamis, P., & Kyritsis, S. (2001). An experimental investigation of the effect of shading with plants for solar control of buildings. *Energy and Building*, 33, 831-836.
 23. Mentens, J., Raes, D., & Hermy, M. (2005). Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? *Landscape and Urban Planning*, 77, 217-226
 24. Johnston, J., & Newton, J. (1995). *Building green: A guide to using plants on roofs*, Walls & Pavements, London Ecology Unit.
 25. Lundberg, L. (2004). Swedish Research and its Links to Policy Development. *Green Roof Conference*.
 26. Connelly, M., & Liu, K. (2005). Green roof research in british columbia- an overview. *Green Roof Conference*.
 27. Niachou, A., Papakonstantinou, K., Santamouris, M., Tsangrassoulis, A., & Mihalakakou, G. (2001). Analysis of

- the green roof thermal properties and investigation of its energy performance. *Energy and Building*, 33, 719-729.
28. Lando, P. (2004). Test plots for a light weight, low-cost, vegetative roof in commercial applications. *Green Roof Conference*.
29. Miler, T., & Liptan, T. (2005). Update on portland's integrated cost analysis for widespread green implementation, executive summary. *Green Roof Conference*.
30. Theodosiou, T. G. (2003). Summer period analysis of the performance of a planted roof as a passive cooling technique. *Energy and Building*, 33, 909-917.
31. Ulrich R. S.(2000). Evidence based environmental design for improving medical outcomes. *A conference Proceeding of an Event*. Held by McGill University Health Center in Montreal.
32. Wong, N. H., Tay, S. F., Wong, R., Ong, C. L., & Sia, A. (2003). Life cycle cost analysis of rooftop gardens in Singapore. *Building and Environment*, 38, 499-509.
33. http://www.greenrooftops.com/Planning_Maintenance.aspx.
34. <http://www.tajima-roof.jp/product/g-wave/tech/tech10.html>.

투고(접수)일자: 2010년 10월 7일

심사일자: 2010년 10월 8일

게재확정일자: 2011년 1월 28일