韓國環境復元技術學會誌 17(5)：51～64(2014)
J. Korean Env. Res. Tech. 17(5)：51～64(2014)
DOI：http://dx.doi.org/10.13087/kosert.2014.17.5.51
ISSN 1229-3032

공동주택단지 인공지반 식재환경 개선방안*

강명수[1)] · 문석기[2)] · 김남정[1)]

[1)] 한국토지주택공사 토지주택연구원 · [2)] 청주대학교 환경조경학과

Improvement Plan for Artificial Ground Landscaping of Underground Parking Lot in Apartment Complex*

Kang, Myung Soo[1)] · Moon, Seog Gi[2)] and Kim, Nam Jung[1)]

[1)] Land & Housing Institute, Korea Land & Housing Corp., Daejeon 305-731, Korea,
[2)] Department of Environmental Landscape Architecture, Cheong Ju Univ., Cheongju 363-764, Korea.

ABSTRACT

Most planting grounds have converted to the artificial ground of the upper part of underground parking lot in apartment complex recently by increasing utilization of underground parking area.

This study has examined the composition of each ground and planting status. The study presents problems of planting plans in artificial ground landscaping in apartment complex.

This study has conducted reference and field research. It has researched green space planning, planting characteristics and measures condition of soil depth in 3 regions surveyed.

The results are listed below. First, hybrid ground has the highest percentage and natural soils has the lowest percentage in the composition of green space in apartment complex. Artificial green space is composed of a number of small-scale grounds.

Second, The study has found that planting characteristics don't reflect soil properties. On the other hand, planting deep rooting big arbors has a high proportion in artificial Ground.

Third, the study has figured out 98% of fit in minimum soil depth for growth.

Fourth, planters and landscaping stones are constructed in case of small green space. On the other

* 본 연구는 한국토지주택공사 토지주택연구원 2013년 정기과제로 수행된 조사결과를 재분석하여 작성함.

First author：Kang, Myung-soo, Land & Housing Institute, Korea Land & Housing Corp.,
Tel：+82-42-866-8463, E-mail：mskang@lh.or.kr
Corresponding author：Moon, Seog-gi, Dept. of Environmental Landscape Architecture, Cheong-ju University,
Tel：+82-43-229-8510, E-mail：moon@cju.ac.kr

Received：25 August, 2014. **Revised**：27 September, 2014. **Accepted**：12 September, 2014.

hand, mounding is constructed in case of large green space. However in case of mounding types it has low fit, so it needs to improve this problem.

Key Words : *Apartment complex, Underground parking lot, Artificial ground, Landscaping, Deep, Soil Depth.*

I. 서 론

1999년 공동주택 단지 내 지하주차장 건설을 의무화하는 '주택건설기준등에 관한 규칙'이 개정되었다. 그 결과 2014년 현재, 공동주택 지상부에는 주차장을 거의 찾아볼 수 없게 되었고, 사업지구 지하부 전면에 통합형 주차장을 조성하고 있다. 이와 같이 주차장의 지하화는 지하공간 활용의 극대화 및 지상부 녹지 공간 조성에 따른 생태성 향상이라는 측면에서 거주민의 삶의 질 제고라는 효과를 가져왔다(Hong et al., 2009).

반면, 이러한 변화는 공동주택 조경공간의 식재지반이 지하구조물에 의한 인공지반으로 전화되는 결과를 초래하였다(Lee et al., 2012). 그럼에도 불구하고 공동주택 단지의 식재는 최대 식재 규격이 증가하고 있다(Hong et al., 2009).

Whang et al.(1997)은 지하주차장 상부를 대상으로 인공·자연토양과 토심범위 30~60cm에 따른 인공지반 녹화 적합 수종 및 식재기법을 제시하고, Jo et al.(2010)은 지반 특성에 따른 수목의 생육상태를 비교한 결과 자연지반에서의 생육상태가 높음을 밝혔으며, 지반의 특성에 따라 적응성이 높은 수종을 제시하였다. 또한 Kim et al.(2004)는 용적률변화에 따른 녹지구조 및 녹지면적을 살펴본 결과 용적률이 높아짐에 따라 인공지반에 조성되는 녹지면적이 증가하였으나, 식재밀도 및 녹지량은 용적률 변화에 관계없음을 분석하였으며, Hong et al.(2009)은 차장 설치기준을 지상형, 혼합형, 지하형으로 구분하고 조경녹지공간의 조성변화 특성에 대하여 분석한 결과 지하형으로 갈수록 수종이 다양해지고 규격이 증가함을 분석하였다. Lee et al.(2012)은 파트 단지 조성시기의 법령과 조성현황에 따른 아파트 녹지배치구조 및 녹지구조를 구분한 결과 최근 조성된 단지로 갈수록, 인공지반에 조성되는 녹지율이 증가하였으며, 녹지용적계수와 전면녹지 및 완충녹지의 폭이 감소됨을 분석하였다. Jang et al(2007)은 아파트 건물과 교목과의 최소 이격 거리 기준에 관한 연구를 통하여 장기적 생육조건을 고려한 식재기준을 제시하였다. 이처럼 지하주차장 조성에 따른 조경공간의 식재환경 변화에 대응하기 위한 식재계획측면에서의 연구적 접근이 시도되었다. 그러나 인공지반으로 전환됨에 따른 근본적인 문제, 수목 생육 토심에 대한 접근은 아직 없는 것으로 조사되었다.

따라서 본 연구는 통합지하주차장 조성에 따른 인공지반 확장 및 토심한계, 대형목 식재 증가추세에 따른 공동주택 조경공간의 식재환경 여건 변화에 착안하여, 통합지하주차장 상부에 조성되는 조경공간의 녹지 및 식재현황을 조사하고 통합지하주차장 상부 조경공간에 대한 안정적 식재환경 조성을 위한 시사점을 제시하는 것을 목적으로 한다.

II. 본 론

1. 연구 범위 및 방법

연구대상은 최근 변화여건이 가장 잘 반영되도록, 최근 1~2년 전에 준공된 단지, 3개소를 선정하였다. 공간적 범위는 공동주택 단지의 지상부, 조경 녹지공간을 대상으로 하였으며, 단지 내 건축물 옥상 및 벽면 등 특수공간에 대한

인공지반은 제외하였다. 그리고 내용적 범위는 녹지패치의 지반특성과 식재계획, 토심조치현황 등 조경 식재계획 부문으로 한정하였다.

연구방법은 설계도서 및 현장조사를 병행하였으며, 분석 자료는 문헌자료와 현장실측 자료를 활용하였다. 연구수행을 위하여 먼저 분석대상지 준공설계도면을 활용하여 녹지패치별 지반 및 식재수종을 조사·분석하였다. 수목조사는 지피와 관목을 제외하고 교목을 대상으로 하였다. 다음으로 공동주택 조경 식재 토심기준, "주택건설기준등에 관한 규정(2014.6.27시행) 제29조3항"에 의거하여, 0.9미터의 토심을 기본 토심으로 설정하고, 식재 수종 규격 당 필요로 하는 최소 생육 토심(필요 토심)을 산정하여, 기본토심에서 추가 토심이 필요한 수목을 도출하였다. 그 후 이들 수목에 대한 추가 확보 토심과 조치형태를 현장전수 실측을 수행하여 준공당시 최소 생육 토심 조건을 만족하는 지 분석하였다. 현장조사는 2013년 7월에서 9월에 거쳐 분석대상지별 각 1-2회 실시하였다.

2. 분석대상지 개요

공동주택 최신의 조성여건 반영을 위하여 분석대상지를 지하주차장이 사업지구 전체규모로 통합되어 조성된 단지, 3곳을 선정하였다. 이들 대상지의 통합지하주차장 한 변 길이는 최소 100m, 최대 240m의 규모를 갖는다. 단지는 평균 약 800세대, 43,605m^{2}의 규모를 가지며, 경기도(파주, 수원, 성남)에 위치한다. 단지 내 자연 지반율은 평균 14%, 단지 조경율은 평균 50% 수준으로 높은 조경율을 가지고 있다. 또한 조경 공간 내 80%가 녹지이며, 70%가 인공지반으로 구성된다. 단지 지형구성은 도로로 단절된 단지 내 지형차를 극복하기 위하여 지구전체를 하나의 연단으로 구분(A블록)하거나, 단지 외곽부를 단으로 단절하여 구분(B블록)하여 고저차를 극복하고 있었다. 이는 단지 내 지하주차장을 통합형으로 조성하기 위해서는 각 건 물동 하부 지하구조물이 동일 레벨로 조성되어야 하며 지하내부연계를 위해서는 수직적 단을 갖는 형태가 용이하기 때문이다. 따라서 본 연구대상지는 낮은 자연지반율과 높은 단지 내 조경율을 가지며 단지 지하부는 하나로 통합된 주차장이 조성되고 있는 특징을 가진다.

3. 공동주택 지반유형별 녹지계획 특성

지반특성을 고려한 단지 내 조경 식재 공간의 녹지패치의 지반현황을 조사하였다. 그 결과, 자연지반을 갖는 녹지패치, 인공지반을 갖는 녹지패치, 그리고 자연지반과 인공지반이 연계된 혼합지반을 갖는 패치, 3가지 유형이 존재하였다. 이들 면적 구성비는 혼합지반이 72%로 가장 많았고 인공지반 20%, 자연지반 8%의 순으로 조사되었다. 그러나 패치조성 개수는 인공

Table 1. Site outlines.

Site	Total Area (m^2)	Dwelling Units (no.)	Natural ground (%)	Landscape area (%)	Landscape area (%)			Ground type (%)			difference of elevation (m)	Completed date (MM,'YY)	Located
					Sum	Facility	Green space	Sum	Artificial	Natural			
A	36,605	456	15.0	44.8	100	18.9	81.1	100	68.0	32.0	7.5	10, '12	Seong-nam
B	42,378	701	12.0	55.3	100	7.2	92.8	100	76.5	23.5	8.2	12, '13	Suwon
C	51,832	1,220	16.0	49.5	100	25.1	74.9	100	71.0	29.0	0.7	05, '14	Paju
Avg	43,605	792	14.3	49.9	100	17.1	82.9	100	71.8	28.2	5.5	-	-

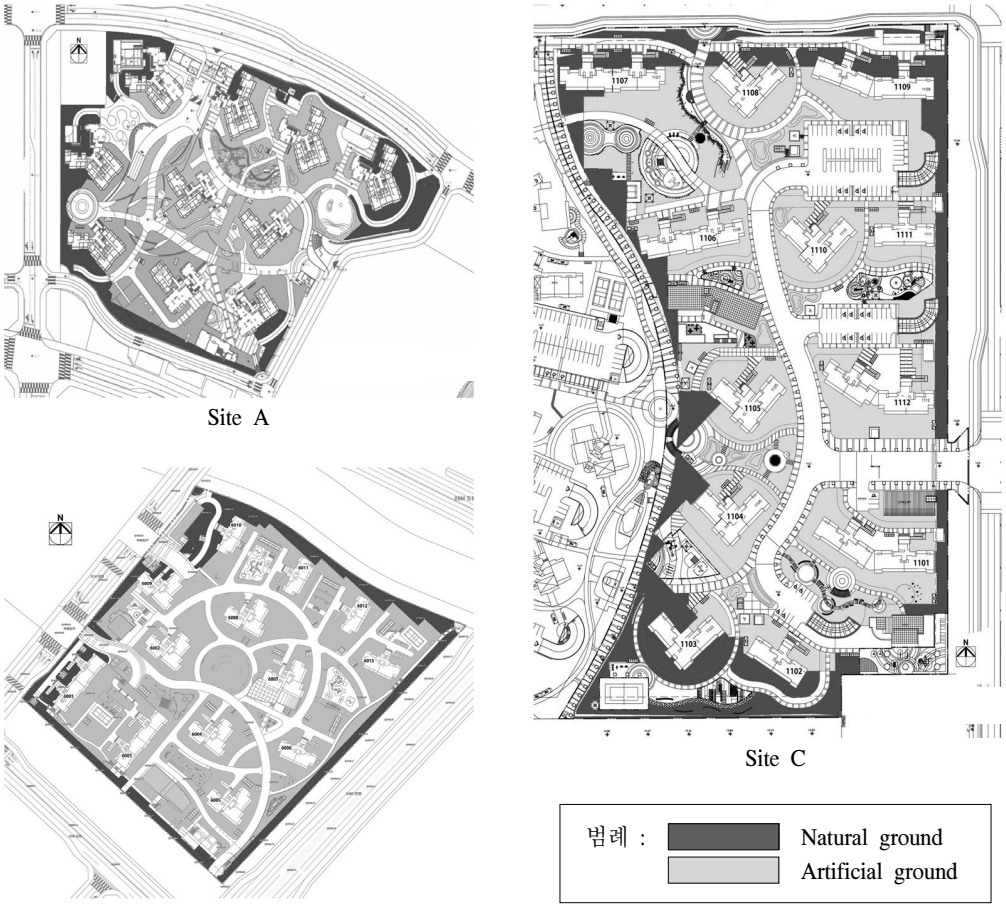

Figure 1. Classified ground types for each site (source: author).

지반을 갖는 녹지패치가 70%로 가장 많았다. 또한 1개당 녹지패치 평균면적은 인공지반이 가장 넓었다. 이는 인공지반 면적이 혼합지반 대비 약 60%수준인 점을 고려하면, 인공지반을 갖는 녹지패치가 가장 작은 규모의 많은 개수로 조성되는 것으로 해석된다. 다시 말하면 공동주택 녹지패치는 대부분 혼합지반에 조성된다. 그리고 혼합패치는 타 녹지패치와 비교하여 큰 규모의 조경식재공간으로 조성된다. 결국 공동주택 단지는 86%라는 높은 인공지반율을 갖는 반면, 상부에 조성되는 식재패치의 인공지반율은 20% 수준의 낮은 비율을 점한다. 이는 단지내 인공지반율과 식재인공지반율을 동일시 인지하던 그동안의 견해에 새로운 해석이 가능하다는 시사점을 가진다.

다음으로 대규모 지하통합주차장을 갖는 공동주택 조경공간은 다음과 같은 녹지패치의 지반특성별 입지 특징을 갖는다. 인공지반을 갖는 녹지패치는 단지 중심부에 입지하거나, 건축동과 단지 내 도로(보행로)로 구획된 공간, 그리고 지하주차장 상부에 조성되는 단지 내 놀이터, 자전거보관소, 커뮤니티 시설 등 주민편의시설과 조경시설물 설치로 파편화된 자투리 공간으로 조사되었다. 때문에 인공지반을 갖는 녹지패치의 전체면적은 가장 많지만, 단위면적은 가장 작은 특징을 가진다. 최소 2~3m^2(A와 C블록)

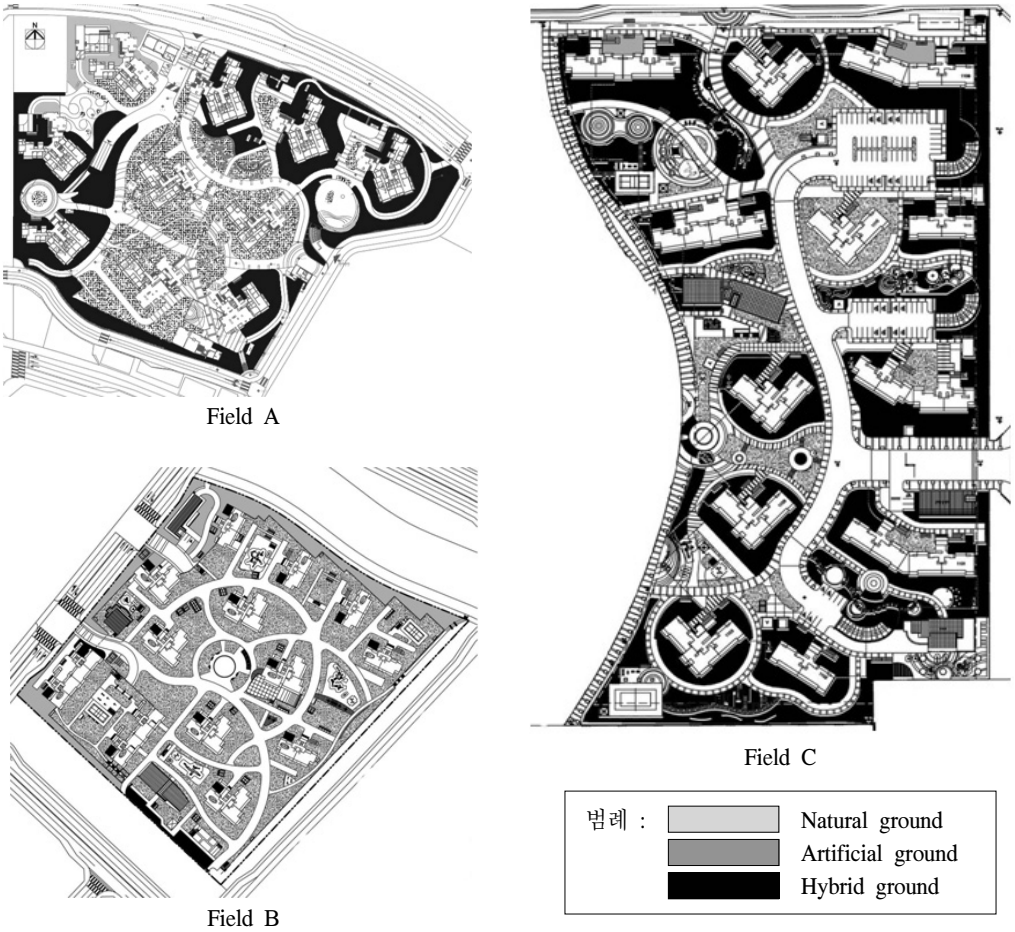

Figure 2. Classified green space patch's ground types for each field (source: author).

의 면적과 모서리를 갖는 다각의 패치형태 교목 식재가 사실상 불가능하여 대부분 지피류(주로 잔디)로 처리되는 것으로 조사되었다. 따라서 인공지반을 갖는 녹지패치에 최소식재가 가능한 일정규모이상이 확보 가능하도록 시설물 배치계획 시 녹지파편화에 대한 검토가 필요하다.

반면, 자연지반과 인공지반이 연계된 혼합지반을 갖는 녹지패치의 경우, 평균 개소 수는 적으나 조성 면적 비율이 가장 높아, 개당 평균 면적이 가장 큰 것으로 나타났다. 이들 녹지패치는 단지외곽부의 자연지반과 단지 내 도로와 보도로 구획되는 인공지반 녹지와 연계되기 때문에 단지 외곽부를 따라 면적으로 분포하는 특성을 갖는다. 그 점유비율은 단지 동선계획과 매우 관계가 높다. 실제 단지 내 순환동선을 갖는 A대상지의 경우, 내부 순환동선 외곽부가 대부분 혼합지반 패치로 조성되나, C대상지와 같이 단지 내 통과동선형태로 조성된 경우 지구 대부분이 혼합지반 패치로 형성되고 있음이 확인되었다. 때문에 혼합지반을 갖는 녹지패치는 가장 큰 면적을 갖고 있는 것으로 조사되었다. 이처럼 혼합지반의 경우, 인공지반 면적비율이 포함되기는 하나, 궁극적으로는 자연지반과 연계되므로 식재층에 침투된 우수 등이 자연지반으로 연계처리 가능한 사항을 고려한다면, 인공지반을 갖는 녹지패치와는 차별화된 효과가 기대된

Table 3. Number of tree's size and leaf types by patch's ground types.

Patch's ground types / root's types		Size of tree (R)			Leaf type (no. of tree)			Note
		Min.	Max.	Avg.	Broadleaf	Evergreen	Sum.	
Artificial	Deep	8	50	14	1,105	808	1,913	
	Shallow	8	35	11	521	121	642	
	Avg./Sum	8	50	13	1,626	929	255	
Natural	Deep	8	40	13	232	397	629	
	Shallow	8	15	9	48	109	157	
	Avg./Sum	8	40	12	280	506	786	
Hybrid	Deep	8	40	12	1,515	1,151	2,666	
	Shallow	8	15	10	885	607	1,492	
	Avg./Sum	8	40	11	2,400	1,758	4,158	
Total (Avg./Sum.)		8	50	12	4,306	3,193	7,499	

다. 따라서 대규모 지하통합주차장 조성으로 부득이 발생되는 인공지반 상부의 녹지패치를 최대한 자연지반 녹지패치와 연계하는 방안이 계획적 관점에서 사전 반영되는 것은 매우 중요하다. 그러기 위해서는 인공지반 상부 녹지가 최대한 자연지반과 연계 가능하도록 동선 및 시설물 배치계획이 고려되는 등, 관련계획과의 연계 방안이 선제되어야 한다.

한편, 자연지반을 갖는 녹지패치는 공동주택 전체면적의 평균 12%수준으로 조사되었다. 이는 사업지구 자연 지반율이 평균 14%수준임을 감안할 때 대부분이 여기에 해당한다. 이들 녹지패치는 단지 외곽부에 한정되어 좁고 긴 선형태로 조성되고 있었다. 녹지패치의 폭은 건축한계선에서 사업지구 경계부까지 최소 약1~2m^{2}의 범위로 조성되며, 단지 내 단차를 조정하기 위한 옹벽이나 건축동과 같은 인위적 구조물에 의해 단지내부의 녹지와 단절되는 특징을 가진다. 자연지반을 확보하기 위한 다양한 노력이 시도되고 있으나, 대규모 지하통합주차장이 조성되는 공동주택의 경우, 이들 녹지가 건축물과 구조물에 의해 단절된 독립된 녹지로 조성되고 있는 현황은 시사하는 바가 크다.

이상과 같이, 공동주택의 조경공간은 자연지반, 인공지반, 그리고 자연지반과 연계된 인공지반의 혼합지반이 존재하며, 혼합지반이 가장 큰 녹지패치 면적을 가지고 인공지반이 가장 작은 녹지패치 면적을 갖는 것으로 나타났다. 자연지반은 타 지반과 연계되지 못하고 단독적으로 단절된 형태로 조성되는 문제점도 지적되었다. 이처럼 안정적 식재 공간 확보를 위해서는 녹지패치의 최소면적 확보 및 인공지반과 자연지반과의 지반 연계를 위한 계획적 검토가 단지 토지이용계획단계에서 동선계획과 조경시설물 배치계획 등에서 녹지 패치 규모와 지반특성을 고려하여야 한다.

4. 공동주택 지반유형별 식재계획 특성

조경 공간 녹지패치의 지반특성별 식재특성을 조사한 결과, 지반특성과 무관하게 심근성 수종이 주로 식재되고 있다. 낙엽교목은 혼합지반과 인공지반에, 그리고 상록교목은 자연지반의 식재비율이 높았다. 또한 수목규격은 최소 R8에서 최대 R50의 범위를 가지며 평균 R12로 조사되어 대부분 R10전후의 규격이 식재되고 있다. 이들 수종은 자연지반과 혼합지반보다 인

공지반에 다소 큰 수종을 식재되는 것으로 조사되었다. R30이상의 수목도 390주(5.2%)가 식재되었는데, 그 중 304주(4.1%)가 인공지반에 식재되었고, 또 그 중 274주(3.7%)가 소나무로 대표되는 대형 심근상록교목으로 조사되었다. 이는 최근 공동주택의 특화를 위한 대형목 식재 증가에 의한 결과로 해석된다. 그리고 지반유형별 식재특성이 뿌리근 특성을 고려하지 않는 것으로 조사되었다. 모든 지반유형에서 심근성 수종의 식재비율이 높았다. 향후 공동주택단지의 지하 활용 요구가 증가되고 있는 경향을 고려하면, 공동주택 조경공간의 인공지반면 증가는 당분간 지속될 것으로 예상된다. 따라서 안정적이고 지속가능한 식재환경 조성을 위해서는 공동주택 인공지반의 최소 생육 토심 확보방안이 수립되어져야 한다. 그러기 위해서는 토심조건을 고려한 적정 수목 규격 선정 및 뿌리근 속성을 고려한 적정 수종 선정 등에 대한 기준 검토가 필요하다.

다음으로, 지반유형별 식재수종을 조사하였다. 그 결과, 인공지반을 갖는 녹지패치가 주로 입지하는 단지중앙부는 주로 단지특화와 경관적 효과를 고려하여 대형목의 다양한 수종이 도입되고 있었다. 식재빈도가 높은 수종은 소나무(*Pinus densiflora)*, 대왕참나무(*Quercus palustris*), 팽나무(*Celtis sinensis)*, 느릅나무(*Ulmus davidiana* var. *japonica)*, 홍단풍(*Acer palmatum var. sangaineum Nakai)* 등이다. 반면, 자연지반을 갖는 녹지패치는 단지외곽 경계를 따라 위치하며, 혼합지반을 갖는 녹지패치의 자연지반은 단지 외곽부 보행자도로변에 따라 입지한다. 때문에 이들 수종은 단지 경계 식재 및 단지 내부 보행로변 녹음수로 활용되는 수종 비율이 높았다. 은행나무(*Ginkgo biloba*), 느티나무(*Zelkova serrata*), 스트로브잣나무(*Pinus strobus)*, 전나무(*Abies holophylla)*등이 이에 해당한다.

마지막으로 뿌리근 특성을 조사한 결과, 대부분 심근성 수종 식재비율이 높고 인공지반에 적합한 천근성 수목 식재비율은 낮은 것으로 나타났다. 단지에 도입된 수종도 심근성에 비해 천근성 수종의 종류는 한정되어있는 것으로 조사되었다. 특히 천근성 상록 교목은 가이즈카향나무(*Kaizuka Variegata*)나 측백(*Juniperus chinensis)* 등이 밀식형태로 단지 외곽부 및 단지 내 인공시설물 차폐를 위해 다량으로 식재된다. 반면, 천근성 낙엽 교목은 주로 열매를 갖는 과실수 위주의 수종들이 식재되고 있었다.

5. 공동주택 인공지반 최소 생육 토심 조치 특성

공동주택 단지 내 조경 녹지 공간 중 인공지반에 식재된 조경 수목을 대상으로 최소 생육 토심 확보 현황을 조사하였다. 조사방법은 식재수종의 규격에 필요한 뿌리분 크기를 계산하여 최소 생육 토심을 산정하고, 준공도면과 현장조사를 통하여 확보여부 및 조치현황을 조사하였다. 현장조사는 2013년 10월과 2014년 6월, 3차례에 걸쳐 수목규격과 부족 토심 조치현황에 대하여 전수 조사하였다.

그 결과, 기본 토심 외 추가 토심 조치 유형은 마운딩, 플랜터, 플랜터와 마운딩, 조경석과 마운딩, 4가지로 조사되었다. 마운딩 유형은 녹지패치의 면적을 활용하여 부족 토심 분을 성토하는 방식으로, 어디서나 적용 가능한 가장 일반적인 형태이다. 반면, 녹지패치 면적이 작은 휴게 공간 또는 놀이터 주변 등 파편화된 독립 녹지에서 깊은 토심이 부족한 경우에는 인위적 구조물을 활용한 플랜터로 조치하는 것으로 조사되었다. 그리고 녹치패치가 연계되어 일정면적을 가지나 녹지 폭이 협소한 경우, 주로 대형교목이 군락으로 식재되는 데, 이 경우 플랜터와 마운딩이 활용되는 것으로 조사되었다. 다음으로 조경석과 마운딩 유형도 대형교목의 군락식재가 이루어지기도 하나, 단지내부 초점식재를 위한 대형목이 위치하는 넓은 녹지패치에 주로 사용되며 추가토심조치는 물론 경관적 관점의 고려가 필요한 지점에 주로 조치되는 것으로

Table 4. A planting tree species by patch's ground types.

Patch's ground types	Root's types	Broadleaf type	Evergreen type
Artificial	Deep	*Acer palmatum var. sangaineum Nakai, Celtis sinensis, Acer palmatum Thunb, Acer palmatum, Acer buergerianum, Prunus yedoensis, Cornus officinalis, Cornus kousa, Acer triflorum, Magnolia denudata, Lagerstroemia indica, Magnolia kobus, Koelreuteria paniculata Laxm, Metasequoia glyptostroboides, Quercus palustris, Zelkova serrata, Diospyros kaki*	*Abies koreana, Pinus densiflora for. multicaulis, Pinus parviflora, Pinus densiflora, Pinus strobus, Abies holophylla, Taxus cuspidata*
	Shallow	*Prunus persica, Zizyphus jujuba var. inermis, Sorbus commixta, Prunus mume, Chaenomeles sinensis, Fraxinus rhynchophylla, Prunus armeniaca var. ansu, Chionanthus retusus, Prunus salicina, Sophora japonica, Malus pruntifolia,*	*Juniperus chinensis, Thuja occidentalis, Kaizuka Variegata*
Natural	Deep	*Acer palmatum Thunb, Acer palmatum, Ginkgo biloba, Prunus yedoensis, Cornus officinalis, Cornus kousa, Acer triflorum, Lagerstroemia indica, Magnolia kobus, Koelreuteria paniculata Laxm, Metasequoia glyptostroboides, Zelkova serrata, Acer mono*	*Pinus parviflora, Pinus densiflora, Pinus strobus, Abies holophylla, Taxus cuspidata*
	Shallow	*Prunus salicina, Betula platyphylla, Prunus mume, Zizyphus jujuba var. inermis, Prunus persica, Prunus armeniaca var. ansu*	*Juniperus chinensis, Thuja occidentalis*
Hybrid	Deep	*Celtis sinensis, Acer palmatum Thunb, Acer palmatum, Betula platyphylla var. japonica, Ginkgo biloba, Prunus yedoensis, Cornus officinalis, Crataegus pinnatifida, Cornus kousa, Acer triflorum, Lagerstroemia indica, Magnolia kobus, Koelreuteria paniculata Laxm, Metasequoia glyptostroboides, Sorbus commixta, Quercus palustris, Zelkova serrata, Diospyros kaki, Ulmus davidiana var. japonica, Acer mono, Cercidiphyllum japonicum*	*Abies koreana, Pinus densiflora for. multicaulis, Pinus parviflora, Pinus densiflora, Pinus strobus, Abies holophylla*
	Shallow	*Prunus salicina, Betula platyphylla, Prunus mume, Zizyphus jujuba var. inermis, Prunus persica, Prunus armeniaca var. ansu, Chaenomeles sinensis, Fraxinus rhynchophylla, Malus pruntifolia*	*Juniperus chinensis, Thuja occidentalis, Kaizuka Variegata*

* The source of classified trees by root type: The Korean Institute of Landscape Architecture. 1988. Landscape Plants, Kimoondang. 357-362.

조사되었다.

3개 대상지의 인공지반에 식재된 총 7,499주를 대상으로 최소 생육 토심 조치현황을 조사한 결과, 최소 생육 토심 만족율은 98%로 조사되었다. 만족된 유형을 살펴보면, 현장에서 10cm 이내 범위에서 조치하여 만족된 유형(현장만족)이 59%로 가장 높고, 다음은 법적 기본 토심(90cm)으로 만족된 유형(계획만족)이 36%, 그리고 추가 토심조치에 의해 만족된 유형(조치만족)이 3%이다. 이처럼 지하주차장 상부 인공식재지반은 수목규격 R10전후로, 법적 기본 토심(90cm) 범위 내에서 최소 생육 토심이 만족하는 것으로 분석되었다. 특히 현장에서 조치 가능한 범위(10cm이내)가 최소 생육 토심 만족율에 큰 영향을 주는 것으로 파악되었다.

다음으로 추가 토심조치 유형을 살펴보기 위

a. Mounding b. Planter c. Planter&Mounding d. Mounding&Stone

Figure 3. An additional soil depth types in apartment underground parking lot.

Table 5. A measure results of minimum soil depth for growth by patch's ground types.

Ground types (number of tree)		Fit				Un-fit	Sum
Patch	Tree	Plan	Natural Ground	Site-action	Add-action	Add-action	
Artificial		637		1,666	109	153	2,555
Natural			786				786
Hybrid	Artificial	1,059		1,131	23	63	2,276
	Natural		1,882				1,882
	Sum	1,059	1,882	1,131	23	63	4,158
Total		1,696	2,668	2,797	132	206	7,499

Table 6. A measure results of minimum soil depth for growth by add soil depth types.

		Add soil depth type (number of tree)					
		No-action	Mounding	Planter & Mounding	Mounding & Stone	Planter	Sum
Fit	Basic soil depth	1,696					1,696
	Natural	2,668					2,668
	Site action	2,979					2,797
	Add-action		46	13	73		132
Un-fit	Add-action		194	4	7	1	206
Total		7,161	240	17	80	1	7,499

하여, 추가 토심조치가 이루어진 338주(전체 식재량의 4%)를 분석한 결과, 조경석과 마운딩이 조합된 유형의 만족율이 42%(132주)로 가장 높았고, 다음으로 마운딩 단독 유형, 플랜터와 마운딩이 조합된 유형 순으로 높았다. 이러한 추가 조치에도 불구하고 최소 생육 토심이 미 만족된 수목은 206주, 58%에 달하였으며, 대부분 마운딩 유형이 적용된 것으로 조사되었다. 이처

럼 부족 토심에 대한 추가 조치를 취했음에도 불구하고 조치 만족율이 낮은 결과는, 필요한 토심에 따른 적절한 조치유형 선택이 이루어지지 않았음을 의미한다.

1) 기본 토심 최소 생육 토심 부족 수목의 추가토심조치 특성

법적 기본 토심에서 최소 생육 토심이 만족되지 않는 수목이 총 338주로, 혼합지반보다 인공지반이 74.6%로 더 많은 것으로 조사되었다. 이들 수목에 적용된 토심조치 형태는 마운딩 유형이 67.9%로 가장 많았고, 다음으로 조경석과 마운딩 유형(25.0%), 플랜터와 마운딩 유형(6.7%), 그리고 플래터(0.4%)의 순이다. 혼합지반의 토심부족 수목에 대한 조치형태도 가장 많은 조치가 이루어진 유형은 마운딩 유형으로 80.2%이며, 그 외로는 조경석과 마운딩 유형(19.8%)로 조사되었다. 이처럼 지형과 상관없이 마운딩 유형이 가장 많이 조치되고 있다. 반면, 인공지반의 4가지 유형의 조치유형이 조사된 반면, 혼합지반에서는 2가지 유형만 존재하였다. 특히 조치유형 중 플랜터가 조성된 유형은 식재계획단계에서 추가 토심과 하중 등, 타 공종과의 협업이 필요한 점을 고려하면, 마운딩, 조경석과 마운딩 유형보다는 계획적이며 적극적인 조치형태이다. 따라서 공동주택 조경공간의 경우, 자연지반과 연계된 혼합지반을 갖는 녹지패치보다는, 인공지반을 갖는 녹지패치의 토심은 계획단계에서 토심조건이 고려되고 있는 것으로 판단된다.

그리고 추가 토심 조치에 따른 최소 생육 토심 만족 현황을 조사한 결과, 추가 조치만족율은 39%의 낮은 수준으로 이에 대한 개선이 필요한 것으로 나타났다. 그 중에서도 조치 만족율이 높은 조치유형은 조경석과 마운딩, 플랜터와 마운딩 2종류이다. 반면 추가 조치에도 불구하고, 최소 생육 토심을 만족하지 못하는 수종은 총338주 중 206주, 61%를 점하고, 이들 대부분은 지반특성과 무관하게 마운딩만 조치되고 있었다. 마운딩 유형은 필요 토심을 확보하기 위한 녹지패치의 물리적 조건이 만족되어야 함에도 불구하고, 조치의 간편성 및 용이성 때문에 계획적이지 않은 즉흥적 조치로 그 효과가 저조하다. 따라서 토심 조치 깊이에 따른 적절한 조치 유형이 적용되도록 계획단계에서의 세밀한 검토가 필요하다.

다음은 법적 기본 토심을 초과하는 수목 규격의 식재로 부족 토심 범위가 법적 기본 토심보다 더 많이 요구되고 있는 것으로 밝혀졌다. 조사결과, 추가 조치로 만족된 타입은 평균 R30의 수목 규격으로 평균 150cm의 최소 생육 토심을 필요로 하나, 평균 176cm의 토심으로 조성되어 26cm 초과하고 있었다. 반면, 추가 조치에도 불구하고 최소 생육 토심이 만족되지 못한 타입은 평균 R32의 수목규격으로, 평균 159cm의 토심을 필요로 하나, 실제 확보된 토심은 평균 159cm로 평균 42cm가 부족한 것으로 나타났다. 특히, 토심을 만족하지 못하는 경우, 수목 규격이 최대 R51까지 식재되고, 최소 생육 토심이 최대 240cm로, 부족 토심이 최대 140cm까지 달하고 있어, 토심 부족 현황은 심각한 수준으로 조사되었다. 최소 생육 토심을 고려하지 않은 식재는 수목의 지속가능한 생존의 위협적인 요소가 될 것이며, 지지부가 약한 식재는 바람이나 성장에 따른 전복사고 등 안전적 문제의 위협요소가 되기도 한다. 때문에 단지 내 식재되는 대부분의 수목이 추가 토심 확보방안을 강구하여야 하며, 특히 R30을 넘는 대형목의 경우 필수불가결한 조건이 된다. 그럼에도 불구하고 최종적으로 최소 생육 토심이 만족하지 못하는 부족 토심 범위 폭이 법적 기본 토심 범위를 상회하고 있는 실정이다. 이러한 결과는 공동주택 단지 내 현행 식재계획은 토심의 허용 용량을 벗어난 과도한 식재계획에 대한 제고의 필요성을 시사하고 있다.

마지막으로 추가 토심 조치 유형별로 최소

Table 7. An additional soil depth of unfitted basic soil depth for growth.

		Sum of tree's (no.)	Tree size (avg, R)	Min soil depth (avg, m)	Action soil depth (avg, m)	Add soil depth (avg, m)
Fit		132	30	150	176	26
	Artificial	109	30	150	178	29
	Hybrid	23	31	152	167	14
Un-fit		206	32	159	118	-42
	Artificial	143	33	161	118	-43
	Hybrid	63	32	155	117	-38
Total		338	32	156	141	-15

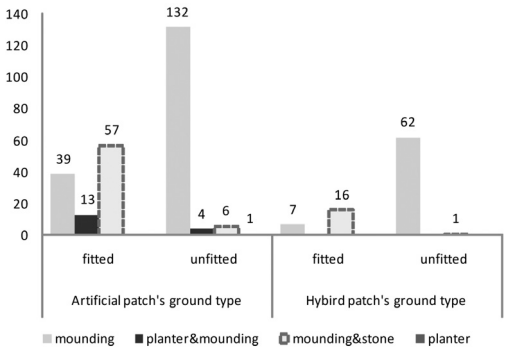

Figure 4. An additional measures soil depth by additional soil depth types.

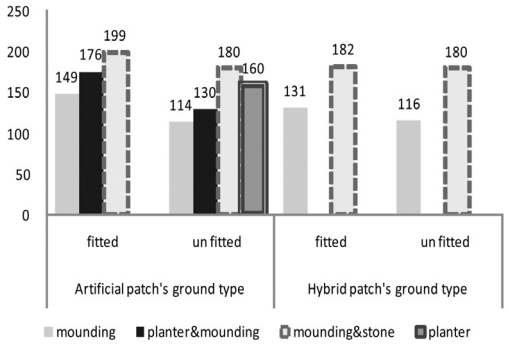

Figure 5. A site soil depth by additional soil depth types in apartment underground parking lot.

생육 토심 만족율을 분석하였다. 토심 만족 유형은 조경석과 마운딩 유형이 54.9%로 가장 높았고 다음으로 마운딩 유형이 35.3%로 높았다. 그러나 토심이 미 만족된 조치 유형도 70.2%로 마운딩 유형이 가장 높았다. 마운딩 유형은 조경 식재 당시 현장판단 및 신속한 조치가 용이한 이유로 가장 선호하는 유형이다. 그러나 바로 이 점이 오히려 계획적 검토를 간과하게 하는 요인으로 계획 설계 단계에서 구체적인 검토 및 계획이 이루어지지 않고 있다. 무엇보다도 마운딩 유형의 경우, 자연적 경사로 원하는 토심을 확보할 수 있는 녹지의 규모나 식재 위치 등의 조건이 만족되어야 한다. 그러나 실제로 현장 확인한 결과, 협소한 녹지 폭이나 가각부의 모서리 식재로 필요한 토심만큼 마운딩이 불가능한 경우들이 다수 존재하였다. 이처럼 마운딩 유형은 일정 이상 토심을 요구하는 대형목의 토심 조치에는 적절하지 않다. 따라서 토심 조치 지점의 공간적 여건을 고려한 적정 조치 유형 및 지점 선정 등 안정적 토심 확보를 위한 인공지반 토심 확보 계획이 필요하다. 또한 대형목의 토심 조치는 조경석이나 플랜터를 조합한 마운딩 유형의 도입이 바람직하다.

2) 최소 생육 토심 미 만족 토심조치 특성

추가 조치에도 불구하고 마지막까지 최소 생육 토심이 만족되지 못한 수종 206주에 대하여 추가 토심 현황을 조사하였다. 206주는 인공지반 식재 전체수량(4,831주)의 4.3%, 기본 토심 미만족 수목 식재량(338주)의 60.9%를 차지한다.

분석결과, 식재 지반 특성을 고려한 추가 토심 조치가 이루어지고 있지 않은 것으로 나타났다. 이는 근본적으로 식재 지반 특성을 고려한 식재계획이 이루어지지 않고 있음에 기인한다. 결국 인공지반으로서의 최적화된 식재계획이 고려되지 않았음을 보여준다.

다음은 부족 토심에 대한 추가조치유형을 살펴보았다. 그 결과, 마운딩 유형(94.2%)이 가장 많으나, 조치 토심 범위(평균 25cm, 최소 0cm, 최대 90cm)는 가장 낮아 부족 토심이 최대 140cm이 부족 하는 등 조치결과가 매우 낮은 것으로 조사되었다. 반면, 상대적으로 적극적인 토심조치 유형(플랜터, 플래터와 마운딩, 조경석과 마운딩)일수록 부족 토심이 감소하는 경향을 보인다. 추가 조치에도 불구하고 최소 생육 토심이 만족하는 못하는 경우의 대부분은 녹지 패치면적이 협소하여 필요 토심분의 마운딩이 불가하거나, 작게 파편화된 소규모 녹지 패치 내 식재되거나, 건축구조물과의 충분한 이격 거리 확보가 불가 하는 등의 경우이다. 따라서 인공지반 녹지패치 파편화 최소화를 위한 동선계획 및 시설물 배치계획이 계획단계에서 검토되어져야 하며, 필요로 하는 추가 토심 조치 가능한 조치유형과 식재 입지를 고려한 식재계획이 수립되어야 한다.

그리고 녹지패치 단위면적이 작을수록 플랜터와 조경석등 적극적인 토심조치가 적용되고 있는 반면, 녹지패치 단위면적이 클수록 미 조치되거나 마운딩의 소극적 토심조치로 최소 생육 토심 미확보 비율이 높은 것으로 조사되었다. 설사 녹지면적이 크다 하더라도 마운딩 조성 특성상 녹지 패치 내 지점에 따라 토심이 상이하다. 마운딩 최고지점의 토심이 만족하더라도 패치 외곽부의 마운딩이 낮아지는 지점에서는 토심을 만족하지 못하는 사례가 존재하였다. 이와 같이 작은 패치의 경우 토심에 대한 고려

Table 8. An additional soil depth of the last unfitted minimum soil depth for growth.

		Sum of tree (no.)	Patch area (m^2) (Avg, Min, Max)		Tree size (R)		Add need depth(cm)		Add action depth(cm)		Final lack depth (cm)	
Artificial		143	492.1		33		71		28		-43	
	Mounding	132	502.1	20.8	32	20	69	10	24	-10	-45	-5
				2,439.6		48		130		90		-120
	Planter & Mounding	4	123.0	10.2	38	30	90	60	40	40	-50	-20
				160.6		45		120		40		-80
	Mounding & Stone	6	601.3	601.3	40	39	100	100	90	90	-10	-10
				601.3		40		100		90		-10
	Planter	1	5.3	-	37	-	90	-	70	-	-20	-
				-		-		-		-		-
Hybrid		63	2,061.1		32		65		27		-38	
	Mounding	62	2,090.0	113.7	31	20	65	10	26	0	-39	-10
				3,819.2		51		150		70		-140
	Mounding & Stone	1	268.7	-	40	-	100	-	90	-	-10	-
				-		-		-		-		-
Total		206	972.0		32		69		28		-42	

가 보다 적극적으로 이루어지고 있는 반면, 규모가 큰 녹지패치의 경우 오히려 공간 지점별로 토심확보가 미흡한 것으로 나타났다. 따라서 인공지반의 토심 확보계획은 녹지패치 면적이 크다 하여도 토심확보계획이 수립되어져야 하며, 특히 마운딩 유형을 적용할 경우 지형 변화지점에서의 식재규격과 위치의 토심 적정성 검토가 시행되어야 한다.

III. 결과 및 시사점

이상과 같이 공동주택 인공지반 식재환경의 최근 변화여건을 고려한 식재계획의 개선방안에 대하여 검토하였다.

그 결과, 첫째, 공동주택 조경공간은 자연지반, 인공지반, 혼합지반 3가지 타입의 녹지패치가 존재하고, 면적 점유율은 혼합지반과 자연지반이 높고, 면적 개소 수는 인공지반이 가장 많았다. 둘째, 공동주택 조경 공간 식재계획은 인공지반의 특성을 고려하지 않는 것으로 조사되었다. 자연지반과 인공지반에 식재되는 수종이 유사하였으며, 토심을 고려하지 않은 수목 규격이 식재되고 있었다. 심지어 인공지반에 R30이상의 심근성 대형 수목(소나무, 느티나무, 팽나무 등)도 다수 식재되고 있었다. 이에 공동주택 조경 공간 특화를 위한 대형목 도입이 증가되고 있는 추세임을 감안하여, 인공지반 내 대형 교목 식재에 대한 계획적 대응이 필요함을 지적하였다. 셋째, 인공지반에 식재된 수종 대부분이 최소 생육 토심을 만족하는 것으로 조사되었다. 이들 수목은 R10 전후의 규격으로 법적 기본 토심(90cm)에 만족하였고, 그 외 대부분은 현장 대응 가능한 10cm이하의 토심 조치로 만족되고 있었다. 넷째, 추가 토심 조치는 작은 녹지패치에서 플랜터나 조경석과의 마운딩 조합 유형이 적용되어 조치 만족율이 높았던 반면, 면적인 넓은 녹지패치에 마운딩 유형의 적용은 만족율이 저조한 것으로 나타나, 이에 대한 개선이 필요하다. 마지막으로 최종적으로 최소 생육 토심이 부족한 수목은 평균 R32이상의 규격으로 평균 42cm, 최대140cm의 토심이 부족한 것으로 조사되었다. 특히 이 들 수목은 녹지패치 경계부에 식재되거나 근린시설과 인접된 작고 협소한 녹지패치에 식재되어 필요 토심까지 물리적으로 마운딩이 불가능한 것으로 조사되었다.

이와 같은 결과는 현행의 공동주택 식재계획이 지하주차장 도입 이전의 자연지반에 적용하던 식재경향에서 아직 전환되지 못하고 있음을 단적으로 시사하고 있다. 건축물의 옥상이나 벽면 등 특수공간의 녹화 시에는 고려되어지는 하중이나 수종, 규격 등에 대한 관점이 공동주택 지상부, 조경공간에서는 경시되고 있는 것으로 판단된다. 공동주택 조성 특성상 상대적으로 하중문제에 대해서는 자유롭지만, 오히려 토심에 의한 영향은 무시할 수 없는 현실이다. 현재 사업지구 80%이상이 지하주차장 구조물 상부로 인공지반인 공동주택의 현 실정을 고려한다면, 인공지반으로서의 식재환경 개선은 시급한 문제이기도 하다.

따라서 다음과 같이 공동주택 인공지반 식재환경 개선을 위한 제언을 하였다. 첫째는 인공지반 상부의 녹지패치가 지나치게 파편화되지 않도록 조경 공간 내 동선 및 시설물 배치계획 등 토지이용계획단계에서 녹지패치의 규격과 지반특성을 고려하여야 한다. 이 때 인공지반에 위치하는 녹지패치 면적을 최소화하고 가능한 자연지반과 연계되도록 고려하여야 한다. 둘째는 토심과 하중을 고려한 공동주택 인공지반 식재계획 기준을 수립하여야 한다. 과도한 규격의 수목 식재를 지양하고 토심 깊이를 고려한 뿌리근 특성에 맞는 수종 선택이 필요하며 충분한 토심이 확보되도록 조치하여야 한다. 셋째는 부득이 추가 토심 조치가 필요한 경우에는 추가 필요 토심 깊이에 따른 적정 조치유형이 선정되어야 한다. 녹지패치가 작거나 협소한 경우에는 플랜터나 조경석과 마운딩이 조합된 유형이 바

람직하며, 녹지패치가 큰 경우에는 패치전체의 마운딩 계획을 수립한 후 식재 지점에 대한 위치를 확인하고 개별적으로 필요한 지점에 조경석 등을 활용한 추가 조치계획 검토가 필요하다. 넷째, 마지막으로 넓은 면적을 갖는 녹지패치에 전면 마운딩을 계획하는 경우, 마운딩 가장자리에는 대형목 식재를 지양하여야 한다. 그럼에도 불구하고 식재가 필요한 경우에는 마운딩 가장자리 및 낮아지는 지점의 토심을 검토하여야 한다. 토심이 부족하다고 판단되는 경우에는 패치 경계부의 플랜터 계획 등 추가적 토심 조치방안이 반드시 보완되어야 한다.

다만, 본 연구의 분석대상지가 최소 토심 90cm를 기본 토심으로 하는 지구를 대상으로 분석하고 있다. 때문에 부족 토심의 구체적 조치토심은 사업지구별로 상이하므로 구체적 토심조치에 대한 범위해석에는 유의가 필요하다. 그러나 지하주차장이 확대 · 통합되고 있는 반면, 공동주택의 조경공간의 특화는 당연시되어지고 있는 최근 식재경향을 고려할 때, 본 연구의 결과는 토심의 한계를 갖는 공동주택 조경공간의 식재현황 및 문제점에 대한 인식과 개선방향에 대한 의미를 갖는 것으로 사료된다. 또한 본 연구는 수목 식재 시 최소생육토심기준의 만족여부를 판단하고 있어, 인공지반의 지속적이고 안정적인 생육환경 확보를 위한 개선방향과는 상이하다. 따라서 준공 후 안정적이고 지속적인 인공식재지반 녹지 환경 확보를 위한 시계열적인 수목생장 · 생육의 영향을 고려한 식재 개선방향이 제안될 수 있는 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

References

Cho SH · Lee KJ · Han BH. and No TH. 2010. Comparative Study on the Growth Condition of Landscape Woody Plants according to the Ground Structure of Apartment Complex, Incheon, Korea. Journal of Korean Society of Environment & Ecology.

Hong SR · Jeong DY and Shim SR. 2009.4. Characteristics of Planting Design according to Parking Lots Type in Muti-family Housing Complex. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture. 37(1): 43-49.

Jang HK · Ann GY and Lee EH. 2007.4 A Study on the Minimum Distance between Landscape Trees and Apartment Buildings. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture. 35(1): 1-8.

Jo SH · Lee KJ · Han BH and No TW. 2010. Comparative Study on the Growth Condition of Landscape Woody Plants according to the Ground Structure of Apartment Complex, Inchon, Korea, Pro. Journal of Korean Society of Environment & Ecology. 20(2): 154-158

Kim JH · Lee KJ and Kim JH. 2004. The Change of the Structure of Green Space by the Change of the Floor Area Ratio in Apartment Complex. Journal of Korean Society of Environment & Ecology. 18(1): 42-52.

Korea Land & Housing Corporation, 2013. Landscape Design Guidelines.

Korean Institute of Landscape Architecture. 2013. Landscape Architecture Planning Guidelines. 20(2): 154-158.

Korean Institute of Landscape Architecture. 1988. Landscape Plants, Kimoondang. 357-362.

Lee DW · Lee KJ · Han BH · Jang JH and Kim JY. 2012.8. Change of Green Space Arrangement and Planting Structure of Apartment Complexes in Seoul. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture. 40(4): 1-17.

http: //law.go.kr/ (National Legislation Information Center).