

# 공동주거단지 내 인공지반녹화의 미래예측에 관한 연구

## A Study on Forecasting the future of Artificial ground Greening in Apartment Complexes

박종훈\*                      양병이\*\*  
Park, Jong-Hoon              Yang, Byoung-E

### Abstract

Artificial ground greening has been developed gradually in accordance with increasing demands of out-door space in Apartment complexes. Nowadays other social demand, environmental load abatement, needs qualitative growth of artificial ground greening as well as quantitative growth. So the objects of this study would be seizing and analyzing changeable items in artificial ground greening in the future, and show drafting materials for the development of spheres in connected with artificial ground greening.

For this study, Delphi method was applied. First, three groups of panel, 48 people, were selected. Second, set up items of changes possible in the future from the first questionnaire and additional inquiry. Third, made up the second questionnaire of change possible in the future with Likert summated scale, and finally one way - ANOVA executed; independent variables were items of changes, and dependent variables were three groups of panel.

To conclude, although limits of this study, we could glance over general flows and changes in artificial ground greening, and discover items which are hardly changeable and necessary to change in present condition of artificial ground greening.

키워드 : 델파이 기법, 변화가능항목, 리커트 합산 척도법, 일원분산분석

Keywords : Delphi Method, Changeable items, Likert summated scale, One-way ANOVA

### 1. 서론

#### 1.1 배경 및 목적

국내 공동주거단지에서의 인공지반녹화는 1990년대 이후 외부 공간 녹화에 대한 주민요구도가 증가함에 따라 지속적인 발전을 거듭해왔다. 그와 함께 2000년대 들어 인공지반녹화가 가지는 환경부하저감((사)한국인공지반녹화협회,2008a)에 대한 역할과 도시 내에서 녹지를 제공할 수 있는 대안으로 대두되어 온 것이 사실이며, 이러한 수요의 증대로 인하여 가까운 미래에 국내 인공지반녹화의 양적인 규모는 점차 거대해질 것으로 기대된다. 그러나, 어느 분야를 막론하고 양적 규모에 못지않게 중요한 것은 질적 성장일 것이며, 이 점에서 아직 국내 인공지반녹화의 현실은 여러 가지 문제점을 내포하고 있다. 예를 들면 국내에서 제대로 검증기간을 거치지 않고 적용되고 있는 선진기술과 제품들, 이런 다양한 녹화기술들을 검증할 수 있는 표준화 지침 부재, 인공지반녹화의 특성상 필요한 건축물 또는 구조물과 조경이 융합되는 것에 대한

지식부족 등일 것이다. 이러한 인공지반녹화의 현실적 문제점들에 대한 개선과 사회·환경적 여건 변화에 인공지반녹화가 대응할 수 있는 방안을 연구해 보는 것은 저에너지 실현하고, 생태적인 공동주택단지를 실현하려는 노력(저에너지친환경공동주택연구단,2007)의 일환으로서도 필요하다고 판단된다. 또한 이러한 대응방안이 보다 효과적이기 위해서는 미래적 관점을 가지고 현재적 문제들과 변화될 요소들이 무엇인지 파악하는 것이 필요할 것이다.

이에 본 연구에서는 공동주거단지에서의 인공지반녹화가 사회·환경적 여건변화에 대응하기 위하여 무엇이 어떻게 변화할 것인지를 파악해 보고, 변화하기 위한 현실적 문제점은 무엇인지 파악하여 바람직한 인공지반녹화의 개발방향을 제시하는데 그 목적을 두고 있다.

#### 1.2 연구의 범위

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 사회과학에서 미래예측을 위해 전문가들의 의견을 수렴하는 델파이 방법(이종성,2006;황준구의,2004)를 적용하였다. 전문가 설문은 위한 패널의 선정범위는 관련분야 업역에 따라 경력 7년 이상인 교수, 연구원, 설계자, 시공자, 기술개발자 등이었으며, 48인을 선정하여 이들을 계획설계군, 연구군, 요소기술군으로 분류하였다. 설문조사는 전문가들의 의견을

\* 교신저자, 서울대학교 환경대학원 협동과정조경학전공 박사과정 (hoon73@snu.ac.kr)  
\*\* 서울대학교 환경대학원 교수 (yangb@snu.ac.kr)  
본 연구는 건설교통부 건설핵심기술연구개발사업의 연구비 지원 (06건설핵심 B02)에 의해 수행되었음

충분히 수렴하고, 합의를 도출하기 위하여 2차에 걸쳐 실시하였다. 1차는 개방형 설문으로, 2차는 1차 설문결과와 추가항목 도출을 통해 주어진 변화가능항목들을 리커트 5점 척도로 구조화하여 실시하였다. 변화가능항목에 대한 고찰을 위해 분류군별 합의정도를 알 수 있는 일원분산 분석법을 적용하였다.

시간적 범위로서 설문조사기간은 2008년 2월~6월이었으며, 연구기간은 2008년 1월~7월이었다. 공간적 범위는 공동주택단지 내 인공지반녹화로 설정하였다<sup>1)</sup>.

## 2. 연구방법

### 2.1 설문조사

#### 1) 패널선정

본 연구에서 인공지반녹화의 미래를 예측하기 위하여 적용한 방법은 합의적 델파이 방법으로서 전문가 집단의 판단이 유효하다는 가정 하에 이들의 판단을 구하는 방식이다(이종성,2006). 전문가 패널은 현재 마련된 표준화된 준거는 없으므로 패널변수가 델파이 기법의 신뢰도와 타당도에 영향을 미치는 요소<sup>2)</sup>를 고려하여 전문가를 선정하였다. 인공지반녹화는 여러 가지 요소기술이 접목되고 있으므로 관련 전문가를 선정함에 있어 우선 이들이 가진 전문성에 대한 분류를 실시하였다<sup>3)</sup>. 공동주거단지 건설시 참여하는 인공지반녹화 전문가 분류를 위하여 주된 업무들을 분석해 본 결과 3개의 분류군으로 나눌 수 있었는데, 우선 계획설계군(A)은 인공지반녹화가 포함되는 건설분야의 계획단계, 설계단계, 시공단계에 활동하는 전문가를 말하며, 연구군(B)은 인공지반녹화관련 연구자, 기술개발, 건설기술관련 연구자를 뜻한다. 요소기술군(C)은 공동주택 내 인공지반녹화를 주로 시행하는 기업체 대표 및 실무자를 중심으로 하였다. 여기에는 인공지반녹화에 소요기술들, 즉, 방수기술, 방근기술, 투수시트, 배수판, 배수골재, 식재용 인공토양, 식물, 시스템, 시공기술을 보유한 전문가들이 포함되었다.

작성된 목록을 토대로 학계, 업계, 연구계통에서 공동주택 관련하여 활발히 활동하고 있는 전문가들의 목록을 정리하여 최종 선정된 전문가 그룹은 표 1.과 같다.

- 1) 인공지반녹화는 적용공간의 형태에 따라 옥상녹화, 경사형 녹화, 벽면녹화 등으로 세분된다(건설교통부,2003). 공동주거단지 사례검토(저에너지친환경공동주택연구단,2007)로 파악해 보았을 때 주차장 상부녹화를 포함한 평면형태의 옥상녹화의 경우가 대다수를 차지하고 있으며, 벽면녹화 및 경사형 녹화의 사례는 미비하나 점차 적용 수요가 늘어날 전망이다(건설교통부,2003)이므로 위 세 가지 녹화분류를 포함한 개념으로서 인공지반녹화의 공간적 범위를 설정하게 되었다.
- 2) 패널의 대표성, 패널의 적절성과 자질, 패널의 책임 있는 관여, 반응의 독립성, 패널의 개인차, 무반응자의 특성 등이 있다(이종성,2006).
- 3) 한국의 인공지반녹화 분야가 아직은 도입 및 성숙기(건교부,2007)에 있기 때문에 기술개발과 활성화를 위해 공공성있게 활동하고 있는 (사)한국인공지반녹화협회의 전문가들이 인공지반녹화 각 분야에 대한 대표성 또한 있다고 판단하여 이들 중에서 패널을 선정하였으며, 분류군을 구성하는 인원수의 배분은 전체 전문가에서 해당분야에서 차지하는 비율로 하였다.

표 1. 패널 현황 및 분류

분류군	직위 · 직업	패널수
계획설계군(A)	건설사(차장급), 설계사(차장급)	24
연구군(B)	교수 및 국책 연구원(선임급 이상)	14
요소기술군(C)	회사대표, 관련실무자(차장급)	10
계		48

#### 2) 1차 설문 및 변화가능항목 도출

1차 개방형 설문은 2008년 3월 12일부터 3월 14일까지 총 48인에게 이메일로 배포하였으며, 4월 15일까지 33인에게서 설문지를 회수하여 회수율은 68.7%였다. 질문은 “향후 10년 동안의 인공지반녹화의 미래상이 어찌되겠는가?” 였으며, 1-5번까지 공란으로 나누어진 곳에 최대 5개의 의견을 기술토록 하였다. 주된 응답결과는 ‘녹화식물 재배기술’, 모듈형 녹화시스템 개발, ‘표준화를 위한 기술기준’, ‘표준화된 설계기술 및 지침’, ‘구조물 영향유무 평가기술’, ‘비용지원 방안’, ‘방수 및 방근 융합기술’, ‘모듈형 녹화시스템 사전생육기술’, ‘벽면녹화 용기형 기술’, ‘모듈형 녹화시스템의 단열성능 규명’, ‘우수유출 저감기술’, ‘도입기술의 국산화 추진’, ‘벽면녹화 패널형 기술’ 등이었다.

#### 3) 변화가능 추가항목 도출을 위한 고찰

2차 설문항목을 위하여 1차 설문결과에 추가되는 항목들을 선정하기 위하여 국내외 인공지반녹화 관련 연구 사례들을 수집 및 고찰하여 표 2.와 표 3.과 같이 목록화하였다<sup>4)</sup>. 중분류는 인용문헌의 소주제, 혹은 논문의 주제에 해당하며, 소분류는 인용문헌 및 논문의 연구내용에 해당하였다. 또한 국외 인공지반 관련 연구 사례들을 고찰하여 연구주제와 연구내용별로 목록화하였는데, 중분류는 인용문헌의 소주제, 혹은 논문의 주제에 해당하며, 소분류는 인용문헌 및 논문의 연구내용에 해당하였다. 인공지반녹화의 동향은 특허를 통해서도 알 수 있으며(이은희 외,2005), 국가별 특허출원 동향을 살펴보면 기술적인 동향을 판단할 수 있으므로 한국의 특허사례와 미국, 독일, 일본 등의 선진 특허동향에 관한 기존연구를 고찰하고, 이들이 분류한 기술들을 표 4.와 같이 목록화하였다.

표 2. 국내 관련 연구 목록화

중분류 (연구주제)	소분류 (연구내용)	출처	
		관련 문헌	관련 논문
법적제도화	생태면적률제도화	A	a,b,c
적용공간확대	녹화공간의 양적 증가	B	d,e,f
생태계적 연결성고려	소형 옥상녹화지 연계실행	C	g,h
	생태적 연결성 위한 건축물디자인	B	i,j,k
인식확대	기업간 상용화 기술개발 활발	D, E	
	시민참여형 녹지사업으로 발전	C	

- 4) 목록화를 위하여 건축도시연구정보센터, 한국학술정보, KISS, SAGE Journal online, Science Direct(Elsevier), Springerlink 등의 학술 및 문헌 검색사이트를 이용하여 ‘옥상녹화’, ‘벽면녹화’, ‘인공지반녹화’에 대한 키워드 검색을 실시하였다.

중분류 (연구주제)	소분류 (연구내용)	출처	
		관련 문헌	관련 논문
	유지관리 전문화	C	
표준화	품셈, 기술기준 정착	F, C	c
	녹화유형 분류체계 정비	C	f
	포장재 성능기준 확보		k,l
기술의통합	방수 및 방근기술 융합		m,n
	저수 및 배수 통합기능화	C	
정량화	우수유출저감기술	A, C	o,p,q,r
	구조물영향유무평가	B	s
국산화	도입기술의국산화	C	f,r,t
	모듈형녹화시스템 사전생육기술 확보	C	

(표 2. 계속)

출처<sup>5)</sup>: 각주 3) 참조

표 3. 국의 사례 목록화

중분류 (연구주제)	소분류 (연구내용)	출처	
		관련 문헌	관련 논문
제도적 기반확보	의무화 제도 마련	E	u, v, w, x
	보조금 지원 등의 방안 필요	E	x
에너지저감	평지붕 단열성능 향상을 위한 연구	E	y
	빗물재활용을 위한 기술개발	A, C	z
효용성연구	환경적효용에 대한 정량화	E	a', y
	경제적·사회적 효용에 대한 효과 연구	E	b', z, a', c'
탄소저감 효과	식재기반(토양)의 탄소저감 효과연구	C	d'
	적용식물의 탄소저감 효과연구	C	a'
시스템 성능발전	식물의생리 및 생태특성별 시스템개발	D, E	x
	생육에 적합하고, 유지관리 간편한 토양	C	e'
	건축물 생애주기 고려한 하부고려	C	f'

출처 : 각주 3) 참조

표 4. 국내외 특허분석 사례 목록화

중분류	소분류(단위기술)	출처
녹화식물 재배기술	저토심형 옥상녹화용 식물재배방식	E, t
	식물의 생육특성에 따른 재배방식	E, t
녹화용기 및 패널	요구되는 기능이 일체화 된 모듈형 시스템	E, t
	관리용이에 대한 필요성증가	E, t

출처 : 각주 3) 참조

5) 관련연구문헌출처(A-F), A:한국건설기술연구원(2005)a, B:(사)한국인공지반녹화협회(2008)a, C:(사)한국인공지반녹화협회(2008)b, D:저에너지친환경공동주택연구단(2007), E:저에너지친환경공동주택연구단(2008), F:한국건설기술연구원(2005)b  
 관련논문출처(a-z, a'-f'), a:이경재외(2007), b:박지은외(2007), c:서용철(2007), d:나혜영외(2006), e:이상호(2005), f:양병이(2004), g:김귀곤외(2004), h:김귀곤외(2000), i:정재용(2008), j:김자경(2007), k:송병화외(2005), l:한승호외(2006), m:문유석외(2007), n:권시원외(2007), o:이태구(2007), p:함정우외(2007), q:양병이(2007), r:장대희외(2005) s:김성수의(2006), t:이은희외(2005), u:송지영(2008), v:최정은(2007), w:이정형(2001), x:Frith(2003), y:B ass외(2003), z:D.Bradley외(2003), a':O'Donoghue(2007), b':Yok Tan외(2003), c':mothy(2007), d':Linda(2003), e':Spala외(2008), f':Carter(2007)

3) 측정척도 및 평점

2차 설문을 위한 측정척도는 변화가능성 척도와 희망척도로 나누었으며, 표 5. 와 같이 변화가능성을 표시하는 응답척도는 5단계로서 “거의 확실함”부터 “거의 불가능”으로 설정하였다. 희망을 표시하는 응답척도는 “꼭 필요함”부터 “필요없음”까지 4단계로 설정하여 찬성과 반대의 중간 입장을 취할 수 없도록 하였다.<sup>6)</sup> 평점은 변화가능성이 높을수록 높은 점수를 주고, 희망의 정도가 높을수록 높은 점수를 부여하였다. 또한, 소수의견란도 포함시켜 대다수의 의견과 달리하는 이유를 밝힐 수 있도록 하였다.

표 5. 2차 전문가 설문 응답척도

변화가능성 척도		희망척도	
변화가능성	척도(평점)	희망	척도(평점)
거의 확실함	1(5)	꼭 필요함	1(4)
대단히 가능함	2(4)	바람직함	2(3)
가능성 있음	3(3)	바람직 하지않음	3(2)
가능성 희박함	4(2)	필요없음	4(1)
거의 불가능	5(1)		

4) 2차 전문가 설문

1차에서 응답자가 5개 공란에 적었던 75개의 변화가능 항목과 추가 도출한 항목들을 분류하고 통합하여 표 6. 의 40개 항목으로 구성된 2차 설문지를 작성하였다. 1차 설문 때와 동일한 패널 48인에게 이메일로 전송하여 2차 설문을 실시하였으며, 2008년 5월 16일 현재 40인의 응답 결과가 회수되어 회수율은 83.3%였다. 계획설계군에서는 22인, 연구군에서는 10인, 요소기술군에서는 8인이 응답에 참여하였다.

표 6. 2차 전문가 설문항목

설문 번호	설문항목
1	생태면적률 제도화
2	인공지반녹화 의무화 제도 활성화
3	인공지반녹화 시장규모 급성장
4	표준화품셈기술기준 완료
5	대기업중기기업상용화기술개발
6	환경부하저감 효과의 정량화 연구 활발
7	기후변화대책 대응전략을 위한 정량화
8	중량형의 정량적 탄소저감효과 파악
9	저토심형 탄소집적률 높은 식물 시스템 연구
10	배수된 물처리와 담수 재활용 방안 연구
11	구조물 수명연장 규명
12	열성능 정량적 데이터를 통한 에너지 저감효과 산출
13	대규모 인공지반녹화 증가로 환경부하저감효과 높아짐
14	인접한 소규모 옥상녹화 물리적 연계로 연결성 높아짐
15	구조적 안정성 평가의 단계적, 장기적 평가수행
16	인공지반녹화의 표준화된 분류체계 마련

6) 희망척도를 4단계로하여 중간의견을 없앤 이유는 차후 결과 분석시 변화에 대해 찬성하는 집단과 반대하는 집단을 명확하게 구분하기 위한 것으로 찬성과 반대의 중간단계는 무의미하기 때문이다.

설문 번호	설문항목
17	구조물 기술발달(중량형 인공지반녹화기반 확대)
18	수목의 안정적 성장을 위한 인공토양 포장용수량 증가
19	인공토양 비용의 감소
20	국내 재생자원 인공토양 활용의 증가
21	방수 및 방근 융합기술 개발
22	표층도 및 자생 식생을 재활용하는 방법 활성화
23	실내조경 기술요구도 점차 증가
24	옥상의 구분이 사라지면서 생태적 영향도 높아짐
25	평면 뿐 아닌 입면녹화의 사례 지속적 증가
26	포트형 수목재배로 모듈화된 녹화시스템 각광
27	사전 생육형 녹화시스템 활성화 (시공성·유지관리성 향상)
28	건축물 디자인이 평면, 입면녹화가 가능하도록 변화
29	저도심형 옥상녹화 관수체계 개선
30	생태면적률 관련 포장재 기술기준 확보 (투수율, 흡수율, 밀도, 친환경 소재여부 등)
31	요소기술의 국산화
32	한국형 벽면녹화 모듈 개발
33	벽면녹화 적용대상지 확대 (민간담장, 공공건물, 주차장 램프)
34	배수를 위한 재료에서 저배수용 재료로 전환
35	인공지반녹화 조성목적이 이용중심에서 생태적 기능중 심으로 변화(유지관리 최소화와 연관)
36	인공지반녹화 유지관리 분야 신설 및 활성화
37	인공지반녹화지를 텃밭으로 활용(도시형 농업)
38	유지관리 목적의 대형점검구 설치(대규모 면적 녹화시)
39	인공지반녹화 유지관리 전문업체 활동
40	시민참여형 녹지확충사업의 일환으로 양적 증가지속

(표 6. 계속)

## 2.2 설문결과 분석방법

결과에 대한 통계처리는 SPSS for windows(SPSS Inc.(1989))를 이용하였다. 신뢰도는 델파이 방법에서 채택해 온 일반화 가능도 계수(이종성,2006)는 Cronbach  $\alpha$  계수와 동일하게 쓰일 수 있으며, 수치가 0.6 이상이면 신뢰성이 있으므로(노형진,2006), 전체 변수를 하나의 척도로 종합하여 분석할 수 있는지 여부를 판단하였다. 또한 변화가능성과 희망에 대한 피어슨 상관계수를 계산하여 응답자가 분리하여 응답하였는지 판단하였다.

각 분류군별로 변화가능항목에 대한 가능도와 희망정도가 어떤지를 판별하기 위하여 변화가능항목을 독립변수로 하고 분류군을 종속변수로 하는 일원분산분석<sup>7)</sup>을 실시하였다. 일원분산분석은 하나의 독립변수에 대하여 집단 간의 차이를 파악할 때 쓰이는 분산분석의 한 방법(채서일,2006)이므로 본 연구에서 집단 간의 차이를 나타내는 항목들은 어떤지 파악하기 위하여 채택한 분석방법이었다<sup>8)</sup>. 표본추출된 응답자의 분산이 모집단과 동일한가에 대한 분산동질성<sup>9)</sup>을 알아보고, 분산분석 결과에서

유의확률 p값이 유의수준 0.05 보다 작은 경우 변화가능항목에 대한 분류군 간의 유의한 차가 있으므로(노형진,2006) 분류군간의 합의에 도달하지 못한다고 판단하였다. 또한 변화에 대한 희망에서 집단간에 유의한 차와 집단간에 나타난 의견을 나타낸 항목들이 무엇인지 파악하였다. 분류군별 변수들의 분류군 전체 평균이 5점 만점에 4.00 이상인 경우 변화가능성 정도가 '높다'로, 3.00~3.99점의 경우 변화가능성 정도가 '보통'으로, 1.00~2.99점의 경우 '낮다'로 분류하고, 각 항목별로 집단간 변화가능할 평균 점수의 분포를 분석하였다. 낮은 변화가능성을 보인 항목들은 4간 척도로 된 희망에 대한 응답은 평균치에 따라 3.00 이상은 '찬성'으로, 3.00 미만은 '반대'로 분류하고, 각 항목별로 집단간 변화를 희망하는 평균 점수의 분포를 분석하였다. 아울러 수집된 소수의견에 대한 분석도 실시하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 신뢰도 및 변화가능성과 희망 간 유의성 검증

Cronbach  $\alpha$ 계수는 0.9525로서 응답의 신뢰도는 매우 높음을 알 수 있었다. 또한 변화가능도와 희망정도에 대한 피어슨의 상관계수(r)가 0.495로서 거의 상관없음에 근접하므로(노형진,2006) 응답자는 설문지 각 항목에 대하여 소망하는 미래와 가능한 미래를 대체로 분리하여 응답하였음을 알 수 있었다.

### 3.2 분산 동질성 검정으로 제외된 변화가능항목 고찰

분산의 동질성에 대한 검정에서 유의확률(p)값이 유의수준 0.05보다 작아서 분류군(표본집단)의 분산이 모집단의 분산과 다르게 판정된 변화가능항목들은 변화가능 예측의 경우 표 7.과 같이 3개 항목이, 변화에 대한 희망의 경우 표 8.과 같이 8개 항목으로 나타나고 있다. 변화가능 항목내용 중 '포트형 수목재배로 모듈화된 녹화시스템 각광'의 경우 표 7. 및 표 8.에 중복이 되어 총 10개 항목들이 분산분석 결과를 통한 종합적인 고찰에서 제외되었다. 그러나 이 항목 중 '포트형 수목재배로 모듈화된 녹화시스템 각광'의 경우 계획설계군(A)의 평균점수가 3.86, 연구군(B)의 평균점수가 4.09, 요소기술군(C)의 평균점수가 4.14로 나타나 가능성을 매우 높게 예측하고 있었으며, 변화에 대한 희망에서도 분류군 모두 찬성을 하고 있었다. '구조물 기술발달'의 경우는 계획설계군(A)의 평균점수가 3.13, 연구군(B)의 평균점수가 3.09, 요소기술군(C)의 평균점수가 3.14로 나타나 변화에 대한 가능성이 희박한 쪽으로 기울어 있음을 알 수 있었다. 표 8.에 의하면 변화에 대한 희망에 주로 비판적인 입장은 요소기술군(C)에서 취하고 있음을 알 수 있었다.

7) 독립변수와 종속변수의 관계를 분석하는 기법으로서 본 연구에서는 하나의 인자, 즉 분류군을 독립변수로 종속되는 설문항목들의 점수를 뜻함(노형진,2006)

8) 귀무가설  $H_0$  : 계획설계군(A), 연구군(B), 요소기술군(C) 모두의 의견이 같다 ; 대립가설  $H_1$  : 계획설계군(A), 연구군(B), 요소기술군(C) 중 적어도 하나의 분류군은 다른 의견이다.

9) 변화가능항목 중 모집단이 현재 표본집단과 동일한 분산인지의 가정을 충족시키는데 대한 분산동질성 검정에서 유의확률(p)보다 유의수준이 큰 변화가능항목에 대해서 귀무가설 채택여부를 판단하였다.

표 7. 변화가능 예측에서 제외된 변화가능항목

변화가능 항목내용	유의확률 (p값)	가능성 높게 예측한 집단	가능성 낮게 예측한 집단
인공토양의 포장용수량 증가	0.049	A,B,C	
구조물 기술발달(중량형 인공지반녹화기반 확대)	0.007	A,C	B
포트형 수목재배로 모듈화된 녹화시스템 각광	0.001	B,C	A

A : 계획설계군, B : 연구군, C : 요소기술군

표 8. 변화에 대한 희망에서 제외된 변화가능항목

변화가능 항목내용	유의확률 (p값)	변화찬성 집단	변화반대 집단
포트형 수목재배로 모듈화된 녹화시스템 각광	0.037	A,B,C	
기후변화대책 대응전략을 위한 정량화	0.034	A,B,C	
인공지반녹화 조성목적이 이용중심에서 생태적 기능중심으로 변화(유지관리 최소화 와 연관)	0.026	A,B,C	
인공지반녹화 유지관리 분야 신설 및 활성화	0.012	A,B	C
옥상의 구분이 사라지면서 생태적 영향도 높아짐	0.003	A,B,C	
배수를 위한 재료에서 저배수용 재료로 전환	0.001	A,B	C
사전 생육형 녹화시스템 활성화(시공성·유지관리성 향상)	0.001	A,B	C
환경부하저감 효과의 정량화 연구 활발	0.000	A,B,C	

**3.3 분류군간 유의한 차를 보인 항목**

변화가능성 예측에 대한 일원분산분석 결과에서 분류군간 유의확률(p)값은 0.085~0.987로 나타나며, 유의수준 0.05보다 모두 크므로 분류군간의 유의한 차가 나타난 변화가능항목은 없었다. 그러나 ‘인공지반녹화 의무화 제도 활성화(p=0.085)’, ‘표준화품질기준 완료(p=0.092)’ 등의 두 개 항목은 유의수준에 근접하였다. 희망정도에 대한 일원분산분석 결과에서 분류군간 유의확률(p)값은 0.025~0.943으로 나타나며, 유의수준 0.05보다 작은 유의확률을 가진 변화가능항목은 이미 분산동질성 검정에 의해서 제외된 항목으로서 ‘환경부하저감 효과의 정량화 연구 활발(p=0.038)’, ‘기후변화대책 대응전략을 위한 정량화(p=0.025)’ 등이었다. 이로써 분산동질성 검정에서 우선 제외된 10개 항목만을 제외하여 결과에 대한 고찰을 다음과 같이 실시하였다.

**3.4 변화가능성이 높은 항목에 대한 고찰**

미래를 예측함에 있어 30개 항목 중 높은 변화가능성을 보인 항목과 그에 따른 희망정도는 표 9와 같으며 가

능성이 높다고 예측한 변화는 ‘생태면적률 관련 포장재 기술 기준 확보’ 1개 항목으로 나타났다. 이 항목은 희망정도에서도 6위를 차지하고 있으므로 변화에 대한 가능성이 매우 높으며, 변화에 대한 희망정도도 높은 것으로 판단된다. 변화를 찬성하는 집단은 분류군 전체였으며, 변화를 반대하는 집단은 없었다.

현재 인공지반녹화시 주로 쓰이는 포장재는 독일 및 일본의 경우 경량화되어 있으며, 투수율이 높은 성능을 가진 재료가 쓰이고 있다(한국건설기술연구원,2005b). 한국의 경우 주된 소재가 침목, 고무블럭, ILP블럭 등의 불투수성 포장재료가 쓰이고 있다. 2009년부터 시행 중인 생태면적률의 적용에 있어 인공지반녹화에서 중요한 부분은 불투수포장면을 줄이는 것이므로(구자훈외,2007;신창숙외,2006) 향후 이들 소재가 강우시 투수율을 높이는 투수성 포장이 되는 방향으로 변화할 가능성이 매우 높다고 예측하고 있었다.

표 9. 높은 변화가능성을 보인 항목

변화가능성 순위	분류군 전체 평균	변화가능항목내용	희망 순위	변화찬성 집단	변화반대 집단
1	4.03	생태면적률 관련 포장재 기술 기준 확보(투수율, 함수율, 밀도, 친환경 소재여부 등)	6	A,B,C	

**3.5 변화가능성이 보통인 항목에 대한 고찰**

미래를 예측함에 있어 보통의 변화가능성을 보인 항목들은 총 29개 항목이며, 그에 따른 희망정도는 표 10과 같다. 대체적으로 변화가능성이 높을수록 희망의 순위도 높은 것을 알 수 있다.

보통의 변화가능성을 보인 항목들 중 ‘배수된 물처리와 담수 재활용 방안 연구’, ‘평면 뿐 아닌 입면녹화의 사례 지속적 증가’ 등이 변화가능성 순위 10위 내에 변화가능 순위도가 높은 항목들로서 공동주거단지 내 인공지반녹화가 빗물재활용과 관계가 깊어짐에 따라 배수 후 담수 및 활용방안에 대한 필요성도 증가할 것임을 알 수 있으며, 공동주거단지 내 공공공간의 경우 구조물디자인의 다변화로 다양한 형태의 인공지반에 녹화가 이루어질 것이라고 전망할 수 있다.

한편 변화에 대한 희망에 대해서는 분류군 전체가 찬성을 보이고 있었다. 이렇게 된 이유는 첫째로, 1차 개방형 설문을 통하여 전문가들의 의견을 제시한 결과가 2차 설문으로 대부분 만들어졌기 때문일 것이며, 둘째로, 현재 인공지반녹화 관련 전문가들이 가지게 되는 의견들이 비슷한 양상을 띄고 있음을 반증해주는 것으로 판단할 수 있다.

이에 반해 변화가능성과 희망정도가 상반되는 변화가능항목들이 있었다. 우선 변화가능성은 비교적 높은 반면 희망정도는 낮은 항목들은 ‘벽면녹화 적용대상지 확대’, ‘한국형 벽면녹화 모듈 개발’ 등이었다. 그 의미를 살펴보면 벽면녹화의 경우 생태면적률 시행에 따라 그 공간적

수요가 점차로 높아지고는 있으나 공동주택에 벽면녹화를 적용하는 것에 대해서는 아직 기술적인 근거가 부족하여 적용에 있어 현실적 한계가 존재하고 있는 것으로 해석되며, 해외기술을 한국화하고, 자생식물로 벽면녹화를 하는 것으로 현재의 벽면녹화 방식이 변화될 가능성은 높지만 그것이 얼마나 경제적, 기술적 타당성을 갖는지에 대해 전문가들이 의구심을 갖는 것으로 판단된다.

한편 변화가능성은 비교적 낮으나 희망정도가 높은 항목들은 ‘표준화품셈 기술기준 완료’, ‘표층토 및 자생식생을 재활용하는 방법 활성화’, ‘대규모 인공지반녹화 증가로 환경부하저감효과 높아짐’ 등이었다. 인공지반녹화의 표준화 및 그에 따른 품셈의 기술기준에 관하여는 희망정도가 제일 높아 전문가들이 무엇보다 필요로 하는 항목으로 판단된다. 또한 각 업체가 보유하고 있는 인공지반녹화시스템의 물리적, 화학적 기준 등이 유형과 데이터가 서로 다르며, 유형별 설계와 시공을 위해 표준화된 기준 등이 없어 인공지반녹화의 보편화와 시장확대에 한계를 가지고 있음을 반증하는 것으로 보인다. 표층토를 재활용하는 식재방식은 실제로 일본 공동주택 사례에서 등장하고 있으며(저에너지친환경공동주택연구단,2008), 공동주택 개발시 표토를 보관하였다가 식재시 복원하여 자생식물을 심는 것은 생태복원적 입장에서 볼 때 중요함에도(저에너지친환경공동주택연구단,2007;(사)한국인공지반녹화협회,2008b), 이러한 식재기법을 한국에 적용하는 것은 시기상조인 것으로 판단된다. 한편 전문가들이 ‘대규모 인공지반녹화가 증가로 환경부하저감효과가 높아짐’에 대해 변화가능성을 낮게 판단한 것은 경제적, 기술적 이유로 인하여 대규모 인공지반녹화가 조성되어 환경부하저감효과를 갖기에는 10년보다 더 긴 세월이 필요할 것이라는 것과 대규모 인공지반녹화와 환경부하저감효과에는 상관성이 그다지 높지 않을 수도 있는 것으로 해석할 수 있겠다. 반면 이 항목에 대해서 희망정도가 높은 것은 인공지반녹화도 자연지반녹화에서와 같이 환경부하저감에 효과를 충분히 가지고 있으며, 녹화면적이 많아질수록 그 효과는 더욱 높아질 것으로 기대되며, 또한 인공지반녹화 시장의 규모도 확대되기를 희망하고 있는 것으로 판단된다.

표 10. 보통의 변화가능성을 보인 항목

변화가능성 순위	분류군 전체 평균	변화가능항목내용	희망 순위	변화 찬성 집단	변화 반대 집단
2	3.875	배수된 물처리와 담수 재활용 방안 연구	3	A,B,C	
3	3.875	평면 뿐 아닌 입면녹화의 사례 지속적 증가	9	A,B,C	
4	3.875	건축물 디자인이 평면, 입면녹화 가능하도록 변화	13	A,B,C	
5	3.875	벽면녹화 적용대상지 확대(민간담장, 공공건물, 주차장 램프)	27	A,B,C	

변화가능성 순위	분류군 전체 평균	변화가능항목내용	희망 순위	변화 찬성 집단	변화 반대 집단
6	3.85	요소기술의 국산화	11	A,B,C	
7	3.825	한국형 벽면녹화 모듈 개발	26	A,B,C	
8	3.8	인공지반녹화 유지관리 전문업체 활동	14	A,B,C	
9	3.775	생태면적률 제도화	18	A,B,C	
10	3.775	방수 및 방근 융합기술 개발	4	A,B,C	
11	3.75	인공지반녹화 의무화제도 활성화	2	A,B,C	
12	3.75	실내조경 기술요구도 점차 증가	24	A,B,C	
13	3.75	시민참여형 녹지확충사업의 일환으로 양적 증가지속	7	A,B,C	
14	3.7	열성능 정량적 데이터를 통한 에너지 저감효과 산출	8	A,B,C	
15	3.675	유지관리 목적의 대형점검구 설치(대규모 면적 녹화시)	17	A,B,C	
16	3.65	구조적 안정성 평가의 단기적, 장기적 평가수행	12	A,B,C	
17	3.625	대기업중소기업 상용화 기술개발	20	A,B,C	
18	3.6	저토심형 탄소집적률 높은 식물, 시스템 연구	21	A,B,C	
19	3.6	대규모 인공지반녹화 증가로 환경부하저감효과 높아짐	10	A,B,C	
20	3.6	인접한 소규모 옥상녹화 물리적 연계로 연결성 높아짐	15	A,B,C	
21	3.6	표준화 분류체계 마련	23	A,B,C	
22	3.575	표준화품셈 기술기준 완료	1	A,B,C	
23	3.5	저토심형 관수체계 개선	25	A,B,C	
24	3.475	국내 재생자원 인공토양 활용 증가	16	A,B,C	
25	3.425	구조물 수명연장 규명	22	A,B,C	
26	3.4	인공지반녹화 시장규모 급성장	19	A,B,C	
27	3.4	인공지반녹화지를 텃밭으로 활용(도시형 농업)	28	A,B,C	
28	3.35	표층토 및 자생 식생을 재활용하는 방법 활성화	5	A,B,C	
29	3.225	중량형의 정량적 탄소저감효과 파악	29	A,B,C	
30	3.225	인공토양 비용의 감소	30	B,C	A

(표 10. 계속)

### 3.6 소수의견에 대한 고찰

소수의견은 전체 응답자 40인 중 2명이 제시하였으며, 계획설계군에 포함된 전문가였다. 주된 소수의견 내용 중 공동주거단지 내 인공지반녹화에 대한 의견들로는 ‘인공지반의 기술적 검토와 백업 데이터 필요’, ‘인공지반녹화에 대해 건축주, 건축설계가와 같이 공감할 수 있는 내용으로 기술적 근거 마련’, ‘인공지반녹화의 효과 중 사업권장 주체인 관, 수요 주체인 건축주, 설계가 등을 각자의

입장에서 충족시킬 수 있는 더 많은 구체적 근거 제시<sup>10)</sup>, ‘서울과 같이 인구밀집 지역에 필요’, ‘자기만의 정원으로 인공지반녹화를 이용할 것’, ‘친환경적인 소재사용 및 리사이클을 고려한 기술개발’ 등이었다. 이러한 내용들은 연구의 변화가능항목에서 포함하고 있는 내용들이었으나 다소 구별되는 것은 인공지반녹화를 한 곳과 하지 않은 곳을 비교하였을 때 에너지 절약 혹은 관리비용의 절약의 효과가 건축주나 시행주체에게 충분히 설명될 수 없다는 것이었는데 인공지반녹화 효과에 대한 정량화가 무엇보다 필요하다는 것을 알 수 있게 하였다.

#### 4. 결 론

본 연구는 미래 변화가능항목들을 델파이 기법을 통하여 조사 및 분석함으로써 전문가들이 예측하는 공동주거단지 내 인공지반녹화에 있어 변화가능항목들은 무엇인지 파악하고, 그 항목들의 변화가능성과 전문가들의 변화에 대한 희망정도를 서로 비교해 봄으로써 바람직한 인공지반녹화의 방향을 제시하는 것이 목적이었다.

패널을 선정한 후 1차 개방형 설문결과와 추가항목을 도출하여 최종 40개의 변화가능항목을 도출하였으며, 5점 및 4점 척도로 구조화된 2차 설문조사 결과를 얻었다. 이 결과를 분석함에 있어 모집단과 분산이 동일하지 않았던 10개 항목은 종합적인 결과고찰에서는 제외되었으나 그럼에도 내재하고 있는 의미는 무엇인지 고찰해 보았다.

30개 중 분류군간 유의한 차이를 보인 변화가능항목은 발견되지 않았다. 분류군 평균점수를 가지고, 높은 변화가능성을 가진 항목을 분석한 결과 ‘생태면적을 관련 포장재 기술기준 확보’가 단일항목으로 파악되었으며, 나머지 29개의 변화가능항목들은 보통의 변화가능성을 가진 것으로 파악되었고, 각각의 의미를 고찰하였다. 또한 2차 설문시 소수의견란에 첨가된 소수의견을 통하여 응답자가 가지고 있는 인공지반녹화의 변화 필요성에 대한 의견을 고찰하였다.

연구의 문제가 인공지반녹화 전반에 걸쳐 광범위하게 설정되었기 때문에 결과에 대한 분석이 보다 미시적이지 못하였으며, 패널로서 선정된 전문가는 인공지반녹화 관련 구성원을 층별로 임의 표집하였으나 추정결과는 인공

지반녹화 관련자 전체의견을 대표할 수는 없고, 다만 응답한 40명의 판단과 희망이라는 점이 강조될 필요가 있다. 2회에 걸친 설문지 조사에 3개월간의 시간이 소요되었다는 점과 분산비 및 표준편차비를 통하여 보다 정확한 합의와 수렴도를 산출하지 못한 점, 추정된 변화가능성 예측의 타당도를 검증할 수 있는 외적 준거나 모형을 개발하지 못한 점, 2008년 7월 이후 고유가에 의한 에너지 절약과 환경부하저감에 대한 새로운 인식이 생기기 전 조사가 완료되어 혹시 변화되었을 수 있는 전문가의 의견을 수용치 못한 점, 또한 공동주거단지에 거주하는 주민의 의견을 수렴치 못한 점 등이 델파이 방법을 적용한 본 연구의 한계였다.

그러나 이와 같은 한계가 있었음에도 본 연구는 시도되었던 목적을 일반적으로 만족하였다고 할 수 있는 몇 가지 증거를 제시할 수 있다.

첫째, 델파이 1차 개방형 질문과 추가항목 도출을 통하여 개발된 40개 항목은 공동주거단지의 인공지반녹화에 관한 가능한 변화를 전부 포함하고 있다고 할 수는 없으나 일반적인 흐름과 변화를 일견하기에는 충분한 것이었다.

둘째, 40개 항목 중에는 변화가능성 확률이 높은 것과 보통인 것, 희망하는 변화와 그렇지 않은 변화가 있었다. 그러나 그와 같은 변화를 희망하지 않고 있으나 변화가능성이 높은 항목과 희망하고 있으나 변화가능성이 희박한 항목을 발견할 수 있었다는 것은 의미 있는 일이었다.

셋째, 미래예측을 통해서 현재 인공지반녹화가 필요로 하고 있는 변화들을 반추해 볼 수 있었다는 것이다. 본 연구에서 개발한 항목들은 소수의견에 대한 고찰에서도 강조되었다시피 인공지반녹화의 여러 분야에서 설계가, 시공자, 혹은 연구자, 개발자 등의 실무자들이 부딪히는 현실적 문제이며, 이를 해결하기 위한 방안들도 함께 논의되었다는 것이다.

넷째, 독일, 일본, 미국 등의 인공지반녹화 연구 및 사례검토를 통하여 개발된 변화가능항목들, 즉 환경부하저감에 대한 연구 관련 항목들은 시기상조라는 판단이 있었는지는 알 수 없으나 대부분이 종합적인 고찰에서 제외되거나 변화가능성과 희망정도에서도 낮은 순위를 보이고 있었다는 것이다.

본 연구를 통하여 인공지반녹화의 방향성을 찾고, 미래를 예측해 봄으로써 현실적이고, 효과적이고, 경제적인 질적 성장전략을 세우는데 필요한 데이터를 제시할 수 있을 것이며, 변화가능성이 높은 항목들은 장기적인 계획을 설정함에 있어 바람직한 경향을 제시할 수 있을 것이다.

향후 연구를 통하여 설문지 조사 횟수, 연구기간 및 패널의 수가 더 많이 확보된다면 보다 타당성과 신뢰도가 높은 연구를 할 수 있을 것으로 본다. 또한 변화가능항목들 중 미래에 변화를 저해하는 요인과 유해한 변화를 촉진하는 요인이 무엇인지 찾아보는 것과 아울러 다양한 인공지반녹화 공법들과 재료들을 표준화하기 위한 연구가 무엇보다 필요할 것이다.

10) 첫 번째, 옥상 우수활용에 대한 시스템적 데이터 필요하며, 옥상녹화에 따른 비오톱의 확대, 조류이동통로, 우수활용에 대한 정량화된 데이터가 필요한 실정임. 예를 들어 시가화 구역 몇%중에 몇%가 인공지반녹화가 되어 우수를 활용할 경우 우수의 총 몇 톤의 양이 어떻게 쓰일 수 있는지에 대한 데이터를 그 사례지로는 신도시, 택지개발지 등을 사례로 연구할 필요가 있음. 무엇보다 공익이 우선되는 측면에서 구체화되고, 정량화된 자료 축적이 필요함. 두 번째, 수요자측면에서는 건축주의 수익이 있다는 것을 느끼게 해주는 자료(옥상녹화의 건축비 절감효과, 관리비 절감효과)가 필요하며, 조류이동통로 또는 비오톱 증진의 경우 시행주체들(건축주 포함)은 실질적 손익이 없다는 관계로 인공지반녹화를 외면하거나 필요악으로 생각하게 됨. 세 번째, 건축설계자 또는 시공자측면에서 불 때 설계 및 시공상의 편의성이 제공되어야 하는데, 인공지반녹화 공정이 하나가 생기면서 기존의 건설공정에 추가되어 이를 귀찮아하는 설계자나 시공자가 많은 실정임.

참고문헌

1. 건설교통부(2003), 에너지 절약 및 생태환경개선을 위한 입체 녹화기법의 개발 및 상용화 연구, 건설교통부 상용화 기술개발 연구
2. 노형진(2006), SPSS에 의한 조사방법 및 통계분석, 서울, 형설출판사
3. 이종성(2006), 델파이 방법, 서울, 교육과학사
4. 저에너지 친환경 공동주택 연구단(2007), 1차년도 연차보고서, 건설교통부 건설핵심기술연구
5. 저에너지 친환경 공동주택 연구단(2008), 2차년도 연차보고서, 건설교통부 건설핵심기술연구
6. 채서일(2005), 사회과학조사방법론, 서울, 비엔엠북스
7. 한국건설기술연구원(2005)a, 복합기능 생태적 건물외피 조성 기술개발
8. 한국건설기술연구원(2005)b, 환경친화형 인공지반녹화 향상 소개개발
9. (사)한국인공지반녹화협회(2008)a, 도시 인공지반녹화의 생태계 복원을 위한 비전과 기술개발, (사)한국인공지반녹화협회 2008년도 정기총회 및 한일 국제세미나 자료집
10. (사)한국인공지반녹화협회(2008)b, 지속가능한 도시인공지반 녹화, 제3회 한일 옥상녹화기술 국제세미나 자료집
11. 권현교 · 신원섭 · 김재준(2003), 델파이 기법을 이용한 도시립면의 규명과 평가, 한국임학회지 Vol. 92, No. 4, pp.355-61
12. 구자훈 · 이은석 · 이주립(2007), 공동주택단지의 생태면적률 기준 설정에 관한 연구, 서울도시연구 Vol. 8, No. 3, pp.131-42
13. 김성수 · 徐京浩 · 김효열 · 강병희(2006), 건축물 옥상녹화에 따른 식재기반구성의 적재하중에 관한 연구, 한국건축시공학회 학술.기술논문발표회 논문집, Vol. 4, No.1, pp.85-90
14. 김자경(2007), 켄 양의 건축분석 통한 환경친화적 초고층 건축계획 요소에 관한 연구, 한국생태환경건축학회논문집, Vol. 7, No. 5, pp.3-11
15. 김현수 · 강재식(2001), 경량형 옥상녹화시스템의 우수 유출저감효과에 관한 실험연구, 대한건축학회 논문집(계획계), Vol.17, No.6, pp.161-8
16. 문유식 · 장상묵 · 홍채호 · 차운정 · 오상근(2007), 블록형 패널을 이용한 옥상녹화 하부시스템의 건축화 · 일체화 시공기술에 대한 실험적 연구, 한국건축시공학회 2007 발표대회
17. 서용철(2007), 도시열섬 완화를 위한 제도개선, 한국생태환경건축학회논문집 Vol. 7, No. 2, pp.17-23
18. 송병화 · 김승호 · 양병이(2005), 서울시 공동주택단지의 생태적 외부공간 조성을 위한 디자인 요소개발에 관한 연구, 한국생태환경건축학회 춘계학술발표대회논문집, Vol. 5, No. 1, pp.145-52
19. 송지영 · 김세용(2008), 도시 내 공원 확충을 위한 해외 입체 도시공원 사례에 대한 연구, 한국도시계획학회 2008년 춘계 학술대회 발표논문(일반인 세션), pp.533-43
20. 신창숙 · 이종국 · 김현수 · 장대회(2006), 공동주택 외부공간 조성에 따른 생태면적을 제고방안 연구, 한국생태환경건축학회 춘계학술대회자료집, Vol. 6, No. 1, pp.157-62
21. 양병이(2007), 미래도시와 도시재생을 위한 생태적 건설 패러다임, 지속가능발전을 위한 환경정책 국제심포지엄, 미래지속가능에코도시건축 GEST 2007
22. 윤용환 · 박봉주 · 김원태(2006), 일본의 옥상녹화 조성에 관한 동향 분석, 한국식물 · 인간 · 환경학회지 Vol. 9, No. 3, pp.27-32
23. 이정형 · 최윤경(2001), 일본 지자체에 있어 도시건축물 녹화 추진시책에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, Vol 17, No 2, pp.169-76
24. 이은희 · 강규이 · 나은정(2005), 옥상녹화기술의 특허출원 동향분석, 한국환경복원녹화기술학회지, Vol. 8, No. 1, pp.88-99
25. 이태구(2007), 주거단지에서의 빗물관리 방안에 관한 사례연구, 2007 한국생태환경건축학회 춘계학술발표대회논문집, Vol. 7, No. 1, pp.131-6
26. 장대회 · 김현수 · 이진호 · 문수영(2005), 역지붕 녹화옥상시스템[KICT-GRS2004]의 우수유출 특성에 관한 실험적 연구, 한국생태환경건축학회논문집, Vol. 5, No. 2, pp.11-8
27. 정재용 · 박훈(2008), 생태건축의 공간 특성에 관한 연구, 대한건축학회논문집, Vol. 24, No. 2, pp.261-72
28. 최정은 · 오덕성(2007), 독일 생태주거단지의 계획적 특성 분석, 한국생태환경건축학회 춘계학술발표대회논문집, Vol. 7, No. 1, pp.289-95
29. 한승호 · 강진형(2006), 생태면적을 제도기준에 해당하는 포장재의 성능분석, 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집, Vol. 6, No. 1, pp.169-74
30. 함정우 · 이태구(2007), 생태건축 사례분석을 통한 저에너지 주택설계 요소 도출, 한국생태환경건축학회 춘계학술발표대회논문집, Vol. 7, No. 2, pp.223-8
31. 황준구 · 이종인 · 이정명 · 조근태 · 조용근(2004), 원예분야의 델파이 기술예측조사, Kor. J. Hort. Sci. Technol. Vol. 22, No. 2, pp.242-250
32. R.T.O'Donoghue(2007), C2-C6 Background Hydrocarbon Concentration Monitored at a Roof Top and Green Park Site, in Dublin City Centre, Environ Monit Assess(2007) 132:491-501
33. Nigel Dunnett(2007), The dynamics of planted and colonising species on a green roof over six growing seasons 2001-2006: influence of substrate depth, Urban Ecosyst DOI 10.1007/s11252-007-0042-7
34. Timothy Carter(2007), Life-cycle cost-benefit analysis of extensive vegetated roof systems, Journal of Environmental Management 87(2008) 350-363
35. D. Bradley Rowe · Clayton L. Rugh · Nicholas VanWoert · Michael A. Monterusso · Don K. Russell(2003), Green roof slope, substrate depth, and vegetation influence runoff, Greening Rooftops for Sustainable Communities: Chicago 2003
36. Brad Bass · E. Scott Krayenoff · Alberto Martilli · Roland B. Stull · Heather Auld(2003), The Impact of Green roofs Toronto's urban heat island, Greening Rooftops for Sustainable Communities: Chicago 2003
37. Puay Yok Tan · Nyuk Hien Wong · Yu Chen · Chui Leng Ong · Angelia Sia(2003), Thermal Benefits of Rooftop gardens in Singapore, Greening Rooftops for Sustainable Communities: Chicago 2003
38. Linda S. Velazquez(2003), Modular Green Roof Technology: An overview of two systems, Greening Rooftops for Sustainable Communities: Chicago 2003
39. Mathew Frith · James Farrell(2003), Green Roof and the Urban Renaissance in Britain, Greening Rooftops for Sustainable Communities: Chicago 2003
40. A. Spala · H.S. Bagiorgas, M.N. Assimakopoulos, J. Kalavrouziotis, D. Matthopoulos, G. Mihalakakou(2008), On the green roof system. Selection, state of the art and energy potential investigation of a system installed in an office building in Athens, Greece, Renewable Energy 33(2008) 173-177
41. www.eltgreenroofs.com
42. www.kenetic.or.kr
43. www.land-archi.com
44. www.greengridroofs.com
45. www.greentechit.com
46. metro.seoul.kr/
47. www.springerlink.com
48. www.riss4u.net
49. www.auric.or.kr/
50. kiss.kstudy.com/
51. online.sagepub.com/

투고(접수)일자: 2009년 6월 26일  
 심사일자: 2009년 6월 29일  
 게재확정일자: 2009년 8월 12일