

남부지역의 특성을 고려한 상록벽면녹화 공법 개발

- 경남 통영시를 사례로 -

강호철* · 김광호** · 허근영*

*진주산업대학교 조경학과 · **주)그린조경

Development of Green Retaining-wall System with Native Evergreen Plants Corresponding to the Southern Region

- A Case Study of Tongyeong City in Gyeongsangnam-do -

Kang, Ho-Chul* · Kim, Kwang-Ho** · Huh, Keun-Young*

*Dept. of Landscape Architecture, Jinju National University

**Green Landscape Co., Ltd.

ABSTRACT

This study was carried out to investigate and propose a green-wall system with evergreen plants for urban greening of Tongyeong City. To achieve these goals, the requirements and possibilities for wall greening were investigated and evaluated considering the location, topography, and climate of Tongyeong City. Existing walls were analyzed and then a suitable green wall system is proposed.

Tongyeong City and its 151 islands covers the central and the southern parts of the Goseong peninsula. Most of the land is covered with hills and mountains; 43.9% of the land area has a slope greater than 15% and most hills and mountains near the urban area have a slope of more than 30%.

As a result of the topographical properties, concrete retaining walls can often be seen along the streets in urbanized areas. These retaining walls are not only unattractive, but they also create environmental problems, and thus should be replaced with native evergreen plants. Options for replacing the retaining walls include evergreen vine-plants such as *Hedera* spp. and *Euonymus radicans*, but native evergreen shrubs such as *Pittosporum tobira*, *Nandina domestica*, *Raphiolepis umbellata*, *Ilex cornuta*, *Ilex crenata*, *Fatsia japonica*, and *Aucuba japonica* may be a more attractive option.

Current wall conditions are unsuitable for planting vines, therefore, a reservoir-drainage-type plant box filled with a light artificial substrate is required for greening these concrete retaining walls.

These might be irrigated in the dry season and fertilized annually by an appropriate system. These plant boxes could be attached along the entire walls.

An experiment investigating effects of substrates and bark-chip mulching on the growth of *Hedera* spp. showed that the mixture of cerasoil and field soil(v/v, 4:6) was superior to field soil alone and to the mixture of perlite small grain, large grain, and field soil(v/v/v, 2:2:6). Bark-chip mulching tended to increase the growth of *Hedera* spp..

Key Words: Retaining Wall, *Hedera*, Mulching, Substrate, Tongyeong

I. 서론

서울뿐만 아니라 도시들의 과밀화와 고층화는 녹지면적의 감소와 불투수면적의 증가, 그리고 도시생태계의 파괴, 환경오염, 도시기후의 변화 등 생태적 문제를 초래하였다. 도시의 생태적 문제를 해결하는 지름길은 식물의 근원이 되는 토양과 물의 자연스런 순환체계 회복과 그 결과로 인한 도시 내 녹지면적의 확대일 것이다. 그러나 대지의 부족 및 높은 지가 등으로 도시 내부에 녹지공간을 확보하기란 상당히 어려운 실정이다. 따라서 도시 녹화를 위해서 옥상녹화, 지하주차장 상부 녹화, 발코니 간이화단 조성뿐만 아니라 벽면녹화에 대한 관심이 증가하고 있다(서울특별시, 2000).

사실상, 벽면은 도시화 지역에서 간파할 수 없는 녹화 대상 공간이라 볼 수 있다. 부지에 대한 건폐율 및 용적률을 2배로 하면 건평면적은 2배가 되지만 벽면의 면적은 3배가 된다(박용진, 1991b). 이와 같이 조성된 벽면들의 녹화는 소규모 식재공간만으로도 토지의 종적이용을 통하여 절대적인 식물의 총량을 증가시킬 수 있어서 녹지공간 확보와 유사한 효과를 기대할 수 있다(이은희와 김용아, 2000). 고층화로 인하여 건축물의 수직 면적이 지속적으로 증가하고 있는 도시에서 벽면을 이용하여 녹화를 시도한다면 도시환경을 효과적으로 개선할 수 있다. 이와 관련하여 박용진(1991a)은 입면녹화, 즉 벽면녹화의 중요성과 방안에 관하여 발표하였고, 진희선(1999)은 입면녹화는 도시에서 적합한 녹화방법이라고 하였으며, 녹화의 이로운 점뿐만 아니라 입면녹화 후에 발생할 수 있는 문제점을 제시하여 해결방안을 고려하도록 제안하였다. 이숙미과 심우경(1994)은 서울시 벽면녹화 주변의 식생을 조사·분류하였다.

Holm(1989)은 벽면녹화에 의한 열환경 개선에 관하

여 연구를 수행하였으며, Bartfelder and Köhler(1987)와 Köhler(1993)는 벽면녹화가 미기후, 먼지, 동물 서식 등에 어떠한 영향을 미치는지에 관하여 조사연구를 실시하였다. 일본에서도 에너지 절약 측면에서 벽면녹화가 연구되었다(박용진과 이기의, 1992).

환경부(1999)에서는 지침서를 만들어 벽면녹화를 권장하고 널리 보급시키기 위해 노력하고 있다. 순천시가 타 시·군의 벽면녹화 사업을 조사한 자료에 의하면 서울특별시는 2002년 6월 말까지 옹벽, 병음벽, 터널, 지하차도 입구 벽면 등 122개소에 담쟁이덩굴, 수세미, 줄사철, 포도, 칡, 등나무 등 덩굴성 식물 28종 16만여 그루를 심기로 하였고, 대구광역시는 옹벽 15개소, 방음벽 60개소, 담장 13개소, 절개지 4개소 등에 공공근로사업을 활용해 5만 포기의 담쟁이덩굴을 심기로 하였으며, 광주광역시는 주요 도로변 담장, 방음벽 등 약 20km 구간에 담쟁이덩굴로 벽면녹화를 추진하고 있고, 그 외에도 대전광역시 대덕구, 광주광역시, 강원도 태백시와 인제군, 전남 영암군 등에서 녹화 사업을 추진하고 있는 것으로 조사되었다(<http://www.greencity.or.kr>).

경상남도는 지역경관 및 생태환경 개선의 필요성을 인식하고 “푸른경남 조성 마스터플랜”을 추진한 바 있으며, 통영시에서도 해양 관광 및 휴양 도시 조성을 위해서 2002년에 “푸른통영 조성 마스터플랜”을 작성하였다(통영시, 2002). 본 연구는 경상남도 서남부에 위치한 통영시를 대상으로 하여 도시경관 및 생태환경 개선의 일환으로서 남부지역의 특성을 고려한 상록의 벽면녹화 공법을 제안하고자 수행되었다. 연구목적을 달성하기 위해서 먼저 통영시에서 벽면녹화 도입의 가능성 또는 필요성을 검토하고, 벽면녹화 대상공간에서 나타나는 주된 공간적 특성을 파악하며, 그리고 관련한 선진기술 사례연구와 실험적 연구를 수행하고자 하였다. 최종으

로 그 결과들을 종합하여 최적의 벽면녹화공법을 제안하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 현황 분석

본 연구의 대상지는 경상남도 통영시이다. 먼저 대상지의 벽면녹화 가능성을 검토하기 위해서 대상지의 입지 및 지역 특성, 기후 조건, 지형 조건을 조사·분석하였다. 먼저 벽면녹화 가능성 검토를 위한 기초자료로 활용하고자 지리적 위치와 기초적인 물리적 환경을 조사하였다. 활용 가능한 식물 종(種) 선정을 위해서 기상청 자료를 기초로 하여 기후 조건을 분석하였으며, 최종으로 1993년부터 2002년까지 10년간의 월별 평균기온, 최저기온, 최고기온, 그리고 강수량을 조사·분석하였다. 지형조건분석은 통영의 지형적 특성을 보다 구체적으로 평가하기 위해서 수행되었으며 표고 및 경사도가 조사·분석되었다.

2. 벽면녹화 대상공간에서 나타나는 주된 공간적 특성 분석

현황 분석을 통하여 통영시에서 벽면녹화의 필요성과 가능성을 인식하였고, 따라서 도시경관 및 생태환경 개선을 위한 지역적 특성을 지닌 벽면녹화공법을 제안하고자 하였다. 이를 위해서 우선 현장답사를 통하여 벽면녹화가 요구되는 대상공간에서 식재지반 유무, 벽면의 길이 및 높이, 주변현황 등을 분석하였고, 이것을 근거로 하여 대상공간의 주된 공간적 특성을 제시하였다. 그리고 대상지에서 빈번하게 나타나는 벽면녹화 공간을 주요 대상공간으로 하여 적합한 벽면녹화 방법을 모색하고자 하였다.

3. 대상공간에서의 벽면녹화공법 제안

대상지에서 빈번하게 나타나는 벽면녹화 대상공간을 위한 구체적인 벽면녹화공법을 제안하기 위해서 관련한

선진기술을 조사하고 평가하였다. 먼저, 유럽 및 일본의 벽면녹화 사례를 문헌연구하였고, 2002년 5월 29일부터 5월 30일에는 일본에서 개최되는 「6th ECO GREEN TECH 2002」를 참관하여 관련한 녹화기술을 조사·분석하였다. 그리고 최종적으로 통영시의 주요 대상공간에서 가장 적합할 것으로 판단되는 벽면녹화공법을 제안하였다.

4. 벽면녹화를 위한 식재지반 제안

식재지반이란 식물의 뿌리가 생육할 수 있는 토양층을 의미하는데(한국조경학회, 2002), 벽면녹화의 식재지반은 우선 인공지반이라는 측면에서 접근하는 것이 바람직할 것이라고 판단하였다. 관련한 선진기술 사례 연구에서 암면(rock wool), 코코넛 매트(coconut mat) 등과 같은 식재지반용 재료들이 조사되었지만, 본 연구에서는 몇 가지 인공토양들과 노지토양을 혼합한 인공 배지들을 식재지반용 토양재료로 제한하였다. 구체적으로 아래와 같은 식물, 토양, 그리고 멀칭 재료가 선정되었으며, 토양 재료들에 대해서는 이화학적 특성을 분석하였고, 그리고 토양재료와 멀칭 처리 유무에 대하여 식물의 생육특성을 분석하였다.

1) 재료

식물재료는 송악류(*Hedera spp.*)의 일종인 헤데라 헤릭스(*Hedera helix L.*)로 선정하였다. 송악류는 세계적으로 8종이 자생하는 상록성 목질의 덩굴식물로 우리나라에는 송악(*Hedera rhombea*)이라 하여 제주도와 울릉도에서 자생하고 있는데(최주견 등, 1994), 줄기의 절(節)이나 절간(節間)에서부터 발생하는 부정근의 일종인 부착근에 의해서 벽면에 부착하는 부착근형(付着根型) 덩굴식물이다. 헤데라 헤릭스(*Hedera helix L.*)의 생육을 위한 적정광도는 20,000~25,000lux이고, 전물중의 증가를 위한 적정온도는 20°C이하이며, 적정온도 범위는 15~20°C이다(최주견 등, 1994; Mortensen and Larsen, 1989). 전광조건과 그늘에서도 생육이 가능하며 습한 토양을 제외한 폭넓은 토양조건에서 생육할 수 있다(Gilman, 1999). 송악류를 벽면녹화 방법 중에서 보조재료의 유무, 녹화의 방향, 그리고 녹화부위로 구분하여 그 특성을 살펴보면, 벽면등반형이고, 등

반형일 뿐만 아니라 하수형이며, 전면녹화형이다(박용진, 1991 a). 따라서 이것은 벽면녹화를 위한 주요 덩굴성 식물이라고 볼 수 있다.

토양종류는 Table 1과 같이 노지토양, 펄라이트(perlite) 소립 및 대립, 세라소일(cerasoil) 4종류로 하였고 토양처리는 노지토양, 펄라이트 소립+펄라이트 대립+노지토양(부피비, 2:2:6) 혼합물, 그리고 세라소일+노지토양(부피비, 4:6) 혼합물로 하였다. 각각의 인공토양 단용은 선행연구에 근거하여 종합적으로 그 특성이 노지토양과 혼용한 것보다 우수하지 못하므로 본 실험에서 제외하였다(허근영과 심경구, 2000; 허근영 등, 2003; Huh et al., 2003). 노지토양은 통영시에서 채취한 양토(loam)를 사용하였다. 펄라이트는 조경용으로 사용되고 있는 경량의 인공토양으로 진주암을 900~1,200°C에서 소성 가공한 것이다. 펄라이트에서 소립은 식재용 또는 육성용으로 사용되는 것이며, 대립은 배수용으로 사용되는 것이다. 세라소일은 폐유리 미분 100에 발포제를 1~2정도 첨가하고 착색제를 1정도 첨가한 후, 6~8°C/min로 승온하여 750~850°C의 온도에서 발포시키고, 이것을 수냉식으로 급랭하여 분쇄기로 이송하며. 이 곳에서 10mm 이하로 분쇄한 후에 입도를 조절하여 얻어진 다공질 유리 파쇄물과 수퍼를 부피비 6:4로 혼합하여 조성된 것이다(허근영과 심경구, 2001). 그리고 멀칭(mulching) 효과를 파악하기 위해서 바크 칩(bark chip)으로 멀칭 처리하였다.

2) 토양재료의 이화학적 특성 분석

물리적 특성의 분석을 위해서 용적밀도, 공극률, 포장용수량, 포화투수계수를 측정하였다. 화학적 특성의 분석을 위해서는 pH, 전질소(T-N) 함량, 유기물 함량(OM), 양이온치환용량(CEC), 유효인산(Av. P₂O₅) 함

량, 그리고 치환성 양이온(EX-cation: K, Ca, Mg) 함량을 측정하였다.

노지토양을 다짐하며 얻어진 기준을 근거로, 풍건 상태의 시료를 2인치 코아(2' core, 100cm³)에 넣은 후 0.25kg/cm²의 압력으로 충전하고 그 특성을 분석하였다. 용적밀도는 건조기에서 건조한 시료의 단위 용적당 중량으로써, 열건토양의 중량/열건토양의 용량으로 산출하였다(농업과학기술원, 2000). 공극률은 2인치 core에 충전한 토양을 48시간 동안 저면관수 방법으로 포화시킨 후 토양이 보유한 총수분량으로 산출하였으며, 포장용수량은 48시간 동안 포화시킨 후 다시 대기압상태에서 24시간을 배수시킨 후 토양이 보유한 수분량으로 계산하였다. 포화투수계수는 각 토양을 48시간동안 수조에 담가둔 후에, 정수위법으로 측정하였다(Klute, 1986).

pH는 1:5(시료:증류수) 방법으로, 전질소 함량은 Kjeldahl method로, 그리고 유기물 함량은 Walkley-Black 법으로 측정하였다. 양이온치환용량은 1N NH₄-OAc (pH 7.0)로 포화시키고, ethanol로 과잉의 NH₄⁺를 제거한 후 중류하여 정량하였다. 유효인산 함량은 Bray 제 1 용액으로 침출하고 ascorbic acid를 사용하여 비색 정량하였다. 치환성 양이온 함량은 1N NH₄-OAc(pH 7.0)로 침출하여 원자흡광분석기로 정량하였다(농촌기술연구소 1980). 그리고 각 시료의 이화학적 특성 분석은 3회 분석 실시한 분석치를 평균하여 사용하였다.

3) 생육비교 실험

본 실험은 2003년 6월 21일부터 11월 5일까지 경남 통영시에서 수행되었다. 직경 6cm 포트에서 생육중인 균일한 크기의 식물체를 6월 21일에 각각의 토양재료가 채워진 직경 25cm × 높이 30cm의 용기에 3 반복으로

Table 1. Field soil and artificial substrates used in the experiment

Item	Substrate	Mulching	Ratio (volume)
Treatment 1	Field soil	Not applied	-
Treatment 2	Perlite small grain: Perlite large grain: Field soil	Not applied	2:2:6
Treatment 3	Perlite small grain: Perlite large grain: Field soil	Applied	2:2:6
Treatment 4	Cerasoil: Field soil	Not applied	4:6
Treatment 5	Cerasoil: Field soil	Applied	4:6



a. each plot(pot) filled with substrates

b. then, planted *Hedera helix* L.

Fig. 1. Preparation and arrangement of the experiment to investigate the effects of several substrates and bark chip mulching on the growth of *Hedera helix* L.

식재하고 실험구를 임의배치하였다(Fig. 1). 식재 후 활착을 위하여 2주간 관수를 실시하였으며 그 후에는 관수하지 않았다. 실험기간 중에 별도의 시비는 실시하지 않았다. 실험구를 조성한 후에 6월부터 매월 공시체 길이(plant height)를 측정하였으며, 최종으로 11월 5일에 굴취하여 지상부와 지하부를 구분하여 길이, 생체중, 건물중, 수분함량을 측정하였다. 각각의 변수는 처리들 간의 유의성을 분석하기 위하여 SAS Ver. 6.12(Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., 1989)를 이용하여 던칸의 다중검정법으로 통계처리 하였으며 유의수준은 5%로 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 현황 분석

통영시는 지리적으로 국토의 남단에 입지하고 있고 한려해상국립공원의 심장부에 자리하고 있다. 고성반도의 중남부에 위치하며 151개의 섬들로 구성되어 있다. 대부분의 지역이 구릉과 산지이며, 해안에 소규모의 경작지가 일부 분포하나 농업용도로는 부적합하다. 오랜 세월에 걸쳐 통영은 해양성 기후를 가지고 있다. 연평균 기온이 14°C로 내륙에서 가장 높은 온도 조건을 가지고 있으며 또한 한서의 차가 가장 적은 지역이라고 한다 (<http://www.gnty.net>). 1993년부터 2002년까지 최근 10년간의 연 평균 기온은 14.5°C로 약간 상승한 것으로

나타났다. 월 평균기온은 3.1~25.9°C의 범위를 나타냈다(Table 2). 최저 기온은 2001년 1월중에 -10.7°C를 기록하였으며 12월부터 다음해 2월중에 -5.0°C 이하로 내려갈 가능성이 있다고 판단되었다(Table 3). 최고 기온은 2002년 8월중에 34.7°C를 기록하였다(Table 4). 전반적으로 통영시의 기후 조건은 온화하다고 볼 수 있다. 그러나 여름철의 최고 온도는 식물의 생육에 치명적이지 못하지만, 겨울철의 최저 온도는 상록성 식물에게 저온 피해를 발생시킬 가능성이 있다고 판단되었다. 따라서 현지에서 순화된(acclimation)된 또는 겨울에 자생하는 상록성 식물들을 겨울철 필요가 있다.

월 강수량은 최소 강수량과 최대 강수량으로 구분하여 조사한 결과에서 11월부터 다음해 3월까지 최소 강수량은 0.0~27.7mm 범위를 나타냈고 4월부터 10월까지 최대 강수량은 125.4~794.8mm 범위를 나타냈다 (Table 5). 따라서 식재기반은 건조기의 수분부족을 예방하고 장마기 또는 집중호우 시 원활한 배수를 확보하도록 조성하는 것이 필요하다고 판단되었다.

표고 100mm 이하는 전체 면적의 72.3%를 차지하지만, 대부분 북부 안정만과 죽립·북신만 매립지를 포함하여 주로 해안을 따라 분포되어 있다(Table 6). 경사 15% 이하의 완경사지는 해안 주변 및 계곡을 따라 형성되어 있고 도심지 주변 산지는 대부분 30% 이상의 급경사지를 형성하고 있다(Table 7). 따라서 지형적인 영향으로 시가지 전역에 노출된 콘크리트 옹벽이 많이 나타나고 있으며 이것들은 시가지의 이미지와 경관미를 저

Table 2. Monthly mean temperature in Tongyeong city from 1993 to 2002

Month	Monthly mean temperature(°C)										Average
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
1	3.0*	2.8	2.3	2.8	1.9	3.2	3.5	3.9	2.2	5.1	3.1
2	5.1	4.0	4.7	2.6	4.5	6.6	4.5	3.0	4.7	6.1	4.6
3	8.0	6.7	8.5	7.0	8.9	9.3	8.8	8.6	8.6	10.5	8.5
4	12.9	14.0	12.7	11.2	13.1	15.2	13.8	13.1	13.9	14.6	13.5
5	17.1	17.5	16.4	17.1	17.4	18.7	17.7	17.2	18.2	17.4	17.5
6	20.6	20.2	20.2	20.3	21.7	20.3	20.9	20.9	21.1	21.3	20.8
7	22.4	27.3	23.7	23.5	24.3	24.7	23.7	25.2	25.4	24.3	24.5
8	23.2	27.9	26.4	26.1	25.8	26.6	25.2	26.6	26.4	25.0	25.9
9	21.5	22.8	20.8	22.3	21.9	23.8	23.7	21.5	22.5	22.3	22.3
10	16.1	17.4	17.2	17.2	16.6	19.0	17.1	17.2	18.4	16.5	17.3
11	11.6	13.1	9.4	10.7	12.1	11.4	11.1	10.6	10.8	8.7	11.0
12	4.8	6.2	3.4	4.9	5.9	6.0	5.1	5.9	4.9	6.4	5.4
Average	13.9	15.0	13.8	13.8	14.5	15.4	14.6	14.5	14.8	14.9	14.5

*: The source of Korea Meteorological Administration

Table 3. Monthly minimum temperature in Tongyeong city from 1993 to 2002

Month	Monthly minimum temperature(°C)										Minium
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
1	-0.5*	-0.8	-1.8	-1.2	-2.5	-7.7	-6.1	-6.6	-10.7	-6.3	-10.7
2	1.1	0.1	0.4	-1.4	-0.1	-5.0	-6.7	-6.0	-5.8	-3.0	-6.7
3	3.9	2.4	4.3	3.2	4.5	0.0	-2.2	-2.6	-4.3	-1.5	-4.3
4	8.4	10.0	8.2	6.9	9.0	3.3	3.7	2.0	1.6	6.4	1.6
5	13.2	13.9	12.5	13.2	14.2	11.4	10.9	9.4	10.9	11.4	9.4
6	17.8	17.1	17.1	18.2	18.1	11.9	15.6	15.5	14.1	13.0	11.9
7	19.9	24.5	21.7	20.9	21.9	19.5	17.9	20.2	19.0	19.2	17.9
8	20.7	25.2	24.0	23.2	23.1	20.7	19.2	22.0	18.2	18.1	18.1
9	18.3	18.9	17.6	18.7	18.4	17.3	15.9	14.0	15.2	14.5	14.0
10	12.4	13.2	13.1	13.2	12.1	9.9	4.3	8.0	11.3	3.4	3.4
11	8.4	9.2	4.5	7.0	8.2	0.7	-0.9	-0.5	0.4	-1.1	-1.1
12	0.8	2.0	-0.7	0.4	1.9	-2.1	-5.6	-4.5	-2.9	-3.8	-5.6

*: The source of Korea Meteorological Administration

Table 4. Monthly maximum temperature in Tongyeong city from 1993 to 2002

Month	Monthly maximum temperature(°C)										Maximum
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
1	7.2*	7.8	7.3	8.1	7.5	12.1	13.7	15.1	10.5	18.4	18.4
2	9.5	9.3	10.0	7.5	10.2	17.8	15.1	14.0	16.7	15.5	17.8
3	12.5	11.5	13.0	11.5	13.8	20.6	17.9	18.0	20.7	21.6	21.6
4	17.6	18.6	17.2	16.0	17.8	26.1	26.0	22.0	25.4	25.3	26.1
5	21.8	21.2	20.7	22.0	21.4	28.8	25.2	29.1	27.5	28.2	29.1
6	24.2	24.2	24.1	23.5	25.6	27.9	29.7	28.4	28.2	30.8	30.8
7	25.7	31.2	26.4	27.0	27.4	30.3	31.0	33.3	33.0	33.8	33.8
8	26.7	31.1	29.5	30.1	29.3	31.6	31.5	34.6	34.0	34.7	34.7
9	25.7	27.2	24.9	26.8	26.3	31.4	31.7	29.8	30.9	32.6	32.6
10	20.9	22.0	22.3	22.4	21.8	27.7	27.8	26.4	26.8	27.7	27.8
11	15.4	18.0	15.3	15.0	16.8	21.6	21.0	21.9	21.9	19.8	21.9
12	9.9	11.0	9.1	10.9	10.5	16.9	14.8	18.0	15.4	17.3	18.0

*: The source of Korea Meteorological Administration

Table 5. Monthly precipitation in Tongyeong city from 1993 to 2002

Month	Monthly precipitation(mm)										Minium	Maximum
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002		
1	34.8	32.6	46.1	33.1	10.0	65.1	46.7	27.7	67.4	53.6	27.7	65.1
2	102.1	18.6	17.9	15.6	6.8	77.1	34.6	0.0	64.8	15.1	0.0	102.1
3	81.5	29.2	79.0	190.1	65.9	69.0	169.3	51.5	8.5	140.7	8.5	169.3
4	45.1	87.5	99.5	64.7	116.6	200.7	88.4	59.2	47.1	271.2	45.1	271.2
5	154.9	321.5	120.1	30.4	310.0	126.6	165.5	85.5	50.4	134.4	30.4	321.5
6	190.3	45.3	115.3	356.6	226.1	350.0	282.4	133.5	276.9	71.0	45.3	356.6
7	198.1	70.8	294.5	214.4	223.6	191.3	794.8	383.7	260.2	297.6	70.8	794.8
8	606.3	60.4	84.9	145.8	173.6	229.5	554.8	339.2	121.9	672.7	60.4	672.7
9	64.1	19.4	55.5	20.4	19.4	224.2	282.0	244.5	82.5	80.2	19.4	282.0
10	61.8	71.7	39.6	31.2	0.0	110.1	117.5	60.5	125.4	73.1	0.0	125.4
11	82.9	25.0	8.1	63.4	213.9	19.4	19.1	68.5	12.6	9.4	8.1	213.9
12	41.6	10.5	0.0	26.8	68.4	2.2	0.0	4.2	35.0	56.1	0.0	56.1

*: The source of Korea Meteorological Administration

하시키고 있다. 그 뿐만 아니라 이용 가능한 토지의 면적이 협소하여 환경사지와 해안 주변의 도시화된 지역 내에서는 토지이용이 매우 과밀하고 고도화되어 있어서 시각적으로 불량한 건축물의 벽면이 자주 나타났다. 따라서 삭막한 도시 이미지와 도로변의 황폐화로 주변의 산지와 대조적으로 시가지가 삭막하게 보였다.

콘크리트 용벽 주변에 수목이나 벽면녹화용 식물을 석재하여 도시 생태 개선과 불량 경관의 차폐를 기대할 수 있지만, 대부분의 노출된 콘크리트 용벽의 주변에는 충분한 식재기반을 갖추고 있지 못한 상태였다. 콘크리트 용벽 자체에 환경장치물을 부착하여 경관적 효과를 기대할 수 있지만(통영시, 2002), 도시 생태 개선을 위한 측면에서는 만족할만한 방법이라고 볼 수 없다(Fig. 2). 따라서 이와 같은 입면 형태의 공간들을 대상공간으로 하여 친환경적인 또는 생태적인 벽면녹화를 실시하는 것이 필요할 것이다.

Table 6. Altitude analysis of Tongyeong city

Section	Area(km ²)	Portion(%)
< 100m	170.32	72.3
100~200m	46.74	19.9
200~300m	12.20	5.2
300~400m	4.26	1.8
400~500m	1.59	0.7
> 500m	0.33	0.1
Total	235.44	100.0

2. 벽면녹화 대상공간에서 나타나는 주된 공간적 특성

대부분의 벽면은 콘크리트 용벽으로 아래의 Fig. 3 및 Fig. 4와 같은 형태를 나타냈다. 무전동 정수장, 북신 매립지, 북신 정수장, 해변공원, 평림 쓰레기 처리장,

Table 7. Slope analysis of Tongyeong city.

Section	Area(km ²)	Portion(%)
< 15%	132.13	56.1
15~30%	81.45	34.6
30~45%	21.23	9.0
> 45%	0.63	0.3
Total	235.44	100.0



Fig. 2. Environmental figurative art attached on wall.

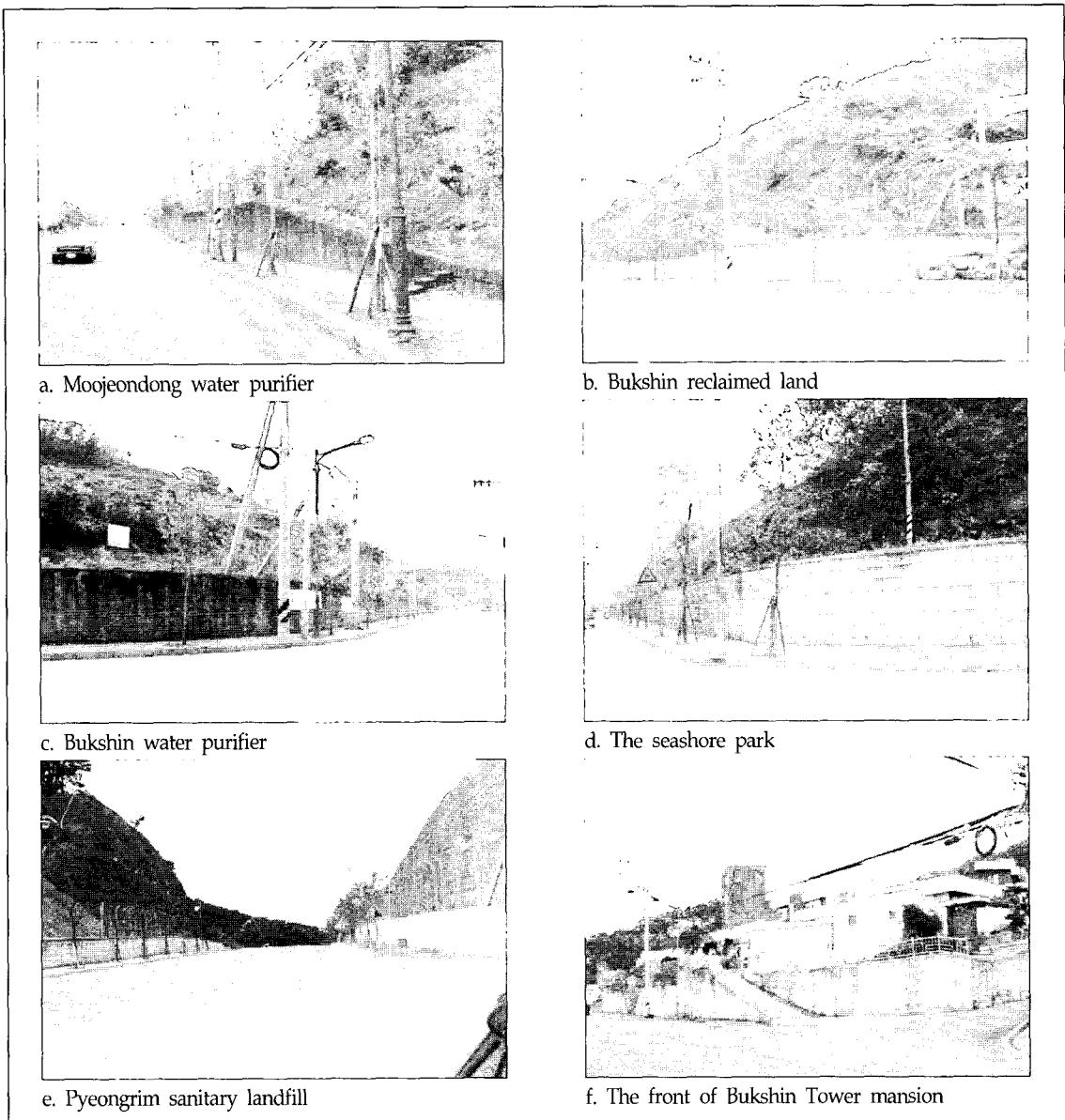


Fig. 3. Concrete retaining walls shown in Tongyeong city(1).

미수 아파트, 미수동 세포고개, 충렬사-전화국구간 등은 급경사면의 횡방향으로 도로를 조성하며 설치된 콘크리트 용벽으로 상부에는 기존의 녹지가 있고 용벽과 보행자 도로 사이에는 식재공간이 조성되어 있지 않은 상태이다. 또한 북신 타워맨션 앞 콘크리트 용벽은 높이가 3.0m 정도로 높을 뿐만 아니라 하단부와 상단부에 식재기반이 조성되어 있지 않은 상태이다. 통영대교-통영중

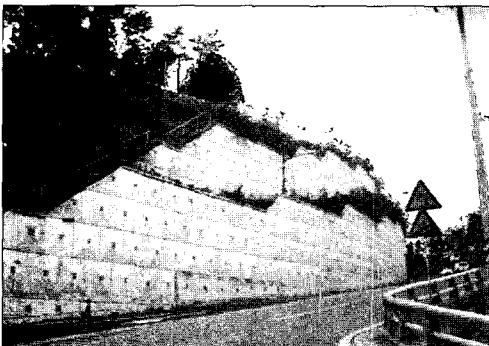
학교 구간의 콘크리트 용벽은 높이가 5.0m 정도로 높고, 하단부에는 식재기반이 없으며, 상단부에는 계단형태로 식재기반이 조성되어 있다. 그러나 벽면녹화를 위한 식생은 아직 도입되어 있지 않았다. 충무고등학교 용벽은 높이가 7.5m 정도로 매우 높고, 하단부에는 식재기반이 없으며, 상단부에는 계단형태로 식재기반이 조성되어 있다. 그러나 통영대교-통영중학교 구간의 용벽과 마찬



a. Misu apartment



b. Sepo ridge in Misudong



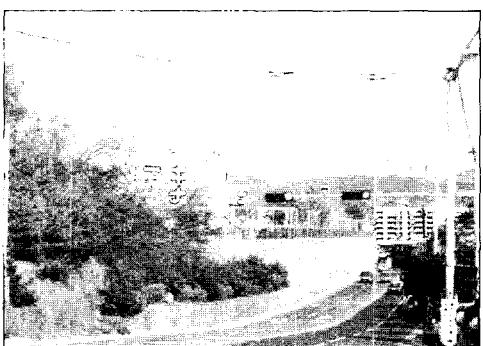
c. From Tongyeong bridge to Tongyeong middle school



d. Near Tongyeong bridge



e. From Chungryulsa to Tongyeong telephone office



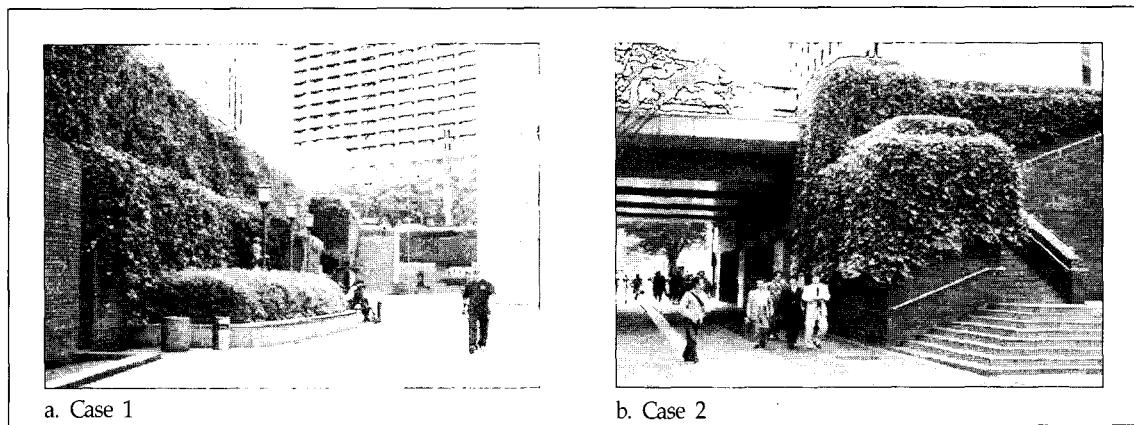
f. Chungmu high school

Fig. 4. Concrete retaining walls shown in Tongyeong city(2).

가지로 벽면녹화를 위한 식생은 아직 도입되어 있지 않았다.

따라서 Fig. 5와 같이 옹벽의 상부에 하수형의 덩굴성 식물을 식재하여 벽면을 녹화하거나 일본의 재단법인 도시녹화기술개발기구의 특수녹화연구회에서 제안한 것처럼 벽면 자체에 식재상을 부착하고 상향과 하향

의 덩굴성 식물을 식재하여 녹화하는 방법을 고려하였다. 그런데 전자의 경우에는 이미 생육 중인 다른 식물들에 의해 식재된 덩굴성 식물들이 피압될 가능성이 높다고 예측되었다. 특별히 벽면녹화 식물의 안정적인 생육을 위해서 별도의 식재상자에서 일정 기간 생육시킨 후에 이 식재상을 직접 벽면녹화에 적용하는 것이 효

Fig. 5. The cases of wall planted with *Hedera spp.*

과적일 것으로 판단되었다. 그리고 시각적으로 불량한 노출된 콘크리트 용벽의 대부분은 사계절 차폐가 가능한 상록성 식물로 녹화하는 것이 바람직하다고 보았다.

3. 대상공간에서의 벽면녹화공법 제안

관련한 선진기술 사례 연구를 위해서 2002년 일본에서 개최되는 「6th ECO GREEN TECH 2002」를 참관하여 최신 벽면녹화공법을 조사·분석하였다. Fig. 6-a는 벽면의 중간 또는 상단부에 식재 상자를 고정시키고 덩굴성 식물들이 등반 또는 하수형으로 생육하도록 한

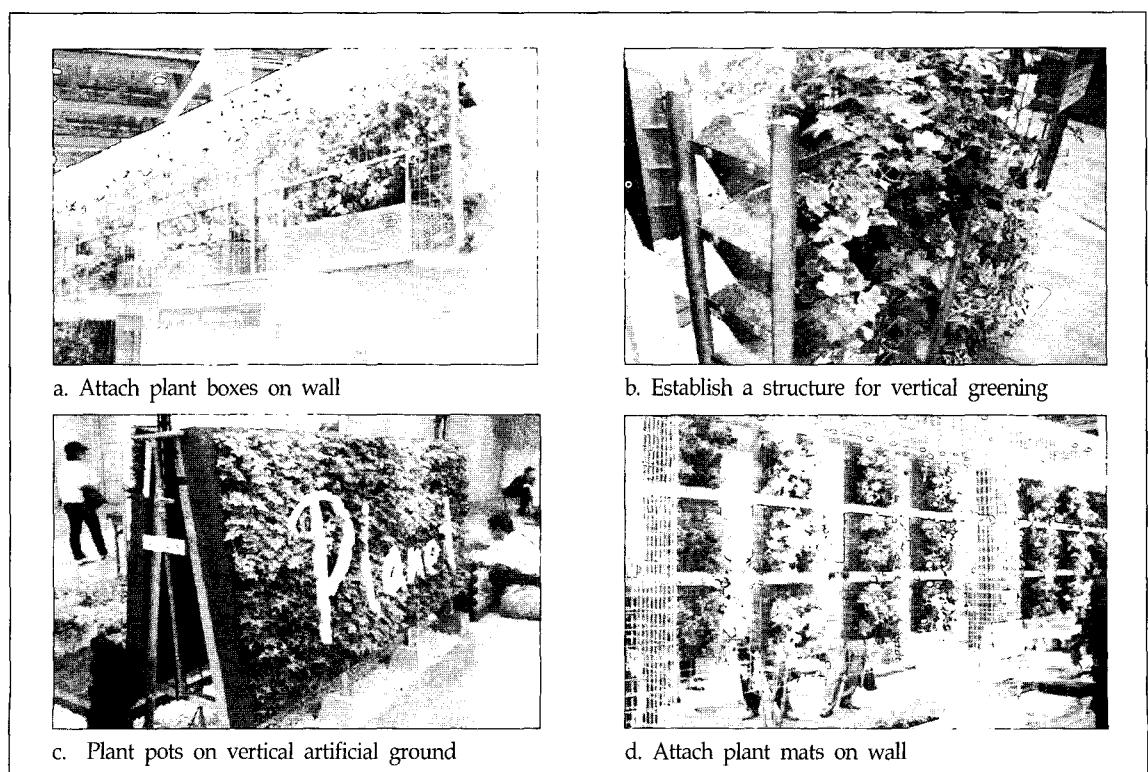


Fig. 6. Green wall systems exhibited on 6th ECO GREEN TECH 2002 in Japan.

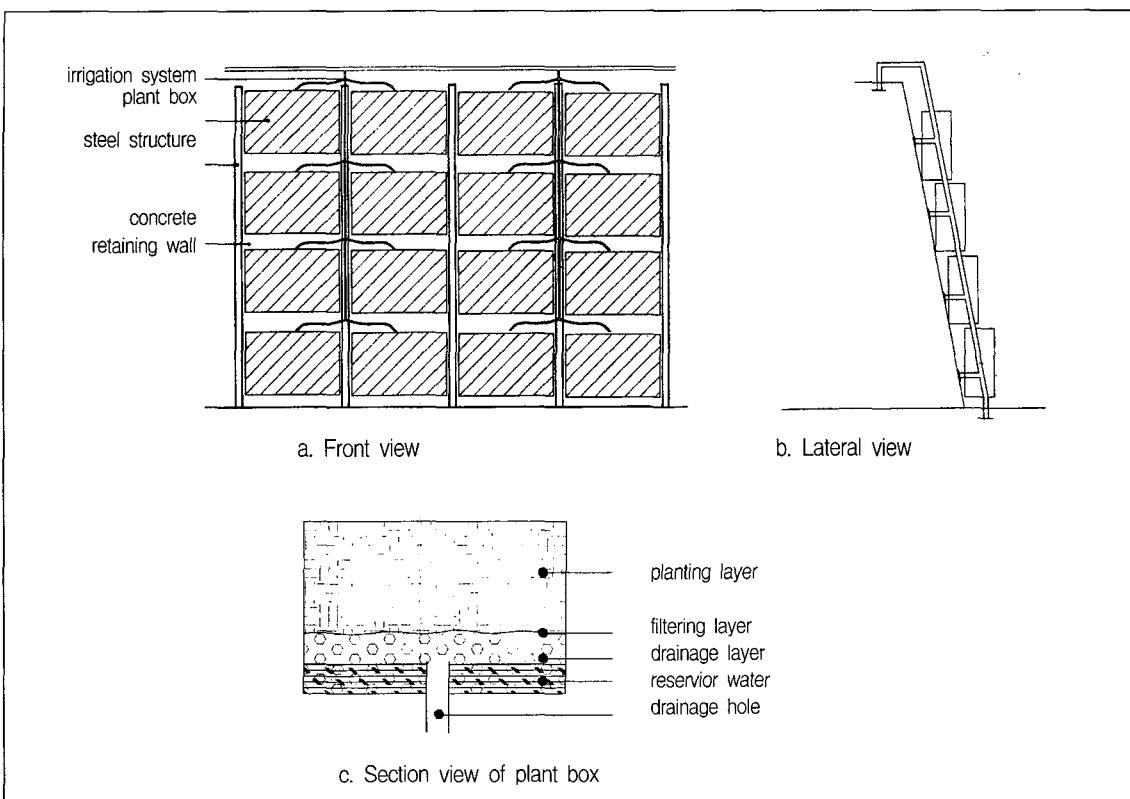


Fig. 7. A green wall system proposed for the concrete retaining walls shown frequently in Tongyeong city.

공법으로 일본의 재단법인 도시녹화기술개발기구의 특수녹화연구회에서 제안한 것과 유사한 공법이라 할 수 있다(강병희 등, 2003). Fig. 6-b는 별도의 구조물로 기둥을 세우고 이 기둥에 식재 상자를 고정시켜서 덩굴성 식물들이 등반 또는 하수형으로 생육하도록 한 공법이다. 이것은 가벽 또는 좁은 공간에서 녹화면적을 최대화 할 때 유용한 공법이라고 판단된다. Fig. 6-c는 벽면에 식생매트를 고정시킨 후에 일정한 흄에 포트 묘를 식재하는 공법이다. 그리고 Fig. 6-d는 지피식물(ground cover plant)이 이미 활착된 식생매트를 벽면에 부착시키는 공법이다.

이 공법들과 앞서 진행한 조사 및 연구를 종합적으로 검토하여 대상공간에서의 벽면녹화공법에 관한 기본 개념을 다음과 같이 제안하였다: 1) 조기녹화와 시공의 안정성을 위해서 이미 활착된 식생기반을 도입함, 2) 등반 및 하수형의 덩굴식물을 주요 식물재료로 선정함, 3) 벽면에 직접 식재상자를 부착하거나 별도 구조물 조성

후에 식재상자를 부착함, 4) 식재지반을 위한 토양조성은 경량하며 배수성, 보수력, 보비력이 우수하도록 구성함, 그리고 5) 최소의 유지관리시설을 고려한다. 그리고 제안된 벽면녹화공법의 기본적인 구조는 Fig. 7과 같았다.

먼저 식재상자를 벽면에 고정시키기 위한 철재 구조물이 벽면에 설치되고 이 구조물에 이미 식물들이 생육하고 있는 식재상자가 부착되어지는 형태이다. 이 때 식재상자는 식재기반을 갖추고 식물들이 생육하고 있는 별도의 플라스틱 식재상자와 이 상자를 담을 수 있으며 철재 구조물에 부착될 수 있는 철재의 식재상자로 구분될 수 있다. 식재지반은 기본적으로 상부로부터 식재층, 여과층, 그리고 배수층으로 구성된다. 각각의 식재상자들은 대상공간의 특성에 따라서 벽면의 중앙부 또는 상부뿐만 아니라 전면부에 부착될 수 있다. 그리고 식재상자는 Fig. 7-c과 같은 배수 형태를 취하고 있어서 기본적으로 일정량의 물을 저수할 수 있도록 하며 어떤 시스

템에 의해서 건기에는 관수되고 그리고 매년 시비되도록 구성되어야 한다.

최종적으로 이것이 벽면에 적용되어 식생이 충분히 조성되었을 때의 경관은 Fig. 8과 같은 형태를 갖출 수 있도록 한다. Fig. 8-a와 b는 Cooper(2003)가 소개한 프랑스의 벽면녹화 사례들로서 벽면의 전반부에 식재지반을 위치시키고 덩굴성 식물들뿐만 아니라 다양한 식물들을 식재한 형태이다. 이와 같이 통영시의 벽면녹화 대상공간들도 벽면의 전반부에 식재지반을 위치시키고 향토성이 짙은 다양한 자생의 상록성 식물을 식재하는 것이 생태적이고 경관적인 측면에서 바람직할 것이다. 일반적으로 벽면녹화에 적합한 식물은 모람(*Ficus nipponica*), 담쟁이덩굴(*Parthenocissus tricuspidata*), 송악류(*Hedera spp.*), 줄사철(*Euonymus radicans*), 마식줄(*Trachelospermum asiaticum* var. *intermedium*), 으름(*Akebia quinata*), 인동(*Lonicera japonica*) 등과 같은 덩굴성 식물들이지만(안영희, 2003), 이것들로만 구성되는 벽면녹화는 단조롭게 보일 수 있다. Fig. 7처럼 제안된 벽면녹화공법은 앞서 언급한 식물들뿐만 아니라 돈나무(*Pittosporum tobira*), 남천(*Nandina domestica*), 다정큼나무(*Raphiolepis umbellata*), 호랑가시나무(*Ilex cornuta*), 꽁꽁나무(*Ilex crenata*), 팔손이(*Fatsia japonica*), 식나무(*Aucuba japonica*) 등과 같은

경남 이남에서 적응할 수 있는 자생의 상록성 관목들을 이용하는 것이 가능할 것이다(대한주택공사, 1998). 이것들은 사례연구에서처럼 벽면을 더욱더 매력적으로 녹화시킬 수 있을 것이다.

4. 벽면녹화를 위한 식재지반 제안

1) 이화학적 특성

처리 1의 토양은 노지토양으로 용적밀도는 1.52g/cm^3 이고, 처리 2와 처리 3은 펄라이트 소립+펄라이트 대립+노지토양(부피비, 2:2:6) 혼합물로서 용적밀도는 $1.12\text{g}/\text{cm}^3$ 이며, 처리 4와 처리 5는 세라소일+노지토양(부피비, 4:6) 혼합물로서 용적밀도는 $1.17\text{g}/\text{cm}^3$ 이었다 (Table 8). 펄라이트 소립, 펄라이트 대립, 그리고 세라소일의 용적밀도는 각각 $0.25\text{g}/\text{cm}^3$, $0.23\text{g}/\text{cm}^3$ 그리고 $0.38\text{g}/\text{cm}^3$ 이었지만(허근영과 심경구, 2000). 노지토양의 혼합량이 상대적으로 높아서 경량화의 효과는 다소 감소되어 나타났다. 공극률과 포장용수량은 처리 1과 비교하여 처리 2와 처리 3은 약간 높게 나타났고, 처리 4와 처리 5는 현저하게 높게 나타났다.

일반적으로 인공토양(또는 인공배지)은 물보다 비중이 낮다. 따라서 인공토양 입자의 일부 또는 전부가 물에 떠오르고 이동할 수 있다. 이것은 주변 환경을 불량



a. Case 1



b. Case 2

Fig. 8. The cases of green wall planted diversely with vine-plants and shrubs in France.

Table 8. Physical properties of field soil and artificial substrates in each treatment

	Bulk density (g/cm ³)	Porosity (v/v. %)	Field capacity (v/v. %)	Saturated hydraulic conductivity (cm/sec)
Treatment 1	1.52	38.0	22.5	1.1×10^{-2}
Treatment 2				
Treatment 3	1.12	46.2	24.5	1.3×10^{-2}
Treatment 4				
Treatment 5	1.17	53.4	29.1	15.4×10^{-2}

하게 할 뿐만 아니라 배수시설의 기능을 저하시킬 우려가 있다. 만약 강우로 인하여 토양이 이미 포화수분 상태에 이르렀을 때에 지속기간을 1시간으로 하여 100mm 강우가 온다면, 토양의 포화투수계수는 2.8×10^{-3} cm/sec 이상이어야 하고 그리고 200mm 강우가 온다면, 토양의 포화투수계수는 5.6×10^{-3} cm/sec 이상이어야 한다. 처리 모두는 과도한 담입이 진행되지 않은 토양층으로 배수성이 매우 높은 수준이며, 앞서 제시한 기준에 의하면 집중호우 시에도 표면유수나 물넘침은 발생하지 않을 것으로 판단되었다. 특히, 처리 4와 처리 5의 포화투수계수는 15.4×10^{-2} cm/sec로 매우 높게 나타났다.

Table 9에서 나타난 각 처리들의 화학적 특성은 류순호와 임선육(1989)과 김진우 등(2001)이 보고한 기준에 준하여 평가하였다. pH는 5~7.8 정도가 적합한 수준이지만, 처리 1, 처리 2, 그리고 처리 3은 기준치를 벗어나는 것으로 나타났다. 전질소는 0.6~5.0 g/kg이 양호한 수준인데, 모든 처리들은 전질소가 양호한 수준으로 나타났다. 유기물 함량은 5% 이상이면 양호하고 3% 이상

이면 보통 수준인데, 모든 처리들은 양호하거나 보통 수준으로 나타났다. 양이온치환용량은 20cmol/kg 이상이면 양호이고 6cmol/kg 이상이면 보통 수준인데, 모든 처리들은 양이온치환용량이 보통 수준으로 나타났다. 유효인산은 200mg/kg 이상이 양호한 수준인데, 모든 처리들은 유효인산이 부족한 수준으로 나타났다.

치환성 칼륨은 0.5cmol/kg 정도가 양호한 수준인데, 처리 1을 제외한 나머지 처리들은 치환성 칼륨이 양호한 수준으로 나타났다. 치환성 칼슘은 6.0cmol/kg 정도가 양호한 수준인데, 모든 처리들은 치환성 칼슘이 부족한 것으로 나타났고, 상대적으로 처리 1, 처리 2, 그리고 처리 3은 더욱 낮은 수준이었다. 치환성 마그네슘은 2.0cmol/kg 정도가 양호한 수준인데, 모든 처리들은 치환성 마그네슘이 부족한 것으로 나타났고, 상대적으로 처리 1, 처리 2, 그리고 처리 3은 더욱 낮은 수준이었다.

2) 각 처리에서 생육한 헤데라 헤릭스(*Hedera helix L.*)의 생육량 비교

식재 후에 3개월간 공시체길이를 측정한 결과에서 처리 5에서 생육 중인 헤데라 헤릭스(*Hedera helix L.*)가 가장 높은 값을 나타났고, 그 다음으로 처리 4에서 생육 중인 것이 높았다(Fig. 9). 처리 2와 처리 3에서 생육 중인 것은 처리 1에서 생육 중인 것과 비교하여 7월과 8월에는 약간 높았지만, 9월에는 유사한 경향을 나타냈다. 11월 5일에 각 처리에 생육 중인 헤데라 헤릭스(*Hedera helix L.*)를 굴취하여 지상부 길이, 생체중, 건물중, 그리고 수분함량을 통계 분석한 결과에서 처리 5에서 생육한 것이 전체적으로 지상부 생육량이 가장 높게 나타났다(Table 10). 지상부 길이는 처리 1, 처리 2, 그리고 처리 3에서 자란 것들과 비교하여 유의성 있

Table 9. Chemical properties of field soil and artificial substrates in each treatment

	pH (1:5)	T-N (g/kg)	OM (%)	CEC (cmol/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex-cation(cmol/kg)		
						K	Ca	Mg
Treatment 1	4.1	1.8	3.8	10.34	61.46	0.09	1.68	0.42
Treatment 2	4.2	1.5	4.3	9.90	69.02	0.12	1.52	0.39
Treatment 3	4.3	1.3	5.6	10.34	42.59	0.14	1.97	0.49
Treatment 4	5.2	1.4	5.5	8.14	64.53	0.14	3.11	0.69
Treatment 5	5.5	1.3	4.2	9.46	43.78	0.13	3.11	0.65

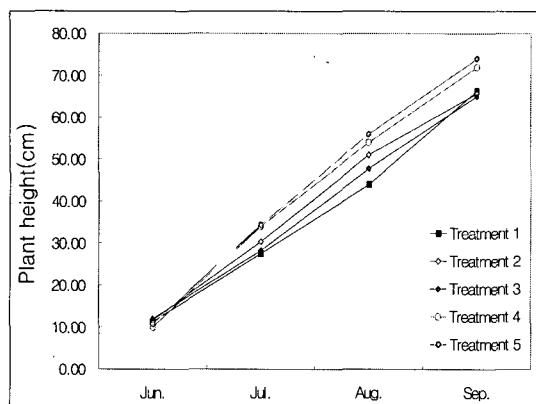


Fig. 9. Monthly plant height of *Hedera helix* L. grown in each treatment.

게 높았다. 지상부 생체중과 건물중은 처리 1에서 자란 것과 비교하여 유의성 있게 높았다. 처리 4에서 자란 것의 지상부 생육량은 처리 5에서 자란 것의 지상부 생육량과 유사하였다.

뿌리 길이, 생체중, 건물중, 그리고 수분함량을 통계 분석한 결과에서 처리 2와 처리 3에서 자란 헤데라 헤릭스(*Hedera helix* L.)의 뿌리 길이가 통계적으로 유의성 있게 높았다(Table 11). 그러나 뿌리 생체중과 뿌리 수분함량은 처리 5에서 자란 것이 통계적으로 유의성 있게 가장 높았다. 뿌리 건물중은 처리 2와 처리 3에서 자란 것과 처리 5에서 자란 것이 통계적 유의차를 나타내지 않았다. 처리 4에서 자란 것은 지상부 생육량이 높았지만, 뿌리의 생육량이 낮은 것으로 나타났다.

일반적으로 배지의 조건이 동일한 경우에는 지상부

Table 10. Above-part length, fresh weight, dry weight, water content of *Hedera helix* L. grown in each treatment

	Above-part length (cm)	Above-part fresh weight (g)	Above-part dry weight (g)	Above-part water content (g/g)
Treatment 1	61.39c	5.86b	2.50b	1.38a
Treatment 2	67.67bc	9.74a	3.29ab	1.95a
Treatment 3	65.13c	10.35a	3.44ab	2.06a
Treatment 4	77.58ab	10.69a	3.89a	2.19a
Treatment 5	86.73a	12.07a	4.23a	1.83a

의 생육이 왕성할수록 상대적으로 뿌리의 발달도 유사하거나 동일하다고 볼 수 있다. 그러나 배지의 조건이 서로 다를 경우에는 배지의 수분조건, 용적밀도 등에 의해서 상당한 차이를 나타낸다(Taylor et al., 1993; Veen, 1982). Veen(1982)은 근권부에서 뿌리의 신장을 억제하는 기계적인 힘이 증가하면, 뿌리에서는 에틸렌(ethylene)이 발생되며, 이 물질에 의해서 뿌리를 구성하는 세포들이 작고 단단해진다고 하였다. 이것은 토양의 용적밀도가 증가하면 뿌리의 신장이 상대적으로 감소한다는 의미이다. Taylor et al.(1993)은 배지조건이 상대적으로 건조하면 뿌리의 분포가 하향한다고 하였다. 즉, 수분을 확보하기 위해서 뿌리가 더 발달한다고 하였다. 따라서 Table 11과 같은 현상은 지상부의 생장 뿐만 아니라 처리 4와 5의 용적밀도가 처리 2와 3보다 높고, 수분함량이 처리 2와 3보다 높기 때문에 나타난 현상으로 판단된다.

공시된 토양재료들과 멀칭 처리 유무에 대하여 최적의 조합을 구명하기 위해서 헤데라 헤릭스(*Hedera helix* L.)를 이용하여 수행한 생육실험에서 토양조성은 노지토양+세라소일(부피비, 6:4) 혼합물이 가장 우수하였으며 바크 칩을 이용한 멀칭 처리는 무처리와 비교하여 생육량을 증가시키는 경향이 있는 것으로 나타났다. 노지토양+세라소일(부피비, 6:4) 혼합물은 화학적 특성이 양호할 뿐만 아니라 포화투수계수가 5.6×10^{-3} cm/sec 이상으로 배수력이 매우 뛰어나고 동시에 보수력이 우수하여 건조기와 장마기에도 생육이 양호할 것

Table 11. Root length, fresh weight, dry weight, water content of *Hedera helix* L. grown in each treatment

	Root length (cm)	Root fresh weight (g)	Root dry weight (g)	Root water content (g/g)
Treatment 1	21.21c	1.79b	0.78b	1.28b
Treatment 2	37.33ab	2.17b	0.93ab	1.33b
Treatment 3	42.27a	2.92b	1.15a	1.55b
Treatment 4	31.33b	1.75b	0.78b	1.27b
Treatment 5	34.73b	3.18a	1.00ab	2.24a

으로 판단되었다. 그러나 극한 토양 수분 부족을 피하기 위해서 조성 초기에 토양 표면에 멀칭 처리를 하는 것이 필요하며 최소의 시비관리가 필요하다고 보았다.

N. 결론

본 연구는 경상남도 서남부에 위치한 통영시를 대상으로 하여 도시경관 및 생태환경 개선의 일환으로서 남부지역의 특성을 고려한 상록의 벽면녹화공법을 제안하고자 수행되었다. 연구목적을 달성하기 위해서 먼저 지역, 지형, 그리고 기후적인 측면에서 통영시의 벽면녹화 필요성과 가능성을 검토하고, 벽면녹화 대상공간에서 나타나는 주된 공간적 특성을 파악하며, 관련한 선진기술 사례 연구와 실험적 연구를 수행하여 최종으로 최적의 벽면녹화공법을 제안하고자 하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같았다.

통영시는 경상남도의 남단에 위치하고 있다. 고성반도의 중남부에 위치하며 151개의 섬들로 구성되어 있다. 대부분의 지역이 구릉과 산지이다. 오랜 세월에 걸쳐 통영은 해양성 기후를 가지고 있다. 1993년부터 2002년까지 10년간의 기후 통계 자료에서 연 평균 기온과 월 평균 온도 범위는 각각 14.5°C와 3.1~25.9°C였다. 최저 기온은 2001년 1월에 -10.7°C이고 최고 기온은 2002년 8월에 34.7°C였다. 월 평균 강우량에서 최소 강우량 범위는 11월부터 3월 사이에 0.0~27.7mm였고, 최대 강우량 범위는 4월부터 10월 사이에 125.4~794.8mm였다. 통영시 면적의 27.7%가 해발 100m 이상이었다. 그리고 통영시 면적의 43.9%가 15% 이상의 경사도를 나타냈고 도심지 주변 산지는 대부분 30% 이상의 급경사지를 형성하고 있다.

지형적인 특성으로 인하여 도시화된 지역에서 거리를 따라 콘크리트 옹벽이 빈번하게 나타났다. 이것들은 도시경관뿐만 아니라 생태적 환경을 위해서 부적합하다. 따라서 지역적인 특성을 지닌 자생의 상록성 식물들을 이용하여 녹화하는 것이 필요하다고 판단하였다. 주요한 식물들은 송악류(*Hedera spp.*)와 줄사철(*Euonymus radicans*)과 같은 상록의 덩굴성 식물들이 될 것이다. 그러나 이들 식물들로만 녹화된 벽면은 매우 단조로운 느낌을 줄 수 있다. 따라서 외국사례연구에서

나타난 것처럼, 돈나무(*Pittosporum tobira*), 남천(*Nandina domestica*), 다정큼나무(*Raphiolepis umbellata*), 호랑가시나무(*Ilex cornuta*), 꽁꽁나무(*Ilex crenata*), 팔손이(*Fatsia japonica*), 식나무(*Aucuba japonica*)와 같은 상록성 관목들을 활용하면 더욱더 매력적인 벽면녹화가 될 것이다.

대부분의 콘크리트 옹벽들의 하부 근처에는 식재지반이 존재하지 않았다. 비록 몇몇 콘크리트 옹벽들의 상부 근처에 덩굴 식재를 위한 식재지반이 있었지만, 적합하지 않았다. 이 도시에서는 특별히 벽면녹화 식물의 생육을 위해서 경량의 인공배지로 채워진 저수-배수형 식재상자가 필요할 것으로 판단되었다. 그리고 그것들은 어떤 적절한 시스템에 의해서 전기에는 관수되고 그리고 매년 시비되어야 할 것이다. 이 식재상자들은 콘크리트 옹벽의 중앙부 또는 상부뿐만 아니라 전면부에 부착될 수 있다.

적합한 식재지반을 제안하기 위해서 송악류의 생육에 대한 인공배지와 바크칩 멀칭의 효과를 연구한 실험에서, 세라소일+노지토양(부피비, 4:6) 혼합물이 노지토양과 펄라이트 소립+펄라이트 대립+노지토양(부피비, 2:2:6) 혼합물보다 각각 우수하였고, 바크칩 멀칭은 송악류의 생육을 증가시키는 경향을 보였다.

인용문헌

1. 강병희, 김승환, 윤평섭, 한규희(2003) 신·녹지공간디자인. 서울: 기문당.
2. 김진우, 김창환, 이대진, 최용수, 허성수(2001) 토양비료개론. 서울: 선진문화사.
3. 농업과학기술원(2000) 토양 및 식물체 분석법 -물리·화학·미생물-. 농촌진흥청.
4. 농촌기술연구소(1980) 토양화학분석법-토양·식물체·토양 미생물-. 농촌진흥청.
5. 대한주택공사(1998) 조경수목도감. 서울: 기문당.
6. 류순호, 임신욱(1989) 토양비료. 서울: 한국방송통신대학 출판부.
7. 박용진(1991a) 임면녹화의 중요성과 그 방안(I). 환경과 조경 41: 148-153.
8. 박용진(1991b) 임면녹화의 중요성과 그 방안(II). 환경과 조경 42: 102-105.
9. 박용진, 이기의(1992) 최신환경녹화. 춘천: 강원대학교 출판부.
10. 서울특별시(2000) 건물옥상녹화 학술용역. 서울특별시 보고서.
11. 안영희(2003) 녹지환경학. 서울: 태림문화사.
12. 이숙미, 심우경(1994) 도시의 벽면녹화를 위한 벽면식생 조사 연구. 한국조경학회지 22(1): 121-134.
13. 이은희, 김용아(2000) 대도시 주거용 건물의 벽면녹화에 대한 인식도 및 실태조사-서울특별시를 중심으로-. 한국조경학회지 28(1): 181-190.

14. 진희선(1999) 담쟁이덩굴이 드리워진 도시. 환경과 조경 130: 158-159.
15. 최주경, 정향영, 김형득, 유영미, 한봉희(1994) 관엽식물재배 기술. 농촌진흥청.
16. 통영시(2002) 푸른통영 조성 마스터플랜. 통영시 보고서.
17. 한국조경학회(2002) 조경설계기준. 서울: 도서출판 조경.
18. 허근영, 김인혜, 강호철(2003) 저토심 옥상녹화 시스템에서 돌나물(*Sedum sarmentosum*)의 생육에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과. 한국조경학회지 31(2): 102-112.
19. 허근영, 심경구(2000) 인공지반의 녹화를 위해서 단용 또는 노지토양과 혼합하여 이용되는 인공토양의 특성. 한국조경학회지 28(2): 28-38.
20. 허근영, 심경구(2001) 인공지반의 녹화용 신소재 인공토양 개발. 한국원예학회지 42(3): 355-364.
21. 환경부(1999) 도시건축물 입면녹화지침. 환경부 자연보전국 자연정책과 보고서.
22. Bartfelder, F. and M. Köhler(1987) Experimentelle untersuchungen zur funktion von fassadenbegrünungen. Berlin.
23. Cooper, P.(2003) Interiorscapes Garden within Buildings. London: Mitchell Beazley.
24. Gilman, E. F.(1999) *Hedera helix*. Institute of Food and Agricultural Sciences in University of Florida.
25. Holm, D.(1989) Thermal improvement by means of leaf cover on external walls - A simulation model -. Energy and Buildings 14(1): 19-30.
26. Huh, Keun-Young, In-Hye Kim, and Nam-Hyong Ryu(2003) Effects of substrate type, soil depth, and drainage type on the growth of *Sedum kamtschaticum* in extensive green roof systems. Journal of Korean Institute of Landscape Architecture 31(4): 90-100.
27. Klute, A.(1986) Methods of Soil Analysis-part I : Physical and Mineralogical Methods(2nd ed.). Wisconsin: Agronomy.
28. Köhler, M.(1993) Fassaden und dachbegrünung. Stuttgart.
29. Mortensen, L. M. and G. Larsen(1989) Effects of temperature on growth of six foliage plants. Scientia Horticulturae 39(2): 149-159.
30. Taylor, D. H., S. D. Nelson, and C. F. Williams(1993) Sub-root zone layering effects on water retention in sports turf soil profiles. Agron. J. 85: 626-630.
31. Veen, B. W.(1982) The influence of mechanical impedance on the growth of maize roots. Plant and Soil 66: 101-109.
32. <http://www.gnty.net>
33. <http://www greencity.or.kr>

원 고 접 수: 2005년 4월 19일

최종수정본 접수: 2005년 5월 26일

3인의명 심사필