

ORIGINAL ARTICLE

# 사면녹화 시공 평가를 통한 개선방안에 관한 기반연구 -세이지우드 CC 여수 경도를 사례로-

김학성 · 염성진\*

한경국립대학교 식물자원조경학부 조경학전공

## Evaluating Slope Greening Construction for Enhanced Sustainability -A Case Study of Sagewood CC, Yeosu Gyeongdo Island-

Hak-Sung Kim, Sung-Jin Yeom\*

Major in Landscape Architecture, School of Plant Science and Landscape Architecture, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea

### Abstract

Due to sporadic development projects and Korea's geographical characteristics slopes are inevitable. Consequently, widespread slope greening projects are underway, prioritizing safety and landscape integration. Experimental research is being conducted on slope greening methods and their effects; however, there is a dearth of research on the various conditions resulting from slope greening construction defects. This study examined different conditions and assessed greening methods on real-world sites to understand their correlation with slope greening. Even in the same areas, the state of slope greening varied in different conditions. This underscores the importance of pre-evaluating specific conditions to achieve efficient slope greening results across various conditions. Consequently, there is a need for guidelines and institutional frameworks to assess various conditions in future endeavors.

**Key words** : Slope greening construction, Various conditions, Construction defect

### 1. 서 론

오늘날까지도 지속적인 경제성장을 위한 개발사업이 진행되고 있는 기조 속에서 우리나라는 산지지형이 약 70% 이상 차지하고 있는 지형적 특징으로 인해 기반 인프라 도입에 있어 불가피하게 비탈면이 다수 발생하고 있는 현실에 있다. 이처럼 사면 절개로 인해 발생한 비탈면은 초목의 자연생장에 불리한 여건을 가지고 있으며, 주변 경관과의 부조화, 생태환경 훼손 등 자연생태학적 측면에서 다양한 문제점이 발생하고 있는 실정

에 있다. 이렇듯 훼손된 비탈면을 침식의 방지와 경관미의 회복, 종다양성 회복을 위해 이전의 모습으로 복원시켜야 할 필요성을 기반으로 이를 보완하고자 사면녹화에 조기 녹화용 식생을 도입하여 공사를 시행하고 있다 (Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2009; Oh et al., 2017). 또한 사면녹화의 기술적인 요소에 대한 실험분석이나 사면녹화의 종자 혹은 식생에 대한 효과의 정량적 분석이 다수 이루어지고 있으며, 실질적으로도 사면토사의 유실방지와 주변의 초목과의 경관적 조화를 도모하기 위해 사면에 각종 식

Received 26 September, 2023; Revised 18 October, 2023;

Accepted 19 October, 2023

\*Corresponding author : Sung-Jin Yeom, Major in Landscape Architecture, School of Plant Science and Landscape Architecture, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea  
Phone : +82-31-670-5217  
E-mail : ysj@hknu.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.  
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

생태가 혼합된 인공토양을 취부하는 인공녹화공법인 시드 스프레이 공법, 녹생토 공법, 그린녹화공법 등으로 시공되고 있다. 다만, 기존에 시행하고 있는 절개사면에 대한 녹화 및 복원공사는 다방면적으로 소극적 조치를 하고 있으며, 아직까지 개발 전의 주변식생과의 부조화를 이루거나 지역별 여건 등 제반여건의 면밀한 검토 없이 공사를 진행하여 식생발아의 문제, 안정성의 미확보 등에 대한 기능적·경관적 문제가 빈번하게 발생하는 경우가 나타나고 있다.

이러한 문제를 개선하기 위해 다양한 측면에서 사면 녹화 관련한 연구가 진행되어 왔으며, 대표적으로는 특정 공법을 사면에 적용하여 효과를 분석하여 결과를 도출하는 사면녹화 공법 관련 연구(Kim and Lee, 1998; Ahn, 1999; Ahn et al., 2004), 녹화식물을 활용하여 사면녹화 효과를 분석하는 사면녹화 식물과 관련한 연구(Hong and Kim, 1998; Jeon and Woo, 1999; Jung et al., 2004; Lee et al., 2004; Song et al., 2005; Kim, 2013), 제작된 사면녹화토를 활용한 실험을 통해 특성을 분석하는 사면녹화 토양 관련 연구(Oh et al., 2017)가 주를 이루고 있어 크게 공법, 식물, 토양 분야로 구분할 수 있다. 이렇듯 사면녹화 관련 연구는 대체적으로 기술적인 측면에서 실험을 통한 분석결과 도출에 관한 연구가 이루어지고 있는 것으로 파악할 수 있으나, 아직까지는 실제 사례지를 통해 제반여건과의 관계성을 분석하여 사면녹화의 하자발생을 줄이기 위한 실무적 대안에 대한 방향성을 제시하는 연구는 부족한 실정에 있다.

본 연구에는 사면녹화 내 공법 혹은 식생적 측면을 다루기보다는 사면녹화 대상지의 환경적 요건이 시공 후 하자발생에 있어 실질적으로 고려해야 할 제반여건을

을 분석하고자 하였다. 이를 위해서는 실제로 녹화를 진행한 실제 대상지를 바탕으로 사면녹화의 녹화공법의 평가와 제반적 여건의 고찰을 검토하여 사면녹화의 상태와 제반여건 간의 관계성을 분석할 필요가 있으며, 이를 통해 향후 사면녹화의 하자발생률을 줄이고 효과적인 녹화를 위한 실무적 기초자료로서 활용을 목적으로 연구를 진행하였다.

## 2. 연구재료 및 방법

### 2.1. 연구대상지 및 범위

본 연구의 대상지는 2022년 3월~5월 사면녹화를 시공하고 현재까지 유지관리 및 보완 시공을 진행하고 있는 전라남도 여수시 경호동 1013번지 일대인 세이지우드 CC 여수 경도 내 5개 대상지를 선정하여 분석을 진행하였다. 세이지우드 CC 여수 경도는 도서지역인 해안생태계지역임과 동시에 관광지역인 골프장으로 운영되고 있는 지역이며, 사례대상지(Table 1)의 시공전, 시공일, 시공완료, 시공후에 대한 현황사진은 다음 Table 2와 같다. 구체적으로 site 1은 오동도 5~6번홀 사이 9,000 m<sup>2</sup>의 비탈면, site 2는 돌산도 1번홀 7,600 m<sup>2</sup>의 비탈면, site 3은 돌산도 2번홀 6,700 m<sup>2</sup>의 비탈면, site 4는 금오도 2번홀 7,200 m<sup>2</sup>의 비탈면, site 5는 금오도 8번홀 2,600 m<sup>2</sup>의 비탈면으로 선정하였다. 해당 대상지의 복원녹화목표는 「도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공지침」(Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2009)을 기반으로 지역적 특성인 해안생태계지역이라는 지리적 여건을 고려하여 염해에 강한 종자 배합을 통해 초본위주형 복원목표를 설정하였으며, 주변 자연경관과 조화되는 경

Table 1. Study sites

Division	Location	Construction goal	Area(m <sup>2</sup> )	Site location map
site 1	between the 5th and 6th holes of Odongdo Island	improvement of slope landscape	9,000	
site 2	the 1st hole of Dolsando Island	improvement of slope landscape	7,600	
site 3	the 2nd hole of Dolsando Island	improvement of slope landscape	6,700	
site 4	the 2nd hole of Geumodo Island	improvement of slope landscape	7,200	
site 5	the 8th hole of Geumodo Island	improvement of slope landscape	2,600	

**Table 2.** Study sites images

Division	Pre-construction phase	Construction start date	Construction completion	After construction
site 1				
site 2				
site 3				
site 4				
site 5				

관녹화를 목적으로 시딩, 관목, 교목 등을 고려한 후 적합한 종자배합을 통해 식재하여 비탈면의 경관개선을 진행하였다.

## 2.2. 조사 및 분석방법

각 연구대상지의 조사 및 분석방법으로는 각 연구대상지별로 제반여건(Tabel 3)을 검토하고 녹화공법평가표(Table 4)를 활용하여 녹화공법의 평가를 시행하였다. 제반여건과 녹화공법평가표는 국토해양부의「도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공지침」, 국토교통부의「비탈면 녹화 및 조경」(2016), 국토교통부의「건설공사 비탈면 설계기준」(2016)과 실질적으로 시공할 시 검토해야 할 항목을 기반으로 제반여건의 분석항목은 시공내용, 시공시기, 투입인력, 사용기자재, 향, 경사도, 표면풍화 및 침식유무, 토질, 종자배합율로 설정하여 진행하였다. 관수의 경우 사례대상지가 골프장으로 자동관수체계가 갖추어져 있기 때문에 제반여건에서 별도

로 관수조건은 따로 언급하지 않았다. 구체적으로 시공내용은 초본류식재, 수목류식재, 종자 뿔어붙이기, 식생기반재 뿔어붙이기, 기타 공법 등 대상지에 활용한 녹화공법의 검토, 시공시기는 시공을 시작한 시기와 하자보수가 진행된 시기의 검토, 투입인력은 사면녹화 시공시 투입된 인력 검토, 사용기자재는 사면녹화 시공시 사용된 기자재 검토, 향은 비탈면의 동서남북의 향의 검토, 경사도는 비탈 상부에서 비탈 하부까지의 기울어진 정도, 표면풍화 및 침식유무는 식생기반재에서 나타나는 침식, 이탈 등의 여부, 토질은 점질토사, 사질토사 등 토양의 성질을 검토하였으며, 종자배합율은 해당 대상지 내에 식재된 식물종의 배합을 검토하였다.

녹화공법평가표는 크게 재료, 품질, 경제성으로 세분화하여 정성·정량적 평가를 진행하며, 이에 해당하는 세부적인 평가기준과 방법은 Table 5와 같다. 구체적으로 재료의 경우, 토양 및 종자 품질의 평가로 해당 기준을 기점으로 합격, 불합격의 여부가 판단된다. 품질의 경우, 식물생육, 출현종수, 식생기반재 물리적 특성,

**Table 3.** Evaluation items for various conditions (Source: modified from Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2009; Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2016a, 2016b)

Division	Items	Analysis contents
various conditions	construction details	review of constructed greening method
	construction date	review of construction start date and defect repair date
	workers	review of workers during construction
	equipment	review of equipment used during construction
	point of the compass	it refers to the orientation of the slope from east to west, north to south, and is measured using an azimuth meter
	the influence of the sea breeze	considering that it is an island area, a review of the influence of the sea breeze
	slope	degree of inclination from the top of the slope (slope shoulder) to the bottom of the slope (slope end)
	surface weathering and erosion	periodic review of vegetation infrastructure erosion, secession, and decline of green plants
	soil	review the soil quality of the target site such as argillaceous soil, sandy soil, soliod soil, weathered soil etc.
	material mixing ratio (green soil)	it is determined by considering the season, soil quality (rock quality), climate characteristics, etc., and after mixing, ensure that the seeds are evenly scattered, and review whether appropriate plant species are mixed and applied to harmonize with the surrounding landscape

탈락 및 붕괴지점은 정량평가, 녹화 지속성 및 식생침입 가능성, 주변 환경과의 유사도는 정성평가로 진행한다. 식물생육의 경우에는 전체적인 식생피복율, 외래도입 초종의 식생피복율, 식생생육량, 병충해를 평가하며, 본 연구의 대상지의 경우 초본식생만을 사용하여 목본류의 평가를 제외하고 초본위주형 기준으로 검토를 하였다. 출현종수는 목본성립본수, 초본 및 목본의 출현종수, 생태계교란 및 위해종 침입을 평가하며, 식물생육과 마찬가지로 초본위주형 기준으로 검토를 진행하였다. 경제성의 경우, 도급가 기준 시공단가에 대한 정량적 평가로 진행하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 연구대상지별 제반여건 현황

본 연구대상지별 제반여건(Table 6)을 살펴보면 site 1~site 5 모든 대상지는 공통적으로 1:1.2의 경사도의 깎기비탈면에 리핑암과 풍화암의 토질로 습식공법 중 하나인 얇은식생기반재 뿌어붙이기를 시행한 사면녹화 시공 대상지이다. 모든 대상지에 적용된 얇은식생기반재 뿌어붙이기는 식생기반재, 토양개량재, 비료와 종자를 압력

수를 사용하여 분사식으로 뿌어 붙이는 형태인 습식공법으로 초본식물을 조성하여 자연스러운 경관을 조성하고자 하였으며, 식물생육이 불가능한 척박토사, 경질토사, 리핑암 구간에 무망 혹은 보조재 설치를 통해 유기질녹화 토양 및 종자를 살포하여 안정적이고 자연스러운 천이를 유도하는 공법을 적용하였다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2016; SUNGWON Landscape Architecture, 2023). 이러한 공법을 시공하기 위해 투입된 인력은 모두 각 대상지별로 5인이며 본 연구대상지에는 섬유망, 양카핀, 종자, 식생기반재를 활용하여 환경적 영향을 최소화하고 작업기간과 비용적 측면에서 효율적으로 작업할 수 있는 SMP공법(seed spray method to form a pattern)을 통해 두께 5 cm로 설정하여 시공하였다. 대상지별 향은 site 1은 북향, site 2와 site 4는 남북향, site 3과 site 5는 북서향으로 나타났으나, 위치적으로 보면 site 5의 흙의 자리만 섬 좌측에 있어 해풍의 영향을 직접적으로 받는 구간에 위치하고 있다. 시공시기는 1차는 2022년 3월에 시공을 시작하였으며, 하자 및 유지관리 시공인 2차는 2023년 3월, 3차는 2023년 6월에 시행하였다. 2022년 극심한 가뭄으로 2년에 걸쳐 보완시공을 통해 활동적인 발아를 유도하였으나, site 5는 2차 하자 및 유지관리 시공이 있었음에도

**Table 4.** Criteria for evaluation and distribution of evaluation table of greening method (Source: Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2009)

Division	Evaluation	Items	Evaluation and distribution (%)	Standard of distribution				
material	quantitative analysis	soil and seed quality	-	failure to pass if the acceptance criteria are not met				
		vegetation cover rate (the whole)	herb-oriented type mixed herbaceous-wood type	15	80% or more(15)	60~79%(10)	less than 60%(5)	
	wooden colony type natural landscape restoration type			70% or more(15)	50~69%(10)	less than 50%(5)		
	raise of plant	vegetation cover rate (ex. northern type herbaceous plant etc.)		(0~-5)	share of exotic cherbaceous plant in coverage rate			
					less than 30%(0)	30~59%(-3)	60% or more(-5)	
		vegetation growth (except northern type herbaceous plant)	5	good(5)	fair(3)	poor(1)		
	quantitative analysis	damage by disease and (insect) pest	5	good(5)	fair(3)	poor(1)		
		quality	the number of species that appear	number of woody plants	10	achievement of the restoration objectives of vegetation development criteria		
					80% or more(10)	60~79%(7)	less than 60%(3)	
	the number of herbaceous and woody appearances		15	80% or more(15)	60~79%(10)	less than 60%(5)		
ecosystem disturbance and hazardous species invasion	(0~-5)		poor(0)	fair(-3)	good(-5)			
physical properties of vegetation-based materials	10		good(10)	fair(7)	poor(3)			
qualitative analysis	drop and collapse points	5	good(5)	fair(3)	poor(1)			
	greening persistence and possible vegetation invasion	5	good(5)	fair(3)	poor(1)			
	similarity with surrounding environment	(0~-5)	good(0)	fair(-3)	poor(-5)			
subtotal				70%				
econom-ics	quantitative analysis	unit price of specialist works	30	less than 130% (30)	130~160% (24)	161~90% (18)	191~220% (12)	Over 220% (6)
		subtotal		30%				
total				100%				

불구하고 식생발아율이 떨어져 피복이 되지 않아 사면에 표면풍화 및 침식유무에 대한 하자가 지속적으로 나타났으며, 이를 개선하고자 3차 보완시공까지 이루어졌다. 각 대상지별 사용종자는 남부 해안 도서지역이라는 지리적 여건을 고려하여 염해에 강한 종자로 배합하고자 하였으며, 각 대상지별로 인근 경관과 어울려질 수 있도록 식생을 선정하여 시공을 진행하였다. 구체적으로 site 1에서는 1차시공시 구절초(40.0%), 퉁퉁(20.0%), 안개초

(40.0%), 2차시공시 구절초(35.0%), 샬스타데이지(35.0%), 수염패랭이(15.0%), 금영화(15.0%)로 시행하였다. site 2에서는 1차시공시 꼴풀(28.3%), 물망초(11.7%), 소래풀(18.3%), 도라지(23.3%), 수레국화(18.3%), 2차시공시 구절초(35.0%), 샬스타데이지(35.0%), 꽃양귀비(15.0%), 수염패랭이(15.0%)로 시행하였다. site 3은 1차시공시 별노랑이(30.0%), 금계국(30.0%), 루드베키아(20.0%), 숙근천인국(20.0%), 2차

**Table 5.** Evaluation criteria and methods for evaluation table of greening method  
(Source: Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2009)

Division	Evaluation	Items	Valuation basis	Evaluation criteria and methods	Evaluation frequency
material	quantitative analysis	soil and seed quality	absolute evaluation	collecting 1~2kg of vegetation-based material samples and analyzing the soil's EC(electrolytic conductivity) levels, followed by determining compliance with the standard criteria.	one - time
		vegetation cover rate (the whole)	absolute evaluation	after construction, the vegetation cover rate for each construction method is assessed by installing 1x1 meter square plots and conducting three repeated surveys, followed by calculating the average.	periodic survey
		raise of plant vegetation cover rate (exotic cherbaceous plant ex. northern type herbaceous plant etc.)	absolute evaluation	grid frames (20×20cm) or 1×1 meter square plots are set up to conduct three repeated surveys of the vegetation cover rate, focusing solely on the invasive grass species. the occupancy rate of only exotic cherbaceous plant is evaluated from the cover rate.	once per season
		vegetation growth (except northern type herbaceous plant)	relative evaluation	vegetation excluding native species is collected, and the biomass is measured using an electronic scale or similar equipment.	once per season
quality	quantitative analysis	damage by disease and (insect) pest	relative evaluation	investigation of diseases and insect pests by season and phenomena in summer until the time of growth determination.	once per season
		number of woody plants	absolute evaluation	1×1 meter square plots are established, and the number of woody plants is surveyed ten times, then averaged and converted to individuals per square meter(individuals per square meter) to measure the achievement level according to the scoring criteria. in cases where the height of woody plants ranges from 1 to 6 meters, the square plots are expanded to 2×2 meters.	once per season
		the number of species that appear	absolute evaluation	a 1×1m square sphere is installed and the number of appearances of herbaceous and woody is investigated, converted into species/m <sup>2</sup> , and the achievement is measured according to the passing target of the (Evaluation table of greening method). at this time, the ratio of the number of herbaceous and woody appearances is evaluated, respectively, and then converted into an average. if the height of the woodwork is 1~6m, the square sphere is enlarged to 2×2m.	once per season
		the number of herbaceous and woody appearances		evaluate the degree of disturbance caused by hazardous and disturbing species.	occasional evaluation
	qualitative analysis	ecosystem disturbance and hazardous species invasion	relative evaluation	evaluate the degree of disturbance caused by hazardous and disturbing species.	occasional evaluation
		physical properties of vegetation - based materials	absolute evaluation	the soil hardness of vegetation-based materials is classified as good (11-23mm), normal (23-27mm), defective (less than 11mm, more than 27mm), and the soil humidity is classified as good (less than 0.5%, more than 8%).	more than once
		drop and collapse points	relative evaluation	investigate the number of dropout and collapse points per test construction area.	once per season
		greening persistence and possible vegetation invasion	absolute evaluation	evaluation of greening continuity and transition at existing construction site after 3~5 years.	more than once
		similarity with surrounding environment	relative evaluation	evaluation of ecological landscape harmony with surrounding environment.	occasional evaluation
		economics	quantitative analysis	unit price of specialist works	absolute evaluation

시공시 구절초(35.0%), 샤프스타데이지(35.0%), 금영화(15.0%), 춘차국(15.0%)로 시행하였다. site 4는 1차시공시 자주루드베키아(40.0%), 크립스크로버(30.0%), 꽃양귀비(15.0%), 말뚝이나물(15.0%), 2차시공시 구절초(35.0%), 샤프스타데이지(35.0%), 황화코스모스(30.0%)로 시행하였다. site 5는 1차시공시 금영화(15.0%), 달맞이꽃(25.0%), 별노랑이(30.0%), 금계국(30.0%), 2차시공시 구절초(35.0%), 샤프스타데이지(35.0%), 수염페랭이(15.0%), 금영화(15.0%)로 시행하였으며, 2차 보완시공에도 불구하고 국토해양부의 「도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공지침」에 기반한 비탈면 복원목표별 식생생육판정 기준에 따라 피복율이 50% 이하이면서 식생기반이 유실되어 식물의 성립이 기대되지 않아 3차 보완시공에서는 별노랑이(10.0%), 금계국(10.0%), 춘차국(10.0%), 산국(10.8%)을 배합하여 재시공하였다.

### 3.2. 연구대상지별 녹화공법 평가

모든 연구대상지의 녹화공법 평가결과(Table 7)는 재료적 측면에서 있어 토양 및 종자품질의 경우 기준 항목에 따라 모든 대상지가 합격을 하였다. site 1~4에서는 본 대상지에 해당되는 초본위주형의 항목에 맞추어 전체적인 식생피복율의 평가결과 site 1~site 4는 80% 이상 피복되어 있어 15%의 배점을 부여하였으며, 그에 반해 site 5는 60% 미만 피복되어 있어 5%의 배점을 부여하였다. 한지형초본 등 외래도입초종의 피복율을 평가한 결과 site 1~site 4는 30% 미만 피복되어 있어 0%의 배점을 부여하였으나, site 5의 경우 60% 이상 피복되어 5%의 배점을 평가하였다. 한지형초종을 제외한 식생생육량에서는 site 1~ site 4는 양호한 것으로 평가되어 5%의 배점을 적용하였으나, site 5의 대상지만 불량한 것으로 나타나 1%의 배점으로 평가하였다. 여름철 하고현상, 계절별 병충해 등을 조사하는 병충해의 경우 site 1과 site 5가 보통으로 평가되어 3%의 배점을 부여하였으며, 나머지 대상지들은 양호한 것으로 평가되어 5%의 배점을 부여하였다. 출현종수에서 목본성립본수의 경우 본 대상지에 해당되지 않은 항목으로 평가를 하지 않았으며, 초본 및 목본의 출현종수에 있어서는 site 1~site 4는 80% 이상으로 15%의 배점, site 5는 60% 미만으로 5%의 배점을 부여하였다. 위해종과 교란종에 의한 교란정도를 측정하는 생태계교란 및 위해종 침입 평가의 경우 site 1~site 5 모두 중으로 평가되어 3%의 배점을 적용하였다. 식생기반재 물리적 특성

의 경우 식생기반재의 토양경도, 토양습도를 측정하였으며, site 1~site 5 모두 양호로 평가되어 10%의 배점을 부여하였다. 다만, 탈락 및 붕괴지점 평가의 경우 site 5만 시험시공면적 내 탈락 및 붕괴 지점 수가 조사되어 불량인 1%의 배점으로 평가되었다. 녹화 지속성 및 식생침입 가능성 평가에서는 3~5년 정도 지난 기존 시공지에서의 녹화 지속성 및 천이여부를 평가하는 것이나, 본 연구에서는 최근 1년 내 시공을 한 대상지로 1년을 기준으로 평가하였으며, 모든 대상지는 보통으로 평가되어 3%의 배점으로 부여하였다. 주변 환경과의 유사도의 경우, 주변 환경과의 생태적 경관 조화성을 평가하는 것으로 피복 점유율이 낮고 표면풍화 및 침식유무가 있는 site 5만 3%의 배점으로 평가되었다. 시공 단가의 경우 시험시공 참여업체의 최저가를 기준으로 상대평가를 진행한 결과 site 1~site 4는 130% ~ 160%로 24%의 배점, site 5의 경우 161%~190%로 18%의 배점을 부여하였다. 종합적인 결과를 보면 site 1은 77%, site 2는 79%, site 3은 79%, site 4는 79%, site 5는 35%로 site 5가 현저히 낮은 배점으로 나타난 것을 파악할 수 있었다.

## 4. 결 론

국내에서 다방면의 개발사업으로 인해 불가피하게 나타나고 있는 사면을 표면풍화와 침식으로부터 보호하고 친환경적 복원을 통해 인근 경관과의 조화, 안전성도모 등을 실천하고자 사면녹화 시공과 공법에 대한 연구가 지속적으로 선행되어지고 있으나, 아직까지 낮은 발아율, 침식구간의 발생 등 녹화시공의 하자발생에 있어서 명확한 원인분석을 위한 제반여건의 검토를 통한 녹화공법간의 관계성을 분석하는 연구는 부재한 것으로 파악된다. 이에 본 연구에서는 실제 사면녹화 시공을 진행한 전라남도 여수시 경호동 1013번지 일대인 세이지우드 CC 여수 정도 내 5개의 대상지를 선정하여 선행 연구를 기반한 제반여건 항목설정을 통해 해당 대상지의 제반여건을 검토하고 기존 가이드라인에 명시되어 있는 평가표를 활용하여 녹화공법평가를 시행하였으며, 그 관계성을 검토하고자 하였다. 그 결과 site 5인 금오도 8번홀만 다른 대상지 대비 녹화공법평가에서 종합 35%라는 현저히 낮은 배점으로 나타났으며, 그 이유는 제반적 여건에 차이가 있는 것으로 파악되었다. 구체적으로 연구대상지의 제반여건을 살펴보면 site 1~site

**Table 6.** Status of various conditions for each study site

Division	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	
construction details	spraying thin vegetation-based material	spraying thin vegetation-based material	spraying thin vegetation-based material	spraying thin vegetation-based material	spraying thin vegetation-based material	
construction date	the 1st	2022.03	2022.03	2022.03	2022.03	
	the 2nd	2023.03	2023.03	2023.03	2023.03	
	the 3rd	-	-	-	2023.06	
workers	5 people	5 people	5 people	5 people	5 people	
equipment	stencil fabric, anchor pin, seed, vegetation-based material	stencil fabric, anchor pin, seed, vegetation-based material	stencil fabric, anchor pin, seed, vegetation-based material	stencil fabric, anchor pin, seed, vegetation-based material	stencil fabric, anchor pin, seed, vegetation-based material	
point of the compass	facing north	facing north-south	facing north-west	facing north-south	facing north-west	
the influence of the sea breeze	small amount of	none	none	none	yes	
slope	1 : 1.2	1 : 1.2	1 : 1.2	1 : 1.2	1 : 1.2	
surface weathering and erosion	none	none	none	none	yes	
soil	weathered rock, ripping rock	weathered rock, ripping rock	weathered rock, ripping rock	weathered rock, ripping rock	weathered rock, ripping rock	
material mixing ratio (green soil)	the 1st	Dendranthema zawadskii var. latilobum (40.0%), Achillea alpina L. (20.0%), Gypsophila elegans Bieb. (40.0%)	Prunella asiatica Nakai (28.3%), Myosotis scorpioides (11.7%), Orychophragmus violaceus(L.) O.E.Schulz (18.3%), Hydrocotyle umbellata (23.3%), Platycodon grandiflorum (23.3%), Centaurea cyanus (18.3%)	Lotus corniculatus var. japonica (30.0%), Coreopsis drummondii L. (30.0%), Rudbeckia hirta L. (20.0%), Gaillardia pulchella Foug (20.0%)	Echinacea angustifolia (40.0%), Trifolium incarnatum L. (30.0%), Papaver rhoeas (15.0%), Vaccaria vulgaris (15.0%)	Eschscholtzia californica (15.0%), Oenothera biennis (25.0%), Lotus corniculatus var. japonica (30.0%), Coreopsis drummondii L. (30.0%)
	the 2nd	Dendranthema zawadskii var. latilobum (35.0%), Chrysanthemum burbankii Makino (35.0%), Dianthus superbus var. longicalycinus (15.0%), Eschscholtzia californica (15.0%)	Dendranthema zawadskii var. latilobum (35.0%), Chrysanthemum burbankii Makino (35.0%), Papaver rhoeas (15.0%), Dianthus superbus var. longicalycinus (15.0%)	Dendranthema zawadskii var. latilobum (35.0%), Chrysanthemum burbankii Makino (35.0%), Eschscholtzia californica (15.0%), Coreopsis tinctoria Nutt (15.0%)	Dendranthema zawadskii var. latilobum (35.0%), Chrysanthemum burbankii Makino (35.0%), Cosmos Sulphureus (30.0%)	Dendranthema zawadskii var. latilobum (35.0%), Chrysanthemum burbankii Makino (35.0%), Dianthus superbus var. longicalycinus (15.0%), Eschscholtzia californica (15.0%)
	the 3rd	-	-	-	-	Lotus corniculatus var. japonica (10.0%), Coreopsis drummondii L. (10.0%), Coreopsis tinctoria Nutt (10.8%), Dendranthema boreale (10.8%)

**Table 7.** Evaluation table of greening method for each study site

Division		Items	Evaluation and distribution(%)					
			Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	
material	quantitative analysis	soil and seed quality	pass	pass	pass	pass	pass	
		vegetation cover rate (the whole)	15	15	15	15	5	
quality	quantitative analysis	herb-oriented type						
		mixed herbaceous-wood type						
		wooden colony type						
		natural landscape restoration type						
		raise of plant	vegetation cover rate (exotic herbaceous plant ex. northern type herbaceous plant etc.)	0	0	0	0	-5
		vegetation growth (except northern type herbaceous plant)	5	5	5	5	1	
	qualitative analysis	damage by disease and (insect) pest	3	5	5	5	3	
		the number of species that appear						
		number of woody plants	-	-	-	-	-	
		the number of herbaceous and woody appearances	15	15	15	15	5	
		ecosystem disturbance and hazardous species invasion	-3	-3	-3	-3	-3	
		physical properties of vegetation-based materials	10	10	10	10	10	
qualitative analysis	drop and collapse points	5	5	5	5	1		
	greening persistence and possible vegetation invasion	3	3	3	3	3		
	similarity with surrounding environment	0	0	0	0	-3		
	subtotal	53%	55%	55%	55%	17%		
economics	quantitative analysis	unit price of specialist works	24	24	24	24	18	
		subtotal	24%	24%	24%	24%	18%	
total			77%	79%	79%	79%	35%	

5는 동일한 지역 내에서 공법, 시공시기, 사용기가재, 경사도, 토질 또한 동등한 조건으로 시공되었으나, site 5만 식생발아율이 떨어져 피복이 되지 않아 사면이 노출되고 일부 침식구간이 나타나 3차 보완시공까지 이루어졌으며, 해당 금오도 8번홀은 섬 좌측에 위치하고 있어 북서풍의 영향으로 직접적인 해풍의 영향이 있는 구간에 있어 지속적인 하자가 발생한 것으로 판단된다.

즉 금오도 8번홀에서는 사면녹화 시공 전 녹화의 제반적 여건을 고려하여 직접적인 해풍으로 인한 염해의 피해를 방지할 수 있는 여건을 마련한 후 녹화시공이 이루어졌어야 할 필요성이 있는 것으로 볼 수 있다. 이를 통해 동일한 지역에 공사를 진행할지라도 사전에 충분한 제반여건의 평가가 이루어지지 않는다면 공사의 하자가 발생하거나 공사로 인한 효과를 충분히 보기 어려운 경우가 발생할 수 있음을 추론할 수 있었다. 현재 사면녹화의 발주형태는 물량과 공법에 따라 시행되고 있

으나, 공법의 단순한 시험시공뿐만 아니라 해당 대상지의 면밀한 항목에 따른 제반적 여건 검토와 더 나아가 우리나라의 지리적 위치로 인해 발생하는 제반적 여건의 차이를 극복할 수 있는 각각의 지역적 특성에 적합한 제반여건 사전평가에 대한 가이드라인이 필요할 것으로 사료되며, 이를 토대로 공사비를 측정하거나 공법을 산정할 수 있도록 이루어질 필요가 있는 것으로 판단된다. 또한 추후 기후변화, 지형붕괴 등과 같은 다양한 상황에서 나타날 수 있는 제반여건의 변화 속에서도 유연하고 효율적으로 사면녹화 시공이 이루어질 수 있도록 사전에 제반여건을 평가할 수 있도록 제도적 장치의 마련이 필요할 것으로 파악된다. 본 연구에서는 실질적으로 사면녹화 시공 대상지를 기반으로 제반여건과 사면녹화의 관계성을 분석하여 실무적 기초자료로도 활용가능하도록 시사점을 도출하고자 하였으나, 도서지역이면서 골프장이라는 특수한 상황에서의 세이지우드 CC 여

수 경도의 사례만을 바탕으로 검토하여 범용가능한 연구결과에 있어 한계성을 갖고 있어 향후 보다 다양한 지역에서의 대상지를 토대로 제반여건과 사면녹화 간의 관계성에 대한 연구를 지속적으로 진행할 필요가 있다.

## REFERENCES

- Ahn, T. B., 1999, Development of slope protection method using vegetation mat, J.I.S, 1(2), 199-223.
- Ahn, T. B., Jo, H. K., Ahn, T. W., Kim, J. H., Chung, K. J., Kim, M. K., 2004, A Study on slope greening technique using eco-stone -focused on growth conditions of plant species among treatment blocks-, Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology, 7(2), 87-95.
- Hong, S. G., Kim, J. J., 1998, Studies on short term hardening method of tree seedlings for afforestation of cut - rock slope, Korean J. Environ. Agric., 17(4), 658-361.
- Jeon, G. S., Woo, B. M., 1999, Optimal amount and mixture ratio of seeding of the exotic and native plants for slope revegetation(1), Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology, 2(2), 33-42.
- Jo, H. J., 2009, Design and construction guidelines for greening of road slope, 11-1611000-000503-01, Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Sejong City, South Korea.
- Jung, D. H., Ji, B. Y., Jeon, K. S., Kim, J. Y., 2004, Erosion control effects by species of plants on forest road slope, Korean Forest Society, The Korean Forestry Society, South Korea, 353-354.
- Kim, H. J., Lee, J. H., 1998, An Applied case to the slope revegetation technology of biological engineering regarding nutritional propagation -in the case of sandy cut-slope-, Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology, 1(1), 63-69.
- Kim, S. B., 2013, A Study on the effect of slope revegetation by seed composition -focusing on main road around Hwayang district, Yeosu-si, Jeonnam-, Journal of the Korea Landscape Council, 5(2), 59-72.
- Lee, M. J., Lee, J. W., Jeon, K. S., Ji, Y. U., Kim, M. J., Kim, J. Y., Song, H. K., 2004, Native plants selection for ecological replantation and vascular plants in forest road slope -in case study on forest road of Gyeongsangnam-do and Jeollanam-do-, Korean Journal of Environment and Ecology, 17(3), 201-209.
- Ministry of Road Transportation, 2016a, Design criteria for slope of construction work, Sejong City, South Korea.
- Ministry of Road Transportation, 2016b, Slope greening and landscaping, KDS 34 70 30, Sejong City, South Korea.
- Oh, S. W., Bae, W. S., An, B. C., Kim, H. S., Bang, S. T., 2017, Rain infiltration characteristics of green soil according to the change of rainfall intensity, Korean Geo-Environmental Society Conference, South Korea, 61-62.
- Song, J. S., Chang, Y. D., Lee, S. J., Bang, C. S., Huh, K. Y., Chung, M. I., Chung, H. H., 2005, Characteristics of several Korean native herbaceous plants for cut slope revegetation, Korean Journal of Environment and Ecology, 8(1), 10-16.
2023. SUNGWON Landscape Architecture, [http://swon.kr/page\\_Qlfr79](http://swon.kr/page_Qlfr79).

- 
- Master's course. Hak-Sung Kim  
Major in Landscape Architecture, School of Plant Science and Landscape Architecture, Hankyong National University  
97pinokio@hanmail.net
  - Professor. Sung-Jin Yeom  
Major in Landscape Architecture, School of Plant Science and Landscape Architecture, Hankyong National University  
ysj@hknu.ac.kr