韓國環境復元技術學會誌 18(4) : 1～14(2015)
J. Korean Env. Res. Tech. 18(4) : 1～14(2015)
DOI : http://dx.doi.org/10.13087/kosert.2015.18.4.1
ISSN 1229-3032

한국잔디 줄기를 이용한 식생기반재 뿜어붙이기공법의 적용성 연구

민창현[1] · 김남춘[2] · 최준수[2] · 송원경[2] · 주상대[3]

[1] 단국대학교 대학원 · [2] 단국대학교 녹지조경학과 · [3] 신일에코텍(주)

A Study on the Applicability of Soil-Media Hydroseeding Measures Using Zoysiagrass's Lateral Stems

Min, Chang-Hyun[1] · Kim, Nam-Choon[2] · Choi, Joon-Soo[2]
Song, Wonkyong[2] and Joo, Sang-Dae[3]

[1] Graduate School, Dankook University,
[2] Dept. of Landscape Architecture, Dankook University,
[3] Sinil Eco-Tech Co., LTD.

ABSTRACT

A manipulation of zoysiagrass's lateral stems and soil-media; used for slope revegetation, is expected to facilitate the production of high-quality grass. To study the influences on the growth of zoysiagrass depending upon various soil-media conditions, two different types of soil are used. The results obtained - through investigation of its cover rates, leaf color and number - are summarized as follows.

In mountain regions soil, there are no significant differences in growth and development of grass in treatments: zoysiagrass's lateral stems treatments with 1cm, 2cm, and 3cm soil-media and treatment with only seeding. Zoysiagrass, in most of the treatments, show about the same growth rates, and at the end, fair visual quality. Zoysiagrass's lateral stems treatments with 2cm, 3cm show slightly better growth, however, thickness of soil-media need not be more than 1cm to obtain an expected quality of lawn.

First author : Min, Chang-Hyun, Graduate School, Dankook University,
Tel : +82-2-453-2857, E-mail : liv2kind@naver.com
Corresponding author : Song, Wonkyoung, Assistant Professor, Department of Landscape Architecture, Dankook University, 119, Dandae-ro, Dongnam-gu, Cheonan-si, Chungnam 330-714, Korea,
Tel : +82-41-550-3636, E-mail : wksong@dankook.ac.kr
Received : 27 February, 2015. **Revised** : 16 April, 2015. **Accepted** : 24 July, 2015.

In decomposed granite soil, there appears statistical significance in growth of the grass in treatments: zoysiagrass's lateral stems treatments with 1cm, 2cm, and 3cm soil-media and treatment with only seeding. The thicker the soil-media, the better the growth of grass, and that in treatment with seeding-only shows poor quality in general. And therefore, it is efficacious to plant in 3cm soil-media when quick formation of lawn is necessary; however, using 2cm soil-media is ultimately the most cost-efficient way of formation. But, when time allows - that is, more than three months - 1cm soil-media in decomposed granite soil is reasonable to formate just as effective lawn. And so when performing seeding, additional covering, fertilization or increasing the quantity of seed must be considered.

Key Words : *Slope vegetation, Soil-media, Cover rates, Leaf color, Leaf number, Zoysiagrass.*

I. 서 론

산업발전 및 국토개발에 의해 발생하는 절 · 성토 비탈면의 친환경적 식생피복이 요구되고 있다. 일반적으로 비탈면녹화에 사용되는 초종은 외래도입종들로 단기간의 급속녹화에는 용이하나, 여름철의 혹서기에는 황변하는 특성이 있어서 경관적인 문제점이 지적되고 있다(Lee et al., 1995). 또한 생태환경의 분석 없이 무분별하게 녹화공법을 적용함으로써, 녹화식물이 2~3년 이내에 고사되어 비탈면이 다시 황폐화되기도 한다(Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2009). 훼손비탈면 녹화 시 자생식물 위주로 녹화하면 비탈면의 안정성을 얻을 수 있으며, 생태적으로도 건강한 식물군집을 조성함으로써 경관미를 회복하고 자연스러운 식물천이를 유도할 수 있다(Kim, 1998). 따라서 한국잔디의 녹화식물 도입은 외래초종 위주의 녹화를 탈피하여 경관적인 문제를 해결하고, 건강한 생태계를 조성 할 수 있는 한 방법이 될 수 있겠다.

한국잔디의 시공은 파종과 영양번식의 방법을 이용하는데 시공시기 · 기간 · 예산 등 여러 요인에 의해 그 선택이 달라질 수 있다(Kim, 2007). 난지형 잔디에 속하는 한국잔디는 종자의 발아와 유지관리, 시공시기 등의 이유로 영양번식법을 선호하는 경향이 있다. 국내 잔디 재배 총 면적을 살펴보면 난지형잔디가 95.7%를 차지하며, 난지형 잔디 중 96.7%가 들잔디와 중지류인 것을 알 수 있다(Choi and Yang, 2006). 학교운동장을 무작위로 선발하여 잔디 품종과 조성방법을 조사한 연구(Chung, 2000)에 의하면 26개교 중 20개교가 들잔디로 조성되었으며, 그 20개교 중 17개교가 뗏장으로 식재하였고, 3개교만이 파종법으로 조성되었다.

영양번식법은 파종법에 비해 잔디밭을 빠르게 조성할 수 있으며 집약적 관리를 행하지 않아도 되나, 높은 자재비와 인건비로 인해 시공비용 부담이 큰 편이다. 영양번식법 중 줄기식재는 봄부터 초여름까지 조성하는 것이 좋으며 표면요철이 없고 평탄한 지형의 조기 녹화에 효과가 커, 골프장의 페어웨이와 같이 고저차가 심하지 않은 지역에 많이 적용되고 있다(Lee, 2012). 한국잔디의 시공법을 비교한 연구 실험에서는 줄기를 이용한 영양번식법이 파종법에 비해 피복시기가 빠르고 피복율이 높았으며 1년 후에도 더 높은 피복율을 보였다(Lee et al., 2002).

잔디 줄기를 이용한 시공은 활착속도 및 조성속도가 빠르나, 시공 공정의 일부가 인력에 의존하여 대규모 시공 시 기간이 오래 걸리는

문제점이 있어, 고압 분사기계를 이용한 포복경의 시공에 대한 연구가 수행되었다. 토양양생제(제지화이버)를 이용하는 Seed Spray공법을 활용한 것인데, 기존의 포복경 네트공법과의 비교실험에서 잔디 생육의 차이는 발생하지 않았다(Ministry of Agriculture and Forestry, 2002). 그러나 포복경 네트공법은 네트 설치 전 포복경 네트를 제작하는 공정과 네트 설치 후 배토 및 피복(차광망 또는 비닐)공정이 추가되는데 반해, 고압 분사기계 공법은 시공과 함께 토양양생제가 피복되므로 이러한 공정이 필요치 않아 시공효율을 높이면서 잔디면을 조성할 수 있다. 위 연구에서는 토양양생제로 단순 보습만을 위한 제지화이버를 사용하였는데, 많은 양분을 함유하고 있으며 보습과 보비가 뛰어난 대체 물질을 활용한 연구가 필요하다.

녹화공법에 쓰이는 주재료 중 하나인 식생기반재는 식생의 발아와 생육을 위한 양분을 공급하여 주며(Jeon, 2002), 식생이 충분히 자라기 전까지 강우에 의한 유실을 막아주는 역할을 하기도 한다(Nam et al., 1999). 이러한 식생기반재를 이용한 얇은 식생기반재 뿜어붙이기공법은 주재료를 습식으로 뿜어붙이기하는 것으로 작업효율이 우수하여 대면적의 시공에 적합하다(Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2009). 습식공법은 건식과 달리 물과 교반한 식생기반재를 사용하기 때문에 식물의 뿌리를 잘 내리게 하여 원지반과의 결합력을 높이는 데에 유리한 방식이다(Joo, 2012).

이에 본 연구는 지형적 차이를 보이는 두 종류의 토양에 한국잔디 줄기와 식생기반재를 이용한 얇은 식생기반재 뿜어붙이기공법을 적용하였을 때, 잔디밭 조성에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 가정을 가지고, 식생기반재의 두께별로 한국잔디 줄기식재의 조성효율에 미치는 영향을 조사하여, 한국잔디 시공 시 환경조건과 조성목표에 적합한 식생기반재의 사용규격을 제공하고자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 실험장소 및 시기

본 실험은 경기도 포천시 소재 수목농장 부지 내 일반 토양으로 조성된 사양토 지반 위에서 실시하였다. 서로 다른 지형적 특성을 갖는 경기도 포천시와 양주시, 두 공사현장의 조경부지 내 토양을 운반하여 파종 및 줄기식재용 기반을 조성하였다. 2014년 06월 27일에 한국잔디 줄기식재 및 파종을 하였고 2014년 10월 04일까지 생육조사를 실시하였다.

2. 공시재료

줄기식재에 사용된 한국잔디(*Zoysia japonica* Steud.)는 경기도 연천에서 재배된 중지류이고, 파종에 사용된 종자는 일반적인 한국잔디(*Z. japonica*)를 사용하였다. 식생기반재는 비탈면 녹화공법 중 습식녹화공법에 사용되는 자재로서 마사토(20%), 황토(15%), 코코피트(10%), 부숙톱밥(30%), 숙성돈분(20%), 목탄분말(5%)로 구성되어 있다. 한국잔디의 줄기식재 및 파종지반은 포천시와 양주시의 두 공사현장 조경부지에 사용되는 토양으로 조성하였다. 포천시의 현장은 산지였던 지역에 식생을 제거하고 표토층과 심토층을 이용하여 운동시설을 조성하고 있던 곳이고, 양주시의 현장은 식생이 거의 없던 평지의 마을이었던 지역에 건축물을 철거하고 택지개발 공사를 시행하고 있던 곳으로 Figure 1과 같다.

두 토양을 연구기관에 의뢰하여 분석한 특성은 Table 1과 같다. 두 지역의 토양 모두 사양토로 분류되었으나, 양주토양은 모래의 비율이 80.42%로 양질사토에 매우 가까운 사양토라 할 수 있다. 유기물함량, 전질소량, 양이온치환용량 모두 포천토양이 양주토양에 비해 2배에 가깝거나 그 이상의 수치를 나타냈다. 이를 고려하여 본 실험에서는 포천토양은 산지토양, 양주토양은 마사토양으로 명칭하였다.

Pochenon-si

Yangju-si

Figure 1. Construction site view.

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil.

Characteristics (unit)		Mountain regions soil (Pocheon-si)	Decomposed granite soil (Yangju-si)
O.M. (%)		0.57	0.20
Total N (%)		0.024	0.014
CEC ($cmol^+/kg$)		9.98	4.59
pH [1:5]		5.84	5.86
EC [1:5] (dS/m)		0.048	0.042
토성 [美농무성법 분류]	모래(%)	72.37	80.42
	미사(%)	13.65	8.21
	점토(%)	13.98	11.37
	분류	사양토	사양토

3. 실험구 조성 및 배치

본 실험은 경기도 포천시와 양주시 두 공사현장의 토양을 포천시의 준비된 실험부지로 운반하여 각각 20cm의 두께로 지반을 조성하고(Figure 2), 그 위에 식생기반재를 뿜어붙이는 방법으로 실험구를 조성하였다(Figure 3). 식생기반재의 두께는 1cm, 2cm, 3cm의 3가지로 조절하여 조성하였다. 각 두께별 식생기반재에 투입된 잔디줄기의 사용량은 시공현장에서 관행적으로 사용되는 양인 2 ℓ/m^2로 처리하였으며, 잔디줄기의 길이는 기계 시공 시 엉킴이나 막힘현상을 고려하여 2~3마디씩 잘라 사용하였다. 대조구로는 식생기반재의 사용 없이 두 지역의 원지반 위에 한국잔디 종자 15g/m^2을 파종하였다. 두 지역의 토양기반위에 잔디줄기 식재 방법은 분사기계장치를 이용한 얇은 식생기반재 뿜어붙이기공법으로 실시하였다. 파종은 손파종 후 2~3mm 두께로 모래배토를 실시하였다. 실험구 면적은 구당 1×1m 로서 총 24m^2가 사용되었으며, 완전임의배치 3반복으로 수행되었다. 조성 후 비닐이나 차광막 등의 피복작업이나 별도의 시비작업은 하지 않았으며, 09월 05일까지 1회/일 관수하였고, 제초는 1회/2주 손제초를 실시하였다. 예초는 잔디의 생장이 충분히 이루어진 실험구에 한해서 09월 05일 이후로 1회/주 실시하였다.

Figure 2. Preparation of the experimental ground.
left: mountain regions soil(Pocheon-si), right: decomposed granite soil(Yangju-si).

Figure 3. Treatments preparation completed.
left: mountain regions soil(Pocheon-si), right: decomposed granite soil(Yangju-si).

4. 조사방법

실험구 조성완료 후 조사항목으로는 잔디 피복율, 잎 색, 잎 밀도를 조사하였으며 각각의 조사방법은 다음과 같다.

잔디 피복율 조사는 시각적 평가방법을 이용하여 조사하였으며, 잔디의 피복으로 인해 지반이 보이지 않는 상태를 100%로, 전혀 피복이 이루어 지지 않은 상태를 0%로 평가하고 피복면적에 비례하여 평가하였다. 잔디 잎 색 조사 또한 시각적 평가방법을 이용하였으며, 한여름 생육적기에 나타나는 가장 진하고 균일한 녹색을 9점으로 평가하고, 녹색이 옅어짐에 따라 낮은 점수를 부여하여 휴면기에 황색을 1점으로 평가하였다. 잔디 잎 밀도 조사는 처리구 내에서 전체적인 상태를 대표할 수 있으며 가장 평균적이라고 판단되는 부분에 10×10cm의 방형구를 설치하고, 한 처리구당 2회씩 그 안에 잎의 개수를 세어 조사하였다.

데이터 수집 후 결과분석은 SAS(ver. 9.1)를 이용하여 LSD검정을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 산지토양에서의 잔디생육조사

1) 잔디 피복율

산지토양기반 위에 식생기반재를 처리한 후 시기에 따른 잔디 피복율은 Table 2에 나타난 바와 같다. 조성 후 27일 되었을 때에는 3cm의

식생기반재 처리구가 6.7%로서 가장 높은 피복율을 보였으며, 1cm와 2cm는 5%의 피복율을, 그리고 파종 처리구는 1.7%로서 초기 피복율이 더디게 이루어지는 것을 볼 수 있었지만, 통계적인 유의성은 보이지 않았다. 조성 후 58일 되었을 때에는 3cm 처리구가 43.3%로서 오히려 가장 낮은 피복율을 보였고, 1cm 처리구에서 48.3%로서 가장 높은 피복율을 보였으나, 통계적인 유의성이 없는 것으로 보아 식생기반재 두께에 따른 피복율의 차이는 없는 것으로 사료된다. 조성 후 100일이 되었을 때에는 모든 처리구에서 90% 이상의 피복율을 보여서 잔디밭 조성이 완료된 것으로 나타났다. Figure 4에서 보는 바와 같이 모든 처리가 조성 후 44일 이후부터 78일이 될 때까지 급격히 피복율이 높아지는 경향을 보였으며, 78일 이후에는 피복속도가

Table 2. Effects of soil-media thickness on grass cover rates on mountain regions soil-bed(date of composition: June 27, 2014).

Treatments[a]	Period after compositioin(Day)						
	13	27	44	58	78	89	100
	---------- (%) ----------						
1T(A)	0.0a[b]	5.0a	18.3a	48.3a	80.0a	88.3a	93.3a
2T(B)	0.0a	5.0a	16.7a	46.7a	78.3a	96.7a	100a
3T(C)	1.7a	6.7a	18.3a	43.3a	83.3a	91.7a	96.7a
Seeding(D)	0.0a	1.7a	16.7a	46.7a	85.0a	88.3a	91.7a
L S D	2.7	6.1	15.8	22.2	24.7	20.7	12.4
Pr > F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

[a]A. Soil-media 1cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
B. Soil-media 2cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
C. Soil-media 3cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
D. Seeding(15g/m^2)
[b]Means with the same letter within column are not significantly different at *P=0.01, 0.05* by DMRT test

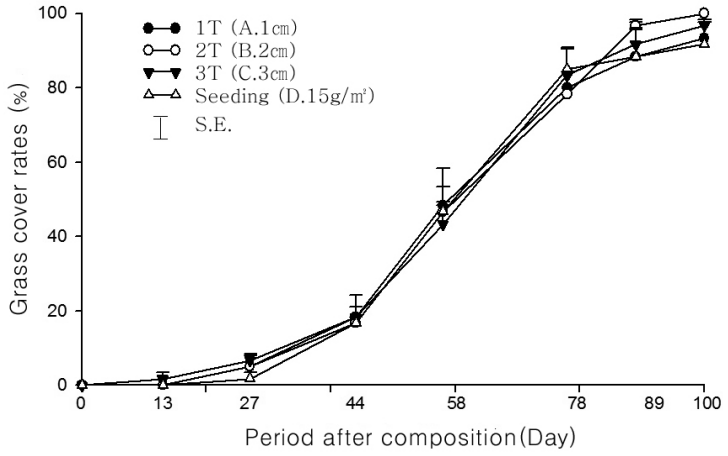

Figure 4. Periodic changes of grass cover rates by soil-media thickness on mountain regions soil-bed(date of composition: June 27, 2014).

완만하게 이뤄지다가 89일 전후로 약 90%의 피복율을 보이는 것으로 조사되었다.

2) 잔디 잎 색

산지토양에서 식생기반재 두께에 따른 잔디 잎 색은 조성 후 27일 까지는 식생기반재 처리구의 가시적 평가 점수가 7.0으로서 종자파종 처리구의 5.0 보다 잎 색이 더 좋았다(Table 3). 그러나 조성 44일 이후 파종 처리구의 생육이 어느 정도 이뤄진 이후부터는 모든 처리구에서 잔디 잎 색은 유의성 있는 차이가 없었다(Figure 5). 또한, 조성 후 78일 까지는 모든 처리구에서 잎 색의 가시적 평가 점수가 8.7~9.0까지 좋았으나, 78일 이후부터는 전체적으로 잎 색의 평가 점수가 8.0~7.7까지 떨어지는 경향을 보였다. 이는 기온이 점차적으로 낮아지면서 한국잔디

Table 3. Effects of soil-media thickness on grass leaf color on mountain regions soil-bed(date of composition: June 27, 2014).

Treatments[a]	Period after compositioin(Day)						
	13	27	44	58	78	89	100
	---------- Visual evaluation(1-9: 9=good)----------						
1T(A)	5.0a[b]	7.0a	8.7a	8.7a	8.7a	8.0a	8.0a
2T(B)	5.0a	7.0a	9.0a	9.0a	9.0a	8.0a	8.0a
3T(C)	5.0a	7.0a	9.0a	9.0a	8.7a	8.0a	7.7a
Seeding(D)	1.0b	5.0b	9.0a	9.0a	9.0a	8.3a	7.7a
L S D	0	0	0.5	0.5	0.8	1.1	0.9
Pr > F	**	**	NS	NS	NS	NS	NS

[a]A. Soil-media 1cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
B. Soil-media 2cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
C. Soil-media 3cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
D. Seeding(15g/m^2)
[b]Means with the same letter within column are not significantly different at *P=0.01, 0.05* by DMRT test

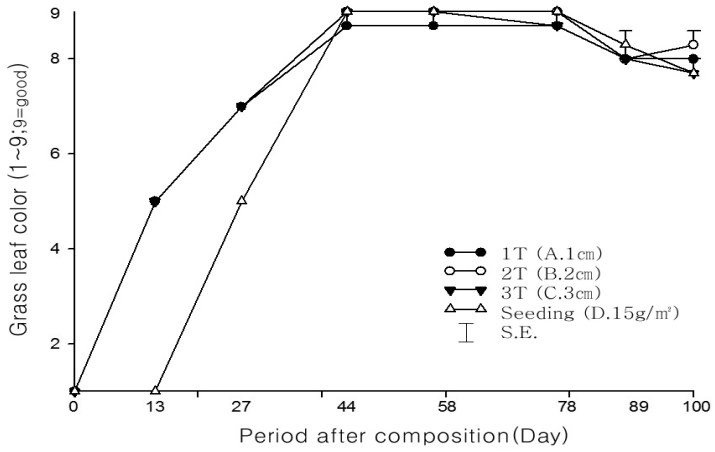

Figure 5. Periodic changes of grass leaf color by soil-media thickness on mountain regions soil-bed(date of composition: June 27, 2014).

의 휴면기작에 따른 생리작용으로 인하여 잔디 잎 색이 서서히 갈변하기 시작하였기 때문인 것으로 분석된다(Youngner, 1961). 따라서 산지토양에서의 잔디 잎 색은 전반적으로 식생기반재의 두께에 따른 차이는 거의 없다고 보여진다.

3) 잔디 잎 밀도

산지토양에서 식생기반재 두께가 잔디 잎 밀도에 미치는 영향을 조사한 결과 조성 후 시기별로 모든 처리구에서 통계적인 유의성이 나타나지 않았다. 조성 후 58일 까지 초기에는 파종 처리구가 157.7/0.01m^2 개로서 가장 잎 밀도가 높은 것으로 조사되었으나, 89일 지난 후에는 2cm 식생기반재 처리구가 347.3/0.01m^2 개로서 잎 밀도가 가장 높았다. 조성 후 100일이 되었을 때는 모든 처리구에서 350/0.01m^2 개 이상의 잎 밀도를 나타냈으며,

Table 4. Effects of soil-media thickness on grass leaf number on mountain regions soil-bed(date of composition: June 27, 2014).

Treatments[a]	Period after compositioin(Day)						
	13	27	44	58	78	89	100
	---------- (Leaf number: 10×10cm)----------						
1T(A)	0.7a	18.7a	49.7a	121.3a	237.7a	286.7a	373.7a
2T(B)	0.0a	18.0a	38.7a	127.7a	289.0a	347.3a	416.0a
3T(C)	1.3a	20.0a	35.7a	138.7a	240.7a	318.0a	402.3a
Seeding(D)	0.0a	21.7a	40.3a	157.7a	272.7a	314.3a	353.7a
L S D	2.4	20.6	26.7	71.0	144.9	143.8	138.1
Pr > F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

[a]A. Soil-media 1cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
B. Soil-media 2cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
C. Soil-media 3cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
D. Seeding(15g/m^2)
[b]Means with the same letter within column are not significantly different at *P=0.01, 0.05* by DMRT test

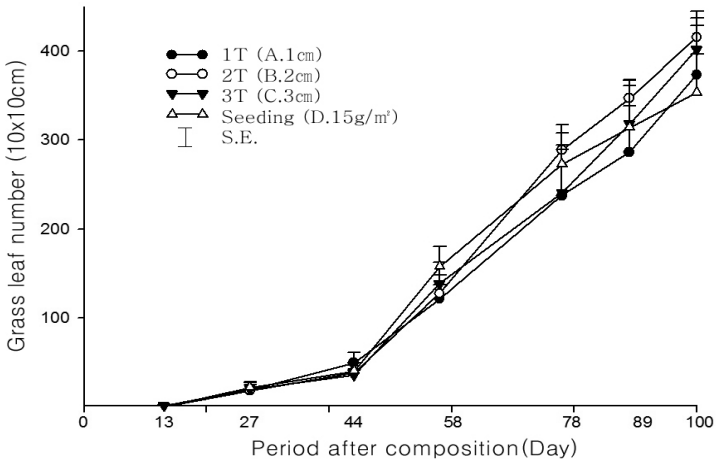

Figure 6. Periodic changes of grass leaf number by soil-media thickness on mountain regions soil-bed(date of composition: June 27, 2014).

통계적 유의성은 없어 식생기반재 두께에 따른 영향은 없는 것으로 분석된다(Figure 6).

산지토양에서 식생기반재 두께에 따른 잔디의 생육량을 조사한 결과를 종합하면, 한국잔디의 피복율, 잎 색 및 잎 밀도는 식생기반재의 두께에 영향을 받지 않았다고 할 수 있겠다. 일부 2cm, 3cm 두께의 식생기반재에서 생육량이 약간 더 좋은 경향을 보이긴 하였으나 통계적인 유의성은 나타나지 않았다. 따라서 식생기반재를 이용한 잔디면 조성 시에는 1cm 두께의 비교적 얇은 뿜어붙이기 두께로도 충분한 조성효과를 기대할 수 있을 것으로 분석된다.

2. 마사토양에서의 잔디생육조사

1) 잔디 피복율

마사토양기반 위에 식생기반재를 처리한 후

Table 5. Effects of soil-media thickness on grass cover rates on decomposed granite soil-bed(date of composition: June 27, 2014).

Treatments[a]	Period after compositioin(Day)						
	13	27	44	58	78	89	100
	---------- (%) ----------						
1T(A)	1.7a[b]	8.3ab	16.7ab	40.0ab	66.7b	75.0b	85.0a
2T(B)	1.7a	11.7a	21.7ab	51.7ab	88.3a	95.0a	100a
3T(C)	1.7a	16.7a	31.7a	58.3a	93.3a	95.0a	98.3a
Seeding(D)	0.0a	0.0b	10.0b	25.0b	53.3b	58.8a	65.0b
L S D	4.7	9.4	21.1	29.3	20.7	18.4	15.1
Pr > F	NS	*	NS	NS	**	**	**

[a]A. Soil-media 1cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
B. Soil-media 2cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
C. Soil-media 3cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
D. Seeding(15g/m^2)
[b]Means with the same letter within column are not significantly different at *P=0.01, 0.05* by DMRT test

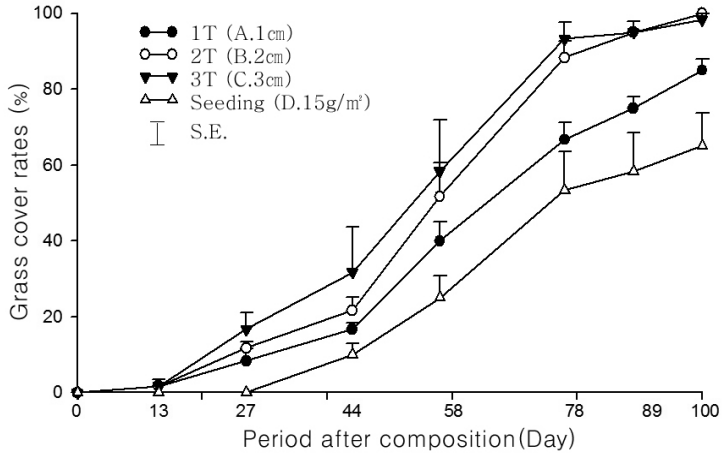

Figure 7. Periodic changes of grass cover rates by soil-media thickness on decomposed granite soil-bed(date of composition: June 27, 2014).

시기에 따른 잔디 피복율은 Table 5에 나타난 바와 같다. 조성 후 27일 되었을 때에는 3cm의 식생기반재 처리구가 16.7%로서 가장 높은 피복율을 보였으며, 1cm와 2cm는 각각 8.3%, 11.7%의 피복율을, 그리고 파종 처리구는 0%의 초기 피복율을 나타냈다. 조성 후 78일 되었을 때에는 3cm 처리구가 93.3%로서 피복이 거의 완료된 모습을 보였고, 1cm와 2cm 처리구는 각각 66.7%와 88.3%의 피복율을, 파종 처리구는 53.3%의 피복율을 나타내 통계적으로 높은 유의성을 보여주고 있다. 식재 후 100일 되었을 때에는 식생기반재 2cm의 처리구만이 100%의 피복율을 나타냈고, 1cm와 3cm는 각각 85.0%, 98.3%의 피복율을, 파종 처리구는 65.0%의 피복율을 나타냈다. 따라서 식생기반재의 사용은 잔디 피복율 향상에 매우 효과적이며, 식생기반재의 두께가 두꺼울수록 높은 피복율을 나타낸다고 할 수 있다. 다만 3cm의 처리구가 계속적으로 가장 높은 피복율을 나타내다가 100일 째에는 2cm가 100%, 3cm가 98.3%의 피복율을 나타낸 것으로 보아, 3cm의 처리가 초기피복에는 효과적이나 피복이 어느 정도 이뤄진 이후에는 2cm의 처리와 효과가 비슷하다고 할 수 있다.

2) 잔디 잎 색

마사토양에서 식생기반재 두께에 따른 잔디 잎 색의 영향은 높은 유의성을 나타내고 있다. 조성 후 27일까지의 높은 유의차는 종자가 발아하는데 까지 걸린 시간의 차이로 발생한 것이나, 이후의 유의차는 식생기반재가 잔디 잎 색을 진하게 하는데 미치는 영향으로 나타난 것으로 판단된다. 조성 44일 이후 식생기반재 2cm와 3cm의 처리구는 9.0으로 가장 진한 잎 색을 보였으며, 1cm는 8.3, 파종 처리구는 8.0의 수치를 나타내었다. 조성 58일 이후 식생기반재의 처리구는 8.7~9.0의 수치로 잎 색이 더욱 진해지거나 진한 상태를 유지하였지만, 파종 처리구는 7.3으로 떨어지기 시작하였다. 기온이 떨어짐에 파종 처리구는 빠른 갈변현상을 나타내어 100일 후에는 5.3의 수치를 나타냈으나, 식생기반재 처리구는 7.0~7.3의 수치를 나타냈다 (Figure 8).

Table 6. Effects of soil-media thickness on grass leaf color on decomposed granite soil-bed(date of composition: June 27, 2014).

Treatments[a]	Period after compositioin(Day)						
	13	27	44	58	78	89	100
	---------- Visual evaluation (1-9: 9=good)----------						
1T(A)	5.0a[b]	7.0a	8.3a	8.7a	8.0a	7.3bc	7.0a
2T(B)	5.0a	7.0a	9.0a	9.0a	8.3a	8.0ab	7.0a
3T(C)	5.0a	7.0a	9.0a	9.0a	8.7a	8.3a	7.3a
Seeding(D)	1.0b	3.0b	8.0b	7.3b	7.7a	6.7c	5.3b
L S D	0	0	0.5	0.8	1.3	0.9	0.8
Pr > F	**	**	**	**	NS	*	**

[a]A. Soil-media 1cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
B. Soil-media 2cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
C. Soil-media 3cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
D. Seeding(15g/m^2)
[b]Means with the same letter within column are not significantly different at *P=0.01, 0.05* by DMRT test

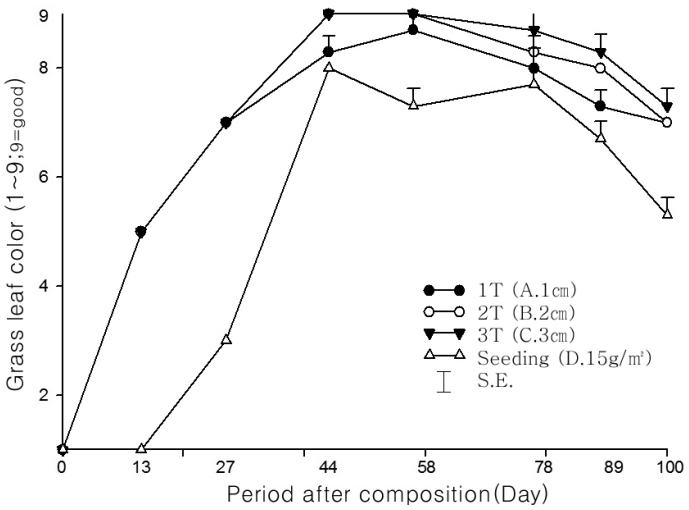

Figure 8. Periodic changes of grass leaf color by soil-media thickness on decomposed granite soil-bed(date of composition: June 27, 2014).

3) 잔디 잎 밀도

조성 후 시기별로는, 58일까지는 통계적인 유의성은 나타나지 않았으나, 78일 되었을 때부터는 유의차가 나타나기 시작하여 100일 되었을 때에는 높은 유의차를 나타냈다(Table 7). 조성 후 58일 까지의 초기에는 3cm 식생기반재 처리구가 197/0.01m^2 개로서 가장 잎 밀도가 높은 것으로 조사되었고, 파종 처리구가 77/0.01m^2 개로서 가장 낮은 잎 밀도는 나타냈다. 조성 후 78일과 89일에는 식생기반재 2cm와 3cm의 잎밀

Table 7. Effects of soil-media thickness on grass leaf number on decomposed granite soil-bed(date of composition: June 27, 2014).

Treatments[a]	Period after compositioin(Day)						
	13	27	44	58	78	89	100
	---------- (Leaf number: 10×10cm)----------						
1T(A)	1.0a[b]	13.3ab	34.7a	88.3ab	168.7ab	219.0ab	286.0b
2T(B)	0.7a	25.0ab	60.3a	127.7ab	256.7a	312.0a	380.3a
3T(C)	1.3a	35.3a	97.0a	197a	255.7a	317.0a	413.0a
Seeding(D)	0.0a	9.0b	31.7a	77.0b	114.0b	173.3b	214.3b
L S D	2.2	22.7	80.1	119.7	109.6	112.6	86.5
Pr > F	NS	NS	NS	NS	*	*	**

[a]A. Soil-media 1cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
B. Soil-media 2cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
C. Soil-media 3cm + Zoysiagrass lateral stems(2 ℓ/m^2)
D. Seeding(15g/m^2)
[b]Means with the same letter within column are not significantly different at *P=0.01, 0.05* by DMRT test

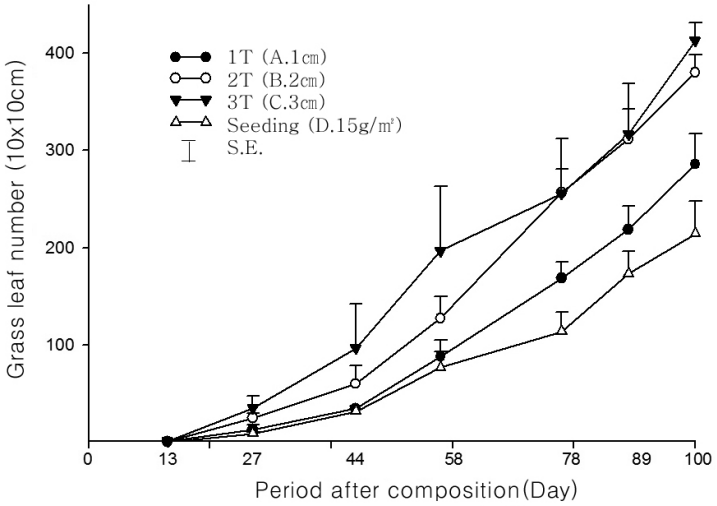

Figure 9. Periodic changes of grass leaf number by soil-media thickness on decomposed granite soil-bed(date of composition: June 27, 2014).

도가 매우 유사한 수치를 보였으나, 100일이 지난 후에는 3cm 식생기반재 처리구가 413/0.01m^2 개로서 잎 밀도가 가장 높았다. 후기로 갈수록 처리구간의 잎 밀도 차이가 커졌으며 식생기반재의 두께가 두꺼울수록 높은 잎밀도를 나타냈다(Figure 9). 식생기반재 두께가 두꺼울수록 고밀도의 잔디밭을 조성할 수 있으며 특히 초기에 큰 효과를 낼 수 있으나, 조성 100일 후 식생기반재 2cm와 3cm의 차이는 크지 않은 것으로 조사되었다.

마사토양에서 식생기반재 두께에 따른 잔디 생육량을 조사한 결과를 종합하면 한국잔디의 피복율, 잎 색 및 잎 밀도는 처리에 따른 통계적 유의성이 있었으며, 식생기반재의 두께가 생육에 큰 영향을 미친다고 할 수 있겠다. 즉 식생기반재의 두께가 두꺼울수록 잔디 생육은 좋은 경향을 보였으며, 파종 처리구는 전반적으로 생육이 불량한 것으로 나타났다. 2cm와 3cm의 식생기반재 처리가 전반적으로 좋은 생육량을 나타냈고, 두 처리가 큰 차이를 보이지 않으므로 조기피복을 위해서는 2cm로 조성하는 것이 효율적이라 할 수 있다. 다만 1cm의 처리도 잔디 생육이 꾸준히 증가하는 모습을 나타내어, 조성기간이 3개월 이상으로 여유가 있을 시는 적용 가능할 것으로 판단된다. 파종의 처리는 별도의 시비, 피복, 파종량 조절 등의 별도의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

3. 산지토양과 마사토양에서의 잔디생육 비교

두 토양에서 식생기반재 2cm와 3cm 처리구는 모두 식재 후 90일 전에 90% 이상의 잔디피복율을 나타내, 2cm 이상의 처리는 토양조건에 관계없이 양호한 잔디면을 조성할 수 있는 것으로 판단된다. 식생기반재 1cm 처리구는 산지토양에서 100일 전에 90% 이상의 잔디피복율을 나타내었으며, 마사토양에서는 100일 후에도 85%로 나타났다. 파종 역시 산지토양에서는 100일 전에 90% 이상의 피복율을 보였으나, 마사토양에서는 65%에 머물렀다.

식생기반재가 일정 두께 이상 사용될 시 원지반의 특성에 관계없이 잔디 생육에 효과적인 역할을 한다고 할 수 있다. 그러나 원지반이 척박한 특성을 가질 때는 식생기반재의 두께에 따라 잔디 조성 기간 및 품질에 큰 영향을 미친다

고 할 수 있으므로, 규격의 선정 시 환경조건 및 조성목표 등의 고려가 있어야 할 것이다.

IV. 결 론

산지토양에서 한국잔디 줄기가 포함된 식생기반재 1cm, 2cm, 3cm 처리구와 식생기반재를 이용하지 않고 파종한 처리구는 잔디 생육에 있어 각 처리간에 유의한 차이를 보이지 않았고, 대부분의 처리구에서 양호한 시각적 품질을 나타내었다. 잔디의 생육이 식생기반재의 두께에 영향을 받지 않았다고 할 수 있겠다. 따라서 식생기반재를 활용한 한국잔디 줄기식재 시에는 식생기반재의 두께를 두껍게 뿜어붙이기 할 필요 없이 1cm만으로도 충분한 효과를 볼 수 있을 것으로 판단된다.

마사토양에서 한국잔디 줄기를 이용한 식생기반재 1cm, 2cm, 3cm 처리구와 식생기반재를 이용하지 않고 파종한 처리구는 잔디 생육에 있어 통계적 유의성을 나타냈다. 식생기반재의 두께는 한국잔디의 생육에 큰 영향을 미친다고 할 수 있으며, 두께가 두꺼울수록 원활한 생육을 나타내었다. 파종 처리구는 전반적으로 불량한 생육을 보여주었다. 따라서 잔디면의 빠른 조성을 하고자 할 때에는 식생기반재 3cm로 처리하는 것이 초기에 큰 효과를 볼 수 있겠으나, 비용효과 면에서는 2cm로 조성하는 것이 가장 효율적이라고 판단된다. 식생기반재 1cm의 처리구는 조사기간 내 90%의 피복율에 도달하지는 못했으나 지속적인 증가세를 보여줘, 우리나라 절기상 조성 기간이 3개월 이상으로 여유가 있을 시는, 1cm 두께로 얇게 처리 하여도 잔디면 조성에 효과가 있을 것으로 판단된다. 파종 처리구는 식생기반재 처리구에 비해 불량한 생육을 나타내어, 파종을 해야 할 시에는 별도의 피복, 시비 또는 파종량 조절 등의 추가적 조치의 시행을 고려해야 할 것으로 판단된다.

실험에 사용된 산지토양의 유기물 함량은 0.57%로 국내 골프장 공사감리기준인 들잔디 뗏장 및 포복경 식재 시 0.6~1%정도의 유기물량을 확보하도록 권장하는 조건에 거의 부합하였다. 또한 미사와 점토의 함량(27.6%)이 일정 수준의 보습과 보비에 영향을 미치면서도 잔디 생육에 크게 지장을 주는 정도가 아니었기 때문에, 식생기반재의 영향이 상대적으로 적었던 것으로 판단된다. 반면에 마사토양의 유기물 함량은 산지토양에 비해 절반에도 못 미치는 수준(0.20%)이었고, 미사와 점토의 함량(19.5%)이 낮아 보습력과 보비력이 떨어져 원지반의 토양이 잔디 생육에 매우 불리한 조건이었기에, 이를 보강해주는 식생기반재의 효과가 매우 컸던 것으로 생각된다. 따라서 산지토양에서는 식생기반재의 처리가 유의한 차이를 나타내지 못했으나, 마사토양에서는 식생기반재의 처리가 잔디생육에 긍정적인 영향을 미쳤으며, 식생기반재의 두께가 두꺼울수록 그 효과가 더욱 크게 나타난 것으로 판단된다.

본 연구는 비탈면 녹화 시공 시 식생기반토양의 두께가 두꺼울수록 양호한 식물생육을 보인 연구결과(Kim et al., 2006)와 유사하다. 또한 식생기반재 처리에 따른 참싸리의 생장을 비교한 연구(Kim et al., 2012)에서 토양개량제와 피트모스, 그리고 침식방지제를 처리한 실험구의 참싸리가 우수한 생장을 나타낸 연구와도 유사한 결과를 보여주고 있다. 다만, 더욱 정확한 식생기반재 뿜어붙이기 공법의 영향을 판단하기 위해서는 계속적인 생육 조사가 필요하며, 실험구 역시 평지의 토사층만 아닌 다양한 경사도의 여러 암질에서 추가 연구가 시행된다면, 보다 높은 활용 가치와 신뢰성 있는 결과를 얻을 수 있을 거라 생각한다.

References

Choi JS and Yang GM. 2006. Sod Production in South Korea. Kor. Turfgrass Sci 20(2):

237-251.

Chung DH. 2000. The Method and Process of Turf Planting for Management of School Lawn-ground. MS Thesis. HanYang University. Seoul, Korea.

Jeon GS. 2002. A Study of Improvement Method and Analysis of Type of Revegetation Measures of Rock Slopes. J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 5(5): 22-29.

Joo SD. 2012. A Study of the Improvement Method of Soil Seeding Media for the Vegetation Restoration in Artificial Revetment Slopes. Ph.D. Thesis. DanKook University. Cheonan, Korea.

Kim JH · Jung TG · Kim NC and Kwon BS. 2006. A Study on the Seeding Mixture and Application Test for the Restoration and Revegetation of the Slopes by the Thin-Layer-Soil-Media Hydroseeding Measures. J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 9(6): 143-151.

Kim JH · Lim JH · Yi K · Lee IK and Jeong YH. 2012. Effects of Soil Covering Depth and Vegetation Base Materials on the Growth of Lespedeza cyrtobotrya Miq. in Abandoned Coal Mine Land in Gangwon, Korea. J.Korean Env. Res. Tech. 15(6): 61-67.

Kim KN. 2007. STM Series Ⅲ-Turfgrass Establishment. Sahmyook Univ. Press, Seoul, Korea.

Kim NC. 1998. A Study on the Ecological Restoration Strategies for the Disturbed Landscapes. J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech 1(1): 28-44.

Lee JJ. 2012. Turfgrass Establishment Methods. Landscape Architecture Construction Ecology. 66: 64-73.

Lee JP · Kim NC and Hong SK. 1995. Studies on Seed Mixtures for Slope Revegetation of the Road. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture. 23(2): 113-123.

Lee SK · Lee JH and Joo YK. 2002. Comparison of Construction Methods with Zoysiagrass at the New Incheon International Airport. Kor. Turfgrass Sci. 16(2): 75-83.

Ministry of Agriculture and Forestry. 2002. Technology development and selection of turfgrass for hydro-stolon spray, and turf management using covering materials.

Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. 2009. Design and Construction guidelines for revegetation of the road cut-slope.

Nam SJ · Suk WJ and Kim NC. 1999. Study on the Ecological Restoration of Rock-exposed-cut-slope by Natural Topsoil Restoration Methods; In Case of Won-Ju Experiment. J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 2(4): 54-63.

Youngner, V.B. 1961. Growth and flowering of *Zoysia* species in response to temperature, photoperiod, and light intensities. Crop Sci. 1: 91-93.