

잔디류가 토양유실 방지에 미치는 영향

안병구 · 최준수*

단국대학교 녹지조경학과

Effect of Turfgrasses to Prevent Soil Erosion

Byung-Goo Ahn and Joon-Soo Choi*

Department of Green Landscape Architecture Science, Dankook Univ., Cheonan 330-714, Korea
(Received on September 09, 2013; Revised on November 11, 2013; Accepted on December 03, 2013)

ABSTRACT. Recent climatic changes by global warming include increased amount and intensity of rainfall. This study was conducted to find out possible roles of turfgrasses to reduce the impact of climatic changes, especially surface soil erosion. Soil erosions by intensive rain were measured after each significant precipitation from the artificially sloped plots of zoysiagrass, cool-season grass mixture of Kentucky bluegrass and perennial ryegrass and other typical Korean summer crops. Sodded zoysiagrass resulted in minimal annual soil erosion followed by strip-sodded zoysiagrass and cool-season turfgrass mixture while dry-field rice and bean cultivations eroded the surface soils of 5 to 10 MT ha⁻¹ yr⁻¹ and pepper cultivation resulted in 7 to 14 MT ha⁻¹ yr⁻¹ annual loss of surface soil. Annual loss of surface soil from bare land with hand weeding was up to 18 MT ha⁻¹ yr⁻¹ while greatly reduced soil erosion was observed from weed grown treatment.

Key words: Climatic change, Kentucky bluegrass, Rainfall, Soil erosion, Zoysiagrass

서 론

근래 우리나라의 연평균 강수량은 2005년 1,311 mm, 2007년 1,515 mm, 2009년 1,324 mm, 2011년 1,622 mm로서 급격한 강수량의 상승세가 보이고 있다(KMA, 2011). 기후 변화에 따른 우리나라 밭토양의 총 유실량은 2003년 대비 2010~2030년대는 10.4%, 2070~2090년대에는 18.1%까지 증가할 것으로 예측되었고, 토양유실 원인은 토양 및 작물 영농관리 등 다른 인자들에 비하여 강우인자의 영향이 클 것으로 보고되고 있다(Kim et al., 2010).

경사지에서 식피에 따른 토양의 유실은 나지와 식피에서 접토, 미사, 세사, 조사등 구별할 것 없이 나지에서 가장 많았고, 군락별로는 잔디군락 < 진달래군락 < 역새군락 < 흰썩군락 < 소나무림 < 나지의 순서로 토양이 유실된다고 하였다(Chang and Yun, 1994). 조기녹화 및 비탈면 침식을 방지하기 위해서는 벌노랑이, 층꽃나무, 썩 등을 포함한 자생초화류의 근계에 의한 뗏장형성 효과가 좋았고,

여기에 Kentucky bluegrass를 혼합하면 뗏장형성이 더욱 촉진 된다고 보고되었다(Kim et al., 2004). 고랭지 경사지에서 경사도가 증가 할수록 토양유실량은 많았으며, 배추 (*Brassica rapa* var. *glabra*)포장에 비하여 눈개승마(*Aruncus americanus*)와 참취(*Aster scaber*) 등 산채류가 토양유실량이 적었다고 보고하였다(Joo and Kim, 2007).

Benik et al. (2003)은 도로변 사면침식을 방지하기 위한 멀칭의 효과는 밀짚 멀칭 처리구에서 바이오매스 축적량이 제일 많았고 나지가 가장 적었으며, 또한 밀짚 멀칭 처리구 보다 나지가 약 10배정도 토사유출량이 많았다고 보고하였다. Kim (1990)에 의하면 한지형 잔디들이 초기조성속도는 우수하였으나 여름철 지나면서 세력이 급격히 약화되었으며, 난지형 잔디는 초기조성속도는 느리나 여름을 지나 왕성한 생육을 함으로써 이들의 혼파처리가 바람직하다고 하였고, 특히 한지형과 난지형잔디들의 혼합구가 비교적 낮은 토사유출량을 기록하였다.

본 연구는 지구온난화 등에 의한 기상이변 및 우리나라의 계절적인 특성으로 인하여 강우강도가 높아질 것으로 예상되는바 지표면의 피복 상태에 따른 토양침식의 정도의 평가 필요성이 있을 것으로 생각되어 잔디류와 식량·원예작물 등의 토양침식 정도를 비교하였다.

*Corresponding author:

Phone) +82-41-550-3631, Fax) +82-41-550-3632

E-mail) choi3644@dankook.ac.kr

Table 1. Crops and seeding rates used in experimental plots for the estimation of soil erosion (2010^a).

Treatments no.	Species	Cultivar ^b	Seeding ^c (g m ⁻²) or Seedling rates (no m ⁻²)
1	<i>Zoysia japonica</i>	Common	Sodding
2	<i>Zoysia japonica</i>	Common	Strip sodding
3	<i>Poa pratensis</i>	Odyssey	15 g m ⁻²
4	<i>Glycine max</i>	Seoritae	4.5 seedling m ⁻²
5	<i>Capsicum annuum</i>	Bitnari	5 seedlings m ⁻²
6	<i>Oryza sativa</i>	Chucheongbyeo	17 seedling m ⁻²
7	No crop	NA	bare soil with no hand weeding
8	Control	NA	bare soil

^a Sod established, seeding time: *Zoysia japonica*, *Poa pratensis*: 2010.4.1; *Capsicum annuum*, *Oryza sativa*: 2010.5.5
Glycine max: 2010.5.21.

^b NA: not application.

^c Seeding: *Poa pratensis* / seedling : *Capsicum annuum*, *Glycine max*, *Oryza sativa*.

재료 및 방법

연중 자연강수 조건에서의 토양유실량을 알아보기 위하여 한국잔디와 한지형잔디 그리고 발벼, 콩, 잡초와 나지 상태의 무피복 실험구를 조성하여 각 처리별 토양유실량을 조사하였다. 실험 수행 시기는 2010년 5월부터 2011년 8월까지 약 15개월에 걸쳐 진행하였으며, 실험 장소는 경기도 구리시 갈매동 63번지에 위치한 농장에서 이루어졌다.

한 실험구당 1.5×2.4 m (3.6 m²) 규격으로 전체 21개의 실험구(75.6 m²)가 난괴법으로 조성하였고, 모든 실험구마다 10°의 경사를 유지하여 지표면 자연배수가 이루어지도록 하였다. 실험구에 사용된 지반의 토양은 실험 현장에 있는 발토양을 이용하여 지반을 구성하였고, 실험구는 3면을 합판으로 막아서 주변과의 격리 및 실험구 형태를 유지할 수 있게 하였다. 물이 흘러내리는 경사면 맨 아래 쪽에는 흙반이 흙통(240×15×3 cm)을 설치하여 강우에 의한 토양침식이 발생할 경우 경사를 따라서 유실된 토양을 수집할 수 있게 하였다.

실험에 사용된 작물과 파종량은 Table 1과 같으며 특히 한국잔디는 일반적인 조경식재 방법에 따라 줄때 방식으로 식재하였다. 한지형 잔디(켄터키블루그래스 70% + 페레니얼라이그래스 30% 혼합)는 2010년 4월 1일에 파종한 후 충분한 관수를 한 후에 비닐과 차광망으로 덮어서 보온 및 보습을 해주었으며, 파종 15일 후에 피복재를 제거하였다.

고추는 동년 5월 5일에 시중에서 묘 '빛나리'(홍농종묘)를 구입하여 실험구에 지주를 세우고 정식하였고, 벼는 발벼 '추청벼'로서 동년 5월 5일에 15립씩 파종한 후 비닐과 차광망으로 보온보습을 해주었다. 발아 후에 각각 10본씩만 남겨두고 나머지는 제거 하였다. 콩 '서리태'은 5

월 21일에 실험구에 일정한 간격으로 한 구멍당 흑시 모를 발아 불량종자에 대비하고자 3립씩 파종하여 발아시킨 후에 건설한 1본만 남겨두고 불필요한 나머지는 제거하였다.

무식재구는 매토종자가 자연발아 되어 실험구를 피복하게 방임하였고, 무식재 잡초방제구는 손제초 방법으로 잡초를 제거하여 원 토양 상태를 유지해 주었다.

파종 후에 일반적인 재배 및 시비관리는 다음과 같았다. 각 실험구마다 기비는 부산물 퇴비(계분: 55, 우분: 5, 톱밥: 22, 수피: 19, 토양미생물제: 1%)를 5 kg·m⁻², 복합비료(21-17-17; 동부)는 100 g·m⁻²씩 시비했고, 추비는 콩을 제외하고 회당 요소(N: 45%; 대유) 비료를 50 g·m⁻²씩 2회 시비하였다. 콩은 도복을 방지하기 위하여 5단 적심을 하였고, 그 밖에 제조와 관수는 필요에 따라서 실시하였다.

조사 및 분석은 자연강수량에 의한 토양유실량 조사를 위해 비가 그친 후에 각 실험구의 아래쪽 흙통에 깔려 내려온 유실된 토양샘플을 손빛자루로 깔여 담아서 수집하였다. 수집된 토양샘플은 건조중을 조사하기 위하여 건조기(MOV-112, SANYO, Japan)에서 80°C로 48시간 동안 건조시킨 다음 전자저울(CBX-22KH, CAS, Korea)을 이용하여 무게를 측정하였다.

실험설계는 난괴법 3반복으로 하였으며, 통계분석은 SAS(Statistical Analysis System ver. 9.1) 프로그램을 이용하여 분산분석 및 LSD 분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

2010년 5월부터 2011년 8월의 기간 중에 잔디류와 대표적인 발작물인 콩, 고추, 발벼 재배구의 강우 후 토양유실량 및 연간 누적 토양유실량을 조사한 결과는 Table 2와 Table 3에 정리되었다.

Table 2. Amounts of eroded soil from different crop cultivation by each rain precipitation (2010).

Treatments	Soil erosion by rain ^a															Total	
	Date	5/18	5/23	6/12	6/14	7/2	7/7	7/16	8/7	8/10	8/23	8/28	9/1	9/8	9/19		9/20
	Rainfall (mm)	70	33	91	30	63	24	168	86	114	105	110	72	250	45	223	1,484 (1,838 ^b)
----- kg ha ⁻¹ -----																	
Zoysiagrass (sodding)		37c	15c	37b	0d	0d	0d	0d	0c	0c	0b	0d	0c	0d	0c	0d	89d
Zoysiagrass (strip sodding)		63c	24c	37b	0d	0d	0d	0d	0c	0c	0b	0d	0c	0d	0c	0d	124d
Cool-season grass ^d		240a	62b	37b	0d	0d	0d	0d	0c	0c	0b	0d	0c	425cd	0c	355d	1,119d
Bean		281a	105a	840a	331ab	31c	81cd	295c	93c	390bc	0b	0d	0c	1,041c	0c	1,474c	4,961c
Pepper		203ab	66b	696a	343a	80b	151bc	452bc	188b	701b	212a	324b	102b	2,109b	52b	2,308b	7,987b
Dry-field rice		266a	113a	740a	272c	92b	191b	596b	240b	492b	46b	178c	76b	988c	0c	1,147c	5,437c
Control with Weeds		122bc	53b	22b	0d	0d	0d	0d	0c	0c	0b	0d	0c	103d	0c	454d	754d
Control with bare soil		290a	68b	729a	289bc	207a	409a	1,363a	479a	1,527a	350a	1,316a	171a	4,789a	89a	6168a	18,244a
Significance by F-test		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
LSD		95	21	186	42	28	95	208	60	448	140	131	46	666	17	609	1,202

^aEroded soils collected: the next day after rain.

^bTotal annual rainfall from Jan. to Dec. was 1,838 mm.

^cMeans with the same letter within column are not significantly different at $P=0.05$ by LSD test.

^dKentucky bluegrass (70%)+Perennial ryegrass (30%) mixed seeding.

2010년도의 강우일 중에서 비교적 강우가 많았던 일부 강우 후의 토양침식량을 보면, 5월 18일의 경우 70 mm/day 강수량이 있었고, 이때 한국잔디로 조성된 실험구의 토양침식량은 37~63 kg·ha⁻¹로서 가장 적었으며, 다음은 잡초방치구로 122 kg·ha⁻¹의 토양침식량을 보였다. 한지형잔디와 콩, 고추, 발벼 등은 각각 242, 281, 203, 267 kg·ha⁻¹이었으며, 나지상태의 경우에는 289 kg·ha⁻¹로서 토양침식량이 가장 많았다. 한국잔디와 잡초방치구가 조성이 완료되기 전인 한지형잔디와 콩, 발벼, 대조구와 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

7월 16일~18일까지 3일간 지속된 장맛비에 의한 토양침식량을 살펴보면 총 강수량은 168 mm/3days로서 매우 많았지만 이미 충분히 조성이 완료되어있는 한국잔디와 한지형잔디 그리고 잡초로 조성된 실험구에서의 토양침식은 전혀 없었으며, 콩과 고추 그리고 발벼의 경우 토양침식량은 각각 295, 452, 596 kg·ha⁻¹로서 비교적 많은 토양침식이 발생하였다. 나지상태의 잡초방치구에서는 여름철 장맛비의 집중강수에 의한 토양의 침식량은 1,363 kg·ha⁻¹로서 연중 토양침식량이 급격히 많아졌으며 이는 장기간 강우에 따른 영향으로 지반이 급격히 약화되어 토양침식이 매우 심해진 것으로 사료된다.

9월 8일~11일까지 4일간 250 mm/4days의 매우 많은 집중호우에 따른 토양침식량은 한국잔디의 경우에는 앞의 시기와 마찬가지로 전혀 없었고 한지형잔디의 경우 약 425 kg·ha⁻¹로서 앞 시기의 6월, 7월, 8월초 시기와는 다르게 다량의 토양침식이 발생하였다. 이는 여름철 더운 날씨와 빈번한 강우로 인해 한지형잔디가 피해를 받은 것이 원인으로 판단된다. 잡초방치구 에서도 토양침식량이 약 103 kg·ha⁻¹로서 많이 증가 하였는데 시기적으로 한지형잔디와 비슷한 경향을 가진 것으로 사료되었다. 콩과 고추, 벼의 경우에는 각각 1,041, 2,109, 988 kg·ha⁻¹로서 토양침식량이 급격히 증가하였다. 나지의 경우에도 토양침식량이 4,789 kg·ha⁻¹로서 4일간의 집중강우에 따른 토양유출의 피해가 대규모로 발생하였다.

2010년의 연간 누적 강수량은 1,838 mm/year 이었으며 당해 연도에 한국잔디를 전면 평떼 및 줄떼로 각각 조성된 실험구에서의 연간 토양침식 총량은 89 kg·ha⁻¹와 124 kg·ha⁻¹로서 실험에 사용된 작물들 중에서 토양침식량이 가장 적게 발생하였다. 잡초방치 실험구에서 754 kg·ha⁻¹의 토양침식이 발생되었고, 한지형잔디로 조성된 실험구에서는 연간 1,119 kg·ha⁻¹의 토양침식이 발생하여서 한국잔디, 잡초 방치구와 함께 높은 침식방지 효과를 보였다. Choi and Lee

Table 3. Amounts of eroded soil from different crop cultivation by each rain precipitation (2011).

Treatments	Soil erosion by rain a								
	Date	Apr.9	Jun.1	Jul.3	Jul.7	Jul.22	Jul.31	Aug.6	Total
	Rainfall (mm)	75	378	120	310	642	124	52	1,701 (1,925 ^b)
		----- kg ha ⁻¹ -----							
Zoysiagrass (sodding)		0e ^c	0e	0e	0e	0e	0d	0d	0e
Zoysiagrass (strip sodding)		0e	0e	0e	0e	0e	0d	0d	0e
Cool-season grass ^d		0e	0e	0e	0e	0e	0d	0d	0e
Bean		91d	186d	1,063d	590d	7,342d	130c	97c	9,500d
Pepper		171b	362b	1,743b	954b	10,637b	173b	161b	14,204b
Dry-field rice		147c	313c	1,535c	694c	8,815c	157b	145b	11,808c
Control with Weeds		0e	0e	0e	0e	0e	0d	0d	0e
Control		241a	488a	2,469a	1,204a	14,821a	225a	255a	19,706a
Significance by F-test		**	**	**	**	**	**	**	**
LSD		14	22	136	100	748	18	16	915

^aEroded soils collected: the next day after rain.

^bAnnual total.

^cMean with the same letter within column are not significantly different at $P=0.05$ by LSD test.

^dKentucky bluegrass (70%)+Perennial ryegrass (30%).mixed seeding.

(2011)도 달뿌리풀(*Phragmites japonica*) 보다 한국잔디의 침식저항능력이 더욱 뛰어나다고 보고한 결과와 같이 한국잔디의 토양침식저감 효과를 확인할 수 있었다.

콩 재배구에서는 연간 4,584 kg·ha⁻¹, 발벼 재배구는 연간 4,961 kg·ha⁻¹의 토양침식량을 보여 두 작물 재배시 토양 유실량은 비슷한 것으로 보인다. 고추의 경우에는 연간 토양침식량이 7,987 kg·ha⁻¹로서 토양침식이 매우 많은 결과를 얻었으며, 이는 고추의 식재 간격이 비교적 넓고 뿌리의 분포가 상대적으로 심근성이어서 표토의 보존효과가 떨어지는 것으로 사료된다. 잡초를 모두 제거한 나지의 경우 연간 토양침식량이 18,244 kg·ha⁻¹로서 다른 기타 작물을 재배한 실험구에 비해 현저하게 많은 토양침식을 확인할 수 있었다.

Lee et al. (2012)은 고령지 경사 밭에서 호밀예취피복을 통하여 유기수 유출량을 관행 처리구에 비하여 3.4~45.0% 수준으로 감소시키고, 토양유실량 또한 관행에 비하여 95% 이상 경감시켰다고 보고하였는데, 본 실험에서도 이러한 지피식물 혹은 잡초의 피복이 기타 발벼나 콩, 고추 등 식량작물들과 나지의 무피복 대조구에 비하여 토양침식방지 효과가 우수한 것으로 나타났다.

2011년의 경우에도 강우량에 따른 토양침식의 양상이 크게 다르지는 않았다. 6월1일~10일 사이에 378 mm의 강우가 10일에 걸쳐 지속적으로 누적되었으며 이때 한국잔

디와 한지형잔디 그리고 잡초방치구에서의 토양침식은 발생되지 않았으나, 콩과 고추 그리고 발벼를 심었던 실험구에서 각각 186, 362, 313 kg·ha⁻¹의 토양침식이 발생되었고, 잡초를 제거한 대조구에서 488 kg·ha⁻¹의 토양침식량이 발생되었다. 잔디류와 잡초방치구에서의 토양침식이 현저하게 적었으며 특히 고추와 발벼의 경우 나지 대조구에 버금가는 많은 토양침식을 보였다.

7월3일 하루에 120 mm/day의 집중호우로 인한 매우 많은 강수량이 있었으나 한국잔디와 한지형잔디 그리고 잡초로 조성된 실험구의 토양침식은 발생되지 않았으며, 콩과 고추, 발벼를 심었던 실험구에서는 각각 1,063, 1,743, 1,535 kg·ha⁻¹의 많은 토양침식이 집중호우로 인해 발생되었으며, 잡초제거 대조구에서는 2,469 kg·ha⁻¹의 매우 많은 토양 유실이 발생되었다.

7월22일~29일의 8일간 약 642 mm의 매우 많은 강우량을 기록하였음에도 불구하고 한국잔디와 한지형잔디 그리고 잡초로 조성된 실험구에서의 토양침식은 발생되지 않았다. 콩과 고추 그리고 발벼 재배구에서는 각각 7,342, 10,637, 8,815 kg·ha⁻¹의 많은 토양침식이 발생하였으며 특히 잡초제거 대조구에서의 토양침식량은 14,821 kg·ha⁻¹로서 2010년, 2011년 전체 실험기간 중에 가장 많은 토양침식량을 기록하였다.

이상 2010년, 2011년 2년에 걸친 강수량과 그에 따른

토양침식으로 인하여 발생하는 토양유실량을 종합하여 본 결과 한국잔디와 한지형잔디의 경우에는 강수량 및 강우 강도와 상관없이 토양유실이 거의 발생하지 않아서 매우 우수한 토양침식 방지효과를 확인할 수 있었으며 다만 한지형잔디의 경우에 여름철 하고 현상 및 병 발생 등에 의한 일시적인 작물체의 쇠퇴로 인한 일정 시기에 일부 토양유실이 발생하였으나 그 토양유실 양은 적었고 시기 또한 길지 않았다. 이러한 결과는 Pearce et al. (1997)가 인공강우 시뮬레이션으로 보고하였던 나지 상태보다는 켄터키블루그래스 식재가 토양 퇴적물이 적었다는 결과와 또한 Krenitsky et al. (1998)가 강우시 천연잔디가 다른 인공피복재료에 비하여 표면 유출수의 흐름이 시작되는 시간을 늦추고, 이들 재료들이 나지에 비하여 토양 침식을 80~99% 감소 시켰다는 보고와도 유사하였다.

콩과 고추, 발벼 등은 지속적인 강수량과 강우시간에 민감하게 반응하여 토양침식에 의한 토양 유실이 매우 쉽고 빈번하게 발생하였다. 그러나 잡초 방입시 토양침식방지에 대한 효과는 연중 봄과 가을철 등 일부 시기를 제외하고는 잔디류에 버금가는 효과를 갖고 있다는 것을 확인할 수 있었다. Lee et al. (2010)도 쉘 페스큐(90%)와 야생화(10%)의 파종비율로 조성시 경사지 사면의 침식방지와 경관 유지에 적합하다고 하였다.

토양침식은 지속적인 강우 보다는 단기간 집중강우 시에 토양유실의 피해가 더 크다는 것을 확인할 수 있었다.

2011년의 경우에는 연간 강우량이 1,925 mm로서 2010년도의 1,838 mm에 비하여 약간 강수량이 증가 되었다. 각 작물별 연간 토양침식량을 살펴보면 조성 된지 2년차인 한국잔디와 한지형잔디 그리고 잡초로 조성이 완료된 실험구에서의 토양침식은 전혀 이뤄지지 않았다. 잔디류와 잡초류가 실험구를 치밀하게 피복한 경우에는 토양이 침식될 여지가 없음을 보여주었다. 그러나 일년생 작물인 콩과 발벼의 경우에는 각각 9,500 kg·ha⁻¹ 와 11,808 kg·ha⁻¹로서 2010년도와 비교하여 더 많은 토양침식이 발생하였다. 집중강수의 정도가 증가하면 토양침식이 증가한 것으로 보이며, 특히 고추의 경우에는 14,204 kg·ha⁻¹로서 잡초를 제거한 나지 실험구의 19,706 kg·ha⁻¹와 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아서 식재 간격이 넓고 지표면 피복도가 떨어지는 작물재배시 토양유실의 우려가 매우 높은 것을 알 수 있었다.

Park (2003)은 난지형잔디와 한지형잔디의 혼합이 내담 압성의 향상 효과가 있다고 하였고, Seo (2008)는 초·중·고등학교에 조성된 천연 잔디 운동장이 조성 된지 1년 후 훼손 정도가 심하며, 운동장 주변의 초본식물 등의 출현을 통한 녹화 가능성을 조사하였다. 따라서 재배간격이 넓은 작물재배의 경우와 맨땅 운동장등 노출된 토양에 적절

한 잔디식재 혹은 적정잡초의 방치관리를 통해 토양유실의 정도를 줄이는 방법이 고려될 필요가 있을 것으로 생각된다.

요 약

지구온난화로 인한 기후변화로 인하여 강수량과 집중강우의 빈도가 높아질 것으로 예측된다. 본 연구는 잔디류와 기타 식량·원예작물 들의 토양유실을 알아보고자 수행하였다. 작물별 토양유실은 한국잔디와 한지형잔디 처리구의 강수량 및 강우 강도와 상관없이 토양유실이 거의 발생하지 않아서 토양침식에 대한 보호 효과가 매우 우수하였다. 작물별 연간 토양 침식 총량은 한국잔디로 전면 피복된 곳이 가장 적었으며, 그다음 줄때로 조성된 한국잔디와 한지형잔디로 피복된 실험구에서 토양침식이 매우 적었다. 그리고 발벼와 콩 재배구에서 5~10 MT·ha⁻¹·yr⁻¹, 고추 재배구에서 7~14 MT·ha⁻¹·yr⁻¹의 토양침식량이 발생되었다. 잡초가 방치된 실험구의 토양침식이 크게 감소된 것에 반하여 잡초가 제거된 나지의 연간 토양침식 총량은 18 MT·ha⁻¹·yr⁻¹이상 크게 발생되었다.

주요어: 강수량, 기후변화, 켄터키블루그래스, 토양침식, 한국잔디

References

- Benik, S.R., Wilson, B.N., Biesboser, D.D., Hansen, B., Stenlund, D., et al. 2003. Evaluation of erosion control products using natural rainfall events. *J. Soil & Water Conservation*. 58(2):98-105.
- Chang, N.K. and Yun, S.M. 1994. The soil and mineral nutrient erosion on the floors of vegetations. *Kor. Turfgrass Sci*. 8(3):149-165. (In Korean)
- Choi, H.S. and Lee, W.H. 2011. Analysis of the erosion characteristics with root fiber of a vegetated levee revetment. *J. Kor. Water Res. Assoc.* 44(6):487-495. (In Korean)
- Joo, J.H. and Kim, S.J. 2007. Evaluation of soil management practices using wild edible greens for reduction of soil erosion in highland. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 40(6):488-494. (In Korean)
- Kim, M.K., Hur, S.O., Kwon, S.I., Jung, G.B., Sonn, Y.K., et al. 2010. Prediction of soil erosion from agricultural uplands under precipitation change scenarios. *J. Soil Sci. Fert.* 43(6):789-792. (In Korean)
- Kim, N.C. 1990. Studies on the soil-erosion-control effect of underground growth of several grasses used to roadside vegetation. *J. Kor. Insti. Lands. Archit.* 18(2):45-55. (In Korean)

- Kim, N.C., Lee, S.J., Jung, J.J. and Kim, J.H. 2004. Study on the sod forming effects of the native plants for the erosion control in slopes. *J. Kor. Env. Res. & Reveg. Tech.* 7(1):77-84. (In Korean)
- KMA. Korea meteorological administration. Annual climatological report. Suwon, Korea. 2011. (In Korean)
- Krenitsky, E.C., Carroll, M.J., Hill, R.L. and Krouse, J.M. 1998. Runoff and sediment losses from natural and man-made erosion control materials. *Crop Sci.* 38(4):1042-1046.
- Lee, B.C., Lee, H.S., Lee, I.D. and Do, C.H. 2010. Effect of seeding rate (Sheep fescue 90%+wildflowers 10%) on the growth characteristics, seasonal anthesis distribution and botanical composition in wildflower pastures. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 30(3):227-236. (In Korean)
- Lee, J.T., Lee, G.J., Ryu, J.S., Kim, J.S., Han, K.H., et al. 2012. Evaluation of surface covering methods for reducing soil loss of highland slope in soybean cultivation. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 45(5):725-732. (In Korean)
- Park, B.J. 2003. Effects of the turfgrass species and crumb rubber on wear tolerance. *J. Kor. Env. Res. & Reveg. Tech.* 6(5):40-47. (In Korean)
- Pearce, R.A., Trlica, M.J., Leininger, W.C., Smith, J.L. Frasier, G.W., et al. 1997. Efficiency of grass buffer strips and vegetation height on sediment filtration in laboratory rainfall simulations. *J. Env. Qual.* 26(1):139-144.
- Seo, B.K. 2008. An investigation of natural lawn condition on school grounds and the possibility of revegetation on it's surroundings. *Kor. Turfgrass Sci.* 22(1):57-64. (In Korean)
- Weather. 2013. <http://www.kma.go.kr/weather> (Accessed on Dec. 2, 2013).