

무기 토양개량제가 골프장 그린의 크리핑 벤투그래스 생육에 미치는 영향

이재필*

건국대학교 농축대학원 생명산업학과 골프장잔디전공

The Effects of Inorganic Soil Amendment on Growth of Creeping Bentgrass(*Agrostis palustris*) in Golf Course

Jae-Pil Lee*

Major in Golf Course and Turfgrass, Graduate School of Agriculture and Animal Science, Konkuk University, Seoul, Rep. of Korea

ABSTRACT. Soil amendments have been used to improve the physical and chemical condition of turf soil, which might optimize turfgrass growth in golf courses. This study was to investigate the effect of inorganic soil amendment (ZC) established in USGA root zone system on growth of creeping bentgrass, cv. 'Pennncross' carried out from May to Dec. in 2005 at the nursery on Sinwon Golf Course. To analyze the effects of inorganic soil amendment on pH, specific gravity, infiltration rate, water content, soil hardness, root length, tiller density and dry weight were measured. pH was 6.7-6.8, specific gravity of sand (S) 100% was 1.48 heavier than the other treatments (1.28-1.38). Infiltration rate with ZC 15% + peat moss (P) 5% + S 80% and ZC 10% + S 90% was faster than S 100%. Soil hardness of S 100% was the highest. Root length of creeping bentgrass of P 10% + S 90% (8.6-12.0 cm) was the longest. Tiller density with P 5% + S 95% was more 4-7 ea than other treatments in summer season. In growing season, however, ZC 10% + P 5% + S 85% was more 2-3 ea than others. Dry weight of creeping bentgrass treated by ZC 10% + P 5% + S 85% in summer season and P 5% + S 95% in growing season were heavier than other treatments. It is recommended to combine 5-15% inorganic soil amendment and peat moss 5% with sand in order to sustain soil balance.

Key words: Creeping bentgrass, Inorganic soil amendment, Turfgrass growth, Water content

서 론

골프장에 있어서 그린은 그 골프장의 '얼굴'이라 말할 수 있을 정도로 골프코스 구성요소 중 매우 중요한 부분이다(Lee et al., 2007a). 그린의 면적은 대략 15,000~20,000로 골프장 전체 잔디식재 면적의 10%에 불과하지만 골퍼들에게 최고의 퍼팅 퀄리티(putting quality)를 제공하기 위해 전체관리 예산의 60% 이상이 집중 투자되는 곳이다(Yoo et al., 2009).

이러한 우수한 퍼팅 퀄리티를 제공하기 위해서는 그린의 잔디 품질을 연중 균일하게 유지해야 한다. 만일 그린

잔디가 손상되면 골프경기 자체에도 영향을 미치지만 골프장의 이미지에도 부정적인 영향을 미친다(Lee et al., 2007a). 그러나 우리나라의 여름철 고온다습한 기후는 연중 균일한 잔디품질을 유지하기 어려운 경우가 많다(Lee et al., 2007a; Lim et al., 2009). 이는 골퍼의 통행과 집중되는 관리 작업으로 인해 시간이 경과할수록 그린 토양의 부동침하와 고결화로 토양의 물리적 환경이 나빠지기 때문이다. 연중 크리핑 벤투그래스의 뿌리를 조사한 결과 우리나라 4계절 중 여름철이 가장 짧았다(Tae et al., 2006). 우리나라 여름철 그린 잔디의 손상을 최소화하기 위한 방법의 하나로 토양의 물리성 개선을 위해 집중하고 있으며 이는 관리비용 증가의 한 원인으로 작용하고 있다.

연중 균일한 잔디 품질을 유지하기 위해 생장조절제를 사용(Hong and Tea, 2009)하거나 잔디 생육 부적기에 질소 비료 사용을 줄이고, 미량요소 위주의 시비프로그램을

*Corresponding author; Tel: +82-2-453-3786

E-mail : jplee1100@hanmail.net

Received : May 02, 2012, Revised : May 14, 2012, Accepted : May 25, 2012

운영(Hong et al., 2011)하거나 내서성이 강한 잔디 품종의 도입, 지반에 쿨링 시스템의 설치(Lee et al., 2007b), 월요 휴장의 실시 등의 조치를 취하고 있다. 또한 여름철 그린의 토양 물리성 개선을 위해 장마 전 6월경에 통기작업, 슬라이싱, 스파이킹, 버티드레인 등의 작업으로 그린 토양의 물리성을 개선하고 있다. 특히 샌드인젝션, 샌드캐트 등의 갱신작업을 통해 토양개량제를 인위적으로 삽입하여 그린 토양의 물리성을 적극적으로 개선하는 골프장이 늘고 있다. 그러나 이와 같은 방법들은 잔디에 물리적인 손상을 가하는 것으로 물리적인 손상이 없으면서 그린의 답압을 개선하기 위한 연구가 필요하다.

토양개량제는 배토사와 혼합하여 사용할 경우 토양의 용적밀도, 공극률, 수리전도도 및 양이온치환용량에 개선 효과가 있고, 잔디의 생육과 품질을 향상시킨다(Chong and Ok, 2006; Koh et al., 2006; Kim et al., 2009; Waltz and Macarry, 2000). 특히 잔디의 생육에 큰 영향을 미치는 토양 수분과 공기를 나타내는 공극은 경도, pH 및 양이온치환용량의 변화와 같은 토양 특성과 잔디의 색상 및 가지적 품질과 밀접한 관계가 있다(An et al., 1993; Ok et al., 2004). 그러나 골프장 그린에 가장 많이 사용되는 유기 토양개량제인 피트모스는 초기의 잔디 발아와 생육에는 효과적이거나 3~4년 이상 경과하면 유기물 과잉을 초래하는 단점이 있다.

따라서 본 연구는 골프장 그린의 지반 조성 시 사용되는 무기 토양개량제가 골프장 그린의 토양 물리성 및 크리핑 벤트그래스 생육에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

포장시험

본 연구는 2005년 5월 25일부터 2005년 12월까지 6개월 동안 경기도 용인시 소재 신원 골프장(2003년 개장) 양

묘장에서 수행하였고, 공시잔디는 크리핑 벤트그래스 ‘펜크로스’ 품종이었다. 공시재료인 무기 토양개량제는 (주)왕표화학에서 제공하였으며 특성은 Table 1과 Table 2와 같다. 본 실험에 사용된 지반구조는 USGA 지반이다.

공시재료 및 처리내용

USGA 지반의 혼합층에 사용된 무기 토양개량제(약자 ZC)의 효과 구명을 위한 처리내용은 모래(S) 100%, 피트모스(P) 5%+S 95%, P 10%+S 90%, ZC 5%+P 10%+S 85%, ZC 10%+S 90%, ZC 10%+P 10%+S 80%, ZC 10%+P 5%+S 85%, ZC 15%+P 5%+S 80%이었다(Table 2). 처리구별로 혼합층을 조성한 후 크리핑 벤트그래스 잔디 뗏장을 식재하였다. 실험구의 크기는 1 m × 1 m이었으며 실험구의 배치는 3반복 완전임의배치법으로 배치하였다.

조사내용 및 방법

조사내용은 토양 pH, 비중, 보수력, 투수계수, 토양경도, 뿌리길이, 잔디 분얼경 밀도, 건물중, 잔디품질, 엽색 등을 조사하였다. 토양 pH, 비중 및 보수력은 지반 조성 7일후 조사하였다. 투수계수는 터프텍에서 제조된 투수계수계(PN1-S)로 월 1회 측정 하였으며, 토양경도는 터프텍에서 제조한 투수계수계(IN2-W)로 2회 조사하였다. 측정값의 범위는 0~10으로 0이면 토양 자체 저항이 없는 것이고, 10이면 암석정도의 단단함을 나타낸다. 뿌리 길이는 직경 15 mm 토양 샘플러로 잔디를 채취 후 30 cm자를 이용하여 월 1회 측정하였고, 잔디 분얼경 밀도는 가로, 세로 1 cm 이내의 면적에 있는 분얼경의 수를 월 1회 조사하였으며, 잔디 건물중은 토양 샘플러(직경 2 cm)로 잔디를 채취 후 수세하여 80의 드라이 오븐에 24시간 건조시켰으며, 매트층과 대취층에 있는 건조된 토양은 바람을 이용하여 최대한 분리하여 월 1회 조사하였다. 토양경도는 한 실험구에서 3회 조사하여 평균하였으며 다른 조사항목은 한

Table 1. Particle size distribution of the soil used.

Size	> 2 mm	2-1 mm	1.0-0.5 mm	0.5-0.25 mm	0.25-0.15 mm	0.15 mm >
Particle distribution (%)	0	67.0	31.0	1.0	0	0

Table 2. Physical and chemical properties of inorganic soil amendment (ZC).

Physical properties	CEC (me/100 g)		Infiltration rate (mm/hr)		Water potential (30 cm depth)		Bulk density (%)		Porosity (%)	
value	5.0		7200		25.7		0.90		67	
Chemical properties	EC (ms/cm)	pH	Al ₂ O ₃ (mg/kg)	SiO ₂ (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	CaO (mg/kg)	MgO (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)	Fe ₂ O ₃ (mg/kg)	
value	0.06	6.3	10	74	0.07	0.68	0.56	2.68	2.54	

Table 3. Treatments in soil amendment mixtures between inorganic soil amendment (ZC) and peat moss applied in the study.

Abbreviation of treatments	8 mixture compositions ratio of inorganic and organic soil amendments (v/v) ²
S 100%	Sand 100%
P 5% + S 95%	Peat moss 5% + Sand 95%
P 10% + S 90%	Peat moss 10% + Sand 90%
ZC 5% + P 10% + S 85%	ZC 5% + Peat moss 10% + Sand 85%
ZC 10% + Sand 90%	ZC 10% + Sand 90%
ZC 10% + P 10% + S 80%	ZC 10% + Peat moss 10% + Sand 80%
ZC 10% + P 5% + S 85%	ZC 10% + Peat moss 5% + Sand 85%
ZC 15% + P 5% + S 80%	ZC 15% + Peat moss 5% + Sand 80%

²Treatments indicated S=Sand, P=Peat moss ZC=inorganic soil amendment.

실험구에 1회만 조사하였다. 시험포장은 골프장 그린의 표준 관리방법에 의해 관리하였다.

수집된 자료는 Duncan 다중검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

pH, 비중 및 보수력

그린 조성 당시 무기 토양개량제 처리구의 토양 pH는 잔디 생육에 적합한 6.7-6.8 내외이었다. 그러나 S 100% 처리구에서는 pH가 8.62로 높았는데 세척한 바다모래를 사용하였기 때문이었다(Table 4).

토양비중은 S 100%처리구가 1.48로 무기 토양개량제의 혼합량이 증가할수록 비중이 1.38에서 1.28로 작아졌는데 이는 무기 토양개량제가 다공성이기 때문으로 판단된다.

압력별 보수력은 일부 처리구만 조사하였는데 1기압에서 S 100% 처리구가 2.13%으로 낮았다. 그러나 ZC 10%+S 90% 처리구의 보수력은 3.45%로 P 10%+S 90% 처리구의 보수력 3.25%보다 높았다(Table 5).

투수속도(mm/hr)

투수속도는 실험구 조성 2주후 인 7월 27일부터 조사하였다. 투수속도는 ZC 15%+P 5%+S 80%와 ZC 10%+S

Table 4. Soil pH and specific gravity of 8 soil amendments treated plots.

Treatments ²	pH	Specific gravity
S 100%	8.62	1.48
P 5%+S 95%	6.60	1.38
P 10%+S 90%	6.50	1.34
ZC 5%+P 10%+S 85%	6.88	1.30
ZC 10%+S 90%	6.82	1.35
ZC 10%+P 5%+S 85%	6.72	1.33
ZC 10%+P 10%+S 80%	6.84	1.29
ZC 15%+P 5%+S 80%	6.73	1.28

²ZC: inorganic soil amendment, P : Peat moss, S : Sand.

90% 처리구가 USGA(미국골프협회)에서 권장하는 골프코스 그린에서의 투수속도는 300~400 mm/hr보다 2~4배 빨랐다. 이는 무기 토양개량제의 형태가 원형이고, 입자가 균일(0.5-2 mm)하기 때문으로 판단된다(Table 1, Table 6).

반면 시간이 경과할수록 모래와 피트모스가 혼합된 처리구에서의 투수속도는 느려지는 경향을 보였다. 이는 표준 그린 관리 작업인 깎기, 롤링, 잔디 뿌리의 생육 및 고사 등으로 토양 물리성이 점점 나빠지기 때문으로 판단된

Table 5. Water content (%) of each atmospheric pressure level.

(Unit: mass water/mass soil, %)

Treatments ²	Atmosphere (bar)								
		0.03	0.04	0.1	0.3	1	5	10	15
Sand 100%		25.4b ^Y	5.90b	3.48c	2.45c	2.13c	1.96c	1.90c	1.79c
P 10%+S 90%		26.3a	6.35b	4.99b	3.58b	3.25b	2.98b	2.78b	2.63b
ZC 10%+S 90%		26.3a	7.21ab	4.89b	3.73b	3.45b	3.20b	3.19b	3.05b
ZC 20%+S 80%		27.5a	8.67a	6.67b	5.51a	5.21a	4.95a	4.70a	4.58a

²ZC: inorganic soil amendment, P : Peat moss, S : Sand.

^YDuncan's multiple range test 5% level.

Table 6. Infiltration rate (mm/hr) of 8 soil amendments treated plots.

Treatments ^Z	Infiltration rate (mm/hr)				
	Jul. 15	Aug. 16	Step. 27	Oct. 11	Nov. 21
S 100%	3673b ^Y	1177c	524f	587c	635b
P 5%+S 95%	1782f	1241bc	766d	524d	527d
P 10%+S 90%	2195e	1162c	663e	610bc	580c
ZC 5%+P 10%+S 85%	2951d	1457b	724d	658b	614bc
ZC 10%+S 90%	3913a	1125c	891c	931a	883a
ZC 10%+P 5%+S 85%	3673b	2022a	1136b	543d	534d
ZC 10%+P 10%+S 80%	3429c	2169a	1129b	631b	628b
ZC 15%+P 5%+S 80%	3529bc	2182a	1698a	923a	895a

^ZZC: inorganic soil amendment, P : Peat moss, S : Sand.

^YDuncan's multiple range test 5% level.

다. 따라서 무기 토양개량제(ZC)이 포함된 처리구의 경우 시일이 경과할수록 골프장 그린의 토양 물리성에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다. 그러나 투수계수는 투수계수를 조사하는 장비에 따라 투수속도는 상이할 수 있으므로 장기적인 조사가 필요할 것으로 판단된다.

표면 경도(value, 0~10)

그린 조성 5개월 후의 토양 경도는 S 100% > P 5%+S 95% = P 10%+S 90% > ZC 15%+P 5%+S 80% 순으로 높았다(Table 7). 이는 무기 토양개량제가 혼합된 처리구의 경우 모래 및 피트모스 처리구에 비하여 혼합토층의 고결화가 지연되기 때문으로 차후 토양의 통기성 향상에 기여할 것으로 판단된다. 이와 같은 경향은 잔디 뿌리길이 조사를 위한 코어 샘플링 시 무기 토양개량제가 포함된 처

Table 7. Soil hardness (%) of 8 soil amendments treated plots.

Treatments	Soil hardness (%) ^X	
	Oct. 21	Nov. 21
S 100%	6.5a ^Y	6.8a
P 5%+S 95%	5.5b	6.0ab
P 10%+S 90%	5.5b	6.0ab
ZC 5%+P 10%+S 85%	5.0b	5.8b
ZC 10%+S 90%	5.0b	5.8b
ZC 10%+P 5%+S 85%	5.0b	5.7bc
ZC 10%+P 10%+S 80%	5.0b	5.7bc
ZC 15%+P 5%+S 80%	5.0b	5.5c

^ZZC: inorganic soil amendment, P : Peat moss, S : Sand.

^YDuncan's multiple range test 5% level.

^XSoil hardness was evaluated with 0 to 10 rating scale of 0=soft and 10 = very hard.

리구의 경우 혼합토가 뭉쳐지지 않고 뿌리로부터 쉽게 분리되었다.

또한 골프장 그린의 조성기간이 경과할수록 피트모스는 잔디 뿌리의 잔사체와 함께 그린 토양의 물리성을 나쁘게 하는 원인이므로 무기 토양개량제의 효과가 증가될 것으로 판단되며 이에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

뿌리길이(cm)

크리핑 벤프그래스의 생육 부적기 뿌리길이는 무기 토양개량제가 혼합된 ZC 10%+S 90% 처리구가 7.6-10.0 cm로 S 100% 처리구 5.7-9.7cm보다 잔디 뿌리가 길었다. 그러나 피트모스가 혼합된 P 10%+S 90% 처리구 8.6-12.0 cm보다 짧았으며 통계적 유의성이 있었다(Table 8). 이는 Table 2과 Table 6와 같이 무기 토양개량제가 혼합된 처리는 무기 토양개량제의 형태가 원형이고, 입자가 균일하여 투수

Table 8. Root length (cm) of creeping bentgrass among 8 soil amendments treated plots.

Treatments ^Z	Root length (cm)			
	Jul. 15	Aug. 16	Sep. 27	Oct. 11
S 100%	5.7e ^Y	8.9b	7.0d	9.7a
P 5%+S 95%	6.8e	12.1a	8.0c	9.0b
P 10%+S 90%	12.0a	8.6b	10.5a	10.0a
ZC 5%+P 10%+S 85%	10.2b	8.0bc	8.0c	9.4ab
ZC 10%+S 90%	7.6d	8.9b	9.0b	10.0a
ZC 10%+P 5%+S 85%	8.5c	7.2c	9.0b	9.0b
ZC 10%+P 10%+S 80%	8.3c	7.4c	8.0c	8.5b
ZC 15%+P 5%+S 80%	7.1d	5.4d	9.0b	8.6b

^ZZC: inorganic soil amendment, P : Peat moss, S : Sand.

^YDuncan's multiple range test 5% level.

Table 9. Tiller density of creeping bentgrass among 8 soil amendments treated plots.

Treatments ^Z	Tiller density (ea/cm ²)			
	Jul. 15	Aug. 16	Sep. 27	Oct. 11
S 100%	15b ^Y	15c	18b	21ab
P 5%+S 95%	18a	17a	19ab	20b
P 10%+S 90%	15b	16b	18b	20b
ZC 5%+P 10%+S 85%	14c	17a	18b	20b
ZC 10%+S 90%	11d	16b	19ab	20b
ZC 10%+P 5%+S 85%	15b	14c	20a	22a
ZC 10%+P 10%+S 80%	12d	16b	20a	19c
ZC 15%+P 5%+S 80%	15b	18a	19ab	20b

^ZZC: inorganic soil amendment, P : Peat moss, S : Sand.
^YDuncan's multiple range test 5% level.

속도가 빨라져 잔디 생육 부적기 뿌리 환경을 개선하였기 때문으로 판단된다.

반면 생육적기에는 처리구별 차이가 감소하는 경향이있다. 그러나 무기 토양개량제의 효과는 여름 생육 부적기에 높은 것으로 판단되고, 그린 조성 시 피트모스 5%와 무기 토양개량제를 10%내외로 혼합하여 조성하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

잔디 분얼경 밀도(개체 수/cm²)

여름철 생육 부적기의 잔디밀도는 P 5%+S 95% 처리구가 다른 처리구보다 분얼경수가 4~7개 더 많았으며, 생육 적기에는 ZC 10%+P 5%+S 85% 처리구의 분얼경수가 2-3개 많았으며 통계적 유의성이 있었다(Table 9). 이는 Table 5와 같이 무기 토양개량제가 혼합된 처리구의 보수력이 우수하여 양분 보유력이 높았기 때문으로 판단된다. 또한

유기 토양개량제인 피트모스가 보수력 및 보비력이 우수하여 잔디 생육에 효과적이라는 보고하였는데(Koh et al., 2006) 무기 토양개량제와 혼합 사용할 경우 잔디 생육에 미치는 효과가 상승할 것으로 판단된다.

일반적으로 잔디밀도는 크리핑 벤트그래스의 품종에 따라 다르며, 특히 여름철 생육 부적기에는 감소한다는 보고와 일치하였다. 여름철 생육기의 당 분얼경 밀도는 L-93, Crenshaw, Pen A-4의 밀도는 평균 18개 이상이었으나 Pencross는 15.7개로 보고하였다(Tea et al., 2006).

잔디 건물중(g)

크리핑 벤트그래스의 생육부적기 건물중은 ZC 10%+P 5%+S 85% 처리구가 0.3~0.4 g 정도 더 무거웠으며, 생육 적기의 건물중은 P 5%+S 95% 처리구가 0.2~0.3 g 정도 더 무거웠으며 통계적 유의성은 있었다. 이는 Table 7과 같이 무기 토양개량제가 혼합된 처리구의 경우 모래 및 피트모스 처리구에 비하여 혼합토층의 고결화가 지연되기 때문으로 토양의 통기성 향상에 기여했기 때문으로 판단된다. 그러나 모든 처리구의 건물중은 잔디 생육적기에서는 증가하는 경향이였다(Table 10).

이상의 실험 결과 무기 토양개량제는 잔디 생육기보다 생육 부적기에 효과적으로 판단된다. Guertal et al. (2008)은 무기 토양개량제 Profile, Clinolite, Axis 등을 모래에 25% 혼합한 결과 뿌리 생육이 대조구(모래)보다 10 cm 이상 길었다는 보고와 일치하였다. 이는 피트모스의 보수력, 보비력 능력을 대체할 수 있기 때문으로 판단된다(Table 4; Waltz and Macarry et al., 2000). 그러나 USGA 그린을 조성 시 혼합층에 무기 토양개량제를 단독(5-15%) 사용 것보다 피트모스(5%)와 혼합하여 사용한다면 그 효과는 상승할 것으로 판단된다. 또한 그린 토양의 물리성은 시간이 경과할수록 배수성이 나빠지는 경향이 있으므로 본 실험에 사

Table 10. Dry weight (g) of creeping bentgrass among 8 soil amendments treated plots.

Treatments ^Z	Dry weight (g)			
	Jul. 15	Aug. 16	Sep. 27	Oct. 11
S 100%	0.6c ^Y	0.7c	1.2a	1.1ab
P 5%+S 95%	0.6c	1.0a	1.3a	1.2a
P 10%+S 90%	0.9b	0.9b	1.0b	1.0b
ZC 5%+P 10%+S 85%	0.9b	0.7c	1.2a	1.2a
ZC 10%+S 90%	0.7c	1.0a	1.2a	1.1ab
ZC 10%+P 5%+S 85%	1.1a	1.0a	1.2a	1.1ab
ZC 10%+P 10%+S 80%	0.9b	0.8b	1.0b	1.0ab
ZC 15%+P 5%+S 80%	1.0a	1.0a	1.1ab	1.2a

^ZZC: inorganic soil amendment, P : Peat moss, S : Sand.
^YDuncan's multiple range test 5% level.

용된 무기 토양개량제 효과에 대한 지속적인 연구가 수행되어야 할 것이다. 실제로 기존에 조성된 그린에 무기 토양개량제를 3년간 지속적으로 사용한 경우 투수력, 보비력, 잔디 품질 등 효과가 미미하다고 보고하였다(Guertal and Waltz, 2008).

요 약

본 실험은 무기 토양개량제가 골프장 그린의 지반 조성용으로 사용 시 크리핑 벤틀그래스 ‘펜크로스’의 생육에 미치는 영향을 구명하고자 2005년 5월부터 12월까지 신원골프장 너스리에서 수행되었다. 조사내용은 토양 pH, 비중, 보수력, 투수계수, 경도, 뿌리길이, 잔디 분얼경 밀도, 건물중을 조사하였다. 무기 토양개량제 처리구의 토양 pH는 잔디 생육에 적합한 6.7~6.8, 토양비중은 S 100%처리구가 1.48로 다른 처리구 1.28-1.38내외보다 무거웠다. 투수속도는 ZC 15%+P 5%+S 80%와 ZC 10%+S 90% 처리구가 USGA 기준보다 2-4배 빨랐다. 토양 경도는 S 100%에서 가장 높았다. 뿌리길이는 무기 토양개량제가 혼합된 ZC10%+S90% 처리구가 7.6~10.0 cm로 가장 길었다. 여름철 생육 부적기의 잔디밀도는 P 5%+S 95% 처리구가 다른 처리구보다 분얼경수가 4-7개 더 많았으며, 생육 적기에는 ZC 10%+P 5%+S 85% 처리구가 2-3개 많았으며 통계적 유의성이 있었다. 생육 부적기 건물중은 ZC 10%+P 5%+S 85% 처리구가 가장 무거웠으며, 생육 적기의 건물중은 P 5%+S 95% 처리구가 가장 무거웠다. 따라서 USGA 그린 조성 시 혼합층에 무기 토양개량제를 단독(5-15%) 사용 것보다 피트모스(5%)와 혼합하여 사용한다면 그 효과는 상승할 것으로 판단된다.

주요어: 무기 토양개량제, 보수력, 잔디 생육, 크리핑 벤틀그래스

Acknowledgement

This study was supported by Yangpyo Company. I thank Dr. Jan, Y.H. for his technical assistance.

References

- An, Y.T., S.T. Kim, I.S. Kim, J.W. Kim, H.J. Kim, K.Y. Shim, S.W. Yang, J.J. Lee, and S.K. Ham. 1993. Basic and practice of management of golf course. Publisher ‘Korean Turfgrass Institute’. (in Korean)
- Chong, S.K. and C.H. Ok. 2006. Effect of rootzone mixes amended with crumb rubber on the physical properties. Kor. Turfgrass Sci. 20(1):83-91.
- Guertal, E. and C. Waltz. 2008. Adding inorganic amendments to a poorly performing green. Golf Course Management(May) 133-137.
- Hong, B.S. and H.S. Tae. 2009. Green management of using with Trinexapac-ethyl. Kor. Turfgrass Sci. 23(2):287-294. (in Korean)
- Hong, B.S., H.S. Tae, S.H. O, and Y.S. Cho. 2011. The effect of foliar application to improve putting green performance. Kor. Turfgrass Sci. 25(1): 94-99. (in Korean)
- Kim, Y.S., S.K. Ham, and H.J. Lim. 2010. Change of soil physicochemical properties by mixed ratio of 4 types of soil amendments used in golf course. Kor. Turfgrass Sci. 24(2):205-210. (in Korean)
- Kim, Y.S., T.S. Kim, and S.K. Ham. 2009. The change of soil physicochemical properties by mixture ratio of inorganic soil amendments. Kor. Turfgrass Sci. 23(2):271-278. (in Korean)
- Koh, S.K., H.S. Tae, and C.H. Ryu. 2006. Effect of animal organic soil amendment on growth of Korean lawngrass and Kentucky bluegrass. Kor. Turfgrass Sci. 20(1):33-40. (in Korean)
- Lee, J.H., J.S. Son, I.C. Kim, and Y.K. Joo. 2007a. Effects of a forced air-flow system for recovery of turfgrass after intensive traffic injury. Kor. Turfgrass Sci. 21(2):127-136. (in Korean)
- Lee, S.W., J.P. Lee and D.H. Kim. 2007b. The influence of traffic time and fertilizer type on the quality of golf course putting greens. Kor. Turfgrass Sci. 22(1):65-74. (in Korean)
- Lim, S.H., J.K. Jeong, K.D. Kim, and Y.K. Joo. 2009. Effect of temperature and water content of soil on creeping bentgrass(*Agrostis palustris* Huds) growth. Kor. Turfgrass Sci. 23(2):229-240. (in Korean)
- Ok, C.H., S.H. Anderson, and E.H. Ervin. 2004. Amendments and construction systems of improving the performance of sand-based putting greens. Kor. Turfgrass Sci. 18(3):149-163.
- Tae, H.S., H.S. Lee, and K.M. An. 2006. Comparison of growth characteristics of creeping bentgrass(*Agrostis palustris* Huds.) cultivars in summer. Kor. Turfgrass Sci. 20(2):147-156. (in Korean)
- Waltz, C. and B. McCarty. 2000. Soil amendments affect turf establishment rate. Golf Course Management(July) 59-63.
- Yoo, M.J., J.P. Lee and D.H. Kim. 2009. Analysis of maintenance expense in various golf courses. Kor. Turfgrass Sci. 23(1):61-76. (in Korean)