

고산지역에서의 크리핑 벤틀그래스 품종 생육특성 비교

정준기¹ · 이종민¹ · 김기동^{1,2} · 이정호² · 주영규^{1*}

¹연세대학교 대학원 생명과학기술학과, ²한국골프대학교 코스매니지먼트과

Comparison of the Growth Characteristics of Creeping Bentgrass (*Agrostis palustris* Huds.) Cultivars at Mountain Area

Jun Ki Jeong¹, Jong Min Lee¹, Ki Dong Kim^{1,2}, Jeong Ho Lee², and Young Kyoo Joo^{1*}

¹Dept. of Biological Sci. and Tech., Graduate School of Yonsei University, Wonju 220-710, Korea

²Dept. of Golf Course Management, Korea Golf University, Hoengsoeng 225-811, Korea

(Received on September 9, 2013; Revised on September 13, 2013, Accepted on September 15, 2013)

ABSTRACT. This experiment was carried out for the selection of suitable cultivars on the green and fairway at the mountain area. The climate data showed that differences of altitude influenced greater than latitude on temperature and rainfall when compared with 3 areas of the central of Gyeong-gi and Yeong-seo, and the mountain area at Yeong-seo. The plot was prepared with the USGA profiles for green and modified California style for fairway at the mountain golf course in Wonju, Korea. The growth characteristics were compared on two different profiles for 3 years of growing seasons after seeding with 5 creeping bentgrass cultivars. 'T-1' and 'CY-2' showed a rapid greenup compare with other cultivars in spring of 2010 with the both green and fairway mowing height. However, 'Penncross' resulted the slowest among cultivars. 'T-1' showed the most prominent visual quality of overall rate and the deepest root length after one year of seeding, while 'Penncross' showed an excellent result of root length and weight during summer season. However, 'Penn A-1' had an imperial result in that season. Comparison of the growth characteristics under green and fairway conditions, 'T-1' and 'CY-2' showed excellent overall results at the mountain area at Yeong-seo area in Korea.

Key words: Creeping bentgrass, Mountain area, Mowing height, Weather

서 언

국내 잔디 재배지 초종 분포는 난지형 잔디인 한국잔디류인 한국들잔디(*Zoysia japonica* STEUD)가 주를 이루며, 남부지역에 금잔디(*Z. matrella* MERR)가 일부 식재 되어 있다. 이중 가장 넓은 재배면적을 보인 초종은 세엽 한국들잔디인 중지류(55.5%)와 광엽인 재래 들잔디(37.1%)였다. 한지형 잔디로는 켄터키블루그래스, 크리핑벤틀그래스(creeping bentgrass, *Agrostis palustris* Huds.) 등이 주를 이루고 있다. 2002년 월드컵 축구대회 이후 한지형잔디의 이용빈도가 높아지면서 켄터키블루그래스 및 벤틀그래스 재배농가도 전체의 약 3.8%였다. 잔디 사용자 별 시장점유율은 골프장이 40%로 가장 높고, 묘지 30%, 조경시설 25%

로 나타났으며, 기타제방, 도로공사, 학교 운동장 등은 5% 정도이었다(Korea Forest Service, 2009). 2013년 1월 현재 국내 총 437개소의 골프장이 운영 중이며 그 중 회원제골프장의수가 227개소, 대중제 골프장의수는 210개소이다. 아직 건설중인 골프장의 수는 64개소이며 미 착공된 골프장의 수는 44개소이다. 그 중 산악지대 분포율이 높은 강원지역은 총 72개의 골프장이 있다. 그 중 52개소의 골프장이 운영 중이며 2013년 1월에 건설중인 골프장의 수는 13개소이다(Korea Golf Business Association, 2013). 골프장 수가 늘어나면서 골프코스 품질향상을 통한 골프장 간의 경쟁이 필수적인데 경기력의 중요요소인 잔디의 품질향상은 해당지역 기후에 적합한 골프코스관리기술과 잔디의 초종선택이 중요한 역할을 한다. 특히 최근 조성되는 골프장에서는 잔디 초종의 차별화로 경쟁력을 높이고 있는데 제주도에서 시작된 크리핑벤틀그래스의 페어웨이 사용은 신설골프장의 새로운 전략으로 자리잡아 가고 있다

*Corresponding author:

Phone) +82-33-760-2250, Fax) +82-33-760-2183

E-mail) ykjoo@yonsei.ac.kr

(Cha et al., 2011). 우리나라 골프코스 그린에 대표적으로 식재되고 있는 크리핑벤트그래스는 티와 페어웨이 내에서도 사용되며, 질감이 곱고 엽폭이 2-3 m로 매우 좁고, 또한, 서늘하고 습한 기후지역에 이용되는 다년생 잔디이다(Christians, 2011). 유럽과 아시아가 원산지이고 지표면에 발달하는 포복경(stolon)을 가지고 있는 한지형 잔디이다. 엽색은 선명한 녹색이며, 경엽은 가늘고, 잦은 깎기에도 잘 견디며, 그린용 잔디로 이용되기 위해 알맞은 우수한 퍼팅품질과 내구성을 가지고 있다(Beard, 1973). 잔디의 품질과 퍼팅 수준을 높이기 위해서 신품종 크리핑벤트그래스를 골프코스 내 티와 페어웨이에도 식재하는 골프코스의 수가 늘고 있다. 그러나 우리나라 같이 사계절이 뚜렷한 기후 하에서는 한지형잔디 생육에 적합한 환경이 아니기 때문에 적절한 품종의 선택과 품종의 특성에 따른 관리가 이루어지지 않으면 고품질의 크리핑벤트그래스의 유지가 어렵다(Lee et al., 2008). 국내골프장에서 2000년도 이전에 주로 사용된 크리핑벤트그래스의 품종은 'Penncross'로서 1954년 펜실베이니아 대학에서 개발된 품종으로 현재까지도 일부 이용되고 있다(Kim et al., 2008). 지금까지의 일반적으로 품종선택은 경기지역 등 중부지방에서 대체적으로 많이 사용되는 품종을 전국적으로 선정되는 경우가 대다수이다. 그러나 기후 환경이 다른 고산지역에 조성되는 골프장은 고지대에 적합한 잔디품종을 선발하여 사용해야 한다. 품종선택의 기준이 되고 있는 경기중부지역과 달리, 강원도 영서지방은 전형적인 내륙기후의 특징이 잘 나타나는데, 연평균기온은 10.8°C, 7, 8월의 평균기온은 24.5°C이다. 1월의 평균기온은 영하 4.8°C로써 여름 기온은 비교적 높은 편이지만 겨울에는 낮아 한서(寒暑)의 차가 매우 크다(Korea Meteorological Administration, 2013). 또한 강원 산악지대지방은 경기중부나 영서지역의 도시화된 저지대의 환경과 달리 고산지역을 기후 특성을 나타내리라 사료된다. 따라서 골프코스의 수가 많아 현재 품종선정의 기준이 되고 있는 경기중부를 기준으로 벤트그래스 식재품종이 결정되기 보다는 현장의 기후특성을 고려하여 품종을 선정하여야 한다고 사료된다. 본 연구는 강원 등지의 고산지역에 위치한 골프코스의 알맞은 크리핑벤트그래스 품종을 선정하기 위해 먼저 경기중부, 영서시내, 영서 고산지대의 기후환경을 비교 분석하고, 고지대 시험구에서 그린 및 페어웨이 예고 관리수준의 시험구로 나누어 여러 품종의 생육특성을 비교, 분석하였다.

재료 및 방법

기상자료 비교분석

실험지역과 평지의 기후를 비교하기 위해서 고산지대에

위치한 실험포장(강원도 원주시 지정면 월송리, 고도 400 m)에 기상관측장비를 설치하여 최고온도, 최저온도, 강수량 등을 일별로 측정하였다. 이렇게 측정한 자료를 바탕으로 국내 골프장이 가장 많이 위치하고 있는 경기중부지역의 레이크사이드 골프장(경기도 용인시 처인구 모현면 능원리, 고도 121 m)의 기상자료와 시내에 위치한 영서지역 기상청(강원도 원주시 명륜동, 고도 149 m)의 기상자료(Table 1~5)를 비교 분석하였다(Korea Meteorological Administration, 2013).

실험포장 조성 및 관리방법

실험포장은 원주시O 골프장 사업지구 내에 1,000 m²(10a)의 면적으로 조성하였다. 지반은 예고높이에 따라 그린용(3-4 mm), 페어웨이·티용(12-13 mm)으로 각각 조성하였다. 그린용(3-4 mm) 지반의 경우USGA식 다층구조에 준하여 조성하였으며, 각 지반층에 사용된 골재는USGA 시방서에서 권장하는 규격의 골재를 사용하였다. 또한, 토양 물리성 개선을 위해 토양개량재를 식재층 모래의 건중비로 5% 혼합하여 조성하였다. 페어웨이·티용(12-13 mm) 지반의 경우 변형 캘리포니아식 지반구조로 조성하였다. 각각의 시험구는 가로1 m×세로2 m의 크기로 품종 당 3반복으로 조성하였다. 실험에 이용된 잔디 초종은 크리핑벤트그래스(*creeping bentgrass, Agrostis palustris* Huds)이며, 품종은 'Penncross', 'Penn A-1', 'T-1', 'CY-2', 'LS-44 (Links Seed, LLC)' 총 5품종을 사용하였다. 2008년 5월에 파종하였으며 파종량은 5품종 각각 그린 예고 시험구에 6.0 g/m², 페어웨이 예고 시험구에 5.0 g/m²을 파종하였다. 관리 방법은 일반적인 골프코스 그린과 티 및 페어웨이 관리법을 적용하였으며 관수 및 시비량 조절과 병충해 방제는 일반적 코스 관리 수준으로 실시하였다.

품종별 생육특성 비교

잔디의 품질평가는 NTEP (National Turfgrass Evaluation Program)에서 수행하는 잔디품질 평가 방법을 참고하여 엽색(turfgrass color), 피복도(living ground cover), 내병성(disease tolerance rate), 뿌리길이(root length), 봄철그린업(spring greenup) 등 총 5가지 항목으로 조사하였다. 엽색, 피복도, 내병성 항목은 달관조사를 통하여 NTEP에 따라 1(고사 잔디 엽색) - 9(이상적 잔디 엽색)까지의 등급으로 나누어 주 1회 측정하였다. 뿌리길이는 측정지역의 피복도가 100% 이며 생육이 양호한 지역에서 잔디 시료 채취용 T-Bar (Turf-Tec[®])를 이용하여 채취하였다. 조사횟수는 2008년 11월, 2009년 11월, 2010년 4월, 2010년 5월, 2010년 6월 총 5회 측정하였다. 봄철그린업은 색채색차계(CR310, Minolta[®])를 이용하여 2009년 가을과 2010년 봄의 잔디 잎

의 녹색도 변화를 측정하였다.

통계분석

모든 실험은 처리당 3반복으로 측정하였으며, 자료는 SAS (Statistical Analysis System)에 의해 통계분석 하였다(SAS Institute, 2011). 처리구 평균간 비교는 5% 수준의 최소유의차(LSD, least significant different) 검정으로 하였다.

결과 및 고찰

기상자료 비교분석

영서지역의 고산지대인 실험포장, 동일 지역인 영서 원주기상청, 경기중부의 대표적인 골프장 등 세 지역의 강수량 비교 결과, 연구기간 동안 총 강수량은 영서지역이 2,462 mm를 기록하였으며, 경기중부지역이 2,261.6 mm, 실험지역은 가장 적은 2,158.8 mm를 기록하였다. 여름철 7, 8월의 강수량을 비교했을 때, 2008년 실험포장의 강수량은 289.5 mm, 영서지역은 545 mm, 경기지역은 604 mm를 각각 기록하여 타 지역에 비해 가장 적었다(Table 1). 2009년에는 실험포장에는 958 mm, 영서지역은 812 mm, 경기지역은 623 mm를 각각 기록하였는데 8월에는 실험포장 강수량이 경기지역보다 3배나 많았다(Table 2). 2010년에

는 영서지역이 경기지역보다 1, 2월기간에 적설량이 많아 강수량이 10배 이상 많았다(Table 3). 따라서 실험포장의 강수량은 경기지역과 상이한 결과를 보였고, 동일 영서지역의 시내와도 뚜렷한 차이를 보였다.

실험기간 내 세 지역 간의 기온을 비교한 결과, 2008년 7, 8월 실험포장의 평균기온은 24°C, 영서지역은 25.9°C, 경기지역은 24.7°C를 각각 기록하였고, 그 해 12월과 이듬해 1, 2월의 평균기온은 실험포장 -3.3°C, 영서지역 0°C, 경기지역은 -1.1°C를 기록하였다(Table 4, 5). 또한 2009년 여름철 7, 8월의 평균기온은 실험포장 23.5°C, 영서지역은 25.1°C, 경기지역은 24.2°C를 기록하였다. 2009년 12월과 2010년 1월, 2월의 평균기온을 비교하면 실험포장 -3.5°C, 영서지역 -1.5°C, 경기지역은 -3.0°C를 기록하였다(Table 5, 6). 이러한 기후 비교를 통해서 세 지역의 기온은 영서의 시내지역이 가장 높고, 경기지역, 마지막으로 실험포장이 가장 낮은 것으로 나타났다. 특히 겨울철과 여름철의 기온은 동일지역인 영서지역의 낮은 고도의 시내와 산악지대인 실험포장의 차이가 경기지역과의 차이보다 상대적으로 커, 고도에 따른 기온의 차이가 위도에 따른 지역차이보다 큰 것으로 분석되었다. 따라서 경기와 영서지역은 위도 차에 따라 기후 환경에서 차이를 보이고 있으며, 동일 지역이라도 고도에 따라 기온, 강수량, 그리고 풍속, 토양

Table 1. Monthly precipitation data at test plot, Yeong-seo and Gyeong-gi in the first test year of 2008.

Precipitation (mm)	2008						
	Area	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	Test plot	318.5	70.5	88.6	24.5	32.1	25.8
Yeong-seo	383.5	160.5	86.6	23.6	15.0	29.3	
Gyeong-gi	454.1	149.8	81.9	35.6	14.4	24.3	

Table 2. Monthly precipitation data at test plot, Yeong-seo and Gyeong-gi in the second test year of 2009.

Precipitation (mm)	2009												
	Area	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	Test plot	2.3	2.8	50.1	39.7	77.7	73.1	512.8	444.6	32.2	42.2	45.8	10.7
Yeongseo	9.3	27.8	57.5	38.0	111.1	95.0	602.8	208.8	50.0	62.5	69.9	26.6	
Gyeonggi	8.5	30.9	47.9	45.3	100.7	88.6	480.4	142.6	44.6	47.9	63.3	22.6	

Table 3. Monthly precipitation data at test plot, Yeong-seo and Gyeong-gi in the third test year of 2010.

Precipitation (mm)	2010						
	Area	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
	Test plot	26.2	44.5	56.3	-	90.7	47.1
Yeongseo	40.8	62.1	78.2	58.5	78	86.6	
Gyeonggi	2.3	32.4	72.4	63.8	108.3	99.0	

-Data not available

Table 4. Monthly temperature data at test plot, Yeongseo and Gyeonggi in the first test year of 2008.

Area	2008						
	Temperature (°C)	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Test plot	Maximum	25.6	29.9	25.3	19.6	10.6	4.0
	Minimum	21.3	18.9	14.8	7.8	-0.4	-6.3
	Average	23.5	24.4	20.1	13.7	5.1	-1.2
Yeong-seo	Maximum	30.4	30	27.3	21.2	12.2	5.6
	Minimum	22.5	20.3	16.3	9.1	0.9	-4.6
	Average	26.5	25.2	21.8	15.2	6.6	0.5
Gyeong-gi	Maximum	29.1	29.4	26.5	21	11.8	5.2
	Minimum	21.0	19.3	14.8	7.5	-0.7	-6.3
	Average	25.1	24.4	20.7	14.3	5.6	-0.6

Table 6. Monthly temperature data at test plot, Yeong-seo and Gyeong-gi in the third test year of 2010.

Area	2010						
	Temperature (°C)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
Test plot	Maximum	-1.1	4.6	7.6	-	22.2	26.8
	Minimum	-12.8	-5.9	-1.0	-	11.6	15.9
	Average	-7.0	-0.7	3.3	-	16.9	21.4
Yeong-seo	Maximum	0.4	6.3	9.3	15.9	24.0	29.5
	Minimum	-10.1	-3.2	0.4	4.1	11.7	17.9
	Average	-4.9	1.6	4.9	10.0	17.9	23.7
Gyeong-gi	Maximum	0.0	5.3	8.2	14.4	22.0	27.5
	Minimum	-12.4	-5.6	-1.4	2.6	9.6	15.7
	Average	-6.2	-0.2	3.4	8.5	15.8	21.6

온도 등 미기상에서 차이를 보일 것으로 사료되며 이는 환경에 민감한 종인 벤투그래스의 품종 선택에도 반영되어야 할 것으로 판단된다.

엽색

그린 예고 시험구와 페어웨이 예고 시험구 각각 품종 간 엽색도 비교결과, 두 시험구 모두 각 품종간의 유의적인 차이를 보였다. 그린 예고 시험구에서 전체 실험기간 동안 평균 엽색도를 비교한 결과, 'T-1', 'Penn A-1', 'CY-2', 'LS-44', 'Penncross' 순으로 우수한 엽색도를 나타냈다. 'T-1' 품종의 엽색도가 7.9로 다른 품종들에 비해 우수하였고, 'Penncross' 품종이 7.3으로 다른 품종들의 비해 녹색도가 낮았다. 그러나 2008년 7월 엽색도를 비교했을 때, 'T-1' 품종이 5.3으로 'Penn A-1' 품종의 엽색도 6.0 보다 낮았는데, 이는 파종 초기 녹색도의 차이 때문이라고 판단된다. 시험포 조성 다음해 2009년 엽색도를 비교하면, 'T-1' 품종의 엽색도는 4월에서 9월까지 다른 품종들에 비해

높았으며, 품종간의 유의적인 차이가 있음을 보였다. 4월에 엽색도가 다른 품종들에 비해 낮았던 'Penncross', 'Penn A-1', 'CY-2' 품종은 5월에 엽색도가 증가하면서 엽색이 가장 우수한 'T-1' 품종과의 유의적인 차이가 감소하였다. 6월 'Penn A-1', 'CY-2' 품종은 엽색도가 증가하면서 'T-1' 품종과의 유의적인 차이가 감소하였지만, 'Penncross', 'LS-44' 품종은 엽색도가 5월에 비해 감소하면서 'T-1' 품종간의 유의적인 차이가 증가하였다. 이것은 6월에 두 품종 지역에 발병한 브라운패취(brown patch)의 영향이라고 판단된다. 7월 이후 모든 품종의 엽색도가 증가하였으나 'T-1' 품종과 다른 4 품종간의 유의적인 차이는 보였다. 9월에는 벤투그래스의 생육적기를 맞아 모든 품종들의 엽색도가 증가하며 9.0 이상 이었지만 'T-1' 품종과 다른 4 품종 그룹간의 유의적인 차이는 있었다. 2010년에는 2009년의 품종 간 엽색도의 비교 결과와 같이 'T-1' 품종의 엽색도가 7.3으로 다른 4 품종 보다 높았고, 다른 4 품종들은 6.7

Table 5. Monthly temperature data at test plot, Yeong-seo and Gyeong-gi in the second test year of 2009.

Area	2009												
	Temperature (°C)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Test plot	Maximum	-5	1.5	12.3	18.1	19.7	25.5	27.6	28.2	24.8	19.6	9.8	1.6
	Minimum	-10	-4.1	-0.1	4.2	8.2	15.4	19	19.2	14.1	7.1	0.4	-7.8
	Average	-7.5	-1.3	6.1	11.2	14	20.5	23.3	23.7	19.5	13.4	5.1	-3.1
Yeong-seo	Maximum	2.4	8.0	12.4	19.5	25.2	28.0	29.0	30.4	26.9	21.3	11.1	3.3
	Minimum	-8.9	-2.4	0.2	5.6	12.1	17.1	20.2	20.7	15.6	8.4	1.9	-5.4
	Average	-3.3	2.8	6.3	12.6	18.7	22.6	24.6	25.6	21.3	14.9	6.5	-1.1
Gyeong-gi	Maximum	2.3	7.1	11.5	18.4	24.1	26.9	28	30	26	20.9	10.2	2.5
	Minimum	-10.8	-4.4	-2.0	2.8	9.7	14.7	18.6	20.4	13.7	6.7	0.4	-7.6
	Average	-4.3	1.4	4.8	10.6	16.9	20.8	23.3	25.2	19.9	13.8	5.3	-2.6

Table 7. Comparison of turfgrass color on 5 different creeping bentgrass cultivars with the green height mowing during 3 years of test period.

Treatment	2008					2009					2010				Mean all			
	Jul	Aug	Sep	Nov	Dec	Mean	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Mean	Apr		May	Jun	Mean
Penncross	5.3 ^x	6.0ab ^y	7.0c	7.7b	6.2c	6.4c	7.2c	8.2b	7.5c	8.2b	9.0b	9.0b	8.2c	5.7	7.2b	7.5b	6.8b	7.3c
Penn A-1	6.0	6.3a	7.0c	7.7b	6.7b	6.7b	7.2c	8.0b	8.2ab	8.0b	9.0b	9.0b	8.2bc	5.7	7.2b	7.5b	6.8b	7.4b
T-1	5.3	6.3a	9.0a	8.3a	7.7a	7.3a	8.0a	8.8a	8.3a	8.8a	9.3a	9.5a	8.8a	6.3	7.7a	8.0a	7.3a	7.9a
CY-2	5.3	5.3b	8.3ab	7.7b	6.7b	6.7b	7.2c	8.0b	8.0ab	8.0b	8.8b	9.0b	8.2c	6.0	7.2b	7.5b	6.9b	7.4bc
LS-44	5.3	5.7ab	7.7bc	7.7b	6.7b	6.6bc	7.5b	8.3b	7.8bc	8.3ab	9.0b	9.0b	8.3b	5.7	7.2b	7.2c	6.7b	7.4bc
LSD (<i>P</i> <0.05)	NS	0.88	0.77	0.49	0.1	0.23	0.3	0.45	0.45	0.5	0.3	0.1	0.13	0.74	0.1	0.24	0.25	0.1

^xLeaf color : 1=straw brown; 9=ideal dark green.^yDifferent letter in the same column significantly differ by LSD test. 5% level.**Table 8.** Comparison of turfgrass color on 5 different creeping bentgrass cultivars with the fairway height mowing during 3 years of test period.

Treatment	2008					2009					2010				Mean all			
	Jul	Aug	Sep	Nov	Dec	Mean	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Mean	Apr		May	Jun	Mean
Penncross	5.7 ^x	6.3	7.0c ^y	7.0b	7.2b	6.6b	7.2b	8.2b	7.5c	8.0ab	8.7b	8.5b	8.0c	5.5	7.5	8.3	7.1	7.3b
Penn A-1	5.3	6.0	7.0c	7.0b	7.0b	6.5b	7.2b	8.0b	8.2ab	7.8ab	8.8ab	8.5b	8.1c	5.3	7.5	8.3	7.1	7.3b
T-1	5.7	6.0	9.0a	8.0a	8.3a	7.4a	7.7a	8.8a	8.3a	8.3a	9.3a	9.0a	8.6a	5.7	7.7	8.5	7.3	7.9a
CY-2	5.0	5.3	7.7b	7.0b	7.0b	6.4b	7.2b	8.0b	8.0ab	7.7b	8.8ab	9.0a	8.1bc	6.0	7.5	8.5	7.3	7.3b
LS-44	5.0	5.3	7.7b	7.0b	7.0b	6.4b	7.5ab	8.3b	7.8bc	8.0ab	8.8ab	9.0a	8.3b	5.5	7.7	8.3	7.2	7.4b
LSD (<i>P</i> <0.05)	NS	NS	0.6	0.1	0.32	0.27	0.49	0.45	0.45	0.65	0.57	0.1	0.17	NS	NS	NS	N	0.18

^xLeaf color : 1=straw brown; 9=ideal dark green.^yDifferent letter in the same column significantly differ by LSD test. 5% level.**Table 9.** Comparison of the living ground cover on 5 different creeping bentgrass cultivars with the green height mowing.

Treatment	2008					2009					2010				Mean all			
	Jul	Aug	Sep	Nov	Dec	Mean	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Mean	Apr		May	Jun	Mean
Penncross	3.7c ^x	4.8b ^y	7.3b	6.7b	8.0b	6.1c	5.7c	8.2b	7.7b	7.0b	7.8b	7.0c	7.2c	7.5c	7.5c	8.0b	7.7d	6.9d
Penn A-1	2.7d	3.7c	8.0ab	8.3b	8.5a	6.2c	7.5b	8.5ab	8.3ab	8.0a	9.2a	8.5b	8.3b	8.5b	8.5b	9.0a	8.7c	7.7c
T-1	7.0a	7.3a	8.5a	8.5a	8.5a	8.0a	8.5a	8.8a	8.8a	8.5a	9.0a	8.5b	8.7a	8.7b	9.0a	8.7a	8.8bc	8.5a
CY-2	5.0b	5.2b	7.8ab	8.5a	8.5a	7.0b	8.2a	8.5ab	8.8a	8.7a	9.3a	9.0a	8.8a	9.0a	9.0a	9.0a	9.0a	8.2b
LS-44	4.7b	5.0b	7.5b	8.3a	8.5a	6.8b	8.0ab	8.5ab	8.8a	8.5a	9.3a	9.0a	8.7a	8.7b	9.0a	9.0a	8.9ab	8.1b
LSD (<i>P</i> <0.05)	0.73	1.1	0.92	1.2	0.1	0.5	0.52	0.44	0.71	0.8	0.49	0.1	0.19	0.3	0.1	0.49	0.13	0.21

^xLeaf color : 1=straw brown; 9=ideal dark green.^yDifferent letter in the same column significantly differ by LSD test. 5% level.

에서 6.9의 엽색도를 보이며 4 품종들 간의 유의적인 차이가 없음을 보였다. 페어웨이 예고 시험구에서는 ‘T-1’이 7.9로 다른 품종들에 비해 우수하였으며 유의적인 차이를 보였다. ‘LS-44’ 품종은 7.4로 나머지 3 품종들 보다 엽색도는 높았으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 2008년과

2009년의 품종간 엽색도를 비교하면 모든 품종에서 엽색도가 증가했음을 알수있는데, 이는 2008년 조성 초기 보다 이듬해 2009년에 전반적으로 잔디의 품질이 향상되었기 때문이라고 판단된다. 실험결과 중 그린 예고 시험구에서 8월 한 여름철 하고현상으로 인한 잔디생육불량이

Table 10. Comparison of the living ground cover on 5 different creeping bentgrass cultivars with the fairway height mowing.

Treatment	2008					2009					2010				Mean all			
	Jul	Aug	Sep	Nov	Dec	Mean	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Mean	Apr		May	Jun	Mean
Penncross	1.8d ^x	2.2c ^y	4.3d	6.2b	7.5d	4.4d	8.0b	8.2b	8.2b	6.8b	8.0b	7.5c	7.8c	8.0b	8.0c	8.5b	8.2c	6.7e
Penn A-1	1.8d	2.0c	4.8cd	5.5b	7.5d	4.3d	8.0b	8.2b	8.7a	8.2a	8.8a	8.5b	8.4b	8.7a	8.5b	9.0a	8.7b	7.0d
T-1	7.0a	6.7a	8.3a	8.5a	9.0a	7.9a	8.5a	8.8a	8.8a	8.2a	9.0a	8.5b	8.6a	8.8a	9.0a	8.7ab	8.8ab	8.4a
CY-2	3.0c	3.0bc	5.7bc	7.5a	8.0c	5.4c	8.2ab	8.3b	8.8a	8.0a	9.2a	9.0a	8.6a	8.8a	9.0a	9.0a	8.9a	7.5c
LS-44	4.0b	4.0b	6.5b	7.8a	8.5b	6.2b	8.2ab	8.5ab	8.8a	8.2a	9.2a	9.0a	8.6a	8.8a	9.0a	9.0a	8.9a	7.8b
LSD (<i>P</i> <0.05)	0.79	1.11	1.01	1.16	0.1	0.33	0.42	0.4	0.36	0.49	0.78	0.1	0.18	0.32	0.1	0.49	0.17	0.17

^xCover rate : 1 = bare soil ; 9 = fully covered turf.

^yDifferent letter in the same column significantly differ by LSD test. 5% level.

Table 11. Comparison of the disease tolerance rate on 5 different creeping bentgrass cultivars with the green height mowing.

Treatment	2008					2009					2010				Mean all			
	Jul	Aug	Sep	Nov	Dec	Mean	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Mean	Apr		May	Jun	Mean
Penncross	8.7a ^x	7.7a ^y	8.3	8.7a	9.0a	8.5a	9.0	8.3b	8.0b	8.5b	8.3b	8.0b	8.4b	7.0b	6.5ab	8.0b	7.2b	8.1b
Penn A-1	9.0a	8.0a	8.3	8.7a	9.0a	8.6a	9.0	8.7ab	8.7a	9.1a	9.2a	9.0a	8.9a	7.5a	7.0a	8.5a	7.7a	8.5a
T-1	5.7b	5.0b	7.7	8.0b	8.5b	7.0b	9.0	8.8a	8.7a	8.3bc	8.5ab	7.7b	8.5b	7.0b	6.2b	7.0d	6.7c	7.6d
CY-2	5.7b	5.3b	8.3	8.0b	9.0a	7.3b	9.0	8.8a	8.3ab	7.8cd	8.8ab	8.0b	8.5b	7.5a	6.7ab	7.5c	7.2b	7.7c
LS-44	5.3b	5.3b	7.7	8.0b	9.0a	7.1b	9.0	8.8a	8.5ab	7.7d	8.8ab	8.0b	8.5b	7.5a	6.7ab	7.2d	7.1b	7.7cd
LSD (<i>P</i> <0.05)	1.1	0.81	NS	0.6	0.1	0.33	NS	0.49	0.62	0.62	0.82	0.49	0.3	0.1	0.6	0.24	0.23	0.13

^xDisease tolerance rate : 1=blight; 9=no disease symptom

^yDifferent letter in the same column significantly differ by LSD test. 5% level.

Table 12. Comparison of the disease tolerance on 5 different creeping bentgrass cultivars with the fairway height mowing.

Treatment	2008					2009					2010				Mean all			
	Jul	Aug	Sep	Nov	Dec	Mean	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Mean	Apr		May	Jun	Mean
Penncross	9.0a ^x	8.0a ^y	8.3	8.7a	9.0a	8.6a	9.0	8.5b	8.5	8.5a	8.3	8.0c	8.5a	7.5b	7.0	8.0a	7.5a	8.3a
Penn A-1	9.0a	8.3a	8.3	8.7a	9.0a	8.7a	9.0	9.0a	8.5	8.0ab	8.7	9.0a	8.7a	7.5b	6.8	7.5b	7.3b	8.4a
T-1	5.3b	5.0b	8.0	8.0b	8.5b	7.0bc	9.0	9.0a	8.5	7.5bc	8.2	7.0d	8.2b	7.5b	6.8	7.2b	7.2b	7.5d
CY-2	5.7b	5.0b	8.7	8.0b	8.5b	7.2b	9.0	9.0a	8.5	7.0c	8.8	8.5b	8.5a	7.5b	6.8	7.5b	7.3b	7.8b
LS-44	4.7b	4.0c	7.7	8.0b	9.0a	6.7c	9.0	9.0a	8.5	7.2c	8.8	8.5b	8.5a	8.0a	7.2	7.5b	7.6a	7.6c
LSD (<i>P</i> <0.05)	1.1	0.88	NS	0.6	0.1	0.41	NS	0.42	NS	0.53	NS	0.42	0.23	0.1	NS	0.49	0.21	0.1

^xDisease tolerance rate : 1=blight; 9=no disease symptom

^yDifferent letter in the same column significantly differ by LSD test. 5% level.

페어웨이 예고 시험구에서는 거의 일어나지 않음을 알 수 있다. 따라서 엽색도 만을 봤을 때 고산지대에서 페어웨이에 벤프트그래스 식재 시 일반적인 잔디관리가 수반되고, 관수 등에 문제가 없다면 하고현상이 감소하여 양호한 벤프트그래스 페어웨이 조성이 가능하다고 판단된다.

피복도

그린 예고 시험구와 페어웨이 예고 시험구 간의 예취높이별 피복도를 비교하였을 때, 2008년에는 그린 예고 시험구의 피복도가 페어웨이 예고 시험구보다 높았고, 2009과 2010년의 페어웨이 예고 시험구의 피복도가 그린 예고

Table 13. Comparison of the root length (cm) on 5 different creeping bentgrass cultivars with the green height mowing.

Treatment	Sep, 2008	Jul, 2009	Sep, 2009	May, 2010	Jun, 2010	Mean
Penncross	15.5	12.7ab ^x	13.3a	20.7ab	24.3bc	17.3
Penn A-1	15.5	11.7b	10.7ab	19.7b	24.0bc	16.3
T-1	16.8	12.6b	11.3ab	21.3ab	26.3a	17.7
CY-2	16.0	11.6b	10.5ab	21.0ab	23.3c	16.5
LS-44	17.0	13.7a	8.5b	23.0a	25.3ab	17.5
LSD ($P < 0.05$)	NS	1.08	3.46	2.68	1.48	NS

^x Different letter in the same column significantly differ by LSD test. 5% level.

Table 14. Comparison of the root length (cm) on 5 different creeping bentgrass cultivars with the fairway height mowing.

Treatment	Sep, 2008	Jul, 2009	Sep, 2009	May, 2010	Jun, 2010	Mean
Penncross	19.5a ^x	12.8bc	8.8cd	22.0	25.7a	17.8a
Penn A-1	11.8b	10.7d	8.5d	22.0	25.3ab	15.7b
T-1	19.2ab	15.5a	9.5bc	21.0	24.7abc	18.0a
CY-2	12.5ab	11.4cd	9.8b	22.0	23.3c	15.8b
LS-44	13.8ab	13.0b	11.5a	22.0	23.7bc	16.8ab
LSD ($P < 0.05$)	7.36	1.44	0.84	NS	1.79	1.82

^x Different letter in the same column significantly differ by LSD test. 5% level.

Table 15. Comparison of the leaf colorimeter (CR310, Minolta[®]) on 5 different creeping bentgrass cultivars with the green height mowing.

Treatment [†]	Values of colorimeter											
	Sep, 2009			Oct, 2009			Mar, 2010			Apr, 2010		
cultivar	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
(1/8 inch)												
Penncross	30	-11.3	23.1	30.1	-9	24.2	26.8	4.5	15.7	32.1	4.98	20.9
Penn A-1	27.4	-16.1	22.2	30.3	-13.8	24.9	24.2	0.6	14.3	25	-3.2	17
T-1	26.4	-17.3	17.9	26.4	-15.5	18.8	21.8	-2.5	12.4	24.4	-5.5	14.8
CY-2	27.2	-18.4	21.3	28.1	-17.6	22.6	24.8	-2.6	16.3	28.8	-2.5	20.2
LS44	25.5	-19	18.8	27.4	-15.4	21.6	25.9	2.85	14.7	27.2	-0.5	172

Table 16. Comparison of the leaf colorimeter (CR310, Minolta[®]) on 5 different creeping bentgrass cultivars with the fairway height mowing.

Treatment [†]	Values of colorimeter											
	Sep, 2009			Oct, 2009			Mar, 2010			Apr, 2010		
Cultivar	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
(1/2 inch)												
Penncross	26.8	-21.7	20.9	27.6	-21.7	23.2	33.4	3.8	21.4	31.5	-8	21.7
Penn A-1	27.1	-22.8	22.7	25.4	-24.4	22	32.9	6.45	21.5	28.9	-6.1	18.9
T-1	26.8	-22	17.8	24.5	-21.2	16.4	27.8	-0.9	16.9	26.1	-10	14.8
CY-2	28.7	-23.1	22.9	24.4	-22.6	19.3	28.5	-2	18.9	29.1	-8.6	18.9
LS44	26.9	-22.4	20.9	26.5	-21.3	20.8	26.6	-1.1	15.5	26.8	-8.7	16.5

시험구보다 높게 나타났다. 그린 예고 시험구에서의 품종별 피복도 비교 결과, 각 품종간의 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 전체 실험기간 내 품종별 평균 피복도는

‘T-1’이 8.5로 가장 높았고, ‘CY2’ 8.2, ‘LS-44’ 8.1, ‘Penn A-1’ 7.7, ‘Penncross’ 6.9 순으로 나타났다. ‘T-1’와 다른 4 품종을 비교했을 때 유의적인 차이를 보였고, ‘CY-2’는 ‘LS-

44'을 제외한 다른 3품종과 유의적인 차이를 보였다. 2008년 'T-1'의 파종 초기 피복도가 가장 양호하게 나타났다. 8월에 2차 파종 후 9월 기온이 하강하면서 생육 적기가 되어 5 품종의 피복도는 'T-1' 8.5, 'Penn A-1' 8.0, 'CY-2' 7.8, 'LS-44' 품종 7.5, 'Penncross' 7.3으로 전월에 비해 증가하였지만, 품종간의 유의적인 차이가 감소하였다. 이러한 결과는 초기에는 품종간에 피복률의 차이가 나타나지만 후반기에는 품종간의 차이가 크게 나타나지 않았다는 Kim and Jung (2008)의 연구결과와도 같다고 할 수 있다. 2009년 품종별 평균 피복도를 비교하면, 'CY-2'가 8.8로 가장 높았고 'T-1' 8.7로 'CY-2'보다 낮았다. 하지만 두 품종간의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 페어웨이 예고 시험구에서는 전체 실험기간 내 품종별 평균 피복도를 비교하였을 때, 'T-1' 8.4, 'LS-44' 7.8, 'CY-2' 7.5, 'Penn A-1' 7.0, 'Penncross' 6.7 순으로 나타났으며, 각 품종간의 유의성이 있는 것으로 나타났다. 2009년 이후 모든 품종의 피복도가 8.0 이상으로 증가하였으나, 7월 'Penncross'의 피복도가 6.8로 특히 낮았다. 피복도만을 비교하였을 때, 고원지역에 벤프그래스를 이용하여 페어웨이 조성 시 적절한 관리가 수반된다면, 조성 초기 생육이 왕성한 'T-1' 품종이 우수하다고 판단된다.

내병성

국내의 기후 조건에서는 한 여름철의 높은 기온과 많은 강수량으로 인한 하고현상으로 벤프그래스의 여름철 생육이 저하되는 현상이 나타난다. 그 결과 여름철에 병(brown patch, dollar spot 등)의 발생이 많아진다. 전반적으로 전체 실험기간 중 여름철인 7월과 8월의 내병성을 비교한 결과, 그린 예고 시험구와 페어웨이 예고 시험구 간의 예취높이에 따른 내병성은 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 내병성 정도는 벤프그래스의 예취높이의 영향을 받지 않는다고 사료된다. 벤프그래스에서 가장 병이 많이 발생하는 시기는 6월에서 8월사이로 이 시기에 하고 스트레스를 받은 잔디는 내병성이 약하며 쉽게 고사하는 특징이 있다는 연구 결과와 같이 (Tae et al., 2006) 본 실험 결과도 전체 실험기간 동안 장마철 기간인 7월과 8월에 내병성이 낮았다. 특히 2009년 7월 페어웨이 예고 시험구와 2010년 5월에 그린과 페어웨이 예고 시험구에 브라운 패치와 달라스팟의 병반이 나타났다. 그린 예고 시험구에서 전체 품종별 내병성도 비교 결과, 각 품종들간의 유의적인 차이를 보였으며 'Penn A-1', 'Penncross', 'CY-2', 'LS-44' 'T-1' 순으로 나타났다. 2008년 7월과 8월에 장마철 하고현상으로 인하여 'T-1', 'CY-2', 'LS-44' 품종에서 브라운패치 병반이 나타났으며, 2009년 7월에도 'CY-2', 'LS-44' 품종에서 같은 병해를 나타내었다. 하지만 2008

년과 2009년 7월과 8월의 내병성도를 비교하면, 2008년은 가을철 기후가 시작되는 9월에 벤프그래스의 생육적기를 맞아 내병성이 증가하였고 2009년은 예년보다 빠른 8월에 내병이 증가하는 것을 알 수 있다. 이러한 원인으로 2009년 8월의 평균기온이 2008년 8월에 비해 0.7°C 하강하면서 벤프그래스의 생육적기가 예년보다 빨랐고, 이로 인해 병해를 입은 품종들이 8월에 병해를 회복하였다고 판단된다.

페어웨이 예고 시험구에서의 실험 결과, 품종별 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 그린 예고 시험구의 결과와 같은 'Penn A-1', 'Penncross', 'CY-2', 'LS-44', 'T-1' 순으로 내병성도가 높은 것으로 나타났다. 유의성 분석 결과, 'Penn A-1' 품종과 'Penncross' 품종이 우수한 그룹을 형성했고, 3 품종들은 각각 유의적인 차이가 있음을 보였다. 2008년 7월과 8월에 'T-1', 'CY-2', 'LS-44' 등 3 품종에서 브라운 패치 병반이 발생했고, 2009년 7월에도 역시 같은 증상을 보였다. 내병성도 실험 결과와 이전 엽색과 피복도 실험결과와 비교했을 때, 엽색과 피복도 실험에서 고산지역에 가장 적합했던 'T-1'이 내병성 결과에서는 내병성도가 가장 낮았다. 반대로 'Penncross'의 경우 초기생육과 엽색도에서는 다른 품종에 비해 부진하지만 다른 네 품종들에 비해 내병성을 보였다.

뿌리길이

그린 예고 시험구에서 품종간의 뿌리길이 비교 결과 'T-1', 'LS-44', 'Penncross', 'CY-2', 'Penn A-1' 순으로 나타났으며, 품종간의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 품종별 평균 뿌리길이 측정 결과, 'T-1' 품종의 뿌리길이는 17.7 cm 이고 'LS-44'와 'Penncross' 품종의 뿌리길이는 각각 17.5 cm, 17.3 cm 였다. 'CY-2'와 'Penn A-1'의 뿌리길이는 각각 16.5 cm, 16.3 cm로 다른 3품종과 비교했을 때 다소 짧았다. 페어웨이 예고 시험구에서의 품종간의 뿌리길이 비교 결과는 'T-1', 'Penncross', 'LS-44', 'CY-2', 'Penn A-1' 순으로 나타났으며, 그린 예고 시험구에서의 뿌리길이 비교 결과와는 다른 차이를 보였다. 품종별 평균 뿌리길이는 'T-1' 품종이 18.0 cm 로 가장 길었다. 'Penncross'는 17.8 cm, 'LS-44' 16.8 cm, 'CY-2'와 'Penn A-1' 품종은 각각 15.8 cm, 15.7 cm 였다. 실험 결과를 통해 뿌리생육은 짙는 높이나 품종간의 생육특성 보다는 기후 환경이나 답압스트레스에 영향을 크게 받으므로(Lee et al., 2007), 본 실험이 실험포지에서 측정된 결과라는 점을 고려해야 하며 추후 일정한 답압 조건에서의 연구가 더 필요하다고 판단된다.

봄철 그린업 비교

그린 예고 시험구에서 품종별 녹색도가 증가된 정도를

비교하면 3월 초에서 4월 초까지 ‘T-1’ > ‘CY-2’ > ‘Penn A-1’ > ‘LS-44’ > ‘Pennncross’ 순으로 빠른 것으로 나타났다. 특히 ‘T-1’과 ‘CY-2’의 경우 다른 품종들 보다 a값 수치가 좀 더 크게 변화되는 것을 알 수 있다. ‘Pennncross’는 녹색도의 증가 속도가 느린 것으로 나타났다. 페어웨이 예고 시험구에서도 2009년 10월에서 2010년 3월로 변화되는 녹색도값을 비교하면, 변화량은 ‘T-1’ > ‘CY-2’ > ‘LS-44’ > ‘Penn A-1’ > ‘Pennncross’ 순으로 나타났다. 2010년 4월 품종별 녹색도를 비교하면, 모든 품종들의 a값이 녹색인 음수를 나타낸다. 엽색의 변화폭은 품종의 특성에 따라, 예고의 높이에 따라 다양하게 나타났다. ‘CY-2’, ‘Penn A-1’ 품종이 엽색의 퇴화가 느린 것으로 나타났으며, 페어웨이 예고 시험구보다 그린 예고 시험구에서, 즉 예고가 낮을수록 엽색의 변화폭이 크게 나타나고 있다. 또한 ‘T-1’ 품종의 경우 생육적기에 뛰어난 엽색을 나타냈으나 기온이 낮아지면서 급격한 엽색의 퇴화가 나타나고 있으므로 엽색의 변화폭이 상대적으로 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 봄철 그린업은 품종 별, 예고 별로 속도 차이를 보이므로 봄철 코스 관리 시 품종 특성에 따른 시비 관리가 반드시 필요할 것으로 판단된다.

요 약

고산지역 기후 환경에서 크리핑 벤투그래스 품종의 생육 특성을 비교·분석하여 그린과 페어웨이 조건에 적합한 품종을 선발하기 위해 본 실험을 실시하였다. 먼저 경기중부, 영서시내, 영서 고산지대의 기후환경 데이터를 비교 분석하였을 때, 고도에 따른 기후의 차이가 위도에 따른 지역 차이보다 큰 것으로 분석되었다. 영서산악지대에 USGA 방식의 그린용 지반과 캘리포니아식의 페어웨이 지반의 시험포장을 조성한 후 5가지 종류의 크리핑 벤투그래스 품종을 파종하여 두 지반에 따라 깎는 높이를 달리하여 3년간 생육기간의 품종별 생육특성을 비교·분석하였다. 봄철 그린업 측정된 결과 ‘T-1’과 ‘CY-2’는 타 품종들 보다 좀 그린업이 빨랐으나 ‘Pennncross’는 그린업이 가장 더딘 것으로 나타났다. 그린과 페어웨이 예고 환경에서 비슷한 결과가 나타났다. 실험기간 중 ‘T-1’ 품종이 전반적인 시각적 품질평가 결과와 전반적인 뿌리 길이에서 가장 우수하였으나 하절기에는 ‘Pennncross’의 뿌리 길이와 건중량이 높았고, ‘Penn A-1’ 품종이 가장 낮은 결과를 보였다. 전반적으로 페어웨이에서도 그린조건에서와 같이 ‘T-1’, ‘CY-

2’ 품종이 엽색, 피복도, 뿌리 길이 등 양호한 생육특성을 보였다.

주요어: 크리핑 벤투그래스, 고산지역, 예고, 기후

References

- Beard, J.B. 1973. Turf management for golf course. Macmillan Publishing Company, New York, NY, USA.
- Cha, Y.G., Kim, K.D., Park, D.S. and Kim, D.H. 2011. Selection of creeping bentgrass (*Agrostis Palustris* Huds.) cultivar for fairway in golf course. *Asian J. Turfgrass Sci.* 25(2):147-152. (In Korean)
- Christians, N.E. 2011. Fundamentals of turfgrass management. 4th Ed. John Wiley & Sons, Inc. NJ, USA.
- Kim, J.B., Yang, G.M. and Choi, J.S. 2008. Growth evaluation of 10 cultivars of creeping bentgrass in salt affected environment. *Kor. Turfgrass Sci.* 22(2):133-140. (In Korean)
- Kim, K.N. and Jung, K.W. 2008. Comparison of seed germinating vigor, early germination characteristics, germination speed and germination peak time in new varieties of the third generation of creeping bentgrass under different growing conditions. *J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech.* 11(5):79-91 (In Korean)
- Korea Forest Service. 2009. Case study on the utilization and industrialization of turfgrass in foreign countries. Special Report of Policy Research. (In Korean)
- Korea Golf Business Association. 2013. Current status of golf courses in Korea. (In Korean)
- Korea Meteorological Administration. 2013. <http://www.kma.go.kr> (Accessed May, 10, 2013)
- Lee, H.S., Hong, B.S., Kim K.D. and Tae, H.S. 2007. Comparison of spring growth characteristics of creeping bentgrass (*Agrostis palustris* Huds.) cultivars. *Kor. Turfgrass Sci.* 21(2):155-162 (In Korean)
- Lee, J.H., Choi, J.Y., Lee, S.H., Joo, Y.K. 2008. Effect of high-humidity and high temperature at Kentucky bluegrass growth in summer. *Kor. Turfgrass Sci.* 22(2):133-140. (In Korean)
- SAS. 2011. Statistical Analysis System ver. 9.3. SAS Institute. INC., Cary, NC. USA
- Tae, H.S., Lee, H.S., An, K.M and Kim, J.B. 2006. Comparison of growth characteristics of creeping bentgrass (*Agrostis palustris* Huds.) cultivars in summer. *Kor. Turfgrass Sci.* 20(2):147-156 (In Korean)