

# 모래입경이 Creeping Bentgrass 잔디 초지의 식생에 미치는 영향

박성준 · 조남기 · 강영길 · 송창길 · 조영일\*

## Effect of Sand Particle Sizes on Turf Vegetation of Creeping Bentgrass

Sung-Jun Park, Nam-Ki Cho, Young-Kil Kang, Chang-Khil Song and Young-Il Cho\*

### ABSTRACT

This study was conducted from March 21 to July 9 in 2004 at JeJu Island to investigate the effect of different particle sizes (0.3-0.5, 0.5-0.8, 0.8-1.0, 1.0-1.5 and 1.5-2.0 mm) on creeping bentgrass vegetation. The results obtained were summarized as follows; plant height became shorter as particle size was increased from 0.3-0.5 to 1.5-2.0 mm. Root length, Minolta SPAD-502 chlorophyll reading value, leave and root weight were directly proportional plant height response. Degree of land cover and density of creeping bentgrass decreased as the particle size was increased from 0.3-0.5 to 1.5-2.0 mm, and degree land cover and density of weed increased. The number of weed species were increased as the sand particle size was increased. Then ranking of the dominant weeds were *Portulaca oleracea*, *Trifolium repens* and *Cyperus amuricus* (at 0.3-0.5 and 0.5-0.8 mm particle size), *Trifolium repens*, *Portulaca oleracea* and *Polygonum hydropiper* (at 0.8-1.0 mm particle size), *Portulaca oleracea*, *Polygonum hydropiper* and *Poa annua* (at 1.5-2.0 mm particle size). Based on the these findings, the optimum sand particle size for growth of creeping bentgrass seems to be about 0.3-0.5 mm in volcanic ash soils of Jeju island.

(Key words : Creeping bentgrass, Weed, Volcanic ash soil, Degree of land cover, Density)

### I. 서 론

Creeping bentgrass(*Agrostis palustris* Huds.)는 한지형 잔디로 잎의 질감이 부드럽고, 밀도와 개체의 균일성이 좋을 뿐만 아니라, 엽초가 짧고 절간이 없으며, 출수하지 않는 특성이 있다 (Parks와 Henderlong, 1967). Creeping bentgrass를 이용하여 골프장 잔디를 조성한 경우에는 우수한 품질과 사계절 녹색을 유지할 수 있는 장점 때문에 미국, 일본 등 여러 나라에서 퍼

팅그린용으로 많이 이용하고 있다(Huang 등, 1998). 우리나라에서도 운영중인 165개의 골프장에서 티지역과 퍼팅그린 지역에 주로 이용하고 있으며, 착공중인 123개 골프장에서도 Creeping bentgrass를 이용하여 조성할 계획으로 알려져 있다(이 등, 2003).

골프장 잔디 조성시에는 답압에 의한 지표면의 토양고결을 해결하기 위해 지반을 100% 모래로 하거나, 토양표면에 토양개량제를 사용하고 있다(Turgeon, 1991; 고, 1997). 골프장 잔디

제주대학교 (Collage of Applied Life Science, Cheju National University)

\* 서울대학교 (Collage of Agric & Life Science, Seoul National University)

Corresponding author : Sung Jun Park, Collage of Applied Life Science, Cheju National University, Cheju, 690-121, Korea. Tel : 064-754-3310 E-mail : jun747@cheju.ac.kr

조성시 모래입경은 0.05 mm로 작을수록 잔디생육이 양호하다고 하였고(Bloodworth 등, 1993), 골프장 그린의 안전성은 0.25-0.5 mm에 해당하는 모래입자에서 얻어지기 때문에, 이 모래가 40% 이상 포함되어야 한다고 하였다(이 등, 1998). USGA의 골프장 지반기준(모래입경)은 0.25~1.00 mm의 모래가 60% 이상 되어야 한다고 보고한 바 있고, 잔디초지의 지반 형태는 잔디생육 및 품질과 밀접한 관계가 있다고 Bread와 Shfers(1990)가 보고한 바 있으나, 우리나라에서 골프장 잔디 조성시 모래입경의 차이에 관한 연구가 미미한 실정이다. 따라서 본 시험은 제주도 중산간 지역에서 골프장 잔디 조성시 모래입경의 차이에 따른 Creeping bentgrass의 식생에 미치는 영향을 검토하여, 적정 모래입경의 크기를 구명하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 2004년 3월 21일부터 7월 9일까지 한라산 표고 278m에 위치한 제주대학교 부속 농장 시험포에서 Creeping bentgrass(*Agrostis palustris* Huds.)의 Penncross 품종을 공시하여

직경 1m(0.785m<sup>2</sup>)의 포트에서 수행하였다. 모래입경은 국산표준망체(DAIHAN Standard Test Sieves)로 0.3-0.5, 0.5-0.8, 0.8-1.0, 1.0-1.5, 1.5-2.0 mm의 5개로 분류하여 포트당 4 kg을 처리하였고, 포트 1개를 시험단위로 하여 5처리 3반복의 난괴법으로 시험구를 배치하였다. 시험토양의 화학적 성질은 표 1에서 보는 바와 같이 비옥도가 다소 떨어지는 편이었으며, 재배기간의 기상조건은 표 2에서 보는 바와 같이 평년에 비해 6월과 7월의 강우량이 적은 편이었다. 파종은 3월 21일에 6kg/10a를 파종하였으며, 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-지령이분변도=20-20-10-100kg/10a로 하여 질소를 제외한 나머지는 전량기비로 하였고, 질소는 전술한 양의 50%는 기비로, 나머지 50%는 파종 후 30일에 추비로 하였다.

식생조사는 2004년 7월 9일에 포트별로 잔디의 초장, 엽중, 근장, 근중, 밀도, 피도, 엽록소 및 잡초분포를 조사하였다. 초장은 포트의 중간지점에서 20분을 지표면에서 최장의 길이를 측정하여 평균하였다. 포트 중간지점 20×20cm<sup>2</sup> 멧장에서 엽중, 근중 및 근장을 측정 한 후, 10a 당 무게로 환산하였고, 밀도는 시험구에서 발

Table 1. Chemical properties of experiment surface soil before cropping

| pH<br>(1:5) | Sand<br>pH<br>(1:5) | Organic<br>matter<br>(g/kg) | Available<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(mg/kg) | Exchangeable cation(cmol <sup>+</sup> /kg) |      |      |      | CEC<br>cmol <sup>+</sup> /kg | EC<br>(ds/m) |
|-------------|---------------------|-----------------------------|---|--|------|------|------|------------------------------|--------------|
|             |                     |                             |   | Ca   | Mg   | K    | Na   |                              |              |
| 5.35        | 6.2                 | 54.5                        | 147   | 1.79                                       | 0.80 | 1.28 | 0.26 | 8.60                         | 0.13         |

Table 2. Meteorological factor during season and 10-year(1995~2004) average

|      | Temperature(°C) |      |         |      |         |      | Precipitation |       | Hours of sunshine |       |
|------|-----------------|------|---------|------|---------|------|---------------|-------|-------------------|-------|
|      | Average         |      | Maximum |      | Minimum |      | (mm)          |       | (hours)           |       |
|      | T               | N    | T       | N    | T       | N    | T             | N     | T                 | N     |
| Mar. | 10.0            | 9.9  | 14.2    | 13.4 | 6.2     | 6.6  | 57.7          | 81.5  | 200.3             | 166.2 |
| Apr. | 14.3            | 14.1 | 18.5    | 17.9 | 10.4    | 10.6 | 55.5          | 85.0  | 222.0             | 195.9 |
| May  | 18.1            | 18.0 | 22.1    | 21.7 | 14.7    | 14.8 | 124.8         | 116.6 | 172.8             | 198.2 |
| June | 21.5            | 21.8 | 24.7    | 25.0 | 18.8    | 19.0 | 66.1          | 158.0 | 177.7             | 168.4 |
| July | 27.4            | 25.8 | 31.2    | 29.1 | 24.3    | 23.2 | 55.7          | 259.1 | 301.6             | 199.9 |

T : the testing period(2004), N : the normal year(1995-2004).

생된 초종별 본수를 총초종수로 나누어 백분율로 환산하였다. 피도는 식물체의 지상부위가지표면을 차지하고 있는 투영면적의 전면적에 대한 비율로 나타내었다. 즉, 각 식물체가 차지하는 면적을 원형으로 간주하고, 직경을 Calliper로 측정하여 원의 면적을 계산하였다. 잡초는 초장과 피도를 합한 평균치로 우점잡초 순위를 결정하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 잔디의 생육 및 수량반응

모래입경 차이에 따른 한지형 잔디의 초장, 엽록소, 근장, 엽중 및 근중을 조사한 결과는 표 3에서 보는 바와 같다.

초장은 모래입경 0.3-0.5 mm에서 22.5 cm로 큰 편이었으나, 모래입경이 굵어짐에 따라 초장이 점차적으로 작아져서 모래입경이 1.5-2.0 mm 처리구에서 초장은 19.7cm였다. 이 변화상태의 회귀식은  $y = -1.8201x + 23.311$  (그림 1)로 표시되었다. 모래입경이 0.3-0.5 mm에서 근장은 19cm, 엽록소는 30.9였으나, 모래입경이 1.5-2.0 mm로 굵어짐에 따라 근장과 엽록소는 각각 16.5cm, 26.6으로 낮아졌다( $y = -1.5982x + 19.687$ ).

총생초수량은 모래입경이 굵어짐에 따라 점차적으로 감소되는 경향이였다. 즉, 모래입경이 0.3-0.5 mm에서 총생초수량은 3,667 kg/10a 이었으나, 모래입경이 굵어짐에 따라 점차적으로

감소되어 모래입경 1.5-2.0 mm에서 총 생초수량은 2,717 kg/10a였다. 엽중과 근중도 총 생초수량과 경향이 비슷하였다. 즉, 모래입경이 0.3-0.5 mm에서 1.5-2.0 mm로 굵어짐에 따라 엽중은 1,485 kg/10a에서 1,040 kg/10a으로, 근중은 2,182 kg/10a에서 1,676 kg/10a으로 감소되었다. 본 시험결과 모래입경이 작을수록 Creeping bentgrass의 초장, 근장 및 생초수량 등 모든 형질이 우수한 요인은 모래입경이 작을수록 일정한 토양온도 유지와 토양수분 증발을 억제하여 Creeping bentgrass의 생육에 양호한 환경을 유지하여 주었기 때문이라고 생각되었다. Bloodworth 등(1993)은 골프장 그린 지역에 적합한 모래입경은 0.05 mm로 작을수록 잔디생육이 양호하다고 하였고, 이 등(1998)은 골프장 그린의 안정성은 0.25-0.50 mm에 해당하는 모래입자에서 얻어지기 때문에 이 모래가 40% 이상 포함되는 것이 잔디 생육에 적합하다고 하였다. Snow(1993)는 USGA 지반기준(모래입경)은 0.25-1.00 mm의 모래가 60% 이상 되어야 한다고 보고한 바 있다.

#### 2. 잔디의 피도 및 밀도

모래입경 차이에 따른 잔디의 피도 및 밀도 변화는 표 4에 제시하였다.

잔디의 피도는 모래입경이 굵어짐에 따라 낮아졌으나, 잡초의 피도는 증가되는 경향이였다. 즉, 모래입경이 0.3-0.5 mm에서 1.5-2.0 mm로

Table 3. Effect of sand particle size on growth and fresh weight yield of creeping bentgrass

| Particle size (mm) | Plant height (cm) | Root length (cm) | SPAD reading values | Fresh weight yield(kg/10a) |       |       |
|--------------------|-------------------|------------------|---------------------|----------------------------|-------|-------|
|                    |                   |                  |                     | Leaves                     | Roots | Total |
| 0.3-0.5            | 22.5              | 19.0             | 30.9                | 1,485                      | 2,182 | 3,667 |
| 0.5-0.8            | 22.0              | 18.5             | 30.0                | 1,354                      | 2,141 | 3,495 |
| 0.8-1.0            | 21.2              | 17.6             | 28.4                | 1,182                      | 2,040 | 3,222 |
| 1.0-1.5            | 20.6              | 17.5             | 28.2                | 1,101                      | 2,000 | 3,101 |
| 1.5-2.0            | 19.7              | 16.5             | 28.4                | 1,040                      | 1,676 | 2,717 |
| LSD(0.05)          | 1.18              | 0.8              | NS                  | 199                        | 152   | 128   |

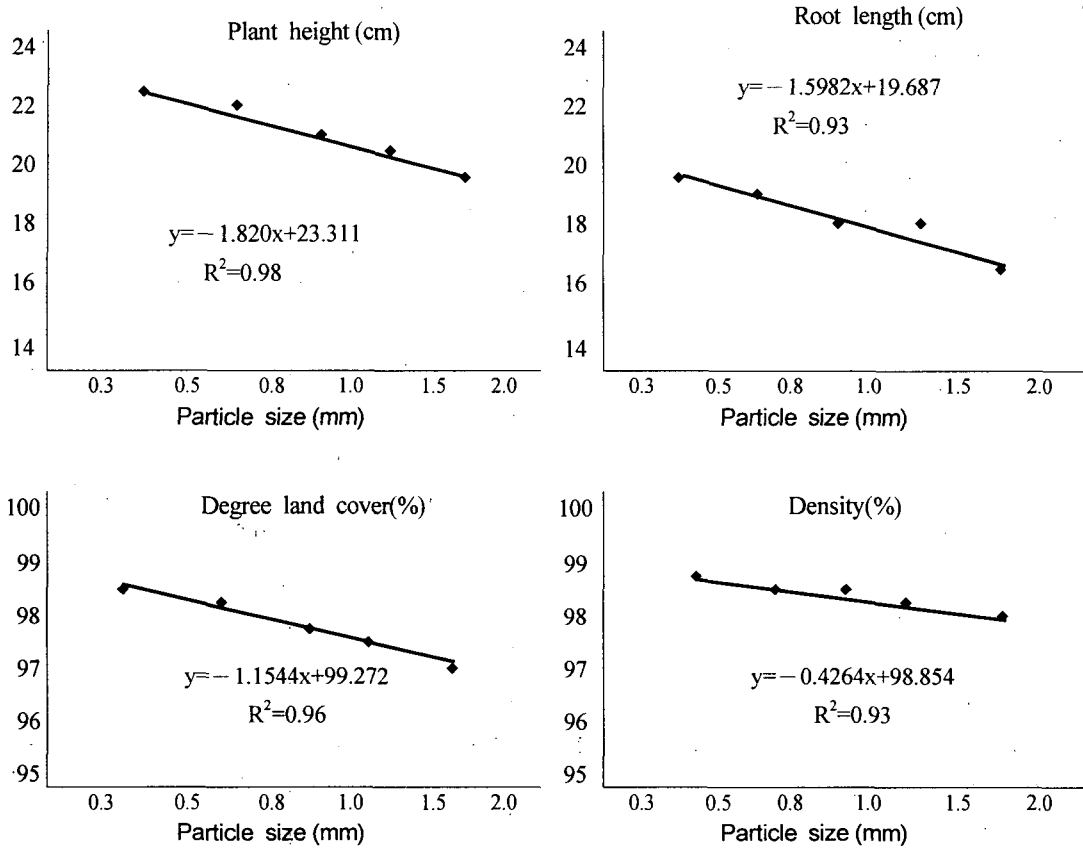


Fig. 1. The change of plant height, root length, degree land cover and density of creeping bentgrass at different particle size of sand.

Table 4. Effect of sand prticle size on degree land cover of turf and plant density

| Particle size (mm) | Degree land cover(%) |       | Density(%) |       |
|--------------------|----------------------|-------|------------|-------|
|                    | Turfgrass            | Weeds | Turfgrass  | Weeds |
| 0.3-0.5            | 98.7                 | 1.3   | 98.8       | 1.2   |
| 0.5-0.8            | 98.5                 | 1.5   | 98.5       | 1.5   |
| 0.8-1.0            | 97.9                 | 2.1   | 98.5       | 1.5   |
| 1.0-1.5            | 97.5                 | 2.5   | 98.2       | 1.8   |
| 1.5-2.0            | 97.0                 | 3.0   | 98.1       | 1.9   |
| LSD(0.05)          | 0.6                  | 0.6   | 0.3        | 0.3   |

꿍어짐에 따라 잔디의 피도는 98.7%에서 97.0%로 낮아졌으나( $y = -1.1544x + 99.272$ ), 잡초의 피도는 반대로 1.3%에서 3.0%로 증가되었다. 잔디 및 잡초의 밀도반응도 피도반응과 비슷한 경향이였다. 모래입경이 0.3-0.5 mm에서 잔디의

밀도는 98.8%, 잡초의 밀도는 1.2%였으나, 모래입경이 1.5-2.0 mm로 증가됨에 따라 잔디의 밀도는 98.1%로 낮아지는 반면( $y = -0.4264x + 98.854$ ), 잡초의 밀도는 1.9%로 증가되었다. 전술한 바와 같이 모래입경이 작아질수록,

Table 5. Effect of sand particle size on distribution of dominant weed species

| Weed species                               | Particle size (mm) |         |         |         |         |
|--|--------------------|---------|---------|---------|---------|
|  | 0.3-0.5            | 0.5-0.8 | 0.8-1.0 | 1.0-1.5 | 1.5-2.0 |
| <i>Portulaca oleracea</i>                  | 16.1(1)            | 14.5(1) | 15.6(1) | 15.3(2) | 16.6(1) |
| <i>Poa annua</i>                           | 9.6(8)             | 10.2(6) | 11.6(7) | 12.0(5) | 14.3(3) |
| <i>Stellaria media</i>                     | 10.4(6)            | 10.3(5) | 10.8(8) | 10.7(6) | 12.2(7) |
| <i>Lamium amplexicaule</i>                 | 9.8(7)             | 9.5(8)  | 11.8(5) | 10.5(7) | 10.6(8) |
| <i>Trifolium repens</i>                    | 12.4(2)            | 12.4(2) | 15.1(2) | 15.5(1) | 13.3(4) |
| <i>Polygonum hydropiper</i>                | 11.4(5)            | 10.2(6) | 11.7(6) | 13.2(3) | 16.3(2) |
| <i>Chenopodium album var. centrorubrum</i> | 7.8(9)             | 8.8(9)  | 8.4(9)  | 9.7(8)  | 10.3(9) |
| <i>Digitaria adscendens</i>                | 12.2(3)            | 12.4(2) | 13.1(4) | 12.8(4) | 13.1(5) |
| <i>Cyperus amuricus</i>                    | 11.7(4)            | 11.3(4) | 13.8(3) | 10.3(9) | 12.8(6) |
| Others                                     | 6.0                | 8.4     | 10.6    | 13.4    | 15.2    |
| Number of species                          | 11.2               | 11.2    | 12.5    | 13.0    | 15.1    |

※ ( ) : ranking of dominant weeds.

피도 및 밀도가 증가되는 것은 모래입경이 작아질수록 토양수분 보존과 Creeping bentgrass 생육에 필요한 온도를 유지할 수 있었기 때문이라고 생각되었다. 일반적으로 잔디구장의 지반형태는 잔디의 생육 및 품질과 밀접한 관계가 있고(Bread와 Shfers, 1990), 잔디 조성시 상토층 골재의 모래입자가 작고 균일하여야 잔디 생육에 좋은 조건을 유지할 수 있다고 Canaway 등(1990)은 보고한 바 있다. Bloodworth 등(1993)은 잔디구장의 모래입경이 0.05 mm, 이등(1998)은 0.25-1.00 mm 모래가 최소한 60% 이상이어야 한다고 하였고, 모래입경이 작아야 잔디생육에 좋은 환경을 조성할 수 있다고 하였다(Adams와 Gibbs, 1994).

### 3. 잔디의 잡초식생

모래입경 차이에 따른 우점잡초의 분포상태를 조사한 결과는 표 5에서 보는 바와 같다.

모래입경이 0.3-0.5 mm에서 1.5-2.0 mm로 굵어짐에 따라 침입잡초는 11.2종에서 15.1종으로 증가되었다. 모래입경 크기에 따른 우점잡초의 변동은 0.3-0.5 mm와 0.5-0.8 mm 모래에서 각각

쇠비름, 토끼풀, 바랭이 순위였으며, 0.8-1.0 mm 모래에서는 쇠비름, 토끼풀, 방동사니의 순위였다. 1.0-1.5 mm에서는 토끼풀, 쇠비름, 여뀌, 1.5-2.0 mm 모래에서는 쇠비름, 여뀌, 새포아풀 순위로 우점되었다. 모래입경이 작을수록 침입잡초의 종수가 감소된 요인은 모래입경이 작아짐에 따라 잔디의 피도와 밀도가 증가되어 잡초발생이 억제되었던 것으로 생각되었다. 조(1981)는 제주지역의 개량초지에서 계절에 따른 침입잡초는 여름, 가을 순위로 가장 많고 봄에 가장 적었으며, 계절에 따른 우점잡초는 봄에 애기수영, 개민들레, 개망초, 소리쟁이, 쑥 순위였으며, 여름과 가을에는 망초, 억새, 띠, 고사리, 엉겅퀴, 비수리 순으로 우점 되었다고 하였다. Hansen 등(1976)은 잔디초지의 우점잡초는 재배지역의 토양, 기상 등의 환경조건과 관리상태에 따라 크게 영향을 받는다고 보고한 바 있다. 본 시험결과 모래입경 크기에 따른 토끼풀, 방동사니, 여뀌, 새포아풀 등이 우세하게 발견되고 있는데, 이 잡초는 타지역의 골프장에서 주로 발생하고 있는 우점잡초로 보고되고 있다(김 등, 1993).

#### IV. 요 약

본 시험은 모래입경의 차이(0.3-0.5, 0.5-0.8, 0.8-1.0, 1.0-1.5 및 1.5-2.0 mm)에 따른 한지형 잔디의 식생의 변화를 구명하기 위하여 2004년 3월 21일부터 7월 9일까지 시험하였다. 초장은 모래입경 0.3-0.5 mm에서 22.5cm로 커졌으나, 모래입경이 굵어짐에 따라 초장은 점차적으로 작아져서 모래입경 1.5-2.0 mm 처리구에서 초장은 19.7cm였다. 근장 및 엽록소 함량은 초장 반응과 비슷한 경향이었다. 엽중과 근중은 모래입경 0.3-0.5 mm 처리구에서 각각 1,485 kg/10a, 2,182 kg/10a로 수량이 증가하였으나, 모래입경이 굵어짐에 따라 점차적으로 감소하여 1.5-2.0 mm 처리구에서 엽중은 1,040 kg/10a, 근중은 1,676 kg/10a로 수량이 감소하였다. 모래입경이 0.3-0.5 mm에서 1.5-2.0 mm로 굵어짐에 따라 잔디의 피도는 98.7%에서 97.0%로 낮아졌으나, 잡초의 피도는 1.3%에서 3.0%로 증가되었다. 모래입경이 0.3-0.5 mm에서 잔디의 밀도는 98.8%, 잡초의 밀도는 1.2%였으나, 모래입경이 1.5-2.0 mm로 증가됨에 따라 잔디의 밀도는 98.1%로 낮아졌고, 잡초의 밀도는 1.9%로 증가되었다. 모래입경이 0.3-0.5 mm에서 1.5-2.0 mm로 굵어짐에 따라 잡초의 종류는 11종에서 15종으로 증가되었다. 잡초의 우점순위는 0.3-0.5 mm와 0.5-0.8 mm 모래에서 각각 쇠비름, 토끼풀, 방동사니, 0.8-1.0 mm 모래에서 토끼풀, 쇠비름, 여뀌, 1.5-2.0 mm 모래에서는 쇠비름, 여뀌, 새포아풀 순위였다. 본 시험결과로 볼 때, 제주지역에서 Creeping bentgrass의 생육에 적합한 모래입경의 크기는 0.3-0.5 mm인 것으로 판단되었다.

#### V. 인 용 문 헌

1. 고석구. 1997. Putting Green 구조 및 USGA 공법 이해. '97 골프장 기자재 종합전시회 및 학술세미나 강의자료. 한국잔디연구소. 대한그린키퍼협회. pp. 23-30.
2. 김길용, 신동현, 권순태, 방상조, 이성중, 김인섭. 1993. 남부 및 제주지방의 골프장에 자생하는 잡초분포. 한국잔디학회지 7(2·3):67-80.
3. 이상재, 심경규, 허근영. 1998. 토양 Core 분석을 통한 화산골프장의 기초성된 그린에 대한 평가. 한국조경학회지 26(2):54-61.
4. 이해원, 정대영, 심상렬. 2003. 크리핑 벤틀그래스 품종의 생육특성. 한국잔디학회지 17(2·3): 87-97.
5. 조남기. 1981. 제주도 인공초지의 경시적 변화에 관한 연구. 동아대 박사학위논문. pp. 37-41.
6. Adams, W.A. and R.J. Gibbs. 1994. Natural turf for sport and amenity science and practice. CAB International, Willingford, Oxen, UK. pp. 234-236.
7. Bread, J.B. and S.I. Shfers. 1990. Feasibility assessment of randomly oriented, interlocking mesh element matrices for turfed root zones, In Natural and artificial playing fields. p. 154-165.
8. Bloodworth, M.E., K.W. Broun, J.B. Bread and S.I. Sifers. 1993. A new look at the Texas-USGA specifications for root-zone modification. Grounds-Maint. 28(1):13-21.
9. Canaway, P.M., M.J. Bell., G. Holmes and S.W. Baker. 1990. Standards for the playing quality of natural turf for association football. In Natural and artificial playing fields: Characteristics and safety feature. R.C. Schmidt, E.F. Hoerner, E.M. Milner and C.A. Morehouse(eds.). American Society for Testing Materials, Philadelphia, PA. 1073:29-47.
10. Hansen, D.J., P. Dayanandam, P.B. Kaufman and J.D. Brotherson. 1976. Ecological adaptations of salt marsh grass, *Distichlis spicata*(Gramineae), and environmental factors affecting its growth and distribution. Amer. J. Bot 63(3):635-650.
11. Huang, B., X. Liu and J. D. Fry. 1998. Effects of high temperature and poor soil aeration on root growth and viability of creeping bentgrass. crop science. 38(5):1618-1622.
12. Parks. O.C. and P.R. Henderlong. 1967. Germination and seeding growth rate of ten common turfgrass. Proceedings of the West Virginia Academy of Science. 39:132-140.
13. Snow. J.T. 1993. The whys and hows of revising the USGA green construction recommendations. USGA Green Section Record. 31(3):4-6.
14. Turgeon A.J. 1991. Turfgrass Management. Prentice Hall. pp. 17-323.