

스포츠 그라운드에 적합한 식재지반과 잔디 초종에 관한 연구

심상렬* · 정대영* · 김경남**

*청주대학교 조경학과 · **삼성에버랜드(주) 환경개발사업부

Planting Foundations and Turfgrass Species Adapted to Grounds

Shim, Sang-Ryul* · Jeong, Dae-Young* · Kim, Kyung-Nam**

*Department of Landscape Architecture, Chongju University

** Environmental Development Div., Samsung Everland, INC.

ABSTRACT

The purpose of this study is to identify the proper species of turf and the ground structure for the turf sports grounds. Analysis items are particle distribution of sand and gravel, saturated hydraulic conductivity, soil hardness, and turf growth. Results of this study are as follows.

1) The particle distribution of sand used in the multi-layer rootzone is within the upper limit of the standard level. The diameter of mid-size grain(D_{50}) was 0.62mm and the value of uniformity (D_{90}/D_{10}) was 3.93. The particle size distribution of sand used in the single-layer rootzone was beyond the standard level as $D_{50}=0.86$ and $D_{90}/D_{10}=8.86$

2) Saturated hydraulic conductivity of the sand was higher in the multi-layer rootzone than in the single-layer rootzone while bulk density was vice versa.

3) Surface hardness was high on Kentucky bluegrass+perennial ryegrass compared to zoysiagrass probably caused by root density.

4) Visual covering and visual rating were highly evaluated on zoysiagrass within summer while better evaluated on Kentucky bluegrass+perennial ryegrass throughout fall to spring.

5) Visual color was better evaluated on Kentucky bluegrass+perennial ryegrass than on zoysiagrass throughout the year.

These studies are demanded urgently according to increase in interest in the ground and turf species of the turf sports ground because of World Cup 2002.

Key Words : Planting foundations, Kentucky bluegrass, Perennial ryegrass, Zoysiagrass

I. 서론

잔디구장의 지반은 잔디가 생육하는 생태적 장소로서 잔디의 생육이 원활하여야함과 동시에 잔디구장에서 경기하는 선수들의 답압에도 잘 견디어 할 것이다. 잔디구장에서 선수들의 답압은 항상 존재한다고 볼 때, 잔디지반의 유형과 잔디의 초종선정이 잔디의 원활한 생육을 위하여 매우 중요한 관건이 될 것으로 생각된다.

현재 국내 잔디구장의 현황을 살펴보면, 지반은 배수가 불량한 구조로 되어 있고, 잔디는 색상의 선호가 낮고 푸른기간이 짧은 들잔디로 조성되어 선수들의 경기나 관중 및 TV시청자들의 관람측면에서도 좋은 조건을 지니고 있지 못한 상태이다.

특히 2002년 월드컵축구대회의 국내 개최와 함께 잔디구장의 지반과 초종에 대한 관심이 증대됨에 따라 이에 대한 연구가 시급히 요청되고 있다.

잔디지반유형은 여러 가지 있으나 현재 국내에서 주로 검토되고 있는 다층구조지반(United States Golf Association Method)은 배수 및 보수성이 우수하며 답압에도 강한 특성을 지녀(Hummel and Norman, 1993; Snow, 1993; USGA GREEN SECTION STAFF, 1993). 잔디구장조성시 선호되고 있는 지반 방식이다.

그러나 이 방식은 미국골프협회에서 골프장 그린용으로 제시하고 있는 기준으로서 경기장용으로서의 이용은 타 지반조성방식과 함께 국내의 상황에서의 적용여부가 충분히 검토가 되어져야 할 것이다.

잔디초종의 선정에 있어서는 최근 푸른기간이 긴 한지형 잔디의 잔디구장에의 적용가능성이 타진되고 있는데, 그 동안 우리나라 잔디구장의 초종으로 많이 식재된 난지형 잔디인 들잔디보다 관리수준이 높아야 하며, 30℃가 넘는 우리나라 여름철에 많은 병이 발생한다는 단점(Beard, 1979; 김기선, 1988; 최준수, 1989; Shim, 1990)이 있는 반면 짙은 녹색을 띠고, 푸른기간도 들잔디보다 길고, 질감과 촉감이 좋은(심

상렬, 1996; 문석기 등, 1998)장점을 지니고 있다.

우리나라와 같이 2002년 월드컵을 공동 개최하는 일본의 요코하마와 가와사키에 건설된 축구경기장에는 한지형 잔디를 사용하였고, 도쿄에 건설된 축구경기장은 난지형 잔디를 사용하였으며, 푸른기간을 연장시키기 위해 한지형 잔디인 퍼레니얼 라이그래스를 혼파하는 등 좋은 품질의 잔디구장을 유지하고 있다(김경남 등, 1998).

질 좋은 잔디면을 조성하기 위하여는 여러 가지 고려하여야 할 요인들이 있지만, 이와 같이 잔디지반의 유형과 초종의 선정이 가장 큰 영향을 미친다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 잔디지반으로서 다층구조지반과 단층구조지반, 초종으로서 들잔디와 한지형잔디를 비교 실험하여 잔디구장에 적용될 적정 지반구조 및 초종을 제시하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시초종 및 파종량

1)공시초종의 선정

천연잔디구장에 사용되는 잔디는 조성되는 곳의 기후조건에 부합되는 초종이어야 하며, 아울러 질감과 색깔이 좋아야 한다. 우리나라는 한지형 잔디와 난지형 잔디가 모두 생육할 수 있는 기후적인 특성을 지니고 있다. 한지형 잔디의 경우는 이른봄부터 초겨울까지 푸른기간을 유지할 수 있는 반면, 여름철 병이 많이 발생하여 유지관리의 수준이 높아야 한다는 특성을 지니고 있고, 난지형 잔디인 경우는 색깔과 질감이 거칠고 푸른 기간이 한지형 잔디에 비하여 짧지만, 여름철 발병률이 한지형 잔디보다 낮다는 특성을 지녔다.

그러므로 한지형 잔디와 난지형 잔디 중 국내의 적응력이 우수하고 천연잔디구장용으로 활용이 가능한 초종의 선정이 중요하다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 한지형 잔디로 푸른기간이 길며, 색깔과 질감이 좋은 켄터키 블루그래스와 퍼레니얼

라이그래스의 혼합초종을 사용하였으며, 난지형 잔디로는 최근 국내에 도입되어 비교적 질감과 생육 특성이 좋은 들잔디(Zenith) 단용초종을 선정하여 실험을 수행하였다.

2)공시초종의 종자 배합비율 및 파종량

공시초종은 한지형 잔디와 난지형 잔디로 구분하였다. 한지형 잔디는 켄터키블루그래스 70%와 퍼레니얼 라이그래스 30%를 종자수 비율로 혼합하여 사용하였으며, 난지형 잔디는 중엽형 들잔디 100%를 사용하였다.

3)파종량

공시된 한지형 잔디중 켄터키블루그래스의 품종은 미드나잇(Midnight)과 프리크니스(Prickness)였으며, 각각 3.5g/m²씩 이었다. 퍼레니얼 라이그래스의 품종은 얼라이언스(Alliance)와 프레루드II(Prelude II)이었으며, 각각 6.75g/m²이었다.

이와 같이 조제된 한지형 잔디의 파종량은 총 20.5g/m²이었고 3반복으로 파종하였다.

공시된 난지형 잔디는 중엽형 들잔디로서 최근에 미국으로부터 도입된 개량품종인 Zenith를 15g/m²씩 한지형 잔디와 같이 3반복으로 파종하였다.

본 실험에 사용된 각 초종들의 예상성립본수는 초종의 특성을 감안하여 25,000본/m² 내외로 하였으며, 한지형 잔디인 켄터키 블루그래스는 17,500본/m², 퍼레니얼 라이그래스는 7,965본/m²로 총 25,465본/m² 그리고 난지형 잔디인 들잔디는 23,100본/m²로 하여 실험을 수행하였다.

2. 지반의 조성

본 실험에 적용된 잔디지반은 다층구조지반(Figure 1)과 단층구조지반(Figure 2)이었다. 다층구조지반은 USGA(Golf Association System, Perched Water Table under Specified Mix System) 방식과 유사하게 조성하였으며, 단층구조지반은 California 방식을 다소 변경하여 조성하였다(Beard, 1979).

다층구조지반에 사용된 배합토는 모래 80%+분쇄바크 20%를 부피비로 균일하게 섞어서 조제하였다. 배

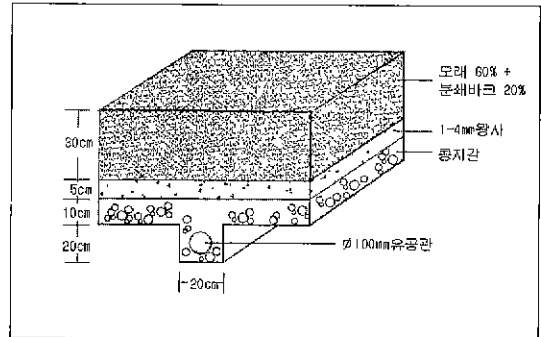


Figure 1 Multi-layer rootzone

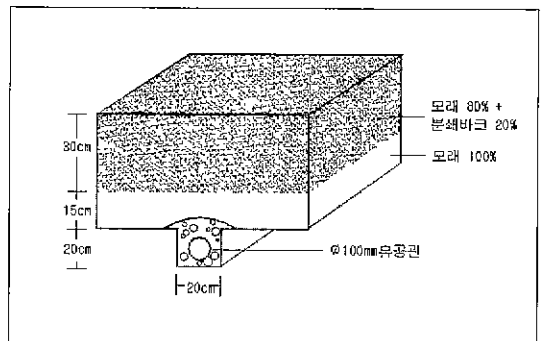


Figure 2. Single-layer rootzone

합트에 사용된 모래는 비교적 가는 입도를 지닌 공주산 하천모래였으며, 바크는 5mm체를 통과한 것들을 선별하여 사용하였다. 콩자갈 및 왕사는 경기도 여주산 북한강의 골재로 채거를 한 것을 구입하여 이용하였다.

유공관은 내압강도가 강한 고밀도 PE(Poly Ethylen)주름관으로써 유공면적은 들레 전체면적의 10% 이상을 점하여 통수효율이 높은 제품을 사용하였다.

단층구조지반의 배합토는 모래 80%+분쇄바크 20%를 부피비로 섞어서 조제하였는데 다층구조지반의 배합토에 사용된 모래보다는 입경이 다소 굵은 공주산 하천모래였다. 분쇄바크, 콩자갈 그리고 유공관은 다층구조지반에 사용된 재료와 동일한 것을 이용하였다.

다층구조지반과 단층구조지반의 배합토에 사용된 모래를 달리 적용한 이유는 입경이 작은 모래보다는 입경이 큰 모래의 구입이 용이하고, 가격도 저렴하다. 또한 단층구조지반의 조성은 비교적 시공절차가 간단하다는 장점을 지니고 있다. 그러므로 관리 수준이 같을 경우 단층구조의 지반의 품질이 다층구조지반의 품질과 유

사하다면 학교, 공원, 단체시설 등 천연잔디구장의 저변확대에 기여할 것으로 기대된다.

3. 실험구의 조성 및 처리

1개 실험구는 가로 2m × 세로 2m × 깊이 0.45m의 크기로 구덩이를 파서 각각 가로 1m × 세로 1m × 깊이 0.45m의 다층구조지반과 단층구조지반을 나란히 배치하고 경계부와 둘레에는 두께 12mm의 합판을 설치하여 지반의 안정을 도모하였다. 배수는 지반의 바닥 중앙에 깊이 200mm × 폭 200mm 배수구에 설치한 유공관을 통하여 이루어지도록 하였다.

조성된 2가지 유형의 지반에 다음과 같이 2가지 초종을 3반복으로 파종하여 처리하였다.

- ① 다층구조지반에 중엽형들잔디 파종
- ② 다층구조지반에 쉐터키블루그래스+퍼레니얼라이그래스 혼파
- ③ 단층구조지반에 중엽형들잔디 파종
- ④ 단층구조지반에 쉐터키블루그래스+퍼레니얼라이그래스 혼파

4. 시험방법

1) 실내실험

각 지반 조성에 사용된 재료와 골재는 체가름하여 입도분포를 파악하였다.

포화투수계수의 측정은 공시된 시료재료들이 다층구조지반의 배합도에 사용된 모래와 왕사 및 콩자갈 그리고 단층구조지반의 배합도에 사용된 모래 등이므로 재료의 특성상 정수위투수시험장치(홍진정밀)를 이용하여 KS F 2322의 규정에 따라 수행하였다(신방웅과 박홍규, 1997).

가밀도는 코어속에 시료를 채운 후 무게를 잰 후 시료를 제거한 코어의 무게를 측정하고, 시료는 완전히 건조시킨 후 전중량을 구하였으며 코어의 부피를 산출한 후 가밀도를 측정하였다.

2) 지반시험

잔디지반의 경도는 각 지반에 잔디를 파종하고 지면을 잔디가 어느정도 피복하였다고 판단되는 파종후 약

3개월이 지난 1998년 8월 21일부터 Yamanaka(山中)식 토양경도계를 사용하였으며, 실험구 전면에 걸쳐 10곳을 측정한 후 평균값을 구하였다.

3) 생육조사

각 지반에 파종한 한지형 잔디와 난지형 잔디의 지면 피복율을 측정하였다. 잔디가 지면을 완전히 피복한 것을 100%로 보고, 잔디가 지면을 피복하고 있는 면적을 가시적으로 조사하였다.

잔디가 지반을 70% 이상 피복하고 있고, 뿌리의 활착이 어느정도 진행되었다고 판단되는 시기인 8월 7일부터 가시적 품질평가(visual rating)를 측정하였다.

가시적 품질평가는 잔디의 생육상태에 따라 매우 나쁜 상태를 1점, 매우 좋은 상태를 9점으로 하여 1~9점까지의 점수를 부여하였다.

잔디의 가시적 색상평가(visual color)를 위하여 1~9점까지의 점수를 부여하였으며, 벚꽃색을 1점으로 하여 가장 진녹색을 띠고 있는 경우는 9점으로 평가하였다.

지반시험과 잔디의 생육조사 결과는 SAS Ver 6.12 (SAS Institute Inc., 1996)을 이용하여 ANOVA 및 최소유의차(LSD) 분석을 하였다.

5. 관리

각 지반에 잔디를 파종한 후 수분의 증발산을 방지하고 발아율을 높이기 위하여 약 50%의 광투과 차광막을 피복하였다. 관수는 스프링클러를 이용하여 1일 2차례씩 충분히 실시하였다. 시비는 18-18-18의 복합비료를 사용하여 질소, 인, 칼리를 각각 40g/m²의 수준으로 1년 동안 분할 시비하였다. 모든 실험구에 파종된 잔디는 초장이 2.5cm가 유지되도록 잔디깎기를 수시로 실시하였다. 잔디에 발생한 병은 살균제를 살포하여 방제하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 골재의 입도분포

각 지반의 배합도에 사용된 모래의 입도분포를 미국

Table 1 Particle size distribution of rootzone sand

Division	Fine Gravel		Very coarse sand	Coarse sand	Medium sand	Fine sand	Very fine sand	Silt	Clay
Particle Diameter(mm)	3.4(4)-8	2-3.4	1-2	0.5-1	0.25-0.5	0.15-0.25	0.05-0.15	0.002-0.05	<0.002
USGA Standard	-	≤3%	≤7%	≥60%		≤20%	≤5%	≤5%	≤3%
		≤10%							
STRI Standard	-	≤3%		≤30%	30-60%	10-60%	≤4%	≤4%	-
Multi-layer rootzone	-	0.3%	12.8%	82.5%		2.6%	0.5%	1.3%	
		13.1%							
Single-layer rootzone	8.4%	15.1%	23.6%	48.0%		2.7%	1.5%	0.7%	
		38.7%							

골프협회(USGA) 및 영국 잔디연구소(Sports Turf Research Institute)가 제시하고 있는 입도분포의 기준과 비교(Table 1 참조)하였다. 즉, 다층구조지반에 사용된 모래는 1mm-2mm가 12.8%, 0.25mm-1mm가 82.5%인 모래로서 영국 잔디연구소의 기준에는 상당히 벗어나 있으나 미국골프협회의 기준의 굵은쪽 범위에 는 속하는 모래였다. 입도가적곡선(Adams and Gibbs, 1994; Thomas, 1997)을 보면 중간입자의 굵기를 나타내는 D50는 0.62mm이었으며, 균일도를 나타내는 D90/D10은 3.93으로서(Figure 3) 잔디구장 용으로서 사용가능한 입도의 균일도를 지녔다고 볼 수 있다. 한편 단층구조지반의 모래는 3.4mm-8mm와 1-3.4mm가 각각 8.4%, 38.7%이며 자갈도 다소 섞여 있는 상당히 굵은 모래로서 미국골프협회 및 영국 잔디연구소의 기준을 상당히 벗어난 모래였다. 중간입자의 굵기(D50)는 0.86mm로 매우 굵었으며, 균일도(D90/D10)도 8.86로서 다층구조에 사용된 모래보다 균일성이 떨어지는 모래였음을 알 수 있었다(Figure 3).

다층구조지반에 사용된 왕사는 4-8mm가 7.8%, 1-4mm가 86.8%, 1mm이하가 5.4%의 입도분포를 나타내었다. 미국골프협회의 왕사규격은 1-4mm가 90%이상으로서(USGA GREEN SECTION STAFF, 1993) 본 실험에 사용된 왕사는 다소 규격에 미달하는 것이었다.

콩자갈의 입도는 15.9-19mm가 0.2%, 9.5-15.9mm가 7.2%, 4.7-9.5mm가 86.0%, 4-4.7mm가 5.5%, 2-4mm가 1.0%, 1-2mm가 0.08%, 0.5-1mm가 0.015%, 0.5

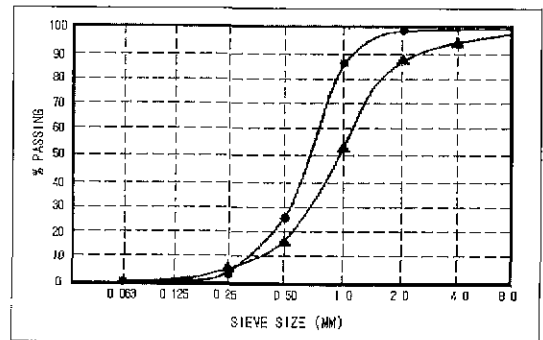


Figure 3. Cumulative curve displaying particle size distribution of sand

Legend: ● multi-layer rootzone sand, ▲ single-layer rootzone sand

이하가 0.1%를 각각 나타내었다.

경기장 배수층에 사용되는 콩자갈의 규격은 5~10mm의 자갈이 70% 이상을 점유하며 2mm 이하의 모래와 12mm 이상의 자갈이 각각 10%를 초과하지 않아야 하는 미국골프협회 콩자갈 기준에 들어가는 재료임을 알 수 있었다.

2. 기밀도와 포화투수계수

다층구조지반과 단층구조지반에 사용된 토양재료 및 골재에 대한 기밀도(bulk density)와 포화투수계수(saturated hydraulic conductivity)를 측정된 결과는 Table 2와 같다.

다층구조지반과 단층구조지반에 사용된 모래의 기밀도는 각각 1.69g/cm³와 1.77g/cm³로 나타나 단층구조지반 모래의 기밀도가 더 높았음을 알 수 있었는데, 이

것은 단층구조지반에 사용된 모래의 입도분포가 다층구조지반에 사용된 모래보다도 더 퍼져 있는 점으로 미루어 볼 때(Table 1) 다양한 크기의 입자분포로 인해 단층구조지반 배합토의 모래가 더 단단히 다져진 데 기인한 것으로 보여진다.

본 실험에 사용된 모래들의 포화투수계수는 미국골프협회의 기준인 15~30cm/hr(USGA GREEN SECTION STAFF, 1993)을 상당히 초과하는 것으로 나타났다(Table 2). 이 것은 본 실험에 사용된 모래들의 입경이 컸음에 기인하는 것으로 생각된다. 두 지반유형간에는 입경이 작지만 균일도가 큰 특성을 지닌 다층구조지반의 모래가 더 큰 포화투수계수를 나타냈다. 따라서 포화투수계수는 모래의 입경에 의해서 큰 영향을 받으나 때로는 균일도가 포화투수계수에 더 큰 영향을 미칠 수 있는 사실을 알 수 있었다.

왕사와 콩자갈의 가밀도 및 포화투수계수는 각각 1.74g/cm³와 1.129cm/hr, 1.68g/cm³와 1.081cm/hr로 각각 나타났다. 왕사와 콩자갈의 가밀도는 다층구조와 단층구조 지반에 사용된 모래의 가밀도에 비해 크지 않았으나 포화투수계수는 각각 크게 나타났다. 따라서 포화투수계수는 가밀도보다는 입경이나 입자의 균일도에 따라 더 크게 영향을 받는다는 사실을 알 수 있었다(Figure 3; Table 1).

Table 2. The bulk density and saturated hydraulic conductivity of rootzone mixture, intermediate layer material, and pea gravel

Rootzone method	Multi-layer rootzone			Single-layer rootzone
	Rootzone sand	Intermediate layer sand	Pea gravel	Rootzone sand
B ^a (g/cm ³)	1.69	1.74	1.68	1.77
S ^b (cm/hr)	410.9	1.129	1.081	294.1

^a bulk density; ^b: saturated hydraulic conductivity

3. 지반시험결과

1) 표면경도

각 지반의 표면경도는 Yamanaka(山中)식 경도계를 이용하여 측정하였는데 경도계를 수직으로 세워 10 곳의 표면경도를 측정하였고, 단위는 'mm'를 사용하였다. 각 지반의 표면경도를 측정된 결과는 Table 3과

같다.

1998년 8월 21일부터 1999년 5월 4일까지 5차례에 걸쳐 지반조성 방식에 따른 표면경도를 측정된 결과 모두 15mm 이하의 낮은 표면경도를 나타냈으며, 5차례 측정결과 중 1998년 9월 9일과 9월 26일의 측정에서는 단층구조지반의 표면경도가 각각 14.3mm, 14.6mm로 다층구조지반의 12.7mm, 12.9mm보다 크게 나타났으나 나머지 측정에서는 유의차가 없는 것으로 나타났다.

近藤三雄과 小澤知雄(1977)은 잔디의 양호한 생육을 위한 표면경도는 23mm 이하가 되어야 한다고 보고하여, 이 기준에 의하면 본 실험의 결과치가 기준에 속하기는 하나 이 기준은 하한치를 제시하고 있지 않아 스포츠용 잔디 그라운드에 적용하기에는 다소 무리가 따를 것으로 생각된다. 스포츠용 잔디 그라운드의 경우 토양 표면경도가 낮을수록 부상의 발생율과 체력소모가 커서 일정 이상의 경도가 유지되어야 할 것으로 판단되며, 양호한 잔디생육을 보이는 잔디 그라운드의 표면경도가 16mm 이상을 나타낸 것으로 보아(2002년월드컵축구대회조직위원회, 1999) 본 실험의 표면경도는 다소 낮은 수치를 나타냈음을 알 수 있었다. 한편 단층구조지반의 표면경도는 다층구조지반의 표면경도에 비해 5차례 측정중 2차례에서 높게 나타났는데, 이 것은 단층구조지반 모래는 입도분포가 넓게 퍼져 다짐성이 큰 특성을 지녔기 때문에 다층구조지반의 모래보다도

Table 3. Soil hardness affected by rootzone construction methods and turfgrass species

Soil Hardness(mm)	1998				1999
	21 Aug.	9 Sept.	14 Sept.	26 Sept.	4 May
<u>Rootzone</u>					
M ^a	13.9	12.9	12.8	12.7	11.9
S ^a	14.4	14.3	12.6	14.5	12.1
LSD(0.05)	N.S.	1.3	N.S.	0.9	N.S.
<u>Turfgrass Species</u>					
K+P ^c	16.1	15.8	14.8	15.6	14.1
Z ^d	12.1	11.4	10.6	11.6	9.9
LSD(0.05)	1.2	1.3	1.9	0.9	1.4

^a Method of multi-layer rootzone

^b: Method of single-layer rootzone

^c Kentucky bluegrass+Perennial ryegrass

^d Zoysiagrass

^e statistically none significant.

Note: Seeding was made on May 23, 1998

잘 다져져 표면경도가 더 컸을 것으로 판단된다.

초종에 따른 표면경도도 측정일시에 관계없이 거의 16mm 이하로 스포츠용 잔디그라운드에 적용하기에는 낮은 수치를 나타냈음을 알 수 있었다. 그러나 켄터키 블루그래스+퍼레니얼 라이그래스 혼파잔디의 표면경도는 14.1~16.1mm로 중엽형 들잔디의 9.9~12.1mm 보다 높았고, 표면경도에 영향을 미치는 잔디의 뿌리밀도가 이와 같이 초종간 표면경도에 영향을 준다고 볼 때 (2002년월드컵축구대회조직위원회, 1999) 결국 뿌리밀도가 높았던 켄터키 블루그래스+퍼레니얼 라이그래스 혼파잔디에서 표면경도가 높게 나타난 것으로 보여진다. 중엽형 들잔디는 뿌리의 밀도가 낮아 뿌리가 토양을 견고하게 잡고 있지 못하여 표면경도가 낮았던 것으로 생각된다.

4. 생육조사 결과

1) 지면 피복율

잔디지반의 지면 피복율(visual covering)은 종자를 파종하고 26일째 되는 1998년 6월 18일부터 1999년 5월 4일까지 9차례 측정하였다(Table 4 참조).

지면 피복율은「각 실험구의 잔디 피복 면적/각 실험구의 면적×100(%)」로 조사하였다.

먼저 지반조성 방식에 따른 지면 피복율은 유의한 차이가 없었다. 이는 잔디면 초기 조성과정에서 다층구조와 단층구조간 지반 조성에 따른 차이가 큰 영향을 미치지 않았음을 나타내는 것이다. 그러나 잔디면이 조

성되고 경기가 진행되면 토양에 가해지는 답압과 잔디의 마모 정도는 지반별로 차이가 있을 것으로 생각되며, 이 때에는 토양입자의 분포가 다양하여 답압에 의한 고결 정도가 크고 굵은 입자가 많아 마모의 손상도가 더 클 수 있는(심상렬, 1991) 단층구조지반의 잔디가 더 큰 피해를 입을 것으로 보여진다.

특히 잔디의 생육에 있어 토양수분은 매우 중요한 요인이다. 그러므로 여러 가지 토양층으로 구성되어 있는 다층구조지반은 경기가 진행되어 토양에 답압이 발생한다 할지라도 토양의 완충작용으로 초기 조성할때와 마찬가지로 좋은 수분보유능력(Snow, 1993)을 보여줄 것으로 생각된다.

초종에 따른 지면 피복율은 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 4 참조). 즉 파종초기인 6월 18일과 7월 16일에서는 발아가 빠른 켄터키 블루그래스+퍼레니얼 라이그래스 혼파잔디의 피복율이 우세하였지만, 한 여름철인 8월 7일 이후 5차례의 측정결과, 켄터키 블루그래스+퍼레니얼 라이그래스 혼파잔디보다는 중엽형 들잔디의 피복율이 우세한 것으로 나타났다.

이와 같은 현상은 여름철 고온다습한 기후와 장마를 거치면서 켄터키 블루그래스+퍼레니얼 라이그래스 혼파잔디의 생육이 좋지 못하였으며 브라운패치(brown patch), 남조류(blue-green algae) 등 병이 발생한 데 기인한 것으로 판단된다. 중엽형 들잔디의 경우 1998년 6월 18일 이후 피복율이 급격히 증가하여 한 여름철 생육적기를 맞이한 8월 7일의 조사에서는 90%의 피복율을 보여 켄터키 블루그래스+퍼레니얼 라이

Table 4 Covering rate affected by rootzone construction methods and turfgrass species

Covering Rate(%)	1998								1999
	18 June	16 July	7 Aug	21 Aug.	7 Sept.	14 Sept.	26 Sept.	17 Oct.	4 May
Rootzone									
Method of multi-layer rootzone	18.7	70.0	85.0	82.5	90.0	90.0	94.2	100.0	84.2
Method of single-layer rootzone	20.8	70.0	85.8	85.8	93.3	90.8	96.7	100.0	85.8
LSD(0.05)	N.S*	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Turfgrass Species									
Kentucky bluegrass +Perennial ryegrass	35.0	75.8	80.8	77.5	85.0	81.7	90.8	100.0	100.0
Zoysiagrass	4.5	64.2	90.0	90.8	98.3	99.2	100.0	100.0	70.0
LSD(0.05)	2.9	7.4	8.4	6.5	5.3	6.9	5.4	N.S	7.2

* statistically none significant.

Note: Seeding was made on May 23, 1998

Table 5. Visual rating affected by rootzone construction methods and turfgrass species

Visual rating	1998							1999			
	7 Aug.	21 Aug.	7 Sept.	14 Sept.	26 Sept.	17 Oct.	19 Nov.	4 Jan.	17 Feb.	20 Mar.	4 May
<u>Rootzone</u>											
Method of multi-layer rootzone	6.8	6.1	7.4	6.5	7.3	7.6	6.9	5.3	4.9	5.0	7.3
Method of single-layer rootzone	6.8	6.3	7.6	6.7	7.6	7.8	6.7	5.3	4.9	5.0	7.1
LSD(0.05)	N.S*	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
<u>Turfgrass species</u>											
Kentucky bluegrass + Perennial ryegrass	6.1	5.4	7.0	5.7	7.1	8.3	8.1	6.5	5.8	6.0	8.6
Zoysagrass	7.6	6.9	8.0	7.5	7.8	7.1	5.5	4.0	4.0	4.0	5.8
LSD(0.05)	1.1	0.7	0.3	1.0	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5

*: statistically none significant.

Note: Seeding was made on May 23, 1998

그래스 혼파잔디보다도 높은 것으로 나타났다.

기온이 내려간 10월 17일 조사에서는 켄터키 블루그래스+퍼레니얼 라이그래스 혼파잔디도 100%의 지면 피복율을 보이면서 중엽형 들잔디의 피복율과 같은 수준을 나타내었다.

1999년 5월 4일 지면피복률의 측정에서는 켄터키 블루그래스+퍼레니얼 라이그래스 혼파잔디가 중엽형 들잔디보다 높게 나타났는데 이는 겨울철 가뭄의 피해를 받아 개체가 많이 고사한 중엽형 들잔디의 실험구의 지면피복률이 떨어진 것으로 보여진다. 그러므로 켄터키 블루그래스+퍼레니얼 라이그래스를 혼합한 실험구가 겨울철 가뭄에 대하여도 잘 견디는 것으로 볼 수 있다.

2) 가시적 품질평가

가시적 품질평가(visual rating)는 파종 후 잔디가 80% 이상 지면을 피복한 1998년 8월 7일부터 1999년 5월 4일까지 11차례에 걸쳐 측정하였으며, 그 결과는 Table 5와 같다.

가시적 품질평가의 결과 지반에 따른 차이는 나타나지 않았으나 초종간에는 유의한 차이를 나타내었다. 한 여름철인 1998년 8월 7일부터 9월 26일까지는 한지형 잔디인 켄터키 블루그래스+퍼레니얼 라이그래스 혼파잔디가 하절기 고온다습으로 인한 생육부진과 브라운 팻취 등의 피해로 인해 품질이 떨어진데 반해 중엽형 들잔디는 난지형 잔디로써 하절기에 왕성한 생육을 보

인데 기인한 것으로 보인다. 그러나 기온이 내려가지 시작한 10월 17일부터 1999년 5월 4일까지 6차례의 측정에서는 한지형 잔디의 최적 생육기를 맞이하여 잔디의 품질평가 결과 여름철과는 반대의 현상을 보여주고 있다.

특히 겨울철에서 봄으로 접어드는 1999년 1월 4일부터 3월 20일까지의 결과를 살펴보면, 난지형 잔디인 중엽형 들잔디는 휴면에 들어가 생육을 하고 있지 않은 반면, 한지형 잔디인 켄터키 블루그래스+퍼레니얼 라이그래스는 지속적인 생육을 유지하고 있음을 알 수 있다.

3) 가시적 색상평가

1998년 8월 7일부터 1999년 5월 4일까지 11차례 측정한 가시적 색상평가(visual color)의 결과 지반의 조성방식보다는 초종간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Figure 4 참조).

조사기간 동안 한지형 잔디인 켄터키 블루그래스+퍼레니얼 라이그래스가 난지형 잔디인 중엽형 들잔디보다 짙은 녹색을 띠고 있는 것으로 조사되었다. 한지형 잔디인 경우 1998년 10월 17일과 11월 19일에는 잔디의 색이 7.4로 조사되어 5와 2.7의 측정결과를 보인 중엽형 들잔디보다는 월등히 좋은 색을 유지하고 있었다.

이와 같이 중엽형 들잔디의 색상은 1998년 9월 26일 이후 점차 녹색이 줄고 갈색이 늘어나서 11월 중순

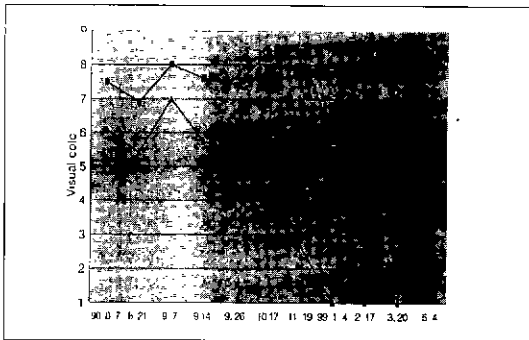


Figure 4. Visual color affected by turfgrass species
 Legend: ■ : Kentucky bluegrass + Perennial ryegrass,
 ▲ Zoysiagrass
 Note: Seeding was made on May 23, 1998

이후부터 중엽형 들잔디는 완전휴면에 들어가는 생리적인 특성을 나타내고 있다.

IV. 결론

본 연구는 잔디 그라운드 식재지반 조성을 위한 적정 초종 및 지반구조를 규명하고자 하였다.

1. 본 실험의 다층구조지반 배합토에 사용된 모래는 중간입자인 D_{50} 이 0.62mm로 굵은 입자가 다소 포함된 모래였지만, 균일도인 D_{90}/D_{10} 은 3.93으로써 잔디구장용 모래로서의 사용이 가능한 입도와 균일도를 지녔다. 단층구조지반에 사용된 모래는 중간입자의 크기가 (D_{50}) 0.86mm로 매우 굵었으며, 균일도(D_{90}/D_{10})도 8.86로 다층구조에 사용된 모래보다도 균일성이 떨어지는 모래였다.

2. 포화투수계수는 다층구조지반 배합토에 사용된 모래에서 가밀도는 단층구조지반의 배합토에 사용된 모래에서 각각 큰 것으로 나타났다. 이러한 현상은 단층구조지반 배합토에 사용한 모래의 입도분포가 더 광범위하여 다짐성이 더 컸던 데에 기인한 것으로 여겨진다.

3. 지반의 유형에 따른 표면경도는 5차례의 측정중 2차례에서 단층구조지반의 다층구조지반보다도 높게 나타났다. 이는 단층구조지반 모래의 입도분포가 넓게 퍼져 다짐성이 컸다는 데에 그 원인이 있다고 보여진다. 초종에 따른 표면경도는 '켄터키 블루그래스' 페레

니얼 라이그래스 혼파잔디가 중엽형 들잔디에 비하여 높게 측정되었는데 이는 뿌리의 밀도가 켄터키 블루그래스+페레니얼 라이그래스의 혼파잔디가 더 높았기 때문이라고 판단된다.

4. 피복율의 측정결과 지반의 유형에 따라서는 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 초종에 따라서는 발아율이 빠른 한지형 잔디로 혼파된 켄터키 블루그래스+페레니얼 라이그래스 혼파잔디가 중엽형 들잔디에 비하여 파종 초기에는 높은 피복율을 보였지만, 1998년 8월 7일부터 9월 26일까지 5차례에 걸친 측정결과에서는 여름철 생육 적기를 맞은 중엽형 들잔디가 켄터키 블루그래스+페레니얼 라이그래스 혼파잔디보다도 높은 피복율을 보였다.

5. 가시적 품질평가에서는 지반의 유형에 따른 차이는 없었으나, 초종간의 평가에 있어서는 한 여름철인 8월 7일부터 9월 26일까지는 중엽형 들잔디의 생육과 품질이 한지형 잔디인 켄터키 블루그래스+페레니얼 라이그래스 혼파잔디보다 좋은 것으로 나타났다. 그러나 기온이 내려가는 1998년 10월 17일부터 1999년 5월 4일까지 가을, 겨울 그리고 봄철에 이르는 기간 동안의 잔디 품질은 한지형 잔디로 혼파된 켄터키 블루그래스+페레니얼 라이그래스가 난지형 잔디인 중엽형 들잔디 보다 우수한 것으로 나타났다.

그러므로 잔디 그라운드에 한지형 잔디로 파종하여 시공할 경우 하절기를 잘 넘길 수 있는 관리기술을 개발하여 대비하는 것이 좋은 품질의 잔디그라운드를 조성하고 유지할 수 있는 방법이라고 판단된다.

6. 가시적 색상평가(Visual color)를 측정한 결과 중엽형 들잔디의 생육 적기인 한 여름철을 지내는 동안에도 한지형 잔디인 켄터키 블루그래스+페레니얼 라이그래스 혼파잔디가 진녹색으로 중엽형 들잔디보다도 더 우수한 색상을 지녔으며, 기온이 내려가는 9월 하순부터는 그 차이가 더욱 뚜렷해지는 것으로 측정되었다.

인용문헌

1. 김경남, 심상렬, 윤평섭, 한상경, 조치음, 한권영(1988) 미국·일본·독일의 선진 경기장 조사분석 및 국내 잔디구장의 초종 선정 방향. 삼육대학교 자연과학논집 (3)3: 51-60

2. 김기선(1988) 여름철 물관리. 잔디연구 뉴스레터 제1권 제2호
3. 문석기, 김민수, 차대현, 심상렬, 김진선, 구분학(1998) 조경설계요람. 서울 도서출판조경. pp. 424-437
4. 신방응, 박홍규(1997) 토질시험법 서울· 구미서관.
5. 심규열, 김호준, 함선규, 최준수, 심상렬(1998) 잔디구장의 조성과 관리. 한국체육과학연구원 pp. 73-126.
6. 심상렬(1988) 그린의 토양과 지반축조방법. 잔디연구 제1권 제1호. pp. 29-41.
7. 심상렬(1991) 경기장 잔디면의 가시적 분석에 의한 수용력 평가. 청주대학교 산업과학연구 제9집. pp. 105-111
8. 심상렬(1996) 사철푸른 한지형 잔디의 특성, 이용 및 조성법. 환경과 조경. pp. 148-153.
9. 심상렬(1997) 우리나라 경기장 잔디의 시공현황과 개선방향. 한국잔디육종연구회 잔디구장 건설 및 관리에 관한 심포지움. pp 19-28.
10. 2002년 월드컵축구대회 조직위원회(2000) 경기장 잔디그라운드 조성지침(2000-1, 우선지침) pp 3-5.
11. 정대영, 심상렬(1998) 배수율에 기초한 잔디구장의 지반설계에 관한 연구. 한국조경학회 '98경기총회 및 학술논문 발표회. pp. 16-17.
12. 최준수(1989) 잔디관리에 많이 이용되는 제초제·살충제·살균제 현황 잔디연구 뉴스레터 제2권 제1호
13. 近藤三雄, 小澤知雄(1977) 芝生地の 收容力に關する基礎的研究(I) 造園雜誌 Vol.40(3) 11-23
14. Adams, W. A. and R. F Gibbs(1994) Natural Turf for Sport and Amenity: science and Practice. CAB INTERNATIONAL.
15. Beard, James B. Joseph M DiPaola, Don Johns, Jr, and Keith J. Karnok(1979) Introduction to Turfgrass Science and Culture. ALPHA EDITIONS/Burgess publishing Co.
16. Hummel, Jr., Norman W (1993) Rationale for the Revisions of the USGA Green Construction Specifications. USGA Green Section RECORD March/April, pp. 7-21
17. Shm, Sang Ryul(1990) Korean Golf Courses and Their Management Golf Course Management/November 1990. pp. 46-54.
18. Snow, James T.(1993) The Whys and Hows of Revising the USGA Green Construction Recommendations. USGA Green Section RECORD March/April, pp. 4-6
19. Thomas James C.(1997) Grains of Truth. Selecting Sand for Greens and bunkers. Golf Course Management/July 1997 pp. 49-53.
20. USGA GREEN SECTION STAFF(1993) USGA Recommendations for a Method of Putting Green Construction USGA Green section RECORD March/April, pp. 1-3.