

골프장 답압지역의 토양개량

태현숙 · 김용선 · 고석구

삼성에버랜드 주식회사 잔디 · 환경연구소

Effect of Soil Amendments at Heavy Traffic Area in Golf Course

Tae, Hyun-Sook · Kim, Yong-Seon · Koh, Seuk-Koo

Turfgrass and Environment Research Institute, Samsung Everland Inc.

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effects of soil amendments for reducing soil compaction at heavy traffic area in golf course. Major results of this research are summarized as follows:

1. In the Lab. experiment, the porosity was improved significantly when the materials, such as peatmoss, charcoal, and tire chip mixtures were used respectively. Especially mixture of sand and 20% peatmoss showed higher effectiveness(10%) in porosity, comparing with ordinary sand. This soil mixture(sand 80% + peatmoss 20%) was observed the best in water retention, soil hardness and hydraulic conductivity.

2. In the greenhouse experiment, traffic pressure was given 7 times a day on several combination of mixture treatments to see the top dry weight. The soil mixture of 20% peatmoss showed the highest in the top dry weight. When the more traffic pressure(15 time/day) were given on the different treatments, the top dry weight was significantly reduced. However, the mixture of 20% peatmoss also had the least influence on this type of heavy traffic.

3. In the field experiment, the soil amendments were treated in traffic area of golf course, and observed at 30days, 60days, 90days, 120days after treatment. Visual turf quality(color), root length and soil compaction were compared to those of control. As a result, overall treatments with soil amendments were effective, which showed better turf quality and less soil compaction.

4. In the field test, physical characters of soil (such as soil hardness and hydraulic conductivity) in sand+tire chip+peatmoss(60:20:20, %, v/v)treatment was significantly improved. Also in the slow

increasing of traffic, the soil compaction was the most effective in reducing soil hardness.

Key Words : soil mixture, compacton, soil amendment, traffic, tire chip, peatmoss

I. 서론

1. 이론적 배경

골프장에서 답압이 심한 경우 토양의 물리적 특성이 변화하며 이에 따라 잔디에 심한 생리적 장애를 유발하므로(Carrow, 1980; Sills and Carrow, 1983) 이에 대한 적극적인 대처방안으로서 새로운 잔디관리 프로그램이 필요하다. 그러나, 현재 우리나라에서는 답압에 대한 별도의 관리방안이 없어 일부 토양개량효과가 있는 것으로 알려진 모래로 배토해주는 것이 가장 일반적인데(Bingman and Kohnke: 1970), 답압이 매우 심하여 잔디가 고사하는 지역의 경우 새로 심어주는 작업을 매년 반복하거나 잔디 대신 지면에 통나무를 깔아놓기도 한다.

답압이 심한 잔디밭에서 가장 문제시 되는 것이 잔디의 마모(wear)와 토양고결(soil compaction)이다(Sherman et al., 1974). 마모는 잔디의 경엽과 관부가 통행에 의한 직접적인 압력에 의해 눌러 으스러지거나 밭의 질질끼기(scuffing)와 찢어짐(tearing)에 의해 받는 손상이며, 토양고결은 답압에 의해 토양입자가 조밀한 상태로 되는 것으로, 마모가 직접적이고 즉각적인데 반해, 토양고결은 장기적, 간접적인 것이라고 할 수 있다. 답압(traffic)에 영향을 미치는 인자로서는 토성, 토양수분함량, 토양에 가해지는 압력의 강도 및 빈도, 식생의 종류와 밀도, 기후 등을 들 수 있다(Dunn et al., 1994; Rowell, 1994). 사람이나 관리장비에 의해 답압을 가장 심하게 받는 깊이는 표토로부터 약 5cm 깊이의 토층인데 토양의 물리·화학적 특성이 악화되어 잔디의 생육이 전반적으로 쇠약해지고 품질이 나빠지게 된다. 이 밖에도 양분흡수율이 변하는데 토양내에서 산소공급을 감소시킬 때 중요한 토양화학적 성질인 산화환원계수는 감소하며 식물 영양분의 이용율을 감소시킨다(Douglas and Crawford, 1998).

그러므로, 답압에 효율적으로 대처하기 위해서는 첫째, 내답압성이 있는 잔디품종을 선택해야 하며, 둘째, 적합한 물리적·화학적 특성을 갖추도록 지반을 개량해 주어야만 한다. 토양의 가비중(bulk density)을 줄이고 양이온치환용량(CEC)과 유효수분을 증가시키며 공극률과 투수계수를 확보할 수 있는 효율적인 관리 프로그램이 필요하다.

2. 연구배경 및 목적

잔디 식재지의 답압에 대하여 관심을 가지고 연구를 시작하게 된 것은 오래전부터이며 잔디초종, 식재지반 이외에도 시비량이나 수분함량 등 여러가지 방향에서 많은 연구가 진행되어 왔다(북촌문웅과 소택지용, 1965; 동경 농업대학 출판부, 1987; Sills and Carrow, 1983). 특히, 지반의 경우 한번 조성하게 되면 이를 바꾸는 것은 매우 어렵고 비용도 많이 들게 되므로 조성전 초종에 따른 효과적인 개량제와 적절한 혼합율을 선별하기 위한 노력은 꾸준히 지속되어 왔다(McCoy, 1998, 심상열, 1989). 우리나라의 경우 주로 공원이나 골프장에서 문제가 되고 있으며 일부 학자들에 의해 답압문제가 연구된 바 있는데(심상열, 1989), 최근 월드컵 잔디구장 조성에 따라 답압문제는 새로운 연구 과제로 관심을 끌고 있다. 미국 대학과 골프장에서는 답압이 심한 잔디밭을 페타이어칩으로 약 1~2cm 깊이로 배토해 준 경우 2년이상 경과하여도 잔디피복율이 증가하였고, 내답압 증가 및 페타이어칩으로 인한 잔디 독성문제는 관찰되지 않았으며 배토후 잔디가 바로 피복하여 외관상 우려하던 문제도 발생되지 않았다는 보고도 있다(Jeffery and David, 1997; Jeffery and David, 1998; Vanini et al., 1999). 본 연구의 목적은 지반개량 방법이나 새로운 재료를 이용하여 골프장에서 토양고결이 가장 심한 통로지역의 토양물리성을 개선함으로써 잔디고사율을 낮추는 것이며, 이를 통해 답압이 심한 공원, 경기장이나 잔디 운동장에 확대 적용할 수 있는 방안을 찾는 것이다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 토양개량에 사용되는 여러 가지 토양개량재를 선별하여 골프장 통로지역을 모델로 한 답압실험을 통해 답압 집중지역의 토양물리성을 개량시킬 수 있는 방안을 모색하고자 하였으며 무엇보다 저렴하고 쉽게 구할 수 있는 개량재를 이용하였다.

실험1. 답압개선을 위한 화분실험

먼저 실험실과 온실에서 토양개량재의 물리적 개량 효과를 조사하여 적합한 토양개량재 선별실험을 실시하였다. 재료는 모래(입경 0.5mm미만 65% 이상) 100%를 대조구로 하고, 혼합 개량제로는 모래에 황토 배양토(입경 2mm미만, 이하 R이라고 한다), 피트모스(상품명:greenpeat, 이하 P라고 한다), 페타이어칩(입경 1mm미만, 이하 T라고 한다), 활성탄(입경 2mm미만, 이하 C라고 한다.)을 각각 10%, 20% 비율로 혼합(v/v)하였다. 기초데이터로 혼합토의 건조 밀도, 투수성, 보수성과 같은 물리적 특성을 실내에서 조사하였으며, 온실에서는 답압처리후 잔디가 식재된 포트의 표면경도와 잔디 지상부의 건물중을 비교하였다. 실내조사로 건조밀도는 먼저 100ml채트관에 각각의 시료를 1/3씩 나누어 넣고 아크릴봉으로 7회씩 다지면서 채운다음 측정하였다. 투수성의 포화투수계수는 변수위법으로 측정하였고 Darcy법칙에 따라 계산하였다. 보수성측정은 가압막법으로 Soilmoisture Extractor(Model No. 1600G1, Model No. 1500G1 : Soilmoisture Equipment corp., 1989)을 이용하여 0.1bar와 1bar에서 측정한 다음 유효수분량을 산출하였다. 온실 포트시험은 와그너 포트(직경 17cm, 높이 20cm)에 콩자갈을 바닥에 3cm 깔고 그 위에 혼합토를 채운다음 한국잔디(*Zoysia japonica*) 땃장(size 10cmx10cm)을 심었다. 답압처리는 매일 같은 시간(오전10시) 60Kg의 사람이 밟아주기(0회, 7회, 15회)로 달리하였다. 기타 관리는 일반관리에 준하여 실시하였는데, 관수1회/일(오전11시), 시비는 1종복비(N:P:K 21:17:17)를 4주에 1회씩 5g/m²으로 총 2회 실시하였고, 잔디에고는 30-35mm를 유지해 주었다. 시험구는 9개 혼합토처리에 답압회수를 3

가지로 달리하여 난괴법 3반복으로 총 81개의 시험구를 두었다. 시험기간은 1998년 5월 1일부터 1998년 8월 6일이며, 이 중 1998년 5월 1일에서 1998년 6월 5일까지 1개월은 잔디의 생육보양기간으로 하였다.

실험2. 답압개선을 위한 필드적용실험

본 시험은 골프장 통로지역을 중심으로 잔디밭 토양지반을 개량해 줌으로써, 답압이 심한 지역의 토양고결 및 잔디성장저해를 줄일수 있다는 1차 실험결과에서 출발하였다. 2차 필드응용단계로서 각각 위치가 다른 통로지역 3곳을 시험구로 선정하여, 자체 개발한 마분과 피트모스 그리고, 최근 미국의 대학과 연구소 등지에서 배토제로 많이 연구되고 있는 페타이어칩 등을 섞어 지반을 개량하였다. 먼저 loam soil로 된 잔디지반 10cm를 개량한 다음 모래(입경 0.5mm미만 65% 이상)에 피트모스(greenpeat, 건곤개발), 자체 개발된 마분퇴비(이하 마분이라 한다.)와 페타이어칩(입경 2mm미만 : 한국자원재생공사)을 일정비율로 혼합하여(Table 1 참조) 지반을 조성하고 한국잔디(*Zoysia japonica*) 땃장(size 30cm×30cm)을 심었다. 5개의 처리구를 난괴법 3반복으로 총 15개의 시험구를 두었는데 각 시험구 규모는 폭 2m, 길이 1m, 깊이 10cm (1 처리구당 0.2m²)였다(Table 1 참조). 시험 기간은 1999년 5월 15일 부터 1999년 9월 30일까지였으며, 답압처리는 작업차량이나 보행자의 답압을 활용하였다.

Table 1 Mixing rate in soil mixtures

soil mixtures ^a	mixing rate (% , v/v)
loam soil(control)	100
sand+peatmoss ^b	80+20
sand+organic by-product ^{bc}	80+20
sand+tire chip ^d +peatmoss ^b	60+20+20
sand+tire chip+organic by-product ^c	60+20+20

a : sand+peatmoss, sand+organic by-product, sand+tire chip+peatmoss, sand+tire chip+organic by-product

b : topdressing of tire chip(particle size 0.5~2mm 70%) on June ,26

c : organic by-product organic compounds made from horse feces, saw dust, chipping, lime, fermenting microorganism

d : tire chip : products made of used tire (한국자원재생공사, 1998년)

Table 2. Chemical properties in soil mixtures

soil mixtures	pH	EC	OM	T-N	Av.P-O ₅	K	Ca	Mg	Na	CEC
			(%)	(%)	(ppm)					
sand80%+peatmoss20%	5.4	0.3	1.52	0.02	36.0	0.09	0.10	4.17	0.90	6.8
sand80%+organic by-product20%	7.1	0.3	2.85	0.06	192	0.72	0.31	8.81	1.53	5.6
sand60%+tire chip20%+peatmoss20%	5.3	0.3	1.85	0.03	36.5	0.05	0.07	2.96	0.90	6.9
sand60%+tire chip20%+organic by-product20%	7.2	0.2	2.59	0.03	193	0.06	0.27	5.41	1.24	4.9

Table 3. Comparison of bulk density, water retention and hydraulic conductivity in soil mixtures

soil mixtures*	bulk density (g/cm ³)	three phase of soil mixture		water potential		available of water capacity	draulichy conductivity
		solid (%)	gas (%)	0.1bar	1bar	(%)	(cm/sec)
S100%(control)	1.5	57.7	42.3	8.6	5.4	3.2	2.2 x 10 ⁻⁴
S90%+R10%	1.42	54.6	45.4	10.6	7.0	3.6	5.1 x 10 ⁻⁴
S90%+R20%	1.36	52.9	47.7	12.5	9.2	3.3	5.9 x 10 ⁻⁴
S90%+C10%	1.36	52.1	47.9	10.9	7.2	3.7	7.3 x 10 ⁻⁴
S90%+C20%	1.31	50.4	49.6	12	7.9	4.5	8.3 x 10 ⁻⁴
S90%+T10%	1.40	53.8	46.2	9.2	5.4	3.8	6.0 x 10 ⁻⁴
S90%+T20%	1.35	52.0	48.0	9.3	5.9	3.4	7.1 x 10 ⁻⁴
S90%+P10%	1.31	50.7	49.3	11.6	6.2	5.4	4.3 x 10 ⁻⁴
S90%+P20%	1.24	47.6	52.4	12.9	7.0	5.9	6.9 x 10 ⁻⁴

* : S:모래, R:황토 배양토, C:활성탄, T:타이어 칩, P:피트모스

데이터 조사는 다음과 같이 실시하였다. 먼저 한사 랫의 실험자가 잔디의 품질과 염색평가를 4개월간 지속적으로 실시하였으며 평가기준은 1~9사이(1:최저, 9:최고)로 실험자가 관능 평가하였다. 토양경도는 산 중식 경도계 이용하여 10일마다 조사하였는데 5회 측정하여 최고, 최저치를 제외한 측정치를 이용하였다. 뿌리 길이는 월별로 조사하였는데 soil sampler(Oak field apparatus company, 1996)를 이용하여 채취된 잔디의 주근이 가장 밀집된 부분을 뿌리길이로 하였으며 각 3반복으로 조사하였다. 시험전 기본 자료로서 먼저 혼합토의 성분분석을 실시하였다(Table 2 참조) 데이터 분석은 통계분석용 프로그램인 SAS Ver. 6.03(SAS Institute Inc., 1987)를 이용하여 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

실험1. 통로지역의 잔디조성을 위한 토양개량재 효과에 관한 기초연구

1) 기초물성 실내조사

(1) 건조밀도

먼저 실험실에서 시료의 건조밀도를 측정된 결과, Table 3에서 나타난 바와 같이 대조구인 모래100%가 1.5(g/cm³)로 가장 높게 나타났고 피트모스 20% 혼합시료토가 1.24(g/cm³)로 가장 낮은 수치를 보였다. 개량재를 혼합할 경우 건조밀도가 1.42(g/cm³) 이하로 개선되었다. 공극량을 계산해보면 모래 100%는 약 42%이지만, 피트모스 20%를 혼합한 시료토에서는 52%로 약 10%의 공극율이 증가된 것으로 나타났다. 토양개량재의 혼합에 따른 공극량의 개선효과를 비교하면 피트모스, 활성탄, 페타이어칩, 황토 배양토의 순서로 나타났고 혼합비가 높을수록 공극량도 증가하였다.

(2) 보수성

실내에서 가압막법으로 보수성을 측정된 결과, 0.1bar에서 함수비가 가장 높게 나타난 시료는 피트모스 20%로 12.9%이었고, 반대로 가장 낮은 것은 모래 100%로 8.6%였다. 함수비 실측 결과로 잔디가 이용할 수 있는 유효수분량을 계산해보면 보명사가 3.2%

로 가장 낮았고 피트모스 20% 혼합 시료토가 5.9%로 가장 높게 나타났다(Table 3 참조). 황토와 페타이어 칩은 혼합율이 증가함에 따라 유효수분량이 감소하는 경향을 나타냈지만 피트모스와 활성탄은 유효수분이 증가하는 경향을 나타냈다. 특히 피트모스의 보수성 개선효과가 가장 우수하였다.

(3) 투수성

각 시료의 포화투수계수를 실내측정한 결과에서(Table 3 참조), 모래 100%는 2.2×10^{-4} cm/sec로 가장 낮았지만 활성탄 20%는 8.3×10^{-5} cm/sec로 투수성이 약 4배 높아졌다. 개량제 종류에 따른 투수성의 개선효과를 보면 활성탄, 페타이어 칩 20%, 피트모스 20% 혼합토에서 뚜렷한 효과가 나타났다.

2) 온실조사

(1) 경도 : 산중식 경도계를 이용하여 2개월 후 표면경도를 측정한 결과, 답압 0회 시험구의 표면경도는 대부분 10~14mm사이였으며 처리간 뚜렷한 경향은 발견되지 않았다. 토양개량효과는 답압 15회 처리에서 잘 나타났으며, 모래 100%와 활성탄 20% 혼합처리구의 표면경도가 약 22~23mm로 토양 고결이 가장 심하였고 나머지 처리구와 유의성을 보였다. 특히, 페타이어 20%, 피트모스 20% 혼합처리구의 경도는 19.2mm, 19.0mm으로 매우 낮아 개량제 혼합시 토양

Table 4. Comparison of soil hardness on soil mixtures pot with different number of traffic treatments

soil mixtures ^c	soil hardness(mm)		
	number of traffic 0	number of traffic 7	number of traffic 15
S100%(control)	12.07ab ^b	20.83a	22.17a
S90%+R10%	11.67bod	19.40b	20.33b
S90%+R20%	10.60de	18.50bc	19.33bcd
S90%+C10%	13.67a	19.40b	22.50a
S90%+C20%	13.90a	20.67a	23.33a
S90%+T10%	11.40bcd	17.33d	19.16bcd
S90%+T20%	10.02c	17.50cd	18.50d
S90%+P10%	12.16bc	18.33bcd	20.17bc
S90%+P20%	11.00cde	17.83cd	19.00cd
mean	11.90 ^f	18.87 ^e	20.50 ^f

^a: S:모래, R:황토 배양토, C:활성탄, T:페타이어 칩, P:피트모스
^b: Mean value with the same letter within columns are not significantly different at P=0.05 level in Duncan's multiple range test
^c: Mean value with significantly different at the 1% level

고결이 완화되는 효과를 확인할 수 있었다.

(2) 지상부 건물중 비교

지상부 건물중을 비교한 Figure 1의 결과에서, 답압처리 회수별로는 0, 15회보다 7회처리시 전처리구의 평균 건물중이 가장 높은 것으로 나타났는데, 이는 적절한 답압이 오히려 잔디의 생육을 증가시킨다는 복춘과 소택의 연구결과와 일치하였다. 처리구별로는 피트모스 20%처리구에서 건물중이 가장 많았고, 반대로 활성탄 혼합처리구에서 가장 적었다(Table 4 참조). 답압 15회 처리구에서는 나지화가 시작되어 모든 처리구에서 지상부의 건물중이 감소하였는데, 처리구별로는 대조구인 모래 100%처리구와 황토 20%, 피트모스 20%처리구간 차이가 매우 뚜렷하게 나타나, 두 혼합처리구에서 답압회수가 증가하여도 지상부 생육에 미치는 영향이 가장 적음으로 분석된다.

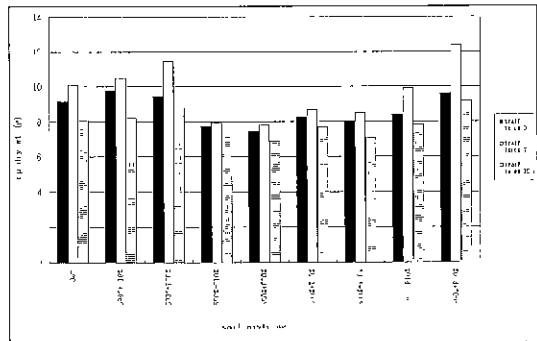


Figure 1 The comparison of top dry weight of zoysiagrass from different soil mixture pots with the number of traffic treatments

실험2. 통로지역의 답압경감을 위한 토양개량의 효과에 관한 필드적용연구

1) 실내조사

(1) 포화투수계수 : 일반적으로 식물이 생육할 수 있는 포화투수계수의 범위는 $10^{-7} \sim 10^{-4}$ cm/sec인데, 본 시험의 처리구는 실내조사에서 토양 특성을 비교한 결과 Table 5에 나타난 바와 같이 대조구를 제외하고 모든 시험구에서 정상적인 식물생육범위의 투수계수를 나타내었다. 그러나, 자세히 관찰해 보면 4개의 혼합토에서는 무처리구(sandy loam)에 비해 약 10배이상

투수계수가 높은 것으로 조사되었는데 이는 개량혼합토에서 답압이 점점 진행될 수록 무처리구에 비해 토양 고결이 천천히 진행되며 따라서, 투수성 변화도 적어질 가능성을 의미한다.

Table 5. Hydraulic conductivity in soil mixtures

soil mixtures	hydraulic conductivity (cm/sec)
sandy loam (control)	4.7×10^{-3}
sand80%+peatmoss20%	1.6×10^{-4}
sand80%+organic by-product20%	8.0×10^{-7}
sand60%+trec chip20%+peatmoss20%	1.1×10^{-4}
sand60%+trechip20%+organic by-product20%	1.2×10^{-3}

2) 필드조사

(1) 잔디품질 및 엽색 평가 : 10일 간격으로 조사된 잔디의 품질은 30일째 피트모스+모래(20 : 80, %, v/v)를 혼합한 처리구에서 가장 우수하였다. 그러나, 60, 90과 120일후 피트모스가 혼합된 두 처리구의 잔디품질이 가장 우수하였으며 대조구와는 뚜렷한 유의차를 보였다(Table 6 참조).

Table 6. Change of visual turfgrass, quality, color and root length after traffics at 30, 60, 90 and 120days

soil mixtures	visual quality ^a				visual color				root length(cm)		
	30DAT	60DAT	90DAT	120DAT	30DAT	60DAT	90DAT	120DAT	30DAT	60DAT	120DAT
loam soil (control)	3.50a ^b	3.33b	4.67b	5.33c	3.67A	3.67ab	5.00b	5.67b	3.83ab	5.86a	4.07a
sand80%+peatmoss20%	4.17a	4.33a	5.67a	6.50a	4.33a	4.50b	5.83a	6.33a	4.23a	5.83a	3.93a
sand80%+organic by-product20%	4.00a	4.33a	5.50a	6.00b	4.33a	4.50b	5.67a	6.33a	3.47ab	5.93a	3.68a
sand60%+trec chip20%+peatmoss20%	3.83a	4.50a	6.00a	6.50a	3.83a	4.50b	5.83a	6.33a	3.90ab	6.60a	4.33a
sand60%+trechip20%+organic by-product20%	3.67a	4.00a	6.17a	6.17ab	3.83a	4.33b	5.83a	6.33a	3.30b	6.57a	4.80a
Mean	3.83 ^{ns}	4.11 ^d	5.60 ^c	6.10 ^c	4.00 ^c	4.30 ^e	5.63 ^{ns}	6.20 ^d	3.75 ^{ns}	6.16 ^{ns}	4.22 ^{ns}

a : visual ratings of turfgrass 0-9 index (1: worst, 9 best)

b : Mean value with the same letter within columns are not significantly different at P=0.05 level in Duncan's multiple range test

c : days after treatment

d : significantly different at the 1% level days after treatment

e : significantly different at the 5% level

ns : not significant

Table 7. Change of soil hardness on soil mixtures at 30, 60, 90 and 120days after traffics

soil mixtures	soil hardness(mm)			
	30DAT	60DAT	90DAT	120DAT
loam soil (control)18,67aa	21.13 ^a	21.23a	21.43a	
sand80%+peatmoss20%	16.77bc	19.27b	18.80b	20.10ab
sand80%+organic by-product20%	17.00b	19.67b	19.37b	21.13ab
sand60%+trec chip20%+peatmoss20%	15.73c	18.73b	18.77b	17.67b
sand60%+tre chip20%+organic by-product20%	16.07bc	19.00b	19.23b	20.33ab
Mean	16.85 ^c	19.56 ^b	19.48 ^c	19.93 ^c

^a : Mean value with the same letter within columns are not significantly different at P=0.05 level in Duncan's multiple range test

^b : days after treatment

^c : significantly different at the 1% level

^{*} : significantly different at the 5% level

^{ns} : not significant

IV. 결론

본 실험은 골프장 답압에 관한 종합적인 관리방법을 마련하기 위한 시도로서 직접 잔디지반의 토양개량에 의한 답압 경감효과를 알아보고자 실시되었으며 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 실내 실험에서 토양개량제의 혼합에 따른 공극량의 개선효과를 비교하면 피트모스, 활성탄, 페타이어칩 혼합토의 순서로 나타났고, 특히 피트모스 20% 혼합토는 모래에 비해 공극율을 약 10% 증가시키는 효과를 보였으며 그 외 보수성, 토양 경도, 포화투수계수에서도 개량효과가 가장 높은 것으로 나타났다.

2. 온실조사에서 답압회수에 따른 생육을 조사한 결과 답압 7회에서 모든 처리구의 지상부건물중이 가장 높았으며, 피트모스 20% 혼합토처리구에서 가장 높았다.

답압 15회에서는 모든 처리구의 지상부생육이 감소하였으나 그 중 피트모스 20% 처리구에서 답압의 영향을 가장 적게 받은 것을 관찰할 수 있었다.

3. 필드실험에서 답압처리 30일, 60, 90과 120일후 잔디상태를 조사한 결과, 지반을 개량한 모든 처리구는 대조구에 비해 잔디의 품질과 염색에서 답압피해가 적은 것을 확인할 수 있었으며 90일까지는 답압 진행에 따른 토양고결도 매우 적었다.

4. 필드실험 결과, 토양 물리성개량(투수성, 토양경도)에 있어 가장 우수한 처리구는 모래+페타이어칩+피트모스(60:20:20, %, v/v) 처리구였으며, 답압 진행에 따른 토양고결도 가장 적은 것으로 나타났다.

본 연구에서 밝혀진 결과를 토대로, 동로지역의 효과적인 개선방법으로 10~15cm가량을 유기질과 고무칩 등으로 개량한 다음 배토와 적절한 관리프로그램을 사용한다면 보다 나은 품질의 잔디를 지속적으로 유지할 수 있을 것으로 사료된다. 현재 유기질개량제와 고무칩을 이용한 지반개량 및 페타이어칩 배토를 병행함으로써 잔디의 마모와 토양 고결 감소효과에 관한 연구

를 계속 진행하고 있으며, 향후 종합적인 결과를 토대로 골프장 동로지역을 비롯하여 공원, 축구 경기장 등의 고답압지에 대한 잔디밭 답압개선책이 마련될 것으로 기대된다.

인용문헌

1. 심상열(1989) 토양의 조성 및 답압이 한국잔디(*Zoysia spp.*)류의 생육에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위 논문.
2. 동경 농업대학 출판부(1987) 공원잔디밭의 수용력에 관한 연구.
3. 복춘문웅, 소택지웅(1965) 서양잔디재배의 기초연구(제3보).
4. Bingman, D. E and H Kohnko(1970) Evaluating sands for athletic turf. *Agron. J.* 62: 461-467
5. Carrow, R. N.(1980) Influence of soil compaction on three turfgrass species. *Agron. J.* 72: 1038-1042.
6. Douglas, J. T. and C. E. Crawford(1998) Soil compaction effects on utilization of nitrogen from livestock slurry applied to grassland. *Grass and Forage Sci* 53: 31-40
7. Dunn, J. H., D. D. Minner, B. F. Fresenburg, and S.S. Bughara (1994) Bermudagrass and cool-season turfgrass mixtures. Response to simulated traffic. *Agron J* 86: 10-16.
8. Jeffery J. Salmond and David D. Minner(1997) The Effect of Topdressing with Rubber Buffings on Intensely Trafficked Football turf. Iowa Research Report.
9. Jeffery J. Salmond and David D. Minner(1998) Rubber Tire Particles as a Topdressing amendment for Intensely Trafficked Grass. Iowa Research Report
10. McCoy, E. L.(1998) Sand and organic amendment influences on soil physical properties related to turf establishment. *Agron. J.* 90 411-419
11. Rowell, D L (1994) Soil science pp. 60-78
12. Sherman, R. C., J. B. Beard, C. M. Hannsen and R. Apacila(1974) Turfgrass wear simulator for small plot investigations. *Agron. J.* 66. 332-336.
13. Silla, M J, and R N Carrow(1983) Turfgrass growth, N use, and water use under soil compaction and N fertilization. *Agron. J.* 75 488-492.
14. Vanini, J. T., J. N Rogers and J. R. Crum(1999) Crumb rubber benefits trafficked turf. *Golf Course Management*, April. 71-74.