

배수불량 페어웨이의 원인분석과 개선방안

주영규 · 이정호

연세대학교 응용과학부 생물자원공학과

The Trouble Solving Procedure for Poorly Drained Golf Course Fairway

Young Kyoo Joo · Jeong Ho Lee

Dept. of Biological Resources and Technology, Yonsei Univ. Wonju 220-710, Korea

서 론

골프장 페어웨이의 잔디 상태는 골프장의 입지적 조건과 기후, 그리고 토양 상태(토성), 식재 초종 및 운영·관리 방법 등에 의해 결정되어진다. 이 중에서 골프장의 입지적 조건과 기후는 골프코스를 조성하는데 있어서 개선할 수 있는 여지가 없는 요소지만, 토성은 건설 당시 토양 개량을 통하여 개선할 수 있는 가변적 요소이다. 잔디 지반의 경우 일반 경작지와 달리 한번 조성이 되면 이를 바꾸는 것이 매우 어렵고 그 비용도 많이 들게 된다, 따라서 코스 조성 전 토양 환경을 분석하고, 초종에 따른 개량재의 종류, 적정 혼합 비율 등을 통한 토양개량 기술의 발달은 꾸준히 지속되어 왔다(McCoy, 1998).

토양의 다짐(고결)은 답압에 의해 토양입자가 조밀한 상태로 되는 것으로, 토성에 따라 장기적이고 간접적인 다짐에 의해 점차적으로 생성되는 것이 일반적이다(태현숙 외, 2000). 하지만 골프코스 건설에 있어서 일반적으로 페어웨이에 성토를 하면서 다짐 작업을 과다하게 행하거나 토공 작업 시 건설 작업 차량 및 각종 기계에 의한 다짐이 많이 일어난다. 특히 미세입자(점토, 실트)의 함량이 높거나 입자 크기의 분포가 다양한 특이 토양이나, 이미 고결된 토양에 개량 작업 없이 잔디를 식재하게 되면, 추후 교정을 위해 많은 노력을 소모하게 된다. 식재층 개량을 위해 잔디를 들어내고 토양 개량을 하기 전까지는 배수불량과 통기불량, 토양 내 환원층의 형성 등의 요인으로 인해 잔디 생육이 불량하게 되어 골프장의 정상적인 경영을 하기에 많은 문제점이 발생된다. 뿐만 아니라 차후 이 문제점을 해결하기 위해 토양 개량 비용 및 관리 비용이 상당히 많이 소모되며, 보수 공사 시 휴장을 해야 하는 등의 여러 가지 문제점들이 연쇄적으로 발생된다.

건설초기에 토성의 특이성과 답압으로 인해 식재층이 고결화된 잔디지반을 개량하기 위해서는 관리상에 있어서 사용되는 에어레이터에 의한 통기작업이나, 슬라이싱, 스파이킹 작업 등으로는 부족하다. 사용자나 관리장비에 의해 답압을 가장 심하게 받는 깊이는 표토로부터 약 5cm 깊이의 토양 표면층인데 토양의 물리·화학적 특성이 악화되어 잔디의 생육이 전반적으로 쇠약해지고 품질이 나빠지게 된다(Douglas and Crawford, 1998).

본 연구에서는 깊이별 토양 경도 측정기, 토양수분 측정기(TDR), gas analyzer 등 여러 가지 실험 장비들을 사용하여 문제점을 측정하고 결과를 분석함으로써 근본적인 문제 해결을 위한 몇 가지 방안을 제시 하였다. 또한 부분적으로 토양 갱신을 실시한 지역의 토양 물리성을 측정 하여 배수 불량 문제의 해결 정도에 대하여도 비교 분석하였다. 특히 골프코스 건설시 토양에 대한 사전 조사 및 토양 물리화학적 실험의 중요성과 몇가지 필수 실험 사항을 결정하는 과정에 대한 연구도 병행되었다.

재료 및 방법

현장 실험

깊이별 토양 경도 측정기(Penetrometer, RIMIK CP-20)를 이용하여 잔디 지반의 20cm 깊이까지 토양 경도를 측정하였다. 매 2cm깊이별로 수집된 Data는 CP-20 소프트웨어를 이용하여 Excel 에서 분석하였다. 토양내 수분 함량 측정은 토양 수분 측정기(Hydrosence™, Campbell Scientific, Australia)를 이용하여 5cm 깊이별로 표토층으로 부터 20cm 깊이까지 수분함량을 측정하였다. 비교 실험으로 이미 토양개량을 실시한 페어웨이 지역의 토양 경도와 투수율을 비교 측정하여 개량되지 않은 페어웨이에서의 배수불량의 원인과 개량 후 효과를 분석하였다.

토양 채취와 분석

조사방법은 페어웨이 중 배수상태가 불량한 지역을 선정한 후 hole cutter를 이용하여 표토에서 15cm까지의 토양을 채취하였다. 채취한 토양은 실험실에서 토성분석(비중계법)과 토양 물리성(ASTM F 1815-97)과 화학성(ASTM 4972-89)을 분석하였다. 비교 실험으로 제주도 토양과 모래를 일정 비율로 혼합하여 물리성과 화학성 개선실험을 실시하여 토양 개량 효과를 분석하였다.

결과 요약 및 고찰

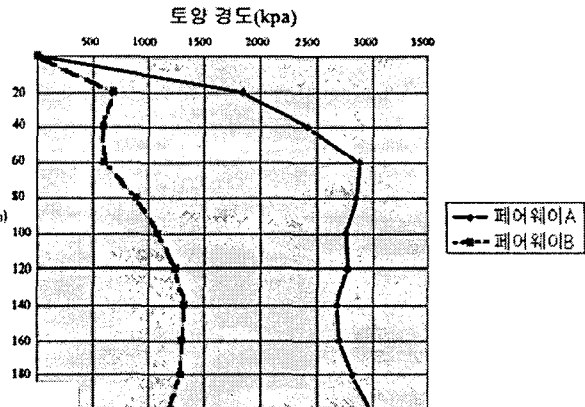
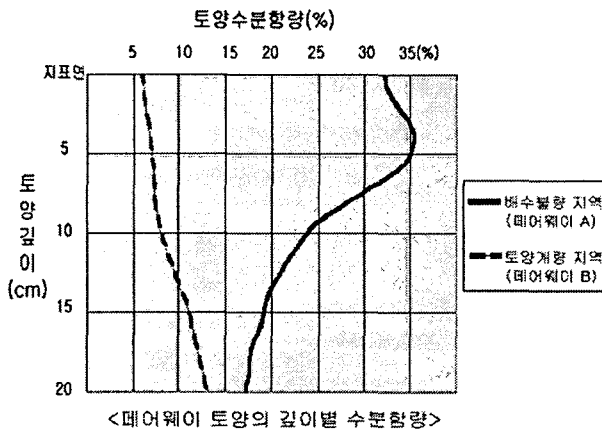
토양 깊이별 경도

배수불량 페어웨이(이하 페어웨이 A)와 개량된 페어웨이(이하 페어웨이 B)의 깊이별 토양 경도를 2cm깊이 단위로 측정하였다. 페어웨이 A에서는 지표면 5cm깊이에서부터 경도가 증가 일어났으며, 6cm 지점부터 10cm까지 가장 높은 경도를 보였다. 반면 페어웨이 B에서는 전혀 답압이 조성되지 않은 모래지반으로 페어웨이 A와는 전혀 다른 결과를 나타냈다.

이러한 결과로 인해 페어웨이 A지역의 배토층(약 5cm 두께) 하부인 식재층 구간이 건설시 토양 개선을 실시하지 않은 관계로 토성이 불량하며 특히 토양물리성이 악화되어 있었다. 물리성은 심히 경화되어 투수에 의한 토양하층으로의 수분 이동이 저조하여 배수불량의 직접 원인이 되는 것으로 분석되었다. 또한 배수불량의 결과로 인해 토양 내 산소가 부족하

게 되어 토양이 환원 상태가 되면서 토양 색이 회색으로 변하고 혐기성 미생물의 생육이 증가하게 되었을 것으로 예상 되었다. 이로 인하여 식재된 잔디의 뿌리 생장에 악영향을 주어 결과적으로 잔디 생육이 불량하게 되는 연쇄적인 문제가 야기하게 된 것으로 분석되었다.

토양 깊이별 수분함량



<폐어웨이의 깊이별 토양 경도>

토양 내 수분함량은 폐어웨이 A의 경우 지표면으로부터 5cm 깊이까지 35%의 수분 함량을 보였으며, 그 이하로는 점차 감소하여 표토 20cm 지점에서는 17%의 수분 함수율을 보였다. 배수불량 지역은 모두 잔디뿌리층 (0~15cm)인 상토 상층부의 수분 함량이 과다이며 특히 뿌리층인 0~8cm 지역에는 수분함량이 30% 이상으로 뿌리의 호흡근관을 야기 시켜 잔디의 생육을 현저히 감소시킨 것으로 분석 되었다.

또한 그 하층부로 내려갈수록 투수율 감소로 인하여 수분함량이 낮아지므로 뿌리는 하부로 자라지 않아 생육은 더욱 둔화되는 것으로 나타났다. 그로인해 잔디 근계가 상토 상층부에만 분포하게 되므로 습할 때는 과습 피해가 일어나 잔디 생육에 지장이 있으며, 건기 시에는 충분한 관수가 없을 때 건조 피해를 쉽게 입게 될 것으로 보였다.

반면, 갱신된 폐어웨이 B에서는 정 반대의 결과로 지표로부터 20cm 깊이까지 수분함량이 점차 증가하여 이상적인 토양 수분 분포를 보였다.

토양의 물리·화학적 특성

실험실시 구역의 모재는 풍화된 마사토로서 굵은 입자가 많기는 하나 실트와 점토의 함량이 많은 사질양토로서, 토질 특성상 수도(벼)의 재배에 최적의 조건이기는 하나 잔디재배지역으로는 배수의 문제 발생이 야기되는 토양이다. 토양 물리성 simulation 분석을 통해 투수율을 측정해 본 결과 $1.2 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ 으로 대조구로 비교 실험한 7% 토양 개량재가 혼합된 모래 지반의 투수율($1.4 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$)보다 약 1,000배가량 낮았다. 원토양이 답압으로 인해 다짐이 일어났을 때 우수 및 관수에 대한 배수가 전혀 일어나지 않아 배수불량으로 잔디 생육에서 많은 문제점들을 야기하였다.

화학적 분석결과(자료 미표기) 토양유기물이 부족하며 양이온치환능력(CEC)이 낮아서 토양비옥도가 낮아 정상적인 잔디의 생육을 위해서는 토양물리성의 개선과 더불어 지속적 토양 비옥도 관리도 요구되었다.

결 론

■페어웨이 배수불량 예상지역 건설 시 토양 조사 및 적절한 토양개량이 실시되지 않아 토성이 불량하며, 특히 토양 경화로 인한 토양 물리성이 악화되어 있어 투수에 의한 토양 하층으로의 배수능력이 저조하여 배수 불량의 직접 원인이 됨.

■배수불량의 결과로 인해 토양 내 산소가 부족하게 되어 토양이 환원 상태가 되면서 혐기성 미생물의 생육이 증가하고, 식재된 잔디의 뿌리 생장에 악영향을 주어 결과적으로 잔디 생육이 불량하게 되는 연쇄적인 문제가 발생함.

■페어웨이 표토층의 물리성을 개선하기 위해 2가지 방안을 제시함.

- 잔디를 떼어낸 후 표토층에 입도가 균일한 모래 (토양분석 필수)를 10cm와 토양개량재를 혼합한 후 경운하여 토양개량.
- 상토층 20cm의 토양을 입도가 균일한 모래 상토층(Sand cap)을 설치하는 방안.

■골프장 운영 중 잔디 지반의 문제로 잔디 생육 불량을 초래 할 수 있는 여러 가지 요인들을 제거하기 위해 골프코스 건설시 모래 토양의 사전 조사 및 잔디 지반으로서의 적합성에 대하여 반드시 실험 분석하여야 함. 건설자재를 선정(ASTM F 1632-95)하고 포설하기 전에 유사모형 실험(simulation test, ASTM F 1815-97)을 실시하여 적절한 자재와 토양물리성을 확보하여야 한다.

참고문헌

- 주영규. 1993. 유기물의 토양 개량 효과 측정. 한국잔디학회지 7(1): 13-18.
- 태현숙, 김용선, 고석구. 2000. 골프장 답압지역의 토양개량. 한국조경학회지. 5: 107-113.
- Bingman, D. E. and H. Kohnke. 1970. Evaluating sands for athletic turf. Agron. J. 62: 464-467.
- Carrow, R. N. 1980. Influence of soil compaction on three turfgrass species, Agron. J. 72: 1038-1042.
- Deying L., Y. K. Joo, N. E. Christians, and D. D. Minner. 2000. Inorganic soil amendment effects on sand-based sports turf media. Crop Sci. 40: 1121-1125.
- 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.
- Gibbs, R. J., C. Liu, M. -H. Yang and M. P. Wrigley. 2001. Effect of rootzone composition and cultivation/aeration treatment on the physical and root growth performance of golf green under new zealand conditions. Int'l. Turfgrass Soc. Res. J. 9: 506-517
- McCoy, E. L. 1998 Sand and Organic amendment influences on soil physical properties related to turf establishment. Agron. J. 90: 411-419.