

RESEARCH ARTICLE

우리나라 초등학교·중학교·고등학교 천연잔디운동장과 인조잔디운동장의 관리 현황 조사

장석원*

한국골프대학교 골프코스조경과

A Comparative Study on Management Status of Natural Turfgrass and Artificial Turf Playgrounds in Elementary, Middle, and High Schools Nationwide

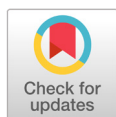
Seog-Won Chang*

Department of Golf Course Management, Korea Golf University, Hoengseong 25247, Korea

Abstract

In Korea, school playgrounds established with either natural turfgrass or artificial turf are gradually increasing. However, there are few studies on the management of the natural turfgrass and artificial turf playgrounds of school. The data in this study are based on questionnaires received from 50 schools (27 natural turfgrass and 23 artificial turf playground schools) of 260 elementary, middle, and high schools where one of two turfgrass types of playground is installed. The main problems that occurred in the school's natural turfgrass playground were in the order of pest and weeds, drainage, and traffic stress. In artificial turf playgrounds, crumb rubber loss and user injury were major problems. The response of 59.3% and 65.2% of the participants showed that they spent less than 1,000 thousand won for the annual management of the school's natural turfgrass and artificial turf playground, respectively. From the expenditure budget, it was used mainly for the purchase of pesticide and fertilizer in the management of the natural turfgrass playground, but artificial turf playground management required turf maintenance, removal and replace of crumb rubber. Both types of playground respondents answered that they mainly get management information through the internet Web site. Respondents in natural turfgrass playgrounds hoped for human resource support (51.9%) of national and local governments, but respondents in artificial turf playgrounds indicated that budget support (52.2%) was the most important.

Keywords: Artificial turf playground, Ground management, Natural turfgrass playground, Survey



OPEN ACCESS

*Corresponding Author:

Phone. +82-33-810-1066

Fax. +82-33-810-1001

E-mail. changsw802@hanmail.net

Received: April 8, 2019

Revised: June 14, 2019

Accepted: June 15, 2019

© 2019 The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

우리나라 초등학교, 중학교, 고등학교(이하 초중고교) 학교 운동장은 11,673개가 있으며, 이 중에서 천연잔디 운동장은 807개, 인조잔디 운동장은 1,858개, 나머지 학교는 맨땅 운동장으로 운영되고 있다(Han et al., 2015). 2000년대 중반 이후 많은 초중고교의 맨땅 운동장은 흙먼지 비산, 강우 시 사용 불편 등의 이유로 학습 환경의 개선 형태인 천연잔디 또는 인조잔디 운동장으로 전환되고 있다(Hwang et al., 2013; Kim, 2015). Chang (2019)은 초중고교 구성원인 학생, 교직원, 학부모를 대상으로 한 운동장 종류 설문 조사에서 천연잔디>인조잔디>맨땅운동장 순서로 만족도가 높은 것으로 보고한 바 있다.

천연잔디 운동장은 식물인 잔디로 이루어져 있기 때문에 인조잔디나 맨땅 운동장에 비해 상대적으로 관리가 까다로워 학교구성원들이 잔디 관리에 어려움을 겪는 것으로 보고된다(Chang, 2019; Han et al., 2015). 인조잔디 운동장은 내구연한에 따른 교체 비용 증가, 중금속 등 유해 물질의 검출로 인한 부정적 여론의 확산, 학생 부상 및 화재 위험과 같은 안전에 대한 우려가 높아지고 있다(Layt, 2015; Lee et al., 2011; Lim et al., 2015; Min and Kim, 2014; Park and Cho, 2007).

전국의 많은 학교에서는 구성원들이 요구하거나 인체와 환경에 대한 안전 등 사회적 이슈가 대두될 때마다 천연잔디 또는 인조잔디 학교운동장의 조성 및 철거를 반복해 왔다(Cho and Oh, 2013). 따라서 학교 운동장 운영 주체인 교사와 직원으로부터 천연잔디 운동장과 인조잔디 운동장의 관리 현황을 파악하여 문제점을 개선하는 것은 매우 중요하다. 교사와 직원이 학교 운동장을 조성하거나 철거하는 의사결정 과정에 참여할 수 있기 때문이다. 또한 문제점을 파악해서 개선할 경우 반복적으로 운동장 조성 및 철거에 소요되는 사회적 비용을 줄일 수 있다.

본 연구는 전국의 초중고교 천연잔디 및 인조잔디 학교 운동장의 관리 현황을 조사하여 문제점을 파악함으로써 학생들의 학습환경을 개선하기 위한 기초자료로 활용하고자 수행되었다. 전국 초중고교에 근무하고 있는 천연잔디 운동장 및 인조잔디 운동장 관리 담당 교사 또는 직원에게 운동장 관리 현황에 관한 설문을 의뢰하였고, 답변자들로부터 회신 받은 내용을 정리, 분석 후 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구에서는 천연잔디 운동장과 인조잔디 운동장을 운영하고 있는 전국의 초등학교, 중학교, 고등학교(운동장 종류별로 서울, 경기, 강원, 충청, 경상, 전라, 제주 등 권역별로 10-30개 학교, 총 260개 학교)에 우편으로 설문을 의뢰한 후 회신 받은 50개 학교(천연잔디 운동장 27개, 인조잔디 운동장 23개 학교)(Chang, 2019)의 답변 내용을 정리, 분석하였다. 설문지는 잔디 운동장의 문제점과 관리 현황 등에 관한 자료(Beard and Green, 1994; Chang, 2019; Han et al., 2015)를 기초로 하여 질문 문항을 작성하였다. 답변자에게는 소속, 나이, 성별 등 신상 질문을 포함해 76개의 질문(천연잔디 운동장 관리 질문 36문항, 인조잔디 운동장 관리 질문 32문항, 공통 질문 8문항)이 주어졌다. 공통 질문은 답변자 모두가 응답하고, 학교별로 운동장 종류별로 해당되는 질문에 답하도록 요구하였다. 질문별로 2-7개의 예 중 하나 또는 복수의 답이 가능하도록 하였고, 해당 답변이 없을 경우 기타에 적도록 하였다. 천연잔디 학교 운동장 설문 답변자 27명 중 교사는 3명, 직원은 24명이었으며, 그들의 지역 분포는 서울/경기 6명, 강원 7명, 충청 3명, 경상 5명, 전라 4명, 제주는 2명이었다. 답변자들의 소속 학교 분포는 초등학교 29.6%, 중학교 7.4%, 고등학교 37.0%, 특수학교 25.9%였다. 이들의 연령은 30대 22.2%, 40대 48.2%, 50대 29.6%, 남녀 비율은 남자 92.6%, 여자 7.4%였다. 인조잔디 학교 운동장 답변자 23명 중 교사는 8명, 직원은 15명이었으며, 그들의 학교 위치는 서울/경기 1명, 강원 11명, 충청 1명, 경상 7명, 전라 3명이었다. 답변자들의 소속 학교 분포는 초등학교 17.4%, 중학교 21.7%, 고등학교 47.8%, 특수학교 13.1%였다. 이들의 연령 분포는 30대 13.1%, 40대 39.1%, 50대 47.8%, 남녀 비율은 남자 73.9%, 여자 26.1%였다.

결과 및 고찰

초중고교 천연잔디 운동장 관리 담당 교사와 직원의 가장 큰 운동장 관리 중 문제는 병해충 및 잡초가 51.9%로 가장 높게 조사되었다 (Table 1). 그 다음으로 배수 11.1%와 답압 문제 7.4%였다. 많은 학교에서 농약 사용을 꺼리기 때문에 (data not shown) 관리 담당자의 입장에서는 병해충 및 잡초 관리가 가장 어려웠던 것으로 판단된다. Chang (2019)은 학교 교사와 직원들이 생각하는 천연잔디 운동장의 가장 큰 단점으로 제한된 사용 일수와 어려운 관리라고 보고한 바 있다. Han et al. (2015)도 학교 천연잔디 운동장 관리의 가장 큰 어려움으로 잡초 관리와 관수 작업이라고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

초중고교의 인조잔디 운동장 관리 담당 교사와 직원의 가장 큰 운동장 관리 중 문제는 충전재 유실이 43.5%로 가장 높게 조사되었다 (Table 2). 인조잔디 운동장에서 사용하는 플라스틱 소재의 충전재는 이용자의 충격 흡수를 돕고 인조잔디의 복원 역할을 한다(Hwang et al., 2013). 인조잔디용 충전재는 작은 알갱이로 되어 있어 운동장 이용자의 옷이나 신발에 묻어 외부로 나가거나 비가 많이 오게 되면 유실될 수 있다. 따라서 충전재의 유실량이 많아지면 인조잔디의 복원력과 충격 흡수력이 떨어지기 때문에 이용자의 부상 위험성은 높아지게 된다. 또한 충전재에 있을 수 있는 중금속 등 유해성분이나 또는 부서져 미세가루가 된 충전재 자체가 운동장 미사용자에게 영향을 미칠 수 있다(Cho and Oh, 2013; Chong and Ok, 2006; Kim et al., 2012; Park, 2017). 인조잔디 운동장 이용자의 부상 위험성이 높아 관리상 문제가 된다고 답변한 비율이 17.4%이었다. 또한 탄성 저하의 문제를 지적한 경우도 8.7%로 조사되었다. 인조잔디의 사용 년도가 오래되면 자연스럽게 운동장 내 충전재의 양이 줄어들고 인조잔디 탄력은 줄어들게 된다(Park, 2017). 따라서 충전재 유실, 인조잔디 탄성 저하, 이용자의 부상 위험성은 서로 직간접적으로 연관된다고 볼 수 있다. Chang (2019)도 학교 교사와 직원을 대상으로 한 설문조사에서 학교 인조잔디 운동장의 가장 큰 단점으로 높은 부상 위험성과 환경에 대한 유해 가능성을 지적하였다. Meyers and Barnhill (2004)은 인조잔디로 조성된 경기장이 천연잔디 경기장에 비해 표면의 온도와 선수들의 부상 가능성이 더 높다고 보고한 바 있다.

천연잔디 운동장과 인조잔디 운동장의 연간 관리 비용으로 100만 원 이하를 지출한다는 답변이 각각 59.3%와 65.2%였다 (Table 3). 모른다는 대답을 제외하고 모든 학교에서 연간 1,000만 원 이하의 관리 비용을 지출하는 것으로 나타났다. Han et al. (2015)은 학교 천연잔디 운동장의 연간 관리 비용에서 조사 대상 학교의 90%가 500만 원 이하의 적은 비용으로 지출되고 있다고 보고한 바 있어 유사한 결과를 보였다.

천연잔디 학교 운동장의 연간 관리 비용의 사용처는 Table 4와 같다. 연간 예산 중 60.0%는 비료와 농약 구입에 소요되었고, 나머지 금액은 펠트장이나 장비 구입에 사용된 것으로 나타났다. Han et al. (2015)은 초중고 학교 운동장은 조사대상의 97.5%가 한국잔디로 구성되어 있으며, 연 2회의 시비, 연 6회의 잔디 깎기, 월 2회의 잡초 방제가 이루어진다고 보고

Table 1. Problems of natural turfgrass in the school playground.

Respondent	Playground problem			
	Traffic stress	Drainage	Pest and weeds	Other
Number (No.)	2	3	14	8
Ratio (%)	7.4	11.1	51.9	29.6

Table 2. Problems of artificial turf in the school playground.

Respondent	Playground problem			
	User injury	Crumb rubber loss	Elasticity deterioration	No response
Number (No.)	4	10	2	7
Ratio (%)	17.4	43.5	8.7	30.4

한 바 있어, 이러한 관리 내역에 비용(Table 4)이 지출된 것으로 판단된다.

인조잔디 학교 운동장의 연간 관리비용의 사용처는 Table 5와 같다. 인조잔디 학교 운동장에서는 인조잔디 수리나 교체에 소요되는 비용이 43.5%로 가장 높았다. 인조잔디 운동장은 사용 연한이 오래되거나 사용 강도가 강해지면 잔디 상태가 나빠지게 되어 내구연한(보통 7-8년)이 다하거나 사용에 불편함을 느낀 학교 구성원들의 교체 요구가 높아지게 된다(Cho and Oh, 2013). 그 다음으로 충전재 제거 및 보강, 운동장 청소에 예산이 소요되었다. Table 2에서처럼 충전재가 외부로 유실되어 부족해지거나 한쪽으로 몰리게 되면 운동장 이용자에게 불편을 초래하거나 부상을 유발할 수 있다. 따라서 주기적인 운동장 청소가 필요할 것으로 판단된다.

초중고교 천연잔디 운동장과 인조잔디 운동장 관리 담당자들의 잔디 관리 정보를 얻는 출처는 Table 6과 같다. 천연잔디 학교 운동장 관리 담당자들의 66.7%는 인터넷 웹 사이트에서 정보를 얻었다. 답변자의 14.8%는 책에서 관리 정보를 구했으며, 소수의 응답자들은 교육 세미나나 잔디 전문가들로부터 정보를 얻은 것으로 나타났다. 천연잔디 관리 교육은 (사)한국잔디학회, (사)한국그린키퍼협회, 골프장, 농약 회사 등을 통해 세미나, 워크숍 등의 형태로 주기적으로 접할 수 있다. 응답자들이 인터넷이나 서적보다 교육 세미나를 통해 정보를 얻고 인적 교류를 할 수 있도록 교육 프로그램을 개설하거나 기존 교육 프로그램에 적극적으로 참여시키는 등 시스템을 만드는 것이 중요할 것으로 판단된다.

인조잔디 학교 운동장 관리 담당자들은 응답자 중 47.8%가 인터넷 웹 사이트에서 정보를 얻는다고 답하였다(Table 6). 응답자의 13.0%는 인조잔디 운동장 조성에 관여한 기업체 담당자 등 전문가로부터 정보를 얻는 것으로 나타났다. 인조잔디 학교 운동장 담당자는 책으로부터 정보를 얻는다는 응답자가 없어 관련 서적의 필요성이 제기되었다. 실제로 필자가 우리나라 두 곳의 대형 서점 [교보문고(<http://www.kyobobook.co.kr>), 영풍문고(<http://www.ypbooks.co.kr>), 검색어: 인조잔디] 홈페이지에서 인조잔디를 검색어로 조사한 결과 참고 서적이 없는 것으로 확인하였다. 따라서 천연잔디에 비해 인조잔디의 관리 정보 획득은 매우 제한적인 것으로 보인다. 인조잔디 관리가 운동장 조성 업체나 일부 관리 업체에 의해 이루어지고 있고 그 내용이 기업 정보에 해당되어 공유되기 쉽지 않기 때문이다(Park, 2017). 우리나라는 인조잔디

Table 3. Annual management costs of natural turfgrass and artificial turf in the school playground.

Playground type ^z	Management cost (thousand won)				
	Less than 1,000	1,000-5,000	5,000-10,000	More than 10,000	No response
Natural turfgrass (%)	59.3	33.3	3.7	3.7	0.0
Artificial turf (%)	65.2	0	13.0	4.4	17.4

^z Twenty-seven natural turfgrass playground and 23 artificial grass playground management managers (teachers or staffs) responded respectively.

Table 4. Major spending areas of natural turfgrass playground management budget in the school.

Respondent	Budget expenditure area			
	Purchase of sod	Purchase of pesticide and fertilizer	Purchase of equipment	Other
Number (No.)	3	17	3	4
Ratio (%)	11.1	63.0	11.1	14.8

Table 5. Major spending areas of artificial turf playground management budget in the school.

Respondent	Budget expenditure area			
	Turf repairs	Removal and replace of crumb rubber	Turf cleaning	Other
Number (No.)	10	6	2	5
Ratio (%)	43.5	26.1	8.7	21.7

운동장이 많은 만큼 효율적인 관리를 위해서 관련 서적의 출판, 연구의 활성화 및 정보의 공유가 필요할 것으로 판단된다.

초중고교 천연잔디 운동장과 인조잔디 운동장의 관리 담당자들이 지방자치단체나 중앙 정부로부터 지원받기를 원하는 분야는 Table 7과 같다. 천연잔디 학교 운동장 담당자들은 답변자 중 51.9%와 40.7%가 각각 인력과 예산 지원을 원하는 것으로 나타났다. 하지만 인조잔디 운동장 관리 담당자들은 예산과 인력을 지원받고 싶다는 의견으로 각각 52.2%와 21.7%를 나타내 다른 의견을 보였다. 기타 장비 지원과 관리 교육을 받고 싶다는 의견이 있었다. 이러한 차이는 잔디의 특성과 관계된 것으로 보인다. 천연잔디는 생육기간 중 깎기, 관수, 비료 및 농약 살포 등 주기적인 관리에 인력이 필요하다. 또한 물 부족에 따른 건조, 병충해 발생 등 외부적인 환경 변화에 적절한 전문가적 상황 판단이 필요하다. 하지만 대부분의 천연잔디 학교 운동장 운영 학교에서는 깎기 장비만 보유하고 있어 예고 관리, 제초 등 기본 관리만 이루어지고 있는 실정이다(Han et al., 2015). 관수 시설도 대부분의 학교에서 초기 설치 비용의 부담으로 인해 지반 작업 때 설치를 하지 않아 이동식 스프링클러 관수에 의존하고 있었다(data not shown). 따라서 천연잔디 학교 운동장을 조성한 학교에서는 원활한 관리를 위하여 전문 인력이 필요했던 것으로 보인다. 이에 비해 인조잔디 학교 운동장에서는 비정기적으로 스위핑, 브러싱 등 주로 장비에 의해 이루어지는 작업이 필요하다(Meyers and Bamhill, 2004; Lee et al., 2006). 인조잔디 운동장에서 관리의 위해서 고가의 장비가 필요하지만, 인조잔디는 생물체가 아니기 때문에 천연잔디 운동장의 생육기 중 주기적인 잔디 깎기와 같이 잦은 장비의 사용은 필요하지 않다. 실제로 필자 조사에 따르면 인조잔디 학교 운동장을 운영하고 있는 23개 학교 중 3개 학교에서만 브러싱 장비를 보유하고 있었다. 나머지 학교는 장비가 갖추어져 있지 않았고, 브러싱을 포함한 필수적인 잔디 관리는 외부 업체에 의뢰하고 있었다(data not shown). 따라서 이러한 상황으로 인해서 인조잔디 운동장 관리 담당 답변자의 52.2%가 예산이 필요하다고 대답한 배경이라고 판단된다.

본 연구 결과를 종합해 보면 초중고교 천연잔디 운동장과 인조잔디 운동장은 매우 적은 비용으로 최저 수준의 관리가 이루어지고 있었고, 관리 담당자들은 제한된 정보로 잔디관리에 어려움을 겪고 있는 것으로 나타났다. 천연잔디 및 인조잔디 학교 운동장 관리 담당자들을 대상으로 적은 예산이라도 효율적으로 집행할 수 있도록 운동장 관리에 필요한 체계적인 교육이 필요해 보인다. 설문 답변자들은 지방 정부 또는 중앙 정부로부터 현재보다 많은 예산 또는 인력의 지원이 필요하다고 답변하였다. 현재 우리나라의 많은 학교에서 천연잔디 및 인조잔디 학교 운동장의 조성이 지속되고 있는 것을 고려하면, 효율적인 운영을 위해 중앙 정부, 지방 정부, 교육청 등 관계 당국에서 학교별로 교육 환경에 맞는

Table 6. Main sources of information for management of natural turfgrass and artificial turf playground.

Playground type ^z	Sources of information (%)				
	Seminar	Grass expert	Internet Web site	Book	No response
Natural turfgrass	3.7	3.7	66.7	14.8	11.1
Artificial turf	4.4	13.0	47.8	0.0	34.8

^z Twenty-seven natural turfgrass playground and 23 artificial grass playground management managers (teachers or staffs) responded respectively.

Table 7. Areas that teachers and staff would like to be supported by national or local government for school playground management.

Playground type ^z	Areas that need support (%)				
	More budget	More people	More equipment	Management training	No response
Natural turfgrass	40.7	51.9	0.0	7.4	0.0
Artificial turf	52.2	21.7	8.7	8.7	8.7

^z Twenty-seven natural turfgrass playground and 23 artificial grass playground management managers (teachers or staffs) responded respectively.

적절한 지원이 필요할 것으로 판단된다. 또한 전국에 조성된 천연잔디 및 인조잔디 학교 운동장의 기반 및 운영 실태에 대한 전문가의 현장 연구를 통하여 구체적인 문제점을 파악한 다음 학교 운동장 정책 당국에 제안하여 반영하는 것이 필요해 보인다.

요약

우리나라 초등학교·중학교·고등학교에서 천연잔디 운동장과 인조잔디 운동장은 학생에게 안전하고 모든 계절에 사용할 수 있다는 각각의 장점을 가지고 있어 맨땅 운동장의 대안으로서 그 수가 증가 추세에 있다. 천연잔디 운동장과 인조잔디 운동장 관리 실태를 파악하고 문제점을 개선하는 것은 학생들의 건강한 학습을 위해서 매우 중요하다. 하지만 천연잔디 학교 운동장과 인조잔디 학교 운동장의 관리 실태에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 본 연구는 천연잔디 운동장과 인조잔디 운동장을 운영하고 있는 각 130개 학교(총 260개교)에 설문지를 보낸 후 운동장 담당자로부터 회신 받은 내용(천연 27개, 인조 23개)을 근거로 작성된 결과이다. 천연잔디 학교 운동장에서 발생하는 주요 문제는 병해충 잡초>배수>답압 순이었다. 반면에 인조잔디 학교 운동장에서는 충전재 유실과 이용자 부상이 주요 발생 문제였다. 천연잔디 및 인조잔디 학교 운동장의 연간 관리 비용은 1,000천 원 이하가 각각 59.3%와 65.2%로 가장 높게 나타났다. 관리 예산은 천연잔디 운동장에서 주로 농약과 비료 구입에 지출하였고, 인조잔디 운동장에서는 잔디 보수와 충전재 제거 및 보강에 소요되었다. 각 운동장 관리 담당자들은 주로 인터넷을 통해서 관리 정보를 얻는다고 대답하였다. 천연잔디 학교 운동장 관리 담당자들이 중앙 정부나 지방 정부에서 가장 바라는 것은 인력 지원(51.9%)이었지만, 인조잔디 운동장 관리자들은 예산 지원(52.2%)이 가장 필요하다고 대답하였다.

주요어: 운동장 관리, 인조잔디운동장, 조사, 천연잔디운동장

Aknowledgements

This work was supported by National Research Foundation (NRF) of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2018R1D1A1B07041214). I thank the financial support of NRF. Also, I am deeply grateful to Lim Ho-Dong, an undergraduate research assistant.

Authors Information

Seog-Won Chang, <https://orcid.org/0000-0003-2053-6833>

References

- Beard, J.B. and Green, R.L. 1994. The role of turfgrasses in environmental protection and their benefits to humans. *J. Environ. Qual.* 23(3):452-460.
- Chang, S.W. 2019. Satisfaction survey on the types of playground for teachers and staff in elementary, middle, and high schools nationwide. *Weed Turf.* 8(1):49-56. (In Korean).
- Cho, M.H. and Oh, B.D. 2013. Sustainability of remodeling school sports field. *J. Kor. Soc. for the Study of*

- Physical Education. 17(4):297-310. (In Korean).
- Chong, S.K. and Ok, C.H. 2006. Effect of rootzone mixes amended with crumb rubber on the physical properties" Kor. Turfgrass Sci. 20(1):83-91.
- Han, S.W., Soh, H.S., Won, S.Y. and Ju, Y.C. 2015. Present state of turf management of school playgrounds in Gyeonggi province of Korea. Weed Turf. 4(4):405-412. (In Korean).
- Hwang, U.H., Kwon, Y.S., Jeong, T.H. and Jeong, S.M. 2013. Study on the development of eco-friendly filler for artificial turf. J. Korean Soc. of Urban Environment. 13(2):141-146. (In Korean).
- Kim, H.H., Lim, Y.W., Kim, S.D., Yeo, I.Y., Shin, D.C. and Yang, J.Y. 2012. Health risk assessment for artificial turf playground in school athletic facilities: Multi-route exposure estimation for use patterns" Asian J. of Atmospheric Environment. 8(3):206-221.
- Kim, S.J. 2015. Artificial lawns at 174 schools contaminated. The Korea Times. <http://www.koreatimes.co.kr> (Accessed Oct. 6, 2015). (In Korean).
- Layt, T. 2015. Artificial turf is an alternative to concrete not grass. http://www.landscapegardeningplants.com/landscape_news/turfvsfake (Accessed Sept. 29, 2015).
- Lee, J.P., Park, H.C. and Kim, D.H. 2006. Comparison of play ability of soccer fields with natural turfgrass, artificial turf and bare ground. Kor. Turfgrass Sci. 20(2):203-211. (In Korean)
- Lee, K.K., Lee, D.T. and Lee, J.H. 2011. Gender differences in lower limbs kinematics and kinetics during cross cutting maneuver. Korean J. Sport Science. 22(4):2321-2329. (In Korean).
- Lim, J.B., Yu, J., Lee, J.Y. and Lee, K.S. 2015. Comparison of thermal effects of different school ground surface materials - A case of Yooljeon elementary school-. J. of the Kor. Association of Geographic Information Studies, 18(2):28-44.
- Meyers, M.C. and Barnhill, B.S. 2004. Incidence, causes, and severity of high school football injuries on field turf versus natural grass. Am. J. Sports Medicine 32(7):1626-1638.
- Min, S.H. and Kim, Y.H. 2014. A study on the combustion test of artificial turf installed on field. Fire Sci. Eng. 28(2):48-53. (In Korean)
- Park, B.J. and Cho, J.Y. 2007. Content of mineral elements, heavy metals, total coliform and benzo (a) pyrene of turfgrass planting at playground soil in elementary school of Jeollabuk-do. J. of Env. Impact Assessment 16(4):241-250. (In Korean).
- Park, N.J. 2017. Study on actual conditions of artificial turf filler and satisfaction with the filler (Focused on rubber chips and natural chips). JWellness 12(1):409-424.