

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야	수행기간	연구실	책임자
학교운동장 천연잔디 품종육성 및 관리 기술개발		잔디	'14~'18	농업기술원 작물연구과	최병열
학교운동장 관리기술 현장 적용확대 연구		잔디	'15~'18	농업기술원 작물연구과	최병열
색인용어	잔디, 한국잔디, 잔디관리, 학교운동장, 천연잔디운동장, 잔디품질				

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of primary management practices of turf grass(Zoysiagrass) in 16 school playgrounds of Gyeonggi province for 4 years.

The primary management practices, pest and weed control pre-emergence and when problems occurred, 3 times fertilization per years, irrigation every 7 days, mowing about 12 times per year, aeration once per year along with topdressing sand and rolling were practiced in tested playgrounds.

Turf play ground soil hardness, soil moisture content, turf density, turf uniformity, turf overall quality and user's satisfaction level were investigated to evaluate effects of management practices.

As the results, soil hardness decreased by aeration and sand topdressing, soil moisture content in dry season increased by irrigation and aeration, turf quality and density were improved by primary management practices, resulting in play-ability and satisfaction level on playground of school children and other users. We can conclude that all these positive effects will be helpful for dissemination natural turf school playgrounds.

Key words : Turfgrass management, School playground. Turfgrass Quality, Zoysiagrass

1. 연구목표

학교 운동장은 학생들의 체육활동을 비롯하여 수업이 끝난 후 다양한 놀이를 통한 스트레스 해소와 여가 활동이 이루어지는 곳이다. 또한 정서적, 신체적 건강 증진의 장소이자 학생들간의 상호관계를 통해서 사회성을 함양하는 장소이기도 한 중요한 공간이다.

한편 일반적으로 천연잔디는 인조잔디에 비해 관리가 까다롭고 관리 비용이 많이 드는 경향이 있으나 저렴한 조성 비용과 반영구적인 내구연한을 고려하면 천연잔디 운동장 비용이 인조잔디에 비해 적은 것으로 보고되고 있다(Han et al, 2015). 천연잔디는 전문적인 잔디 관리가 필요하고 계절에 따른 사용 제한과 같은 제약 요인에도 불구하고 자연과의 교감을 가질 수 있는 기회를 제공하고 사회성을 함양하는데 도움을 준다. 잔디의 녹색은 자연이 주는 힐링의 색으로 몸과 마음에 정서적 안정을 가져다 주고 스트레스를 완화하며, 기분을 좋게 하고 안락함을 주는 것으로 잘 알려져 있다. 대부분의 거주공간이 도시지역으로 집중되면서 이러한 천연잔디의 장점들이 부각되고 자연스럽게 잔디 운동장에 대한 관심이 높아지고 있으며, 경제성장과 더불어 앞으로 학교운동장에 천연잔디 설치가 점차 늘어날 것으로 기대가 되고 있다.

그러나 이처럼 학생들에게 좋은 환경을 만들어 주기 위해 학교운동장에 천연잔디가 점진적으로 조성되어 왔으나 현재 Han et al(2015)의 조사에 의하면 전국 초중고 학교의 8.5%, 경기도의 경우 2% 정도만이 천연잔디 운동장이 설치될 정도로 여전히 활성화되지 못하고 있다. 이러한 이유중의 하나는 잔디 설치 후 관리가 미흡하여 운동장 잔디품질이 이용자의 기대에 미치지 못해 만족도가 낮기 때문으로 판단되었다. 학교운동장에 천연잔디 조성은 자연과의 교감을 통한 정서안정 등 학생들에게 주는 많은 장점에도 불구하고 천연잔디 운동장 보급이 활성화될 수 있도록 학교환경에 적절한 연중관리 시스템을 개발하고 현장에 접목하여 체계적인 관리로 운동장 잔디 품질을 향상시키고 활용도를 높이는 노력에는 미흡한 점이 많았다.

특히 경기도내 천연잔디 학교운동장 잔디관리 실태조사 결과에 의하면 초중고 학교운동장의 65%가 훼손된 잔디 보식이나 통기배토 등 적극적인 갱신작업과 잔디관리를 통한 운동장 잔디 품질 향상이 필요한 것으로 보고되었다(Han et al., 2015). Hwang and Choi (1999)에 의하면 잔디관리의 가장 기본 작업인 깎기를 18mm 높이로 하였을 때 깎기 빈도를 한번에 깎기높이의 1/3정도만 잘려지도록 자주할수록 가시적 잔디밀도 뿐만 아니라 분얼경수도 유의하게 증가되었음을 보고하였다. 시비는 일반 작물에서와 같이 잔디의 생육에 가장 큰 영향을 미치는 요소로 건강한 잔디생육을 위해서는 적절한 시비가 필요하다. 특히 이용이 많은 학교운동장이나 스포츠키장은 답압 스트레스로 광합성양이 줄고 잔디 생육이 급격히 감소한다(Seo et al., 2015). 따라서 답압과 훼손으로 부터 회복을 기대하기 위해서는 적절한 잔디의 생장이 필요하다. Bae et al. (2015)은 시비량에 따른 한국잔디의 지상부와 지하부 생육평가에서 잔디 생육과 토양 화학성을 고려한 적정 질소비료 시비량은 10a당 24kg으로 판단하였다. 스포츠 잔디관리의 가장 어려움이 답압(traffic)인데 답압은 토양 고결화를 일으켜 토양중의 공기를 감소시키고 지하부 뿌리의 생육은 물론 지상부의 생육을 저해하게

된다(Harivandi, 2002, Carrow, 1980), 스포츠운동장에 발생하는 토양답압은 주로 토양깊이 7.6cm 이내에서 발생되는데(Sheard, 2018) 이를 개선하는 관리방법은 기계적으로 원통형의 토양을 뽑아내어 구멍을 내어주는 통기작업이 가장 빠르고 확실한 방안으로 통기작업이 이용되고 있다(Goatley et al., 2008). 운동장 대한 잔디관리 프로그램의 중요한 목적은 좋은 생육조건을 만들어주어 잔디가 건강하게 자라 활용하기에 좋은 잔디운동장을 제공하는 것으로 가장 중요한 요소는 깎기, 시비, 관수, 토양관리를 이용정도나 관리환경에 맞게 적용하는데 있다고 하였다(New Jersey Turfgrass Association, 2014).

따라서 본 연구는 한국잔디로 조성된 학교운동장을 대상으로 잔디 품질유지와 활용도 증진을 위하여 주요 잔디관리 작업인 잡초 및 병충해 방제, 깎기, 시비, 관수, 통기, 배토 및 균평 등으로 설정된 관리기술을 학교현장에 적용하고 그 효과를 평가하기 위하여 수행되었다.

2. 재료 및 방법

학교 천연잔디운동장 관리기술 투입에 따른 효과를 평가하기 위하여 2015년부터 2018년까지 경기도내 수원, 평택, 안성, 화성, 포천 4개시군에 소재하는 학교를 대상으로 연도별로 4개학교 총 16개 학교에 관리기술을 투입적용하여 시험을 실시하였다.

표 1. 현장실증 대상학교

연도	개소수	학교명
2015	4	수원전산여고, 일죽초등학교, 고정초등학교, 송탄중학교
2016	4	장평초등학교, 보개초등학교, 현덕초등학교, 평택여자중학교
2017	4	원곡초등학교, 서탄초등학교, 개산초등학교, 서운중학교
2018	4	홍원초등학교, 현매초등학교, 지현초등학교, 포천고등학교
계	16	홍원초등학교, 현매초등학교, 지현초등학교, 포천고등학교

표 2. 투입된 관리기술 및 방법

구분	주요내용
전문관리 지원	보식 1회, 통기 1회, 배토 2회(전문기계 및 전문가 필요작업)
학교 자체관리	시비 3, 깎기 12 내외, 잡초방제 2회, 수시 잡초관리(손제초), 관수 (1회/2주 또는 위조발생초기),
현장컨설팅	시비, 깎기, 관수, 병충해 및 잡초관리

투입적용된 관리기술은 표 2와 같이 보식, 통기, 배토와 균평은 전문관리업체를 통하여 실시하였고 시비, 깎기, 병충해 및 잡초방제, 관수 등은 학교운동장 관리자를 통하여 실시하되 연구자가 현장방문시 컨설팅을 실시하였다. 보식은 훼손이 심한 경우, 병충해와 잡초방제

는 잡초발생이 심할 경우에만 실시하였으며 깎기는 연 12회를 기준으로 하되 잔디의 생육 속도가 느린 봄가을에는 2~4주 간격, 생육이 왕성한 여름철에는 7~10일정도 간격으로 4cm 내외의 높이로 예취하였다. 또 배토 1회차에만 통기작업후 실시하였고 2회차에는 통기작업 없이 실시하되 깊이가 5mm정도가 되도록 하되 깊은 곳에는 추가로 실시하였고 곧바로 균평작업을 실시하였다. 시비는 4월부터 10월까지 매월 m^2 당 질소 순성분 기준으로 4.0g을 살포하였고 관수는 기상에 따라 회당 4~6mm 수준으로 실시하였다. 또 관리기술 투입효과를 측정하기 위하여 토양수분, 토양경도, 잔디 밀도 등 품질을 조사하였다.

잔디품질은 포장시험에서 가장 일반화된 시각적 종합평가 방법인 9점척도(1~9)를 기본으로 하여 밀도, 색상, 질감 및 균일도 등을 종합적으로 고려하여 가장 품질이 가장 좋음을 9점(best quality), 허용할 만한 품질 수준을 6점(acceptable quality), 품질이 가장 나쁨을 1점(poorest quality)으로 하여 전반적인 생육이 불량할수록 낮은 점수를 부여하고 조사하였다. 기계적인 품질평가 방법으로는 660nm(Red)와 850nm(NIR) 파장대에서 반사율로 잔디품질 측정하는 Turf Color Meter(TCM 500 NDVI)를 이용하여 보완 조사하였다. 잔디밀도는 처리구별 잔디의 줄기 밀도를 시각적인 방법으로 9점 척도(1~9)로 조사하였다. 잔디 개체가 조밀하여 최고의 밀도 상태를 9점(highest visual density)으로 하여 밀도가 낮을수록 낮은 점수를 부여하였고 밀도가 가장 낮음을 1점(lowest visual density)으로 조사하였다. 경수는 잔디밭 토양샘플러(7cm*2cm*18cm (Depth))를 사용하여 샘플을 채취하여 조사하였다. 병 발생정도는 9점 척도(1~9)를 기준으로 병 발생 없음을 1점, 전체면적에 병 발생을 9점으로 하여 평가하였다. 잔디관리기술 학교현장 적용에 따른 만족도, 천연잔디 선호도, 유지관리 필요성, 사용제한 참여율 등은 현장적용을 실시한 2개 학교의 교직원과 학생들에 대하여 미리 준비된 7개 문항의 설문조사서를 배포하여 조사를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

1) 학교운동장 토양수분 함량, 토양경도, 잡초 및 병충해 발생정도

학교잔디 운동장의 토양수분, 경도, 잡초 및 병충해 발생정도를 조사한 결과는 표 3과 같이 나타났다. 먼저 토양수분은 5월 34.0>20.1>15.0%로 나타났는데 이는 조사전후의 강수량과 관수량에 의해 영향을 받은 것으로 판단되어 관리기술 효과를 독립적으로 산출하기는 어려우나 한발피해가 가장 크게 나타나는 7월 이후에도 15% 이상으로 나타난 것으로 보아 통기+배토 등 토양관리에 의해 토양의 공극 증가효과에 영향을 받은 것으로 생각된다. 또 토양경도도 통기+ 배토 전인 5월 말 16.5cm에 비하여 통기+배토후인 7월 말은 8.5cm로 낮게 나타나 통기+배토 등 토양관리에 의한 토양의 공극 증가의 영향을 받은 것으로 생각되며 잡초발생정도는 관리전 4.1에 비하여 관리후 1.7, 9월상순 병충해 발생정도는 1.2로 낮았는데 이는 주기적인 깎기작업과 수시방제 등 관리기술 투입효과로 판단된다.

표 3. 학교운동장 관리전후 토양수분 함량, 잡초 및 병충해 발생정도

토양수분(%)			토양경도(cm)		잡초발생정도(1~9)		병충해발생 (1~9)
5월	7월	9월	관리전	관리후	관리전	관리후	
34.0	20.1	15.0	16.5	8.5	4.1	1.7	1.2

2) 학교운동장 관리기술 투입 전후의 잔디 생육 및 품질변화

학교잔디 운동장의 관리전(5월)과 관리후(9월)의 잔디 생육 및 품질을 조사한 결과 표 4와 같이 시각적 잔디밀도는 6.3에서 8.0, 20cm² 당 경수는 18에서 27개, 잔디균일도 6.4에서 8.0, 녹색도 6.1에서 7.8로 향상되었으며 이를 종합한 잔디 품질도 5.8에서 7.8로 증가한 하는 효과가 나타났다. 이는 계절인 차이에 의한 효과도 있지만 Hwang and Choi(1999)이 잔디깎기를 자주 할 때 잔디밀도와 경수가 증가하였다는 보고, Bae et al(2015)이 시비에 의해 지상부와 지하부 모두 생장이 촉진된다는 보고와 Goatley et al(2008) 등이 답압에 의한 토양고결화시 통기작업의 효과가 있다는 보고로 볼 때 전술한 바와 같이 잡초, 병충해 방제 등에 의한 균일도 향상, 시비 및 관수에 의한 생육조장, 통기배토에 의한 토양물리성 향상, 깎기와 롤링 등에 의한 균일도 향상 등의 효과에 기인한 것으로 판단되며 따라서 잔디밀도, 균일도, 녹색도 등 잔디 품질향상을 위해서는 종합적인 관리가 필요하며 효과가 클 것으로 예상된다.

표 4. 학교운동장 관리전후 잔디 생육 및 품질변화

시각적잔디밀도 (1~9)		경수 (주/20cm ²)		잔디균일도 (1~9)		시각적녹색도 (1~9)		잔디품질 (1~9)	
관리전	관리후	관리전	관리후	관리전	관리후	관리전	관리후	관리전	관리후
6.3	8.0	18	27	6.4	8.0	6.1	7.8	5.8	7.8

3) 관리기술 투입 전·후 만족도, 선호도, 관리 필요성 인식변화

본 연구는 대상 관리기술을 투입하지 않은 처리가 없어 직접적인 관리기술 투입효과를 독립적으로 산출하기 어려우므로 관리전과 관리 후 인식에 대한 설문조사를 실시한 결과는 표 5, 6, 7, 8과 같았다.

설문대상은 4개년동안 16개 학교에서 교직원 276명과 학생 2019명으로 나누어 총 2295명을 대상으로 실시하였다. 먼저 관리기술 투입전과 투입 후 만족하다는 응답이 75%로 투입전 46%보다 높아졌으며 이에 따라 천연잔디 선호도가 80% 로 높게 나타났으며 이러한 결과는 교직원과 학생 모두 같은 경향이며 구성원별로는 교직원이 학생보다 만족도와 천연잔디 선호도 모두 더 많게 나타났다(표 5). 따라서 천연잔디운동장 관리로 운동장이 더 좋아져 이에 따라 천연잔디 운동장에 대한 선호도가 높아졌고 특히 관리부담자인 교직원들의 만족도가 더 높은 것으로 판단된다.

표 5. 관리기술 투입전후 만족도 및 천연잔디 운동장 선호도

설문대상	설문인원 (명)	관리기술 투입 만족도(%)		천연잔디 선호도(%)
		투입전	투입후	
교직원	276	*59 (163)	92(254)	94(259)
학 생	2019	44(888)	72(1456)	78(1567)
계	2295	46(1051)	75(1710)	80(1826)

※ () 안은 빈도

또 유지관리를 위해서는 교직원과 학생 등 학교구성원 적극적인 참여가 필요하므로 관리 기술 투입 후 참여의사를 조사한 결과 표 6과 같이 유지관리가 필요하다는 응답이 78%로 높았으며 나아가 필요시 사용을 일정기간 제한시 참여하겠다는 의사도 61%로 높아졌으며 이러한 경향은 교직원과 학생 모두 같은 경향으로 나타났으며 구성원별로 보면 교직원이 학생보다 높게 나타났는데 이는 전술한 바와 같이 교직원들이 관리부담을 느끼고 있어 유지관리에 더 관심이 많은 것으로 추론된다. 또 점심시간 이용율을 조사한 결과도 54%로 비교적 높았으며 특히 교직원이 많게 나타났다.

표 6. 유지관리기술 필요성, 사용제한 참여율 및 점심시간 이용율

설문대상	설문 인원(명)	유지관리 필요성(%)	사용제한 참여율(%)	점심시간 이용율(%)
교직원	276	*95(265)	94(258)	73(200)
학 생	2019	76(1527)	57(1146)	51(1029)
계	2295	78(1792)	61(1404)	54(1229)

※ () 안은 빈도

또 관리 후 천연잔디 운동장의 이용빈도를 조사한 결과 1개월 중 5일이하가 24%로 66% 이상이 5일이상 이용하고 있으며 거의 매일 이용하는 사용자도 43%로 높은 것으로 나타났으며 이러한 경향은 교직원과 학생모두 유사하였다(표 7). 따라서 이러한 설문조사를 종합해보면 관리기술 투입에 의해 운동장 품질이 높아져 만족도와 관리의 필요성과 참여의식은 물론 사용빈도도 상승하는 효과가 나타났으며 특히 관리부담자인 교직원의 경우가 관리기술 실증으로 인한 기술습득과 관리효과에 대한 만족도가 더 높게 나타난 것으로 생각된다.

표 7. 운동장 사용빈도(%)

설문대상	설문인원 (명)	운동장 사용빈도(%)				
		거의 매일	16~20일	11~15일	6~10일	5일 이내
교직원	276	*35(96)	10(27)	12(34)	15(41)	28(78)
학 생	2019	43(860)	8(167)	14(273)	12(246)	23(473)
계	2295	42(956)	9(94)	13(307)	13(287)	24(551)

※ () 안은 빈도

한편 천연잔디 학교운동장의 부적절한 관리 사례를 조사한 결과 표 8과 같이 나타났다. 잔디훼손시 운동장의 사용을 제한하는 것이 일반적으로 나타나 학생 및 학부모들의 불만사항으로 연결되는 경우가 많이 조사되었는데 사용제한보다는 적극적으로 보식하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 또 잡초발생이 많아 운동장 품질이 낮아지는 경우도 많았는데 발아전처리를 봄, 가을 2회 실시하고 더불어 소규모 잡초발생시 손제초 혹은 부분적인 잡초방제제 처리가 필요한 경우도 조사되었다. 한편 깎기 횟수가 너무 적고 높이를 아주 낮게 실시하여 잔디생육이 저조하거나 고사하는 경우가 많았으며 이를 개선하기 위해서는 연 12회내외(월 2~3회)로 빈도를 늘리고 깎기 높이를 4cm 정도에 맞추어 실시하도록 하여 잔디 밀도 등 운동장 품질을 높힐 수 있도록 하여야 하며 이에 필요한 승용 깎기장비를 구비하고 적절한 정비가 필요하며 관수 회수와 관수량이 적어 잔디생육이 부진한 곳도 조사되었는데 이를 개선하기 위해서는 관수시설을 구축하고 특히 지반조성시 자동관수 시설을 구축하여 위조발생시마다 충분한 관수가 필수적으로 생각된다. 또 운동장의 잦은 사용에 의한 답압으로 토양이 경화되어 잔디생육에 지장을 주는 곳이 많이 조사되었는데 전문관리 업체 용역등으로 통기 및 배토작업이 필요하며 특히 골대주변의 잦은 사용으로 인한 문제는 사용부하량이 많은 시기에 보조운동장을 설치하거나 골대를 자주 이동시켜 사용부하를 분산시켜야 할 것으로 나타났다.

표 8. 관리작업 단계별 문제점 및 개선방안

주요 문제점	적용 관리기술	개선방안
잔디 훼손 (사용빈도 높은곳)	*부분 보식	* 훼손시 사용제한보다 적극적 보식 필요
잡초발생	*발아전 방제처리 *손제초(보조수단)	* 발생전 예방처리(봄, 여름) * 발생 적은 운동장 : 손제초 또는 부분살포
깎기 미흡	*깎기주기 준수 *깎기 중요성 인식	* 승용 깎기장비 구비 * 깎기장비 관리 및 정비
관수 미흡	*관수시설(QC밸브)	* 잔디운동장 지반조성시 관수시설 구축 (Pop-up식 자동 관수시설)
토양경화	*통기 및 배토	* 전문관리 용역 지원

그 밖에 천연잔디 학교운동장 보급활성화를 위한 장애요인 및 지원방안을 조사한 결과 표 9와 같이 우선 천연잔디 학교운동장 설치후 기본적인 관리가 필요하나 비용이 부족하여 관리가 어려우므로 관리비 지원이 필요한 것으로 조사되었다. 또 관리주체가 학교자체의 교직원인 경우가 대부분으로 운동장 관리업무에 집중하기 어려우며 특히 통기, 배토, 균평 등 정밀작업이나 고가의 장비가 필요한 관리등을 중심으로 전문업체에 용역관리 등을 활성화가

필요한 실정이다. 한편으로는 운동장 설치시 혹은 설치후 사후관리 편리성을 고려한 관수, 배수 등 시설설치와 관리장비 지원 등이 필요하며 특히 잔디운동장 품질관리를 위한 사용 제한이 많이 발생하는 경우에 대비하여 학생수를 고려하여 운동장 크기를 설정하고 학생들의 야외활동에 필요한 여유공간 확보, 보조운동장 설치 등의 지원등이 천연잔디 학교운동장 보급에 꼭 고려할 지원책으로 판단된다.

표 9. 천연잔디 운동장 보급활성화 장애요인 및 활성화 방안

장애요인	활성화 방안
1. 천연잔디 운동장 관리비 부담	관리비 지원
2. 학교자체 교직원에 의한 관리	용역관리
3. 기반시설 등 시설미흡	사후관리 편리성을 고려한 관·배수 시설, 관리장비 지원
4. 잔디운동장 사용제한	여유공간 확보, 학생수를 고려한 설치

4. 적 요

경기도내 천연잔디 보급활성화를 위하여 기 개발된 연중관리 기술을 도내 16개 학교현장에 실증효과를 검토한 결과는 다음과 같다.

- 가. 운동장의 토양경도는 관리전 16.5에서 8.5mm, 잡초발생(1~9)은 4.1에서 1.7로 낮아지고, 시각적 잔디밀도(1~9)는 6.3에서 8.0, 잔디밀도(주/20cm)는 18에서 27, 잔디균일도(1~9)는 6.4에서 8.0, 시각적 녹색도(1~9)는 6.1에서 7.8로 증가하여 잔디품질(1~9)이 5.8에서 7.8로 증가하는 효과가 있었다.
- 나. 학생 및 교직원을 대상으로 설문조사 결과 관리기술 투입 만족도는 투입전 46%에서 투입후 75%로 향상되었으며 유지관리 필요성 인식도 78%, 사용제한 시 참여의사도 61, 점심시간 이용율도 54%, 월중 운동장 사용빈도도 5일 이상 66%, 거의 매일 42%로 높아져 연중관리 기술 투입에 의한 효과가 크게 나타났다.
- 다. 또 관리작업시 문제점(개선안) 잔디훼손(보식), 잡초발생(발아전 처리와 손제초, 부분잡초방제제 처리), 깎기 미흡(깎기방법 준수, 장비구입 및 정비), 관수미흡(관수시설 구축 및 위조시 충분한 관수)와 토양경화(통기 및 배토) 등으로 나타났다.
- 라. 천연잔디운동장의 보급 장애요인(활성화 방안)으로는 관리비부담(관리비 지원), 학교 교직원에 의한 관리(전문업체 용역관리), 기반시설 미흡(사후관리 편리성을 고려한 관·배수 시설 설치와 관리장비 지원)과 학교운동장 사용제한(여유공간 확보 및 학생수를 고려한 설치) 등으로 나타났다.

5. 인용문헌

- Bae, E.J., Han J.J., Lee, K.S., Park, Y.B. and Choi, S.M. 2015. Growth response of zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud.) as affected by nitrogen fertilizer application rate. Weed Turf. Sci. 4(4):397-404. (In Korean).
- Carrow, R.N. 1980. Influence of soil compaction on three turfgrass species. Agronomy J. 72(6):1038-1042.
- Goatley, M., Askew, S., Ervin E., McCall, D., Studholme, B., Schultz, P. and Horvath, B. 2008. Sports turf management in the transition zone. Pocahontas Press, Inc. Blacksburg, Virginia. pp. 61-75.
- 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. Sci. 4(4):405-412. (In Korean).
- Harivandi, M.A. 2002. Turfgrass traffic and compaction : problems and solutions. University of California, Div. of Agricultural and Natural Resources. Publication 8080. <http://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/8080.pdf>. (Accessed Feb. 5, 2018).
- Hwang, Y.S. and Choi, J.S. 1999. Effect of mowing interval, aeration, and fertility level on the turf quality and growth of zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud.). Kor. Turfgrass Sci. 13(2):79-90. (In Korean).
- New Jersey Turfgrass Association. 2014. 2014 Rutgers turfgrass proceedings of the green expo turf and landscape conference. Atlantic city, New Jersey. <https://turf.rutgers.edu/research/reports/2014/225.pdf>. (Accessed Feb. 5, 2018).
- Seo, J.Y., Chung J.I., Kim, M.C., Chung, J.S., Shim, D.B., Song, S.H., Oh, J.H. and Shim S.I. 2015. Effects of trampling on growth and development in *Zoysia japonica*. Weed Turf. Sci. 4(3):256-261. (In Korean).
- Sheard, R. W. 2018. Understanding turf management, Soil compaction(the thirteenth in a series). Sports Turf Newsletter. <http://archive.lib.msu.edu/tic/stnew/article/1994jun4.pdf> (Accessed Feb. 6, 2018).

6. 연구결과 활용제목

- 천연잔디 학교운동장 유지관리 지원('15, 정책제안)
(2015, 경기농업 경쟁력 제고를 위한 농업과학기술개발사업 주요성과)
- 천연잔디 학교운동장 전문관리 효과 및 지원('16, 정책제안)

- (2015, 경기농업 경쟁력 제고를 위한 농업과학기술개발사업 주요성과)
- 학교운동장 잔디품질향상을 위한 적정 연중관리 방법 개선('16, 영농활용)

(2016, 경기농업 경쟁력 제고를 위한 농업과학기술개발사업 주요성과)

 - 한국잔디로 조성된 학교운동장 잔디관리 현장 메뉴얼 활용('17, 영농활용)

(2016, 경기농업 경쟁력 제고를 위한 농업과학기술개발사업 주요성과)

 - 학교 운동장 천연관리 현장메뉴얼('17. 책자발간)

(2017, 경기농업 경쟁력 제고를 위한 농업과학기술개발사업 주요성과)

7. 연구원편성

과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
학교운동장 관리기술 현장 적용확대 연구	책임자	작물연구과	농업연구관	최병열	자료조사, 수행 총괄	'17~'18
	공동연구자	"	농업연구사	한상욱	자료조사, 과제수행총괄	'15~'17
	"	"	"	장정희	생육조사	'17~'18
	"	"	"	이종형	"	'17~'18
	"	"	농업연구관	지정현	연구결과검토	'18
	"	"	"	이해길	연구결과	'17
	"	행정지원과	"	김순재	연구결과검토	'17
	"	환경농업 연구과	농업연구사	소호섭	자료조사, 과제수행총괄	'15~'16
	"	"	"	이상덕	시험방향설정	'15~'16
	"	"	"	강창성	연구결과검토	'16
	"	"	"	원태진	생육조사	'15, '17~'18
	"	"	"	주영철	연구결과검토	'15