

월드컵 축구는 과학이다

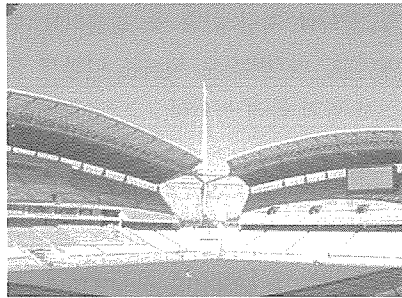
박 승 재 · 임 성 민 (과학문화교육연구소)

**62억 지구인의 축제 - 월드컵 축구에서
첨단 과학기술로 중무장하지 않은 팀은 결코 승리할 수 없다.
스포츠 의과학으로 단련된 체력과 물리학으로 해석되는 바나나킥,
그리고 유체역학과 기하학적인 패스는 축구 선수의 필수과목이다.
또한 월드컵 경기장들은 고전과 현대, 자연과 역사,
그리고 의지와 의미가 조화를 이루게 한 최첨단 건축·토목기술이다.
관전의 재미를 더해줄 '월드컵 축구 속의 과학'을 조명한다.
(편집자 주)**

62억 지구인의 축제 열기가 우리나라와 이웃 일본 땅을 달구고 있다. 월드컵 축구 경기는 단순히 축구라는 운동경기 차원만이 아니라 국가 경제, 외교, 문화, 과학기술 등이 관련되는 국가적 중대사이며 온 국민이 관여하고 즐기는 국민적 행사이다. 많은 사람들의 관심은 우리나라가 과연 사상 최초로 월드컵 본선 첫 승과 함께 16강에 진출할 것인가에 쏠려있고, 이를 위해 축구 관계자와 축구 선수들은 많은 노력을 기울이고 있지만, 우리 과학자와 과학교육자들은 축구가 멋진 과학의 탐구과제요, 경기장은 훌륭한 과학 탐방의 장소로, 월드컵 경기 후에도 과학문화의 장이 될 수 있다는 데 관심이 있다.

축구와 축구장의 과학 탐구

온 국민의 관심사인 월드컵 축구대회를 다시 들여다보면 거기에는 현대 과학이 바탕이 된 첨단 기술이 빠질



과학기술과 전통예술, 그리고 국민들의 정성으로 만든 종합작품(전주 월드컵 경기장 모습)

수 없는 주요 요소라는 것을 알 수 있다.

축구는 공을 가지고 발로 차면서 운동하는 단순한 경기 같지만 실은 축구를 잘 하려면, 축구 경기에서 이기려면, 그리고 축구를 보다 재미있게 즐겨 보려면 과학이 필수적이다. 또한 월드컵 대회와 같은 대규모 경기를 치르기 위해서 필요한 온갖 장비와 대규모 시설도 첨단 과학기술 없이는 이루어 낼 수 없는 일이다. 그야말로 '월드컵 축구는 과학이다.'

과학으로 보는 축구

작은 공 하나를 중심으로 22명이 운동장을 누비는 축구 경기는 체력과 지력을 바탕으로 과학적 기술을 보이는 멋진 공연이다. 경기장을 달리고 공을 차고 받는 축구의 모든 활동은 과학적으로 설명하고 예측할 수 있는 훌륭한 탐구거리이다. 축구 경기를 관전하는 것은 단순히 앉아서 눈으로만 보는 것이 전부가 아니다. 자기 편이 멋진 경기 모습에 힘찬 응원을 보내고 때로는 열광하며 온 몸으로 보는 경기다. 여기에다 과학을 알면 축구는 더할 나위 없이 재미있어진다.

보통 축구해설가나 중계자가 말하는 '공을 감아찬다'는 것은 무슨 뜻일까? 골키퍼와 수비수를 감쪽같이 속이고 마술처럼 휘어들어가는 멋진 슛은 어떻게 찰 수 있나? ('바나나킥의 비밀' 참조) 축구화 바닥에는 왜 봉이 박혀 있나? 수비수와 공격수 축구화의 봉의 개수가 같은가? 다르다면, 왜 다를까? 과학을 알면 이것들을 멋있게 이해할 수 있다. 이 묘미의 과학을 모르고 축구 경기를 보는 것은 두 눈 뜨고 반만 보는 형상일게다.

과학으로 하는 축구

직접 공을 차고 달리는 모든 활동에도 과학이 들어있다. 본질적으로 축구는 선수와 축구공, 바람과 잔디바닥 그리고 중력이 이루어내는 물리학의 기본인 역학의 작품인 셈이다. 또, 선수들의 개인기도 과학으로 설명되고 훈련될 수 있다. 룡 킥을 잘 차기 위해서는 공의 어느 부분을 차야 할까? 디딤발과 차는 발의 위치는 어느 정도가 적당하며 또 가장 좋은 몸의 자세는

어떠해야 할까? 반응시간보다 더 짧은 시간 동안 날아오는 패널티 킥을 막아 낼 수는 없을까? 과학적 접근이 아니 고서야 무엇을 어떻게 하여 이것을 탐 구해 낼 수 있겠는가.

과학으로 이기는 축구

축구에서 무엇보다 멋지고 통쾌한 것 은 힘있게 찬 공이 골대에 꽂히는 것이 고 그렇게 하여 경기에서 이기는 것이 다. 이기는 축구를 하려면 과학적인 전 술과 분석이 필요하다. 축구의 기본인 선수들의 체력은 물론이고 훈련과 전 술도 과학적으로 관리되어야 한다. 최

근에는 축구 경기에서 예측불허의 상 황, 소위 허를 찌르는 공격을 분석하거 나 장기적으로 팀이 승리하는 요인을 찾아내기 위해 카오스이론까지 도입되 고 있다.

여기에 '스포츠 과학'이 탄생될 수 밖에 없는 역사적 이유가 있는 것이 다. 이처럼 축구 경기에는 다양한 질 문과 탐구거리가 담겨있다. 축구의 과 학 탐구는 단순히 눈으로 보고 몸으로 뛰는 것만이 아니라, 축구를 과학으로 즐기고 과학으로 더욱 잘 할 수 있으 며 과학으로 이길 수 있다. 축구를 하 며 축구의 과학을 탐구하게 하는 것

은, 특히 청소년들에게 몸을 단련하고 손과 머리가 어울려 과학적 탐구의 기 회를 갖게하는 훌륭한 과학교육이다. 이것이 과학문화 활동의 한 본보기가 아닐까 한다.

월드컵 경기장의 과학 탐방

한 경기장에 2천여억원 들여 계획하 고 설계하여 시공한 우리나라의 월드 컵 경기장은 첨단과학과 기술, 전통예 술 그리고 전 국민의 정성으로 만들어 진 역사적 장소라 하겠다.

월드컵 경기장은 축구 경기를 하는 동안 선수들에게는 자신의 기량을 마 음껏 발휘하게 하고, 청소년을 비롯한 수만의 관람객이 함께 축구 경기를 안 락하게 관람할 수 있게 하는 곳이며, 축구 경기가 없는 때라도 청소년을 비 롯한 일반 관람객에게 첨단 건축 과학 기술과 전통예술 그리고 우리들의 정 성이 조화된 것을 보여줄 수 있는 홀 륭한 탐방 장소이며 과학교육의 장이 될 수 있다.

기둥과 지붕의 탐구

서울 월드컵 경기장의 지붕의 무게 는 8천톤에 이르지만 방패연 형상의 지붕을 단지 기둥 16개로 떠받치고 있 다. 어떻게 적은 수의 기둥으로 엄청난 무게를 지탱할 수 있을까? 대부분 의 경기장 지붕은 삼각형이 연속적으 로 연결된 트러스(truss)로 지탱되고 있다. 이렇게 대규모 건축구조에 쓰이 는 트러스 구조는 왜 사각형이 아니라 삼각형일까? 지붕 모양이 평평하지 않 고 부드러운 곡선인 까닭은 한국의 전 통 문양을 본뜬 것 말고 다른 이유가 있을까? 많은 경기장 지붕은 테프론이

바나나키의 비밀

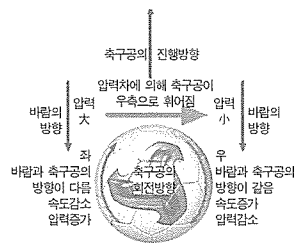
가끔 축구 경기에서는 입이 딱 벌어지는 그림 같은 골이 연출된다. 바로 브라질의 카를로스나 한국의 고종수 같은 프리킥의 마술사들이 엮어내는 작품이다. (중략)

과연 그들이 만들어낸 슛의 비밀은 무엇일까? 이렇게 절묘하게 휘어 들어가는 슛은 베르누이의 법칙으로 설명이 가능하다. 베르누이의 법칙이 없는 유체역학은 공기가 없는 지구와 다름이 없을 것이다. 베르누이의 법칙은 유체(流體, fluid, 기체나 액체와 같이 흐르는 물체)를 다루는 데 있어 떼어 놓고는 생각할 수 없는 법칙이다. "유체의 속력과 압력은 반비례한다"는 관계도 이 식에서 이끌어 낼 수 있다.

가끔 축구 경기에서는 입이 딱 벌어지는 그림 같은 골이 연출된다. 바로 브라질의 카를로스나 한국의 고종수 같은 프리킥의 마술사들이 엮어내는 작

그러면 이 멋진 법칙이 어떻게 축구공의 절묘한 굽음을 설명하는가?

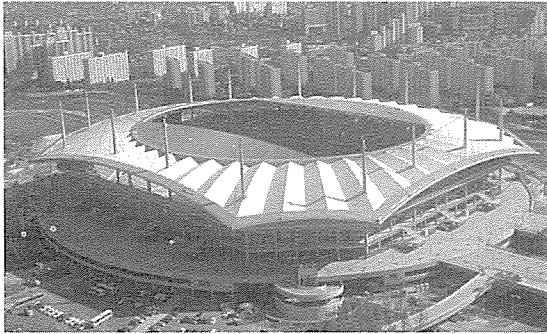
선수의 발을 떠난 회전하는 축구공을 생각해 보자. 축구공이 날아가는 동안 공기 입자들이 저항하게 된다. 즉, 공기 입자들이 축구공이 나아가는 방향과는 반대쪽으로 거슬러 흐르면서 공의 진행을 방해하는 것이다. 이때 왼쪽 그림처럼 축구공이 회전을 하며 나아가면 공의 좌우쪽 바람의 속도 차이가 생긴다. 왜냐하면 두 곳의 속도는 축구공과 공기의 속도를 합한 값인데, 공의 양쪽면 속도의 방향이 다르기 때문



이다. 그래서 축구공이 시계방향으로 회전하는 경우에는 축구공과 공기의 방향이 반대인 왼쪽은 바람의 속도가 느려지고, 방향이 같은 오른쪽은 속도가 빨라지게 된다. 이 결과는 베르누이의 법칙에 의해 상대적으로 왼쪽부분의 공기 압력이 증가하고 오른쪽은 감소하게 된다. 따라서 공은 압력이 큰 쪽에서 작은 쪽으로 힘을 받으므로 오른쪽으로 휘어지는 바나나키 되는 것이다.

이런 효과를 일반적으로 '마그누스 효과'라고 부른다. 이 효과는 비행기 날개에도 적용돼 무거운 비행기가 떠오르게 하는 양력을 일으키는데 공헌한다.

"과학으로 즐기는 축구" 중에서 (박승재, 오경진 저, 과학문화교육연구소, 2002.5 발행 준비자료)



8천여톤에 이르는 무게를 16개의 기둥이 떠받치는 서울 삼암 경기장의 거대한 지붕

라는 가볍고 매끄러운 유리섬유로 만들어져 있다. 프라이팬 바닥재로 쓰이는 것으로, 2백도의 열에 견디고 자동차에 깔려도 변형되지 않을 정도로 견고한 일종의 천이다. 테프론을 지붕 재료로 쓸 때 생기는 장점은 무엇일까? 비나 눈이 올 때 지붕 위에 고인 물이나 눈은 얼마나 무거울까? 이것들을 어떻게 처리하면 좋을까?

조명과 음향의 탐구

밤에도 축구 경기를 하기 위해서, 그리고 현장감있는 중계방송을 위해서 월드컵 경기장의 조명은 교실 밝기의 몇배 정도로 밝혀야 할까? 경기장 어디에도 그림자가 생기지 않으면서 골고루 밝게 하려면 조명등 몇개를 어디에 어떻게 달면 좋을까?

생생한 현장 중계를 위해 경기장의 스피커는 어디에 몇개나 있을까? 지붕이나 관중석에 의해 반사되는 메아리들을 없애는 방법은 무엇일까? 많은 경기장은 지붕 끝 안쪽에 스피커를 설치하였지만, 전주 경기장은 관중석 앞에 비스듬히 설치했는데 왜 그럴까? 또 다른 경기장은 소리를 한쪽 방향으로만 전달하는 특수 제작 스피커를 사용한다. 어떻게 소리를 한쪽 방향으로

만 진행하도록 할 수 있고, 이와 같은 스피커를 사용하는 이유는 무엇일까?

잔디와 배수의 탐구

경기 도중 폭우가 쏟아져도 경기를 계속하기 위해 경기장 시설들을 어떻게 했을까? 월드컵 경기장은 왜 굳이 비싼 천안 잔디구장에서만 하도록 규정되었을까? 넓은 잔디에 어떻게 물을 주고 햇볕을 쬐게 할까? 서귀포에 있는 제주 월드컵 경기장처럼 바람이 강하게 부는 곳에서는 잔디가 잘 자라게 하기 위해 어떻게 했을까? 그렇게 했을 때의 장단점은 무엇인가? 이처럼 월드컵 경기장은 구석구석 탐구거리로 가득하다. 어떤 것은 초보적인 수준에서 답을 할 수 있는 단순한 문제도 많지만, 물론 전공 분야의 전문 지식이 있어야 이해할 수 있는 복잡한 문제가 얼마든지 있다.

과학문화교육의 장으로

월드컵 경기장 과학탐방은 학생들에게는 학교를 벗어나 친근한 소재를 가지고 관찰하고 질문하며 토론하게 할 수 있다. 또, 일반인에게는 학창시절 배우고는 쓸모 없어진 과학 교과서 속의 지식이 아니라 일상생활 속의 과학 기술을 발견하고 질문하게 하는 기회를 제공한다. 과학탐방 활동 동안 참가자들은 교과서 연습문제와 같이 정답이 있는 문제같은 것을 푸는 것이 아니라 다양하게 설명하고 궁리해볼 수 있는 열린 문제를 만나게 된다. 더 나아가서 경기장을 탐방하며 스스로

질문거리를 찾게 된다. 하나의 정답을 찾아서 외우는 과학공부가 아니라 과학자들처럼 스스로 질문을 하고 문제를 설정하고 스스로 해결해 가는 발산적 탐구를 할 수 있는 좋은 마당이다. 또한, 월드컵 경기장은 과학의 전 분야와 기술이 어우러질 뿐 아니라 자연 환경과 전통문화가 어우러진 그야말로 종합작품으로서 과학, 기술, 환경, 예술 등 여러 분야에 걸친 통합주제를 토론하고 탐구하는 '학제간 문화교육'의 기회가 될 수도 있다.

지난 4월 과학의 달에는 한국과학문화재단의 지원을 받아 한달 동안 매주 주말에 초·중·고 학생들이 전국 10개 월드컵 경기장을 둘러보며 축구장에 담긴 과학 원리를 찾아보는 '월드컵 경기장 과학탐방'을 가졌다. 과학문화교육연구소(소장 박승재 서울대 명예교수)와 과학탐방연구회(회장 김동필 부천대 교수)가 마련한 이 행사에는 학급 단위 또는 가족 단위로 참가자가 매 장소당 평균 60명 이상씩 참여하였으며 서울의 경우 많은 사람들이 신청하여 예외적으로 3차례에 걸친 탐방에 연 3백여명이 참여하는 등 성황을 이루었으며, 참가한 학생과 일반인으로 부터 많은 호평을 받았다.

이제 온 국민이 정성과 노력을 투자한 월드컵 경기가 치러지고 있다. 성공적인 월드컵 행사에 중요한 것은 우리 선수들의 후회없는 선전은 물론이고 온 국민의 지원과 격려가 필요한 것이다. 또 이를 기회삼아 우리나라 청소년과 일반인의 과학 소양을 한단계 성숙시키는 기회로 삼는다면 더없이 훌륭한 월드컵 대회로, 과학문화교육사에 남으리라 기대한다. ⑤7