

MiU

2025 | VOL. 49

MiU

2025 | VOL. 49

technology *in motion*™

УНАПКОК





©Janus Ray/Red Bull Content Pool

ACCESS



Cover Story

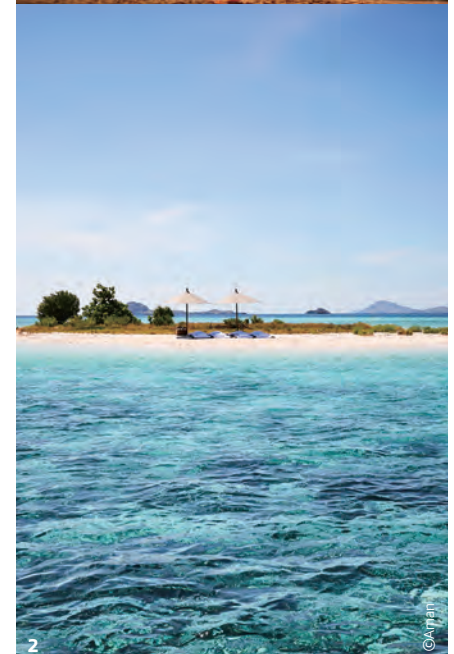
계간 <미>는 한국엔컴퍼니그룹이 사회공헌 활동의 일환으로 무료 제공하는 하이테크 매거진입니다. 매 호 표지는 한 가지 테마를 선정해 디자인합니다. 2025년 겨울호 표지는 '점화의 기술'에 대한 면면을 가려 뽑은 스페셜 섹션에서 모티프를 얻어, 문명의 경계를 우주로 넓히기 위해 로켓 노즐이 맹렬히 불을 뿜어내는 모습과 색감을 변용했습니다.

<< (왼쪽 페이지) FIA 월드 랠리 챔피언십(WRC) 2025 시즌이 대단원의 막을 내렸습니다. 전 세계를 돌며 도심 특설 스테이지부터 시골 마을 소로와 임도, 흙길은 물론 진창과 눈길을 가리지 않고 누빈 랠리스트들은 겨우 한숨 돌린 뒤 1월부터 다시 2026 시즌에 돌입합니다.

- 1 아이작 아시모프는 <파운데이션과 지구>에서 주인공의 입을 빌려 “기술은 항상 불에 기초를 두고 발전한다”고 말했습니다. 현대인의 상식으로서 다양한 점화의 기술을 일별하시기 바랍니다.
- 2 럭셔리 호텔 체인이 앞서거나 뒤서거나 슈퍼요트를 건조해 크루즈 상품을 내놓고 있습니다. 각자의 브랜드에 걸맞은 호사스러운 여행 상품을 바다 위로 넓히는 것이라 볼 수 있습니다.
- 3 국제사회는 '기후변화'가 현재와 미래 문명에 심각한 위협을 가하고 있음을 강조하기 위해 '기후 위기'라고 힘주어 일깨우고 있습니다. 즉각적이고 획기적인 대응을 독촉하는 경고인 셈인데, 과연 이 최후통첩에 오늘날 과학기술이 얼마나 대처할 수 있을까요?
- 4 2025년 11월 말까지 새로운 '1000만 영화'가 나오지 않았습니다. 물론 역대 1000만 영화 33편 중 10편은 11~12월 개봉한 후 이듬해 기록을 세운 것이니 아직 속단하긴 이릅니다. 2003년부터 2024년까지 33편의 1000만 영화를 연대기로 구성했습니다.



©Getty Images



©Aman



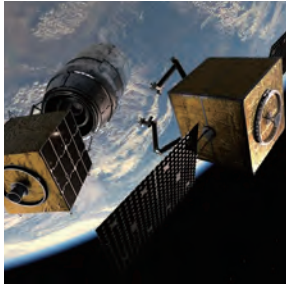
©Getty Images



©Marvel Studios

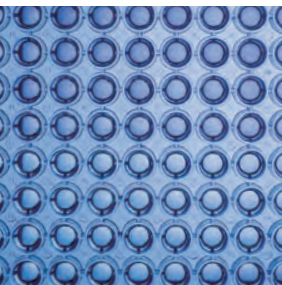
technology *in* motion™

CONTENTS



technology in motion™

MASTHEAD
계간 <뮤> 2025년 겨울호, 통권 제49호, 2025년 12월 9일 발행
정보간행물 등록번호 성남바 00038, 2016년 8월 18일 등록
발행 한국엔컴퍼니(주) 경기도 성남시 분당구 판교로 286 담당 커뮤니케이션팀 박진만, 윤혜영
편집 제작 (주)가야미디어 유 편집부 02-317-4921
구독 신청 miusurvey.com 주소 변경 및 기타문의 miu@kayamedia.com
<뮤>에 실린 모든 콘텐츠의 무단 전재와 복제를 금지합니다.





SPERA

How to Ignite

인류가 일상적으로 사용하는 에너지는 대부분 연료의 산화, 즉 화학반응을 통한 에너지 변환 과정을 통해 만들어진다. 연소를 이끌어내는 최초의 단계인 점화는 상대적으로 천천히 연소하는 불을 붙이는 과정에서 순간적 폭발을 일으키는 과정까지 여러 경우가 있다. 연소를 포함한 다양한 점화의 도구를 수집했다.

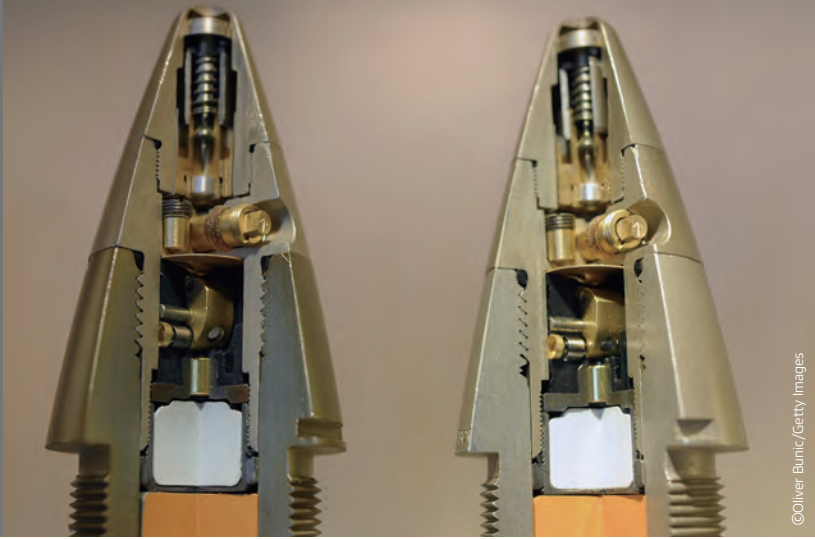
WORDS 안준하 PHOTOGRAPHS 게티이미지, 박남규, 셔터스톡, PR, Courtesy

01 Neutron Starter

원자력발전소는 어떻게 점화할까? 사실 핵분열 연쇄반응은 연소가 아니어서 원자로 가동 시작을 점화라고 할 수도 없고, 불을 붙이는 것처럼 간단한 행위도 아니다. 원전 시동은 연료봉을 장전한 노심에 연쇄반응 유도용 중성자원을 집어넣는 과정이라 할 수 있다. 우리나라의 핵분열을 이끌어내는 ‘마중물’ 격인 중성자원으로는 캘리포늄, 폴로늄, 라듐, 아메리슘, 플루토늄 등이 쓰인다. 이 중에서 캘리포늄을 제외하고는 모두 베릴륨과 혼합해 사용한다. 이들 원소에서 방출된 중성자가 충돌해 우라늄 원자핵이 쪼개지면 막대한 에너지와 함께 다시 중성자가 튀어나온다. 이제부터는 연쇄반응을 통해 계속해서 핵분열이 유지될 수 있으니 천천히 제어봉을 빼내 원자로의 목표 운전 상태에 도달하게 한다.

폴란드 바르샤바의 마리 퀴리 동상이 들고 있는 것은 원자로 시동을 중성자원으로 사용되는 폴로늄의 원자 모형이다.

◀(앞 페이지) 체코의 두코바니 원전 저장실에 보관된 핵 연료봉. 노심에 장전된 후 별도의 중성자원으로 연쇄반응이 유도된다.



©Oliver Bunc/Getty Images

02 Lead the Explosion

물질의 급속 팽창을 폭발이라고 한다. 급속 팽창을 일으키는 대부분의 폭발은 순간적인 연소 과정이라 할 수 있다(나중에 나올 분진 폭발도 마찬가지다). 순간적으로 연소하는 대표적인 물질이 연료와 산화제가 혼합된 화약이다. 화약을 사용하는 대표적인 제품은 군사 무기다. 이들은 안전을 위해 이중 점화 발사 방식을 택하고 있다. 총탄과 포탄의 장약(추진제)은 쉽게 폭발하지 않도록 제조돼 뇌관이 먼저 폭발해야 점화된다. 거의 모든 총탄의 뇌관은 특정 위치를 공기로 타격하는 물리적 점화 방식이다. 포탄은 사용 무기의 수준과 정밀성에 따라 총탄과 마찬가지로 물리적 점화 방식을 사용하는 경우가 있고, 전기적 점화 방식을 택하기도 한다. 또 총탄의 탄두는 단순 질량 무기지만 대부분의 포탄은 작약, 즉 발사 후 목표물에서 폭발시키기 위한 화약을 품고 있다. 이 작약을 점화하는 장치를 신관이라 하며, 기능과 목적에 따라 충격(순발)신관, 지연신관, 시한신관, 근접신관 등으로 구분된다. 미사일이나 어뢰처럼 고도로 정밀한 유도 무기에는 오작동 또는 의도하지 않은 폭발을 방지하는 안전·제어 시스템도 내장돼 있다.

세르비아의 방산 기업 슬로보다가 생산한 105mm 포탄용 신관의 단면. 포탄에 끼우기 위해 아래에 나사 홈이 있다.

03 Tiny Lightning

현대 문명의 혈액과도 같은 전기. 오늘날에는 간편한 점화 도구로 전기 스파크를 이용하는 경우가 많다. 전원에 연결된 가정용 가스레인지는 점화 및 화력 조절 노브를 끝까지 돌리면 버너에 전기 스파크가 일어 가스에 불이 붙는다. 가스보일러가 점화될 때도 스파크를 사용한다. 전원이 없는 휴대용 가스레인지는 기계적 압력을 가하면 전기가 발생하는 압전 소자를 이용해 스파크를 발생시킨다. 일회용 가스라이터에도 압전식 점화기가 내장된 경우가 많다. 라이터 애기가 나와서 말인데, 요즘은 USB 포트로 충전하는 아크 라이터—플라스마 라이터라고도 한다—도 많이 팔린다. 참고로 스파크(Spark)와 아크(Arc)는 둘 다 전기 방전이지만 스파크는 순간적이고 아크는 연속적이라는 차이가 있다(가정용 가스레인지는 단속적으로 스파크를 일으키는 방식이다).

전기 방전은 그 자체로 '점화'가 아니라 가연성 물질의 연소를 위한 열원의 역할을 한다. 충전식 아크 라이터.

©Park Namkyu

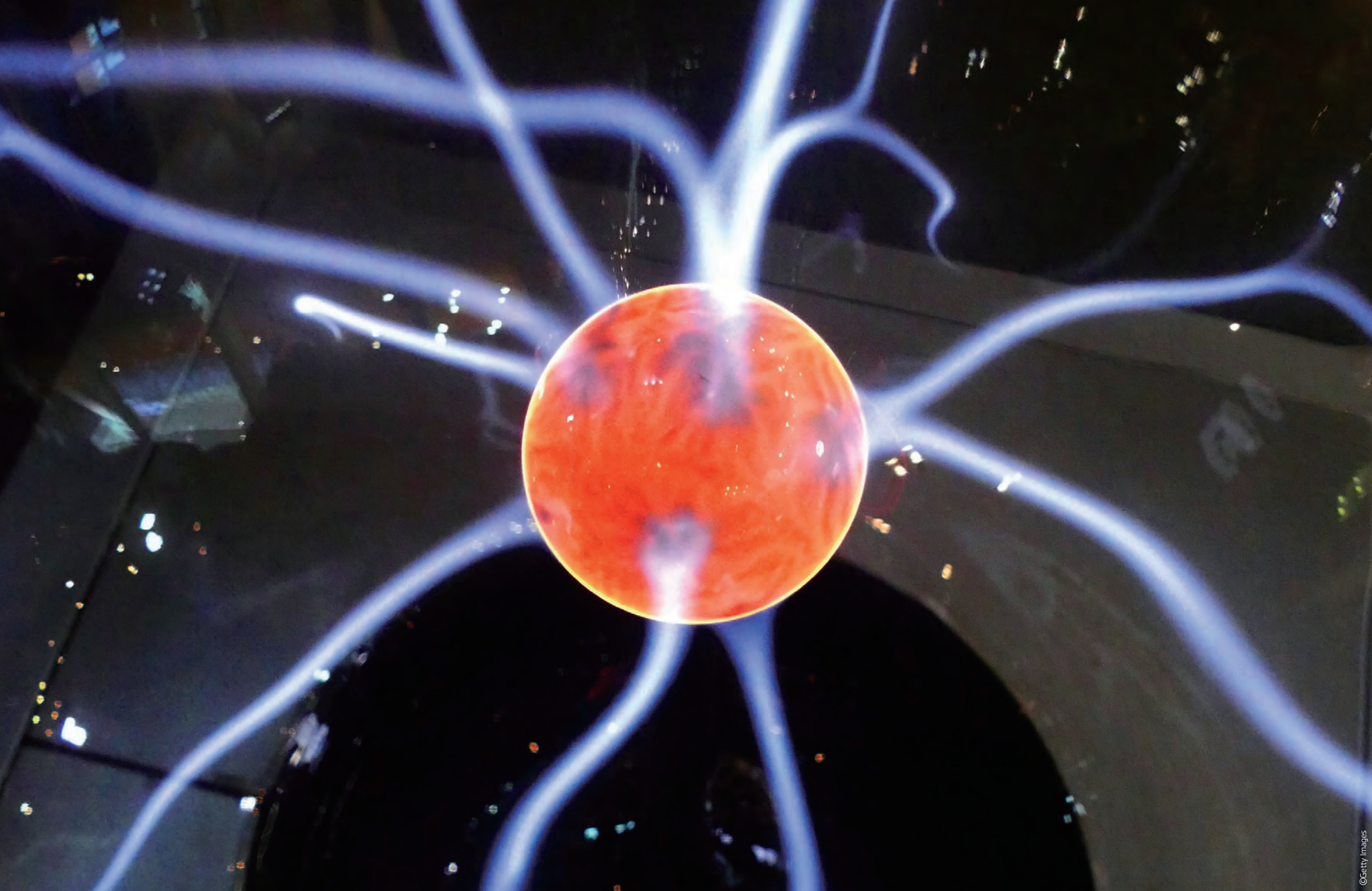


©Dmytro Skrypnykov/Getty Images

04 Chain Reaction

물질이 산화하며 열과 빛을 내는 연소 과정을 불이라 한다. 점화, 즉 불을 붙이는 데는 세 가지 조건이 필요하다. 첫째 연소 물질, 둘째 산소, 셋째 열원 또는 해당 물질이 연소를 일으킬 수 있는 온도. 우리 주변에 연소 물질(종이, 옷, 나무 등)과 산화제(공기의 21%가 산소)가 가득해도 연소 물질이 발화점에 도달할 만큼 뜨겁지 않으면 연소하지 않기 때문에 그냥은 불이 붙지 않는다. 이 세 가지 점화의 조건을 '연소의 3요소'라고 한다. 우리가 사실상 불이라고 일컫는 지속 연소는 계속해서 산화되는 연쇄반응이다. 라이터 또는 성냥조차도 점화 후 불을 옮겨 붙일 때까지 지속 연소를 위해 가스와 성냥개비라는 연료를 포함하고 있다. 이처럼 연료(연쇄반응)를 네 번째 조건으로 삼아 '연소의 4요소'라고도 한다.

연소 물질과 산화제를 혼합한 약품이 고정된 성냥 머리는 성냥갑의 마찰면에 문지를 때 발생하는 열로 발화점에 도달한다.



©Getty Images

05 Fast & Even

2020년 미국의 스타트업 트랜시언트 플라스마 시스템(TPS)은 자동차의 점화 플러그를 대체할 수 있다며 저온 플라스마 점화 시스템 콘셉트를 발표했다. 전극과 실린더 벽 사이에 플라스마를 일으켜 혼합기에 점화하는 방식으로 점화 속도가 훨씬 빠르고 낮은 온도에서 연소를 일으킬 수 있다는 주장이다. 초고속 점화는 더 짧은 시간 안에 전체 연료를 고르게 태울 수 있고, 연소 온도가 낮으면 질소 산화물과 폐열이 적게 발생해 오염을 줄이는 동시에 연료의 에너지 효율이 높아진다. 10~15%의 연비 향상 효과가 기대된다니 알뜰한 운전자뿐 아니라 고성능 차를 좋아하는 사람도 TPS 점화 기술을 환영할 만하다. 연소 속도가 빨라지면 피스톤이 실린더 위쪽을 향해 움직이는 상태에서 연소가 일어나는 것이 줄어 엔진이 더 매끄럽게 돌아간다고.

과학관에서 볼 수 있는 플라스마 구. 비활성 기체로 채워진 유리공 안의 고전압 전극에서 구의 내벽을 향해 방사상으로 저온 플라스마가 생성된다.



©Park Namkyu

06 Easy Way

영화 <캐스트 어웨이>에는 무인도에 조난된 주인공이 나무 막대를 비벼 불을 붙이는 데 성공하는 장면이 등장한다. 흥미로운 사실은 인류가 성냥을 시작으로 간편한 점화 도구를 사용하기 시작한 지 200년이 됐지만 영화 속 주인공을 포함해 여전히 전 세계 거의 모든 사람이 나무 마찰로 불을 피울 수 있다는 원초적인 방법론을 알고 있다는 점이다. 교육의 힘, 그리고 이 영화 같은 반복 학습의 힘일 게다. 실제로 나무를 비벼 불을 피우기는 대단히 어렵다. 그건 영화 속 주인공처럼 아무런 도구가 없는 상황에서나 해볼 만한(할 수밖에 없는) 일이다. 그래서 공군 조종사의 생존 키트에 포함되어 서바이벌 점화 도구로 유명한 것이 ‘마그네슘 파이어 스타터’ 또는 나중에 출시된 ‘파이어스틸’이다. 몇천 원에서 1만 원대로 구입할 수 있으니 궁금하면 해보시든가(물론 산불 등 화재가 일어나지 않도록 완벽하게 통제된 환경에서 시도하시라).

마그네슘 블록을 긁어낸 가루에 대고 부싯돌 역할을 하는 금속 봉에 칼이나 금속 막대를 내리쳐 발생하는 불꽃으로 점화하는 마그네슘 파이어 스타터. 마른 이끼나 낙엽 등의 불쏘시개에 금세 불을 붙일 수 있다. 나무를 비비는 것보다 훨씬 빠르고 쉽게.




07 The Most Complex Ignition

지난 11월 27일 우리 기술로 만든 네 번째 누리호가 성공적으로 발사됐다. 뉴스나 영상을 본 사람은 알겠지만 카운트다운이 채 끝나기 전 공무니에서 불길의 치솟는다. 액체연료 로켓인 누리호는 점화 과정이 매우 복잡하다. 먼저 파이로(Pyro) 시동기를 점화시키는데, 자동차 엔진처럼 전기 스파크가 아니라 전기난로처럼 전열선을 사용한다. 파이로 시동기는 터보 펌프를 구동해 추진제(연료와 산화제)를 가스 발생기로 보낸다. 가스 발생기는 일부 추진제를 연소시켜 펌프를 계속 돌리며 추진제를 연소실로 공급한다. 연소 사이클이 유지되면 시동기는 꺼진다. 노즐에서 뿜어져 나오는 밝은 화염이 누리호를 들어 올리는 추력을 발휘하는 연소 가스고, 옆으로 보이는 검은 연기는 가스 발생기에서 나오는 배기가스다. 누리호가 어느 정도 올라가면 불완전 연소된 배기가스에 불이 붙어 노란색 불기둥으로 보이기도 한다.

누리호의 75톤급 엔진 테스트 장면. 검은 연기는 1초에 260kg의 추진제를 공급하는 가스 발생기에서 배출되는 배기가스다.

08 High Density Risk

밀가루나 설탕도 폭발할 수 있다. 분진 폭발(Dust Explosion)이라는 현상이다. 앞서 연소의 3요소가 연소 물질, 산소, 열원이라고 했다. 분진 폭발은 분진(연소 물질), 산소, 열원에 더해 ‘고밀도 분산’과 ‘제한된 공간’이라는 두 가지 조건이 추가된다. 분진 폭발의 원인 물질은 목재, 금속, 플라스틱, 석탄 등 다양하지만 그중에는 식품도 포함된다. 예를 들어 1997년 프랑스의 곡물 저장 시설에서 곡물 분진으로 인한 폭발로 11명이 사망한 사고, 2008년 미국의 설탕 공장에서 설탕 분진이 폭발해 13명이 사망한 사고, 2015년 대만의 페스티벌에서 대량으로 뿌려진 옥수수 분진이 폭발해 15명이 사망한 사고가 있다. 어떤 분진이든 공중에 고밀도로 부유하지 않게 하는 것이 중요하며, 만약 이미 고밀도 분진이 존재하는 상황을 접하면 스파크나 불꽃 등의 열원이 발생하지 않도록 해야 한다. 

밀가루 분진이 고밀도로 부유하는 제한된 공간 속에 불꽃이 튀면 폭발의 위험이 있다.



PUSHER

Ready to Push

ABB FIA 포뮬러 E 월드 챔피언십이 열두 번째 시즌을 맞이했다. 시즌을 거듭할수록 치솟는 진화 곡선만큼이나 팬층을 확대해온 포뮬러 E는 2025/26 시즌에 좀 더 긴장감 있고 밀도 높은 장면을 선사할 것으로 기대된다.

WORDS 박종제 PHOTOGRAPHS 한국타이어앤테크놀로지, FIA 포뮬러 E

이번 시즌 포뮬러 E는 2025년 12월 6일 상파울루 개막전을 시작으로 2026년 8월 16일 런던 E프리까지 총 17개 경기를 치른다.

◀(앞 페이지) 새롭게 합류한 시트로앵 레이싱의 레이스카는 빨간색과 흰색, 파란색 리버리 아래 시트로앵 e-CX 파워트레인을 사용한다.



이번 시즌에도 더블헤더 첫 번째 라운드에는 모든 선수가 의무적으로 피트 부스트(경기 중 충전)를 해야 한다.

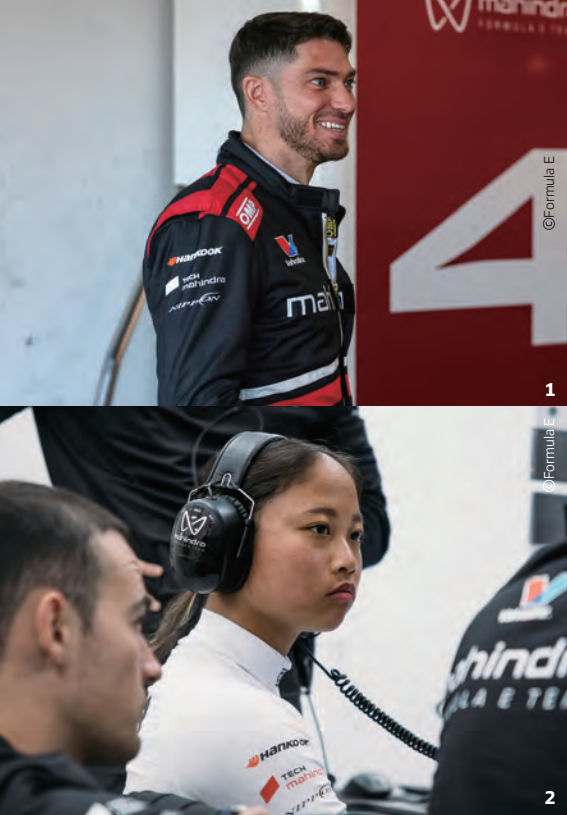
12년. 짧다면 짧고 길다면 긴 시간이다. 포뮬러 E의 12년 역시 두 가지 측면으로 해석할 수 있다. 우선 짧은 시간 안에 이제는 결코 놓칠 수 없는, 세계적으로도 아주 중요한 모터스포츠 시리즈로 자리 잡았다는 것. 다른 하나는 긴 시간 동안 모터스포츠 기술과 문화 양면에서 혁신을 주도하는 이니셔티브를 계속 유지하면서 지속가능성을 지키는 동시에 성장 가능성을 꾸준히 높여왔다는 것.

십이지(十二支) 열두 동물이 한 바퀴 도는 시간의 흐름을 건강한 성과로 치환할 수 있었던 원동력에는 매 시즌 지치지 않고 진화를 거듭한 노력이 있었다는 점을 인정해야 한다. 새 시즌에도 마찬가지다. 이제 열두 번째 시즌을 앞두고 있는 포뮬러 E는 또 한번 진화했다. 과연 2025/26 시즌에 포뮬러 E는 어떤 모습을 보여줄까?

5474랩을 소화한 프리시즌 테스트

지난 10월 말, 스페인 발렌시아의 리카르도 토르모 서킷에 20명의 시즌 엔트리 드라이버가 모여 나흘 간의 프리시즌(Pre-season) 테스트를 치렀다. 시즌 12에 참가하는 10개 팀은 각자 설정한 테스트 프로그램을 바탕으로 향후 경기 전략의 바탕이 될 수많은 데이터를 뽑아내는 소중한 시간을 보내며 3.376km 코스를 5474랩 소화했다.

여섯 세션에 걸쳐 거의 지구 반 바퀴에 달하는 거리(10개 팀 합산)를 달리는 동안 1분 21초 498이라는 베스트 랩타임을 기록한 드라이버는 마힌드라 레이싱의 에두아르도 모르타라였다. 이는 2021년(포뮬러 E 시즌 7) 역시 마힌드라 레이싱의 알렉산더 싱스 가레이스 중에 달성한 기존 최고 기록 1분 30초 081보다 8.5초가량 단축된 것이다. 테스트 주행과 레이스는 상황이 전혀 다르기 때문에 절대적으로 비교할



1

Formula E

2

수 있는 기록은 아니지만, 젠3 에보 레이스카가 더 빨라졌다는 것만큼은 단적으로 입증됐다.

두 번째 여성 드라이버 테스트

수영, 육상, 축구 등 대부분의 스포츠는 일반적인 신체 능력 차이에 의해 남성과 여성 경기가 구분될 수밖에 없다. 그런데 신체 능력과 무관하게 양성이 평등하게 경쟁할 수 있는 스포츠도 있다. 그중 하나가 모터스포츠다. 최근 FIA는 ‘FIA 걸스 온 트랙’ 프로그램 등 모터스포츠의 여성 인력 확대를 위해 다양한 노력을 기울이고 있다.

여기에 발맞춰 여성 참여를 권장하고 구조적 장벽을 철폐하는 데 함께 노력해온 포뮬러 E는 지난 시즌부터 여성 드라이버 테스트를 개최하고 있다. 당시 초청된 여성 드라이버 중 5명은 올해 모터스포츠 무대에서 새로운 역할을 부여받았다.

이번 프리시즌 테스트 마지막 날에도 두 세션의 여성 드라이버 합동 테스트가 진행되어 그들의 재능을 다각적으로 검토할 수 있었다. 올해는 지난해의 두 배에 달하는 6시간 동안 10개 팀이 1~2명씩 발탁한 14명의 엘리트 드라이버가 현직 포뮬러 E 드라이버가 타는 것과 동일한 젠3 에보 레이스카에 올라 리카르도 토르모 서킷을 달리며 여성의 레이스 퍼포먼스 데이터를 뽑아냈다.

어쩌면 머지않은 시기에 포뮬러 E 트랙에서 남성과 평등하게 경쟁하는 여성 드라이버를 응원하는 날이 올지도 모른다. 참고로 이번 여성 드라이버 테스트 최고 랩타임은 1분 22초 767을 기록한 클로이 체임버스(마힌드라 레이싱)였다.

역대 최다 레이스

이제부터는 이번 시즌의 변화를 살펴보자. 먼저 가장 큰 변화는 한 시즌에 가장 많은 레이스를 개최한다는 점이다. E-프리를 한 번이라도 더 볼 수 있으니 팬 입장에서 무조건 환영할 수밖에 없는 변화다. 사실 포뮬러 E는 꾸준히 경기 수를 늘려왔다. 처음으로 개최한 2014/15 시즌에는 11개 레이스를 치렀지만, 2024/25 시즌까지 16개 레이스로 차츰 늘어났다. 그리고 2025/26 시즌에는 무려 17개 라운드가 레이스 캘린더에 올라왔다. 반면에 안타까운 점은 지난 시즌 11개였던 참가 팀이 이번 시즌에는 10개로 줄어들었다는 것.

경기 수가 늘어나게 된 것은 지난 시즌까지 상하이에서 포뮬러 E를 개최했던 중국이 이번 시즌에는 하난성 산야에서 또 하나의 E-프리를 추가한 덕분이다. 이렇게 중국은 2014/15 시즌 미국에 이어 한 시즌에 두 도시에서 잇달아 포뮬러 E를 유치한 두 번째

국가가 됐다(참고로 홍콩은 특별 자치 행정구라서 2019년 중국의 개최 도시에 포함하지 않았다). 이는 그만큼 중국의 전기차 시장과 영향력이 커졌음을 방증하는 것 같다. 역대 두 번째인 산야 E-프리 또한 스트리트 서킷에서 대회를 개최할 예정이다.

출산·육아수당은 비용 상한 규정에서 제외

경기가 늘어나면 레이스 비용이 늘어나니 팀 입장에서는 부담스러운 것도 사실이다. 그래서 포뮬러 E는 팀이 겪을 어려움을 일부나마 해소해주기로 결정했다. 현재 대부분의 토티어 모터스포츠 시리즈는 각 팀이 연간 집행할 수 있는 예산을 엄격히 제한하고 있다. 자분을 무기로 특정 팀이 트랙을 지배해 경쟁의 균형을 잃는 현상을 방지하기 위해서다. 포뮬러 E도 예외가 아니어서 건강한 경쟁을 위해 다양한 부문에서 비용 상한을 두고 있다.

그런데 이번 시즌 이례적으로 특정 지출 부문에 대해서는 예산 규제를 완화한다는 발표가 있었다. 포뮬러 E 팀 직원의 출산과 육아 수당에 대해서는 상한 규정을 적용하지 않기로 한 것. 이는 포뮬러 E와 FIA의 양성평등 전략 및 포용성 이니셔티브에 따른 것이다. 사회적 책임이라는 관점에서 업계의 모범이 될 만한 선구적 정책이라 평가된다.



3

Formula E



4

©Hankook

- 1 이번 프리시즌 테스트에서 가장 좋은 랩타임을 기록한 에두아르도 모르타라(마힌드라 레이싱). 현 챔피언 올리버 롤랜드(닛산 포뮬러 E 팀)보다 0.005초 빨랐다.
- 2 여성 드라이버 테스트에서 가장 빨랐던 선수는 미국 F4 및 포르셰 스프린트 챌린지, IMSA 포드 머스탱 챌린지, 그리고 여성 포뮬러 레이스 W 시리즈에서 활약했던 클로이 체임버스(마힌드라 레이싱)다.
- 3 포뮬러 E는 한국타이어 아이온 레이싱 타이어를 장착한 젠3 에보 레이스카로 경쟁한다.
- 4 프리시즌 테스트는 시즌 개막 전에 10개 팀 20명의 드라이버가 동일한 조건에서 함께 달린 최초의 무대다.
- 5 포뮬러 E에 참가하는 각 팀은 지난 10월 말 프리시즌 테스트를 통해 각종 데이터를 추출하고 셋업을 체크했다.

5



Formula E

스포츠 규정 변경

경기 진행 방식으로 눈을 돌리면, 더 빠르고 치열한 경쟁을 위해 스포츠 규정이 일부 수정됐음을 알 수 있다. 우선 각 조별 편성으로 진행했던 예선(그룹 스테이지)은 12분에서 10분으로 단축된다. 줄어든 시간만큼 더 폭발적인 퀄리파잉 퍼포먼스를 발휘해야 한다는 뜻이다. 게다가 초반 6분 이내에 랩타임을 기록해야 한다는 의무 조항은 삭제됐기에, 팀과 드라이버는 마지막 순간까지 퍼포먼스를 쥐어짜야 한다. 이는 팀과 드라이버에게는 더 큰 긴장을 가져오겠지만, 반대로 팬에게는 더 팽팽하고 짜릿한 예선 특유의 즐거움으로 다가올 것이다.

예선의 두 번째 단계 듀얼 스테이지 경쟁 시간도 조정되어 예선 전체를 1시간 이내에 완료하도록 변경됐다. 비록 전체 예선 시간, 곧 관람 시간은 약간 줄어들었지만 그만큼 경쟁이 주는 긴장의 밀도는 더 높아졌다고 볼 수 있다.

레이스 규정도 일부 수정됐다. 일단 예측 가능성을 낮춰 경쟁의 변별력을 키웠던 어택 모드는 그대로

유지되지만, 피트 부스트를 사용하는 경우 어택 모드는 두 번 중 한 번만 사용해도 된다. 즉 피트 부스트로 이미 페이스를 한 번 늦춘 드라이버가 어택 모드를 사용하기 위해 일부러 코너 바깥으로 크게 돌 필요가 없어지면서 마지막까지 레이스 자체에 집중할 수 있게 됐다.

또 지난 시즌까지는 피트 부스트가 없는 경기에서도 의무적으로 두 번의 어택 모드를 사용해야 했던 것에 한해 어택 모드를 모두 사용하지 못했다고 해도 페널티 없이 넘어가게 됐다. 따라서 레이스 전체의 페이스를 비롯해 순위 경쟁의 긴장이 이전보다 더 커질 수 있게 됐다.

포뮬러 E는 이렇게 크고 작은 변화를 거듭하면서 진화를 멈추지 않고 있다. 팬 입장에서 이번 시즌 특히 기대되는 부분은 역시나 더 팽팽해진 긴장감이다. 어택 모드 관련 규정 변화에 따라 예선에서의 경쟁이 더 치열해질 것으로 기대되는 2025/26 포뮬러 E를 지켜보자. **12**

Autonomous Racing

지난 11월 자율주행 AI 기술의 현재 그리고 한계를 평가하는 ‘아부다비 자율주행 레이싱 리그(A2RL)’ 두 번째 시즌이 개최됐다. 여전히 인간의 레이스에 비교할 수준은 안 되지만, 적어도 지난해에 비해서는 눈에 띄게 향상됐다.

WORDS 박종제 PHOTOGRAPHS 게티이미지, 셔터스톡, A2RL

테슬라 ‘FSD’의 완성도 혹은 안정성을 두고 여전히 많은 의견이 오가고 있지만 우리는 이미 어느 정도 자율주행을 경험하고 있다. 최신 자동차는 GPS와 레이더, 라이다, 카메라로 얻은 정보를 토대로 연산하고 판단해 제어하며 적어도 일부 상황에서는 스스로 주행한다. 이게 가능한 것은 도로 위의 자동차가 일정한 규칙에 의해 움직이기 때문이다. 차선과 신호가 있으며 함께 달리는 다른 차도 같은 패턴으로 움직이기에 인지, 예측, 판단이 가능하다. 레이스 트랙이라면 어떨까? 일반 도로와 비슷한 면도 있지만 우선 주행 패턴의 예측 불확실성과 함께 성능의 한계를 넘나든다는 점에서 판이하다. 무엇보다 매우 빠른 속도로 달리기 때문에 레이스카 움직임 제어에 필요한 시간도 훨씬 제한적이다. 만약 레이스에서도 완벽하게 상황을 분석하고 최상의 결과를 낼 수 있는 시가 있다면? 분명 일상 속 자율주행에도 큰 도움이 될 것임에 틀림없다.

아부다비 자율주행 레이싱 리그(A2RL: Abu Dhabi Autonomous Racing League)는 이런 목표의식을 갖고 2023년 창설돼 지난해 4월 야스 마리나 서킷에서 첫 대회를 치렀다. 참고로, 리그의 다른 종목인 쿼드콥터 ‘드론 레이스’에서는 우리나라 카이스트 팀이 3위를 차지하기도 했다. 물론 가장 크게 주목받은 건 역시나 리그의 메인 이벤트인 ‘카 레이스’였다.

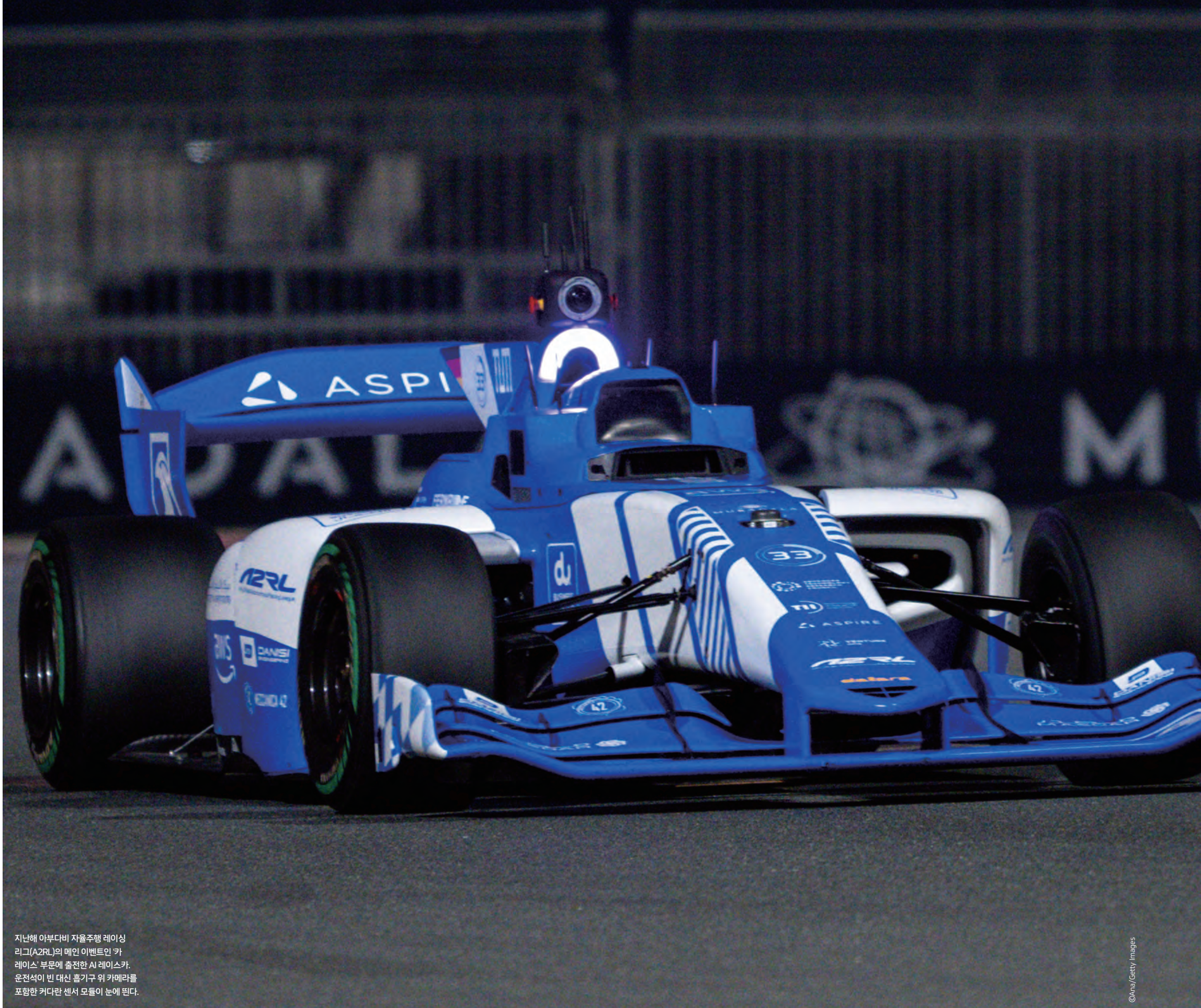
A2RL의 레이스카는 일본 슈퍼 포뮬러 챔피언십에서 사용하는 포뮬러 레이스카—달라라(Dallara) 새시와 2ℓ 혼다 엔진—를 개조한 버전이다. 자율주행 AI 레이스라면 전기차겠거니 했지만 내연기관 레이스카라는 게 다소 의외였다. 산유국인 아랍에미리

트의 정부 산하 기관 첨단기술연구위원회(ATRC)가 운영하는 기술 혁신 프로그램(ASPIRE)이 주최한다는 점에서 아주 이해가 안 가는 것도 아니지만. 슈퍼 포뮬러 레이스카를 바탕으로 개조한 A2RL 레이스카엔 당연히 드라이버 시트가 없다. 대신 그 자리엔 표준화된 컴퓨터와 드라이브 바이 와이어 시스템이 탑재됐다. 드라이버의 눈을 대신할 센서도 대거 장착됐는데, 일곱 개의 카메라와 네 개의 레이더, 그리고 세 개의 라이다 유닛이다. 정밀한 GPS 수신기는 차체의 가장 높은 곳에 배치됐다.

레이스카를 운전할 시는 각 팀의 엔지니어가 학습시켰다. 그러니까 레이스카의 엔진과 스티어링, 변속기, 브레이크는 물론 컴퓨터, 센서, 시스템까지 모든 것이 표준화된 원메이크 레이스였음에도 각 팀의 주행 실력(?)에 차이가 생긴 건 AI만큼은 동일하지 않았기 때문이다.

각 팀의 엔지니어들은 AI에 우선 기본적인 트랙 데이터와 GPS를 기반으로 주행 패턴을 학습시켰다. 예를 들어 이 정도 각도의 코너에서는 언제 제동을 걸고 어느 정도로 조향하고 다시 가속한다는 식이다. 나아가 인간 드라이버라면 거의 본능적으로 대응하는 변수, 가령 코너마다 갈지 않은 타이어와 브레이크 반응, 타이어 마모에 따른 성능 변화, 심지어 연료의 무게가 줄어듦에 따라 변화하는 움직임 등 랩타임에 영향을 미치는 요소들을 입력했다.

그래야 AI가 조건에 따른 행동 패턴을 찾을 수 있기 때문이다. 그런데 미안하게도 이게 끝이 아니다. 여기까지는 혼자 달릴 때 얘기다. 레이스라면 다른 차량이 몇 cm 간격으로 붙기도 하는 만큼 돌발 변수에 어떻게 대응할 것인지가 중요하다.



지난해 아부다비 자율주행 레이싱 리그(A2RL)의 메인 이벤트인 '카 레이스' 부문에 출전한 AI 레이스카. 운전석이 빈 대신 홀기구 위 카메라를 포함한 커다란 센서 모듈이 눈에 띈다.

©Ana/Getty Images



©Anadolu/Getty Images

- 1 A2RL의 레이스카, 컴퓨터, 센서 시스템은 동일하지만 AI 학습과 운영이 바로 팀 경쟁력이다.
- 2 2019~2021년 두 번의 시범 시즌 이후 중단된 로보레이스의 레이스카. 독일 뮌헨공대는 이때도 참가한 자율주행 레이스 명문교다.
- 3 자율주행 자동차는 어느 정도 가시화됐지만 레이스 환경에서의 자율주행은 아직 갈 길이 멀다. 가장 어려운 점은 경쟁자가 있다는 것.
- 4 올해 A2RL에서 11개 팀 중 3위를 차지한 이탈리아 밀라노공대 폴리무브(PoliMove) 팀의 레이스카가 그랜드 스탠드 앞을 통과하고 있다.

지난해 AI 레이스카는 어느 정도 수준에 도달했을까? 첫 대회에 나선 AI 레이스카들의 실력은 솔직히 초라하기 이를 데 없었다. 8개 팀이 레이스에 참가했는데 단 두 대만이 완주에 성공했다. 이들 모두 프로 레이스 팀이 아니라 대학교 연구소였다. 이들은 랩 타임을 결정하는 미묘한 변수, 그러니까 오랜 레이스 경험자만이 알 수 있는 차이를 완전히 이해하지 못했다. 그래서 지극히 평범한 코너 앞에서 과도한 브레이킹 후 결국 리어타이어가 잠기면서 스킨아웃 하기도 했다. 운이 좋으면 그대로 달리고, 그렇지 않으면 터무니없이 스킨해버렸다.

어떤 이유에서인지 위치 정보를 잃어버리고 그 자리

에 멈추거나 코스를 이탈하거나 심한 경우 배리어와 부딪치기도 했다. 직선 코스에서 아무런 이유 없이 풀 브레이킹한 후 그대로 멈춰버린 레이스카도 있었다. AI 시스템이 ‘벽돌’이 돼버린 것이다.

이런 상황은 퀄리파잉, 타임 트라이얼, 나아가 메인 이벤트인 스프린트 레이스에서도 계속됐다. 이따금 놀랄 만한 추월을 보여준 적도 있지만, 상위 3개 대학교를 제외한 나머지 팀은 랩타임 격차가 각각 수십 초를 넘어섰다. 게다가 레이스 중에는 사람이라면 하지 않을 패턴도 보여줬다. 예를 들어 앞선 차량이 스킨했을 경우 인간 드라이버라면 곧바로 회피 기동 후 이내 자신의 레이스 모드로 돌아갔겠지만,



©Grzegorz Czapski/Shutterstock



일부 AI 드라이버는 같은 상황에서 굳이 차를 멈춰다가 다시 출발했다. 왜 그랬는지 이유는 알 수 없다. 일반 도로 주행 알고리즘을 학습시킨 걸까?

A2RL 두 번째 시즌에서는 크게 달라졌다. 그랜드 파이널에 올라온 6대 중 4대가 완주에 성공했다. 그중 한 대는 1랩가량 뒤쳐진 백마커(Backmarker) 신세였지만 이걸 인간 레이스에서도 자주 일어나는 현상이니 이상할 건 없다. 한 번의 레드 플래그와 두 번의 폴코스 옐로 상황을 제외하면 나머지는 비교적 순조로운 레이스였다. 독일의 뮌헨공대 팀이 지난해에 이어 올해도 우승을 차지했다. 2위에 아랍에미리트 TII 레이싱 팀이, 3위에 지난해와 마찬가지로 이탈리아의 폴리무브 팀이 올랐다.

전반적인 기록도 크게 향상됐다. 올해 최고속도는 250km/h를 뛰어넘었다. 지난해의 5km였던 트랙이 올해는 3km로 줄어든 영향도 있어서 올해 예선 최고 랩타임은 1분 1초 855로, 지난해 2분 0초 653의 절반으로 줄어들었다. 더욱 대단한 점은 지난해

경험이 있는 팀의 레이스카는 랩타임에 크게 기록이 없었다는 것이다. 즉 1년 만에 일관성 있는 기록을 낼 수 있는 AI 드라이버로 성장했다는 뜻이다.

우승 팀의 레이스카와 전 F1 드라이버 다닐 크비아트가 경쟁한 ‘인간 대 AI’ 레이스 또한 흥미로웠다. 올해 역시 뮌헨공대 팀의 레이스카는 크비아트에게 패배했지만 랩타임은 겨우 1.58초 뒤진 59.15초를 기록했다. 지난해에는 무려 10초 차이였다.

모터스포츠 측면만 놓고 보자면 AI 레이스는 적어도 한동안은 비주류일 수밖에 없다. 기술 발전은 편리함을 가져다주는 반면 한편으로는 섬뜩하다. 그런데 오투루성이 게임을 보는 것처럼 ‘버버거리던’ 지난해와 달리 올해 A2RL은 어느 레이스와 다를 바 없이 매끄럽고 순조로운 경기 진행을 보여줬다. 그렇다고 AI 레이스가 사람들이 좋아할 만한 매력적인 모터스포츠가 될 수 있을까? 아직 확실할 수 없다.

대신 자율주행 AI의 발전에 분명한 기여를 할 것이라는 확신은 있다. 모터스포츠가 그런 것처럼 AI 레이스는 자율주행 기술의 시험장일 수도 있다. 앞서 이야기한 것처럼 레이스라는 한계 상황에서도 놀라운 발전 속도를 보여줬으니, 그보다 엄격한 물과 불 확실성이 낮은 패턴의 주행이 펼쳐지는 일반 도로에서는 어쩌면 사람 이상의 운전 실력을 보여줄 날이 그리 멀지만은 않은 듯하다.

그래서 이 레이스가 과연 어디까지 갈 수 있을지 조금 더 지켜볼 필요가 있다. 훗날 랠리 환경 혹은 24시간 내구 레이스 환경에서 AI가 완벽하게 차를 통제하고 인간의 랩타임을 앞지른다면 그 후의 모터스포츠는 과연 어떻게 될까? 체스나 바둑의 선례를 따르진 않을까? 적어도 오늘은 아니겠지만, 내일은 어떻게 될지 알 수 없다. 이미 AI와 함께하는 지금의 우리 일상처럼 말이다. **IM**

Winning Such a Close Race

2025 월드 랠리 챔피언십(WRC)이 막을 내렸다. 토요타는 지난 10월 두 경기를 남겨둔 채 일찌감치 5연속 제조사 챔피언십을 차지했지만, 오지에가 개인 통산 아홉 번째 드라이버 챔피언이 되느냐는 마지막 랠리가 끝나고 나서야 확정됐다.

WORDS 이수진 PHOTOGRAPHS 레드볼 콘텐츠 풀/WRC, 한국타이어엔테크놀로지



비와 안개로 드라이버들을 괴롭힌 일본 랠리. 2026년에는 가을이 아니라 초여름에 개최될 예정이다.

©Janus Re/Red Bull Content Pool



- 1 나무 위에 설치한 가설 관람석에서 파라과이 관중이 흥미진진하게 랠리를 구경하고 있다. 파라과이 랠리는 올해 처음으로 WRC 캘린더에 이름을 올렸다.
- 2 일본 랠리 마지막 날 아이치현 시골길을 달리는 오토 타낙(현대).
- 3 랠리 관전의 즐거움 중 하나는 이처럼 아름다운 대자연을 함께 감상할 수 있다는 데 있다. 칠레 랠리에서.
- 4 랠리 레이싱카는 경기 코스인 스테이지뿐 아니라 스테이지 사이의 공공도로도 달려야 하기 때문에 각국의 규정에 따라 번호판을 부착한다. 일본 랠리에서.

Round 10 Rally del Paraguay

파라과이에서의 첫 WRC

핀란드 랠리를 마친 WRC 참가 팀들은 지구 반대편 남미 대륙으로 날아갔다. 파라과이 랠리는 제4전 스페인 카나리아제도 랠리, 최종전 사우디아라비아 랠리와 함께 올해 WRC 캘린더에 새롭게 추가된 대회. 파라과이는 역사상 38번째로 WRC를 개최하는 나라가 됐다.

북반구와 반대로 남미에서 8월은 겨울에서 봄으로 넘어가는 시기. 수도 아순시온에서 남동쪽으로 360km가량 떨어진 엔카르나시온은 한낮이면 30℃에 육박할 만큼 뜨거웠다. 파라과이는 인접한 볼리비아, 아르헨티나와 달리 산이 거의 없는 평원 국가라서 에스토니아, 핀란드 정도는 아니라도 상당한 고속 주행이 가능하다. 반면에 노퍽이 좁아 고도의 집중력을 요구하며, 점프 구간도 많기 때문에 한순간의 실수도 용납하지 않는다.

파라과이 랠리를 시작하는 시점에서 드라이버 타이틀 경쟁은 혼돈 양상이었다. 선두 옐핀 에번스(토요타 자주 레이싱 월드 랠리 팀, 이하 토요타)부터 4위 오토 타낙(현대 쉐 모비스 월드 랠리 팀, 이하 현대)까지 상위 4명의 점수 차이가 13점에 불과했다. 칼레 로반페라(토요타)가 금요일 첫날을 선두로 마친 가운데 근소한 차이로 아드리안 포모(현대)가 추격했고 타낙이 바싹 따라붙었다. 하지만 타낙은 토요일 오전에 타이어 펑크로 뒤처졌고, 오후에는 세바스티앙 오지에(토요타)가 선두로 부상했다.

8월 31일 일요일은 비와 함께 시작했다. 파라과이의 붉은 흙은 건조한 상태에서 많은 흙먼지를 유발하지

만 비가 내리면 순식간에 진창으로 바뀐다. 선두 오지에가 침착하게 코스를 마친 것과는 대조적으로 많은 선수가 실수를 연발했다. 결국 오지에가 WRC 파라과이 랠리의 첫 우승자가 됐다. 타낙은 물길을 건너다 엔진이 꺼지고 댐퍼까지 고장나며 페이스를 유지할 수 없었다. 에번스가 2위를 차지했고, 지난해 챔피언 티에리 누빌(현대)이 포디엄 마지막 자리를 차지했다.

Round 11 Rally Chile Bio Bío

뒷심의 오지에, 시즌 최다승 확보

남미 라운드 두 번째인 칠레 랠리는 올해로 네 번째 개최다. 2019년 처음 WRC를 개최하던 당시 칠레 정세는 매우 불안했다. 결국 전국 시위에 이은 국민투표를 진행하기 위해 이듬해 경기가 취소됐다. 연달아 코로나19 팬데믹이 터지면서 혼란은 가중됐다. 칠레 랠리는 2023년이 되어서야 부활했다.

랠리 본부는 올해 역시 칠레 국토 한가운데 위치한 비오비오의 주도 콘셉시온에 마련됐다. 코스는 비교적 단단한 그레블 노면으로 타이어 마모가 심한 편이며, 비가 내리면 기온이 뚝 떨어지고 극단적으로 미끄러워진다. 이에 따라 랠리1 클래스에서는 한국 타이어의 소프트 타이어 사용 개수를 대당 8~12개에서 최대 20개까지로 대폭 조정했다.

경기 직전 탐세스 주행(Recce)에서는 비와 안개 때문에 코드라이버들이 페이스 노트 작성에 애를 먹었다. 여전히 안개로 시야가 가린 금요일 아침, 가장 먼저 선두로 나선 드라이버는 로반페라였다. 그 뒤를 타낙이 바싹 쫓았다. 오후에 날이 개면서 노면이 빠

르게 마르자 현대 트리오의 페이스가 좋아졌다. 그런데 SS6에서 타낙이 엔진 트러블로 주저앉았다. 대신 팀 동료 포모가 종합 선두로 올라섰고, 누빌이 2위로 금요일을 마무리했다.

9월 13일 토요일에도 비가 많이 내려 코스는 진흙투성이였다. 포모가 여전히 선두인 가운데 웨일스 출신으로 진흙 노면에 익숙한 에번스가 2위에서 차이를 서서히 좁혀갔다. 오후에 노면이 마르면서 에번스와 오지에가 포모를 추월해 선두 경쟁을 벌였다. 일요일엔 오지에가 놀라운 페이스로 파워 스테이지와 슈퍼 선데이 득점까지 싹쓸이하며 시즌 5승째를 챙겼다. 2위는 에번스, 3위는 포모였다. 한 랠리에서 획득 가능한 30점을 모두 챙긴 오지에가 드라이버

포인트 선두로 올라섰고, 타낙은 선두와의 점수 차이가 43점으로 벌어졌다.

Round 12 Central European Rally

3개국 이 공동 개최하는 랠리

2023년 시작된 이 랠리의 특징은 ‘다채로움’일 것이다. 지금까지 인접국 국경을 넘어 경기를 치른 경우가 없지는 않았지만 아예 3개국이 공동으로 WRC를 개최한 것은 중부유럽 랠리가 처음이다. 독일과 오스트리아, 체코가 힘을 모아 WRC를 개최하자는 아이디어가 나온 것은 비용을 비롯해 여러 가지 부담을 덜 수 있다는 이유에서다.

코스가 3개국에 걸쳐 있는 만큼 노면의 포장 상태와

노퍽, 접지력, 날씨 등 환경 변화에 빠르게 적응하는 것이 포인트. 현대 팀은 가능성이 낮아진 제조사 타이틀 대신 타낙의 드라이버 타이틀 경쟁에 집중하기로 했다. 그를 제조사 챔피언십 포인트 담당에서 제외시키기로 한 것. 덕분에 상태가 좋지 않은 엔진을 페널티 없이 교체할 수 있었다.

10월 16일 목요일, 랠리 본부가 마련된 독일 남부의 항공산업 도시 파사우 인근에서 경기가 시작됐다. 같은 스테이지를 두 번 반복한 첫날에는 오지에를 선두로 로반페라가 2위였고, 포모가 그 뒤를 쫓았다. 3개국에 각각 마련된 스테이지를 넘나든 금요일은 오전에 현대 트리오의 거센 반격이 있었다. 하지만 누빌은 점프 실수로 타이어가 터지며 상위권에서





밀려났다. 오지에게 금요일 선두를 유지했고 로반페라, 에번스, 타낙이 뒤따랐다. 토요일 스테이지는 독일과 체코에 마련됐다. 오전엔 오지에게 사고로 주저앉으면서 로반페라가 선두가 됐고, 오후에는 타낙이 종합 2위로 부상했다.

일요일 오전 SS15에서 누빌이 좁은 다리 입구의 기둥을 들이받는 사고로 차량 앞부분이 대파됐다. 토요타의 제조사 타이틀이 사실상 확정된 순간이었다. 한편 로반페라가 시즌 3승을 거두면서 드라이버 타이틀 경쟁은 한층 치열해졌다. 에번스가 포인트 선두에 복귀하기는 했지만 오지에게와 로반페라 모두 13점 차이로 뒤쫓는 3파전 양상. 16점을 얻는 데 그친 타낙은 타이틀 경쟁에서 멀어졌다.

Round 13 Forum8 Rally Japan

홈경기에서 포디엄 석권한 토요타

2000년대 초반 열린 일본 랠리는 핫카이도를 달리

는 그래블 랠리였다. 하지만 2022년 부활한 지금의 일본 랠리는 국토 중심부 기후현과 아이치현에서 열리는 타막 랠리로 완전히 성격이 바뀌었다. 일본 특유의 좁고 구불거리는 도로엔 낙엽이 쌓여 있고 주변엔 뾰뾰한 숲과 낭떠러지 등 다양한 난관이 도사리는 고난도 환경을 제공한다. 짙은 안개와 갑작스러운 비도 빼놓을 수 없다. 깔끔한 주행으로 마지막까지 살아남는 것이 중요한 경기.

11월 6일 목요일 SS1에서 가장 먼저 선두에 오른 선수는 로반페라였지만 금요일 시작된 본격적인 경기에서 SS3의 가드레일을 들이박고 챔피언십 3파전에서 탈락했다. 오지에게 금요일을 선두로 마치고 홈그라운드인 다카모토 가츠타(토요타)가 뒤따랐다. 까다로운 토요일 오프닝 SS8과 이어진 SS9에서 포모가 연속 톱 타임을 기록하며 포디엄을 노렸다. 오지에는 에번스의 끈질긴 추격을 뿌리치고 6.5초 차이로 토요일의 선두가 됐다. 포모는 선두와 17.1

- 1 중부유럽 랠리가 대회명에 국가 이름을 넣지 않은 이유는 독일, 오스트리아, 체코가 공동 개최했기 때문이다. 독일 파사우 인근 스테이지를 달리는 그레고와 윈스터(포드).
- 2 이번 시즌 최종전은 올해 처음 개최된 사우디아라비아 랠리였다. 우승자 티에리 누빌(현대)의 역주 장면.
- 3 토요타의 세바스티앙 오지에게(오른쪽)는 이번 시즌 우승으로 WRC의 전설 세바스티앙 뢰브와 마찬가지로 9회 챔피언에 등극했다. 왼쪽은 코드라이버 뱅상 랑데.
- 4 코드라이버는 경기 전 각 스테이지를 탐색 주행하고 경기 중 드라이버에게 빠른 지침을 전하기 위해 페이스 노트를 준비한다. 칼레 로반페라(토요타)의 코드라이버 윤 할투넨의 페이스 노트.



초 차이로 3위를 기록했다. 가츠타는 SS11 시작 직전 치명적인 실수로 4분 이상 손해를 봤다.

비가 많이 내린 일요일의 오프닝 스테이지에서는 타낙이 이번 경기 첫 톱 타임을 기록했다. 반면 다른 현대 팀 동료들에게는 불운이 잇따랐다. 누빌이 와이퍼 고장으로 경기를 시작하지도 못했고, 포모는 코너에서 미끄러지며 나무를 들이받아 차체 오른쪽이 박살 났다. 더욱 안타깝게도 포모는 스테이지는 완주했지만 사고 현장에 타임카드를 흘린 사실을 뒤늦게 알아차려 경기를 이어갈 수 없었다. 오지에게와 에번스가 1, 2위를 차지했고 사미 파아리(토요타 2팀)는 개인 통산 첫 포디엄의 기쁨을 누렸다. 홈그라운드인 토요타의 트리플 포디엄이었다. 오지에는 칠레에 이어 슈퍼 선데이와 파워 스테이지 점수까지 싹쓸이하는 완벽한 승리로 현재 챔피언십 포인트 1위인 에번스를 3점 차이로 추격했다. 드라이버 타이틀 결정은 최종전 사우디아라비아로 미뤄졌다.

Round 14 Rally Saudi Arabia

오지에게의 아홉 번째 챔피언

최근 중동 국가의 모터스포츠 유치 붐이 대단한 가운데, 몇 년 전부터 WRC에 합류하고자 했던 사우디아라비아는 지난해 10년간의 개최 계약을 체결했다고 발표했다. 올해 처음으로 열린 사우디아라비아 랠리는 제다에 본부를 두고 17개의 스테이지가 마련됐으며, 리에종(Liaison: 스테이지 이동 구간)을 제외하고 경기 거리는 총 319.44km다. 매끄러운 도로도 있지만 급세 거칠고 험난한 지형으로 이어지는 그래블 랠리로, 특히 모래는 접지력을 떨어뜨리는 위험 요소다.

두 경기 전에 이미 5연속 제조사 챔피언십을 확정지은 토요타는 느긋했을지 몰라도 토요타 팀 동료 오지에게와 에번스는 이번 시즌 최종전까지 드라이버 타이틀을 두고 치열한 경쟁을 이어갔다. 결국 사우디아라비아 랠리 우승자는 누빌(현대)이었지만, 챔피언십 포인트에서는 오지에게가 에번스보다 4점 앞섰다. 이렇게 2025 WRC 드라이버 챔피언십은 오지에게가 차지하며 무려 아홉 번째 타이틀 획득이라는 영광을 거머쥐었다. 시즌 2위는 에번스, 3위는 로반페라였다. 토요타는 제조사 타이틀뿐 아니라 드라이버 1~3위까지 석권했다.

2025 시즌 최종전을 마치고 7주 후에는 2026 시즌이 시작된다. 2027년에 대규모 규정 변화를 앞둔 만큼 변화는 거의 없다. 다만 신차 준비를 위해 승인 조커(Joker: 레이스카의 기술적 수정 허가증)가 팀당 4개에 더해 2개씩 추가로 제공된다.

드라이버 쪽에서는 많은 변화가 예정되어 있다. 우

선 토요타 팀의 로반페라가 일본 슈퍼 포물러 진출을 선언하며 WRC를 떠난다. 현대 팀의 타낙은 은퇴를 발표했다(풀 시즌 참가에 대한 은퇴라서 오지에게처럼 파트타임 출전 가능성은 있다). 일본 랠리 직후 2026 드라이버 라인업을 일찌감치 공개한 토요타는 오지에게, 에번스, 가츠타를 유지하고 로반페라 대신 이번 시즌 WRC2 우승자 올리버 솔베르그를 영입하기로 했다. 파아리는 2026년에도 토요타 2팀의 드라이버로 계속 뛴다. 현대 팀의 드라이버 라인업은 11월 말 현재 아직 발표되지 않았다.

WRC 2026 시즌은 2025년과 마찬가지로 14개 라운드로 치러진다. 3년 계약 기간이 끝난 중부유럽 랠리가 캘린더에서 빠져나간 공백을 크로아티아 랠리가 메운다. 일본 랠리는 초여름, 이탈리아 랠리는 가을로 개최 시기가 바뀌었다. 1월 모나코 개막전을 시작으로 11월 사우디아라비아 최종전까지 매달 한두 개의 랠리가 열린다. **12**





Sprouts on Fertile Soil

이탈리아 모데나의 풍요롭고 비옥한 슈퍼카 ‘밭’에서 자마로라는 ‘새싹’이 돋았다. 이 싹이 자라 맺은 첫 번째 열매는 자체 개발한 V12 엔진으로 2155마력을 뿜는 개별 고객 맞춤형 슈퍼카 크라플라다.

WORDS 김기범 PHOTOGRAPHS 자마로 아우토모빌리



Giamaro Krafra

전장·전폭·전고	4,791×2,027×1,188mm
축거	2,750mm
형식	세로형 미드십 엔진 후륜구동
엔진	6,988cc V12 120° 가솔린 쿼드터보
최고 출력	2,155PS
최대 토크	204.7kg·m
변속기	7단 AMT(자동화 수동변속기)
브레이크	앞 420mm 카본 세라믹 10캘리퍼 뒤 420mm 카본 세라믹 4캘리퍼
전후 중량 배분	42:58
출력·중량비	1.49PS/kg
공차 중량	1,450kg

자마로 크라플라의 가변식 리어 윙은 상황에 따라 적절한 다운포스를 생산하는 것은 물론 감속 기능까지 제공한다.



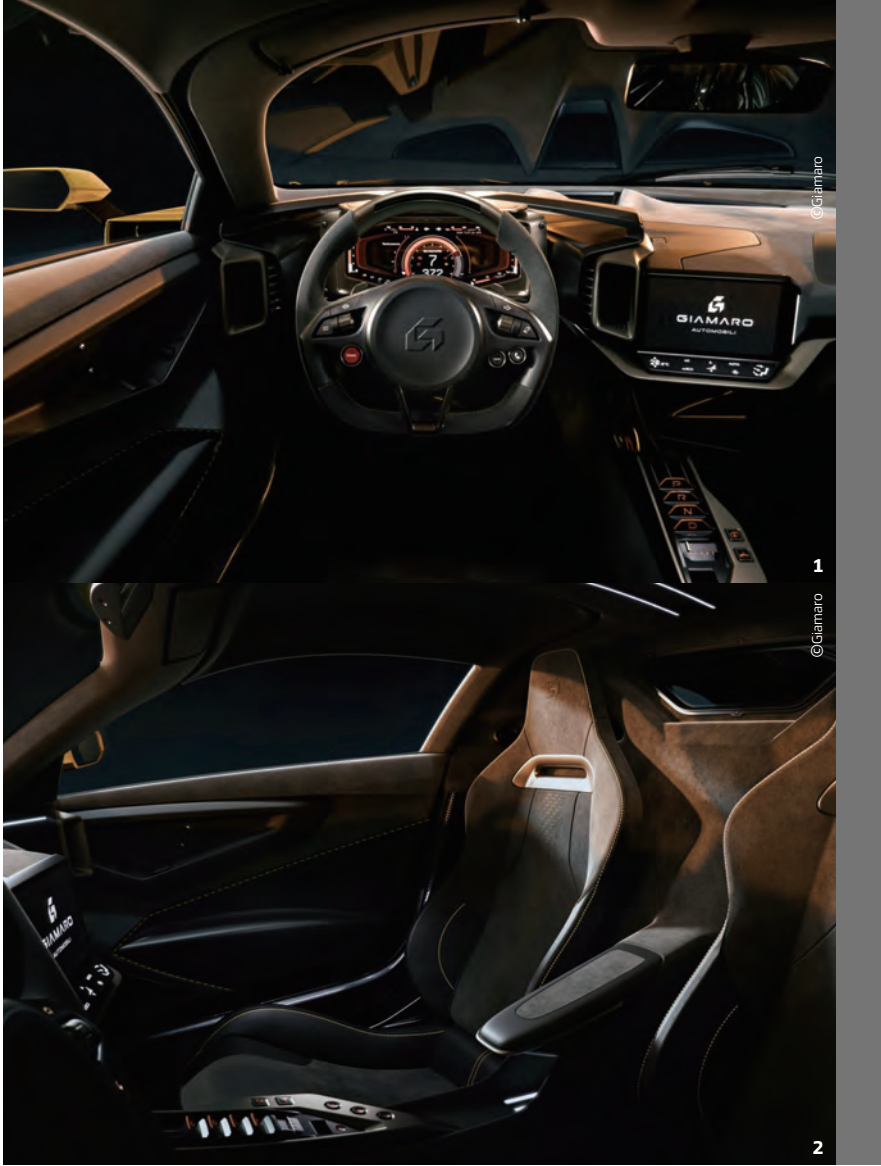
7ℓ 엔진이 토해내는 배기는 범퍼나 그 아래가 아니라 지붕 선 끝의 엔진 후드 양쪽, 즉 리어 윙 앞에서 뿜어져 나온다.

이탈리아 모터 밸리의 새 슈퍼카

모터밸리(Motor Valley). 이탈리아 북동부 에밀리아-로마냐주의 별칭이다. 세계적 슈퍼카들의 고향인 까닭이다. 페라리와 람보르기니, 마세라티, 파가니, 두가티 등이 대표적이다. “모데나에서 나고 자란 사람은요, 꼬마 때부터 엔진음만 듣고도 무슨 차인지 알아맞혀요.” 모데나에서 영업하는 미슐랭 3스타 레스토랑 ‘오스테리아 프란체스카니’의 오너 셰프 마시모 보투라의 말이다.

지난 5월 모터밸리에서 새로운 회사가 새로운 슈퍼카를 공개하며 출사표를 던졌다. 바로 자마로 아우토모빌리(Giamaro Automobili)다. 자마로는 ‘자코모(GIAcomo)’ ‘마시모(MAAssimo)’ ‘롤랑(ROLand)’이라는 세 남자의 이름을 조합한 브랜드다. 이들은 친구 사이다. 전통적 틀을 깨고 자동차 업계에 새로운 기준을 제시할 수 있는 슈퍼 스포츠카를 만들겠다는 꿈을 공유해왔다. 이 가운데 자코모 코멘다토레가 아들 피에르프란체스코와 함께 꿈을 실천에 옮겼다.

그는 1980~1990년대 퍼마플렉스와 에민플렉스 등 매트리스 제조 및 통신 판매 사업으로 큰 성공을 거둔 사업가. 고성능 스포츠카와 인연이 이번이 처음은 아니다. 1999년 호라시오 파가니가 창업한 파가니 존다의 초기 투자자 중 한 명이 바로 자코모였다. 그는 영국 자동차 잡지 <토틱이>와의 인터뷰에서



이렇게 말했다. “호라시오는 정말 멋진 사람이었어요. 하지만 결국 우린 서로 다른 생각을 갖게 되었죠. 그는 미적인 면을 선호하는 반면, 저는 기능을 중시하거든요.” 하지만 궁금하다. 주차장이 페라리로 꽉 차 있을 만큼 부유한 사람이라는 건 잘 알겠지만, 자동차 설계와 제조가 돈만 있다고 되는 일은 아니기 때문이다. 2021년 설립된 자코모는 어떻게 백지 상태에서 슈퍼카를 만들 수 있었을까?

이탈리아, 그중에서도 모데나 지역의 특징 덕분이다. 각 분야별 최고의 기술과 역사를 뽐내는 전문 업체들과 거미줄처럼 얽힌 인연이 힘이 됐다. 모데나 중심가에서 차로 40분 거리의 카베초에 자리 잡은 자마로 본사와 공장엔 직원 22명이 있는데, 대부분 파가니와 페라리, 람보르기니 출신이다. 앞서 언급한 호라시오 파가니도 람보르기니의 탄소섬유 기술자로 일하다 독립한 사람이다.

- 1 항공기 콧의 조종사 중심 설계를 차용한 크라플라의 운전석.
- 2 두 개의 좌석 너머에 2155마력의 V12 엔진이 세로(차체 길이 방향)로 배치된다.
- 3 자마로 크라플라의 후면 콤비네이션 램프는 동굴을 바라보는 듯한 시각적 깊이가 부여됐다.

탄소섬유 뼈대와 목적 지향 디자인

자마로의 시작을 알린 자동차는 크라플라(Kraflla)다. 칼데라(Caldera: 움푹 파인 분화구)를 갖춘 아이슬란드의 활화산에서 따온 이름부터가 강력한 파워를 암시한다. 길이·너비·높이가 4791×2027×1188mm인 넓고 납작한 차체와 우아한 버티플라이 도어를 갖춘 슈퍼카인 만큼 설령 제원을 하나도 모른들 외모만 보고도 쉽게 짐작할 수 있다.

크라플라는 탄소섬유 모노코크로 뼈대를 짰다. 새 시를 1° 비틀려면 4078kg·m의 힘이, 또 1° 휘려면 1631kg·m의 힘이 필요할 만큼 ‘괴물 강성’을 뽐낸다. 그러나 무게는 170kg에 불과하다. 나아가 더블 위시본을 비롯해 암과 업라이트, 서드 엘리먼트 링크, 리어 서포트 등 서스펜션을 이루는 모든 요소는 가볍고 견고한 ‘6062 T6’ 알루미늄 합금을 CNC(컴퓨터 수치 제어) 가공으로 완성했다.

자마로 크라플라의 디자인 책임자는 이탈리아 카말 스튜디오(Camal Studio) 설립자이자 페라리와 핀파리나, 베르토네와 협업했던 알레산드로 카모랄리다. 그가 빚어낸 미드십 슈퍼카는 V12 엔진의 위치를 시각적으로 반영하듯 의도적으로 후면에 치우친 비율을 자랑한다. 표면은 긴장감과 스포티한 우아함이 조화를 이뤘다. 모든 디테일은 Cd=0.33에 불과한 공기저항계수를 기반으로 공기역학적 의도를 담고 있다.

크라플라의 공무니엔 역동적인 가변 하중 윈이 자리 잡았다. 차폭만큼 큼직한 윈의 높이와 각도는 주행속도와 궤적, 횡력에 따라 실시간으로 반응한다. 필요에 따라 다운포스를 극대화하는데, 감속할 때는 에어 브레이크 역할까지 해낸다. 전면의 날카로운 LED 주간주행등(DRL)과 후면에서 마치 칼데라처럼 움푹 파인 분화구의 내면에서 불꽃처럼 빛나는 듯한 조명 시그너처는 기술적 존재감을 강조하고 깊은 인상을 남긴다.

운전석은 항공기 조종석에서 영감을 받아 디자인했다. 명확한 목적의식과 정밀한 인체공학을 밑바탕 삼아 완성했다고. 전투기 조종석 패널 형태의 중앙 콘솔은 모든 기능을 운전자의 손끝이 쉽게 닿을 수 있는 곳에 배치했다. 탄소섬유, 알루미늄, 세련된 직물 직조 등 다양한 고급 소재는 단순한 과시가 아닌, 운전자와 소통하기 위한 수단이다. 궁극적 목적은 ‘경험의 향상’이다.

2155마력의V12 7000rpm 쿼터보

40~50년 전에도 9번의 화산 폭발과 15번의 용기·침강 활동이 있었던 활화산과 같은 이름은 크라플라의 성향을 투영한다. 길들여지지 않은 에너지와 원초적 힘을 표방하는 것. 최고 출력은 2155마력(PS), 최대 토크는 204.7kg·m에 달한다.

그런데 더욱 놀라운 사실이 있다. 요즘 슈퍼카는 전기모터를 집어넣은 하이브리드 추세를 좇으며 성능 제원을 극적으로 ‘뽐내기’ 하는 경우가 많은데, 크라플라는 전동화의 도움을 전혀 받지 않았다. 오로지 내연기관이 뿜어내는 괴력을 뒷바퀴 두 개에 몽땅 쏟아붓는다. 자코모는 이렇게 말했다. “전기차는 타당하다고 생각해요. 하지만 목적이 다릅니다. 우리가 여전히 엔진에서 기대하는 스릴과 생동감을 제공할진 못하죠.”

크라플라의 심장은 V12 6988cc 가솔린 쿼터보다. 1분에 9000번 회전하는 엔진이 연주하는 고막 두드리는 사운드는 상상만으로도 소름이 돋는다. 자코모가 ‘순수 엔지니어링에 대한 열정적 연애편지’라고 정의한 이 엔진은 어디서 가져왔을까? 참고로 파가니나 애스턴 마틴은 메르세데스-AMG의 엔진을 구입해 쓴다. 놀랍게도 자마로는 엔진을 자체 개발했다. 정확히는 토리노에 본사를 둔 이탈테크니카(Italtecnic)와 협력해 완성했다. 자코모는 이렇게 설명했다. “이미 테스트만 500시간 이상 거쳤습니다. 크라플라의 진정한 혁신은 맞춤형 세팅에 있죠. 테스트 드라이버와 함께 각각의 고객을 위한 세팅으로 제작할 수 있습니다.”

엔진 세팅만이 아니다. 첫 스케치부터 마지막 조정(Calibration)에 이르는 공동 제작 과정은 창조적인

미학을 넘어 갈망과 엔지니어링 사이의 대화다. 스티어링 감각, 서스펜션 동작, 개인 맞춤형 주행 모드, 스포를 매핑 등 모든 역동적인 요소를 완벽한 주행에 대한 개인적 비전에 맞춰 조율한다. 그 결과 구매자가 얻는 것은 단순한 소유권이 아닌 독자적인 정체성이다. 자마로는 이 특별한 과정을 위한 전문가 풀도 갖췄다.

자코모의 믿음은 확고하다. “두 고객이 똑같을 수 없듯이 두 대의 자마로는 결코 같을 수 없어요.” 크라플라는 2027년 양산 예정이다. 기본 가격은 245만 유로(약 41억 5000만 원)인데, 모든 옵션을 더하면 최대 100만 유로(약 17억 원)가 추가될 수 있다. 지난 5월 출시 때 이미 30대 한정판 중에서 20여 대의 계약을 마쳤다고 발표한 자마로는 현재 2인승 크로스오버 모델을 개발 중이다. **■**



Rebound of Aftermarket

20세기에 들어서면서 전반적인 성능 향상과 한편으로는 규제 강화 탓에 적잖은 사람이 자동차 애프터마켓 시장은 미래가 없다고 말했다. 하지만 지금 와서 다시 생각해보면 그럴 것 같지는 않다.

WORDS 나윤석 PHOTOGRAPHS 한국엔컴퍼니그룹, 셔터스톡, AAPEX

‘애프터마켓(Aftermarket)’은 고객이 제품을 구입한 뒤에 발생하는 해당 제품 관련 시장을 말한다. 상식적으로 생각해봐도 새 제품을 구입하는 것은 한 번이지만 그다음에 여러 가지 서비스나 액세서리, 부품 등을 구입하는 기회가 더 많이 생길 수밖에 없다. 예를 들어 자동차는 주기적으로 소모품을 교환하거나 점검하는 등의 유지·관리가 필요하다. 아예 제품을 통째로 거래하는 거대한 중고차 시장이 형성돼 있기도 하다.

하지만 글머리에서 말했듯 자동차 애프터마켓 시장에 미래가 없다고 생각했던 데에는 이유가 있다. 먼저 튜닝으로 대표되는 커스터마이징 시장의 위축이다. 더 높은 출력을 얻기 위한 엔진 및 흡기·배기 튜닝은 배기가스와 소음 등 점점 빽빽해지는 환경 인증을 통과하기 어려워졌다. 또 자동차 감성 튜닝의 대표 분야였던 카오디오는 헤드 유닛이 물리적으로는 대시보드와, 회로는 인포테인먼트 시스템과 일체화됐다. 심지어 고출력 앰프로 차량의 네트워크와 접속되는 등 오디오가 자동차 시스템과 통합됐기 때문에 애프터마켓이 손을 댈 수 있는 영역이 확연하게 축소되었다.

또 다른 이유는 자동차 브랜드의 ‘인하우스 프로그램’이다. 앞서 말했듯 엄격한 환경 규제와 차량 시스템의 고도화 때문에 애프터마켓 튜닝이 까다로워진 부분을 자동차 브랜드가 직접 대응하기 시작한 것이다. 현대자동차에 N 브랜드가 있듯이, 대부분 자동차 브랜드는 새 모델 라인업 안에 아예 성능이 업그레이드된 모델을 포함시키기 시작했다. 이른바 ‘팩토리 튜닝’이다.

외부의 튜닝 전문 회사를 자기 브랜드 안으로 가져온 경우도 있다. 예를 들어, 이제는 메르세데스-벤츠의 서브 브랜드로 자리 잡은 AMG는 원래 메르세데스-벤츠를 전문으로 튜닝하던 별개 기업이었다. 하지만 메르세데스라는 한 지붕 아래로 모임으로써 AMG 입장에서는 점차 어려워지는 튜닝 사업 환경에서 아이덴티티와 사업성의 생존을, 메르세데스-벤츠 입장에서는 스페셜 라인업 수입을 도모한 대표적 ‘원원’ 사례가 되었다.

자동차용 하이파이 오디오 시스템의 경우도 새차의 옵션으로 자리 잡았다. 예전에는 하이엔드 홈오디오 시장에서나 만날 수 있었던 유명 브랜드가 이른바 ‘브랜드드 오디오’로서 자동차 개발 단계부터 시스템의 일부로 최적화돼 장착되기 시작했다. 오늘날 자동차 오디오는 통합 설계 덕택으로 실내 소음을 능동적으로 제거하는 액티브 노이즈 캔슬레이션, 차량 주변의 보행자에게는 불쾌감을 주지 않으면서도 실내에서는 박력 있는 소리를 즐길 수 있는 액티브 사운드 제너레이터 등 이전에는 없었던 기능을 제공할 수 있게 됐다. 즉 애프터마켓의 접근 가능성이 여러모로 줄어든 것이다.

그럼에도 불구하고 글머리에서 다시 ‘그럴 것 같지

않다’고, 즉 애프터마켓 시장은 여전히 미래가 있다고 말할 이유는 또 무엇일까?

미래 시장 견인할 전통화 패러다임

자동차의 애프터마켓이 얼마나 큰 시장 규모부터 알아보자. 킹스 리서치, 포춘 비즈니스 인사이트 등 시장조사 기관들의 자료가 약간씩 다르지만 2023년 전 세계 자동차 애프터마켓 규모는 대략 7800억 달러(1142조 원)에 달했다. 나아가 2031년까지 1조 2000억 달러 규모로 성장할 것으로 전망된다. 단일 시장 중 자동차 애프터마켓이 가장 큰 곳은 역시 미국을 중심으로 한 북미 시장으로, 2024년 기준 약 1350억 달러(198조 원)나 된다. 우리나라, 일본, 중국, 인도 등 아시아 시장은 북미 시장보다 규모는 작지만 성장세가 상대적으로 빠른 것으로 분석된다.

튜닝 등 자동차의 주요 애프터마켓 시장이 위축되었다면서도 전체 시장 규모가 커질 것이라고 전망되는 가장 큰 이유는 자동차 대수의 증가다. 특히 이미 세계 최대 시장이 된 중국, 빠르게 성장하고 있는 인도 등 신흥 자동차 시장의 성장이 곧 애프터마켓 시장의 성장으로 이어진다. 그리고 최근 국제 경제와 경제 불확실성 증가, 자동차의 전통화에 따른 가격 상승 등이 원인이 되어 기존 차량을 더 오래 유지하는 경향이 강해지고 있는 것도 또 하나의 이유다. 다시 말해 자동차 애프터마켓 성장의 주요 원인은 차량의 유지·관리 수요의 증가에서 비롯된다.

하지만 차가 늘어나고, 또 차를 오래 타기 때문에 발생하는 정비 수요가 애프터마켓 성장 원인의 전부가 아닌 더 이상의 글은 의미가 없을 것이다. 요컨대 이들



한국엔컴퍼니그룹은 북미 최대이자 글로벌 자동차 애프터마켓 산업의 최전성인 AAPEX 2025에 참가해 주요 계열사 3사의 배터리, 타이어, 열관리 시스템을 선보였다.



‘자동차 애프터마켓 제품 엑스포’라는 이름처럼 AAPEX는 자동차 부품과 기술의 최신 동향을 소개하는 대표적인 애프터마켓 전시회이자 교류의 장이다.

외에도 진정한 성장 잠재력이 있다는 뜻이다. 그건 바로 미래 모빌리티, 미래 사회와 직결되는 부분에서 찾을 수 있다. 그래서 자동차 애프터마켓 시장은 미래가 있다는 뜻이다.

자, 앞서 말했던 자동차 퍼포먼스 튜닝 시장부터 살펴보자. 환경 규제가 가장 큰 걸림돌이었다. 그런데 ‘배출 제로 자동차(Zero Emission Vehicle)’, 즉 오염 물질과 탄소를 전혀 배출하지 않는 전기차라면? 성능 향상이 환경오염으로 이어지지 않는다는 뜻이 된다. 따라서 전기차에는 튜닝 시장이 오히려 매력적인 미래가 될 수 있다는 뜻이다.

전기차의 출력 제어는 소프트웨어로도 가능하다. 내연기관차에도 ‘매핑’ 혹은 ‘ECU 튜닝’이라는 분야가 있다. 엔진이 전자제어 방식으로 진화하면서 정교한 소프트웨어 튜닝으로도 대량생산 차량이 안전율로 남겨두었던 잠재 성능의 여유 부분을 실제로 꺼내 사용하는 것이다. 내연기관의 잠재력을 해방시킨다는 것은 배기가스나 소음 등에 직접적 영향을 미칠 수 있으므로 한계가 있을 수밖에 없다. 그렇지만 원래 ‘0’이었던 전기차라면 전기를 조금 더 꺼내 사용하더라도 배기가스는 여전히 ‘0’이다.

물론 튜닝을 소프트웨어만으로 전부 해결할 수 없다. 내연기관차에서 엔진 성능을 본격적으로 끌어올리려면 흡기와 배기 튜닝 말고도 내구성을 위한 엔진 냉각 및 윤활 계통의 튜닝이 필수적이다. 이처럼 전기차에서도 내연기관차의 튜닝과 연결성을 갖고 지속되는 분야가 있다. 대표적인 것이 배터리와 모터, 인버터 등 전동 파워트레인의 냉각 시스템 튜닝이다. 소프트웨어로 정교하게 모니터링 및 제어되지만 결국은 냉매를 운반하는 전기모터, 열을 발산시키는 라디에이터 등의 부품을 고성능 제품으로 변경해 물리적 성능을 향상시키는 ‘고전적 튜닝’이 적용될 여지가 여전히 존재한다는 뜻이다.

전기차는 즉각적인 토크 응답성과 이전에는 슈퍼카에서나 가능했던 높은 출력이 비교적 대중적인 모델에서도 가능해진 ‘고성능의 대중화’를 이루었다. 그런데 전기차는 배터리 때문에 차체가 무겁다. 이는 곧 서스펜션과 타이어 등 새시 튜닝의 여지가 커졌다는 뜻이다. 게다가 전기차는 태생적 존재 이유인 친환경성을 지키기 위해 분진이 덜 발생하면서도 회전력과 하중을 잘 견디는 전용 타이어의 수요가 생겼다. 이 또한 애프터마켓에 긍정적인 요인이 된다.

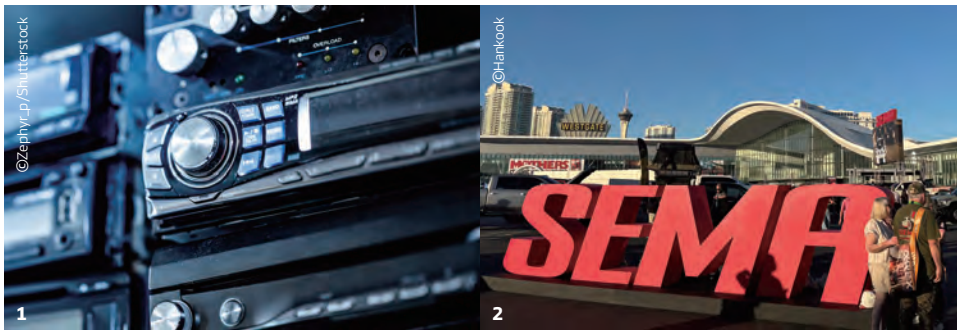
자동차애프터마켓에 소프트웨어도 포괄

하지만 앞으로의 자동차 애프터마켓 시장을 핑크빛으로 보는 미래의 메인 이벤트는 아직 시작하지도 않았다. 그것은 바로 ‘소프트웨어’다.

이미 우리는 자동차에서 소프트웨어의 힘을 실제로 느끼고 있다. 요즘 출시된 새 모델들은 거의 빠짐없이 OTA, 즉 무선 업데이트 기능을 지원한다. 이전에 새 차는 출고하는 순간부터 중고차(구형 스펙)가 될 수밖에 없었지만 이제는 편리한 소프트웨어 업데이트를 통해 새로운 기능 및 사용자 인터페이스와 디자인 등이 추가되면서 출고 후에도 새 차의 ‘싱싱함’을 상당 부분 유지할 수 있게 됐다. 자동차는 이제 소프트웨어만으로도 기능과 디자인이 향상될 수 있는 제품이 된 것이다.

나아가 자동차는 소프트웨어 플랫폼으로 진화하고 있다. 자동차 브랜드가 처음부터 끝까지 모든 것을 개발·생산하던 시대에서 벗어나 자동차는 온라인 연결성과 개방형 생태계를 제공하는 플랫폼으로 변신하고 있는 것이다. 최근 많은 자동차 브랜드가 안드로이드 오토모티브 운영체제를 사용하고 오픈 API를 앱 개발자들에게 제공하고 있는데, 이것은 자동차의 안전을 보장하는 한 정해진 범위 내에서라면 서드파티 공급자가 자유롭게 앱을 개발·판매하며 소비자에게 자신의 차량을 개인화할 수 있는 자유도를 제공한다는 뜻이다.

이는 또한 특히 많은 차량을 운영하는 운송업체와 같은 사업자에게 중요한 기반이 될 수 있다. 이전에는 별도의 장비를 추가해야만 가능했던 플리트 매니지먼트 시스템(Fleet Management System) 등의 사업용 기능이 앞으로는 이미 차량에 내장된 센서류를 전용 앱으로 재구성하는 것만으로도 활용 가능성이 대폭 넓어질 것이다. 자동차용 앱 마켓은 단



- 1 30년 전만 해도 카 오디오는 마치 PC의 하드디스크처럼 규격화된 제품을 자동차 대시보드에 끼워 넣을 수 있게 만들어져 자동차 애프터마켓의 주요 시장 중 하나였다.
- 2 세마 쇼는 자동차 튜닝과 오프로드 중심의 애프터마켓 전시회다. 2025 세마 쇼 입구.
- 3 한국타이어는 2025 세마 쇼에 프리미엄 SUV 타이어 브랜드 다이나프로를 내세운 부스와 전시 차량을 대거 설치했다.




순한 엔터테인먼트를 넘어 실제 생산성 증대로 영역을 확대하고 있다는 뜻이다.

자동차 부품 및 신기술 전시회

자동차 애프터마켓 시장이 어떻게 돌아가고 있는지 한눈에 담아보고 싶은 마음은 여전하다. 내연기관을 뜨거운 가슴으로 사랑하는 이른바 ‘페트롤헤드(Petrolhead)’는 물론 이렇게 자동차가 전동화 및 소프트웨어의 세상으로 진화하는 과정이 궁금한 사람들의 갈증을 해소해주는 자동차 애프터마켓 관련 전시회가 전 세계에서 열린다. 특히 매년 11월이면 미국 라스베이거스에서 두 개의 대형 이벤트가 개최된다. 바로 AAPEX와 SEMA 쇼다. 미국 자동차관리협회와 자동차 애프터마켓 공급업

체협회가 주최하는 ‘자동차 애프터마켓 제품 엑스포(Automotive Aftermarket Products Expo)’가 AAPEX다. 보통 모터쇼가 완성차 위주 행사라면, AAPEX는 애프터마켓 제품 전반, 즉 자동차 부품, 액세서리, 정비 장비 등을 아우르는 종합 B2B 무역 박람회다. 따라서 업체 간 교류와 거래가 밀접하게 이루어지며 글로벌 애프터마켓 산업의 최신 기술 트렌드와 미래 전망을 공유하는 데 중요한 플랫폼 역할을 담당한다. SEMA(세마) 쇼는 ‘특수장비 시장협회(Specialty Equipment Market Association)가 주최하는 전시회로, 애프터마켓 중에서도 차량 튜닝, 성능 향상, 커스터마이징에 특화된 박람회다. 고성능 부품, 내·외장 액세서리, 맞춤형 휠 및 타이어, 오프로드

장비 등 차량 개조 및 스타일링 관련 제품이 주로 출품된다. 따라서 자동차 문화와 트렌드를 선도하며, 독특하고 혁신적인 차량 개조 기술과 제품을 선보이는 장이라는 ‘이성적 평가’와 함께 보는 사람의 가슴을 뜨겁게 만드는 ‘감성적 효능감’이 대단한 전시회다. 그래서 SEMA 쇼는 엄청난 바이럴의 원천이 되기도 한다.

미래의 자동차 애프터마켓 시장은 자동차 시장의 성장에 따른 동반 확대와 함께 전동화 및 소프트웨어라는 새로운 조류에 따른 시장 창출, 그리고 여전히 꺼지지 않는 자동차 애호가들의 뜨거운 성원으로 앞으로도 지속적인 성장이 예상된다. 우리 인간이 자동차를 사랑하는 한 자동차 애프터마켓 역시 번영을 구가할 것이다. 

A New Idea

수직이착륙은 헬리콥터로 대표되는 회전익기의 전유물이었다. 고정익기 중에도 수직이착륙이 가능한 항공기가 있지만 로터 또는 제트엔진의 추력 방향을 바꾸는 방식이었다. 여기 전혀 다른 방식의 전기 수직이착륙기(eVTOL)를 소개한다.

WORDS 안준하 PHOTOGRAPHS 피보탈

독특한 이륙 방식을 적용한 피보탈 헬릭스는 일반 시판에 돌입한 최초의 eVTOL이다.

©Pivotal

항공기 스타트업 피보탈(Pivotal)은 원래 캐나다에서 설립됐을 때의 이름이 오픈너(Opener)였다. 나중에 미국으로 이전한 오픈너는 2018년 블랙플라이(BlackFly)라는 1인승 전기 항공기를 공개했고, 여기 소개할 헬릭스(Helix)는 그 후속 기종이다. 블랙플라이와 동일한 콘셉트의 헬릭스는 분명 eVTOL 범주에 속하지만 우리가 보통 생각하는 수직이착륙 항공기와는 전혀 다른 움직임을 보여준다.

내연기관의 VTOL이든 전기 동력의 eVTOL이든 그동안 개발된 모든 수직이착륙 항공기는 기체가 수평인 상태에서 이륙한다. 헬리콥터나 드론처럼 로터가 늘 수평으로 회전하는 항공기가 있고, 로터를 수평 회전시켜 이륙한 다음 로터 또는 로터가 장착된 날개를 기울여 순항 모드로 전환하는 틸트 로터나 틸트 윙 항공기가 있다. 제트엔진의 추력 방향을 바꾸는 VTOL 전투기도 있다. 아예 이착륙용 로터와 순항용 프로펠러를 각각 장착한 항공기도 있다.

헬릭스는 그 모든 방식과 다르다. 그렇다면 활주하지 않고도, 게다가 어떻게 수직으로 이륙하느냐? 바로 이 지점에서 발상의 전환으로 새로운 이륙 방식을 고안한 블랙플라이, 그리고 지금의 헬릭스의 아이디어가 돋보인다.

헬릭스는 45°로 기울어진 앞뒤 날개에 각각 4개씩 전기모터를 장착한 고정익기다. 지상에 주기 중일 때 보면 앞날개의 랜딩기어와 동그런 동체 아랫부분이 지면에 닿아 있고, 장착 위치가 높은 뒷날개는 지면에서 떠 있다. 이륙할 때 헬릭스는 앞날개의 로터

4개를 먼저 가동하는데, 이러면 앞쪽이 들어 올려져 기체가 수직에 가깝게 곧추서고 뒷날개의 보조 랜딩기어가 지면에 닿는다. 이때 뒷날개의 로터 4개를 마저 가동하면 비로소 헬릭스가 떠오른다.

이륙 후엔 앞뒤 로터의 출력을 제어해 기체를 수평으로 낮춰 비행하고, 비행 중 공중 정지(호버링)가 필요할 때는 이륙할 때의 자세를 취한다. 착륙할 때는 이륙 과정의 반대로 기체를 세워 뒷날개를 먼저 지면에 접촉시킨 후 내려앉는다. 피보탈이 헬릭스를 가리켜 틸트 로터 및 틸트 윙이 아니라 고정식 날개와 로터를 갖춘 ‘틸트 항공기’라고 부르는 이유가 이처럼 독특한 이착륙 방식에 있다.

8kWh 용량의 배터리를 내장한 헬릭스의 운동 성능은 웬만한 항공기는 물론 에어 택시 시장을 노리고 출시가 머지않은 eVTOL보다도 낫다. 순항 속도는 최고 102km/h, 최대 이동 거리는 32km 남짓이다. 피보탈은 안전을 위해 배터리 용량의 최소 20%를 남겨두라고 권하는 만큼 통상 이동 거리는 그보다 짧아진다. 낮은 사양은 단점으로 작용한다기보다 헬릭스의 매력을 위해 선택한 결과일 뿐이다.

헬릭스는 길이 4.1m, 폭 4.9m, 높이 1.6m, 무게는 159kg에 불과하며 조종사를 포함해 최대 100kg까지 실을 수 있다. 하지만 무엇보다 큰 장점은 미국에서 조종사 면허 없이 비행할 수 있는 초경량 항공기(FAA Part 103 Ultralight)로 승인받았다는 것. 운전면허조차 없는 사람이라도 시뮬레이터 교육과 일련의 시험 비행을 포함해 2주 만에 헬릭스 운항 자격

증을 취득할 수 있다. 비상시엔 물 위에 착수할 수도 있고, 많은 소형 항공기와 마찬가지로 최후의 안전 장비로 기체 전체를 매다는 낙하산을 갖췄다.

올해만 해도 1000회 이상 헬릭스의 유인 비행 경험을 축적한 피보탈은 200명의 잠재 고객에게 조종 훈련을 진행했으며, 2026년 1분기에 첫 고객 모델을 출시할 계획이다. 헬릭스의 첫 고객 중에는 소방서와 구급대가 포함될 수도 있다. 그들은 헬리콥터는 갈 수 없거나 착륙 시에 너무 큰 피해를 주는 곳에 헬릭스를 이용해 구조대원을 빨리 보낼 수 있기를 기대한다. 피보탈은 지난 9월까지 주택가 막다른 골목에 착륙하는 것을 포함해 세 군데의 소방서와 시범 비행을 실시했다. 헬릭스는 45m 고도에서는 일상적인 실내 대화 소리와 비슷한 50데시벨의 소음만 지상에 전달했고, 60m 고도에서는 거의 소리가 들리지 않았다고 한다.

물론 헬릭스는 레저를 포함한 단거리 비행 경험을 제공하는 개인 항공기다. 새로운 높이에서 새로운 움직임으로 세상을 탐험하는 스릴을 선사할 수 있다. 조종사 면허가 없어도 되는 미국 FAA 승인 기준으로 헬릭스는 혼잡한 도심과 붐비는 공항 등 제한 구역을 제외하면 주간 비행이 자유롭다. 아스팔트는 물론 초원, 눈, 얼음 위에서 이착륙할 수 있으며, 앞뒤 날개를 분리해 5m짜리 트레일러에 실어 이동할 수도 있다. 미국에서 헬릭스는 세 가지 옵션에 따라 19만~24만 달러(2억 8000만~3억 8000만 원)로 판매되고 있다. **12**

Ladder to Space

누리호는 한국형 우주 발사체의 기술력과 민간 주도의 우주산업 생태계 발전을 상징한다. 이번 4차 발사는 단순한 기술적 도전을 넘어 한국 우주개발 사업이 민간과 정부 협력으로 함께 성장해가는 의미 있는 이정표가 될 것이다.

WORDS 김선관 PHOTOGRAPHS 한국항공우주연구원

누리호는 1.5톤급 인공위성을 지구 상공 600~800km 태양동기궤도에 직접 투입할 수 있는 3단형 발사체다. 2023년 5월 누리호 3차 발사 장면.

©KARI

11월 27일 새벽, 네 번째 누리호가 하늘로 향했다. 전남 고흥의 새벽하늘에서 한국형 발사체의 궤적은 다시 한번 미래를 그려냈다. 기상 악화나 기술적 변수가 생기면 일정은 최대 12월 4일까지 조정될 수 있었지만 누리호는 당초 예정 시간(00시 54분~01시 14분) 내인 01시 13분에 발사됐다. 이번 누리호 4차 발사는 우주항공청(KASA) 개청 이후 첫 발사다. 발사대 위에 선 누리호는 거대한 금속제 몸체 속에 정교한 기술을 품었다. 그 구조를 들여다보면 어떻게 한국형 발사체가 하늘을 향해 나아가는지 이해할 수 있다. 누리호는 총 세 단으로 이루어진 로켓이다. 1단에는 75톤급 액체 엔진 네 기, 2단에는 75톤급 엔진 한 기, 3단에는 7톤급 엔진 한 기가 장착됐다. 케로신(등유)과 액체산소를 각각 연료와 산화제로 사용하여 발사 순간 1단의 300톤 추력이 47m 높이의 기체를 들어 올린다. 1단 로켓의 연소가 끝나면 빈 탱크를 떨어뜨려 무게를 줄인 다음 2단 로켓을 점화하고, 3단 역시 마찬가지다. 이번 4차 발사의 목표 고도는 지상 600km의 태양동기궤도. 누리호의 총비행시간은 1·2·3단 엔진의 연소 시간과 1·2단 분리 및 2·3단 점화 소요 시간, 13기의 위성 분리를 합쳐 18분 25초였다. 발사 후 13분 11초부터 차세대중형위성 3호를 시작으로 3단 로켓 위에 얹혀 있던 인공위성들이 약 20초 간격으로 차례로 분리됐음을 알리는 신호가 확인되는 순간까지 긴장이 이어졌다. 이 짧은 시간 동안 누리호는 최고 2만 8000km/h의 속도로 지구 중력을 거슬렀다. 3단 로켓 상단의 탑재체 어댑터(Payload Adapter)와 인공위성이 분리될 때의 진동은 단 한 치의 오차도 허락하지 않는 기술의 호흡이다. 누리호, 즉 두 번째 한국형 발사체(KSLV-II)는 그동안 세 번의 도전을 거치며 성장해왔다. 2021년 10월 누리호는 처음으로 발사대에 섰다. 발사 및 대기권 탈출, 목표 궤도 진입까지는 성공적이었지만 3단 엔진이 조금 일찍 꺼지면서 탑재체(위성 모사체)가 안정적으로 궤도를 돌 수 있는 속도(7.5km/s)에는 미치지 못했다. 분리된 탑재체는 궤도에 안착하지 못해 얼마 뒤에 추락했다. 완벽한 결과가 아니었음에도 대한민국이 처음으로 독자 기술로 우주를 향한 추진력을 만들어낸 순간의 감동은 벅차기만 했다. 새로 개발한 발사체의 첫 시험 발사에서 이만한 성공을 보인 사례는 드물다.



이듬해 6월, 누리호는 두 번째 시험 발사에서 전 과정 완벽한 비행을 보여줬다. 목표한 700km 궤도에 인공위성을 올려놓으며 단 두 번 만에 한국형 발사체 기술이 스스로 설 자리를 증명했기 때문이다. 2023년 세 번째 발사에서는 시험 단계를 넘어 실질적인 임무 수행에 나섰다. 역시 우리 기술로 제작한 차세대 소형위성을 비롯해 민간기업이 개발한 초소형 큐브위성까지 총 8기의 위성을 궤도에 올렸다. 누리호 4차 발사는 그 연장선상에 있다. 이번엔 주 탑재체인 차세대중형위성 3호와 부탑재체인 12기의 큐브위성을 싣고 궤도에 올랐다. 한국항공우주산업(KAI)이 개발한 차세대중형위성 3호는 대기광과 오로라를 관측하고 지구 자기장과 플라즈마를 측정한다. 국내 연구 기관, 대학, 기업이 제작한 큐브위성들은 통신망 실험, 지구 관측, 우주 방사선 환경 모니터링 등 각각 다양한 임무를 수행한다. 위성들과 어댑터, 사출 장치를 합쳐 총탑재 중량은 약 1톤으로, 500kg이었던 3차 발사 때보다 두 배 늘었다. 이번 임무를 안정적으로 성사시키기 위해 지난 9월 나로우주센터는 발사 당일과 동일한 조건으로 리허설을 진행했다. 엔진 점화만 빼고 연료·산화제 공급, 전기계통 점검까지 전 과정을 한 번에 검증하는 절차인 WDR(Wet Dress Rehearsal: 습식 예행연습)이다. -183°C의 액체산소가 주입되자 거대한 기동 같은 로켓의 표면에는 서리가 맺혔다. 모니터에 표시되는 압력과 온도가 초 단위로 변하는 동안 현장

의 공기 역시 긴장감을 더해갔다. 리허설을 통해 발사대와 발사 후 추적 시스템, 그리고 새벽 시간대의 운용 절차까지 모두 점검을 마쳤다. 발사 주체가 달라졌다는 점도 주목할 필요가 있다. 기존 세 번의 발사는 항공우주연구원(KARI)이 발사체 제작부터 발사 운용까지 모두 주관했다. 하지만 4차 발사는 지난해 설립된 우주청이 첫 프로젝트로서 발사 허가 및 관리·감독 기관으로, 항우연은 발사 운용을 담당하는 주관 연구 기관으로, 누리호 제작 기술을 이전받은 민간 체계종합기업으로서 한화에어로스페이스는 발사체 제작 기관으로 활약한다. 특히 한화는 이번뿐 아니라 6차까지 발사 운용에도 참여하며 향후 누리호 발사를 민간 주도로 진행하기 위한 기술 고도화 단계에 접어들다. 우주 발사체 개발이 기술 실험실에서 산업 생태계로 이동한 셈이다. 윤영빈 우주청장은 누리호 4차 발사는 우주 역량이 정부 중심에서 민간 중심으로 나아가는 첫 출발점이라며 이번 발사의 의미를 명확하게 압축했다. 우주청은 이 변화를 기반으로 2030년대 중반까지 발사 비용 절감을 위한 재사용형 발사체 개발과 민간 주도의 우주 수송망을 추진한다. 이렇듯 누리호는 이제 민간 산업 생태계로 이식됐다. 현재 약 300개 기업이 발사체 부품과 관련 기술을 담당하며 한국형 우주개발의 저변을 함께 넓히는 중이다. ‘누리호의 유산’은 민간 우주산업이 안정적 우주 수송 역할을 확장하는 밑거름이 될 예정이다. **12**

Time to Clean

우주산업은 다방면으로 확장되고 있다. 지속가능한 지구 궤도 활용을 위해 로켓 잔해는 물론 수명이 다한 인공위성을 치워야 하는 날이 도래했다. 우주 쓰레기 청소는 엄연히 우주산업의 한 갈래로 성장할 것이다.

WORDS 박호준 PHOTOGRAPHS 게티이미지, 아스트로스케일

1958년 발사돼 수명이 다한 지 오래됐지만 67년째 궤도를 돌고 있는 뱅가드 1호 위성. 회수하면 ‘우주 고고학적 유물’이 되겠지만 우주에 남아 있는 한 ‘우주 쓰레기’일 뿐이다.

©Getty/Getty Images

앞 페이지에서 살펴본 네 번째 누리호는 역대 누리호 중 탑재 위성 수가 가장 많다. 주탑재체는 우리 손으로 만든 차세대중형위성 3호다. 600km 높이의 지구 궤도를 돌며 오로라와 대기광을 관측하는 과학연구 임무를 수행한다. 우리나라는 1992년 우리별 1호를 시작으로 40여 개(큐브위성 제외)의 인공위성을 발사했고, 현재 10여 개의 위성이 궤도에서 활동하고 있다. 유엔우주업무사무소(UNOOSA)에 따르면 2024년 기준 1만 2000여 개의 ‘살아있는’ 위성이 지구 궤도를 돌고 있다. 최근 몇 년간 대량으로 쏟아져 올라진 스타링크 우주 인터넷 위성이 그중 65~70%를 차지하는 것으로 추정된다.

인공위성은 위치한 궤도에 따라 크게 세 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 지구 적도에서 3만 5786km 상공에 위치하며 지구와 같은 속도로 도는 ‘정지궤도’ 위성이다. 통신위성이나 기상위성이 주로 이곳에 있다. 두 번째는 상공 2000km부터 정지궤도 사이에 위치한 ‘중궤도’ 위성이다. 우리가 사용하는 GPS 위성이 중궤도에 있다. 마지막은 가장 많은 위성이 있는 ‘저궤도’다. 200~800km까지를 저궤도로 볼 수 있는데, 스페이스X의 스타링크 위성을 비롯해 각종 민간위성과 군사위성이 이 구간에 위치한다. 일반적으로 군사위성은 2~4년, 민간위성은 3~7년 운용 후 수명을 다한다. 제 임무를 다한 위성은 자연적으로 궤도가 낮아지거나 의도적으로 궤도를 낮춰 대기권에서 불타거나 안전한 바다에 추락한다. 하지만 뱅가드(Vanguard) 1호는 예외다. 미국과 소련의 우주 경쟁 시대인 1958년 미국이 네 번째로 발사한 위성으로 1964년 통신이 끊겼지만 지금도 지구 궤도를 돌고 있다. 뱅가드 1호는 가장 오래된 우주 인공물로서 발사 60주년이었던 2018년 3월을 기준으로 지구를 약 23만 5000바퀴 돈 것으로 전해진다. 거리로 환산하면 약 112억km로 태양에서 해왕성까지 거리의 2.4배가 넘는다.

2024년 미국의 항공우주학회 컨퍼런스에서 우주 전문가, 역사가, 작가로 구성된 팀이 ‘우주의 타임캡슐’ 뱅가드 1호를 포획해 회수하자는 아이디어를 제시했다. 67년간 궤도를 돌며 미소유성체와 방사선 등 우주의 풍파(?)를 겪은 금속과 배터리, 태양전지에 축적된 연구 재료로서의 가치는 물론 박물관이 반길 만한 우주 고고학적 가치가 충분하다는 것. 이 늙은 위성은 더 이상 신호를 발신하지 않지만 필요

하다면 지금도 여전히 위치를 파악할 수는 있다. 냉정하게 말하면 뱅가드 1호는 ‘우주 쓰레기(Space Debris)’다. 수명을 다한 인공위성이나 임무를 마친 발사체—뱅크드 1호를 궤도에 올린 로켓의 상단부도 여전히 궤도를 돌고 있다—에 후속 조치가 이루어지지 않아 방치된 경우다. NASA와 11개 대학이 공동 연구한 논문에 따르면 지구 궤도를 돌고 있는 위성고 로켓의 잔해·파편 수는 지름 10cm 이상 약 4만 개, 10cm 미만 약 110만 개나 된다. 별것 아닌 크기 같지만 속도가 총알보다 8~10배 빠르다는 게 문제. 우주 쓰레기 폭풍에 휩쓸린 재난 영화 <그래비타>를 떠올려보자.

우주 쓰레기 하면 영화 <승리호>도 떠오른다. 승리호는 우주 쓰레기를 청소하며 돈을 버는 우주선이다. 그런데 실제로 우주 쓰레기 청소를 사업으로 삼은 회사가 있다. 아스트로스케일(Astroscale)이라는 일본 회사다. 에어버스 디펜스 & 스페이스 등 다양한 우주 기업이 우주 쓰레기 처리 아이디어를 내놓았지만 실제로 청소 사업에 나선 회사는 아스트로스케일이 처음이다. 2015년 설립해 영국과 미국에도 현지 법인을 세운 이 회사는 2021년 위성 수명 종료 프로그램의 시범 우주선인 ELSA-d(이하 엘사)를

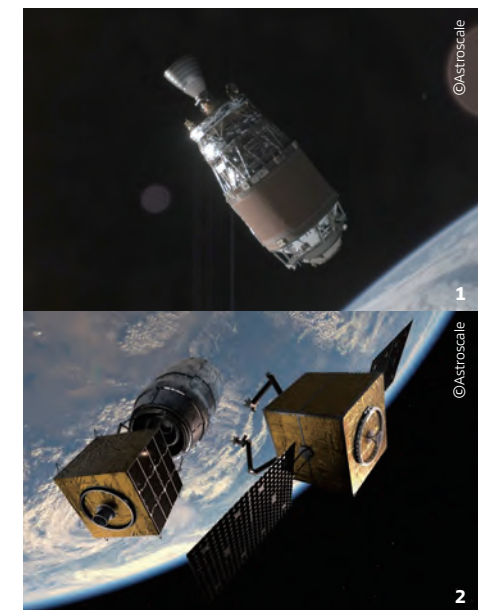
발사했다. 테스트 위성이긴 했지만 세계 최초의 ‘우주 쓰레기 청소부’다.

엘사는 ‘쥐와 고양이 게임’을 수행하기 위한 두 부분으로 나뉜다. 17kg짜리 클라이언트 위성이 쥐 역할, 175kg짜리 서비스 위성이 고양이 역할이다. 설정된 궤도에서 쥐와 고양이가 분리된 다음에 고양이가 쥐를 찾아(탐색) 이동하고(추적) 도킹하는(포획) 일련의 과정을 테스트했다. 엘사는 임무를 다한 뒤 대기권에 진입해 불타 사라진 일회용이었지만, 나중엔 재사용 가능하도록 제작한다는 방침이다.

2024년에는 일본우주항공연구개발기구(JAXA)와 8100만 달러 규모의 첫 번째 우주 쓰레기 제거 계약에 따라 뉴질랜드의 민간 발사체 기업 로켓랩의 일렉트론 로켓을 이용해 탐색 위성 ADRAS-J(이하 아드라스)를 발사했다. 아드라스는 처리 목표물, 즉 2009년 일본이 발사한 H-2A 로켓의 상단부에 접근해 현재 어떤 상태인지를 확인하는 것이 임무였다. H-2A 상단부와 동일 궤도에 오른 아드라스는 목표물의 50m까지 근접해 향후 제거 프로그램을 수립하기 위한 자료를 수집하는 데 성공했다. 아스트로스케일이 11m 길이의 목표물을 궤도에서 제거하는 작업은 2026년 이후에 시도할 예정이다.

아스트로스케일의 설립자이자 CEO인 오카다 미츠노부는 이렇게 말했다. “지구와 우주를 분리하는 건 불가능합니다. 우리의 일상생활은 우주 기술에 크게 의존하고 있으니까요. 지구에서 지속가능한 발전을 이루려면 우주 역시 지속가능해야만 한다는 뜻이죠. 아스트로스케일을 설립한 이유입니다.” 흥미로운 지점은 청소 사업의 확장 가능성이다. 우주 쓰레기를 추적하고 접근해 제거하는 기술, 즉 궤도 내 포획 기술은 여러 우주산업 분야에 활용 가능하다. 예를 들어 임무 수행 중 파손된 위성을 재조립할 수도 있고, 적대국의 군사위성을 제거할 수도 있다.

지난 10월 스페이스X는 1만 번째 스타링크 위성 발사에 성공했다. 나아가 2027년까지 총 4만 개의 위성을 발사할 계획이라고 밝혔다. 스타링크 위성군이 2021년부터 본격적으로 궤도에 배치됐고 설계 수명이 5년인 점을 고려하면 당장 내년부터 고장 나거나 수명 연한에 도달한 위성이 눈덩이처럼 늘어한다는 말이 된다. 이제 궤도에 위성을 올려두는 사업뿐 아니라 치우는 사업도 성장 일로에 들어설 것으로 예상된다. **12**



1 지난해 아스트로스케일의 아드라스 탐색 위성이 촬영한, 2009년 위성 발사 임무 후 지금까지 궤도를 돌고 있는 H-2A 로켓 상단부.
2 아스트로스케일이 개발 중인 우주 쓰레기 처리 프로그램 중 하나는 운반 위성이 가져온 목표물을 재돌입 유도 위성이 지구 대기권으로 ‘밀어내는’ 방식이다. 두 위성 모두 여러 차례 사용할 수 있다.

Superyacht Cruising

여행의 최정점은 크루즈가 아닐까. 크루즈 전문 선사의 항해 프로그램이야 이미 잘 알려졌지만 최근에는 럭셔리 호텔도 앞다퉈 배를 띄우고 있다. 호텔이 운영하는 유람선의 공통점은 ‘요트’라고 부른다는 것.

WORDS 이소영 PHOTOGRAPHS 아만, 포시존스



©Sinot/aman

아만이 2027년 럭셔리 슈퍼요트 경험을 제공할 예정이다. 길이 183m에 달하는 아만가티호는 고작 47개의 객실을 들었다.

21세기 슈퍼요트는 부와 낭만의 정수다. ‘프라이빗’한 사생활을 즐길 수 있으며 부동산보다 투자 가치가 높기에 ‘억만장자’—백만장자 정도로는 어렵도 없다—라면 길이가 100m 정도인 슈퍼요트 한 대쯤은 기본으로 가지고 있을 정도다.

아마존 설립자 제프 베이조스는 약혼식을 자신이 소유한 ‘코루’라는 이름의 5억 달러(약 6800억 원)짜리 127m 슈퍼요트에서 진행했다. 메타의 CEO 마크 저커버그도 113m 길이의 3억 달러짜리 요트 ‘론치패드’를 갖고 있다. 미국 프로풋볼 리그(NFL) 잭슨빌 재규어스와 잉글랜드 프로축구 프리미어리그(EPL) 풀럼 FC 구단주인 샤프드 칸은 2023년 95m 슈퍼요

트 ‘키스메트’를 팔고 2억 6800만 파운드(약 5115억 원)를 들여 같은 이름으로 122m 슈퍼요트를 진수했다. 그의 중고 슈퍼요트를 1억 4900만 유로(약 2500억 원)에 사들여 ‘위스퍼’라고 이름 붙인 사람은 전 구글 CEO 에릭 슈미트다.

최근 아만, 오리엔탈 익스프레스, 리츠칼튼, 포시존스 등의 럭셔리 호텔이 요트 여행 프로그램을 선보이는 이유도 억만장자의 라이프스타일에서 추측할 수 있을 것 같다. 보다 조용하고, 보다 특별하게 휴가를 즐기고 싶은 것은 아마 모든 현대인의 희망일 테니 말이다. 신년 휴가를 계획하며 럭셔리 호텔의 슈퍼요트 프로그램을 미리 감상해보는 것은 어떨까?

Aman 호텔 리조트 그룹 아만은 얼마 전 럭셔리 슈퍼요트 ‘아만가티(Amangati)’를 선보인다고 발표했다. 산스크리트어로 ‘평화로운 움직임’을 의미하는 아만가티는 요트 디자인 스튜디오 시노트(Sinot Yacht Architecture & Design)가 설계했다. 현재 유람선 전문 조선사인 이탈리아 제노바의 마리오티(T. Mariotti)에서 건조 중이며, 2027년 여름 지중해에서 첫 항해를 시작할 예정이다.

아만가티는 183m 길이의 웅장한 선체에 47개의 스위트룸을 갖추고 승객보다 많은 수의 승무원이 기존 럭셔리 호텔 이상의 내밀한 서비스를 제공한다. 모든 스위트룸에는 전용 발코니가 있고 4개의 인터내

셔널 다이닝 레스토랑, 재즈 클럽, 일본식 정원의 스파, 바다로 곧바로 이어지는 비치 클럽 등 기존 호텔을 능가하는 시설을 갖추고 있다. 지속가능성을 고려해 배터리 기반 전력 시스템을 비롯한 친환경 기술을 적용해 탄소 발자국을 최소화한다.

아만은 인도네시아에서 특별 맞춤 플래그십 요트 프로그램이자 다이빙 선박인 ‘아만디라(Amandira)’를 이미 운영 중이었다. 이 프로그램의 가장 독특한 매력은 아만디라가 범선이라는 점(물론 보조 추진 장치로 전기모터를 달았지만). 인도네시아 전통 돛과 삭구가 장착된 52m 길이의 대형 피니시(Pinisi) 선박으로, 범선 중에서도 돛대를 2개 세운 스쿠너

(Schooner)와 비슷하게 생긴 배다. 인도네시아 콘조(Konjo) 부족의 전통 선박 장인이 현지에서 채취한 활엽수로 수공 제작한 아만디라는 범선으로 향신료를 무역하던 대항해시대 선원의 로맨스와 최첨단 시설을 동시에 느낄 수 있다.

아만디라는 5개의 넓은 선실을 보유하며, 스파 테라피스트를 포함한 14명의 승무원이 밀착 서비스를 제공한다. 이 범선에서는 다섯 종류의 맞춤형 액티비티를 즐길 수 있는데, 숙련된 다이빙 마스터와 함께 하는 스쿠버다이빙과 수상스포트는 잊지 못할 추억을 선사할 것이다. 생물학적 다양성으로 유명한 코모도섬 탐험도 인기다. 링카섬과 코모도섬에 걸쳐

있는 세계 문화유산인 코모도 국립공원의 자연 서식지에서는 사진에서나 보던 왕도마뱀을 볼 수도 있다. 3월부터 10월까지 운항하며, 5박 단기 또는 21박 이상의 일정으로 예약할 수 있다.

Orient Express 애거사 크리스티의 추리소설 속 배경이 되기도 했던 전설적인 오리엔트 익스프레스 호텔 그룹은 럭셔리 기차 여행을 제공하기 시작한 지 140년 만에 지중해와 카리브해를 여행하는 세일링 요트 프로그램을 선보였다. 다만 ‘오리엔트 익스프레스 코린티언(Orient Express Corinthian)’은 나무와 천으로 만든 전통 범선이 아니라 최신 범선

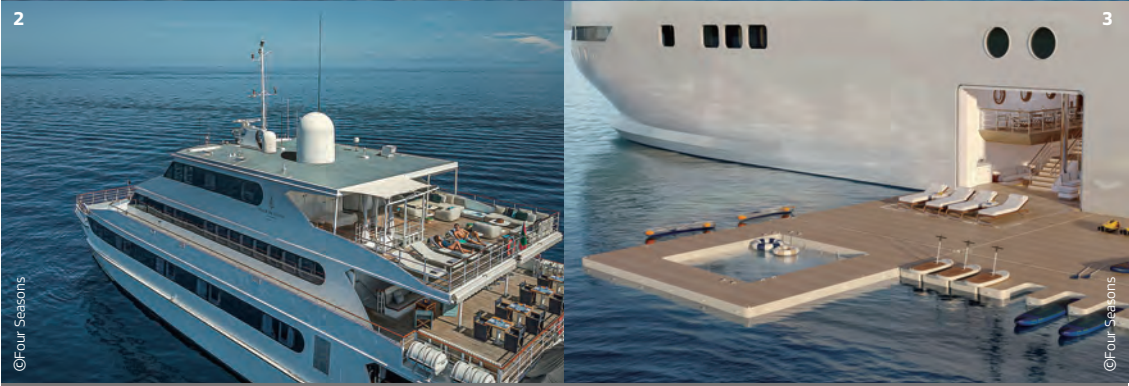


아만이 인도네시아 지역에서 맞춤형 일정으로 운영하는 아만디라호는 인도네시아 전통 범선이다.

기술인 솔리드세일(SolidSail) 3개와 함께 천연가스터빈엔진을 장착한 하이브리드 선박이다.바람을 이용하면 연료와 탄소 배출을 줄일 수 있다. 54개의 스위트룸을 갖춘 220m 길이의 거대한 요트에는 최대 110명이 투숙할 수 있는데, 승무원 수는 그보다 50% 더 많은 170명에 달한다. ‘바다를 떠다니는 궁전’으로 구상한 만큼 정교한 유리공예부터 우아한 예술 컬렉션까지 갖춘 각 공간은 고객에게 호사스러움을 한껏 제공하기 위한 장인정신의 표본이다. 가장 비싼 스위트룸에는 제퍼, 시로코 등의 바람 이름이나 스위트 듀플렉스, 스위트 파노라마 같은 평범한 이름이 아니라 ‘애거사 크리스티’라는 이름을 붙였다. 미술랭 스타 요리스 야니크 알레노가 진두지휘하는 14개의 레스토랑과 바에서는 매일 미식을 즐길 수 있다. 수영장, 극장, 음악당, 공연장, 스파, 비스포크 슝 그리고 해양 액티비티를 위한 마리나에 이르기까지 여행 기간 내내 심심할 틈이 없을 것 같다. 현재 지중해 루트 세 개와 카리브해 루트 두 개 프로그램을 운영 중이다.

Four Seasons 2017년 전용 제트기로 프라이빗 항공 투어를 선보이며 럭셔리 여행을 주도해온 포시즌스도 2026년부터 요트 프로그램 운영을 시작한다. 럭셔리 요트 운영사 마크-헨리 크루즈(Marc-Henry Cruise Holdings)와 공동 운영하는 포시즌

스 요트는 4억 유로(약 6800억 원)를 들여 유서 깊은 이탈리아 조선업체 핀칸티에리(Fincantieri)가 건조하고, 스웨덴 틸버그 디자인(Tillberg Design)이 인테리어와 스위트룸 디자인을 맡았다. 207m 선체가 품은 95개 스위트룸은 모두 바다 위의 별장이다. 승객과 직원 비율이 1:1이라서 모든 손님이 밀착 서비스를 받을 수 있다. 20×5m 크기의 옥외 수영장, 은 유압식 리프트 장치를 갖춰 결혼식이나 심야 영화 상영 등 이벤트 공간으로 변신할 수도 있다. 일반 승객이 갈 수 있는 데크는 최하층 마리나에서 최상층 라운지까지 10개 층인데, 가장 크고 호화로운 퍼넬 스위트는 라운지와 같은 층에서 시작하는 4층 규모의 객실이다. 2026년 첫 시즌은 3월부터 지중해의 봄을 즐기는 7~9박 여정으로 시작한다. 마크-헨리 크루즈는 지난 5월 두 번째 포시즌스 요트를 건조하기로 결정했다. 포시즌스는 이번 대형 요트 프로그램에 앞서 서태평양의 팔라우섬에서 ‘크루징 리조트’라는 이름으로 소규모 선박을 운영하고 있었다. 11개 객실을 갖춘 39m짜리 쌍동선 ‘포시즌스 익스플로러’는 선상 시설이 다양하지 않은 대신 자연을 즐기고 탐험하는 액티비티에 방점을 두고 있다. 팔라우는 50만km²의 해양보호구역에 340여 개의 섬 중 단 9개 섬에만 주민이 거주한다. 크루징 리조트 투숙객은 팔라우섬 투어는 물론 해양생물학자와 함께 팔라우 바다를 스쿠버다이빙과 스노클링으로 탐험할 수 있다.



- 1 2026년 지중해를 시작으로 포시즌스 요트 프로그램에 투입될 207m 길이의 슈퍼요트.
- 2 포시즌스가 팔라우섬에서 운영하는 익스플로러호는 상대적으로 작은 39m 길이의 파워요트로 전세 임대도 가능하다.
- 3 포시즌스 슈퍼요트의 확장식 마린나는 물가에서의 휴식 또는 다양한 해양 액티비티를 제공한다.

The Ritz-Carlton 리츠칼튼은 일마(Ilma), 루미나라(Luminara), 에브리마(Evrima)라는 이름의 슈퍼요트로 크루즈 프로그램 ‘요트 컬렉션’을 운영 중이다. 세 척의 배 이름은 각각 몰타어로 ‘물’, 라틴어로 ‘빛’, 그리스어로 ‘발견’이라는 뜻이다. 에브리마는 190m 길이에 149개의 스위트룸을 갖추고 있으며, 일마와 루미나라는 둘 다 242m 길이에 승객을 위한 데크만 해도 8개에 달하는 대형 유람선으로 각각 224개, 226개의 스위트룸을 갖추고 있다. 크루즈 전문 선사의 일반적인 유람선이 아닌 만큼 당연히 모든 객실은 전용 테라스를 갖췄다. 리츠칼튼 요트 컬렉션은 아프리카, 알래스카, 아시아, 캐리비안, 지중해, 북유럽 & 발틱, 남태평양 바다를 무대로 총 253개 프로그램을 운영하기에 웬만

한 크루즈 전문 선사만큼이나 선택의 폭이 넓다. 이제 막 발표한 2026년 여름 프로그램 중에서는 지중해와 북유럽 탐험 코스가 특히 흥미로워 보인다. 그리스, 크로아티아, 스페인, 노르웨이, 덴마크, 영국의 주요 도시와 프랑스, 이탈리아 리비에라, 아이슬란드 피오르에 이르는 아름다운 항구도시에 정박하는 일정이 포함돼 있다. 일출에서 일몰까지 배가 항해하는 동안에는 맞춤형 서비스가 제공되는 선상 시설과 프로그램을 즐기고, 낮에는 북유럽 여행지를 탐방하는 이상적 여행을 즐길 수 있다. 죽기 전에 꼭 한 번 해봐야 한다는 요트 여행! 이왕이면 서비스 품질을 인정받은 럭셔리 호텔의 요트 프로그램을 선택하는 것은 어떨까? 천만장자가 되기 는 어렵지만, 천만장자처럼 여행할 수는 있다. **12**



©Neoline

1

Cargo Sailboat

증기기관이 등장하기 훨씬 이전부터 배를 움직였던 바람은 오늘날 신재생에너지로 새삼 각광받고 있다. 전기를 생산하는 풍력발전기뿐 아니라 마치 옛날처럼 범선의 동력으로도 쓰인다. 세계 최대의 화물 범선을 소개한다.

WORDS 유정석 PHOTOGRAPHS 네오라인



©Neoline

2

레저와 스포츠 시장에서는 여전히 바람으로 운항하는 요트가 인기지만 증기기관의 등장 이래 20세기 상업 운송 시장에서는 범선이 자취를 감췄다. 최근 세계적인 탄소 저감 의제에 힘입어 일부 슈퍼요트나 화물선이 다시 바람의 힘을 이용하기 시작했지만 어디까지나 주동력은 대형 엔진 또는 전기모터고 돛은 보조 동력일 뿐이다. 그런데 바람을 주동력으로 삼은 화물선이 등장했다.

2015년 프랑스에서 출범—새로 조직되거나 일을 시작한다는 뜻으로 쓰이는 ‘출범(出帆)’은 원래 범선이 출항하는 것을 가리키는 말이었다—한 네오라인(Neoline)은 범선으로 화물을 운송하는 스타트업이다. 2011년 여러 명의 선장이 모여 해운업에서 범선의 가능성을 타진했고, ‘된다’는 결론을 내린 그들은 회사를 설립하고 특허를 출원했으며 자금을 끌어모아 2023년 프랑스의 선박 엔지니어링 회사 모릭이 설계한 첫 화물 범선을 튀르키예의 RMK 마린에 발주했다.

이 배는 돛대를 두 개 세운 범선이자 로로 선박(Ro Ro Ship)이라는 특징이 있다. 로로는 ‘롤온/롤오프(Roll-on/Roll-off)’의 약자로, 선박의 경사로를 통해 자동차나 트럭이 직접 선창에 들어갈 수 있는 방식이다. 화물칸의 총면적은 3550m², 최고 적재 높이는 9.8m, 최대 운송 능력은 5300톤이다. 배의 길이는 136m, 돛의 면적은 3000m²다. 역풍이나 항구 내에서의 이동 등에 사용하는 보조 동력으로 4000kW의 디젤-전기 추진 시스템을 장착했다.

솔리드세일(SolidSail)이 공급한 돛은 바람, 즉 공기의 흐름으로 양력을 발생시킨다. 필요하다면 돛을

접을 수도 있고, 각 돛대마다 주 돛 외에 삼각돛을 하나씩 더 펼칠 수도 있다. 컴퓨터로 제어되는 돛대는 바람 방향에 따라 최적의 각도로 회전하며, 다리 아래를 통과할 때는 돛대를 접어 높이를 낮출 수도 있다. 순항 속도는 11노트(20.3km/h)로 일반 화물선의 15노트(27.8km/h)보다는 느리지만 바람이 주동력인 만큼 네오라인은 이 배의 연료 소비가 동급 일반 화물선의 5분의 1로 줄어든 것으로 기대한다.

‘네오라이너 오리진’이라 명명된 화물 범선은 2025년 1월 진수됐고, 네오라인은 여러 가지 시설을 완비하고 시범 운항을 거쳐 지난 10월 첫 화물 운송에 나섰다. 프랑스 낭트 인근의 생나제르에서 출발해 캐나다 뉴펀들랜드섬 남쪽의 프랑스령 생피에르 미클롱에 들렀다가 미국 볼티모어에 도착하는 북대서양 횡단 노선이었다. 첫 화물 중 르노 자동차는 자력으로 선창에 들어갔고 보트, 기계장치, 와인과 코냑, 기타 제품은 컨테이너째 실렸다. 안타깝게도 항해 중 폭풍을 만나 뒤쪽 주 돛의 일부가 손상됐지만 네오라이너 오리진은 앞쪽 돛과 보조 동력으로 계속 운항해 예정 일정보다 크게 지연되지 않았다.

네오라인 CEO 장 자누티니는 “산업적 요구와 환경적 책임 사이의 균형을 맞추는 것을 목표로 한다”고 말했다. 화물 범선의 가장 큰 덕목은 속도나 크기가 아니라 친환경성이다. 바람은 생태계에 해를 끼치지 않는 에너지원이며, 풍력을 이용하는 만큼 연료 소비를 줄일 수 있어 운송비 절감에 도움이 될뿐더러 덜 태우는 연료만큼 온실가스를 덜 배출한다.

영국의 국립청정해양연구소(NCMRH)는 최신 풍력 보조 선박은 온실가스 배출량을 50% 이상 줄일 수 있으며, 기존 선박에 돛대를 추가한 경우에도 개조 범위에 따라 5~20% 감소를 기대할 수 있다고 발표했다. 아울러 네오라이너 오리진은 풍력이 보조 동력이 아니라 주동력이다. 네오라인은 이 새로운 화물 범선이 일반 선박에 비해 온실가스 배출을 80% 이상 줄이는 것을 목표로 삼았다. 네오라인은 현재 생나제르를 모항으로 생피에르 미클롱, 헬리팩스, 볼티모어를 왕복하는 노선에 투입하고 있다. [▶](#)

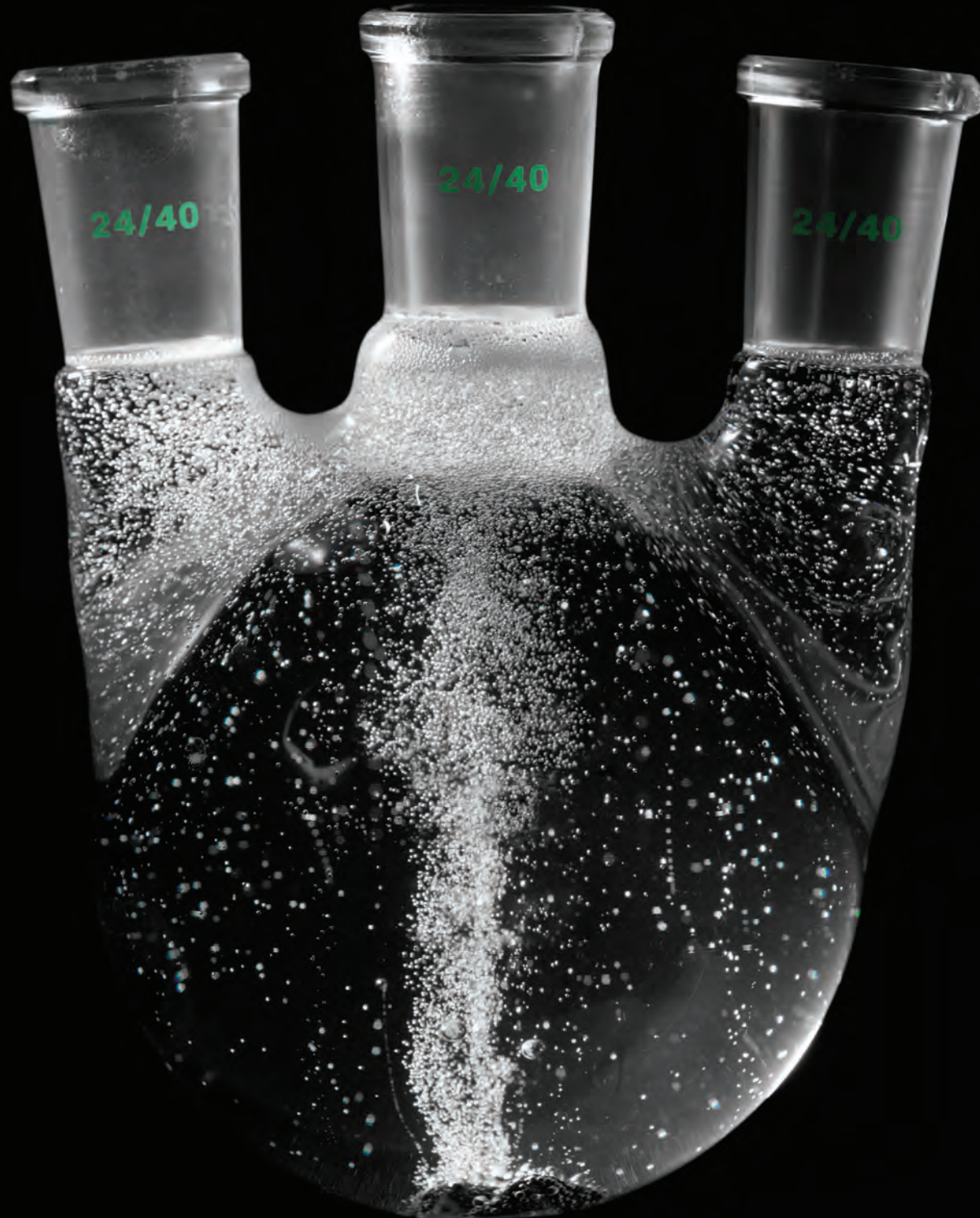
- 1 바람을 주동력으로 이용하는 네오라이너 오리진은 돛과 돛대가 컴퓨터로 제어되는 최신 화물 범선이다.
- 2 첫 상업 운송을 위해 화물을 적재 중인 네오라이너 오리진. 다리 아래를 통과할 때는 돛대를 접을 수 있다.



Counter Technologies

지난 10월 20일, 한창 가을 날씨여야 할 때 설악산에 첫눈이 내렸고 체감온도는 -8.2℃까지 떨어졌다. 강추위와 대설 등 기상청이 경고하는 '위험 기상'은 매년 반복되고, 점점 잦아지고, 차츰 혹독해진다. 기후가 많이 쇠약해진 탓. 기후변화에 대응하기 위한 기술 개발이 중요한 이유다.

WORDS 송지환 PHOTOGRAPHS 게티이미지, 박남규



광합성은 탄소 포집·활용(CCU)을 위한 생물 전환뿐 아니라 화학 전환에도 사용된다. 햇빛으로 물을 분해해 수소를 생산하는 광촉매 기술도 그중 하나다.

◀(앞페이지) 지난 6월 공식 가동을 시작한 하이델베르크 머티리얼의 노르웨이 브레빅 공장에 설치된 액화 이산화탄소 탱크. 이 공장은 탄소 포집·저장(CCS) 시멘트를 생산한다.

세계는 지금 인류가 자초한 지구의 종말을 진지하게 염려하고 있고, 그에 따른 실천 방안 마련에 다각도로 몰두하고 있다. 특히 이산화탄소 감축과 관련한 연구 개발이 그러하다. 그 흥미로운 사례들을 들여다볼 텐데, 그저 신기하고 놀라운 경우가 적지 않다는 사실에 다소 안도하게 된다.

이산화탄소를 포집해 폐기하거나 자원화

기후 위기 대응의 핵심인 이산화탄소 감축을 위한 각고의 노력은 다채롭다. 먼저 대기 중 이산화탄소를 직접 포집하는 방식이다. 아이슬란드의 세계 최초 상용화 시설에서 고체 흡착제로 이산화탄소를 포집해 광물화한 후 지하 현무암층에 가두는 양이 연간 3만 6000톤이다. 직접 포집 규모는 점점 더 커진다. 미국은 텍사스주에 연간 100만 톤에 달하는 포집 설비를 내년까지 완공할 예정이다. 루이지애나 주는 비용까지 줄이는 방안을 강구했다. 수산화칼슘 사이클을 통해 포집한 이산화탄소를 지하 염수층에 저장하는 방식이 더 저렴하다는 것이다.

이산화탄소 저장(폐기) 소재로 각광받는 게 콘크리트다. 가까운 사례 중 하나가 지난해 한일시멘트가 국내 최초 개발해 시험 타설까지 성공한 '이산화탄소 주입 바닥용 모르타르'다. 이산화탄소를 주입해 양생하면 시멘트 사용량을 3% 정도 줄이면서 동일한 강도를 유지할 수 있다는 것. 콘크리트 제조 과정에서 이산화탄소를 주입해 시멘트 사용량을 줄이는 공법—시멘트를 덜 쓰면 생산 과정에서의 탄소 배출도 줄일 수 있다—을 세계 최초로 개발한 캐나다 카본큐어의 로버트 니븐의 말 그대로다. “시멘트는 이산화탄소 배출원이 아니라 저장소가 될 수 있다.” 세계적으로 가장 많이 사용하는 건축·토목 접합제인 시멘트는 고온 연소가 필요한 제조 과정 탓에 매년 10억 톤에 달하는 이산화탄소를 배출해 전체 온실가스의 7%를 차지하는 애물이기도 하다. 미국 콜로라도대학교 연구진이 개발하고 있는 '탄소 중립 시멘트'는 시멘트 원료인 석회석을 광합성 해양 미세조류인 코콜리토포어(Coccolithophore: 석회편모조류)에서 유래한 탄산칼슘으로 대체하는 것이 목표다. 코콜리토포어는 산호가 산호초를 형성해 이산화탄소를 흡수하고 암석에 저장하는 것처럼 기능하는데, 재배하기 용이하고 기존 시멘트 생산 공정 에 쉽게 통합될 수 있다는 주장이다.



미국의 비영리 연구소 알티시(AltiSea)는 해양 이산화탄소 제거 솔루션을 구축하려고 한다. 바닷물에서 이산화탄소를 포집하는 시험 장비가 설치된 바지선.

탄소 포집·활용·저장(CCUS) 시스템의 일환으로 한국건설기술연구원에서는 이산화탄소를 잡아먹는 콘크리트를 개발했다. 기존의 물 대신 대기압 조건에서도 이산화탄소가 고농도로 용해된 나노버블수를 이용해 콘크리트를 만들면 이산화탄소가 내부에서 화학반응을 통해 탄산염 광물로 전환돼 공기 중으로 재방출되지 않고 안정적으로 영구 저장된다. 이 탄산염 광물은 콘크리트 조직의 밀도를 높여 강도와 내구성이 향상된다는 것. 단순히 콘크리트를 '이산화탄소 감옥'으로 사용하는 걸 넘어 콘크리트 성능 향상 및 시멘트 사용량 감소 등 부가 효과도 기대할 수 있다.

시멘트 대신 제철소의 부산물인 슬래그를 사용하면 이산화탄소를 주입하는 콘크리트 제조 기술도 있다. 한 술 더 떠 저칼슘 시멘트를 이산화탄소로 경화해 시멘트 1톤당 이산화탄소 300kg을 덜 발생시키는 프로젝트, 기존 콘크리트 폐기물을 재활용하면서 대기 중의 이산화탄소와 물을 사용해 만드는 '칼슘 카보네이트 콘크리트(CCC)' 등도 연구 중이다.

포집한 이산화탄소를 가두는 정도가 아니라 원료로 사용할 수도 있다. 이산화탄소에 태양열을 쬔 일산화탄소를 분리한 뒤 합성연료를 얻는 기술이 상용화 단계에 이른 것. 유사한 방식으로 지속가능 항공유(SAF)도 생산한다. 포집한 이산화탄소에서 구리나노 전기 촉매를 통해 에틸렌을 추출한 뒤 플라스틱 원료로 재탄생시키기도 한다.

자연에서 모방하고 생활에 적용하고

이산화탄소 배출량을 줄이는 기술 개발이 가열하다. 영국 케임브리지대학교 연구진이 개발한 동전 크기

- 1 지난해 독일 작센주 공공건물 건설 현장의 크레인 이 탄소 콘크리트를 옮기고 있다. 이산화탄소를 주입해 만든 프리캐스트 콘크리트(PC) 블록이다.
- 2 아일랜드의 농부가 생명과학 기업 DSM-피르메니하가 생산한 메탄 저감 첨가제를 젖소 사료에 섞는 모습.
- 3 탄소 제거 스타트업 클라임웍스가 아이슬란드에서 운영하는 공기 중 탄소 포집 시설. 팬과 특수 필터로 걸러낸 이산화탄소는 암반 깊숙이 묻어 영구 격리한다.



©Robert McRae/Getty Images

1

©Paulo Nunes dos Santos/Getty Images

2

의 ‘이산화탄소 포집 슈퍼커패시터’ 모듈은 코코넛 껍질 폐기물에서 추출한 탄소를 전극을 만들고 소금 물을 용매로 사용해 재료에서부터 친환경이다. 배터리처럼 충전하는 동안 공기 중의 이산화탄소를 선택적으로 빨아들여 포집한다. 비슷한 사례로 ‘나노튜브 이산화탄소 스펀지’가 있다. 일종의 필터처럼 공기에서 이산화탄소만 걸러 빨아들이는 초경량 스펀지는 1g당 100~500g의 이산화탄소를 제거하며, 고열 스팀 세척으로 1만 회까지 재사용할 수 있다. 현재 미국 에너지부가 운영하는 국립연구소에서 금속 유기골격체와 결합해 상용화를 테스트하고 있다. ‘강화 풍화(Enhanced Weathering)’ 개념도 재미 있다. 돌가루로 지구를 식힌다고 할까? 인공적으로 현무암이나 규산염 같은 광물 가루를 토양에 뿌려 자연 풍화 속도를 100~1000배로 급격히 높이는 것. 이 과정에서 이산화탄소가 광물과 반응해 석회석을 형성하며 영구 저장된다. 광물 가루 1톤당 이산화탄소 200~300kg을 흡수한다니 놀랍다. 약취가 심하겠지만, 소똥 퇴비를 1.3cm 두께로 목초지에 덮어 토양의 탄소 저장력을 2000%까지 증가시키고 풀 생산량을 1500% 끌어올리는 ‘소똥 퇴비 코팅’도 있다. 미생물이 흡수한 이산화탄소가 장기 고정되는 효과도 함께 거두는 방식으로, 헥타르당 연간 1톤의 이산화탄소를 저장한다는 계산이 나와 있다.

태양광을 쬔면 이산화탄소를 포집하고 다른 파장의 빛을 방출하는 ‘빛 스위치’는 하버드대학교 연구진이 개발했다. 화학 용매 대신 광화학반응으로 작동해 기존의 대기 중 직접 포집 기술보다 에너지를 10분의 1밖에 안 쓴다. 실험실에서는 1m²당 이산화탄소 100g을 포집하는 데 성공했다. 유전자 편집 미생물도 등장했다. 유전자 편집으로 개량한 박테리아가 산업 폐기 가스를 먹고 에탄올이나 단백질로 변성되는 방식인데, 중국의 바이오 기업에서 연간 10만 톤의 이산화탄소를 이렇게 활용했다고 한다. 작게는 수소 전기차뿐 아니라 크게는 수소 터빈 발전소와 연료전지 발전소가 속속 건설되는 등 수소 수요가 커진 만큼 획기적인 공급 방안도 적극 개발 중이다. 이는 직접 이산화탄소를 다루는 대신 탄소를 배출하지 않는 에너지원, 즉 수소 생산에 초점을 맞춘 기술이다. 예컨대 케임브리지대학교와 런던 임페리얼칼리지 연구진은 식물이 광합성을 통해 에너지를 생성하는 것처럼 비스무트 옥시요오드화물



3

©John Moore/Getty Images

(BiOI)을 응용해 햇빛만 쬔면 물에서 수소가 생성되는 광촉매를 연구 중이다. 연구진이 만든 것은 빛으로 연료를 생산하는 ‘인공 이파리’다. 이 지속가능한 광합성 물질 장치를 물이 투과되지 않게 산화물층 사이에 끼우고 흑연 페이스트로 코팅했다. 햇빛 외에 추가 에너지 투입 없이 240시간 동안 물을 분해해 수소를 발생시켰다고 하니, 이 기술이 완성되면 에너지 혁명이라 이를 만하다. 역시 햇빛 에너지만으로 이산화탄소를 연료화할 수 있어서 ‘인공 광합성’이라 일컫는 기술도 있다. 핵심은 가스나 전기 가열이 필요한 기존 열촉매에 비해 반응 속도가 1000배나 높은 플라즈모닉 나노촉매(Plasmonic Nanocatalyst). 광촉매로 이산화탄소를 내연기관의 연료 또는 천연가스를 대체하는 메탄 연료로 만든다는 것.

생물학적 개입과 농축산의 환골탈태

고기와 우유 등을 얻기 위해 대량 사육하는 소가 온

실가스, 특히 메탄 발생의 주범이라는 얘기는 익히 들어왔다. 소화 과정 중 트림에서 나오는 메탄가스—이산화탄소보다 유독하다는—가 전체 온실가스의 14%가 넘는다고도 한다. 그렇다면 메탄을 적게 내뿜는 젖소가 있다는 얘기도 들어봤는가. 2023년 말, 뉴질랜드 농업 온실가스 연구센터는 어떤 소는 메탄을 15~20% 적게 배출하면서도 같은 양의 우유를 생산한다는 사실을 발표했다. 유전적 요인에서 메탄 발생량의 차이를 알아냈고, 메탄 배출이 적은 개체를 선별해 인공수정으로 이른바 ‘저메탄 젖소’를 대규모 번식시키면 지구에 덜 해로운 낙농업이 가능해진다는 얘기로 이어진다. 소의 메탄 저감에는 사료 첨가제도 개입한다. 소화 중 메탄 생성 효소를 억제하거나 대체 경로를 유도하는 이 첨가제는 젖소의 메탄 배출을 최대 30%(육우는 45%) 줄이는 것으로 알려졌다. 유럽연합(EU)을 비롯해 미국과 캐나다를 포함한 65개국이 이 첨가제를 승인했다.

미생물을 생체촉매로 활용해 이산화탄소와 메탄을 바탕으로 바이오매스, 바이오 연료, 바이오 소재를 생산하는 ‘생물 전환’도 탄소 포집·활용(CCU) 기술의 한 갈래다. ‘화학 전환’보다 느리지만 상대적으로 낮은 온도와 압력 조건에서 진행될 수 있어 상호 보완적인 방식이다. 이미 생물 발효 기술을 사용해 산업 배출물, 이산화탄소 및 가스화 폐기물을 에탄올로 변환하는 상업 시설이 운영되고 있다. 이처럼 세계적으로 이산화탄소 저감을 위한 노력뿐 아니라 공기 중에서 분리해 폐기하거나 유용한 자원으로 바꾸기 위한 연구 개발도 일취월장하며 역진을 거듭하고 있다. 탄소 배출 감소와 재활용 기술 개발의 병행은 모든 산업에 공평히 부여된 시대적 과제다. ‘희생과 고통’은 더 이상 지속가능한 기후 위기대응책이 아니다. 과학기술에 기반한 통합적 혁신만이 탄소 중립의 미래를 약속한다. 인류는 이미 문제를 풀기 시작했다. 우리의 선택이 답안지를 제출하는 속도를 결정할 뿐이다. **12**

Solar Relief

겨울이지만 지난여름 얘기를 해볼까 한다. 역대급 폭염 속에서 사상 최대의 전력 수요 상황이 닥쳤음에도 의외로 별 문제 없이 지나갔다는 사실이 흥미로웠기 때문이다. 결론부터 말하자면 전력망을 지켜낸 구원투수는 태양광발전이었다.

WORDS 조진혁 PHOTOGRAPHS 게티이미지


지난여름만큼 ‘뜨겁다’는 말이 무색할 정도였던 해도 드물다. 손을 뻗으면 뜨거운 열기가 잡힐 것 같은 날이 여름내 이어졌다. 서울은 기상 관측 이래 최고 기온을 새로 썼고, 전국 전력 수요 역시 한국전력거래소가 통계를 집계하기 시작한 1993년 이래 가장 높은 수준에 달했다. 다시 말해 전국의 가정, 상점, 회사, 공장, 학교, 병원 등 모든 시설에서 수많은 에어컨과 냉방장치가 맹렬하게 가동됐다는 얘기다. 무더위 이상으로 놀라운 사실은, 그럼에도 지역 규모의 정전은 없었다는 것. 전력망이 안정적으로 유지될 수 있었던 까닭은 태양광발전량이 크게 늘었기

때문이다. 태양은 폭염의 주범처럼 여겨지지만, 역설적이게도 뜨거운 태양이 올여름 한국의 전력망을 지탱하는 중요한 축이었다. 불볕더위가 정점을 찍는 오후 2~5시, 즉 전력 수요가 가장 높은 시간대와 태양광발전이 가장 활발히 이루어지는 시간대가 정확하게 겹친다. 전력 수요는 기온과 밀접하게 연결된다. 가장 더운 시간대에 냉방 수요는 폭발적으로 증가하고, 전력망이 가장 큰 부담을 받는 피크 부하(또는 첨두 부하, Peak Load)가 발생한다. 이때 출력이 일정하게 유지되는 기존 화력발전이나 원자력발전은 갑자기 높

아진 전력 수요에 즉각적으로 대응하기 어렵다. 2023년 1월 정부가 발표한 제10차 전력수급기본계획에 따르면 2036년 신재생에너지 발전 비중을 30.6%까지 끌어올리는 게 목표다. 그런데 지난 7월 12일 한낮에 태양광발전 비중만으로도 30.6%를 기록했다. 잠깐이나마 11년 먼저 목표를 달성한 셈이다. 다만 다음 날은 전국 대부분의 지역에 비가 왔기에 태양광발전 비중이 12.5%로 뚝 떨어졌는데, 날씨 덕분에 전력 수요도 낮아졌다. 태양광발전은 광량 변화에 따라 전력 생산량 또한 변한다. 보통 태양전지 효율이 가장 높은 시간과 전

- 1 2025년 4월 국내 전력 총생산량 중 태양광발전 비중은 역대 최고인 9.2%에 달했다. 이제 산과 들, 호수와 바다, 가정과 기업 어디서든 태양전지 패널을 만날 수 있다. 현대자동차 울산공장의 선적용 주차장.
- 2 태양광발전 효율도 20년 전 13~15%에서 오늘날 21~23%로 크게 향상됐다. 태양전지 패널 제조 공장.

력을 가장 많이 필요로 하는 시간이 정확히 일치하기 때문에 태양광은 피크 부하 대응에 매우 효율적인 자원이다. 일시적인 피크 부하를 감당하고 정전으로 이어질 위험을 크게 완화한다. 또 천연가스 등 화력발전이나 예비 발전 시설의 긴급 가동을 줄여 전력 공급 비용을 절감하는 효과도 있다. 최근에는 태양광발전이 에너지 저장 장치(ESS)를 통해 전력망에 연결되면서 계통 안정성을 더욱 높이는 방향으로 개선되고 있다. 태양광이 전력망의 구원투수로 등장할 수 있었던 근본적인 이유는 설비용량의 폭발적 증가다. 한국에너지공단 신재생에너지 보급 통계에 따르면, 국내 태양광 누적 설비용량은 2010년 20.1MW에 불과했으나 2025년(11월 24일 기준)에는 무려 1400배 가까이 증가한 29.2GW였다. 이제 전체 설비용량의 19% 이상을 차지하고 전체 발전량의 9% 이상을 담당하는 태양광발전은 보조발전원이 아니라 전력 수급 안정성을 좌우하는 주요 인프라로 기능하고 있다. 이러한 배경에는 정책과 기술이 자리한다. 2012년 도입된 재생에너지 의무 할당제(RPS)는 일정 규모 이상의 발전사가 총발전량 중 일정 비율 이상을 재생에너지로 공급하도록 규정해 태양광발전 수요를 사실상 구조적으로 만들었다. 여기에 신재생에너지 공급인증서(REC) 제도가 더해지면서 태양광발전 사업자는 전력 판매 수익 외에 인증서 거래를 통한 추가 수익을 얻을 수 있다. 소규모 개인이나 농가가 참여할 수 있도록 장기 고정가격 구매를 보장하는 한국형 지원 제도도 운영되면서 태양광발전은 기업 중심에서 시민 참여형 에너지로 확장되는 기반이 마련됐다.

기술 발전도 태양광발전 설비 보급을 이끄는 주요 요인이다. 태양전지의 에너지 전환 효율은 꾸준히 상승한 반면 생산 단가는 낮아졌다. 유지·보수 시스템은 실시간 모니터링 중심으로 고도화됐으며, ESS 기술은 일기에 따라 발전량이 들쭉날쭉한 변동성을 줄여준다. 즉 설치는 쉬워지고, 유지비는 낮아지고, 경제성은 더욱 높아졌다. 이제는 아파트에서도 태양전지를 쉽게 볼 수 있다. 정부나 지자체에서 설치비의 절반(최대 50%까지)을 보조금으로 지원해준 덕분이다. 2023년 기준 서울시는 250W급 베란다형 미니 태양전지를 설치하는 가구에 시 보조금과 자치구 보조금, 설치업체 할인까지 더해 개인 실부담을 약 10만 원 수준까지 낮추는 지원 사업을 운영했다. 이렇게 설치된 소형 태양전지 설비는 가구당 월평균 5000~1만 원가량의 전기요금을 절감하며, 냉방 수요가 집중되는 여름철에는 누진제 구간 진입을 막아주는 효과도 있다. 신청 절차는 간단하다. 매년 초 지자체 공고를 확인하고 지정된 설치업체와 상담 후 서류를 제출하면 된다. 필요 서류는 주민등록등본, 건물 소유 또는 임차 확인 서류, 관리사무소 설치 동의서 등이다. 예산이 한정되어 있어 선착순으로 마감되는 경우가 많다. 태양광은 거창한 에너지원이 아니다. 이제는 주택 지붕에서도, 아파트 베란다에서도 익숙하게 볼 수 있는 에너지 선택지가 되어 폭염과 전력 수요 같은 일상 문제를 해결하는 데 조용히 제 역할을 하며 전력망 안정화에 기여하는 중이다. 앞으로 기후 위기로 날이 더 뜨거워지고 전력 수요가 계속 증가할 때 어떻게 대응할지 고민된다면 태양광은 단순하고 실용적인 해답이 될 수 있다. 

Mining the Future

석탄과 석유의 시대를 지나 검게 번쩍이는 태양전지 패널과 거대한 풍력발전기 날개가

미래 에너지를 상징한다. 하지만 지금 세계는 다시 땅속을 주목하고 있다.

화이트 수소, 즉 자연적으로 생성된 수소를 찾기 위해서다.

WORDS 이경섭 PHOTOGRAPHS 게티이미지, 셔터스톡

튀르키예 키메라산의 아나르타쉬(Yanartas)는 '불타는 돌'이라는 뜻으로, 최소 2500년 이상 바위틈에서 솟는 천연가스가 불타고 있다. 이 가스는 주로 메탄이지만, 이처럼 땅속에서 생성된 '화이트 수소'에 대한 기대가 커지고 있다.

©Zaretska Olga/Shutterstock

‘화이트 수소(White Hydrogen)’는 전기를 사용해 물을 분해하거나 천연가스에서 수소를 뽑아내는 인위적 공정을 거치지 않고 지구 내부에 천연으로 존재하는 수소를 채굴한 것이다. 말하자면 마치 석유처럼 시추할 수 있는 자원이라고 할 수 있다.

이 개념이 세상에 알려진 계기는 우연이었다. 1987년 서아프리카 말리의 작은 마을 부라케부구에서 우물을 파던 중 폭발이 일어나 화재로 이어졌고, 사람들은 108m까지 파 내려간 시추공을 부랴부랴 메워 버렸다. 2012년 해당 지역에서 자원 탐사를 하던 회사는 이 시추공에서 나오는 가스가 거의 순수한 수소라는 사실을 알아냈다. 회사는 수소를 태우도록 개조한 엔진을 설치해 마을에 전력을 공급하기 시작했다. 이는 ‘지질수소(Geologic Hydrogen)’의 존재와 유용성을 실증한 세계 최초의 사례다.

그 후 여러 나라의 연구소와 에너지 기업이 지하탐사에 뛰어들었다. 프랑스 북동부 모젤에서는 약 1200m 깊이에서 대량의 수소를 확인했고, 미국 네브래스카주와 캔자스주에서는 과거 석유 탐사 기록을 재검토해 수소의 흔적을 추적하고 있다. 오스트레일리아, 브라질, 스페인도 지질 구조 분석과 시험 시추에 돌입했다.

기술 발전에 따라 탐사 방법은 점점 정밀해지고 있

다. 드론 기반의 지자기 측정, 위성 열영상, 지하수 내 용존가스 분석 등 새로운 기술이 점차 도입되며 ‘수소 맵’이 구체화되고 있다. 에너지업계는 이를 ‘21세기 골드러시’라고 부른다. 이번에 찾은 것은 황금도, 석유도 아니다. 인류의 미래를 바꿀지도 모를 자연성 기체다.

화이트 수소가 주목받는 이유는 분명하다. 첫째, 탄소를 배출하지 않는다. 현재 우리가 사용하는 대부분의 수소는 제조 과정에서 막대한 에너지를 소비한다. 천연가스 개질 방식은 이산화탄소를 대량 배출하고, 물 전기분해 방식은 재생에너지가 부족한 지역에서는 결국 화석연료 기반 전력에 의존할 수밖에 없다. 하지만 ‘지구가 스스로 만들어낸 연료’ 화이트 수소는 만들기 위해 따로 연료를 태울 필요가 없어 말 그대로 발견해 캐내기만 하면 된다.

둘째, 지속적으로 생성된다는 점이다. 화석연료와 달리 지질수소는 고갈되는 자원이 아닐 수 있다. 일부 연구에서는 지구 내부의 지각 활동이 화학반응을 통해 지금도 계속해서 수소를 만들어내고 있으며, 그 양이 인류가 수백 년 동안 사용할 만큼 충분할 가능성이 있다고 추정한다. 철광석이 물과 만나 산화될 때 수소가 발생하는 ‘세르펜티니제이션(Serpentinization)’이 주된 원인이라는 것. 이 과

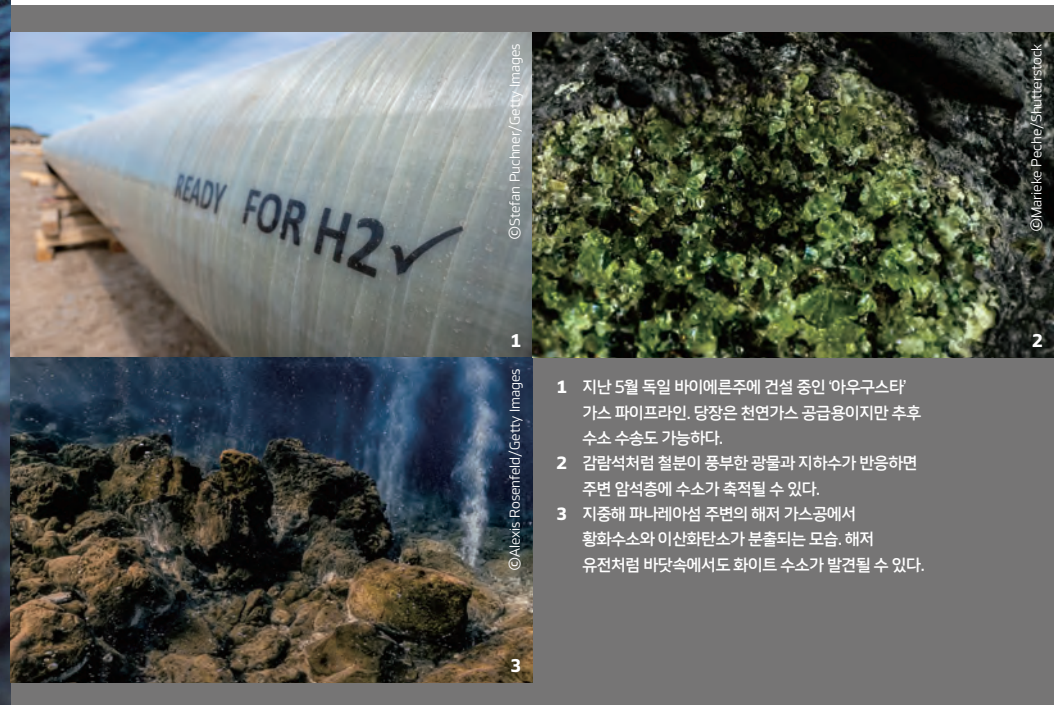
정은 바다 밑과 대륙 지각 깊은 곳에서 꾸준히 일어난다. 지구는 지금 이 순간에도 천천히, 그러나 쉼 없이 수소를 만들어내고 있는 셈이다.

셋째, 현실적으로 기존 인프라를 활용할 수 있다는 점이다. 석유와 천연가스를 캐던 장비, 시추 기술, 지질 데이터를 거의 그대로 활용 가능하다. 실제로 일부 에너지 기업은 오래된 유정을 개조해 수소 시추 테스트를 진행 중이며, 과거 가스 탐사 도중 우연히 포착된 수소 흔적을 재분석해 새롭게 탐사 허가를 신청하고 있다. 석유산업의 쇠퇴와 함께 수많은 시추 장비가 가동을 멈춘 지금, 화이트 수소는 그 설비들을 미래형 자원 개발을 위한 도구로 전환시킬 수 있는 매력적인 해법으로 평가받는다.

물론 모든 것이 장밋빛인 것은 아니다. 경제성과 안전성이 아직 검증되지 않았다. 수소는 워낙 가볍고 반응성이 높아 지표로 쉽게 빠져 나가고 작은 틈새로도 새어나가 폭발을 일으킬 위험도 적지 않다. 실제로 시추공 주변의 지질 안정성을 유지하는 기술적 과제도 존재한다. 또 지질수소의 매장량과 농도는 지역마다 크게 달라 산업적, 경제적으로 유의미한 양을 확보할 수 있을지도 아직 불투명하다.

각국 정부와 기업, 투자자는 이 기회와 가능성을 놓치지 않으려 각축을 벌이는 중이다. 프랑스 정부는 지질수소 탐사를 위한 첫 국가 허가제를 도입했고, 미국 에너지부는 기존 가스전 데이터를 수소 관점에서 재검토하는 ‘지질수소 지도와 프로젝트’를 시작했다. 민간기업도 움직인다. 토요타와 미쓰비시 등의 대기업이 스타트업과 손잡고 지질수소 시추 장비를 개발하고 있으며, 일부 지역에서는 이미 파일럿 규모의 발전 실증이 시작됐다.

아직은 여전히 탐사 단계에 머물러 있다. 과학자들은 지표면 아래의 수소 흐름을 시각화하기 위해 지질 데이터를 분석하고 인공지능(AI)을 이용해 생성 가능 지대를 예측하고 있다. 드론으로 측정한 지표 자기장 패턴과 지하수 내 용존가스 농도를 결합하면 수소의 움직임을 상당히 정확히 파악하는 것이 가능하다고 한다. 과거에는 존재조차 몰랐던 ‘수소의 주소’가 이제는 지도 위에 점점 선명히 그려지고 있다. 미래 에너지는 하늘에서만 오는 것이 아니다. 태양광 패널을 비추는 햇빛, 터빈을 돌리는 바람만큼이나 땅속에 존재하는 수소가 인류의 미래를 바꿀 준비를 하고 있다. **12**



A Matter of Habit

2025년은 통신 기업들과 금융 기업, 이커머스 기업의 초대규모 고객 정보 유출과 국가정보자원관리원 서버 화재라는 물리적 사고로 얼룩진 한 해였다. 문제는 대형 사고만이 아니다. 우리는 우리가 할 수 있는 일, 개인 보안을 점검해야겠다.

WORDS 이화욱 PHOTOGRAPHS 박남규

사람들은 흔히 보안을 기술 문제로 생각한다. 하지만 대부분의 사고는 부주의에서 시작된다. 업데이트를 미룬 PC, 잠금 비밀번호가 없는 스마트폰, SNS에 무심코 올린 사진 한 장이 범죄의 불씨가 된다. 보안은 해커와의 싸움이 아니라 자신과의 싸움이다. 방심은 틈이 되고, 습관은 방패가 된다. 내 삶의 보안을 다시 점검할 때다.

PC·스마트폰 업데이트, 백업, 권한 제한

PC는 한 번의 클릭으로 수많은 정보가 오가는 개인 업무 터전이다. 한국인터넷진흥원(KISA)에 따르면, 기업과 기관을 노린 해킹 시도는 매년 늘고 있다. 오래된 운영체제나 프로그램은 이미 알려진 취약점을 통해 쉽게 침입당한다. 비교적 최신 운영체제로 꼽히는 마이크로소프트의 윈도우10도 지난 10월 14일 공식 지원이 종료됐다. 지원 종료 뒤에도 PC는 계속 작동하겠지만, 새로운 보안 취약점이 발견되면 개인정보 유출이나 랜섬웨어 감염으로 이어진다. 더 늦기 전에 비용을 들여서라도 보안·기술 지원이 유지되는 최신 운영체제로 업그레이드해야 한다. 불필요한 관리자 계정은 삭제하는 것이 좋다. 정기적인 데이터 백업은 선택이 아니라 생존이다. 정부 데이터센터 화재가 남긴 교훈은 단 하나다. 백업 없는 정보는 ‘불길 속의 재’라는 사실이다. 스마트폰은 지갑이자 신분증이며 사무실이다. 그만큼 공격의 집중 표적이다. 카페나 공항의 무료 와이파이, 낯선 충전기가 악성 코드의 주요 통로가 된다. ‘주스 재킹(Juice-jacking)’이라는 공격 방식은 이

미 해외에서 여러 차례 보고됐다. 해커가 악성 장치를 공용 충전기 포트나 케이블에 설치해 사용자가 기기를 연결하는 순간 개인정보를 빼가는 공격 수법이다. 사용자는 단순히 충전만 했지만, 실제로는 데이터 전송 모드가 켜지며 비밀번호, 사진, 금융 정보 등이 해커 손에 넘어간다. 앱 설치 시 기능상 굳이 필요 없는 권한까지 요구한다면 일단 주의해야 한다. 해당 앱이 공식 경로나 믿을 만한 앱 장터에서 내려받았는지 확인해보자. 탈취범들은 다운로드 주소를 교묘히 변경하거나 공식 웹페이지를 똑같이 복제해 앱 설치를 유도하는 경우가 많기 때문이다. 생체인증과 원격 초기화 기능을 설정해두고, 필요 없는 앱의 권한은 반드시 점검해야 한다. 스마트폰의 통제력을 잃어버린 순간 우리의 사생활도 함께 소멸된다. 지난 9월엔 이동식 ‘유령 기지국’을 만들고 여기 접속한 휴대폰 이용자 2만 명의 개인정보를 추출해 소액 결제로 돈을 빼간 범죄가 드러나 충격을 주었다. 우연히 길을 지나다 나도 모르게 개인정보가 유출되고 금전적 손해를 입을 수 있다는 뜻이다. 전문가들조차 정확한 해킹 기법을 파악하기 힘들 정도로 신출귀몰한 수법이었다. 이런 소액결제 피해를 막으려면 휴대폰 결제 이용 한도를 0이나 최소한으로 설정해두는 것이 좋다. 또 소액결제 시 비밀번호를 한 번 더 입력하는 등 추가 보안 설정을 해두는 것이 안전하다. 계정별로 다른 비밀번호를 설정해두면 해킹을 당하더라도 다른 계정들까지 피해를 입을 가능성을 줄일 수 있다.

파괴, 운반 등 물리적인 수단을 통해 훔칠 수 있는 금고 속 보석과 달리 스마트폰에 담긴 정보와 기록은 비물질적인 데이터다. 열쇠 구멍으로 방 너머를 들여다본 범죄자에게 삶을 빼앗길 수도 있다.



최신 자동차 보안 패치, 기록 점검

요즘 자동차는 가장 큰 이동형 스마트기기다. 내비게이션부터 음악·영상 재생, 주행 정보와 차량 제어, 스마트폰 연동 등 인터넷과 맞물린 다양한 기능을 품고 달린다. 자율주행 시대로 가면서 차량용 인포테인먼트 시스템의 중요성은 더욱 커졌다. 2023년 국제 해킹 대회 참가자가 테슬라 모델3 차량을 원격 해킹하는 모습을 시연하기도 했다. 그는 2분 만에 자동차 시스템을 장악, 와이퍼를 작동하거나 트렁크를 열었다. 차량 내 소프트웨어의 취약점을 활용한 공격이었다. 물론 제조사는 보안 취약점이 발견될 때마다 리콜이나 보안 업데이트를 통해 이를 방지한다. 자동차는 특히 오작동 시 생명과 직결되는 장치인 만큼 안전을 위해서라도 반드시 제조사 보안 패치를 적용해야 한다.

기술적 위협 못지않게 개인의 주의도 필요하다. 내비게이션은 이동 경로를, 블랙박스는 차 안에서의 대화를 기록한다. 최근 어느 렌터카 회사 직원이 블랙박스 영상을 빌미로 연예인을 협박한 사건이 있었다. 자동차는 바퀴 달린 데이터센터다. 발레파킹이나 차량 공유 서비스 이용 후에는 반드시 내비게이션 기록과 영상 저장 여부를 확인해야 한다. 스마트키나 블루투스 연동 기능의 접근 권한도 정기적으로 점검하는 게 좋다. 차의 잠금장치는 더 이상 물리 장치가 아닌 디지털 코드이기 때문이다.

가정용 기기 비밀번호·와이파이 관리

스마트홈 시대다. 출입부터 집 안 관리, 에너지 관리까지 모든 것이 디지털 신호로 운영된다. 도어록은 단순한 잠금장치가 아니라 데이터 수호의 관문이

다. 한국 주거의 90% 이상이 디지털 도어록을 사용한다는 조사도 있다. 비밀번호를 단순하게 설정하거나, 스마트홈 기기를 하나의 와이파이에 모두 연결해두면 해킹 위험은 급격히 커진다. IoT 기기의 보안 취약점은 곧 가정의 취약점이다.

도어록 비밀번호는 복잡하게 설정하고, 임시로 부여한 코드는 반드시 삭제해야 한다. 무선공유기 신제품에 임시 설정돼 있던 와이파이 초기 비밀번호를 그대로 사용하는 가정은 디지털 대문을 활짝 열어놓고 외출하는 것과 마찬가지다. 가정에서 사용하는 주요 비밀번호는 각각 다르게 설정해두는 것이 좋다. 와이파이를 분리해 사용하는 것만으로도 침입 가능성을 크게 줄일 수 있다. 집의 문은 닫혀 있어도, 네트워크의 문은 열려 있을 수 있다.

3년 전인 2022년 11월엔 월 패드가 해킹된 아파트

목록 수백 개가 인터넷에 올라와 세상을 떠들썩하게 했다. 아파트 제어 허브 격인 월 패드에 달린 카메라를 해킹해 집 안을 몰래 촬영한 영상이 은밀히 판매되기도 했다. 올해 9월엔 가정에서 즐겨 쓰는 로봇청소기 카메라를 통해 집 안 사진이 유출될 수 있다는 보안 위협이 보고되기도 했다. 카메라를 테이프로 막아두는 건 임시방편일 뿐이다. 안전한 비밀번호를 설정하고 주기적으로 보안 업데이트를 실시하는 건 개인정보 보호를 위한 필수적인 행동이다.

SNS 노출 주의, 계정별 비밀번호

SNS는 현대인의 또 다른 ‘거주지’다. 그곳에는 벽도, 문도 없다. 여행 중 찍은 사진 한 장, ‘지금 해외여행 중’이라는 글 한 줄이 절도범에겐 초대장이 된다. 지난해 11월 대구에선 SNS 속 해외여행을 암시하는

사진을 보고 빈집에 침입한 남성이 붙잡힌 사건이 발생했다. 이 절도범은 디지털 도어록 비밀번호도 SNS에 노출된 가족 생일을 이용해 알아냈다. 경찰청에 따르면, 실제로 SNS 게시물을 보고 빈집털이를 저지른 범죄가 최근 3년 새 2배 이상 증가했다. 스마트폰으로 사진을 찍어 온라인에 올릴 때마다 내 위치가 실시간 노출됨을 늘 염두에 뒀야 한다. SNS를 포함한 여러 온라인 계정에 비밀번호를 동일하게 사용하는 것은 열쇠 하나로 여러 문이 열리게 한 꼴이다. 계정마다 고유한 비밀번호를 두고, 2단계 인증을 설정해야 하는 건 기본이다. 낯선 로그인 알림이 왔다면 해당 계정을 즉시 로그아웃하고 연동된 앱의 권한을 점검해야 한다.

공유가 습관이 된 시대다. 공유의 뒤편엔 관계가 파리를 틀고 있다. 온라인으로 맺은 관계는 때론 오랜

친구처럼 친근하게 느껴진다. 누군가 이 관계망을 타고 당신에게 사랑을 속삭인다면 무조건 의심하는 게 좋다. 그는 프로필 이미지처럼 멋지거나 예쁘지도, 속삭임처럼 달콤한 미래를 제공하지도 않는다. 신기루 같은 사랑의 언어는 알고 보면 사기와 범죄를 위한 밑밥일 뿐이다. 명심하자. 그런 로맨스는 없다. 낯선 외국인이 대뜸 사랑을 속삭인다면 그 즉시 차단하고 신고하자. 주요 메신저 서비스는 이런 로맨스 사기범을 신고할 수 있는 장치가 마련돼 있다. 아무리 주의해도 사고는 생기는 법. 로맨스 스캠이나 스미싱 피해를 입었다면 전기통신금융사기 통합 신고대응센터(1566-1188)로 신고하자. 24시간 운영되며 사건 접수부터 악성 앱 차단, 피해 구제 등의 절차를 한 번에 처리할 수 있다. 112나 한국인터넷진흥원 대국민서비스(118)를 이용해도 경찰청으로 곧바로 연결해 상담과 신고를 처리해준다.

현대사회는 늘 ‘온라인’이다. 24시간 연결된 삶은 편리함과 위험을 동시에 품고 있다. 그 위험을 관리하는 가장 확실한 방법은 습관이다. 스마트폰 잠금을 강화하거나, 내비게이션 기록을 삭제하거나, SNS 위치 태그를 끄는 일에서 출발한다. 작은 행동 하나가 정보와 일상을 지키는 성채의 주춧돌이다. **12**

영화 속 해킹처럼 고도의 기술이 아닌 사용자의 부주의와 관리 소홀이 개인정보 누출의 원인이 될 수 있다. 데이터센터 화재 같은 물리적인 사고가 개인에게도 일어나 오랜 기록을 잃을 수도 있다. 스마트기기를 통해 삶을 영위하고 네트워크로 세상과 공유하는 오늘날, 편리함의 크기만큼 위험도 비례한다는 사실을 잊지 말아야 한다.



The Differences

코로나19 팬데믹 초기에 ‘게임 체인저’로 불린 신약이 있었다. 시험관에선 분명 바이러스를 막았지만, 환자에선 효과는커녕 부작용만 안겼다. 대체 ‘시험관 속(In Vitro)’ 세계와 우리 ‘몸속(In Vivo)’ 세계는 무엇이, 얼마나 다른가?

WORDS 민소연 PHOTOGRAPHS 게티이미지, 셔터스톡

2020년 봄, 코로나19가 세계를 덮쳐 암담한 가운데 반가운 소식이 전해졌다. 말라리아 예방과 치료에 쓰이는 성분명 ‘하이드록시클로로퀸’이 실험실에서 코로나바이러스 증식을 억제한다는 연구 결과였다. 배양접시 속 세포에서 이 약은 분명히 효과가 있었다. 당시 미국 대통령은 ‘게임 체인저’라 불렀고, 전 세계가 주목했다.

그러나 몇 달 후 대규모 임상시험에서 냉정한 현실을 맞닥뜨렸다. 실제 코로나19 환자에게 이 약은 아무런 효과가 없었다. 오히려 심장부정맥 같은 부작용 사례만 많았다. 시험관에선 희망이자 열쇠였던 약이 현실에선 무용지물이었던 것이다. 이 안타까운 반전의 비밀은 실험 조건이 다른 두 세계의 근본적 차이에서 기인했다.

‘유리 안에서’의 실험 In Vitro

인비트로(In Vitro)는 라틴어로 ‘유리 안에서’라는 뜻으로, 시험관이나 배양접시에서 이루어지는 생물 실험을 가리킨다. 의학을 포함한 생물학 연구자들은 여기서 세포를 키우고, 약물을 처리하며, 그 반응을 현미경으로 관찰한다. 인비트로 실험의 매력은 완벽한 통제력에 있다. 말하자면 ‘온도와 산성도(pH)는 정확히 37°C, 7.4’라는 식으로, 나아가 영양분의 농도까지 모든 변수를 연구자 마음대로 조절할 수 있다. 마치 신이 된 것처럼 세포의 운명을 좌우한다. 한 번에 수천 가지 물질을 동시에 테스트할 수 있고, 비용은 임상시험의 100분의 1도 들지 않는다. 그래서 제약 회사들은 매년 수백만 개의 화합물을 인비트로 조건으로 검사한다.

하지만 여기에는 치명적인 맹점이 있다. 시험관 속 세포는 결코 우리 몸이 아니라는 사실이다. 시험관 속엔 면역계도, 순환계도, 신경계도 존재하지 않는다. 약물이 위산을 만나 분해되거나, 간에서 독성 물질로 변하거나, 신장을 통해 배출되는 복잡한 여정은 일어나지 않는다. 미국제약협회(PhRMA) 자료에 따르면, 인비트로 조건에서 효과를 보인 약물 5000종 중 단 5종만이 임상시험 단계에 진입하고, 그중 1종 정도가 최종 승인을 받는다. 성공률 0.02%. 시험관 속 승리는 그저 긴 여정의 첫걸음일 뿐이다.

‘생체 안에서’의 실험 In Vivo

인비보(In Vivo)는 ‘살아 있는 것 안에서’라는 의미다. 초파리에서 시작해 생쥐와 원숭이를 거쳐, 최종적으로는 사람을 대상으로 한 임상시험에 이르는 모든 생체실험이 여기에 속한다. 약물이 진짜 생명체 안에서 어떻게 움직이고, 작용하고, 반응하고, 변화하고, 때로는 예상치 못한 파괴를 일으키는지 확인하는 과정이다.

인비보 실험이 얼마나 중요한지 보여주는 비극적인 사례가 있다. 1957년 독일(서독)에서 임신부 입덧 완화제 ‘탈리도마이드’가 시판됐다. 당시 기준으로는 충분한 동물실험을 거쳤지만 규정이 미비했던 만큼 임신부에 대한 임상시험은 없었다. 결과는 참혹했다. 유럽과 호주 등 판매 승인된 국가에서 선천성 기형아들이 태어났고, 대부분은 생후 몇 달 안에 사망했다. 이 사건은 의약품 역사의 분수령이 됐다. 미국 FDA는 신약 승인 과정을 전면 개편했고(정작 FDA는 이 신약의 판매 승인을 거부했었지만), 모든



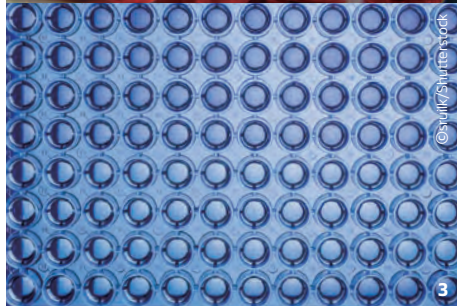
1

©Ergonenkov/Eygeni/Getty Images



2

©Caleb Foster/Shutterstock



3

©Shutterstock



4

©Jens Kalaene/Getty Images

- 1 실험용 마우스. 인비보(In Vivo)가 의미하는 ‘생체 안에서’는 인체만을 의미하지 않는다. 임상시험 이전에 동물실험을 먼저 거친다.
- 2 ‘유리 안에서’를 뜻하는 인비트로(In Vitro)는 시험관이나 배양접시에서 실험하는 조건을 말한다.
- 3 인비트로 실험에 종종 사용되는 96 웰 플레이트.
- 4 난임센터에서 인공수정된 수정란들이 배양접시에 놓여 있다. 시험관아기 기술을 가리키는 IVF가 바로 ‘시험관 수정(In Vitro Fertilization)’의 약어다.
- 5 런던 과학박물관에 전시된 실험실용 보관 용기. 1978년 세계 최초의 시험관아기 시술에 사용된 기구다.

국가가 3단계 임상시험을 의무화했다. 1상에서 안전성을, 2상에서 효능을, 3상에서 대규모 검증을 거친 약만 판매할 수 있게 된 것이다. 현재 신약 하나를 개발하는 데 평균 12년, 1조 원 이상이 든다. 가끔 인비보는 뜻밖의 선물을 주기도 한다. 남성 성기능 치료제 ‘비아그라’와 비만 치료제 ‘위고비’ ‘삭센다’ 등은 원래 협심증 및 당뇨병 치료제로 개발되다가 임상시험에서 예상치 못한 ‘부작용’ 덕분에 새롭게 탄생한 약이다. 살아 있는 인간의 몸에서만 발견할 수 있었던 뜻밖의 효과였다.

‘생체 밖에서’의 실험 Ex Vivo

인비트로와 인비보 사이에 제3의 영역이 있다. 엑스비보(Ex Vivo), ‘생체 밖에서’의 세계다. 살아 있는 조직을 몸에서 꺼내 실험실에서 관찰하되, 그 조직의 생명력과 구조를 최대한 유지하는 방법이다. 엑스비보는 두 세계의 장점을 결합한다. 시험관보다는 복

잡하고 실제적이지만, 생체실험보다는 안전하고 통제 가능하다. 최근 각광받는 ‘오가노이드’ 기술이 대표적이다. 환자의 줄기세포로 미니 장기를 만들어 약물을 테스트한다. 간 오가노이드, 뇌 오가노이드, 심지어 눈물샘 오가노이드까지 등장했다. 가장 극적인 성공 사례는 암 치료 영역에 있다. 2022년 네덜란드 연구팀은 대장암 환자 100명의 종양으로 오가노이드를 만들어 각각 다른 항암제를 테스트했다. 그 결과 환자별 맞춤 치료 성공률이 기존 30%에서 88%로 급증했다. 이는 약이 사람을 선택하는 시대에서, 사람이 약을 고르는 시대로 넘어가는 전환점이라 할 만하다. CAR-T 세포 치료 역시 엑스비보의 결정체다. 환자의 면역세포를 꺼내 실험실에서 암세포 킬러로 재프로그래밍한 뒤 다시 주입한다. 덕분에 2017년 FDA 승인 이후 혈액암 완치율이 40%를 넘어섰다. 몸 밖에서 일어난 혁명이 몸 안의 기적을 만든 것이다. **12**

Timeline of Honor

2003년 <실미도>를 시작으로 지금까지 우리나라에서 1000만 명 이상의 관객이 든 영화는 모두 33편. 특히 2012년부터는 코로나19 팬데믹 기간을 제외하고 매년 '1000만 영화'가 한 편 이상 나왔는데, 과연 올해 개봉작 중에도 1000만 영화가 나올지 궁금하다.

EDIT 유정석 INFOGRAPHIC 김완태 SOURCE 영화진흥위원회 공식통계(기준일 2025/9) PHOTOGRAPHS PR, Courtesy

■ 2003~2010 ■ 2011~2020 ■ 2021~현재



실미도

개봉일 2003.12.24
감독 강우석
관객 수 1,108만



태극기 휘날리며

개봉일 2004.2.5
감독 강제규
관객 수 1,175만



왕의 남자

개봉일 2005.12.29
감독 이준익
관객 수 1,051만



괴물

개봉일 2006.7.27
감독 봉준호
관객 수 1,090만



해운대

개봉일 2009.7.22
감독 윤제균
관객 수 1,145만



아바타

개봉일 2009.12.17
감독 제임스 캐머런
관객 수 1,360만



도둑들

개봉일 2012.7.25
감독 최동훈
관객 수 1,298만



광해, 왕이 된 남자

개봉일 2012.9.13
감독 추창민
관객 수 1,232만



7번방의 선물

개봉일 2013.1.23
감독 이한경
관객 수 1,281만



베테랑

개봉일 2015.7.8.5
감독 류승완
관객 수 1,341만



암살

개봉일 2015.7.22
감독 최동훈
관객 수 1,271만



어벤저스: 에이지 오브 울트론

개봉일 2015.4.23
감독 조스 휘턴
관객 수 1,049만



국제시장

개봉일 2014.12.17
감독 윤제균
관객 수 1,426만



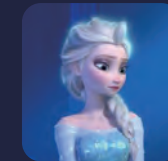
인터스텔라

개봉일 2014.11.6
감독 크리스토퍼 놀란
관객 수 1,028만



명량

개봉일 2014.7.30
감독 김한민
관객 수 1,761만



겨울왕국

개봉일 2014.1.16
감독 크리스 벅, 제니퍼 리
관객 수 1,030만



변호인

개봉일 2013.12.18
감독 양우석
관객 수 1,137만



부산행

개봉일 2016.7.20
감독 연상호
관객 수 1,157만



택시운전사

개봉일 2017.8.2
감독 장훈
관객 수 1,219만



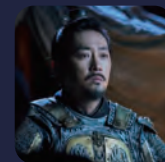
신과함께-죄와 벌

개봉일 2017.12.20
감독 김용화
관객 수 1,441만



어벤저스: 인피니티 워

개봉일 2018.4.25
감독 앤서니 루소, 조 루소
관객 수 1,121만



신과함께-인과 연

개봉일 2018.8.1
감독 김용화
관객 수 1,228만



극한직업

개봉일 2019.1.23
감독 이병헌
관객 수 1,626만



어벤저스: 엔드게임

개봉일 2019.4.24
감독 앤서니 루소, 조 루소
관객 수 1,393만



알라딘

개봉일 2019.5.23
감독 가이 리치
관객 수 1,256만



범죄도시 4

개봉일 2024.4.24
감독 허명행
관객 수 1,150만



파묘

개봉일 2024.2.22
감독 장재현
관객 수 1,191만



서울의 봄

개봉일 2023.11.22
감독 김성수
관객 수 1,313만



범죄도시 3

개봉일 2023.5.31
감독 이상용
관객 수 1,068만



아바타: 물의 길

개봉일 2022.12.14
감독 제임스 캐머런
관객 수 1,082만



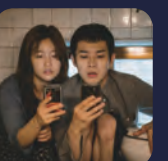
범죄도시 2

개봉일 2022.5.18
감독 이상용
관객 수 1,269만



겨울왕국 2

개봉일 2019.11.21
감독 크리스 벅, 제니퍼 리
관객 수 1,375만



기생충

개봉일 2019.5.30
감독 봉준호
관객 수 1,031만

FAQ for Food

각인 효과가 이런 것일까? 한 번 퍼진 착각·오해가 오래 가기도 한다. 알리고 알리고 또 알려도 쉽게 바로잡히지 않는, 음식과 조리에 관한 속설 가운데 대표적인 것을 골라보았다.

WORDS 이용재 PHOTOGRAPHS 게티이미지, 셔터스톡



알프스 구조견 세인트버나드의 목에 매달린 술통은 사실 여부와 무관하게 확고한 상징으로 자리 잡았지만, 저체온증 환자에게 술을 마시게 하는 것은 체온을 더 떨어뜨리는 일이다.

©Paul Pielbings/Getty Images

Q 술을 마시면 체온이 오르나요? 알프스 구조견은 목에 술통을 매달고 있잖아요.

A 세인트버나드 말씀이군요. 이 술통이 그냥 소품이라는 의미도 있고, 의견이 분분합니다. 조난자의 몸을 데워주기 위해 구조견 목에 술통을 매달아 보냈다고 합니다만 전설 같은 얘기입니다. 세인트버나드가 알프스에서 험악한 구조 활동을 펼친 것은 사실이지만 술통 얘기를 뒷받침하는 역사적 기록은 없습니다. 럼 혹은 브랜디로 일단 정신을 차리게 돕는 용도라고는 하는데요, 사실 추운 환경에서 술은 체온 유지에 해가 됩니다. 술을 마시면 일시적으로 훈훈한 느낌이 들지만 알코올이 분해되며 혈액이 피부 쪽으로 더 많이 돌아 그렇게 느끼는 것일 뿐이죠. 하지만 확장된 혈관을 통해 체내의 열이 더 많이 방출돼 저체온증이 올 수 있으니 주의해야 합니다.

Q 그렇다면 뜨거운 국물이나 매운 음식을 먹으면 체온 상승이 가능한가요?

A 역시 잠깐일 뿐입니다. 뜨거운 국물과 매운 음식을 먹으면 일시적으로는 체온이 올라가지만 곧 땀을 배출하면서 오히려 더 낮아질 수 있습니다. 몸이 뜨거워진 것을 감지하고 항상성을 유지하기 위해 땀을 흘려 열을 발산하기 때문입니다. 참고로 65°C 이상의 뜨거운 국물은 식도암 위험을 높일 수 있습니다.

Q 술을 넣어 끓이는 요리는 알코올이 완전히 증발되나요?

A 아닙니다. 양식에는 ‘코코뱅’처럼 아예 와인에 끓이는 것부터 보드카 등의 주류로 맛을 내는 요리가 꽤 있습니다. 술의 양과 조리 시간에 따라 알코올이 완전히 증발되지 않고 남아 있을 수 있으므로 어린이나 알코올 분해가 잘 안 되는 성인이려면 주의할 필요가 있습니다.

Q 한국 치킨은 정말 닭이 작아서 맛이 없나요?

A 절반만 맞습니다. 우리나라 치킨용 닭이 작은 건 사실입니다. 보통 1kg 안팎으로 키우는데, 소위 영계를 선호하기도 하지만 한국의 현실에서 이 이상 크게 키우면 이익이 나지 않습니다. 이를 감안해 닭을 섬세하게 튀겨야 하는데, 대체로 과조리해 뻑뻑해지니 맛이 없을 수밖에 없습니다. 우리가 즐기는 치킨은 160~190°C의 기름에서 내부 온도가 69°C가 될 때까지 튀긴 뒤 여열로 74°C까지 올리면 안전하고도 육질을 부드럽게 즐길 수 있습니다.

- 1 유해성 여부에 대해 과학적 결론이 없지만 아직도 MSG는 낭설에 시달리고 있다. 취향에 따라 기피할 수는 있겠지만 더 이상 오해는 말자.
- 2 잇을 만하면 정부나 방송국이 물 마시기 캠페인을 벌일 정도로 수분 섭취는 기초적인 건강관리 요령 중 하나다.



1



©Marisa Rosemary/Getty Images

2

Q MSG는 몸에 해로운가요?

A 그렇지 않습니다. 발효 조미료, 즉 글루탐산나트륨(MonoSodium Glutamate)은 그동안 상당한 오명에 시달려왔습니다. 특히 1960년대 말 미국에서 중국 음식을 먹은 뒤 메스꺼움이나 두통 등을 호소하는 사례가 늘자 이를 ‘차이니스 레스토랑 신드롬’이라 이름 붙이면서 절정에 이르렀죠. 아직까지도 MSG를 먹으면 뇌가 어떻게 된다는 등 온갖 루머가 나돌지만 사실은 안전합니다. 미국 식품의약국(FDA)과 세계보건기구(WHO)는 ‘음식의 일부로 적정량을 먹으면 일반적으로 문제가 없다’는 결론을 내렸습니다.

Q 물을 많이 마시라는 얘기는 맹물에만 해당하는 얘기인가요?

A 그렇습니다. 모든 음료수 혹은 마실 수 있는 액체의 수분 흡수율이 똑같지 않습니다. 커피나 차는 카페인으로 인해 마시면 되려 몸에서 수분이 빠져나갈 수 있습니다. 탄산음료는 가당 제품이라면 엄청난 양의 당을 섭취해 당뇨나 비만, 심혈관계 질환에 걸릴 수 있습니다. 알코올이야 중독자가 아니라면 물 섭취 목적으로는 당연히 피하겠죠. 우유와 과일 주스도 정도의 차이는 있지만 당과 열량의 섭취는 피할 수 없습니다. 이래저래 중립적인 물이 수분 보충에 가장 좋고, 허브티 정도라면 괜찮습니다.

Q 글루텐프리 빵이 건강에 더 좋은가요?

A 그렇지 않습니다. 밀가루에는 글루테닌과 글리아닌이라는 단백질이 들어 있습니다. 물을 더해



반죽하면 둘이 합쳐져 일종의 분자 사슬인 글루텐을 형성하고 빵 같은 밀가루 음식의 쫄깃함을 형성합니다. 이 글루텐이 건강에 좋지 않다는 이야기가 돌면서 글루텐프리 빵이나 과자 등이 건강식품으로 둔갑해 인기를 누리는데, 과장된 마케팅입니다. 장내 영양분 흡수를 저해하는 글루텐에 대한 감수성 증가로 발생하는 셀리악병 보유자가 아니라면 글루텐을 섭취해도 괜찮습니다. 서구에서 셀리악병 발병률은 인구의 1%쯤 되지만 한국을 포함한 아시아인은 그보다 훨씬 낮은 것으로 알려져 있습니다.

Q 고기 겉면을 지지면 육즙이 가뭇지나요?

A 절대 아닙니다. 음식과 조리의 세계에서 가장 유명한 이 속설은 역사도 상당히 유구합니다. 1850년대 독일 화학자 유스투스 폰 리비히가 의학계의 소작술에서 착안해 가설을 제기했죠. 높은 열로 피부를 지지면 출혈이 멎듯, 근육인 고기의 표

면을 익히면 같은 효과가 일어나 내부의 수분이 가뭇진다는 것이 요지였습니다. 하지만 1930년대 실험을 통해 논파되었습니다. 고기 겉면을 바삭 굽는 것은 단백질의 아미노산이 열과 반응해 일어나는 마이야르 반응으로 복합적인 맛과 바삭한 질감을 얻는 게 핵심입니다.

Q 고기를 구울 때 한 번만 뒤집어야 하나요?

A 아닙니다. 굽는 과정에서 열에너지가 불(판)에서 고기로 전이되는데, 둘의 온도차가 적을수록 조리가 더 효율적으로 이루어집니다. 뒤집어 말하면(!) 고기를 자주 뒤집어줘야 온도차가 줄어들면서 더 빠르고 고르게 익습니다. 상당히 오랫동안 서양에서 스테이크를 익힐 때도 ‘자주 뒤집지 않는다’는 속설이 대세였으나 지난 10여 년 동안 많은 과학적 실험을 통해 뒤집었습니다. 요즘은 두툽한 스테이크도 30초~1분에 한 번씩 뒤집어주는 게 정석이니 뒤집고 또 뒤집읍시다.

Q 파스타 삶는 물에 올리브기름을 넣으면 정말 들러붙지 않나요?

A 그럴리가요. 물과 기름은 섞이지 않기 때문에 아무런 의미 없이 올리브기름을 낭비하는 셈입니다. 끓는 물에 파스타를 넣은 뒤 주걱이나 집게 등으로 잘 저어주면 들러붙지 않습니다.

Q 삶은 파스타를 천장에 던져 붙으면 다 익은 거라는데, 맞나요?

A 그렇기도 하고, 아니기도 합니다. 아까운 파스타를 왜 천장에 던지니까? 파스타가 익으면 전분이 녹아 나오는 호화(糊化, Gelatization)가 일어나면서 표면이 끈적해집니다. 그래서 천장에 던져도 붙는다는 이야기입니다만, 여차피 파스타를 보기 전까지는 원하는 상태로 익었는지 알 수가 없습니다. 대부분의 파스타는 포장지에 조리 시간이 적혀 있으니 그에 따라 삶고 맛을 봐 확인할 것을 권합니다.

Q 조리를 하면 채소에서 영양분이 빠져나가나요?

A 전체적으로는 그렇지 않습니다. 채소를 조리하면 수용성비타민이 손실될 수는 있습니다. 하지만 큰 그림을 보면 익은 채소가 소화가 더 잘되고 편하게 많이 먹을 수 있으므로 더 많은 영양분을 손쉽게 섭취할 수 있어 이득입니다. 특히 당근 같은 채소는 은근히 끓는 물에 10분 정도 삶으면 맛과 질감이 훨씬 좋아집니다.

Q 닭과 버섯은 정말 씻으면 안 되나요?

A 닭은 ‘O’, 버섯은 ‘X’입니다. 닭은 물이 닿아 튀면서 살모넬라균이 퍼져 교차감염을 일으킬 수 있으므로 씻지 말아야 합니다. 포장을 뜯어 바로 냄비 등에 넣어 조리합니다. 익으면서 살균이 되니 먹을 때는 안전합니다. 한편 버섯은 스펀지 같은 조직이 물을 흡수하므로 씻지 말아야 한데, 실험 결과 무게가 늘지 않았습니다. 따라서 물에 가볍게 담가 먼지 등을 씻어낸 뒤 조리합니다.

Q 스테이크를 바삭 익힐수록 안전한가요?

A 아닙니다. 스테이크의 겉과 속은 분리된 공간이라고 할 수 있습니다. 겉에 균이 있더라도 내부로 침투하지 못하고, 익히는 동안 죽습니다. 따라서 내부의 익힘 정도는 식품 안전과 크게 상관이 없으니 스테이크는 원하는 대로 익혀 먹으면 됩니다. 하지만 고기를 갈면 겉의 균이 퍼져 섞이므로 햄버거(패티)는 ‘웰던’이 안전합니다.

Q 고기는 양념에 오래 재울수록 맛이 좋아지나요?

A 그렇지 않습니다. 고기를 오래 재울수록 더 부드럽고 맛도 좋아진다고 하지만 식용색소로 실험

해보면 이야기가 다릅니다. 고기 표면으로부터 극히 얇은 범위까지만 양념이 침투하고 끝입니다. 따라서 양념에 30분 이상 재우는 건 의미가 없습니다. 특히 한국식 불고기나 제육볶음 등 얇게 저민 고기는 양념 속 산에 의해 변성돼 질감이 나빠질 수도 있으니 더더욱 오래 재우지 않는 게 좋습니다.

Q 고사리와 울무는 정력을 떨어뜨리나요?

A 둘 다 근거가 없습니다. 중국 당나라 때 쓰인 <식료본초>라는 한의서에 “고사리를 먹으면 다리에 힘이 빠져 보행 곤란이 생기고 양기를 빼앗아 음경을 오그라들게 한다”고 기록되어 있어 남성의 성기능을 떨어뜨린다는 비과학적 속설이 생겨났습니다. 그 밖에도 생고사리에는 비타민 B1인 티아민 분해 효소가 있어 많이 먹으면 티아민 결핍증이 생길 수 있다고도 합니다. 하지만 아무도 고사리를 생으로 먹지 않습니다. 울무는 지방간이 있거나 배가 많이 나온 경우 민간요법에 쓰인 게 정력 쪽으로 가지를 쳤다고 보고 있습니다.

Q 라면 끓일 때 물이 끓기 전에 스프를 먼저 넣으면 염도가 높아져 더 빨리 끓나요?

A 그렇지 않습니다. 원래는 ‘소금물 버전’의 속설이 한국에서는 일상적인 라면을 통해 퍼졌습니다. 라면 스프에 나트륨이 많이 들어 있기 때문에 그럴 텐데요, 입에는 짜도 이 정도의 나트륨은 물의 끓는 점 변화에 의미 있는 영향을 미치지 않습니다. 사실 소금물은 순수한 물보다 끓는점이 더 높아서 끓기까지 시간이 줄어들지는 않고, 다만 약간 더 높은 온도까지 오를 수는 있습니다.

Q 밀가루 음식은 정말 소화가 잘 안 되나요?

A 아닙니다. 그렇다면 빵이 주식인 서구권은 이미 소화불량으로 멸망하지 않았을까요? 잘 안 익힌 빵 등으로 밀가루 전체가 오명을 뒤집어쓰는 분위기입니다. 한국 식문화에서는 빵을 덜 익히는 경향이 있는데, 옛 일본의 영향을 받은 한편 진한 갈색으로 구우면 탸다고 생각하는 사람이 많아서 그런 것입니다. 그러나 빵은 색이 진하게 날수록 마이야르 반응이 잘 일어나 맛있고 소화도 잘됩니다.

Q 냉동 생선이 얼리지 않은 ‘생물’보다 품질이 떨어지나요?

A 그렇지 않습니다. 많은 생선이 먼바다에서 잡히는데 그냥 가져오면 육지에 닿기도 전에 썩기 시작합니다. 그래서 잡자마자 배에서 필요한 손질—내장 제거, 피 빼기 등—을 한 뒤 바로 냉동 보관합니다. 이를 ‘선동’이라 하고 생선의 신선도를 되레 오래 유지해줍니다. 시중에 유통되는 참치나 새우 등은 웬만해서 선동밖에 없는 경우가 허다합니다. 포장을 뜯어 바로 조리할 수 있는, ‘생물’처럼 보이는 생선과 해산물도 대부분 배에서 얼린 것을 해동했다는 말이지요. ¹²

- 1 식탁 위 화구에서 고기를 구워 먹는 문화가 발달한 덕분에지 유독 고기와 관련한 남성이 많다. 두껍게 썬 고기를 구울 때는 여러 번 뒤집는 게 좋다.
- 2 맛있게 구운 빵. 껍질에 마이야르 반응이 잘 형성됐다.
- 3 프랑스 요리 코코뱅은 와인으로 끓인 닭고기 스투로, 조리 시간에 따라 알코올이 남아 있을 수 있다. 마트에서 사온 포장 닭고이라면 냄비에 넣기 전에 굳이 물로 씻지 말자.
- 4 파스타 포장에는 대부분 권장 조리 시간이 적혀 있다. 이 제품들의 경우 끓기에 따라 5분 또는 7~9분이다.





MiU's Choice

당장 사지 않더라도 최신 트렌드를 알아두는 것은 이
다음의 현명한 소비를 대비하는 근사한 준비운동이다.
<유>가 엄선한 아이템을 둘러보시라.

WORDS 오성윤 PHOTOGRAPHS 박남규, PR, Courtesy

01

Leica M EV1

라이카 M 시리즈는 뷰파인더와 렌즈의 삼각축량으로 초점을 잡는 레인지파인더를 뜻하는 독일어 'Messsucher'에서 유래한 모델이다. 레인지파인더는 첫 모델 M3가 발매된 70여 년 전부터 변함없이 사용됐다. 얼마 전까지는. 라이카는 최근 "M의 새로운 시대가 열린다"는 카피와 함께 신제품 M EV1을 공개했는데, 그 정체는 이름처럼 전자식 뷰파인더(EV)를 가진 M 카메라다. 여전히 AF도 영상 촬영도 되지 않는 이 완고한 카메라가 갑자기 이런 결정을 한 이유는, 물론 전자식 뷰파인더를 만났을 때 훨씬 풍성해지는 M만의 매력이 있기 때문이다. M EV1의 576만 화소 고해상도 전자식 뷰파인더는 렌즈, 초점거리, 조리개 설정에 따라 달라지는 이미지를 정확히 재공한다. 6000만 화소의 풀프레임 센서를 탑재했다. 1430만 원(보디). leica-store.co.kr

©Park Namkyu

02 Also TM-B

'제2의 테슬라'라고 불리는 전기차 브랜드 리비안은 소형 모빌리티 부서를 아예 분사해 얼소라는 스타트업을 설립했다. 최근 얼소가 출시한 첫 제품은 실용적인 전기자전거로, 그들의 표현에 따르면 '단순한 자전거가 아닌 마이크로 모빌리티 플랫폼'이라는 TM-B가 그 주인공이다. 빠르고 간편하게 교체 가능한 기동을 포함한 시트 모듈은 솔로(일반 시트), 벤치(길쭉한 시트), 유틸리티(어린이용 시트나 화물 적재함을 얹을 수 있는 프레임+일반 시트)의 세 가지 형태다. 페달이 뒷바퀴에 연결되지 않고 페달을 밟아 배터리를 충전하는 '드림라이드 PBW(Pedal by Wire)' 시스템도 주목할 만하다. 자전거를 탈 때 파워 어시스트는 자동에서 수동까지 10단계로 조정할 수 있으며, 최고속도는 시속 45km다. USB-C를 지원해 보조 배터리로도 사용할 수 있는 탈착식 배터리 용량 선택에 따라 한 번 충전에 160km까지 이동할 수 있다. 론칭 에디션 4500달러(665만 원). ridealso.com



03 CAST × TII X1

미국 캘리포니아공과대학교의 자율시스템기술센터(CAST)와 아랍에미리트의 기술혁신연구소(TII)가 협업해 만든 다중 로봇 시스템은 비행하거나 주행할 수 있는 드론을 등에 짊어진 휴머노이드다. 우습게 생겼지만 연구진이 연출한 비상 상황에 대응하는 영상을 보면 꽤 직관적인 합리성을 갖고 있다. 먼저 휴머노이드(G1)가 계단을 오르고 건물 밖으로 나가 등에 장착된 드론(M4)을 띄운다. 드론은 비행 접근이 곤란한 곳에서는 착륙해 로터를 접어 내리고 바퀴처럼 굴러 목적지까지 주행한다. 걷고, 날고, 주행하는 등 형태가 다른 로봇의 장점을 취한 셈이다. 아직 상용화는 예정에 없지만, 다양한 로봇을 하나의 시스템으로 통합하고 연계하고 협업하게 할 때 생길 수 있는 새로운 가능성을 잘 보여준다. caltech.edu



04 Snowtunnel

호주에 설치될 예정인 실내 스키장은 눈 쌓인 언덕 대신 높이 12.5m, 길이 16m의 커다란 원통 하나만 품고 있을 예정이다. '캣휠'이나 다람쥐 쳇바퀴처럼 터널 자체가 회전하는 동안 스키어는 끊임없이 스키의 감흥을 즐길 수 있다. 눈 생산 전문 기업 테크노알핀이 물과 공기로 만든 인공눈을 사용하며, 터널의 회전속도를 조절할 수 있어 초심자부터 숙련자까지 다양한 사용자에게 대응할 수 있다. 2027년 멜버른·시드니·브리즈번에 오픈할 예정이며, 차후 호주 전역으로 확장할 계획이다. snowtunnel.com



©Park Namkyu

05 Montblanc Digital Paper

프랑스 럭셔리 브랜드 몽블랑이 출시한 태블릿패드. 만년필 공방으로 출발한 브랜드인 만큼 필기감에 심혈을 기울여 만든 이 전자 노트는 '디지털 페이지'라는 이름답게 몽블랑 펜 고유의 필기 경험을 디지털 환경에서 재현해 손글씨와 스케치도 가능하며, 필기를 문자로 자동 인식해 빠른 검색과 정리도 가능하다. e-잉크 터치 디스플레이, 4000단계의 압력 감지 기술, 햅틱 엔진을 탑재했고 노트 패드에 부착하면 무선 충전되는 전용 디지털 펜은 대표 만년필 컬렉션인 '마이스터스틱'의 인체공학 적 디자인을 모티브로 만들었다. 특유의 무게감과 필기감까지 반영한 것은 물론이다. 각자의 취향대로 선택할 수 있도록 3종(리넨, 매트, 스무스)의 교체용 틱도 제공한다. 알루미늄과 가죽을 사용한 본체 무게는 436g, 가격은 122만 원(별매 커버는 28만 원). montblanc.com



06 Yamaha MOTOROiD:A

아마하가 2025 일본 모빌리티쇼에서 새로운 형태의 콘셉트 로봇을 발표했다. 그리스 알파벳 '람다(λ)'라는 이름처럼 생긴 이륜차 형태로 앞바퀴 포크와 λ모양의 꼭짓점(프레임 연결부)에 각각 관절이 달렸다. 2017년부터 진행하고 있는 자율 균형 모터 사이클 '모터로이드'의 차세대 모델로, 자율 균형 유지 및 소유자와의 상호작용을 골자로 한다. 특유의 관절 구조 덕분에 앞바퀴를 좌우로 돌려 조향할 수 있고, 높이도 조절할 수 있다. 무엇보다 큰 특징은 사람의 얼굴과 움직임을 인식하고 학습해 주인의 의도를 파악한다는 것. 마치 바퀴 달린 기계 반려동물처럼 사용자를 인식하고 반응한다는 뜻이다. global.yamaha-motor.com



Layer Design Mazzu Camping Mattress

레이어 디자인이 중국의 수면 기술 스타트업 마쭈를 위해 만든 새로운 개념의 매트리스다. 핵심은 포켓 스프링이 모두 분리되는 모듈형 구조. 보통 매트리스는 어느 한 부분이 내려앉아도 통째로 교체하는 수밖에 없지만 이 제품은 포켓 스프링을 날개로 교체 가능해 지속가능성을 추구했다. 심지어 개별 스프링의 탄성을 조절할 수 있어 체형이나 수면 자세에 최적화한 매트리스를 만들 수도 있다. 최근 발표한 캠핑 버전의 매트리스는 컵처럼 쌓을 수 있는 72개의 포켓 스프링과 공기 주입식 패드, 바퀴가 달린 수납 케이스를 함께 제공해 이동에 용이하도록 했다. 중국에서 2259위안(47만원)으로 출시될 예정이며, 해외 출시는 미정이다. layerdesign.com

08 Pentagram Karri Messenger

초등학생 부모 대다수가 스마트폰의 폐해를 우려한다. 동시에 자녀가 친구들 틈에서 소외되거나 연락이 닿지 않는 곳에서 위험에 처하는 일 역시 걱정한다. 제한적 기능과 위기 대응 능력을 가진 ‘키즈폰’의 존재 의의는 바로 거기에 있다. 캐리는 뉴욕의 유명 디자인 에이전시 펜타그램이 장기간의 시장조사를 바탕으로 다듬은 액정 없는 키즈폰이다. SIM 기반이지만 통화나 무선 인터넷 접속 기능이 없으며, 음성 메시지를 주고받는 메신저 기능을 수행한다. 물론 GPS 위치 추적 및 보호자 폰으로 푸시 알림 전송 등 자녀 안전을 위한 기능도 갖췄다. 가운데 달린 ‘슬라이드 투 토크’ 스위치를 아래로 당기면 수신 메시지를 들을 수 있고, 위로 밀면 음성 메시지를 녹음하고 송신하는 방식이라서 마치 무전기 같은 감흥을 선사한다. 내년 3월 첫 배송 예정으로 예약 구매가는 49.99파운드(9만 7000원), 전 세계에서 사용 가능한 연간 요금제는 매월 4파운드(7700원)다. karri.io



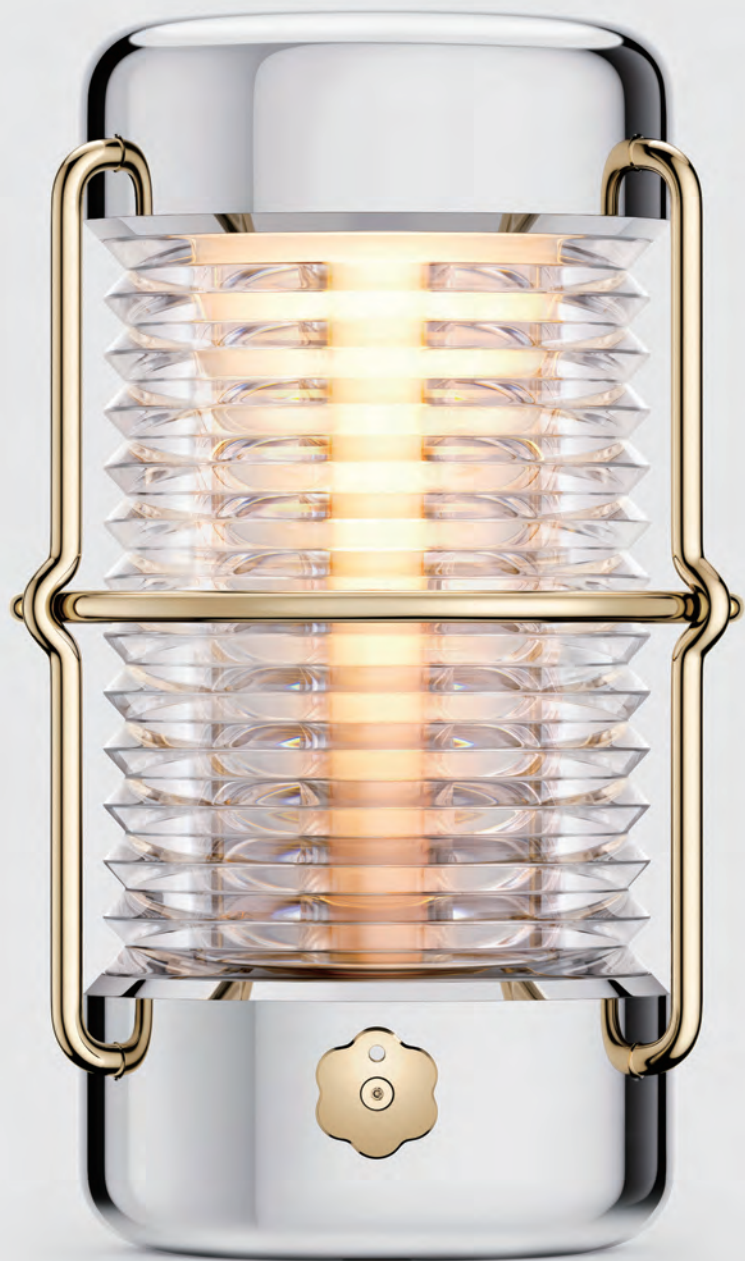
10 Nike Project Amplify

나이키가 발표한 로봇 동력 신발 개발 프로젝트는 탄소섬유 소재의 러닝화에 연결된 종아리 지지대로 구성된 일종의 ‘외골격 신발’이다. 전기모터, 구동 벨트, 충전식 배터리를 탑재해 달리기와 보행 등 착용자의 운동을 돕는데, 마치 ‘두 번째 종아리 근육’처럼 작용한다고. 러너에게는 더 나은 기록을 낼 수 있도록 하며, 비탈길을 오를 때도 마치 평지처럼 느끼게 만들어준다. 지난 몇 년간 400명 이상의 운동선수과 함께 240만 걸음을 테스트하며 기술을 다듬었으며, 몇 년 안에 상품화하는 것이 목표다. about.nike.com




09 Seattle Ultrasonics C-200

세계 최초의 전동 식칼이다. 손잡이에 달린 버튼을 누르면 초음파로 초당 4만 번 이상 미세한 진동—손에는 거의 느껴지지 않는—을 일으켜 상상을 초월하는 절단력을 발휘한다. 날을 바짝 세우지 않아도 깔끔하게 썰썰 잘라주는 것은 물론 식재료의 조직 파괴도 보통 칼에 비해 훨씬 덜하고, 잘린 식재료가 칼날에 들러붙는 것도 막아준다. 칼질에 필요한 힘도 절반 수준으로 줄여주니 요리 애호가에게는 희소식이다. 가격대가 있는 만큼 일단은 관점염이 있거나 팔 힘이 약한 사람이 핵심 타깃이다. 선주문 기준, 세프 나이프처럼 칼을 벽에 붙여둘 수 있는 충전 타일 포함 번들이 68만 8000원이며, 내년 1월 첫 배송 예정이다. seattleultrasonics.com



11 Lovefrom × Balmuda Sailing Lantern

애플의 황금기를 이끌었던 디자이너 조니 아이브가 이끄는 디자인 스튜디오 러브프롬과 ‘일본의 다이슨’이라고 불리는 발뮤다가 첫 협업 제품을 발표했다. 정체는 세일링 랜턴. 고전적인 항해 공학에 대한 조니 아이브의 애정과 향수에 더해 특유의 디자인 문법, 그리고 리튬이온 배터리와 LED라는 현대 기술까지 한데 버무려 선보였다. 예쁘기만 한 것이 아니라 극한의 해양환경에서도 문제없이 작동할 수 있도록 내구성에 만전을 기했다. 그런 만큼 분해, 수리가 용이하게 설계한 것은 물론 모든 부품은 재활용 가능하다. 1000대 한정 생산되며, 국내에는 단 40대만 수입 판매된다. 현재 529만 원에 예약 판매 중으로, 2026년 3월 첫 배송 예정이다. balmuda.com 



EXIT

<뮤>와 함께한 흥미진진한 탐색을 마치고, 이제 일상으로 돌아갈 시간입니다.

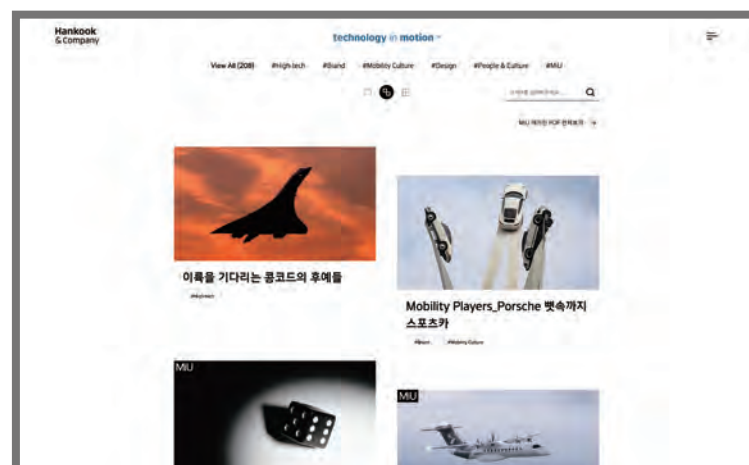
다음 호 <뮤>를 직접 받아 보고 싶으시다면 아래 웹사이트를 통해 정기구독을 신청해주시요.
하이테크 라이프스타일 정보를 다루는 <뮤>는 한국엔컴퍼니그룹이 사회공헌 활동의 일환으로
1년에 네 번 발행하는 무가 계간지로, 정기구독자에게 매호 보내드리는 비용 또한 무료입니다.

<뮤> 편집부는 독자 여러분께서 얼마나 만족하셨는지, 개선되었으면 하는 내용이 있는지 무척
궁금합니다. 전하고 싶은 말씀이 있다면 아래 이메일을 통해 의견을 보내주시요. 여러분의
의견은 더욱 흥미진진한 내용을 담은 다음 호 <뮤>를 만드는 데 커다란 도움이 될 것입니다.

정기구독 신청 접수 miusurvey.com
주소변경 신청, 문의 및 독자 의견 miu@kayamedia.com

<뮤>는 또한 온라인에서 만나보실 수도 있습니다. 한국엔컴퍼니그룹 공식 홈페이지에 접속해
‘technology in motion’을 선택하면 다양한 웹콘텐츠와 함께 <뮤> 기사가 나열됩니다. 또는
메뉴(三)에서 <뮤> 제호(MIU)를 선택해 지면과 동일한 PDF 에디션으로 보실 수도 있습니다.

한국엔컴퍼니그룹 공식 홈페이지 hankookandcompany.com/ko



한국엔컴퍼니그룹 홈페이지
technology in motion



©Hankook