

트는 머독의 연구를 격려하기는커녕 이를 적극적으로 말렸고 심지어 머독이 특허를 내지 못하도록 압력을 가하기도 했다. 와트에 대한 중심이 강했던 머독은 결국 자신의 고압력 기관 연구를 포기하고 말았다. 고압력 기관은 와트의 특허가 말소된 1800년 이후에야 발명되었고, 결국 와트의 저압력 기관을 대체하게 되었다. 우리는 혁신적인 기술을 발명한 엔지니어가 그 기술만을 고집하고 다른 가능성에 눈을 감아버리는 '보수적인' 태도를 취하는 것을 기술의 역사를 통해서 종종 볼 수 있다.

3-2 성공적인 발명과 혁신 II: 굴리엘모 마르코니

20세기 무선전신과 라디오의 아버지라 불리는 마르코니(Guglielmo Marconi, 1874~1937)는 어릴 적부터 과학과 발명에 관심이 많았다.² 이탈리아의 부유한 집에서 태어난 그는 부자 아버지를 둔 덕분에 자기 집에 있는 다락방을 자신의 실험실로 꾸미고 다양한 화학 실험과 전기 실험에 몰두할 수 있었다. 마르코니는 20세가 되던 1894년 여름에 독일 물리학자 헤르츠(H. Hertz)의 조사(弔辭)가 실린 잡지를 우연히 보게 되었다. 독일의 천재 물리학자 헤르츠는 1888년에 전자기파를 발견해서 전 유럽을 흥분시킨 장본인이었는데, 불행히 1894년에

² 마르코니의 발명과 혁신에 대한 상세한 분석은 Sungook Hong, *Wireless: From Marconi's Black-box to the Audion*(Cambridge, MA: MIT Press, 2001) 특히 1~3장을 볼 것.

36세의 젊은 나이로 요절했다. 그는 마치 곤충의 날개 모양으로 펼쳐진 콘덴서에 유도 코일로부터 얻어낸 고전압을 축전해서 방전시킴으로써 고주파 전자기파를 얻어냈다. 헤르츠는 눈에 보이지 않는 전자기파를 이용해서 멀리 떨어진 곳에 스파크를 일으킴으로써 그 존재를 증명할 수 있었으며, 전자기파가 빛의 속도로 전파된다는 것을 실험을 통해 보일 수 있었다.

헤르츠의 발견 이후에 유럽 최고의 물리학자들이 전자기파를 가지고 다양한 종류의 물리 실험을 했다. 이들의 실험은 주로 전자기파가 빛과 같은 성질을 지닌 파동인가 그렇지 않은가라는 문제에 집중되어 있었다. 그렇지만 어느 누구도 전자기파를 통신에 사용할 수 있다는 생각하지 않았다. 우선 전자기파의 전파 거리가 불과 수십 미터 정도로 너무 짧았다. 그리고 물리학자들은 전자기파의 파장을 더 짧게 해서 전자기파의 편광, 굴절, 산란과 같은 문제를 분석함으로써 전자기파와 빛 사이의 유사성을 탐구하는 문제에 관심이 많았다. 반면에 (유선)전신 기술자들은 물리학자들이 실험실에서 사용하는 전자기파에 별 관심이 없었다. 19세기 말엽에 전신은 대서양을 가로질렀고 전 세계를 거미줄같이 덮고 있었기에, 전신 기술자들이 전파 거리가 수십 미터밖에 안 되는 전자기파에서 새로운 통신의 가능성을 찾을 이유가 없었던 것이다.

마르코니는 볼로냐 대학의 물리학자 리기(A. Righi) 교수에게 전자기파 실험에 대한 물리학을 배웠지만, 대학에서 배운 물리학이 아닌 자신만의 실험을 통해 무선전신을 발명했다. 그는 헤르츠의 실험에 대한 기사를 읽자마자 이를 통신에 사용할 수 있다는 가능성을 직감



[그림 3-4] 청년 마르코니와 그의 초기 무선전신 시스템

했었다. 하지만 문제는 전자기파의 전파 거리가 너무 짧다는 것이었다. 이 문제를 인식한 뒤에 마르코니는 이 거리를 늘리는 쪽으로 연구를 집중했다. 우선 발진기의 유도 코일의 크기를 늘리고 그 절연을 완벽하게 함으로써 더 강력한 스파크를 얻어낼 수 있었다.

그 다음 문제는 수신기였다. 당시의 수신기는 무척 불안정하고 비효율적이었으므로 마르코니는 수신기의 민감도를 높이는 데 총력을 기울였다. 수신 튜브의 크기를 작게 하고, 약 3백에서 4백 가지의 재료에 대한 실험을 거쳐 니켈과 은가루를 혼합한 후 여기에 수은을 몇 방울 떨어뜨려주면 가장 좋은 수신기를 만들 수 있다는 사실을 알게 되었다. 그는 수신기를 두드리는 태퍼(tapper)를 발명하여 이를 계전기(relay, 미세한 전류를 큰 전류로 바꾸어주는 기계)와 연결시켰고, 발진기

에 날개 모양의 금속 콘덴서를 달았으며, 비슷한 날개를 수신기에도 연결했다. 실험을 하면서 마르코니는 이 날개 중 한쪽을 땅에 묻으면 송수신 거리가 훨씬 더 늘어난다는 것을 알게 되었다. 이 날개 모양의 콘덴서가 뽕족한 안테나로 진화한 것이다. 약 1년 가까이 온갖 회로를 다 실험한 뒤에 마르코니는 대략 2마일 정도 거리에서 전자기파를 이용해서 모스 코드(Morse Code)를 보내고 받는 데 성공했다.

그렇지만 주위의 반응은 냉담했다. 마르코니의 아버지를 비롯해서 이탈리아의 학자들은 마르코니의 발명을 장난감으로 취급했다. 이탈리아에서 특허를 내는 것이 어렵다고 생각한 마르코니는 자신의 발명품을 가지고 영국으로 건너갔다. 이때 그는 불과 22살이었다. 마르코니는 영국 체신국 엔지니어들 앞에서 자신의 발명을 선보였고, 체신국을 통해 자신을 홍보했다. 전선 없이 공중을 가로질러 1~2마일씩 메시지를 송신하는 마르코니의 발명은 곧바로 영국 과학자들과 기술자들의 관심을 끌었다. 특히 해안에 끼는 안개 때문에 생기는 선박의 난파 사고로 골머리를 앓았던 영국 정부는 마르코니의 발명품이 배와 부두, 등대 사이의 통신을 가능하게 해준다는 이유로 이 발명에 많은 관심을 보였다. 무선전신의 틈새시장이 열린 것이다. 영국 체신국은 마르코니의 발명을 싼값에 사려는 계획을 세웠다.

마르코니가 영국으로 와서 매스컴의 관심을 끌기 전에 그가 했던 일은 영국 특허를 신청한 것이었다. 그는 몰턴(F. Moulton)이라는 당시 영국 최고의 변리사를 고용해서 자신의 특허를 무선전신의 거의 모든 것을 포함하는 완벽한 것으로 만들었다. 1897년 가을에 이 특허가 인가되면서 마르코니는 아일랜드의 부유한 사촌의 투자를 받아 자

신의 회사를 만들면서, 영국 체신국과 인연을 끊었다. 마르코니를 후원했던 체신국은 마르코니를 설득해서 특허를 매입하려고 노력했지만 허사였다. 이탈리아에서 온 청년이 무선전신을 독점하는 것을 우려한 영국의 체신국과 해군은 마르코니의 특허를 무효로 만들기 위해 여러 방안을 강구했지만, 성공하지 못했다. 마르코니의 친구였던 해군의 잭슨 선장(Henry Jackson)이 소송을 막는 데 중요한 역할을 했기 때문이었다.

마르코니는 회사 지분의 10%를 가진 부호가 되었지만 여기서 멈추지 않았다. 당시 무선전신의 문제는 크게 두 가지가 있었다. 하나는 전파들 사이에 혼선과 교란이 심하고 누구나 도청이 가능하다는 것이었다. 두번째 문제는 수신 거리가 아직도 무척 제한되어 있다는 것이었다. 1897년부터 2년간 마르코니는 이 문제를 해결하기 위해 수많은 실험을 직접 수행했다. 회사의 대표였던 마르코니는 고위 관리와의 파티보다 실험에 몰두했다. 그는 조수와 함께 호수에서 작은 보트를 타고 자신의 신기술의 효용을 테스트하는 일을 반복했다. 그의 조수들은 마르코니의 집중력과 끈기에 놀라곤 했다. 이런 노력 끝에 그는 교란이나 도청이 어렵고, 동시에 100마일 이상 송신할 수 있는 '공조 시스템'을 개발해서 특허를 내는 데 성공했다.³ 마르코니는 1900년에 새 공조 시스템에 대한 특허를 받았는데, 공교롭게도 그 특허의 번호가

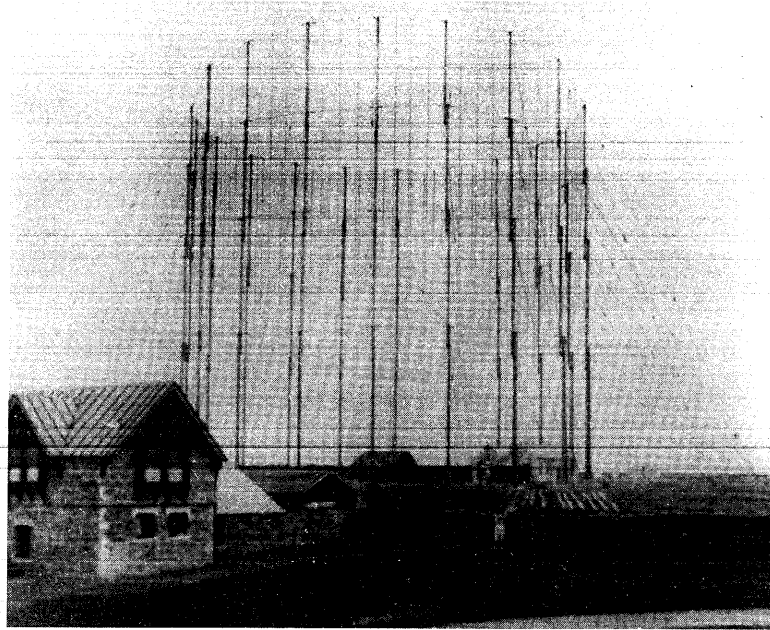
³ 공조 시스템이란 마치 우리가 라디오의 주파수를 맞추듯이 특정한 주파수의 전파를 보내고 이를 골라서 수신할 수 있는 무선전신 시스템을 말한다. 1900년에 마르코니가 첫번째로 실용적인 공조 시스템을 발명하기 전까지 과학자들과 엔지니어들은 실용적인 공조 시스템이 불가능하다고 생각했었다.

행운의 숫자인 7이 네 번이나 겹친 7777번이었다. 이 공조 시스템은 무선전신 분야에서 마르코니의 독점을 더 공고한 것으로 만들었다.

1900년까지 마르코니의 사업 전략은 무선전신을 통해 기존 통신의 틈새시장을 공략하는 것이었다. 당시에는 전신이 전 세계를 거미줄처럼 덮어 제국과 식민지를 연결하고 있었으며, 도시에서는 전화가 빠른 속도로 보급되고 있었다. 무선전신은 배와 부두 사이의 통신처럼 기존의 전신이나 전화가 담당할 수 없는 영역에 국한되어 사용되었다. 이는 당시까지 무선전신의 거리가 대략 100마일 정도로 제한되어 있기 때문이기도 했다. 무선전신을 개발하던 엔지니어 대부분은 무선전신이 이렇게 틈새시장에서 제한적인 용도로 사용되는 것에 대해서 특별한 문제의식을 갖지 못하고 있었다.

그렇지만 마르코니는 이 시점에서 근본적인 문제를 제기했다. 왜 무선전신은 일반 전신과 경쟁을 하면 안 되는가? 왜 무선전신을 사용해서 대서양을 가로질러 메시지를 송수신할 수 없는가? 이에 대해서는 두 가지 반론이 있었다. 우선 무선전신 송신기가 낼 수 있는 에너지가 무척 제한되어 있다는 것이었다. 기존의 송신기로는 대략 150~200마일이 그 한계였다. 그리고 더 큰 문제는 전파가 직진한다는 데 있었다. 즉 지구의 곡률 때문에 영국에서 강력한 전파를 보내도 그것은 미국에 도착하는 것이 아니라 우주로 발산된다는 것이었다.

그렇지만 마르코니는 이러한 반대에 뜻을 굽히지 않았다. 첫번째 송신기 문제에 대해서 마르코니는 그의 과학자문이었던 플레밍(J. A. Fleming)에게 자문을 구했고, 그로부터 기존의 송신기의 4백 배 이상의 출력을 내는 송신기의 제작이 가능하다는 답을 얻었다. 플레밍은



[그림 3-5] 강풍에 무너지기 직전의 폴듀 송신소와 안테나

거대한 발전소의 송전 시스템을 전공했던 전기과학자 출신이었다. 두 번째 문제는 더 심각한 것이었다. 전자기파가 직진한다는 것은 뉴턴의 법칙만큼이나 확고한 사실이었다. 그렇지만 마르코니는 여러 실험을 통해 전파가 지구의 곡률을 따라, 즉 지구 표면을 따라 움직인다고 이미 확신하고 있었다.

반대하는 회사 이사들을 설득해서 마르코니는 1900년부터 대서양 횡단 무선전신의 실험에 착수했다. 1년에 걸쳐 마르코니와 플레밍은 영국 남단에 있는 작은 도시 폴듀(Poldhu)에 거대한 송신소를 건설하고, 미국의 케이프코드(Cape Cod)에 같은 규모의 전신소를 만들었다.



[그림 3-6] 세인트존스 시그널 힐에서 수신 실험을 하는 마르코니(맨 왼쪽)

그러나 실험을 두어 달 앞두고 두 전신소의 안테나가 강풍에 맥없이 쓰러지고 말았다. 모든 사람이 “이제 실험이 실패했구나”라고 느낄 시점에서, 마르코니는 폴듀에 임시 안테나를 만들어 세웠고, 두 명의 조수와 함께 캐나다 동쪽 끝에 있는 작은 도시 세인트존스로 건너갔다. 1901년 12월 12일, 악천후의 기후 속에서 마르코니는 최초로 대서양을 가로질러 도달한 무선전신 메시지 ‘S...S...S’를 수신했다.⁴ 이후 마르코니는 장거리 무선전신 서비스를 제공하기 시작했으며, 무선 전신은 대서양 해저 전신과 경쟁 관계에 접어들었다.

1901년 이후에도 마르코니의 혁신은 계속됐다. 그는 1902년에 자석 수신기를 발명했는데, 이 수신기는 전자기파가 금속의 자기적(磁氣

⁴ 실제로 영국에서 보낸 무선전신 메시지가 미국에 도달할 수 있었던 것은 전파가 지구를 따라 전달되었기 때문이 아니라 지구의 대기 상층권에 이온층이 있어서 이것이 전파를 반사했기 때문이었다.

的) 성질을 바꾼다는 과학자 러더포드(E. Rutherford)의 과학적 발견을 잘 이용한 수신기였다. 1904년 마르코니의 과학자문이던 플레밍은 2극 진공관을 발명했는데, 마르코니는 이를 무선전신의 수신기에 접목시켰다. 1907년에는 원판 회전 송신기를 발명했다. 이는 거의 연속적인 무선전신 파형을 가능케 한 발명이었다. 이러한 잇단 발명을 통해 마르코니의 무선전신 시스템은 점점 완벽해졌으며, 마르코니는 세계 무선전신 시장을 거의 독점할 수 있었다.

대서양 횡단 무선전신이 성공하면서 마르코니는 무선전신의 시장을 몇 배 키웠다. 이제 미국과 영국 사이에 직접 송수신이 가능해졌을 뿐만 아니라, 대서양을 향해하는 배가 무선전신을 통해 신문을 받아 보는 일도 가능해졌다. 특히 1912년에 있었던 타이타닉 호 참사는 모든 배가 무선전신 설비를 장착하도록 의무화했으며, 이후 해상에서

타이타닉과 무선전신: 세 명의 용감한 무선전신 기사들

타이타닉 호의 참사(1912)에서 가장 영웅적인 활동을 했던 사람들은 무선전신 기사였다. 타이타닉 호의 무선전신 기사 잭 필립스는 구명선을 타라는 선장의 명령을 거역하면서 전신기를 두드렸고, 결국 타이타닉과 운명을 같이 했다. 잭의 조수였던 해롤드 브라이드는 마지막까지 전신기에 붙어 있다가 마지막 순간에 구명선에 의해서 구조되었다. 이들이 보낸 구조 메시지는 중급 여객선인 '카페이티아'에 의해서 포착되었는데, 카페이티아의 무선전신 기사인 해롤드 코템은 일을 끝내고 자리에 든 이후에 자기 배의 시계를 인접 배의 시계와 비교하기 위해 무선전신실을 찾았다가 긴급 구조 메시지를 들었다. 코템이 메시지를 듣지 못했다면 구명선을 탔던 대부분의 타이타닉 승객도 얼음장처럼 찬 바다에서 운명을 달리 했을 것이다.

마르코니 사의 독점은 더욱 강화되었다. 마르코니는 1909년에 노벨 물리학상을 수상했으며, 1929년에는 이탈리아 학사원의 원장으로 추대되었다. 그는 1937년 7월 20일에 사망했는데, 마르코니가 사망한 이틀 뒤인 22일 6시 정각에 당시 지구를 뒤덮고 있었던 모든 라디오 방송은 그를 기리기 위해서 2분 동안 모든 방송을 중단하고 어떤 전자기파도 내보내지 않았다. 아주 잠깐 동안 세상은 마르코니의 발명 이전으로 되돌아갔던 것이다.

마르코니의 성공에는 와트의 성공과 흡사한 점이 많다. 우선 마르코니는 무선전신이라는 급진적 혁신을 가능케 한 첫 특허를 출원했다. 그리고 자신의 주변 사람들과의 관계를 잘 활용해서 자신의 발명을 선전하고 회사를 차렸다. 자신의 사촌들, 변리사 몰턴, 해군의 잭슨 선장, 과학자문 플레밍, 수년간 마르코니의 실험을 옆에서 도왔던 조수 플러드페이지와 같은 사람들을 발굴하고 적재적소에 사용하는 능력도 뛰어났다. 그리고 다른 사람들이 무선전신은 틈새시장에 만족해야 한다고 생각할 때, 과감하게 대서양을 가로지르는 전신과의 경쟁을 선포했다. 또 무엇보다 하나의 발명에 그친 것이 아니라, 공조 시스템의 발명, 장거리 송신 체계의 발명, 자기 수신기의 발명, 2극 진공관의 수신기에의 사용과 같이 발명에 혁신을 거듭했다. 그가 영국에 건너온 지 15년 만에 전 세계 무선전신 제국의 '황제' 자리까지 오른 것에는 이러한 이유가 있었던 것이다.

그렇지만 마르코니도 와트처럼 새로운 기술혁신에 대해서 '보수적인' 면을 보이기도 했다. 스파크를 이용한 당시 무선전신의 큰 한계는 전화처럼 목소리를 실을 수 없다는 것이었다. 1900년대 초엽부터 각

사진의 역사는 18세기 초엽으로 거슬러 올라간다. 18세기 초엽 독일의 화학자 쉴츠(J. H. Schultze)는 은화합물인 은염에 빛을 쬐이면 빛

“여행에서 남는 것은 사진밖에 없다”는 얘기가 있을 정도로 우리는 사진 없이는 살 수 없다. 여행용 가도, 졸업식에 가도, 생일 파티를 해 도 우리는 사진을 찍는다. 최근에는 사진기가 발명된 이후 가장 큰 혁 명이라고 할 수 있는 디지털 사진기가 급속도로 보급되고 있으며, 디 지털 사진기는 휴대폰이나 MP3 플레이어와 결합해서 급속하게 소용

3-3 실용적인 발명과 혁신 III : 조지 이스트먼

국외 엔지니어들은 이 한계를 극복하기 위해서 '연속파'를 만드는 방 법을 고안하기 시작했다. 마르코니는 유독 연속파에 대해서 부정적 이었다. 마르코니는 연속파가 실현될 수 없는 것이라고 생각했으며, 자신의 스파크 발진기를 좀더 완벽하게 하는 데 온 힘을 쏟았다. 결국 연속파 발진기는 마르코니 사가 아닌 덴마크와 미국의 기술자들에 의 해서 발명되었으며, 이후 1920년대 라디오 혁명의 모태가 되었다. 몇 달여서 마르코니는 단파(短波)에 대해서도 부정적이었는데, 그 이유 는 마르코니의 초기 성공이 파장을 더 길게 함으로써 가능했기 때문 이었다. 마르코니는 수많은 사람들이 단파를 여러 가지 용도로 사용 한 뒤에야 단파 무선전신을 시작했다. 이렇게 발명에 혁신을 거듭했 던 마르코니도 자신의 성공이라는 한계에 간혀 있는 특성을 보였다는 점은 무척 흥미로운 역사적 아이러니라고 볼 수 있다.

를 받은 부분이 겹치게 변한다는 것을 발견했다. 그렇지만 당시에는 그 의 발진이 실용화되지 못했다. 1800년에 영국의 도기 산업가 조사이 어 웨지우드(Josiah Wedgwood)의 아들 토머스 웨지우드(Thomas Wedgwood)는 작은 아동상자 속에 칠산은 용액을 바른 종이를 놓고 아동상자를 외부에 노출시켰을 때 외부의 배경이 종이에 상으로 남는 다는 것을 발견했지만, 이 상을 영구적인 것으로 만드는 법을 개발하 지는 못했다. 1817년에 프랑스의 석판공 조제프 니에포스(Joseph N. Niepce)는 닙파 주석의 합금판에 원판의 이미지를 자동적으로 고정시 키는 헬리오그래피(heliography)라는 사진법을 발견했고, 이를 이용해 서 1827년에 8시간의 노출 끝에 풍경 사진을 연어나는 데 성공했다. 현대적인 의미의 사진기는 프랑스의 발명가 루이스 다케르(Louis J. M. Daguere)에 의해서 1839년에 만들어졌다. 다케르는 풍경화를 그 리던 화가로 니에포스와 공동 연구를 수행했으며, 니에포스가 사망한 뒤에 독자적으로 연구를 계속해서 은를 사용한 독자적 방법을 개발했 다. 그의 방법은 은판 위에 요오드 증기를 쬐어 감광성이 있는 육화는 증을 만들고 여기에 상을 노출시킨 뒤에 수은 증기로 현상해서 수은 과 은의 화합물로 상을 고정시키는 것이었다. 당시 프랑스 최고의 물 리학자였던 아라고(Arago)는 다케레오타입(은판 사진, daguerreotype) 사진법을 과학 아카데미에 소개했고, 프랑스 정부도 하여금 다케르의 발명권을 매입하고 그의 발명을 전 세계에 홍보하도록 응용했다. 다 케레오타입이라고 이를 붙여진 다케르의 사진술은 순식간에 세계로 퍼져나갔다. 초기 다케레오타입은 노출 시간이 길다는 문제가 있었지 만, 렌즈의 사용으로 이 문제가 어느 정도 해결되었다. 약 10년 후인