

무전기에서 라디오로 - 전자 기술 문화와 반도체 산업 발 단의 착종사*

유상운†, 조동원††

1. 서론: 전자 산업의 “씨뿌리기”와 착종사

한국 전자 산업의 역사에서 1974년은 “반도체 신화의 씨앗을 뿌[린]” 해로 기록
돼 있다. 이때 삼성전자(이하 삼성)가 한국반도체주식회사(이하 한국반도체)를
인수했는데, 이는 사업성이 없다는 주변의 만류에도 불구하고 당시 동양방송 이
사였던 이진희가 “국내에서 반도체 공업을 일으킬 수 있는 종자로 생각”하고
“어려운 상황에서의 선행 투자”를 감행한 일이었다.¹ 삼성 반도체 사업의 전신인
한국반도체는 상보형 금속 산화막 반도체(Complementary Metal Oxide
Semiconductor, 이하 CMOS) 기술을 적용한 고밀도 집적회로(Large Scale
Integration, 이하 LSI)를 제조할 수 있었는데, 이는 당시 미국에서도 이제 막

DOI: <http://dx.doi.org/10.36092/KJHS.2021.43.3.557>

* 이 연구를 구상하고 추진하는 데 결정적인 제보를 해주시고 귀중한 자료를 제공해 주신 강기
동, 이정수, 이승근, 이정성, 유성원, 장만영, 임상수, 신영수, 강웅석, 변용규, 차광수, 박영란
선생님께 감사드립니다. 이 논문의 갱신과 완성에 큰 도움을 주신 세 분의 심사위원 및 편집진
선생님들께 감사드립니다.

† 한밭대학교, s.yoo@hanbat.ac.kr / †† 교신저자, 한국과학기술원, CMOS@ctclab.org

¹ 삼성전자, 『삼성전자 30년사』 (서울: 삼성전자, 1999), 126. 한국 반도체 산업사를 다룬 기존
연구 역시 1974년을 “씨뿌리기의 단계(seeding phase)”로 서술한다. John A. Mathews and
Dong-Sung Cho, *Tiger Technology: The Creation of a Semiconductor Industry in East
Asia* (Cambridge, U.K.; New York: Cambridge University Press, 2000), 116-117.

제조 설비를 갖추기 시작한 최첨단 반도체 기술이었다.² 전자 제품을 단순 조립해 가공 수출하는 노동집약적 산업화 시기에 있던 한국이 어떻게 첨단 반도체 제조 공정을 갖춘 공장을 가동하기 시작했는가?

이를 이해하기 위해서는 한국반도체의 설립자인 강기동의 이력을 살펴보지 않을 수 없다. 그는 대학 졸업 후 도미하여 오하이오 주립대학교에서 반도체 전공으로 박사학위를 받은 뒤 모토로라에서 공학자로 반도체 제조 공정 기술 개발에 전념하고 미 공군의 무기 개발 프로젝트에도 관여한 바 있다. 강기동이 이처럼 기술력을 축적해가며 반도체 분야의 전문가가 될 수 있었던 배경은 무엇이었던가? 그가 자서전에서 소싯적 라디오를 조립하고 과학 잡지를 보며 무선 기술의 원리를 익힌 것이 “평생의 길잡이”가 됐다고 언급한 것을 감안한다면,³ 그가 10-20대를 보냈던 1940-50년대 서울 장사동, 부산 광복동, 서울공과대학 불암산 캠퍼스로 이어지며 펼쳐진 아마추어 무선 활동이 모종의 밑거름이 된 것이 아닌가? 한국 반도체 개발의 역사에서 “씨뿌리기”의 행위만 따로 떼놓고 본다면 단일한 행위자의 공식적 역사가 선명하게 나타나지만, 그러한 씨앗이 뿌려진 대지의 밑거름이 무엇이었는지, 그 이종과 토착의 경과가 어떠하였는지를 함께 고려한다면 훨씬 폭넓은 역사적 전개를 포착할 수 있을 것이다.

이 논문의 목적은 비공식적인 기술 문화가 이후 공식적 연구·개발 및 산업의 발단에 역사적 토대로 작용한 과정을 해명하는 데 있다. 이를 위해 우선 전

² CMOS 기술은 전력 소모가 적다는 장점이 있었으나 속도가 느리다는 단점 때문에 발명 이후에 곧바로 미국 반도체 제조 업계가 수용한 것은 아니었다. 이는 1970년대 미국과 일본의 시계 제조업체가 사용했고 1980년대에 이르러서야 주류 기술로 성장했다. Bo Lojek, *History of Semiconductor Engineering* (Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006), 330-331; “Tortoise of Transistors Wins the Race - CHM Revolution” 중 “Digital Watch with LED Display, Hamilton Watch, 1970.” Computer History Museum <https://www.computerhistory.org/revolution/digital-logic/12/279> (2021. 12. 4. 접속). 삼성 역시 1975년 CMOS/LSI 제품의 개발을 중요한 사건으로 서술한다. 10년사에 따르면 이는 “회기적 사건으로서 단순조립 생산단계에 머물러 있던 국내 반도체업체에 커다란 충격을 주었음은 물론 그 수준을 크게 향상시켜 일약 세계 4번째의 C-MOS/LSI 생산국으로 도약시키는 계기가 되었다.” 이종구 편, 『삼성반도체통신십년사』 (서울: 삼성반도체통신, 1987), 172-173. 금속산화 반도체 개발의 역사는 다음을 참조. Ross K. Bassett, *To the Digital Age: Research Labs, Start-up Companies, and the Rise of MOS Technology* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2002).

³ 강기동, 『강기동과 한국반도체: 강기동 자서전』 (서울: 아모르문디, 2018), 45.

자 기술 유관 산업의 초기 역사에 등장하는 주요 인물의 성장기 기술 수용 경험에 주목한다. 강기동뿐만 아니라 여러 원로의 자서전을 보면 대체로 해방 이후와 한국전쟁을 전후한 시기 전자 부품의 수집과 무선 조립을 회고하는 내용이 나오고 있어, 이 논문은 1960-70년대 한국의 공식적 산업 제도로 부상한 전자 산업의 발단을 1940-50년대 라디오 조립 및 아마추어 무선 취미 활동을 중심으로 한 전자 기술 문화로 거슬러 가 추적하고자 한다. 1940-50년대는 태평양 전쟁, 식민지 해방, 분단, 미군정, 한국전쟁이라는 전쟁의 맥락 속에서 군수 공장과 미군 부대에서 민간 시장으로 방출된 군용품이 해체되고, 유통되고, 변통을 거쳐 재조립되며 서구의 기술이 비공식적으로 도입되던 시기였다. 이러한 비공식적인 기술 도입 과정을 공식적인 산업사와 단절시키는 기존 접근과 다르게, 그것이 이후 전자 산업의 발단과 전개에 실질적인 밑받침이 된 양상을 포착하기 위해 문화와 산업 간, 비공식 부문과 공식 부문 간, 제도와 비제도 간 착종사(錯綜史)로 접근하고자 한다.

최근 한국 과학기술학 분야에서 공식적 지식 생산 체계의 전문 행위자가 아닌, 비제도적 과학기술 행위자에 주목한 연구가 점차 증가하고 있다.⁴ 이에 기

4 17세기 조선 병영 작업장에서의 시험과 겨냥을 특징으로 한 “토착 과학”(vernacular science)을 분석한 연구로 Hyeok Hwon Kang, “Cooking Niter, Prototyping Nature: Saltpeter and Artisanal Experiment in Korea, 1592–1698,” *Isis: A Journal of the History of Science Society* (forthcoming June 2022)을, 18-19세기 종이 장인의 제조 기법, 지식, 사회적 관계의 변화를 추적한 연구로 Jung Lee, “Socially Skilling Toil: New Artisanship in Papermaking in Late Chosŏn Korea,” *History of Science* 57:2 (2019), 167-193을 참조. 20세기 초 식민지 조선에서 “자력 발명가”(self-made inventors)의 풀뿌리 기술 실천을 조사하여 토착적이고, 점진적이며, 과학과 필수적으로 연관되지 않은 “과학 없는 발명” 개념이 발명되는 과정을 분석한 연구로 Jung Lee, “Invention without Science: ‘Korean Edisons’ and the Changing Understanding of Technology in Colonial Korea,” *Technology and Culture* 54:4 (2013), 782-814을, 해방 이후 전국과학전람회 사례에서 비공식적이고 자생적인 정보 그물망인 “정보 질서” 개념을 통해 교사 겸 연구자들의 지식 생산 체계를 분석한 연구로 서민우, “해방 이후 한국의 교사 겸 연구자와 교육 중심 연구의 정보질서: 전국과학전람회(1949-1970년대)를 중심으로”, 『과학기술학연구』 20:2 (2020), 93-140을, 박정희 시기 농촌 과학화 사업을 농민들의 일기를 창으로 삼아 재조명한 연구는 문만용, “일기로 본 박정희 시대의 ‘농촌과학화’”, 『지역사회연구』 21:1 (2013), 25-43을, 1970-80년대 국제기능경기대회에 대한 사회적 관심의 변화를 분석한 연구로 김태호, “갈채와 망각, 그 뒤란의 ‘산업 전사들’: ‘국제기능경기대회와 1970-80년대의 기능인력’”, 『역사문제연구』 36 (2016), 103-148을 참조. 2000년대 이후 메이커 운동을 “비판적 만들기”의 관점에서 해석한 연구로 김동광, “메이커 운동과 시민과학의 가능성”, 『과학기술학연구』 18:2 (2018),

대고 또 기여하고자 하는 우리의 작업은 비공식 부문과 공식 부문이 처음부터 엄밀하게 경계가 나뉜 별개의 영역이 아니라고 보면서, 비공식사 연구를 통해 기존의 공식사 역시 재구성할 수 있는 여지를 탐색한다. 즉, 비공식적인 지식 생산에 천착하기 시작한 선행 연구에 합류하면서도, 우리는 그 의의를 공식사와 연결시키고 더 나아가 그 결정적 일 요소가 된, 그러면서도 그에서 배제된, 과정을 탐구해 보고자 한다.⁵ 그러한 연결과 충돌을 해명하기 위한 우리의 연구 방법이 착종사다. 물론, 역사적 현실은 언제나 착종 상태로 있다. 예컨대 연구개발 정책을 시행하는 정부 부처, 국공립 연구소 및 대학 연구실, 연구실 장비의 유지 보수를 위한 작업실, 작업실에 설비와 물자를 제공하는 시장이 서로 연결된 채 작동한다. 그런데 그 긴밀한 연결과 연동에서 뒤로 갈수록 비가시화되는 관계 구조가 자리잡고 있다. 따라서 착종사의 목적은 지금까지 소외된 주변부 역사를 조명하는 데에서 더 나아가, 현재 공식 기관과 조직이 서술하는 순종사 속에서 주요 행위자들이 어떻게 주변부와 얽히고 설키며 중심부에 자리 잡았는지, 그러면서 나머지 영역들이 어떻게 지워졌는지를 규명하는 데 있다. 지금까지 과학기술사 연구는 공식적으로 과학자, 공학자, 기술자로 명명한 행위자가, 연구소나 연구실로 이름 붙여진 제도 공간에서 혹은 기업 조직이 설립·운영한 제조 공장에서, 연구개발 및 제조한 지식, 기법, 사물에 주력해 왔다. 이때 착종사의 접근은 공식사·제도사가 재생산하고 있는 현대 과학기술사의 전반적인 서술 구도상의 차별적 경계 구분을 문제 삼고 과학기술의 실제 현장을 폭넓게 재고하고자 하는 것이다. 착종사는 중국에 과학기술사 서술 방법으로 온전히 자리잡을 때 비로소 그 의의를 다하며 사라져도 무방한 개념이지만, 그전까지는 순종사가 지배적 서술 방식으로 자리잡아 온 경향에 문제를 제기하며 대안적 접근을 모색할 수 있는 연구 방법상의 지렛대로 기능할 수 있을 것이다.

이 논문에서 착종사의 접근은 기술 도입의 비공식성을 행위자, 기술물, 기술

95-133을, 정부 주도의 시민 과학 프로젝트를 진단하고 시민의 참여 증대 방안을 제안한 연구로는 박진희, “한국 시민과학의 현황과 과제”, 『과학기술학연구』 18:2 (2018), 7-41을 참조.

5 Gabrielle Hecht, “Introduction” in *Entangled Geographies: Empire and Technopolitics in the Global Cold War* (Cambridge: MIT Press, 2011); Melanie Swalwell, “Heterodoxy in Game History: Towards More ‘Connected Histories’,” in M. Swalwell, ed., *Game History and the Local* (Cham: Springer International Publishing, 2021), 221-233.

환경의 세 차원으로 나눠 고찰하는 방식을 취한다. 각각 횡단의 이력, 혼종의 기술물, 전쟁과 시장에 초점을 맞추면서 문화-산업, 공식-비공식, 제도-비제도 간 경계를 종횡하는 면면을 추적한다. 우선 관련 인물의 자서전 1장에 주목한다. 유년기의 기록을 상세히 담고 있는 강기동의 자서전, 『강기동과 한국 반도체』 뿐만 아니라 여러 전자 산업계 원로의 전기 중에도 성장기 경험 속에서 전자 부품을 수집하고 통신 장비를 조립하는 장면이 자주 등장한다.⁶ 우리는 그러한 유소년기 기술 체험 속에 생생히 그 모습을 드러내고 있는 당시의 기술 수용 및 변용의 실천을 진지하게 고려하되 이들의 개인적 시점에 갇히지 않으면서 1940-50년대 라디오 조립과 아마추어 무선 활동의 기술 문화를 폭넓게 해석하고,⁷ 더 나아가 자서전 1장과 나머지 장들을 연결시킴으로써 공식사의 발단을 비공식사로 재구성해 보는 착종사를 시도하고자 한다.

이 개인 사료가 포함하고 있는 비공식 영역의 서술은 기술사·산업사의 초기사를 여러 차원에서 재고할 수 있는 계기를 제공해 주는데, 무엇보다도 우리의 연구 대상이 그렇듯이 전쟁과 냉전의 특수한 맥락을 전경화한다. 주요 행위자의 특정한 행위가 가능할 수 있었던, 그러면서 동시에 그것을 특수하게 제약한, 기술 환경으로 우리가 특히 주목하는 곳은 현재 청계천 전자 상가의 직접적 기원에 해당하는 서울 종로구 장사동의 무전기 골목이다. 주한 미군 부대를 출처로 한 무전기가 분해·판매된 이 골목은 ‘무전기’가 표상하듯이 전쟁의 맥락 속에서 무선 과학, 무선 통신 기술, 아마추어 라디오 기술 문화가 교차한 도시의 대중 기술 시장이었다.

공식-비공식 부문 간 인물의 횡단 혹은 비제도-제도 부문 간 착종과 마찬가지로 그에 연루된 기술물도 혼종의 결과물로 분석한다. 우리의 연구 대상 시기에 있어 무전기가 바로 그런 기술물인데 이는 전쟁, 대중 시장, 취미 활동, 연구

6 서정옥, 『미래를 열어온 사람들: 통신과 함께 걸어온 길』 (서울: 한국경제신문사, 1996); 박방주, 『한국의 뇌과학자, 세계의 정상에 서다』 (서울: 궁리, 2008); 김해수, 『아버지의 라디오: 국산 라디오 1호를 만든 엔지니어 이야기』 (서울: 느린걸음, 2016).

7 윤상길, “1960년대 한국 라디오 테크놀로지의 ‘부락화’”, 『한국 방송의 사회문화사 - 일제강점기부터 1980년대까지』 (파주: 한울, 2011); Kristen Haring, *Ham Radio's Technical Culture* (Cambridge: MIT Press, 2006); Yuzo Takahashi, “A Network of Tinkerers: The Advent of the Radio and Television Receiver Industry in Japan,” *Technology and Culture* 41:3 (2000), 460-484.

· 개발의 여러 기술 현장을 관통해 왔다. 그러면서 1940-50년대 미군 무전기가 1960-70년대 금성사 라디오 제품으로, 국산 무전기로, 반도체 개발의 기술력으로 변모하면서, 그 기술 도입의 비공식성이 서서히 공식성을 띠어간 것이다. 이때 무선 수신기의 향상된 방식으로서 슈퍼헤테로다인(superheterodyne)은, 중파와 장파의 서로 다른 신호를 잡아내어 합하는 그 기능과 유사하게, 비공식성과 공식성 간 이중 결합의 역사를 매개하고 관통하는 혼종물로 기능했다.

요컨대 이 논문은 자서전을 통해 확인할 수 있는 주요 인물의 개인 기록에 착목하면서, 전쟁의 맥락 속에서 무선 기술 문화 및 상공업 활동이 교차했던 미군 부대 주변의 대중 시장, 그러한 시장에서 해체된 채 유통되고 재조립되며 각종 경계를 횡단한 슈퍼헤테로다인 수신기를 분석할 것이다. 미군 부대와 부품 시장, 무전기와 라디오, 수리점과 연구소, 취미가와 전문가, 문화와 산업, 비공식사와 공식사의 이질적인 요소 간 혼종과 교차의 기술사 연구는 공식사가만 들어지기 이전 비공식 부문의 실천 행위의 중요성을 탐색하면서, 공식적 제도 성립과 운영의 역사적 맥락의 이해를 확장하는 데 기여할 수 있다.

2. 무선 취미와 무전기 골목

2.1 라디오 수신기 조립과 무선 취미의 등장

라디오 기기 조립의 기술 문화는 1920년대부터 미국, 독일, 일본 등지에서 시민 라디오, 아마추어 무선(HAM), 라디오 수신기 조립 운동으로 활발히 나타났다.⁸ 일본의 경우, 전자 산업의 역사가 아마추어와 땀쟁이가 주도한 라디오 기술 문

8 백미숙, “미국 근대 방송제도의 역사적 성립과 ‘시민라디오’의 실험, 1919-1922”, 『언론과 사회』 12:2 (2004), 7-51; 정지희, “전간기 일본, 냉전 자유주의와 신자유주의의 시선 그 너머: 아마추어 무선가, 과학 내셔널리즘, 제국 질서”, 『일본비평』 13:1 (2021), 238-272; 춤 프리메리트, “라디오의 세계: 라디오의 역사와 청취형태”, 볼프강 루페르트 엮음, 윤영 옮김, 『일상의 기호: 대량소비문화의 역사적 탐색』 (조형교육, 2000); Haring, op. cit.; Takahashi, op. cit.; Yuzo Takahashi, “Progress in the Electronic Components Industry in Japan after World War II,” William Aspray, ed., *Technological Competitiveness: Contemporary and Historical Perspectives on the Electrical, Electronics, and Computer Industries* (IEEE Press, 1993), 37-52.

화로 시작됐다고 할 정도로 활발했다. 단적으로, “전후 개인 아마추어의 라디오 수신기 제조·보급의 규모는 기업 제조의 세 배”에 달했고, 1960년대 이 비공식 부문이 쇠퇴할 때까지 수출 시장의 성공에도 결정적인 영향을 미쳤다.⁹ 한국은 어떠했는가?¹⁰

외국과 같은 활발한 아마추어 무선 활동은 1950-60년대에 부상했지만, 일제 식민지 체제하의 조선에 1927년 경성 방송국이 세워지고 일본에서 부속품을 수입해 라디오 수신기를 조립 및 수리하는 일이 나타나면서 그 기술 환경이 마련되기 시작했다.¹¹ 1920년대 말 당시 조선총독부의 지휘하에 있던 경성 라디오상 조합이 방송국 후원을 받아 라디오 부속품 할인 공급하는 일을 벌이기도 했고,¹² 한국 최초의 전파 상점으로 알려진 광운상회를 비롯해 이후 전파상 또는 전파사로 불리게 되는 “라디오방”이 하나 둘씩 생겨나기 시작했다. 아래 이상하의 사례에서 보듯, 일본과 식민지 조선에서 라디오 조립은 이러한 기술 상공업 행위에서 비롯되어 무선 기술의 취미 활동으로 확산됐다고 할 수 있다. 1958년 금성사에 첫 공채로 입사해 국산 라디오 수신기를 설계했던 김해수는 “[중고등학교 시절인 1940년 경 일본에서] 친구와 같이 라디오를 조립하는 취미에 흠뻑 빠져”들어 “역전에 즐비하던 라디오 부속품 가게를 뻥질나게 드나들”며 전기·전자 공학을 공부하기 시작했다고 회고한다.¹³ 식민지 조선에서도 1930-40년대 대중 과학 잡지가 발행되는 과학 문화 속에서, 무선 과학과 라디오 조립에 관심을 가지며 취미 활동을 벌인 이들이 조금씩 생겨났던 것이다.¹⁴

9 Takahashi, “A Network of Tinkerers,” (cit. n. 7) 460-461; Takahashi, “Progress in the Electronic Components Industry in Japan after World War II,” 41.

10 한국의 라디오 조립과 아마추어 무선의 기술 문화사는 미담의 연구 주제로, 여기서는 과학기술 제도권 인물의 성장기 아마추어 무선 활동에 초점을 맞춘다.

11 김성호, “경성방송의 성장 과정에 관한 연구: 경영 정책과 가입자 확대 과정을 중심으로,” (광운대학교 박사학위 논문, 2007), 44-45.

12 같은 글, 44; 백미숙, “라디오의 사회문화사,” 『한국의 미디어 사회문화사』 (한국언론재단, 2007), 316-317.

13 김해수, 『아버지의 라디오』 (각주 6), 59.

14 식민지 조선에서 무선 과학과 라디오 조립의 취미 활동을 분석한 연구는 아직 없고, 몇몇 고등단 이를 간접적으로 뒷받침한다. 기존 연구에 따르면, 식민지 조선에서 라디오 기술은 오히려 당시 실정에서 부합하는 발명과는 대조적인 사례로 여겨졌다. 예를 들어 1930년대 발명가들은 라디오 기술처럼 “그렇게 굉장한 일을 해야만 그것만이 대발명인 줄 알고 ‘아이고 우리아 발명을 어떻게 하나, 하고 자포자기’할 것이 아니라, ‘조선의 실정에 ‘적당한 발명’이 필요하다고 주장했다. 임종태, “김용관의 발명학회와 1930년대 과학운동”, 『한국과학사학회지』

이러한 무선 기술에 관심을 둔 취미가의 활동이 공식적으로 드러난 일은 1949년 10월 대한민국 정부 수립을 기념하여 교육부가 개최한 제1회 전국과학전람회에서 찾아볼 수 있다. 당시 17세로 서울중학교 4학년에 재학 중이던 이상하는 “중계녹음방송기”를 출품하여 채신부장관상을 수상했다. 당시 신문 보도에 따르면 이 기기는 단파 송수신, 전화 교환, 녹음 등 기능이 열 가지에 이르렀고, 이를 차에 실어 이동할 수도 있었다. 이 장치가 어떤 부품을 사용하고 어떻게 작동했는지를 확인할 수 있는 더 구체적인 정보는 부족하지만, 적어도 신문에 그 모습을 드러낸 “중계녹음방송기”는 당시로선 최신 무선 기술의 집합체였을 것이다. 서민우는 전국과학전람회를 공식적인 지식 생산 체계의 저변에서 잘 드러나지 않지만 자생적인 정보 네트워크인 “정보 질서”가 수면 위로 모습을 드러내는 공간으로 분석하는데,¹⁵ 이상하의 입상 사례 역시 이러한 측면을 잘 보여 준다. 그와 함께 주목해야 할 점은 그러한 정보 질서의 형성을 가능하게 한 물질적 조건과 기술적 실천의 장으로서 당대 기술 환경이다. 어떻게 십대 학생이 당대 최신 무선 기술이 적용된 기기를 만들어 낼 수 있었는가? 이상하는 일제 시기부터 라디오 조립에 관심이 있었고 라디오 수신이나 실내 확성기 설치 일을 하며 번 돈으로 부품들을 구입했다고 밝혔다.¹⁶ 라디오 상점과 그 곳의 수리 행위는 어린 취미가가 부품 구입을 위한 자금 마련뿐만 아니라, 수리 기사 일을 도우며 직접 무선 기술을 익힐 수 있는 학습 장소이자 실천으로서, 전국과학전람회의 정보 질서를 뒷받침하다 “어린 과학자들의 솜씨”의 형태로 그 모습을 드러낸 것이었다.

또, 이상하와 마찬가지로 학생 신분이었던 조요한은 1950년 2월 약 300쪽에 달하는 분량의 『무선과학』을 출판했다. 그는 서문에서 “무선학에 취미를 가지신 초보 동지를 위하여” 이 책을 집필했다고 밝히며 원자의 구조나 옴의 법칙과 같은 전자기학의 기본에서 출발해 최신 송수신기의 제작 방법에 이르는 내용을 서술했다.¹⁷ 당시 이를 보도한 언론은 정치, 경제, 문학 등 다양한 분야에서 신간물이 발행되고 있으나 “무선 관계 신간으로는 『무선과학』이 효시”일 것이며

17:2 (1995), 120. 이 당시 발명 개념의 분석은 Jung Lee, “Invention without Science” (cit. n. 4) 참조.

15 서민우, “해방 이후 한국의 교사 겸 연구자와 교육 중심 연구의 정보질서” (각주 4).

16 “어린과학자들의 솜씨(4)”, 『경향신문』 1949. 11. 2, 2면.

17 조요한, 『무선과학』 (서울: 국사원, 1950), 쪽수 없음.

“무선을 공부하는 이의 올바른 지도서”이자 “청소년 학도는 물론 오늘의 문화인이면 누구나 한 번 필독”해야 할 저서라 평가했다.¹⁸ 『무선과학』의 출판은 또래 사이에서도 큰 반향을 일으켰는데, 단적으로 강기동은 동년배인 조요한이 당시 열악한 조건 속에서 아마추어가 발휘할 수 있는 능력이 얼마만큼인지 몸소 보여준 점에서 “정말 대단한 업적”이라 상찬했다.¹⁹ 조요한이 “제1장 무선의 발달과 현재”에서 서구 무선 기술의 역사를 정리하며 마지막에 덧붙인 아래 내용은 당시 한국의 후기 식민 현실에서 무선 기술과 이를 공부하는 아마추어가 어떤 사명을 띤 주체일 수 있는지 단적으로 보여준다.

이렇게 무선은 나날이 발달하고 있어 우리들의 꿈은 하나 둘 실현되고 있으나, 우리나라에 있어서는 아직 실현을 보지 못한 것이 너무나 많다. 20세기의 세계에서 생활하는 우리로써 좀 더 부끄러움을 느껴야 할 것이다. 세계 문화 수준에서 뒤떨어진 우리로써 행하여야 할 의무가 너무나 많다마는 그 중에서 가장 중요한 것은 전기와 무선이다. 동력과 신경 없는 나라는 도저히 자립할 수는 없다. 우리는 그렇게 중요한 요소의 한 쪽인 신경-무선의 분야를 공부하게 되었다. 얼마나 의미있는 천분(天分)일까. 모든 힘을 다하여 하늘이 주신 이 의무를 완수하여야 할 것이다. 이럼으로써 우리의 나라를 세계 문화의 수준에 올릴 수 있을 뿐만 아니라 우리의 최대의 꿈인 무선 전력 운송을 우리 손으로 실현시켜보고 싶다. 당국의 깊은 양해에서의 선도와 우리들의 열의만 있다면 꼭 실현될 것이다. 이것이 실현되는 때는 무엇이 무섭겠는가? 우리나라는 참으로 융창(隆昌)할 것이다.²⁰

무선 기술을 통해 “융창”할 국가를 손수 건설할 수 있을 것이라 희망한 조요한의 언술에서 과학 민족주의를 엿볼 수 있다. 1930년 이래 아동 대상 과학 잡지가 과학적 이상주의를 통해 민족과 제국의 이념적 집단의 일원으로 어린 이들을 구성해내기 시작했고,²¹ 더 직접적으로는 전간기 일본 아마추어 무선가들의 과학 민족주의적인 신념이 『무선과 실험』, 『어린이의 과학』과 같은 잡지에 자주 등장했다. 이러한 잡지와 서적을 해방 전후 한국의 아마추어 무선가들도

¹⁸ “조요한저 무선과학”, 『경향신문』 1950. 4. 15, 2면.

¹⁹ 강기동, 『강기동과 한국반도제』 (각주 3), 60.

²⁰ 조요한, 『무선과학』 (각주 17), 10-11.

²¹ 한민주, “근대 과학, 마술, 어린이 문학-기술(奇術)과 기술(技術) 사이”, 『사이間SAL』 14 (2013), 333-371.

널리 읽었다고 할 수 있다.²² 이를 감안할 때, 조요한의 언명은 일본의 아마추어 무선사가 표방했던 과학 민족주의가 식민지 조선과 해방 이후 한국에 미친 영향이 어떠했는지를 지시하는 단서로 볼 수 있고,²³ 더 나아가 1960년대 탈식민주의를 갈망한 한국의 과학기술자가 지닌 기풍의 한 전조로 볼 수도 있을 것이다.²⁴

하지만 당시 무선 취미의 기술 문화는 미미한 수준에 머물러 있었다. 식민 지배에서 이제 갓 벗어나 독립 국가를 세우는 데 무선 과학과 통신 기술로 기여할 수 있다는 인식이 이들에게 있었더라도, 당시 한국에서는 일본과 같은 하향식 동원 대상이 될 만큼 규모가 있는 저변의 기술 문화가 만들어지지 않았다. 따라서 그 사안보다는, 여기서도 마찬가지로 당시 십 대의 취미 활동 수준에서 서양의 첨단 기술을 접할 수 있게 된 물질적 조건과 그 과정에 주목할 필요가 있다. 단적으로, 무선 과학의 탐구와 도서 집필에 이른 조요한의 전문성은 책의 참고 문헌에서 그 출처를 확인해 볼 수 있는데, 대부분 미국의 문헌이라는 점이 특이하다. 1940년대 해방 직후 최빈국 상태에 놓여있던 한국에서 무선 취미가는 어떻게 그러한 최첨단 기술의 정보와 사물에 접근할 수 있었는가? 이를 해명하기 위해 당시 이들을 둘러싼 기술 환경으로서, 해방 이후 주한미군 주변에서 형성되기 시작한 기술 시장을 살펴볼 필요가 있다.

2.2 미군부대, 대중 시장, 무선기(골목)

한국의 무선 기술 취미가가 관련 지식을 습득하고 기술을 익히면서 그 도입에 앞장선 일은 무엇보다도 전쟁이라는 특수한 맥락에서 가능했다. 1940-50년대

²² 라디오 방송이 시작된 1925년에 이미 5만 명 정도에 이르렀던 일본의 아마추어 무선가는 방송 제도권에 개입하며 라디오 기술이 대중에 전파되는 데 기여했다. 그들은 라디오의 상용화를 앞장서 주장하며 군부 및 정부와의 공조 관계를 구축하고, 정규 방송 사업에 참여하는 등, 전간기 일본 아마추어 무선가들의 적극적인 활동을 벌였다. 정지희, “전간기 일본, 냉전 자유주의와 신자유주의의 시선 그 너머” (각주 8). 미즈노(Hiromi Mizuno)는 그들의 “경이”(wonder)의 경험이 어떻게 과학 민족주의 및 제국주의에 동원되었는지 분석한 바 있다. Hiromi Mizuno, *Science for the Empire: Scientific Nationalism in Modern Japan* (California: Stanford University Press, 2009), 143-171.

²³ 정지희, “전간기 일본, 냉전 자유주의와 신자유주의의 시선 그 너머” (각주 8).

²⁴ 문만용, “한국 과학기술자들의 ‘탈식민주의 갈망’: 한국의 현대적 과학기술체제의 기원”, 『역사와 담론』 75 (2015), 179-222.

중일전쟁, 태평양전쟁, 식민지 해방, 미군정과 분단, 한국전쟁의 격변은 한국에서 현대적 기술 도입 및 수용에 있어 비공식성을 불가피하게 했고, 동시에 비공식성을 공식성에 못지않게 중요한 특성으로 만든 시대적 조건이었다. 군수품이 민간에 전달되는 그 비공식적 기술 도입의 현장은 대체로 미군 부대, 대형 백화점, 대중 시장이었다.²⁵ 해방 직후 미군정은 식료품, 의류, 화장품, 성냥, 비누 등의 생필품을 분배했고, 특히 미군 부대 내 매점(PX, Post Exchange, 이하 피엑스)을 통한 각종 외국산 제품의 유통은 미국식 소비 문화가 확산되기 시작한 일이기도 했지만,²⁶ 동시에 식민지 해방과 전쟁의 폐허에서 극단적인 물자 부족 상태의 한국에 필수적인 소비자 경제의 기반이 됐다.

이같은 양상은 미군이 주둔한 국내 주요 도시만이 아니라 일본, 대만, 필리핀 등에서도 나타났다.²⁷ 사실, 미군 부대 물자의 국내 유입은 미국의 공식적인 대외 정책에 따른 일이기도 했다. 식민지 독립국의 공산화를 방지하고 자유민주주의 진영으로 포섭하기 위한 미국식 근대화 사업의 일환으로서 미군 부대의 주둔은 1940년대부터 서구의 선진 문물이 미국의 군수용품을 통해 한국 사회에 유입되고 확산된 맥락이었다. 특히 태평양 전쟁에서 “유지·보수 및 정비용품”이 미국과 일본에서 대량 생산되었다가 전쟁이 끝나면서 그대로 남아돌았고, 미국은 이를 자국 산업 보호, 산업 능력 과시, 상품 홍보, 기술 전수를 목적으로 미군 주둔지에 방출했던 것이다.²⁸

이러한 공식·비공식적인 물자의 유입, 그리고 이에 수반된 기술 습득에 있

²⁵ 흔히 이 시기 상품 유통의 양상을 “암시장”으로 이해하는데, 그리고 그것은 1930년대부터 부상하였는데, 당시 시장이 모두 암시장의 특성만 띤 것은 아니었기 때문에 여기서는 일단 대중 시장 및 대중 기술 시장으로 부르고자 한다. 강명구, “도깨비 시장과 소비문화 형성”, 『주제어로 본 한국 현대사』 (대한민국역사박물관, 2016); 김덕호, “해방 이후 한국에서의 소비와 미국화 문제”, 『미국학논집』 37:3 (2005), 156-190; 이은희, “1940년대 전반 식민지 조선의 암시장 - 생활물자를 중심으로”, 『동방학지』 166 (2014), 255 - 291; 차철욱, “1950년대 한국 일본의 밀무역 구조와 상품”, 『역사와경계』 74 (2010), 221 - 250.

²⁶ 김덕호와 강명구는 미군부대를 통해 유통된 외제품이 비공식적으로 유통됐던 곳으로 남대문 도깨비 시장을 미국식 소비문화가 굴절된 형태로 나타나기 시작한 장소로 주목했다. 강명구, 앞 글; 김덕호, 앞 글, 166.

²⁷ 김덕호, “해방 이후 한국에서의 소비와 미국화 문제” (각주 25), 161; 요시미 순야, “냉전체제와 ‘미국’의 ‘소비’ - 대중문화에서 ‘전후’의 지정학”, 『문화과학』 42 (2005), 148.

²⁸ Takahashi, “A Network of Tinkerers” (cit. n. 7), 466; 서정욱, 『미래를 열었던 사람들』 (각주 6), 41.

어 미군 부대가, 미군 부대에 정식 고용된 현지 군무원이나 부대 인근 주민도 함께, 매개자 역할을 했다. 그중에서 무선 기술 도입의 과정에 주목해 볼 때, 당시 주한 미군의 최첨단 무선 기술에 접근할 수 있는, 그럼으로써 국내 확산의 계기가 되기도 한, 방식의 하나로 한국인에 위탁 운영을 맡긴 미군 부대 내 라디오 수리점을 들 수 있다. 앞서 일본 유학에서 라디오 조립에 매혹됐다고 한 김해수는 미군정 시기 자신의 고향인 하동에서 전업사를 운영하면서 미군의 라디오 송수신기를 수리했고, 한국 전쟁 시기 부산 광복동 국제시장 인근에서 화평 전업사라는 라디오 상점을 운영하다가 미군 부대 내 라디오 수리점을 위탁 운영한 바 있다. 이처럼 미군 부대의 라디오를 수리한 경험을 통해 최신의 무선 기술 지식과 기법을 상당한 수준으로 축적하며 “둘째가라면 서러울 정도의 전문가”로 성장하는 경우가 있었다.²⁹

일반인의 경우, 최신의 무선 기술 제품과 부품에 접근하는 일은 대중 기술 시장을 통해서 가능했다. 1940년대 말 이래 미군 물품의 집산지가 형성됐는데, 부산의 광통시장과 국제시장, 대구의 양키시장(이후 교동시장)과 함께 서울의 주요 대중 시장이 대표적이었다. 서울에서 남대문시장과 동대문시장이 미군 부대에서 흘러나온 식료품과 생활용품의 비공식적 유통망이었다면, 기술 제품, 특히 군용 무선 송수신기와 관련 기기 및 부품은 종로구 장사동으로 흘러 나왔다. 장사동은 이후 아세아상가와 세운상가의 건립과 함께 청계천 전자상가로 널리 알려지게 된 곳으로, 미국과 일본의 첨단 기술이 국내에 도입되는 통로이자 대중이 그에 직접 접근할 수 있는 경로가 되었다. 서정욱의 증언에 따르면, 1940년대 후반에 전기·전자 관련 물품의 유통 거점으로 자리 잡고 있었다.

해방 이후의 장사동에는 각종 라디오 부품과 공구를 파는 상점이 밀집해 있었다. 장사동이란 지금의 광고 건너편 세운상가 근처로, 그 곳에는 일본의 군용 무선기와 부품을 포함해 미군의 무선 기기나 부품을 파는 노점상들이 즐비했었다.³⁰

이처럼 장사동에 자리 잡은 노점과 점포가 수집·판매한 중고 전기·전자 제

²⁹ 김해수, 『아버지의 라디오』 (각주 6), 83-85, 126-129.

³⁰ 서정욱, 『미래를 열어온 사람들』 (각주 6), 41.

품, 부속, 기계, 공구는 일제강점기 때 운영되다가 버려진 공장에서 수집되거나 동두천, 부평, 오산의 미군 부대 피엑스에서 유출된 것이었다.³¹ 특히 미제와 일제의 군용 무전기를 해체해 나온 부품을 팔면서, 그리고 이를 재활용해 광석 라디오나 진공관 라디오를 조립해 판매하려는 이들이 이곳을 찾게 되면서 전기·전자 기술품을 취급하는 골목이 자연 발생한 것이다.³² 1962년부터 이 시장에 종사한 한 제보자의 증언에 따르면, 청계3가 쪽으로 천변을 따라 좌판을 깔 노점에서 장물이나 중고 제품에서 재활용 가능한 부품을 겨울에 숯불로 땀땀을 하며 떼어내 파는 풍경이 펼쳐졌다.

무전기 골목 사람들이 [처음에는] 개천에 있었다. 서울 수복해서 올라오면서, 조금씩 관심있고 기술 있던 사람들, 부대에서 통신병 했던 사람들이 제대하고 궁여지책으로 문짖과 좌판을 놓고 시작했다. 담요 뒤집어쓰고 앉아서 숯불로 땀땀하곤 했다. 초등학교 때 나가 부품을 얻어오곤 했다.³³

이곳을 지칭하는 지리적 상징물이 된 아세아상가나 세운상가가 건립되기 전까지 이 일대를 부르는 별도의 명칭이 없었고, 그저 청계천이나 “장사동”이라고 불렸다. 시장의 상인 간에는 위의 증언에도 나오듯이 그 주요 노점상 밀집지(현재의 돈화문로 2길)를 “무전기 골목”으로 불렀다[그림 1].³⁴

31 강병준 외, 『기적의 시간 50』 (서울: 전자신문사, 2009), 48; 송도영, “청계천 공구상가의 형성과 변화”, 『淸溪川, 청계고가를 기억하며』 (서울: 마티, 2009), 86; 서울역사박물관, 『도심속 상공인 마을: 도심 상공인들의 생활문화』 (서울: 서울역사박물관, 2010), 164.

32 강병준 외, 앞 책, 263; 서정옥, 『미래를 열어온 사람들』 (각주 6), 41; 송도영, 앞 글, 88.

33 오디오 수리 기사 면접, 2017. 1. 12.

34 “무전기 골목”은 관련 문헌이나 무선 취미가, 무선사의 기록에도 등장하지 않지만, 적어도 1960년대 초반부터 이 일대에서 전자 부품을 유통하거나 제품을 수리하는 일을 시작한 고령의 제보자들이 공히 사용한 명칭이다.



그림 1. 서울 종로구 장사동의 일부 (당시 무전기 골목은 화살표로 표시)

이 골목에 유입된 다수의 무전기는 온전한 하나의 물건의 형태가 아닌, 분해된 채 각 부품별로 시장에서 거래됐다. 위에 이어진 증언으로, “그 팬 부품이라고 국내 제품은 하나도 없었다. 전부 부대에서 나온 걸 부수어서 입찰했다. 어디 쓰는 물건인지도 모르는 것들이 많았다.”³⁵ 이는 먼저 미군 부대에서 유출된 무전기들 중 다수가 폐품이었기 때문이기도 했고, 많은 경우 유출 이후 추적을 피하기 위해 고의적으로 파괴됐기 때문이기도 했다.³⁶ 하지만 무엇보다도 유출 시점의 무전기가 아닌 다른 기술품으로 변환되어 새로운 사용 가치를 제시해야 할 필요성이 컸을 것이다. 역사학자 펜넬(Sara Pennell)은 파괴의 행위를 물건의 삶의 종말이 아닌 “극적이고 경제적인 가능성”을 실현하기 위한 전략으로 봤다.³⁷ “무전기 골목”이라는 속칭은 그 유출의 기원을 명시적으로 지시하고 있지

35 오디오 수리 기사 면접, 2017. 3. 14; 서울역사박물관, 『도심 속 상공인 마을』 (각주 31), 20-22도 참조.

36 추적 예방 행위는 무전기뿐 아니라 당시 의복의 유통에서도 있었다. 당시 미군복을 청계천변에서 염색해 재판매한 상황에 대해서는 다음을 참조. 서울역사박물관, 앞 글, 17. 또, 군복의 염색 과정과 유사하게, 해외 수입 과정에서 외관에 흠집이나 하자가 생긴 전자 제품을 수선하여 새 제품처럼 변형한, 소위 “후끼”(도색) 업체가 장사동에 여럿 있었다.

37 Sara Pennell, “For a Crack and a Flaw Despis’d”: Thinking about Ceramic

만, 유출된 형태 그대로가 아니라 부품으로 부수어진 채 좌판 위에 진열된 무전기는 역설적으로 무전기가 아닌 그것의 변용을 지향한 것이다. 실제로, 뒤에서 보겠지만, 군용 무전기 폐품이 민간의 라디오 수신기 상품으로 변통하는 일이 이어졌다.

하지만 아직 실현되지 않은 잠재력만으로는 노점상이 그 해체된 부품들에 가격을 매길 수 없었다.

어디 쓰는 물건인지도 모르는 것들이 많았다. 진열을 다 시켜 놓으면, 관심있는 사람들이 지나가다가 보고 사 가는데, 이게 얼마냐고 물으면 대답을 못했다. 가격을 모르니까. 그럼 적당히 알아서 주고 가곤 했다.³⁸

여기서 그 “관심 있는 사람들”로 우리의 관심도 이동하는데, 단순한 구매자가 아니라 “적당히 알아서 주고 가”는, 가격 결정의 주요한 시장 행위자이기도 했던 장사동의 단골 고객은 과학기술 관련 전문가, 관련 분야 중소 업체 및 상점 종사자, 무선 취미가 학생을 망라했을 것이다. 그들의 기술 지식, 정보, 수요가 이 시장의 형성과 전개를 추동하는 적극적 요인으로 기능했다고 볼 수 있다. 이러한 독특한 형태의 시장 교환은 무전기 내부에 있을 때 종말의 상태였던 부품들이 그것에서 벗어나 다시 날개의 개체가 되면서 새로운 기능을 구현하는 데 기여하고 이를 통해 경제적 가치가 다시 매겨지는 가능성의 세계로 재진입하는 과정이었다.

2.3 기술 시장과 기술 문화의 상호 형성

라디오 조립 및 무선 취미가에 주목하면서, 당시 그러한 기술 문화가 가능할 수 있었던 물질적 조건과 기술 환경을 함께 고려할 때, 우리는 라디오 기술이 취미 활동일 뿐 아니라 생존과 생계 기술이었다는 점을 확인할 수 있다. 라디오 조립

Durability and the ‘Everyday’ in Early Modern England,” T. Hamling and C. Richardson, eds., *Everyday Things: Medieval and Early Modern Material Culture* (Farnham, UK: Ashgate, 2010), 39.

³⁸ 오디오 수리 기사 면접, 2017. 3. 14. 송도영, “청계천 공구상가의 형성과 변화” (cit. n. 45), 89와 서울역사박물관, 『도심 속 상공인 마을』 (각주 31), 20-22에도 유사한 증언이 수집돼 있다.

은 전자 기술에 호기심을 유발하고 전자기 과학의 학습을 촉발했지만, 그것이 언제나 혹은 누구에게나 취미인 것은 아니었다. 적시의 적절한 정보의 수신을 위한 라디오 청취는 전쟁과 격변의 시기에 생존에 직결되는 문제였고, 그러한 필요와 수요에 부합하는 저렴한 라디오의 조립과 판매 활동은 생계를 이어나갈 수 있는 방편이기도 했다. 청계천 장사동의 무전기 골목과 곳곳의 라디오방, 라디오 수리점은 당시 신매체이자 생존 기술인 라디오를, 특히 값비싼 정품 수입 라디오 수신기를 구입할 수 없던 당시 대다수의 사람들에게, 정부나 대기업이 나서기 전부터, 저렴하게 공급한 주요 창구로 기능했다. 그러는 와중에 장사동 골목은 무선 취미의 기술 문화를 육성하는 토양으로도 작용한 것이다.

무선 취미가에게 장사동의 기술 시장은, 다음 절에서 자세히 보겠지만, 잡지와 교본의 과학기술 지식을 얻고 희귀한 부품을 가까이서 구할 수 있는 본거지였다. 그뿐만 아니라, 애써 구한 부품으로 변통하여 조립한 장비를 마지막으로 시험하고 조정할 수 있는 값비싼 측정 장비를 써볼 수 있는 실험실이기도 했다. 당대 한국의 무선 기술 문화 활동을 영위하려는 이들에게 아마추어 활동을 완성하는 데 없어서는 안 될 요람이자 온상이었던 것이다. 그 의미는 기술 문화 공동체의 형성을 촉진한 데까지 나아갔다. 기술적 관심사에 오로지 기반을 가상의 무선 취미 공동체 형성을 가능하게 한 것이었고, 그중의 일부가 한국의 아마추어 무선 연맹을 조직하면서 실제의 공동체가 되기도 한 것이다. 서정욱은 회고에서 이를 동류의식으로 표현했다.

그런 장사동 키드는 나뿐만이 아니었다. 내 포레의 수많은 학생들이 통성명도 없이 이 곳을 오가며 어깨를 스쳤으며, 자주 마주치는 사람들끼리는 동류의식이 생겨 학교가 같건 다르건, 선배건 후배건 모두 반갑게 대했다.³⁹

즉, 선진국의 첨단 기술과 탈식민 한국의 기술 현실 간 괴리를 부분적이고 비공식적으로 메꾸는 저변의 물질적 토대였던 장사동 기술 시장은 “무선학에 취미를 가지신 초보 동지”들이 최신의 무선 기술을 접하고 공유할 수 있는 통로였을 뿐만 아니라, 그들 간의 일종의 기술 공동체 의식을 키운 응결체의 역할을 수행했다고 할 수 있다.

39 서정욱, 『미래를 열었던 사람들』 (각주 6), 42.

그러는 동안, 반대로, 아마추어가 이 시장에 기여한 바도 수요, 가격, 변용의 측면에서 적지 않았다. 당시 당장의 쓸모가 많지는 않았을 이러한 전기·전자 기술 부품의 유통이 지속될 수 있도록 한 수요는 관련 업계 종사자나 라디오 수리점에서 나왔고 이들 아마추어 무선 취미가를 위시한 학생층 역시 빼놓을 수 없을 것이다. 무선 취미가는 기술 부품의 수요를 지닌 소비자일 뿐만 아니라, 더 나아가, 그 용처를 알고 있거나 탐색하려는 제품의 전문가였기 때문에 가격 없는 시장에 가격이 매겨지도록 한 시장의 행위자로 적지 않은 기여를 했다.

이러한 독특한 형태의 대중 기술 시장을 중심으로 한 기술 환경에서 미군 무전기에서 해제된 부품은 당시에는 주로 라디오 조립에 사용됐다. 그뿐만 아니라, 후술하듯이 이는 이후 수십 년간 여러 경로를 거치며 상용 라디오로, 국산 무전기로, 혹은 반도체 기술 개발을 위한 기술력 축적의 한 요소로 변용되는 지점까지 이어졌다. 요컨대, 기술 시장과 기술 문화 간 상호 형성을 통해 무전기가 라디오가 되고 고물이 보물이 되며 폐품이 상품이 되면서, 후기식민 개발도상국의 기술 문화가 산업의 발단으로 연결됐다고 할 수 있다.

3. 슈퍼헤테로다인: 혁신의 착종

3.1 미국 잡지, 통신 장비, 무선연맹

주한 미군 부대와 대중 기술 시장이 무선 취미가에게 더욱 각별했던 의의는 미국 아마추어 무선 잡지의 유통에 있다. 『라디오 아마추어 안내서』(The Radio Amateur's Handbook, 이하 안내서)와 『큐에스티』(QST)는 미국의 아마추어 무선 연맹(American Radio Relay League)이 발행하는 잡지로, 한국의 무선 애호가에게도 “아마추어 무선의 세계를 알게 해준” 자료였다.⁴⁰ 이들 책자가 조요한의 『무선과학』 집필의 핵심 참고 문헌으로 명기돼 있는 만큼, 미군 부대를 거쳐 나온 미국의 아마추어 무선 잡지는 당시 최신 기술을 이해하는 데 큰 영향을 끼쳤다고 볼 수 있다.⁴¹ 미군 부대에서 유출된 잡지는 흔히 『플레이보이』와

⁴⁰ 강기동, 『강기동과 한국반도체』 (각주 3), 55-56; 서정욱, 『미래를 열어온 사람들』 (각주 6), 54.

⁴¹ 앞서 언급했듯이, 미국 잡지가 유통되기 전까지 식민지 조선의 무선 취미가 사이에서 중

같은 도색 잡지였는데, 어떻게 아마추어 무선사의 비교적 전문 서적까지 보급이 된 것인가?⁴² 이는 해방 이후 주한 미군 부대 내 아마추어 무선국이 설치됐던 일을 참작해 이해할 수 있다. 1949년 주한 미군이 발행한 무선국 면허증을 보면, 무선 장비 운용 자격을 획득한 미군 장교들은 아마추어 라디오 운영자로 활동할 수 있었는데, 이들은 주로 서빙고, 김포, 부평 등지에 배치됐다.⁴³

한국의 당시 아마추어 무선사에게 미군 부대 내 무선국의 존재는 유관 잡지를 통한 최신 기술 지식의 비공식적 수입 경로였을 뿐만 아니라, 그것이 구현된 기술물로서 송수신 장비에까지 상대적으로 용이하게 접근할 수 있는 여건이 되었다. 강기동은 동료들과 1955년에 결성한 한국 아마추어 무선연맹에 미군 장교가 무선국 통신 장비를 기증해 준 일이 있었다고 기억한다.⁴⁴ 미군 무선국의 통신 장비에 접근할 수 있는 기회가 여전히 제한적이었다면, 이를 손수 조립 제작할 수 있는 부품의 유통은 더 중대한 의의를 지녔을 것이다. 실제로, 시장에서 유통되고 있었던 미군 전자 통신 장비는 무선 기술 취미가가 최신의 기술을 실물로 확인할 수 있는 특별한 기회를 제공했다. 그것은 곧 서정욱이 “일본과 미국의 기술을 비교하고, 그 격차를 알게” 된 경험이기도 했다.⁴⁵

요한 지적 원천이자 동기로 작용한 것은 주로 일본에서 출판된 잡지였다. 아마추어들은 『무선과 실험』(無線と實驗), 『라디오의 일본』(ラヂオの日本) 등에 나온 회로도를 “원리도 모른 채” 그대로 따라 라디오를 조립하면서 관련 지식을 익혀 나갔고, 『소년구락부』(少年俱樂部)에 소개된 패러데이와 맥스웰과 같은 인물은 이들을 “매료시키고 평생 흥미롭게 만들”기도 했다. 서정욱, 앞 글, 34, 38; 강기동, 앞 글, 45; 정지희, “전간기 일본, 냉전 자유주의와 신자유주의의 시선 그 너머” (각주 8), 261.

⁴² 강수영, 백일순, 이승욱, “미군 기지촌, 용주골의 역사적 변화: 사회경제적 공간구조를 중심으로”, 『대한지리학회지』 55:2 (2020), 153. 강기동은 친구를 시켜 미군 통역관의 집에서 『플레이보이』와 『큐에스티』를 빼돌렸으나 『플레이보이』는 숨길 곳이 없어 돌려주고 『큐에스티』를 집에 가져왔다고 회고한다. 강기동, 『강기동과 한국반도체』 (각주 3), 55.

⁴³ General Headquarters, Far East Command, Supreme Commander Allied Powers, and United Nations Command, “AG 676 Applications for USAFIK Amateur Radio Station License 1949” (National Archives and Records Administration, 1949), 2, 35, 42, 44, 66, 68.

⁴⁴ 서정욱, 『미래를 열어난 사람들』 (각주 6), 62; 강기동, 『강기동과 한국반도체』 (각주 3), 97. 이처럼 한국의 아마추어 무선 활동과 조직의 역사적 시작은 미국의 무선 아마추어 문화에 직접적인 영향을 받았다. 해외 주둔 미군이 아마추어 무선 활동을 현지에 확산시키는 작전을 벌였는지의 문제는 후속 연구가 필요하다.

⁴⁵ 서정욱, 앞 글, 43.

한국전쟁 동안 무선 취미가들은 미국산 전자 기기와 무선 기술에 더욱 근접할 수 있는 계기를 맞았다. 강기동은 “청계천은 주로 일제 시대의 고물들을 취급했으나” 부산으로 피난 온 이후 드나들게 된 “광복동은 최신 미제”를 다루는 노점이 많았다고 회고하는데,⁴⁶ 특히 이곳의 국제시장과 광통시장은 서울의 장사동과 같이 라디오 조립과 보급이 미군 부대 및 일본과의 밀무역을 통해 활발하게 이루어진 곳이었다.⁴⁷ 바로 이 시기 김해수는 부산의 미군 부대 안에서 라디오와 무선 기기를 수리하고 있었다.

피란 상황의 부산에서 천막학교로 운영된 경기고등학교의 무선 취미가들은 조요한이 결성한 “무선반”과 강기동이 결성한 “물리반”으로 그 활동을 이어갔다. 이 두 반은 각각 무선 기술과 물리학을 공부했다기보다는 과학기술 전반에 관심을 둔 모임이었다. 예를 들어 휴전 이후 서울대학교 물리학과에 진학한 오세규는 “무선반”에서 유카와 히데키의 업적과 소립자 양자역학을 소개했고, 강기동을 포함한 “물리반”의 구성원들은 미 군용 통신기의 부품을 재조립하여 일본에서 송신된 전파를 수신하는 시험을 했다[그림 2].⁴⁸ 강기동은 서울대학교 공과대학 통신공학과에 진학한 후 피난 시절에 함께 아마추어 통신 활동을 하고 물리학과에 진학한 배명승의 도움을 받아 문리대학에 국내 최초의 무선 실험국을 설치했고,⁴⁹ 1955년에 한국 아마추어 무선 연맹(Korean Amateur Radio League)을 설립했다.⁵⁰

전자 통신 기술을 이처럼 비공식적으로 민간에서 군수품의 형태로 접했던 경험은 민간에서 공식적으로 상용품을 접하는 통상적인 경험과는 큰 차이가 있었을 것이다. 단적으로, 같은 외국산이라 하더라도 상용품은 상대적으로

46 강기동, 『강기동과 한국반도체』 (각주 3), 57.

47 김해수, 『아버지의 라디오』 (각주 6), 126-130; 차철욱, “1950년대 한국 일본의 밀무역 구조와 상품” (각주 25).

48 강기동, 『강기동과 한국반도체』 (각주 3), 60-61. 강기동의 회고에 따르면 무선반에는 조요한, 이희중, 김중기, 김승세, 오세규 그리고 물리반에는 강기동, 정근모, 배명승, 박대선이 있었다.

49 서정욱, 『미래를 열어온 사람들』 (각주 6), 61-65.

50 강기동, 서정욱, 배명승, 김동주 등은 기독교방송의 기술 책임자였던 이덕빈, 서울중앙방송국의 이중집, 캠코의 김규한 사장, 공보실의 이인관 기감 등과 접촉해가며 1955년 4월 한국 아마추어무선연맹을 출범시키고 같은 해 12월 연맹의 기관지인 『KARL』지를 창간했다. 강기동, 『강기동과 한국반도체』 (각주 3), 65-105; 서정욱, 『미래를 열어온 사람들』 (각주 6), 60-65.

고장이 잦았다면, 군용품은 아무리 작은 부품 하나라도 전쟁에서 승패를 좌우할 수 있는 계기이기 때문에 생산 비용에 구애받지 않은 고품질의 기술물이었다. 예컨대 슈퍼헤테로다인 수신기는 군수 물자로서 당시의 특수한 기술 환경에서 민간의 아마추어도 빠르게 접할 수 있었던 첨단 기술적 성과물이었다.

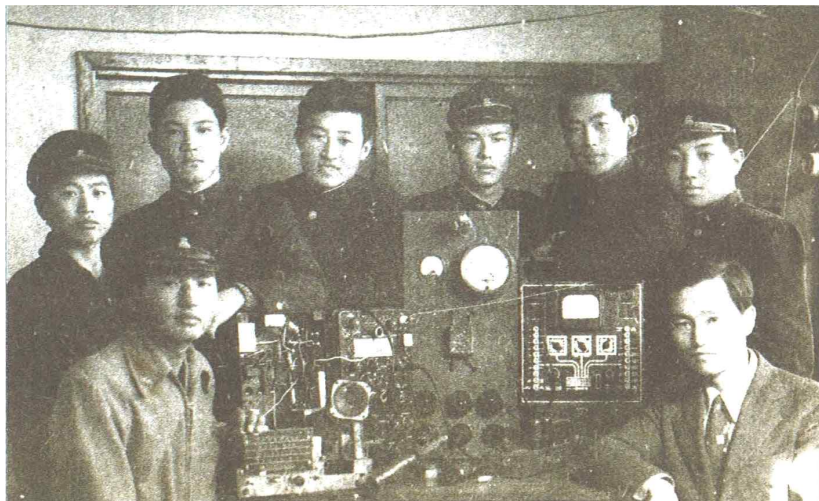


그림 2. 1952년 경기고등학교 물리반과 슈퍼헤테로다인 수신 장비 (좌측의 해체된 多밴드 라디오, 우측의 튜브 시험기). [출처: 강기동, 『강기동과 한국반도체』 (각주 3), 64; 강기동의 증언, 전자우편, 2021. 11. 16].

3.2 아마추어의 무선 기술 혁신

조요한은 『무선과학』에서 “우리 자신을 되돌아보건대 일제의 제압 관계도 있다 하더라도 너무나 그 방면에 대하여 백지이며 우리는 맞볼 수 없는 꿈과 같이 생각할 뿐 실제적 행동 개시를 하고자 하는 열성이 너무나 박약하다”는 점을 개탄했다.⁵⁾ 이는 그가 취미 수준에서 무선학을 행하는 “초보 동지”에게 다소 의아할 정도의 큰 기대를 걸고 있었기 때문인데, 그 배경은 조요한이 책의 1장에서 소개한 무선 기술의 역사 속에 있었다.

1920년대까지 단파일수록 전파의 감쇠 정도가 증가한다는 제도권 연구를 따

⁵⁾ 조요한, 『무선과학』 (각주 17), 8.

라 원거리 통신에는 장파가 사용됐다. 하지만 원거리 통신상의 방해를 우려한 세계 각국은 아마추어들이 단파에서만 활동할 수 있도록 규제했고, 이로 인해 아마추어들은 “눈물을 머금고, 단파에서의 실험”을 할 수밖에 없었다. 단파 통신은 “가망 없다는 여러 학자들[의] 이구동성”에도 불구하고 아마추어들이 “굳은 결심 하에서 더욱더 전력을” 다한 결과 단파를 이용한 미국과 영국 간 통신에 성공했다. 이후 학계에서도 대기의 전리층을 고려하여 단파로 원거리 통신이 가능한 현상을 설명하는 이론이 제시되었고, “이러한 결과 초기의 본장이었던 장파를 버리고 소전력으로 원거리 통신할 수 있는 단파”를 사용하는데 이를 수 있었다.⁵² 주로 학생이었던 아마추어 취미가의 과학·기술 활동은 단지 취미로 그치지 않고, 그러한 역사의 이해를 통해, 인류사 차원의 기술 발달 및 국가적 차원의 기술 성취에 기여할 수 있다는 인식이 가능했던 것이다.

무선 아마추어의 활동은 20세기 초 첨단 수신 기술로 여겨진 슈퍼헤테로다인이 개발되는 데에도 기여했다. 슈퍼헤테로다인은 수신된 전파를 국부발진기와 혼합한 뒤 이를 증폭하는 기술로, 수신된 전파를 그대로 증폭하는 방식에 비해 수신 전파의 분리가 용이하여 채널의 선택도가 높아진다는 장점을 지녀 현재까지 널리 사용되고 있다. 1917년 미국의 공학자인 암스트롱(Edwin Howard Armstrong)과 프랑스의 공학자 레비(Lucien Lévy)가 동시에 발명하면서 우선권을 둘러싼 법적 분쟁이 있었으나,⁵³ 이들의 공식적인 발명 모두 아마추어 무선가들의 비공식적인 활동에 의존했다는 점에 주목할 필요가 있다. 대표적으로 삼극 진공관을 발명한 드 포레스트(Lee De Forest)의 조수이기도 했던 아마추어 무선가 호건(John V. L. Hogan)은 슈퍼헤테로다인의 기본 원리인 맥놀이 현상을 라디오 전파에 처음 적용한 페센텐(Reginald Fessenden)과 이후에 협업하며 관련 장치들을 개발했고, 그의 연구는 당시 독일의 물리학자 쇼트키(Walter Schottky)가 슈퍼헤테로다인의 개발에 기여한 주요 성과 중 하나로 언급한 바 있다.⁵⁴ 55 아마추어 무선가들은 슈퍼헤테로다인 기술을 개발하는 것

⁵² 같은 글, 4.

⁵³ Hugh G. J. Aitken, *The Continuous Wave: Technology and American Radio, 1900-1932* (Princeton: Princeton University Press, 2014), 466-467.

⁵⁴ Walter Schottky, "On the Origin of the Super-Heterodyne Method," *Proceedings of the Institute of Radio Engineers* 14:5 (1926), 695-698, Alan Douglas, "The Legacies of Edwin Howard Armstrong," *Proceedings of the Radio Club of America* 64:3 (1990)에서 재인용. 더글라스의 글은 "Who Invented the Superheterodyne?"이라는 제목으로 다음

뿐만 아니라 실제로 대륙간 송수신에서 이를 구현하는 데에도 기여했는데 마르코니(Guglielmo Giovanni Maria Marconi), 포레스트와 함께 일했던 가들리(Paul F. Godley)는 슈퍼헤테로다인 수신기를 개조하여 단파 신호의 대륙간 송수신을 처음으로 확인하였다.⁵⁶ 슈퍼헤테로다인은 한마디로 아마추어 무선 활동의 기술적 혁신이 추동한 기술물이었고, 그 자체로 비공식적 기술 문화와 제도권의 과학 탐구가 서로 얹히며 형성한 착종사를 예증한다.⁵⁷ 그렇게 얹힌 기술물이 1940년대 한국에 건너와 착근하면서 지역의 맥락 속에서 다시 한번 설키게 됐다.

3.3 슈퍼헤테로다인의 유입과 조립의 변통

슈퍼헤테로다인은 발명 이후 웨스팅하우스(Westinghouse)와 미국 라디오 공사(Radio Corporation of America, RCA)가 생산하였고 미군이 통신 장비의 주요 부품으로 사용했는데, 이 군용 장비 형태로 한국에 유입되기 시작했다. 2차 세계 대전 중 미군의 사기 증진을 위해 각 부대에 배포됐던 사과 상자 크기의 R-100이라는 전파 수신기가 해방 이후 한국의 민간에서도 그 모습을 드러냈다.

웹사이트에도 수록되어 있다. <https://antiqueradios.com/superhet/#b43> (2021. 10. 10 접속).

⁵⁵ 호건은 1913년 미 해군이 장거리 라디오 무선국 설치를 위해 살렘(Salem)호와 버지니아주 알링턴(Arlington, Virginia) 사이에서 수행한 송수신 시험에서 측정한 신호를 취합하여 당시 공식적인 예측 자료와 비교하는 작업을 수행했는데, 이는 이후 장거리 파동 전파를 계산하는 수학 공식을 반박하고 경험적 공식을 지지하는 근거가 됐다. 이는 또한 좀머펠트(Arnold Sommerfeld), 푸앵카레(Jules-Henri Poincaré)를 비롯해 파동 전파에 관심을 가진 물리학자들이 널리 활용한 자료였다. Chen-Pang Yeang, "Scientific Fact or Engineering Specification? The U.S. Navy's Experiments on Wireless Telegraphy circa 1910," *Technology and Culture* 45:1 (2004), 24-25.

⁵⁶ Richard A. Bartlett, *The World of Ham Radio, 1901-1950: A Social History* (Jefferson: McFarland & Company, Incorporated Publishers, 2007), 91.

⁵⁷ 19세기 말 20세기 초 무선 과학과 기술을 둘러싼 역동적 지식 생산 및 기술물 제조 과정은 과학자, 공학자, 아마추어의 여러 공식-비공식 행위자가 관여한 이론, 실험, 발명, 개발이 서로 긴밀히 의존하며 상호 작용한 일이었다. 이 역사를 두고 홍성욱은 플레밍(John Ambrose Fleming)의 열전자관(thermionic valve)이 무선 통신의 수신기로 사용되는 과정을 분석하면서 "과학적 효과의 기술적 인공물로의 전환"을 드러내 보였고, 양철팡(Chen-Pang Yeang)은 미 해군에서 무선 전신의 "기술적인 지식이 과학적 원리로 전개"되어 가는 과정을 분석하면서 공학적 실천에 중요성을 부여했다. 그러나 두 연구 모두 아마추어 무선가들의 기여에는 주목하지 않았다. Sungook Hong, *Wireless: from Marconi's Black-box to the Audion* (Cambridge, MIT Press, 2001); Yeang, op. cit..

이는 경성 방송국 개국 이후 1930년대 이래 사용돼 온 뉴트로다인(neutrodyne) 수신기와 달리 슈퍼헤테로다인을 채택함으로써 높은 수준의 채널 선택도를 지니면서 해외에서 발신한 다양한 방송 신호를 더 용이하게 수신하는 장점이 있었다.⁵⁸ 모토로라의 전신인 갤빈 제조사(Galvin Manufacturing)가 생산한 “워키토키” 무전기 역시 슈퍼헤테로다인 수신기로 작동하는 것으로, 이 무전기는 1943년 미군에 보급되어 종전까지 13만 기 이상이 운영되었다.⁵⁹ 특히 해방 이후 주한 미군이 운용한 BC-611 모형의 무전기는 국내 주요 도시의 기술 시장에서도 그 모습을 드러내기 시작했다[그림 3].

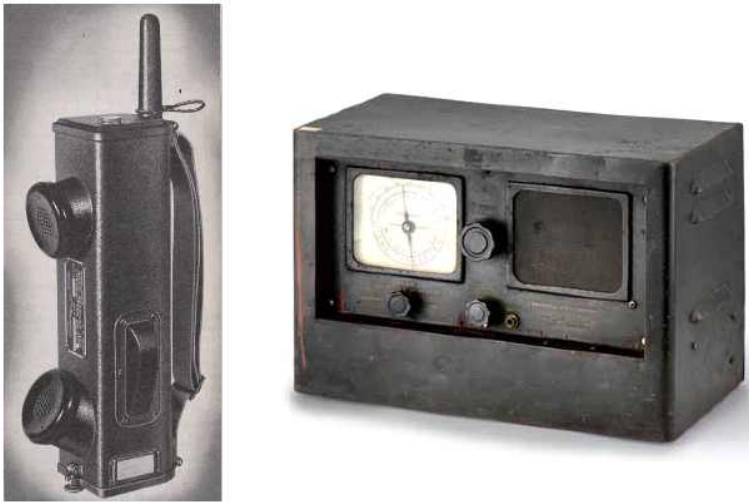


그림 3. R-100(좌)와 BC-611 무전기(우) [출처: 대한민국역사박물관, 『소리 훑 영상 색 세상을 바꾸다』 (각주 58), 34; War Department, “TM 11-4019: Radio Receiver and Transmitters” (War Department, 1945), 1].

이전까지 진공관 라디오 조립에 열을 올리던 무선 취미가들은 이들 기기를 접

⁵⁸ 뉴트로다인 수신기와 R-100 수신기의 모습은 다음을 참조. 대한민국역사박물관, 『소리 훑 영상 색 세상을 바꾸다: 방송을 통해서 본 한국 현대사 특별전』 (서울: 대한민국역사박물관, 한국방송학회, 2014), 17, 34.

⁵⁹ Christopher Sterling, “Walkie-Talkie”, C. Sterling ed., *Military Communications: From Ancient Times to the 21st Century* (Santa Barbara, ABC-CLIO, 2008), 503; Rebecca Robbins Raines, *Getting the Message Through: A Branch History of the U.S. Army Signal Corps* (Washington D.C.: Center of Military History, 2011), 277.

하면서 슈퍼헤테로다인 수신 기술에 주목하였다. 조요한이 『무선과학』에서 “일대 획기적 발달”을 이루어 낸 “수신회로의 최고봉”이라 표현했던 슈퍼헤테로다인은 미군 부대에서 나와 시장을 거쳐 무선 활동의 기술 문화 영역에서 큰 관심사로 떠오른 것이다.⁶⁰ 슈퍼헤테로다인은 재생 동조형 무선주파(Tuned Radio Frequency) 수신기보다 선국이 용이하다는 점을 비롯해 여러 장점이 있었지만, 더 많은 진공관과 특수한 부품이 필요해서 복잡하고 고비용이라는 단점이 있었다. 그에 더해, 일본산 부품보다 높은 수준의 미국산 부품과 기법을 쓰고 익혀야 했기 때문에 취미가들 사이에서 슈퍼헤테로다인의 조립은 “대망을 품고” 도전할 만한 작업이었다.⁶¹

하지만 슈퍼헤테로다인 수신기 역시 완제품 그대로가 아니라 해체, 파괴, 분해된 부품의 형태로 유통됐고, 취미가가 이를 구현하기 위해서는 제각기 유통되던 부품을 한데 모아 재조립하는 일이 필요했다. 서정욱의 경우, 16세 때인 1950년 아마추어 무선사가 되기 위해 관련 장비를 손수 제작한 경험을 회고하고 있다.

6·25가 나던 해인 1950년, 아마추어 무선국을 열기 전에 해외방송청취(BCL)와 아마추어 무선 청취(SWL)를 잘 해야 한다는 생각에 나는 방출된 미군 무선기 등에서 뽑아낸 바리콘, 동조 코일, 중간주파트랜스(IFT : 455KHz), 진공관 등을 이용해 RF-1단, IF-2단, AF-2단 중파 및 단파 3밴드 수신기 제작에 착수했다.⁶²

서정욱은 부유한 집안에서 엘리트 교육을 받을 수 있는 여건에 있었음에도 무선 수신기를 제작하기 위해 중고와 고물을 수집하고 분해해 부품들을 재활용하고 장비와 도구를 빌려 가며 고쳐 만들고 조립하는 과정을 겪었는데, 그 결핍의 기술 환경을 헤쳐나가는 어려움을 아래와 같이 토로한다.

의욕과 탐구심에 불타던 그 시절에, 기초산업이 없는 후진국의 청소년으로 태어나 겪었음직한 고통과 좌절을 유감 없이 맛보는 악순환을 되풀이했다. 우선 수신기의 주파수 대역이나 감도를 재는 신호 발생기(signal generator) 또는 동조회로의 공진 주파수를 알아내는 그리드 디프메터(grid dipmeter) 같은 것은 갖추지 못하고, 겨우 저항이나 전압·전류를 재보는 기본 계측기(multimeter)뿐인 열악한 제작 환경이 문제였다.⁶³

60 조요한, 『무선과학』 (각주 17), 3; 서정욱, 『미래를 열어온 사람들』 (각주 6), 44-45.

61 Takahashi, “A Network of Tinkerers” (cit. n. 7), 464; 서정욱, 앞 글, 39.

62 서정욱, 앞 글, 51.

20세기 중반 한국의 절박한 물자 부족의 경제 상황에서 고물상, 중고매매, 수리와 재활용을 통해 손수 만들어 쓰는 자작 문화(Do It Yourself, DIY) 활동이 활발히 나타났고, 라디오 조립과 무선 활동 역시 결핍에 맞선 변통의 실천이었다.

분해된 채 제각기 유통되던 여러 부품을 한데 모아 슈퍼헤테로다인 수신기를 처음 재조립하려고 할 때 일차적으로 의지할 수 있었던 출처는 앞서 언급한 미국 아마추어 무선 연맹이 발행한 안내서였다. 이 안내서는 옴의 법칙부터 시작해 다양한 송수신기의 제작과 운용 방법을 담고 있었다. 책자는 슈퍼헤테로다인 수신기를 설명하는 부분에서 이를 구성하는 국부 발진기(local oscillator), 혼합기(mixer), 중간주파수 증폭기(intermediate frequency tuned amplifier), 오디오 증폭기(audio amplifier)의 회로도와 이를 구성하는 각종 부품 소자를 소개하고, 각 제작 단계의 어떤 조건에서 단락이 날 수 있는지, 그 해결책이 무엇인지 등을 서술하면서 아마추어들이 이를 따라할 수 있도록 안내했다.⁶⁴

하지만 이는 미국의 아마추어 무선가를 독자로 삼은 자료였던 만큼, 미군의 각종 전자 부품이 무분별하게 돌아다니던 한국의 상황에서 그 지침을 따라하기 위해서는 몇 가지 결정적인 정보가 더 필요했다. 안내서에서 자세하게 묘사된 회로도 상에서 각각의 소자는 물리적 특성, 예를 들어 저항값(ohm)이나 전기용량(farrot)으로만 표현됐을 뿐, 당시 시장에서 접할 수 있었던 미 군용 전자 부품 중 어떤 소자가 그러한 물리적 특성을 지니는지를 알려주는 정보는 싹고 있지 않았다. 회로도에서 확인할 수 있는 공식적 소자 정보와 장사동의 비공식적 군용 소자 간의 괴리를 어떻게 메울 수 있었는가?

미 국방성이 무전기를 비롯한 전자 및 통신 기기의 유지 보수를 위해 군사 기밀로 운용하고 있었던 기술 교범이 바로 그 상호 대조를 가능하게 한 자료였고, 이 역시 주한 미군 부대에서 유출되어 대중 기술 시장에서 유통되고 있었다. 무선 취미가는 슈퍼헤테로다인 제작을 시도하는 과정에서 이 미군 기술 교범까지 획득하면서 특정 부품의 기능과 용도를 알아낼 수 있었던 것이다.⁶⁵ 무선 통신 장비의 유지 보수를 위한 미군의 여러 기술 교범은 각 소자의 색별 표식(color code)을 제공해 이들의 외관을 통해 저항, 전기 용량, 허용 오차와 같은 물리적

⁶³ 같은 글.

⁶⁴ American Radio Relay League, *The Radio Amateur's Handbook* (Connecticut: The American Radio Relay League, 1936), 96-113.

⁶⁵ 서정욱, 『미래를 열어온 사람들』 (각주 6), 45.

특성을 용이하게 간별해 낼 수 있도록 했다. 또한 당시 유통된 500여 가지 진공관의 상업적인 표기법(commercial type)과 통신 부대의 표기법(Signal Corps type)을 대조해 놓은 상호 참조표는 기술 교범에 실린 각종 회로도들의 특정 진공관을 식별할 수 있는 지침이 됐다[그림 4].⁶⁶

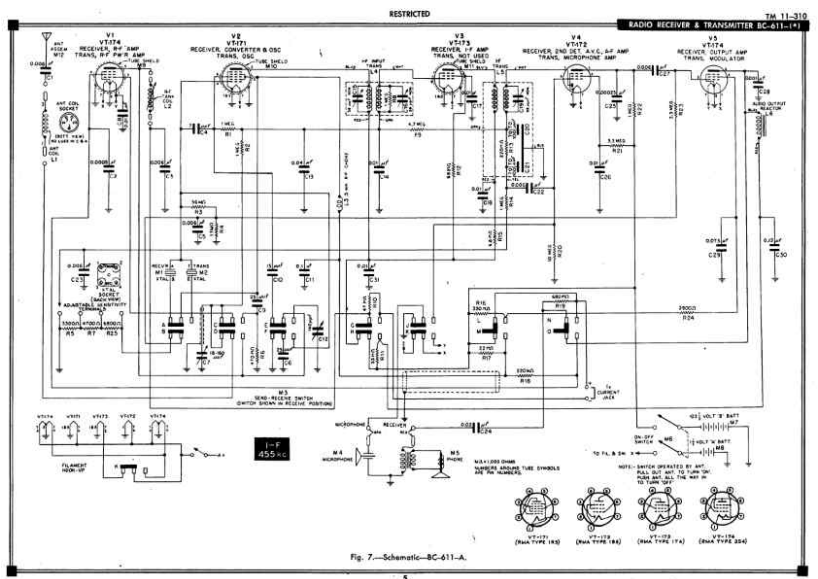


Fig. 7.—Schematic—BC-611-A.

VACUUM-TUBE CROSS-REFERENCE GUIDE					
SIGNAL CORPS TYPE TO COMMERCIAL TYPE					
Signal Corps Type	Commercial Type	Name	Signal Corps Type	Commercial Type	Name
VT-1	None	Triode detector-amplifier	VT-66	6F6	Pentode power amplifier
VT-2	CW-931	Triode transmitting tube	VT-66-A	6F6G	Pentode power amplifier
VT-4-B	211	Triode transmitting tube	VT-67	30 spt	Triode detector-amplifier
VT-4-C	211 spt	Triode transmitting tube	VT-68	6B7	Duo-diode pentode
VT-5	WE-215-A	Triode detector-amplifier	VT-69	6D6	Variable-mu r-f pentode
VT-6	WE-212-A	Triode transmitting tube	VT-70	6F7	Triode-pentode
VT-7	WX-12	Triode detector-amplifier	VT-72	842	Triode power amp/modulator
VT-17	860	Triode transmitting tube	VT-73	843	Transmitting triode
VT-19	861	Tetrode transmitting tube	VT-74	524	Full-wave rectifier

그림 4. 미군 기술 교범에 실린 무선기 BC-611의 회로도(상)와 상호 참조표 일부(하). 회로도(상)에는 슈퍼헤테로다인의 구성 요소가 미 군용 표기법으로 기입된 진공관 번호와 병기돼 있다. [출처: War Department, "Technical Manual 11-310" (각주 66), 118-119, 11].

⁶⁶ War Department, "Technical Manual 11-310: Schematic Diagrams for Maintenance of Ground Radio Communication Sets," (War Department, 1943), 9-16.

미군 부대를 출처로 한 자료 속의 정보를 조합하여 슈퍼헤테로다인의 회로를 이해하고 이를 구성하는 소자를 알아볼 수 있게 된 이후에도 맞닥뜨린 또 다른 문제는 각종 해당 부품을 충분하게 구할 수 없는 상황이었다. 조요한이 『무선과학』에서 기록하듯이 슈퍼헤테로다인을 구성하는 부품들은 “국내 생산이 없는 금일에 있어 오로지 손에 넣을 수 있는 것은 미국제 세트만으로 그의 값은 상당히 고가여서 대중적이지 아님은 물론”이었다[그림 5].⁶⁷

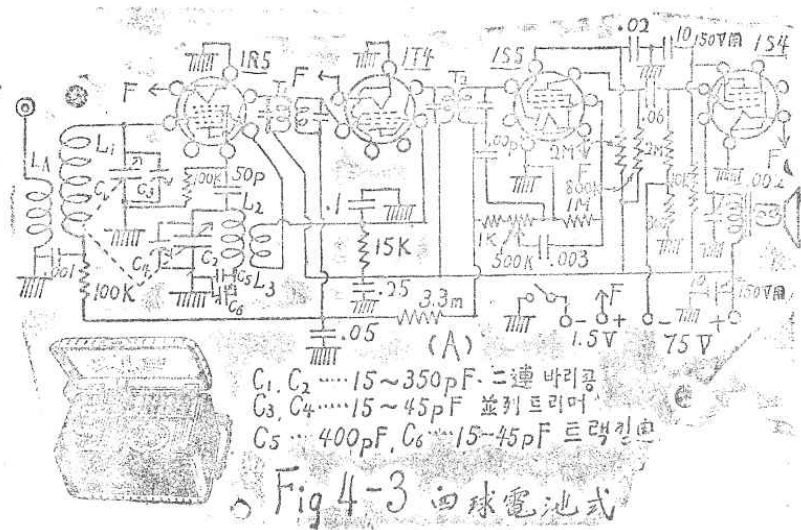


그림 5. 『무선과학』에 실린 슈퍼헤테로다인 회로도. [출처: 조요한, 『무선과학』 (각주 17), 182].

그렇다면 아마추어 무선가들은 이 상황을 어떻게 돌파할 수 있었는가? 그들은 똑같거나 유사한 산출물이 나오도록 하면서도 상황에 맞게 다른 물자나 방법으로 해결해보려는, 그야말로 변통의 기술 실천을 계속해서 발휘했다. 서울 대학교 공과대학에서 발간했던 잡지, 『불암산』에 강기동이 1953년에 게재한 “표준5구 SUPERHET의 시작(試作)”이라는 글은 고가의 부품 사이에서 효과적인 대안을 어떻게 선택했고, 또 그러한 방식이 얼마나 중요했는지를 보여준다[그림 6].

⁶⁷ 조요한, 『무선과학』 (각주 17), 201.

일전시에 AC line에만 동작시키려고 소지품을 충동원하여 브로드캐스팅 전용의 수신기를 시작하였으므로 여기에 발표한다. 원래 시작 목적이 소지품을 최대한도로 활용하여 염가로 하자는 것이었으므로, 좀 부족한 점이 있었으나, 본래의 목적을 살리기 위하여 참고 그냥 건넨 수밖에 없었다.⁶⁸

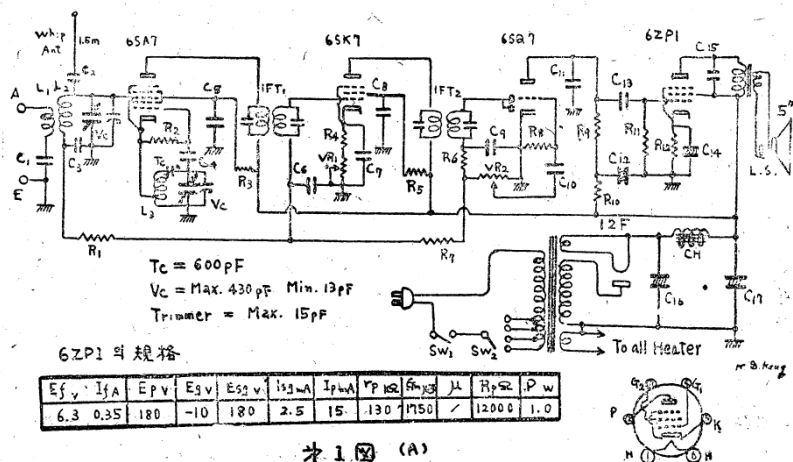


그림 6 『불암산』에 실린 강기동의 슈퍼헤테로다인 회로도. [출처: 강기동, “標準5球 SUPERHET의 試作” (각주 68), 19].

“소지품을 최대한도로 활용”한다는 강기동의 “시작 목적”을 달성하기 위해서는 다양한 부품의 여러 조합에 대한 방대한 지식뿐 아니라, 절약과 지출 사이의 적절한 균형감이 있어야 했다. 그에 따르면, 5구 슈퍼헤테로다인은 6구 슈퍼헤테로다인에 비해 신호 대 잡음비가 저하되는 문제가 있지만, “부품이 많이 필요가 되어 불가불 5구식”을 선택했다. 반면, 5구 슈퍼헤테로다인은 이전 모형인 수신 신호를 곧바로 증폭시키는 스트레이트 방식에 비해 “한층 더 어려워지고 제작비 역시 증가”한다는 문제가 있으나, 채널의 선택도를 어느 정도 이상 확보하기 위해 적어도 “슈퍼헛으로 하기로 했다.”⁶⁹ 조립 과정에 대한 설명 역시 이처럼 여러 대안 중 그 균형점을 모색하는 식으로 전개됐다. 예를 들어 안테나는 높은 임피던스 형의 경우 “표준 Ant.를 쓰

68 강기동, “標準5球 SUPERHET의 試作”, 『불암산』 10호 (1953), 19.

69 같은 글, 19.

든지 짧은 Ant.를 쓰든지 그다지 큰 감도차가 나지 않”고, 축전지는 “쓸데없이 비싼 Con.을 대용량으로 할 필요는 없”었다. 하지만 전해형 축전지의 경우 “아직 일본제는 양품이 드무므로 구입시에 주의”해야 했고, 중간주파수 변환기(Intermediate Frequency Transformer, IFT) 역시 “5구 슈퍼헤트에서는 감도와 선택도가 이 IF Amp 회로에서 결정되는만큼 IFT도 고급품을 택할 필요가 있”었다.⁷⁰

수신기를 제작하는 데 조립만큼이나 필수적인 절차는 각 부분들을 구성하는 과정에서 거쳐야 하는 조정(calibration)과 시험(test)이었다. 이 두 단계는 부품을 구하기 어려운 상황에서 특히 중요한 절차였다. 강기동의 표현대로 “속히 동작시켜보려고 하는 것이 인[지상]정이겠으나, 귀중한 부분품을 못쓰게 하는 경우가 있으니 반드시” 조립 이후의 조정 및 시험 과정에 주의를 기울여야 했다.⁷¹ 그런데 조립과 달리 조정 및 시험을 하기 위해서는 일반 무선 취미가들이 감당할 수 없는 값비싼 측정 장비를 어떻게 구해 쓸 수 있는지의 문제에도 부딪혀야 했다. 이를 위해 이들이 우회한 방법은 라디오 수리점에 의지하는 것이었다. 조요한은 『무선과학』에서 조정 및 시험에 필요한 계측기나 발진기를 “근소상점”에서 빌릴 것을 권장했고,⁷² 서정욱 역시 무선 장비를 직접 조립하려는 시도 속에서 “동네 라디오방에 들러 주인과 알음알음으로 계측기를 빌려쓰거나, 시험기기가 있는 어른들의 직장을 찾아다니며 눈치껏 조정을 받”았던 것이다.⁷³

과학 연구에서 조정과 시험 과정이 신뢰를 구축하는 사회적 과정이라는 점을 보여준 최근의 과학기술학 연구를 감안한다면,⁷⁴ 이처럼 무선 애호가들이 “툼나는 대로” 장비를 빌려 쓰는 행위를 비공식성의 공식성이 가능해지는 절차로서 이해해 볼 수 있다. 특정 무선 통신 기기가 설계된 대로 최선의 기능 구현을 하도록 입증하는 이러한 조정과 실험 과정은 비공식 부문의 취미나 아마추어, 기술 문화가 공식 부문이 확보한 것과 다름없는 신뢰성을 갖추는 데

⁷⁰ 같은 글, 20-21.

⁷¹ 같은 글, 22.

⁷² 조요한, 『무선과학』 (각주 17), 184.

⁷³ 서정욱, 『미래를 열어온 사람들』 (각주 6), 51.

⁷⁴ Trevor Pinch, “Testing - One, Two, Three... Testing!': Toward a Sociology of Testing,” *Science, Technology, & Human Values* 18:1 (1993), 25-41; Janet Vertesi, *Seeing Like a Rover: How Robots, Teams, and Images Craft Knowledge of Mars* (Chicago and London: University of Chicago Press, 2015), 53-72.

한층 근접해지는 통과 지점이었다고 할 수 있다. 즉, 아마추어 무선 활동만이 아니라 라디오 상점, 수리점, 장사동의 기술 시장에서 가용할 수 있었던 측정 장비는 비공식성을 띠는 그곳의 여러 (암)거래, 해체, 조립, 수리의 기술 행위와 기술물이 공식성으로 이어질 수 있도록 하는 또 하나의 결정적인 기술적 매개물로 기능한 것이다.

이와 같이 해테로다인 수신기는 미군 부대와 기술 시장을 거쳐 국내에 유입되어 아마추어 무선 활동을 통해 해체와 재조립의 단계를 밟았다. 미군 부대에서 장사동으로 그것의 유출·유입 단계, 그리고 그 해체·파괴의 단계에서 재조립은 다시 애초의 제품으로 만드는 일이 아니었고, 기술 도입에 적극 나선 아마추어 무선가의 변통은 무전기에서 라디오로 용도 변경을 위한 토착화 과정이었으니, 그 기술의 경험과 축적은 새로운 기술 발생의 토양이 되었다. 그 기술 습득의 경험 축적은 라디오 수신기를 거쳐 한국 전자 산업 발단의 한 경로를 예비했던 것이다. 그 극적이고 전형적인 사례는 무엇보다도 슈퍼해테로다인 수신 방식을 채택한 1959년 금성사의 A-501이었다.

4. 무전기에서 라디오로: 비공식성의 공식성

4.1 금성사 A-501 라디오 수신기

김해수는 전술한 대로 1958년 금성사 창립 때 입사해 국산 라디오 수신기를 설계하고 제조하는 책임자가 되었고, 1969년까지 금성사의 각종 국산 가전제품(라디오, 선풍기, 텔레비전, 적산전력계, 전화교환기 등)을 제작했다. 김해수는 그러나 전문 교육을 받은 공학 기술자가 아니었다. 일제강점기에 일본 유학을 가 라디오 조립 취미에 빠져든 때부터 해방 후 미 군정기와 한국 전쟁 시기 전업사 및 라디오 수리점을 운영하는 동안 수없이 미군 라디오 송수신기를 다뤄본 실무 경력이 그가 주도한 ‘최초’의 국산 라디오 수신기 제조·양산의 토대가 된 것이다. 그의 금성사 공채 필기시험의 마지막 문제(5구 진공관 라디오의 회로도 작도)의 풀이에서 그런 실무 기술 경력이 단적으로 묘사되어 있다.⁷⁵

75 김해수, 『아버지의 라디오』 (각주 6), 126, 135.

마지막 시험 ... 문제는 “5 Tube, 2 Band(B,C/S,W)의 100V AC only 라디오의 회로도를 그리라.”는 것이었다. 이 문제를 확인한 순간 나는 빙그레 웃었는데, 그것은 마치 고향 마을의 골목길을 그리라고 하는 것과 같았기 때문이다. 학창 시절부터 이미 일제 라디오를 수없이 다루었고, 미제 라디오 수천 대를 고쳐 본 나에게 그런 회로도쯤이야 눈을 감고도 그릴 수 있는 것이었다.⁷⁶

일본, 미국, 한국의 기술물과 기술 환경을 두루 체득해 온 그는 당시 미 군용 통신 장비의 주요 기술로 이미 자리를 잡은 슈퍼헤테로다인도 속속들이 알고 있었을 것이다. 금성사 입사 직후 김해수는 교류(alternating current, AC) 5구식 진공관 라디오 1호를 의미하는 모델명 A-501의 개발에 착수했고, 착수 1년 만인 1959년 언론을 통해 라디오 개발의 성공을 알렸는데, 이는 제품의 전면부와 “세계의 수준을 달리는 한국의 기술”이라는 광고에서 내세우듯 5구 슈퍼헤테로다인이 적용된 라디오 수신기였다. 그것은 주한 미군에서 유통될 무전기가 분해되고 재조립되며 비공식적으로 도입된 무선 기술이 금성사라는, 이후 한국 전자 산업의 대표 주자로 세계적인 첨단 기술 조립 업체 중 하나로 부상할 기업에 의해 이른바 “최초의 국산 라디오”의 핵심 기술로 등장한 순간이었다[그림 7].

그림 7. 금성 라디오 A-501의 신문 광고. “5구·수퍼·헤테로다인”이 사용된 것임을 강조하고 있다. 제품 전면부에 “TWO BAND SUPER HETERODYNE”이 적혀 있다. [출처: 동아일보 1959. 12. 28, 4면].

김해수의 이력은 비공식성의 공식성을 보여주는 극적인 사례일 것이다. 그가 금성사 A-501 라디오의 개발·제조에 이르기까지, 더 나아가 금성사가 거대 기

⁷⁶ 같은 글, 135-136.

업으로 한국의 본격적인 전자 산업을 개시하는 데 있어서 어떠한 착종의 역사가 있었는지 예측해 준다. 금성사의 한 공식 기록에도, “부산에서 화평전업이란 라디오상을 경영”하고, “미군 라디오의 전속 수리점을 운영하기도 했기 때문에 외제 라디오에 대한 지식도 터득하고 있었”던 김해수가 “이런 경험과 지식을 바탕으로 기능공 두 명과 함께 일제 라디오인 산요를 참고로 하여 최초의 국산 라디오 개발에 착수했다”고 서술하고 있다.⁷⁷ 이처럼 주한 미군 출처의 군용 수신기와 이를 수리하고 재조립하며 취득한 지식과 경험은 비단 강기동뿐 아니라, 무선 기술 애호가들과 라디오 수리 기사들 사이에서 널리 공유되며 한국의 라디오 개발·제조로까지 이어진 셈이다.

4.2 전자 산업의 발단

김해수의 경우 슈퍼헤테로다인 자체에 유비할 만한 그의 이력 자체가 비공식성의 공식성을 보여주었다면, 강기동과 서정옥의 경우 그런 양상은 우선 산업 형성의 인적 연결망에서 나타났다. 가장 뚜렷한 연결은 1950년대 미군 부대와 기술 시장 주변으로 형성됐던 아마추어 무선가들이 1970년대 들어 국내에 처음으로 전자 및 반도체 산업이 자리잡는 데 기여한 인물들이라는 점에서 확인할 수 있다. 아마추어 무선 활동의 인맥은 기존 공식사 서술이 반도체 산업의 “씨뿌리기”로 일컬어 온 1970년대로 접어드는 단계에서 중요한 인적 토대로 작용한 것이다. 1970년 국방과학연구소의 전자 통신 분야 책임 연구자가 된 서정옥은 1971년 최초의 국산 군용 무전기인 KPRC-6를 개발하는 데 성공했다. 이 과정에서 개발을 담당했던 오규창은 아마추어 무선가로서 서정옥이 진공관 및 반도체 소자 기술에 밝은 사람을 물색하던 중 발탁한 인물이었다.⁷⁸

삼성 반도체 사업의 전신인 한국반도체의 설립 역시 아마추어 무선 활동을 통해 맺어진 인연을 통해 가능할 수 있었다. 강기동과 함께 한국 아마추어 무선 연맹의 창설에 참여했던 기독교방송국의 기술부장 이인관과 통신 장비 수입업체인 켄코(Kemco)의 사장 김규한이 대표적이다. 특히 김규한은 1972년 실리콘 벨리에서 강기동과 함께 본격적인 반도체 사업을 계획하고 거액을 투자함으로써 1974년 한국 최초의 고밀도 집적회로 반도체의 제조회사를 설립하는 데 크게 기여했다.⁷⁹

⁷⁷ 금성25년사편찬위원회, 『금성사이십오년사』 (서울: 금성사, 1985), 215.

⁷⁸ 서정옥, 『미래를 열어온 사람들』 (각주 6), 79.

아마추어 무선 활동의 인연은 아니지만, 반도체 제조 기술 발전에 크게 공헌한 한국의 두 인물인 강대원과 강기동 간의 개인적 인연은 반도체 산업의 세계적인 확장의 두 경로를 이어주는 비공식적 요소였다. 강대원은 1960년 미전신전화사(AT&T)의 벨 연구소에서 이탈리아(Mohamed M. Atalla)와 함께 금속 산화막 반도체(Metal Oxide Semiconductor, MOS)를 발명하고,⁸⁰ 이후 일본전기주식회사(Nippon Electric Company, NEC)의 초대이자 종신 연구소장으로 취임한 이후 일본의 반도체 산업 발전에도 기여한 인물로, 경기고등학교 때부터 오하이오 주립대학교 전기과 대학원에서 같은 교수의 지도로 박사 학위를 받기까지 줄곧 선후배로 강기동과 긴밀한 관계를 맺고 있었다.⁸¹ 대학원 졸업 이후 기업 연구소에서 기초 연구를 수행했던 강대원과 달리 강기동은 모토로라의 반도체 제조 공장의 “표면연구”(Surface Studies) 부서에서 MOS 기술의 신뢰성을 향상시키는 연구를 수행하며 이후 CMOS와 유사한 형태의 제조 공정을 고안해냈다.⁸² 강기동이 강대원과 교류하며 모토로라에서 고집적 반도체 양산 기술을 확보하기 위해 탐색한 CMOS는 당시 많은 집적 회로들에 사용됐던 N형 MOS에 P형 MOS를 더한 이중 결합의 산물이었다. 이처럼 강대원과 강기동의 이력은 1960년대 고집적 회로의 여러 양산 방법이 개발되는 데 크게 기여하였고 더 나아가 한국의 반도체 산업이 비교적 이른 시기에 CMOS 양산 시설을 갖추는 데도 핵심적인 기술 자원이 됐다.⁸³

이렇게 주요 인물 간 비공식적 관계의 공식적 확장뿐만 아니라, 미군 부대 주변과 기술 시장에서 최신 기술 정보, 지식, 물자에 접근하던 방식 역시 추후 여러 연구 기관이 수행한 연구개발 과정에도 계속해서 나타났다. 단적으로, 앞서 슈퍼헤테로다인 수신기의 조립 사례에서 살펴본 방식과 다름없이, 그 공식적 연구개발의 첫 단계에서 여전히 미군의 기술 교범을 확보하는 작업이 이루어졌다. 국방과학연구소의 서정욱은 무전기 개발에 착수하자마자 미군 무전기의 각종

79 강기동, 『강기동과 한국반도체』 (각주 3), 105.

80 Bassett, *To the Digital Age* (cit. n. 2), 24-33.

81 강기동, 『강기동과 한국반도체』 (각주 3), 128-130.

82 같은 글, 153-165. CMOS는 1963년 페어차일드(Fairchild)사가 처음 개발했고, 강기동은 CMOS와 유사한 “Simultaneous Gate Threshold Voltage Control Technique on N and P-channel Transistors during Manufacturing Processes”를 1960년대 중반에 개발했다. Bojek, *History of Semiconductor Engineering* (cit. n. 2) 334; 강기동의 증언, 전자우편, 2021년 11월 16일.

83 이 과정의 심층 조사와 분석은 후속 연구 과제로 삼는다.

기술 정보를 “비공식으로 입수”하는 데 주력했고, 미군이 한국전쟁에서 운용했던 무전기인 PRC-6의 도면을 활용하여 KPRC-6를 설계할 수 있었다.⁸⁴ 같은 시기 같은 연구소에서 로켓포 개발 사업을 맡은 연구진은 한국군 부대에서 운용 중이던 [미군의] 로켓포를 대여받아 역설계를 시도했지만, 반납해야 하는 장비였기 때문에 해체가 불가능했고, 장기간 사용으로 마모가 심한 탓에 정확한 치수를 복원하기가 매우 어려웠다. 이처럼 역설계마저 쉽지 않은 악조건에서 서정욱이 청계천에서 입수해 건넨 3.5인치 로켓포에 관한 미군의 기술 교범은 “부품 및 조립 도면을 완성하는 데 큰 도움이 되었다.”⁸⁵

국산 군용 무전기와 같은 새로운 기기의 연구개발에 있어 설계 도면을 완성한 뒤에는 이를 구성하는 부품들을 확보해야 할 때, 이처럼 청계천 기술 시장이 여전히 “그 무렵의 유일한 부품과 소재의 공급원이었다.”⁸⁶ 장사동을 중심으로 한 청계천 전자 기술 시장은, 물자 부족의 열악한 조건 속에서 외래의 기성 물품을 분해하고 조립하고 수리하여 재활용하면서 시작한 생존·생활 방식과 다름없이, 기존 물품의 중고와 고물을 구해 해체·조립·수리해 재활용하는 기술 문화에 기반을 두고, 1950-60년대 내내 라디오 수신기를 비롯해 스피커 방송, 조립식 전축⁸⁷에 이어 텔레비전 방송 장비⁸⁸와 아날로그 컴퓨터⁸⁹까지 제작할 수 있는 곳이었다.

개별 부품의 확보 외에도, 분해되지 않은 채 유통됐던 일부 온전한 제품은 추후 생산이나 개발, 도입 방향을 설정하는 데에도 유용한 지식의 원천이 되었다. 서정욱은 국방과학연구소에서 소대 및 중대용 무전기를 개발하는 과정에서 당시 미군에서 사용 중이던 PRC-25 무전기를 청계천 시장에서 확보할 수 있었고, 여러 차례 시험을 통해 PRC-25의 장단점을 파악하면서 국내에 도입할

⁸⁴ 서정욱, 앞 글, 78-83.

⁸⁵ 구상희, “무기체계 연구개발과 더불어 30년…(2)”, 『국방과 기술』 225 (1997), 30-39.

⁸⁶ 서정욱, 앞 글, 81-82.

⁸⁷ 신현준, “소리 미디어의 사회문화사”, 『한국의 미디어 사회문화사』 (한국언론재단, 2007), 404-405.

⁸⁸ 이충웅, “동양TV와 청계천 장사동 시장”, 강병준 외, 『기적의 시간 50』, 263-268.

⁸⁹ 1962년 한양대학교에서 국내 최초로 아날로그 전자계산기를 제작하며 수십 차례 청계천 시장에 방문해 “파괴된 미군용 통신기에서 쓸만한 부속품을 다치는대로 사들”었던 이만영은 “미 군용 장비에서 마음대로 뒤져서 부품을 구입할 수 있었던 것은 천만다행”이었다고 회고한다. 이만영, 『내가 가는 방향이 곧 길이다: 이만영 박사 자서전』 (파주: 문학동네, 2013), 162-164.

모형을 설정할 수 있었다. 그 역시, 어렸을 적 “미군 부대에서 흘러나온 보병 휴대용 무전기”인 BC-611을 입수하여 “일생에 처음 전파를 발사한 체험”이 다시 한번 겹쳐지며, 비공식성이 공식성으로 나타나는 또 하나의 계기였다.⁹⁰

이처럼 1940-50년대 아마추어 무선의 탐구·조립 활동뿐만 아니라 1970년대에 국책 연구 기관의 연구개발 과정에서도 기술 교범과 전자 부품이 비공식적 부문의 물질적 조건과 기술 환경으로 계속해서 작용했다. 그것은 전자 산업과 직결된 사안에만 국한되지 않았는데, 1959년 서울대학교 공과대학 인근에 원자력 연구소가 설립되는 과정에서 청계천 시장의 전기 기사가 기여한 한 일화가 이를 단적으로 예시해 준다.

[...] 원자력 연구소를 처음 차릴 때예요. 그 당시에 전기 사정이 좋지 않았었거든요. [...] 전압이 왔다갔다해서 일정한 전압이 안 나왔어요. 전압기를 만들어야 되는데, 원자력 연구소 사람들이 그 기구를 사서 사 만들려니까 인제 힘들거든, 못하겠거든. 재질은 여기서 사지만 그것을 만들 수가 없으니까 여기서 도란스 감는 사람들한테다가 인제 부탁을 해서 만드는데, 자기가 다 설계를 해가지고 온 거예요. [...] “요대로 해달라, 만들어 달라”하니까 [...] 기술자는 “이렇게 해서는 제 성능이 안 나온다. 우리대로 설계를 다시 해주마”하니까 “그건 안 된다. 이거 하자. 이미 우리는 이렇게 설계를 했으니까 이 설계도대로만 해달라”해서 설계도대로 해서 주니까 이거 안 맞는 거예요. 그러니까 그 사람이 다시 와서 “그럼 당신 설계대로 만들어 보시오”하는 거야. 그 사람 설계대로 만드니까 맞는다 이거야. 그게 왜 그러냐, [...] 전선도 새로운 전선이 아니고 미군부대 흘러나오는 전선이고, 거기에 끼는 철심, 코아라는 것도 미군부대에서 흘러나오는 거고. [...] 우리는 사용해 보니까 그걸 아니까, 이 성능에는 저 코아를 어떻게 끼어야 되고 어떤 걸 끼야 된다는 것을 아니까 우리가 해 주는 거지. [...] 해주니까 그게 맞거든요. 그러니까 와서 감사하다고 저거, 오히려 돈을 더 주고 인제 그걸, 그걸 가져간 거예요. 그런데 그 당시 그걸 만드는 사람도 사실은 공업계통에서 일을 배우구 한 사람이 한 거예요. 나와서 자기가 해보니까 안 되니까 이거 자기를 나름대로의 그걸 터득을 해서 만들어 낸 거예요. [...]”⁹¹

이와 같이, 계속해서 미군 부대를 통해 전기·전자 부품과 재료가 유출·유

⁹⁰ 서정욱, 『미래를 열어온 사람들』 (각주 6), 85-86.

⁹¹ 서울역사박물관, 『도심 속 상공인 마을』 (각주 31), 28.

통되었고, 당시 한국의 불안정한 전력 상황에 맞게 손수 조정과 시험을 수없이 해 본 시장의 기술이 공학적 설계의 실질적인 구현을 가능하게 했던 것이다.⁹² 그러나 청계천 시장의 기술 실천은 전기 공학이나 원자력 연구개발에 직접적으로 기여한 것이 아니므로 명명되지 않고 비가시화되어 왔다.

4.3 공식성의 비공식성 배제

비공식성의 공식성은 곧 비공식성의 배제가 시작되는 일이기도 했다. 금성사의 라디오 수신기 A-501의 제조와 판매는 1959년 한국 전자 산업의 시작을 알린 일이었는데, 그러면서 비공식성의 착종이 전사나 일화로 축소되기 시작했다. A-501과 후속 제품이 계속해서 출시되었는데, 부품 국산화 60%를 이루고 비교적 저가로 판매하는 데도 국산의 금성사 라디오는 잘 팔리지 않았다. 당시 금성사 내에서는 그 원인을 라디오 밀수품과 조립품이 만연한 데서 찾았다.⁹³ 1961년까지 지속된 판매 저조의 상황은 1960년에 군사 쿠데타로 권력을 찬탈한 박정희 정권이 편 정책에 따라 달라지기 시작했다. 1962년 시작된 제1차 경제개발 5개년 계획에 표명된 “수입 대체 공업화 전략”의 실현을 통한 자립 경제의 달성”의 목표가 추진된 것이다. 국산화와 경제 개발을 앞세운 군사 정권은 밀수품·조립품에 따른 국산품의 판매 저조를 좌시할 수 없었고, 국산 라디오 장려를 위해 밀수품 금지와 농촌 라디오보내기 운동을 벌였다.⁹⁴ 이 과정에서 비공식 부문에 걸쳐 있던 라디오상이 “국산 라디오”의 성공을 방해하는 세력으로 둔갑되고 말았다. 이러한 사후적 해석은 기업의 기관사를 통해 반복해서 강조됐다.

⁹² 당시 전력 상황과 산업을 다룬 연구로 다음 참조. 오진석, 『한국 근현대 전력산업사, 1898-1961』 (서울: 푸른역사, 2021). 당시 한국(특히 남한)의 발전 및 전력 공급망의 열악한 상태를 고려할 때, 그러한 하부구조를 전제로 한 유선 전선망의 연결없이 전파 신호를 주고 받을 수 있는 무전기(無電機), 전술한 대로 아마추어 무선가가 기여하기도 했던 소전력의 단파 방송, 전력 공급 없이 작동하는 광석 라디오 조립의 기술 문화, 그 수신력을 월등히 개선한 슈퍼헤테로다인 수신기의 조립과 대량 제조보급이 더욱 각별한 중요성을 띠었다. 그 함의는 더 나아가 강기동이, 의식하지 않았겠으나, 저속이더라도 저전력의 (그럼으로써 기기의 소형화를 가능케 해 디지털 시대를 연 핵심 기술이 된) CMOS 제조 기술 개발에 매진하고 이를 양산하는 제조 공장을 한국에 설립한 역사적 전개와 연결해 이해할 때 더욱 증폭된다. 이의 해명 역시 후속 과정로 삼는다.

⁹³ 김해수, 『아버지의 라디오』 (각주 6), 159.

⁹⁴ 같은 글, 154-162. 자세한 논의는 다음을 참조. 김희숙, “라디오의 정치: 1960년대 박정희 정부의 ‘농어촌 라디오 보내기 운동’”, 『한국과학사학회지』 38:3 (2016), 425-451.

『LG 50 년사: 1947~1997』는 A-501의 개발 무렵 “전국의 시장을 피엑스 유출품과 밀수품 라디오가 석권하고 있었으므로 업자들은 국산 라디오에 대한 관심이 크지 못했다”고 지적했고, 60년사 역시 “새로운 제품의 시장 진입을 허용하지 않으려는 라디오 판매상들의 견제와 과도한 요구로 많은 어려움을 겪지 않을 수 없었”음을 언급하며 박정희 정부의 농어촌 라디오 보내기 운동을 “위기에 봉착한 금성사를 기사화생시키는 대역전의 기회”로 서술했다.⁹⁵

배제의 역사는 비공식 부문만이 아니라 공식 부문이 정식화되는 과정에서도 나타났다. 강기동이 1974년 부천에 세운 한국반도체 공장은 CMOS/LSI의 제조장비를 도입하고 양산 단계에 들어섰지만, 당시 석유 에너지 위기의 국제 정치 경제 상황 속에서 부도 위기를 맞았다. 삼성은 경영난에 빠진 한국반도체를 인수함으로써 전세계적으로 몇 군데 없었던 첨단 반도체 제조 공장을 확보했지만, 주요 생산 제품을 당시 수출용 텔레비전이나 오디오 기기에 부속으로 들어간 트랜지스터로 결정했다. 트랜지스터는 당시 삼성이 “전적으로 수입에 의존하고 있는 반도체 중 숫자가 가장 많고 가장 쉬운 제품”으로, CMOS 기술에 비해 비교적 단순한 공정을 요구했다.⁹⁶ 그럼에도 불구하고, 이 더 “쉬운 제품”으로의 전환은 이후 삼성 반도체 사업의 역사를 처음으로 정리한 공식 문헌 속에서 기존 “한국반도체의 기술력”과 삼성이 “자체 개발”한 기술을 차별화하는 지점으로 여겨졌다.⁹⁷ 『삼성반도체통신십년사』에 따르면, CMOS/LSI 기술이 적용된 제품은 “호환성이 부족하여 시장 경쟁력이 약했”던 반면, 트랜지스터는 “개발에 성공했을 경우 전자공업 전반에 걸친 국산화 기여도가 대단히 큰 제품”이었다는 것이다. 당시의 시장 상황에서 일면 타당한 진단이지만, “자체 개발”의 공식 서사는 그에서 그치지 않았다. “당시 한국반도체의 기술력으로는 TR[트랜지스터]의 회로설계에서부터 웨이퍼 가공 공정 및 조립공정 개발에 이르기까지 전 공정의 완전 자체 개발을 성공한다는 것은 상당히 힘든 일이었다.” 결국 “TR 개발을 위해 구성된 개발전담팀은 착수 6개월만인 1977년 … TR 10종을 개발하는 데 성공”했고, “이 TR의 개발은 국내 기술진에 의해 회로설계에서부터 조립

⁹⁵ LG, 『LG 50년사: 1947~1997』 (서울: LG, 1997), 89. LG60년사편찬위원회, 『LG 60년사』 (서울: LG, 2007), 114; 김학숙, 앞 글도 참조.

⁹⁶ 강진구, 『(삼성전자)신화와 그 비결』 (서울: 고려원, 1996), 197-198. 강기동의 표현에 따르면, 트랜지스터는 “C-MOS 공정의 4분의 1만으로 쉽게 만들 수 있는”, “기술적으로 13년을 후퇴”한 제조품이었다. 강기동, 『강기동과 한국반도체』 (각주 3), 287.

⁹⁷ 이종구 편, 『삼성반도체통신십년사』 (각주 2), 174.

과정에 이르기까지 완전히 자체개발 되었”다는 점에서 “그 의미가 깊었다”는 것이다.⁹⁸ 삼성은 한국반도체의 인수 시점을 반도체 산업의 공식사의 개시로 설정하고 이를 “씨뿌리기”로 표현했지만, 그것은 지금까지 논의한 대로 라디오 조립의 기술 문화, 무전기 골목의 기술 시장, 아마추어 무선 활동, 재조립과 변통의 기술 실천의 비공식 부문이 축적되어 본격적인 산업의 꼴을 갖추려는 바로 그 시점에서 이 모든 혼합의 역사(役事)를 전유하는 동시에 그 착종의 역사(歷史)를 배제함으로써 공식화한 역사 서술의 기점인 것이다.

이처럼 “산업의 태동기” 서사는 비공식 부문의 비가시화를 동반했는데, 그렇다고 그 역사를 삭제하는 데까지 이른 것은 아니다. 배제된 비공식성의 흔적은 공식 서사상 전사, 개인적 일화, 혹은 자서전의 1장의 형태로 여기저기 흩어진 채 남아 있다. 위에서 살펴 본 대로 “자체 개발”의 역사를 구성하고자 했던 『삼성반도체통신십년사』 역시 1984년 광섬유 제조 장비를 설치하는 과정에서 “긴급히 부품을 수배하느라 청계천 골목을 뒤집고 다니기를 여러 번”했다는 점이 흥미로운 일화의 차원에서 짧게 언급하고 있다.⁹⁹ 한국반도체를 인수한 이후 삼성 반도체의 신화를 창조했다는 당시 삼성전자 사장 강진구도 자서전에서 다음과 같이 말한다.

지금은 각종 전자부품이 세운상가나 용산전자상가에 즐비하게 진열되어 있어서 무엇이든 필요한 것을 구할 수가 있지만, 그 당시에는 전자부품 전문점이란 한 곳도 없었다. 그래서 필요한 부품은 중고품상에서 구해야 했다. 아직도 청계천에 있는 장사동 고물 시장이 이 당시 우리의 주요 부품 공급원이었다. 군용 무선 장비를 비롯해 출처가 의심스러운 갖가지 물건들이 잡다하게 쌓여 있는 가운데서 필요한 부품들을 골라내야 했다.¹⁰⁰

청계천 고물 시장은 부품의 공급원일 뿐 아니라 임시변통을 가능하게 하는 제작소이기도 했다.

도저히 구할 수 없는 부품은 회로도를 변경하여 다른 부품으로 같은 성능을 내도록 설계하기도 했다. … 주위모은 부품에 맞추어서 새시를 만들어야 했다. 새시를

⁹⁸ 같은 글, 174.

⁹⁹ 같은 글, 224.

¹⁰⁰ 강진구, 『(삼성전자)신화와 그 비결』 (각주 96), 83.

제대로 만들 수 있는 공장은 청계천에 딱 한 군데 있었다. 물론 이 공장도 반노천이었다. ... TV송신 안테나는 [이후 한국과학기술연구원 부원장이 된] 정만영 박사가 올지로 기계공장을 뛰어다니며 제작했고 내부 회로도 잘 동작했다. ... 이것이 동양TV가 생기는 과정이었다.¹⁰¹

강진구가 동양 TV 방송국 개국과 함께 각종 방송 전자 장비를 처음으로 마련하는 상황에서 필수적이었을 위와 같은 착종의 과정은 삼성전자 사장으로 자리를 옮겨 반도체 산업의 초기를 다지는 과정에서도 불가피했을 것이다. 단적으로, 주력 제품을 트랜지스터로 전환한 지 8년여 후인 1982-83년경 삼성이 다시 CMOS 기반의 초고밀도 집적회로(VLSI)의 수출용 제조에 나서기 시작할 때, 아타리의 가정용 비디오게임 콘솔 및 애플 컴퓨터에 들어가는 디램(DRAM)의 시제품을 만드는 단계에서, 전자오락기와 애플 컴퓨터의 복제품이 제조되고 있던 청계천 전자상가에 가져가 시험을 한 바 있다.¹⁰²

[...] 당시 삼성과 LG가 반도체 회사를 만들기 시작했잖아요. CPU도 못 만들고 TTL 종류만 나왔는데... 삼성은 D램을 만들어서 우리 쪽 시장에서 시운전을 했어요. 우리 쪽에서 전부 검열을 다 받은 다음에 가져간 거지. 처음에는 전부 오작동을 했고. [... 애플 컴퓨터[용이]라는 데 4u6이라는 D램이 나왔어. 그땐 5V, 12V, -5V 전원 세 개가 들어가야 했고, 애플에는 최하 여덟 개가 들어가야 했어요. 여기서 테스트를 해서 불합격이면 수출을 못하고 다시 해야 했고. 애플 컴퓨터에 넣고 오락기에도 4u6이 많이 들어갔어요. 거기다 넣어서, 우리는 오작동하는 걸 ‘특성을 탄다’고 하거든. 삼성에서 나온 기술진들에게 이렇게 저렇게 하라고 조언을 해줬는데...

그 때 LG에서 최초로 Z80이라는 CPU를 만들었든가. [... LG도 Z80 때문에 우리 사무실에서 며칠씩 자고 가곤 했지, 특성을 보려고. 우리가 테스트할 때, 열이 나도록 일부러 담요를 뒤집어 씌우곤 했어요. 아니면 가스불로 열을 일부러 가하기도 했고. 그랬더니 어떤 현상이 일어난다, 자이로그 원제품은 문제가 없는데. 그럼 어디 포트에 문제가 있을 것이라고 조언을 해줬지. 그렇게 가져 갔어요. [...]¹⁰³

¹⁰¹ 이충웅, “동양TV와 청계천 장사동 시장” (각주 88), 265-268.

¹⁰² 자세한 논의는 다음을 참조. 조동원, “디지털문화 초기사 연구: 동아시아 지역학단의 전자오락기·개인용 컴퓨터 복제를 중심으로”, 『한국언론정보학보』 98 (2019), 166; Dongwon Jo, “Vernacular Technical Practices beyond the Imitative/Innovative Boundary: Apple II Cloning in the Early-1980s South Korea,” *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal* (forthcoming).

이러한 역사는 공식 기업사의 일화나 자서전에도 등장하지 않은 채 청계천 시장의 여러 전자 수리 기사의 기억 형태로만 그 흔적이 남아 있다.

무전기에서 라디오를 거쳐 반도체에 이르기까지 강기동, 서정욱, 김해수, 그 밖에 지금까지 알려지지 않은 수많은 인물의 기술 실천에서 우리는 정부와 기업의 공식적 역사 서술 속 성취를 가능하게 한 비공식적이지만 광범위한 저변의 기술 문화의 존재와 그것의 배제 양상을 확인할 수 있다. 주한 미군 부대와 기술 시장이라는 비공식적인 영역은 공식 기관 및 인물과의 착종 속에서 본격적인 개발 사업 착수와 신산업 진출을 가능하게 했지만, 비공식 영역이 비가시화되고, 이들과의 긴밀한 연계보다는 이들과 구분되는 순수한 동종의 역사로서 “자재 개발” 내지 “국산화” 성취라는 상찬만이 남게 된 것이다. 우리는 이 과정을 두고 다음과 같은 질문을 던져볼 수 있다. 1960년대 이후 한국의 대학, 국·공립 연구소, 기업의 주요 기관이 설립되며 이른바 산·학·연의 제도적 연계가 그 공식성을 구축해 나갈 때 왜 그들 모두가 여러 측면에서 의존해야 했던 기술 문화 및 기술 시장은 포함할 수 없었는가? 이는 산·학·연을 중심으로 한 현대 한국의 과학·기술 공식사를 외재적으로 구성해 온 이질적 요소를 그 실제의 역사로 다시 쓸 때 온전히 해명할 수 있을 것이다.

5. 결론: “꽃꽂이 기술 문화”와 산업의 발단

서정욱은 전자교환기 개발 과정을 돌아보며 “우리의 기술 풍토는 스스로 씨를 뿌리고 싹을 틔워 꽃을 피우는 것이 아니라 남의 밭에서 자란 꽃을 꺾어 오듯, 외국 기술을 도입하거나 모방하는 「꽃꽂이 기술 문화」가 지배적이었다고 개탄한 바 있다.¹⁰⁴ 삼성은 반도체 사업에 진출했던 1974년을 “씨뿌리기”로 표현하며 그 역사가 이제 막 시작됐다고 꾸민 반면, 서정욱은 “우리의 기술 풍토” 속에서 이루어진 이종 간 접목의 역사를 인정하지 않을 수 없었던 것이다. 서정욱의 개탄에 실린 어감과는 다를 수 있지만, 이 글은 2021년 한국을 표상하는 “선진국”이나 “국가 혁신”의 수사 속에서 주목받는 첨단 기술 산업의 “꽃”이 피기까지 그 토양, 이종, 착근, 성장에 주목하고자 했다. 개화는 지식과 실행, 과학

¹⁰³ 장사동의 전자 회로 개발자 면접, 2017년 1월 24일.

¹⁰⁴ 서정욱, 『미래를 열어온 사람들』 (각주 6), 93.

과 기술, 기술과 문화, 아마추어와 전문가, 민간과 군사 영역, 비공식과 공식 부문 간 끊임없는 착종의 결과물이었다.

이 연구는 선행 연구가 탐색한 시험과 겨냥의 토착적 과학 실천, 과학이 아닌 지역 필요성에 조응한 발명, 비공식적이고 자생적인 지식 생산의 정보 질서, 농민의 자율적이고 합리적인 그러나 배제된 영농 기술, 그러면서도 문화 속에서 산업의 기술을 체득하고 비판적 제작을 선보이며 시민 참여를 수행해 온 긴 역사가 더 나아가 공식 제도사를 구성해 왔던 경과를 조명하고자 했다. 아마추어 무선 라디오 활동의 기술 문화를 사례 연구로 하여 전자 기술의 비공식적 도입 과정으로서, 서구의 선진 기술물이 있는 그대로 도입돼 사용된 것이 아니라 해체와 재조립의 변형 과정을 거친 것이고, 이를 위해 엘리트만이 아니라 무명의 수많은 기층 행위자가 관여한 것이었으며, 그 저변의 실천과 환경 속에서 공식적 산업과 제도의 역사가 가능하게 됐다는 착종의 역사적 접근을 시도해 본 작업이다.

자서전 1장을 실마리로 삼아 그 착종사를 탐색하면서 우리가 참조한 여러 자서전의 주인공은 제도권에서 상용품을 개발하는 데 성공한 인물들이지만, 이들은 공통적으로 전쟁의 시기에 태어나거나 성장기를 보낸 사람들로 어릴 적 군 용품을 접한 경험이 있었다. 이처럼 자서전의 1장은 일차적으로 후속 장이나 세간에 널리 회자되는 공식사가 만들어지기 이전 비공식적 영역에서 펼쳐진 실천의 중요성을 새롭게 탐구할 수 있는 장을 열어준다는 점에서 사료적 의의를 지닌다. 그에 따라 우리가 시야를 확장해 포착하려 한 것은 그러한 착종의 역사가 전개된 장소로서 주한 미군 부대 및 기술 시장의 의의다. 해방 이후 물자 부족의 열악한 조건 속에서 서울의 장사동, 부산의 광복동 등지에 형성된 기술 시장에서는 외래의 물품을 분해하고 조립하고 수리하며 재활용하는 일종의 생존 및 생활 방식이 자리 잡았다. 이 중에서도 장사동의 중고물상 거리는 전쟁의 맥락 속에서 무선 과학, 무선 통신 기술, 아마추어 라디오 문화가 교차한 도시의 대중 기술 시장이었다. 주로 전자 부품 유통의 본거지로서 조립 라디오의 저가 보급과 수리를 수행한 청계천 중고 시장은 이후 스피커 방송, 조립식 건축에 이어 텔레비전 방송 장비, 컴퓨터를 제작 및 유통하는 전자 상가로 성장하면서 현대 한국의 전자 기술과 산업이 뿌리내릴 수 있는 토양이 되었다. 이 곳은 아마추어 전자 기술 문화가 형성된 장소였고, 이후 설립된 여러 공식 과

학·기술 기관과 기업의 연구·개발 및 제조 활동이 의존해야 했던 물자, 지식, 수행의 한 원천이었다.

산업 발단의 공식사는 이러한 비공식적 기술 문화와 기술 시장에 뿌리를 두고 개화할 수 있었다. 그럼에도 “원천 기술”이라는 뿌리가 없다고 개탄하는 꽃꽃이 기술 문화라는 명명은 외래의 기술이더라도 그 개화에 이르기 위해 한국의 토양에서 새로 뿌리를 내린 역사를 부정하는 일이다. 위로 개화를 하고 아래로는 착근을 했는데, 그 뿌리 내린 곳은 땅속에 묻혀 있다. 식생에서는 “자연”스러운 일이겠지만, 역사에서는 부정과 배제의 기술 생태사라고 할 수 있다. 이에 도전하는 최근의 몇 연구는 국산화로 점철된 한국 과학기술계의 연구개발 서사,¹⁰⁵ 그리고 혁신의 언어로 기록된 산업사가¹⁰⁶ 신화적이고 정수된 구성물이라는 점에 착목하고 있다.

미군 부대의 무전기가 기술 시장과 문화의 무수한 실천을 거쳐 라디오로 전환되는 과정에서 해체되고 재조립되는 와중에도 계속해서 자리 잡고 있었던 슈퍼헤테로다인은 미군 부대와 기술 시장, 아마추어 무선사와 금성사를 연결하고 비공식성-공식성을 결합하여 이해하도록 매개한 역사적 기술물이었다. 슈퍼헤테로다인을 해체, 조립, 수리하며 무전기를 라디오로 전환시켰던 기술적 경험은 이후 벨 연구소와 모토로라의 연구개발 네트워크와 접목되어 현재는 고집적 반도체 제조의 주류 기술로 자리 잡은 CMOS가 탄생하고 확산하는 한 요소가 되기도 했다. 이러한 역사적 분석의 대상으로서 서로 다른 전파를 엮어내 맥놀이를 발생시키는 슈퍼헤테로다인, 그리고 전하를 이동시키는 정반대의 두 방식이 대칭으로 결합하여 상보적인 효과를 내는 CMOS가 통신 및 전자 기술의 혁신을 일구어냈다는 점을 상기한다면, 이 기술물들은 현대 한국 기술사·산업사의 연구 방법을 향상하는 데도 유용한 착종사의 유비 장치일 것이다. 즉, 기술 실천 속 슈퍼헤테로다인의 이중 전파 간 합성과 증폭이나 CMOS의 상보적 전하 이동 기제와 비등하게, 한국의 기술 도입 과정을 서구가 보낸 전파를 일방적으

¹⁰⁵ 임재운, “기술도입, 국내 R&D, 그리고 기술 ‘국산화’: 선경화학 폴리에스터 필름 제조 기술과 그 보호를 둘러싼 논쟁 분석, 1976-1978” (서울대학교 석사학위 논문, 2016); 최형섭, “한일 기술 교류와 ‘국산화’ 개념의 변화”, 『일본비평』 13:1 (2021), 190-211.

¹⁰⁶ Sangwoon Yoo, “Innovation in Practice: The ‘Technology Policy’ and the 4Mb DRAM R&D Consortium in South Korea in the 1980s and 1990s,” *Technology and Culture* 61:2 (2020), 385-415; Dongwon Jo, “Vernacular Technical Practices beyond the Imitative/Innovative Boundary (cit. n. 102).

로 받기만 하는 행위로 보는 구도를 넘어서 선진국-개도국 및 원천-변용 간 착종의 역사로 접근할 수 있는 것이다. 기술 변용이 다시 개발로 역류하는 실천 행위를 가능하게 했던 취미가-전문가, 수리점-연구소, 시장-공장, 문화-산업, 비서구-서구, 비제도-제도 간 상호 형성 과정을 종횡하는 기술사 연구의 만개를 기대한다.

(투고: 2021년 11월 01일, 심사 완료: 2021년 12월 14일, 게재 확정: 2021년 12월 15일)

From Walkie-talkie to Radio Receiver: An Entangled History of Electronic Technological Culture and the Beginning of Semiconductor Industry

YOO Sangwoon (Hanbat National University)

JO Dongwon (Korea Advanced Institute of Science and Technology)

Abstract. Most mainstream historical accounts of South Korea's technological development have portrayed the 1970s as the period when the 'seed' of high-tech industries such as semiconductors was sown in its ground. This paper challenges this notion by asking how the soil for budding high-tech industries was prepared not only formally but informally. It aims to reveal the process through which the now-invisible but broad technological culture provided the historical context for the development of formal R&D and industry. During the turmoil of the series of wars in the 1940-50s, military supplies released from the United States' military camps to major popular markets and radio repairshops to the technological culture of amateur radio activity were dismantled, distributed, and reassembled. This paper approaches such an informal process of technology introduction as an entangled history constructed through interactions between amateur and expert, non-institutional and institutional activities, and culture and industry. This approach will shed light on the existing notions of R&D, innovation, and localization in South Korea's history of science and technology as historical constructs from such entanglement.

Keyword. entangled history, technological culture, technological market, military supplies, amateur radio, walkie-talkie, superheterodyne, semiconductor industry, CMOS