



연구보고서 21-28

미중 반도체 패권 경쟁과 글로벌 공급망 재편

정형근
윤여준
연원호
김서희
주대영

미중 반도체 패권 경쟁과 글로벌 공급망 재편

정형곤 · 윤여준 · 연원호 · 김서희 · 주대영

연구보고서 21-28

미중 반도체 패권 경쟁과 글로벌 공급망 재편

인 쇠 2021년 12월 24일
발 행 2021년 12월 30일
발행인 김흥종
발행처 대외경제정책연구원
주 소 30147 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 경제정책동
전 화 044) 414-1179
팩 스 044) 414-1144
인쇄처 일지사(02-503-6971)

©2021 대외경제정책연구원

정가 10,000원
ISBN 978-89-322-1820-5 94320
978-89-322-1072-8(세트)



글로벌 반도체 시장은 디지털 전환(DX), 4차 산업혁명(4IR) 실현에 따른 AI, 빅데이터, 메타버스, 자율주행차, 디지털 화폐, 블록체인 등 신기술의 발달로 지속적인 성장이 예견된 가운데 미국, 중국을 비롯한 주요국은 반도체 산업 글로벌 공급망 확보를 위해 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 그동안 자유무역을 기반으로 형성된 반도체 산업의 글로벌 분업구조는 기업의 혁신과 기술개발의 원동력이 되었으나, 이제 기술 민족주의와 함께 자국 내 가치사슬 형성을 도모하는 추세가 글로벌 반도체 산업 전반에 걸쳐 부정적 영향을 미칠 것으로 전망된다. 날로 심화되어 가는 미중 반도체 패권 경쟁은 글로벌 반도체 공급망 재편뿐만 아니라 우리 경제에도 큰 영향을 미칠 수 있다. 이에 본 연구에서는 미국과 중국의 반도체 산업 육성정책과 함께 우리 반도체 산업의 공급망 구조와 리스크를 자세히 분석하고 대응방안을 모색한다. 본 연구보고서는 총 5개의 장으로 구성되었다.

제1장에서는 선행연구에 대한 평가를 통해서 본 연구와의 차이점을 자세히 서술하고, 연구방법론과 학술적·정책적 기여도에 대해서 설명한다.

제2장에서는 글로벌 반도체 공급망 현황을 분석하고 미국 반도체 산업 공급망 리스크에 대해서 분석한다. 현재까지 글로벌 반도체 산업은 가치사슬별 분업화가 잘 발달되어 왔다. 반도체 개발 초기단계인 칩리스(Chipless) → 설계 전문(Fabless) → 수탁전문(Foundry) → 패키징·검사(ATP) → 납품(Delivery)으로 국제분업화가 이루어져, 각 국가의 제조 강점에 따라 GVC가 정착되어 왔다. 이들은 제품기술개발(Product Technology)이 강한 국가(미국, 유럽), 제조공정기술(Process Technology)이 강한 국가(한국, 대만), 조립

검사(ATP) 생산의 비교우위가 높은 국가(중국, 대만, 말레이시아, 베트남) 등으로 글로벌 가치사슬이 조성되어 수십 년 동안 생산 효율성을 도모해 왔다.

미국 반도체 기업들은 글로벌 공급망에서 시장점유율로는 월등히 세계시장을 앞서고 지배력을 발휘하고 있다. 하지만 제조공정별로 살펴보면 미국은 웨이퍼 가공공정 부문과 EUV 장비에 취약하며, IC 설계 및 관련 지적재산권(IP), 제조장비 등의 세계시장 점유율은 여전히 높다. 최근 들어 반도체 공급망 리스크가 커짐에 따라 각국은 자국 반도체 생산능력 강화정책으로 적극 대응하고 있다.

최근 미국정부 역시 반도체 등 주요 산업분야에 대한 공적 지원체계에 엄청난 변화가 있었다. 2019년 이전에는 연방정부의 각 부처와 지방정부에 의한 개별 프로젝트 지원이 중심이었지만, 2020년부터 큰 예산이 동반된 종합적인 지원체계를 갖춘 법안이 제출되어 의회와 협력을 도모하고 있다. 2020년 6월 「CHIPS(Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors) for America」 법안이 제출되었는데, 이 법안은 미국 내 반도체 제조를 부활시키기 위해 R&D에 자금을 제공하고 기술 공급망을 확보하는 것을 목표로 하고 있다. 이후 제안된 「American Foundries Act of 2020(AFA)」은 반도체 제조시설 확대를 촉진하기 위한 보조금 제공을 목적으로 하는 법안이다. 이 두 법안은 2021년 6월 「미국 혁신경쟁법(United States Innovation and Competition Act of 2021)」에 포함되어 상원에서 가결된 상태다. 이 법안은 반도체를 포함해 미국의 과학기술 역량을 강화하고 중국의 안보 위협에 대응하기 위한 내용으로 구성되어 있으며, 특히 각종 조사나 중국에 대한 제재조치에 있어 동맹국의 협조가 강조

되고 있어 동 법안의 향방을 예의주시할 필요가 있다.

제3장에서는 미국과의 반도체 패권 전쟁 당사국인 중국의 반도체 산업 육성 정책에 대해서 다룬다. 중국의 반도체 산업은 2016년 이후 연평균 12%씩 급 성장했고, 중국은 글로벌 반도체 소비의 60%, 최종 수요의 33%를 차지하고 있다. 한편 중국은 반도체 수입에 있어 한국과 대만에 크게 의존하고 있다. 중국 내 반도체 수요가 계속 증가하고 있는데, 중국의 반도체 수지 적자는 2020년 -2,337억 달러에 달했다.

중국은 현재 반도체 소비시장의 역할만을 할 뿐 제조와 관련된 모든 핵심 기술들은 미국 및 미국의 동맹국, 그 파트너 국가들이 보유하고 있다. 미국의 대중 반도체 산업 제재는 10nm 미만의 첨단산업에 대한 제재이며 그 이하의 범용기술에 해당되는 미국 제품의 대중 수출은 허가하고 있다. 중국은 글로벌 반도체 매출 점유율의 5%만을 차지하고, 주로 공급망상 조립·테스트·패키징(ATP) 부문에 참여하는 등 글로벌 반도체 공급망에서 제한된 역할을 한다.

중국정부는 반도체 수입의존도와 공급망 리스크를 낮추기 위해 반도체 분야에 막대한 투자를 유도하고 있다. 아울러 2021년 3월 「14차 5개년 계획 및 2035 중장기 목표」에서 반도체 분야를 전략육성 분야의 하나로 선정하고, 빅펀드라 할 수 있는 국가 반도체 대기금, 중국판 나스닥이라 할 수 있는 킴쑹반, 세제지원 등을 통해 반도체 산업을 육성하고 있다. 그러나 현재 미국이 추진하고 있는 수출통제, 투자제재, 금융제재는 중국의 반도체 자립도를 높이는 데 큰 장애요인이 되고 있다.

제4장에서는 글로벌 반도체 산업 공급망을 기업 차원에서 분석하고 이를 통해

글로벌 공급망상에서 미국과 중국 반도체 기업의 위상을 분석했다. 네트워크 분석을 활용하여 글로벌 반도체 공급망 현황을 분석하고 이를 도식화하였으며, 반도체 기업간의 매개 중심성(between centrality)과 연결 중심성(degree centrality)을 추정하여 해당 기업의 공급망 내 위치를 파악하고자 했다. 네트워크 분석에 있어서 전체적으로 미국기업과 삼성전자의 강세가 두드러졌으며 중국기업은 약세를 면치 못했다. 다만 중국의 화웨이(Huawei), 레노버(Lenovo), 샤오미(Xiaomi) 정도가 글로벌 공급망에서 어느 정도의 존재감을 보여주는 상황으로 파악되었다. 이들 중국기업은 반도체 생산에 직접 관여하지는 않지만 PC, 스마트폰, 태블릿 등 IT 기기를 생산하는 기업으로서 반도체의 소비자 역할을 한다.

본 연구에서 전체 기업간 네트워크를 기반으로 추정한 매개 중심성은 삼성전자가 0.259로 가장 높고, 그 뒤를 인텔(Intel), 퀄컴(Qualcomm) 등 미국기업과 대만의 TSMC가 따르고 있다. 매개 중심성을 볼 때 반도체 산업의 전체 공급망 네트워크에서는 설계·제조 혹은 파운드리 기업이 다른 부문에 비해 중요한 위치를 차지한다는 것을 알 수 있다. 연결 중심성의 경우도 매개 중심성 순위와 매우 유사하게 나타났다.

이 장에서 설계와 제조에 특화된 중국의 하이실리콘(Hisilicon)과 파운드리에 특화된 SMIC는 글로벌 반도체 공급망에서 영향력이 크지 않음을 확인했다. 이들 중국기업은 매우 높은 대외 의존도를 보이고 있고, 특히 반도체 생산기업은 아니지만 글로벌 공급망상에서 중요한 위치를 차지하고 있는 중국의 화웨이는 미국기업에 대한 의존도가 매우 높음을 확인했다. Eikon 데이터베이스에

의하면 SMIC에 물건을 공급하는 기업 중 미국기업이 1/3가량으로 가장 높은 비중을 차지하였고, 그 밖에 영국, 독일, 네덜란드 등 유럽의 기업들이 높은 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 반도체 생산기업은 아니지만 공급망에서 중요한 위치를 차지하고 있는 화웨이 역시 높은 대외 의존도를 지니고 있는 것으로 나타났다. 화웨이에 물품을 공급하는 기업 중 미국기업이 차지하는 비중은 절반에 가까운 43%에 달하며, 판매처 중 미국기업이 차지하는 비중은 약 20%인 것으로 나타난다. 화웨이의 공급처와 판매처 중 미국기업이 가장 큰 비중을 차지하는 것이다. 반면 중국 자국기업이 차지하는 비율은 공급처와 판매처 각각 15% 및 10% 정도인 것으로 조사되었다. 이렇듯 중국기업의 높은 대외 의존도 역시 자립화를 어렵게 만드는 요인이다. 앞으로도 중국 반도체 기업들은 미국 주도의 글로벌 반도체 공급망에서 상당 기간 어려움에 처할 가능성이 높다.

마지막으로 제5장에서는 한국 반도체 산업의 공급망 구조에 대해서 자세히 분석했다. 2020년 한국의 반도체 수입액은 약 570억 3천만 달러이며, 중국(31.2%), 대만(20.4%), 일본(13.6%) 순으로 수입했다. 시스템 반도체가 총 반도체 수입의 39.1%, 메모리 반도체가 31.7%를 차지하여 두 품목이 70.8%를 차지하고 있다. 중국과 홍콩으로부터는 메모리 반도체(78.3%)와 시스템 반도체(44.6%)가 대부분을 차지하며, 대만으로부터는 시스템 반도체, 일본과 미국으로부터는 반도체 장비와 소재 수입이 많다. 반도체 소재는 12개 품목이 총수입의 80.9%를 차지하며, 대일 의존도가 매우 높다. 2020년 반도체 수출액은 약 954억 6천만 달러이며, 중국(43.2%), 홍콩(18.3%), 베트남(9.6%) 순으로 수출하고 있다. 메모리 반도체가 총 반도체 수출의 62.0%, 시스템 반도체가 28.0%를

차지하여 두 품목이 90.0%를 차지한다. 중국과 홍콩으로 메모리 반도체의 71.3%, 시스템 반도체의 46.6%를 수출하며, 중국이 큰 비중을 차지한다.

한국은 중국 및 미국으로 이어지는 글로벌 공급망 거점을 구축하여 지역별로 특화된 생산체제를 구축했다. 중국에는 패키징 업체가 많아 이를 활용하기 위해 웨이퍼 가공된 반제품 수출이 대부분을 차지하며, 중국으로부터 수입은 삼성전자, SK하이닉스 등 현지 투자법인으로부터 한국으로 수출하는 기업 내 무역이 많다. 한편 글로벌 공급망에서 일본이 압도적인 우위를 가지고 있는 분야의 공급망 관리에 유의할 필요가 있다. 한국은 당분간 일본 소부장 산업에 의존해야 하는 기술적 취약성으로 관련 품목의 공급망 관리에 주의할 필요가 있다.

반도체 소재를 생산하는 한국기업의 원료 수입 등 원천기술 미확보로 인해 해외의존도가 높은 것도 큰 리스크다. 반도체 제조 기초 원료와 함께 반도체 공정 수입품목 중에서 한 국가의 점유율이 50% 이상을 차지하는 품목은 공급망 리스크 대상으로 간주하여 상시적으로 관리할 필요가 있다.

미국의 반도체 주도권 강화와 미중 디커플링 정책은 반도체 산업 글로벌 공급망 구조에 가장 큰 변수다. 미국은 반도체 핵심기술에 대한 통제를 강화하면서 중국 반도체 산업이 신기술에 접근하지 못하도록 중국을 포위하는 ‘디지털 만리장성(萬里長城)’을 쌓아 철저히 중국 기술에 대한 접근을 차단할 것으로 전망된다. 미국은 반도체 기술패권으로 중국을 통제하면서 중국에 투자한 반도체 기업들의 탈중국화를 장기적으로 유도할 것이며, 첨단 반도체 생산은 중국 외 지역에 두는 공급망 구조로 재편하고자 할 것으로 전망된다. 반도체 핵심기술 선진국과 독점기술 기업들의 글로벌 시장 지배력 및 동맹국 간 공급망 구조

강화도 예상된다.

세계는 기술패권을 이용한 헤게모니 전쟁 중으로, 이런 ‘신냉전’ 속에서 일본은 한국의 반도체 산업에 대해 지속적으로 견제할 것이며, 미국·일본·대만 반도체 동맹은 한국 반도체 산업에 도전이 될 수 있다. 우리 반도체 기업들은 중국 내 진출한 다국적 기업과 중국기업의 반도체 수요를 충족하며 성장해 왔으나, 향후 미국의 자국 반도체 기술 통제정책의 방향에 따라 상당 부분 영향을 받을 것으로 예상된다.

공급망의 다원화 및 중복은 필수 사안이며, 우리 반도체 산업은 글로벌 가치 사슬의 전환시대에 직면해 있다. 단기적으로는 미국 주도의 공급망에 적극적으로 진출하고 우리의 자체 공급망 안정화에도 힘을 기울일 필요가 있다. 특정 국가에 편중되어 있는 공급망을 분산시키기 위해 현재의 공급망 재편을 기획할 필요가 있다.

정부의 K-반도체 육성전략과 더불어 R&D 인력 확충, 반도체 종합연구원 설립, 수도권외의 반도체 공장 입지지원과 규제 개선이 시급하다. 「수도권정비계획법」을 유연하게 운영하고, 특별법 제정으로 반도체 전문대학원을 신설할 필요가 있다. 최근 중국은 반도체 대학을 다수 설립해 반도체 인력 양성에 적극적 인바, 이를 벤치마킹할 필요가 있다.



국문요약 3

제1장 서론 19

1. 연구의 필요성 및 목적 20

2. 선행연구 26

3. 연구의 구성과 차별성 31

 가. 보고서의 구성 31

 나. 연구방법, 데이터, 기대효과 33

제2장 미국의 반도체 산업 육성정책 37

1. 글로벌 반도체 공급망 현황 38

 가. 글로벌 반도체 시장 트렌드 38

 나. 글로벌 반도체 산업 공급망 44

2. 미국 반도체 산업 공급망 리스크 50

 가. 미국 반도체 수급 동향 50

 나. 미국 반도체 산업 공급망 리스크 61

3. 미국의 반도체 산업 정책방향 69

 가. 공급망 안정화의 필요성 69

 나. 반도체 산업 육성정책 현황 71

4. 소결 85

제3장 중국의 반도체 산업 육성정책 89

1. 중국의 반도체 산업 현황과 공급망 리스크 92

 가. 중국의 반도체 산업 생태계 92

나. 중국 반도체 산업의 공급망 리스크: 낮은 자급률	94
2. 미국의 대중 반도체 산업 제재	100
가. 미국의 대중국 인식	100
나. 미국의 대응	102
다. 미국의 제재 수단: 수출통제, 수입통제, 투자제재, 금융제재	102
라. 미국의 정책목표	106
3. 중국의 대응과 반도체 산업 정책방향	108
가. 중국의 반도체 정책	111
나. 신형 인프라 투자와 반도체의 중요성	112
다. 중국의 반도체 국산화 전략	114
4. 소결	123

제4장 반도체 공급망의 현황과 시사점: 네트워크 분석 129

1. 서문	130
2. 데이터 및 분석방법	131
가. 데이터	131
나. 분석 방법 및 범위	133
3. 분석결과	135
가. 장비 부분의 공급망	135
나. 설계 및 제조 부분의 공급망 현황	138
다. 파운드리 부분의 공급망	141
라. 반도체 산업 전체 공급망	142
4. 소결 및 시사점	146

제5장 정책적 시사점과 한국정부의 과제	149
1. 한국의 반도체 수출입 동향	150
가. 반도체 수입 현황	151
나. 반도체 수출 현황	160
다. 한국 반도체 산업의 글로벌 공급망 구축 현황과 배경	169
라. 반도체 공급망 리스크 분석	174
2. 우리 정부의 대응과 과제	188
가. 반도체 산업 글로벌 공급망 변화 전망	188
나. 한국 반도체 산업의 SWOT 분석	195
다. 반도체 공급망 리스크에 대한 대응방향	198
라. 국내 반도체 산업의 발전방안	204
 참고문헌	 214
 Executive Summary	 220



표 차례

표 2-1.	글로벌 반도체 시장 현황과 전망	39
표 2-2.	글로벌 반도체 시장의 IC 제품별 성장률 순위	43
표 2-3.	글로벌 반도체 시장의 지역별 비중 추이	43
표 2-4.	글로벌 Top-10 반도체 기업의 매출 순위(2Q21 기준)	48
표 2-5.	글로벌 반도체 산업의 경쟁구조 전환	50
표 2-6.	미국의 주요 반도체 기업	51
표 2-7.	인텔의 GVC 거점 현황	52
표 2-8.	미국 시스템 반도체의 국별 수출 추이	54
표 2-9.	미국 시스템 반도체의 국별 수입 추이	56
표 2-10.	글로벌 반도체 제조장비 기업의 매출 순위	57
표 2-11.	글로벌 반도체 제조능력의 국별 비중	62
표 2-12.	웨이퍼 가공 제조능력의 세계 지역별 비중(2019년)	64
표 2-13.	글로벌 반도체 공급망 내 미국의 위상	64
표 2-14.	글로벌 반도체 기업의 품목별 시장점유율 현황(2020년)	67
표 2-15.	동아시아의 지정학적 리스크 요인	71
표 2-16.	미국의 반도체 산업에 대한 지원 형태	73
표 2-17.	미국 상무부의 반도체 공급망 위험에 관한 의견서 요구사항 요약	77
표 2-18.	미국의 반도체 공급망 단계별 평가 요약	80
표 2-19.	백악관의 반도체 공급망 강화를 위한 권고사항 요약	82
표 2-20.	미국 반도체지원법의 긴급예산 편성안 내역	83
표 2-21.	반도체 산업 관련 기업의 질문 내용	85
표 3-1.	매출 기준 중국의 Top 5 반도체 기업	96
표 3-2.	중국 반도체 기업의 제조 거점	98
표 3-3.	미국의 중국기업 Entity List 추가 추이	103

표 3-4.	중국의 해외 반도체 인수 시도 사례	104
표 3-5.	2021년 6월 3일 발표 미 재무부 OFAC NS-CMIC 리스트 중 반도체 관련사	106
표 3-6.	중국의 신형 인프라 구축 계획	112
표 3-7.	13차 5개년 계획 vs. 14차 5개년 계획에 나타난 반도체 육성 목표	115
표 3-8.	빅펀드 1기 투자 주체 및 비중	117
표 3-9.	반도체 산업 관련 중국의 새로운 세제 지원 내용 요약	120
표 3-10.	중국의 반도체 세제 지원 관련 최근 정책 및 법규정 제정 추이 ..	121
표 3-11.	2021년 3, 4월 세금우대 적용 조건 구체화 내용 요약	122
표 3-12.	반도체 공급망상 병목지점(choke-point)	125
표 3-13.	중국 반도체 장비기업의 세계시장 점유율	125
표 3-14.	중국의 반도체 산업 경쟁력 전망	126
표 4-1.	장비기업의 매개 및 연결 중심성	137
표 4-2.	설계 및 제조 기업의 매개 및 연결 중심성	140
표 4-3.	주요 파운드리 기업의 매개 및 연결 중심성	142
표 4-4.	전체 공급망상 주요 기업의 매개 중심성	144
표 4-5.	전체 공급망상 기타 기업의 매개 및 연결 중심성	145
표 5-1.	반도체 품목 분류	150
표 5-2.	2020년 국가별 반도체 수입동향	152
표 5-3.	2020년 품목별 반도체 수입(대분류)	152
표 5-4.	소재 수입 상위 5개 국가	157
표 5-5.	주요 소재 수입 현황(2020년 기준)	158
표 5-6.	2020년 국가별 반도체 수출동향	161

표 5-7.	2020년 반도체 수출-대분류	162
표 5-8.	2020년 중국과 홍콩으로의 반도체 수출동향-소분류	166
표 5-9.	2020년 반도체 소재 수출	167
표 5-10.	2020년 10대 수출 상위 소재 품목	167
표 5-11.	반도체 공정 수입품목 중 점유율 50% 이상 차지하는 기술/품목(2020년 기준)	180
표 5-12.	다이오드의 대중 수입	181
표 5-13.	메모리 반도체의 대중 수입	182
표 5-14.	실리콘 웨이퍼의 대일 수입	182
표 5-15.	웨이퍼 제조장비의 대일 수입	182
표 5-16.	반도체 조립장비의 대일 수입	182
표 5-17.	집적회로 반도체 부품의 대미 수입	183
표 5-18.	반도체 수입의존도 70% 이상 품목과 국가별 분포 (2020년 기준)	183
표 5-19.	반도체 대일 수입 70% 이상 품목(2020년 기준)	184
표 5-20.	한국 진출 일본 반도체 재료기업(2011~19년)	186
표 5-21.	한국 반도체 산업의 SWOT 현황	197
표 5-22.	미국의 대중 제재에 대응한 중국의 법·제도 정비동향	202
표 5-23.	한국의 반도체 산업 육성전략	204
표 5-24.	한국 반도체 지원법안	206



그림 차례

그림 2-1. 글로벌 반도체 섹터별 시장구조	39
그림 2-2. 글로벌 반도체 공급망의 경쟁구도	45
그림 2-3. 글로벌 반도체 비즈니스 모델별 시장점유율(2020년)	46
그림 2-4. 미국 전체 반도체의 수출 추이	53
그림 2-5. 미국의 시스템 반도체 수출 배경	54
그림 2-6. 미국 전체 반도체의 수입 추이	55
그림 2-7. 미국의 시스템 반도체 수입 배경	56
그림 2-8. 미국 반도체 제조장비의 수출 추이	59
그림 2-9. 미국 반도체 제조장비의 국별 수출 추이	60
그림 2-10. 미국 반도체 제조장비의 수입 추이	60
그림 2-11. 미국 반도체 제조장비의 국별 수입 추이	61
그림 2-12. 반도체 가치사슬의 부가가치 이동	65
그림 2-13. 미국 반도체 산업 지원정책의 추진체계	74
그림 2-14. 미국 연방정부의 반도체 산업 지원형태 변화	76
그림 3-1. 글로벌 반도체 매출 점유율(2019년)	91
그림 3-2. 글로벌 반도체 생산 점유율(2019년)	91
그림 3-3. 중국의 반도체 산업 시장규모 추이	93
그림 3-4. 중국의 반도체 생태계	94
그림 3-5. 주요국의 반도체 순수출	95
그림 3-6. 중국 반도체 시장규모 vs. 중국 내 반도체 생산 역량	96
그림 3-7. 중국계 팹리스 기업의 시장점유율	97
그림 3-8. 중국계 파운드리 기업의 시장점유율	98
그림 3-9. 중국 내 파운드리 시장점유율 변화: TSMC vs. SMIC	99
그림 3-10. 반도체 품목별 중국기업의 시장점유율	100

그림 3-11. 미국 반도체 기업 인수 시도 건수와 CFIUS 심사건수 추이 · 105	
그림 3-12. 미중 갈등 본격화 이후 SMIC 공급망 변화 비교 (2016 vs. 2020)	108
그림 3-13. 국가별 대표 기업의 첨단 반도체 개발 현황과 격차	110
그림 3-14. 향후 10년간 중국의 연간 신형 인프라별 투자 예상금액 ·	113
그림 3-15. 신형 인프라별 관련 반도체 수요 전망	114
그림 3-16. 빅펀드 1기 투자 분야	117
그림 4-1. 반도체 공정별 주요 기업의 매출액	132
그림 4-2. 네트워크의 예	134
그림 4-3. 장비 부분 공급망	136
그림 4-4. 설계·제조(파운드리 제외) 부분 공급망	139
그림 4-5. 파운드리 부분 공급망	141
그림 4-6. 반도체 전체의 공급망	143
그림 4-7. 화웨이와 거래 기업의 국적 비중	147
그림 5-1. 반도체 품목별 수입-대분류	154
그림 5-2. 한국의 반도체 품목별 수입-소분류	156
그림 5-3. 국가별 주요 소재 수입품목	159
그림 5-4. 주요 소재 13개 품목 수입동향	160
그림 5-5. 반도체 품목별 수출-대분류	163
그림 5-6. 주요국의 반도체 품목별 수출-소분류	165
그림 5-7. 10대 소재 수출 현황(2020년 기준)	168
그림 5-8. 한국 반도체 기업의 해외투자	169
그림 5-9. 한국 반도체 기업의 해외 생산거점 현황	171
그림 5-10. 한국 반도체 기업의 국별 수출 배경	173

그림 5-11. 한국 반도체 기업의 국별 수입 배경	174
그림 5-12. 반도체 제조장비(SME) 제조 역량(시장점유율)	178
그림 5-13. 주요국의 노광장비별 제조 역량	179
그림 5-14. 반도체 주요 소재 수입동향	185
그림 5-15. 칩 개발과 팹 모듈 생산비용	191

제1장



서론

1. 연구의 필요성 및 목적
2. 선행연구
3. 연구의 구성과 차별성



1. 연구의 필요성 및 목적

바이든 행정부 들어 미중 패권 경쟁이 새로운 국면을 맞이하고 있다. 트럼프 행정부에 들어 본격화되었던 미중 통상 분쟁은 AI(인공지능), 5G, 자율주행차 등 첨단기술 패권 경쟁으로 확대되었고 바이든 행정부에서는 패권 경쟁의 핵심이 반도체 산업으로 정조준되고 있다. 반도체 산업은 첨단기술 발전의 기반으로 5G, AI, 빅데이터, 로봇, 항공우주, 양자 컴퓨터를 포함한 슈퍼컴퓨터 활용에 근간이 되는 산업이다. 반도체를 기반으로 한 첨단산업 기술은 모두 민군겸용(民軍兼用, Dual Use)으로 사용될 수 있으며, 이 기술은 경제적 경쟁자로서 뿐만 아니라 국가 안보에도 심대한 영향을 미치는 요소이기도 하다. 드론, 로봇, 이동통신, 항공우주 기술 등은 모두 반도체 기술을 기반으로 하면서 군사적 용도도 매우 높은 산업이다. 이러한 이유로 미중 간 반도체 패권 경쟁은 더욱더 심화되고 있는 양상이다.

미국은 1950년대 반도체 기술 개발 이후 현재까지 글로벌 시장에서 절대적인 지위를 확보하고 있다. 1980년대 일본의 히다치, NEC, 도시바 등이 메모리 반도체 분야에서 미국의 경쟁국으로 등장하기도 했으나 1986년 미일 반도체 협정을 계기로 일본의 반도체 산업은 장비 소재산업에 특화되고 메모리 반도체를 비롯한 생산과정은 한국, 대만, 중국 등으로 이전되었다.

반도체 공급망은 크게 ① 설계 ② 제조장비 ③ 소재 ④ 제조로 나눌 수 있으며, 미국은 설계, 장비, 소재산업에서 우위를 차지하고 있고 한국과 대만을 비롯해 중국도 반도체 제조과정에 적극적으로 참여하고 있다. 미국은 2000년대 초반까지만 하더라도 상당 부분의 반도체 생산시설을 가지고 있었으나 2000년대 중반 이후부터는 대부분의 미국 반도체 기업들이 부가가치가 높은 반도체 설계에 특화했다. 퀄컴, 브로드컴, 엔비디아 등은 칩 설계, 반도체 규격 설정, IP 개발에 특화된 설계 전문기업(Fabless)들이다. 반도체 설계를 위해서는 IP 전문회사가 만든 설계 모듈이 필요하고 EDA(Electric Design Automation)

기업의 소프트웨어가 필수적이다. 또한 대량생산을 위해서는 FPGA(Field Programmable Gate Array) 기업의 도움도 필요로 한다. 미국기업들은 글로벌 반도체 산업 공급망에 있어서 EDA와 FPGA 과정을 모두 독점하고 있고, 반도체 핵심기술에 있어서도 절대적 우위를 보이고 있다. 장비와 소재 분야에 있어서도 미국의 램리서치, 어플라이드 머티어리얼즈 등이 글로벌 가치사슬에서 큰 영향력을 가지고 있다.

그러나 미국은 반도체 생산에 있어서는 대만, 한국, 중국 등 동아시아 국가들에 크게 의존하고 있다. 1990년만 하더라도 미국의 반도체 생산능력 비중이 37%를 차지하였으나 최근 12%까지 하락하였다. 반도체 생산시설의 경우를 보면 75%가 중국을 비롯한 동아시아 지역에 위치해 있다. 특히 반도체 파운드리 업체의 경우 세계 1위, 2위, 3위 업체가 지정학적 리스크가 큰 한국과 대만에 위치해 있고 10나노 미만의 최첨단 반도체는 대만(92%)과 한국(8%)이 전 세계 물량의 100%를 생산하고 있다.

최근 차량용 반도체 품귀현상을 비롯해 반도체 공급망의 불안정성은 미국 내 반도체 생산능력에 대한 중요성을 새삼 인식하게 되는 계기가 되었다. 반도체와 같은 첨단산업의 생산 과정이 한국, 일본, 대만에 집중되어 있고 중국 역시 반도체 산업에 천문학적 규모의 투자를 하고 있는 상황에서 미국 역시 기존의 반도체 패권을 유지하고 미래기술에 대한 기술패권 확보 필요성이 더욱더 커지게 되었다. 2021년 2월 26일 바이든 대통령의 4대 핵심산업의 공급망 조사 행정명령의 근본적인 배경 역시 미국 제조업의 경쟁력 하락과 반도체 산업과 같은 첨단 제조업에 있어서 중국의 급격한 부상으로 인한 위기감 때문이다. 이런 배경으로 바이든 행정부의 대중정책은 트럼프 행정부의 무역제재를 통한 중국 추격 지연정책에서 자국 반도체 산업 육성정책으로 급선회하였다. 미국은 의회와 대통령 중심으로 반도체 산업 육성을 위한 다양한 지원책이 나오고 있다. 미국 내 반도체 공장 설립에 최대 40% 세액공제를 지원하는 「CHIPS for America Act 법안」을 발의하고, 「국방수권법(NDAA)」 제정을 통해 미국 역

내 첨단(현재기준 10nm 이하) 반도체 기술 확보와 생산능력 확대를 도모하고 있다. 이러한 조치는 미국 내 생산능력을 키워 반도체 제조 및 공급의 독립성을 높이기 위함이다. 최근 발표된 「4대 핵심산업 공급망 100일 조사보고서」에서는 반도체 산업 육성을 위해 7대 전략과 21개의 정책과제를 제시한 바 있다.¹⁾

중국 역시 반도체 산업의 굴기를 위해 전 국가적 역량을 집중하고 있다. 반도체 기술 개발 역사로만 본다면 중국 역시 1950년대에 트랜지스터를 개발했고 1960년대 중반에 직접회로를 개발한 바 있다. 개발 시점으로만 본다면 미국과 큰 차이가 없다. 그러나 이후 중국은 문화혁명 등 내적 문제로 동 산업이 발전할 수 있는 여건이 안되었다.²⁾ 중국은 2014년 6월 ‘국가 IC산업 발전 촉진 강요’에서 반도체 설계 및 제조업 발전정책 시행을 선포함과 함께 패키징 및 테스트 업계의 발전제고, 반도체 설비 및 재료 육성추진을 발표했다. 이후 2015년 중국정부 ‘제조 2025’에서 반도체 및 전용설비를 중점적으로 발전시키고 반도체 설계 수준을 제고하며 메모리칩 연구 능력을 배양하겠다는 구체적 정책을 제시한 바 있다. 이후 반도체 산업 육성을 위해 2018년 3월에 IC 제조기업에 대해 소득세와 법정세율을 감소시키는 등 다양한 지원정책을 추진하고 있다. 2020년 12월에는 IC 산업 및 SW 산업의 고품질 발전지원을 위한 기업 소득세 정책을 공고했고, 2021년 3월에는 IC 첨단공정 제조기업, IC 설계 및 SW 기업의 제품 수입 시 관세를 면제하고 수입재료와 설비, 부품에 대해서는 수입관세를 우대하는 내용을 발표했다.

1) White House(2021), 100-Day Supply Chain Report.

- ① 반도체 부족 문제를 해결하기 위해 업계와 협력하여 투자, 투명성 및 협업 촉진
- ② 2021 국방수권법(NDAA)의 「CHIPS for America Act」법에 자금을 지원하여 △ 제조, ATP, 첨단 패키징 관련 시설의 건축·확장·현대화 △ 새로이 발족한 NSTC(National Semiconductor Technology Center)를 통한 R&D 강화
- ③ 국내 반도체 제조 생태계 강화를 위해 인센티브 제공
- ④ 중소기업 지원
- ⑤ 다양하고 접근 가능한 인재 파이프라인을 구축
- ⑥ 반도체 공급망 회복력을 위해 동맹 및 파트너와 협력
- ⑦ 수출 통제와 외국인 투자 심사를 통해 미국의 기술적 이점을 보호

2) 배영자(2020. 8), p. 2.

반도체 산업의 목표 설정 이후 중국정부는 대대적으로 동 산업을 육성하고 있다. 먼저 2020년까지 16/14nm를 생산하고 자급률 40%를 목표로 세웠고, 2025년까지 자급률 70% 목표를 설정했다. 동 목표 달성을 위해 팹리스와 파운드리를 비롯해 메모리 부분에도 대대적으로 투자를 했다. 이러한 투자에 힘입어 중국의 비메모리 팹리스 시장점유율은 2010년 5%대에서 2019년 10%로 증가했다.³⁾ 팹리스 시장의 빠른 성장에 힘입어 중국 내 파운드리 서비스 수요가 증가했고 동 분야의 점유율 역시 성장해왔다. 그러나 이런 중국의 계획은 미국 행정부의 적극적인 제재와 봉쇄로 큰 어려움에 봉착해 있다. 먼저 DRAM 생산 관련 창신메모리(CXMT)는 2019년 중국 최초로 19nm DRAM 생산을 시작했으나 수율이 매우 저조한 상황이다. 푸젠진화(JHICC)는 푸젠성 국유기업으로 지적재산권 문제로 미국의 수출제한업체로 지정되어 조업이 중단된 상태다. 낸드메모리의 경우는 YMTC가 2021년 현재 128단 양산 준비를 하고 있으나 수율 및 생산능력을 따라잡는 데 약 2년이 더 소요될 것으로 전망된다. 파운드리의 경우 중국 SMIC는 미국의 제재로 7나노 공정 도입에 난항을 겪고 있으며 현재 28/14nm를 생산 중이나 매출이 감소하고 있다. 팹리스와 관련해서는 화웨이 자회사인 하이실리콘의 경우 매출 90% 이상이 화웨이 납품으로 발생하고 있으나 대만의 TSMC가 하이실리콘의 위탁 생산을 중단한 바 있다.

‘중국제조 2025’ 발표 이후 중국 반도체 기업들은 적극적으로 해외 반도체 기업의 인수합병을 시도해 왔다. 2015년 칭화유니는 메모리 반도체 사업 확장을 위해 미국 마이크론을 인수합병하려고 시도했으나 미 외국인투자위원회(CFIUS)가 이를 제재함으로써 불발되었다. 트럼프 행정부는 중국이 불법적으로 자국의 기술을 확보하여 미국의 국가안보와 이익을 침해한다는 인식하에 「국방수권법(National Defense Authorization Act 2019)」, 「외국인투자위험심사현대화법(FIRRMA: Foreign Investment Risk Review Modernization Act)」 등을 제정하여 중국의 시도를 제지하고 있다. 뿐만 아니라 트럼프 행정부에서

3) 배영자(2020. 8), p. 2.

는 관세와 수출제한 그리고 지적재산권 소송 등 다양한 수단을 이용하여 중국의 미국 반도체 기업 인수합병을 저지해 왔다.

바이든 행정부 들어서도 미국을 비롯한 글로벌 반도체 장비업체(예: 어플라이드 머티어리얼즈)들의 대중 수출을 제한함으로써 중국 반도체 기업들의 기술 확보에 제재를 가하고 있다. 미국의 이러한 조치로 푸젠진화, 허페이창신 등 중국 메모리 반도체 기업들은 기술 확보의 어려움으로 DRAM 생산을 중단한바 있다. 또한 미 상무부는 중국의 반도체 생산업체인 SMIC의 기술이 중국군에 유출되고 있다는 이유로 글로벌 반도체 업체들의 대중 수출이 미국의 안보를 위협할 수 있다고 주장한 바 있다. 이러한 이유로 미국기업들은 SMIC를 비롯해 중국 반도체 기업에 수출을 위해서는 상무부에 품목별로 면허 취득을 신청해야만 하고, 특정분야에 있어서는 수출 승인을 얻어야 한다.

앞서 설명한 바와 같이 미국은 반도체 공급망에 있어서 반도체 설계를 위한 소프트웨어, 장비 부문에 있어서 절대적 영향력을 가지고 있어 이를 통해 중국 반도체 기업이 장비 및 소프트웨어를 사용하는 것도 규제하고 있다. 대만의 TSMC뿐만 아니라 외국계 기업도 중국 반도체 기업들과의 거래를 미 정부로부터 허가받아야 한다. 이는 중국의 반도체 굴기를 더욱더 어렵게 하는 요인으로 작용하고 있으나 다른 한편으로 미국 반도체 기업들의 대중 수출시장에 있어서 위축을 초래할 수 있다는 우려도 나오고 있다.

최근 들어 바이든 행정부의 대중정책은 보다 더 강경해지고 있으며, 이는 기본적으로 중국에 대한 매우 부정적 인식에 기반을 두고 있다. 미 행정부를 비롯해 미 의회 대다수의 인사들은 중국을 정치적으로 인권을 유린하는 독재국가로 인식하고 경제적으로도 불공정 행위를 일관하며 불법적으로 미국을 비롯한 선진국의 기술을 탈취하는 국가로 인식하고 있다. 2021년 3월 3일 발표된 「국가안보전략 잠정 지침(Interim National Security Strategy Guidance)」에서는 중국을 “경제, 외교, 군사, 기술력을 결합해 안정적이고 개방된 국제질서에 지속적으로 도전할 잠재력이 있는 유일한 경쟁자”로 명시하고 있다. 불공정하

고 불법적인 무역관행을 유지하고 사이버 절도를 비롯해 미국의 첨단기술을 탈취하고 국가 경쟁력을 약화시키려는 중국의 행위에 적극적으로 나설 것임을 명시하고 있다.

바이든 행정부의 대중 강경책은 그 수단과 방법에 있어서 트럼프 행정부보다 더욱 폭넓고 정교해지고 있다. 특히 관세에 기반을 둔 트럼프의 대중정책이 비전략적이라는 인식하에 보다 핵심적이고 파급영향이 클 수 있는 공급망과 기술제재로 접근하고 있다. 바이든 행정부 들어서는 트럼프 행정부의 대중 반도체 규제 정책에서 더 나아가 자국의 반도체 산업 육성을 위한 정책으로 확대하고 있다. 첨단기술과 관련된 중국의 부상은 미국의 경제 대상이며 미국은 법·제도 확립과 공급망의 내부화 전략을 적극 추진 중이다.

2020년 6월 반도체 제조시설 투자지원, 기초 R&D 지원 등을 위해 「반도체 제조 인센티브 법안(Chips for America Act)」을 제정⁴⁾하였고, 2020년 7월 「미국 파운드리 법안(America Foundries Act)」을 제정한 바 있다. 2021년 1월에는 미국 내 칩 제조 및 연구에 대한 연방 인센티브 제공 내용이 포함된 법안(NDAA: National Defense Authorization)을 제정했다. 2021년 2월에는 반도체 공급망 취약점(Choke Points) 검토를 지시하는 행정명령에 서명했고 100일 보고서가 6월 초에 발표되었다. 2021년 3월에 발표된 인프라 정책(The American Jobs Plan)에서는 미국의 제조업 활성화와 공급망 확보를 목적으로 반도체를 포함한 첨단기술 투자지원책이 포함되었다. 2021년 6월 8일 백악관은 「America's Supply Chain(E.O. 14017)」 행정명령에 따라 1차 보고서인 「공급망 100일 조사보고서(Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-based Growth: 100-Day Reviews under Executive Order 14017)」를 발표했다.

미 행정부는 반도체 공급망을 강화하고 우방국과의 기술동맹을 추진하면서

4) 미 행정부는 미국 내에서 반도체 제조와 연구개발 업체에 인센티브를 주기 위해 예산370억 달러(약 41조 원)를 확보하겠다고 밝혔다.

내부화 전략을 추진 중이다. 미국 내의 반도체 재도약 정책을 통해 공급망의 생태계 구축을 강화하고 있으며 대만 및 한국 반도체 업체의 미국 내 5nm 이하 팹(Fab) 투자를 요구하고 있고 삼성전자와 TSMC는 투자계획을 발표한 바 있다. 미 행정부는 중국과의 패권전쟁에서 우위를 점하기 위해 양자간 협상보다 다자간 기술동맹을 통해 중국을 배제한 반도체 공급망 구축을 추진 중이다.

미중 반도체 패권 분쟁은 글로벌 반도체 공급망의 재편뿐만 아니라 우리 경제에도 큰 영향을 미칠 수 있다. 미국의 반도체 기업들과 마찬가지로 삼성전자를 비롯해 SK하이닉스 등 우리 기업들의 가장 큰 수출시장이 중국인 관계로 향후 미중 간 반도체 패권 경쟁을 면밀히 주시하면서 대응할 필요가 있다.

본 연구는 앞서 설명한 배경에서 미중 반도체 산업 패권 경쟁의 핵심인 미국의 반도체 산업 정책과 중국의 반도체 산업 육성정책을 글로벌 반도체 산업 공급망 재편이라는 관점에서 자세히 분석하고자 한다. 또한 이러한 미중 양국의 정책 변화와 글로벌 반도체 산업을 둘러싼 일련의 환경 변화가 한국의 반도체 산업에 어떻게 영향을 미치며, 우리 반도체 산업은 어떤 공급망 리스크에 처해 있고 어떤 구조적 문제에 직면해 있는지 자세히 분석하고자 한다. 이를 통해 글로벌 반도체 산업의 공급망 재편 과정을 전망하고 이에 대응하기 위한 우리 정부의 정책 수단과 기업 차원에서의 대응방안을 제시하고자 한다.

2. 선행연구

미중 분쟁으로 인한 글로벌 가치사슬의 재편이 미중을 포함한 43개 국가의 경제성장과 고용에 어떻게 영향을 미칠 것인지에 대해 분석한 선행연구가 다수 있다. Wu, Wood, and Huang(2021)은 세계산업연관표(WIOD)를 이용하여 미중 디커플링으로 인한 글로벌 가치사슬(GVC)의 변화가 미중 양국과 세계경제의 성장과 고용에 미치는 영향을 분석하였다. Wu, Wood, and Huang(2021)

의 결과를 정리하면, 미중 디커플링이 완전히 이루어지고 수입이 국내 공급자에 의해서 대체될 경우 미국, 캐나다, 아일랜드 그리고 멕시코와 같은 나라들은 GDP와 고용증가 효과를 기대할 수 있다. 그 밖의 대다수 국가들에는 거의 영향이 없으나 중국, 대만, 한국, 인도네시아, 일본은 생산과 고용에 있어서 큰 폭의 감소가 예상된다. 만약 미중 무역이 주변국에 의해서 대체될 경우 관련 국가의 GDP와 고용이 현저하게 증가하는 반면, 중국과 미국에는 큰 부정적 영향이 예상된다. 미국의 제조업 리쇼어링 정책은 미 제조업의 부가가치와 고용을 증대시킬 수도 있으나 전체적인 효과는 매우 제한적일 것으로 전망했다. 아울러 미국의 다국적기업들(MNEs)이 큰 피해를 볼 것으로 예상되었다. 몇몇 국가나 산업이 무역전환 효과로 이익을 볼 수 있으나 글로벌 GDP는 디커플링 이전보다 더 낮게 될 것으로 예상되는바, 현재와 같은 상태의 GVC를 유지하는 것이 모든 나라에 이익이 된다고 주장한다. 결론적으로 GVC의 재편으로 인한 지역 경제에 대한 영향은 매우 클 수밖에 없으므로 모든 국가들이 주변 국가 또는 지역과 현재의 지역 가치사슬의 리스크에 대한 대응능력을 보다 더 강화하는 방향으로 협력하는 것이 중요하다고 강조한다.

미중 디커플링의 경우 중국과 주변 국가에 대한 부정적인 영향이 미국이나 미국 주변 국가보다 큰 것으로 나타났다. 그 이유는 중국이 미국과의 교역에서 큰 무역수지 흑자를 보고 있기 때문이다. 미국이 국내 경제에 미치는 영향이 중국보다는 적지만 중국에 진출한 미국기업들은 심각한 영향을 받을 것으로 전망되었다. 실제 한 통계에 따르면 중국 내 미국기업의 2018년 매출액은 3,927억 달러로 이는 미국 내 중국기업의 연간 기업 매출보다 10배 많은 금액으로 추정되었다. 중국의 대미 수출의 60%는 미국의 MNEs를 포함한 외국기업의 수출로 중국 내 MNEs에는 심각한 영향을 미칠 것으로 전망되었다.

동 연구에서 특정한 하나의 산업을 대체할 경우 각국의 GDP와 고용에 미치는 영향은 미미해서 대부분의 국가에서 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 우리의 관심사인 반도체 산업 등과 관련된 컴퓨터 제조, 전자 및 광학제품의 대체

효과에 있어서 미국의 GDP와 고용은 각각 0.51%, 0.46% 증가하고 멕시코와 캐나다의 GDP 역시 모두 0.03% 증가한 것으로 나타났다.

Grimes and Du(2020)도 “China’s emerging role in the global semiconductor value chain”이라는 글에서 시장점유율과 당기순이익을 토대로 글로벌 톱 10 반도체 기업을 선정하고 이들 기업의 각 생산공정별 비중과 역할을 GVC 차원에서 분석했다. 미중 분쟁 이전부터 중국은 반도체 산업 육성을 ‘Made in China 2025’ 핵심사업으로 추진해왔으나 외국 의존도가 매우 높은 중국 반도체 산업은 향후 글로벌 공급망에서 배제될 위험도 존재하여 중국의 디지털 경제 발전에 장애가 될 것이라고 분석했다. 대중 제재로 촘촘히 얽혀 있는 반도체 산업의 공급망이 분절될 위험성이 존재하고 중국시장에 의존하고 있는 반도체 기업들에 큰 손실이 야기될 것이라고 지적했다. 반도체 산업의 글로벌 분업구조는 그동안 기업들에는 혁신과 기술 개발의 원동력이 되었으나 기술 민족주의와 함께 자국 내 가치사슬 형성을 도모하는 추세가 더욱 더 강해질 경우 이러한 혁신뿐만 아니라 반도체 산업 전반에 걸쳐 매우 큰 부정적 영향을 미칠 것이 분명하다.

Shepherd(2021)는 이미 코로나19 발생 이전에도 미중 통상 분쟁과 선진국의 보호무역, 지진을 비롯한 자연재해 등으로 반도체 산업의 글로벌 공급망에 변화가 일어나고 있었다고 강조한다. 최근 들어 반도체 산업에 국한한 내용은 아니지만 글로벌 공급망 구조의 변화에 대한 다양한 연구들이 쏟아져 나오고 있다. Zhan *et al.*(2020)은 글로벌 공급망 구축에 있어서 공급망의 회복력이 가장 중요한 요인임을 강조한 바 있다. 이들 보고서의 핵심 내용은 향후 글로벌 공급망 구조는 저비용 생산에서 생산의 중복, 공급망의 다원화 형태로 바뀔 것으로 예상하고 있다. 그 밖에도 Zhan *et al.*(2020)은 코로나 19를 경험한 기업들은 생산 중단 리스크가 큰 지역에서 보다 더 안정적인 생산이 가능한 지역으로 옮겨갈 것이라는 전망을 내놓았다. Shepherd(2021) 역시 그의 글에서 이런 입장을 밝히고 있는데 그는 반도체 산업에 대한 가치사슬 변경으로 인한

비용이 현재보다 크지 않고 보다 안정적인 생산지로 옮겨갈 것으로 예상하고 있다. 한편 OECD(2020) 보고서는 한 국가에 생산이 과도하게 집중되어 있는 공급망 구조는 갑작스러운 충격에 대응하기 매우 어려울 수 있음을 지적하고 있다.

최근 국내 연구기관에서도 미중 디커플링에 대한 연구를 발표한 바 있다. 한국경제연구원은 바이든 행정명령의 한국 산업별 영향에 대한 분석에서 미국의 반도체 산업 지원은 중국과 한국에 타격이 클 것이라고 발표했다. 동 보고서는 글로벌 CGE(Computable General Equilibrium) 모형을 이용하였고 분석에 활용한 GTAP(Global Trade Analysis & Production)10 데이터에는 반도체가 '전기전자 부분'에 포함되어 있다. 해당 연구에서는 미국이 자국 내로 수입되는 반도체를 자국산 반도체로 대체하는 경우 전기·전자 산업과 GDP에 미칠 영향을 국가별로 분석하였는데, 여기에는 미국 내 신규 Fab 건설 및 장비 현대화 지원(300억 달러 규모)과 미국의 반도체 세액공제(R&D, 투자 등에 15%) 지원을 전제하고 있다. 동 분석에서는 앞서 언급한 Wu, Wood, and Huang(2021)의 분석과는 달리 한국, 일본, 대만 업체의 미국 내 투자와 중국을 공급망에서 배제하는 효과는 분석에서 제외되었다. 상기 시나리오하에서 미국의 반도체 산업에 대한 지원은 중국의 GDP를 0.35% 감소시키고, 다음으로 한국의 GDP를 0.07% 감소시키는 것으로 나타났다. 아울러 반도체를 포함하는 전기·전자 산업의 경우 한국의 생산량이 -0.18%로 중국(-0.32%)에 이어 가장 큰 타격을 받는 국가로 분석되었다.

정형곤 외(2021)에서도 소부장 산업의 핵심 중 하나인 반도체 산업의 공급망 체제에 대해서 다루고 있다. 이 글에서는 한중일 소재·부품·장비 산업이 20여 년 동안 상호간 GVC 연계성이 더 강화되었고, 중국 중심의 GVC로 개편되었다고 밝히고 있다. 특히 이 보고서에서는 코로나19, 미중 갈등, 한중일 외교문제로 인한 대일(對日) 및 대중(對中) 소부장 공급망 재편 필요성에도 불구하고 소부장 기업들에 대한 설문 결과 당분간은 일본과 중국을 대체하는 새로

운 형태의 GVC 형성은 어려울 것으로 예상하고 있다. 그럼에도 불구하고 이 보고서는 한중일은 자연재해나 미중 분쟁 등 경제외적 충격에 가장 민감하게 영향을 받는 지역으로, 기존의 비용과 효율성에 기반을 둔 GVC에서 공급망 안정화에 기반을 둔 GVC 관리로 전환할 필요가 있다고 강조한다. 특히 바이든 행정부 들어 핵심 소부장 산업의 전략 무기화 추세가 강화되고, 특히 반도체를 포함한 디지털 기술의 대(對)중국 차단 고립화 정책이 강화될 것으로 전망되는 바, 우리로서는 기술 측면에서 미국의 우려를 해소하면서도 중국과의 경제협력을 지속할 수 있는 합리적인 방안을 모색해야 함을 강조한다. 아울러 우리 산업은 반도체 산업뿐만 아니라 산업 전반이 해외 의존도가 매우 높으며 심지어 GVC 참여 정도가 낮은 소부장 기업들조차 수입 불안정성을 크게 체감하는 것으로 나타나 공급망 안정화를 위한 상시적 관리가 중요하며, 공급망의 다극화 전략을 추진하고, 잠재적 위험 국가로부터 합리적인 디커플링을 추진할 필요가 있음을 강조한다. 반도체/디스플레이 장비산업과 관련해서 동 산업의 자립도는 2001년 33.6%에서 최근 39.5%로 개선되기는 했으나 그 중요도에 비해 자립도가 낮은 상황이며, 기업설문에서도 ‘국내에서 생산되지 않기 때문에 수입한다’는 비중이 81.8%, ‘품질 때문에 수입한다’는 비중이 9.1%를 차지해 이 둘을 합치면 91%에 육박하는바, 수입 안정성 확보가 매우 중요해 보인다고 밝히고 있다. 지난 20년간 중국 소부장 산업의 발전 속도를 통해 볼 때 한중일 소부장 산업 경쟁력 격차는 크게 줄어들 전망이며, 중국 중심의 소부장 GVC가 보다 강화될 것으로 보여 이에 대한 정부와 기업의 대책 마련이 매우 중요함을 강조하고 있다.

연원호 외(2020) 역시 미중 간 기술 격차를 국제특허 데이터를 이용하여 구조적 추정모형으로 미중 혁신생산성을 비교했다. 미중 간 과학기술 육성정책을 문헌과 법안 등에 기초하여 분석했고, 미중 간 무역분쟁이 기술패권 경쟁이라는 시각에서 미중 갈등을 분석했다. 또한 4차 산업혁명의 기반인 5G, AI, 빅데이터 관련 기술, 로봇, 항공우주 등 분야에서 미중 기술패권 경쟁을 분석한 바 있다.

3. 연구의 구성과 차별성

가. 보고서의 구성

본 연구는 미중 반도체 패권 경쟁으로 인한 글로벌 반도체 산업의 공급망 변화에 대한 전망과 함께 우리 반도체 산업에 미칠 수 있는 영향을 분석하고 이에 대한 대응방향을 제시한다. 본 연구보고서는 총 5개의 장으로 구성되었다.

제1장에서는 선행연구에 대해 분석하고 이에 대한 평가를 통해서 본 연구와의 차별성을 부각시킨다. 본 연구의 연구방법론에 있어서도 선행연구들과의 차이점을 자세히 서술하고 본 연구의 특성과 학술적, 정책적 기여도에 대해서 설명한다.

제2장은 글로벌 반도체 공급망 현황을 분석하고 미국 반도체 산업 공급망 리스크에 대해서 분석한다. 공급망 리스크 분석 이후 미국의 반도체 산업 정책에 대해 최근의 입법 상황까지 자세히 분석한다. 제2장의 글로벌 반도체 산업 공급망 구조 분석에서는 반도체 섹터별 시장구조에 대한 분석뿐만 아니라 글로벌 반도체 시장 현황과 전망, 그리고 글로벌 반도체 시장의 IC 제품별 성장 추이에 대해서 분석한다. 아울러 글로벌 반도체 공급망의 경쟁구도를 각 공정별로 분석한다. 글로벌 반도체 산업의 경쟁구조에서는 반도체에 대한 폭발적 수요증가, 업계의 신기술 경쟁, 각국 정부의 기술 보호정책 등을 분석하고 분야별 경쟁을 촉진하는 요인에 대해서도 자세히 분석한다. 미국의 반도체 산업 공급망 리스크 분석에서는 미국의 반도체 수급동향을 미국 반도체 기업과 주요 활동별로 분석하고 미국 반도체의 수출입 공급망 구조를 분석한다. 미국의 반도체 산업 공급망 리스크 분석에서는 웨이퍼 가공 제조능력을 비롯해 각 국가별 반도체 제조능력을 비교하고 글로벌 반도체 공급망에서 미국의 위상에 대해서 평가한다. 마지막으로 미국의 반도체 산업 육성정책에서는 미 행정부의 반도체 산업

에 대한 지원 추진체계를 자세히 분석하고 지원 형태에 대해서 정리한다. 반도체 산업 지원정책 추진 현황에서는 미국 내 반도체 산업 육성을 위한 입법 추진 상황과 반도체 지원법의 긴급예산 편성안 내역 등에 대해서 자세히 분석한다.

제3장에서는 미국과의 반도체 패권 전쟁 당사자인 중국의 반도체 산업 육성 정책에 대해서 다룬다. 먼저 중국의 반도체 산업 현황과 중국 입장에서 본 반도체 공급망 리스크에 대해서 분석한다. 미국의 대중 반도체 산업의 제재를 중국 입장에서는 가장 큰 리스크로 인식하며, 미국의 제재에 대한 중국의 대응과 중국의 반도체 산업 육성정책에 대해서 분석한다. 중국의 반도체 국산화 전략에 있어서는 2021년 3월 「14차 5개년 계획 및 2035 중장기 목표」에서 반도체 분야를 전략육성 분야의 하나로 선정한 국가전략에 대해서 분석한다. 아울러 빅 펀드라 할 수 있는 국가 반도체 대기금, 중국판 나스닥이라 할 수 있는 쉹팡반, 세제지원 등으로 중국의 반도체 산업 육성정책을 분석한다.

제4장에서는 글로벌 반도체 산업 공급망을 기업 차원에서 분석하고 이를 통해서 글로벌 공급망상에서 미국과 중국 반도체 기업의 위상을 분석한다. 동 분석을 위해 본 연구에서는 블룸버그의 기업 데이터를 이용하여 네트워크 분석을 시도한다. 동 분석 결과에 기반해 설계와 제조에 특화된 중국의 하이실리콘(Hisilicon)과 파운드리에 특화된 SMIC는 글로벌 반도체 공급망에서 영향력이 크지 않음을 밝히고 있고, 이들 기업은 글로벌 반도체 공급망에 있어서 매우 높은 대외 의존도를 보이고 있는 것을 밝힌다. 특히 반도체 생산기업은 아니지만 글로벌 공급망상에서 중요한 위치를 차지하고 있는 중국의 화웨이는 미국기업에 대한 의존도가 매우 높고, 중국 자국기업이 차지하는 비중이 낮아 중국 반도체 산업의 자립화가 어려울 수 있음을 밝히고 있다.

마지막으로 제5장에서는 한국 반도체 산업의 공급망 구조에 대해서 자세히 분석한다. 이 장에서는 한국 반도체 산업의 수출입 동향을 분석하고 이를 토대로 품목별 공급망 구조와 리스크에 대해서 분석한다. 이 장에서는 한국 반도체 산업의 분류에 따라 관세청의 무역통계를 이용하여 반도체 산업 통계를 구축하

여 분석한다. 통계 분석을 통해서 한국의 반도체 산업 글로벌 공급망 구조를 파악하고 아울러 이러한 공급망이 구축된 배경을 우리 반도체 기업들의 해외투자 와 연계해서 분석한다. 우리 반도체 산업의 해외투자는 2005년대 이전에는 미국에 집중되어 있으나 2005년에 들어서면서 중국으로의 투자가 급격히 증가 했다. 이후 우리나라 반도체 산업의 글로벌 공급망은 한국과 미국을 중심으로 구축되었고 2000년대 중반 이후 현재까지 중국의 비중이 매우 높아지고 있다. 이 장에서는 또한 반도체 산업의 공급망 리스크 유형에 대해서 분석하고 우리 반도체 산업이 처해 있는 유형별 공급망 리스크에 대해서 분석한다. 특별히 반도체 주요 품목에 있어서 공급망 리스크를 추가로 분석한다. 이 장의 마지막 부분에서는 반도체 산업의 글로벌 공급망 변화에 대해서 전망하고 한국 반도체 산업의 SWOT 분석에 근거해서 우리의 반도체 산업 육성정책과 공급망 리스크에 대한 대응 정책에 대해서 자세히 논의한다.

나. 연구방법, 데이터, 기대효과

본 연구는 선행연구로 미국을 비롯해 국제기구들의 보고서에 기반을 둔 문헌 연구와 반도체 산업의 무역, 공급망 구조와 리스크 분석을 위해 다양한 통계 분석을 하였다. 통계 분석에 사용된 데이터는 다음과 같다.

먼저 기본적인 무역 통계는 관세청 통계를 이용하였다. 한국 반도체 산업의 공급망 구조를 파악하기 위해서 품목별 HS 10단위로 데이터를 구축하였다. 본 데이터 구축에 있어서는 한국반도체산업협회의 분류에 따라 반도체 산업은 7개 분야의 대분류(① 메모리 반도체 ② 시스템 반도체 ③ 디스크리트 ④ 광반도체 ⑤ 실리콘 웨이퍼 ⑥ 반도체 장비 ⑦ 장비용 부품)로 구분하였고, 각 산업들에 대한 소분류는 16개 분야로 분류하였다. 본 연구에서 반도체 산업은 170개로 분류된 HS코드 10단위로 분석한다. 반도체 소재산업 역시 HS코드 10단위로 53개 품목으로 분류하였다.

본 연구에서 시도하고 있는 한국 반도체 산업의 공급망 구조 분석은 이전에는 없었던 것으로 각 품목별 그리고 국가별 대외 의존도를 명확히 파악할 수 있고 그렇게 함으로써 반도체 품목별 공급망 리스크를 파악할 수 있었다. 최근 차량용 반도체를 비롯해 의료품목 더 나아가 요소수 등의 공급망 위험도가 커지는 상황을 볼 때 우리 산업의 중추적 역할을 하고 있는 반도체 각 품목별 주요 공급망 리스크를 파악하고 이에 대한 대책을 세우는 것은 매우 중요한 과제가 아닐 수 없다. 본 연구는 이런 관점에서 볼 때 반도체 산업의 공급망 리스크를 가장 자세하고 심도 있게 분석한 보고서라 할 수 있다.

본 연구는 반도체 산업의 글로벌 공급망 구조 파악을 위해서 기업 차원의 분석도 시도한다. 이를 위해 분석에 필요한 데이터는 Refinitive Eikon(이하 'Eikon')에서 유료로 제공하는 기업 데이터를 활용한다. Eikon은 전 세계 상장기업은 물론 비상장기업의 정보도 상당수 제공하고 있고, 각 기업의 국적, 매출액 등 기본 정보는 물론이고, 구매처와 판매처를 명시하여 공급망 및 네트워크 분석을 가능하게 해준다. 단 Eikon에서 보여주는 이러한 기업간 거래관계가 완전히 최근 현황을 보여주지 못할 가능성도 존재한다는 것은 아쉬운 점이다. 거래관계에 대한 업데이트가 완벽하게 이루어지지 않기 때문에 경우에 따라서는 5~6년 전의 거래 관계가 가장 최근 현황으로 등록되기도 한다. 따라서 본 연구에서 기업 차원의 공급망 분석은 가장 최근의 기업간 네트워크를 보여준다기보다는 최근 몇 년간의 것을 나타내는 것이라고 보는 것이 합리적이다.

본 연구를 통해서 예상되는 정책적 기여도는 다음과 같다. 먼저 반도체 공급망에 대한 기업 차원의 분석과 품목별 공급망 구조 분석을 통해 반도체 산업의 글로벌 공급망 구조를 세부적으로 파악할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 글로벌 반도체 공급망 구조 분석을 통해 이 연구의 주제인 미국과 중국 반도체 산업의 글로벌 공급망에 있어서 위상을 파악할 수 있다. 실제 이 분석을 통해서 미국을 비롯한 몇몇 국가들이 글로벌 반도체 산업의 공급망을 지배하고 있음을 파악할 수 있고, 중국은 글로벌 공급망상에서 그 역할이 미미함을 알 수 있었

다. 기업 차원의 공급망 구조 분석에서 중국의 설계제조 주요 기업인 하이실리콘, 파운드리 분야의 주요 기업인 SMIC는 글로벌 반도체 공급망상에서 그 역할이 상대적으로 미미하다. 반면 화웨이(Huawei), 텐센트(Tencent), 샤오미(Xiaomi), 레노버(Lenovo) 등 반도체 공급망의 최후방(most downstream)에서 상대적으로 중국기업의 존재감이 드러나고 있다. 현재 이러한 이유로 인해 미 상무부는 화웨이에 대해서 제재를 하고 있지만 그 대상이 확대될 개연성도 있다. 왜냐하면 화웨이와 샤오미 등 중국의 몇몇 기업들만 글로벌 공급망상에서 제재를 하면 미국과 중국의 글로벌 반도체 공급망상에서의 연계성은 그리 높지 않기 때문이다.

본 연구에서는 우리 반도체 산업의 글로벌 공급망 구조와 품목별 리스크를 세부적으로 분석하고 있다. 이 역시 정부의 공급망 대책 마련에 매우 중요한 자료로 활용될 것으로 기대한다. HS 10단위로 반도체 품목만을 분류해 분석한 본 연구의 결과는 반도체 품목별 글로벌 공급망상에서의 취약성을 파악하는 데 큰 도움이 된다.

본 연구는 또한 글로벌 공급망의 리스크 유형에 대해서 분류하고 이를 통해 우리 반도체 산업의 리스크를 분석했다. 앞서 설명했듯이 반도체 산업의 품목을 HS 10단위로 분류하여 공급망 구조와 리스크를 파악한 것은 본 보고서가 처음으로 시도한 것이다. 반도체를 메모리 반도체, 비메모리 반도체, 디스크리트, 광반도체, 반도체 소재·부품·장비로 나누어 세부 품목으로 분류하였고 분석한 부분은 향후 우리나라 반도체 산업의 글로벌 공급망 구조 분석과 리스크 대응에 있어서 지속적인 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

본 보고서의 5장 마지막 부분에서는 2장, 3장, 4장, 5장 앞부분에서 분석된 내용을 토대로 우리 반도체 산업의 공급망 리스크에 대한 대응과 반도체 산업 육성을 위한 정책을 제안함으로써 정부 정책에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 특히 정부가 최근 발표한 K-반도체 전략⁵⁾을 보완하는 차원에서 내용을 구

5) 관계부처합동(2021. 5. 13), 「종합 반도체 강국 실현을 위한 K-반도체 전략」.

성했다. 실제 기업인들과 반도체 산업 전문가 면담을 여러 차례 진행하면서 현실적 대안을 제시하려고 노력했다.

본 보고서는 정책보고서다. 그러나 본 보고서에서 시도하고 있는 통계에 기반을 둔 실증 분석은 학술적 기여도가 높다고 판단된다. 앞서 언급한 기업 차원의 데이터 분석과 관세청 무역 통계에 기반한 다양한 분석은 본 연구의 정책적 시사점 도출뿐만 아니라 향후 학술적 연구를 수행하는 데도 큰 기여를 할 것으로 기대된다. 특히 본 연구에서 한국 반도체 산업의 글로벌 공급망상에서의 품목별 분석과 정책 제안은 동 분야에 대한 연구 저변을 확대하는 데 기여할 것으로 기대한다.

제2장



미국의 반도체 산업 육성정책

1. 글로벌 반도체 공급망 현황
2. 미국 반도체 산업 공급망 리스크
3. 미국의 반도체 산업 정책방향
4. 소결

1. 글로벌 반도체 공급망 현황

가. 글로벌 반도체 시장 트렌드

최근 반도체 산업이 성장하면서 글로벌 경쟁도 치열해지기 시작하여 급기야 ‘국가간 반도체전쟁(Chip War)’으로 일컬어질 정도로 무역제재와 신동맹이 늘어나고 있다. 이는 반도체가 이미 우리 생활 깊숙이 스며들어 있고, 또한 앞으로 펼쳐질 새로운 4차 산업혁명(4IR)의 핵심요소로 자리잡고 있기 때문에, 주도권 획득이 시급히 요구되는 데 기인한다.

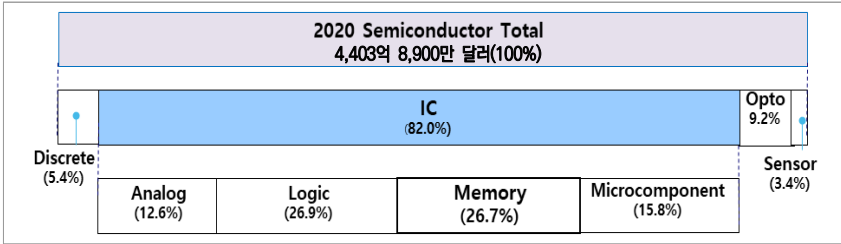
1980년대에는 반도체 산업의 패권 경쟁을 미국과 일본 간의 경쟁으로 압축할 수 있다. 당시에는 유럽기업의 상대적인 열세에 비해, 일본기업의 비약적인 도약이 있었기 때문이다. 1990년대 중반부터는 한국이 급격히 부상하여, 일본이 차지하고 있던 시장점유율을 잠식하기 시작했고 2010년대에 일본을 뒤로하고 한국이 메모리 반도체 최대강국이 되었다. 하지만 반도체 산업의 거점인 미국 → 일본 → 한국으로 서향 이동하면서 치열한 주도권 싸움을 하는 동안, 중국도 서진운동의 종착지라고 간주하고 ‘제조 2025’를 통해 반도체 산업을 획기적으로 발전시키고 있다.

글로벌 반도체 시장 규모는 1980년대 초반 해도 50억 달러 정도에 불과했으나, WSTS⁶⁾에 의하면 2020년 현재 약 4,404억 달러⁷⁾에 이르렀다. 그중 메모리 시장은 26.7%, CPU & MCU의 마이크로컴포넌트 15.8%, 주문형 반도체의 로직 IC 26.9% 등으로 구성되어 있다.

6) World Semiconductor Trade Statistics(WSTS)는 1986년 글로벌 반도체 업체들이 만든 통계조사 기관이며, 시장전망 회의가 코로나19로 2020년부터 중단되었기에 예측작업의 수치는 WSTS 회원사가 제출한 예측 평균치를 바탕으로 사무국에서 작성한 것이다. 따라서 공식적인 춘계(6월) 및 추계(11월) 2회 발표 외에도 업데이트된 수정 예측값을 연이어 발표하고 있다.

7) WSTS(2021. 8. 16), Spring 2021 Q2 Update, p. 2.

그림 2-1. 글로벌 반도체 섹터별 시장구조



자료: WSTS(2021. 8. 16), p. 2 통계 발체 작성.

여기서 한국은 이미 메모리 강국으로 잘 알려져 있는데, 메모리를 아무리 잘 만들어도 세계시장 점유율이 20%대에 머무를 수밖에 없기 때문에, 로직 IC 등 시스템 반도체(비메모리)로 확장해야 진정한 반도체 강국으로 가는 길이라고 할 수 있다.

2020년 코로나19의 영향으로 세계경제가 침체했으나, 글로벌 반도체 시장은 전년대비 6.8% 증가하여 경기부양에 일조하였다. 2021년에도 반도체 시장을 견인하는 세계경제가 완만하게 정상화를 향하고 있기 때문에, 2018년 이후 처음으로 두 자릿수 성장인 25.1% 증가로 강한 성장세가 전망된다. 또한 2022년에도 이러한 세계의 움직임에 힘입어 10.1% 증가로 계속 성장할 것으로 예상된다.

표 2-1. 글로벌 반도체 시장 현황과 전망

(단위: 백만 달러, %)

구분	매출액			전년대비 증가율		
	2020	2021F	2022F	2020	2021F	2022F
전 세계	440,389	550,876	606,482	6.8	25.1	10.1
▶ IC	361,226	459,685	510,788	8.4	27.3	11.1
- Memory	117,482	161,110	190,769	10.4	37.1	18.4
- Micro	69,678	77,305	80,922	4.9	10.9	4.7
- Logic	118,408	149,388	162,341	11.1	26.2	8.7
- Analog	55,658	71,882	76,757	3.2	29.1	6.8
▶ 개별 반도체	23,804	29,389	30,936	-0.3	23.5	5.3

표 2-1. 계속

(단위: 백만 달러, %)

구분	매출액			전년대비 증감율		
	2020	2021F	2022F	2020	2021F	2022F
▶ 광반도체	40,397	43,137	44,967	-2.8	6.8	4.2
▶ 센서	14,962	18,666	19,790	10.7	24.8	6.0

자료: WSTS(2021. 8. 16), p. 2 통계 발체 작성.

2020년 글로벌 반도체 시장이 증가한 배경에는 코로나19로 가정에서 보내는 시간이 늘어남에 따라 재택근무나 재택교육을 위한 PC 및 태블릿 PC 수요가 증가했고, 5G 스마트폰의 보급도 증가한 데 기인한 것으로 판단된다. 또한 이러한 영향으로 인터넷에서 데이터 통신량이 증가하고 클라우드 서비스 등의 인프라 시설 투자 수요도 증가했다.

2020년 후반부터 글로벌 경제활동의 완만한 회복에 따라 반도체 수요가 자동차용 반도체를 시작으로 광범위하게 확대하고 있다. 게다가 코로나 백신의 보급 확산에 따라 경제활동의 정상화가 기대되어 2021년에는 두 자리 성장이 전망된다.

관심 분야별로 살펴보면, 우선 마이크로컴포넌트 시장은 MPU와 MCU의 공급에 큰 차이를 보이고 있다. MPU는 인텔이 독과점적 지위에 있으면서 양산기술의 미흡으로 인해 신제품 공급에 차질을 빚고 있다. MCU는 자동차용 MCU 업계를 중심으로 호조를 보이고 있으나, 파운드리 업계의 MCU 생산능력이 부족하여 공급이 원활하지 못하고 있다.

로직 IC 시장은 통신 기기를 중심으로 높은 성장을 보이고 있으나, 역시 파운드리 생산능력 부족이 당면 과제가 되고 있다. 그리고 메모리 시장은 DRAM을 중심으로 급속한 성장을 이룰 것으로 보이고, NAND 플래시 시장은 상대적으로 저조한 성장을 이루고 있다. 메모리 시장은 스마트폰과 PC용을 비롯하여 서버 및 데이터 센터가 중심이 되고 있다.

아날로그 시장은 스마트폰용 및 자동차용 아날로그 IC 수요가 전체를 견인하고 있다. 하지만 Texas Instruments 등 일부 공급업체는 300mm 웨이퍼 라인에서 양산하고 있으나, 대부분의 업체들은 200mm 웨이퍼 라인을 사용하고 있어 생산능력(Capacity)을 충분히 확장할 수 없다.

개별 반도체(Discrete)는 2021년 전년대비 23.5%의 높은 성장을 예측하고 있다. 개별 반도체의 주요 업계가 200mm(8인치) 웨이퍼 라인을 풀가동하고 있으나 수요를 따라가지 못하는 상태이고, 전력 관련 반도체는 300mm(12인치) 웨이퍼 라인에서도 양산을 시작하고 있다.

광반도체(Optoelectronics)는 시장의 약 절반을 카메라용 이미지 센서가 차지하고 있는데, 스마트폰 1대당 이미지 센서 탑재량이 증가하고 있고, 자동차용 카메라의 수요가 증가하여 광반도체 시장은 계속 성장할 것으로 보인다. 다만 광반도체 시장은 응용 분야의 보급 속도에 따라 부침이 심하게 나타나는 특징이 있다.

센서(Sensors)는 IoT의 보급뿐만 아니라 코로나19로 비접촉 기능의 요구가 높아지고 있으므로 당분간 높은 수준의 성장이 지속될 전망이다.

종합하면 글로벌 반도체 시장은 현재 높은 성장률을 보이고 있으며, 앞으로도 새로운 수요 창출로 지속적 성장을 이룰 전망이다. 특히 4차 산업혁명(4IR) 구현에 따른 AI, 빅데이터, IoT, 클라우드, 자율주행차 등 신산업 발달로 반도체 시장은 큰 폭으로 증가할 것이다.

한국의 주력 분야인 메모리 반도체는 빅데이터 분석을 위한 거대 데이터센터의 클라우드 컴퓨팅에 핵심부품으로 사용되기 때문에, 지속적인 성장이 예상된다.

낸드플래시 시장은 기존의 HDD를 대체하는 PC 내 SSD(Solid State Drive) 채택률이 급격히 증가하는 가운데, 대규모 플랫폼 업체가 활용하는 데이터센터의 서버용 SSD 수요도 큰 폭으로 증가하고 있다. 서버용 저장장치는 하이퍼스케일 데이터센터(HDC) 업체들로부터 고용량 SSD 채용이 가속화되고 있기 때문에, 서버용 SSD의 낸드플래시 수요를 지속적으로 견인할 것으로 전망된다.

장기적으로도 글로벌 반도체 시장은 각 국가들이 추진하고 있는 디지털 전환(DX: Digital Transformation), 또는 4차 산업혁명(4IR) 실현을 위한 ICT 산업 분야의 투자에 힘입어 꾸준한 증가세를 나타낼 것으로 전망된다. 반도체 시장을 견인할 주된 수요는 PC → 모바일 → 데이터센터로 이어질 것으로 판단되며, 특히 자율자동차를 비롯한 차세대 자동차용 반도체 수요가 크게 증가할 것으로 예상된다. 또한 디지털 화폐와 블록체인이 본격적으로 보급되면 반도체는 더욱 신규 수요가 창출되어 성장이 지속될 것이다.

향후 인공지능(AI) 사회구현을 위한 빅데이터 분석 활용도가 높아지면, 클라우드 서비스(예: 마이크로소프트의 Azure, 아마존의 AWS 등) 성장과 함께 서버용 반도체 수요가 급격히 증가할 것이다. 클라우드 서비스는 아직 초기 성장 단계로 5G 통신 확산에 따라 다양한 신규 서비스 창출 가능성이 매우 높은 분야다. 최근 클라우드 서비스에는 빅데이터 분석 및 활용, 서버 기반 소프트웨어 비즈니스 등이 수요를 창출하고 있다. 초고속통신 인프라인 5G 서비스는 자율주행, AI, IoT, 빅데이터 등의 기술을 보편화하는 데 반드시 필요한 조건이며, 다양한 5G 서비스 개발로 반도체 수요가 더욱 강하게 증가할 것으로 전망된다. 더욱이 AI 및 머신러닝 기능을 탑재한 클라우드 서비스가 보편화되면, D램을 비롯한 메모리 반도체에 대한 수요도 더욱 커질 것으로 전망된다.

따라서 반도체 응용 분야별로 보면, 글로벌 산업사회 전반에 걸쳐 디지털 전환(DX)에 따른 클라우드 컴퓨팅, AI, 빅데이터, 5G, 스마트폰, 서버, 자율자동차 등을 도입하여, 반도체 수요가 지속적으로 성장할 전망이다.

최근 IC 제품 중에서 2021년에 시장 성장률이 가장 높은 품목은 전년 대비 47% 증가한 산업용 특수목적 로직 IC이며, DRAM 41% 증가, 자동차용 로직 IC 39%, 가전용 로직 IC 38% 순으로 급성장 제품이 이어진다.⁸⁾ 특히 자동차용 아날로그 반도체는 2020년 성장률이 7% 감소로 부진했으나, 2021년 회복세가 주목된다.

8) IC Insights(2021. 8. 4), "Robust Growth Rates Expected For Nearly All IC Products in 2021," p. 2.

표 2-2. 글로벌 반도체 시장의 IC 제품별 성장률 순위

(단위: %)

IC 제품 분야	2020	2021F
산업용·기타-특수목적 Logic IC	12	47(1위)
DRAM	8	41(2위)
자동차용-특수목적 Logic IC	10	39(3위)
가전용-특수목적 Logic IC	8	38(4위)
휴대폰 AP(App MPUs)	24	34(5위)
Auto-특수응용 Analog	-7	31(6위)
DDI(Display Drivers)	13	31(6위)
무선통신-특수응용 Analog	8	28(7위)
무선통신-특수목적 Logic IC	24	26(8위)
가전용-특수응용 Analog	8	25(9위)
32-bit MCU	3	24(10위)
PMIC(Power Management Analog)	4	24(10위)
전체 IC 시장	13	24

자료: IC Insights(2021. 8. 4), p. 2 발췌 작성.

글로벌 반도체 시장을 국제지역별로 살펴보면, 2020년 아시아 전체 지역이 세계시장의 69.8%를 차지하고 있어 미국 21.7%의 3배에 달하고 있다. 이는 중국시장을 비롯하여 베트남 등에서 스마트폰, PC, 가전, 자동차 등 반도체 응용 분야의 생산이 집중되어 있기 때문이다. 반면 북미 시장은 서버 및 데이터센터를 중심으로 MAGA(MS, Amazon, Google, Apple) 등이 집중 투자하고 있고, 또한 5G 통신 인프라 투자를 통해 반도체 수요를 급격히 창출하고 있다.

표 2-3. 글로벌 반도체 시장의 지역별 비중 추이

(단위: %)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020
▶ 아메리카	20.5	19.3	21.5	22.0	19.1	21.7
▶ 아시아	69.3	71.0	69.2	68.8	71.2	69.8
▶ 유럽	10.2	9.7	9.3	9.2	9.7	8.5
전 세계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

자료: WSTS(2021. 8. 16), p. 2 통계 발췌 작성.

나. 글로벌 반도체 산업 공급망

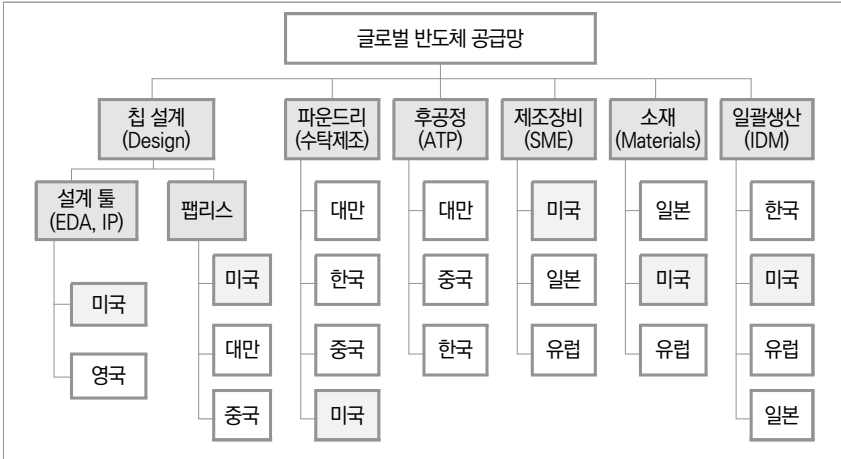
반도체 산업의 공급망(Supply Chain)에는 IP(Semiconductor Intellectual Property) 설계(Chipless), 반도체 소자의 설계(Fabless), 제조(Foundry), ATP(Assembly, Test, Packaging), 제조장비(SME), 소재(Materials)를 생산하는 업체들로 구성되어 있다.

공급망을 구성하고 있는 국가별 경쟁구도를 살펴보면, 우선 반도체 설계 분야는 설계 툴이나 칩 설계 및 회로배치 설계 모두 미국 업체가 압도적 우위를 점하고 세계를 선도하고 있으며, 중국으로 수출의존도가 높다. 하지만 세계 대부분의 팹리스 업체는 미국의 설계 툴(EDA: Electronic Design Automation)⁹⁾을 도입하여 설계하고 있다. 또한 영국 ARM사의 프로세서 IP 코어는 초저전력 고속 동작의 강점이 있어 모바일 시대에 가장 적합한 IP 코어로서 스마트폰에 절대적 우위를 나타내고 있다. 팹리스의 경쟁구조는 미국, 대만, 중국, 일본, 한국 순이다.

반도체 제조 분야에는 일괄 생산하는 종합반도체(IDM: Integrated Device Manufacturing)와 설계업체로부터 수탁 받아 제조만 전문으로 하는 파운드리가 있다. 메모리업체는 거의 대부분 일괄 생산하는 체제를 갖추고 설계에서 제조 공정, 패키징 및 테스트까지 모두 수행하는 비즈니스 모델이다. 이 분야는 한국이 가장 앞서 있으며, 칩의 설계기술보다 제조공정 기술(Process Technology)이 경쟁의 관건이 되고 있다. 미국의 인텔이나 TI 등도 시스템 반도체를 생산하지만, 일괄생산(IDM) 체제를 갖추고 있다. 또한 파운드리 업체는 최첨단 초미세 가공기술 확보가 경쟁의 관건이 되는데, 대만의 TSMC, UMC 등이 기술 및 생산능력을 모두 겸비하여 세계를 선도하고 있다. 그다음으로 한국의 삼성전자가 파운드리 투자를 확대하여 미국 업체와 협력하고 있으며, 미국은 파운드리

9) 세계적 기업은 미국의 Synopsys, Cadence 등이 있다.

그림 2-2. 글로벌 반도체 공급망의 경쟁구도



자료: 저자 작성.

제조 역량이 절대적으로 부족하여 최첨단 로직 칩 제조는 대만에, 일반공정 칩은 대만, 한국, 중국에 의존하고 있다.

후공정(ATP) 분야에서는 대만 업계가 최고의 기술과 생산능력을 갖추고 있다. 후공정 분야는 비교적 많은 인력이 필요하므로 대만, 중국, 베트남 등 아시아에 공장이 분포되어 있다.

반도체 소재 분야는 실리콘 웨이퍼, 포토마스크, 포토레지스트(PR), 에칭가스 등을 대부분 일본 공급자들이 지배하고 있으며, 미국도 제조용 가스나 화학물질 대부분을 생산하나 수출에는 많은 제약이 있어 자국에서 주로 사용되고 있다.

반도체 제조장비 분야는 미국이 포토그래피 장비를 제외하고 대부분의 전 공정 제조장비에 최고 경쟁력을 갖추고 글로벌 시장의 점유율을 높여가고 있다. 일본도 포토리소그래피 장비를 비롯하여 최첨단 제조장비 업계가 많이 분포되어 있으나, 자국 반도체 소자업계의 쇠퇴로 한국을 비롯한 해외업체에 의존하고 있다. 유럽은 네덜란드의 EUV¹⁰⁾ 리소그래피 장비를 독점 생산하고 있어

10) Extreme Ultraviolet은 극자외선을 활용한 노광장비이며, 7nm 이하는 EUV가 필요하다.

세계 선도 반도체업체가 초미세 공정기술 투자에 제한을 받고 있는 실정이다. 또한 영국의 진공장비, 독일의 광학장비 등은 최고의 경쟁력을 갖추고 있다.

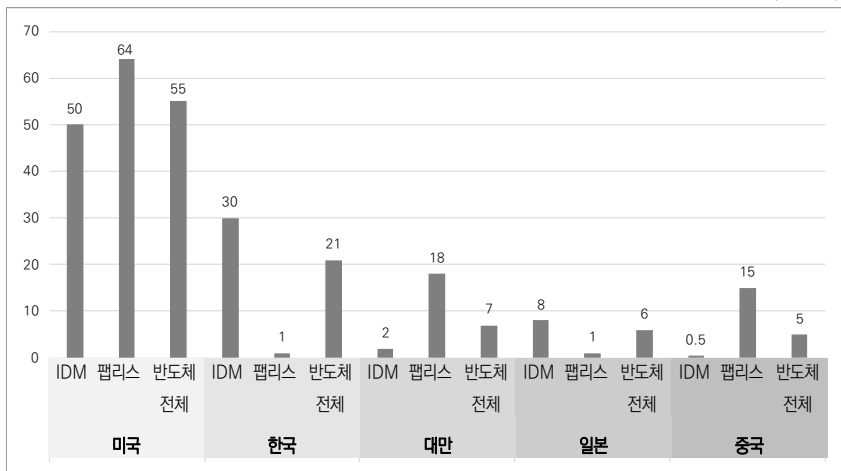
이와 같이 반도체는 다양한 종류에 따라 경제, 과학, 군사 등에 널리 활용되어 각각의 역량 발전에 기여하며, 각국은 이러한 역량 강화를 통해 미래 기술 경쟁 및 경제 안보에 대응하고 있다.

글로벌 반도체 공급망의 국가별 특성을 살펴보면, 미국은 반도체 R&D 및 설계, 한국은 메모리, 대만은 파운드리 제조 및 패키징, 유럽은 EUV 장비 및 저전력 프로세서 IP 등 각각 상이한 반도체 공급망 분야에 특화되어 있다.

미국은 반도체 관련 칩이나 장비의 R&D를 주도하며, 특히 AI 반도체 개발에 독보적 경쟁력을 확보하고 있다. 또한 SW를 비롯한 설계 분야에도 강력한 역량을 지니고 있으나, 리소그래피 장비나 초미세 공정기술의 파운드리 분야가 거의 없는 상태다.

그림 2-3. 글로벌 반도체 비즈니스 모델별 시장점유율(2020년)

(단위: %)



주: 국별 시장점유율은 각 기업의 본사가 위치한 국적별로 조사한 것임.

자료: IC Insights(2021. 8. 4), p. 2 재구성.

한국은 일괄생산(IDM) 체제에 특화되어 있으며, 일부 소재(Materials) 및 제조장비(SME: Semiconductor Manufacturing Equipment) 분야도 생산하고 있다. 대만은 초미세 공정 파운드리 및 ATP(조립, 테스트, 패키징)에서 압도적인 위치를 차지하고 있다. 일본은 반도체 소자 분야보다도 제조장비 및 소재에 특화되어 있고, 가전용 및 자동차용 반도체를 생산하고 있다.

유럽은 네덜란드, 영국, 독일을 중심으로 EUV 포토리소그래피 장비, 진공장비, 광학장비 등에 특화되어 있고, 칩 설계 관련한 핵심 지식재산(IP)에 강점을 지니고 있다. 또한 EU는 2021년에 반도체 산업 역량 강화를 위해 프로세서 및 반도체 기술연합(European Alliance on Processors and Semiconductor technologies)¹¹⁾을 설립하여 관련 기관의 응집력을 통해 역내 반도체 산업 강화를 도모하고 있다. 유럽은 과거 메모리 반도체까지 생산할 정도로 매우 발달했으나, 2000년대 들어 반도체 생산 역량이 크게 뒤처졌다. 지난 20년간 유럽은 차량반도체 외에는 팹에 투자하지 않았으며, 오늘날 반드시 필요한 7nm 및 5nm 노드에서 칩을 설계하는 회사도 전무한 상태다. 향후 2030년까지 유럽 역내 반도체 생산 비중을 세계 생산의 20%까지 확대하는 구체적인 로드맵을 제시할 계획이다. 이를 통해 역외 의존도를 줄이고, 동시에 최첨단 반도체 설계 능력 및 생산 역량을 구축할 계획이다.

중국은 ATP 및 팹리스 등 공급망 일부분이 발전되어 있으나, 미국의 반도체 제재로 어려움에 직면하고 있다. 중국정부의 강력한 지원을 받아 설계 및 제조 공정 부문에서 발전을 나타내고 있지만, 반도체 설계자동화(EDA) 툴, 핵심 IP, 첨단제조 장비, 특정 소재 등은 미국과 일본 등 해외에서 도입이 어려워 미세공정 기술의 발전에 제한을 받고 있다.

한편 2021년 2/4분기에 글로벌 반도체 기업매출 순위¹²⁾를 살펴보면, 한국

11) EU(2021. 7. 21), "Digital sovereignty: Commission kick-starts alliances for Semiconductors and industrial cloud technologies," p. 1.

12) IC Insights(2021. 8. 19), "Samsung Passes Intel to Become World's Largest Semi Supplier in 2Q21," p. 2.

의 삼성전자가 미국의 인텔을 제치고 선두를 탈환했다. 2021년 2/4분기 글로벌 반도체 기업의 매출 순위 상위 10개사 중에서 기업 본사(HQ)가 위치한 국적별로 보면, 미국 6개사, 한국 2개사, 대만 2개사로 되어 있으며, 또한 일괄생산(IDM) 5개사, 팹리스 4개사, 파운드리 1개사로 특징지어진다. 키오시아를 비롯한 일본업체는 10위권 밖으로 밀려났으며, 또한 10위권에 진입하기 위해서는 분기별로 43억 달러 이상의 매출이 달성되어야 가능하게 되었다. 그만큼 1개 기업당 생산능력(Capacity)이 커졌고 기술이 발전되었다고 할 수 있다.

인텔과 삼성전자의 경우 오랜 세월에 걸쳐 최상위에 군림하고 있는 인텔을 메모리 사이클을 배경으로 삼성전자가 앞지르게 된 것이 2017년 2/4분기였으며, 연이어 2018년 3/4분기까지 상위에 머물렀다. 하지만 메모리 사이클이 하향하면서 인텔이 다시 정상의 자리를 차지했으나, 2021년 2/4분기에 메모리의 호황을 배경으로 삼성전자가 인텔을 다시 제치고 맨 위 자리를 차지하게 되었다.

삼성전자는 D램 및 낸드플래시 메모리 시장을 선도적으로 이끌어 가고 있으며, 인텔은 PC용 및 서버용의 마이크로프로세서(MPU)를 독점적으로 양산해 오고 있으나, 최근에는 10나노의 양산기술을 넘지 못하여 신제품 출하를 계속 지연시키고 있다.

표 2-4. 글로벌 Top-10 반도체 기업의 매출 순위(2Q21 기준)

(단위: 백만 달러, %)

순위	기업(본사 국적)	2Q21 매출	2Q21/1Q21 증가율	주력 분야
1	삼성(한국)	20,297	19	메모리 세계 1위
2	인텔(미국)	19,304	3	MPU, ASSP 세계 1위
3	TSMC(대만)	13,315	3	파운드리 세계 1위
4	SK하이닉스(한국)	9,213	21	메모리 세계 2위
5	마이크론(미국)	7,683	16	메모리 3위, 주로 일본에서 생산
6	퀄컴(미국)	6,472	3	로직 IC 세계 1위, 설계전문
7	엔비디아(미국)	5,540	14	GPU 세계 1위, 설계전문
8	브로드컴(미국)	4,890	1	로직 IC 최대기업, 설계전문

표 2-4. 계속

(단위: 백만 달러, %)

순위	기업(본사 국적)	2Q21 매출 (백만 달러)	2Q21/1Q21 증가율(%)	주력 분야
10	미디어텍(대만)	4,496	17	로직 IC 아시아 최고기업, 설계전문
11	TI(미국)	4,299	7	아날로그 IC 세계 1위

자료: IC Insights(2021. 8. 19), p. 2에서 발췌하고 추가하여 작성.

그리고 최근 반도체 산업이 국가안보 및 경제발전에 지대한 영향을 끼치고 있다는 사실을 깊이 인식하고, 주요국들은 반도체 관련 글로벌 서플라이 체인의 생태계 확보를 위해 패권 경쟁이 치열하게 벌어지고 있다.

반도체를 둘러싸고 그동안 GVC가 진행되면서 공급망 또한 국경 구분 없이 글로벌화·다양화되는 추세에서 공급망의 탈동조화(Decoupling) 및 자국 위주의 재편화가 강하게 추진되고 있다. 대표적으로 미국이 대통령과 의회의 공조를 통해 자국 반도체 산업을 육성하고 외국업체를 끌어들이고 있다. 또한 MAGA(MS, 구글, 애플, 아마존) 등 대형 IT 기업들이 반도체 자체 개발을 추진하고 있으며, 국방부(DoD)에서도 반도체 개발에 적극적으로 나서고 있다.

최근 들어 AI, 자율차량, 메타버스, 5G, 탄소중립, 기후변화, 코로나 등의 관련 데이터 수요가 양적으로나 질적으로 모두 급격히 증대되고 있다. 데이터 자체의 효용가치가 높아지고, 자국의 반도체 기술 및 제조 역량 확보 여부가 매우 중요해지면서, 각국 정부는 반도체 제조 역량의 자국 회귀를 촉진하고 관련 정책을 더욱 강화하고 있다. 향후 반도체 공급망 생태계 구축을 위한 각국의 기술 보호 정책은 더욱 심화될 것이다. 이러한 신기술 경쟁 및 각국의 기술안보 정책은 글로벌 반도체 공급망 구도를 바꾸는 전환점이 될 것으로 보인다.

표 2-5. 글로벌 반도체 산업의 경쟁구조 전환

구분	경쟁 환경 요인	주요 내용
폭발적 수요증가	데이터 경제 시대	- 코로나19(2020)에도 반도체 수요 6.8% 신장 - WSTS 2021년 반도체 수요 25.1% 성장 전망
업계의 신기술 경쟁	미세화 난이도 제고 및 투자 강화	- 제조기술과 투자능력 보유한 대만 파운드리 약진 - 향후 3차원화·적층화 추구
	전통화 추세로 전력 효율화 필요성 증대	- 차세대 전력반도체에 탄화규소(SiC), 질화갈륨(GaN), 갈륨옥사이드(Ga2O3) 활용
	새로운 수요에 따른 전문화	- 엔비디아의 시칩, 퀄컴의 5G칩 등 특정용도 설계전문 기업 부각 - 차량용 반도체, 에너지 분야도 진화
	GAFAM 등 시스템 기업의 자체 개발	- 애플: 인텔에서 공급받던 맥(Mac) SoC를 자체 개발 - 구글: AI 기술을 적용해 데이터센터의 소비전력을 절감 - 테슬라: 자동차 SW 사업화 목적으로 자체 개발
각국 정부의 기술보호정책	미·중 기술 냉전	- 미국: 기술보안 정책강화 - 중국: 자급률 향상을 위해 정부주도로 대형투자 단행
	공급망의 디커플링 및 자국 위주 재편	- 글로벌 공급망 붕괴상황 발생 - 각국의 공급망 회귀 및 자국위주의 재편 가속

자료: NEDO(2021. 4), p. 24에서 발췌.

2. 미국 반도체 산업 공급망 리스크

가. 미국 반도체 수급 동향

미국의 반도체 업계는 그동안 GVC의 거점 확보를 선두적으로 추진하여 고착된 제조거점으로 제품이동이 매우 다양하게 이루어져 왔다. 물론 미중 반도체 분쟁 이후부터는 GVC가 위축되고 미국으로 회귀를 권유받고 있는 상황이다. 반도체 무역은 제조공정 수준에 따라 국경을 넘어 자유롭게 이동하는 독특한 특징을 지니고 있다.

반도체 설계 및 개발은 미국에서 수행하고, 제조 및 패키징은 해외 거점에

서 수행하거나 위탁을 통해 완제품을 생산하게 된다. 애플, 퀄컴, 엔비디아, AMD, 브로드컴, 자일링스 같은 미국의 주요 팹리스 업체들은 대만의 TSMC, UMC 등에 파운드리 생산을 맡기고, 이를 중국의 후공정업체에 패키징(APT: Assembly, Packaging & Test) 공정을 거치는 구조로 무역이 이루어진다. 반도체가 국제간에 무역이 원활하게 이루어지고 있는 근본적 배경에는 우선 물류비가 적게 들고 무관세 등 무역장벽이 거의 없는 데 기인한다.

인텔의 경우는 미국 내를 비롯하여 해외의 다양한 국가에 GVC를 구축하여 현지 법인 간 기업 내 무역형태로 수출입이 이루어지고 있다. 이는 인텔이 생산 거점을 오리건주나 실리콘밸리에 집중하지 않고 분산 배치하여 대규모 지진과 같은 자연재해를 피할 수 있고, 더 좋은 경영조건의 투자유치 인센티브를 받아 경영의 효율화를 도모하기 때문이다.

표 2-6. 미국의 주요 반도체 기업

기업	주요 활동
인텔	- CPU, 칩셋, 네트워크 인터페이스 컨트롤러 등을 설계 및 제조하는 종합반도체(IDM) 기업이며, 세계 독보적인 컴퓨터 및 서버 CPU 업체 - 2021년 7nm, 2023년 3nm, 2024년 2nm, 2025년 1.8nm 공정기술을 생산하는 로드맵 제시(기술 로드맵 발표행사, 2021. 7. 26)
마이크론	미국 유일의 DRAM을 비롯하여 낸드플래시 및 SSD 등을 생산하며, 미국 와이오밍주에 소규모 공장을 두고 있으나, 대부분은 일본, 대만 등 아시아에서 생산활동
브로드컴	광범위한 반도체 솔루션의 설계전문 기업이며, 데이터센터, 네트워킹, 브로드밴드 통신 등에 로직 IC를 제공
퀄컴	스마트폰 및 무선통신 분야 반도체를 설계하는 팹리스 및 통신장비 회사이며, 칩 마케팅과 특허 라이선싱 사업에서 고수익 창출
Texas Instruments	전력 반도체 및 아날로그 등 다양한 IC를 제조하는 IDM 기업
엔비디아	데이터센터, 게임 및 전문가용 GPU, 모바일 컴퓨팅 및 자동차용 SoC 등을 설계하는 팹리스
Western Digital	HDD 전문회사이며, 낸드플래시를 일본 키오시아와 공동 생산하고, 2016년 Sandisk 인수

표 2-6. 계속

기업	주요 활동
Global Foundries	2009년 AMD에서 분사된 미국의 파운드리 업체이며, 독일(드레센), 싱가포르(4개), 미국(3개), 중국(청두) 등 Fab 9개 보유
Synopsys	대표제품은 EDA(전자회로 자동설계)로서 Design Compiler의 세계 1위 기업이고, 반도체 IP 코어도 영국의 ARM에 이어 세계 2위

자료: 언론 매체를 통한 저자 작성.

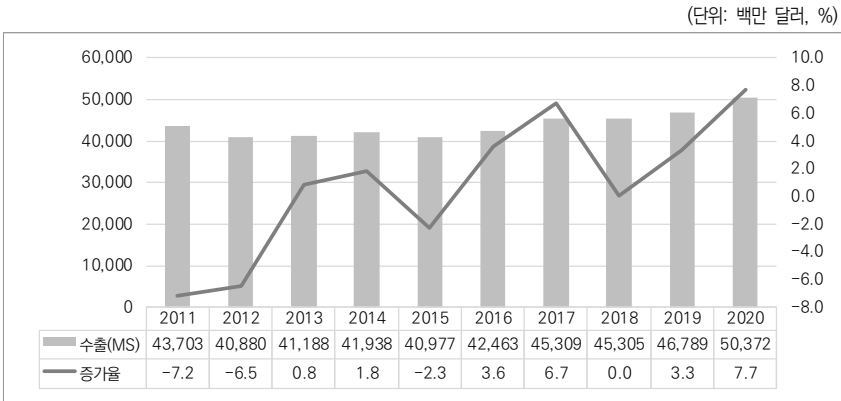
표 2-7. 인텔의 GVC 거점 현황

구분	인텔의 현지법인
Fab 거점	미국: 실리콘밸리, 애리조나, 오리건 등 이스라엘: 텔아비브 아일랜드: 킬다르 중국: 다롄
패키징(APT) 거점	미국: 애리조나, 뉴멕시코 말레이시아: 페낭 필리핀: 마닐라, 캐비트 중국: 상하이 푸둥 지역 코스타리카: 코스타리카 베트남: 호치민
R&D 거점	미국: 실리콘밸리, 오리건, 폴삼 등 이스라엘: 예루살렘 인도: 벵골 등

자료: 저자 작성.

미국의 반도체 수출은 트럼프 행정부 시절부터 다소 부침은 있었으나 증가 추세를 보이고 있다. 2018년 반도체 슈퍼사이클의 하락세와 함께 미중 무역 추가 제재로 수출성장이 멈췄으나 2019년부터 재차 증가하기 시작했다.

그림 2-4. 미국 전체 반도체의 수출 추이



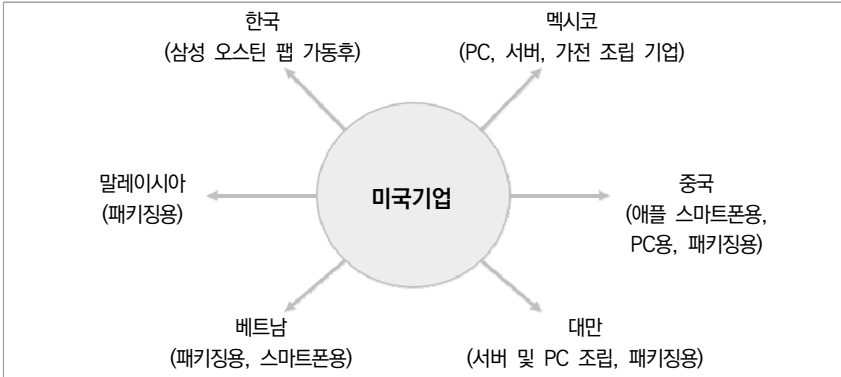
주: 반도체 전체는 시스템 IC, 메모리 및 디스크리트를 모두 합한 수치.
 자료: KITA(검색일: 2021. 11. 24)에서 미국 통계로 저자 작성.

미국의 반도체 수출은 대부분 시스템 반도체(System IC)이므로 시스템 반도체의 국별 수출비중을 살펴보면, 가장 많이 수출하는 국가는 인접국인 멕시코이며, 현지의 PC 및 서버, 통신기기 및 가전, 자동차 등 조립업체로 수출되고 있다. 지리적 장점을 최대한 이용하는 무역구조다.

그다음에 중국으로 미국 시스템 반도체가 많이 수출되고 있는데, 이는 주지하다시피 애플의 스마트폰 조립을 중국에서 수행하고 있고, 또한 중국에 다국적 IT 업체가 GVC 거점을 구축하고 있으며, 반도체 후공정의 패키징 업체가 중국에 많이 있기 때문이다. 특히 미중 반도체 마찰이 첨예하게 진행되고 있지만 미국의 대중국 반도체 수출이 매년 증가하고 있다. 이는 GVC의 재구축이 단기간에 이루어지는 것이 아니라 상당한 투자가 장기간에 걸쳐 이루어져야 하기 때문인 것으로 판단된다.

한국으로의 미국 수출은 삼성전자의 오스틴 공장에서 팹 가동한 반제품을 한국으로 보내는 것과 한국의 내수용으로 미국 시스템 반도체를 수출하는 경우다. 하지만 수출액은 점차 줄어들고 있는데, 이는 한국에서 IT 완제품 생산이 점차 줄어드는 것과 맥을 같이 하고 있다.

그림 2-5. 미국의 시스템 반도체 수출 배경



자료: 저자 작성.

표 2-8. 미국 시스템 반도체의 국별 수출 추이

(단위: 백만 달러, %)

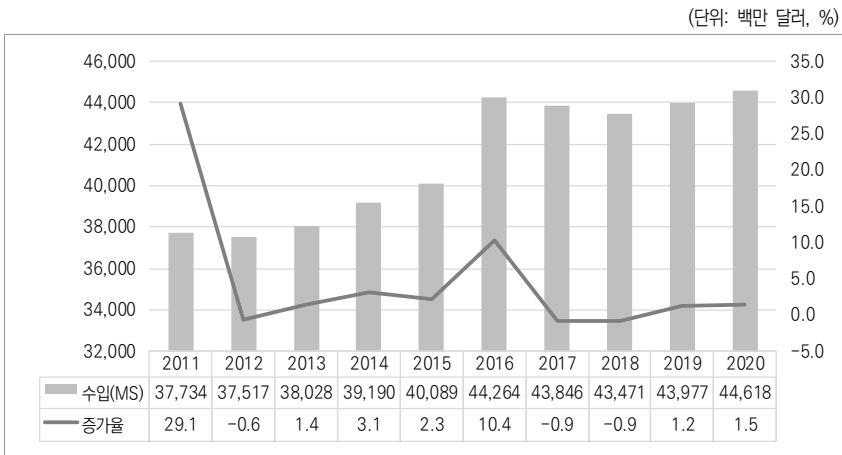
2020 순위	국가	수출금액				비중			
		2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020
	전체 합계	18,962	19,097	23,572	27,728	100.0	100.0	100.0	100.0
1	멕시코	3,618	3,913	6,633	8,266	19.1	20.5	28.1	29.8
2	중국	3,107	3,929	6,537	8,207	16.4	20.6	27.7	29.6
3	한국	2,513	2,572	2,524	2,454	12.9	13.5	10.7	8.9
4	대만	1,133	1,129	1,055	1,419	7.5	5.9	4.5	5.1
5	말레이시아	2,449	1,781	1,326	1,375	12.9	9.3	5.6	5.0
6	베트남	1,324	755	737	979	7.0	4.0	3.1	3.5
7	브라질	791	726	798	888	4.2	3.8	3.4	3.2
8	캐나다	944	1,127	851	691	5.0	5.9	3.6	2.5
9	독일	491	636	758	637	2.6	3.3	3.2	2.3
10	홍콩	592	570	559	517	3.1	3.0	2.4	1.9
11	필리핀	485	456	398	307	2.6	2.4	1.7	1.1

자료: KITA(검색일: 2021. 11. 24)에서 미국 통계로 저자 작성.

또한 미국의 반도체 수입은 매년 약 440억 달러 수준의 일정한 규모를 점유하고 있는 것이 특징이다. 최대 수입국은 말레이시아이고, 그다음이 베트남,

중국, 대만, 아일랜드 순으로 나타났다. 말레이시아의 폐낭섬에는 인텔을 비롯한 패키징 업체가 많이 입주해 있어, 최종 조립공정을 마친 반도체 완성품을 미국으로 재수입하는 산업내 무역의 유통구조다.

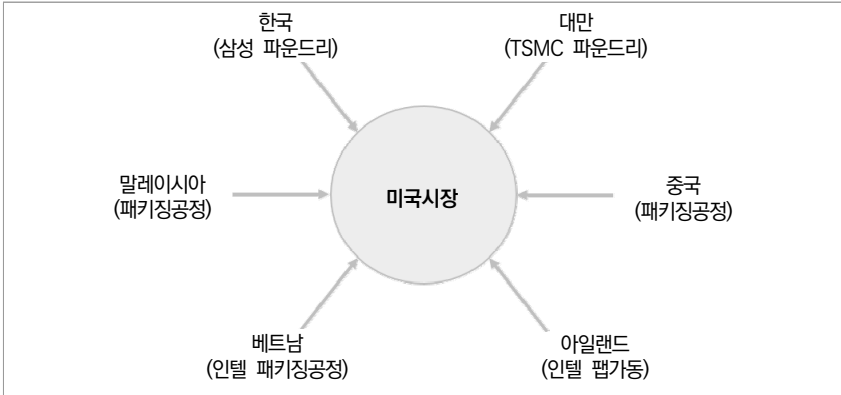
그림 2-6. 미국 전체 반도체의 수입 추이



주: 반도체 전체는 시스템 IC, 메모리 및 디스크리트를 모두 합한 수치.
 자료: KITA(검색일: 2021. 11. 24)에서 미국 통계로 저자 작성.

최근 다국적 기업의 탈중국으로 각광받는 곳이 베트남이며, 호치민시에는 인텔의 패키징 공장이 입주해 있으므로 최종 공정을 마친 반도체를 미국이 재수입하고 있다. 이런 이유로 베트남에서 반도체 수입이 계속 증가하고 있다. 중국에도 패키징 공정을 끝낸 완성 칩을 미국으로 수출하는 경우가 대부분이다. 대만에는 미국의 팹리스 업체가 파운드리 및 패키징을 위탁한 것으로 다시 미국으로 보내는 무역구조다. 아일랜드에도 인텔의 팹 공장이 있어, 여기서 생산된 제품을 미국으로 가져오는 무역이다.

그림 2-7. 미국의 시스템 반도체 수입 배경



자료: 저자 작성.

표 2-9. 미국 시스템 반도체의 국별 수입 추이

(단위: 백만 달러, %)

2020 순위	국가명	국별 수입 금액				국별 수입 비중			
		2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020
	전체 합계	21,079	21,572	21,771	21,347	100.0	100.0	100.0	100.0
1	말레이시아	10,980	13,034	13,544	13,367	52.1	60.4	62.2	62.6
2	베트남	2,146	1,358	1,897	2,508	10.2	6.3	8.7	11.7
3	중국	1,116	1,676	985	1,298	5.3	7.8	4.5	6.1
4	대만	1,416	1,364	1,110	1,152	6.7	6.3	5.1	5.4
5	아일랜드	2,192	1,061	788	483	10.4	4.9	3.6	2.3
6	한국	425	481	560	435	2.0	2.2	2.8	2.0
7	일본	609	549	480	426	2.9	2.5	2.2	2.0
8	캐나다	636	718	1,051	298	3.0	3.3	4.8	1.4
9	필리핀	445	441	387	283	2.1	2.0	1.8	1.3
10	태국	224	228	228	264	1.1	1.0	1.0	1.2
11	싱가포르	129	124	129	117	0.6	0.6	0.6	0.5

자료: KITA(검색일: 2021. 11. 24)에서 미국 통계를 저자 작성.

한편 반도체 제조장비는 반도체 소자를 생산하는 일련의 공정과정에 소요되는 실리콘 웨이퍼 제조장비, 설계장비, 웨이퍼 가공장비, 조립장비, 검사장비

등 다양한 장비를 일컫는다. 반도체 제조장비 산업은 극한기술의 집합체이며 미국과 일본의 소수기업이 기술개발을 주도하고 있다. 이는 초미세 공정기술의 집약적 산업이면서 기술수명 주기가 매우 짧아 지속적 R&D와 새로운 장비 개발이 필요하며, 수요업계의 설비투자 시기가 불규칙하여 수요량의 변동폭이 크고, 규모의 경제가 요구되는 산업이기 때문이다. 따라서 빠르게 변화하는 반도체 제조기술을 따라잡기 위해서는 끊임없는 투자가 필요하므로, 반도체 산업에 대한 오랜 경험과 고급 기술인력 및 자본력을 가진 기업이 시장을 지배하게 된다.

2020년 반도체 제조장비 시장¹³⁾은 전년대비 18.4% 증가한 924억 달러에 달하였다. 이는 5G 및 데이터센터의 수요증가에 따라 로직 IC 및 파운드리 분야의 설비투자가 활발했고, 특히 7nm 및 5nm 공정이 경쟁적으로 투자되었기 때문에 강한 성장을 이루었다. 세계 1위 기업인 미국의 Applied Materials (AMAT)가 계속 최고 자리를 유지하고 있다. 하지만 2위인 네덜란드 ASML은 최근 들어 EUV 노광장비를 독점 생산하고 있어, 1대당 2,500억 원가량 하는 EUV 장비를 TSMC, 삼성전자, SK하이닉스에 이어 인텔도 본격 도입하게 되면 ASML이 AMAT를 제치고 정상에 올라설 가능성도 있다.

표 2-10. 글로벌 반도체 제조장비 기업의 매출 순위

(단위: 백만 달러, %)

순위	국가	기업	2019	2020	증가율	2020 점유율
1	미국	어플라이드 머티어리얼즈	13,468	16,365	21.5	17.7
2	네덜란드	ASML	12,770	15,396	20.6	16.7
3	미국	램리서치	9,549	11,929	24.9	12.9
4	일본	Tokyo Electron	9,552	11,321	18.5	12.3
5	미국	KLA	4,704	5,443	15.7	5.9
6	일본	Advantest	2,470	2,531	2.5	2.7
7	일본	SCREEN	2,200	2,331	6.0	2.5

13) VLSI research(2021. 3), "2020 Top Semiconductor Equipment Suppliers," p. 3.

표 2-10. 계속

(단위: 백만 달러, %)

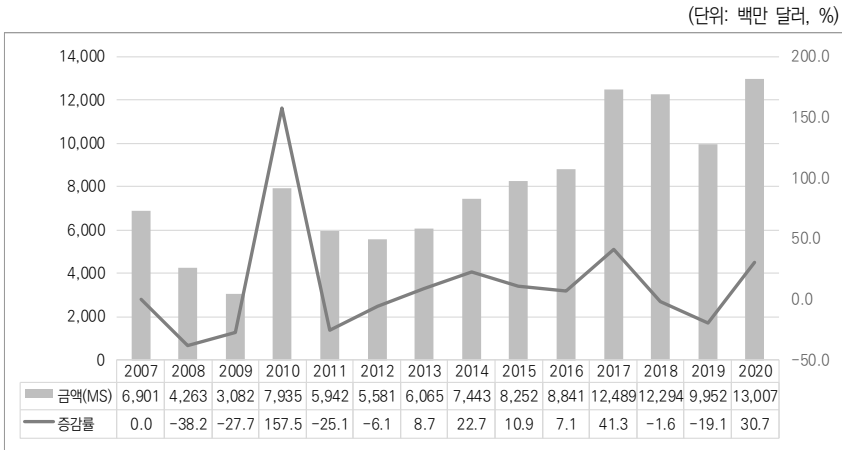
순위	국가	기업	2019	2020	증가율	2020 점유율
8	미국	Teradyne	1,553	2,259	45.5	2.4
9	일본	Hitachi High-Tech	1,490	1,717	15.2	1.9
10	네덜란드	ASM International	1,261	1,516	20.2	1.6
11	일본	코쿠사이 일렉트릭	1,127	1,455	29.1	1.6
12	일본	니콘	1,104	1,085	-1.7	1.2
13	한국	SEMES	489	1,056	116.0	1.1
합계			78,032	92,405	18.4	100.0

자료: VLSI research(2021. 3), p. 3에서 발췌.

또한 미국 반도체 장비산업의 수출입 동향을 살펴보면, 미국 반도체 장비 기술력은 세계 최고 수준을 유지하고 있고 수출에 크게 의존하고 있다. 미국의 전 공정(Front-end) 제조장비 부문의 수출은 순환적 반도체 경기와 궤도를 같이 하는 것으로 나타났으며, 이는 지난 경기의 슈퍼 사이클 시점인 2017년에 전년 대비 41.3% 급증했으나, 2018년부터 감소세를 보였고, 2020년에는 다시 30.7% 급증으로 130억 달러를 수출했다.

그런데 수출액 규모는 미국의 기술력 및 시장 지배력에 비해 작은 편이며, 이는 실제로 여러 국가의 해외 현지법인에서 조립 생산하여 수요업체에 납품하고 있기 때문이다. 반도체 제조장비는 일반적으로 거대한 설비 시스템 형태로 되어 있기 때문에, 이를 어느 한 곳에서 통째로 수출하는 것보다 수요업체의 인접한 지역에 현지법인을 설립하여, 자국으로부터 부품 수입에 의한 조립가공 형태로 납품하고 있다. 예를 들어 한국의 평택에 삼성전자가 세계 최대 규모의 메가 팩을 운영하고 있는데, 인근의 평택, 천안, 오산 등에 국내외 반도체 장비업체가 밀집되어 있다. 이는 설비 납품에 물류비도 절약할 수 있고, 또한 수시로 공장 내부에 들어가서 장비 유지보수를 수행해야 하기 때문이다. 유지보수를 위한 장비 부품도 수요가 매년 증가하고 있다.

그림 2-8. 미국 반도체 제조장비의 수출 추이



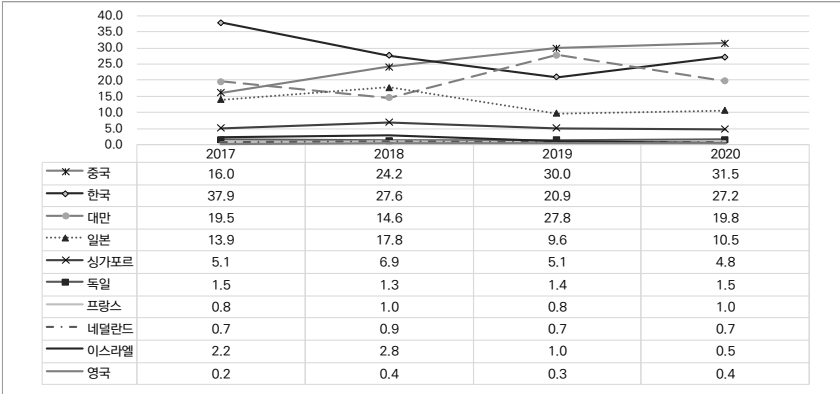
주: 반도체 제조장비는 전공정(Front-end) 장비 부문.
 자료: KITA(검색일: 2021. 11. 24)에서 미국 통계로 저자 작성.

그리고 미국에는 세계 최고 장비업체인 어플라이드 머티어리얼즈를 중심으로 웨이퍼 가공장비 및 계측장비에서 월등한 경쟁력을 갖추고 있고 수출대상 국가도 다양한 편이다. 중국, 한국, 대만, 일본 순으로 핵심공정 장비를 수출하고 있다. 중국에는 한국의 삼성전자 및 SK하이닉스, 인텔, SMIC 등이 메모리, 시스템IC, 파운드리 등의 팹을 대규모 투자하고 있어, 미중 반도체 마찰에도 불구하고 중국으로 장비 수출이 계속 증가하고 있다.

한국에도 삼성전자의 메모리 및 파운드리 팹을 거대규모로 투자하고, SK하이닉스의 메모리 부문 투자가 대규모로 진행되고 있어 미국으로부터 제조장비 수입이 증가하고 있다. 대만에는 TSMC, UMC 등의 파운드리, 마이크론 및 Nanya의 메모리 부문에 거대규모 팹을 투자하고 있어 미국 제조장비를 수입하고 있다. 일본에는 키오시아의 낸드플래시 및 마이크론의 DRAM, 르네사스의 시스템 반도체 등 대규모 팹을 운영하고 있어, 자국에서 충족하지 못하는 첨단장비를 미국으로부터 수입에 의존하고 있다.

그림 2-9. 미국 반도체 제조장비의 국별 수출 추이

(단위: %)

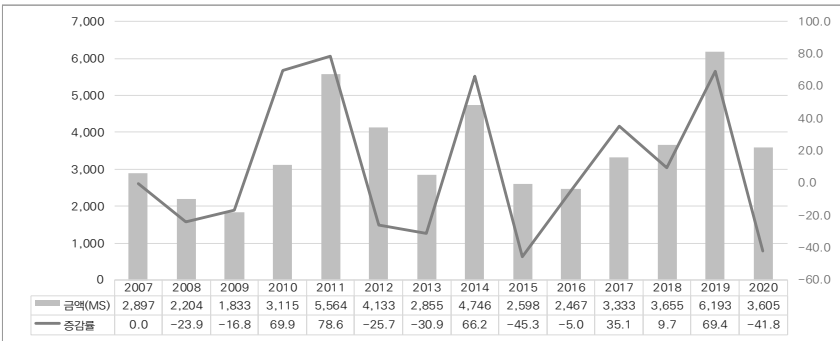


자료: KITA(검색일: 2021. 11. 24)에서 미국 통계로 저자 작성.

한편 미국의 2020년 반도체 제조장비 수입은 전년대비 41.8% 감소한 약 36억 달러였다. 이는 코로나19로 시작된 세계적인 경기 악화로 미국에서 인텔을 비롯한 오스틴의 삼성전자, TI, Global Foundries 등 IDM 및 파운드리 업체의 신규 팹 투자가 부진함에 따라 수입도 감소했기 때문이다. 국가별로는 일본을 비롯하여 싱가포르, 네덜란드 순으로 수입하고 있다.

그림 2-10. 미국 반도체 제조장비의 수입 추이

(단위: 백만 달러, %)

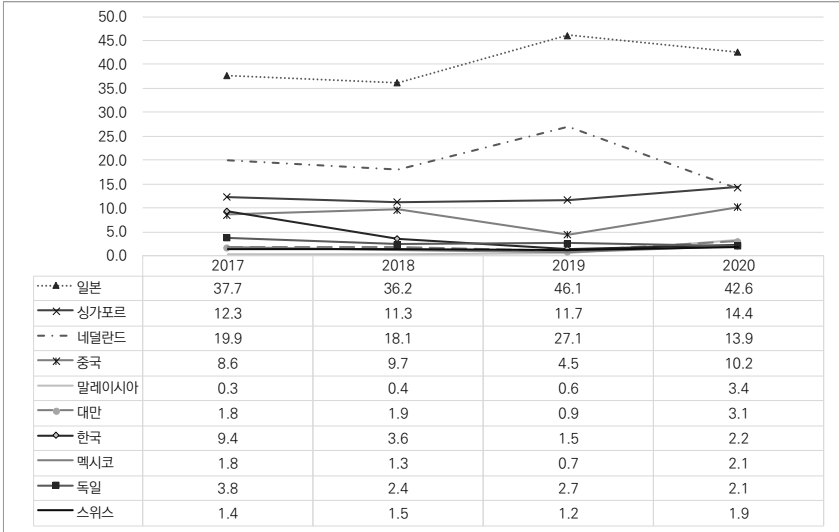


주: 반도체 제조장비는 전공정(Front-end) 장비 부문.

자료: KITA(검색일: 2021. 11. 24)에서 미국 통계로 저자 작성.

그림 2-11. 미국 반도체 제조장비의 국별 수입 추이

(단위: %)



주: 반도체 제조장비는 전공정(Front-end) 장비 부문.
 자료: KITA(검색일: 2021. 11. 24)에서 미국 통계로 저자 작성.

나. 미국 반도체 산업 공급망 리스크

미국이 최근 들어 반도체 산업의 공급망 재검토를 중요시하고 있는 배경은 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 세계 반도체 제조능력(Global manufacturing capacity)에 있어서 미국의 비중이 점차 하락하고 있어 회복력이 필요하다는 것이다. 미국반도체산업협회(SIA)의 2020년 보고서¹⁴⁾에 따르면, 미국 반도체 산업 제조능력의 세계시장 점유율이 1990년 37%였으나, 2020년 12%, 2030년 10%까지 떨어질 것으로 예측하였다. 또한 인텔이 상무부에 제출한 퍼블릭 코멘트¹⁵⁾에서는 2020년 미국 반도체 제조능력이 12%까지 감소했으나, 실제 미

14) SIA & BCG(2020. 9), "Government Incentives and US Competitiveness in Semiconductor Manufacturing," p. 7.

15) Public Comment 94(2021. 3. 10), "Intel Comments on President Biden Supply chain EO_Final Public Version," p. 1.

국제 기업은 그중 오직 9%만이라고 지적했다. 반도체 수요는 AI, 클라우드 컴퓨팅 등 디지털 전환(DX)으로 향후 계속 증가하는데, 미국은 제조능력이 축소되고 있어 국가안보, 경제 등에 필요한 반도체를 해외에 의존해야 한다는 위기감을 인식한 것이다. 반면에 대만 및 중국은 1990년에 반도체 생산이 거의 이루어지지 않았지만, 2020년에 각각 22%, 15%의 시장점유율이 2030년에 21%, 24%로 중국이 미국, 대만 모두 제치고 세계 1위로 부상하여 시장을 장악할 것으로 예측했다.

표 2-11. 글로벌 반도체 제조능력의 국별 비중

(단위: %)

국가	1990	2000	2010	2020E	2030F
미국	37	19	13	12	10
유럽	44	24	13	9	8
일본	19	17	18	15	13
한국		13	15	21	19
대만		22	22	22	21
중국			11	15	24
기타		3	8	7	6

주: E와 F는 전망치임.

자료: SIA & BCG(2020. 9), p. 7에서 저자 재구성.

최근 들어 미국의 IT 및 전기차 등 대규모 플랫폼 기업들이 독자적으로 반도체를 자체 설계하기 시작하여 기업들의 사업경계 파괴를 통한 영역확장을 추진하고 있다. 애플, 아마존, 구글, MS, 테슬라, 페이스북 등 미국의 거대 기업들이 반도체를 자체 개발하거나 이미 상용화하여 사용하기 시작하고 있다. 이는 데이터센터 서버용 CPU, 데이터센터용 AI 반도체, 자율주행차용 AP 등 고성능 고성능 최첨단 반도체를 자사의 영업비밀 보장을 위해 자체 설계하여 개발하고 있다. 이러한 미국 플랫폼 업체는 자체 설계한 반도체를 제조하기 위해 모두 해외 파운드리 업체에 의존해야 하는 상황이다. 특히 군사용 반도체, 우주항

공용 반도체 등 국가안보에 직결되는 첨단반도체의 제조공정을 미국 내에서 수행할 수 없다. 이에 미국이 공급망에 대해 위기감을 인식하고 강인한 회복력을 구축하려고 백악관 중심으로 연방정부, 의회, 주정부 등이 정책을 수립하고 있다.

둘째, 반도체 제조공정 부문의 생산거점과 시장 지배력이 동아시아 국가에 편중되어 있어 지정학적 위험성을 안고 있다는 것이다. 특히 최첨단 10nm 미만 웨이퍼 가공공정의 반도체 제조능력은 대만과 한국이 각각 92%, 8%를 차지하며 모두 동아시아에 입지해 있고, 미국은 제조불능 상태이므로 심각한 공급망의 취약점이 된다. 미국은 반도체 산업의 공급망 효율성보다 강인성(resilience) 요구가 더욱 중요해졌다. 즉 반도체 제조공정별 국제 분업을 통해 제조비용을 최대한 낮출 수 있는 공급망 효율성보다 지정학적 리스크, 자연재해 리스크, 국제분쟁 리스크 등을 회피하는 강력한 공급망 구축의 필요성이 대두되고 있다. 2021년 2월 사상 초유의 텍사스 한파, 일본의 빈번한 지진 및 화산폭발, 56년 만에 발생한 대만의 대가뭄, 빈번한 지진, 태풍피해, 양안관계 긴장고조와 더불어 한국의 북핵문제 긴장 연속, 한일 간의 반도체 소재 수출규제 갈등 등 반도체를 둘러싼 공급망의 병목지점이 수시로 드러나고 있다. 이러한 반도체 공급망 취약성은 곧바로 미국의 경제 및 안보에 지대한 영향을 끼치는 것으로 판단되고 있다. 예를 들어 2021년 차량반도체의 공급 차질은 미국 자동차 공장을 멈추게 하여 공급망 강화의 중요성을 일깨워주었다. 따라서 반도체가 모든 기술 및 산업의 기초를 지원하게 됨으로써, 향후 기술혁신에 따라 반도체 수요가 더욱 증가할 것이다. 하지만 미국은 생산 점유율이 낮고, 특히 최첨단 반도체 공급 소스가 부족하고, 제한된 공급 소스조차 자연재해나 지정학적 위험성이 높은 동아시아에 편중되어 있어, 미국의 경제, 안보도 큰 위협에 처해 있다는 것이다. 따라서 미국 내 강인한 공급망 구축이 시급하다고 인식하고 있다.

표 2-12. 웨이퍼 가공 제조능력의 세계 지역별 비중(2019년)

(단위: %)

구분	로직 IC				메모리	개별 반도체	글로벌 제조능력 비중
	10nm 이하	10~22nm	28~45nm	45nm 이상			
미국	0	43	6	9	5	19	13
중국	0	3	19	23	14	17	16
대만	92	28	47	31	11	3	20
한국	8	5	6	10	44	5	19
일본	0	0	5	13	20	27	17
유럽	0	12	4	6	2	22	8
기타	0	9	13	7	4	7	7
세계	100	100	100	100	100	100	100

자료: Boston & SIA(2021. 4), p. 35에서 발췌 정리.

표 2-13. 글로벌 반도체 공급망 내 미국의 위상

(단위: %)

공급망 분야	핵심기술	국가	국별 점유율	미국 점유율
전공정 (Fabs)	선단 로직 칩(<10nm)	대만	92	0
	메모리 칩	한국	41	5
웨이퍼 제조 및 핸들링 장비	Crystal growing furnaces	독일	100	0
	Wafer bonders and aligners	오스트리아	83	5
	Crystal machining tools	일본	95	0
	Wafer handling tools		88	6
증착장비	Spin coating tools	일본	100	0
	Tube diffusion and deposition tools		84	<1
후공정장비(APT)	Dicing tools	일본	85	2
노광장비 (Lithography)	Resist processing tools		96	<1
	EUV resists		>90	0
	EUV photolithography tools	네덜란드	100	0
	EUV laser amplifiers and mirrors	독일	100	0

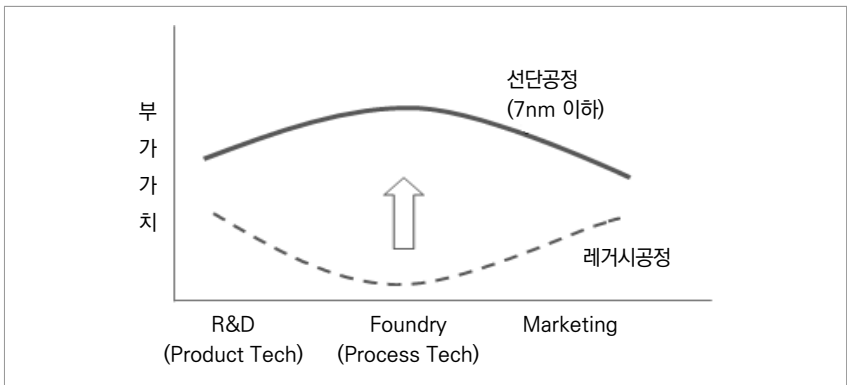
자료: CSET(2021. 4), p. 30에서 발췌 정리.

셋째, 반도체 가치사슬의 부가가치 이동이 급격히 진행되고 있다. 기존의 스마일커브에서 R&D 부문의 부가가치가 가장 높았기 때문에, 미국은 특히 등 지

적재산 보호제도를 통해 자국에서 R&D를 수행하고, 상대적으로 부가가치가 낮은 파운드리 등 제조분야는 해외에 의존하였다. 하지만 최근 들어 반도체 설계분야는 상대적으로 난이도가 낮아졌는데, 이는 반도체 설계·연구개발에 있어서 빅데이터 분석, 시뮬레이션 및 VR·AR을 이용하여 연구개발 기간을 대폭 단축하고, 특히 AI 기술을 적용하여 최적의 설계가 단기간에 가능한 수준까지 발달하였기 때문이다. 반면 제조공정 기술 분야는 상대적으로 난이도가 매우 높아졌고, 거대자본이 요구되는 패러다임 변화를 초래하고 있다. 즉 초미세 공정 기술 분야의 부가가치가 높아지는 역스마일 커브의 전환점에 위치하고 있다.

AI 반도체, 자율주행차, 빅데이터 등을 통한 4차 산업혁명이 진행되면서 반도체 산업의 패러다임도 변화하게 되었다. 이러한 지능반도체를 구현하기 위해서는 초저전력 반도체, 뉴로모픽 칩 등 새로운 반도체 칩으로 개발되어야 원활한 기능을 수행할 수 있다. 이에 따라 반도체의 다양화·차별화를 위한 개발 경쟁이 치열해지고, 기술은 초미세화, 초고속화, 초저전력화 등으로 경쟁이 가속화되고 있다.

그림 2-12. 반도체 가치사슬의 부가가치 이동



자료: 저자 작성.

반도체 미세화 공정기술의 발전과정을 살펴보면, 설계 및 공정기술발전은 1990년 800nm(i-line) → 1995년 350nm(KrF) → 2004년 90nm(ArF) → 2009년 45/40nm(ArFi) → 2011년 32/28nm(ArFi) → 2015년 16/14nm(ArFi) → 2017년 10nm(ArFi) → 2018년 7nm(ArFi/EUV) → 2020년 5nm(EUV)¹⁶⁾로 가속화되고 있다. 여기서 EUV를 통한 7nm 및 5nm 공정은 대만의 TSMC와 한국의 삼성전자만이 제조설비를 갖추고 있는 최고의 기술이다. 미국은 인텔에서 10nm(ArFi) 공정을 구축 중이고, 중국은 SMIC에서 14nm(ArFi) 기술을 활용하고 있으나 장비수입의 제약으로 32/28nm(ArFi)에 주력하고 있다.

EUV 도입은 선단공정(7nm 이하)의 중요한 변곡점이 되고 있다. 초미세 패터닝을 기존 DUV(Deep Ultraviolet)로는 어려워져 EUV를 사용해야만 충분한 미세화 효과를 얻을 수 있다. EUV 기술은 기존 멀티패터닝을 한꺼번에 할 수 있어, 공정 스텝 수가 줄어들고 칩 사이즈가 작아져서 원가절감을 할 수 있다. 하지만 EUV 장비 가격이 너무 비싸고(EUV 한 대당 약 2,500억 원, 제조라인 당 30~40대 필요), 도입 초기에는 학습효과가 짧기 때문에 생산효율과 원가에서 충분한 효과를 거두지 못하고 있다. 더욱이 3nm 이하 공정기술이 적용될 2023년부터는 노광장비가 High-NA(Numerical Aperture) EUV 장비로 대체되어야 할 것으로 전망된다. 하지만 이는 너무 고가장비(대당 약 3,500억 원 이상)이기 때문에 투자기업이 극히 제한될 수 있고 생산규모도 한정될 수 있어 공급망 구축에 걸림돌이 되고 있다. 특히 EUV 장비를 공급할 수 있는 기업은 ASML(네덜란드)뿐이며, 신규수요가 지속적으로 늘고 있으나, 2019년부터 이어진 독점 공급의 병목현상으로 글로벌 기업들은 10nm부터 공정 진입에 어려움이 가중되고 있다. 전체 수요는 매년 증가하지만, ASML의 EUV 장비 생산량은 연간 30~40대 수준으로 미국 역내 초미세공정의 생산능력 회복력 기대에 한계가 있는 것도 부인할 수 없다.

한편 현재까지의 글로벌 반도체 산업은 그동안 가치사슬별 분업화가 잘 발달

16) CSET(2021. 3), "China's Progress in Semiconductor Manufacturing Equipment," p. 10.

되어 왔다. 반도체 개발 초기단계인 칩리스(Chipless)¹⁷⁾ → 설계전문(Fabless) → 수탁전문(Foundry) → 패키징·검사(ATP) → 납품(Delivery)으로 국제분업화가 이루어져, 각 국가의 제조 강점에 따라 GVC가 정착되어 왔다. 이들은 제품기술개발(Product Technology)이 강한 국가(미국, 유럽), 제조공정 기술(Process Technology)이 강한 국가(한국, 대만), 조립검사(ATP)의 생산비용 우위성이 높은 국가(중국, 대만, 말레이시아, 베트남) 등으로 글로벌 가치사슬을 배치하여 수십 년 동안 생산 효율성을 도모해 왔다. 따라서 미국 반도체 산업의 품목별 경쟁구조를 살펴보면, 제조공정 분업화의 GVC를 고려하지 않고 단순히 반도체 기업의 본사 소속 국적별 시장점유율로는 시스템 반도체의 경우 미국기업이 월등히 세계시장을 앞서고 지배력을 발휘하고 있다.

제조공정별로 살펴보면, 미국의 시장 지배력이 낮은 분야는 주로 웨이퍼 가공공정 부문이며, IC 설계 및 관련 지적재산권(IP), 제조장비 등은 세계시장 점유율이 여전히 높고, 현재 미국의 주력 수출품이다. 즉 반도체 설계부문을 자국에서 수행하지만, 제조공정은 해외 파운드리 업체에 위탁하여 완성품으로 만드는 것이다. 미국기업의 본사 국적별로는 역시 미국이 세계 최고의 강대국이다.

표 2-14. 글로벌 반도체 기업의 품목별 시장점유율 현황(2020년)

(단위: %)

로직 IC				메모리		아날로그 IC
PCCPU	Mobile CPU	GPU	FPGA	DRAM	NAND	
인텔 (78)미국	퀄컴 (29)미국	엔비디아 (82)미국	자일링스 (52)미국	삼성 (42)한국	삼성 (33)한국	TI (19)미국
AMD (22)미국	미디어텍 (26)대만	AMD (18)미국	인텔 (36)미국	SK하이닉스 (30)한국	키오시아 (20)일본	애널로그 디바이스 (10)미국

17) 칩리스 업체의 비즈니스 모델은 반도체 칩을 완제품까지 설계하지 않고, 칩의 아키텍처 설계, 규격설정, IP(설계자산) 개발 등 R&D에 가까운 분야를 특화하는 형태다. 칩리스 업체는 소자 기업에 라이선스 제공으로 고수익을 올리고 있으며, ARM 사(저전력의 CPU 코어 개발), Rambus 사(고속DRAM 규격 실현), DSP Group 사(DSP 코어 개발) 등이 있다.

표 2-14. 계속

(단위: %)

로직 IC				메모리		아날로그 IC
PCCPU	Mobile CPU	GPU	FPGA	DRAM	NAND	
	하이실리콘 (16)중국		마이크로칩 (7)미국	마이크론 (23)미국	Western Digital (14)미국	인피니언 (7)독일
	삼성 (13)한국		Lattice (5)미국		SK하이닉스 (12)한국	Skyworks (7)미국
	애플 (13)미국				마이크론 (11)미국	STM (6)스위스
					인텔 (9)미국	NXP (5)네덜란드

주: 괄호는 2020년 해당 기업의 시장점유율이며, 국가는 본사가 위치한 국적을 나타냄.
 자료: The White House(2021. 6. 8), p. 29 바탕으로 국가명 추가 작성.

이러한 가운데 미국은 최근 들어 반도체 공정기술의 초미세화 진화는 반도체 제조 효율성보다 특정지역의 극한기술 독과점으로 경제·안보의 위험성 회피가 더 중요하다는 인식을 하게 되었다. 이러한 반도체 환경변화에 따라 각 국가들은 반도체 기술의 진화를 신속하게 파악하고 획기적인 자국 반도체 생산능력 강화정책으로 적극 대응하고 있다.

넷째, 미국의 반도체 산업의 공급망 리스크는 중국과의 전략적 경쟁이라는 측면도 있다. 향후 중국 반도체 시장점유율은 2030년 24%로 세계 1위에 등극할 것으로 예측되는 반면에, 미국은 10%로 추락할 것으로 전망되었다. 더욱이 반도체의 용도는 이제 일상생활뿐만 아니라 게임체인저가 될 기술(AI, 빅데이터, 자율주행, 6G 통신 등)에서 점점 그 중요성이 높아지고 있다. 또한 강인한 군사력의 핵심기술에도 반도체가 중요한 위치를 차지하고 있으나, 첨단기술의 생산을 동아시아에 의존하고 있으니, 방위산업의 병목현상을 우려하지 않을 수 없다. 따라서 이토록 중요한 반도체 제조공급망을 중국이 장악하고 있다는 것을 미국이 좌시할 수 없는 것이다. 향후 중국은 장기적으로 전략적 경쟁 관계가 될 것이 분명하기 때문이다.

현재 대만을 둘러싸고 미중의 갈등이 고조되고 있는 배경에도 대만의 반도체 제조 역량이 매우 강하고, 강인한 공급망 경쟁력을 갖추고 있기 때문이다. 이에 미국은 군수용 첨단반도체의 파운드리 및 패키징을 대만에 의존하고 있다. 대만의 안보가 중국으로부터 위협받게 되면, 현재 미국의 반도체 공급망도 위협받게 되는 것이다. 또한 미국이 대만을 동맹국과 동등하게 취급하면, 중국의 반발은 불가피할 것이고 반도체 공급망도 더욱 취약하게 될 것이며 미국 안보의 위협이 높아지게 될 것이다. 따라서 바이든 정권은 일본과 한국, 쿼드 등 동맹국간 협력을 통해 대만 해협의 긴장을 억제하려고 한다. 중국의 부상으로 주요국에서는 안전보장의 관점에서 반도체를 자국 역내 생산에 역점을 두고 경제 정책을 수립하며 반도체 독립을 현안과제로 부각시키고 있다. 하지만 반도체 산업은 특정국가에서 자급자족이 어려운 복합기술의 총집합체이며, 세계 국가간의 경쟁력 우위성을 바탕으로 끊임없는 교류와 협력을 통해 공급망 강화를 이루고 발전해온 것이 사실이다.

3. 미국의 반도체 산업 정책방향

가. 공급망 안정화의 필요성

최근 미국 행정부는 국가안보 및 경제에 직결되는 반도체 공급망에 대해 강인한(resilient) 기반 구축 전략을 적극적으로 추진하고 있다. 2020년 코로나 19로 재택근무, 원격교육 및 온라인 서비스가 급증하면서 ICT 제품의 수요가 급증했으며, 이에 따라 반도체 공급 부족 현상이 심화되었다. 특히 2021년 5월 차량 반도체의 공급 차질은 미국을 비롯하여 세계 자동차 공장을 모두 멈추게 하는 사태까지 이르게 되었다. 자동차에는 부품이 약 3만 개가량 필요하므로, 반도체 때문에 관련 부품회사들도 동시에 가동을 중지해야 하는 엄청난 경제적

손실을 겪게 되었다. 이는 자동차뿐만 아니라 반도체를 사용하는 다른 산업들에게도 생태계가 무너지는 위기감과 함께 반도체의 존재감을 일깨워줬다.

미중 패권 전쟁에서도 확인할 수 있듯이, 이제 반도체는 정치적 도구로서도 빈번하게 사용되고 있으며 각국은 반도체 주도권 강화를 위해 빠르게 움직이고 있다. 이는 반도체 기술이 안보뿐 아니라 패권의 개념까지 바꾸고 있기 때문이다. 반도체 기술은 민군겸용(Dual-use technology)으로 활용되고 있으며, 투자를 통해 반도체 기술을 확보할 경우 이를 통해 경제적·군사적 패권을 잡을 수 있을 것으로 예측되고 있다.

미국 펜타곤에서는 수년 동안 매우 특별한 일급 비밀 칩(very special top-secret chips)을 제조하는 신뢰할 수 있는 파운드리(trusted foundries)들이 이미 있다.¹⁸⁾ 미국 국방부는 국가안전보장에 필요한 최첨단 반도체 칩을 조달하기 위해 파운드리를 구축했으나, 이 시설은 이미 동아시아 국가들의 새로운 최첨단 기술에 뒤떨어진 처지가 되었다. 비밀 파운드리 시설에서 일급 비밀 주문 제작 칩(top-secret custom chips)이 설계되는 동안 대만 TSMC는 F-22 전투기 등 국방제품 제작에 필수인 FPGA 칩의 파운드리 공급업체로 등장했다.

아시아 지역은 세계 반도체 생산능력의 80%를 차지하고 있고, 이들은 정부의 막강한 지원정책으로 성장하고 있으므로, 미국도 정부의 지원정책으로 기업을 육성할 필요성이 있다. 또한 동아시아 국가는 지정학적 리스크가 매우 크기 때문에 미국이 지나친 반도체 제조 의존을 벗어나야 한다는 것이다. 실제로 대만은 빈번한 태풍 및 지진, 중국과의 심각한 양안갈등, 국내 정치의 양극화 등을 안고 있다. 한국도 북한의 핵문제 위협이 지속되고, 일본과의 반도체 소재 무역규제로 갈등 요인을 안고 있다.

18) Brookings(2021. 5. 24), "What's behind the semiconductor shortage and how long could it last?" p. 6.

표 2-15. 동아시아의 지정학적 리스크 요인

국가	지정학적 리스크
대만	빈번한 지진 및 태풍 피해, 양안관계 긴장고조, 56년 만의 대가뭄, 정전, 정치적 양극화, 외교문제 복잡, 국제기구 및 동맹 가입 곤란
한국	북핵문제 긴장 연속, 한일 간의 반도체 소재 무역규제 갈등
일본	빈번한 지진 및 화산폭발, 태풍피해, 방사능 오염, 자국 반도체 쇠퇴

자료: 저자 작성.

이로써 미국은 지정학적 위험도가 큰 동아시아 기업에 더 이상 의존할 수 없다는 위기감을 바이든 행정부와 기업이 인식하기 시작했다. 국방물자의 핵심기술을 지정학적으로 위험한 동아시아에 의존함으로써, 국가안보에 심각한 우려가 된다는 반도체 민족주의(Semiconductor Nationalism)가 부각되고 있다. 미국은 최첨단 기술의 파운드리 시설이 미국 역내에 입지해야 한다는 필요성이 커지면서, 최근 반도체 산업 육성을 위한 법안 발의와 함께 삼성전자 및 TSMC와 같은 최첨단 기술 보유기업을 미국 내로 끌어들이는 유인 정책을 펴고 있다.

이러한 시점에 중국의 반도체 기술은 ‘중국제조 2025’를 통해 급속한 발전을 이루고 있고, 미국은 취약한 서플라이 체인이 표출되어 미국 백악관에서 특별한 조치를 취하지 않을 수가 없게 되었다. 기회를 놓칠 경우 미중 반도체 패권전쟁에서 한없이 밀리게 되고 국가안보까지 위협받을 수 있기 때문에, 반도체 공급망 회복의 필요성이 대두된 것이다.

나. 반도체 산업 육성정책 현황

1) 미국의 산업지원 추진체계

미국은 그동안 정부의 시장 개입에 비판적이었으나, 트럼프 및 바이든 정부에서는 이전 정부들과는 달리 산업정책을 중시하는 행정을 추진하고 있으며,

특히 바이든 정권은 더욱 적극적인 산업정책을 실시하고 있다. 미중 패권 경쟁 격화 이후 민주당 및 공화당 모두 산업정책 실행에 적극성을 보이고 있다.

이는 민간기업이 장기적이고 혁신적인 미래기술보다는 단기적인 이익 추구의 기술개발 중심으로 R&D를 수행하게 되므로, 미국기업은 정부의 전폭적인 지원을 받고 있는 중국기업과의 경쟁에서 우위를 유지하기 어려울 것으로 예상한 것이다. 특히 미국이 국방기술부터 4차 산업혁명 및 탄소중립 관련 기술에 이르는 제조기반을 상실하거나 중국 등 해외에 의존하게 되면, 미국은 커다란 위기에 빠지게 될 것으로 인식한 것이다.

과거 트럼프 정부가 관세조치를 통해 국내 산업보호 정책을 취하는 방어적 태도를 추구했다면, 바이든 정부는 R&D 투자, 교육투자, 기업 인센티브 제공 등을 통해 국내 산업 경쟁력 강화를 꾀하는 공격적 태도를 취하고 있다. 트럼프 행정부의 중국을 향한 관세정책의 일방적인 수출통제는 한계가 있음을 보여줬다. 이는 미국도 일반 소비제품에 대해 상당한 피해를 감수해야만 했기 때문이다. 보다 효과적으로 중국을 견제하기 위해 미국 내 산업 공급망을 강화하고, 동맹국과의 협력을 통한 다국적인 전략도 함께 추진하고 있다.

미국정부에서 반도체 산업 지원정책 추진은 연방정부와 주정부의 주요 행정부처가 담당하고 있다. 주요 지원 형태는 연구개발 지원, 인프라 지원, 조세 지원, 투자 및 용자 지원 등이다.

연방정부 지원의 경우 금융 지원은 연방정부의 프로젝트나 펀드에 투자하는 것, 세제 혜택은 공장 건설 및 연구개발에 대한 세액 공제제도, R&D 프로젝트 및 제조설비 유틸리티에 대한 보조금 등이다. 주정부 지원의 경우 주정부가 운영하는 공영기업이나 펀드에 투자, 세제 혜택, R&D 프로젝트, 제조설비, 유틸리티에 대한 보조금 등이 있다.

표 2-16. 미국의 반도체 산업에 대한 지원 형태

지원 주관		지원 형태
연방 정부	과학기술정책국(OSTP), 행정관리에산국(OMB), 상무부(DoC), 국방부(DoD), 에너지부(DoE) 등	연구개발 지원(보조금 등), 인프라 지원(보조금 등), 투자 및 융자(정부의 투자 등), 세제 우대(투자세액공제제도 등)
	주정부	연구개발 지원(보조금 등), 인프라 지원(보조금 등) 투자 및 융자(정부의 투자 등), 세제 우대(투자세액공제제도 등)

자료: 각종 매체를 통해 정리.

미국의 대통령제는 행정부와 입법부의 엄중한 권력 분립에 기초하여 운영되므로, 반도체 산업 지원과 같은 공적 정책 수립에도 권력이 분산된 다원적 추진 체계에 의해 견제와 균형을 도모하는 것이 특징이다. 정책 수립에는 백악관 중심의 행정 담당부서뿐만 아니라, 예산 편성권을 행사하는 연방의회와 민간단체 및 싱크탱크 등 정책 커뮤니티의 영향력이 매우 크다. 반도체 산업육성 분야에도 예외 없이 행정부, 의회, 학계, 협회, 단체 등 다양한 기관이 정책 공동체를 형성하여 의견을 제시하고 있다.

미국에는 한국처럼 과학기술 정책을 일원적으로 담당하는 소관 부처는 존재하지 않고, 연방정부의 각 부처가 각각의 담당 분야 정책수립 및 R&D를 수행하는 분권적인 체제로 되어 있다. 물론 각 부처의 공통적인 정책 조정은 백악관에서 수행하며, 조직 관리에 대한 대통령의 재량이 크게 작용하고 있다. 백악관에서 과학기술정책의 추진·조정 역할을 담당하는 부서는 과학기술정책국¹⁹⁾(OSTP: Office of Science and Technology Policy)이며, 대통령 자문도 겸하므로 OSTP 국장은 과학기술담당대통령보좌관(APST: Assistant to the President for Science and Technology)으로 임명되는 경우도 있다.

또한 백악관과 각 부처의 정책 조정을 원활히 추진할 목적으로 대통령, 부통령, 부처 장관 등으로 구성된 국가과학기술위원회(NSTC: National Science

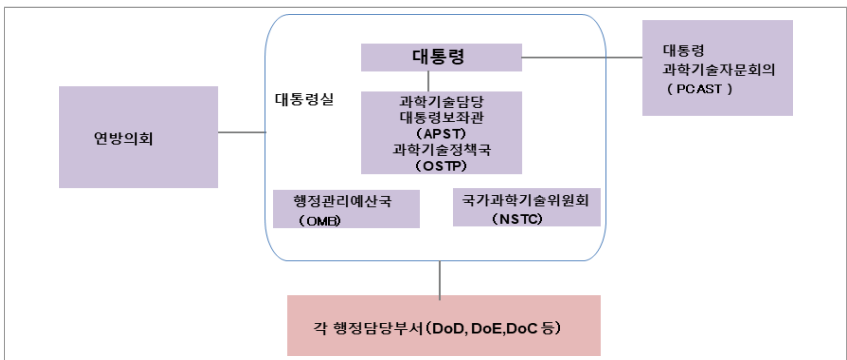
19) www.whitehouse.gov/ostp(검색일: 2021. 11. 27).

and Technology Council)²⁰)가 있으며, OSTP가 사무국을 맡아 장관급 수준의 의견을 조정하는 구조로 되어 있다. 대통령에게 전문적인 지식으로 자문하는 대통령과학기술자문회의(PCAST: President's Council of Advisors on Science and Technology)²¹)도 백악관에 구성되어 있다.

미국은 과학기술 관련 예산 지침을 행정관리예산국(OMB: Office of Management and Budget)²²)과 OSTP가 함께 만들어 각 부처에 예산 편성 방침으로 제출하고 있다.

국가과학기술위원회(NSTC)에서는 각 부처의 과학기술정책을 정리하여 중점적으로 추진할 프로그램을 선정하고 예산 편성에서 우선되는 항목으로 결정한다. 국방부(DoD) 및 외부 기관인 DARPA(국방고등연구계획국, Defense Advanced Research Projects Agency)²³)와 에너지부(DoE)는 각 부처 예산 중에서 큰 규모를 차지하며, 이러한 중점 프로젝트에 많은 연구개발을 지원하고 있다. 국가안보 관련 과제가 우선적이며, 최근에는 AI, 양자 컴퓨팅, 첨단반도체, 바이오 등 신기술 영역에 중점을 두고 있다.

그림 2-13. 미국 반도체 산업 지원정책의 추진체계



자료: 저자 작성.

20) www.whitehouse.gov/ostp/nstc(검색일: 2021. 11. 27).

21) www.whitehouse.gov/pcast(검색일: 2021. 11. 27).

22) www.whitehouse.gov/omb(검색일: 2021. 11. 27).

23) www.darpa.mil(검색일: 2021. 11. 27).

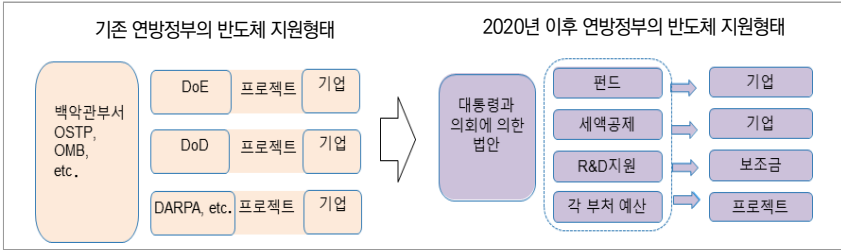
이와 같이 그동안 국가 공공지원의 대부분은 예산 규모가 큰 일부 부처(DoD, DoE, DARPA)가 반도체 기술별 프로젝트를 구성하여 기업 및 연구기관에 후원하는 경우가 많았다. 지방정부 지원의 대부분도 주정부가 반도체 제조 및 연구개발 시설을 유치하여 일자리 창출을 위한 개별 프로그램이 기본이었다.

그러나 최근 미국정부는 반도체 등 주요 산업분야에 대한 공적 지원체계에 엄청난 변화의 시기를 맞이하고 있다. 대체로 2019년 이전에는 연방정부의 각 부처와 지방정부에 의한 개별 프로젝트 지원이 중심이었지만, 2020년부터 종합적이고 예산 규모가 큰 법안이 제출되어 정부 범부처적 포괄적인 지원체계를 구축하여 의회와 협력을 도모하고 있다.

국가 공적 지원의 범부처적 큰 형태의 법·제도는 2020년 6월 미국 역내에서 반도체 제조를 강화하기 위해 의회에 제출된 2개의 법안을 들 수 있다. 하나는 양당의 미국 의원들이 2020년 6월 제출한 「CHIPS(Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors) for America」라는 법안이다. 이 법안은 미국 내의 반도체 제조를 부활시키기 위해 R&D에 자금을 제공하고 기술 공급망 확보를 목표로 하고 있다. 또한 양당 상원 의원들이 두 번째 법안으로 「American Foundries Act of 2020(AFA)」을 제출했다. 이것은 미국의 각 주에 대해 상업적인 반도체 제조시설 확대를 촉진하기 위한 보조금을 제공하는 것이다.

이들 법안은 그동안 볼 수 없었던 연방정부와 주정부를 함께 포괄하는 대규모 지원 시스템으로 정책이 수립되어 있다. 이 법안에 의한 예산 구성은 크게 펀드 신설이고, 각 부처, 지방정부에 대해서도 예산 배분을 실시하여 범부처적이고 전국적인 지원제도의 프레임으로 구성되어 있다. 하지만 이들 법안은 2021년 6월 「미국 혁신경쟁법(United States Innovation and Competition Act of 2021)」으로 패키지 법안에 포함되어 상원에서 가결된 상태다.

그림 2-14. 미국 연방정부의 반도체 산업 지원형태 변화



자료: 저자 작성.

2) 미국의 반도체 산업 지원정책 추진현황

그동안 반도체를 비롯한 제조업 발전에 있어서 중국은 급격히 발전하고 있는데, 미국은 냉전 이후 팍스 아메리카나에 안주하며, 제조업 발전을 소홀히 하여 기업을 해외로 내몰고 말았다. 그러나 최근 미중 패권 경쟁이 심화되면서 미국은 반도체를 비롯한 여러 핵심 산업의 서플라이 체인에 취약점이 있다는 것을 의식하게 되었다. 패권국과 신흥국이 대립하게 되면, 추격당하는 패권국은 공포를 더욱 강하게 느끼는 경우가 바로 미국과 중국에서 나타난 것이다.

미국은 반도체를 세계 최초로 개발한 국가답게, 앞으로도 계속 글로벌 시장을 주도하려는 강력한 반도체 육성정책을 백악관이 중심이 되어 추진하고 있다. 의회에는 반도체 법안을 제출하여 승인 절차를 밟고 있고, 바이든은 대통령령²⁴⁾을 통해 반도체를 비롯한 4개 분야의 공급망에 대한 조사보고서를 제출하도록 명령서(Executive Order on America's Supply Chains)를 발표했다.

이에 상무부 산업안보국(BIS)은 2021년 3월 15일 ‘반도체 제조 및 첨단 패키징²⁵⁾의 공급망 위험(Risks in the Semiconductor Manufacturing and

24) www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/02/24/executive-order-on-americas-supply-chains(검색일: 2021. 9. 2).

25) 첨단 패키징은 칩의 조립을 최소화하기 위한 최신기술이며, 기존 패키징 기술과는 전혀 다른 혁신적인 조립기술이다. 인텔이 상무부에 제출한 퍼블릭 코멘트에서 첨단 패키징 기술에 관한 제안을 비공개로 제출할 정도로 어려운 최첨단 기술이다.

Advanced Packaging Supply Chain)’에 대응하기 위한 정책 제언의 공개 논평(Public comment)을 관보²⁶⁾를 통해 모집했다. 이는 이미 발표한 대통령령(2021년 2월 24일, America’s Supply Chains)²⁷⁾에 의한 행정명령 이행 과정의 일환이며, BIS는 반도체 제조 및 첨단 패키징 공급망에 대해 위협요소가 되는 다양한 의견을 요구했다.

표 2-17. 미국 상무부의 반도체 공급망 위험에 관한 의견서 요구사항 요약

1. 반도체 공급망의 기반이 되는 중요하고 필수적인 제품 및 소재
2. 반도체 제조에 필요한 생산능력(설계자동화 SW와 첨단 IC 패키징 기술 및 능력 포함)
3. 반도체 생태계의 지속가능에 필요한 기술과 인재의 존재(국내 교육과 근로자 기술 등)
4. 공급망을 교란시킬 수 있는 위험 및 유사한 일(방위, 첩보, 사이버, 국토안보, 보건, 기후, 환경, 자연, 시장, 경제, 지정학, 인권 또는 강제 노동에 관한 위험을 포함)
5. 국가안보, 경제안전 및 비상사태 대응을 지원하기 위한 공급망의 강인성 및 생산능력
6. 미국에서 반도체 공급망의 유지·발전에 실패할 경우 타 산업에 미칠 수 있는 영향(예: 식량자원, 전력망, 공익사업, 정보통신기술, 항공우주 응용, AI, 5G 인프라, 양자 컴퓨팅, 슈퍼컴퓨터 개발, 선거의 안전 확보 등)
7. 반도체 공급망의 강인성을 보장하기 위한 정책 또는 행정 규칙과 법령의 변경(예: 공급업체의 국내 회귀, 동맹국과 협력하여 대체 공급망 개발, 잉여 생산능력의 구축, 디지털 제품 취약점과 기후변화의 위험에 대한 대응책 등)
8. 기타 반도체 공급망 현황 조사에 대한 의견

자료: 미국 상무부(DoC) BIS 관보 [Docket No. 210310-0052], pp. 1-2.

퍼블릭 코멘트 제출은 미국의 인텔, 퀄컴, 아마존, SIA, 대학 등과 일본의 키옥시아, 협회 등, 대만의 TSMC 등 다양한 기관에서 미국 상무부에 제출했으나, 한국에서는 1건도 제출하지 않았다. 각 기업·단체는 반도체 공급망 강화 등을 공통적으로 강조하고, 새로운 지원정책이 자사·자국 산업에 유리하도록 의견을 제시하고 있다.

26) www.federalregister.gov/documents/2021/03/15/2021-05353/risks-in-the-semiconductor-manufacturing-and-advanced-packaging-supply-chain(검색일: 2021. 9. 2).

27) www.federalregister.gov/documents/2021/03/01/2021-04280/americas-supply-chains(검색일: 2021. 9. 2).

예를 들어 SIA는 BIS의 퍼블릭 코멘트 요구에 대한 제언서²⁸⁾에서 세계 반도체 공급망 현황을 다음과 같이 분석하였다.

1개 지역에서 시장점유율 65% 이상을 차지하는 제품이 가치사슬 내에 50개 이상 있다. 하지만 그 지역의 일부는 자연재해나 인프라 단절, 또는 지정학적 위협에 따른 혼란의 영향으로 칩 공급이 장기간 지연될 가능성이 있다. 반도체 생산능력의 약 75% 및 핵심소재(실리콘 웨이퍼, 포토레지스트, 특수가스, 스파터링 타겟 등)의 많은 공급업체가 지진, 가뭄, 전력 부족, 그리고 지정학적 리스크에 노출되어 있는 지역인 중국과 동아시아에 집중하고 있다. 세계 최첨단 로직 IC(10nm 프로세스 이하)의 생산능력은 대만(92%) 및 한국(8%)뿐이지만, 그것은 상당한 인센티브와 정부의 지원에 의해 이루어진 것이다. 또한 지정학적 위협은 중요 기반기술, 고유한 원재료, 장비 및 제품 관련 중요 공급자에게 접근을 제한받을 수 있다. 이는 최첨단 기술의 연구개발 및 대규모 자본투자를 유지하는 현재 반도체 업계의 능력을 손상시킬 가능성이 있다.

그리고 SIA에서는 미국 반도체 산업 공급망의 취약점을 해결하기 위해 정부에 다음과 같이 요청하고 있다. 우선 미국 내의 반도체 제조 및 연구개발 투자에 대해 연방정부가 법·제도를 조성한다. 공정한 글로벌 경쟁의 환경을 보장하고, 지적재산권(IP)의 강력한 보호를 보장한다. 특히 동맹국과의 연구개발 및 국제협력을 촉진한다. 그리고 과학교육 및 공학교육에 더욱 투자하고, 주요 글로벌 반도체 클러스터에서 세계적으로 유능한 인재를 유치할 수 있도록 이민 정책 개선을 통해 인력 부족 해결을 위해 노력해야 한다.

한편 미국 반도체 업계와 사용자 기업이 미국의 미래는 반도체에 의존하고 있다며, 미국의 반도체 제조 및 연구개발을 강화하기 위해 미국반도체연합²⁹⁾(SIAC: Semiconductors in America Coalition)을 2021년 5월 민간 조직

28) BIS(2021. 4. 5), "SIA Submission on Risks in the Semiconductor and Advanced Packaging Supply Chain," pp. 3-4.

29) www.chipsinamerica.org(검색일: 2021. 9. 2).

으로 설립했다. SIAC의 임무는 미국의 반도체 제조 및 연구를 촉진하기 위한 정책을 추진하여 미국의 경제, 국가안보 및 중요 인프라를 강화하는 것이다. SIAC가 먼저 내세우는 목표는 「CHIPS for America Act」 법·제도를 통해 500억 달러의 자금을 확보하는 것이나, 2021년 10월 현재 의회에서 아직 완전히 승인되지 않고 있다. SIAC에는 SIA의 회원인 미국 반도체 기업뿐만 아니라, 아마존 Web Services, 애플, AT&T, Cisco Systems, General Electric, 구글, HPE, 마이크로소프트 및 버라이즌이 반도체 사용자 회원으로 참여하고 있다. 외국 반도체 기업으로는 TSMC, 삼성전자, SK하이닉스, 인피니언, NXP, Arm, 키오시아가 참여하고 있으며, 제조장비 업체는 미국기업 외에 ASML, 니콘, TEL 등이 참여하고 있다.

글로벌 경쟁 업체들은 자국 정부에서 제공한 거액의 보조금에 의해 미국시장을 잠식하고 있으므로, 미국도 반도체 제조 회복력을 위해 정부의 과감한 투자자금이 필요하다고 SIAC는 지적하고 있다. 이를 위해 SIAC는 CHIPS for America에 예산 확보를 촉진하기 위해 의회 지도자들에게 서한을 보냈다고 했다.³⁰⁾

그리고 2021년 6월 바이든 행정부는 반도체, 배터리, 희토류(rare-earth elements), 의약품 4대 산업에 대한 공급망 조사분석과 경쟁력 확보를 위한 정책 제언 보고서³¹⁾를 발표했다. 이는 2021년 2월 「대통령 행정명령서(EO 1407, America's Supply Chains)」에 의해 작성된 것이다.

공급망 분석 보고서는 4대 산업별로 공급망 구분, 위험요인 진단, 글로벌 공급망 현황, 미국의 기회 및 위기 요인, 정책 제언 등의 내용으로 작성되었다. 동 보고서에서 산업별 공통된 공급망 취약성으로 미국 내 생산능력 부족, 민간기업의 단기적 이익추구 및 잘못된 인센티브 제도, 동맹국 비협조, 경쟁국의 과도

30) SIAC(2021. 5. 11), "Semiconductor Industry and Downstream Sector Leaders Form Coalition to Secure Federal Investments in Domestic Chip Manufacturing and Research."

31) The White House(2021. 6. 8), "Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-Based Growth."

한 산업정책, 글로벌 소싱의 지리적 집중, 국제협력 부족 등을 들고 있다. 글로벌 공급망의 구조적 취약점이 미국의 국가안보 및 경제를 위협하고 있다. 하지만 미국은 여전히 혁신적인 리더 지위를 유지할 능력이 충분하며, 미국의 교육 기관, 기업, 근로자, 경제체계, 동맹국 관계 등을 활용하여 경쟁력 제고 및 공급망 강화를 도모할 수 있다고 강조한다.

반도체는 미국의 국가안보, 경제력, 일상생활뿐만 아니라 경제(에너지, IT, 바이오, 제조업, 국방, 물류 등) 모든 분야에 필수적인 제품으로, 반도체 생산능력 상실은 미국의 전체 산업경제 경쟁력을 위협할 것으로 보고 있다. 미국 반도체 산업에 있어서 대체로 팹리스 경쟁력은 월등하나, 첨단공정기술의 제조기반이 한국 및 대만에 비해 총체적인 열세라고 평가하고 있다. 이러한 웨이퍼 가공 제조기술 열세가 후공정(ATP)³²⁾ 및 소재 공급망의 전반적 약화를 초래했으므로, 반도체 주도권 회복을 위해서는 첨단기술 제조시설을 확보해야 한다고 분석하고 있다.

표 2-18. 미국의 반도체 공급망 단계별 평가 요약

공급망	현황 및 평가
설계 (Design)	<ul style="list-style-type: none"> - 칩 설계 부문은 세계시장을 주도하며, 파운드리를 해외기업에 맡김으로써 자본비용을 크게 절감 - 설계 지적자산(IP), 설계 툴(EDA) 등은 세계 최고 수준으로 평가 - 중국에 대한 높은 매출 의존도와 외국인재에 대한 높은 의존은 위협요인으로 평가
제조 (Fabrication)	<ul style="list-style-type: none"> - 최첨단 제조기술 및 제조 역량 매우 취약 - 첨단 칩 제조는 대만·한국, 중저급 기술 칩(Mature Node Chips)은 중국에 의존하는 형태 - 제조기반 취약으로 소재, 장비, 후공정의 기술·지식 축적기회 상실

32) 후공정(ATP) 분야는 상대적으로 부가가치가 낮지만, 최근 나노공정 기술발전에 따라 첨단 패키징 기술의 중요성이 부각되고 있다. 첨단 패키징 기술에는 팬아웃 웨이퍼 레벨 패키징(FoWLP), 시스템 인 패키지(SiP), 칩 스택킹, 임베디드 다이 등 다양한 기술이 개발되고 있다. 미국은 인텔이 패키징 기술을 선도하며, 사실상의 표준화를 이끌고 있다.

표 2-18. 계속

공급망	현황 및 평가
후공정 (ATP)	<ul style="list-style-type: none"> - 상대적으로 저부가가치 사업으로 아시아에 아웃소싱이 주류 형성 - 중국의 공격적 투자 및 단가조정으로 시장 왜곡 원인 분석 - 최근 EUV 공정 기술발전으로 첨단 패키징 기술 중요성 부각 - 미국 내수로는 ATP 발전·유지 어렵다고 분석
소재 (Materials)	<ul style="list-style-type: none"> - 반도체 제조용 특수가스 및 화학물질이 대부분 미국에서 생산되나, 웨이퍼, 포토 마스크, 포토레지스트 등은 일본 공급자 지배 - 반도체 제조에서 수백 종의 소재가 대부분 복잡한 공급망을 가지고 있어, 관련 공급망 중 하나라도 교란이 발생할 경우 반도체 생산에 광범위한 영향을 초래 - 장거리 운송의 위험과 품질변화 문제로 가스 및 화학물질 기업들은 반도체 팹 인근에서 생산 및 서비스 제공
제조장비 (Manufacturing Equipment)	<ul style="list-style-type: none"> - 포토장비(Lithography)를 제외하고 반도체 제조장비에 경쟁력이 우수하며, 세계 생산의 큰 비중 차지 - 미국 내 수요 역량이 제한되어 있어 아시아에 매출을 크게 의존

자료: The White House(2021. 6. 8), pp. 31-53 바탕으로 저자 작성.

상무부는 미국 내 반도체 제조기반을 조성하기 위해 대규모 지원금 및 투자 인센티브를 포함한 다양한 정책과제를 제시했다. 「반도체 제조 인센티브 법안(CHIPS for America Act)」을 우선적으로 신속히 집행하여 미국 내 생산시설의 신규 투자·증설을 지원하고, 국가반도체기술센터(NSTC) 설립 지원을 제시하고 있다. 또한 미국 내 반도체 제조기반의 생태계 강화를 위해 전력, 용수, 진입도로 등 제조기반 인프라를 확충하고, 소재·부품·장비 중소기업을 위한 자금을 지원하며, 고용비자(H1B) 쿼터 확대 등을 통해 해외 우수인재를 유치해야 한다고 제안하고 있다. 파트너국 및 동맹국과 협력을 강화하고, 외국인투자위원회(CFIUS) 심의를 강화하여 기술 유출 방지를 도모해야 한다고 제안한다. 이에 따라 미국은 장기적인 관점에서 경쟁력 있고 유연한 반도체 공급망을 구축할 필요가 있으며, 기술적 이점(Technological Advantage)을 보호하는 방어적 조치가 필요하다고 권고한다.

표 2-19. 백악관의 반도체 공급망 강화를 위한 권고사항 요약

권고사항	주요 내용
산업계와 협력하여 투자촉진, 투명성 및 협력 제고	<ul style="list-style-type: none"> - 상무부는 반도체 생산자-중간공급자-최종사용자의 정보 공유를 촉진하기 위해 산업계와 파트너십 강화 노력 - 반도체 공정한 배분, 투자 확대, 생산 증대를 위해 동맹국 및 파트너국과 협력 강화 - 기업이 효과적인 공급망 관리 및 보안 대책을 세울 수 있도록 정부가 지원
2021년 국방수권법에서 CHIPS법에 충분한 예산 배정으로 장기적 리더십 확보	<ul style="list-style-type: none"> - 국방수권법은 상무부에 반도체 제조시설을 구축하는 민간기업에 재무적 지원 제공 권한 부여 - 국가반도체기술센터(NSTC), NIST 등 R&D 지원 가능 - NDAA에서는 다자간반도체안보기금(Multilateral Semiconductors Security Fund) 조성 법제화
미국 내 반도체 제조 생태계 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 반도체 제조 활동에 필요한 인프라 투자 - 반도체 제조 공급망에 민간 투자 지원 - 국가안보 관련 미국 내 반도체 제조 집중 지원
반도체 중소기업 지원	<ul style="list-style-type: none"> - 반도체 중소기업 및 스타트업의 기술개발 지원을 위해 국방부, 에너지부, 상무부 등 연방정부 간 조율 추진 - 중소기업 반도체 기술 사업화 지원
업계를 위한 다양한 고용창구 및 인력양성 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 고용훈련청(ETA)이 반도체 업종 기반 일자리 경로 지원 - STEM 교육확대로 엔지니어·컴퓨터 과학자 파이프라인 구축
반도체 공급망 강인화 위해 동맹국 및 파트너국과 협력	<ul style="list-style-type: none"> - 상무부는 동맹국의 파운드리 및 소재업체가 미국에 투자 독려 - QUAD(미국, 인도, 호주, 일본), 한국 등과 협력하여 반도체 부문 상호 투자 확대
미국의 기술적 이점을 보호	<ul style="list-style-type: none"> - 핵심 제조장비 및 기술에 대한 수출통제를 추진하고, 효과적인 다자간 통제를 위해 동맹국 및 파트너국과 협력 추진 - 외국인 투자가 국가안보에 근거한 투자 스크리닝 시스템을 채택할 수 있도록 협력 프로그램 운영

자료: The White House(2021. 6. 8), pp. 74-80 바탕으로 저자 작성.

이처럼 바이든 행정부가 공급망 강화를 위한 강력한 법·제도를 마련하고 기업에 독려하고 있으나, 단기적인 해결책은 찾지 못했다고 평가할 수 있다. 대부분이 장기적인 목표를 두고 미국 내 반도체 생산기반을 늘리는 것에 집중하고 있다.

한편 2021년 6월 미국 상원은 외교 안보·기술·산업 등 종합적 경쟁력 강화를 위한 「미국 혁신경쟁법안(USICA)」을 가결했다.³³⁾ 여기서 상원은 미국 내 반도체 제조 증진 및 R&D 지원에 5년 동안 520억 달러를 책정했다.³⁴⁾ 이는

2021년 「국방수권법」에 포함되어 통과된 「반도체 제조 인센티브 법안(CHIPS for America Act)」에 근거해 상무부 등에 예산을 편성했으며, 반도체 제조 인센티브 및 연구개발(R&D) 지원 프로그램도 포함되었다.

특히 국가반도체기술센터(NSTC) 신설에 1차년 20억 달러를 배정하여 첨단 반도체 제조기술 확보 의지를 보여주고 있다. 더욱이 국가첨단 패키징 제조기술 프로그램 신설에 25억 달러, Manufacturing USA 프로그램 내 반도체 담당 신규법인 설립에 5억 달러를 예산으로 배정했다. 또한 국방부 전략 반도체 R&D 프로그램에 20억 달러를 책정하였고, 국무부의 국제 반도체 기술안보혁신기금(America International Technology Security and Innovation Fund)에 5억 달러의 예산을 배정했다.

표 2-20. 미국 반도체지원법의 긴급예산 편성안 내역

(단위: 억 달러)

구분	지원목적	2022	2023	2024	2025	2026	합계
인센티브	상무부 제조시설 인센티브 프로그램	190	50	50	50	50	390
R&D	국가반도체기술센터 설립(NSTC)	20	20	13	11	11	125
	국가 첨단 패키징 제조 기술 프로그램 신설	25					
	국가기술표준원 첨단 반도체 연구	5					
	Manufacturing USA 신규 반도체 담당 법인 출범						
	국방부 전략 반도체 R&D						
국제협력	반도체 국제협력기금	1	1	1	1	1	5
합 계		245	75	68	66	66	520

자료: 117th Congress(2021. 6. 8), USICA-Summary, p. 3, 온라인 자료(검색일: 2021. 10. 8) 요약 정리.

- 33) 미국 혁신경쟁법안(USICA)은 과학기술, 산업경쟁력 제고, 무역, 국가안보, 중국 제재 등 다양한 분야를 포괄하는 패키지 법안이며, 상원에서 발의하여 통과(2021. 6. 8)되었으나 하원에서 현재(2021. 10. 8) 심사조정을 검토하고 있어 아직 통과는 되지 않고 있다.
- 34) 117th Congress(2021. 6. 8), United States Innovation And Competition Act of 2021-Summary, 온라인 자료(검색일: 2021. 10. 8).

백악관에서는 최근 반도체 공급 부족 현상을 둘러싸고 급박한 심정을 드러내고 있는 듯하다. 2021년 4월 및 5월에 이어 세 번째로 9월에 글로벌 반도체 기업을 소집하여 반도체 부족 해결방안을 논의했다.

동 회의에서 백악관은 기업들에 반도체 생산 명세서 및 역량, 재고수준, 수요 관련 상세 정보 등 공급망 관련 모든 정보에 대한 의견서(public comment) 요청을 관보³⁵⁾에 게재했다. 동 퍼블릭 코멘트는 2021년 6월 발표된 100일간의 핵심 공급망 점검 결과 보고서의 후속조치로서, 기업들에 반도체 수요 및 공급구조를 비롯하여 고객 판매 정보까지 자세히 제공할 것을 요구하고 있다. 미국정부가 반도체 부족 상황을 해결하기 위해서는 기업들이 나서서 투명성을 제공해야 한다고 강조하고 있다.

퍼블릭 코멘트 요청은 설문 응답 형식을 통해 정보를 요구하고 있으며, 상무부는 반도체 제조업계, 중간 공급업계 및 수요업계로 나눠 의견을 요구했다. 퍼블릭 코멘트 대상은 회의에 참석한 글로벌 대표인 반도체 기업, 자동차 기업뿐만 아니라 반도체를 설계, 제조, 판매, 이용하는 모든 기업이 해당된다.

구체적인 질문 내용³⁶⁾은 기업의 민감한 내부정보를 요구하고 있는데, 반도체 설계·생산·조립 및 공급 업체와 판매자에게 질문, 반도체 사용자에게 질문 두 부분으로 구성되어 있다.

하지만 기업들은 상무부의 이러한 구체적인 질문요구에 답변하려면 영업 비밀을 노출해야 하므로 어려움을 표출하고 있다. 미국정부의 이러한 퍼블릭 코멘트 요구를 받은 각국의 반도체 업체들은 혼란이 확산되고 있다. 특히 미국 백악관 회의에 초청받지 않았던 반도체 업계까지 의견서를 제출하도록 요구하기 때문에, 이들 기업도 더욱 곤혹스러워하고 있다. 반도체 업체는 현재의 기술뿐만 아니라 시장에서 가격 협상의 핵심 기밀정보까지 밝힐 수 없다고 항변하고

35) www.federalregister.gov/documents/2021/09/24/2021-20348/notice-of-request-for-public-comments-on-risks-in-the-semiconductor-supply-chain(검색일: 2021. 10. 8).

36) BIS(2021. 9. 24), "Notice of Request for Public Comments on Risks in the Semiconductor Supply Chain," p. 2.

있다. 미국은 반도체 공급망 병목현상 해결을 명분으로 정보를 요구하고 있지만, 미국 이외의 반도체 기업들은 자사 정보가 미국 반도체 기업으로 유출될 가능성이 있다고 우려한다.

표 2-21. 반도체 산업 관련 기업의 질문 내용

1. 반도체 제품의 공급망에서 당신의 역할은?
2. 당신이 제공할 수 있는 설계 및 제조기술 노드(nm), 반도체 소재형태 및 소자형태는?
3. 제조하는 IC에 대해 주요 IC 형태, 제품형태, 관련 기술노드(nm) 및 2019년, 2020년, 2021년의 연간 매출실적 또는 예상은?
4. 당신이 판매하는 반도체의 수주잔량이 가장 많은 제품은? 각 제품에 대한 특성, 지난 1개월의 판매, 제조 및 패키징 조립의 장소는? 각 제품의 현재 상위 3위까지 고객 이름과 각 고객이 차지하는 제품 매출의 추정 비율은?
5. 생산공정의 각 단계에서 귀사가 제조공정을 내부에서 수행하는가? 외부에서 수행하는가? 귀사의 최상위 반도체 제품에 대해 전체 및 제조 프로세스의 각 단계 모두에서 각 제품의 (a) 2019년 리드타임 (b) 현재 리드타임은? 현재 지연 또는 병목현상은 무엇인가?
6. 당신의 최상위 반도체 제품에 있어서 완제품, 프로세스 중인 제품 및 인바운드 제품에 대해 각 제품의 전형적인 재고 및 현재 재고 일수는? 재고 관행에 변화가 있으면, 그 이유는?
7. 2020년 고객에게 제품을 제공할 능력에 영향을 끼친 주요 혼란 또는 병목현상은?
8. 최근 3년간 귀사의 BB(수주와 출하) 비율은? 그동안 변경사항이 있으면, 이유는?
9. 제품수요가 생산능력을 초과하는 경우 귀사가 사용 가능한 공급의 할당 주요 방법은?
10. 당신은 현재 사용 가능한 생산능력이 있는가? 있는 경우 생산능력의 충전을 방해하는 것은 무엇인가?
11. 당신은 생산능력 증대를 검토하고 있는가? 고려하는 경우 어떤 방법으로, 어떤 시간대에, 어떤 장애가 그런 증가에 존재하는가? 용량 증가 여부를 평가할 때 귀사는 어떤 요소를 고려하고 있는가?
12. 귀사는 지난 3년 동안 소재·장비 구입 수준과 관행을 변경했는가?
13. 향후 6개월간 반도체 생산능력을 가장 크게 향상시키는 것은 어떤 변경(및 공급망의 어느 부분)인가?

자료: BIS(2021. 9. 24), p. 2 바탕으로 저자 정리.

4. 소결

글로벌 반도체 시장은 현재 높은 성장률을 보이고 있으며, 앞으로도 새로운 수요 창출로 지속적 성장을 이룰 전망이다. 특히 디지털 전환(DX), 또는 4차 산업혁명(4IR) 실현에 따른 AI, 빅데이터, 메타버스, 데이터센터, 자율주행차,

디지털 화폐, 블록체인 등 신기술 발달로 반도체 시장은 지속적으로 성장할 것이다.

반도체 산업이 국가안보 및 경제발전에 커다란 영향을 끼치고 있다는 사실을 인식하고, 주요국들은 반도체 관련 글로벌 공급망의 생태계 확보를 위해 기업유치 경쟁이 치열하게 벌어지고 있다. 그동안 GVC를 통한 생산 효율성 제고 중심에서 공급망의 탈동조화(Decoupling) 및 자국 내 생산 위주의 경제안보 중심으로 재편화가 강하게 추진되고 있다. 대표적으로 미국이 대통령과 의회의 공조를 통해 자국 반도체 산업을 육성하고 외국업체를 끌어들이고 있다. 또한 미국의 MS, 애플, 구글, 아마존 등 대형 IT 기업들이 반도체 독자 개발을 확대하고 있으며, 상무부(DoC) 및 국방부(DoD)에서도 반도체 산업육성을 서두르고 있다.

이처럼 미국이 반도체 산업 육성을 시급히 추진하고 있는 배경에는 미중 무역 분쟁처럼 반도체가 정치적 도구로서 위상이 높아졌지만, 미국의 반도체 산업 현실은 매우 심각한 위기상태에 있기 때문이다. 미국 반도체 산업은 생산능력이 점차 감소하고 있고, 대부분을 아시아에 의존하고 있어 회복력이 필요하다는 것이다. 특히 최첨단 10nm 이하 웨이퍼 가공공정의 반도체 생산능력은 대만과 한국이 각각 92%, 8%를 차지하며 모두 동아시아에 있고, 미국은 생산불능 상태이므로 심각한 공급망 취약점이 되었다. 더욱이, 동아시아 국가들은 지정학적 위기상태를 안고 있어 반도체 공급망 교란의 위험성이 상존한다. 반면에 중국의 반도체 산업은 정부의 집중적인 지원정책에 힘입어 급속한 성장을 이루고 있으므로, 장래에 미국을 직접 위협하게 될 것으로 전망하고 있다.

특히 반도체는 민간검용으로 활용되어, 투자를 통해 반도체 기술을 확보할수록 경제적·군사적 패권에 유리한 수단으로 활용될 수 있기 때문에 위상이 높아지고 있다. 즉 반도체가 국가 안보 및 패권의 개념을 변화시키는 중요한 국가 자선이 된 것이다. 따라서 미국은 반도체 생산능력을 확대하기 위해 우선적으로 최첨단 기술의 파운드리 시설이 미국 역내에 입지해야 한다는 것이다. 이

에 최근 미국 백악관에서는 반도체 산업육성을 위한 법안 발의와 함께 삼성전자 및 TSMC와 같은 최첨단 기술 보유기업을 미국 내로 끌어들이는 유인 정책을 펴고 있다.

이러한 가운데 미국정부에서는 반도체 등 주요 산업분야에 대한 공적 지원 체계에 엄청난 변화를 나타내고 있다. 과거에는 연방정부의 각 부처 및 지방정부에 의한 개별 프로젝트 중심으로 지원이 실행되었지만, 2020년부터는 종합적이고 예산 규모가 큰 법안이 제출되어 정부 범부처적 포괄적인 지원체계를 구축하여 의회와 협력을 도모하는 형태로 추진되고 있다. 이는 2020년 6월 「미국 반도체지원법」 발의에서 찾아볼 수 있는데, 연방정부와 주정부를 함께 포괄하는 대규모 지원 시스템으로 정책이 수립되어 있다.

2021년 6월 미국 상원은 외교 안보·기술·산업 등 종합적 경쟁력 강화를 위한 「미국 혁신경쟁법안」을 가결했다. 동 법안에서 반도체 분야 생산 증진 인센티브 및 R&D 지원을 위해 5년에 걸쳐 520억 달러를 예산으로 책정했다. 특히 국가반도체기술센터(NSTC) 신설에 1차년 20억 달러, 국가 첨단 패키징 기술 프로그램 신설에 25억 달러 등을 배정하여 첨단반도체 기술개발 의지를 보여주고 있다.

백악관에서는 최근 반도체 공급 부족 현상을 둘러싸고 업체들과 여러 차례 해결방안을 논의하고, 공급망 취약부문을 발굴하여 보완하는 정책을 수립하고 있다. 2021년 4월 및 5월에 이어 세 번째로 9월에 글로벌 반도체 기업을 소집하여 반도체 부족 해결방안을 논의했다. 여기서 백악관은 기업들에 반도체 수요 및 공급구조를 비롯하여 고객 판매 정보까지 자세한 정보제공을 요구하고 있다. 하지만 기업들은 구체적인 정보요구에 영업 비밀을 노출해야 하므로 어려움을 표출하고 있다. 반도체 업체는 현재의 보유기술뿐만 아니라 시장에서 가격 협상의 핵심 기밀정보까지 밝힐 수 없다고 항변하고 있다. 미국은 반도체 공급망 병목현상 해결을 명분으로 정보를 요구하고 있지만, 미국 이외의 반도체 기업들은 자사 정보가 미국 반도체 기업으로 유출될 가능성이 있다고 우려

한다.

미 행정부의 적극적인 자국 반도체 육성정책은 단기적으로는 글로벌 공급망에 큰 변화를 일으키기는 어려우나 적어도 중국의 반도체 육성산업에는 매우 큰 영향을 줄 수 있을 것으로 예상된다. 다음 장에서 자세히 분석되겠지만 중국의 반도체 산업은 미국의 기술에 매우 크게 의존하고 있고 한국을 비롯해 대만 기업에도 의존도가 매우 높다. 따라서 미국이 현재는 중국의 일부 반도체 기업에 대해서만 제재를 하고 있으나 그 제재 범위가 더욱 확대되거나 미국 기술에 근거해서 생산된 반도체 소자의 대중 수출에 대해서 규제할 경우 중국의 반도체 산업은 큰 타격을 입을 것으로 보인다. 다만, 미국의 반도체 기업들을 비롯해 한국, 대만 기업들 역시 중국에 대한 수출이 절대적으로 많고, 특히 전 세계 반도체 시장에서 미국기업들의 대중국 매출액이 절대적으로 많기 때문에 미 정부가 무조건적으로 중국에 제재할 수 있는 상황도 아니다. 따라서 미국이 의도하는 반도체 산업의 글로벌 공급망은 자국 내 중요 생산 과정을 두고 이를 통해 반도체 헤게모니를 지속적으로 이어가려고 하는 전략은 중장기적으로 그 효과를 발휘할 수도 있다. 중국과의 경쟁이 신냉전시대라 불릴 만큼 첨예하게 대립되고 있는 현 상황에서 볼 때 반도체 산업의 글로벌 공급망뿐만 아니라 다른 산업 분야에서도 확대될 개연성에 대비가 필요한 시점이다.

제3장

K

PM

중국의 반도체 산업 육성정책

1. 중국의 반도체 산업 현황과 공급망
리스크
2. 미국의 대중 반도체 산업 제재
3. 중국의 대응과 반도체 산업 정책방향
4. 소결

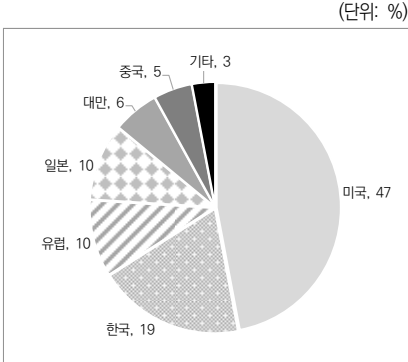
세계적으로 차량용 반도체의 공급 부족이 눈에 띈다. 반도체 부족으로 인해 2021년 자동차 감산 규모는 세계 생산 전망의 약 3%에 해당하는 240만 대에 이를 가능성이 크다.

2021년 일본의 르네사스 테크놀로지 공장과 아사히카세이 공장에 화재가 발생함에 따라 자동차 산업에 필요한 반도체가 부족해졌고, 미국 텍사스 겨울 한파로 네덜란드의 NXP, 독일 인피니언의 반도체 공장이 정지한 것도 영향을 주었다. 이에 더해 전례없는 대만의 가뭄과 TSMC 공장 화재 등으로 전 세계적으로 반도체 생산용량 쟁탈전이 일어나고 있다. 여기에는 코로나19로 재택근무가 확산됨에 따라 PC, 스마트폰 등 디지털 기기에 대한 수요가 증가하고, 2020년 10~12월부터 예상보다 빠르게 회복한 중국 자동차 수요로 자동차 생산이 시작되면서 반도체 부족이 심화된 측면도 크다.

차량용 반도체 문제가 심각한 것은 틀림없지만, 단기적인 수요와 공급의 문제라는 점에서 해결 못할 문제는 아니다. 최근 사태는 오히려 반도체 조달 공백이 어떠한 경제적 결과를 가져오는지 모두에게 환기시켜주는 역할을 했다. 보다 근본적인 문제는 미·중 간 반도체를 둘러싼 기술패권 경쟁에 있다.

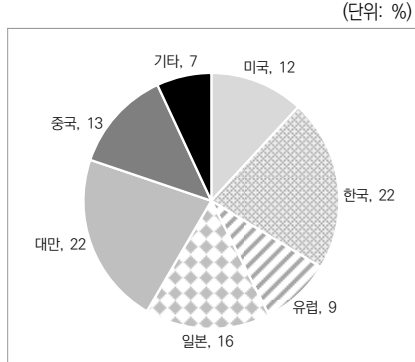
반도체는 스마트폰, 항공기, 무기 시스템, 인터넷 및 전력망을 포함한 거의 모든 현대 산업 및 군사 시스템을 가능하게 한다. 반도체는 대표적인 민군겸용(dual-use) 제품으로 경제 및 국가안보에서 가장 중요한 전략자산으로 자리잡았다. 현재 우리는 인공지능(AI), 양자 컴퓨팅, 사물인터넷(IoT), 자율주행 시스템, 첨단 로봇 공학 등 새로운 도전과 기회에 직면하고 있다. 경제 성장과 번영의 엔진이 될 이러한 모든 첨단기술은 반도체의 지원이 필요하다. 따라서 앞으로 첨단 반도체 연구·개발·설계·제조 분야에서 세계를 선도하는 국가가 글로벌 패권의 향방을 결정한다고 해도 과언이 아니다. 이러한 가운데 반도체 공급망의 모든 부분을 개발하려는 중국의 노력은 그 범위와 규모 면에서 전례가 없다. 이것이 미국이 첨단 반도체 제조 및 연구를 활성화하고 공급망상의 중국 의존도를 줄이기 위해 초당적 지지를 보이는 이유다.

그림 3-1. 글로벌 반도체 매출 점유율(2019년)



자료: SIA(2020), "2020 State of the Industry report."

그림 3-2. 글로벌 반도체 생산 점유율(2019년)



자료: Bloomberg(2021. 3. 5), "South Korea and Taiwan's Chip Power Rattles the U.S. and China."

반도체 산업을 기업의 국적별로 살펴보면, 미국기업이 세계 매출의 47% 정도를 차지한다. 그러나 생산의 관점에서는 12% 정도에 불과하다. 대부분의 미국기업이 TSMC, 삼성과 같은 국외기업에 위탁하여 반도체를 제조해 오며 세계 반도체 생산능력에서 차지하는 미국의 점유율도 1990년의 37%에서 12%로 떨어졌다. 즉 제조가 최근 미국 반도체 산업의 아킬레스건인 셈이다.

이에 위기의식을 느낀 미국정부도 여러 법안과 정책을 통해 국가적 차원에서 자국 반도체 제조산업 지원에 나섰다. 미국은 자국 내 반도체 생산률을 높이려고 2021년 1월 「국방수권법」의 일부로 「CHIPS 법(Chips for America Act)」을 제정했다. 4월 13일에는 바이든 대통령이 반도체 산업 관련 글로벌 기업 총수들을 모은 자리에서 “반도체 공급망을 검토하고 미국이 다시 세계의 반도체를 주도하겠다”고 선언하였다. 6월 상원에서 통과된 미국의 「혁신경쟁법(USICA)」에서 「CHIPS 법」의 구체적 실행을 위해 미국은 반도체 산업 지원금으로 2022년부터 5년간 520억 달러를 책정했다. 이를 통해 미국의 반도체 제조 국내 생산율을 현재 12% 수준에서 33%까지 끌어올리겠다는 계획이다. 2020년 5월 미국은 TSMC의 공장을 유치하였으며, 2021년 3월에는 인텔이

200억 달러를 투자하여 애리조나에 2개 공장을 신설하도록 했다. 그러나 현재 반도체 제조의 경우 한국, 중국, 일본, 대만이 글로벌 생산의 75%를 차지하고 있다.

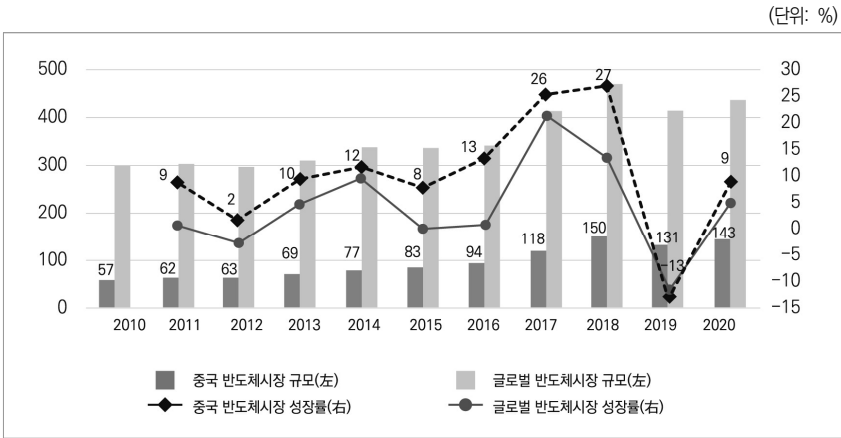
1. 중국의 반도체 산업 현황과 공급망 리스크

가. 중국의 반도체 산업 생태계

첨단 반도체 제조가 동아시아에 집중되며 미국의 아킬레스건이 된 원인은 그간 이뤄진 반도체 산업의 수평 분업에 있다. 미국의 반도체 기업들은 부가가치가 높은 설계 및 장비 개발에 집중했고 반도체 생산은 TSMC, 삼성 등 파운드리에 위탁했다. 부가가치가 낮고 노동집약적인 조립·테스트·포장(ATP) 공정은 주로 중국에서 이뤄진다. 최근 하나의 반도체 칩을 만드는 데는 일반적으로 4개 국가 4만 km에 걸친 생산공정을 거쳐야 한다.

WSTS 통계에 따르면 중국의 반도체 시장규모는 2010년 570억 달러에서 2020년 1,434억 달러로 지난 10년 동안 비약적으로 성장했다. 특히 2016년 이후 연평균 12%씩 급성장하며 같은 기간 글로벌 반도체 전체의 연평균 성장률 6%를 두 배나 상회하는 모습을 보였다. 같은 기간 중국을 제외한 글로벌 반도체 연평균 성장률은 3%에 불과했다. 2019년 미·중 무역 마찰과 세계적인 반도체 수요 감소 영향으로 성장률이 -13%로 둔화되기도 했지만, 2020년 다시 9.0% 성장하며 세계 최대 반도체 시장인 중국은 글로벌 반도체 소비의 60%, 최종 수요의 33%를 담당했다.

그림 3-3. 중국의 반도체 산업 시장규모 추이

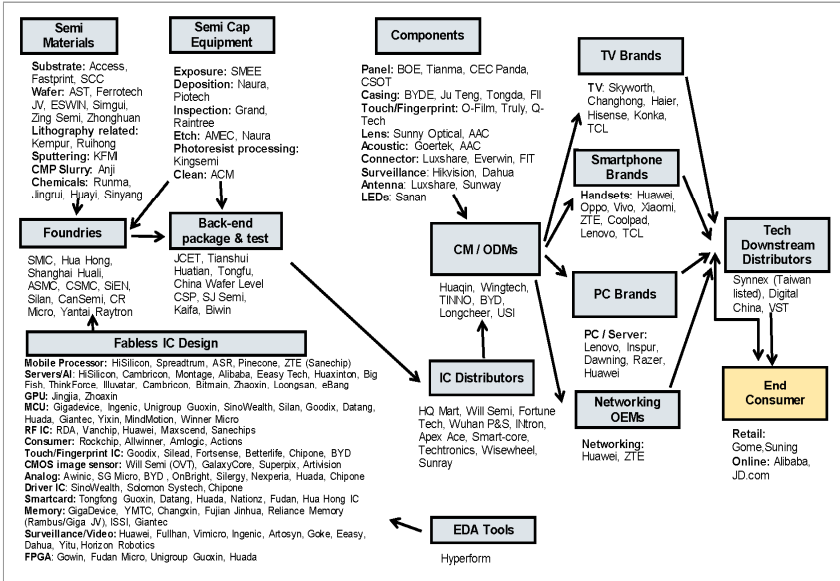


자료: 연원호(2021a).

중국의 반도체 산업이 급속하게 성장할 수 있었던 데에는 중국이 글로벌 전자 기기 제조공장 역할을 하고 있다는 점이 가장 큰 요인이다. 대규모 반도체 수요를 바탕으로 중국 반도체 굴기가 단순히 제조에만 그치는 것이 아니라 설계-공정-제조-응용을 아우르는 생태계 전반을 구축할 수 있었다. 또한 중국 전자 산업의 폭발적 수요 증가세가 다품종 반도체 칩에 대한 든든한 지지대도 되고 있다. 세계 최대 전자제품 생산국인 중국은 스마트폰의 75%, 태블릿 PC의 80%, 노트북의 90%, 디지털 TV의 50%, 디스플레이 패널의 90%, 통신용 셋톱 박스의 60%를 생산하고 있다.³⁷⁾ 따라서 이들 기기에 들어가는 메모리 반도체(DRAM, NAND Flash), 시스템 반도체(로직 IC, MCU, Optical computer, MEMS sensor)의 최대 소비시장이자, 설계(팹리스), 파운드리(위탁생산), OSAT(패키징/테스트), 응용제품 생산이라는 수직 계열화를 이루며 확고한 성장세를 보이고 있다. 요약하면, 중국 반도체 굴기가 생태계 전반에 걸쳐 있을 수 있는 이유로는 크게 시장의 규모, 성장세, 다양성을 들 수 있다.

37) 권석준 성균관대학교 교수 전문가 간담회 발제자료(2021. 8. 3), 「한중일 반도체 산업 구도 분석 및 한국에 대한 시사점」.

그림 3-4. 중국의 반도체 생태계



자료: Credit Suisse(2020. 11. 17), "Examining China's Semiconductor Self-Sufficiency," 발제자료 p. 3.

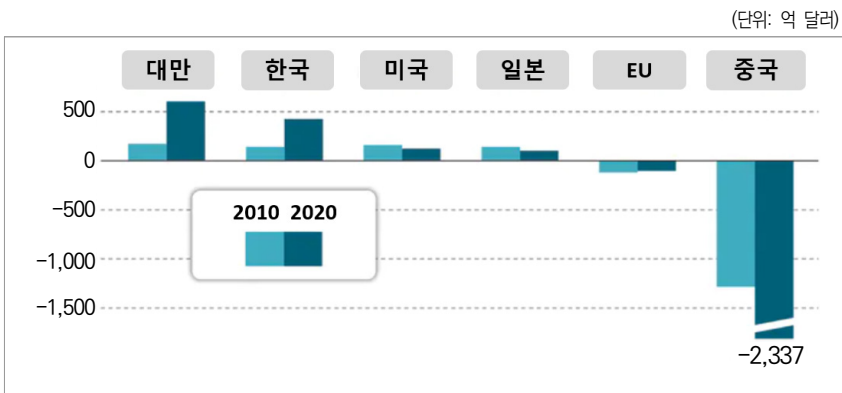
나. 중국 반도체 산업의 공급망 리스크: 낮은 자급률

반도체 수출과 수입의 차액인 순수출액 측면에서 2010년과 2020년을 비교해보면, 해외 생산 위탁을 가속화한 미국은 수입이 증가하며 순수출이 감소했다. 일본도 수입이 완만히 증가하는 가운데 수출이 줄어들어 순수출이 감소했고, 반도체 공장이 적은 유럽에서도 수입 초과가 계속되고 있다. 반대로 한국과 대만은 대규모 투자를 통해 생산시설을 지속적으로 확충하며 순수출이 크게 확대되었다.

중국에 대해 보다 자세히 살펴보면, 급성장하고 있는 중국의 반도체 산업에도 불구하고 중국정부의 근심은 깊어지고 있다. 자동차나 가전 등 다양한 제품의 조립 공장이 집중된 중국의 반도체 수입량 폭증이 중국의 아킬레스건이 되기도

하기 때문이다. 중국은 반도체 수지 적자가 지난 10년간 약 2배가 되었다. 반도체 공급망상 외부 리스크 요인이 크게 확대되었다는 측면에서 이는 미국과의 패권 경쟁에서 중국의 약점이 될 것으로 보인다. 이에 중국은 반도체 자급률을 2025년까지 70%로 끌어 올린다는 목표를 내거는 등 대응을 서두르고 있다.

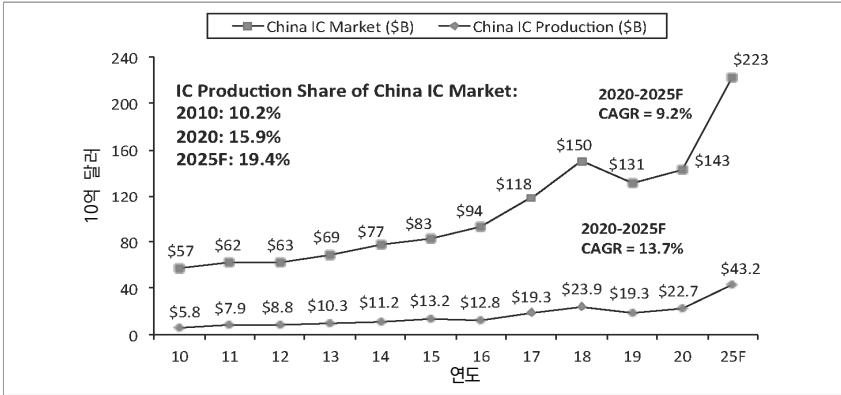
그림 3-5. 주요국의 반도체 순수출



자료: 日本經濟新聞, 「半導体供給, 根深い不安: アジア依存8割」, <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC141670U1A410C2000000/>(검색일: 2021. 6. 2).

그러나 시장규모에 비해 반도체 자급률은 여전히 상당히 낮으며, 2020년 현재 중국의 반도체 자급률은 15.9%로 '중국제조 2025'에서 목표로 했던 수준(2020년 40%, 2025년 70%)에는 한참 못 미치는 수준이다. 2020년 중국의 반도체 시장규모는 1,430억 달러인 데 반해 중국 내 생산은 227억 달러(15.9%), 중국기업의 중국 내 생산은 83억 달러(5.8%)에 불과하다. 2013년부터 반도체 수입액이 원유 수입액을 넘어서며 수입액 1위를 차지하고 있으며, 중국 내 반도체 수요가 계속해서 증가하는 가운데 중국의 반도체 수지 적자도 2020년 -2,337억 달러에 달했다.

그림 3-6. 중국 반도체 시장규모 vs. 중국 내 반도체 생산 역량



자료: IC Insights, "China Forecast to Fall Far Short of its "Made in China 2025" Goals for ICs," <https://www.icinsights.com/news/bulletins/China-Forecast-To-Fall-Far-Short-Of-Its-Made-In-China-2025-Goals-For-ICs/>(검색일: 2021. 6. 2).

상술한 데이터에서도 나타나듯이 중국의 반도체 산업은 전 분야에 걸쳐 빠르게 성장하고 있지만 중국의 생산 역량은 한참 못 미치는 실정이다. 이 점은 글로벌 반도체 기업 순위에서도 잘 나타나는데, 매출 기준으로 글로벌 탑 20 순위에 들어 있는 중국기업은 15위에 하이실리콘이 유일하다. 중국의 반도체 기업 순위를 살펴보면 팹리스 부문에서 가장 강한 면모를 보이고 있음을 알 수 있다. 미국의 견제를 받고 있는 중국의 대표적 위탁제조 기업인 SMIC의 경우 2020년 매출 기준으로 하이실리콘의 1/6 수준밖에 되지 않음을 확인할 수 있다.

표 3-1. 매출 기준 중국의 Top 5 반도체 기업

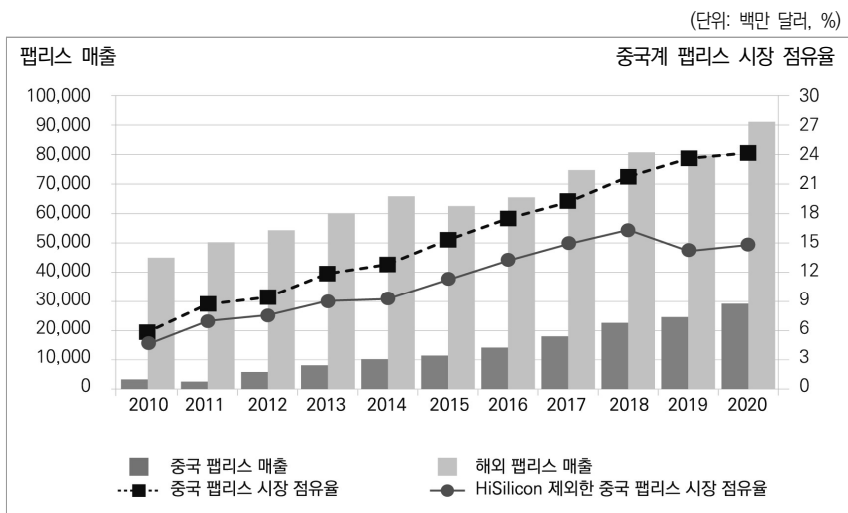
(단위: 억 달러)

랭킹	기업명	2020년 매출	분야
1	HiSilicon Technologies	8,360	팹리스
2	Unisoc	2,286	팹리스
3	SMIC	1,843	파운드리
4	Goodix Limited	1,065	팹리스
5	Huahong	961	파운드리

자료: 각 기업별 연차보고서를 바탕으로 저자 작성.

구체적으로 중국계 팹리스 기업의 경우 10년 전 10%에도 못 미쳤던 세계 점유율을 2020년 현재 전 세계 팹리스 매출의 약 24%까지 끌어올렸다. 그림에서 볼 수 있듯이 2010년 이후 지속적인 성장세를 보이고 있는 점이 가장 큰 특징이다. 그러나 중국 팹리스의 최강자인 하이실리콘을 제외할 경우 2018년 이후 중국계 팹리스 기업의 성장세가 꺾였다는 점도 주목할 필요가 있다. 특히 2020년 미국정부가 글로벌 기업으로 성장한 하이실리콘에 대한 전면적인 수출통제를 시행함에 따라 향후 중국계 팹리스 기업들이 지속적으로 성장할 수 있을지 또는 미국의 견제로 성장에 제약을 받을지 갈림길에 선 모습으로 보인다.

그림 3-7. 중국계 팹리스 기업의 시장점유율



자료: Credit Suisse(2020. 11. 17), p. 15.

파운드리 경우는 중국의 공급망 취약성이 더욱 커 보인다. 최근 10년간 글로벌 파운드리 시장은 규모면에서 4배 가까이 성장했지만, 중국계 파운드리의 글로벌 시장점유율은 9%대에 머무르고 있다.

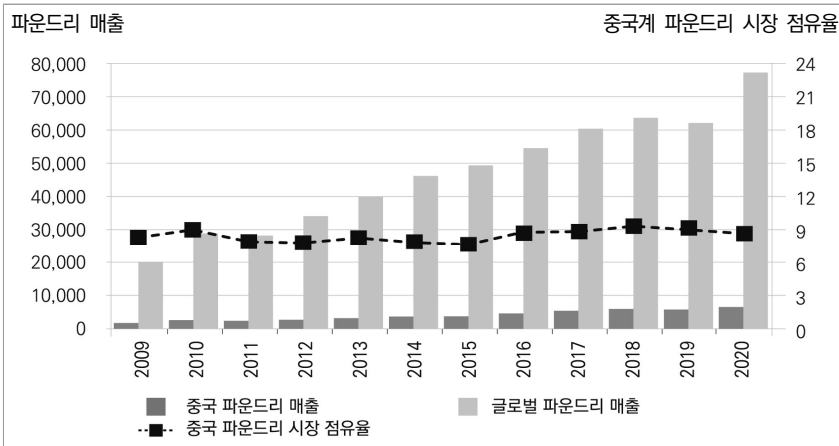
표 3-2. 중국 반도체 기업의 제조 거점

랭킹	파운드리	DRAM	NAND
베이징	SMIC		
상하이	SMIC, Huanhong		
우한	XMC		YMTC
허페이		CXMT	
시안			삼성
난징	TSMC		
우시		SK하이닉스	
다롄			인텔

자료: 각 기업 홈페이지를 바탕으로 작성.

그림 3-8. 중국계 파운드리 기업의 시장점유율

(단위: 백만 달러, %)



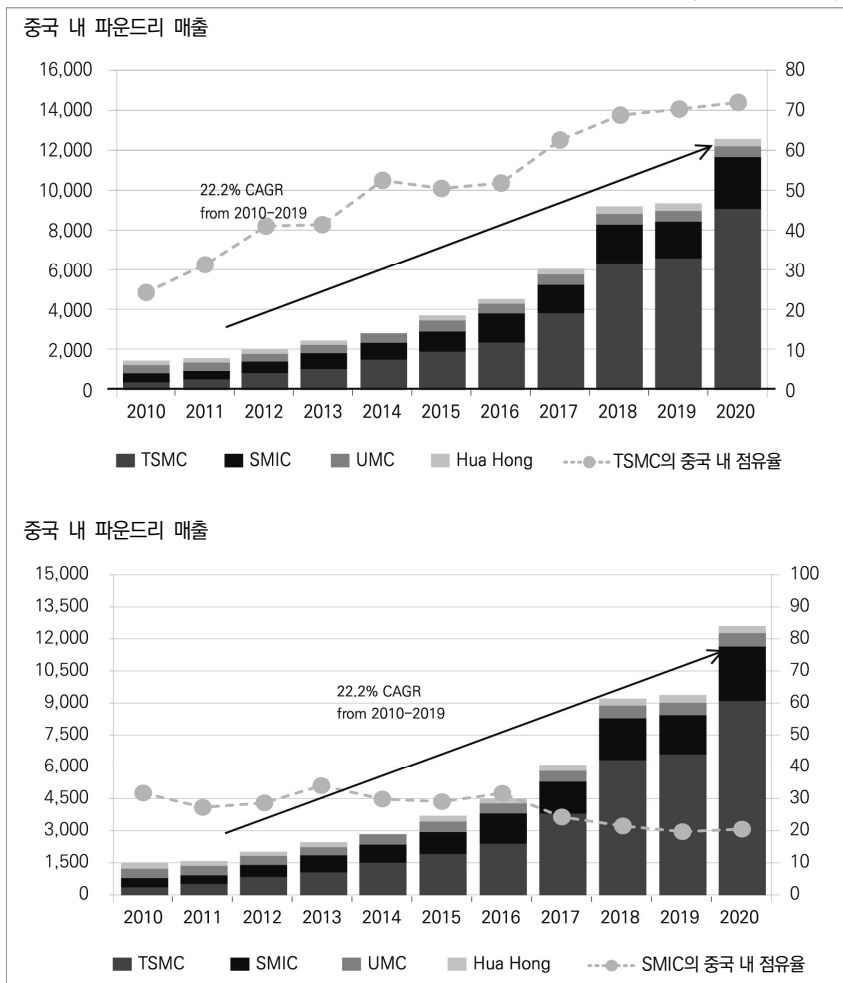
자료: Credit Suisse(2020. 11. 17), p. 15.

특히 중국 파운드리 시장의 가장 큰 문제는 TSMC의 장악력에 있다. 중국 내 파운드리 시장이 규모면에서 지난 10년간 연평균 약 22.2%씩 성장하며 2010년 대비 약 6배 이상 성장한 가운데 대부분의 비중을 TSMC가 독차지하고 있다. 2020년 중국 파운드리 매출에서 차지하는 TSMC의 매출 비중은 무려 70%를

상회한다. 중국의 대표적인 파운드리인 SMIC의 경우 매출이 늘고 있기는 하지만 중국 내 파운드리 시장점유율은 2010년 30%에서 2020년 오히려 20%로 감소했다. 이 점은 중국 반도체 제조업의 취약성을 여실히 보여주고 있다고 할 수 있다.

그림 3-9. 중국 내 파운드리 시장점유율 변화: TSMC vs. SMIC

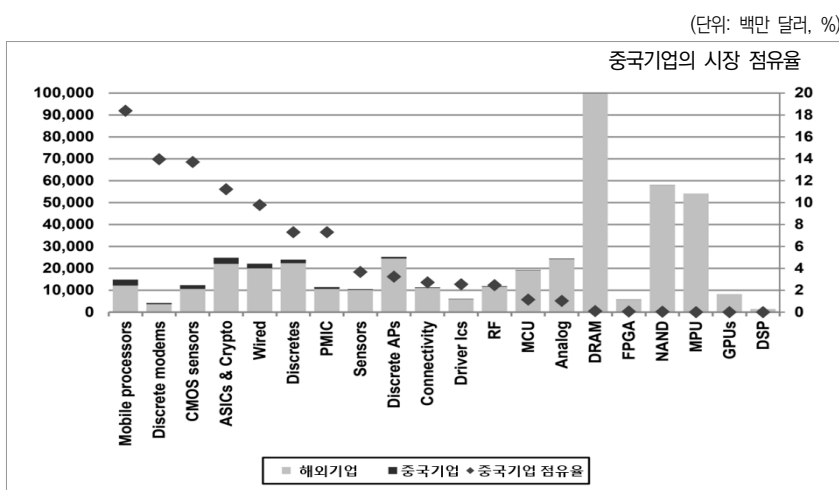
(단위: 백만 달러, %)



자료: Credit Suisse(2020. 11. 17), p. 19.

반도체 품목별 중국기업의 생산 역량을 살펴보면, 그간 중국이 다방면에서 반도체 제품을 생산하려고 노력해왔음을 알 수 있으나, 각 분야별 역량이 아직 까지 상당히 미미한 것을 알 수 있다. 앞으로도 첨단기술 발전과 함께 혁신주도형 성장 전략을 내세운 중국의 반도체 수요가 지속적으로 증가할 것으로 예상되는 가운데, 다시 한번 중국의 저조한 생산 역량은 결국 중국정부가 반도체 공급망 리스크 취약성에 대해 크게 우려할 만한 상황으로 보인다.

그림 3-10. 반도체 품목별 중국기업의 시장점유율



자료: Credit Suisse(2020. 11. 17), p. 16.

2. 미국의 대중 반도체 산업 제재

가. 미국의 대중국 인식

이러한 가운데 미국의 대중 반도체 견제도 중국의 반도체 산업 공급망 리스크를 악화시키고 있다.

미국 바이든 행정부는 3월 3일 「국가안보전략 잠정 지침(Interim National Security Strategy Guidance)」을 발표하고, 중국은 경제, 외교, 군사, 기술력을 결합해 안정적이고 개방된 국제질서에 지속해서 도전할 잠재력이 있는 미국의 유일한 경쟁자라고 언급했다. 이러한 미국의 경계심이 가장 잘 나타나고 있는 분야가 바로 반도체 분야다. 최근 5G, AI, 자율주행 등 첨단기술 분야를 지탱하고 있는 반도체를 둘러싼 미중 간 공방이 치열해지고 있으며, 미국의 대중국 견제는 반도체 관련 핵심기술을 보유하고 있지 못한 중국으로서는 또다른 약점으로 작용하고 있다.

2015년 중국정부는 반도체 국산화율 제고를 내건 ‘중국제조 2025’를 발표했다. 미국은 이것을 단순한 산업정책이 아니라 국가 안보에 중점을 둔 중국의 ‘군민융합(Military-Civil Fusion)’ 전략으로 보고 중국의 첨단기술 산업에 대한 규제를 강화해왔다. 2016년 오바마 정부에서는 중국의 통신 장비회사 ZTE에 대한 수출 규제조치를 발동하였고, 중국 푸젠그랜드칩인베스트먼트펀드(FGCIF)에 의한 반도체 장비회사 아이스트론(Aixtron)의 미국 내 자회사 인수를 저지했다. 2017년 트럼프 정권에 들어서도 ZTE에 대한 추가 규제와 화웨이에 대한 규제 본격화 등이 뒤를 이었다.

특히 2020년 5월과 8월 두 차례에 걸쳐 화웨이에 대한 추가 규제를 잇달아 발표하고 화웨이로의 반도체 수출 자체를 전면 금지했다. 2020년 12월에는 중국의 최대 파운드리 SMIC도 수출금지 기업목록(Entity List)에 올리고 제조 장비 및 재료의 수출을 규제했다. 현재 14nm 공정을 갖춘 SMIC이지만 미국의 Entity List 등재로 인해 10nm보다 정밀한 프로세스와 관련된 도구와 장비는 입수가 불가능하게 되었다.

2021년 바이든 정권 교체 후에도 반도체를 둘러싼 미국의 대중국 압박은 더욱 강화되고 있는 모습이다. 2021년 1월 제정된 미국의 「국방수권법(NDAA 2021)」에 「CHIPS 법」이 포함되었을 뿐만 아니라, 2월 24일에는 중국 의존도를 낮추기 위한 공급망 조사 행정명령, 3월 31일에는 2조 달러가 넘는 대규모

인프라 투자 계획 중 500억 달러를 반도체 분야에 투입한다고 밝혔다. 이와 더불어 4월 9일에는 바이든 정부의 대중국 첫 수출제재 리스트가 발표되었는데, 7개 회사 모두 첨단반도체 관련 슈퍼컴퓨터 회사였다. 레이몬드 상무장관은 최근 미국의 산업정책에서 반도체가 최우선 순위에 있음을 다시 한번 밝힌 바 있다.

나. 미국의 대응

미국은 중국의 미국 내 반도체 기업 인수합병을 안보상의 이유로 불허하는 것 이외에도 자국 기술의 수출통제를 활용하며 중국 견제를 하고 있다. 일반적인 반도체 관련 수출통제란, 미국 기술 및 소프트웨어에 의존하는 반도체 관련 완제품·소재·부품·장비를 제재대상 기업에 수출 시 미국 상무부의 허가를 받도록 하는 것이다. 물론 이는 원칙적 거부(presumption of denial)로 볼 수 있다. 대표적인 예가 2020년 5월과 8월 두 차례 있었던 화웨이 제재다. 이는 TSMC, 삼성, Applied Materials, KLA 및 Lam Research 등이 화웨이나 화웨이 자회사 하이실리콘 등과 실질적으로 거래를 금지하도록 한 것이다. 이어서 12월에는 SMIC도 상무부의 수출통제기업 리스트(Entity List)에 추가되었다. 현재 14nm 공정을 갖춘 SMIC이지만 미국의 Entity List 등재로 인해 10nm보다 정밀한 반도체를 만들기 위한 도구와 장비는 입수가 일체 불가능하게 되었다.

다. 미국의 제재 수단: 수출통제, 수입통제, 투자제재, 금융제재

이러한 가운데 미국은 중국의 반도체 산업을 포함한 첨단기술 관련 기업들에 제재를 가하고 있다. 미국의 대중국 반도체 제재 수단은 크게 △ 수출통제

△ 투자제재 △ 금융제재, 이 세 가지로 나뉘볼 수 있다.

첫째, 미국은 수출통제기업 리스트(Entity List)를 활용하여 미국의 기술이 포함된 소재·부품·장비·제품 등이 중국의 특정 반도체 기업에 사실상 수출되지 않도록 제재하고 있다. 2018년 「수출심사현대화법(ECRA)」 제정 이후 중국의 반도체 기업을 직접적으로 Entity List에 등재한 경우는 총 6건으로, 푸젠진화반도체, 하이실리콘, 화웨이, SMIC, 파이티움이 Entity List에 올라갔다. 예를 들어 미국의 수출통제로 네덜란드 ASML 사의 EUV 장비를 수입할 수 없게 된 SMIC는 10nm 미만 첨단반도체 제조를 할 수 없는 상황에 처하였으며, 하이실리콘은 14nm급 기린 AP 생산을 중단했다. 그러나 현재까지 Entity List에 올라간 대다수의 중국기업이 AI, 5G, 슈퍼컴퓨터, 로봇, 고속철도, 드론, 우주항공 등 첨단 기술 관련 기업으로 첨단반도체 의존도가 높다는 점도 주목해야 할 부분이다.

표 3-3. 미국의 중국기업 Entity List 추가 추이

	일시	이유	산업	대표기업
1	2018. 10. 30	국가안보	반도체	JHICC(福建省晉華集成電路有限公司)
2	2019. 5. 15	국가안보	5G	Huawei 본사 및 계열사 포함 68개사
3	2019. 6. 24	국가안보	슈퍼컴퓨터	Sugon, Higon 등 5개사
4	2019. 8. 14	기술탈취, 국가안보	원자력 발전	CGN과 그 자회사 등 4개사
5	2019. 8. 19	국가안보	5G, 반도체	Huawei 해외 계열사 46개사
6	2019. 10. 7	신장위구르 인권	AI	Hikvision, Dahua Tech, iFLYTEK, SenseTime, Megvii 등 28개사
7	2020. 5. 22	신장위구르 인권	AI, 로봇, 사이버보안, 슈퍼컴퓨팅	Qihoo 360, CloudMinds Inc. 등 24개사
8	2020. 7. 20	신장위구르 인권	바이오, 고속철도	Xinjiang Silk Road BGI, Beijing Liuhe BGI, KTK Group 등 11개사
9	2020. 8. 17	국가안보	반도체, 5G	Huawei 해외 계열사 38개사
10	2020. 8. 26	남중국해	ICT, 해저케이블, 건설	CETC-7, CETC-30, Shanghai Cable Offshore Engineering 등 24개사
11	2020. 12. 18	국가안보, 인권	드론, 반도체, 우주항공	DJI, SMIC을 포함한 60개사
12	2021. 1. 14	남중국해	에너지	CNOOC

표 3-3. 계속

	일시	이유	산업	대표기업
13	2021. 4. 8	국가안보	슈퍼컴퓨팅 반도체	Tianjin Phytium을 비롯한 슈퍼컴퓨팅 관련 반도체 설계회사 7개사
14	2021. 6. 24	신장위구르 인권	반도체, 면화	HoShineSilicon Industry를 비롯한 5개사
15	2021. 7. 9	신장위구르 인권, 안보	AI, 감시카메라, ICT	Leon Technology를 비롯한 23개사

주: 음영은 반도체 기업 직접 관련.

자료: U.S. Department of Commerce 보도자료(미국 상무부 press release 웹페이지, <https://www.commerce.gov/news/press-releases>)를 바탕으로 저자 정리.

둘째, 미국의 투자제재는 2018년 「FIRRMA」 제정과 CFIUS의 대미투자 심사강화를 통해 중국기업의 미국 반도체 기업 인수를 막는 방법으로 활용되고 있다. 중국은 2014년 「국가 반도체산업 발전 촉진 강요」, 2015년 ‘중국제조 2025’ 전략 수립 이후 반도체 기술격차 해소를 위해 해외기업 M&A에 적극적으로 나섰는데 초기 몇 건을 제외하고는 최근 국가안보를 이유로 인수가 차단되고 있다(표 3-4 참고).

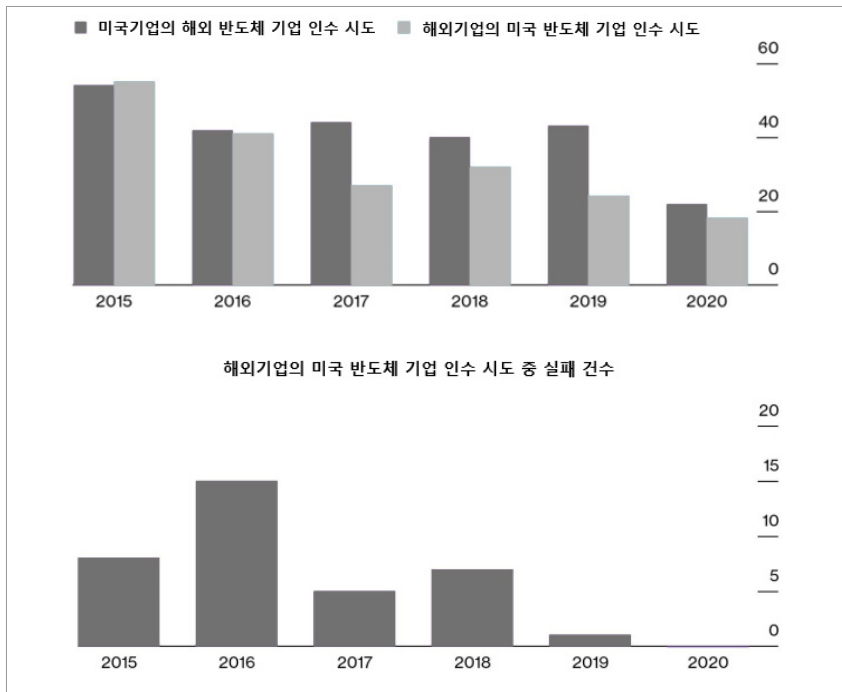
표 3-4. 중국의 해외 반도체 인수 시도 사례

연도	피인수 대상	분야	인수 주체	결과
2014	Ominivision	CMOS	Hua Capital Management	인수 성공
2015	Micron Technology	메모리	Tsinghua Unigroup	철회
	ISSI	팹리스	Uphill Investment	인수 성공
	Mattson Technology	식각 장비	Beijing E-Town Capital	인수 성공
2016	Western Digital Corporation	메모리	Unisplendour Corporation	불허/철회
	Aixtron SE	증착 장비	Fujian Grand Chip Investment Fund	대통령 지시/불허
2017	Lattice Semiconductor Corp.	팹리스	Canyon Bridge Capital Partners	대통령 지시/불허
2018	Qualcomm	팹리스	Broadcom	대통령 지시/불허
	Xcerra	테스트 장비	UNIC Capital Management Co.	불허/철회

자료: 연원호(2021a), p. 8.

특히 미국이 CFIUS의 심사권한을 강화하고 2019년 「FIRRMA」가 시행됨에 따라 중국기업을 포함한 해외기업들의 미국 반도체 기업에 대한 인수 시도 뿐만 아니라 CFIUS의 반도체 기업 인수 관련 심사건수도 급격히 줄었다(그림 3-11 참고).

그림 3-11. 미국 반도체 기업 인수 시도 건수와 CFIUS 심사건수 추이



주: 2020년 6월 11일 기준.

자료: Bloomberg Law(2020. 6. 12), "ANALYSIS: Semiconductors Made CFIUS."

셋째, 최근 미국은 중국 군산복합체 관련 기업 59개사에 대한 직·간접 주식 투자를 금지하였는데, 이 중 7개사가 반도체 기업이다. 재무부 해외자산통제국(OFAC: Office of Foreign Assets Control)은 기존에 SDN-List(Specially Designated Nationals And Blocked Persons List)를 통해 리스트에 오른

개인 및 법인의 미국 내 자산동결 및 미국 금융기관과의 거래를 금지해왔다.³⁸⁾ 2020년 12월 OFAC는 일괄적인 금융제재가 아닌 관련 부처가 금융제재 판단을 자체적으로 내릴 수 있도록 Non-SDN Menu-based Sanctions List를 도입하고 그중 하나의 프로그램으로 NS-CCMC List를 추가하였다. 이후 2021년 6월 3일 바이든 행정부는 행정명령을 통해 NS-CCMC 리스트를 NS-CMIC³⁹⁾ 리스트로 개정하고 기존 44개 중국기업을 59개로 수정 확대하였다. 2021년 8월 2일 이후 미국인의 이들 기업에 대한 일체의 지분 투자는 금지되었으며, 2022년 6월 2일까지 기존에 보유하고 있던 지분은 전량 현금화해야 한다.

표 3-5. 2021년 6월 3일 발표 미 재무부 OFAC NS-CMIC 리스트 중 반도체 관련사

	기업명	분야
1	Changsha Jingjia Microelectronics Co. Ltd	GPU
2	China Electronics Corporation(CEC) ⁴⁰⁾	FPGA, MCU, Analog
3	SMIC	파운드리
4	Zhonghang Electronic Measuring Instruments Co. Ltd	정밀 기계 장비
5	China Electronics Technology Group Corp.	Ion Implantor
6	Fujian Torch Electron Technology Co. Ltd.	Capacitor
7	Huawei Technologies Co. Ltd.	팹리스(HiSilicon)

자료: U.S. Department of the Treasury, "Non-SDN Chinese Military-Industrial Complex Companies List," <https://home.treasury.gov/policy-issues/financial-sanctions/consolidated-sanctions-list/ns-cmic-list> (검색일: 2021. 11. 27)를 바탕으로 저자 분석 정리.

라. 미국의 정책목표

이상과 같이 미국의 중국 반도체 기업에 대한 수출제재, 투자제재, 금융제재가 확대되고 있지만, 이는 특정 소수 기업에 국한되어 이뤄지고 있다는 점에 주

38) SDN-List: 中央军事委员会装备发展部, CEIEC 등 252개 entity.

39) Chinese Military-Industrial Complex Companies.

40) Huada Semiconductor를 보유하고 있으며, 2018년 이전에는 Hua Hong Semiconductor Ltd.를 소유.

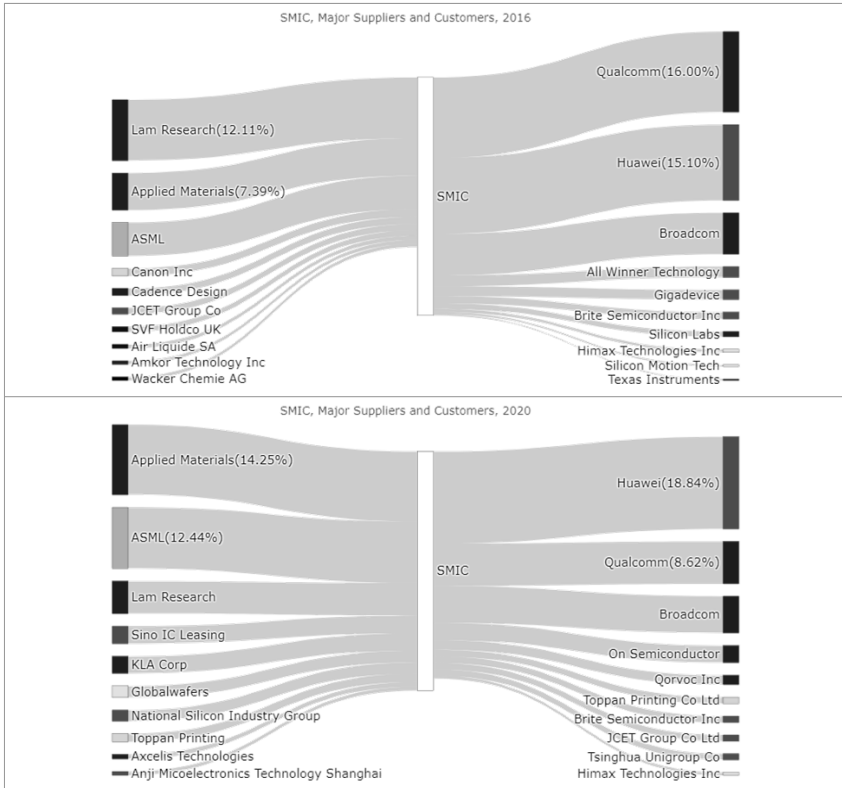
목할 필요가 있다. 미국의 중국 반도체 제재의 목적은 중국 전체 반도체 생태계를 붕괴시키려는 것이 아니다. 미국의 대중 반도체 견제의 타깃은 첨단 반도체 산업에 국한되어 있다. 미국 반도체 기업들의 최대 시장이 중국이며, 미중 1단계 합의에서 볼 수 있듯이 미국이 중국에 미국산 제품을 더 수입하라고 압박하는 가운데, 미국이 중국 반도체 시장의 붕괴를 원할리 없다. 다만 미국은 본인들이 보유하지 못한 첨단기술에 대한 중국의 개발을 막고, 중국의 선도적인 반도체 기업을 견제하는 등 표적화된 탈동조화(targeted decoupling)를 추구하고 있다.

이를 반증할 수 있는 첫 번째 사례로 2020년 11월에서 2021년 4월 사이 미국은 5G 이외의 범용품목과 관련한 113건, 총 614억 달러 상당의 미국산 제품의 대화웨이 수출을 허가한 바 있다. 여기에는 노트북용 반도체가 포함된다.⁴¹⁾ 화웨이가 글로벌 5G 시장의 최강자이자 미국 수출통제의 가장 중요한 대상이라는 점에서 이것은 미국의 정책 목적이 화웨이의 5G 관련 선도적 기술에 한정되어 있다는 것을 시사한다. 두 번째 사례로는 중국 파운드리 SMIC의 공급망 변화다. 만약 미국의 제재 목적이 중국 반도체 산업 전체에 대한 탈동조화였다면, 미국의 제재 전후로 SMIC의 공급망은 크게 변화되었어야 할 것이다. 그러나 블룸버그 데이터를 분석한 바에 따르면 2016년 Lam Research, Applied Materials, ASML에서 장비를 조달하던 SMIC는 2020년에도 순위에 차이만 있을 뿐 Applied Materials, ASML, Lam Research에서 가장 많은 장비를 조달했다. SMIC의 고객사의 경우도 화웨이가 2016년 2위에서 2020년 1위로 올라섰다는 점 이외에 미국의 Qualcomm, Broadcom이 최대 고객 중 하나인 점은 변함이 없었다. 이 점에서 보듯, SMIC가 미국조차 확보하지 못한 5nm, 7nm 반도체 제조 역량을 구축하지 못하도록 미국정부가 ASML의 EUV 장비의 대화웨이 수출은 막았지만, 미국산 장비에 크게 의존한 기존의 레거시

41) 日本經濟新聞, 「ファーウェイへの輸出 米、7兆円分を許可」, [https://www.nikkei.com/article/DGK KZO77011580W1A021C2FF8000/?type=group#AwAUAgAANDYwMDc2OQ\(검색일: 2021. 11. 7\)](https://www.nikkei.com/article/DGK KZO77011580W1A021C2FF8000/?type=group#AwAUAgAANDYwMDc2OQ(검색일: 2021. 11. 7)).

공정 자체는 허용하고 있는 것을 알 수 있다. SMIC는 2021년 초 ASML과 성속 노드용 DUV 노광장비 계약을 연장(12억 달러 상당)했다.

그림 3-12. 미중 갈등 본격화 전후 SMIC 공급망 변화 비교(2016 vs. 2020)



주: 2021년 3월 기준.

자료: Bloomberg Terminal(검색일: 2021. 8. 20) 자료를 바탕으로 저자 작성.

3. 중국의 대응과 반도체 산업 정책방향

중국은 글로벌 반도체 매출 점유율의 5%만을 차지하고, 주로 공급망상 조립·테스트·패키징(ATP) 부문에 참여하는 등 글로벌 반도체 공급망에서 제

한된 역할을 한다. 대신 스마트폰, 컴퓨터, 통신 네트워크 장비 제조 및 최종 수출을 위해 글로벌 반도체 생산품의 60% 이상을 소비하고 있다. 중국의 이러한 수입 의존성은 중국정부가 반도체 공급망상의 위험을 완화하기 위해 국내 반도체 역량 강화에 막대한 투자를 하도록 유도하고 있다.⁴²⁾

중국은 완전한 자체 반도체 제조 생태계를 만드는 것을 목표로 2014년 제1기 빅펀드(National Integrated Circuit Industry Investment Fund)를 통해 200억 달러를 반도체 개발에 투자했다. 그러나 중앙정부뿐만 아니라 지방정부 및 기업의 투자까지 합하면 2014년 이후 지금까지 중국은 글로벌 반도체 산업이 매년 R&D에 지출하는 금액의 두 배에 해당하는 약 1,500억 달러를 국내 반도체 산업에 투자한 것으로 분석된다.⁴³⁾

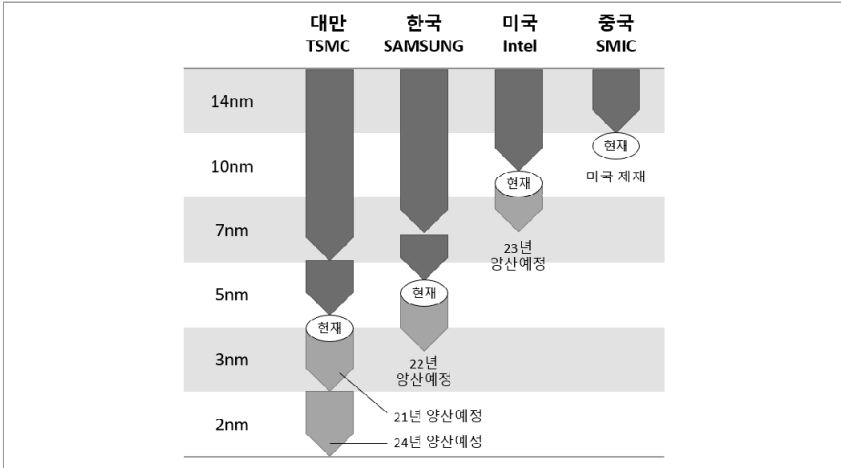
그러나 중국의 반도체 부문에 대한 막대한 자원 할당에도 불구하고 중국 반도체의 84%는 여전히 외국 제조업체가 국내에서 수입하거나 생산하고 있다. 실제로 중국에 기반을 둔 가장 큰 파운드리인 SMIC는 미국, 대만 및 한국의 대표적인 반도체 기업들에 비해 혁신 측면에서 3~4년 정도 뒤떨어져 있다. 2015년부터 2017년까지 최첨단 반도체 생산을 위한 핵심 IP가 절실한 중국 투자자들은 Micron Technology, Western Digital Corporation, Lattice와 같은 미국 및 유럽 기반 기업을 인수하려 했지만 안보 문제상의 이유로 인수가 차단되었다. 이러한 격차를 인식하고 2019년 중국정부는 제2기 빅펀드를 통해 290억 달러의 추가 자금을 지원하기 시작했으며, 시진핑 주석은 2020년 새로운 인프라 이니셔티브의 일환으로 신형 기술을 더욱 발전시키고 세계적 수준에 오르기 위해 2025년까지 1조 4천억 달러 투자를 약속했다.⁴⁴⁾

42) 연원호(2021a), p. 6.

43) <https://foreignpolicy.com/2021/02/16/semiconductors-us-china-taiwan-technology-innovation-competition/>(검색일: 2021. 7. 1).

44) <https://www.scmp.com/tech/policy/article/3085362/china-has-new-us14-trillion-plan-seize-worlds-tech-crown-us>(검색일: 2021. 7. 1).

그림 3-13. 국가별 대표 기업의 첨단 반도체 개발 현황과 격차



자료: 연원호(2021b), p. 20.

중국도 미국의 제재로 인해 반도체를 자급할 수 있는 공급망 체제의 확립을 서두르고 있다. 중국은 최첨단 반도체 제조에 필요한 설계 소프트웨어, 제조 장비 및 소재 등 거의 모든 핵심 부품·장비를 해외에 의존하고 있다. 이 부분은 중국의 치명적인 약점이다. 미·중 간 대립의 장기화가 불가피해 보이는 지금 미국과의 충돌이 격화된다면 중국의 산업 전체가 화웨이처럼 고사될 우려가 있다. 중국이 현재 보유하고 있는 반도체 능력만으로 최첨단 반도체의 설계·제조는 어려워 보인다. 기술혁신을 통해 경제성장을 하겠다는 중국이지만 신형 인프라, 스마트 시티, 전기자동차(EV), 인공지능 등 중국이 중시하는 모든 산업의 중심에는 반도체가 있기 때문에 거의 모든 프로젝트들이 영향을 받을 수밖에 없다.

이에 2020년 12월 중앙경제공작회의에서 시진핑 주석은 2021년에 힘쓸 8개 항목의 중점 임무를 결정했는데 두 번째가 ‘산업 공급망의 자주적 컨트롤 능력 강화’였다. 중국은 3월에 승인한 제14차 5개년 계획에서 혁신 발전을 실현하기 위해 연구개발비를 매년 7% 이상 늘리는 것을 명기했다. 특히 2021년의 기초연구비를 전년대비 10.6% 증가하고, 「기초연구 10개년 행동계획」을 책정·실

시할 것을 담는 등 원천기술 확보를 위한 기초연구를 중시하겠다는 전략이다. 반도체 분야에서도 약점이 되고 있는 소프트웨어, 소재, 첨단 제조장비 등의 기술 개발을 중국은 절대 포기하지 않을 것이다. 물론 중국의 반도체 국산화는 난항이 예상된다. 그러나 중국정부는 생산이 실현될 수만 있다면 뒤에 거대한 시장을 보유한 중국이 결국 규모의 경제를 활용한 게임체인저가 될 것으로 믿는다.

공산당 기관지 ‘치우스(求是)’에 따르면, 시진핑 주석은 2020년 4월 내부 회의에서 “글로벌 공급망에서 중국과의 의존 관계를 강화하여 외국이 공급을 중단하는 것에 대한 강도 높은 반격·역지능력을 키워야 한다”고 강조했다. 이러한 배경에서 중국은 2018년 퀄컴의 NXP 인수와 2021년 Applied Materials의 일본 반도체 장비회사 코쿠사이 일렉트릭(KOKUSAI ELECTRIC) 인수를 승인하지 않았다. 최근 대두된 마이크론과 WD의 일본 낸드메모리 강자 키오시아(KIOXIA) 인수도 결국 중국에 의해 성사되지 않을 것으로 예측된다.

가. 중국의 반도체 정책

중국은 「14차 5개년 계획 및 2035 중장기 목표」에서 2035년까지 2020년 GDP 수준의 두 배 성장을 목표로 하고 있음을 밝혔다. 이를 달성하기 위해서는 기술혁신을 통해 15년간 연평균 4.73%의 경제성장 달성이 필요하다. 중국은 향후 포괄적 혁신을 통해 연평균 4.73%가 넘는 경제성장을 달성하기 위해 ‘쌍순환(雙循環, Dual Circulation) 발전 전략’과 ‘기술혁신’을 강조하는 자립자강(自立自強)식 성장전략을 채택했다. ‘내순환 경제’를 중심으로 한 ‘쌍순환 발전 전략’은 경제적 자립자강을 의미하며, 핵심기술 확보 및 기술혁신을 통한 경제성장은 기술적 자립자강을 의미한다. 중국은 R&D 지출을 2025년까지 매년 7%씩 증액하여 혁신형 국가 달성을 목표로 「기초연구 10개년 행동계획」을 책정하고 기초연구 비중을 전체 R&D의 8% 이상으로 향상시키고자 한다. 「14차 5개년 계획 및 2035 중장기 목표」에서 주목한 첨단기술 분야는 ① 인공지능(AI)

② 양자통신 및 양자 컴퓨팅 ③ 반도체 ④ 뇌과학 ⑤ 유전자 바이오 기술 ⑥ 입상의학 ⑦ 심해, 극지, 우주 관련 기술이다. 또한 신성장 동력 구축을 위해 △ 신형 인프라 △ 신형 도시화 △ 교통·수자원 인프라 투자를 위한 양신일중(兩新一重) 정책을 내놓았다.

나. 신형 인프라 투자와 반도체의 중요성

중국의 반도체 산업과 관련하여 주목해야 하는 프로젝트는 바로 양신일중이다. 양신일중 정책 중 혁신주도형 성장 전략의 핵심은 신형 인프라(新基建) 구축으로, 크게 △ 정보 인프라 △ 융합 인프라 △ 혁신 인프라 구축으로 나눌 수 있으며, 이들의 공통점은 반도체 관련성이다.

표 3-6. 중국의 신형 인프라 구축 계획

정보 인프라	융합 인프라	혁신 인프라
통신 네트워크 인프라(5G, 산업 IoT, 위성 인터넷 등), 신기술 인프라(AI, 클라우드 컴퓨팅, 블록체인 등) 데이터 처리 인프라(데이터센터, 스마트컴퓨팅센터 등)	스마트 교통, 스마트 에너지 인프라 등과 같이 빅데이터와 인공지능을 활용하여 전통적인 인프라를 업그레이드한 인프라	과학연구, 기술개발, 제품의 연구·제조를 위한 공익성을 가진 인프라로 중대과학기술 인프라, 과학교육 인프라, 산업기술혁신 인프라 등을 포함

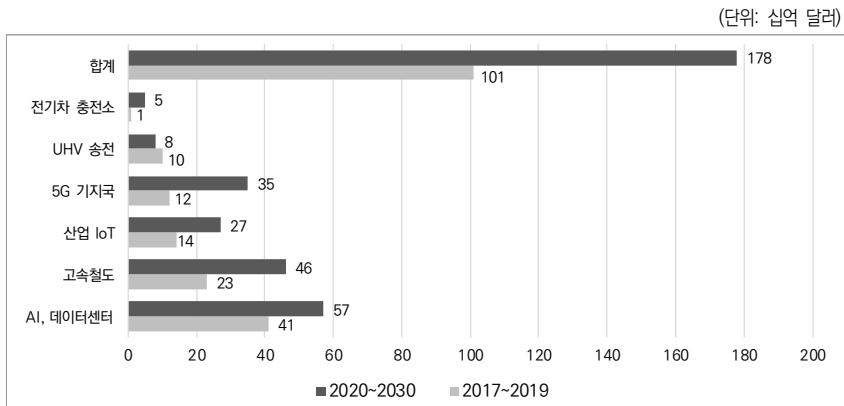
자료: CCID(2020. 6), 「中国“新基建”发展研究报告」, <https://www.ccidgroup.com/info/1096/21459.htm>(검색일: 2021. 6. 7).

구체적으로 신형 인프라 투자의 7대 영역은 ① 5G 네트워크 ② 전기차 충전소 ③ 고속철도 ④ UHV 송전 ⑤ 데이터센터 ⑥ AI ⑦ 산업 IoT⁴⁵⁾이며, 이들 첨단기술의 공통점은 반도체를 핵심요소로 사용한다는 점이다. CCID(China Center for Information Industry Development, 国电子信息产业发展研究院)는 향후 5년간 중국이 신형 인프라 투자에 1조 4천억 달러를 투자할 것으

45) Industrial Internet of Things, 工业互联网.

로 전망한다. AI 및 데이터센터 관련 투자가 가장 클 것으로 예상되는 가운데 10년간 매년 약 570억 달러를 투자할 것으로 전망된다. 고속철도, 산업 IoT, 5G 기지국, 전기차 충전소 등 부문은 2017~19년 연평균 투자금액의 2배가 넘는 금액이 매년 투자될 것으로 전망된다.

그림 3-14. 향후 10년간 중국의 연간 신형 인프라별 투자 예상금액



자료: Bloomberg(2020. 5. 20), "China's Got a New Plan to Overtake the U.S. in Tech," 온라인 자료(검색일: 2021. 6. 2).

신형 인프라 투자가 진행됨에 따라 향후 중국 내 반도체 수요는 급증할 것으로 예상되며, 중국은 반도체 수지 적자 확대와 반도체 공급망 리스크에 대한 우려를 안고 있는 것으로 보인다. 반도체는 스마트폰, 전기차, 항공기, 무기 시스템, 인터넷 및 전력망을 포함한 거의 모든 산업 및 군사 시스템을 가능하게 하는 대표적인 민군겸용 제품으로 경제 및 국가안보에 있어서 가장 중요한 전략 자산으로 자리잡았다. 따라서 앞으로 첨단 반도체 연구·개발·설계·제조 분야에서 세계를 선도하는 국가가 글로벌 패권의 향방을 결정할 가능성이 커 보인다. 혁신주도형 경제성장을 하겠다는 중국이지만, 반도체 조달이 어려워진다면 중국이 강조하는 양신일중 프로젝트들이 모두 영향을 받을 수밖에 없으며, 중국의 경제성장 목표 달성에도 차질이 발생할 수밖에 없다.

그림 3-15. 신형 인프라별 관련 반도체 수요 전망



자료: SEMI China 자료(2021), p. 3.

다. 중국의 반도체 국산화 전략

중국은 미국의 제재를 자국의 반도체 산업 발전을 가로막는 중요한 위협요소로 인식하고 반도체 산업의 내재화 전략을 펴고 있다. 중국의 반도체 산업 체인은 상대적으로 약하고 많은 핵심 장비와 재료가 해외의존에 의해 제약을 받는다. 미국 등 특허 소송, 기술 이전 제한 및 봉쇄, 중국 특정 기업으로의 재료 및 장비 수출 제한에 대한 우려를 안고 있다. 특히 중국에서 설계 및 생산할 수 없는 부품, EDA, 핵심 IP, 첨단 장비 및 고순도 소재 등이 차단될 경우, 중국의 반도체 산업에 심각한 영향을 미칠 것으로 보인다. 이에 따라 중국정부는 △ 국가전략 △ 국가 반도체 대기금 △ 커황반 △ 세계 지원 등을 통해 자체 반도체 산업 육성을 도모하고 있다.

1) 국가 전략

2021년 3월 「14차 5개년 계획 및 2035 중장기 목표」에서 반도체 분야를 전략육성 분야의 하나로 선정하고, 중국의 약점이 되고 있는 설계 소프트웨어, 고순도 소재, 중요 제조장비 및 제조기술, IGBT, MEMS, 첨단 메모리 기술, SiC

및 GaN 등 3세대 반도체 등의 개발을 직접적으로 언급했다. 중국은 2021년 3월에 승인한 「14차 5개년 계획 및 2035 중장기 목표」에서 혁신 발전을 실현하기 위해 연구개발비를 매년 7% 이상 늘릴 것을 명시했다. 특히 2021년의 기초연구비를 전년대비 10.6% 증액하고, 「기초연구 10개년 행동계획」을 책정·실시할 것을 담는 등 원천기술 확보를 위한 기초연구를 중시하겠다는 전략이다. 전략적으로 육성해야 할 7대 분야로는 ① 인공지능(AI) ② 양자통신 및 양자 컴퓨팅 ③ 반도체 ④ 뇌과학 ⑤ 유전자 바이오 기술 ⑥ 임상의학 ⑦ 심해, 극지, 우주 관련 기술을 언급하였다.

이에 더해, 5년 전 제13차 5개년 계획에서 중국이 반도체와 관련하여 어떤 세부분야 육성을 목표로 하였고 실제로 지난 5년 동안 어떤 결과를 얻었는지 분석함으로써 2021년 새로이 작성된 제14차 5개년 계획의 내용을 바탕으로 향후 5년 뒤 중국 반도체 산업의 경쟁력을 대략적으로 전망해볼 수 있을 것이다.

표 3-7. 13차 5개년 계획 vs. 14차 5개년 계획에 나타난 반도체 육성 목표

발표 연도	5개년 계획	목표 및 강조 분야	계획 추진 결과
2016	13차 5개년 계획 (중국제조 2025)	반도체 설계 제조(14nm 로직) 패키징 산업 제조장비(성숙 노드)	하이실리콘 SMIC JCET NAURA, AMEC 등 선진기업 육성
2021	14차 5개년 계획	반도체 설계용 제조 (10nm 미만, 첨단메모리) IGBT, MEMS 고순도 소재 및 증점장비 SiC, GaN 등 3세대 반도체	미국의 대중견제 분야(설계용, 제조장비, 소재) 중심으로 자체 역량 개발·강화 전망

자료: 国务院关于印发《中国制造2025》的通知国发[2015]28号, http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm; 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要, http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm(모든 자료의 검색일: 2021. 6. 1).

2015년 ‘중국제조 2025’ 발표 당시 반도체 분야 중 집중 육성 분야로 반도체 설계, 제조, ATP⁴⁶⁾ 분야를 들었고, 2016년 「13차 5개년 국가 과학기술 혁

신 계획」에서 14nm 로직 칩 생산과 14~28nm 관련 장비·소재·기술·테스트·패키징으로 구성된 완전한 공급망 구축을 목표로 한다. 실제로 지난 5년간 하이실리콘(설계), SMIC(제조), JCET(테스트, 패키징), NAURA(장비), AMEC(장비) 등 해당 분야의 세계적인 기업을 육성한 것을 고려하면 앞으로 5년간 중국이 「14차 5개년 계획 및 2035 중장기 목표」에서 세부적으로 열거한 반도체 분야에서 경쟁력 확보를 위해 얼마나 힘을 쏟을지 예견할 수 있는 대목이다.

큰 그림에서 중국은 국가 전략적으로 미국의 대중 제재 분야(설계툴, 제조장비, 소재) 중심으로 자체 역량 개발·강화를 할 것으로 보인다. 구체적으로는 반도체 설계를 위한 EDA 툴, 전기차 관련 전력반도체(IGBT), IoT와 인공지능(AI) 관련 센서 반도체(MEMS), 미세화 공정의 한계를 보완하기 위한 3D 적층 기술, 고속철도, 5G/6G 기지국, UHV 송전, 전기차와 관련한 저전력 고효율의 3세대 소재 반도체 관련 기술·기업을 집중적으로 개발·육성할 것으로 전망된다.

2) 국가 반도체 대기금(빅펀드)

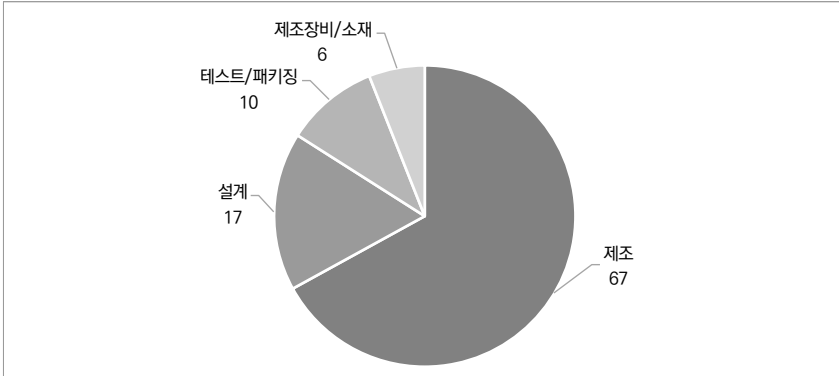
중국은 2014년 9월 200억 달러 규모의 제1기 국가집적회로산업투자기금(国家集成电路产业投资基金, 빅펀드)⁴⁷⁾을 설립하고 반도체 산업에 투자하였으며 2019년 10월 290억 달러 규모의 제2기 빅펀드를 설립했다. 투자 배분의 관점에서 제1기 빅펀드는 주로 중국의 반도체 제조 분야에 집중되었고 제2기 빅펀드는 중국의 반도체 생태계에서 누락된 연결고리를 보완하는 데 집중될 것으로 전망된다. 2014년 「국가집적회로산업 발전촉진강요」에 따르면 제조 부문에서 2015년 32/28nm 양산, 2020년 16/14nm 양산을 목표로 했으며, 실제로 2020년 SMIC와 Hua Hong이 위 목표를 달성했다.

46) Assembly, Test, Packaging.

47) National Integrated Circuit Industry Investment Fund.

그림 3-16. 빅펀드 1기 투자 분야

(단위: %)



자료: <http://www.xcf.cn/article/90e82b7c60ef11e9b6f7cd30ac30fda.html>(검색일: 2021. 5. 30).

중국정부는 반도체 산업이 전통적인 제조업과 달리 자본과 기술 측면에서 높은 진입장벽을 가지고 있으며 전반적인 운영 리스크로 인하여 정부의 지원과 리더십이 중요하다고 판단한다. 국가의 의지를 반영할 뿐만 아니라 장기 투자를 위한 산업계의 수요를 충족한다. 국가 반도체 대기금은 지방정부, 금융기관, 사회자본, 기업, 연구기관, 세제 및 연구개발 인센티브와 같은 전통적인 보조금과 결합하여 대규모 자금이 투입될 방향을 안내하는 역할을 수행하며 전례 없는 연쇄 반응을 일으킨다. 중국의 빅펀드가 'National Guidance Fund'라고도 불리는 이유가 여기에 있다.

표 3-8. 빅펀드 1기 투자 주체 및 비중

(단위: 억 달러, %)

순서	투자 주체	금액	비중
1	중화인민공화국재정부	52.2	36.46
2	국개금융유한책임공사	31.9	22.29
3	중화연초총공사	15.9	11.14
4	북경변압국제투자발전유한공사	14.5	10.13
5	중국이동통신집단공사	7.2	5.06

표 3-8. 계속

(단위: 억 달러, %)

	투자 주체	금액	비중
6	상해국성 그룹	7.2	5.06
7	우한금융공전 그룹	7.2	5.06
8	기타	6.8	4.78
9	우선주 발행	58.0	28.84
	합계	200	100.0

자료: <http://www.xcf.cn/article/90e82b7c60ef11e9bf6f7cd30ac30fda.html>(검색일: 2021. 5. 30).

예를 들어 1기 빅펀드의 경우 국가가 200억 달러를 조성해서 투자했지만 정부의 정책의지에 주목한 민간에서 1,000억 달러가 추가적으로 투자되며 중국의 반도체 산업이 크게 성장하는 원동력이 되었다. 중국의 반도체 관련 회사는 현재 7만 3,000여 개에 달하며 2020년에만 2만여 개가 신규 등록했다.

3) 커황반(科创板)

중국판 나스닥인 커황반은 하이테크 기업, 혁신형 신흥기업 위주의 시장으로 2019년 7월에 개설되었는데 특히 반도체 기업을 위한 중요한 자금 조달의 장이 되고 있다. 2020년 중국시장에 상장된 반도체 기업의 약 70%가 커황반에 상장했다. IPO 절차 간소화와 등록제 도입도 그 배경에 있지만, 반도체 산업이 커황반의 중점 유치산업 중 하나인 것으로 보인다. 대표적으로 2020년 7월 SMIC의 신속한 상장은 중국 당국의 반도체 국산화에 대한 강한 의지를 읽을 수 있는 사례다.

SMIC는 2019년 뉴욕증권거래소(NYSE)에서 상장폐지를 단행한 이후 2020년 7월에 A주식을 발행하며 커황반에 상장했다. 중국의 반도체 국산화에 중요한 역할을 할 것으로 기대받는 SMIC의 상장 신청에서 실제 상장까지 걸린 기간은 단 29일로 사상 최단 기록을 세우며 중국 내에서 화제가 되었다.

4) 세제 지원

중국 국무원은 2020년 8월 4일 「새로운 시기 집적회로 산업 및 소프트웨어 산업의 고품질 발전 촉진을 위한 정책 통지(关于印发新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策的通知, 이하 ‘통지’)」를 발표하고 첨단기술을 보유한 기업에 대해 세제 지원 등을 강화했다. △ 세제 △ 투융자 △ R&D △ 수출입 △ 인재 확보 △ 지식재산권 보호 등 8개 정책 분야에서 반도체·소프트웨어 산업에 대한 지원조치 강화를 통해 반도체·소프트웨어 산업의 발전을 가속화할 방침을 표명했다.

기존에 중국은 소프트웨어 개발업체와 집적회로 설계기업에 대해서 「집적회로 설계 및 소프트웨어 산업 기업소득세 정책의 공고」⁴⁸⁾에 따라 흑자 연도부터 2년간 기업 소득세를 면제하고, 그 후 3년간은 세금을 반감, 혹은 흑자 연도부터 5년간은 기업 소득세를 면제하고, 그 후 5년 동안 세금을 반감하는 등의 세제 우대조치를 실시해왔다.

그러나 2020년 8월 통지는 고급기술을 보유한 기업에 대해 세제 지원 등을 강화했다. 회로 선폭이 28nm 이하이고 경영기간이 15년 이상인 반도체 생산기업은 흑자 연도부터 10년간 기업 소득세를 면제한다. 회로 선폭이 65nm 이하이고 경영기간이 15년 이상인 반도체 생산기업은 흑자 연도부터 5년간 기업 소득세를 면제하고, 이후 5년간 절반으로 감면하며, 회로 선폭이 130nm 이하이고 경영기간이 10년 이상인 반도체 생산기업은 흑자 연도부터 2년간 기업 소득세를 면제하고, 이후 3년간 절반으로 감면한다. 이에 더해 주요 집적회로 설계기업과 소프트웨어 기업에 대해서도 기업 소득세를 5년간 면제하고, 이후 세율은 10%로 하는 등 전폭적인 세제 지원정책에 나섰다.

48) 关于集成电路设计和软件产业企业所得税政策的公告, http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2019-10/15/content_5440223.htm(검색일: 2021. 5. 30).

표 3-9. 반도체 산업 관련 중국의 새로운 세제 지원 내용 요약

	대상 기업	지원 내용
기업 소득세	회로 선폭이 28nm 이하이고 경영기간이 15년 이상인 집적회로 생산기업과 프로젝트	흑자 연도부터 10년간 기업 소득세 면제
	회로 선폭이 65nm 이하이고 경영기간이 15년 이상인 집적회로 생산기업과 프로젝트	흑자 연도부터 5년간 기업 소득세를 면제하고 이후 5년간 법정 세율인 25%에서 절반 감세
	회로 선폭이 130nm 이하이고 경영기간이 10년 이상인 집적회로 생산기업과 프로젝트	흑자 연도부터 2년간 기업 소득세를 면제하고 이후 3년간은 법정 세율인 25%에서 절반 감세
	국가가 장려하는 집적회로의 설계, 장비, 재료, 포장, 테스트 기업과 소프트웨어 기업	흑자 연도부터 2년간 기업 소득세를 면제하고 이후 3년간은 법정 세율인 25%에서 절반 감세
	국가가 장려하는 중점 집적회로 설계기업과 소프트웨어 기업	흑자 연도부터 5년간 기업 소득세를 면제하고 이후에는 세율 10%로 기업 소득세를 징수
관세	회로 선폭이 65nm 이하의 로직 회로, 메모리 생산기업 및 회로 선폭이 250nm 이하의 특수공정 집적회로 생산기업(포토마스크, 8인치 이상 웨이퍼 생산기업 포함)	자사에서 사용하는 생산용 원자재, 소모품, 클린룸 전용 건축자재, 관련 시스템과 집적회로 생산설비 부품 수입에 대해 관세 면제
	회로 선폭이 500nm 이하의 화합물 집적회로 생산기업과 첨단 패키징 테스트 기업	자사에서 사용하는 생산용 원자재, 소모품의 수입관세 면제
	국가가 장려하는 중점 집적회로 설계기업, 소프트웨어 기업 및 상기 ①, ② 중 집적회로 생산기업과 첨단 패키지 테스트 기업	자사에서 사용하는 설비 및 계약에 근거하여 사실에 부대하여 수입되는 기술(소프트웨어 포함)·부품, 예비부품 중 수입면세 제외 목록 ⁴⁹⁾ 에 포함되지 않는 수입에 대해 수입관세 면제

자료: 关于促进集成电路产业和软件产业高质量发展企业所得税政策的公告, http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-12/17/content_5570401.htm(검색일: 2021. 5. 30)를 바탕으로 저자 정리.

중국의 광다증권(光大证券)은 소득세 감면정책에 따라 향후 3년 내에 중국의 반도체 상장사 중 대부분이 소득세를 면제받을 수 있을 것이라고 분석했다. 동 보고서에 따르면 중국 내 반도체 상장사의 2019년 소득세 총액은 25억 6천만 위안(약 4,310억 원)이었다.

중국 재정부(财政部) 등 3개 부처는 「집적회로 산업과 소프트웨어 산업 발전 지원을 위한 수입 세수 정책에 관한 통지(关于支持集成电路产业和软件产业发展

49) '국내투자사업 면세불가 수입상품 목록(《国内投资项目不予免税的进口商品目录》)', '외상투자사업 면세불가 수입상품 목록(《外商投资项目不予免税的进口商品目录》)', '수입 면세불가 중대기술장비와 제품 목록(《进口不予免税的重大技术装备和产品目录》)'에 기재된 상품.

进口税收政策的通知)」를 발표하고 ‘통지’에서 언급된 집적회로 산업과 소프트웨어 산업 관련 부품에 대한 수입관세 면제 내용을 구체화했다. 중국 내에서 생산하지 못하거나 자체 생산을 위해 성능이 요구기준을 충족하지 못하는 원자재 및 부품을 수입하는 경우 수입관세 면세를 제공한다. 국가발전개혁위원회는 공업정보화부, 재정부, 해관총서, 세무총국과 합동으로 수입관세를 면제받는 반도체 생산업체, 선진포장 테스트업체, 집적회로 산업의 핵심 원자재, 부품 생산업체를 목록화했다. 시행 기간은 2020년 7월 27일부터 2030년 12월 31일까지다.

표 3-10. 중국의 반도체 세제 지원 관련 최근 정책 및 법규정 제정 추이

일시	제목	주요 내용
2020. 8. 4	「새로운 시대 집적회로 산업 및 소프트웨어 산업의 고품질 발전 촉진을 위한 정책」 ⁵⁰⁾	명확히 중국 본토의 반도체 재료와 설비산업의 발전을 격려한다고 언급하고 △ 세제 △ 투융자 △ R&D △ 수출입 △ 인재 확보 △ 지식재산권 보호 등 8개 정책 분야의 지원조치를 정함
2020. 12. 11	「집적회로 산업 및 소프트웨어 산업의 고품질 발전 촉진을 위한 기업 소득세 정책에 관한 공고」 ⁵¹⁾	기업 소득세를 감면받기 위한 구체적 조건과 신규(新舊) 소득세 우대정책의 연계 문제를 명확히 함
2021. 3. 16	「집적회로 산업 및 소프트웨어 산업 발전 지원을 위한 수입 세수 정책에 관한 통지」 ⁵²⁾	집적회로 산업과 소프트웨어 산업 관련 부품에 대한 수입관세를 면제
2021. 3. 29	「세금우대를 받는 집적회로 기업 또는 프로젝트 및 소프트웨어 회사 목록을 작성하기 위한 관련 요구 사항에 대한 통지」 ⁵³⁾	「새로운 시대 집적회로 산업 및 소프트웨어 산업의 고품질 발전 촉진을 위한 정책」의 관련 절차, 조건 그리고 우대 세제 혜택을 받는 기업 선정을 위한 기준 구체화
2021. 4. 22	「국가가 권장하는 집적회로 설계, 장비, 재료, 포장 및 테스트 기업의 조건 공고」 ⁵⁴⁾	「새로운 시대 집적회로 산업 및 소프트웨어 산업의 고품질 발전 촉진을 위한 정책」 중 집적회로 설계, 장비, 재료, 패키징, 테스트 기업에 대한 법인세 우대 적용 기준 수정

자료: 国务院关于印发新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策的通知, http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-08/04/content_5532370.htm(검색일: 2021. 5. 30); 关于促进集成电路产业和软件产业高质量发展企业所得税政策的公告, http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-12/17/content_5570401.htm(검색일: 2021. 5. 31); 财政部 海关总署 税务总局关于支持集成电路产业和软件产业发展进口税收政策的通知, http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/29/content_5596564.htm(검색일: 2021. 5. 31); 关于做好享受税收优惠政策的集成电路企业或项目、软件企业清单制定工作有关要求的通知, http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/30/content_5596739.htm(검색일: 2021. 5. 31); 中华人民共和国工业和信息化部 国家发展改革委 财政部 国家税务总局公告(2021年第9号), http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-04/26/content_5602315.htm(검색일: 2021. 5. 31)를 바탕으로 저자 정리.

중국 재정부(財政部) 등 3개 부처는 3월 29일과 4월 22일 '통지'에서 언급된 세금우대 적용기업에 대한 조건을 구체화했다(표 3-11 참고). 가장 큰 특징은 반도체 기업이 세제우대를 받기 위해서 국가가 명시적으로 제시한 인재 요건과 R&D 요건을 충족해야 한다는 점이다. 또한 국내의 기업을 동등하게 대우한다고 명시하였지만, 특허와 관련하여 중국 내에 등록된 특허 개수를 세제우대 조건으로 제시함으로써 강제기술 이전 논란이 다시 한번 야기될 가능성이 크다.

표 3-11. 2021년 3, 4월 세금우대 적용 조건 구체화 내용 요약

분야	세금우대를 받기 위한 조건	
법인	<ul style="list-style-type: none"> - 중국(홍콩, 마카오, 대만 제외)에 합법적으로 등록되어 있고 독립적인 법인격을 가진 기업 - 국내외 기업을 동등하게 대우 	
산업정책	- 중국의 국가 배치 계획 및 산업정책을 준수	
인재	학사 이상 인력	최소 30~50%의 인력은 학사 이상 인력이어야 함 <ul style="list-style-type: none"> - 제조기업: 30% - 소재, 장비, 패키징 및 테스트기업: 40% - 설계기업: 50%
	R&D 인력	R&D 인력은 전체 인력의 15~40% 이상이어야 함 <ul style="list-style-type: none"> - 제조기업: 15~20%(8인치 이하 15%) - 소재, 패키징 및 테스트기업: 15% - 장비기업: 20% - 설계기업: 40%
R&D	연간 R&D 투자금액은 영업소득의 최소 2~6% 이상	
	<ul style="list-style-type: none"> - 제조기업: 2% - 패키징 및 테스트기업: 3% - 소재기업 5%, 장비기업 5% - 설계기업: 6% 	

- 50) 国务院关于印发新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策的通知, http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-08/04/content_5532370.htm(검색일: 2021. 5. 30).
- 51) 关于促进集成电路产业和软件产业高质量发展企业所得税政策的公告, http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-12/17/content_5570401.htm(검색일: 2021. 5. 31).
- 52) 财政部 海关总署 税务总局关于支持集成电路产业和软件产业发展进口税收政策的通知, http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/29/content_5596564.htm(검색일: 2021. 5. 31).
- 53) 关于做好享受税收优惠政策的集成电路企业或项目, 软件企业清单制定工作有关要求的通知, http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/30/content_5596739.htm(검색일: 2021. 5. 31).
- 54) 中华人民共和国工业和信息化部 国家发展改革委 财政部 国家税务总局公告(2021年第9号), http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-04/26/content_5602315.htm(검색일: 2021. 5. 31).

표 3-11. 계속

분야	세금우대를 받기 위한 조건
지식재산권	<ul style="list-style-type: none"> - 핵심 IC 관련 기술에 대한 독립적인 IP 권한을 보유 - R&D, 설계 또는 제조와 관련하여 중국에서 최소 5~8개의 승인된 특허를 보유 - 장비, 소재, 패키징 및 테스트 기업: 최소 5개 - 설계기업: 최소 8개
중점 직접회로 설계 분야	- (1) 고성능 프로세서 및 FPGA 칩 (2) 메모리 칩 (3) 스마트 센서 (4) 산업, 통신, 자동차 및 보안 칩 (5) EDA, IP 및 설계 서비스
투자, 매출, 소득	- 연 매출에서 해당 부문이 차지하는 비중이 최소 30~60%

자료: 关于做好享受税收优惠政策的集成电路企业或项目、软件企业清单制定工作有关要求的通知, http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/30/content_5596739.htm; 中华人民共和国工业和信息化部 国家发展改革委 财政部 国家税务总局公告(2021年第9号), http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-04/26/content_5602315.htm(모든 자료의 검색일: 2021. 6. 1)를 바탕으로 저자 정리.

4. 소결

현재 미국은 다양한 수단을 통해 중국의 첨단 반도체 부문을 포함한 혁신역량 개발을 방해하고 있다. 미국은 수출통제, 투자제재, 금융제재 등으로 중국의 핵심 원천기술 확보를 방해하는 기술 탈동조화(tech-decoupling) 전략을 취하고 있다. 또한 6월 8일 미 상원은 중국의 지정학적 부상에 맞서 외교 안보·산업·기술 등 총체적 경쟁력 강화를 위한 「미국 혁신경쟁법(USICA)」을 가결하는 등 중국에 대한 압박 강도가 더욱 높아질 전망이다. 원천기술이 부족한 중국으로서는 중국의 첨단 반도체 조달이 원활하지 않을 경우 혁신주도형 성장 전략, 특히 신형 인프라 투자를 통한 경제성장 전략에 타격을 받을 가능성을 우려한다.

상술한 분석과 시장 전망을 바탕으로 중국 반도체 산업의 미래를 전망해보면, 우선 설계, ATP, 레거시 반도체 생산에 있어서는 이미 글로벌 선도 그룹에 들어온 것으로 보인다. 이는 2015년 이후 추진된 13차 5개년 계획에 따라

제1기 빅펀드 등이 투입되며 집중적으로 육성된 결과라고 할 수 있다. 당시 중국정부도 상대적으로 진입장벽이 낮은 분야를 전략적으로 목표로 삼고 육성을 시도했기 때문에 가능했다고 볼 수 있다. 만약 미국의 집중적인 견제가 없었다면, 2021년 새로이 14차 5개년 계획이 수립되고, 2019년 말부터 제2기 빅펀드가 투입되며, 각종 세제 혜택까지 주어지는 가운데 중국이 향후 5년 내에 각종 첨단 소재·장비·제조 분야도 선도적인 수준까지 올라설 수 있을지도 모른다.

그러나 최근 미국이 중국의 첨단 반도체 기술 및 기업 육성에 대해 견제를 강화하는 추세를 고려한다면, 중국이 자립자강 전략만으로 5년 후 14차 5개년 계획에서 목표로 한 반도체 기술을 성공적으로 개발할 것이라고 보기 힘들다. 특히 최근 반도체 산업은 기술수준 자체가 너무 높아져 각 공정단계별 공급원이 한정되고 집중화되는 경향을 보이고 있다. 다시 말하면, 자립자강을 내세워 현재 공급망상에서 소외될 경우 첨단으로 나아갈 수 없다는 점을 시사한다.

중국 반도체 산업의 자립자강 전략이 성공할 수 없는 요인으로는 크게 △ 제한적인 장비 역량과 △ 과도한 정부 주도 개발전략의 부작용 두 가지를 들 수 있다. SMIC 사례에서 보듯 실제로 미국의 대중 제재가 중국의 반도체 역량 강화를 지연시키고 있지만, 중국이 막대한 투자에도 불구하고 자립 칩 생태계 개발에 성공하지 못한 보다 근본적인 이유는 글로벌 반도체 공급망 전반에 걸친 병목 현상에 있다. 첨단 반도체 제조를 위한 핵심 장비를 소수의 기업, 특히 미국과 미국의 동맹국 또는 파트너 국가들이 거의 독점적으로 보유하고 있는 문제를 해결하지 못하는 이상 중국이 독자적인 반도체 생산능력을 갖추는 것은 불가능해 보인다. 앞으로도 중국이 글로벌 반도체 소비시장의 역할만을 할 가능성이 크다고 전망되는 이유다.

표 3-12. 반도체 공급망상 병목지점(choke-point)

(단위: %)

공정	핵심기술	주요국	점유율	미국 점유율	중국 점유율
설계툴	EDA & 핵심 IP	미국, 유럽	94	74	3
제조 (Fabs)	첨단 로직 반도체(<10nm)	대만	92	0	0
	메모리 반도체	한국	44	5	14
웨이퍼 제조장비 (Wafer manufacturing and handling tools)	Crystal growing furnaces	독일	100	0	0
	Wafer bonders and aligners	오스트리아	83	5	0
	Crystal machining tools	일본	95	0	0
	Wafer handling tools		88	6	<1
증착 장비 (Deposition tools)	Spin coating tools		100	0	0
	Tube diffusion and deposition tools		84	<1	3.1
조립, 패키징 장비 (Assembly & packaging tools)	Dicing tools		85	2	8.6
노광 장비 (Lithography tools)	Resist processing tools		96	<1	<1
	EUV resists		>90	0	0
	EUV photolithography tools	네덜란드	100	0	0
	EUV laser amplifiers and mirrors	독일	100	0	0

자료: CSET(2021. 1), "The Semiconductor Supply Chain: Assessing National Competitiveness"를 바탕으로 저자 작성.

표 3-13. 중국 반도체 장비기업의 세계시장 점유율

(단위: %)

구분	해외 장비기업						중국 장비기업		
	ASML	Applied Materials	Lam Research	KLA Tencor	Tokyo Electron	Screen	AMEC	NAURA	ACM
Deposition		44	19		10		1.1	0.9	0.1
Lithography	83								
Etch		18	45		28		1.1	0.8	
Process Control	5	11		54					
Material Removal/Clean		18	34		24	10	0.7	0.8	0.6

표 3-13. 계속

(단위: %)

구분	해외 장비기업						중국 장비기업		
	ASML	Applied Materials	Lam Research	KLA Tencor	Tokyo Electron	Screen	AMEC	NAURA	ACM
Fab Automation		5							
Photoresist Processing					91	6			
CMP		66							
RTP		40			20	4		1.7	
Ion Implant		60							
Wafer Level Packaging					14				

자료: Credit Suisse(2020. 11. 17), p. 18.

이를 바탕으로 중국의 반도체 산업 경쟁력 전망을 요약해보면 [표 3-14]와 같다. 이미 경쟁력을 갖춘 반도체 설계 분야와 후공정(ATP) 분야, 그리고 일부 14nm 이상의 위탁제조 공정을 제외하면, 중국의 반도체 자립자강은 장비 기업들의 역량 부족으로 달성하기 힘들어 보인다. 또한 반도체 핵심 소재인 웨이퍼의 경우도 중국기업들의 시장점유율은 3% 미만으로 전통적인 강자인 일본의 Shin-Etsu(30%), SUMCO(27%), 대만의 GlobalWafers(18%), 독일의 Siltronic(15%), 한국의 SK Siltron(10%) 등이 장악하고 있는 상황이다.

표 3-14. 중국의 반도체 산업 경쟁력 전망

공정/분야	5년 내 선도그룹 Catch-up 가능성	정책	대표기업	비고
설계	◎	13.5 계획	HiSilicon Goodix Omnivision Phytium	진입장벽이 가장 낮은 분야 (인재 확보가 관건)

표 3-14. 계속

공정/분야		5년 내 선도그룹 Catch-up 가능성	정책	대표기업	비고
EDA tools	첨단 반도체 용	X	14.5 계획	-	Big 3(Synopsys, Cadence, Mentor) 지배
	범용 반도체 용	△		HuadaEmpyrean	개발 가능성은 존재
IP		△		VeriSilicon	RISC-V
WaferFab	첨단 반도체 생산	X	14.5 계획	-	미국 제재(ASML EUV 장비)
	범용 반도체 생산	◎	13.5 계획	SMIC, Huahong	이미 14nm 이상 성숙노드 생산시설 보유
장비	첨단 반도체 용	X	14.5 계획	-	미국 제재
	범용 반도체 용	○	13.5 계획	NAURA, AMEC, SMEE	특히 후공정용 장비는 이미 경쟁력 보유
소재		△	14.5 계획	-	첨단 반도체용을 제외한 소재 개발 가능성 존재(원료는 중국의 강점)
Wafer		X		-	범용/국내판매용 생산에 국한될 것 차세대 소재(SiC, GaN) 집중 투자
ATP		◎	13.5 계획	JCET, Tongfu	향후 성장은 제한적 (외국인투자심사 강화, 미국의 전략)

자료: 저자 분석.

두 번째 요인은 정부주도 개발의 부작용이다. 중국은 그간 정부주도로 기술 격차 줄이기에 집중해왔다. 일부 기술개발 차원에서 성과도 있었지만 문제는 기술 안정화에 실패했다는 데 있다. 안정적 수출 달성에 실패하며 경제성이 떨어지자 반도체 기업들이 재정악화 문제와 함께 과도한 부채문제를 겪게 되었다. 대표적인 사례가 2021년 파산한 칭화유니그룹이다. 그간 칭화유니그룹의 YMTC가 낸드플래시 메모리 양산에 성공했다는 뉴스는 많이 나왔지만 실제로 시장에서 제품을 보기는 쉽지 않았다. 이는 기술은 개발했지만 대량생산을 위한

수율확보 실패로 제품화하지 못했을 가능성을 시사한다. YMTC의 모회사인 칭화유니그룹은 결국 2021년 7월 파산 구조조정 절차에 돌입하였다. 2021년 11월 현재 칭화유니그룹이 알리바바 그룹에 매각될 가능성이 나오는 가운데, 이는 중국정부가 그간의 방만한 국영기업의 형태가 아닌 수익성을 중시하는 민간기업을 통해 다시 한번 반도체 산업을 육성해보겠다는 산업 구조조정의 의도가 있는 것으로 보인다. 이것이 맞다고 한다면 이는 중국정부 스스로가 결국 정부 주도의 반도체 산업 육성에는 한계가 있음을 인정·인식하고 있다고 충분히 해석될 수 있다. 이 밖에도 지방정부 주도의 반도체 산업 육성이 2021년 봄 총 22조 원에 달하는 사기극으로 드러난 우한홍신반도체제조(HSMC) 사례,⁵⁵⁾ 매출 대비 평균 R&D 비중이 낮은 중국의 반도체 업계(미국 16.4%, EU 15.3%, 대만 10.3%, 중국 8.3%),⁵⁶⁾ 5nm 미만 차세대 반도체 생산을 위한 핵심기술인 GAA (Gate All Around) 특허가 전무한 점⁵⁷⁾ 등도 모두 정부 주도의 반도체 기술개발 및 산업 육성이 쉽게 성공할 수 없음을 보여준다.

55) https://www.chosun.com/economy/tech_it/2020/09/04/KGWWANXNQFDP7IUTR3SEW6ZM3E/(검색일: 2021. 7. 1).

56) SIA, "2020 State of the U.S. Semiconductor Industry," p. 11.

57) <https://www.patentsight.com/en/ip-analytics-blog/sonys-acquisition-of-gate-all-around-gaa-transistor-patents-from-intel>(검색일: 2021. 7. 1).

제4장



반도체 공급망의 현황과 시사점: 네트워크 분석

1. 서문
2. 데이터 및 분석방법
3. 분석결과
4. 소결 및 시사점



1. 서문

본 장은 네트워크 분석을 활용하여 글로벌 반도체 공급망 현황을 분석하고 시사점을 도출한다. 네트워크 분석은 특정 사회 주체들의 관계를 도식화하는 분석기법으로 다양하고 복잡하게 얽혀 있는 사회 관계의 핵심을 일목요연하게 보여준다. 본 장은 주요 반도체 기업의 거래 관계에 대한 네트워크를 살펴본다. 여기서 거래 관계란 특정 기업이 어떤 기업으로부터 물건을 구매하고 어떤 기업에 물건을 판매하는지를 의미한다.

이러한 네트워크 분석은 미중 갈등과 미국의 공급망 재편정책의 중심에 놓인 반도체 산업의 공급망 분석에 유용하게 활용될 수 있다. 특히 그동안 매체 등을 통해 단편적으로만 제공되던 각 기업의 중요도 혹은 공급망상 위치에 대해 통일적이고 체계적인 프레임워크(framework)를 적용하여 분석함으로써 기업 간 비교 등이 가능하다는 장점이 있다. 또한 기업을 국적별로 구분하여 국가간 비교 역시 가능해진다.

한편 본 분석은 네트워크를 도식화하는 데 그치지 않고 좀 더 세밀한 분석을 위해 각 기업의 매개 중심성(between centrality)과 연결 중심성(degree centrality)을 추산한다. 매개 중심성은 공급망에서 중간재 공급자로서 기업의 역할을 강조한다. 특정 기업이 중간재 공급자로서 기업 간의 거래를 이어주는 역할을 수행하는 정도가 크면 클수록 해당 기업은 공급망에서 중요한 위치를 차지한다고 볼 수 있다. 연결 중심성은 특정 기업이 얼마나 많은 기업과 직접적인 거래 관계를 맺고 있는지를 가늠하는 지표로 마찬가지로 공급망에서 해당 기업이 차지하는 위치를 보여준다.

본 장은 이러한 분석을 통해 글로벌 반도체 공급망의 현황에 대한 풍부한 정보를 제공하고, 이를 기반으로 향후 공급망 질서 재편에 대한 시사점을 제공한다. 마지막으로 본 장의 나머지 부분은 다음과 같이 구성된다. 제2절에서는 네

트위크 분석에 활용된 데이터 및 분석방법에 대해 논의하고 제3절에서는 분석 결과를 보여준다. 제4절에서는 결론과 시사점을 제공한다.

2. 데이터 및 분석방법

가. 데이터

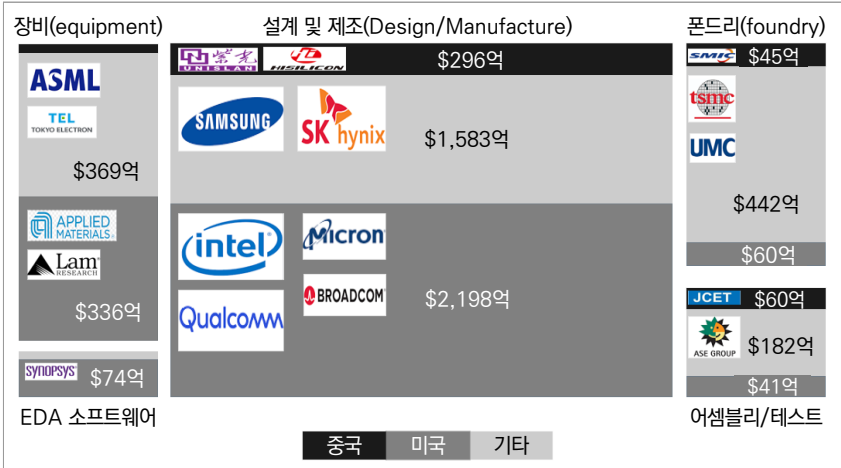
분석에 필요한 데이터는 Eikon에서 유료로 제공하는 기업 데이터를 활용하여 이루어진다. Eikon은 전 세계 상장 기업은 물론 비상장 기업의 정보도 상당수 제공하고 있다. 특히 각 기업의 국적, 수익(revenue) 등 기본 정보는 물론, 구매처와 판매처를 명시하여 공급망 및 네트워크 분석을 가능하게 해준다. 예를 들어 삼성전자는 251개 기업으로부터 중간재 혹은 자본재를 구매하고 99개 기업에 제품을 판매하는 것으로 나타난다.⁵⁸⁾ 단, Eikon에서 보여주는 이러한 기업간 거래 관계가 완전히 최근 현황을 보여주지 못할 가능성도 존재한다는 것을 염두에 둘 필요가 있다. 거래 관계에 대한 업데이트가 완벽하게 이루어지지 않기 때문에 경우에 따라서는 5~6년 전의 거래 관계가 가장 최근 현황으로 등록되기도 한다.

따라서 본 분석은 가장 최근의 기업간 네트워크를 보여준다기보다는 최근 5~6년간의 것을 나타내는 것이라고 보는 것이 합당할 것이다. 또한 이러한 데이터의 특성으로 인해 공급망상의 기업 네트워크를 연도별로 구분하는 작업 역시 한계가 있음을 분명히 한다.

분석은 반도체 제조의 각 공정 단계에서 매출 상위권을 차지하는 기업을 대상으로 한다. Van Hezewijk(2020)에 의하면 다음과 같은 기업들이 포함된다(그림 4-1 참고).

58) 추후 분석에서는 단순화를 위해 모든 거래 관계를 분석 대상에 포함시키지 않는다.

그림 4-1. 반도체 공정별 주요 기업의 매출액



주: 전 세계 136개 주요 반도체 기업의 2018년 매출액 기준.

자료: Van Hezewijk(2020), "China's Position in the Global Semiconductor Value Chain," 온라인 자료(검색일: 2021. 10. 5).

먼저 반도체 장비 생산의 경우 네덜란드의 ASML, 일본의 Tokyo Electron 과 미국의 어플라이드 머티어리얼즈, 램리서치 등이 큰 지분을 차지하고 있음을 알 수 있다. 파운드리를 제외한 설계 및 제조 부분은 한국의 삼성전자와 SK 하이닉스 그리고 미국의 인텔, 퀄컴, 마이크론, 브로드컴 등이 시장을 양분하고 있는 것으로 나타난다. 하지만 삼성전자와 SK하이닉스의 경우는 메모리 반도체 생산에 주 역량을 투입하고 있고 인텔, 퀄컴 등 미국기업은 비메모리 반도체 설계에 집중하고 있음을 감안할 필요가 있다. 비메모리 반도체 제조를 담당하는 파운드리 부분의 경우 TSMC(Taiwan Semiconductor Manufacturing Corp.), UMC(United Microelectronics Corporation) 등 대만기업들이 강세를 보인다. 전 공정에 걸쳐 중국기업은 큰 존재감을 드러내지 못하는 가운데 설계·제조 부분의 하이실리콘, 파운드리 부분의 SMIC(Semiconductor Manufacturing International Company) 정도가 유의미한 비중을 보이고 있다. 반도체 공정상 EDA 소프트웨어와 어셈블리/테스트 부분은 전체 반도체

공정에서 차지하는 비중이 크지 않고 기업 간 거래 관계 역시 단순한 것으로 나타나므로 추후 네트워크 분석 대상에서는 제외한다.

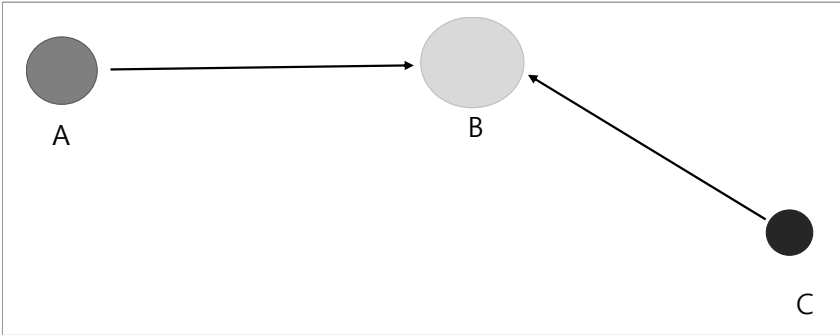
나. 분석 방법 및 범위

분석방법을 좀 더 자세히 설명하자면 다음과 같다. 예를 들어 분석 대상 중 하나인 A 기업은 B, C, D라는 기업들과 거래 관계를 맺고 있다고 가정하자. 이는 즉, B, C, D는 A 기업 입장에서 구매처이거나 판매처이거나 둘 다 해당되는 경우를 뜻한다. 이러한 경우 본 분석은 A와 B, A와 C, A와 D 간의 거래 관계는 물론 B, C, D 간 상호 거래 관계 역시 고려한다. 그러나 B, C, D의 거래 관계 전체는 고려하지 않는다. 다시 말해 B 기업이 A 외에도 E, F와 거래 관계에 있다고 가정하면, B와 E 그리고 B와 F의 관계는 고려하지 않는다는 것이다. 즉 B, C, D의 거래 관계 중 A와 직접적인 거래 관계에 없는 부분은 고려하지 않는다는 의미이다. 이렇듯 모든 거래 관계를 포함할 경우 분석의 범위가 너무 넓어질 수 있으며 본질에서 벗어나는 그림을 제공할 가능성이 있기 때문에 부수적인 거래 관계는 배제하기로 결정하였다.

기업간 네트워크를 도식화하기 위해서 STATA에서 제공하는 'nwcommands' 패키지를 활용하였다. 본 패키지는 사회적 네트워크 분석을 목적으로 개발된 STATA 전용 패키지로 별도의 다운로드가 필요하며 네트워크 도식화를 위해 최적화된 프로그램이다.

본격적으로 분석 결과를 논의함에 앞서 도식화된 네트워크를 해석하는 방법에 대해 간단히 논의하도록 한다. 이를 위해 [그림 4-2]를 참조하도록 하자.

그림 4-2. 네트워크의 예



자료: 저자 작성.

[그림 4-2]의 동그라미, 즉 노드(node)는 각 기업을 의미하며 노드의 크기는 기업의 수익(revenue) 규모를 나타낸다. 위 그림의 예에서는 기업 B의 수익이 가장 크고 기업 C의 수익이 가장 적은 것을 알 수 있다. 각 노드를 연결하는 선, 즉 엣지(edge)는 기업 간에 직접적인 거래관계가 있음을 뜻한다. [그림 4-2]에서는 기업 A와 B 간의 엣지가 A에서 B로 향하고 있으므로 A는 B의 공급처가 되고 반대로 B는 A의 판매처가 된다. 마찬가지로 B는 C의 판매처 그리고 C는 B의 공급처가 되는 것이다.

또한 본 분석은 네트워크 도식화에 더해, 공급망 네트워크에서 어떤 기업이 상대적으로 중요한 위치를 차지하는지 알아보기 위해 연결 중심성과 매개 중심성을 추산하였다.

먼저 연결 중심성은 각 노드에 연결된 엣지의 개수를 뜻한다. 본 분석의 네트워크는 방향이 있는(directed) - 거래처와 판매처를 구분하는 - 네트워크이므로 진입(in-degree) 엣지와 진출(out-degree) 엣지로 구분될 수 있다. 연결 중심성은 특정 기업이 얼마나 많은 직접적인 거래 관계를 보유하고 있는지 보여주는 대표적 지표다.

한편 매개 중심성은 [식 4-1]과 같이 정의된다.

$$C_B(i) = \sum_{\substack{s \neq i \\ t \neq i}} \frac{\sigma_{st}(i)}{\sigma_{st}} \quad [\text{식 4-1}]$$

σ_{st} : 기업 s 와 기업 t 간에 존재하는 최단 거리 경로의 개수

$\sigma_{st}(i)$: 기업 s 와 기업 t 간에 존재하는 최단 거리 경로 중 기업 i 를 거쳐 가는 최단 거리 경로의 개수

기업 A의 매개 중심성이 높다는 것은 직접적인 거래 관계가 존재하지 않은 (직접 연결되지 않은) 기업간의 거래에 있어 기업 A가 연결고리 역할을 할 가능성이 높다는 것을 의미한다. 즉 기업 A가 수많은 기업간의 거래에 관여되어 있으며 그만큼 반도체 공급망에서 중심적인 역할을 한다고 말할 수 있다.

두 지표 모두 공급망상에서 특정 기업의 중요도를 나타내고 있지만 연결 중심성은 직접적인 구매자 혹은 판매자로서의 역할을, 매개 중심성은 공급망의 연결고리 혹은 매개체로서의 역할을 각각 강조하고 있으므로 각기 다른 의미를 갖는다고 볼 수 있다.

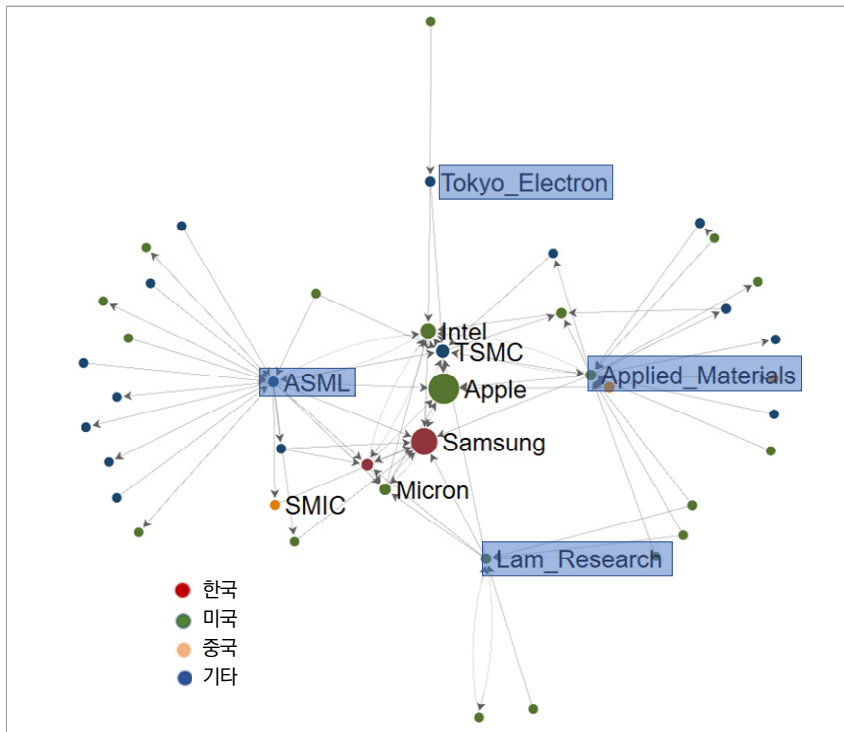
3. 분석결과

가. 장비 부분의 공급망

본격적인 분석에 들어가서 먼저 반도체 장비기업의 글로벌 공급망 현황을 파악해보자. [그림 4-3]은 도식화된 네트워크를 보여준다. 분석 대상인 미국의 어플라이드 머티어리얼즈, 램리서치와 일본의 Tokyo Electron, 그리고 네덜란드 ASML 사의 노드는 음영 처리하였으며 기업의 국적은 색깔로 구분하였다. 또한 장비기업 외에도 이들과 주요 거래 선상에 있는 기업들을 명시함으로써 장비기업과 관련된 공급망 전반의 그림을 제공하였다.

분석 결과 ASML, 어플라이드 머티어리얼즈가 램리서치, Tokyo Electron에 비해 다수의 거래 관계를 보유하고 있는 것으로 나타났다. 또한 이들 기업 대부분이 삼성전자(Samsung), 인텔, TSMC 등 반도체 설계·제조 기업에 장비를 공급하고 있는 것으로 드러났다. 특히 반도체 장비기업을 중심으로 하는 공급망에서 TSMC, 삼성전자 그리고 인텔의 구매자로서 위상을 확인할 수 있었다. TSMC의 경우 분석 대상인 장비기업 4개 모두에게서 제품을 공급받는 것으로 나타났으며, 삼성전자의 경우 Tokyo Electron을 제외한 3개의 기업, 인텔의 경우 Lam Reserach를 제외한 3개의 기업을 공급처로 두고 있는 것으로 드러났다.

그림 4-3. 장비 부분 공급망



자료: Refinitive Eikon, 온라인 자료(검색일: 2021. 10. 20) 데이터를 이용하여 저자 작성.

[그림 4-3]의 네트워크 도식화에 더해, 공급망 네트워크에서 어떤 기업이 상대적으로 중요한 위치를 차지하는지 알아보기 위해 연결 중심성과 매개 중심성을 추산하였다. [표 4-1]은 장비기업의 연결 중심성과 매개 중심성을 추산한 결과를 보여준다.

표 4-1. 장비기업의 매개 및 연결 중심성

(단위: 지수, 건수)

기업명	매개 중심성	연결 중심성 (진입차수)	연결 중심성 (진출차수)	수익 (달러)	국적
ASML	0.212	7	15	170.7억	네덜란드
어플라이드 머티어리얼즈	0.179	8	11	172.0억	미국
램리서치	0.037	5	5	146.3억	미국
Tokyo Electron	0.015	1	2	126.4억	일본

주: 매개 중심성은 [식 4-1]에서 계산된 수치를 $(N-1)(N-2)$ 로 나눠 표준화(standardize)함(N은 기업의 개수).
 자료: Refinitive Eikon, 온라인 자료(검색일: 2021. 10. 15)를 활용하여 저자 계산.

ASML이 매개 중심성과 연결 중심성에서 모두 가장 높은 수치를 기록하였다. ASML은 6개의 기업으로부터 제품을 공급받는(진입차수) 동시에 15개의 기업에 생산물을 판매하는(진출차수) 것으로 계산되었다. ASML의 뒤를 이어 어플라이드 머티어리얼즈가 높은 매개 중심성과 연결 중심성을 기록한 반면 일본의 Tokyo Electron은 양 분야에서 모두 현저히 낮은 수치를 나타냈다. 이들 4개 기업의 수익으로 본 규모가 크게 다르지 않은 것을 생각할 때 반도체 장비 공급망상에서 ASML의 위치를 주목할 만하다.

한편 [그림 4-3]의 장비 네트워크는 4개의 주요 장비기업을 중심으로 작성된 것이므로 다른 기업의 네트워크 현황은 부분적으로만 보여주고 있다.⁵⁹⁾ 그러나 이를 감안하더라도 인텔, TSMC, 삼성전자, SK하이닉스의 매개 중심성은

59) 예를 들어 [그림 4-3]에 나타난 삼성전자 네트워크의 경우(삼전전자와 거래하고 있는 모든 기업이 아닌), 4개의 장비기업과 직접적인 거래 관계에 있는 기업 중 삼전전자와 거래 관계를 맺고 있는 기업만 표시하고 있다.

각각 0.244, 0.051, 0.038, 0.036으로 장비 공급망상에서 중요한 위치를 차지하고 있는 것으로 나타난다.

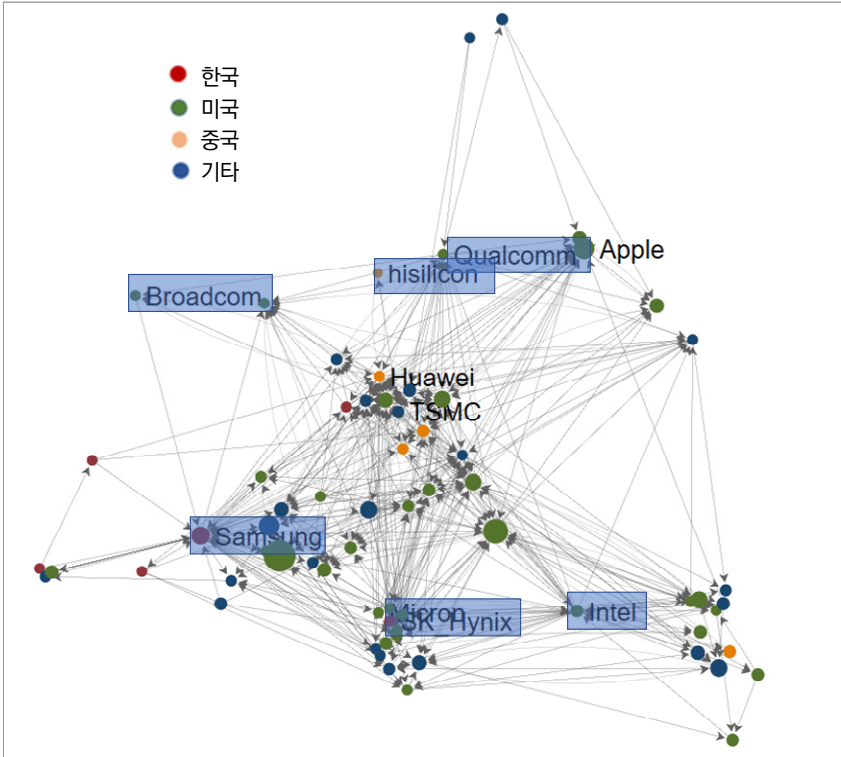
나. 설계 및 제조 부분의 공급망 현황

다음으로 반도체 설계 및 제조 기업의 글로벌 공급망 현황을 파악해보자. 분석 대상은 한국의 삼성전자, SK하이닉스, 미국의 인텔, 퀄컴, 마이크론, 브로드컴, 중국의 하이실리콘 등이다. 이들 기업과 거래 관계에 있는 기업을 모두 포함할 경우 도식화된 네트워크가 산만해지고 복잡해지는 경향이 있어 수익(revenue) 250억 달러 이상의 기업만 분석에 포함하였다.⁶⁰⁾ 참고로 대만의 TSMC 등 시스템 반도체 제조를 전문으로 하는 파운드리 기업은 다음 절에서 별도로 분석하였다.

[그림 4-4]는 이들 기업의 도식화된 네트워크를 보여준다. 그림에서 나타나는 가장 큰 특징은 삼성전자의 구매자로서 위치다. 그 밖에 미국기업들(녹색)의 강세를 들 수 있는데 많은 기업들이 공급망상에서 구매자 역할을 하고 있다. 반면, 중국기업은 구매자로서 화웨이 정도를 제외하면 큰 강세를 나타내지 못한 것으로 나타난다.

60) 이에 대한 예외로 중국 하이실리콘의 경우 수익이 21억 2천만 달러인 것으로 나타났으나 분석의 중심인 중국기업인 관계로 네트워크에 포함시켰다.

그림 4-4. 설계·제조(파운드리 제외) 부분 공급망



자료: Refinitive Eikon, 온라인 자료(검색일: 2021. 10. 15)를 이용하여 저자 작성.

[표 4-2]는 반도체 설계·제조 기업의 연결 중심성과 매개 중심성을 추산한 결과를 보여준다. 삼성전자가 가장 높은 매개 중심성 수치를 기록하며 설계·제조 및 관련 기업들의 거래를 연결하는 중요한 매개체 역할을 하는 것으로 나타난다. 또한 29개의 구매처(진입차수)와 17개의 판매처(진출차수)를 갖고 있어 연결 중심성 부분에서도 높은 점수를 기록하고 있다. 이는 삼성전자가 반도체는 물론 스마트폰, 백색가전 등 반도체를 중간재로 사용하는 제품을 생산하는데 기인한 측면도 크다.

표 4-2. 설계 및 제조 기업의 매개 및 연결 중심성

(단위: 지수, 건수)

기업명	매개 중심성	연결 중심성 (진입차수)	연결 중심성 (진출차수)	수익 (달러)	국적
삼성전자	0.257	30	36	2,183억	한국
인텔	0.098	11	32	779억	미국
퀄컴	0.038	7	21	217억	미국
SK하이닉스	0.004	2	6	294억	한국
마이크론	0.002	3	6	277억	미국
하이실리콘	0.0006	1	2	21억	중국
브로드컴	0.0003	3	2	239억	미국

주: 매개 중심성은 (식 4-1)에서 계산된 수치를 $(N-1)(N-2)$ 로 나눠 표준화(standardize)함(N은 기업의 개수).
 자료: Refinitive Eikon, 온라인 자료(검색일: 2021. 10. 15)를 활용하여 저자 계산.

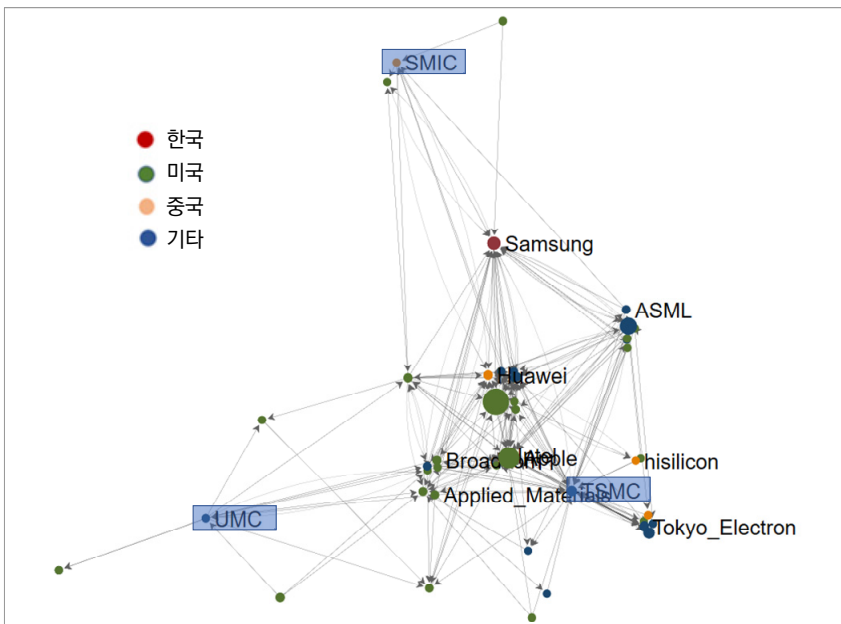
삼성전자의 뒤를 이어 인텔, 퀄컴 등 미국의 반도체 기업이 공급망상에서 중요한 위치를 차지하고 있는 반면 중국기업은 현저한 약세를 보인다. 하이실리콘의 경우 매개 중심성과 연결 중심성에서 모두 낮은 수치를 기록하며 글로벌 공급망에서 중요한 위치를 차지하지 못한 것으로 나타난다.

반도체 설계·제조 기업은 아니나, 이들 기업과 밀접한 관계를 맺고 있는 기업의 국적을 따져보면 미국기업이 높은 비중을 차지하고 있다. 이는 [그림 4-4]에서 녹색 노드의 수가 압도적으로 많이 나타나는 현상과 연관이 있다. 마이크로소프트, 아마존, AT&T, IBM, 버라이즌, Hewlett-Packard 등 미국의 IT 기업이 높은 연결 중심성과 매개 중심성을 갖는 것으로 드러났다. 즉, 이들 기업은 반도체 설계·제조 공급망상에서 중요한 구매자 및 판매자 역할을 하고 있다는 의미다. 비(非)미국기업 중에서는 화웨이(중국), 노키아(핀란드), LG 전자(한국), TSMC(대만) 등이 두 중심성 수치에서 높은 점수를 기록한 것으로 분석되었다.

다. 파운드리 부분의 공급망

파운드리 기업의 네트워크 현황은 [그림 4-5]에 나타나 있다. 분석 대상은 대만의 TSMC와 UMC 그리고 중국의 SMIC 등이다. 그림상으로는 예상대로 TSMC가 3개의 분석 대상 기업 중에서 가장 중요한 위치를 차지하고 있는 것으로 나타난다. 또한 제조를 전문으로 하는 파운드리 기업인 만큼 어플라이드 머티어리얼즈, ASML 등의 장비 제조업체와의 연관성 역시 주목할 만하다.

그림 4-5. 파운드리 부분 공급망



자료: Refinitive Eikon, 온라인 자료(검색일: 2021. 10. 15)를 이용하여 저자 작성.

좀 더 자세한 분석을 위한 매개 중심성과 연결 중심성 지표는 [표 4-3]에 나타나 있다. 역시 TSMC가 다른 두 기업에 비해 월등히 높은 매개 중심성과 연결 중심성을 기록하고 있다.⁶¹⁾ TSMC는 수익 기준으로 본 규모에서도 SMIC

와 UMC를 훨씬 능가한다는 점에서 파운드리 업계에서 절대 강자로 분류될 수 있다.

표 4-3. 주요 파운드리 기업의 매개 및 연결 중심성

(단위: 지수, 건수)

기업명	매개 중심성	연결 중심성 (진입차수)	연결 중심성 (진출차수)	수익 (달러)	국적
TSMC	0.326	23	26	477억	대만
UMC	0.040	4	9	63억	대만
SMIC	0.007	5	4	39억	중국

주: 매개 중심성은 (식 4-1)에서 계산된 수치를 $(N-1)(N-2)$ 로 나눠 표준화(standardize)함(N은 기업의 개수).
 자료: Refinitive Eikon, 온라인 자료(검색일: 2021. 10. 15)를 활용하여 저자 계산.

파운드리 부분의 공급망에서 중요한 위치를 차지하고 있는 비파운드리 기업은 설계·제조와 유사한 기업인 것으로 분석되었다. 삼성전자, 인텔, 엔비디아, 화웨이, Texas Instruments 등의 기업이 높은 매개 및 연결 중심성을 기록하였다. 다시 한 번 강조하자면, 이는 이들 기업이 (분석의 중심인) 파운드리 기업 그리고 파운드리 기업과 거래 관계를 갖고 있는 다른 기업들과 밀접한 관계를 갖고 있음을 의미한다. 이들 기업 외에도 대만의 미디어텍, 미국의 애플, 퀄컴 등이 파운드리 공급망에서 주요 기업으로 분류되었다.

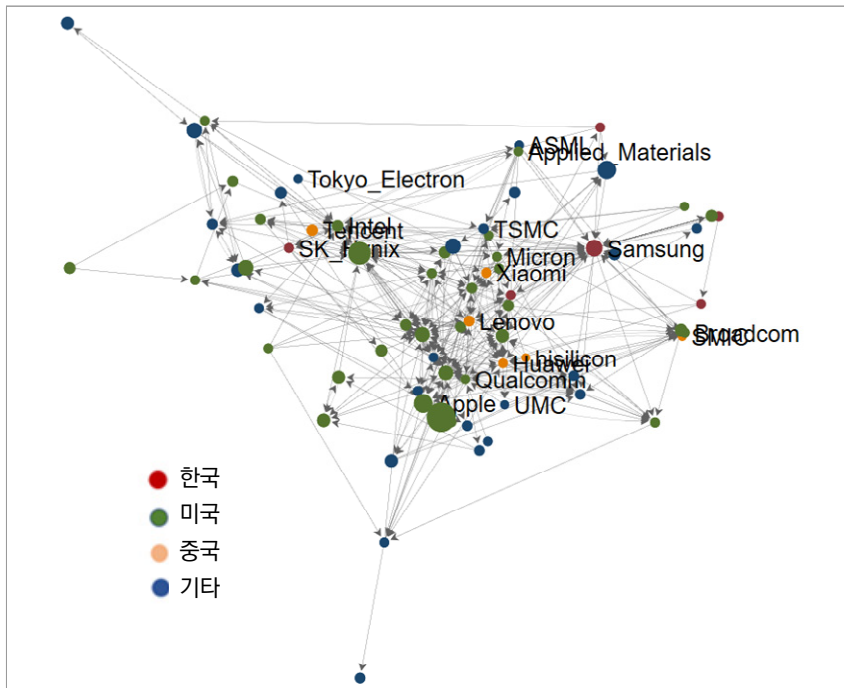
라. 반도체 산업 전체 공급망

본 절은 앞서 논의한 장비, 설계·제조, 파운드리 부분을 통합하여 글로벌 반도체 산업 전체의 공급망 네트워크를 분석한다. 이를 위해 앞선 분석에서 활용한 데이터를 통합하여 전체적인 네트워크를 도식화하고 매개 및 연결 중심성

61) 설계 및 제조 기업의 공급망 분석의 경우 관련 기업의 수가 너무 많은 관계로 수익 250억 달러 이상의 기업만 분석 대상에 포함한 반면, 파운드리의 경우 관련 기업의 수가 그리 많지 않았으므로 모든 기업이 분석 대상에 포함되었다.

수치를 산출하였다. 이 과정에 있어서 분석 기업의 수가 너무 많아지는 번거로움이 발생하였기에 수익 250억 달러 이상의 기업으로 분석 대상을 한정하였다. [그림 4-6]은 산업 전체의 공급망 네트워크를 도식화한 결과를 보여준다.

그림 4-6. 반도체 전체의 공급망



자료: Refinitive Eikon, 온라인 자료(검색일: 2021. 10. 15)를 이용하여 저자 작성.

[그림 4-6]은 [그림 4-4]의 설계 및 제조 공급망 네트워크와 크게 다르지 않다. 전체적으로 미국기업 그리고 삼성전자의 강세가 두드러지며 중국기업의 약세가 눈에 띈다. 단, 중국의 화웨이, 레노버, 샤오미 정도가 어느 정도의 존재감을 보여주고 있는 실정이다. 이들은 반도체 생산에 직접 관여하지는 않지만, PC, 스마트폰, 태블릿 등 IT 기기를 생산하는 기업으로 반도체의 소비자 역할을 한다.

[표 4-4]는 [그림 4-6]에서 나타난 기업간 네트워크를 기반으로 매개 중심성을 추산한 결과를 보여준다. 삼성전자가 0.259로 가장 높은 수치를 기록하였으며 그 뒤를 인텔, 퀄컴 등 미국기업과 대만의 TSMC가 따르고 있다.⁶²⁾ 매개 중심성을 볼 때 반도체 산업의 전체 공급망 네트워크에서는 설계·제조 혹은 파운드리 기업이 다른 부분에 비해 중요한 위치를 차지한다는 것을 알 수 있다. 설계·제조가 반도체 공정상 중간 단계에 위치하고 이들 기업이 상대적으로 규모가 큰 점을 감안하면 예상 가능한 결과다. 한편 연결 중심성의 경우 [표 4-4]의 매개 중심성 순위와 매우 유사하게 나타나고 앞선 분석의 수치와 크게 다르지 않으므로 별도로 기입하지 않았다.

표 4-4. 전체 공급망상 주요 기업의 매개 중심성

(단위: 지수, 건수)

기업명	매개 중심성	분류	국적
삼성전자	0.259	설계·제조	한국
인텔	0.190	설계·제조	미국
퀄컴	0.070	설계·제조	미국
TSMC	0.043	파운드리	대만
마이크론	0.019	설계·제조	미국
SMIC	0.012	파운드리	중국
어플라이드 머티어리얼즈	0.005	장비	미국
ASML	0.003	장비	네덜란드
SK하이닉스	0.0004	설계·제조	한국
브로드컴	0	설계·제조	미국
하이실리콘	0	설계·제조	중국
램리서치	0	장비	미국
Tokyo Electron	0	장비	일본
UMC	0	파운드리	대만

주: 매개 중심성은 식 4-1)에서 계산된 수치를 $(N-1)(N-2)$ 로 나눠 표준화(standardize)함(N은 기업의 개수).
 자료: Refinitive Eikon, 온라인 자료(검색일: 2021. 10. 15)를 활용하여 저자 계산.

62) [그림 4-6]에는 [그림 4-4]에 비해 더 많은 기업이 포함되므로 매개 중심성의 수치가 [표 4-2] 등과 상이하게 나타날 수 있다.

한편 분석 대상 기업(그림 4-1) 외에도 반도체 공급망에 밀접하게 관여되어 있는 기업 중 상당수가 높은 매개 및 연결 중심성을 갖는 것으로 분석되었다. 이들은 대부분 반도체 공급망의 최후방(most downstream)에 위치하며 반도체를 이용하여 컴퓨터 소프트웨어, IT 기기를 생산하거나 통신 서비스 등을 제공하는 기업이다. [표 4-5]는 이들 주요 기업의 매개 중심성과 연결 중심성 수치를 보여준다. AT&T, IBM, 마이크로소프트 등 미국기업이 상위를 차지한 가운데 중국의 화웨이도 높은 중심성 수치를 보여주고 있다.⁶³⁾ 또한 이들의 진출 차수(out-degree) 연결 중심성도 높은 것으로 나타난다. 이는 반도체 공급망에서 이들 기업의 공급자로서 역할도 중요하다는 것을 의미한다.

표 4-5. 전체 공급망상 기타 기업의 매개 및 연결 중심성

(단위: 지수, 건수)

기업명	매개 중심성	연결 중심성 (진입차수)	연결 중심성 (진출차수)	국적
AT&T	0.106	21	17	미국
IBM	0.069	13	17	미국
마이크로소프트	0.068	22	28	미국
노키아	0.057	12	18	핀란드
아마존	0.055	20	17	미국
화웨이	0.053	19	18	중국
레노버	0.002	11	3	중국
샤오미	0.002	5	4	중국

주: 매개 중심성은 (식 4-1)에서 계산된 수치를 $(N-1)(N-2)$ 로 나눠 표준화(standardize)함(N은 기업의 개수).
 자료: Refinitive Eikon, 온라인 자료(검색일: 2021. 10. 15)를 활용하여 저자 계산.

63) [표 4-4]와 [표 4-5]의 매개 중심성 수치는 직접 비교 가능하다. 즉, AT&T가 퀄컴에 비해 더 높은 매개 중심성을 갖고 있다고 해석할 수 있다.

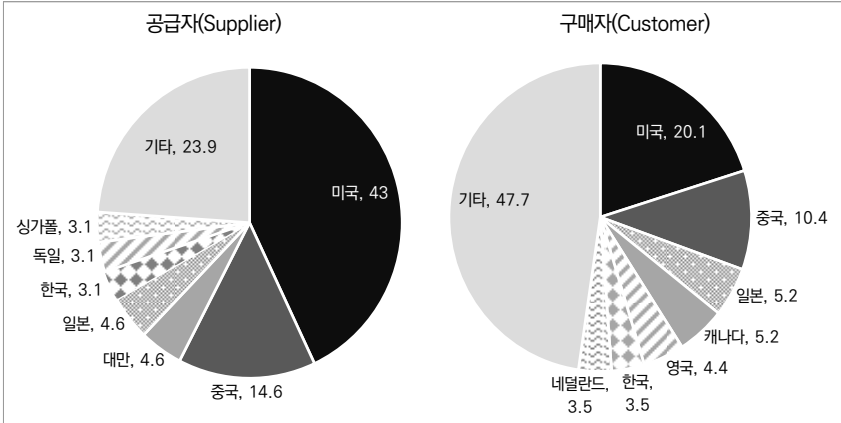
4. 소결 및 시사점

본 장은 글로벌 반도체 네트워크를 기업 차원에서 분석함으로써 공급망 현황에 대해 파악하고 이에 따른 시사점을 제공하고자 하였다. 미국과 중국의 위치를 고려할 때 분석 결과가 던지는 메시지는 분명하다. 글로벌 반도체 공급망은 이미 미국(기업) 위주로 편성되어 있으며 중국의 영향력은 상대적으로 미약하다는 것이다. [그림 4-6]에서 볼 수 있듯이 설계·제조 및 파운드리 기업이 공급망 전체를 연결해주는 중요한 역할을 하고 있지만 이 부분에서 중국의 하이실리콘(설계·제조), SMIC(파운드리)의 영향력은 높지 않다. 이는 글로벌 무대에서 중국 반도체 기업의 경쟁력을 여실히 보여주는 하나의 단면이라고 할 수 있다.

이에 더해 하이실리콘과 SMIC 등 중국의 주요 기업은 높은 대외 의존도를 기록하고 있는 것으로 조사되었다. Eikon의 데이터베이스에 의하면 SMIC에게 물건을 공급하는 기업 중 미국기업이 1/3가량으로 가장 높은 비중을 차지하고, 그 밖에 영국, 독일, 네덜란드 등 유럽의 기업들이 높은 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 반도체 생산기업은 아니지만 공급망에서 중요한 위치를 차지하고 있는 화웨이 역시 높은 대외 의존도를 지니고 있는 것으로 나타났다. [그림 4-7]에 의하면 화웨이에 물품을 공급하는 기업 중 미국기업이 차지하는 비중은 절반에 가까운 43%에 달하며 판매처 중 미국기업이 차지하는 비중은 약 20%인 것으로 나타난다. 화웨이의 공급처와 판매처 중 미국기업이 가장 큰 비중을 차지하는 것이다. 반면 중국 자국기업이 차지하는 비율은 공급처와 판매처 각각 15% 및 10% 정도인 것으로 조사되었다. 이렇듯 중국기업의 높은 대외 의존도 역시 자립화를 어렵게 만드는 요인이다.

그림 4-7. 화웨이와 거래 기업의 국적 비중

(단위: %)



자료: Refinitive Eikon, 온라인 자료(검색일: 2021. 10. 28)의 데이터를 이용하여 저자 작성.

이러한 상황에서 '중국제조 2025'로 대변되는 중국 반도체 산업의 자립화와 부흥 전략은 본래의 계획대로 진행될 경우 난항을 겪을 것으로 예상되며 상황에 따라서는 계획의 수정도 불가피할 것으로 보인다. 반대로 미국은 중국을 배제한 자국 위주의 반도체 공급망 형성에 유리한 초기 조건을 갖추고 있다고 봐도 무방하다. 전 공급망상에서 미국기업이 중요한 역할을 하고 있을 뿐만 아니라 대부분의 비미국기업 역시 한국, 일본, 유럽, 대만 등 미국의 우방국 기업들이다. 이는 미국의 반도체 부분 공급망 재편정책이 본격적으로 추진되더라도 글로벌 공급망 네트워크가 현 상태에서 크게 변하지 않을 것이라고 조심스레 예측할 수 있는 이유이기도 하다.

다만 미국은 한국의 삼성전자, 대만의 TSMC 등 이미 공급망상에서 상당한 장악력을 보유하고 있는 기업과의 관계를 더욱 돈독히 하기 위해 일련의 '제스처'를 지속적으로 취할 가능성이 높다. 이러한 '제스처'가 '당근'의 형태로 발현될지 아니면 '채찍'의 형태로 발현될지 현재로서는 예측하기 어려우므로 모든 시나리오에 대비해야 한다. 다만 최근의 예로 미루어볼 때 미국은 현지 투자를

요구함으로써 미국 내 공급망 확보 및 일자리 창출이라는 '일석이조' 효과를 얻으려고 할 가능성이 높다. 한편 최근 화웨이 제재와 같은 중국기업 제재 역시 지속될 가능성이 높다. 분석 결과에서 나타난 공급망상에서 화웨이의 위치를 볼 때 화웨이 제재에 대한 당위성이 상당 부분 드러난다. 미국은 앞으로도 공급망상에서 화웨이와 위치 및 영향력을 지닌 중국기업을 제재함으로써 중국의 글로벌 공급망 단절을 꾀할 가능성도 존재한다.

마지막으로 본 분석이 간과한 부분에 대해 논의하고자 한다. 본 장의 분석은 반도체가 포함된 소비재(예를 들어 PC, 스마트폰, 자동차 등)가 일반 소비자들에게 판매되는 부분까지는 고려하지 않는다. 즉 공급망의 최후방에 위치한 최종 소비까지는 분석에 포함하지 않는다는 의미다. 중국의 인구 및 소비력을 감안할 때 이 부분에 대한 분석은 매우 중요하고 추후 연구에서 반드시 다루어져야 할 부분이다. 특히 미국기업이 생산한 스마트폰, PC 등 IT 기기들이 중국 소비자들에게 판매되는 규모를 생각하면 이 부분의 중요성을 짐작할 수 있다. 글로벌 반도체 시장에서 미중 디커플링이 본격화되고 이러한 현상이 최종 소비에 까지 영향을 미칠 경우 중국을 상대로 큰 매출을 기록하고 있는 미국기업들도 피해를 입을 수 있기 때문이다. 또한 미중 통상 갈등이 이러한 최종재를 생산하는 기업으로 확산될 경우 우리 기업 역시 적지 않은 영향을 받을 것이므로 이에 대한 대비가 필요한 상황이다.

제5장



정책적 시사점과 한국정부의 과제

1. 한국의 반도체 수출입 동향
2. 우리 정부의 대응과 과제



1. 한국의 반도체 수출입 동향

이 장에서는 한국 반도체 산업의 수출입 동향을 분석하고 이를 통해서 반도체 품목별 공급망 구조와 리스크를 분석하고자 한다. 먼저 이 분석을 위해서 반도체 품목을 HS 10단위로 분류하여 데이터를 구축하였다. 반도체 품목은 7개 분야의 대분류(① 메모리 반도체 ② 시스템 반도체 ③ 디스크리트 ④ 광반도체 ⑤ 실리콘 웨이퍼 ⑥ 반도체 장비 ⑦ 장비용 부품)로 구분하였고, 각 산업들에 대한 소분류는 16개 분야로 분류하였다. 반도체 품목은 170개로 분류된 HS 코드 10단위로 분석한다.

표 5-1. 반도체 품목 분류

대분류	소분류
① 메모리 반도체	메모리 반도체
	컴퓨터 중앙장치
② 시스템 반도체	아날로그
	기타 집적회로 반도체
	집적회로 반도체부품
	트랜지스터
③ 디스크리트	다이오드
	기타 개별소자 반도체-디스크리트
	기타 개별소자 반도체-광반도체
④ 광반도체	기타 개별소자 반도체-광반도체
⑤ 실리콘 웨이퍼	실리콘 웨이퍼
⑥ 반도체 장비	웨이퍼 제조장비
	전공정 장비
	조립장비
	측정/검사장비
	기타
⑦ 장비용 부품	반도체 제조용 장비 부품

자료: 한국반도체산업협회 비공식 문건을 바탕으로 저자 작성.

상기 반도체 분류표에서 반도체 소재에 해당하는 품목은 실리콘 웨이퍼다. 그러나 반도체 생산을 위해서는 다양한 소재들이 소요되고 있어 본 연구에서는 반도체 소재품목을 추가로 분류하여 자세히 분석하고자 한다. 왜냐하면 우리 반도체 소재산업은 일본에 대한 의존도가 매우 높고 일본 역시 이런 약점을 쥐고 한국에 대해서 일부 소재품목의 수출을 제한한 바 있기 때문이다. 반도체 소재산업은 HS코드 10단위로 53개 품목을 따로 분류해서 분석한다. 또한 반도체 생산과정에서 쓰임이 많은 13개 소재품목에 대해서는 추가로 자세히 분석할 예정이다.

가. 반도체 수입 현황

1) 반도체 수입

한국의 2020년 반도체 수입액은 570억 3천만 달러다.⁶⁴⁾ 반도체를 수입해 오는 제1국가는 중국이며 우리나라 반도체 총수입액의 31.2%를 차지한다. 수입금액으로는 178억 달러다. 중국으로부터의 수입이 제일 큰 이유는 국내 반도체 회사가 국내에서 생산한 반도체(소재·부품·장비)를 중국에서 재가공해서 들어오는 비중이 많기 때문이다. 제2수입국은 대만이며 20.4%(116억 달러)를 차지하고 일본은 제3위 수입국이다. 일본의 비중은 13.6%를 차지하고 금액으로는 77억 7천만 달러다. 미국은 4위로 11%(62억 8천만 달러)를 차지하고 그 다음으로 싱가포르가 5위로 6.5%(36억 9천만 달러)를 차지한다. 이들 상위 5개 국가들로부터 수입이 우리나라 전체 반도체 수입의 82.7%를 차지한다.

64) 반도체 산업 수입액은 HS코드 10단위를 기준으로 반도체 생산에 필요한 부품과 장비를 관세청 무역 통계를 기반으로 작성했다. HS코드 10단위 170개 품목으로 통계를 집계한 것이다.

표 5-2. 2020년 국가별 반도체 수입동향

(단위: 달러, %)

국가	금액	비중
중국	17,791,394,892	31.2
대만	11,637,845,632	20.4
일본	7,769,403,954	13.6
미국	6,277,054,918	11.0
싱가포르	3,687,007,780	6.5
합계	47,162,707,176	82.7

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

[표 5-3]은 2020년 기준 품목별 반도체 수입동향이다. 2020년 한국의 반도체 수입에서 가장 큰 비중을 차지한 품목은 시스템 반도체로 총 반도체 수입의 39.1%(223억 달러)를 차지했다. [그림 5-1]에서 보는 바와 같이 시스템 반도체의 주요 수입국으로는 대만이 44.6%(99억 달러)로 1위를 차지하고 있다. 국내에서도 시스템 반도체를 생산함에도 불구하고 대만이 동 제품에 대한 제1수입국인 이유는 국내에서 시스템 반도체를 생산하지 않는 기업들이 시스템 반도체를 국내 경쟁업체로부터 구매하는 것이 아니라 대만으로부터 더 많이 구입하기 때문이다. 미국은 13.6%(30억 달러)로 2위를 차지한다. 3위는 중국으로 10.6%로 작지 않은 비중을 차지하고 있고, 일본은 7.6%로 4위를 차지한다. 5위는 싱가포르, 6위는 말레이시아로 각각 전체 시스템 반도체 수입의 6.8%와 6.6%를 차지한다. 대만, 미국, 중국, 일본 상위 4개 국가가 76.4%를 차지한다.

표 5-3. 2020년 품목별 반도체 수입(대분류)

(단위: 달러, %)

품명 대분류	금액	비중
시스템 반도체	22,289,874,562	39.1
메모리 반도체	18,075,651,731	31.7
반도체 장비	7,693,939,766	13.5

표 5-3. 계속

(단위: 달러, %)

품명 대분류	금액	비중
장비용 부품	3,034,506,457	5.3
광반도체	2,345,253,468	4.1
디스크리트	2,044,625,094	3.6
실리콘 웨이퍼	1,544,477,168	2.7
합계	57,028,328,246	100

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

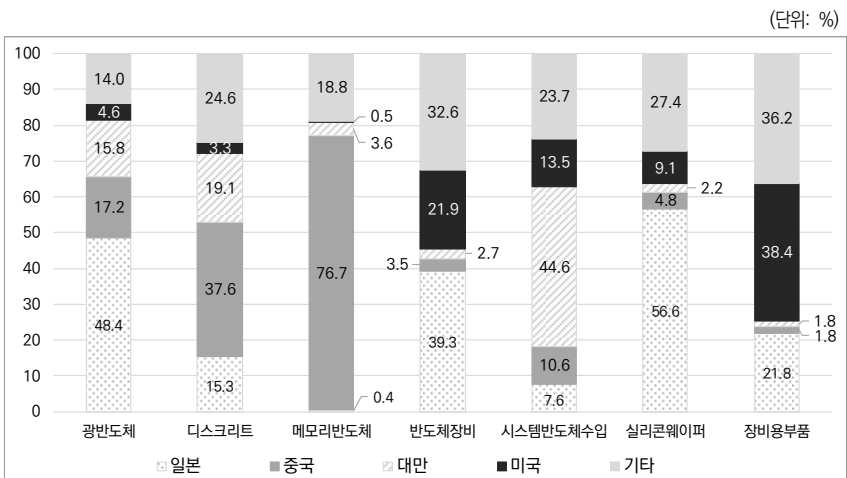
메모리 반도체 수입은 전체 반도체 수입 중 31.7%(180억 8천만 달러)를 차지한다. [그림 5-1]에서 보는 바와 같이, 메모리 반도체는 중국으로부터의 수입이 가장 많고, 우리나라 전체 메모리 반도체 수입의 76.7%(139억 달러)를 차지한다. 개별 국가 기준으로 2위가 대만이고 전체 비중의 3.6%(6억 5천만 달러)를 차지한다. 메모리 반도체의 경우 중국으로부터의 수입이 압도적으로 높으며 홍콩까지 포함하면 우리나라 메모리 반도체 수입의 78.3%를 차지한다. 금액으로는 141억 4천만 달러이다. 시스템 반도체와 메모리 반도체의 대중 수입을 모두 합치면 70.8%를 차지하여 두 품목이 2020년 우리나라 전체 반도체 수입의 대부분을 차지하고 있음을 알 수 있다. 앞서 언급했듯이 한국이 중국으로부터 시스템 반도체와 메모리 반도체 수입이 절대적으로 많은 이유는 우리의 반도체 산업 주력 분야가 메모리 반도체와 시스템 반도체에 집중되어 있고 생산공정도 중국 내 반도체 생산공정과 연계성이 매우 높기 때문이다. 삼성전자를 비롯해 SK하이닉스 등은 한국에서 생산한 반도체 소재·부품·장비를 중국에서 가공해서 재수입하거나, 중국에 진출한 우리 기업들이 재가공을 위해 들여온다. 대체로 한국에서 생산된 반도체(소재·부품·장비)는 중국에서 패키징 등 후공정 과정을 거쳐서 재수입되는 비중이 매우 높다.

2020년 반도체 총수입에서 반도체 장비는 13.5%(76억 9천만 달러), 장비용 부품은 5.3%(30억 3천만 달러), 광반도체는 4.1%(23억 5천만 달러), 디스

크리트는 3.6%(20억 4천만 달러), 실리콘 웨이퍼는 2.7%(15억 4천만 달러)를 차지한다.

반도체 장비의 경우 일본으로부터의 수입이 39.3%(30억 2천만 달러)로 가장 많다. 그다음으로 미국이 21.9%(16억 9천만 달러)를 차지하고 싱가포르가 19.9%(15억 3천만 달러)로 3위를 차지한다. 표에서 보는 바와 같이 반도체 장비는 일본을 비롯한 선진국에 대한 의존도가 매우 높다.

그림 5-1. 반도체 품목별 수입-대분류



자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

장비용 부품은 우리나라 전체 반도체 수입의 5.3%(30억 3천만 달러)를 차지하며 제1수입국은 미국으로 전체 수입액의 38.4%(11억 7천만 달러)를 차지한다. 제2위 수입국은 일본으로 21.8%(6억 6천만 달러)를 차지하고, 네덜란드가 3위로 4억 달러를 수입했다. 독일은 4위로 12.6%(3억 8천만 달러)를 차지하고 있으며, 5위는 싱가포르로 4.3%(1억 3천만 달러)를 차지했다. 장비 부품 역시 반도체 장비와 마찬가지로 선진국에 대한 의존도가 매우 높다.

[그림 5-1]에서와 같이 반도체 품목별로 각 수입액의 차이는 다르더라도 각

품목별로 특정 국가에 대한 의존도가 높은 품목에 대해 주목할 필요가 있다. 특히 미중 분쟁이나 한일 갈등으로 인해 중국과 일본은 우리 반도체 공급망에 있어서 잠재적 위험을 가할 수 있는 국가이기 때문에 이들 국가에 대해 과도한 의존도를 보이는 품목은 특별한 관리가 필요하다. 뿐만 아니라 소재와 장비, 장비 부품의 경우는 선진국에 대한 의존도가 매우 높아 이들 국가의 반도체 산업 관련 정책에 특별히 관심을 기울일 필요가 있다.

[그림 5-1]에서 보듯이 광반도체, 반도체 장비, 실리콘 웨이퍼는 대일 의존도가 높다. 특히 실리콘 웨이퍼나 광반도체의 경우 일본에 대한 의존도가 각각 56.6%, 48.4%를 차지해 의존도가 상당히 높은 편이라 동 품목군에 대한 공급망 다변화가 필요하다. 그러나 이런 필요성에도 불구하고 반도체 산업은 세계 시장에서 독과점적 구조가 오랫동안 정착되어 그 대안을 찾기가 쉽지는 않다. 특히 품질과 기술을 고려할 때 일본을 대체할 만한 대안이 그리 많지 않아 특별한 대안을 모색할 필요가 있다.

메모리 반도체와 디스크리트의 경우 대중 의존도가 각각 76.7%, 37.6%를 차지하고 있으나 이는 대부분 우리 반도체 산업의 후공정에 집중되어 있어 이 역시 스마트한 관리가 요구된다.

다음 [그림 5-2]는 반도체 품목별 수입의존도를 16개 분야로 보다 더 자세히 분류한 것이다. 국가별 의존도를 분석하면, 대중 수입의존도가 높은 품목은 메모리 반도체(76.7%), 다이오드(56.9%), 트랜지스터(34.4%)다. 다이오드와 트랜지스터의 경우도 메모리 반도체와 같이 중국에서 후공정으로 들어오는 경우가 많고 특히 다이오드와 트랜지스터의 경우도 중국에서 생산하는 것이 비용 측면에서 훨씬 유리하다.

일본에 대한 의존도가 높은 품목은 앞서 살펴보았듯이 반도체 장비 품목이 압도적으로 높다. 특히 웨이퍼 제조장비(63.2%), 조립장비(56.3%), 전공정장비(45.1%), 반도체 장비에서 기타(44.7%), 측정/검사장비(31.3%)의 의존도가 높다. 또한 실리콘 웨이퍼도 56.6%를 차지해 매우 높은 의존도를 보이고 광반

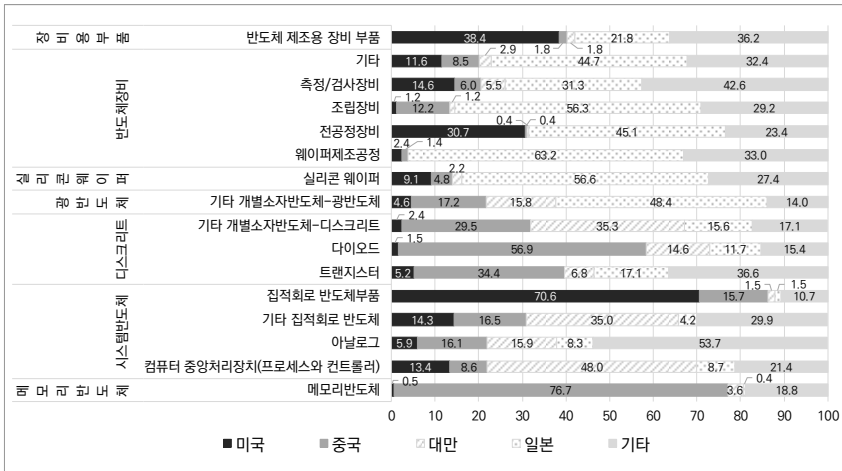
도체도 48.4%로 높은 의존도를 보이고 있다.

반도체 제조용 장비부품에서는 미국에 대한 의존도(38.4%)가 가장 높다. 집적회로 반도체 부품의 대미 의존도는 70.6%를 차지해 매우 높고, 전공정장비 역시 30.7%로 일본 다음으로 높은 비중을 차지하고 있다.

앞서 살펴본 바와 같이 메모리 반도체와 다이오드, 트랜지스터와 같은 전자 품목은 중국에서의 수입이 절대적으로 많고 장비의 경우는 일본과 미국에 대한 수입의존도가 매우 높다. 이는 높은 기술과 품질이 요구되는 품목에 대해서는 미국과 일본에 대한 수입의존도가 높고 기술보다도 비용 측면에서 유리한 분야는 중국에서 생산 또는 가공해서 국내로 수입해 들어오는 것이 많기 때문이다.

그림 5-2. 한국의 반도체 품목별 수입-소분류

(단위: %)



자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

2) 반도체 소재 수입

앞서 살펴본 내용은 반도체 수입에 관한 것이었다. 이하에서는 반도체 소재 53개 품목(HS 10단위 기준) 수입에 대해서 상세히 분류하여 분석한다. 이 기

준으로 2020년 반도체 소재 수입 총액은 92억 2,400만 달러다. 수입액 기준으로 상위 5개국 수입이 전체 소재 수입의 82.8%를 차지한다. 이 중에서 수입 비중이 가장 큰 국가는 일본으로 35억 5천만 달러를 수입해 전체의 38.5%를 차지한다. 반도체 장비 수입에 이어 소재 수입도 일본에 대한 수입의존도가 가장 높다. 그다음으로 중국으로부터 18억 9천만 달러를 수입하여 20.5%를 차지하고, 미국이 11.3%로 3위를 차지한다. 미국으로부터의 반도체 소재 수입 금액은 10억 5천만 달러다.

표 5-4. 소재 수입 상위 5개 국가

(단위: 달러, %)

국가	금액	비중
일본	3,554,368,008	38.5
중국	1,888,758,573	20.5
미국	1,046,377,247	11.3
대만	770,015,155	8.3
베트남	373,849,446	4.1
합계	7,633,368,429	82.8

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

[표 5-5]는 소재 수입 상위 10개 품목과 일본의 한국 제재 품목 두 개를 포함해서 작성한 표다. 상위 10개 품목에 이미 일본이 한국에 제재한 품목 하나가 포함되어 있어 나머지 두 개의 제재 품목을 같이 포함해 표를 작성하였다. 이 표에서 언급된 12개의 소재가 전체 소재 수입의 80.9%를 차지한다. 반도체 소재 수입에 있어서 가장 큰 비중을 차지하는 품목은 실리콘 웨이퍼로 전체 소재 수입의 16.7%를 차지한다. 그다음으로 후공정에 사용되는 IC용 리드프레임(Leadframe)이 13.5%(12억 4천만 달러)를 차지한다. 다마신 배선용 황산구리는 전체 소재 수입의 13%를 차지한다. CMP 패드 역시 주요 수입 소재다. 2020년 기준으로 9.73억 달러를 수입했고 전체 소재 수입의 10.5%를 차지한다.

2019년도에 일본이 한국에 대해 수출 제재를 한 포토레지스트의 경우 총수

입액이 3억 7,900만 달러이고 소재수입의 약 4.1%를 차지한다. 역시 일본의 한국에 대한 제재 품목이었던 불화수소는 7,289만 달러로 0.8%를 차지했고, 플루오린 폴리이미드는 3,771만 달러로 0.4%를 차지했다. 표에서 무수(無水) 암모니아는 기체 암모니아(NH₃)로 박막증착용으로 사용된다. 표에서는 일본의 한국에 대한 제재 품목인 불화수소와 플루오린 폴리이미드도 포함하였는데, 불화수소의 경우는 에칭(식각) 등에 사용하는 기체로 이를 이용해서 불산 세정 용액도 만들 수 있는 소재이며, 플루오린 폴리이미드는 주로 디스플레이용 소재로 많이 쓰인다.

표 5-5. 주요 소재 수입 현황(2020년 기준)

(단위: 달러, %)

품목	금액	비중
실리콘 웨이퍼(Silicon Wafer)	1,544,477,168	16.7
IC용 리드프레임(Leadframe)	1,242,295,769	13.5
다마신 배선용 황산구리	1,198,396,583	13.0
CMP 패드	972,880,124	10.5
백그라인드 테이프(Back Grind Tape)	465,059,537	5.0
층간절연재, 다이본드필름(Die Bonding Film)	452,879,908	4.9
인쇄회로판 제조에 적합한 모양인 것	422,658,589	4.6
포토리지스트(Photo Resist)	379,398,055	4.1
알루미늄으로 만든 그밖의 제품	337,844,077	3.7
무수(無水) 암모니아(기체 암모니아 NH ₃)	331,333,142	3.6
불화수소	72,894,591	0.8
플루오린 폴리이미드	37,710,053	0.4
합계	7,457,827,596	80.9

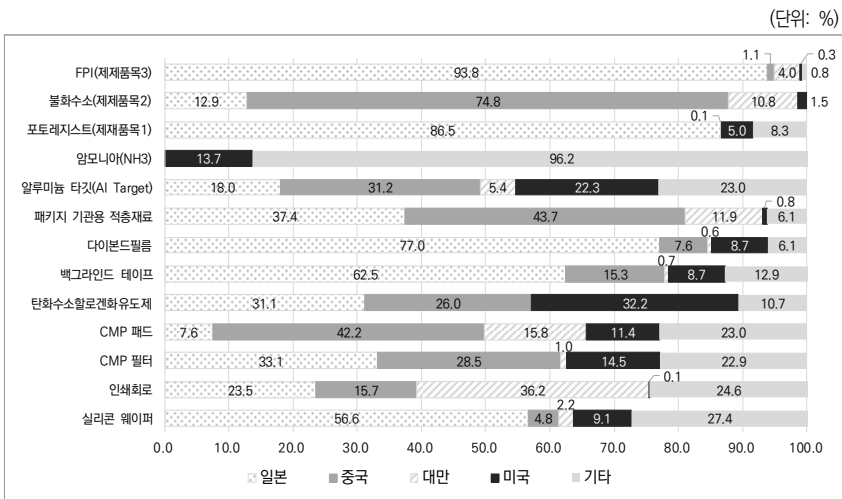
자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

주요 소재별로 국가별 수입의존도를 파악하기 위해서 아래와 같은 [그림 5-3]을 그려보았다. 금액 비중으로 봤을 때 가장 높은 상위 10개 소재 수입 품목과 일본이 2019년에 한국에 대해 제재를 가한 2개 품목(3개이나 1개는 이미 톱10 수입 리스트에 포함됨)을 포함해서 총 12개 주요 수입품목의 수입의존도를 국가별로 살펴보았다. 먼저 소재 수입 전반에 걸쳐 일본에 대한 의존도가 제

일 높다. 일본에 대한 수입의존도가 가장 높은 품목은 플루오린 폴리이미드(제재품목3, FPI)로 93.8%다. 동 품목은 일본으로부터의 수입이 압도적이라 타 국가로의 대체가 어려운 상황임을 그림에서 확인할 수 있다. 일본의 제재 품목인 포토레지스트의 경우도 일본에 대한 수입의존도가 86.5%나 된다. 그 밖에도 다이본드필름(77%), 백그라운드 테이프(62.5%), 실리콘 웨이퍼(56.6%)에 대한 의존도도 매우 높은 편이다. 일본의 제재품목 중 하나인 불화수소의 경우 2020년도 대일 수입은 전체 수입의 12.9%를 차지하고 중국으로부터의 수입이 74.8%를 차지해 중국 의존도가 높은 것을 확인할 수 있다.

중국에서 수입하는 불화수소의 경우 순도가 낮은 것으로 반도체 공정에 직접적으로 사용되기보다는 가공용 원료로 사용되는 비중이 높고 그 밖에 반도체 산업 이외의 분야에서 필요에 의해 수입되는 비중도 높다. 전체 주요 소재 수입 측면에서 보면 일본에 대한 수입의존도가 가장 높고 그다음으로 중국, 미국 순이며, 인쇄회로의 수입에 있어서는 대만에 대한 의존도가 높다.

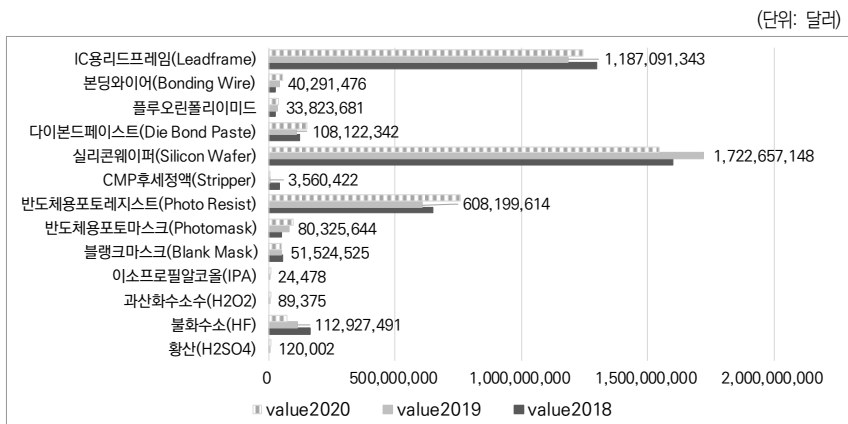
그림 5-3. 국가별 주요 소재 수입품목



자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

[그림 5-4]는 반도체 전문가가 뽑은 주요 소재 13개 품목을 중심으로 수입 동향을 살펴본 것이다. 앞서 설명한 그림은 2020년 수입금액 기준으로 상위 10개 품목을 살펴본 것이고, 다음 그림은 반도체 전문가가 뽑은 주요 소재 13개 품목에 대해서 최근 몇 년간 수입동향을 살펴본 것이다. 그림에서와 같이 실리콘 웨이퍼와 IC용 리드프레임, 반도체용 포토레지스트의 수입량이 상대적으로 많고 규모면에서는 큰 격차가 있으나 불화수소와 다이본드 페이스트 수입도 눈에 띈다. 가장 많은 수입액을 차지하는 실리콘 웨이퍼는 2020년 기준으로 15억 4천만 달러를 수입했고, IC용 리드프레임은 12억 4천만 달러를 수입했다. 반도체용 포토레지스트는 7억 5,900만 달러를 수입했으며 불화수소의 경우 7,289만 달러를 수입했다.

그림 5-4. 주요 소재 13개 품목 수입동향



자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

나. 반도체 수출 현황

1) 반도체 수출

한국의 2020년 반도체 수출액은 954억 6천만 달러다. 반도체 부품과 장비의

제1수출국은 중국으로 우리나라 반도체 부품과 장비 수출액의 43.2%(412억 달러)를 차지한다. 2위는 홍콩으로 174억 달러를 수출했고 비중으로는 18.3%다. 중국과 홍콩을 합치면 61.5%를 차지해 중국으로의 반도체 수출이 압도적인 비중을 차지한다. 수출 3위 국가는 베트남으로 91만 달러를 수출했고 수출 비중으로는 9.6%를 차지한다. 미국이 4위로 7.9%를 차지하고 5위는 대만으로 7.1%를 차지한다. 반도체 수출 상위 5개 국가로의 수출 비중이 86.1%를 차지한다. 앞서 반도체 수입에서와는 달리 일본이 우리 반도체 수출시장에서 차지하는 비중은 1.4%에 불과하다.

[표 5-6]은 우리나라 반도체 수출 상위 9개 국가에 대한 수출액과 비중이다. 상위 9개 국가로의 수출액이 906억 7천만 달러이고 전체 수출의 95%를 차지한다. 중국과 홍콩으로의 수출 비중이 압도적으로 높고 우리의 반도체 수출이 극히 소수의 국가에 한정되어 있는 것을 확인할 수 있다.

표 5-6. 2020년 국가별 반도체 수출동향

(단위: 달러, %)		
국가	금액	비중
중국	41,219,594,894	43.2
홍콩	17,425,112,369	18.3
베트남	9,143,960,181	9.6
미국	7,571,137,606	7.9
대만	6,819,041,855	7.1
싱가포르	2,918,760,703	3.1
PH	2,899,726,110	3.0
MY	1,373,811,907	1.4
일본	1,300,072,241	1.4
합계	90,671,217,866	95.0

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

2020년 한국의 반도체 수출에서 가장 큰 비중을 차지하는 품목은 메모리 반도체다. 동 품목의 경우 592억 달러를 수출했고 비중으로는 62%를 차지한다.

두 번째 수출품목은 시스템 반도체인데 금액으로는 267억 달러를 수출했고 비중은 28%다. 메모리 반도체와 시스템 반도체의 수출이 90%를 차지하고 그 외 반도체 장비가 3.3%, 장비용 부품이 2.1%, 디스크리트나 광반도체 등의 수출은 2% 미만을 차지한다.

표 5-7. 2020년 반도체 수출-대분류

(단위: 달러, %)

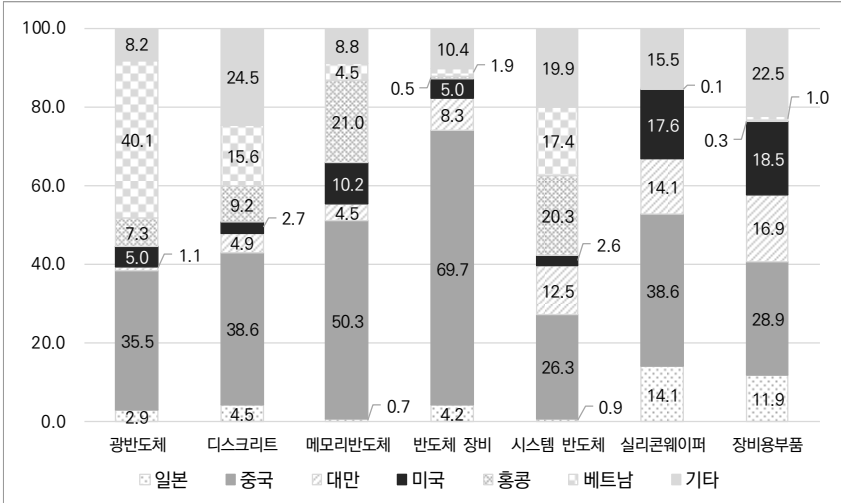
품명 대분류	금액	비중
메모리 반도체	59,214,210,865	62.0
시스템 반도체	26,744,128,627	28.0
반도체 장비	3,194,024,131	3.3
장비용 부품	2,010,797,538	2.1
디스크리트	1,724,302,184	1.8
광반도체	1,696,989,304	1.8
실리콘 웨이퍼	878,323,044	0.9
합계	95,462,775,693	100.0

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

반도체 수출에 있어서 가장 큰 비중을 차지하는 메모리 반도체는 중국과 홍콩으로 각각 50.3%, 21%를 수출, 중국이 전체 메모리 반도체 수출의 71.3%를 차지한다. 수출액으로는 중국이 298억 달러, 홍콩이 125억 달러를 차지한다. 앞서 반도체 수입에서도 언급했듯이 이런 현상은 한국과 중국의 반도체 공급망에 있어서 상호 연계성과 의존성이 매우 높음을 의미하며, 그 원인은 중국의 자체적 수요도 매우 크지만 우리 반도체 기업들이 후공정을 중국 공장에서 처리하기 때문이기도 하다. 앞서도 살펴보았듯이 동 품목군에 있어서 중국으로부터의 수입 또한 매우 높은 것이 이런 현상을 잘 설명해주고 있다. 3위가 미국으로 10.2%를 차지하고 4위가 싱가포르, 5위가 일본이다.

그림 5-5. 반도체 품목별 수출-대분류

(단위: %)



자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

두 번째 반도체 수출품목은 시스템 반도체다. 시스템 반도체 역시 중국으로의 수출이 가장 높은 비중을 차지하는데, 중국으로 26.3%(70억 달러), 홍콩이 20.3%를 차지해 중국 전체로 수출이 46.6%를 차지하고 있다. 베트남으로의 시스템 반도체 수출이 17.4%를 차지하며 금액으로는 54억 달러이고 그다음 순위인 대만은 12.5%(34억 달러)를 차지한다. 미국은 2.6%, 일본은 0.9%를 차지해 상대적으로 수출시장으로서의 의미가 적다.

반도체 장비 수출 역시 중국이 69.7%(22억 달러)로 압도적 비중을 차지하고 있다. 홍콩으로의 수출은 0.5%로 비중이 미미하며, 대만이 8.3%(2억 7천만 달러), 미국이 5%(1억 6천만 달러), 일본이 4.2%(1억 4천만 달러)를 차지한다.

장비용 부품의 경우도 제1수출국은 중국이다. 비중은 28.9%이며 수출액은 5억 8천만 달러다. 2위는 미국으로 18.5%를 차지하고(3억 7천만 달러), 3위는 대만으로 16.9%(3억 4천만 달러)를 차지한다. 일본은 4위로 비중으로는 11.9%를 차지하고 2억 4천만 달러를 수출했다.

디스크리트 수출에 있어서도 중국이 38.6%(6억 7천만 달러), 홍콩이 9.2%(1억 6천만 달러)를 차지하고 베트남이 2위로 15.6%(2억 7천만 달러)를 차지한다. 수출국으로 볼 때 디스크리트의 경우 중국이나 베트남에 진출한 한국기업들의 필요에 의해 수출되었을 개연성이 높아 보인다. 광반도체의 경우 베트남이 40.1%(6억 8천만 달러)를 차지하고 중국이 35.5%(6억 달러), 홍콩이 7.3%(1억 2천만 달러)를 차지하여 구성상으로 볼 때 디스크리트 수출과 유사한 상황으로 보인다. 광반도체의 미국과 일본으로의 수출은 각각 5.0%, 2.9%를 차지한다.

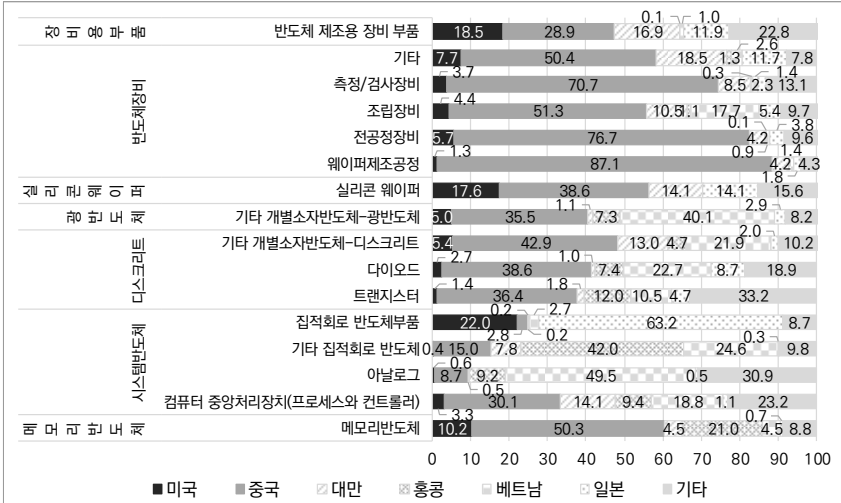
[그림 5-6]에서는 주요국으로의 반도체 품목별 수출을 보다 상세히 분류하였다. 그림에서는 반도체 장비, 디스크리트, 메모리 반도체의 수출에서 중국의 비중이 압도적으로 높다는 사실을 확인할 수 있다. 특히 반도체 장비산업에 있어서 우리나라의 경쟁력이 그리 높지 않은 상태⁶⁵⁾에서 중국으로의 수출 비중이 높은 것은 중국의 수요뿐만 아니라 중국에 진출한 우리 기업의 수요일 개연성이 높다.

부품과 장비 수출에 있어서 중국이 대부분을 차지하고 있음을 확인할 수 있다. 메모리 반도체를 비롯해서 반도체 장비에 해당하는 대부분이 중국으로 매우 높은 비중으로 수출되고 있음을 알 수 있다. 특히 반도체 장비산업의 수출에 있어서 대중 수출비중이 압도적으로 높다. 웨이퍼 제조장비(87.1%), 전공정장비(76.7%), 측정/검사장비(70.7%), 그리고 조립장비(51.3%)의 비중이 매우 높다. 앞서 살펴보았듯이 메모리 반도체의 대중 수출 비중(50.3%) 역시 매우 높은 편이다.

65) 반도체 장비산업의 경쟁력 분석에 대해서는 정형근 외(2021) 참고. 반도체 장비산업 전체의 경쟁력은 소재나 부품에 비해서 상대적으로 낮으나 반도체 산업의 일부에 있어서는 높은 경쟁력을 가지고 있는 분야도 있다.

그림 5-6. 주요국의 반도체 품목별 수출-소분류

(단위: %)



자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

앞서 살펴본 바와 같이 반도체 소분류에서 중국이 차지하는 비중이 상대적으로 높게 나타나 이를 보다 더 자세하게 분석할 필요가 있다. 먼저 2020년 기준 우리나라의 대세계 반도체 수출액은 592억 달러인데 이 중에서 중국으로의 수출이 412억 달러다. 홍콩으로의 수출까지 합치면 총 586억 달러로 한국의 대세계 반도체 수출의 61.4%를 차지한다.

이제 중국과 홍콩으로의 반도체 수출을 세부적으로 분류해서 반도체 각 분야별로 비교할 필요가 있다. [표 5-8]에서 보는 바와 같이 메모리 반도체 수출이 대중국과 홍콩으로의 총수출에서 72%를 차지한다. 시스템 반도체로 분류되는 컴퓨터 중앙처리장치까지 합치면 85.5%로 실제 대중국과 홍콩으로의 반도체 수출은 이 두 품목이 대부분을 차지함을 알 수 있다. 실상 앞에서 살펴보았던 반도체 장비나 디스크리트 등과 같이 각 분야별 품목의 대세계 수출에서 대중 수출의 비중이 압도적으로 크게 나타났으나 금액상으로 보면 매우 미미함을 알 수 있다.

표 5-8. 2020년 중국과 홍콩으로의 반도체 수출동향-소분류

(단위: 달러, %)

품명	금액	비중
메모리 반도체	42,227,238,786	72.0
컴퓨터 중앙처리장치(프로세서와 컨트롤러)	7,924,491,134	13.5
기타 집적회로 반도체	3,758,778,943	6.4
측정검사장비	1,021,288,515	1.7
전공정장비	908,454,309	1.5
기타 개별소자반도체-광반도체	726,513,118	1.2
반도체 제조용 장비 부품	587,042,622	1.0
트랜지스터	470,831,270	0.8
실리콘 웨이퍼	340,447,191	0.6
기타 개별소자반도체-디스크리트	234,321,335	0.4
기타	226,191,517	0.4
다이오드	119,136,163	0.2
조립장비	56,356,142	0.1
웨이퍼 제조장비	29,602,408	0.1
아날로그	13,984,979	0.0
집적회로 반도체부품	28,831	0.0
합계	58,644,707,263	100.0

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

2) 반도체 소재 수출

[표 5-9]는 2020년 반도체 소재의 수출동향을 나타낸다. 소재 수출 역시 중국이 1위를 차지한다. 전체 소재 수출액 100억 6천만 달러의 33.4%(33억 5,800만 달러)를 차지한다. 2위는 베트남으로 16.6%를 차지하며 수출금액은 16억 6,900만 달러다. 중국과 베트남으로의 소재 수출 비중이 높은 것은 중국이나 베트남으로 진출한 우리 반도체 기업들의 수입이 상당 부분을 차지하기 때문이다. 3위 수출 대상국은 대만으로 10.4%(10억 5천만 달러), 4위는 미국으로 8.0%를 차지하고 5위가 일본으로 6.4%를 차지한다. 그 밖에 5개 국가들을 포함해서 총 상위 10개 국가들이 전체 소재 수출의 86.2%를 차지한다.

표 5-9. 2020년 반도체 소재 수출

(단위: 달러, %)

국가	금액	비중
중국	3,357,872,840	33.4
베트남	1,669,461,090	16.6
대만	1,050,984,160	10.4
미국	805,686,583	8.0
일본	647,504,109	6.4
PL	374,589,366	3.7
홍콩	250,303,169	2.5
싱가포르	216,331,939	2.2
인도네시아	158,491,418	1.6
태국	143,200,539	1.4
합계	10,060,258,261	86.2

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

[표 5-10]은 2020년도 소재 수출 톱 10 품목이다. 반도체 소재 수출에 있어서 가장 큰 비중을 차지하는 품목은 IC용 리드프레임으로 전체 반도체 소재 수출의 25.2%를 차지한다. 2위는 백그라인드 테이프로 14.0%를 차지하고 CMP 패드와 필터가 각각 11.5%, 9.2%를 차지한다. 상위 10대 수출품목이 전체 수출의 84.9%를 차지한다.

표 5-10. 2020년 10대 수출 상위 소재 품목

(단위: 달러, %)

품목명	금액	비중
IC용 리드프레임(Leadframe)	2,538,666,098	25.2
백그라인드 테이프(Back Grind Tape)	1,403,906,079	14.0
CMP 패드	1,160,694,802	11.5
CMP 필터	930,070,067	9.2
실리콘 웨이퍼(Silicon Wafer)	878,323,044	8.7
다이본드필름(Die Bonding Film)	388,542,129	3.9
디클로로실란(DCS)	363,842,770	3.6

표 5-10. 계속

(단위: 달러, %)

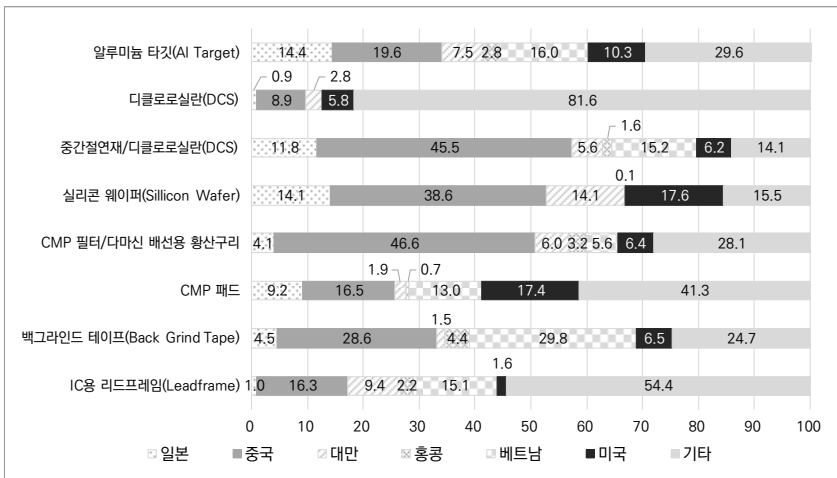
품목명	금액	비중
알루미늄 타겟(AI Target)	323,889,380	3.2
패키지 기판용 적층재료	282,534,695	2.8
본딩와이어(Bonding Wire)	266,125,001	2.6
합계	8,536,594,065	84.9

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

[그림 5-7]은 10대 소재의 국가별 수출 현황인데 소재 수입과는 조금 다른 패턴을 보인다. 반도체 소재 수입과 유사한 것은 중국에 대한 수출비중이 높다는 것이고, 다른 점은 수입의 경우 일본을 비롯해 선진국에 대한 의존도가 높았으나 수출의 경우는 그렇지 않다. 수출시장으로서 일본은 미미하고 미국 역시 그 비중이 크지는 않다. 반면 베트남의 경우는 중국과 유사하게 분야별로 수출 비중이 크게 나타나는 곳이 있다.

그림 5-7. 10대 소재 수출 현황(2020년 기준)

(단위: %)



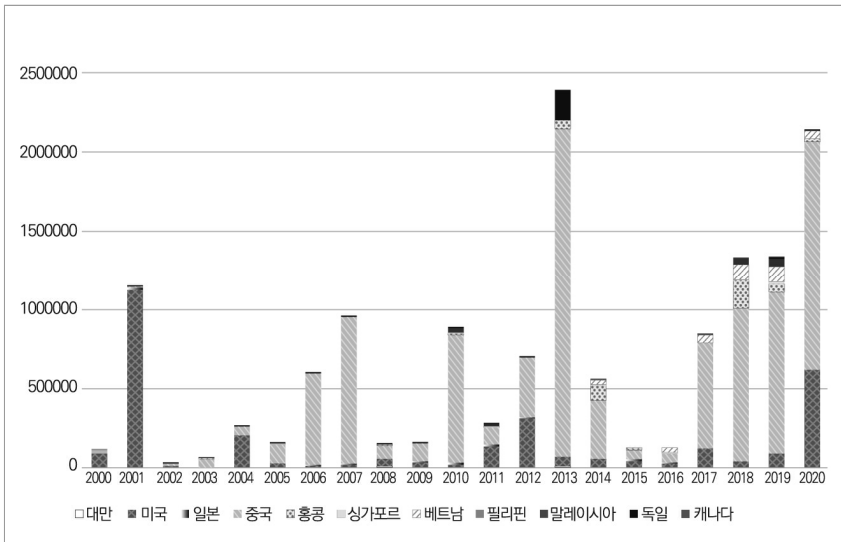
자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

다. 한국 반도체 산업의 글로벌 공급망 구축 현황과 배경

우선 한국 반도체 산업의 수출입 대상국 배경을 파악하기 위해서는 한국 반도체 업계들의 해외 투자 동향을 먼저 살펴볼 필요가 있다. 이는 반도체 자체가 특정제품의 중간재이므로, 국가간 교역형태가 대부분 산업내 무역형태로 이루어지고 있기 때문이다. 특히 삼성전자와 같이 종합 전자업체의 다국적기업은 기업내 무역이 매우 많기 때문에, GVC의 거점 위치에 따라 반도체 교역량이 좌우되기도 한다.

그림 5-8. 한국 반도체 기업의 해외투자

(단위: 천 달러)



자료: 한국수출입은행(검색일: 2021. 7. 11).

[그림 5-8]에서 보는 바와 같이 한국 반도체 기업의 해외 투자는 압도적으로 중국에 집중되어 있다. 2005년 이전까지만 하더라도 우리 반도체 기업들은 미국에 대한 투자가 가장 많았으나, 2005년을 기점으로 2020년까지 중국에 대

한 투자가 압도적으로 많았다. 그만큼 우리 반도체 기업들이 중국에 생산공정을 위한 투자를 집중했고, 그 결과 앞서 살펴보았듯이 기업내 생산공정의 분업화로 중국으로의 수출입이 가장 많다. 홍콩으로의 투자도 간혹 큰 규모로 이루어지고 있으나 2014년 이후 들어서는 베트남으로의 투자도 증가하고 있다.

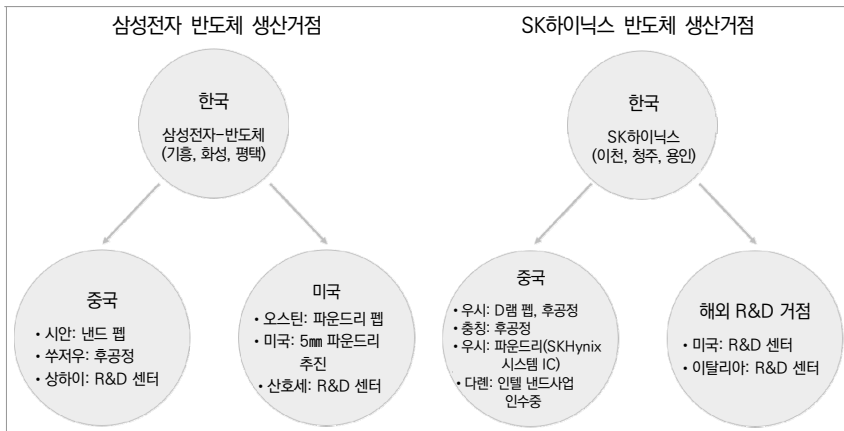
그림에서 보는 바와 같이 한국 반도체 기업들의 해외직접투자(FDI)는 거의 대부분 중국 및 미국에 집중되어 있다. 중국에는 낸드플래시, D램 등 메모리의 웨이퍼 가공공정 및 후공정(패키징, 테스트) 분야를 중심으로 거점을 구축하고 있으며, 현지 시장의 즉시 대응(Time to Market)을 위한 고객 밀착 비즈니스를 펼치고 있다. 미국에는 파운드리 중심으로 제조거점 투자를 수행하고 있지만, 현지 최첨단기술 취득 목적의 R&D 센터 설립도 겸하고 있다. 미국에 대한 파운드리 투자 동기는 현지 고객 밀착 비즈니스 목적도 있지만, 통상마찰 회피 차원의 진출 동기도 배제할 수 없다.

그리고 반도체 소재 및 제조장비 분야를 담당하는 중소벤처기업들도 반도체 소자 대기업을 따라 해외로 동반 진출하고 있다. 반도체 관련 소재 및 장비업계는 대부분 소자업계에 전속계약에 의한 협력업체로 조직되어 있다. 이는 반도체 제조기술에 대한 영업비밀 유지를 위해 수요보장 전속기업으로 계열화하여 상생 협력체계를 구축하고 있기 때문이다. 따라서 반도체 소자기업이 해외투자를 확대하게 되면, 소재 및 장비업계도 해외에 함께 나가게 되므로, 국내에는 산업 위축, 일자리 축소, 수출 감소 현상을 초래할 가능성도 있다.

다음으로 주요 기업별 생산거점을 살펴보면, 우선 삼성전자는 한국, 중국 및 미국을 연결한 3개국 글로벌 반도체 생산거점을 조성한 바 있으며, 국내에도 기흥 및 화성에 이어 평택에 이르는 반도체 생산 3거점 체계를 구축했다. 낸드플래시를 생산하는 시안 공장은 중국 현지 고객의 밀착거래를 위한 것으로 의미를 부여할 수 있는데, 이는 중국이 세계 낸드플래시 수요의 약 50%를 점유하고 있기 때문이다. 또한 삼성전자는 시안에 후공정(APT) 라인까지 일괄 생산체계를 구축하고 있으므로, 한국 본사와의 기업내 무역이 크게 줄어들게 되었다.

이런 경우 한국의 반도체 수출 측면에서는 해외직접투자(FDI)가 수출 유발효과보다 수출 대체효과를 크게 실현하는 결과를 초래하게 된 것이다. 하지만 실제 한국의 반도체 산업은 국내 대규모 투자 및 수출 다변화를 통해 수출규모가 확장적 성장을 함으로써, 수출이 지속 증가하는 결과를 보이고 있다. 또한 한국의 반도체 소자업계가 해외투자를 확대하게 되면, 한국의 반도체 소재·부품·장비 분야의 수출이 늘어나는 수출 유발효과를 기대할 수 있다. 따라서 최근 한국정부가 반도체 소부장(소재, 부품, 장비) 산업을 적극적으로 육성하는 정책의 배경도 이러한 요인의 일환이라고 할 수 있다.

그림 5-9. 한국 반도체 기업의 해외 생산거점 현황



자료: 저자 작성.

SK하이닉스의 반도체 생산거점은 2021년 10월 현재 국내 이천 및 청주, 중국 우시 및 충칭에 2개국 체제를 구축하고 있다. 또한 향후에는 국내 용인, 중국 다롄이 추가 생산거점으로 등장할 것이다. 2006년 생산을 개시한 중국 우시 공장은 현재 SK하이닉스 전체 D램 생산량의 약 50%를 차지하여, 해외 생산의 핵심 거점으로 등장하고 있다. 더욱이 2010년에는 현지 Hitech사와 후공정 합작회사를 우시에 설립함으로써, SK하이닉스 중국법인은 반도체 웨이퍼 처

리공정(전공정)·후공정의 일괄 생산체제를 갖추게 되었다. 이로 인해 한국 내 본사와의 교역을 대폭 감축하게 되었고, 더 나아가 중국과의 반도체 교역량을 축소시키는 결과를 가져왔다. 즉 해외직접투자 확대가 국내 수출대체 효과를 가져온 것이다. 2018년에는 자회사인 SK하이닉스시스템아이씨(SK hynix system IC (Wuxi) Co., Ltd)가 우시에 파운드리 공장을 설립하고 시스템 반도체의 수탁생산을 수행하고 있다. 이로써 우시는 SK하이닉스가 메모리 및 비메모리를 아우르는 종합 반도체 생산거점 지역으로 부상했다. 충청에도 SK하이닉스가 2014년 반도체 후공정 생산법인을 설립하여, 낸드플래시 및 응용복합 칩(MCP: Multi Chip Package)의 후공정을 수행하고 있다. 또한 SK하이닉스는 낸드플래시 솔루션 제품의 컨트롤러 IC 개발 역량을 확보하기 위해 미국 및 이탈리아 등에 R&D 센터를 설립하여 운영하고 있다. 2020년 SK하이닉스는 중국 다롄에 있는 인텔의 낸드플래시 및 SSD 사업부를 90억 달러에 인수하는 계약을 체결했다. 2021년 10월 현재 8개 국가 중 7개 국가에서 반독점 심사를 받았으며, 중국으로부터 마지막 승인을 기다리고 있다.

앞서 살펴보았던 한국 반도체 산업의 수출 대상국을 공급망 차원에서 다시 정리해 보면, 한국의 반도체 소자 수출은 대부분 메모리이고, 2020년 현재 가장 많이 수출하는 국가는 인접국인 중국이며, 그다음 홍콩, 베트남, 미국, 대만, 필리핀 순이었다. 우선 중국에는 한국업계를 비롯한 반도체 후공정의 패키징 업체가 가장 많이 투자되어 있으므로, 이를 활용할 수 있는 웨이퍼 가공 반제품 수출이 대부분을 차지하고 있다. 한국에서 팹의 웨이퍼 가공처리를 통해 집적회로가 그려진 웨이퍼를 중국으로 수출하여 후공정(APT)을 마무리하고, 최종제품을 현지 기업에 납품, 한국으로 역수출, 제3국 수출 등을 수행한다. 중국에서는 대규모 반도체 수요처인 애플의 스마트폰 조립공장, 중국계 스마트폰 및 PC 업체, 다국적 IT 업체 등이 한국의 메모리 제품을 채택하고 있다.

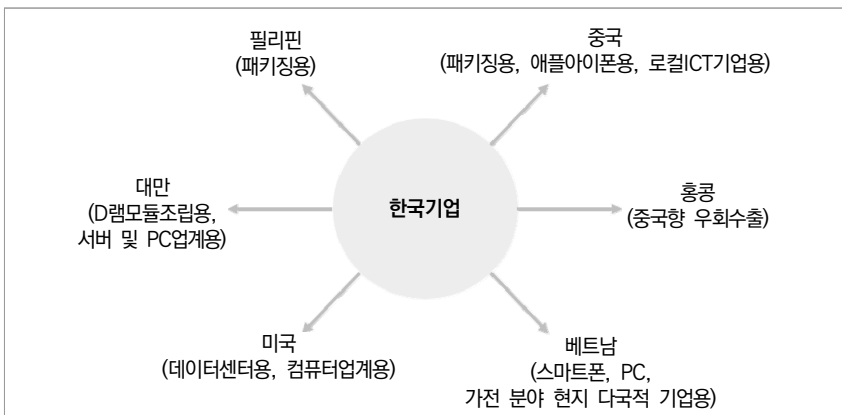
중국 다음으로 홍콩에 반도체 수출을 많이 하고 있는데, 이는 대부분 중국으로 재수출하는 징검다리 역할이며, 자유무역지역에서 발달한 금융시장을 활용

하기 위한 것으로 판단된다.

베트남으로 반도체 수출이 많은 이유는 현지 삼성전자의 스마트폰 및 가전 공장 등으로 자사 수요(Captive Market)의 기업내 무역이 활발하기 때문이다. 미국으로의 반도체 수출은 국내 메모리를 비롯하여 삼성전자의 파운드리 위탁제품, 삼성 오스틴 공장을 위한 웨이퍼 소재 등으로 파악된다.

대만으로는 현지 대만 PC 및 서버 업계의 D램 모듈용이거나 대만 패키징 업계로 수출되고 있다. 필리핀에는 한국의 패키지 업체가 여러 곳에 있어, 한국에서 웨이퍼 가공 처리된 반제품의 후공정을 위해 수출하고 있다.

그림 5-10. 한국 반도체 기업의 국별 수출 배경

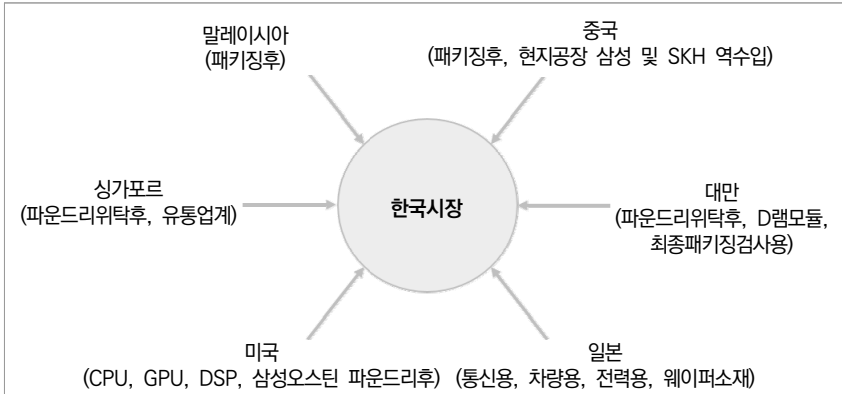


주: 중국부터 시계 방향으로 2020년 수출액 순위.
자료: 저자 작성.

한편 한국 반도체 수입의 경우 최대 수입국은 중국이고, 그다음 대만, 일본, 미국, 싱가포르, 말레이시아 순이다. 중국에서의 수입은 상당 부분이 삼성전자, SK하이닉스 등 현지 투자 법인에서 한국으로 수출하는 기업내 무역이기 때문이다. 대만의 경우 한국 팹리스 기업의 파운드리 위탁용, 한국 내 대만 패키징 업계의 최종검사용 등을 한국으로 수출하고 있다. 일본으로부터는 통신용 고주파 칩, 차량반도체, 전력반도체, 웨이퍼 소재 등을 수입하고 있다.

미국의 경우는 삼성전자 오스틴 공장에서 팹 가동한 웨이퍼 반제품을 한국으로 수입하는 것이나 미국산 CPU, GPU, DSP 등 시스템 반도체를 수입하고 있다.

그림 5-11. 한국 반도체 기업의 국별 수입 배경



주: 중국부터 시계 방향으로 2020년 수입액 순위.
 자료: 저자 작성.

라. 반도체 공급망 리스크 분석

1) 공급망 리스크의 정의와 유형

이번 절에서는 앞서 분석한 반도체의 수출입에 근거해서 우리나라 반도체 공급망 리스크에 대해서 분석하고자 한다. 본 연구에서 반도체 공급망 리스크란 핵심 제품 및 소재의 제조 역량과 공급망에 있어서 유사시에 정상적인 공급이 어려워질 수 있는 요인을 의미한다.

① 외교안보 이슈: 우리 반도체 산업 리스크 중 가장 크게 부각되는 것이 비경제적 이슈인 외교안보 사안이다. 특히 우리의 경우 일본발 리스크가 가장 크며 중국 역시 잠재적 위험성이 큰 국가다. 뿐만 아니라 미중 패권 경쟁으로 인한 주요 국가의 반도체 관련 정책변화 역시 중요한 요인이며, 북핵 문제로 인한 북

한의 위협도 외국인들 시각에서는 공급망의 위협 요인으로 고려되곤 한다.

② 글로벌 반도체 시장의 독과점 구조: 글로벌 반도체 시장에 있어서 특정 소재에 대한 독과점 구조 역시 리스크 요인으로 작용한다. 현재 반도체 글로벌 공급망 전반에 걸쳐 한 국가가 세계시장 점유율의 65% 이상을 차지하고 있는 기술 및 품목이 50개 이상 존재한다. 특히 반도체 산업은 고도의 기술로 인해 여러 글로벌 기업들이 주력분야에 특화된 형태로 가치사슬을 형성하고 있으며 특정 기업이나 나라의 기술이 품목에 대한 지배력이 높은 것이 특징이다. 이들의 시장 지배력은 반도체 육성을 위한 각국의 정책으로 인한 수요 증가로 더욱 더 커지고 있는 상황이다. ASML이 생산하고 있는 EUV 장비는 가장 대표적 사례라 할 수 있다. 앞에서 분석한 반도체 무역에 있어서도 개별 국가와 기업에 특화되어 있는 것을 확인할 수 있었다. doping, process control 등 23개 장비 산업은 미국이 선도하고 있고 photoresist processing 등 12개 장비는 일본이 선도하고 있으며, EUV 등 3개 장비는 네덜란드를 포함한 EU가 선도하고 있다. 반도체 소재 산업에서 Photoresist, photomask 등은 일본이 선도하고 있고 Silicon wafers Packaging substrates는 일본과 대만이, Specialty Gas는 EU가 시장을 선도하고 있다. 여기서 일본은 언제나 자국 기업이 독점하고 있는 분야에 한해서는 우리 기업에 제재를 가할 수 있는 위치에 있어 이 역시 큰 공급망 리스크로 분류할 수 있다.

③ 첨단소재 부품 장비에 대한 과도한 의존도: 앞에서는 반도체 그리고 소재의 수출입에만 한정해서 분석했다. 따라서 반도체 설계 부분에 대한 공급망 구조는 빠져 있다. 대체로 반도체 프로세서의 설계는 미국에 집중되어 있고 DRAM의 설계는 한국이 주도하고 있다. EDA는 반도체 칩 설계와 검증, 생산을 자동화해주는 도구이며, 미국이 글로벌 반도체 시장에서 EDA를 선도하고 있다. 반면 반도체 칩에 내장될 무형의 전자회로를 생산하는 IP는 영국이 주도하고 있다. 이 분야 역시 우리 반도체 기업들이 절대적으로 의존하고 있는 분야이기 때문에 리스크로 분류할 수 있으나 실제 공급 부족이나 그로 인한 리스크로 작

용하지는 않고 있다.

④ 자연재해와 지정학적 리스크: 반도체 제조에 있어서 핵심 재료라 할 수 있는 실리콘 웨이퍼, 레지스트, 케미컬 공급원이 높은 지진 활동, 물·전력 부족, 지정학적 갈등에 취약한 일본, 대만, 중국과 동아시아 지역에 집중되어 있어 우리의 입장에서는 이들 품목의 안정적 공급망 관리가 가장 중요하다. 특히 악화일로에 있는 미중 반도체 패권 경쟁은 동아시아 지역에서의 지정학적 갈등으로 더 표면화되고 있고, 이는 무역제재를 야기하고 핵심기술, 원자재, 장비의 시장공급을 저해하여 기업에 상당한 규모의 손실을 초래하고 있고 향후 더욱 더 이런 위협이 커질 개연성이 있다. 중국 역시 자국 공급망 확보 노력 및 전자기기 필수 소재인 희토류 등 원자재 미국 공급에 대한 중국 보복 유발 시 반도체 생산뿐만 아니라 산업 전반에 부정적 영향을 미칠 개연성이 높다. 우리 반도체 산업은 앞서 무역 통계에서도 살펴보았듯이 중국과의 연계성이 매우 높다. 반도체 후공정에 있어서 중국 비중이 높고 중국에 집중된 글로벌 공급망 및 생산에 대한 의존 등은 향후 무역 분쟁 또는 군사 분쟁으로 인한 생산 중단·거부에 취약한 리스크를 안고 있다. 이처럼 무역 외의 비경제적 요인들도 우리 반도체 산업의 공급망을 불안정하게 하는 요인이 되고 있다. 본 연구의 주제인 미중 반도체 패권 경쟁은 향후 글로벌 반도체 공급망 구조를 변화시킬 수도 있는 중대 사안으로 떠오르고 있다.

⑤ 중국 반도체 산업의 급성장: 현재 미국은 반도체 기술에 있어서 중국의 첨단기술 확보 및 상용화를 막고 있으나, 중국은 ‘중국제조 2025’ 등을 통해 반도체 공급망 전반에서 지위를 공고히 하려 하고 있다. 중국의 웨이퍼 제조기술은 적어도 한 세대 이상 뒤쳐진 것으로 보이지만 해외기술 습득, 협력 및 기술이전, 합작 투자, 라이선스 계약, 칩 설계를 위한 미국 주도 오픈소스 기술 플랫폼의 사용, 해외 인재 채용, 미국 장비 및 소프트웨어 도구 구매 등을 통해 미국을 추격 중이다. 향후 중국의 적극적인 반도체 육성정책은 우리 기업에도 큰 리스크 요인이 될 것이다. 특히 APT의 상당 부분이 중국에 의존하고 있는 것도

반도체 산업의 리스크 요인이다. 중국이 위협적으로 첨단 패키징 역량을 구축하고 있고 우리의 경우 반도체 제조 및 패키징을 위한 소재를 중국이나 일본에 의존하고 있는 점은 분명 리스크 요인이기도 하다.

⑥ 과도한 대중 수출입 의존도: 우리의 반도체 산업에 있어서 또 하나의 리스크는 우리 반도체 수출의 상당 부분을 중국이 차지하고 있다는 점이다. 미중 패권 경쟁으로 우리 반도체의 대중 수출이 제한된다면 이 역시 상당히 큰 영향을 받을 수밖에 없다. 특히 미중 갈등이 지속되고 상호간에 무역 제재조치가 강화된다면 이에 영향을 받게 될 수도 있는 한국 반도체 업체들의 리스크가 커진다. 향후 이런 반도체 대중 수출이 감소하게 된다면 반도체 기업들의 수익이 감소하고 이는 다시 재투자자와 R&D에도 영향을 주게 될 것이다.

이하에서는 앞서 언급한 요인 이외에 우리의 반도체 산업 공급망에 있어서 리스크 요인을 좀 더 구체적으로 살펴본다.

2) 반도체 주요 품목의 공급망 리스크

우리 반도체 산업 공급망 리스크 중 하나는 첨단 반도체 제조의 핵심장비 및 소재를 미국, 일본, 네덜란드 등 선진국에 의존하고 있는 것이다. 반도체 제조 장비(SME) 산업에 있어서 주요국의 점유율은 미국 41.7%, 일본 31.1%, 네덜란드 18.8%, 한국 2.2%다.⁶⁶⁾ 한국은 극히 미미한 수준이며, 특히 반도체 제조의 핵심 장비인 노광장비의 경우 ASML에 100% 의존적이다. 최근 선진국을 비롯한 대부분의 국가가 반도체 산업을 적극적으로 육성하고 있어 노광장비에 대한 수요가 급증하여 이를 확보하는 것조차도 어려운 상황으로 알려지고 있다.

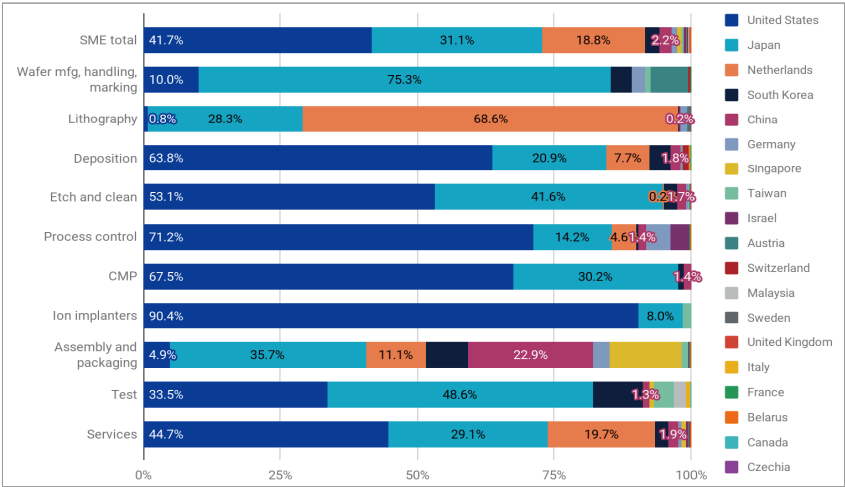
노광장비는 앞서 언급한 바와 같이 네덜란드가 생산하는 EUV 스캐너에 100% 의존하고 있다. 그 밖에도 ArFi 스캐너, ArF 스캐너, KrF 스텝퍼에 대한 네덜란드 의존도가 매우 높아 공급망 리스크로 간주할 수 있으나 특별히 경제

66) CSET(2021. 1), "The Semiconductor Supply Chain: Assessing National Competitiveness."

외적 요인이 공급망 리스크로 작용하지는 않을 것으로 보인다. 반면 일본은 소재와 장비 공급망 리스크가 큰 나라다. [그림 5-12]에서는 일본이 반도체 소재 및 장비 산업에 있어서 독과점적 지위를 가지고 있는 분야를 살펴보았다.

일본이 세계 반도체 시장에서 압도적 우위를 차지하고 있는 품목은 웨이퍼 제조, 가공, 마킹(Wafer mfg, handling, marking) 분야다. 이 분야에서 일본의 글로벌 시장점유율은 75.3%를 차지하고, 미국이 약 10% 정도를 차지하고 있다. Lithography 역시 일본은 28.3%를 차지하나 네덜란드가 68.6%를 차지해 일본의 공급망 리스크는 크지 않다. 그 밖에 Etch and clean 장비는 일본이 글로벌 시장에서 41.6%를 차지하나 미국이 과반수를 생산하고 있어 대체 가능하다. 일본이 일부 조립과 패키징, 테스트와 서비스 분야에서도 높은 비중을 차지하나 미국을 비롯한 기타 선진국으로 대체할 수 있는 여력이 있다.

그림 5-12. 반도체 제조장비(SME) 제조 역량(시장점유율)

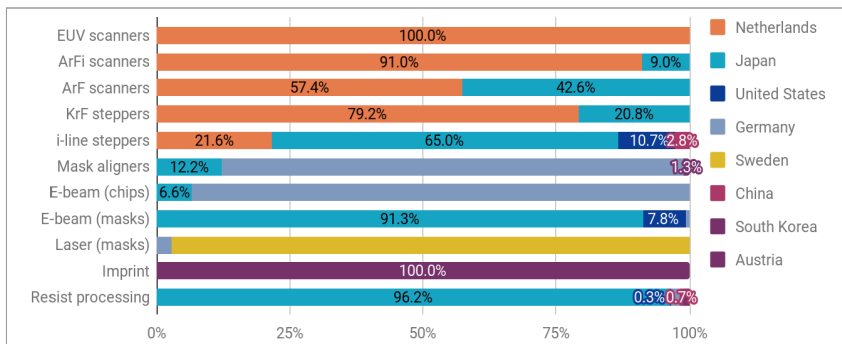


자료: CSET(2021. 1), "The Semiconductor Supply Chain: Assessing National Competitiveness," p. 26.

[그림 5-13]은 노광장비에 대한 각 국가별 생산 역량을 나타낸다. 앞서 언급했듯이 EUV 스캐너를 비롯해 Mask Aligner, F-beam(Chips) 등은 유럽이

글로벌 시장을 확고히 장악하고 있으나 이 구조 자체가 큰 공급망 리스크가 되지 않을 것이다. 반면 일본이 무기화할 수 있는 분야는 ArF scanner(42.6%), I-line stepper(65.0%), E-beam mask(91.3%), Resist Processing(96.2%)이다. imprint의 경우 오스트리아가 글로벌 시장에서 100% 공급하고 있어 대체 불가능한 소재다.

그림 5-13. 주요국의 노광장비별 제조 역량



자료: CSET(2021. 1), "The Semiconductor Supply Chain: Assessing National Competitiveness," p. 30.

앞서 언급한 반도체 부품이나 장비 수입에 있어서 리스크 요인뿐만 아니라 반도체를 제조하기 위해 필요한 기초원료의 공급 역시 중요한 요인이다. 반도체의 기초원료 조달에 있어서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 국가가 중국이다. 중국은 이미 알려져 있듯이 희토류를 무기화한 여러 사례가 있다. 물론 반도체 생산을 위한 원료를 중국만 생산하는 것은 아니다. 미국을 비롯해 다양한 국가가 있지만 중국은 현재 가장 저렴한 가격으로 생산 공급하고 있어 경쟁력이 있는 것이다. 반도체 생산을 위한 원료 중에서 중국의 생산 점유율이 높은 갈륨 95.7%, 텅스텐 83.6%, 마그네슘 82.0%는 우선적으로 위협요인으로 작용한다.⁶⁷⁾

우리나라는 반도체 제조 원료와 소재 중에서 실리콘과 갈륨은 중국 의존도

67) CSET(2021. 1), "The Semiconductor Supply Chain: Assessing National Competitiveness."

가 높고, 포트마스크, 포토레지스트는 일본에 대한 의존도가 절대적이다. 이러한 취약한 부분을 보완할 수 있는 것은 상대국이 악의적인 공급 중단을 하지 않도록 외교적 노력을 하거나 공급망을 관리하는 것이다. 반도체 제조를 위해서는 수백 가지의 화학물질과 가스류가 필요하며 이러한 원료와 소재는 한국 밖에서 수입해야만 하는 상황이다. 따라서 앞서 살펴본 바와 같이 소수의 공급자에 의존하는 품목은 보다 더 안정적인 공급망을 구축할 필요가 있다.

이하에서는 주요 반도체 품목에 있어서 반도체 공급망 리스크를 점검해 본다. 먼저 반도체 공정 수입품목 중에서 한 국가의 점유율이 50% 이상을 차지하는 품목은 공급망 리스크 대상으로 간주해야 한다. [표 5-11]은 반도체 공정 수입품목 중 점유율이 50% 이상을 차지하는 주요 품목 리스트다. 다이오드는 중국으로부터의 수입이 56.9%다. 메모리 반도체는 앞서도 여러 차례 언급했듯이 중국으로부터의 수입이 압도적이다. 76.7%를 중국에서 수입하고 있다. 일본으로부터의 수입액이 큰 품목은 실리콘 웨이퍼다. 2020년에는 8억 7,400만 달러를 수입했고 실리콘 웨이퍼 총수입에서 56.6%다. 웨이퍼 제조장비는 63.2%를 일본에서 수입해 오고 있다. 조립장비의 경우 56.3%를 차지한다. 집적회로 반도체 부품은 미국에 대한 수입의존도가 압도적으로 높다. 70.6%를 미국에서 수입해왔다.

표 5-11. 반도체 공정 수입품목 중 점유율 50% 이상 차지하는 기술/품목(2020년 기준)

다이오드 - 중국 261만 달러(56.9%)	메모리 반도체 - 중국 139억 달러(76.7%)
실리콘 웨이퍼 - 일본 8억 7,400만 달러(56.6%)	웨이퍼 제조장비 - 일본 4,384만 달러(63.2%)
조립장비 - 일본 5,800만 달러(56.3%)	집적회로 반도체 부품 - 미국 153만 달러(70.6%)

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

[표 5-12]~[표 5-17]은 반도체 소재와 장비 수입에 있어서 의존도가 높은 품목들의 수입동향을 나타낸다. 다이오드는 중국에서의 수입량이 상대적으로 높으며 최근 3년 동안의 수입 비중도 전체 다이오드 수입 중에서 약 60%에 육박한다. 메모리 반도체의 경우는 앞에서도 여러 번 언급되었듯이 중국에서 가공해오는 경우가 많아 수치적으로 보는 대중 의존도는 매우 높다. 2020년에는 76.7%까지 상승했으며 대체로 70%를 넘고 있다. 중국에서의 가공 또는 후공정 프로세스가 비용적으로 경쟁력이 있는 것은 사실이나 과도한 의존도는 공급망 리스크로 작용할 개연성이 매우 높기 때문에 일부 후공정을 국내에서 할 수 있게 점진적으로 그 기반을 만들어나갈 필요가 있다.

실리콘 웨이퍼 수입의 경우 일본에 대한 의존도가 높다. 최근 3년 동안의 추세에서도 볼 수 있듯이 전체 실리콘 웨이퍼 수입에서 50%를 훌쩍 넘기는 비중이다. 웨이퍼 제조장비 역시 일본으로부터의 수입이 압도적으로 많다. 2018년에는 89.2%였고 대체적으로 90%를 넘는 비중이다. 2020년에는 63.2%로 감소했다. 반도체 조립장비의 대일 수입의존도 역시 매우 높다. 2018년에는 70.4%였고, 2020년에는 56.3%로 감소했다. 한편 집적회로 반도체 부품은 대미 의존도가 매우 높다. 동 품목의 2019년 대미 수입비중이 79.3%까지 치솟았으나 2020년에는 70.6%로 다소 낮아졌다.

표 5-12. 다이오드의 대중 수입

(단위: 달러, %)

연도	대중 수입	대세계 수입	비중
2018	289,574,497	476,369,117	60.8
2019	280,701,824	489,291,429	57.4
2020	260,452,851	458,101,386	56.9

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

표 5-13. 메모리 반도체의 대중 수입

(단위: 달러, %)

연도	대중국 수입	대세계 수입	비중
2018	10,342,910,719	14,548,097,718	71.1
2019	12,473,928,353	17,048,098,176	73.2
2020	13,856,784,166	18,075,651,731	76.7

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

표 5-14. 실리콘 웨이퍼의 대일 수입

(단위: 달러, %)

연도	대일본 수입	대세계 수입	비중
2018	848,703,827	1,606,826,690	52.8
2019	894,188,424	1,722,657,148	51.9
2020	873,729,203	1,544,477,168	56.6

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

표 5-15. 웨이퍼 제조장비의 대일 수입

(단위: 달러, %)

연도	대일본 수입	대세계 수입	비중
2018	118,399,927	132,691,605	89.2
2019	121,300,528	128,373,165	94.5
2020	43,841,965	69,341,273	63.2

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

표 5-16. 반도체 조립장비의 대일 수입

(단위: 달러, %)

연도	대일본 수입	대세계 수입	비중
2018	157,177,406	223,176,388	70.4
2019	84,585,767	127,344,220	66.4
2020	58,044,589	103,092,880	56.3

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

표 5-17. 집적회로 반도체 부품의 대미 수입

(단위: 달러, %)

연도	대미 수입	대세계 수입	비중
2018	2,017,220	3,192,874	63.2
2019	2,227,208	2,807,903	79.3
2020	1,526,895	2,163,989	70.6

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

[표 5-18]은 한국 반도체 소부장 수입 70%이상 품목과 국가별 의존도다. 앞서 분류한 반도체 170개 품목 중에서 수입의존도가 70% 이상 되는 품목이 54개이며 이 중 일본이 22개로 40.74%를 차지하고 그다음으로 중국이 15개로 27.78%를 차지한다. 미국은 7개 품목으로 12.96%를 차지한다. 이 표에서 볼 수 있듯이 우리나라 반도체 산업의 대일 의존도가 매우 높음을 다시 한 번 확인할 수 있다.

표 5-18. 반도체 수입의존도 70% 이상 품목과 국가별 분포(2020년 기준)

(단위: 개, %)

국가	개수	비중	누적합계
AT	1	1.85	1.85
CN	15	27.78	29.63
DE	2	3.7	33.33
JP	22	40.74	74.07
MY	1	1.85	75.93
TW	5	9.26	85.19
US	7	12.96	98.15
VN	1	1.85	100
Total	54	100	

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

[표 5-19]는 대일 의존도가 70% 이상 되는 반도체 품목을 정리한 것이다. 앞서 언급했듯이 반도체 170개 품목 중에서 대일 의존도가 70%가 넘는 품목은

22개였다. 이 중에서 장비용 부품 3개와 광반도체 1개를 제외한 18개 품목이 반도체 장비다. 특히 반도체 장비의 대일 의존도는 대부분이 일본에 절대적으로 의존하고 있는 것을 수입의존도 수치에서도 확인할 수 있다. 18개 대부분 품목의 대일 의존도가 90%가 훨씬 넘는다.

표 5-19. 반도체 대일 수입 70% 이상 품목(2020년 기준)

(단위: %)

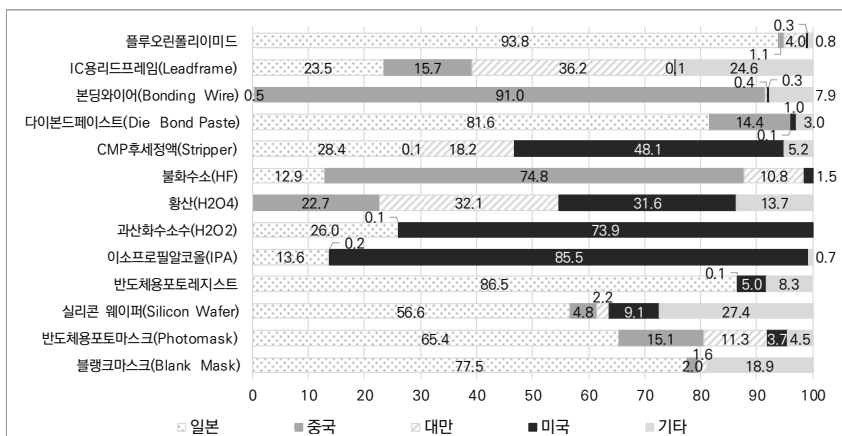
품명 대분류	제품설명 HS	수입의존도
반도체 장비	반도체 제조용 금속도금기	80.4
장비용 부품	기타 반도체 제조용 기계 중 부분품	75.0
반도체 장비	기타 광물질의 가공기계	91.3
반도체 장비	기타 노와 오븐	93.3
반도체 장비	IC 제조용 스�핀드라이어	79.6
반도체 장비	IC 제조용 저장가열식의 노와 오븐	81.5
반도체 장비	감광성 반도체 재료에 회로모형을 투영 또는 드로잉하는 기기-스텝 앤 리프트 얼라이너	95.8
반도체 장비	반도체 웨이퍼를 습식 식각, 현상, 스트리핑 또는 세척하는 기계	86.3
반도체 장비	반도체 제조과정 중 레이저빔에 의하여 연결통로를 절단하는 레이저 절단기	100.0
반도체 장비	반도체 웨이퍼의 식각, 스트리핑 또는 세척을 위한 분사기	97.4
반도체 장비	포토리지스트를 도포, 현상 또는 경화시키는 기기	97.6
반도체 장비	웨이퍼상에 테이프를 부착시키는 기계	93.2
반도체 장비	웨이퍼를 개별 칩으로 절단하는 기기	95.0
반도체 장비	포토리지스트를 도포, 현상 또는 경화시키는 기계	99.6
반도체 장비	패키지 성형 또는 리드프레임의 절단 및 성형용의 기계	98.6
반도체 장비	납볼을 반도체 제조용 인쇄회로 기판 또는 세라믹 기판에 탑재하는 기계	86.4
반도체 장비	기타 굽힘, 접음, 교정, 펼침용의 금속 가공기계-반도체 리드의 것으로서, 프레스를 포함하여 수직제어식의 여부를 불문한다	79.2
장비용 부품	반도체 제조용 램프	76.6
광반도체	전하결합소자	93.4
반도체 장비	반도체 제조용 사진현상실용의 기기와 네가토스코우프	99.5
장비용 부품	기타 사진용 필름	89.1
반도체 장비	반도체 제조용의 자동제어기기	90.6

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

[그림 5-14]는 반도체 전문가로부터 반도체 생산공정에서 가장 중요한 13개 소재에 대한 품목을 선정 받아 우리의 동 품목에 대한 수입동향을 나타낸 것이다. 이 그림에서 보는 바와 같이 일본에 대한 의존도가 높은 품목은 플루오린 폴리이미드(93.8%), 다이본드페이스트(81.6%), 반도체용 포토레지스트(86.5%), 실리콘 웨이퍼(56.6%), 블랭크마스크(77.5%) 등이다. 이들 품목 중에는 일본이 2019년 우리나라에 대해 수출 규제한 품목도 포함되어 있다. 일본의 제재품목인 포토레지스트의 경우 2019년 대일 수입비중이 88.3%였고, 플루오린 폴리이미드의 경우 2019년도 대일 수입비중이 93.0%로 제재 이후에도 큰 변화가 없었다. 반면 불화수소의 대일 수입비중은 2019년 32.2%에서 2020년에는 12.9%로 감소했다. 여전히 제재 이후에도 두 개 품목의 대일 수입의존도는 변함없이 높다.

반면 중국으로부터의 수입의존도가 매우 높은 품목도 있다. 본딩와이어(Bonding Wire)는 대중국 수입 비중이 91%나 되고 불화수소(HF)는 74.8%나 된다. 대미 수입의존도가 높은 품목으로는 CMP 후 세정액(stripper)이 48.1%, 과산화수소수가 73.9%, 이소프로필알코올이 85.5%를 차지한다.

그림 5-14. 반도체 주요 소재 수입동향



자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

[표 5-19]에서 본 것처럼, 고품질 및 고도의 기술력을 요구하는 반도체 소부장은 주로 일본과 미국에 대한 의존도가 높고, 범용기술 품목에 대해서는 대중 의존도가 높다. 반도체의 대일 의존도가 높은 이유는 반도체 산업의 경우 최첨단기술의 신성장 산업으로 글로벌 시장에서 완전경쟁이 이루어지지 못하고, 선개발 기업이 시장을 선점하는 전형적인 ‘승자독식(Winner takes all)’ 비즈니스의 모습을 보이기 때문이다. 일본은 한국보다 먼저 1980~90년대에 메모리 강국을 경험하여 관련 주변산업인 제조장비 및 소재산업의 경쟁력을 확보해 왔다. 2000년대 들어 일본의 메모리 산업은 쇠퇴했지만 장비 및 소재산업은 계속 강한 경쟁력을 유지하고 있다. 일본의 반도체 소재는 세계 최고 기술력과 생산 능력(Capacity)을 갖춘 독과점적 공급구조를 지니고 있기 때문이다. 한국이 메모리 반도체 강국을 유지하기 위해서는 일본의 메모리 관련 소부장 산업에 당분간 의존해야 하는 기술적 취약성을 안고 있다. 일본으로부터의 반도체 소부장 수입은 한국에 거점을 두고 있는 일본계 업체들이 자국으로부터 수입하는 경우가 많다. 2011년부터 한국에 투자한 일본 반도체 소재업체는 [표 5-20]과 같다. 실제 한국에 진출한 주요 일본 반도체 소재업체는 이미 1990년대부터 정착하여 국내 수요업체와 밀접한 관계를 유지하고 있고, 상당히 많이 진출해 있다.

표 5-20. 한국 진출 일본 반도체 재료기업(2011~19년)

일본기업	주요 사업
ADEKA	2011년 전주 진출, 삼성전자에 박막형성의 'Cp하프늄' 프리커서 납품
富士フィルムエレクトロニクス マテリアルズ	2011년 천안, 현상액, CMP 슬러리, 세정액 등 생산
東京応化工業	2012년 인천, 포토레지스트
昭和電工	2014년 두암산업과 합작, 고순도 아산화질소 2016년 영주, SK머티리얼과 합작, CH3F, 낸드플래시 공정소재
토리케미칼	2016년 SK머티리얼과 합작, 고순도 프리커스
セントラル硝子	2017년 반도체용 발수건조 약액 제조
大陽日酸	2017년 아산, B2H6 등 반도체 제조용 가스 생산
関東電化工業	2017년 천안, 반도체 제조용 삼불화질소(NF3) 가스 생산
東ソーケミカル	2019년 반도체 제조용 퀴츠 글래스 생산

자료: 아시아경제연구소(2021), 『日韓經濟關係の新たな展開』, pp. 163-164.

또한 한국계 기업이라도 일본 업계에서 원료를 수입하여 완성품으로 제조하는 형태가 많다. 예를 들어 한국기업은 저순도 불산(HF: Hydrogen Fluoride)을 생산하거나, 일본에서 원료를 수입하여 정제하는 구조로서, 반도체에 사용되는 고순도 불산은 일본 의존도가 높다. 솔브레인의 경우 일본 스텔라와 합작사인 FECT를 설립하고, 스텔라로부터 원료를 공급받고 있다. 수요업계의 공정기술이 미세화됨에 따라 고품질을 요구하여, 고순도(12N 이상, 99.999999999%)의 가스 납품을 요구받고 있다. ENF테크놀로지의 경우도 일본 스텔라와 합작사인 팜테크놀로지를 설립하고 모리타로부터 원료를 공급받고 있다.⁶⁸⁾ 특히 화공약품은 공급 안정성 확보, 물류비용 절감 등을 위해 수요업계 인근에 입지하는 경우가 대부분이다. 한국기업은 공정소재 등에서 원천기술 미확보로 해외 의존도가 높다. 반도체 제조공정에 사용되는 에칭가스에는 공정기술과 반도체 종류에 따라 HF, NF₃, HCl, SF₆, CF₄, C₃F₈, C₂F₈ 등 다양한 화공약품이 사용되고 있다.

한편 중국으로부터의 반도체 소재 수입도 상당한데 그 이유는 중국의 경우 우리나라의 화관법, 화평법 등 환경 관련 화학물질관리가 상대적으로 느슨하여 많은 수의 일본, 미국, 독일 기업 등이 현지에 진출한 상황이기 때문이다. 이들 기업으로부터 한국이 수입하기 때문에 대중 의존도가 높다. 또한 일본기업은 한국에 대한 반도체 소재 수출규제로 인해 중국으로 진출하여 중국에 있는 한국기업에 납품하거나 한국으로 수출하는 경우가 많다. 엄격히 말하자면 대중 의존도라기보다는 중국에 진출한 일본계 또는 외국계 기업에 대한 의존도가 높은 것이다.

68) 상기 내용은 반도체 전문가와의 면담에서 확인한 내용이다.

2. 우리 정부의 대응과 과제

가. 반도체 산업 글로벌 공급망 변화 전망⁶⁹⁾

이 장에서는 반도체 산업의 글로벌 공급망 재편 가능성에 대해서 알아보고자 한다. 이를 위해 먼저 글로벌 공급망에 영향을 미치는 요인들을 정리할 필요가 있다. 앞서 살펴본 바와 같이 반도체 산업 글로벌 공급망에 영향을 미치는 요소는 다양하다. 그러나 최근 글로벌 공급망에 있어서 가장 큰 영향을 미친 요인은 코로나19다. 코로나19는 글로벌 공급망 구조 변화를 촉발시키고 있다. 국제기구들의 여러 보고서도 글로벌 공급망 구축에 있어서 가장 중요한 기준은 공급망의 회복력(resilience)이라고 보고 있다.⁷⁰⁾ 이런 기준에서 본다면 현재의 글로벌 공급망은 기존의 저비용에 기반한 생산 라인들이 다양한 네트워크를 통해서 중복적 생산구조나 이를 대체할 수 있는 공급망 구조로 변화할 것이다.⁷¹⁾ 공급망의 회복력을 확보해야 하는 기업으로서 이러한 공급망의 다원화 및 중복은 이제 필수적인 사안이 되고 있다.

또한 향후 글로벌 공급망은 기술 혁신으로 생산의 자동화를 이루어 가급적이면 자국 내에서 안정적으로 생산하려는 기업들과 이를 적극적으로 지원하는 정부의 정책적 의지가 더욱 더 강해질 것이다. 이는 미국을 비롯한 선진국 여러 나라에서 이미 나타나고 있는 현상이기도 하다. 따라서 향후 보호무역과 함께 민족주의가 더 강화된 형태의 글로벌 공급망으로 재편될 개연성이 높다. 이는 장기적으로 현재와 같은 글로벌 공급망 구조에서 벗어나 새로운 형태의 글로벌

69) 본 장은 저자가 2021년 11월 경사연리포트에 기고한 「글로벌 공급망의 위기? 전망과 대응방향」을 인용하여 작성하였다.

70) UNCTAD를 비롯해 OECD 등 국제기구들은 글로벌 가치사슬의 구조적 변화 가능성과 이를 야기하는 요인들, 그리고 향후 글로벌 가치사슬에 대한 변화 전망 보고서들을 발간하였다.

71) Zhan *et al.*(2020), "Global value chain transformation to 2030: Overall direction and policy implications," <https://voxeu.org/article/global-value-chain-transformation-decade-ahead>(검색일: 2021. 10. 26).

공급망 구조로 변화하게 될 것이다. 특히 기술개발과 혁신, 4차 산업혁명과 인공지능(AI)을 활용한 산업구조의 변화는 기존의 생산 및 제조의 공급망 구조 변화를 더욱 더 촉진하는 계기가 될 것이다. 생산방식의 합리화와 자동화, 기술개발, 자국 우선의 경제적 보호주의 등이 결합되면서 글로벌 가치사슬의 전환시대에 직면해 있다.

그렇다면 반도체 산업의 글로벌 공급망은 어떻게 변화할까? 이 역시 앞서 언급한 기준과 크게 다르지 않을 것이다. 현재 코로나19가 글로벌 공급망에 있어서 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 작용하고 있으나 이미 코로나19 이전에도 미중 통상 분쟁과 선진국의 보호무역, 지진을 비롯한 자연재해 등으로 인한 반도체 산업의 글로벌 공급망에 있어서 변화가 일어나고 있었다.⁷²⁾ 중국의 인건비 상승 등 생산비용의 증가 역시 반도체 산업의 글로벌 공급망 변화 요인이 되고 있다. 특히 중국의 경우 미중 분쟁으로 인해 미국으로의 수출뿐만 아니라 경제외적 비용이 증가하고 있어 글로벌 생산지로서 입지가 약화되고 있다. 삼성전자의 베트남 투자 예에서 볼 수 있듯이 중국에서 동아시아 지역으로 생산공정을 이동시키려는 현상들이 나타나고 있다. 중국의 경우 인건비 등 생산비용 상승 문제보다도 미중 분쟁으로 인해 미국으로의 수출에 있어서 경제외적 요인으로 인한 비용이 크게 발생하고 있다. 반면 베트남의 경우 매우 적극적으로 선진국을 포함한 다양한 국가들과 FTA를 체결하면서 시장을 넓히고 있어 생산거점으로서뿐만 아니라 타국으로의 수출에 있어서도 유리한 점들이 있다. 이러한 요인들과 함께 중국을 포함한 동아시아 지역의 반도체 수요 증가와 함께 향후 미국의 중국 반도체 기업에 대한 제재가 더욱 강화될 경우 반도체 생산공정이 중국에서 베트남 등 다른 동아시아 지역으로 점진적으로 이동될 개연성이 높다. 즉, 반도체 산업의 가치사슬 변경에 있어서 중국에 생산공정을 둘 경우 치러야 할 경제외적 비용이 더 커질 수 있다는 점 역시 생산지 변경의 요인이 되고 있다.

72) Shepherd(2021), "THE POST-COVID-19 FUTURE FOR GLOBAL VALUE CHAINS," <https://www.asia-pacific.undp.org/content/rbap/en/home/library/sustainable-development/the-post-covid-19-future-for-global-value-chains.html>(검색일: 2021. 10. 26).

반도체 생산공정에 있어서 상당 부분이 자동화되어 있으나 여전히 노동 집약적 공정이 필요한 분야에서는 동아시아 지역으로의 생산공정 이동이 필요할 수 있다. 반면 코로나 19로 인해 보았듯이 동아시아 지역은 보건 위생에 취약한 국가들이 많아 생산공정 이동에 있어서 이러한 점들이 더 고려되어야 할 필요가 있다. 결론적으로 반도체 산업의 가치사슬 조정 비용이 현재보다 크지 않고 더 안정적인 생산이 가능한 곳으로 생산의 중심이 옮겨질 것으로 예상된다.⁷³⁾

우리 반도체 산업과 같이 중국에 과도하게 집중되어 있는 생산 시설과 공급망 구조는 갑작스러운 충격에 대응하기 매우 어려운 구조로 되어 있다.⁷⁴⁾ 따라서 이러한 공급망 구조도 장기적으로는 탈중국화는 아니더라도 중국에 대한 비중을 줄이는 것이 합리적으로 보인다. 적어도 미중이 갈등과 대립을 지속하는 한 우리 경제안보와 공급망 안정화라는 차원에서 중국 내 반도체 산업 추가 투자 자제 등 일정 부분 거리두기는 불가피할 것으로 보인다.

앞서 언급한 다양한 요인 중 반도체 산업의 글로벌 공급망에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 미국을 비롯해 반도체 핵심기술을 보유한 선진국들의 정책이다. 반도체 산업은 앞서 서술한 바와 같이 각 공정별로 특화된 기업들로 공급망이 구성되어 있어 향후 기술독점 기업들의 글로벌 공급망에 대한 영향은 계속될 것이다. 기술이 없는 국가나 기업의 입장에서는 이것이 공급망에 있어서 가장 큰 위협요인이 될 것이다. 생산의 중단 등 공급망 리스크는 차치하고라도 기술 독점으로 인한 시장 지배력은 지속될 것이기 때문이다.

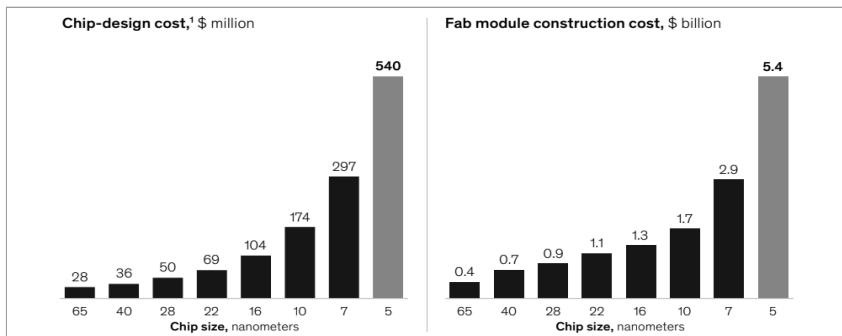
반도체 웨이퍼 가공 공정에서도 이제 5nm에서 3nm로 진화하고 있고 향후 초고도의 미세공정을 전제로 한 생산은 개발비용뿐만 아니라 생산비용에 있어

73) Bacchetta *et al.*(2021), "COVID-19 and global value chains: A discussion of arguments on value chain organization and the role of the WTO."

74) OCED 역시 생산공정이 한 곳에 집중된 국가는 그렇지 않은 국가들보다 코로나19와 같은 팬데믹 현상에 훨씬 더 부정적 영향을 크게 받을 수 있다고 밝혔다. OECD(2020), "Global value chains: Efficiency and risks in the context of COVID-19," OECD Policy Responses to Coronavirus, <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/global-value-chains-efficiency-and-risks-in-the-context-of-covid-19-67c75fdc/>(검색일: 2021. 10. 26).

서도 진입장벽이 존재해 이러한 기술격차로 인한 공급망 변화는 단기간에 기대하기 어렵다. [그림 5-15]에서 보는 바와 같이 맥킨지에서 추정된 비용을 보면 미세공정으로 갈수록 칩 개발비용과 팹 모듈 생산비용이 기하급수적으로 증가하고 있다. 예를 들어 10nm 칩 개발에 들어가는 비용은 1억 7,400만 달러인데 비해 5nm의 경우는 그보다 5배가 많은 5억 4,000만 달러가 소요되는 것으로 추정했다. 팹 모듈 생산 역시 10nm의 경우 17억 달러가 소요된다면 5nm의 경우는 54억 달러가 소요된다. 이뿐만 아니라 생산공정이 더 첨단화되고 기술개발이 어려울수록 개발 및 생산을 통해 투자비용을 회수하기까지 시간도 훨씬 더 많이 걸린다는 것이 맥킨지 보고서의 내용이다. 이는 단편적인 하나의 예라 할 수 있지만 반도체 생산 전 분야가 이러한 상황이라서 기술 및 자본에 대한 장벽은 향후 현재 구축된 반도체 글로벌 공급망을 단기간 내에 변화시키기에 어려움으로 작용할 것으로 전망된다. 경제적으로는 자유무역에 입각해서 각 기업들이 특화된 기술에 집중하고 상호간의 의존관계를 높이는 것이 오히려 공급망 리스크를 줄이는 방안이라 할 수 있다. 그러나 현실은 미중 기술패권 경쟁을 비롯해 다양한 비경제적 요인이 글로벌 공급망에 영향을 미치고 있어 미국의 중국에 대한 디커플링 정책이 중장기적으로는 어느 정도 영향을 미칠 수 있을 것으로 예상된다.

그림 5-15. 칩 개발과 팹 모듈 생산비용



자료: Bauer *et al.*(2020), p. 5.

단기간에 걸친 반도체 산업의 글로벌 공급망 변화가 앞서 언급한 이유로 인해서 어려울 것이나 현재 바이든 행정부가 추진하고 있는 반도체 주도권 확보 전략은 중장기적으로 미국 중심의 공급망으로 전환될 개연성이 있다. 특히 이번 코로나19, 지진이나 화재와 같은 사고 등으로 인한 공급망 붕괴를 경험한 미국으로서는 반도체를 포함한 주요 핵심 산업의 공급망을 자국에 보유하려는 강력한 산업정책을 추진하고 있다. 바이든 대통령의 행정명령에 따라 작성된 공급망 보고서는 반도체 산업의 경쟁력 강화를 위한 다양한 지원을 담은 법안을 제안하고 있으며 이와 관련한 다양한 산업정책을 담고 있다. 특히 디지털 전환시대에 폭발적으로 증가할 것으로 예상되는 반도체 생산공정에 있어서 그동안 대만을 비롯해 동아시아에 의존해 오던 생산 후공정을 미국 내 두려고 하고 있다. 아울러 공급망 보고서에도 명시되었듯이 반도체가 국가 전략산업으로서 중요성도 있지만 군사안보 차원에서도 반도체 생산과 관리를 TSMC와 같은 해외기업에 맡길 수 없다는 판단에서다. 따라서 경제적 이유만이 아닌 국가 안보 이유가 반도체 공급망 변화에 있어서 핵심 이유이기 때문에 분명 이러한 미국의 정책이 지속된다면 적어도 반도체를 비롯한 핵심 산업에서는 미국 중심의 반도체 공급망 형성이 가속화될 개연성이 높다.

바이든 행정부가 추진하고 있는 현재의 정책을 보면 반도체 산업에서 공급망 변화가 다소 빠르게 일어날 개연성도 있다. 특히 반도체 산업에 대한 지원 주체와 정책이 크게 변화하고 있다. 기존에는 연방정부의 각 개별 부서가 프로젝트 형태로 기업에 지원되었다면, 바이든 행정부 들어서는 대통령과 의회의 법안에 의해서 강력히 추진되고 있다. 특히 반도체 산업 육성을 위한 지원 내용에 있어서도 펀드를 비롯해 세액공제, R&D 지원, 각 부처 예산 등을 통해 보조금이 지원되고 있다. 미 상무부는 미국 내 반도체 생산기반을 조성하기 위해서 「반도체 제도 인센티브 법안(CHIPS for America Act)」을 통해서 대규모의 신규 투자 및 증설을 지원하고 반도체 산업 생태계 조성을 위한 기본 인프라를 확충하고 있다. 그러나 이러한 조치에도 불구하고 단기적 성과를 거두기는 앞

서 언급한 이유로 인해 어렵다. 미국의 반도체 산업 육성정책과 전략은 대부분 장기적인 목표를 두고 미국 내 생산기반을 확충하는 것이다.

미 행정부는 단기적으로 자국의 반도체 공급망 안정과 생산 클러스터 조성을 위해 동맹국의 기업들을 활용하고 있다. 앞서 언급했듯이 반도체 제조 및 생산에 있어서도 기술 및 자본으로 인한 진입장벽이 높아 미국기업들로만 해결할 수 있는 사안이 아니다. 이러한 이유에서 미 행정부는 삼성전자뿐만 아니라 TSMC 등 글로벌 반도체 기업들을 자국에 유치하기 위한 노력을 적극적으로 하고 있다. 동맹국의 제조업 경쟁력을 활용하여 반도체 연관 기업들을 함께 미국으로 투자유치하고 있고 공급망 안정을 위한 노력을 동맹국과의 연계 강화를 통해 하고 있다. 반도체 관련 전문인력도 턱없이 부족한 상황이라 외국 전문가 유치 및 육성에 적극 나서고 있고, 특히 외국인 전문인력 유치를 위한 비자 지원 등 정책도 적극 시행할 예정이다. 아울러 미국이 보유하고 있는 반도체 핵심 기술 보호 등을 위해 기술에 대한 수출통제를 강화하고 있고 관련 기술의 대중 수출 또는 유입을 강력히 통제하고 있다.

향후 오미크론 등 코로나19 변종의 확산 여부, 미국을 위시한 선진국의 정책 등의 요인이 글로벌 공급망에 크게 영향을 줄 것으로 예측되고 있다. 앞서 언급했듯이 바이든 행정부는 해외 투자유치와 국내산업 육성 등의 방법을 이용하여 자국 중심의 공급망을 구축하고자 한다. 미국은 이미 중국, 독일과 함께 세계 3대 공급망 허브이고, 대부분의 산업에 있어서 기술 선도국가다. 다만, 반도체 산업을 비롯해 배터리 등 일부 산업의 생산공정에 있어서 동아시아 의존도가 높은 것이 문제이나 중장기적으로는 이들 산업 역시 미국이 보유하고 있는 기술 기득권으로 글로벌 공급망의 중심이 될 것이다.⁷⁵⁾

첨단산업에 대한 글로벌 공급망이 변화하는 데는 상당한 시간이 필요하다. 왜냐하면 글로벌 공급망은 특정 기술이나 생산비용에 특화된 다양한 국가의 기업들이 매우 높은 수준의 분업을 통해 구축되어 왔기 때문이다. 반도체 산업을

75) 정형곤(2021a), p. 16.

비롯한 대부분의 산업들은 공급망에 있어서 상호 의존도가 매우 높고 경제적 효율성과 혁신을 추구하기 위해서 특정기술에 특화된 다양한 국가의 기업들과 매우 높은 수준의 분업체제를 구축해왔다. 일부 산업의 경우 첨단기술에 특화된 소수의 공급자에게 의존하고 있고, 또한 글로벌 공급망 변화는 기업들의 대규모 해외투자를 동반하는바, 이 역시 단기간에 변화시키기 어렵다.⁷⁶⁾

글로벌 공급망의 급격한 변화가 어려운 또 다른 이유는 미국을 비롯한 글로벌 기업들의 이해관계 때문이다. 바이든 정부에 접어들면서 미국은 중국의 첨단기술 접근 차단을 위한 다양한 법안을 제정하고 있고, 동맹국과 협력을 통해 첨단산업의 글로벌 공급망에서 중국을 배제하고자 한다. 그러나 실상 미국 기업들이 원하는 것은 자유무역이다. 실례로, 미국 반도체 산업의 경우 매출의 80% 이상이 해외에서 발생하고 있고, 지금까지는 각종 무역협정을 통해 글로벌 반도체 시장점유율이 47%를 넘어서고 있다. 또한 미국기업들은 미중 분쟁이 미국의 반도체 산업 경쟁력을 강화할 수 있는 가능성을 제한한다고 보고 있다. 미국기업들은 중국기업에 대한 수출을 통해 매출증대와 수익을 창출했고 이를 통해 주정부의 R&D 보조금 지원 없이도 자체적으로 R&D 비용을 조달할 수 있었다는 점을 강조하며 제재보다는 교역을 강조하고 있다.⁷⁷⁾

결론적으로 분명한 사실은 미국을 포함한 그 어떤 국가도 공급망에 있어서 자립을 할 수 없다는 것이다. 미국이 현재 추구하고 있는 4대 품목의 공급망 안정화는 특정기술과 생산 과정에 특화된 다양한 국가의 기업들과 매우 높은 수준의 분업체제를 구축해 상호 의존도가 매우 높다. 특화된 분업은 기술개발과 혁신을 가능하게 했고 이를 통해 생산비용을 낮추어 상호 호혜적 관계가 형성되어 왔다. 따라서 미 행정부는 리스크가 큰 분야에 대해서는 공급망을 더 안정적으로 유지하기 위해 동맹국들과 안정적 공급망 구축에 힘쓰고 있다. 이런 관점에서 본다면 미국 중심의 공급망은 동맹 vs. 비동맹 구도로 양분될 것이다.⁷⁸⁾

76) 위의 책, p. 16.

77) 위의 책, p. 16.

78) 위의 책, pp. 16~17.

이러한 글로벌 공급망 변화에 직면한 우리는 단기적으로는 미국의 공급망 재편 전략에 부응하여 적극적으로 미국시장 진출을 도모할 필요가 있고 아울러 우리의 자체 공급망 안정화에도 힘을 기울여야 한다. 세계무역기구(WTO: World Trade Organization) 개혁을 비롯해 지적재산권 보호와 같은 국제적 흐름에 우리 정부도 보다 더 적극적으로 대응할 필요가 있다. 향후 글로벌 공급망 이슈는 지적재산권 보호와 공정한 경쟁이 가능하도록 규칙들을 더욱 더 강화할 것으로 보인다. 무역협정들이 현대화되어야 하고, WTO의 무역원칙도 강화해야 한다.⁷⁹⁾

중장기적으로 특정 국가에 편중되어 있는 공급망을 분산시키기 위해서 현재의 공급망 재편을 기획할 필요가 있다. 특히 반도체 산업과 같이 특정산업은 중국과의 연계성이 매우 높아 중장기적으로 반도체 후공정에 대한 중국 의존도를 낮출 필요가 있다. 뿐만 아니라 수입금액 자체는 높지 않으나 특정 국가나 기업에 대한 의존도가 높은 경우 공급망 안정화에 각별한 주의를 가져야 한다. 아울러 이 분야에 대해 중장기적으로 자립화할 수 있는 R&D에 대한 투자와 인력 확보에 힘써야 한다. 산업 분야별 공급망에 대한 리스크 관리와 함께 공급망 다변화와 지리적 리밸런싱(rebalancing)을 도모해야 한다. 특별히 첨단산업의 기술유출에 대한 경각심과 함께 핵심기술의 보안 및 보호 조치를 강화할 필요가 있다. 공급망에 있어서 우리의 취약 분야는 미국, 일본, 유럽 등 원천기술을 가지고 있는 국가들과 연대를 강화하여 공급망 안정화를 도모해야 한다.⁸⁰⁾

나. 한국 반도체 산업의 SWOT 분석

한국의 메모리 분야는 세계 최고의 공정기술 및 생산능력 확보 등의 강점이 있다. 하지만 반도체 선발국에 비해 시스템 반도체(비메모리) 분야는 설계기술

79) 위의 책, p. 17.

80) 위의 책, p. 17.

및 설계 전문인력이 절대적으로 부족하며, 반도체 설계를 위한 IP(Intellectual Property, 반도체 설계자산) 개발도 매우 취약하다. 즉 핵심설계 인력의 양적·질적 부족으로 설계업체의 전문화 및 시장 대응능력이 미흡한 편이다.⁸¹⁾ 또한 시스템 기술과 반도체 설계기술을 모두 갖추고 있는 전문인력 양성 시스템이 제대로 구축되어 있지 않으며, SoC 연구개발에 필요한 IP의 표준화 및 공동 활용 미흡, 파운드리 이용 제약 등으로 적시에 시장에 진입할 수 있는 기반이 부족하다.

하지만 최근 4차 산업혁명(4IR), 또는 디지털 전환(DX) 등으로 새로운 반도체 수요가 급증하여 시스템 반도체 관련 기업에 새로운 기회 요인이 되고 있다.⁸²⁾ 우리나라는 세계 최고 수준의 5G 통신 인프라와 스마트폰, 자동차 등 시스템 산업이 발달되어 있으므로, 그와 연계한 반도체 기술개발 및 수요기반 확보에 강점이 있다. 또한 5G 통신 인프라를 바탕으로 메타버스, 자율주행차, 원격의료, 지능로봇 등과 같은 선도적인 서비스가 계획되고 있어, 향후 시장을 주도할 수 있는 지능형 반도체, AI 반도체 등의 개발 기회가 확대되고 있다.

기업의 지나친 규제로는 화학물질 분야의 신소재 개발을 위한 R&D나 시험 생산에도 「화학물질관리법(화관법)」, 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률(화평법)」, 「산업안전보건법(산안법)」에서 요구하는 모든 서류 제출기준 때문에 연구개발 속도가 늦어지고, 양산 제품화 속도가 늦어지고 있다.⁸³⁾ 특히 수도권에 있는 기업연구소는 연구실험을 충청권으로 내려가서 하고 다시 수도권으로 와서 연구하는 과정을 반복하는 비효율적 연구를 하고 있다.

또한 반도체 공장 부지를 수도권에서는 조성할 수가 없어 국내 투자 확대의 애로사항으로 지적되고 있다. 특히 소부장 업체들이 입주할 공간이 너무 부족하다. 반도체 소자 제조공장 인근에 소부장 업체가 입지해야 하는데, 소자 업체 제조공장은 수도권에 입지하고 있어 새로운 부지 확보에 심각한 애로가 있다.

81) 정형곤(2021b), p. 22.

82) 위의 자료, p. 22.

83) 위의 자료, p. 23.

대부분 반도체 공장은 고급인력을 확보하기 위해 수도권에 입지해 있으며 높은 지가, 수도권 규제, 환경규제 등으로 추가부지 확보에 어려움을 겪고 있다. 그러나 이를 이유로 기업을 해외로 내몰지는 말아야 할 것이다. 현재 삼성전자는 기흥·화성·평택, SK하이닉스는 이천, 용인 등에 대규모 공장을 운영하고 있다. 반도체 기술의 특성상 많은 고급인력이 필요하나, 이들은 대부분 수도권에 거주하기를 고집하고 있다.

표 5-21. 한국 반도체 산업의 SWOT 현황

강점 (S)	<ul style="list-style-type: none"> • 메모리 분야 세계 최고의 경쟁력 • 우수한 제조 프로세스 기술력 • 팹 투자 효율성 및 가격 경쟁력 우위 • K-반도체 전략산업으로서 정부의 확고한 지원 의지 • 세계적 수준의 스마트폰, 디스플레이, 자동차 등 반도체 수요 보유 • 우수한 인적 기반 보유
약점 (W)	<ul style="list-style-type: none"> • 세계 2위 반도체 강국이나, 국책반도체 전문연구소 부재 • 반도체 전공정 및 후공정 R&D 인프라 취약 • 반도체 원천기술 및 기초기반 기술 절대적 취약 • 반도체 설계기술 및 설계 전문인력 절대 부족 • 반도체 설계 IP 및 유통체계 미흡 • 팹리스 업계 규모의 영세성에 따른 자본력, 마케팅력 취약 • 파운드리 산업경쟁력 미약 • 핵심기술의 높은 해외의존율 • 핵심 소재·부품·장비의 높은 해외의존율 • 수도권 기업연구소 설립 난망 • 화관법, 화평법, 산안법 등에 대한 규제 강화 • 엠베디드 SW 기술 및 인력 절대 부족 • 고급인력을 선호하는 수도권에 대규모 공장부지 확보 거의 불가능
기회 (O)	<ul style="list-style-type: none"> • 미중 패권 분쟁으로 반도체의 국가안보 및 경제안보적 가치 부각 • 반도체 나노공정 기술의 초미세화로 경험 축적한 한국에 기회 • 반도체 가치사슬의 업종 전문화 심화(설계, 메모리, 파운드리, 패키징) • 4IR, DX 등으로 반도체 신시장 창출 및 확대 • 미국의 반도체 지원정책 강화로 반도체 저변 확대 기대 • 세계적 탄소중립 정책으로 전기차, 재생에너지 등 반도체 신시장 급성장

표 5-21. 계속

위험 (T)	<ul style="list-style-type: none"> • 미중 반도체 디커플링으로 주요국 반도체 보호 장벽 강화 및 역내투자 확대 • EUV 공정투입으로 거대규모 설비투자 및 공정기술의 난이도 증가 • 초미세 공정기술 R&D 비용 증가 • 7nm 이하 생산 독과점화 진행 • 메모리의 초고집적화 및 초미세 기술 난이도 증가로 제조 리드타임 증가 • 중국정부의 집중 지원으로 성장기반 확충 및 수입대체 확산 • 대만기업의 대약진 • 한국으로 일본의 반도체 소재 수출규제 리스크 존재 • 우수인력 해외 유출 증가 • IDM 중심의 산업구조로 거대기업이 인력, 자본, 제품 등 제반 인프라를 흡수
-----------	---

자료: 저자 작성.

다. 반도체 공급망 리스크에 대한 대응방향

반도체 산업 공급망 안정화에 대한 관심이 전 세계적으로 높아지고 있다. 현재 반도체 산업에서 가장 큰 영향력을 가지고 있는 미국도 일부 생산에 있어서 한국을 비롯한 대만 그리고 중국 등 동아시아 지역에 의존하면서 미중 분쟁 등 지정학적 리스크로 인한 공급망 리스크에 대해 우려하고 있다. 특히 코로나19 확산 과정에서 일부 국가들의 산업에 대한 통제가 강화되고 미중 분쟁에 있어서 반도체를 비롯한 핵심 산업의 공급망에 대한 통제 가능성이 높아지면서 이러한 우려가 더욱 더 커지고 있다. 미중 반도체 패권 경쟁에 있어서도 미국이 중국보다는 기술 측면에서 훨씬 우월한 입장에 있으나 반도체 생산 역량의 75%⁸⁴⁾가 동아시아 지역에 위치하는 현 상황에서 반도체 생산 관련 시설 확충에 매우 적극적으로 나서고 있다. 당연히 공급망 리스크에 대한 대처는 반도체 산업의 자급자족을 목표로 하는 것이 아니다. 반도체 공급망이 원활하게 작동하는 것이 근본적인 목표이고 공급망에 있어서 문제 발생 시 빠르게 회복될 수

84) Semiconductor Industry Association(2021. 4), "Strengthening the Global Semiconductor Supply Chain in an Uncertain Era," p. 5.

있도록 하는 것이다. 따라서 미 정부뿐만 아니라 주요 국가들이 추가적인 반도체 생산 관련 설비나 공장을 자국 내에 신설하거나 확장할 수 있도록 시장에서의 인센티브 부여에 정책을 집중하고 있다.

우리의 반도체 정책 역시 글로벌 경쟁에서 뒤처지지 않도록 다양한 육성 정책을 강구할 필요가 있다. 우선적으로 우리가 가지고 있는 장점을 최대한 살리고 기술을 더욱 더 최첨단화할 수 있는 여건을 만들어야 한다. 특히 중국을 비롯해 개도국들이 반도체 및 최첨단 기술에 대한 습득 또는 불법적 도용을 시도하고 있는바 지적재산권(IPR) 보호에 선진국과 적극적 협력을 도모할 필요가 있다.

뿐만 아니라 반도체 원천기술과 응용기술에 대한 R&D를 적극적으로 지원하고 관련 인력 육성에 적극적으로 나서야 한다. 최첨단 반도체 인력을 단기간에 육성하기란 쉽지 않고 미국과 중국 역시 한국의 반도체 전문인력을 비롯해 외국 전문가를 유치하기 위한 적극적 노력을 하고 있기 때문에 우리 역시 이에 대한 대응을 할 필요가 있다.

아울러 반도체 무역에 있어서도 일방적인 제재가 가해지지 않도록 하는 무역규범을 추진할 필요가 있다. 이는 미국과 선진국을 포함한 범세계적 노력이 동반되어야 할 것이다. 이렇게 할 때 비로소 현재와 같이 비용 절감과 기술적 특화 등 비교우위에 의한 무역이 가능해지고 현재와 같은 합리적인 공급망 체제가 유지될 수 있을 것이다. 이제는 분쟁이 아니고 국가의 일방적 제재를 규제하는 국제 무역규범을 모색할 시점이다. 비로소 이것이 가능할 때 우리가 목표로 하는 AI 시대, 디지털 시대를 구현할 수 있을 것이다.

반도체 산업의 혁신과 발전은 대규모 투자와 전 세계에 특화된 반도체 기업과 연구기관들로 잘 구성된 글로벌 가치사슬 그리고 연구 인프라가 복합적으로 집약되어 있을 때 가능하다. 각 분야별로 특화되어 있는 현재의 반도체 글로벌 공급망은 각 분야에 최첨단 기술로 특화가 가능한 구조다. 전 세계적으로 30개가 넘는 반도체 생산 유형이 있고 각 유형별로도 하부 공급망이 각각의 기능에 특화되어 있다. 반도체 생산만 하더라도 웨이퍼를 비롯해서 300여 개가 넘는

소부장 제품의 투입이 필요하다. 이처럼 분야별로 특화된 공급망이 우리 기업들과 상호 연계성이 높아지고 연구 개발과 혁신 네트워크를 유지할 수 있도록 연구 인프라 구축과 연구협력을 보다 적극적으로 지원할 필요가 있다.

반도체 공급망의 안정성을 강화하기 위한 조치 중 앞서 살펴본 미국과 중국의 반도체 산업에 대한 정책 변화에 따른 우리의 대응이 무엇보다도 중요한 시점이다. 앞서 제3장에서도 자세히 분석한 바와 같이 중국은 자체적인 원천기술 개발 노력과 함께 미국의 제재를 우회하여 우리나라, 일본, EU 등 기술 선진국과 협력을 시도할 가능성이 클 것으로 전망된다. 현재 중국은 반도체 공급망상 핵심 역할을 수행하기보다는 제조 공정에서 일부와 수요 측면에서 세계 최대시장으로서 기능을 하고 있다. 중국기업들의 수요뿐만 아니라 애플이나 기타 다국적 기업들이 중국에서 조립, 생산을 하고 있기 때문에 중국 내 반도체 수요에 대한 안정적 공급 역시 중요한 과제다. 중국은 이런 자국 내 수요 충족을 위해서라도 자국의 안정적인 반도체 공급망 구축을 위해 자체 기술개발과 함께 국제협력을 강화할 가능성이 크다. 단기간에 자체 기술개발을 통한 반도체 역량 강화는 쉽지 않을 것으로 전망되며, 현실적으로 가장 효율적인 대응은 외국과의 협력 또는 외국 기술기업 유치 및 인수를 통해 기술을 확보하는 것이다. 중국은 기술협력을 위해 RISC-V, OCP(Open Compute Project) 및 ORAN Alliance와 같은 미국 주도의 오픈소스 기술 플랫폼을 활용하려는 전략도 동시에 구사할 것으로 보인다. 중국은 중고장비 구매에도 적극적으로 나설 것으로 전망되는 가운데, 일본에서는 2021년 초 중국업체들의 중고 반도체 제조장비 대량 구입으로 인해 중고 반도체 장비 가격이 전년 대비 20% 상승하였으며, 중고 노광장치 등 핵심장비는 3배 이상 가격이 급증했다.⁸⁵⁾

따라서 먼저 한국으로서는 중국과의 협력기회 활용과 동시에 국가 핵심기술의 유출을 막기 위한 수출통제 및 외국인투자심사제도 강화가 시급하다. 최근 중국계 사모펀드의 매그나칩 인수 시도에서 볼 수 있듯이, 외국인투자심사제도

85) 日本經濟新聞(2021. 2. 28), 「中古半導体装置、中国が大量購入・米制裁で国産化急ぐ」.

를 이미 강화한 일본 및 유럽 기업보다는 상대적으로 외국인투자심사제도가 느슨한 우리 반도체 기업, 특히 기술력을 보유한 신생기업에 대한 M&A 시도가 증가할 것으로 전망되기 때문이다.

미국의 제재를 우회하면서 한·중 간 협력 가능한 분야의 발굴에도 적극 나설 필요가 있다. 거대한 반도체 수요 시장을 보유한 중국은 규모의 경제를 활용한 게임체인저가 될 잠재력이 있다. 내수시장에서 중국산 반도체 소비가 안정적으로 증가될 것으로 보이는 가운데, 중국정부는 내수를 통해 수익성을 확보하고 반도체 품질 개선을 꾀하는 전략을 갖고 있다. 2020년 TSMC의 중국 내 매출은 83억 달러로, 만약 TSMC의 16/22/28nm 성숙노드 매출을 SMIC가 상당 부분 잠식할 경우 중국 내 반도체 자급률은 크게 올라갈 것으로 보인다. 중국은 「14차 5개년 계획 및 2035 중장기 목표」에서 언급한 바와 같이 향후 중국의 반도체 생태계에서 취약한 분야를 보완하는 데 집중 투자할 것으로 전망된다. 노광장비를 제외한 식각장비, 증착장비, 세정장비 분야에서 먼저 국산화를 시도할 가능성이 커 보이는 가운데, 관련 분야에서 활동하는 우리 기업에도 시장 진출의 기회가 될 수 있다. 기본적으로 향후 한중 간 협력은 미국이 현재 제재를 하고 있지 않은 새로운 반도체 분야(3세대 반도체) 또는 미국의 관심이 적은 범용 반도체 분야를 염두에 두고 진행해볼 필요가 있다.

그러나 반도체 기업의 중국시장 진출 시 기술 이전에 관한 부분에는 유의해야 할 것이다. 중국은 2020년 12월 「수출통제법(中华人民共和国出口管制法)」, 2021년 1월 「외국인투자안전심사법(外商投资安全审查办法)」, 2021년 6월 「반 외국제재법(反外国制裁法)」을 발효시켰는데, 이러한 법·제도를 통해 특정 기술에 대한 통제권을 행사할 가능성이 열렸다. 중국정부가 향후 10년 동안 세금, 관세, 자금 조달을 포함한 다양한 우대조건을 제공한다는 점에서 해외기업 중 중국에 생산시설을 포함한 반도체 역량을 구축하려는 기업이 있을 수 있다. 다만 각종 혜택을 받기 위해서는 특정 IP(특정 개수의 발명 특허) 소유권을 모회사와 법적으로 분리된 중국 법인으로 이전해야 하므로 잠재적으로 중국정부

가 특정 기술에 대해 더 많은 통제권을 갖게 될 수 있다. 중국 밖에 존재하는 모 회사의 특허 수는 세계 우대 고려 시 해당사항이 없다는 점이 특징이다. 특히 중국에 진출한 기업이 중국에 등록된 기술을 활용한 제품에 대한 중국정부의 수출통제, 기업에 대한 투자제재가 발생할 수 있으며, 「반 외국제재법」을 활용하여 미국 제재를 따르는 현지 한국기업에 대한 손해배상 청구 등의 가능성도 열려 있음을 염두에 두어야 한다.

표 5-22. 미국의 대중 제재에 대응한 중국의 법·제도 정비동향

일시	법률규정	주요 내용
2020. 8. 28	「수출 금지·제한 기술목록(中国禁止出口限制出口技术目录)」 조정	23개 첨단기술 분야를 추가하여 수출 제한·금지 항목이 164개로 증가
2020. 9. 19	「신뢰할 수 없는 기업 리스트 규정(不可靠实体清单规定)」 발표	등재 기준 및 제재 수단을 명시: ① 중국의 국가 주권, 안보 및 개발 이익을 침해 ② 시장 거래의 원칙을 위반하거나 중국기업 또는 개인에 대한 차별적 조치를 취하여 합법적인 권익을 심각하게 훼손하는 행위
2020. 10. 17	「수출통제법(中华人民共和国出口管制法)」 채택	미국 ECRA와 유사, 12월 1일 발효
2021. 1. 9	「외국법의 부당한 역외 적용을 막기 위한 조치(阻断外国法律与措施不当域外适用办法)」 공표 및 발효	부당한 외국법을 따르는 제3국 기업들에 손해배상 청구 가능(인민법원) 피해를 본 중국기업들에 정부의 지원도 가능해짐
2021. 1. 18	「외국인투자안전심사법(外商投资安全审查办法)」 발효	중국 전역에 적용 가능한 신형외자관리 시스템 도입 중국 국가안보에 영향을 주는 투자에 대한 사전심사
2021. 6. 10	「반 외국제재법(反外国制裁法)」 발표	외국이 자국법률에 근거해 국제법과 국제관계 준칙을 위반하여 중국의 국민이나 기업에 차별적인 조치를 취할 경우, 중국은 직간접적으로 해당 조치의 결정이나 이행에 참여한 외국의 개인조직을 블랙리스트(보복행위 명단)에 추가

자료: 「수출 금지·제한 기술목록(中国禁止出口限制出口技术目录)」, http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-08/29/content_5538299.htm; 「신뢰할 수 없는 기업 리스트 규정(不可靠实体清单规定)」, <http://www.mofcom.gov.cn/article/b/fwzl/202009/20200903002593.shtml>; 「수출통제법(中华人民共和国出口管制法)」, <http://www.npc.gov.cn/npc/c30834/202010/cf4e0455f6424a38b5aef8001712c43.shtml>; 「외국법의 부당한 역외 적용을 막기 위한 조치(阻断外国法律与措施不当域外适用办法)」, <http://www.mofcom.gov.cn/article/b/c/202101/20210103029710.shtml>; 「외국인투자안전심사법(外商投资安全审查办法)」, http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-12/19/content_5571291.htm; 「반 외국제재법(反外国制裁法)」, <http://www.npc.gov.cn/npc/c30834/202106/d4a714d5813c4ad2ac54a5f0f78a5270.shtml>(모든 자료의 검색일: 2021. 10. 26), 재인용: 연원호(2021a), p. 19.

우리는 기존의 경쟁력 유지와 함께 반도체 공급망상 필수불가결한 새로운 핵심기술(choke-point)을 확보하기 위한 R&D를 강화해야 한다. 최근 미국, EU, 일본, 중국 등이 모두 국가 차원에서 반도체 역량 강화에 나선 가운데 증장 기적으로 반도체 산업은 무한경쟁에 돌입할 가능성이 크다. 미국은 「CHIPS for America」 법안을 통해⁸⁶⁾ 반도체 산업에 2022년부터 5년간 520억 달러를 투자할 계획이며, EU는 「2030 Digital Compass」 차원에서 2030년까지 글로벌 반도체 생산량 점유율 20%를 목표로 하고, 반도체를 포함한 디지털 기술 관련 프로젝트에 1,500억 달러 투자를 계획하고 있다. 일본도 경제산업성 주도로 ① 파운드리 유치 ② 로직 반도체 설계 개발 강화 ③ 그린이노베이션과 3세대 반도체 ④ 반도체 산업 체질강화 작업에 나섰다. 최근 10조 원 규모의 공장 설립비용 중 5조 원을 일본정부가 지원하며 대만 TSMC의 일본 쿠마모토 유치에 성공한 사례도 눈에 띈다. 장기적으로는 각국이 반도체 경쟁력을 강화할 것으로 보이는 가운데 △ 우리 반도체 공급망 리스크에 대한 분석 △ 인재유출 방지 및 적극적인 인재 확보 △ 전략적인 R&D 투자로 비교우위 분야의 초격차 유지와 새로운 선도적 핵심 기술·공정(choke-point) 개발을 통한 경쟁력 유지가 중요한 시점이다.

앞으로 미국과 EU 등이 탈중국을 향한 움직임을 가속할 것으로 보이는 가운데, 당분간 반도체 조달 경쟁은 치열할 것으로 전망된다. 이에 따라 세계적인 경쟁력을 갖춘 우리 반도체 기업들의 인기와 함께 반도체 가격도 올라갈 것이다. 그러나 우리가 단기적 시각에서 현재에 만족하고 전진하지 않는다면, 미국, 중국, 유럽 모두가 반도체 산업에 집중 투자를 하고 있는 현 상황을 고려할 때 10년 후 또는 20년 후 우리의 반도체 업계가 현재의 위상을 지킬 수 있을지 장담할 수 없다. 원론적이지만 불확실성이 높은 시기일수록 묵묵히 우리의 역량을 키우는 것이 최선의 대응이 될 것이다. 반도체 기술에 있어서 초격차 유지와 새로운 핵심기술 역량 발굴이 우리 산업 경쟁력뿐만 아니라 국가의 지정학적 지위를 높여줄 것이라는 점을 잊지 말아야 한다.

86) 2021년 6월 9일 상원에서 「U.S. Innovation and Competition Act」 통과.

라. 국내 반도체 산업의 발전방안

우리 정부는 2021년 5월에 국내 반도체 산업 육성을 위한 지원방안을 발표한 바 있다. 이른바 ‘종합 반도체 강국 실현을 위한 K-반도체 전략’으로 관계부처 합동으로 발표된 반도체 육성 전략은 글로벌 반도체 산업 동향뿐만 아니라 우리 반도체 산업의 현황과 진단을 통해 산업 육성을 위한 다양한 지원 내용을 담고 있다. [표 5-23]은 우리 정부가 발표한 K-반도체 전략을 5대 전략 17개 과제로 분류해서 정리한 것이다. 정부의 5대 전략은 ① 반도체 공급망 안정화를 위한 K-반도체 벨트 조성 ② 반도체 제조 중심지 도약을 위한 인프라 투자 확대 ③ 인력·시장·기술 등 반도체 성장기반 확보 ④ 국내 생태계 활성화를 위한 반도체 위기대응 강화 ⑤ 고순도 공업용수 설계·시공·운영 통합 국산화 기술개발이며, 이 분류에 따라 17개 과제를 표에서 서술하고 있다.

표 5-23. 한국의 반도체 산업 육성전략

전략	과제
1) 반도체 공급망 안정화를 위한 ‘K-반도체 벨트’ 조성 (2023~32)	① 제조 기반 첨단 메모리 생산시설 증설·고도화를 통한 생산능력 확대 ⇒ 초격차 유지 파운드리 증설을 통한 반도체 공급망 안정화 기여
	② 소부장 용인의 대규모 반도체 Fab과 소부장 기업을 연계·집적화(50여 개 협력사) ⇒ 소부장 특화단지 조성, 양산형 테스트베드 구축
	③ 첨단장비 글로벌 장비기업과 전략적 협업을 통해 첨단장비 연합기지 구축 EUV 노광, 첨단 식각 및 소재는 글로벌 기업 유치를 통해 국내 공급망 보완
	④ 패키징 제품 소형화·고성능화 등 패키징 핵심 역량 강화를 위해 실증·분석 측정장비가 구축된 첨단 패키징 플랫폼 조성(2023~29) 5대 첨단 패키징 기술 집중 투자, 첨단 패키징 특화 혁신기지 조성 ⇒ 핵심 패키징 기술 선점
	⑤ 팹리스 시스템 반도체 설계지원센터 기능강화, 지원 확대로 팹리스 창업 성장 핵심기지 마련 SI 반도체 혁신설계센터, 차세대 반도체 복합단지 조성을 통해 판교를 한국형 팹리스 밸리로 조성

표 5-23. 계속

전략	과제
2) 반도체 제조 중심지 도약을 위한 인프라 투자 확대	⑥ 세제지원 반도체 분야 국가전략기술을 선정하여 R&D 최대 40~50%, 시설투자 최대 10~20% 세액공제 추진
	⑦ 금융 지원 '1조 원+α' 규모의 반도체 등 설비투자 특별자금 신설 SiC 기반 반도체 생산을 위해 대기업-중소 제조기업 수요 연계투자 지원 중소 파운드리 투자를 추진하도록 사업재편 정책금융 특례 제공
	⑧ 규제개선 반도체 적기 공급이 가능하도록 고압가스, 온실가스, 화학물질 등 주요 규제 합리화
	⑨ 기반구축 설비투자 특별자금 신설, 10년치 반도체 용수물량 선제 반영, 전력 인프라 구축 시 최대 50%(국비 25%, 한전 25%) 지원
	⑩ 인력양성 민관이 공동 투자하여 반도체 산업인력 3.6만 명 육성 핵심인력 유출 방지를 위해 장기재직, 퇴직인력 관리 강화
3) 인력·시장·기술 등 반도체 성장기반 확보 (2023~32)	⑪ 연대·협력 전방산업 협력: 시스템 반도체 수요-공급기업 연대·협력 강화 후방산업 협력: 소·부·장 중소기업-소자 대기업 간 협력 강화
	⑫ 기술개발 차세대 전력 반도체, 인공지능 반도체, 첨단 센서, 소·부·장 등 반도체 산업 전반의 핵심기술 확보를 위한 R&D 지원 강화 시장선도형 k-sensor, PIM 인공지능 반도체 기술개발(2022~28)
	⑬ 반도체 특별법 제정 규제 특례, 인력양성, 용수·전력 등 기반시설 지원, 신속투자 지원, R&D 가속화 방안 등을 고려하여 반도체 특별법 제정 검토
4) 국내 생태계 활성화를 위한 반도체 위기대응 강화	⑭ 차량용 반도체 단기 계획으로 차량용 반도체 신속통관 지원, 기업인 자가 격리 면제 신속심사, 민·관 협력체널 활용 등 수급 안정화 지원 중·장기 계획으로 자동차 분야의 미래 핵심 반도체 공급망 내재화를 위해 국내 주요 기업간 차량용 반도체 협력모델 발굴·지원
	⑮ 기술보호 M&A 심사제도 개선 등 국내기업의 기술·인력 해외유출 방지를 위한 제도적 장치 마련, 국가 핵심기술 및 핵심인력에 대한 보안관리 강화 산업·안보 전반에 영향을 미치는 반도체 기술 보호를 위해 산업부, 특허청, 정보기관 등 관계부처 협업
	⑯ 탄소중립 친환경 온실가스 감축설비 투자 확대 및 친환경 공정가스 및 고효율 온실가스 배출 제어장치 관련 R&D 지원 친환경 공정가스 신뢰성 검증, 양산공정 실증 인프라 지원

표 5-23. 계속

전략	과제
5) 고순도 공업용수 설계·시공· 운영 통합 국산화 기술개발	⑰ 고순도 공업용수 통합 국산화 기술개발 환경부-한국수자원공사-한국환경산업기술원이 2025년까지 초순수를 생산하는 실증 플랜트 구축 및 기술개발(R&D) 과제: ① 초 저농도 유기물 제거용 자외선 산화장치, ② 초 저농도 용존산소 제거용 탈기막, ③ 고순도 공업용수 설계-시공-운영 통합 ④ 고순도 공업용수 공정 및 수질 성능평가, ⑤ 반도체 폐수를 이용한 고순도 공업용 원수 확보

자료: 관계부처 합동(2021. 5. 13)을 토대로 저자 작성.

[표 5-24]는 한국 반도체 산업 지원을 위한 법안 입법과정에 있거나 개정을 앞두고 있는 내용을 정리한 것이다. 반도체 산업 육성을 위한 「국가핵심전략산업 경쟁력 강화 및 보호에 관한 특별법」 제정을 앞두고 있고 배터리 등을 포함한 반도체 기술 관련 R&D 및 시설 투자 시 세제 지원을 강화하는 등 「조세특례제한법」 개정을 계획하고 있다. 아울러 「전파법」, 「화학물질관리법」, 「전기용품 및 생활용품 안전 관리법」, 「고압가스 안전 관리법」 등 반도체 핵심소재의 안정적 공급을 위한 다양한 법안을 손질하는 과정에 있다.

표 5-24. 한국 반도체 지원법안

법안	주요 내용
국가핵심전략 산업 경쟁력 강화 및 보호에 관한 특별법」(가칭)	- 국무총리실 산하에 컨트롤타워를 구축하고 인프라 지원을 위해 국가 전략산업단지를 지정 • 국가가 산업단지를 지정하는 경우 용수나 전력 도로 등을 정부 차원에서 지원할 근거도 마련할 예정 • 산업통상자원부와 특위가 협의해가며 초안을 만들 계획이며 제정안은 국회에서 법안을 통과시킬 예정
조세특례제한법 (개정 예정)	- 국가전략기술은 ① 반도체, ② 배터리(이차전지), ③ 백신 3대 분야로 구성, R&D·시설투자 등 세제 지원 시 지원 강화 • 메모리·시스템·소부장 등 주요 부문 중심으로 국가 전략기술 선정 논의 • 반도체 핵심기술을 국가전략기술로 선정해 R&D·시설 투자 시 공제율을 대폭 확대할 계획 • 연구개발(R&D) 비용 최대 50% 공제, 시설투자 비용 최대 20% 공제

표 5-24. 계속

법안	주요 내용
전파법 (고시 개정, 2021. 6. 17 시행)	<ul style="list-style-type: none"> - 다중차폐시설을 갖춘 시설에서 이미 허가받은 사항과 동일 형식, 동일 성능의 전 파용용설비로 교체하는 경우에 변경허가를 면제 • 변경허가 및 준공검사 절차(최대 24일 소요)가 생략되어 중단 없는 설비 운용이 가능해짐 - 운용시점을 앞당길 수 있도록 규제를 완화하여 신속히 반도체 공장들이 가동되게 하는 개정 • 운용시점: 준공검사 완료 → 준공신고로 규제 완화됨 • 김영식 의원 발의(2021. 1. 28), 과방위 법안 소위 통과(2021. 4. 27)도 추진됨
화학물질관리법 (환경부 개정, 2021. 6. 29 입법 예고)	<ul style="list-style-type: none"> - 반도체 핵심소재인 포토레지스트 등의 공급망 안정화를 위해 화학물질관리법상 인 허가 패스트트랙 지원 • 유해화학물질 취급시설 인허가 심사기간 단축(75일 → 30일) • 장외/검사 동시 진행(20일) 허가(10일), 총 30일 - 반도체 생산을 늘리기 위해 동일한 생산시설에 대해 대표설비의 설치검사 결과로 인허가를 진행함 • 현행에서는 설치검사 이행기간 동안 공장 가동이 불가 • 대표설비 검사를 통해 유해화학물질 취급 인허가 소요기간을 합리화함
전기용품 및 생활용품 안전 관리법 (개정 예정)	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 반도체 산업을 지원하기 위해 반도체 장비 전용부품을 안전인증 대상에서 제외함 • 반도체 장비 전용 부품의 안전인증 면제확인(5일) 없이 제품출고와 수입통관이 바로 가능하도록 제도 정비
고압가스 안전 관리법 (개정, 2021. 5 입법 예고)	<ul style="list-style-type: none"> - 반도체 제조여건에 맞게 수입용기 관리, 방호벽 설치 규제 개선함 • 검사면제 기준을 6개월 내 반송되는 수입용기에서 2년 내 반송되는 수입용기로 확대 • 세 가지(철근콘크리트제/콘크리트블록제/강판제)로 제한된 방호벽 기준(KGS FU111)을 강도 및 설치 편의성이 제고된 신기술도 활용할 수 있도록 확대

자료: 저자 작성.

사실상 정부가 발표한 K-반도체 육성 전략과 반도체 산업 지원법안들이 제정 또는 개정된다고 하면 이전보다 더 나은 발전환경이 조성될 수 있을 것으로 기대된다. 그럼에도 불구하고 K-반도체 육성 전략에는 좀 더 보완되어야 할 내용이 있다. 본 연구에서는 반도체산업협회를 비롯해 경제단체, 반도체 산업 분야 전문가 등 다양한 현장의 애로사항을 듣고 앞서 분석했던 연구 소결에 근거해서 보완적으로 아래와 같은 정책을 제안하고자 한다.

1) 반도체 R&D 인력 확충을 위한 시급한 대책 마련

앞서 K-반도체 육성전략에서 언급했듯이 정부는 반도체 산업 육성 관련 R&D 분야에 대폭적인 지원을 밝혔다. 실상 산업 현장에서 중요한 것은 반도체 기술 개발을 위한 전문인력이다. 정부는 반도체 전문인력 양성 프로그램과 핵심인력 유출 방지를 위한 제도개선에 나서고 있다. 그럼에도 불구하고 당장 우리나라는 반도체 관련 정부 R&D 과제를 수행할 반도체 전문 연구기관도 없고, 유능한 반도체 전문교수도 제한되어 있으며, 대학원 학생 부족 및 교수 고령화 등으로 R&D 인력에 총체적 애로를 겪고 있다. 이를 해소하기 위해서는 반도체 관련 인력양성을 위한 대학·대학원을 확충하고, 관련 R&D 사업을 획기적으로 확대하여 우수인력의 유입·유인을 확대할 필요가 있다.

반도체 관련 고급인력(특히 R&D 인력) 양성은 R&D 프로젝트 참여를 통한 학습과 노하우 축적이 매우 중요하다. 따라서 R&D 과제를 대학 중심으로 제공하여 대기업과 중소기업이 함께 참여할 수 있는 프로그램을 확대 추진하는 것이 바람직하다. 특히 반도체 관련 R&D 과제를 확충하여 우수인력의 반도체 전공 수요를 확대하고, 반도체 관련 R&D 체계를 대학·연구소 중심으로 대폭 확충하고, 정부의 투자·R&D 사업에 필요한 소부장에 대해 구매조건부 R&D 과제를 확대할 필요가 있다.

2) 대학 반도체 학과 신증설 및 반도체전문대학원 설립 필요

정부가 발표한 K반도체 전략(2021. 5)⁸⁷⁾에 의하면, 향후 10년간 반도체 인력을 3만 6,300명 양성하겠다고 한다. 구체적으로 대학의 반도체 관련학과 증원 1,500명, 반도체 학사인력 1만 4,400명, 반도체 석·박사 인력 7,000명, 반도체 실무인력 1만 3,400명 배출을 목표로 하고 있다. 이는 대학 정원 확대, 실무교육 등 신규인력을 늘리겠다는 것이다.

87) 관계부처 합동(2021. 5. 13).

하지만 현실에는 고등학교 3학년 학생이 줄어들고 있으며, 유능한 교수 확보를 위해서는 수도권에 있는 대학이어야 하는데, 수도권 관련법과 「고등교육법」의 강력한 제한 규정으로 실행 가능성이 희박하다. 정부가 발표한 반도체 학사 인력 배출에는 수도권 대학의 반도체 학과 신설·증원이 승인되어야 한다.

「고등교육법 시행령」에는 정원 총량제이므로 타 학과의 정원을 줄이면 반도체 학과 정원을 그만큼 늘려주는 형태이고, 또한 학부 학생을 줄이면 대학원생을 늘려주는 경직된 제도를 운영하고 있어 특별한 조치가 필요하다. 즉 정부는 대학이 스스로 알아서 타 학과 정원 조정을 통해 반도체 학과를 신설 및 증원하라는 것이다. 타 학과 정원 축소에 따른 학내 분규 가능성과 반도체 신설학과 개설에 의한 추가 예산도 현실적으로 감당하기 어렵다. 이를 해결하기 위해서는 정부가 「수도권정비계획법」을 개정하고, 교육인력 총량 규제를 대폭 완화하여 수도권 대학의 반도체 학과 신설 및 증원을 과감하게 허용해야 할 것이다.

또 다른 반도체 인력양성 방안으로는 특별법 제정에 의한 반도체전문대학원을 신설하는 것이다. 우리나라는 반도체 산업 세계 2위의 강국이며, 메모리는 부동의 세계 1위 국가다. 더욱이 시스템 반도체, AI 반도체 등의 육성을 위한 정책이 강하게 추진되고 있는데, K-반도체 전략에 의한 인력양성만으로 충당하기 어려울 것이다. 특히 R&D 인력은 업계에 가장 많이 필요한 인재이나, 일반 교육만으로 고급인력을 양성하기 어렵다. 반도체전문대학원은 산업기술 융합화에 따라 다양한 학부전공 학생을 모집하여 반도체 인재를 양성하는 제도로 운영되는 것이 바람직하다.

중국은 최근 반도체 대학 설립을 유명대학들이 경쟁적으로 추진하고 있다. 중국 최초의 반도체 대학은 2020년 11월 개교한 난징반도체대학이며, 5개 단과대학(집적회로설계자동화대학, 마이크로전자대학, 집적회로 현대산업대학, 집적회로 국제대학, 집적회로 미래기술대학)을 갖추고 인력양성 및 프로젝트 운용을 하는 것이다. 또한 2021년 4월 중국 최고 명문 칭화대가 반도체 대학을 개설했으며, 이는 기존 마이크로전자·나노전자과와 전자공학과를 합쳐

출범했다. 2021년 6월 중국 선전시에 위치한 싹훙 명문대학인 선전기술대학(SZTU)도 반도체 단과대학을 신설했다. 2021년 7월에는 베이징(北京)대학도 반도체 인재양성을 위한 반도체대학원을 개원했고, 항저우과학기술대(HUST)가 반도체 단과대학을 설립했다.

중국은 최근 반도체 산업 인재백서에서 반도체 전문인력이 2022년 20만 명 부족하고, 2025년 30만 명이 부족하다고 했다. 중국은 2021년 3월 중국 국무원 학위위원회에서 반도체 전문인력 양성이 시급하다고 하며, 반도체(직접회로) 학과를 기존 전자과학기술학과에서 분리하여 별도의 학과로 신설하는 방안을 제시했다. 더욱이 반도체 학과를 기존의 2급 학과에서 1급 학과로 격상시켰다. 이런 정부의 지침이 명문대학의 반도체 대학 설립으로 이어진 것으로 판단된다.

이와 같이 중국은 단과대학 설립을 통해 반도체 인재를 양성하고 기술 자립을 실현하려는 의지가 보인다. 따라서 우리나라도 중국의 반도체 인력양성 제도를 벤치마킹할 필요가 있다.

3) 반도체종합연구원 설립을 통한 기술력 확보

바이든 미국 대통령은 2021년 4월 글로벌 기업들과 회의에서 웨이퍼를 흔들며 국가 안보유지를 위해 반도체 역할의 중요성을 강조했다. 반도체는 민군 겸용으로 활용되므로 반도체 위상이 국가경쟁력인 시대가 된 것이다. 앞서 2장에서도 자세히 서술했듯이, 미국은 반도체 관련법을 제정하여 R&D를 독려하기 위해 반도체연구센터를 설립하고 다양한 기업지원을 위한 예산을 책정했다.

반면에 한국은 반도체 매출 세계 2위, 메모리 1위 강국이라고 자부하고 있는데, 이를 뒷받침하는 R&D나 고급인력은 민간에 맡겨져 있어, 미래 지속 여부가 우려되지 않을 수 없다. 예를 들어 삼성전자의 경우 대부분의 유능한 R&D 인력을 해외에서 유치하여 국내 연구소나 실리콘밸리 R&D센터에서 연구하고 있다.

우리나라가 앞으로 현재 수준을 유지하거나 더욱 발전하기 위해서는 국가에서 반도체 관련 기초기반 연구에 대해 획기적인 지원체계를 갖춰야 할 것이다. 이를 위해 상시 R&D 체제를 유지할 수 있는 반도체종합연구원 설립이 반드시 필요하다. 더욱이 국내에서 반도체가 총수출의 20%를 차지하는 국가 핵심산업임에도 불구하고 국책 반도체 전문연구소가 하나도 없다는 것이 장래를 더욱 불안하게 하고 있다. 선박, 기계, 화학, 통신 등 다양한 업종의 출연연구원들이 국내 산업발전에 기여하고 있으나, 안타깝게도 반도체 분야는 민간이 스스로 생존전략을 수행하고 있는 것이다.

우리 기업을 반도체 패권 전쟁터에 내보내면서 상대국과 수준을 비슷하게 정부 지원을 맞춰줘야 나오되지 않을 것이다. 현재 미중 반도체 패권 경쟁이 치열하게 벌어지고 있는데, 우리나라도 피해를 입지 않으려면 강인한 기술 강국으로 무장해야 할 것이다. 이를 위해서는 반도체 경쟁국들과 동등한 수준이거나 더 높은 수준의 기술경쟁력을 확보해야 할 것이다.

4) 국제 공동 R&D 투자 촉진 및 외국 R&D센터 유치

미국, 일본, 유럽 등 반도체 특화 외국기업과 공동 R&D를 통해 세계시장에서 윈-윈 하는 전략이 필요하며, 이를 위해 해외협력 R&D 프로젝트 규모를 대폭 확대할 필요가 있다. 차세대 반도체뿐만 아니라 소부장 분야의 국제 공동 R&D를 촉진하기 위해 매칭 펀드를 구축하는 것이 바람직하다.

또한 이를 계기로 외국 반도체 관련기업 R&D센터를 국내에 유치하도록 노력해야 할 것이다. 특히 일본기업의 한국 반도체 소재 수출규제를 계기로 한국에서 소부장 산업 육성정책이 강하게 추진되고 있는데, 국내 개발과 함께 외국기업의 생산공장이나 R&D센터 유치도 획기적인 지원을 통해 이행되도록 노력해야 할 것이다.

그리고 반도체 분야에서 취약기술 및 소부장 분야를 중심으로 국책 R&D 과

제에 외국기업을 참여시켜 국내 업계와 공동개발을 유도하고, 이를 조건으로 국내에 외국 R&D센터 설립을 유도하는 방안도 필요할 것이다.

5) 수도권외의 반도체 공장 입지지원

최근 정부의 소득주도 성장정책으로 인해 국내기업들의 생산비용이 매우 높아졌기 때문에, 이를 경감할 수 있는 방법 중 하나로 저렴한 공장부지 제공을 제안한다. 소재·부품·장비 업계의 경우 수요 업체인 반도체 소자 공장 인근에 입지해야 하므로, 이들이 입지하고 있는 수도권에 대단위 산업 클러스터 부지를 제공하여 국내 투자를 유인할 필요가 있다. 반도체 산업은 제품 특성상 15nm → 10nm → 7nm → 5nm → 3nm 공정기술 노드로 고집적화 단계의 발전 속도에 따라 거대규모 설비투자를 순차적으로 진행해야 한다. 이를 위해서는 대규모 공장부지를 사전에 미리 확보해 놓아야 기술발전 속도에 맞출 수 있다.

하지만 현재 입지해 있는 반도체 공장 인근에는 추가 공장부지 확보가 어려운 실정이다. 대부분의 반도체 공장은 고급인력 확보를 위해 수도권에 입지해 있으나, 환경 및 수도권 규제, 높은 땅값 등으로 추가 부지 확보에 어려움을 호소하고 있다. 현재 삼성전자는 기흥·화성·평택, SK하이닉스는 이천, 용인, 청주, DB하이텍은 부천, 진천 등 대규모 투자 또는 투자 진행 중이다.

반도체 기술은 고급인력이 대량 필요하며, 이들은 대부분 수도권에 정주하고 있기 때문에 수도권 이외 지역 근무를 기피하고 있다. 따라서 국내에 신규 투자를 유도하기 위한 대규모 산업단지 조성을 적극적으로 검토하고 수도권·환경규제 등 개선이 필요하다.

6) 중소벤처기업의 고급인력 채용을 위한 제도개선 필요

반도체 소재·부품·장비 업계 및 팹리스 업계는 대부분 중소중견기업으로 구성되어 있다. 이들 기업은 대부분 우수한 기술인력을 채용하기가 매우 어

려운 실정이다. 근본적으로 반도체 관련 졸업생 배출이 제한되어 있고, 대기업들이 먼저 채용하게 되면 중소기업들은 특별한 유인대책이 없으면 채용하기 어렵다.

따라서 중소·중견 기업들의 우수한 반도체 기술인력 확보 및 유치를 위해서는 이들 전문인력에 대한 주식매수선택권(스톡옵션) 제도를 완화해 주고 일정 기간 소득세 특별세액 공제를 제공해주는 방안도 검토할 필요가 있다.

참고문헌

[국문자료]

- 관계부처 합동. 2021. 「종합 반도체 강국 실현을 위한 K-반도체 전략」. (5월 13일)
- 김계환 외. 2020. 「미중 통상산업 패권 경쟁 2라운드」. 『산업경제분석』. 산업연구원. (11월)
- 배영자. 2020. 「미중 경쟁 전망과 한국의 대응 전략: 반도체 부문」. EAI Special Report. (8월)
- 연원호, 이수엽, 박민숙, 김영선. 2020. 『미·중 간 기술패권 경쟁과 시사점』. 연구보고서 20-04. 대외경제정책연구원.
- 연원호. 2021a. 「미·중 갈등과 중국의 반도체 산업 육성전략 및 전망」, KIEP 세계경제 포커스 21-39. 대외경제정책연구원.
- _____. 2021b. 「반도체를 둘러싼 미·중 간 패권 경쟁」. 『과학기술』, 2021년 5월호, Vol. 624.
- 정형근, 이흥배, 이형근, 박민숙. 2021. 『한·중·일 소재·부품·장비 산업의 GVC 연계성 연구』. 연구보고서 20- 34. 대외경제정책연구원.
- 정형근. 2021a. 「글로벌 공급망의 위기? 전망과 대응방향」. 『경사연리포트』. (11월)
- _____. 2021b. 「한국 반도체 산업의 공급망 리스크와 대응방안」. 오늘의 세계경제21-19. 대외경제정책연구원.
- 조은교. 2020. 「미중 기술분쟁의 화두: 반도체 산업의 발전 현황과 시사점」. 산업연구원. (7월)
- 한국반도체산업협회 자료.

[일문자료]

- アジア経済研究所. 2021. 『日韓經濟關係の新たな展開』.
- 日本経済新聞. 2021. 「中古半導体装置 中国が大量購入・米制裁で国内化急ぐ」. (2月 28日)
- NEDO. 2021. 「グローバルな半導体競争」. (4月)

[영문자료]

- Bacchetta, Marc, Eddy Bekkers, Roberta Piermartini, Stela Rubinova,

- Victor Stolzenburg and Ankai Xu. 2021. "COVID-19 and global value chains: A discussion of arguments on value chain organization and the role of the WTO." WTO Staff Working Papers ERSD-2021-3, World Trade Organization(WTO). Economic Research and Statistics Division.
- Bauer, Harald, Ondrej Burkacky, Peter Kenevan, Stephanie Lingemann, Klaus Pototzky, and Bill Wiseman. 2020. "Semiconductor design and manufacturing: Achieving leading-edge capabilities." Mckinsey & Company. (August)
- BIS. 2021. "Notice of Request for Public Comments on Risks in the Semiconductor Supply Chain." (September 24)
- _____. 2021. "SIA Submission on Risks in the Semiconductor and Advanced Packaging Supply Chain." (April 5)
- Bloomberg. 2021. "South Korea and Taiwan's Chip Power Rattles the U.S. and China." (March 5)
- Bloomberg Law. 2020. "ANALYSIS: Semiconductors Made CFIUS." (June 12)
- Boston & SIA. 2021. (April)
- Brookings. 2021. "What's behind the semiconductor shortage and how long could it last?" (May 24)
- Congress. 2021. United States Innovation And Competition Act of 2021-Summary. (June 8)
- Credit Suisse. 2020. "Examining China's Semiconductor Self-Sufficiency." (November 17)
- CSET. 2021. "China's Progress in Semiconductor Manufacturing Equipment." (March)
- _____. 2021. "Semiconductor Manufacturing Supply Chain." (April)
- _____. 2021. "The Semiconductor Supply Chain: Assessing National Competitiveness." (January)
- EU. 2021. "Digital sovereignty: Commission kick-starts alliances for Semiconductors and industrial cloud technologies." (July 21)
- Grimes, Seamus and Debin Du. 2020. "China's emerging role in the global semiconductor value chain." Telecommunication Policy.
- IC Insights. 2021. "Robust Growth Rates Expected For Nearly All IC Products in 2021." (August 4)

- _____. 2021. “Samsung Passes Intel to Become World’s Largest Semi Supplier in 2Q21.” (August 19)
- Public Comment 94. 2021. “Intel Comments on President Biden Supply chain EO_Final Public Version.” (March 10)
- SEMI China. 2021.
- Semiconductor Industry Association. 2021. “Strengthening the Global Semiconductor Supply Chain in an Uncertain Era.” (April)
- SIA. 2020. “2020 State of the Industry report.”
- _____. 2020. “2020 State of the U.S. Semiconductor Industry.”
- SIA & BCG. 2020. “Government Incentives and US Competitiveness in Semiconductor Manufacturing.” (September)
- SIAC. 2021. “Semiconductor Industry and Downstream Sector Leaders Form Coalition to Secure Federal Investments in Domestic Chip Manufacturing and Research.” (May 11)
- The White House. 2021. “Building Resilient Supply Chains. Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-Based Growth.” (June 8)
- VLSI research. 2021. “2020 Top Semiconductor Equipment Suppliers.” (March)
- White House. 2021. “100-Day Supply Chain Report.”
- WSTS. 2021. Spring 2021 Q2 Update. (August 16)
- Wu, Jie, Jacob Wood, and Xianhai Huang. 2021. “How does GVC reconstruction affect economic growth and employment?” *Analysis of USA-China decoupling. Asian-Pacific Economic Literature*, Vol. 35, Issue 1.

[온라인/DB 자료]

- 관세청 무역 통계.
- 한국수출입은행(검색일: 2021. 7. 11).
- KITA. www.kita.net(검색일: 2021. 11. 24).
- 日本經濟新聞. 「半導体供給、根深い不安・アジア依存8割」. <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC141670U1A410C2000000/>(검색일: 2021. 6. 2).
- _____. 「ファーウェイへの輸出・米、7兆円分を許可」. <https://www.nikkei.com/>

- article/DGKKZO77011580W1A021C2FF8000/?type=group#AwAU
AgAANDYwMdc2OQ(검색일: 2021. 11. 7).
- 「国务院关于印发《中国制造2025》的通知国发[2015]28号」. http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm(검색일: 2021. 6. 1).
- 「国务院关于印发新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策的通知」. http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-08/04/content_5532370.htm(검색일: 2021. 5. 30).
- 「中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要」. http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm(검색일: 2021. 6. 1).
- 「中华人民共和国工业和信息化部 国家发展改革委 财政部 国家税务总局公告」. 2021年第9号. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-04/26/content_5602315.htm(검색일: 2021. 5. 31, 6. 1).
- 「关于促进集成电路产业和软件产业高质量发展企业所得税政策的公告」. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-12/17/content_5570401.htm(검색일: 2021. 5. 30, 5. 31).
- 「关于做好享受税收优惠政策的集成电路企业或项目、软件企业清单制定工作有关要求的通知」. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/30/content_5596739.htm(검색일: 2021. 5. 31, 6. 1).
- 「关于集成电路设计和软件产业企业所得税政策的公告」. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2019-10/15/content_5440223.htm(검색일: 2021. 5. 30).
- 「财政部 海关总署 税务总局关于支持集成电路产业和软件产业发展进口税收政策的通知」. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/29/content_5596564.htm(검색일: 2021. 5. 31).
- CCID. 2020. 「中国“新基建”发展研究报告」. (6月). <https://www.ccidgroup.com/info/1096/21459.htm>(검색일: 2021. 6. 7).
- 117th Congress. 2021. United States Innovation And Competition Act of 2021-Summary(USICA-Summary). (June 8). www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/1260(검색일: 2021. 10. 8).
- BIS. 2021. “Risks in the Semiconductor Manufacturing and Advanced Packaging Supply Chain.” (March 15). www.federalregister.gov/documents/2021/03/15/2021-05353/risks-in-the-semiconductor-manufacturing-and-advanced-packaging-supply-chain(검색일: 2021. 9. 2).

- Bloomberg. 2020. "China's Got a New Plan to Overtake the U.S. in Tech."
(May 20). <https://www.bloombergquint.com/business/china-has-a-new-1-4-trillion-plan-to-overtake-the-u-s-in-tech>(검색일: 2021. 6. 2).
- Bloomberg Terminal(검색일: 2021. 8. 20).
- DARPA. www.darpa.mil(검색일: 2021. 11. 27).
- FEDERAL REGISTER. www.federalregister.gov/documents/2021/03/01/2021-04280/americas-supply-chains(검색일: 2021. 9. 2).
- _____. www.federalregister.gov/documents/2021/09/24/2021-20348/notice-of-request-for-public-comments-on-risks-in-the-semiconductor-supply-chain(검색일: 2021. 10. 8).
- IC Insights. "China Forecast to Fall Far Short of its "Made in China 2025" Goals for ICs." <https://www.icinsights.com/news/bulletins/China-Forecast-To-Fall-Far-Short-Of-Its-Made-In-China-2025-Goals-For-ICs/>(검색일: 2021. 6. 2).
- OECD. 2020. "Global value chains: Efficiency and risks in the context of COVID-19." OECD Policy Responses to Coronavirus. <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/global-value-chains-efficiency-and-risks-in-the-context-of-covid-19-67c75fdc/>(검색일: 2021. 10. 26).
- Refinitive Eikon. <https://eikon.thomsonreuters.com/index.html>(검색일: 2021. 10. 3~10. 28).
- Shepherd, Ben. 2021. "THE POST-COVID-19 FUTURE FOR GLOBAL VALUE CHAINS." <https://www.asia-pacific.undp.org/content/rbap/en/home/library/sustainable-development/the-post-covid-19-future-for-global-value-chains.html>(검색일: 2021. 10. 26).
- SIAC. www.chipsinamerica.org(검색일: 2021. 9. 2).
- The White House. 2021. "Executive Order on America's Supply Chains."
(February 24). www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/02/24/executive-order-on-americas-supply-chains
(검색일: 2021. 9. 2).
- _____. Office of Management and Budget. www.whitehouse.gov/omb(검색일: 2021. 11. 27).
- _____. Office of Science and Technology Policy. www.whitehouse.gov/ostp(검색일: 2021. 11. 27).

- _____. National Science and Technology Council. www.whitehouse.gov/ostp/nstc(검색일: 2021. 11. 27).
- _____. President's Council of Advisors on Science and Technology. www.whitehouse.gov/pcast(검색일: 2021. 11. 27).
- U.S. Department of Commerce. <https://www.commerce.gov/news/press-releases>.
- U.S. Department of the Treasury. "Non-SDN Chinese Military-Industrial Complex Companies List." <https://home.treasury.gov/policy-issues/financial-sanctions/consolidated-sanctions-list/ns-cmic-list>(검색일: 2021. 11. 27).
- Van Hezewijk, Bart. 2020. "China's Position in the Global Semiconductor Value Chain." <https://semiwiki.com/china/285941-chinas-position-in-the-global-semiconductor-value-chain/>(검색일: 2021. 10. 5).
- Zhan, James, Richard Bolwijn, Bruno Casella, and Amelia U. Santos-Paulino. 2020. "Global value chain transformation to 2030: Overall direction and policy implications." <https://voxeu.org/article/global-value-chain-transformation-decade-ahead>(검색일: 2021. 10. 26).
- WSTS Database.
<http://www.xcf.cn/article/90e82b7c60ef11e9bf6f7cd30ac30fda.html>(검색일: 2021. 5. 30).
<https://foreignpolicy.com/2021/02/16/semiconductors-us-china-taiwan-technology-innovation-competition/>(검색일: 2021. 7. 1).
https://www.chosun.com/economy/tech_it/2020/09/04/KGWWANXNQFDP7IUTR3SEW6ZM3E/(검색일: 2021. 7. 1).
<https://www.patentsight.com/en/ip-analytics-blog/sonys-acquisition-of-gate-all-around-gaa-transistor-patents-from-intel>(검색일: 2021. 7. 1).
<https://www.scmp.com/tech/policy/article/3085362/china-has-new-us14-trillion-plan-seize-worlds-tech-crown-us>(검색일: 2021. 7. 1).

[기타 자료]

- 권석준 성균관대학교 교수 전문가 간담회 발제자료. 2021. 「한중일 반도체 산업 구도 분석 및 한국에 대한 시사점」. (8월 3일)
- 미국 상무부(DoC) BIS 관보 [Docket No. 210310-0052].

The US-China Battle for Semiconductor Supremacy and Reshaping of Global Supply Chain

Hyung-Gon Jeong, Yeo Joon Yoon, Wonho Yeon, Seohee Kim,
and Dae Young Joo

Realization of digital transformation(DX) and the Fourth Industrial Revolution(4IR) has led the development of new technologies in areas such as AI, big data, metaverse, autonomous vehicles, digital currency, and blockchain. While these sectors are expected to continue to grow, major countries including the United States and China are fiercely competing to secure a global supply chain for the semiconductor industry. The global division of production in the semiconductor industry has been built on free trade and has driven corporate innovation and technology development. However, the trend of techno-nationalism and efforts by each nation to construct value chains within own their territories are expected to have an adverse effect on the global semiconductor industry. The ever-deepening hegemony competition between the U.S. and China in the semiconductor sector could have a profound impact not only on the Korean economy but also on restructuring of the global semiconductor

supply chain. This study analyzes the supply chain structure and risks of the Korean semiconductor industry, along with U.S. and Chinese policies to foster the semiconductor industry, going on to explore corresponding countermeasures.

The first chapter details the research methodology used in the study and how it differs from previous studies, followed by the academic and policy contributions of our study.

An analysis of the current state of the global semiconductor industry and risks in the semiconductor supply chain of the United States follows in the second chapter. Division of labor by value chains has progressed significantly in the global semiconductor industry. Countries are specialized in various manufacturing stages (chipless → fabless → foundry → ATP → delivery) and the GVC has been established according to each country's strength. The United States and Europe specialize in product technology while Korea and Taiwan are strong in process technology and China, Taiwan, Vietnam and Malaysia have comparative advantages in ATP. The global value chain has been arranged based on these advantages and driven production efficiency for decades.

Semiconductor manufacturers in the United States take the largest market share and dominate the supply chain in the global market. U.S. companies however, are comparatively weak in the wafer processing and EUV equipments sectors, while their market share in other sectors such as IC design, related intellectual property rights(IP) and manufacturing equipments remains high. Recently, as the risk has increased in semiconductor supply chains,

countries are actively responding with policies to strengthen their semiconductor production capacity.

The U.S. government has also undergone tremendous changes in its public support system for major industries such as semiconductors. Prior to 2019, individual project support was centered on various departments of the federal government and each local government, but since 2020, legislation to provide a comprehensive support system with a significant budget has been submitted, promoting cooperation with Congress. In June 2020, the bill for the Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors(CHIPS) for America Act was introduced, aiming to fund R&D and secure technology supply chains to revive the semiconductor manufacturing industry in the United States. This was followed by the American Foundations Act of 2020(AFA), aimed at providing subsidies to promote the expansion of semiconductor manufacturing facilities. The two bills were included in the United States Innovation and Competition Act of 2021 in June 2021 and passed by the Senate. The new legislation mostly aims at strengthening the U.S. science and technology capabilities, including semiconductors, and responding to hostile threats from China. It also emphasizes cooperation with allies in various investigations and sanctions against China in particular, meaning it will be necessary to closely monitor developments regarding these bills.

Chapter 3 covers China's policy to foster the semiconductor industry, engaged in a hegemonic competition with the United

States.

China's semiconductor industry has grown rapidly by 12% per annum since 2016, accounting for 60% of global semiconductor consumption and 33% of final demand. The country heavily relies on Korea and Taiwan for semiconductor imports. Demand for semiconductors in China continues to increase, with China's deficit in the sector reaching -233.7 billion dollars in 2020.

China currently serves only as a semiconductor consumption market, and all key technologies related to manufacturing are owned by the United States and its allies or partners. The U.S. sanctions against China in the semiconductor industry are targeted at high technology areas of less than 10nm, while exports of U.S. products in the area of general-purpose technologies are permitted. China accounts for only 5% of global semiconductor sales, and plays a limited role in the global semiconductor supply chain, mainly involved in the assembly, test, and packaging(ATP) sectors of the supply chain.

The Chinese government is inducing massive investments in the semiconductor sector to lower dependence on semiconductor imports and mitigate supply chain risks. In addition, China selected the semiconductor sector as one of the strategic development sectors in the 14th Five-Year Plan for National Economic and Social Development and Long-Range Objectives for 2035 in March 2021, and is fostering the semiconductor industry with the national semiconductor fund, various tax support measures, and through the Star market, the Chinese version of the

NASDAQ. However, export control, investment sanctions, and financial sanctions currently implemented by the U.S. are major obstacles to increasing China's independence in semiconductors.

In Chapter 4, the global semiconductor industry supply chain at the corporate level and the status of semiconductor companies in the U.S. and China within the global supply chain are analyzed.

Using network analysis, the current status of the global semiconductor supply chain was analyzed and schematized, also identifying the location of companies in the supply chain by estimating the between centrality and degree centrality between semiconductor companies. U.S. companies and Samsung Electronics stood out in the network analysis while Chinese companies remained weak. However, China's Huawei, Lenovo, and Xiaomi are gaining presence in the global supply chain. These Chinese companies are not directly involved in semiconductor production, but act as consumers of semiconductors as they produce IT devices such as PCs, smartphones, and tablets.

In this chapter, it was confirmed that China's Hisilicon, which is specialized in design and manufacturing, and SMIC, which is specialized in foundry, are not influential in the global semiconductor supply chain and show high foreign dependence. China's Huawei, while not a producer of semiconductors, is regarded very important in the global supply chain, but remains highly dependent on U.S. suppliers. According to Eikon's database, 1/3 of suppliers which provide products to SMIC are U.S. firms, followed by European companies in the UK or Germany. Among

43% of the suppliers that provide goods to Huawei are U.S. companies and 20% of sellers are also from the United States. This means that U.S. companies account for the largest portion in the suppliers and sellers dealing with Huawei. On the other hand, it turned out that the proportion of Chinese domestic suppliers was about 15% and that of sellers was about 10%, respectively. As we can see, the high foreign dependence of Chinese companies makes it difficult for them to become self-reliant. This indicates Chinese semiconductor companies will likely face difficulties in the U.S.-led global semiconductor supply chain for a considerable duration.

Finally, in Chapter 5, the supply chain structure of the Korean semiconductor industry is analyzed in detail.

In 2020, Korea's semiconductor imports amounted to about \$57.03 billion in total, mainly from China(31.2%), Taiwan (20.4%), and Japan(13.6%). System semiconductors and memory semiconductors take 70.8% of total semiconductor imports and their proportion is 39.1% and 31.7%, respectively.

Most of Korea's imports in the sector from China and Hong Kong are memory semiconductors(78.3%) and system semiconductors (44.6%), while system semiconductors are imported from Taiwan, semiconductor equipment and materials from Japan and the United States. Twelve items out of semiconductor materials account for 80.9% of total imports, and these items are still highly dependent on Japan. Korea's semiconductor exports in 2020 amounted to about \$95.46 billion, mainly to China(43.2%), Hong

Kong(18.3%), and Vietnam(9.6%). Memory semiconductors accounted for 62.0% of all semiconductor exports and system semiconductors 28.0%, with these two areas representing 90.0% of all Korean exports of semiconductor chips. 71.3% of Korea's exports of memory semiconductors and 46.6% of system semiconductors were to China and Hong Kong, with China taking up a large portion.

Korea has established a global supply chain base linked to China and the United States and constructed a specialized production system. Due to the large number of packaging companies in China, most exports to China are wafer-processed semi-finished products, while imports from China are mainly in the form of intrafirm trade from investment corporations established in the country by Korean chip producers such as Samsung Electronics and SK Hynix. Particular care should be taken to manage supply chains in areas where Japan possesses an overwhelming advantage. Korea needs to closely monitor and manage supply chains of related items, as its technical vulnerability of depending on Japanese sources in the areas of materials, components and equipment will persist for the time being.

Another risk is that Korean companies that produce semiconductor materials are highly dependent on overseas suppliers as they lack source technologies. Along with basic raw materials for semiconductor manufacturing, items that account for more than 50% of semiconductor process imports are considered to be subject to supply chain risks and require constant management.

The strengthening of U.S. leadership in semiconductors and its ongoing policy of decoupling from China are the biggest variables in the global supply chain structure of the semiconductor industry. The U.S. is expected to thoroughly block China's access by building a "digital fortress" around China to prevent the Chinese semiconductor industry from accessing new technologies, while applying stricter control over core semiconductor technologies. The U.S. is also expected to leverage its technology superiority to contain China, inducing de-Sinicization of semiconductor companies investing in China in the long term, while reorganizing its supply chains to relocate high-tech semiconductor production out of Chinese territories. Advanced countries with core semiconductor technologies and tech firms with exclusive technologies are expected to further cement their dominant position in the global market, while the supply chain structure between allies will be reinforced.

The global market is involved in a war to gain technological hegemony, and Japan will continue to hold in check Korea's semiconductor industry amid this new Cold War situation. The growing alliance between the U.S., Japan, and Taiwan in semiconductors could pose a challenge to the Korean semiconductor industry. Korean semiconductor companies have grown to meet the semiconductor demand of multinational companies in China and Chinese companies, but will likely be affected by the direction of the U.S.'s semiconductor technology control policy in the future.

The diversification and duplication of supply chains is an important issue, and Korea's semiconductor industry is facing an era of global value chain transformation. In the short term, Korea should actively enter the U.S.-led supply chain and focus on stabilizing its own supply chain. It will also be necessary to plan for reorganization of the current supply chain to disperse the current dependence on specific countries.

In addition to the government's strategy to foster the semiconductor sector, there is an urgent need to expand R&D manpower, establish a comprehensive semiconductor research institute, support semiconductor factories in the metropolitan area, and improve regulations. The Seoul Metropolitan Area Readjustment Planning Act should be flexibly operated, and a graduate school specializing in semiconductors should be established through the enactment of a special act. Recently, China has established a number of universities specialized in semiconductor-related fields to actively cultivate the manpower it needs, and Korea could benefit from benchmarking these efforts.

〈책임〉

정형곤

독일 쾰른대학교 경제학 박사
대외경제정책연구원 세계지역연구센터 선임연구위원
(現, E-mail: hgjeong@kiep.go.kr)

저서 및 논문

『독일통일 30년: 경제통합의 평가와 시사점』(공저, 2020)
『한·중·일 소재·부품·장비 산업의 GVC 연계성 연구』(공저, 2020) 외

〈공동〉

윤여준

영국 University of Warwick 경제학 박사
대외경제정책연구원 선진경제실 미주팀장 역임
現 부산대학교 경제학과 조교수
(現, E-mail: yjyoon94@gmail.com)

저서 및 논문

『미·중 경쟁이 중남미 경제에 미치는 영향과 시사점』(공저, 2020)
『MERCOSUR와 태평양동맹(PA)의 향후 전개방향 및 시사점』(공저, 2020) 외

연원호

UC San Diego 국제관계학 석사
Stony Brook University 경제학 박사
대외경제정책연구원 세계지역연구센터 중국경제실 중국경제통상팀 부연구위원
(現, E-mail: whyeon@kiep.go.kr)

저서 및 논문

『미·중 간 기술패권 경쟁과 시사점』(공저, 2020)
『중국의 통상환경 변화와 국가별 상품 간 수출 대체 가능성 연구』(공저, 2020) 외

김서희

연세대학교 국제학대학원 국제통상경영 석사
대외경제정책연구원 선진경제실 일본동아시아팀 연구원
(現, E-Mail: seoheekim@kiep.go.kr)

주대영

고려대학교 대학원 경영학 석사
산업연구원 선임연구위원
(現, E-Mail: jodyoung@gmail.com)

저서 및 논문

『국내 이차전지 산업 현황과 발전과제』(2018)

『한국산업기술사(반도체 부분)』(공저, 한국공학한림원, 2019) 외

KIEP 연구보고서 발간자료 목록

■ 2021년

- 21-01 디지털 전환 시대의 디지털 통상정책 연구 /
이규엽 · 최원석 · 박지현 · 엄준현 · 강민지 · 황운중
- 21-02 에너지전환시대 중동 산유국의 석유산업 다각화 전략과 한국의
협력방안: 사우디아라비아와 UAE를 중심으로 /
이권형 · 손성현 · 장윤희 · 유광호 · 이다운
- 21-03 아프리카 보건의료 분야 특성 분석 및 한국의 개발협력 방안 /
박영호 · 강문수 · 김예진 · 박규태 · 최영출
- 21-04 포스트 코로나 시대의 아세안 공동체 변화와 신남방정책의 과제 /
라미령 · 최인아 · 정재완 · 신민금 · 김형중
- 21-05 인도의 통상정책 분석과 한-인도 협력 방안 /
김정곤 · 한형민 · 금혜윤 · 백종훈 · 이선형
- 21-06 신보호주의하에서 미국의 대외경제정책 평가와 방향 /
강구상 · 김종혁 · 임지운 · 윤여준
- 21-07 코로나19 이후 글로벌 가치사슬의 구조 변화와 정책 대응 /
한형민 · 예상준 · 이선형 · 정재완 · 윤지현 · 김미림
- 21-08 국제사회의 순환경제 확산과 한국의 과제 /
문진영 · 박영석 · 나승권 · 이성희 · 김은미
- 21-09 미 · 중 갈등시대 일본의 통상 대응 전략 /
김규판 · 이형근 · 이보람 · 이정은 · 김승현
- 21-10 글로벌 탄소중립 시대의 그린뉴딜 정책과 시사점 /
이주관 · 김종덕 · 문진영 · 엄준현 · 김지현 · 서정민
- 21-11 외국인 기업의 남북경협 참여 활성화 방안 /
최장호 · 이정균 · 최유정 · 이대은
- 21-12 중국의 디지털 전환 전략과 시사점: 5G 네트워크 구축과 데이터 경제
육성을 중심으로 /
최원석 · 정지현 · 김정곤 · 이효진 · 최지원 · 김주혜 · 백서인

- 21-13 러시아의 동북아 에너지 전략과 한-러 신탁력 방안:
천연가스 및 수소 분야를 중심으로 /
박정호 · 강부균 · 김석환 · 권원순 · 안드레이 코브시(Andrey Kovsh)
- 21-14 중국인의 삶의 질 분석: 전면적 소강사회에 대한 경제학적 고찰 /
연원호 · 현상백 · 구경현 · 노운재 · 윤정환 · 이효진
- 21-15 포스트 코로나 시대 주요국의 통화 · 재정정책 방향과 시사점 /
안성배 · 김효상 · 김승현 · 양다영 · 이진희 · 조고운 · 김원기 · 김진일
- 21-16 디지털 플랫폼의 활용이 중소기업의 국제화에 미치는 영향과 정책 시사점 /
구경현 · 강구상 · 문지영 · 박혜리 · 나승권 · 김제국
- 21-17 국제사회의 부동산 보유세 논의의 방향과 거시경제적 영향 분석 /
정영식 · 강은정 · 이진희 · 김경훈 · 김지혜
- 21-18 한국의 지역별 개발협력 추진전략: 아시아 지역 ODA 지원 방안 /
권 울 · 윤정환 · 이은석 · 이주영 · 유애라 · 김성혜
- 21-19 포용적 혁신성장을 위한 주요국의 경쟁정책 분석과 정책적 시사점 /
한민수 · 장영신 · 윤상하 · 오태현 · 김수빈
- 21-20 반덤핑조치의 국제적 확산과 조사기법 다양화의 영향 및 정책시사점 /
조문희 · 이천기 · 강민지 · 정민철
- 21-21 중남미 국가의 소득 및 소비 불평등과 정책적 시사점 /
홍성우 · 이승호 · 김진오 · 박미숙 · 윤여준
- 21-22 미 · 중 갈등시대, 유럽의 대미 · 중 인식 및 관계 분석: 역사적 고찰과 전망 /
이승근 · 윤성원 · 김유정 · 김현정 · 강유덕 · 정세원
- 21-23 한국-베트남 경제 · 사회 협력 30년, 지속가능한 미래협력 방안 연구 /
곽성일 · 백용훈 · 이한우 · Quoc Phuong Le · Manh Loi Vu · Thi Thanh Huyen Nguyen
- 21-24 디지털세가 다국적 기업의 해외 투자에 미치는 영향 /
예상준 · 김혁황 · 박단비 · 최혜린
- 21-25 디지털 부문 혁신과 신북방 주요국의 구조 전환: 신북방 중진국과의 IT
협력을 중심으로 / 정민현 · 민지영 · 정동연
- 21-26 대북제재의 게임이론적 접근과 북한경제에 미치는 영향 /
박영석 · 강문수 · 연원호 · 김범환 · 한하린
- 21-27 미 · 중 갈등시대 중국의 통상전략 변화와 시사점 /
현상백 · 연원호 · 나수엽 · 김영선 · 오윤미

- 21-28 미중 반도체 패권 경쟁과 글로벌 공급망 재편 /
정형곤 · 윤여준 · 연원호 · 김서희 · 주대영
- 21-29 주요국의 사회서비스 일자리 분석 및 정책 시사점 /
조동희 · 홍성우 · 장영욱 · 이정은
- 21-30 제조업 서비스화의 수출경쟁력 제고 효과 연구 /
김현수 · 강준구 · 금혜윤 · 정재욱
- 21-31 한 · EU FTA 10주년 성과 평가 및 시사점 /
조동희 · 김종덕 · 장영욱 · 오태현 · 이현진 · 정민철 · 윤형준 · 강유덕
- 21-32 환율과 기초여건 간 괴리에 대한 연구: 시장심리를 중심으로 /
김효상 · 강은정 · 김유리 · 문성만 · 장희수
- 21-33 한-중양아 수교 30주년: 경제협력 평가와 4대 협력 과제 /
김영진 · 현승수 · 이종화 · 정수미 · 성진석 · 이상제 · 정선미

■ 2020년

- 20-01 중국 산업구조 고도화에 따른 한 · 중 경쟁력 변화와 대응전략 /
조 철 · 정은미 · 김중기 · 이 준 · 남상욱 · 이재운 · 이은창 ·
조용원 · 김양행 · 심우중 · 윤자영 · 이고은 · 이자연 · 전수경
- 20-02 주요 중소 · 중견 기업의 대중국 전략 분석 /
이장규 · 정영록 · 이준엽 · 서봉교
- 20-03 중국 국가전략의 변화와 한 · 중 관계에 대한 함의 /
이남주 · 문익준 · 안치영 · 유동원 · 장윤미
- 20-04 미 · 중 간 기술패권 경쟁과 시사점 /
연원호 · 나수엽 · 박민숙 · 김영선
- 20-05 신북방시대 한국 · 몽골 미래 협력의 비전: 분야별 협력과제와
실현방안 / 김홍진 · 김보라 · 박정후 · 이평래 · 유원수
- 20-06 OECD 개발원조위원회(DAC) 가입 10주년 성과와 과제 /
정지원 · 정지선 · 이주영 · 송지혜 · 유애라 · 최현양
- 20-07 동남아 CLMV 국가의 체제전환 평가와 북한에 대한 함의:
체제전환지수 개발과 적용 / 최장호 · 최유정 · 한하린
- 20-08 산업간 융 · 복합 시대 미국과 EU의 경쟁정책 분석 /
강구상 · 장영신 · 오태현 · 임지운
- 20-09 중국의 금융개방 환경 변화와 대응방향 /
현상백 · 나수엽 · 김영선 · 조고운 · 서봉교

- 20-10 인도 스타트업 생태계 분석과 정책 시사점 /
한형민 · 김정곤 · 김도연 · 이성희 · 백종훈
- 20-11 지식재산권의 국제 논의 동향과 영향에 관한 연구 /
김현수 · 예상준 · 금혜윤 · 강민지
- 20-12 일본의 '사회적 과제 해결형' 4차 산업혁명에 관한 연구 /
김규판 · 이형근 · 이보람 · 이정은 · 손원주
- 20-13 인도태평양 전략과 신남방정책의 협력 방향 /
최인아 · 광성일 · 정재완 · 이정미 · 박나연 · 김미림 · 이재현 · 조원득
- 20-14 코로나19 이후 중국의 분야별 변화와 시사점 /
허재철 · 양평섭 · 정지현 · 현상백 · 연원호 · 최원석 · 양갑용 ·
이동률 · 임상훈 · 유동원 · 윤종석 · 김정진
- 20-15 신남방지역 온라인 플랫폼 시장 분석과 시사점 /
김정곤 · 나승권 · 이재호 · 윤지현 · 김은미
- 20-16 자유가 시기 GCC 주요국의 경제정책 변화와 한국의 대응방안 /
이권형 · 손성현 · 장윤희 · 유광호
- 20-17 환율과 경상수지의 구조적 변화와 정책방향 /
한민수 · 안성배 · 김효상 · 김수빈 · 이진희 · 김소영 · 편주현
- 20-18 대외부문 거시건전성 정책 10년의 성과와 개선방안 /
강태수 · 안성배 · 김정훈 · 강은정
- 20-19 무역구조의 변화가 국내 고용구조에 미친 영향과 정책 시사점 /
구경현 · 김혁황
- 20-20 WTO 체제의 구조적 위기와 한국의 신다자협상 대응방향 /
서진교 · 이천기 · 이주관 · 김지현 · 정명화
- 20-21 국제사회의 온실가스 감축 목표 상향과 한국의 대응방안 /
문진영 · 오수현 · 박영석 · 이성희 · 김은미
- 20-22 푸틴 4기 한·러 투자 활성화 방안: 고부가가치 산업을 중심으로 /
박정호 · 김석환 · 정민현 · 강부균 · 김초롱 · 세르게이 슈트린 ·
올가 트로피멘코 · 이리나 코르군
- 20-23 개혁·개방 이후 중국의 제조업 분야 산업정책과 산업구조 변화 연구 /
최원석 · 양평섭 · 박진희 · 김주혜 · 최지원 · 자오쥔왕(焦兴旺)
- 20-24 아시아-태평양 지역의 디지털화와 한국의 협력방안 /
장영신 · 광성일 · 광소영 · 박은빈 · 문성만 · 남상열

- 20-25 글로벌 금융위기 이후 중국의 지역경제구조 변화와 내수시장 진출전략 / 정지현 · 최원석 · 김홍원 · 김주혜
- 20-26 일방적 통상정책의 국제적 확산과 무역구조의 변화에 관한 연구 / 조문희 · 배찬권 · 이규엽 · 강준구 · 김지현
- 20-27 신용공급 변동이 경제성장 및 금융위기에 미치는 영향 / 김효상 · 최상엽 · 양다영 · 김유리
- 20-28 국내 증권시장에서 외국인 자금 이동 결정요인 분석: 금리와 환율을 중심으로 / 윤덕룡 · 송원호 · 이진희
- 20-29 아세안 역내 서비스시장 통합의 경제적 영향과 시사점 / 라미령 · 정재완 · 신민금 · 김제국
- 20-30 FTA 신통상규범에 관한 통상법적 쟁점과 경제적 영향: 환경과 노동을 중심으로 / 이천기 · 이주관 · 박혜리 · 강유덕
- 20-31 이민이 EU의 노동시장에 미친 영향과 정책 시사점 / 조동희 · 이철원 · 이현진 · 정민지 · 문성만
- 20-32 MERCOSUR와 태평양동맹(PA)의 향후 전개방향 및 시사점 / 윤여준 · 홍성우 · 김진오 · 김종혁 · 남지민
- 20-33 동아시아 금융협력의 비전과 과제: CMIM 20년의 평가와 새로운 협력 방향 / 윤덕룡 · 안성배 · 채희율 · 이영섭 · 문우식
- 20-34 한·중·일 소재·부품·장비 산업의 GVC 연계성 연구 / 정형근 · 이홍배 · 이형근 · 박민숙
- 20-35 중국의 통상환경 변화와 국가별 상품 간 수출 대체가능성 연구 / 연원호 · 현상백 · 박민숙 · 이효진 · 오윤미

KIEP 발간자료회원제 안내

- 본 연구원에서는 본원의 연구성과에 관심 있는 전문가, 기업 및 일반에 보다 개방적이고 효율적으로 연구 내용을 전달하기 위하여 「발간자료회원제」를 실시하고 있습니다.
- 발간자료회원으로 가입하시면 본 연구원에서 발간하는 모든 보고서를 대폭 할인된 가격으로 신속하게 구입하실 수 있습니다.
- 회원 종류 및 연회비

회원종류	배포자료	연간회비		
		기관회원	개인회원	연구자 회원*
S	외부 배포 발간물 일체	30만 원	20만 원	10만 원
		8만 원		4만 원
A	East Asian Economic Review	8만 원		4만 원

* 연구자 회원: 교수, 연구원, 학생, 전문가풀 회원

■ 가입방법

우편 또는 FAX 이용하여 가입신청서 송부(수시접수)
30147 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 경제정책동
대외경제정책연구원 연구조정실 기획성과팀
연회비 납부 문의전화: 044) 414-1179 FAX: 044) 414-1144
E-mail: sgh@kiep.go.kr

■ 회원특전 및 유효기간

- S기관회원의 특전: 본 연구원 해외사무소(美 KEI) 발간자료 등 제공
- 자료가 출판되는 즉시 우편으로 회원에게 보급됩니다.
- 모든 회원은 회원가입기간에 가격인상과 관계없이 신청하신 종류의 자료를 받아보실 수 있습니다.
- 본 연구원이 주최하는 국제세미나 및 정책토론회에 무료로 참여하실 수 있습니다.
- 연회유효기간은 加入月로부터 다음해 加入月까지입니다.

KIEP 발간자료회원제 가입신청서

기관명 (성명)	(한글)	(한문)
	(영문: 약호 포함)	
대표자		
발간물 수령주소	우편번호	
담당자 연락처	전화 FAX	E-mail :
회원소개 (간략히)		
사업자 등록번호	종목	

회원분류 (해당란에 ✓ 표시를 하여 주십시오)

	S	A
기 관 회 원 <input type="checkbox"/>	발간물일체	계간지
개 인 회 원 <input type="checkbox"/>		
연 구 자 회 원 <input type="checkbox"/>		

* 회원번호

* 갱신통보사항

(* 는 기재하지 마십시오)

특기사항



Policy Analyses 21-28



The US-China Battle for Semiconductor Supremacy and Reshaping of Global Supply Chain

Hyung-Gon Jeong, Yeo Joon Yoon, Wonho Yeon, Seohee Kim,
and Dae Young Joo

최근 반도체 패권을 강화하고자 하는 미국의 대중정책은 반도체 산업의 글로벌 공급망 재편을 유발시키고 있으며, 이는 우리 경제에도 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다. 이에 본 연구에서는 미중 양국의 반도체 산업 육성정책을 살펴보고, 우리 반도체 산업의 공급망 구조와 리스크를 자세히 분석하여 대응방안을 모색한다.



9 788932 218205

9 4320

ISBN 978-89-322-1820-5
978-89-322-1072-8(세트)

정가 10,000원

KIEP 대외경제정책연구원
Korea Institute for International Economic Policy

30147 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 경제정책동
T.044-414-1114 F.044-414-1001 · www.kiep.go.kr