

US-CHINA WATCHING



미중 반도체 경쟁 구도와 한국의 대응

아주대 미중정책연구소
US-China Policy Institute
亞洲大 中美政策研究所

고영화 (중국 베이징대학교 한반도연구소 연구원)

2024. 04. 25 <제51호>

정책 제언

미중 반도체 경쟁 속에서 한국 반도체 기업의 중국 현지 공장을 사수해야 함

- 삼성전자는 세계 낸드플래시의 14.6%를 중국 현지에서 생산하고, SK하이닉스는 세계 D램의 15.3%를 중국 현지에서 생산.
 - » 삼성전자는 시안에 낸드플래시 공장 2라인을 보유, 동사 생산량의 40%를 차지함. 지난해 말 트렌트포스(TrendForce)의 통계 기준 삼성의 낸드플래시 시장점유율이 36.6%임을 고려하면, 세계 낸드플래시의 14.6%를 중국 현지에서 생산.
 - » SK하이닉스는 우시에 D램 공장 2개 라인을 보유, 동사 D램 생산의 48%를 차지함. 동일한 통계를 기준으로 SK의 D램 시장점유율이 31.8%임을 고려하면, 세계 D램의 15.3%를 중국 현지에서 생산하는 셈. SK하이닉스는 인텔로부터 인수한 다렌 낸드플래시 공장에서 SK의 20% 물량을 생산하고 있음. SK하이닉스의 시장점유율 21.6%를 고려하면, 세계 낸드플래시의 4.3%를 중국에서 생산.
- 미중 양국의 압박 증가로 한국 반도체 중국 공장의 정상적인 경영이 어려워진다면, 한국 기업들은 할 수 없이 중국 공장을 폐쇄/이전/사업 전환을 고려해야 하고, 심지어 공장을 매각 할 수밖에 없음.
 - » 이는 전 세계 메모리 반도체 약 15~19%의 공급 단절로 이어져 전 세계 반도체 공급망의 대혼란과 가격 폭등으로 인한 재앙 수준의 상황이 발생할 가능성이 큼.

미중 반도체 경쟁의 압력구도 속에서 한국의 실리를 챙겨야 함

- 미국과 중국의 압박도 엄연히 존재하지만, 미중 간의 반도체 경쟁은 한편으로 한국 반도체 제품의 시장 확대를 촉진함. 결과적으로 한국 반도체 기업들이 이익이 되는 현 상황을 잘 지키고 관리해 나갈 필요 있음.
- 미국의 대중국 반도체 제재는 한국 기업의 직접적인 경쟁자인 중국 기업(메모리반도체 분야의 푸젠진화(JHCC), 창신메모리(CXMT), 창장메모리(YMTC) 등과 파운드리 분야 SMIC(중신국제) 등)의 기술 발전을 계속 견제해 줌으로, 중국 후발 기업들과 한국 기업 간의 기술 격차가 발생하도록 도움을 주고 있음.
- 중국은 미국의 제재에 반발해 미국의 메모리 기업 마이크론(Micron)을 중국시장에서 퇴출시켜 한국 메모리 기업의 중국 내 시장점유율을 높여주고 있음. 더 나아가 세계시장에서 한국 메모리 산업의 지배력을 향상시켜주고 있음.

한국은 미국에 기술을 의존하기 때문에 미국의 요청을 받아들일 수밖에 없는 상황에 대하여 사전에 중국을 충분히 설득해야 함

- 미국은 대중국 반도체 제재의 실효성을 높이기 위해 동맹과 같이 편대를 결성해 중국의 제재 반경을 넓히려 하고 있음.
 - » 지난해 이미 네덜란드와 일본은 각국의 첨단 반도체 장비의 대중국 수출 제한 조치를 발표하고 실시하고 있음. 올해 초부터 미국은 한국도 4차 제재와 같은 수준의 대중국 반도체 장비 수출제한에 동참해 줄 것을 요청했고, 올해 6월 G7 정상회의 이전까지 한국과 합의하고자 하길 원한다는 보도가 나오고 있음.
- 한국 반도체 산업은 기초 특허부터 장비에 이르기까지 광범위하게 미국 기술을 의존하고 있기 때문에 우리 정부는 결국 미국의 요청을 받아들일게 될 것임. 하지만, 기술은 미국에 있고 시장은 중국에 있는 우리나라의 상황을 중국에게 충분히 설득하는 작업을 선행해야 함.

한국 반도체 산업은 기초 특허부터 장비에 이르기까지 광범위하게 미국 기술을 의존하고 있기 때문에 우리 정부는 결국 미국의 요청을 받아들일게 될 것임. 하지만, 기술은 미국에 있고 시장은 중국에 있는 우리나라의 상황을 중국에게 충분히 설득하는 작업을 선행해야 함.

1. 미국의 대중국 반도체 제재

트럼프 정부에서 단발적으로 시작된 대중국 반도체 제재는 바이든 정부에서는 잘 정돈되고 더욱 강화되었으며, 일본/네덜란드 등 동맹들의 참여를 유도하여 전방위적으로 확대되는 중

1차 제재는, 2018년 10월 미국 상무부가 중국 최초이며 최대의 D램 프로젝트인 푸젠진화를 수출제한(EAR) 기업으로 지정하고, 마이크론사는 2019년 1월 푸젠진화를 대상으로 특허침해 소송을 제기하여, 결국 2019년 3월 푸젠진화가 공장가동을 중단케 함

- 푸젠진화는 중국이 '반도체 굴기'를 선언하고 2016년 2월 설립한 푸젠성 정부 및 중국 국가반도체펀드가 투자하였음.
 - » 세계 4대 파운드리 기업 '대만 UMC'가 생산기술을 제공하고 '마이크론사'의 기술자를 대거 영입하여 기술을 확보하는 형태로 급속하게 성장할 수 있는 진영을 구축.
- 푸젠진화는 설립 3년이 안 된 2018년 12월에 25나노(nm) DDR4 메모리를 개발했고, 2019년 9월부터 12인치 월 6만 장 규모의 양산을 앞두고 있었음.
- 미국의 제재에 따라 2019년 1월 UMC는 푸젠진화와의 협력을 포기했고, 마이크론으로부터 이직한 미국 국적의 엔지니어들도 모두 회사를 떠났음.

2차 제재는, 화웨이(Hwawei)가 세계 최초로 7나노 칩을 개발해 5G 스마트폰을 출시했을 때, 2019년 5월 미국 트럼프 행정부는 화웨이 및 68개 자회사를 무더기로 수출제한 기업으로 지정하고, TSMC에 압력을 가해 2020년 9월부터 화웨이에 대한 파운드리 서비스를 포기하도록 함

- 화웨이는 중국이 2019년 12월 5G 서비스를 시작할 때 '메이트(Mate) 30' 스마트폰을 발표했는데, 여기에 탑재된 '기린(Kirin) 990' 칩은 화웨이의 자회사 하이실리콘(HiSilicon)이 자체 개발한 세계 최초의 7나노 기술의 5G 칩으로 미국 퀄컴(Qualcomm) 칩을 능가하는 성능을 보임.
- 화웨이는 2020년 9월 이후 7나노 5G칩을 생산(파운드리)할 수 없게 되자, 중급 핸드폰 '아너(Honor)' 브랜드 사업부를 매각하였고, 고급 '메이트' 브랜드도 결국 5G 폰을 생산할 수 없게 됨. 화웨이의 스마트폰 세계 시장점유율은 제재 이전인 2019년 17% 세계 1위에서 제재 후 2년이 지난 2021년에는 4% 세계 10위권으로 밀려남.

3차 제재는, SMIC(중신국제)가 네덜란드 ASML의 EUV(극자외선) 노광기를 도입하여 세계 3번째 7나노 공장을 신축하고자 할 때, 트럼프 행정부는 2020년 12월 SMIC를 포함한 59개 중국 기업을 무더기로 수출제한 기업목록에 추가함. 미국 기술이 들어간 반도체 장비·부품 수출 시 미국 상무부의 사전 허가를 요구하게 되면서, SMIC의 EUV 노광기 도입은 저지되었고, 중국 최초의 7나노 파운드리 공장 설립은 무산됨

- SMIC는 중국 1위 세계 5위 파운드리로, 2019년 TSMC, 인텔, 삼성, 글로벌파운드리, UMC에 이어 세계에서 5번째로 14나노 파운드리 공장을 성공적으로 가동하고 양산에 돌입함.
 - » SMIC는 2020년 TSMC, 삼성에 이어 세계 3번째로 7나노 파운드리 신설을 위해 북경 3공장을 착공하고, 2021년 2월 ASML로부터 EUV 노광기 11대 구매계약 체결을 앞두고 있었음.
- 미국의 3차 제재로 인해, SMIC 북경 3공장은 7나노 EUV 노광기 도입이 금지된 이후 2022년 10월 4차 제재가 나온 이후 14나노 DUV(심자외선) 노광기 도입마저 무산됨. 최근에는 중국 국산 28나노를 설치해 레거시 반도체를 생산하는 파운드리 공장으로도 완공될 예정이라는 현지 보도가 나옴.

4차 제재는, 바이든 정부가 반도체과학법(Chip & Science Act)을 제정하고 기존 트럼프 정부의 대중 반도체 제재를 체계적으로 정리함. 18나노 D램 관련, 128단 이상 낸드플래시 관련, 14나노 이하 로직칩 관련 인력·기술·장비의 중국 수출을 금지함. 엔비디아(Nvidia)의 최신형 AI GPU 제품도 수출금지를 하여 중국의 반도체 산업은 최첨단 반도체 부분의 발전을 더 이상 추구할 수 없게 원천봉쇄 당함

- 창신메모리(중국의 유일한 D램 공장)도 2019년 말부터 19~18나노 기술로 DDR4/LPDDR4 제품을 양산 중이었고, 17나노 이하로 추진 중이었는데, 첨단 반도체 장비를 도입할 수 없어 계획이 무산됨.
- 창장메모리(중국의 유일한 낸드플래시 공장)도 2020년 말부터 128단 낸드플래시를 양산 중이었고, 232단 낸드플래시 개발을 추진하면서, 2020년 말 제2공장을 지어 세계 시장점유율 5%를 차지하겠다는 계획도 발표했음. 하지만, 미국의 제재로 첨단장비를 도입할 수 없어서 232단 제품 생산 계획과 제2공장 신설 계획 모두 수포가 됐음.

- SMIC는 현재 14나노 공장을 1개 가지고 있지만, 이번 제재로 해외 첨단 반도체 장비를 도입하는 길이 차단되어 향후 14나노 공장의 증설도 14나노 이하 최첨단 공장의 신설도 원천적으로 봉쇄됨.
- 이번 조치로 삼성전자 및 SK하이닉스의 중국 현지 공장도 중국 기업과 마찬가지로 첨단 반도체 장비 도입이 제한되었는데, 2023년 10월 미국 정부는 삼성전자와 SK하이닉스에 대해서는 EUV 노광장비를 제외하고는 별도 허가 절차나 기한 없이 첨단 반도체 장비를 구매할 수 있도록 규제를 풀어준 상황.
- 4차 제재의 실효성을 높이기 위해, 미국 정부는 일본, 네덜란드 및 한국 등 동맹국을 끌어들여 대중국 제재를 확대하려고 추진 중
 - » 일본은 2023년 7월부터 노광기를 포함한 23개 반도체 장비에 대한 대중국 수출 제한 조치를 함. 네덜란드도 2023년 9월부터 ASML 노광기를 비롯한 반도체 장비의 대중국 수출 제한을 함.
 - » 올해 초부터 미국은 한국도 4차 제재와 같은 수위의 대중국 반도체 장비 수출 제한에 동참할 것을 요청했고, 6월 G7 정상회의 이전까지 한 국과 합의하고자 한다고 알려짐.

5차 제재는, 화웨이가 2023년 8월 말 중국산 7나노 칩을 탑재한 스마트폰 신제품을 발표한 이후, 미국 정부는 2023년 10월 첨단 AI칩 수출규제강화, 제재 우회 차단, 중국 기업 13곳 수출 제한 추가 지정을 포함한 대중 반도체 추가 제재를 발표

- 화웨이가 2023년 8월 말 발표한 5G 스마트폰 신모델 '메이트(Mate)60'에 채용한 '기린(Kirin) 9000s'는 중국산 7나노 칩으로, SMIC의 14나노 공장에서 멀티패터닝(Multi-Patterning) 기술을 활용해 양산에 성공한 것임. 원가는 2~3배에 달할 것으로 추정되지만 7나노 칩을 국산화한 것은 매우 의의가 큼.
- 화웨이의 7나노 칩 양산을 두고 미국의 전략연구소(CSIS) 및 반도체협회(SIA) 등은 미국의 대중 반도체 제재가 '효과가 없다' 혹은 '실패했다'라는 입장을 발표.
- 미국의 5차 제재는 시점상 화웨이의 7나노 칩 양산을 징계하는 의미가 있음. 화웨이를 직접 규제하는 내용이 없는 것은, 화웨이에 대해서는 더 이상 추가로 제재할 방법이 없고, 중국에 대해서도 4차 제재 이상의 조치가 필요 없다는 것을 미국 정부도 알고 있다는 것을 보여줌.

2. 중국의 반격

중국은 미국의 반도체 제재 초기에는 외교부의 성명이나 언론을 통한 이의표명 등의 소극적인 의사표시 수준에 머물러 있었으나, 미국의 4차 제재가 나온 이후부터 적극적인 반격 행동에 나섬

1차 반격은, 2023년 5월 중국 인터넷반공실(CAC)이 마이크론 메모리 제품에 '심각한 보안 문제가 발견되었다'라고 하며 중국 시장에서 사실상 퇴출시킨 것임

- 마이크론은 2018년 미국의 1차 대중국 제재에 동참하여 푸젠진화에 특허소송을 제기했던 전력이 있어 중국 정부가 예의주시하고 있었음. 2023년 1분기에는 오랫동안 D램 세계시장점유율 3위에서 처음으로 세계 2위로 등극했지만, 중국의 제재로 마이크론은 다시 세계 3위로 시장점유율이 떨어짐.
- 중국 제재와 직접적인 상관이 없는 낸드플래시 세계 4위의 웨스턴디지털(Western Digital)이 공교롭게도 같은 시기에 일본 키옥시아(Kioxia)에 매각을 추진하면서, 미국의 메모리 반도체의 세계시장 지배력이 급격히 약해지는 결과를 낳음.

2차 반격은, 2023년 7월 중국 정부는 국가 안보와 이익을 위해 '갈륨(Ga)과 게르마늄(Ge)에 대한 수출통제'를 공지하고, 언론 사설을 통해 이번 조치가 미국의 반도체 제재에 대한 반격임을 분명히 밝힘

- 중국은 전 세계 희토류 채굴의 60%, 가공의 87%를 차지하고 있어, 수출통제 조치를 희토류 전체로 확산한다면, 전 세계 반도체와 자동차 배터리 업계는 엄청난 원자재 공급난을 겪게 될 것임.
- 덩샤오핑이 1992년 이미 "중동에 석유가 있고, 중국에는 희토류가 있다"라는 유명한 말을 한 것과 같이 중국은 희토류의 무기화 전략을 오래전부터 가지고 있었으며, 이번 조치로 시장에서 우려했으나 실제 수출 제한 행동에 들어가지는 않았음.

3차 반격은, 2023년 10월 중국 상무부가 '흑연에 대한 수출통제'를 발표하고, 12월부터 흑연의 수출 절차에 신청 건별로 심사·허가를 받게 함

- 흑연은 배터리 음극재로 활용되며, 전 세계 흑연의 87% 이상을 중국이 생산하고 있으며, 특히 한국의 경우 천연흑연의 97%, 인조흑연의 95%를 중국에서 수입하고 있음.

3. 미중 반도체 경쟁과 한국의 득과 실

미국은 한국의 메모리 산업과 직접적인 위협이 되는 중국 경쟁자의 발전을 억제하였고, 중국은 미국 경쟁자를 중국 시장으로부터 퇴출시켜, 결국 한국의 메모리 반도체의 세계시장점유율을 높이는 결과를 가져옴

- 미국은 1차 제재를 통해 중국의 최초 D램 기업 푸젠진화 공장 가동을 중지시켰고, 4차 제재를 통해 D램 공장과 낸드플래시의 기술 발전 및 공장 증설을 불가능하게 저지함.
 - » 중국 정부의 막대한 투자와 지원에도 불구하고 D램을 생산하는 창신메모리의 세계시장점유율은 1% 이하, 낸드 플래시를 생산하는 창장메모리의 점유율은 3% 이하의 저조한 성적을 보임.
- 중국은 1차 반격을 통해 마이크론을 제재하여 중국 역내에서 메모리 제품의 판매를 제한했고, 이때 발생한 공급부족분을 한국 기업이 차지함으로 시장점유율을 높일 기회가 됨.
 - » 트랜스포스의 통계에 따르면, 한국의 D램 점유율은 2022년 1분기 68.3%에서 2022년 4분기 77.3%로 9.0%p 높아졌고, 한국의 낸드플래시 점유율은 55.0%에서 58.2%로 3.2%p 높아짐. 한편 같은 기간 마이크론의 D램 시장점유율은 7.7%p 하락했고, 낸드플래시는 1.0%p 하락함.

미국의 2차~4차 제재를 통해 중국의 경쟁 파운드리 기업의 기술 발전이 주춤한 사이에 한국 삼성은 3나노 파운드리 공장을 완공해 중국과의 기술 격차를 5년 이상으로 늘림

- 삼성은 3나노 공장을 보유한 반면, 중국의 경쟁상대인 SMIC의 최첨단 파운드리 공장은 14나노 공정이며, 향후 14나노 급 공장의 증설이나 14나노 이하의 첨단 공장의 신설이 제재를 받고 있음.

한국이 열세에 있는 반도체 장비의 중국 수입액은 미국의 4차 제재에 합류한 네덜란드, 일본보다 더 크게 감소한 것으로 나타났고, 이는 미국의 제재가 한국에 불리(不利)하게 작용함

- 유엔컴트레이드(UN Comtrade)의 통계에 따르면, 지난해 중국의 국가별 반도체 장비 수입액을 보면 전년대비 네덜란드는 150.6% 증가, 일본도 4.7% 증가, 미국은 3.1%로 약간 감소한 반면, 한국은 무려 20.3% 감소함.
- 한국의 장비만 감소한 원인은 ① 한국의 장비는 노광, 식각, 증착 등 핵심 장비가 아니기 때문에, 중국이 이 부분을 어느 정도 국산화로 함. ② 대부분 첨단 메모리 반도체 장비이기 때문에 미국의 D램 제재 및 낸드플래시 제재에 해당되어 중국 기업에 판매가 제한되었음. ③ 한국의 중국 현지 공장의 신설 혹은 증설 등 수요가 없었음.

4. 향후 전망

반도체는 특히 향후 AI산업의 가장 핵심적인 기술이기 때문에, 미국은 올해 대선에서 누가 대통령으로 당선이 되더라도 미국의 대중국 반도체 제재의 기조는 이어갈 것으로 예상됨

중국은 공급망이 분리되고 있는 현 시점에서 중국 중심의 반도체 기술 및 공급망확보를 추구하고 있지만, 실제 적용에 어려움이 예상됨

- 중국은 2013년 ‘반도체 굴기’를 선언한 이후, ‘양탄일성(兩彈一星)’ 정신(1960년대 중국의 기술 기반이 매우 낙후한 시절에도 원자폭탄, 수소폭탄, 인공위성을 완성)과 국가반도체펀드 등의 국가자원을 총동원하여, 10년, 20년의 미래를 내다보고 국산화를 추진하고 있음.
- 현재 반도체 후공정 장비는 국산화가 완성된 것으로 보이고, 전공정 장비 중에서도 노광장비를 제외한 식각장비와 증착장비는 기본적으로 완성되었으나 중국 내 첨단 파운드리 및 첨단 메모리 반도체 공장이 없어 실제 적용하지 못하고 있음.

한중 간의 메모리 반도체 분야는 직접적인 경쟁관계에 있어 협력 가능성이 떨어지지만, 파운드리 분야에는 중국에 첨단 반도체를 설계할 수 있는 팹리스(Fabless)가 많아 한국의 첨단 파운드리와 협력할 가능성이 높고, 한국이 상대적으로 관심이 적은 전력반도체 분야는 중국 제품을 직접 구매하는 협력이 가능할 것으로 예상됨

미국은 한국의 메모리 산업과 직접적인 위협이 되는 중국 경쟁자의 발전을 억제하였고, 중국은 미국 경쟁자를 중국 시장으로부터 퇴출시켜, 결국 한국의 메모리 반도체의 세계시장점유율을 높이는 결과를 가져옴

발행처
발행인
편집인
주소
전화
홈페이지

아주대 미-중정책연구소
김홍규
서대욱
경기도 수원시 영통구
월드컵로 206 아주대학교
울곡관 527-2호
아주대 미-중정책연구소
031-219-3861
<http://ucpi.ajou.ac.kr>

US-China Watching은 미국과 중국의 외교·안보 분야를 전문영역으로 하여 최신 현안을 분석하는 자료입니다.