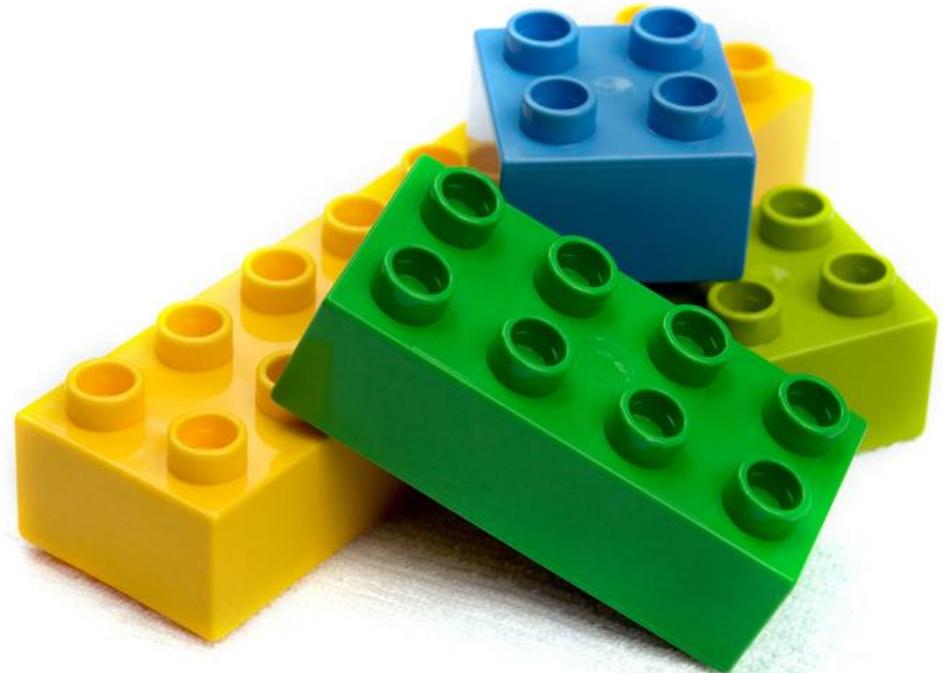


Deloitte.

A Great Stepping Stone.

원전해체시장의 현황과 전망

2015년 9월 4일
딜로이트컨설팅
김 익 파트너



국내외 원전해체 산업 현황 및 전망

국내·외 원전해체 산업 현황 및 전망 Summary

국내·외 원전해체 산업 현황 및 전망 Summary

본격적인 노후화



전세계적으로 가동 연수 30년 이상 된 원전이 전체의 51%에 육박하면서 본격적인 노후화 단계로 진입

- 주로 원전을 조기에 적극 도입한 유럽 및 북미의 선진국들과 일본의 노후화 수준이 압도적으로 높은 것으로 파악됨

원전해체 니즈 및 수요증가 전망



이러한 노후화 추세에 따라, 향후 원전 해체에 대한 니즈 및 수요는 지속적으로 증가할 것으로 전망

- 노후 원전 및 영구정지 비율이 높은 국가들을 중심으로 원전해체에 대한 니즈가 점차 증가할 것으로 전망됨

국내 해외진출 방안마련 필요



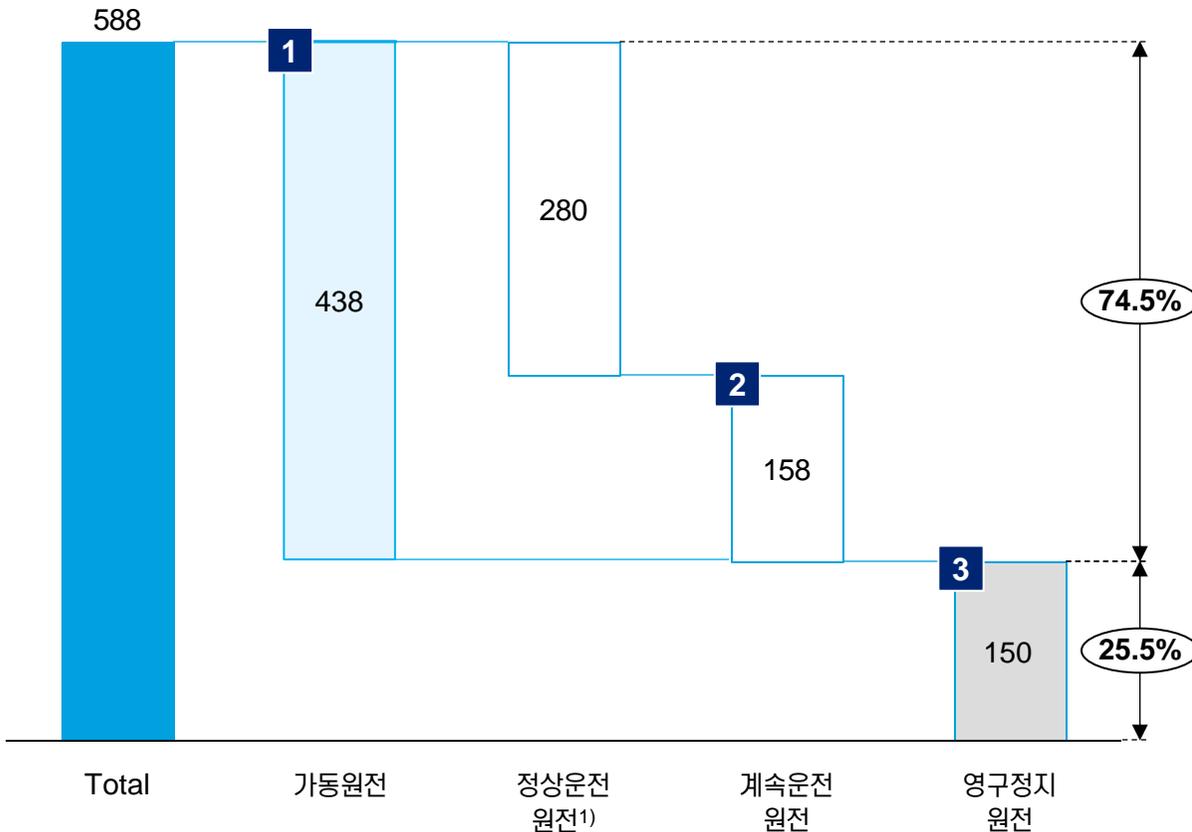
향후 원전해체 시장은 2110년까지 약 368조, 연평균 약 3.9조원의 시장을 창출할 것으로 추정됨에 따라 국내 원전해체 산업의 해외 시장 경쟁력 확보 방안을 조속히 수립할 필요가 있을 것으로 사료됨

- 시기별로는 20개국의 128개 원전 해체가 시작되는 시장 개화기('15~'24년)를 거쳐 전세계 221개 원전이 본격적인 해체에 돌입할 것으로 예상되는 급속 성장기('25~'39년)가 도래할 것으로 전망됨
- 따라서, 국내 원전해체 산업의 해외진출 방안 마련이 필요한 시점임
- 주요 공정별로는 해체준비 및 관리(106조), 절단 및 해체와(112.7조) 폐기물 처리 및 관리(94조) 분야가 주요 시장이 될 것으로 예상됨

전세계적으로 588개의 원전이 건설되었으며, 이는 현재 가동중인 438개의 원전과 다양한 사유로 인하여 영구 정지된 150개의 원전으로 구분됨

전세계 원자력 발전소 현황 (2014년 말 기준)

(단위: 개)



1 전세계는 현재 438개의 원전이 가동 중에 있으며, 이는 전세계 발전 용량의 약 11%를 차지하고 있음

2 계속 운전은 주로 선진국에서 시행하고 있는 제도로 운영허가 기간이 만료되어 가는 원전에 대해, 관련 기준에 따른 안전성을 평가하여 라이선스 연장을 통해 해당 원전을 계속 가동하고 있음

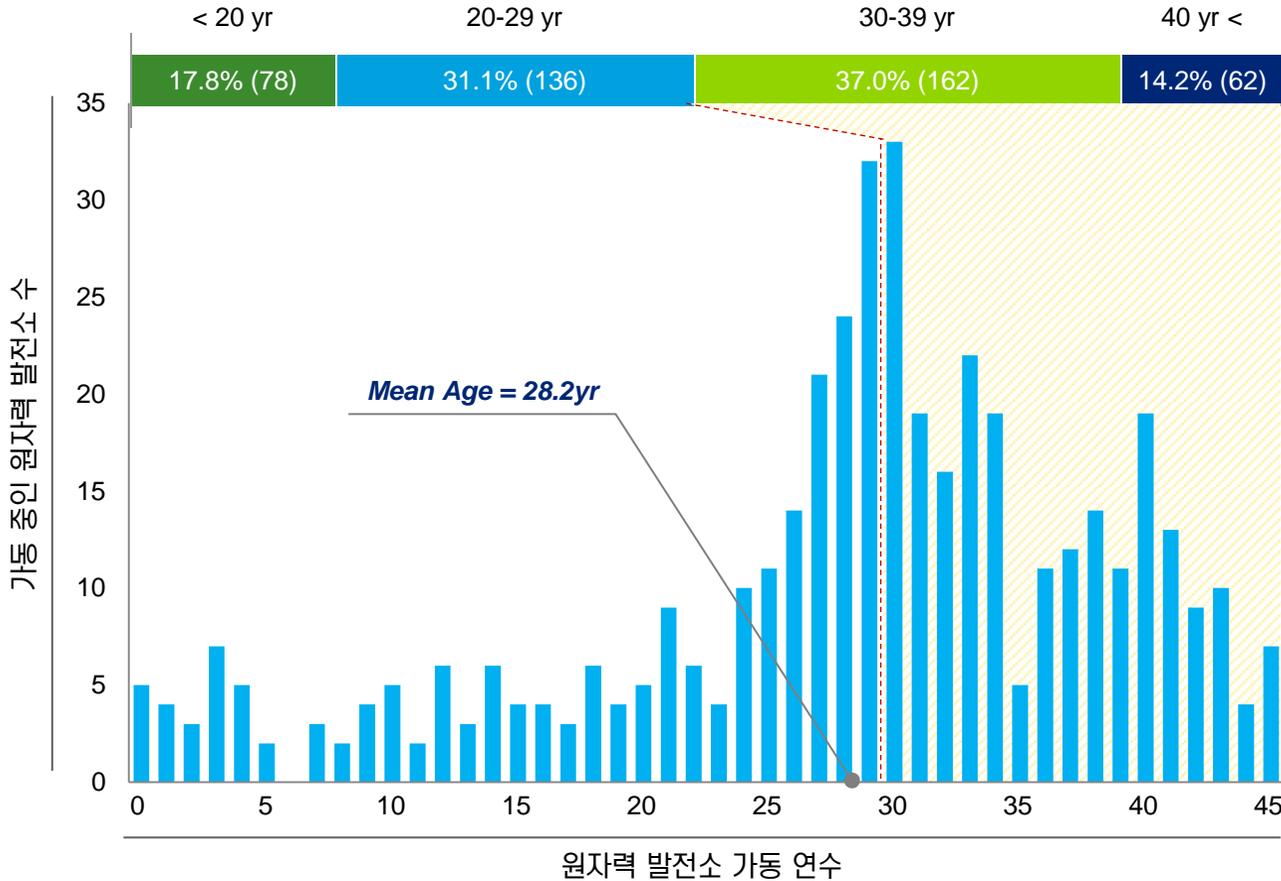
3 설계 수명의 만료, 사고, 기타 경제적, 정치적 사유로 인하여 영구 정지된 원전으로 현재 해체 중이거나 예정인 원전을 포함

1) 최초 설계수명의 만료시기가 도래하지 않은 원자력 발전소
Source: IAEA-PRIS, 한국수력원자력, Deloitte Analysis

전세계에서 가동 중인 원전 438기 중, 가동연수가 30년 이상 된 원전의 비중이 51%에 육박하는 것으로 나타나, 전세계 원전은 본격적인 노후화 단계에 접어들 것으로 예상되고 있음

전세계 가동 원전 현황 (2014년 말 기준)

(단위: 개)



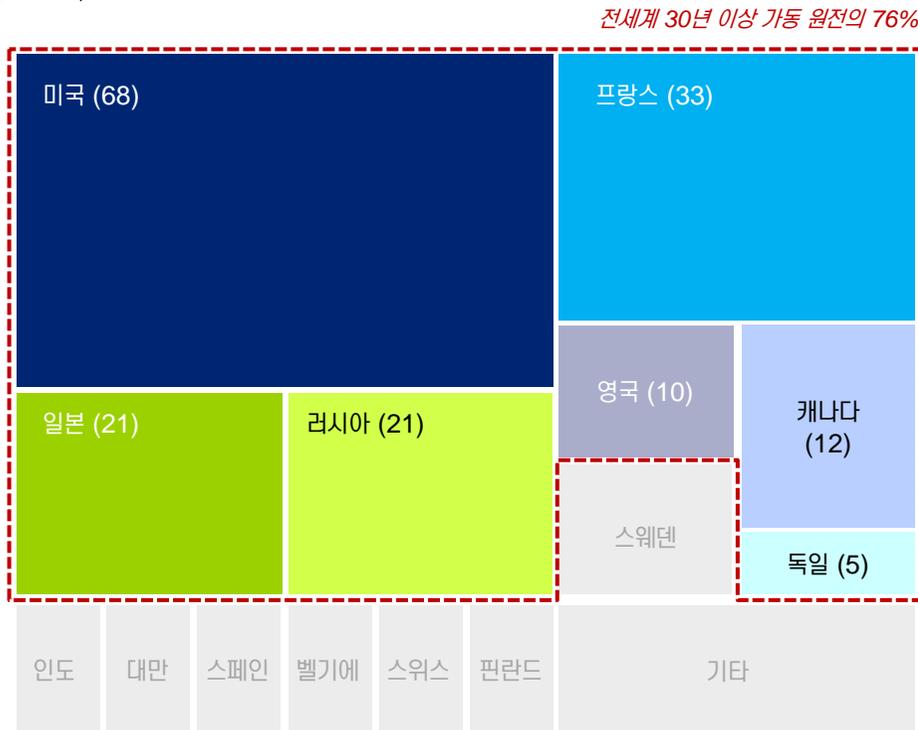
전세계적으로 가동연수 30년 이상 된 원전이 전체의 51%에 육박하면서 본격적인 노후화 단계로 진입

- 전세계에서 가동 중인 438개의 원자력 발전소 중, 가동 연수가 30년 이상 된 원전의 수가 224개로 전체의 약 51%에 달하는 것으로 조사됨
- 특히 가동연수가 30년이 넘은 노후 원전의 경우, 정치적, 경제적 사유 등으로 인하여 언제라도 해체가 결정될 수 있음
- 따라서 향후 20~30년간 전세계 원전 보유국에서 원전해체가 동시다발적으로 시작될 것으로 예상됨

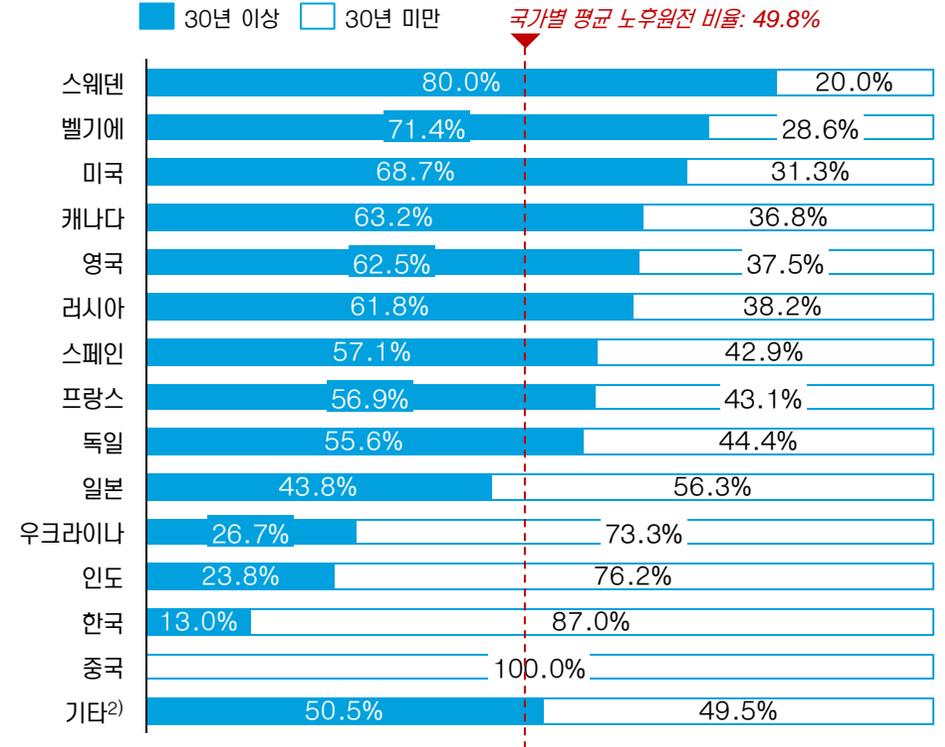
국가별로 30년 이상 가동 중인 원전의 수와 비중을 분석해 본 결과, 주로 유럽 및 북미의 선진국들과 아시아 권역에서는 일본의 노후화 수준이 압도적으로 높은 것으로 파악되었음

국가별 30년 이상 가동원전 수 ('14)

(단위: 개)



국가별 30년 이상 가동원전 비중 ('14)



• 국가별로 30년 이상 가동 중인 노후원전은 미국이 가장 많았으며, 약 76%가 G8국가¹⁾에 집중되어 있음

• 유럽 및 북미의 주요 국가들의 경우, 자국 내 노후원전 비중이 50%에서 최고 80%를 차지하고 있어 노후화 수준이 심각한 것으로 나타남

1) 미국, 일본, 영국, 프랑스, 독일, 이탈리아, 캐나다, 러시아

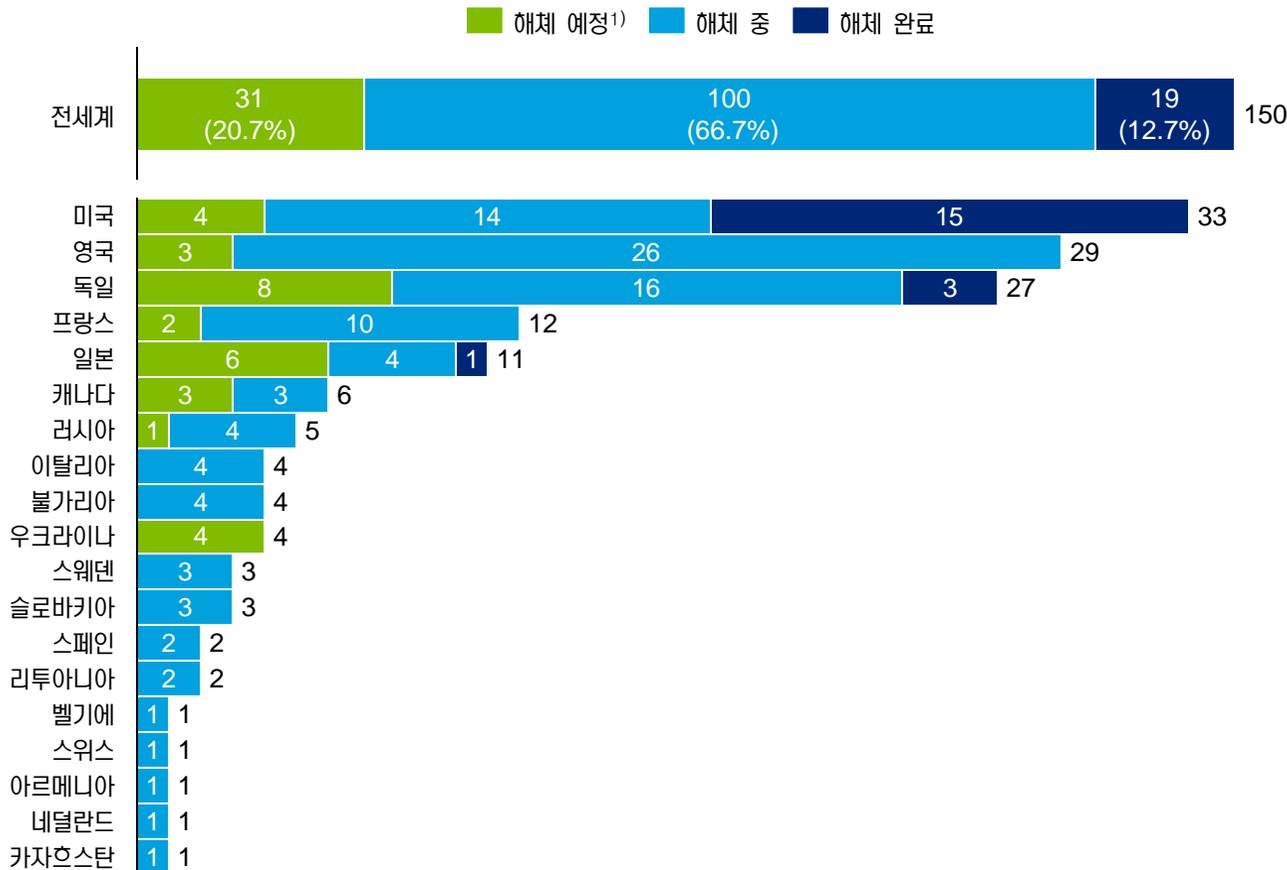
2) 체코, 대만, 스위스, 핀란드, 헝가리, 슬로바키아, 아르헨티나, 파키스탄, 브라질, 불가리아, 멕시코, 루마니아, 남아프리카공화국, 아르메니아, 이란, 네덜란드, 슬로베니아

Source: IAEA-PRIS; Deloitte Analysis

현재 영구정지 상태에 있는 전 세계 150개의 원전 중 단 19개 원전이 해체 완료 되었으며, 131개의 원전이 해체 진행 중에 있거나 해체 예정인 것으로 파악됨

국가별 영구정지 원전 현황 (2014년 말 기준)

(단위: 개)



전 세계 150개의 영구정지 원전 중 미국, 독일, 일본 3개국의 19개 원전이 해체 완료 되었음

- 전 세계에서 150개의 원전이 영구정지 상태에 있으며, 이는 해체 완료된 원전, 해체 진행 중인 원전, 해체 예정인 원전을 포함함
- 영구정지 원전 중 단 19개가 해체 완료 되었으며, 전 세계에서 상업용 원전을 해체해 본 경험을 보유하고 있는 국가는 미국, 독일, 일본 3개국뿐임
- 특히 미국의 경우 총 15기의 원전을 해체하여 가장 경험이 많으며, 다양한 해체 사례를 보유하고 있음

1) 전 세계 영구정지 원전 150개 중, IAEA에서 발간한 Power Reactors of the World 2015 에서 해체 완료 및 해체 중 인 것으로 파악된 119개의 원전을 제외한 나머지 원전을 해체 예정으로 간주하였음
 Source: IAEA 'Power Reactors of the World 2015', IAEA-PRIS Database; Deloitte Analysis

일반적으로 원전의 영구정지 사유는 크게 경제성 저하, 정치적 결정, 안전 관련 이슈 및 사고 등으로 구분되어 지며, 영구정지 사유에 따라 원전해체 전략을 결정하는데 영향을 미치는 것으로 파악됨

영구정지 원전의 주요 사유 및 영향

주요 사유	세부 요인	해당사례 및 배경 (선별적)	해체 전략
1 경제성 저하	노형 및 기술 관점	• GCR ¹⁾ 원자로의 전력 생산 비효율성과 해체 시 발생하는 흑연 폐기물 처리 곤란으로 노형 교체	<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">즉시 해체</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px; background-color: #FFD700;">지연 해체</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">영구 밀봉</div>
	노후 원전 교체	• 주변국 대상 전력 판매의 수익성 향상을 위해 생산 효율성이 낮은 원전들은 신규로 교체	<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px; background-color: #90EE90;">즉시 해체</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">지연 해체</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">영구 밀봉</div>
2 정치적 결정	표결에 의한 결정	• 후쿠시마 원전 사태 후 국민 표결의 압도적 반대 의해 국민들을 의식하여 신속한 원전 해체 결정	<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px; background-color: #90EE90;">즉시 해체</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">지연 해체</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">영구 밀봉</div>
	정치 공약 활용	• 원전 반대 의견의 입장에 있는 국민들로부터 지지율을 높이기 위해 Shoreham 지역 원전 해체 공약 선언	<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px; background-color: #90EE90;">즉시 해체</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">지연 해체</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">영구 밀봉</div>
3 안전 관련 이슈 및 사고	천재지변	• 대지진 발생으로 인해 후쿠시마 원전의 원자로 노심 용융 상태 발생, 시설 보수가 불가하여 차폐 격리 상태로 유지	<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">즉시 해체</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px; background-color: #FFD700;">지연 해체</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">영구 밀봉</div>
	조작 및 관리 미흡	• 안전 장치에 대한 기술력이 확보가 덜 된 1970~80년대 조작 미흡에 의한 사고 발생 (체르노빌 사고, Three Mile -2 사고)	<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">즉시 해체</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px; background-color: #FFD700;">지연 해체</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">영구 밀봉</div>

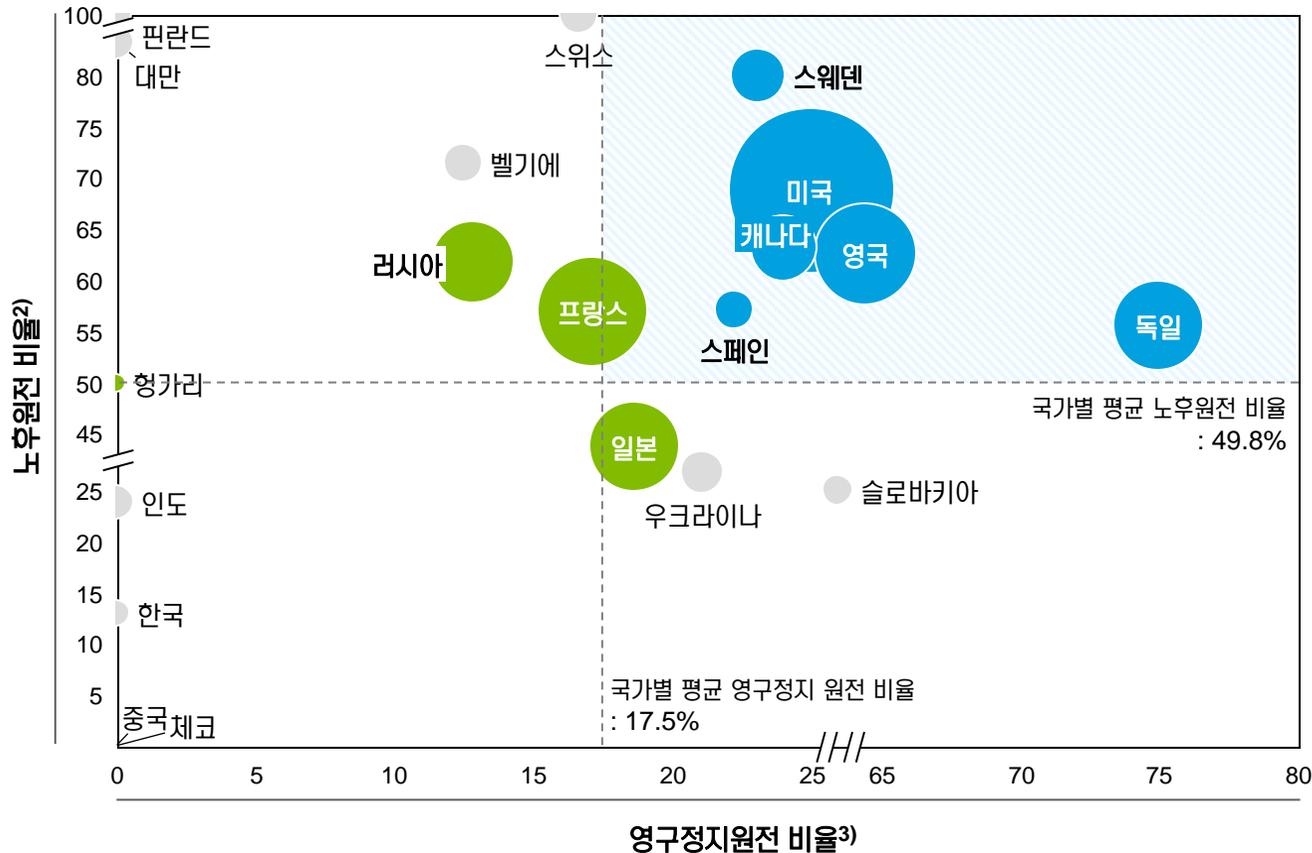
1) Gas Cooled Reactor

Source: IAEA-PRIS, WNA, News Clipping; Deloitte Analysis

전세계 원전 보유국 현황을 다각도로 분석해 본 결과, 원전을 초기에 적극 도입했던 유럽 및 북미의 일부 선진국들은 이미 본격적인 해체가 진행 중에 있으며, 노후 원전을 다수 보유한 러시아, 프랑스, 일본 등의 원전해체에 대한 니즈가 점차 증가할 것으로 전망됨

전세계 원전 현황¹⁾ (2014년 말 현재)

(X, Y축: %, 원의 크기 = 30년 이상 가동원전 + 영구정지원전)



원전 도입이 빠르거나 원전을 많이 도입하여 노후원전 및 영구원전이 많은 G8⁴⁾ 국가들은 원전해체 시장이 클 것이라 예상됨

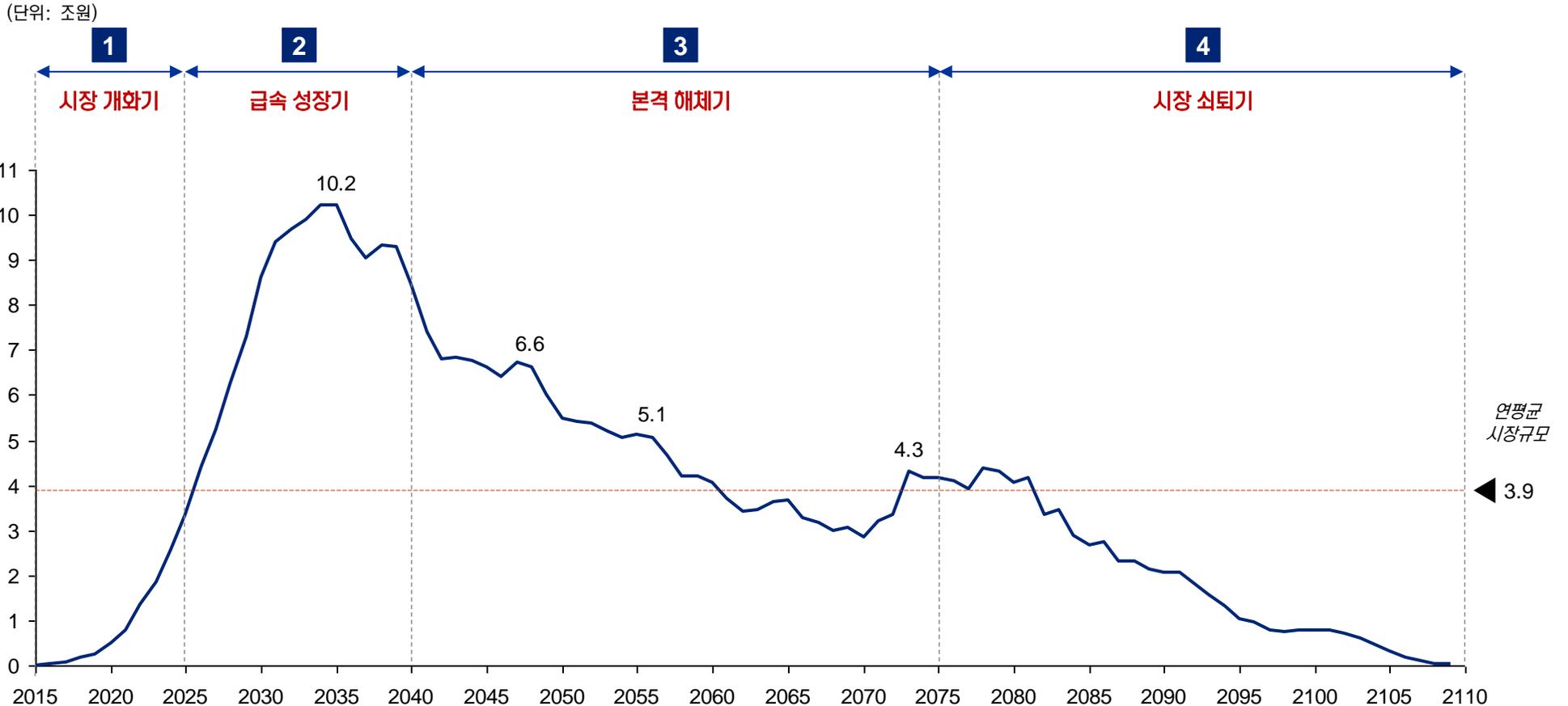
- 1950년대 말~60년대 초에 원전을 도입한 G8 국가들의 원전 노후화 현상이 뚜렷하게 나타나고 있음
- **Blue 그룹**(미국, 캐나다, 영국, 독일) : 노후원전비율 및 영구원전비율이 높아 이미 원전해체 산업이 시작된 것으로 판단됨
- **Green 그룹**(러시아, 프랑스, 일본) : 현재는 영구정지 원전비율은 높지 않으나, 노후원전이 많아 향후 원전해체 산업이 활발하게 진행될 것이라 예상됨

1) 전세계 가동 원전 보유 상위 20개국 2) 전체 가동 원전 대비 30년 이상 가동 원전의 비율 3) 영구정지원전 / (가동원전+영구정지원전) 4) 미국, 일본, 영국, 프랑스, 독일, 이탈리아, 캐나다, 러시아

Source: IAEA-PRIS, 한국수력원자력, Deloitte Analysis

향후 원전해체 시장은 2110년까지 약 368조의 시장을 형성할 것으로 추정되며, 연평균 3.9조원 규모의 원전해체 시장이 창출될 것으로 전망됨

전세계 원전해체 시장규모 전망¹⁾ (2015~2110)



*본 시장 규모 전망은 588개 원전에 대한 해체 시장 추정치이며, 장기간의 공정 기간 소요 및 불확실한 각국 정부의 해체 계획 등 원전 해체 시장의 특성 상 정확한 시장 규모를 산출하기는 어려움

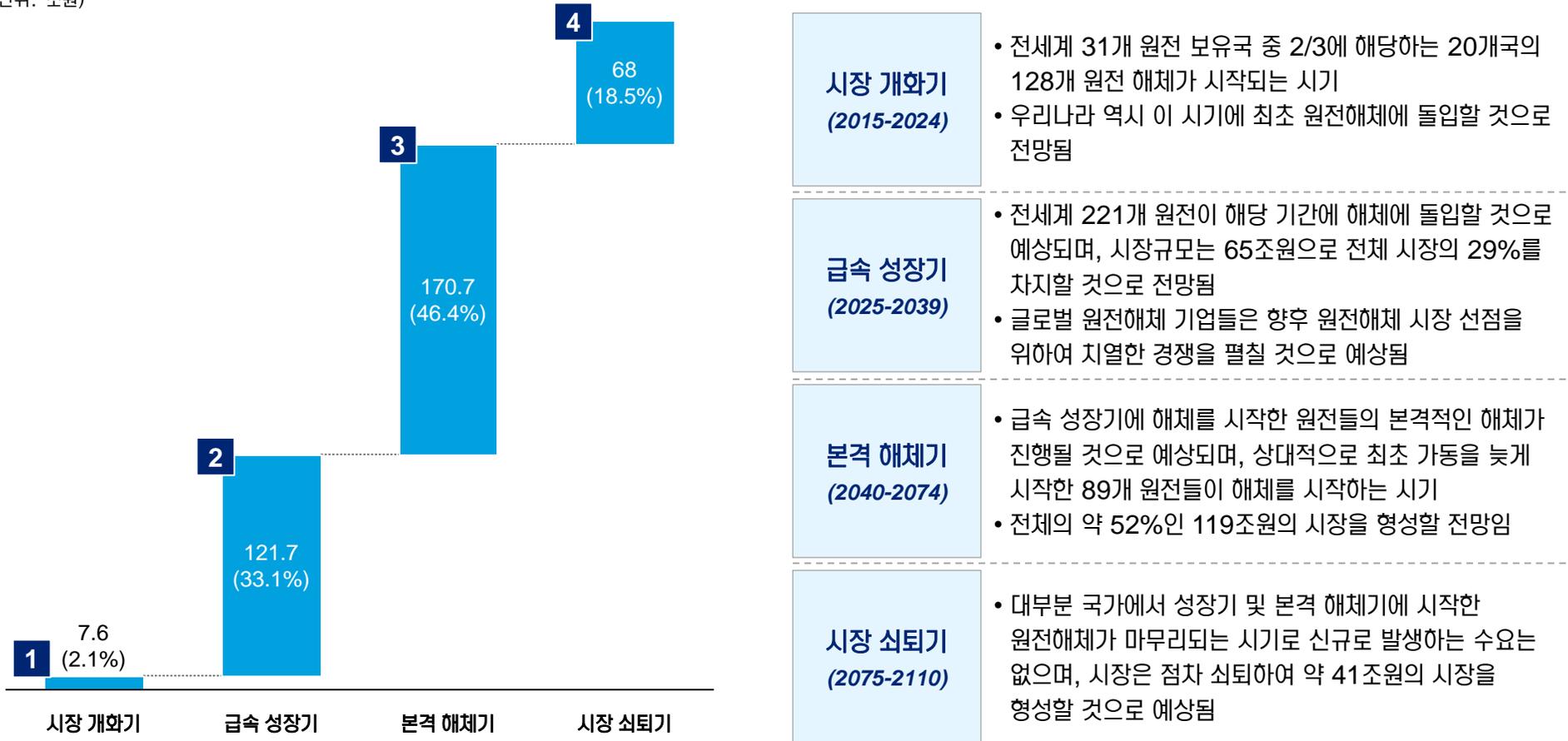
1) 현재 건설 중이거나 계획된 원전의 건설은 감안하지 않았음

Source: IAEA-PRIS Database, OECD/NEA, NRC, NDA, 각 국 원전 운영사 Official Website & Publications, News Clipping; Deloitte Analysis

전세계 원전해체 시장은 개화기를 거쳐 2025년경 급속 성장기에 진입 후, 약 50년간 180조원의 본격적인 해체 시장 선점을 놓고 글로벌 원전해체 기업들 간의 치열한 경쟁이 가속화될 것으로 예상됨에 따라 국내 원전해체 산업의 해외진출 방안 마련이 조속히 필요할 것으로 사료됨

시기별 원전해체 시장규모 전망¹⁾ (2015~2110)

(단위: 조원)



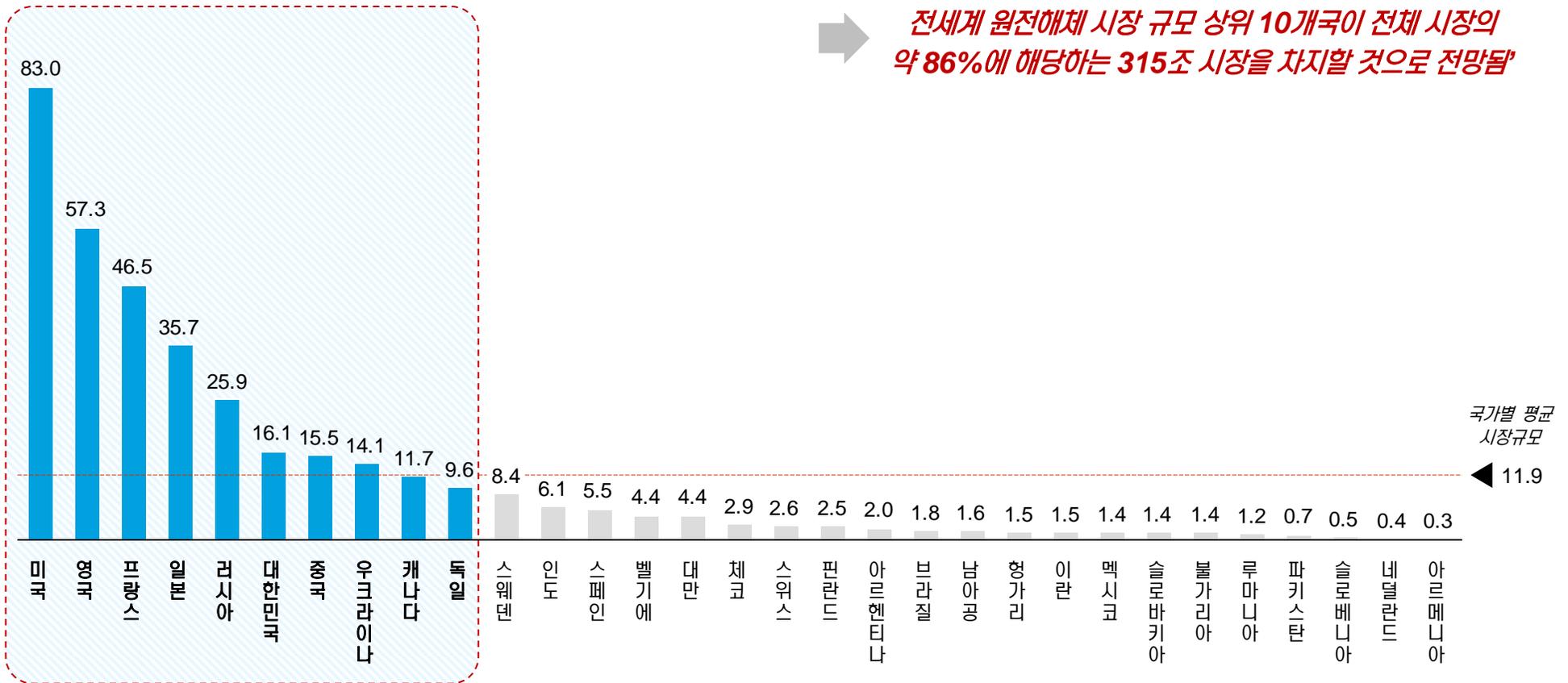
1) 현재 건설 중이거나 계획된 원전의 건설은 감안하지 않았음

Source: IAEA-PRIS Database, OECD/NEA, NRC, NDA, 각 국 원전 운영사 Official Website & Publications, News Clipping; Deloitte Analysis

국가별로는 현재 가동 중인 원전이 가장 많은 미국이 83조원 규모로 가장 큰 시장을 형성할 것으로 예상되며, 이외에 영국, 프랑스, 일본 등을 필두로 상위 10개국이 전체 시장의 약 86%를 점유할 것으로 전망됨

국가별 원전해체 시장규모 및 비중 (2015~2110)

(단위: 조원)



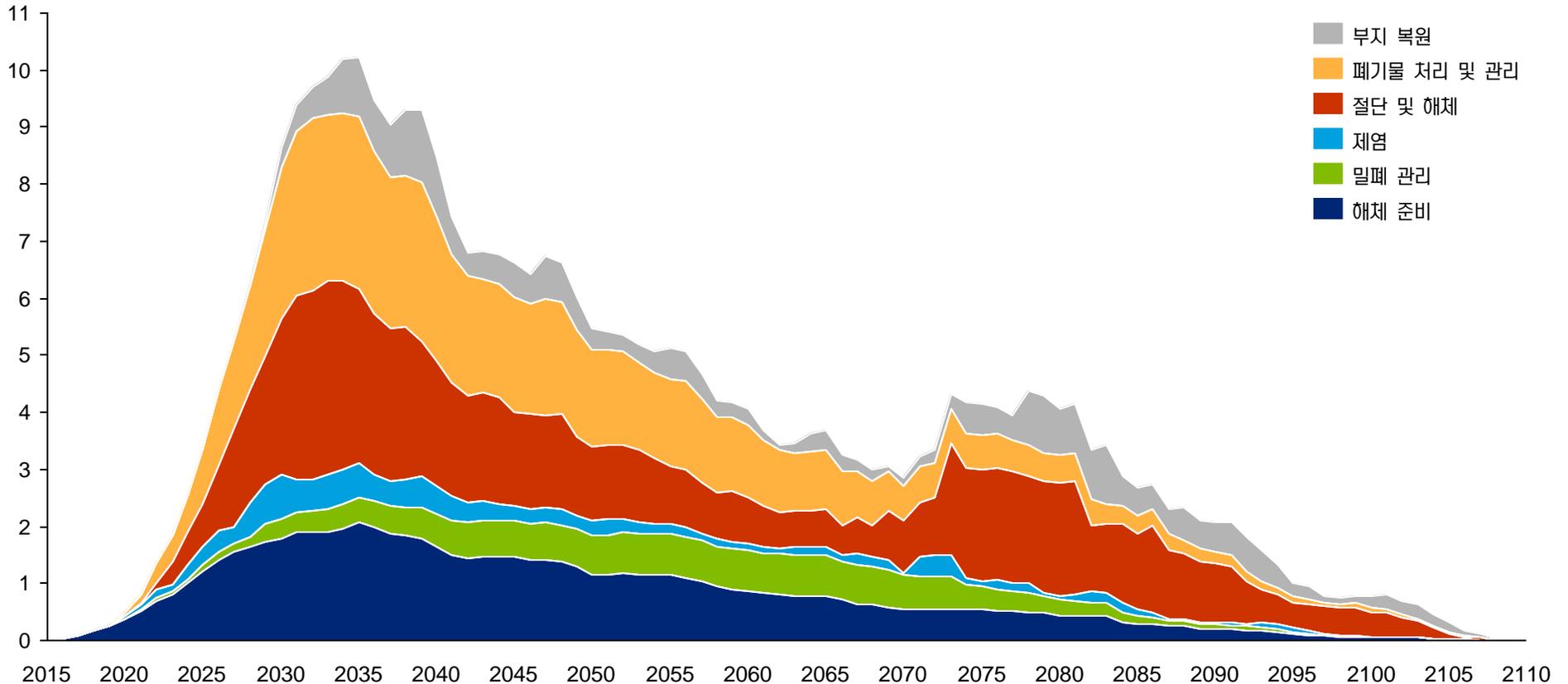
*본 시장 규모 전망은 438개 원전에 대한 해체 시장 추정치이며, 장기간의 공정 기간 소요 및 불확실한 각국 정부의 해체 계획 등 원전 해체 시장의 특성 상 정확한 시장 규모를 산출하기는 어려움

Source: IAEA-PRIS Database, OECD/NEA, NRC, NDA, 각 국 원전 운영사 Official Website & Publications, News Clipping; Deloitte Analysis

각 공정 별 누적 시장규모는 다음과 같음

주요 공정 단계별 원전해체 시장규모 전망 (2015~2110)

(단위: 조원)



*본 시장 규모 전망은 438개 원전에 대한 해체 시장 추정치이며, 장기간의 공정 기간 소요 및 불확실한 각국 정부의 해체 계획 등 원전 해체 시장의 특성 상 정확한 시장 규모를 산출하기는 어려움

1) 밀폐 관리 단계는 실질 공정 상에서 해체 준비 단계에 귀속시켜 분석하였으나, 지연해체 전략 선택 시 발생 되는 별도의 세부 공정임으로 본 장표에서는 해체 준비와 분리하여 시장 규모를 나타내게 하였음

Source: IAEA-PRIS Database, OECD/NEA, NRC, NDA, 각 국 원전 운영사 Official Website & Publications, News Clipping; Deloitte Analysis

Deloitte.

Q & A

딜로이트컨설팅

김억 파트너

aukim@deloitte.com