

ALPS(알프스) 처리수란?

- ◇ 사고로 발생한 방사성 물질 함유 오염수를 정화하여 삼중수소 이외의 방사성 물질을 규제 기준을 만족할 때까지 정화 처리한 물이 'ALPS 처리수'이다.
- ◇ 부지 내 저장 탱크의 수는 1,000기 넘게 부지를 꽉 채우고 있어, 원자로 해체를 계획적으로 진행하기 위한 부지 확보에 지장이 생길 수 있는 상황이다.

빗물/지하수, 핵연료 잔해의 냉각수

원자로 건물

방사성 물질

오염수

다핵종제거설비 (ALPS) 등

삼중수소 이외의 방사성 물질이 규제 기준 이하로 내려갈 때까지 정화

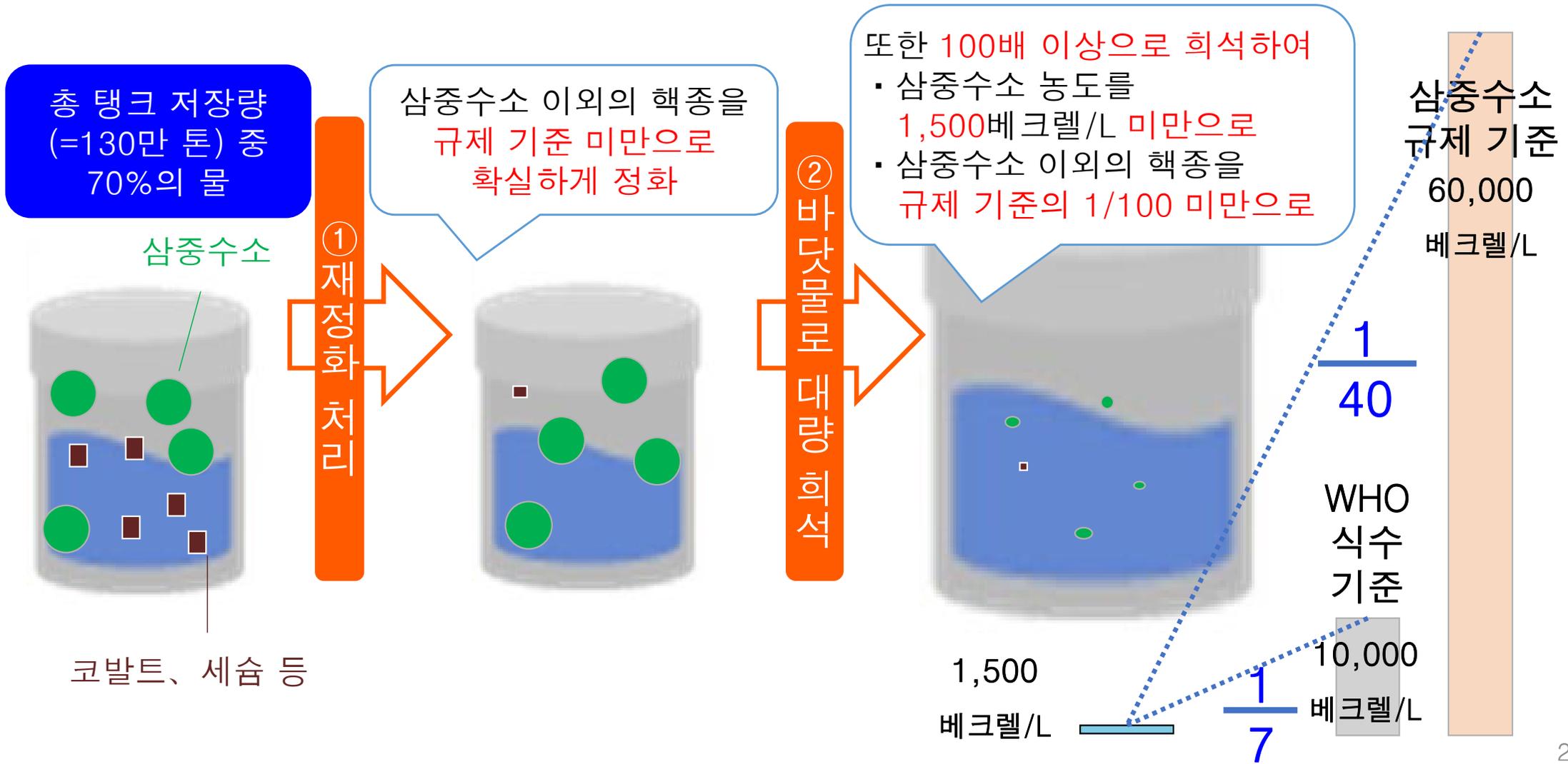
저장 탱크

ALPS 처리수



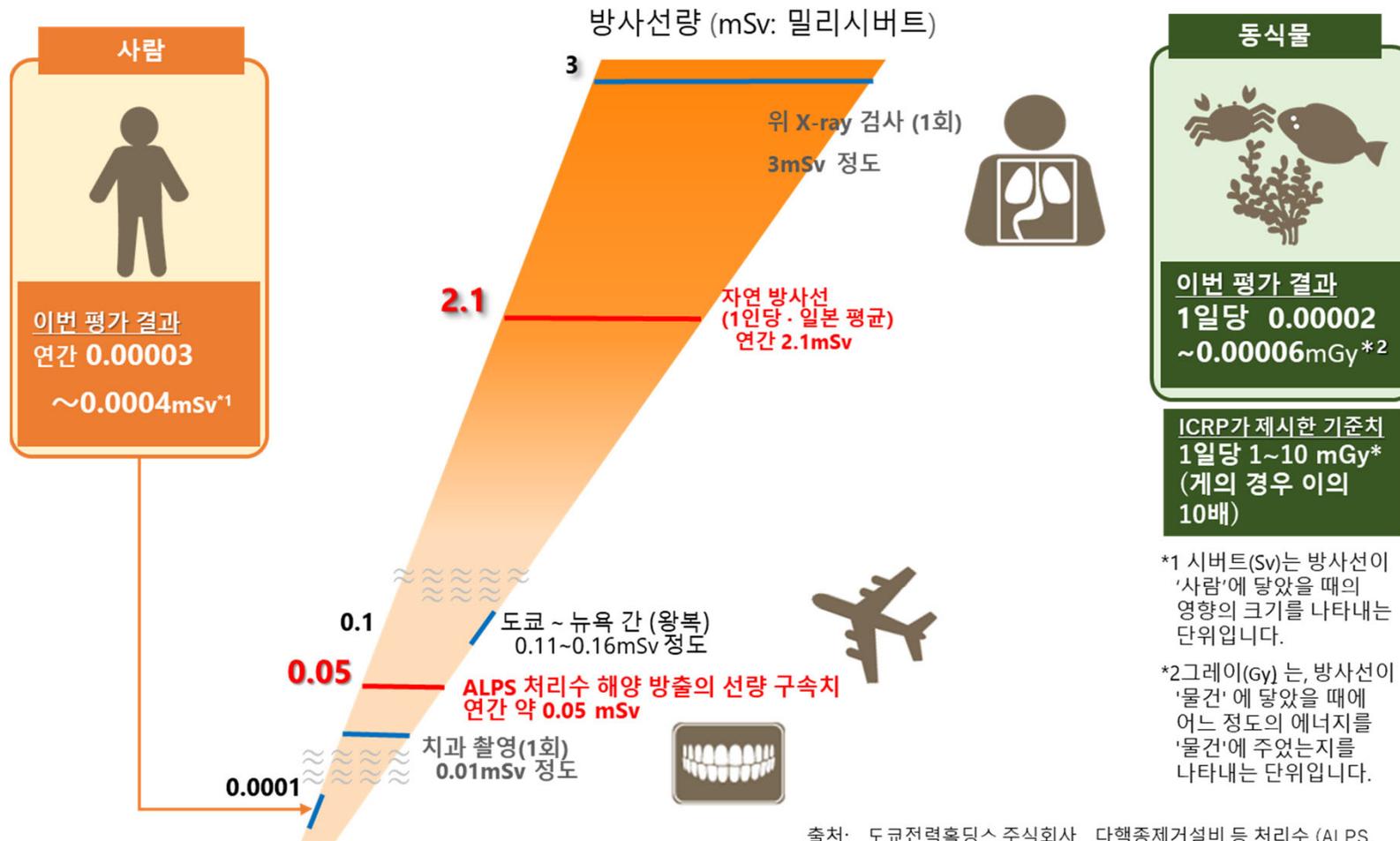
ALPS 처리수 처분 방법 -해양 방류-

- ◇ ①삼중수소 이외 핵종을 재정화, ②바닷물로 삼중수소 농도를 희석함으로써 처리수에 함유된 방사성 물질의 농도를 규제 기준을 크게 밑도는 수준으로 낮춘다.
- ◇ 그 후에 후쿠시마 제1원자력발전소 부지에서 해양으로 방류. 방류 전후 상황을 감시(국제기관 등 제3자가 평가·검증).



ALPS 처리수의 해양 방류 영향

- ◇ 사람에게 대한 영향 평가 결과는, 자연 방사선으로부터 받는 영향(일본 평균: 연간 2.1밀리시버트)의 **약 7만분의 1~약 5천분의 1**로 나타났습니다.
- ◇ 동식물(편평어·갈조류)에 대한 영향 평가 결과는 국제방사선방호위원회(ICRP)가 제시한 기준치의 약 5만분의 1~약 2만분의 1로, 게에 대한 영향 평가 결과는 약 50만분의 1~약 20만분의 1로 나타났습니다.



출처: 도쿄전력홀딩스 주식회사 다핵종제거설비 등 처리수 (ALPS 처리수)의 해양 방출 관련 방사선 영향 평가 결과(설계 단계)

삼중수소란?

- ◇ 수소의 한 종류로 빗물, 바닷물, 수돗물, 우리의 몸과 자연계에도 널리 존재.
- ◇ 미약한 방사선이 방출되지만 종이 1장으로라도 막을 수 있을 정도이며, 체내에 들어가도 축적되지 않고 물과 함께 배출된다.
- ◇ 삼중수소는 수소와 성질이 비슷하여 삼중수소만을 제거하는 것은 매우 어렵다.



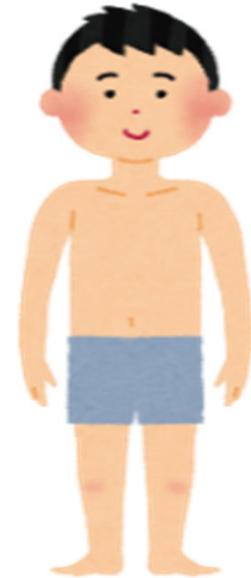
수돗물

~ 1 벵크렐 /L



빗물(일본)

220조벵크렐 /年

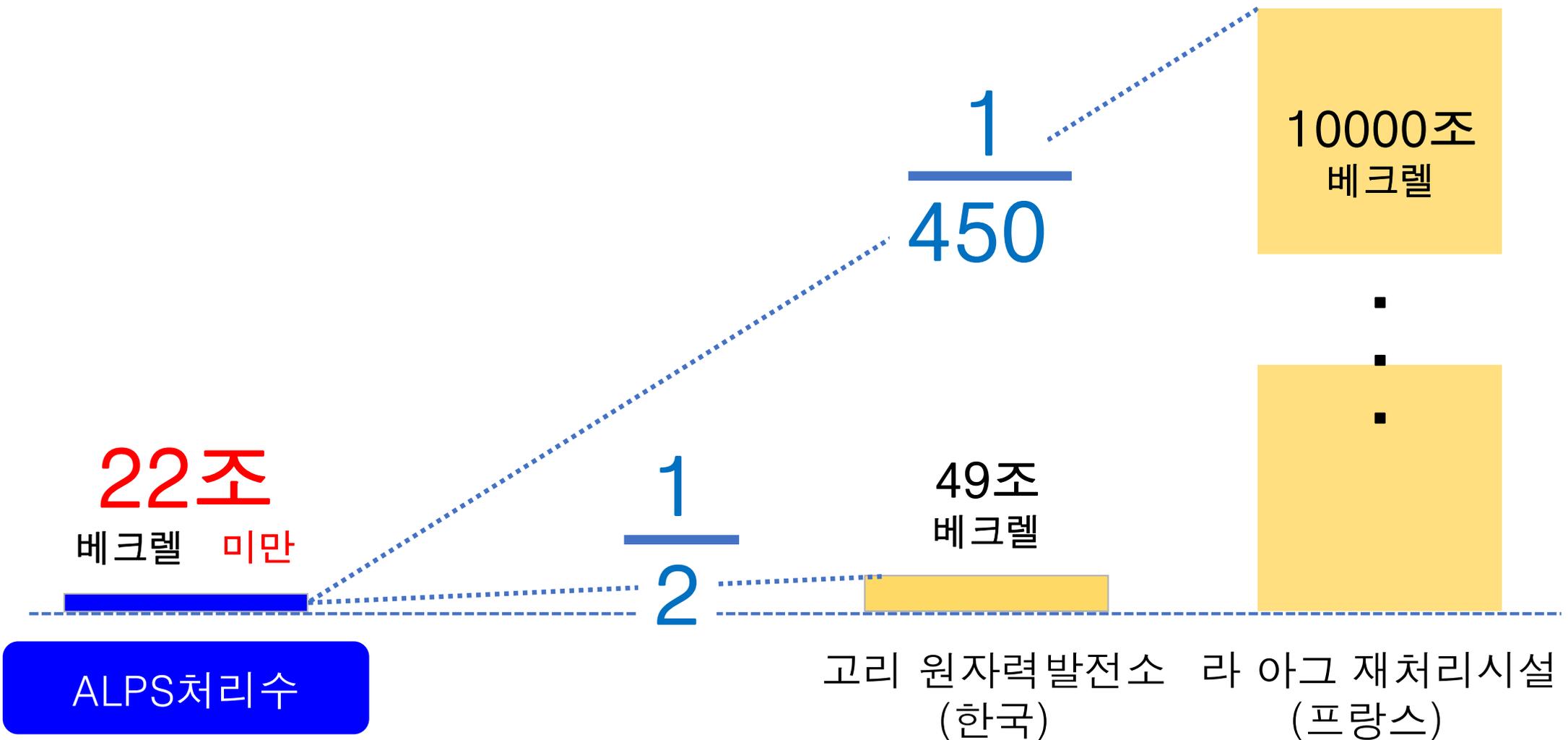


인체

수십 벵크렐

삼중수소의 연간 처분량 -해외와의 비교-

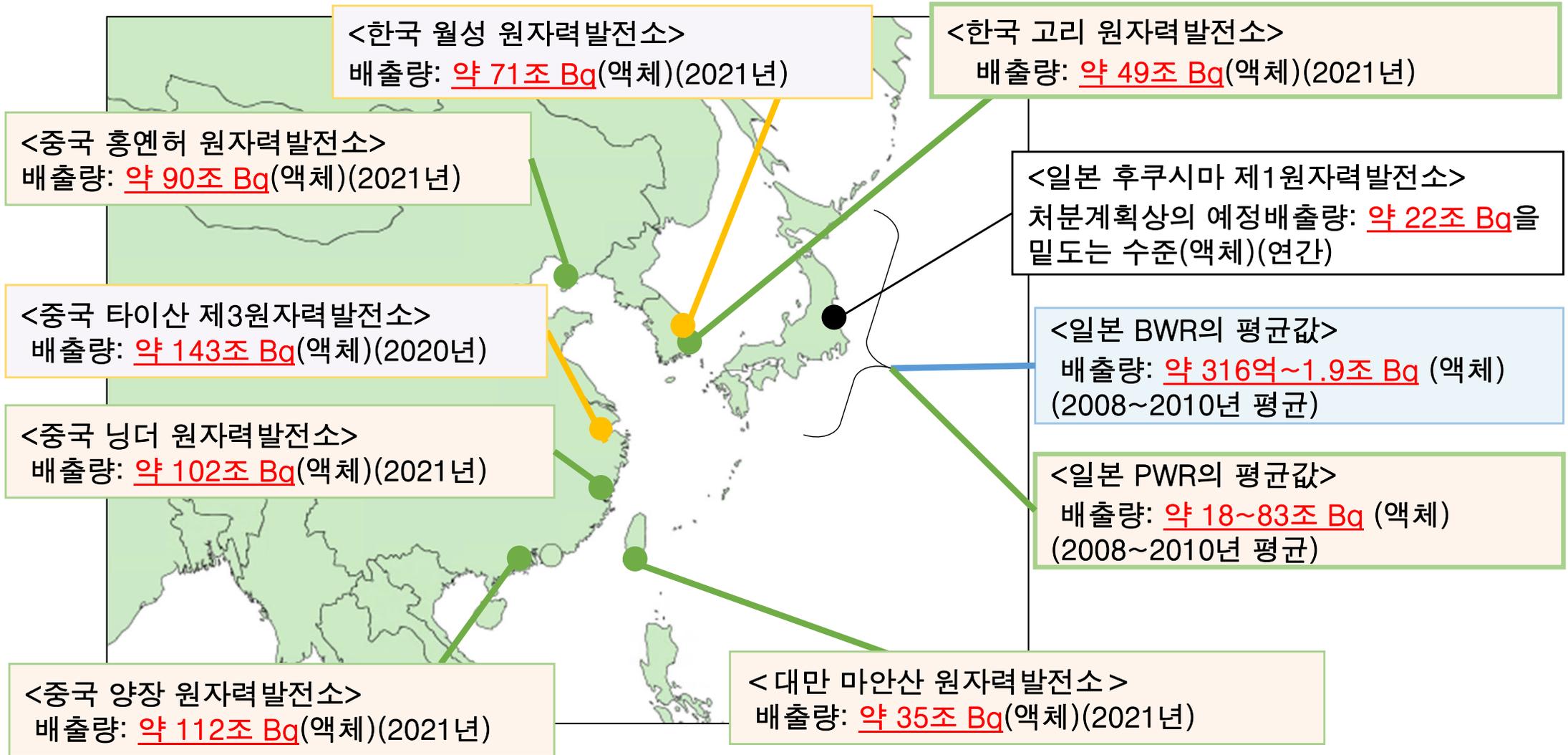
- ◇ 처분 시 삼중수소의 총량은 연간 22조 베크렐을 밑도는 수준(사고 전의 관리 목표).
- ◇ 이는 일본 국내외의 많은 원자력발전소 등의 방출량과 비교해도 낮은 수준.



(참고) 삼중수소 연간 처분량 -인근 아시아 국가 및 지역의 예-

◇삼중수소는 일본 국내외의 원자력발전소·재처리시설에서도 각 나라·지역의 법령을 준수하면서 액체 폐기물로서 해양이나 하천, 또한 환기 등의 방법으로 대기 중으로 배출되고 있다.

※선박 등에서 해양으로 배출하는 것은 런던협약에 의해 금지되었다.

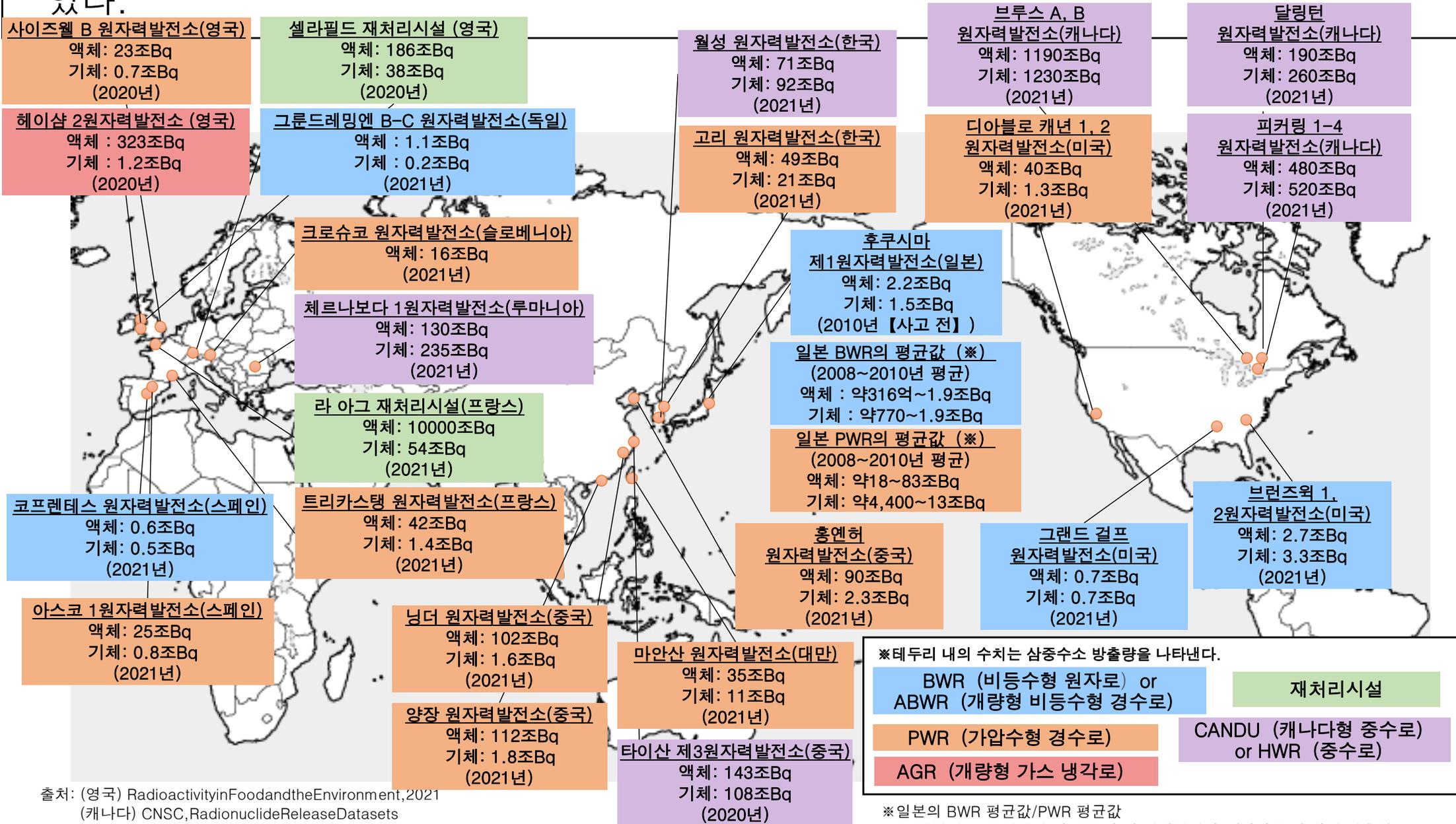


출처: 2013년도 원자력 시설 운전관리 연보(원자력안전기반기구)
하반기 방사선 관리 등 보고서(원자력규제청)
원자력발전소 환경방사선 조사와 평가 보고서(한국수력원자력 주식회사)
제3원자력발전소 110년 방사성 물질 방출 연보(대만전력)
중국 핵능연감(중국핵능행업협회) 및 사업자의 보고서에 따라 작성

BWR (비등수형 원자로) PWR (가압수형 경수로) 캐나다형 중수로

(참고) 삼중수소의 연간 처분량 -일본 국내외 사례-

- 삼중수소는 일본 국내외의 원자력발전소·재처리시설에서도 각 나라·지역의 법령을 준수하면서 액체 폐기물로서 해양이나 하천, 또한 환기 등의 방법으로 대기 중으로 배출되고 있다.



출처: (영국) Radioactivity in Food and the Environment, 2021
 (캐나다) CNSC, Radionuclide Release Datasets
 (기타 국가·지역) 전력사업자의 보고서에 따라 작성

※테두리 내의 수치는 삼중수소 방출량을 나타낸다.

BWR (비등수형 원자로) or ABWR (개량형 비등수형 경수로)	재처리시설
PWR (가압수형 경수로)	CANDU (캐나다형 중수로) or HWR (중수로)
AGR (개량형 가스 냉각로)	

※일본의 BWR 평균값/PWR 평균값
 2008년부터 2010년까지 일본 국내 각 원자력발전소(사이트 단위)의 배출량 평균값을 산출하여 그 최소값과 최대값을 나타내고 있다.

<참고> 1조 Bq ≒ 약 0.019g(삼중수소수)

삼중수소 이외 핵종의 정화 처리

- ◇ 방사성 물질은 존재 그 자체가 문제가 아니라, 인체와 환경에 영향을 주지 않는 수준(=규제 기준 이하)인 것이 중요하다.
- ◇ 규제 기준은 사고 원자로와 통상 원자로 여부와 관계없이 함유된 모든 핵종의 방사선 영향의 합계로 판단한다. (핵종과 개수의 문제가 아니라 인체에 미치는 영향으로 환산한 합계값으로 판단)
- ◇ 모든 탱크의 물(총 약 130만 톤)의 70%에는 삼중수소 이외의 핵종이 규제 기준 이상 포함되어 있다. 이들은 처분 전에 다시 ALPS를 사용하여 규제 기준 이하로 내려갈 때까지 확실하게 정화한다.

모든 탱크의 물 = 총 약 130만 톤

30%:삼중수소 이외 정화 처리 완료

70%: 삼중수소 이외의 핵종이 규제 기준 이상으로 잔존

※최근 2년 반에 걸쳐 정화한 물은 모두 규제 기준 미만으로 되어 있다.

삼중수소 이외 핵종의 예

통상 원자로 배수에서도 검출되는 핵종	코발트, 망가니즈 등
사고 원자로(재처리공장)에서 검출되는 핵종	세슘 · 스트론튬 · 아이오딘 등

사고 원자로의 핵종도 포함하여 재정화.

삼중수소를 제외한 핵종의 방사선 영향 합계가 규제 기준값 미만까지 정화되는 것을 확인.

더욱이 100배 이상으로 희석하여 방출.

(참고) 재정화 성능 시험 전후의 비교 사례

(출처: 다핵종제거설비 등 처리수의 2차 처리 성능 확인 시험의 상황에 관하여 도쿄전력)

핵종	규제 기준값을 1로 한 경우의 수치	
	재정화전	재정화후
코발트 60	0.18	0.0017
세슘 137	6.7	0.0021
스트론튬 90	2155	0.0012
아이오딘 129	3.3	0.13
삼중수소 이외 핵종의 합계값	2406	0.35

여기에 추가 희석하여 100분의 1 이하로 낮춘다.