

ALPS 처리수 측정·확인용 탱크수의 배수 전 분석 결과 (1/4)

시료명	ALPS 처리수 측정·확인용 탱크수		A군	요약	측정·평가 대상 핵종(29개 핵종) 고시 농도비 총합	0.25 (1미만임을 확인)
채취 일시	2023년 7월 10일	9:24				
저류량(m ³)	8936					

방사능 분석 측정·평가 대상 핵종(29개 핵종)

No.	핵종	분석 결과						고시 농도 한도 대비 비율		고시 농도 한도 ※2 (Bq/L)	분석치 도출 방법 ※4
		도코전력			☞ 화연			도코전력	☞ 화연		
		분석치 (Bq/L)	불확실성 ※1 (Bq/L)	검출한계치 (Bq/L)	분석치 (Bq/L)	불확실성 ※1 (Bq/L)	검출한계치 (Bq/L)				
1	C-14	1.4E+01	± 2.6E+00	2.4E+00	1.2E+01	± 8.7E-01	8.6E-01	6.8E-03	6.1E-03	2000	측정
2	Mn-54	ND	-	2.5E-02	ND	-	2.7E-02	2.5E-05 미만	2.7E-05 미만	1000	측정
3	Fe-55	ND	-	1.6E+01	ND	-	1.2E+01	8.1E-03 미만	6.0E-03 미만	2000	측정
4	Co-60	3.3E-01	± 6.2E-02	2.3E-02	2.8E-01	± 3.4E-02	2.6E-02	1.6E-03	1.4E-03	200	측정
5	Ni-63	ND	-	9.0E+00	ND	-	4.0E+00	1.5E-03 미만	6.6E-04 미만	6000	측정
6	Se-79	ND	-	8.9E-01	ND	-	1.9E+00	4.5E-03 미만	9.4E-03 미만	200	측정
7	Sr-90	4.1E-02	± 1.5E-02	3.8E-02	4.7E-02	± 1.3E-02	3.0E-02	1.4E-03	1.6E-03	30	측정
8	Y-90	4.1E-02	-	3.8E-02	4.7E-02	-	3.0E-02	1.4E-04	1.6E-04	300	Sr-90/Y-90 방사평형평가
9	Tc-99	ND	-	2.0E-01	ND	-	1.3E-01	2.0E-04 미만	1.3E-04 미만	1000	측정
10	Ru-106	ND	-	2.3E-01	ND	-	2.4E-01	2.3E-03 미만	2.4E-03 미만	100	측정
11	Sb-125	ND	-	9.4E-02	ND	-	1.2E-01	1.2E-04 미만	1.5E-04 미만	800	측정
12	Te-125m	ND	-	3.3E-02	ND	-	4.2E-02	3.7E-05 미만	4.6E-05 미만	900	Sb-125/Te-125m 방사평형평가
13	I-129	1.9E+00	± 1.9E-01	3.7E-02	2.4E+00	± 3.6E-01	1.3E-01	2.1E-01	2.7E-01	9	측정
14	Cs-134	ND	-	2.9E-02	ND	-	4.8E-02	4.9E-04 미만	7.9E-04 미만	60	측정
15	Cs-137	3.8E-01	± 7.0E-02	3.3E-02	4.0E-01	± 4.8E-02	4.2E-02	4.2E-03	4.5E-03	90	측정
16	Ce-144	ND	-	4.0E-01	ND	-	2.5E-01	2.0E-03 미만	1.3E-03 미만	200	측정
17	Pm-147	ND	-	3.4E-01	ND	-	3.3E-01	1.1E-04 미만	1.1E-04 미만	3000	Eu-154 상대비평가
18	Sm-151	ND	-	1.3E-02	ND	-	1.3E-02	1.6E-06 미만	1.6E-06 미만	8000	Eu-154 상대비평가
19	Eu-154	ND	-	7.7E-02	ND	-	7.4E-02	1.9E-04 미만	1.9E-04 미만	400	측정
20	Eu-155	ND	-	2.6E-01	ND	-	1.6E-01	8.8E-05 미만	5.3E-05 미만	3000	측정
21	U-234	ND	-	2.4E-02	ND	-	2.6E-02	5.9E-03 미만 ※3	6.6E-03 미만 ※3	20	전 α
22	U-238									20	전 α
23	Np-237									9	전 α
24	Pu-238									4	전 α
25	Pu-239									4	전 α
26	Pu-240									4	전 α
27	Am-241									5	전 α
28	Cm-244									7	전 α
29	Pu-241	ND	-	6.5E-01	ND	-	7.2E-01	3.2E-03 미만	3.6E-03 미만	200	Pu-238 상대비평가
고시 농도비 총합(고시 농도 한도 대비 비율의 합)								2.5E-01 미만	3.1E-01 미만		

· ND는 검출 한계치 미만임을 나타낸다.

· ○.○E±○란 ○.○×10^{±○}임을 의미한다.

(예) 3.1E+01는 3.1×10¹이므로 31, 3.1E+00는 3.1×10⁰이므로 3.1, 3.1E-01는 3.1×10⁻¹이므로 0.31을 의미한다.

※1 '불확실성'이란 분석 데이터의 정밀도를 의미한다.

'불확실성'은 '확정 불확실성: 포함계수k=2'를 사용하여 산출한다.

※2 '도코 전력 주식회사 후쿠시마 제1원자력발전소 원자로 시설의 보안 및 특정 핵연료 물질의 방호에 관한 규칙'에서 규정한 고시 농도 한도

(별표 제1 제6란: 주변 감시 구역 외의 수중 농도 한도[본 표에서는 Bq/cm³의 표기를 Bq/L로 환산한 값을 기재])

※3 α 핵종의 고시 농도 한도 대비 비율은 평가 대상 핵종 중 가장 낮은 고시 농도 한도를 기준으로 평가한다.

※4 분석치 도출법은 다음과 같다.

측정: 방사능 강도, 원소량을 직접 계속·분석함으로써 방사성 핵종별 농도를 구한다.

전 α : α 선을 직접 계속하여 시료에 포함된 α 핵종의 전량을 구한다.

방사평형평가: 방사성 핵종과 방사성 핵종이 괴변하여 생성하는 또다른 방사성 핵종 사이에 일정 비율로 방사능량이 존재한다는 물리적 현상을 이용하여 구한다.

상대비평가: 원자로 내에 존재하는 방사성 핵종의 평가치를 바탕으로 방사성 핵종의 붕괴와 ALPS 처리수로의 이행을 고려하여 구한다.

ALPS 처리수 측정 · 확인용 탱크수의 배수 전 분석 결과 (2/4)

요약	13(만Bq/L) (100만Bq/L미만을 확인)
----	----------------------------

방사능분석 트리튬

No.	핵종	분석 결과						분석 목적	분석치 도출법 ※3
		도쿄전력			(주) 화연				
		분석치 (Bq/L)	불확실성 ※1 (Bq/L)	검출한계치 (Bq/L)	분석치 (Bq/L)	불확실성 ※1 (Bq/L)	검출한계치 (Bq/L)		
1	H-3	1.3E+05	± 8.1E+03	1.9E+01	1.3E+05	± 7.4E+03	1.4E+02	※2	측정

· ○.○E±○란 ○.○×10^{±○}임을 의미한다.

(예) 3.1E+01는 3.1×10¹이므로 31, 3.1E+00는 3.1×10⁰이므로 3.1, 3.1E-01는 3.1×10⁻¹이므로 0.31을 의미한다.

※1 '불확실성'이란 분석 데이터의 정밀도를 의미한다.

'불확실성'은 '확정 불확실성: 포함계수k=2'를 사용하여 산출한다.

※2 희석 후의 트리튬 농도가 1500Bq/L 미만이 되도록, 실시계획에서 정한 상한 농도 1E+06Bq/L 미만(100만 Bq/L 미만)임을 확인한다.

※3 분석치 도출법은 다음과 같다.

측정: 방사능 강도, 원소량을 직접 계측 · 분석함으로써 방사성 핵종별 농도를 구한다.

ALPS 처리수 측정 · 확인용 탱크수의 배수 전 분석 결과 (3/4)

요약	모든 핵종에서 유의미하게 존재하지 않음
----	-----------------------

방사능분석 유의미하게 존재하지 않은 지를 자체적으로 확인하고 있는 핵종(39개 핵종)

No.	핵종	도표전력		(주) 화연		확인 방법 ※2
		평가 ※1	검출한계치 (Bq/L)	평가 ※1	검출한계치 (Bq/L)	
1	Fe-59	○	4.3E-02	○	5.5E-02	측정
2	Co-58	○	2.3E-02	○	3.0E-02	
3	Zn-65	○	5.1E-02	○	5.0E-02	
4	Rb-86	○	2.9E-01	○	4.0E-01	
5	Sr-89	○	4.5E-02	○	4.0E-02	
6	Y-91	○	2.8E+00	○	2.3E+00	
7	Nb-95	○	3.2E-02	○	3.8E-02	
8	Ru-103	○	3.2E-02	○	5.4E-02	
9	Ag-110m	○	2.5E-02	○	3.7E-02	
10	Cd-113m	○	9.3E-02	○	5.3E-02	
11	Cd-115m	○	1.3E+00	○	2.0E+00	
12	Sn-123	○	1.5E+00	○	1.1E+00	
13	Sn-126	○	1.7E-01	○	1.0E-01	
14	Sb-124	○	5.8E-02	○	5.8E-02	
15	Te-123m	○	5.1E-02	○	3.0E-02	
16	Te-127	○	2.8E+00	○	2.6E+00	
17	Te-129m	○	1.1E+00	○	1.0E+00	
18	Te-129	○	4.0E-01	○	6.3E-01	
19	Cs-136	○	2.4E-02	○	3.5E-02	
20	Ba-140	○	1.1E-01	○	1.4E-01	
21	Ce-141	○	1.1E-01	○	1.2E-01	
22	Pm-146	○	4.2E-02	○	3.8E-02	
23	Pm-148m	○	2.6E-02	○	2.8E-02	
24	Pm-148	○	2.9E-01	○	5.3E-01	
25	Eu-152	○	1.3E-01	○	1.3E-01	
26	Gd-153	○	2.5E-01	○	1.3E-01	
27	Tb-160	○	7.5E-02	○	9.0E-02	
28	Am-243	○	2.4E-02	○	2.6E-02	
29	Cm-242	○	2.4E-02	○	2.6E-02	
30	Cm-243	○	2.4E-02	○	2.6E-02	
31	Rh-103m	○	3.2E-02	○	5.4E-02	Ru-103/Rh-103m 방사평형평가
32	Rh-106	○	2.3E-01	○	2.4E-01	Ru-106/Rh-106 방사평형평가
33	Sn-119m	○	6.4E-03	○	3.9E-03	Sn-126 상대비평가
34	Te-127m	○	2.8E+00	○	2.6E+00	Te-127 상대비평가
35	Cs-135	○	2.2E-07	○	2.8E-07	Cs-137 상대비평가
36	Ba-137m	○	3.2E-02	○	4.0E-02	Cs-137/Ba-137m 방사평형평가
37	Pr-144m	○	6.1E-03	○	3.8E-03	Ce-144/Pr-144m 방사평형평가
38	Pr-144	○	4.0E-01	○	2.5E-01	Ce-144/Pr-144 방사평형평가
39	Am-242m	○	1.6E-04	○	1.8E-04	Am-241 상대비평가

※1 아래와 같이 유의미하게 존재하지 않은 것을 확인한 경우에는 ○, 유의미하게 존재하고 있는 것을 확인했을 경우에는 ×로 표시
 · 측정하고 있는 핵종은 검출 한계치 미만이어야 한다.
 · 방사평형 등으로 평가를 실시한 핵종 중에서 평가 대상의 핵종이 검출되었을 경우에는, 그 평가치가 고시 농도 한도에 비해 극히 낮은 농도, 즉 검출 한계치의 설정값인 고시 농도 한도의 1/100 이하여야 하며 그 수치가 검출 한계치 미만인 것과 같다고 판단할 수 있어야 한다.

핵종	평가치 (Bq/L)		고시 농도 한도 ※3 (Bq/L)
	도표전력	(주) 화연	
Rh-103m	-	-	2.0E+05
Rh-106	-	-	3.0E+05
Sn-119m	-	-	2.0E+03
Te-127m	-	-	3.0E+02
Cs-135	2.5E-06	2.7E-06	6.0E+02
Ba-137m	3.6E-01	3.8E-01	8.0E+05
Pr-144m	-	-	4.0E+04
Pr-144	-	-	2.0E+04
Am-242m	-	-	5.0E+00

· -은 평가 대상 핵종이 검출 한계치 미만임을 나타낸다.
 · ○.○E±○란 ○.○×10±○임을 의미한다.
 (예) 3.1E+01는 3.1×10¹이므로 31, 3.1E+00는 3.1×10⁰이므로 3.1, 3.1E-01는 3.1×10⁻¹이므로 0.31을 의미한다.

※2 확인 방법은 이하와 같다.
 측정: 방사능 강도, 원소량을 직접 계측 · 분석함으로써 방사성 핵종별 농도를 구한다.
 전 α (전 α 대체): α 선을 직접 계측하여 시료에 포함된 α 핵종의 전량을 구한다.
 방사평형평가: 방사성 핵종과 방사성 핵종이 괴변하여 생성하는 또 다른 방사성 핵종 사이에 일정 비율로 방사능량이 존재한다는 물리적 현상을 이용하여 구한다.
 상대비평가: 원자로 내에 존재하는 방사성 핵종의 평가치를 바탕으로 방사성 핵종의 붕괴와 ALPS 처리수로의 이행을 고려하여 구한다.
 ※3 '도표 전력 주식회사 후쿠시마 제1원자력발전소 원자로 시설의 보안 및 특정 핵연료 물질의 방호에 관한 규칙'에서 규정한 고시 농도 한도 (별표 제1 제6란: 주변 감시 구역 외의 수중 농도 한도[본 표에서는 Bq/cm³의 표기를 Bq/L로 환산한 값을 기재])

ALPS 처리수 측정 · 확인용 탱크수의 배수 전 분석 결과 (4/4)

요약	기준치를 만족
----	---------

일반 수질 분석 자체적으로 실시한 검사에서 수질에 이상이 없음 확인 (44개 항목)

No.	측정 항목	단위	분석 결과	기준치 ※1
1	수소 이온(pH)	-	8.4	해역 5.0~9.0
2	부유물 질량(SS)	mg/L	<1	최대70이하 평균50이하
3	화학적 산소 요구량(COD)	mg/L	1.0	최대40이하 평균30이하
4	붕소	mg/L	0.4	해역 230이하
5	용해성 철	mg/L	<1	10이하
6	동	mg/L	<0.1	2이하
7	니켈	mg/L	<0.1	2이하
8	크롬	mg/L	<0.1	2이하
9	아연	mg/L	<0.1	2이하
10	생물 화학적 산소 요구량(BOD)	mg/L	<1	최대40이하 평균30이하
11	대장균 군수	개/cm ³	5	3000이하
12	카드뮴	mg/L	<0.01	0.0이하
13	시안	mg/L	<0.05	0.5이하
14	유기 린	mg/L	<0.1	1이하
15	납	mg/L	<0.01	0.1이하
16	육가 크롬	mg/L	<0.05	0.2이하
17	비스	mg/L	<0.01	0.1이하
18	수은	mg/L	<0.0005	0.005이하
19	알킬 수은	mg/L	<0.0005	검출되지 않을 것
20	폴리염화비페닐	mg/L	<0.0005	0.003이하
21	트리클로로에틸렌	mg/L	<0.03	0.1이하
22	테트라클로로에틸렌	mg/L	<0.01	0.1이하
23	디클로로메탄	mg/L	<0.02	0.2이하
24	사염화탄소	mg/L	<0.002	0.02이하
25	1,2-디클로로에탄	mg/L	<0.004	0.04이하
26	1,1-디클로로에틸렌	mg/L	<0.1	1이하
27	시스-1,2-디클로로에틸렌	mg/L	<0.04	0.4이하
28	1,1,1-트리클로로에탄	mg/L	<0.3	3이하
29	1,1,2-트리클로로에탄	mg/L	<0.006	0.06이하
30	1,3-디클로로프로펜	mg/L	<0.002	0.02이하
31	티우람	mg/L	<0.006	0.06이하
32	시마진	mg/L	<0.003	0.03이하
33	티오벤카르브	mg/L	<0.02	0.2이하
34	벤젠	mg/L	<0.01	0.1이하
35	셀렌	mg/L	<0.01	0.1이하
36	페니트로티온	mg/L	<0.003	0.03이하
37	페놀류	mg/L	<0.1	1이하
38	불소	mg/L	<0.5	해역10이하
39	용해성 망간	mg/L	<1	10이하
40	암모니아, 암모늄 화합물	mg/L	<1	100이하
41	아질산 화합물 및 질산 화합물	mg/L	20	
42	1,4-다이옥신	mg/L	<0.05	0.5이하
43	n-헥산 추출물질(광물유)	mg/L	<0.5	1이하
44	n-헥산 추출물질(동식물유지류)	mg/L	<1	10이하

· 부등호(< : 작음)는 정량 하한피 미만을 나타냄

※1 후쿠시마현 '대기 오염 방지법에 근거한 배출 기준 및 수질 오염 방지법에 근거한 배수 기준'에 관한 조례(별표 제2)' 및 '후쿠시마현 생활 환경의 보전 등에 관한 조례 시행규칙(별표 제5)'에 의거함