

ALPS 처리수 측정·확인용 탱크수의 배수 전 분석 결과 (1/4)

| | | | | | | |
|----------------------|---------------------|-------|----|----|-------------------------------|--------------------|
| 시료명 | ALPS 처리수 측정·확인용 탱크수 | | C군 | 요약 | 측정·평가 대상 핵종(29개 핵종) 고시 농도비 총합 | 0.25 (1미만임을 확인) |
| 채취 일시 | 2023년 6월 26일 | 11:28 | | | | |
| 저류량(m ³) | 8941 | | | | | |

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 | 1.3E+01 | ± 2.3E+00 | 2.2E+00 | 1.2E+01 | ± 8.7E-01 | 8.8E-01 | 6.6E-03 | 6.0E-03 | 2000 | 측정 |
| 2 | Mn-54 | ND | - | 2.3E-02 | ND | - | 2.7E-02 | 2.3E-05 미만 | 2.7E-05 미만 | 1000 | 측정 |
| 3 | Fe-55 | ND | - | 1.4E+01 | ND | - | 1.2E+01 | 6.9E-03 미만 | 6.1E-03 미만 | 2000 | 측정 |
| 4 | Co-60 | 2.4E-01 | ± 4.9E-02 | 2.4E-02 | 2.2E-01 | ± 3.0E-02 | 2.7E-02 | 1.2E-03 | 1.1E-03 | 200 | 측정 |
| 5 | Ni-63 | ND | - | 8.9E+00 | ND | - | 5.5E+00 | 1.5E-03 미만 | 9.1E-04 미만 | 6000 | 측정 |
| 6 | Se-79 | ND | - | 8.7E-01 | ND | - | 1.8E+00 | 4.3E-03 미만 | 9.2E-03 미만 | 200 | 측정 |
| 7 | Sr-90 | ND | - | 3.2E-02 | ND | - | 3.4E-02 | 1.1E-03 미만 | 1.1E-03 미만 | 30 | 측정 |
| 8 | Y-90 | ND | - | 3.2E-02 | ND | - | 3.4E-02 | 1.1E-04 미만 | 1.1E-04 미만 | 300 | Sr-90/Y-90 방사평형평가 |
| 9 | Tc-99 | ND | - | 1.9E-01 | ND | - | 3.8E-01 | 1.9E-04 미만 | 3.8E-04 미만 | 1000 | 측정 |
| 10 | Ru-106 | ND | - | 2.1E-01 | ND | - | 2.7E-01 | 2.1E-03 미만 | 2.7E-03 미만 | 100 | 측정 |
| 11 | Sb-125 | ND | - | 8.8E-02 | ND | - | 1.2E-01 | 1.1E-04 미만 | 1.5E-04 미만 | 800 | 측정 |
| 12 | Te-125m | ND | - | 3.1E-02 | ND | - | 4.1E-02 | 3.4E-05 미만 | 4.6E-05 미만 | 900 | Sb-125/Te-125m 방사평형평가 |
| 13 | I-129 | 1.8E+00 | ± 9.2E-02 | 1.4E-02 | 1.7E+00 | ± 3.3E-01 | 1.3E-01 | 2.0E-01 | 1.9E-01 | 9 | 측정 |
| 14 | Cs-134 | ND | - | 3.0E-02 | ND | - | 4.8E-02 | 4.9E-04 미만 | 8.0E-04 미만 | 60 | 측정 |
| 15 | Cs-137 | 4.5E-01 | ± 8.0E-02 | 2.6E-02 | 4.5E-01 | ± 5.2E-02 | 4.3E-02 | 5.0E-03 | 5.0E-03 | 90 | 측정 |
| 16 | Ce-144 | ND | - | 3.6E-01 | ND | - | 2.4E-01 | 1.8E-03 미만 | 1.2E-03 미만 | 200 | 측정 |
| 17 | Pm-147 | ND | - | 3.2E-01 | ND | - | 3.3E-01 | 1.1E-04 미만 | 1.1E-04 미만 | 3000 | Eu-154 상대비평가 |
| 18 | Sm-151 | ND | - | 1.2E-02 | ND | - | 1.3E-02 | 1.5E-06 미만 | 1.6E-06 미만 | 8000 | Eu-154 상대비평가 |
| 19 | Eu-154 | ND | - | 7.1E-02 | ND | - | 7.5E-02 | 1.8E-04 미만 | 1.9E-04 미만 | 400 | 측정 |
| 20 | Eu-155 | ND | - | 2.4E-01 | ND | - | 1.6E-01 | 8.1E-05 미만 | 5.3E-05 미만 | 3000 | 측정 |
| 21 | U-234 | ND | - | 3.0E-02 | ND | - | 2.6E-02 | 7.4E-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 | - | 8.1E-01 | ND | - | 7.2E-01 | 4.1E-03 미만 | 3.6E-03 미만 | 200 | Pu-238 상대비평가 |
| 고시 농도비 총합(고시 농도 한도 대비 비율의 합) | | | | | | | | 2.5E-01 미만 | 2.4E-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 계측하여 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 | 14(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 | 1.4E+05 | ± 7.8E+03 | 1.9E+01 | 1.4E+05 | ± 7.9E+03 | 1.3E+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 | ○ | 4.7E-02 | ○ | 5.2E-02 | 측정 |
| 2 | Co-58 | ○ | 2.4E-02 | ○ | 3.1E-02 | |
| 3 | Zn-65 | ○ | 4.6E-02 | ○ | 5.1E-02 | |
| 4 | Rb-86 | ○ | 2.4E-01 | ○ | 3.7E-01 | |
| 5 | Sr-89 | ○ | 3.5E-02 | ○ | 4.1E-02 | |
| 6 | Y-91 | ○ | 2.5E+00 | ○ | 2.2E+00 | |
| 7 | Nb-95 | ○ | 3.1E-02 | ○ | 3.7E-02 | |
| 8 | Ru-103 | ○ | 2.9E-02 | ○ | 3.0E-02 | |
| 9 | Ag-110m | ○ | 2.6E-02 | ○ | 3.6E-02 | |
| 10 | Cd-113m | ○ | 8.5E-02 | ○ | 5.6E-02 | |
| 11 | Cd-115m | ○ | 1.3E+00 | ○ | 1.9E+00 | |
| 12 | Sn-123 | ○ | 3.8E+00 | ○ | 1.1E+00 | |
| 13 | Sn-126 | ○ | 1.8E-01 | ○ | 1.1E-01 | |
| 14 | Sb-124 | ○ | 5.1E-02 | ○ | 5.7E-02 | |
| 15 | Te-123m | ○ | 6.3E-02 | ○ | 3.1E-02 | |
| 16 | Te-127 | ○ | 2.9E+00 | ○ | 2.6E+00 | |
| 17 | Te-129m | ○ | 7.3E-01 | ○ | 1.0E+00 | |
| 18 | Te-129 | ○ | 3.7E-01 | ○ | 3.4E-01 | |
| 19 | Cs-136 | ○ | 2.4E-02 | ○ | 3.3E-02 | |
| 20 | Ba-140 | ○ | 1.0E-01 | ○ | 1.3E-01 | |
| 21 | Ce-141 | ○ | 1.1E-01 | ○ | 8.4E-02 | |
| 22 | Pm-146 | ○ | 4.2E-02 | ○ | 3.8E-02 | |
| 23 | Pm-148m | ○ | 2.4E-02 | ○ | 2.8E-02 | |
| 24 | Pm-148 | ○ | 1.0E-01 | ○ | 4.7E-01 | |
| 25 | Eu-152 | ○ | 1.3E-01 | ○ | 1.3E-01 | |
| 26 | Gd-153 | ○ | 1.8E-01 | ○ | 1.3E-01 | |
| 27 | Tb-160 | ○ | 7.8E-02 | ○ | 9.2E-02 | |
| 28 | Am-243 | ○ | 3.0E-02 | ○ | 2.6E-02 | |
| 29 | Cm-242 | ○ | 3.0E-02 | ○ | 2.6E-02 | |
| 30 | Cm-243 | ○ | 3.0E-02 | ○ | 2.6E-02 | |
| 31 | Rh-103m | ○ | 2.9E-02 | ○ | 3.0E-02 | Ru-103/Rh-103m 방사평형평가 |
| 32 | Rh-106 | ○ | 2.1E-01 | ○ | 2.7E-01 | Ru-106/Rh-106 방사평형평가 |
| 33 | Sn-119m | ○ | 6.8E-03 | ○ | 4.1E-03 | Sn-126 상대비평가 |
| 34 | Te-127m | ○ | 2.9E+00 | ○ | 2.7E+00 | Te-127 상대비평가 |
| 35 | Cs-135 | ○ | 1.7E-07 | ○ | 2.8E-07 | Cs-137 상대비평가 |
| 36 | Ba-137m | ○ | 2.5E-02 | ○ | 4.0E-02 | Cs-137/Ba-137m 방사평형평가 |
| 37 | Pr-144m | ○ | 5.5E-03 | ○ | 3.6E-03 | Ce-144/Pr-144m 방사평형평가 |
| 38 | Pr-144 | ○ | 3.6E-01 | ○ | 2.4E-01 | Ce-144/Pr-144 방사평형평가 |
| 39 | Am-242m | ○ | 2.0E-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 | 3.0E-06 | 3.0E-06 | 6.0E+02 |
| Ba-137m | 4.3E-01 | 4.3E-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 | <0.5 | 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 | 0 | 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 | 12 | |
| 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