

滞留水及び処理水の放射能分析

平成25年11月28日
日本原子力研究開発機構

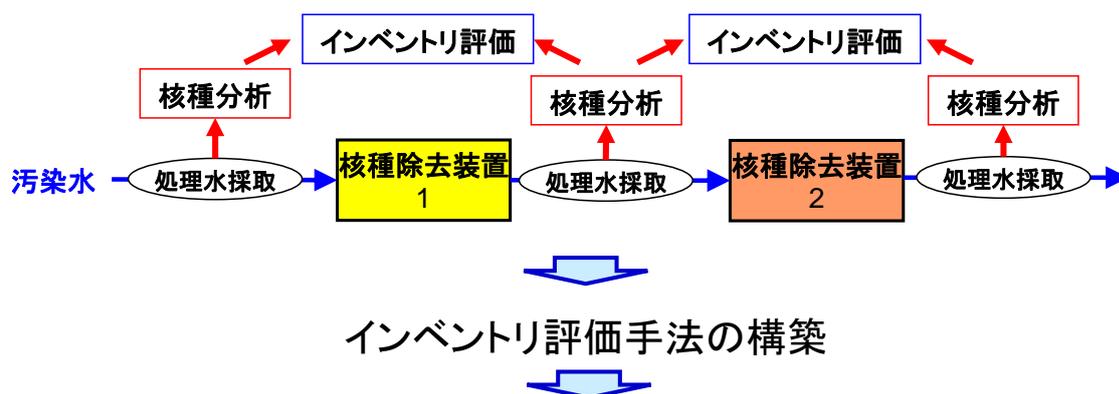
インベントリ評価手法の構築の考え方

- 滞留水処理により発生する廃ゼオライト、スラッジ等の処理・処分方法の検討には、廃ゼオライト等の放射能濃度データが必要。しかし、廃ゼオライト等は高線量であるため、**直接、放射能分析を行うことが困難。**

⇒ 滞留水や処理水の放射能分析結果から**間接的な評価を実施中。**

⇒ **分析データの蓄積**が必要。

- インベントリ評価の基本的考え方



保管容器単位のインベントリ、廃棄物毎の総インベントリ

原子力機構の分析	東京電力の分析
<ul style="list-style-type: none"> ● 分析核種 γ線核種: ^{60}Co, ^{94}Nb, ^{137}Cs, $^{152,154}\text{Eu}$ β線核種: ^3H, ^{14}C, ^{36}Cl, ^{41}Ca, ^{63}Ni, ^{79}Se, ^{90}Sr, ^{99}Tc, ^{129}I α線核種: $^{233,234,235,236,238}\text{U}$, ^{237}Np, $^{238, 239+240,241,242}\text{Pu}$, $^{241,242m,243}\text{Am}$, $^{244,245,246}\text{Cm}$ ● 分析サンプル数 <ul style="list-style-type: none"> ・ 集中RW地下高汚染水: 5件 ・ HTI/B 地下滞留水 : 3件 ・ 各処理装置出口水 : 1~4件 	<ul style="list-style-type: none"> ● 分析核種 γ線核種: ^{54}Mn, $^{58,60}\text{Co}$, $^{103,106}\text{Ru}$, $^{124,125}\text{Sb}$, ^{131}I, $^{134,137}\text{Cs}$, ^{140}Ba, ^{140}La β線核種: ^3H, 全 β ● 分析サンプル数 <ul style="list-style-type: none"> ・ 集中RW地下高汚染水: 1~2件/月 ・ HTI/B 地下滞留水 : 1~2件/月 ・ 各処理装置出口水 : 1~2件/月

原子力機構: 分析核種数は多いが、分析点数は少ない
 東京電力 : 処理・処分の検討に必要な核種は少ないが、分析点数は多い。



双方の特徴を利用し、インベントリ評価を進める。

背景・概要

- 前回 (H25.6.27) 報告※においては、集中RW建屋及びRO濃廃水を対象とし、試料量を増やして検出下限値を低減した結果、Pu-238、Cm-244等の α 線放出核種の定量値を報告した。

※ http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/130627/130627_02kk.pdf

- 今回報告の放射能分析結果
 - 集中RW地下高汚染水(滞留水)
 - 高温焼却炉建屋 (HTI) から採取した滞留水
- ※ これまで分析は未実施。SARRY出口水との比較を実施
- KURION出口水
- SARRY出口水

分析試料の情報

No.	試料名	採取日	採取場所	採取量(ml)
1	H24-609 集中RW地下高汚染水(滞留水)	2012.11.20	集中RW3階 サンプリングライン	30
2	H24-095 集中RW地下高汚染水(滞留水)	2012.5.8	集中RW3階 サンプリングライン	30
3	H24-145 HTI/B 地下滞留水	2012.5.29	HTI/B 1FL機器ハッチ	30
4	H23-492 HTI/B 地下滞留水	2011.11.8	HTI/B 1FL機器ハッチ	30
5	H24-612 HTI/B 地下滞留水	2012.11.27	HTI/B 1FL機器ハッチ	30
6	H24-KU1 KURION出口水	2013.2.14	KURION出口 サンプリングライン	30
7	H24-158 SARRY S-5B出口水	2012.5.31	S-5B出口 サンプリングライン	30
8	H24-383 SARRY S-5B出口水	2012.8.28	S-5B出口 サンプリングライン	30
9	H24-SA3 SARRY S-5B出口水	2012.11.27	S-5B出口 サンプリングライン	10

4

分析結果(1/4)

■ γ線放出核種分析結果

No.	試料名	放射能濃度 (2013.6.27時点) [Bq/ml]				
		Co-60 (約5.3年)	Nb-94 (約 2.0×10^4 年)	Cs-137 (約30年)	Eu-152 (約14年)	Eu-154 (約8.6年)
1	H24-609 集中RW地下高汚染水	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 2 \times 10^{-1}$	$(4.3 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 4 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$
2	H24-095 集中RW地下高汚染水	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 2 \times 10^{-1}$	$(4.6 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 4 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$
3	H24-145 HTI/B 地下滞留水	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 2 \times 10^{-1}$	$(5.2 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 4 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$
4	H23-492 HTI/B 地下滞留水	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 2 \times 10^{-1}$	$(3.5 \pm 0.1) \times 10^5$	$< 4 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$
5	H24-612 HTI/B 地下滞留水	$(3.8 \pm 0.1) \times 10^0$	$< 2 \times 10^{-1}$	$(7.4 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 6 \times 10^{-1}$	$< 4 \times 10^{-1}$
6	H24-KU1 KURION出口水	$(1.6 \pm 0.3) \times 10^{-1}$	$< 2 \times 10^{-1}$	$(4.2 \pm 0.1) \times 10^0$	$< 5 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$
7	H24-158 SARRY S-5B出口水	$(2.6 \pm 0.3) \times 10^{-1}$	$< 2 \times 10^{-1}$	$(1.5 \pm 0.4) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$
8	H24-383 SARRY S-5B出口水	$(1.8 \pm 0.1) \times 10^0$	$< 2 \times 10^{-1}$	$(3.1 \pm 0.1) \times 10^0$	$< 5 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$
9	H24-SA3 SARRY S-5B出口水	$(1.7 \pm 0.1) \times 10^0$	$< 2 \times 10^{-1}$	$(4.7 \pm 0.1) \times 10^1$	$< 4 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$

※分析値の±より後ろの数値は、計数値誤差である。

分析結果(2/4)

■ β・X線放出核種分析結果(1/2)

No.	試料名	放射能濃度(2013.6.27時点) [Bq/ml]				
		H-3 (約12年)	C-14 (約5.7×10 ³ 年)	Cl-36 (約3.0×10 ⁵ 年)	Ca-41 (約1.0×10 ⁵ 年)	Ni-63 (約1.0×10 ² 年)
1	H24-609 集中RW地下高汚染水	$(7.1 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^1$	$(3.3 \pm 0.2) \times 10^{-1}$
2	H24-095 集中RW地下高汚染水	$(4.9 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^1$	$< 5 \times 10^{-2}$
3	H24-145 HTI/B 地下滞留水	$(8.3 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^1$	$(6.2 \pm 0.2) \times 10^{-1}$
4	H23-492 HTI/B 地下滞留水	$(2.0 \pm 0.1) \times 10^3$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^1$	$< 5 \times 10^{-2}$
5	H24-612 HTI/B 地下滞留水	$(7.2 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^1$	$(5.0 \pm 0.2) \times 10^{-1}$
6	H24-KU1 KURION出口水	$(7.1 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^1$	$(7.8 \pm 0.2) \times 10^{-1}$
7	H24-158 SARRY S-5B出口水	$(9.9 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^1$	$(9.3 \pm 0.2) \times 10^{-1}$
8	H24-383 SARRY S-5B出口水	$(7.9 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^1$	$(5.4 \pm 0.2) \times 10^{-1}$
9	H24-SA3 SARRY S-5B出口水	—	—	—	—	$(1.7 \pm 0.1) \times 10^0$

※No.9は試料量が少いため、H-3、C-14、Cl-36及びCa-41の分析は実施せず。

分析結果(3/4)

■ β・X線放出核種分析結果(2/2)

No.	試料名	放射能濃度(2013.6.27時点) [Bq/ml]			
		Se-79 (約6.5×10 ⁴ 年)	Sr-90 (約29年)	Tc-99 (約2.1×10 ⁵ 年)	I-129 (約1.6×10 ⁷ 年)
1	H24-609 集中RW地下高汚染水	$(2.7 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$(4.7 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 5 \times 10^{-2}$	$(7.4 \pm 0.1) \times 10^{-2}$
2	H24-095 集中RW地下高汚染水	$(1.1 \pm 0.1) \times 10^0$	$(3.8 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 5 \times 10^{-2}$	$(9.0 \pm 0.2) \times 10^{-2}$
3	H24-145 HTI/B 地下滞留水	$(4.9 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$(4.9 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 5 \times 10^{-2}$	$(8.4 \pm 0.2) \times 10^{-2}$
4	H23-492 HTI/B 地下滞留水	$(4.3 \pm 0.1) \times 10^0$	$(1.8 \pm 0.1) \times 10^5$	$< 5 \times 10^{-2}$	$(1.2 \pm 0.1) \times 10^0$
5	H24-612 HTI/B 地下滞留水	$(2.2 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$(4.4 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 5 \times 10^{-2}$	$(2.0 \pm 0.1) \times 10^{-1}$
6	H24-KU1 KURION出口水	$(8.1 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$(7.0 \pm 0.1) \times 10^3$	$< 5 \times 10^{-2}$	$(5.0 \pm 0.1) \times 10^{-2}$
7	H24-158 SARRY S-5B出口水	$(2.2 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$(5.4 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 5 \times 10^{-2}$	$(7.8 \pm 0.2) \times 10^{-2}$
8	H24-383 SARRY S-5B出口水	$(1.5 \pm 0.1) \times 10^0$	$(1.2 \pm 0.1) \times 10^5$	$< 5 \times 10^{-2}$	$(9.6 \pm 0.2) \times 10^{-2}$
9	H24-SA3 SARRY S-5B出口水	$(8.8 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$(4.8 \pm 0.1) \times 10^4$	—	$(1.1 \pm 0.1) \times 10^{-1}$

※No.9は試料量が少いため、Tc-99の分析は実施せず。

■ α線放出核種分析結果

No.	試料名	放射能濃度 (2013.6.27時点) [Bq/ml]			
		Pu-238 (約88年)	Pu-239+240 (約 2.4×10^4 年 約 6.6×10^3 年)	Am-241 (約 4.3×10^2 年)	Cm-244 (約18年)
1	H24-609 集中RW地下高汚染水	$< 3 \times 10^{-4}$	$< 3 \times 10^{-4}$	$< 2 \times 10^{-4}$	$< 2 \times 10^{-4}$
2	H24-095 集中RW地下高汚染水	$< 4 \times 10^{-4}$	$< 3 \times 10^{-4}$	$< 2 \times 10^{-4}$	$< 1 \times 10^{-4}$
3	H24-145 HTI/B 地下滞留水	$(2.4 \pm 0.3) \times 10^{-3}$	$(8.1 \pm 1.4) \times 10^{-4}$	$< 1 \times 10^{-4}$	$< 1 \times 10^{-4}$
4	H23-492 HTI/B 地下滞留水	$(1.0 \pm 0.2) \times 10^{-3}$	$(4.6 \pm 0.8) \times 10^{-4}$	$< 5 \times 10^{-4}$	$< 4 \times 10^{-4}$
5	H24-612 HTI/B 地下滞留水	$< 3 \times 10^{-4}$	$< 4 \times 10^{-4}$	$< 5 \times 10^{-4}$	$< 4 \times 10^{-4}$
6	H24-KU1 KURION出口水	$< 4 \times 10^{-4}$	$< 3 \times 10^{-4}$	$< 1 \times 10^{-4}$	$< 1 \times 10^{-4}$
7	H24-158 SARRY S-5B出口水	$< 5 \times 10^{-4}$	$< 4 \times 10^{-4}$	$< 4 \times 10^{-4}$	$< 4 \times 10^{-4}$
8	H24-383 SARRY S-5B出口水	$(2.1 \pm 0.3) \times 10^{-3}$	$(8.3 \pm 1.8) \times 10^{-4}$	$(5.6 \pm 1.3) \times 10^{-4}$	$(6.3 \pm 1.4) \times 10^{-4}$
9	H24-SA3 SARRY S-5B出口水	$(1.4 \pm 0.2) \times 10^{-3}$	$(5.1 \pm 1.2) \times 10^{-4}$	$< 5 \times 10^{-4}$	$< 3 \times 10^{-4}$

参考(Puに関する環境放射能等との比較)

■ 環境中のPu放射能濃度との比較

1978～2003年(茨城県)の土壤中濃度

Pu-239+240 : $2.3 \times 10^{-5} \sim 2.9 \times 10^{-3}$ Bq/g

(出典: サイクル機構技報 No.25, 2004.12, p45)

⇒ 今回の検出値は、フォールアウトに起因する
環境中のPu放射能と同程度

■ 発電所敷地内土壤のPu放射能濃度との比較

事故由来の Pu-238 が、 10^{-4} Bq/g オーダーで検出されている。

(出典: 東京電力プレスリリース「福島第一原子力発電所構内における 土壤中の放射性物質の核種分析の結果について」)

⇒ 今回の検出値は、発電所敷地内の土壤と同程度

■ 滞留水及び処理水のPu放射能濃度との比較

事故由来の Pu-238 が、 $10^{-4} \sim 10^{-3}$ Bq/ml で検出されている※。

⇒ 今回の検出値は、これまでに分析した滞留水及び処理水と同程度