

平成 23 年 8 月 10 日

福島市の焼却施設における排ガス等の測定結果について

1. 概要

福島県内の一般廃棄物焼却施設で、生活ごみの焼却を行っている状態及び災害廃棄物を混焼した状態での放射性物質の濃度を測定した。その結果から災害廃棄物焼却処理の影響を検討する。

2. 放射能濃度測定方法

(1) 試料採取方法

主灰、飛灰等は、ゲルマニウム半導体検出器による測定に必要な量を採取する。排ガス分析用試料は、「JIS Z 8808：排ガス中のダスト濃度の測定方法」により採取した。ろ紙には 0.3 μ mDOP 捕捉効率 99.9%以上のシリカ繊維 (ADVANTEC 円筒濾紙No.88RH) を用い、約 1 時間で約 1 N m³の吸引を行った。

(2) 放射能濃度測定

試料をゲルマニウム半導体検出器により測定。

(3) 放射能濃度測定業者

財団法人日本分析センター

3. 対象施設等

(1) 施設概要

施設名：あらかわクリーンセンター（福島市）

焼却炉：連続運転ストーカ式焼却炉（110t/日×2炉）

集塵機：バグフィルタ（活性炭吹込みあり）。湿式排ガス洗浄装置なし。

脱硝設備なし。

飛灰処理方法：薬剤処理

工場排水：外部放流なし

(2) 分析用試料採取日

平成 23 年 7 月 13 日（生活ごみ焼却）及び 14 日（災害廃棄物混焼）。

災害廃棄物混燃時の混焼率は約 2 割。

(3) 分析用試料採取物

主灰、飛灰（薬剤処理後）、排ガス分析用試料を採取した。

4. 測定結果

別紙のとおり。

5. 考察

(1) 排ガスについて

排ガス分析用試料の放射能測定結果は、検出下限値を下回っていた。今回の測定での検出下限値は、別紙測定結果に記載されているが、 ^{134}Cs と ^{137}Cs については、 $0.025\text{Bq}/\text{m}^3$ から $0.045\text{Bq}/\text{m}^3$ であった。

「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示」で示された濃度限度は、周辺監視区域外の空気中の濃度限度として ^{134}Cs が $20\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 ^{137}Cs が $30\text{Bq}/\text{m}^3$ となっている。

今回の検出下限値は、濃度限度と比較して十分に小さく、濃度限度を十分に下回っている。

(2) $^{129\text{m}}\text{Te}$ と $^{110\text{m}}\text{Ag}$ の検出について

IAEA が取りまとめた「IAEA 安全指針 RS-G-1.7」によれば、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ は同じ濃度の放射性セシウムと同程度の影響があると考えられるが、検出された濃度は放射性セシウムよりも2桁低く、 $^{129\text{m}}\text{Te}$ は検出された濃度は放射性セシウムと同程度の濃度が検出されたが、同じ濃度の放射性セシウムよりも2桁程度影響が小さいと考えられる。

このように、今回の分析結果で検出された $^{129\text{m}}\text{Te}$ と $^{110\text{m}}\text{Ag}$ の影響はどちらも、セシウムよりも2桁小さいため、放射性セシウムを支配的な核種として差し支えないと考えられる。

環境試料の放射能測定

平成23年7月29日
財団法人 日本分析センター
23Y404
単位: Bq/kg

測定結果	試料名	採取場所	試料採取日	測定日	γ線スペクトロメトリー						
					¹³¹ I	¹³² I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁶ Cs	^{129m} Te	^{110m} Ag
主灰		福島市あらかわ クリーンセンター	23. 7. 13	23. 7. 19	** (51)	** (34)	8500 ± 70	9400 ± 60	** (24)	** (920)	** (31)
			23. 7. 14	23. 7. 19	** (58)	** (39)	9800 ± 80	11000 ± 70	** (28)	** (1100)	** (36)
飛灰			23. 7. 13	23. 7. 19	** (98)	** (65)	37000 ± 100	41000 ± 100	** (50)	3400 ± 630	73 ± 20
			23. 7. 14	23. 7. 19	** (93)	** (62)	35000 ± 100	38000 ± 100	** (45)	4100 ± 580	85 ± 18

- 注) 1. 分析結果は、計数値がその計数誤差の3倍を超えるものについては有効数字2桁で表し、それ以下のものについては**で示した。() 内は、検出下限値である。
 2. 誤差は計数誤差のみを示した。
 3. 測定結果については、減衰補正を行っていない結果である。
 4. 上記核種の他、人工放射性核種は検出されなかった。

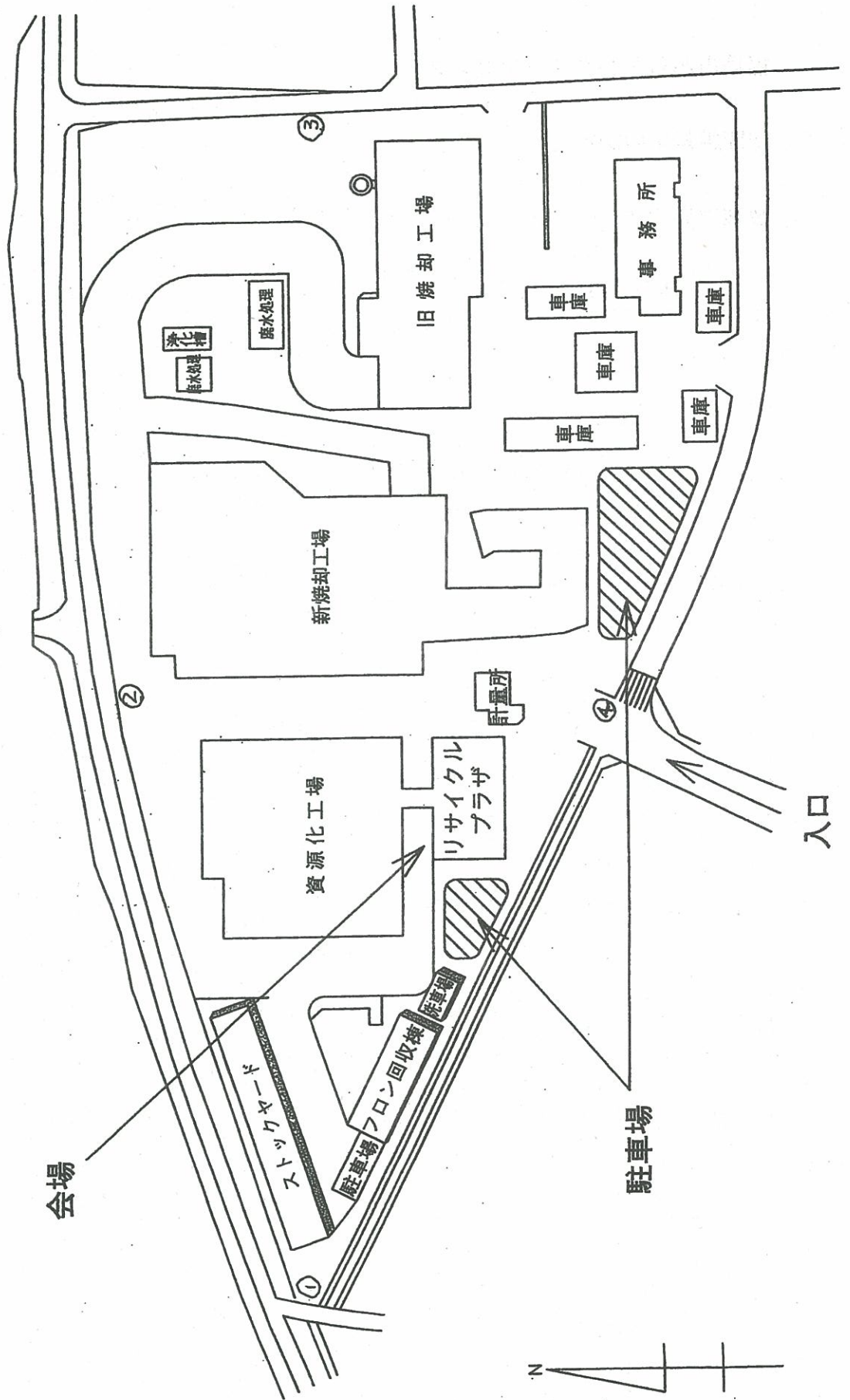
環境試料の放射能測定

平成23年7月29日
財団法人 日本分析センター
23Y404
単位: Bq/m³

試料名	採取場所	試料採取日	測定日	γ線スペクトロメトリー						
				¹³¹ I	¹³² I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁸ Cs	^{129m} Te	^{110m} Ag
排ガス分析用試料	福島市あらかわ クリンセンター	23. 7. 13	23. 7. 19	** (0.019)	** (0.024)	** (0.045)	** (0.030)	** (0.022)	** (0.81)	** (0.028)
		23. 7. 14	23. 7. 19	** (0.018)	** (0.018)	** (0.038)	** (0.025)	** (0.016)	** (0.70)	** (0.026)

- 注) 1. 分析結果は、計数値がその計数限界の3倍を超えるものについては有効数字2桁で表し、それ以下のものについては**で示した。() 内は、検出下限値である。
 2. 誤差は計数限界のみを示した。
 3. 測定結果については、減衰補正を行っていない結果である。
 4. 上記核種の他、人工放射性核種は検出されなかった。

あらかわクリーンセンター 配置図



福島市あらかわクリーンセンター

空間線量率の測定

敷地境界でサーベイメーターによる空間線量率を測定

地図の位置 (番号)	測定日	$\mu\text{Sv/h}$
①	7月13日	0.53
	7月14日	0.56
②	7月13日	0.55
	7月14日	0.55
③	7月13日	0.60
	7月14日	0.60
④	7月13日	0.65
	7月14日	0.63

その他

採取	測定日	$\mu\text{Sv/h}$
主灰	7月13日	0.07
		BG 0.07
	7月14日	0.11
		BG 0.09
飛灰	7月13日	0.90
		BG 0.40
	7月14日	1.0
		BG 0.40
排ガス分析用試料採取 (試料採取位置)	7月13日	0.08
		BG 0.08
	7月14日	0.11
		BG 0.09

一時保管の後の安全な処分方法等に関する論点整理（案）

7月14日の第4回災害廃棄物安全評価検討会で議論された「一時保管の後の安全な処分方法等に関する論点（案）」を踏まえ、焼却灰等の一時保管の後の安全な処分方法について論点の整理を行った。

1 第4回災害廃棄物安全評価検討会までに提示された論点

焼却灰（主灰及び飛灰）については、作業者の被ばく対策を講じるとともに、跡地の利用を制限することにより、安全な埋立処分が可能である。

- 100,000Bq/kg以下の脱水汚泥等について、跡地を居住等の用途に供しないこととした上で長期的に適切な措置を講じる条件下で埋立処分した場合、跡地からの周辺住民の被ばく線量が年間 $10\mu\text{Sv}$ を下回るとの試算が得られている（「放射性物質が検出された上下水処理等副次産物の当面の取扱いに関する考え方」）。
- 100,000Bq/kg以下の廃棄物を一般廃棄物最終処分場（管理型最終処分場）で埋立処分する場合、作業中は、別紙のとおり埋立位置から敷地境界まで適切な距離をとれば、周辺住民の被ばく線量が年間 1mSv を下回るとの試算が得られている（第4回災害廃棄物安全評価検討会 参考資料3）。
- 放射性セシウム濃度（セシウム134とセシウム137の合計値。以下同じ。）が $8,000\text{Bq/kg}$ 以下の廃棄物をそのまま埋立処分する場合の作業員の被ばく線量は、原子力安全委員会による作業員の目安である年間 1mSv を下回っている。このように、 $8,000\text{Bq/kg}$ は作業員の安全も確保される濃度レベルである（環境省「福島県の災害廃棄物の処理の方針」参考3）。

したがって、 $8,000\sim 100,000\text{Bq/kg}$ のものであっても、作業者の被ばく対策及び跡地利用の制限に加えて、次の(1)及び(2)の条件が満たされれば、一時保管ではなく、埋立処分とすることが可能ではないか。

- (1) 放射性セシウムによる公共用水域や地下水の汚染が防止されること
埋立地の内部で放射性セシウムが動かなければ、公共用水域と地下水の汚染の防止が可能。そのためには、次のいずれかの条件が満たされることが必要。

- ア. 焼却灰から放射性セシウムが溶出しない
- イ. 溶出しても土壤に吸着されてほとんど動かない
- ウ. 放射性セシウムと水が接触しない状況を作る

(2) 跡地の利用制限を含め、長期的な管理が行われること

① 管理主体について

市町村が設置して管理している処分場の場合は、管理主体が永続的に存在する。しかし、民間業者が設置する処分場の場合は、そうとは限らないので、埋め立てられた廃棄物の情報を公的に管理し続けるなど、長期的な管理が必要。

② 跡地の利用制限について

現行の廃棄物処理法においては、埋立処分場の廃止後も形質変更が制限されるが、形質変更を伴わない利用については制限できない。被ばく線量が十分に低い場合を除き、形質変更が伴わなくとも利用を制限できるようにすべきか。

以上の論点について、これまでの検討内容を以下の2及び3に示す。

2 放射性セシウムによる公共用水域や地下水の汚染の防止

2-1 論点に関するこれまでの知見

公共用水域と地下水の汚染の防止が可能である条件のうち、

- ア. 焼却灰から放射性セシウムが溶出しない
- イ. 溶出しても土壤に吸着されてほとんど動かない

については、焼却灰等からの溶出試験や土壤への吸着試験について科学的知見を集めており、引き続き早急に検討を行っていく必要がある。

ア及びイについて科学的知見に基づき確認できない場合は、当面、

- ウ. 放射性セシウムと水が接触しない状況を作る

が求められるが、具体的には、埋立地の内部への水の浸入を防止するか、容器等により水との接触を遮断する方法が、第4回検討会でも提示されたところである。あるいは、放射性セシウムと水がなるべく接触しないように対策を講じつつ、安全な状況となるまでの期間、適切な知見をもって排水処理等を行うことで、放射性セシウムと人との接触を遮断することにより、埋立処分が可能なのではないか。

2-2 想定される埋立の方法

(1) 放射性セシウム濃度が 8,000Bq/kg 超 100,000Bq/kg 以下の場合

埋立処分を行うに当たっては、1) の共通事項に加え、放射性セシウムによる公共用水域や地下水の汚染を防止するために、2) ~ 4) のいずれかの方法が考えられる。

1) 埋立にあたっての共通事項

- ア) 一般廃棄物最終処分場（管理型最終処分場）において、埋立場所を他の廃棄物と分けて埋立し、埋立場所については記録する。なお、埋立場所には、締め固めた土壌層が下部にあることが望ましいのではないか。
- イ) 操業中の放射線被ばくを抑える観点から、即日覆土を行う。ただし、3) 「容器等」により放射線が遮蔽されることにより、敷地境界での空間線量率が年間 1mSv を下回ることが確認できる場合にはこの限りではないと考えられる。

2) 埋立地の内部への水の浸入を防止する埋立

① 雨水等が浸入しない屋根付き処分場での処理

屋根付き処分場では、水の浸入を防止するために、ア) ~ オ) の対策を行えば、埋立が可能ではないか。

- ア) 埋め立てる際には、締め固めた土壌層の上に埋立する。
- イ) 雨水が浸入しないよう適正な管理を行う。
- ウ) 地下水位が埋立地点より高い場合には、処分場の廃止後に地下水が浸入する可能性が否定できないので、焼却灰をセメントと混合し固化（混合量は、当面、コンクリート固型化物 1 m³ 当たり 150kg 以上とし、必要により骨材等を加え、埋立作業中の破損、その他廃棄物・覆土等の荷重に対応できる強度とすること。なお埋立地で養生する場合は、作業環境や敷地境界での空間線量率等を考慮して適切に行うこと。以下同じ。）したうえで埋立する。
- エ) 埋立場所については、飛散防止のため以外の散水は行わない。他の場所で、散水等を行う場合は、一般廃棄物最終処分場（管理型最終処分場）からの排水について、当面「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示（平成十三年三月二十一日経済産業省告示第百八十七号）」別表第一で定められた濃度限度（三月間の平均濃度がセシウム 134 で 60Bq/L、セシウム 137 で 90Bq/L）（以下、「排水濃度限度」という。）を目安として排水処理を行う。なお、鉛、カドミウム等の重金属に関する従来の排水基準は水道水の基準の 10 倍程度で設定されてきていること、水道水の放射性セシウムの暫定基準が 200Bq/kg

であることから考えて、排水濃度限度を超えたからといって環境保全上支障が生じるものではない。

オ) 埋立終了区画などについて屋根を取り外さない。もし屋根が破損あるいは老朽化等の場合には、同等の機能を有するものを改めて設置する。

3) 容器等により水との接触を遮断する埋立

① 容器等を使用した処理

通常の屋根のない処分場であっても、水との接触を遮断するために、ア)～ウ)の対策を講じれば、必ずしも長期的な管理をしなくても、埋立が可能ではないか。

ア) 埋め立てる際には、焼却灰を容器等に入れる。また、その際には、容器及びその内容物の自重その他廃棄物・覆土等の荷重による処分場の設備類の破損に留意する。

イ) 「容器等」については、埋立作業中の破損だけでなく、劣化による破損をしないよう、一定程度以上の長期間の耐久性を確保する。また、破損した場合も飛散や流出をしないよう、焼却灰をセメントと混合し容器内で固化する。

ウ) 当該区画に雨水が浸入しないように、土壌（透水係数の低いベントナイト等の土壌）で30cm程度の隔離層を設けたうえで、容器等を埋め立てするとともに、埋立を終了した区画は、不同沈下に配慮したうえでその上面を同様の隔離層で覆う。当該隔離層は、最終処分場の安定化に支障のない位置及び方法とする。

4) 水との接触をなるべく抑えたうえで排水処理を行う埋立

排水処理が適切に行われれば公共用水域の汚染を防止できると考えられるが、長期的な管理が必要となることを踏まえ、できるだけ浸出液に含まれる放射性セシウムが少なくなるような管理を行うことが望ましい。そのための方法として、以下の①又は②が考えられる。

① 隔離層の設置による処理

ア) 地下水位が埋立地点より高い場合には、処分場の廃止後に地下水が浸入する可能性が否定できないので、焼却灰をセメントと混合し固化する(②の方法)。

イ) 当該区画に雨水が浸入しないように土壌（透水係数の低いベントナイト等の土壌）で30cm程度の隔離層を設けたうえで、埋め立てするとともに、埋立を終了した区画は、当該区画に雨水が浸入しないように、その上面を不同沈下に配慮し、同様の隔離層で覆う。当該隔離層は、最終処分場

の安定化に支障のない位置及び方法とする。また、当該区画の隔離層上面に雨水が冠水しないように排水勾配を作り、排水層を設けるなどの処置を施す。

ウ) 一般廃棄物最終処分場（管理型最終処分場）からの排水について、当面排水濃度限度を目安として排水処理を行う。なお、鉛、カドミウム等の重金属に関する従来の排水基準は水道水の基準の10倍程度で設定されてきていること、水道水の放射性セシウムの暫定基準が200Bq/kgであることから考えて、排水濃度限度を超えたからといって環境保全上支障が生じるものではない。

② セメント固化による処理

ア) 埋め立てる際には、焼却灰をセメントと混合し固化する。

イ) セメントと混合した物を、埋立時に粉碎しないようにする。

ウ) 当該区画に雨水が浸入しないように土壌（透水係数の低いベントナイト等の土壌）で30cm程度の隔離層を設けたうえで、セメント固化物を埋め立てるとともに、埋立を終了した区画は、不同沈下に配慮しその上面を同様の隔離層で覆う。当該隔離層は、最終処分場の安定化に支障のない位置及び方法とする。また、当該区画の隔離層上面に雨水が冠水しないように排水勾配を作り、排水層を設けるなどの処置を施す。

エ) 一般廃棄物最終処分場（管理型最終処分場）からの排水について、当面排水濃度限度を目安として排水処理を行う。なお、鉛、カドミウム等の重金属に関する従来の排水基準は水道水の基準の10倍程度で設定されてきていること、水道水の放射性セシウムの暫定基準が200Bq/kgであることから考えて、排水濃度限度を超えたからといって環境保全上支障が生じるものではない。

5) 遮断型処分場での埋立

上記2) から4) までの方法以外に、有害な重金属等を含む廃棄物を埋め立てるための遮断型処分場での埋立処分が可能と考えられる。

(2) 放射性セシウム濃度が100,000Bq/kg 超

有害な重金属等を含む廃棄物を埋め立てるための遮断型処分場を参考としつつ、放射性セシウムによる放射線の遮断能力及び長期的な安全性の確保といった観点にも配慮して、適切な埋立処分の方法を検討すべきと考えられる。

また、焼却灰をセメントと混合し、100,000Bq/kg 以下に適切に低減化した上で、3) ①又は4) ②の方法で処理することも可能であると考えられる。

3 跡地の利用制限を含めた長期的な管理

3-1 管理主体について

放射性物質の濃度や、水との遮断の手法により、通常の最終処分場の廃止までの期間より長期間、跡地の利用制限や排水管理が必要な場合がある。そのため、長期間管理が可能な地方自治体等の公的な主体が設置する最終処分場と、長期的な管理が困難な民間事業者とにより手法の選択の幅が異なることとなる。

3-2 跡地の利用制限について

8,000~100,000Bq/kgのものを埋立処分した場合、放射性物質が安全なレベルまで低減するまでの期間、放射線の遮断の継続が必要であると考えられる。

そのため、一般廃棄物最終処分場（管理型最終処分場）の埋立終了後においても、廃棄物処理法に基づく管理を基本として、埋立が適切に終了したことの確認、土地改変及び跡地利用用途の制限による覆土による遮断効果の継続、水を経由した放射性物質の遮断の継続により、放射性物質に関する長期的な管理が可能となると考えられる。

1) 土地改変及び跡地利用用途の制限

遮断効果を妨げないように、放射線を遮断する効果を継続するとともに、放射性物質で汚染の恐れがある場所について、改変しないことが必要。また、跡地利用の用途の制限（居住等の用途に供さないこと）が必要。そのため、水による放射性物質の処分場内での移動の可能性がある場合は、移動の可能性がある範囲も含めて土地改変及び跡地利用用途の制限が必要ではないか。

2) モニタリング、排水管理の継続

水との接触を低減化させるため、埋立終了後においては、沈下等に配慮しつつ、埋立地全体で可能な限り雨水浸入の防止の措置を取るべきではないか。

また、放射性物質が安全なレベルまで低減するまでの期間は、周辺地下水を含めたモニタリングや、必要に応じて排水管理（排水処理及び排水処理汚泥の管理等）が、埋立終了後も必要ではないか。

水との接触を遮断する埋立を行った場合については、遮断機能について放射性物質が安全なレベルまで低減するまでの期間保持できるのであれば、漏洩していないことをモニタリングで確認すれば、排水管理は不要と考えられる。

排水処理を必要とする埋立を行った場合は、放射性物質が安全なレベルまで低減するまでの期間は、モニタリングや、必要に応じて排水管理が、埋立終了後も必要ではないか。

3) 埋立が適切に終了したことの確認

覆土を行い、埋立が終了した際には、埋立が適切に行われたかどうか確認

すべきではないか。

4 今後の検討

8,000～100,000Bq/kg の焼却灰（主灰及び飛灰）の一時保管の後の安全な処分方法については、放射性セシウムによる公共用水域や地下水の汚染の防止、跡地の利用制限を含めた長期的な管理に関する以上の論点を踏まえ、早急に検討結果を取りまとめ結論を出すこととしたい。

（参考）海面埋立の取扱いに関する論点

海面埋立については、居住地域から一定の距離があり、作業中に敷地境界での空間線量率が年間 1mSv を下回ることが確認できる場合には、即日覆土は必ずしも必要なく、最終覆土を行えばよいのではないかと。また、埋立区域外への放射性物質の漏洩を排水処理等により厳格に遮断できる場合には、水との接触をなるべく抑えたいうで排水処理を行い、跡地の利用制限を含めた長期的な管理を行うことにより、埋立を行うことができるのではないかと。