

農地造成への再生資材利用に
関する被ばく線量評価について（案）

目次

はじめに.....	1
第1章 作物の栽培条件	1
1.農地の造成面積に関する条件	1
2.土地造成における再生資材量（想定量）と農地造成における再生資材量（想定量）の比較	2
3.園芸作物栽培品種（例）	3
4.資源作物栽培品種（例）	4
第2章 埋戻しによる造成	5
1.土地造成に係る既往の安全評価における被ばく経路	5
2.再評価・追加評価項目について	10
2.1 農地造成作業員及び周辺居住者の外部被ばく線量（草本類）（再評価項目）	10
2.2 農地保全作業員（草刈り等作業）（草本類）の外部被ばく線量（追加評価項目）	12
2.3 火災時における被ばく線量（消防士・公衆）	17
3.評価パラメーター一覧	30
第3章 嵩上げによる造成	32
1.嵩上げによる農地造成の被ばく経路	32
2.再評価・追加評価項目について	33
2.1. 農地造成作業員及び周辺居住者の外部被ばく線量（草本類）（再評価項目）	33
2.2. 農地保全作業員（草刈り等作業）（草本類）の外部被ばく線量（追加評価項目）	35
2.3. 周辺居住者の外部被ばく線量（追加評価項目）	36
2.4. 嵩上げ施工中の農地造成作業員、供用中の農地保全作業員、嵩上げ施工中及び供用中の周辺居住者（成人及び子ども）の外部被ばく線量評価結果	37
3.評価パラメーター一覧	41
参考資料 1_既往の土地造成における再生資材の利用に係る線量評価結果等	45
参考表 1～9 既往の土地造成における再生資材の利用に係る線量評価結果の一覧	47
参考表 10 既往の安全評価（土地造成）における評価パラメーター及び評価値一覧	50

はじめに

本資料は、第8回中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会（平成30年3月29日）資料5「追加被ばく線量評価（案）について」及び参考資料1「追加被ばく線量評価（案）について」の追加被ばく線量算出評価資料である。

農地造成のために再生資材を利用した場合における作業員や周辺住民が受ける被ばく線量を評価するため、評価経路、パラメーターを設定し、再生資材に含まれるCs-134、Cs-137、全Cs（=Cs-134+Cs-137）について、単位濃度（1Bq/g）あたりの年間被ばく線量を計算した。

本評価では、造成した農地で栽培する作物は、園芸作物^a及び資源作物^bを想定し、埋戻して農地を造成する場合と嵩上げして農地を造成する場合の2通りの評価を実施した。

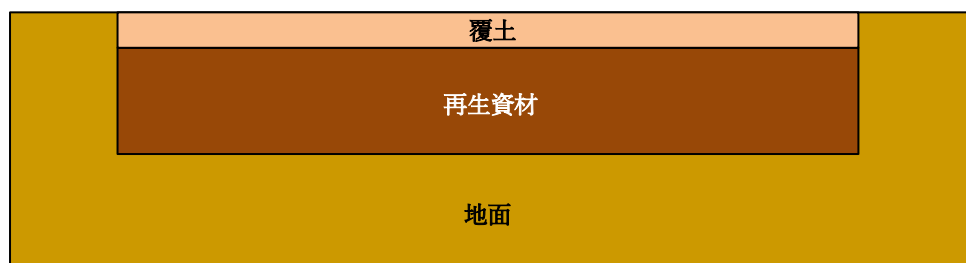


図1 再生資材で埋戻して農地を造成する場合

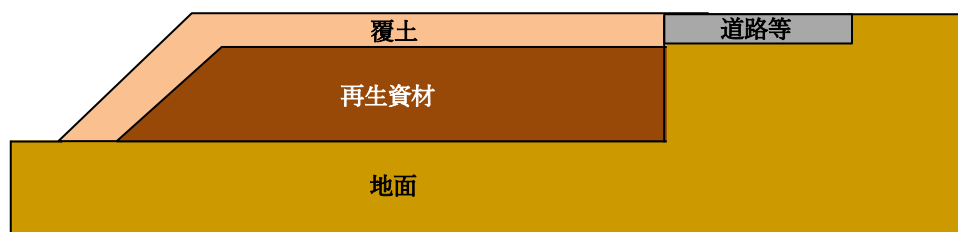


図2 再生資材で嵩上げして農地を造成する場合

第1章 作物の栽培条件

1. 農地の造成面積に関する条件

再生資材を用いた農地造成における追加被ばく線量評価に当たり、農地造成の面積[ha]について調査を行った。

農林水産省における一経営体当たりの経営耕地面積^c（地域別の面積規模ごと経営体数）の調査結果

^a 花卉（トルコギキョウ）等観賞用作物

^b ジャイアント・ミスカンサス（オギススキ）等バイオマス等で利用される作物

^c 平成29年度耕地面積（7月15日現在），農林水産省，<http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/menseki/index.html#r>

を表 1-1-1 に示す。また、当該調査結果をグラフ化したものを図 1-1-1 に示す。

表 1-1-1 一経営体当たりの経営耕地面積（地域別の面積規模ごと経営体数）

全国農業地域	0.3 ha 未 満	0.3～ 0.5ha	0.5～ 1.0ha	1.0～ 1.5ha	1.5～ 2.0ha	2.0～ 3.0ha	3.0～ 5.0ha	5.0～ 10.0ha	10.0ha 以 上	計	2.0ha 以下の 割合	5.0ha 以下の 割合	10.0ha 以下の 割合
全 国	32,919	256,106	436,249	215,883	117,486	115,983	81,538	52,229	52,784	1,361,177	0.778	0.923	0.961
全国（北海道を除く）	32,577	255,120	434,767	214,772	116,660	114,412	78,755	46,995	27,499	1,321,557	0.797	0.944	0.979
北 海 道	342	986	1,482	1,111	826	1,571	2,783	5,234	25,285	39,620	0.120	0.230	0.362
東 北	3,711	29,041	59,788	40,470	28,084	32,854	25,123	16,344	9,359	244,774	0.658	0.895	0.962
北 陸	771	13,567	27,827	18,145	11,588	12,047	8,899	5,694	3,995	102,533	0.701	0.906	0.961
関 東 ・ 東 山	7,989	53,216	96,700	51,102	28,433	27,059	17,027	9,551	4,903	295,980	0.802	0.951	0.983
東 海	4,680	33,452	47,087	17,800	7,391	5,989	3,818	1,945	1,664	123,826	0.892	0.971	0.987
近 畿	2,920	34,657	51,829	19,414	7,848	6,027	3,348	1,856	1,372	129,271	0.903	0.975	0.989
中 国	3,552	32,130	50,816	19,496	7,704	5,262	2,966	1,854	1,507	125,287	0.908	0.973	0.988
四 国	3,132	20,519	32,841	12,256	5,126	4,172	2,205	799	402	81,452	0.907	0.985	0.995
九 州	4,962	35,856	63,680	33,888	19,122	19,486	14,212	8,298	4,077	203,581	0.774	0.939	0.980
沖 縄	860	2,682	4,199	2,201	1,364	1,516	1,157	654	220	14,853	0.761	0.941	0.985

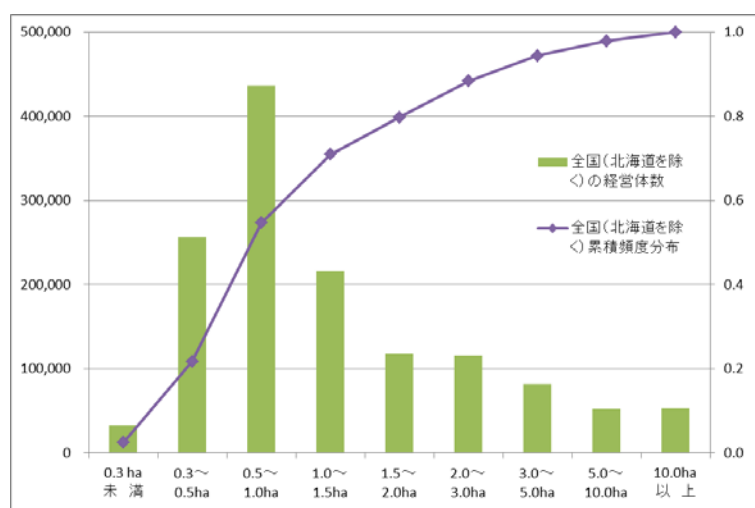


図 1-1-1 一経営体当たりの経営耕地面積グラフ

本調査の結果から農地面積と一経営体数の関係は以下のとおりとなる。

全国（北海道を除く）における 2[ha]以下の農地の割合：79.7[%]

〃 10[ha]以下の農地の割合：97.9[%]

北海道は、10[ha]以上の農地面積が北海道全体の 63.8[%]、20[ha]以上の農地面積でも北海道全体の 43.7[%]を占めるため、本評価では計算対象外とした。（北海道の農地における再生資材の利用に伴う外部被ばく線量の評価は、既往の土地造成における追加被ばく線量評価結果（25[ha]）を使用可能と考える。）

上記より、全国（北海道を除く）の農地面積の約 9 割以上を占める「10[ha]」を、再生資材を用いた農地造成の被ばく線量評価対象面積とした。

2. 土地造成における再生資材量（想定量）と農地造成における再生資材量（想定量）の比較

既往の土地造成における追加被ばく線量評価において、造成面積は 25[ha]、再生資材厚は 4.7[m]（草本類植栽）が想定されている。

農地造成では、前項 1.の調査結果を基に造成面積を 10[ha]、再生資材厚は 4.5[m]（仮設定）とし、使用する再生資材量の比較を行った。

表 1-2-1 から表 1-2-3 に土地造成及び農地造成（埋戻し及び嵩上げ）における再生資材使用量（想定量）を示す。

表 1-2-1 土地造成の追加被ばく線量評価における再生資材使用量（想定量）

項目	値	単位
造成面積	25	[ha]
	250,000	[m ²]
再生資材厚（草本類）	4.7	[m]
再生資材使用量	1,175,000	[m ³]

表 1-2-2 農地造成（埋戻し）の追加被ばく線量評価における再生資材使用量（想定量）

項目	値	単位
造成面積	10	[ha]
	100,000	[m ²]
再生資材厚（草本類）	4.5	[m]
再生資材使用量	450,000	[m ³]

表 1-2-3 農地造成（嵩上げ）の追加被ばく線量評価における再生資材使用量（想定量）

項目	値	単位
造成面積	10	[ha]
※再生資材天端部面積	100,000	[m ²]
再生資材厚（草本類）	4.5	[m]
再生資材使用量	465,000	[m ³]

3. 園芸作物栽培品種（例）

既往の土地造成における追加被ばく線量評価においては、緑地等における植栽のみの想定である。今回も同様とした。

表 1-3-1 に土壌改良基準一覧^dに示されている園芸作物の改良深度、表（作）土の深さの一覧を示す。

^d 出典：健康な土づくり技術マニュアル,平成 20 年 12 月,青森県

表 1-3-1 土壌改良基準一覧に示されている園芸作物の改良深度等（抜粋）

項目	花卉						
	キク	バラ	トルコ ギキョウ	リンドウ	カーネー ション	アルスト ロメリア	宿根カスミ ソウ
改良深度、表 （作）土の深 さ[cm]	20～30	30～40	20～40	30～40	20～30	20～40	20～40

※表（作）土の深さ：表土は養水分の吸収のため作物根が容易に伸長できる土層であり、次層に比べて土色の明度が明らかに低く、また、ち密度がやや粗である土層を指す。水田や普通畑の場合、耕耘機のツメの深さ即ち耕深部位と考えてよい。

表 1-3-1 の調査結果から、園芸作物の種類により異なるが、耕起による掘り起こしについては、改良深度、表（作）土の深さ 15[cm]～40[cm]の範囲を想定することとした。

4. 資源作物栽培品種（例）

資源作物の栽培については、ジャイアント・ミスカンサスの栽培を想定した。

ジャイアント・ミスカンサスの根到達深度は、D. Neukirchen 等の論文で約 250[cm]^eに達することが示されている。

図 1-4-1 に同論文に示されている根到達深度及び深度ごとの根の重量比を示す。

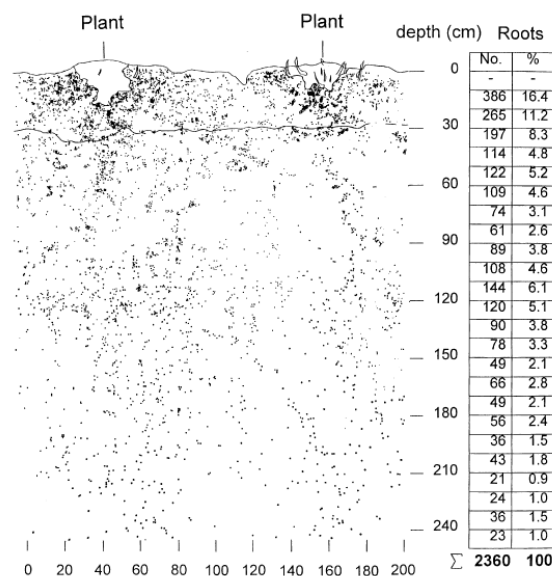


Fig. 2. Spatial distribution of the roots obtained with the trench profile method in May 1992.

図 1-4-1 ジャイアント・ミスカンサスの根到達深度及び重量比

本調査結果から、根の到達深度は作物の種類により異なるが、250[cm]を想定することとした。

^e 出典：Spatial and temporal distribution of the root system and root nutrient content of an established Miscanthus crop, D. Neukirchen et al., European Journal of Agronomy 11 (1999) 301-309

第2章 埋戻しによる造成

1. 土地造成に係る既往の安全評価における被ばく経路

埋戻しによる造成は既往の土地造成と同様の再生資材使用方法であるため、基本的に同線量評価結果を用いることが可能と考えられる。既往の土地造成における追加被ばく線量評価では、表 2-1-1 に示す被ばく経路及び表 2-1-2 に示す災害時における追加被ばく線量が評価されている。

本評価においては、第1章に基づき、再評価をすべき被ばく経路、追加して評価すべき被ばく経路を整理した。

なお、灰色網掛け部は既往の土地造成における追加被ばく線量評価の結果に包含されるとして本評価では再評価は行わないものとした。

表 2-1-1 土地造成に係る既往の安全評価における被ばく経路（平常時）（1/2）

No.	評価対象		線源	対象者	被ばく形態	備考		
1	建設現場への 運搬	積み下ろし作業	再生資材	作業者	外部	建設現場への運搬については、埋設可能再生資材量の試算結果から安全評価時の約2分の1である、すなわち運搬作業にかかる時間も2分の1程度と考えられるため、既往の安全評価結果に含まれる。		
2					粉塵吸入			
3					直接経口			
4		運搬作業		作業者	外部			
5		運搬経路周辺居住		公衆（成人）	外部			
6				公衆（子ども）	外部			
7	土取場の埋戻し	敷均し・締固め作業	埋戻材	作業者	外部	土地造成面積については、既往の安全評価における造成面積を下回るが、再生資材濃度の決定経路となり得るため、再評価を行う。 粉塵吸入及び直接経口については、既往の評価結果から、外部被ばくに比べ、3～4桁小さい評価結果であり、外部被ばく線量を上回る可能性はないため、再評価は行わない。		
8					粉塵吸入			
9					直接経口			
10		周辺居住（埋戻し中）		公衆（成人）	外部			
11					粉塵吸入			
12				公衆（子ども）	外部			
13					粉塵吸入			
14-1	植栽作業 （埋戻し後）	草本の植え付け	埋戻し材	作業者	外部	覆土後の作業であるため、土地造成作業の評価結果を上回る可能性はなく、決定経路となり得ないため、再評価は行わない。		
14-2		木本の植え付け		作業者	外部			
15-1	土取場の環境回復後 （草本又は木本植栽）	保全作業（草刈、伐採等作業）	埋戻材	作業者	外部	覆土厚の決定経路となる可能性があるため、再評価を行う。		
15-2			埋戻材、樹木、伐採木（伐採前・後）、堆積有機物層	作業者	外部	既往の安全評価では、草本類は、覆土以深への根の到達はないとされ、木本類の評価のみ。しかし、ジャイアント・ミスカンサスの場合、覆土以深に根が到達することが考えられるため、移行係数、丈、栽培密度によっては、決定経路となる可能性を排除できないことから追加評価を行う。		
16-2			樹木等由来の粉塵				粉塵吸入	草本類であるため、伐採等に伴う粉塵の発生はないものと考えられるため、追加評価は行わない。
17-2							直接経口	

表 2-1-1 土地造成に係る既往の安全評価における被ばく経路（平常時）（2/2）

No.	評価対象	線源	対象者	被ばく形態	備考	
18-1	土取場の環境回復後 （草本又は木本植栽）	周辺居住（草本植栽）	埋戻材	公衆（成人）	外部	覆土厚の決定経路となる可能性があるため再評価する。
18-2		周辺居住（木本植栽）	埋戻材、樹木、伐採木 （伐採前・後）、堆積有機物層	公衆（成人）	外部	木本植栽は本評価対象外
19-1		周辺居住（草本植栽）	埋戻材	公衆（子ども）	外部	覆土厚の決定経路となる可能性があるため再評価する。
19-2		周辺居住（木本植栽）	埋戻材、樹木、伐採木 （伐採前・後）、堆積有機物層	公衆（子ども）	外部	木本植栽は本評価対象外
20-1		環境回復地利用（草本植栽）	埋戻材	公衆（成人）	外部	土地造成の既往の評価のような緑地公園利用は想定されないため、再評価は行わない。
20-2		環境回復地利用（木本植栽）	埋戻材、樹木、伐採木 （伐採前・後）、堆積有機物層	公衆（成人）	外部	
21-2			樹木由来の粉塵		吸入	
22-1		環境回復地利用（草本植栽）	埋戻材	公衆（子ども）	外部	
22-2		環境回復地利用（木本植栽）	埋戻材、樹木、伐採木 （伐採前・後）、堆積有機物層	公衆（子ども）	外部	
23-2			樹木由来の粉塵		吸入	
24	土取場の環境回復後の 地下水移行（井戸水利用）	飲料水摂取	井戸水	公衆（成人）	経口	埋設される再生資材量が既往の安全評価の半分以下であることから、地下水移行の総量も既往の評価以下と考えられるため、再評価は行わない。 ※分配係数が既往の評価パラメーター2.7E+02 の半分以下となることは考えにくい。
25				公衆（子ども）	経口	
26		農耕作業	井戸水で灌漑した土壌	作業員	外部	
27					粉塵吸入	
28		農作物摂取	灌漑した土壌で生産された農作物	公衆（成人）	経口	
29				公衆（子ども）	経口	
30		畜産物摂取	灌漑土壌した土壌で生産された畜産物	公衆（成人）	経口	
31				公衆（子ども）	経口	
32		畜産物摂取	井戸水で飼育された畜産物	公衆（成人）	経口	
33				公衆（子ども）	経口	
34		淡水産物摂取	井戸水で養殖された淡水産物	公衆（成人）	経口	
35				公衆（子ども）	経口	

表 2-1-2 土地造成に係る既往の安全評価における被ばく経路（災害時）（1/2）

自然 災害	検討結果	評価 の必 要性 f	備考
地震	遮へい材としての機能する覆土（草本植栽：厚さ 30 cm、木本植栽：厚さ 1 m）について、液状化等により部分的な覆土厚さの減少等の形状変化が生じる可能性が考えられるが、そのケースの評価は、より保守的な評価となる下記の津波による埋戻材の露出を想定したケースの評価で代替する。	×	
津波	東日本大震災の被災地の視察結果(1,2)によると水田において津波により影響を受けたのは表層 2～3 cmであったことから、平場の土地造成地における津波による影響は小さいと考えられる。一方で、面積はわずかであるが 20～30 cmほどの深さの陥没様箇所が確認されたことや、倒木が認められたこと、堤防裏法尻背後で洗堀があったこと(1-3)などから、部分的に覆土厚さが減少し、埋戻材が露出する可能性はある。そこで、被ばく線量が最大となる埋戻材がすべて露出する条件を用いて評価を行った。 ＜草本植栽＞ 覆土がすべて津波で流され、埋戻材が露出した条件で被ばく線量評価を行った。 ＜木本植栽＞ 埋戻材の規模がより大きい草本植栽のケースで代替した。	○	農地造成における再生資材量は既往の評価の半分以下であるため、既往の安全評価結果に包含され则认为る。
火災	植栽した樹木の火災により発生したブルーム由来の被ばくが考えられる。 ＜草本植栽＞ 草本への放射性セシウムの移行量は木本と比べ小さいため、より保守的な評価となる木本の火災に対する評価で代替する。 ＜木本植栽＞ 放射性セシウムが移行した木本の火災により、放射性セシウムが拡散することを想定した被ばくを評価する。 【参考】一般の森林火災例(4) ・秋田県能代市（1943）：21 ha 消失(5)、・鹿島町（1977）、204.90 ha ・川内村（1982）、63.00 ha、・塙町、鮫川村（1987）、204.80 ha ・船引町（1996）、78.99 ha、・浪江町（1999）、24.80 ha ・いわき市（2005）、36.40 ha、・保原町（2005）、14.00 ha	○	植栽する草本類の根の到達深度、移行係数、丈、栽培密度等によっては、リスクを排除できないため、追加評価を行う。

f 既往の土地造成（緑地）での追加被ばく線量評価における評価の必要性の検討状況

表 2-1-2 土地造成に係る既往の安全評価における被ばく経路（災害時）（2/2）

自然 災害	検討結果	評価 の必 要性	備考
暴風・ 竜巻	暴風・竜巻による倒木で根返りが発生することが考えられるが、下記の理由から評価の対象から外した。 <草本植栽> 草本のみのため倒木は発生しない。 <木本植栽> 倒木による根返りの発生は考えられるが、覆土厚を 1 m としており露出の可能性は低いと想定される。倒れた樹木からの被ばくについては、伐採作業員に対する評価に代替される。 【参考】過去 20 年間の主な風倒木被害例(6) ・台風 7 号災（1998） 大阪・奈良・和歌山、計 4,552 ha ・台風 18 号災（1999） 熊本・大分・鹿児島、計 3,858 ha	×	
異常 降雨 （豪 雨）	草地や林地での侵食土深は 0.1～0.01 mm/y であり、豪雨により 100 倍となった場合でも 1～10 mm ほどである(7)。また、一降雨により年間の土砂流出量を上回った事例として 10～30 m³/ha（1～3 mm 相当）が報告されている(8)。これらから、豪雨による覆土厚さの減少は津波の場合より少ないと考えられるため、より保守的な評価となる津波による埋戻材の露出を想定したケースの評価で代替する。一方、異常降雨の発生に伴う年間の浸透水量の増加が考えられ、その地下水移行への影響を評価した。 <草本植栽> 浸透水量の増加による地下水移行への影響を評価する。 <木本植栽> 浸透水量の増加による地下水移行への影響を評価する。 【参考】一般の豪雨災害例(9) ・平成 27 年 9 月関東・東北豪雨（2015） ・平成 26 年 8 月豪雨（2014） ・平成 24 年 7 月九州豪雨（2012） ・平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨（2011） ・平成 21 年 7 月中国・九州北部豪雨（2009） ・平成 20 年 8 月末豪雨（2008） ・平成 18 年 7 月豪雨（2006） ・平成 16 年 7 月福井豪雨（2004） ・平成 16 年 7 月新潟・福島豪雨（2004）	○ た だ し、 草 本 植 栽 の 場 合 の み	農地造成における再生資材量は既往の評価の半分以下であるため、既往の安全評価結果に包含され则认为る。

2.再評価・追加評価項目について

2.1 農地造成作業者及び周辺居住者の外部被ばく線量（草本類）（再評価項目）

農地造成のために再生資材を利用した場合において、土壤に含まれる Cs 濃度の制限値を算出するため、作業者及び周辺居住者の外部被ばく線量を評価した。

農地造成における、再生資材厚は土地ごとの状況に応じ変動することが考えられるが、30[cm]以上となる場合は、土地中央部 1[m]高さにおける線量率は、再生資材厚さの観点からは自己吸収によりほぼ平衡状態となると考えられるため、本評価では、覆土厚として 50cm を仮設定し、再生資材厚 4.5m（覆土厚+再生資材厚の合計で既往の土地造成同様に 5[m]とした。）として評価を行った。

農地造成作業者及び周辺居住者の外部被ばく線量評価に当たり、第 1 章作物の栽培条件等を踏まえ、以下のパラメーターを設定した。

【評価パラメーター】

- ・ 農地造成面積：約 10[ha]（縦 316.3[m]×横 316.3[m]）
- ・ 再生資材の厚さ： 4.5[m]（覆土厚 50cm）
- ・ Cs-134 と Cs-137 の存在割合は 0.209：1 とした。（平成 28 年 3 月時点※既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）
再生資材の利用開始時期は福島第一原子力発電所事故から 5 年後、事故直後の Cs-134（半減期：2.06[年]）と Cs-137（半減期：30.0[年]）の存在割合を 1:1 とした。
- ・ 再生資材かさ密度：2.0[g/cm³]（既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）
- ・ 作業期間：1 年（年間 250 日従事、8 時間/日のうち半分の 4[時間/日]の条件で再生資材を用いた場合の造成作業に従事（1,000 時間/年従事）との想定）（既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）
- ・ 周辺居住者の居住時間は、保守的に 1 年間絶えず農地造成地周辺に居住していることとし 8,760[h] を想定。居住時の遮蔽係数を 0.2（既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）とした。
- ・ 計算に用いたコード：MCNP5（既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）
- ・ 計算体系は図 2-2-1-1 のとおり。

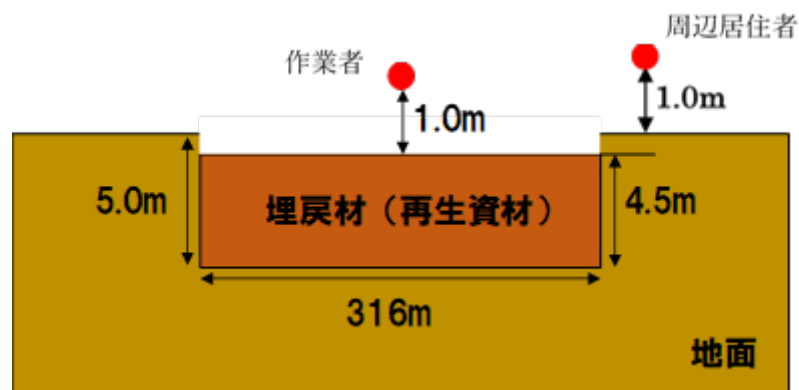


図 2-2-1-1 農地造成作業者及び周辺居住者の外部被ばく線量評価体系

表 2-2-1-1 農地造成作業、周辺居住者（成人及び子ども）の外部被ばく線量評価結果

作業期間※1 年の場合

被ばく経路	覆土厚 [cm]	外部被ばく線量換算係数 [mSv/y]/[Bq/g]			1mSv/y 相当 濃度[Bq/kg]	5,000[Bq/kg] 使用時の外部 被ばく線量 [mSv/y]
		Cs134	Cs137	Cs134+Cs137	Cs134+Cs137	
農地_造成作業_外部 埋戻し施工中	50	3.6E-01	1.6E-01	1.9E-01	5.2E+03	9.6E-01
農地_周辺居住者（成人）_外部 埋戻し施工中	50	1.8E-01	7.8E-02	9.6E-02	1.0E+04	4.8E-01
農地_周辺居住者（子ども）_外部 埋戻し施工中	50	2.4E-01	1.0E-01	1.2E-01	8.0E+03	6.2E-01

※作業期間は、農地造成作業者の作業期間である。周辺居住者は年間 8,760 時間、居住時の遮蔽係数 0.2（既往の土地造成の追加被ばく線量評価同）として外部被ばく線量を算出したものである。表 2-2-2-2 及び表 2-2-2-3 同し。

2-2-1-2 農地造成作業、周辺居住者（成人及び子ども）の外部被ばく線量評価結果

作業期間※9 か月の場合

被ばく経路	覆土厚 [cm]	外部被ばく線量換算係数 [mSv/y]/[Bq/g]			1mSv/y 相当 濃度[Bq/kg]	6,000[Bq/kg] 使用時の外部 被ばく線量 [mSv/y]
		Cs134	Cs137	Cs134+Cs137	Cs134+Cs137	
農地_造成作業_外部 埋戻し施工中	50	2.8E-01	1.2E-01	1.5E-01	6.9E+03	8.7E-01
農地_周辺居住者（成人）_外部 埋戻し施工中	50	1.8E-01	7.8E-02	9.6E-02	1.0E+04	5.7E-01
農地_周辺居住者（子ども）_外部 埋戻し施工中	50	2.4E-01	1.0E-01	1.2E-01	8.0E+03	7.5E-01

表 2-2-1-3 農地造成作業、周辺居住者（成人及び子ども）の外部被ばく線量評価結果

作業期間※6 か月の場合

被ばく経路	覆土厚 [cm]	外部被ばく線量換算係数 [mSv/y]/[Bq/g]			1mSv/y 相当 濃度[Bq/kg]	8,000[Bq/kg] 使用時の外部 被ばく線量 [mSv/y]
		Cs134	Cs137	Cs134+Cs137	Cs134+Cs137	
農地_造成作業_外部 埋戻し施工中	50	2.0E-01	7.8E-02	9.8E-02	1.0E+04	7.9E-01
農地_周辺居住者（成人）_外部 埋戻し施工中	50	1.8E-01	7.8E-02	9.6E-02	1.0E+04	7.7E-01
農地_周辺居住者（子ども）_外部 埋戻し施工中	50	2.4E-01	1.0E-01	1.2E-01	8.0E+03	9.9E-01

- ・施工作業従事期間が 1 年間の場合の 1mSv/y 相当濃度：農地造成作業者が決定経路となり、1mSv/y 相当濃度は、5.2E+03[Bq/kg]と評価される。
本結果から、再生資材中 Cs 濃度の制限値は、既往の評価同様、保守的に 100[Bq/kg]以下の位を切り捨て 5,000[Bq/kg]を上限とした。（施工作業従事期間 9 か月及び 6 か月も同じ）
- ・施工作業従事期間が 9 ヶ月の場合の 1mSv/y 相当濃度：農地造成作業者が決定経路となり、1mSv/y 相当濃度は、6.9E+03[Bq/kg]と評価される。
本結果から、再生資材中 Cs 濃度の制限値は、6,000[Bq/kg]を上限とした。
- ・施工作業従事期間が 6 ヶ月の場合の 1mSv/y 相当濃度：周辺居住者（子ども）が決定経路となり、1mSv/y 相当濃度は、8.0E+03[Bq/kg]と評価される。
本結果から、再生資材中 Cs 濃度の制限値は、8,000[Bq/kg]を上限とした。

2.2 農地保全作業（草刈り等作業）（草本類）の外部被ばく線量（追加評価項目）

既往の土地造成における追加被ばく線量評価では、草本類の根到達深度は30[cm]未満(覆土厚30[cm])と評価されているため、草本類への移行に伴う外部被ばく線量は評価されていない。

造成した土地を農地として使用する場合は、第1章4.資源作物栽培品種（例）に示したとおり、主要根群域の深さが30[cm]以上となる資源作物が存在するため、Csの作物への移行に伴う外部被ばく線量を追加評価した。

外部被ばく線量は、Csの移行先となる作物中に含まれるCsの総量、体系の大きさ等に応じ大きくなるため、本評価では、移行係数及び体系が大きく外部被ばく線量評価結果として最も保守的な評価となるよう、ジャイアント・ミスカンサスの栽培を想定した。

・ジャイアント・ミスカンサスの平均乾物収量、移行係数等について

ジャイアント・ミスカンサスの平均乾物収量、移行係数等については、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（以下、「農研機構」という。）発表論文⁸に以下のデータが示されている。

▶ 植物乾物中 Cs/乾土中 Cs=9.0E-02（2011 年度データ）

移行係数については、福島第一原子力事故発生後から毎年試験が行われており、2014 年度の試験においては、以下のデータが示されている。

▶ 植物乾物中 Cs/乾土中 Cs=6.7E-02（2014 年度データ）

2011 年度のデータは、福島第一原子力発電所事故直後であるため、現時点に比べ、Csが粘土質等に比較的トラップされておらず、移行しやすい状態にあった可能性が考えられる。また、農研機構の発表においても、以下が留意点として述べられている。

- ・放射性物質含有量や移行係数は、放射性降下物沈着後の時間、土壌の性質、栽植前の耕耘の有無、施肥条件、植物体の表面洗浄の有無等によって大きく変動するため、条件設定に留意すべきである。
- ・本成果では刈取後の植物体の表面洗浄をしていないため、放射能・移行係数には根からの移行の他に表面付着も含む可能性がある。

よって、本評価では、移行係数として直近の2014年度のデータ（植物乾物中 Cs/乾土中 Cs=6.7E-02）を評価のベースとして用いることとした。

ジャイアント・ミスカンサスの移行係数（6.7E-02）は、既往の追加被ばく線量評価で用いられた樹木への移行係数（5.5E-03）と比べ10倍程度大きな値であるが、保全作業（環境回復後の草刈り・伐採等）（木本類）の外部被ばく線量換算係数は、既往の評価で2.2E-04[mSv/y per Bq/g]（37年目・伐採前）（Cs-134+Cs-137）であり、再生資材濃度の決定経路となった建設作業外部被ばく線量換算係数2.1E-01[mSv/y per Bq/g]と比べ3桁程度小さな値となるため、再生資材濃度の決定経路となり得ないものと考えられる。

ただし、既往の評価では、再生資材から植栽への移行は木本類のみであるため、単位面積当たりの

⁸ 多年生バイオマス作物における放射性セシウム濃度とガス化時のセシウムの回収，小林真、松本啓吾（三菱重工）、武野計二（豊田工業大）、松波寿弥、霍田真一、佐藤広子、安藤象太郎、大島義人（東京大）、国立研究開発法人農業・食品技術総合研究機構

樹木の本数は、860[本/ha]（37年目・伐採前）である。ジャイアント・ミスカンサス植栽の場合は、これを上回ることが想定されるため、植栽密度によっては、既往の評価（ $2.2\text{E-}04[\text{mSv/y per Bq/g}]$ ）を上回る外部被ばく線量換算係数となる可能性も考えられる。

なお、既往の評価では、樹木の高さが13.4[m]（37年目、植栽密度：860[本/ha]）で評価されており、一方、ジャイアント・ミスカンサスは草丈が2.5[m]程度と考えられるため、線源（この場合は植栽物）高さの差により外部被ばく線量換算係数が小さくなる方向になることも考えられる。

評価に当たり、図2-2-2-1に示す既往の追加被ばく線量評価体系を参考に以下の方法で外部被ばく線量評価を行った。

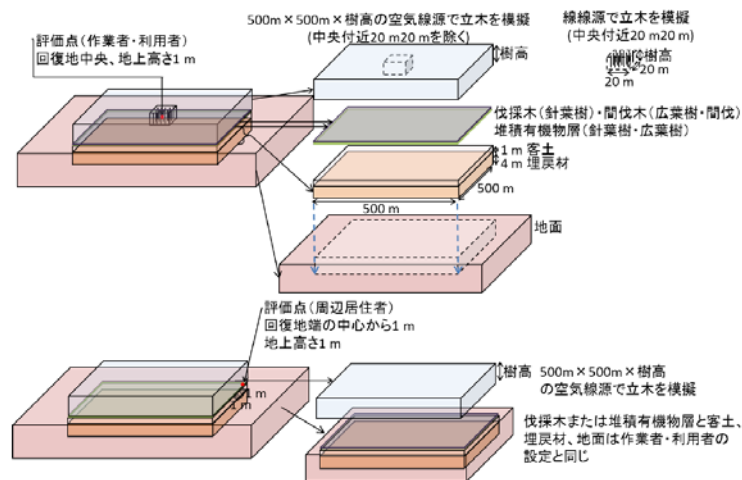


図2-2-2-1 既往の評価における環境回復後（木本植栽）における作業員・利用者・周辺居住者の評価体系

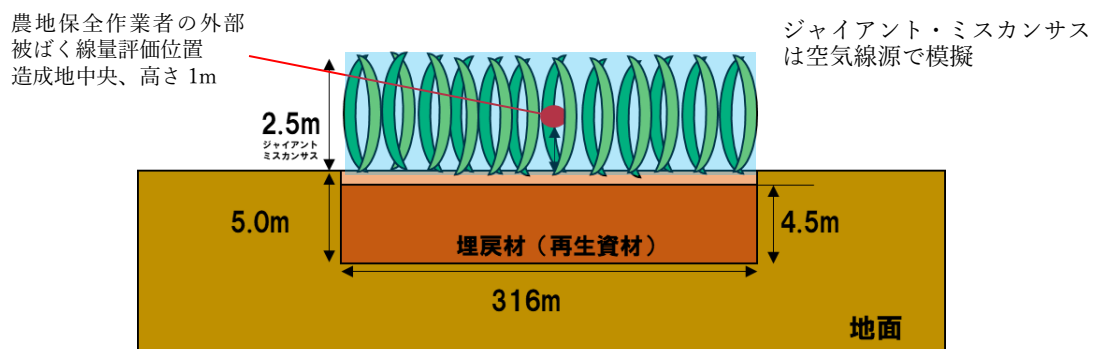


図2-2-2-2 草本類_農地保全作業員_Csの移行に伴う外部被ばく線量評価の計算体系

草本類に移行したCs-134及びCs-137寄与の外部被ばく線量について、造成区画の中央（ $316.3[\text{m}] \times 316.3[\text{m}]$ の中心）、高さ1[m]地点における外部被ばく線量率換算係数を算出した。

外部被ばく線量換算係数の算出に当たり、線源として、 $316.3[\text{m}] \times 316.3[\text{m}] \times 2.5[\text{m}]$ （草丈）の空気線源でジャイアント・ミスカンサスを模擬した。また、保全作業時においては、再生資材は覆土されており、農地保全作業員の被ばく線量は、覆土厚に応じて変化するため、本計算においては、覆土厚条件として50[cm]を用い、評価を行った。

本評価で使用したパラメーターは以下のとおり。

【評価パラメーター】

- ・ジャイアント・ミスカンサスの移行係数については、根の最大到達深度である 2.5[m] 中 0.5[m] は覆土中（Cs を含んでいない土壌）であるため、0.5 : 2.0 で分配されると仮定し、6.7E-02 の 80[%] を適用することとした。

第 1 章 4. 資源作物栽培品種（例）に示した文献より、土壌の深さによる根の重量比により、1 : 1 程度での分配も想定されるが、ここでは、保守的に根が存在する覆土厚と再生資材厚の比で分配することとした。

- ・Cs-134 と Cs-137 の存在割合は 0.209:1 とした（既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）
- ・再生資材かさ密度：2.0[g/cm³]（既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）
- ・覆土かさ密度：1.5[g/cm³]（既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）
- ・作業期間：農地保全作業（草刈り等作業）に 1,000 時間/年従事との想定（既往の土地造成における追加被ばく線量評価では 250 時間/年従事との想定）
- ・ジャイアント・ミスカンサスの平均乾物収量：2.01[kg/m²]※
※ジャイアント・ミスカンサスの平均乾物収量は、農研機構の論文によると 0.83 [kg/m²] であるが、保守的に同論文に示されているエリアンサスの平均乾物収量を本評価では使用した。
- ・ジャイアント・ミスカンサスの草丈:2.5[m]
・1[m³]（空間）当たりの重量：2.01 [kg/m²]/2.5[m]=0.804[kg/m³]

【ジャイアント・ミスカンサス中単位濃度当たりの年間被ばく線量（農地保全作業者）】

○ジャイアント・ミスカンサス寄与の年間被ばく線量について

農地保全作業者のジャイアント・ミスカンサス中単位濃度当たりの年間被ばく線量評価結果を表 2-2-2-1 に示す。

表 2-2-2-1 農地保全作業者の被ばく線量評価結果（ジャイアント・ミスカンサス寄与）

覆土厚 [cm]	外部被ばく線量換算係数 ([mSv/y]/[Bq/g])			1mSv/y 相当 濃度[Bq/kg]	5,000[Bq/kg]使 用時の外部被ば く線量[mSv/y]	8,000[Bq/kg]使 用時の外部被ば く線量[mSv/y]
	Cs134	Cs137	Cs134+Cs137			
50	1.4E-03	5.8E-04	7.1E-04	2.6E+07	1.9E-04	3.1E-04

※ジャイアント・ミスカンサス寄与の 1mSv/y 相当濃度及び外部被ばく線量は、再生資材からの移行係数に覆土厚に応じて 6.7E-02 の 80[%] を使い、作物中の全 Cs 濃度を算出後、当該濃度に外部被ばく線量換算係数を乗じ算出。

○再生資材寄与の年間被ばく線量について

農地保全作業者の単位再生資材中濃度当たりの年間被ばく線量評価結果を表 2-2-2-2 に示す。

表 2-2-2-2 農地保全作業者の被ばく線量評価結果（再生資材寄与）

覆土厚 [cm]	外部被ばく線量換算係数 ([mSv/y]/[Bq/g])			1mSv/y 相当 濃度[Bq/kg]	5,000[Bq/kg]使 用時の外部被ば く線量[mSv/y]	8,000[Bq/kg]使 用時の外部被ば く線量[mSv/y]
	Cs134	Cs137	Cs134+Cs137	Cs134+Cs137		
50	7.8E-04	3.8E-04	4.5E-04	2.2E+06	2.2E-03	3.6E-03

本評価結果のとおり、覆土厚 50[cm]の場合、農地保全作業者の年間被ばく線量は、 $10[\mu\text{Sv/y}]$ を下回る結果となった。また、併せ周辺居住者の被ばく線量評価を行った。図 2-2-2-3 に評価体系を、表 2-2-2-3 に周辺居住者の被ばく線量評価結果を示す。

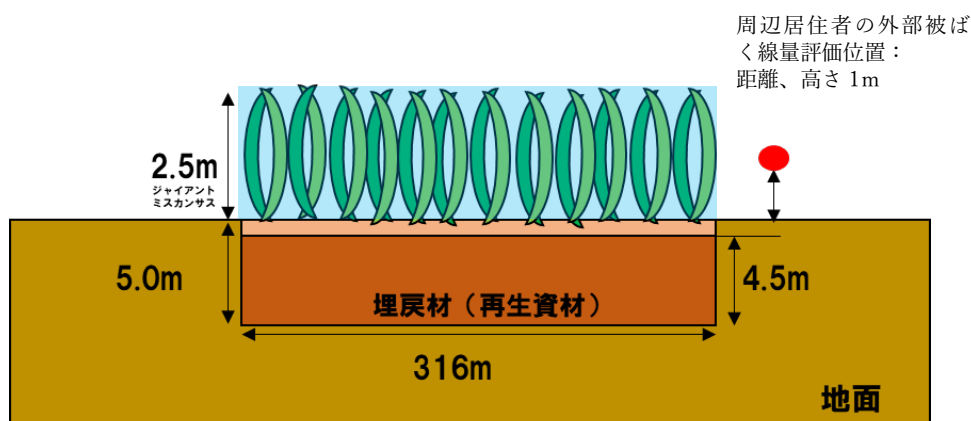


図 2-2-2-3 周辺居住者の外部被ばく線量評価体系

表 2-2-2-3 周辺居住者の被ばく線量評価結果（ジャイアント・ミスカンサス寄与及び再生資材寄与）

被ばく経路	覆土厚 [cm]	外部被ばく線量換算係数 [mSv/y]/[Bq/g]			1mSv/y 相当 濃度[Bq/kg]	5,000[Bq/kg]使 用時の外部被ば く線量[mSv/y]	8,000[Bq/kg]使 用時の外部被ば く線量[mSv/y]
		Cs134	Cs137	Cs134+Cs137	Cs134+Cs137		
農地_周辺居住者（成人） 供用中（GM 寄与）	50	8.8E-04	3.7E-04	4.6E-04	4.1E+07	1.2E-04	2.0E-04
農地_周辺居住者（成人） 供用中（再生資材寄与）	50	4.3E-04	1.6E-04	2.1E-04	4.8E+06	1.0E-03	1.7E-03
農地_周辺居住者（子ども） 供用中（GM 寄与）	50	1.1E-03	4.8E-04	6.0E-04	3.1E+07	1.6E-04	2.6E-04
農地_周辺居住者（子ども） 供用中（再生資材寄与）	50	5.6E-04	2.1E-04	2.7E-04	3.7E+06	1.3E-03	2.2E-03

※表中被ばく経路欄内の「GM」は「ジャイアント・ミスカンサス」の略。

※ジャイアント・ミスカンサス寄与の 1mSv/y 相当濃度及び外部被ばく線量は、再生資材からの移行係数に覆土厚に応じて $6.7\text{E-}02$ の 80[%]を用い、作物中の全 Cs 濃度を算出後、当該濃度に外部被ばく線量換算係数を乗じ算出。

評価結果のとおり、周辺居住者の外部被ばく線量は、覆土厚を 50[cm]以上とした場合、 $10[\mu\text{Sv/y}]$ を上回らないと考えられる。

上記の評価結果から、埋戻しによる農地造成においては、最低覆土厚を 50cm 以上とし、農地造成業者の施工作業従事期間に応じて、再生資材中制限濃度を 1 年施工時の場合 5,000[Bq/kg]以下、9 か月施工時の場合 6,000[Bq/kg]以下、6 か月施工時の場合 8,000[Bq/kg]以下とすることとした。

本評価結果をグラフ化したものを図 2-2-2-4、図 2-2-2-5 及び図 2-2-2-6 に示す。

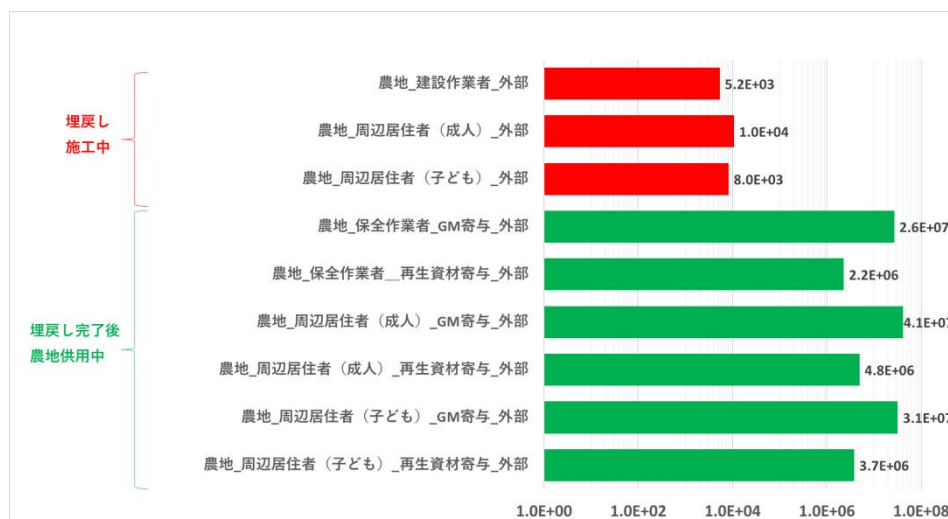


図 2-2-2-4 覆土厚 50[cm]の条件における 1mSv/y 相当 Cs 濃度
作業員の作業期間 1 年の場合

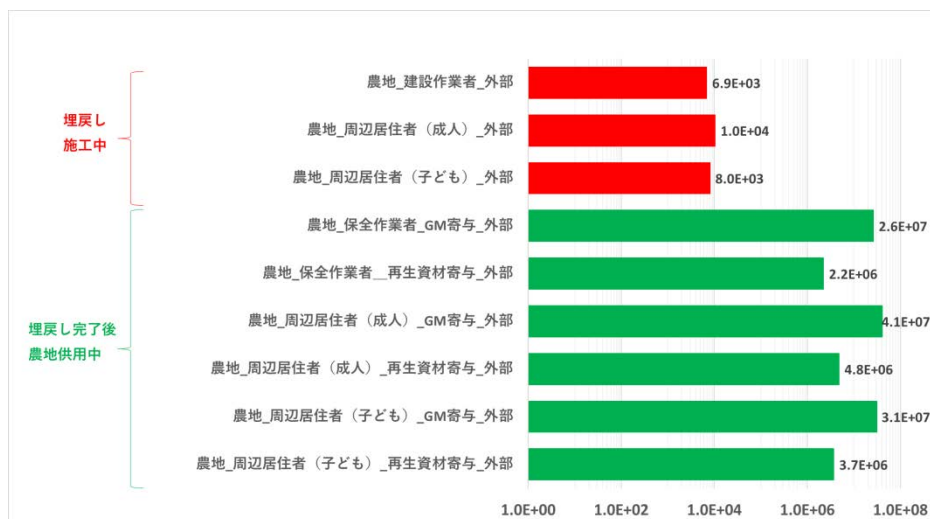


図 2-2-2-5 覆土厚 50[cm]の条件における 1mSv/y 相当 Cs 濃度
作業員の作業期間 9 か月の場合

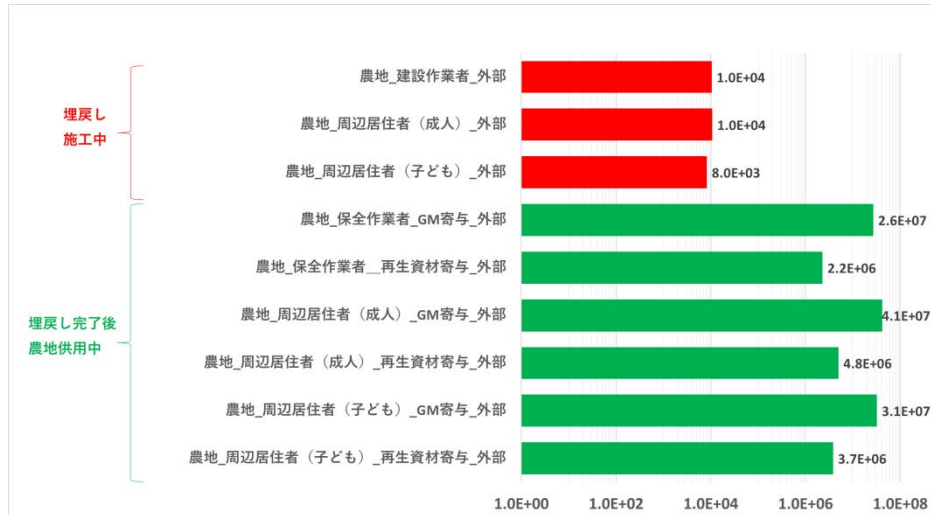


図 2-2-2-6 覆土厚 50[cm]の条件における 1mSv/y 相当 Cs 濃度
作業員の作業期間 6 か月の場合

2.3 火災時における被ばく線量（消防士・公衆）

既往の評価では、草本類の根到達深度は覆土厚さの 30[cm]に達しないとされており、火災時における被ばく線量は木本植栽のみ評価されている。

資源作物については、第 1 章 4.資源作物栽培品種（例）に示したとおり、根到達深度が 30[cm]以上に達する作物も含まれており、農地火災時には、再生資材から移行した Cs による外部被ばく及び内部被ばくを評価する必要がある。

本評価では、Cs の移行量が最も大きくなる（移行係数が大きく、作物自体の体系、収量も大きいため）と考えられるジャイアント・ミスカンサスの栽培を想定し、評価を行った。

ジャイアント・ミスカンサスについては、根到達深度が約 250[cm]に達することが前記の文献により示されている。

草丈は、文献「東日本大震災による被災水田におけるエネルギー作物の栽培試験-初年目の生育」によると、約 6 ヶ月で 250[cm]に達するとされており、根到達深度も 6 ヶ月で 250[cm]に達すると仮定すると、1 ヶ月当たり約 42[cm]生育すると考えられる。（草丈同様、期間に比例すると仮定した場合）

仮に覆土厚が 50[cm]の場合は、栽培開始から 36 日目に再生資材部に根が到達すると考えられ、以降、移行係数に従い、再生資材中 Cs が移行するものと考えられる。

火災時における被ばく線量評価においては、保守的に当該期間は考慮せず、被ばく線量を評価した。（既往の評価では、木本類の根の成長速度を 4[cm/月]と過程して、2 年目以降に樹木へ移行するとの想定で評価を実施）

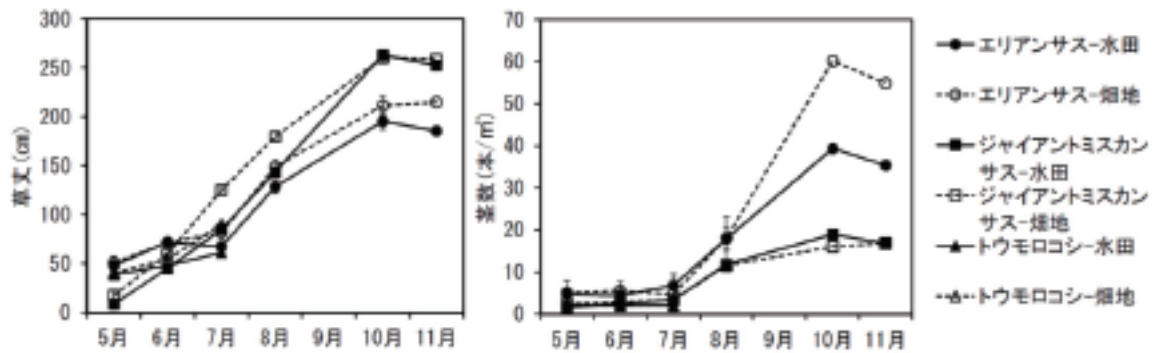


図 2-2-3-1 草丈（左）と茎数（右）の推移^h

火災時における被ばく線量評価経路は、既往の評価と同様に表 2-2-3-1 のとおりとした。

なお、既往の追加被ばく線量評価では、消防士に対してはサブマージョンモデル、公衆に対してはガウスプルームモデルを用いて、大気の状態に対する解析感度（大気安定度・火災プルーム上昇高さ）を行った上で、最も被ばく線量が高くなる条件を求めている。（既往の土地造成における追加被ばく線量評価では、消防士：線源の高さ方向の広がり 100m、公衆：大気安定度 A、放出高さ 100m と評価されている）。本評価でも最も被ばく線量が高くなる条件として既往の評価同様のパラメーターを用い被ばく線量进行评估した。

表 2-2-3-1 再生資材の土地造成への利用に係る評価経路（災害時（火災））

No.	評価対象	被ばく形態
1	消防士	ブルームに含まれる Cs による外部被ばく
2		地表沈着した Cs による外部被ばく
3		ブルームに含まれる Cs の吸入による内部被ばく
4		地表沈着した Cs の再浮遊による Cs の吸入による内部被ばく
5	公衆	ブルームに含まれる Cs による外部被ばく
6		地表沈着した Cs による外部被ばく
7		ブルームに含まれる Cs の吸入による内部被ばく
8		地表沈着した Cs の再浮遊による Cs の吸入による内部被ばく

【評価パラメーター】

- ・ Cs-134 と Cs-137 の存在割合は、0.209:1 とする。

再生資材の利用開始時期は、既往の評価同様、平成 28 年 3 月 15 日として、福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定。

- ・ 火災による延焼面積は約 10[ha]とする。（100[%]延焼を想定）

農地保全作業（草刈り等作業）（草本類）の外部被ばく線量評価体系同様 $316.3[m] \times 316.3[m] = 100,046[m^2]$ とした。

- ・ 延焼速度は既往の評価における木本類の 5 倍ⁱをパラメーターとして使用

^h 出典：東日本大震災による被災水田におけるエネルギー作物の栽培試験-初年目の生育,土肥哲哉*1・阿部淳 1・我有満 2・山田敏彦 3・森田茂紀 1,(1 東京大学, 2 九州沖縄農業研究センター, 3 北海道大学)

ⁱ 森林に対する生物被害、気象災害等の回避・防除技術に関する研究（森林総合研究所）を参照し、草地の延焼速度を森林（木本類）の約 5 倍とした。

- ・延焼期間は、24[h]と仮定する。

既往の評価では、20[ha]（全面積の 80[%]）の延焼を想定し、燃焼期間は 24 時間を仮定。本評価では、延焼面積が 10[ha]で既往の評価の 2 分の 1、燃焼速度が既往の評価の 5 倍であるため、10 分の 1 の時間で可燃部分が焼失するとの想定で、延焼期間は 2.4 時間が考えられるが、不確定であるためここでは、保守的に既往の評価同様 24 時間と仮定した。

- ・風速は 1[m/s]と仮定する。

既往の土地造成の追加被ばく線量評価同様

- ・評価年は 0 年（平成 28 年 3 月時点）とし、収穫時期までの期間（6 ヶ月）の物理的減衰は保守的に考慮しないこととした。

本評価において使用した共通パラメーターを表 2-2-3-2 及び表 2-2-3-3 に示す。また、表 2-2-3-1 に示した、各被ばく経路における評価パラメーター及び評価結果を表 2-2-3-4 以降に示す。

表 2-2-3-2 本評価における共通パラメーター

パラメーター		説明
延焼面積	10 [ha]	
	100,046 [m ²]	(316.3[m]×316.3[m])
ジャイアント・ミスカンサス草丈	2.5[m]	
平均乾物収量	2.01 [kg/m ²]	保守的にエリアンサスの収量を用いた
1[m ³]（空間）当たりの重量	0.804 [kg/m ³]	
10[ha]中のジャイアント・ミスカンサスの重量	201,092[kg]	
移行係数 (0.067×0.8)	5.4E-02	根到達深度の比率により按分 (覆土中 0.5[m]、再生資材中 2.0[m])

表 2-2-3-3 埋戻材（単位濃度）当たりのジャイアント・ミスカンサスに含まれる放射性セシウム濃度

埋戻材濃度[Bq/g]		草本（10[ha]）中に含まれる 総 Bq 数			地表面濃度[Bq/m ²]	
Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	全 Cs	Cs-134	Cs-137
1.0E+00	1.0E+00	1.1E+07	1.1E+07	2.2E+07	1.1E+02	1.1E+02

【確認結果】

以下、各被ばく経路における評価結果を示す。

消防士の被ばく線量評価

プルーム中 Cs からのガンマ線による外部被ばく評価モデル（評価モデル） $D1 = \frac{Csurf \cdot r}{H} \cdot DF1 \cdot T \cdot 1000$

表 2-2-3-4 プルーム中 Cs からの γ 線による外部被ばく評価パラメーター

パラメーター		説明
D1	—	プルーム中の Cs からの γ 線による外部被ばく [mSv]
Csurf		地表面の Cs 濃度 [Bq/m ²]
Cs-134	共通パラメーター参照	
Cs-137	共通パラメーター参照	
r	0.5	延焼速度と風速の比[-]※既往の評価では 0.1 参考：森林に対する生物被害、気象災害等の回避
H	100	線源の高さ方向の拡がり [m]
DF1		半無限体積の線源に対する線量係数 [Sv/s per Bq/m ³]
Cs-134	6.8E-14	FGR-12(EPA-402-R-93-081) を参照
Cs-137	2.4E-14	
T	86,400	被ばく時間[s]※既往の評価では 24 時間 (24×3600=86,400)

表 2-2-3-5 プルーム中 Cs-134 からの γ 線による外部被ばく評価結果

D1 [H=100m]	Csurf [Bq/m ²]	r	H[m]	DF1 [Sv/s per Bq/m ³]	T[s]
3.2E-06	1.1E+02	5.0E-01	100	6.8E-14	86,400

表 2-2-3-6 プルーム中 Cs-137 からの γ 線による外部被ばく評価結果

D1[H=100m]	Csurf [Bq/m ²]	r	H[m]	DF1 [Sv/s per Bq/m ³]	T[s]
1.1E-06	1.1E+02	5.0E-01	100	2.4E-14	86,400

表 2-2-3-7 プルーム中 Cs に対する単位濃度当たりの外部被ばく線量

草本類（ジャイアント・ミスカンサス）（消防士） [mSv/event per Bq/g]

被ばく時間	線源の高さ方向の拡がり 100[m]		
1 日 [24 時間]	Cs-134	Cs-137	全 Cs※
	3.2E-06	1.1E-06	1.5E-06

※評価年 0 年（平成 28 年 3 月時点）

表 2-2-3-8 5,000[Bq/kg]及び 8,000[Bq/kg]の再生資材を使用した場合の被ばく線量

5,000[Bq/kg]使用時の被ばく線量[mSv/event]	8,000[Bq/kg]使用時の被ばく線量[mSv/event]
7.4E-06	1.2E-05

※線源の高さ方向の拡がり 100[m]

消防士被ばく線量評価

地表沈着した Cs からの γ 線による外部被ばく線量評価モデル $D2 = C_{surf} \cdot DF2 \cdot T \cdot 1000$

表 2-2-3-9 地表沈着した Cs からの γ 線による外部被ばく評価パラメーター

パラメーター		説明
D2	—	地表沈着した Cs からの γ 線による外部被ばく [mSv]
Csurf		地表面の Cs 濃度[Bq/m ²]
Cs-134	共通パラメーター参照	
Cs-137	共通パラメーター参照	
DF2		無限平板の線源に対する線量係数[Sv/s per Bq/m ³]
Cs-134	1.40E-15	FGR-12(EPA-402-R-93-081) を参照
Cs-137	5.30E-16	
T	86,400	外部被ばく時間[s]

表 2-2-3-10 地表沈着した Cs-134 からの γ 線による外部被ばく評価結果

D2[mSv]	Csurf[Bq/m ²]	DF2 [Sv/s per Bq/m ³]	T[s]
1.3E-05	1.1E+02	1.4E-15	86,400

表 2-2-3-11 地表沈着した Cs-137 からの γ 線による外部被ばく評価結果

D2[mSv]	Csurf[Bq/m ²]	DF2 [Sv/s per Bq/m ³]	T[s]
4.9E-06	1.1E+02	5.3E-16	86,400

表 2-2-3-12 地表沈着した Cs に対する単位濃度当たりの外部被ばく線量
草本類（ジャイアント・ミスカンサス）（消防士）[mSv/event per Bq/g]

被ばく時間	Cs-134	Cs-137	全 Cs※
1 日 [24 時間]	1.3E-05	4.9E-06	6.3E-06

※評価年 0 年（平成 28 年 3 月時点）

表 2-2-3-13 5,000[Bq/kg]及び 8,000[Bq/kg]の再生資材を使用した場合の被ばく線量

5,000[Bq/kg]使用時の被ばく線量[mSv/event]	8,000[Bq/kg]使用時の被ばく線量[mSv/event]
3.2E-05	5.1E-05

消防士被ばく線量評価

プルーム中の Cs の吸入摂取による内部被ばく評価モデル

$$D3 = \frac{C_{surf} \cdot r}{H} \cdot K_{in} \cdot M \cdot T$$

表 2-2-3-14 プルーム中の Cs の吸入摂取による内部被ばく評価パラメーター

パラメーター		説明
D3	—	プルーム中の Cs の吸入摂取による内部被ばく [mSv]
Csurf		地表面の Cs 濃度[Bq/m ²]
Cs-134	共通パラメーター参照	
Cs-137	共通パラメーター参照	
r	0.5	延焼速度と風速の比[-]
H	100	線源の高さ方向の拡がり[m]
Kin		内部被ばく線量実効線量係数（成人）[mSv/Bq]
Cs-134	2.00E-05	環境放射線モニタリング指針
Cs-137	3.90E-05	
M	3.30E-04	呼吸率（作業者）[m ³ /s] ICRP.Publ23
T	86,400	被ばく時間[s]

表 2-2-3-15 プルーム中の Cs-134 の吸入摂取による内部被ばく評価結果

D3[mSv]	Csurf[Bq/m ²]	r	H[m]	Kin[mSv/Bq]	M [m ³ /s]	T[s]
3.1E-04	1.1E+02	0.5	100	2.00E-05	3.30E-04	86,400

表 2-2-3-16 プルーム中の Cs-137 の吸入摂取による内部被ばく評価結果

D3[mSv]	Csurf[Bq/m ²]	r	H[m]	Kin[mSv/Bq]	M [m ³ /s]	T[s]
6.0E-04	1.1E+02	0.5	100	3.90E-05	3.30E-04	86,400

表 2-2-3-17 プルーム中 Cs の吸入摂取に対する単位濃度当たりの内部被ばく線量

草本類（ジャイアント・ミスカンサス）（消防士）[mSv/event per Bq/g]

被ばく時間	Cs-134	Cs-137	全 Cs※
1 日 [24 時間]	3.1E-04	6.0E-04	5.5E-04

※評価年 0 年（平成 28 年 3 月時点）

表 2-2-3-18 5,000[Bq/kg]及び 8,000[Bq/kg]の再生資材を使用した場合の被ばく線量

5,000[Bq/kg]使用時の被ばく線量[mSv/event]	8,000[Bq/kg]使用時の被ばく線量[mSv/event]
2.7E-03	4.4E-03

消防士被ばく線量評価

地表沈着した Cs の再浮遊による Cs の吸入摂取による内部被ばく評価モデル $D4 = C_{surf} \cdot K_{in} \cdot F \cdot M \cdot T$

表 2-2-3-19 地表沈着した Cs の再浮遊による Cs の吸入摂取による内部被ばく評価パラメーター

パラメーター		説明
D4	—	地表沈着した Cs の再浮遊、吸入摂取による内部被ばく [mSv]
Csurf		地表面の Cs 濃度 [Bq/m ²]
Cs-134	共通パラメーター参照	
Cs-137	共通パラメーター参照	
Kin		内部被ばく実効線量係数（成人） [mSv/Bq]
Cs-134	2.00E-05	環境放射線モニタリング指針
Cs-137	3.90E-05	
F	1.00E-06	再浮遊率 [m ⁻¹], 一般公衆線量評価
M	3.30E-04	呼吸率（作業者） [m ³ /s] ICRP Publ.23
T	86,400	被ばく時間 [s]

表 2-2-3-20 地表沈着した Cs の再浮遊による Cs-134 の吸入摂取による内部被ばく評価結果

D4[mSv]	Csurf[Bq/m ²]	Kin[mSv/Bq]	F[m ⁻¹]	M[m ³ /s]	T[s]
6.1E-08	1.1E+02	2.0E-05	1.00E-06	3.30E-04	86,400

表 2-2-3-21 地表沈着した Cs の再浮遊による Cs-137 の吸入摂取による内部被ばく評価結果

D4[mSv]	Csurf[Bq/m ²]	Kin[mSv/Bq]	F[m ⁻¹]	M[m ³ /s]	T[s]
1.2E-07	1.1E+02	3.9E-05	1.00E-06	3.30E-04	86,400

表 2-2-3-22 地表沈着した Cs の再浮遊に対する単位濃度当たりの内部被ばく線量
草本類（ジャイアント・ミスカンサス）（消防士） [mSv/event per Bq/g]

被ばく時間	Cs-134	Cs-137	全 Cs※
1 日 [24 時間]	6.1E-08	1.2E-07	1.1E-07

※評価年 0 年（平成 28 年 3 月時点）

表 2-2-3-23 5,000[Bq/kg]及び 8,000[Bq/kg]の再生資材を使用した場合の被ばく線量

5,000[Bq/kg]使用時の被ばく線量 [mSv/event]	8,000[Bq/kg]使用時の被ばく線量 [mSv/event]
5.5E-07	8.8E-07

公衆被ばく線量評価

プルーム中の Cs からの γ 線による外部被ばく線量評価モデル

$$D1 = K \cdot \frac{E_{\gamma}}{0.5} \cdot Q_{cs} \cdot \frac{D}{Q} \cdot 1000$$

表 2-2-3-24 プルーム中の Cs からの γ 線による外部被ばく線量評価パラメーター

パラメーター		説明
D1	—	プルーム中の Cs からの γ 線による外部被ばく [mSv]
K	1	空気カーマからの実効線量への換算係数[Sv/Gy]
E_{γ}		γ 線実効エネルギー[MeV]
Cs-134	1.56	
Cs-137	0.6	
Q_{cs}		火災による Cs の大気放出量[Bq]
Cs-134	共通パラメーター参照	保守的に全ての Cs が飛散する仮定とした
Cs-137	共通パラメーター参照	
D/Q	6.2E-19	相対線量[Gy/Bq]※既往の評価同

表 2-2-3-25 プルーム中の Cs-134 からの γ 線による外部被ばく線量評価結果
放出高さ 100[m],大気安定度 A,最大濃度地点@400[m]

D1[mSv]	K[Sv/Gy]	E_{γ} [MeV]	Q_{cs} [Bq]	D/Q[Gy/Bq]
2.1E-08	1	1.56	1.1E+07	6.2E-19

表 2-2-3-26 プルーム中の Cs-137 からの γ 線による外部被ばく線量評価結果
放出高さ 100[m],大気安定度 A,最大濃度地点@400[m]

D1[mSv]	K[Sv/Gy]	E_{γ} [MeV]	Q_{cs} [Bq]	D/Q[Gy/Bq]
8.0E-09	1	0.6	1.1E+07	6.2E-19

表 2-2-3-27 プルーム中 Cs に対する単位濃度当たりの外部被ばく線量
草本類（ジャイアント・ミスカンサス）（公衆）[mSv/event per Bq/g]

被ばく時間	Cs-134	Cs-137	全 Cs※
1 日 [24 時間]	2.1E-08	8.0E-09	1.0E-08

※評価年 0 年（平成 28 年 3 月時点）

表 2-2-3-28 5,000[Bq/kg]及び 8,000[Bq/kg]の再生資材を使用した場合の被ばく線量

5,000[Bq/kg]使用時の被ばく線量[mSv/event]	8,000[Bq/kg]使用時の被ばく線量[mSv/event]
5.1E-08	8.2E-08

公衆被ばく線量評価

地表沈着した Cs からの γ 線による外部被ばく評価モデル
$$D2 = K_{ex} \cdot Q_{cs} \cdot \frac{x}{Q} \cdot V \cdot f \cdot T \cdot 1000$$

表 2-2-3-29 地表沈着した Cs からの γ 線による外部被ばく評価パラメーター

パラメーター		説明
D2	-	地表沈着した Cs からの γ 線による外部被ばく [mSv]
Kex		地表面沈着による実効線量係数（成人） [Sv/s per Bq/m ³]
Cs-134	1.40E-15	FGR-12(EPA-402-R-93-081)
Cs-137	5.30E-16	
Qcs		火災による Cs の大気放出量[Bq]
Cs-134	共通パラメーター参照	保守的に全ての Cs が飛散する仮定とした
Cs-137	共通パラメーター参照	
x/Q	評価位置に応じ設定	相対濃度[s/m ³]、JAERI-M-90-206
V	1.0E-02	沈着速度[m/s]
f	1.0E+00	残存割合[-]
T	86,400	被ばく時間[s]

表 2-2-3-30 地表沈着した Cs-134 からの γ 線による外部被ばく
評価結果,放出高さ 100[m],大気安定度 A,最大濃度地点@400[m]

D2	Kex	Qcs	x/Q	V	f	T
2.9E-07	1.40E-15	1.1E+07	2.2E-05	1.0E-02	1.0E+00	86,400

表 2-2-3-31 地表沈着した Cs-137 からの γ 線による外部被ばく
評価結果,放出高さ 100[m],大気安定度 A,最大濃度地点@400[m]

D2	Kex	Qcs	x/Q	V	f	T
1.1E-07	5.30E-16	1.1E+07	2.2E-05	1.0E-02	1.0E+00	86,400

表 2-2-3-32 地表沈着した Cs に対する単位濃度当たりの外部被ばく線量
草本類（ジャイアント・ミスカンサス）（公衆） [mSv/event per Bq/g]

被ばく時間	Cs-134	Cs-137	全 Cs※
1 日 [24 時間]	2.9E-07	1.1E-07	1.4E-07

※評価年 0 年（平成 28 年 3 月時点）

表 2-2-3-33 5,000[Bq/kg]及び 8,000[Bq/kg]の再生資材を使用した場合の被ばく線量

5,000[Bq/kg]使用時の被ばく線量[mSv/event]	8,000[Bq/kg]使用時の被ばく線量[mSv/event]
7.0E-07	1.1E-06

公衆被ばく線量評価

プルーム中の Cs の吸入摂取による内部被ばく評価モデル
$$D3 = M \cdot K_{in} \cdot Q_{cs} \cdot \frac{x}{Q}$$

表 2-2-3-34 プルーム中の Cs の吸入摂取による内部被ばく評価パラメーター

パラメーター		説明
D3	-	プルーム中の Cs の吸入摂取による内部被ばく [mSv]
M	2.57E-04	呼吸率（一般公衆・成人） [m³/s]
Kin		内部被ばく実効線量係数（成人） [mSv/Bq]
Cs-134	2.0E-05	環境放射線モニタリング指針
Cs-137	3.9E-05	
Qcs		火災による Cs の大気放出量[Bq]
Cs-134	共通パラメーター参照	保守的に全ての Cs が飛散する仮定とした
Cs-137	共通パラメーター参照	
x /Q	評価位置に応じ設定	相対濃度[s/m³]、JAERI-M-90-206

表 2-2-3-35 プルーム中の Cs-134 の吸入摂取による内部被ばく
評価結果,放出高さ 100[m],大気安定度 A,最大濃度地点@400[m]

D3	M	Kin	Qcs	x /Q
1.2E-06	2.57E-04	2.0E-05	1.1E+07	2.2E-05

表 2-2-3-36 プルーム中の Cs-137 の吸入摂取による内部被ばく
評価結果,放出高さ 100[m],大気安定度 A,最大濃度地点@400[m]

D3	M	Kin	Qcs	x /Q
2.4E-06	2.57E-04	3.9E-05	1.1E+07	2.2E-05

表 2-2-3-37 プルーム中 Cs に対する単位濃度当たりの内部被ばく線量
草本類（ジャイアント・ミスカンサス）（公衆） [mSv/event per Bq/g]

被ばく時間	Cs-134	Cs-137	全 Cs※
1 日 [24 時間]	1.2E-06	2.4E-06	2.2E-06

※評価年 0 年（平成 28 年 3 月時点）

表 2-2-3-38 5,000B[q/kg]及び 8,000[Bq/kg]の再生資材を使用した場合の被ばく線量

5,000[Bq/kg]使用時の被ばく線量[mSv/event]	8,000[Bq/kg]使用時の被ばく線量[mSv/event]
1.1E-05	1.7E-05

公衆被ばく線量評価

地表沈着した Cs の再浮遊による Cs の吸入摂取による内部被ばく評価モデル

$$D4 = M \cdot K_{in} \cdot F \cdot Q_{cs} \cdot \frac{x}{Q} \cdot V \cdot f \cdot T$$

表 2-2-3-39 地表沈着した Cs の再浮遊による Cs の吸入摂取による内部被ばく評価パラメーター

パラメーター		説明
D4	-	地表沈着した Cs の再浮遊、吸入摂取による内部被ばく [mSv]
M	2.57E-04	呼吸率（一般公衆・成人） [m³/s]
Kin		内部被ばく実効線量係数（成人） [mSv/Bq]
Cs-134	2.0E-05	環境放射線モニタリング指針
Cs-137	3.9E-05	
F	1.0E-06	再浮遊率[m ⁻¹]
Qcs		火災による Cs の大気放出量[Bq]
Cs-134	共通パラメーター参照	保守的に全ての Cs が飛散する仮定とした
Cs-137	共通パラメーター参照	
x/Q	評価位置に応じ設定	相対濃度[s/m³]、JAERI-M-90-206
V	1.0E-02	沈着速度[m/s]
f	1.0E+00	残存割合[-]
T	86,400	被ばく時間[s]

表 2-2-3-40 プルーム中の Cs-134 の吸入摂取による内部被ばく
評価結果,放出高さ 100[m],大気安定度 A,最大濃度地点@400[m]

D4	M	Kin	F	Qcs	x/Q	V	f	T
1.1E-09	2.57E-04	2.0E-05	1.0E-06	1.1E+07	2.2E-05	1.0E-02	1.0E+00	86,400

表 2-2-3-41 プルーム中の Cs-137 の吸入摂取による内部被ばく
評価結果,放出高さ 100[m],大気安定度 A,最大濃度地点@400[m]

D4	M	Kin	F	Qcs	x/Q	V	f	T
2.1E-09	2.57E-04	3.9E-05	1.0E-06	1.1E+07	2.2E-05	1.0E-02	1.0E+00	86,400

表 2-2-3-42 地表沈着した Cs に対する単位濃度当たりの内部被ばく線量
草本類（ジャイアント・ミスカンサス）（公衆） [mSv/event per Bq/g]

被ばく時間	Cs-134	Cs-137	全 Cs※
1 日 [24 時間]	1.1E-09	2.1E-09	1.9E-09

※評価年 0 年（平成 28 年 3 月時点）

表 2-2-3-43 5,000[Bq/kg]及び 8,000[Bq/kg]の再生資材を使用した場合の被ばく線量

5,000[Bq/kg]使用時の被ばく線量[mSv/event]	8,000[Bq/kg]使用時の被ばく線量[mSv/event]
9.4E-09	1.5E-08

表 2-2-3-44 評価結果（消防士、公衆）草本類（ジャイアント・ミスカンサス）（災害時：火災）

No	経路略称	単位再生資材中濃度当たりの event 毎被ばく線量 [mSv/event per Bq/g]			5,000[Bq/kg]の再生 資材を使用した場合 の被ばく線量 [mSv/event]	8,000[Bq/kg]の再生 資材を使用した場合 の被ばく線量 [mSv/event]
		Cs-134	Cs-137	Cs-134+Cs-137 ※H28.3 現在		
1	消防士（ブルーム）外部	3.2E-06	1.1E-06	1.5E-06	7.4E-06	1.2E-05
2	消防士（地表沈着）外部	1.3E-05	4.9E-06	6.3E-06	3.2E-05	5.1E-05
3	消防士（ブルーム）内部	3.1E-04	6.0E-04	5.5E-04	2.7E-03	4.4E-03
4	消防士（沈着再浮遊）内部	6.1E-08	1.2E-07	1.1E-07	5.5E-07	8.8E-07
5	公衆（ブルーム）外部	2.1E-08	8.0E-09	1.0E-08	5.1E-08	8.2E-08
6	公衆（地表沈着）外部	2.9E-07	1.1E-07	1.4E-07	7.0E-07	1.1E-06
7	公衆（ブルーム）内部	1.2E-06	2.4E-06	2.2E-06	1.1E-05	1.7E-05
8	公衆（沈着再浮遊）内部	1.1E-09	2.1E-09	1.9E-09	9.4E-09	1.5E-08

表 2-2-3-45 【参考】既往の土地造成における安全評価結果（土取場の環境回復_針葉樹（災害時：火災））

No	経路略称	単位再生資材中濃度当たりの 年間被ばく線量 [mSv/ y per Bq/g]			4,000[Bq/kg]の再生 資材を使用した場合 の被ばく線量 [mSv/ y]	7,000[Bq/kg]の再生 資材を使用した場合 の被ばく線量 [mSv/ y]
		Cs-134	Cs-137	Cs-134+Cs-137 ※H28.3 現在		
1	消防士（ブルーム）外部	1.3E-12	2.4E-07	2.0E-07	8.0E-07	1.4E-06
2	消防士（地表沈着）外部	2.7E-11	5.3E-06	4.4E-06	1.8E-05	3.1E-05
3	消防士（ブルーム）内部	1.3E-10	1.3E-04	1.1E-04	4.3E-04	7.6E-04
4	消防士（沈着再浮遊）内部	1.3E-13	1.3E-07	1.1E-07	4.3E-07	7.6E-07
5	公衆（ブルーム）外部	8.6E-14	1.7E-08	1.4E-08	5.7E-08	1.0E-07
6	公衆（地表沈着）外部	1.2E-12	2.3E-07	1.9E-07	7.8E-07	1.4E-06
7	公衆（ブルーム）内部	5.1E-12	5.1E-06	4.2E-06	1.7E-05	3.0E-05
8	公衆（沈着再浮遊）内部	4.4E-15	4.4E-09	3.7E-09	1.5E-08	2.6E-08

※緑網掛け部分は、最も被ばく線量が高くなった経路を示す。

※高さ方向の広がり：100[m]

図 2-2-3-2 及び図 2-2-3-3 に表 2-2-3-44 のうち、5,000[Bq/kg]の再生資材を使用した場合の被ばく線量及び 8,000[Bq/kg]の再生資材を使用した場合の被ばく線量をグラフ化したものを示す。

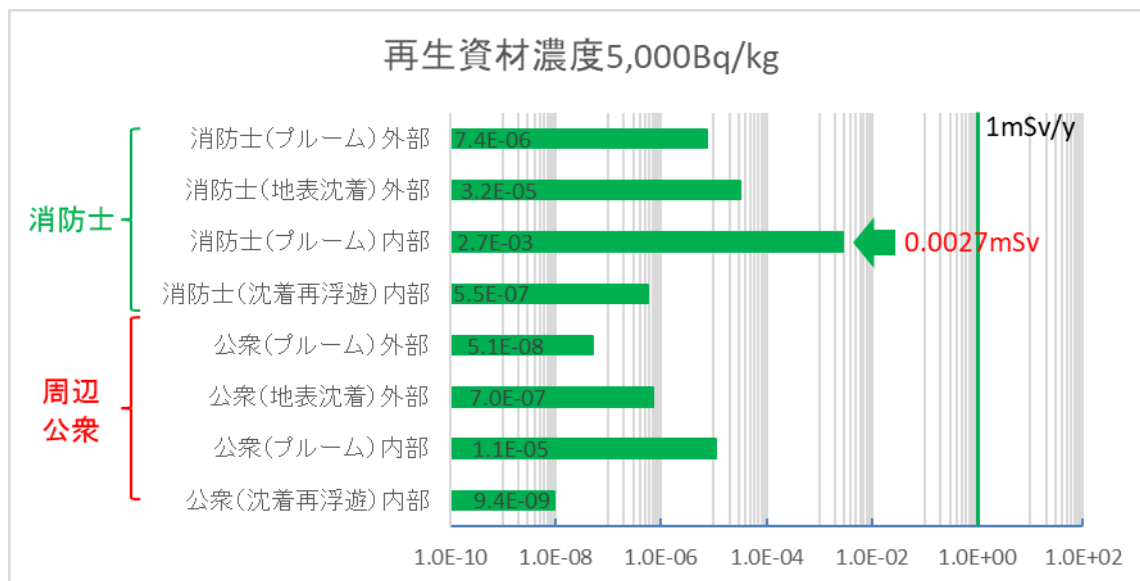


図 2-2-3-2 再生資材濃度 5,000[Bq/kg]を使用した場合の消防士、公衆の被ばく線量

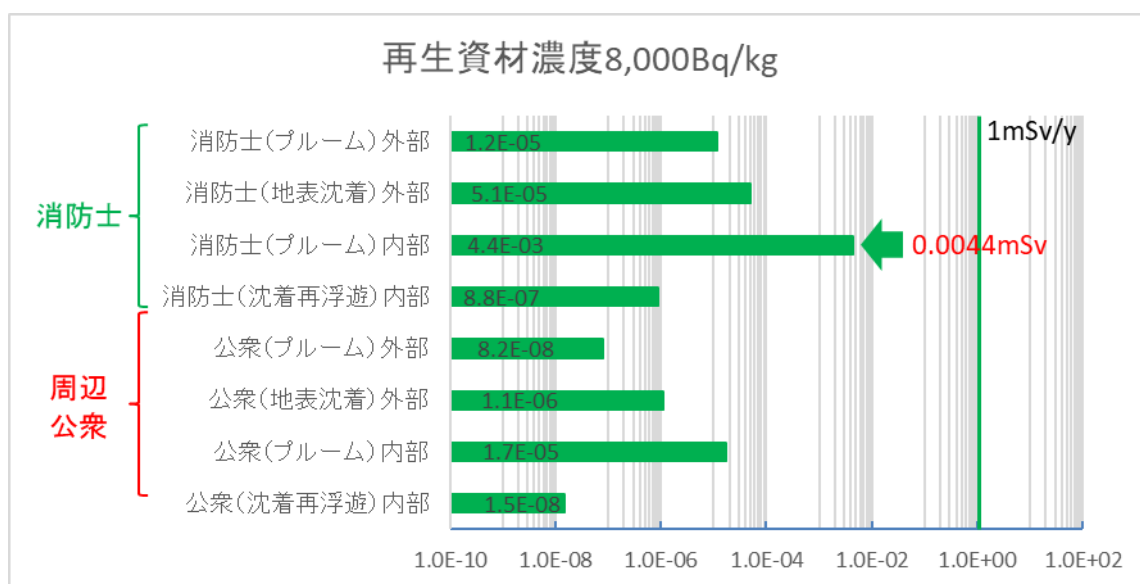


図 2-2-3-3 再生資材濃度 8,000[Bq/kg]を使用した場合の消防士、公衆の被ばく線量

【確認結果】

消防士、公衆の被ばく線量は、いずれの被ばく経路においても 1[mSv/y]を大きく下回った。

3. 評価パラメーター一覧

埋戻しによる農地造成の追加被ばく線量評価に用いたパラメーターを表 2-3-1 に示す。

表 2-3-1 農地造成の追加被ばく線量評価に用いたパラメーター一覧 (1/2)

経路 No. ^x	名称		単位	選定値	選定根拠
7,10,12,15-1,15-2,18-1,19-1	覆土の厚さ		m	0.5	被ばく線量の更なる低減（年間 10 μ Sv）に最低限必要な覆土厚を設定した。
15-1,15-2,18-1,19-1	覆土のかさ密度		g/cm ³	1.5	農地作土としての利用を想定し、一般的なほぐした土の密度を設定した。
7	農地造成作業に従事する年間作業時間		h / y	1,000	1 日 8 時間、年間 250 日の労働時間のうち半分の時間を農地の造成作業に従事するものとした。
7	外部被ばくに対する線量換算係数（造成作業者）	Cs-134	μ Sv/h per Bq/g	4.3E-01	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：厚さ 4.5m、幅 316.3m、長さ 316.3m の直方体（土壌） 線源かさ密度 2.0g/cm ³ 遮蔽体：なし 評価点：図 2-2-1-1 の評価点
		Cs-137		1.6E-01	
10,12,15-1,15-2,18-1,19-1	居住時の遮蔽係数		—	0.2	IAEA-TECDOC-401 から、居住時の 20%を戸外で過ごすとして仮定した。
10,12,15-1,15-2,18-1,19-1	年間居住時間		h / y	8,760	保守的に 1 年間絶えず農地造成を行った造成地周辺に居住していることとした。
10,12	外部被ばくに対する線量換算係数（農地造成地周辺居住者）	Cs-134	μ Sv/h per Bq/g	1.2E-01	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：厚さ 4.5m、幅 316.3m、長さ 316.3m の直方体（土壌） 線源かさ密度 2.0g/cm ³ 遮蔽体：なし 図 2-2-1-1 の評価点 なお、子どもの外部被ばく線量換算係数は、成人の計算値を 1.3 倍した。
		Cs-137		4.5E-02	
15-1,15-2	農地保全時における遮蔽係数		—	1.0	保守的な設定とした。

^x 表 2-1-1 に示す経路 No.に対応する被ばく経路 No.を示す。

表 2-3-1 農地造成の追加被ばく線量評価に用いたパラメーター一覧 (2/2)

経路 No.	名称		単位	選定値	選定根拠
15-1	外部被ばくに対する線量換算係数（農地保全作業）再生資材寄与	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	9.1E-04	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：厚さ 4.5m、幅 316.3m、長さ 316.3m の直方体（土壌） 線源かさ密度 2.0g/cm ³ 遮蔽体：0.5m、かさ密度 1.5 g /cm ³ (土壌) 評価点：図 2-2-2-2 の評価点
		Cs-137		3.8E-04	
15-2	外部被ばくに対する線量換算係数（保全作業）資源作物寄与	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	1.6E-03	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：高さ 2.5m、幅 316.3m、長さ 316.3m の直方体（空気線源で模擬） 線源の密度：1.2E-03g/cm ³ 評価点：図 2-2-2-2 の評価点
		Cs-137		5.8E-04	
15-2	土壌から作物への移行係数（資源作物：ジャイアントミスカンサス）		—	5.4E-02	2014 年に農研機構が採取したジャイアント・ミスカンサスの移行係数 6.4E-02 に覆土（新材）中に含まれる根の長さ 50cm と再生資材中に含まれる根の長さ 2.0m で按分した値を設定した。
15-1 15-2	農地保全作業に従事する年間作業時間		h/y	1,000	1 日 8 時間、年間 250 日の労働時間のうち半分の時間を保全作業に従事するとした。
18-1 19-1	埋戻材からの外部被ばくに対する線量換算係数（周辺居住者）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	2.9E-04	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：厚さ 4.5m、幅 316.3m、長さ 316.3m の直方体（土壌） 線源かさ密度 2.0g/cm ³ 遮蔽体：0.5m、かさ密度 1.5 g /cm ³ (土壌) 評価点：図 2-2-2-3 の評価点
		Cs-137		9.2E-05	
18-1, 19-1	資源作物からの外部被ばくに対する線量換算係数（周辺居住者）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	5.9E-04	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：高さ 2.5m、幅 316.3m、長さ 316.3m の直方体（空気線源で模擬） 線源の密度：1.2E-03g/cm ³ 評価点：図 2-2-2-3 の評価点
		Cs-137		2.1E-04	

第3章 嵩上げによる造成

1. 嵩上げによる農地造成の被ばく経路

嵩上げによる農地造成は既往の土地造成の使用法とは異なるものの、再生資材の建設現場への運搬、植栽作業、地下水移行等については、運搬対象土量、植栽面積、使用する再生資材量に応じて被ばく線量が高くなることから、基本的に同線量評価結果に包含されるものと考えられる。

本評価においては、第1章に基づき、再評価をすべき被ばく経路、追加して評価すべき被ばく経路を整理した。

灰色網掛け部は既往の土地造成における追加被ばく線量評価の結果に包含されるとして本評価では再評価は行わないものとした。

なお、災害時における被ばく経路については、農地の造成方法として埋戻しで行った場合と栽培面積が同じであるため、同様の経路となるため、第2章表2-1-2を参照されたい。

表3-1-1 嵩上げによる農地造成の被ばく経路（平常時）（1/2）

No.	評価対象	線源	対象者	被ばく形態	備考
1	建設現場への運搬	再生資材	作業員	外部	建設現場への運搬については、再生資材量の試算結果から安全評価時の約2分の1である、すなわち運搬作業にかかる時間も2分の1程度と考えられるため、既往の安全評価結果に包含される。
2				粉塵吸入	
3				直接経口	
4			公衆（成人）	外部	
5				外部	
6				外部	
7	土地の嵩上げ	嵩上げ材（再生資材）	作業員	外部	土地造成面積については、既往の安全評価における造成面積を下回るが、再生資材濃度の決定経路となり得るため、再評価を行う。 粉塵吸入及び直接経口については、既往の評価結果から、外部被ばくに比べ、3～4桁小さい評価結果であり、外部被ばく線量を上回る可能性はないため、再評価は行わない。
8				粉塵吸入	
9				直接経口	
10			公衆（成人）	外部	
11				粉塵吸入	
12				外部	
13			公衆（子ども）	粉塵吸入	
14-1	植栽作業（埋戻し後）	草本の植え付け	嵩上げ材（再生資材）	作業員	覆土後の作業であるため、土地造成作業の評価結果を上回る可能性はなく、決定経路となり得ないため、再評価は行わない。
14-2		木本の植え付け		作業員	
15-1	土地の嵩上げ後（草本植栽）	保全作業（草刈、伐採等作業）	嵩上げ材（再生資材）	作業員	覆土厚の決定経路となる可能性があるため、再評価を行う。
15-2			作物	作業員	既往の安全評価では、草本類は、覆土以深への根の到達はないとされ、木本類の評価のみ。しかし、ジャイアント・ミスカンサスの場合、覆土以深に根が到達することが考えられるため、移行係数、丈、栽培密度によっては、決定経路となる可能性を排除できないことから追加評価を行う。

表 3-1-1 嵩上げによる農地造成の被ばく経路（平常時）（2/2）

No.	評価対象	線源	対象者	被ばく形態	備考	
16-1	土地の嵩上げ後（草本類）	周辺居住（草本植栽）	嵩上げ材（再生資材）	公衆（成人）	外部	覆土厚の決定経路となる可能性があるため再評価する。
16-2		周辺居住（草本植栽）	嵩上げ材（再生資材）	公衆（子ども）	外部	覆土厚の決定経路となる可能性があるため再評価する。
17-1		環境回復地利用（草本植栽）	嵩上げ材（再生資材）	公衆（成人）	外部	土地造成の既往の評価のような緑地公園利用は想定されないため、再評価は行わない。
17-2		環境回復地利用（草本植栽）	嵩上げ材（再生資材）	公衆（子ども）	外部	
18	土地の嵩上げ後の地下水移行（井戸水利用）	飲料水摂取	井戸水	公衆（成人）	経口	嵩上げに使用される再生資材量が既往の安全評価の半分以下であることから、地下水移行の総量も既往の評価以下と考えられるため、再評価は行わない。 ※分配係数が既往の評価パラメーター2.7E+02の半分以下となることは考えにくい。
19			井戸水	公衆（子ども）	経口	
20		農耕作業	井戸水で灌漑した土壌	作業者	外部	
21					粉塵吸入	
22		畜産物摂取	灌漑土壌した土壌で生産された畜産物	公衆（成人）	経口	
23				公衆（子ども）	経口	
24		畜産物摂取	井戸水で飼育された畜産物	公衆（成人）	経口	
25				公衆（子ども）	経口	
26		淡水産物摂取	井戸水で養殖された淡水産物	公衆（成人）	経口	
27				公衆（子ども）	経口	

2. 再評価・追加評価項目について

2.1. 農地造成作業者及び周辺居住者の外部被ばく線量（草本類）（再評価項目）

農地造成のために再生資材を利用した場合において、土壌に含まれる Cs 濃度の制限値を算出するため、作業者及び周辺居住者の外部被ばく線量を評価した。

本評価では、埋戻しによる造成同様、再生資材による嵩上げを 4.5[m]として設定し、覆土厚については、埋戻しによる農地造成において検討した 50[cm]以上とし、ここでは、放射線遮蔽のための最低限の覆土厚 50[cm]を想定した。

外部被ばく線量の評価に当たり、農地造成作業者は、嵩上げ地中央、高さ 1[m]、周辺居住者は、嵩上げ地側面の線量率が最も高くなる法面 2 の法尻から 1[m]、高さ 1[m]の地点とした。

農地造成作業者及び周辺居住者の外部被ばく線量評価に当たり、第 1 章作物の栽培条件等を踏まえ、以下のパラメーターを設定した。

【評価パラメーター】

- ・農地造成面積：約 10[ha]（縦 316.3[m]×横 316.3m）※造成地天端部
 - ・嵩上げ高さ：4.5[m]（覆土前）※再生資材厚
 - ・Cs-134 と Cs-137 の存在割合は 0.209：1 とした。（平成 28 年 3 月時点※既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）
- 再生資材の利用開始時期は福島第一原子力発電所事故から 5 年後、事故直後の Cs-134（半減期：2.06[年]）と Cs-137（半減期：30.0[年]）の存在割合を 1:1 とした。
- ・再生資材かさ密度：2.0[g/cm³]（既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）
 - ・農地造成作業者の作業期間：1 年（年間 250 日従事、8 時間/日のうち半分の 4[時間/日]の条件で再生資材を用いた場合の造成作業に従事（1,000 時間/年従事）との想定）（既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）
 - ・周辺居住者の居住時間は、保守的に 1 年間絶えず農地造成地周辺に居住していることとし 8,760[h]を想定。居住時の遮蔽係数を 0.2（既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）とした。

- ・計算に用いたコード：MCNP5（既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）
- ・法面勾配：1：1.5（土地改良事業計画設計基準及び運用・解説に示される一般的な畑の法面勾配）
- ・嵩上げ地東側が道路と隣接する想定（道路+隣接地合計幅 50[m]、南北 10[km]）

なお、嵩上げによる造成方法を採用する場合、造成地が4面の法面を持つ状態が最も再生資材の表面積が大きくなり、保守的な評価となると考えられるが、農地として使用する場合、農機等の侵入経路が必要となり、4面とも法面となることは考えにくいため、本評価では、図3-2-1-1に示す3面の法面を持つ形状で外部被ばく線量を評価することとした。

評価体系を図3-2-1-1（施工中の評価体系）に示す。

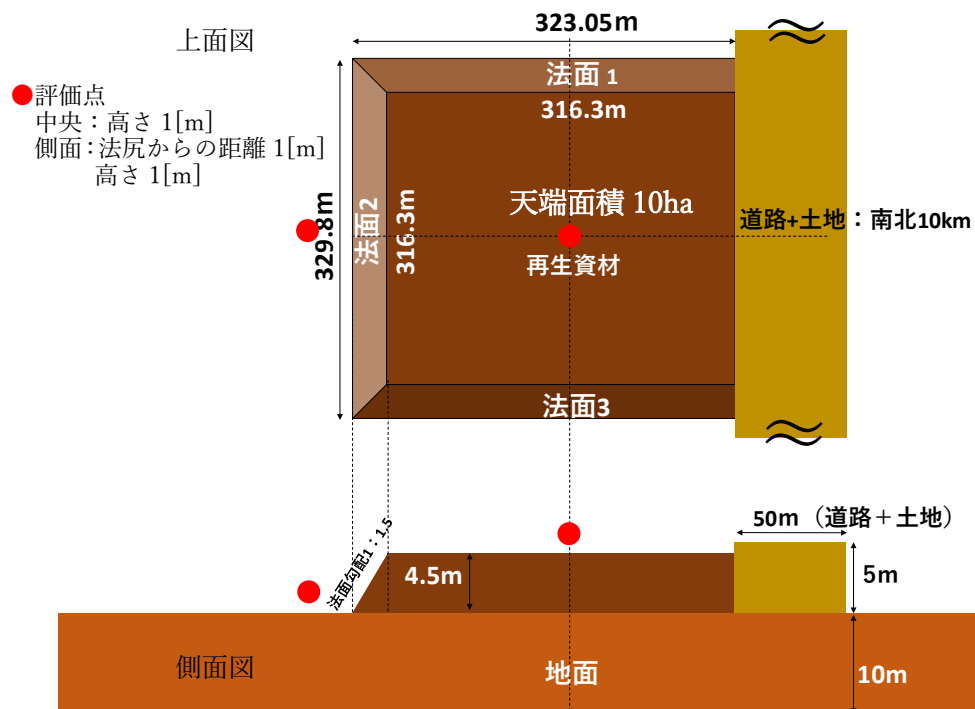


図 3-2-1-1 土地の嵩上げによる造成方法を採用した場合の評価体系（施工中）

2.2. 農地保全作業（草刈り等作業）（草本類）の外部被ばく線量（追加評価項目）

農地保全作業（草刈り等作業）（草本類）の外部被ばく線量については、嵩上げに用いた再生資材からの外部被ばく線量及び作物への Cs の移行に伴う外部被ばく線量が挙げられる。

いずれの外部被ばく線量も埋戻しによる造成と評価体系が異なることから、追加評価を行った。

評価パラメーターは以下のとおり。

【評価パラメーター】

- ・ 農地造成面積：約 10[ha]（縦 316.3[m]×横 316.3m）※造成地天端部
- ・ 嵩上げ高さ：4.5[m]（覆土前）※再生資材厚
- ・ 覆土厚：0.5[m]
- ・ 法面勾配：1：1.5（土地改良事業計画設計基準及び運用・解説に示される一般的な畑の法面勾配）
- ・ 嵩上げ地東側が道路と隣接する想定（道路+隣接地合計幅 50[m]、南北 10[km]）
- ・ ジャイアント・ミスカンサスの移行係数については、根の最大到達深度である 2.5[m]中覆土厚に応じて 0.5[m]は覆土中（Cs を含んでいない土壌）であるため、0.5：2.0 で分配されると仮定し、 $6.7E-02$ の 80[%]を適用することとした。

第 1 章 4.資源作物栽培品種（例）に示した文献より、土壌の深さによる根の重量比により、1：1 程度での分配も想定されるが、ここでは、保守的に根が存在する覆土厚と再生資材厚の比で分配することとした。

- ・ Cs-134 と Cs-137 の存在割合は 0.209:1 とした（既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）
- ・ 再生資材かさ密度：2.0[g/cm³]（既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）
- ・ 覆土かさ密度：1.5[g/cm³]（既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）
- ・ 作業期間：農地保全作業（草刈り等作業）に 1,000 時間/年従事との想定（既往の土地造成における追加被ばく線量評価では 250 時間/年従事との想定）
- ・ 遮蔽係数：1.0（既往の土地造成における追加被ばく線量評価同）
- ・ ジャイアント・ミスカンサスの平均乾物収量：2.01[kg/m²]※
※ジャイアント・ミスカンサスの平均乾物収量は、農研機構の論文によると 0.83 [kg/m²]であるが、保守的に同論文に示されているエリアンサスの平均乾物収量を本評価では使用した。
- ・ ジャイアント・ミスカンサスの草丈:2.5[m]
- ・ 1[m³]（空間）当たりの重量：2.01 [kg/m²]/2.5[m]=0.804[kg/m³]

評価体系を図 3-2-2-1 に示す。

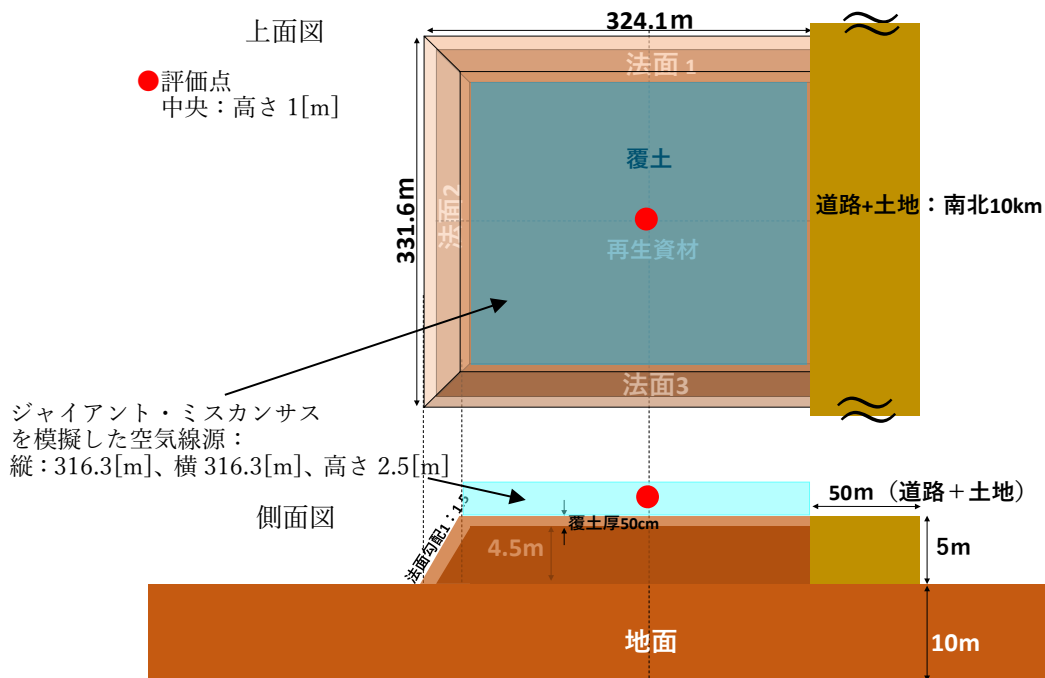


図 3-2-2-1 土地の嵩上げによる造成方法を採用した場合の農地保全作業者の外部被ばく線量評価体系
(供用中)

2.3. 周辺居住者の外部被ばく線量（追加評価項目）

埋戻しによる造成における外部被ばく線量評価において、覆土厚を 50cm 以上とすることで、農地保全作業者を含め、周辺居住者の外部被ばく線量は、裕度を持って $10\mu\text{Sv/y}$ を下回るとして評価されている。嵩上げによる造成においても、当該覆土厚を以て、 $10\mu\text{Sv/y}$ を下回るか否かについて評価を行った。

評価パラメーターについては、以下のとおり。

【評価パラメーター】

- ・農地造成面積: 約 10[ha] (縦 316.3[m]×横 316.3m) ※造成地天端部
- ・嵩上げ高さ: 4.5[m] (覆土前) ※再生資材厚
- ・覆土厚: 0.5[m]
- ・法面勾配: 1:1.5 (土地改良事業計画設計基準及び運用・解説に示される一般的な畑の法面勾配)
- ・嵩上げ地東側が道路と隣接する想定 (道路+隣接地合計幅 50[m]、南北 10[km])
- ・ジャイアント・ミスカンサスの移行係数については、根の最大到達深度である 2.5[m] 中覆土厚 0.5[m] は覆土中 (Cs を含んでいない土壌) であるため、0.5:2.0 で分配されると仮定し、覆土厚に応じて $6.7\text{E-}02$ の 80[%] を適用することとした。

第 1 章 4. 資源作物栽培品種 (例) に示した文献より、土壌の深さによる根の重量比により、1:1 程度での分配も想定されるが、ここでは、保守的に根が存在する覆土厚と再生資材厚の比で分配することとした。

- ・Cs-134 と Cs-137 の存在割合は 0.209:1 とした (既往の土地造成における追加被ばく線量評価同)
- ・再生資材かさ密度: $2.0[\text{g}/\text{cm}^3]$ (既往の土地造成における追加被ばく線量評価同)
- ・覆土かさ密度: $1.5[\text{g}/\text{cm}^3]$ (既往の土地造成における追加被ばく線量評価同)
- ・遮蔽係数: 0.2 (既往の土地造成における追加被ばく線量評価同)

- ・ジャイアント・ミスカンサスの平均乾物収量：2.01[kg/m²]*
- ※ジャイアント・ミスカンサスの平均乾燥物収量は、農研機構の論文によると 0.83 [kg/m²]であるが、保守的に同論文に示されているエリアンサスの平均乾燥物収量を本評価では使用した。
- ・ジャイアント・ミスカンサスの草丈:2.5[m]
- ・1[m³]（空間）当たりの重量：2.01 [kg/m²]/2.5[m]=0.804[kg/m³]

評価体系を図 3-2-3-1 に示す。

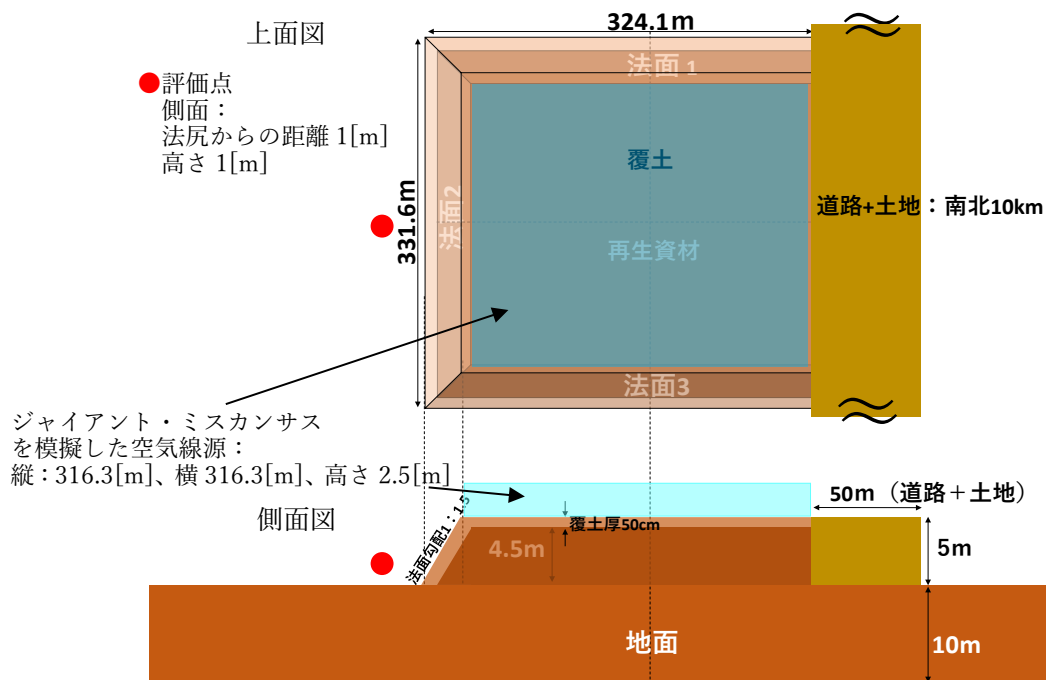


図 3-2-3-1 土地の嵩上げによる造成方法を採用した場合の評価体系（供用中）

2.4. 嵩上げ施工中の農地造成作業、供用中の農地保全作業、嵩上げ施工中及び供用中の周辺居住者（成人及び子ども）の外部被ばく線量評価結果

嵩上げ施工中の農地造成作業、嵩上げ施工中及び供用中の周辺居住者（成人及び子ども）の外部被ばく線量評価結果を表 3-2-4-1 から表 3-2-4-3 に示す。

なお、表 3-2-4-1 から表 3-2-4-3 は、農地造成作業の作業期間（作業従事期間）を 1 年、9 か月、6 か月とした場合の計算結果であり、周辺居住者は、保守的に 1 年間絶えず居住し続けた想定での計算結果である。

表 3-2-4-1 農地造成作業、周辺居住者（成人及び子ども）の外部被ばく線量評価結果

作業期間※1 年の場合

被ばく経路	覆土厚 [cm]	外部被ばく線量換算係数 [mSv/y]/[Bq/g]			1mSv/y 相当 濃度[Bq/kg]	5,000[Bq/kg] 使用時の外部 被ばく線量 [mSv/y]
		Cs134	Cs137	Cs134+Cs137	Cs134+Cs137	
農地_造成作業_外部 嵩上げ施工中	50	3.8E-01	1.6E-01	1.9E-01	5.1E+03	9.7E-01
農地_周辺居住者（成人）_外部 嵩上げ施工中	50	2.4E-01	1.0E-01	1.3E-01	7.9E+03	6.3E-01
農地_周辺居住者（子ども）_外部 嵩上げ施工中	50	3.2E-01	1.3E-01	1.6E-01	6.1E+03	8.2E-01
農地_保全作業_ GM 寄与_外部 供用中	50	1.3E-03	5.7E-04	7.0E-04	2.7E+07	1.9E-04
農地_保全作業_再生資材寄与_外部 供用中	50	1.9E-03	6.7E-04	8.8E-04	1.1E+06	4.4E-03
農地_周辺居住者（成人）_ GM 寄与_外部 供用中	50	9.9E-05	4.3E-05	5.3E-05	3.5E+08	1.4E-05
農地_周辺居住者（成人）_再生資材寄与_外部 供用中	50	4.9E-04	2.0E-04	2.5E-04	4.0E+06	1.3E-03
農地_周辺居住者（子ども）_ GM 寄与_外部 供用中	50	1.3E-04	5.6E-05	6.9E-05	2.7E+08	1.8E-05
農地_周辺居住者（子ども）_再生資材寄与_外部 供用中	50	6.4E-04	2.6E-04	3.3E-04	3.1E+06	1.6E-03

※ジャイアント・ミスカンサス寄与の 1mSv/y 相当濃度及び外部被ばく線量は、再生資材からの移行係数に覆土厚 50cm に応じて 6.7E-02 の 80[%]を用い、作物中の全 Cs 濃度を算出後、当該濃度に外部被ばく線量換算係数を乗じ算出。表 3-2-4-2 及び表 3-2-4-3 も同様。

表 3-2-4-2 農地造成作業、周辺居住者（成人及び子ども）の外部被ばく線量評価結果

作業期間※9 か月の場合

被ばく経路	覆土厚 cm	外部被ばく線量換算係数 [mSv/y]/[Bq/g]			1mSv/y 相当 濃度[Bq/kg]	6,000[Bq/kg] 使用時の外部 被ばく線量 [mSv/y]
		Cs134	Cs137	Cs134+Cs137	Cs134+Cs137	
農地_造成作業_外部 嵩上げ施工中	50	2.9E-01	1.2E-01	1.5E-01	6.8E+03	8.9E-01
農地_周辺居住者（成人）_外部 嵩上げ施工中	50	2.4E-01	1.0E-01	1.3E-01	7.9E+03	7.6E-01
農地_周辺居住者（子ども）_外部 嵩上げ施工中	50	3.2E-01	1.3E-01	1.6E-01	6.1E+03	9.9E-01
農地_保全作業_ GM 寄与_外部 供用中	50	1.3E-03	5.7E-04	7.0E-04	2.7E+07	2.3E-04
農地_保全作業_再生資材寄与_外部 供用中	50	1.9E-03	6.7E-04	8.8E-04	1.1E+06	5.3E-03
農地_周辺居住者（成人）_ GM 寄与_外部 供用中	50	9.9E-05	4.3E-05	5.3E-05	3.5E+08	1.7E-05
農地_周辺居住者（成人）_再生資材寄与_外部 供用中	50	4.9E-04	2.0E-04	2.5E-04	4.0E+06	1.5E-03
農地_周辺居住者（子ども）_ GM 寄与_外部 供用中	50	1.3E-04	5.6E-05	6.9E-05	2.7E+08	2.2E-05
農地_周辺居住者（子ども）_再生資材寄与_外部 供用中	50	6.4E-04	2.6E-04	3.3E-04	3.1E+06	2.0E-03

表 3-2-4-3 農地造成作業、周辺居住者（成人及び子ども）の外部被ばく線量評価結果

作業期間※6 か月の場合

被ばく経路	覆土厚 cm	外部被ばく線量換算係数 [mSv/y]/[Bq/g]			1mSv/y 相当 濃度[Bq/kg]	6,000[Bq/kg] 使用時の外部 被ばく線量 [mSv/y]
		Cs134	Cs137	Cs134+Cs137	Cs134+Cs137	
農地_造成作業_外部 嵩上げ施工中	50	2.0E-01	7.9E-02	1.0E-01	9.9E+03	6.0E-01
農地_周辺居住者（成人）_外部 嵩上げ施工中	50	2.4E-01	1.0E-01	1.3E-01	7.9E+03	7.6E-01
農地_周辺居住者（子ども）_外部 嵩上げ施工中	50	3.2E-01	1.3E-01	1.6E-01	6.1E+03	9.9E-01
農地_保全作業_ GM 寄与_外部 供用中	50	1.3E-03	5.7E-04	7.0E-04	2.7E+07	2.3E-04
農地_保全作業_再生資材寄与_外部 供用中	50	1.9E-03	6.7E-04	8.8E-04	1.1E+06	5.3E-03
農地_周辺居住者（成人）_ GM 寄与_外部 供用中	50	9.9E-05	4.3E-05	5.3E-05	3.5E+08	1.7E-05
農地_周辺居住者（成人）_再生資材寄与_外部 供用中	50	4.9E-04	2.0E-04	2.5E-04	4.0E+06	1.5E-03
農地_周辺居住者（子ども）_ GM 寄与_外部 供用中	50	1.3E-04	5.6E-05	6.9E-05	2.7E+08	2.2E-05
農地_周辺居住者（子ども）_再生資材寄与_外部 供用中	50	6.4E-04	2.6E-04	3.3E-04	3.1E+06	2.0E-03

※作業期間は、農地造成作業者の作業期間である。周辺居住者は年間 8,760 時間、居住時の遮蔽係数 0.2（既往の土地造成の追加被ばく線量評価同）として外部被ばく線量を算出したものである。

表 3-2-4-1 から表 3-2-4-3 までの 1mSv/y 相当濃度をグラフ化したものを図 3-2-4-1 から図 3-2-4-3 に示す。



図 3-2-4-1 農地造成作業、周辺居住者（成人及び子ども） 1mSv/y 相当濃度[Bq/kg]
作業員の作業期間 1 年の場合

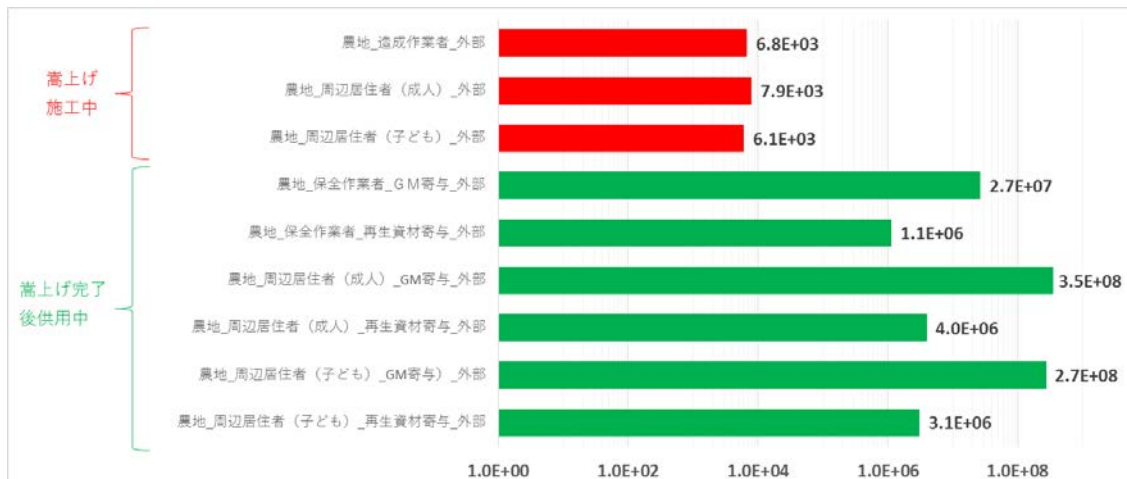


図 3-2-4-2 農地造成作業者、周辺居住者（成人及び子ども） 1mSv/y 相当濃度[Bq/kg]
作業員の作業期間 9 か月の場合

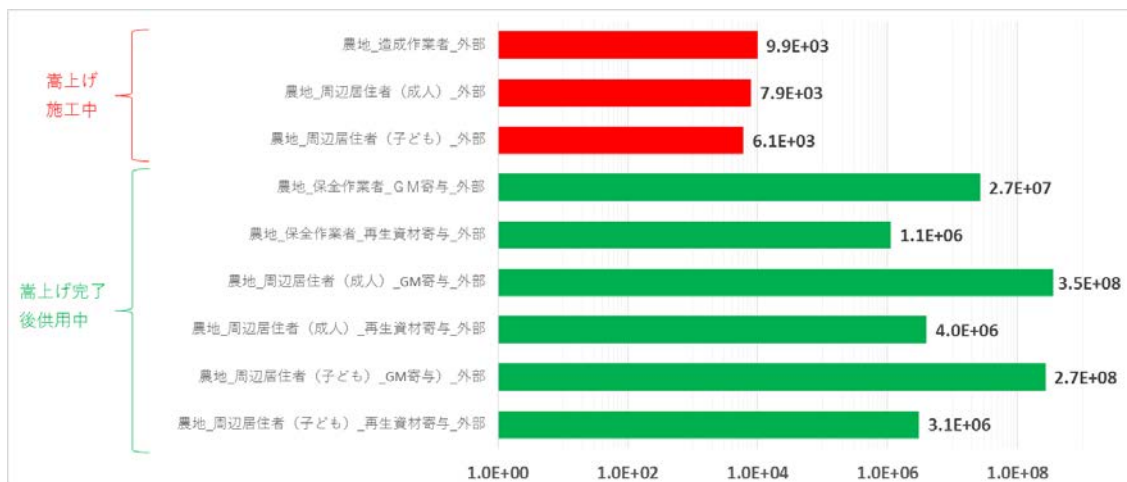


図 3-2-4-3 農地造成作業者、周辺居住者（成人及び子ども） 1mSv/y 相当濃度[Bq/kg]
作業員の作業期間 6 か月の場合

農地造成作業者の作業期間が 9 か月及び 6 か月の場合、作業員の 1mSv/y 相当濃度はそれぞれ 6.8E+03[Bq/kg] 及び 9.9E+03[Bq/kg] となるものの、周辺居住者（子ども）の 1mSv/y 相当濃度（6.1E+03[Bq/kg]）がこれを下回るため、いずれの制限濃度も農地_周辺居住者（子ども）の 1mSv/y 相当濃度から 6,000[Bq/kg] 以下となる。

覆土厚については、表 3-2-4-1 から表 3-2-4-3 に示すとおり、埋戻しによる農地造成の評価結果同様、50cm 以上の覆土を行うことで年間被ばく線量が 10 μ Sv/y 以下となる。

なお、作物の火災時における被ばく線量（消防士・公衆）については、農地の造成方法として埋戻しで行った場合と栽培面積が同じであるため、「農地造成への再生資材利用に関する被ばく線量評価について」第 2 章 2.3 火災時における被ばく線量（消防士・公衆）を参照されたい。

3. 評価パラメーター一覧

嵩上げによる農地造成の追加被ばく線量評価に用いたパラメーターを表 3-3-1 に示す。

表 3-3-1 農地造成の追加被ばく線量評価に用いたパラメーター一覧 (1/3)

経路 No.	名称		単位	選定値	選定根拠
7,10,12,15- 1,15-2,16- 1,16-2	覆土の厚さ		m	0.5	被ばく線量の更なる低減（年間 $10\mu\text{Sv}$ ）に最低限必要な覆土厚を設定した。
15-1,15- 2,16-1,16- 2	覆土のかさ密度		g/cm^3	1.5	農地作土としての利用を想定し、一般的なほぐした土の密度を設定した。
7	農地造成作業に従事する年間作業時間		h / y	1,000	1 日 8 時間、年間 250 日の労働時間のうち半分の時間を農地の造成作業に従事するものとした。
7	外部被ばくに対する線量 換算係数（造成作業者）	Cs-134	$\mu\text{Sv}/\text{h}$ per Bq/g	4.4E-01	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：厚さ 4.5m 上面：縦 316.3m、横 316.3m 底面：縦 329.8m、横 323.05m 四角錐台（土壌） 線源かさ密度 $2.0\text{g}/\text{cm}^3$ 遮蔽体：なし 評価点：参考図 1 の評価点（天端中央）
		Cs-137		1.6E-01	
10,12,15- 1,15-2,16- 1,16-2	居住時の遮蔽係数		—	0.2	IAEA-TECDOC-401 から、居住時の 20% を戸外で過ごすとして仮定した。
10,12,15- 1,15-2,16- 1,16-2	年間居住時間		h / y	8,760	保守的に 1 年間絶えず農地造成を行った造成地周辺に居住していることとした。

表 3-3-1 農地造成の追加被ばく線量評価に用いたパラメーター一覧 (2/3)

経路 No.	名称		単位	選定値	選定根拠
10,12	外部被ばくに対する線量 換算係数（農地造成地周 辺居住者）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	1.6E-01	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：厚さ 4.5m 上面：縦 316.3m、横 316.3m 底面：縦 329.8m、横 323.05m 四角錐台（土壌） 線源かさ密度 2.0g/cm ³ 遮蔽体：なし 評価点：参考図 1 の評価点（法面側面） なお、子どもの外部被ばく線量換算係数は、成人の計算値を 1.3 倍した。
		Cs-137		5.9E-02	
15-1,15-2	農地保全時における遮蔽係数		—	1.0	保守的な設定とした。
15-1	外部被ばくに対する線量 換算係数（農地保全作業 者）再生資材寄与	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	2.2E-03	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：厚さ 4.5m 上面：縦 316.3m、横 316.3m 底面：縦 329.8m、横 323.05m 四角錐台（土壌） 線源かさ密度 2.0g/cm ³ 遮蔽体：0.5m、かさ密度 1.5 g/cm ³ (土壌) 評価点：図 2 の評価点（天端中央）
		Cs-137		6.8E-04	
15-2	外部被ばくに対する線量 換算係数（保全作業）資 源作物寄与	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	1.6E-03	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：高さ 2.5m、幅 316.3m、長さ 316.3m の直方体（空気線源で模擬） 線源の密度：1.2E-03g/cm ³ 評価点：参考図 2 の評価点（天端中央）
		Cs-137		5.7E-04	
15-2	土壌から作物への移行係数（資源作物：ジャイアントミスカンサス）		—	5.4E-02	2014 年に農研機構が採取したジャイアント・ミスカンサスの移行係数 6.4E-02 に覆土（新材）中に含まれる根の長さ 50cm と再生資材中に含まれる根の長さ 2.0m で按分した値を設定した。

表 3-3-1 農地造成の追加被ばく線量評価に用いたパラメーター一覧 (3/3)

経路 No.	名称		単位	選定値	選定根拠
15-1 15-2	農地保全作業者に従事する年間作業時間		h/y	1,000	1 日 8 時間、年間 250 日の労働時間のうち半分の時間を保全作業に従事するとした。
16-1 16-2	嵩上げ材からの外部被ばくに対する線量換算係数 (周辺居住者)	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	3.3E-04	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：厚さ 4.5m 上面：縦 316.3m、横 316.3m 底面：縦 329.8m、横 323.05m 四角錐台（土壌） 線源かさ密度 2.0g/cm ³ 遮蔽体：0.5m、かさ密度 1.5 g/cm ³ (土壌)評価点：図 2 の評価点（法面側面）
		Cs-137		1.2E-04	
16-1, 16-2	資源作物からの外部被ばくに対する線量換算係数 (周辺居住者)	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	6.6E-05	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：高さ 2.5m、幅 316.3m、長さ 316.3m の直方体（空気線源で模擬） 線源の密度：1.2E-03g/cm ³ 評価点：図 2 の評価点（法面側面）
		Cs-137		2.5E-05	

<参考文献>

- (1) 南條正巳、農地土壌に対する東日本大震災の影響と対策、
(<http://www.agri.tohoku.ac.jp/agri-revival/ocu6bi00000002cz-att/a1322803240058.pdf>)
- (2) 東北大学、東日本大震災：仙台市南東部における津波被災農地の視察、
(<http://www.agri.tohoku.ac.jp/soil/jpn/2011/04/arahama.html>)
- (3) 大久保陽介 他、津波越流時における海岸堤防の洗掘に関する数値解析モデルの構築、土木学会論文
集（海岸工学）、70(2) pp.I_991-I_995 (2014)
- (4) 独立行政法人原子力安全基盤機構、「警戒区域及び計画的避難区域内での大規模火災の影響評価に関
する調査報告書」、JNES-RE-2011-0004、平成 24 年 2 月
- (5) 林野庁東北森林管理局、「別紙 能代の街を飛砂から守る海岸防災林造成事業(風の松原)」
- (6) 消防防災博物館ホームページ、「2 風水害の種類別の基礎知識 風倒木被害」、
(http://www.bousaihaku.com/cgi-bin/hp/index2.cgi?ac1=B102&ac2=&ac3=4938&Page=hpd2_view)
- (7) 北原曜、植生の表面侵食防止機能、砂防学会誌 54(5) pp.92-101 (2002)
- (8) 早川博、圃場の耕起方法の違いによる地表面流発生メカニズムの解明、
(http://www.ric.or.jp/profile/works/kiyou/H25_3.pdf)
- (9) 気象庁ホームページ、「災害をもたらした気象事例（平成元年～本年）」、
(http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/index_1989.html)

参考資料 1 既往の土地造成における再生資材の利用に係る線量評価結果等
(出典：中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会（第 6 回）資料 2 の参考資料)

参考資料 1

参考表 1～9 既往の土地造成における再生資材の利用に係る線量評価結果の一覧

参考表 10 既往の安全評価（土地造成）における評価パラメーター及び評価値一覧

参考表 1 評価結果（建設現場への運搬）

No.	経路略称	単位再生資材中濃度 あたりの年間被ばく線量 (mSv/y per Bq/g)			1mSv/y相当濃度 (Bq/kg)	4,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)	7,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)
		Cs-134	Cs-137	Cs(134+137)			
1	積み下ろし作業者外部	2.0E-02	8.3E-03	1.0E-02	9.7E+04	4.1E-02	7.2E-02
2	積み下ろし作業者吸入	2.0E-05	1.6E-05	1.7E-05	6.0E+07	6.6E-05	1.2E-04
3	積み下ろし作業者直接経口摂取	3.2E-04	2.6E-04	2.7E-04	3.7E+06	1.1E-03	1.9E-03
4	運搬作業者外部	4.5E-02	1.9E-02	2.3E-02	4.3E+04	9.3E-02	1.6E-01
5	運搬経路周辺居住者(成人)外部	5.9E-03	2.3E-03	2.9E-03	3.4E+05	1.2E-02	2.1E-02
6	運搬経路周辺居住者(子ども)外部	7.6E-03	3.0E-03	3.8E-03	2.6E+05	1.5E-02	2.7E-02

参考表 2 評価結果（土取場の埋戻し）（草本類：埋戻材厚さ 4.7m）

No.	経路略称	単位再生資材中濃度 あたりの年間被ばく線量 (mSv/y per Bq/g)			1mSv/y相当濃度 (Bq/kg)	4,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)	7,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)
		Cs-134	Cs-137	Cs(134+137)			
7	建設作業者外部	3.8E-01	1.7E-01	2.1E-01	4.9E+03	8.2E-01	1.4E+00
8	建設作業者吸入	2.0E-05	1.6E-05	1.7E-05	6.0E+07	6.6E-05	1.2E-04
9	建設作業者直接経口摂取	3.2E-04	2.6E-04	2.7E-04	3.7E+06	1.1E-03	1.9E-03
10	周辺居住者外部(成人)	1.9E-01	8.5E-02	1.0E-01	9.7E+03	4.1E-01	7.2E-01
11	周辺居住者吸入(成人)	9.4E-05	7.6E-05	8.0E-05	1.3E+07	3.2E-04	5.6E-04
12	周辺居住者外部(子ども)	2.5E-01	1.1E-01	1.3E-01	7.4E+03	5.4E-01	9.4E-01
13	周辺居住者吸入(子ども)	2.4E-05	2.1E-05	2.1E-05	4.7E+07	8.5E-05	1.5E-04
14-1	植栽等作業者外部	1.3E-02	5.4E-03	6.8E-03	1.5E+05	2.7E-02	4.8E-02

参考表 3 評価結果（土取場の埋戻し）（木本類：埋戻材厚さ 4.0m）

No.	経路略称	単位再生資材中濃度 あたりの年間被ばく線量 (mSv/y per Bq/g)			1mSv/y相当濃度 (Bq/kg)	4,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)	7,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)
		Cs-134	Cs-137	Cs(134+137)			
7	建設作業者外部	3.8E-01	1.7E-01	2.0E-01	4.9E+03	8.1E-01	1.4E+00
8	建設作業者吸入	2.0E-05	1.6E-05	1.7E-05	6.0E+07	6.6E-05	1.2E-04
9	建設作業者直接経口摂取	3.2E-04	2.6E-04	2.7E-04	3.7E+06	1.1E-03	1.9E-03
10	周辺居住者外部(成人)	1.9E-01	8.4E-02	1.0E-01	9.8E+03	4.1E-01	7.1E-01
11	周辺居住者吸入(成人)	9.4E-05	7.6E-05	8.0E-05	1.3E+07	3.2E-04	5.6E-04
12	周辺居住者外部(子ども)	2.4E-01	1.1E-01	1.3E-01	7.6E+03	5.3E-01	9.2E-01
13	周辺居住者吸入(子ども)	2.4E-05	2.1E-05	2.1E-05	4.7E+07	8.5E-05	1.5E-04
14-2	植栽等作業者外部	1.2E-05	3.2E-06	4.7E-06	2.1E+08	1.9E-05	3.3E-05

参考表 4 評価結果（土取場の環境回復後）（草本類）

No.	経路略称	単位再生資材中濃度 あたりの年間被ばく線量 (mSv/y per Bq/g)			1mSv/y相当濃度 (Bq/kg)	4,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)	7,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)
		Cs-134	Cs-137	Cs(134+137)			
15-1	保全作業者外部	3.3E-03	1.4E-03	1.7E-03	5.9E+05	6.8E-03	1.2E-02
18-1	居住者・成人外部	5.7E-03	2.5E-03	3.0E-03	3.3E+05	1.2E-02	2.1E-02
19-1	居住者・子ども外部	7.4E-03	3.2E-03	3.9E-03	2.6E+05	1.6E-02	2.7E-02
20-1	利用者・成人外部	5.4E-03	2.2E-03	2.7E-03	3.7E+05	1.1E-02	1.9E-02
22-1	利用者・子ども外部	7.0E-03	2.8E-03	3.5E-03	2.8E+05	1.4E-02	2.5E-02

参考表 5 評価結果（土取場の環境回復後）（木本類：針葉樹）

No.	経路略称	単位再生資材中濃度 あたりの年間被ばく線量 (mSv/y per Bq/g)			1mSv/y相当濃度 (Bq/kg)	4,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)	7,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)
		Cs-134	Cs-137	Cs(134+137)			
15-2	保全作業者外部(37年目・伐採前)	5.4E-09	2.6E-04	2.2E-04	4.6E+06	8.7E-04	1.5E-03
16-2	保全作業者粉塵吸入	5.5E-08	8.3E-08	7.9E-08	1.3E+10	3.1E-07	5.5E-07
17-2	保全作業者直接経口	9.1E-07	1.3E-06	1.3E-06	7.9E+08	5.1E-06	8.9E-06
18-2	周辺居住者外部(成人)(37年目・伐採前)	3.8E-09	1.8E-04	1.5E-04	6.6E+06	6.1E-04	1.1E-03
19-2	周辺居住者外部(子ども)(37年目・伐採前)	4.9E-09	2.4E-04	2.0E-04	5.1E+06	7.9E-04	1.4E-03
20-2	利用者外部(成人)(37年目・伐採前)	2.2E-09	1.1E-04	8.7E-05	1.1E+07	3.5E-04	6.1E-04
21-2	利用者・成人吸入	1.2E-08	1.8E-08	1.7E-08	5.8E+10	6.9E-08	1.2E-07
22-2	利用者外部(子ども)(37年目・伐採前)	2.8E-09	1.4E-04	1.1E-04	8.8E+06	4.5E-04	7.9E-04
23-2	利用者・子ども吸入	3.1E-09	4.9E-09	4.6E-09	2.2E+11	1.8E-08	3.2E-08

参考表 6 評価結果（土取場の環境回復後）（木本類：広葉樹（間伐））

No.	経路略称	単位再生資材中濃度 あたりの年間被ばく線量 (mSv/y per Bq/g)			1mSv/y相当濃度 (Bq/kg)	4,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)	7,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)
		Cs-134	Cs-137	Cs(134+137)			
15-2	保全作業者外部(49年目)	6.0E-11	1.3E-04	1.0E-04	9.6E+06	4.2E-04	7.3E-04
16-2	保全作業者粉塵吸入	5.5E-08	8.3E-08	7.9E-08	1.3E+10	3.1E-07	5.5E-07
17-2	保全作業者直接経口	9.1E-07	1.3E-06	1.3E-06	7.9E+08	5.1E-06	8.9E-06
18-2	周辺居住者外部(成人)(49年目)	4.3E-11	8.9E-05	7.3E-05	1.4E+07	2.9E-04	5.1E-04
19-2	周辺居住者外部(子ども)(49年目)	5.5E-11	1.2E-04	9.5E-05	1.0E+07	3.8E-04	6.7E-04
20-2	利用者外部(成人)(49年目)	2.4E-11	5.0E-05	4.2E-05	2.4E+07	1.7E-04	2.9E-04
21-2	利用者・成人吸入	1.2E-08	1.8E-08	1.7E-08	5.8E+10	6.9E-08	1.2E-07
22-2	利用者外部(子ども)(49年目)	3.1E-11	6.5E-05	5.4E-05	1.9E+07	2.2E-04	3.8E-04
23-2	利用者・子ども吸入	3.1E-09	4.9E-09	4.6E-09	2.2E+11	1.8E-08	3.2E-08

参考表 7 評価結果（土取場の環境回復後）（木本類：広葉樹（無間伐））

No.	経路略称	単位再生資材中濃度 あたりの年間被ばく線量 (mSv/y per Bq/g)			1mSv/y相当濃度 (Bq/kg)	4,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)	7,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)
		Cs-134	Cs-137	Cs(134+137)			
15-2	保全作業者外部(49年目)	5.8E-11	1.2E-04	9.9E-05	1.0E+07	4.0E-04	7.0E-04
16-2	保全作業者粉塵吸入	5.5E-08	8.3E-08	7.9E-08	1.3E+10	3.1E-07	5.5E-07
17-2	保全作業者直接経口	9.1E-07	1.3E-06	1.3E-06	7.9E+08	5.1E-06	8.9E-06
18-2	周辺居住者外部(成人)(49年目)	4.2E-11	8.7E-05	7.2E-05	1.4E+07	2.9E-04	5.0E-04
19-2	周辺居住者外部(子ども)(49年目)	5.4E-11	1.1E-04	9.3E-05	1.1E+07	3.7E-04	6.5E-04
20-2	利用者外部(成人)(49年目)	2.3E-11	4.8E-05	4.0E-05	2.5E+07	1.6E-04	2.8E-04
21-2	利用者・成人吸入	1.2E-08	1.8E-08	1.7E-08	5.8E+10	6.9E-08	1.2E-07
22-2	利用者外部(子ども)(49年目)	3.0E-11	6.3E-05	5.2E-05	1.9E+07	2.1E-04	3.6E-04
23-2	利用者・子ども吸入	3.1E-09	4.9E-09	4.6E-09	2.2E+11	1.8E-08	3.2E-08

参考表 8 評価結果（地下水移行）（草本類：埋戻材厚さ 4.7m）

No.	経路略称	単位再生資材中濃度 あたりの年間被ばく線量 (mSv/y per Bq/g)			1mSv/y相当濃度 (Bq/kg)	4,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)	7,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)
		Cs-134	Cs-137	Cs(134+137)			
24	飲料水摂取(成人)	4.3E-06	4.2E-05	3.6E-05	2.8E+07	1.4E-04	2.5E-04
25	飲料水摂取(子ども)	6.0E-07	6.4E-06	5.4E-06	1.9E+08	2.2E-05	3.8E-05
26	地下水利用農耕作業外	9.2E-07	4.4E-05	3.7E-05	2.7E+07	1.5E-04	2.6E-04
27	地下水利用農耕作業吸入	4.5E-11	4.2E-09	3.5E-09	2.9E+11	1.4E-08	2.4E-08
28	地下水利用農作物摂取(成人)	3.1E-06	1.0E-04	8.7E-05	1.2E+07	3.5E-04	6.1E-04
29	地下水利用農作物摂取(子ども)	1.1E-06	4.3E-05	3.6E-05	2.8E+07	1.4E-04	2.5E-04
30	飼料經由畜産物摂取(成人)	4.1E-06	1.0E-04	8.4E-05	1.2E+07	3.4E-04	5.9E-04
31	飼料經由畜産物摂取(子ども)	2.0E-06	5.3E-05	4.4E-05	2.3E+07	1.8E-04	3.1E-04
32	飼育水經由畜産物摂取(成人)	6.0E-07	5.9E-06	5.0E-06	2.0E+08	2.0E-05	3.5E-05
33	飼育水經由畜産物摂取(子ども)	2.8E-07	3.0E-06	2.5E-06	3.9E+08	1.0E-05	1.8E-05
34	養殖淡水産物摂取(成人)	2.5E-06	2.4E-05	2.1E-05	4.9E+07	8.2E-05	1.4E-04
35	養殖淡水産物摂取(子ども)	9.8E-07	1.1E-05	8.9E-06	1.1E+08	3.6E-05	6.2E-05

参考表 9 評価結果（木本類：埋戻材厚さ 4.0m）

No.	経路略称	単位再生資材中濃度 あたりの年間被ばく線量 (mSv/y per Bq/g)			1mSv/y相当濃度 (Bq/kg)	4,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)	7,000Bq/kgの再生 資材を使用した 場合の被ばく線量 (mSv/y)
		Cs-134	Cs-137	Cs(134+137)			
24	飲料水摂取(成人)	4.3E-06	4.2E-05	3.6E-05	2.8E+07	1.4E-04	2.5E-04
25	飲料水摂取(子ども)	6.0E-07	6.4E-06	5.4E-06	1.9E+08	2.2E-05	3.8E-05
26	地下水利用農耕作業外	9.2E-07	4.4E-05	3.7E-05	2.7E+07	1.5E-04	2.6E-04
27	地下水利用農耕作業吸入	4.5E-11	4.2E-09	3.5E-09	2.9E+11	1.4E-08	2.4E-08
28	地下水利用農作物摂取(成人)	3.1E-06	1.0E-04	8.6E-05	1.2E+07	3.5E-04	6.1E-04
29	地下水利用農作物摂取(子ども)	1.1E-06	4.3E-05	3.6E-05	2.8E+07	1.4E-04	2.5E-04
30	飼料經由畜産物摂取(成人)	4.1E-06	1.0E-04	8.4E-05	1.2E+07	3.4E-04	5.9E-04
31	飼料經由畜産物摂取(子ども)	2.0E-06	5.3E-05	4.4E-05	2.3E+07	1.8E-04	3.1E-04
32	飼育水經由畜産物摂取(成人)	6.0E-07	5.9E-06	5.0E-06	2.0E+08	2.0E-05	3.5E-05
33	飼育水經由畜産物摂取(子ども)	2.8E-07	3.0E-06	2.5E-06	3.9E+08	1.0E-05	1.8E-05
34	養殖淡水産物摂取(成人)	2.5E-06	2.4E-05	2.1E-05	4.9E+07	8.2E-05	1.4E-04
35	養殖淡水産物摂取(子ども)	9.8E-07	1.1E-05	8.9E-06	1.1E+08	3.6E-05	6.2E-05

参考表 10 既往の安全評価（土地造成）における評価パラメーター及び評価値（1/8）

経路No.	名称	単位	選定値	選定根拠
1~35	被ばく中の減衰期間	y	1	IAEA RS-G-1.7では、各評価経路について被ばく期間（1年）の減衰を考慮しており、本試算でも被ばく期間（1年）中の放射能の減衰を考慮することとした。
1~13	土取場の環境回復作業が開始されるまでの期間	y	0	保守的に、再生資材が事故5年後すぐに再生資源化され、土取場の環境回復に使用されるものとした。
1~35	線源に対する希釈係数	—	1.0	土取場の埋戻材として利用されるものは、すべて再生資材であるとした。
1~6	再生資材幅	m	2.0	大型トラックの荷台の寸法をもとに選定した。
1~6	再生資材長さ	m	5.0	大型トラックの荷台の寸法をもとに選定した。
1~6	再生資材厚さ	m	0.6	大型トラックの荷台の寸法をもとに選定した。
1~6	再生資材のかさ密度	g/cm ³	1.7	自然地盤でのおおよその平均値1.7 g/cm ³ とした。
1~35	埋戻し幅	m	500	大規模な土採取場を想定し、500 m×500 mの床掘り部に対し、一様に再生資材を埋戻材として利用した場合を想定した。
1~35	埋戻し長さ	m	500	大規模な土採取場を想定し、500 m×500 mの床掘り部に対し、一様に再生資材を埋戻材として利用した場合を想定した。
7-1~35-1	埋戻材の厚さ（草本類）	m	4.7	草本植栽を行う場合は掘削深度5mのうち、0.3 mを覆土、4.7 mを埋戻材とした。
7-2~35-2	埋戻材の厚さ（木本類）	m	4.0	木本植栽を行う場合は掘削深度5mのうち、1.0 mを覆土、4.0 mを埋戻材とした。
7~35	埋戻材のかさ密度	g/cm ³	2.0	土壌を締め固めた場合の密度の最大値2.0 g/cm ³ とした。
14-1~22-1	覆土の厚さ（草本類）	m	0.3	草本植栽を行う場合は掘削深度5 mのうち、0.3 mを覆土、4.7 mを埋戻材とした。
14-2~22-2	覆土の厚さ（木本類）	m	1.0	木本植栽を行う場合は掘削深度5 mのうち、1.0 mを覆土、4.0 mを埋戻材とした。
14~22	覆土のかさ密度	g/cm ³	1.5	日本道路公団 設計要領 第一集(1983)に示されている道路の盛土材の単位体積重量を参考に、保守的な値1.5 g/cm ³ を設定した。
14~35	土取場の環境回復が終了するまでの期間	y	0	保守的な設定とした。
1~4	積み下ろし、運搬作業時における線源に対する希釈係数	—	1	作業者は、再生資材のみを取り扱うものとし、線源に対する希釈は保守的に1とした。
1	積み下ろし作業時の遮へい係数	—	0.4	重機を使用した際の遮へい（鉄板2 cm相当）を考慮する。災害廃棄物評価※1で埋設作業時の重機を使用したCs-134およびCs-137に対する遮へい係数はQAD-CGGP2Rより0.4と計算され、積み下ろし作業時の遮へい係数も同様に設定した。
1~4	再生資材の積み下ろし、運搬の年間作業時間	h/y	1,000	1日8時間、年間250日の労働時間のうち半分の時間を再生資材のそばで作業するとした。 ここでは、再生資材を造成地へ運搬するための積み下ろし、運搬の作業が対象である。

※1 災害廃棄物安全評価検討会（第9回）資料 11-1、平成 23 年 11 月 15 日

参考表 10 既往の安全評価（土地造成）における評価パラメーター及び評価値（2/8）

経路No.	名称		単位	選定値	選定根拠
1,4	外部被ばくに対する線量換算係数（積み下ろし作業、運搬作業）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h per Bq/g}$	5.9E-02	以下の条件で、QAD-CGGP2Rコードにより算出した。 線源の形状：高さ0.6 m、幅2 m、長さ5 mの直方体 線源のかさ密度：1.7 g/cm ³ 評価点：0.6 m×5.0 mの中心から1.0 m
		Cs-137		2.1E-02	
2,8,11,13,16-2,21-2,23-2	作業時の空气中ダスト濃度		g/m ³	5E-04	NUREG/CR-3585に示されたOPEN DUMP時及びIAEA-TECDOC-401に示された埋設処分場での埋め立て作業時における空气中ダスト濃度を採用した。
2,8,11,13,16-2,21-2,23-2	微粒子への放射性物質の濃縮係数（吸入摂取）		—	4	IAEA Safety Reports Series No.44に示された吸入可能な粒子の濃縮係数を使用した。
2,8,16-2	作業者の呼吸量		m ³ /h	1.2	ICRP Publ.23で示されている標準人の労働（軽作業）時の呼吸量の数値20 L/minを基に算定した。
3,9,17-2	微粒子への放射性物質の濃縮係数（経口摂取）		—	2	IAEA Safety Reports Series No.44に示された経口摂取被ばくに関する粒子の濃縮係数を使用した。
3,9,17-2	ダストの経口摂取率		g/h	0.01	IAEA S.S. No.111-P-1.1に示された値を用いた。
4	運搬作業時の遮へい係数		—	0.9	車両による遮へい（鉄板3 mm相当）を考慮する。災害廃棄物評価※1で埋設作業時のCs-134及びCs-137に対する車両による遮へい係数はQAD-CGGP2Rより0.9と計算され、運搬作業時の遮へい係数も同様に設定した。
5,6	運搬経路沿いの居住における線源に対する希釈係数		—	1	運搬の大型トラックには、再生資材のみが積まれているものとし、線源に対する希釈は保守的に1とした。
5,6	運搬経路周辺居住時の遮へい係数		—	1	保守的に1と設定した。
5,6	運搬経路沿いの居住者の被ばく時間		h/y	450	災害廃棄物安全評価検討会（第9回）資料11-2「災害廃棄物等の処理・処分のシナリオに対する線量評価結果の整理」に示された値を踏襲した。当該資料では、運搬トラックが月に4,500台走行し、そのうちの半分のトラックが赤信号により停車している時間1分の間に被ばくすると仮定し、450 h/yとしている。
5,6	外部被ばくに対する線量換算係数（運搬経路周辺居住、成人）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h per Bq/g}$	1.5E-2	以下の条件で、QAD-CGGP2Rコードにより算出した。 線源の形状：高さ0.6 m、幅2 m、長さ5 mの直方体 線源のかさ密度：1.7 g/cm ³ 評価点：0.6 m×5.0 mの底辺中央から3.0 m なお、子どもの外部被ばく線量換算係数は成人の計算値を1.3倍した。
		Cs-137		5.2E-3	
7	土取場の環境回復時における遮へい係数（作業中）		—	1.0	重機を使用した作業を想定せず、保守的な設定とした。
7-9,14	土取場の環境回復作業（建設作業、植栽等作業）に従事する年間作業時間		h/y	1,000	1日8時間、年間250日の労働時間のうち半分の時間を土取場の環境回復作業に従事するものとした。
7-1	外部被ばくに対する線量換算係数（土取場の環境回復作業）（草本類）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h per Bq/g}$	4.5E-01	以下の条件で、MCNP5コードにより算出した。 線源の形状：厚さ4.7 m、幅500 m、長さ500 mの直方体（土壌） 線源のかさ密度：2.0 g/cm ³ 遮蔽体：なし 評価点：図1の評価点・作業中
		Cs-137		1.7E-01	

※1 災害廃棄物安全評価検討会（第9回）資料11-1、平成23年11月15日

参考表 10 既往の安全評価（土地造成）における評価パラメーター及び評価値（3/8）

経路No.	名称		単位	選定値	選定根拠
7-2	外部被ばくに対する線量換算係数（土取場の環境回復作業）（木本類）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	4.4E-01	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：厚さ 4 m、幅 500 m、長さ 500 m の直方体（土壌） 線源のかさ密度：2.0 g/cm ³ 遮蔽体：なし 評価点：図 1 の評価点・作業員
		Cs-137		1.7E-01	
10,12	居住時の遮へい係数		—	0.2	IAEA-TECDOC-401から、居住時間の20%を戸外で過ごすとして仮定した。
10~13	年間居住時間		h/y	8,760	保守的に、1年間絶えず環境回復を行った土取場周辺に居住しているとした。
10-1,12-1	外部被ばくに対する線量換算係数（土取場の環境回復現場周辺居住者）（草本類）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	1.3E-01	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：厚さ 4.7 m、幅 500 m、長さ 500 m の直方体（土壌） 線源のかさ密度：2.0 g/cm ³ 遮蔽体：なし 評価点：図 1 の評価点・居住者 なお、子どもの外部被ばく線量換算係数は成人の計算値を 1.3 倍した。
		Cs-137		4.9E-02	
10-2,12-2	外部被ばくに対する線量換算係数（土取場の環境回復現場周辺居住者）（木本類）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	1.2E-01	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：厚さ 4 m、幅 500 m、長さ 500 m の直方体（土壌） 線源のかさ密度：2.0 g/cm ³ 遮蔽体：なし 評価点：図 1 の評価点・居住者 なお、子どもの外部被ばく線量換算係数は成人の計算値を 1.3 倍した。
		Cs-137		4.9E-02	
11,21-2	居住者の呼吸量（成人）		m ³ /h	0.96	ICRP Publ.23で示されている標準人の1日の呼吸量の数値 2.3×104(L/d)を基に算定した。
13,23-2	居住者の呼吸量（子ども）		m ³ /h	0.22	IAEA Safety Reports Series No.44に示されていた1～2歳の居住者の呼吸率として示されている値を採用した。
14	植栽作業時における遮へい係数		—	1.0	保守的な設定とした。
14-1	外部被ばくに対する線量換算係数（植栽作業）（草本類）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	1.6E-02	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：厚さ 4.7 m、幅 500 m、長さ 500 m の直方体（土壌） 線源のかさ密度：2.0 g/cm ³ 遮蔽体：厚さ 0.3 m、かさ密度 1.5 g/cm ³ （土壌） 評価点：図 2 の評価点・作業員
		Cs-137		5.5E-03	
14-2	外部被ばくに対する線量換算係数（植栽作業）（木本類）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	1.4E-05	以下の条件で、MCNP5 コードにより算出した。 線源の形状：厚さ 4.0 m、幅 500 m、長さ 500 m の直方体（土壌） 線源のかさ密度：2.0 g/cm ³ 遮蔽体：厚さ 1.0 m、かさ密度 1.5 g/cm ³ （土壌） 評価点：図 2 の評価点・作業員
		Cs-137		3.3E-06	
15-2～23-2	土壌から樹木への移行係数（木本類）		—	5.5E-03	Tagami & Uchida(2010)※2は、葉菜類中と樹葉（アカマツ、スギ、ヒノキ等）中の元素濃度の相関係数は高いこと（R>0.90、p<0.001）、また、樹葉中の元素濃度の幾何平均値のほとんどは葉菜類中のデータ範囲内にあることから、葉菜類中の濃度データに由来する移行係数は、樹葉中の移行係数にも適用できる可能性を示している。さらに葉菜類に対するセシウムの移行係数（3.3E-4～7.7E-2、18データ）を整理し、幾何平均値5.5E-3を導出している。本評価では、この値を採用した。
15	保全作業時（草刈り・伐採等）における遮へい係数		—	1.0	保守的な設定とした。

※2 K. Tagami and S. Uchida, Radiation and Environmental Biophysics,49, 583-590 (2010).

参考表 10 既往の安全評価（土地造成）における評価パラメーター及び評価値（4/8）

経路No.	名称		単位	選定値	選定根拠
15-1	土取場の環境回復後の保全作業（草刈り）に従事する年間作業時時間（草本類）		h/y	250	1回の草刈りの期間を10日、1日8時間、年3回として設定するものとした。草刈り作業者の年間作業時間は、250 h/yとした。
15-2	土取場の環境回復後の保全作業（伐採等）に従事する年間作業時時間（木本類）		h/y	1,000	1日8時間、年間250日の労働時間のうち半分の時間を伐採作業するものとした。
15-1	外部被ばくに対する線量換算係数（草刈り作業・跡地利用者）（草本類）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	1.6E-02	以下の条件で、MCNP5コードにより算出した。 線源の形状：厚さ 4.7 m、幅 500 m、長さ 500 m の直方体（土壌） 線源のかさ密度：2.0 g/cm ³ 遮蔽体：厚さ 0.3 m、かさ密度 1.5 g/cm ³ （土壌） 評価点：図 3 の評価点・作業者
		Cs-137		5.5E-03	
15-2	外部被ばくに対する線量換算係数（保全作業・跡地利用者）（木本類）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	1.4E-5	以下の条件で、MCNP5コードにより算出した。 線源の形状：厚さ 4 m、幅 500 m、長さ 500 m の直方体（土壌） 線源のかさ密度：2.0 g/cm ³ 遮蔽体：厚さ 1 m、かさ密度 1.5 g/cm ³ （土壌） 評価点：図 3 の評価点・作業者
		Cs-137		3.1E-6	

参考表 10 既往の安全評価（土地造成）における評価パラメーター及び評価値（5/8）

経路No.	名称		単位	選定値	選定根拠
15-2, 18-2, 19-2, 20-2, 22-2,	樹木、伐採木からの外部被ばくに対する線量換算係数（保全作業者・利用者・周辺居住者）（木本類）		$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	別表2 参照	以下の条件で、MCNP5コードにより算出した。 線源の形状： （埋戻材） 厚さ4 m、幅500 m、長さ500 mの直方体（土壌） 線源のかさ密度：2.0 g/cm³ 遮蔽体：厚さ1 m、かさ密度1.5 g/cm³（土壌） （樹木） 樹木の高さからなる直方体の線源とし、別表1に示した各評価時期における樹木1本あたりの材積(m³/本)、高さ、1ha当たりの樹木の本数（伐採による経時変化）、および樹木の密度（0.98 g/cm³）から、樹木中の単位濃度1 Bq/gに相当する直方体線源の総Bq数を設定した。直方体線源の材質は、保守的に遮へい効果が小さくなる空気とした。但し、保全作業者と利用者に対しては、保全作業者と利用者を中心とした20 m×20 mの範囲に対しては、樹木を線線源として別途模擬した。この時、この範囲に植生する樹木の本数及び高さは、各評価年に対する1ha当たりの本数、高さから設定した。 （伐採木・針葉樹林の場合） 林帯に密度0.98 g/cm³の伐採木が一樣に分布するものとした。伐採木の厚さは、別表1に示した各評価年に対する1ha当たりの伐採木の材積から算出した。 （間伐木・広葉樹林の場合） 1ha当たりの間伐木の幹材積は26 m³であることから、全材積は1.5倍して39 m³であるとし、高さ0.39 cmを算出した。これが環境回復地の地面に均一に存在すると設定した。 （堆積有機物層） 除染の効果の実証実験（日本原子力研究開発機構：平成23年度福島第一原子力発電所事故に係る福島県除染ガイドライン作成調査業務 報告書（2012））（26）より、約3 cmの腐葉土等の除去を行っていることから、堆積有機物層の厚さは3 cmとし、環境回復地林床に均一に存在すると設定した。また、密度については枯死木の分解による材密度関係式（酒井佳美 他：材密度変化による主要な針葉樹人工林における枯死木の分解速度推定, Jpn. J. For. Environment, 50(2), 153-165 (2008)）から経過年数15年の倒木と根株と25年の立枯木の材密度を算出した平均値である0.24 g/cm³を設定した。 評価点：図3の評価点・作業者・利用者・居住者 なお、子どもの外部被ばく線量換算係数は成人の計算値を1.3倍した。
18,19	居住時の遮へい係数		—	0.2	IAEA-TECDOC-401から、居住時間の20%を戸外で過ごすとして仮定した。
18,19	年間居住時間		h/y	8,760	保守的に、1年間絶えず環境回復を行った土取場周辺に居住しているとした。
18-1, 19-1	埋戻材からの外部被ばくに対する線量換算係数（環境回復地周辺居住者）（草本類）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	3.8E-03	以下の条件で、MCNP5コードにより算出した。 線源の形状：厚さ4.7 m、幅500 m、長さ500 mの直方体（土壌） 線源のかさ密度：2.0 g/cm³ 遮蔽体：厚さ0.3 m、かさ密度1.5 g/cm³（土壌） 評価点：図3に示す評価点・居住者 なお、子どもの外部被ばく線量換算係数は成人の計算値を1.3倍した。
		Cs-137		1.4E-03	
20,22	環境回復地利用時の遮へい係数		—	1.0	保守的な設定とした。
20,22	環境回復地の年間利用時間		h/y	400	毎日1時間、年間で400時間とした。

参考表 10 既往の安全評価（土地造成）における評価パラメーター及び評価値（6/8）

経路No.	名称		単位	選定値	選定根拠
20-1, 22-1	埋戻材からの外部被ばくに対する線量換算係数（利用者） （草本類）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	1.6E-02	以下の条件で、MCNP5コードにより算出した。 線源の形状：厚さ4.7 m、幅500 m、長さ500 mの直方体（土壌） 線源のかさ密度：2.0 g/cm ³ 遮蔽体：厚さ0.3 m、かさ密度1.5 g/cm ³ （土壌） 評価点：図3の評価点・利用者 なお、子どもの外部被ばく線量換算係数は成人の計算値を1.3倍した。
		Cs-137		5.5E-03	
20-2, 22-2	埋戻材からの外部被ばくに対する線量換算係数（利用者） （木本類）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	1.4E-5	以下の条件で、MCNP5コードにより算出した。 線源の形状：厚さ4 m、幅500 m、長さ500 mの直方体（土壌） 線源のかさ密度：2.0 g/cm ³ 遮蔽体：厚さ1 m、かさ密度1.5 g/cm ³ （土壌） 評価点：図3の評価点・利用者 なお、子どもの外部被ばく線量換算係数は成人の計算値を1.3倍した。
		Cs-137		3.1E-6	
24~35	埋戻材の空隙率		—	0.25	再生資材の真密度（2.6～2.7 g/cm ³ ）と当該埋戻材のかさ密度（2.0 g/cm ³ ）から導出し、0.25とした。
24~35	Csの埋戻材の分配係数		mL/g	2.7E+02	IAEA TRS No.364（有機土壌、砂）
24~35	浸透水量		m/y	0.4	クリアランスレベル評価で使用している、日本の浸透水量の平均値である0.4とした。
24~35	Csの帯水層土壌の分配係数		mL/g	2.7E+02	IAEA TRS No.364（砂）
24~35	帯水層厚さ		m	3	IAEA-TECDOC-401に示された値を用いた。
24~35	地下水流速（ダルシー流速）		m/d	1	「新版地下水調査法」（山本 莊毅、(株)古院書院、1983年）
24~35	帯水層空隙率		—	0.3	「水理公式集」（土木学会水理公式集改訂委員会、土木学会、1971年）
24~35	帯水層土壌密度		g/cm ³	2.6	「土質工学ハンドブック」（土質工学会編、1982年）
24~35	地下水流方向の分散長		m	0	保守的に選定した。
24~35	地下水流方向の分散係数		m ² /y	0	保守的に選定した。
24~35	環境回復した土取場（埋戻材）の上端から井戸までの距離		m	0	保守的に選定した。
24~35	井戸水の混合割合		—	0.33	「地下水ハンドブック」（地下水ハンドブック編集委員会編、(株)建設産業調査会、1979年）
24	人の年間飲料水摂取量（成人）		m ³ /y	0.61	ICRP Publ.23の標準人の値を参考に、1日の摂取量を1.65 Lとして算定した。
25	人の年間飲料水摂取量（子ども）		m ³ /y	0.1	IAEA Safety Reports Series No.44に示された値を用いた。
26~27	Csの農耕土壌の分配係数		mL/g	2.7E+02	IAEA TRS No.364（有機土壌）
26~27	農耕作業による年間作業時間		h/y	500	「日本の統計2009 年版」（総務庁統計局編、2009 年）に記載されている平成18年度の1戸当たりの平均経営耕地面積 248 a（水田率54.4%）、水稲10 a 当たりの労働時間29.2 時間、小麦10 a 当たりの労働時間5.6 時間を基に算出し、値に裕度を持って選定した。 248×0.544×2.92+248×(1-0.544)×0.56=457 (h/y)

参考表 10 既往の安全評価（土地造成）における評価パラメーター及び評価値（7/8）

経路No.	名称		単位	選定値	選定根拠
26	外部被ばくに対する線量換算係数（農耕作業者：灌漑土壌からの外部被ばく）	Cs-134	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	4.7E-01	従来のクリアランスレベル評価で設定されている換算係数を設定した。 条件は以下の通りである。 線源の形状：高さ10 m、半径500 mの円柱 線源のかさ密度：2.0 g/cm ³ 以上の条件でQAD-CGGP2Rコードにより算出されている。
		Cs-137		1.7E-01	
26	農耕作業時の遮へい係数		—	1	保守的に遮へいを考慮しない。
27	農耕作業時の空気中ダスト濃度		g/m ³	5.0E-04	NUREG/CR-3585に示されたOPEN DUMP時及びIAEA-TECDOC-401に示された埋設処分場での埋め立て作業時における空気中ダスト濃度を採用した。
27	農耕作業者の呼吸量		m ³ /h	1.2	ICRP Publ.23で示されている標準人の労働（軽作業）時の呼吸量の数値20 L/minを算定した。
27	微粒子への放射性物質の濃縮係数（吸入摂取）		—	4	IAEA Safety Reports Series No.44に示された吸入可能な粒子の濃縮係数を使用した。
28~31	灌漑水量（畑、牧草地）		m ³ /m ² /y	1.2	「日本の農業用水」（農業水利研究会編、(株)地球社、1980年）に示された畑地に対する平均単位用水量4 mm/dと年間灌漑日数300日程度に基づいて選定した。
28~33	土壌水分飽和度（畑、牧草地）		—	0.2	JAEA原科研敷地内（砂層）における測定結果より選定した。
28~33	土壌実効表面密度		kg/m ²	240	U.S.NRC Regulatory Guide 1.109に示された値を用いた。
28~33	灌漑土壌真密度		g/cm ³	2.60	「土質工学ハンドブック」（土質工学会編、1982年）に示された砂の粒子密度を基に選定した。
28~33	実効土壌深さ		cm	15	U.S.NRC Regulatory Guide 1.109に示された値を用いた。
28~33	放射性核種の土壌残留係数		—	1	保守的に、全ての灌漑水中の放射性核種が土壌に残留するものとした。
28~33	灌漑土壌空隙率		—	0.3	「水理公式集」（土木学会水理公式集改訂委員会、土木学会、1971年）
28~31	灌漑水年間生育期間		d	60	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」に示された葉菜に関する栽培期間の値(60 d/y)を使用した。
28~31	農作物（葉菜、牧草）の栽培密度		kg/m ²	2.3	「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」（原子力安全委員会、平成元年3月27日）
28~31	放射性核種の農作物（葉菜、牧草）表面への沈着割合		—	1	保守的に全ての放射性核種が、農作物表面へ沈着するものとした。
28~31	weathering効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数		1/y	18.08	「発電用軽水型原子炉施設の安全評価における一般公衆の線量評価について」に基づき、weathering half-lifeを14日として計算した。
28,29	農作物の市場係数		—	1	自給自足を考慮して、最も保守的に選定した。
28,29	農作物の輸送時間		d	0	保守的に、生産された農作物を直ちに消費する人を評価対象とした。
28,29	灌漑水量（田）		m ³ /m ² /y	2.4	「日本の農業用水」（農業水利研究会、(株)地球社、1980年）に示された水田に対する平均単位用水量24mm/dと水田の年間湛水期間100日程度に基づいて選定した。
28,29	土壌水分飽和度（田）		—	1	田の土壌水分飽和度は、水田を想定しており、1と選定した。
28,29	Csの米への移行係数		Bq/g-wet per Bq/g	7.1E-02	IAEA TRS No.364（シリアル）
28,29	Csの葉菜、非葉菜、果実への移行係数		Bq/g-wet per Bq/g	5.7E-02	IAEA TRS No.364（ジャガイモ）
28	農作物の年間摂取量（成人）	米	kg/y	71	「平成8年版国民栄養の現状」（厚生省保健医療局健康増進栄養課監修、第一出版(株)、1996年）
		葉菜		12	
		非葉菜		45	
		果実		22	

参考表 10 既往の安全評価（土地造成）における評価パラメーター及び評価値（8/8）

経路No.	名称		単位	選定値	選定根拠
29	農作物の年間 摂取量（子ども）	米	kg/y	25	「平成 9 年版国民栄養の現状」（厚生省保健医療局健康増進栄養課監修、 第一出版(株)、1997 年）
		葉菜		5	
		非葉菜		23	
		果実		22	
30～33	Cs の畜産物へ の移行係数	牛肉	d/kg	5.0E-02	IAEA TRS No.364 に示された値を用いた。
		豚肉		2.4E-01	
		鶏肉		1.0E+01	
		鶏卵		4.0E-01	
		牛乳	d/L	7.9E-03	
30～33	畜産物の市場係数		－	1	自給自足を考慮して、最も保守的に選定した。
30～33	畜産物の輸送時間		d	0	保守的に、生産された畜産物を直ちに消費する人を評価対象とした。
30,31	放射性核種を含む 飼料の混合割合		－	1	保守的に、放射性核種を含む飼料のみで家畜を飼育するとした。
30,31	Cs の飼料への移行係数		Bq/g-dry per Bq/g	5.3E-01	IAEA TRS No.364（牧草）
30,31	家畜の飼料摂 取量	肉牛	kg-dry/d	7.2	IAEA-TRS-No.364 において示された値を使用した。
		乳牛		16.1	
		豚		2.4	
		鶏		0.07	
30,32	畜産物の年間 摂取量（成 人）	牛肉	kg/y	8	「平成 8 年版国民栄養の現状」（厚生省保健医療局健康増進栄養課監修、 第一出版(株)、1996 年）
		豚肉		9	
		鶏肉		7	
		鶏卵		16	
		牛乳	L/y	44	
31,33	畜産物の年間 摂取量（子ども）	牛肉	kg/y	3	「平成 9 年版国民栄養の現状」（厚生省保健医療局健康増進栄養課監修、 第一出版(株)、1997 年）
		豚肉		4	
		鶏肉		5	
		鶏卵		10	
		牛乳	L/y	29	
32,33	家畜の飼育水 摂取量	肉牛	L/d	50	PNL-3209 に示された値を用いた。
		乳牛		60	
		豚		10	
		鶏		0.3	
34,35	養殖淡水産物の地下水利用 率		－	0.25	「日本の水資源（平成19年版）」（国土庁長官官房水資源部編、大蔵省印刷局、2008年）より選定した。
34,35	Cs の魚類への濃縮係数		L/kg	2.0E+03	IAEA TRS No.364 に示された値を用いた。
34,35	養殖淡水産物の市場係数		－	1	自給自足を考慮して、最も保守的に選定した。
34,35	養殖淡水産物の輸送時間		d	0	保守的に、養殖された淡水産物を直ちに消費する人を評価対象とした。
34	養殖淡水産物（魚類）の 年間摂取量（成人）		kg/y	0.7	「日本の統計1997年版」に記載されている平成6年の内水面養殖業の生産量の内、魚類の生産量の合計値76,579 トンを人口1億2千万人で除して算出した。
35	養殖淡水産物（魚類）の 年間摂取量（子ども）		kg/y	0.33	全年齢の魚介類合計摂取量の平均値(96.9 g/日)と1-6 歳の平均値(45.7 g/日)の比 (0.47)を成人の年間摂取量0.7 kg/年に乗じた0.33 kg/年を算出した。