

海域を核種放出域とする地層処分生物圏評価の 代替モデルに関する検討

(研究報告)

2001年3月

核燃料サイクル開発機構
東 海 事 業 所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184,
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001

海域を核種放出域とする地層処分生物圏評価の
代替モデルに関する検討
(研究報告)

加藤 智子¹⁾, 鈴木 祐二²⁾, 石黒 勝彦¹⁾,
内藤 守正³⁾, 池田 孝夫⁴⁾, Richard Little⁵⁾

要 旨

高レベル放射性廃棄物地層処分の安全評価では、これまでサイトを特定せずわが国の幅広い地質環境に対応できるよう、処分場からの放射性核種が流入する場所として様々な地質環境との接点を想定した生物圏モデルを作成し、線量を推定してきた。現在、わが国 地層処分計画はこれまでの研究開発の段階から処分事業の段階に入り、概要調査地区の選定といった処分場建設地の選定プロセスが進められ、その進捗に応じてサイトに関する情報の質と量が高まっていくことが今後予想される。このため今後は、得られる情報の質と量に応じて生物圏モデルを適用できるよう、これまで作成してきたモデルをベースに予想される範囲で予めモデルを改良あるいは代替モデルを作成しておくことが重要となる。

本検討では、海域を処分場からの放射性核種の流入域とする生物圏モデルについて、既存のモデルをベースに海域の環境に関する知見を取り込みながら代替モデルを作成し、そのモデル特性を既存のモデル（沿岸海域水モデルまたは沿岸海域堆積層モデル）との比較検討により把握することを試みた。具体的には、これまで沿岸の海域（沿岸海域水または沿岸海域堆積層）として一つに取り扱っていた海域について、その空間的な拡がりに着目し、海域と陸域との境界部における潮間帯および沿岸の海域よりも沖合いに位置する周辺海洋を、それぞれ処分場からの放射性核種の流入域として想定し代替生物圏モデルを作成した。

¹⁾ 東海事業所 環境保全・研究開発センター 処分研究部

²⁾ 原子力システム株式会社

³⁾ 本社 経営企画本部 バックエンド推進部（現：原子力発電環境整備機構 技術部）

⁴⁾ 日揮株式会社

⁵⁾ Quintessa Ltd.

Alternative Biosphere Modeling for Safety Assessment of HLW Disposal Taking Account of Geosphere-Biosphere Interface of Marine Environment

Tomoko KATO¹⁾, Yuji SUZUKI²⁾, Katsuhiko ISHIGURO¹⁾, Morimasa NAITO³⁾,
Takao IKEDA⁴⁾, Richard LITTLE⁵⁾

Abstract

In the safety assessment of a high-level radioactive waste (HLW) disposal system, it is required to estimate radiological impacts on future human beings arising from potential radionuclide releases from a deep repository into the surface environment. In order to estimate the impacts, a biosphere model is developed by reasonably assuming radionuclide migration processes in the surface environment and relevant human lifestyles.

It is important to modify the present biosphere models or to develop alternative biosphere models applying the biosphere models according to quality and quantify of the information acquired through the siting process for constructing the repository.

In this study, alternative biosphere models were developed taking geosphere-biosphere interface of marine environment into account. Moreover, the flux to dose conversion factors calculated by these alternative biosphere models was compared with those by the present basic biosphere models.

¹⁾ Waste Isolation Research Division, Management and Fuel Cycle Research Center, Tokai Works

²⁾ Nuclear Energy System Incorporated

³⁾ Nuclear Cycle Backend Division, Executive Office for Policy Planning and Administration, Head Office
(Nuclear Waste Management Organization of Japan; NUMO)

⁴⁾ Japan Gas Corporation

⁵⁾ Quintessa Ltd.

目 次

1	はじめに	1
2	海域の代替モデル	2
2.1	潮間帯モデル	3
2.1.1	潮間帯の特徴	3
2.1.2	評価条件 (Assessment Context)	4
2.1.3	概念モデル	5
2.1.4	数学モデルとデータセット	14
2.1.5	線量への換算係数	14
2.2	周辺海洋モデル	15
2.2.1	周辺海洋の特徴	15
2.2.2	評価条件 (Assessment Context)	16
2.2.3	概念モデル	17
2.2.4	数学モデルとデータセット	25
2.2.5	線量への換算係数	25
2.3	沿岸海域モデルとの比較	26
2.3.1	沿岸海域モデルの概要	26
2.3.2	潮間帯モデルと沿岸海域モデルの比較	28
2.3.3	周辺海洋モデルと沿岸海域モデルの比較	29
3	おわりに	30
4	参考文献	31
	付録 A 潮間帯モデルで用いた評価式およびデータセット	付-1
	付録 B 周辺海洋モデルで用いた評価式およびデータセット	付-33

図目次

図 2.1-1	潮間帯を GBI とする場合の地形の概念図	3
図 2.1-2	相互作用マトリクスを用いた生物圏での核種移行プロセスの特定 (潮間帯モデル)	12
図 2.1-3	核種移行プロセスに関する概念モデル (潮間帯モデル)	13
図 2.1-4	被ばく経路に関する概念モデル (潮間帯モデル)	13
図 2.1-5	潮間帯モデルを用いて算出した線量への換算係数	15
図 2.2-1	周辺海洋を GBI とする場合の地形の概念図	16
図 2.2-2	相互作用マトリクスを用いた生物圏での核種移行プロセスの特定 (周辺海洋モデル)	23
図 2.2-3	核種移行プロセスに関する概念モデル (周辺海洋モデル)	24
図 2.2-4	被ばく経路に関する概念モデル (周辺海洋モデル)	24
図 2.2-5	周辺海洋モデルを用いて算出した線量への換算係数	26
図 2.3-1	核種移行プロセスに関する概念モデル (沿岸海域モデル)	27
図 2.3-2	被ばく経路に関する概念モデル (沿岸海域モデル)	27
図 2.3-3	潮間帯モデルと沿岸海域モデルを用いた線量への換算係数の比較 (海洋漁業従事者グループ)	28
図 2.3-4	周辺海洋モデルと沿岸海域モデルを用いた線量への換算係数の比較 (海洋漁業従事者グループ)	29

表目次

表 2-1	海域の類型区分	2
表 2-2	本検討で対象とする陸域と海域との位置関係	3
表 2.1-1	生物圏評価における対象核種	5
表 2.1-2	生物圏評価モデルで想定した地表の環境と人間の生活様式	6
表 2.1-3	生物圏評価 FEP リスト (潮間帯モデルのスクリーニング結果を含む)	7

表 2.2-1 生物圏評価 FEP リスト（周辺海洋モデルのスクリーニング結果を含む）

.....	18
付表 A-1 コンパートメントの諸量に関するデータ	付-10
付表 A-2 コンパートメント間の移行プロセスに関するデータ	付-13
付表 A-3 線量当量換算係数	付-15
付表 A-4 食物等摂取量	付-17
付表 A-5 生物圏における土壌等への分配係数	付-18
付表 A-6 土壌から牧草への核種の移行係数	付-20
付表 A-7 飼料から畜産物への核種の濃縮係数	付-22
付表 A-8 海産物への核種の濃縮係数	付-24
付表 A-9 人間の呼吸率, 滞在時間等	付-26
付表 A-10 家畜に関するデータ	付-27
付表 A-11 農作物の栽培に関するデータ	付-28
付表 A-12 牧草からのウェザリング率	付-29
付表 A-13 牧草の転流割合	付-30
付表 A-14 エアロゾルにおける濃縮係数	付-31
付表 A-15 核種の半減期と崩壊定数	付-32
付表 B-1 コンパートメントの諸量に関するデータ	付-41
付表 B-2 コンパートメント間の移行プロセスに関するデータ	付-43
付表 B-3 線量当量換算係数	付-45
付表 B-4 食物等摂取量	付-47
付表 B-5 生物圏における土壌等への分配係数	付-48
付表 B-6 土壌から牧草への核種の移行係数	付-51
付表 B-7 飼料から畜産物への核種の濃縮係数	付-53
付表 B-8 海産物への核種の濃縮係数	付-55
付表 B-9 人間の呼吸率, 滞在時間等	付-57
付表 B-10 家畜に関するデータ	付-58
付表 B-11 農作物の栽培に関するデータ	付-59
付表 B-12 牧草からのウェザリング率	付-60

付表 B-13 牧草の転流割合	付-61
付表 B-14 エアロゾルにおける濃縮係数	付-62
付表 B-15 核種の半減期と崩壊定数	付-63

1 はじめに

平成 11 年 11 月に「わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性－地層処分研究開発の第 2 次取りまとめ」（核燃料サイクル開発機構, 1999）が公表され、また平成 12 年 6 月には「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が公布されるなど、わが国の地層処分計画はそれまでの研究開発の段階から処分事業の段階へと移行した。

高レベル放射性廃棄物地層処分の安全評価では、これまでサイトを特定せずわが国の幅広い地質環境に対応できるよう、処分場からの放射性核種が流入する場所（以下、GBI）として様々な地質環境との接点を想定した生物圏モデルを作成し、線量が推定されてきた。これらの生物圏モデルは、サイトを特定しない研究開発の段階であることから、想定しうる生物圏システムの一般的な特徴のみに焦点をあてたものとなっている。このため、地層処分の観点から地質環境のうち地形や地下水のタイプに着目し、それらの組み合わせに応じてそれぞれ特徴的な GBI が想定されモデル化が行われている（馬場ほか, 1999）。このうち海域に放射性核種が流入することを想定したモデルでは、沿岸海域（沿岸海域水または沿岸海域堆積層）をひとつのコンパートメントとして取り扱い、移行プロセスや被ばく経路についても陸域に比べ概略的なものとなっており、海域環境における物質移行プロセスを単純化したモデルとなっている。

処分事業の段階に入り今後、概要調査地区の選定、精密調査地区の選定といった処分場建設地の選定プロセスが進められることになり、今後はその進捗に応じてサイトに関する情報の質と量が高まっていくことが予想される。このため、得られる情報の質と量に応じて生物圏モデルを実環境に適用できるよう、これまで作成してきたモデルを基に予想される範囲でモデルを改良しておくことが重要となる。

本検討では、海域を処分場からの放射性核種の流入域とする生物圏モデルについて、既存のモデルをベースに海域の環境に関する知見を取り込みながら代替モデルを作成し、そのモデル特性を既存のモデル（沿岸海域水モデルまたは沿岸海域堆積層モデル）との比較検討により把握することを試みた。具体的には、これまで沿岸の海域（沿岸海域水または沿岸海域堆積層）として一つに取り扱っていた海域について、その空間的な拡がりに着目し、海域と陸域との境界部における領域（潮間帯：2.1.1 参照）および沿岸の海域よりも沖合いの領域（周辺海洋：2.1.2 参照）を、それぞれ GBI として想定し代替生物圏モデルを作成した。

2 海域の代替モデル

海域は、一般に外海か内湾か、海底の形状やその基質が固いか柔らかいかなどといった物理的環境要素が存在し、これはそこに棲息する生物のあり方にも大きく影響する。このため、海域に関する生物圏モデルを作成するためには、対象とする海域の構造的な環境要素や生物の実態に関する多くの情報が必要となる。一般に、海域には様々な環境と生物が存在し、これらは海水の流れやその環境に応じた生物自身の成長・移動などによって大きく変化するという時間的、空間的な連続性・関連性を有することになる。このような複雑な特徴を有するシステムを対象とした生物圏モデルを作成するための試みとして、本検討では、空間的な拡張である海域空間に着目して GBI を設定し、既存のモデルをベースに代替モデルを作成することとした。

海域の空間的拡張を類型化するため、環境庁・「生物の多様性分野の環境影響評価技術検討会」がまとめた中間報告書（環境庁・「生物の多様性分野の環境影響評価技術検討会」、1999）を参考に、表 2-1 のようにまとめた。この表のうち、外海とは海岸線が直接外洋に面しているものであり、海岸線が入り江や湾などによって外洋とは間接的に面しているものが内湾である。

表 2-1 海域の類型区分

海岸地形	水深（潮位）	海底の基質
外海	潮間帯（2.1.1 参照）	砂、礫、岩礁
	海下帯	泥、砂泥、砂、礫、岩礁
内湾	潮間帯（2.1.1 参照）	泥、砂泥、砂、貝殻礫、礫、岩礁
	潮下帯	泥、砂泥、砂、貝殻礫、礫、岩礁

既存のモデル（馬場ほか、1999）で対象とした沿岸海域（沿岸海域水と沿岸海域堆積層）は、表 2-1 の外海の海下帯または内湾の潮下帯に該当する。この表をもとに、2.1.1 では潮間帯を GBI として想定した代替モデルを作成することとした。また、処分場からの放射性核種の流入域となる GBI が既存のモデルで対象としていた沿岸の海域よりも沖合いの海域となる可能性もある。これは、内湾にあっては外側に位置する外海が、また外海にあっては区分が必ずしも明確とはならないが、これまで沿岸海域として想定していた外海の領域よりも外側に位置する沖合いの海域となる。いずれにせよ、ここで対象とする海域は、海岸線からの距離によって定まるものであり、これを「周辺海洋」と呼ぶこととする。本検討で対象とする陸域と海域との位置関係を表 2-2 に示す。

表 2-2 本検討で対象とする陸域と海域との位置関係

陸域	海域		
	潮間帯	沿岸海域 (表 2-1 の外海の海下帯 または内湾の潮下帯)	周辺海洋 (表 2-1 の外海にあってはその外側に位置する海 域、内湾にあってはその外側の外海)

以上より、2.1.1 に潮間帯、2.1.2 に周辺海洋をそれぞれ GBI として作成した代替生物圏モデルを、「潮間帯モデル」、「周辺海洋モデル」として示す。また、既存の生物圏モデル（GBI を沿岸海域としたモデル）は「沿岸海域モデル」として 2.3 に示す。

2.1 潮間帯モデル

2.1.1 潮間帯の特徴

月や太陽と地球との間に働く引力により、潮位（海水面の高さ）は常に一定ではなく、満潮時には潮が満ちてきて潮位は高くなり、干潮時には潮が引くことにより潮位は低くなる。このため、陸域と海域との境界となる海岸線には、潮位の変化により、海水に漬かったり干上がって陸地となる帶状の領域（潮間帯）が存在する。潮間帯の範囲は満潮時と干潮時の潮位の差に依存する。1日の潮位の差は太平洋側では約 1.5m に対し、日本海側では約 20cm～30cm 程度である。このため日本海側は太平洋側に比べると潮間帯の範囲が狭い。なお、日本海側でも特に北陸地方では夏と冬で潮位が異なり、夏には潮位が高く、冬には低くなるという季節変動が見られるが、他の地域ではこのような季節変動は見られず、年間を通じて規則的な潮位変動を示している。

そこで、海洋を潮間帯とその周辺の沿岸海域にわけてモデル化し、潮の干満による潮間帯と沿岸海域間の物質交換を移行プロセスとして表現することとした。なお、潮間帯堆積層に核種が流入する場合には、処分場は内陸に位置しているが、放射性核種はすべて潮間帯（Inter-tidal zone）へ流入するものと仮定した。

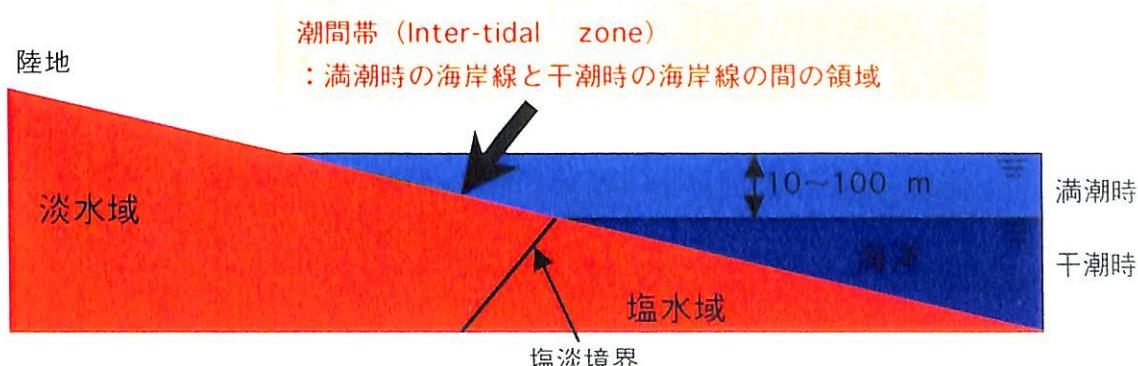


図 2.1-1 潮間帯を GBI とする場合の地形の概念図

2.1.2 評価条件 (Assessment Context)

評価条件については、地下水のタイプと GBI をのぞくすべての項目について、沿岸海域モデルに対して設定した評価条件と同じとした（核燃料サイクル開発機構、1999）。沿岸海域を GBI とした場合の代替モデルに対する評価条件を以下に示す。なお、沿岸海域モデルでの設定と異なる部分については下線を付した。

①評価目的

処分概念の成立性を示すために地層処分システムの性能を評価指標に変換

②評価指標

線量を基本とし、種々の被ばく経路を考慮しながら、⑦で想定する被ばくグループの平均的構成員に対する年間の個人実効線量当量 (ICRP, 1977) を算出

③処分場のタイプ

地下数百メートル以深の地層に設置するガラス固化体、オーバーパックおよび緩衝材からなる人工バリア (原子力委員会, 1987)

④サイト条件

地形は平野にあり、地下水は陸水系で、地表は土壌により覆われ、現在の地表環境の状態がそのまま継続すると仮定

⑤ソースタームおよび GBI

- 評価対象核種は、これまでに高レベル放射性廃棄物地層処分安全評価のための生物圈評価において対象とした 34 核種を考慮 (馬場ほか, 1999; 表 2.1-1 参照)
- 潮間帯を GBI に設定するとともに、天然バリアからの核種は帶水層を経て潮間帯に流入する前に分散せず、また遅延効果や移行時間がないまま全量が流入すると仮定

⑥評価期間

評価期間の時間枠は限定せず、人間への影響が最大となる時期やその期間がわかるように評価

⑦将来の人間社会に関する仮定

- 現在の人々が受けている線量と対比するため、将来においても現在と同じ生活様式を仮定するという原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会での指針 (原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会, 1997) に基づき、現在の環境と社会状態 (機構、社会活動など) が継続すると仮定
- 被ばくグループの設定にあたっては、先に人間の特性 (規模、年齢、行動など) を決めず、天然バリアから流入した核種の地表環境での移行プロセスを想定した後、地表環境のさまざまな構成要素と人間との接点を考慮しながら、現在と同じ

レベルの人間社会のもとで平均的な人間の特性を有する複数のグループを想定（複数の被ばくグループの中で地層処分による影響を最も受けるグループが決定グループに相当）

- ・被ばくグループはその生活様式にしたがい、居住地での平均的なレベルの食物を生産／収穫して地場産物を消費

表 2.1-1 生物圏評価における対象核種

系列	対象核種	半減期 [年]	生物圏のすべての場において親核種と放射平衡を仮定する娘核種
核分裂生成物 放射化生成物	Sm-151	9.00×10^1	—
	Cs-135	2.30×10^6	—
	Sn-126	1.00×10^5	Sb-126m, Sb-126
	Pd-107	6.50×10^6	—
	Tc-99	2.13×10^5	—
	Nb-94	2.03×10^4	—
	Nb-93m	1.36×10^1	—
	Zr-93	1.53×10^6	—
	Se-79	6.50×10^4	—
4N 系列	Pu-240	6.54×10^3	—
	U-236	2.34×10^7	—
	Th-232	1.41×10^{10}	—
	Ra-228	6.70×10^0	Ac-228
	Th-228	1.91×10^0	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208
4N+1 系列	Cm-245	8.50×10^3	—
	Pu-241	1.44×10^1	U-237
	Am-241	4.32×10^2	—
	Np-237	2.14×10^6	—
	Pa-233	7.39×10^{-2}	—
	U-233	1.59×10^3	—
4N+2 系列	Th-229	7.34×10^3	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Tl-209, Pb-209
	Cm-246	4.73×10^3	—
	Pu-242	3.87×10^5	—
	U-238	4.47×10^9	Th-234, Pa-234m, Pa-234
	U-234	2.45×10^5	—
	Th-230	7.70×10^4	—
	Ra-226	1.60×10^3	Rn-222, Po-218, At-218, Pb-214, Bi-214, Po-214
4N+3 系列	Pb-210	2.23×10^1	Bi-210
	Po-210	3.79×10^{-1}	—
	Am-243	7.38×10^3	Np-239
	Pu-239	2.41×10^4	—
	U-235	7.04×10^8	Th-231
	Pa-231	3.28×10^4	—
	Ac-227	2.18×10^1	Th-227, Fr-223, Ra-223, Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Po-211, Tl-207

2.1.3 概念モデル

(1) システムとしての生物圏の状態設定

ここでは、IAEA の BIOMASS で提案されているアプローチ (BIOMASS, 1999) を採用し、評価条件をもとにシステムとしての生物圏の状態設定を行った。表 2.1-2 に、設定した地表の環境と人間の生活様式を示す。

表 2.1-2 生物圏評価モデルで想定した地表の環境と人間の生活様式

位置	・日本国内
地学的範囲	・放射性核種が流入した沿岸海洋からのエアロゾルの飛沫によって汚染する土壤と、沿岸海域までの範囲
地形	・山地と海域に挟まれた沿岸の平野部（地表面は土壤で覆われている）
気候条件	・現在の日本の気候条件である温暖気候が継続
地形の形成プロセス	・現在日本で生じている地形形成プロセスが継続
土地の利用形態	・陸地では牧畜、海域の沿岸では漁業
人間の生活様式	・現在のわが国にみられる社会のもと、居住地での平均的なレベルの食物の生産／収穫と地場産物の消費

(2) 生物圏評価の FEP リストの作成

BIOMOVS II 国際生物圏 FEP リスト (BIOMOVS II, 1996) を出発点に、上記の評価条件や生物圏システムの記述を踏まえ、生物圏評価で考慮すべき FEP の抽出を行った。また BIOMOVS II の FEP リストは内陸部のみを対象としているため、河口／沿岸海域に関する FEP を新たに追加した。潮間帯モデルにおける生物圏評価 FEP リストを表 2.1-3 に示す。

生物圏評価で考慮する FEP については、表 2.1-3 の 1 次スクリーニングの欄に「Y」を、考慮しない FEP については「N」を付した。これらの FEP については、次に述べる相互作用マトリクスを用いてクロスチェックを行い、最終的に考慮する FEP を抽出した。

表 2.1-3 生物圏評価 FEP リスト (潮間帯モデルのスクリーニング結果を含む, 1/6)

FEP 番号	BIOMOVS II FEP コード	FEP 名	1 次 スクリーニング	2 次スクリーニング マトリクスの要素番号	コメント
BS-1		熱的現象・特性	N	N	該当なし
BS-2		水理学的現象・特性			下位 FEP 参照
BS-2.1	2.1.3.2.1	水の流れ (移動)	Y	Y 1.4, 3.3, 3.6, 3.7, 3.10, 4.3, 6.3, 10.3, 10.10	
BS-2.1.1	(2.1.3.2.1)	地下水流	Y	Y 4.3	
BS-2.1.2		地表面水流 (Surface run-off)	Y	Y 6.3	侵食の FEP に含まれている
BS-2.1.3		河川流	N	N	
BS-2.1.4		潮流	Y	Y 3.3, 3.10, 10.3, 10.10	
BS-2.1.5		海流	Y	Y 10.10	
BS-2.1.6		シースプレイ	Y	Y 3.3, 3.7, 10.10	
BS-2.1.7		洪水	Y	Y 3.6	
BS-2.1.8		大波	Y	Y 3.6	
BS-2.1.8.1		暴風	Y	Y 3.6	
BS-2.1.8.2		津波	Y	Y 3.6	
BS-2.2	2.1.3.2.2	帶水層涵養	Y	N	涵養は帶水層ではなく潮間帯へ起こると保守的に仮定する
BS-2.3	2.1.3.2.3	降雨	Y	Y 7.6, 7.7, 7.8	
BS-2.4	2.1.3.2.6	降雪	Y	Y 7.6, 7.7, 7.8	
BS-2.5	2.1.3.2.4	蒸発	Y	Y 3.3, 4.4, 6.6, 10.10	
BS-2.6	2.1.3.2.5	蒸散	Y	Y 8.7	
BS-3		物理学的現象・特性			下位 FEP 参照
BS-3.1	2.1.1.1.3.2	侵食 (風, 水, 洪水)	Y	Y 5.3, 6.3	
BS-3.2	2.1.1.1.3.1	土壤の転換	Y	Y 5.6	
BS-4		化学的現象・特性			下位 FEP 参照
BS-4.1	2.1.1.1.2	土壤の化学変化	N	N	

表 2.1-3 生物圏評価 FEP リスト (潮間帯モデルのスクリーニング結果を含む, 2/6)

FEP 番号	BIOMOVS II FEP コード	FEP 名	1 次 スクリーニング*	2 次スクリーニング マトリクスの要素番号	コメント
BS-4.1.1	2.1.1.1.2.1	アルカリ化	N	N	
BS-4.1.2	2.1.1.1.2.2	微生物による化学変化	N	N	
BS-4.1.3	2.1.1.1.2.3	植物による化学変化	N	N	
BS-4.2	2.1.3.1	化学反応	Y	Y	高位の FEP は相関マトリクス全体に影響する
BS-4.2.1	2.1.3.1.1	沈殿／溶解	Y	Y	固相－液相間の相関は、平衡を仮定した経験データに基づく
BS-4.2.2	2.1.3.1.2	吸着／脱着	Y	Y 3.3, 4.4, 5.5, 6.6, 10.10, 11.11	固相－液相間の相関は、平衡を仮定した経験データに基づく
BS-5		放射線学的現象・特性			下位 FEP 参照
BS-5.1	1.2.3.1	ソースターム	Y	Y 1.1	
BS-5.2	2.3.2	外部被ばく	Y	Y 3.13, 4.13, 6.13	
BS-5.3	2.3.3	内部被ばく	Y	Y 4.13, 7.13, 8.13, 9.13	
BS-5.3.1	2.3.3.1.1	吸入	Y	Y 7.13	
BS-5.3.2	2.3.3.1.2	経口摂取	Y	Y 4.13, 8.13, 9.13	
BS-5.3.3	2.3.3.1.3	皮膚汚染	Y	N	重要でないと仮定する
BS-5.4	2.3	被ばくモードへ影響を与える事象とプロセス	Y	Y	高位の FEP は相関マトリクス全体に影響する
BS-5.4.1	2.3.1	人間の習慣	Y	Y 3.12, 4.12, 6.12, 8.12, 9.12, 10.12, 11.12, 12.6, 12.7, 12.8, 12.9, 12.12, 12.13	
BS-5.4.2	2.3.1.1	資源利用	Y	Y 3.12, 4.12, 6.12, 8.12, 9.12, 10.12, 11.12	
BS-5.4.3	2.3.1.2	生産物貯蔵	Y	Y 12.8, 12.9	
BS-5.4.4	2.3.1.3	水, 空気, 調理	Y	N	保守的に無視する
BS-5.4.4.1	2.3.1.3.1	水のろ過	N	N	
BS-5.4.4.2	2.3.1.3.2	空気のろ過	Y	N	保守的に無視する
BS-5.4.4.3	2.3.1.3.4	換気	Y	N	保守的に無視する
BS-5.4.5	2.3.1.3.3	調理	Y	N	沿岸部は農耕に適さないため、農作物の生産は行わない

表 2.1-3 生物圏評価 FEP リスト（潮間帯モデルのスクリーニング結果を含む、3/6）

FEP 番号	BIOMOVS II FEP コード	FEP 名	1 次 スクリーニング	2 次スクリーニング マトリクスの要素番号	コメント
BS-5.4.6	2.3.1.4	居住／遮蔽要因	Y	N	保守的に無視する
BS-5.4.7	2.3.1.5	食餌	Y	Y 12.13	
BS-5.4.8	2.2.3.1	耕作	Y	N	沿岸部は農耕に適さないため、農作物の生産は行わない
BS-5.4.9	2.2.3.3	施肥	Y	Y 12.6, 12.8, 12.9	
BS-6		物質（核種）移動現象			下位 FEP 参照
BS-6.1	2.1.2.4	液相輸送プロセス	Y	Y 3.6, 3.7, 4.3, 6.3	
BS-6.1.1	2.1.2.2	表層水中の核種移行	Y	Y 3.3, 3.6, 3.10, 6.3, 6.8, 10.3, 10.10	
BS-6.1.1.1	2.1.2.2.1	地表面水流 (Surface Run-Off)	Y	Y 6.3	
BS-6.1.1.2		河川流	N	N	
BS-6.1.1.3		潮流	Y	Y 3.3, 3.10, 10.3, 10.10	
BS-6.1.1.4		海流	Y	Y 10.10	
BS-6.1.1.5		洪水	Y	Y 3.6	
BS-6.1.1.6		大波	Y	Y 3.6	
BS-6.1.1.6.1		暴風	Y	Y 3.6	
BS-6.1.1.6.2		津波	Y	Y 3.6	
BS-6.1.2	2.1.2.3	土壤中の液相移行	Y	Y 1.4, 4.3, 4.4, 5.4, 5.5, 6.5, 6.6	
BS-6.1.2.1	2.1.2.3.3	地下水（移流）	Y	Y 1.4	
BS-6.1.2.2	2.1.2.3.1	透過 (Percolation)	Y	Y 5.5, 6.5, 6.6	
BS-6.1.2.3	2.1.2.3.2	毛管上昇	Y	N	灌漑による下方流が支配的であり、毛管上昇は無視しうる
BS-6.1.2.4	2.1.2.3.4	拡散／分散	Y	N	移流と比べて重要度は低い
BS-6.1.2.5	2.1.2.3.5	浸透 (Infiltration)	Y	Y 5.5, 6.5, 6.6	
BS-6.1.3	2.1.2.3.6	二相流およびマトリクス拡散	Y	N	水流による移行に比べて重要度は低いと考えられる
BS-6.1.3.1	2.1.2.3.6.1	浮遊粒子の移行	Y	N	水流にともなう浮遊粒子の移行は、BS-6.1.1 に含める
BS-6.1.3.2	2.1.2.3.6.2	コロイドの移行	Y	N	コロイドのろ過による効果は無視する

表 2.1-3 生物圏評価 FEP リスト (潮間帯モデルのスクリーニング結果を含む, 4/6)

FEP 番号	BIOMOVS II FEP コード	FEP 名	1 次 スクリーニング	2 次スクリーニング マトリクスの要素番号	コメント
BS-6.2	2.1.2.5	固相の移動による 核種移行	Y	Y 3.3, 3.4, 3.10, 4.3, 4.7, 4.11, 6.7, 6.8, 7.6, 7.8, 10.10, 10.11, 11.4, 11.10	
BS-6.2.1	2.1.1.13.2	侵食 (風, 水, 洪 水)	Y	Y 5.3, 6.3	
BS-6.2.2	2.1.2.5.2	地滑り	N	N	
BS-6.2.3	2.1.2.5.3	落石	N	N	
BS-6.2.4	2.1.2.5.1	土壤粒子の再浮遊 ／乾性沈着 (大気 中)	Y	Y 4.7, 6.7, 7.6, 7.8	
BS-6.2.5	2.1.2.5.4.1	堆積物 の 再 浮 遊 (水中)	Y	Y 4.3, 11.10	
BS-6.2.6	2.1.2.5.4.2	浮遊物 の 堆 積 (水 中)	Y	Y 3.4, 10.11	
BS-6.2.7	2.1.2.5.4.4	ウォッシュアウト	Y	Y 7.6, 7.8	
BS-6.2.8	2.1.2.5.4.5	湿性沈着	Y	Y 7.6, 7.8	
BS-6.2.9		ベッドロード	Y	Y 4.11, 11.4	
BS-6.2.10	2.1.2.7.2	生物擾乱	Y	Y 4.3, 9.4, 9.6, 9.11, 11.10	
BS-6.3	2.1.2.1	大気輸送プロセス	Y	Y 3.7, 4.7, 6.7, 7.3, 7.4, 7.6, 7.7 to 7.11, 7.13	
BS-6.3.1	2.1.2.1.1	気体 による 移 行 (揮発)	N	N	
BS-6.3.2	2.1.2.1.2	エアロゾル による 移 行	Y	Y 3.7	
BS-6.3.3	2.1.2.1.3	燃焼	Y	N	そのほかの農業活動によ るダストの発生と比べ て、年間平均の重要度は 低い
BS-6.4	2.1.2.7	植物への核種移行	Y	Y 3.8, 4.3, 4.8, 6.8, 8.3, 8.4, 8.6, 8.7, 8.9, 8.10, 8.11, 10.8, 11.9	
BS-6.4.1 (BS-6.4.4)	2.1.2.7.1	吸収／代謝	Y	Y 3.8, 4.8, 6.8, 8.3, 8.4, 8.6, 8.7, 8.10, 8.11, 10.8, 11.8	
BS-6.4.2	2.1.4.1.1	転流	Y	Y 8.8	
BS-6.4.3	2.1.2.5.4.3	雨のはね (水および土壤粒 子の付着を伴う)	Y	Y 6.8	
BS-6.4.4	2.1.3.2.7	ウェザリング	Y	Y 8.6	

表 2.1-3 生物圏評価 FEP リスト (潮間帯モデルのスクリーニング結果を含む, 5/6)

FEP 番号	BIOMOVS II FEP コード	FEP 名	1 次 スクリーニング	2 次スクリーニング マトリクスの要素番号	コメント
BS-6.5	2.1.2.7	動物への核種移行	Y	Y 3.9, 4.9, 6.9, 7.9, 9.3, 9.4, 9.6, 9.7, 9.8, 9.9, 9.10, 9.11, 10.9, 11.9	
BS-6.5.1	2.1.2.7.3	摂取／排泄	Y	Y 3.9, 4.9, 6.9, 7.9, 8.9, 9.3, 9.4, 9.6, 9.7, 9.8, 9.10, 9.11, 10.9, 11.9	
BS-6.5.2	2.1.4.2.1	動物体内的移行	Y	Y 9.9	
BS-6.6	2.2.4	人間活動による核種移行	Y	N	下記 FEP 参照
BS-6.6.1	2.2.3.2	固体物質のリサイクル	Y	N	現在の食品生産慣習では固体物質は再利用しないと仮定する
BS-6.6.2	2.2.4.1	揚水（取水）	N	N	
BS-6.6.2.1	2.2.4.1.1	井戸水利用	N	N	
BS-6.6.2.2	2.2.4.1.2	灌漑	N	N	
BS-6.6.3	2.2.4.2	人工涵養	N	N	
BS-6.6.4	2.2.4.3	人造湖（貯水）	N	N	
BS-6.6.5	2.2.4.4	固体物質輸送	Y	N	BS-6.6.5.1 および BS-6.6.5.2 参照
BS-6.6.5.1	2.2.4.4.1	堆積物の浚渫	Y	N	塩分濃度が高く、有機物含量が少ないので、潮間帯堆積物を表面土壤に浚渫することはしない
BS-6.6.5.2	2.2.4.4.2	土木工事	Y	N	他の被ばく経路と比べて影響が少ない
BS-6.6.6		脱塩	N	N	
BS-6.6.7		製塩	Y	N	本モデルでは重要でない
BS-7		生物圏状態の擾乱となる現象			下位 FEP 参照
BS-7.1	2.1.1.2	気候変動による変化	N	N	
BS-7.2		海水準変動	N	N	
BS-7.2.1		Isostatic（隆起／侵食）	N	N	
BS-7.2.2		Eustatic（海水量の増減）	N	N	
BS-7.3		河川水準変動	N	N	
BS-7.4	2.2.1	人間活動による化学変化	N	N	
BS-7.4.1	2.2.1.1	化学汚染	N	N	

表 2.1-3 生物圏評価 FEP リスト (潮間帯モデルのスクリーニング結果を含む, 6/6)

FEP 番号	BIOMOVS II FEP コード	FEP 名	1 次 スクリーニング	2 次スクリーニング マトリクスの要素番号	コメント
BS-7.4.2	2.2.1.1.1	酸性雨	N	N	
BS-7.5	2.2.2	人間活動による物 理変化	N	N	
BS-7.5.1	2.2.2.2	ダム建設	N	N	
BS-7.5.2	2.2.2.3	開墾／干拓	N	N	
BS-7.5.3		護岸工事	N	N	

(3) 生物圏での核種移行プロセスの特定

前述の FEP リストとは別に、「RES (Rock Engineering System) 法」(Hudson, 1992)に基づく「相互作用マトリクス」を用いて、生物圏評価で考慮すべきプロセスの特定を行った。このプロセスにより作成した潮間帯モデルに対する相互作用マトリクスを図 2.1-2 に示す。

1.1 ソースカード (削除された 操作)	1.2	1.3	1.4 水の放出 堆積変化	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	1.13
2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 2.10 2.11 2.12 2.13	3.1 3.2 3.3 3.4 3.5 3.6 3.7 3.8 3.9 3.10 3.11 3.12 3.13	4.1 4.2 4.3 4.4 4.5 4.6 4.7 4.8 4.9 4.10 4.11 4.12 4.13	5.1 5.2 5.3 5.4 5.5 5.6 5.7 5.8 5.9 5.10 5.11 5.12 5.13	6.1 6.2 6.3 6.4 6.5 6.6 6.7 6.8 6.9 6.10 6.11 6.12 6.13	7.1 7.2 7.3 7.4 7.5 7.6 7.7 7.8 7.9 7.10 7.11 7.12 7.13	8.1 8.2 8.3 8.4 8.5 8.6 8.7 8.8 8.9 8.10 8.11 8.12 8.13	9.1 9.2 9.3 9.4 9.5 9.6 9.7 9.8 9.9 9.10 9.11 9.12 9.13	10.1 10.2 10.3 10.4 10.5 10.6 10.7 10.8 10.9 10.10 10.11 10.12 10.13	11.1 11.2 11.3 11.4 11.5 11.6 11.7 11.8 11.9 11.10 11.11 11.12 11.13	12.1 12.2 12.3 12.4 12.5 12.6 12.7 12.8 12.9 12.10 12.11 12.12 12.13	13.1 13.2 13.3 13.4 13.5 13.6 13.7 13.8 13.9 13.10 13.11 13.12 13.13	

図 2.1-2 相互作用マトリクスを用いた生物圏での核種移行プロセスの特定
(潮間帯モデル)

(4) 概念モデルの作成

概念モデルを作成するにあたっては、前述のマトリクスをもとに第 2 次取りまとめ生物圏評価と同じ仮定を行い、核種移行および被ばく経路に関する概念モデルを

それぞれ設定した。図 2.1-3 および図 2.1-4 に潮間帯モデルに対して構築した各種移行プロセスと被ばく経路の概念モデルを示す。

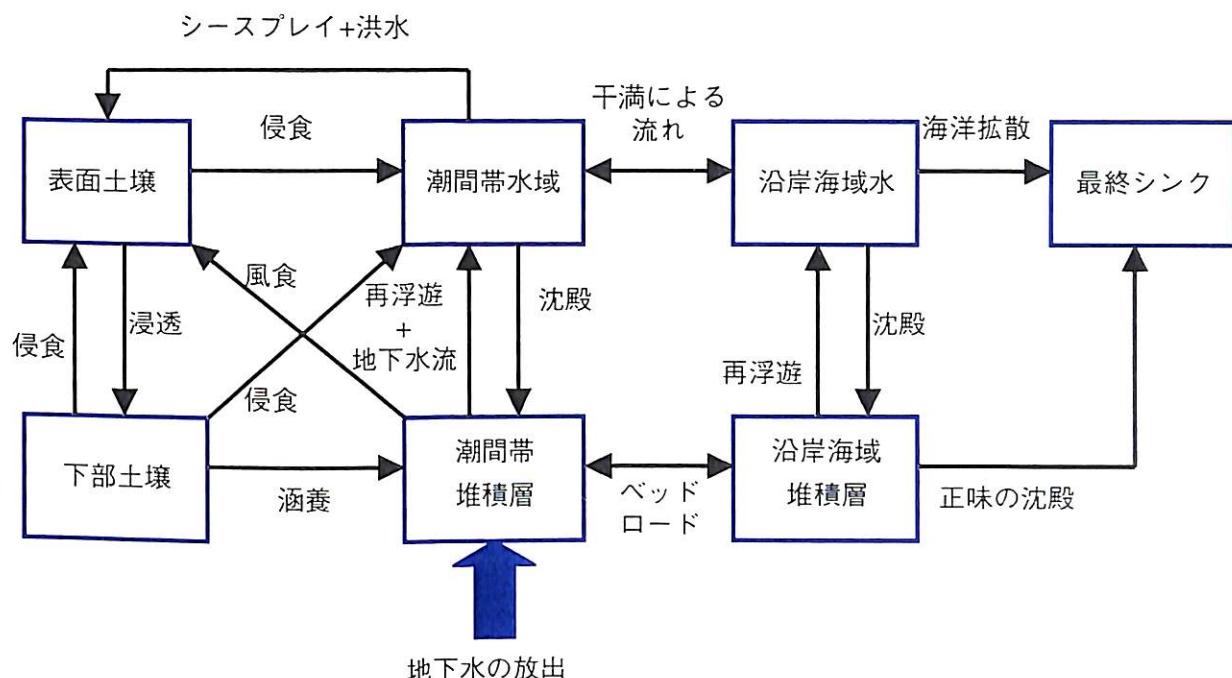


図 2.1-3 核種移行プロセスに関する概念モデル（潮間帯モデル）

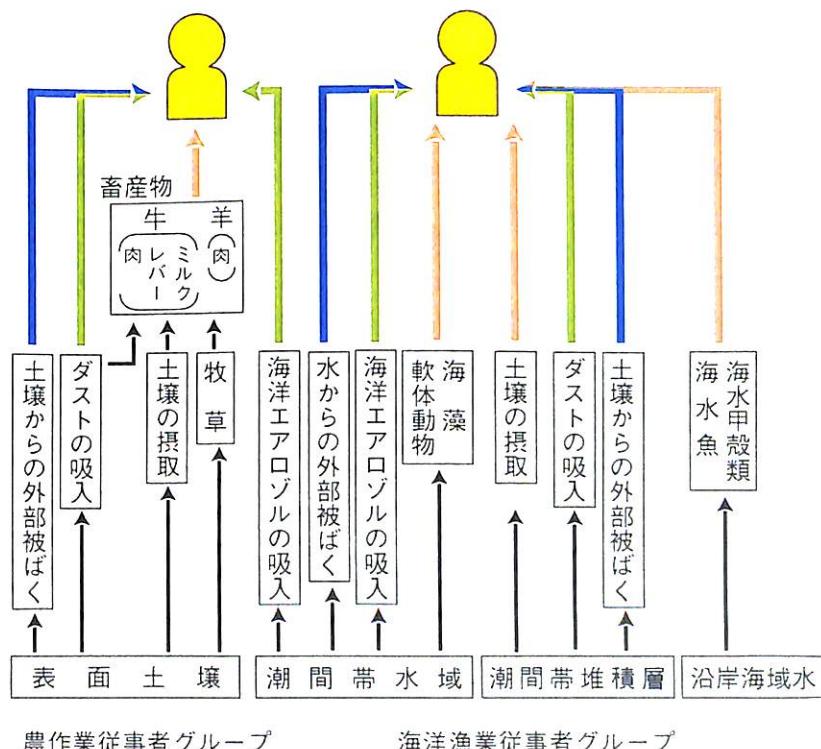


図 2.1-4 被ばく経路に関する概念モデル（潮間帯モデル）

2.1.4 数学モデルとデータセット

前述の概念モデルに基づいて作成した数学モデル（評価式）およびデータセットを付録 A に示す。

2.1.5 線量への換算係数

潮間帯モデルを用いて算出した線量への換算係数を図 2.1-5 に示す。Cs-135, Se-79, Th-232, Th-229, Th-230, Pa-231 を除くすべての核種で、海洋漁業従事者グループの線量への換算係数が農作業従事者グループよりも大きくなつた。被ばくグループが受ける線量については、上述の線量への換算係数と地質環境からの核種移行率を乗じて算出するため、決定グループについても算出された線量をもとに決定することとなる。本ケースでは、Cs-135, Se-79, Th-232, Th-229, Th-230, Pa-231 の地質環境からの核種移行率が高い場合、農作業従事者グループの線量が海洋漁業従事者グループの線量よりも大きくなり、決定グループが農作業従事者グループとなる可能性がある。上述の 6 核種以外では、海洋漁業従事者グループが決定グループとなる。

支配経路については、以下のとおりである。Sn-126 と Nb-94 については、農作業従事者グループ、海洋漁業従事者グループとともに「土壤からの外部被ばく」が、その他の核分裂／放射化生成核種については、農作業従事者グループでは「畜産物の摂取」、海洋漁業従事者グループでは「海産物の摂取」が支配経路となつた。

一方、アクチニド系列に属する核種については、Pb-210, Po-210 を除くすべての核種において、農作業従事者グループでは「ダストの吸入」、「土壤からの外部被ばく」が支配経路となつた。Pb-210 および Po-210 では「畜産物の摂取」が支配経路となつた。また、海洋漁業従事者グループでは、Th-228, Pa-233, Pa-231 を除くすべての核種において「海産物の摂取」が支配経路となつた。なお、Th-228, Pa-233 では「土壤からの外部被ばく」が、Pa-231 では「ダストの吸入」が支配経路となつた。

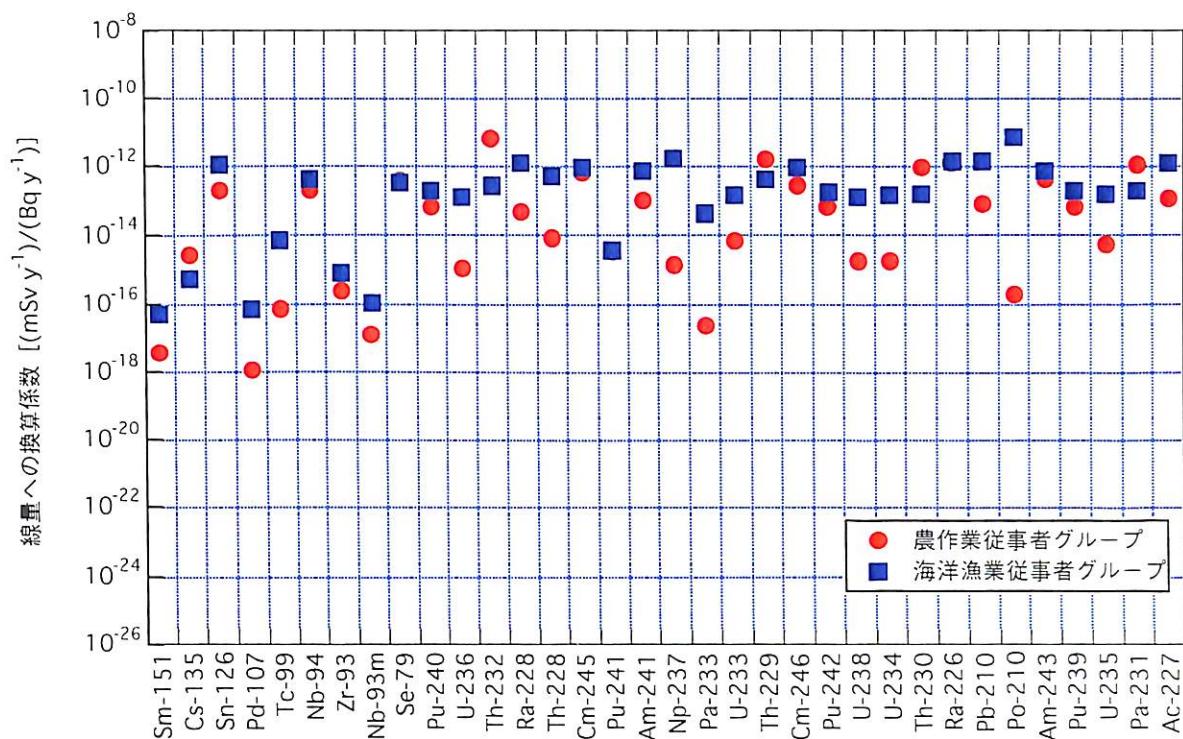


図 2.1-5 潮間帯モデルを用いて算出した線量への換算係数

2.2 周辺海洋モデル

2.2.1 周辺海洋の特徴

わが国の海岸地形は多種多様であり、大洋に直接面した海岸から湾により特徴づけられる地形まで存在する。また海底地形についても遠浅の地形から比較的急峻に深度を増す海底までさまざまな形態を取りうる。

本研究では、これまで沿岸の海域（沿岸海域水または沿岸海域堆積層）として一つに取り扱っていた海域について、その空間的な拡がりに着目し、沿岸の海域よりも沖合いの領域である周辺海洋を GBI として設定した。また、比較的広い海洋が直線的に陸域と接している状況を考えることとする。同様に海底地形についても直線的に海底の深度が増す状況を考えることとする。ただし、将来における気候変動や隆起を考慮した場合においても、処分場が塩水領域に存在することに留意して、図 2.2-1 に示すような海底を想定することとする。

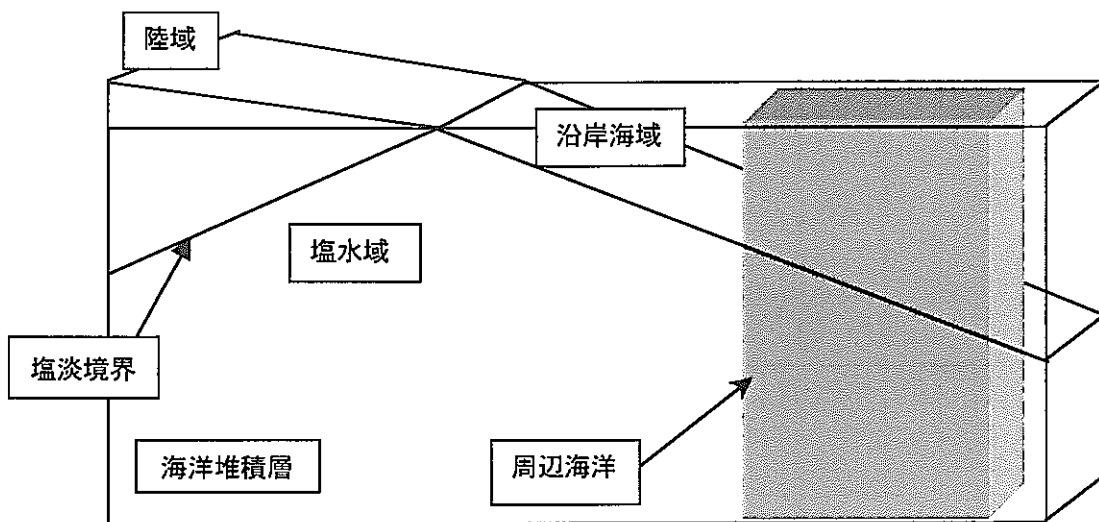


図 2.2-1 周辺海洋を GBI とする場合の地形の概念図

2.2.2 評価条件 (Assessment Context)

評価条件については、地下水のタイプと GBI をのぞくすべての項目について、沿岸海域モデルに対して設定した評価条件と同じとした（核燃料サイクル開発機構、1999）。沿岸海域を GBI とした場合の代替モデルに対する評価条件を以下に示す。なお、沿岸海域モデルでの設定と異なる部分については下線を付した。

①評価目的

処分概念の成立性を示すために地層処分システムの性能を評価指標に変換

②評価指標

線量を基本とし、種々の被ばく経路を考慮しながら、⑦で想定する被ばくグループの平均的構成員に対する年間の個人実効線量当量 (ICRP, 1977) を算出

③処分場のタイプ

地下数百メートル以深の地層に設置するガラス固化体、オーバーパックおよび緩衝材からなる人工バリア（原子力委員会、1987）

④サイト条件

地形は平野にあり、地下水は海水系で、地表は土壌により覆われ、現在の地表環境の状態がそのまま継続すると仮定

⑤ソースタームおよび GBI

- 評価対象核種については、地層処分研究開発第2次取りまとめの生物圏評価において対象とした34核種を考慮（表2.1-1参照）

- 周辺海洋を GBI に設定するとともに、天然バリアからの核種は帶水層を経て周辺海洋に流入する前に分散せず、また遅延効果や移行時間がないまま全量が流入すると仮定

2.2.3 概念モデル

(1) システムとしての生物圏の状態設定

ここでは、IAEA の BIOMASS で提案されているアプローチ (BIOMASS, 1999) を採用し、評価条件をもとにシステムとしての生物圏の状態設定を行った。これは、潮間帯モデルに対する設定 (表 2.1-2 参照) と同じとなった。

(2) 生物圏評価の FEP リストの作成

BIOMOVS II 国際生物圏 FEP リスト (BIOMOVS II, 1996) を出発点に、上記の評価条件や生物圏システムの記述を踏まえ、生物圏評価で考慮すべき FEP の抽出を行った。また BIOMOVS II の FEP リストは内陸部のみを対象としているため、河口／沿岸海域に関する FEP を新たに追加した。潮間帯モデルにおける生物圏評価 FEP リストを表 2.2-1 に示す。

生物圏評価で考慮する FEP については、表 2.1-3 の 1 次スクリーニングの欄に「Y」を、考慮しない FEP については「N」を付した。これらの FEP については、次に述べる相互作用マトリクスを用いてクロスチェックを行い、最終的に考慮する FEP を抽出した。

表 2.1-3 生物圏評価 FEP リスト（周辺海洋モデルのスクリーニング結果を含む、1/6）

FEP 番号	BIOMOVS II FEP コード	FEP 名	1 次 スクリーニング*	2 次スクリーニング マトリクスの要素番号	コメント
BS-1		熱的現象・特性	N	N	該当なし
BS-2		水理学的現象・特 性			下位 FEP 参照
BS-2.1	2.1.3.2.1	水の流れ（移動）	Y	Y 1.4, 3.3, 3.10, 4.3, 4.4, 6.6, 7.6, 7.7, 7.8, 8.6, 8.7, 10.3, 10.10, 11.11	
BS-2.1.1	(2.1.3.2.1)	地下水流	Y	Y 4.3	
BS-2.1.2		地表面水流 (Surface run-off)	Y	Y 6.10	侵食の FEP に含まれてい る
BS-2.1.3		河川流	N	N	
BS-2.1.4		潮流	Y	Y 3.3, 3.10, 10.3, 10.10	
BS-2.1.5		海流	Y	Y 3.3, 3.10, 10.3, 10.10	
BS-2.1.6		シースプレイ	Y	Y 3.3, 10.7, 10.10	
BS-2.1.7		洪水	Y	Y 10.6	
BS-2.1.8		大波	Y	Y 10.6	
BS-2.1.8.1		暴風	Y	Y 10.6	
BS-2.1.8.2		津波	Y	Y 10.6	
BS-2.2	2.1.3.2.2	帶水層涵養	Y	N	涵養は帶水層ではなく海 洋へ起こると保守的に仮 定する
BS-2.3	2.1.3.2.3	降雨	Y	Y 7.6, 7.7, 7.8	
BS-2.4	2.1.3.2.6	降雪	Y	Y 7.6, 7.7, 7.8	
BS-2.5	2.1.3.2.4	蒸発	Y	Y 3.3, 4.4, 6.6, 10.10, 11.11	
BS-2.6	2.1.3.2.5	蒸散	Y	Y 8.7	
BS-3		物理学的現象・特 性			下位 FEP 参照
BS-3.1	2.1.1.1.3.2	侵食（風、水、洪 水）	Y	Y 5.10, 6.10	
BS-3.2	2.1.1.1.3.1	土壤の転換	Y	Y 5.6	
BS-4		化学的現象・特性			下位 FEP 参照
BS-4.1	2.1.1.1.2	土壤の化学変化	N	N	

表 2.1-3 生物圏評価 FEP リスト (周辺海洋モデルのスクリーニング結果を含む, 2/6)

FEP 番号	BIOMOVS II FEP コード	FEP 名	1次 スクリーニング	2次スクリーニング マトリクスの要素番号	コメント
BS-4.1.1	2.1.1.1.2.1	アルカリ化	N	N	
BS-4.1.2	2.1.1.1.2.2	微生物による化学変化	N	N	
BS-4.1.3	2.1.1.1.2.3	植物による化学変化	N	N	
BS-4.2	2.1.3.1	化学反応	Y	Y	高位の FEP は相関マトリクス全体に影響する
BS-4.2.1	2.1.3.1.1	沈殿／溶解	Y	Y	固相－液相間の相関は、平衡を仮定した経験データに基づく
BS-4.2.2	2.1.3.1.2	吸着／脱着	Y	Y 3.3, 4.4, 5.5, 6.6, 10.10, 11.11	固相－液相間の相関は、平衡を仮定した経験データに基づく
BS-5		放射線学的現象・特性			下位 FEP 参照
BS-5.1	1.2.3.1	ソースターム	Y	Y 1.1	
BS-5.2	2.3.2	外部被ばく	Y	Y 6.13, 10.13, 11.13	
BS-5.3	2.3.3	内部被ばく	Y	Y 6.13, 7.13, 8.13, 9.13, 11.13	
BS-5.3.1	2.3.3.1.1	吸入	Y	Y 7.13	
BS-5.3.2	2.3.3.1.2	経口摂取	Y	Y 6.13, 8.13, 9.13, 11.13	
BS-5.3.3	2.3.3.1.3	皮膚汚染	Y	N	重要でないと仮定する
BS-5.4	2.3	被ばくモードへ影響を与える事象とプロセス	Y	Y	高位の FEP は相関マトリクス全体に影響する
BS-5.4.1	2.3.1	人間の習慣	Y	Y 3.12, 6.12, 8.12, 9.12, 10.12, 11.12, 12.6, 12.7, 12.8, 12.9, 12.12, 12.13	
BS-5.4.2	2.3.1.1	資源利用	Y	Y 3.12, 4.12, 6.12, 8.12, 9.12, 10.12, 11.12	
BS-5.4.3	2.3.1.2	生産物貯蔵	Y	Y 12.8, 12.9	
BS-5.4.4	2.3.1.3	水, 空気, 調理	Y	N	保守的に無視する
BS-5.4.4.1	2.3.1.3.1	水のろ過	N	N	
BS-5.4.4.2	2.3.1.3.2	空気のろ過	Y	N	保守的に無視する
BS-5.4.4.3	2.3.1.3.4	換気	Y	N	保守的に無視する
BS-5.4.5	2.3.1.3.3	調理	Y	N	沿岸部は農耕に適さないため、農作物の生産は行わない
BS-5.4.6	2.3.1.4	居住／遮蔽要因	Y	N	保守的に無視する

表 2.1-3 生物圏評価 FEP リスト (周辺海洋モデルのスクリーニング結果を含む, 3/6)

FEP 番号	BIOMOVS II FEP コード	FEP 名	1 次 スクリーニング	2 次スクリーニング マトリクスの要素番号	コメント
BS-5.4.7	2.3.1.5	食餌	Y	Y 12.13	
BS-5.4.8	2.2.3.1	耕作	Y	N	沿岸部は農耕に適さないため, 農作物の生産は行
BS-5.4.9	2.2.3.3	施肥	Y	Y 12.6, 12.8, 12.9	
BS-6		物質(核種)移動現象			下位 FEP 参照
BS-6.1	2.1.2.4	液相輸送プロセス	Y	Y 4.3, 5.10, 6.10, 10.6,	
BS-6.1.1	2.1.2.2	表層水中の核種移行	Y	Y 3.3, 3.10, 4.3, 6.8, 6.10, 10.3, 10.10	
BS-6.1.1.1	2.1.2.2.1	地表面水流 (Surface Run-Off)	Y	Y 6.10	
BS-6.1.1.2		河川流	N	N	
BS-6.1.1.3		潮流	Y	Y 3.3, 3.10, 10.3, 10.10	
BS-6.1.1.4		海流	Y	Y 3.3, 3.10, 10.3, 10.10	
BS-6.1.1.5		洪水	Y	Y 10.6	
BS-6.1.1.6		大波	Y	Y 10.6	
BS-6.1.1.6.1		暴風	Y	Y 10.6	
BS-6.1.1.6.2		津波	Y	Y 10.6	
BS-6.1.2	2.1.2.3	土壤中の液相移行	Y	Y 1.4, 4.3, 4.4, 5.5, 5.11,	
BS-6.1.2.1	2.1.2.3.3	地下水(移流)	Y	Y 1.4	
BS-6.1.2.2	2.1.2.3.1	透過(Percolation)	Y	Y 5.5, 6.5, 6.6	
BS-6.1.2.3	2.1.2.3.2	毛管上昇	Y	N	灌漑による下方流が支配的であり, 毛管上昇は無
BS-6.1.2.4	2.1.2.3.4	拡散/分散	Y	Y 4.3	
BS-6.1.2.5	2.1.2.3.5	浸透(Infiltration)	Y	Y 5.5, 6.5, 6.6	
BS-6.1.3	2.1.2.3.6	二相流およびマトリクス拡散	Y	N	水流による移行に比べて重要度は低いと考えられる
BS-6.1.3.1	2.1.2.3.6.1	浮遊粒子の移行	Y	N	水流にともなう浮遊粒子の移行は, BS-6.1.1 に含める
BS-6.1.3.2	2.1.2.3.6.2	コロイドの移行	Y	N	コロイドのろ過による効果は無視する

表 2.1-3 生物圏評価 FEP リスト (周辺海洋モデルのスクリーニング結果を含む, 4/6)

FEP番号	BIOMOVS II FEPコード	FEP名	1次 スクリーニング	2次スクリーニング マトリクスの要素番号	コメント
BS-6.2	2.1.2.5	固相の移動による 核種移行	Y	Y 3.3, 3.4, 3.10, 4.3, 6.7, 6.8, 7.6, 7.8, 10.3, 10.6, 10.10, 10.11, 11.7, 11.10	
BS-6.2.1	2.1.1.1.3.2	侵食 (風, 水, 洪 水)	Y	Y 5.10, 6.10	
BS-6.2.2	2.1.2.5.2	地滑り	N	N	
BS-6.2.3	2.1.2.5.3	落石	N	N	
BS-6.2.4	2.1.2.5.1	土壤粒子の再浮遊 ／乾性沈着 (大気 中)	Y	Y 6.7, 7.6, 7.8, 11.7	
BS-6.2.5	2.1.2.5.4.1	堆積物の再浮遊 (水中)	Y	Y 4.3, 11.10	
BS-6.2.6	2.1.2.5.4.2	浮遊物の堆積 (水 中)	Y	Y 3.4, 10.11	
BS-6.2.7	2.1.2.5.4.4	ウォッシュアウト	Y	Y 7.6, 7.8	
BS-6.2.8	2.1.2.5.4.5	湿性沈着	Y	Y 7.6, 7.8	
BS-6.2.9		ペッドロード	N	N	
BS-6.2.10	2.1.2.7.2	生物擾乱	Y	Y 4.3, 9.4, 9.6, 9.11, 11.10	
BS-6.3	2.1.2.1	大気輸送プロセス	Y	Y 6.7, 7.3, 7.4, 7.6, 7.7 to 7.11, 7.13, 10.7, 11.7	
BS-6.3.1	2.1.2.1.1	気体による移行 (揮発)	N	N	
BS-6.3.2	2.1.2.1.2	エアロゾルによる 移行	Y	Y 10.7	
BS-6.3.3	2.1.2.1.3	燃焼	Y	N	そのほかの農業活動によ るダストの発生と比べ て、年間平均の重要度は 低い
BS-6.4	2.1.2.7	植物への核種移行	Y	Y 3.8, 4.3, 4.8, 6.8, 8.3, 8.4, 8.6, 8.7, 8.9, 8.10, 8.11, 10.8, 11.9	
BS-6.4.1 (BS-6.4.4)	2.1.2.7.1	吸収／代謝	Y	Y 3.8, 4.8, 6.8, 8.3, 8.4, 8.6, 8.7, 8.10, 8.11, 10.8, 11.8	
BS-6.4.2	2.1.4.1.1	転流	Y	Y 8.8	
BS-6.4.3	2.1.2.5.4.3	雨のはね (水および土壤粒 子の付着を伴う)	Y	Y 6.8	
BS-6.4.4	2.1.3.2.7	ウェザリング	Y	Y 8.6	

表 2.1-3 生物圏評価 FEP リスト（周辺海洋モデルのスクリーニング結果を含む、5/6）

FEP 番号	BIOMOVS II FEP コード	FEP 名	1 次 スクリーニング	2 次スクリーニング マトリクスの要素番号	コメント
BS-6.5	2.1.2.7	動物への核種移行	Y	Y 3.9, 4.9, 6.9, 7.9, 9.3, 9.4, 9.6, 9.7, 9.8, 9.9, 9.10, 9.11, 10.9, 11.9	
BS-6.5.1	2.1.2.7.3	摂取／排泄	Y	Y 3.9, 4.9, 6.9, 7.9, 8.9, 9.3, 9.4, 9.6, 9.7, 9.8, 9.10, 9.11, 10.9, 11.9	
BS-6.5.2	2.1.4.2.1	動物体内の移行	Y	Y 9.9	
BS-6.6	2.2.4	人間活動による核 種移行	Y	N	下記 FEP 参照
BS-6.6.1	2.2.3.2	固体物質のリサイ クル	Y	N	現在の食品生産慣習では 固体物質は再利用しない と仮定する
BS-6.6.2	2.2.4.1	揚水（取水）	N	N	
BS-6.6.2.1	2.2.4.1.1	井戸水利用	N	N	
BS-6.6.2.2	2.2.4.1.2	灌漑	N	N	
BS-6.6.3	2.2.4.2	人工涵養	N	N	
BS-6.6.4	2.2.4.3	人造湖（貯水）	N	N	
BS-6.6.5	2.2.4.4	固体物質輸送	Y	N	BS-6.5.1 および BS-6.5.2 参照
BS-6.6.5.1	2.2.4.4.1	堆積物の浚渫	Y	N	塩分濃度が高く、有機物 含量が少ないので、潮間 帶堆積物を表面土壤に浚 渫することはしない
BS-6.6.5.2	2.2.4.4.2	土木工事	Y	N	他の被ばく経路と比べて 影響が少ない
BS-6.6.6		脱塩	N	N	
BS-6.6.7		製塩	Y	N	本モデルでは重要でない
BS-7		生物圏状態の擾乱 となる現象			下位 FEP 参照
BS-7.1	2.1.1.2	気候変動による変 化	N	N	
BS-7.2		海水準変動	N	N	
BS-7.2.1		Isostatic（隆起／侵 食）	N	N	
BS-7.2.2		Eustatic（海水量の 増減）	N	N	
BS-7.3		河川水準変動	N	N	
BS-7.4	2.2.1	人間活動による化 学変化	N	N	
BS-7.4.1	2.2.1.1	化学汚染	N	N	

表 2.1-3 生物圏評価 FEP リスト（周辺海洋モデルのスクリーニング結果を含む、6/6）

FEP 番号	BIOMOVS II FEP コード	FEP 名	1 次 スクリーニング	2 次スクリーニング マトリクスの要素番号	コメント
BS-7.4.2	2.2.1.1.1	酸性雨	N	N	
BS-7.5	2.2.2	人間活動による物 理変化	N	N	
BS-7.5.1	2.2.2.2	ダム建設	N	N	
BS-7.5.2	2.2.2.3	開墾／干拓	N	N	
BS-7.5.3		護岸工事	N	N	

(3) 生物圏での核種移行プロセスの特定

前述の FEP リストとは別に、「RES (Rock Engineering System) 法」(Hudson, 1992)に基づく「相互作用マトリクス」を用いて、生物圏評価で考慮すべきプロセスの特定を行った。このプロセスにより作成した潮間帯モデルに対する相互作用マトリクスを図 2.2-2 に示す。

1.1 ソースターム (汚染された 地下水)	1.2	1.3	1.4 水の放出	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	1.13
2.1 地表近くの等 水層	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10	2.11	2.12	2.13
3.1 3.2 周辺海岸水堀	3.3 沈没	3.4 周辺海岸堆積 層	3.5	3.6	3.7	3.8 吸収 付着	3.9 攝取	3.10 潮流	3.11	3.12 湧氣	3.13	
4.1 4.2 再浮遊 沈没	4.3 周辺海岸堆積 層	4.4 周辺海岸堆積 層	4.5	4.6	4.7	4.8 付着	4.9 攝取	4.10	4.11	4.12	4.13	
5.1 5.2 5.3	5.4	5.5 酸和度が可算と なる表面下部の 土壤 (V5Z)	5.6 風化 (侵食)	5.7	5.8	5.9	5.10 吸食	5.11 地下水放出 (活 潑)	5.12	5.13		
6.1 6.2 6.3	6.4	6.5 透達	6.6 表面土壌	6.7 剥離上上がり	6.8 吸収	6.9 攝取	6.10 吸食	6.11	6.12 暴風への利用	6.13 外壁被ばく		
7.1 7.2 気象による効果	7.3 気象による効果	7.4 沈没	7.5 気象による効果	7.6 大気 沈没 気象による変化 層による効果	7.7 大気	7.8 沈没 沈没 気象による効果	7.9 沈没 沈没 気象による効果	7.10 気象による効果	7.11 気象による効果	7.12 気象による効果	7.13 効果	
8.1 8.2 8.3 脱着	8.4 脱着	8.5	8.6 脱着 ウエザリング	8.7 脱着 冲積 堆積 堆積	8.8 脱着	8.9 攝取	8.10 脱着	8.11 脱着	8.12 資源利用	8.13 攝取		
9.1 9.2 9.3 堆積	9.4 堆積 生物擾乱	9.5	9.6 堆積 生物擾乱	9.7 呼吸	9.8 堆積 直接の汚染	9.9 動物	9.10 堆積	9.11 堆積 生物擾乱	9.12 資源利用	9.13 攝取		
10.1 10.2 10.3 東北	10.4	10.5	10.6 漏洩	10.7 シースブレイ エアロゾル	10.8 吸収	10.9 攝取	10.10 沿岸海域水	10.11 沈没	10.12 浪費およびレクリ エーション活動	10.13		
11.1 11.2 11.3	11.4	11.5	11.6	11.7 再浮遊	11.8 吸収	11.9 攝取	11.10 再浮遊	11.11 沿岸海域堆積層	11.12 甲板類による油附 レクリエーション 活動	11.13 外壁被ばく 採取		
12.1 12.2 12.3	12.4	12.5	12.6 農耕活動 底土	12.7 農耕活動	12.8 農耕活動	12.9 農耕活動	12.10	12.11	12.12 移行に影響を及 ぼす人間活動	12.13 被ばく経路への影響		
13.1 13.2 13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	13.10	13.11	13.12	13.13 人間の被ばくモード		

図 2.2-2 相互作用マトリクスを用いた生物圏での核種移行プロセスの特定
(周辺海洋モデル)

(4) 概念モデルの作成

概念モデルを作成するにあたっては、前述のマトリクスをもとに第2次取りまとめ生物圏評価と同じ仮定を行い、核種移行および被ばく経路に関する概念モデルをそれぞれ設定した。図2.2-3および図2.2-4に周辺海洋モデルに対して構築した各種移行プロセスと被ばく経路の概念モデルを示す。

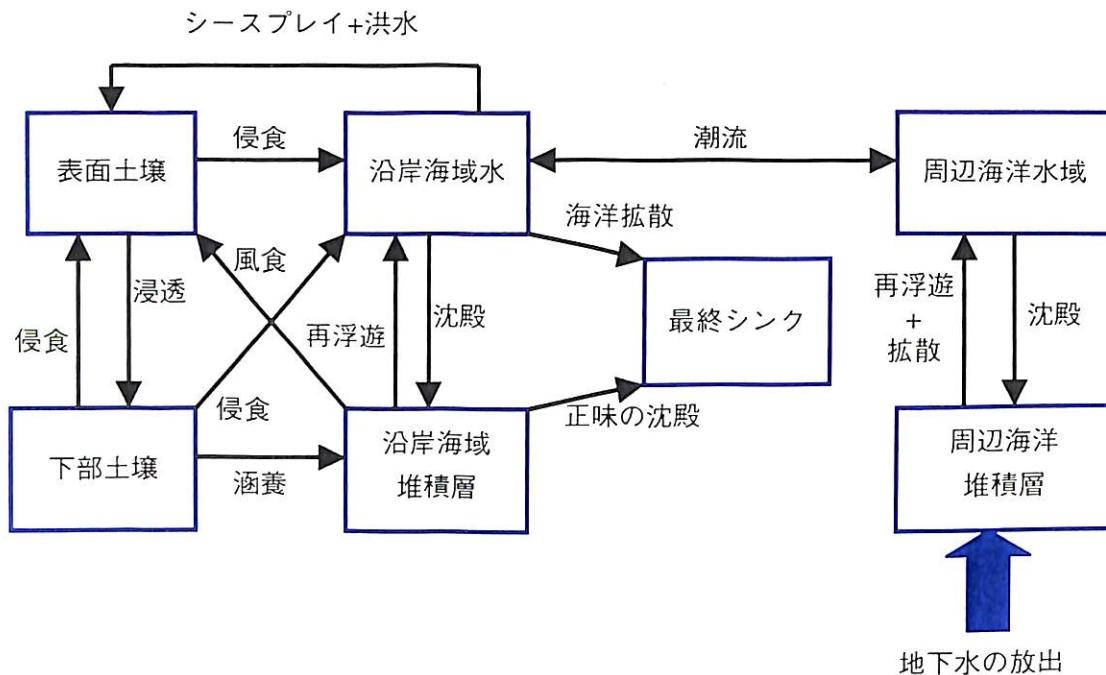


図2.2-3 核種移行プロセスに関する概念モデル（周辺海洋モデル）

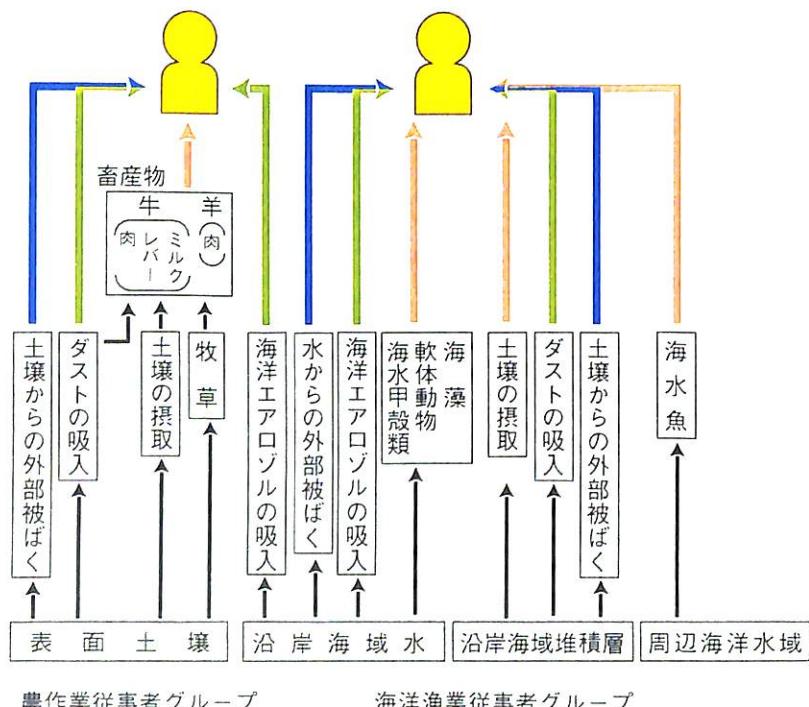


図2.2-4 被ばく経路に関する概念モデル（周辺海洋モデル）

2.2.4 数学モデルとデータセット

前述の概念モデルに基づいて作成した数学モデル（評価式）およびデータセットを付録Bに示す。

2.2.5 線量への換算係数

周辺海洋モデルを用いて算出した線量への換算係数を図2.2-5に示す。すべての核種について、海洋漁業従事者グループの線量への換算係数が農作業従事者グループを上回った。したがって、海洋漁業従事者グループが決定グループとなることが予測される。海洋漁業従事者グループの線量への換算係数については、 $1 \times 10^{-22} \sim 1 \times 10^{-13}$ の範囲で変動しており、潮間帯モデルによる解析結果と比較して核種間の変動幅が大きいことが示された。

支配経路については以下のとおりである。アクチニド系列に属する核種について、農作業従事者グループでは「ダストの吸入」、「土壤からの外部被ばく」が支配経路となった（Pb-210, Po-210を除く）。Pb-210およびPo-210については「畜産物の摂取（特に、牛肉および牛レバー）」が支配経路となっている。また、4N+2系列のPb-210, Po-210よりも上流の核種（Cm-246からTh-230）についても牛肉および牛レバーの摂取による影響が、他の核種のものと比べて若干高くなっている。これは娘核種であるPb-210およびPo-210の影響である。また、海洋漁業従事者グループでは、U-235, Pa-231を除くすべての核種で「海水魚の摂取」が支配経路となった。U-235およびPa-231では、「ダストの吸入」が支配経路となった。

一方、核分裂／放射化生成核種について、農作業従事者グループでは「畜産物の摂取」が支配経路となった（Sn-126, Nb-94を除く）。Sn-126およびNb-94では「土壤からの外部被ばく」が支配経路となった。また、海洋漁業従事者グループでは、Nb-94を除いて「海水魚の摂取」が支配経路となった。Nb-94では「土壤からの外部被ばく」が支配経路となった。

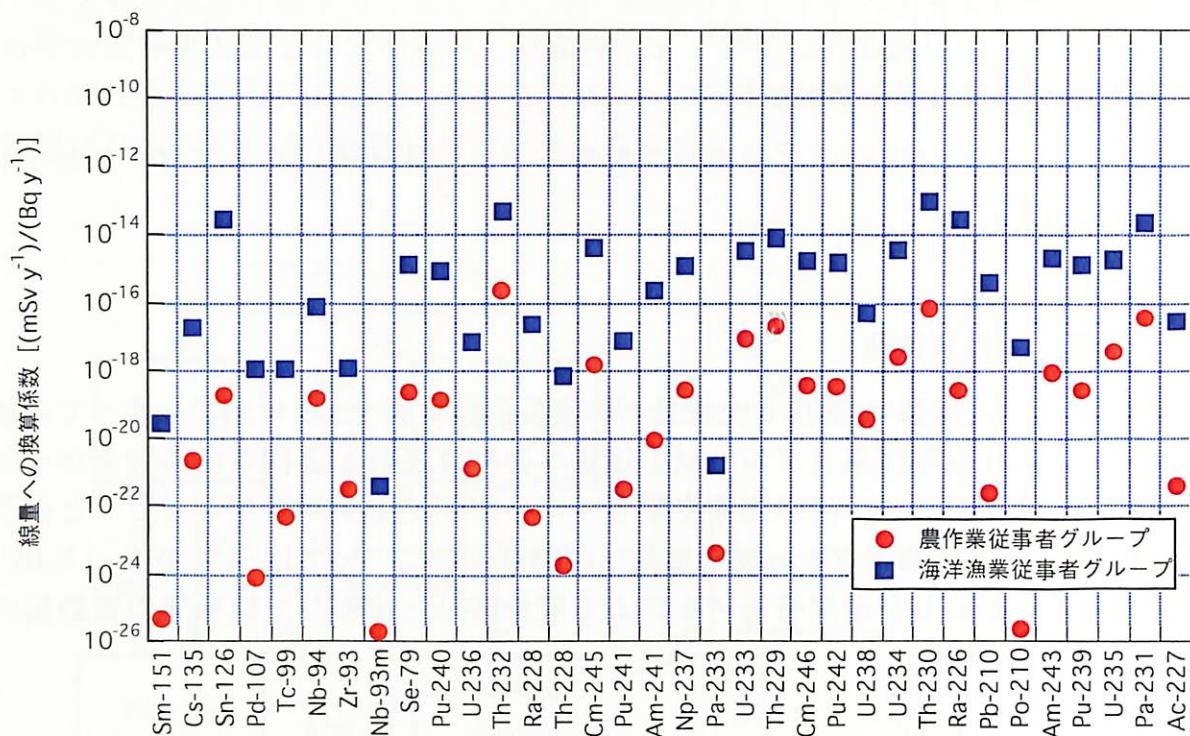


図 2.2-5 周辺海洋モデルを用いて算出した線量への換算係数

2.3 沿岸海域モデルとの比較

2.3.1 沿岸海域モデルの概要

これまでの地層処分安全評価のための生物圏評価では、地質環境の多様性を考慮して、沿岸海域に核種が放出されることを想定し、海洋をひとつのコンパートメントとして表現した生物圏評価モデルを構築した（馬場ほか, 1999）。GBI を設定する際には、幅広い地質環境のうち地形や地下水の特徴に着目し、それらの組み合わせに応じた場所を想定した。その際、核種が放出される場所として河川、井戸、海を想定し、海については、地下水のタイプとして陸水系、海水系両方を考慮してモデル化を行った。

また、沿岸海域に核種が放出される場合には、堆積層による核種の収着がない場合とある場合を考慮して、それぞれ沿岸海域水および沿岸海域堆積層を地質環境と生物圏とのインターフェイスとして設定した場合について解析を行った（沿岸海域水モデルおよび沿岸海域堆積層モデル）。

考慮した核種移行プロセスに関する概念モデルを図 2.3-1 に、被ばく経路に関する概念モデルを図 2.3-2 にそれぞれ示す。なお、概念モデルに対応する評価式（数学モデル）およびデータセットについては、馬場ほか（1999）を参照のこと。

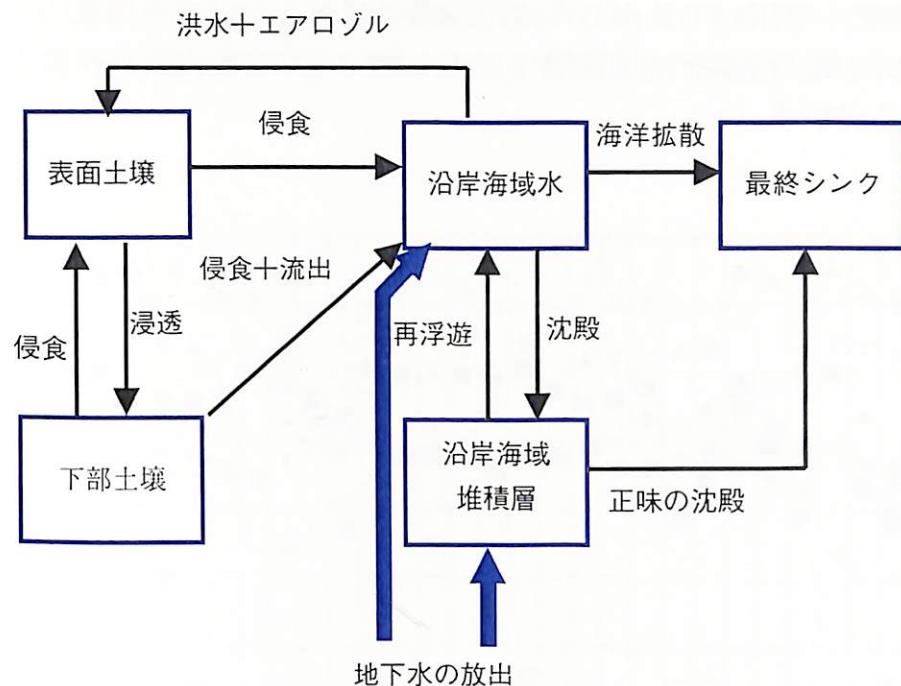


図 2.3-1 核種移行プロセスに関する概念モデル（沿岸海域モデル）

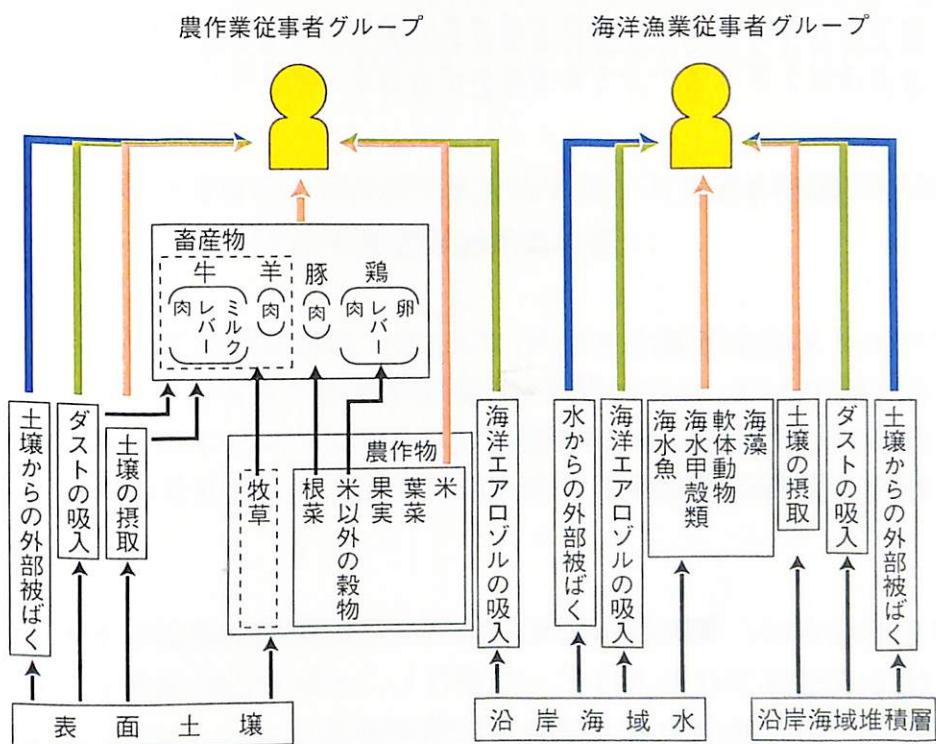


図 2.3-2 被ばく経路に関する概念モデル（沿岸海域モデル）

2.3.2 潮間帯モデルと沿岸海域モデルの比較

潮間帯モデルを用いて算出した海洋漁業従事者グループの線量への換算係数と沿岸海域水モデル、沿岸海域堆積層モデルを用いて算出した換算係数を比較したグラフを図2.3-3に示す。

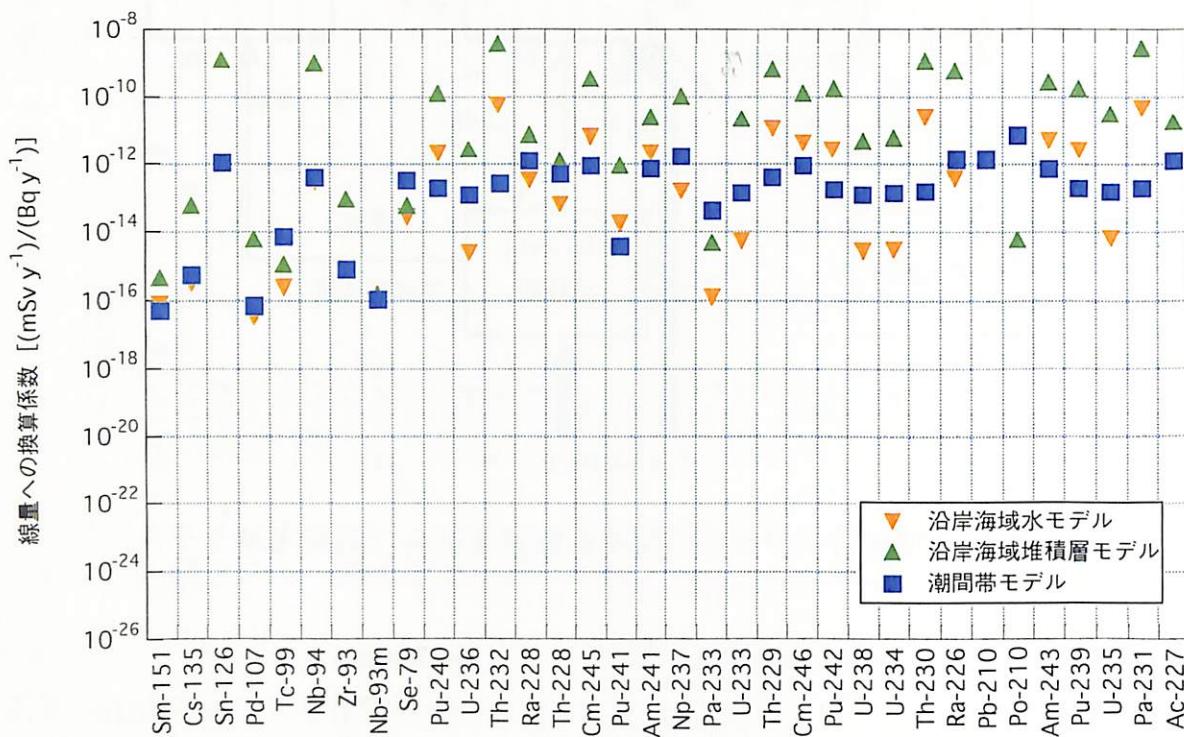


図2.3-3 潮間帯モデルと沿岸海域モデルを用いた線量への換算係数の比較
(海洋漁業従事者グループ)

潮間帯モデルと沿岸海域水モデルについて、海洋漁業従事者グループの線量への換算係数と比較すると、ほぼ同程度か沿岸海域水モデルのほうが大きい値となった。一方、潮間帯モデルと沿岸海域堆積層モデルについては、Tc-99, Se-79, Pa-233, Po-210を除く核種で沿岸海域堆積層モデルを用いて算出した換算係数のほうが大きくなつた。

潮間帯モデルでは、潮間帯堆積層に放出された核種が潮間帯水域に再浮遊および地下水流による移行プロセスによって移行し、それが沿岸海洋や表面土壌、下部土壌に移行する。沿岸海域水および沿岸海域堆積層コンパートメントに移行した核種の大部分は、海域における液相の移行プロセス（干満による流れ、海洋拡散）によって最終シンクへ移行するため、被ばくに寄与するコンパートメント（例えば、沿岸海域水コンパートメントなど）に存在する核種が減少することが考えられる。

2.3.3 周辺海洋モデルと沿岸海域モデルの比較

潮間帯モデルを用いて算出した海洋漁業従事者グループの線量への換算係数と沿岸海域水モデル、沿岸海域堆積層モデルを用いて算出した換算係数を比較したグラフを図2.3-4に示す。

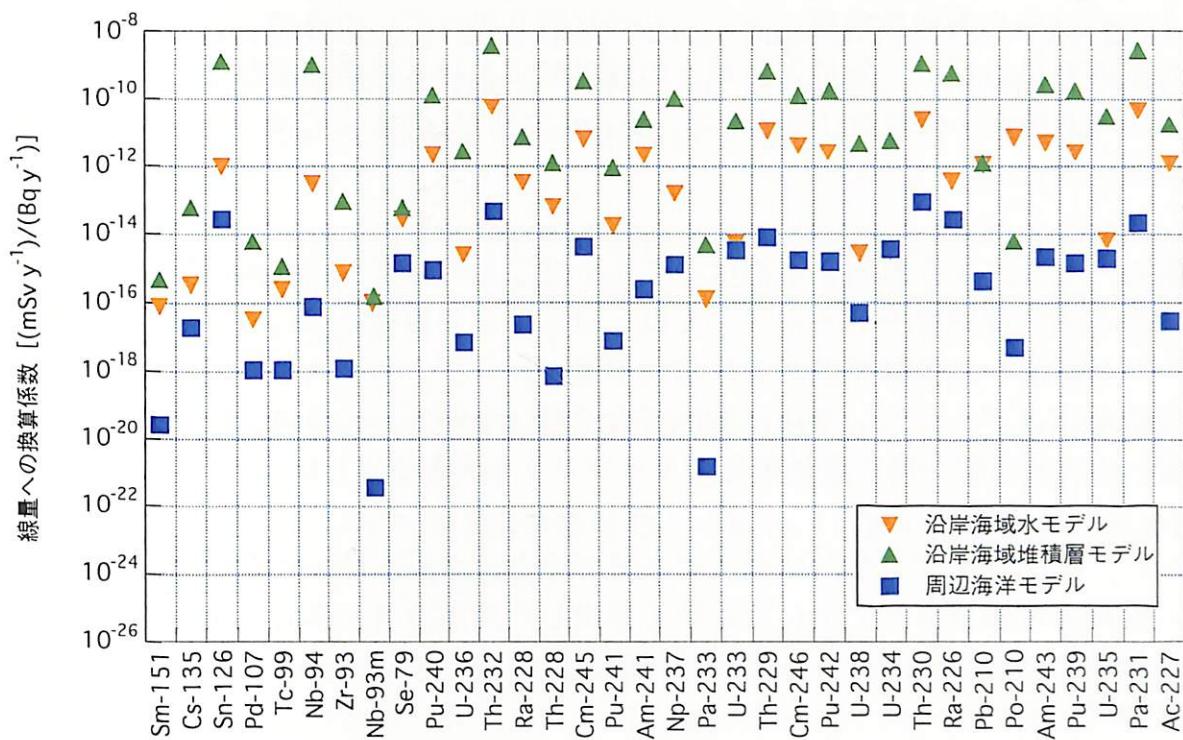


図2.3-4 周辺海洋モデルと沿岸海域モデルを用いた線量への換算係数の比較
(海洋漁業従事者グループ)

周辺海洋モデルと沿岸海域水モデルについて、海洋漁業従事者グループの線量への換算係数と比較したところ、ほぼ同程度か沿岸海域水モデルのほうが大きい値となった。一方、周辺海洋モデルと沿岸海域堆積層モデルを比較した場合、すべての核種について沿岸海域堆積層モデルを用いて算出した換算係数のほうが大きくなつた。

周辺海洋モデルでは、周辺海洋堆積層に放出された核種が周辺海洋水域に再浮遊および拡散による移行プロセスによって移行し、それが沿岸海洋や表面土壌、下部土壌に移行する。しかし、周辺海洋堆積層の分配係数は比較的高いため、周辺海洋堆積層に核種が蓄積し、沿岸海洋や表面土壌などに移行する核種量が減少することとなる。さらに、周辺海洋堆積層は被ばく経路に関連しないため、沿岸海域モデルと比較して線量への換算係数が減少したものと考えられる。

3 おわりに

海域を処分場からの放射性核種の流入域とする生物圏モデルについて、既存のモデルをベースに海域の環境に関する知見を取り込みながら代替モデルを作成し、そのモデル特性を既存のモデル（沿岸海域水モデルまたは沿岸海域堆積層モデル）との比較検討により把握することを試みた。具体的には、これまで沿岸の海域（沿岸海域水または沿岸海域堆積層）として一つに取り扱っていた海域について、その空間的な拡がりに着目し、海域と陸域との境界部における領域（潮間帯）および沿岸の海域よりも沖合いの領域（周辺海洋）を、それぞれ GBI として想定し代替生物圏モデルを作成した。

個別のモデルにより算出した被ばくグループごとの線量への換算係数について比較したところ、潮間帯モデルについては、ほとんどの核種について海洋漁業従事者グループの線量への換算係数が農作業従事者グループよりも大きな値となった。一方、周辺海洋モデルについては、すべての核種について、海洋漁業従事者グループの線量への換算係数が農作業従事者グループよりも大きな値となった。

さらに、潮間帯モデルまたは周辺海洋モデルと、沿岸海域モデル（沿岸海域水モデル、沿岸海域堆積層モデル）を用いて算出した海洋漁業従事者グループの線量への換算係数を比較したところ、潮間帯モデルと沿岸海域水モデルでは、ほぼ同程度か沿岸海域水モデルのほうが大きい値となった。一方、潮間帯モデルと沿岸海域堆積層モデルについては、Tc-99, Se-79, Pa-233, Po-210 を除く核種で沿岸海域堆積層モデルを用いて算出した換算係数のほうが大きくなった。一方、周辺海洋モデルと沿岸海域水モデルでは、ほぼ同程度か沿岸海域水モデルのほうが大きい値となった。一方、周辺海洋モデルと沿岸海域堆積層モデルを比較した場合、すべての核種について沿岸海域堆積層モデルを用いて算出した換算係数のほうが大きくなった。

4 参考文献

馬場智子, 石原義尚, 鈴木祐二, 内藤守正, 石黒勝彦, 池田孝夫, Richard Little: 高レベル放射性廃棄物の地層処分安全評価における生物圏のモデル化の検討, JNC TN8400 99-084 (1999) .

BIOMASS: Long-term Releases from Solid Waste Disposal Facilities: The Reference Biosphere Concept. BIOMASS Theme 1 Working Document : BIOMASS/T1/WD01. International Atomic Energy Agency, Vienna (1999).

BIOMOVS II: Development of a Reference Biospheres Methodology for Radioactive Waste Disposal, BIOMOVS II Technical Report No. 6, Swedish Radiation Protection Institute, Stockholm, Sweden (1996).

原子力委員会: 昭和 62 年原子力開発利用長期計画 (1987) .

原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会: 高レベル放射性廃棄物の地層処分研究等の今後の進め方について (1997) .

Hudson, J.: Rock Engineering Systems: Theory and Practice, Ellis Horwood, Chichester (1992).

ICRP: Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (adopted January 17, 1977), ICRP Publication 26, Pergamon Press, Oxford (1977).

核燃料サイクル開発機構: わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第 2 次取りまとめ— 分冊 3 地層処分システムの安全評価, JNC TN1400 99-023 (1999) .

環境庁 生物の多様性分野の環境影響評価技術検討会: 生物多様性分野の環境影響評価技術(I)スコーピングの進め方について, 環境庁生物多様性分野の環境影響評価技術検討会中間報告書 (1999) .

(<http://www.eic.or.jp/eonet/assessment/houkokusho/tayousei9906/index.html>)

山本莊毅・樋根勇(監): 改訂新版 最新地下水学 調査と実務のガイドライン, 山海堂 (1980) .

付録 A 潮間帯モデルで用いた評価式およびデータセット

1 評価式

1.1 コンパートメント間の移行プロセス

コンパートメント間の移行プロセスは、移行速度係数行列を用いて数学的に表現される。コンパートメントのインベントリは一次線形微分方程式のセットで表現される。 i 番目のコンパートメントのインベントリの時間変化率は次式で与えられる。

$$\frac{dN_i}{dt} = \left(\sum_{j \neq i} \lambda_{ji} N_j + \lambda_M M_i + S_i(t) \right) - \left(\sum_{j \neq i} \lambda_{ij} N_i + \lambda_N N_i \right) \quad (\text{A-1})$$

N_i	: コンパートメント i における核種 N の量 [mol]
N_j	: コンパートメント j における核種 N の量 [mol]
M_i	: コンパートメント i における核種 M の量 (M は N の親核種) [mol]
$S_i(t)$: コンパートメント i への核種 N の外部ソースターム [mol y ⁻¹]
λ_M	: 核種 M の崩壊定数 [y ⁻¹]
λ_N	: 核種 N の崩壊定数 [y ⁻¹]
λ_{ji}	: コンパートメント j ($\neq i$) からコンパートメント i への移行係数 [y ⁻¹]
λ_{ij}	: コンパートメント i からコンパートメント j ($\neq i$) へのロス (系外へのロスを含む) を表す移行係数 [y ⁻¹]

コンパートメント間の移行速度係数 (λ_{ij}) は、概念モデルで特定した移行プロセスを数学的に表現したものである。概念モデルの中の各移行プロセスに関する移行速度係数を計算するための代数方程式を以下に示す。

1.1.1 液相による移行プロセス

1.1.1.1 地下水流

地下水流による放射性核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{V_{wflow}}{V_{rsed} \theta_{rsed} R_{rsed}} \quad (\text{A-2})$$

V_{wflow}	: 潮間帯堆積層コンパートメントからの放水量 [m ³ y ⁻¹]
V_{ised}	: 潮間帯堆積層コンパートメントの体積 [m ³]
θ_{isedw}	: 潮間帯堆積層コンパートメントの体積含水率 [-]
R_{ised}	: 潮間帯堆積層コンパートメントの遅延係数 [-]

遅延係数 R_{ised} は次式により与えられる。

$$R_{ised} = 1 + \frac{(1 - \theta_{ised}) \rho_{gised}}{\theta_{isedw}} K_{dised} \quad (\text{A-3})$$

θ_{ised}	: 潮間帯堆積層コンパートメントの空隙率 [-]
ρ_{gised}	: 潮間帯堆積層コンパートメントの密度 [kg m ⁻³]

- θ_{sedw} : 潮間帯堆積層コンパートメントの体積含水率 [-]
 K_{dsed} : 潮間帯堆積層コンパートメントの分配係数 [$m^3 kg^{-1}$]

1.1.1.2 浸透／流出

浸透／（地下水）流出による核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{d_d}{R_{sed}\theta_{sedw}d_{sed}} \quad (A-4)$$

- d_d : 年間の浸透／流出率 [$m y^{-1}$]
 R_{sed} : 浸透／流出が起こるコンパートメントの遅延係数 [-]
 θ_{sedw} : 浸透／流出が起こるコンパートメントの体積含水率 [-]
 d_{sed} : 浸透／流出が起こるコンパートメントの深さ [m]

遅延係数 R_{sed} は次式により与えられる。

$$R_{sed} = 1 + \frac{(1 - \theta_{sed})\rho_{gsed}}{\theta_{sedw}} K_{dsed} \quad (A-5)$$

- θ_{sed} : 潮間帯堆積層コンパートメントの空隙率 [-]
 ρ_{gsed} : 潮間帯堆積層コンパートメントの密度 [$kg m^{-3}$]
 θ_{sedw} : 潮間帯堆積層コンパートメントの体積含水率 [-]
 K_{dsed} : 潮間帯堆積層コンパートメントの分配係数 [$m^3 kg^{-1}$]

1.1.1.3 洪水

洪水による核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{V_{fw}}{V_{tw}} \quad (A-6)$$

- V_{fw} : 土壤へ浸透する年間の洪水量 [$m^3 y^{-1}$]
 V_{tw} : 潮間帯水域コンパートメントの体積 [m^3]

1.1.1.4 潮流と海洋拡散

潮流および海洋拡散による核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{Q_w}{V_w} \quad (A-7)$$

- Q_w : 上流の水域コンパートメントから下流の水域コンパートメントへの水の放出率 [$m^3 y^{-1}$]
 V_w : 上流の水域コンパートメントの体積 [m^3]

1.1.1.5 シースプレイ

シースプレイによる核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{T_{ss} V_{aero}}{V_{iw}} \quad (A-8)$$

- T_{ss} : シースプレイ濃縮係数 [-]
- V_{aero} : 年間のシースプレイ量 [$m^3 y^{-1}$]
- V_{iw} : 潮間帯水域コンパートメントの体積 [m^3]

1.1.2 固相による移行プロセス

1.1.2.1 侵食／風食

侵食／風食による核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{E_{sed}}{d_{sed}} \quad (A-9)$$

- E_{sed} : 土壌または堆積物コンパートメントにおける年間侵食／風食量 [$m y^{-1}$]
- d_{sed} : 土壌または堆積物コンパートメントの深さ [m]

1.1.2.2 河川堆積層からの再浮遊

河川堆積層からの再浮遊による核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{r_{ised}}{d_{ised}} \quad (A-10)$$

- r_{ised} : 河川堆積層からの再浮遊量 [$m y^{-1}$]
- d_{ised} : 河川堆積層コンパートメントの深さ [m]

1.1.2.3 潮間帯堆積層あるいは沿岸海域堆積層からの再浮遊

潮間帯堆積層あるいは沿岸海域堆積層からの再浮遊による核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{(R_{msed} - 1)B_{msed}}{R_{msed} d_{msed}^2} \quad (A-11)$$

- R_{msed} : 潮間帯堆積層あるいは沿岸海域堆積層コンパートメントの遅延係数 [-]
- B_{msed} : 生物擾乱による拡散速度係数（沿岸海域堆積層からの再浮遊量） [$m^2 y^{-1}$]
- d_{msed} : 潮間帯堆積層あるいは沿岸海域堆積層コンパートメントの深さ [m]

遅延係数 R_{msed} は次式で与えられる。

$$R_{msed} = 1 + \frac{(1 - \theta_{msed})\rho_{gmsed}}{\theta_{msedw}} K_{dmsed} \quad (\text{A-12})$$

- θ_{msed} : 潮間帯堆積層あるいは沿岸海域堆積層コンパートメントの空隙率 [-]
 ρ_{gmsed} : 潮間帯堆積層あるいは沿岸海域堆積層コンパートメントの密度 [kg m^{-3}]
 θ_{msedw} : 潮間帯堆積層あるいは沿岸海域堆積層コンパートメントの体積含水率 [-]
 K_{dmsed} : 潮間帯堆積層あるいは沿岸海域体積層コンパートメントの分配係数
[$\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$]

1.1.2.4 正味の沈殿

正味の沈殿による核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{(R_{msed} - 1)}{R_{msed}} \frac{S_{nf}}{d_{msed}} \quad (\text{A-13})$$

- R_{msed} : 沿岸海域堆積層コンパートメントの遅延係数 [-]
 S_{nf} : 正味の沈殿量 [m y^{-1}]
 d_{msed} : 沿岸海域堆積層コンパートメントの深さ [m]

1.1.2.5 グロスの沈殿

グロスの沈殿による核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{Kd_{sed} S_g (1 - \theta_{sedw}) \rho_{gsed} A_w}{(1 + Kd_{sed} \alpha_w) V_w} \quad (\text{A-14})$$

- Kd_{sed} : 水コンパートメント中の浮遊堆積物の分配係数 [$\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$]
 S_g : 水コンパートメントから関連する堆積物コンパートメントへのグロスの
沈殿率 [m y^{-1}]
 θ_{sedw} : 堆積層コンパートメントの体積含水率 [-]
 ρ_{gsed} : 堆積層コンパートメントの真密度 [kg m^{-3}]
 A_w : 水コンパートメントの面積 [m^2]
 α_w : 水コンパートメント中の浮遊堆積物の密度 [kg m^{-3}]
 V_w : 水コンパートメントの体積 [m^3]

1.1.2.6 ベッドロード

ベッドロードによる核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{K_{dsed} B_l}{(\theta_{sedw} + K_{dsed} (1 - \theta_{sed}) \rho_{gsed}) V_{sed}} \quad (\text{A-15})$$

- K_{dsed} : 堆積層コンパートメントの分配係数 [$\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$]
 B_l : ベッドロード量 [kg y^{-1}]
 θ_{sedw} : 堆積層コンパートメントの体積含水率 [-]

- θ_{sed} : 堆積層コンパートメントの空隙率 [-]
 ρ_{gsed} : 堆積層コンパートメントの密度 [kg m^{-3}]
 V_{sed} : 堆積層コンパートメントの体積 [m^3]

1.2 線量評価

各被ばく経路からの線量当量は、以下に示す式を用いて算出する。

1.2.1 畜産物の摂取

畜産物の摂取による農作業従事者グループの線量当量は次式で与えられる。

$$D_{prod} = ING_{prod} D_{ing} C_{prod} \quad (A-16)$$

- D_{prod} : 畜産物の摂取による線量当量 [Sv y⁻¹]
- ING_{prod} : 畜産物の摂取量 [kg y⁻¹]
- D_{ing} : 経口摂取に対する線量当量換算係数 [Sv Bq⁻¹]
- C_{prod} : 畜産物中の核種濃度 [Bq kg⁻¹]

ただし、 C_{prod} は次式で計算される

$$C_{prod} = CF_{prod} \left[C_{fodd} ING_{fodd} + \frac{C_{ss} ING_{ssa}}{(1 - \theta_{ss}) \rho_{gss} + \theta_{ssw} \rho_w} + BR_a O_{an} C_{airss} \right] \quad (A-17)$$

- CF_{prod} : 畜産物への核種の濃縮係数 [d kg⁻¹ (fresh weight of product)]
- C_{fodd} : 飼料中の核種濃度 [Bq kg⁻¹ (fresh weight of fodder)]
- ING_{fodd} : 家畜による飼料の摂取量 [kg (fresh weight) d⁻¹]
- C_{ss} : 表面土壌コンパートメント中の核種濃度 [Bq m⁻³]
- ING_{ssa} : 家畜による土壌の摂取量 [kg (wet weight of soil) d⁻¹]
- θ_{ss} : 表面土壌コンパートメントの空隙率 [-]
- ρ_{gss} : 表面土壌コンパートメントの密度 [kg m⁻³]
- θ_{ssw} : 表面土壌コンパートメントの体積含水率 [-]
- ρ_w : 水の密度 [kg m⁻³]
- BR_a : 家畜の呼吸率 [m³ h⁻¹]
- O_{an} : 家畜の表面土壌コンパートメント滞在時間 [h d⁻¹]
- C_{airss} : 表面土壌コンパートメント上方の大気中の核種濃度 [Bq m⁻³]

ただし、 C_{airss} は次式で与えられる。

$$C_{airss} = \frac{C_{ss}}{(1 - \theta_{ss}) \rho_{gss}} \frac{(R_{ss} - 1)}{R_{ss}} dust_{ss} + Air_{aero} C_{iw} T_{ss} \quad (A-18)$$

- C_{ss} : 表面土壌コンパートメント中の核種濃度 [Bq m⁻³]
- θ_{ss} : 表面土壌コンパートメントの空隙率 [-]
- ρ_{gss} : 表面土壌コンパートメントの密度 [kg m⁻³]
- R_{ss} : 表面土壌コンパートメントの遅延係数 [-]
- $dust_{ss}$: 表面土壌コンパートメント上方大気中のダストレベル [kg m⁻³]
- Air_{aero} : 海洋エアロゾルの飛散による大気中のエアロゾルレベル [m³ m⁻³]
- C_{iw} : 潮間帯水域コンパートメント中の核種濃度 [Bq m⁻³]
- T_{ss} : シースプレイ濃縮係数 [-]

また、 C_{fodd} は次式により与えられる。

$$C_{food} = \frac{(CF_{past} + S_{past})C_{ss}}{(1 - \theta_{ss})\rho_{gss}} + \frac{\mu_{past} d_{spast} C_{iw}}{Y_{past} W_{past} + N ING_{past}} \quad (A-19)$$

CF_{past}	: 土壤から牧草への移行係数 [Bq kg ⁻¹ (fresh weight of pasture)/Bq kg ⁻¹ (dry weight of soil)]
S_{past}	: 牧草への土壤の付着量 [kg (dry weight soil)/kg (fresh weight of pasture)]
C_{ss}	: 表面土壤コンパートメントの核種濃度 [Bq m ⁻³]
θ_{ss}	: 表面土壤コンパートメントの空隙率 [-]
ρ_{gss}	: 表面土壤コンパートメントの密度 [kg m ⁻³]
μ_{past}	: 牧草葉面によるシースプレイ中の核種の阻止率 [-]
d_{spast}	: シースプレイの牧草地への年間浸透量 [m y ⁻¹]
C_{iw}	: 潮間帯水域コンパートメント中の核種濃度 [Bq m ⁻³]
Y_{past}	: 牧草の単位面積あたりの生産量 (栽培密度) [kg m ⁻²]
W_{past}	: 牧草葉面からの風雨による系外への除去率 (ウェザリング率) [y ⁻¹]
N	: 家畜の飼育密度 [m ⁻²]
ING_{past}	: 家畜による牧草の摂取率 [kg (fresh weight of pasture) y ⁻¹]

1.2.2 堆積物の摂取

堆積物の摂取による海洋漁業従事者グループの線量当量は次式で与えられる。

$$D_{sed} = ING_{sed} D_{ing} \frac{C_{sed}}{(1 - \theta_{sed})\rho_{sed} + \theta_{sedw}\rho_w} \quad (A-20)$$

D_{sed}	: 堆積物の摂取による線量当量 [Sv y ⁻¹]
ING_{sed}	: 堆積物の年間摂取量 [kg y ⁻¹]
D_{ing}	: 経口摂取に対する線量当量換算係数 [Sv Bq ⁻¹]
C_{sed}	: 潮間帯堆積層コンパートメント中の核種濃度 [Bq m ⁻³]
θ_{sed}	: 潮間帯堆積層コンパートメントの空隙率 [-]
ρ_{gsed}	: 潮間帯堆積層コンパートメントの密度 [kg m ⁻³]
θ_{sedw}	: 潮間帯堆積層コンパートメントの体積含水率 [-]
ρ_w	: 水の密度 [kg m ⁻³]

1.2.3 海産物の摂取

海産物の摂取による海洋漁業従事者グループの線量当量は次式で与えられる。

$$D_{aqfood} = ING_{aqfood} D_{ing} FF_w C_w CF_{aqfood} 10^{-3} \quad (A-21)$$

D_{aqfood}	: 海産物摂取による線量当量 [Sv y ⁻¹]
ING_{aqfood}	: 海産物の年間摂取量 [kg y ⁻¹]
D_{ing}	: 経口摂取に対する線量当量換算係数 [Sv Bq ⁻¹]
FF_w	: ろ過された水における核種の残存割合 [-]
C_w	: 水域コンパートメント中の核種濃度 [Bq m ⁻³]
CF_{aqfood}	: 海産物への核種の濃縮係数 [Bq kg ⁻¹ (fresh weight of edible fraction of aquatic

ただし、 FF_w は次式により与えられる。

$$FF_w = \frac{1}{1 + K_{dw} \alpha_w} \quad (A-22)$$

K_{dw} : 水域コンパートメント中の浮遊物に対する分配係数 [$\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$]
 α_w : 水域コンパートメント中の浮遊物の量 [kg m^{-3}]

1.2.4 土壤／堆積物からの外部被ばく

土壤／堆積物からの外部被ばくによる農作業／海洋漁業従事者グループの線量当量は次式で与えられる。

$$D_{exsed} = O_{sed} D_{exts} C_{sed} \quad (A-23)$$

D_{exsed} : 土壤／堆積物からの外部被ばくによる線量当量 [Sv y^{-1}]
 O_{sed} : 土壤／堆積層コンパートメントにおける滞在時間 [h y^{-1}]
 D_{exts} : 土壤／堆積物からの外部被ばくに対する線量当量換算係数 [$\text{Sv h}^{-1} / \text{Bq m}^{-3}$]
 C_{sed} : 土壤／堆積層コンパートメント中の核種濃度 [Bq m^{-3}]

1.2.5 水からの外部被ばく

水からの外部被ばくによる海洋漁業従事者グループの線量当量は次式で与えられる。

$$D_{exiwat} = O_{iwat} D_{extw} C_{iw} \quad (A-24)$$

D_{exiwat} : 水からの外部被ばくによる線量当量 [Sv y^{-1}]
 O_{iwat} : 潮間帯水域コンパートメントでの滞在時間 [h y^{-1}]
 D_{extw} : 水からの外部被ばくに対する線量当量換算係数 [$\text{Sv h}^{-1} / \text{Bq m}^{-3}$]
 C_{iw} : 潮間帯水域コンパートメント中の核種濃度 [Bq m^{-3}]

1.2.6 ダストの吸入

ダストの吸入による農作業／海洋漁業従事者グループの線量当量は次式で与えられる。

$$D_{dust} = D_{inh} BR_{sed} O_{sed} C_{air} \quad (A-25)$$

D_{dust} : ダストの吸入による線量当量 [Sv y^{-1}]
 D_{inh} : 吸入摂取に対する線量当量換算係数 [Sv Bq^{-1}]
 BR_{sed} : 土壤／堆積層コンパートメントでの人間の呼吸率 [$\text{m}^3 \text{h}^{-1}$]
 O_{sed} : 土壤／堆積層コンパートメントでの滞在時間 [h y^{-1}]
 C_{air} : 土壤／堆積層コンパートメント上方大気中の核種濃度 [Bq m^{-3}]

ただし、 C_{air} は次式により与えられる。

ただし、 C_{air} は次式により与えられる。

$$C_{air} = \frac{C_{sed}}{(1 - \theta_{sed}) \rho_{gsed}} \frac{(R_{sed} - 1)}{R_{sed}} dust_{sed} \quad (A-26)$$

- C_{sed} : 土壌／堆積層コンパートメント中の核種濃度 [Bq m⁻³]
- θ_{sed} : 土壌／堆積層コンパートメントの空隙率 [-]
- ρ_{gsed} : 土壌／堆積層コンパートメントの密度 [kg m⁻³]
- R_{sed} : 土壌／堆積層コンパートメントの遅延係数 [-]
- $dust_{sed}$: 土壌／堆積層コンパートメント上方大気中のダストレベル [kg m⁻³]

1.2.7 海洋エアロゾルの吸入

海洋エアロゾルの吸入による農作業／海洋漁業従事者グループの線量当量は次式で与えられる。

$$D_{aero} = D_{inh} BR_{aero} Air_{aero} O_{aero} C_{iw} T_{ss} \quad (A-27)$$

- D_{aero} : エアロゾルの吸入による線量当量 [Sv y⁻¹]
- D_{inh} : 吸入摂取に対する線量当量換算係数 [Sv Bq⁻¹]
- BR_{aero} : 海洋エアロゾルの飛散領域における人間の呼吸率 [m³ h⁻¹]
- Air_{aero} : 海洋エアロゾルの飛散領域における大気中エアロゾルレベル [m³ m⁻³]
- O_{aero} : 海洋エアロゾルの飛散領域における滞在時間 [h y⁻¹]
- C_{iw} : 潮間帯水域コンパートメント中の核種濃度 [Bq m⁻³]
- T_{ss} : シースプレイ濃縮係数 [-]

2 データセット

2.1 コンパートメントに関するデータ

付表 A-1 コンパートメントの諸量に関するデータ

パラメータ	単位	表面土壤					飽和度が可変となる表面下部の土壤				
		標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
深さ	m	3×10^{-1}	[1],[2], [3]	1×10^{-1}	5×10^{-1}	[1],[2], [4],[5]	2	-(*4)	1	2×10^{-1}	-(*4)
面積	m^2	5×10^5	-(*1)	5×10^3	5×10^6	-(*2)	5×10^5	-(*5)	5×10^3	5×10^6	-(*5)
体積	m^3	1.5×10^5	-(*3)	5×10^2	2.5×10^6	-(*3)	1×10^5	-(*3)	5×10^3	1×10^6	-(*3)
間隙率	-	4×10^{-1}	[1],[2], [5]	1×10^{-1}	7×10^{-1}	[5],[9], [10]	4×10^{-1}	[2]	1×10^{-1}	7×10^{-1}	[5],[9], [10]
体積含水率	-	3×10^{-1}	[5]	6×10^{-2}	4×10^{-1}	[5],[9]	3.5×10^{-1}	[5]	8×10^{-2}	4×10^{-1}	[5],[9]
浮遊物濃度	kg/m^3	-	-(*17)	-	-	-(*17)	-	-(*17)	-	-	-(*17)
水の密度	kg/m^3	1×10^3	[11]	-	-	-	1×10^3	[11]	-	-	-
堆積物の密度	kg/m^3	2.65×10^3	[12] (*15)	2.6×10^3	2.7×10^3	[13] (*16)	2.65×10^3	[12] (*15)	8×10^{-2}	4×10^{-1}	[13]
<hr/>											
パラメータ	単位	潮間帯水域					潮間帯堆積層				
		標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
深さ	m	2.5	-(*6)	1	4×10^{-1}	-(*6)	1×10^{-1}	-(*8)	4×10^{-2}	2×10^{-1}	[14]
面積	m^2	5×10^4	-(*7)	1×10^3	2.5×10^6	-(*7)	1×10^5	-(*9)	2×10^3	5×10^6	-(*9)
体積	m^3	1.25×10^5	-(*3)	1×10^3	1×10^6	-(*3)	1×10^4	-(*3)	8×10^3	1×10^6	-(*3)
間隙率	-	9.9623×10^{-1}	-(*12)	9.9245×10^{-1}	9.9962×10^{-1}	-(*12)	5×10^{-1}	-	4×10^{-1}	6×10^{-1}	-
体積含水率	-	9.9623×10^{-1}	-(*12)	9.9245×10^{-1}	9.9962×10^{-1}	-(*12)	5×10^{-1}	-(*13)	4×10^{-1}	6×10^{-1}	-(*13)
浮遊物濃度	kg/m^3	1×10^1	-(*14)	1	2×10^1	[14]	-	-(*17)	-	-	-(*17)
水の密度	kg/m^3	1×10^3	[11]	-	-	-	1×10^3	[11]	-	-	-
堆積物の密度	kg/m^3	2.65×10^3	[12] (*15)	-	-	[13] (*17)	2.65×10^3	[12] (*15)	4×10^{-1}	6×10^{-1}	[13] (*13)
<hr/>											
パラメータ	単位	沿岸海域水					沿岸海域堆積層				
		標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
深さ	m	5	[15] (*18)	5	2×10^1	[1],[6]	5×10^{-1}	[1]	1×10^{-1}	5×10^{-1}	[1]
面積	m^2	2×10^6	-(*18)	-	-	-	2×10^6	-(*11)	-	-	-
体積	m^3	1×10^7	-(*18)	-	-	-	1×10^6	-(*3)	-	-	-
間隙率	-	9.999996×10^{-1}	-(*12)	9.9996×10^{-1}	9.999996×10^{-1}	-(*12)	5×10^{-1}	-	4×10^{-1}	6×10^{-1}	-
体積含水率	-	9.999996×10^{-1}	-(*13)	9.9996×10^{-1}	9.999996×10^{-1}	-(*13)	5×10^{-1}	-(*13)	4×10^{-1}	6×10^{-1}	-(*13)
浮遊物濃度	kg/m^3	1×10^{-3}	[7]	1×10^{-4}	1×10^{-2}	[6],[8]	-	-(*17)	-	-	-(*17)
水の密度	kg/m^3	1×10^3	[11]	-	-	-	1×10^3	[11]	-	-	-
堆積物の密度	kg/m^3	2.65×10^3	[12] (*15)	-	-	[13] (*17)	2.65×10^3	[12] (*15)	4×10^{-1}	6×10^{-1}	[13] (*13)

【設定根拠】

- *1. 1000 m の海岸線を想定し、かつシースプレイが海岸から 500m 内陸に移行すると仮定した場合の計算値として設定した（潮間帯水域コンパートメントの大きさと一致）。
- *2. 100 ~ 5000 m の海岸線と海岸から内陸へのシースプレイ移行距離を 50~100m と仮定した場合の計算値として設定した（潮間帯水域コンパートメントの大きさと一致）。
- *3. 体積=深さ×面積。
- *4. 表面土壤と地下水水面の間の領域を示す。本検討では 2m と仮定した。
- *5. 表面土壤コンパートメントに対して設定した値と同様に設定した。
- *6. 干満の深さの幅が 1~40m である場合の最適値は 5m であると仮定した。潮間帯水域コンパートメントの深さは平均値である 2.5m に設定した。
- *7. 干満の水平距離幅が 20~1000m、海岸線の距離幅が 100~5000m である場合、それぞれの最適値は 100m および 1000m であると仮定した。これらの最適値を乗じ 50%を標準値として設定し

た（潮の満ち引きを考慮）。

- *8. 波の作用によって混合される堆積物の深さは 0.1m であると仮定した。
- *9. 千満の水平距離の幅が 20~1000m, 海岸線の距離の幅が 100~5000m である場合、それぞれの最適値は 100m および 1000m であると仮定した。これらの最適値を乗じて面積を設定した。
- *10. 面積=体積÷深さ
- *11. 堆積層コンパートメントの面積は、関連する水域コンパートメントの面積と同じであると仮定する。
- *12. 浮遊物濃度と堆積物密度から算出した。
- *13. コンパートメントは完全に飽和していると仮定する。
- *14. 浮遊物濃度を 10 kg m^{-3} と仮定する。
- *15. 文献[12]に記載されている石英の真密度として設定した。
- *16. 文献[13]に記載されている鉱物の真密度として設定した。
- *17. 本コンパートメントでは不要である。
- *18. 海岸線は 10 km と仮定して文献[15]に示された、国内主要地点の平均大潮期における潮流の最小値（0.5 ノット； $0.255 [\text{m sec}^{-1}]$ ）を用いて、文献[16]から設定した。

【参考文献】

- [1] Klos, R. A., Smith, K. R. and Smith, G. M.: Calculations of the Radiological Impact of Unit Releases of Radionuclides to the Biosphere from Solid Waste Disposal Facilities. National Radiological Protection Board, NRPB-M150, Chilton, UK (1989).
- [2] NEA/OECD: PSACOIN Level 1B Intercomparison. NEA Probabilistic System Assessment Group, Nuclear Energy Agency of Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris (1993).
- [3] Charles, D. and Smith, G. M.: Project-90 Conversion of Releases from the Geosphere to Estimates of Individual Doses to Man. SKI Technical Report 91:14 (1991).
- [4] BIOMOVS: Scenario B2: Irrigation with Contaminated Groundwater. BIOMOVS Technical Report 6, Swedish Radiation Protection Institute, Stockholm (1989).
- [5] BIOMOVS: Scenario B6: Transport of Radionuclides to Root-Zone Soil from Contaminated Groundwater. BIOMOVS Technical Report 9, Swedish Radiation Protection Institute, Stockholm (1990a).
- [6] Lawson, G. and Smith, G. M.: BIOS: A Model to Predict Radionuclide Transfer and Doses to Man Following Releases from Geological Repositories. National Radiological Protection Board, NRPB-R169, HMSO, London (1985).
- [7] Bergström, U. and Puigdomenech, I.: Radiological Consequences to Man due to Leakage from a Final Repository for Reactor Waste (SFR). SKB Report SFR 87-12 (1987).
- [8] Camplin, W. C., Clark, M. J. and Delow, C. E.: The Radiation Exposure of the UK Population from Liquid Effluents Discharged from Civil Nuclear Installations in the UK in 1978. National Radiological Protection Board, NRPB R119, HMSO, London (1982).
- [9] Ashton, J. and Sumerling, T. J.: Biosphere Database for Assessments of Radioactive Waste Disposals. UK Department of the Environment Report DoE/RW/88/083 (1988).
- [10] Yu, C., Loureiro, C., Cheng, J-J., Jones, L. G., Wang, Y. Y., Chia, Y. P. and Faillace, E.: Data Collection Handbook to Support Modelling the Impacts of Radioactive Material in Soil. Argonne National Laboratory, Report ANL/EA15-8 (1993).
- [11] Weast, R. C.: Handbook of Chemistry and Physics. First Student Edition. CRC Press Inc, Boca Raton, Florida (1987).
- [12] Freeze, R. A. and Cherry, J. A.: Groundwater. Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey (1979).

- [13] Hillel, D.: Fundamental of Soil Physics. Academic Press Inc, New York (1980).
- [14] Rice, R. J.: Fundamentals of Geomorphology. Longman, London (1977).
- [15] 国立天文台編：理科年表 平成9年，丸善株式会社（1997）。
- [16] 動力炉・核燃料開発事業団：地層処分システム性能評価のための生物圏モデルの高度化（委託研究内容報告書），PNC TJ1281 98-001 (1998) .

2.2 コンパートメント間の移行プロセスに関するデータ

付表 A-2 コンパートメント間の移行プロセスに関するデータ

移行プロセス	単位	標準値	文献	最小値	最大値	文献
液相による移行量						
地下水流	$m^3 y^{-1}$	2.0×10^6	- (*2)	1.0×10^5	1.0×10^7	- (*6)
浸透／流出	$m y^{-1}$	9.3×10^{-1}	- (*3)	4.75×10^{-1}	1.5	- (*4)
洪水	$m^3 y^{-1}$	1.25×10^5	- (*5)	1.25×10^4	2.5×10^5	- (*6)
干満による流れ	$m^3 y^{-1}$	9.1×10^7	- (*7)	7.3×10^4	1.5×10^{11}	- (*8)
海洋拡散	$m^3 y^{-1}$	1×10^{10}	[2] (*1)	4×10^9	2×10^{11}	- (*9)
シースプレイによる飛散	$m^3 y^{-1}$	1×10^3	- (*10)	1×10^1	5×10^4	- (*11)
固相による移行量						
侵食	$m y^{-1}$	1×10^{-4}	[5]	6.4×10^{-6}	3.4×10^{-3}	[5],[6],[7],[8]
風食	$m y^{-1}$	2×10^{-5}	- (*19)	2×10^{-6}	2×10^{-4}	- (*17)
潮間帯堆積層からの再浮遊(*10)	$m y^{-1}$	3.65×10^1	- (*12)	2.1	1.5×10^2	- (*13)
潮間帯でのグロスの沈殿	$m y^{-1}$	3.65×10^1	- (*14)	2.1	1.5×10^2	- (*14)
ペッドロード	$kg y^{-1}$	1.3×10^5	- (*15)	1.1×10^2	1.3×10^8	- (*16)
沿岸海域での生物擾乱による拡散	$m^2 y^{-1}$	3.2×10^{-5}	[9]	3.2×10^{-6}	3.2×10^{-4}	- (*17)
沿岸海域でのグロスの沈殿	$m y^{-1}$	7.5×10^{-5}	[10]	3.8×10^{-6}	3.7×10^{-4}	[4]
正味の沈殿	$m y^{-1}$	5.0×10^{-5}	- (*18)	7.5×10^{-6}	3.7×10^{-3}	[4]

【設定根拠】

- *1 海岸線は 10 km と仮定して文献[1]に示された、国内主要地点の平均大潮期における潮流の最小値 (0.5 ノット ; $0.255 [m sec^{-1}]$) を用いて、文献[2]から設定した。
- *2 評価の前提条件から、潮間帯堆積層への地下水放出流量 ($2.0 \times 10^6 [m^3 y^{-1}]$) と等しいとする。
- *3 全降水量 (1750 [mm]) の 40 %が浸透あるいは流出に、年間の洪水量の 50 % ($1.25 \times 10^5 [m^3 y^{-1}]$) が表面土壌へ浸透すると仮定して計算した。
- *4 現在の降水量の範囲 (1500 ~ 2000 [mm]) の 30 ~ 50 %が浸透／流出し、年間の洪水量すべて (1.25×10^4 ~ $2.5 \times 10^5 [m^3 y^{-1}]$) が表面土壌へ浸透すると仮定して計算した。
- *5 表面土壌は年に 1 回の割合で潮間帯水域コンパートメントの体積 ($2.5 \times 10^5 [m^3]$) と等しい水量の洪水を受けると仮定して計算した。
- *6 年間に 0.1 ~ 2 回、潮間帯水域コンパートメントの体積が標準値 ($2.5 \times 10^5 [m^3]$) となると仮定して計算した。
- *7 1 日 2 回の交換で潮間帯水域コンパートメントの体積が標準値 ($2.5 \times 10^5 [m^3]$) となると仮定して計算した。
- *8 1 日 2 回の交換の間で潮間帯水域コンパートメントの体積の変化は 1×10^3 ~ $1 \times 10^8 [m^3]$ であると仮定して計算した。
- *9 コンパートメント中の水の交換回数を年 20 回[4]とし、沿岸海域水コンパートメントの体積を用いて計算した。
- *10 文献[3]からの海岸線 1 mあたりのシースプレイの移行量 (1×10^{-1} ~ $1 \times 10^1 [m^3 y^{-1}]$) を考慮して 1 mあたり $1 [m^3 y^{-1}]$ と仮定し、海岸線の距離を 1000 [m]と仮定して算出した。
- *11 文献[3]からの海岸線 1 mあたりのシースプレイの移行量 (1×10^{-1} ~ $1 \times 10^1 [m^3 y^{-1}]$) を考慮して 1 mあたり $1 [m^3 y^{-1}]$ と仮定し、海岸線の距離を 100 ~ 5000 [m]と仮定して算出した。
- *12 1 日 1 回交換すると仮定して、潮間帯堆積物コンパートメントの深さから設定した。
- *13 1 週間に 2 回~1 日 2 回交換すると仮定して、潮間帯堆積層コンパートメントの深さから設定し

- *18 沿岸海域でのグロスの沈殿量の 67 %であると仮定した。
- *19 単位長さあたりの空気の移行量 (3.15×10^8 [m³ y⁻¹/m]) は、地表から 2 mまでの平均風速を 5 [m sec⁻¹]と仮定して計算した。単位長さあたりの空気中の年間堆積物浮遊量 (3.15 [kg y⁻¹/m]) は、単位体積あたりの空気中のダスト量を 1×10^{-8} [kg m⁻³]と仮定して計算した。単位長さあたりの土壤の移行量 (2.38×10^{-3} [m³ y⁻¹/m]) は、土壤のバルク密度 (1325 [kg m⁻³]) と等しいと仮定して計算した。潮間帯堆積層コンパートメントから表面土壤コンパートメントへの移行量 (2.38 [m³ y⁻¹]) は、海岸線を 1000 [m]として計算した。よって、潮間帯堆積層コンパートメントの面積 (1×10^5 [m²]) から、年間風食量を 2×10^{-5} [m y⁻¹]と設定した。

【参考文献】

- [1] 国立天文台編：理科年表 平成9年，丸善株式会社 (1997) .
- [2] 動力炉・核燃料開発事業団：地層処分システム性能評価のための生物圏モデルの高度化（委託研究内容報告書），PNC TJ1281 98-001 (1998) .
- [3] Lawson, G. and Smith, G. M.: BIOS: A Model to Predict Radionuclide Transfer and Doses to Man Following Releases from Geological Repositories. National Radiological Protection Board, NRPB-R169, HMSO, London (1985).
- [4] Charles, D., Jones, M. and Cooper, J. R.: Radiological Impact on EC Member States of Routine Discharges into North European Waters. Report of Working Group IV of CEC Project MARINA. National Radiological Protection Board, NRPB M172, Chilton, UK (1990).
- [5] Shimizu, K., Ishimaru, K., Furuya, K. and Yusa, Y.: Natural Processes and Events Relevant to Long Term Stability of Geological Environment in Japan. In: Waste Disposal and Geology; Scientific Perspectives. Proceedings of Workshop WC-1 of the 29th International Geological Congress, Tokyo, 381-394 (1992).
- [6] NEA/OECD: PSACOIN Level 1B Intercomparison. NEA Probabilistic System Assessment Group, Nuclear Energy Agency of Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris (1993).
- [7] Jones, C. H.: Data for Alternative Biosphere States Fisheries and Soil Erosion. ANS Technical Note 595-27 (1987).
- [8] Holmes, A.: Principles of Physical Geology. 3rd Edition, Thomas Nelson and Sons, UK (1978).
- [9] Klos, R. A., Smith, K. R. and Smith, G. M.: Calculations of the Radiological Impact of Unit Releases of Radionuclides to the Biosphere from Solid Waste Disposal Facilities. National Radiological Protection Board, NRPB-M150, Chilton, UK (1989).
- [10] Bergström, U. and Puigdomenech, I.: Radiological Consequences to Man due to Leakage from a Final Repository for Reactor Waste (SFR). SKB Report SFR 87-12 (1987).
- [11] Little, R. H.: Assessment Context and Biosphere System Description for a Marine Geosphere-Biosphere Interface. QuantiSci Technical Note IE5058C-Note 6 v1.0, QuantiSci, Henley-on-Thames (1998).

2.3 被ばく経路に関するデータ

付表 A-3 線量当量換算係数

核種	線量換算係数 (*1)					
	経口摂取 [Sv Bq ⁻¹]	吸入摂取 [Sv Bq ⁻¹]	文献	外部被ばく		
				土壤 [(Sv h ⁻¹) / (Bq m ⁻³)]	水 [(Sv h ⁻¹) / (Bq m ⁻³)]	
Sm-151	9.3×10 ⁻¹¹	7.7×10 ⁻⁹	[1]	1.9×10 ⁻²⁰	3.1×10 ⁻¹⁹	[2]
Cs-135	1.9×10 ⁻⁹	1.3×10 ⁻⁹	[1]	7.4×10 ⁻¹⁹	4.0×10 ⁻¹⁸	[2]
Sn-126	5.4×10 ⁻⁹	2.4×10 ⁻⁹	[1]	2.3×10 ⁻¹³	7.6×10 ⁻¹³	[2]
Pd-107	3.8×10 ⁻¹¹	3.6×10 ⁻⁹	[1]	0	0	[2]
Tc-99	3.6×10 ⁻¹⁰	2.0×10 ⁻⁹	[1]	2.4×10 ⁻¹⁸	1.1×10 ⁻¹⁷	[2]
Nb-94	1.4×10 ⁻⁹	9.1×10 ⁻⁹	[1]	1.9×10 ⁻¹³	6.0×10 ⁻¹³	[2]
Zr-93	4.5×10 ⁻¹⁰	8.6×10 ⁻⁹	[1]	0	0	[2]
Nb-93m	1.2×10 ⁻¹⁰	7.8×10 ⁻⁹	[1]	2.0×10 ⁻¹⁸	3.7×10 ⁻¹⁷	[2]
Se-79	2.4×10 ⁻⁹	2.5×10 ⁻⁹	[1]	3.6×10 ⁻¹⁹	2.1×10 ⁻¹⁸	[2]
Pu-240	9.8×10 ⁻⁷	1.2×10 ⁻⁴	[1]	2.8×10 ⁻¹⁸	4.0×10 ⁻¹⁷	[2]
U-236	6.8×10 ⁻⁸	3.6×10 ⁻⁵	[1]	4.1×10 ⁻¹⁸	4.2×10 ⁻¹⁷	[2]
Th-232	7.5×10 ⁻⁷	4.5×10 ⁻⁴	[1]	1.0×10 ⁻¹⁷	7.2×10 ⁻¹⁷	[2]
Ra-228	3.3×10 ⁻⁷	1.2×10 ⁻⁶	[1]	1.2×10 ⁻¹³	3.7×10 ⁻¹³	[2]
Th-228	2.0×10 ⁻⁷	8.4×10 ⁻⁵	[1]	2.0×10 ⁻¹³	6.3×10 ⁻¹³	[2]
Cm-245	1.0×10 ⁻⁶	1.3×10 ⁻³	[1]	6.6×10 ⁻¹⁵	3.2×10 ⁻¹⁴	[2]
Pu-241	1.9×10 ⁻⁸	2.4×10 ⁻⁶	[1]	3.6×10 ⁻¹⁹	1.8×10 ⁻¹⁸	[2]
Am-241	1.0×10 ⁻⁶	1.2×10 ⁻⁴	[1]	8.4×10 ⁻¹⁶	6.8×10 ⁻¹⁵	[2]
Np-237	1.1×10 ⁻⁶	1.3×10 ⁻⁴	[1]	1.5×10 ⁻¹⁵	8.4×10 ⁻¹⁵	[2]
Pa-233	9.1×10 ⁻¹⁰	2.4×10 ⁻⁹	[1]	2.0×10 ⁻¹⁴	7.4×10 ⁻¹⁴	[2]
U-233	7.2×10 ⁻⁸	3.8×10 ⁻⁵	[1]	2.7×10 ⁻¹⁷	1.3×10 ⁻¹⁶	[2]
Th-229	1.1×10 ⁻⁶	5.8×10 ⁻⁴	[1]	3.1×10 ⁻¹⁴	1.2×10 ⁻¹³	[2]
Cm-246	1.0×10 ⁻⁶	1.3×10 ⁻⁴	[1]	2.2×10 ⁻¹⁸	3.8×10 ⁻¹⁷	[2]
Pu-242	9.3×10 ⁻⁷	1.1×10 ⁻⁴	[1]	2.5×10 ⁻¹⁸	3.4×10 ⁻¹⁷	[2]
U-238	6.7×10 ⁻⁸	3.3×10 ⁻⁵	[1]	2.9×10 ⁻¹⁵	1.1×10 ⁻¹⁴	[2]
U-234	7.1×10 ⁻⁸	3.8×10 ⁻⁵	[1]	7.7×10 ⁻¹⁸	6.3×10 ⁻¹⁷	[2]
Th-230	1.5×10 ⁻⁷	8.6×10 ⁻⁵	[1]	2.3×10 ⁻¹⁷	1.4×10 ⁻¹⁶	[2]
Ra-226	3.1×10 ⁻⁷	2.2×10 ⁻⁶	[1]	2.2×10 ⁻¹³	6.9×10 ⁻¹³	[2]
Pb-210	1.4×10 ⁻⁶	3.6×10 ⁻⁶	[1]	1.2×10 ⁻¹⁶	7.0×10 ⁻¹⁶	[2]
Po-210	4.5×10 ⁻⁷	2.3×10 ⁻⁶	[1]	1.0×10 ⁻¹⁸	3.3×10 ⁻¹⁸	[2]
Am-243	1.0×10 ⁻⁶	1.2×10 ⁻⁴	[1]	1.7×10 ⁻¹⁴	7.9×10 ⁻¹⁴	[2]
Pu-239	9.8×10 ⁻⁷	1.2×10 ⁻⁴	[1]	5.7×10 ⁻¹⁸	3.5×10 ⁻¹⁷	[2]
U-235	6.9×10 ⁻⁸	3.3×10 ⁻⁵	[1]	1.5×10 ⁻¹⁴	6.2×10 ⁻¹⁴	[2]
Pa-231	2.9×10 ⁻⁶	3.6×10 ⁻⁴	[1]	3.7×10 ⁻¹⁵	1.4×10 ⁻¹⁴	[2]
Ac-227	4.0×10 ⁻⁶	1.9×10 ⁻³	[1]	3.9×10 ⁻¹⁴	1.5×10 ⁻¹³	[2]

【設定根拠】

*1. 当該核種の線量換算係数には、短半減期核種（半減期 25 日以下）の娘核種の線量換算係数を加算している。

【参考文献】

- [1] 科学技術庁：試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規制等の規定に基づく線量当量限度等を定める件、科学技術庁告示第20号(1988)。
- [2] Eckerman, K. F. and Ryman, J. C. : External Exposure to Radionuclides in Air, Water and Soil, Exposure-to-Dose Coefficients for General Application, Based on the 1987 Federal Radiation Protection Guidance, Federal Guidance Report No 12, United States Environmental Protection Agency EPA402-R-93-081 (1993).

付表 A-4 食物等摂取量

食物	標準値	文献	最小値(*1)	最大値(*1)	文献
畜産物	牛肉	8.8	[1]	4.0	1.0×10^2 [3], [5], [8], [9], [10], [11], [12]
	羊肉	6.0×10^1	[2]		
	牛レバー	2.0×10^1	[2]	0	4.0×10^1 [5], [10]
	牛乳	4.60×10^1	[1]	2.0×10^1	4.0×10^2 [3], [5], [8], [9], [10]
海産物	海水魚	1.49×10^1	[1]	-	-
	海洋甲殻類	2.9	[4]		
	軟體動物	1.8	[4]		
	海藻類	1.9	[1]		
その他	土壤	3.7×10^{-2}	[6], [7]	1.0×10^{-3}	1.0×10^{-1} [8]

【設定根拠】

- *1. 範囲は、寒帯およびツンドラ気候の地域における食物の年間摂取量を考慮し設定している。ツンドラ気候特有の食物（アザラシ、鯨、カリブー等）については文献[5]を参照している。

【参考文献】

- [1] 厚生省：国民栄養の現状（平成7年国民栄養調査成績表），平成9年10月（1997）。
- [2] 農林水産省畜産局食肉鶏卵課編：食肉便覧（平成8年）（1997）。
- [3] IAEA: Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Release Safety Series No 57 (draft). IAEA, Vienna (1995).
- [4] 農林水産省統計情報部：第71次農林水産省統計表（平成6年～平成7年）（1996）。
- [5] Watkins, B. M., Little, R. H. and Cooper, N. S.: Provision of Information on the Effects of Climate Change on the Biosphere Transport of Repository Derived Radionuclides. MAFF Food Sciences Division, Report IE3965-1, Version 2.0 (1994).
- [6] Yu, C., Loureiro, C., Cheng, J-J., Jones, L. G., Wang, Y. Y., Chia, Y. P. and Faillace, E.: Data Collection Handbook to Support Modelling the Impacts of Radioactive Material in Soil. Argonne National Laboratory, Report ANL/EAIS-8 (1993).
- [7] Linsley, G. S., Dionian, J., Simmonds, J. R. and Burgess, J.: An Assessment of the Radiation Exposure of Members of the Public in West Cumbria as a Result of Discharges from BNFL Sellafield. National Radiological Protection Board. NRPB-R170, Chilton, UK (1984).
- [8] Bergström, U. and Nordliner, S.: Uncertainties Related to Dose Assessments for High Level Waste Disposal. Nuclear Safety 32(3), pp.391-402 (1991).
- [9] Takase, H.: Personal Communication listing the Parameter Values for the PAR 1 Biosphere Assessment (1992).
- [10] Klos, R. A., Smith, K. R. and Smith, G. M.: Calculations of the Radiological Impact of Unit Releases of Radionuclides to the Biosphere from Solid Waste Disposal Facilities. National Radiological Protection Board, NRPB-M150, Chilton, UK (1989).
- [11] Ashton, J. and Sumerling, T. J.: Biosphere database for assessments of radioactive waste disposals. UKDoE Report No. DoE/RW/88.083 (1988).
- [12] BIOMOVS II: Biosphere Modelling for Dose Assessments of Radioactive Waste Repositories. Final Report of the Complementary Studies Working Group. BIOMOVS II Technical Report No 12 published on behalf of the BIOMOVS II Steering Committee by Swedish Radiation Protection Institute, Sweden (1996).

付表 A-5 生物圏における土壤等への分配係数（単位： $m^3 kg^{-1}$ ）

元素	表面土壤、下部土壤					潮間帯堆積層(*8)				
	設定値	文献	最小値	最大値	文献	設定値	文献	最小値	最大値	文献
Se	1.5×10^{-1}	[14],[15]	3×10^{-4}	3	[2],[6],[12],[17]	1×10^{-2}	[4]	4×10^{-3}	5	[4],[11]
Zr	6.0×10^{-1}	[14],[15]	3×10^{-2}	1×10^1	[6],[12]	1×10^1	[5],[6]	5×10^{-3}	1×10^1	[4],[6]
Nb	1.6×10^{-1}	[14],[15]	3×10^{-2}	6	[3],[4]	1×10^1	[5],[6]	1×10^{-2}	1×10^2	[4],[11]
Tc	1.4×10^{-1}	[14]	0	4×10^{-1}	[4],[7],[12],[13], [15],[16]	1×10^{-1}	[8],[9], [11]	0	2×10^{-1}	[4],[11]
Pd	5.5×10^{-2}	[14],[15]	0	1	[4],[7],[12] (*1)	2	[3]	4×10^{-3}	1×10^1	- (*5)
Sn	1.3×10^{-1}	[14],[15]	1×10^{-1}	1×10^3	[12],[16]	1×10^1	[5],[6]	5×10^{-3}	5×10^1	[4],[11]
Cs	2.7×10^{-1}	[14],[15]	2×10^{-3}	5×10^1	[1],[4],[12],[13], [14],[16]	2	[4]	1	3×10^1	[5],[9]
Sm	2.4×10^{-1}	[14]	1×10^{-3}	1×10^3	- (*4)	1×10^2	- (*4)	1×10^{-2}	1×10^3	- (*4)
Pb	2.7×10^{-1}	[14],[15]	3×10^{-3}	6×10^1	[4],[12],[14],[16]	1×10^1	[5],[6]	1×10^{-2}	1×10^1	[4],[5]
Po	1.5×10^{-1}	[14],[15]	6×10^{-3}	7	[12],[14],[16]	1×10^1	- (*3)	1×10^{-2}	1×10^1	- (*3)
Ra	4.9×10^{-1}	[14],[15]	7×10^{-3}	1×10^3	[2],[4],[16]	1	[4]	5×10^{-1}	3×10^1	[5],[9]
Ac	4.5×10^{-1}	[14],[15]	4×10^{-1}	1×10^1	[3],[6],[16]	1×10^2	- (*4)	1×10^{-2}	1×10^3	- (*4)
Th	3.0	[14],[15]	8×10^{-3}	5×10^3	[6],[12],[14]	5×10^3	[5],[9]	7×10^{-1}	5×10^3	[4],[5]
Pa	5.4×10^{-1}	[14],[15]	5×10^{-1}	6	[4],[7],[16]	5×10^2	[9]	1	5×10^3	[4],[9]
U	3.3×10^{-2}	[14],[15]	5×10^{-5}	2×10^1	[4],[12],[14],[16] (*2)	5×10^2	[5],[6]	5×10^{-2}	3	[4],[5],[6]
Np	4.1×10^{-3}	[14]	1×10^{-4}	3	[4],[12],[14],[15], [16]	5×10^1	[5]	1×10^{-2}	5×10^1	[4],[9] (*2)
Pu	5.4×10^{-1}	[14],[15]	1×10^{-2}	3×10^2	[4],[13],[14],[16]	1×10^2	[5],[6]	1×10^{-2}	1×10^2	[4],[5]
Am	2.0	[14],[15]	1×10^{-3}	1×10^3	[4],[6],[13]	1×10^2	[8]	1×10^{-2}	1×10^3	[4],[6]
Cm	4.0	[14],[15]	1×10^{-1}	5×10^1	[4]	1×10^2	[8]	1×10^1	1×10^2	[5],[8]
元素	沿岸海域堆積層									
元素	設定値	文献	最小値	最大値	文献					
Se	1	[5]	0	1×10^1	[10]					
Zr	1×10^1	[6],[9]	1×10^{-1}	5×10^3	[5],[10]					
Nb	1×10^1	[6]	1	1×10^3	[10]					
Tc	1×10^{-1}	[5]	1×10^{-2}	1×10^1	[5],[9] (*2)					
Pd	5×10^1	[5]	1×10^1	5×10^2	- (*5)					
Sn	1×10^1	[6]	2×10^{-2}	2×10^2	[5],[11]					
Cs	3	[5]	1×10^{-1}	2×10^1	[5]					
Sm	2×10^3	[5]	2×10^1	2×10^3	- (*7)					
Pb	2×10^2	[5]	1×10^1	1×10^4	[10]					
Po	2×10^2	- (*3)	1×10^1	1×10^4	- (*3)					
Ra	5	[5]	5×10^{-1}	5×10^2	[5],[10]					
Ac	2×10^2	- (*4)	1×10^1	1×10^4	[10]					
Th	5×10^2	[9],[6]	1×10^2	1×10^4	[10],[5]					
Pa	5×10^2	[9],[6]	1×10^2	1×10^4	[9],[10]					
U	5×10^1	[9],[6]	1×10^{-1}	5	[10],[5] (*2)					
Np	2	[10]	2×10^{-1}	5×10^1	[5],[9] (*2)					
Pu	2×10^2	- (*6)	1×10^1	2×10^4	[10],[5]					
Am	2×10^2	[5]	1×10^2	2×10^4	[10]					
Cm	2×10^3	[5]	1×10^{-2}	2×10^4	[9],[5]					

【設定根拠】

- *1 文献[14]には範囲が示されていないため、範囲データは土壤に対する Ag のデータを文献[12], [7], [4]より引用した。
- *2 K_dが高いのは、還元条件を反映したためである。
- *3 Pb データをアナログとして使用した。
- *4 Am データをアナログとして使用した。
- *5 Ni データをアナログとして使用した。Ni データは淡水については文献[4], 沿岸海水については文献[5]および[10]より引用した。
- *6 Kd の推奨値は、他のアクチニドと整合を取るために文献[10]に記載の範囲 ($1 \times 10^1 \sim 1 \times 10^3 m^3 kg^{-1}$) の上限値に近い値とした。

- *7 データがないので、設定値の上下2桁を範囲として仮定した。
- *8 データがないので、河川堆積層に対する分配係数の値を代用した。

【参考文献】

- [1] Klos, R. A., Smith, K. R. and Smith, G. M. : Calculations of the Radiological Impact of Unit Releases of Radionuclides to the Biosphere from Solid Waste Disposal Facilities, U.K. National Radiological Protection Board, NRPB-M150, Chilton, UK (1989).
- [2] Gilbert, T. L., Yu, C., Yuan, Y. C., Zielen, A. J., Jusko, M. J. and Wallo, A. III. : A Manual for Implementing Residual Radioactive Material Guidelines, Argonne National Laboratory Report ANL/ES-160 (1989).
- [3] Ashton, J., and Sumerling, T. J. : Biosphere Database for Assessments of Radioactive Waste Disposals (Edition 1) UK DoE Report DOE/RW/88.083, Department of the Environment, London, U.K (1988).
- [4] Smith, G. M., Fearn, H. S., Smith, K. R., Davis, J. P. and Klos, R. : Assessment of the Radiological Impact of Disposal of Solid Radioactive Waste at Drigg, U.K. National Radiological Protection Board, NRPB-M148, Chilton, UK (1988).
- [5] IAEA: Sediment $K_{d,s}$ and Concentration Factors for Radionuclides in the Marine Environment, IAEA Tech. Rep. Series No. 247, IAEA, Vienna (1985).
- [6] Kane, P. : ECOS: Sorption, Dose, Consumption and Miscellaneous Data, U.K. Department of Environment Report DOE/RW/84.124 (1984).
- [7] Pinner, A. V., Hemming, C. R. and Hill, M. D. : An Assessment of the Radiological Protection Aspects of Shallow Land Burial of Radioactive Waste, U.K. National Radiological Protection Board, NRPB-R161, Chilton, UK (1984).
- [8] Vieno, T. and Suolanen, V. : Biosphere Analysis for the VLJ Repository (in Finnish), Nuclear Waste Commission of Finnish Power Companies, Report YJT-91-11, Helsinki, Finland (1991).
- [9] Peltonen, E. : Safety Analysis of Disposal of Spent Nuclear Fuel - Normal and Disturbed Evolution Scenarios, Nuclear Waste Commission of Finnish Power Companies, Report YJT-85-22, Helsinki, Finland (1985).
- [10] Higgo, J. J. W. : Radionuclide Interactions with Marine Sediments, Nirex Safety Studies Series Report NSS/R142 (1988).
- [11] Coughtrey, P. J., Jackson, D. and Thorne, M. C. : Radionuclide Distribution and Transport in Terrestrial and Aquatic Ecosystems: A Compendium of Data, Vols. 1-6, A A Balkema, Rotterdam (1983-85).
- [12] Sheppard, M. I., Beals, D. I., Thibault, D. H. and O'Connor, P. : Soil Nuclide Distribution Coefficients and Their Statistical Distributions, Atomic Energy of Canada Limited Report AECL-8364 (1984).
- [13] Baes, III. C. F. and Sharp, R. D. : Predicting Radionuclide Leaching from Root Zone Soil for Assessment Applications, Oak Ridge National Laboratory Report CONF-810606-44 (1981).
- [14] IAEA/IUR : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments, Technical Reports Series No 364. IAEA, Vienna (1994).
- [15] Yu, C., Loureiro, C., Cheng, J.-J., Jones, L. G., Wang, Y. Y., Chia, Y. P. and Faillace, E. : Data Collection Handbook to Support Modelling the Impacts of Radioactive Material in Soil, Argonne National Laboratory Report ANL/EAIS-8 (1993).
- [16] BIOMOVS II : Biosphere Modelling for Dose Assessments of Radioactive Waste Repositories, Final Report of the Complementary Studies Working Group, BIOMOVS II Technical Report No. 12 published on behalf of the BIOMOVS II Steering Committee by Swedish Radiation Protection Institute, Sweden (1996).
- [17] Baes, C. F. and Sharp, R. D.: A Proposal for Estimation of Soil Leaching and Leaching Constants for Use in Assessment Models. Journal of Environmental Quality (1983).

付表 A-6 土壤から牧草への核種の移行係数

(単位 : Bq kg⁻¹ fresh wt/Bq kg⁻¹ dry soil)

元素	標準値	文献	最小値	最大値	文献
Se	1	[1]	1×10^{-2}	1×10^1	[1]
Zr	5×10^{-3}	[1]	3×10^{-6}	2×10^{-2}	[1]
Nb	1×10^{-2}	- (*4)	3×10^{-3}	2	[1]
Tc	1×10^1	- (*5)	4×10^{-1}	5×10^2	- (*5)
Pd	2×10^{-1}	[5]	2×10^{-2}	2	- (*7)
Sn	2×10^{-1}	- (*2)	2×10^{-3}	5	[1],[4]
Cs	3×10^{-2}	- (*2)	1×10^{-2}	1	[3]
Sm	2×10^{-3}	[1]	5×10^{-6}	2×10^{-2}	[1]
Pb	1×10^{-2}	[1]	3×10^{-4}	7×10^{-2}	[1]
Po	2×10^{-4}	[1]	2×10^{-6}	2×10^{-2}	[1],[6] (*8)
Ra	4×10^{-2}	[1]	7×10^{-5}	8×10^{-1}	[1]
Ac	1×10^{-3}	[1]	2×10^{-7}	2×10^{-2}	[1],[6] (*8)
Th	5×10^{-4}	[1]	1×10^{-4}	2×10^{-3}	[1],[6] (*8)
Pa	4×10^{-2}	[1]	4×10^{-4}	4	[1]
U	1×10^{-3}	- (*5)	2×10^{-5}	2×10^{-1}	[1]
Np	5×10^{-3}	- (*4)	3×10^{-4}	3×10^{-1}	[3]
Pu	1×10^{-3}	- (*4)	4×10^{-8}	4×10^{-2}	[1]
Am	5×10^{-3}	- (*4)	1×10^{-4}	5×10^{-2}	- (*6)
Cm	5×10^{-3}	- (*1)	1×10^{-4}	5×10^{-2}	- (*1)

【設定根拠】

- *1 [1], [2] および [4]に準拠した。
- *2 文献[1]～[6]でおよその一致が得られた値を設定した。
- *3 文献[2], [3], [5]でおよその一致が得られた値を設定した。
- *4 文献[1]～[6]の平均値を設定した。
- *5 標準値については、文献によって大きな差が見られるため、ここでの値は文献[1]～[6]の平均値を設定した。
- *6 標準値に対して一般的な幅を設定した。
- *7 データがないため、標準値の上下1桁を範囲として仮定した。
- *8 文献[12]の農作物の値を湿重量データにより変換した。

【参考文献】

- [1] Smith, G. M., Fearn, H. S., Smith, K. R., Davis, J. P. and Klos, R.: Assessment of the radiological impact of disposal of solid radioactive waste at Drigg. National Radiological Protection Board, NRPB-M148, Chilton, UK (1988).
- [2] Mitchell, N. G. and Jones, B.: A review of soil-plant concentration ratios for use in the biosphere models ECOS and SECOS. ANS Technical Note 595-26 (1987).
- [3] Jackson, D.: Derivation and ranges of aquatic organism and terrestrial plant data for use with the biosphere code ECOS. UKDoE Report No. DOE/RW/84.127 (1984).
- [4] Coughtrey, P. J., Jackson, D., Thorne, M. C.: Radionuclide Distribution and Transport in Terrestrial and Aquatic Ecosystems. Volumes 1-6. AA Balkema, Rotterdam (1983-85).
- [5] Ashton, J. and Sumerling, T. J.: Biosphere database for assessments of radioactive waste disposals. UKDoE Report No. DoE/RW/88.083 (1988).

- [6] Wang, Y-Y., Biwer, B. M. and Yu, C.: A Compilation of Radionuclide Transfer Factors for the Plant, Meat, Milk and Aquatic Food Pathways and the Suggested Default Values for the RESRAD Code. Argonne National Laboratory Report ANL/EAIS/TM-103 (1993).

付表 A-7 飼料から畜産物への核種の濃縮係数（単位：d kg(fresh weight)⁻¹）

元素	牛肉					羊肉				
	標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
Se	5.4×10 ⁻¹	[1]	2.0×10 ⁻⁴	5.4×10 ⁻¹	[1],[2],[10]	1.4	[1]	3.0×10 ⁻²	1.4	[1],[2]
Zr	3.1×10 ⁻³	[1]	5.0×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻¹	[2],[5],[4]	1.0×10 ⁻²	[1]	1.0×10 ⁻²	3.0×10 ⁻¹	[1],[2]
Nb	2.0×10 ⁻⁴	[6] (*1)	1.7×10 ⁻⁴	2.5×10 ⁻¹	[1],[2],[4],[5]	2.0×10 ⁻³	[6]	2.0×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻²	- (*4)
Tc	6.0×10 ⁻³	[1]	1.3×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻²	[3],[5],[9],[10]	8.6×10 ⁻²	[1]	1.0×10 ⁻²	5.0	[2],[3]
Pd	7.1×10 ⁻⁵	[1]	7.1×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻³	[1],[10]	1.0×10 ⁻⁴	[1]	1.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻³	- (*4)
Sn	1.9×10 ⁻³	[1]	2.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻²	[2],[3],[10]	1.3×10 ⁻²	[1]	3.0×10 ⁻³	3.0×10 ⁻²	[2]
Cs	5.0×10 ⁻²	[6] (*1)	2.0×10 ⁻³	9.2×10 ⁻²	[2],[3],[4],[5],[9],[10]	3.0×10 ⁻¹	[6] (*1)	3.0×10 ⁻²	4.6×10 ⁻¹	[1],[2],[4],[9]
Sm	5.1×10 ⁻⁴	[1]	5.4×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻³	[1],[2]	3.2×10 ⁻⁴	[1]	3.2×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻¹	[1],[2]
Pb	1.0×10 ⁻²	[1]	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻²	[1],[2],[4],[9],[10]	8.8×10 ⁻²	[1]	3.0×10 ⁻³	8.8×10 ⁻²	[1],[2]
Po	4.0×10 ⁻³	[2]	4.0×10 ⁻⁴	4.0×10 ⁻²	[2],[4],[9],[10]	5.0×10 ⁻²	[2]	5.0×10 ⁻³	5.0×10 ⁻¹	- (*4)
Ra	1.3×10 ⁻³	[4] (*6)	2.0×10 ⁻⁵	1.9×10 ⁻²	[1],[2],[4],[9],[10]	9.9×10 ⁻²	[1]	6.0×10 ⁻³	9.9×10 ⁻²	[1],[2]
Ac	1.6×10 ⁻⁴	[1]	2.0×10 ⁻⁶	1.6×10 ⁻⁴	[1],[2],[10]	4.7×10 ⁻⁴	[1]	3.0×10 ⁻⁵	3.0×10 ⁻³	[2]
Th	2.7×10 ⁻³	[1]	1.0×10 ⁻⁴	2.7×10 ⁻³	[1],[2],[10]	1.3×10 ⁻²	[1]	1.0×10 ⁻³	6.0×10 ⁻²	[2]
Pa	5.0×10 ⁻⁵	[8] (*7)	2.6×10 ⁻⁵	5.0×10 ⁻³	[1],[2],[10]	3.4×10 ⁻⁴	[1]	3.4×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻²	[1],[2]
U	6.9×10 ⁻⁴	[1]	2.0×10 ⁻⁴	3.0×10 ⁻²	[2],[5],[9],[10],[11]	7.4×10 ⁻³	[1]	2.1×10 ⁻³	4.0×10 ⁻¹	[2],[11]
Np	1.2×10 ⁻⁴	[1]	7.8×10 ⁻⁶	5.0×10 ⁻³	[2],[3],[7],[9],[10]	1.4×10 ⁻⁴	[1]	1.1×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻²	[2],[3]
Pu	2.0×10 ⁻⁴	[6] (*1)	5.0×10 ⁻⁹	2.0×10 ⁻⁴	[2],[3],[6],[9],[10]	1.0×10 ⁻³	[6] (*1)	6.0×10 ⁻⁸	1.0×10 ⁻³	[2],[6]
Am	4.0×10 ⁻⁴	[6] (*1)	2.0×10 ⁻⁶	4.0×10 ⁻⁴	[2],[3],[6],[9],[10]	2.0×10 ⁻³	[6] (*1)	3.0×10 ⁻⁵	2.0×10 ⁻³	[2],[6]
Cm	9.8×10 ⁻⁵	[1]	3×10 ⁻⁶	5×10 ⁻³	[10]	3.0×10 ⁻⁴	[1]	3.0×10 ⁻⁵	3.0×10 ⁻³	- (*4)

元素	牛レバー					牛乳				
	標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
Se	1.0×10 ¹	[1]	6.0×10 ⁻³	1.0×10 ¹	[1],[2],[3],[5] (*10)	4.0×10 ⁻³	[2]	1.0×10 ⁻³	6.0×10 ⁻²	[1],[2],[10],[13]
Zr	3.1×10 ⁻³	[1]	8.9×10 ⁻⁵	3.1×10 ⁻³	[1],[3],[5]	3.0×10 ⁻⁵	[2]	3.0×10 ⁻⁶	5.0×10 ⁻⁴	[1],[2],[13]
Nb	1.7×10 ⁻⁴	[1]	1.7×10 ⁻⁴	3.0	[1],[2]	2.0×10 ⁻²	[2]	0	2×10 ⁻¹	[1],[2]
Tc	2.1×10 ⁻²	[1],[3]	2.1×10 ⁻³	2.1×10 ⁻¹	- (*4)	7.5×10 ⁻³	[1]	2.3×10 ⁻⁵	4.0×10 ⁻¹	[1],[3],[7],[9],[10] (*8)
Pd	9.8×10 ⁻³	[1]	9.8×10 ⁻⁴	9.8×10 ⁻²	- (*4)	2.5×10 ⁻⁴	[1]	2.5×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻³	[2],[10]
Sn	2.2×10 ⁻²	[1]	2.0×10 ⁻⁴	2.2×10 ⁻²	[2],[3]	1.0×10 ⁻³	[1],[2]	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻²	[1],[3],[8],[10]
Cs	3.1×10 ⁻²	[1]	7.0×10 ⁻³	9.0×10 ⁻²	[2]	8.0×10 ⁻³	[6],[9]	1.0×10 ⁻³	2.7×10 ⁻²	[1],[3],[10]
Sm	5.8×10 ⁻¹	[1]	4.0×10 ⁻³	5.8×10 ⁻¹	[1],[2]	2.0×10 ⁻⁵	[2]	2.0×10 ⁻⁶	2.0×10 ⁻⁴	[1],[2]
Pb	8.1×10 ⁻¹	[11]	2.0×10 ⁻⁴	1.3	[1],[11],[5]	3.0×10 ⁻⁴	[2]	2.0×10 ⁻⁵	4.0×10 ⁻⁴	[1],[2],[10]
Po	1.1×10 ⁻¹	[11]	4.0×10 ⁻⁴	1.6×10 ⁻¹	[2],[11]	3.0×10 ⁻⁴	[2],[9]	2.0×10 ⁻⁵	4.0×10 ⁻⁴	[1],[9],[10] (*5)
Ra	1.9×10 ⁻²	[1]	2.0×10 ⁻³	1.9×10 ⁻²	[1],[2],[5]	1.3×10 ⁻³	[8],[9] (*1)	9.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻²	[1],[2],[9],[10]
Ac	1.4×10 ⁻¹	[1]	2.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻¹	[1],[2],[3]	4.0×10 ⁻⁷	[2]	4.0×10 ⁻⁸	2.0×10 ⁻⁵	[1],[2],[10] (*2)
Th	6.3×10 ⁻²	[1]	9.0×10 ⁻⁵	6.3×10 ⁻²	[1],[2],[11]	5.0×10 ⁻⁶	[2]	5.0×10 ⁻⁷	5.0×10 ⁻⁴	[1],[2],[10]
Pa	1.1×10 ⁻³	[1],[11]	6.0×10 ⁻³	6.0×10 ⁻³	[1],[2]	5.0×10 ⁻⁶	[1],[2]	5.0×10 ⁻⁷	5.0×10 ⁻⁴	[1],[8],[10]
U	6.9×10 ⁻⁴	[1]	6.9×10 ⁻⁴	3.0×10 ²	[2] (*9)	4.0×10 ⁻⁴	[2],[9]	4×10 ⁻⁵	6×10 ⁻⁴	[1],[9],[10]
Np	1.5×10 ⁻²	[1]	2.0×10 ⁻⁴	1.5×10 ⁻²	[1],[2] (*9)	5.0×10 ⁻⁶	[2],[9],[12]	5×10 ⁻⁷	1×10 ⁻⁴	[1],[3],[10]
Pu	6.8×10 ⁻²	[1]	2.0×10 ⁻³	1.0	[2],[6] (*11)	5.0×10 ⁻⁶	[1]	2×10 ⁻⁹	1×10 ⁻⁵	[1],[3],[6],[9],[10] (*3)
Am	6.8×10 ⁻²	[1]	2.0×10 ⁻³	5.3×10 ⁻¹	[2],[6] (*11)	5.0×10 ⁻⁶	[1]	4×10 ⁻⁸	5×10 ⁻⁵	[3],[9],[10]
Cm	3.2×10 ⁻²	[1]	3.2×10 ⁻³	3.2×10 ⁻¹	- (*4)	9.0×10 ⁻⁶	[1]	9.0×10 ⁻⁶	1.1×10 ⁻⁴	[3]

【設定根拠】

- *1 文献[6]から、連続放出条件に基づきデータを引用した。
- *2 文献[1]におけるAmのデータに準拠した。
- *3 データ範囲が広いのは、被ばく期間の異なる試験データに基づく変化によるものである。
- *4 データがないため、データ範囲は標準値の上下1桁を設定した。
- *5 文献[2]におけるPbのデータに準拠した。
- *6 最近の文献調査結果をまとめた文献[8]の推奨値を採用した。
- *7 比較的最近の調査である文献[8]でもほとんどデータがないため、文献[8]で推奨されている 5.0×10^{-5} を採用した。
- *8 同位体によってデータは異なる(Tc-99, Tc-99m, Tc-95m)。
- *9 文献[2]では、レバーに対する値は畜牛の筋肉に対する値をアノログとして設定した。
- *10 文献[5]から値は化合物の化学特性に依存する。例えば、Seの単体、酸化物および水酸化物に対する値は 6.0×10^{-2} 、その他すべてのSe化合物に対する値は1.0としている。データ範囲の推奨値はこれらのデータをすべて報有するように設定している。
- *11 子牛や子羊のレバーについては、値がより大きくなる可能性がある(文献[6]参照)。

【参考文献】

- [1] Ashton, J. and Sumerling, T. J.: Biosphere database for assessments of radioactive waste disposals. UKDoE Report No. DoE/RW/88.083 (1988).
- [2] Smith, G. M., Fearn, H. S., Smith, K. R., Davis, J. P. and Klos, R.: Assessment of the radiological impact of disposal of solid radioactive waste at Drigg. National Radiological Protection Board, NRPB-M148, Chilton, UK (1988).
- [3] Coughtrey, P. J., Jackson, D., Thorne, M. C.: Radionuclide Distribution and Transport in Terrestrial and Aquatic Ecosystems. Volumes 1-6. AA Balkema, Rotterdam (1983-85).
- [4] Ng, Y. C., Colsher, C. S. and Thompson, S. E.: Transfer coefficients for assessing the dose from radionuclides in meat and eggs. NUREG/CR-2976 (1982).
- [5] Simmonds, J. R. and Crick, M. J.: Transfer parameters for use in terrestrial foodchain models. National Radiological Protection Board, NRPB-M63, Chilton, UK (1982).
- [6] Coughtrey, P. J.: Radioactivity transfer to animal products. Commission of the European Communities, EUR 12608, Luxembourg (1990).
- [7] Bishop, G. P., Beetham, C. J. and Cuff, Y. S.: Review of literature for chlorine, technetium, iodine and neptunium. Nirex Safety Studies Report NSS/R193 (1989).
- [8] Morgan, J. E. and Beetham, C. J.: Review of literature for radium, protactinium, tin and carbon. Nirex Safety Studies Report NSS/R220 (1990).
- [9] IAEA/IUR: Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments. Technical Reports Series No 364. IAEA, Vienna (1994).
- [10] Wang, Y-Y., Biwer, B. M. and Yu, C.: A Compilation of Radionuclide Transfer Factors for the Plant, Meat, Milk and Aquatic Food Pathways and the Suggested Default Values for the RESRAD Code. Argonne National Laboratory Report ANL/EAIS/TM-103 (1993).
- [11] ICRP: Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, Parts 1-3. ICRP Publication 30, Pergamon Press (1979-81).
- [12] Ng, Y. C.: A review of transfer factors for assessing the dose from radionuclides in agricultural products. Nuclear Safety, Vol. 23, No 1, p.57 (1982).
- [13] Coughtrey, P. J. and Thorne, M. C.: Radionuclide distribution and transport in terrestrial and aquatic ecosystems, Vol.3. A A Balkema, Rotterdam (1983).

付表 A-8 海産物への核種の濃縮係数（単位： kg^{-1} ）

元素	海水魚					海洋甲殻類				
	標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
Se	6×10^3	[4]	1×10^3	1×10^4	[4],[10]	5×10^3	[4]	2×10^3	1×10^4	[4]
Zr	2×10^4	[4]	1	5×10^4	[4]	2×10^2	[4]	5×10^1	5×10^2	[4]
Nb	1×10^4	-(*1)	1	5×10^4	[5]	2×10^2	[4]	5×10^1	5×10^2	[4]
Tc	3×10^4	-(*1)	1×10^4	2×10^2	-(*1)	1×10^3	-(*1)	5×10^2	5×10^4	[5]
Pd	3×10^2	[4]	3×10^4	3×10^3	-(*4)	3×10^2	[4]	3×10^1	3×10^3	-(*4)
Sn	5×10^4	-(*2)	1×10^3	1×10^5	[4]	5×10^4	[4]	1×10^3	1×10^5	[2],[4]
Cs	1×10^2	-(*2)	1×10^4	3×10^2	-(*2)	3×10^1	-(*1)	5	1×10^2	[2],[4]
Sm	5×10^2	[4]	2×10^2	8×10^2	-(*6)	1×10^3	[4]	1×10^2	1×10^4	[5]
Pb	2×10^2	[4]	1×10^4	3×10^2	[4],[10]	1×10^3	[4]	4×10^1	2×10^3	[5]
Po	2×10^3	[4],[10]	1×10^2	1×10^4	[4]	5×10^4	[4]	4×10^2	3×10^6	[5]
Ra	5×10^2	[4]	5×10^1	1×10^3	[4],[10]	1×10^2	[4]	1×10^2	1×10^3	[5]
Ac	5×10^1	[4]	5×10^1	2×10^2	-(*3)	1×10^3	[4]	1×10^2	1×10^4	-(*4)
Th	6×10^2	[4]	1×10^2	1×10^4	[5],[10]	1×10^3	[4]	1×10^3	6×10^3	[5]
Pa	5×10^1	[4]	5×10^1	2×10^2	-(*3)	1×10^1	[4]	5×10^{-1}	2×10^2	-(*5)
U	1	[1],[4],[10]	1×10^{-1}	3×10^4	[2]	1×10^1	[4]	2×10^{-1}	2×10^3	[2]
Np	1×10^1	[4],[10]	1×10^{-1}	5×10^1	[4]	1×10^2	[4]	1×10^1	1×10^3	[5]
Pu	4×10^1	-(*2)	5×10^{-1}	1×10^2	-(*2)	2×10^2	-(*1)	1×10^1	1×10^3	[2],[5]
Am	5×10^1	-(*1)	5×10^{-1}	2×10^2	[4]	5×10^2	-(*2)	1×10^2	1×10^3	[4]
Cm	5×10^1	[4]	5×10^{-1}	2×10^2	[4]	5×10^2	[4]	1×10^2	1×10^3	[4]

元素	軟体動物					海藻				
	標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
Se	6×10^3	[4]	3×10^3	1×10^4	[4]	1×10^3	[4]	5×10^2	5×10^3	[4]
Zr	5×10^3	[4]	1×10^3	1×10^3	[4]	3×10^3	[4]	5×10^2	5×10^3	[4]
Nb	1×10^3	[4]	1×10^3	1×10^3	[4]	3×10^3	[4]	1×10^2	5×10^3	[2]
Tc	1×10^3	-(*1)	1×10^2	1×10^4	[5]	1×10^3	-(*2)	5×10^2	1×10^5	[4]
Pd	3×10^2	[4]	3×10^4	3×10^3	-(*4)	1×10^3	[4]	1×10^2	1×10^4	-(*4)
Sn	5×10^4	[4]	1×10^3	1×10^5	[2],[4]	2×10^4	[4]	5×10^3	5×10^4	[4]
Cs	2×10^4	-(*1)	5	5×10^4	[2],[4]	1×10^2	-(*1)	1×10^1	1×10^3	[2]
Sm	5×10^3	[4]	1×10^3	1×10^4	[5]	3×10^3	[4]	3×10^2	5×10^3	[5]
Pb	1×10^3	[4]	4×10^4	2×10^5	[5]	1×10^3	[4]	1×10^3	2×10^4	[5]
Po	1×10^4	[4]	4×10^2	3×10^6	[5]	1×10^3	[4]	1×10^3	2×10^4	[5]
Ra	1×10^3	[4]	1×10^2	1×10^3	[5]	1×10^2	[4]	1×10^1	1×10^3	-(*4)
Ac	1×10^3	[4]	1×10^2	1×10^4	-(*4)	1×10^3	[4]	1×10^2	1×10^4	-(*4)
Th	1×10^3	[4]	1×10^3	6×10^3	[5]	2×10^3	[4]	1×10^2	5×10^2	[4]
Pa	5×10^2	[4]	1×10^2	5×10^3	[4]	1×10^2	[4]	6	1×10^2	[5]
U	3×10^1	[4]	1×10^1	6×10^3	[2],[4]	1×10^2	-(*1)	5×10^1	2×10^2	[4]
Np	4×10^2	-(*2)	1×10^2	1×10^3	[4]	5×10^1	-(*2)	1×10^1	5×10^2	[2]
Pu	3×10^3	[4]	5×10^2	5×10^3	[4]	2×10^3	[4]	5×10^2	1×10^4	[2],[4]
Am	2×10^4	[4]	5×10^3	5×10^4	[4]	8×10^3	[4]	5×10^3	1×10^4	[2]
Cm	3×10^4	[4]	5×10^3	5×10^4	[4]	8×10^3	[4]	5×10^3	1×10^4	[4]

【設定根拠】

- *1 文献[1]～[9]に記載されている値の平均値を設定した。
- *2 文献[1]～[9]でおよその一致が得られた値を設定した。
- *3 Cmに対する値と同じ範囲を設定した。
- *4 データがないため、標準値の上下1桁を範囲として設定した。
- *5 海洋魚類に対する値と同じ範囲を仮定した。

【参考文献】

- [1] IAEA: Generic models and parameters for assessing the environmental transfer of radionuclides from routine releases. IAEA Safety Series No. 57, Vienna (1982).
- [2] Coughtrey, P. J., Jackson, D., Thorne, M. C.: Radionuclide Distribution and Transport in Terrestrial and Aquatic Ecosystems. Volumes 1-6. AA Balkema, Rotterdam (1983-85).

- [3] Jackson, D.: Derivation and ranges of aquatic organism and terrestrial plant data for use with the biosphere code ECOS. UKDoE Report No. DOE/RW/84.127 (1984).
- [4] IAEA: Sediment K_ds and concentration factors for radionuclides in the marine environment. IAEA Technical Reports Series no. 247, Vienna (1985).
- [5] Smith, G. M., Fearn, H. S., Smith, K. R., Davis, J. P. and Klos, R.: Assessment of the radiological impact of disposal of solid radioactive waste at Drigg. National Radiological Protection Board, NRPB-M148, Chilton, UK (1988).
- [6] Ashton, J. and Sumerling, T. J.: Biosphere database for assessments of radioactive waste disposals. UKDoE Report No. DoE/RW/88.083 (1988).
- [7] IAEA: The Radiological Basis of the IAEA Revised Definition and Recommendations Concerning High-Level Radioactive Waste Unsuitable for Dumping at Sea. IAEA-TECDOC-211, Vienna (1978).
- [8] Klos, R. A., Smith, K. R., Smith, G. M.: Calculations of the Radiological Impact of Unit Releases of Radionuclides to the Biosphere from Solid Waste Disposal Facilities. National Radiological Protection Board, NRPB-M150, Chilton, UK (1989).
- [9] Leigh, C. D., Thompson, B. M., Campbell, J. E., Longsine, D. E., Kennedy, R. A. and Napier, B. A.: User's guide for GENII-S: A code for statistical and deterministic simulations of radiation doses to humans from radionuclides in the environment. Sandia Report SAND91-0561 (1993).
- [10] IAEA: Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Release Safety Series No 57 (draft). IAEA, Vienna (1995).

付表 A-9 人間の呼吸率、滞在時間等

被ばくグループ	コンパートメント	呼吸率 [m ³ /h]					滞在時間 [h/y]				
		標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
農作業従事者	表面土壌	1.8(*1)	[1]	1.2	2.4	[1]	1.3×10^3	[2]	7.3×10^2	4.4×10^3	-
海洋漁業従事者	潮間帯水域	1.2(*2)	[1]	1.1	1.8	-	2.19×10^3	-(*3)	7.3×10^2	3.7×10^3	-
	潮間帯堆積層	1.2(*2)	[1]	1.1	1.8	-	2.19×10^3	-(*3)	7.3×10^2	3.7×10^3	-

被ばくグループ	コンパートメント	ダストレベル [kg/m ³]					エアロゾルレベル [m ³ /m ³]				
		標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
農作業従事者	表面土壌	1×10^{-7}	[3]	5×10^{-9}	5×10^{-6}		1×10^{-11}	[4]	1×10^{-12}	1×10^{-10}	-(*5)
海洋漁業従事者	潮間帯水域	0	-(*4)	-	-	-	1×10^{-11}	[4]	1×10^{-12}	1×10^{-10}	-(*5)
	潮間帯堆積層	1×10^{-7}	[3]	5×10^{-9}	5×10^{-6}		0	-(*4)	-	-	-

【設定根拠】

- *1 軽労働時を想定した。
- *2 ダストレベルの上限値はリアリスティックではあるが非常に高く、滞在時間（作業時間）が短い場合にのみ関係すると想定される。
- *3 1日6時間作業に従事すると仮定する。
- *4 本コンパートメントでは必要としない。
- *5 標準値の上下1桁を範囲と仮定した。

【参考文献】

- [1] ICRP: Report of the Task Group on Reference Man. ICRP Publication 23. Pergamon Press, Oxford (1975).
- [2] 総務庁統計局：日本の統計 1997 (1997) .
- [3] Haslam, I. K., Brennan, S. A., Green, N., Hammond, D. J. and Wilkins, B. T.: Assessment of Current Doses Arising from the Occupancy of Cumbrian Beaches and Preliminary Studies of the Radionuclide Behaviour in Beach Systems. National Radiological Protection Board, NRPB-M462, Chilton, UK (1994).
- [4] Lawson, G. and Smith, G. M.: BIOS: A Model to Predict Radionuclide Transfer and Doses to Man Following Releases from Geological Repositories. National Radiological Protection Board, NRPB-R169, HMSO, London (1985).

付表 A-10 家畜に関するデータ

家畜	飼料の摂取量 [kg-fw/d] (*1)					土壌の摂取量 [kg-fw/d]				
	標準値(*1)	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
牛	5×10^1	[1], [2]	9.0	3×10^2	[1], [2], [3], [4], [5]	6×10^{-1}	[1]	1×10^{-1}	2.2	[1], [3], [4], [6], [7]
羊	7	[1], [4]	3.5	1.4×10^1	-(*2)	8×10^2	[1]	8×10^2	3×10^1	[1], [4]
<hr/>										
家畜	呼吸率 [m^3/h]					滞在時間 [h/d]				
	標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
牛	5.4	[8]	-	-	-	2.4×10^1	[8]	-	-	-
羊	3.6×10^{-1}	[8]	-	-	-	2.4×10^1	[8]	-	-	-
<hr/>										
家畜	飼育密度 [m^{-2}]									
	標準値	文献	最小値	最大値	文献					
牛	4.3×10^{-4}	[8]	-	-	-					
羊	4.8×10^{-4}	[8]	-	-	-					

【設定根拠】

- *1 牛と羊は飼料として牧草を摂取すると仮定した。
 *2 データがないため、標準値の1/2から2倍の範囲を仮定した。

【参考文献】

- [1] Ashton, J. and Sumerling, T. J.: Biosphere database for assessments of radioactive waste disposals. UKDoE Report No. DoE/RW/88.083 (1988).
- [2] Yu, C., Loureiro, C., Cheng, J.-J., Jones, L. G., Wang, Y. Y., Chia, Y. P. and Faillace, E.: Data Collection Handbook to Support Modelling the Impacts of Radioactive Material in Soil. Argonne National Laboratory, Report ANL/EAIS-8 (1993).
- [3] BIOMOVS: Scenario B2: Irrigation with Contaminated Groundwater. BIOMOVS Technical Report 6, Swedish Radiation Protection Institute, Stockholm (1989).
- [4] Smith, G.M., Fearn, H. S., Smith, K. R., Davis, J. P. and Klos, R.: Assessment of the radiological impact of disposal of solid radioactive waste at Drigg. National Radiological Protection Board, NRPB-M148, Chilton, UK (1988).
- [5] BIOMOVS II: Biosphere Modelling for Dose Assessments of Radioactive Waste Repositories. Final Report of the Complementary Studies Working Group. BIOMOVS II Technical Report No. 12 published on behalf of the BIOMOVS II Steering Committee by Swedish Radiation Protection Institute, Sweden (1996).
- [6] IAEA/IUR: Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments. Technical Reports Series No 364. IAEA, Vienna (1994).
- [7] Zach, R. and Mayoh, K. R.: Soil Ingestion by Cattle: A Neglected Pathway. Health Physics Vol 46, No 2, pp. 431-434 (1984).
- [8] Smith, G. M., Watkins, B. M., Little, R. H., Jones, H. M., Mortimer, A. A.: Biosphere Modelling and Dose Assessment for Yucca Mountain. EPRI Report TR-107190, Electrical Power Research Institute, California (1996).

付表 A-11 農作物の栽培に関するデータ

農作物	農作物の土壤汚染 [kg-dw soil/kg-fw crop](*1)					栽培密度(収穫量) [kg-fw crop/m ²]				
	標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
牧草	3.4×10^{-3}	[1]	-	-	-	3.9	[2], [3]	-	-	-
<hr/>										
農作物	牧草のシースプレイ量 [m/y]					シースプレイ阻止率 [-]				
	標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
牧草	2×10^{-3} (*2)	-	2×10^{-4}	2×10^{-2}	-	2.5×10^{-1}	[1], [4]	2×10^{-1}	6×10^{-1}	[1]

【設定根拠】

- *1 文献[1]では乾燥重量比[kg-dw soil/kg-dw crop]で値が記載されているため、文献[4]あるいは[5]から農作物について湿重量に換算し設定した。
- *2 表面土壤コンパートメントに移行するシースプレイの体積を表面土壤コンパートメントの面積で除して計算した。

【参考文献】

- [1] NEA/OECD: PSACOIN Level 1B Intercomparison. NEA Probabilistic System Assessment Group, Nuclear Energy Agency of Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris (1993).
- [2] 総務庁統計局：日本の統計 1997 (1997) .
- [3] 水資源協会編：'96 水資源便覧 (1996) .
- [4] Klos, R. A., Smith, K. R. and Smith, G. M.: Calculations of the Radiological Impact of Unit Releases of Radionuclides to the Biosphere from Solid Waste Disposal Facilities. National Radiological Protection Board, NRPB-M150, Chilton, UK (1989).

付表 A-12 牧草からのウェザリング率（単位： y^{-1} ）

元素	標準値 (*1)	文献	最小値	最大値	文献
Se	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Zr	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Nb	1.8×10^1	[1],[2]	9.0	3.0×10^1	[1]
Tc	1.8×10^1	[1],[2]	9.0	3.0×10^1	[1]
Pd	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Sn	1.8×10^1	[1],[2]	9.0	3.0×10^1	[1]
Cs	1.8×10^1	[1],[2]	9.0	3.0×10^1	[1]
Sm	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Pb	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Po	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Ra	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Ac	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Th	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Pa	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
U	1.8×10^1	[1],[2]	9.0	3.0×10^1	[1]
Np	1.8×10^1	[1],[2]	9.0	3.0×10^1	[1]
Pu	1.8×10^1	[1],[2]	9.0	3.0×10^1	[1]
Am	1.8×10^1	[1],[2]	9.0	3.0×10^1	[1]
Cm	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]

【設定根拠】

*1 文献[2]では、全評価核種および全農作物について $1.8 \times 10^1 [y^{-1}]$ (I-131 の値) を推奨している。
より適切なデータがないため、本評価ではこの値を採用した。

【参考文献】

- [1] Smith, G. M., Fearn, H. S., Smith, K. R., Davis, J. P. and Klos, R.: Assessment of the radiological impact of disposal of solid radioactive waste at Drigg. National Radiological Protection Board, NRPB-M148, Chilton, UK (1988).
- [2] Simmonds, J. R. and Crick, M. J.: Transfer parameters for use in terrestrial foodchain models. National Radiological Protection Board, NRPB-M63, Chilton, UK (1982).

付表 A-13 牧草の転流割合

元素	標準値 (*1)	文献	最小値 (*1)	最大値(*1)	文献
Se	3.0×10^{-1}	-	3.0×10^{-1}	8.0×10^{-1}	-
Zr	1.3×10^{-1}	-	1.3×10^{-2}	1.3	-
Nb	5.2×10^{-1}	-	1.0×10^{-2}	5.2×10^{-1}	-
Tc	2.8×10^{-1}	-	1.0×10^{-1}	2.8×10^{-1}	-
Pd	3.7×10^{-1}	-	3.7×10^{-2}	3.7	-
Sn	2.2×10^{-1}	-	2.2×10^{-2}	2.2	-
Cs	1.9×10^{-1}	-	1.9×10^{-2}	1.9	-
Sm	7.6×10^{-2}		7.6×10^{-3}	7.6×10^{-1}	-
Pb	2.2×10^{-1}	-	2.2×10^{-2}	2.2	-
Po	2.2×10^{-1}	-	2.2×10^{-2}	2.2	-
Ra	1.8×10^{-1}	-	1.8×10^{-2}	1.8	-
Ac	4.5×10^{-1}	-	4.5×10^{-2}	4.5	-
Th	3.8×10^{-2}	-	3.8×10^{-3}	3.8×10^{-1}	-
Pa	4.5×10^{-1}	-	4.5×10^{-2}	4.5	-
U	3.6×10^{-1}	-	3.6×10^{-2}	3.6	-
Np	4.5×10^{-1}	-	4.5×10^{-2}	4.5	-
Pu	3.6×10^{-1}	-	3.6×10^{-2}	3.6	-
Am	2.8×10^{-1}	-	2.0×10^{-2}	2.8×10^{-1}	-
Cm	2.7×10^{-1}	-	2.7×10^{-2}	2.7	-

【設定根拠】

*1 データがないため、葉菜の値に準拠して設定した。葉菜のデータは文献[1]に基づき設定した。

【参考文献】

- [1] Little, R. H., Watkins, B. M. and Venter, A.: The Identification and Justification of a Reference Biosphere for a River Geosphere-Biosphere Interface for Use during Financial Year 1998 for the H12 Assessment. QuantiSci Report IE5058C-1 v1.0, QuantiSci Henley-on-Thames, United Kingdom (1999).

付表 A-14 エアロゾルにおける濃縮係数

元素	標準値	文献	最小値	最大値	文献
Se	1	[1]	1	3	[1]
Zr	1	[1]	1	3	[1]
Nb	1	[1]	1	3	[1]
Tc	1	[1]	1	3	[1]
Pd	1	[1]	1	3	[1]
Sn	1	[1]	1	3	[1]
Cs	1	[1]	1	3	[1]
Sm	1	[1]	1	3	[1]
Pb	10	[1]	3	50	[1]
Po	10	[1]	3	50	[1]
Ra	10	[1]	3	50	[1]
Ac	10	[1]	3	50	[1]
Th	10	[1]	3	50	[1]
Pa	10	[1]	3	50	[1]
U	10	[1]	3	50	[1]
Np	10	[1]	3	50	[1]
Pu	10	[1]	3	50	[1]
Am	10	[1]	3	50	[1]
Cm	10	[1]	3	50	[1]

【参考文献】

- [1] Eakins, J. D., Lally, A.E., Burton, P. J., Kilworth, D. R. and Pratley, F. A.: Studies in Environmental Radioactivity in Cumbria: Part 5, The Magnitude and Mechanism of Enrichment of Sea Spray with Actinides in West Cumbria. Harwell, UKAEA Report AERE-R10127 (1982).

2.4 その他のデータ

付表 A-15 核種の半減期と崩壊定数

核種	半減期 [y] (*1)	崩壊定数 [y^{-1}] (*2)
Sm-151	9.00×10^1	7.70×10^{-3}
Cs-135	2.30×10^6	3.01×10^{-7}
Sn-126	1.00×10^5	6.93×10^{-6}
Pd-107	6.50×10^6	1.07×10^{-7}
Tc-99	2.13×10^5	3.25×10^{-6}
Zr-93	2.03×10^4	3.41×10^{-5}
Nb-93m	1.53×10^6	4.53×10^{-7}
Se-79	6.50×10^4	1.07×10^{-5}
Pu-240	6.54×10^3	1.06×10^{-4}
U-236	2.34×10^7	2.96×10^{-8}
Th-232	1.41×10^{10}	4.93×10^{-11}
Ra-228	6.70×10^0	1.03×10^{-1}
Th-228	1.91×10^0	3.62×10^{-1}
Cm-245	8.50×10^3	8.15×10^{-5}
Pu-241	1.44×10^1	4.81×10^{-2}
Am-241	4.33×10^2	1.60×10^{-3}
Np-237	2.14×10^6	3.24×10^{-7}
Pa-233	7.40×10^{-2}	9.38×10^0
U-233	1.59×10^5	4.37×10^{-6}
Th-229	7.34×10^3	9.44×10^{-5}
Cm-246	4.73×10^3	1.46×10^{-4}
Pu-242	3.87×10^5	1.79×10^{-6}
U-238	4.47×10^9	1.55×10^{-10}
U-234	2.45×10^5	2.83×10^{-6}
Th-230	7.71×10^4	9.00×10^{-6}
Ra-226	1.60×10^3	4.33×10^{-4}
Pb-210	2.23×10^1	3.11×10^{-2}
Po-210	3.79×10^{-1}	1.83×10^0
Am-243	7.39×10^3	9.39×10^{-5}
Pu-239	2.41×10^4	2.88×10^{-5}
U-235	7.04×10^8	9.84×10^{-10}
Pa-231	3.28×10^4	2.11×10^{-5}
Ac-227	2.18×10^1	3.18×10^{-2}

【設定根拠】

*1 半減期データは文献[1]より引用した。

*2 崩壊定数 = $\ln 2 /$ (半減期)

【参考文献】

- [1] Croff, A. G.: ORIGEN2 - A Revised and Updated Version of the Oak Ridge Isotope Generation and Depletion Code, Oak Ridge National Laboratory, ORNL-5621 (1980).

付録 B 周辺海洋モデルで用いた評価式およびデータセット

1 評価式

1.1 コンパートメント間の移行プロセス

コンパートメント間の移行プロセスは、移行速度係数行列を用いて数学的に表現される。コンパートメントのインベントリは一次線形微分方程式のセットで表現される。 i 番目のコンパートメントのインベントリの時間変化率は次式で与えられる。

$$\frac{dN_i}{dt} = \left(\sum_{j \neq i} \lambda_{ji} N_j + \lambda_M M_i + S_i(t) \right) - \left(\sum_{j \neq i} \lambda_{ij} N_j + \lambda_N N_i \right) \quad (B-1)$$

N_i	: コンパートメント i における核種 N の量 [mol]
N_j	: コンパートメント j における核種 N の量 [mol]
M_i	: コンパートメント i における核種 M の量 (M は N の親核種) [mol]
$S_i(t)$: コンパートメント i への核種 N の外部ソースターム [mol y^{-1}]
λ_M	: 核種 M の崩壊定数 [y^{-1}]
λ_N	: 核種 N の崩壊定数 [y^{-1}]
λ_{ji}	: コンパートメント j ($\neq i$) からコンパートメント i への移行係数 [y^{-1}]
λ_{ij}	: コンパートメント i からコンパートメント j ($\neq i$) へのロス (系外へのロスを含む) を表す移行係数 [y^{-1}]

コンパートメント間の移行速度係数 (λ_{ij}) は、概念モデルで特定した移行プロセスを数学的に表現したものである。概念モデルの中の各移行プロセスに関する移行速度係数を計算するための代数方程式を以下に示す。

1.1.1 液相による移行プロセス

1.1.1.1 拡散

周辺海洋堆積層から周辺海洋水域への拡散移行による核種の移行係数は次式で与えられる。

$$\frac{D_{lmsed}}{R_{lmsed} d_{lmsed}^2} \quad (B-2)$$

D_{lmsed}	: 周辺海洋堆積層コンパートメントから周辺海洋水域コンパートメントへの拡散速度 [$m^2 y^{-1}$]
R_{lmsed}	: 周辺海洋堆積層コンパートメントの遅延係数 [-]
d_{lmsed}	: 周辺海洋堆積層コンパートメントの深さ [m]

ただし、 R_{lmsed} 項は次式により与えられる。

$$R_{lmsed} = 1 + \frac{(1 - \theta_{lmsed}) \rho_{glmsed}}{\theta_{lmsedw}} K_{dlmsed} \quad (B-3)$$

θ_{lmsed}	:周辺海洋堆積層コンパートメントの間隙率 [-]
ρ_{glmsed}	:周辺海洋堆積層コンパートメントの真密度 [kg m^{-3}]
θ_{lmsedw}	:周辺海洋堆積層コンパートメントの体積含水率 [-]
K_{dlmsed}	:周辺海洋堆積層コンパートメントの分配係数 [$\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$]

1.1.1.2 浸透／流出

浸透／流出による核種の移行係数は次式で与えられる。

$$\frac{d_d}{R_{sed} \theta_{sedw} d_{sed}} \quad (\text{B-4})$$

d_d	:年間の浸透／流出率 [m y^{-1}]
R_{sed}	:浸透／流出が起こるコンパートメントの遅延係数 [-]
θ_{sedw}	:浸透／流出が起こるコンパートメントの体積含水率 [-]
d_{sed}	:浸透／流出が起こるコンパートメントの深さ [m]

遅延係数 R_{sed} は次式により与えられる。

$$R_{sed} = 1 + \frac{(1 - \theta_{sed}) \rho_{gsed}}{\theta_{sedw}} K_{dsed} \quad (\text{B-5})$$

θ_{sed}	:海洋堆積層コンパートメントの空隙率 [-]
ρ_{gsed}	:海洋堆積層コンパートメントの密度 [kg m^{-3}]
θ_{sedw}	:海洋堆積層コンパートメントの体積含水率 [-]
K_{dsed}	:海洋堆積層コンパートメントの分配係数 [$\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$]

1.1.1.3 洪水

洪水による近接海洋コンパートメントから表面土壌コンパートメントへの核種の移行係数は次式で与えられる。

$$\frac{V_{fw}}{V_{rmw}} \quad (\text{B-6})$$

V_{fw}	:土壤へ浸透する年間の洪水量 [$\text{m}^3 \text{y}^{-1}$]
V_{rmw}	:近接海洋コンパートメントの体積[m ³]

1.1.1.4 潮流および海洋拡散

潮流および海洋拡散による核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{Q_w}{V_w} \quad (\text{B-7})$$

Q_w	:上流の水域コンパートメントから下流の水域コンパートメントへの水の放出率 [$\text{m}^3 \text{y}^{-1}$]
-------	---

V_w : 上流の水域コンパートメントの体積 [m³]

1.1.1.5 シースプレイ

シースプレイによる核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{T_{ss} V_{aero}}{V_{iw}} \quad (B-8)$$

T_{ss} : シースプレイ濃縮係数 [-]

V_{aero} : 年間のシースプレイ量 [m³ y⁻¹]

V_{iw} : 海洋コンパートメントの体積 [m³]

1.1.2 固相による移行プロセス

1.1.2.1 侵食／風食

侵食／風食による核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{E_{sed}}{d_{sed}} \quad (B-9)$$

E_{sed} : 土壌または堆積物コンパートメントにおける年間侵食／風食量 [m y⁻¹]

d_{sed} : 土壌または堆積物コンパートメントの深さ [m]

1.1.2.2 海洋堆積層からの再浮遊

海洋堆積層コンパートメントから海洋水域コンパートメントへの再浮遊による核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{(R_{msed} - 1)B_{msed}}{R_{msed} d_{msed}^2} \quad (B-10)$$

R_{msed} : 海洋堆積層コンパートメントの遅延係数 [-]

B_{msed} : 生物擾乱による拡散速度係数 [m² y⁻¹]

d_{msed} : 海洋堆積層コンパートメントの深さ [m]

遅延係数 R_{msed} は次式で与えられる。

$$R_{msed} = 1 + \frac{(1 - \theta_{msed})\rho_{gmsed}}{\theta_{msedw}} K_{dmsed} \quad (B-11)$$

θ_{msed} : 海洋堆積層コンパートメントの空隙率 [-]

ρ_{gmsed} : 海洋堆積層コンパートメントの密度 [kg m⁻³]

θ_{msedw} : 海洋堆積層コンパートメントの体積含水率 [-]

K_{dmsed} : 海洋堆積層コンパートメントの分配係数 [m³ kg⁻¹]

1.1.2.3 正味の沈殿

正味の沈殿による核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{(R_{msed} - 1)}{R_{msed}} \frac{S_{nf}}{d_{msed}} \quad (B-12)$$

R_{msed} : 沿岸海域堆積層コンパートメントの遅延係数 [-]

S_{nf} : 正味の沈殿量 [$m y^{-1}$]

d_{msed} : 沿岸海域堆積層コンパートメントの深さ [m]

1.1.2.4 グロスの沈殿

グロスの沈殿による核種の移行速度係数は次式で与えられる。

$$\frac{Kd_{sed} S_g (1 - \theta_{sedw}) \rho_{gsed} A_w}{(1 + Kd_{sed} \alpha_w) V_w} \quad (B-13)$$

Kd_{sed} : 水コンパートメント中の浮遊堆積物の分配係数 [$m^3 kg^{-1}$]

S_g : 水コンパートメントから関連する堆積物コンパートメントへのグロスの沈殿率 [$m y^{-1}$]

θ_{sedw} : 堆積層コンパートメントの体積含水率 [-]

ρ_{gsed} : 堆積層コンパートメントの真密度 [$kg m^{-3}$]

A_w : 水コンパートメントの面積 [m^2]

α_w : 水コンパートメント中の浮遊堆積物の密度 [$kg m^{-3}$]

V_w : 水コンパートメントの体積 [m^3]

1.2 線量評価

各被ばく経路からの線量当量は、以下に示す式を用いて算出する。

1.2.1 畜産物の摂取

畜産物の摂取による農作業従事者グループの線量当量は次式で与えられる。

$$D_{prod} = ING_{prod} D_{ing} C_{prod} \quad (B-14)$$

D_{prod} : 畜産物の摂取による線量当量 [Sv y⁻¹]

ING_{prod} : 畜産物の摂取量 [kg y⁻¹]

D_{ing} : 経口摂取に対する線量当量換算係数 [Sv Bq⁻¹]

C_{prod} : 畜産物中の核種濃度 [Bq kg⁻¹]

ただし、 C_{prod} は次式で計算される

$$C_{prod} = CF_{prod} \left[C_{fodd} ING_{fodd} + \frac{C_{ss} ING_{ssa}}{(1 - \theta_{ss})\rho_{gss} + \theta_{ssw}\rho_w} + BR_a O_{an} C_{airss} \right] \quad (B-15)$$

CF_{prod} : 畜産物への核種の濃縮係数 [d kg⁻¹ (fresh weight of product)]

C_{fodd} : 飼料中の核種濃度 [Bq kg⁻¹ (fresh weight of fodder)]

ING_{fodd} : 家畜による飼料の摂取量 [kg (fresh weight) B⁻¹]

C_{ss} : 表面土壌コンパートメント中の核種濃度 [Bq m⁻³]

ING_{ssa} : 家畜による土壌の摂取量 [kg (wet weight of soil) B⁻¹]

θ_{ss} : 表面土壌コンパートメントの空隙率 [-]

ρ_{gss} : 表面土壌コンパートメントの密度 [kg m⁻³]

θ_{ssw} : 表面土壌コンパートメントの体積含水率 [-]

ρ_w : 水の密度 [kg m⁻³]

BR_a : 家畜の呼吸率 [m³ h⁻¹]

O_{an} : 家畜の表面土壌コンパートメント滞在時間 [h B⁻¹]

C_{airss} : 表面土壌コンパートメント上方の大気中の核種濃度 [Bq m⁻³]

ただし、 C_{airss} は次式で与えられる。

$$C_{airss} = \frac{C_{ss}}{(1 - \theta_{ss})\rho_{gss}} \frac{(R_{ss} - 1)}{R_{ss}} dust_{ss} + Air_{aero} C_{iw} T_{ss} \quad (B-16)$$

C_{ss} : 表面土壌コンパートメント中の核種濃度 [Bq m⁻³]

θ_{ss} : 表面土壌コンパートメントの空隙率 [-]

ρ_{gss} : 表面土壌コンパートメントの密度 [kg m⁻³]

R_{ss} : 表面土壌コンパートメントの遅延係数 [-]

$dust_{ss}$: 表面土壌コンパートメント上方大気中のダストレベル [kg m⁻³]

Air_{aero} : 海洋エアロゾルの飛散による大気中のエアロゾルレベル [m³ m⁻³]

C_{iw} : 海洋コンパートメント中の核種濃度 [Bq m⁻³]

T_{ss} : シースプレイ濃縮係数 [-]

また、 C_{fodd} は次式により与えられる。

$$C_{fodd} = \frac{(CF_{past} + S_{past})C_{ss}}{(1 - \theta_{ss})\rho_{gss}} + \frac{\mu_{past}d_{spast}C_{iw}}{Y_{past}W_{past} + NING_{past}} \quad (B-17)$$

- CF_{past} : 土壤から牧草への移行係数 [Bq kg⁻¹ (fresh weight of pasture)/Bq kg⁻¹ (dry weight of soil)]
 S_{past} : 牧草への土壤の付着量 [kg (dry weight soil)/kg (fresh weight of pasture)]
 C_{ss} : 表面土壤コンパートメントの核種濃度 [Bq m⁻³]
 θ_{ss} : 表面土壤コンパートメントの空隙率 [-]
 ρ_{gss} : 表面土壤コンパートメントの密度 [kg m⁻³]
 μ_{past} : 牧草葉面によるシースプレイ中の核種の阻止率 [-]
 d_{spast} : シースプレイの牧草地への年間浸透量 [m y⁻¹]
 C_{iw} : 海洋コンパートメント中の核種濃度 [Bq m⁻³]
 Y_{past} : 牧草の単位面積あたりの生産量 (栽培密度) [kg m⁻²]
 W_{past} : 牧草葉面からの風雨による系外への除去率 (ウェザリング率) [y⁻¹]
 N : 家畜の飼育密度 [m⁻²]
 ING_{past} : 家畜による牧草の摂取率 [kg (fresh weight of pasture) y⁻¹]

1.2.2 堆積物の摂取

堆積物の摂取による海洋漁業従事者グループの線量当量は次式で与えられる。

$$D_{sed} = ING_{sed} D_{ing} \frac{C_{sed}}{(1 - \theta_{sed})\rho_{sed} + \theta_{sedw}\rho_w} \quad (B-18)$$

- D_{sed} : 堆積物の摂取による線量当量 [Sv y⁻¹]
 ING_{sed} : 堆積物の年間摂取量 [kg y⁻¹]
 D_{ing} : 経口摂取に対する線量当量換算係数 [Sv Bq⁻¹]
 C_{sed} : 海洋堆積層コンパートメント中の核種濃度 [Bq m⁻³]
 θ_{sed} : 海洋堆積層コンパートメントの空隙率 [-]
 ρ_{gsed} : 海洋堆積層コンパートメントの密度 [kg m⁻³]
 θ_{sedw} : 海洋堆積層コンパートメントの体積含水率 [-]
 ρ_w : 水の密度 [kg m⁻³]

1.2.3 海産物の摂取

海産物の摂取による海洋漁業従事者グループの線量当量は次式で与えられる。

$$D_{aqfood} = ING_{aqfood} D_{ing} FF_w C_w CF_{aqfood} 10^{-3} \quad (B-19)$$

- D_{aqfood} : 海産物摂取による線量当量 [Sv y⁻¹]
 ING_{aqfood} : 海産物の年間摂取量 [kg y⁻¹]
 D_{ing} : 経口摂取に対する線量当量換算係数 [Sv Bq⁻¹]
 FF_w : ろ過された水における核種の残存割合 [-]
 C_w : 水域コンパートメント中の核種濃度 [Bq m⁻³]

C_{food} : 海産物への核種の濃縮係数 [Bq kg⁻¹ (fresh weight of edible fraction of aquatic foodstuff)/Bq l⁻¹ (of filtered water)]

ただし、 FF_w は次式により与えられる。

$$FF_w = \frac{1}{1 + K_{dw} \alpha_w} \quad (B-20)$$

K_{dw} : 水域コンパートメント中の浮遊物に対する分配係数 [m³ kg⁻¹]

α_w : 水域コンパートメント中の浮遊物の量 [kg m⁻³]

1.2.4 土壤／堆積物からの外部被ばく

土壤／堆積物からの外部被ばくによる農作業／海洋漁業従事者グループの線量当量は次式で与えられる。

$$D_{exsed} = O_{sed} D_{exts} C_{sed} \quad (B-21)$$

D_{exsed} : 土壤／堆積物からの外部被ばくによる線量当量 [Sv y⁻¹]

O_{sed} : 土壤／堆積層コンパートメントにおける滞在時間 [h y⁻¹]

D_{exts} : 土壤／堆積物からの外部被ばくに対する線量当量換算係数 [Sv h⁻¹/Bq m⁻³]

C_{sed} : 土壤／堆積層コンパートメント中の核種濃度 [Bq m⁻³]

1.2.5 水からの外部被ばく

水からの外部被ばくによる海洋漁業従事者グループの線量当量は次式で与えられる。

$$D_{exiwat} = O_{iwat} D_{extw} C_{iw} \quad (B-22)$$

D_{exiwat} : 水からの外部被ばくによる線量当量 [Sv y⁻¹]

O_{iwat} : 水域コンパートメントでの滞在時間 [h y⁻¹]

D_{extw} : 水からの外部被ばくに対する線量当量換算係数 [Sv h⁻¹ / Bq m⁻³]

C_{iw} : 水域コンパートメント中の核種濃度 [Bq m⁻³]

1.2.6 ダストの吸入

ダストの吸入による農作業／海洋漁業従事者グループの線量当量は次式で与えられる。

$$D_{dust} = D_{inh} BR_{sed} O_{sed} C_{air} \quad (B-23)$$

D_{dust} : ダストの吸入による線量当量 [Sv y⁻¹]

D_{inh} : 吸入摂取に対する線量当量換算係数 [Sv Bq⁻¹]

BR_{sed} : 土壤／堆積層コンパートメントでの人間の呼吸率 [m³ h⁻¹]

O_{sed} : 土壤／堆積層コンパートメントでの滞在時間 [h y⁻¹]

C_{air} : 土壤／堆積層コンパートメント上方大気中の核種濃度 [Bq m⁻³]

ただし、 C_{air} は次式により与えられる。

$$C_{air} = \frac{C_{sed}}{(1 - \theta_{sed}) \rho_{gsed}} \frac{(R_{sed} - 1)}{R_{sed}} dust_{sed} \quad (B-24)$$

- C_{sed} : 土壌／堆積層コンパートメント中の核種濃度 [Bq m⁻³]
- θ_{sed} : 土壌／堆積層コンパートメントの空隙率 [-]
- ρ_{gsed} : 土壌／堆積層コンパートメントの密度 [kg m⁻³]
- R_{sed} : 土壌／堆積層コンパートメントの遅延係数 [-]
- $dust_{sed}$: 土壌／堆積層コンパートメント上方大気中のダストレベル [kg m⁻³]

1.2.7 海洋エアロゾルの吸入

海洋エアロゾルの吸入による農作業／海洋漁業従事者グループの線量当量は次式で与えられる。

$$D_{aero} = D_{inh} BR_{aero} Air_{aero} O_{aero} C_{iw} T_{ss} \quad (B-25)$$

- D_{aero} : エアロゾルの吸入による線量当量 [Sv y⁻¹]
- D_{inh} : 吸入摂取に対する線量当量換算係数 [Sv Bq⁻¹]
- BR_{aero} : 海洋エアロゾルの飛散領域における人間の呼吸率 [m³ h⁻¹]
- Air_{aero} : 海洋エアロゾルの飛散領域における大気中エアロゾルレベル [m³ m⁻³]
- O_{aero} : 海洋エアロゾルの飛散領域における滞在時間 [h y⁻¹]
- C_{iw} : 水域コンパートメント中の核種濃度 [Bq m⁻³]
- T_{ss} : シースプレイ濃縮係数 [-]

2 データセット

2.1 コンパートメントに関するデータ

付表 B-1 コンパートメントの諸量に関するデータ

パラメータ	単位	表面土壌					下部土壌				
		標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
深さ	m	3×10^{-1}	[1],[2], [3]	1×10^{-1}	5×10^{-1}	[1],[2], [4],[5]	2	-(*4)	1	2×10^1	-(*4)
面積	m^2	1.5×10^8	-(*1)	5×10^6	5×10^8	-(*2)	1.5×10^8	-(*5)	5×10^6	5×10^8	-(*5)
体積	m^3	4.5×10^7	-(*3)	5×10^5	2.5×10^8	-(*3)	3×10^8	-(*3)	5×10^6	1×10^{10}	-(*3)
間隙率	-	4×10^{-1}	[1],[2], [5]	1×10^{-1}	7×10^{-1}	[5],[6], [7]	4×10^{-1}	[2]	1×10^{-1}	7×10^{-1}	[5],[6], [7]
体積含水率	-	3×10^{-1}	[5]	6×10^{-2}	4×10^{-1}	[5],[6]	3.5×10^{-1}	[5]	8×10^{-2}	4×10^{-1}	[5],[6]
浮遊物濃度	kg/m^3	-	-(*13)	-	-	-(*13)	-	-(*13)	-	-	-(*13)
水の密度	kg/m^3	1×10^3	[11]	-	-	-	1×10^3	[11]	-	-	-
堆積物の密度	kg/m^3	2.65×10^3	[12] (*16)	2.6×10^3	2.7×10^3	[13] (*17)	2.65×10^3	[12] (*16)	2.6×10^3	2.7×10^3	[13] (*17)
パラメータ	単位	周辺海洋水域					周辺海洋堆積層				
		標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
深さ	m	3.5×10^2	-(*6)	3×10^2	4×10^2	-(*6)	5×10^{-1}	[1]	1×10^{-1}	5×10^{-1}	[1]
面積	m^2	2.2×10^7	-(*7)	4.3×10^6	4.3×10^7	-(*8)	2.2×10^7	-(*9)	4.3×10^6	4.3×10^7	-(*9)
体積	m^3	7.7×10^9	-(*3)	1.3×10^9	1.7×10^{10}	-(*3)	1.1×10^7	-(*3)	4.3×10^5	2.2×10^7	-(*3)
間隙率	-	9.999996×10^{-1}	-(*14)	9.9996×10^{-1}	9.999996×10^{-1}	-(*14)	5×10^{-1}	-	4×10^{-1}	6×10^{-1}	-
体積含水率	-	9.999996×10^{-1}	-(*15)	9.9996×10^{-1}	9.999996×10^{-1}	-(*15)	5×10^{-1}	-(*15)	4×10^{-1}	6×10^{-1}	-(*15)
浮遊物濃度	kg/m^3	1×10^3	[10]	1×10^{-4}	1×10^{-2}	[8],[9], [10]	-	-(*13)	-	-	-(*13)
水の密度	kg/m^3	1×10^3	[11]	-	-	-	1×10^3	[11]	-	-	-
堆積物の密度	kg/m^3	2.65×10^3	[12] (*16)	2.6×10^3	2.7×10^3	[13] (*17)	2.65×10^3	[12] (*16)	2.6×10^3	2.7×10^3	[13] (*17)
パラメータ	単位	沿岸海域水					沿岸海域堆積層				
		標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
深さ	m	5×10^2	-(*10)	4×10^2	6×10^2	-(*10)	5×10^{-1}	[1]	1×10^{-1}	5×10^{-1}	[1]
面積	m^2	6×10^9	-(*11)	1×10^9	2.5×10^{10}	-(*12)	6×10^9	-(*11)	1×10^9	2.5×10^{10}	-(*12)
体積	m^3	3×10^{12}	-(*3)	4×10^{11}	1.5×10^{13}	-(*3)	3×10^9	-(*3)	1×10^8	1.3×10^{10}	-(*3)
間隙率	-	9.999996×10^{-1}	-(*14)	9.9996×10^{-1}	9.999996×10^{-1}	-(*14)	5×10^{-1}	-	4×10^{-1}	6×10^{-1}	-
体積含水率	-	9.999996×10^{-1}	-(*15)	9.9996×10^{-1}	9.999996×10^{-1}	-(*15)	5×10^{-1}	-(*15)	4×10^{-1}	6×10^{-1}	-(*15)
浮遊物濃度	kg/m^3	1×10^3	[10]	1×10^{-4}	1×10^{-2}	[8],[9], [10]	-	-(*13)	-	-	-(*13)
水の密度	kg/m^3	1×10^3	[11]	-	-	-	1×10^3	[11]	-	-	-
堆積物の密度	kg/m^3	2.65×10^3	[12] (*16)	2.6×10^3	2.7×10^3	[13] (*17)	2.65×10^3	[12] (*16)	2.6×10^3	2.7×10^3	[13] (*17)

【設定根拠】

- *1. 300000 [m]の海岸線を想定し、かつシースプレイが海岸から 500 [m]内陸に移行すると仮定した場合の計算値を設定した（沿岸海域水コンパートメントの大きさと一致）。
- *2. 100000 ~ 500000 [m]の海岸線と海岸から内陸へのシースプレイ移行距離を 50 ~ 1000 [m]と仮定した場合の計算値を設定した（沿岸海域水コンパートメントの大きさと一致）。
- *3. 体積=深さ×面積
- *4. 表面土壌と地下水水面の間の領域を示す。本検討では、深さの標準値が 2 [m]、範囲が 1 ~ 20 [m]と設定した。
- *5. 表面土壌コンパートメントに対して設定した値と同様である。
- *6. 処分場位置での海底の深さは 300 ~ 400 [m]と設定した。

- *7. 日本における平均的な潮流は 5×10^{-1} [m s⁻¹]である。毎日流れ方向の変化が 2 回あると仮定すると、潮流サイクル間の平均的な移行距離は 21.6 [km]である。コンパートメントの幅を 1000 [m] (放出域の幅と一致) と仮定すると、コンパートメントの面積は 2.2E+7 [m²]となる。
- *8. 平均的な潮流を $1.0 \times 10^{-1} \sim 1.0 \times 10^1$ [m s⁻¹]と仮定して算出した。
- *9. 沿岸海域堆積層は定期的に潮流の移動により部分的に露出するが、各海洋堆積層コンパートメントは関連する水域コンパートメントと同じ面積を有すると仮定する。
- *10. 沿岸海域水コンパートメントの平均的な深さの標準値を 500 [m], 範囲を 400 ~ 600 [m] (周辺海洋堆積層コンパートメントの深さと一致) と仮定した。
- *11. コンパートメントの幅が 20000 [m], コンパートメントの距離が 300000 [m]であると仮定して算出した (文献[10]のデータと一致)。
- *12. コンパートメントの幅が 10000 ~ 50000 [m], コンパートメントの距離が 100000 ~ 500000 [m]であると仮定して算出した (文献[10]のデータと一致)。
- *13. 本コンパートメントでは必要としない。
- *14. 浮遊物濃度と堆積物真密度から算出した。
- *15. コンパートメントは完全に飽和しているものとする。
- *16. 文献[12]に記載されている石英の真密度として設定した。
- *17. 文献[13]に記載されている鉱質土壤の値の範囲を設定した。

【参考文献】

- [1] Klos, R. A., Smith, K. R. and Smith, G. M.: Calculations of the Radiological Impact of Unit Releases of Radionuclides to the Biosphere from Solid Waste Disposal Facilities. National Radiological Protection Board, NRPB-M150, Chilton, UK (1989).
- [2] NEA/OECD: PSACOIN Level 1B Intercomparison. NEA Probabilistic System Assessment Group, Nuclear Energy Agency of Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris (1993).
- [3] Charles, D. and Smith, G. M.: Project-90 Conversion of Releases from the Geosphere to Estimates of Individual Doses to Man. SKI Technical Report 91:14 (1991).
- [4] BIOMOVS: Scenario B2: Irrigation with Contaminated Groundwater. BIOMOVS Technical Report 6, Swedish Radiation Protection Institute, Stockholm (1989).
- [5] BIOMOVS: Scenario B6: Transport of Radionuclides to Root-Zone Soil from Contaminated Groundwater. BIOMOVS Technical Report 9, Swedish Radiation Protection Institute, Stockholm (1990a).
- [6] Ashton, J. and Sumerling, T. J.: Biosphere Database for Assessments of Radioactive Waste Disposals. UK Department of the Environment Report DoE/RW/88/083 (1988).
- [7] Yu, C., Loureiro, C., Cheng, J-J., Jones, L. G., Wang ,Y. Y., Chia, Y. P. and Faillace, E.: Data Collection Handbook to Support Modelling the Impacts of Radioactive Material in Soil. Argonne National Laboratory, Report ANL/EA15-8 (1993).
- [8] Lawson, G. and Smith, G. M.: BIOS: A Model to Predict Radionuclide Transfer and Doses to Man Following Releases from Geological Repositories. National Radiological Protection Board, NRPB-R169, HMSO, London (1985).
- [9] Camplin, W. C., Clark, M. J. and Delow, C. E.: The Radiation Exposure of the UK Population from Liquid Effluents Discharged from Civil Nuclear Installations in the UK in 1978. National Radiological Protection Board, NRPB R119, HMSO, London (1982).
- [10] Simmonds, J. R., Lawson, G., Mayall, A.: Methodology for Assessing the Radiological Consequences of Routine Releases of Radionuclides to the Environment. European Commission Report EUR 15760 EN, Luxembourg (1995).
- [11] Weast, R. C.: Handbook of Chemistry and Physics. First Student Edition. CRC Press Inc, Boca Raton, Florida (1987).
- [12] Freeze, R. A. and Cherry, J. A.: Groundwater. Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey (1979).
- [13] Hillel, D.: Fundamental of Soil Physics. Academic Press Inc, New York (1980).

2.2 コンパートメント間の移行プロセスに関するデータ

付表 B-2 コンパートメント間の移行プロセスに関するデータ

移行プロセス	単位	標準値	文献	最小値	最大値	文献
液相による移行						
周辺海洋での拡散係数	$m^2 y^{-1}$	3.15×10^{-2}	[1]	3.15×10^{-3}	3.15×10^{-1}	- (*1)
浸透／流出率	$m y^{-1}$	7.4×10^{-1}	- (*2)	4.5×10^{-1}	1.2	- (*3)
年間洪水量	$m^3 y^{-1}$	6×10^6	- (*4)	3×10^5	3×10^7	- (*5)
潮流による移行量	$m^3 y^{-1}$	1.5×10^{11}	- (*6)	2.6×10^{10}	3.4×10^{11}	- (*7)
海洋拡散による移行量	$m^3 y^{-1}$	3×10^{13}	- (*8)	4×10^{12}	1.5×10^{14}	- (*8)
海水の飛散による移行量	$m^3 y^{-1}$	3×10^5	- (*9)	1×10^4	5×10^6	- (*10)
固相による移行量						
侵食速度	$m y^{-1}$	1×10^{-4}	[3]	6.4×10^{-6}	3.4×10^{-3}	[3],[4],[5],[6]
風食速度	$m y^{-1}$	1×10^{-7}	- (*11)	1×10^{-8}	1×10^{-6}	- (*1)
沿岸海域および周辺海洋での生物擾乱による拡散係数	$m^2 y^{-1}$	3.2×10^{-5}	[7]	3.2×10^{-6}	3.2×10^{-4}	- (*1)
沿岸海域および周辺海洋での沈殿量	$m y^{-1}$	7.5×10^{-5}	[8]	3.8×10^{-6}	3.7×10^{-4}	[2]
正味の沈殿量	$m y^{-1}$	5.0×10^{-5}	- (*12)	7.5×10^{-6}	3.7×10^{-3}	[2]

【設定根拠】

- *1 標準値の上下 1 衍の範囲を仮定した。
- *2 全降水量 (1750 [mm]) の 40 %が浸透あるいは流出に、年間洪水量の 50 % (6×10^6 [$m^3 y^{-1}$]) が表面土壌 (面積: 1.5×10^8 [m^2]) へ浸透すると仮定して計算した。
- *3 現在の降水量の範囲 (1500 ~ 2000 [mm]) の 30 ~ 50 %が浸透／流出し、年間洪水量 (3×10^5 ~ 3×10^7 [$m^3 y^{-1}$]) すべてが表面土壌 (面積: 1.5×10^8 [m^2]) へ浸透すると仮定して計算した。
- *4 表面土壌の面積の 20 %は年に 1 回の割合で深さ 0.2 [m]の洪水を受けると仮定して計算した。
- *5 表面土壌の面積の 10 ~ 50 %は年に 0.1 ~ 2 回の割合で深さ 0.2 [m]の洪水を受けると仮定して計算した。
- *6 年に 20 回の交換で周辺海洋コンパートメントの体積は標準値 (7.7×10^9 [m^3]) となると仮定して計算した (文献[2]での周辺海洋コンパートメントの大きさのデータと一致)。
- *7 年に 20 回の交換で周辺海洋コンパートメントの体積の変化は 1.3×10^9 ~ 1.7×10^{10} [m^3] であると仮定して計算した。
- *8 コンパートメント中の水の交換回数を年 10 回[2]とし、コンパートメントの体積を用いて算出した。
- *9 文献[1]からの海岸線 1 メートルあたりのシースプレイの移行量 (1×10^{-1} ~ 1×10^1 [$m^3 y^{-1}$]) を考慮して仮定した。海岸線の距離は 300000 [m]と仮定した。
- *10 文献[3]からの海岸線 1 メートルあたりのシースプレイの移行量 (1×10^{-1} ~ 1×10^1 [$m^3 y^{-1}$]) を考慮して仮定した。海岸線の距離は 100000 ~ 500000 [m]と仮定した。
- *11 単位幅あたりの空気の移行量 (3.15×10^8 [$m^3 y^{-1}/m$]) は、地表から 2 [m]までの平均風速を 5 [$m sec^{-1}$] と仮定して算出した。単位幅あたりの空気中の堆積物浮遊量 (3.15 kg y^{-1}/m) は単位体積あたりの空気中のダスト量を 1×10^{-8} [kg m^{-3}] と仮定して算出した。単位幅あたりの土壤の移行量 (2.38

$\times 10^3$ [m³ y⁻¹/m]) は、土壤のバルク密度 (1325 [kg m⁻³]) と等しいと仮定して算出した。沿岸海域水コンパートメントから表面土壤コンパートメントへの移行量 (7.14×10^2 [m³ y⁻¹]) は、海岸線を 300000 [m] として算出した。よって、沿岸海域水コンパートメントの面積 (6×10^9 [m²]) から、風食速度は 1×10^{-7} [m y⁻¹] と設定した。

*12 沿岸海域／周辺海洋での見かけの沈殿量の 67 % であると仮定した。

【参考文献】

- [1] Lawson, G. and Smith, G. M.: BIOS: A Model to Predict Radionuclide Transfer and Doses to Man Following Releases from Geological Repositories. National Radiological Protection Board, NRPB-R169, HMSO, London (1985).
- [2] Simmonds, J. R., Lawson, G. and Mayall, A.: Methodology for Assessing the Radiological Consequences of Routine Releases of Radionuclides to the Environment. European Commission Report EUR 15760 EN, Luxembourg (1995).
- [3] Shimizu, K., Ishimaru, K., Furuya, K. and Yusa, Y.: Natural Processes and Events Relevant to Long Term Stability of Geological Environment in Japan. In: Waste Disposal and Geology; Scientific Perspectives. Proceedings of Workshop WC-1 of the 29th International Geological Congress, Tokyo, 381-394 (1992).
- [4] NEA/OECD: PSACOIN Level 1B Intercomparison. NEA Probabilistic System Assessment Group, Nuclear Energy Agency of Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris (1993).
- [5] Jones, C. H.: Data for Alternative Biosphere States Fisheries and Soil Erosion. ANS Technical Note 595-27 (1987).
- [6] Holmes, A.: Principles of Physical Geology. 3rd Edition, Thomas Nelson and Sons, UK (1978).
- [7] Klos, R. A., Smith, K. R. and Smith, G. M.: Calculations of the Radiological Impact of Unit Releases of Radionuclides to the Biosphere from Solid Waste Disposal Facilities. National Radiological Protection Board, NRPB-M150, Chilton, UK (1989).
- [8] Bergström, U. and Puigdomenech, I.: Radiological Consequences to Man due to Leakage from a Final Repository for Reactor Waste (SFR). SKB Report SFR 87-12 (1987).

2.3 被ばく経路に関するデータ

付表 B-3 線量当量換算係数

核種	線量換算係数 (*1)					
	経口摂取 [Sv Bq ⁻¹]	吸入摂取 [Sv Bq ⁻¹]	文献	外部被ばく		文献
				土壤 [(Sv h ⁻¹) / (Bq m ⁻³)]	水 [(Sv h ⁻¹) / (Bq m ⁻³)]	
Sm-151	9.3×10 ⁻¹¹	7.7×10 ⁻⁹	[1]	1.9×10 ⁻²⁰	3.1×10 ⁻¹⁹	[2]
Cs-135	1.9×10 ⁻⁹	1.3×10 ⁻⁹	[1]	7.4×10 ⁻¹⁹	4.0×10 ⁻¹⁸	[2]
Sn-126	5.4×10 ⁻⁹	2.4×10 ⁻⁸	[1]	2.3×10 ⁻¹⁹	7.6×10 ⁻¹⁹	[2]
Pd-107	3.8×10 ⁻¹¹	3.6×10 ⁻⁹	[1]	0	0	[2]
Tc-99	3.6×10 ⁻¹⁰	2.0×10 ⁻⁹	[1]	2.4×10 ⁻¹⁸	1.1×10 ⁻¹⁷	[2]
Nb-94	1.4×10 ⁻⁹	9.1×10 ⁻⁸	[1]	1.9×10 ⁻¹⁹	6.0×10 ⁻¹⁹	[2]
Zr-93	4.5×10 ⁻¹⁰	8.6×10 ⁻⁸	[1]	0	0	[2]
Nb-93m	1.2×10 ⁻¹⁰	7.8×10 ⁻⁹	[1]	2.0×10 ⁻¹⁸	3.7×10 ⁻¹⁷	[2]
Se-79	2.4×10 ⁻⁹	2.5×10 ⁻⁹	[1]	3.6×10 ⁻¹⁹	2.1×10 ⁻¹⁸	[2]
Pu-240	9.8×10 ⁻⁷	1.2×10 ⁻⁴	[1]	2.8×10 ⁻¹⁸	4.0×10 ⁻¹⁷	[2]
U-236	6.8×10 ⁻⁸	3.6×10 ⁻⁵	[1]	4.1×10 ⁻¹⁸	4.2×10 ⁻¹⁷	[2]
Th-232	7.5×10 ⁻⁷	4.5×10 ⁻⁴	[1]	1.0×10 ⁻¹⁷	7.2×10 ⁻¹⁷	[2]
Ra-228	3.3×10 ⁻⁷	1.2×10 ⁻⁵	[1]	1.2×10 ⁻¹⁹	3.7×10 ⁻¹⁹	[2]
Th-228	2.0×10 ⁻⁷	8.4×10 ⁻⁵	[1]	2.0×10 ⁻¹⁹	6.3×10 ⁻¹⁹	[2]
Cm-245	1.0×10 ⁻⁶	1.3×10 ⁻⁴	[1]	6.6×10 ⁻¹⁵	3.2×10 ⁻¹⁴	[2]
Pu-241	1.9×10 ⁻⁸	2.4×10 ⁻⁶	[1]	3.6×10 ⁻¹⁹	1.8×10 ⁻¹⁸	[2]
Am-241	1.0×10 ⁻⁶	1.2×10 ⁻⁴	[1]	8.4×10 ⁻¹⁶	6.8×10 ⁻¹⁵	[2]
Np-237	1.1×10 ⁻⁶	1.3×10 ⁻⁴	[1]	1.5×10 ⁻¹⁵	8.4×10 ⁻¹⁵	[2]
Pa-233	9.1×10 ⁻¹⁰	2.4×10 ⁻⁹	[1]	2.0×10 ⁻¹⁴	7.4×10 ⁻¹⁴	[2]
U-233	7.2×10 ⁻⁸	3.8×10 ⁻⁵	[1]	2.7×10 ⁻¹⁷	1.3×10 ⁻¹⁶	[2]
Th-229	1.1×10 ⁻⁶	5.8×10 ⁻⁴	[1]	3.1×10 ⁻¹⁴	1.2×10 ⁻¹³	[2]
Cm-246	1.0×10 ⁻⁶	1.3×10 ⁻⁴	[1]	2.2×10 ⁻¹⁸	3.8×10 ⁻¹⁷	[2]
Pu-242	9.3×10 ⁻⁷	1.1×10 ⁻⁴	[1]	2.5×10 ⁻¹⁸	3.4×10 ⁻¹⁷	[2]
U-238	6.7×10 ⁻⁸	3.3×10 ⁻⁵	[1]	2.9×10 ⁻¹⁵	1.1×10 ⁻¹⁴	[2]
U-234	7.1×10 ⁻⁸	3.8×10 ⁻⁵	[1]	7.7×10 ⁻¹⁸	6.3×10 ⁻¹⁷	[2]
Th-230	1.5×10 ⁻⁷	8.6×10 ⁻⁵	[1]	2.3×10 ⁻¹⁷	1.4×10 ⁻¹⁶	[2]
Ra-226	3.1×10 ⁻⁷	2.2×10 ⁻⁶	[1]	2.2×10 ⁻¹⁹	6.9×10 ⁻¹⁹	[2]
Pb-210	1.4×10 ⁻⁶	3.6×10 ⁻⁶	[1]	1.2×10 ⁻¹⁶	7.0×10 ⁻¹⁶	[2]
Po-210	4.5×10 ⁻⁷	2.3×10 ⁻⁶	[1]	1.0×10 ⁻¹⁸	3.3×10 ⁻¹⁸	[2]
Am-243	1.0×10 ⁻⁶	1.2×10 ⁻⁴	[1]	1.7×10 ⁻¹⁴	7.9×10 ⁻¹⁴	[2]
Pu-239	9.8×10 ⁻⁷	1.2×10 ⁻⁴	[1]	5.7×10 ⁻¹⁸	3.5×10 ⁻¹⁷	[2]
U-235	6.9×10 ⁻⁸	3.3×10 ⁻⁵	[1]	1.5×10 ⁻¹⁴	6.2×10 ⁻¹⁴	[2]
Pa-231	2.9×10 ⁻⁶	3.6×10 ⁻⁴	[1]	3.7×10 ⁻¹⁵	1.4×10 ⁻¹⁴	[2]
Ac-227	4.0×10 ⁻⁶	1.9×10 ⁻³	[1]	3.9×10 ⁻¹⁴	1.5×10 ⁻¹³	[2]

【設定根拠】

*1. 当該核種の線量換算係数には、短半減期核種（半減期 25 日以下）の娘核種の線量換算係数を加算している。

【参考文献】

- [1] 科学技術庁：試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規制等の規定に基づく線量当量限度等を定める件、科学技術庁告示第20号(1988)。
- [2] Eckerman, K. F. and Ryman, J. C. : External Exposure to Radionuclides in Air, Water and Soil, Exposure-to-Dose Coefficients for General Application, Based on the 1987 Federal Radiation Protection Guidance, Federal Guidance Report No 12, United States Environmental Protection Agency EPA402-R-93-081 (1993).

付表 B-4 食物等摂取量

食物	標準値	文献	最小値	最大値	文献
畜産物	牛肉	8.8	[1]	4.0	1.0×10^2 [3], [5], [8], [9], [10], [11], [12]
	羊肉	6.0×10^1	[2]		
	牛レバー	2.0×10^1	[2]	0	4.0×10^1 [5], [10]
	牛乳	4.60×10^1	[1]	2.0×10^1	4.0×10^2 [3], [5], [8], [9], [10]
海産物	海水魚	1.49×10^1	[1]		
	海洋甲殻類	2.9	[4]		
	軟體動物	1.8	[4]		
	海藻類	1.9	[1]		
その他	土壌	3.7×10^{-2}	[6], [7]	1.0×10^{-3}	1.0×10^{-1} [8]

【設定根拠】

- *1. 範囲は、寒帯およびツンドラ気候の地域における食物の年間摂取量を考慮し設定している。ツンドラ気候特有の食物（アザラシ、鯨、カリブー等）については文献[5]を参照している。

【参考文献】

- [1] 厚生省：国民栄養の現状（平成7年国民栄養調査成績表），平成9年10月（1997）。
- [2] 農林水産省畜産局食肉鶏卵課編：食肉便覧（平成8年）（1997）。
- [3] IAEA: Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Release Safety Series No 57 (draft). IAEA, Vienna (1995).
- [4] 農林水産省統計情報部：第71次農林水産省統計表（平成6年～平成7年）（1996）。
- [5] Watkins, B. M., Little, R. H. and Cooper, N. S.: Provision of Information on the Effects of Climate Change on the Biosphere Transport of Repository Derived Radionuclides. MAFF Food Sciences Division, Report IE3965-1, Version 2.0 (1994).
- [6] Yu, C., Loureiro, C., Cheng, J.-J., Jones, L. G., Wang, Y. Y., Chia, Y. P. and Faillace, E.: Data Collection Handbook to Support Modelling the Impacts of Radioactive Material in Soil. Argonne National Laboratory, Report ANL/EAIS-8 (1993).
- [7] Linsley, G. S., Dionian, J., Simmonds, J. R. and Burgess, J.: An Assessment of the Radiation Exposure of Members of the Public in West Cumbria as a Result of Discharges from BNFL Sellafield. National Radiological Protection Board. NRPB-R170, Chilton, UK (1984).
- [8] Bergström, U. and Nordliner, S.: Uncertainties Related to Dose Assessments for High Level Waste Disposal. Nuclear Safety 32(3), pp.391-402 (1991).
- [9] Takase, H.: Personal Communication listing the Parameter Values for the PAR 1 Biosphere Assessment (1992).
- [10] Klos, R. A., Smith, K. R. and Smith, G. M.: Calculations of the Radiological Impact of Unit Releases of Radionuclides to the Biosphere from Solid Waste Disposal Facilities. National Radiological Protection Board, NRPB-M150, Chilton, UK (1989).
- [11] Ashton, J. and Sumerling, T. J.: Biosphere database for assessments of radioactive waste disposals. UKDoE Report No. DoE/RW/88.083 (1988).
- [12] BIOMOVS II: Biosphere Modelling for Dose Assessments of Radioactive Waste Repositories. Final Report of the Complementary Studies Working Group. BIOMOVS II Technical Report No 12 published on behalf of the BIOMOVS II Steering Committee by Swedish Radiation Protection Institute, Sweden (1996).

付表 B-5 生物圏における土壤等への分配係数（単位： $m^3 kg^{-1}$ ）

元素	表面土壤、下部土壤					沿岸海域堆積層(*8)				
	設定値	文献	最小値	最大値	文献	設定値	文献	最小値	最大値	文献
Se	1.5×10^{-1}	[14],[15]	3×10^{-4}	3	[2],[6],[12],[17]	1×10^{-2}	[4]	4×10^{-3}	5	[4],[11]
Zr	6.0×10^{-1}	[14],[15]	3×10^{-2}	1×10^1	[6],[12]	1×10^1	[5],[6]	5×10^{-3}	1×10^1	[4],[6]
Nb	1.6×10^{-1}	[14],[15]	3×10^{-2}	6	[3],[4]	1×10^1	[5],[6]	1×10^{-2}	1×10^2	[4],[11]
Tc	1.4×10^{-1}	[14]	0	4×10^{-1}	[4],[7],[12],[13], [15],[16]	1×10^{-1}	[8],[9], [11]	0	2×10^{-1}	[4],[11]
Pd	5.5×10^{-2}	[14],[15]	0	1	[4],[7],[12] (*1)	2	[3]	4×10^{-3}	1×10^1	- (*5)
Sn	1.3×10^{-1}	[14],[15]	1×10^{-1}	1×10^3	[12],[16]	1×10^1	[5],[6]	5×10^{-3}	5×10^1	[4],[11]
Cs	2.7×10^{-1}	[14],[15]	2×10^{-3}	5×10^1	[1],[4],[12],[13], [14],[16]	2	[4]	1	3×10^1	[5],[9]
Sm	2.4×10^{-1}	[14]	1×10^{-3}	1×10^3	- (*4)	1×10^2	- (*4)	1×10^{-2}	1×10^3	- (*4)
Pb	2.7×10^{-1}	[14],[15]	3×10^{-3}	6×10^1	[4],[12],[14],[16]	1×10^1	[5],[6]	1×10^{-2}	1×10^1	[4],[5]
Po	1.5×10^{-1}	[14],[15]	6×10^{-3}	7	[12],[14],[16]	1×10^1	- (*3)	1×10^{-2}	1×10^1	- (*3)
Ra	4.9×10^{-1}	[14],[15]	7×10^{-3}	1×10^3	[2],[4],[16]	1	[4]	5×10^{-1}	3×10^1	[5],[9]
Ac	4.5×10^{-1}	[14],[15]	4×10^{-1}	1×10^1	[3],[6],[16]	1×10^2	- (*4)	1×10^{-2}	1×10^3	- (*4)
Th	3.0	[14],[15]	8×10^{-3}	5×10^3	[6],[12],[14]	5×10^3	[5],[9]	7×10^{-1}	5×10^3	[4],[5]
Pa	5.4×10^{-1}	[14],[15]	5×10^{-1}	6	[4],[7],[16]	5×10^3	[9]	1	5×10^3	[4],[9]
U	3.3×10^{-2}	[14],[15]	5×10^{-5}	2×10^1	[4],[12],[14],[16] (*2)	5×10^2	[5],[6]	5×10^{-2}	3	[4],[5],[6]
Np	4.1×10^{-3}	[14]	1×10^{-4}	3	[4],[12],[14],[15], [16]	5×10^1	[5]	1×10^{-2}	5×10^1	[4],[9], (*2)
Pu	5.4×10^{-1}	[14],[15]	1×10^{-2}	3×10^2	[4],[13],[14],[16]	1×10^2	[5],[6]	1×10^{-2}	1×10^2	[4],[5]
Am	2.0	[14],[15]	1×10^{-3}	1×10^3	[4],[6],[13]	1×10^2	[8]	1×10^{-2}	1×10^3	[4],[6]
Cm	4.0	[14],[15]	1×10^{-1}	5×10^1	[4]	1×10^2	[8]	1×10^1	1×10^2	[5],[8]
元素	周辺海洋堆積層									
元素	設定値	文献	最小値	最大値	文献					
Se	1	[5]	0	1×10^1	[10]					
Zr	1×10^1	[6],[9]	1×10^{-4}	5×10^3	[5],[10]					
Nb	1×10^1	[6]	1	1×10^3	[10]					
Tc	1×10^{-1}	[5]	1×10^{-2}	1×10^1	[5],[9] (*2)					
Pd	5×10^1	[5]	1×10^1	5×10^2	- (*5)					
Sn	1×10^1	[6]	2×10^{-2}	2×10^2	[5],[11]					
Cs	3	[5]	1×10^{-1}	2×10^1	[5]					
Sm	2×10^3	[5]	2×10^1	2×10^2	- (*7)					
Pb	2×10^2	[5]	1×10^1	1×10^4	[10]					
Po	2×10^2	- (*3)	1×10^1	1×10^4	- (*3)					
Ra	5	[5]	5×10^{-1}	5×10^2	[5],[10]					
Ac	2×10^3	- (*4)	1×10^1	1×10^4	[10]					
Th	5×10^3	[9],[6]	1×10^2	1×10^4	[10],[5]					
Pa	5×10^3	[9],[6]	1×10^2	1×10^4	[9],[10]					
U	5×10^{-1}	[9],[6]	1×10^{-1}	5	[10],[5] (*2)					
Np	2	[10]	2×10^{-1}	5×10^1	[5],[9] (*2)					
Pu	2×10^3	- (*6)	1×10^1	2×10^4	[10],[5]					
Am	2×10^3	[5]	1×10^2	2×10^4	[10]					
Cm	2×10^3	[5]	1×10^{-2}	2×10^4	[9],[5]					

【設定根拠】

- *1 文献[14]には範囲が示されていないため、範囲データは土壤に対する Ag のデータを文献[12], [7], [4]より引用した。
- *2 K_dが高いのは、還元条件を反映したためである。
- *3 Pb データをアナログとして使用した。
- *4 Am データをアナログとして使用した。

- *5 Ni データをアナログとして使用した。Ni データは淡水については文献[4], 沿岸海水については文献[5]および[10]より引用した。
- *6 Kd の推奨値は、他のアクチニドと整合を取るため文献[10]に記載の範囲 ($1 \times 10^1 \sim 1 \times 10^3 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$) の上限値に近い値とした。
- *7 データがないので、設定値の上下 2 衍を範囲として仮定した。
- *8 データがないので、河川堆積層に対する分配係数の値を代用した。

【参考文献】

- [1] Klos, R. A., Smith, K. R. and Smith, G. M. : Calculations of the Radiological Impact of Unit Releases of Radionuclides to the Biosphere from Solid Waste Disposal Facilities, U.K. National Radiological Protection Board, NRPB-M150, Chilton, UK (1989).
- [2] Gilbert, T. L., Yu, C., Yuan, Y. C., Zielen, A. J., Jusko, M. J. and Wallo, A. III. : A Manual for Implementing Residual Radioactive Material Guidelines, Argonne National Laboratory Report ANL/ES-160 (1989).
- [3] Ashton, J., and Sumerling, T. J. : Biosphere Database for Assessments of Radioactive Waste Disposals (Edition 1) UK DoE Report DOE/RW/88.083, Department of the Environment, London, U.K (1988).
- [4] Smith, G. M., Fearn, H. S., Smith, K. R., Davis, J. P. and Klos, R. : Assessment of the Radiological Impact of Disposal of Solid Radioactive Waste at Drigg, U.K. National Radiological Protection Board, NRPB-M148, Chilton, UK (1988).
- [5] IAEA : Sediment K_ds and Concentration Factors for Radionuclides in the Marine Environment, IAEA Tech. Rep. Series No. 247, IAEA, Vienna (1985).
- [6] Kane, P. : ECOS: Sorption, Dose, Consumption and Miscellaneous Data, U.K. Department of Environment Report DOE/RW/84.124 (1984).
- [7] Pinner, A. V., Hemming, C. R. and Hill, M. D. : An Assessment of the Radiological Protection Aspects of Shallow Land Burial of Radioactive Waste, U.K. National Radiological Protection Board, NRPB-R161, Chilton, UK (1984).
- [8] Vieno, T. and Suolanen, V. : Biosphere Analysis for the VLJ Repository (in Finnish), Nuclear Waste Commission of Finnish Power Companies, Report YJT-91-11, Helsinki, Finland (1991).
- [9] Peltonen, E. : Safety Analysis of Disposal of Spent Nuclear Fuel - Normal and Disturbed Evolution Scenarios, Nuclear Waste Commission of Finnish Power Companies, Report YJT-85-22, Helsinki, Finland (1985).
- [10] Higgo, J. J. W. : Radionuclide Interactions with Marine Sediments, Nirex Safety Studies Series Report NSS/R142 (1988).
- [11] Coughtrey, P. J., Jackson, D. and Thorne, M. C. : Radionuclide Distribution and Transport in Terrestrial and Aquatic Ecosystems: A Compendium of Data, Vols. 1-6, A A Balkema, Rotterdam. (1983-85)
- [12] Sheppard, M. I., Beals, D. I., Thibault, D. H. and O'Connor, P. : Soil Nuclide Distribution Coefficients and Their Statistical Distributions, Atomic Energy of Canada Limited Report AECL-8364 (1984).
- [13] Baes, III. C. F. and Sharp, R. D. : Predicting Radionuclide Leaching from Root Zone Soil for Assessment Applications, Oak Ridge National Laboratory Report CONF-810606-44 (1981).

- [14] IAEA/IUR : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments, Technical Reports Series No 364. IAEA, Vienna (1994).
- [15] Yu, C., Loureiro, C., Cheng, J.-J., Jones, L. G., Wang, Y. Y., Chia, Y. P. and Faillace, E. : Data Collection Handbook to Support Modelling the Impacts of Radioactive Material in Soil, Argonne National Laboratory Report ANL/EAIS-8 (1993).
- [16] BIOMOVS II : Biosphere Modelling for Dose Assessments of Radioactive Waste Repositories, Final Report of the Complementary Studies Working Group, BIOMOVS II Technical Report No. 12 published on behalf of the BIOMOVS II Steering Committee by Swedish Radiation Protection Institute, Sweden (1996).
- [17] Baes, C. F. and Sharp, R. D.: A Proposal for Estimation of Soil Leaching and Leaching Constants for Use in Assessment Models. Journal of Environmental Quality (1983).

付表 B-6 土壤から牧草への核種の移行係数

(単位 : Bq kg⁻¹ fresh wt/Bq kg⁻¹ dry soil)

元素	標準値	文献	最小値	最大値	文献
Se	1	[1]	1×10 ⁻²	1×10 ¹	[1]
Zr	5×10 ⁻³	[1]	3×10 ⁻⁶	2×10 ⁻²	[1]
Nb	1×10 ⁻²	- (*4)	3×10 ⁻³	2	[1]
Tc	1×10 ¹	- (*5)	4×10 ⁻¹	5×10 ²	- (*5)
Pd	2×10 ⁻¹	[5]	2×10 ⁻²	2	- (*7)
Sn	2×10 ⁻¹	- (*2)	2×10 ⁻³	5	[1],[4]
Cs	3×10 ⁻²	- (*2)	1×10 ⁻²	1	[3]
Sm	2×10 ⁻³	[1]	5×10 ⁻⁶	2×10 ⁻²	[1]
Pb	1×10 ⁻²	[1]	3×10 ⁻⁴	7×10 ⁻²	[1]
Po	2×10 ⁻⁴	[1]	2×10 ⁻⁶	2×10 ⁻²	[1],[6] (*8)
Ra	4×10 ⁻²	[1]	7×10 ⁻⁵	8×10 ⁻¹	[1]
Ac	1×10 ⁻³	[1]	2×10 ⁻⁷	2×10 ⁻²	[1],[6] (*8)
Th	5×10 ⁻⁴	[1]	1×10 ⁻⁴	2×10 ⁻³	[1],[6] (*8)
Pa	4×10 ⁻²	[1]	4×10 ⁻⁴	4	[1]
U	1×10 ⁻³	- (*5)	2×10 ⁻⁵	2×10 ⁻¹	[1]
Np	5×10 ⁻³	- (*4)	3×10 ⁻⁴	3×10 ⁻¹	[3]
Pu	1×10 ⁻³	- (*4)	4×10 ⁻⁸	4×10 ⁻²	[1]
Am	5×10 ⁻³	- (*4)	1×10 ⁻⁴	5×10 ⁻²	- (*6)
Cm	5×10 ⁻³	- (*1)	1×10 ⁻⁴	5×10 ⁻²	- (*1)

【設定根拠】

- *1 [1], [2]および[4]に準拠した。
- *2 文献[1]～[6]でおよその一致が得られた値を設定した。
- *3 文献[2], [3], [5]でおよその一致が得られた値を設定した。
- *4 文献[1]～[6]の平均値を設定した。
- *5 標準値については、文献によって大きな差が見られるため、ここでの値は文献[1]～[6]の平均値を設定した。
- *6 標準値に対して一般的な幅を設定した。
- *7 データがないため、標準値の上下1桁を範囲として仮定した。
- *8 文献[12]の農作物の値を湿重量データにより変換した。

【参考文献】

- [1] Smith, G. M., Fearn, H. S., Smith, K. R., Davis, J. P. and Klos, R.: Assessment of the radiological impact of disposal of solid radioactive waste at Drigg. National Radiological Protection Board, NRPB-M148, Chilton, UK (1988).
- [2] Mitchell, N. G. and Jones, B.: A review of soil-plant concentration ratios for use in the biosphere models ECOS and SECOS. ANS Technical Note 595-26 (1987).
- [3] Jackson, D.: Derivation and ranges of aquatic organism and terrestrial plant data for use with the biosphere code ECOS. UKDoE Report No. DOE/RW/84.127 (1984).
- [4] Coughtrey, P. J., Jackson, D., Thorne, M. C.: Radionuclide Distribution and Transport in Terrestrial and Aquatic Ecosystems. Volumes 1-6. AA Balkema, Rotterdam (1983-85).
- [5] Ashton, J. and Sumerling, T. J.: Biosphere database for assessments of radioactive waste disposals. UKDoE Report No. DoE/RW/88.083 (1988).

- [6] Wang, Y.Y., Biwer, B. M. and Yu, C.: A Compilation of Radionuclide Transfer Factors for the Plant, Meat, Milk and Aquatic Food Pathways and the Suggested Default Values for the RESRAD Code. Argonne National Laboratory Report ANL/EAIS/TM-103 (1993).

付表 B-7 飼料から畜産物への核種の濃縮係数（単位：d kg(fresh weight)⁻¹）

元素	牛肉					羊肉				
	標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
Se	5.4×10^{-1}	[1]	2.0×10^{-4}	5.4×10^{-1}	[1],[2],[10]	1.4	[1]	3.0×10^{-2}	1.4	[1],[2]
Zr	3.1×10^{-3}	[1]	5.0×10^{-4}	2.0×10^{-1}	[2],[5],[4]	1.0×10^{-2}	[1]	1.0×10^{-2}	3.0×10^{-1}	[1],[2]
Nb	2.0×10^{-4}	[6] (*1)	1.7×10^{-4}	2.5×10^{-1}	[1],[2],[4], [5]	2.0×10^{-3}	[6]	2.0×10^{-4}	2.0×10^{-2}	- (*4)
Tc	6.0×10^{-3}	[1]	1.3×10^{-6}	1.0×10^{-2}	[3],[5],[9], [10]	8.6×10^{-2}	[1]	1.0×10^{-2}	5.0	[2],[3]
Pd	7.1×10^{-3}	[1]	7.1×10^{-5}	1.0×10^{-3}	[1],[10]	1.0×10^{-4}	[1]	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-3}	- (*4)
Sn	1.9×10^{-3}	[1]	2.0×10^{-4}	1.0×10^{-2}	[2],[3],[10]	1.3×10^{-2}	[1]	3.0×10^{-3}	3.0×10^{-2}	[2]
Cs	5.0×10^{-2}	[6] (*1)	2.0×10^{-3}	9.2×10^{-2}	[2],[3],[4], [5],[9],[10]	3.0×10^{-1}	[6] (*1)	3.0×10^{-2}	4.6×10^{-1}	[1],[2],[4],[9]
Sm	5.1×10^{-4}	[1]	5.4×10^{-4}	5.0×10^{-3}	[1],[2]	3.2×10^{-4}	[1]	3.2×10^{-4}	6.0×10^{-1}	[1],[2]
Pb	1.0×10^{-2}	[1]	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-2}	[1],[2],[4], [9],[10]	8.8×10^{-2}	[1]	3.0×10^{-3}	8.8×10^{-2}	[1],[2]
Po	4.0×10^{-3}	[2]	4.0×10^{-4}	4.0×10^{-2}	[2],[4],[9], [10]	5.0×10^{-2}	[2]	5.0×10^{-3}	5.0×10^{-1}	- (*4)
Ra	1.3×10^{-3}	[4] (*6)	2.0×10^{-5}	1.9×10^{-2}	[1],[2],[4], [9],[10]	9.9×10^{-2}	[1]	6.0×10^{-3}	9.9×10^{-2}	[1],[2]
Ac	1.6×10^{-4}	[1]	2.0×10^{-6}	1.6×10^{-4}	[1],[2],[10]	4.7×10^{-4}	[1]	3.0×10^{-5}	3.0×10^{-3}	[2]
Th	2.7×10^{-3}	[1]	1.0×10^{-4}	2.7×10^{-3}	[1],[2],[10]	1.3×10^{-2}	[1]	1.0×10^{-3}	6.0×10^{-2}	[2]
Pa	5.0×10^{-3}	[8] (*7)	2.6×10^{-3}	5.0×10^{-3}	[1],[2],[10]	3.4×10^{-4}	[1]	3.4×10^{-4}	6.0×10^{-2}	[1],[2]
U	6.9×10^{-4}	[1]	2.0×10^{-4}	3.0×10^{-2}	[2],[5],[9], [10],[11]	7.4×10^{-3}	[1]	2.1×10^{-3}	4.0×10^{-1}	[2],[11]
Np	1.2×10^{-4}	[1]	7.8×10^{-6}	5.0×10^{-3}	[2],[3],[7], [9],[10]	1.4×10^{-4}	[1]	1.1×10^{-4}	6.0×10^{-2}	[2],[3]
Pu	2.0×10^{-4}	[6] (*1)	5.0×10^{-5}	2.0×10^{-4}	[2],[3],[6], [9],[10]	1.0×10^{-3}	[6] (*1)	6.0×10^{-8}	1.0×10^{-3}	[2],[6]
Am	4.0×10^{-4}	[6] (*1)	2.0×10^{-5}	4.0×10^{-4}	[2],[3],[6], [9],[10]	2.0×10^{-3}	[6] (*1)	3.0×10^{-5}	2.0×10^{-3}	[2],[6]
Cm	9.8×10^{-5}	[1]	3×10^{-6}	5×10^{-3}	[10]	3.0×10^{-4}	[1]	3.0×10^{-5}	3.0×10^{-3}	- (*4)
元素	牛レバー					牛乳				
	標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
Se	1.0×10^1	[1]	6.0×10^{-3}	1.0×10^1	[1],[2],[3], [5] (*10)	4.0×10^{-3}	[2]	1.0×10^{-3}	6.0×10^{-2}	[1],[2],[10],[13]
Zr	3.1×10^{-3}	[1]	8.9×10^{-5}	3.1×10^{-3}	[1],[3],[5]	3.0×10^{-5}	[2]	3.0×10^{-6}	5.0×10^{-4}	[1],[2],[13]
Nb	1.7×10^{-4}	[1]	1.7×10^{-4}	3.0	[1],[2]	2.0×10^{-2}	[2]	0	2×10^{-1}	[1],[2]
Tc	2.1×10^{-2}	[1],[3]	2.1×10^{-3}	2.1×10^{-1}	- (*4)	7.5×10^{-3}	[1]	2.3×10^{-5}	4.0×10^{-1}	[1],[3],[7],[9], [10] (*8)
Pd	9.8×10^{-3}	[1]	9.8×10^{-4}	9.8×10^{-2}	- (*4)	2.5×10^{-4}	[1]	2.5×10^{-4}	5.0×10^{-3}	[2],[10]
Sn	2.2×10^{-2}	[1]	2.0×10^{-4}	2.2×10^{-2}	[2],[3]	1.0×10^{-3}	[1],[2]	1×10^{-4}	1×10^{-2}	[1],[3],[8],[10]
Cs	3.1×10^{-2}	[1]	7.0×10^{-3}	9.0×10^{-2}	[2]	8.0×10^{-3}	[6],[9]	1.0×10^{-3}	2.7×10^{-2}	[1],[3],[10]
Sm	5.8×10^{-1}	[1]	4.0×10^{-3}	5.8×10^{-1}	[1],[2]	2.0×10^{-5}	[2]	2.0×10^{-6}	2.0×10^{-4}	[1],[2]
Pb	8.1×10^{-1}	[11]	2.0×10^{-4}	1.3	[1],[11],[5]	3.0×10^{-4}	[2]	2.0×10^{-5}	4.0×10^{-4}	[1],[2],[10]
Po	1.1×10^{-1}	[11]	4.0×10^{-4}	1.6×10^{-1}	[2],[11]	3.0×10^{-4}	[2],[9]	2.0×10^{-5}	4.0×10^{-4}	[1],[9],[10] (*5)
Ra	1.9×10^{-2}	[1]	2.0×10^{-3}	1.9×10^{-2}	[1],[2],[5]	1.3×10^{-3}	[8],[9] (*1)	9.0×10^{-5}	1.0×10^{-2}	[1],[2],[9],[10]
Ac	1.4×10^{-1}	[1]	2.0×10^{-3}	2.0×10^{-1}	[1],[2],[3]	4.0×10^{-7}	[2]	4.0×10^{-8}	2.0×10^{-5}	[1],[2],[10] (*2)
Th	6.3×10^{-2}	[1]	9.0×10^{-3}	6.3×10^{-2}	[1],[2],[11]	5.0×10^{-6}	[2]	5.0×10^{-7}	5.0×10^{-4}	[1],[2],[10]
Pa	1.1×10^{-3}	[1],[11]	6.0×10^{-5}	6.0×10^{-3}	[1],[2]	5.0×10^{-6}	[1],[2]	5.0×10^{-7}	5.0×10^{-4}	[1],[8],[10]
U	6.9×10^{-4}	[1]	6.9×10^{-4}	3.0×10^2	[2] (*9)	4.0×10^{-4}	[2],[9]	4×10^{-5}	6×10^{-4}	[1],[9],[10]
Np	1.5×10^{-2}	[1]	2.0×10^{-4}	1.5×10^{-2}	[1],[2] (*9)	5.0×10^{-6}	[2],[9],[12]	5×10^{-7}	1×10^{-4}	[1],[3],[10]
Pu	6.8×10^{-2}	[1]	2.0×10^{-3}	1.0	[2],[6] (*11)	5.0×10^{-6}	[1]	2×10^{-9}	1×10^{-5}	[1],[3],[6],[9], [10] (*3)
Am	6.8×10^{-2}	[1]	2.0×10^{-3}	5.3×10^{-1}	[2],[6] (*11)	5.0×10^{-6}	[1]	4×10^{-8}	5×10^{-5}	[3],[9],[10]
Cm	3.2×10^{-2}	[1]	3.2×10^{-3}	3.2×10^{-1}	- (*4)	9.0×10^{-6}	[1]	9.0×10^{-6}	1.1×10^{-4}	[3]

【設定根拠】

*1 文献[6]から、連続放出条件に基づきデータを引用した。

*2 文献[1]におけるAmのデータに準拠した。

- *3 データ範囲が広いのは、被ばく期間の異なる試験データに基づく変化によるものである。
- *4 データがないため、データ範囲は標準値の上下1桁を設定した。
- *5 文献[2]におけるPbのデータに準拠した。
- *6 最近の文献調査結果をまとめた文献[8]の推奨値を採用した。
- *7 比較的最近の調査である文献[8]でもほとんどデータがないため、文献[8]で推奨されている 5.0×10^{-5} を採用した。
- *8 同位体によってデータは異なる(Tc-99, Tc-99m, Tc-95m)。
- *9 文献[2]では、レバーに対する値は畜牛の筋肉に対する値をアナログとして設定した。
- *10 文献[5]から値は化合物の化学特性に依存する。例えば、Seの単体、酸化物および水酸化物に対する値は 6.0×10^{-2} 、その他すべてのSe化合物に対する値は1.0としている。データ範囲の推奨値はこれらのデータをすべて報有するように設定している。
- *11 子牛や子羊のレバーについては、値がより大きくなる可能性がある(文献[6]参照)。

【参考文献】

- [1] Ashton, J. and Sumnerling, T. J.: Biosphere database for assessments of radioactive waste disposals. UKDoE Report No. DoE/RW/88.083 (1988).
- [2] Smith, G. M., Fearn, H. S., Smith, K. R., Davis, J. P. and Klos, R.: Assessment of the radiological impact of disposal of solid radioactive waste at Drigg. National Radiological Protection Board, NRPB-M148, Chilton, UK (1988).
- [3] Coughtrey, P. J., Jackson, D., Thorne, M. C.: Radionuclide Distribution and Transport in Terrestrial and Aquatic Ecosystems. Volumes 1-6. AA Balkema, Rotterdam (1983-85).
- [4] Ng, Y. C., Colsher, C. S. and Thompson, S. E.: Transfer coefficients for assessing the dose from radionuclides in meat and eggs. NUREG/CR-2976 (1982).
- [5] Simmonds, J. R. and Crick, M. J.: Transfer parameters for use in terrestrial foodchain models. National Radiological Protection Board, NRPB-M63, Chilton, UK (1982).
- [6] Coughtrey, P. J.: Radioactivity transfer to animal products. Commission of the European Communities, EUR 12608, Luxembourg (1990).
- [7] Bishop, G. P., Beetham, C. J. and Cuff, Y. S.: Review of literature for chlorine, technetium, iodine and neptunium. Nirex Safety Studies Report NSS/R193 (1989).
- [8] Morgan, J. E. and Beetham, C. J.: Review of literature for radium, protactinium, tin and carbon. Nirex Safety Studies Report NSS/R220 (1990).
- [9] IAEA/TUR: Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments. Technical Reports Series No 364. IAEA, Vienna (1994).
- [10] Wang, Y-Y., Biwer, B. M. and Yu, C.: A Compilation of Radionuclide Transfer Factors for the Plant, Meat, Milk and Aquatic Food Pathways and the Suggested Default Values for the RESRAD Code. Argonne National Laboratory Report ANL/EAIS/TM-103 (1993).
- [11] ICRP: Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, Parts 1-3. ICRP Publication 30, Pergamon Press (1979-81).
- [12] Ng, Y. C.: A review of transfer factors for assessing the dose from radionuclides in agricultural products. Nuclear Safety, Vol. 23, No 1, pp57 (1982).
- [13] Coughtrey, P. J. and Thorne, M. C.: Radionuclide distribution and transport in terrestrial and aquatic ecosystems, Vol.3. A A Balkema, Rotterdam (1983).

付表 B-8 海産物への核種の濃縮係数（単位： kg^{-1} ）

元素	海水魚					海洋甲殻類				
	標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
Se	6×10^3	[4]	1×10^3	1×10^4	[4],[10]	5×10^3	[4]	2×10^3	1×10^4	[4]
Zr	2×10^1	[4]	1	5×10^1	[4]	2×10^2	[4]	5×10^1	5×10^2	[4]
Nb	1×10^1	-(*1)	1	5×10^1	[5]	2×10^2	[4]	5×10^1	5×10^2	[4]
Tc	3×10^1	-(*1)	1×10^1	2×10^2	-(*1)	1×10^3	-(*1)	5×10^2	5×10^4	[5]
Pd	3×10^2	[4]	3×10^1	3×10^3	-(*4)	3×10^2	[4]	3×10^1	3×10^3	-(*4)
Sn	5×10^4	-(*2)	1×10^3	1×10^5	[4]	5×10^4	[4]	1×10^3	1×10^6	[2],[4]
Cs	1×10^2	-(*2)	1×10^1	3×10^2	-(*2)	3×10^1	-(*1)	5	1×10^2	[2],[4]
Sm	5×10^2	[4]	2×10^2	8×10^2	-(*6)	1×10^3	[4]	1×10^2	1×10^4	[5]
Pb	2×10^2	[4]	1×10^1	3×10^2	[4],[10]	1×10^3	[4]	4×10^1	2×10^3	[5]
Po	2×10^3	[4],[10]	1×10^2	1×10^4	[4]	5×10^4	[4]	4×10^2	3×10^6	[5]
Ra	5×10^2	[4]	5×10^1	1×10^3	[4],[10]	1×10^2	[4]	1×10^2	1×10^3	[5]
Ac	5×10^1	[4]	5×10^1	2×10^2	-(*3)	1×10^3	[4]	1×10^2	1×10^4	-(*4)
Th	6×10^2	[4]	1×10^2	1×10^4	[5],[10]	1×10^3	[4]	1×10^3	6×10^3	[5]
Pa	5×10^1	[4]	5×10^1	2×10^2	-(*3)	1×10^1	[4]	5×10^1	2×10^2	-(*5)
U	1	[1],[4],[10]	1×10^1	3×10^4	[2]	1×10^1	[4]	2×10^1	2×10^5	[2]
Np	1×10^1	[4],[10]	1×10^1	5×10^1	[4]	1×10^2	[4]	1×10^1	1×10^3	[5]
Pu	4×10^1	-(*2)	5×10^1	1×10^2	-(*2)	2×10^2	-(*1)	1×10^1	1×10^3	[2],[5]
Am	5×10^1	-(*1)	5×10^1	2×10^2	[4]	5×10^2	-(*2)	1×10^2	1×10^3	[4]
Cm	5×10^1	[4]	5×10^1	2×10^2	[4]	5×10^2	[4]	1×10^2	1×10^3	[4]
元素	軟体動物					海藻				
	標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
Se	6×10^3	[4]	3×10^3	1×10^4	[4]	1×10^3	[4]	5×10^2	5×10^3	[4]
Zr	5×10^3	[4]	1×10^3	1×10^5	[4]	3×10^3	[4]	5×10^2	5×10^3	[4]
Nb	1×10^3	[4]	1×10^3	1×10^5	[4]	3×10^3	[4]	1×10^2	5×10^3	[2]
Tc	1×10^3	-(*1)	1×10^2	1×10^4	[5]	1×10^3	-(*2)	5×10^2	1×10^5	[4]
Pd	3×10^2	[4]	3×10^1	3×10^3	-(*4)	1×10^3	[4]	1×10^2	1×10^4	-(*4)
Sn	5×10^4	[4]	1×10^3	1×10^5	[2],[4]	2×10^4	[4]	5×10^3	5×10^4	[4]
Cs	2×10^1	-(*1)	5	5×10^1	[2],[4]	1×10^2	-(*1)	1×10^1	1×10^3	[2]
Sm	5×10^3	[4]	1×10^3	1×10^4	[5]	3×10^3	[4]	3×10^2	5×10^3	[5]
Pb	1×10^3	[4]	4×10^1	2×10^5	[5]	1×10^3	[4]	1×10^3	2×10^4	[5]
Po	1×10^4	[4]	4×10^2	3×10^6	[5]	1×10^3	[4]	1×10^3	2×10^4	[5]
Ra	1×10^3	[4]	1×10^2	1×10^3	[5]	1×10^2	[4]	1×10^1	1×10^3	-(*4)
Ac	1×10^3	[4]	1×10^2	1×10^4	-(*4)	1×10^3	[4]	1×10^2	1×10^4	-(*4)
Th	1×10^3	[4]	1×10^3	6×10^3	[5]	2×10^2	[4]	1×10^2	5×10^2	[4]
Pa	5×10^2	[4]	1×10^2	5×10^3	[4]	1×10^2	[4]	6	1×10^2	[5]
U	3×10^1	[4]	1×10^1	6×10^3	[2],[4]	1×10^2	-(*1)	5×10^1	2×10^2	[4]
Np	4×10^2	-(*2)	1×10^2	1×10^3	[4]	5×10^1	-(*2)	1×10^1	5×10^2	[2]
Pu	3×10^3	[4]	5×10^2	5×10^3	[4]	2×10^3	[4]	5×10^2	1×10^4	[2],[4]
Am	2×10^4	[4]	5×10^3	5×10^4	[4]	8×10^3	[4]	5×10^3	1×10^4	[2]
Cm	3×10^4	[4]	5×10^3	5×10^4	[4]	8×10^3	[4]	5×10^3	1×10^4	[4]

【設定根拠】

- *1 文献[1]～[9]に記載されている値の平均値を設定した。
- *2 文献[1]～[9]でおよその一致が得られた値を設定した。
- *3 Cmに対する値と同じ範囲を設定した。
- *4 データがないため、標準値の上下1桁を範囲として設定した。
- *5 海洋魚類に対する値と同じ範囲を仮定した。

【参考文献】

- [1] IAEA: Generic models and parameters for assessing the environmental transfer of radionuclides from routine releases. IAEA Safety Series No. 57, Vienna (1982).
- [2] Coughtrey, P. J., Jackson D, Thorne M C: Radionuclide Distribution and Transport in Terrestrial and Aquatic Ecosystems. Volumes 1-6. AA Balkema, Rotterdam (1983-85).

- [3] Jackson, D.: Derivation and ranges of aquatic organism and terrestrial plant data for use with the biosphere code ECOS. UKDoE Report No. DOE/RW/84.127 (1984).
- [4] IAEA: Sediment K_ds and concentration factors for radionuclides in the marine environment. IAEA Technical Reports Series no. 247, Vienna (1985).
- [5] Smith, G. M., Fearn, H. S., Smith, K. R., Davis, J. P. and Klos, R.: Assessment of the radiological impact of disposal of solid radioactive waste at Drigg. National Radiological Protection Board, NRPB-M148, Chilton, UK (1988).
- [6] Ashton, J. and Sumerling, T. J.: Biosphere database for assessments of radioactive waste disposals. UKDoE Report No. DoE/RW/88.083 (1988).
- [7] IAEA: The Radiological Basis of the IAEA Revised Definition and Recommendations Concerning High-Level Radioactive Waste Unsuitable for Dumping at Sea. IAEA-TECDOC-211, Vienna (1978).
- [8] Klos, R. A., Smith, K. R., Smith, G. M.: Calculations of the Radiological Impact of Unit Releases of Radionuclides to the Biosphere from Solid Waste Disposal Facilities. National Radiological Protection Board, NRPB-M150, Chilton, UK (1989).
- [9] Leigh, C. D., Thompson, B. M., Campbell, J. E., Longsine, D. E., Kennedy, R. A. and Napier, B. A.: User's guide for GENII-S: A code for statistical and deterministic simulations of radiation doses to humans from radionuclides in the environment. Sandia Report SAND91-0561 (1993).
- [10] IAEA: Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Release Safety Series No 57 (draft). IAEA, Vienna (1995).

付表 B-9 人間の呼吸率、滞在時間等

被ばくグループ	コンパートメント	呼吸率 [m³/h]					滞在時間 [h/y]				
		標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
農作業従事者	表面土壤	1.8(*1)	[1]	1.2	2.4	[1]	1.3×10^3	[2]	7.3×10^2	4.4×10^3	-
海洋漁業従事者	沿岸海域水	1.2(*2)	[1]	1.1	1.8	-	2.19×10^3	-(*3)	7.3×10^2	3.7×10^3	-
	沿岸海域堆積層	1.2(*2)	[1]	1.1	1.8	-	2.19×10^3	-(*3)	7.3×10^2	3.7×10^3	-

被ばくグループ	コンパートメント	ダストレベル [kg/m³]					エアロゾルレベル [m³/m³]				
		標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
農作業従事者	表面土壤	1×10^{-7}	[3]	5×10^{-9}	5×10^{-6}		1×10^{-11}	[4]	1×10^{-12}	1×10^{-10}	-(*5)
海洋漁業従事者	沿岸海域水	0	-(*4)	-	-	-	1×10^{-11}	[4]	1×10^{-12}	1×10^{-10}	-(*5)
	沿岸海域堆積層	1×10^{-7}	[3]	5×10^{-9}	5×10^{-6}		0	-(*4)	-	-	-

【設定根拠】

- *1 軽労働時を想定した。
- *2 ダストレベルの上限値はリアリスティックではあるが非常に高く、滞在時間（作業時間）が短い場合にのみ関係すると想定される。
- *3 1日6時間作業に従事すると仮定する。
- *4 本コンパートメントでは必要としない。
- *5 標準値の上下1桁を範囲と仮定した。

【参考文献】

- [1] ICRP: Report of the Task Group on Reference Man. ICRP Publication 23. Pergamon Press, Oxford (1975).
- [2] 総務庁統計局：日本の統計 1997 (1997) .
- [3] Haslam, I. K., Brennan, S. A., Green, N., Hammond, D. J. and Wilkins, B. T.: Assessment of Current Doses Arising from the Occupancy of Cumbrian Beaches and Preliminary Studies of the Radionuclide Behaviour in Beach Systems. National Radiological Protection Board, NRPB-M462, Chilton, UK (1994).
- [4] Lawson, G. and Smith, G. M.: BIOS: A Model to Predict Radionuclide Transfer and Doses to Man Following Releases from Geological Repositories. National Radiological Protection Board, NRPB-R169, HMSO, London (1985).

付表 B-10 家畜に関するデータ

家畜	飼料の摂取量 [kg-fw/d] (*1)					土壌の摂取量 [kg-fw/d]				
	標準値(*1)	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
牛	5×10^1	[1], [2]	9.0	3×10^2	[1], [2], [3], [4], [5]	6×10^{-1}	[1]	1×10^{-1}	2.2	[1], [3], [4], [6], [7]
羊	7	[1], [4]	3.5	1.4×10^1	-(*2)	8×10^{-2}	[1]	8×10^{-2}	3×10^{-1}	[1], [4]
家畜	呼吸率 [m^3/h]					滞在時間 [h/d]				
	標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
牛	5.4	[8]	-	-	-	2.4×10^1	[8]	-	-	-
羊	3.6×10^{-1}	[8]	-	-	-	2.4×10^1	[8]	-	-	-
家畜	飼育密度 [m^{-2}]									
	標準値	文献	最小値	最大値	文献					
牛	4.3×10^{-4}	[8]	-	-	-					
羊	4.8×10^{-4}	[8]	-	-	-					

【設定根拠】

1. 牛と羊は飼料として牧草を摂取すると仮定した。
2. データがないため、標準値の1/2から2倍の範囲を仮定した。

【参考文献】

- [1] Ashton, J. and Sumerling, T. J.: Biosphere database for assessments of radioactive waste disposals. UKDoE Report No. DoE/RW/88.083 (1988).
- [2] Yu, C., Loureiro, C., Cheng, J.-J., Jones, L. G., Wang, Y. Y., Chia, Y. P. and Faillace, E.: Data Collection Handbook to Support Modelling the Impacts of Radioactive Material in Soil. Argonne National Laboratory, Report ANL/EAIS-8 (1993).
- [3] BIOMOVS: Scenario B2: Irrigation with Contaminated Groundwater. BIOMOVS Technical Report 6, Swedish Radiation Protection Institute, Stockholm (1989).
- [4] Smith, G.M., Fearn, H. S., Smith, K. R., Davis, J. P. and Klos, R.: Assessment of the radiological impact of disposal of solid radioactive waste at Drigg. National Radiological Protection Board, NRPB-M148, Chilton, UK (1988).
- [5] BIOMOVS II: Biosphere Modelling for Dose Assessments of Radioactive Waste Repositories. Final Report of the Complementary Studies Working Group. BIOMOVS II Technical Report No. 12 published on behalf of the BIOMOVS II Steering Committee by Swedish Radiation Protection Institute, Sweden (1996).
- [6] IAEA/IUR: Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments. Technical Reports Series No 364. IAEA, Vienna (1994).
- [7] Zach, R. and Mayoh, K. R.: Soil Ingestion by Cattle: A Neglected Pathway. Health Physics Vol 46, No 2, pp 431-434 (1984).
- [8] Smith, G. M., Watkins, B. M., Little, R. H., Jones, H. M., Mortimer, A. A.: Biosphere Modelling and Dose Assessment for Yucca Mountain. EPRI Report TR-107190, Electrical Power Research Institute, California (1996).

付表 B-11 農作物の栽培に関するデータ

農作物	農作物の土壤汚染 [kg-dw soil/kg-fw crop](*1)					栽培密度(収穫量) [kg-fw crop/m ²]				
	標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
牧草	3.4×10^{-3}	[1]	-	-	-	3.9	[2], [3]	-	-	-
<hr/>										
農作物	牧草のシースプレイ量 [m/y]					シースプレイ阻止率 [-]				
	標準値	文献	最小値	最大値	文献	標準値	文献	最小値	最大値	文献
牧草	$2 \times 10^{-3}(*2)$	-	2×10^{-4}	2×10^{-2}	-	2.5×10^{-1}	[1], [4]	2×10^{-1}	6×10^{-1}	[1]

【設定根拠】

- *1 文献[1]では乾燥重量比[kg-dw soil/kg-dw crop]で値が記載されているため、文献[4]あるいは[5]から農作物について湿重量に換算し設定した。
- *2 表面土壤コンパートメントに移行するシースプレイの体積を表面土壤コンパートメントの面積で除して計算した。

【参考文献】

- [1] NEA/OECD: PSACOIN Level 1B Intercomparison. NEA Probabilistic System Assessment Group, Nuclear Energy Agency of Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris (1993).
- [2] 総務庁統計局：日本の統計 1997 (1997) .
- [3] 水資源協会編：'96 水資源便覧 (1996) .
- [4] Klos, R. A., Smith, K. R. and Smith, G. M.: Calculations of the Radiological Impact of Unit Releases of Radionuclides to the Biosphere from Solid Waste Disposal Facilities. National Radiological Protection Board, NRPB-M150, Chilton, UK (1989).

付表 B-12 牧草からのウェザリング率（単位： y^{-1} ）

元素	標準値 (*1)	文献	最小値	最大値	文献
Se	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Zr	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Nb	1.8×10^1	[1],[2]	9.0	3.0×10^1	[1]
Tc	1.8×10^1	[1],[2]	9.0	3.0×10^1	[1]
Pd	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Sn	1.8×10^1	[1],[2]	9.0	3.0×10^1	[1]
Cs	1.8×10^1	[1],[2]	9.0	3.0×10^1	[1]
Sm	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Pb	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Po	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Ra	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Ac	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Th	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
Pa	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]
U	1.8×10^1	[1],[2]	9.0	3.0×10^1	[1]
Np	1.8×10^1	[1],[2]	9.0	3.0×10^1	[1]
Pu	1.8×10^1	[1],[2]	9.0	3.0×10^1	[1]
Am	1.8×10^1	[1],[2]	9.0	3.0×10^1	[1]
Cm	1.8×10^1	[1]	9.0	3.0×10^1	[1]

【設定根拠】

*1 文献[2]では、全評価核種および全農作物について $1.8 \times 10^1 [y^{-1}]$ (I-131 の値) を推奨している。
より適切なデータがないため、本評価ではこの値を採用した。

【参考文献】

- [1] Smith, G. M., Fearn, H. S., Smith, K. R., Davis, J. P. and Klos, R.: Assessment of the radiological impact of disposal of solid radioactive waste at Drigg. National Radiological Protection Board, NRPB-M148, Chilton, UK (1988).
- [2] Simmonds, J. R. and Crick, M. J.: Transfer parameters for use in terrestrial foodchain models. National Radiological Protection Board, NRPB-M63, Chilton, UK (1982).

付表 B-13 牧草の転流割合

元素	標準値 (*1)	文献	最小値 (*1)	最大値(*1)	文献
Se	3.0×10^{-1}	-	3.0×10^{-1}	8.0×10^{-1}	-
Zr	1.3×10^{-1}	-	1.3×10^{-2}	1.3	-
Nb	5.2×10^{-1}	-	1.0×10^{-2}	5.2×10^{-1}	-
Tc	2.8×10^{-1}	-	1.0×10^{-1}	2.8×10^{-1}	-
Pd	3.7×10^{-1}	-	3.7×10^{-2}	3.7	-
Sn	2.2×10^{-1}	-	2.2×10^{-2}	2.2	-
Cs	1.9×10^{-1}	-	1.9×10^{-2}	1.9	-
Sm	7.6×10^{-2}		7.6×10^{-3}	7.6×10^{-1}	-
Pb	2.2×10^{-1}	-	2.2×10^{-2}	2.2	-
Po	2.2×10^{-1}	-	2.2×10^{-2}	2.2	-
Ra	1.8×10^{-1}	-	1.8×10^{-2}	1.8	-
Ac	4.5×10^{-1}	-	4.5×10^{-2}	4.5	-
Th	3.8×10^{-2}	-	3.8×10^{-3}	3.8×10^{-1}	-
Pa	4.5×10^{-1}	-	4.5×10^{-2}	4.5	-
U	3.6×10^{-1}	-	3.6×10^{-2}	3.6	-
Np	4.5×10^{-1}	-	4.5×10^{-2}	4.5	-
Pu	3.6×10^{-1}	-	3.6×10^{-2}	3.6	-
Am	2.8×10^{-1}	-	2.0×10^{-2}	2.8×10^{-1}	-
Cm	2.7×10^{-1}	-	2.7×10^{-2}	2.7	-

【設定根拠】

*1 データがないため、葉菜の値に準拠して設定した。葉菜のデータは文献[1]に基づき設定した。

【参考文献】

- [1] Little, R. H., Watkins, B. M. and Venter, A.: The Identification and Justification of a Reference Biosphere for a River Geosphere-Biosphere Interface for Use during Financial Year 1998 for the H12 Assessment. QuantiSci Report IE5058C-1 v1.0, QuantiSci Henley-on-Thames, United Kingdom (1999).

付表 B-14 エアロゾルにおける濃縮係数

元素	標準値	文献	最小値	最大値	文献
Se	1	[1]	1	3	[1]
Zr	1	[1]	1	3	[1]
Nb	1	[1]	1	3	[1]
Tc	1	[1]	1	3	[1]
Pd	1	[1]	1	3	[1]
Sn	1	[1]	1	3	[1]
Cs	1	[1]	1	3	[1]
Sm	1	[1]	1	3	[1]
Pb	10	[1]	3	50	[1]
Po	10	[1]	3	50	[1]
Ra	10	[1]	3	50	[1]
Ac	10	[1]	3	50	[1]
Th	10	[1]	3	50	[1]
Pa	10	[1]	3	50	[1]
U	10	[1]	3	50	[1]
Np	10	[1]	3	50	[1]
Pu	10	[1]	3	50	[1]
Am	10	[1]	3	50	[1]
Cm	10	[1]	3	50	[1]

【参考文献】

- [1] Eakins, J. D., Lally, A.E., Burton, P. J., Kilworth, D. R. and Pratley, F. A.: Studies in Environmental Radioactivity in Cumbria: Part 5, The Magnitude and Mechanism of Enrichment of Sea Spray with Actinides in West Cumbria. Harwell, UKAEA Report AERE-R10127 (1982).

2.4 その他のデータ

付表 B-15 核種の半減期と崩壊定数

核種	半減期 [y] (*1)	崩壊定数 [y^{-1}] (*2)
Sm-151	9.00×10^1	7.70×10^{-3}
Cs-135	2.30×10^6	3.01×10^{-7}
Sn-126	1.00×10^5	6.93×10^{-6}
Pd-107	6.50×10^6	1.07×10^{-7}
Tc-99	2.13×10^5	3.25×10^{-6}
Zr-93	2.03×10^4	3.41×10^{-5}
Nb-93m	1.53×10^6	4.53×10^{-7}
Se-79	6.50×10^4	1.07×10^{-5}
Pu-240	6.54×10^3	1.06×10^{-4}
U-236	2.34×10^7	2.96×10^{-8}
Th-232	1.41×10^{10}	4.93×10^{-11}
Ra-228	6.70×10^0	1.03×10^{-1}
Th-228	1.91×10^0	3.62×10^{-1}
Cm-245	8.50×10^3	8.15×10^{-5}
Pu-241	1.44×10^1	4.81×10^{-2}
Am-241	4.33×10^2	1.60×10^{-3}
Np-237	2.14×10^6	3.24×10^{-7}
Pa-233	7.40×10^{-2}	9.38×10^0
U-233	1.59×10^5	4.37×10^{-6}
Th-229	7.34×10^3	9.44×10^{-5}
Cm-246	4.73×10^3	1.46×10^{-4}
Pu-242	3.87×10^5	1.79×10^{-6}
U-238	4.47×10^9	1.55×10^{-10}
U-234	2.45×10^5	2.83×10^{-6}
Th-230	7.71×10^4	9.00×10^{-6}
Ra-226	1.60×10^3	4.33×10^{-4}
Pb-210	2.23×10^1	3.11×10^{-2}
Po-210	3.79×10^{-1}	1.83×10^0
Am-243	7.39×10^3	9.39×10^{-5}
Pu-239	2.41×10^4	2.88×10^{-5}
U-235	7.04×10^8	9.84×10^{-10}
Pa-231	3.28×10^4	2.11×10^{-5}
Ac-227	2.18×10^1	3.18×10^{-2}

【設定根拠】

*1 半減期データは文献[1]より引用した。

*2 崩壊定数 = $\ln 2 /$ (半減期)

【参考文献】

- [1] Croff, A. G.: ORIGEN2 - A Revised and Updated Version of the Oak Ridge Isotope Generation and Depletion Code, Oak Ridge National Laboratory, ORNL-5621 (1980).