

## 研究施設等廃棄物の概念設計に供する 前提条件の調査及び設定

Investigation on Premise Conditions for Conceptual Design of Disposal Facilities of  
Radioactive Wastes from Viewpoint of Safety Assessment for  
Near Surface Disposal of Low-level Radioactive Wastes Generated from Research,  
Industrial and Medical Facilities

天澤 弘也 坂井 章浩 坂本 義昭 仲田 久和  
山本 正幸 河田 陽介 木原 伸二

Hiroya AMAZAWA, Akihiro SAKAI, Yoshiaki SAKAMOTO, Hisakazu NAKATA  
Masayuki YAMAMOTO, Yosuke KAWATA and Shinji KIHARA

埋設事業推進センター

Low-level Radioactive Wastes Disposal Project Center

January 2011

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Technology

本レポートは独立行政法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。  
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。  
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)  
より発信されています。

独立行政法人日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課  
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4  
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail: ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency  
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to  
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,  
Japan Atomic Energy Agency  
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan  
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail: ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2011

研究施設等廃棄物の概念設計に供する前提条件の調査及び設定

日本原子力研究開発機構 埋設事業推進センター

天澤 弘也、坂井 章浩、坂本 義昭、仲田 久和、山本 正幸\*、河田 陽介\*、木原 伸二

(2010年11月15日受理)

独立行政法人日本原子力研究開発機構埋設事業推進センター（以下、「埋設センター」という。）では、「埋設処分業務実施に関する計画」に基づき、研究施設等廃棄物の浅地中埋設施設（以下、「埋設施設」という。）の透明かつ公正な立地選定を行う観点から、立地基準及び立地手順を策定する予定である。このため、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（原子炉等規制法）」及び「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（放射線障害防止法）」等に定められた施設の技術基準、我が国における自然環境、社会環境等の立地条件、埋設対象廃棄物の廃棄体性状、含有核種、放射能濃度及び廃棄体の発生予測等に基づいて合理的な埋設施設の設定仕様、レイアウト等の概念検討を行うこととしている。本報告書は、埋設施設の概念設計に必要なこれらの前提条件のうち、立地条件について調査・検討を行い、必要な条件について取りまとめを行ったものである。

---

本報告書は、三菱マテリアル株式会社が独立行政法人日本原子力研究開発機構との契約により実施した業務成果に基づくものである。

原子力科学研究所（駐在）：〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4

\* 三菱マテリアル株式会社 エネルギー事業センター

Investigation on Premise Conditions for Conceptual Design of Disposal Facilities of  
Radioactive Wastes from Viewpoint of Safety Assessment for Near Surface Disposal of  
Low-level Radioactive Wastes Generated from Research, Industrial and Medical Facilities

Hiroya AMAZAWA, Akihiro SAKAI, Yoshiaki SAKAMOTO,  
Hisakazu NAKATA, Masayuki YAMAMOTO\*, Yosuke KAWATA\* and Shinji KIHARA

Low-level Radioactive Wastes Disposal Project Center  
Japan Atomic Energy Agency  
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received November 15, 2010)

The Low-Level Radioactive Waste Disposal Project Center of Japan Atomic Energy Agency will establish a siting criterion and procedure in a fair and transparent manner to settle on a near surface disposal facility for low level radioactive wastes generated from research, industrial and medical facilities, based on “Plan Concerning the Disposal Business Execution”. Therefore, reasonable conceptual design of the disposal facilities will be planned under premise conditions of siting condition on natural and social environment, waste form condition including radioactive inventory and waste packages, and technical standards based on “Law for the Regulations of Nuclear Source Material, Nuclear Fuel Material and Reactors” and “Law concerning Prevention of Radiation Hazards due to Radioisotopes, etc.” and so on. This report summarizes the results of the investigation on the siting condition in these premise conditions for conceptual designs of the disposal facilities.

Keywords: Disposal Facility, Conceptual Design, Premise Conditions, Siting Condition

---

This work was based on the study performed by Mitsubishi Materials Corporation under contract with the Japan Atomic Energy Agency.

\* Energy Project & Technology Center, Mitsubishi Materials Corporation

目次

1. はじめに	1
2. 概念設計の前提条件となる立地条件の設定	2
2.1 立地条件項目の抽出	2
2.1.1 立地条件項目の分類	2
2.1.2 環境項目の抽出のために調査する情報	3
2.2 「基本的な立地条件」に係る検討	4
2.2.1 S63 審査指針の検討	4
2.2.2 既存の施設等の調査（諸施設及び最終処分場の立地条件）	5
2.2.3 埋設事業評価事例の調査	10
2.2.4 前節までにおいて抽出されなかった比較的重要な項目の選定	12
2.2.5 「基本的な立地条件」に関する調査結果のまとめ	13
2.3 設計関連項目の調査	14
3. 立地条件の調査	20
3.1 調査項目と調査データ	20
3.2 日本の地形区分	20
3.2.1 可能性のある地形のうち小起伏山地・丘陵	21
3.2.2 可能性のある地形のうち台地・河岸段丘	23
3.2.3 可能性のある地形のうち低地・海岸段丘	24
3.3 個別の立地条件項目	25
3.3.1 火山活動	25
3.3.2 地震	25
3.3.3 活断層	26
3.3.4 隆起・沈降運動	26
3.3.5 津波	27
3.3.6 地すべり	28
3.3.7 陥没	28
3.3.8 台風	28
3.3.9 異常寒波	29
3.3.10 豪雪	30
3.3.11 高潮	30
3.3.12 洪水	30
3.3.13 地盤（N 値及び地耐力）	30
3.3.14 第四紀層の層厚	33
3.3.15 断層	34
3.3.16 風向・風速	34
3.3.17 降水量及び気温	35
3.3.18 河川の水象水理	35
3.3.19 地下水の水象水理	35
3.3.20 帯水層の間隙率及び密度	36
3.3.21 河川までの距離	37

3.3.22	地下水浸透水量	38
3.3.23	河川の流量	39
3.3.24	海水準の変化	39
3.3.25	近接工場等における火災、爆発等	39
3.3.26	河川水、地下水等の利用状況	40
3.3.27	井戸水	40
3.3.28	農業、畜産業、漁業等食物に関する土地利用等の状況	40
3.3.29	建設、居住等に関する土地利用の状況	41
3.3.30	人口分布	41
3.3.31	石炭・鉱石等の天然資源	41
3.3.32	気候と大気条件	42
3.3.33	生息動物及び農産物・魚介類等	42
3.3.34	交通（航空機等の飛来物）	42
3.3.35	調査結果のまとめ	43
3.4	評価パラメータの設定値の調査	43
4.	立地条件の設定	44
4.1	立地条件項目に係る参照値の設定	44
4.1.1	設計関連項目のうち自然環境に係る環境項目の設定の妥当性に関する検討	44
4.1.2	設計関連項目の評価パラメータの設定	46
4.2	立地条件設定の課題抽出と解決方法の検討	46
4.2.1	自然環境の立地条件の設定に関する課題と解決方法	46
4.2.2	社会環境の立地条件の設定に関する課題と解決方法	47
4.2.3	処分方法の選択肢に関する課題と解決方法	48
5.	まとめ	50
	参考文献	51

Contents

1. Background and Objective .....	1
2. Configuration of Primise Conditions for Conceptual Design of Disposal Facility .....	2
2.1 Extraction of Siting Conditions .....	2
2.1.1 Classification of siting conditions .....	2
2.1.2 Information for investigation on extraction of environmental conditions .....	3
2.2 Examination on Basic Siting Conditions .....	4
2.2.1 Invetigation on S63 regulatroy guide for radioactive waste .....	4
2.2.2 Invetigation on exisiting facilities, etc. (Siting conditions on industrial waste final disposal site and other facilities) .....	5
2.2.3 Investigation on safety evaluation of LLW disposal site .....	10
2.2.4 Selection of relatively important conditions which were not extracted in previous sections .....	12
2.2.5 Summary of investigation on Primise Conditions .....	13
2.3 Invetigation on Conditions Concerning to Design .....	14
3. Invetigation on Siting Conditions .....	20
3.1 Data and Conditions for Investigation .....	20
3.2 Topographical Classification of Japan .....	20
3.2.1 Gently undulations mountainous region and hills in possible topographical features .....	21
3.2.2 Tableland and river terrace in possible topographical features .....	23
3.2.3 Lowland area and marine terrace in possible topographical features .....	24
3.3 Investigation on Each Siting Conditions .....	25
3.3.1 Volcanic activity .....	25
3.3.2 Earthquake .....	25
3.3.3 Active fault .....	26
3.3.4 Uplift and subsidence activity .....	26
3.3.5 Tsunami .....	27
3.3.6 Landslide .....	28
3.3.7 Collapse .....	28
3.3.8 Typhoon .....	38
3.3.9 Abnormal cold wave .....	29
3.3.10 Heavy snowfall .....	30
3.3.11 High tide .....	30
3.3.12 Flood .....	30
3.3.13 Foundation (N value and bearing capacity) .....	30
3.3.14 Thickness of quaternary deposits .....	33
3.3.15 Fault .....	34
3.3.16 Wind direction and wind speed .....	34
3.3.17 Precipitation and atmospheric temperature .....	35
3.3.18 Hydrogeology of river .....	35
3.3.19 Hydrogeology of groundwater .....	35

3.3.20	Porosity and density of aquifer	36
3.3.21	Distance from disposal site to river	37
3.3.22	Amount of infiltration of groundwater	38
3.3.23	River flow rate	39
3.3.24	Sea level change	39
3.3.25	Fire, explosion, etc. by neighboring factories	39
3.3.26	Utilization of river water, groundwater, etc.	40
3.3.27	Well water	40
3.3.28	Utilization of land concerning to food production by agriculture, stock raising, fishery, etc.	40
3.3.29	Utilization of land by construction, <del>and</del> residence, etc.	41
3.3.30	Population distribution	41
3.3.31	Natural resources of coal, ore, etc.	41
3.3.32	Climate and atmosphere condition	42
3.3.33	Inhabitant, crops, seafood, etc.	42
3.3.34	Transportation(flying object like aircraft etc.)	42
3.3.35	Summary of investigation results	43
3.4	Investigation on Parameter values for Safety Evaluation	43
4.	Evaluation on Siting Condntions	44
4.1	Setting on Reference Siting Conditions	44
4.1.1	Investigation on appropriateness for environmental conditions concerning to design	44
4.1.2	Setting on parameter values concerning to design	46
4.2	Extraction and Investigation on Task and Solution for Siting Conditions to Be Solved	46
4.2.1	Task for natural environmental conditions to be solved	46
4.2.2	Task for social environmental conditions to be solved	47
4.2.3	Task for option of disposal system to be solved	48
5.	Summary	50
	References	51

表 目 次

表 2.2-1	医療関連法令における廃棄の事業に係る制度整備状況	56
表 2.2-2	放射線防護の対象となる諸施設における立地条件項目に関する記述 (その1)	57
表 2.2-3	放射線防護の対象となる諸施設における立地条件項目に関する記述 (その2)	58
表 2.2-4	最終処分場事業に係る環境影響評価の項目とその調査と予測の手法	59
表 2.2-5	既存の申請書における排除関連項目の事例	60
表 2.2-6	廃棄物処分施設における立地条件項目の特徴と分類(1/3)	61
表 2.2-7	廃棄物処分施設における立地条件項目の特徴と分類(2/3)	62
表 2.2-8	廃棄物処分施設における立地条件項目の特徴と分類(3/3)	63
表 2.3-1	濃度上限値の評価シナリオ (トレンチ処分)	64
表 2.3-2	濃度上限値の評価シナリオ (コンクリートピット処分)	64
表 2.3-3	クリアランスレベルの評価シナリオ	65
表 2.3-4	埋設施設の概念設計のための評価シナリオ	66
表 2.3-5	埋設施設の概念設計で考慮する立地条件項目 (自然環境)	67
表 2.3-6	埋設施設の概念設計で考慮する立地条件項目 (社会環境等)	68
表 2.3-7	埋設施設の概念設計のための評価パラメータ項目一覧 (その1)	69
表 2.3-8	埋設施設の概念設計のための評価パラメータ項目一覧 (その2)	71
表 2.3-9	埋設施設の概念設計のための評価パラメータ項目一覧 (その3、元素依存パラメータ項目)	73
表 3.1-1	立地条件項目に係る国内状況等の調査対象一覧 (その1)	75
表 3.1-2	立地条件項目に係る国内状況等の調査対象一覧 (その2)	76
表 3.1-3	立地条件項目に係る国内状況等の調査対象一覧 (その3)	77
表 3.1-4	立地条件項目に係る国内状況等の調査対象一覧 (その4)	78
表 3.2-1	典型的な丘陵地形の特徴	79
表 3.2-2	新旧の段丘の一般的特徴	80
表 3.2-3	低地の分類と特徴	81
表 3.2-4	河成低地の主要な地形種の諸特徴	82
表 3.2-5	検討を行う地形分類	83
表 3.3-1	火山・火成活動が施設に及ぼす影響	83
表 3.3-2	地形種による自然災害の予測例	84
表 3.3-3	地震動が立地条件に及ぼす影響	85
表 3.3-4	地震による水理環境変化が立地条件に及ぼす影響	85
表 3.3-5	活断層が立地条件に及ぼす影響	85
表 3.3-6	主要な山地の隆起速度	86
表 3.3-7	海岸段丘が示す隆起速度	86
表 3.3-8	主な平野の沈降量	87
表 3.3-9	立地条件に応じた隆起・沈降とその影響	87
表 3.3-10	歴史上の主要な津波被害	88
表 3.3-11	立地条件に応じた津波の程度と影響	88
表 3.3-12	地すべりの事例	89
表 3.3-13	立地条件に応じた地すべりの可能性と影響	90

表 3.3-14	陥没が立地条件に及ぼす影響	90
表 3.3-15	高潮の影響が及ぶ範囲	91
表 3.3-16	洪水の発生頻度	91
表 3.3-17	長期許容地耐力と N 値との対応	92
表 3.3-18	各地形場を形成する表層地質	92
表 3.3-19	地形分類ごとに想定される N 値及び長期許容地耐力度	93
表 3.3-20	国土地盤情報データベースからの N 値整理結果表 (1)	94
表 3.3-21	国土地盤情報データベースからの N 値整理結果表 (2)	95
表 3.3-22	国土地盤情報データベースからの N 値整理結果表 (3)	96
表 3.3-23	地形分類ごとの代表的な第四紀層の層厚	97
表 3.3-24	断層による立地への影響の度合い (定性的指標)	97
表 3.3-25	主要地域における最多風向及び日最大風速の統計値	98
表 3.3-26	主要地域における降水量及び気温の統計値	99
表 3.3-27	地形種ごとの地下水面深度	100
表 3.3-28	地形分類ごとの代表的な地下水位の範囲	100
表 3.3-29	地形別動水勾配データの統計量	101
表 3.3-30	地形分類ごとに代表化される動水勾配値	101
表 3.3-31	地質別透水係数データの統計量	102
表 3.3-32	第四紀堆積物の透水係数	102
表 3.3-33(1)	地形分類ごとに代表化される透水係数值	103
表 3.3-33(2)	風化度別の岩盤の透水係数	103
表 3.3-34	岩石の一般的な間隙率	104
表 3.3-35	堆積盆地の圧密指数	104
表 3.3-36	低地の主要な河川の特徴	105
表 3.3-37	海水準の変化による影響	105
表 3.3-38	工場の火災・爆発事例	106
表 3.3-39	用途別の地下水依存率	106
表 3.3-40	水基本調査 (地下水調査) データベースの出力例	107
表 3.3-41	我が国の国土利用の推移と現況	107
表 3.3-42	鉱床または鉱物種と地質との関係	108
表 3.3-43	農作物の作付け面積と収穫量	109
表 3.3-44	農作物の作付け面積と収穫量 (つづき)	110
表 3.3-45	海面漁業主要魚種別漁獲量	111
表 3.3-46	絶滅と絶滅のおそれのある野生生物の種類	112
表 3.4-1	既存の評価事例における評価パラメータ値 (第 3 次中間報告)	113
表 3.4-2	既存の評価事例における評価パラメータ値 (原子炉クリアランス報告書)	115
表 3.4-3	既存の評価事例における評価パラメータ値 (ウランクリアランス報告書)	117
表 3.4-4	既存の評価事例における評価パラメータ値 (日本原燃申請書、1 号埋設)	119
表 3.4-5	既存の評価事例における評価パラメータ値 (日本原燃申請書、2 号埋設)	121
表 3.4-6	既存の評価事例における評価パラメータ値 (原子力機構申請書)	123
表 4.1-1	評価パラメータの設定 (その 1)	125
表 4.1-2	評価パラメータの設定 (その 2)	127
表 4.1-3	評価パラメータの設定 (その 3、元素依存パラメータ)	129

目 次

図 1	本報告書の検討範囲	131
図 2.1-1	研究施設等廃棄物埋設施設の立地条件設定に係る検討スキーム	131
図 2.2-1	初期のトレンチ処分場とバスタブ現象 (West Valley)	132
図 2.3-1	濃度上限値の評価シナリオ概念と評価パラメータ (トレンチ埋設施設)	132
図 2.3-2	濃度上限値の評価シナリオ概念と評価パラメータ (コンクリートピット埋設施設)	133
図 3.2-1	日本の地形区分	134
図 3.2-2	新第三紀以降の概略的な地形と地質層序の概念図	134
図 3.2-3	いくつかの典型的丘陵地を通る地形・地質断面	135
図 3.2-4	段丘と地下水の関係の概念図	136
図 3.2-5	平野を構成する沖積層の模式断面の例	136
図 3.3-1	日本の活火山分布	137
図 3.3-2	石灰岩地域の表層地盤の陥没及び沈下	138
図 3.3-3	低地でのボーリング柱状図と N 値の深度分布	139
図 3.3-4	検討地での 9 本の標準貫入試験結果	139
図 3.3-5	扇状地でのボーリング柱状図	140
図 3.3-6	名古屋市浅部地盤の東西断面 (上) 及び地質・N 値データ	140
図 3.3-7	N 値が 50 以上になる深度	141
図 3.3-8	濃尾平野の東西地下断面図	142
図 3.3-9	山の手台地 (関東平野) の模式的な地質断面図	142
図 3.3-10	相模川下流地域の地質図及び断面図	143
図 3.3-11	地盤高と年平均水位の関係	144
図 3.3-12	第四紀堆積物の透水係数	144
図 3.3-13	縦方向分散長と移行距離の関係	145
図 3.3-14	岩石の密度	145
図 3.3-15	堆積岩の年代と密度の関係	146
図 3.3-16	関東平野の地形面の区分と形態	146
図 3.3-17	段丘と開析谷	147
図 3.3-18	段丘の標高と開析度の関係	147
図 3.3-19	低地の河川の特徴概念図	147
図 3.3-20	土地改良前の蛇行原の読図例	148
図 3.3-21	海岸段丘分布域の河川例	148
図 3.3-22	日本における平均面積年降水量の分布図	149
図 3.3-23	日本の可能蒸発発散量の分布図	149
図 3.3-24	日本の年流出量分布図	150
図 3.3-25	渇水比流量分布図	150
図 3.3-26	流域の岩相と基底流出比流量との関係	151
図 3.3-27	農家数	151
図 3.3-28	耕地面積	151
図 3.3-29	水稲収穫量	152

図 3.3-30	素材生産量	152
図 3.3-31	漁業・養殖業生産量	152
図 3.3-32	日本の人口密度	153
図 3.3-33	気象情報の閲覧例	153

## 1. はじめに

日本原子力研究開発機構(以下、「原子力機構」という。)は、原子力機構法の改正(平成 20 年法律第 51 号)に基づき、原子力機構及び国内の研究施設等から発生する低レベル放射性廃棄物(以下、「研究施設等廃棄物」という。)の埋設事業の実施主体と位置づけられた。この後、改正原子力機構法に基づき原子力機構は、「埋設処分業務の実施に関する計画」(平成 21 年 11 月 13 日 文部科学大臣並びに経済産業大臣の認可 以下、「実施計画」という。)を策定し中期計画の変更認可を受けて埋設処分事業を開始した。

実施計画では、当面実施する事項として、環境保全に配慮しつつ線量評価、費用試算等に基づいて、合理的な埋設施設の設定仕様、レイアウト等の概念設計を行うこととしている。この概念設計に際しては、具体の研究施設等廃棄物の廃棄体性状、含有核種、放射能濃度及び廃棄体の発生予測、我が国における一般的な立地条件、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(原子炉等規制法)」及び「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律(放射線障害防止法)」等に定められた埋設施設の技術基準等を考慮することとされている。更に、この概念設計を基にして、我が国で想定され得る種々の自然環境及び社会環境条件下において線量評価、費用試算等を行い、合理性の観点から埋設施設の安全性及び経済性に関する評価・検討を行うことにより埋設施設の立地基準の策定に資することとしている。

概念設計の実施方法としては、図 1 に示すように、まず概念設計の前提条件となる、廃棄体性状に係る条件、我が国の一般的な立地条件、埋設施設の技術基準等を取りまとめ、これらの前提条件を踏まえて、埋設施設に必要な施設・設備の抽出、設計、被ばく線量計算等を行う。このため、埋設センターでは、図 1 に示した研究施設等廃棄物の概念設計に供する前提条件となる立地条件を整理し、検討を実施した。本報告書は、これらの整理・検討の結果を取りまとめたものである。

## 2. 概念設計の前提条件となる立地条件の設定

埋設センターでは、実施計画に基づいて埋設施設の概念設計を予定している。概念設計については、「環境保全に配慮しつつ、線量評価、費用試算等に基づいて合理的な埋設施設の設備仕様、レイアウト等の概念設計を行う」とされ、その対象は次の2とおりの処分方法である。

○「低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基本的考え方について」（昭和60年10月24日原子力安全委員会決定）に示された放射能濃度が低い廃棄物を、第2種埋設規則第1条の2第2項第4号に示された方法と同様の方法であって、鉄筋コンクリート製の人工構築物（以下「コンクリートピット」という。）を設置して処分する方法（以下「ピット処分」という。）

○原子力安全委員会の上記報告書に示された放射能濃度が極めて低い廃棄物を、第2種埋設規則第1条の2第2項第5号に示された方法と同様の方法であって、コンクリートピット等の人工構築物を設置しない方法により処分する方法（以下「トレンチ処分」という。）

本検討では、本成果に基づいて埋設施設の概念設計が行われることに留意しつつ、概念設計で必要となる立地条件の項目（以下「立地条件項目」という。）を整理・抽出するとともに、関連データの調査等の結果に基づいて適宜各項目に具体的な数値を設定することとした。ここでは、原子力安全委員会「放射性廃棄物埋設施設の安全審査の基本的考え方」（以下、「S63 審査指針」という。）<sup>1)</sup>における「基本的な立地条件」等の国内外の事例を参考に明確な根拠に基づいて立地条件項目を整理・抽出した。

### 2.1 立地条件項目の抽出

#### 2.1.1 立地条件項目の分類

本前提条件の検討の主目的は、合理的な埋設施設の概念設計に向けて埋設施設の設置場所における環境条件を十分な根拠を持って設定することである。概念設計においては、設定された環境条件に応じた埋設施設の設計等を行うとともに、その設計の経済性及び安全性に基づく合理性を一般公衆の被ばく線量等の評価等に基づいて確認することとなる。従って、今回設定する環境条件は、埋設施設に係る設計条件の一部という役割に加え設計した施設の経済性及び安全性に基づく合理性、特に安全性を確認するための一般公衆の被ばく線量の評価等に使用するデータとしての役割を担うものでもある。さらに、被ばく線量の評価等の観点から、環境条件は、評価シナリオの選定や選定された評価シナリオで考慮すべき具体的なパラメータ値も含むものとなる。

既設の原子力施設の事例を踏まえると、一般的に、放射性廃棄物の埋設施設が設置される立地場所の環境条件の項目（以下、「環境項目」という。）は、以下に大別することができると考えられる。

#### 1) 排除関連項目

津波、地崩れのように、埋設施設の設計等により安全を確保することが合理的でなくその項目の影響を受けない立地場所を選定することにより安全を確保することが適切と考えられる環境項目

## 2) 設計関連項目

降雨量、地下水流速、河川までの距離などのように埋設施設の設計等によって安全を確保することが合理的と考えられる環境項目

なお、灌漑水の利用状況、河川産物の摂取量などのように、主に一般公衆の被ばく線量等の評価等に使用するデータの役割を担う環境項目は、必要に応じて埋設施設の設計等によっても安全を確保することになることから設計関連項目に含めることとした。

ここでは、まず種々の立地指針等を参考として環境項目を抽出し、排除関連項目及び設計関連項目に大別した。次いで、排除関連項目の影響を受けないような立地場所を想定した種々の安全評価事例を参考として具体的な設計関連項目を抽出した。

### 2.1.2 環境項目の抽出のために調査する情報

我が国における低レベル放射性廃棄物処分に係る安全確保の基本的考え方は、原子力安全委員会が決定した「低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基本的考え方」（以下「S60 基本報告書」という。）<sup>2)</sup>に示されている。この S60 基本報告書は、放射線防護に係る原則のみならず、我が国で既に廃棄物の処分が行われている廃棄物処理法（廃掃法）下での一般及び産業廃棄物の埋立処分方式等を参考にしている。また、その基本的考え方では、特に短寿命核種の量に着目して半減期に応じて時間とともに放射能が減少することから、地下水による埋設施設からの放射性物質の漏出及び将来の人の偶発的な廃棄物への接触を考慮したとしても数百年程度経てば放射線防護上の管理を廃止できるとの考え方に基づいて、段階的に管理を軽減するという管理型処分为基本としている。

さらに、原子力安全委員会は、ピット処分を対象に廃棄物埋設事業の許可申請ができる放射性物質の濃度上限値を計算するとともに<sup>3)</sup>、これらに基づいて廃棄物埋設に係る法的枠組みを整備した。その上で、具体の廃棄物埋設事業の許可申請がなされることを念頭に、その申請・審査における埋設事業者による申請書の作成及び規制当局による申請書の審査の拠り所として S63 審査指針を報告した。その中において、処分の安全確保に当たって支障がないことを確認するために考慮すべき事象を「基本的な立地条件」として提示している。

埋設センターが近い将来予定している研究施設等廃棄物の廃棄物埋設事業許可申請においても、「基本的な立地条件」を考慮したときに埋設事業に係る安全が確保されることについて説明が求められることから、概念設計の段階から「基本的な立地条件」を考慮した立地条件を設定しておくことが適切と考えられる。しかしながら S63 審査指針に提示された「基本的な立地条件」は、上述のような項目（事象）が列記されているのみでありその具体的な扱いに関しては記されていない。また、現時点において立地場所は定まっていないため、一般論として提示された事象が埋設施設に与える影響を考慮しその項目を排除関連項目として扱うべきか設計関連項目として扱うべきかを考察する必要がある。そのために、既存の処分事例や原子力関連等の他施設における環境条件の取り扱いについて広範に調査し整理する。このために調査する情報は、埋設施設以外の原子力等関連施設における立地条件及び原子力関連施設ではないが、廃棄物処理法下で営まれている一般産業廃棄物の最終処分場に係る立地条件が有用であり、これらの情報を適用することで「基本的な立地条件」が十分な項目を網羅していることを確認する有効な手段となる。また、実際の埋設事業許可申請書も少ない事例ではあるが、「基本的な立地条件」の網羅性を確認するとともに具体的に立地場所が与えられたときの排除関連項目あるいは設計関連項目としての環境条件の取り扱いに係る有用な情報源となる。

同時に、既存の埋設事業許可申請書は設計関連項目に関する具体的な取扱についての情報源ともなり得る。さらに原子力安全委員会では、濃度上限値の評価や、「放射性物質として扱う必要がない」ものとしてのクリアランスレベルの評価を多数実施している。これらの事例は、具体的な立地場所を定めなくてそれらが適切な立地場所で営まれることを前提として評価しているため排除関連項目は含まれていない。しかし、クリアランスレベルの評価では埋立処分に係る立地場所を定めていないが故に、廃棄物の埋設深度や埋設施設あるいは土地利用状況などの社会環境などを一般化している。このため、地下水移行シナリオのみならず人間侵入シナリオなど広範な評価目的と環境条件を対象にしているので立地場所の環境条件の取り扱い方としては十分参考になる。本調査の進め方をボトムアップ型の検討スキームとして整理し、図 2. 1-1 に示す。

## 2.2 「基本的な立地条件」に係る検討

### 2.2.1 S63 審査指針の検討

S63 審査指針に示された「基本的な立地条件」は以下のとおりである。安全審査ではこれらの事象を考慮しても処分の安全確保に支障がないよう、その埋設処分が計画されていることを示す必要がある。

#### 1) 自然環境

- ① 地震、津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等の自然現象
- ② 地盤、地耐力、断層等の地質及び地形等
- ③ 風向、風速、降水量等の気象
- ④ 河川、地下水等の水象及び水理

#### 2) 社会環境

- ① 近接工場等における火災、爆発等
- ② 河川水、地下水等の利用状況、農業、畜産業、漁業等食物に関する土地利用等の状況及び人口分布等
- ③ 石炭、鉱石等の天然資源

例えば、これら自然環境のうち津波、台風、高潮、洪水は、埋設施設を冠水させ、場合によっては覆土等を流失させ、また廃棄物を多量の水に接させるなど計画外の状況をもたらす環境への放射性物質の漏出を引き起こす可能性がある。しかし、過去のデータに基づき津波、高潮や洪水に関しては、適切な標高や場所を選ぶことでこれらの事象の影響を考慮する必要がないようにすることができる。

陥没は、埋設施設の基礎となる地盤を崩壊させ埋設施設を破壊する可能性がある。断層もそれが活断層であれば埋設施設の基盤がずれ、埋設施設を破壊する可能性がある。しかし、これらの事象は、地質や地形を調査することによって発生する可能性がある場所を推定することは可能であり、そのような場所を避けることでこれらの事象の影響を考慮する必要がないようにすることができる。

しかし、地震（地震動）、台風、異常寒波、豪雪等は、埋設処分場周辺のみならず広範囲にその影響が及ぶため、その影響を立地場所の選定によって排除することが困難であり、処分の長い時間枠を考慮すれば影響を被る可能性が否定できない事象である。このため、地震動により埋設施設内で廃棄物が動くことで埋設施設を破壊させないために埋設施設内の隙間に十分な土砂等を充てんする、地面の凍結深度を考慮した十分な厚さの覆土を施す、または、台風による風速や豪雪による積雪荷重をあらかじめ考慮して埋設施設を設計する等の設計や施工による対応を行う項目である。

なお、地すべり、地盤や地耐力は、基本的には埋設施設の荷重に耐える等が可能な場所を選定することが望ましいが、立地場所の条件によっては工学的に部分的な補強をして埋設施設の設計に必要な工学上の要求仕様を確保することも考えられる。その他、地質及び地形等、気象並びに河川水や地下水等の利用状況及び水象及び水理などの自然環境一般に関しては、立地場所の特徴を考慮してそれを前提条件として埋設施設を計画する必要がある。

社会環境についても、近接工場等における火災・爆発等の可能性があれば、その影響を受けても安全が確保されるように設計対応を図る必要がある。

ただし、河川水や地下水等の利用状況並びに土地利用等の状況等は、現時点の状況を踏まえつつ必要に応じて将来の状況を安全評価で考慮する可能性のある項目である。

なお、天然資源に関しては、現在採掘されているような場所は避けるのが当然であるが、現在採掘されていない場合でも将来的な人間侵入の誘因にならないように立地場所の選定において排除することが望ましい。

以上より、一概には断定できないものの、S63 審査指針の「基本的な立地条件」のうち津波、高潮、洪水、陥没、断層のうち活断層及び天然資源が排除関連項目と考えられ、これら以外の環境条件は設計関連項目として設計対応あるいは安全評価で考慮すべきと考えられる。

## 2.2.2 既存の施設等の調査（諸施設及び最終処分場の立地条件）

S63 審査指針の基本的立地条件を補完する事項の有無について、放射線防護の対象となる諸施設や産業廃棄物最終処分場の立地に関わる指針や事業許可申請に関わる記載事項の調査を行った。調査対象は、次の各施設等である。

### 1) 放射線防護の対象となる諸施設

- ① 原子炉等規制法における第二種廃棄物埋設施設
- ② 放射線障害防止法における廃棄業施設
- ③ 医療法等関連 4 法令における廃棄施設
- ④ 原子力安全委員会における指針等（原子炉立地審査指針及びその適用に関する判断のめやすについて（以下、「原子炉立地審査指針」という。）<sup>4)</sup>、発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（以下、「耐震設計審査指針」という。）<sup>5)</sup>、金属性乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵施設のための安全審査指針（以下、「使用済燃料中間貯蔵のための安全審査指針」という。）<sup>6)</sup>、等<sup>7)~28)</sup>）

### 2) 廃棄物処理法の対象となる施設

- ⑤ 産業廃棄物最終処分場

調査結果は以下のとおりである。

#### ① 原子炉等規制法における第 2 種廃棄物埋設施設

原子炉等規制法における第 2 種廃棄物埋設の処分の方法は、「核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第 2 種廃棄物埋設の事業に関する規則」第 1 条の 4 及び 5 において、次のように定められている。

四 「ピット処分」とは、地上又は地表から深さ 50 メートル未満の地下に設置された廃棄物埋設地において別表第 1 の上欄に掲げる放射性物質についての放射能濃度がそれぞれ同表の下欄に掲げる放射能濃度を超えない放射性廃棄物を埋設の方法（次のいずれかの方法に限る。）により最終的に処分することをいう。

イ 外周仕切設備を設置した廃棄物埋設地に放射性廃棄物を定置する方法

ロ 外周仕切設備を設置しない廃棄物埋設地に放射性廃棄物を一体的に固型化する方法  
五 「トレンチ処分」とは、地上又は地表から深さ 50 メートル未満の地下に設置された廃棄物埋設地において別表第 2 の上欄に掲げる放射性物質についての放射能濃度がそれぞれ同表の下欄に掲げる放射能濃度を超えない放射性廃棄物を埋設の方法（前号イ及びロの方法を除く。）により最終的に処分することをいう。

また、同規則第 2 条で定められている事業の許可の申請書への記載項目のうち、立地条件項目に関する項目は下記のとおりである。これらは、S63 審査指針における「基本的な立地条件」に含まれている。

- ・敷地の面積及び形状
- ・気象、地盤、水理、地震、社会環境等の状況に関する説明書
- ・廃棄物埋設施設を設置しようとする場所の中心から五キロメートル以内の地域を含む縮尺 5 万分の 1 の地図

## ②放射線障害防止法における廃棄の業に関連する事項

放射線障害防止法における廃棄物埋設の事業許可申請書の記載項目は「同法、施行規則 第 7 条第 3 項」に定められており、立地条件項目に関する許可申請書の添付書類として「廃棄物埋設地を設置しようとする場所における気象、地盤、水理、地震、社会環境その他の状況を記載した書面及び図面」が要求されている。記載内容は「放射線障害防止法及び関係政省令等の改正の内容 文部科学省原子力安全課 平成 17 年 7 月」に次のように具体的に記述されている。これらは、S63 審査指針の「基本的な立地条件」と一致している。

○廃棄物埋設地の立地場所における気象、地盤、水理、地震、社会環境等を記載した書面について

- ・廃棄物埋設地の立地場所については、「地崩れ及び浸水のおそれの少ない場所」のみならず、廃棄物埋設地は地下施設であることや長期の管理が必要であること等を踏まえると、廃棄物埋設地において事故の誘因となる事象をできる限り排除し、また、万一事故が発生した場合にもその影響の拡大を防止する必要がある。そのために、廃棄物埋設地の立地場所における以下のような事象を許可申請書の添付書類として求め、管理期間中及び管理期間終了後の線量評価とともに、安全確保上支障がないことを確認する必要がある。
- ・自然環境－風向、風速、降水量等の気象
  - －地盤、地耐力、断層等の地質及び地形等
  - －河川、地下水等の水理
  - －地震、津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等の自然現象
- ・社会環境
  - －河川水、地下水等の利用状況、農業、畜産業、漁業等食物に関する土地利用
  - －石炭、鉱石等の天然資源

## ③医療法等関連 4 法令における廃棄施設

省令により社団法人日本アイソトープ協会は、下記の 3 法に基づく廃棄者として指定されている。

- ・医療法：医療用放射性廃棄物の廃棄者
- ・薬事法：放射性医薬品の製造及び取扱いから生じた放射性物質の廃棄者

- ・臨床検査技師等法：検体検査用放射性同位元素又は放射性同位元素によって汚染された物の廃棄者

また、獣医療法では、その法第4条に基づき獣医療法施行規則第10条の2において廃棄の委託先の指定について定められている。これらの医療関連法令における廃棄の事業に関連した法制度の整備状況を表2.2-1に整理した。管理または保管廃棄に関しては法制度が整備されているが、埋設に関しては未整備である。これらから、S63 審査指針の「基本的な立地条件」に関連する情報は見当たらない。

#### ④原子力安全委員会における指針等

##### A. 原子炉立地審査指針

原子炉立地審査指針は、原子炉安全専門審査会が陸上に定置する原子炉の設置に先立って行う安全審査の際、万一の事故に関連してその立地条件の適否を判断するための指針である。この指針は、熱出力1万キロワット以上の原子炉の立地審査に適用するものとし、1万キロワット未満の場合においてはこの指針を参考として立地審査を行なうものとされている。同指針では、立地に関する基本的な考え方として原則的立地条件は次のとおり記載されている。

原子炉は、どこに設置されるにしても事故を起さないように設計、建設、運転及び保守を行わなければならないことは当然のことであるが、なお万一の事故に備え公衆の安全を確保するためには原則的に次のような立地条件が必要である。

- 大きな事故の誘因となるような事象が過去においてなかったことはもちろんであるが、将来においてもあるとは考えられないこと。また、災害を拡大するような事象も少ないこと。
- 原子炉は、その安全防護施設との関連において十分に公衆から離れていること
- 原子炉の敷地は、その周辺も含め、必要に応じ公衆に対して適切な措置を講じうる環境にあること。

a. の具体的な事象は明記されていない。b. 及び c. については、立地条件の適否を判断する際の指標として、原子炉からある距離の範囲内は非居住区域であること、非居住区域の外側の地帯は低人口地帯であること、原子炉敷地は人口密集地域からある距離だけ離れていること、が規定されている。原子炉のように常時活発に操業されている施設と異なり、主たる操業時の運転状況が廃棄体の受入や定置などである埋設施設においては、事故が生じたとしても突発的に遠方まで影響が到達する可能性は考え難い。このため、原子炉立地指針における原則的立地条件は、S63 審査指針の「基本的な立地条件」に追加する必要は基本的にはないと考えられる。

ただし、埋設施設の場合には、地下水を介して放射性物質が生活環境に移行するため、社会環境における河川水や地下水等の利用状況並びに土地利用等の状況や人口分布等の一環として、安全評価で考慮すべき環境条件と考えられる。

##### B. 耐震設計審査指針

耐震設計審査指針は、耐震安全性に係る指針類に地震学および地震工学の最新知見等を反映し旧指針を全面的に見直したものである。

発電用原子炉施設は、仮に運転中に事故が発生した場合周辺環境に大きな影響を及ぼす可能性がある。地震は事故の発生に繋がる重要な事象であるため、次の点が指摘されている。

「施設の供用期間中に極めて稀であるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動による地震力に対して、その安全機能が損なわれることがないように設計されなければならない」

地震はS63 審査指針の内容に含まれており、さらに耐震設計審査指針が言及する地震随伴事象である「周辺斜面の安定性」は地すべりや陥没が、同じく「津波に対する安全性」は津波そのものが該当している。このため、耐震設計審査指針の立地条件項目に関する内容は、S63 審査指針の「基本的な立地条件」に含まれていると考えられる。

また、耐震設計審査指針に基づく安全審査に資するため、活断層に関する十分な調査や耐震設計上考慮する活断層の認定について方法等を明らかにすることを目的として、活断層等に関する安全審査の手引きが作成されている<sup>7)</sup>。断層は、S63 審査指針の「基本的な立地条件」に記載されているが、活断層はむしろ地震（地震動）と断層変位が主要な影響であり断層と活断層は分けて考える必要がある。以上より、活断層は「基本的な立地条件」に追加することが望ましい。なお、活断層を具体的に扱うにあたって、同指針や同手引きに記載された調査方法や認定方法は十分参考にすることができる。

### C. 使用済燃料中間貯蔵施設のための安全審査指針

使用済燃料中間貯蔵施設のための安全審査指針は、実用発電用原子炉の使用済燃料を金属製の乾式キャスクに収納して搬入し、長期間貯蔵した後、搬出する施設の事業許可申請に係る安全審査を客観的かつ合理的に行うための安全審査上の指針としてとりまとめられたものである。同指針では、立地条件に関する基本的な条件について次のとおり記載されている。

#### Ⅲ. 立地条件

##### 指針 1. 基本的条件

- ・使用済燃料中間貯蔵施設の立地地点及びその周辺における以下の事象を検討し、安全確保上支障がないことを確認すること。

##### 1. 自然環境

- (1) 地震、津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等の自然現象
- (2) 地盤、地耐力、断層等の地質及び地形等
- (3) 風向、風速、降雨量等の気象
- (4) 河川、地下水等の水象及び水理

##### 2. 社会環境

- (1) 近接工場等における火災、爆発等
- (2) 航空機事故等による飛来物等
- (3) 農業、畜産業、漁業等の食物に関する土地利用及び人口分布状況等

ここで、「2. 社会環境(2)航空機事故等による飛来物等」は、S63 審査指針の「基本的な立地条件」に含まれていない。本来、原子力施設の上空を航空機等が飛行することは禁止されているが、事故等によってエンジン等が飛来する可能性は否定できないことから、立地条件項目に追加する必要があると考えられる。この項目を排除関連項目とみなして立地場所を選定することで安全を確保することも一案であるが、埋設施設は地下施設であり廃棄物に直接飛来物が衝突する可能性は低く、また、廃棄物は固体状であり流体や気体などのように広範囲に飛散する要素がほとんどないため、設計関連項目として扱い安全評価を行って安全性を確認することによって対応をすることも考えられる。

また、同指針に関しては後日、安全審査における「自然環境」の考え方に関する原子力安全委員会の了承文<sup>8)</sup>が出されている。これは、具体の「中間貯蔵施設（リサイクル燃料備蓄センター）」が青森県むつ市で計画され、その周辺地域に活火山が位置していることから、自然環境のうち特

に火山活動について見解を示したものである。具体的には、日本列島における火山の活動期間等の知見を踏まえ、第四紀における活動が認められる火山を考慮の対象とし、中間貯蔵施設の敷地に影響を与える可能性がある火山現象として、次の各事象を挙げている。

- ・ 降下火砕物
- ・ 火山弾等の弾道噴出物
- ・ 火砕流及び火砕サージ
- ・ 溶岩流
- ・ 火山ガス
- ・ 岩屑なだれ
- ・ 土石流及び泥流
- ・ 新火口の形成、等

これらの火山活動は S63 審査指針の「基本的な立地条件」に含まれていないので追加すべき項目と考えられる。ここで、火山は自然環境であり「設計等により安全を確保することが合理的でなく、その影響を受けない立地場所を選定することにより安全を確保することが合理的」とした定義に基づけば排除関連項目に該当する。しかし、埋設施設は地下施設であり火山活動に伴う噴出物の多くは地表の凹部を伝って流下することから、地下施設である埋設施設への影響がほとんど生じない可能性もある。したがって、火口近傍に位置した立地場所は避けるべきと考えられるが影響を評価して設計で対応することも可能性としては考えられる。

#### D. その他の安全審査指針類について

原子力安全委員会では、上記の各資料以外にも多くの指針類を策定している。これらについても立地条件項目に関連した記述の有無を調査し、前出 2.2.2 1)①～③項の放射線防護の対象となる諸施設の調査結果と併せて表 2.2-2 及び表 2.2-3 に整理した。これらからは、先に抽出した活断層、航空機事故等による飛来物等、火山活動以外に S63 審査指針の「基本的な立地条件」にさらに追加すべき立地条件項目は見当たらない。

#### ⑤ 産業廃棄物最終処分場

廃棄物処理法（廃棄物の処理及び清掃に関する法律）第 15 条で規定される廃棄物処理施設は、一般廃棄物処理施設と産業廃棄物処理施設である。一般廃棄物処理施設の内訳は、「ごみ処理施設、し尿処理施設及び一般廃棄物の最終処分場」である。また、産業廃棄物処理施設の内訳は、「廃プラスチック類処理施設、産業廃棄物の最終処分場及びその他の産業廃棄物の処理施設で政令で定めるもの」である。これらの詳細は政令で定められている。このうち産業廃棄物処理施設について、最終処分場以外の施設は中間処理施設と呼ばれる。また、最終処分場は、遮断型、安定型、管理型の 3 方式に大別され、遮断型処分場は「有害物質が基準を超えて含まれる燃えがら、ばいじん、汚泥、鉍さいなどの有害な産業廃棄物」を、安定型処分場は「廃棄物の性状が安定している産業廃棄物である、廃プラスチック類、ゴムくず、金属くず、建設廃材、ガラスくず、陶磁器くず（これらは安定型五品目と呼ばれる）」を、管理型処分場は「遮断型処分場・安定型処分場で処分される産業廃棄物以外の産業廃棄物と一般廃棄物」を埋め立てる処分場である。これらの最終処分場は放射性廃棄物の埋設施設に類似している。

廃棄物処理法に基づき産業廃棄物処理施設を設置しようとする者は、同法施行規則で定められた事項を申請書に記載して提出しなければならない。同法施行規則で定められた事項のうち、立地環境条件に関わる項目は以下のとおりである。

- ・ 施行規則 第 11 条 4 の 2 公共の水域及び地下水の汚染の防止に関する事項

- ・施行規則 第11条6の2 最終処分場にあつては、周囲の地形、地質及び地下水の状況を明らかにする書類及び図面（産業廃棄物処理施設の設置の許可の申請書の添付書類）
- ・第11条の2の3 当該産業廃棄物処理施設を設置することが周辺地域の生活環境に及ぼす影響の程度を予測するために把握した水象、気象その他自然的条件及び人口、土地利用その他社会的条件の現況並びにその把握の方法

さらに、上記の項目に関する具体的な調査や予測の手法が別表として省令で定められておりこれらの一部を表2.2-4に示す。なお、これらは立地条件項目としてS63審査指針の内容に含まれておりその詳細な記述とみなすことができる。

### 2.2.3 埋設事業評価事例の調査

「基本的な立地条件」の網羅や具体の取り扱いを確認するため、次の埋設事業許可申請書を調査・整理した。

- 1) 六ヶ所低レベル放射性廃棄物貯蔵センター廃棄物埋設事業許可申請書<sup>29)</sup>（以下、「日本原燃申請書」という。）
- 2) 日本原子力研究所東海研究所廃棄物埋設事業許可申請書<sup>30)</sup>（以下、「原子力機構申請書」という。）

#### 1) 日本原燃申請書

日本原燃申請書は、安全設計を扱う添付書類5で次のように説明している。

- ・地震に対する設計上の考慮：設計地震力に対して適切な期間安全上要求される機能を損なわない設計とする。（設計地震力はCクラス）
- ・地震以外の自然現象に対する設計上の考慮：敷地及びその周辺における過去の記録、現地調査等を参照して、予想される地震以外の自然現象を考慮して適切な期間安全上要求される機能を損なわない設計とする。
- ・地震以外の自然現象：津波、高潮、洪水、台風、豪雪、異常寒波等である。
- ・津波、高潮及び洪水：考慮の必要のない立地条件にある。なお、原子力安全委員会の審査においても、「本施設が海岸から3km離れた標高30m以上の台地に位置していることから、高潮、津波により被害を受けることはないものと判断する。」とされている。
- ・台風：管理建屋及び埋設クレーンは、それぞれ「建築基準法」及び「クレーン構造規格」で定められる風圧力に対して設計する。埋設設備等廃棄物埋設地に設置する設備については地中に設置されるため、台風の影響は受けない。
- ・豪雪：管理建屋は「建築基準法」で定められる積雪荷重に対して設計し、その他の施設についてもこれと同等の設計とする。
- ・異常寒波：屋外機器で凍結のおそれのあるものは必要に応じて適切な凍結防止策を行うものとする。埋設設備等廃棄物埋設地に設置する設備は地中に設置し、その上部に十分な覆土を施す設計となるため気温による影響はほとんど受けない。

上述以外の環境条件については、立地条件を扱う添付書類3で、次のように説明されている。

- ・地盤（地耐力）：鷹架層中部層は、地質柱状図に示すとおり表層部を除くと標準貫入試験試験によるN値が50以上であり、また、支持力は（中略）上限降伏値で36 kg/cm<sup>2</sup>以上であることから、埋設設備による荷重に対し十分な支持力を有している。
- ・変形地形、地すべり地形、陥没：埋設設備群設置位置及びその付近並びに管理建屋設置位置及びその付近には、変形地形は認められず、地すべり地形及び陥没の発生した形跡も認められない。

- ・断層（埋設群設置位置に認められる f - b 断層）：支持地盤の安定性に影響を与えるものではない。
- ・交通（航空機等の飛来物）：本施設は定期航空路及び訓練区域から離れていることから、本施設に航空機等の飛来物が落下する可能性は極めて小さい。仮に管理建屋に現在訓練中の航空機が墜落する場合の影響について評価する。
- ・天然資源：廃棄物埋設地及びその近傍において、現在の知見では採掘規模の石炭、鉱石等の天然資源は認められない。

これらを整理すると、環境項目のうち津波、高潮、洪水、変形地形、地すべり地形、陥没、交通（航空機等の飛来物）、天然資源は明らかに排除関連項目として取り扱っている。台風に関しては、管理建屋やクレーンなどの設備は設計対応を講じているが、埋設地は「地中に設置されるため、台風の影響は受けない」としている。その他の自然現象については、「敷地及びその周辺における過去の記録、現地調査等を参照して」その影響に対して適切な設計を行うこととしている。しかし、航空機の落下事故や管理期間終了後の人間侵入に関しては立地条件により発生可能性を排除しつつも評価を実施している。

## 2) 原子力機構申請書

原子力機構申請書は、安全設計を扱う添付書類 5 で次のように説明している。

- ・地震に対する設計上の考慮：設計地震力に対して適切な期間安全上要求される機能を損なわない設計とする。（設計地震力は C クラスである。）
- ・地震以外の自然現象に対する設計上の考慮：敷地及びその周辺における過去の記録、現地調査等を参照して、予想される地震以外の自然現象を考慮して、適切な期間、安全上要求される機能を損なわない設計とする。
- ・地震以外の自然現象：津波、高潮、洪水、台風による強風、豪雨、豪雪、異常寒波である。
- ・津波、高潮及び洪水：考慮の必要のない立地条件にある。
- ・異常寒波：これに影響を受けるような施設、設備等はない。
- ・台風：管理建屋、雨水浸入防止用テント及び移動式クレーンは、それぞれ、「建築基準法」及び「テント倉庫技術基準」及び「移動式クレーン構造規格」に合致したものを使用する。ただし移動式クレーンについては、強風時においては、作業を中断することとしている。なお、埋設等トレンチは、地中に設置されるため、台風による強風により移行抑制機能が損なわれることはない。
- ・豪雨：埋設用トレンチが容易に露出しないよう、覆土は、土砂を締め固めながら行き、廃棄物埋設地の周辺の土壌に比して透水性が大きくなるようにするとともに、地表面に植生を施し、さらに、地表水に対しては排水溝を設けること等により排水を考慮する。なお、管理建屋、雨水浸入防止用テント及び移動式クレーンは、豪雨により機能が損なわれることはない。
- ・豪雪：管理建屋及び雨水浸入防止用テントは、それぞれ、「建築基準法」、「テント倉庫技術基準」で定められている積雪荷重に対して設計されたものを使用する。なお、埋設用トレンチは、地中に設置されるため、豪雪により移行抑制機能が損なわれることはない。

環境条件については、立地条件を扱う添付書類 3 で次のように説明されている。

- ・地震：敷地付近に顕著な被害を与えた記録は認められない

- ・すべり、沈下：廃棄物埋設施設にすべり及び沈下が問題となることはない。
- ・陥没及び地滑り：過去に発生した形跡が認められない。
- ・洪水：本施設は洪水の影響を受けないものと考えられる。
- ・津波：標高 8m に建設される本施設は、津波の影響を受けないものと考えられる。
- ・高潮：標高 8m に建設される本施設は、高潮の影響を受けないものと考えられる。
- ・交通運輸（航空関係）：東海研究所上空の飛行は制限されている。
- ・天然資源：廃棄物埋設地の地下には、価値のある地下資源の存在は認められていない。

これらを整理すると、環境条件のうち津波、高潮、洪水、異常寒波、すべり、沈下、陥没、地滑り、交通運輸（航空関係）、天然資源は明らかに排除関連項目として取り扱っている。地震に関しては、設計上の考慮事項としているが考慮の対象としたのは地上施設や定置用設備に関する記載である。その他の自然現象については「敷地及びその周辺における過去の記録、現地調査等を参照して」その影響に対して適切な設計を行うこととしており、扱いは日本原燃申請書と同様である。なお、評価項目に豪雨が挙げられており、これは台風に関連した立地条件項目として追加することが考えられる。

### 3) 既設の埋設施設における「基本的な立地条件」に関するまとめ

排除関連項目について、既存の埋設事業評価事例から得られた情報を表 2.2-5 に整理した。二つの施設を比べてみると、立地場所と施設形態に応じて立地条件項目の取り扱いに若干の差が生じている。しかし、S63 審査指針の「基本的な立地条件」のうち排除関連項目と考えられた「津波、高潮、洪水、地滑りや陥没、断層のうち活断層及び天然資源」については、両施設とも全て排除関連項目として扱われている。なお、活断層については関連する記述が見当たらないが当然、存在していないために記述されていないものと解釈できる。

地震、台風及び異常寒波については、一部の施設で設計対応が講じられているがその他の施設では考慮されていないという場合があった。これは、たとえば施設を地下に設置する等の概念そのものが設計の一部であるとみなすことで、全て設計関連項目とすることが妥当と考えられる。交通のうち航空機等の飛来物については、日本原燃申請書では可能性は極めて低いとしており基本的には排除関連項目とみなされるが、仮に評価していることから「排除（設計）関連項目」としておくこととする。これに対して、原子力機構申請書は飛行制限が行われているとして評価対象としていない。両者の立地場所を比較すれば、日本原燃六ヶ所埋設センターの近傍には在日米軍・航空自衛隊及び民間航空が共同使用する三沢空港が存在し、社会的な関心が高いと考えられることから、申請者と規制当局の協議の上、万が一の場合における安全性を明示的に評価したものと考えられる。このような評価は、事業許可申請書が周辺住民というステークホルダーへの安全性の提示という役割も担っていること具体例を示しているとも考えられる。

#### 2.2.4 前節までにおいて抽出されなかった比較的重要な項目の選定

浅地中処分の黎明期には、地面に壕（Trench）を掘り放射性廃棄物を投げ込み、埋め戻して平地あるいは若干の盛地にするのが通常の方策であった<sup>31)</sup>。地盤の透水性と降雨の浸透挙動や覆土と内部の廃棄物の安定性など、条件さえ整っていればこの手法で十分に安全を確保できた。しかし、図 2.2-1<sup>32),33)</sup>に示す米国 New York 州の West Valley 処分場のように、壕に降雨が溜まり、さらなる降雨によって周囲に溢水するバスタブ現象（bathtub effect）が生じ、意図しない汚染の拡大を周辺に引き起こした例がある<sup>34)</sup>。この原因が、廃棄物層の転圧・締固め不足による周辺降

水の流入と覆土の陥没による降雨の流入によることは明らかであり、防止策は、浸透水の流入がない場所において廃棄物層を十分に転圧・締固めて陥没が生じない覆土を施すことにある。

S63 審査指針における「基本的な立地条件」では、立地場所の選定に裕度を確保するために、地下水位と施設の関係は明示的に規定されていない。濃度上限値の算出事例における地下水移行経路の線量評価でも不飽和帯における核種挙動を考慮していないので、地下水位と埋設施設との関係や関連する評価パラメータを設定する必要はない。このため、我が国では浅地中処分施設において重要な地下水位と処分施設の位置関係は、法制度あるいは規準として不明なままその取扱いや事業者委ねられ事業許可申請を通じて安全審査において判断されることになっている。

なお、米国 NRC は、West Valley 処分場の経験を踏まえて 10CFR61 を施行し<sup>35)</sup>、そのうち 10CFR61.50(7)で「地下水面から十分に浅い深度に処分すること」を規定し水位変動域への処分を禁止している。また、安定な覆土の施工も要件としている。

我が国においては「核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第2種廃棄物埋設の事業に関する規則（改正平成21年3月31日）」の第6条第1号に、

- 四 廃棄物埋設地は、土砂等を充てんすることにより、当該廃棄物埋設地の埋設が終了した後において空げきが残らないように措置すること。
- 六 埋設が終了した廃棄物埋設地は、埋設した物及び廃棄物埋設地に設置された設備が容易に露出しないようにその表面を土砂等で覆うこと。

と定め（特に四項）、埋設地への充填と覆土によって廃棄物等への降雨等の接触を抑制することにより Bathtub effect が生じるようなことがないことを暗に規定している。

上記のように、地下水位と処分施設の関係は、処分概念を左右するだけでなく浅地中処分自体の成立性に影響する重要事項であると考えられる。

#### 2.2.5 「基本的な立地条件」に関する調査結果のまとめ

放射線防護の対象となる諸施設や産業廃棄物最終処分場の立地に関わる指針や事業許可申請に関わる記載事項の調査に基づき、S63 審査指針の「基本的な立地条件」を補完する事項として以下の6項目が抽出された。

- 1) 「火山活動」を立地条件項目に追加する。排除関連項目に分類する。（活火山近傍に位置する使用済燃料中間貯蔵施設に関して扱われている。）
- 2) 「活断層」を立地条件項目に追加する。排除関連項目に分類する。（発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針で扱われており、同指針では活断層の調査方法や認定方法が具体化されている。）
- 3) 「航空機事故等による飛来物等」を、立地条件項目として追加する。発生頻度は大きくないと考えられるが、被害の可能性について評価事例があることから、設計関連項目に分類する。（航空基地近傍に位置する使用済燃料中間貯蔵施設に関して、及び、日本原燃申請書において扱われている。）
- 4) 「豪雨」を立地条件項目のうち「台風」の項に追加する。
- 5) 「水象及び水理」に関しては、他施設の立地条件等を参考に、地下水の水質、水位から河川水の流量等まで、細項目を追加する。
- 6) 地下水位と処分施設の関係を追加する。浅地中処分自体の成立性に影響する重要事項であり、両者の関係は次の2項目を満たした上で検討される。
  - ・地下水位は現地の自然環境の条件として与えられる。

- ・施設の設置深度は、法的には「地上又は地表から深さ 50m 未満の地下」により定められる。技術的には「標準貫入試験による N 値が適切な値を示す深さ」が目安になる。

以上を踏まえ、浅地中埋設施設に関する立地条件項目の特徴と分類を整理して、表 2.2-6～表 2.2-8 に示す。

### 2.3 設計関連項目の調査

前項までで補完された S63 審査指針の「基本的な立地条件」のうち、設計関連項目に対応する事項及び専ら評価等に使用する役割を担う環境項目に関して、埋設施設に関する既存の評価事例を対象として調査した。調査対象は次のとおりである。

- ・ 処分規制評価事例
  - 1) 濃度上限値の算出事例（「濃度上限値評価事例」とする。）
  - 2) クリアランスレベル（埋設シナリオ）の算出事例（「クリアランスレベル評価事例」とする。）
- ・ 埋設事業評価事例
  - 1) 日本原燃申請書
  - 2) 原子力機構申請書

なお、処分規制評価事例は、もともと安全確保が講じられた立地場所を前提としているため排除関連項目は含まない条件で評価を実施している。一方、埋設事業評価事例は、法令の定めに従って実際の埋設施設が安全に操業、定置、閉鎖及び段階管理が実施されることや段階管理の終了以後についても安全であることの説明が求められるため、基本的に排除関連項目を含まないとしても、個別の気象、地盤、水理、地震、社会環境等の状況に係る立地条件を踏まえて評価を実施している。

したがって、以降の調査では、この違いを念頭に調査結果を検討する必要がある。

#### (1) 処分規制評価事例

濃度上限値の評価は事業許可申請できる放射能レベルを算定するものであり、後段に具体の申請・審査が控えている。他方、クリアランスレベルの評価はその値を下回っていればそれ以上の管理を必要とされず、一般社会において再利用や再使用され、それらに適さないものは埋立処分される。このような評価目的と算定値の利用法の違いに起因して環境条件の取り扱い方すなわち評価パラメータの設定に考え方は影響を受けていることに注意する必要がある。

#### 1) 濃度上限値評価事例

濃度上限値を算出するための評価シナリオは、管理期間終了後シナリオと操業中シナリオに大別され管理期間終了後シナリオはさらに 3 種類が想定されている<sup>36)</sup>。

・管理期間終了後シナリオ（めやす線量：10  $\mu$  Sv/y）

- ・ 地下水移行シナリオ
- ・ 侵入者建設シナリオ
- ・ 居住シナリオ

・操業中シナリオ（めやす線量：1mSv/y）：

トレンチ処分及びコンクリートピット処分それぞれについて、濃度上限値を算出した際のシナリオを表 2.3-1 及び表 2.3-2 に示す。また、各処分における評価概要を図 2.3-1 及び図 2.3-2 に示す。

具体的な評価を実施するためには、埋設施設の構造や構成に関して概念的であっても定量的なパラメータの設定が必要である。なお、操業中シナリオについては、必要に応じて線量を低減する対策を講じることができるので濃度上限値の決定経路にされていないが、概念的であっても評価を行うためには埋設施設敷地内の廃棄物の位置関係や操業計画に係る定量的なパラメータの設定が必要である。したがって、埋設施設の概念設計で使用する設計関連項目の細目として、次の項目を追加する必要がある。

- ①埋設施設の規模
- ②処分放射性廃棄物総量
- ③処分放射性廃棄物の厚さ
- ④廃棄物までの深さ
- ⑤放射性廃棄物の処分場総量に対する割合（容量割合）
- ⑥管理期間（減衰を期待する期間）

なお、①～⑤は埋設施設の設計条件であり、⑥は埋設施設の操業条件である。いずれも、埋設施設の設計の結果として具体化される。また、地下水移行に係る設計関連項目としては、流速や移行距離を具体的に設定する必要がある。さらに、社会環境条件については、既に設計関連項目として抽出されているが評価パラメータ項目として細分化して具体化する必要がある。

## 2) クリアランスレベル評価事例

原子力発電所、核燃料取扱施設といった原子力関連施設の運転・解体に伴って様々な放射能濃度の廃棄物が発生する。これら廃棄物には、大量に発生する金属やコンクリートなど、放射性物質が極微量しか含まれず、再利用可能な物が存在する。このような物に対して、原子力安全委員会は、「放射性廃棄物として扱う必要がないもの」を区分するレベルを「クリアランスレベル」と定義し、国際的動向を踏まえて具体的な基準値を算出することとした。基準値の算出に当たっては、クリアランスされた後の用途又は行き先を限定せず、現実的に起きるかもしれないと想定されるあらゆる評価経路（埋立処分、再利用）を考慮し、最も包含性の高い評価経路を選定して評価している。

クリアランスレベルの算出は数次にわたって実施されており、その過程において放射線防護上、重要な経路が絞り込まれてきた<sup>37)~41)</sup>。平成11年に示された主な原子炉施設の運転及び解体から発生する金属及びコンクリートのクリアランスレベルの算出事例では、「現時点ではクリアランスレベルの算出に明らかに影響を与えない」として、次の2項目12件の評価経路が評価対象から除外された<sup>15)</sup>。

- ・地下水移行シナリオのうち河川利用（評価対象者：漁労作業員、遊泳者、河川産物摂取者、河川岸活動者、魚網取扱作業員）
- ・海面埋立シナリオ（対象者：塩摂取者、漁労作業員、遊泳者、海産物摂取者、海岸作業員、風送塩摂取者、魚網取扱作業員）

さらに、平成16年には、既存のクリアランスレベルの再評価が実施されており<sup>40)</sup>、ICRPの最新の提案値である線量換算係数を使用する等のパラメータ値の変更があり、また、皮膚被ばく及び直接経口摂取の評価経路や子どもに対する評価経路などの評価経路の追加がなされている。これらの結果として、クリアランスレベルに関する最新の評価事例では41件の評価経路が考慮されている<sup>41)</sup>。

このうち地下水移行シナリオでは、河川、地下水等の水象及び水理に関する評価パラメータとして具体的には流速や移行距離が挙げられている。特に、放射性廃棄物埋設処分の濃度上限値の算出にあたっては河川水利用シナリオが考慮されているが、クリアランスレベルの算出では考慮

されていない。これは、クリアランスレベルの算出における数次の評価の過程で、河川利用経路の影響が相対的に小さく井戸水利用経路に包含されるとされたためである。浅地中処分の埋設施設と直接的に関連しない、埋め立て作業者に関する 10 件の評価経路を除く残りの 31 件の地下水シナリオに関する評価経路を表 2.3-3 に示す。

一方、放射性廃棄物埋設処分の濃度上限値評価事例では決定経路となる地下水利用シナリオに焦点が絞られているが<sup>36)</sup>、一般的には河川水を始めとして、沼、沢、あるいは海への移行を考慮し、発生頻度を考慮して被ばく経路が選定されている。したがって、埋設施設の評価では、地下水を直接利用する経路に加えて、地下水が河川等に流入した後に生じる同様の利用経路についても評価対象とする必要がある。

## (2) 埋設事業評価事例

### 1) 日本原燃申請書

日本原燃申請書における評価の目的は大きくは次の 3 項目である。

- ・当該施設に起因すると想定される一般公衆の受ける線量当量が、平常時（管理期間内）においては合理的に達成できる限り低いものであること、管理期間終了以後においては被ばく管理の観点からは管理することを必要としない低い線量当量であることを評価するため
- ・社会環境のうち「交通」に関する説明において、近傍の航空基地の存在を考慮した安全性への影響を評価するため
- ・廃棄体の取扱いにおける異常時の安全性を確認するため

平常時の評価は、申請書の添付書類六に記載されている。評価シナリオに関するモデル及びパラメータ項目については添付書類六に詳細に記載されている。評価が実施された経路は以下の(a)～(e)の 5 経路である。

- (a) 換気空調設備から放出される気体廃棄物中の放射性物質の移行による内部被ばく
- (b) 液体廃棄物中の放射性物質が移行する尾駁沼の沼産物摂取による内部被ばく
- (c) 地下水中の放射性物質が移行する尾駁沼の沼産物摂取による内部被ばく
- (d) 沼への放射性物質の移行による外部被ばく及び内部被ばく
- (e) 本施設に一時貯蔵及び埋設される放射性物質からの外部被ばく

同様に添付書類六において、管理期間終了以後の評価については、一般的であると考えられる事象について 5 経路、発生頻度が小さいと考えられる事象に対して 3 経路に対する評価が記載されている。評価した事象は次のとおりである。

(一般的であると考えられる事象)

- (a) 地下水中の放射性物質が移行する尾駁沼の沼産物摂取による内部被ばく
- (b) 廃棄物埋設地近傍の沢水の飲用による内部被ばく
- (c) 廃棄物埋設地近傍の沢水を用いて生産する農畜産物の摂取による内部被ばく
- (d) 廃棄物埋設地近傍の沢水を生産に利用する農耕作業による外部被ばく及び内部被ばく
- (e) 廃棄物埋設地又はその近傍における住宅施設の建設工事による外部被ばく及び内部被ばく
- (f) 廃棄物埋設地又はその近傍における居住による外部被ばく及び内部被ばく

(発生頻度が小さいと考えられる事象)

- (a) 廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設工事による外部被ばく及び内部被ばく
- (b) 廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設工事によって発生する土壌上での居住による外部被ばく及び内部被ばく

(c) 廃棄物埋設地又はその近傍における井戸水の飲用による内部被ばく

廃棄物を埋設しようとする場所における社会環境の項目である「交通」の説明については、添付書類三に記載されている。近隣の飛行場からの航空機等の飛来物が墜落した場合の影響を評価することを目的として次の評価を実施している。

(a) 仮に、管理建屋に現在訓練中の航空機が墜落した場合の、廃棄体に含まれる主要な放射性物質による内部被ばく

また、平常時評価において考慮した事象を超えるような廃棄物埋設地からの放射性物質の異常な漏出を仮定した場合の一般公衆の線量を評価については、添付書類七に記載されている。ここでは次の評価を実施している。

(a) 廃棄体を埋設クレーンにより吊り上げ、埋設設備に定置作業中に廃棄体が落下・破損した場合における、廃棄体に含まれる主要な放射性物質による内部被ばく

以上の評価経路のうち、S63 審査指針の「基本的な立地条件」に含まれていない項目として社会環境のうち「交通」に分類された「近隣の飛行場からの航空機等の飛来物が墜落した場合の影響」が挙げられる。

評価に必要なパラメータのうち、自然環境や社会環境に該当しない施設の設計条件に該当する項目がある。たとえば次の各項目である。

- ・ 廃棄体表面の線量当量率
- ・ 廃棄体の一時貯蔵量
- ・ 線量当量の評価点
- ・ 廃棄体の密度
- ・ しゃへい体の密度
- ・ 線源面積（埋設設備、廃棄体一時貯蔵室）
- ・ 埋設設備の側面からの放射線の低減効果による線量当量補正係数
- ・ 埋設設備における作業工程

これらの設計条件や操業条件は、全て S63 審査指針の「基本的な立地条件」に含まれていない。これらは、埋設施設の概念設計の前提条件もしくは結果として得られるものである。

## 2) 原子力機構申請書

原子力機構申請書においては、その添付書類の説明の中で、平常時の線量評価が以下の目的で実施されたことを述べている。

・ 平常時において、廃棄物の埋設作業、廃棄物の埋設地からの放射性物質の漏出等に伴う一般公衆の線量当量が、法令に定める線量限度を超えないことはもとより、合理的に達成できる限り低いものであることを管理の計画、施設の設計並びに敷地及びその周辺の状況との関連において評価するため

平常時評価については、申請書の添付書類六に記載されている。これらの評価シナリオに関するモデル及びパラメータ項目についても、添付書類六に詳細に記載されている。評価が実施された経路は、以下の2経路である。

(a) 埋設される非固型化コンクリート等廃棄物からの外部被ばく

(b) 海産物摂取による内部被ばく

また、「管理期間を経た後、最終的に管理を必要としない段階へ移行可能であることの見通しを得るため」に実施された管理期間終了以後の評価については、同様に添付書類六において一般的であると考えられる事象を想定して次の3経路が評価されている。

(a) 廃棄物埋設地跡地に建物を建設することによる被ばく

- ・建設作業中の外部被ばく
- ・建設作業中の内部被ばく

(b) 廃棄物埋設跡地に居住することによる被ばく

- ・居住に伴う外部被ばく
- ・居住に伴う内部被ばく

(c) 海産物摂取による内部被ばく

- ・立地条件から廃棄物埋設地から漏出した放射性物質は、地下水に流入した後すべて海に移行することから海で取れた海産物を摂取する人の内部被ばくが評価対象とされた。

さらに、前出の、一般的であると考えられる事象よりも発生頻度は小さいと考えられるが、線量当量評価の観点からは影響の大きい事象として次の3経路が評価されている。

(a) 埋設トレンチ全体を掘削する建設工事による被ばく

- ・上記で想定したよりも大きな施設を想定し、埋設用トレンチ全体を掘削するような建設作業が想定された。
- ・建設作業中の外部被ばく
- ・建設作業中の内部被ばく

(b) 埋設トレンチ全体を掘削する建設工事により発生する掘削残土上で居住することによる被ばく

- ・建設作業中の外部被ばく
- ・建設作業中の内部被ばく

(c) 地下水飲用による内部被ばく

- ・立地地域の地下水の井戸くみ上げによる利用状況、水道の普及率の向上及び施設近傍地下水の水質から判断して、その可能性は小さいと考えられるが、廃棄物埋設跡地又はその近傍に井戸が掘られ、地下水が利用されることが想定された。

平常時評価において考慮した事象を超えるような廃棄物埋設地からの放射性物質の異常な漏出を仮定した場合の一般公衆の線量を評価については、添付書類七に記載されている。そこでは次の評価を実施している。

(a) 埋設用トレンチにおける定置作業中に非固型化コンクリート等廃棄物を封入したフレキシブルコンテナが落下し、内容物が飛散する事象に伴い、周辺監視区域外に居住する人がうける内部被ばく及び外部被ばく

以上の評価経路のうちで評価に必要なパラメータのうち、自然環境や社会環境に該当しない施設的设计条件に該当する項目がある。たとえば次の各項目である。

- ・廃棄物、覆土及び充填砂との混合物の容積
- ・廃棄物、覆土及び充填砂との混合物の密度
- ・掘削される廃棄物の割合

これらは全て基本的立地条件に含まれていないもので埋設施設の概念設計から得られる項目である。

### (3) 処分規制評価事例及び埋設事業評価事例に関する調査結果のまとめ

以上の調査結果を踏まえ、評価シナリオは、基本的に立地場所に依存せず一般的な環境条件の取扱となるクリアランス評価事例を参照することが適切である。したがって、ウラン取扱施設におけるクリアランスレベルについて（以下、「ウランクリアランス報告書」という。）<sup>41)</sup>から引用した31件の評価経路は、立地場所を特定しない場合の評価シナリオとして主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて（以下、「原子炉クリアランス報告書」という。）<sup>37)</sup>や濃度上限値の評価<sup>16)</sup>を踏まえたものであり、これに上述した地下水あるいは河川水という経路を考慮することで包括的な評価経路を準備することが可能と考えられる。

ここで、これら31件の評価経路では、建設や居住に関する評価シナリオが挙げられている<sup>21)</sup>。これは、S63 審査指針の「基本的な立地条件」の社会環境のうち「河川水、地下水等の利用状況、農業、畜産業、漁業等食物に関する土地利用等の状況及び人口分布等」に含まれると考えることもできるが、評価シナリオとして明確に区別されていることから「建設、居住等に関する土地利用の状況」を立地条件項目に追加することとする。また、日本原燃申請書に記載された「本施設に一時貯蔵及び埋設される放射性物質からの外部被ばく」が含まれていないことから<sup>9)</sup>、直接線とスカイシャイン線による周辺住民の被ばく経路を考慮すべき評価経路として加えることが必要であると考えられる。しかしながら、同じく日本原燃申請書に記載された「廃棄物が落下・破損した場合」や「近隣の飛行場からの航空機等の飛来物が墜落した場合」については、明らかに埋設施設固有の事象であり一般化する必要はないことから、評価経路として考慮しなくて良いと考えられる。以上により、設計関連項目から構成される埋設施設の概念設計のための評価シナリオは表 2.3-4 に示すとおりである。

これらの評価シナリオにおける評価パラメータは、基本的には原子炉クリアランス報告書の評価パラメータを参照することができる。しかし、その後、次のようなパラメータについては、逐次見直されていることを考慮しておく必要がある。

- ・ 半減期
- ・ 線量換算係数（内部被ばく、外部被ばく）
- ・ 農作物・畜産物への移行係数
- ・ 水産物への濃縮係数
- ・ 人の摂取量（河川水飲用、農作物、畜産物、水産物、吸入量）
- ・ 家畜の飼育水及び飼料の摂取量

以上を踏まえて埋設施設の概念設計で考慮する情報として整理した立地条件項目を、排除関連項目と設計関連項目に分類し、補足事項及び関連図書名とともに表 2.3-5 及び表 2.3-6 に整理する。また、これらの評価に必要なとされる評価パラメータ項目を、種々の評価事例での利用状況とともに一覧して表 2.3-7～表 2.3-9 に示す。このうち表 2.3-9 は、元素に依存するパラメータである。

### 3. 立地条件の調査

#### 3.1 調査項目と調査データ

ここでは、図 2.1-1 に従い立地条件の設定と設計関連項目のデータ整理のため、抽出した立地条件項目について具体的な分布状況や定量的な状況あるいは専ら線量評価のために設定された評価パラメータに関して調査する。調査では、文献、書籍、WEB サイト情報等に基づき、我が国の全般的な概況を把握する。特に、排除関連項目については我が国における概況を、また、設計関連項目については、概況に加え、評価パラメータの設定に寄与するような定量値を収集することとした。(施設の設計条件のうち設計の結果として定まる項目は調査対象外である。) この際、立地条件項目が「地盤、地耐力、断層等の地質及び地形等」のように複数の内容を包含している場合は、適宜調査項目を分割した。前節のまとめに応じて整理した調査対象の一覧を表 3.1-1～表 3.1-4<sup>42)</sup>に示す。

#### 3.2 日本の地形区分

我が国の国土は、図 3.2-1 に示す山地(大、中、小の起伏)、丘陵、台地・段丘、低地といった各特徴を有する地形から形成されている<sup>43)</sup>。調査を実施するに当たり、先ず浅地中処分施設設置の立地場所としてある程度対象が絞り込めると考えられる「地形」に着目することとした。したがって、調査は地形を基礎としており、各立地条件項目のうち地形以外の項目においても、「可能性のある地形」を区分できる場合には、地形に着目した調査となっている。

このような考え方に基づき、日本全体を見渡した場合の地形の状況(日本の地形区分)と、立地場所に成り得る可能性が高いと考えられる地形の状況(可能性のある地形)の2つの観点から、「地形」自体について調査する。

我が国は、ユーラシア、北米、太平洋、フィリピン海の4つのプレートがせめぎあうプレート沈降帯に位置し、この応力場で生じたプレートの上昇・沈降を伴う造構運動に基づき、気候変動に伴う海水準変動の結果として生じたものである。なお、260 万年前以降から現在の第四紀に至るまで、各プレートの相対運動により東西方向の圧縮応力を受けている。各地形の特徴を以下に整理する。

- ①大起伏・中起伏山地：造構運動により隆起し、河川、崩壊、地すべり、周氷河などの作用によって形成されつつある削剥地形。主要な尾根と谷底との比高は 300m 以上であり、30° 以上の急傾斜地が多く、平坦地はほとんどない。地質的には主として花崗岩や新第三紀以前の地層などの硬い岩盤からなる。起伏の程度により大起伏、中起伏山地に区分され、日本の山地の大半は中起伏山地からなる。代表的なものとして北上山地、中国山地などがある。大起伏山地には日本アルプスや紀伊山地、四国山地、九州山地などがある。
- ②小起伏山地・丘陵：大起伏・中起伏山地より標高が低く、主要な尾根と谷底との比高は数 100m 以下である。緩傾斜地をなし、地質的には新第三紀や第四紀更新世の地層などの軟岩からなることが多い。尾根には高度がほぼ揃うという定高性が認められる。その成因としては、山地の侵食が進行して定高性が生じる場合と段丘面などの平坦面が開析されて定高性を残す場合がある。房総半島や能登半島、八溝山地が代表的である。
- ③火山地：山頂部の火口を中心に同心円状に等高線が配列する円錐状の地形、あるいは円形の凹地である。前者の例として富士火山、八ヶ岳火山、後者の例として阿蘇カルデラ、十和田カルデラなどがある。一般に火山地形とは第四紀の火山を意味し、今後も火山活動が繰り返すと考

えられる。第四紀以前の古い火山では侵食が進み明確な火山地形を呈さなくなるため、山地や丘陵、台地などに区分される。

- ④台地・河岸段丘：過去の河床が離水（洪水時にも冠水しない）して生じた地形。やや急斜面に縁取られる平坦地を呈し、低地より一段高い位置に存在する。第四紀更新世（170 万年前～1 万年前）の地層から形成される場合は、洪積台地と呼ばれる。関東では武蔵野台地や大宮台地などが代表例である。
- ⑤低地・海岸段丘：内陸部に分布する扇状地、谷底低地と海岸に接する海岸平野に区分される。広い扇状地としては新潟平野、大阪平野、濃尾平野があげられる。海岸平野や海岸段丘としては霞ヶ浦周辺や下北半島などがあげられる。主に第四紀完新世（1 万年前以降）の砂礫や軟弱な粘土から構成されている。なお、海岸段丘は河岸段丘と形成過程が類似しており、地形・地質学的には台地・河岸段丘と同じ区分とみなすことができるが、海岸沿いに発達するという地理上の特徴を重視し、海岸段丘を低地に含めるものとする。

図 3.2-2 はこれらの地形・地質分布の概念図である。区分された地形ごとに標高、起伏及び構成地質等において異なる特徴をもつ。地下水流況について考えると、一般に大起伏・中起伏山地では、それよりも低高度の地形と比較して降水量が多く、低温のため蒸発散量が小さいと考えられている。また、標高差が大きいため必然的に地下水の動水勾配が大きくなり、地盤の透水性によっては流速が早い。それに対して台地・河岸段丘は大起伏・中起伏山地よりも標高差が小さく動水勾配は小さいが、地層の透水性が比較的高いため単位断面あたりの地下水流量は大起伏・中起伏山地よりも相対的に大きくなる可能性がある。

上記であげた①～⑤の地形のうち、①の大起伏・中起伏山地はその大部分が急傾斜地形となっており、動水勾配も大きく、100ha 程度の一団の土地を確保することも現実的ではないと考えられ、処分候補地としては好ましいとは考えられない。また、③の火山地は今後も噴火等の火山活動が続く可能性が高く、処分場が直接的な被害を被ることを想定すれば、処分候補地としてはふさわしくない。したがって本検討では、これら二つの地形区分を除外し、

②小起伏山地・丘陵

④台地・河岸段丘

⑤低地・海岸段丘

について、浅地中処分の立地可能性のある条件としての特徴を整理する。

特徴の整理に当たっては、浅地中処分施設の立地条件に影響すると考えられる事象（自然事象等）ごとに、立地前の調査、設計・施工及び安全評価による対応の観点と必要な情報等について、文献等既存情報に基づき定量的あるいは定性的に分析する。

### 3.2.1 可能性のある地形のうち小起伏山地・丘陵

小起伏山地という用語の明確な定義は不明であるが、米倉ほか<sup>44)</sup>は山地の形態的比較の中で、谷底の斜面が 300m 以下の小起伏のなだらかな山地で部分的には急斜面を有する地形に対し、この用語を用いている。

中川・吉田<sup>45)</sup>は近畿地方で開発対象とされた、山地内に発達する緩斜面の小起伏山地について、「小起伏山地の地表付近は強く風化した土砂からなり、地形は地質による顕著な差がなく、硬質岩までの深度は 20～30m である。」と述べている。また、風化岩下限の構造が山地の起伏より緩く、この風化は第四紀に地下水面以浅に進んだものと考察している。

一方、丘陵は、一般に 300m 内外の高度で緩慢な斜面と谷底を持つ地形をいうが、丘陵地、山地、平野の区別は慣用的で明確な基準はない（地学団体研究会<sup>46)</sup>）。鈴木<sup>47)</sup>によると狭義の丘陵の特徴は次のように整理される。

① 形態的特徴

- ・ 主要尾根の高度：約 500m 以下
- ・ 定高性のみられる距離：約 10km
- ・ 尾根頂部の横断形：丸みを持つ円頂状が多い。鞍部が多い。
- ・ 平均起伏量：50～300m/km<sup>2</sup>
- ・ 斜面傾斜：20 度以下の緩傾斜地が多い。
- ・ 露岩：露岩は少ない。崖（土）が多い。

② 構成する地形種

- ・ 前輪廻地形：山頂小起伏面が多い。
- ・ 河成段丘：主要谷沿いに数段が広く発達し、一般に最上位は堆積段丘で、中位以下は浸食※段丘である。
- ・ 海成段丘：定高性をもつ主要尾根の頂部にしばしば残存。
- ・ 一般に床谷であり、主要河谷沿いに浸食低地、堆積低地及び支谷閉塞低地が発達する。
- ・ 集団移動地形：地すべり地形、沖積堆、崩落地、麓屑面
- ・ その他：変動地形、断層剝削地形、ケスタ、カルスト地形

③ 水文現象

- ・ 河川：主要な河川は谷底地形を形成し、穿入蛇行している。礫床河川が多いが、巨礫は少ない。岩床河川と角礫床河川もある。高い滝は少ない。
- ・ 地下水：自由地下水は裂か泉、洞穴泉のみで少ない。被圧地下水は同斜構造の新第三系の丘陵に豊富。

④ 地質

- ・ 主要な岩石：第三系と第四系の堆積岩及び火山岩、風化花崗岩が多く、軟岩（風化岩を含む）と非固結堆積物が多い。局所的に火山灰層に被覆される。
- ・ 地質構造：緩傾斜な褶曲構造が卓越し、断層は相対的に少ないが、山地または段丘・低地と丘陵の境界部に活断層がしばしば存在する。
- ・ 風化物質：尾根部や緩傾斜地で厚く、谷壁の急斜面で薄い。

⑤ 人文現象（北海道では少し異なる）

- ・ 鉱工業：油田、ガス田、炭田、採石場、土取場、窯業地、小規模なダム
- ・ 農林牧的土地利用：斜面では林業、畑地、果樹園、桑畑、牧草地。谷底低地には水田、農業用溜池。
- ・ 古い集落：段丘面、谷底低地、斜面基部の緩傾斜面に集落が多く、地すべり堆に小塊村、散村。
- ・ 交通路：道路は多い。短いトンネル、切り通し。
- ・ 都市的土地利用：大規模な宅地造成地、ゴルフ場、墓地。

また、米倉ほか<sup>23)</sup>は丘陵の地形的特徴について次のように述べている。

- ・ 位置： 台地・低地からなる狭義の平野の周囲、および山地の前縁に、高度急変帯を隔てて位置することが多い。
- ・ 起伏： 小さな谷がたくさん入り込み、複雑な斜面の集合で構成されるが、遠望すると高さのよくそろった稜線からなることが多い。その比高は付近の谷底面から 150m 程度以下のことが多い。

- ・地質： 主として新第三紀あるいは前期更新世の半固結岩（いわゆる軟岩）からなるが、それに硬い火山岩が挟まれていることもある。古第三紀や中・古生代の固結岩あるいは花崗岩類からなるものも点在する。これら基岩を不整合に覆う中期更新世（まれには後期更新世）の堆積物が、定高性の稜線を作っていることがあり、それら全体が風成の火山灰質土層（いわゆるローム層）に覆われていることも少なくない。大型火山の山麓などには、しばしば中期ないし後期更新世の厚い火山砕屑物からなる丘陵地が見られる。
- ・起源・年代： 定高性の稜線に堆積物があるか否かにより、またそれが存在する場合にはその年代や堆積環境により、中期（まれに後期）更新世の河成または海成（まれに湖成）堆積面、火山砕屑物の堆積面、あるいは削剥面に由来すると判定される。

以上より丘陵地形の特徴は表 3.2-1 のとおりである。また、図 3.2-3 にいくつかの典型的な丘陵地の断面を示す。なお、これらの整理結果より、小起伏山地・丘陵は、本検討では構成する地質種等を考慮し、次のように分類する。

- ・軟岩からなるもの（主として更新世以降に地形形成）
- ・硬岩からなるもの（主として中・鮮新世以降に地形形成）
- ・火砕岩・火山岩からなるもの（主として完新世に地形形成）

### 3.2.2 可能性のある地形のうち台地・河岸段丘

台地と段丘はほぼ同義であり、本質的には同じ地形過程で形成されたものである。慣習的には、断面形を見たとき、一方に低く他方に高くなる階段状の高台を段丘と呼び、それに対して周囲を崖に囲まれた卓上の広い高台を台地と呼ぶ（鈴木<sup>47)</sup>）。河岸段丘からなる台地は更新世以降に形成された地形である（米倉ほか<sup>44)</sup>）。

新旧の段丘の一般的な特徴を表 3.2-2 に示す。

段丘における地下水の一般的な特徴は図 3.2-4 のとおりである。段丘の地下水は一般に量が少なく、深い。これは、周囲を段丘崖で囲まれ、地下水の供給域面積が小さく、また段丘堆積物の透水性が一般に高いことによる。段丘の自由地下水は、段丘堆積物を帯水層とし、その基底部を流れ、地下水面は基盤岩石の起伏にほぼ相似の起伏を持つことが多い。しかし、基盤起伏や難透水層の存在を反映し、地下水面が谷状に低い地下水谷、逆に局所的に高まっている地下水堆、落差をもつ地下水瀑布が存在することがある。

段丘崖では、段丘堆積物と基盤岩石との境界面から、地下水が湧出する。フィルトップ段丘内部の埋没谷を段丘崖や段丘開析谷が横断する場所では、特に多量の地下水が湧出し、崖端泉を形成し、そこから崖端浸食で段丘開析谷が地下水流の上流に向かって成長しているところもある。

厚さ数 m 以上のローム層に被覆されている段丘では、段丘堆積物の内部またはその上面に局所的な地下水体である宙水が点在する場合がある。宙水は自由地下水の主体（本水）より浅い位置にあって、本水と分離した、面積 0.1~1km<sup>2</sup> 程度のほぼ円形の平面形を持つ地下水体である。宙水は砂礫層の間にレンズ状に存在する難透水性の泥質層に支えられて形成されている。このレンズ状の泥質層は、過去の後背湿地や流路跡地の越流堆積物あるいは海成低地における各種の凹地堆積物と考えられている。宙水は本水より 10m も浅いことがあり、複数層に分離していることもあり、その水量と水質は季節的に変化する。

台地（段丘）は、日本では河川や海的作用でできたものが多いが、火山活動でできた溶岩台地（屋島、万年山等）や火砕流台地（北海道や九州のカルデラ火山からの火砕流台地等）、石灰岩地帯では溶食作用により台地状になった石灰岩台地（秋吉台、平尾台等）などもある。

以上の整理より、台地・河岸段丘は本検討において次のように区分する。ただし、後の二者は処分候補地としては適地と考えられない。

- ・河岸段丘（主として更新世以降に形成）
- ・溶岩・火砕流台地（同上）
- ・石灰岩台地（同上）

### 3.2.3 可能性のある地形のうち低地・海岸段丘

低地は河川や海岸沿いに分布する低い平らな地形である。低地は低平化の原因によって次のように分類される（鈴木<sup>48)</sup>）。

#### ① 低所に地形物質（砂礫、泥、有機物など）が積み重なって平坦化したもの

- ・堆積低地（河成、海成、湖成、風成、氷河成）
- ・集団移動低地（麓屑面、崖錐、沖積堆等）
- ・付着成低地（サンゴ礁、泥炭地等）
- ・沈殿成低地（石灰華階段等）
- ・蒸発成低地（塩原等）

#### ② 高所が削られたり溶かされて低平化したもの

- ・浸食低地（河成、海成、風成、氷河成等）
- ・溶蝕低地（カルスト低地等）

日本では上記のうち堆積低地が圧倒的に広い面積を占め、中でも河成堆積低地が最も広い。低地における地質分布を示す例として、濃尾平野の扇状地、氾濫原（蛇行原）及び三角州を含む第四紀層の断面図を図 3.2-5<sup>49)</sup>に示す。次いで海成堆積低地、風成堆積低地、湖成堆積低地（泥炭地を含む）、サンゴ礁、集団移動成低地の順に少なくなる。浸食低地は丘陵の谷底や岩石海岸に発達している。以下の記述においては、特に断らない限り河成低地とは河成堆積低地を、海成低地とは海成堆積低地を指すこととする。これらの低地の分類ごとに、表層地盤の特徴、昔の農業的土地利用及び建設工事での留意事項を整理し、表 3.2-3 に示す。

また、河成低地は主として扇状地、蛇行原及び三角州の地形種に区分される。これらの地形種の諸特徴を表 3.2-4 に示す。

海成低地は、海の波と流れによって移動した砂礫や泥が海底及び海浜に堆積して形成されたものである。海成堆積低地は風成及び河成低地等と隣接して発達することが多い。海成堆積低地は非固結堆積物で構成されているので、その海岸ではガイベンーヘルツベルクの法則が成り立つ塩淡水境界が形成されている。海成堆積低地とくに流入河川のない狭い海岸州で多量の地下水をくみ上げると、地下水の塩水化を招く。

海岸段丘は、海岸沿いに発達するという地理上の特徴を重視し、本区分の中で取り扱っているが、地形学的には 3.3.2 項で述べた河岸段丘と同様の特徴を持つ。

以上の整理より、低地・海岸段丘は本検討では次のように区分する。

- ・河成低地（扇状地、蛇行原、三角州）
- ・海成低地
- ・海岸段丘

これらを踏まえ、日本の地質・地質特徴を考慮して、先の各地形を表 3.2-5 に示すとおり細分した。次項において、自然事象等による浅地中処分施設の立地への影響とそれに対する調査、設計・施工及び安全評価での重要性を検討する。また、設計・施工や安全評価を行うために必要なデータについて、日本におけるそれらの分布特性からみて代表的と考えられる値を提示する

### 3.3 個別の立地条件項目

#### 3.3.1 火山活動

火山・火成活動が地質環境及び施設に及ぼす影響としては、次のようなものが考えられる。

- ・ マグマの貫入による施設の直接破壊
- ・ 火山噴出物等（降下火砕物、火砕流、溶岩流、火山性ガス、火山泥流、火山性津波）による施設の埋没、破壊。
- ・ 熱エネルギーの放出及び熱水作用による地温環境の変化、水理学的及び地球化学的影響。

これらは第四紀火山の位置（図 3.3-1）及び活動履歴、個別火山体の活動範囲、火山フロントの位置などの調査を行うことにより、安全評価期間を含む将来において火山・火成活動が起こる可能性のある場所を避けることで影響を除外できる。JNC<sup>50)</sup>は、第四紀火山活動の熱的影響の及ぶ空間的範囲は、噴出中心から 10～20km または第四紀火山岩の分布地域及びその周囲 5km までであることを述べている。表 3.3-1 に火山・火成作用が立地に及ぼす影響についてまとめた。

#### 3.3.2 地震

地震による施設への影響は次のようなことが考えられる。

- ・ 地震動による施設の破壊
- ・ 地震による水理環境の変化

##### 1) 地震動による施設の破壊

地震動が起因する浅地中埋設施設の破壊は、地盤の崩壊や液状化等によってもたらされると考えられる。ここで、崩壊とは斜面での山崩れ、崖崩れ、土砂崩れ等を意味する。表 3.3-2 に日本地形学連合<sup>51)</sup>による地形種による自然災害の予測例を示す。本表では地形種ごとに発生しうる地震災害とその程度が示されている。

この内容に基づき、地震動による立地条件への影響は表 3.3-3 のように整理される。小起伏山地・丘陵では、地盤の岩種により程度は異なるが、斜面での崩壊の発生が考えられる。台地・河岸段丘でもまた、段丘崖での崩壊が生じる可能性があるが、段丘崖以外の部分では問題となる災害の可能性は低い。石灰岩台地では陥没の可能性はある。低地・海岸段丘では、扇状地は比較的安定した地盤であるが、蛇行原では液状化が、三角州及び海成低地では液状化及び沈下の可能性がある。海岸段丘は河岸段丘と同様に段丘崖における崩壊の可能性はある。

これらの影響に対しては、まず調査により崩壊や液状化等の発生しにくい地形及び地質条件を選ぶことが第一義的な対応である。次に、崩壊や液状化等の発生可能性があったとしても施設の安全性能への影響を及ぼさないための設計・施工方策を検討する必要がある。

##### 2) 地震による水理環境の変化

地震が発生すると、震源からかなり離れた場所でも地下水位に変化がみられることが知られている。例えば 1995 年兵庫県南部地震の際に岩手県釜石鉾山内の観測孔において地下水圧が変化（石丸<sup>52)</sup>）などの報告がある。しかし、浅地層処分場の環境において考慮が必要なのは、水位変化の規模などから考えて、このような遠方の地震よりは近傍で発生した地震であろう。

兵庫県南部地震に伴って発生した淡路島北部における地下水変動について、大島ほか<sup>53)</sup>及び徳永<sup>54)</sup>は次のような現象が生じたことを報告している。

- ・ 地震直後に淡路島北部の山間部斜面や水田等において地下水の湧出が認められた。これらの湧水は地震直後に多量であったが、その後漸減し、数ヵ月後にはほとんどの湧水は枯れた。
- ・ 淡路島北部の活断層沿いではとくに多量の湧水が発生した。

- ・調査を行った多くの井戸では、地震直後に水位が上昇し、また数ヶ月後には地震前よりも低下していた。その低下量は地域にもよるが、平均して3m～7mであった。
- ・深井戸では地震後3ヶ月の間に地下水面が70m低下した。
- ・地震後に湧水の化学成分が変化したことも報告され、これは深部起源の地下水が混合した影響と考えられた。
- ・変化した地下水が回復するまでには、地震発生後数ヶ月～1年、あるいはそれ以上の期間を要する。
- ・これらの地震後の地下水の変動は、断層（野島断層）により被圧されていた地下水が断層活動時に「バルブがはずされ」たこと、地震に伴う歪みの再配分による岩盤の圧縮、及び帯水層の透水性の増加などにより引き起こされたものと考えられた。

上記の現象は地震断層より少なくとも数km内の範囲で生じている。地質・地形条件により影響は変わる可能性があるが、地震断層の近傍では数ヶ月以上にわたって地下水位が変化することがある。

地震断層が発生する可能性のある場所は3.3.3項の検討において立地候補地から除外されている。しかし直近でなくても、断層活動が生じた場合少なくとも数km内の場所では地下水の変動が生じる可能性がある。地下水がどのように変動するかを調査により予測することは難しい。したがって、近傍に活断層の存在可能性があり、そこから数km内の場所であれば、地下水の変動すなわち水位の上昇及び下降に対する設計・施工や安全評価による考慮が必要と考えられる（表3.3-4）。

### 3) 埋設施設に要求される耐震性

埋設施設の耐震性については、原子力安全委員会がS63審査指針を提示している<sup>3)</sup>。そこでは「地震に対する設計上の考慮」として「廃棄物埋設施設は、設計地震力に対して、適切な期間安全上要求される機能を損なわない設計であること。この設計地震力は、耐震設計審査指針における耐震設計上の重要度分類のCクラスの施設に対応するものとして定めること」とされている<sup>5)</sup>。耐震性を考慮する場合の設計地震力はCクラスである。

#### 3.3.3 活断層

活断層による施設の直接破壊を避けるために、立地箇所周辺の調査において以下のことを確認し、活断層の影響の及ばない場所を立地場所として選定する必要がある（表3.3-5）。

- ・活断層の有無及び分布
- ・伏在断層の存在可能性
- ・確認された活断層の規模及び活動性

活断層の調査については近年より入念な方法が示されている。平成18年に改訂された耐震設計審査指針<sup>5)</sup>では、従来行われてきた活断層調査（文献調査、リモートセンシング調査、地表踏査及びボーリング調査等による）に加え、不明瞭な活断層を見逃さないよう、敷地からの距離に応じ、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査手法を総合して、より詳細かつ入念な調査を実施することを義務付けている。また、原子力安全委員会耐震安全性評価特別委員会は、種々の調査を組み合わせた十分な調査や、耐震設計上考慮する活断層の認定について方法等を明らかにすることを目的として「活断層等に関する安全審査の手引き」<sup>7)</sup>を出している。

#### 3.3.4 隆起・沈降運動

隆起及び沈降による処分場への影響は次のようなことが考えられる。

- ・隆起による地表の削剥、風化  
⇒廃棄物への接近、処分場の力学的及び化学的劣化、水理・地化学環境の変化
- ・沈降による碎屑物の堆積  
⇒水理・地化学環境の変化

研究施設等廃棄物の放射能の減衰に応じた段階的な管理を行うとして、段階管理の例に六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターを挙げている。同センターの管理期間は、第1段階が10～15年、ひき続く第2段階及び第3段階は合わせて300年程度が予定されている。そこで本検討では、数百年間の時間における隆起及び沈降の影響について整理する。

表 3.3-6 に日本の主要な山地における隆起速度を示した。これは JNC<sup>34)</sup>による隆起速度データを100年あたりの値に再表示したものである。データは主として100万年オーダーの地質及び浸食小起伏面の特徴に基づいて評価されたもの、数～10数万年オーダーの段丘地形に基づき評価されたもの、及び現在の測地データがある。場所や評価方法によって値は異なるが、一部の隆起速度が非常に大きい山地（例：赤石山地）を除けば、隆起速度は100年当たり概ね数cm～数10cmである。

前表は海岸段丘の高さから求めた隆起量を示しているが、表 3.3-7 から100年当たり数cm程度の隆起が示されている。このように、小起伏山地・丘陵、台地・河岸段丘及び海岸段丘の大部分は隆起域であり、数百年の期間での隆起量は数10cm～数mの範囲である。

沈降速度について整理したものを表 3.3-8 に示す。第四紀の数十万年間の地質データから求めた沈降量と、現在及び後氷期（約2万年前以降）の沈降量データを示している。数10cm/百年と局所的に沈降量の大きな場所もあるが、そのような特異な場所を除けば、沈降しているのは平野及び盆地部であり、沈降速度は100年間に概ね数cm程度であり、数百年の期間での隆起量は数10cm～数mの範囲である。

以上の整理結果を踏まえ、立地条件ごとに隆起・沈降の程度と影響を表 3.3-9 示した。したがって、処分候補地において隆起・沈降の調査を行い、その結果将来の数百年間における隆起・削剥量または沈降・堆積量が数10cm～数mより大きいならば、立地選択肢として再考すべきである。なお、沈降・堆積の場合は廃棄物の被りが厚くなることから、地下水流動系が変動する可能性がある。地下水位の変化などを考慮して、立地選択肢としての適性を検討する必要がある。

### 3.3.5 津波

津波による被害は主として建物被害、人的被害、道路被害及びライフライン被害が考えられる。地中に埋設した処分場への影響は明確ではないが、大規模な水流・浸水による物理的破壊（埋設土の削剥等）や化学的劣化などが考えられる。表 3.3-10 に津波による主要な被害記録を示す。それによると、津波の高さは最大約40mである。また津波の影響は主として海岸付近に限定され、被害を被る地理的範囲や被害の程度も予測可能である。調査により、津波による被害が生じる可能性のある場所を埋設地として選定しないことで、施設への影響は排除可能である。

なお、小起伏山地・丘陵や、台地・河岸段丘では、海岸から離れ、標高が40m以上の地形であれば津波の影響は及ばない。

一方、低地・海岸段丘では、津波来襲範囲及びその被害を予測し、津波の影響が無視できない場所を処分候補地とする必要がある。影響がありそうな場所に立地を考える場合には、それに耐えられる施設の設計・施工を検討する必要がある（表 3.3-11 参照）。

### 3.3.6 地すべり

山地や丘陵地では、豪雨時や融雪時等に地すべりが生じる場合があり、とくに新第三紀層地域、結晶片岩地域及び火山地域で例が多い。地すべりの大半は地下水の上昇に伴って生じる。地すべり 1 箇所崩壊面積は  $10^4 \sim 10^5 \text{m}^3$  に及び、すべり面の深さは 10~100m である。

大規模地すべりは形成から消滅に至るまでの時間が数十万年と長い。地すべり地形は山地のかなりの部分を占めるが、そのおびただしさに対して活動時期を特定できる事例は少ない。現在発生する地すべりのほとんどは古い地すべりが再滑動した 2 次地すべりである。

日本応用地質学会<sup>56)</sup>の記述内容を整理し、表 3.3-12 に主な地すべりの事例を示す。地すべりは小起伏山地・丘陵や段丘崖の斜面において発生する可能性がある。地すべりが発生する地質的要因は流れ盤構造、風化、破碎帯及び熱水変質による粘土化、炭質層を挟む互層等の条件が考えられる。また、人工的に改変された斜面で不安定化が進み、地すべりが発生することも多い。立地条件に応じた地すべりの可能性を表 3.3-13 に整理した。立地候補地での事前調査を行い、処分施設の設置に際しては、地すべりが発生する可能性がある場所を避けることが第一義的である。

地すべりの発生可能性が排除できない場所を建設地とする場合は、水抜き工等の施工対応を行う必要がある。とくに小起伏山地・丘陵は他の地形よりも潜在的に地すべりの発生可能性が高いので、設計・施工による対応の重要性が大きい。

### 3.3.7 陥没

陥没は地下空洞が原因となって生じる。これには自然現象によるものと人為的な要因によるものがある。なお、液状化による陥没は含まない。

自然現象によるものは、石灰岩地体に見られるドリーネと呼ばれる鉢状の地形が代表的なものである。これは亀裂や節理に雨水が浸透し、石灰岩が溶食されてできた空洞が陥没したものである。図 3.3-2 に示すように、ドリーネの上に表土が堆積している場合、地下水位の変動や降雨等によって表土がドリーネ内に流出し、表土が薄いものは陥没となり、厚いものは沈下として地表に変状を及ぼす（地盤工学会<sup>57)</sup>）。

シラス台地など火砕流堆積物の分布域においては、地下水流動による浸食で空洞が形成され、空洞上部の地盤崩壊により大規模な陥没が生じる。このような陥没はシラスドリーネと呼ばれる（宮崎県土木部<sup>58)</sup>）。シラス以外からも、阿蘇火砕流からなる火砕流台地、溶岩台地および砂礫台地でも陥没が報告され、陥没凹地の大きさは 10m 程度のものから 300m 以上のものまで存在する（福田ほか<sup>59)</sup>）。

人為的な陥没としては、石炭などの鉱山の採掘跡が経年的に劣化し、天盤や坑壁が破壊することによって生じるものが多い。また、路施工時の転圧不足や上下水道等地下構造物からの漏水に起因する下水道等への土砂の流出で空洞が生じ、陥没する（地盤工学会<sup>53)</sup>）こともある。

陥没の原因となる地下空洞の存在は、地下水流動系への影響も無視できず、陥没が発生すると処分施設の機能は喪失する。したがって、調査により地下空洞の有無を確認し、陥没が発生する可能性のある場所は立地から除外することが必要である（表 3.3-14）。

### 3.3.8 台風

以下は気象庁ホームページ<sup>60)</sup>からの情報を参考にして記述したものである。

台風は 30 年間（1971~2000 年）の平均で年約 27 個発生し、そのうち平均で約 3 個が日本に上陸している。また、上陸しなくても平均で約 11 個の台風が日本から 300km 以内に接近し、上陸しなくても暴風や大雨による被害をもたらすことがある。

台風は次のように階級分けされている。

- ・強い : 最大風速 33m/s (64 ノット) 以上～44m/s (85 ノット) 未満
- ・非常に強い : 最大風速 44m/s (85 ノット) 以上～54m/s (105 ノット) 未満
- ・猛烈な : 最大風速 54m/s (105 ノット) 以上

台風の風は陸上の地形の影響を大きく受け、入り江や海峡、岬、谷筋、山の尾根などでは風が強く吹く。また、建物があるとビル風と呼ばれる強風や乱流が発生する。道路上では橋の上やトンネルの出口で強風にあおられるなど、局地的に風が強くなることもある。

台風が接近すると、沖縄、九州、関東から四国の太平洋沿岸では竜巻が発生することがある。また、台風が日本海に進んだ場合には、日本海側でフェーン現象が発生し、気温が高く乾燥した風により火災延焼の被害が起こることもある。

台風が停滞したり、停滞する前線の活動を活発化させるとき大雨による被害が発生する。和歌山県南部に上陸した平成 2 年台風第 19 号は、前線の影響が加わり、西日本の太平洋側で総降水量 600～1,000mm の大雨を降らせた。大量により洪水や土砂災害(斜面崩壊、地滑り等)が発生する。また、海岸付近では高潮が発生する。

地すべり、高潮及び洪水についてはそれぞれ 3.3.6 項、3.3.11 項及び 3.3.12 に記述した。

### 3.3.9 異常寒波

以下は気象庁のホームページ<sup>60)</sup>からの情報を参考にして記述した。

気象庁によると、昭和 20 年以降、災害をもたらした異常寒波の記録として、次の豪雪を挙げている。

- ・昭和 38 年 1 月豪雪 : 冬型の気圧配置が続く中、前線や小低気圧が日本海で発生して通過したため、平野部での降雪が多くなった。2 月になると寒気の流入は収まったが、1 月に降った大雪の影響で北陸や中国地方を中心に雪崩や融雪による洪水が発生した。
- ・昭和 52 年豪雪 : この年の 1 月と 2 月の平均気温は全国的に平年より 2～3℃低かった。低気圧が通過して東北地方や北海道で大雪となり、またその通過後は強い冬型の気圧配置となった。鹿児島、八丈島及び青ヶ島でも降雪があった。
- ・昭和 56 年豪雪 : 日本海北部からオホーツク海に進んだ低気圧が発達して停滞し、強い冬型の気圧配置が続いたため、日本海側の地方で大雪となった。また、全国的に低温の日が続いた。さらに本州の東海上で低気圧が発達して東北地方や北海道の太平洋側で大雪となった。冬型の気圧配置が続いて北陸地方を中心に大雪となった。
- ・昭和 59 年豪雪 : 強い冬型の気圧配置が続き、北陸以北の日本海側では大雪となった。その後山陰地方や渡島半島でも大雪となった。また、日本の南岸を低気圧が通過して九州から関東地方の太平洋側でも大雪となった。東京の降雪日数は 10 日に及んだ。雪崩や融雪洪水等の被害が相次いだ。
- ・平成 18 年豪雪 : 強い冬型の気圧配置が断続的に現れたため、日本海側では記録的な大雪となった。降雪量は、12 月～1 月上旬にかけて全般に平年を大きく上回った。1 月中旬以降、山沿いではたびたび大雪に見舞われたが、平野部での降雪量は平年並あるいは少なかった。

このように数年～十数年ごとに異常寒波が到来している。異常寒波のメカニズムは十分に明らかにされていないが、最近では北極振動の動きと関係があると考えられている。すなわち北半球において顕著にあらわれる半球規模の大気の変動構造(北極振動)の動きにより、北極の寒気が日本付近に吹き込んだためと考えられている。

### 3.3.10 豪雪

日本では豪雪地域に対する除雪、交通・通信の確保、地域の振興など行財政上の特別の配慮を行うために豪雪地帯対策特別措置法（昭和37年4月5日法律第73号）が制定されている。本法律においては、定められた期間における累年平均積雪積算値が五千センチメートル日以上の地域を豪雪地域とし、その豪雪地域が区域の一定割合以上を占める自治体または市役所等の指定された施設が豪雪地域内に属する自治体を豪雪地帯として指定し、その規準を示している。さらに、「積雪の度の要件」と「積雪による住民の生活の支障の要件」により特別豪雪地帯を指定するための基準を示している。

2007年時点において豪雪地帯の指定を受けている地域は、日本の国土の約半分である約19万平方キロメートル、自治体数にして24道府県546市町村（全国の約31%）であり、人口約2千万人（日本の全人口の約16%）が相当する。その範囲は北日本、日本海沿岸部および本州を縦断する山地部である。これら豪雪地帯のうち、特別豪雪地帯指定を受けている地域は国土の約20%である約7.5万平方キロメートル、自治体数にして202市町村（全国の約11%）、人口約338万人（日本の全人口の約2.6%）である<sup>61)</sup>。

### 3.3.11 高潮

台風や発達した低気圧が海岸部を通過する際に生じるもので、原因は主として、気圧の低下による海面の上昇と、向岸風による海水の吹き寄せであるが、これに満潮が重なるといっそう潮位が高くなる。これらの効果は湾のように遠浅の海が陸地に入り込んでいる地形で最も顕著に現れるので、東京湾・伊勢湾・大阪湾などでは過去に大きな高潮災害が繰り返されている。V字型の湾の場合、奥になるほど波が高くなる。高潮が発生すると海面が高くなり、陸地に海水が入り込む。その結果沿岸部の住宅や耕地が浸水したり、人が波にさらわれたりする。現在ではシミュレーションによって高潮の発生しやすい場所を予測することが可能である（表3.3-15）<sup>60)</sup>。

### 3.3.12 洪水

大雨や融雪が原因で河川が増水・氾濫する。多量の降水があり地下水量がその地層の保水能力を超えたとき、大量の地下水が地表へ湧出する。地表に湧出した水が河川へ流入し、河川の流量容量を超過すると、洪水が発生する。また、地表に湧出した水の行き場がなく、その場で水が滞留して洪水が発生することもある。洪水の発生可能性が低い場所は予想し得る可能性があり、たとえば表3.3-16に示すように、低地は発生頻度が高いが、小起伏山地・丘陵や台地・河岸段丘などの地形の場所では比較的低い。

### 3.3.13 地盤（N値及び地耐力）

#### 1) 文献情報の整理

地耐力は岩盤がどの程度の荷重に耐えられるか、また、地盤の沈下に対して抵抗力がどのくらいあるかを示す指標である。地耐力とN値との対応が検討されている（たとえば日本建築学会<sup>62)</sup>）。表3.3-17に粘土質地盤、砂質地盤及びローム層の地耐力（長期許容地耐力度）とN値の比較目安を示す。また、N値は標準貫入試験により多くのデータが取得されている。地形ごとのN値の深度分布について以下にいくつかの例を示す。

#### (a) 沖積平野

図3.3-3の左図は埼玉県中川低地で調査されたボーリング柱状図である（木村ほか<sup>63)</sup> Hachinoheほか<sup>64)</sup>）。堆積環境及び岩相の概略は次のとおりである。深度約40mまでは、シルト層のN値は5

以下と低く、挟在される砂層や砂州堆積物（砂）でのN値は15程度である。深度30m付近のシルト層はN値≒0であるが、深度40m付近にかけて9～16まで深さとともに上昇する。深度40～53m分布する砂質氾濫原堆積物のN値は10～50の範囲でばらつくが深部ほど大きくなる傾向を示す。深度53m以深の更新世下総層群のN値は50以上である。

(深度)	(堆積環境)	(岩相)	(N値)
上位の約12mまで	三角州	砂及びシルト	<15
約12～40m付近	砂州及び泥質干潟	砂及びシルト	<15
約40～53m	氾濫原等の河川作用	砂、礫	10～50
約53m以深	下総層群（海成）	砂	>50

図3.3-3の右図は兵庫県川西市花屋敷地区における沖積層のボーリング柱状図である<sup>65)</sup>。深度10mまではN値の小さいシルトなどで構成され、それ以深のシルト混じり砂礫、砂混じりシルトでのN値は5～20、最下部の細礫混じり砂ではN値は50まで急増する。

鈴木ほか<sup>66)</sup>は、低地での杭の鉛直支持力にかかわるN値のばらつきについて評価している。図3.3-4に検討地での9本のボーリング孔における標準貫入試験の結果を示す。そのN値は、全体的には深度方向に漸増し比較的類似した変化パターンを示すが、同一地層内でもかなりばらつきがある。N値のばらつきの程度を把握するために、以下のように変動係数を算出した。

	(全データのN値変動係数)	(層平均のN値変動係数)
埋め立て土	95.8% (3.4, 35)	72.3 (3.4, 9)
沖積粘土質砂層	36.7 (8.9, 63)	12.5 (8.0, 9)
洪積砂層1	40.6 (28.2, 76)	10.7 (28.1, 9)
洪積砂層2	34.5 (40.2, 19)	22.0 (38.9, 9)

( )内の数字は平均値及びデータ数を示している。これによると、全データから求めた変動係数は大きい、層平均のN値変動係数は、埋立地以外は小さいことがわかる。

#### (b) 扇状地

図3.3-5に兵庫県宝塚市での扇状地の柱状図を示す<sup>65)</sup>。鈴木ほか<sup>66)</sup>は、杭周面摩擦力は杭全長にわたって積分されるため、設計・評価には層平均の変動係数を用いればよいとしている。彼らは限界状態設計法における耐力係数を検討し、誤差等の影響を反映したモデルを作成するために適切な調査数量について分析した。その結果、ボーリング調査数3本に比べて6本では設計用鉛直支持力度の比が大きくなるが、6本と9本ではほとんど差がなかった。これは杭を例にしたある条件での試設計であるが、地盤定数(N値)のばらつきを適切に評価することにより、限界状態設計は許容応力設計よりも大きな設計用鉛直支持力が得られ、経済的な設計が可能である事を示唆した。

図の左側が山本扇状地のもので、左側の扇頂部から右側の扇状地斜面～扇端部にかけて、比較的浅い深度に砂礫が分布する状況から、浅部にはシルトや粘土質の地層が分布するように変化している。このため、N値は、砂礫層の概ね30以上と高い値を示すところから、シルトや粘土層の低い値を示すところへと、同一扇状地内で変化する。

図の右側が川面～小浜地区での扇状地のボーリング柱状図である。厚さ数m以上の礫層のN値は50(以上)に近い値を示すが、表層部に砂層やシルト・粘土層があるとN値は10以下と低い。

#### (c) 丘陵

図3.3-6に名古屋市での低地～丘陵地の断面図(上)と、地質及びN値のデータ(下)を示す。浅部地盤を構成する地層はA0: 南陽層・濃尾層、D4: 鳥居松礫層・小牧礫層・大曾根層、D3u: 熱

田層上部、D31：熱田層下部、Dm：海部・弥富累層、D1：八事・唐山層、P0：矢田川累層であり、低地では主として年代の新しい順にA0、D4、D3u、D31、Dm、P0が、丘陵地ではD1、P0の順に層構成をなしている。

また、同下図は各地層に含まれる土質の割合及びN値のばらつきを示している。シルトや砂質土の割合の大きいA0、D3u、D31に比べて礫質土の割合の大きいD4及びDmのN値が高い傾向がある。また、丘陵地を構成するD1及びP0のN値も高く、とくに砂質土やシルトの割合の大きいP0は低地に分布する砂質土・シルトであるA0、D3u、D31よりも高いN値分布を示す。丘陵地におけるN値のばらつきの原因には風化の影響も含まれる（高橋ほか<sup>67)</sup>）。

以上の例より、各地形でのN値の分布及び深度依存性の特徴は次のようにまとめられる。

低地（氾濫原・三角州）では、「砂、シルト及び粘土：<15」、「砂礫：10～50」、「更新世堆積層（砂質）：>50」となり、N値の深度分布は、第1には、砂礫層と砂・シルト・粘土層の層序が支配する。最上部の堆積層よりも深部の堆積層の固結が進み、同じ岩相でも深部のN値の方が浅部より高いことがある。基盤である更新世の堆積層はN値が高い。

低地（扇状地）では、「厚い砂礫層：N値≒50またはそれ以上」、「砂・シルト・粘土：N値<10」となり、N値の深度分布は砂礫層と砂・シルト・粘土層の層序が支配し、これらの層序と深度との関係は明瞭ではない。

山地・丘陵では、「更新世より古い堆積層及び岩盤：N値>50」、「風化岩：N値<50」となり、一般に表層部の岩石は風化しているので、深部にN値の高い岩石が存在する。

N値は地層・岩相別に、あるいは同一地層岩相内でも風化や固結程度の差などによりばらつくので、立地サイトでの調査によりN値の特性を把握し、その分布やばらつきを考慮して合理的かつ経済的な調査と設計を行う必要がある。

日本地形学連合（1996）によると<sup>47)</sup>、各地形場を構成する表層地質とそのN値は概ね表3.3-18のように整理されている。また、地形分類ごとに想定される長期許容地耐力度を表3.3-19に示す。

## 2) N値が50以上となる深度

N値が50以上となる深度を把握するため、国土交通省、独立行政法人土木研究所及び港湾空港技術研究所による国土地盤情報検索サイト「KuniJiban」データベース<sup>68)</sup>より、関連情報を整理する。本データベースには2009年3月時点で75,000件以上の全国のボーリング柱状図が収録されている。今回の整理は数量的には限られたものであるが、以下のように行った。

- ・小起伏山地・丘陵、台地。河岸段丘、及び低地・海岸段丘に対応する地点のボーリング情報を無作為に選り出した。
- ・各ボーリング地点が上記の地形区分のどれに対応するかの判断は、ボーリング位置情報（緯度・経度）から該当する地形図を判読することにより行った。
- ・各ボーリング柱状図から孔口標高、掘削長、孔内水位、表土・軟弱地盤と基岩との境界、N値が50以上を示す深度及び地質、透水係数等の情報を読み取り、ボーリング基本情報とともにN値が50以上となる深度を視覚化して図3.3-7に示した。なお、基礎データは表3.3-20～表3.3-22に示す。
- ・なお、透水係数のデータは一部の柱状図のみに記載されていた。
- ・また、本表の一番右の欄に示した河川間の距離とは、3.3.21項の検討に関係するもので、ボーリング箇所周辺での主要河川間の概略の距離を地形図から読み取ったものである。

### 3.3.14 第四紀層の層厚

第四紀層の層厚を整理するために、よく調査された平野の一つである濃尾平野の地質断面を図 3.3-8 に示す<sup>49)</sup>。断面図に示すように、濃尾平野は東側の猿投山塊に露出する第三紀の基盤岩上に第四紀層が堆積し、第三紀層と第四紀層の境界は西側ほど深く、すなわち、第四紀層の層厚が西側ほど厚くなっている。平野の東部に位置する名古屋市周辺の地形は段丘や扇状地からなり、第四紀層は主として礫や砂からなる。名古屋市での第四紀層の層厚は、本断面図から読み取ると約 60m である。濃尾平野の中心部の地形は蛇行原や三角州からなり、第四紀層は砂及び粘土の割合が多くなり、これらの堆積層の厚さは 300m 以上になる。

図 3.3-9 は関東平野の段丘地帯である山の手台地の断面図である。上総層群(上層群は鮮新世～更新世前期)より上位の第四紀層は砂礫、砂層、泥層、火山質粘土及びロームなどからなり、その全体の層厚を本図から読み取ると 25m 以上である<sup>69)</sup>。

図 3.3-10 は相模川下流域の地質分布を示した<sup>70)</sup>。地形は主として河成低地と台地・河岸段丘からなる。上総層群より上位の第四紀層は、層厚 300m を越える厚いロームの堆積によって特徴付けられる。ローム層が厚いのは、その主要な供給源である箱根火山や富士火山に近いためである。これらの断面図より、第四紀層の層厚は 50m 以上あることが読み取れる。

上記の例は台地・河岸段丘及び低地が一定の広がりをもつ地域についてのもので、第四紀層の層厚は薄いもので 25m、厚いもので 300m 以上であった。一方、小起伏山地や丘陵のうち地質が主として第三紀以前のものや、火山岩類等の硬岩から構成される地形では、第四紀の河川堆積物、段丘及び扇状地等があったとしても、その広がりや厚さは台地・河岸段丘や低地に比べて小規模である。例えば、図 3.2-3 の b 断面に示されるように、基盤岩の上位に第四紀の河川堆積物が存在しても、その厚さは数十 m 以下である。また、このような地域での第四紀段丘は、図 3.2-4 の例に示したように、基盤岩石の浸食及び堆積の履歴によって様々な形態をとる。

以上より、地形区分ごとの第四紀層の層厚について表 3.3-23 のように整理される。

#### 1) 小起伏山地・丘陵：

- ・軟岩からなるもの：分布する地質そのものが第四紀層なので、十分な層厚（数十 m 以上）からなる。
- ・硬岩からなるもの：第四紀層は基盤岩斜面には無し。基盤上位の河川堆積物、段丘堆積物や扇状地も小規模で数十 m 以下。
- ・火砕岩・火山岩からなるもの：これらの岩石が未固結な軟岩である場合は「軟岩からなるもの」に同じ。硬岩の場合は「硬岩からなるもの」に同じ。

#### 2) 台地・河岸段丘：

- ・河岸段丘：上記の事例より、25m～数百 m 以上。
- ・溶岩・火砕流台地：これらの岩石が未固結な軟岩である場合は「軟岩からなるもの」に同じ。硬岩の場合は「硬岩からなるもの」に同じ。
- ・石灰岩台地：石灰岩は硬岩とみなし、「硬岩からなるもの」に同じ。

#### 3) 低地・海岸段丘：

- ・河成低地：上記の事例より、25m～数百 m 以上。
- ・海成低地：同上。
- ・海岸段丘：基盤が硬岩からなる場合は「硬岩からなるもの」に同じ。基盤が軟岩からなる場合は「軟岩からなるもの」に同じ。

### 3.3.15 断層

断層は、とくに固結した岩盤中において地下水や物質の移行経路となり得る (JNC<sup>50)</sup>)。また、一定の規模の断層に伴われる破碎帯や粘土帯の存在は、周囲の母岩よりも強度が著しく低下するため、施設的设计・施工上も留意しなくてはならない。さらに断層は、地すべりや崩壊と関連性を持つことがある (地盤工学会<sup>57)</sup>)。活断層については 3.3.3 項において述べた。

断層によるこれらの影響の度合いを表 3.3-24 に定性的指標として示した。

- 地下水の移行経路としての影響は、低透水性の硬岩では大きく、軟岩やそのほかの透水性がより高い岩盤では、断層の影響は硬岩に比べて小さいと考えられる。低地を構成する未固結の堆積層は、そのものが十分な透水岩盤であることから、断層の影響はそれほど考慮されないと考えられる。
- 破碎・粘土化の影響は、小起伏山地・丘陵、台地・河岸段丘および海岸段丘を構成する自立した岩盤では大きく、設計・施工上の対策が必要と考えられる。一方、低地を構成する未固結の堆積層は、そのものが軟質で崩れやすいので、破碎・粘土化された断層との力学的性質の差は小さいと考えられる。
- 地すべり・崩壊との関連から見ると、これらの事象が生じる可能性のある小起伏山地・丘陵、台地・河岸段丘及び海岸段丘で断層の重要性が大きく、生じる可能性の小さい低地部では重要性も小さい。

上記で整理した断層の影響への対応について考察する。

- 断層が大規模な湧水を示すなど顕著な高透水性を有する場合は、基本的に、処分候補地から除外すべきである。選択する必要がある場合は、これを避けて施設を設置するとともに、止水や水抜きなどの施工対応が考えられるが効果は小さいかもしれない。また、施工対応効果の持続性や、効果喪失後の放射性物質の移行に関する安全評価が重要である。
- 断層が湧水を示すが透水性としてはそれほど顕著ではない場合は、これを避けて施設を設置するとともに、止水や水抜きなどの施工対応が考えられる。しかし、上記と同様に安全評価が重要となる。
- 施設予定地に断層の破碎帯や粘土化帯が存在する場合は、基本的に、処分候補地から除外すべきである。破碎帯・粘土化帯の規模が小さい場合には、それらを避けて施設を設置したり、施工対応が考えられるが、上記と同様に安全評価が重要となる。
- 処分場にダメージを与える地すべりや崩壊等との関連性が明瞭または疑われる断層が存在する場合には、処分候補地から除外すべきである。

### 3.3.16 風向・風速

日本の主要都市・地区における風向及び風速の統計値を表 3.3-25 に示した。最多風向の平均値は 16 方位で表示したもので、風向表示横の数字は月内または年内における頻度 (%) である。本表からは、年平均で特定風向の頻度が高い数字は広島 (28% (NNE))、室戸岬 (23% (NE)) 及び秋田 (23% (SE)) などがあり、その他の多くの地域では特定風向の卓越頻度は 20% 以下であった。

同表には日最大風速 15m/s 以上の日数の統計値も示した。年間の平均日数で高い場所は室戸岬 (114 日)、八丈島 (26.2 日) 及び根室 (21.6 日) など、島嶼や海岸に近い場所での数字が高かった。

### 3.3.17 降水量及び気温

日本の主要都市・地区における降水量及び気温の統計値を表 3.3-26 に示した。本表からは、日本海側の地区では他地区に比べ 1 月の降水量が多く、とくに金沢 (266mm) 及び新潟 (180mm) の値が高いことがわかる。日本海側以外では八丈島での 1 月降水量が 196mm と高かった。7 月の降水量は、関東より西方の地区で 200mm 以上の高い値を示す地区が多い。

平均気温は北方から南西部の地区ほど高い傾向を示す。1 月の平均気温は旭川で $-7.8^{\circ}\text{C}$ 、那覇で $16.6^{\circ}\text{C}$ であった。7 月の平均気温は根室で $14.4^{\circ}\text{C}$ と低く、那覇では $28.5^{\circ}\text{C}$ であった。

### 3.3.18 河川の水象水理

地形種ごとの河川の特徴は次のとおりである。

- 1) 小起伏山地・丘陵：主要な河川は谷底地形を形成し、穿入蛇行している。礫床河川が多いが、巨礫は少ない。岩床河川と角礫床河川もある。高い滝は少ない。
- 2) 台地・河岸段丘：河川本流は谷底沖積低地で蛇行河川を形成することが多い。小規模な河川は開析谷 (図 3.2-3 を参照) や名残川 (図 3.2-4 の 6 の図を参照) として存在することがある。
- 3) 低地・海岸段丘：3.3.21 項の 3) に詳しく述べているので、そちらを参照。

### 3.3.19 地下水の水象水理

水象水理の対象範囲は広く、水質、水位、流速、移行距離、使用量、流量等を含む。本項では地下水の水位及び流速について整理する。ここで流速は当該地域の動水勾配及び透水係数から求められ、また地下水中の物質の流速に関しては分散長が関連することから、流速に関しては、動水勾配、透水係数及び分散長をそれぞれ調査対象とする。なお、水質は「井戸水」の項で、移行距離は「河川までの距離」の項で、使用量は「河川水、地下水等の利用状況」の項で、また流量は「河川の流量」の項で別途記述する。

#### 1) 地下水の水位

日比谷ほか<sup>71)</sup>は、全国の地下水井観測データを文献情報により収集し、地盤高 (井戸の孔口標高:  $Y$ ) と年平均地下水位 ( $X$ ) の関係は次の直線式に近似されたとしている。

$$Y = 0.953X - 5.442 \quad (\text{図 3.3-11})$$

図 3.3-11 のグラフからは、地盤高 60~100m の井戸の年平均水位は、上記直線よりも最大 50m 程度まで低い位置にプロットされるものがある。また、地盤高 50m 以下の井戸でも年平均水位が上記直線より 30m 程度まで低いものがある。

一方、前出の表 3.3-2 より地形種ごとの地下水面深度の情報を整理し、表 3.3-27 に示した。これらのデータより、地形分類ごとに代表化される地下水位は、表 3.3-28 のように示される。

#### 2) 動水勾配

日比谷ほか<sup>71)</sup>は、全国の地下水井観測データを文献情報により収集し、試錐孔間の地下水位差及び地下水井等高線情報の検討から、各地の動水勾配を求めている。表 3.3-29 は地形別の動水勾配データの統計量である。なお彼らは、分類した地形をそれぞれ次のように説明している。

- ・山地：標高 500m 以上、傾斜 20 度以上の急斜面が多く谷底には平地がほとんど見られない。
- ・丘陵地：標高 200~500m、尾根の高さが揃っており、谷底に狭い低地が見られる。
- ・台地：標高 20~200m、周囲を崖に囲まれた高台あるいは階段状の平坦地。
- ・低地：標高 0~100m、河川とほぼ同じ高さで下流ほど勾配の小さな平坦地となる。

山地のデータは平均値と中央値の差が大きく、標準偏差も大きいことから、データのばらつきが大きい。山地を除く上記のデータから平均値をとり、地形分類ごとに動水勾配を代表化すると表 3.3-30 のような値となる。

### 3) 透水係数

梅田ほか<sup>72)</sup>、<sup>73)</sup>は全国のダムやトンネル工事等に際して測定されたボーリング孔を利用した透水試験のデータをまとめ、透水係数をデータベース化した。

表 3.3-31 は梅田ほか<sup>73)</sup>より本検討に関係する情報を抜粋し、水理地質区分ごとの透水係数を示したものである。主として礫及び砂からなる扇状地、段丘堆積物、火山山麓地及び礫性石灰岩は透水係数が極めて大きい。また、第四紀の堆積層は、第三紀以前の岩石に比べ、透水係数の平均値が 1~3 のオーダーほど大きい。

表 3.3-32 は、梅田のデータベースから第四紀堆積物の透水係数を地質種ごとに統計量を整理したものである。図 3.3-12 はそれを視覚的にグラフ化したもので、対数平均値で見ると地質種ごとの透水係数はおおむね次のようになる。なお、風化岩は、第三紀以前の全岩種から「風化」の記載のあるものを抽出した。

- ・粘土及びシルト（泥）質の地層、ローム・火山灰： $10^{-7} \sim 10^{-5}$  cm/sec のオーダー
- ・砂及び砂質土： $10^{-5} \sim 10^{-3}$  cm/sec のオーダー
- ・礫及び礫混じり砂質土： $10^{-3} \sim 10^{-2}$  cm/sec のオーダー
- ・礫性石灰岩： $10^{-2}$  cm/sec のオーダー
- ・風化岩： $10^{-4}$  cm/sec のオーダー

これらより、地形分類ごとに代表化される第四紀堆積物の透水係数は表 3.3-33 (1) のように示される。なお、梅田ほかは、風化度に応じた岩盤の透水係数を整理しており、その値を表 3.3-33 (2) に示す

### 4) 分散長

分散長に関しては、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関して原子力機構がまとめた第 2 次取りまとめで総括されている（JNC<sup>50)</sup>）。さまざまな移行距離に対して求めた縦方向分散長を図 3.3-13 に示す。移行距離が 10m から 100m 程度の場合、分散長は移行距離の 1/10 倍を中心に分布している。移行距離を 100m とした場合、分散長は約 10m の値を用いることが妥当と考えられる。

### 3.3.20 帯水層の間隙率及び密度

帯水層及び岩盤を構成する岩石の間隙率の範囲を表 3.3-34 に示した。岩盤は同じ岩石でも風化の程度や割れ目の有無等によって間隙率が異なる。

岩種ごとの一般的な密度分布を図 3.3-14<sup>74)</sup>に示す。堆積岩、とくに砂岩および泥岩は、圧密の進行により密度が大きくなり、間隙率は減少する。相対的に古い堆積岩ほど圧密を受けているとすれば、古い堆積岩ほど密度が高くなる。

図 3.3-15 は産総研地質調査総合センターのデータベース（GEO-DB<sup>75)</sup>：地盤データベース）から引用したものである。巖谷ほか<sup>76)</sup>は、このデータベースに収録されているデータが全国の地質状況を必ずしも網羅しているわけではないが、砂岩及び泥岩の密度は現世から前期中新世（16~24Ma）にかけて密度が大きくなり、それより古い岩石ではほぼ平衡に達すると説明している。

堆積岩の圧密状態を地域的に整理したものを表 3.3-35 に示す。地域によって堆積岩の圧密履歴は異なる。本表では、各地域における圧密段階を、泥岩の間隙率を基準として A~G の 7 区分して示している。概観すると、中新世堆積岩では秋田及び新潟など東北日本日本海側と、関東山地及

び西南日本外帯など付加体地域では圧密が進んでおり、東北日本太平洋側の堆積岩は圧密が弱い（石油技術協会<sup>77)</sup>）。

### 3.3.21 河川までの距離

ここで河川までの距離とは、処分場を通過した地下水の浸出点となり得る、処分場から処分場近傍の主要河川までの距離を想定した。小起伏山地・丘陵の場合は稜線を挟む谷の間隔を、台地・河岸段丘の場合はその地形の広がり範囲及び開析谷の間隔を、低地の場合は主要な河川の分布をそれぞれ考察する。

#### 1) 小起伏山地・丘陵

図 3.2-3 の地形断面図において、断面距離あたりの河川数を読み取ると、次のとおりである。

##### (a) 多摩丘陵：

29 河川／35km = 河川間隔は 1.207km

河川間の中央部に処分場を設置したとすると、処分場から主要河川までの距離は最大 0.604km となる。

##### (b) 仙台市西方：

17 河川／25km = 河川間隔 1.471km, 処分場～主要河川距離 0.736km

##### (c) 北上山地北縁部

17 河川／18km = 河川間隔 1.059km, 処分場～主要河川距離 0.530km

##### (d) 魚沼丘陵

10 河川／18km = 河川距離 1.800km, 処分場～主要河川距離 0.900km

##### (e) 鳴子・鬼首火山東方

26 河川／44km = 河川距離 1.692km, 処分場～主要河川距離 0.846km

以上の事例からは、小起伏山地・丘陵における河川までの距離は 0.530～0.900km となる。

また、3.3.13 項で検討した表 3.3-20 において、ボーリング箇所周辺における主要な河川間の距離を調べた。その結果によると、23 箇所の小起伏山地・丘陵における河川間距離は 0.5～3.0km の範囲であり、すなわち、河川までの距離は 0.25～1.5km の範囲であった。

#### 2) 台地・河岸段丘

台地・段丘における河川までの距離は、その広がり（分布面積）及び開析谷の発達頻度に依存すると考えられる。台地・段丘の分布面積や開析谷の発達頻度は地域差があり、選定されるサイトごとに固有の値を示す。本報告書では代表的な事例を提示することにする。図 3.3-16 は関東平野の地形分布を示すもので、本図中白抜きの部分が台地・段丘に相当する（鈴木<sup>48)</sup>）。本図に示された等高線は開析谷を埋めた復旧等高線であるから、実際には台地・段丘の内部にさらに込み入った開析谷が分布する。そのさらに込み入った開析谷についてはこの後に述べるとして、本図のスケールにおいて主要河川や低地として開析された間の台地・段丘の幅は次のように整理できる。

- ・前橋周辺 : 1.9～9.6km
- ・宇都宮周辺 : 2.2～6.4km
- ・猿島台地 : 1.6～19km
- ・大宮台地 : 3.2～8km
- ・鹿島台地 : ～5.6km

そのほかの武蔵野台地、筑波稲敷台地、下総台地などはさらに大きな分布面積を有する。

台地・段丘内のさらに込み入った開析谷(図 3.3-17)については、藤原ほか<sup>78)</sup>が分析を行っている。彼らは日本列島内の 18 箇所の海成段丘について、地形図の読図による地形の解析を行っている。その結果段丘の分布面積や開析谷の分布密度には地域差があるが、どこの地域でも 100~200m 程度の間隔で開析谷が見られることを述べている。また、段丘の標高と開析の割合には正の相関性があることを報告している(図 3.3-17 及び図 3.3-18)。

また、3.3.13 項で検討した表 3.3-20 の調査結果から、22 箇所の台地・河岸段丘における河川間距離は 0.2~4.5km の範囲であり、すなわち、河川までの距離は 0.15~2.25km の範囲であった。

### 3) 低地・海岸段丘

低地に分布する河川は主として扇状地、蛇行原及び三角州ごとに特徴を持つ(鈴木<sup>48)</sup>) (図 3.3-19、表 3.3-36)。図 3.3-20 は土地改良前の蛇行原における河川の分布例である。黒色の部分が河川で、雨龍川及び石狩川からなる。これらの河川の周囲は自然堤防、後背湿地及び流路跡地から成る。本図から読み取ると、仮に図の北東部、後背低地の分布域に処分場を立地した場合、近傍河川までの距離は最大 1.5km となる。また、図の北西部、中央部、南部及び南東部の自然堤防分布域を立地場所とした場合、近傍の河川までの距離は最大 1km 程度である。

また、3.3.13 項で検討した表 3.3-20 の調査結果から、15 箇所の低地における河川間距離は 0.2~3.0km の範囲であり、すなわち、河川までの距離は 0.1~1.5km の範囲であった。

海岸段丘については、図 3.3-21 に北海道オホーツク海沿岸の例を示す。地形的には図南西部の波線(町村境界)がこの地域の主分水界である。海岸線に平行に 5 段の海岸段丘が発達し、それと直行する方向に河川が発達している。河川の間隔は 200~700m であり、すなわち河川までの距離は 100~350m である。

また、3.3.13 項の表 3.3-20 の調査結果では、2 箇所の海岸段丘における河川間距離は 0.5~2.0km の範囲であり、すなわち河川までの距離は 0.25~1.0km の範囲であった。

### 3.3.22 地下水浸透水量

中澤の記述<sup>79)</sup>を引用し、地下水の浸透水量(浸透量)は次の式から求められる。

$$P = R + E$$

$$R = R_d + R_g$$

$$I = P - R_d = R_g + E$$

ここで、P: 降水量、R: 流出量、E: 蒸発量、R<sub>d</sub>: 直接流出量、R<sub>g</sub>: 地下水流出量、I: 浸透量、である。

湿潤地域では R<sub>g</sub> は地下水への涵養量にほぼ等しいものと考えられている。

図 3.3-22 に日本の降水量の分布を示す。日本の平均降水量の予想される範囲は 1,400~2,000 mm/yr と考えられる。山地は平地より降水量が大きい。

図 3.3-23 はソーンズウエイト法による日本の蒸発散量の分布である。これは実際の蒸発散量に近い値と考えられているが、植生や裸地の状態等によって蒸発散量は影響を受ける。日本の平均的な蒸発散量は 600~700 mm/yr の範囲と予想される。

図 3.3-24 に日本の年流出量分布を示した。日本の流出量平均は 1,483 mm/yr との建設省(当時)報告があるが、流量観測所がカバーしている面積が不十分であり、しかも山地に偏っているので、

降水量が山地に多いことを考えると、平均流出量はこれより小さい可能性がある。日本の平均流出量の範囲は1,200～1,400 mm/yr と予想される

河川の地下水流出量 (Rg) は、日本では湧水流量 (図 3.3-25) にほぼ等しいと考えられる。湧水流量は地質による違いが大きく、一般に固結した岩石地帯で小さく、溶岩地帯で大きい (図 3.3-26)。湧水流量の全国平均値は約 400 mm/yr と考えられている。

以上の整理より、水収支量の日本全国平均は、

- ・降水量 P : 1,800～2,000 mm/yr
- ・蒸発散量 E : 600～700 mm/yr
- ・流出量 R : 1,200～1,400 mm/yr
- ・地下水流出量 Rg : 400 mm/yr

とすると、

- ・浸透量 (涵養量)  $I = Rg + E = 1,000 \sim 1,100$  mm/yr

となる。なお、この浸透量は一旦地下に浸透して保持される降水の量を意味し、降水量から直接流出量を減じたものとなっている。湧水流量から推定される正味の涵養量とは意味するところが異なっている。

### 3.3.23 河川の流量

日本の主要な河川の平均流量は、たとえば 2004 年のデータでは 15m<sup>3</sup>/s (網走川) ～486m<sup>3</sup>/s (信濃川) の範囲にあり、平均値は約 100 m<sup>3</sup>/s である<sup>80)</sup>。これを年間流量に換算すると、 $4.7 \times 10^8 \sim 1.5 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/y となる。

### 3.3.24 海水準の変化

すでに 3.3.4 項で述べたように、六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターでの管理期間が 300 年程度とされていることから、海水準の変化を予測考慮する期間を数百年間とする。この時間スケールでは、氷河期到来による大規模な海水準変化 (JNC<sup>29)</sup>) までは考える必要はないが、小規模な海水準の変化は起こりえる。とくに現在進行中とされている温室効果ガスによる地球温暖化の影響として、IPCC の第 4 次評価報告書は、2100 年には海面水位は平均推計で 38.5cm (最大推計 59cm) 上昇すると述べている (Solomon ほか<sup>81)</sup>)。海面の上昇は沿岸侵食、地下水の塩水化・塩水浸入、高潮被害などを引き起こす (環境省<sup>82)</sup>)。

表 3.3-37 に海面が 6m 上昇した場合の影響について示した。これらの影響は海岸付近の低地、とくに三角州や蛇行原において生じる。海岸段丘も標高が低い部分では影響を受ける。

### 3.3.25 近接工場等における火災、爆発等

表 3.3-38 に近年の工場からの火災・爆発事例を示した。本表によると、火災を引き起こした工場等の施設の多くは、化学工場 (電池、タイヤを含む)、製油所、油槽所、不燃ごみ処理工場などからなり、そのほか野積み廃タイヤの集積場というものもあった。いずれも易燃性の化学物質からの出火であり、地震が起因するものもある。中には小規模な火災は繰り返し発生していたとの報告もあり、易燃性化学物質を取り扱う工場は火災・爆発のリスクが高いといえる。処分場立地箇所近傍にこれらの工場が存在する場合には、特別な防災対策を考慮する必要がある。

### 3.3.26 河川水、地下水等の利用状況

河川水及び地下水の水資源としての状況を整理する。水資源の利用としては、生活用水、工業用水、農業用水及びその他用水に区分される。その他用水には消・流雪用水、養魚用水、発電用水などが含まれる。これらの用水は河川水及び地下水から供給される<sup>83)</sup>。

河川水利用のうちダムなどの水資源開発施設による都市用水の開発推量は、水道用水としての利用は関東内陸、関東臨海、東海及び近畿内陸が大きく、工業用水としての利用は東海、山陽及び四国が大きい<sup>84)</sup>。

河川水を取水する場合、水資源開発施設がまだ完成していない場合でもその緊急性等からやむを得ず取水することがある。このような取水は、河川水が豊富なときだけしか取水できないため、不安定な取水となっている。平成20年末における都市用水の不安定取水量は全国で約10億 $\text{m}^3$ /年であり、これは平成18年の都市用水利用量の3.6%に相当する<sup>83)</sup>。不安定取水量は関東臨海が約13%と高く、これに続き関東内陸及び近畿内陸で約6%となっている<sup>83)</sup>。

地下水は各種用途に利用されているが、地下水の有する恒温性などの特徴を生かして、養魚用水や冷却用水、消雪用水等に利用されている<sup>83)</sup>、近年は地下水利用技術の発展や需要の増大に伴い、深層の被圧地下水の利用が拡大されてきた。表3.3-39に地下水の用途別・地域別依存率を示す。

日本の都市用水（生活用水＋工業用水）及び農業用水における地下水利用は約104億 $\text{m}^3$ /年と推定され、この数字は平成18年の都市用水・農業用水の全使用量の約13%である<sup>83)</sup>。都市用水に限れば、地下水の利用割合は平成18年で25%である。都市用水として地下水の利用率が高い地域は関東内陸、東海、北陸及び南九州である。農業用水としての地下水の利用は関東内陸が高い。近年の傾向は、地下水の生活用水としての利用量は横ばいであるが、工業用水としての利用は減少傾向となっている<sup>83)</sup>。

### 3.3.27 井戸水

井戸水に関する公式なデータベースとしては、国土交通省土地水資源局国土調査課が公開している水基本調査（地下水調査）がある<sup>84)</sup>。本調査は1952年から続けられ、現在約6.5万件の井戸についてデータベースを整備している。データベースの内容は、井戸掘削時に得られた地質情報、揚水試験で得られた帯水層情報及び水質検査結果からなり、以下の項目が記録されている<sup>57)</sup>。また、データベースからの出力項目例は表3.3-40のとおりである<sup>84)</sup>。

#### ・水基本調査（地下水調査）データ項目

調査年度、都道府県コード、市区町村コード、経度、緯度、井戸の所在地、地盤標高、地下水使用目的、掘削深度、スクリーン（層）、スクリーン（長）、スクリーン位置（上端深度-下端深度の繰り返し）、掘削孔径、仕上口径、さく井開始、さく井完了、自然水位、揚水水位、揚水量、自噴量、水位・水量（さく井工事直後の値、資料収集調査時点の値）、地層データ（深さ・化石状態・地質名）、水質（水温、pH、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、アンモニア性窒素、塩素、蒸発残留物、総硬度、鉄、飲料の可否、カルシウム、マグネシウム、硫酸、Mアルカリ度、過マンガン酸カリ消費量

### 3.3.28 農業、畜産業、漁業等食物に関する土地利用等の状況

農林水産省による継続的な調査として、農林業センサス、作物統計、木材統計調査、海面漁業生産統計などを実施している。これらの調査結果は農林水産省のホームページで閲覧可能である

<sup>85),86)</sup>。これらの調査結果等に基づきいくつかの農業指標を示しており、その例を図 3.3-27～図 3.3-31 に示す。

### 3.3.29 建設、居住等に関する土地利用の状況

国土交通省は、そのホームページで土地利用に関する情報を提供している<sup>87)</sup>。このうち、たとえば土地白書によれば、表 3.3-41 に示すように我が国の国土面積は約 3,779 万 ha であり、その利用状況は森林が最も多い。このうち建設や居住に関わる道路や宅地（及びその他にも含むと推定される）の利用状況はそれぞれ国土全体の数%を占め、これらに関する昭和 50 年代と比較した増加量はそれぞれ 1、2%程度である。

このほか、同白書では、土地利用の動向に関して、農林地、工場立地、事務所立地及び宅地・住宅の動向や、その所有や取引の動向なども紹介されている。

### 3.3.30 人口分布

人口分布については総務省統計局による国勢調査が資料として有効である。最近の調査は平成 17 年度に実施された。国勢調査の結果は統計局のホームページから閲覧可能で、以下の項目ごとの様々なデータが整備されている<sup>88)</sup>。図 3.3-32 は日本の人口密度分布である。

- ・ 都道府県・市区町村別統計表（男女別人口、年齢（3 区分）・割合、就業者数、昼間人口など）
- ・ 男女・年齢・配偶関係、世帯の構成、住居の状態など
- ・ 労働力状態、就業者の産業、就業時間など
- ・ 就業者の職業、母子世帯・父子世帯など
- ・ 通勤・通学人口、従業地による就業者の産業別構成など
- ・ 従業地による就業者の職業別構成
- ・ 就業者の産業（中分類）・職業（中分類）〈抽出詳細集計〉
- ・ 抽出調査票による就業者の産業（小分類）、職業（小分類）など
- ・ 外国人に関する特別集計
- ・ 新産業分類特別集計

### 3.3.31 石炭・鉱石等の天然資源

ここでは金属資源、非金属資源及び化石燃料資源について考察する。上記の金属、非金属及び化石燃料資源は、鉱業法（昭和 25 年法律 289 号）によって採取を規制され、その法律に適用される鉱物は以下の 41 種類である。なお、金属資源、非金属資源及び化石燃料資源の用語および分類は同法律によるものではない。

- ・ 金属資源 : 金鉱、銀鉱、銅鉱、鉛鉱、そう鉛鉱、すず鉱、アンチモニー鉱、水銀鉱、亜鉛鉱、鉄鉱、硫化鉄鉱、クローム鉄鉱、マンガン鉱、タングステン鉱、モリブデン鉱、ひ鉱、ニッケル鉱、コバルト鉱、ウラン鉱、トリウム鉱、硫黄
- ・ 非金属資源 : りん鉱、黒鉛、石こう、重晶石、明ばん石、ほたる石、石綿、石灰石、ドロマイト、けい石、長石、ろう石、滑石、耐火粘土、砂鉱
- ・ 化石燃料資源 : 石炭、亜炭、石油、アスファルト、可燃性天然ガス

これらの鉱物資源は古くから多くの調査・研究がなされ、成因、分布及び地質との関係などもよくわかっている。金属資源については、鉱床のタイプと産出する主な鉱物は次のように整理できる。

- ・ 鉱脈鉱床 : 金鉱、銀鉱、銅鉱、鉛鉱、すず鉱、アンチモニー鉱、水銀鉱、亜鉛鉱、マンガン鉱、タングステン鉱、モリブデン鉱、ひ鉱、トリウム鉱

- ・塊状鉱床（黒鉱型）：銀鉱、銅鉱、鉛鉱、亜鉛鉱、硫化鉄鉱
- ・塊状鉱床（別子型）：銅鉱、硫化鉄鉱、コバルト鉱
- ・スカルン鉱床：金鉱、銀鉱、銅鉱、鉛鉱、そう鉛鉱、すず鉱、亜鉛鉱、鉄鉱、ひ鉱
- ・斑岩鉱床：モリブデン鉱
- ・火山性硫黄鉱床：硫黄
- ・マグマ性鉱床：クローム鉱、タングステン鉱、モリブデン鉱、ニッケル鉱、トリウム鉱
- ・堆積性鉱床：鉄鉱、マンガン鉱、ニッケル鉱、ウラン鉱、トリウム鉱、金鉱、硫黄

日本の陸上資源・鉱床に対する既存の理解に基づき、上記の鉱床タイプまたは鉱物種が関係する地質との対応を整理すると表 3.3-42 のように示すことができる。

### 3.3.32 気候と大気条件

風向・風速、降水量及び気温に関する統計値については 3.3.16 項及び 3.3.17 項で述べた。ここでは日本及び国内任意の地点における気候及び大気条件のデータの検索について述べる。気候及び気象庁はそのホームページにおいて実況及び過去の天気図、天候、観測値等の様々な気象情報を公表している<sup>61)</sup>。また、ある期間の平均値や平年差等の情報も引き出すことが可能である。図 3.3-33 は 2010 年 1 月の平均気温、降水量及び日照時間の平年差を示す例である。

### 3.3.33 生息動物及び農産物・魚介類等

総務省統計局が公開している日本の統計 2009 より<sup>88)</sup>、関係する資料を表 3.3-43～表 3.3-46 に示した。

### 3.3.34 交通（航空機等の飛来物）

原子力施設への航空機の落下の影響について、国の検討会の資料（原子力安全・保安部会原子炉安全小委員会(2002)）では実用原子炉への航空機の落下確率を評価する基準が検討された。これは、落下確率を実際に評価したものではないが、原子炉施設上空における航空規制等の現状について次の記述がある（以下、『』内は引用文）。

『原子力施設付近の上空の飛行については、できる限りこれを避けるよう、国土交通省及び防衛庁から運航者に指導等がなされているとともに、航空法第 81 条ただし書きに規定する最低安全高度以下の飛行についての許可は行われないうこととなっている。また、航空法第 73 条の 2 に基づき、「機長は出発前に航空情報を確認しなければならない」こととなっている。当該航空情報は航空路誌（AIP）に記載されるが、この航空路誌には、原子力施設の場所及びその概要が含まれており、原子力施設付近上空の飛行をできる限り避けるよう周知徹底が図られている。さらに、航空法第 75 条に基づき、「機長は地上又は水上の人又は物件に対する危難の防止に必要な手段を尽くさなければならない」こととなっている。一方、原子炉施設には灯火が設置され、視認性の向上が図られている。』防衛庁からの指導としてはたとえば、通達（通達 1969）が挙げられる。

このため、原子力施設への航空機の落下事故は人為的に回避されており、そもそも生じ難い事象であると考えられる。しかし、事故が生じた場合の被害が甚大であることは容易に推測でき、日本原燃の埋設にかかる申請書では、『本施設に航空機等の飛来物が墜落する可能性は極めて低い』としながらも、『仮に、管理建屋に現在訓練中の航空機が墜落した場合の影響について評価する』としている<sup>29)</sup>。

### 3.3.35 調査結果のまとめ

排除関連項目については、調査の方法や評価の方法が概ね把握できたことから、立地場所の選定にあたって、これらを避けることが可能であると考えられる。

設計関連項目のうち自然環境については、幅広い調査対象について比較的定量的な情報を収集することができた。日本の全ての地域を網羅的に調査した結果ではないため、これらの値を代表値として用いることは困難であるが、参照値として利用することはできると考えられる。

設計関連項目のうち社会環境についても幅広く調査を実施したが、その項目は3.1項で実施した評価シナリオ等調査と同様、濃度上限値の算出事例<sup>36)</sup>、クリアランスレベルの算出事例<sup>37)~41)</sup>、日本原燃申請書（1号埋設及び2号埋設）<sup>29)</sup>及び原子力機構申請書<sup>30)</sup>で示された情報と重複する情報となる。この次節で行う評価パラメータの設定値の調査で取り纏めることとした。

### 3.4 評価パラメータの設定値の調査

埋設施設に関連した既存の評価事例を参照し、その評価で用いた評価パラメータの設定値及びその幅を整理した。調査対象は、2.で実施した評価シナリオ等調査と同様、濃度上限値の算出事例、クリアランスレベルの算出事例、日本原燃申請書（1号埋設及び2号埋設）及び原子力機構申請書とした。

各調査結果を表3.4-1～表3.4-6に示す（煩雑さを避けるため、元素毎に設定される元素依存パラメータは表に含めていない）。

#### 4. 立地条件の設定

3. の調査結果を踏まえ、種々の立地条件、特に設計関連項目について、その参照となる値を設定した。また、比較的重要な項目について、立地条件設定のための今後の課題と解決方法等について検討した。

##### 4.1 立地条件項目に係る参照値の設定

設定すべき立地条件項目は、立地場所を選定することにより安全を確保することが適切と考えられる排除関連項目に加え、埋設施設の設計等によって安全を確保することが合理的と考えられる設計関連項目並びに主に被ばく線量等の評価等に使用するデータの役割を担う環境項目で構成されている。3.1 節で述べたように、適切な立地場所が選定されていることを想定すれば、排除関連項目の影響は排除することができる。また、設計関連項目については、多くの項目に関してクリアランスレベルの算出で用いられた評価パラメータを参照することができる。

ここではこれら環境項目のうち、特に施設設計に関係する地盤や水象・水理等の自然環境の環境項目（浸透水量、河川までの距離、地下水流速、地下水位、地盤強度）について、3.2 節で実施した調査を踏まえて設定の妥当性を検討する。次いで、この検討を踏まえて評価パラメータの参照値を設定する。

##### 4.1.1 設計関連項目のうち自然環境に係る環境項目の設定の妥当性に関する検討

###### 1) 浸透水量

3.3-22 項において、地下への浸透水量に関する我が国の平均的な値は 1,000～1,100mm/y と推定された。このうち地下水への涵養量は渇水期の河川流量から 400mm/y と推定され、残りの浸透水量のうちほとんどは蒸発散量となり地下水の涵養には寄与しないものと考えられる。埋設施設の位置や構造によっては、蒸発散に寄与する水分も埋設施設を通過していた可能性もある。このように、浸透水量は設計との関連性が大きく、一般的な自然環境のデータだけでは定めることは困難である。このため、評価パラメータは原子炉クリアランス報告書等を参照して設定することが妥当であると考えられる。

###### 2) 河川までの距離

地下水が移行する河川までの距離としては、3.3-21 項において種々の地形に関して取り得る値の幅を整理した。その結果は、地形により異なるものの概ね 100m～数 km の範囲と考えられ、その値は、原子炉クリアランス報告書が参照している IAEA-TECDOC-401<sup>89)</sup> で整理されている値である 100～1000m を十分に包含しているため、評価パラメータはこれらの文献値を参照して設定することが妥当であると考えられる。

###### 3) 地下水流速

地下水流速の実測値は少なく、3.3 節の調査では直接的なデータとして収集することは困難であった。しかし、3.3-19 項において地形別の動水勾配（表 3.2-38～39）と地質別の透水係数（表 3.2-40～42）が調査されているので、両者を組み合わせて可能性がある範囲の算定を試みた。動水勾配は、地形分類ごとに代表値が整理されており小起伏山地・丘陵で約 0.03、台地・河岸段丘で約 0.02 となっている。なお、低地はより緩やかである。

透水係数は地質によって大きな幅を有しているが、未固結の堆積物や碎屑物の中央値をみれば、概ね  $1 \times 10^{-3}$  cm/s ～  $1 \times 10^{-2}$  cm/s ( $1 \times 10^{-5}$  m/s ～  $1 \times 10^{-4}$  m/s) 前後の値を示している。

仮に透水係数を  $1 \times 10^{-4}$  m/s とし、動水勾配を 0.03 とすれば、ダルシー流速は両者の積より 0.26 m/day である。この値は原子炉クリアランス報告書における設定値 (1 m/day) と数倍の差があるが、しかし、同設定値の幅は 0.01~100m/day でありその範囲には十分入っている。また、評価では設定値の幅も考慮するであろうことを踏まえれば評価パラメータをこれらの文献値を参照して設定することは妥当であると考えられる。

#### 4) 地下水位

地下水位に関しては、3.3-19 項において、地形種毎の地下水面深度が調査されており、低地における扇状地や自然堤防など堆積物の層が厚い箇所や、斜面で地下水位変動の幅が大きいところなどを除けば年間平均地下水位は概ね 5m 程度の深度と想定される。これに、原子力機構申請書や日本原燃申請書を参考に、約±1m の季節変動を考慮すれば浅い場合でも概ね平均的な地下水位は地表下 4m 程度までと設定される。

なお、埋設施設が地下水面よりも上位にあるとすれば、上述の値を参照して施設底面の深さとして地表から 4m 以浅を想定することで、施設の設置深度も併せて設定することとなる。同様に埋設施設が地下水面よりも下位にあるとすれば、施設上面の深さは地表から 4m 以深と設定される。

#### 5) 岩盤面

3.3-13 項では、種々の地形について「表土・軟弱地盤と基岩の境界」を調査し整理しており、この深度は岩盤面が現れる深度に相当すると考えられる。この調査結果のうち、明らかに基岩が岩体である場合\*の「表土・軟弱地盤と基岩の境界」のデータから岩盤面の平均深度を求めると約 6m である。従って、岩盤面の深度は、約 6m と設定される。

\* 表 3.3-20~22 中の岩体を基岩とするデータ。基岩が、崖錐堆積物、砂、礫、砂礫、シルト及び粘土等を含む場合のデータは除く。具体的には同表中の 29 件のデータが該当。(該当データ No. : 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 34, 42, 44, 45, 47, 48, 52, 56, 57, 59, 60)

#### 6) 地盤強度 (地耐力、N 値など)

廃棄物や構造物の荷重に耐える強度を地盤が有していることは、埋設施設の設計にとって不可欠な事柄である。地盤強度については、地耐力、N 値、長期許容応力度など、用語・指標としては様々なものがある。定量的には長期許容地耐力度 ( $\text{kN/m}^2$ ) のような物性値で把握する必要があるが、我が国では、測定の利便性から一般に標準貫入試験の測定指標値である N 値が用いられることが多い。N 値が 30 以上の地盤は概ね長期許容地耐力度が  $300\text{kN/m}^2$  を示すことが分かっているなど、長期許容地耐力度の目安として N 値は十分利用することができる。また、N 値が 50 以上の地盤は、ピット型処分を対象とした日本原燃申請書において、埋設設備による荷重に対し十分な支持力を有する地盤の目安の一つとして用いられている。

3.3-13 項では、種々の地形について「N 値が 50 以上を示す深度」を調査し整理しており、調査結果のうち、前項「岩盤面」で抽出した基岩が岩体である場合の「N 値が 50 以上を示す深度」のデータの平均値は約 9m である。一方で、一定の広さを有する埋設施設の全ての部位の N 値が 50 以上の岩体内にあると想定すると、「N 値が 50 以上を示す深度」は平均値よりも下方に適切な裕度を持って設定されることが望ましいと考えられる。

従って、ここではデータのばらつきを考慮して平均値より 1 標準偏差 (5m) 下方の深度を設定することとし、「N 値が 50 以上を示す深度」は約 14m ( $=9\text{m}+5\text{m}$ ) と設定される。

#### 4.1.2 設計関連項目の評価パラメータの設定

設計関連項目のうち専ら評価パラメータとしての環境項目に関しては、基本的に原子炉クリアランス報告書を参照することとする。3.3における調査結果に基づけば、自然環境についてこれらの値を参照することは妥当と考えられた。具体的に値を参照する際には、新規に実施される評価ほど新たな知見を反映していることからウランクリアランス報告書にみられるような新たな評価パラメータの反映は適宜参照するものとする。

また、原子炉クリアランス報告書では参照できない評価パラメータである地下水位及び「N値が50以上を示す深度」については、3.3の調査の成果を利用した前項の検討結果を参照することとする。

以上に基づく設定値を表4.1-1～表4.1-3に示す。なお、表4.1-3は、元素の特性に依存するパラメータをまとめて示したものであるが、このパラメータは元素ごとに定められ非常に煩雑なものになることから、表には設定値の引用元のみを示した。移行経路の分配係数及び核種の半減期はクリアランスレベルの算出事例では使用していないため、第3次中間報告<sup>90)</sup>を引用した。

#### 4.2 立地条件設定の課題抽出と解決方法の検討

次の3項目の観点から、課題の抽出を図った。

- ・自然環境の立地条件の設定
- ・社会環境の立地条件の設定
- ・処分方法の選択肢

##### 4.2.1 自然環境の立地条件の設定に関する課題と解決方法

本検討では、埋設施設の概念設計及び被ばく線量評価等で必要となる一般的な条件としての立地条件を設定した。設定の過程において、

- ・排除関連項目の取り扱い
- ・地下水移行に関わる評価パラメータの扱い（降雨浸透水量、移行距離（河川までの距離として整理）、地下水位）

などが今後の検討課題として残されていると考えられることから、これらの各項目について検討する。

##### 1) 排除関連項目

立地の候補地において排除関連項目の影響が無視し得ない場合、その場所を棄却するならば当該場所での調査や検討の成果は全て無に帰する可能性がある。また、その場所で工学的対策をとるならば、その対策の妥当性の判断や検証を検討する必要がある。このため、候補地において排除関連項目を排除できる（もしくは排除できない）ことを早期に判断することの必要性が課題として挙げられる。

排除関連項目については、本調査により概ね項目として同定できていることから、これらの項目についてその影響を把握するための手法、必要とする情報（データ）、及び、判断に際しての指標等を事前に検討して準備しておくことが望ましいと考えられる。

##### 2) 浸透水量

地下水移行に関連する重要な評価パラメータの一つである浸透水量を設定するにあたっては、降水による浸透水量や地下水流速などに基づく評価が必要である。これらのパラメータを適切に設定することが課題として挙げられる。

降水による浸透水量は、降水量や蒸発散量から評価する。降水量は、現地近傍のアメダスデータを参考にできるが、距離的に近くても地形が異なっていれば局所的に降水量が大きく異なる場合もあることから可能な限り現地で直接測定することが望ましい。また、蒸発散量の評価においても、現地の植生の多様さを評価し得るに十分な複数の個所で蒸発散量を実測することが望ましい。

地下水流速を評価し施設への浸透水量を評価するためには、覆土やピット壁の透水係数、通気層においては水分飽和特性や不飽和透水係数、帯水層においては地層の特性に応じた透水係数や動水勾配などが必要である。これらのうち現地の自然環境については現地で実測することが望ましい。たとえば、現地の地形勾配を地形図等で把握するとともに、ボーリング等を利用した調査を行って地層の特性の空間的な分布を把握する方法がある。また、自由地下水面の勾配からあるいは岩盤面の深度分布や圧力水頭から動水勾配を算定するとともに、ボーリング調査や可能であれば原位置トレーサ試験を実施し、透水係数等の具体的な値を把握する方法がある。

また、人為的な施工により定まるものは、設計において一定の値が要求されると考えられるが、その要求を満たす施工が可能かどうかを検証しておくことが必要である。この際、施工状態の長期的な変遷についても考慮することが望ましい。

### 3) 移行距離

移行距離は、埋設地から評価点までの移行時間に影響し特に放射性半減期に基づく濃度減衰を期待する放射性核種の評価において重要なパラメータである。これを適切に設定することが課題として挙げられる。

まず、評価点を定めるにあたっては、地形図を参照し、ば地表踏査を実施して埋設地を起点とする地下水の浸出点を把握することが必要である。また、井戸等が評価点である場合を想定すれば、現地での地下水あるいは河川水の利用状況を調査する必要がある。それらの結果は地形図に記し、施設からの直線距離や標高差等を考慮して施設から流出した地下水が所定の地点に到達する可能性の検討や埋設地からの核種の現実的な移行距離を把握する。

### 4) 地下水位

設定した立地条件項目の中でもっとも処分概念を左右するものは地下水位である。これを適切に設定することが課題として挙げられる。

地下水位は、その場所の地形や地質に大きく影響を受けるため、一般化した設定は極めて困難である。さらに、降水量や日照量も地下水位に影響するが、これらは日変動するとともに経年的にも変化する可能性がある。現地でボーリング孔等を利用して地下水位を直接的に測定する場合でも、渇水期と豊水期を含む水位変動や年平均的な地下水位の確かな値を取得するために、少なくとも一水文年は測定を継続することが望ましい。また、被圧地下水層や断裂帯などの集水層の有無など広域地下水流動系に影響を与える要因を把握するためには、施設を設置する予定深度よりも十分に深い部位まで調査しておく必要がある。なお、涵養域と浸出域の判定等のために広域の地下水流動系を把握するためには、敷地の内側のみならず可能な限り広い領域の調査が望ましい。

#### 4.2.2 社会環境の立地条件の設定に関する課題と解決方法

自然環境の一部をなす表層水系の規模とその利用に係る人の態様などの社会環境の条件は様々な値を取り得るので、評価パラメータの設定にあたっては標準的な値だけでなく幅も十分に考慮することが必要である。しかしながら、評価パラメータを設定する前に明らかに影響の小さい被

ばく経路は除外するなど、合理的な評価や評価パラメータ設定を行うことが重要である。可能な限り代表的かつ包含的な決定経路を選定し、評価対象を絞り込むことが望ましい。例えば、現在の浸出域が海域であっても処分という長い時間枠を考慮すると陸域の浸出域も評価対象にせざるを得ないような場合、希釈水量が大きい海を対象とした評価は、希釈水量が小さい河川等を対象とした評価に包含できる可能性がある。

また、特に建設工事シナリオや跡地利用シナリオなどの人為事象の評価は、社会環境条件を踏まえて検討される必要がある。将来の何処かの時点で、埋設地であることを必ずしも正しく認識していない人間が偶発的に侵入する可能性を零にすることが困難であるため何らかの評価を行うこととなる。この場合、跡地利用シナリオではその将来的な社会環境等を想定し農耕や牧畜に使われる可能性、住宅地になる可能性など多種多様な検討が必要になるがその被ばく状況の想定において多大な不確かさを伴うことが避けられない。この点については、これまでの経験と知識に基づく様式化シナリオとして建設・居住シナリオを想定し、事業廃止後の遠い将来における埋設地に存在する潜在被ばくの影響の大きさを確認することが考えられる。その場合には、線量のみならず、建設（掘り返し）という事象から家屋が建設され人が居住し、家庭菜園を営み、三様態の被ばくを受ける蓋然性（確率）についても考慮して評価上の設定を適切に判断する必要がある。

なお、これらの人間侵入シナリオに対して、閉鎖後安全が確認された処分場に対する制度的な受動的管理が期待できる可能性がある<sup>91)</sup>。この場合、受動的管理による土地の維持管理が存在することを前提とするか否かで、事業廃止後に想定する事象の内容と位置づけが異なるので注意が必要である。本問題に関しては、廃棄物処理法下での法整備が先行している<sup>92),93)</sup>。原子力委員会でも、余裕深度処分の責任分担の在り方や諸制度の整備などを審議した際に「今後、処分に関する記録の効果的な保存と処分の実施状況を含む情報の公開・提供のあり方について検討を行うことが必要である」としている。また、国会でも管理主体の継続性に関して議論されていることから<sup>94)</sup>、将来的には、『事業廃止後の制度的な受動的管理』に一定の効力を期待する評価も現実的評価として扱い得る可能性がある。

#### 4.2.3 処分方法の選択肢に関する課題と解決方法

本来、処分とは「再取り出しの意図なし」に地中に廃棄物を埋めることであり、処分方法を考えるに当たっての重要な指標は、廃棄物の放射能濃度と容量である。しかし、我が国における地下水流動系の開発や保全の現状を考慮すれば、廃棄物からの汚染物質が容易に流出することを前提とした処分方法の選択は現実的でなく、処分という行為の不可逆性も考慮して埋設事業の当初から最善の手段を選ぶことが求められる。特に、放射性廃棄物を扱っていることから処分に伴う潜在的な被ばく線量に対する防護の手厚さにより処分費用は大きく左右される。一例として、原子炉施設等から発生する低レベル放射性廃棄物の処分を挙げれば、地下水面以深のピット処分という高価な処分方法の選択に至っている。この選択に際しては、立地条件が大きく影響しているものの、安全規制を取り巻く社会的な要求にも影響されていると推測される。処分方法の選択に際しては、技術的側面のみならず「地中に封じ込められた放射性廃棄物との共存に対する受容」という社会的側面の成熟度も多大に影響してくることを考慮すべきであると考えられる<sup>95)</sup>。

研究施設等廃棄物の処分に関して設置深度の観点から2つの方法に大別すると、例えば次の特徴を有している。

- ・地下水位以浅への処分では、社会的な土地利用の営みの中において、覆土の維持補修といった継続的な維持管理が必要とされる。
- ・地下水位以深への処分は、継続的な維持管理の必要性は相対的に軽減されるものの、割高な建設費を初期に調達する必要がある。

前項で述べた『事業廃止後の制度的な受動的管理』が現実的なものとなる場合には、地下水以浅への処分についてより積極的に検討することも考えられる。また、研究施設等廃棄物は様々な特徴を有した放射性廃棄物の総称であり、これらを一括して扱う必要が必ずしも無いことを考えれば、放射能濃度と容量、特にその含有核種の半減期と物量に応じて適切に区分しそれぞれに相応しい処分方法を選択し得る可能性も考えられる。

## 5. まとめ

本検討では、研究施設等廃棄物埋設施設の概念設計に必要となる前提条件について調査した。

一般的な立地条件の調査としては、原子力安全委員会の放射性廃棄物埋設施設の安全審査の基本的考え方を基にして、具体的な適用例を既存の埋設事業許可申請書から検討を行うとともに、その他の安全審査指針も参考として、基本的な項目を抽出し、排除関連項目、設計関連項目に整理を行った。この整理結果を踏まえて、各項目の概況を取りまとめるとともに、設計関連項目については、具体的に評価パラメータの設定に必要な数値としてクリアランスレベルの評価に用いられた各種数値データを中心に取りまとめを行った。また、クリアランスレベルの評価では設定されていない地下水位や N 値の深度分布等の項目については、本調査結果を踏まえて設定した。

今後、これらの前提条件を踏まえて、埋設事業推進センターでは、埋設施設の概念設計を進める予定である。

参考文献

- 1)原子力安全委員会：“放射性廃棄物埋設施の安全審査の基本的考え方”，昭和63年3月17日，平成5年1月7日(一部改訂)，平成13年3月29日(一部改訂)，平成21年10月5日(一部改訂)。
- 2)原子力安全委員会 放射性廃棄物安全規制専門部会：“低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基本的考え方”，昭和60年10月24日。
- 3)原子力安全委員会 放射性廃棄物安全規制専門部会：“低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について(中間報告)”，昭和61年12月19日。
- 4)原子力安全委員会：“原子炉立地審査指針及びその適用に関する判断のめやすについて”，昭和39年5月27日，平成元年3月27日(一部改訂)。
- 5)原子力安全委員会：“発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針”，平成18年9月19日。
- 6)原子力安全委員会：“金属製乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵施設のための安全審査指針”，平成14年10月3日，平成18年9月19日(一部改訂)。
- 7)原子力安全委員会：“活断層等に関する安全審査の手引き:平成20年6月20日。
- 8)原子力安全委員会：“発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針”，平成2年8月30日。
- 9)原子力安全委員会：“発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針”，平成2年8月30日。
- 10)原子力安全委員会：“放射性液体廃棄物処理施設の安全審査にあたり考慮すべき事項ないしは基本的な考え方”，昭和56年9月28日。
- 11)原子力安全委員会：“原子力発電所の地質、地盤に関する安全審査の手引き”，昭和53年8月23日。
- 12)原子力安全委員会：“発電用軽水型原子炉施設に関する安全評価に関する審査指針”，平成2年8月30日。
- 13)原子力安全委員会：“発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針”，昭和50年5月13日。
- 14)原子力安全委員会：“発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針”，昭和51年9月28日。
- 15)原子力安全委員会：“原子炉施設の解体に係る安全確保の基本的考え方-JPDRの解体にあたって”，昭和60年12月19日。
- 16)原子力安全委員会：“核燃料施設安全審査基本指針”，昭和55年2月7日。
- 17)原子力安全委員会：“ウラン加工施設安全審査指針”，昭和55年12月22日。
- 18)原子力安全委員会：“特定ウラン加工施設のための安全審査指針”，昭和55年12月22日。
- 19)原子力安全委員会：“ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料加工施設安全審査指針”，平成14年4月11日。
- 20)原子力安全委員会：“使用済燃料中間貯蔵施設の安全審査における「地震に対する考慮」の具体的な適用について”，平成20年10月27日。
- 21)原子力安全委員会：“使用済燃料中間貯蔵施設の安全審査における「自然環境」の考え方について”，平成20年10月27日。
- 22)原子力安全委員会：“再処理施設安全審査指針”，昭和61年2月20日。
- 23)原子力安全委員会：“核燃料施設の立地評価上必要なプルトニウムに関するめやす線量について”，昭和58年5月26日。

- 24)原子力安全委員会：“放射性廃棄物埋設施設の安全審査の基本的考え方”，昭和63年3月17日。
- 25)原子力安全委員会：“廃棄物管理施設の安全性の評価の考え方”，平成元年3月27日。
- 26)原子力安全委員会：“原子力事業者の技術的能力に関する審査指針”，平成16年5月27日。
- 27)原子力安全委員会：“原子力施設等の防災対策について”，昭和55年6月。
- 28)原子力安全委員会：“環境放射線モニタリング指針”，平成20年3月。
- 29)日本原燃産業株式会社(現 日本原燃株式会社)：“六ヶ所低レベル放射性廃棄物貯蔵センター廃棄物埋設事業許可申請書”，昭和63年4月(同 一部補正申請並びに変更許可申請書含む)。
- 30)日本原子力研究所(現 独立行政法人日本原子力研究開発機構)：“日本原子力研究所東海研究所廃棄物埋設事業許可申請書”，平成5年10月(同 一部補正申請含む)。
- 31)天沼倞, 阪田貞弘監修：“放射性廃棄物処理処分に関する研究開発”，(株)テクノ・プロジェクト発行, 242-270 p. (1983)。
- 32)E.Brown, M.Resnikoff：“The Real Costs of Cleaning Up Nuclear Waste, Appendix B: Radioactive Exposure from the West Valley Nuclear Site”, Synapse E.E. Inc., August 2008.
- 33)C.Gerwitz：“The Future of the State-Licensed Disposal Area”, Meeting Materials Distributed at West Valley Citizen Task Force Meetings, November (2006)。
- 34)A., Napoleon, et al.：“The Real Costs of Cleaning Up Nuclear Waste:A Full Cost Accounting of Cleanup Options for the West Valley Nuclear Waste Site”, Synapse Energy Economics, Inc., (2008)。
- 35)USNRC 10CFR Part 61：“Licensing Requirements for Land Disposal of Radioactive Waste” (2008)。
- 36)原子力安全委員会：“低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について”，平成19年5月21日。
- 37)原子力安全委員会 放射性廃棄物安全基準専門部会：“主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて”，平成11年3月17日。
- 38)原子力安全委員会：“重水炉、高速炉等におけるクリアランスレベルについて”，平成11年7月16日。
- 39)原子力安全委員会：“核燃料使用施設(照射済燃料及び材料を取り扱う施設)におけるクリアランスレベルについて”，平成15年4月24日。
- 40)原子力安全委員会：“原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するもののうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について”，平成16年12月16日(平成17年3月17日一部訂正及び修正)。
- 41)原子力安全委員会：“ウラン取扱施設におけるクリアランスレベルについて”，平成21年10月5日。
- 42)岩手県：“岩手県地震・津波シミュレーション及び被害想定調査に関する報告書(概要版)”，(2004)。
- 43)日本応用地質学会編集：“山地の地形工学”，古今書院，東京 (2000)。
- 44)米倉伸之, 他：“日本の地形1 総説”，東京大学出版会, 349 p. (2001)。
- 45)中川要之助, 吉田昌平：“小起伏山地の第四紀自然史と地盤条件”，日本地質学会学術大会講演要旨, 97, pp.524 (1990)。
- 46)地学団体研究会(編)：“新版 地学事典”，平凡社，東京, 1443 p. (1996)。
- 47)鈴木隆介：“建設技術者のための地形図読図入門 第3巻 段丘・丘陵・山地”，古今書院，東京 (2000)。
- 48)鈴木隆介：“建設技術者のための地形図読図入門 第2巻 低地”，古今書院，東京 (1998)。
- 49)湊正雄, 他：“特集「第四紀」”，アーバンクボタ No.11, 株式会社クボタ (1975)。

- 50)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1 わが国の地質環境”，JNC TN1400 99-021 (1999).
- 51)日本地形学連合：“地形学から工学への提言 地形工学セミナー1”，古今書院 (1996).
- 52)石丸恒存：“地質環境の長期安定性に冠する研究－地震が地下水の水理に与える影響－”，動燃技報 PNC TN1340 97-002, 102, pp.39-46 (1997).
- 53)大島洋志, 他：“地震による地下水の変動”，応用地質, 37, 4, pp.351-258 (1996).
- 54)徳永朋祥：“地震時の地下水変動から推定される淡路島北部地域の水理特性”，応用地質, 40, 2, pp.99-106 (1999).
- 55)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).
- 56)日本応用地質学会(斜面地質研究委員会)編：“斜面地質学－その研究動向と今後の展望－”，日本応用地質学会, 東京 (1999).
- 57)地盤工学会：“地盤調査の方法と解説”，丸善, 東京 (2004).
- 58)宮崎県土木部：“宮崎県における災害文化の伝承”，(online) available from [http://www.pref.miyazaki.lg.jp/contents/org/doboku/sabo/sabo\\_jigyo/sashi.htm](http://www.pref.miyazaki.lg.jp/contents/org/doboku/sabo/sabo_jigyo/sashi.htm) (accessed on 2010-01-29).
- 59)福田泰英, 粕倉克幹：“阿蘇西麓における空洞・陥没現象とその成因について”，日本地質学会学術大会講演要旨, 104, 310p. (1997).
- 60) 気象庁ホームページ, (online) available from <<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>> (accessed on 2010-01-29).
- 61) (online) available from <<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E8%B1%AA%E9%9B%AA%E5%9C%B0%E5%B8%AF>> (accessed on 2010-01-29).
- 62)日本建築学会：“小規模建築物基礎設計の手引き”，丸善, 東京 (1983).
- 63)木村克己, 他：“東京低地から中川低地に分布する沖積層とシーケンス層序の再検討”，地質学論集, 59, pp.1-18 (2006).
- 64)S.Hachinohe, et al.：“Geological /geotechnical information system: an example of a boring database for Saitama prefecture, Japan, and its applications”，地形(Transactions), 27, 3, pp.349-366 (2006).
- 65)1995年兵庫県南部地震地質調査グループ，“宝塚－伊丹地域における兵庫県南部地震の被害と地質学的背景”，地球科学, 51, pp.279-291 (1997).
- 66)鈴木康嗣, 他：“地盤定数のばらつきを考慮した杭の鉛直支持力に関する検討と試設計”，日本建築学会技術報告集, 27, 14, pp.61-66 (2008).
- 67)高橋広人, 福和信夫：“N値を用いた名古屋市域の浅部地盤のモデル化”，日本建築学会学術講演梗概集 B-2 構造 II, pp.695-696, (2004).
- 68)土木研究所及び港湾航空技術研究所：“国土地盤情報検索サイト”，(online) available from <<http://www.kunijiban.pwri.go.jp/>> (accessed on 2010-01-29).
- 69)日本地質学会編：“日本地方地質誌3 関東地方”，朝倉書店, 東京 (2008).
- 70)鈴木尉元：“関東堆積盆地の土台”，アーバンクボタ, 18, 株式会社クボタ pp.2-5 (1990).
- 71)日比谷啓介, 他：“わが国の地下水流動特性に関する研究”，JNC TN7400 99-004 (1999).

- 72)梅田浩司：“日本の地盤を対象とした透水係数データベースの作成”, PNC TN7450 96-002 (1996).
- 73)梅田浩司, 他：“日本の地盤を対象とした透水係数データベースの作成”, 地下水学会誌, 37, 1, 69-77 p. (1995).
- 74)物理探査学会：“物理探査ハンドブック 総集編”, 小宮山印刷工業(株), 東京 (1998).
- 75)産業総合研究所：“総合地質情報データベースGEO-DB”, (online) available from <[http://www.gsj.jp/Gtop/geodb/geodb\\_brief.html](http://www.gsj.jp/Gtop/geodb/geodb_brief.html)> (accessed on 2010-01-29).
- 76)巖谷敏光, 鹿野和彦：“日本列島を構成する地質体の岩石密度:岩石物性データベース PROCK に基づく見積り”, 地質学雑誌, 111, 7, 434-437 p. (2005).
- 77)石油技術協会：“石油鉱業便覧 石油技術協会創立 50 周年記念”, ラテイス(株), 東京 (1983).
- 78)藤原治, 他：“地層処分から見た侵食作用の重要性—海成段丘を対象とした侵食速度の推定を例に—”, 原子力バックエンド研究, 11, 2, 139-146 p. (2005).
- 79)中澤式仁：“改訂 地下水ハンドブック”, 建設産業調査会, 東京 (1998).
- 80)国立天文台編：“理化年表”, 丸善, 東京 (2004).
- 81)S.Solomon, et al., eds.：“Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 p. (2007).
- 82)環境省地球温暖化問題検討委員会 温暖化影響評価ワーキンググループ：“地球温暖化の日本への影響” (2001).
- 83)国土交通省：“日本の水資源 平成 21 年度版”, (2009).
- 84)国土交通省 土地・水資源局 国土調査課 (online) available from <<http://tochi.mlit.go.jp/tockok/inspect/landclassification/water/basis/underground/F9/exp.html>> (accessed on 2010-01-29).
- 85)農林水産省 統計情報 (online) available from <<http://www.maff.go.jp/j/tokei/index.html>> (accessed on 2010-01-29).
- 86)独立行政法人統計センター, e-Stat 政府統計の窓口 (online) available from <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/eStatTopPortal.do>, (2009).
- 87)国土交通省 土地白書 概要 (online) available from <[http://www.mlit.go.jp/hakusyo/tochi/h21/h21tochi\\_html](http://www.mlit.go.jp/hakusyo/tochi/h21/h21tochi_html)> (accessed on 2010-01-29).
- 88)総務省統計局ホームページ (online) available from <http://www.stat.go.jp/index.htm> (accessed on 2010-01-29).
- 89)総務省統計局：“日本の統計 2009”, (2009).
- 90)IAEA：“Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control”, TECDOC-401 (1987).
- 91)原子力安全委員会 放射性廃棄物安全規制専門部会：“低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について(第3次中間報告)”, 平成 12 年 9 月 14 日.
- 92)原子力委員会 原子力バックエンド対策専門部会：“現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物処分の基本的考え方について”, 平成 10 年 10 月 16 日.
- 93)廃棄物最終処分場跡地形質変更に係る基準検討委員会,：“最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドラインについて”, 平成 17 年 06 月 06 日公布, 環廃対 050606001 号, 環廃産 050606001 号 (2005).
- 94)廃棄物学会：“廃棄物最終処分場廃止基準の調査評価方法”, (2002).
- 95)第 169 回国会衆議院文部科学委員会第 7 号(平成 20 年 4 月 16 日)議事録 (2008).

- 96)資源エネルギー庁主催, : “シンポジウム 地域と共に歩む、地層処分事業～ スウェーデンの取組から学ぶ ～”, (2009).

2.2-1 医療関連法令における廃棄の事業に係る制度整備状況

規制法と規制対象		廃棄の事業の許可等の基準		
規制法	発生施設	管理または保管廃棄（廃棄の委託）		埋設
医療法	病院、診療所又は助産所	法第17条	→施行規則第30条の14の2(廃棄の委託先の指定) →施行規則第30条の14の3(廃棄物詰替施設等の技術上の基準)	未整備
薬事法	医療機器製造・販売業者等	法第18条	→放射性医薬品の製造及び取扱規則第3条(廃棄の委託先の指定) →放射性医薬品の製造及び取扱規則第3条の2(廃棄物詰替施設等の技術上の基準)	
臨床検査技師法	衛生検査所等	法第20条の9	→施行規則第12条第2項(医療法施行規則第30条の14の2第1項の規定に基づく)	
獣医療法	飼育動物の診療施設	法第4条	→獣医療法施行規則第10条の2(廃棄の委託先の指定) →獣医療法施行規則第10条の3(廃棄物詰替施設等の技術上の基準)	

表 2.2-2 放射線防護の対象となる諸施設における立地条件項目に関する記述(その1)

分野	指針類の名称	立地条件に関する記述の有無	立地条件項目に関する内容	
埋設	核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律	○	S63 審査指針に包含される。	
廃棄の業	放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律	○	S63 審査指針とはほぼ一致している。	
医療法等関連 4 法令における廃棄施設	医療法、薬事法、臨床検査技師等に関する法律、獣医療法	×	—	
発電用軽水型原子炉施設などに関係するもの	(1)立地	「原子炉立地審査指針及びその適用に関する判断のめやすについて」(昭和 39 年 5 月 27 日)	○	原子炉と公衆の距離に言及している。S63 審査指針の内容に追加する項目は含んでいない。
	(2)設計	「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」(平成 2 年 8 月 30 日)	×	—
		「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」(平成 2 年 8 月 30 日)	×	—
		「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(平成 18 年 9 月 19 日)	○	S63 審査指針に包含される。
		「放射性液体廃棄物処理施設の安全審査に当たり考慮すべき事項ないしは基本的な考え方」(昭和 56 年 9 月 28 日)	×	—
		「原子力発電所の地質、地盤に関する安全審査の手引き」(昭和 53 年 8 月 23 日)	○	敷地内の調査等について、S63 審査指針の項目に関連した具体的記述あり。項目は S63 審査指針に包含される。
		「活断層等に関する安全審査の手引き」(平成 20 年 6 月 20 日)	○	活断層について詳細に言及。活断層の影響は S63 審査指針の地震に包含される。
	(3)安全評価	「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」(平成 2 年 8 月 30 日)	×	—
	(4)線量目標値	「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」(昭和 50 年 5 月 13 日)	×	—
		「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」(昭和 51 年 9 月 28 日)	×	—
(5)解体・廃止措置に関するもの	「原子炉施設の解体に係る安全確保の基本的考え方 —JPDR の解体に当たって—」(昭和 60 年 12 月 19 日)	×	—	

○：立地関連項目に関する記述が抽出されたもの

×：立地関連項目に関する記述がないもの

表 2.2-3 放射線防護の対象となる諸施設における立地条件項目に関する記述(その2)

分野	指針類の名称	立地条件に関する記述の有無	立地条件項目に関する内容
核燃料サイクル施設に関するもの	「核燃料施設安全審査基本指針」(昭和 55 年 2 月 7 日)	×	—
	「ウラン加工施設安全審査指針」(昭和 55 年 12 月 22 日)	○	S63 審査指針に包含される。
	「特定のウラン加工施設のための安全審査指針」(平成 12 年 9 月 25 日)	○	S63 審査指針に包含される。
	「ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料加工施設安全審査指針」(平成 14 年 4 月 11 日)	○	航空機事故等による飛来物等に関する記述あり。その他は S63 審査指針に包含される。
	「金属製乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵施設のための安全審査指針」(平成 14 年 10 月 3 日)	○	航空機事故等による飛来物等、及び、火山活動に関する記述あり。その他は S63 審査指針に包含される。
	「使用済燃料中間貯蔵施設の安全審査における「地震に対する考慮」の具体的適用について」(平成 20 年 10 月 27 日)	×	—
	「使用済燃料中間貯蔵施設の安全審査における「自然環境」の考え方について」(平成 20 年 10 月 27 日)	○	火山活動に関する具体的記述あり。
	「再処理施設安全審査指針」(昭和 61 年 2 月 20 日)	○	航空機事故等による飛来物等に関する記述あり。その他は S63 審査指針に包含される。
	「核燃料施設の立地評価上必要なプルトニウムに関するめやす線量について」(昭和 58 年 5 月 26 日)	×	—
	(2) 廃棄物に関するもの	「放射性廃棄物埋設施設の安全審査の基本的考え方」(昭和 63 年 3 月 17 日)	○
「廃棄物管理施設の安全性の評価の考え方」(平成元年 3 月 27 日)		×	—
技術的能力に関するもの	「原子力事業者の技術的能力に関する審査指針」(平成 16 年 5 月 27 日)	×	—
防災に関するもの	「原子力施設等の防災対策について」(昭和 55 年 6 月)	×	—
環境に関するもの	「環境放射線モニタリング指針」(平成 20 年 3 月)	×	—

○：立地関連項目に関する記述が抽出されたもの

×：立地関連項目に関する記述がないもの

表 2.2-4 最終処分場事業に係る環境影響評価の項目とその調査と予測の手法  
(省令から抜粋)

環境要素の区分	影響要因の区分	調査の手法	予測の手法
地下水の流れ	造成等の施工 (陸上埋立)	一 調査すべき情報 イ 地下水の状況 ロ 地下水の利用状況 ハ 地形及び地質の状況 二 調査の基本的な手法 文献その他の資料及び現地調査による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析 三 調査地域 水象の特性及び地下水の利用状況を踏まえて地下水の流れに係る環境影響を受けるおそれがある地域 四 調査地点	一 予測の基本的な手法 事例の引用又は解析 二 予測地域 調査地域のうち、水象の特性及び地下水の利用状況を踏まえて地下水の流れに係る環境影響を受けるおそれがある地域 三 予測地点 水象の特性及び地下水の利用状況を踏まえて調査地域における地下水の流れに係る環境影響を的確に把握できる地点 四 予測対象時期等 工事による地下水の流れに係る環境影響が最大になる時期及び事業活動が定常状態になる時期
	最終処分場の存在 (陸上埋立)	水象の特性及び地下水の利用状況を踏まえて調査地域における地下水の流れに係る環境影響を予測し、及び評価するために必要な情報を適切かつ効果的に把握できる地点 五 調査期間等 水象の特性を踏まえて調査地域における地下水の流れに係る環境影響を予測し、及び評価するために必要な情報を適切かつ効果的に把握できる期間及び時期	
重要な地形及び地質	造成等の施工 (陸上埋立)	一 調査すべき情報 イ 地形及び地質の概況 ロ 重要な地形及び地質の分布、状態及び特性 二 調査の基本的な手法 文献その他の資料及び現地調査による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析 三 調査地域 対象最終処分場事業実施区域及びその周辺の地域 四 調査地点 地形及び地質の特性を踏まえて調査地域における重要な地形及び地質に係る環境影響を予測し、及び評価するために必要な情報を適切かつ効果的に把握できる地点 五 調査期間等 地形及び地質の特性を踏まえて調査地域における重要な地形及び地質に係る環境影響を予測し、及び評価するために必要な情報を適切かつ効果的に把握できる時期	一 予測の基本的な手法 重要な地形及び地質について、分布、成立環境の改変の程度を踏まえた事例の引用又は解析 二 調査の基本的な手法 調査区域のうち、地形及び地質の特性を踏まえて重要な地形及び地質に係る環境影響を受けるおそれがある地域 三 予測対象時期等 地形及び地質の特性を踏まえて重要な地形及び地質に係る環境影響を的確に把握できる時期
	護岸等の施工 (水面埋立)		
	最終処分場の存在 (陸上埋立)		
	最終処分場の存在 (水面埋立)		

\*省令：廃棄物の最終処分場事業に係る環境影響評価の項目並びに当該項目に係る調査、予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針、環境の保全のための措置に関する指針等を定める省令（平成十年六月十二日厚生省令第六十一号）最終改正：平成一八年三月三日環境省令第一号

表 2.2-5 既存の申請書における排除関連項目の事例

環境条件項目	日本原燃申請書 (コンクリートピット型施設)	原子力機構申請書 (トレンチ型施設)
地震	設計	地上施設:設計 トレンチ:排除
活断層	記載なし	記載なし
断層	設計	排除
津波	排除	排除
地すべり	排除	排除
陥没	排除	排除
台風	地上施設:設計 ピット:考慮せず	地上施設:設計 トレンチ:考慮せず
高潮	排除	排除
洪水	排除	排除
異常寒波	地上施設:設計 地下施設:考慮せず	考慮せず
豪雪	設計 (降雪について記載あり)	設計
豪雨	記載なし	設計
石炭・鉱石等の 天然資源	排除	排除
交通 (航空機等飛来物)	排除(設計)	排除

注) 排除: 排除関連項目  
設計: 設計関連項目

表 2.2-6 廃棄物処分施設における立地条件項目の特徴と分類(1/3)

区分	項目	想定される影響又は情報	対応方法	分類 <sup>1)</sup>
自然環境	<u>火山活動</u> <sup>2)</sup>	火山活動に関しては、 a.埋設した廃棄物を噴出流体が直撃する影響 b.火山噴出物が間接的に処分施設に与える影響の二つが存在する。前者では噴出物の中に廃棄物が混入して地上に達する。後者は避けられない可能性がある。	a.火道が直撃するような場所を避ける立地選定を行う。 b.実際に分布している噴出物の堆積状況をみて、判断を下す。	①
	地震 (地震動)	地震動は、程度に差はあるが避けられない事象である。施設は土中に埋設され拘束されており、内部に拘束されていないものが地震動に伴って動くような場合に限って、顕著な変化が生じることが想定される。 下方に水を含んだ砂層などが分布していれば液状化が生じる可能性があるが、条件が揃わない限り生じないと考えられる。	拘束圧を考慮して工学的に影響を評価する。 残余空間を適切に充填するなどの事前措置を講じる。 液状化する可能性が高いならば、地盤改良等の措置を講じることも可能であるが、基本的に対策を必要としない立地選定とする。	① (②)
	<u>活断層</u> <sup>2)</sup>	活褶曲を含む。断層活動は、地震動の原因であるが、地盤の変位を伴う。変位が処分施設に作用すれば、構造体や埋設物も直接に変形するので、影響が生じ得る。	活断層の分布情報は集積されており、活断層を避ける立地選定を行う。	①
	津波	津波の影響は、一瞬にして埋設地が水没することに加え、覆土が浸食されたり、水が引いた後も汚泥や瓦礫などが周囲に堆積し、浸透水量が増加する可能性があることにある。	津波の影響が生じる地域と標高の情報は集積されているため、地域的標高的に津波の影響を避ける立地選定を行う。	①
	地すべり	地すべりに関しては、 ①後背地斜面等が崩落し埋設地を覆う場合 ②支持層が崩落して施設が崩落する場合が可能性として存在する。なお、地すべりは、日本全国にその分布が確認されている。	基本的に対策を必要としない処分候補地の立地選定を行う。ただし、地下水対策やアンカー等の対策工を施することによる設計対応も可能である。	② (①)
	陥没	陥没は、土砂等が地中で流動して空間が生じ、上載荷重等に耐えられなくなった場合に発生する。ただし、そのような地形・地質は限られている。人為活動により地下空間が存在する場合もあるが、埋設物の記録は整備されつつある。	自然・人為に係わらず、文献調査／聞き取りで、地下空間の存在可能性を判断できるため、陥没を避ける立地選定を行う。 場合によっては、事前に埋める対策工を施し、長期有効性を監視確認する。	①
	<u>台風・豪雨</u>	台風は、短時間に強い風と共に大量の降雨が供給される現象であるが、立地条件によって避けることはできない。	廃棄物は土中に埋設され、排水溝を施工するため、直接的な影響は生じない。	②
	高潮	高潮は、気象状況によって発生する現象である。津波と同様の被害が想定される。	潮位観測など情報は集積されており、高潮の影響を避ける立地選定は可能であるため、高潮を避ける立地選定を行う。	①

注1) 分類項の、①は排除関連項目、②は設計関連項目を意味する。

注2) 下線を引いた立地条件項目は、S63 審査指針の「基本的な立地条件」に追加したものである。

表 2.2-7 廃棄物処分施設における立地条件項目の特徴と分類(2/3)

区分	事象	想定される影響又は情報	対応方法	分類 <sup>1)</sup>
自然環境	洪水	洪水は、一時的に降雨量が増え、河川水が増水して氾濫する現象であり、過去の洪水の発生状況や地形状況を考慮することによって、洪水の影響を避ける立地選定は可能であり、避け得る事象である。	河川の氾濫源を避ける立地選定を行う。	①
	異常寒波 豪雪	異常寒波は、外気温の急激な低下として現れるが、廃棄物は土中に埋設されているため、直接的な影響は生じない。豪雪は、上載荷重の増加としても影響が現れるが、構造体の場合は設計裕度の中で吸収されるので、問題となる影響が生じるとは考えられない。	凍上深度などの情報は整備されており、その影響深度を超える厚さの覆土となるよう設計対応を行う。	②
自然環境のうち地質及び地形等	地質及び地形	処分の観点から『重要な地形及び地質の分布、状態及び特性』を把握し、設計と評価で考慮するのが基本である。立地選定においては、諸要因との比較の上で可能であれば、より良好な処分候補地を選定することになる。	地形に関しては『周辺斜面の安定性等』が問題であり、当該処分の時間枠を考慮して、長期的に安定な処分候補地として明らかな急斜面や湿地等は避ける立地選定を行う。 侵食浸食等が生じるならば、それに伴う公衆の被ばく線量を評価する。	② (①)
	地盤	処分形態に応じて作用する荷重に対して『均一で安定な地盤』を有する処分候補地が望ましい。	基本的に補強対策を必要としない処分候補地の立地選定を行う。ただし、設計対応も可能である。	② (①)
	地耐力	処分形態に応じて作用する荷重に対して『十分な支持性能をもつ地盤』を有する処分候補地が望ましい。	基本的に補強対策を必要としない処分候補地の立地選定を行う。ただし、設計対応も可能である。	② (①)
	断層	活断層と活褶曲は別項で扱う。地下水の移行経路上の影響(水みちや遮水部の存在)と設計・施工上の影響(破碎帯や粘土の存在)が考えられる。	地下水の課題であれば、断層を考慮した安全性評価を実施する。設計・施工上の課題であれば、必要な対策を施す。	②
自然環境のうち気象・水象	風向・風速	廃棄物は土中に埋設されているので、埋設処分自体での直接的な影響は生じない。操業時の定置作業にかかる安全性の考慮は必要。	操業中は定置作業に支障が生じるので、設備設計を踏まえ運用規準を定め、規準以上では作業を中止する。	②
	降水量; 浸透水量	処分場での安全性評価の基礎情報である。	あらかじめ処分候補地の降水量等を調査し地下水移行を介した公衆の被ばく線量評価結果を踏まえ、必要な設計対応を図る。	②

注1) 分類項の、①は排除関連項目、②は設計関連項目を意味する。

注2) 下線を引いた立地条件項目は、S63 審査指針の「基本的な立地条件」に追加したものである。

表 2.2-8 廃棄物処分施設における立地条件項目の特徴と分類(3/3)

区分	事象	想定される影響又は情報	対応方法	分類 <sup>1)</sup>
自然環境のうち水象及び水理	地下水; 水質	処分場での安全性評価の基礎情報である。	地下水水質を調査し、必要な設計対応を図る。	②
	地下水; 水位	処分場の安全性確保要件及び施設設置条件の基礎となる。	トレンチ処分の場合、地下水位以浅への設置が望ましい。地下水移行を介した公衆の被ばく線量評価結果を踏まえ、必要な設計対応を図る。	②
	地下水; 流速	処分場での安全性評価の基礎情報である。	地下水移行を介した公衆の被ばく線量評価結果を踏まえ、必要な設計対応を図る。	②
	地下水; 移行距離	処分場での安全性評価の基礎情報である。	地下水移行を介した公衆の被ばく線量評価結果を踏まえ、必要な設計対応を図る。	②
	井戸水; 使用量等	処分場での安全性評価の基礎情報である。	地下水移行を介した公衆の被ばく線量評価結果を踏まえ、必要な設計対応を図る。	②
	河川水; 流量等	処分場での安全性評価の基礎情報であり、河川水の流量や用途は社会環境に属する。	地下水移行を介した公衆の被ばく線量評価結果を踏まえ、必要な設計対応を図る。	②
社会環境	近接工場等における火災、爆発等	爆発物を扱うような近接工場等が存在する場合、火災や爆発等による影響が及ぶ可能性が想定される。	情報を収集し近接工場があるような候補地点を避ける立地選定を行う	①
	河川水、地下水等の利用状況	処分場での安全性評価の基礎情報である。	地下水移行を介した公衆の被ばく線量評価結果を踏まえ、必要な設計対応を図る。	②
	農業、畜産業、漁業等食物に関する土地利用等の状況	処分場での安全性評価の基礎情報である。	公衆の被ばく線量評価結果を踏まえ、必要な設計対応を図る。	②
	人口分布等	処分場に隣接して人口密集地が存在する場合、影響を及ぼす可能性が考えられる。現状の『人口分布等』を基礎情報とする。	必要な情報を収集し、人口密集地が隣接するような候補地点を避ける立地選定を行う。ただし、設計対応も可能である。	② (①)
	石炭、鉱石等の天然資源	『石炭、鉱石等の天然資源』の採取に伴う処分施設を破壊する可能性がある。	天然資源の分布情報は集積されており、基本的に天然資源を避ける立地選定を行う。しかし、万一の場合を想定して、線量/確率分解アプローチを採用して、what if 対応の評価を実施する。	①
	交通 <sup>2)</sup>	『航空機事故等による飛来物等』による影響は、可能性を勘案して評価する。	既存の評価事例を参考に、被ばく線量評価により対応する。	②

注1) 分類項の、①は排除関連項目、②は設計関連項目を意味する。

注2) 下線を引いた立地条件項目は、S63 審査指針の「基本的な立地条件」に追加したものである。

表 2.3-1 濃度上限値の評価シナリオ(トレンチ処分)

評価シナリオ	形態	被汚染物	線量評価対象者	被ばく形態	経路番号
建設シナリオ	処分場跡地の再利用	覆土の掘削された廃棄物層	建設作業者	土壌直接線・外部	1
				塵埃吸入・内部	2
居住シナリオ		客土で覆われた廃棄物との混合土壌	居住者	農作物摂取・内部	3
				土壌直接線・外部	4
河川水利用シナリオ	河川水利用	河川水	河川水利用者	河川水飲用・内部	5
			河川産物消費者	河川産物摂取・内部	6
		飼育水	畜産物消費者	畜産物摂取・内部	7
操業中シナリオ	処分場操業	廃棄物	居住者(敷地境界)	スカイシャイン・外部	8

参考文献 16 より引用

表 2.3-2 濃度上限値の評価シナリオ(コンクリートピット処分)

評価シナリオ	形態	被汚染物	線量評価対象者	被ばく形態	経路番号
建設シナリオ	処分場跡地の再利用	覆土の掘削された廃棄物層	建設作業者	土壌直接線・外部	1
居住シナリオ				覆土で覆われた廃棄物層	居住者
		土壌直接線・外部	3		
河川水利用シナリオ	河川水利用	河川水	河川水利用者	河川水飲用・内部	4
			河川産物消費者	河川産物摂取・内部	5
		飼育水	畜産物消費者	畜産物摂取・内部	6
操業中シナリオ	処分場操業	廃棄物	居住者(敷地境界)	スカイシャイン・外部	7

参考文献 16 より引用

表 2.3-3 クリアランスレベルの評価シナリオ

(ウラン取扱施設から発生するスラグの埋め立て処分の評価シナリオ)

No.	シナリオ		被ばく線源		被ばく形態		被ばく者					
11	埋立処分後	跡地利用	建設作業		外部	土壌直接線	作業者					
12						皮膚						
13					内部	粉塵吸入						
14						直接経口						
15					跡地での居住	廃棄物混合土壌	外部	土壌直接線	居住者	成人		
16								土壌直接線		子供		
17							内部	粉塵吸入	成人			
18								粉塵吸入	子供			
19								直接経口				
20												
21		跡地での農作業		外部	土壌直接線	農作業者						
22		跡地での牧畜作業		内部	粉塵吸入	牧畜作業者						
23				外部	土壌直接線							
24		跡地で収穫された食物の摂取	廃棄物混合土壌	農作物	内部	摂取	消費者	成人				
25								子供				
26				畜産物				成人				
27								子供				
28				井戸水				飲料水	内部	摂取	消費者	成人
29										子供		
30		地下水移行	地下水利用	灌漑した農地	外部	土壌直接線	農作業者					
31					内部	粉塵吸入						
32				灌漑した牧場		外部	土壌直接線	牧畜作業者				
33						内部	粉塵吸入					
34				農作物		内部	摂取	消費者	成人			
35	子供											
36	畜産物								成人			
37				子供								
38	飼育水			畜産物	成人							
39					子供							
40	養殖水			淡水産物	成人							
41		子供										

注) 参考文献 21 から引用し、放射線作業従事者の被ばくに相当する埋立作業シナリオの評価経路 (No.1~10) を除いて作成。

表 2.3-4 埋設施設の概念設計のための評価シナリオ

No.	シナリオ		被ばく線源		被ばく形態		被ばく者							
1	管理期間終了後	跡地利用	建設作業	廃棄物混合土壌		外部	土壌直接線	作業者						
2						皮膚								
3						内部	粉塵吸入							
4							直接経口							
5			外部			土壌直接線	居住者	成人						
6						土壌直接線		子供						
7			内部			粉塵吸入		成人						
8						粉塵吸入	子供							
9						直接経口								
10			外部			跡地での農作業	廃棄物 混合土壌	土壌直接線	農作業者					
11								内部			粉塵吸入			
12			外部			跡地での牧畜作業		土壌直接線	牧畜作業者					
13								内部			粉塵吸入			
14		跡地で 収穫された食物 の摂取	農作物	消費者	摂取	成人								
15						子供								
16						成人								
17						子供								
18		地下水移行	地下水 直接利用	井戸水	飲料水	内部		消費者	成人					
19									子供					
20			地下水 直接利用  又は 河川等 経由	灌漑水	灌漑した農地	灌漑した牧場		外部	土壌直接線	農作業者				
21												内部	粉塵吸入	
22												外部	粉塵吸入	牧畜作業者
23							内部							
24							農作物					消費者	摂取	成人
25														子供
26				成人										
27				子供										
28				成人										
29				子供										
30				飼育水	畜産物	畜産物	成人							
31							子供							
32	操業時	処分場からのY線	直接・スカイシャイン	廃棄物	外部	直接線	周辺居住者							

注) 評価シナリオ「No.1~31」は、参考文献 21 の評価シナリオ「No.11~41」を参照した。この際、評価経路としての河川を考慮し、地下水直接利用経路に河川等経由経路を併設した。また、評価シナリオ「No.32」は参考文献 9 を参照して追加した。

表 2.3-5 埋設施設の概念設計で考慮する立地条件項目（自然環境）

立地条件項目 <sup>注1)</sup>	分類	補足事項	関連図書 <sup>注2)</sup>
火山活動	排除関連項目	火山活動(第四紀における活動が認められるもの) ・降下火砕物 ・火山弾等の弾道噴出物 ・火砕流及び火砕サージ ・溶岩流 ・火山ガス ・岩屑なだれ ・土石流及び泥流 ・新火口の形成 ・火山噴火の噴出位置、噴出量、噴出率等	2
地震	排除関連項目	顕著な被害を与えた地震が発生していないことを確認するため、排除関連項目に分類した。	1,3,15,16
活断層	排除関連項目	活断層の調査及び認定の指針あり。	1,3
津波	排除関連項目	特になし	1,3,15,16
地すべり	設計関連項目	特になし	1,15,16
陥没	排除関連項目	特になし	1,15,16
台風 (豪雨)	設計関連項目	地下施設は台風の影響を受けないが、地下に建設することも設計の一部であると考え、設計関連項目に分類した。	1,15,16
異常寒波	設計関連項目	地下施設は異常寒波の影響を受けないが、地下に建設することも設計の一部であると考え、設計関連項目に分類した。	1,15,16
豪雨・豪雪	設計関連項目	特になし	1,15,16
高潮	排除関連項目	特になし	1,15,16
洪水	排除関連項目	特になし	1,15,16
地盤 地耐力	設計関連項目	作用荷重に対して『均一で安定な地盤』として、「N値が50以上」、「上限降伏値で36 kg/cm <sup>2</sup> 以上」など、必要とされる設計上の数値を目安とする。	1,3,15
断層等の地質	設計関連項目	顕著な断層または褶曲構造の有無	1,6,7,15,16
地形	排除関連項目	湿地等に関連する項目 (急傾斜地に関連する項目は設計関連項目)	1,4,16
風向、風速、降水量等の気象	設計関連項目	特になし	1,15,16
河川・地下水等の水象及び水理	設計関連項目	河川の状況	1,15,16
		水質(公共の水域及び地下水(の汚染の防止に関する事項))	1,4,15,16
		水位、地下水の状況(を明らかにする書類及び図面)	1,7,15,16
		流速、地下水の流れ(帯水層の厚さ、土壌密度、間隙率)	1, 4, 13,14,15,16
		移行距離	1,13,14,15,16

注 1) S63 審査指針の基本的な立地条件に、下線を引いた項目(火山活動、活断層)を調査により追加。

注 2) 出典は、表 2.3-6 の欄外にまとめて記載。

表 2.3-6 埋設施設の概念設計で考慮する立地条件項目（社会環境等）

立地条件項目 <sup>注1)</sup>	分類	補足事項	関連図書 <sup>注2)</sup>
近接工場等における火災、爆発等	排除関連項目	特記なし	1,15,16
河川水、地下水等の利用状況	設計関連項目	水象の特性及び地下水の利用状況 井戸水;使用量等 河川水;流量等 注)河川水の流量や井戸水の使用量は、「水象及び水理」に整理されるが、人の被ばくを評価する観点からは社会環境に分類する。移行距離は自然環境とみなす。	1,5,13,14,15,16
農業、畜産業、漁業等食物に関する土地利用等の状況	設計関連項目	特記なし	1,13,14,15,16
建設、居住に関する土地利用の状況	設計関連項目	特記なし	13,14,15,16
人口分布等	設計関連項目	人口分布（非居住区域、低人口区域） 人の居住状況 人口、土地利用その他社会的条件の現況	1,9,10,11,16
石炭、鉱石等の天然資源	排除関連項目	特記なし	1,15,16
交通（航空機等の飛来物）	排除関連項目	仮の評価の実施例あり。	1,15,16
施設の設計条件	設計関連項目	処分施設の容量・形状、覆土の構造、等	13,14,15,16
施設の操業条件	設計関連項目	処分方法、作業時間、等	13,14,15,16

注 1) S63 審査指針の基本的な立地条件に、下線を引いた項目（建設、居住に関する土地利用の状況、航空機等の飛来物、施設の設計条件、施設の操業条件）を調査により追加。

注 2) 関連図書：

- 1) S63 審査指針
- 2) 使用済燃料中間貯蔵施設の安全審査における「自然環境」の考え方について
- 3) 耐震設計審査指針
- 4) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則
- 5) 「廃棄物の最終処分場事業に係る環境影響評価の項目並びに当該項目に係る調査、予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針、環境の保全のための措置に関する指針等を定める省令」
- 6) 原子力発電所の地質、地盤に関する安全審査の手引き
- 7) 活断層等に関する安全審査の手引き
- 8) 廃棄物処理法施行令第六条第三号ニ
- 9) 原子炉立地審査指針
- 10) 発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針
- 11) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則第 11 条二の三
- 12) ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料加工施設安全審査指針
- 13) 低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について
- 14) ウランクリアランス報告書
- 15) 日本原燃申請書
- 16) 原子力機構申請書

表 2.3-7 埋設施設の概念設計のための評価パラメータ項目一覧 (その1)

区分	立地条件項目		シナリオ区分	評価パラメータ項目	パラメータの記載の有無															
					第3次中間報告 <sup>1)</sup>	濃度上限値再計算 <sup>2)</sup>	主な原子炉施設クリアランスレベル <sup>3)</sup>	H16CL再計算_付属 <sup>4)</sup>	ウラン取扱施設クリアランスレベル <sup>5)</sup>	原子力機構申請書 <sup>6)</sup>	日本原燃申請書(1号) <sup>7)</sup>	日本原燃申請書(2号) <sup>8)</sup>								
処分場	施設の設計条件		施設の仕様 (シナリオ共通)	設計地震力						○	○	○								
				N値が50以上になる深度							○	○	○							
				処分施設容量	○	○	○	○				○	○	○						
				覆土(地表面から廃棄物表面までの距離)	○	○	○	○	○			○	○	○						
				施設形状(幅×長さ×高さ)	○	○	○	○	○			○	○	○						
				施設浸入水量	○	○						○	○	○						
				廃棄体見かけ密度 (処分場嵩密度)	○	○	○	○				○	○	○						
				移行開始年	○	○						○	○	○						
				建設開始時期	○	○						○	○	○						
	管理期間								○	○	○									
	施設の操作条件		スカイシャイン	処分方法	年間処分量	○	○					○	○							
					1日の処分量	○	○						○	○						
				作業時間あるいは埋設設備における作業工程(1区間当たり)	○	○						○	○	○						
				敷地境界までの距離 (線量当量の評価点)	○	○						○	○	○						
				希釈率	○	○														
				遮蔽係数	○	○														
				廃棄体の密度										○						
				遮蔽体の密度										○						
線源面積				埋設設備(一区画当たり)									○	○						
	廃棄体一時貯蔵室									○	○									
自然環境		気象	水象及び水理	埋設設備の側面からの放射線の低減効果による線量当量補正係数								○	○							
				降水量	○									○	○					
				浸透水量	○	○	○	○	○					○	○					
				河川までの距離	○	○	○	○				○	○	○						
				移行時間	○															
				地下水流速	○	○	○	○	○			○	○	○						
				帯水層(土壌)間隙率	○	○	○	○	○			○	○	○						
				土壌密度	○	○	○	○	○					○	○					
				流水方向の分散長	○	○	○	○	○											
				河川水流量	○	○	○	○	○					○	○					
				地下水位									○	○	○					
				井戸水の混合割合				○	○											
				処分場下流端から井戸までの距離				○	○											
				河川水飲用量	○	○								○	○					
				人の年間飲料水摂取量	○	○	○	○	○				○	○	○					
				社会環境		河川水、地下水等の利用状況	井戸水 河川水	施設閉鎖後 (地下水移行)	河川・沼産物の年間摂取量	魚類	○	○	○	○			○	○		
										無脊椎動物	○	○	○	○					○	○
										肉牛	○	○	○	○	○				○	○
	乳牛	○	○						○	○	○				○	○				
	豚	○	○						○	○	○				○	○				
	鶏	○	○						○	○	○				○	○				
家畜の飼育水飲用量																				
経根吸収係数																				
灌漑水量	田	○	○						○	○	○				○	○				
	畑、牧草地	○	○						○	○	○									
土壌水分飽和度	田	○	○						○	○	○									
	畑、牧草地	○	○						○	○	○									
灌漑水浸透水量																				
灌漑土壌真密度																				
実効土壌深さ																				
放射性核種の土壌残留係数																				
灌漑土壌空隙率																				
放射性核種の農作物(葉菜、牧草)表面への沈着割合																				
灌漑水年間生育期間																				
Weathering効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数																				
土壌実効表面密度																				
養殖淡水産物(魚類)の年間摂取量																				
養殖淡水産物の地下水利用率																				
養殖淡水産物の市場係数											○									
養殖淡水産物の輸送時間											○									
河川への地下水流入地点から着目地点までの移動時間	○	○																		
河川域上における年間実作業日数																				
河川域上における年間実遊泳日数																				
河川産物の市場係数																				
河川水産物の輸送時間																				

1) 低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について(平成12年9月)  
 2) 低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について(平成19年5月)  
 3) 主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて(平成11年3月)  
 4) 原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するものうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について(平成16年12月)  
 5) ウラン取扱施設におけるクリアランスレベルについて(平成21年10月)  
 6) 日本原子力研究所東海研究所廃棄物埋設事業許可申請書(平成5年10月)  
 7) 六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター 廃棄物埋設事業許可申請書(昭和63年4月)(1号埋設)  
 8) 六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター 廃棄物埋設事業変更許可申請書(平成9年1月)(2号埋設)

表 2.3-8 埋設施設の概念設計のための評価パラメータ項目一覧 (その2)

区分	立地条件項目	シナリオ区分	評価パラメータ項目	パラメータの有無								
				第3次中間報告 <sup>1)</sup>	濃度上限値再計算 <sup>2)</sup>	主な原子炉施設クリアランスレベル <sup>3)</sup>	H16CL再計算_付属 <sup>4)</sup>	ウラン取扱施設クリアランスレベル <sup>5)</sup>	原子力機構申請書 <sup>6)</sup>	日本原燃申請書(1号) <sup>7)</sup>	日本原燃申請書(2号) <sup>8)</sup>	
社会環境	農業、畜産業等食物に関する土地利用の状況	施設閉鎖後 (跡地利用・地下水移行共通)	農作物の市場係数			○	○	○		○	○	
			農作物の輸送時間(汚染農作物の摂取開始時期)	○	○	○	○	○				
			畜産物の市場係数			○	○	○		○	○	
			農作物の栽培密度	葉菜、牧草	○	○	○	○	○			
			農作物の年間摂取量	米	○	○	○	○	○		○	○
				葉菜	○	○	○	○	○			
				非葉菜	○	○	○	○	○			
			農作物の年間摂取量	果実	○	○	○	○	○			
				農耕作業時の粉塵濃度	○	○	○	○	○		○	○
				農耕作業者の呼吸量	○	○	○	○	○		○	○
			農耕作業の年間作業時間	○	○	○	○	○		○	○	
			農耕作業時の遮蔽係数	○	○	○	○	○		○	○	
			耕作深さ			○	○	○				
			畜産物の輸送時間			○	○	○				
			牧畜作業時の年間作業時間			○	○	○				
			牧畜作業時の遮蔽係数			○	○	○				
			牧畜作業時のダスト濃度			○	○	○				
			牧畜作業者の呼吸量			○	○	○				
			放射性核種を含む飼料の混合割合			○	○	○				
			家畜の飼料摂取量	肉牛	○	○	○	○	○			
	乳牛	○		○	○	○	○					
	豚	○		○	○	○	○					
	鶏	○		○	○	○	○					
	畜産物の年間摂取量	牛肉	○	○	○	○	○		○	○		
		豚肉	○	○	○	○	○		○	○		
		鶏肉	○	○	○	○	○		○	○		
		鶏卵	○	○	○	○	○		○	○		
		牛乳	○	○	○	○	○		○	○		
	建設、居住等に関する土地利用の状況			建設作業の年間作業時間	○	○	○	○	○		○	○
				掘削深さ	○	○	○	○	○		○	○
				建設作業時の遮蔽係数	○	○	○	○	○		○	○
				建設作業時の粉塵濃度	○	○	○	○	○		○	○
微粒子への濃縮係数				経口及び皮膚				○	○			
皮膚表面のダストの厚み							○	○				
建設作業時のダストの密度							○	○				
建設作業者の呼吸量				○	○	○	○	○		○	○	
微粒子への濃縮係数				吸入可能な粒子					○			
経口摂取率								○				
居住時間				○	○	○	○	○		○	○	
居住時の遮蔽係数				○	○	○	○	○		○	○	
居住時の粉塵濃度	○	○	○	○	○		○	○				
居住者の呼吸量	○	○	○	○	○		○	○				

1) 低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について(平成12年9月)  
 2) 低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について(平成19年5月)  
 3) 主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて(平成11年3月)  
 4) 原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するものうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について(平成16年12月)  
 5) ウラン取扱施設におけるクリアランスレベルについて(平成21年10月)  
 6) 日本原子力研究所東海研究所廃棄物埋設事業許可申請書(平成5年10月)  
 7) 六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター 廃棄物埋設事業許可申請書(昭和63年4月)(1号埋設)  
 8) 六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター 廃棄物埋設事業変更許可申請書(平成9年1月)(2号埋設)

表 2.3-9 埋設施設の概念設計のための評価パラメータ項目一覧（その3、元素依存パラメータ項目）

評価パラメータ項目	パラメータの有無						
	第3次中間報告 <sup>1)</sup>	濃度上限値再計算 <sup>2)</sup>	主な原子炉施設クリアランスレベル <sup>3)</sup>	H16CL再計算_付属 <sup>4)</sup>	ウラン取扱施設クリアランスレベル <sup>5)</sup>	原子力機構申請書 <sup>6)</sup>	日本原燃申請書 <sup>7)</sup>
土壌から農作物(米)への移行係数	○	○	○		○		○
土壌から農作物(葉菜、非葉菜、果実)への移行係数	○	○	○	○	○		
土壌から農作物(飼料)への移行係数	○	○	○		○		
飼料飼育水から畜産物(鶏卵)への移行係数	○	○	○		○		○
飼料飼育水から畜産物(牛乳)への移行係数	○	○	○		○		○
飼料飼育水から畜産物(牛肉)への移行係数	○	○	○		○		○
飼料飼育水から畜産物(豚肉)への移行係数	○	○	○		○		○
飼料飼育水から畜産物(鶏肉)への移行係数	○	○	○		○		○
放射性核種の河川水から河川岸土壌への移行係数			○				
放射性核種の海水から海岸砂への移行係数			○				
養殖淡水産物・河川産物(魚類)への濃縮係数	○	○	○		○		○(沼産物)
河川産物(無脊椎)への濃縮係数			○				
海産物(魚類)への濃縮係数			○			○	
海産物(無脊椎)への濃縮係数			○			○	
海産物(藻類)への濃縮係数			○			○	
核種の放出係数	○	○	○		○	○	
移行経路の分配係数(帯水層土壌の分配係数)	○	○	○		○	○	○(地層ごとに設定)
農耕土壌の分配係数	○	○	○		○		
内部被ばく線量換算係数(吸入・経口)	○	○	○	○ <sup>B)</sup>	○	○	○
皮膚被ばく線量換算係数				○ <sup>B)</sup>	○		
外部被ばく線量換算係数		○ <sup>A)</sup>	○	○	○	○	○

- 1) 低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について(平成12年9月)
- 2) 低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について(平成19年5月)
- 3) 主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて(平成11年3月)
- 4) 原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するもののうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について(平成16年12月)
- 5) ウラン取扱施設におけるクリアランスレベルについて(平成21年10月)
- 6) 日本原子力研究所東海研究所廃棄物埋設事業許可申請書(平成5年10月)
- 7) 六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター 廃棄物埋設事業許可申請書(昭和63年4月)(1号埋設)、廃棄物埋設事業変更許可申請書(平成9年1月)(2号埋設)

- A) トレンチ、ピット及び余裕深度についてそれぞれ設定。  
 B) 作業者に対してはPubl.68を、一般公衆に対してはPubl.72を使用。

表 3.1-1 立地条件項目に係る国内状況等の調査対象一覧（その1）

立地条件項目	分類	調査データ等	備考
火山活動 (自然環境)	排除関連項目	我が国全体の概況は参考文献 <sup>1)</sup> などを参照。第四期火山の位置、活動履歴、活動範囲や火山フロントの位置、限定地域の調査文献等を参照。	特になし
地震 (自然環境)	設計関連項目 (排除関連項目)	地震動による一般的な自然災害について調査。地震の影響で生じる自然災害の種類もある程度予測されており、種々の書籍 <sup>2)</sup> を参照。	設計地震力→「施設の設計条件」の評価で参照。
活断層 (自然環境)	排除関連項目	活断層の有無や分布、伏在断層の存在可能性、確認されている活断層の規模や活動性等を調査。活断層に言及した原子力安全委員会の耐震設計審査指針などを参照。	特になし
津波 (自然環境)	排除関連項目	津波の実例やその被害に係る情報を参照。当該場所の標高等を絞り込める場合は、特定地域に係る資料 <sup>3)</sup> を参照。	特になし
地すべり (自然環境)	設計関連項目	一般的事例について関係学会の資料 <sup>4)</sup> を参照。全国的に分布しており、地質や地形との関係について調査されていることから、特定の地域についてはその地質等調査結果や関連資料を参照。	特になし
陥没 (自然環境)	排除関連項目	事例について関係学会の資料 <sup>5)</sup> を参照。地質や地形との関係が大きいことから、特定の地域についてはその地質等調査結果や関連資料を参照。	特になし

1) JNC (1999) 、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1 わが国の地質環境、JNC TN1400 99-021.

2) 例えば、日本地形学連合 (1996) 、地形学から工学への提言 地形工学セミナー1、古今書院

3) 例えば、岩手県、岩手県地震・津波シミュレーション及び被害想定調査に関する報告書 (概要版) 、2004.

4) 例えば、日本応用地質学会、斜面地質学—その研究動向と今後の展望—、1999.

5) 例えば、地盤工学会、地盤調査の方法と解説、丸善、2004.

表 3.1-2 立地条件項目に係る国内状況等の調査対象一覧（その2）

立地条件項目	分類	調査データ等		備考
台風・豪雨 (自然環境)	設計関連項目	気象庁のホームページ等に掲載されている過去の気象観測データ <sup>1)</sup> 等を参照。		排水等、設備設計の条件として参照。
異常寒波 (自然環境)	設計関連項目	気象庁のホームページ等に掲載されている過去の気象観測データ <sup>2)</sup> 等を参照。		覆土等、設備設計の条件として参照。
豪雪 (自然環境)	設計関連項目	同上		埋施設等、設備設計の条件として参照。
高潮 (自然環境)	排除関連項目	同上		特になし
洪水 (自然環境)	排除関連項目	気象庁のホームページ等に掲載されている防災用の気象情報 <sup>3)</sup> 等を参照。洪水は低地において起こり易いことから、結果的に、低地を対象とした調査となる。		特になし
地盤、地耐力、 断層等の地質 及び地形等 (自然環境)	設計関連項目 (排除関連項目)	地耐力やN値に関する関係学会の資料 <sup>4)</sup> 等を調査。例えば、N値はボーリング掘削工事に付随する取得データの一つであることから、ボーリング情報を調査。		地盤強度(N値50深度等)→「施設の設計条件」の設定で参照。
風向、風速、降 水量等の気象 (自然環境)	設計関連項目	関係学会の資料 <sup>5)</sup> 等を調査。		設計・評価の条件として参照。
河川・地下水等 の水象及び水 理 (自然環境)	設計関連項目	全国の地下水井観測データの文献情報 <sup>6)</sup> 等を調査。		評価パラメータ ・浸透水量 ・河川までの距離 ・地下水流速 ・地下水流量 ・帯水層(土壌)間隙率 ・土壌密度 ・流水方向の分散長 ・河川水流量 ・地下水位
近接工場等に おける火災、爆 発等 (社会環境)	排除関連項目	種々の防災関連情報 <sup>7)</sup> 等を参照。		必要に応じ、評価条件として参照。
河川水、地下 水等の利用状 況 (社会環境)	設計関連項目	国土交通省の公開情報 <sup>8)</sup> 等を参照。	評価パラメータ ・井戸水の混合割合 ・処分場下流端から井戸までの距離 ・河川水飲用量 ・人の年間飲料水摂取量	

1) <http://www.jma.go.jp/jma/menu/obsmenu.html>

2) <http://www.jma.go.jp/jma/menu/obsmenu.html>

3) <http://www.jma.go.jp/jma/menu/flash.html>

4) 例えば日本建築学会、小規模建築物基礎設計の手引き、丸善、1983.

5) 例えば国立天文台、環境年表、丸善、2009.

6) 例えば日比谷啓介、稲葉武史、他、わが国の地下水流動特性に関する研究、JNC TN7400 99-004、1999.

7) 例えば防災システム研究所ホームページ、<http://www.bo-sai.co.jp/>

8) 例えば国土交通省(水資源部水資源計画課総合水資源管理戦略室)、日本の水資源 平成21年版、2009.

表 3.1-3 立地条件項目に係る国内状況等の調査対象一覧（その3）

立地条件項目	分類	調査データ等	備考
<p>農業、畜産業、漁業等食物に関する土地利用等の状況（社会環境）</p>	<p>設計関連項目</p>	<p>農林水産省の統計情報<sup>1)</sup>等を参照。</p>	<p>評価パラメータ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・河川・沼産物の年間摂取量(魚類、無脊椎動物)</li> <li>・家畜の飼育水飲用量(肉牛、乳牛、豚、鶏)</li> <li>・経根吸収係数</li> <li>・灌漑水量(田、畑、牧草地)</li> <li>・土壌水分飽和度(田、畑、牧草地)</li> <li>・灌漑水浸透水量</li> <li>・灌漑土壌真密度</li> <li>・実効土壌深さ</li> <li>・放射性核種の土壌残留係数</li> <li>・灌漑土壌空隙率</li> <li>・放射性核種の農作物(葉菜、牧草)表面への沈着割合</li> <li>・灌漑水年間生育期間</li> <li>・Weathering 効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数</li> <li>・土壌実効表面密度</li> <li>・養殖淡水産物(魚類)の年間摂取量</li> <li>・養殖淡水産物の地下水利用率</li> <li>・養殖淡水産物の市場係数</li> <li>・養殖淡水産物の輸送時間</li> <li>・農作物の市場係数</li> <li>・農作物の輸送時間</li> <li>・畜産物の市場係数</li> <li>・農作物の栽培密度(葉菜、牧草)</li> <li>・農作物の年間摂取量(米、葉菜、非葉菜、果実)</li> <li>・農耕作業時の粉塵濃度</li> <li>・農耕作業者の呼吸量</li> <li>・農耕作業の年間作業時間</li> <li>・農耕作業時の遮へい係数</li> <li>・耕作深さ</li> <li>・畜産物の輸送時間</li> <li>・牧畜作業時の年間作業時間</li> <li>・牧畜作業時の遮蔽係数</li> <li>・牧畜作業時のダスト濃度</li> <li>・牧畜作業者の呼吸量</li> <li>・放射性核種を含む飼料の混合割合</li> <li>・家畜の飼料摂取量(肉牛、乳牛、豚、鶏)</li> <li>・畜産物の年間摂取量(牛肉、豚肉、鶏肉、鶏卵、牛乳)</li> </ul>

1) 例えば農林水産省統計情報、<http://www.maff.go.jp/j/tokei/index.html>.

表 3.1-4 立地条件項目に係る国内状況等の調査対象一覧(その4)

立地条件項目	分類	調査データ等	備考
建設、居住等に関する土地利用の状況 (社会環境)	設計関連項目	国土交通省の統計情報 <sup>1)</sup> 等を参照。	評価パラメータ ・建設作業の年間作業時間 ・掘削深さ ・建設作業時の遮蔽係数 ・建設作業時の粉塵濃度 ・微粒子への濃縮係数 ・皮膚表面のダストの厚み ・建設作業時のダストの密度 ・建設作業者の呼吸量 ・微粒子への濃縮係数 ・経口摂取率 ・居住時間 ・居住時の遮蔽係数 ・居住時の粉塵濃度 ・居住者の呼吸量
人口分布等 (社会環境)	設計関連項目	国税調査結果 <sup>2)</sup> 等を参照。	「河川水、地下水等の利用状況」や「農業、畜産業、漁業等食物に関する土地利用等の状況」の設定において間接的に考慮。
石炭、鉱石等の天然資源 (社会環境)	排除関連項目	有用な天然資源の定義について、関連法令 <sup>3)</sup> 等を参照。 我が国の鉱物等資源の賦存状況、地域性のある資源の賦存状況について地域ごとに文献等調査。	特になし
交通(航空機等の飛来物) (社会環境)	設計関連項目 (評価対応)	極めて頻度の低い事象であり、立地場所近隣に飛行場がある等の特徴的な事情が無ければ、評価する必要性は低い。国の通達等を参照し、飛行空域の範囲を確認。	特になし

1) 例えば国土交通省土地総合情報ライブラリー、<http://tochi.mlit.go.jp/index.html>.

2) 例えば総務省総務省統計局ホームページ、<http://www.stat.go.jp/index.htm>.

3) 例えば鉱業法(昭和25年法律第289号)。ここでは採取規制対象として41種類の鉱物を定めている。

表 3.2-1 典型的な丘陵地形の特徴

	種類	例示丘陵名	稜線	地質	比高	起源
a	中期更新世の堆積面	多摩丘陵	河成・海成段丘面	前～中期更新世堆積層	谷底面から～600m	関東平野の盆地構造発達の過程で、周囲の台地・低地部分より一段階早く隆起。
b	中期更新世の堆積面	仙台西方～奥羽山脈東縁	河成・海成段丘面	中期～前期更新世堆積層、鮮新世及び中新世堆積岩	中位段丘より50～100m	中期更新世の以降の緩やかな隆起。
c	古期岩類を切る削剥面	北上山地北縁	海成段丘面等	前期中新世未固結堆積物、中生代固結堆積岩、花崗閃緑岩(風化)	付近の谷底面から100～150m	中新世以降の削剥、堆積、開析、従順化
d	隆起速度の大きな地域	東頸城～魚沼	高位段丘及びそれ以降の削剥小起伏面	中期更新世の堆積層	付近の谷底面から100～200m、信濃川から350～600m	褶曲の成長を伴う大きな隆起、削剥
e	火山碎屑物堆積面	鳴子・鬼首火山東方	開析された火砕流堆積物等(堆積面を残さないことあり)	数十年前の火砕流堆積物	付近の谷底面から～数十m	火砕流堆積後速やかな開析(数万年)

参考文献 23 の記述内容を整理

表 3.2-2 新旧の段丘の一般的特徴

		新しい段丘	古い段丘
段丘面	現河床からの比高または高度	低い	高い（例外：埋没段丘及び沈水段丘）
	残存状態及び連続性	広く、広範囲に連続し、流路跡地などの旧低地の原型が保存されている。	狭く、段丘開析谷で分断され、旧低地の原型が失われている。
	段丘開析谷	少なく、短く、幅が狭く、浅い	多く、長く、幅が広く、深い
	旧低地時代に形成された単式低地の残存状態	流路跡地、自然堤防、後背湿地等	不明瞭
段丘崖	縦断形と傾斜	崖頂線と崖麓線がともに明瞭で、急斜面の直線斜面に近い。	頂部は凸形斜面で、崖頂線画不明瞭、中部は直線斜面、基部は凹形斜面で崖麓線が不明瞭。
	浸食谷・ガリーの発達状態	少なく、短い、深浅多様。	多く、長い、深い。
	起こりやすい集団移動の様式	崩落（落石、岩盤崩壊）、地すべり	匍行、地すべり
	植生被覆	露岩が多く、自然林や竹林、耕地は稀。	露岩は少なく、人工林や畑、桑畑、稀に水田。
段丘堆積物	現成堆積物との比較	粒径、岩質がほぼ同じ	粒径、岩質が異なることもある。
	風化程度と土壌の厚さ	新鮮～弱風化、土壌は薄い。	中風化～強風化（腐れ礫を含む）、土壌は厚い。
段丘堆積物基底の基盤岩石の風化状態		薄い	厚い
後背斜面または支流に由来する被覆堆積物の形成した地形種の被覆状態		少ない：小規模な崖錐、沖積堆、支流の扇状地が被覆する。	多い：麓屑面、崖錐、沖積堆、地すべり堆、支流の扇状地が堆積する。
降下火砕堆積物（テフラ）の被覆		ないか、あっても薄い	厚く、古い風化火山灰（ローム層）もある。ただし、火山の風上地域や遠隔地域にはない。

参考文献 26 より作成

表 3.2-3 低地の分類と特徴

主要な地形種 (日本の場合)		土地条件		表層地盤 (約 5 m以浅)		昔の農業的土地利用		建設工事で問題となる事項 (自然災害を除く)	
		主要構成物質 (整形物質)	N 値	地下水 面深度 (m)	(1965 年以前の旧版地形図 で完全な灌漑排水施設のない 場合)		構造物基礎, 盛土, 埋立	開削, トンネル	
河成 低地	河川敷	網状流路	礫層	>30	< 3	草地		洗掘, 側刻	湧水, 崩落
		蛇行流路	砂層	< 10	< 2	草地		側刻, 支持力不足	湧水, 土圧, 酸欠
		分岐流路	細砂層	< 10	< 1	草地		支持力不足	湧水, 土圧, 酸欠
	扇状地	扇状地面	礫層	>30	> 3	畑, 桑畑, 果樹園, 林			湧水, 崩落, 落盤
		扇頂溝	礫層	>30	> 3	草地		洗掘, 側刻	湧水, 崩落, 落盤
		流路跡地	礫層, 砂層	>30	> 1	畑, 乾田			湧水, 崩落, 落盤
	蛇行原	自然堤防	砂層	10~20	< 3	畑, 桑畑, 果樹園, 林			湧水, 土圧
		後背低地	砂泥互層	< 10	< 1	乾田, 湿田			湧水, 土圧, 酸欠
		後背湿地	泥層, 泥炭層	< 5	< 1	湿田, 沼田	支持力不足		湧水, 土圧, 酸欠
		流路跡地	泥層, 泥炭層	< 5	< 1	湿田, 沼田	支持力不足		湧水, 土圧, 酸欠
	三角洲	自然堤防	細砂層	10~20	< 3	畑, 果樹園, 林			湧水, 土圧
		後背低地	砂泥互層	< 10	< 1	乾田, 湿田	支持力不足		湧水, 土圧, 酸欠
		後背湿地	泥層, 泥炭層	< 5	< 1	湿田, 沼田	支持力不足		湧水, 土圧, 酸欠
		流路跡地	泥層, 泥炭層	< 5	< 1	湿田, 沼田	支持力不足		湧水, 土圧, 酸欠
		谷底堆積低地	砂礫, 泥層	多様	多様	各種		多様	湧水, 土圧
	支谷閉塞低地	泥層, 泥炭層	< 5	< 1	湿田, 沼田	支持力不足		湧水, 土圧, 酸欠	
	河成侵蝕低地	礫層, 岩盤	>30	多様	各種			湧水	
海成 低地	浜	礫浜	礫層	>30	< 2	裸地		洗掘	湧水, 土圧
		砂浜	砂層	< 10	< 2	裸地, 草地		洗掘	湧水, 土圧
		泥浜	泥層	< 5	< 1	裸地, 草地	支持力不足		湧水, 土圧
	浜堤	砂礫層	多様	> 4	畑, 桑畑, 果樹園, 草林地			湧水, 土圧	
	砂嘴, 沿岸州	砂礫層	多様	> 4	畑, 草林地	多様		湧水, 土圧, 酸欠	
	堤間湿地	泥層, 泥炭層	< 5	0 ~ 1	湿田, 沼田	支持力不足		湧水, 土圧, 酸欠	
	波蝕棚, 磯	固結岩	>30	< 1	裸地			湧水	
サンゴ礁	サンゴ石灰岩	>30	0 ~ 1	裸地			湧水		
砂丘	海岸砂丘	砂層	>10	>20	畑, 果樹園, 桑畑, 草林地	崩壊, 土圧		崩落	
	河畔砂丘	砂層	>10	>20	畑, 果樹園, 桑畑, 草林地	崩壊, 土圧		崩落	
湖沼成 低地	潟湖跡地	泥層, 泥炭層	< 5	0 ~ 1	湿田, 沼田	支持力不足		湧水, 土圧, 酸欠	
	泥炭地	泥炭層	< 5	0	草地	支持力不足		湧水, 土圧, 酸欠	
集団 移動成 低地	麓斜面	角礫層	>30	>10	畑, 桑畑, 果樹園, 林	基礎根入		崩落, 落盤	
	崖錐	角礫層	>30	>10	畑, 桑畑, 果樹園, 林	基礎移動		崩落, 落盤	
	沖積錐	角礫層	>30	>10	畑, 桑畑, 果樹園, 林	基礎根入		湧水, 崩落, 落盤	

海岸建設工事は、それぞれの地形種が海に接している場合を示す。

参考文献 27 より引用

表 3.2-4 河成低地の主要な地形種の諸特徴

	扇状地 alluvial fan	蛇行原 meander plain	三角州 delta	
形成位置の地形場	谷口から下流	扇状地の下流	蛇行原の下流	
等高線群の配置	谷口を中心とする同心円	自然堤防で下流に帯状に突出	海岸線にほぼ並行	
一般的傾斜	$>10^{-3}$	$10^{-3}\sim 10^{-4}$	$<10^{-4}$	
主要な河川	形成河川の流路形態	網状流路	蛇行流路	
	形成河川の水深	浅	深	
	流量変化の特異性	未無川, 水無川, 扇端湧泉川	名残川起源の湧泉川が多い	名残川起源の湧泉川が多い
	感潮河川・上り舟運	無・無	短・有	長・有
	人工河川の特徴	谷口に同心円的・放射状の用水路	後背低地に直線的な排水路	直線的, 格子状のクリーク
構成する単式地形種	河川敷	寄州, 中州が網状に錯綜, 大型扇状地では紡錘状川中島	広い寄州と中州もあるが, 平均結節網状度は1/km以下	広い川中島が多いが, 寄州は少ない
	自然堤防	谷口から放射方向で直線状, 礫質	河川に並行して蛇行, 砂質	低く, 不明瞭, 細砂～泥質
	後背低地	不明瞭, 砂礫質の越流堆積物	広く, 不定形, 細砂～泥質	極めて低平, 細砂～泥質
	後背湿地	無	有	広い
	後背沼沢地	無	有	多く, 広い
	流路跡地, 河跡湖	直線状, 河跡湖は稀	蛇行痕跡, 三日月湖	蛇行状・直線状, 三日月湖
	河畔砂丘	無	大河川の東岸に有	無
海岸の随伴地形種	海底勾配(20m以浅)	大 ( $>0.01$ )	中 (0.001～0.04)	小 ( $<0.04$ )
	浜	礫浜	砂浜	細砂浜～泥浜
	干潟	発達しない	幅が狭い	顕著で, 沼も発達
	浜堤	小規模 (1列)	顕著 (高く, 数列)	低いが, 数列
	沿岸州, 砂嘴, 潟湖	無～稀に発達	無～有	無～多
	海岸砂丘	ほとんど発達しない	顕著に発達	少なく, 低い
人文現象	主要な農業的土地利用 (大規模な農地改良地区を除く)	桑・果樹・普通畑, 林地; 扇端部と流路跡地に乾田 (実際には灌漑・農地改良で広く水田化)	自然堤防は桑・果樹・普通畑; 後背低地は乾田・湿田・沼田	自然堤防は普通畑, 林地; 後背低地は湿田, 沼田, 掘上田, 畑 (島畑); 昔は干潟に塩田
	古い集落の特徴	扇頂・扇側に塊村; 扇尖に散村・小塊村; 扇端に帯状集落・塊村 (扇端集落)	自然堤防に帯状集落・社寺; 後背低地で輪中集落・塊村; 後背湿地には集落・社寺ともに無い	蛇行原にはほぼ同じ, 浜堤上に帯状集落; 河口部に港町
	古い交通路と水路	谷口に対して同心円的および放射状	自然堤防では蛇行状; 後背低地で直線的; 後背湿地・沼沢地の周囲で円弧状	蛇行原とはほぼ同じ
地盤 (とくに表層堆積物の特徴)	全体が垂門礫～円礫の礫層で, 流路跡地では薄い砂泥層を伴う	自然堤防は砂層; 後背低地は泥層で泥炭層を伴う	自然堤防は細砂層; 後背低地は泥層で, 泥炭層を伴う	
地下水	扇頂と扇尖で深く, 扇端で浅いが多量にあり, 扇端泉が発達	自然堤防でやや深く, 後背低地で浅い	極めて浅く, 多量	

注1: 比較的大規模な3種の地形種の比較であるが, 個々の地区では, すべての特徴が揃っているとは限らない。

注2: 海岸の随伴地形種は, 扇状地または蛇行原が海に直接に面している地形場での状態を示す。

参考文献 27より引用

表 3.2-5 検討を行う地形分類

地形分類	種類	地形形成時代	主要構成地質
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	岩盤, 風化岩
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降	
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世	
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降	岩盤, 風化岩, 礫
	溶岩・火砕流台地	完新世	
	石灰岩台地	更新世以降?	
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	礫, 砂
		蛇行原	砂, 泥, 泥炭
		三角洲	泥, 粘土
	海成低地	完新世	泥, 粘土
	海岸段丘	更新世以降	岩盤, 風化岩, 礫

表 3.3-1 火山・火成活動が施設に及ぼす影響

地形分類	種類	地形形成時代	火山・火成活動の影響
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	第四紀火山の分布地から十分離れた立地場所であれば影響は考慮する必要はない。
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降	
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世	
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降	第四紀火山の分布地から十分離れた立地場所であれば影響は考慮する必要はない。
	溶岩・火砕流台地	完新世	
	石灰岩台地	更新世以降?	
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	第四紀火山の分布地から十分離れた立地場所であれば影響は考慮する必要はない。
		蛇行原	
		三角洲	
	海成低地	完新世	
	海岸段丘	更新世以降	



表 3.3-3 地震動が立地条件に及ぼす影響

地形分類	種類	地形形成時代	地震動による影響*		
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	崩壊(中)		
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降	崩壊(小)		
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世	崩壊(中), 土石流(中)		
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降	段丘崖における崩壊(中)		
	溶岩・火砕流台地	完新世	段丘崖における崩壊(中)		
	石灰岩台地	更新世以降?	陥没(小)		
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	完新世	斜面部をのぞき、地質及び地形条件から、崩壊や液状化による被害を生じる可能性は小さい。	
		蛇行原	完新世		液状化(大)
		三角洲	完新世		液状化(中～大), 沈下(大)
	海成低地	完新世	液状化(中～大), 沈下(大)		
	海岸段丘	更新世以降	段丘崖における崩壊(中)		

\*大, 中, 小は生じる確率の相対的な程度

表 3.3-4 地震による水理環境変化が立地条件に及ぼす影響

地形分類	種類	地形形成時代	地震による水理環境の変化の影響
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	断層活動が生じた場合少なくとも数km内の場所では地下水の変動が生じる可能性がある。地下水がどのように変動するかを調査により予測することは難しい。したがって、近傍に活断層の存在可能性があり、そこから数km内の場所であれば、地下水の変動すなわち水位の上昇及び下降に対する設計・施工や安全評価による考慮が必要と考えられる。
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降	
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世	
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降	
	溶岩・火砕流台地	完新世	
	石灰岩台地	更新世以降?	
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	完新世
		蛇行原	完新世
		三角洲	完新世
	海成低地	完新世	
	海岸段丘	更新世以降	

表 3.3-5 活断層が立地条件に及ぼす影響

地形分類	種類	地形形成時代	活断層による影響
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	活断層による施設の直接破壊を避けるために、立地箇所周辺の調査において以下のことを確認し、活断層の影響の及ばない場所を立地場所として選定する必要がある。 ・活断層の有無及び分布 ・伏在断層の存在可能性 ・確認された活断層の規模及び活動性
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降	
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世	
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降	
	溶岩・火砕流台地	完新世	
	石灰岩台地	更新世以降?	
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	完新世
		蛇行原	完新世
		三角洲	完新世
	海成低地	完新世	
	海岸段丘	更新世以降	

表 3.3-6 主要な山地の隆起速度

m/100年

	地質・浸食地形に基づく値	段丘地形に基づく値	測地データ	変動の様式
夕張山地	0.04-0.05 (2Ma)	0.028-0.032 (0.15Ma)	—	1
日高山脈	0.04-0.05 (2Ma)	0.040-0.052 (0.15Ma)	—	1
奥羽山脈	0.04-0.05 (2Ma)	0.033-0.075 (0.12Ma)	0.41	1
出羽山地	0.025-0.05 (2Ma) 0.004 (2.5Ma)	—	0.37	1
越後丘陵	0.025-0.04 (2Ma) 0.13-0.17 (0.6Ma)	—	背斜部 0.02-0.33	1
丹沢山地	0.030-0.040 (2.5Ma) 0.011-0.036 (3Ma)	0.028 (0.15Ma) 0.25 (0.08Ma) 0.30-0.40 (0.01Ma)	—	1
赤石山脈	>0.125 (2Ma)	0.052 (0.15Ma)	0.88	1
飛騨山脈	>0.075 (2Ma)	0.124-0.244 (0.15Ma)	—	2
木曾山脈	0.05-0.075 (2Ma)	—	—	2
六甲山地	0.05 (1Ma)	—	—	2
養老山地	0.06-0.08 (1Ma)	—	—	2
阿讃山地主稜部	0.017-0.039 (2.0-1.2Ma)	—	—	2
飛騨高原	0.025-0.075 (2Ma)	—	—	3
丹波高原	0.05 (2Ma)	—	—	3
北見山地	0.025 (2Ma)	—	—	4
北上山地・阿武隈山地	0.025-0.035 (2Ma)	—	—	4
関東山地	0.04-0.05 (2Ma)	0.044-0.08 (0.15Ma)	—	4
中国山地	0.02-0.035 (2Ma)	—	—	4
紀伊山地	0.04-0.05 (2Ma)	0.02 (0.15Ma)	—	4
四国山地	0.04-0.075 (2Ma)	0.032 (0.15Ma)	—	4
九州山地	0.04-0.075 (2Ma)	—	—	4

( )内の数字は期間

変動の様式) 1: 褶曲断層山脈, 2: 逆断層地塊, 3: 横ずれ断層地塊, 4: 曲隆山地

参考文献 29 より作成

表 3.3-7 海岸段丘が示す隆起速度

m/100年

地域(1/5万地形図名)	地質・浸食地形に基づく値	段丘地形に基づく値	測地データ
浦河(北海道)	—	0.027 (0.12Ma)	—
襟裳岬東部	—	0.002-0.008 (0.12Ma)	—
苫小牧付近(丘陵)	—	0.018-0.034 (0.12Ma)	—
北上低地帯	—	0.029-0.064 (0.11Ma)	—
関東平野周縁部	—	0.002-0.032 (0.12Ma)	平野北部 0.01-0.04
近畿	—	0.026-0.057 (0.12Ma)	—
有明海南部	—	0.016-0.024 (0.12Ma)	—
鹿児島	—	0.056 (0.12Ma)	—

( )内の数字は期間

参考文献 29 より作成

表 3.3-8 主な平野の沈降量

主な平野の沈降量		m/100年
	第四紀の沈降	現在及び後氷期の沈降
石狩平野	苫小牧北部 0.035 (1.7Ma) 苫小牧付近 0.004 (0.12Ma) 札幌周辺最大 0.088 (1.7Ma)	0.4
十勝平野	0.037 (1.7Ma) 0.004 (0.96Ma)	0.4-0.6
手塩平野	最大0.088 (1.7Ma)	0
釧路平野	0.027 (1.7Ma)	0.4-1.0
津軽平野	—	0
庄内平野	最大0.063 (3Ma) 0.050 (1.8Ma)	0-0.2
山形盆地	0.12 (0.25Ma)	0.4
秋田平野	0.10-0.13 (0.2-0.4Ma) 0.02 (2.5Ma) 0.01 (1.5Ma)	0
能代平野	0.04以上(2.5Ma) 0.01 (1.5Ma)	0
諏訪盆地	0.3 (更新世後期) 0.33 (0.12Ma)	後氷期 0.25
新潟平野	0.09-0.11 (0.7-1.6Ma)	0.2
関東平野	最大0.08 (3Ma) 0.08-0.11 (0.50-0.85Ma) 0.07-0.08 (1.7-1.9Ma)	0.1-0.2 茨城県南部は0.3-2
足柄平野	0.16-0.20 (0.25Ma) 0.076 (0.06Ma)	0-0.2 6.3Ka以降は0.06
富山平野	0.03-0.114 (0.5-0.7Ma) 黒部川付近 0.12 (0.5Ma)	0-0.2
加賀平野	0.042 (1.2Ma)	0-0.2
近江盆地(琵琶湖)	0.038-0.081 (0.08-0.8Ma) 琵琶湖最大0.06 (1.8Ma)	0.2-0.4
濃尾平野	0.06-0.077 (0.12-0.50Ma)	0.2-0.4
大阪平野(大阪湾)	大阪湾中央部 0.071 (3.5Ma) 湾中央部0.12以上 (1Ma) 0.054-0.065 (0.4-0.8Ma)	0.2-0.4
大分平野(別府湾)	別府湾0.012以上 (3Ma) 大分川上流 0.011 (1.2Ma) 0.07以上 (3Ma)	0.25
有明海沿岸	0.02 (0.12Ma) 熊本平野 0.11 (0.35Ma)	0.2-0.4

( )の数字は期間

参考文献 29 より作成

表 3.3-9 立地条件に応じた隆起・沈降とその影響

地形分類	種類	地形形成時代	隆起・沈降による影響
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	隆起による地表の削剥、風化。隆起量は数百年間で数10cm～数mである。立地箇所での隆起量の調査の結果必要と判断されれば、廃棄物への接近、処分場の力学的及び化学的劣化、水理・地化学環境の変化に対する設計・施工及び安全評価からの対応が必要である。
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降	
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世	
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降	隆起による地表の削剥、風化。隆起量は数百年間で数10cm～数mである。立地箇所での隆起量の調査の結果必要と判断されれば、廃棄物への接近、処分場の力学的及び化学的劣化、水理・地化学環境の変化に対する設計・施工及び安全評価からの対応が必要である。
	溶岩・火砕流台地	完新世	
	石灰岩台地	更新世以降？	
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	沈降による碎屑物等の堆積。沈降量は数百年間で数10～数mである。沈降・堆積は廃棄物との距離を増加することになるため、有利な条件となる可能性がある。水理・地化学環境の変化については安全評価での対応が考えられる。
		蛇行原	
		三角州	
	海成低地	完新世	
	海岸段丘	更新世以降	隆起による地表の削剥、風化。隆起量は数百年間で数10cm～数mである。立地箇所での隆起量の調査の結果必要と判断されれば、廃棄物への接近、処分場の力学的及び化学的劣化、水理・地化学環境の変化に対する設計・施工及び安全評価からの対応が必要である。

表 3.3-10 歴史上の主要な津波被害

(西暦)	(名称・震源等)	(津波高さ)	(主要被害地)
1703	元禄大地震	8 m 以上	犬吠埼～下田等
1707	宝永地震	—	紀伊半島～九州
1741	北海道南西沖	3m	熊石～松前
1771	八重山地震	18m	石垣島
1793	宮城沖	3～5m	岩手県中部～牡鹿半島沿岸
1854	安政東海地震、M8.4	3～4m	房総、沼津～伊勢湾
1854	安政南海地震、M8.4	15m	紀伊半島～九州、大坂
1896	明治三陸地震	38.2m	岩手県綾里
1923	関東地震	12m	熱海
1933	昭和三陸地震	—	—
1940	積丹半島沖地震	—	天塩
1944	東南海地震	8m	熊野灘沿岸
1946	南海地震	6m	静岡県～九州
1964	新潟地震	2～4m	—
1983	日本海中部地震	—	—
1993	北海道南西沖地震	30m	奥尻島
(海外の例)			
(西暦)	(名称・震源等)	(津波高さ)	(主要被害地)
1755	リスボン地震	—	—
1946	アリューシャン地震	30m(推定)	—
1960	チリ地震	—	三陸沿岸等
2004	スマトラ島沖地震	34m	スマトラ島、インド洋沿岸各国等

(フリー百科事典「ウィキペディア(Wikipedia)」の記述内容より作成)

表 3.3-11 立地条件に応じた津波の程度と影響

地形分類	種類	地形形成時代	津波による影響
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	歴史記録による被害津波の最大高さは約40mであることから、これより標高の高い場所では津波の影響は及ばない。海岸近くで標高が40m以下の場所であれば、津波来襲範囲及びその被害を予測し、津波の影響が無視できない場所に立地を行う場合には、それに耐えられる施設的设计・施工を検討する必要がある。
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降	
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世	
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降	津波来襲範囲及びその被害を予測し、津波の影響が無視できない場所に立地を行う場合には、それに耐えられる施設的设计・施工を検討する必要がある。
	溶岩・火砕流台地	完新世	
	石灰岩台地	更新世以降?	
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	完新世
		蛇行原	完新世
		三角州	完新世
	海成低地		完新世
	海岸段丘		更新世以降

表 3.3-12 地すべりの事例

分類	名称	地すべり地の地形	地質	原因となる地形・地質的特性
大規模かつ継続的に不安定化している斜面	鷲尾岳地すべり (北海道)	溶岩台地:標高250~350m 台地縁辺:比高100~150mの急崖 地すべり地地形の平均傾斜13度	漸新世堆積岩 鮮新世玄武岩	堆積岩の流れ盤構造。隆起による不安定化と風化の進行。基盤岩の局所的構造(地下水を集めやすい)。
	亀の背地すべり (奈良県)	標高約300m以下の斜面	新第三系の火山岩、火砕岩、堆積岩	河川浸食による不安定化。堆積岩の構造。スメクタイトを含む礫層
	地附山地すべり (長野県)	標高700m以下の斜面	中新世凝灰岩	風化及び鉍化変質により生じたモンモリロナイトの存在。
	苫多地すべり (北海道)	標高50~70mの丘陵の海岸斜面	白亜系泥岩(凝灰岩を挟む)	泥岩の層理に沿うスレーキング。挟在する凝灰岩(すべり面となる)。流れ盤構造(傾斜約20度)。波浪による斜面の不安定化。
人口改変で不安定化が促進された斜面	兵庫県西部 (ゴルフ場造成地)	標高最大400m, 谷底標高150m	粘板岩, 砂岩, 岩脈	切り土のり面で発生したクラックによるブロック化。古い風化層の地すべり土塊を切り土したことによる再滑動。
	岩手県花巻市 (道路切り土のり面)	標高400~800mの山地	第三紀プロピライト, 火砕岩	地表から20~40mの強風化~変質を被った岩層部分。
	広島県竹原市 (道路切土のり面)	小起伏山地から続く標高25~30mの尾根	風化した白亜紀花崗岩	3~4mの強風化帯、のり面に平行または斜交した節理、熱水粘土層。施工後30年間で岩盤の緩みが進行。
	段丘面の地すべり (道路切土のり面)	比高約15mの段丘面縁辺	鮮新世砂岩・凝灰岩・亜炭層、段丘堆積物	切土のり面に対し7~10度の流れ盤構造(堆積岩の層理面)、とくに亜炭層が不透水層となりその上面にすべり面が形成。砂質土層の流動化。
	奄美大島 (道路切り土のり面)	標高60~200mの斜面	白亜系砂岩・粘板岩(四万十帯)	厚い風化殻。過去の地すべりの再滑動。無秩序な走向傾斜、破砕帯及び熱水変質起源の粘土。
	山口県中央部 (道路切り土のり面)	標高300m前後の小起伏山地	片岩・蛇紋岩(三郡変成帯)	蛇紋岩の風化、強風化蛇紋岩/片岩境界が粘土化しすべり面となる。
	新潟県葉師トンネル (トンネル施工が起因)	標高300m以下の丘陵、地溝状の凹地。	中新世泥岩等(軟岩)	箱型背斜、多くの断層が発達、逆転等複雑な地質構造。周辺は地すべりが多い。風化進行。
構成岩型・地形発達史などに共通性を持つ地域での不安定化斜面	奥羽山脈西縁~奥羽丘陵	丘陵	中新世の珪質泥岩	第四紀の地盤隆起や衝上断層に伴う岩盤すべり、堆積時の海底地すべり。
	山形県北西~宮城県南東部	標高100~200mの丘陵	中~鮮新世砂岩・泥岩・凝灰岩(グリーンタフ)	断層や褶曲の発達地。層理面や亀裂面がすべり面となる。過去の崩積土の再滑動。
	怒田・八畝地すべり (四国山地)	皿面:標高300~600m, 広い範囲で緩斜面が発達。多くの集落や水田が認められる。	緑色岩類(御荷鉾帯)	深部まで進行した風化変質による粘土化
	成羽層群地すべり (岡山県)	地すべり地形の上端は高位平坦面に近いものが多いが、下端は低位段丘面や現河床面まで達する。	夾炭砂岩・頁岩互層	炭層を挟む砂岩・頁岩互層がすべり面となっている。
	泉南郡岬町 (大阪府)	標高200m以下の斜面	白亜紀の砂岩泥岩互層	岩盤クリープから岩盤すべりへの移行。それを可能とする条件は、硬質な砂岩と硬質な砂岩が互層し岩盤の延性度較差が大きい、平滑で連続性のよい層理面が中程度の角度で傾斜、砂岩の変形を支配する節理群が層理面の方向と調和的に発達。
	シラスの斜面の崩壊 (南九州)	標高100m以下の斜面	第四紀の火砕流堆積物	急斜面の表層で崩壊が発生、シラス表面の風化・劣化が影響。
	奥尻港地すべり (北海道)	標高120m及び140mに海成段丘面を乗せた細長い尾根の先端部	中~鮮新世の火山岩・火砕岩	ステージIは岩盤風化が起因、ステージIIは粘土の存在、斜面上部の崩れやすい地質、小断層亀裂の発達が起因。

参考文献 35 の内容を要約

表 3.3-13 立地条件に応じた地すべりの可能性と影響

地形分類	種類	地形形成時代	地すべりの影響	
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	流れ盤構造、風化、破碎帯及び熱水変質による粘土化、炭質層を挟む互層等の条件が地すべりの原因となるので、事前調査と、地すべりが発生する可能性がある場合はその防止施工が必要である。	
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降		
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世		
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降	段丘崖など急斜面での地すべり発生の可能性あり。斜面から離れた平坦面であれば、地すべりの発生可能性は小さい。	
	溶岩・火砕流台地	完新世		
	石灰岩台地	更新世以降？		
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	完新世	地すべりの発生可能性は小さい。
		蛇行原	完新世	
		三角州	完新世	
	海成低地	完新世		
	海岸段丘	更新世以降	段丘崖など急斜面での地すべり発生の可能性あり。	

表 3.3-14 陥没が立地条件に及ぼす影響

地形分類	種類	地形形成時代	陥没の発生可能性	
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	鉱山開発等による地下空洞が存在する場所以外は、陥没の発生可能性は小さい(石灰岩をのぞく)。	
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降		
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世		
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降	鉱山開発等による地下空洞が存在する場所以外は、陥没の発生可能性は小さい。	
	溶岩・火砕流台地	完新世	シラスなど火砕流堆積物中に地下空洞が存在すると陥没発生の可能性がある。	
	石灰岩台地	更新世以降？	ドリーネ等の空洞が存在すると、陥没発生の可能性がある。	
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	完新世	鉱山開発等による地下空洞が存在する場所以外は、陥没の発生可能性は小さい。なお、液状化による陥没は除く。
		蛇行原	完新世	
		三角州	完新世	
	海成低地	完新世		
	海岸段丘	更新世以降		

表 3.3-15 高潮の影響が及ぶ範囲

地形分類	種類	地形形成時代	高潮の影響が及ぶ範囲	
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	—	
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降		
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世		
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降		
	溶岩・火砕流台地	完新世		
	石灰岩台地	更新世以降？		
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	完新世	遠浅の海が陸地に入り込んでいる地形(湾など)では影響が及ぶ可能性がある。
		蛇行原	完新世	
		三角州	完新世	
	海成低地	完新世		
	海岸段丘	更新世以降		

表 3.3-16 洪水の発生頻度

地形分類	種類	地形形成時代	洪水の発生可能性
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	1
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降	
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世	
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降	
	溶岩・火砕流台地	完新世	
	石灰岩台地	更新世以降？	
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	2
		蛇行原	3
		三角州	3
	海成低地	完新世	3
	海岸段丘	更新世以降	1

1:ほとんど発生しない  
 2:低頻度  
 3:高頻度

表 3.3-17 長期許容地耐力とN値との対応(案)

地 盤		長期許容地耐力度 (KN/m <sup>2</sup> )	N値との 対応目安
岩盤		300	30以上
礫層		300	30以上
粘土質地盤	非常に硬い	200	15~30
	硬い	100	8~15
	中位	50	4~8
	軟らかい	30	2~4
	非常に軟らかい	20以下	2以下
砂質地盤 (地下水面上)	密なもの	300	30~50
	中位	100~200	10~30
	ゆるい	50	5~10
	非常にゆるい	30以下	5以下
ローム質地盤	硬い	150	5以上
	やや硬い	100	3~5
	軟らかい	50以下	3以下

参考文献 41 より作成

表 3.3-18 各地形場を形成する表層地質

地形種	構成岩種	N 値
山地・丘陵	岩盤	>30
	風化帯	>30
	カルスト台地	>30
段丘	砂礫段丘	>30
	岩石段丘	>30
	ローム段丘	2~10
低地	扇状地(砂礫)	>30
	蛇行原(砂)	10~20
	蛇行原(砂、泥、泥炭)	<10
	三角州(泥、シルト)	<10
	三角州(泥、泥炭)	<5

参考文献 30 の記述より作成

表 3.3-19 地形分類ごとに想定される N 値及び長期許容地耐力度

地形分類	種類	地形形成時代	表層地質	N値	想定される長期許容地耐力度kN/m <sup>2</sup>
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	岩盤, 風化岩	岩盤>50 風化岩<50	岩盤:300以上
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降			
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世			
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降	岩盤, 礫	岩盤・礫: ≥50 口一ム層: 2~10	岩盤・礫: 300以上 口一ム層: 30~50
	溶岩・火砕流台地	完新世			
	石灰岩台地	更新世以降?			
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	礫, 砂	≥50	300以上
		蛇行原	砂, 泥, 泥炭	<20	150以下
		三角洲	泥, 粘土	<10	50以下
	海成低地	完新世	泥, 粘土	<10	50以下
	海岸段丘	更新世以降	岩盤, 礫	岩盤・礫: ≥30 口一ム層: 2~10	岩盤・礫: 300以上 口一ム層: 30~50

表 3.3-20 国土情報データベースからのN値整理結果表(1)

No.	地形	北緯 dd, mmsss	東経 ddd, mmsss	県名	工事名称	調査年	孔口 標高 m	掘削 長さ m	孔内水 位 GL, m	表土・軟弱地盤と基岩の境界		N値>50の深度及び地質		透水係数 cm/sec	備考	データベースファイル名	河川間の 距離 km
										境界の種類	上位層/下位層	深度 GL, m	N値>50の地質				
1	小起伏山地・丘陵	44.25022	142.17040	北海道	一般国道275号線中標町河天北陸建設車線	2004	183.2	10.0	0.9	粘土・泥岩	13.90	4.65	泥岩	-	BEDHK20042702210006.XML	1.0~3.0	
2	小起伏山地・丘陵	44.45982	142.02494	北海道	一般国道名寄市街地延長道路地すべり	2002	354.1	19.0	-	堆積土/泥岩	13.85	13.30	石灰・凝灰岩	-	BEDHK022181730001.XML	0.5~1.0	
3	小起伏山地・丘陵	42.41366	142.24301	北海道	沙流川総合開発事業 付帯道路構築	2002	167.7	10.0	1.3	凝灰・強風化泥岩/泥岩	4.50	4.69	泥岩	-	BEDHK02405250011.XML	0.5~2.0	
4	小起伏山地・丘陵	39.03183	140.27552	秋田県	桑崎地区地盤調査	2002	204.8	47.0	28.7	砂質粘土/堆積堆積物	0.45	1.34	堆積堆積物	-	BEDTH20028246410200030008.XML	0.5~1.0	
5	小起伏山地・丘陵	37.04872	140.49048	福島県	F55北河内地区地盤調査	1981	102.8	7.2	4.9	砂質粘性土/岩盤	1.35	4.32	岩盤	-	BEDTH55040685003.XML	0.2~1.0	
6	小起伏山地・丘陵	37.57007	139.55039	山形県	F3野水池(中津川)法面設計	1991	326.7	14.0	4.5	シルト/砂利/砂質凝灰岩/風化	5.20	7.25	砂質凝灰岩/風化岩	-	BEDTH56397733005.XML	1.0~1.5	
7	小起伏山地・丘陵	36.34424	139.03045	群馬県	渡戸ハイパス地質調査	2004	281.5	10.0	10.9	細砂/粘土/安山岩	3.00	3.01	安山岩	-	BEDKT200385406020250013.XML	0.5~3.0	
8	小起伏山地・丘陵	35.36985	138.56476	山梨県	大月ハイパス地質調査	2002	379.7	16.0	4.7	粘土質ローム/固結ローム	5.70	7.29	固結ローム、凝灰角礫岩	-	BEDKT200283854120090004.XML	1.0~3.0	
9	小起伏山地・丘陵	36.50178	137.54180	長野県	小谷道路(外沢~光明地区)	2001	448.9	17.0	-	粘土質シルト/粘土混じり岩塊	2.60	3.09	粘土混じり岩塊	-	BEDHR0184396120130003.XML	0.5~1.5	
10	小起伏山地・丘陵	36.48112	136.57177	富山県	能登自動車道水見第四トンネル	2006	31.7	11.0	9.5	粘土/風化砂岩	0.40	6.33	風化砂岩	-	BEDHR01844541120260002.XML	0.5~1.0	
11	小起伏山地・丘陵	35.28534	136.42563	岐阜県	F13東海線状自動車道	2001	86.2	75.0	14.7	粘土/泥岩/互層	0.10	4.41	泥岩/互層	7.1-75	BEDCB01853356020750004.XML	0.5~2.0	
12	小起伏山地・丘陵	35.20922	136.28455	岐阜県	和田山八幡道路同地区	2004	179.6	21.8	8.9	凝灰(砂礫)/花崗岩	1.60	12.34	花崗岩	-	BEDKK038650000400110001.XML	0.5~1.5	
13	小起伏山地・丘陵	35.18432	135.16248	京都府	H14下八田地区歩道詳細設計	2002	77.5	18.3	4.4	粘土・粘土質砂礫/砂礫	16.95	18.3	砂礫	-	BEDKK028383600040040001.XML	0.5~2.0	
14	小起伏山地・丘陵	34.49271	135.18471	兵庫県	名庫道路兒子谷地区	2004	80.3	10.0	2.9	堆積(砂礫)/神戸層(凝灰岩)	6.60	7.03	神戸層(凝灰岩)	-	BEDKK038654210400080007.XML	0.5~1.0	
15	小起伏山地・丘陵	33.59534	135.11289	和歌山県	42号法面防災子備設計	2003	43.1	13.0	8.2	粘土質砂礫/砂岩	9.30	9.38	砂岩	-	BEDKK038665620400270014.XML	0.5~1.5	
16	小起伏山地・丘陵	35.29460	133.30009	鹿児島県	一般国道9号名和・淀江道路所子地区	2001	30.3	18.2	3.7	砂質土・有機質シルト/砂礫	1.80	10.41	砂礫	-	BEDCG018731610200130014.XML	0.5~2.0	
17	小起伏山地・丘陵	34.02277	133.50004	香川県	H13精・島道路込野地区	2001	151.1	21.5	17.1	-	-	5.19	泥・砂礫	-	BEDSK018830612000250001.XML	1.5~3.0	
18	小起伏山地・丘陵	33.51907	133.46571	高知県	大歩危地区	2003	182.5	6.0	-	堆積堆積物/片岩	2.65	3.00	片岩	-	BEDSK01883061200030002.XML	0.5~2.0	
19	小起伏山地・丘陵	34.27405	133.16208	広島県	松永道路建設(トンネル)	2002	38.5	21.2	15.4	風化土/花崗岩・閃緑岩	7.35	7.35	花崗岩・閃緑岩	-	BEDCG028750610200110001.XML	1.5~2.5	
20	小起伏山地・丘陵	33.54916	132.45355	愛媛県	H13松山北条ハイパス外1件	2001	28.2	18.0	-	堆積及び風化岩/花崗閃緑岩	7.00	7.10	花崗閃緑岩	-	BEDSK018850602000270008.XML	0.5~2.0	
21	小起伏山地・丘陵	34.59663	132.16518	鳥取県	江の川川平地区	2001	41.7	25.0	-	表土/砂質片岩	0.15	7.37	砂質片岩	-	BEDCG018737400200390002.XML	1.0~3.0	
22	小起伏山地・丘陵	32.12972	130.25351	熊本県	新水原野開運調査設計	2002	35.6	27.0	9.2	砂質土・凝灰土・粘性土/軟岩	25.00	25.00	軟岩	-	BEDQS20018950000201250005.XML	0.5~2.0	
23	小起伏山地・丘陵	33.24214	129.58069	佐賀県	清峰伊万里道路宇木伊万里地区	2002	33.5	12.0	3.3	堆積/花崗岩	1.70	3.37	花崗岩	-	BEDQS2001893860020250001.XML	0.5~1.0	

表 3.3-21 国土情報データベースからの N 値整理結果表 (2)

No.	地形	北緯 dd,mn,ss	東経 ddd,mn,ss	県名	工事名称	調査年	乳口 標高 m	埋削 長さ m	乳内外 径 CL-m	表土・成層地盤と基岩の境界		N値<50の深さ及び地質		透水係数		備考	データベースファイル名	河川間の 距離 km
										境界の種類	上位層/下位層	深さ GL-m	N値>50の地質	深さ GL-m	深度 cm/sec			
24	台地・河岸段丘	44.03144	143.31061	北海道	旭川紋別自動車道遠軽町ウネナイ沢橋	2006	84.5	7.0	3.9	砂礫/砂礫	1.35	1.65	砂礫・砂岩	-	-	BEDHK292309003.XML	0.5~2.5	
25	台地・河岸段丘	42.46772	143.11351	北海道	帯広弘尾自動車道	2003	118.9	9.0	3.8	シルト混じり砂/砂礫	1.30	3.65	砂礫	-	-	BEDHK10004.XML	0.5~4.5	
26	台地・河岸段丘	43.18060	142.22520	北海道	一般国道38号釧路市富良野道路橋架	2003	191.0	30.0	3.9	砂質シルト/シルト混じり砂礫	4.15	9.50	シルト混じり砂礫	-	-	BEDHK252695010.XML	0.5~1.5	
27	台地・河岸段丘	39.10940	141.08080	岩手県	盛岡西バイパス補設計	2003	120.5	13.4	1.0	シルト/砂礫	1.65	4.30	砂礫	1.6E-02	-	BEDTH2002825661020010003.XML	0.5~1.5	
28	台地・河岸段丘	39.10182	141.00436	岩手県	河川堤防の浸透に関する調査	2002	116.7	20.5	6.9	砂・シルト/砂礫	6.80	6.43	砂礫	-	-	BEDTH20028235600200210009.XML	0.5~1.5	
29	台地・河岸段丘	39.29130	140.26464	秋田県	H15西仙北地区	2003	22.8	8.0	1.7	砂質シルト/砂礫	2.00	5.40	砂礫	-	-	BEDTH2000882464002000030012.XML	0.5~2.0	
30	台地・河岸段丘	36.29807	139.37161	群馬県	姫宮川堤防点検	2005	88.5	9.5	5.7	黄土・砂質シルト/砂礫	3.50	4.28	砂礫	-	-	BEDKT200488316020670016.XML	0.2~1.0	
31	台地・河岸段丘	35.38240	139.32370	東京都	東古市場地盤調査	2005	31.1	19.5	7.9	黄土・砂礫	3.50	1.25	黄土・砂礫	-	-	BEDKT2004836604029210013.XML	0.5~1.0	
32	台地・河岸段丘	36.15668	139.12509	群馬県	八井島地盤調査	2005	49.8	29.3	9.7	黄土・礫混じり細砂/砂礫	8.50	14.3	砂礫	-	-	BEDKT200483456020510005.XML	0.5~1.0	
33	台地・河岸段丘	37.14214	138.55484	新潟県	郷之内清流雪	2002	86.1	21.2	3.6	シルト・細砂/砂礫	3.35	5.24	砂礫	5.0~5.7	6.5E-03	BEDHR0284336020220002.XML	0.5~1.5	
34	台地・河岸段丘	36.30471	137.13588	富山県	兼谷輪原道路(兼谷~輪原地区)	2004	142.1	12.0	-	黄土/砂礫・風化砂岩	0.40	4.29	砂礫・風化砂岩	-	-	BEDHR0384454120120008.XML	0.5~1.0	
35	台地・河岸段丘	36.38186	137.00119	富山県	新太田橋	2003	50.5	14.0	1.1	/砂礫	0.00	2.31	砂礫	-	-	BEDHR0384454120190003.XML	0.2~1.0	
36	台地・河岸段丘	35.58494	136.36134	岐阜県	H15神戸第1砂防圍丁実施設計	2004	222.0	10.0	8.5	シルト・粘土/砂礫	5.80	6.45	砂礫	-	-	BEDC00383532920250001.XML	1.0~2.0	
37	台地・河岸段丘	34.51824	136.25135	岐阜県	H17三重河川国道事務所管内調査	2005	88.0	5.4	-	砂・粘土/砂礫	2.30	4.22	砂礫	-	-	BEDC00383532920250001.XML	0.2~1.0	
38	台地・河岸段丘	35.18226	135.16003	京都府	H14下八田地区歩道詳細設計	2003	55.9	13.5	2.9	粘土・砂礫/	-	-	-	-	-	BEDKT02836360040040003.XML	0.5~1.0	
39	台地・河岸段丘	35.21182	134.45490	兵庫県	須田山八幡宮路養父地区道路詳細設計	2003	70.7	7.3	1.5	礫混じり粘土/砂礫	2.70	3.00	砂礫	-	-	BEDKT02836360040040003.XML	0.5~1.5	
40	台地・河岸段丘	34.04961	134.44578	徳島県	H14吉野川上流堤防調査	2003	32.7	25.1	9.9	黄土/砂礫	0.20	14.40	砂礫	-	-	BEDSK02883060200270004.XML	0.5~1.5	
41	台地・河岸段丘	34.27190	133.20050	広島県	長和地区地質調査	2002	80.8	19.0	7.1	砂/砂礫・流紋岩	5.50	6.35	砂礫・流紋岩	-	-	BEDC001875061020080008.XML	0.5~3.0	
42	台地・河岸段丘	32.57156	132.46213	高知県	H14神ノ川地区調査	2002	41.6	9.0	1.6	砂質土・砂礫/泥岩	5.00	6.11	泥岩	-	-	BEDSK028861612000160012.XML	0.5~1.0	
43	台地・河岸段丘	34.34566	131.47505	鳥取県	八幡管内地盤調査	2002	33.1	11.0	2.9	砂/砂礫	3.80	4.35	砂礫	-	-	BEDC00287575020010001.XML	0.5~2.0	
44	台地・河岸段丘	33.50293	130.45278	福岡県	八幡管内調査	2003	54.1	14.0	2.7	粘土・砂礫/マサ・風化岩	6.95	9.43	風化岩	-	-	BEDQS2002833550200050012.XML	0.5~1.5	
45	台地・河岸段丘	32.03328	130.36024	鹿児島県	市原第1層門	2003	173.4	16.6	3.0	砂礫・シラス/凝灰角礫岩	13.30	14.06	凝灰角礫岩	-	-	BEDQS12023119-00002.XML	0.2~1.0	

表 3.3-22 国土地盤情報データベースからの N 値整理結果表 (3)

No.	地形	北緯 dd m' s''	東経 ddd m' s''	県名	工事名称	調査年	人口 標高 m	掘削 長さ m	孔内水 位 GL.m	表土・軟弱地盤と基岩の境界		N値>50の地質		透水性係数 cm/sec	備考	データベースファイル名	河川間の 距離 km
										境界の種類	上位置/下位置	深度 GL.m	N値>50の地質				
46	低地	44.07190	144.04280	北海道	H17網走山外堤防洋細点検	2006	6.0 20.5	5.4	砂質シルト/砂	1.40	5.35 *	硬混じり砂	—	—	BEDHK2908770043.XML	1.0~2.0	
47	低地	37.92260	141.00102	福島県	第一沼田橋工部工	1987	2.2 15.3	0.3	砂質シルト/軟岩・風化岩	10.85	12.30	軟岩・風化岩	—	—	BEDTH166412050001.XML	0.5~2.0	
48	低地	39.19164	139.59193	秋田県	出戸地区地盤調査	1988	19.1 17.2	6.5	砂・軟岩・風化岩	15.50	16.30	軟岩・風化岩	—	—	BEDTH166412050001.XML	—	
49	低地	36.03541	140.01388	千葉県	H14藤ヶ丘道(つくば高須賀・島名地区)	2002	15.0 41.3	0.8	硬・細砂/密な細砂	27.85	30.44 *	密な細砂	11.0-11.5	6.2 E-04	BEDDK200283346020380008.XML	0.5~2.0	
50	低地	36.21228	139.54467	栃木県	堀忍川堤防点検	2005	49.2 23.4	7.3	硬混じり砂/砂礫	5.95	12.30	砂礫	8.0-9.2	3.0 E-03	BEDDK720048331602070008.XML	0.2~2.0	
51	低地	35.49556	139.39341	埼玉県	浦和及び草加地区地盤調査	1986	4.8 33.5	2.9	砂・シルト/礫	23.9	26.22	礫	—	—	BEDKT333955930004.XML	0.5~2.0	
52	低地	35.28000	136.42480	岐阜県	H13東海環状幹線地区No.1	2001	88.4 75.0	30.4	黄土/堆積岩	0.90	5.35	砂岩・頁岩(中・古生代)	49-46	3.0 E-04	BEDCB0185336020750001.XML	0.5~1.0	
53	低地	35.19600	136.34487	岐阜県	H13東海環状幹線老朽CT	2002	4.1 33.2	0.3	シルト/砂礫	24.00	26.42 *	砂礫	24.5-25	3.9 E-04	BEDCB0185336021290002.XML	0.2~1.0	
54	低地	34.37496	133.53070	岡山県	岡山西バイパス(1工区)	2001	1.4 19.4	1.7	シルト質粘土/砂礫	11.50	16.44	砂礫	—	—	BEDCG01872602020430008.XML	0.2~1.0	
55	低地	35.22108	132.47304	静岡県	静岡地区	2001	11.0 52.1	0.3	シルト質砂, 粘土/砂, 砂礫	39.90	42.45 *	砂	—	—	BEDCG0187354020200150001.XML	0.2~1.5	
56	低地	33.33432	131.10462	福岡県	新吉富地区地盤調査	2003	20.4 23.0	5.6	礫, 砂, 粘土/風化花崗岩	14.3	18.44	風化花崗岩	—	—	BEDQS2002893340020290013.XML	0.2~1.5	
57	低地	33.22259	130.24569	福岡県	福岡外環状共同溝	2002	21.3 35.0	1.3	粘土・田表土/花崗岩	3.70	8.29	花崗岩	6.0-7.0	9.6 E-04	BEDQS200189255020290002.XML	0.5~1.5	
58	低地	33.02559	130.25536	福岡県	有明湾湾岸道路	2001	8.0 39.0	5.3	阿蘇火砕地堆積物/中脈層(砂岩)	16.6	21.75 *	中原層(砂, 粘土)	—	—	BEDQS2001189324020290005.XML	0.2~2.0	
59	海岸段丘	41.46382	140.36438	北海道	函館江崎自動車道上磯町交差点周辺地盤	2005	63.7 13.0	1.6	黄土/堆積岩	3.00	6.30	凝灰岩・シルト岩	—	—	BEDHK02052310210005.XML	0.5~2.0	
60	海岸段丘	33.30369	135.37354	和歌山県	昆老津高架橋	1966	40.2 13.6	2.1	粘土/軟岩・風化岩・中硬岩	6.85	7.09	軟岩・風化岩・中硬岩	—	—	BEDKG0382500003.XML	0.5~1.0	

表 3.3-23 地形分類ごとの代表的な第四紀層の層厚

地形分類	種類	地形形成時代	第四紀層の厚さ	
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	数十m以上	
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降	基盤岩斜面には無し。小規模な河川堆積物、段丘堆積物及び扇状地では数十m以下。	
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世	これらの岩石が未固結な軟岩である場合は「軟岩からなるもの」に同じ。硬岩の場合は「硬岩からなるもの」に同じ。	
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降	25m～数百m以上	
	溶岩・火砕流台地	完新世	これらの岩石が未固結な軟岩である場合は「軟岩からなるもの」に同じ。硬岩の場合は「硬岩からなるもの」に同じ。	
	石灰岩台地	更新世以降？	「硬岩からなるもの」に同じ。	
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	完新世	25m～数百m以上
		蛇行原	完新世	
		三角洲	完新世	
	海成低地	完新世		
	海岸段丘	更新世以降	基盤が硬岩からなる場合は「硬岩からなるもの」に同じ。基盤が軟岩からなる場合は「軟岩からなるもの」に同じ。	

表 3.3-24 断層による立地への影響の度合い（定性的指標）

地形分類	種類	地形形成時代	主要構成地質	断層による立地への影響		
				地下水の移行経路	破碎・粘土化	地すべり・崩壊等との関連
小起伏山地・丘陵	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降	岩盤、風化岩	大	大	大
	軟岩からなるもの	更新世以降				
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世				
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降	岩盤、風化岩、礫	中	大	大
	溶岩・火砕流台地	完新世				
	石灰岩台地	更新世以降？				
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	礫、砂	小	小	小
		蛇行原	砂、泥、泥炭			
		三角洲	泥、粘土			
	海成低地	完新世	泥、粘土			
	海岸段丘	更新世以降	岩盤、風化岩、礫	中	大	大

重要性の相対的な大・中・小を、定性的に検討した。

表 3.3-25 主要地域における最多風向及び日最大風速の統計値

	最多風向の平均値(16方位・頻度%)				日最大風速15m/s以上の日数(平均値)			
	1月	7月	年	統計期間	1月	7月	年	統計期間
稚内	W13	SSW17	SSW11	1979~2000	1.0	0.0	8.6	1975~2000
旭川	SSE10	WNW15	WNW10	1971~2000	0.0	0.0	0.0	1975~2000
根室	NW16	S14	S9	1991~2000	2.7	0.1	21.6	1991~2000
札幌	WNW13	SE22	SE15	1992~2000	0.0	0.0	0.0	1992~2000
青森	SW26	SW11	SW19	1989~2000	0.3	0.0	2.6	1989~2000
秋田	SWE17	SE26	SE23	1989~2000	2.1	0.2	11.6	1989~2000
盛岡	W11	S29	S18	1971~2000	0.0	0.0	0.3	1975~2000
宮古	WSW26	NNE18	WSW20	1990~2000	0.0	0.0	0.2	1990~2000
山形	SSW14	N11	SSW10	1971~2000	0.0	0.0	0.0	1975~2000
仙台	NNW16	SE22	NNW13	1982~2000	0.6	0.1	5.7	1982~2000
水戸	NNW26	E17	NNW17	1971~2000	0.0	0.0	0.0	1975~2000
東京	NNW38	S16	NNW20	1971~2000	0.0	0.0	0.9	1975~2000
八丈島	W44	SE25	W25	1971~2000	3.1	0.7	26.2	1975~2000
新潟	NW13	NNE12	S12	1971~2000	0.7	0.0	1.0	1975~2000
長野	E17	WSW15	ENE11	1971~2000	0.0	0.0	0.1	1975~2000
静岡	WSW12	S15	NE11	1971~2000	0.0	0.0	0.0	1975~2000
金沢	SSW14	SW15	ENE13	1991~2000	3.3	0.1	15.9	1991~2000
名古屋	NW22	SSE17	NNW17	1971~2000	0.0	0.0	0.5	1975~2000
大阪	W17	WSW19	NNE16	1971~2000	0.1	0.0	1.9	1975~2000
潮岬	NW29	W21	NE15	1971~2000	0.2	0.1	3.4	1975~2000
松江	W22	W22	W16	1979~2000	0.7	0.3	5.7	1979~2000
室戸岬	WNW22	W20	NE23	1971~2000	12.5	7.1	114	1971~2000
広島	NNE31	SSW19	NNE28	1988~2000	0.1	0.4	2.8	1988~2000
下関	WNW14	E20	E16	1971~2000	0.1	0.2	2.8	1975~2000
松山	WNW15	E12	WNW11	1971~2000	0.0	0.0	0.0	1975~2000
福岡	SE16	SE14	SE15	1971~2000	0.0	0.1	0.9	1975~2000
長崎	N14	SW26	N12	1971~2000	0.0	0.0	0.2	1975~2000
熊本	NW15	SW18	NNW12	1971~2000	0.0	0.0	0.3	1975~2000
鹿児島	NW34	WNW12	NW20	1971~2000	0.0	0.2	1.0	1975~2000
那覇	NNE23	SE16	NNE16	1987~2000	0.0	0.6	6.3	1987~2000

参考文献 59 より作成

表 3.3-26 主要地域における降水量及び気温の統計値

	降水量の月別平均値 mm				気温の月別平均値 °C			
	1月	7月	年	統計期間	1月	7月	年	統計期間
稚内	89.6	85.9	1058.4	1971~2000	-5.0	16.9	6.6	1971~2000
旭川	74.1	98.9	1074.2	1971~2000	-7.8	20.5	6.7	1971~2000
根室	43.0	100.8	1030.0	1971~2000	-4.0	14.4	6.1	1971~2000
札幌	110.7	67.2	1127.6	1971~2000	-4.1	20.5	8.5	1971~2000
青森	144.9	102.6	1289.9	1971~2000	-1.4	21.1	10.1	1971~2000
秋田	114.4	178.1	1713.2	1971~2000	-0.1	22.8	11.4	1971~2000
盛岡	50.6	165.7	1254.1	1971~2000	-2.1	21.8	10.0	1971~2000
宮古	52.6	139.2	1306.4	1971~2000	0.2	20.0	10.5	1971~2000
山形	75.4	143.9	1125.0	1971~2000	-0.5	23.2	11.5	1971~2000
仙台	33.1	159.7	1241.8	1971~2000	1.5	22.1	12.1	1971~2000
水戸	45.4	127.8	1326.0	1971~2000	2.8	23.2	13.4	1971~2000
東京	48.6	161.6	1466.7	1971~2000	5.8	25.4	15.9	1971~2000
八丈島	195.7	204.9	3126.9	1971~2000	10.5	25.2	18.3	1971~2000
新潟	180.3	178.2	1775.8	1971~2000	2.6	24.5	13.5	1971~2000
長野	44.2	137.1	901.2	1971~2000	-0.7	23.6	11.7	1971~2000
静岡	71.6	279.7	2321.9	1971~2000	6.6	25.5	16.3	1971~2000
金沢	265.9	226.8	2470.2	1971~2000	3.7	25.1	14.3	1971~2000
名古屋	43.2	218.0	1564.6	1971~2000	4.3	26.0	15.4	1971~2000
大阪	43.7	155.4	1306.1	1971~2000	5.8	27.2	16.5	1971~2000
潮岬	98.7	265.2	2534.2	1971~2000	7.9	25.3	17.0	1971~2000
松江	141.2	240.5	1799.4	1971~2000	4.2	25.2	14.6	1971~2000
室戸岬	85.1	243.3	2358.3	1971~2000	7.5	24.7	16.4	1971~2000
広島	46.9	236.3	1540.6	1971~2000	5.3	26.9	16.1	1971~2000
下関	72.3	262.9	1684.9	1971~2000	6.6	25.9	16.2	1971~2000
松山	51.6	162.9	1303.1	1971~2000	5.8	26.5	16.1	1971~2000
福岡	72.1	266.4	1632.3	1971~2000	6.4	26.9	16.6	1971~2000
長崎	70.3	329.6	1959.6	1971~2000	6.8	26.6	16.9	1971~2000
熊本	60.4	376.4	1992.7	1971~2000	5.4	27.0	16.5	1971~2000
鹿児島	79.4	313.5	2279.0	1971~2000	8.3	27.9	18.3	1971~2000
那覇	114.5	176.1	2036.9	1971~2000	16.6	28.5	22.7	1971~2000

参考文献 59 より作成

表 3.3-27 地形種ごとの地下水面深度

地形種		構成物質	地下水面深度 m	
山地・丘陵	前輪廻小起伏面 山稜・山頂・峠		厚い風化帯 (裂隙水)	
	斜面	被覆斜面, 裸岩斜面, 浸食前線下方, 地すべり地, 崩壊地	風化帯・岩盤 (裂隙水)	
		崖錐・沖積堆	岩屑・角礫	>10
	谷	0次谷	風化帯・岩盤岩盤	>1
		急渓流, 浸食谷底, 堆積谷底	岩盤, 砂礫	<3
		カルスト台地	石灰岩	>10
段丘	砂礫段丘		厚い砂礫 >5	
	岩石段丘		薄い砂礫 1~5	
	ローム段丘		風化火山灰 3~15	
低地	扇状地	河川敷, 旧流路, 扇端し	砂礫 <3	
		扇状地面	砂礫 <30	
	蛇行原	河川敷, 旧流路跡地, 後背低地	砂, 泥, 泥炭 <1	
		自然堤防	砂 3~10	
	三角州	河川敷, 旧流路跡地	泥, 泥炭 <1	
		自然堤防, 後背湿地	泥, 泥炭 <3	

参考文献 30 より作成

表 3.3-28 地形分類ごとの代表的な地下水位の範囲

地形分類	種類	地形形成時代	地下水位の範囲 (m)
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	10m以深
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降	
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世	
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降	岩石段丘1~5m 砂礫段丘5m以深 ローム段丘3~15m
	溶岩・火砕流台地	完新世	1~5m
	石灰岩台地	更新世以降?	10m以深
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	完新世 扇状地面30m以浅
		蛇行原	完新世 自然堤防3~10m
		三角州	完新世 3m以浅
	海成低地	完新世 3m以浅	
	海岸段丘	更新世以降 河岸段丘に同じ	

表 3.3-29 地形別動水勾配データの統計量

	山地	丘陵地	台地	低地
データ数	12	13	62	203
最大値	0.071	0.061	0.100	0.067
最小値	0.005	0.003	0.001	0.003
平均値	0.023	0.0272	0.0181	0.0085
中央値	0.0175	0.026	0.010	0.006
標準偏差	0.0202	0.0183	0.0198	0.0085

参考文献 50 より引用

表 3.3-30 地形分類ごとに代表化される動水勾配値

地形分類	種類	地形形成時代	動水勾配 代表値	
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	0.0272	
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降		
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世		
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降	0.0181	
	溶岩・火砕流台地	完新世		
	石灰岩台地	更新世以降？		
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	完新世	0.0085
		蛇行原	完新世	
		三角州	完新世	
	海成低地	完新世	0.0181	
	海岸段丘	更新世以降		

表 3.3-31 地質別透水係数データの統計量

記号	地質時代	岩相の特徴	固結度	地下水の賦存状態	地形	構成岩石・地層	透水性	透水係数 cm/sec					
								データ数	最大値	最小値	中央値	対数平均値	標準偏差
Q <sub>2</sub> -Hmsg	後期更新世～完新世	非海成～浅海性堆積物	未固結	層状水	沖積低地	粘土, シルト, 砂, 礫	大	213	1.82E+00	1.00E-08	1.23E-03	6.61E-04	7.41E+01
					砂丘	風成砂	大						
					河成扇状地	礫, 砂	極めて大						
					崖錐	礫, 角礫, 粘土	大						
Q <sub>1s</sub>	第四紀	礫性石灰岩	礫岩～軟岩	洞穴水	海岸段丘	石灰岩	極めて大	6	7.08E-01	1.70E-02	4.37E-02	8.71E-02	4.68E+01
Q <sub>v</sub>	第四紀	火山岩～火山性碎屑物	礫岩/未固結	裂隙水/層状水	成層火山/火山山麓地	溶岩, 凝灰角礫岩, 角礫, 礫, 粘土	極めて大	74	3.63E-02	7.08E-08	1.26E-04	1.07E-04	1.29E+01
Q <sub>lg</sub>	第四紀	段丘堆積物	未固結	層状水	河岸段丘	礫, 砂, 粘土	極めて大	18	5.01E-01	3.16E-05	4.17E-03	6.17E-03	1.55E+01
					海岸段丘	砂, シルト, 粘土	大						
Qmsg	第四紀	非海成～浅海成堆積物	未固結～半固結	層状水	台地	砂, シルト, 粘土	大	510	1.00E+01	1.00E-08	2.19E-03	1.15E-03	4.57E+01
					丘陵地	礫, 砂, 粘土	中程度						
-	新第三紀	すべての岩種						337	5.01E-02	4.27E-08	7.94E-05	7.41E-05	1.45E+01
-	古第三紀							22	1.00E-03	3.16E-07	3.16E-05	2.75E-05	7.24E+00
-	中生代							140	5.01E-03	1.58E-07	7.94E-05	6.92E-05	5.89E+00
-	古生代							55	7.08E-04	5.25E-09	6.76E-05	3.55E-05	7.08E+00

参考文献 51 より抜粋・編集

表 3.3-32 第四紀堆積物の透水係数

	データ数	最大値	最小値	中央値	対数平均値	標準偏差	平均値
シルト質粘土	14	4.58E-04	1.00E-08	1.40E-07	4.51E-07	1.30E-04	5.20E-05
固結粘土	6	8.34E-05	1.61E-08	6.72E-07	5.33E-07	3.39E-05	1.43E-05
シルト	24	1.00E-04	5.00E-08	9.60E-07	1.27E-06	2.40E-05	1.10E-05
粘土	44	1.00E-03	1.50E-08	1.64E-06	2.42E-06	1.52E-04	4.07E-05
泥炭	10	5.90E-04	5.00E-07	3.08E-05	2.09E-05	1.95E-04	1.05E-04
表土・腐植土	9	5.57E-04	1.00E-06	5.00E-05	3.59E-05	1.87E-04	1.38E-04
ローム・火山灰	23	9.75E-03	1.00E-07	2.32E-04	7.24E-05	2.40E-03	1.34E-03
粘土混じり砂礫土 (風化岩)	171	5.00E-03	2.00E-07	1.33E-04	1.01E-04	7.67E-04	3.67E-04
砂質土	60	9.23E-02	3.16E-08	9.17E-04	3.88E-04	1.58E-02	6.01E-03
シルト混じり砂礫	14	7.60E-02	2.18E-05	1.15E-03	1.50E-03	2.47E-02	1.40E-02
シラス	6	1.58E-01	3.16E-05	1.13E-03	1.73E-03	6.00E-02	2.94E-02
砂	192	1.00E-01	7.62E-08	2.66E-03	1.90E-03	1.51E-02	8.54E-03
扇状地堆積物	2	1.58E-02	5.00E-04	8.15E-03	2.81E-03	1.08E-02	8.15E-03
礫混じり砂礫土	19	3.00E-01	1.00E-06	3.16E-03	3.39E-03	9.45E-02	4.84E-02
段丘砂礫	18	5.00E-01	3.16E-05	4.23E-03	6.14E-03	1.22E-01	5.74E-02
河床堆積物	2	3.16E-02	2.24E-03	2.08E-02	8.41E-03	1.69E-02	1.69E-02
砂礫混合	208	1.00E+01	1.87E-05	1.58E-02	1.26E-02	8.02E-01	1.71E-01
礫	22	5.10E-01	1.58E-04	1.19E-02	1.30E-02	1.30E-01	7.41E-02
礫性石灰岩	6	7.10E-01	1.71E-02	4.40E-02	8.67E-02	3.02E-01	2.25E-01

参考文献 51 より整理、単位は cm/s

風化岩は第三紀以前の全岩種から「風化」の記載のあるものを抽出

表 3.3-33(1) 地形分類ごとに代表化される透水係数値

地形分類	種類	地形形成時代	表層地質	透水係数の範囲 (cm/sec)	
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの	更新世以降	岩盤, 風化岩	非風化岩: $10^{-5}$ cm/secのオーダー	
	硬岩からなるもの	中・鮮新世以降		風化岩: $10^{-4}$ cm/secのオーダー	
	火砕岩・火山岩からなるもの	完新世		$10^{-4}$ cm/secのオーダー	
台地・河岸段丘	河岸段丘	更新世以降	岩盤, 風化岩, 礫, 砂, 粘土	非風化岩: $10^{-5}$ cm/secのオーダー 風化岩: $10^{-4}$ cm/secのオーダー 砂礫: $10^{-5} \sim 10^{-2}$ cm/secのオーダー 泥・粘土: $10^{-7} \sim 10^{-5}$ cm/secのオーダー	
	溶岩・火砕流台地	完新世	火山岩, 火砕岩類	$10^{-4}$ cm/secのオーダー	
	石灰岩台地	更新世以降?	石灰岩, 礫性石灰岩	$10^{-2}$ cm/secのオーダー	
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	完新世	礫, 砂	$10^{-5} \sim 10^{-2}$ cm/secのオーダー
		蛇行原	完新世	砂, 泥, 泥炭	$10^{-7} \sim 10^{-3}$ cm/secのオーダー
		三角州	完新世	泥, 粘土	$10^{-7} \sim 10^{-5}$ cm/secのオーダー
	海成低地	完新世	泥, 粘土	$10^{-7} \sim 10^{-5}$ cm/secのオーダー	
	海岸段丘	更新世以降	岩盤, 風化岩, 礫, 砂, 粘土	非風化岩: $10^{-5}$ cm/secのオーダー 風化岩: $10^{-4}$ cm/secのオーダー 砂礫: $10^{-5} \sim 10^{-2}$ cm/secのオーダー 泥・粘土: $10^{-7} \sim 10^{-5}$ cm/secのオーダー	

表 3.3-33(2) 風化度別の岩盤の透水係数

単位: cm/s

風化区分	標本数 (個)	最大値	最小値	中央値	対数平均値
強風化	38	3.55E-03	3.16E-06	2.51E-04	2.00E-04
風化	63	5.01E-03	2.00E-07	1.38E-04	1.58E-04
弱風化	24	5.01E-03	3.16E-07	6.17E-05	6.17E-05
新鮮	77	5.01E-04	2.51E-08	1.86E-05	1.86E-05
全データ	410	7.08E-02	5.25E-09	6.46E-05	6.46E-05

注)「梅田浩司ほか(1995):日本の地盤を対象とした透水係数データベースの作成, 地下水学会誌, Vol.37, No.1, 風化状況別の透水係数(表-8)より作成。

参考文献 52 の表より引用。単位を換算して表示

表 3.3-34 岩石の一般的な間隙率

	土壌・岩種の種類	間隙率 (%)
未固結地盤	沖積礫層	35
	細砂	35
	砂丘砂層	30~35
	泥粘土質層	45~50
	洪積砂礫層	30
	砂層	35~40
	ローム層	50~70
	泥層粘土層	50~70
岩盤	花崗岩 (新鮮)	0.3~5
	花崗岩 (風化)	10~25
	斑れい岩 (新鮮)	0.2~1
	斑れい岩 (風化)	3~18
	安山岩	1~7
	玄武岩 (割れ目無し)	0.1~5
	玄武岩 (割れ目あり)	5~7
	石灰岩 (新鮮)	0.5~1
	石灰岩 (風化)	3~10
	凝灰岩 (大谷石) 普通	20~25
	凝灰岩 (大谷石) 多孔質	25~50
	頁岩 (固結度高い)	0.4~3
	頁岩 (固結度低い)	3~10
	砂岩 (固結度高い)	0.6~7
	砂岩 (固結度低い)	20~42

参考文献 52 より作成

表 3.3-35 堆積盆地の圧密指数

地質時間	九州	山陰	北陸	東新	北・日本海	天北	東北	房総	関東	東地	西南日本	沖繩	四国	国益	黒松内
更新世				魚沼 A B C	秋田 A B C			上総 A B							
鮮新世			大桑 A	西山 D	天徳寺 C			池子 B	足柄 D E	掛川 C D					
中新世	野島 D		音川 B	椎谷 D	船川 D	声間 A	多賀 A	蓮子 B	聖土川 F	相良 D	鳥尻 C				黒松内 E
	佐世保 E		東別所 C	寺泊 E	女川 F	稚内 B	下邊 A B C D	粟山 B	御坂 F	熊野 D E	八重山 D				黒松内 E
	佐世保 E			七谷津川 E	西黒沢 F	浦幌 C D E F	湯島 A B C D		赤平 E	室戸 F					黒松内 E
古第三紀	天草 F G								小仏 G	瀬戸 G					
白堊紀	徳浦 G									瀬戸 G					
ジュラ紀	徳浦 (F)									瀬戸 G					

A, B, C, D, E, F 及び G は、泥質岩の間隙率を 50, 30, 20, 12, 5 及び 1.5% で区切った段階区分。

参考文献 56 より引用

表 3.3-36 低地の主要な河川の特徴

項目		扇状地	蛇行原	三角州
地形	等高線	谷口を中心とする同心円	自然堤防で下流に帯状に突出	海岸線にほぼ平行
	勾配	$>10^{-3}$	$10^{-3} \sim 10^{-4}$	$<10^{-4}$
河川	流路形態	網状流路	蛇行流路	蛇行、分散、網状分岐流路
	水深	浅	深	深
	流量変化の特異性	末無川、水無川、扇端湧泉	名残川起源の湧泉川画多い。	名残川起源の湧泉川画多い。
	感潮河川・上り舟運	無・無	短・有	短・有
	人工河川	谷口に同心円的、放射状の用水路	後背低地に直線的な排水路	直線的、格子状のクリーク

参考文献 27 より作成

表 3.3-37 海水準の変化による影響

地形分類	種類		地形形成時代	海面が最大6m上昇した場合の影響		
				沿岸侵食 汀線後退	地下水の塩水 化・塩水浸入	高潮被害
小起伏山地・丘陵	軟岩からなるもの		更新世以降	-	-	-
	硬岩からなるもの		中・鮮新世以降			
	火砕岩・火山岩からなるもの		完新世			
台地・河岸段丘	河岸段丘		更新世以降	-	-	-
	溶岩・火砕流台地		完新世			
	石灰岩台地		更新世以降?			
低地・海岸段丘	河成低地	扇状地	完新世	-	-	-
		蛇行原	完新世	△*1	△*1	△*1
		三角州	完新世	○	○	○
	海成低地		完新世	△*1	△*1	△*1
	海岸段丘		更新世以降	△*2	△*2	△*2

- : 影響を受けない

○ : 影響を受ける

△\*1: 海岸付近では影響を受ける

△\*2: 海岸付近で標高の低い場所では影響を受ける。

表 3.3-38 工場の火災・爆発事例

発生日時	工場名	場所	出火元・原因等	被害状況	情報源
1999/1/2	野積み廃タイヤの集積場	佐野市		山林400m <sup>2</sup> と廃タイヤ約20万本が焼失	佐野地区広域消防組合消防本部
2003/3/12	旭化成レオナ工場	宮崎県延岡市	繊維巻取り工程付近で出火	工場建物約15,000m <sup>2</sup> を焼失、翌日鎮火	旭化成ホームページ
2003/8/14	三重ごみ固形燃料発電所	三重県多度町	廃棄物固形化燃料から出火、爆発	火災から爆発誘発、殉職者2名	総務省消防庁
2003/8/29	エクソンモービル名古屋油槽所	名古屋市港区	ガソリンの抜き取り作業中、配管から出火	6名死亡、1名重傷	防災システム研究所ホームページ
2003/9/3	新日本製鐵(株)名古屋製鐵所	愛知県東海市	コークス炉ガスタンクから爆発炎上、近隣タンクへも誘発炎上	負傷者15名	防災システム研究所ホームページ
2003/9/8	ブリジストン栃木工場	栃木県黒磯市	精練機(溶接中の火花)	建物約40,000m <sup>2</sup> 全焼、天然ゴム、カーボンなど475t焼損、タイヤなど多数焼損	防災システム研究所ホームページ
2003/9/26	出光興産北海道製油所	北海道苫小牧市	マグニチュード8の地震後タンク出火	44時間炎上	防災システム研究所ホームページ
2006/2/2	TORAY名古屋事業場樹脂重合工場	名古屋市港区	熱媒循環ポンプ付近から出火	1時間後消火、従業員2名火傷	TORAY社ホームページ
2007/3/20	信越化学工業直江津工場	新潟県上越市	メチルセルロースの製造施設から出火・爆発	重体2人、負傷者17人、近隣住民約数十人が緊急避難	Tech-onホームページ
2007/9/30	松下電池工業本社工場	大阪府守口市	検査中の電池がショート・過熱した可能性	鉄筋コンクリート6階建て延べ約2万7500平方メートルのうち、3階部分約1500平方メートルを焼失	NIKKEY NET
2007/12/21	三菱化学鹿島事業所	茨城県神栖市	第2エチレンプラントの分解炉 過去11年で6件の小規模火災あり。	従業員4人死亡	日本船舶管理者協会ホームページ
2008/8/18	大江破碎工場(不燃ごみ処理工場)	名古屋市	2号系破碎物コンベア1付近 もともと火災リスクの高い工場であった	復旧費用30億円	名古屋市ホームページ
2009/1/8	サニックス姫路工場(産業廃棄物の中間処理(破碎)施設)	兵庫県姫路市	搬入保管ヤードに貯留していた廃プラスチックより出火	軽微	サニックス社ホームページ
2009/11/27	ホギメディカル美浦工場	茨城県美浦村	薬品を浸した綿布を乾燥機にて乾燥中に 出火	従業員2名軽症	ホギメディカルホームページ
2010/1/7	日本カーリット(化学品メーカーの横浜工場)	横浜市金沢区	有機製造棟にあった高圧釜が爆発	爆発・炎上。敷地内の製造棟や倉庫など計8棟、約2200平方メートルがほぼ全焼。	NIKKEY NET

表 3.3-39 用途別の地下水依存率

地域	生活用水	工業用水	農業用水	都市用水*	全用途
北海道	6.1	9.2	1.1	7.9	2.9
東北	18.7	23.0	1.5	20.9	4.4
関東内陸	41.0	47.9	19.2	44.3	25.5
関東臨海	11.2	25.2	9.8	14.5	13.0
東海	33.2	44.6	6.7	39.2	22.3
北陸	40.6	59.2	1.1	52.1	14.7
近畿内陸	20.9	52.9	8.8	31.4	16.8
近畿臨海	13.9	20.3	5.8	16.1	11.7
中国山陰	53.2	26.5	1.0	38.7	9.6
中国山陽	17.5	6.8	0.8	10.5	4.8
四国	40.8	25.6	11.4	32.0	19.1
北九州	16.0	18.2	5.8	16.9	8.8
南九州	53.8	29.1	14.8	41.9	21.7
沖縄	8.2	39.6	0.5	13.1	6.5
全国計	21.8	29.0	6.0	25.0	12.5

\* 生活用水+工業用水  
参考文献 62 より作成

表 3.3-40 水基本調査（地下水調査）データベースの出力例

調査年度		2005		経度		0 度 0 分 0 秒		緯度		0 度 0 分 0 秒			
都道府県コード	市町村コード	101		経度		0 度 0 分 0 秒		緯度		0 度 0 分 0 秒			
井戸の所在地				内野本郷字上ノ原		さく井開始		2004 年 8 月 1 日					
						さく井完了		2004 年 9 月 3 日					
地盤標高				15.0 m (m単位)		自然水位		2004 年 8 月 25 日		14.46 m			
地下水使用目的				2 1:生活用, 2:都市用, 3:工業用, 4:農業用, 5:その他, 6:未利用		年月日		m		日付はすべて西暦			
掘削深度				80.0 m (m単位)		揚水水位		2004 年 8 月 25 日				16.1 m	
スクリーン				2 層 (合計の層数)		年月日		m					
				16.00 m (m単位)		揚水量		2004 年 8 月 25 日				46.1 m <sup>3</sup> /d	
掘削口径				250 mm (mm単位)		年月日		m <sup>3</sup> /d					
仕上げ口径				125 A (例:300)		年月日		m <sup>3</sup> /d					
深度 (m)		化石		地質名称		深度 (m)		化石		地質名称			
		動 境						動 境					
0.00 ~ 1.50		0 0		表土		~							
1.50 ~ 10.00		0 0		シルト		~							
10.00 ~ 13.00		0 0		中砂		~							
13.00 ~ 15.50		0 0		粘土		~							
15.50 ~ 28.00		0 0		中砂		~							
28.00 ~ 33.00		0 1		良砂混じり砂礫		~							
33.00 ~ 44.00		0 0		中砂混じり礫		~							
44.00 ~ 50.00		0 0		中砂		~							
50.00 ~ 62.00		0 0		砂礫		~							
62.00 ~ 71.00		0 1		良砂混じり細砂		~							
71.00 ~ 74.00		0 0		細砂		~							
74.00 ~ 80.00		0 0		砂礫		~							
~													
~													
~													
										化石あり:1			
スクリーンの位置 (m)		36.00 ~ 40.00 = 4.00		~ = 0.00		~ = 0.00		~ = 0.00		~ = 0.00			
		48.00 ~ 60.00 = 12.00		~ = 0.00		~ = 0.00		~ = 0.00		~ = 0.00			
		~ = 0.00		~ = 0.00		~ = 0.00		~ = 0.00		~ = 0.00			
水質		水温		℃		塩素		mg/l		カルシウム			
		pH				亜鉄残留物		mg/l		マグネシウム			
		硝酸性窒素		mg/l		総硬度		mg/l		硫酸			
		アンモニウム性窒素		mg/l		鉄		mg/l		Mアルカリ度			
		抽出限界以下: 0 (例: 一本線 ~以下) 多量の場合は: 9999 (例: 極めて、やや多量等)				飲料の適否		0 飲料適: 不適0		過マンガン酸カリ消費量			
										mg/l			

参考文献 63 より引用

表 3.3-41 我が国の国土利用の推移と現況

(万 ha、%)

地目	昭和50年		昭和60年		平成7年		平成17年		平成18年		平成19年	
	面積	構成比										
農用	576	15.3	548	14.5	513	13.6	478	12.6	476	12.6	473	12.5
森林	2,529	67.0	2,530	67.0	2,514	66.5	2,510	66.4	2,509	66.4	2,508	66.4
原野	43	1.1	31	0.8	26	0.7	28	0.7	28	0.7	28	0.7
水面・河川・水路	128	3.4	130	3.4	132	3.5	134	3.5	135	3.6	133	3.5
道	89	2.4	107	2.8	121	3.2	132	3.5	133	3.5	134	3.5
住宅	124	3.3	150	4.0	170	4.5	185	4.9	185	4.9	187	4.9
その他	286	7.6	282	7.5	302	8.0	312	8.3	312	8.3	316	8.4
合計	3,775	100.0	3,778	100.0	3,778	100.0	3,779	100.0	3,779	100.0	3,779	100.0

資料：国土交通省「土地利用現況把握調査」

参考文献 66 より引用

表 3.3-42 鉱床または鉱物種と地質との関係

資源種類	鉱床タイプまたは鉱種	関係する地質
金属資源	鉱脈鉱床	第三紀火山, 第四紀火山の周辺
	塊状鉱床(黒鉱型)	新第三紀火砕岩類(グリーンタフ)
	塊状鉱床(別子型)	変成岩類
	スカルン鉱床	深成岩類(主として珪長質)
	斑岩鉱床	深成岩類(主として珪長質)
	火山性硫黄鉱床	火山
	マグマ性鉱床	苦鉄質岩類
非金属資源	堆積性鉱床	堆積岩, 堆積物
	りん鉱	堆積岩, 花崗岩
	黒鉛	変成岩類
	石こう	堆積岩
	重晶石	堆積岩, 第三紀火山
	明ばん石	第三紀火山, 第四紀火山の周辺
	ぼたる石	花崗岩, 第三紀火山の周辺
	石綿	蛇紋岩
	石灰石, ドロマイト	第三紀以前の堆積岩
	けい石	第四紀堆積物
	長石	花崗岩
	ろう石	中生代～第三紀の火山岩類
	滑石	炭酸塩岩, 蛇紋岩
	耐火粘土	堆積岩
化石燃料資源	砂鉱	海岸, 河岸
	石炭, 亜炭, 石油, アスファルト	新第三紀堆積岩
	可燃性天然ガス	新第三紀～第四紀の帯水層

表 3.3-43 農作物の作付け面積と収穫量

(単位 面積 1,000ha, 収穫量 1,000t)

農作物名	平成7年産		12年産		17年産		18年産	
	作付面積	収穫量	作付面積	収穫量	作付面積	収穫量	作付面積	収穫量
米								
水稲	2,106	10,724	1,763	9,472	1,702	9,062	1,684	8,546
陸稲	12	24	7	18	4	12	4	10
麦類								
小麦	151	444	183	688	214	875	218	837
二条大麦	51	192	37	154	35	124	34	118
六条大麦	4	12	11	38	16	47	15	43
裸麦	4	14	5	22	5	12	4	13
かんしょ								
かんしょ	49	1,181	43	1,073	41	1,053	41	989
豆類乾燥子実、そば								
大豆	69	119	123	235	134	225	142	229
小豆	51	94	44	88	38	79	32	64
らっかせい <sup>1)</sup>	14	26	11	27	9	21	9	20
そば	23	21	37	...	c)43	c)31	c)43	c)33
果樹								
みかん	71	1,378	62	1,143	55	1,132	54	842
なつみかん	6	110	4	85	4	62	3	58
ネーブルオレンジ	2	26	1	19	1	13	1	10
はっさく・いよかん	15	247	12	256	10	159	9	135
りんご	51	963	47	800	43	819	43	832
ぶどう	24	250	22	238	20	220	20	211
日本なし	19	383	18	393	16	362	16	291
西洋なし	2	18	2	31	2	32	2	28
もも	12	163	12	175	11	174	11	146
おうとう	4	16	4	17	5	19	5	21
うめ	19	121	19	121	19	123	19	120
びわ	3	12	2	8	2	7	2	6
かき	28	254	26	279	25	286	25	233
くり	32	34	28	27	25	22	24	23
工芸農作物								
なたね	a)0	a)1	a)0	a)1	...	...	...	...
茶	54	a)b)80	50	a)b)85	49	b)100	49	b)92
葉たばこ	26	70	24	61	19	47	19	38
こんにゃくいも	a)6	a)69	6	73	a)4	a)67	5	69
いも	a)6	a)65	a)3	a)29	a)2	a)22	a)1	a)15
てんさい <sup>2)</sup>	70	3,813	69	3,673	68	4,201	67	3,923
さとうきび <sup>3)</sup>	24	1,622	23	1,395	21	1,214	22	1,310
桑	26	...	6	...	...	...	...	...

「作物統計」による。果樹及び工芸農作物の茶、こんにゃくいも、桑は栽培面積、葉たばこ、さとうきびは収穫面積である。1) 収穫量はさやつき。2) 北海道のみ。3) 鹿児島県及び沖縄県のみ。a) 主産県のみ。b) 荒茶生産量。c) 収穫量調査対象県の合計値。

参考文献 67 より引用

表 3.3-44 農作物の作付け面積と収穫量(つづき)

(単位 面積 1,000ha, 収穫量 1,000t)

農作物名	平成7年産		12年産		17年産		18年産	
	作付面積	収穫量	作付面積	収穫量	作付面積	収穫量	作付面積	収穫量
<b>飼料作物</b>								
牧草	827	32,744	809	31,945	782	29,682	777	29,128
青刈りとうもろこし	107	5,701	96	5,287	85	4,640	84	4,290
ソルゴー	28	1,844	25	1,625	20	1,275	19	1,124
青刈りえん麦	c)8	c)273	c)7	c)250	c)6	c)221	c)6	c)195
家畜用ビート	0	...	0	...	...	...	...	...
飼料用かぶ	2	...	1	...	0	...	0	...
<b>野菜</b>								
きゅうり	17	827	15	767	13	675	13	629
トマト	14	753	14	806	13	759	13	728
なす	15	478	13	477	11	396	11	372
ピーマン	4	169	4	171	4	154	4	147
かぼちゃ	16	242	18	254	17	234	17	220
いちご	8	201	7	205	7	196	7	191
すいか	19	617	17	581	13	450	13	419
メロン	17	366	14	318	10	242	10	217
さやえんどう	7	45	6	37	5	29	4	27
えだまめ	13	79	13	81	13	77	13	71
さやいんげん	10	75	9	64	7	53	7	49
スイートコーン	33	320	29	289	26	251	25	231
キャベツ	39	1,544	37	1,449	34	1,364	33	1,372
はくさい	26	1,163	23	1,036	20	924	19	942
ほうれんそう	27	360	25	316	24	298	23	299
ねぎ	25	534	25	537	23	494	23	492
たまねぎ	27	1,278	27	1,247	23	1,087	24	1,161
レタス	22	537	22	537	22	552	21	545
セルリー	1	40	1	40	1	35	1	35
カリフラワー	2	37	2	32	1	25	1	27
だいこん	53	2,148	46	1,876	39	1,627	38	1,650
かぶ	7	193	6	187	5	153	5	151
にんじん	25	725	22	682	19	615	19	624
ごぼう	13	232	11	190	9	162	9	159
ばれいしょ	104	3,365	95	2,898	87	2,752	87	2,635
さといも	22	254	19	231	15	185	14	175
れんこん	5	81	5	76	4	64	4	58
やまのいも	9	172	9	201	9	204	9	192

c) 収穫量調査対象県の合計値。

資料 農林水産省大臣官房統計部生産流通消費統計課「作物統計」「野菜生産出荷統計」「果樹生産出荷統計」

参考文献 67 より引用

表 3.3-45 海面漁業主要魚種別漁獲量

(単位 1,000t)

魚種	平成7年	12年	17年	18年	魚種	平成7年	12年	17年	18年
総漁獲量	6,007	5,022	4,457	4,470	にぎす類	8	6	4	5
魚類	4,570	3,573	3,432	3,504	えそ類	9	8	4	4
#くろまぐろ	11	17	19	15	はちうも	3	2	3	4
びんなち	64	66	53	51	えいだい類	28	23	16	16
めばはだろ	116	87	72	71	えましだい類	4	5	5	5
きなみまぐろ	112	99	83	74	いらい類	15	15	15	16
かじき類	6	6	6	6	ぼいら類	10	9	7	9
かつお類	34	24	19	18	いかな類	5	4	2	2
さだめ類	309	341	370	328	えかび類	108	50	68	101
さけ類	27	27	29	30	おきあみ類	36	29	24	24
まじし類	18	22	36	38	貝類	57	42	34	37
いわし類	257	154	229	219	#あわび類	61	74	46	37
うめいわし類	25	26	17	12	はまぐり類	412	405	380	355
かたくちいわし類	4	2	9	3	あさぎ類	2	2	2	2
まあじ類	661	150	28	53	はまぐり類	10	10	8	8
さばんま類	48	24	35	38	あさぎ類	2	2	1	1
ぶり類	252	381	349	415	ほたてが類	49	36	34	35
ひらめ・かれい類	55	75	63	48	もが類	275	304	287	272
ます類	313	246	191	167	いか類	15	7	10	2
ほっけ類	72	36	23	24	#するめいか <sup>1)</sup>	547	624	330	286
めちじ類	470	346	620	652	たうこ類	290	337	222	190
きはた類	274	216	234	245	なまこ類	52	47	55	51
	62	77	55	69	海産ほ乳類	14	12	12	11
	83	79	60	63	その他の水産動物類	7	7	9	10
	57	51	49	48	海藻類	1	2	2	2
	339	300	194	207	#こんぶ類	101	88	28	40
	177	165	140	116	わかめ類	151	119	105	114
	2	1	1	1	てんぐさ類	121	94	79	85
	3	1	1	1		3	3	4	4
	6	7	14	13		4	3	3	4

1) 遠洋底引き網（南方水域）及びいか釣のうち日本海水域以外で漁獲されたものを除く。  
資料 農林水産省大臣官房統計部生産流通消費統計課 経営・構造統計課「漁業・養殖業生産統計年報」

参考文献 67 より引用

表 3.3-46 絶滅と絶滅のおそれのある野生生物の種数  
(レッドデータブック・レッドリスト掲載種数)

分類群	評価対象種数	絶滅 1)	野生絶滅 2)	絶滅危惧 I 類 3)	絶滅危惧 II 類 4)	準絶滅危惧 5)	情報不足	絶滅のおそれのある地域個体群 6)
<b>平成 18 年 12 月現在</b>								
動物								
哺乳類	a) 200	4	-	32	16	16	9	12
鳥類	a) 700	13	1	53	39	18	16	2
爬虫類	98	-	-	13	18	17	5	4
両生類	65	-	-	10	11	14	1	-
汽水・淡水魚類	a) 300	3	-	58	18	12	5	12
昆虫類	a) 30,000	2	-	89	82	161	88	3
貝類	a) 1,000	25	-	86	165	201	71	5
クモ類・甲殻類等	a) 4,200	-	1	17	39	40	39	-
植物等								
維管束植物類	a) 7,000	20	5	1,044	621	145	52	-
蘚苔類	a) 1,800	-	-	110	70	4	54	-
藻類	a) 5,500	5	1	35	6	24	-	-
地衣類	a) 1,000	3	-	22	23	17	17	-
菌類	a) 16,500	27	1	53	10	-	-	-
<b>平成 19 年 11 月現在</b>								
動物								
哺乳類	a) 180	4	-	35	7	18	9	19
鳥類	a) 700	13	1	53	39	18	17	2
爬虫類	98	-	-	13	18	17	5	4
両生類	65	-	-	10	11	14	1	-
汽水・淡水魚類	a) 400	4	-	109	35	26	39	17
昆虫類	a) 30,000	3	-	110	129	200	122	2
貝類	a) 1,100	22	-	163	214	275	73	7
クモ類・甲殻類等	a) 4,200	-	1	17	39	40	39	-
植物等								
維管束植物類	a) 7,000	33	8	1,014	676	255	32	-
蘚苔類	a) 1,800	1	-	118	111	22	33	-
藻類	a) 5,500	5	1	89	21	40	37	-
地衣類	a) 1,500	5	-	41	19	39	48	-
菌類	a) 16,500	30	1	39	25	17	54	-

1) 我が国では既に絶滅したと考えられる種。 2) 飼育・栽培下でのみ存続している種。 3) 絶滅の危機に瀕している種。 4) 絶滅の危険が増大している種。 5) 存続基盤が脆弱な種。 6) 地域的に孤立している個体群で、絶滅のおそれが高いもの。 a) 概数。

資料 環境省自然環境局野生生物課資料

参考文献 67 より引用

表 3.4-1 既存の評価事例における評価パラメータ値(第3次中間報告)

区分	立地条件項目	シナリオ区分	評価パラメータ項目	第3次中間報告*		単位
				最小値	最大値	
処分場	施設の設計条件	施設閉鎖後 (シナリオ共通)	処分施設容量	-	トレンチ:200000 L1:40000	m <sup>3</sup>
			覆土(地表面から廃棄物表面までの距離)	-	全シナリオ	m
			施設形状(幅×長さ×深さ)	-	全シナリオ	m <sup>3</sup>
			施設浸水水量	-	トレンチ:500×500×5 L1:200×200×5	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /y
			廃棄物見かけ密度	-	全シナリオ	kg/m <sup>3</sup>
			移行開始年	-	トレンチ:2000 L1:2500	y
			建設開始時期	-	トレンチ:0 L1:300	y
			処分方法	-	建設シナリオ	m <sup>3</sup>
			作業時間あるいは埋設設備における作業工程(1区間当たり)	-	埋設中シナリオ	m <sup>3</sup> /d
			敷地境界までの距離(線量当量の評価点)	-	埋設中シナリオ	m <sup>3</sup> /d
自然環境	水象及び水理	施設閉鎖後 (地下水移行)	希釈率	-	埋設中シナリオ	m
			遮蔽係数	-	埋設中シナリオ	-
			貯水量	-	埋設中シナリオ	mm/y
			施設近傍の地下水浸透速度	-	全シナリオ	m/d
			浸透速度が0.001m/dである距離	-	全シナリオ	m
			施設近傍以外の地下水浸透速度	-	全シナリオ	m/d
			浸透速度が0.01m/dである距離	-	全シナリオ	m
			浸透水量	-	全シナリオ	mm/y
			河川までの距離	-	全シナリオ	m
			移行時間	-	全シナリオ	m
社会環境	農業、畜産業等食物に関する土地利用の状況	施設閉鎖後 (除地利用・地下水移行共通)	地下水浸透	-	全シナリオ	m/d
			帯水層(土壌)間隙率	-	トレンチ:0.3 L1:0.2	-
			土壌密度	-	2600	kg/m <sup>3</sup>
			流水方向の分散長	-	1	m
			河川流量	-	1.00E+08	m <sup>3</sup> /y
			河川水軟水用量	-	0.73	m <sup>3</sup> /y
			河川・沼産物の年間摂取量	-	30	kg/y
			魚類	-	0	kg/y
			無脊椎動物	-	30	L/d
			肉牛	-	75	L/d
乳牛	-	15	L/d			
豚	-	0.5	L/d			
鶏	-	1	L/d			
田	-	2.4	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> /y			
畑、牧草地	-	1.2	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> /y			
田	-	0.2	-			
畑、牧草地	-	0.4	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> /y			
灌漑水浸透水量	-	2600	kg/m <sup>2</sup>			
灌漑土壌真密度	-	0.15	m			
実効土壌深さ	-	1	-			
放射性核種の土壌残留係数	-	0.3	-			
放射性核種の農作物(粟、牧草)表面への沈着割合	-	1	-			
放射性核種の農作物(粟、牧草)表面からの移行期間	-	60	-			
Weathering効果による構造物表面沈着放射性核種の除去係数	-	18.07	d			
河川への地下水流入地点から着目地点までの移動時間	-	0	L/y			
農作物の輸送時間(汚染農作物の採取開始時期)	-	2.3	d			
農作物の栽培密度	-	71	kg/m <sup>2</sup>			
米	-	12	kg/y			
農作物の年間摂取量	-	45	kg/y			
野菜	-	22	kg/y			
非野菜	-	5.00E-04	g/m <sup>3</sup>			
果実	-	1.2	m <sup>3</sup> /h			
農耕作業時の粉塵濃度	-	500	h/y			
農耕作業者の呼吸量	-	1	-			
農耕作業の年間作業時間	-	7.2	kg-dry/d			
農耕作業時の遮蔽係数	-	16.1	kg-dry/d			
肉牛	-	2.4	kg-dry/d			
豚	-	0.07	kg-dry/d			
鶏	-	2	kg/y			
牛乳	-	5	kg/y			
豚肉	-	4	kg/y			
鶏肉	-	8	kg/y			
鶏卵	-	110	L/y			
牛乳	-	1	-			
汚染土壌混合割合	-	500	h/y			
建設作業の年間作業時間	-	3	m			
掘削深さ	-	0.5	-			
建設作業時の遮蔽係数	-	5.00E-04	g/m <sup>3</sup>			
建設作業時の粉塵濃度	-	1.2	m <sup>3</sup> /h			
建設作業者の呼吸量	-	8760	h/y			
居住時間	-	0.2	-			
居住時の遮蔽係数	-	6.00E-06	g/m <sup>3</sup>			
居住時の粉塵濃度	-	0.96	m <sup>3</sup> /h			
居住者の呼吸量	-	26*16	m <sup>2</sup>			
掘削面積(上部)	-	20*10	m <sup>2</sup>			
掘削面積(下部)	-	3	m <sup>3</sup>			
掘削深さ	-	0.02	-			
掘削土量	-	0.32	m			
廃棄物層掘削容積の全掘削容積に対する割合	-	0.0512	-			
掘削土中放射能濃度の廃棄物中放射能に対する比率	-	130	kg/y			

\* 低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分に関する規制に関する基準値について(平成12年9月)



表 3.4-3 既存の評価事例における評価パラメータ値(ウランクリアランス報告書)

区分	立地条件項目	シナリオ区分	評価パラメータ項目	ウラン取施設におけるクリアランスレベルについて		単位
				最小値	最大値	
如分場	施設的设计条件	施設の様 (シナリオ共通)	覆土(地表面から廃棄物表面までの距離)	0.5	除地利用(建設・農耕・牧畜作業、居住)	m
			施設体積(幅×長さ×高さ)	100*100*5	除地利用、地下水移行	m <sup>3</sup>
			浸透水量	2000	除地利用、地下水移行	kg/m <sup>3</sup>
			地下水汚染	400	除地利用、地下水移行	mm/y
			排水層厚さ	1	地下水移行	m
			排水層土壌密度	3	地下水移行	m
			排水層土壌密度	0.3	地下水移行	g/cm <sup>3</sup>
			排水層土壌密度	2.6	地下水移行	m
			排水層土壌密度	0	地下水移行	m
			排水層土壌密度	0.33	地下水移行	m
			排水層土壌密度	0	地下水移行	m
			排水層土壌密度	0.61(0.1)	地下水移行(井戸水使用)	m <sup>3</sup> /y
			排水層土壌密度	50	地下水移行(飼育水畜産物採取)	L/d
			排水層土壌密度	60	地下水移行(飼育水畜産物採取)	L/d
			自然環境	水象及び水理		地下水汚染
排水層土壌密度	0.3	地下水移行(飼育水畜産物採取)				L/d
排水層土壌密度	0	地下水移行(飼育水畜産物採取)				L/d
排水層土壌密度	0.1	地下水移行(建設農作物採取)				m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /y
排水層土壌密度	2.4	地下水移行(建設農作物採取)				m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /y
排水層土壌密度	1.2	地下水移行(建設農作物採取)				m
排水層土壌密度	0.2	地下水移行				m
排水層土壌密度	2600	地下水移行				kg/m <sup>3</sup>
排水層土壌密度	0.15	地下水移行				m
排水層土壌密度	1	地下水移行				m
排水層土壌密度	0.3	地下水移行				m
排水層土壌密度	1	地下水移行(建設農作物採取、灌漑農作物採取)				m
排水層土壌密度	60	地下水移行(建設農作物採取、灌漑農作物採取)				d
排水層土壌密度	18.07	地下水移行(建設農作物採取、灌漑農作物採取)				L/y
社会環境	農業、畜産業等食物に関する土地利用の状況					Westman効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数
			Westman効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数	0.7(0.33)	地下水移行(養殖淡水産物採取)	kg/y
			Westman効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数	0.25	地下水移行(養殖淡水産物採取)	-
			Westman効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数	1	地下水移行(養殖淡水産物採取)	-
			Westman効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数	0	地下水移行(養殖淡水産物採取)	d
			Westman効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数	1	地下水移行(農作物採取、灌漑農作物採取)	-
			Westman効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数	0	地下水移行(農作物採取、灌漑農作物採取)	-
			Westman効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数	1	地下水移行(農作物採取、灌漑農作物採取)	-
			Westman効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数	2.3	地下水移行(畜産物採取、灌漑畜産物採取)	kg/m <sup>2</sup>
			Westman効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数	71(25)	地下水移行(畜産物採取、灌漑畜産物採取)	kg/y
			Westman効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数	12(5)	地下水移行(畜産物採取、灌漑畜産物採取)	kg/y
			Westman効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数	45(23)	地下水移行(畜産物採取、灌漑畜産物採取)	kg/y
			Westman効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数	22(2)	地下水移行(畜産物採取、灌漑畜産物採取)	kg/y
			Westman効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数	5.00E-04	地下水移行(畜産物採取、灌漑畜産物採取)	g/cm <sup>3</sup>
			社会環境	農業、畜産業等食物に関する土地利用の状況	施設閉鎖後 (除地利用 地下水移行共 通)	畜産物の市場係数
畜産物の市場係数	500	除地利用(農耕作業、地下水移行(灌漑農耕作業))				h/y
畜産物の市場係数	1	除地利用(農耕・牧畜作業)				m
畜産物の市場係数	0	除地利用、地下水移行(畜産物採取、灌漑畜産物採取、飼育水畜産物採取)				d
畜産物の市場係数	500	除地利用(畜産物採取、灌漑畜産物採取、飼育水畜産物採取)				h/y
畜産物の市場係数	1	除地利用(畜産物採取、灌漑畜産物採取)				kg/y
畜産物の市場係数	72	除地利用、地下水移行(畜産物採取、灌漑畜産物採取)				kg-cv/d
畜産物の市場係数	16.1	除地利用、地下水移行(畜産物採取、灌漑畜産物採取)				kg-cv/d
畜産物の市場係数	2.4	除地利用、地下水移行(畜産物採取、灌漑畜産物採取)				kg-cv/d
畜産物の市場係数	0.07	除地利用、地下水移行(畜産物採取、灌漑畜産物採取)				kg-cv/d
畜産物の市場係数	8(3)	除地利用				kg/y
畜産物の市場係数	9(4)	除地利用、地下水移行(畜産物採取、灌漑畜産物採取、飼育水畜産物採取)				kg/y
畜産物の市場係数	7(5)	除地利用、地下水移行(畜産物採取、灌漑畜産物採取)				kg/y
畜産物の市場係数	16(10)	除地利用、地下水移行(畜産物採取、灌漑畜産物採取、飼育水畜産物採取)				kg/y
社会環境	建設、居住等に関する土地利用の状況	施設閉鎖後 (除地利用 地下水移行共 通)				建設作業の年間採取量
			建設作業の年間採取量	500	地下水移行(畜産物採取、灌漑畜産物採取、飼育水畜産物採取)	h/y
			建設作業の年間採取量	3	除地利用(建設作業、居住)	m
			建設作業の年間採取量	0.5	除地利用(建設作業)	-
			建設作業の年間採取量	5.00E-04	埋立作業(積込み作業、運搬作業関連、除地利用(建設作業))	g/m <sup>3</sup>
			建設作業の年間採取量	2	埋立作業(積込み作業、運搬作業関連、除地利用(建設作業、居住))	cm
			建設作業の年間採取量	0.01	埋立作業(積込み作業、運搬作業関連、除地利用(建設作業))	g/cm <sup>3</sup>
			建設作業の年間採取量	2	埋立作業(積込み作業、運搬作業関連、除地利用(建設作業))	m <sup>3</sup> /h
			建設作業の年間採取量	1.2	埋立作業(積込み作業、運搬作業関連、除地利用(建設作業))	-
			建設作業の年間採取量	4	埋立作業(積込み作業、運搬作業関連、除地利用(建設作業))	-
			建設作業の年間採取量	0.01(0.02)	埋立作業(積込み作業、運搬作業関連、除地利用(建設作業))	g/h
			建設作業の年間採取量	8760(1752)	埋立作業(居住)	h/y
			建設作業の年間採取量	0.2	除地利用(居住)	-
			建設作業の年間採取量	6.00E-06	除地利用(居住)	g/cm <sup>3</sup>
			建設作業の年間採取量	0.96(0.22)	除地利用(居住)	m <sup>3</sup> /h
建設作業の年間採取量	10	除地利用	y			

表 3.4-4 既存の評価事例における評価パラメータ値(日本原燃申請書、1号埋設)

区分	立地条件項目	シナリオ区分	評価パラメータ項目	設定値	シナリオ名	単位
処分場	施設的设计条件	施設の種類 (シナリオ共通)	設計地耐力	6クラス	日本原燃申請書(1号)*	-
			M値が50以上になる深さ	3~7		m
			処分施設容量	建設シナリオ: 40,000		m³
			覆土(地表面から廃棄物表面までの距離)	6		m
			施設形状(幅×長さ×深さ)	(ペンタナイト混合覆土厚:2.0) 1.38E+05 680		m³/m²/y
			施設浸入水量	廃棄物:2400 セメント系赤み材:2500 コンクリート:2600		kg/m³
			廃棄体見かけ密度	0.45		kg/m³
			廃棄体の体積分率	0.45		kg/m³
			移行開始年	0		y
			建設開始時期	300		y
社会環境	施設の操作条件	施設の種類 (シナリオ共通)	管理期間	5000~10000	y	
			処分方法	0.5	t	
			廃棄体重量	1.00E-05	本	
			内容物の飛散率	2	本	
			相対湿度	1.40E-04	本	
			廃棄体の浸透率	600	%	
			気象条件	1200	mm/y	
			気象	7200	mm/y	
			浸透水量	(覆土へ流出:80) 廃棄層中部層へ流出:600)	mm/y	
			河川までの距離	廃棄層中部層:230+20 (覆土:30+0) *加算:処分は下流端から沼・ 沢・井戸までの距離上の距離	m	
自然環境	水象及び水理	施設の種類 (シナリオ共通)	地下水流速	廃棄層中部層:1.0 (覆土:10)	m/d	
			地下水流量	掘土から沢への地下流入量:2400 覆土から電貯沼:2400 廃棄層中部層から電貯沼:600	m³/y	
			帯水層(土壌)間隙率	廃棄層中部層:0.44 段丘母層:0.45 (覆土:0.45)	-	
			土壌密度	ペンタナイト混合覆土:0.40)	kg/m³	
			河川水流量	電貯沼中部層:2700 (覆土:2700)	m³/y	
			地下水位	電貯沼交換水量:3.4E+7 沢水(上流部):2.2E+4 沢水(中流部):2.4E+5	m³/y	
			河川水飲用量	地帯から2m以深	m	
			河川水飲用量	0.61(沢水・井戸水飲用)	m³/y	
			河川・沼産物の年間採取量	9.2	kg/y	
			社会環境	農業、畜産業等食物に関する土地利用の状況	施設の種類 (シナリオ共通)	魚類
無脊椎動物	40	kg/y				
肉牛	80	L/d				
乳牛	0.9	L/d				
鶏	0.22	L/d				
田	2.3	m³/m²/y				
灌漑水浸透水量	0.5	m³/m²/y				
灌漑土壌真密度	2700	kg/m³				
土壌有効体積	0.15	m³/m²				
放射性核種の土壌残留係数	1 (沢土壌の希釈係数、土壌への 放射性物質吸着係数)	-				
社会環境	建設、居住時に関する土地利用の状況	施設の種類 (シナリオ共通)	灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
社会環境	建設、居住時に関する土地利用の状況	施設の種類 (シナリオ共通)	灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	
			灌漑土壌空隙率	0.45	-	

\*六ヶ所低レベル放射性廃棄物処理施設建設事業許可申請書(昭和3年4月)(1号埋設)

3.4-5 既存の評価事例における評価パラメータ値(日本原燃申請書、2号埋設)

区分	立地条件項目	シナリオ区分	評価パラメータ項目	単位
苑分場	施設設計条件	施設仕様 (シナリオ共通)	貯蔵容量 シナリオ	シナリオ名
			埋設容量	シナリオ名
			埋設体積(埋入体積×埋入率)	シナリオ名
社会環境	交通 気象	施設仕様 (地下水移行)	埋設体積(埋入体積×埋入率)	シナリオ名
			埋設体積(埋入体積×埋入率)	シナリオ名
自然環境	水象及び処理	施設仕様 (地下水移行)	埋設体積(埋入体積×埋入率)	シナリオ名
			埋設体積(埋入体積×埋入率)	シナリオ名
社会環境	農業、畜産業等動物に関する土地 利用の状況	施設仕様 (地下水移行)	埋設体積(埋入体積×埋入率)	シナリオ名
			埋設体積(埋入体積×埋入率)	シナリオ名
社会環境	建設、居住等に関する土地 利用の状況	施設仕様 (地下水移行)	埋設体積(埋入体積×埋入率)	シナリオ名
			埋設体積(埋入体積×埋入率)	シナリオ名

\*六ヶ所型軽水炉型原子力発電所建設事業(平成23年1月)(2号埋設)

表 3.4-6 既存の評価事例における評価パラメータ値(原子力機構申請書)

区分	立地条件項目		シナリオ区分	評価パラメータ項目	原子力機構申請書**		単位	
					設定値	シナリオ名		
処分場	施設の設計条件		施設の仕様 (シナリオ共通)	設計地震力	Cクラス	-	-	
				覆土(地表面から廃棄物表面までの距離)	2.5	廃棄物埋設地跡地に建物を建設することによる被ばく	m	
				施設形状(幅×長さ×深さ)	45*16*3.5	埋設される非固化コンクリート等廃棄物からの外部被ばく	m <sup>3</sup>	
				移行開始年	0	海産物摂取による内部被ばく(平常時)	y	
				建設開始時期	29.75	廃棄物埋設地跡地に建物を建設することによる被ばく、 海産物摂取による内部被ばく(管理期間終了以後)、 廃棄物埋設地から漏出した放射性物質を含む地下水を引用することによる内部被ばく	y	
				管理期間	29.75	廃棄物埋設地跡地に建物を建設することによる被ばく、 海産物摂取による内部被ばく(管理期間終了以後)、 廃棄物埋設地から漏出した放射性物質を含む地下水を引用することによる内部被ばく	y	
	施設の操業条件		スカイシャイン	作業時間あるいは埋設設備における作業工程(1区間当たり)	8760	埋設される非固化コンクリート等廃棄物からの外部被ばく	h/d	
				敷地境界までの距離(線量当量の評価点)	410	埋設される非固化コンクリート等廃棄物からの外部被ばく	m	
自然環境	水象及び水理		施設閉鎖後 (地下水移行)	河川までの距離	190 (海までの最短距離)	海産物摂取による内部被ばく(平常時)	m	
				地下水流速	0.2	海産物摂取による内部被ばく(平常時)	m/d	
				帯水層厚さ	5 (海への流入量算出に使用)	海産物摂取による内部被ばく(平常時)	m	
				地下水流量	海への流入量:2336	海産物摂取による内部被ばく(平常時)	m <sup>3</sup> /y	
				帯水層(土壌)間隙率	0.4	海産物摂取による内部被ばく(平常時)	-	
				帯水層土壌密度	2.7	海産物摂取による内部被ばく(平常時)	g/cm <sup>3</sup>	
				地下水位	約3m (埋設地標高:約5m 地下水位:標高1m前後 水面の年間変動幅:約2m)	シナリオ共通	m	
社会環境	河川水、地下水等の利用状況	河川水	人の年間飲料水摂取量	0.61	廃棄物埋設地から漏出した放射性物質を含む地下水を引用することによる内部被ばく	m <sup>3</sup> /y		
社会環境	建設、居住等に関する土地利用の状況		施設閉鎖後 (跡地利用・地下水移行共通)	建設作業の年間作業時間	建物建設:8760*0.0114 トレンチ全体掘削:8760*0.0342	廃棄物埋設地跡地に建物を建設することによる被ばく、 埋設用トレンチ全体を掘削する建設工事による被ばく	h/y	
				掘削深さ	建物建設:3 トレンチ全体掘削:6	廃棄物埋設地跡地に建物を建設することによる被ばく、 埋設用トレンチ全体を掘削する建設工事による被ばく、 埋設用トレンチ全体を掘削する建設工事により発生する掘削残土上で居住することによる被ばく	m	
				建設作業時の粉塵濃度	7.50E-03	廃棄物埋設地跡地に建物を建設することによる被ばく	g/m <sup>3</sup>	
				建設作業者の呼吸量	1.2	廃棄物埋設地跡地に建物を建設することによる被ばく	m <sup>3</sup> /h	
				居住時間	8760	埋設される非固化コンクリート等廃棄物からの外部被ばく	h/y	
				居住時の粉塵濃度	1.00E-04	廃棄物埋設地跡地に居住することによる被ばく	g/m <sup>3</sup>	
				居住者の呼吸量	0.96	廃棄物埋設地跡地に居住することによる被ばく	m <sup>3</sup> /h	
				住居規模	掘削土量	建物建設:3065 トレンチ全体掘削:8009	廃棄物埋設地跡地に建物を建設することによる被ばく	m <sup>3</sup>
			(廃棄物層掘削容積の全掘削容積に対する割合)		建物建設:0.14 トレンチ全体掘削:1	廃棄物埋設地跡地に建物を建設することによる被ばく、 埋設用トレンチ全体を掘削する建設工事による被ばく、 埋設用トレンチ全体を掘削する建設工事により発生する掘削残土上で居住することによる被ばく	-	
			社会環境	農業、畜産業等食物に関する土地利用の状況		海岸埋立 あるいは 海産物摂取	海の交換水量	魚類及び無脊椎動物:4.20E+08 藻類:8.40E+08
海産物の摂取量	魚類	73*					海産物摂取による内部被ばく(平常時)	kg/y
	無脊椎動物	7.3*					海産物摂取による内部被ばく(平常時)	kg/y
	藻類	14.6*					海産物摂取による内部被ばく(平常時)	kg/y
海産物の市場係数	1*	海産物摂取による内部被ばく(平常時)					-	
海水産物の輸送時間	0*	海産物摂取による内部被ばく(平常時)					-	

\* 立地条件から、廃棄物埋設地から漏出した放射性物質は、地下水に流入した後、すべて海に移行することから、海で取れた海産物を摂取する人の内部被ばくが評価対象とされた。

\*\* 日本原子力研究所東海研究所廃棄物埋設事業許可申請書(平成5年10月)

表 4.1-1 評価パラメータの設定 (その1)

区分	立地条件項目		シナリオ区分	評価パラメータ項目	設定値				設定方法		
					最小値	設定値	最大値	単位			
処分場	施設の設計条件		施設の仕様 (シナリオ共通)	設計地震力		Cクラス		-	日本原燃申請書を参照する。		
				N値が50以上になる深度		14		m	3.2節の調査結果を参照		
				処分施設容量		-		本	設計や操業計画に基づいて設定される。		
				覆土		-		m	設計や操業計画に基づいて設定される。		
				施設形状		-		m <sup>3</sup>	設計や操業計画に基づいて設定される。		
				廃棄体見かけ密度 (施設見かけ密度)		-		kg/m <sup>3</sup>	設計や操業計画に基づいて設定される。		
				移行開始年		-		y	設計や操業計画に基づいて設定される。		
				建設開始時期		-		y	設計や操業計画に基づいて設定される。		
	施設の操業条件		スカイシャイン	処分方法	年間	-		m <sup>3</sup>	設計や操業計画に基づいて設定される。		
				1日の処分量		-		m <sup>3</sup> /d	設計や操業計画に基づいて設定される。		
				作業時間あるいは埋設設備における作業工程(1区間当たり)		-		h/d	設計や操業計画に基づいて設定される。		
				敷地境界までの距離 (線量当量の評価点)		-		m	設計や操業計画に基づいて設定される。		
				希釈率		-		-	設計や操業計画に基づいて設定される。		
				遮蔽係数		-		-	設計や操業計画に基づいて設定される。		
自然環境		気象	降水量		1600		mm/y	第2次中間報告書を踏襲した第3次中間報告の設定を参照する。(クリアランスレベルの算出では該当項目が無いため)			
			浸透水量	100	400	1000	mm/y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。			
			河川までの距離	100	100	1000	m	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。 幅はIAEA-TECDOC-401を参照する。			
			地下水流速	0.01	1	100	m/d	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。			
			帯水層(土壌)間隙率	0.15	0.3	0.3	-	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:水理公式集)			
			土壌密度		2600		kg/m <sup>3</sup>	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:土質工学ハンドブック)			
			流水方向の分散長		0		m	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。			
			河川水流量		1.00E+08		m <sup>3</sup> /y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。			
社会環境		河川水、地下水等の利用状況	井戸水	地下水水位		4		m	3.2節の調査結果と埋設事業評価事例を参照して設定する。		
				井戸水の混合割合	0.1	0.33	1	-	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。		
		農業、畜産業等食物に関する土地利用の状況		施設閉鎖後 (地下水移行)	処分場下流端から井戸までの距離		0	10	100		「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。ただし、同書の設定値(0m)は現実的ではないことから、U.S.NRC NUREG-0782, Appendix-G (1981) のバッファゾーンサイト境界井戸の位置設定(30m)を参照し、これを保守的に丸めて10mと設定する。
					河川水飲用量		0.61			m <sup>3</sup> /y	日本原燃申請書を参照する。(他に評価例がない為)(出典:ICRP Pub.23)
					人の年間飲料水摂取量	0.45	0.61	0.75	m <sup>3</sup> /y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:ICRP Pub.23)	
					河川・沼産物の年間摂取量	魚類		0.6		kg/y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。
					無脊椎動物		0.25		kg/y		
					家畜の飼育水飲用量	肉牛	20	50	60	L/d	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:PNL-3209)
					乳牛	50	60	100	L/d		
					豚	6	10	10	L/d		
					鶏	0.1	0.3	0.3	L/d		
					経根吸収係数		0.002	0.1	0.5	-	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:「植物栄養 土壌 肥料大辞典」)なお、第3次中間報告ではIAEA-TECDOC-401を参考として、「1」が与えられている。
					灌漑水量	田	1.2	2.4	3.6	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:「日本の農業用水」)
					畑、牧草地	0.6	1.2	1.8	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /y		
土壌水分飽和度	田		1		-	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(水田)					
畑、牧草地	0.2	0.2	0.9	-	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。						
灌漑水浸透水量		0.1	0.4	1	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:「日本の地下水」、「地下水ハンドブック」(1979))					
灌漑土壌真密度		2600	2600	2760	kg/m <sup>3</sup>	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:「土質工学ハンドブック」)					
実効土壌深さ		0.05	0.15	0.25	m	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:US NRC/Regulatory Guide 1.109)					
放射性核種の土壌残留係数		0	1	1	-	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。					
灌漑土壌空隙率		0.15	0.3	0.3	-	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:「水理公式集」)					
放射性核種の農作物(葉菜、牧草)表面への沈着割合		0	1	1	-	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。					
灌漑水年間生育期間		30	60	90	d	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量当量評価について」)					
Weathering効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数		9	18.07	80	1/y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量当量評価について」)					
土壌実効表面密度			240		kg/m <sup>2</sup>	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:US NRC/Regulatory Guide 1.109)					
河川産物・養殖淡水産物(魚類)の年間摂取量		0	0.7	1.9	kg/y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:「日本の統計1997年度版」)					
養殖淡水産物の地下水利用率		0.1	0.25	1	-	ウランクリアランス報告書を参照する。(「日本の水資源(平成19年版)」に基づき設定)幅は「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。					
河川産物・養殖淡水産物の市場係数			1		-	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。					
河川産物・養殖淡水産物の輸送時間			0		d	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。					

表 4.1-2 評価パラメータの設定(その2)

区分	立地条件項目	シナリオ区分	評価パラメータ項目	設定値				設定方法	
				最小値	設定値	最大値	単位		
社会環境	農業、畜産業等食物に関する土地利用の状況	施設閉鎖後 (跡地利用・ 地下水移行共 通)	農作物の市場係数	0	1	1	-	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。	
			農作物の輸送時間(汚染農作物の摂取開始時期)		0				「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。
			畜産物の市場係数	0	1	1	-	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。	
			農作物の栽培密度	葉菜、牧草	1.5	2.3	4	kg/m <sup>2</sup>	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:「発電用軽水炉型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」)
			農作物の年間摂取量	米	0	71	149	kg/y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:「平成8年版 国民栄養の現状」)
				葉菜	0	12	36	kg/y	
				非葉菜	0	45	139	kg/y	
				果実	0	22	81	kg/y	
			農耕作業時の粉塵濃度			5.00E-04		g/m <sup>3</sup>	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:IAEA-TECDOC-401)
			農耕作業者の呼吸量			1.2		m <sup>3</sup> /y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:ICRP Pub.23)
			農耕作業の年間作業時間			500		h/y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:「日本の統計1997年度版」)
			農耕作業時の遮へい係数			1		-	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。
			耕作深さ			1		m	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。
			畜産物の輸送時間			0		d	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。
			牧畜作業時の年間作業時間			500		h/y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:「日本の統計1997年度版」)
			牧畜作業時の遮蔽係数			1		-	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。
			牧畜作業時のダスト濃度			5.00E-04		g/m <sup>3</sup>	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(建設作業者と同一)
			牧畜作業者の呼吸量			1.2		m <sup>3</sup> /y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:ICRP Pub.23)
			放射性核種を含む飼料の混合割合			0	1	1	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。
			家畜の飼料摂取量	肉牛	5	7.2	10	kg-dry/d	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:IAEA TRS No.364)
				乳牛	10	16.1	25	kg-dry/d	
	豚	2		2.4	3	kg-dry/d			
	鶏	0.05		0.07	0.15	kg-dry/d			
	畜産物の年間摂取量	牛肉	0	8	21	kg/y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:「平成8年版 国民栄養の現状」)		
		豚肉	0	9	24	kg/y			
		鶏肉	0	7	18	kg/y			
		鶏卵	0	16	41	kg/y			
		牛乳	0	44	149	L/y			
	建設作業の年間作業時間			500		h/y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:IAEA-TECDOC-401)		
	掘削深さ		0.5	3	10 (もしくは、 処分場深さ)	m	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:IAEA-TECDOC-401)		
	建設作業時の遮蔽係数			0.5		-	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:IAEA-TECDOC-401)		
	建設作業時の粉塵濃度			5.00E-04		g/m <sup>3</sup>	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:IAEA-TECDOC-401)		
	微粒子への濃縮係数	経口及び皮膚		2.00E+00		-	「原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するものうち放射性廃物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について」を参照する。皮膚被ばく評価新設のため。(出典:IAEA SRS)		
皮膚表面のダストの厚み			1.00E-02		cm	「原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するものうち放射性廃物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について」を参照する。皮膚被ばく評価新設のため。(出典:IAEA SRS)			
建設作業時のダストの密度			2.00E+00		g/m <sup>3</sup>	「原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するものうち放射性廃物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について」を参照する。皮膚被ばく評価新設のため。(出典:IAEA-)			
建設作業者の呼吸量			1.2		m <sup>3</sup> /y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:ICRP Pub.23)			
微粒子への濃縮係数	吸入可能な粒子		4.00E+00		-	ウランクリアランス報告書を参照する。皮膚被ばく評価新設のため。(出典:IAEA SRS No.44)			
経口摂取率			0.01		g/h	「原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するものうち放射性廃物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について」を参照する。皮膚被ばく評価新設のため。(出典:IAEA SS)			
居住時間		3000	8760	8760	h/y	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。			
居住時の遮蔽係数			0	0.2	0.66	-	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:IAEA-TECDOC-401)		
居住時の粉塵濃度		1.00E-06	6.00E-06	1.00E-04	g/m <sup>3</sup>	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:IAEA-TECDOC-401)			
居住者の呼吸量			0.96		m <sup>3</sup> /h	「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を参照する。(出典:ICRP Pub.23)			
	建設、居住等に関する土地利用の状況								

表 4.1-3 評価パラメータの設定(その3、元素依存パラメータ)

評価パラメータ項目	パラメータの有無						
	第3次中間報告 <sup>1)</sup>	濃度上限値再計算 <sup>2)</sup>	主な原子炉施設クリアランスレベル <sup>3)</sup>	H16CL再計算_付属 <sup>4)</sup>	ウラン取扱施設クリアランスレベル <sup>5)</sup>	原子力機構申請書 <sup>6)</sup>	日本原燃申請書 <sup>7)</sup>
土壌から農作物(米)への移行係数	○	○	○		○		○
土壌から農作物(葉菜、非葉菜、果実)への移行係数	○	○	○	○	○		
土壌から農作物(飼料)への移行係数	○	○	○		○		
飼料飼育水から畜産物(鶏卵)への移行係数	○	○	○		○		○
飼料飼育水から畜産物(牛乳)への移行係数	○	○	○		○		○
飼料飼育水から畜産物(牛肉)への移行係数	○	○	○		○		○
飼料飼育水から畜産物(豚肉)への移行係数	○	○	○		○		○
飼料飼育水から畜産物(鶏肉)への移行係数	○	○	○		○		○
放射性核種の河川水から河川岸土壌への移行係数			○				
放射性核種の海水から海岸砂への移行係数			○				
養殖淡水産物・河川産物(魚類)への濃縮係数	○	○	○		○		○(沼産物)
河川産物(無脊椎)への濃縮係数			○				
海産物(魚類)への濃縮係数			○			○	
海産物(無脊椎)への濃縮係数			○			○	
海産物(藻類)への濃縮係数			○			○	
核種の放出係数	○	○	○		○	○	
移行経路の分配係数(帯水層土壌の分配係数)	○	○	○		○	○	○(地層ごとに設定)
農耕土壌の分配係数	○	○	○		○		
内部被ばく線量換算係数(吸入・経口)	○	○	○	○ <sup>B)</sup>	○	○	○
皮膚被ばく線量換算係数				○ <sup>B)</sup>	○		
外部被ばく線量換算係数		○ <sup>A)</sup>	○	○	○	○	○

- 1) 低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について(平成12年9月)
- 2) 低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について(平成19年5月)
- 3) 主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて(平成11年3月)
- 4) 原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するもののうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について(平成16年12月)
- 5) ウラン取扱施設におけるクリアランスレベルについて(平成21年10月)
- 6) 日本原子力研究所東海研究所廃棄物埋設事業許可申請書(平成5年10月)
- 7) 六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター 廃棄物埋設事業許可申請書(昭和63年4月)(1号埋設)、廃棄物埋設事業変更許可申請書(平成9年1月)(2号埋設)

- A) トレンチ、ピット及び余裕深度についてそれぞれ設定。
- B) 作業員に対してはPubl.68を、一般公衆に対してはPubl.72を使用。

注) 網掛け部分が引用元。ウラン、トリウム及びその系列核種は「ウランクリアランス報告書」より引用し、他の元素は他資料より引用する場合がある。

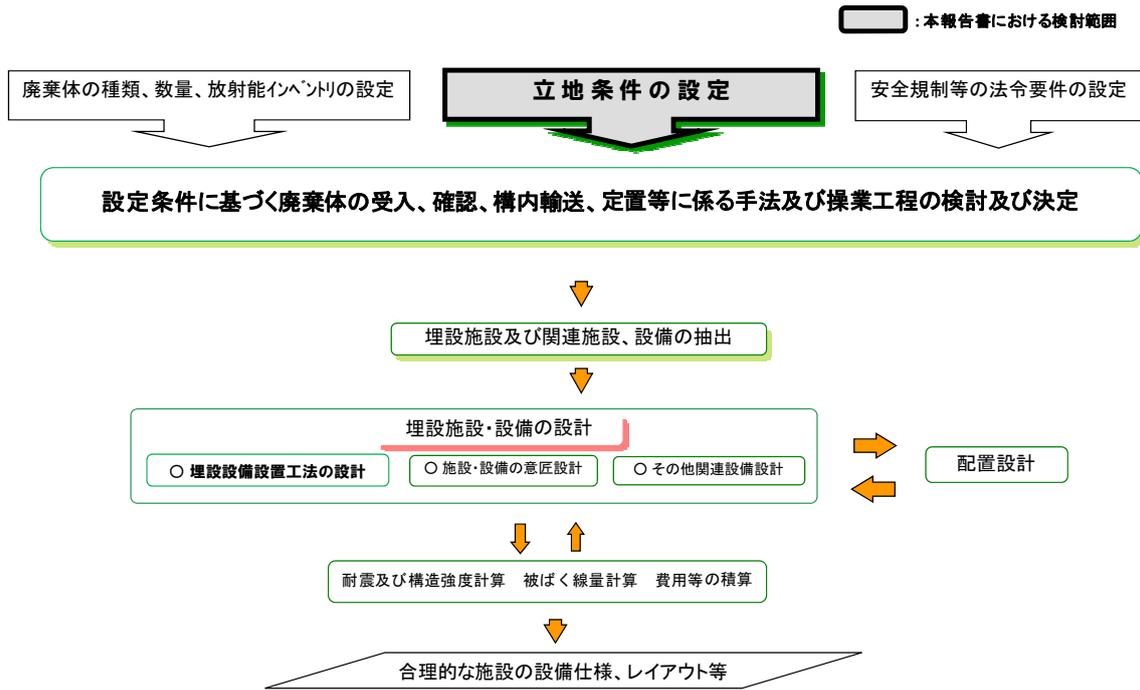


図1 本報告書の検討範囲

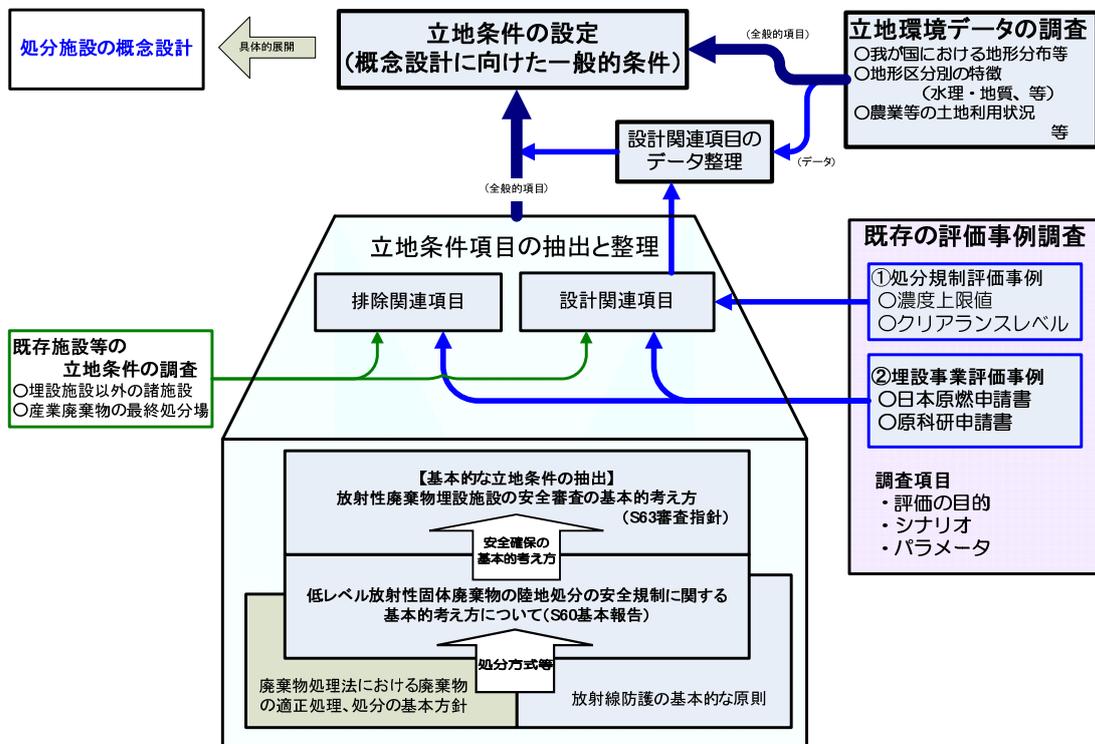
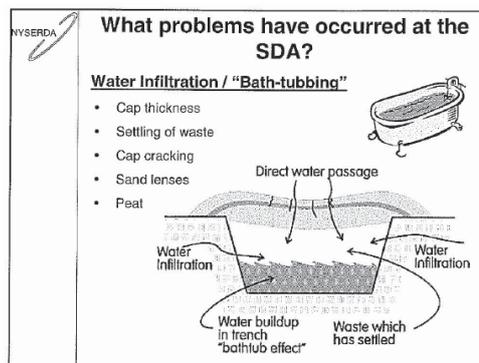


図 2.1-1 研究施設等廃棄物埋設施設の立地条件設定に係る検討スキーム

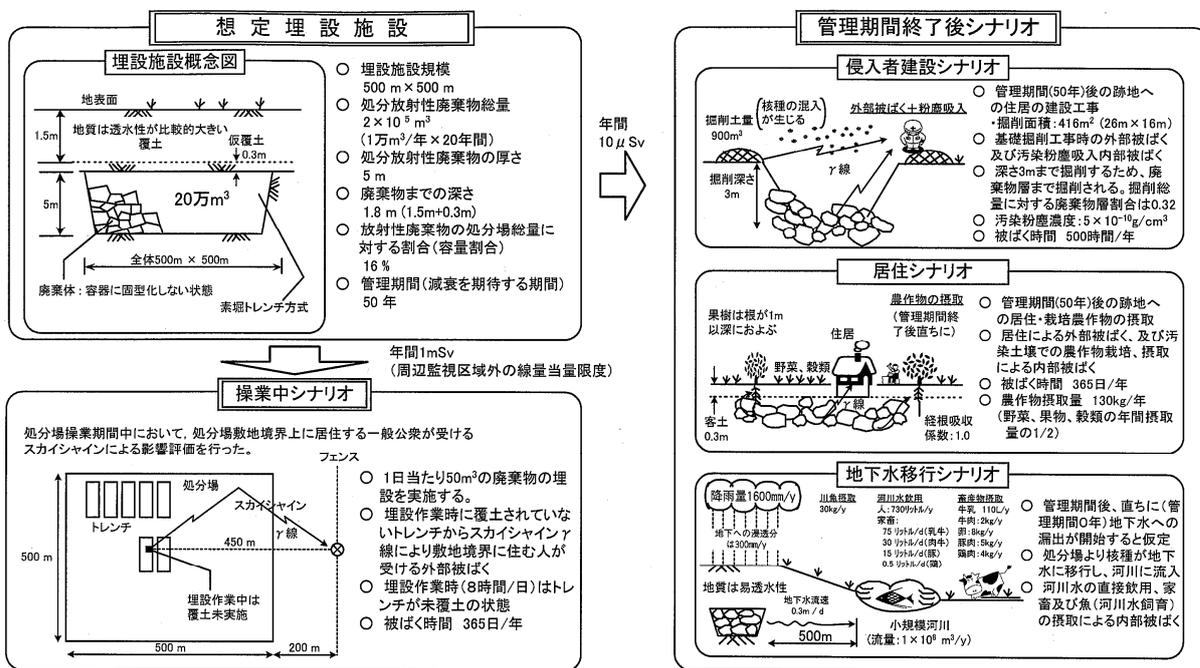


Figure 15. Trench in the SDA<sup>13</sup>  
from 'Synapse E.E., Inc, "The real costs of cleaning up nuclear Waste", Appendix B, August, 2008'



左図は参考文献 32、右図は参考文献 33 より引用

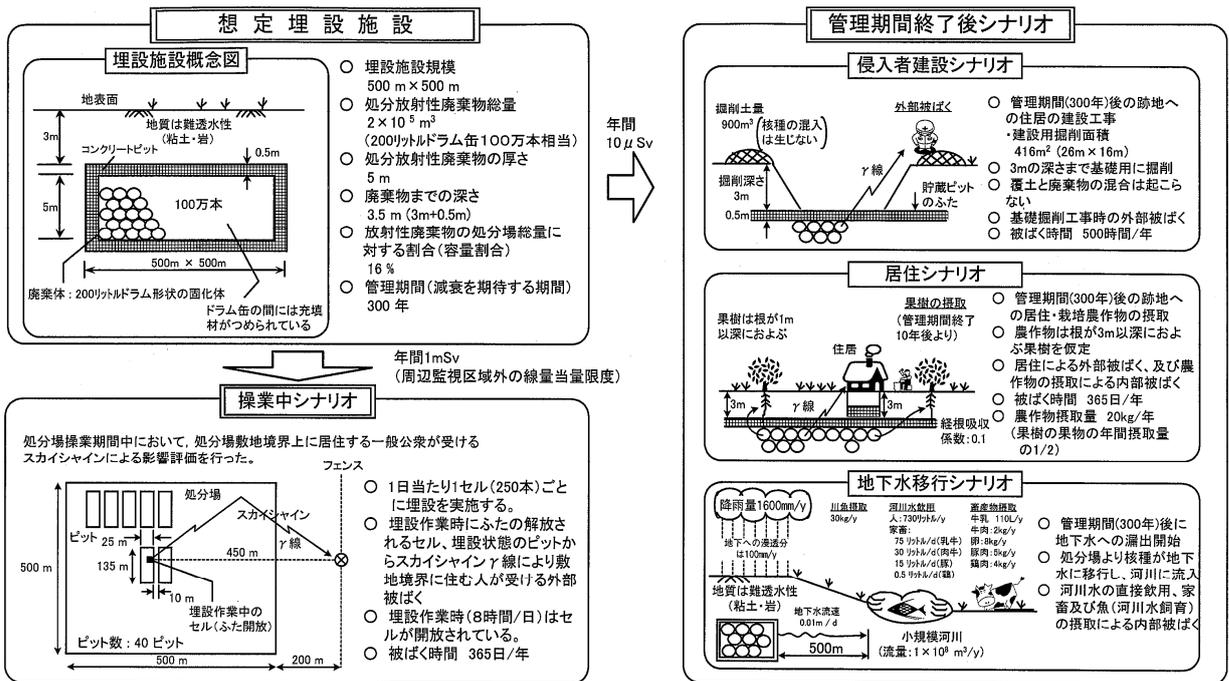
図 2.2-1 初期のトレンチ処分場とバスタブ現象 (West Valley)



参考文献 90 より引用

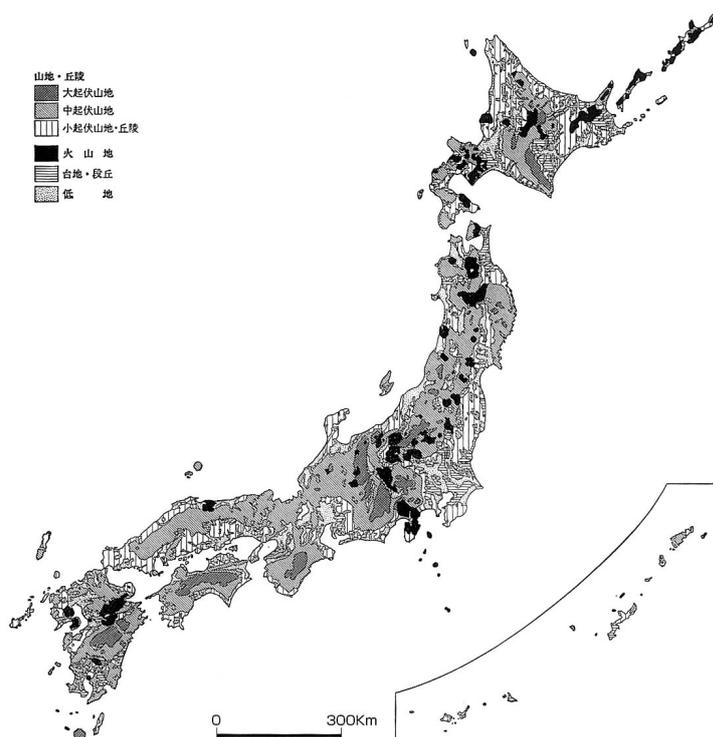
図 2.3-1 濃度上限値の評価シナリオ概念と評価パラメータ(トレンチ埋設施設)

(人工構築物を設置しない廃棄物埋設に浅地中処分する場合)



参考文献 90 より引用

図 2.3-2 濃度上限値の評価シナリオ概念と評価パラメータ(コンクリートピット埋設施設)  
(人工構築物を設置する廃棄物埋設に浅地中処分する場合)



参考文献 43 より引用

図 3.2-1 日本の地形区分

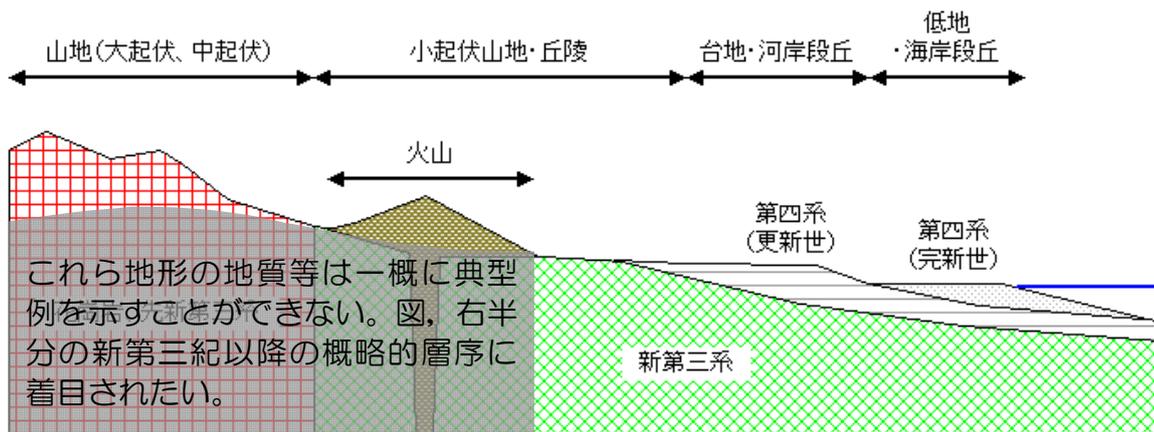


図 3.2-2 新第三紀以降の概略的な地形と地質層序の概念図

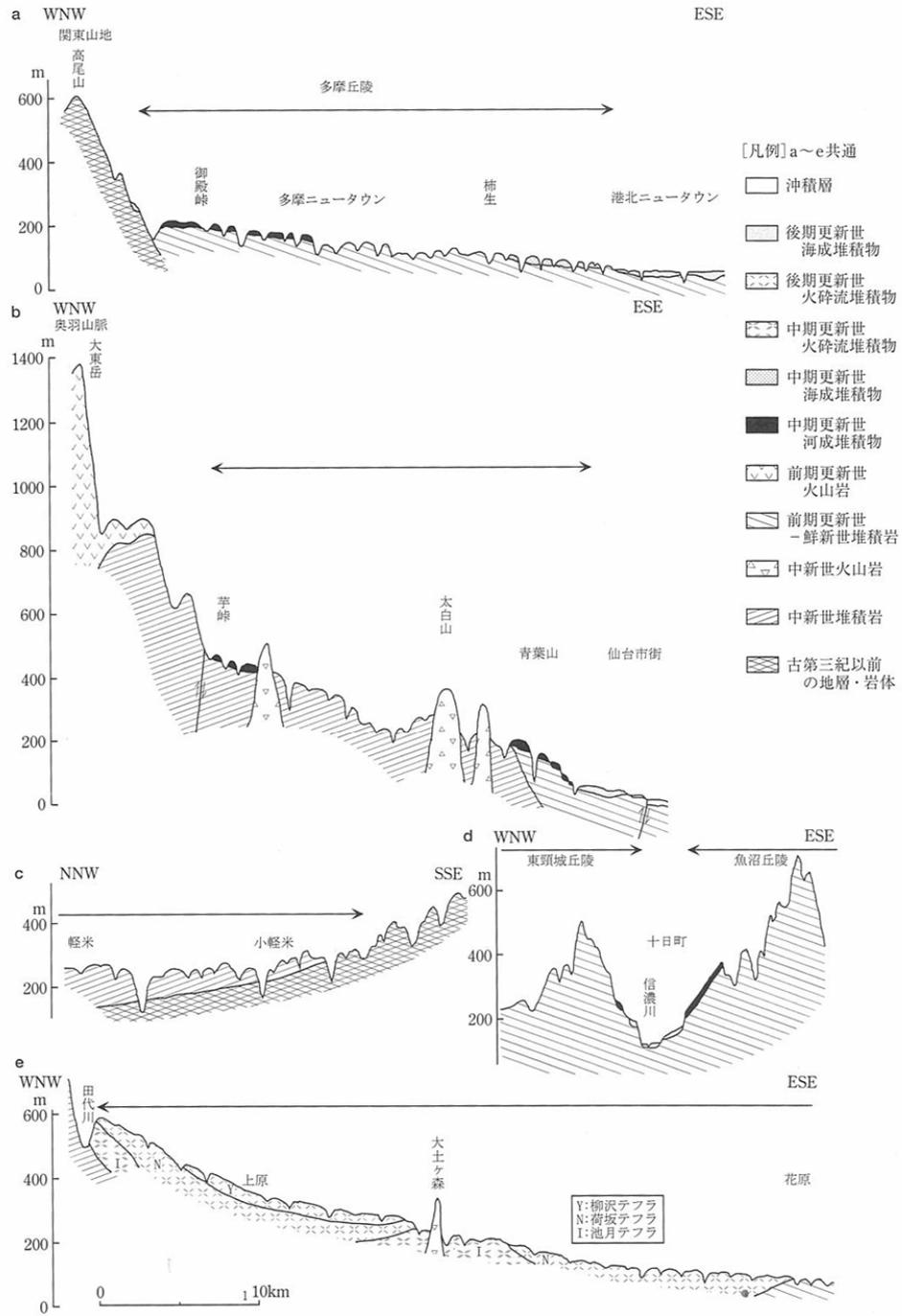


図7.2.2 いくつかの典型的丘陵地を通る地形・地質断面 [田村俊和原図] a: 多摩丘陵-関東山地東縁の例, b: 仙台とその西方-奥羽山脈東縁の例, c: 北上山地北縁部軽米付近の例, d: 東頭城丘陵-魚沼丘陵の例, e: 鳴子・鬼首火山東方, 川渡-池月付近の例. 横矢印が丘陵地の範囲を示す. 火砕流堆積物には風成部もはさまれる. また被覆風成層は厚さの関係で図示されていない. 火山岩中には火砕岩がはさまれることも多い. 鮮新世・中新世堆積岩中にも火砕岩がはさまれることがある.

参考文献 44 より引用

図 3.2-3 いくつかの典型的丘陵地を通る地形・地質断面

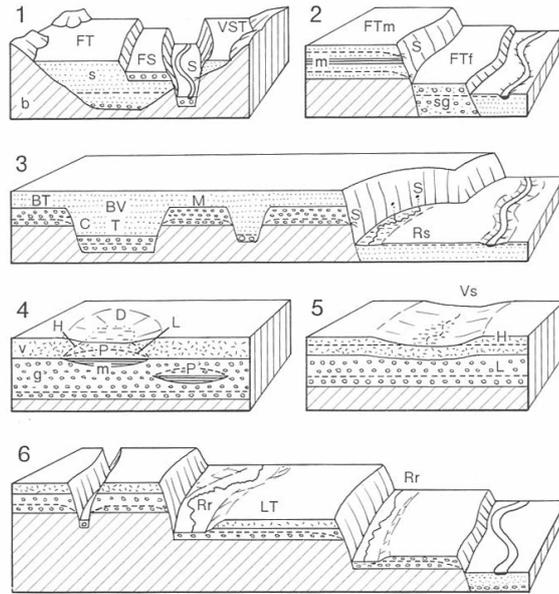
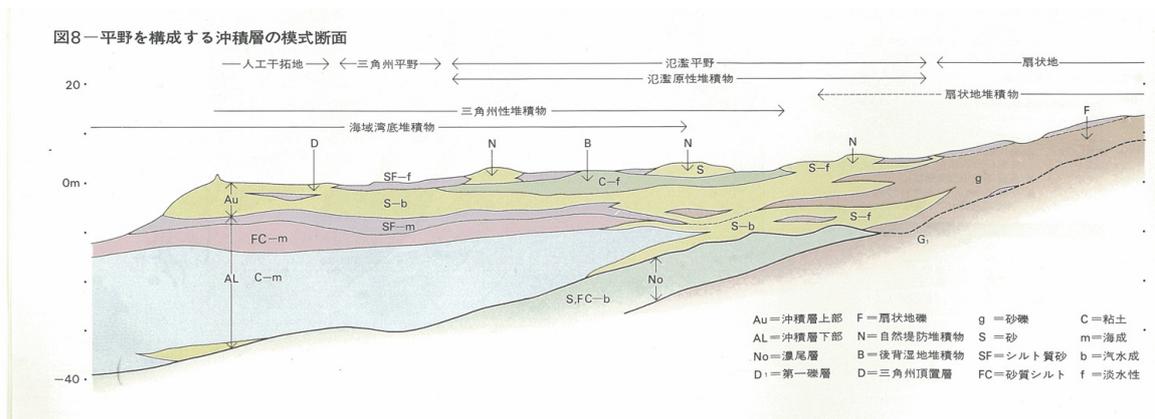


図 11.1.16 段丘と地下水の関係の概念図  
 破線は自由（不圧）地下水の地下水面を示す。  
 H・L：高水位期・低水位期の地下水面，S：湧水，C：地下水瀑布，T：地下水谷，M：地下水堆，P：宙水。  
 1：河成のフィルトップ段丘（FT），谷側積載段丘（VST）およびフィルストラス段丘（FS），  
 2：海成フィルトップ段丘（FTm）と河成砂礫段丘（FTf），  
 3：埋没段丘（BT）と埋没谷（BV）をもつフィルトップ段丘。Rs：湧泉川，  
 4：厚いローム層に被覆された段丘上の浅い凹地（D）と宙水（P），  
 5：厚いローム層に被覆された段丘上の浅い谷（Vs）と地下水面，  
 6：岩石段丘と地下水面。LT：ローム段丘，Rr：名残川。  
 g：礫層，sg：砂礫層，s：砂層，m：泥層，v：被覆火山灰層（ローム層），  
 b：基盤岩石。

参考文献 47 より引用

図 3.2-4 段丘と地下水の関係の概念図



参考文献 49 より引用

図 3.2-5 平野を構成する沖積層の模式断面の例

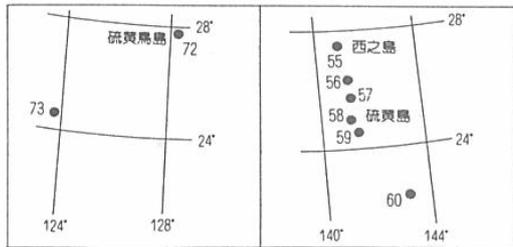
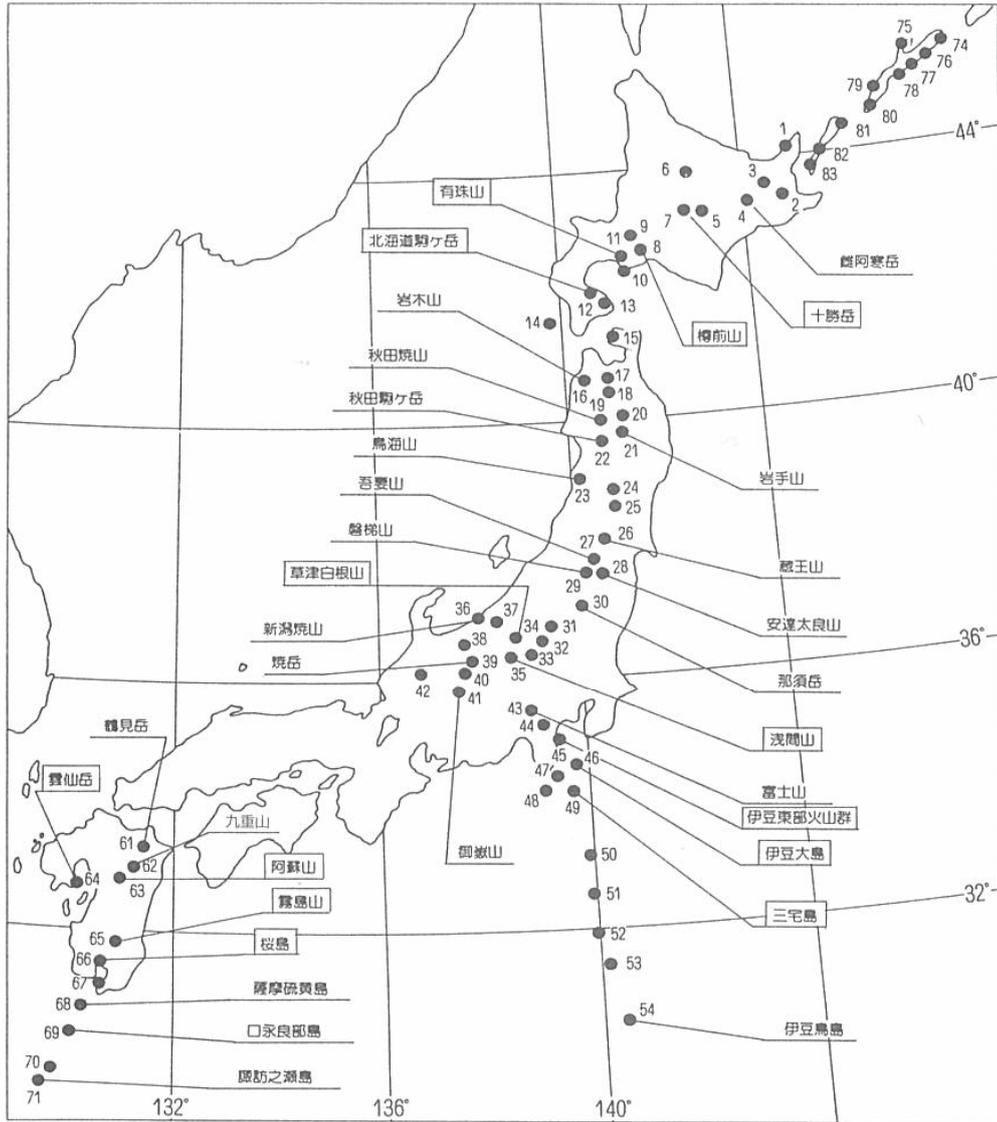
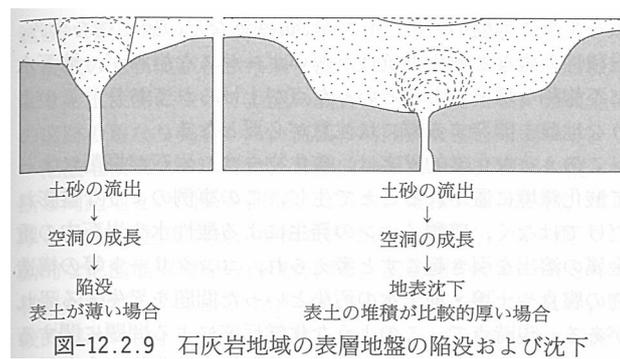


図 9.1.1 日本の活火山分布と火山噴火予知計画(第6次)の対象火山[文部省測地学審議会, 1998 指定] □で囲んだ13火山が「活動的で特に重点的に観測研究を行うべき火山」, それ以外の名称を付した24火山が「活動的火山及び潜在的爆発活力を有する火山」, 数字は活火山の番号.

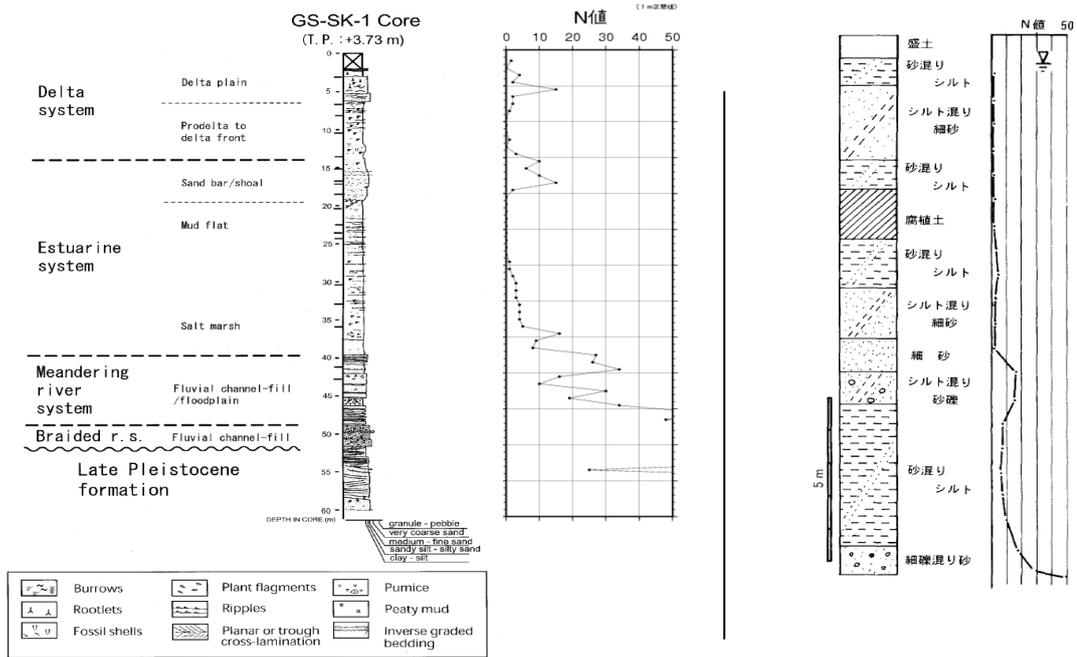
参考文献 44 より引用

図 3.3-1 日本の活火山分布



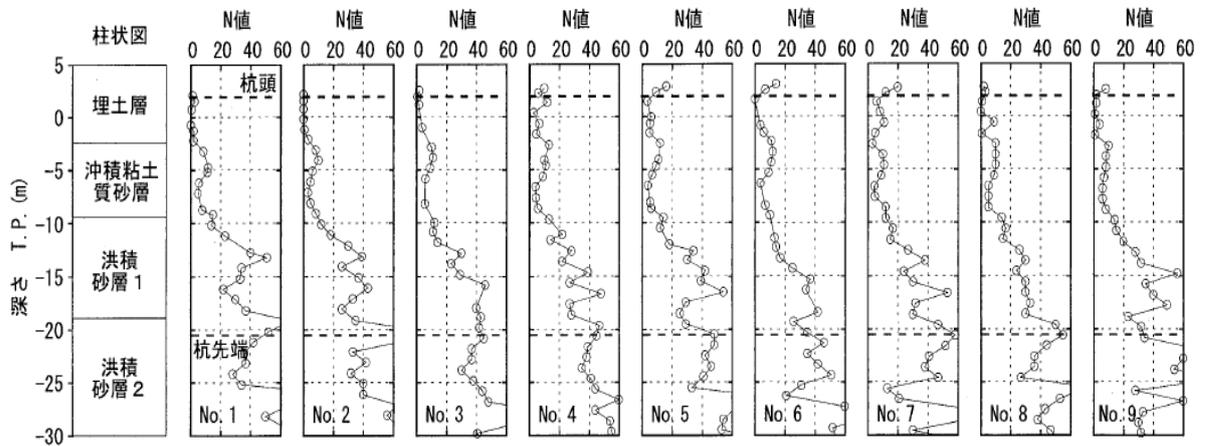
参考文献 57 より引用

図 3.3-2 石灰岩地域の表層地盤の陥没及び沈下



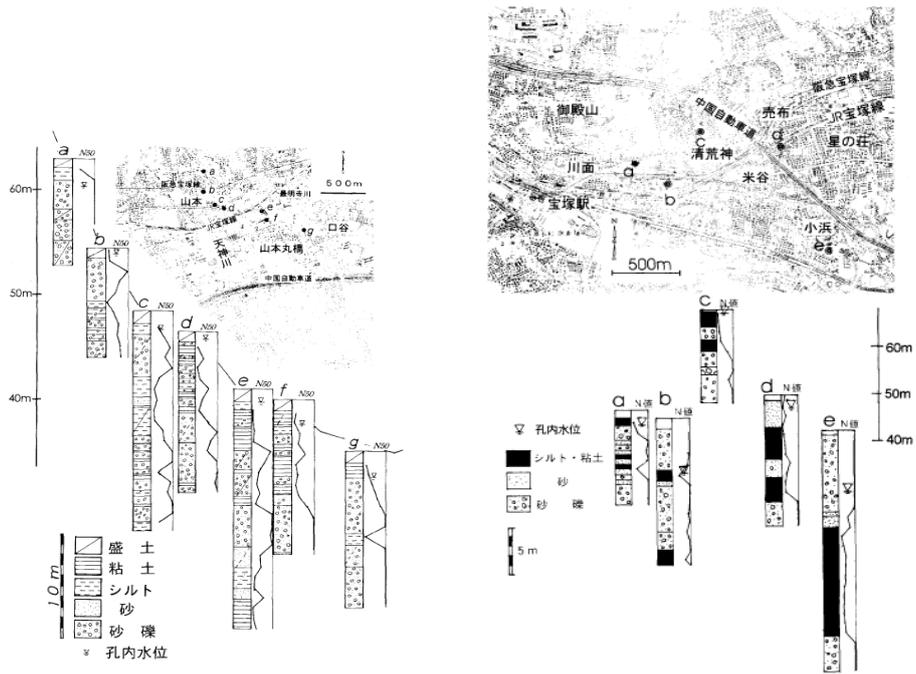
左図：中川低地 参考文献 63、参考文献 64 より引用  
 右図：川西市花屋敷低地帯 参考文献 65 より引用

図 3.3-3 低地でのボーリング柱状図と N 値の深度分布



参考文献 66 より引用

図 3.3-4 検討地での 9 本の標準貫入試験結果



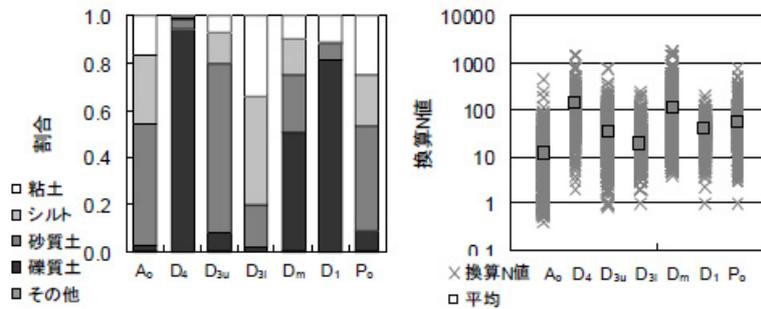
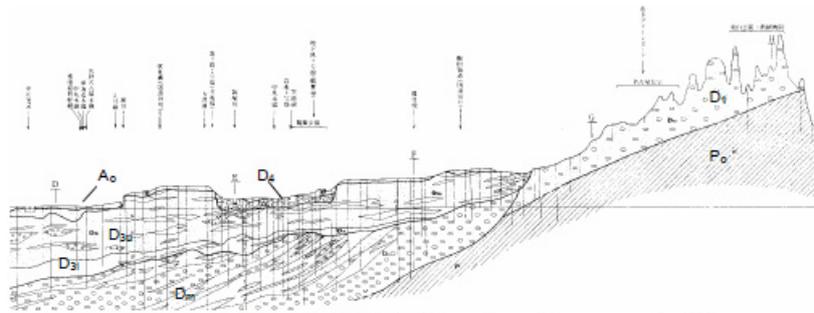
山本扇状地

川面～小浜扇状地

柱状図横の折れ線は N 値を示す(右端が N 値 50)

両図とも参考文献 65 より引用

図 3.3-5 扇状地でのボーリング柱状図



参考文献 67 より引用

図 3.3-6 名古屋市浅部地盤の東西断面(上)及び地質・N 値データ

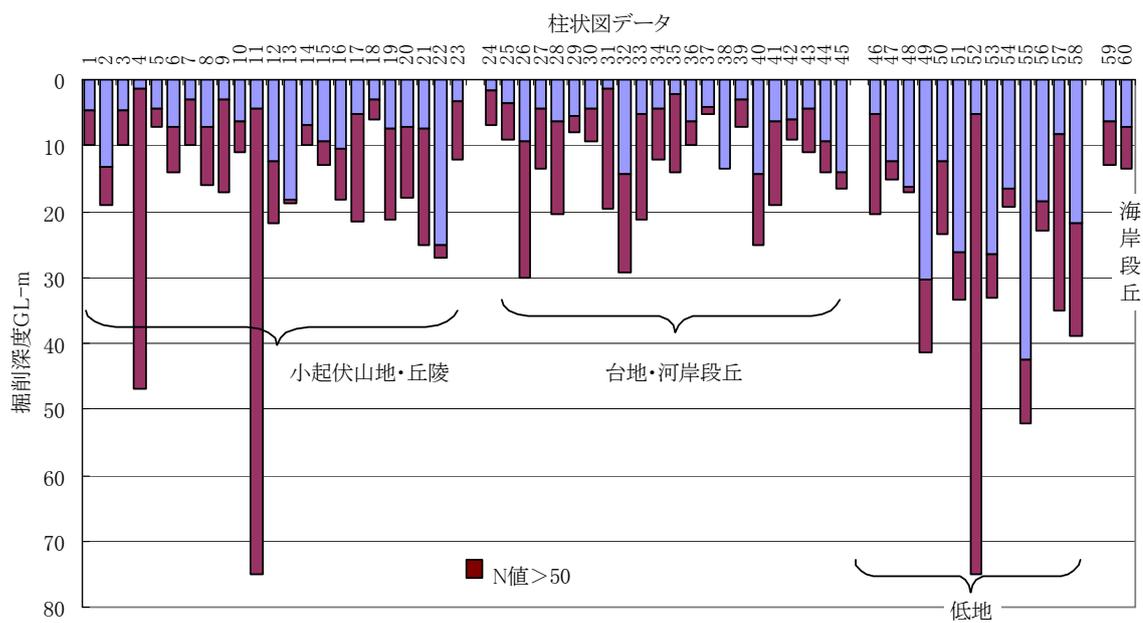


図 3.3-7 N 値が 50 以上になる深度



図10-相模川下流域地質図

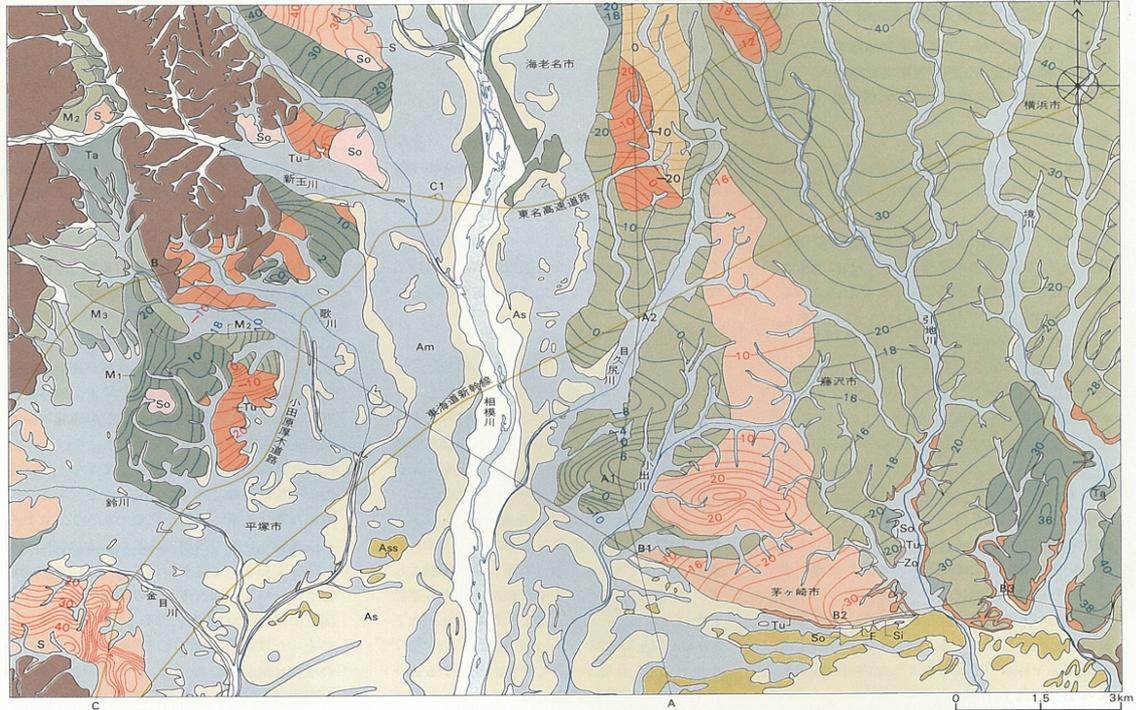


図11-A-A断面図

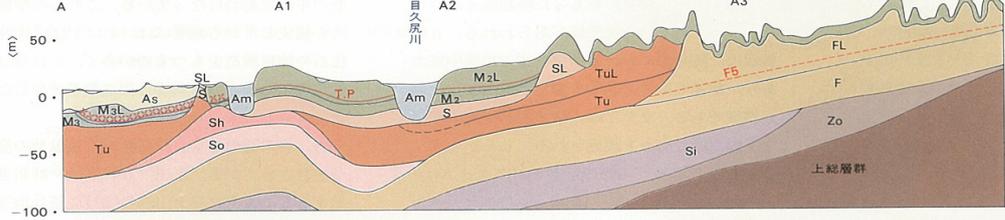


図12-B-B断面図

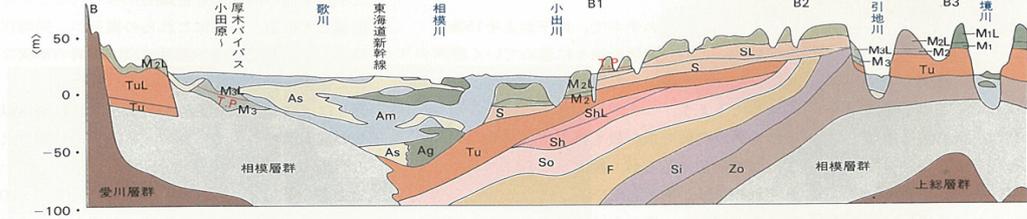
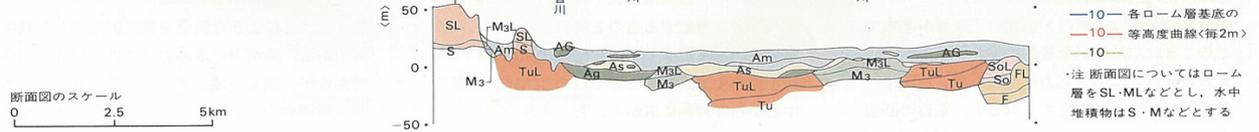
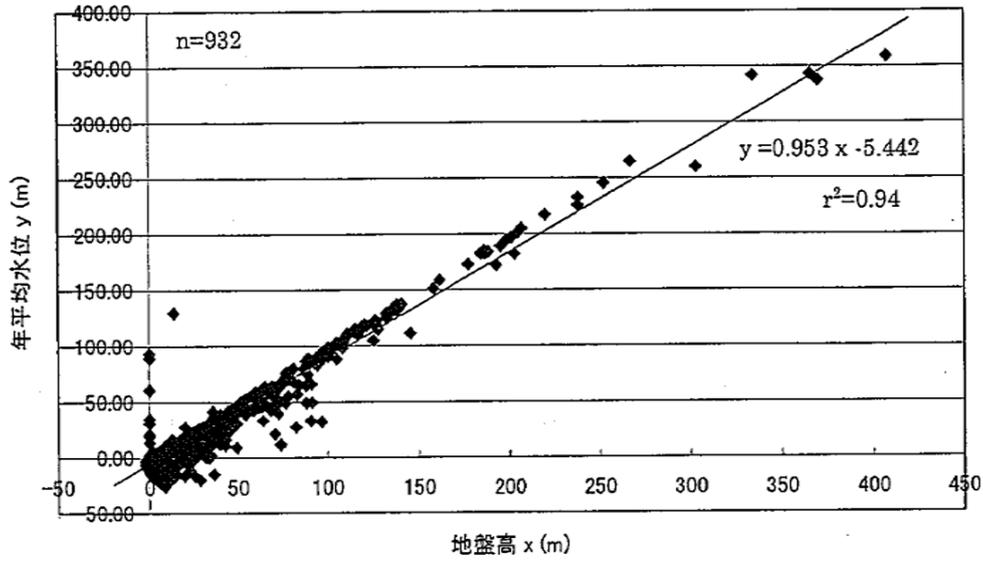


図13-小田原～厚木バイパス断面図



参考文献 70 より引用

図 3.3-10 相模川下流域地域の地質図及び断面図



参考文献 71 より引用

図 3.3-11 地盤高と年平均水位の関係

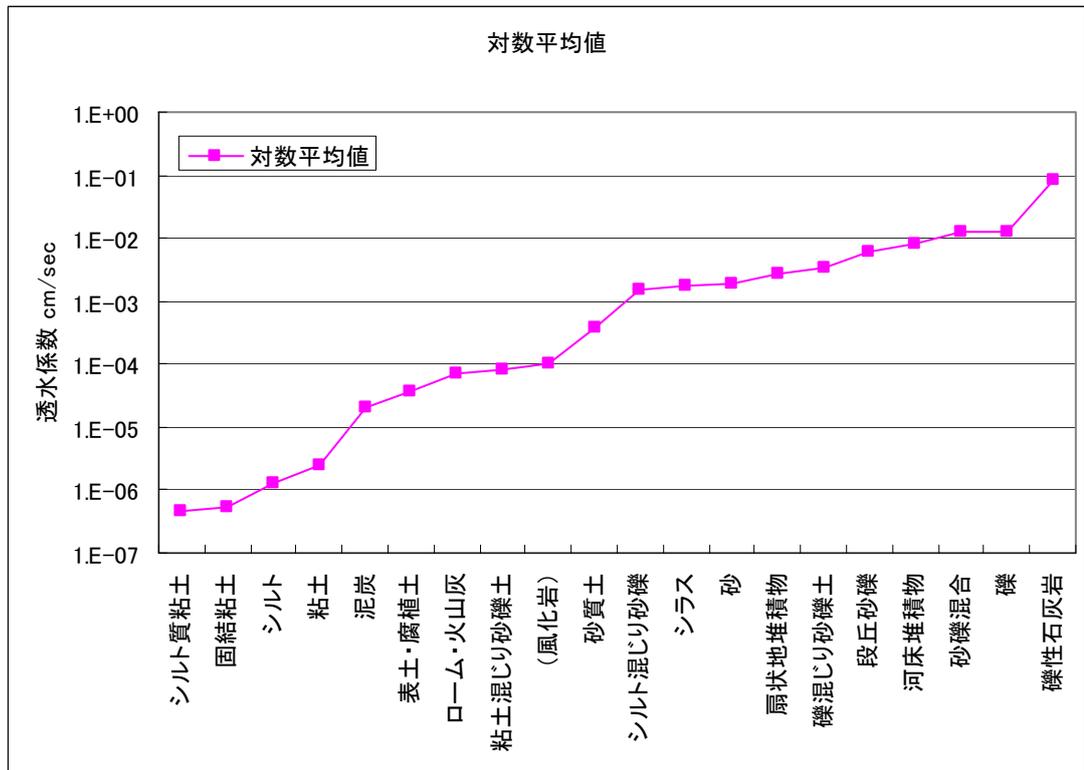
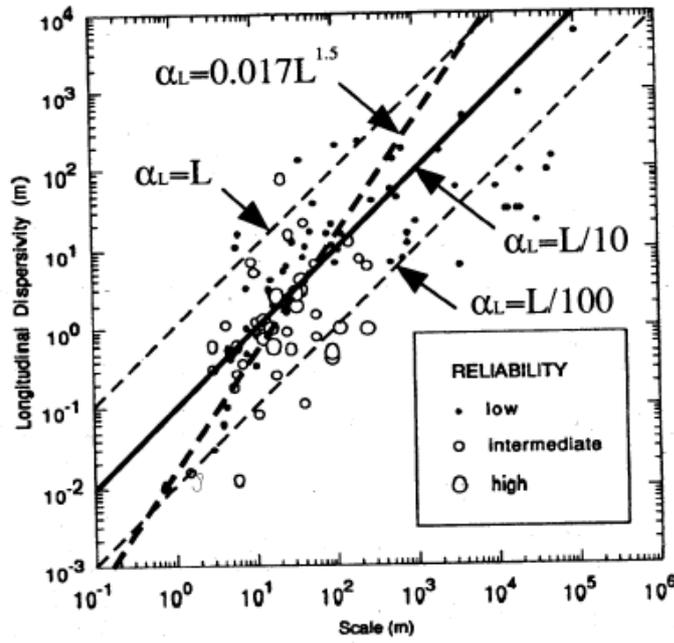
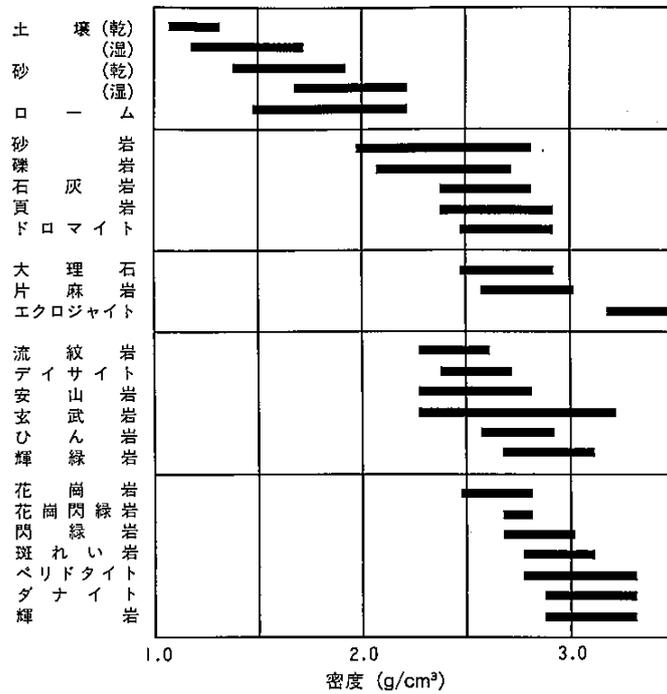


図 3.3-12 第四紀堆積物の透水係数



参考文献 50 より引用

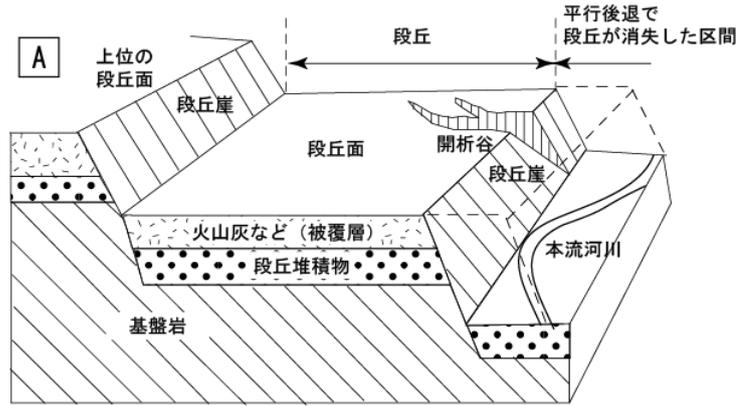
図 3.3-13 縦方向分散長と移行距離の関係



参考文献 74 より引用

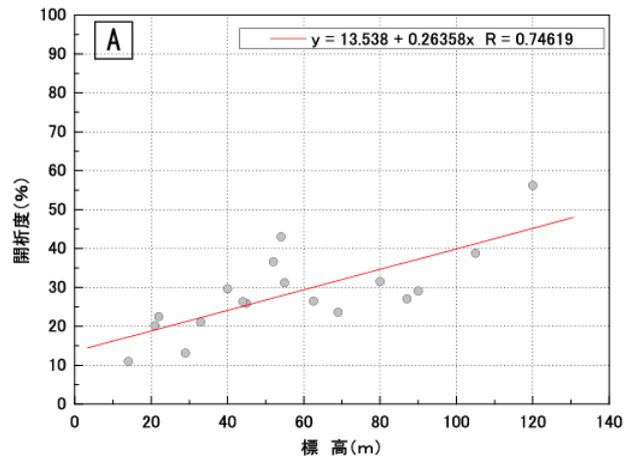
図 3.3-14 岩石の密度





参考文献 78 より引用

図 3.3-17 段丘と開析谷



参考文献 78 より引用

図 3.3-18 段丘の標高と開析度の関係

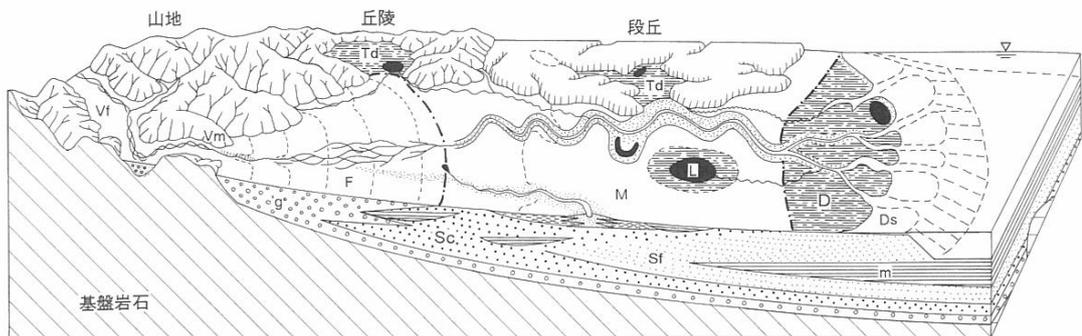


図 6.2.1 5種の河成複式堆積低地の模式図

Vi: 谷底堆積低地, Vm: 谷口, F: 扇状地, M: 蛇行原, D: 三角洲 (Ds: 水底三角洲), L: 湖沼, Td: 支谷閉塞低地, g: 礫層, Sc: 粗粒・中粒砂層, Sf: 細粒砂層, m: 泥層 (シルト・粘土層)。一点太破線は、扇状地、蛇行原および三角洲の境界線である。

参考文献 48 より引用

図 3.3-19 低地の河川の特徴概念図

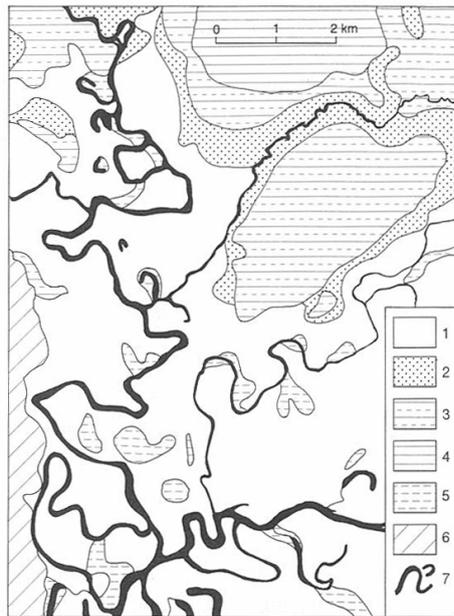


図 6.2.20 図 6.2.17 の読図概要図  
 1: 自然堤防 (粗粒砂), 2: 自然堤防 (細粒砂と粗粒シルト),  
 3: 後背低地 (泥), 4: 後背湿地 (泥炭), 5: 流路跡地 (砂混  
 じりシルト), 6: 段丘と丘陵, 7: 流路と三日月湖

南北方向の蛇行河川は雨龍川、東西方向は石狩川、参考文献 48 より引用

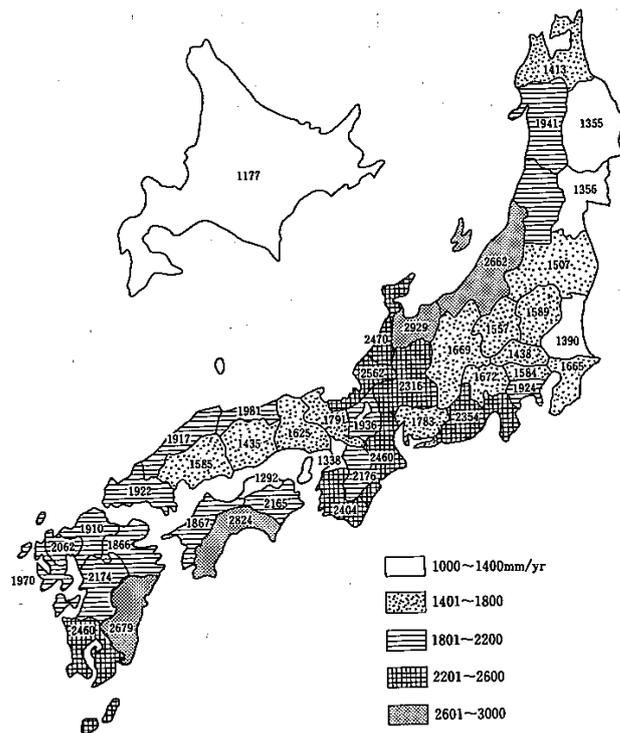
図 3.3-20 土地改良前の蛇行原の読図例



図 6.1.62 延長川の読図概要図 (上: 図 6.1.61 の読図概要  
 図, 下: 断面線 AB にそった地形断面と延長川の投影断面図)  
 数字 (0~5) は段丘面を示す. 河川①~④はそれぞれ段丘面  
 0~4 の離水後に生じた延長川を示す. O: オニオマナイ川, P  
 : ベセットコマナイ川

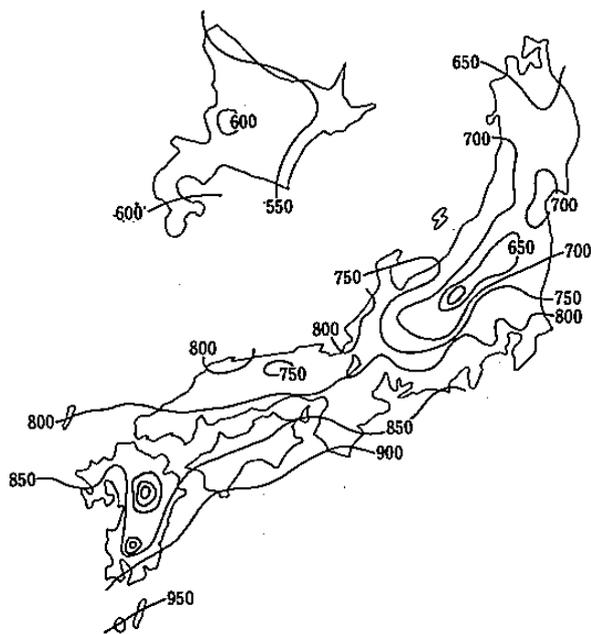
参考文献 48 より引用

図 3.3-21 海岸段丘分布域の河川例



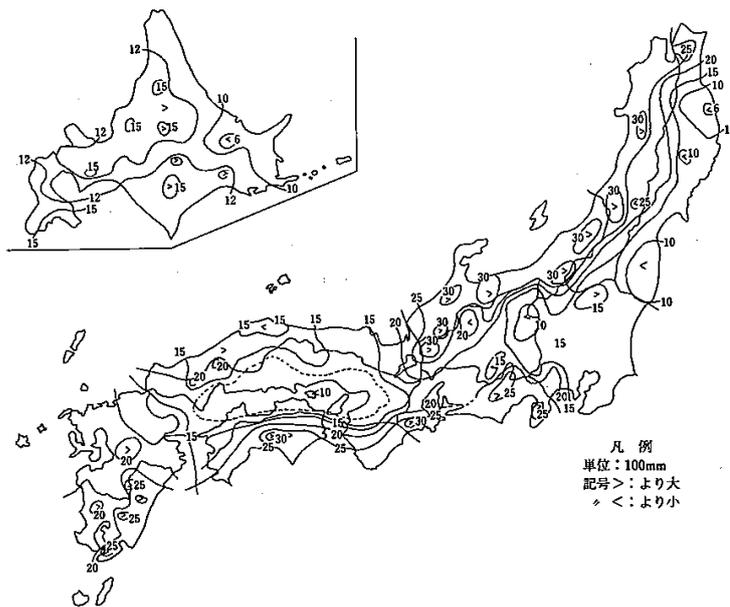
参考文献 79 より引用

図 3.2-22 日本における平均面積年降水量の分布図



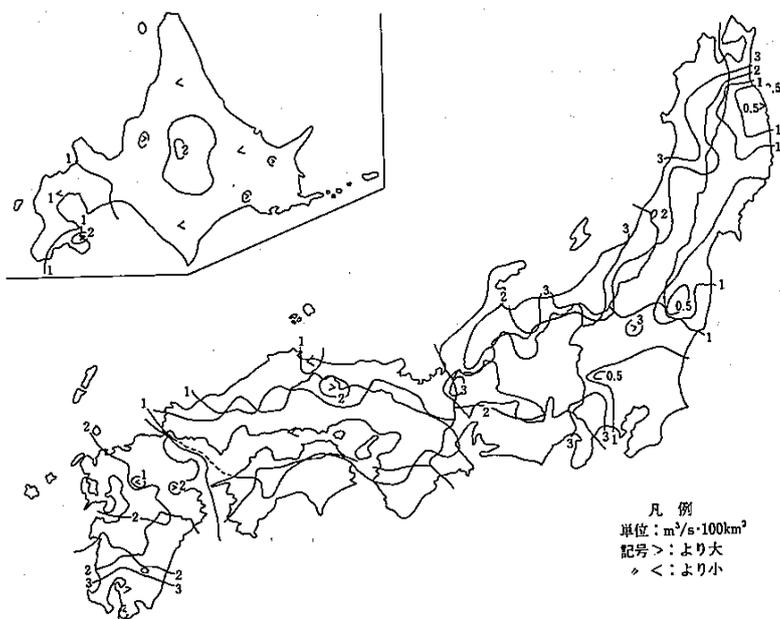
参考文献 79 より引用

図 3.3-23 日本の可能蒸発散量の分布図



参考文献 79 より引用

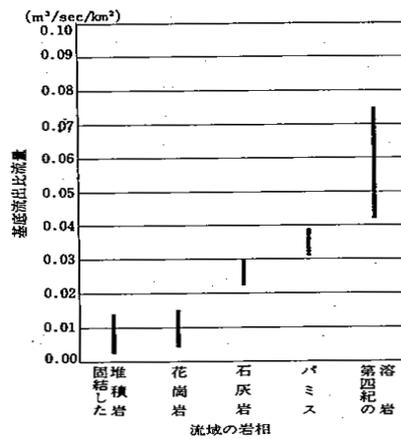
図 3.3-24 日本の年流出量分布図



参考文献 79 より引用

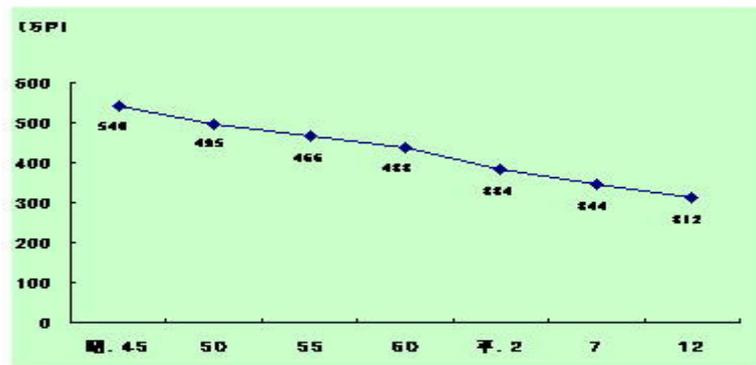
図 3.3-25 湧水比流量分布図

図1.1.5 流域の岩相と基底流出比流量との関係



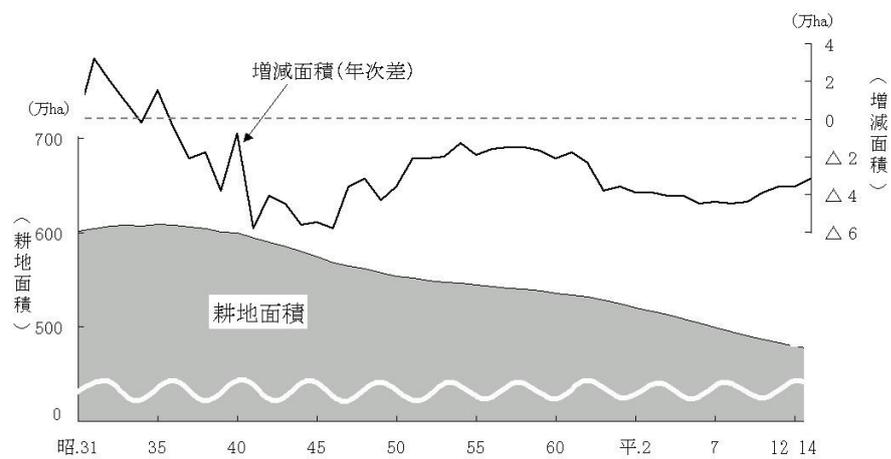
参考文献 79 より引用

図 3.3-26 流域の岩相と基底流出比流量との関係



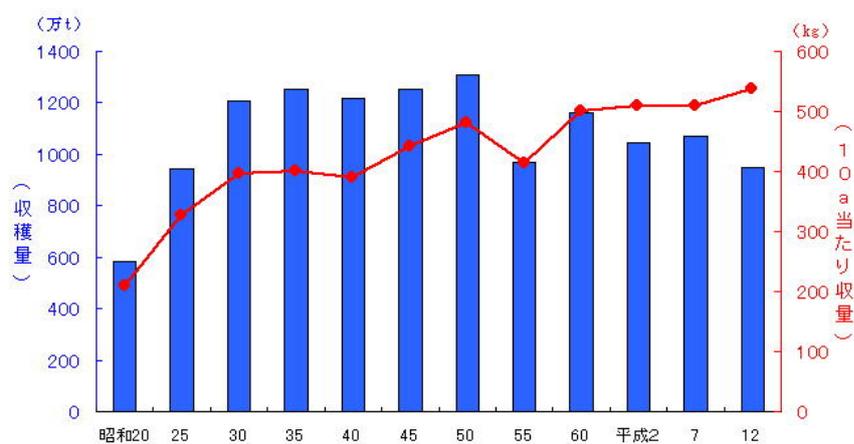
参考文献 86 より引用

図 3.3-27 農家数



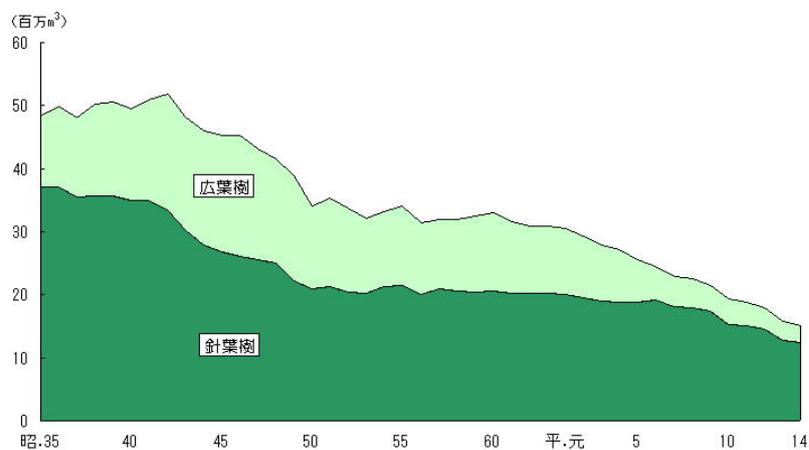
参考文献 86 より引用

図 3.3-28 耕地面積



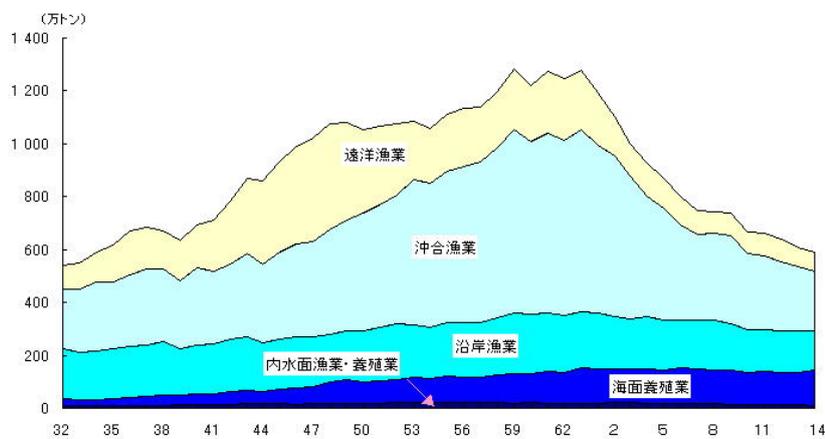
参考文献 86 より引用

図 3.3-29 水稻収穫量



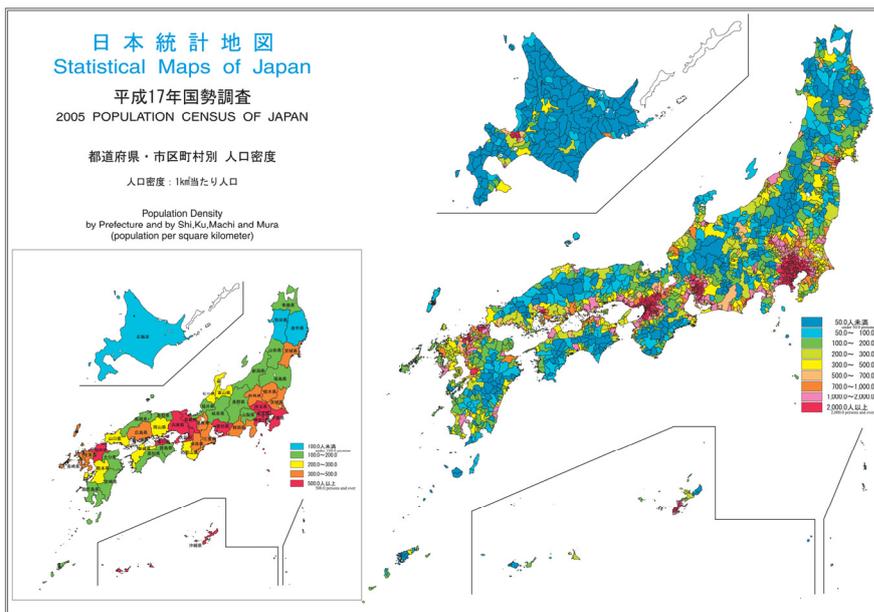
参考文献 86 より引用

図 3.3-30 素材生産量



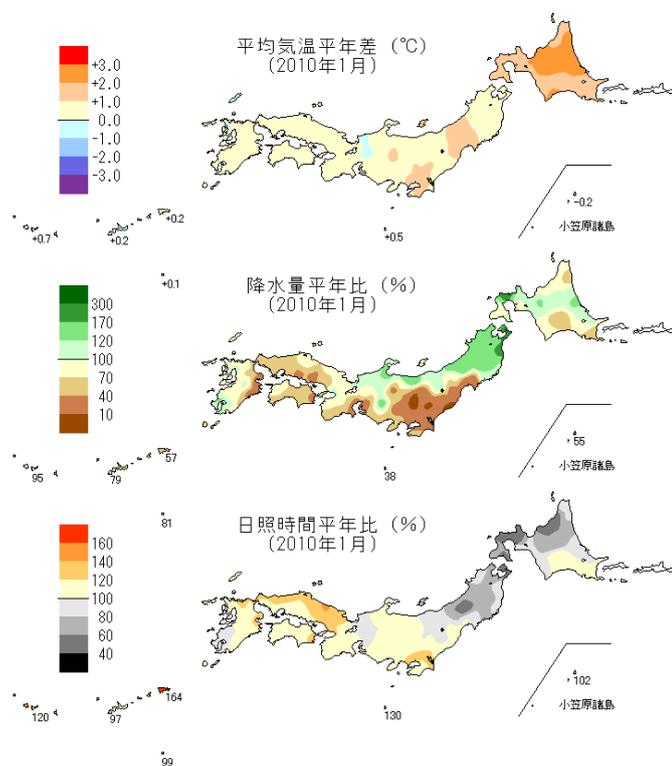
参考文献 86 より引用

図 3.3-31 漁業・養殖業生産量



参考文献 88 より引用

図 3.3-32 日本の人口密度



参考文献 61 より引用

図 3.3-33 気象情報の閲覧例

This is a blank page.

# 国際単位系 (SI)

表1. SI基本単位

基本量	SI基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質の量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m <sup>2</sup>
体積	立方メートル	m <sup>3</sup>
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s <sup>2</sup>
波数	毎メートル	m <sup>-1</sup>
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m <sup>3</sup>
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m <sup>2</sup>
比体積	立方メートル毎キログラム	m <sup>3</sup> /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m <sup>2</sup>
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 <sup>(a)</sup> , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m <sup>3</sup>
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m <sup>3</sup>
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m <sup>2</sup>
屈折率 <sup>(b)</sup>	(数字の) 1	1
比透磁率 <sup>(b)</sup>	(数字の) 1	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。  
 (b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン <sup>(b)</sup>	rad	1 <sup>(b)</sup>	m/m
立体角	ステラジアン <sup>(b)</sup>	sr <sup>(c)</sup>	1 <sup>(b)</sup>	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
周波数	ヘルツ <sup>(d)</sup>	Hz		s <sup>-1</sup>
力	ニュートン	N		m kg s <sup>-2</sup>
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m <sup>2</sup>	m <sup>-1</sup> kg s <sup>-2</sup>
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup>
仕事率, 工率, 放射束	ワット	W	J/s	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup>
電荷, 電流量	クーロン	C		s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup> A <sup>-1</sup>
静電容量	ファラド	F	C/V	m <sup>-2</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>4</sup> A <sup>2</sup>
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup> A <sup>-2</sup>
コンダクタンス	ジーメンズ	S	A/V	m <sup>-2</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>3</sup> A <sup>2</sup>
磁束	ウエーバ	Wb	Vs	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> A <sup>-1</sup>
磁束密度	テスラ	T	Wb/m <sup>2</sup>	kg s <sup>-2</sup> A <sup>-1</sup>
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> A <sup>-2</sup>
セルシウス温度	セルシウス度 <sup>(e)</sup>	°C		K
光照度	ルーメン	lm	cd sr <sup>(c)</sup>	cd
放射線量	ルクス	lx	lm/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> cd
放射線種の放射能 <sup>(f)</sup>	ベクレル <sup>(d)</sup>	Bq		s <sup>-1</sup>
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
線量当量, 周辺線量当量, 方向線量当量, 個人線量当量	シーベルト <sup>(g)</sup>	Sv	J/kg	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
酸素活性	カタール	kat		s <sup>-1</sup> mol

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。  
 (b) ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の1は明示されない。  
 (c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。  
 (d) ヘルツは周期現象についての、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。  
 (e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。  
 (f) 放射性核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。  
 (g) 単位シーベルト (PV,2002,70,205) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI組立単位		
	名称	記号	SI基本単位による表し方
粘力のモーメント	パスカル秒	Pa s	m <sup>-1</sup> kg s <sup>-1</sup>
表面張力	ニュートンメートル	N m	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup>
角速度	ニュートン毎メートル	N/m	kg s <sup>-2</sup>
角加速度	ラジアン毎秒	rad/s	m m <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> =s <sup>-1</sup>
熱流密度, 放射照度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s <sup>2</sup>	m m <sup>-1</sup> s <sup>-2</sup> =s <sup>-2</sup>
熱容量, エントロピー	ワット毎平方メートル	W/m <sup>2</sup>	kg s <sup>-3</sup>
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>
比エネルギー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>
熱伝導率	ジュール毎キログラム	J/kg	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
体積エネルギー	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s <sup>-3</sup> K <sup>-1</sup>
電界の強さ	ジュール毎立方メートル	J/m <sup>3</sup>	m <sup>1</sup> kg s <sup>-2</sup>
電荷密度	ボルト毎メートル	V/m	m kg s <sup>-3</sup> A <sup>-1</sup>
表面電荷	クーロン毎立方メートル	C/m <sup>3</sup>	m <sup>-3</sup> s A
電束密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m <sup>2</sup>	m <sup>-2</sup> s A
誘電率	クーロン毎平方メートル	C/m <sup>2</sup>	m <sup>-2</sup> s A
透磁率	ファラド毎メートル	F/m	m <sup>3</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>4</sup> A <sup>2</sup>
モルエネルギー	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s <sup>-2</sup> A <sup>-2</sup>
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル	J/mol	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> mol <sup>-1</sup>
照射線量 (X線及びγ線)	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup>
吸収線量率	クーロン毎キログラム	C/kg	kg <sup>-1</sup> s A
放射線強度	グレイ毎秒	Gy/s	m <sup>2</sup> s <sup>-3</sup>
放射輝度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> kg s <sup>-3</sup> =m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup>
酵素活性濃度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m <sup>2</sup> sr)	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> kg s <sup>-3</sup> =kg s <sup>-3</sup>
	カタール毎立方メートル	kat/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> mol

表5. SI接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 <sup>24</sup>	ヨタ	Y	10 <sup>-1</sup>	デシ	d
10 <sup>21</sup>	ゼタ	Z	10 <sup>-2</sup>	センチ	c
10 <sup>18</sup>	エクサ	E	10 <sup>-3</sup>	ミリ	m
10 <sup>15</sup>	ペタ	P	10 <sup>-6</sup>	マイクロ	μ
10 <sup>12</sup>	テラ	T	10 <sup>-9</sup>	ナノ	n
10 <sup>9</sup>	ギガ	G	10 <sup>-12</sup>	ピコ	p
10 <sup>6</sup>	メガ	M	10 <sup>-15</sup>	フェムト	f
10 <sup>3</sup>	キロ	k	10 <sup>-18</sup>	アト	a
10 <sup>2</sup>	ヘクト	h	10 <sup>-21</sup>	ゼプト	z
10 <sup>1</sup>	デカ	da	10 <sup>-24</sup>	ヨクト	y

表6. SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	"	1"=(1/60)′=(π/648000) rad
ヘクタール	ha	1ha=1hm <sup>2</sup> =10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
リットル	L, l	1L=1l=1dm <sup>3</sup> =10 <sup>3</sup> cm <sup>3</sup> =10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
トン	t	1t=10 <sup>3</sup> kg

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI単位で表される数値
電子ボルト	eV	1eV=1.602 176 53(14)×10 <sup>-19</sup> J
ダルトン	Da	1Da=1.660 538 86(28)×10 <sup>-27</sup> kg
統一原子質量単位	u	1u=1 Da
天文単位	ua	1ua=1.495 978 706 91(6)×10 <sup>11</sup> m

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100kPa=10 <sup>5</sup> Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1mmHg=133.322Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10 <sup>-10</sup> m
海里	M	1 M=1852m
バイン	b	1 b=100fm <sup>2</sup> =(10 <sup>-12</sup> cm) <sup>2</sup> =10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup>
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的な関係は、対数量の定義に依存。
ベベル	B	
デジベル	dB	

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI単位で表される数値
エルグ	erg	1 erg=10 <sup>-7</sup> J
ダイン	dyn	1 dyn=10 <sup>-5</sup> N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm <sup>-2</sup> =0.1Pa s
ストークス	St	1 St=1cm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> =10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>
スチルブ	sb	1 sb=1cd cm <sup>-2</sup> =10 <sup>-4</sup> cd m <sup>-2</sup>
ファオトル	ph	1 ph=1cd sr cm <sup>-2</sup> 10 <sup>4</sup> lx
ガリ	Gal	1 Gal=1cm s <sup>-2</sup> =10 <sup>-2</sup> ms <sup>-2</sup>
マクスウェル	Mx	1 Mx=1G cm <sup>2</sup> =10 <sup>-8</sup> Wb
ガウス	G	1 G=1Mx cm <sup>-2</sup> =10 <sup>-4</sup> T
エルステッド <sup>(c)</sup>	Oe	1 Oe ≐ (10 <sup>3</sup> /4π)A m <sup>-1</sup>

(c) 3元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「≐」は対応関係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 <sup>10</sup> Bq
レントゲン	R	1 R = 2.58×10 <sup>-4</sup> C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10 <sup>-2</sup> Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 <sup>-2</sup> Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 <sup>-9</sup> T
フェルミ	f	1フェルミ=1 fm=10 <sup>-15</sup> m
メートル系カラット		1メートル系カラット = 200 mg = 2×10 <sup>-4</sup> kg
トル	Torr	1 Torr = (101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm = 101 325 Pa
カロリ	cal	1cal=4.1858J (「15°C」カロリ), 4.1868J (「IT」カロリ), 4.184J (「熱化学」カロリ)
マイクロン	μ	1 μ=1μm=10 <sup>-6</sup> m

