## 1.2.6 社会環境

### 1.2.6.1 人口分布

美浜発電所敷地は敦賀半島西側北端にあり、敦賀半島の大部分が山地であるため海岸沿いに若干の集落があるだけで、人口密度は全般に稀薄である。

美浜町及び敦賀市の人口及び人口密度の推移は第 1.2.6.1.1 表のとおりである。美浜町及び敦賀市の人口は、2023 年 1 月 1 日時点において、それぞれ 9,002 人、63,662 人であり、福井県全体の 759,777 人に対し、それぞれ約 1.2%、約 8.4%である。

また、2023 年 1 月 1 日時点の美浜町及び敦賀市の人口は、2019 年からそれぞれ約 6.0%、約 3.6%減少している。

なお、第 1.2.6.1.1 図に発電所から 30km 以内にある市町村所在地を、第 1.2.6.1.2 表に市町村人口を記載している。

### 1.2.6.2 付近の集落および公共施設

敦賀半島は若狭湾国定公園に属する風光明媚の地であるが、集落及び学校その他の公共施設は比較的少ない。

発電所近傍の集落としては、丹生、竹波及び白木がある。各集落までの人口及び距離を第 1.2.6.2.1 表に、集落所在地は第 1.2.6.2.1 図に示す。

学校、病院等の公共施設は、発電所から半径 10km 以内に小学校 3、中学校 1、高等学校 2、保育施設 7、病院 0、一般診療所 5、介護施設 3 である。

教育及び保育施設の生徒、園児数を第 1.2.6.2.2 表に、医療及び介護施設の病床数、定員数を第 1.2.6.2.3 表に、消防署及び警察署を第 1.2.6.2.4 表に示す。

発電所から半径 10km 以内の公共施設の所在地を第 1.2.6.2.2 図に示す。

### 1.2.6.3 産業活動

美浜町及び敦賀市の産業別就業者数の比率は 2020 年 10 月時点で第 1 次産業は美浜町約 6.7%、敦賀市約 1.6%、第 2 次産業は美浜町約 21.5%、敦賀市約 28.0%、第 3 次産業は美浜町約 71.8%、敦賀市約 70.5%となっており、いずれも第 3 次産業の割合が高くなっている。業種別では、農業、建設業、製造業、卸・小売業、医療・福祉及びサービス業が主要なものとなっている。

産業別就業者数を第 1.2.6.3.1 表に示す。

農作物としては、美浜町及び敦賀市ともに水稲、うめ及びかきが主要なものとなっている。

美浜町及び敦賀市では、乳用牛及び肉用牛の飼育がされている。

海産物としては、あじ類、さば類、ぶり類等が水揚げされている。

主要農作物の作付面積及び収穫量を第 1.2.6.3.2 表に、家畜・家きん飼養戸数及び頭羽数を第 1.2.6.3.3 表に、海産物の魚種別漁獲量を第 1.2.6.3.4 表に、発電所周辺の土地利用状況を第 1.2.6.3.1 図に示す。

### 1.2.6.4 交通

発電所最寄りの鉄道としては、JR 北陸本線（米原～金沢）及び JR 小浜線（敦賀～東舞鶴）がある。

道路として主要なものは、次のとおりである。

（1）国道 8 号線
（新潟市～敦賀市～彦根市～京都市）

（2）国道 27 号線
（敦賀市～小浜市～舞鶴市～綾部市～京丹波町）

（3）舞鶴若狭自動車道
（敦賀市～小浜市～舞鶴市～綾部市～三木市）

（4）県道竹波立石縄間線及び佐田竹波敦賀線
（国道 27 号線より分岐）

港湾施設としては、1899 年に開港した敦賀港が、発電所中心から南東方向約 10km にある。この港では 50,000 トン（D/W）及び 60,000

トン（D/W）級の係船岸壁があり、コンテナ及び石炭等が輸送されている。

海上交通としては、発電所沖合約 11km に敦賀から苫小牧（北海道）、新潟へのフェリー航路がある。

発電所周辺の鉄道、主要道路及び海上交通を第 1.2.6.4.1 図に示す。

航空関係としては、発電所の近くに空港はなく、北東約 54km に福井空港、北東約 86km に小松空港がある。発電所の近傍を通過する航空路はない。なお、発電所近傍に訓練区域は設定されているが、発電所上空は訓練空域外のため、航空機は原子力関係施設上空を飛行することを規制されている。

発電所周辺の航空路を第 1.2.6.4.2 図に示す。

### 1.2.6.5 開発計画

福井県長期ビジョンでは、交通や物流の主な将来像として、敦賀港の世界最高水準のスマート港湾に進化させ、関西・中京からアジアへの物流の最速化を図り、環日本海諸国への外貿航路や国内各地への内貿航路が拡大し、日本の一大物流拠点を目指している。また、中部縦貫自動車道の全線開通により、中京と福井を結ぶ物流軸が完成し、奥越の産業団地が中京への供給拠点を目指している。また、北陸新幹線福井・敦賀開業により、坂井エリアが関東・東北・信越からの交流拠点となり、観光の拠点としての発展を目指している。

産業振興の主な将来像として、最新技術の活用やプレミアムブランドの創出により、農林水産業を若者が憧れる新たな成長産業に飛躍が進められている。

嶺南地域の将来像の一つとして、廃炉ビジネスの育成、新たな試験研究炉を核とした研究・人材育成の拠点化や産業創出により、人や企業が集まる嶺南Ｅコーストエリア（Energy、Expand、Economy、Ecology）を目指している。

第1.2.6.1.1表　人口及び人口密度の推移

各年1月1日時点

| | 美浜町 | | 敦賀市 | | 福井県 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 面積（km²）:152.35 | | 面積（km²）:251.47 | | 面積（km²）:4190.54 | |
| | 人口（人） | 人口密度（人/km²） | 人口（人） | 人口密度（人/km²） | 人口（人） | 人口密度（人/km²） |
| 2019年 | 9,579 | 62.87 | 66,016 | 262.52 | 786,503 | 187.69 |
| 2020年 | 9,346 | 61.35 | 65,537 | 260.62 | 780,053 | 186.15 |
| 2021年 | 9,282 | 60.93 | 64,970 | 258.36 | 774,596 | 184.84 |
| 2022年 | 9,130 | 59.93 | 64,333 | 255.83 | 767,561 | 183.17 |
| 2023年 | 9,002 | 59.09 | 63,662 | 253.16 | 759,777 | 181.31 |

注1：面積は2023年10月1日時点の値である

（出典）

政府統計の総合窓口（e-Stat）　住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査

国土交通省　国土地理院　国都道府県市区町村別面積調

第1.2.6.1.2表　発電所から半径30km以内の市町村人口

2023年1月1日時点

| 都道府県 | 市町村 | 世帯数（戸） | 人口（人） | 発電所からの距離（km） |
|---|---|---|---|---|
| 福井県 | 敦賀市 | 29,173 | 63,662 | 約 10.8 |
| | 三方郡美浜町 | 3,653 | 9,002 | 約 11.6 |
| | 三方上中郡若狭町 | 4,953 | 13,870 | 約 17.9 |
| | 南条郡南越前町 | 3,362 | 9,825 | 約 25.7 |
| | 越前市 | 31,297 | 80,726 | 約 29.1 |
| | 小浜市 | 12,154 | 28,317 | 約 30 |
| | 丹生郡越前町 | 7,306 | 20,394 | 約 30 |
| 滋賀県 | 高島市 | 20,772 | 46,394 | 約 30 |
| | 長浜市 | 47,320 | 115,009 | 約 30 |
| 岐阜県 | 揖斐郡揖斐川町 | 7,943 | 19,536 | 約 30 |

注1：発電所から半径30km以内の市町村を対象としている。

但し、人口の算出にあたっては、各市町村の人口としている。

（出典）

政府統計の総合窓口（e-Stat）　住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査

第1.2.6.2.1表　発電所から半径5km以内の集落の人口及び距離

2020年10月時点

| 市町村 | 集落 | 人口<br>（人） | 発電所からの距離<br>（km） |
|---|---|---|---|
| 美浜町 | 丹生 | 320 | 約 1.0 |
| | 竹波 | 109 | 約 1.9 |
| 敦賀市 | 白木 | 60 | 約 3.4 |

注1：発電所から集落居住地帯中心までの距離とする

（出典）

政府統計の総合窓口（e-Stat）　2020 年国勢調査

第1.2.6.2.2表　発電所から半径10km以内の教育及び保育施設の生徒・園児数

2023年9月時点

| 市町村 | 教育・保育施設 | 生徒・園児数（人） | 発電所からの距離（km） | 所在地 | 位置番号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 美浜町 | 美浜東小学校 | 98 | 約 8.4 | 美浜町佐田 | 1 |
| | あおなみ保育園 | 105 | 約 8.6 | 美浜町佐田 | 2 |
| 敦賀市 | 沓見小学校 | 81 | 約 8.6 | 敦賀市沓見 | 3 |
| | 松原小学校 | 401 | 約 9.9 | 敦賀市松島町 | 4 |
| | 松陵中学校 | 497 | 約 9.4 | 敦賀市松葉町 | 5 |
| | 敦賀気比高等学校 | 684 | 約 8.8 | 敦賀市沓見 | 6 |
| | 敦賀高等学校 | 663 | 約 9.6 | 敦賀市松葉町 | 7 |
| | 沓見保育園 | （60） | 約 8.5 | 敦賀市沓見 | 8 |
| | げんきっこほいくえん | （19） | 約 8.9 | 敦賀市松島 | 9 |
| | 櫛川保育園 | （100） | 約 9.0 | 敦賀市松島町 | 10 |
| | 松陵幼稚園 | （140） | 約 9.5 | 敦賀市櫛川町 | 11 |
| | 松原保育園 | （120） | 約 9.9 | 敦賀市松原町 | 12 |
| | 木崎保育園 | （110） | 約 9.9 | 敦賀市木崎 | 13 |

注 1：生徒・園児数の（　）は定員数

注 2：美浜町の小学校及び保育施設の生徒、園児数は 2022 年 4 月時点の値である

注 3：敦賀市の小中学校の生徒数は 2023 年 3 月時点の値である

注 4：敦賀市の高等学校の生徒数は 2021 年 5 月時点の値である

注 5：敦賀市の沓見保育園、櫛川保育園、松原保育園及び木崎保育園の園児数は 2023 年 8 月時点の値である

注 6：敦賀市の松陵幼稚園の園児数は 2018 年 5 月時点の値である

（出典）

美浜町勢要覧　統計資料編（小学校、保育園）

学校教育情報サイト（敦賀市：小中学校）

敦賀市勢要覧　資料編（敦賀市：高等学校）

敦賀市ホームページ（敦賀市：保育施設）

株式会社コドモン「保育支援サイト ホイシル」（敦賀市：保育施設）

第1.2.6.2.3表　発電所から半径10km以内の医療及び介護施設

2023年9月時点

| 市町村 | 医療・介護施設 | 病床数 | 発電所からの距離（km） | 所在地 | 位置番号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 美浜町 | 美浜町丹生診療所 | 0 | 約 1.4 | 美浜町丹生 | 14 |
| | 美浜町東部診療所 | 0 | 約 8.7 | 美浜町山上 | 15 |
| | 美浜町社会福祉協議会 弥右ヱ門さん家 | （12） | 約 9.8 | 美浜町山上 | 16 |
| | 美浜町デイサービスセンター | （35） | 約 8.8 | 美浜町山上 | 17 |
| 敦賀市 | あんどう小児科 | 0 | 約 9.3 | 敦賀市沓見 | 18 |
| | 産科・婦人科　井上クリニック | 18 | 約 9.5 | 敦賀市木崎 | 19 |
| | はぎはら整形外科クリニック | 0 | 約 9.5 | 敦賀市原 | 20 |
| | ほっと地域リハビリセンター敦賀 | （90） | 約 9.3 | 敦賀市沓見 | 21 |

注１：病床数の（　）は定員数

注２：医療施設の病床数は 2022 年 11 月時点の値である

注３：美浜町の介護施設の美浜町デイサービスセンターの定員数は 2022 年 9 月時点の値である

注４：敦賀市の介護施設のほっと地域リハビリセンター敦賀の定員数は 2022 年 9 月時点の値である

（出典）

日本医師会　地域医療情報システム

介護サービス情報公表システム

第1.2.6.2.4表　発電所から半径10km以内の消防署及び警察署

2023年4月時点

| 市町村 | 消防署・警察署 | 発電所からの距離（km） | 所在地 | 位置番号 |
|---|---|---|---|---|
| 美浜町 | 美浜丹生駐在所 | 約 1.2 | 美浜町丹生 | 22 |
| 敦賀市 | 西浦駐在所 | 約 6.3 | 敦賀市縄間 | 23 |
| | 松原交番 | 約 10 | 敦賀市松原町 | 24 |

注1：美浜丹生駐在所及び西浦駐在所は2021年10月時点の情報

（出典）

敦賀三方消防組合ホームページ

福井県警察ホームページ

## 第1.2.6.3.1表　産業別就業者数

2020年10月時点

| 種別＼市町村 | | 美浜町（人） | 敦賀市（人） |
|---|---|---|---|
| 総数 | | 4,873 | 31,489 |
| 第一次産業 | 農業 | 234 | 408 |
| | 林業 | 6 | 12 |
| | 漁業 | 86 | 70 |
| | 合計 | 326 | 490 |
| 第二次産業 | 鉱業，採石業，砂利採取業 | － | 6 |
| | 建設業 | 544 | 4,759 |
| | 製造業 | 506 | 4,048 |
| | 合計 | 1,050 | 8,813 |
| 第三次産業 | 電気・ガス・熱供給・水道業 | 623 | 1,295 |
| | 情報通信業 | 29 | 295 |
| | 運輸業，郵便業 | 161 | 1,839 |
| | 卸売業，小売業 | 537 | 4,340 |
| | 金融業，保険業 | 62 | 547 |
| | 不動産業，物品賃貸業 | 31 | 362 |
| | 学術研究，専門・技術サービス業 | 143 | 1,350 |
| | 宿泊業，飲食サービス業 | 299 | 2,067 |
| | 生活関連サービス業，娯楽業 | 131 | 1,025 |
| | 教育，学習支援業 | 215 | 1,284 |
| | 医療，福祉 | 553 | 3,986 |
| | 複合サービス事業 | 66 | 273 |
| | サービス業（他に分類されないもの） | 447 | 2,420 |
| | 公務（他に分類されるものを除く） | 200 | 1,103 |
| | 合計 | 3,497 | 22,186 |

注1：分類不能産業（美浜町：48人、敦賀市：523人）は含めていない

（出典）

政府統計の総合窓口（e-Stat）　2020年国勢調査

# 第1.2.6.3.2表　主要農作物の作付面積及び収穫量（１／２）

2021年12月時点

| 県市町村 / 農作物 | | 美浜町 | | 敦賀市 | | 福井県 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 作付面積（ha） | 収穫量（t） | 作付面積（ha） | 収穫量（t） | 作付面積（ha） | 収穫量（t） |
| 稲 | 水稲 | 473 | 2,340 | 406 | 1,980 | 24,500 | 126,200 |
| 麦類 | 六条大麦 | 19 | 38 | － | － | 4,780 | 13,300 |
| | はだか麦 | － | － | － | － | x | x |
| そば、豆類 | そば | 31 | 16 | 1 | 0 | 3,390 | 1,220 |
| | 大豆 | 5 | 5 | 2 | 1 | 1,740 | 2,750 |
| 野菜 | だいこん | … | … | … | … | 233 | 5,200 |
| | にんじん | … | … | … | … | 41 | 758 |
| | ばれいしょ | … | … | … | … | … | … |
| | さといも | … | … | … | … | 209 | 2,650 |
| | はくさい | … | … | … | … | … | … |
| | キャベツ | … | … | … | … | 124 | 3,250 |
| | ほうれんそう | … | … | … | … | 73 | 730 |
| | レタス | … | … | … | … | … | … |
| | ねぎ | … | … | … | … | 133 | 2,040 |
| | たまねぎ | … | … | … | … | … | … |
| | きゅうり | … | … | … | … | … | … |
| | なす | … | … | … | … | 90 | 1,150 |
| | トマト | … | … | … | … | 75 | 2,230 |
| | ピーマン | … | … | … | … | … | … |

注1：「－」事実のないもの

注2：「…」事実不詳又は調査を欠くもの

注3：「x」個人又は法人その他の団体に関する秘密を保護するため、統計数値を公表しないもの

（出典）

政府統計の総合窓口（e-Stat）　作物統計調査

## 第1.2.6.3.2表　主要農作物の作付面積及び収穫量（２／２）

2006年12月時点

| 農作物＼県市町村 | | 美浜町 | | 敦賀市 | | 福井県 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 作付面積（ha） | 収穫量（t） | 作付面積（ha） | 収穫量（t） | 作付面積（ha） | 収穫量（t） |
| 野菜 | かんしょ | 3 | … | 4 | … | 141 | … |
| | いちご | … | … | … | … | … | … |
| | すいか | 1 | 12 | 2 | 13 | 217 | 4,900 |
| | メロン | 0 | 0 | 0 | 1 | 64 | 1,030 |
| 果樹 | みかん | … | … | … | … | … | … |
| | ぶどう | … | … | … | … | … | … |
| | 日本なし | 0 | 1 | － | － | 71 | 1,410 |
| | もも | … | … | … | … | … | … |
| | うめ | 16 | 36 | 18 | 47 | 499 | 2,100 |
| | かき | 2 | 10 | 5 | 23 | 142 | 741 |
| | くり | … | … | … | … | … | … |
| 飼料作物 | 青刈りとうもろこし | － | … | － | … | 12 | … |
| | 牧草 | 12 | … | 0 | … | 483 | … |

注1：「0」単位に満たないもの（例：0.4ha→0ha）

注2：「－」事実のないもの

注3：「…」市町村別データを作成していない市町村（美浜町、敦賀市）

注4：「…」事実不詳又は調査を欠くもの（福井県）

（出典）

政府統計の総合窓口（e-Stat）　作物統計調査

第1.2.6.3.3表　家畜、家きん飼養戸数及び頭羽数

2007 年 2 月 1 日時点

| 家畜、家きん ＼ 県市町村 | | 美浜町 | 敦賀市 | 福井県 |
|---|---|---|---|---|
| 乳用牛 | 飼養戸数（戸） | 6 | 2 | 47 |
| | 〃　頭数（頭） | 160 | x | 1,890 |
| 肉用牛 | 〃　戸数（戸） | 7 | 5 | 66 |
| | 〃　頭数（頭） | 240 | 130 | 4,010 |
| 豚 | 〃　戸数（戸） | － | － | 9 |
| | 〃　頭数（頭） | － | － | 4,750 |
| 採卵鶏 | 〃　戸数（戸） | － | － | 25 |
| | 〃　羽数（千羽） | － | － | 521 |
| ブロイラー | 〃　戸数（戸） | … | … | － |
| | 〃　羽数（千羽） | … | … | － |

注1：「－」事実のないもの

注2：「…」市町村別データを作成していない市町村

注3：「x」秘密保護のために秘匿とする市町村

（出典）

政府統計の総合窓口（e-Stat）　作物統計調査

## 第1.2.6.3.4表　海産物の魚種別漁獲量（１／２）

2018 年 12 月時点

| 魚種 | 県市町村 | 美浜町 (t) | 敦賀市 (t) | 福井県 (t) |
|---|---|---|---|---|
| 魚類 | まぐろ類 | 9 | 0 | 18 |
| | かじき類 | 2 | 0 | 21 |
| | かつお類 | 25 | 4 | 127 |
| | さめ類 | － | － | x |
| | さけ・ます類 | 1 | 0 | 5 |
| | まいわし | 15 | 102 | 300 |
| | うるめいわし | 0 | － | 3 |
| | かたくちいわし | 3 | 3 | 57 |
| | あじ類 | 32 | 56 | 439 |
| | さば類 | 11 | 11 | 204 |
| | さんま | 0 | － | 0 |
| | ぶり類 | 318 | 16 | 1,523 |
| | ひらめ | 7 | 1 | 43 |
| | かれい類 | 7 | 1 | 1,028 |
| | たら類 | 1 | 1 | 47 |
| | はたはた | － | － | 85 |
| | にぎす類 | － | － | 62 |
| | たちうお | 0 | 0 | 4 |
| | まだい | 20 | 5 | 126 |
| | ちだい・きだい | 9 | 10 | 146 |
| | くろだい・へだい | 3 | 1 | 11 |
| | すずき類 | 32 | 6 | 100 |
| | その他の魚類 | 209 | 43 | 1,414 |
| | 計 | 704 | 260 | 5,763 |

注1：「0」単位に満たないものの（例：0.4t→0t）

注2：「－」事実のないもの

注3：「x」個人又は法人その他の団体に関する秘密を保護するため、統計数値を公表しない

（出典）

政府統計の総合窓口（e-Stat）　海面漁業生産統計調査

第 1.2.6.3.4 表　海産物の魚種別漁獲量（２／２）

2018年12月時点

| 魚種＼県市町村 | | 美浜町 (t) | 敦賀市 (t) | 福井県 (t) |
|---|---|---|---|---|
| その他の水産動物類 | くるまえび | 0 | 0 | 0 |
| | その他のえび類 | 0 | 0 | 486 |
| | ずわいがに | － | － | 405 |
| | その他のかに類 | 0 | 0 | 4 |
| | するめいか | 1 | 1 | 551 |
| | その他のいか類 | 48 | 18 | 663 |
| | たこ類 | 33 | 19 | 151 |
| | うに類 | 0 | 0 | 3 |
| | その他の水産動物類 | 8 | 33 | 90 |
| | 計 | 90 | 71 | 2,353 |
| 貝類 | あわび類 | 2 | 3 | 15 |
| | さざえ | 12 | 5 | 70 |
| | あさり類 | 0 | － | 0 |
| | その他の貝類 | 7 | 2 | 176 |
| | 計 | 21 | 10 | 261 |
| 海藻類 | その他の海藻類 | 18 | 2 | 50 |
| | 計 | 18 | 2 | 50 |
| 合計 | | 833 | 343 | 8,427 |

注1：「0」単位に満たないものの（例：0.4t→0t）

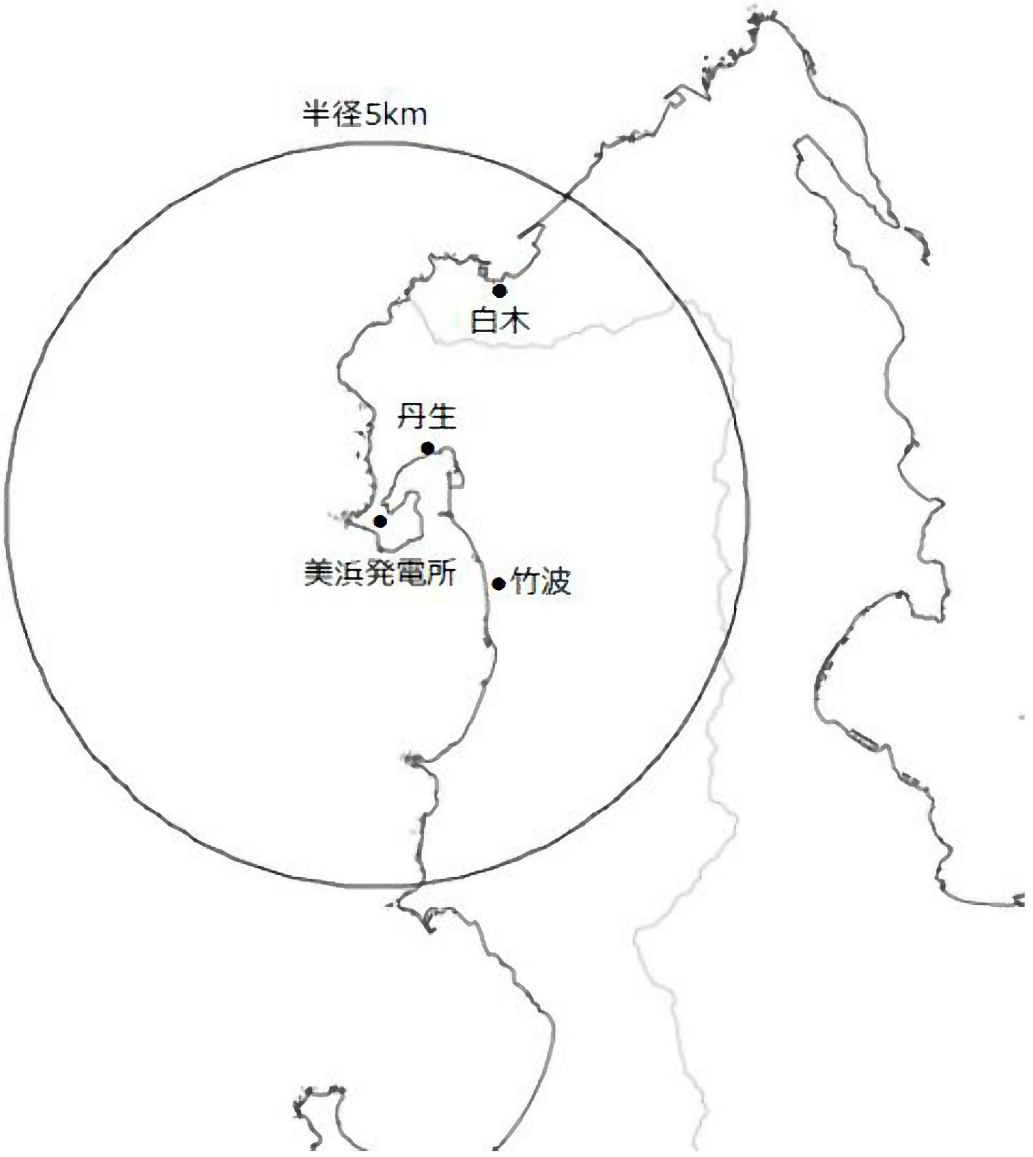
注2：「－」事実のないもの

（出典）

政府統計の総合窓口（e-Stat）　海面漁業生産統計調査



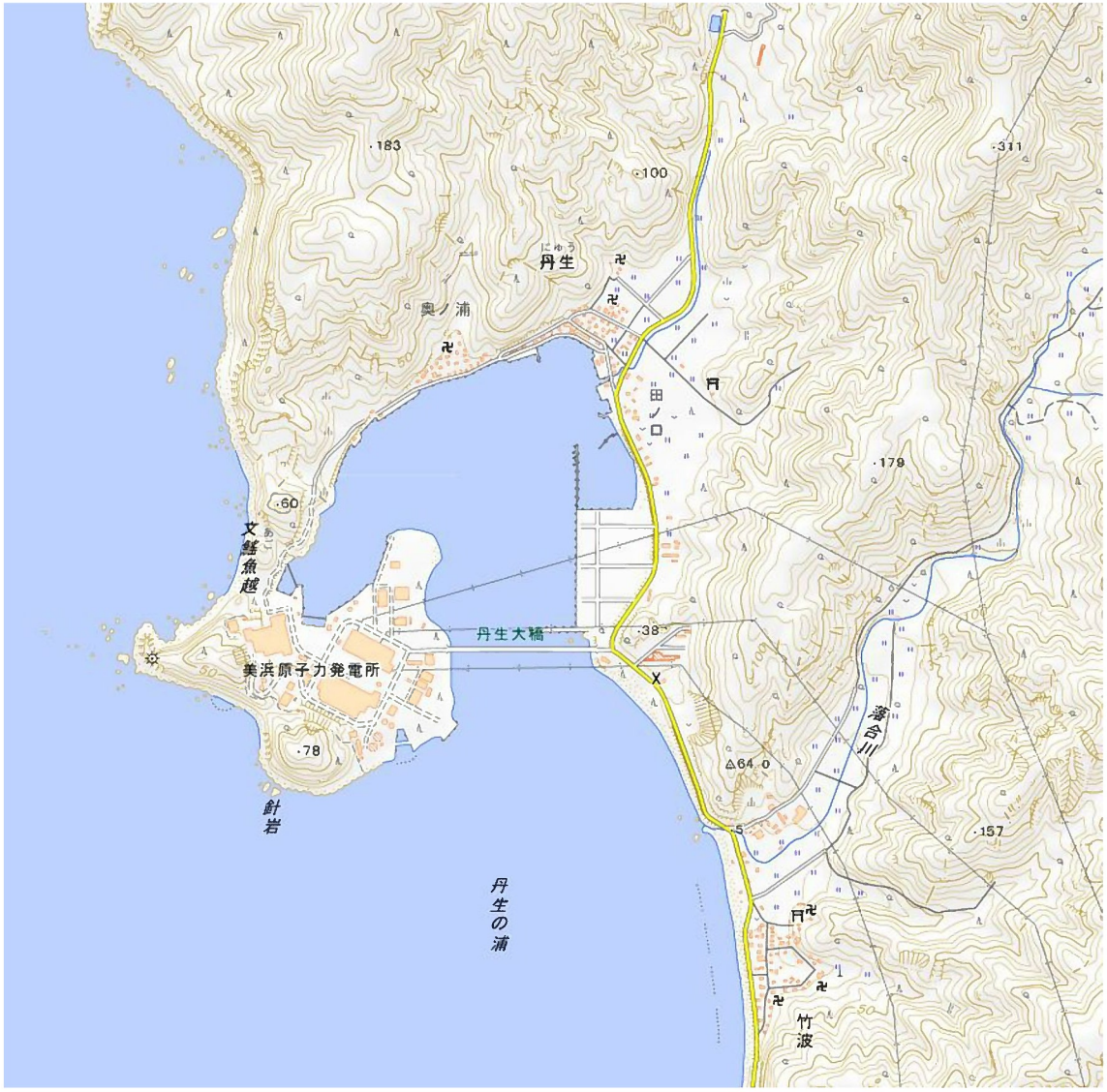

第 1.2.6.1.1 図　発電所から半径 30km 以内の市町村分布図




第 1.2.6.2.1 図　発電所周辺集落所在地



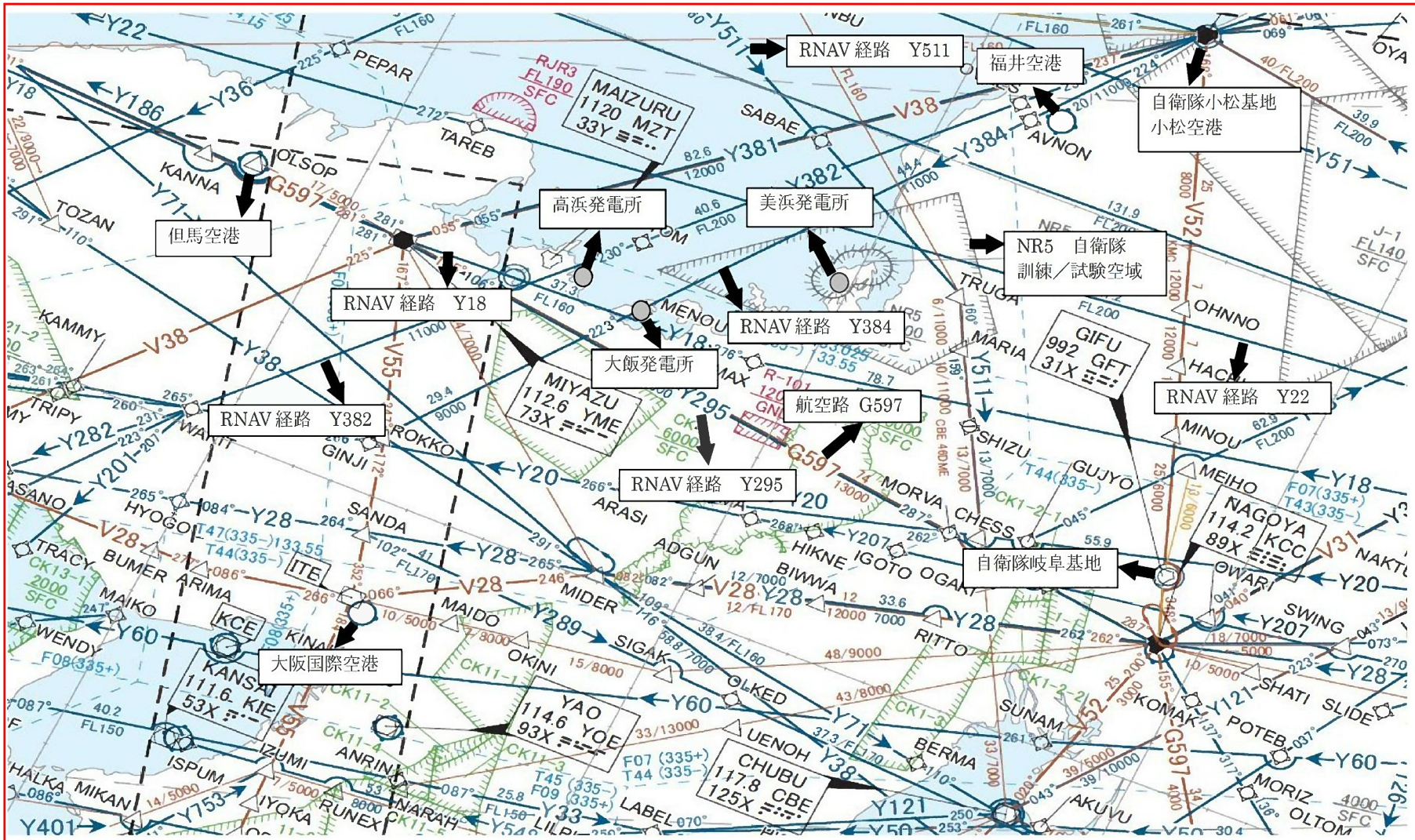

第 1.2.6.2.2 図　発電所から半径 10km 以内の公共施設所在地




第1.2.6.3.1図　発電所周辺の土地利用状況




第1.2.6.4.1図　発電所周辺の鉄道、主要道路及び海上交通




出典：ENROUTE CHART（2023 年 10 月 5 日改訂）

第 1.2.6.4.2図　発電所周辺の航空路

### 1.2.6.6 参考文献

(1) 福井県長期ビジョン（概要版）
https://www.pref.fukui.lg.jp/

(2) 住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査
政府統計の総合窓口（e-Stat）、2019 年～2023 年
https://www.e-stat.go.jp/

(3) 国都道府県市区町村別面積調
国土交通省　国土地理院、2023 年 10 月
https://www.gsi.go.jp/

(4) 2020 年国勢調査（集落人口、産業別就業者）
政府統計の総合窓口（e-Stat）、2020 年 10 月
https://www.e-stat.go.jp/

(5) 美浜町勢要覧　統計資料編 2023 年 3 月
https://www.town.fukui-mihama.lg.jp/

(6) 学校教育情報サイト、2022 年度
（敦賀市：小中学校）
https://www.gaccom.jp/

(7) 敦賀市勢要覧　資料編 2022 年
https://www.city.tsuruga.lg.jp/

(8) 敦賀市：保育施設
（沓見保育園、げんきっこほいくえん、櫛川保育園、松原保育園、木崎保育園）
https://www.hoicil.com/

（松陵幼稚園）
https://www.city.tsuruga.lg.jp/

(9) 地域医療情報システム、日本医師会
2022 年 11 月（医療施設）、2022 年 9 月（介護施設）
https://jmap.jp/

(10) 介護サービス情報公表システム、厚生労働省　2023 年 9 月
（美浜町社会福祉協議会　弥右エ門さん家）
https://www.kaigokensaku.mhlw.go.jp/

(11) 福井県警察ホームページ
（美浜丹生駐在所、西浦駐在所、松原交番）
https://www.pref.fukui.lg.jp/kenkei/

(12) 作物統計調査（農作物）
政府統計の総合窓口（e-Stat）、2006 年及び 2021 年
https://www.e-stat.go.jp/

(13) 作物統計調査（家畜、家きん）
政府統計の総合窓口（e-Stat）、2007 年 2 月
https://www.e-stat.go.jp/

(14) 海面漁業生産統計調査
政府統計の総合窓口（e-Stat）、2018 年魚種別漁獲量
https://www.e-stat.go.jp/

(15) 地理院地図（白地図及び標準地図）
国土交通省　国土地理院、2024 年 1 月
https://maps.gsi.go.jp/

(16)　ENROUTE　CHART(2023 年 10 月 5 日改訂)

## 1.2.7 津波

### 1.2.7.1 敷地周辺に影響を及ぼした過去の津波

敷地周辺の既往津波及び痕跡高について文献調査を実施した。文献調査によると、敷地周辺に影響を与えたと考えられる津波には、1983年日本海中部地震津波及び 1993 年北海道南西沖地震津波がある。また、地震以外を要因とする日本海における津波の記録としては、火山現象に伴う山体崩壊を要因とする 1741 年渡島沖の津波があるものの、その他に海底地すべり、陸上の斜面崩壊（地すべり）、火山現象等、地震以外の要因による津波の記録は認められなかった。

さらに、若狭湾沿岸の津波堆積物調査[1]によっても、完新世において、発電所の安全性に影響を与えるような津波の痕跡は認められなかった。

### 1.2.7.2 基準津波の策定

#### 1.2.7.2.1 津波伝播計算手法及び計算条件

津波に伴う水位変動の評価は、非線形長波理論に基づき、平面二次元モデルによる津波シミュレーションプログラムを用いて実施した。

津波シミュレーションに用いる敷地沿岸域及び海底地形については、海上保安庁等による海底地形図、海上音波探査記録及び深浅測量結果を用いた。また、敷地の形状及び標高については、発電所の竣工図等を用いた。さらに、津波シミュレーションに用いる数値計算モデルついては、最小空間格子間隔を 3.125m とした詳細格子分割の数値計算モデル（以下「詳細数値計算モデル」という。）を基本とし、パラメータスタディや津波ハザード評価の計算には、最小空間格子間隔を 12.5m とした概略数値計算モデルを用いた。計算上考慮している水深分布図を第 1.2.7.2.1 図に、概略数値計算モデルの計算条件及び計算モデルを第 1.2.7.2.1 表と第 1.2.7.2.2 図に、詳細数値計算モデルの計算条件及び計算モデルを第 1.2.7.2.2 表と第 1.2.7.2.3 図に示す。なお、第 1.2.7.2.2 表及び第 1.2.7.2.3 図(3)は参

考資料－１に示す。

津波シミュレーションによる津波水位評価点の位置を第 1.2.7.2.4 図及び第 1.2.7.2.5 図に示す。なお、第 1.2.7.2.5 図は参考資料－１に示す。水位上昇側の評価点としては、津波防護対象への津波の影響を確認するため、３号炉取水口前を選定する。さらに、３号炉放水路系の溢水量を評価するため、３号炉放水口前を水位上昇側の評価点として選定する。水位下降側の評価点としては、引き波に対する海水ポンプの取水性を確認するために３号炉取水口前を選定する。また、同様の観点で、特定重大事故等対処施設の配置を踏まえて評価点を選定する。なお、これらの評価点のうち、３号炉取水口前及び３号炉放水口前に関する検討では第 1.2.7.2.3 図(2)の計算モデルを、特定重大事故等対処施設の配置を踏まえた評価点に関する検討では第 1.2.7.2.3 図(3)の計算モデルを、それぞれ用いる。なお、第 1.2.7.2.3 図(3)は参考資料－１に示す。

詳細数値計算モデルによる検討に当たっては、潮位条件に加えて、断層活動に伴う地盤変動（沈降及び隆起）を考慮した。

また、津波防護施設である防潮堤を計算モデルに考慮した。

### 1.2.7.2.2 評価点のうち３号炉取水口前及び３号炉放水口前に関する検討

#### 1.2.7.2.2.1 地震に起因する津波

##### 1.2.7.2.2.1.1 検討対象波源の選定

文献調査及び敷地周辺の地質調査結果を踏まえ、発電所へ大きな水位変動を及ぼす津波波源となる可能性のある敷地周辺の海域活断層と日本海東縁部の断層について、以下の検討を行った。

なお、太平洋側に想定されるプレート間地震及び海洋プレート内地震による津波については、発電所の安全性に影響を与えるような津波の痕跡が認められず、日本海側には影響しないと考えられることから検討対象波源として選定しなかった。

(1) 検討対象断層の選定

a. 海域活断層

検討対象断層は、敷地前面海域及び敷地周辺海域において後期更新世以降の活動が否定できない断層とした。

これらの断層について、阿部(1989)[8]の簡易予測式により推定津波水位を算定し、その結果、安島岬沖～和布－干飯崎沖～甲楽城断層、ウツロギ峠北方－池河内断層、甲楽城沖断層～浦底断層～池河内断層～柳ヶ瀬山断層、浦底－内池見断層、白木－丹生断層、Ｃ断層、大陸棚外縁～Ｂ～野坂断層、三方断層、ＦＯ－Ａ～ＦＯ－Ｂ～熊川断層及び$F_{G-A}$3東部断層の計10断層を検討対象の海域活断層として抽出した。抽出された断層を第1.2.7.2.6図に示す。

b. 日本海東縁部の断層

日本海東縁部の検討対象断層として、土木学会(2016)[2]に基づき、北海道沖から新潟県沖までの広範囲な海域にモーメントマグニチュードMw=7.85の基準波源モデルを設定した。

(2) パラメータスタディ

海域活断層及び日本海東縁部の各断層について、土木学会(2016)[2]に基づき、広域応力場、断層の位置、傾斜、走向等を合理的と考えられる範囲で変化させた概略数値計算モデルによるパラメータスタディを実施し、波源の選定を行った。

(3) 検討対象波源の選定

パラメータスタディの検討結果より、水位変動量の大きい安島岬沖～和布－干飯崎沖～甲楽城断層、Ｃ断層及びＦＯ－Ａ～ＦＯ－Ｂ～熊川断層を詳細数値計算モデルによる検討対象波源として選定した。

1.2.7.2.2.1.2 行政機関の波源モデルによる津波

行政機関の波源モデルの中でも発電所へ比較的大きな水位変

動を与える可能性のある波源モデルとして、福井県(2012)[9]で想定されている若狭海丘列付近断層及び越前堆列付近断層、秋田県(2012)[10]で想定されている日本海東縁部の波源並びに「日本海における大規模地震に関する調査検討会（以下「検討会」という。)」（国土交通省(2014)[11]）で想定されている若狭海丘列付近断層(F－49)、越前堆列付近断層(F－51)、安島岬沖～和布－干飯崎沖～甲楽城断層(F－52)及びＦＯ－Ａ～ＦＯ－Ｂ～熊川断層(F－53)を対象に検討を実施した。

福井県が想定した波源モデルを第 1.2.7.2.7 図に示す。

1.2.7.2.2.2 地震以外に起因する津波

1.2.7.2.2.2.1 海底地すべりによる津波の評価

(1) 検討対象となる海底地すべりの抽出

徳山他(2001)[12]によれば、日本海側に存在する海底地すべり地形として、隠岐トラフ付近に分布する海底地すべり地形群が示されているほか、地質調査所が作成した海底地質図[13]~[16]にも隠岐トラフ付近に広範囲に海底地すべり跡と考えられる崩落崖の記載が多数ある。これらと地質調査所が作成した表層堆積図[17]~[20]の層相区分図及び池原他(1990)[21]を元に、高分解能海上音波探査記録（3.5kHz サブボトムプロファイラー：SBP）の再解析結果を用いて図面間の整合性の確認や図幅が整理されていない部分の追記を行い、38 の海底地すべり跡を抽出した。

(2) 評価対象とする海底地すべりの選定

検討対象として抽出した 38 の海底地すべり跡について、位置及び向きにより、大きく３つのエリア（エリアＡ～Ｃ）に分けた。検討対象として抽出した海底地すべり跡の位置及びエリア区分を第 1.2.7.2.8 図に示す。

検討対象として抽出した過去の海底地すべり跡のうち、各エリアで最大規模のものが発生すると仮定した場合の影響を

考慮することとし、評価対象とする海底地すべりとして、エリアごとに最大規模となる、エリアＡの Es－G3、エリアＢの Es－K5、エリアＣの Es－T2 を選定した。

(3) 海底地すべりによる津波の評価方法

海底地すべりによる津波の評価では、崩壊前後の海底地すべり地形を元に初期水位波形を設定し、津波シミュレーションを実施した。初期水位形状の算出に際しては、Grilli and Watts(2005)[5]及び Watts et al.(2005)[6]による予測式（以下「Watts 他の予測式」という。）及び佐竹・加藤(2002)[22]による運動学的地すべりモデル（以下「Kinematic モデル」という。）による予測方法を用いた。

1.2.7.2.2.2.2 陸上の斜面崩壊（地すべり）に起因する津波評価

(1) 検討対象となる陸上の斜面崩壊（地すべり）の選定

防災科学技術研究所による地すべり地形分布図データベース[23]を基に、空中写真・航空レーザー測量結果による地形判読及び現地踏査を実施し、地すべり地形を抽出した。美浜発電所対岸のエリアには陸上地すべり(Lm1,2)が認められたため、これを詳細検討実施対象とした。越前海岸については、Huber and Hager(1997)[24]による水位予測式を用いて、詳細検討を実施する地すべり地形として陸上地すべり(Le5)を選定した。選定した地すべり地形の位置図を第 1.2.7.2.9 図に示す。

(2) 陸上の斜面崩壊（地すべり）による津波評価方法

想定した地すべり地形を用いて斜面崩壊シミュレーションを実施し、地すべり土塊が海面に突入する際の挙動を計算した。初期水位形状の算出に際しては、Grilli and Watts(2005)[5]及び Watts et al.(2005)[6]による予測式（以下「Watts 他による方法」という。）並びに佐竹・加藤(2002)[22]を参考にした運動学的モデルによる予測方法（以下「運動学的手法」という。）を用いた。

1.2.7.2.2.2.3 火山現象に起因する津波評価

中野他(2013)[25]によると、日本海で認められる活火山[25]としては、渡島大島、利尻島、鬱陵島があるが、若狭湾沿岸における津波堆積物調査[7]の結果から、発電所の安全性に影響を与えるような津波の痕跡は認められなかった。

一方、中野他(2013)[25]や西来他(2012)[26]に示されるその他第四紀火山として隠岐島後があるが、噴火形態は溶岩流であること、また最大活動休止期間よりも最新噴火年から現在に至る期間の方が長く、将来の活動性が低いと考えられることから、火山現象に起因する津波により、発電所の安全性は影響を受けるおそれはないと評価する。

1.2.7.2.2.3 津波発生要因の組み合わせに関する検討

地震に起因する津波、地震以外に起因する津波及び行政機関の波源モデルを用いた津波の検討結果を踏まえ、因果関係が考えられる津波発生要因の組み合わせとして、地震と海底地すべりの組み合わせとなる「若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべり」、地震と陸上地すべりの組み合わせとなる「安島岬沖～和布－干飯崎沖～甲楽城断層と陸上地すべり(Le5)」及び「C断層と陸上地すべり(Lm1,2)」を選定し、津波発生要因の組み合わせに関する検討を実施した。

津波発生要因の組み合わせの検討に当たっては、地震に起因する津波と、それに組み合わせる地震以外に起因する津波の計算を個別に行い、個々の津波水位評価結果を足し合わせて最も厳しい組み合わせケースを抽出した。ここで、津波水位評価結果の足し合わせにおいては、発生時間の不確かさを考慮した。

1.2.7.2.2.4 基準津波の選定

各波源及びそれらの組み合わせ（以下「単体組み合わせ」という。）による津波水位評価結果を第 1.2.7.2.3 表及び第 1.2.7.2.4 表

に示す。

単体組み合わせによる津波水位評価結果を踏まえ、各評価点で最も水位の影響が大きい波源（6ケース）を対象に、断層と地すべりによる初期水位を同一の伝播計算上で考慮した津波シミュレーション（以下「一体計算」という。）を実施した。その結果を第1.2.7.2.5表に示す。

一体計算による津波水位評価の結果、水位上昇側で発電所への影響が大きい「若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべり（エリアＢ）の組み合わせ」を基準津波１及び基準津波２、水位下降側で発電所への影響が大きい「若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべり（エリアＣ）の組み合わせ」を基準津波３として選定した。

1.2.7.2.3 特定重大事故等対処施設の配置を踏まえた評価点に関する検討

特定重大事故等対処施設の配置を踏まえた評価点に関する検討は参考資料－１に示す。

1.2.7.2.4 基準津波の策定のまとめ

1.2.7.2.2の検討により基準津波１～３を、1.2.7.2.3の検討により基準津波４～６を、それぞれ策定し、これら６波源を美浜発電所３号炉の基準津波とする。

基準津波は時刻歴波形に対して施設からの反射波の影響が微小となるよう、発電所敷地南端から西方に約2km離れた海域で定義した。各基準津波の基準津波定義位置における時刻歴波形を第 1.2.7.2.10図に示す。

基準津波定義位置における平均ハザード曲線を第 1.2.7.2.11 図に示す。基準津波による水位上昇側の水位の年超過確率は$10^{-4}$～$10^{-7}$程度、水位下降側の水位の年超過確率は$10^{-4}$～$10^{-6}$程度である。

### 1.2.7.3 津波に対する安全性

#### 1.2.7.3.1 基準津波１～３に対する安全性

策定した基準津波１～３による各評価点での時刻歴波形を第1.2.7.3.1図～第1.2.7.3.3図に示す。また、基準津波１～３による発電所周辺の最高及び最低水位分布図を第 1.2.7.3.7 図～第 1.2.7.3.9 図に示す。

津波による水位上昇に対して、重要な安全機能を有する施設を内包する建屋及び区画のうち、原子炉建屋、補助建屋、制御建屋、中間建屋並びに、重要な安全機能を有する屋外設備である海水ポンプを設置するエリアの周辺敷地高さは T.P.+3.5m であるが、津波による水位上昇に対して、敷地を囲むように T.P.+6.0m 及び T.P.+5.5m の防潮堤を設置し、屋外排水路には屋外排水路逆流防止設備を設置することから、地盤変動を考慮しても、敷地に津波が遡上することはない。さらに、海水ポンプエリア T.P.+3.0m に海水ポンプエリア浸水防止蓋を設置することから、地盤変動を考慮しても、津波が敷地に流入することはない。

また、津波による水位低下に対して、原子炉補機冷却系の海水ポンプの取水可能水位が約 T.P.－2.8m であることから、地盤変動を考慮しても、原子炉施設の安全性が津波によって影響を受けることはない。

津波による砂移動に関して藤井他(1998)[27]及び高橋他(1999)[28]等[29]~[43]を参考に実施した数値シミュレーションによれば、津波による砂移動に伴う砂の堆積量は、３号炉海水ポンプ下端から床面までの距離約 5.0m に対して最大 0.02m 程度であり、砂の堆積による通水への影響はなく、原子炉補機冷却系の取水に支障が生じないことを確認した。

#### 1.2.7.3.2 基準津波４～６に対する安全性

基準津波４～６に対する安全性は参考資料－１に示す。

第1.2.7.2.1表　津波シミュレーションの概略計算手法および計算条件

| 設定項目 | | | 設　定　値 |
|---|---|---|---|
| 津波計算 | 基礎方程式 | | 非線形長波理論式及び連続式（後藤・小川(1982)[3]） |
| | 変数配置および差分スキーム | | Staggered Leap-frog法 |
| 計算条件等 | 計算領域 | | 対馬海峡から間宮海峡に至る東西方向約1,500km，南北方向約2,000km |
| | 空間格子間隔 | | 1,350m→450m→150m→50m→25m→12.5m |
| | 時間格子間隔 | | 0.3秒 |
| | 初期条件 | | 断層モデルを用いて、Mansinha and Smylie(1971) [4] の方法により計算される海底面の鉛直変位分布を初期条件とする |
| | 境界条件 | 沖側境界 | 特性曲線法をもとに誘導される自由透過の条件（後藤・小川(1982)[3]） |
| | | 陸域境界 | 完全反射条件 |
| | 海底摩擦 | | マニングの粗度係数　n=0.030（土木学会(2016)[2]） |
| | 水平渦動粘性係数 | | 0m$^2$/s |
| | 計算時間 | | 3.0時間（日本海東縁部のケースは6.0時間） |
| | 計算潮位 | | T.P.0.00m |

# 第1.2.7.2.3表　各波源による津波水位評価結果

| 波源モデル | | | | 水位上昇側 | | | | 水位下降側 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 3号炉<br>取水口前<br>T.P.(m) | (参考)※1<br>1，2号炉<br>放水口前<br>T.P.(m) | 3号炉<br>放水口前<br>T.P.(m) | (参考)※1<br>あご越え<br>T.P.(m) | 3号炉<br>取水口前<br>T.P.(m) |
| 地震に起因する津波 | 安島岬沖～和布－干飯崎沖～甲楽城断層(上縁深さ0km) | | | 2.4 ※2 | 2.4 | 1.9 ※3 | 2.7 | -1.1 |
| | 安島岬沖～和布－干飯崎沖～甲楽城断層(上縁深さ2.5km) | | | 2.5 ※4 | 2.1 | 1.6 ※5 | 1.7 | -1.0 |
| | C断層 | | | 1.3 | 1.4 | 1.3 | 2.1 | -0.7 ※6 |
| | ＦＯ－Ａ～ＦＯ－Ｂ～熊川断層 | | | 2.1 | 2.3 | 2.7 | 3.3 | -1.0 |
| 地震以外に起因する津波 | 海底地すべり | エリアA<br>(Es-G3) | Watts他の予測式 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | -0.1 |
| | | | Kinematicモデルによる方法 | 1.6 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | -0.8 |
| | | エリアB<br>(Es-K5) | Watts他の予測式 | 1.8 | 1.2 | 1.5 | 2.2 | -0.9 |
| | | | Kinematicモデルによる方法 | 3.0 | 3.6 | 2.8 | 3.9 | -1.2 |
| | | エリアC<br>(Es-T2) | Watts他の予測式 | 1.5 | 2.2 | 2.4 | 3.7 | -0.7 |
| | | | Kinematicモデルによる方法 | 2.5 | 3.1 | 2.0 | 3.0 | -1.2 |
| | 陸上地すべり | Lm1,2 | Watts他による方法 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | -0.1 |
| | | | 運動学的手法 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | -0.1 |
| | | Le5 | Watts他による方法 | 0.9 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | -0.3 |
| | | | 運動学的手法 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 1.3 | -0.2 |
| 行政機関の波源モデルを用いた津波 | 若狭海丘列付近断層(福井県モデル) | | | 2.6 | 2.0 | 2.2 | 3.3 | -1.5 |
| | 越前堆列付近断層(福井県モデル) | | | 2.0 | 1.9 | 1.9 | 3.1 | -1.1 |
| | 日本海東縁部の断層(秋田県モデル) | | | 2.5 | 2.1 | 1.9 | 2.0 | -1.3 |

※1　1,2号炉放水口前及びあご越えは評価地点として用いていないが、津波高さの目安として参考に記載
※2　地盤変動量0.15m沈降
※3　地盤変動量0.14m沈降
※4　地盤変動量0.11m沈降
※5　地盤変動量0.10m沈降
※6　地盤変動量0.77m隆起

# 第1.2.7.2.4表　単体組み合わせによる津波水位評価結果

| 波源モデル | | | | 水位上昇 | | | | 水位下降 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 地震に起因する津波 | 地震以外に起因する津波 | | 発生時間の不確かさ | 3号炉取水口前 T.P.(m) | (参考)※1 1，2号炉放水口前 T.P.(m) | 3号炉放水口前 T.P.(m) | (参考)※1 あご越え T.P.(m) | 3号炉取水口前 T.P.(m) |
| 若狭海丘列付近断層（福井県モデル） | 隠岐トラフ海底地すべり（Watts他の予測式） | エリアA | 87秒間 | 2.6 | 2.0 | 2.2 | 3.4 | -1.5 |
| | | エリアB | 81秒間 | 2.9 | 2.4 | 2.8 | 4.1 | -1.8 |
| | | エリアC | 102秒間 | 3.1 | 2.7 | 3.1 | 4.6 | -1.8 |
| | 隠岐トラフ海底地すべり（Kinematicモデルによる方法） | エリアA | 87秒間 | 3.1 | 2.2 | 2.4 | 3.3 | -1.5 |
| | | エリアB | 81秒間 | **4.0**（6秒） | 4.7 | **3.5**（57,60,69,72秒） | 4.4 | -2.1 |
| | | エリアC | 102秒間 | 3.5 | 3.4 | 2.7 | 3.8 | **-2.4**（72秒） |
| 安島岬沖～和布－干飯崎沖～甲楽城断層（上縁深さ0km） | 陸上地すべり（Watts他による方法） | Le5 | 66秒間 | 2.6※2 | 2.5 | 2.0※3 | 3.2 | -1.2 |
| | 陸上地すべり（運動学的手法） | | | 2.5※2 | 2.5 | 2.1※3 | 2.7 | -1.1 |
| 安島岬沖～和布－干飯崎沖～甲楽城断層（上縁深さ2.5km） | 陸上地すべり（Watts他による方法） | | | 2.6※4 | 2.1 | 1.8※5 | 2.2 | -1.1 |
| | 陸上地すべり（運動学的手法） | | | 2.6※4 | 2.2 | 1.8※5 | 2.0 | -1.0 |
| C断層 | 陸上地すべり（Watts他による方法） | Lm1,2 | 30秒間 | 1.3 | 1.4 | 1.3 | 2.1 | -0.8※6 |
| | 陸上地すべり（運動学的手法） | | | 1.3 | 1.3 | 1.4 | 2.1 | -0.8※6 |

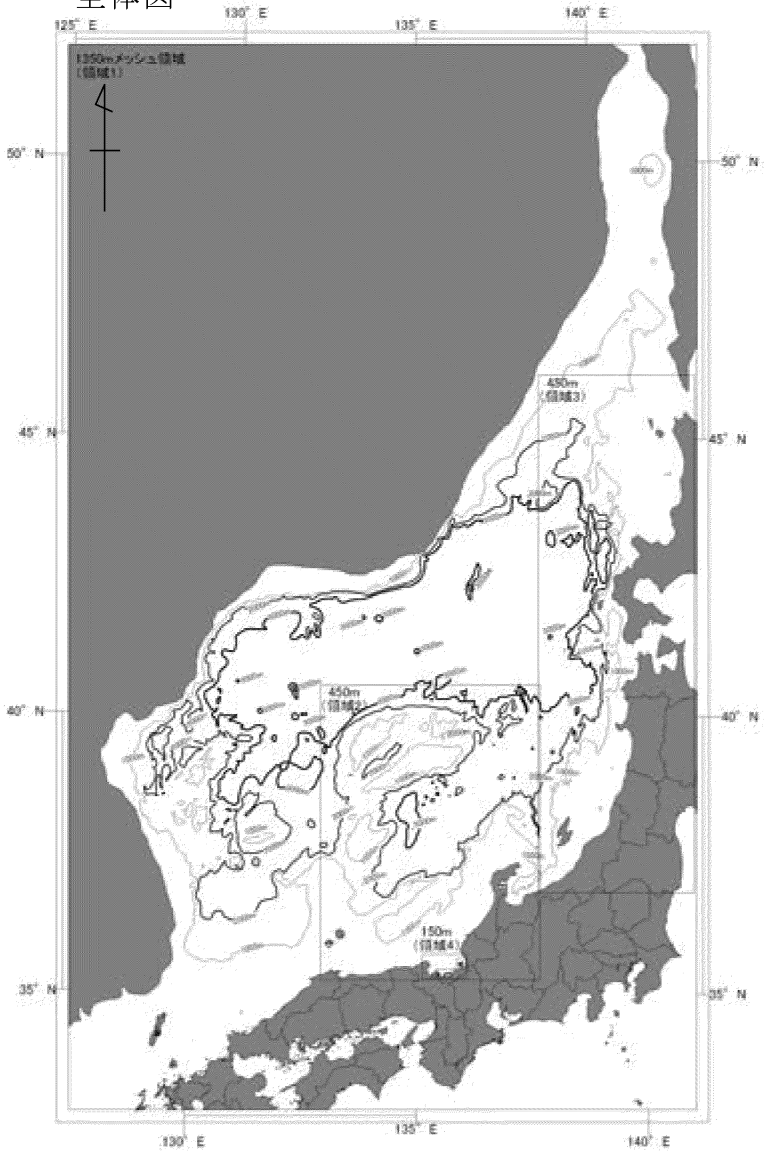
※1　1,2号炉放水口前及びあご越えは評価地点として用いていないが、津波高さの目安として参考に記載
※2　地盤変動量0.15m沈降
※3　地盤変動量0.14m沈降
※4　地盤変動量0.11m沈降
※5　地盤変動量0.10m沈降
※6　地盤変動量0.77m隆起

# 第1.2.7.2.5表　一体計算による津波水位評価結果

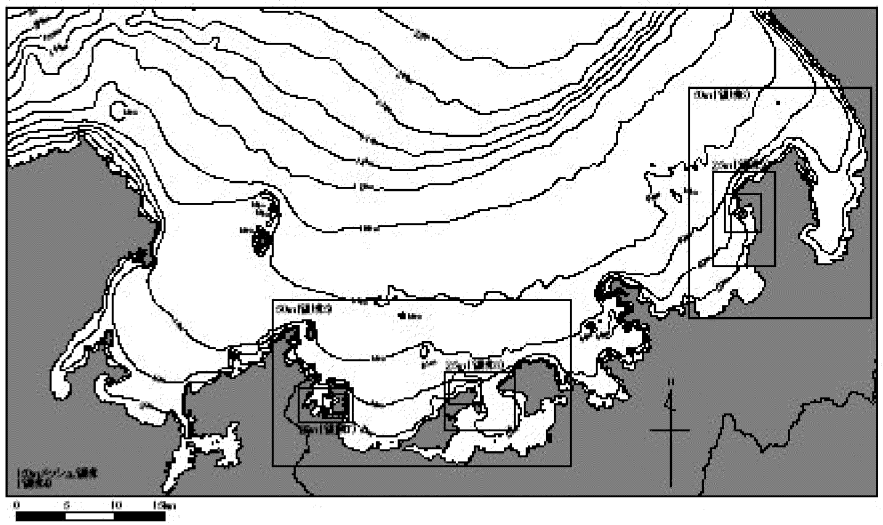
| 波源モデル | 発生時間のずれ | ケース | 水位上昇側 | | | | 水位下降側 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 3号炉 取水口前 T.P.(m) | （参考）※1 1，2号炉 放水口前 T.P.(m) | 3号炉 放水口前 T.P.(m) | （参考）※1,2 あご越え T.P.(m) | 3号炉 取水口前 T.P.(m) | |
| 若狭海丘列付近断層(福井県モデル)と 隠岐トラフ海底地すべりエリアB (Kinematicモデルによる方法) | 6秒 | ① | 2.8 | 3.7 | **3.4** | 4.3 | － | 基準津波２ |
| | 57秒 | ② | 3.2 | 3.3 | 3.3 | 4.2 | － | |
| | 60秒 | ③ | 3.2 | 3.4 | 3.2 | 4.3 | － | |
| | 69秒 | ④ | **3.3** | 3.5 | 3.2 | 4.3 | － | 基準津波１ |
| | 72秒 | ⑤ | **3.3** | 3.5 | 3.1 | 4.3 | － | |
| 若狭海丘列付近断層(福井県モデル)と 隠岐トラフ海底地すべりエリアC (Kinematicモデルによる方法) | 72秒 | ⑥ | － | － | － | － | **-1.6** | 基準津波３ |

※1　1,2号炉放水口前及びあご越えは評価地点として用いていないが、津波高さの目安として参考に記載下線は、各評価点における最高または最低水位を示す
※2　あご越えについては、陸上遡上部を含む最高到達点の水位を示す

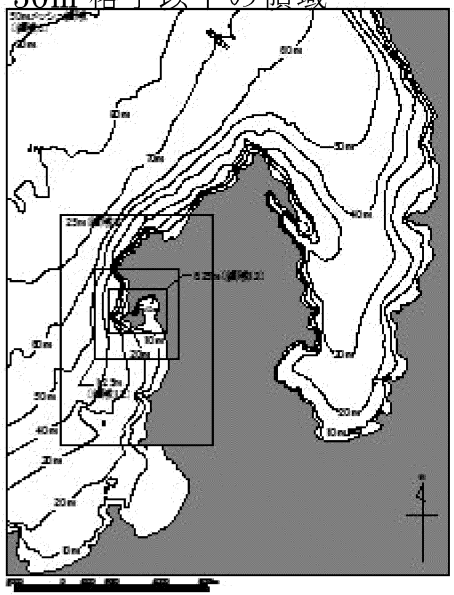
全体図



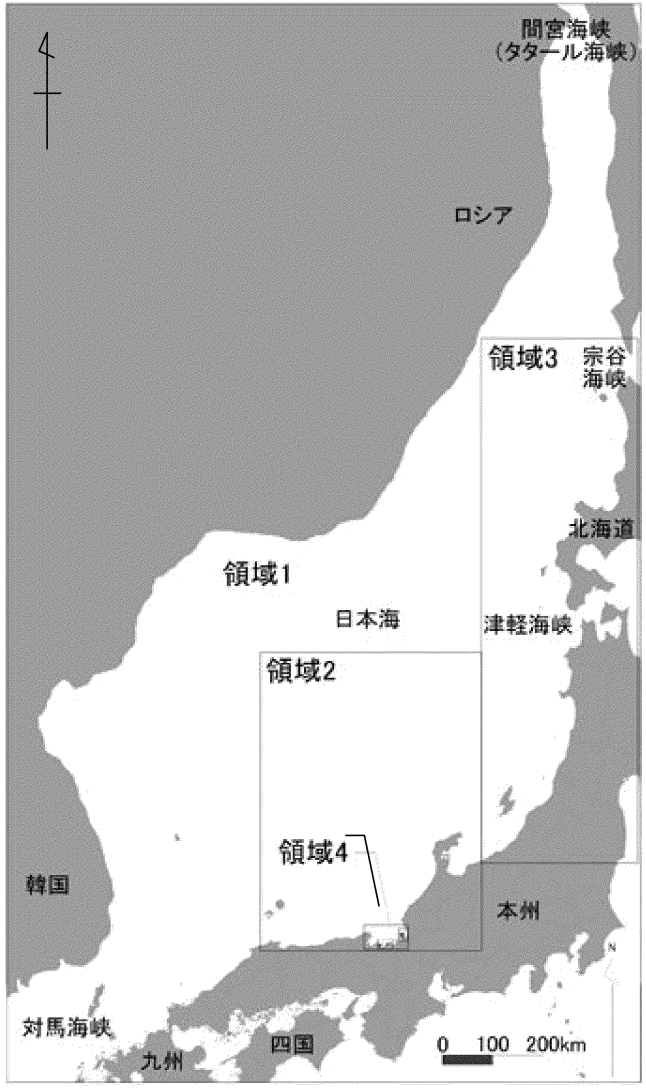

150m 格子以下の領域



50m 格子以下の領域



第 1.2.7.2.1 図　水深分布図

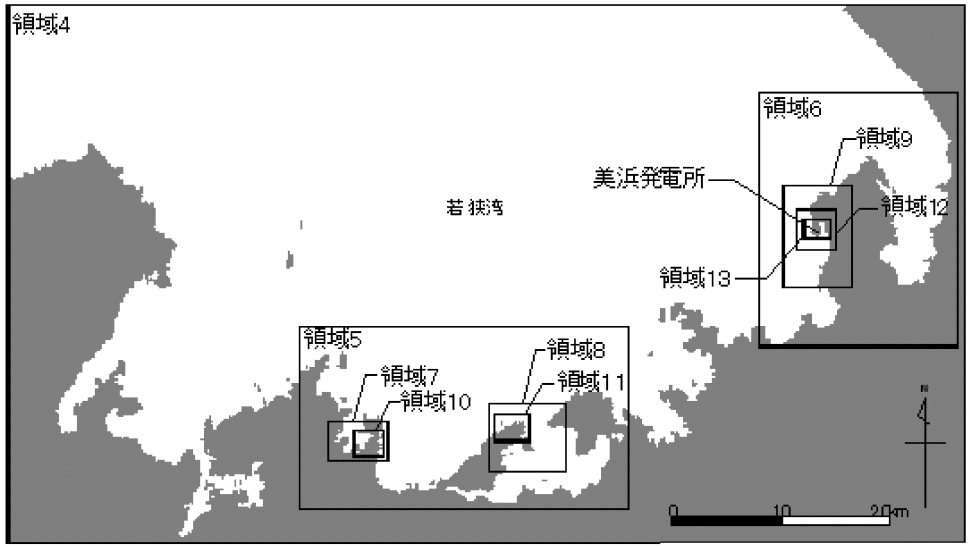



| 領域番号 | 空間格子間隔 Δx(m) | 最大水深 $h_{max}$(m) | CFL条件を満たす Δt(sec) ※1 |
|---|---|---|---|
| 1 | 1350 | 3800 | 4.95 |
| 2,3 | 450 | 3700 | 1.67 |
| 4 | 150 | 240 | 2.19 |
| 5,6 | 50 | 90 | 1.19 |
| 7,8,9 | 25 | 80 | 0.63 |
| 10,11,12 | 12.5 | 60 | 0.36 |

※1

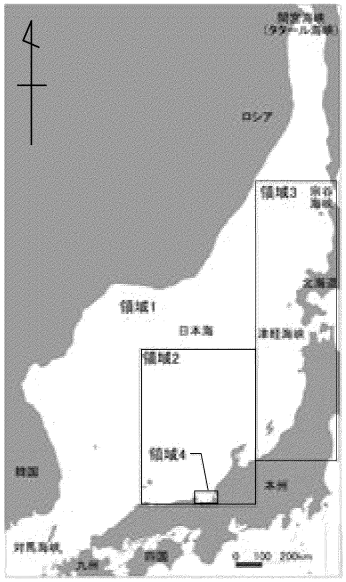
$$\Delta t \leq \frac{\Delta x}{\sqrt{2gh_{max}}}$$

ここに，
Δx：空間格子間隔
Δt：時間格子間隔
$h_{max}$：最大水深
g：重力加速度




※2　領域 13 は使用しない

第 1.2.7.2.2 図　概略津波計算モデル（津波伝播計算領域及び空間格子間隔）



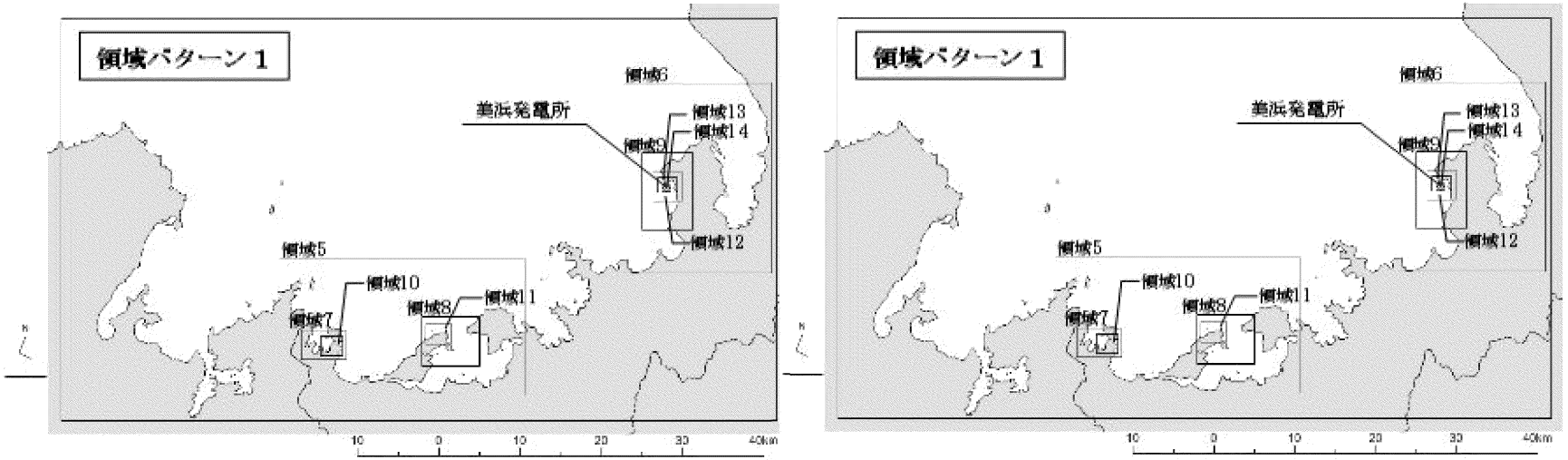

| 領域番号 | 空間格子間隔 $\Delta x$(m) | 最大水深 $h_{max}$(m) | CFL条件を満たす $\Delta t$(sec) ※1 |
|---|---|---|---|
| 1 | 1350 | 3800 | 4.95 |
| 2,3 | 450 | 3700 | 1.67 |
| 4 | 150 | 240 | 2.19 |
| 5,6,6'※2 | 50 | 90 | 1.19 |
| 7,8,9,9'※2 | 25 | 80 | 0.63 |
| 10,11,12,12'※2 | 12.5 | 60 | 0.36 |
| 13 | 6.25 | 40 | 0.22 |
| 14 | 3.125 | 24 | 0.14 |

※2 越前海岸周辺の陸上地すべり計算時には、6'、9'及び12'(領域パターン2)を用いている

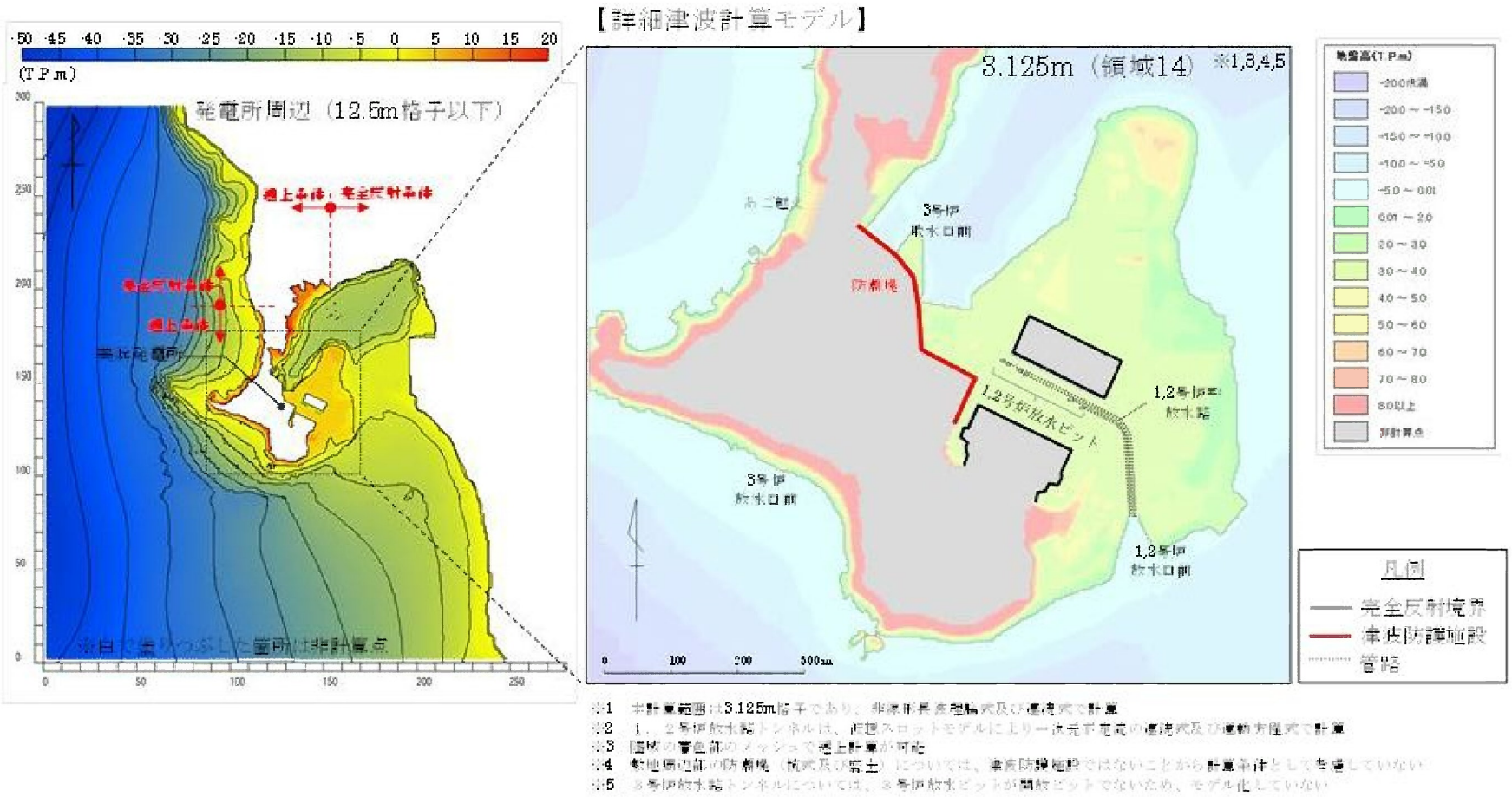
※1

$$\Delta t \leq \frac{\Delta x}{\sqrt{2gh_{max}}}$$

ここに、
$\Delta x$: 空間格子間隔
$\Delta t$: 時間格子間隔
$h_{max}$: 最大水深
$g$: 重力加速度

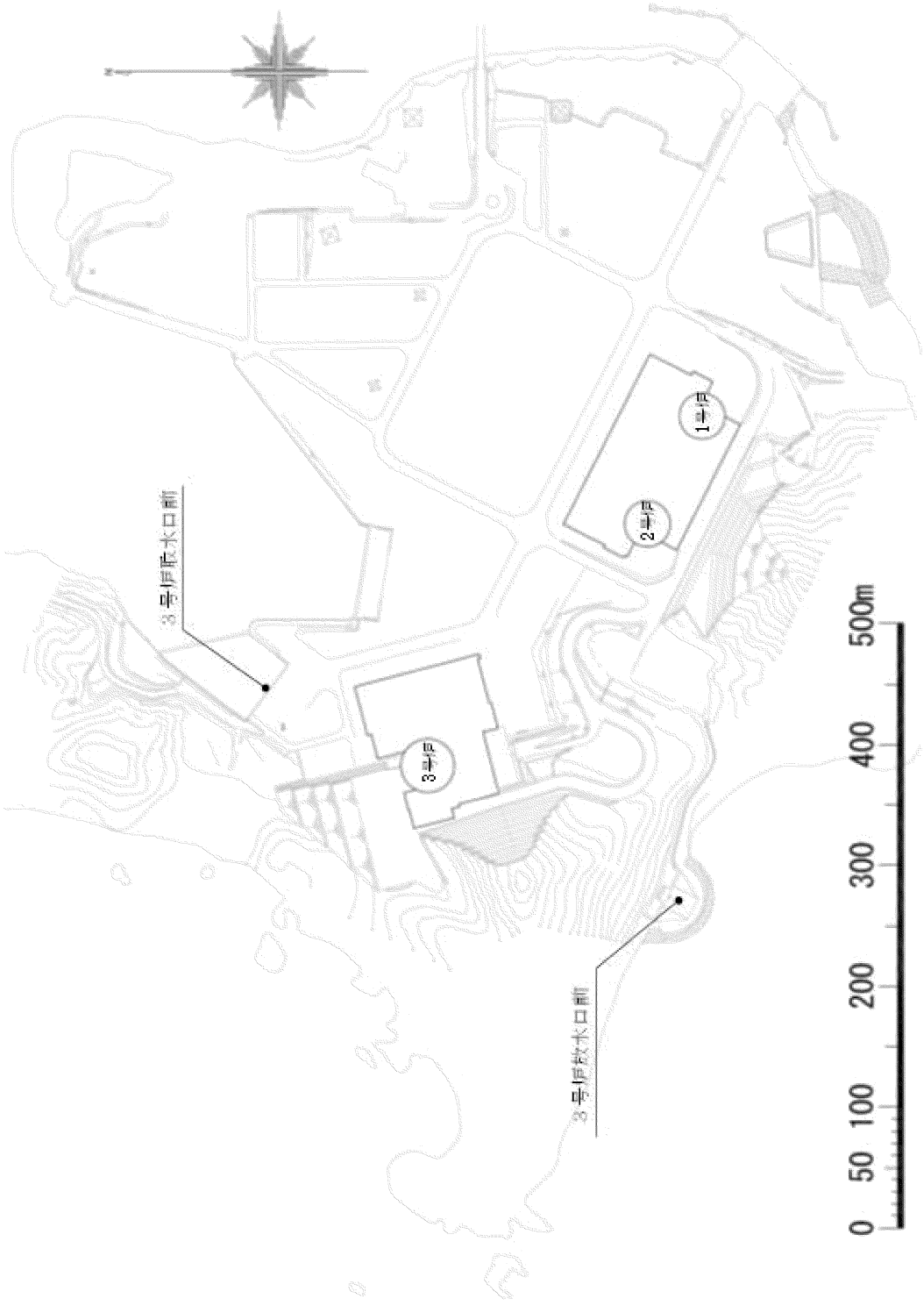



第 1.2.7.2.3 図(1)　詳細津波計算モデル（津波伝播計算領域及び空間格子間隔）



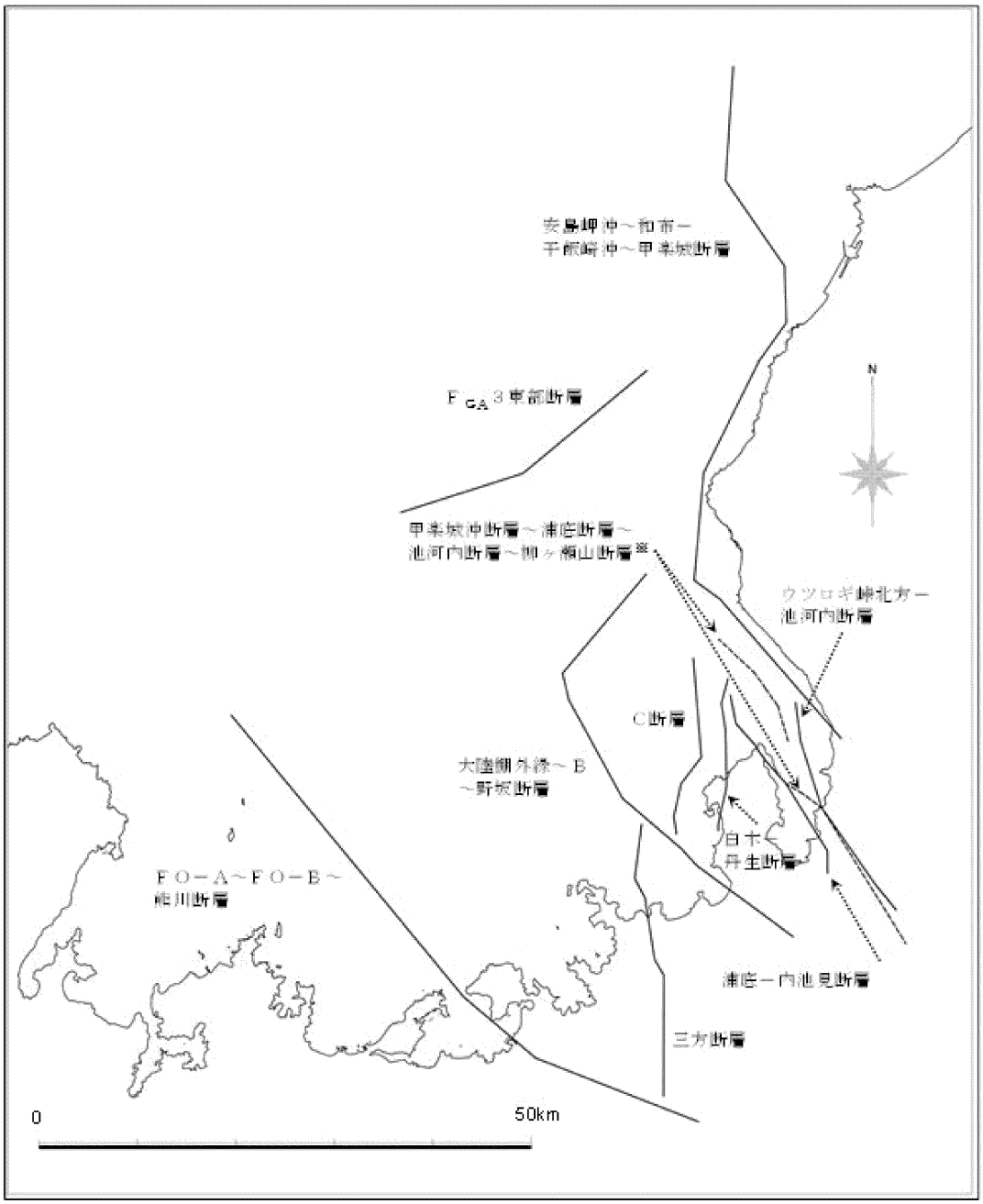

※1　本計算範囲は3.125m格子であり、非線形長波理論式及び遡上式で計算
※2　1，2号炉放水路トンネルは、断面スロットモデルにより一次元で非定常の連続式及び運動方程式で計算
※3　陸域の着色部のメッシュで遡上計算が可能
※4　敷地周辺部の防潮堤（杭式及び盛土）については、津波防護施設ではないことから計算条件として考慮していない
※5　3号炉放水路トンネルについては、3号炉放水ピットが開放ピットでないため、モデル化していない

第 1.2.7.2.3 図(2)　３号炉取水口前及び３号炉放水口前を評価する場合の詳細津波計算モデル（敷地内）




第 1.2.7.2.4 図　津波水位評価点位置図

（３号炉取水口前、３号炉放水口前）




※ 甲楽城沖断層～浦底断層～池河内断層～柳ヶ瀬山断層については、甲楽城沖断層と、浦底断層～池河内断層～柳ヶ瀬山断層が同時活動するものとして評価する（点線）。

第 1.2.7.2.6 図　敷地周辺の海域における検討対象断層

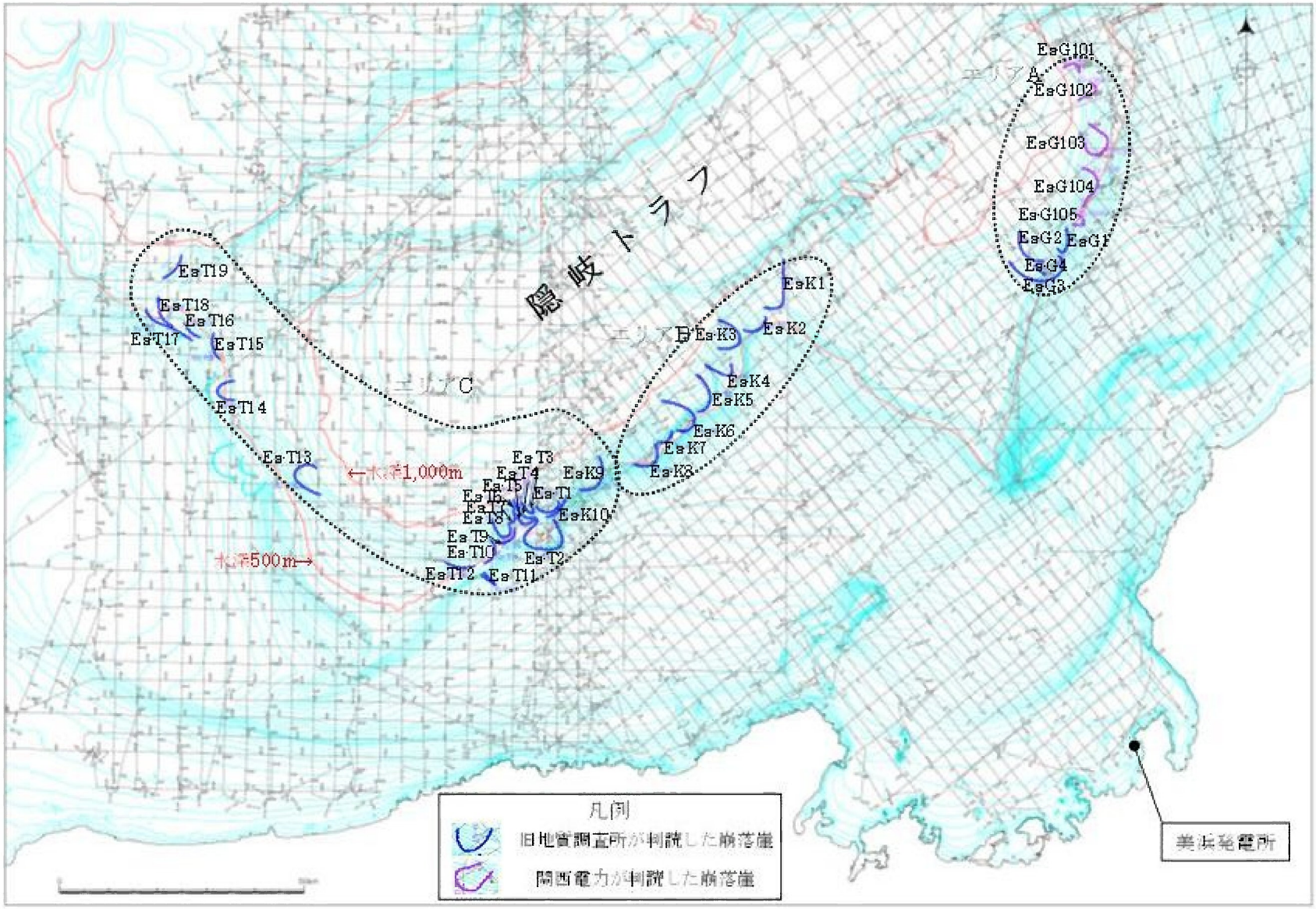
【福井県が想定した断層モデル】

| 断　層 | 断層長さ (km) | 断層幅 (km) | 地震規模 Mw | 上縁深さ (km) | 傾斜角 (°) | すべり角 (°) | すべり量 (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 若狭海丘列付近断層 | 90 | 17.32 | 7.63 | 0.1 | 60 | 90 | 6.48 |
| 越前堆列付近断層 | 65 | 17.32 | 7.44 | 0.1 | 60 | 90 | 4.62 |

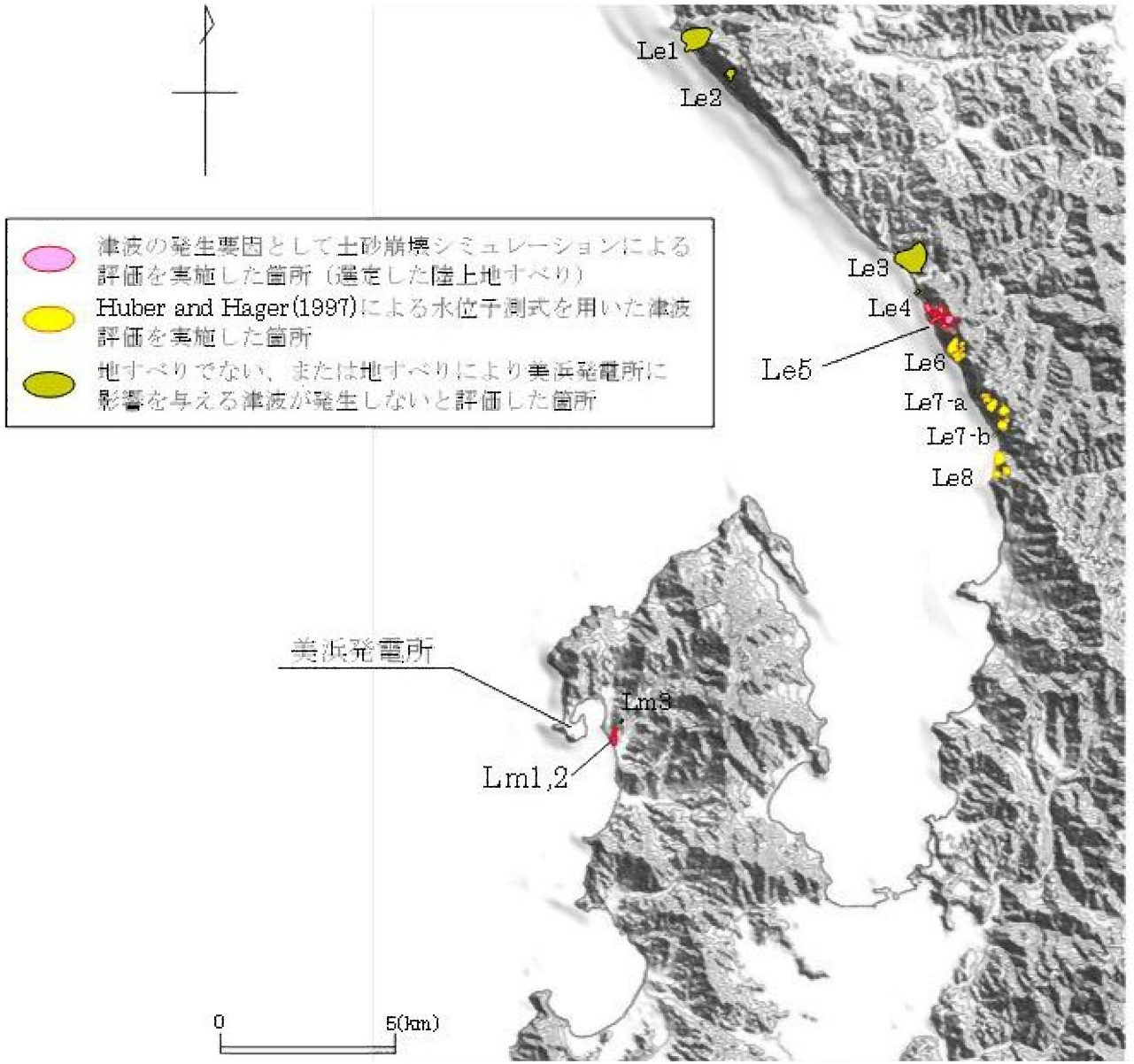



福井県(2012)[9]：福井県における津波シミュレーション結果について，平成 24 年 9 月 3 日，福井県 危機対策・防災課.

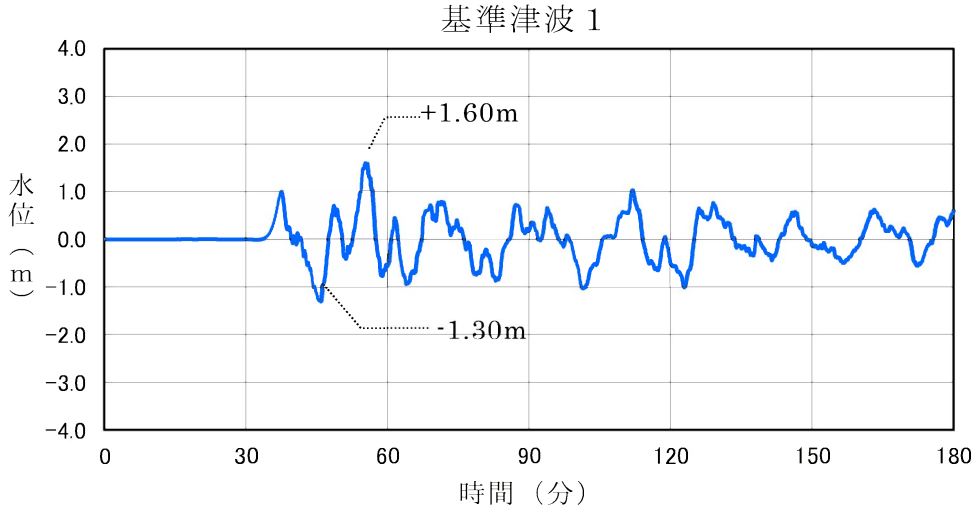
第 1.2.7.2.7 図　福井県が想定した波源モデル図

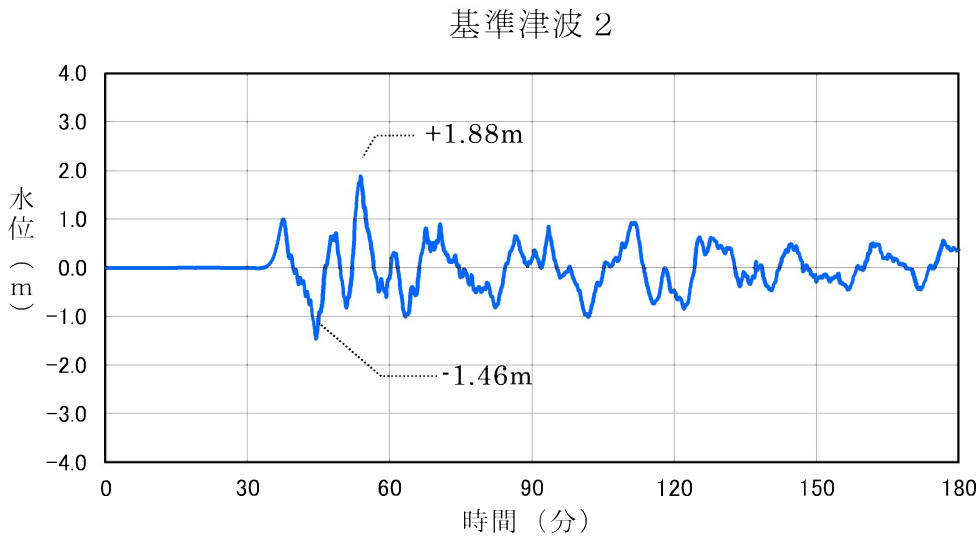


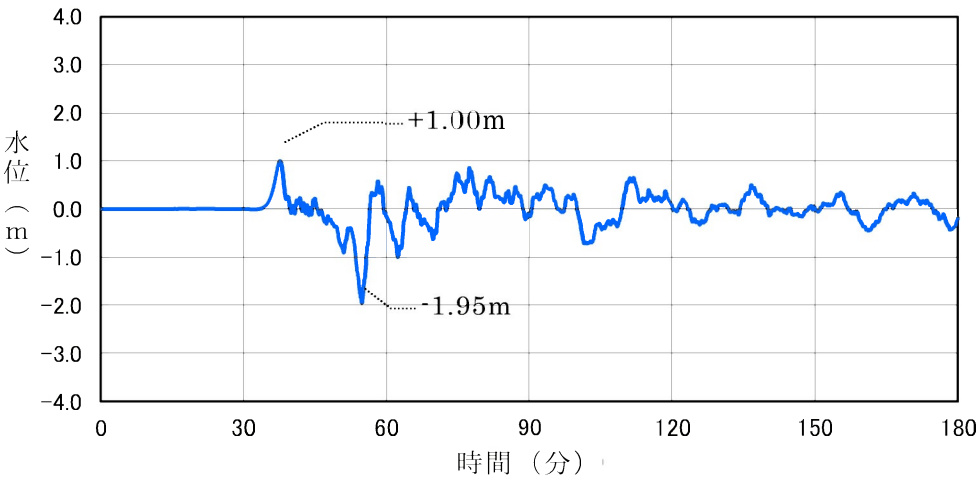

第 1.2.7.2.8 図　検討対象として抽出した海底地すべりの位置及びエリア区分図




第 1.2.7.2.9 図　選定した陸上地すべりの位置図（Lm1,2、Le5）

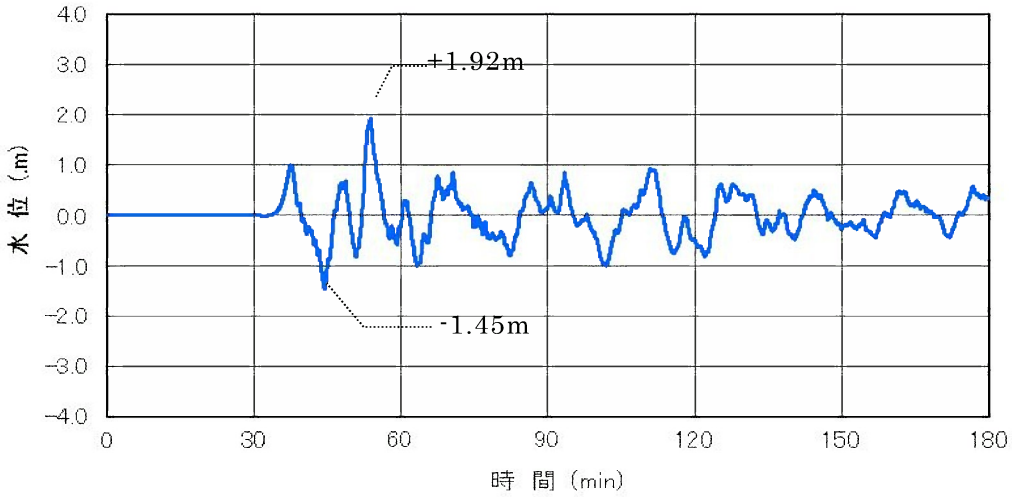


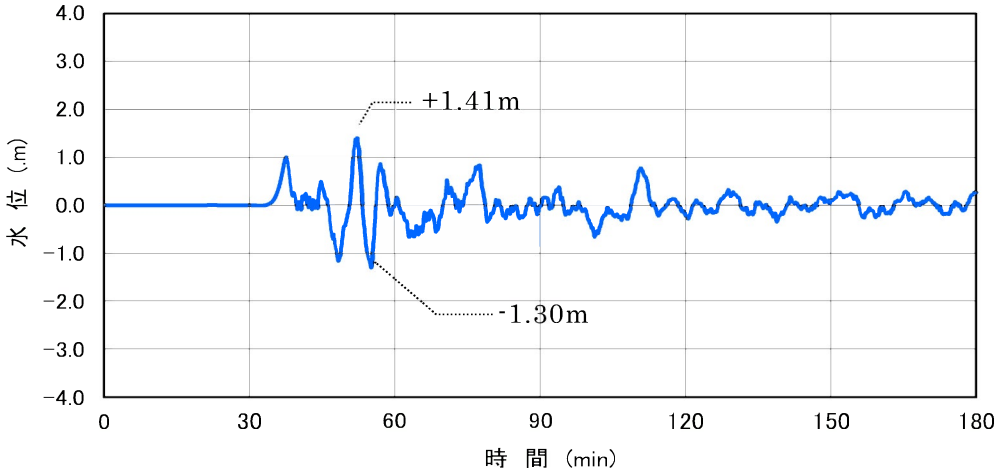




第 1.2.7.2.10 図(1)　基準津波の時刻歴波形（基準津波１～３）

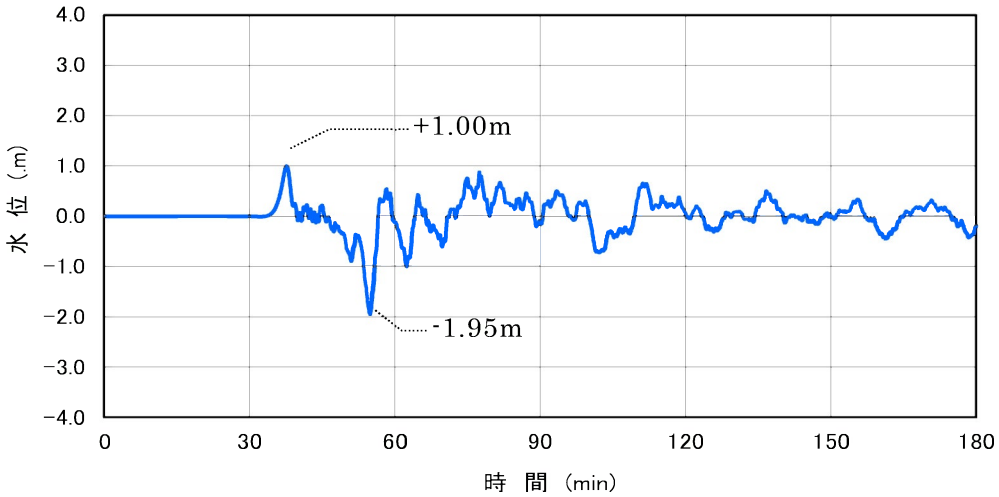
基準津波４



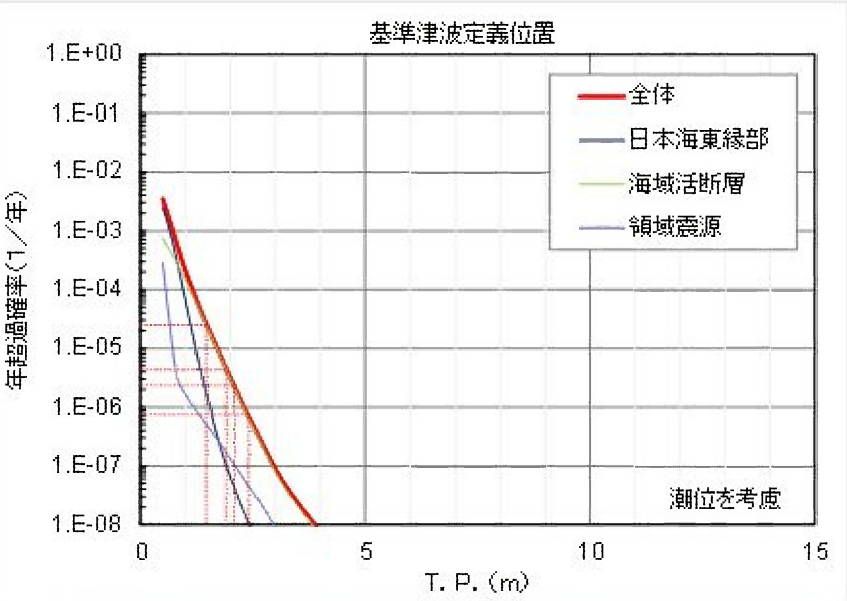

基準津波５




基準津波６

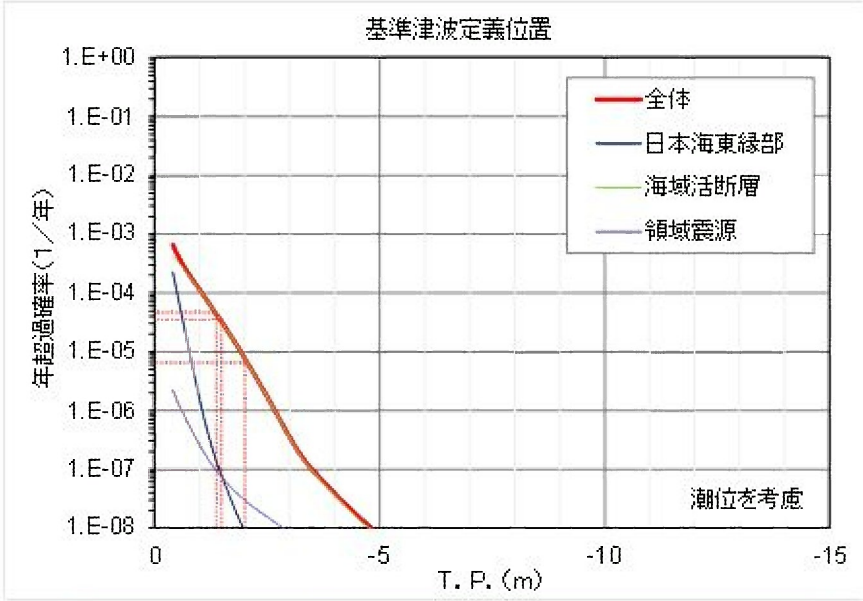



第 1.2.7.2.10 図(2)　基準津波の時刻歴波形（基準津波４～６）




| 評価点：基準津波定義位置（水深50m） | | 基準津波による水位 | 年超過確率(1/年)（平均ハザード曲線） |
|---|---|---|---|
| 最大水位上昇側 | 基準津波1 | T.P.+2.1 m | $2.2\times10^{-6}$ |
| | 基準津波2 | T.P.+2.4 m | $7.3\times10^{-7}$ |
| | 基準津波3 | T.P.+1.5 m | $2.4\times10^{-5}$ |
| | 基準津波4 | T.P.+2.4 m | $7.3\times10^{-7}$ |
| | 基準津波5 | T.P.+1.9 m | $4.7\times10^{-6}$ |
| | 基準津波6 | T.P.+1.5 m | $2.4\times10^{-5}$ |

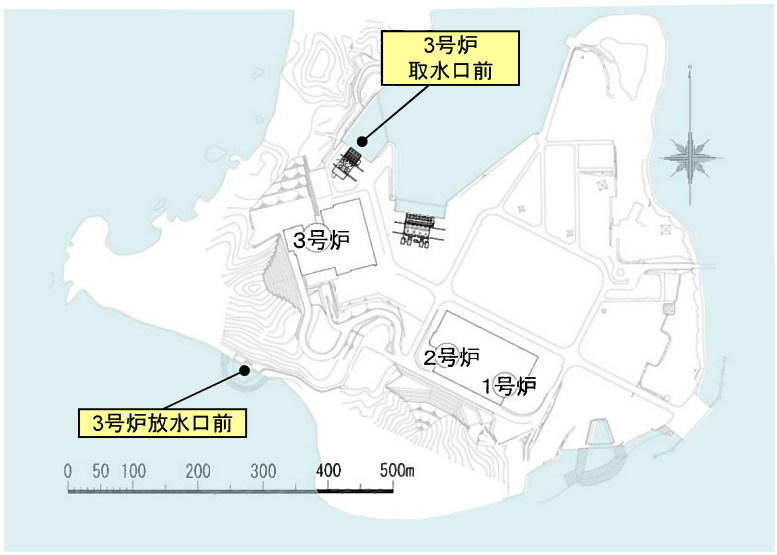
水位上昇側



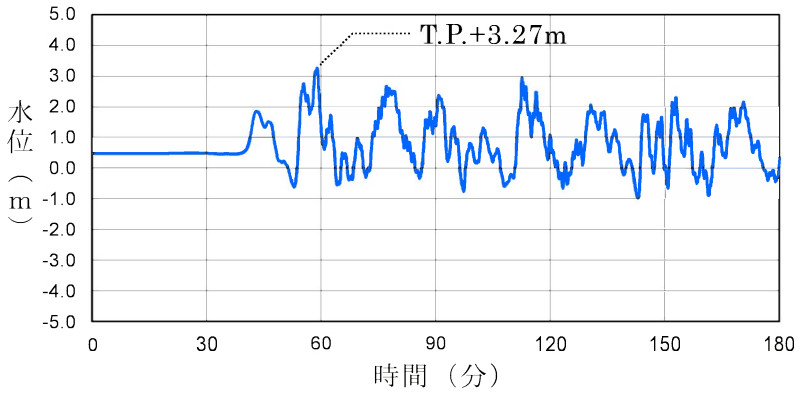

| 評価点：基準津波定義位置（水深50m） | | 基準津波による水位 | 年超過確率(1/年)（平均ハザード曲線） |
|---|---|---|---|
| 最大水位下降側 | 基準津波1 | T.P.-1.4 m | $4.1\times10^{-5}$ |
| | 基準津波2 | T.P.-1.5 m | $3.2\times10^{-6}$ |
| | 基準津波3 | T.P.-2.0 m | $7.8\times10^{-6}$ |
| | 基準津波4 | T.P.-1.5 m | $3.2\times10^{-5}$ |
| | 基準津波5 | T.P.-1.4 m | $4.1\times10^{-5}$ |
| | 基準津波6 | T.P.-2.0 m | $7.8\times10^{-6}$ |

水位下降側

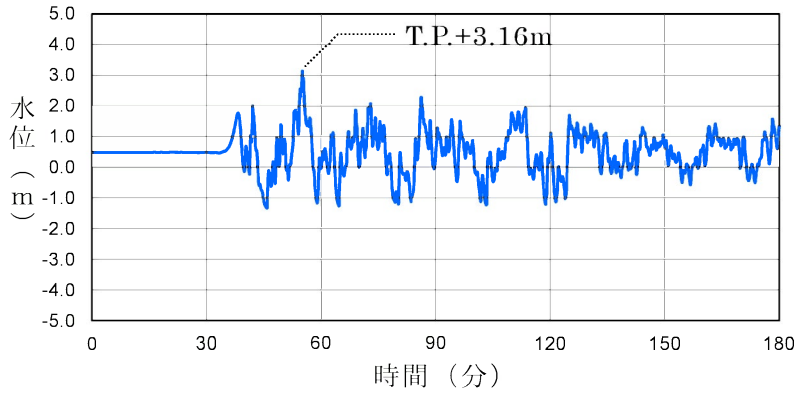
第 1.2.7.2.11 図　基準津波定義位置における平均ハザード曲線




時刻歴波形の算出位置

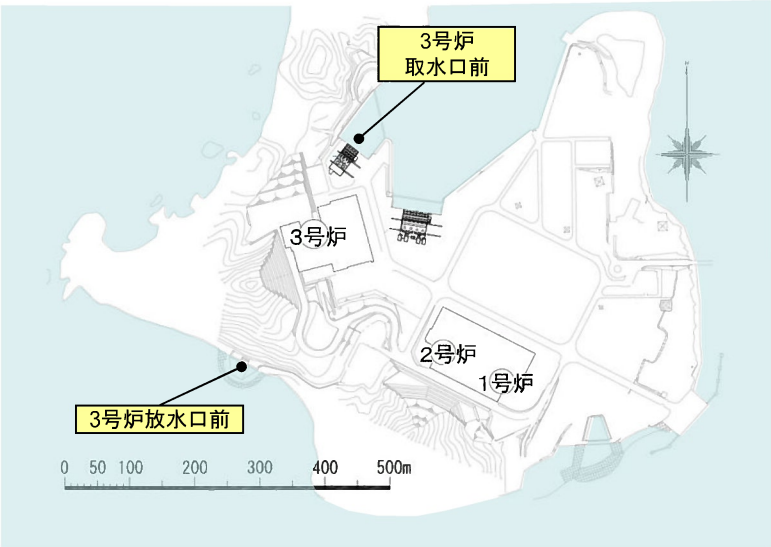



3 号炉取水口前

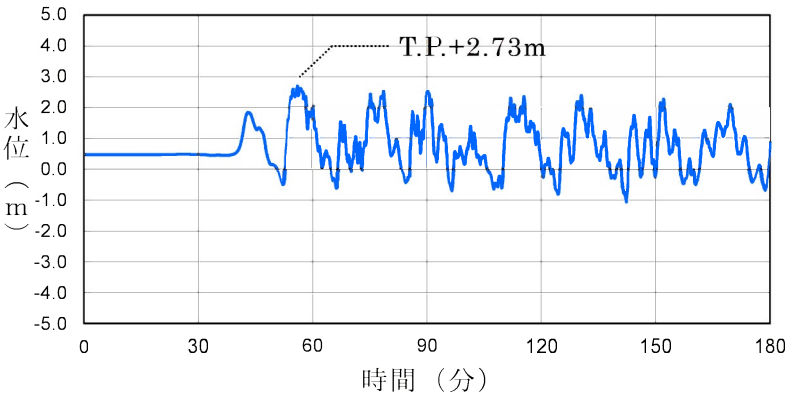



3 号炉放水口前

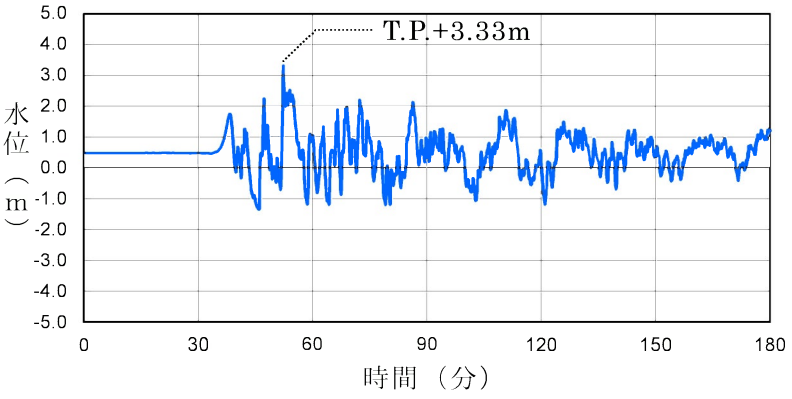
第 1.2.7.3.1 図　基準津波 1 の時刻歴波形（水位上昇側）




時刻歴波形の算出位置

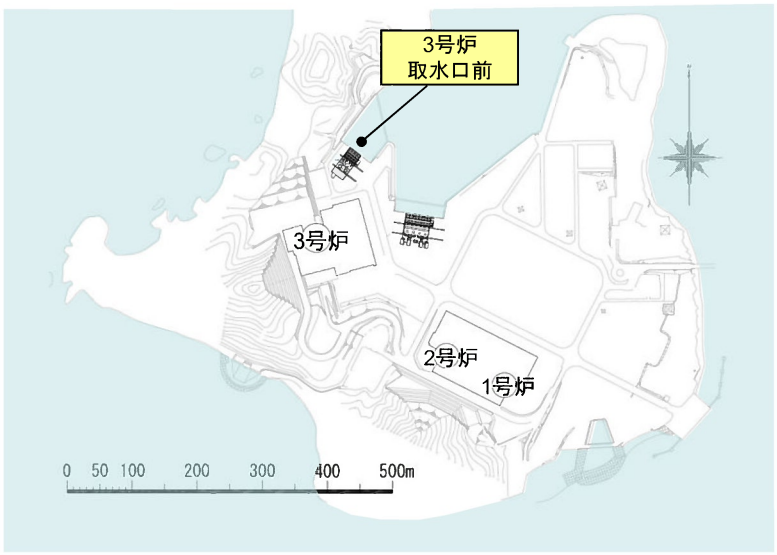



3 号炉取水口前

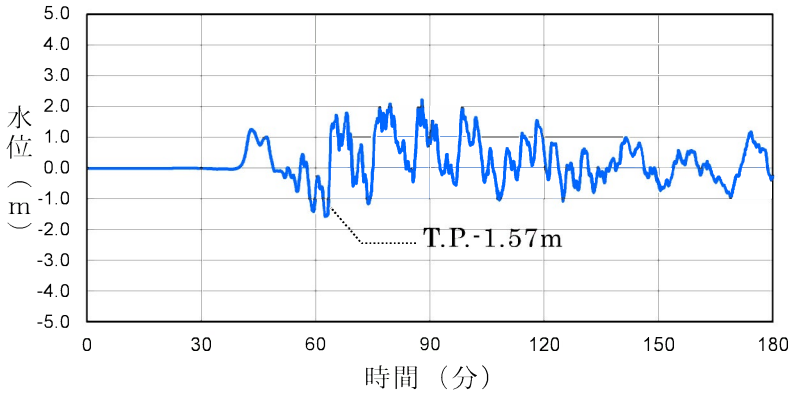



3 号炉放水口前

第 1.2.7.3.2 図　基準津波 2 の時刻歴波形（水位上昇側）

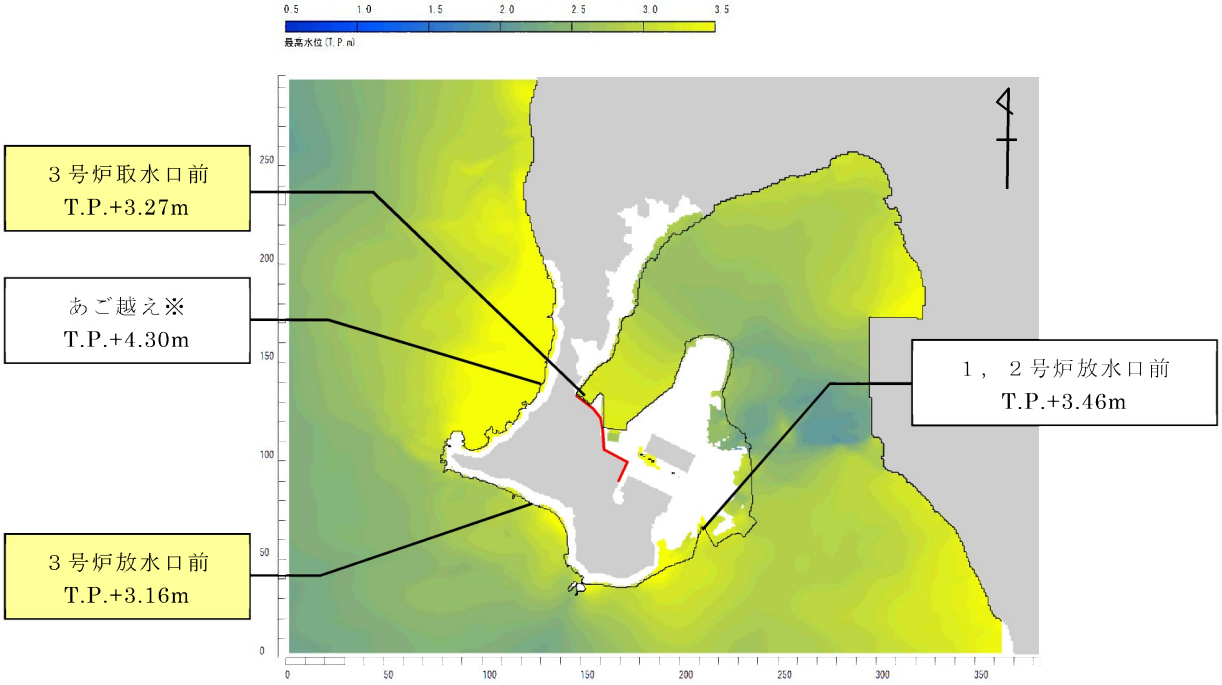



時刻歴波形の算出位置




3 号炉取水口前

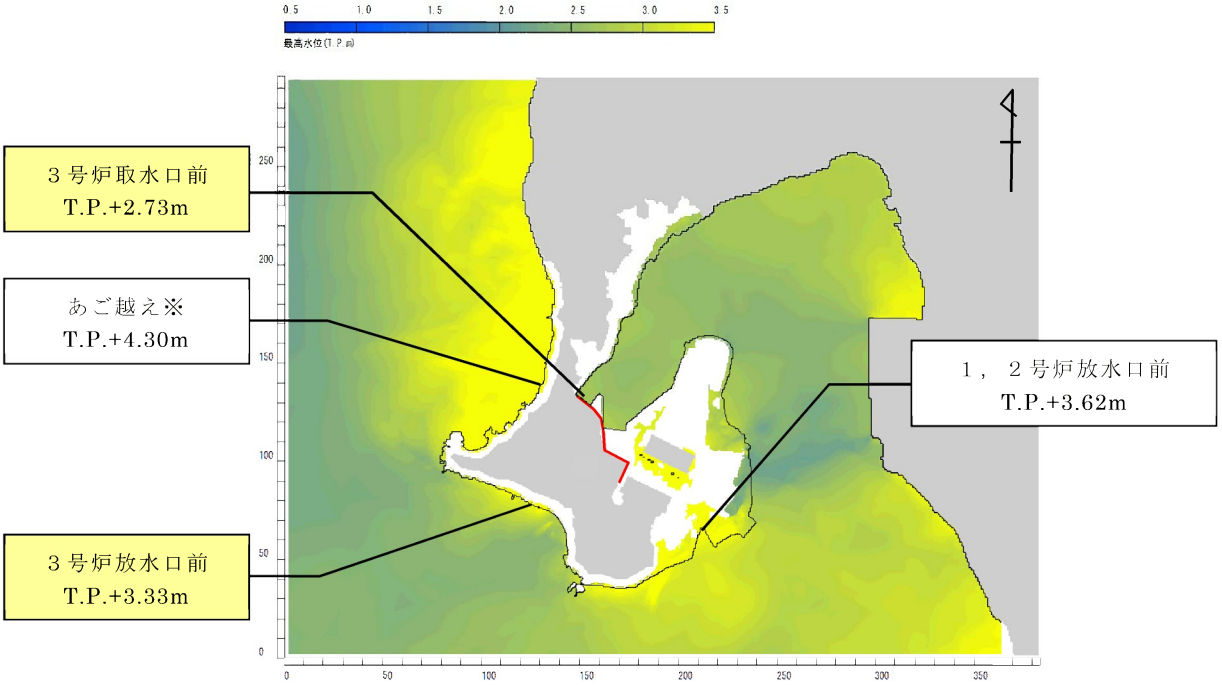
第 1.2.7.3.3 図　基準津波 3 の時刻歴波形（水位下降側）




※陸域遡上部の最高到達点水位

最高水位分布図

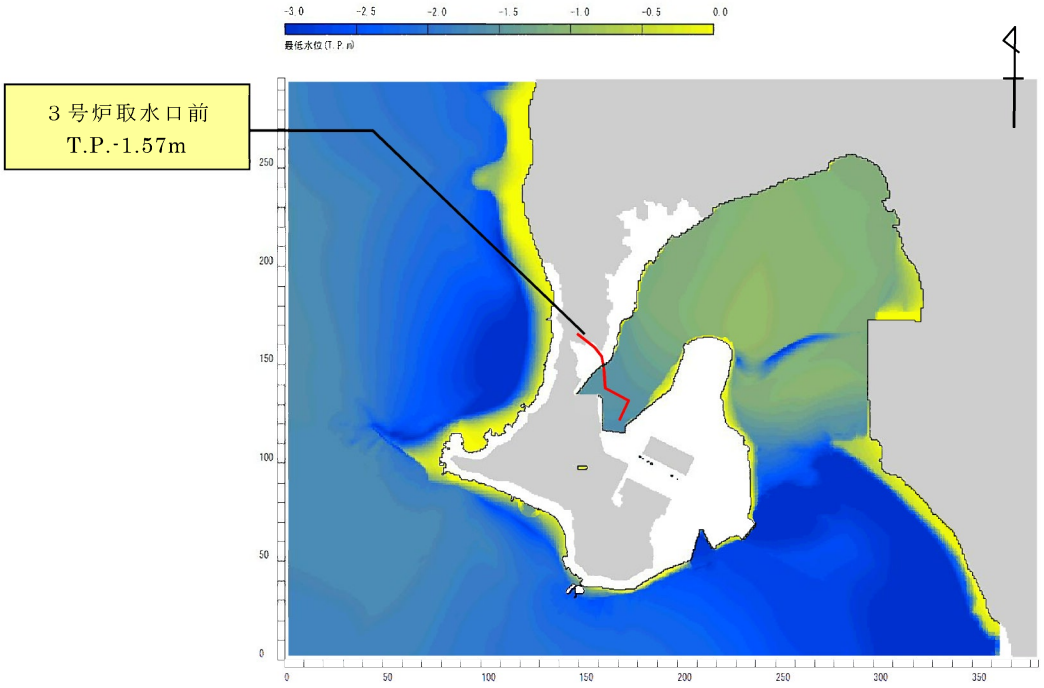
第 1.2.7.3.7 図　基準津波 1 による水位分布図




※陸域遡上部の最高到達点水位

最高水位分布図

第 1.2.7.3.8 図　基準津波 2 による水位分布図




最低水位分布図

第 1.2.7.3.9 図　基準津波 3 による水位分布図

1.2.7.4 参考文献


(1) 関西電力株式会社(2012)：平成 23 年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波の影響に関する安全性評価のうち完新世に関する津波堆積物調査の結果について

(2) 土木学会(2016)：原子力発電所の津波評価技術 2016

(3) 後藤智明・小川由信(1982)：Leap-frog 法を用いた津波の数値計算法,東北大学土木工学科資料,1982

(4) Mansinha,L.and D.E.Smylie(1971)：The displacement field of inclined faults, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.61, No.5, p.1433－p.1440

(5) Grilli, S.T., and P. Watts(2005)：Tsunami Generation by Submarine Mass Failure. I：Modeling, Experimental Validation, and Sensitivity Analysis, Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, ASCE, p.283－p.297

(6) Watts, P., S.T. Grilli, D.R. Tappin, and G.J. Fryer(2005)：Tsunami Generation by Submarine Mass Failure. II: Preditive Equations and Case Studies, Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, ASCE, p.298－p.310

(7) Fritz, H. M., Mohammed, F. and J. Yoo(2009): Lituya Bay Landslide Impact Generated Mega-Tsunami 50th Anniversary, Pure and Applied Geophysics, Vol.166, p.153－p.175

(8) 阿部勝征(1989)：地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測,東京大学地震研究所彙報,Vol.64,p.51－p.69

(9) 福井県(2012)：福井県における津波シミュレーション結果について平成 24 年 9 月 3 日,福井県　危機対策・防災課

(10) 秋田県(2012)：秋田県地震被害想定調査業務委託「津波浸水シミュレーション」参考資料,平成 24 年 12 月 28 日

(11) 国土交通省(2014)：日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書,平成 26 年 9 月

(12) 徳山英一・本座栄一・木村政昭・倉本真一・芦寿一郎・岡村行信・荒戸裕之・伊藤康人・徐垣・日野亮太・野原壮・阿部寛信・坂井眞一・向山建二郎(2001)：日本周辺海域の中新世最末期以降の構造発達史（200万分の1）及び同説明書,海洋調査技術学会海域地質構造マップワーキンググループ

(13) 山本博文・上嶋正人・岸本清行(1989)：鳥取沖海底地質図（20万分の1）及び同説明書,海洋地質図,35号,地質調査所

(14) 山本博文・上嶋正人・岸本清行(1993)：経ヶ岬沖海底地質図（20万分の1）及び同説明書,海洋地質図,40号,地質調査所

(15) 山本博文・上嶋正人・岸本清行(2000)：ゲンタツ瀬海底地質図（20万分の1）及び同説明書,海洋地質図,50号,地質調査所

(16) 岡村行信(2007)：能登半島西方海底地質図（20万分の1）及び同説明書,海洋地質図,61号,産業技術総合研究所地質調査総合センター

(17) 池原研・片山肇・佐藤幹夫(1990)：鳥取沖表層堆積図（20万分の1）及び同説明書,海洋地質図,36号,地質調査所

(18) 片山肇・佐藤幹夫・池原研(1993)：経ヶ岬沖表層堆積図（20万分の1）及び同説明書,海洋地質図,38号,地質調査所

(19) 片山肇・佐藤幹夫・池原研(2000)：ゲンタツ瀬表層堆積図（20万分の1）及び同説明書,海洋地質図,53号,地質調査所

(20) 片山肇・池原研(2001)：能登半島西方表層堆積図（20万分の1）及び同説明書,海洋地質図,57号,地質調査所

(21) 池原研・佐藤幹夫・山本博文(1990)：高分解能音波探査記録からみた隠岐トラフの堆積作用,地質学雑誌,96巻,p.37－p.49

(22) 佐竹健治・加藤幸弘(2002)：1741年寛保津波は渡島大島の山体崩壊によって生じた,月刊海洋/号外No.28,p.150－p.160

(23) 地すべり地形分布図データベース，防災科学研究所，http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/

(24) Huber, A. and W.H. Hager(1997)：Forecasting impulse waves in reservoirs. Dix-neuvième Congrès des Grands Barrages

C31:993-1005. Florence, Italy. Commission International des Grands Barrages, Paris

(25) 中野俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川辺禎久・及川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚治・山元孝弘・岸本清行(2013)：日本の火山（第３版）概要及び付表,200万分の 1 地質編集図,no.11,産業技術総合研究所地質調査総合センター

(26) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之(2012)：第四紀火山岩体・貫入岩体データベース,地質調査総合センター速報,no.60,産業技術総合研究所地質調査総合センター

(27) 藤井直樹・大森政則・高尾誠・金山進・大谷英夫(1998)：津波による海底地形変化に関する研究,海岸工学論文集,vol.45,p.376－p.380

(28) 高橋智幸・首藤伸夫・今村文彦・浅井大輔(1999)：掃流砂層・浮遊砂層間の交換砂量を考慮した津波移動床モデルの開発,海岸工学論文集,vol.46,p.606－p.610

(29) 小林昭男・織田幸伸・東江隆夫・高尾誠・藤井直樹(1996)：津波による砂移動に関する研究,海岸工学論文集,vol.43,p.691－p.695

(30) 藤田尚毅・稲垣和男・藤井直樹・高尾誠・金戸俊道(2010)：津波による海底地形変化評価モデルの現地適用性に関する研究,海洋開発論文集,vol.26,p.213－p.218

(31) 高橋智幸・黒川貴博・藤田将孝・島田広昭(2011)：津波による土砂移動の粒径依存性に関する水理実験,土木学会論文集 B2（海岸工学）,vol.67,p.231－p.235

(32) 高橋智幸(2012)：津波による砂移動に関する数値シミュレーションの現状と課題,堆積学研究,第 71 巻,第 2 号,p.149－p.155

(33) 玉田崇・田村保・高橋智幸・佐々木元(2009)：河川での津波防災検討における津波移動床モデルの適用性に関する研究,土木学会論文集 B2（海岸工学）,vol.B2-65,No.1,p.301－p.305

(34) 近藤武司・森本徹・藤本典子・殿最浩司・志方建仁(2012)：港湾での津波による土砂移動計算の再現性評価,土木学会論文集 B2（海岸工学）,vol.68,No.2, I _396－ I _400

(35) 高橋智幸(1998)：津波による土砂移動に関する研究,東北大学博士論文

(36) Sugawara, D. and T. Takahashi(2014-a) : Numerical Simulation of Coastal Sediment Transport by the 2011 Tohoku-Oki Earthquake Tsunami, Tsunami Event and Lessons Learned Environmental and Societal Significance, Y.A.Kontar V. Santiago-Fandiño T.Takahashi Editors, p.99－p.112

(37) 高橋智幸・今村文彦・首藤伸夫(1992)：土砂移動を伴う津波計算法の開発,海岸工学論文集,vol.39,p.231－p.235

(38) 芦田和男，道上正規(1972)：移動床流れの抵抗と掃流砂量に関する基礎的研究,土木学会論文集,第 206 号,p.59－p.69

(39) 今井健太郎・菅原大助・高橋智幸・岩間俊二・田中仁(2015)：2011 年東北津波における北上川河口部の大規模洗掘・堆積に関する数値的検討,土木学会論文集 B2（海岸工学）,Vol.71,No.2, I _247－ I _252

(40) Itakura, T. and Kishi T.(1980) : Open channel flow with suspended sediments., Journal of the Hydraulics Division, Vol.106,No.8,p.1325－p.1343

(41) 森下祐・高橋智幸(2014)：2011 年東北地方太平洋沖地震津波来襲時の気仙沼湾を対象とした津波移動床モデルの再現性向上,土木学会論文集 B2（海岸工学）,Vol.70,No.2, I _491－ I _495

(42) Sugawara, D., T. Takahashi and F. Imamura(2014-b) : Sediment transport due to the 2011 Tohoku-oki tsunami at Sendai：Result from numerical modeling, Marine Geology 358, http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2014.05.005, p.18－p.37

(43) 山下啓・菅原大助・高橋智幸・今村文彦・齋藤友一・今任嘉幸・甲斐恭・上原均・加藤季広・中田一人・坂良太郎・西川朝

雄(2015)：岩手県陸前高田市における 2011 年東北地方太平洋沖地震津波による大規模土砂移動の再現計算,土木学会論文集 B2（海岸工学）,Vol.71,No.2, I _499－ I _504

## 1.2.8. 火山

### 1.2.8.1 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

(1) 地理的領域内の第四紀火山

発電所の地理的領域（発電所から半径160kmの範囲）に対して、『日本の火山（第 3 版）』（中野他編(2013)[1]）、『第四紀火山岩体・貫入岩体データベース』（西来他編(2012)[2]）及び『日本の第四紀火山カタログ』（第四紀火山カタログ委員会編(1999)[3]）を参照して第四紀火山を抽出した。

(2) 将来の火山活動の可能性

地理的領域内に分布する第四紀火山について、完新世における活動の有無及び噴火履歴より、将来の火山活動の可能性を検討し、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山を抽出した。

(3) 完新世に活動を行った火山

気象庁編(2013)[4]によれば、地理的領域内に分布する活火山（概ね過去 1 万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山）として、白山（はくさん）、御嶽山（おんたけさん）、乗鞍岳（のりくらだけ）及び焼岳（やけだけ）がある。

よって、白山、御嶽山、乗鞍岳及び焼岳については、将来の活動可能性が否定できないため、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。

(4) 完新世に活動を行っていない火山

完新世に活動を行っていない第四紀火山は、地理的領域内に23火山確認される。各火山の火山形式、体積、活動年代、活動期間内の最大休止期間等を第 1.2.8.1.1 表に示す。

将来の活動可能性の有無については、文献調査結果を基に、当該火山の第四紀の噴火時期、噴火規模、活動の休止期間を示す階段ダイヤグラムを作成し、評価を行った。

扇ノ山（おおぎのせん）、美方（みかた）火山群、神鍋（かんなべ）火山群、上野（うえの）火山群、経ヶ岳（きょうがたけ）及び地蔵峠（じぞうとうげ）火山群は、最後の活動からの経過期間が活動期間内の最大休止期間よりも短い火山であったことから、将来の活動可能性が否定できないため、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。

### 1.2.8.2 設計対応が不可能な火山事象の評価

設計対応が不可能な火山事象は、火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊、新しい火口の開口及び地殻変動である。

白山、御嶽山、乗鞍岳、焼岳、地蔵峠火山群、扇ノ山、美方火山群、神鍋火山群、上野火山群及び経ヶ岳を「原子力発電所に影響を及ぼし得る10火山」として抽出し、文献調査に基づき、運用期間における火山活動に関する個別評価を行った。

(1) 火砕物密度流

扇ノ山、美方火山群、神鍋火山群及び上野火山群については、活動履歴より顕著な火砕物密度流の発生は認められていない。

経ヶ岳については、両白山地における火山活動履歴及び地球物理学的特徴より、火山活動可能性は十分に小さい。また、火砕物密度流による堆積物が経ヶ岳近傍に分布することが確認されているが、当該堆積物は敷地周辺では確認されておらず、敷地まで十分に離隔距離がある。

白山、御嶽山、乗鞍岳、焼岳及び地蔵峠火山群については、火砕物密度流を含むマグマ噴火の発生可能性は否定できず、火砕物密度流による堆積物がそれぞれの火山近傍に分布することが確認されているが、当該堆積物は敷地周辺では確認されておらず、敷地まで十分に離隔距離がある。

以上のことから、火砕物密度流が発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。

(2) 溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊

溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊については、それぞれの火山と敷地との位置関係より、敷地まで十分離隔距離があることから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。

(3) 新しい火口の開口及び地殻変動

新しい火口の開口及び地殻変動については、敷地周辺は、過去の火山活動に伴う火口及びその近傍に位置しないことから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。

(4) 立地評価

以上の検討結果より、発電所の運用期間に設計対応が不可能な火山事象が、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。また、これらの火山活動は、既往最大規模の噴火を考慮しても、発電所に影響を及ぼさないと評価し、火山モニタリングは不要と判断した。

1.2.8.3 火山事象の影響評価

設計対応が不可能な火山事象以外の、降下火砕物及びその他の事象について検討した。

(1) 降下火砕物

降下火砕物（降灰層厚、粒径及び密度）について、文献調査及び地質調査結果より検討した。

① 噴出源が同定できる降下火砕物の降灰層厚に関する検討

a. 姶良 Tn テフラ（姶良カルデラ）[5]~[9]

姶良 Tn テフラの噴出源は姶良カルデラであり、噴火履歴より、破局的噴火の活動間隔（約 6 万年以上）は、最新の破局的噴火（姶良 Tn テフラ）の経過時間（約 3 万年）に比べて十分長いこと、現在、破局的噴火に先行して発生するプリニー式噴火ステージの兆候が認められないことから、破局的噴火までには十分時間的な余裕があると考えられ、発電所運用期間にこの規模の噴火の可能性は十分低いと考えられる。

また、姶良カルデラの地下構造による検討を行った結果、姶良カルデラ中央部のマグマ溜まりは深度 12km に位置しており、破局的噴火を引き起こす珪長質マグマの浮力中立点の深度 7km より深い位置にある。

以上より、姶良カルデラについては、発電所運用期間に姶良 Tn テフラ規模相当の噴火の可能性は十分低いと評価する。したがって、運用期間の噴火規模として、後カルデラ火山噴火ステージである桜島での既往最大規模（桜島薩摩テフラ）程度の噴

火を考慮した結果、降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。

b. 大山倉吉軽石及び大山生竹軽石（大山）(3)(10)~(35)

大山倉吉軽石の噴出源は大山であり、大山は、更新世中期に活動を開始し、少なくとも 2 万年前以降までその活動を続けた(10)。山元(2018)(12)によると約 10 万年前の名和噴火からマグマ噴出率が大きくなり、大山倉吉軽石噴火から弥山噴火を経て、噴出率が急減し約 2 万年前の三鈷峰噴火で活動を終えたとされている。また、気象庁(51)によると活火山には大山は含まれていない。第四紀火山の発達史的分類では、現在は第 4 期に整理されており、その第 4 期の噴出量は第 1 期～第 3 期に比べて少なく、数 $km^3$ とされている。(14)(15)

大山の噴火履歴より、40 万年前以降、大山の最も規模の大きな噴火は、大山倉吉軽石であったが、大山倉吉軽石噴火に至る活動間隔は、大山倉吉軽石噴火以降の経過時間に比べて十分長いことから、次の大山倉吉軽石規模の噴火までには、十分時間的な余裕があると考えられ、発電所運用期間中におけるこの規模（約 $20km^3$ 以上）の噴火の可能性は十分低いと考えられる。一方、大山倉吉軽石以外の噴火については、大山倉吉軽石噴火以前又はそれ以降においても繰り返し生じている。大山の噴火履歴に基づく階段ダイヤグラムを第 1.2.8.3.1 図に示す。

この繰り返し生じた噴火のうち、原子力規制委員会(2018)(23)によると越畑地点において大山生竹軽石の降灰層厚の評価厚さを 25cm としている。この大山生竹軽石について、町田・新井(2011)(36)、岡田・谷本(1986)(22)及び原子力規制委員会(2018)(61)に示される降灰層厚の情報をもとに等層厚線図を作成し、噴出量を Legros(2000)(24)及び Hayakawa(1985)(25)の手法で算定した結果、$1.8～11.0km^3$ となった。原子力規制委員会(2018)(23)によれば、大山生竹軽石の噴出規模は既往の研究で考えられてきた規模を上回る $10km^3$ 以上と考えられるとしていることを踏ま

え、火山影響評価上、大山生竹軽石の噴出量は 11.0km$^3$ とする。第 1.2.8.3.2 図に大山生竹軽石の等層厚線図を示す。

原子力規制庁(2019)[26]によると、大山では、階段ダイヤグラムからマグマ噴出率の変化が認められ、噴出率の高噴出率期と低噴出率期では化学組成のトレンドが明瞭に異なり、大山倉吉軽石は高噴出率期のトレンドと一致し、約 2 万年前の最終噴火では低噴出率期のトレンドに戻っているとされている。また、原子力規制委員会(2019)[27]においては、大山倉吉軽石は高噴出率期に、大山生竹軽石は低噴出率期に発生したとし(第 1.2.8.3.3 図(1))、その研究を更に進めた原子力規制庁(2019)[26]においては高噴出率期に発生したとしている。

Yamamoto and Hoang(2019)[28]によると、大山のアダカイトは $K_2O$ 量の高いグループと低いグループに分類できるとし、低いグループのアダカイトは約 10 万年前から約 2 万年前の高噴出率期に発生し、高いグループのアダカイトはその高噴出率期の前後に発生したとしている。また、大山倉吉軽石と大山生竹軽石は低いグループに属するとしている(第 1.2.8.3.3 図(2))。

これらのことから、巨大噴火並みに大きい大山倉吉軽石規模の噴火は、高噴出率期でのみ発生すると考えられ、低噴出率期に戻ったとされる現在において、発電所運用期間中における大山倉吉軽石規模の噴火の可能性は十分低いと考えられる。

また、大山生竹軽石について、火山影響評価上、低噴出率期に発生した噴火と見做して火山影響評価の対象として考慮するものとし、高噴出率期に発生した大山倉吉軽石と低噴出率期に発生した大山生竹軽石は一連の巨大噴火では無いと評価する。

兼岡・井田（1997）[6]および東宮（1997）[7]から、マグマの深さと組成との関係を検討した結果、爆発的噴火を引き起こす珪長質マグマの浮力中立点の深度は、7km 程度に定置すると考えられる。大山の地下構造については、Zhao et al.(2011)[29]および大見(2002)[30]によると、大山の地下深部に広がる低速度層

と、大山の西で生じている低周波地震の存在から、地下深部にマグマ溜まりが存在する可能性が示唆されるものの、仮にマグマ溜まりだとしても、これらの低速度層は 20km 以深に位置していることが示される（第 1.2.8.3.4 図(1)）。この研究をさらに進めた Zhao et al.(2018)[31]によると、大山の地下深部の低速度層の存在が示されるが、その深度は Zhao et al.(2011)[29]と同程度であり、大山の地下深部に広がる低速度層の深度に変化がないことが示される（第 1.2.8.3.4 図(2)）。

以上より、大山については、火山発達史、噴火履歴の検討結果、噴出率期および地下構造の評価結果から、発電所運用期間中における大山倉吉軽石規模相当の噴火の可能性は十分低いと評価する。

火山影響評価上、発電所運用期間中の考慮すべき噴火規模として、大山倉吉軽石以外の噴火の中で最大規模となる大山生竹軽石の噴火の可能性を考慮し、その噴出規模を 11km$^3$ として、米子の 1981 年～2009 年の風データを用いて、移流拡散モデルを用いた降下火砕物のシミュレーションを実施した結果、風速等のばらつきも含めても最大層厚としては 13.5cm であった。降下火砕物のシミュレーションの結果を第 1.2.8.3.5 図(1)、(2)に示す。

大山生竹軽石について、越畑地点では、大山生竹軽石を含む層は 2 層（2a 層，2c 層）に区分され、露頭西側では 2a 層と 2c 層の境界付近に中礫を主体とする礫層（2b 層）が挟在するものの、降灰層厚の評価厚さは原子力規制委員会(2018)[23]の評価結果に基づき 25cm とする。この越畑地点の評価層厚 25cm と大山から越畑地点までの距離（191.0km）及び発電所までの距離（222.9km）の関係から、発電所地点における層厚を検討した結果、21.4cm となる。

c. 恵比須峠福田テフラ（飛騨（ひだ）山脈）[37]

恵比須峠福田テフラは、飛騨山脈の中でもやや南方で穂高岳（ほだかだけ）

～乗鞍岳に噴出源があると推定されている[36]。及川(2003)[37]によると飛騨山脈での火成活動を 3 つのステージに分けている。

stage Ⅰ（約 2.5Ma～約 1.5Ma）は、伸張ないし中間的な地殻応力場の火山活動で、カルデラ形成を伴う大規模火砕流の噴出等があり、この内噴出量が詳細に推定されているものとして、恵比須峠福田テフラがある。噴出年代と噴出量については、約 1.75Ma、250km$^3$～350 km$^3$ と推定されている。

stage Ⅱ（約 1.5Ma～約 0.8Ma）は、火山活動が低調な時代である。

stage Ⅲ（約 0.8Ma～約 0Ma）は、東西圧縮の地殻応力場での立山～御岳火山といった成層火山の形成で特徴づけられる時代である。この時代は、10 km$^3$ 程度かそれ以下の規模の活動が卓越し、stage Ⅰ の活動に比べて噴出量が一桁以上小さい。

以上より、発電所運用期間に鮮新世から中期更新世以前に活動した恵比須峠福田テフラ規模の噴火の可能性は十分低く、降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。

② 噴出源が同定できない降下火砕物の降灰層厚に関する検討[38]~[43]

文献調査を行った結果、降灰層厚が比較的厚く、噴出源が同定できない降下火砕物として、NEXCO80 を抽出した。

NEXCO80 については、三方湖東岸においては層厚 20cm であったが再堆積を含んでいると考えられること、またその他周辺調査を行った結果層厚 10cm を超えるものはなかったことから、NEXCO80 の降灰層厚は 10cm 以下と評価した。

③ 粒径及び密度に関する文献及び地質調査結果

降下火砕物の粒径については、若狭湾沿岸における津波堆積物調査[44]より、久々子湖、菅湖及び中山湿地で確認されている降下火砕物を顕微鏡写真で確認した結果、粒径は約 0.2mm 程度であった。

本調査の中山湿地で得られた姶良 Tn テフラの粒度試験結果より、粒径分布は 1mm 以下であった。粒度試験結果を第 1.2.8.3.6 図に示す。

さらに、敷地における降下火砕物は地理的領域外(160km)からの降下火砕物が想定されるが、樽前山(たるまえさん)から 156km 離れた地点での粒径分布を参照すると、約 0.2mm から約 1mm 程度である[45]。

降下火砕物の密度については、若狭湾沿岸における津波堆積物調査[44]より得られた菅湖で確認された鬼界アカホヤテフラ及び鬱陵隠岐テフラの火山灰の単位体積重量は、乾燥密度で約 0.7g/cm$^3$、湿潤密度で約 1.3g/cm$^3$ 程度であった。また、文献調査の結果、宇井(1997)[46]によると、「乾燥した火山灰は密度が 0.4～0.7 程度であるが、湿ると 1.2 を超えることがある。」とされている。

④ 評価結果

文献調査、地質調査、降下火砕物シミュレーション結果及び越畑地点における大山生竹軽石の評価層厚と距離の関係をもとにした検討結果から、発電所運用期間における敷地の降下火砕物の最大層厚は 22cm と設定した。また、降下火砕物の粒径及び密度については、文献及び地質調査結果を踏まえ、粒径は 1mm 以下、乾燥密度を 0.7g/cm$^3$、湿潤密度を 1.5g/cm$^3$ と設定した。

以上を踏まえて、降下火砕物による直接的影響及び間接的影響を確認することとする。

(2) その他火山事象

その他火山事象として、火山性土石流・火山泥流及び洪水、火山から発生する飛来物（噴石）、火山ガス、津波及び静振、大気現象、火山性地震とこれに関連する事象、熱水系及び地下水の異常について、文献調査、地質調査等の結果より検討した。

火山性土石流・火山泥流及び洪水、火山から発生する飛来物（噴石）については、敷地との位置関係等から、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。火山ガスについては、敷地は若狭湾に面しており、火山ガスが滞留するような地形ではないと考え

られ、地理的領域内の火山噴出物が認められないことから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。

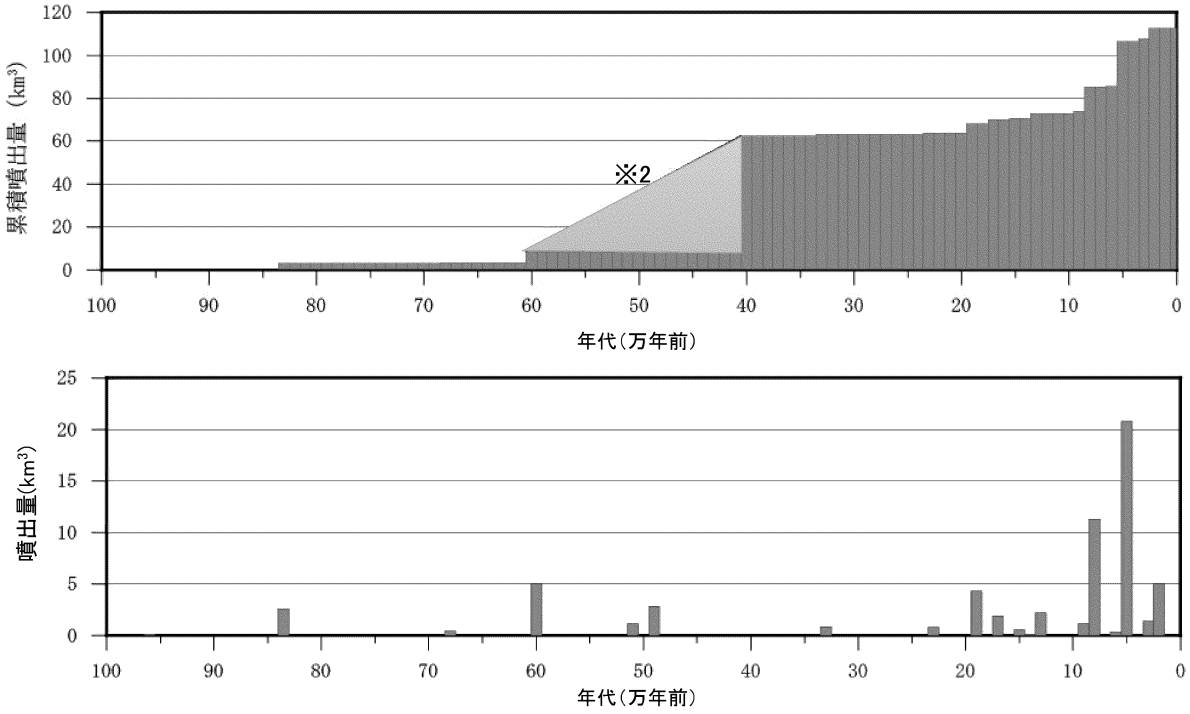
津波及び静振については、日本海で認められる活火山や第四紀火山について、津波堆積物調査結果(44)、火山の活動に関する評価結果等から、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。

大気現象、火山性地震とこれに関連する事象、熱水系及び地下水の異常については、敷地周辺は過去の火山活動に伴う火口及びその近傍に位置しないことから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。

# 第 1.2.8.1.1 表　地理的領域内の第四紀火山の特徴整理
## （中野他編(2013)[1]、西来他編(2012)[2]、第四紀火山カタログ委員会編(1999)[3]に基づき作成）

| 名称 | 火山の形式＃ | データベース等に基づく活動履歴 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 体積※ ($km^3$) | 活動年代 (千年前) | 活動期間 (千年) | 最新噴火＝経過期間 (千年前) | 活動期間内の最大休止期間＝活動期間 (千年) |
| 郡家 (こおげ) | (単成火山) 溶岩流 | － | 2100 | － | 2100 | － |
| 扇ノ山 (おうぎのせん) | 火砕丘･溶岩流 | 4.70 | 1200 ～ 400 | 800 | 400 | 800 |
| 佐坊 (さぼう) | 溶岩流 | － | 1700 | － | 1700 | － |
| 美方火山群 (みかた) | 火砕丘･溶岩流 | 0.46 | 1700 ～ 200 | 1500 | 200 | 1500 |
| 照来 (てらぎ) | 火砕流・溶岩流 カルデラ | － | 3100 ～ 2200 | 900 | 2200 | 900 |
| 大屋・矗 (おおや・とどろき) | 単成火山群 溶岩流 | － | 2800 ～ 2400 | 400 | 2400 | 400 |
| 神鍋火山群 (かんなべ) | 火砕丘･溶岩流 | 0.70 | 700 ～ 10-20 | 680-690 | 10-20 | 680-690 |
| 上佐野・目坂 (かみさの・めさか) | 単成火山群 火砕丘･溶岩流 | 0.077 | 230 ～ 130 | 100 | 130 | 100 |
| 玄武洞 (げんぶどう) | 火砕丘･溶岩流 | 1.00 | 1600 | － | 1600 | － |
| 宝山 (たからやま) | 火砕丘･溶岩流 | 1.00 | 400 ～ 300 | 100 | 300 | 100 |
| 取立山 (とりたてやま) | 複成火山 | 10.2 | 1000 ～ 800 | 200 | 800 | 200 |
| 経ヶ岳 (きょうがたけ) | 複成火山 | 17.9 | 1400 ～ 700 | 700 | 700 | 700 |
| 願教寺・三ノ峰 (がんきょうじ・さんのみね) | 複成火山 | 19.8 | 3100 ～ 2500 | 600 | 2500 | 600 |
| 戸室山 (とむろやま) | 溶岩ドーム群 | 0.2 | 400 ～ 300 | 100 | 300 | 100 |
| 銚子ヶ峰 (ちょうしがみね) | (溶岩ドーム) | 1.7 | 1500 | － | 1500 | － |
| 白山 (はくさん) | 複成火山 | 17 | 400 ～ | 400 | AD1659 | 400 |
| 毘沙門岳 (びしゃもんだけ) | 複成火山 | 3.5 | 300 | － | 300 | － |
| 両白丸山 (りょうはくまるやま) | 複成火山 | 6.24 | 400 ～ 300 | 100 | 300 | 100 |
| 大日ヶ岳 (だいにちがたけ) | 複成火山 | 16 | 1100 ～ 900 | 200 | 900 | 200 |
| 烏帽子・鷲ヶ岳 (えぼし･わしがたけ) | 複成火山 | 65.8 | 1600 ～ 1100 | 500 | 1100 | 500 |
| 湯ヶ峰 (ゆがみね) | 溶岩ドーム | 0.07 | 100 | － | 100 | － |
| 上野火山群 (うえの) | 単成火山群 溶岩流 | 1.24 | 2800 ～ 900 | 1900 | 900 | 1900 |
| 御嶽山 (おんたけさん) | 複成火山 カルデラ | 79 | 750 ～ AD2014 | 750 | AD2014 | 750 |
| 地蔵峠火山群 (じぞうとうげ) | 複成火山 | 32.7 | 3400 ～ 1600 | 1800 | 1600 | 1800 |
| 上宝 (かみたから) | 火砕流 | 40 | 700 | － | 700 | － |
| 乗鞍岳 (のりくらだけ) | 溶岩ドーム | 26 | 1300 ～ 2 | 1300 | 2 | 1298 |
| 焼岳 (やけだけ) | 溶岩ドーム | 5.5 | 120 ～ AD1963 | 120 | AD1963 | 120 |

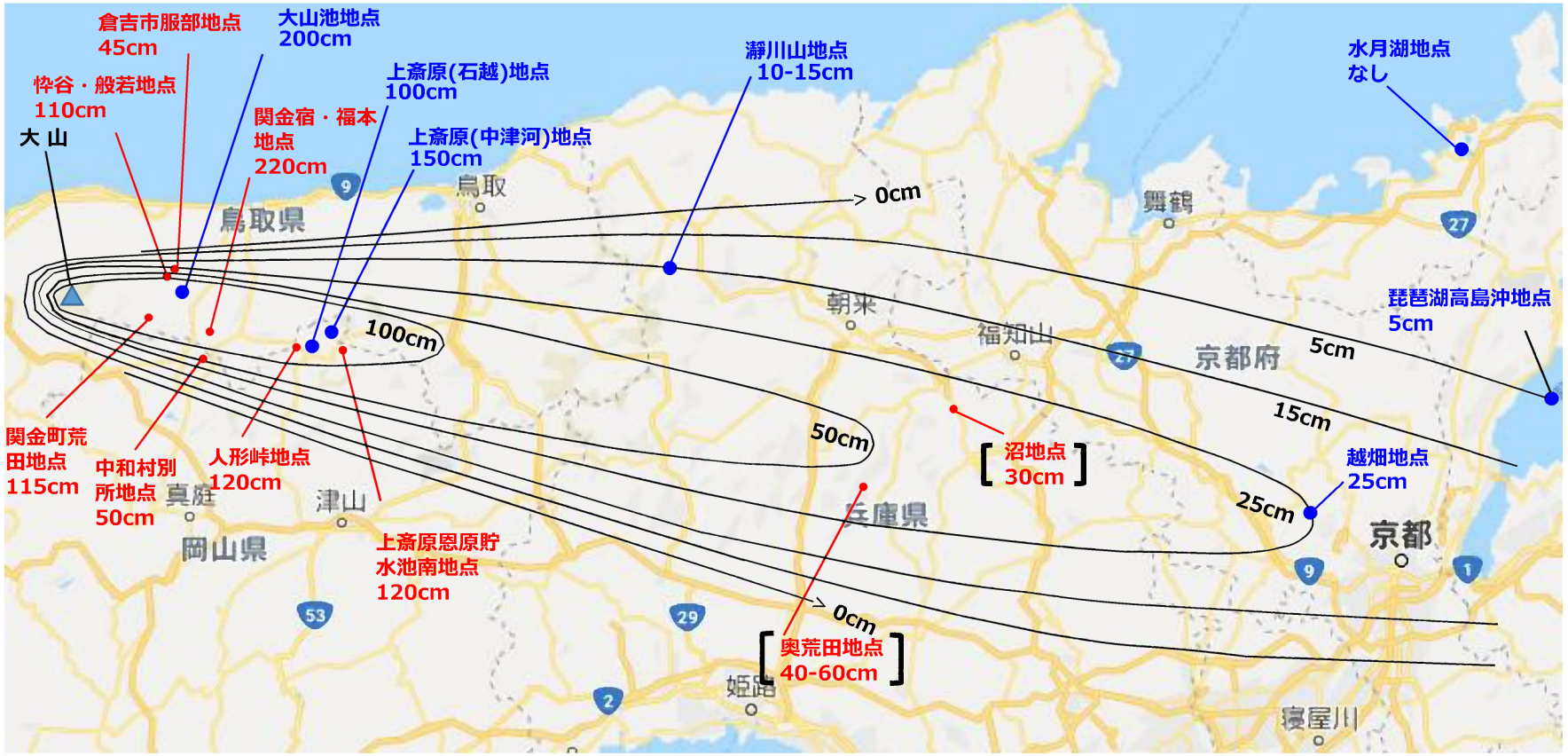
中野他編(2013)[1]等に基づく。貫入岩体・深成岩体については検討の対象から除く。
＃：中野他編(2013)[1]及び西来他編(2012)[2]の「形式・構造」に基づく。
※：第四紀火山カタログ委員会編(1999)[3]に基づく。




| 噴出物 | 噴出年代（万年） | 噴出量（km³） | 引用 |
|---|---|---|---|
| 鍔抜山 | 96.0 | 0.10 | (3) |
| 下蒜山 | 83.5 | 2.60 | (3) |
| 飯戸山 | 68.0 | 0.40 | (3) |
| 二股山溶岩 | 60.0 | 5.00 | (3) |
| 溝口凝灰角礫岩 | 40.0-60.0 | 50.00 | (3) |
| 中蒜山溶岩 | 54.0 | 1.10 | (3) |
| 上蒜山溶岩 | 49.0 | 2.80 | (3) |
| ｃｐｍ | 33.0 | 0.80 | (16) |
| ｈｐｍ１ | 23.0 | 0.76 | (16) |
| 奥津軽石（ＤＯＰ） | 19.0 | 4.29 | (16) |
| 樋谷軽石（ＨｄＰ） | 17.0 | 1.87 | (16) |
| ｈｐｍ２ | 15.0 | 0.30 | (16) |
| 別所軽石（ＤＢＰ） | 15.0 | 0.23 | (16) |
| 蒜山原軽石（ＤＨＰ） | 14.0 | 0.14 | (16) |
| 松江軽石（ＤＭＰ） | 13.0 | 2.19 | (16) |
| 名和火砕流 | 9.5 | 1.00 | (3) |
| 荒田軽石１（ＤＮＰ１） | 9.3 | 0.14 | (16) |
| 荒田軽石２（ＤＮＰ２） | 8.3 | 0.26 | (16) |
| 生竹軽石（ＤＮＰ） | 8.0 | 11.00 | ※3 |
| 関金軽石（ＤＳＰ） | 6.8 | 0.33 | (16) |
| 倉吉軽石（ＤＫＰ） | 5.5 | 20.74 | (16) |
| 鴨ヶ丘火山灰（ＫｍＡ） | 5.0 | 0.04 | (16) |
| 下のホーキ（ｓｈ）（ＤＳｓ） | 2.4 | 0.37 | (16) |
| 上のホーキ（Ｕｈ）（ＤＨｇ） | 2.3 | 0.44 | (16) |
| 弥山軽石（ＭｓＰ）（ＤＭｓ） | 2.1 | 0.54 | (16) |
| 弥山ー三鈷峰 | 2.0 | 5.00 | (3) |

※1) 須藤他(2007)[16]、第四紀カタログ編集委員会編(1999)[3]、津久井他(1985)[11]を参考に噴出年代及び噴出量を整理
※2) 津久井他(1985)[11]によると、60 万年前～40 万年前にかけて溝口凝灰角礫岩等が噴出・堆積したとされていることから、階段ダイヤグラムではその期間の噴出物については点線で記載
※3) 町田・新井(2011)[36]、岡田・谷本(1986)[22]及び原子力規制委員会(2018)[23]に示される降灰層厚の情報をもとに作成した等層厚線図（第 1.2.8.3.2 図）から算定。

第 1.2.8.3.1 図　大山の噴火履歴※1

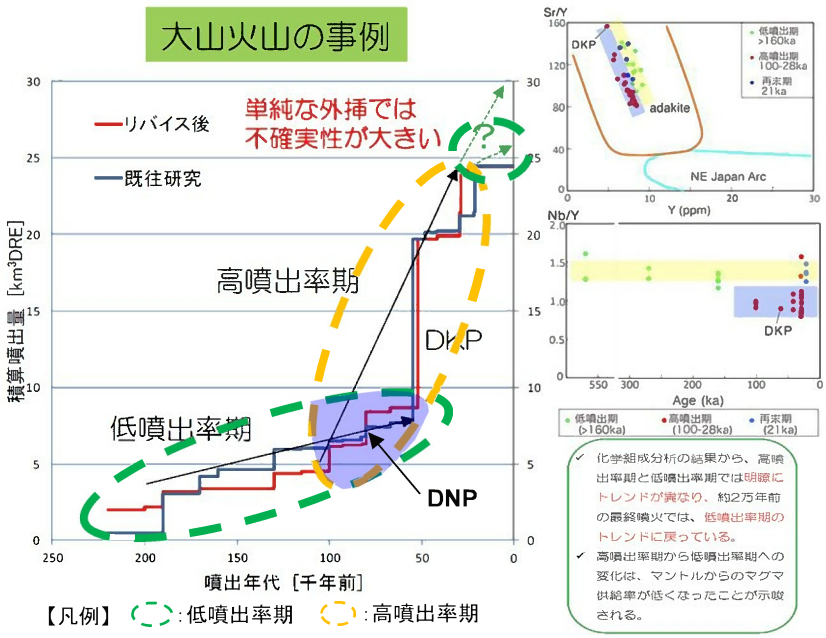



青文字は、原子力規制委員会(2018)[23]で示された地点を示す
赤文字は、岡田・谷本(1986)[22]に記載された地点を示す
[]　は、参考扱いとした地点を示す

出典：地図データ@2018Google,ZENRINに加筆

第 1.2.8.3.2 図　大山生竹軽石の等層厚線図

原子力規制委員会(2019)[27]より抜粋・加筆




第 1.2.8.3.3 図(1)　原子力規制委員会(2019)[27]による大山の噴出率期の評価

Yamamoto and Hoang(2019)[66]より抜粋・加筆

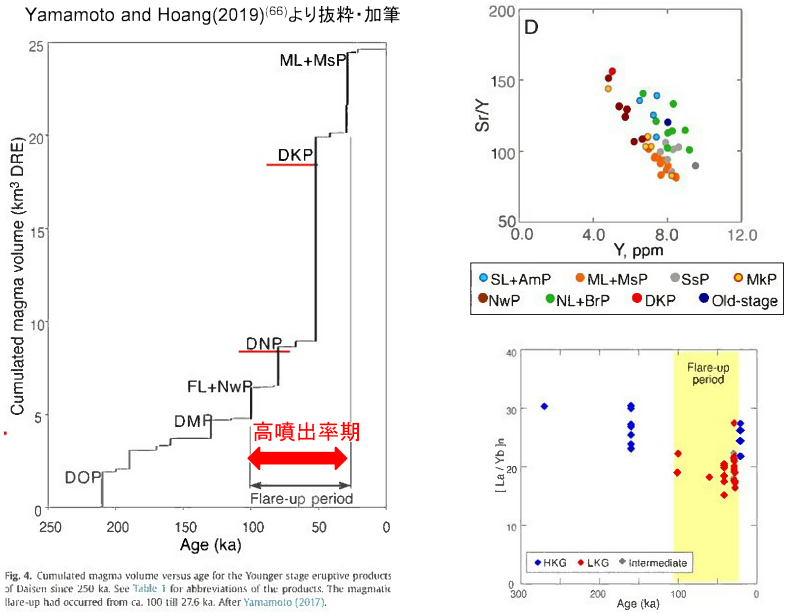
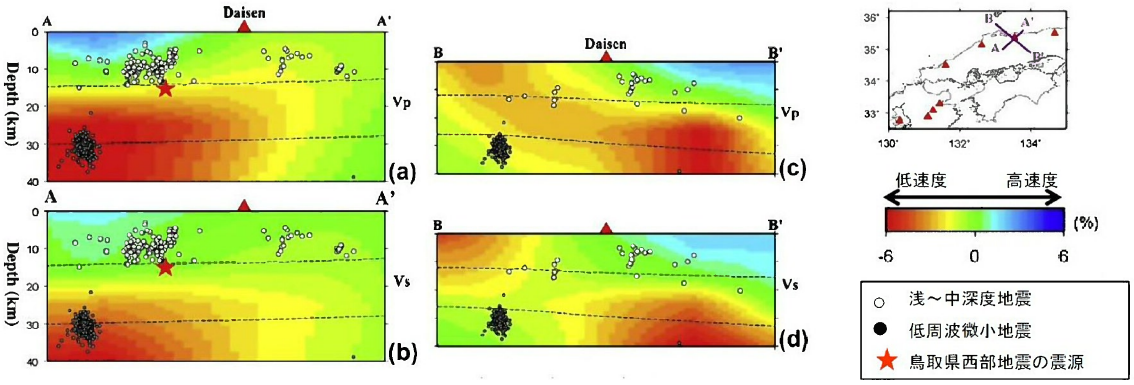
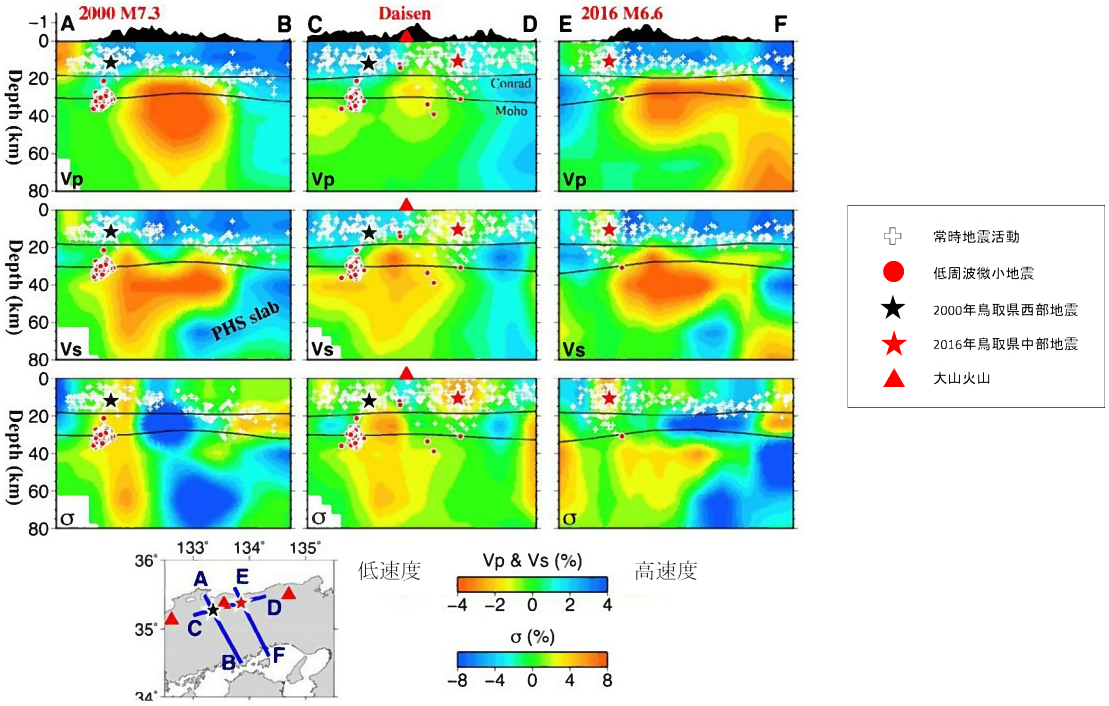



Fig. 4. Cumulated magma volume versus age for the Younger stage eruptive products of Daisen since 250 ka. See Table 1 for abbreviations of the products. The magmatic flare-up had occurred from ca. 100 till 27.6 ka. After Yamamoto (2017).

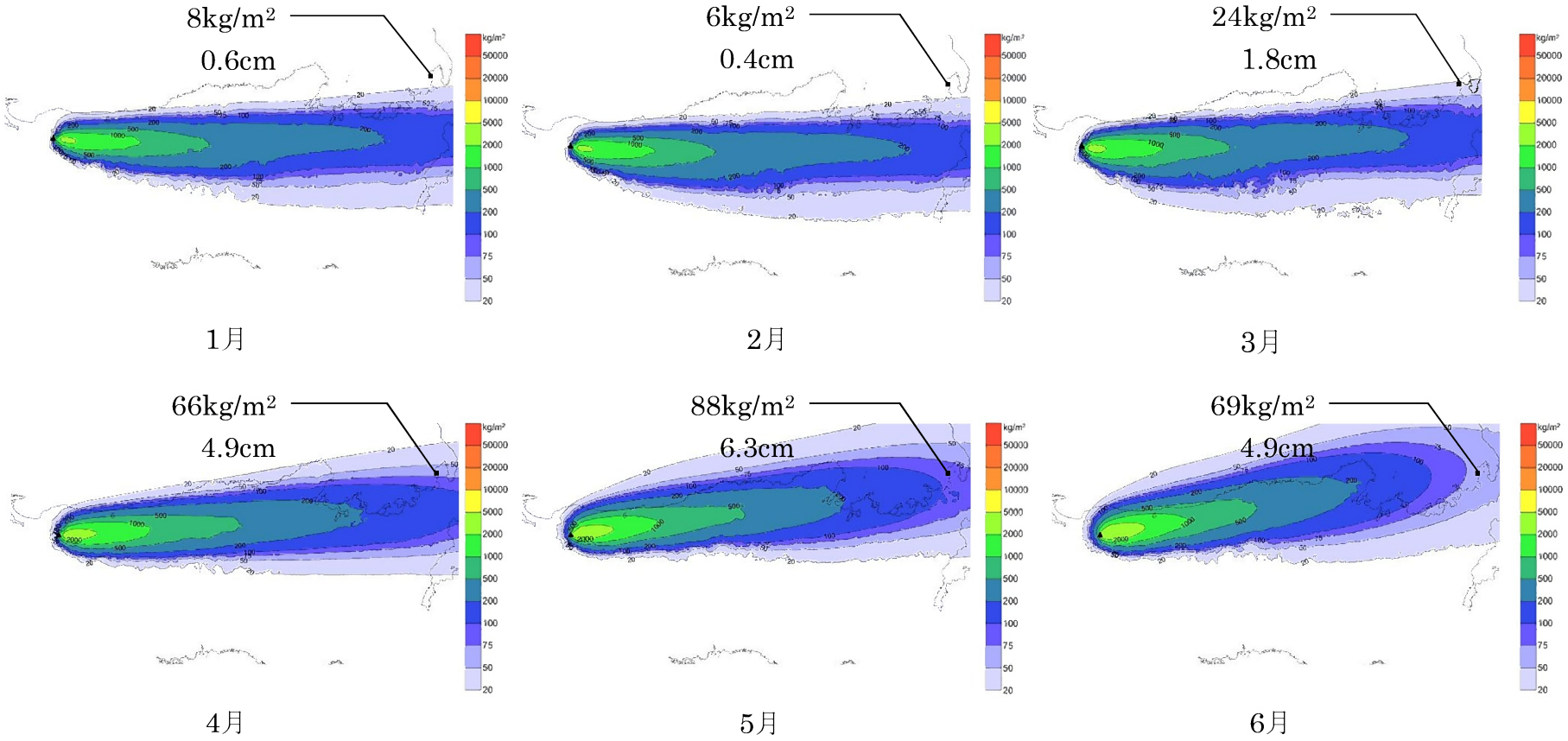
第 1.2.8.3.3 図(2)　Yamamoto and Hoang(2019)[28]による大山の噴出率期の評価




第 1.2.8.3.4 図(1)　大山の地下構造（Zhao et al.(2011)[29]に加筆）




第 1.2.8.3.4 図(2)　大山の地下構造（Zhao et al.(2018)[31]に加筆）

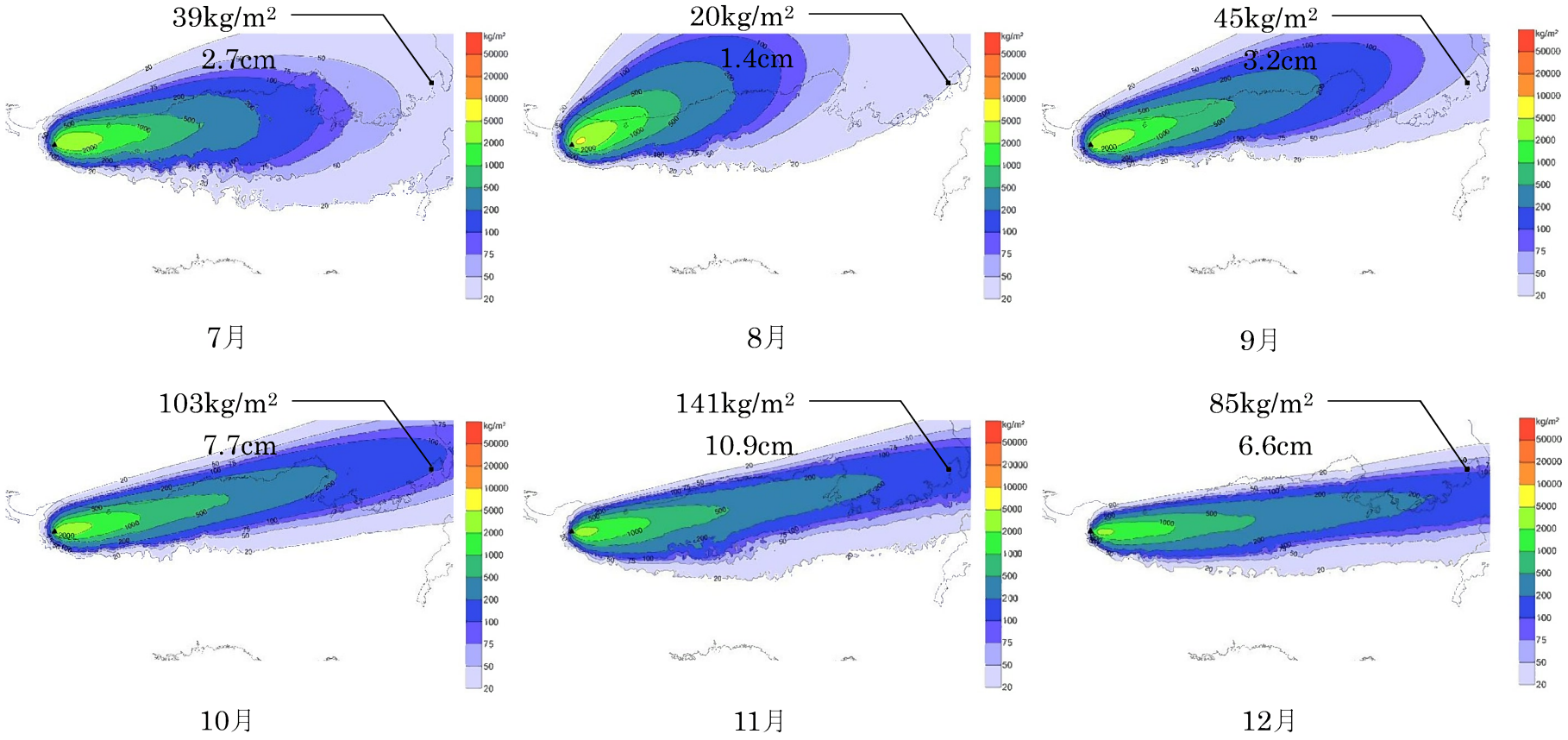



※アイソパックは降下火砕物堆積重量の分布図

上段：美浜発電所近傍での降下火砕物堆積重量

下段：美浜発電所近傍での降下火砕物堆積重量（堆積した粒径分布より等価密度を算出し、層厚を算出）

第 1.2.8.3.5 図(1)　大山の降下火砕物シミュレーション結果（基本ケース）

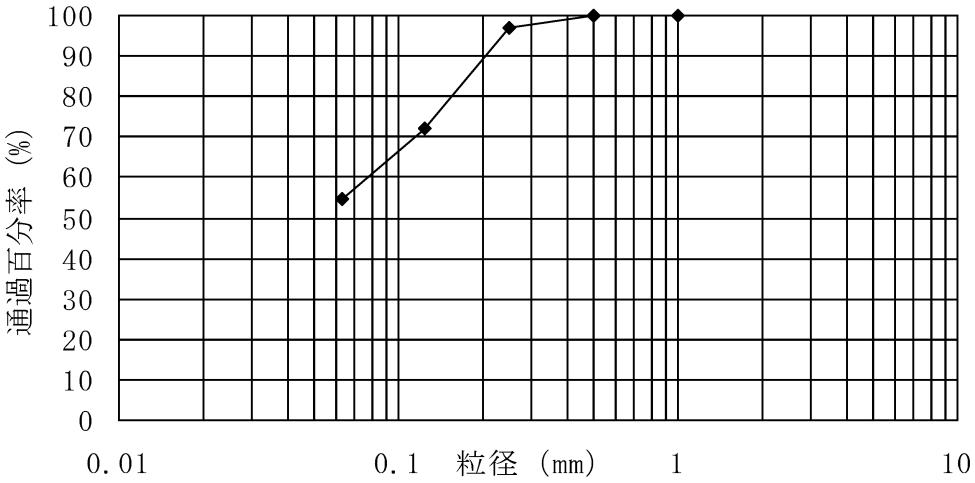



※アイソパックは降下火砕物堆積重量の分布図

上段：美浜発電所近傍での降下火砕物堆積重量

下段：美浜発電所近傍での降下火砕物堆積重量（堆積した粒径分布より等価密度を算出し、層厚を算出）

第 1.2.8.3.5 図(2)　大山の降下火砕物シミュレーション結果（基本ケース）




津波堆積物調査(44)で得られた始良 Tn テフラ（中山湿地）を対象に実施

第 1.2.8.3.6 図　粒度試験結果

1.2.8.4 参考文献


(1) 中野俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川辺禎久・及川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚治・山元孝弘・岸本清行編(2013)：日本の火山（第 3 版） 概要及び付表,200 万分の 1 地質編集図,no.11,産業技術総合研究所地質調査総合センター

(2) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012)：第四紀火山岩体・貫入岩体データベース,地質調査総合センター速報,no.60,産業技術総合研究所 地質調査総合センター

(3) 第四紀火山カタログ委員会編(1999)：日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM),日本火山学会

(4) 気象庁編(2013)：日本活火山総覧（第 4 版）

(5) Shinji Nagaoka (1988) : The late quaternary tephra layers from the caldera volcanoes in and around kagoshima bay , southern kyushu , japan , Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University , 23 , p.49－p.122

(6) 兼岡一郎・井田喜明(1997)：火山とマグマ,東京大学出版会

(7) 東宮昭彦(1997)：実験岩石学的手法で求まるマグマ溜まりの深さ,月刊地球,19,p.720－p.724

(8) 井口正人・太田雄策・中尾茂・園田忠臣・高山鐵朗・市川信夫(2011)：桜島昭和火口噴火開始以降の GPS 観測 2010 年～2011 年,「桜島火山における多項目観測に基づく火山噴火準備過程解明のための研究」平成 22 年度報告書

(9) 小林哲夫・味喜大介・佐々木寿・井口正人・山元孝広・宇都浩三(2013)：桜島火山地質図（第 2 版）,産業技術総合研究所地質調査総合センター

(10) 津久井雅志(1984)：大山火山の地質,地質学会誌,90,p.643－p.658

(11) 津久井雅志・西戸裕嗣・長尾敬介(1985)：蒜山火山群・大山火山の K-Ar 年代,地質学雑誌,91,p.279－p.288

(12) 山元孝広(2018)：大山火山のアダカイト質マグマ供給系,日本火山学会講演予稿集 2018 年度秋季大会

(13) 気象庁（https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/katsukazan_toha/katsukazan_toha.html）確認日：2021 年 2 月 4 日

(14) 守屋以智雄(1983)：日本の火山地形,東京大学出版会,p.34

(15) 米倉伸之・貝塚爽平・野上道男・鎮西清高(2001)：日本の地形Ⅰ総説,東京大学出版会,p.183－p.184

(16) 須藤茂・猪股隆行・佐々木寿・向山栄(2007)：わが国の降下火山灰データベース作成,地質調査研究報告書,58,p.261－p.321

(17) 加藤茂弘・山下透・檀原徹(2004)：大山テフラの岩石記載的特徴と大山最下部テフラ層中のテフラの対比,第四紀研究,43,p.435－p.445

(18) 岡田昭明・石賀敏(2000)：大山テフラ,日本地質学会第 107 学術大会見学旅行案内書 2000 年松江,p.81－p.90

(19) 浅森浩一・梅田浩司(2005)：地下深部のマグマ・高温流体等の地球物理学的調査技術―鬼首・鳴子火山地域および紀伊半島南部地域への適用―,原子力バックエンド研究,11,p.147－p.156

(20) 産業技術総合研究所(2014)：日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図

(21) 山元孝広(2017)：大山火山噴火履歴の再検討,地質調査研究報告,68,1,p.1－p.16

(22) 岡田昭明・谷本慎一(1986)：大山下部火山灰から新たに発見された 2 枚の降下軽石層について

(23) 原子力規制委員会(2018)：核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第 6 7 条第 1 項の規定に基づく報告の徴収について，平成 30 年 12 月 12 日

(24) Legros, F.(2000)： Minimum volume of tephra fallout deposit estimated from a single isopach. Journal of volcanological and

Geothermal Research, 96, 25-32.

(25) Hayakawa, Y.(1985)： Pyroclastic geology of Towada volcano. Bulletin of the Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 60, 507-592.

(26) 原子力規制庁(2019)：安全研究成果報告　火山影響評価に係る科学的知見の整備

(27) 原子力規制委員会(2019)：第 8 回地震・津波技術評価検討会,参考資料 1,平成 31 年 4 月 22 日

(28) Yamamoto and Hoang(2019)：Geochemical variations of the Quaternary Daisen adakites, Southwest Japan, controlled by magma production rate. LITHOS 350-351 (2019) 105214

(29) Dapeng Zhao , Wei Wei , Yukihisa Nishizono , Hirohito Inakura (2011) ： Low frequancy earthquakes and tomography in western Japan ： Insight into fluid and magmatic activity , Journal of Asian Earth Sciences , 42 , p.1381－p.1393

(30) 大見士朗(2002)：西南日本内陸の活断層に発生する深部低周波地震,京都大学防災研究所年報,45B,平成 14 年 4 月,p.545－p.553

(31) Dapeng Zhao, Xin Liu and Yuanyuan Hua(2018) : Tottori earthquakes and Daisen volcano: Effects of fluids, slab melting and hot mantle upwelling. Earth and Planetary Science Letters, 485, p.121－p.129.

(32) University of Wyoming
（http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html）

(33) Michigan Technological University : Forecasting Tephra Dispersion Using TEPHRA2

(34) University of South Florida(2011) : Tephra2 Users Manual Spring

(35) 萬年一剛(2013)：降下火山灰シミュレーションコード Tephra2 の理論と現状－第四紀学での利用を視野に－,第四紀研究,52,p.173－p.187

(36) 町田洋・新井房夫(2011)：新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺],東京大学出版会

(37) 及川輝樹(2003)：飛騨山脈の隆起と火成活動の時空的関連,第四紀研究,42,p.141－p.156

(38) 石村大輔・加藤茂弘・岡田篤正・竹村恵二(2010)：三方湖東岸のボーリングコアに記録された三方断層帯の活動に伴う後期更新世の沈降イベント,地学雑誌,119,p.775－p.793

(39) 日本原子力発電（株）(2014)：原子力規制委員会有識者会合による敦賀発電所敷地内破砕帯現地調査について（資料）,2014 年 1 月 24 日

(40) 日本原子力発電（株）(2014)：敦賀発電所敷地内破砕帯の調査に関する有識者会合　第 2 回追加調査評価会合（当社資料）,2014 年 6 月 21 日

(41) 竹村恵二・北川浩之・林田明・安田喜憲(1994)：三方湖・水月湖・黒田低地の堆積物の層相と年代,地学雑誌,103,p.232－p.242

(42) 長橋良隆・吉川周作・宮川ちひろ・内山高・井内美郎(2004)：近畿地方および八ヶ岳山麓における過去 43 万年間の広域テフラの層序と編年,第四紀研究,43,p.15－p.35

(43) Takeshi Nakagawa , Katsuya Gotanda , Tsuyoshi Haraguchi , Toru Danhara , Hitoshi Yonenobu , Achim Brauer , Yusuke Yokoyama , Ryuji Tada , Keiji Takemura , Richard A.Staff , Rebecca Payne , Christopher Bronk Ramsey , Charlotte Bryant , Fiona Brock , Gordon Schlolaut , Michael Marshall , Pavel Tarasov , Henry Lamb , Suigetsu 2006 Project Members(2012) : SG06 a fully continuous and varved sediment core from Lake Suigetsu , Japan: stratigraphy and potential for improving the radiocarbon calibration model and understanding of late Quaternary climate changes , Quaternary Science Reviews , 36 , p.164－p.176

(44) 関西電力（株）(2012)：平成 23 年東北地方太平洋沖地震の知見

等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波の影響に関する安全性評価のうち完新世に関する津波堆積物調査の結果について
(45)　鈴木建夫・勝井義雄・中村忠寿(1973)：樽前降下軽石堆積物 Ta-b 層の粒度組成,火山第 2 集,18,p.47－p.63
(46)　宇井忠英(1997)：火山噴火と災害,東京大学出版会

## 1.2.9. 竜巻

### 1.2.9.1 基準竜巻の最大風速の設定

基準竜巻の最大風速は、過去に発生した竜巻による最大風速（$V_{B1}$）及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速（$V_{B2}$）のうち、大きな風速を設定する。

(1) 過去に発生した竜巻による最大風速（$V_{B1}$）

日本で過去（1961 年から 2012 年 6 月）に発生した最大の竜巻は、F3 スケールである。F3 スケールにおける風速は、70m/s～92m/s であることから、過去に発生した最大の竜巻の最大風速 $V_{B1}$ を 92m/s とする。

(2) 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速（$V_{B2}$）

第 1.2.9.1.1 図に示す海側及び陸側それぞれ 5km 全域の評価と、1km 範囲ごとの評価を比較して、竜巻最大風速のハザード曲線により設定する最大風速 $V_{B2}$ は、ガイドを参考に年超過確率 $10^{-5}$ に相当する風速とし、70m/s とする。第 1.2.9.1.2 図に海岸線から陸側及び海側それぞれ 5km 全域における竜巻最大風速のハザード曲線と 1km 範囲ごとに細分化した評価における竜巻最大風速のハザード曲線のうち、最も風速が大きくなる海側 0-1km のハザード曲線を示す。

(3) 基準竜巻の最大風速

過去に発生した竜巻による最大風速 $V_{B1}$=92m/s 及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 $V_{B2}$=70m/s より、美浜発電所における基準竜巻の最大風速 $V_B$ は 92m/s とする。

(4) 竜巻影響エリアの設定

竜巻影響エリアは、保守的に竜巻防護施設を包絡する円形エリアを竜巻影響エリアの面積及び評価対象施設を包絡する円形エリア（直径 350m、面積 96,212m²）として設定する。第 1.2.9.1.1 表に評価対象施設の面積を、第 1.2.9.1.3 図に評価対象施設を包絡する竜巻影響エリアを示す。

なお、竜巻影響エリアを円形とするため、竜巻の移動方向には依存性は生じない。

1.2.9.2 設計竜巻の最大風速の設定

発電所が立地する地域の特性として、周辺の地形や竜巻の移動方向を考慮して、基準竜巻の最大風速の割り増しを検討し、設計竜巻の最大風速を設定する。

(1) 美浜発電所周辺の地形

美浜発電所の立地する地形は、二方を山に囲まれ北東から南東が開かれた狭隘な地形である。

竜巻の渦は地表面粗度の影響を受けやすい。力学的な知見からは、風洞を用いた竜巻状流れ場の可視化実験（松井・田村[1]）等において、旋回流のパラメータの一つであるスワール比（上昇流の運動量に対する角運動量の比）に応じて、地表面粗度が旋回流速度の低下に影響を与えることが分かっている。

最近の知見として、ラージ・エディー・シミュレーション（以下「LES」という。）による非定常乱流解析（Lewellen. D. C., and Lewellen. W. S.[2]）で得られたスワール比に依存した竜巻の渦構造に関する知見が妥当であることが実際の竜巻近くで行った観測結果から示唆されている（Karstens et al.[3]）。LES を用いた非定常乱流場の数値解析結果では、スワール比が下がるのと同様の効果として、地表面粗度が旋回流の接線風速を弱める効果を有することが示唆されている（Natarajan and Hangan[4]）。

したがって、地表面粗度が大きい陸上部・山岳部を通過する際、竜巻旋回流の強さは粗度の影響を受けて減衰するため、美浜発電所の立地する地形では、竜巻が発生したとしても竜巻が増幅することを考慮する必要はないと考えられる。

一方、斜面における竜巻の増幅については、下り斜面で増幅するという知見と、上り斜面で増幅するという知見の両方が存在しており、現時点で、地形効果による竜巻増幅を十分に評価できるだけの信頼性を有する知見は存在しない。美浜発電所の場合、敷地の北側に山が存在することから、敷地北側の山から発電所に進入する場合

には、Forbes[5]や Lewellen[6]が増幅するとしている下り斜面に該当する。

そこで、敷地北側の山から竜巻が発電所に進入することについては、地表面粗度が大きい山間部を越えてくることは考えにくいものの、下り斜面で増幅する可能性があることから、竜巻の移動方向について分析を行う。

(2) 美浜発電所周辺で過去に発生した竜巻の移動方向

美浜発電所の近傍エリアとして、鳥取県から石川県での竜巻の移動方向を調査した結果を第 1.2.9.2.1 図と第 1.2.9.2.2 図に示す。

35 個の発生竜巻の内、竜巻の移動方向が海上から陸側へ向かう方向（北方向以外）が 32 個で 91%を占めている。以上より、美浜発電所付近の竜巻は、海上から陸側へ向かう方向が卓越している。

竜巻の移動方向の分析結果から、美浜発電所への竜巻の進入ルートは、地形が平坦な海側からとなる可能性が高い。

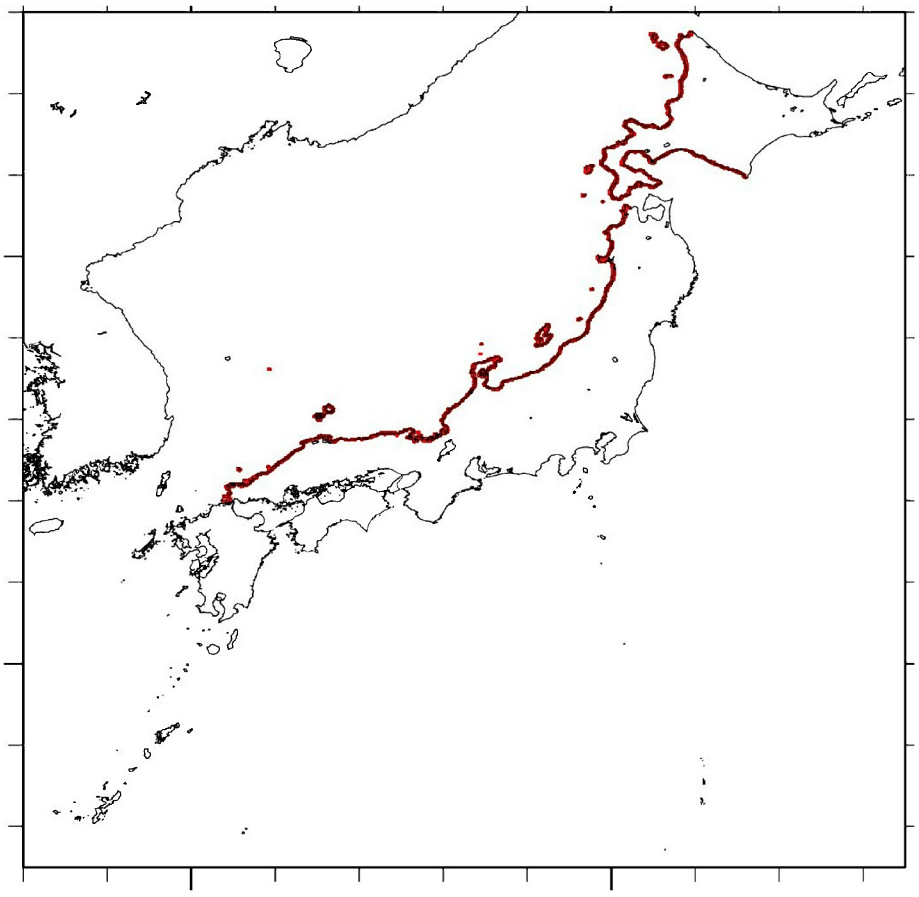
(3) 設計竜巻の最大風速

美浜発電所では、海上で発生した竜巻が発電所敷地に進入する可能性が高く、知見にある下り斜面における増幅については、海上で発生した竜巻は上り勾配と下り勾配で相殺されるため、地形効果による竜巻の増幅を考慮する必要はないと考えられる。

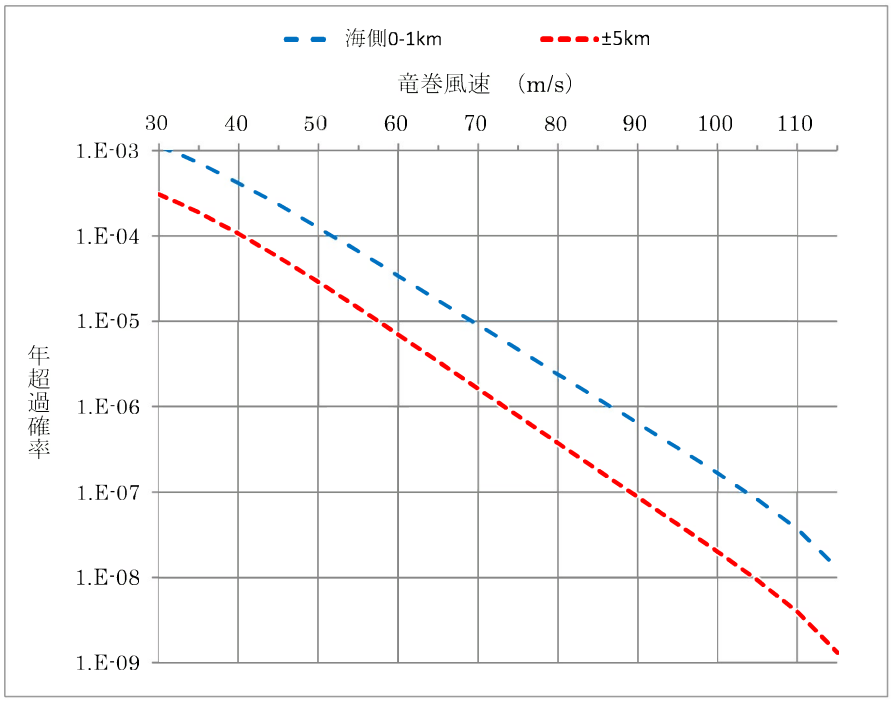
したがって、基準竜巻の最大風速に対する割り増しは行わず、設計竜巻の最大風速 $V_D$ は 92m/s とする。

第 1.2.9.1.1 表　評価対象施設の面積

| 区分 | 施設名 | 3 号（m²） |
|---|---|---|
| 建屋・構築物 | 原子炉建屋 | 1,493 |
| | 補助建屋 | 5,636 |
| | 燃料取扱建屋 | |
| | 中間建屋 | |
| | ディーゼル建屋 | |
| | 制御建屋 | |
| | タービン建屋 | 4,545 |
| | 構台 | 2,000 |
| 設備 | 海水ポンプ | 360 |
| | 循環水ポンプ | 54 |
| 合計 | | 14,088 |

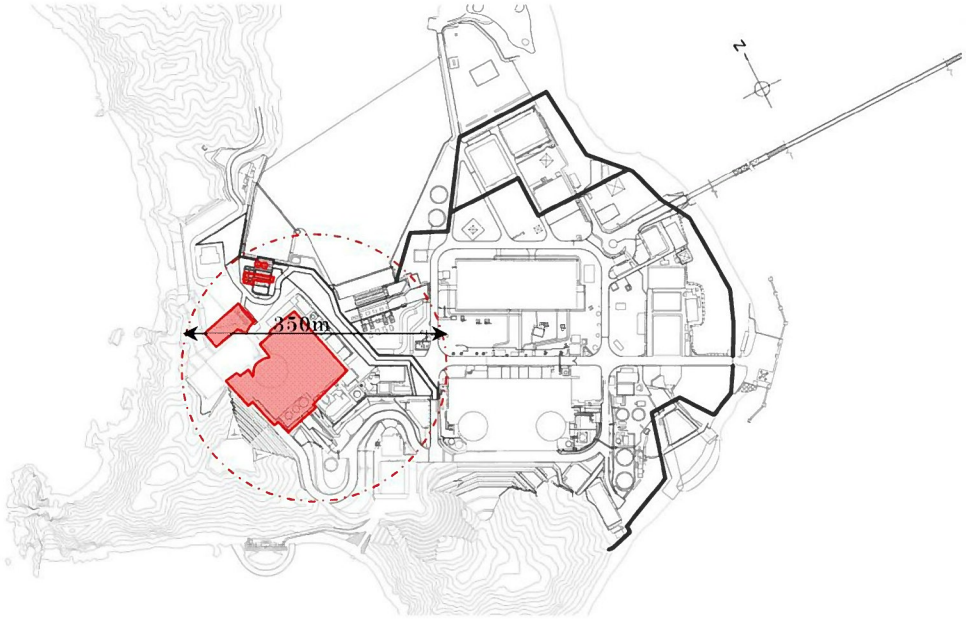


第 1.2.9.1.1 図　竜巻検討地域

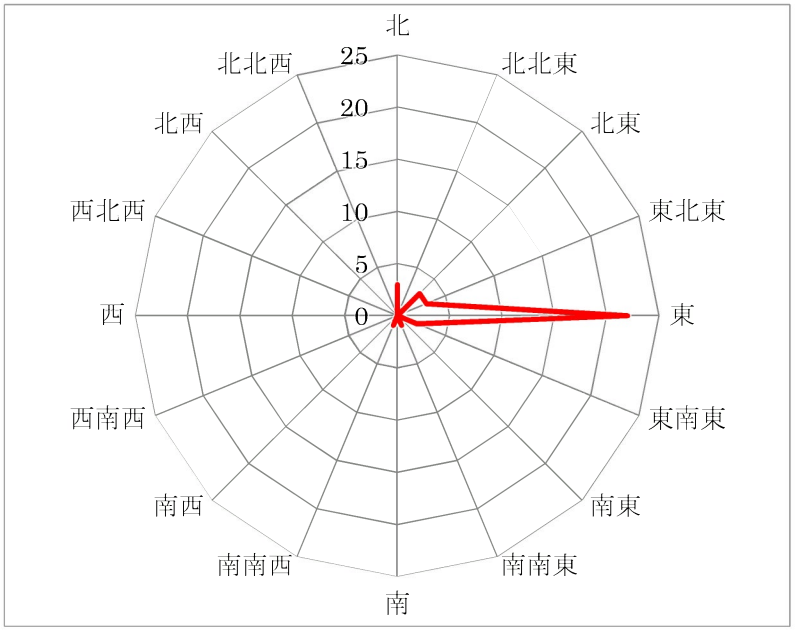



第 1.2.9.1.2 図　竜巻最大風速のハザード曲線

（海側、陸側±5km 全域及び海側 0-1km における評価）

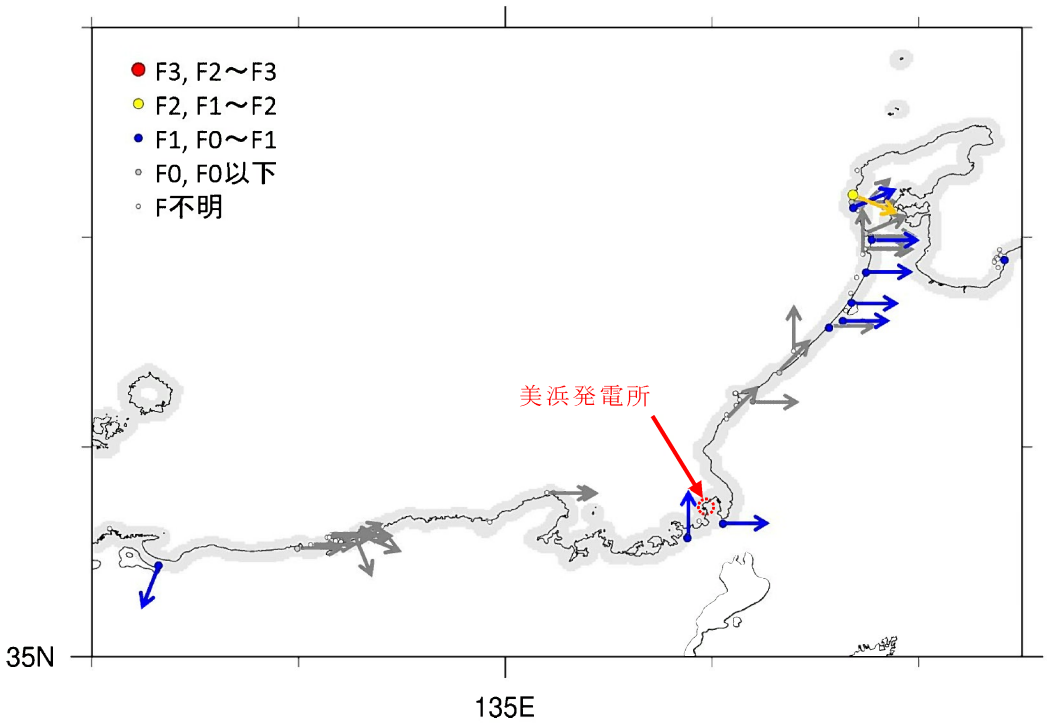



第 1.2.9.1.3 図　竜巻影響エリア




| 方向 | 個数 |
|---|---|
| 北 | 3 |
| 北北東 | 0 |
| 北東 | 3 |
| 東北東 | 3 |
| 東 | 22 |
| 東南東 | 2 |
| 南東 | 0 |
| 南南東 | 1 |
| 南 | 0 |
| 南南西 | 1 |
| 南西 | 0 |
| 西南西 | 0 |
| 西 | 0 |
| 西北西 | 0 |
| 北西 | 0 |
| 北北西 | 0 |
| 合計 | 35 |

第 1.2.9.2.1 図　竜巻の移動方向の個数（鳥取県～石川県）




第 1.2.9.2.2 図　竜巻の移動方向（鳥取県～石川県）

1.2.9.3 参考文献

(1) 松井正宏、田村幸雄（2005）：竜巻状流れ場の可視化実験および流速計測によるスワール比，粗度の影響、東京工芸大学工学部紀要、28、pp.113-119.

(2) Lewellen. D. C., and Lewellen. W. S.(2007): Near-surface intensification of tornado vortices. J. Atmos. Sci., 64, pp.2176-2194.

(3) Karstens. C. D., Samaras. T. M., Lee. B. D., Gallus Jr. W. A., and Finley. C. A.(2010): Near-ground pressure and wind measurements in tornadoes. Mon. Wea. Rev., 138, pp.2570-2588.

(4) Natarajan. D., and Hangan. H.(2012) : Large eddy simulations of translation and surface roughness effects on tornado-like vortices, journal of wind engineering and industrial aerodynamics, 104-106, pp.577-584.

(5) Forbes. G. S. (1998) : Topographic Influences on Tornadoes in Pennsylvania , 19th Conference on Severe Local Storms, American Meteorological Society, Minneapolis, MN, pp.269-272.

(6) Lewellen. D. C. (2012) : Effects of Topography on Tornado Dynamics: A Simulation Study, 26th Conference on Severe Local Storms, American Meteorological Society, Nashville, TN, 4B.1.

## 1.2.10. 生物

### 1.2.10.1 海生生物

発電所周辺海域において、春から夏にかけてクラゲの発生が確認されることがあるが、クラゲ等の襲来により安全施設の安全機能が損なわれた実績はない。

また、発電所の除塵装置やストレーナには、貝等が捕集されることがあるが、貝等により安全施設の安全機能が損なわれた実績はない。

### 1.2.10.2 植生

発電所周辺の植生は、地方自治体の森林簿データ及び現地植生調査結果によると、内陸側の大部分に広葉樹が広がり、その中にスギ、ヒノキ及びマツが点在して分布している。また、国土交通省の国土数値情報によると、発電所の東側には、水田等の農用地が点在している。

## 1.2.11 外部火災

### 1.2.11.1 森林火災

森林火災検討に関係する美浜発電所の最寄りの気象観測所（敦賀特別地域気象観測所、美浜地域気象観測システム）の気象データ（気温、湿度、風速）（2003 年～2012 年）及び美浜発電所の位置する福井県の森林火災発生状況（2002 年～2011 年）(1)について、第 1.2.11.1.1 表に示す。

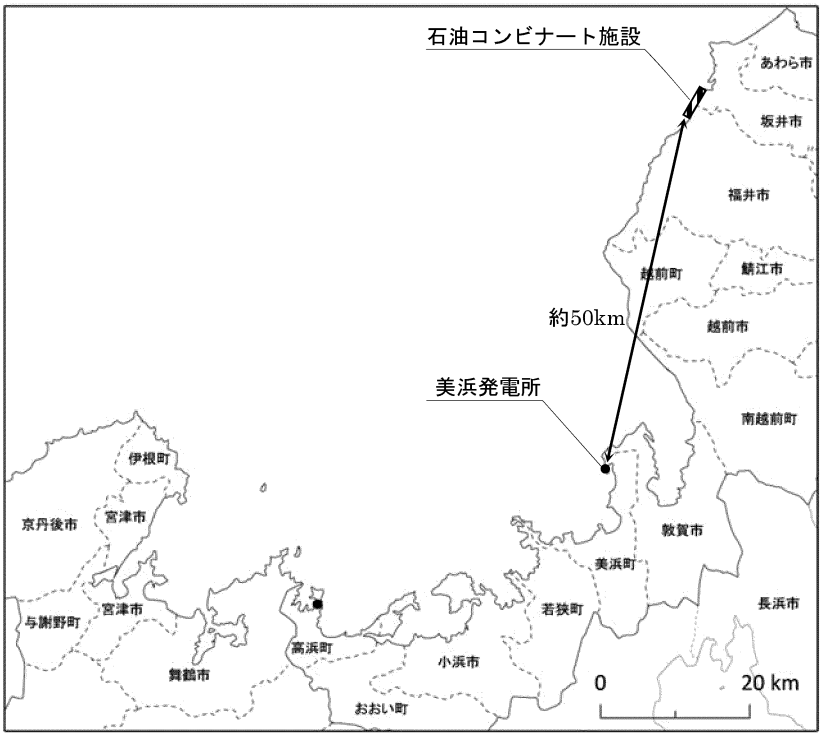
### 1.2.11.2 外部火災影響施設

発電所から約 50km 離れた所に福井臨海地区の石油コンビナート施設がある。また、発電所周辺の石油コンビナート施設以外の産業施設として、敦賀市に永大産業株式会社敦賀事業所（住宅資材製造）、もんじゅ及び敦賀発電所がある（平成 27 年 2 月現在）。発電所周辺の石油コンビナート施設の位置を第 1.2.11.2.1 図に示す。

第1.2.11.1.1表　気象データ（気温、湿度、風速）及び森林火災件数

| 月 | 福井県<br>月別森林火災<br>発生頻度※1 | 気象条件(敦賀) ※2 | | | 気象条件（美浜） ※3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最高気温<br>[℃] | 最小湿度<br>[%] | 最大風速<br>[m/s] | 最高気温<br>[℃] | 最大風速<br>[m/s] |
| 1月 | 1 | 14.9 | 30 | 18.2 | 17.8 | 10.2 |
| 2月 | 1 | 20.5 | 13 | 17.5 | 21.3 | 10.4 |
| 3月 | 10 | 22.6 | 5 | 20.0 | 23.4 | 15.9 |
| 4月 | 25 | 29.8 | 9 | 24.0 | 29.9 | 16.3 |
| 5月 | 9 | 31.0 | 14 | 18.4 | 30.7 | 14.9 |
| 6月 | 12 | 34.1 | 18 | 17.2 | 35.6 | 12.1 |
| 7月 | 2 | 36.6 | 34 | 16.2 | 37.1 | 8.5 |
| 8月 | 11 | 36.8 | 34 | 19.3 | 37.1 | 10.0 |
| 9月 | 6 | 36.7 | 26 | 19.8 | 36.1 | 11.4 |
| 10月 | 1 | 28.8 | 29 | 18.1 | 28.6 | 13.6 |
| 11月 | 1 | 25.3 | 24 | 17.8 | 26.0 | 13.5 |
| 12月 | 1 | 19.5 | 29 | 17.7 | 19.6 | 11.6 |

※1：　福井県統計年鑑（2002年～2011年版）
※2：　敦賀特別地域気象観測所　観測記録（2003年～2012年）
※3：　美浜　地域気象観測システム（アメダス）観測記録
（2003年～2012年）




第1.2.11.2.1図　発電所周辺の石油コンビナート施設の位置

### 1.2.11.3 参考文献

(1)　「福井県統計年鑑（2002 年～2011 年版）」　福井県