

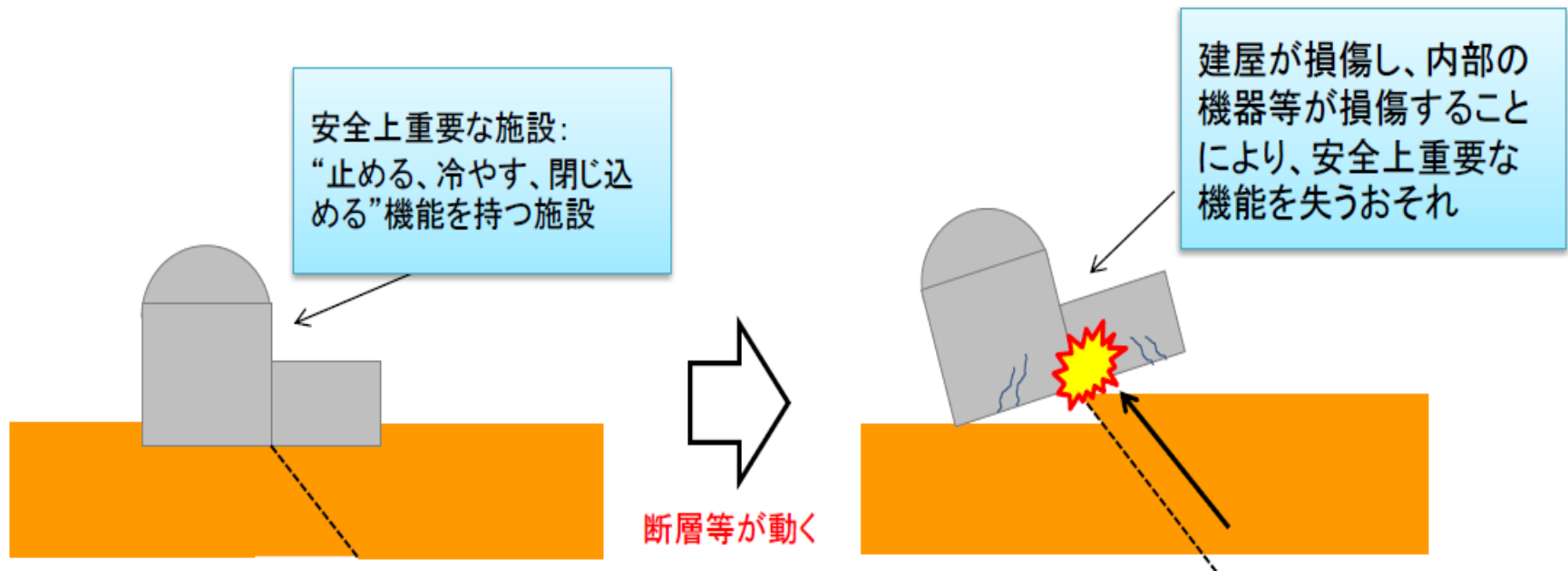
泊発電所3号機
敷地の地質・地質構造について
（発電所敷地内断層の活動性評価）
【解説版】

2022年2月
北海道電力株式会社

新規制基準で求められている内容

- 新規制基準では、原子炉などの安全上重要な施設は、将来活動する可能性のある断層等(活断層)がない地盤に設置することが要求されています。
- 「将来活動する可能性のある断層等」とは、後期更新世(約12万～13万年前)よりも新しい時代の活動が否定できないもの※とされています。

※ 約12万～13万年前の地層がない場合など、後期更新世よりも新しい時代の活動が明確に判断できない場合には、中期更新世以降(約40万年前以降)まで遡って、地形、地質などを総合的に検討した上で活動性を評価することとされています。



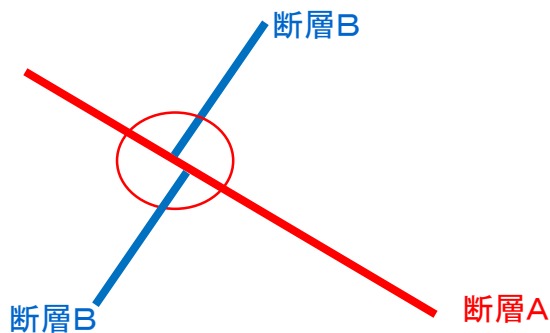
出典: 実用発電用原子炉に係る新規制基準について-概要-(原子力規制委員会)

発電所敷地内断層

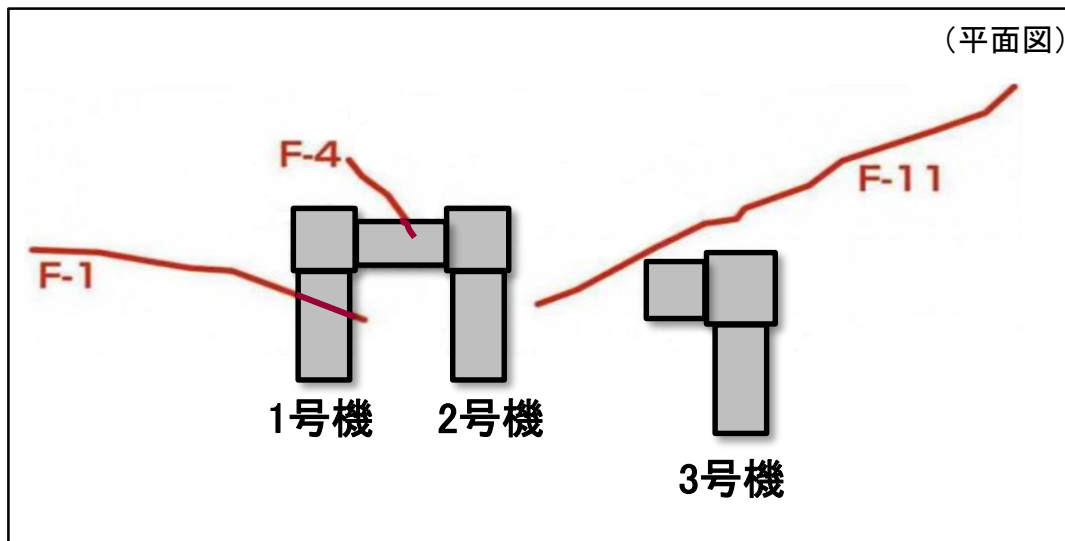
- 発電所敷地内には、発電所建設時のボーリング調査などの結果から、11条の断層(F-1断層～F-11断層)が認められています。
- これら断層が、将来活動する可能性のある断層等(活断層)であるか評価するにあたっては、各断層には相互の関係から活動時期の新旧関係が明らかなもの※があることなどを踏まえ、11条の断層のうちF-1断層、F-4断層、F-11断層を選定し、活動性を評価することとしました。

※ 敷地内の断層には、他の断層の活動による影響を受けた痕跡を確認できるものがあります。この場合、影響を与えた断層は、影響を受けた断層より新しい時代に活動したと判断できることから、断層相互の新旧関係を明らかにすることができます。11条の断層のうち、このような関係が見られる断層同士では、より新しい時代に活動した断層を活断層ではないと評価することで、他方の断層も活断層ではないと評価できます。

断層の新旧関係の一例(イメージ図)



活動性を評価するために選定した断層の位置



敷地の地質・地質構造(発電所敷地内断層の活動性評価)

断層の活動性評価の手法

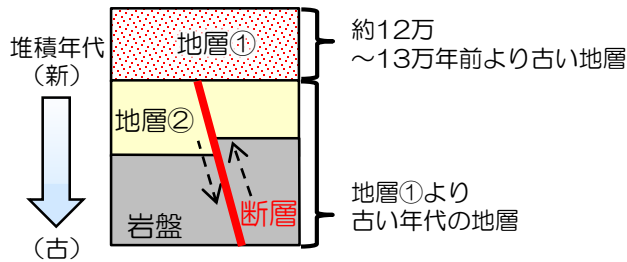
- 断層の活動性評価には、上載地層(以降、断層を覆う地層と呼ぶ)の堆積年代を特定し、断層による影響の有無を確認することで、断層の活動時期を評価する手法(上載地層法)を用いました。
- 具体的には、断層を覆う地層の堆積年代が約12万～13万年前より古いこと、断層を覆う地層に断層の活動による変位・変形(ずれなどの動いた形跡)がないことを確認することで、新規基準で求められている断層が約12万～13万年前より新しい時代に活動していない(活断層ではない)ことを示します。

上載地層法による断層の活動性評価(イメージ図)

<活断層ではないケース>

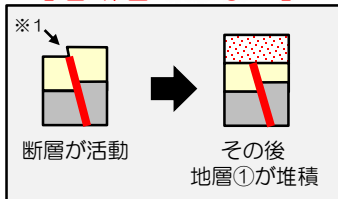
<活断層に該当するケース>

<活断層の可能性を否定できないケース>

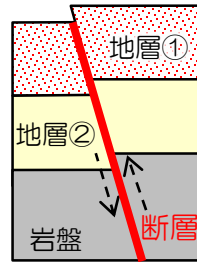


断層が地層①に変位・変形を与えていない
 (地層①の基底面直下まで変位・変形を与えている)
 ↓
 断層は地層①が堆積する前に活動
 ↓
 断層は約12万～13万年前より“古い時代”に活動

【活断層ではない】

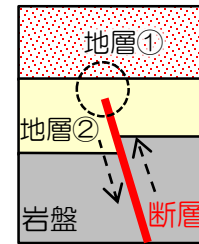
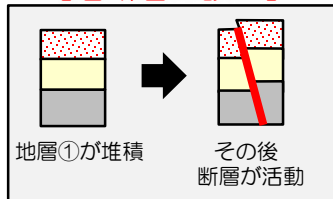


※1 断層の活動により生じた地表面のずれは、その後の風化や地層①の堆積などによる浸食に伴い平面となる。



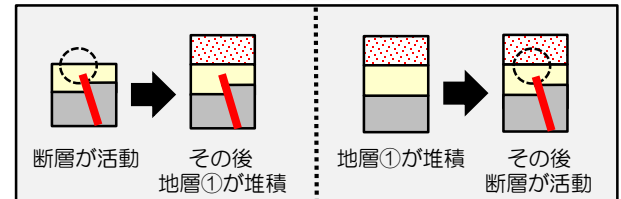
断層が地層①に変位・変形を与えている
 ↓
 断層は地層①が堆積した後に活動
 ↓
 断層は約12万～13万年前より“新しい時代”に活動

【活断層に該当】



断層は地層①に変位・変形を与えていないが下位の地層の途中で止まっている
 ↓
 断層の活動時期が推定できない
 (断層は地層①が堆積する前に活動? それとも堆積した後に活動?)

【活断層の可能性を否定できない】



敷地の地質・地質構造(発電所敷地内断層の活動性評価)

断層を覆う地層の変位・変形

○断層を覆う地層に断層による変位・変形がないか確認するため、各種観察・分析・測定に基づき、F-1断層が認められる開削調査箇所※1に分布する堆積物を、その特徴に応じ断層を覆う地層やその他地層に区分しました。

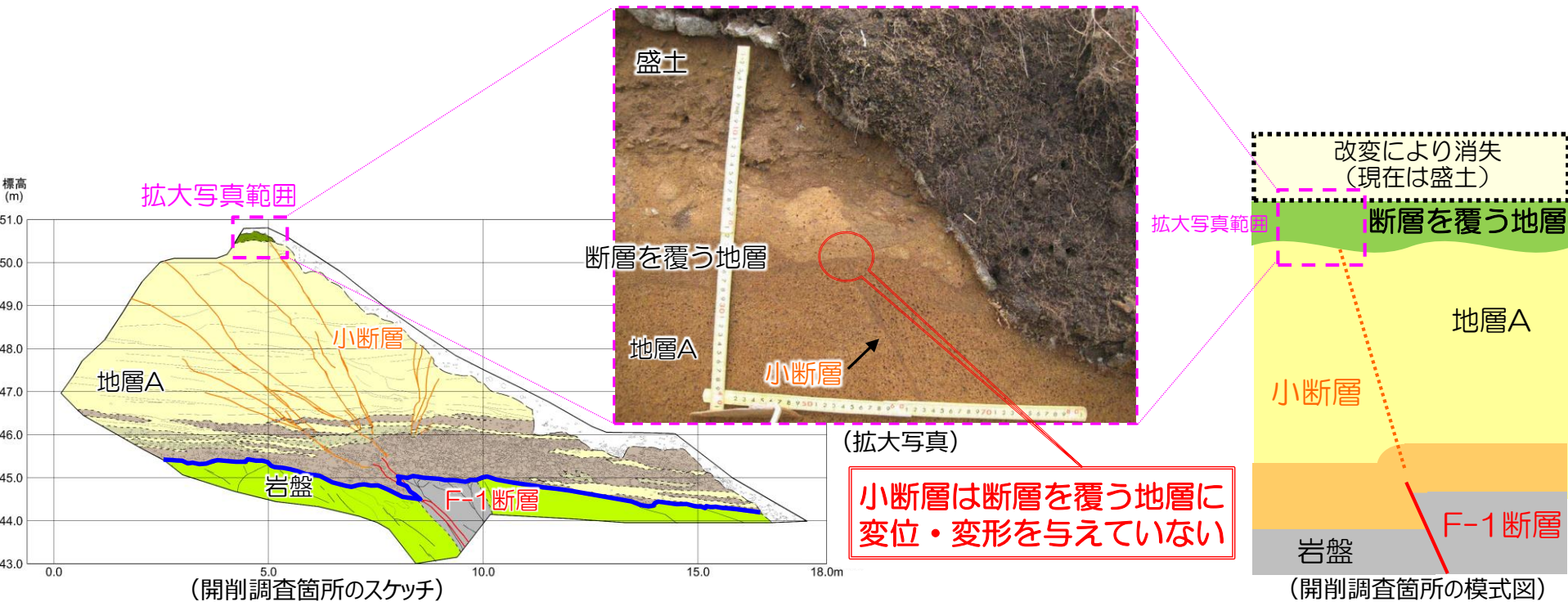
○F-1断層について、断層を覆う地層を詳細に観察した結果、F-1断層に関連する小断層※2が、断層を覆う地層に変位・変形を与えていないこと※3を確認しました。

※1 F-1断層については、発電所建設時の調査箇所が発電所の造成に伴う改変により消失しており、また既存の調査データでは、断層を覆う地層に断層が変位・変形を与えていないかなど活動性評価に係る詳細な検討が難しいため、2019年度に2地点の追加開削調査を実施しました。

※2 小断層は、F-1断層の延長方向に発達していることなどの特徴を踏まえ、F-1断層と関連したものと判断しました。

※3 小断層が断層を覆う地層の基底面直下まで到達していること(4ページの「活断層の可能性を否定できないケース」ではなく「活断層ではないケース」であることを)確認しています。

F-1断層に関連する小断層を覆う地層の観察結果



断層を覆う地層の堆積年代(1)

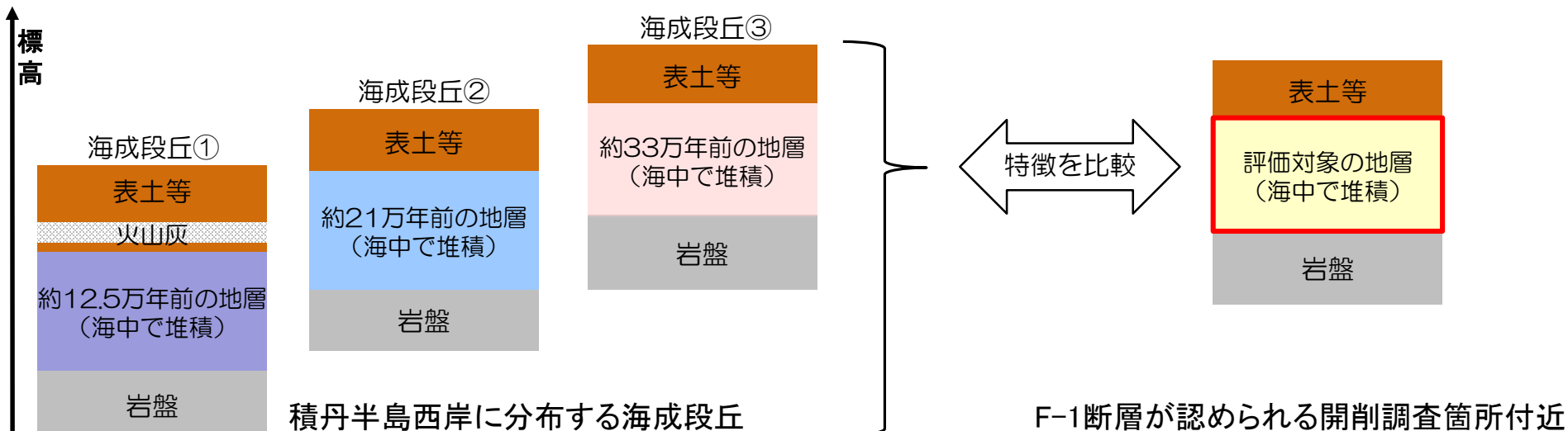
- 断層を覆う地層の堆積年代は、発電所敷地を含む積丹半島西岸に分布する海成段丘※の特徴と比較することにより評価しました。
 - 海成段丘は、過去の海面が高い時期に海中で形成されたもので、その形成年代が約12.5万年前、約21万年前、約33万年前など概ね特定されています。また、段丘を構成する海中で堆積した地層の標高が段丘ごとに異なるなどの特徴があります。
 - F-1断層が認められる開削調査箇所を含め、この開削調査箇所付近にも海中で堆積した地層が認められることから、海成段丘の特徴と比較することで堆積年代を特定し、その上で断層を覆う地層の堆積年代を評価しました。
- ※海成段丘の形成メカニズムは7ページに記載しています。

海成段丘の特徴との比較による堆積年代評価のイメージ

洞爺火山灰(約11.5万年前)の堆積状況などから、約12.5万年前に形成された海成段丘①を特定。

海成段丘①の特徴(地層の分布標高や性状など)との比較などにより、海成段丘②、海成段丘③を特定。

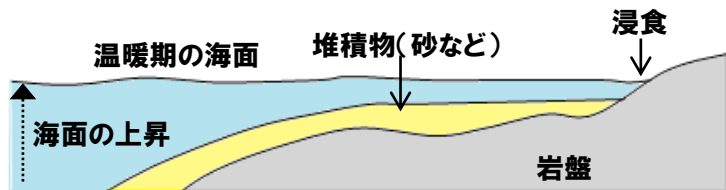
形成年代を特定した海成段丘①～③の特徴(地層の分布標高や性状など)との比較により、同じく海中で堆積した地層の堆積年代を評価。



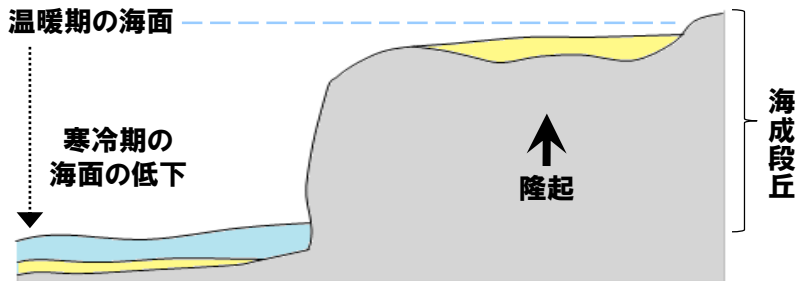
【参考】海成段丘の形成メカニズム

海面変化と海成段丘の形成

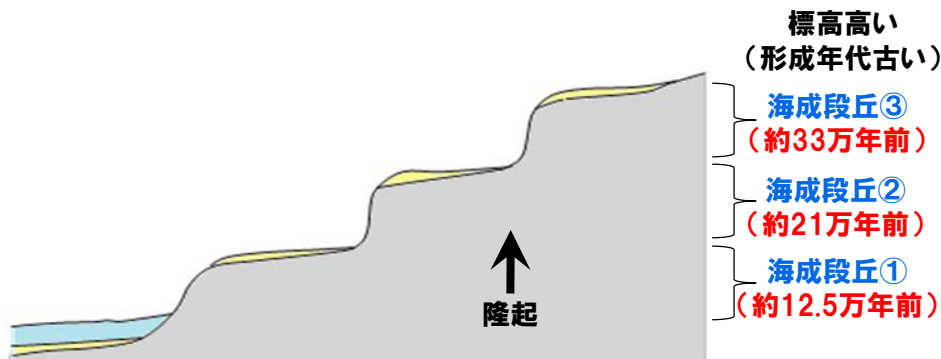
1. 海面が上昇する温暖期に、波打ち際において、波による海岸線の浸食と砂などの堆積作用により崖や平坦面が形成される。



2. 形成された平坦面が、その後、寒冷期の海面の低下や地盤の隆起により陸化したものを海成段丘と呼ぶ。

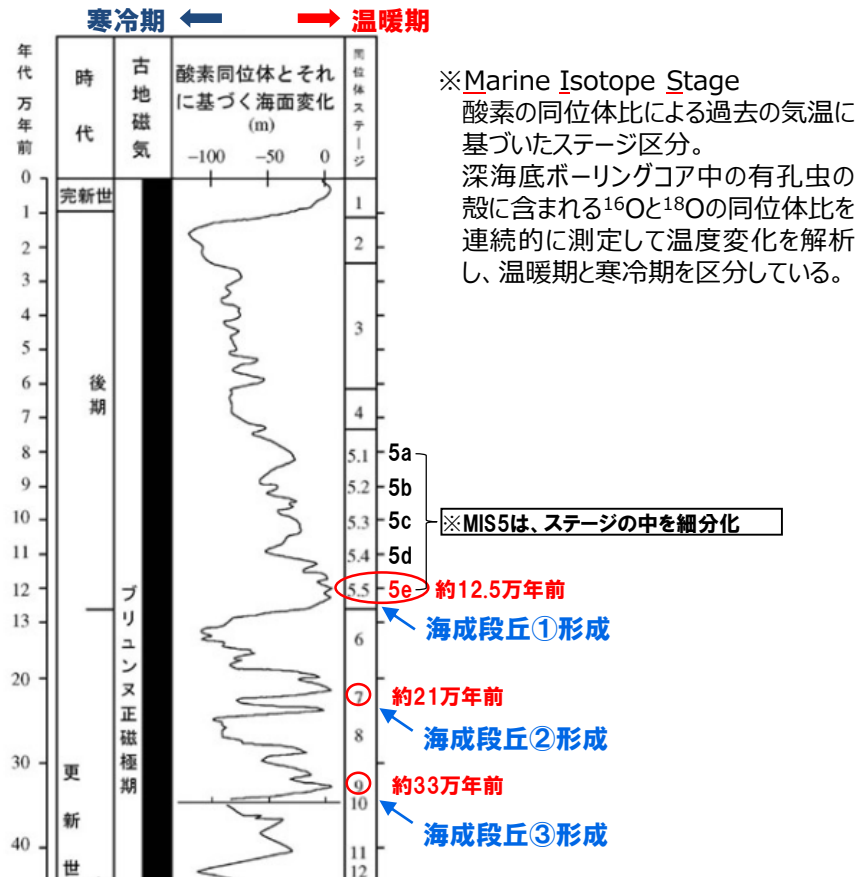


3. 上記1. 2. を繰り返すことで、海成段丘は、海岸線に沿って階段状に形成される。そのため、高い標高に分布するものほど、古い時代に形成されたものとなる。



海面変化の発生時期

- 海面は、温暖期には上昇し、寒冷期には下降する。過去の海面の上昇・下降は、「海洋酸素同位体ステージ(MIS※)」として区分されている。新しい時代から順に付番されており、奇数が温暖期、偶数が寒冷期に当たる。
- それぞれの「海洋酸素同位体ステージ」に相当する年代(約33万年前など)については、研究が進んでいることから、海成段丘を精度良く区分することにより、形成年代の特定が可能。



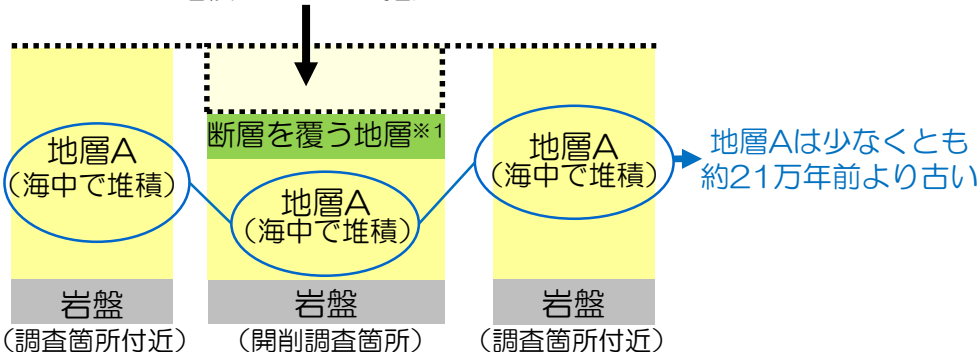
酸素同位体とそれに基づく海面変化 (小池・町田編、2001に加筆)

断層を覆う地層の堆積年代(2)

OF-1断層に関連する小断層を覆う地層(断層を覆う地層)について、様々な可能性を考慮し検討した結果、少なくとも約21万年前よりも古い時代に堆積したと評価しました。

F-1断層に関連する小断層を覆う地層の堆積年代評価の流れ

変更前は地層Aが
堆積していたと推定



※1 調査箇所付近では、開削調査箇所において確認された断層を覆う地層が、地層Aに挟まれる形で堆積している状況は確認されていません。

開削調査箇所の地層A(海中で堆積)と海成段丘の特徴を比較※2。様々な可能性を考慮し、地層Aは少なくとも約21万年前より古い時代に堆積したと評価。

※2 海成段丘の特徴との比較方法は6ページに記載しています。

断層を覆う地層は、その上部を含めた上位の地層が発電所の造成に伴う変更により消失しているが、変更前は地層Aに挟まれる形で、地層Aとほぼ同時代に堆積したものと推定。

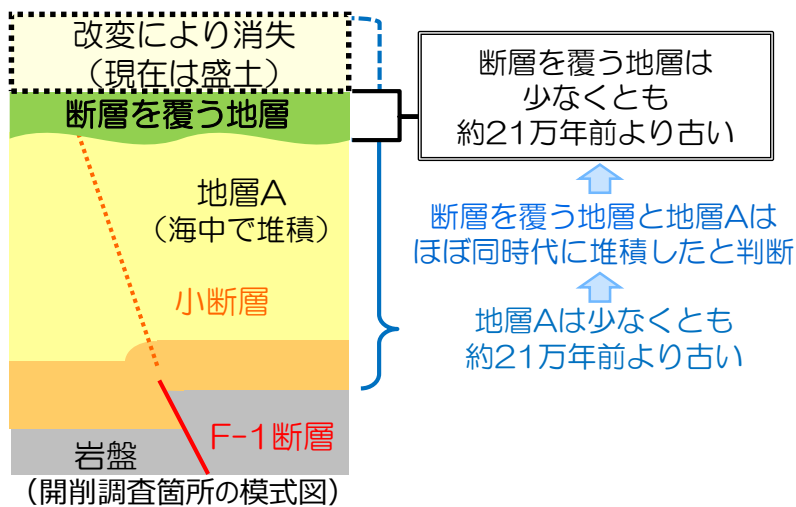
推定した根拠

- 開削調査箇所付近では、地層Aが断層を覆う地層よりも高い標高まで堆積している

また、断層を覆う地層と地層Aの境界面には、異なる時代に堆積した際に見られる特徴が観察されないことなども、両層が同時代に堆積したことを示している。

更に、断層を覆う地層には約12万～13万年前より新しい時代の火山灰が含まれていないなど、地層Aと異なる時代に堆積したことを示す特徴も認められない。

断層を覆う地層は地層Aとほぼ同時代に堆積しており、その堆積年代は、少なくとも約21万年前より古いと評価。



敷地の地質・地質構造(発電所敷地内断層の活動性評価)

発電所敷地内断層の活動性評価結果

- F-1断層について、F-1断層に関連する小断層が断層を覆う地層に変位・変形を与えていないこと、断層を覆う地層は少なくとも約21万年前より古い時代に堆積したものであることから、将来活動する可能性のある断層等(活断層)ではないと評価しました。
- また、F-4断層、F-11断層についても、それぞれの開削調査箇所において地層を区分し、断層を覆う地層に断層の活動による変位・変形がないこと、積丹半島西岸における海成段丘の特徴との比較により、断層を覆う地層は少なくとも約33万年前より古い時代に堆積したと判断されることから、将来活動する可能性のある断層等(活断層)ではないと評価しました。
- 以上の3条の断層の評価結果から、発電所敷地内の11条の断層は、全て将来活動する可能性のある断層等(活断層)ではないとの評価結果を説明し、原子力規制委員会より概ね妥当な検討がなされていると評価されました。

F-1断層・F-4断層・F-11断層の活動性評価の概要

