

## 寿都町、神恵内村の地質からみる「文献調査段階の評価の考え方」の問題

岡村 聡(北海道教育大学名誉教授)

### 水冷破碎岩の脆弱性

寿都町と神恵内村の大部分を占める水冷破碎岩は、海底火山活動の産物であり、土石流による再堆積の頻度が高く、きわめて不均質な様相を呈している。さらに多数の岩脈はマグマの冷却収縮による割れ目が顕著である。このような場所において処分場を建設すれば、空洞形成に伴う応力の開放によって、岩盤の亀裂が容易に生じて高透水性となり、割れ目から地下水が浸出する恐れがある。もし地震が直撃したら、核のゴミを格納するガラス固化体が破壊され、岩盤の無数の割れ目に沿って地下水とともに放射性核種の浸出は避けられない。水冷破碎岩主体の不均質で脆弱な地質特性は、岩脈による高透水性の事例(青函トンネル掘削)や、トンネル崩落事故(資料1、2)による未固結堆積物に匹敵する強度として指摘されている。しかし、経産省が示す「文献調査段階の評価の考え方」(以下、評価の考え方)では、上記の脆弱な岩盤について、明確な評価基準が示されていない。

### 活断層・地震の影響評価

断層運動について、「科学的特性マップ」では第四紀に活動した活断層とその長さの100分の1以内の領域を避けるとされていたのに対し、「評価の考え方」では、第四紀の活動履歴がない場合でも長さ10キロメートル以上の大規模断層を避けるとされ、より安全面に配慮した提案となっている。しかしそれでもなお、断層運動を引き起こす内陸型地震は、地表には現れない伏在断層の発生の可能性もあり、事実、2018年の北海道胆振東部地震(M6.7)の場合、震源が石狩低地東縁断層帯の東側15 km、しかも20~40 kmの上部マントルに達する深度で発生した(資料3)。このような地震発

生は十分解明されているわけではなく、最終処分場としての適地の評価は困難と言わざるを得ない。

日本列島において、長い地質時代を通して形成された地質構造、すなわち、深い堆積盆形成から逆断層を形成する圧縮場に転換し、地殻上部にひずみが集中して顕著な内陸地震活動域になったこと、水平圧縮応力を受け続けている日本列島の広域的な岩盤の脆弱性を考慮すると、地層処分に影響を与える今後 10 万年間の地質環境の変動について、地層処分の安全性を保証するに十分な科学技術的水準に達しているのか、といった課題は最も重視すべき視点である。現在の日本列島の地質条件において、過去 10 万年の地質は明らかにできても、今後 10 万年の地殻の挙動を予測し地震の影響を受けない場所を選定するのは、今の地質学や地震学の水準ではできないというのが現状とみるべきである。

## 「対話の場」で示された検討事例

寿都町と神恵内村の「対話の場」では、「文献調査段階の評価の考え方」に沿った具体的な検討事例が紹介されており、これから公表予定の「文献調査報告書」の内容を示唆している。これらの事例の特徴は、断層・火山・岩石特性などのデータの評価において、重要な文献が抽出されていない、学会レベルや国の機関の見解よりも、電力会社（泊原発を管理する北海道電力）の見解が優先されている、評価基準を一面的に捉えているなど、客観的・科学的な検証が不十分で、高レベル放射性廃棄物処分の安全性重視という前提条件が軽視されている。

## 断層の基準

寿都町の対話の場の資料では、断層の事例として、処分場を設置する深さに分布する「可能性が高い」のは、黒松内低地断層帯のうち「白炭西・白炭東」のみであり、

それ以外（樽岸、丸山東、歌棄など）は、「可能性が高いとは言えない」としている（資料4）。しかし、白炭西・白炭東の両断層は、トレンチ調査や地震探査によって変動が明らかにされている事例に過ぎず、地震調査研究推進本部が認定した黒松内低地断層帯の範囲を、意図的に狭く認定している。寿都町と蘭越町の境界に沿う尻別川断層は、「可能性が高いとは言えない」とされている。しかし、本断層は、北海道電力の調査資料によって、中期更新世以降に活動し南北約 16 km で 60 度西傾斜の逆断層と認定されており、寿都町の地下に分布することが確実視されている（資料5）。

神恵内村は、活断層について「該当することが明らかまたは可能性が高いとは言えない。」ないし「該当しない可能性が高い」としている（資料6）。しかし、積丹半島西方沖には、長さ約 30km で東側に傾斜する活断層が存在することが、地震調査研究推進本部が示しており、学会発表でも指摘されている。この断層について、北海道電力は、泊原発の安全審査に関する資料で、活断層ではないと否定しているのに対し、原子力規制委員会は、地震性隆起による断層の可能性が否定できないとして再検討を指示し、2023 年 6 月の審査会合において、北海道電力は、積丹半島西方沖の断層として、神恵内村の地下に達する東傾斜の断層モデルを提示するに至った（資料7、8）。

## 第四紀火山の基準

「評価の考え方」の基準では、第四紀火山とその活動中心から約 15 km 以内を不適地としている。寿都町の対話の場の資料では、寿都町北東部に「磯谷溶岩」が第四紀火山の候補として指摘されているが、「該当することが明らかまたは可能性が高いとは言えない」とされている（資料9、10）。しかし、磯谷溶岩の下位に堆積する磯谷層中の岩脈から 230 万年前の年代が報告されており（新エネルギー総合開発機構、1986）、本溶岩がその磯谷層の上位に重なることから、更新世火山とされている。したがって、磯谷溶岩を第四紀火山と認定し、その分布範囲を中心とした 15 km 圏内を不適地とすべきである（資料11）。

寿都町に近接するニセコ・雷電火山群は、西端の雷電山から東端のニセコアンヌプリまで活動中心を移動する火山群である。対話の場の資料によると「西側の火口などを確認する必要がある」とされているが、この火山群の活動推移の特徴から、西側の雷電山の山体頂部を中心とした 15 km 圏内を該当範囲として設定すべきである（資料 1 2）。

神恵内村においては、熊追山安山岩と石英安山岩岩脈が第四紀火山岩であることが示されている（通産省資源エネルギー庁、1985）（資料 1 3、1 4、1 5）。前者は、神恵内村にひろく分布する水冷破碎岩（新第三紀中新世古宇川層）を不整合におおう安山岩溶岩であり、その分布範囲を中心に 15 km の範囲を不適地とすべきである。

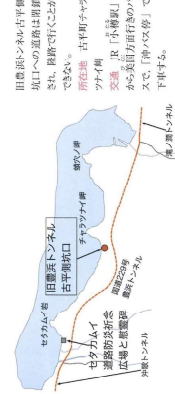
## 新たな火山の基準

寿都湾の内陸側では、地下 10 km と 30 km を震央とする地震が確認されている（資料 1 6）。このうち 30 km 深度は低周波地震からなり、地殻深部の部分熔融域やそこから上昇する流体の存在が指摘されている。しかし、この観測データに関する対話の場での見解は、「評価の考え方」の基準の「新たな火山が生じる」可能性に照らして、「該当することが明らかまたは可能性が高い」と言えないとされている。仮に、この観測データが、地層処分地の不適地の評価にあたらぬのであれば、本基準が、地層処分の安全性を保障する基準にはなり得ないことは明らかである。

## 2) 旧豊浜トンネル



ハイアロクラスタイトの層で最も大規模な地震(2001年6月)撮影: 山形県人、旧豊浜トンネルの古平層に褶曲を伴って、ほぼ中央の線上で前後の断面の曲率を維持している。これは、旧豊浜トンネルの東側出口は、余震と古平層の境界の古平層面であった。新しい豊浜トンネルの東側出口は、余震面直下の町、高野川出口古平層面であった。



豊浜トンネルの断面図 (2016)

**図 5** 積丹半島の東部を走る旧道 250 号の豊浜トンネルの古平層出口付近。1995年(平成 8)年 2 月 10 日午前 8 時 45 分頃に大規模な逆断層型地震が発生し、断層は、豊浜トンネルの東側出口付近まで 20 名が犠牲となった。現在、新しい豊浜トンネルの古平層出口近くには延長断層があり、断層が形成されている。断層の風積層は高さ 70m、幅 30m ほどである。若狭断層が発生した地震は、高さは 150m、ハイアロクラスタイトなどの公称岩種で構成されている。  
「北海道自然探検」(2016)

## 海底火山噴出物 (水冷破砕岩) の脆弱性の例

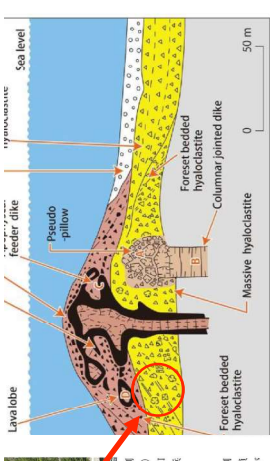


図 5 柱状マツマの水中火山モデル (山根, 1994) を一部改変  
道南では、脆弱な岩盤特性に起因する崩落事故が多発している。1996年に崩落した豊浜トンネル (古平町)、翌97年には寿都町の西隣りの第2白糸トンネル (島牧村) でも大規模な崩落が起きた。

(体積: 豊浜トンネル11,000m<sup>3</sup>, 第2白糸トンネル56,000m<sup>3</sup>)  
岩盤は水冷破砕岩 (ハイアロクラスタイト) とその再堆積相 (土石流堆積物) 資料1

## 岩盤崩落の原因

(豊浜トンネル崩落事故調査委員会, 1996; 第2白糸トンネル崩落事故調査委員会, 1998)

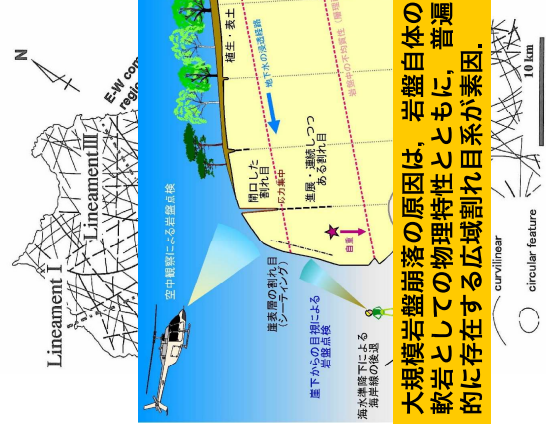
1 a. 崩落岩石の物理特性は、強度の小さい軟岩であり、含水によって強度が大きく低下し、破壊歪みは比較的小さい脆性的性質を示す。

1 b. 脆弱な水冷却砕岩に発達する亀裂と地下水の浸透による亀裂の進展

2 a. 顕在化した亀裂が少なかったことから、大規模な崩落\*の原因は、**差盤深部に亀裂が進展し**、亀裂間隔が広くなり大規模化、\*豊浜トンネル: 11,000m<sup>3</sup>; 第2白糸トンネル (56,000m<sup>3</sup>)

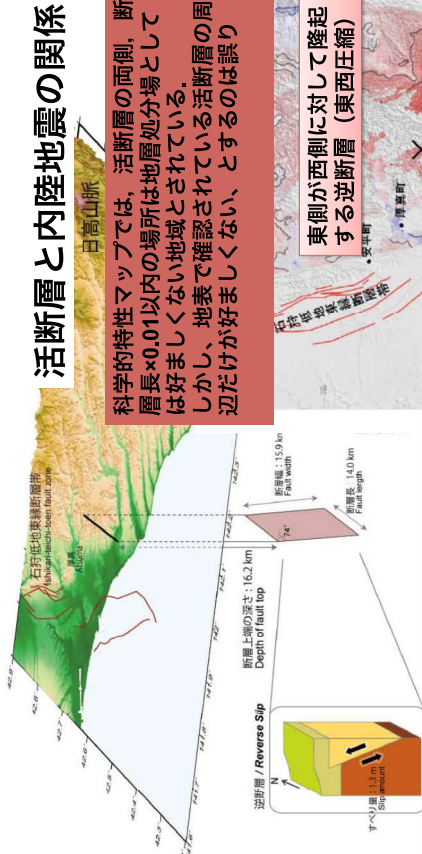
2 b. ボーリング調査によって、**広域割れ目系 (リニアメント) と一致する不連続な亀裂を**確認、

2 c. **崩落剥離面 (豊浜トンネル) は、岩盤内の広域割れ目系と一致し、地質時代の東西圧縮による広域応力場に支配された潜在的割れ目が素因** (川村, 1997)。  
資料2



第6図 積丹半島の広域割れ目系。原因は新エネギー総合開発機構 (1981) による。

【観測図 / Schematic view】



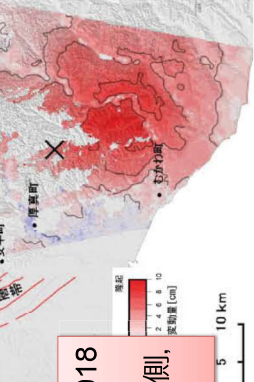
**北海道胆振東部地震 (M6.7) ; 2018年9月6日午前3時7分**  
石狩低地東縁断層帯 (活断層) の東側、約15kmで発生 (想定外の地震)

地震調査研究推進本部「平成30年北海道胆振東部地震に関する情報」より

## 活断層と内陸地震の関係

科学的特性マップでは、活断層の両側、断層長×0.01以内の場所は地層処分場としては好ましくない地域とされている。しかし、地表で確認されている活断層の周辺だけが好ましくなく、とするのは誤り

東側が西側に対して隆起する逆断層 (東西圧縮)



資料3

## (対話の場配布資料) 豊年案に沿って調査状況についての検討例

現在の調査状況について、**豊年案 (p.5) に沿って検討した例**  
● 処分場を設置しようとする深さについて以下の (1) か (2) に該当することが明らかまたは可能性が高い場所を挙げる。  
(1) 基準 (ア) 活断層及び (イ) その周辺の断層の断層面、ならびに (エ) 断層面の近くのずれている部分  
➢ 該当するものは無い。(白成西、白成東) が調査対象地区内の処分場を設置しようとする深さに分布する可能性がある。

名称、場所	岩内堆南方背斜 (注1) 面裏の断層	橋岸、五十嵐川、湯別、丸山西、丸山東、歌葉、茂別川、その他の領域の断層	白成西、白成東
約12~13万年前以降の活動を否定できない	可能性が高い	可能性が高いとは言えない	可能性が高い
断層面	ある可能性が高い	検討省略	ある可能性が高い(注2)
調査対象地区内の処分場を設置しようとする深さ	分布していない可能性が高い	検討省略	可能性があるが位置は不明(注3)

注1) 地層が積層方向に圧縮されて波状に曲がった (これを褶曲 (しゅうきよく) と呼ぶ) 場合、盛り上がった箇所を背斜 (はいしや)、沈んだ箇所を向斜 (こうしや) と呼ぶ。  
注2) 白成東は断層面近くのずれている部分もある可能性が高い。  
注3) 白成西、白成東の地帯は寿都圏外であるが、処分場を設置しようとする深さにおいては調査対象地区内に分布する可能性がある。



(2) 基準 (ウ) ; 古い断層のうち、規模が大きい断層 (地表の延長がおおむね10km以上) の断層面、ならびに (エ) 断層面の近くのずれている部分  
➢ 古い断層で、該当するものは無い。  
➢ (1) に該当しないものについても、断層面が10km以上の区間で明確には確認できず、該当するものは無い。  
資料4

## 基準案に沿った調査状況についての検討例

- いづれも「ずれ」が確認できるもの。ずれている部分を選択。

基準 (ア) 活断層及び (イ) その周辺の断層の断層面、ならびに (工) 断層面の近くのずれている部分	検討例を加筆																				
<table border="1"> <tr> <th>名称、場所</th> <th>前面海域 (注1) ①</th> <th>前面海域 (注1) ②</th> <th>前面海域 (注1) ③</th> <th>その他 ③</th> </tr> <tr> <td>約12~13万年前以降の活動</td> <td>詳細な調査結果である文献1では確認されていない。(注2)</td> <td>文献1では「安全側の判断として、地震動を想定することとする」とされている。(注2)</td> <td>詳細な調査結果である文献1では確認されていない。(注2)</td> <td>詳細な調査結果である文献1では確認されていない。(注2)</td> </tr> <tr> <td>ずれている部分</td> <td>海上音波探査 (左下図) 記録では、処分場を設置しようとする深さに、確認されていない (文献1)。</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>基準への該当性</td> <td>該当しない。</td> <td>「該当することが明らかまたは可能性が高い」とは言えない。</td> <td></td> <td>該当しない。</td> </tr> </table>	名称、場所	前面海域 (注1) ①	前面海域 (注1) ②	前面海域 (注1) ③	その他 ③	約12~13万年前以降の活動	詳細な調査結果である文献1では確認されていない。(注2)	文献1では「安全側の判断として、地震動を想定することとする」とされている。(注2)	詳細な調査結果である文献1では確認されていない。(注2)	詳細な調査結果である文献1では確認されていない。(注2)	ずれている部分	海上音波探査 (左下図) 記録では、処分場を設置しようとする深さに、確認されていない (文献1)。				基準への該当性	該当しない。	「該当することが明らかまたは可能性が高い」とは言えない。		該当しない。	
名称、場所	前面海域 (注1) ①	前面海域 (注1) ②	前面海域 (注1) ③	その他 ③																	
約12~13万年前以降の活動	詳細な調査結果である文献1では確認されていない。(注2)	文献1では「安全側の判断として、地震動を想定することとする」とされている。(注2)	詳細な調査結果である文献1では確認されていない。(注2)	詳細な調査結果である文献1では確認されていない。(注2)																	
ずれている部分	海上音波探査 (左下図) 記録では、処分場を設置しようとする深さに、確認されていない (文献1)。																				
基準への該当性	該当しない。	「該当することが明らかまたは可能性が高い」とは言えない。		該当しない。																	

注1) 大隈川一番外側付近  
注2) 第6回対話の場で説明したように、他の文献では、活断層や活断層 (約12~13万年前以降に限らない) を示している例 (文献2) と示していない例がある。

基準 (ウ) : 古い断層のうち、規模が大きい断層の断層面、ならびに (工) 断層面の近くのずれている部分

文献調査対象地区内に確認されていない。該当なし。

海上音波探査の模式図  
エコー プラットフォーム  
海底  
断層  
音波/リリス及び海面直下で発し、それらの海底及び海底下からの反射波、測定器 (ハイドロフォン) で測定します。

文献1) 北海道電力: 北海道電力株式会社 泊発電力 (2017年) 地質調査報告書  
文献2) 地質研究所 調査編 (1991年) 「新編」日本の活断層 - 中巻 図説資料 - 東京大学出版会。

資料6  
井和町  
泊村  
神恵内村  
古平町

## 前面海域②の活断層 (原子力規制委の指摘)

積丹半島北西沖の断層による地震の対応に関する概要

○ 既往の地震動評価 (平成27年12月25日審査委員会) では、各種調査・検討の結果、敷地および敷地近傍を含む積丹半島北西沖に断層を考慮していません。

○ 平成28年7月1日現地調査を踏まえて、主に積丹半島の海岸地形についての整理および追加の調査・検討を実施し、地震性隆起地域との特徴の差異について説明してきたが、平成29年3月10日審査委員会において、積丹半島北西沖には、下に凸状の海底面形状等も認められることから地震性隆起の可能性は否定できな

○ 平成28年7月1日現地調査を踏まえて、平成29年7月28日審査委員会において、敷地および敷地近傍を含む積丹半島北西沖に断層を考慮していません。

○ 積丹半島北西沖に既定した断層に、及ぼすと考えられることから、検討用積丹半島海岸の地形および地質、地質調査結果を踏まえて、積丹半島北西沖に断層を考慮していません。

○ 断層の位置については、敷地に近く、断層の位置が不明であること、断層の走向について比較検討により影響の大きいものを、断層パラメータは、地震調査委員会地震動評価書における不確かさも考慮する。

○ 断層を仮定し、当該断層による地震動を想定することとした。

北電 (2015)

資料7

資料8

資料9

資料10

資料11

資料12

資料13

## 7. 尻別川断層の断層

(4) 尻別川断層の北方における調査

尻別川断層は、M11段丘等に変位地形が認められることから中期更新世以降の活動は認められるもの、最新活動時期については明確ではないことから、後期更新世以降の活動を考慮する。

その長さについては、海上音波探査記録に、礫谷層の急傾斜構造や断層を示唆するような構造が認められない尻別川河口沿いの測線を北端、反射法地震探査結果より、断層を示唆するような変位及び変形が認められないツバサの沢川を南端とする約16kmとする。

資料5

Imd: 礫谷層 (礫岩)

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

資料5

## 基準案に沿った調査状況についての検討例

- 以下のいずれかに該当することが、明らかまたは可能性が高い場所を選ける。

基準 (ア) : 第四紀火山のマツマが地表やその近くまで突いた跡など	基準 (イ) : 第四紀火山から5km
<p><b>基準 (ア) :</b> 文献調査対象地区区内に確認されていないため、該当なし。</p>	<p>二セコ・雷電火山群</p> <p>確認されている。約200万年前以降、最新の噴火は約6000年前 (文献1)</p> <p>✓ 西側の二セコ火山群 (※) : 約40万年前以降、最新の噴火は約6000年前 (文献2)</p> <p>※ 科学的特性マップにおける火山の中心とされている。</p> <p>✓ 西側の雷電山 : 約140万~80万年前 (文献2)</p> <p>東側には火口などが複数確認されている。</p> <p>※ 西側を別の火山と扱う例 (文献2など) があるが火口などは確認されていない。</p> <p>真刺を中心とした氏は文献調査対象地区を含まないため、該当場所なし。</p> <p>※ 西側を中心とした円については、火口などを確認する必要がある。</p>
<p><b>基準 (ウ) :</b> 調査対象地区内に、関連する観測データがあるが「該当する」とは明らかまたは可能性が高いとは言えない。</p>	

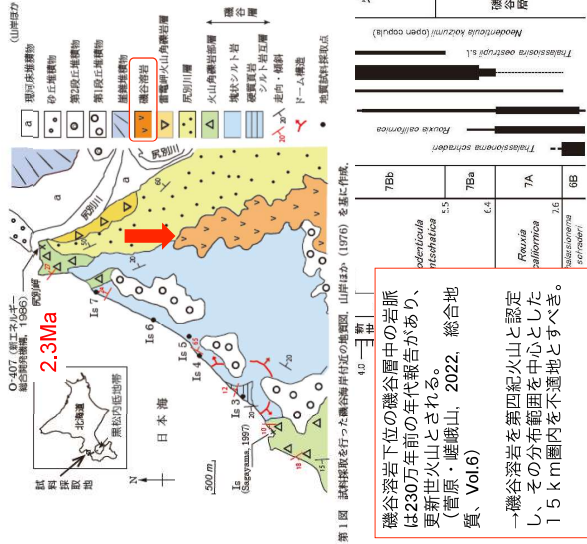
## 現在の調査状況について、基準案 (p.7) に沿って検討した例

名称	磯谷 (磯谷溶岩)
第四紀 (約258万年前以降) の活動	示している文献 (文献2) では、最終判断がつかずに要検討と判断される (注1) としている。
基準 (ア) (イ)	「該当する」とは言えない。

注1) 文献調査で最終判断がつかず、要検討と判断されるものは、追加研究の必要性を有し、明確の上、データベースに載せたいです (文献2)。

文献1) 中野ほか (2013) 日本の火山 (第3版)、文献2) 西来ほか (2012) 第四紀火山岩体・侵入岩体データベース。

## 資料9



第1図 試料採取を行った調査対象地域の地図。山岸ほか (1976) を基に作成。

磯谷溶岩下位の磯谷層中の岩脈は230万年前の年代報告があり、更新世火山とされる。(菅原・嵯峨山, 2022, 総合地質、Vol.6)

磯谷溶岩を第四紀火山と認定し、その分布範囲を中心とした15 km圏内を不遑地とすべき。

第3図 山岸ほか (1976) および能備ほか (1994) との対比。 ※ : 新エネルギー総合開発機構 (1986)

Fig. 3 Correlation with Yamagishi (1976) and Noge et al. (1994) based on diatom zone. ※ : New Energy and Industrial Technology Development Organization (1986)

## 資料11

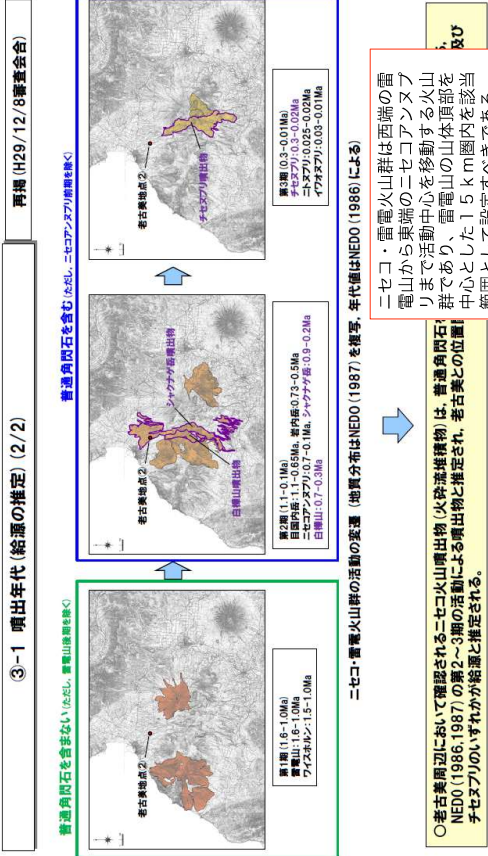
## 基準 (ア)、(イ) について：二セコ・雷電火山群と磯谷



## 資料10

地理院地図 (国土地理院のウェブサイトの) を加筆

## 2. 若古美周辺において確認される二セコ火山噴出物(火砕流堆積物)



## 資料12

