

再処理施設、廃棄物管理施設、MOX燃料加工施設

## 出戸西方断層南方の地質調査結果

令和元年10月3、4日



日本原燃株式会社

# 鷹架沼南岸の地質調査結果(調査内容)

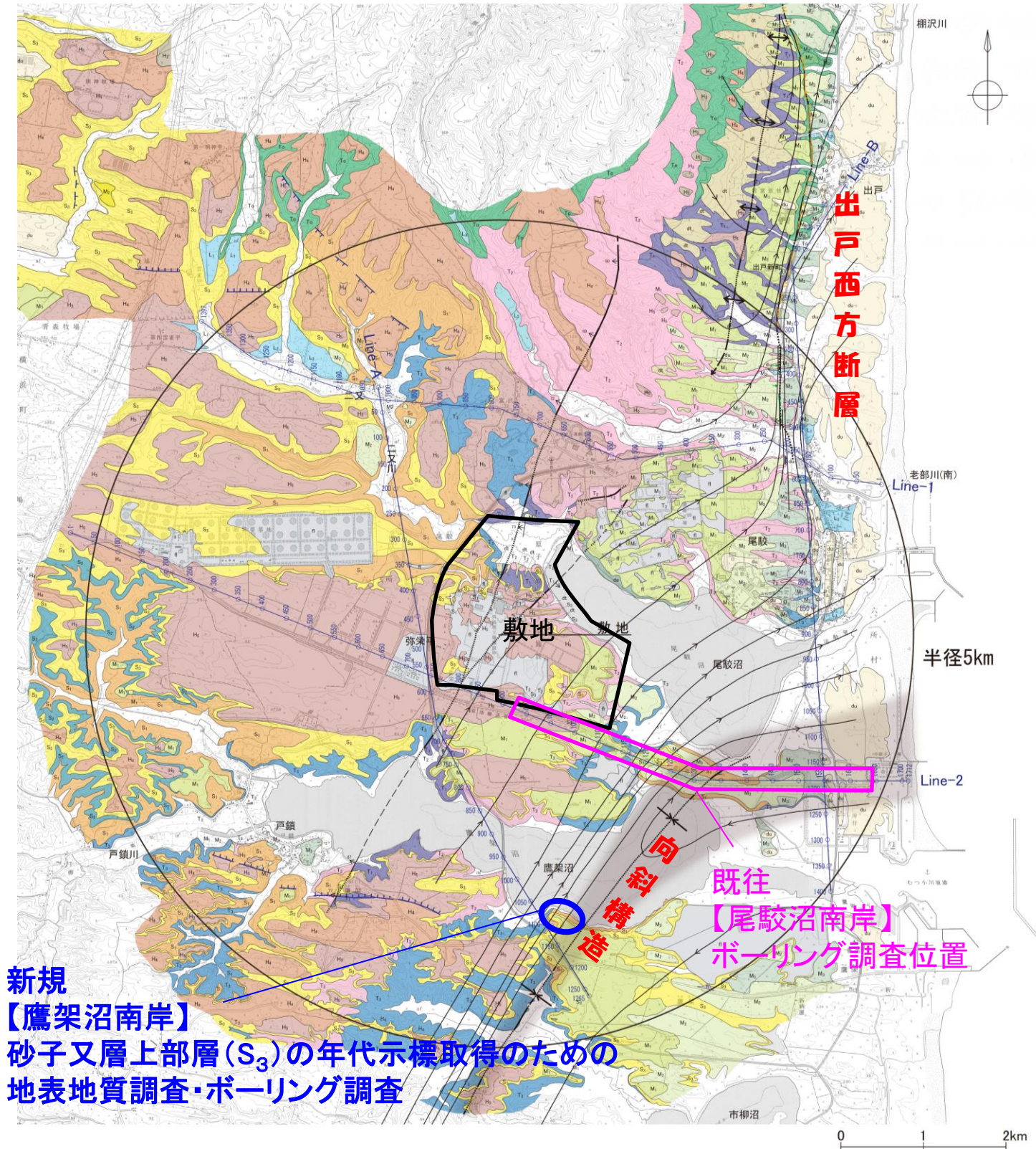
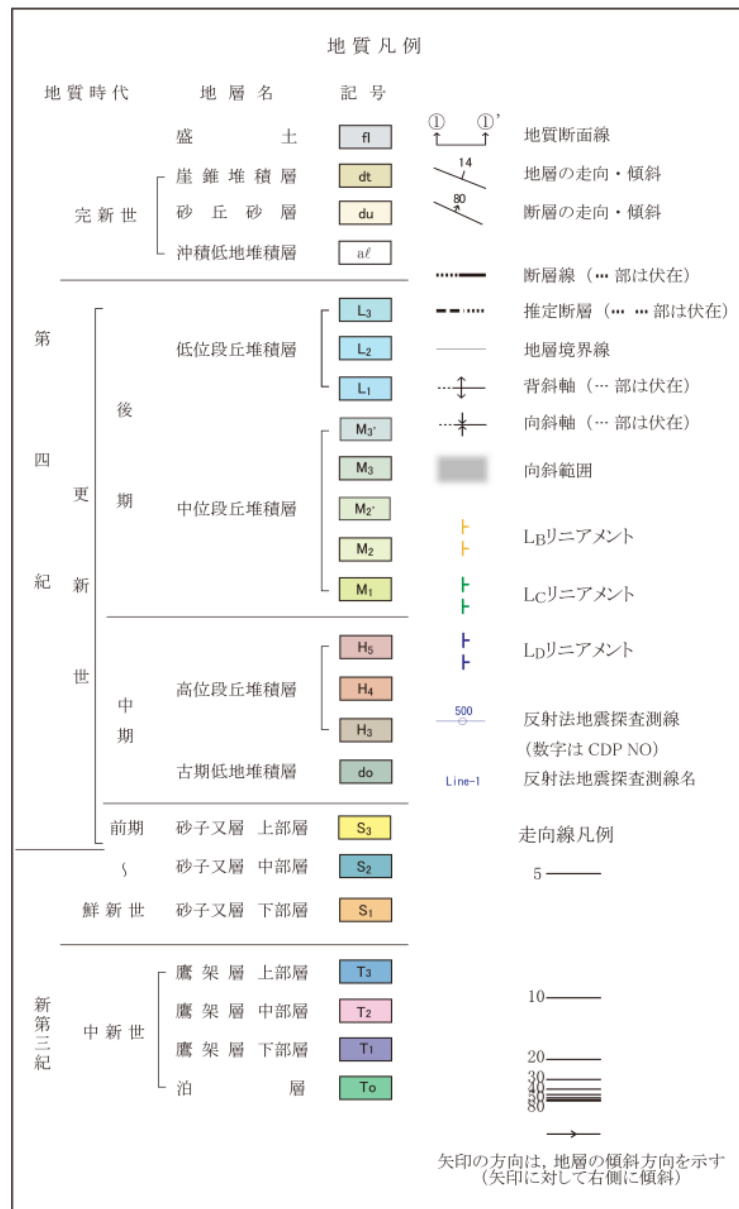
審査会合(2019.9.18)  
資料1-1 p258 加除修正



・向斜構造の上載地層である砂子又層上部層について、以下の地質調査を実施した。

## 【鷹架沼南岸】

- ・地表地質調査
- ・ボーリング調査
- ・地質年代測定(微化石分析、FT、U-Pb)

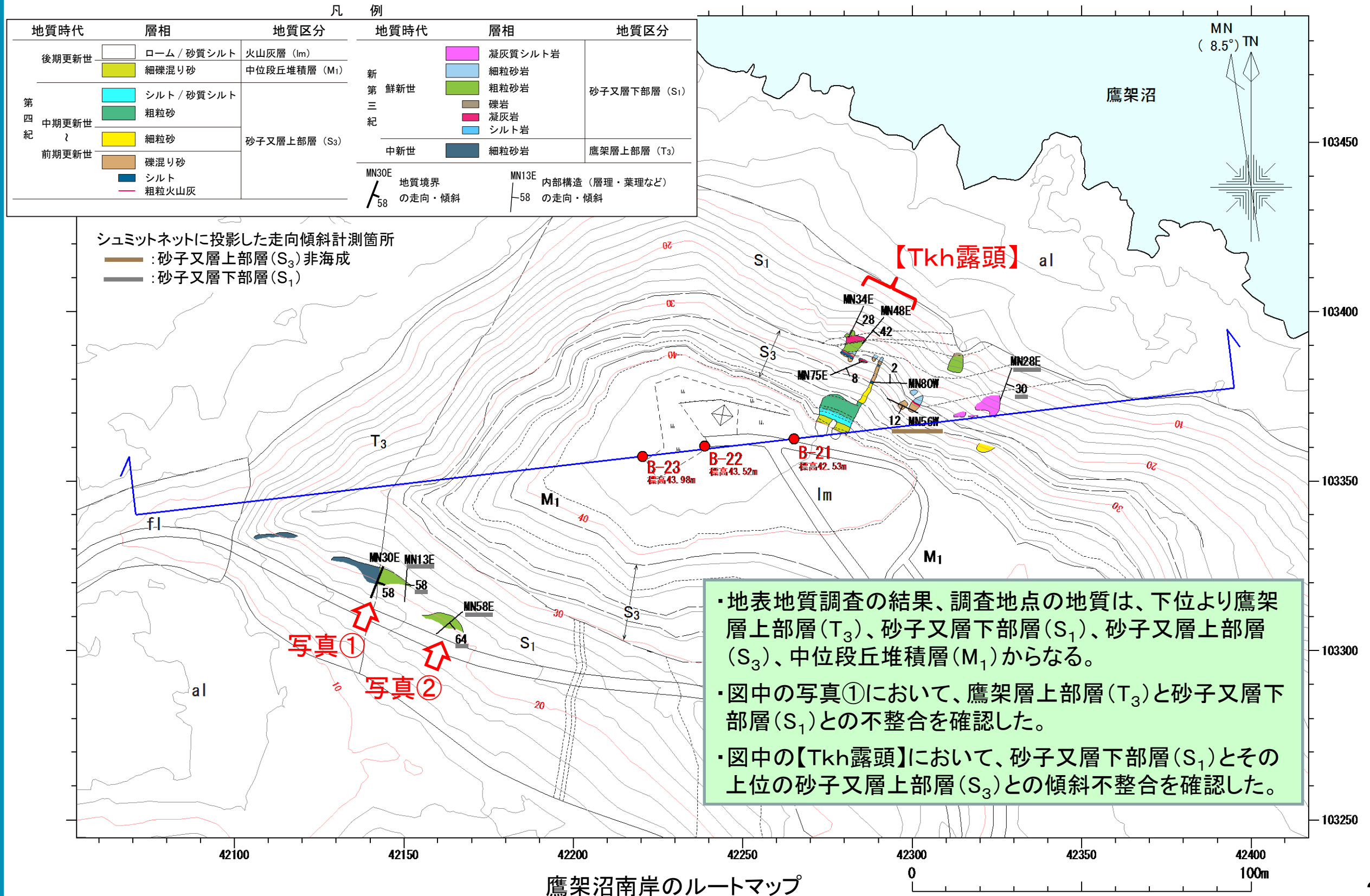


新規【鷹架沼南岸】砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)の年代示標取得のための地表地質調査・ボーリング調査

既往【尾駁沼南岸】ボーリング調査位置

# ルートマップ

審査会合(2019.9.18)  
資料1-1 p259 再掲



写真①



鷹架層上部層(T<sub>3</sub>)と  
砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)との不整合

写真②



砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)の急傾斜構造

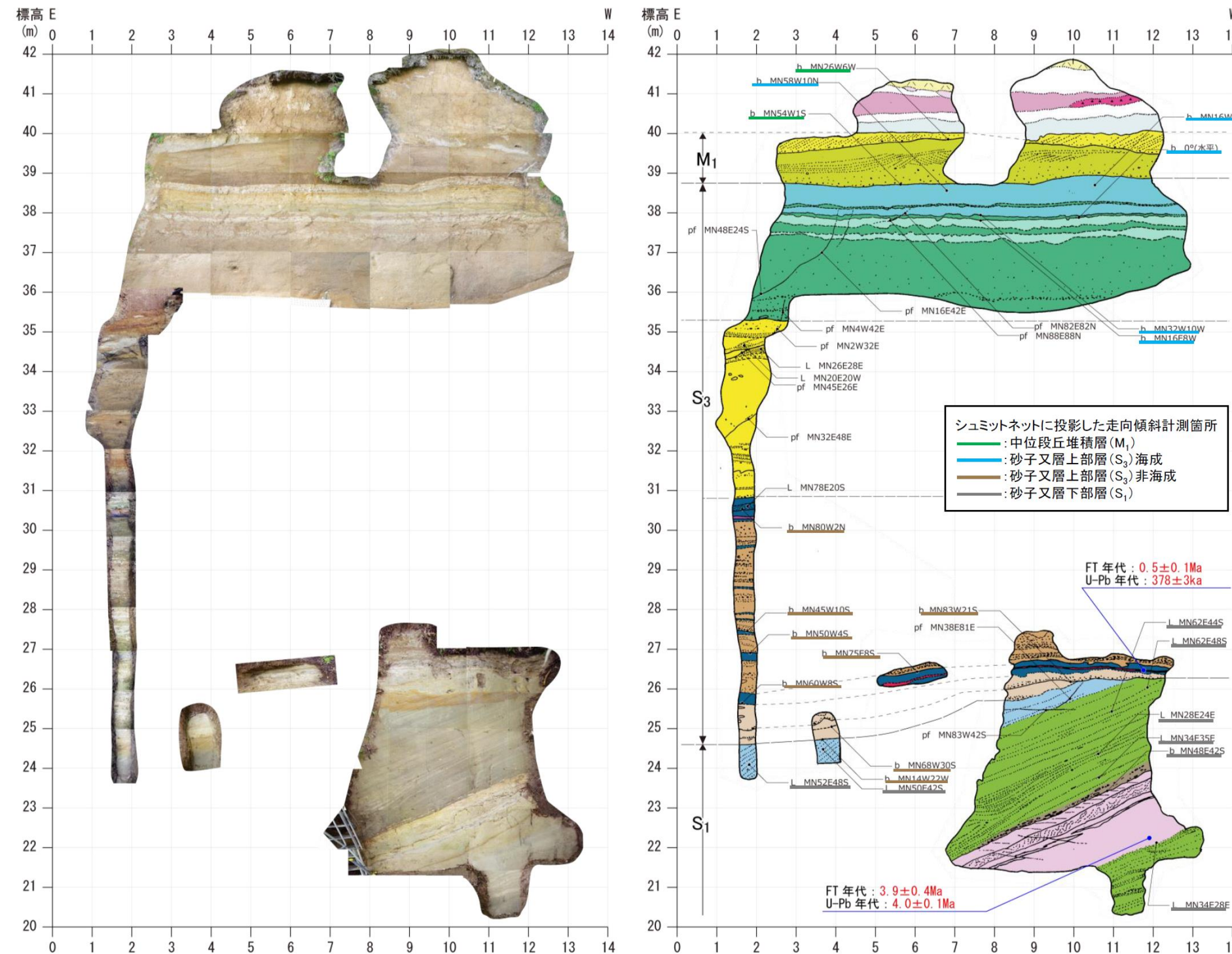
- ・鷹架層上部層(T<sub>3</sub>)は固結した細粒砂岩からなる。(写真①)
- ・鷹架層上部層(T<sub>3</sub>)と砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)との不整合面は東南東方向に約60° 傾斜している。(写真①)
- ・砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)は主に粗粒砂岩からなり、平行葉理が顕著である。(写真②)
- ・砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)の平行葉理は東～南東方向に約60° 傾斜している。(写真②)

# Tkh露頭(地質観察:スケッチ)

審査会合(2019.9.18)  
資料1-1 p261 再掲



地質観察の結果、下位より砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)、砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)、中位段丘堆積層(M<sub>1</sub>)、火山灰層(lm)の累重関係を確認した。

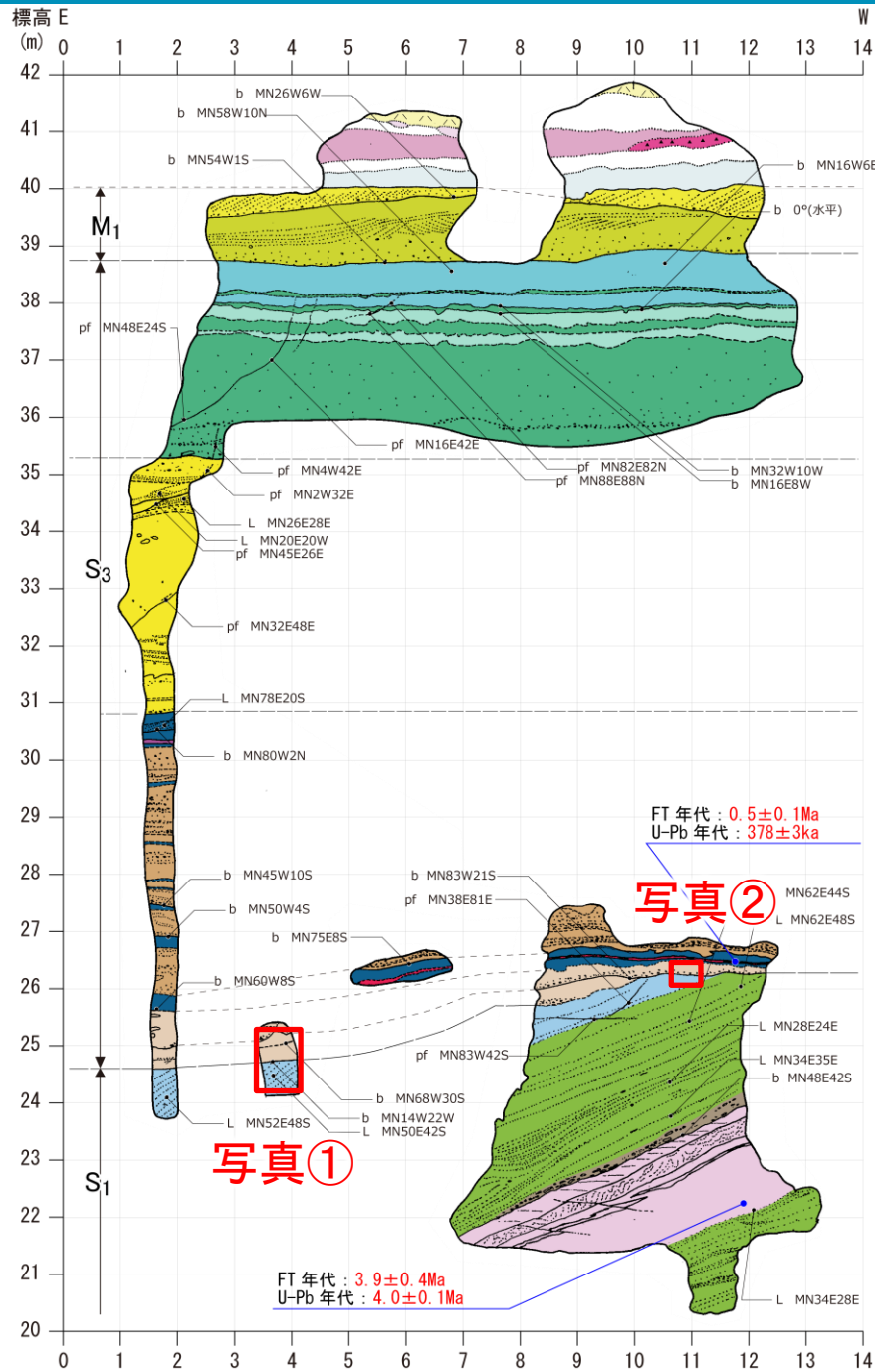


・砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)は、全体に30°~40°程度東へ傾斜している。  
 ・砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)を不整合で覆う砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)及び中位段丘堆積層(M<sub>1</sub>)は、概ね水平に分布している。

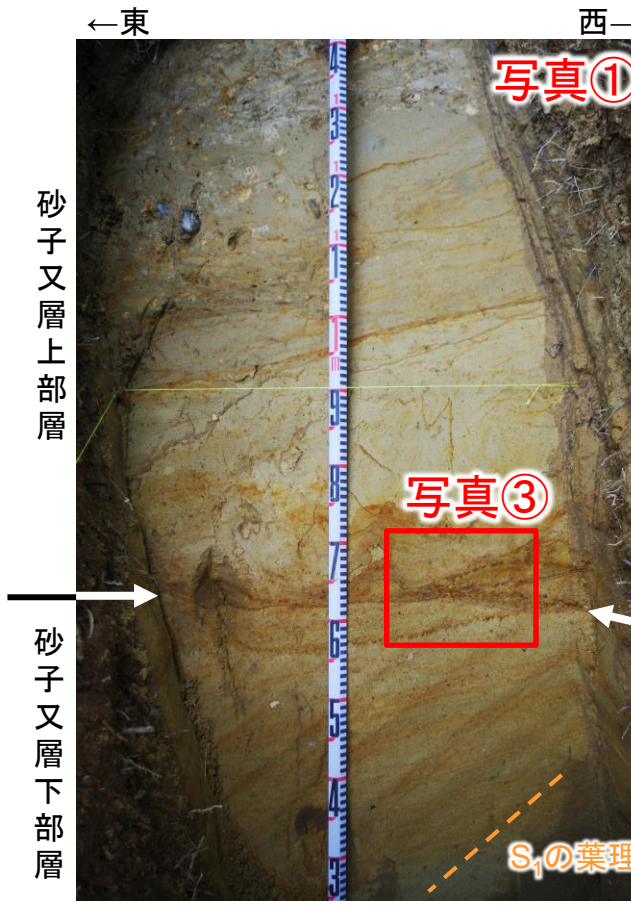
| 凡例             |                      |
|----------------|----------------------|
| 地層名            | 層相                   |
|                | ローム                  |
| 火山灰層           | 十和田八戸火山灰 (To-H)      |
|                | 埋没土壌 (紫灰色シルト)        |
|                | 十和田レッド火山灰 (To-Rd) 散在 |
|                | 十和田レッド火山灰 (To-Rd)    |
|                | 砂混りシルト質ローム           |
| 中位段丘堆積層        | 礫混り粗粒砂               |
|                | シルト混り礫混り粗粒砂 (基底礫伴う)  |
| 砂子又層上部層        | 粘土~シルト               |
|                | 砂質シルト (巢穴状生痕化石顕著)    |
|                | 砂/礫混り粗粒砂 (基底礫伴う)     |
|                | 細粒~中粒砂/粗粒砂 (基底礫伴う)   |
| 砂子又層上部層 (非海成層) | 礫混り砂                 |
|                | シルト/シルト質砂            |
|                | 腐植質シルト               |
|                | 粗粒火山灰                |
|                | 細粒砂 (基底礫伴う)          |
| 砂子又層下部層        | 細粒砂岩                 |
|                | 砂岩 (上方細粒化)           |
|                | 礫岩                   |
|                | 凝灰岩                  |
| 明瞭な境界, 層相境界    |                      |
| 層理面            |                      |
| 不鮮明な境界, 葉理     |                      |

鷹架沼南岸の露頭(Tkh露頭)写真・スケッチ図(原縮尺50分の1)

# Tkh露頭(地質構造と露頭写真)

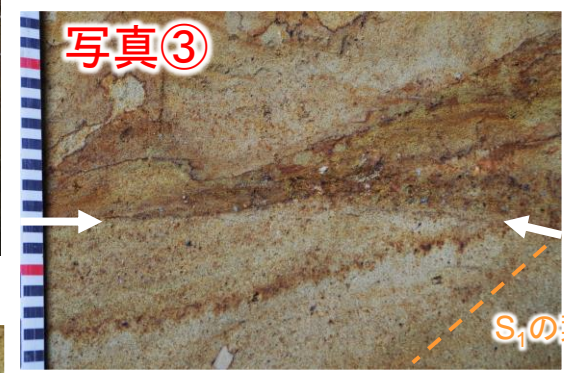


鷹架沼南岸の露頭スケッチ図(原縮尺50分の1)

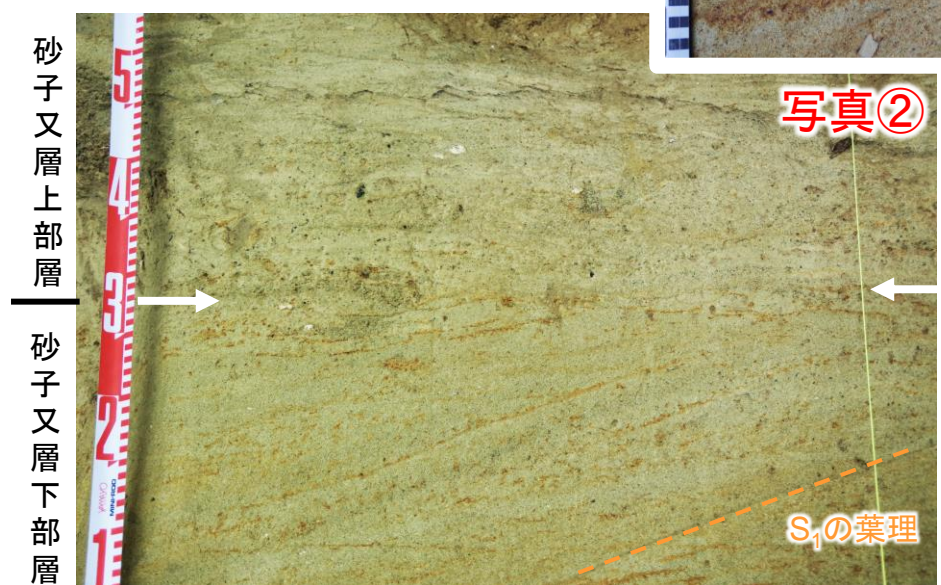


不整合の状況写真

- ・砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)の基底付近は細粒砂からなる。所々、安山岩の円礫を含み淘汰がやや悪い。
- ・砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)は、淘汰の良い粗粒砂岩～細粒砂岩からなり、安山岩の円礫はみられない。
- ・砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)の基底部には、凸凹しつつもほぼ水平に安山岩の粗粒砂～細円礫の配列が認められ、砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)と傾斜不整合をなしている。
- ・砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)と砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)の境界(不整合面)は凸凹しつつも、概ね水平から南へ20°程度傾斜している。



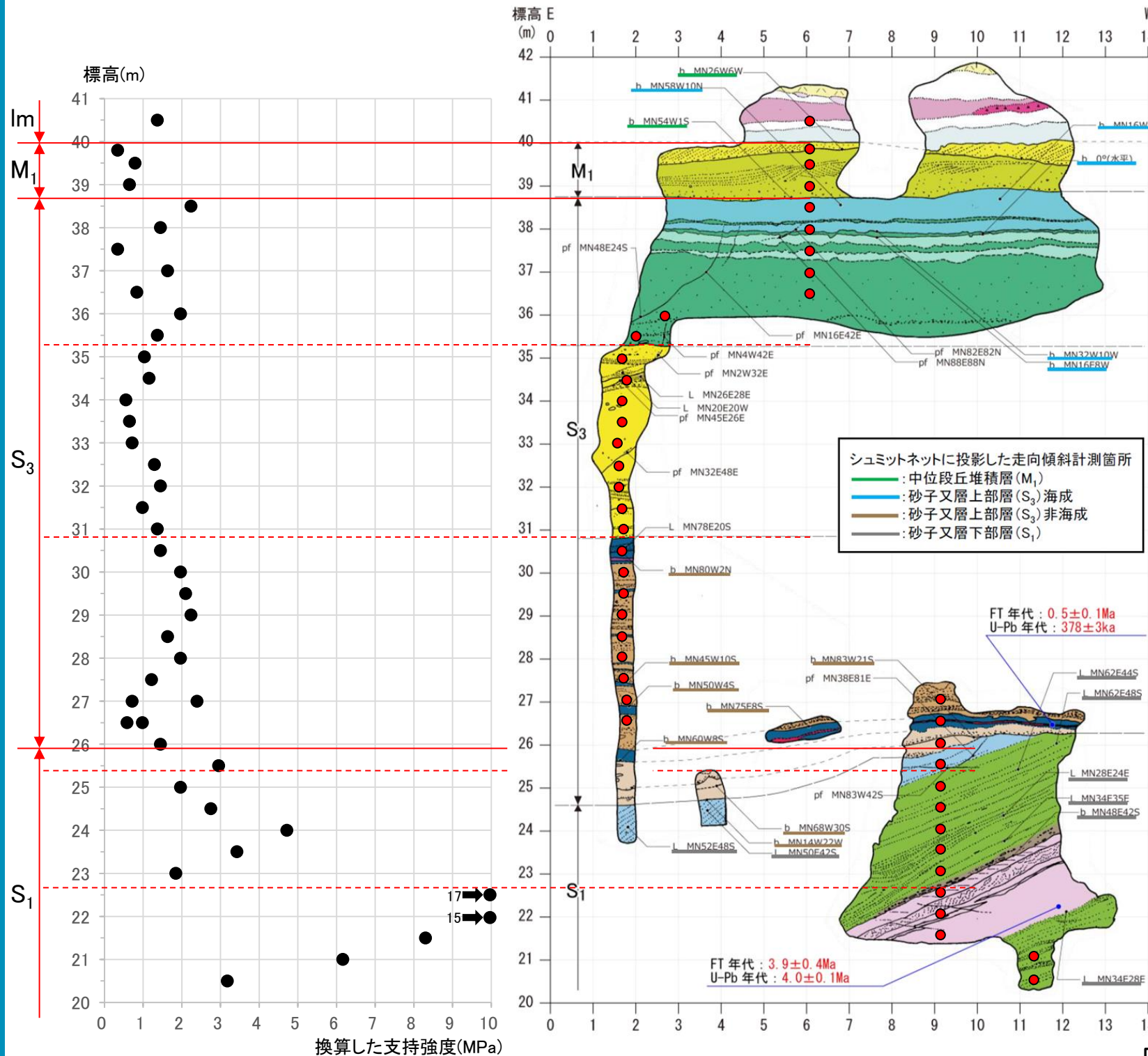
↑安山岩の粗粒砂～細円礫の配列が認められる状況写真



不整合の状況写真

# 砂子又層上部層と砂子又層下部層の比較 (Tkh露頭)

## 山中式土壤硬度計による測定結果



・硬度測定の結果、全体的にばらつきがあるものの、相対的に砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)より砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)の支持強度※が大きい傾向がみられる。

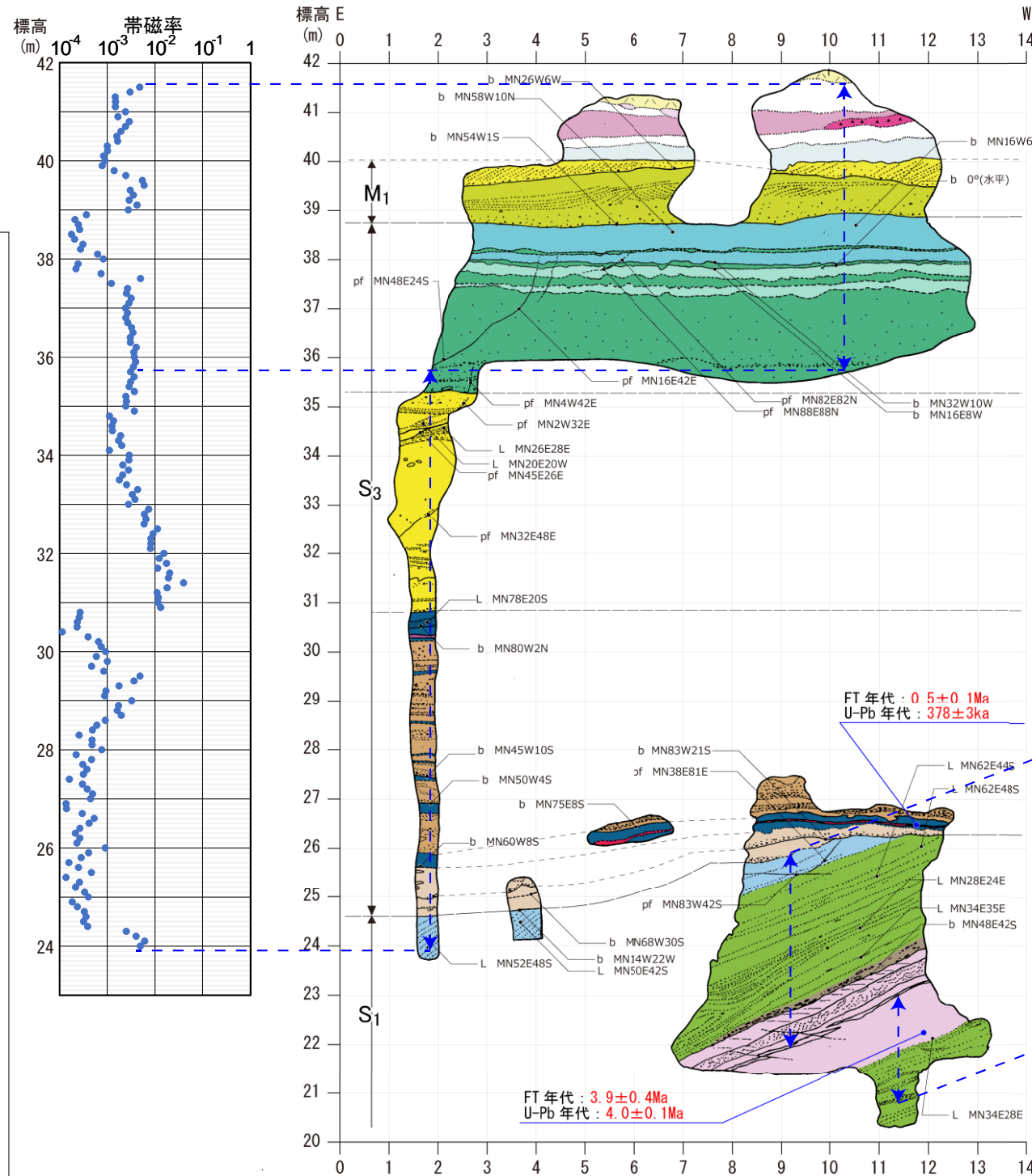
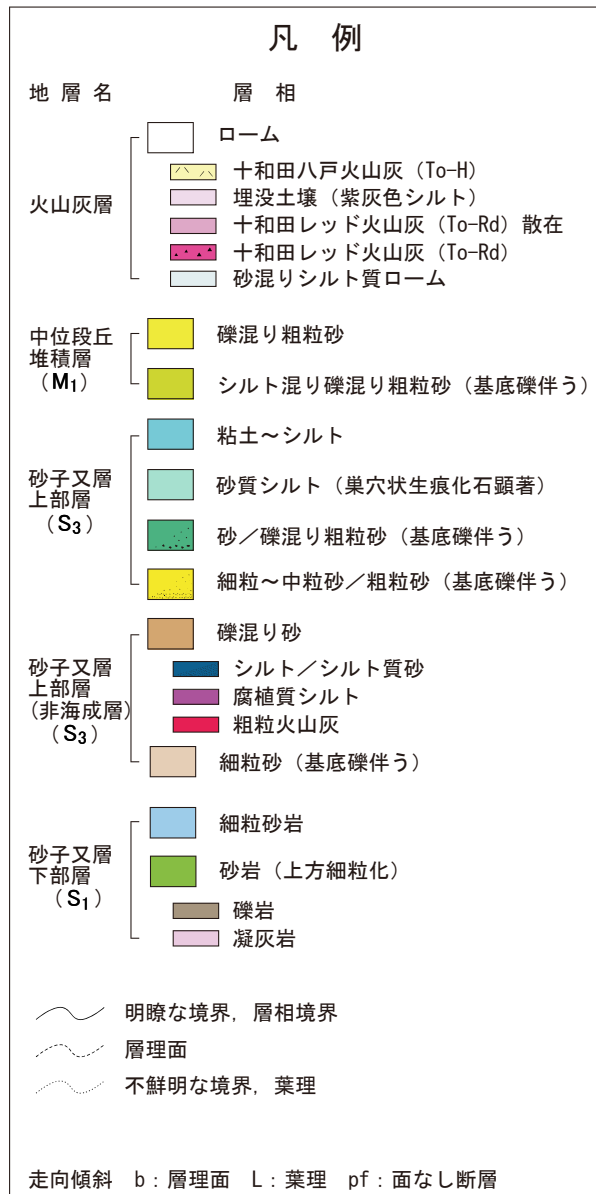
※支持強度は、山中式土壤硬度計の硬度指数から換算したものである。



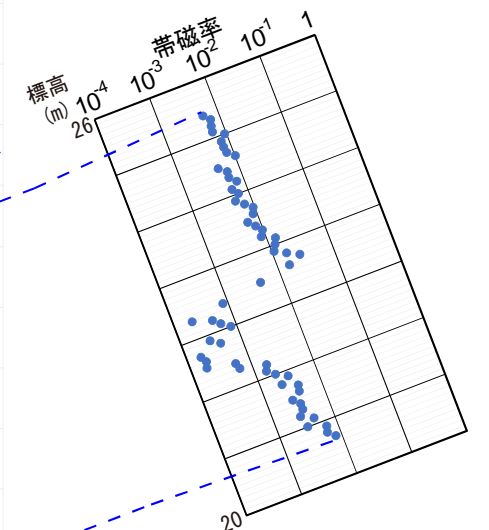
● : 硬度測定位置

# 砂子又層上部層と砂子又層下部層の比較 (Tkh露頭)

## 帯磁率計による測定結果



- ・帯磁率測定の結果、層相に対応して、細粒分を多く含む地層は相対的に帯磁率が低い傾向を示す。
- ・砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)では、粘土~シルトや非海成層の方が相対的に帯磁率が低い傾向がみられる。
- ・砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)では、凝灰岩の方が相対的に帯磁率が低い傾向がみられる。

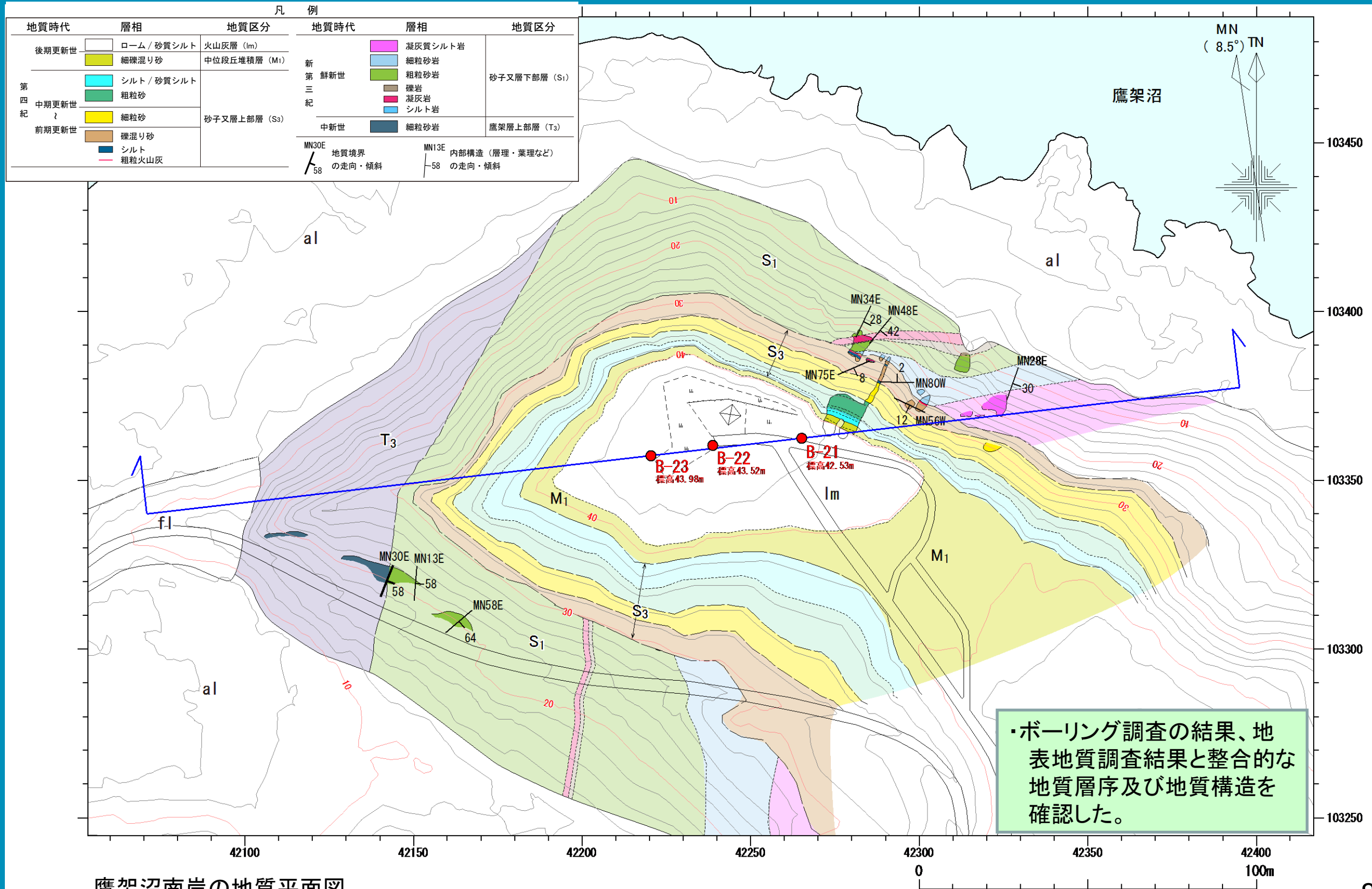


↑ ↓ : 帯磁率測定位置



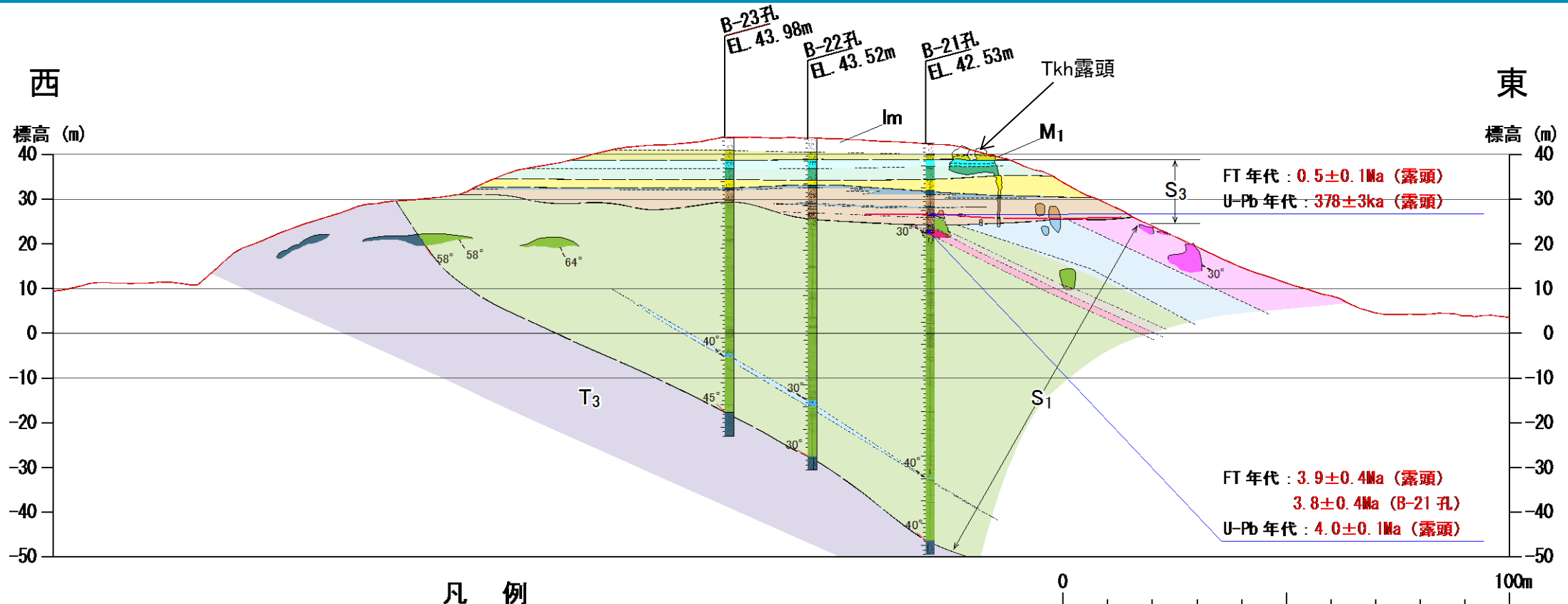
# ボーリング調査・地質構造検討

審査会合(2019.9.18)  
資料1-1 p263 再掲



# ボーリング調査・地質構造検討

審査会合(2019.9.18)  
資料1-1 p264 再掲



凡例

| 地質時代  | 層相          | 特徴                                     | 地質区分                      |
|-------|-------------|----------------------------------------|---------------------------|
| 後期更新世 | ローム / 砂質シルト | 風成層。十和田レッドなどの指標テフラを挟む。                 | 火山灰層 (Im)                 |
|       | 細礫混り砂       | 扁平細円礫を含むやや淘汰の悪い粗粒砂。基底礫層を伴う。海成砂層。       | 中位段丘堆積層 (M <sub>1</sub> ) |
| 第四紀   | シルト / 砂質シルト | 砂層と互層する。巣穴状の生痕化石が多数みられる。               | 砂子又層上部層 (S <sub>3</sub> ) |
|       | 粗粒砂         | やや淘汰の悪い粗粒砂。基底礫層を伴う。海成砂層。               |                           |
|       | 細粒砂         | やや淘汰の悪い砂層。段丘堆積層と比べて、風化により褐色味を帯びる。海成砂層。 |                           |
|       | 礫混り砂        | 白色シルト岩礫を多く含む。シルト～腐植質シルト層を挟在する。非海成層     |                           |
| 新第三紀  | シルト         | シルト～腐植質シルト層。                           | 砂子又層下部層 (S <sub>1</sub> ) |
|       | 粗粒火山灰       | 結晶質粗粒火山灰。角閃石や黒雲母が目立つ。                  |                           |
|       | 凝灰質シルト岩     | 塊状な凝灰質シルト岩。軽石が散在する。                    |                           |
|       | 細粒砂岩        | 成層砂岩の上方細粒化。境界は漸移的。下半部は葉理。              |                           |
|       | 粗粒砂岩        | 軽石を含む中粒～粗粒砂岩。平行葉理が認められる。               |                           |
| 中新世   | 礫岩          | 下位の凝灰岩礫を含み、基質支持相を示す。                   | 鷹架層上部層 (T <sub>3</sub> )  |
|       | 凝灰岩         | 細粒～中粒凝灰岩。葉理が認められる。                     |                           |
|       | シルト岩        | 軽石を含む中粒～粗粒砂岩。葉理が認められる。                 |                           |

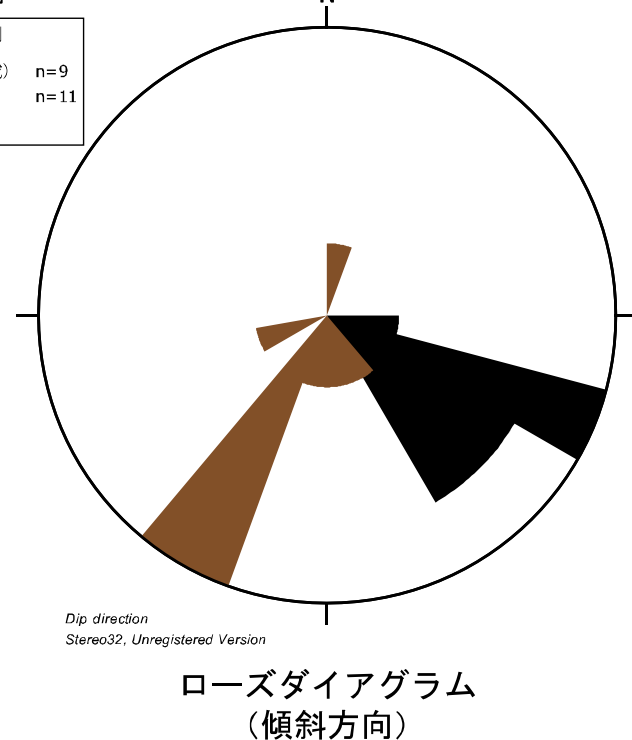
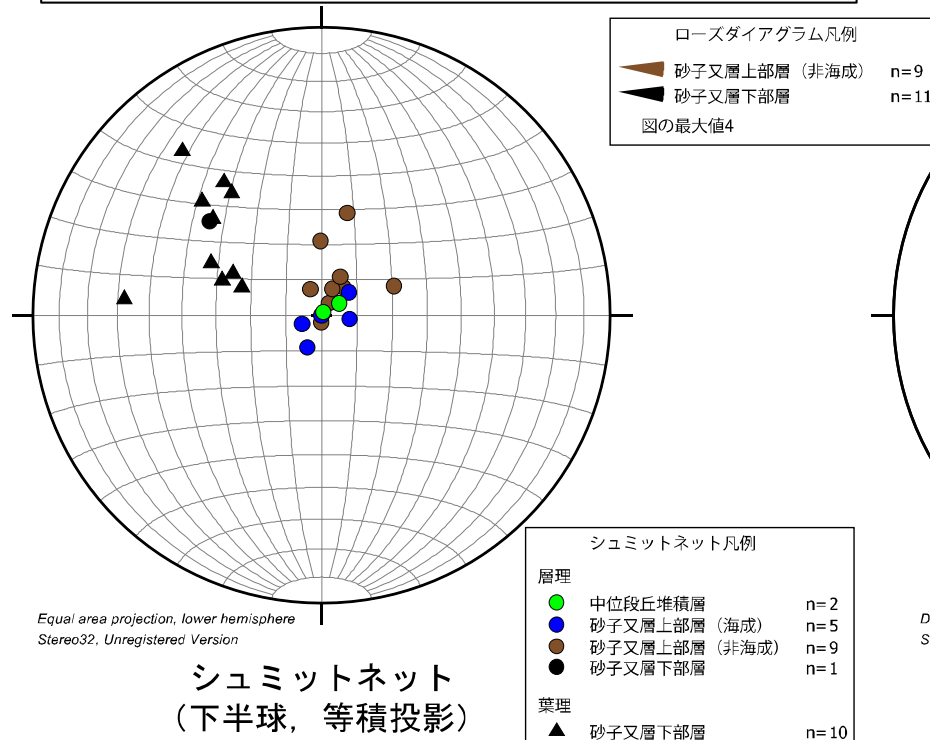
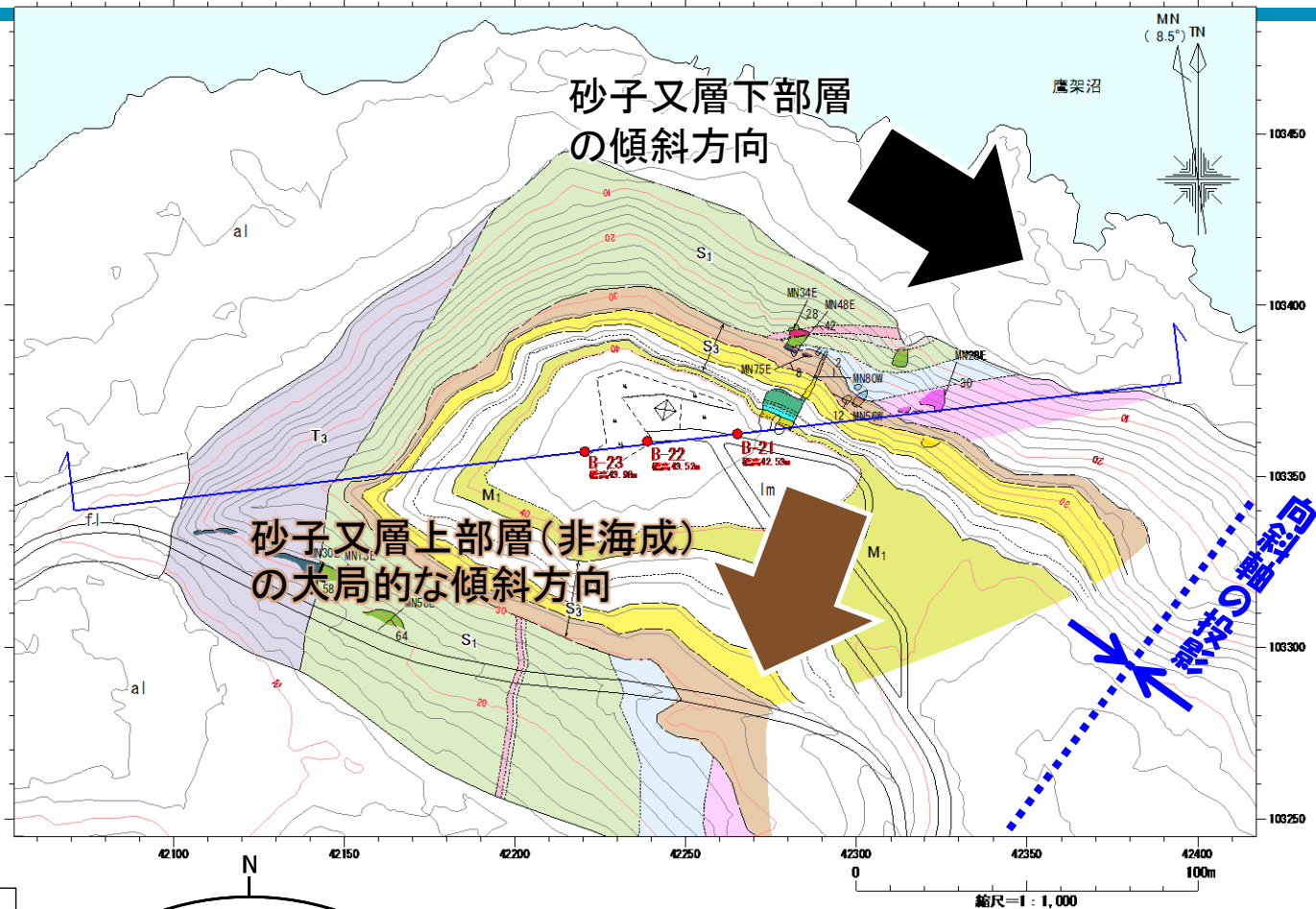
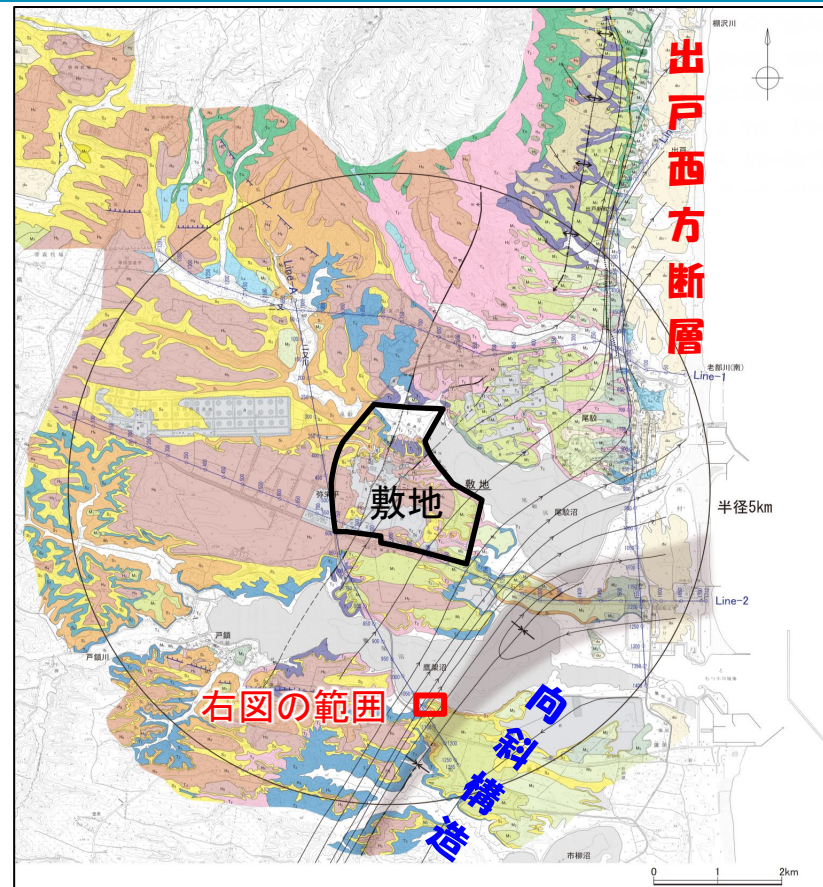
・鷹架層上部層(T<sub>3</sub>)及び砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)は、全体に30°～60°程度東へ傾斜し、非対称な向斜構造の西翼部を形成している。

・一方、砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)は、傾斜する鷹架層上部層及び砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)を不整合に覆って、ほぼ水平に分布し、砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)中に認められる葉理にもほとんど傾斜は見られない。また、砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)を覆う中位段丘堆積層(M<sub>1</sub>面堆積物)もほぼ水平に分布している。

25° 地質境界の傾斜      25° 内部構造(層理・葉理など)の傾斜

注)地質断面図中のTkh露頭は、スケッチ図の左右を反転して投影している。

# 砂子又層の地質構造

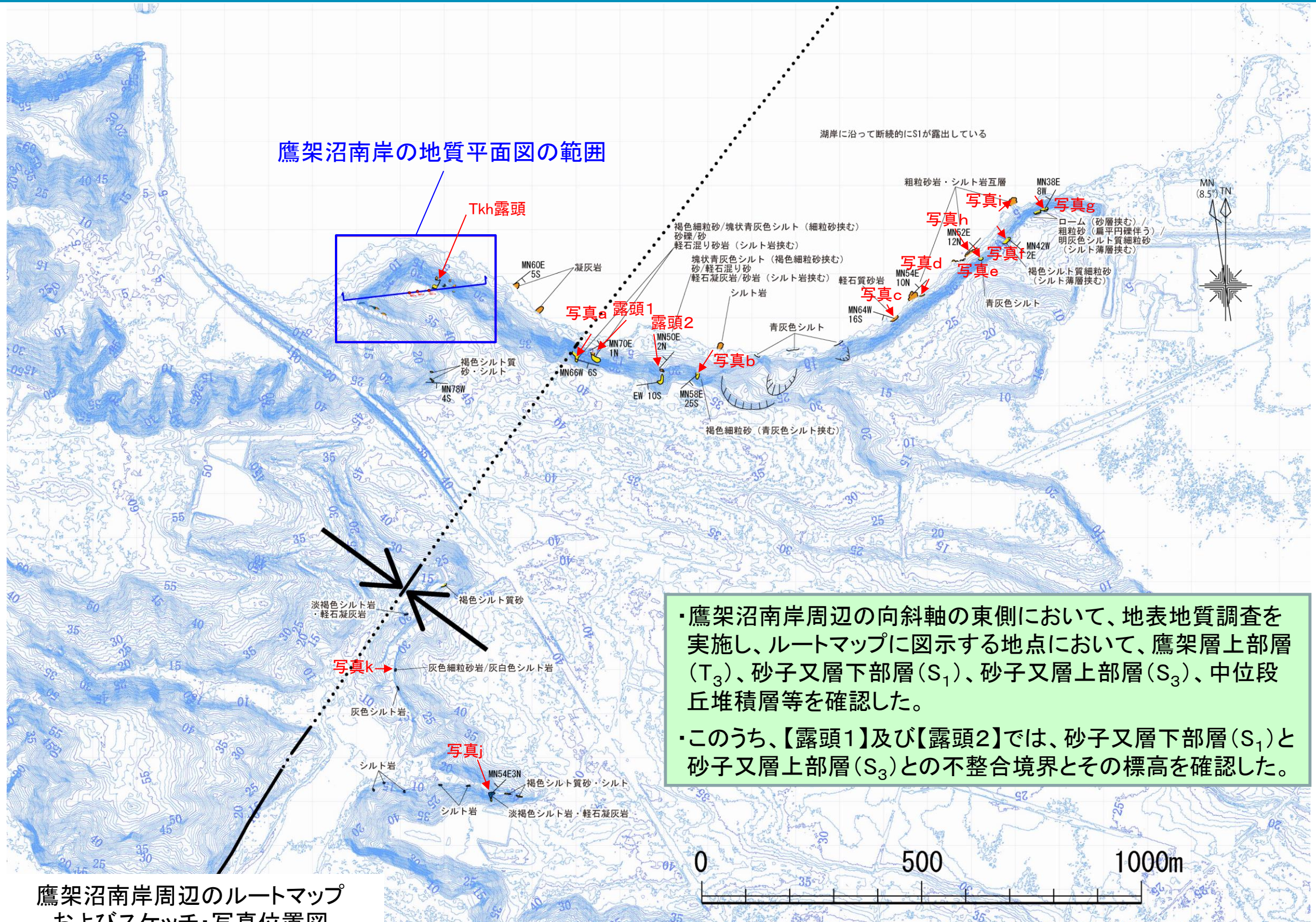


- ・調査地点の砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)の層理と葉理の傾斜方向は南東方向を示す。この傾斜方向は向斜軸に対し直行方向であり、向斜に伴う構造であることを示す。
- ・砂子又層上部層(S<sub>3</sub>) (非海成)の層理面の傾斜方向は低角度でばらつきがあるものの、大局的には南南西傾斜を示す。この傾斜方向は向斜構造とは非調和であり、向斜に伴う構造ではないと判断される。

- ・走向・傾斜は露頭(ルートマップ、スケッチの下線箇所)にて計測した。
- ・シュミットネットは、層理と葉理の面の極を図示している。
- ・ローズダイアグラムは、層理と葉理の傾斜方向を図示している。

余 白

# 向斜軸東側の地表地質調査(ルートマップ)



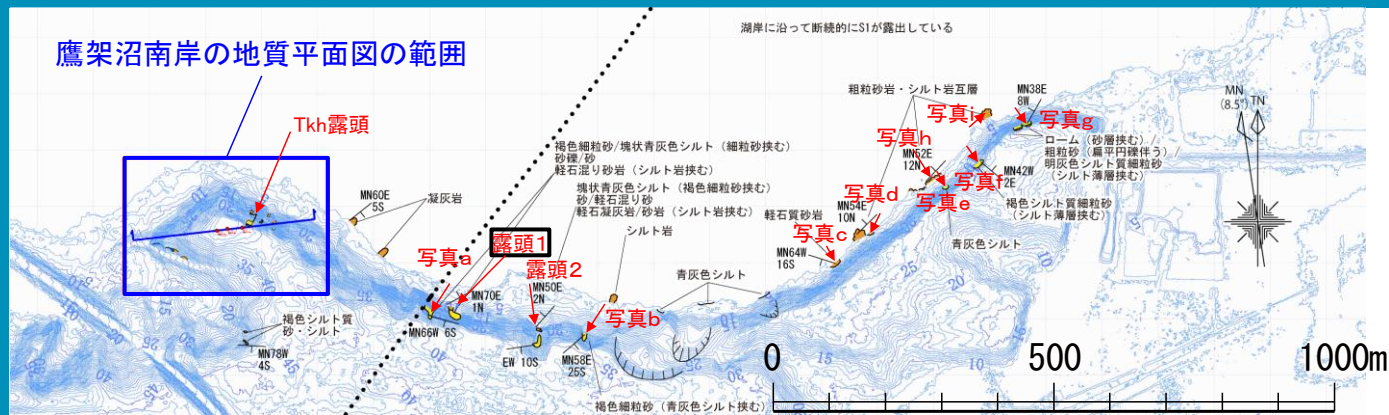
・鷹架沼南岸周辺の向斜軸の東側において、地表地質調査を実施し、ルートマップに図示する地点において、鷹架層上部層(T<sub>3</sub>)、砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)、砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)、中位段丘堆積層等を確認した。

・このうち、【露頭1】及び【露頭2】では、砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)と砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)との不整合境界とその標高を確認した。

鷹架沼南岸周辺のルートマップ  
およびスケッチ・写真位置図

# 向斜軸東側の地表地質調査(露頭1)

審査会合(2019.9.18)  
資料1-1 p268 再掲

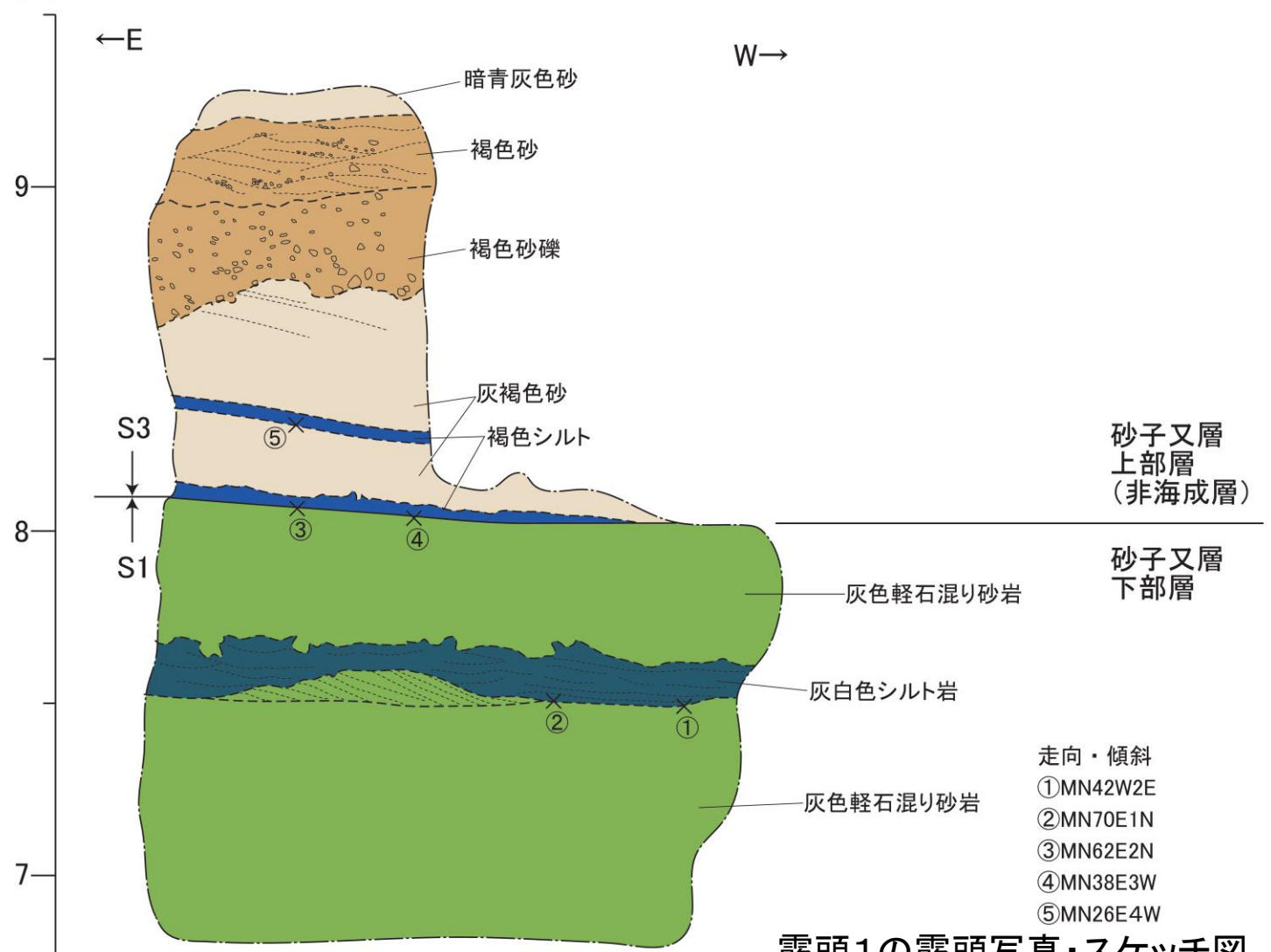


- ・露頭1において、標高約8mに砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)と砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)の不整合面を確認した。不整合面の境界は2°~3°北西へ傾斜している。
- ・砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)は、軽石混り砂岩からなり、シルト岩を挟む。
- ・砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)は、砂、砂礫等からなる。

標高(m) ←E



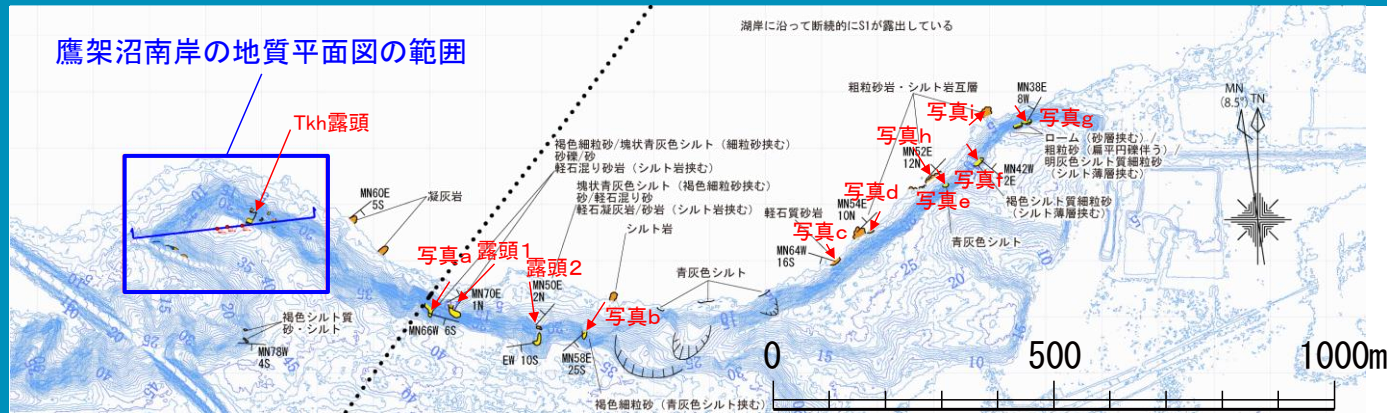
W→ 標高(m)



走向・傾斜  
①MN42W2E  
②MN70E1N  
③MN62E2N  
④MN38E3W  
⑤MN26E4W

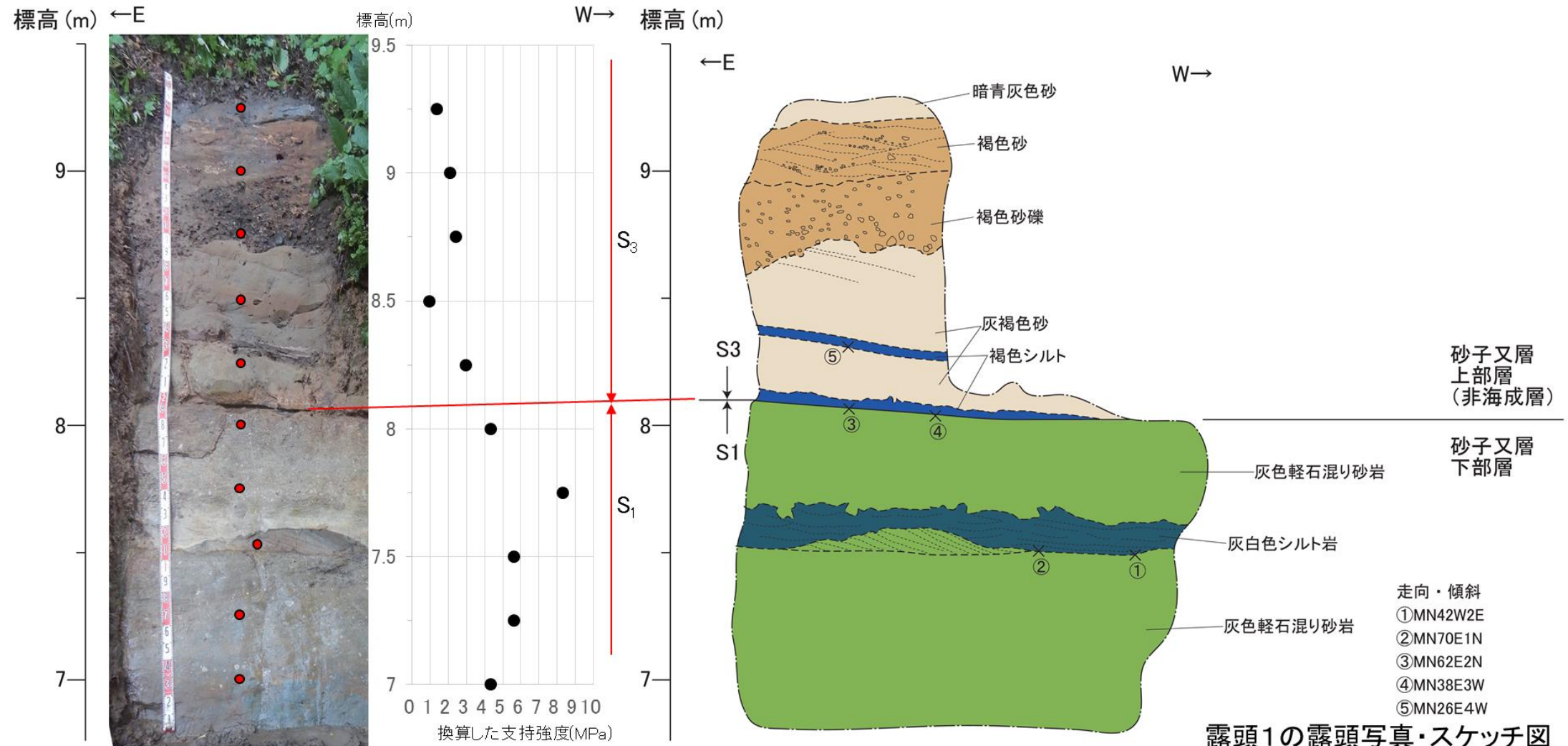
露頭1の露頭写真・スケッチ図

# 砂子又層上部層と砂子又層下部層の比較(露頭1) 山中式土壌硬度計による硬度測定結果



・硬度測定の結果、相対的に砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)より砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)の支持強度※がやや大きい傾向がみられる。

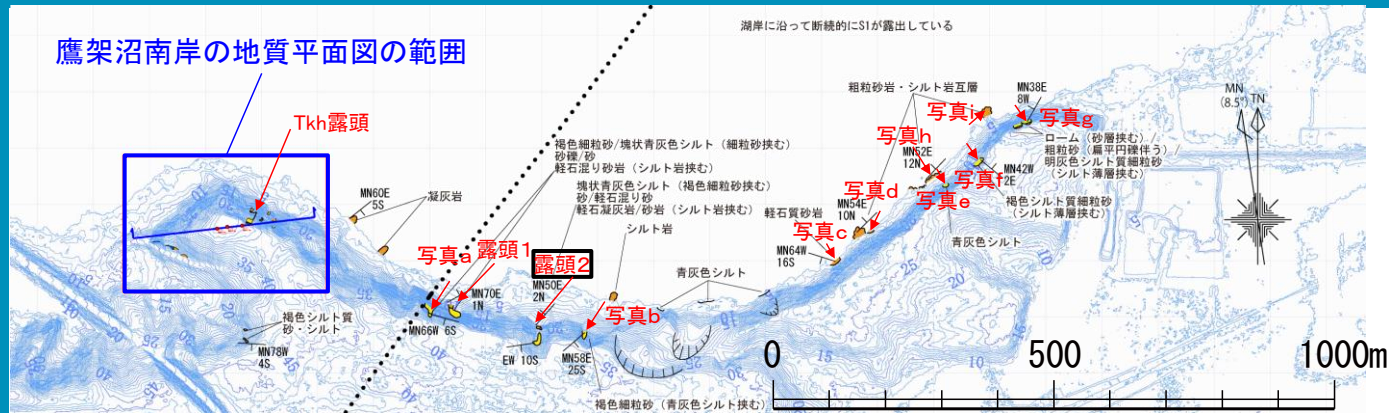
※支持強度は、山中式土壌硬度計の硬度指数から換算したものである。



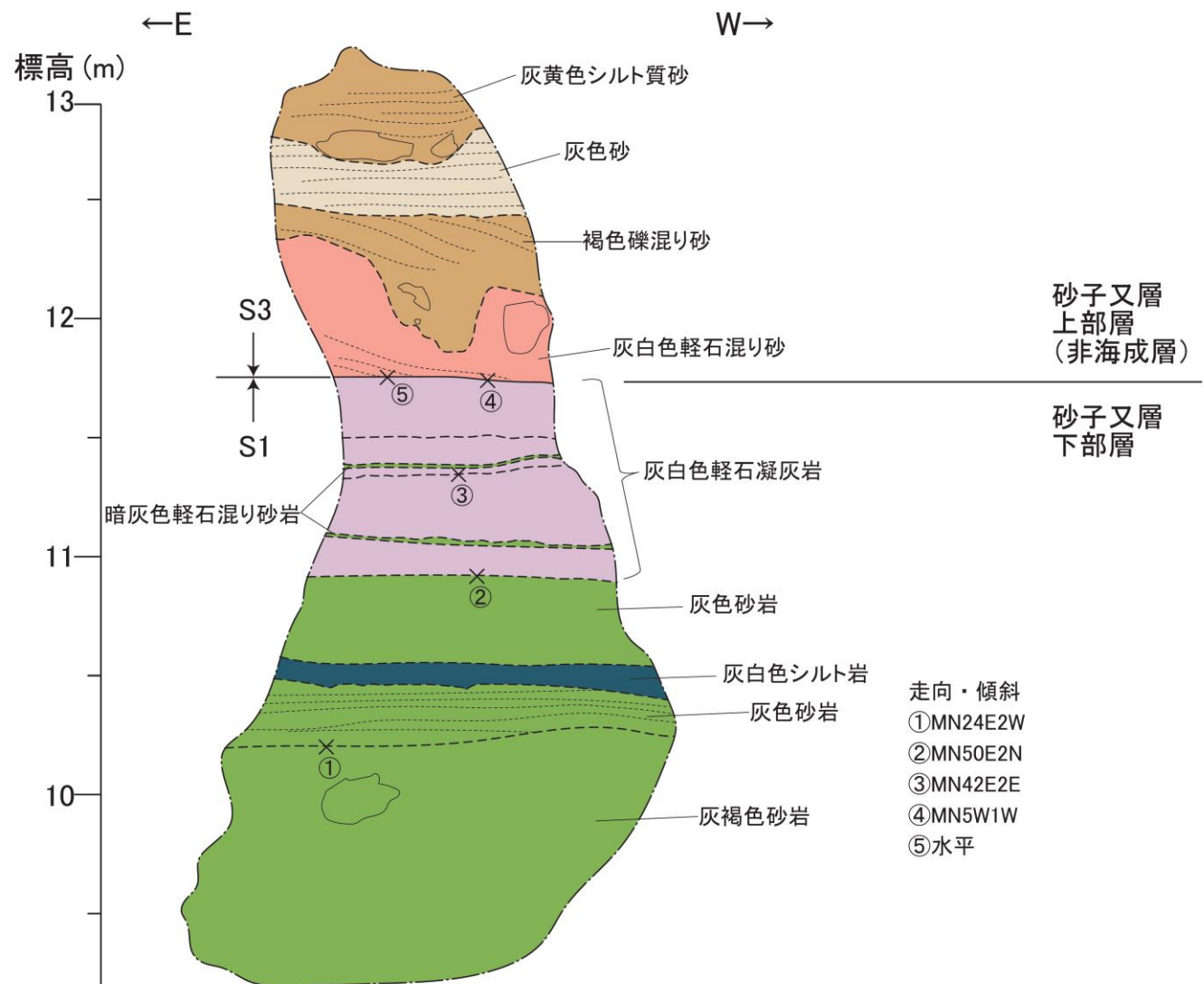
● : 硬度測定位置

露頭1の露頭写真・スケッチ図

# 向斜軸東側の地表地質調査(露頭2)



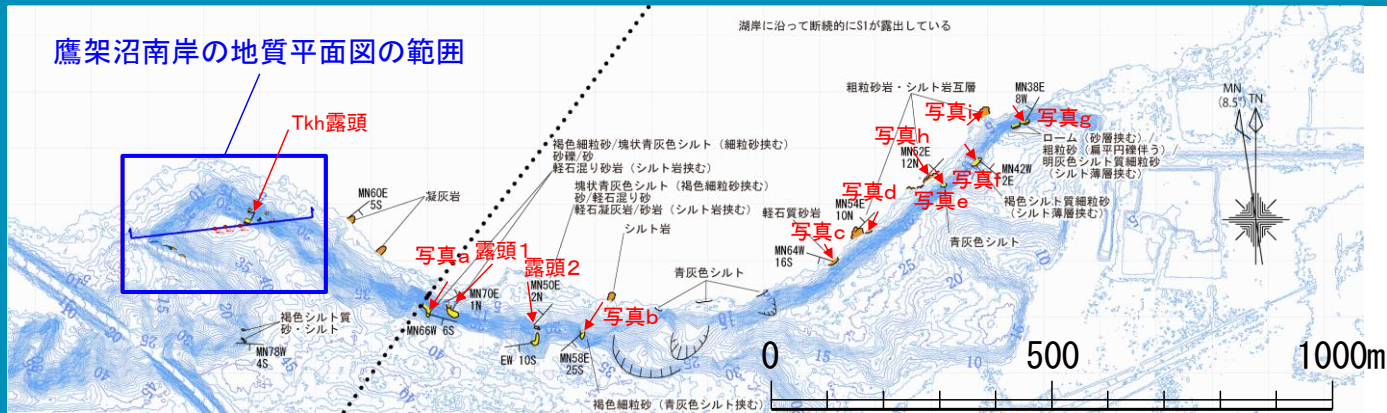
- ・露頭2において、標高約12mに砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)と砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)の不整合面を確認した。不整合面の境界は、ほぼ水平である。
- ・砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)は、砂岩と軽石凝灰岩からなり、シルト岩を挟む。
- ・砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)は、軽石混り砂、礫混り砂等からなる。



露頭2の露頭写真・スケッチ図

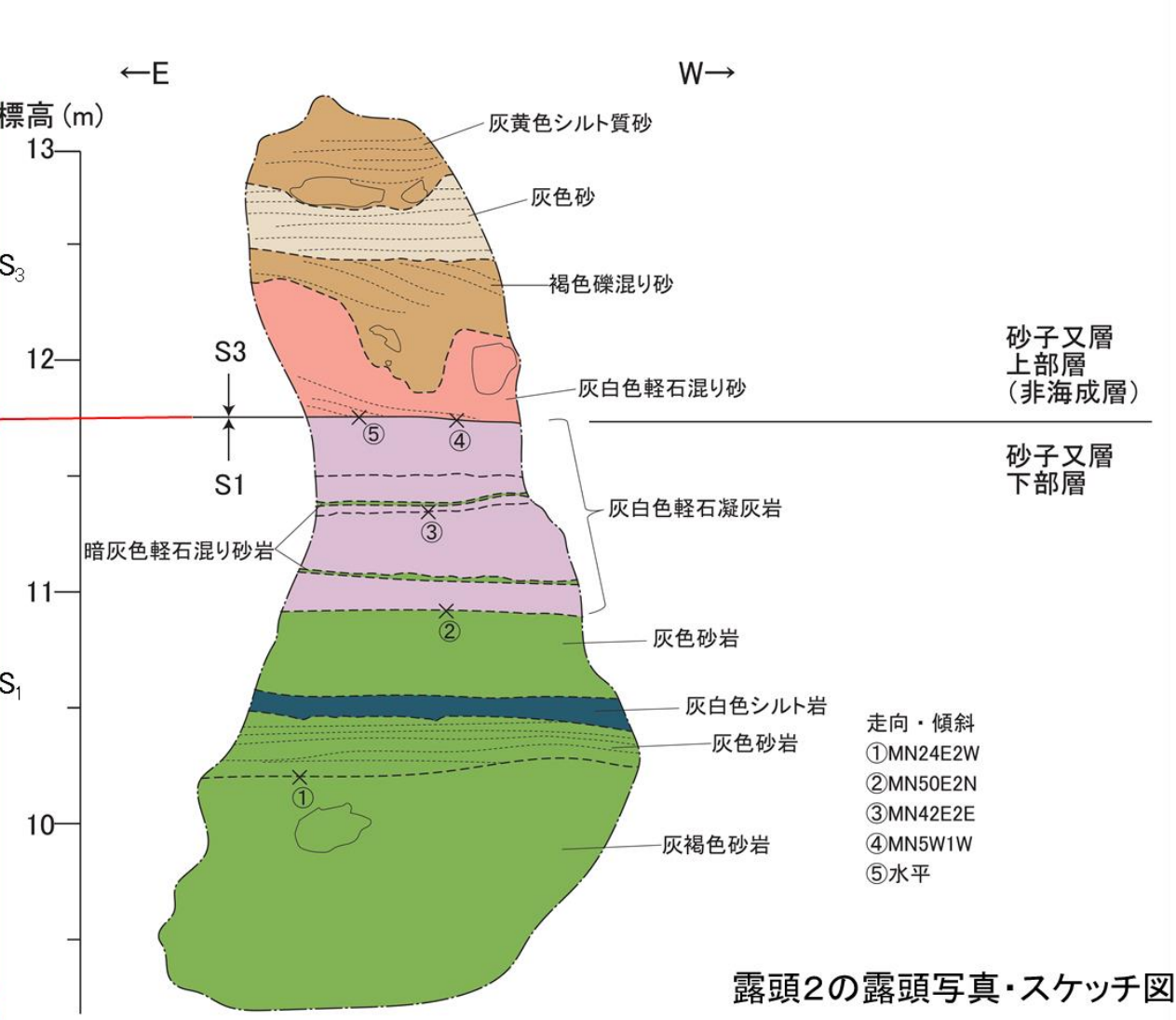
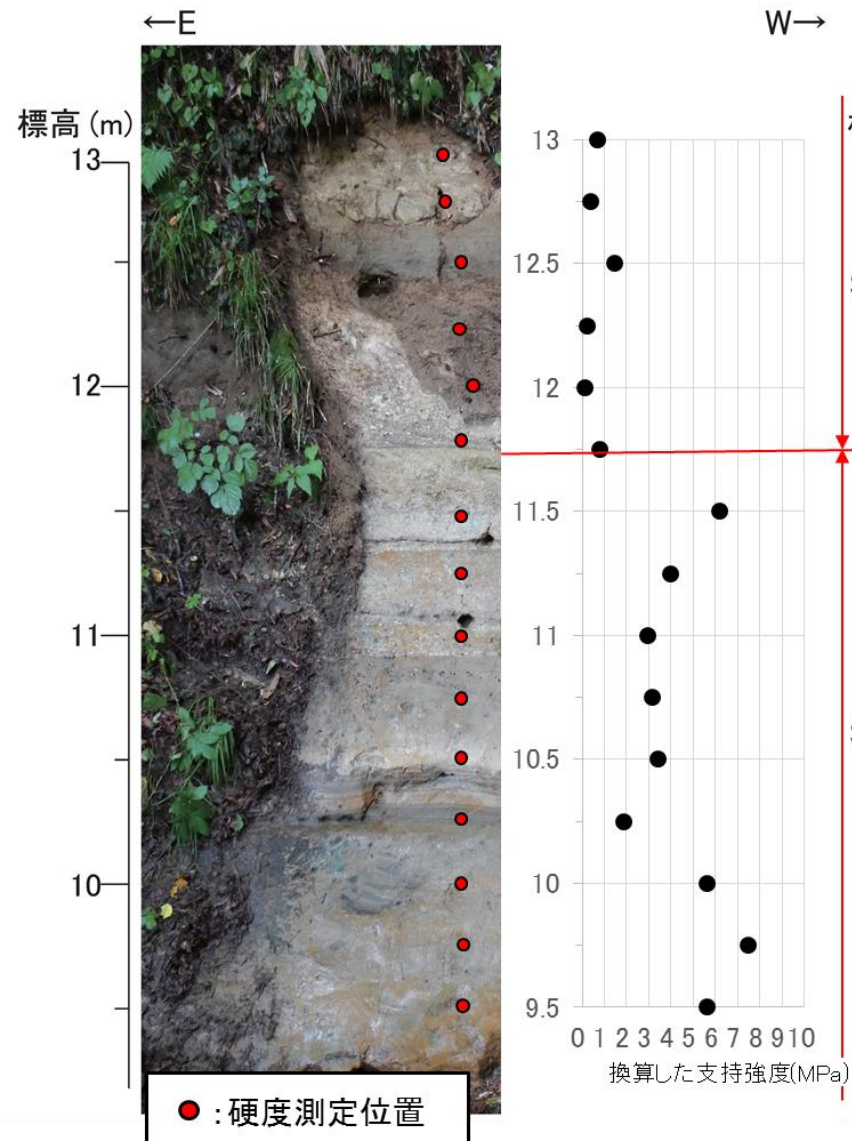


# 砂子又層上部層と砂子又層下部層の比較(露頭2) 山中式土壤硬度計による硬度測定結果



・硬度測定の結果、相対的に砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)より砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)が支持強度※が大きい傾向がみられる。

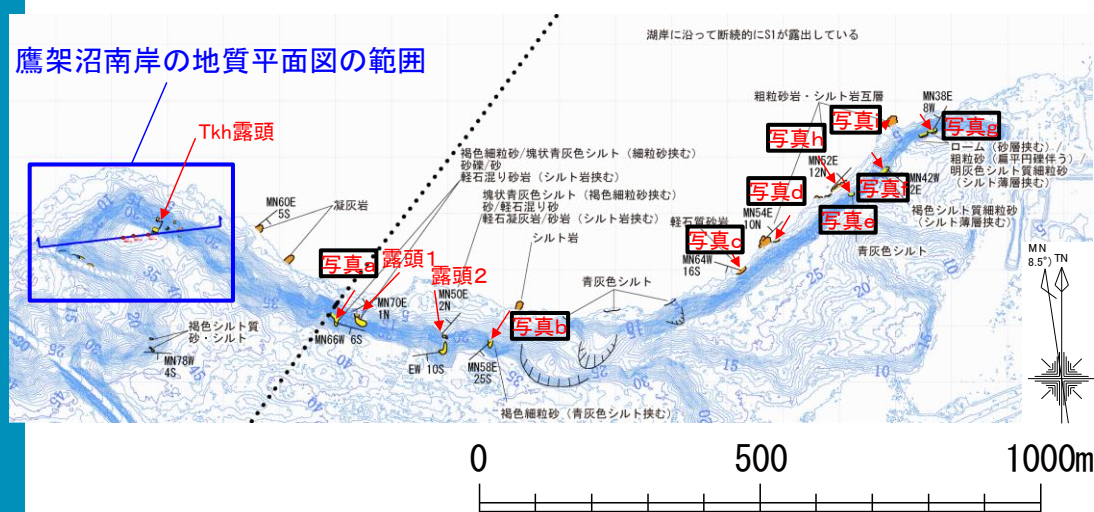
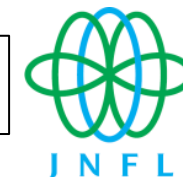
※支持強度は、山中式土壤硬度計の硬度指数から換算したものである。



露頭2の露頭写真・スケッチ図

# 向斜軸東側の地表地質調査(写真a~d)

審査会合(2019.9.18)  
資料1-1 p270 再掲



←南東

北西→

←南東

北西→



写真a 標高30~35m付近にみられる砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)  
・褐色細粒砂とシルトからなる。  
・層相境界は6° 南に傾斜している。



写真b 標高15~20m付近にみられる砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)  
・褐色細粒砂からなり、シルト薄層を挟む。  
・葉理は25° 南東に傾斜している。

- ・写真aと写真bに示す地点において、それぞれ標高30~35m付近と標高15~20m付近に砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)が分布する。
- ・砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)は褐色細粒砂、シルトからなる。
- ・写真cと写真dに示す地点において、湖岸沿いに砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)が分布する。
- ・砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)は、軽石質砂岩、粗粒砂岩からなり、シルト岩薄層を挟む。

←北東

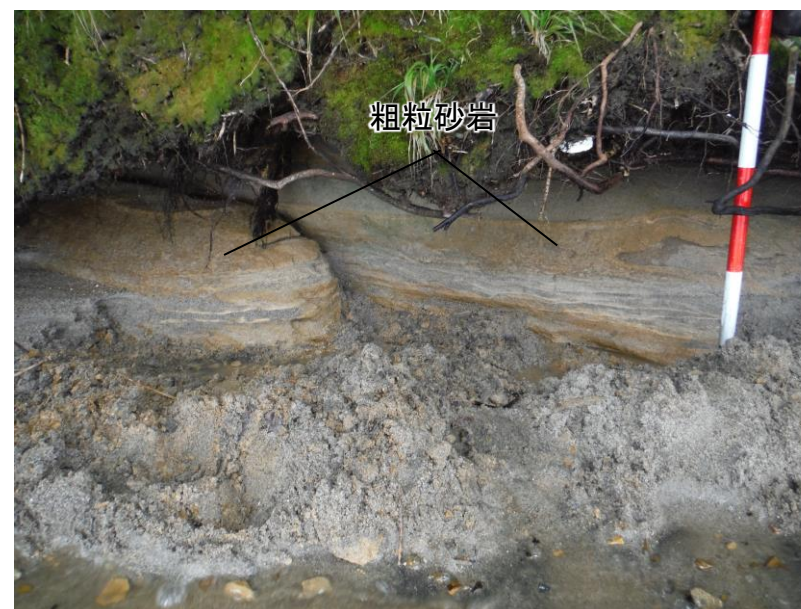
南西→

←北東

南西→



写真c 湖岸沿いにみられる砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)  
・軽石質砂岩からなる。  
・葉理は16° 南西に傾斜している。



写真d 湖岸沿いにみられる砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)  
・粗粒砂岩からなり、シルト岩薄層を挟む。  
・葉理は10° 北西に傾斜している。

# 向斜軸東側の地表地質調査(写真e~i)

審査会合(2019.9.18)  
資料1-1 p271 再掲



←北東

南西→



青灰色シルト

写真e 標高5~10m付近にみられる砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)  
・塊状な青灰色シルトからなる。

←北東

南西→

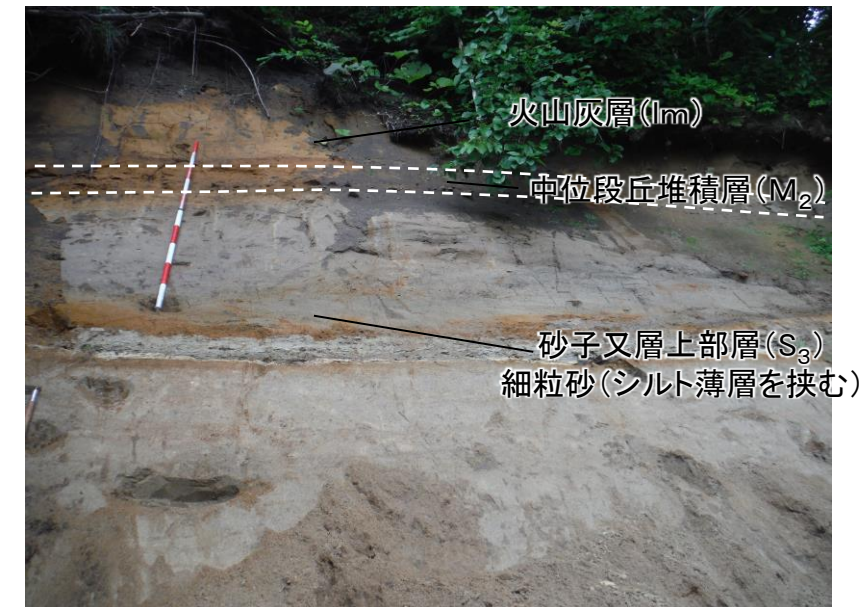


褐色シルト質細粒砂  
(シルト薄層挟む)

写真f 標高15~20m付近にみられる砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)  
・褐色シルト質細粒砂からなる。シルト薄層を挟む。  
・葉理の傾斜方向はばらつくもののほぼ水平である。

←東

南→



火山灰層(1m)

中位段丘堆積層(M<sub>2</sub>)

砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)  
細粒砂(シルト薄層を挟む)

写真g 標高20m付近にみられる砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)と中位段丘堆積層(M<sub>2</sub>)の不整合面  
・中位段丘堆積層(M<sub>2</sub>)は扁平礫を伴う砂からなる。  
・砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)は細粒砂からなり、シルト薄層を挟む。

←北東

南西→



粗粒砂岩

シルト岩

写真h 湖岸沿いにみられる砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)  
・粗粒砂岩とシルト岩の互層からなる。  
・葉理は12°北西に傾斜している。

←北西

南東→

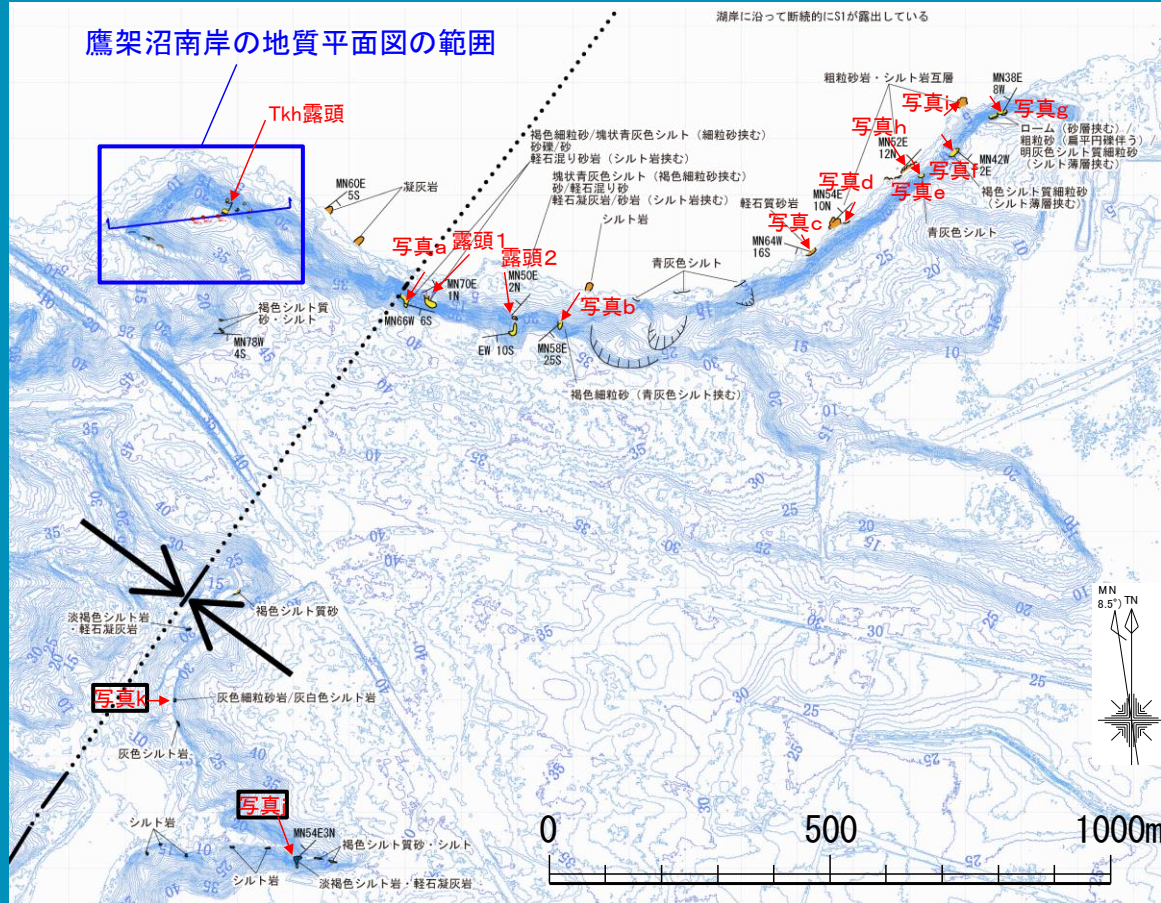


シルト岩

写真i 湖面下にみられる砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)  
・粗粒砂岩とシルト岩の互層からなる。  
(シルト岩の下位に粗粒砂岩がみられる。)

- ・写真eと写真f及び写真gに示す地点において、それぞれ標高5~10m付近と標高15~20m付近に砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)が分布する。
- ・砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)は細粒砂~シルトからなる。
- ・写真gと写真hに示す地点において、湖岸沿い、湖面下に砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)が分布する。
- ・砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)は、粗粒砂岩、シルト岩からなる。

# 向斜軸東側の地表地質調査(写真j~k)



- ・写真jに示す地点において、標高25m付近に鷹架層上部層(T<sub>3</sub>)と砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)の不整合面を確認した。
- ・鷹架層上部層(T<sub>3</sub>)は、シルト岩からなり、凝灰岩、凝灰質砂岩を挟む。
- ・砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)は、礫混り砂からなり、砂礫を挟む。

←東 西→



←北



南→

- ・写真kに示す地点において、標高25m付近に鷹架層上部層(T<sub>3</sub>)と砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)の不整合面を確認した。
- ・鷹架層上部層(T<sub>3</sub>)はシルト岩からなる。
- ・砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)は中粒砂岩からなる。

写真k 標高約25mにみられる鷹架層上部層(T<sub>3</sub>)と砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)の不整合面

- ・鷹架層上部層(T<sub>3</sub>)はシルト岩からなる。
- ・砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)は中粒砂岩からなる。

写真j 標高25m付近にみられる鷹架層上部層(T<sub>3</sub>)と砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)の不整合面

- ・鷹架層上部層(T<sub>3</sub>)はシルト岩からなり、凝灰岩、凝灰質砂岩を挟む。
- ・砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)は礫混り砂からなり、砂礫を挟む。

# 向斜軸東側の地表地質調査(地質図)

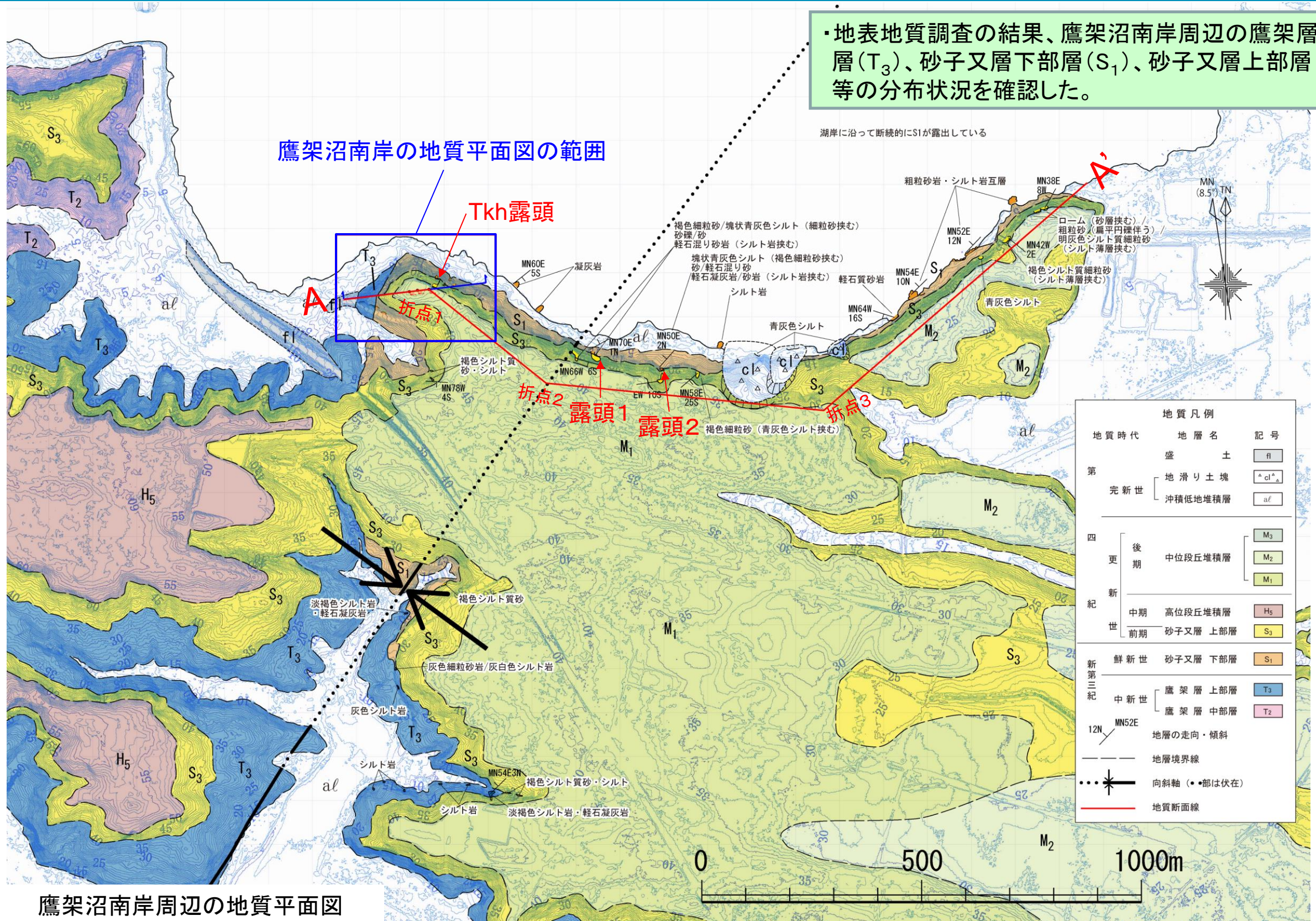
審査会合(2019.9.18)  
資料1-1 p273 再掲



・地表地質調査の結果、鷹架沼南岸周辺の鷹架層上部層(T<sub>3</sub>)、砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)、砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)等の分布状況を確認した。

湖岸に沿って断続的にS<sub>1</sub>が露出している

鷹架沼南岸の地質平面図の範囲

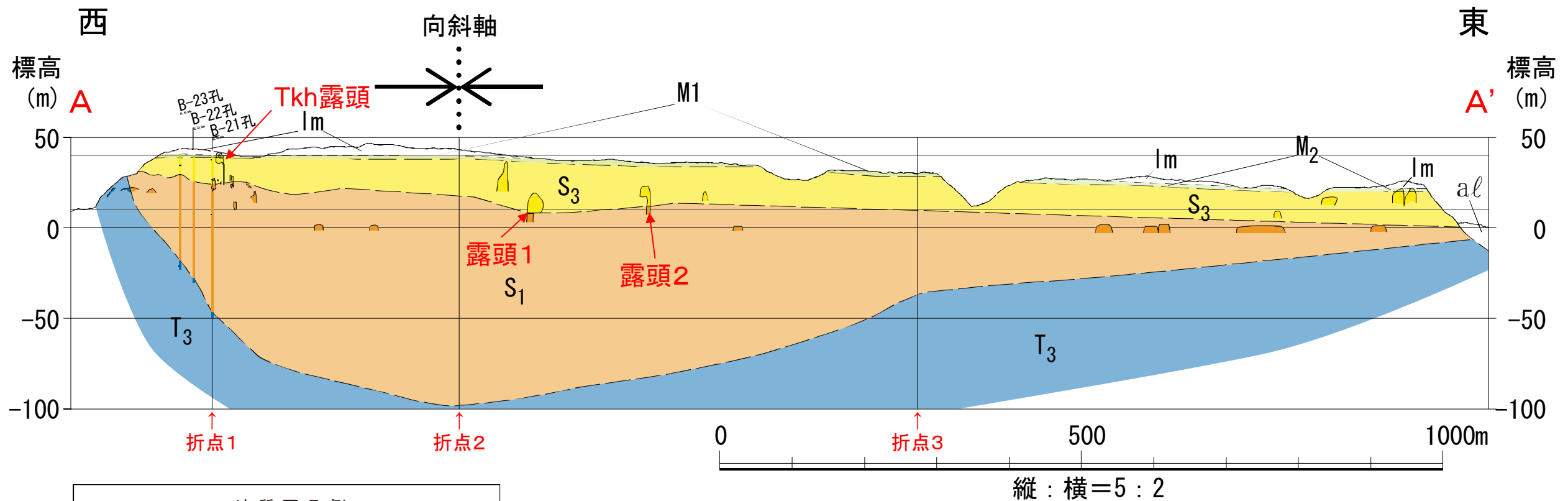


| 地質凡例                  |                 |                |
|-----------------------|-----------------|----------------|
| 地質時代                  | 地層名             | 記号             |
| 第<br>完<br>新<br>世      | 盛土              | fi             |
|                       | 地滑り土塊           | △cl△           |
|                       | 沖積低地堆積層         | al             |
| 四<br>更<br>紀<br>新<br>世 | 後期<br>中段丘堆積層    | M <sub>3</sub> |
|                       |                 | M <sub>2</sub> |
|                       |                 | M <sub>1</sub> |
|                       | 中期<br>高位段丘堆積層   | H <sub>5</sub> |
| 前期<br>砂子又層 上部層        | S <sub>3</sub>  |                |
| 新<br>第<br>三<br>紀      | 鮮新世<br>砂子又層 下部層 | S <sub>1</sub> |
|                       | 中新世<br>鷹架層 上部層  | T <sub>3</sub> |
| 鷹架層 中部層               |                 | T <sub>2</sub> |
| 12N / MN52E           |                 | 地層の走向・傾斜       |
| ---                   |                 | 地層境界線          |
| ●●●                   |                 | 向斜軸 (●部は伏在)    |
| ---                   |                 | 地質断面線          |

鷹架沼南岸周辺の地質平面図

# 向斜軸東側の地表地質調査(地質断面図)

審査会合(2019.9.18)  
資料1-1 p274 再掲



| 地質図凡例 |          |          |    |    |
|-------|----------|----------|----|----|
| 地質時代  | 地層名      | 記号       | 露頭 |    |
| 完新世   | 沖積低地堆積層  | al       |    |    |
| 第四紀   | 後期       | 火山灰層     | Im |    |
|       | 中期       | 中位段丘堆積層  | M2 | 露頭 |
|       |          |          | M1 | 露頭 |
| 前期    | 砂子又層 上部層 | S3       | 露頭 |    |
| 新第三紀  | 鮮新世      | 砂子又層 下部層 | S1 | 露頭 |
|       | 中新世      | 鷹架層 上部層  | T3 | 露頭 |

- ・砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)は、向斜軸東側では葉理の傾斜は概ね10°前後で西に傾斜し、非対称な向斜構造の東翼部を形成している。
- ・砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)中の葉理の傾斜方向はバラついており定向性はみられない。
- ・砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)は、約15~20mのほぼ一定の層厚で、約1.6%東に緩く傾斜しており、向斜構造を形成する下位層とは非調和な分布を示している。

## 鷹架沼南岸周辺の地質断面図

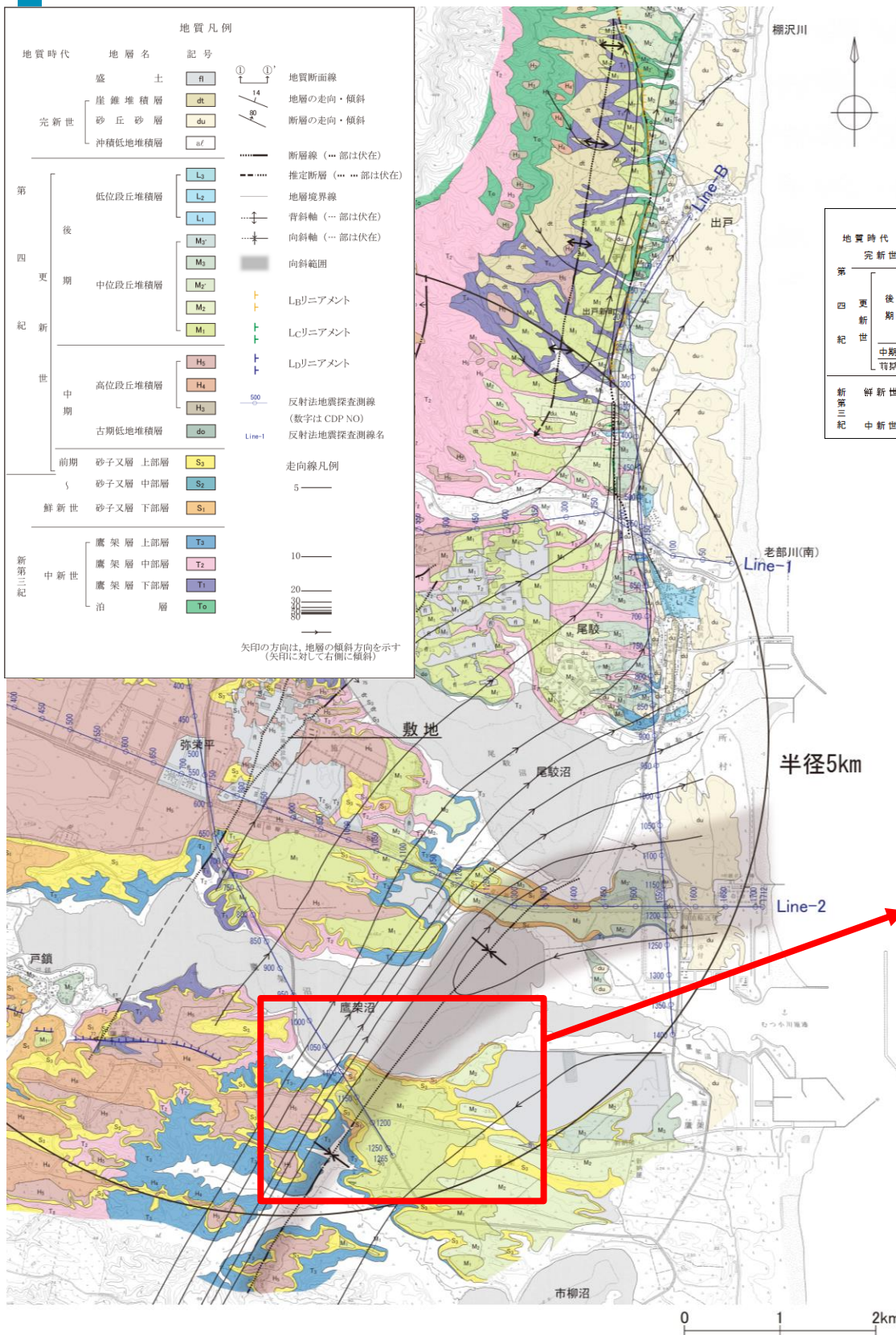
注)地質断面図中のTkh露頭、露頭1、露頭2は、スケッチ図の左右を反転して投影している。

# 地質図の更新履歴と変更点(1/2)

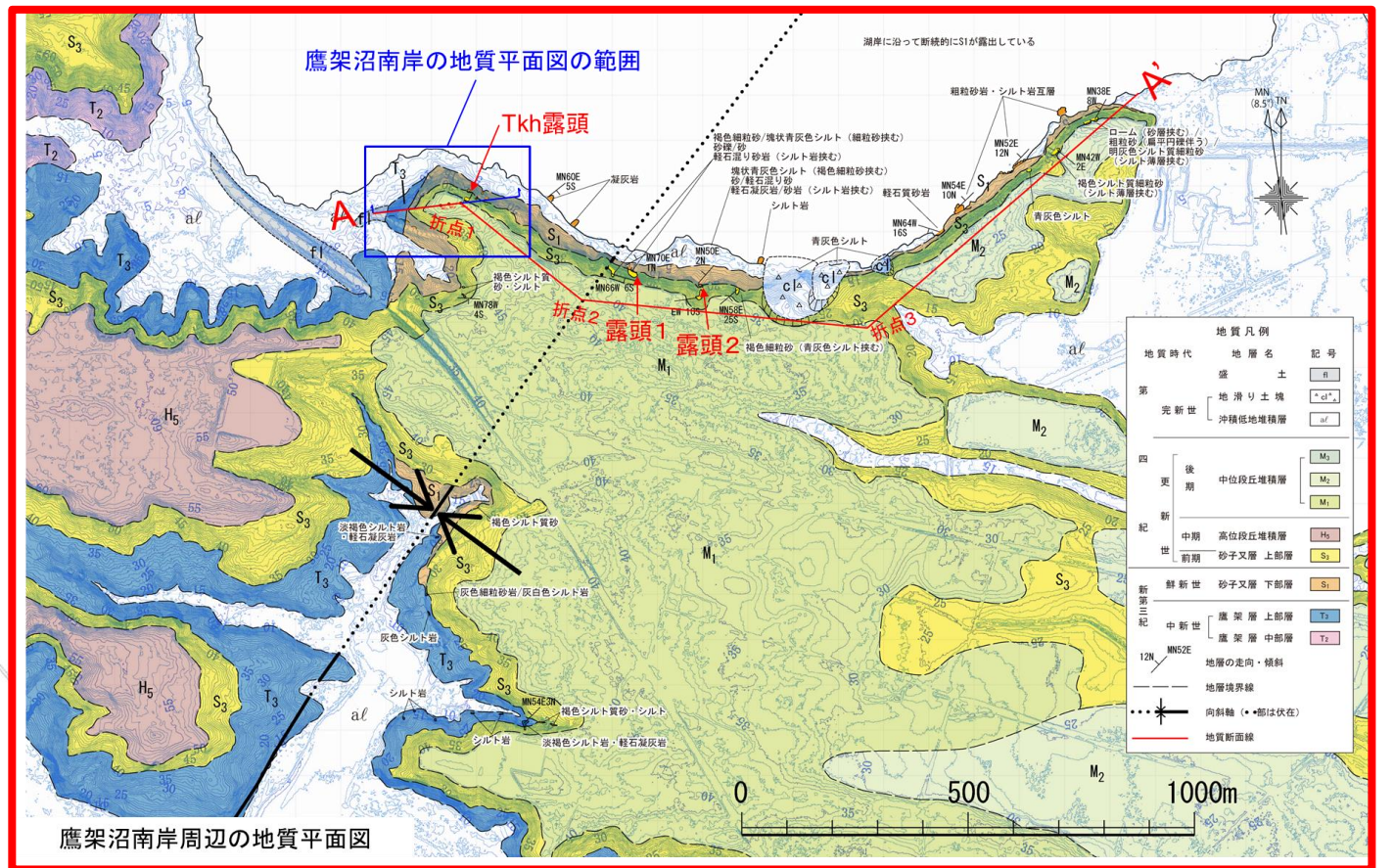
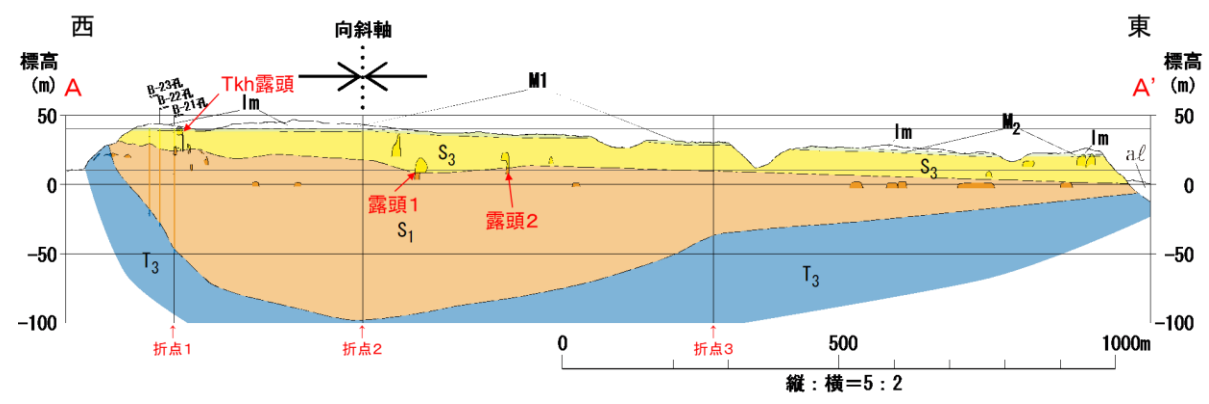
審査会合(2019.9.18)  
資料1-1 p275 再掲



・今回実施した鷹架沼南岸の向斜軸東側における地表地質調査の結果を踏まえ、鷹架沼南岸周辺の地質図を更新した。



| 地質時代 | 地層名      | 記号             | 露頭 |
|------|----------|----------------|----|
| 完新世  | 沖積低地堆積層  | al             |    |
| 後    | 火山灰層     | lm             |    |
| 中期   | 中位段丘堆積層  | M <sub>1</sub> |    |
| 前期   | 砂子又層 上部層 | S <sub>3</sub> |    |
| 鮮新世  | 砂子又層 下部層 | S <sub>1</sub> |    |
| 中新世  | 鷹架層 上部層  | T <sub>3</sub> |    |

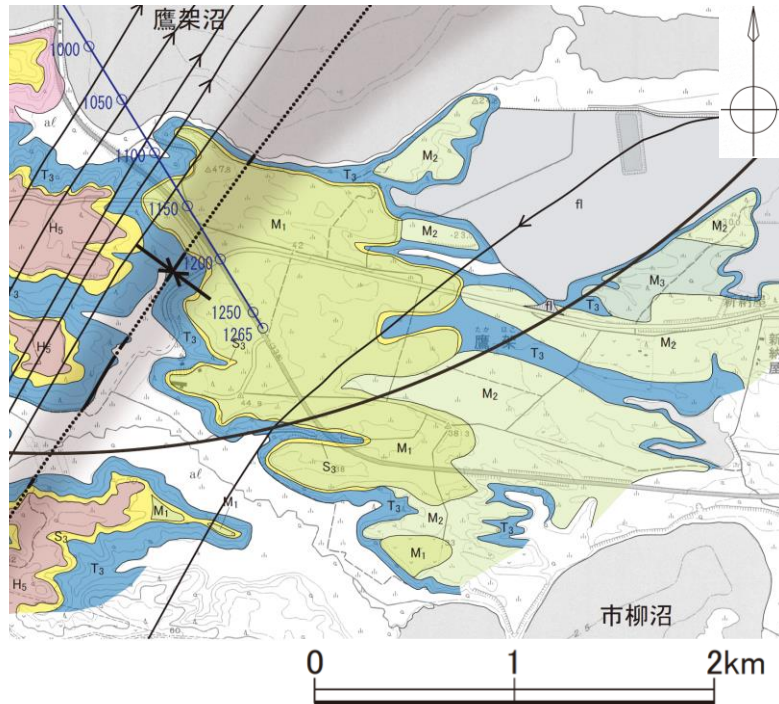


# 地質図の更新履歴と変更点(2/2)

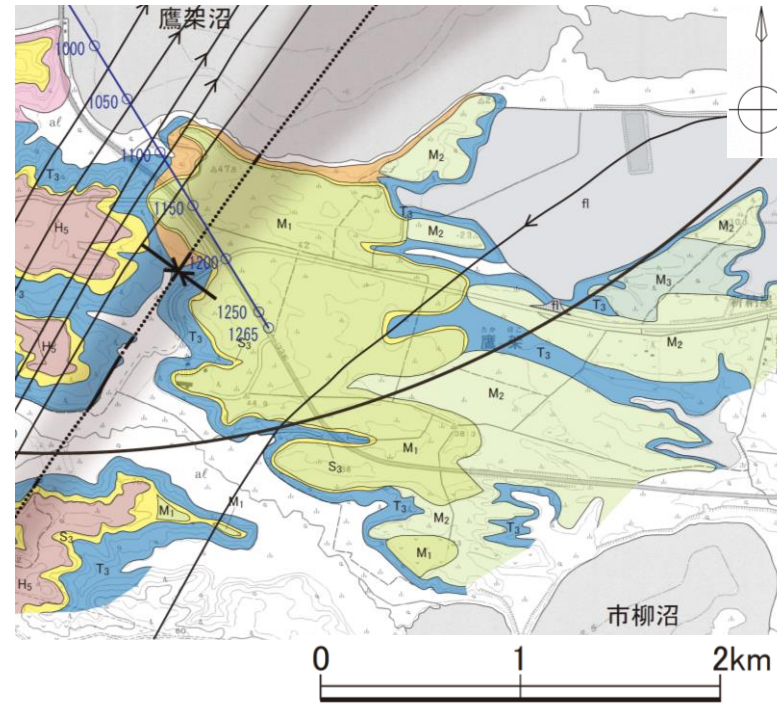
審査会合(2019.9.18)  
資料1-1 p276 再掲



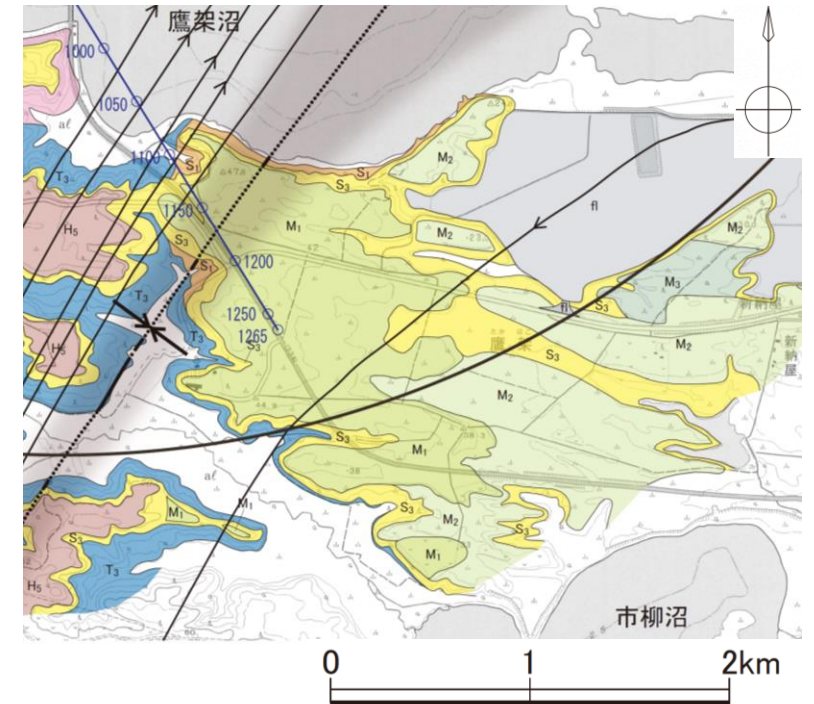
第296回審査会合(2019.8.9)以前



第296回審査会合(2019.8.9)時



今回



| 地質時代 |          | 地層名     |    | 記号 | ①  | ②              | 地質断面線                     |
|------|----------|---------|----|----|----|----------------|---------------------------|
| 完新世  | 盛        | 土       | fi | fi | ①  | ②              | 地質断面線                     |
|      | 崖        | 堆積層     | du | du | 14 | 14             | 地層の走向・傾斜                  |
|      | 砂        | 丘砂層     | du | du | 20 | 20             | 断層の走向・傾斜                  |
|      | 沖積       | 低地堆積層   | af | af |    |                |                           |
| 第四紀  | 後        | 低位段丘堆積層 | L3 | L3 |    |                | 断層線 (…部は伏在)               |
|      |          |         | L2 | L2 |    |                | 推定断層 (…部は伏在)              |
|      |          |         | L1 | L1 |    |                | 地層境界線                     |
|      |          | 中位段丘堆積層 | M3 | M3 |    |                | 背斜軸 (…部は伏在)               |
|      |          |         | M2 | M2 |    |                | 向斜軸 (…部は伏在)               |
|      | 新        | 高位段丘堆積層 | H5 | H5 |    |                | 向斜範囲                      |
|      |          |         | H4 | H4 |    |                | L3リニアメント                  |
|      |          |         | H3 | H3 |    |                | L2リニアメント                  |
|      |          | 古期低地堆積層 | do | do |    |                | L1リニアメント                  |
|      |          |         |    |    |    |                | 500 反射法地震探査測線 (数字はCDP NO) |
| 前期   | 砂子又層 上部層 | S3      | S3 |    |    | 500 反射法地震探査測線名 |                           |
|      |          | S2      | S2 |    |    | 走向線凡例          |                           |
|      | 砂子又層 下部層 | S1      | S1 |    |    | 5              |                           |
| 鮮新世  | 鷹架層 上部層  | T3      | T3 |    |    | 10             |                           |
|      |          | T2      | T2 |    |    | 20             |                           |
|      |          | T1      | T1 |    |    | 30             |                           |
|      | 泊        | T0      | T0 |    |    | 80             |                           |

矢印の方向は、地層の傾斜方向を示す (矢印に対して右側に傾斜)

・Tkh露頭等の調査結果から、砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)の分布が明らかになったことから、鷹架沼南岸に図示。

・Tkh露頭等の調査結果に加え、向斜軸東側の地表地質調査の結果を反映し、砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)の層厚の考え方を鷹架沼南岸では約15~20mとして、再解釈し図示した。

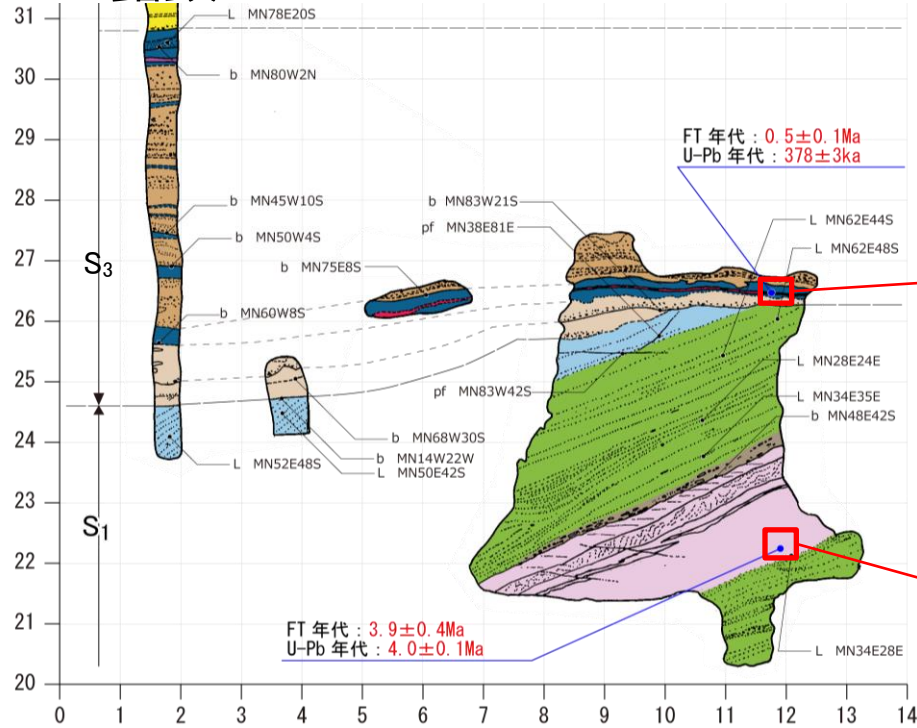
・砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)についても、今回実施した地表地質調査の結果を反映し、その分布を詳細化。

・上記検討をDEMによる詳細な地形図を用いて実施したことから、M<sub>1</sub>面堆積物の輪郭を詳細化。



# 地質年代測定 (FT法、U-Pb法) : 試料

## Tkh露頭

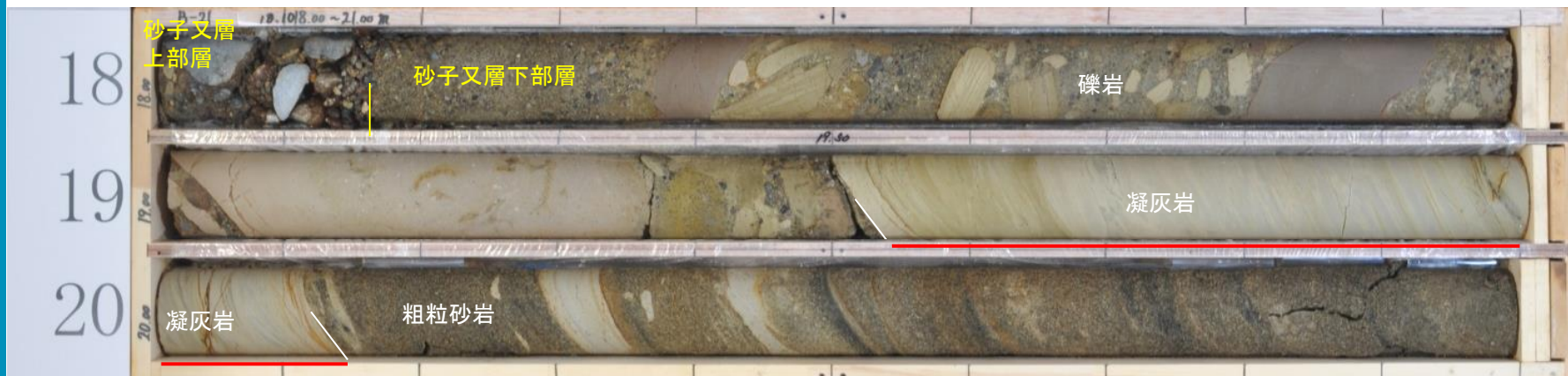


↑ Tkh露頭: 砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)の標高22m付近に認められる凝灰岩【Tkh-T\_01\_f.a試料】



↑ Tkh露頭: 砂子又層上部層(S<sub>3</sub>) (非海成層)の基底付近(標高26.5m付近)に認められる粗粒火山灰【Tkh-S\_01.c.a試料】

## B-21孔



↑ B-21孔: 砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)の深度19.51~20.12m(標高22.41~23.02m)に認められる凝灰岩【B-21\_19.5-20.1\_f.a試料】

以下の試料を対象に地質年代測定 (FT法、U-Pb法) を実施した。

### 【Tkh-S\_01.c.a試料】

- ・Tkh露頭: 砂子又層上部層(S<sub>3</sub>) (非海成層)の基底付近(標高26.5m付近)に認められる粗粒火山灰

### 【Tkh-T\_01\_f.a試料】

- ・Tkh露頭: 砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)の標高22m付近に認められる凝灰岩

### 【B-21\_19.5-20.1\_f.a試料】

- ・B-21孔: 砂子又層下部層(S<sub>1</sub>)の深度19.51~20.12m(標高22.41~23.02m)に認められる凝灰岩

# 地質年代測定 (FT法、U-Pb法) : 結果



地質年代測定 (FT法、U-Pb法) の結果、砂子又層下部層 (S<sub>1</sub>) からは 3.8 ± 0.4 Ma、3.9 ± 0.4 Ma、4.0 ± 0.1 Ma、砂子又層上部層 (S<sub>3</sub>) からは 378 ± 3 ka、0.50 ± 0.1 Ma の年代値が得られた。

- ・砂子又層下部層 (S<sub>1</sub>) については、これまでの知見と整合的な結果が得られ、新第三系鮮新統と判断される。
- ・砂子又層上部層 (S<sub>3</sub>) については、これまでの知見より若い年代値が得られ、第四系中部更新統と判断される。

ka: 千年前  
Ma: 百万年前

表1-1. 年代測定結果一覧表 (ジルコン)

| 試料名                  | (1) 測定鉱物 | (2) 測定方法 | 結晶数 (個) | 自発核分裂飛跡                            |                | 238U 計数 (サンプル)                     |                | (3), (4) 238U 計数 (スタンダード)             |                   | Zeta 値 (cm <sup>2</sup> ・yr <sup>-1</sup> ) | (5) 相関係数 r | (6) χ <sup>2</sup> 検定 Pr(χ <sup>2</sup> ) | ウラン濃度 (ppm) | (7), (8), (9) FT年代値 Age ± 1σ | (10) U-Pb年代値 Age ± 2σ       |
|----------------------|----------|----------|---------|------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------|------------|-------------------------------------------|-------------|------------------------------|-----------------------------|
|                      |          |          |         | ρ <sub>s</sub> (cm <sup>-2</sup> ) | N <sub>s</sub> | ρ <sub>u</sub> (cm <sup>-2</sup> ) | N <sub>u</sub> | ρ <sub>ustd</sub> (cm <sup>-2</sup> ) | N <sub>ustd</sub> |                                             |            |                                           |             |                              |                             |
| ① Tkh-S_01_c.a       | Zr       | Ext.S    | 30      | 3.10 × 10 <sup>4</sup>             | 51             | 2.87 × 10 <sup>10</sup>            | 47,467,028     | 9.183 × 10 <sup>9</sup>               | 162,186           | 50.8 ± 2.4                                  | 0.132      | 66                                        | 232         | <u>0.5 ± 0.1 Ma</u>          | <u>378 ± 3 ka</u><br>(n=10) |
| ② Tkh-T_01_f.a       | Zr       | Ext.S    | 15      | 2.10 × 10 <sup>5</sup>             | 97             | 2.74 × 10 <sup>10</sup>            | 10,481,040     | 9.768 × 10 <sup>9</sup>               | 119,659           | 42.6 ± 2.3                                  | 0.901      | 12                                        | 211         | <u>3.9 ± 0.4 Ma</u>          | <u>4.0 ± 0.1 Ma</u>         |
| Tkh-T_01_f.a         | Zr       | Ext.S    | 36      | 2.61 × 10 <sup>5</sup>             | 279            | 2.74 × 10 <sup>10</sup>            | 25,092,444     | 9.768 × 10 <sup>9</sup>               | 119,659           | 42.6 ± 2.3                                  | 0.619      | 0                                         | 236         | 4.6 ± 0.4 Ma *               | ±                           |
| ③ B-21_19.5-20.1_f.a | Zr       | Ext.S    | 31      | 2.57 × 10 <sup>5</sup>             | 116            | 1.49 × 10 <sup>10</sup>            | 12,816,990     | 9.846 × 10 <sup>9</sup>               | 120,616           | 42.6 ± 2.3                                  | 0.792      | 64                                        | 225         | <u>3.8 ± 0.4 Ma</u>          | (参) ~4.0 Ma<br>(インターセプト年代)  |
| B-21_19.5-20.1_f.a   | Zr       | Ext.S    | 36      | 2.69 × 10 <sup>5</sup>             | 136            | 2.48 × 10 <sup>10</sup>            | 13,547,183     | 9.846 × 10 <sup>9</sup>               | 120,616           | 42.6 ± 2.3                                  | 0.668      | 5                                         | 212         | 4.2 ± 0.4 Ma *               | ±                           |

(1) 測定鉱物 Zr: ジルコン, Ap: アパタイト, Sp: スフェーン

(2) 測定方法: LA-ICP-MS-FT (内部面: Int.S, 外部面: Ext.S)

(\* Int.S: Internal surface, Ext.S: External surface)

(3) ウランカウント数 (Ns 計数面積への補正值)

(4) 測定面積補正值: Ns 計数面積 / レーザースポット面積

238U 濃度, U-Pb 年代測定用標準試料: 91500 (平均: 84ppm 片を使用)

(5) ρ<sub>s</sub> と ρ<sub>u</sub> の相関係数

(6) Pr(χ<sup>2</sup>): χ<sup>2</sup> 値の自由度 (n-1) の χ<sup>2</sup> 分布における上側確率 (Galbraith, 1981)

(7) 年代値: T = (1/λ<sub>D</sub>) · ln[1 + λ<sub>D</sub> · ζ · (Ns/Nu) · ρ<sub>ustd</sub>] (Int.S は Ns × 1/2)

(8) 誤差: σ T = T × [1/ΣNs + 1/ΣNu + 1/ΣNustd + (σ<sub>ζ</sub>/ζ)<sup>2</sup>]<sup>1/2</sup>

(9) 238U の全壊変定数: λ<sub>D</sub> = 1.55125 × 10<sup>-10</sup> yr<sup>-1</sup>

(10) \* 参考値: 全測定粒子の平均年代値

Zeta 値: ζ = (1/λ<sub>D</sub>) (e<sup>λ<sub>D</sub>T - λ<sub>ustd</sub>T</sup> - 1) / [g(ρ<sub>s</sub>/ρ<sub>u</sub>)<sub>std</sub> · ρ<sub>ustd</sub>]; A<sub>std</sub> は年代標準試料 (Fish Canyon Tuff Zircon). ジオメトリックファクター: g = 0.5 (Int.S) or 1 (Ext.S)

・FT 年代測定での U 濃度測定及び U-Pb 年代測定には LA-ICPMS 法 (レーザーアブレーション ICP 質量分析法) を用いた。

・『LA-ICPMS 法は、固体試料の直接分析が可能であり、分析感度、繰り返し再現性、簡便性、迅速性が高い』とされている (坂田ほか, 2013)。

・LA-ICPMS 法による『ジルコン U-Pb 年代測定法の適用範囲を約 46 億年前から 10 万年前まで拡張することが可能』とされている (坂田ほか, 2013)。

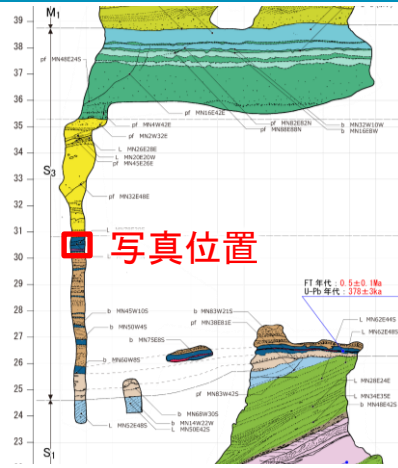
・近年、機器の性能は向上しており、『レーザー光の短波長化とレーザー発信時間の短縮が進み』、誤差の原因となる要素の低減 (測定精度の向上) につながっているとされている (坂田ほか, 2013)。

・Tkh-S\_01\_c.a 試料の U-Pb 年代精度が非常に高い理由としては、分析法、機器の精度向上のほかに、試料そのものが高い均質性をもち、非常に若い年代ながらコンコールド粒子のみを選別して、最若粒子集団の選定を行うことができたことが、高精度年代測定値の取得につながったと考えられる。

坂田 周平、岩野 英樹、檀原 徹、平田 岳史 (2013) LA-ICPMS によるジルコン U-Pb 年代測定法の改善. 日本地質学会学術大会講演要旨, 第 120 年学術大会, T3-O-1.

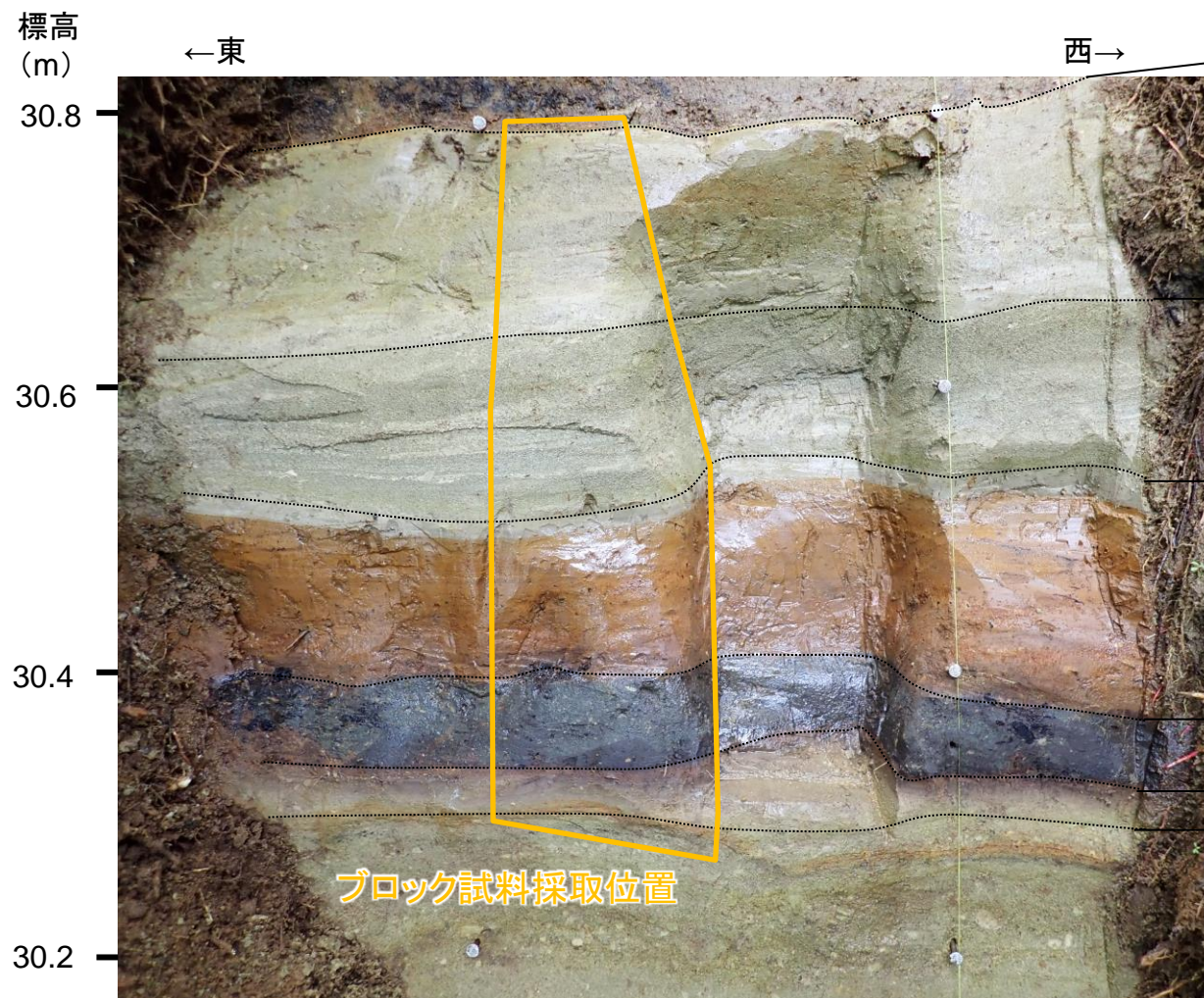
・微化石分析については、珪藻・石灰質ナノ・花粉等について実施したものの、年代を特定するのに有効な種の産出が認められなかった。

# Tkh露頭: 標高30~31mの詳細観察

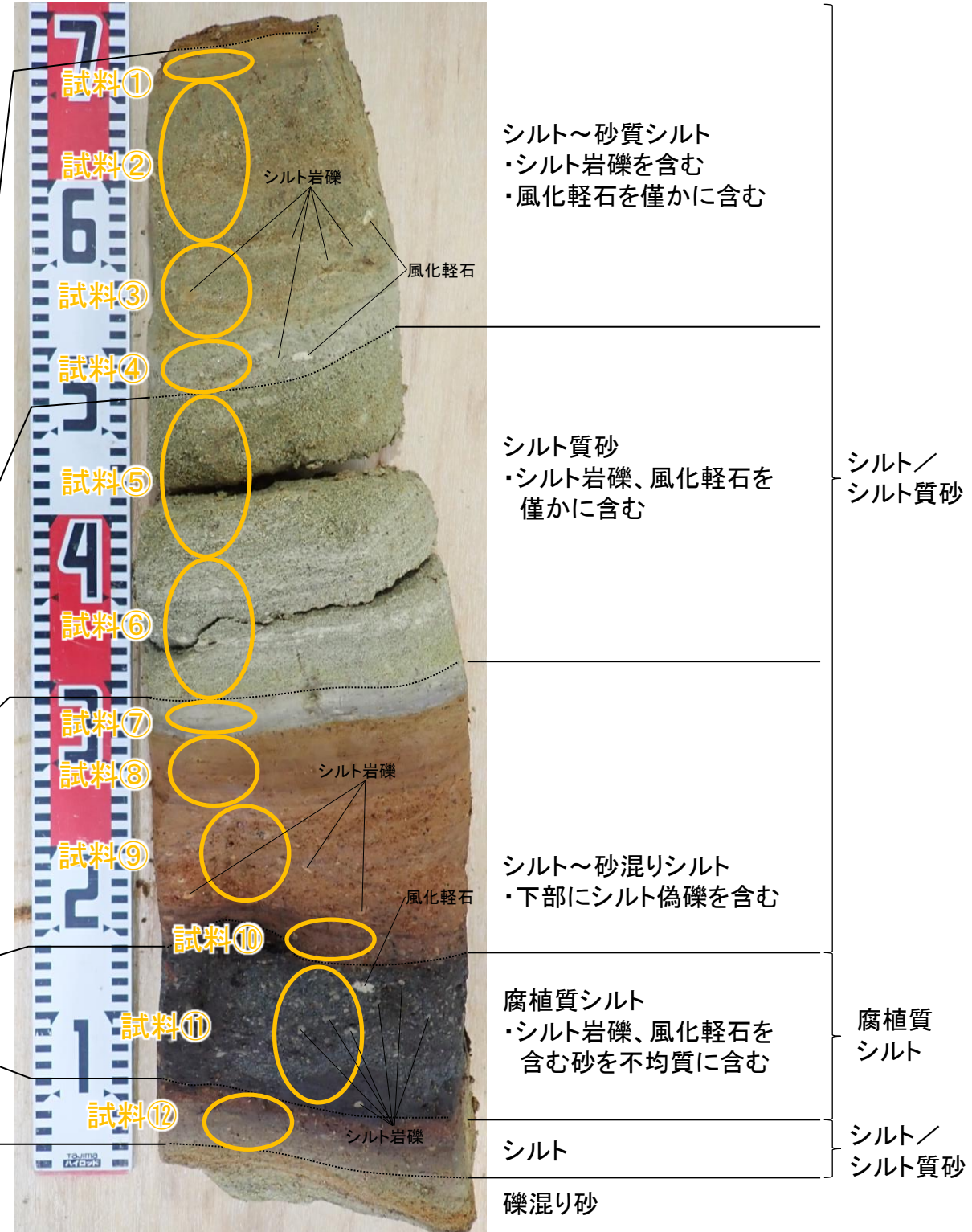


鷹架沼南岸の露頭スケッチ図  
(原縮尺50分の1)

- ・標高30~31m付近にみられる砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)中のシルト~シルト質砂について、放射性年代測定に適した地層の有無を確認するため、露頭面を拡張、ブロック試料を採取し詳細に観察した。
- ・層相は、シルト~シルト質砂を主体とし、腐植質シルトを挟む。
- ・風化軽石を含むが、共にシルト岩礫を含むことから、水流による堆積物と考えられる。
- ・右写真に示す位置で試料を採取し鏡下で構成粒子の観察を実施した。



標高30~31m付近の接写写真



|     |                                      |             |
|-----|--------------------------------------|-------------|
| 試料① | シルト~砂質シルト                            | シルト / シルト質砂 |
| 試料② | ・シルト岩礫を含む<br>・風化軽石を僅かに含む             |             |
| 試料③ |                                      |             |
| 試料④ |                                      | シルト / シルト質砂 |
| 試料⑤ | シルト質砂<br>・シルト岩礫、風化軽石を<br>僅かに含む       |             |
| 試料⑥ |                                      | 腐植質<br>シルト  |
| 試料⑦ |                                      |             |
| 試料⑧ |                                      |             |
| 試料⑨ | シルト~砂混りシルト<br>・下部にシルト偽礫を含む           | シルト / シルト質砂 |
| 試料⑩ |                                      |             |
| 試料⑪ | 腐植質シルト<br>・シルト岩礫、風化軽石を<br>含む砂を不均質に含む |             |
| 試料⑫ | シルト<br>礫混り砂                          |             |

標高30~31m付近のブロック試料写真

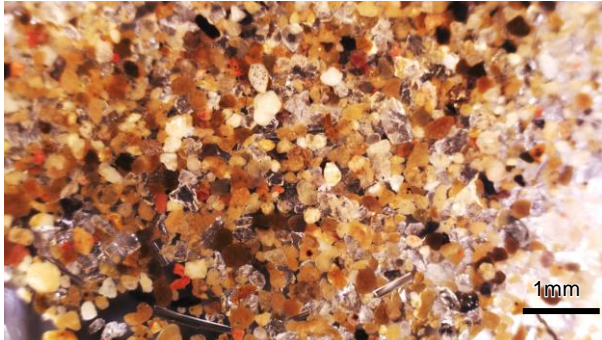
# Tkh露頭：標高30～31mの詳細観察

審査会合(2019.9.18)  
資料1-1 p280 再掲



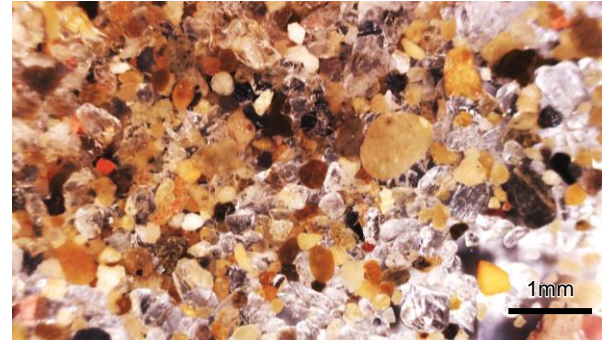
- ・鏡下での構成粒子の観察の結果、標高30～31m付近にみられる砂子又層上部層(S<sub>3</sub>)中のシルト～シルト質砂の構成粒子は、円磨された白、黄褐、赤、灰色等の雑多な粒子を主体とする。新鮮な無色鉱物(長石、石英)も含まれるが、形状は角～円形とバラツキがみられる。
- ・雑多な構成粒子からなる水流による堆積物と考えられることから、放射性年代測定の精度を担保できるようなテフラは認められない。

試料①



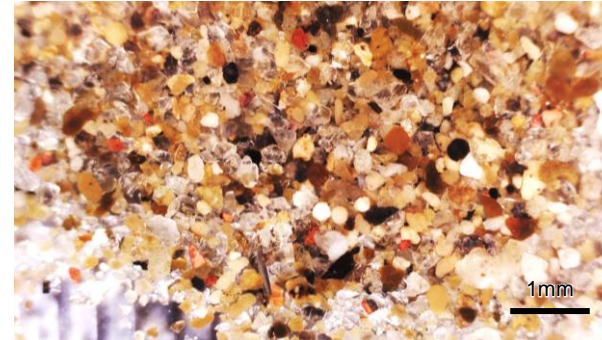
- ・円磨された白、黄褐、赤、灰色等の雑多な粒子を主体とする。
- ・角～亜角形の無色鉱物(長石、石英)を含む。

試料②



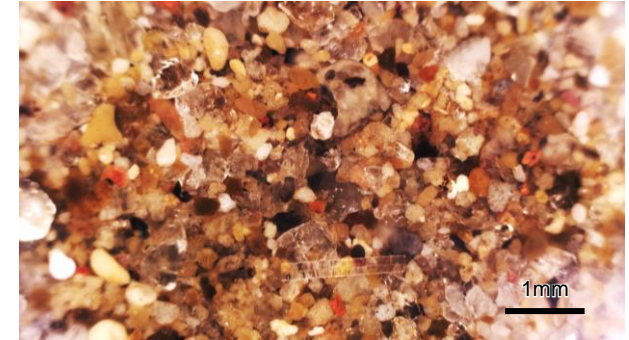
- ・円磨された白、黄褐、赤、灰色等の雑多な粒子を主体とする。
- ・角～亜角形の無色鉱物(長石、石英)を含む。

試料③



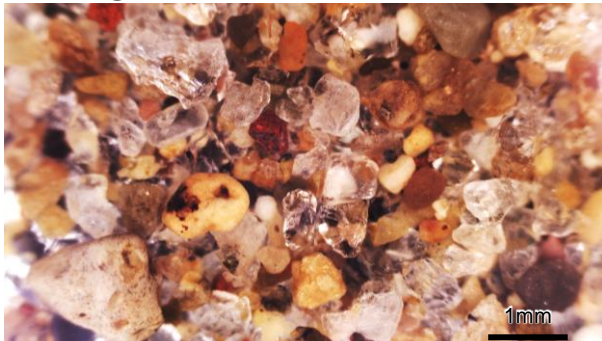
- ・円磨された白、黄褐、赤、灰色等の雑多な粒子を主体とする。
- ・角～亜角形の無色鉱物(長石、石英)を含む。

試料④



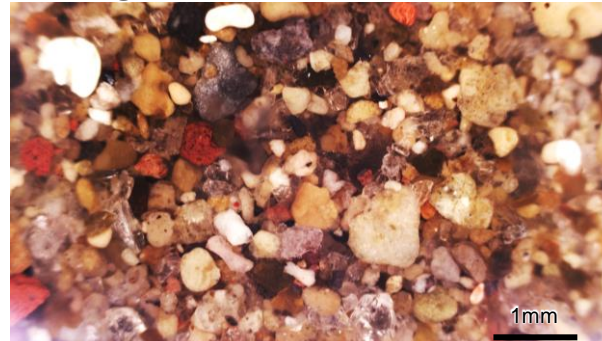
- ・円磨された白、黄褐、赤、灰色等の雑多な粒子を主体とする。
- ・角～亜角形の無色鉱物(長石、石英)を含む。

試料⑤



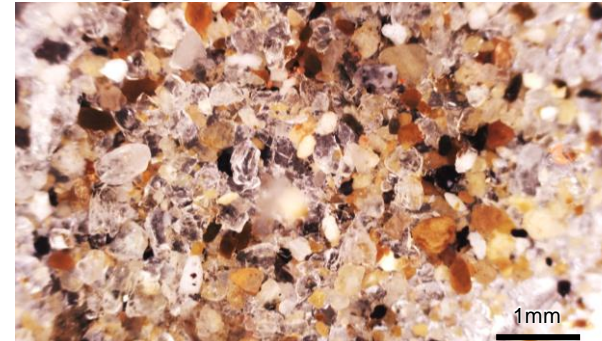
- ・円磨された白、黄褐、赤、灰色等の雑多な粒子を主体とする。
- ・角～亜角形の無色鉱物(長石、石英)を含む。

試料⑥



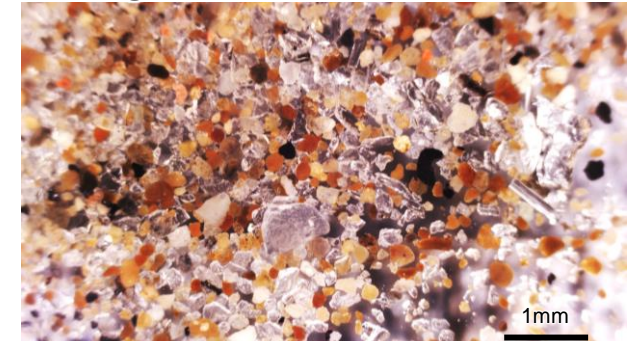
- ・円磨された白、黄褐、赤、灰色等の雑多な粒子を主体とする。
- ・角～亜角形の無色鉱物(長石、石英)を含む。

試料⑦



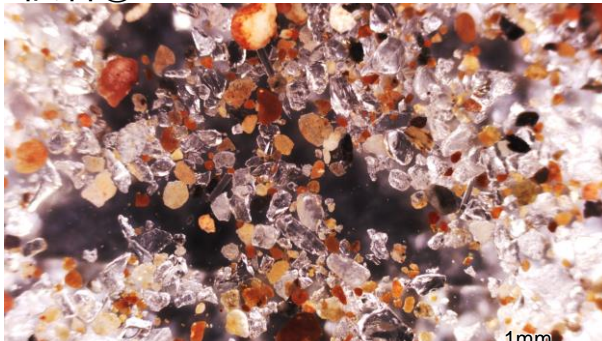
- ・円磨された白、黄褐、灰色等の雑多な粒子と角～亜円形の無色鉱物(長石、石英)を主体とする。

試料⑧



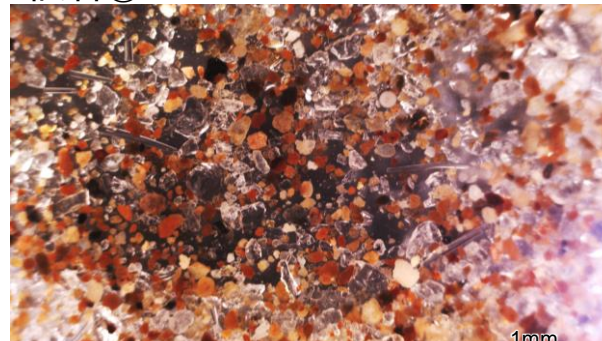
- ・円磨された白、黄褐、灰色等の雑多な粒子と角～亜円形の無色鉱物(長石、石英)を主体とする。

試料⑨



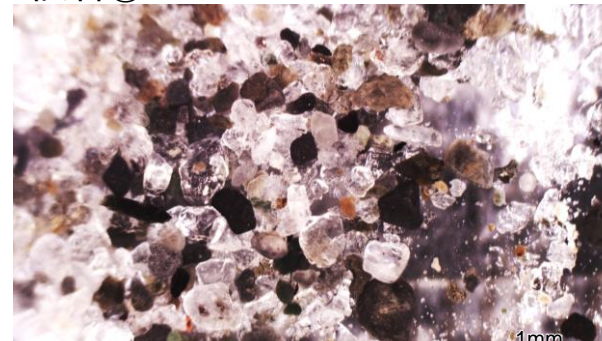
- ・円磨された白、黄褐、赤、灰色等の雑多な粒子と角～亜円形の無色鉱物(長石、石英)を主体とする。

試料⑩



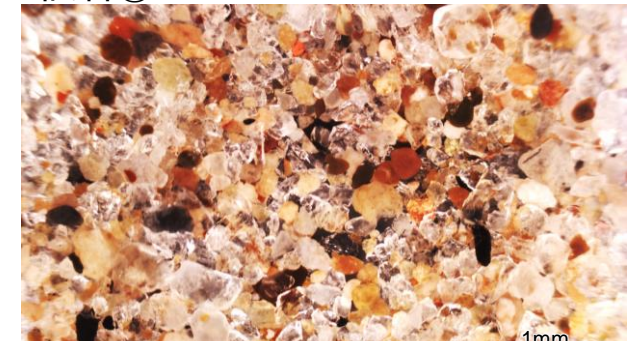
- ・円磨された白、黄褐、赤、灰色等の雑多な粒子を主体とする。
- ・角～亜円形の無色鉱物(長石、石英)を含む。

試料⑪



- ・円磨された灰、暗灰、暗緑色等の雑多な粒子と角～亜円形の無色鉱物(長石、石英)を主体とする。

試料⑫



- ・円磨された白、黄褐、赤、灰色等の雑多な粒子と角～円形の無色鉱物(長石、石英)を主体とする。

# 火山灰分析

ローム層を対象として10cm間隔で試料採取し、火山灰分析を実施した。

## 【Tkh-lm\_2試料】ローム層の上部

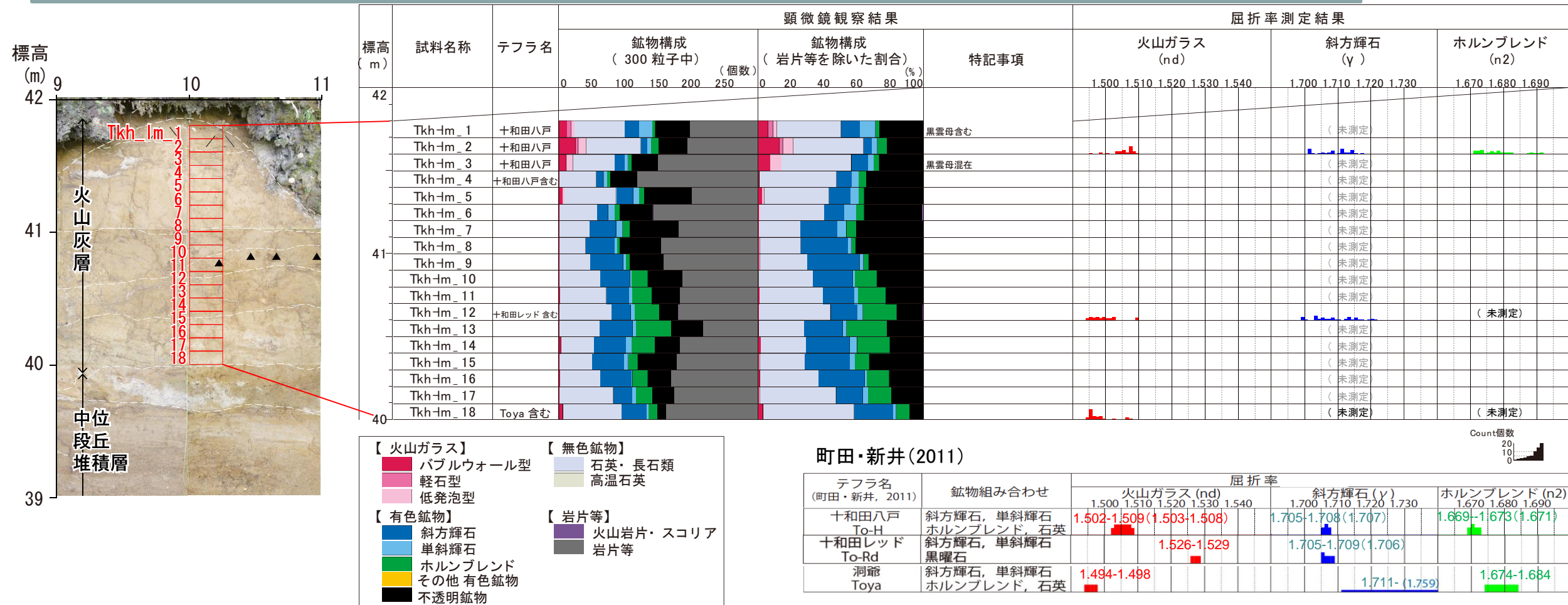
・層序、層相(軽石混り火山灰)、鉱物組み合わせ(斜方輝石、単斜輝石、ホルンブレンド)、火山ガラスの屈折率(最頻値1.503-1.510)、ホルンブレンドの屈折率(1.671-1.674に集中)の特徴から、十和田八戸火山灰に対比される。

## 【Tkh-lm\_12試料】ローム層の中部

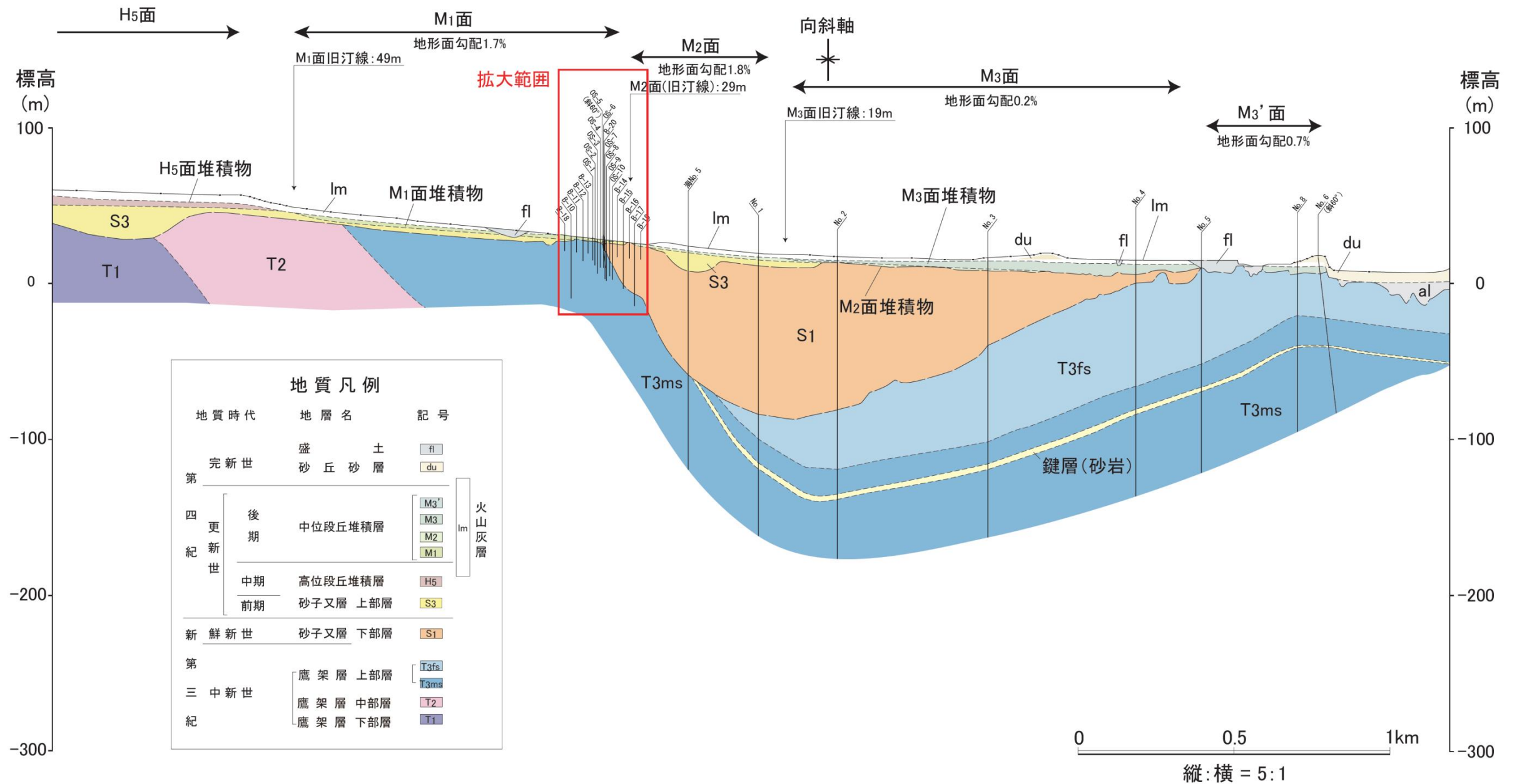
・屈折率はばらつきが大きいものの、層序、層相(スコリアを含む)、鉱物組み合わせ(斜方輝石、単斜輝石)の特徴から、十和田レッド火山灰を含むと判断した。

## 【Tkh-lm\_18試料】ローム層の下部

・層序、鉱物組み合わせ(斜方輝石、単斜輝石、ホルンブレンド)、火山ガラスの屈折率(1.495にピーク)の特徴から、洞爺火山灰に対比される。



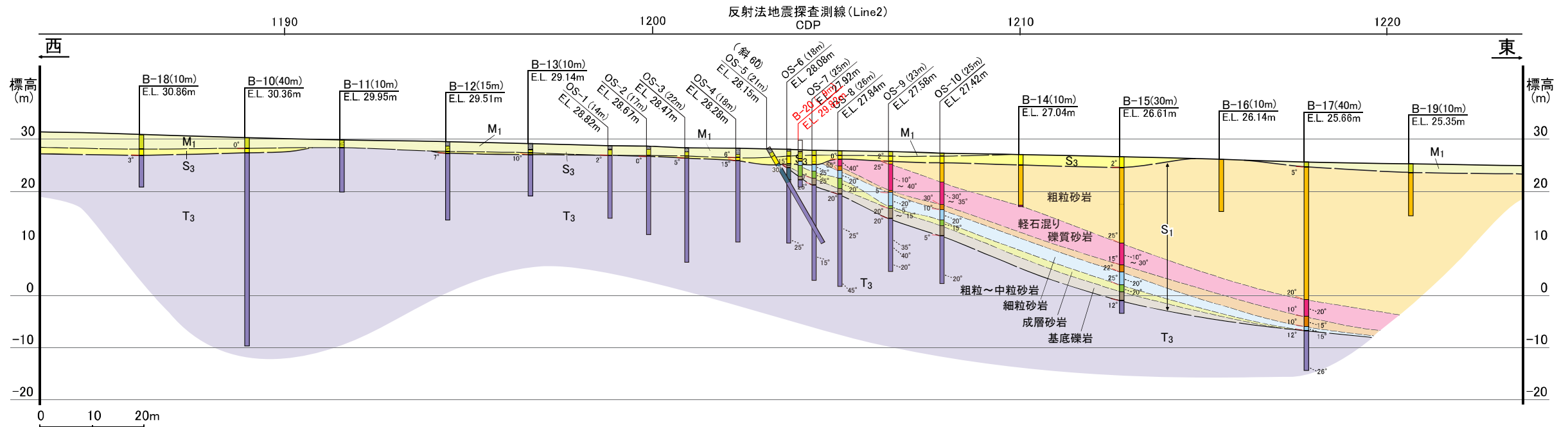
# (参考) 尾駁沼南岸の地質調査結果



※ボーリング位置は主要なもののみを示している。

# (参考)尾駁沼南岸の地質調査結果(拡大範囲)

審査会合(2019.9.18)  
資料1-1 p295 再掲



| 地質時代 | 層相    | 特徴                                | 地質区分                      |
|------|-------|-----------------------------------|---------------------------|
| 第四紀  | 後期更新世 | シルト / 砂質シルト : 湿地堆積物など非海成相。        | 中段段丘堆積層 (M <sub>1</sub> ) |
|      | 前期更新世 | 砂 / シルト混り砂 : 主に淘汰の良い海成砂層。         |                           |
| 新第三紀 | 鮮新世   | 粗粒砂岩 : 塊状無層理であり、細礫が散在する。          | 砂子又層下部層 (S <sub>1</sub> ) |
|      |       | 軽石混り礫質砂岩 : 軽石を多く含み、細角礫の礫支持相を示す。   |                           |
|      |       | 粗粒～中粒砂岩 : 軽石が散在し、所々細円礫を含む。        |                           |
|      |       | 細粒砂岩 : 上方細粒化しており最上部は一部シルト岩。下部は葉理。 |                           |
|      |       | 成層砂岩 : 軽石を含む中粒～粗粒砂岩。平行葉理が認められる。   |                           |
|      |       | 基底礫岩 : 鷹架層の泥岩礫を含み、基質支持相を示す。       |                           |
| 中新世  | 極細粒砂岩 | } : 海底堆積物                         | 鷹架層上部層 (T <sub>3</sub> )  |
|      | 泥岩    |                                   |                           |

25° 単層境界 (層理面) の傾斜      25° 内部構造 (葉理・挟み層など) の傾斜

・砂子又層上部層 (S<sub>3</sub>) の年代示標となる地質の有無を確認するため、既往OS-6孔と既往OS-7孔の間でB-20孔を配置し、ボーリング調査を実施した。

・調査の結果、放射性年代測定の精度を担保できるようなテフラは認められなかった。

# 鷹架沼南岸の地質調査結果(まとめ)

審査会合(2019.9.18)  
資料1-1 p297 再掲



## 1. 向斜軸西側の調査結果

- ・鷹架層上部層( $T_3$ )及び砂子又層下部層( $S_1$ )は、全体に $30^\circ \sim 60^\circ$ 程度東へ傾斜し、非対称な向斜構造の西翼部を形成している。
- ・一方、砂子又層上部層( $S_3$ )は、傾斜する鷹架層上部層及び砂子又層下部層( $S_1$ )を不整合に覆って、ほぼ水平に分布し、砂子又層上部層( $S_3$ )中に認められる葉理にもほとんど傾斜は見られない。また、砂子又層上部層( $S_3$ )を覆う中位段丘堆積層( $M_1$ 面堆積物)もほぼ水平に分布している。
- ・なお、鷹架沼南岸の地質調査結果は、尾駁沼南岸のボーリング調査結果と整合的である。

## 2. 向斜軸東側の調査結果

- ・砂子又層下部層( $S_1$ )は、向斜軸東側では葉理の傾斜は概ね $10^\circ$ 前後で西に傾斜し、非対称な向斜構造の東翼部を形成している。
- ・砂子又層上部層( $S_3$ )中の葉理の傾斜方向はバラついており定向性はみられない。
- ・砂子又層上部層( $S_3$ )は、約15~20mのほぼ一定の層厚で、約1.6%東に緩く傾斜しており、向斜構造を形成する下位層とは非調和な分布を示している。

## 3. 地質年代測定結果(FT法、U-Pb法)

- ・砂子又層下部層( $S_1$ )からは約3.8~4.0Ma、砂子又層上部層( $S_3$ )からは $378 \pm 3$ ka、 $0.5 \pm 0.1$ Maの年代値が得られた。
- ・砂子又層下部層( $S_1$ )については、これまでの知見と整合的な結果が得られ、新第三系鮮新統と判断される。
- ・砂子又層上部層( $S_3$ )については、これまでの知見より若い年代値が得られ、第四系中部更新統と判断される。



・出戸西方断層南方に位置する向斜構造の活動は、第四紀後期更新世以降、認められないと判断した。