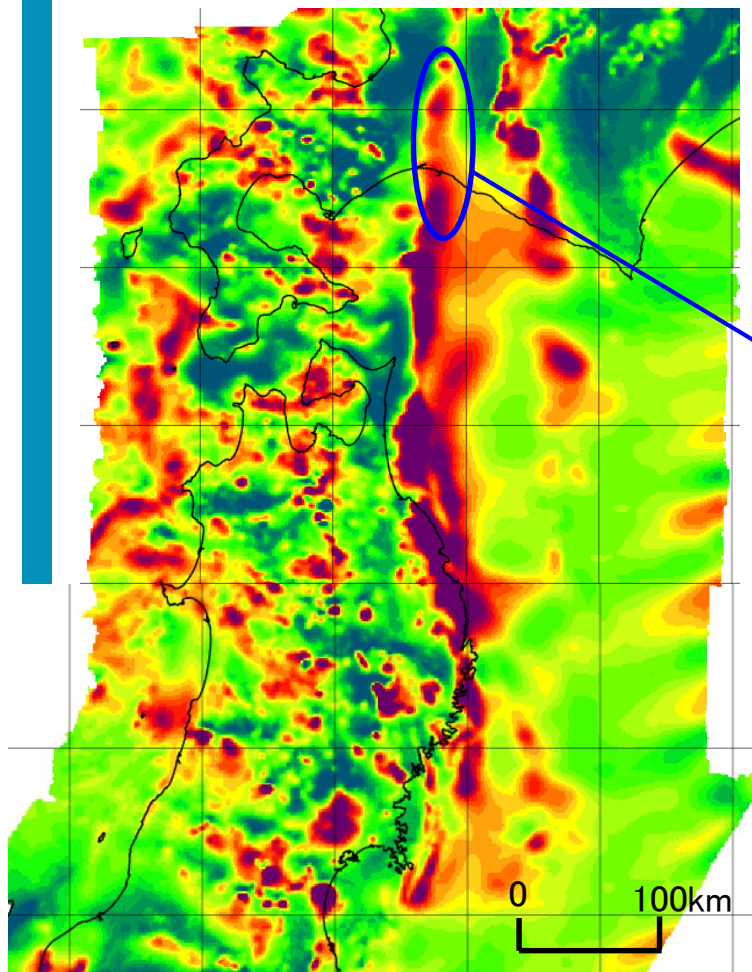
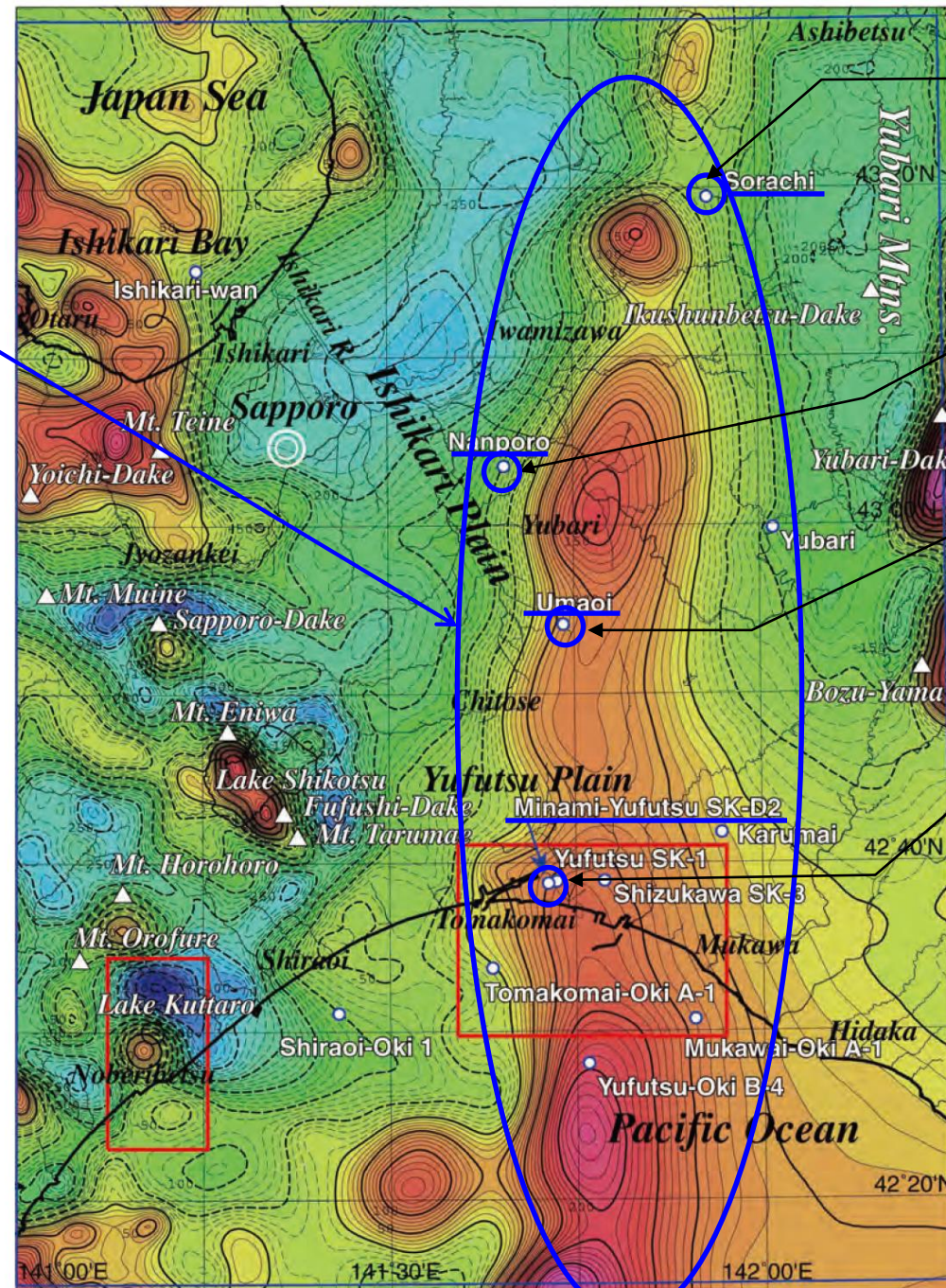


【参考】磁気異常図(大熊・中塚(2014)の記載内容)



中塚・大熊(2009)より抜粋・一部加筆
磁気異常分布



20km

大熊・中塚(2014)より抜粋・一部加筆

石狩低地帯及び周辺地域空中磁気図(全磁力異常)

「空知」(旧石油公団基礎試錐):
約3,713mで変玄武岩を確認
高磁化率($5.940 \times 4\pi \times 10^{-3}$ (SI))を確認
(齊藤・田中(1975))

「南幌」(旧石油公団基礎試錐):
4,265mで変粗粒玄武岩を確認
高磁化率($1.670 \times 4\pi \times 10^{-3}$ (SI))を確認
(齊藤・田中(1975))

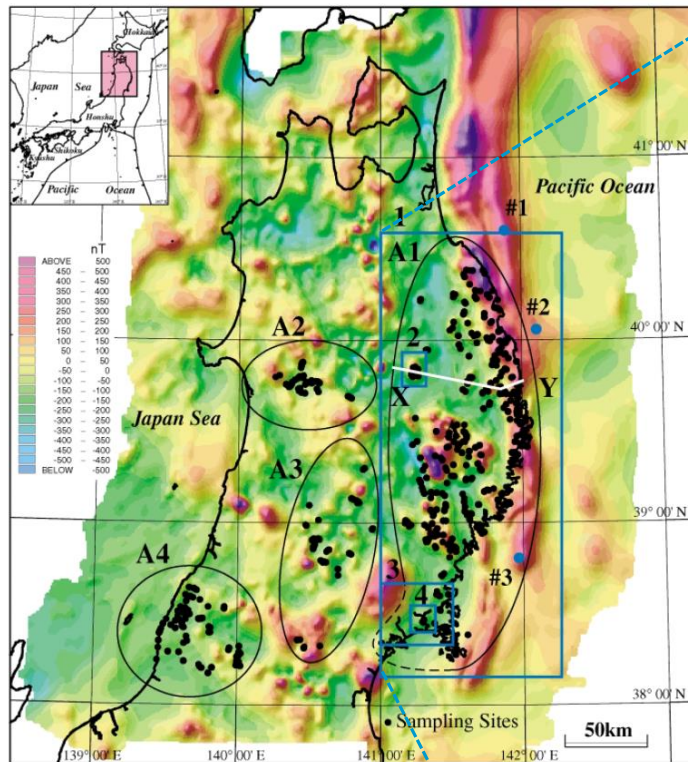
「馬追」(旧石油公団基礎試錐):
約5,000mで、はんれい岩-玄武岩複合岩体
を確認(栗田・横井(2000))

「南勇払SK-2D」(石油資源開発(株)):
約4,645mで、白亜紀(約100Ma)の花崗岩
類を確認。不透明鉱物のモード分析から磁
化率の高い花崗岩類と判断されている。
(石油資源開発札幌鉱業所勇払研究グル
ープほか(1992))

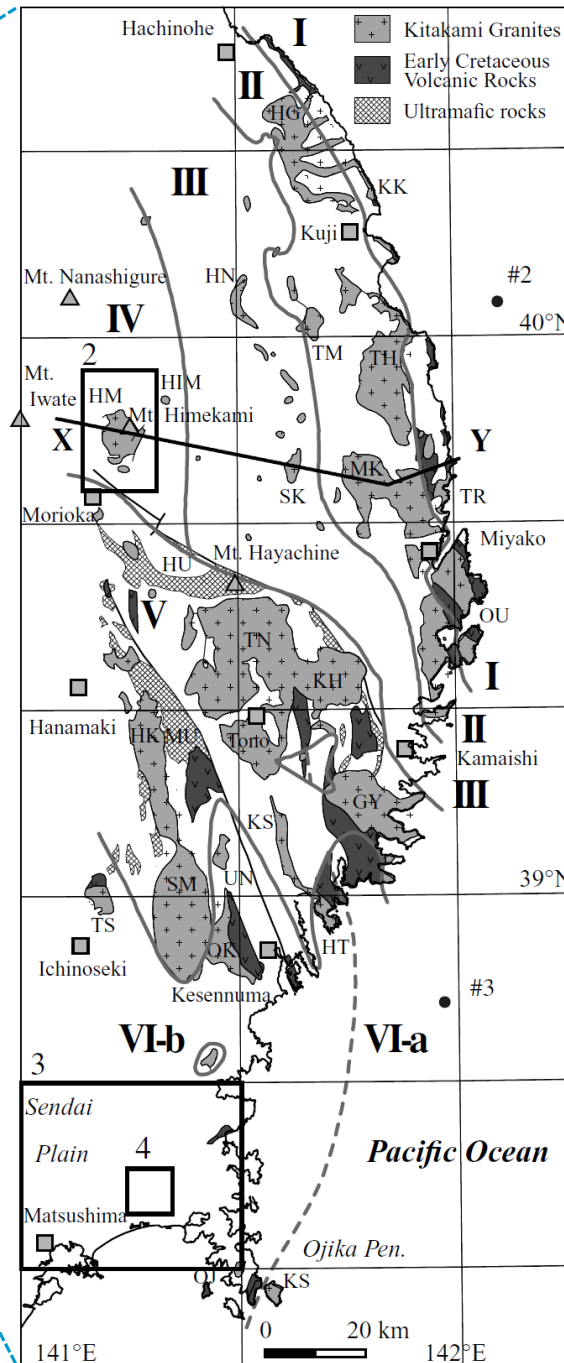
中塚・大熊(2009)の示す強い正の磁気
異常帯の北部については、大熊・中塚
(2014)によると、旧石油公団の基礎試
錐「空知」、「南幌」及び「馬追」と、石油
資源開発(株)の「南勇払SK-2D」にお
けるコア分析から、以下のとおり記載さ
れている。

➤ 石狩低地帯における北上-石狩(磁気)
ベルトの磁気異常源としては、「馬
追」以北では、白亜紀前期の中性-
塩基性火成岩類が、南部では白亜
紀前期の花崗岩類が考えられる。

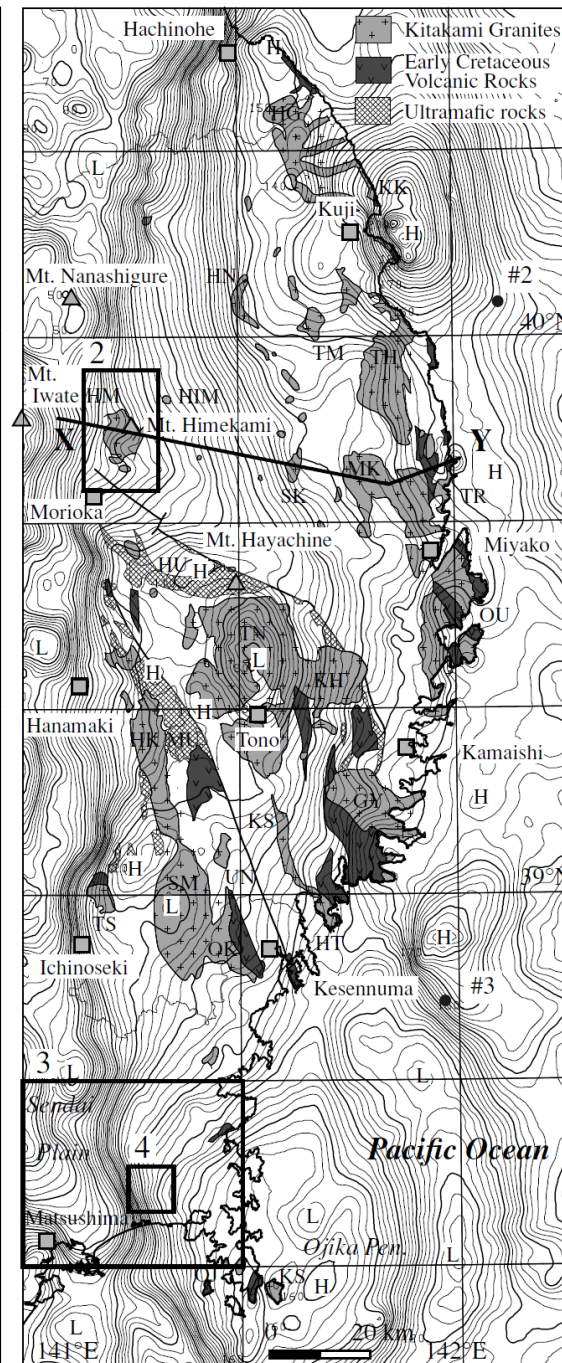
【参考】磁気異常図(Okuma and Kanaya (2005)の記載内容①)



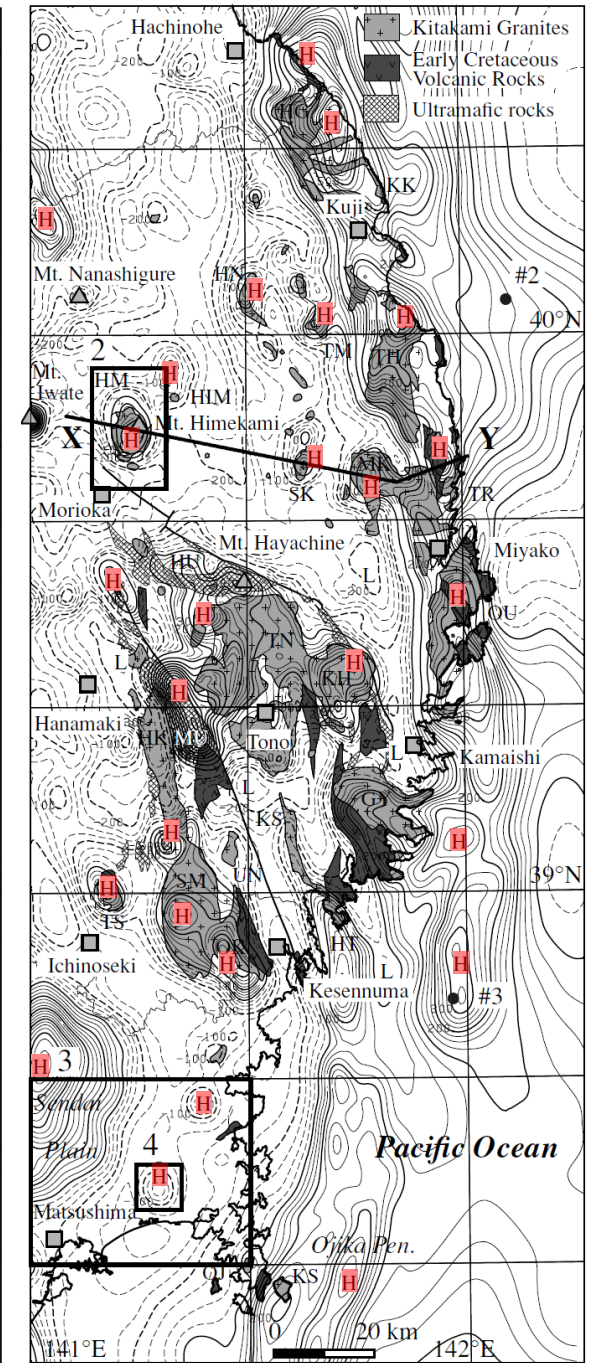
Okuma and Kanaya (2005)より
抜粋・一部加筆



Okuma and Kanaya (2005)より抜粋
北上花崗岩類の分布



Okuma and Kanaya (2005)より抜粋
北上山地エリアのブーゲー異常図

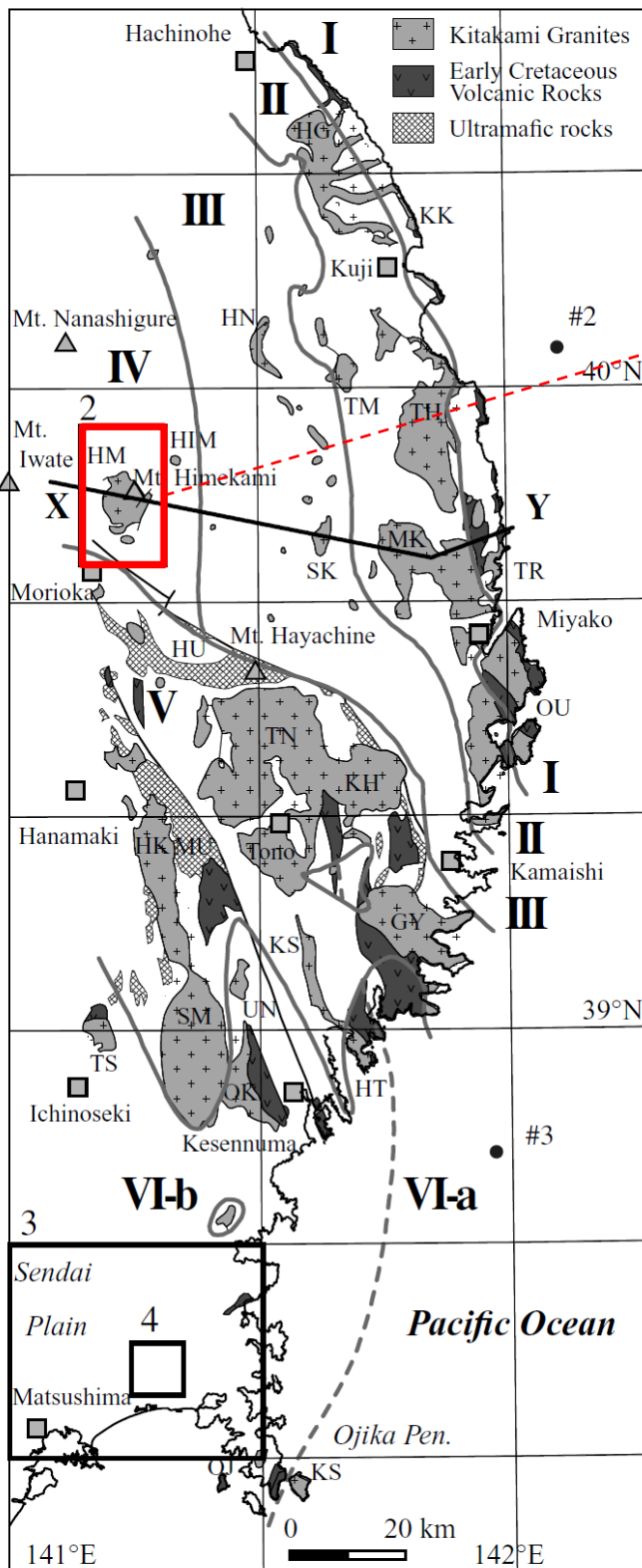


Okuma and Kanaya (2005)より抜粋・一部加筆
北上山地エリアの極磁力異常図

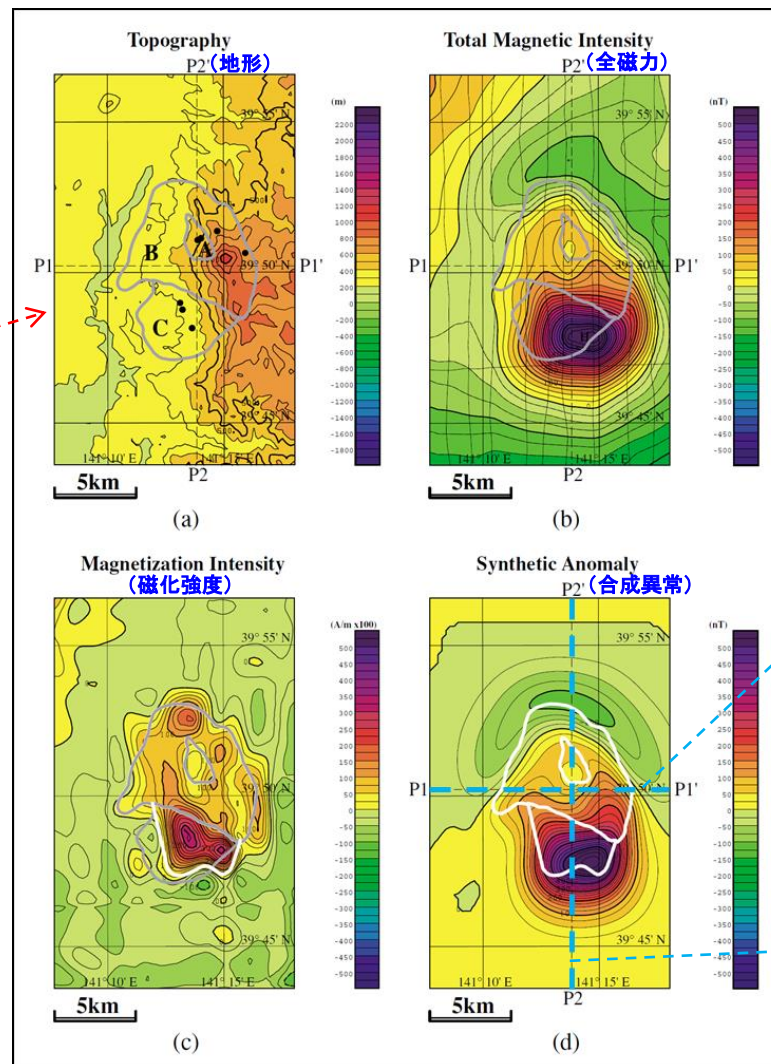
【Okuma and Kanaya (2005)の概要: 北上花崗岩類の分布と重力異常及び磁気異常の相関関係】

- 北上花崗岩類は相対的に高密度であり、周囲の中・古生代の堆積岩の値と同等であることから、北上山地エリアのブーゲー異常図を見ても、北上花崗岩類の分布とブーゲー異常との相関関係は明らかではない。
- 一方、北上花崗岩類の磁化率は高く、周囲の中・古生代の堆積岩は北上花崗岩類と比べると極めて低いことから、磁気異常の解釈は北上花崗岩類の広がりの評価に資するものである。北上山地エリアの極磁力異常図を見ると、磁気異常の強い箇所は北上花崗岩類の分布と良く対応している(極磁力異常図における「H」は磁気の強い箇所を示す)。
- 以上を踏まえ、北上山地の地下構造解釈のために、岩石物性測定値を踏まえた磁気構造モデルによる検討を行っている。

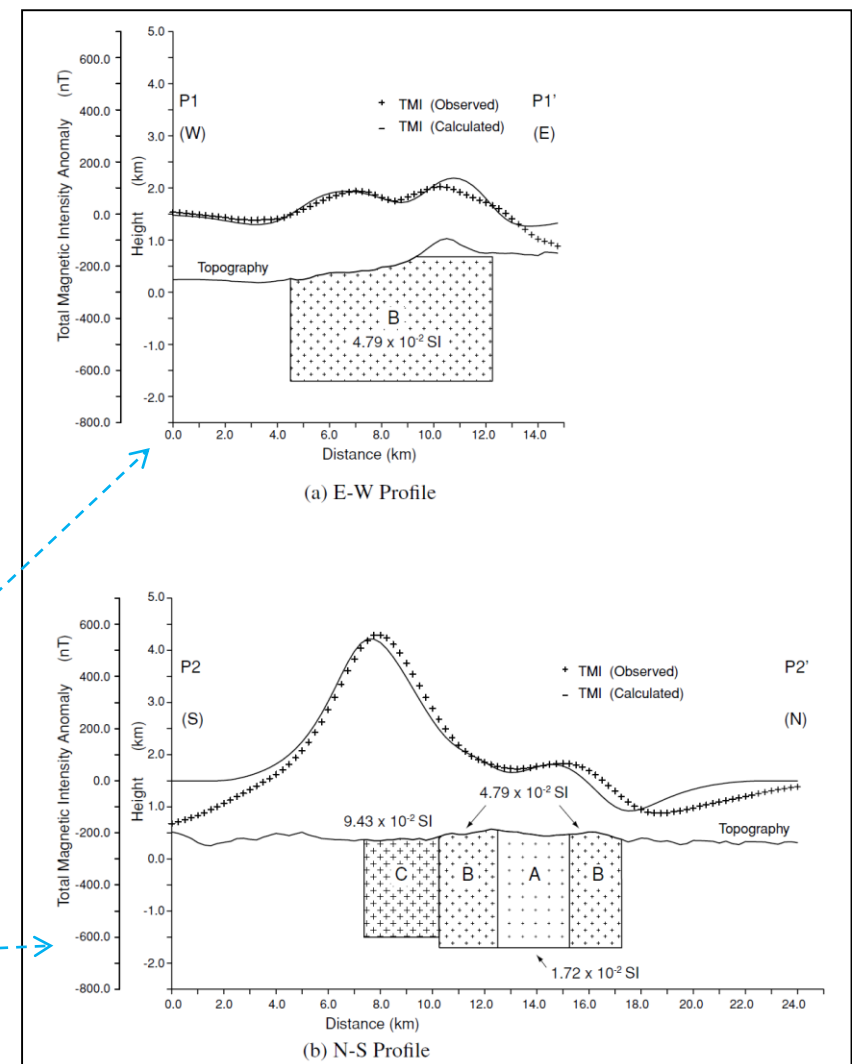
【参考】磁気異常図(Okuma and Kanaya (2005)の記載内容②)



Okuma and Kanaya (2005)より
抜粋・一部加筆



Okuma and Kanaya (2005)より抜粋・一部加筆
姫神深成岩体の磁気構造モデル

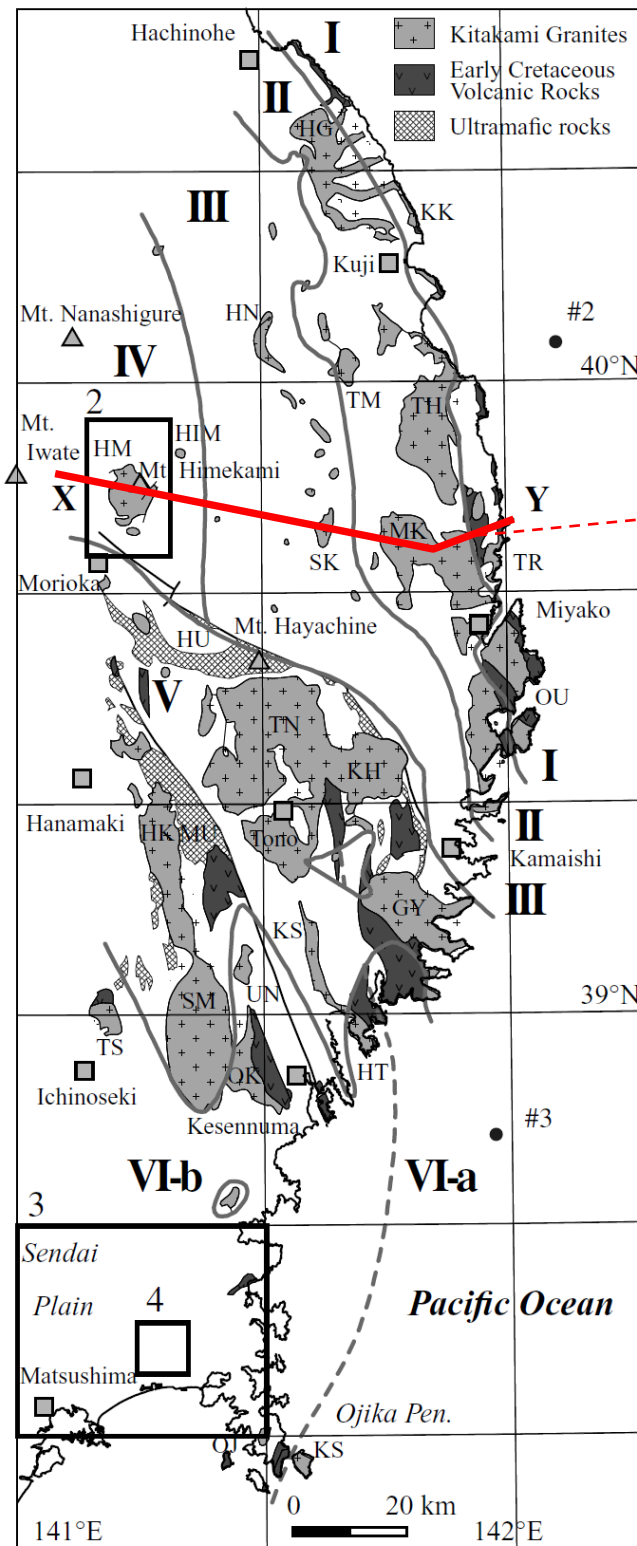


Okuma and Kanaya (2005)より抜粋・一部加筆
姫神深成岩体の磁気構造モデルの断面図

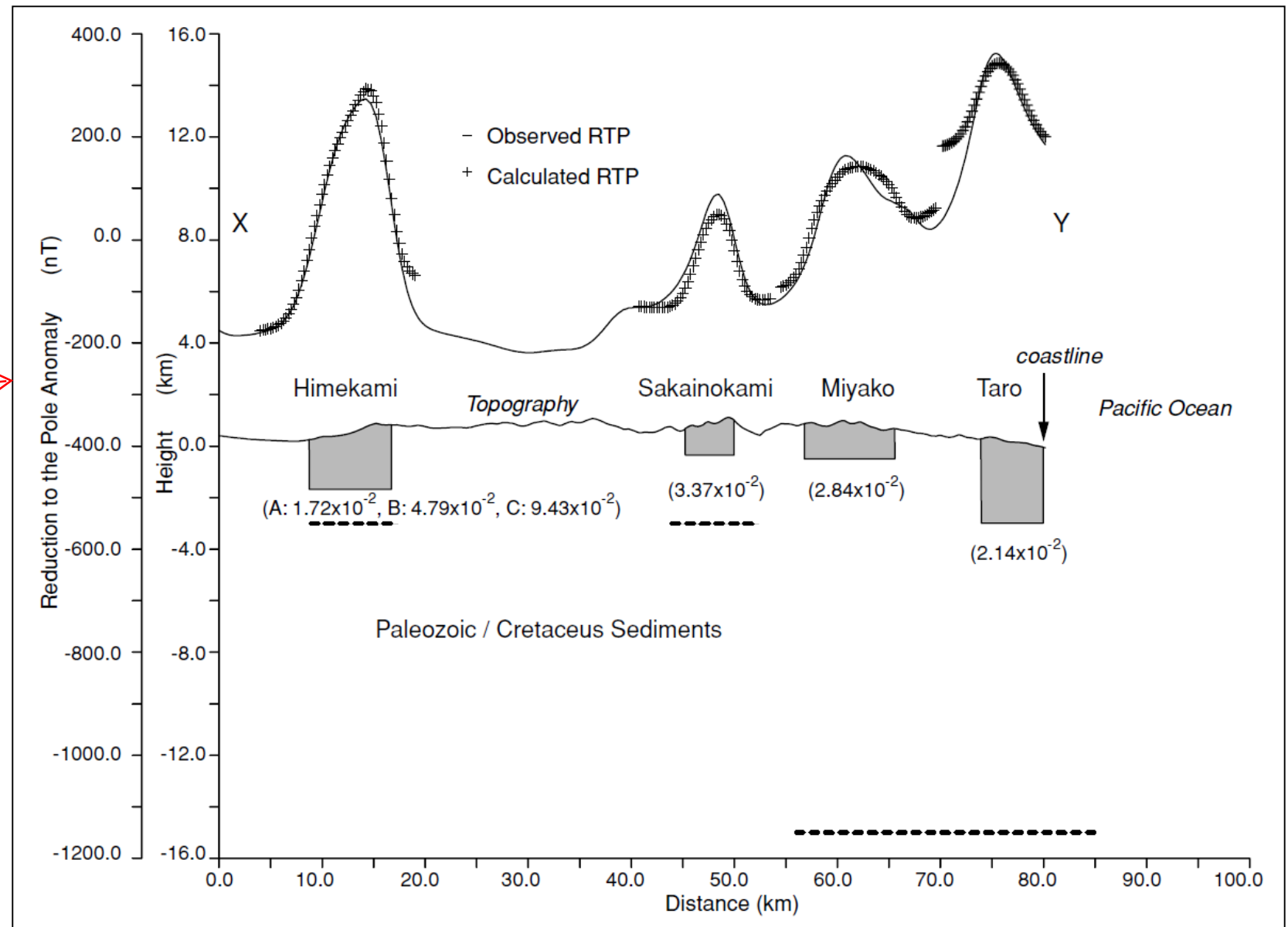
【Okuma and Kanaya (2005)の概要: 姫神深成岩体の磁気構造モデルによる検討】

- 岩手県盛岡市北北東に分布する姫神深成岩体に対して磁気構造モデル計算を行い、姫神深成岩体の地下構造を検討している。
- 姫神深成岩体は、苦鉄質岩と珪長質岩の複合岩体であり、北部(AとB)と南部(C)に分類される。北部は主に珪長質岩からなるが、南部は苦鉄質岩と珪長質岩からなる。
- 磁化強度図を見ると、姫神深成岩体の分布位置で磁気異常が強く、特に南部(C)の苦鉄質岩等が分布する範囲で磁気異常は強くなっており、磁気異常は姫神深成岩体に関係していることが明確に示されている。
- 以上の地質状況を踏まえた磁気構造モデルの計算結果と実測の磁気観測結果は良く一致している。

【参考】磁気異常図 (Okuma and Kanaya (2005) の記載内容③)



Okuma and Kanaya (2005) より
抜粋・一部加筆



Okuma and Kanaya (2005) より抜粋

X-Y断面沿いの磁気構造モデルの断面図

【Okuma and Kanaya (2005) の概要: 北上山地の磁気構造モデルによる検討例】
 姫神深成岩体の磁気構造モデルと同様に、北上山地の深成岩体 (堺ノ神、宮古、田老) の岩石磁気測定値を用いた磁気構造モデルによる検討の結果、各深成岩体の深さをそれぞれ海水準下1.5~1.7km、0.35km、0.5km、3.0kmと設定した磁気構造モデルの計算結果と実測の磁気観測結果は良く一致する。

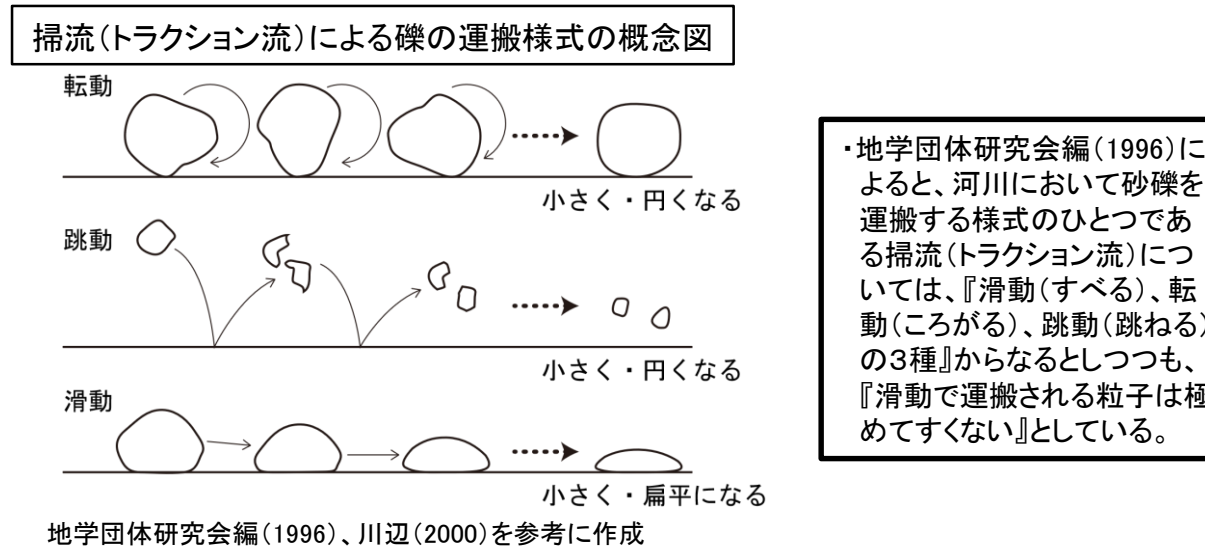
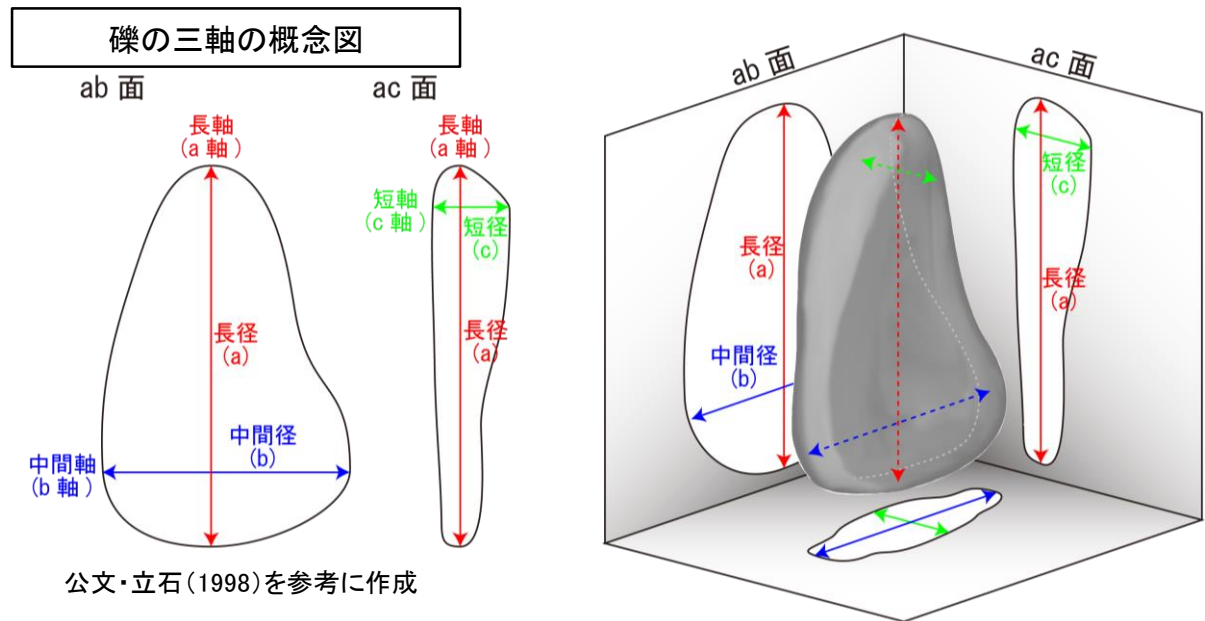
【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い

- IB測線で実施したボーリング調査結果から、M₂面の段丘構成層（基質支持の礫層）について河成礫層としていた。（第296回審査会合（2019年8月9日）資料1-1 p63）
- IB測線付近の中位段丘面（M₂面）について再整理した結果、以下の理由から海成面からなるM₂面であると判断した。
 - 分布高度がM₁面よりも低く、M₂'面よりも高い平坦面をなしている。
 - 平坦面が海側から山地と台地の境界付近まで分布し、一連の海成面と判読できる。
 - IB測線ボーリングコアの段丘構成層の層相が淘汰の悪いシルト質砂を基質とする一方で、扁平な亜円～円礫を含む特徴から、河口ないしは海成の堆積物と考えられる。
 - 火山灰層の最下部に洞爺火山灰（Toya）を挟み、MIS5e後期に離水したと考えられる。
- しかし、海成層か河成層かの判断根拠については、上記のような観察事実に基づく定性的または半定量的な評価に頼っていた。

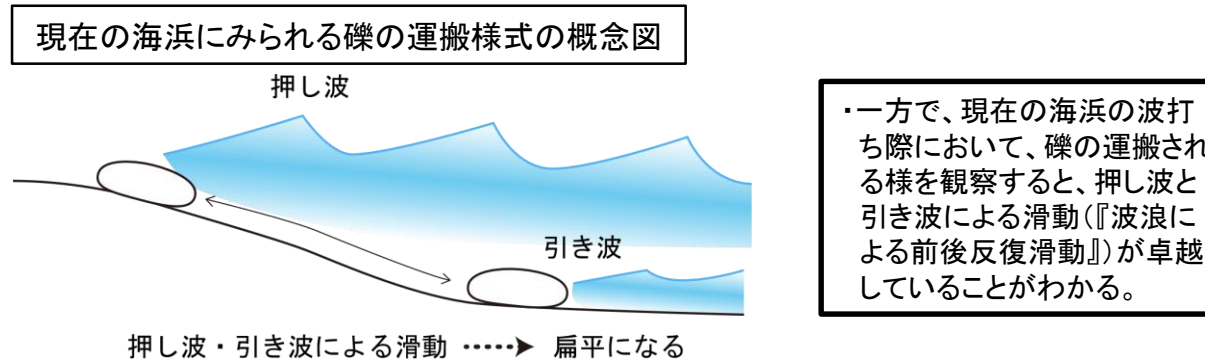


海成層と河成層の違いについて、段丘構成層の礫形の違いに着目した定量的な評価を行った。

【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い(概要)



・地学団体研究会編(1996)によると、河川において砂礫を運搬する様式のひとつである掃流(トラクション流)については、『滑動(すべる)、転動(ころがる)、跳動(跳ねる)の3種』からなるとしつつも、『滑動で運搬される粒子は極めてすくない』としている。



・一方で、現在の海浜の波打ち際において、礫の運搬される様を観察すると、押し波と引き波による滑動(『波浪による前後反復滑動』)が卓越していることがわかる。

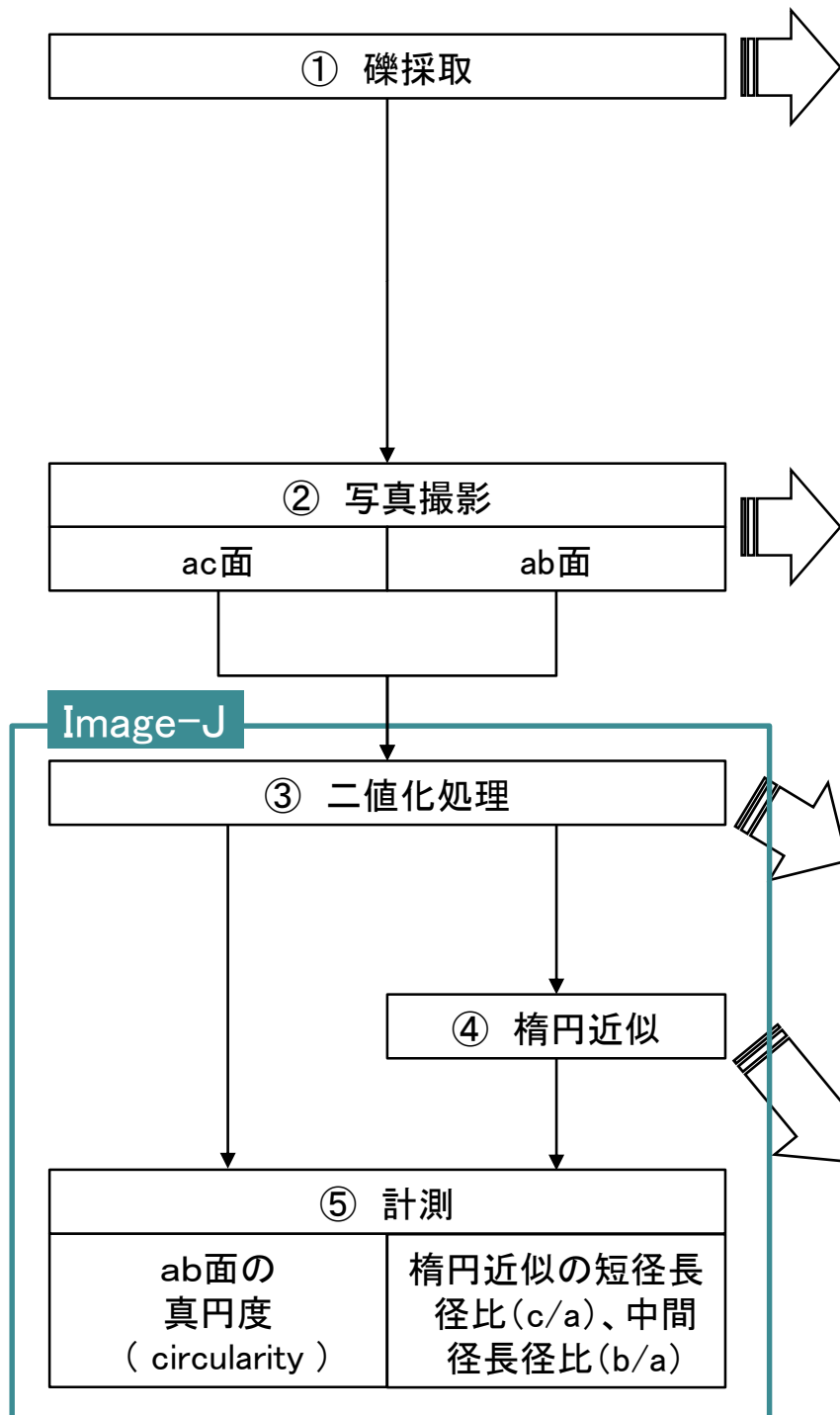
- ・これまで、海成層と河成層の違いについて、地層に含まれている礫の円磨、扁平の程度等を基に定性的に判断しており、IB測線についても同様に定性的に海成層と判断していた。これらについて定量的な評価が可能であるか検証した。
- ・石渡ほか(2019)は、海岸礫は河川礫より円くて扁平であることを、文献調査とImage-J(アメリカ国立衛生研究所:NIHによるオープンソース画像処理ソフト)を用いた実測により明らかにした。
- ・石渡ほか(2019)によると、Image-Jによって計測される真円度circularity ($=4\pi \times \text{面積} / (\text{周囲長})^2$)と楕円近似の短径長径比について注目し、『相模川戸沢橋下右岸と大磯海岸照ヶ崎北西200mにおいて、それぞれ長径5cm程度の礫100個について』計測した結果、『礫を寝かせた写真(ab面が見える)で計測して真円度0.78以上、短径長径比(b/a)0.71以上なら海岸礫、礫を立てた写真(ac面が見える)では短径長径比(c/a)0.48以下なら海岸礫という結果になった(立て置きでは真円度に差は出ない)。海岸礫の方が河川礫よりも円くて扁平だということは、我々の計測でも明確に示され …中略… これは河川と海岸における侵食・運搬の営力の違い(一方向の水流による転動に対して波浪による前後反復滑動)が礫形の違いに反映していることを示唆する。』としている。
- ・石渡ほか(2019)は、『過去の段丘礫層が河成か海成か判断する必要が生じた場合などに、礫形の計測は有効な判別手段になり得ると考えられる』とし、『画像処理には撮影機器や撮影条件の違い、実施者の習熟度、注意深さ、好み、癖などの影響が強く出るので、まず典型的な河川礫と海岸礫を現場で実測して、礫形の違いがはっきり数字に表れることを確認し、この準備作業をしたのと同じ人が、実際の段丘礫層の試料の計測と評価を行うようにすべきだと思う』と述べている。

→以上のことから、石渡ほか(2019)の手法を用いて、まずは現世の河床～海浜の礫について礫形の違いを確認し、次いでこれまで海成層や河成層と判断していた中位段丘堆積層の礫について比較検討を行った。

石渡明、田上雅彦、谷尚幸、大橋守人、内藤浩行(2019): 海岸礫は河川礫より円くて扁平である。地質学会HP, <http://www.geosociety.jp/faq/content0864.html>.
 公文富士夫、立石雅昭編(1998): 新版 碎屑物の研究法, 地学双書29, 地学団体研究会.
 地学団体研究会編(1996): 新版 地学事典. 平凡社.
 川辺孝之(2000): 天童市理科教育センター平成12年度理科実験講座 押切川巡検～河川の変化と流水のはたらき～, 山形大学教育学部地学研究室, <http://k-es.org/kawabe/rivers/osikiri/osikiri000728/panph.html#top>.

【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (調査フロー)

調査のフローを以下に示す。



砂端川(海浜)の例

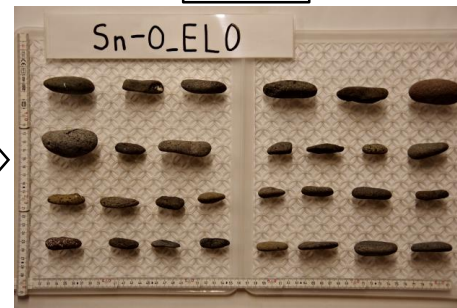


海浜礫の採取状況

・礫の採取については、現在の河床、河口、海浜及びM₂'面の露頭からは1m四方の範囲から、M₂面であるIB-6孔からはボーリング掘削で削られていない完形の礫を深度4.5m~8.0mの範囲から、長径1~8cm程度の礫を無作為に50個採取した。

ac面

ab面

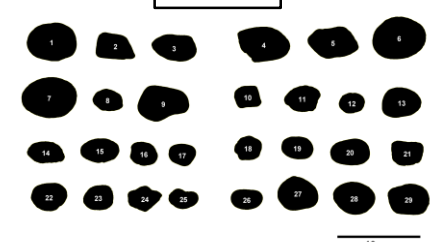
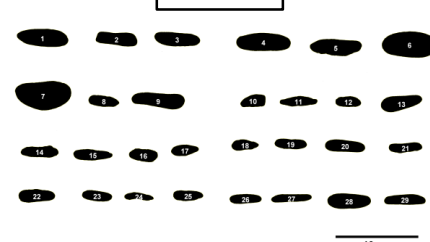


・写真撮影については、多数の円い突起がついたシリコン樹脂製の白いキッチンマットを使用し、1回20~50個の礫を、まずa軸とc軸の長さがかかるように立て置きにして真上から撮影(ac面)し、次にa軸とb軸の長さがかかるように寝かせて撮影(ab面)した。

採取した礫の写真

ac面

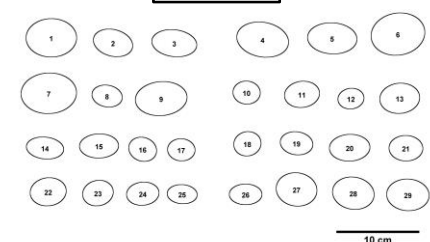
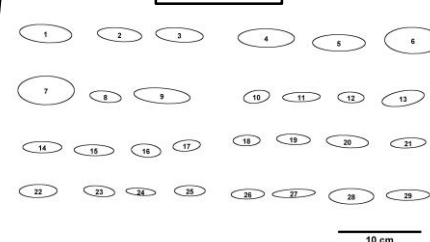
ab面



二値化処理後の画像

ac面

ab面



楕円近似後の画像

・Image-Jに取り込んだ画像については、白黒の二値化処理をおこない、色差の影響によるゴミやバリを除去し、穴埋めをして計測した。画像中の数字は、計測後にナンバリングしたものである。

・真円度(circularity)は、二値化処理後の画像を基に算出される。計算式は以下である。

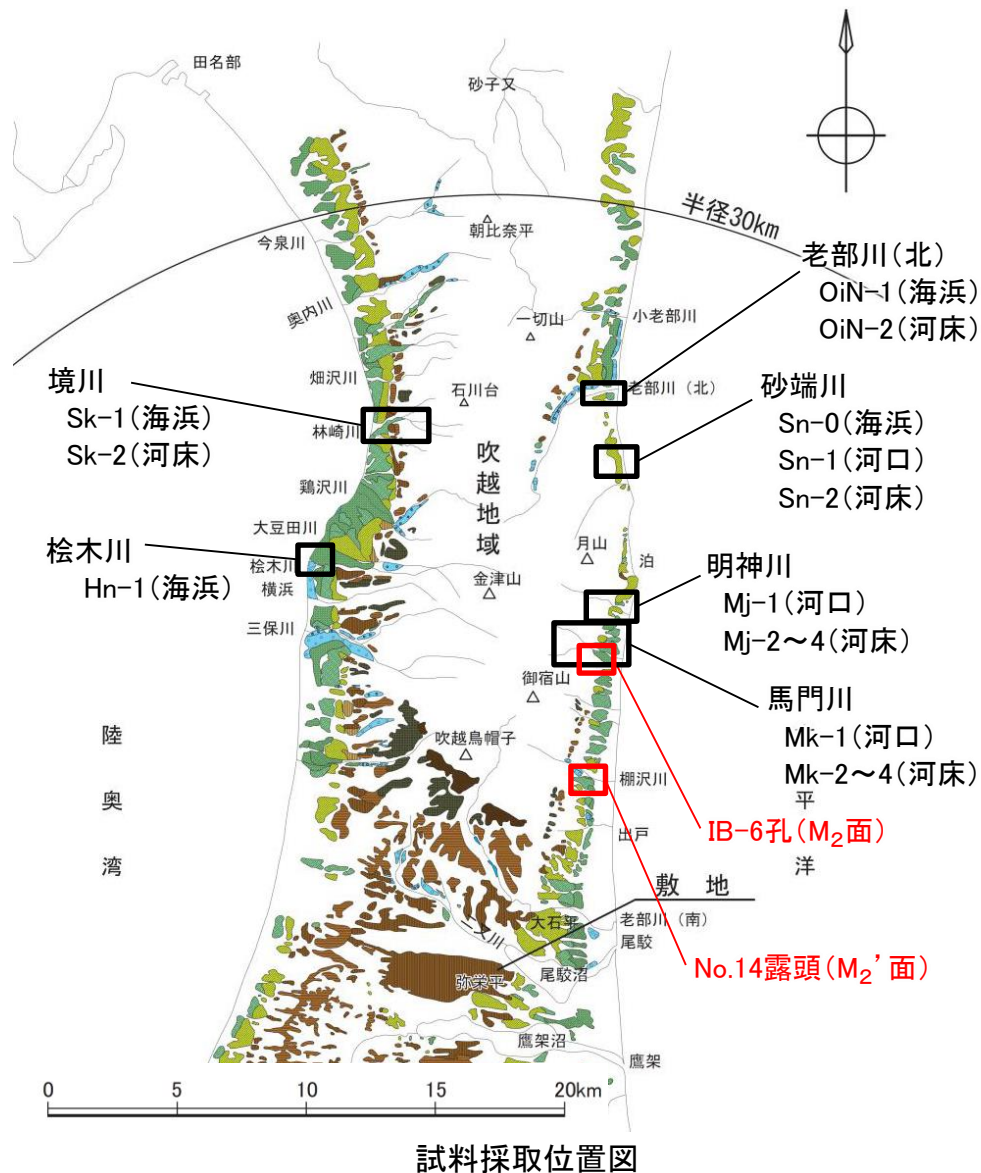
$$4\pi \times \text{面積} / (\text{周囲長})^2$$

・二値化処理後、楕円近似した形状のac面、ab面それぞれで短径と長径を計測させ、短径長径比(c/a)、中間径長径比(b/a)を算出した。画像中の数字は、計測後にナンバリングしたものである。



【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い(調査結果)

- ・現世の河床～海浜の礫については、下図に示す6河川(桧木川、境川、老部川(北)、砂端川、明神川、馬門川)において、各地点における典型的な堆積環境を反映している任意の1m四方の範囲から無作為に50個の礫を採取した。
- ・堆積環境として、採取地点を海浜(水色)、河口(緑色)、河床(黄～暖色系)の3つに区分した。河床については、運搬過程による差がみられるか確認するため、採取標高も記載して色分けしている。
- ・中位段丘堆積層については、海成層の代表としてIB-6孔のM₂面堆積物(深度4.5m～8.0m)から、ボーリング掘削で削られていない礫を無作為に50個採取した。河成層の代表としてNo.14露頭のM₂'面堆積物(露頭面の1m四方の範囲)から無作為に50個の礫を採取した。
- ・採取した礫はいずれも長径1～8cm程度とした。



河川名	試料名	地点	採取位置	堆積環境	Image-J 計測結果		
					ab面の平均真円度 circularity	平均中間径長径比 (b/a)	平均短径長径比 (c/a)
境川	Sk-1_EL0	Sk-1	標高0m付近	海浜	0.789	0.689	0.387
	Sk-2_EL45	Sk-2	標高45m付近	河床	0.794	0.735	0.494
桧木川	Hn-1_EL0	Hn-1	標高0m付近	海浜	0.795	0.744	0.368
老部川(北)	OiN-1_EL0	OiN-1	標高0m付近	海浜	0.838	0.764	0.333
	OiN-2_EL5	OiN-2	標高5m付近	河床	0.782	0.720	0.489
砂端川	Sn-0_EL0	Sn-0	標高0m付近	海浜	0.826	0.722	0.323
	Sn-1_EL0	Sn-1	標高0m付近	河口	0.835	0.737	0.549
	Sn-2_EL50	Sn-2	標高50m付近	河床	0.787	0.755	0.574
明神川	Mj-1_EL0	Mj-1	標高0m付近	河口	0.816	0.789	0.547
	Mj-2_EL10	Mj-2	標高10m付近	河床	0.791	0.739	0.509
	Mj-3_EL30	Mj-3	標高30m付近	河床	0.800	0.746	0.521
	Mj-4_EL50	Mj-4	標高50m付近	河床	0.778	0.706	0.454
馬門川	Mk-1_EL0	Mk-1	標高0m付近	河口	0.798	0.741	0.507
	Mk-2_EL30	Mk-2	標高30m付近	河床	0.808	0.757	0.519
	Mk-3_EL60	Mk-3	標高60m付近	河床	0.792	0.744	0.484
	Mk-4_EL95	Mk-4	標高95m付近	河床	0.771	0.719	0.495
馬門川南方	IB-6_EL33	IB-6孔	深度4.5～8.0m 標高32～35m付近	M2面	0.812	0.757	0.461
棚沢川南方	No.14_EL28	No.14露頭 TSR露頭	標高28m付近	M2'面	0.729	0.687	0.434

【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い(調査結果)

・Image-Jによる礫形計測の結果、海浜礫と河床礫とでは平均中間径長径比(b/a)では違いがみられず、平均真円度と平均短径長径比(c/a)の関係図において明瞭な違いがみられた。

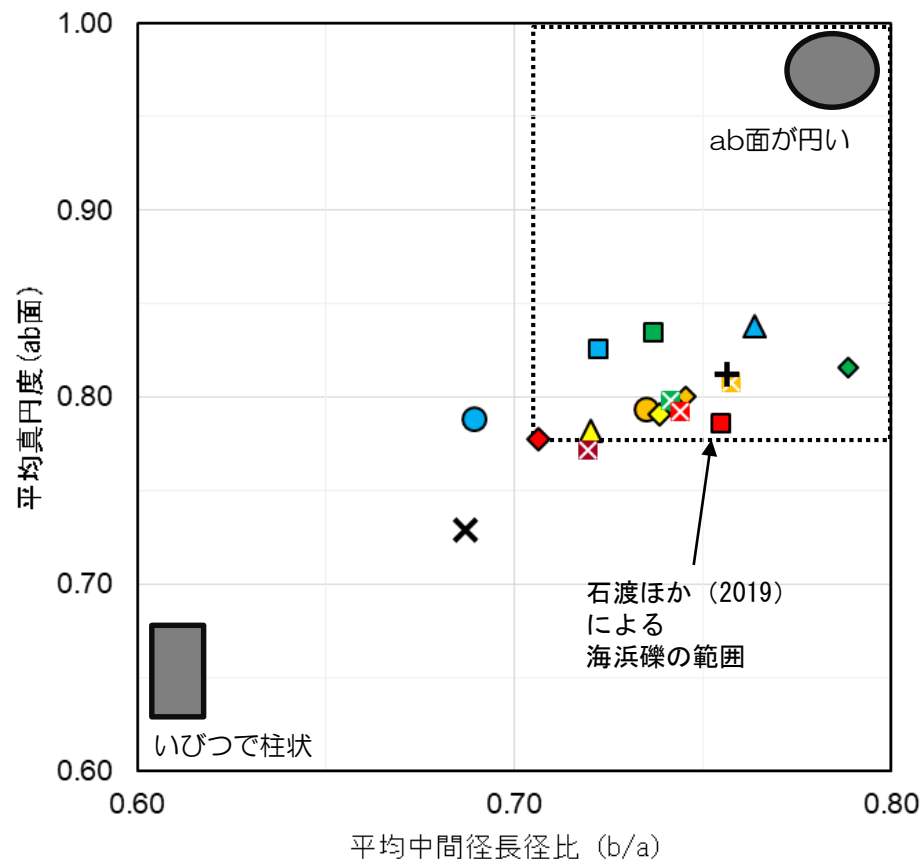
【現世の河床～海浜礫】

- ・河床礫(一部河口礫含む)の範囲は、平均真円度が0.81未満、平均短径長径比(c/a)が0.45以上である。平均短径長径比が低いほど平均真円度も低い傾向がある。採取標高による違いはみられない。
- ・河口礫の範囲は、平均真円度が0.79以上、平均短径長径比(c/a)が0.51以上である。
- ・海浜礫の範囲は、平均真円度が0.79以上、平均短径長径比(c/a)が0.39以下であり、石渡ほか(2019)による海浜礫の範囲(真円度0.78以上、短径長径比(c/a)0.48以下)に収まる結果となった。
- ・以上の結果は、河床礫はいびつであり扁平ではない礫を多く含み、河川の転動による円礫化によって河口礫は河床礫よりも円形であり扁平ではない(球形に近い)礫を多く含み、海浜の反復滑動による扁平化によって海浜礫は円形かつ扁平である礫を多く含む特徴を示しているものと考えられる。この特徴は前述の礫の運搬様式概念とも整合的である。

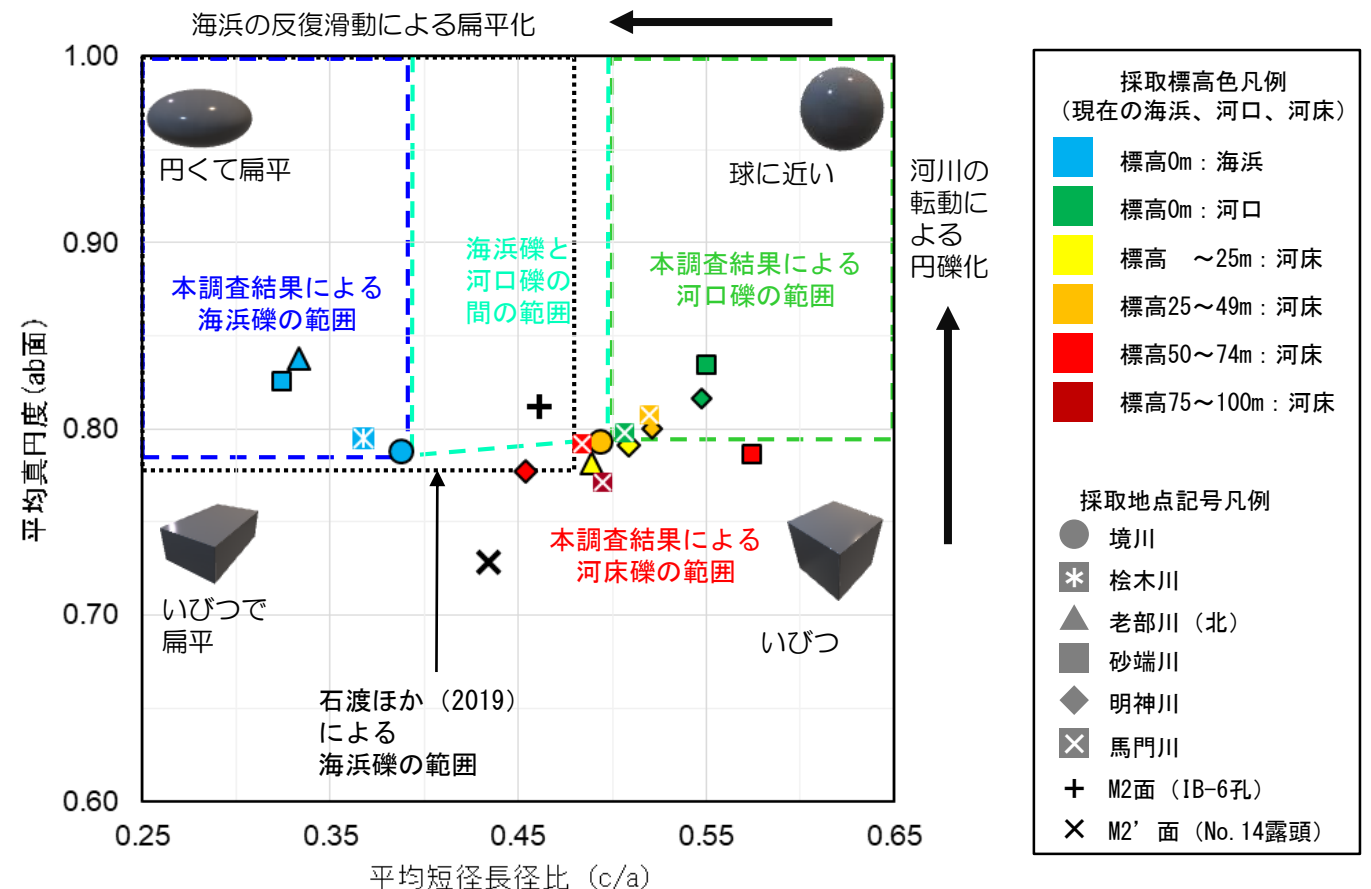
【中位段丘堆積層の礫】

- ・海成層としたM₂面堆積物(IB-6孔の試料)では、平均真円度は0.81、平均短径長径比(c/a)は0.46である。現世の結果と比較すると海浜礫と河口礫との間にプロットされ、石渡ほか(2019)に従えば海浜礫の範囲内であり、堆積環境は河口～海成であると考えられる。
- ・河成層としたM₂'面堆積物(No.14露頭の試料)では、平均真円度は0.73、平均短径長径比(c/a)は0.43である。現在の海浜礫や河口礫とは明らかに異なる位置にプロットされるため、堆積環境は海成ではなく、河成と考えられる。

Image-J 計測結果(50試料/地点の平均値)



ab面の平均真円度と平均中間径長径比(b/a)の関係図
(ab面の二次元的な形状を表している)



ab面の平均真円度と平均短径長径比(c/a)の関係図
(円いかいびつか、扁平か扁平でないかという三次元的な形状を表している)

【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い(まとめ)

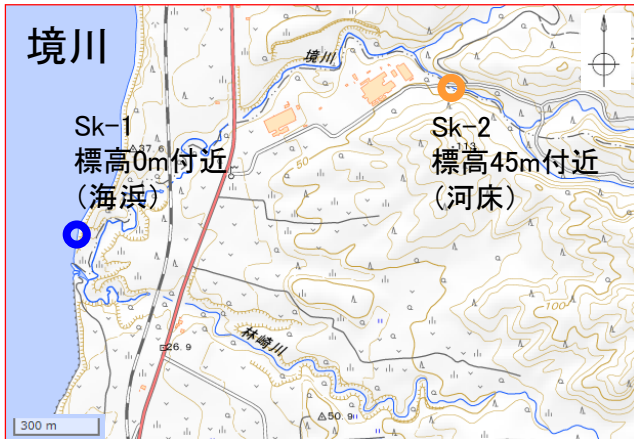
- 現世の河床～海浜礫について行ったImage-Jによる礫形計測の結果、海浜礫と河床礫とでは平均真円度と平均短径長径比(c/a)の関係図において明瞭な違いがみられた。
 - ・河床礫: 平均真円度が0.81未満、平均短径長径比(c/a)が0.45以上
 - ・河口礫: 平均真円度が0.79以上、平均短径長径比(c/a)が0.51以上
 - ・海浜礫: 平均真円度が0.79以上、平均短径長径比(c/a)が0.39以下
- 石渡ほか(2019)による海浜礫の範囲は真円度が0.78以上、短径長径比(c/a)が0.48以下。
- M₂面堆積物中の礫は、平均真円度が0.81、平均短径長径比(c/a)が0.46であった。
- M₂'面堆積物中の礫は、平均真円度が0.73、平均短径長径比(c/a)が0.43であった。



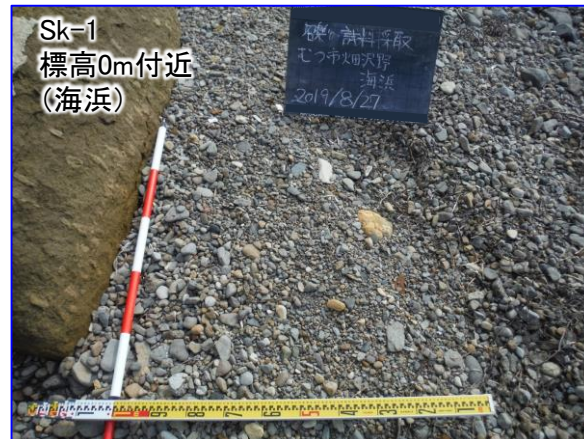
- ・ M₂面を形成した堆積物の堆積環境は、計測結果及び石渡ほか(2019)から河口～海浜であると考えられる。
- ・ M₂'面を形成した堆積物の堆積環境は、礫の平均真円度が0.73であることから、海浜ではなく河床であると考えられる。
- ・以上のことから、海成層と河成層の違いについて、概ね定量的に示すことができたと考えられる。

【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料採取位置・状況写真)

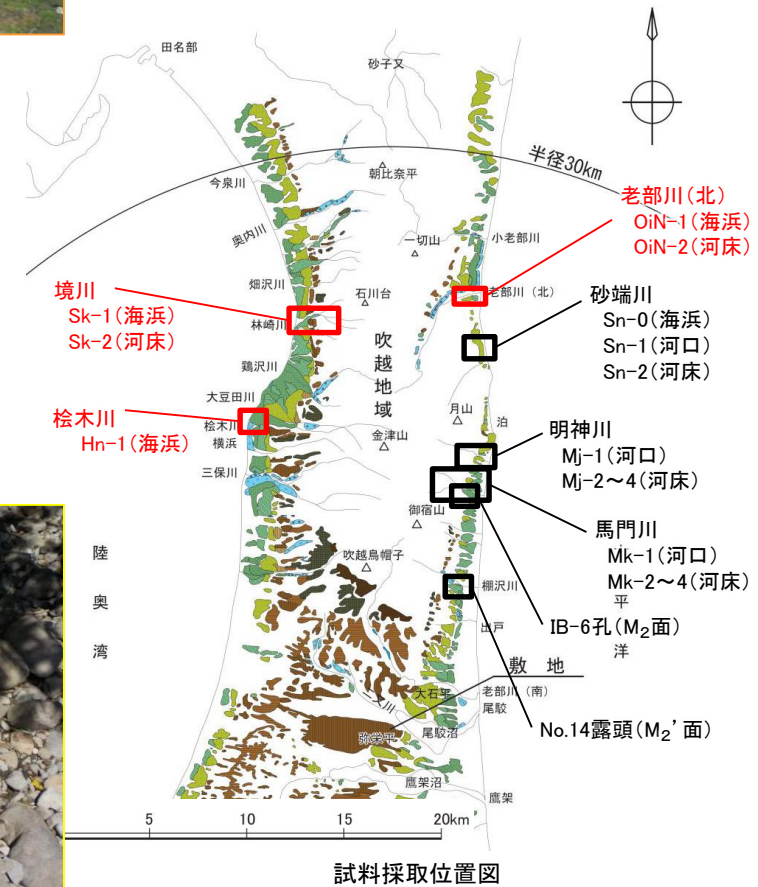
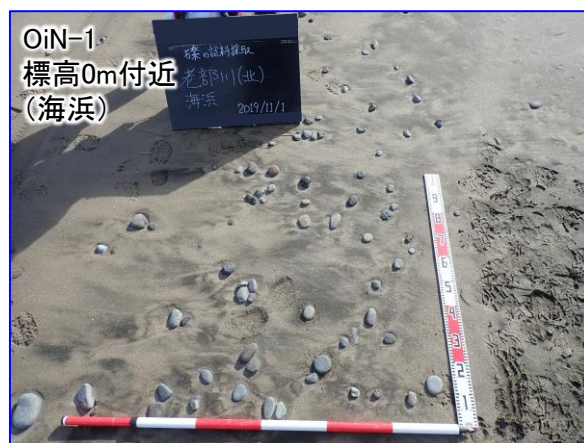
試料採取位置(拡大図)



試料採取位置・状況写真



・境川、桧木川、老部川(北)の礫試料採取位置・状況写真を示す。



【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料採取位置・状況写真)

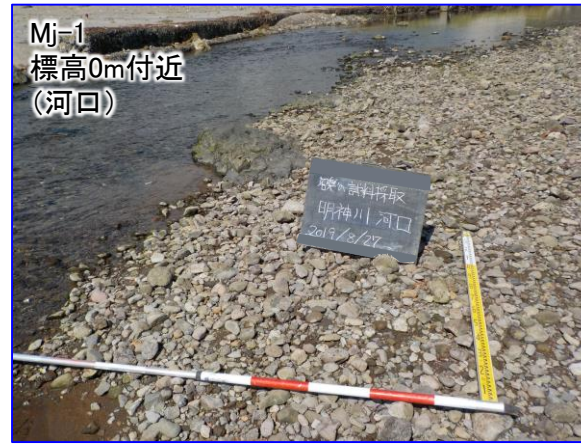
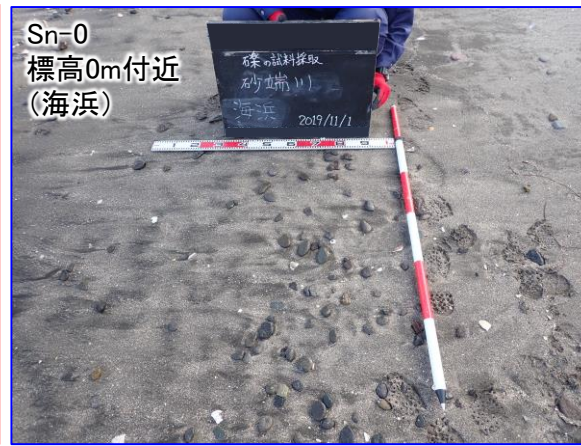
第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p127 再掲



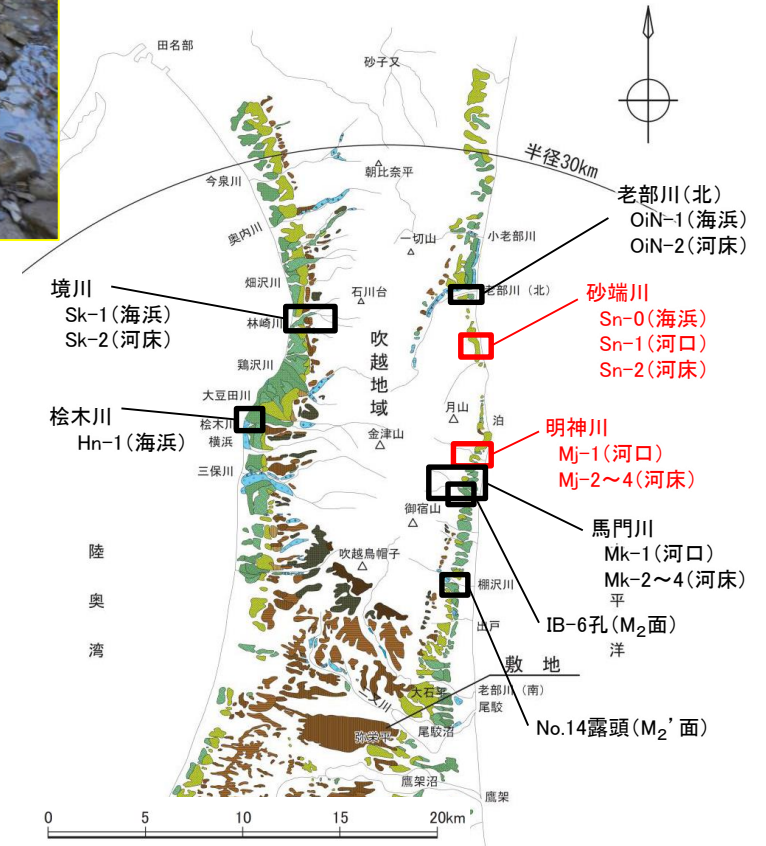
試料採取位置(拡大図)



試料採取位置写真



・砂端川、明神川の礫試料採取位置・状況写真を示す。



試料採取位置図

【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料採取位置・状況写真)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p128 再掲



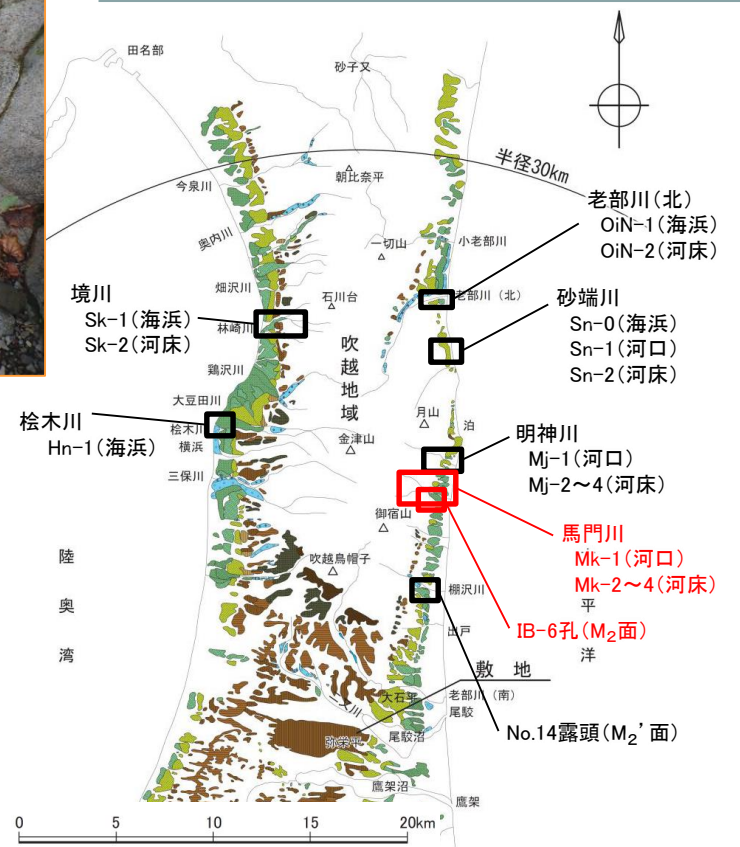
試料採取位置(拡大図)



試料採取位置写真

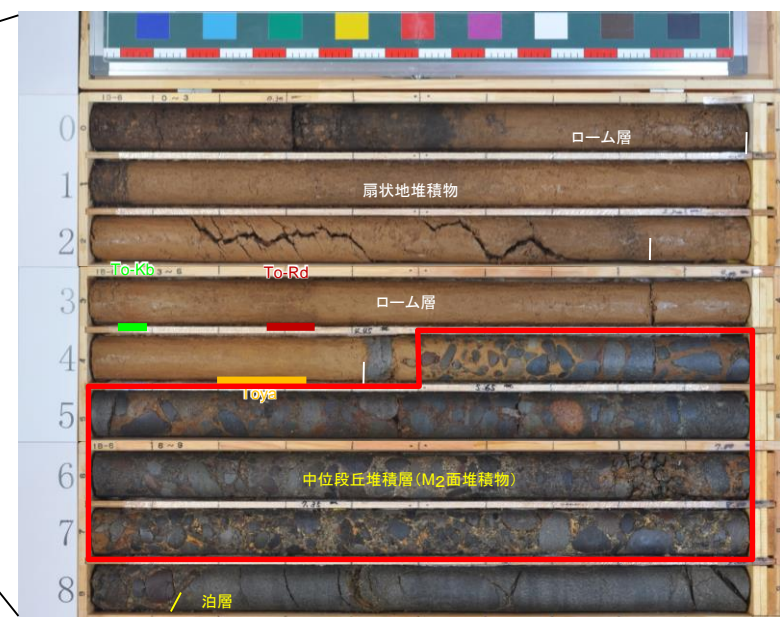
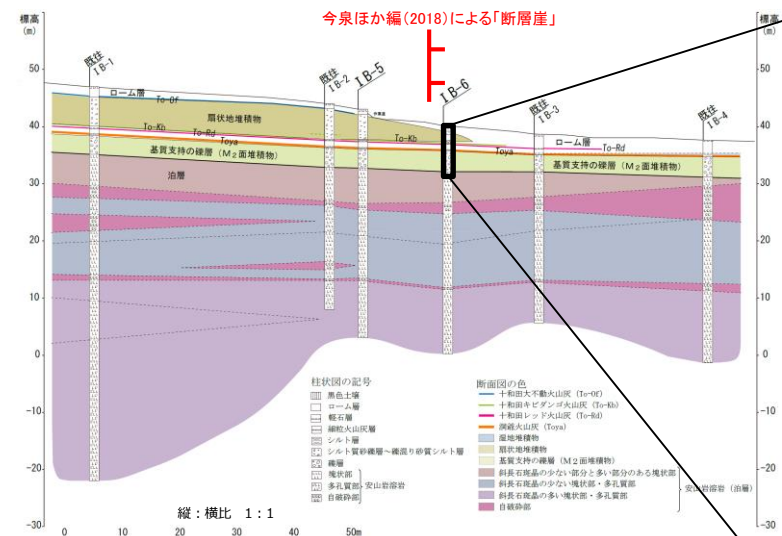


・馬門川、IB-6孔の礫試料採取位置・状況写真を示す。



IB-6コア写真(深度0.00~9.00m)

試料採取位置図



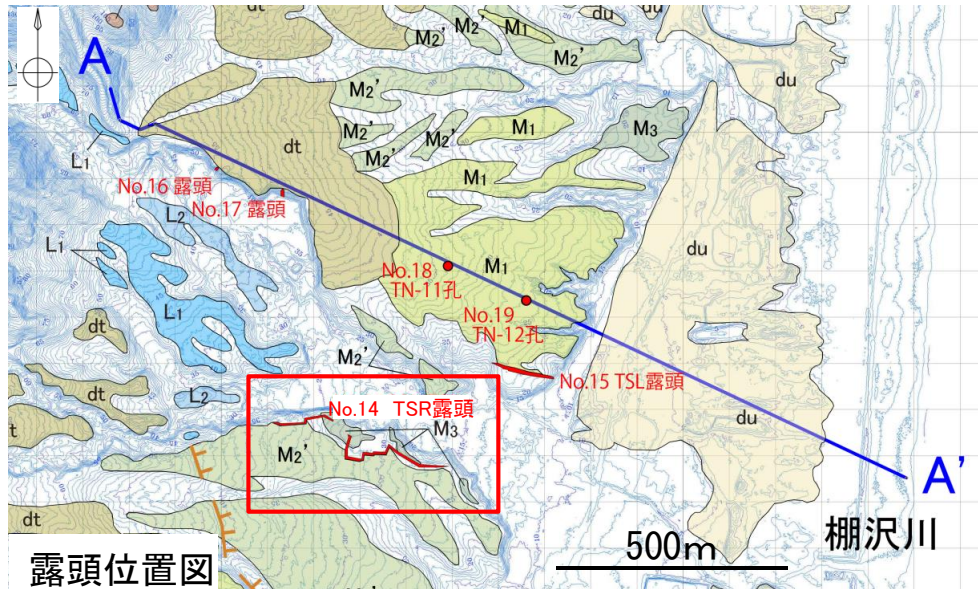
IB-6孔
深度4.5~8.0m
標高32~35m付近
(M2面)

【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料採取位置・状況写真)

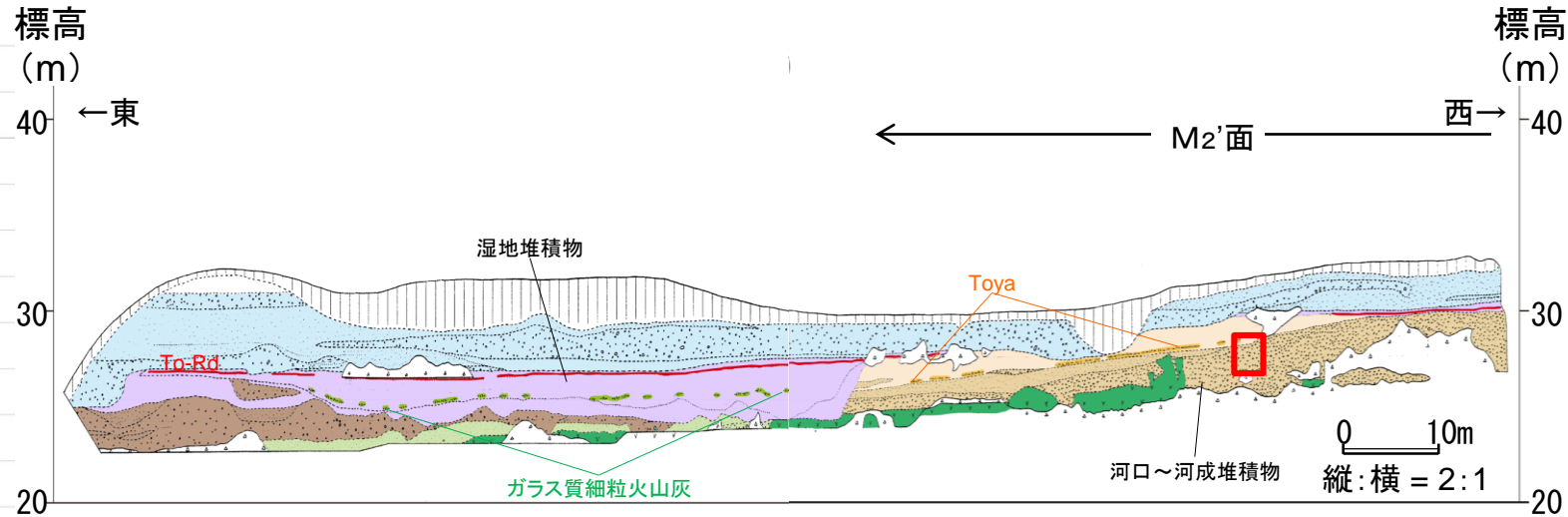
第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p129 再掲



試料採取位置(拡大図)



露頭位置図



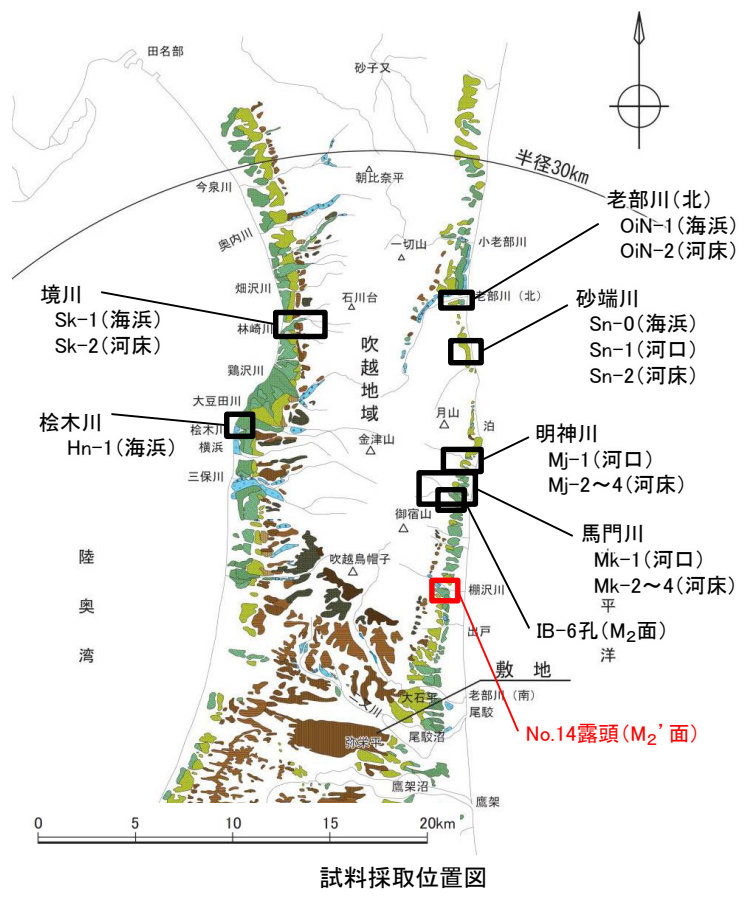
試料採取位置写真



	腐植土		火山灰層 (lm)
	粘土質火山灰		淘汰の良い海成砂
	シルト		Toyaを挟む砂質シルト
	シルト混り砂		淘汰の良い砂
	不淘汰な砂・礫		円磨度の高い砂礫
	泥炭・腐植質粘土		河成堆積物
	シルト～粘土		円磨度の低い砂礫
	河成堆積物		泊層 (To)
	安山岩		軽石凝灰岩

	スコリア		To-Rd
	ガラス質細粒火山灰		
	ガラス質細粒火山灰		Toya

・No.14露頭の礫試料採取位置・状況写真を示す。



試料採取位置図

【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料写真/Image-J画像)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p130 再掲



境川 標高0m付近 (海浜)

採取した礫の写真

【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

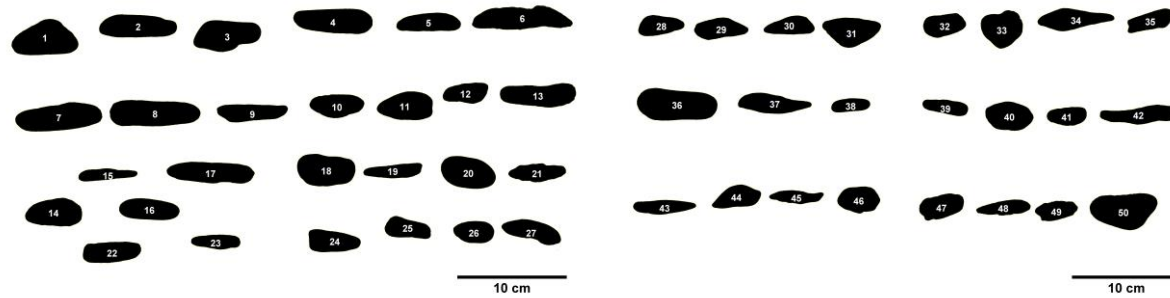
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



二値化処理後の画像

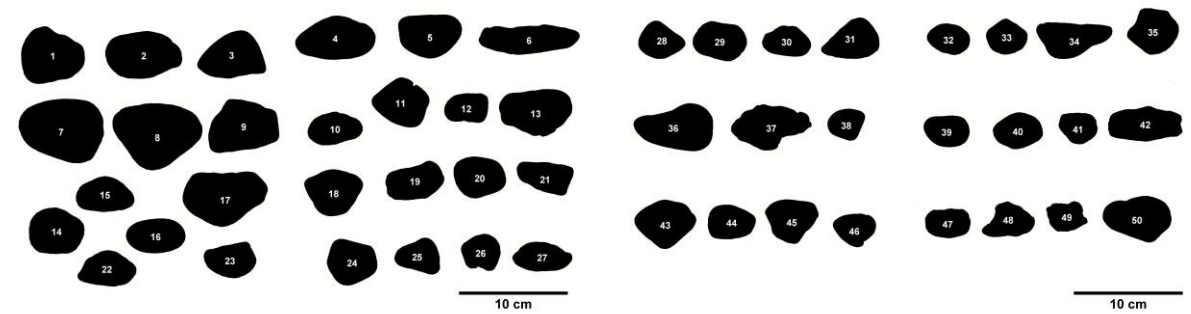
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

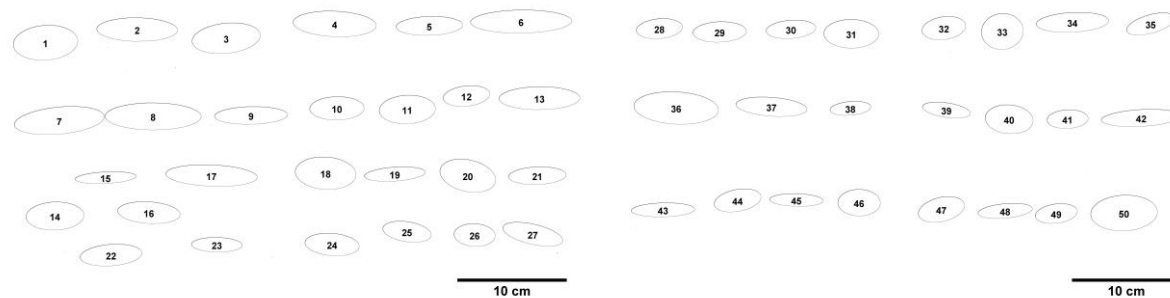
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



楕円近似後の画像

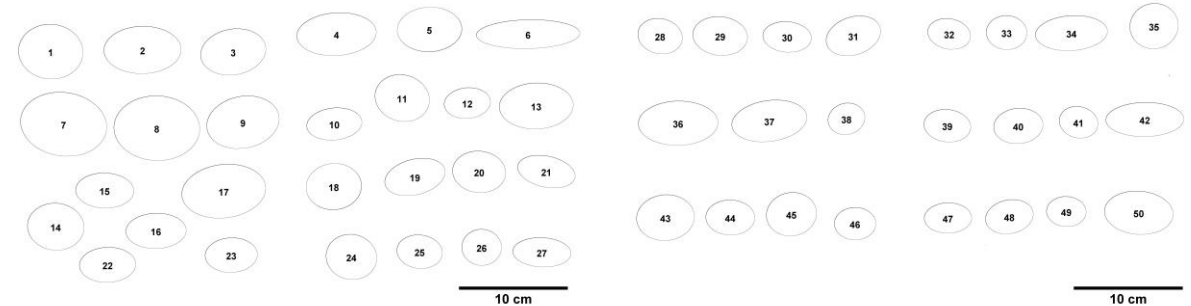
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料写真/Image-J画像)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p131 再掲



境川 標高45m付近 (河床)

採取した礫の写真

【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

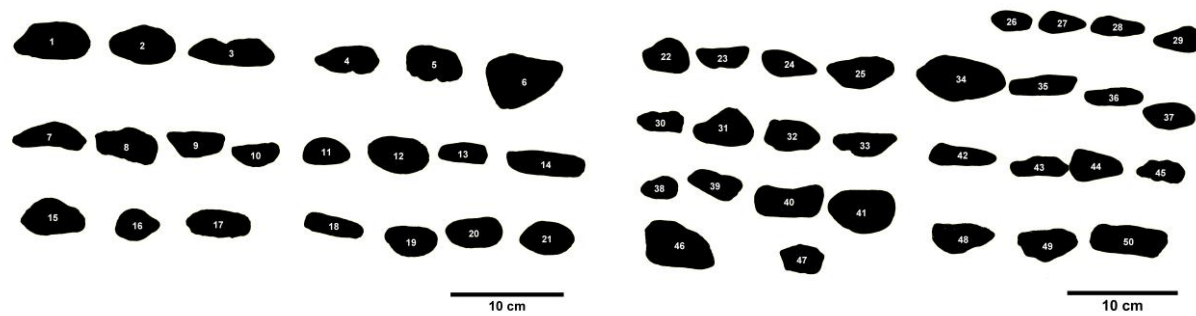
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



二値化処理後の画像

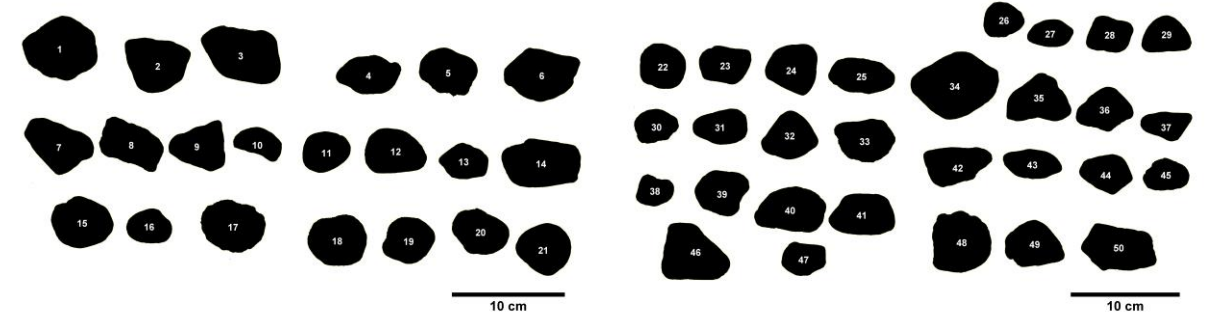
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

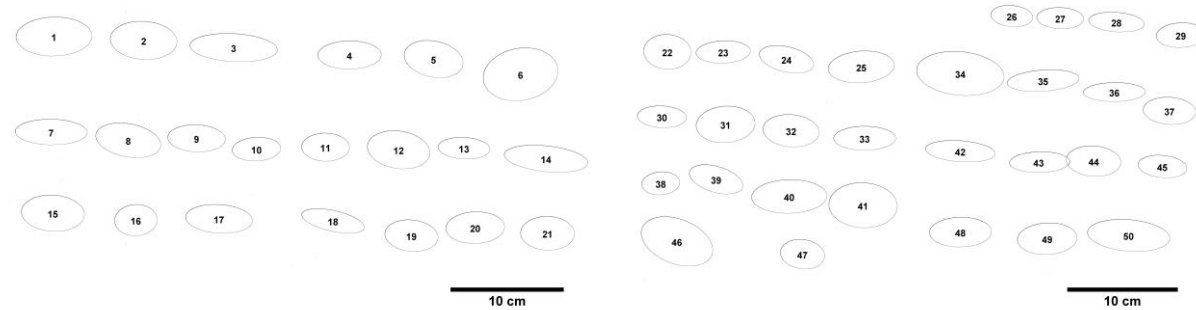
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



楕円近似後の画像

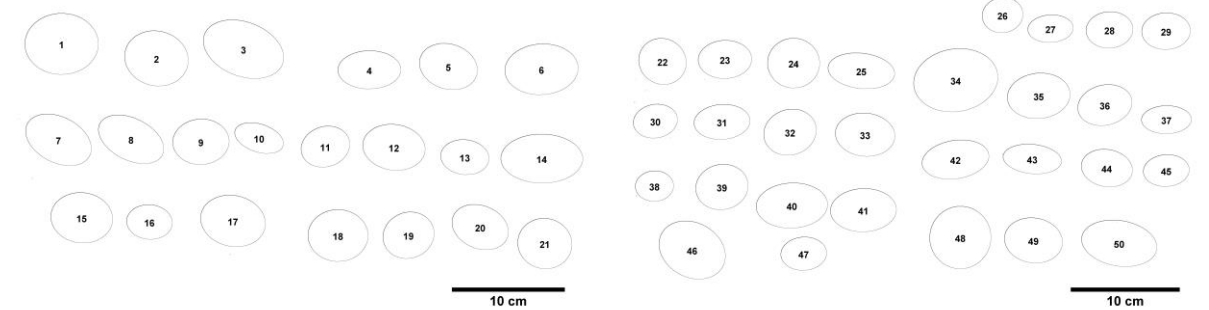
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料写真/Image-J画像)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p132 再掲

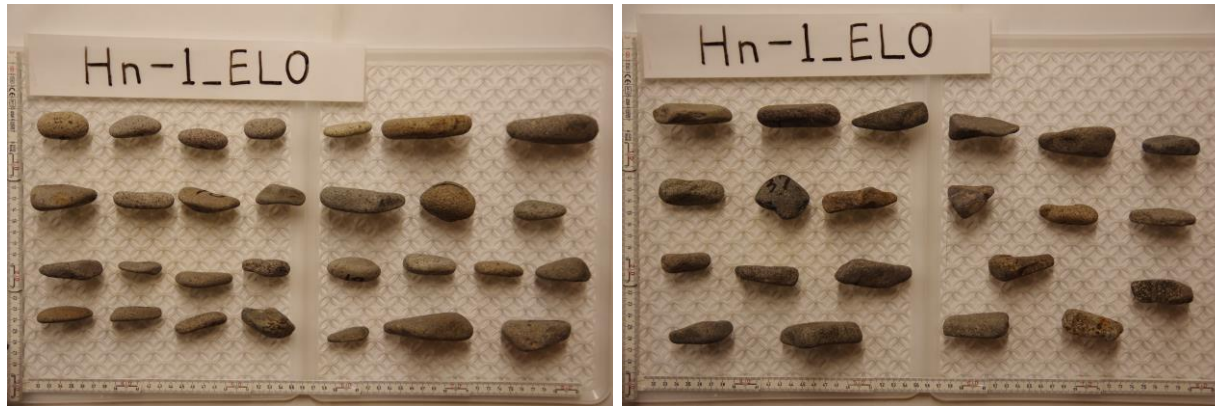


桧木川 標高0m付近 (海浜)

採取した礫の写真

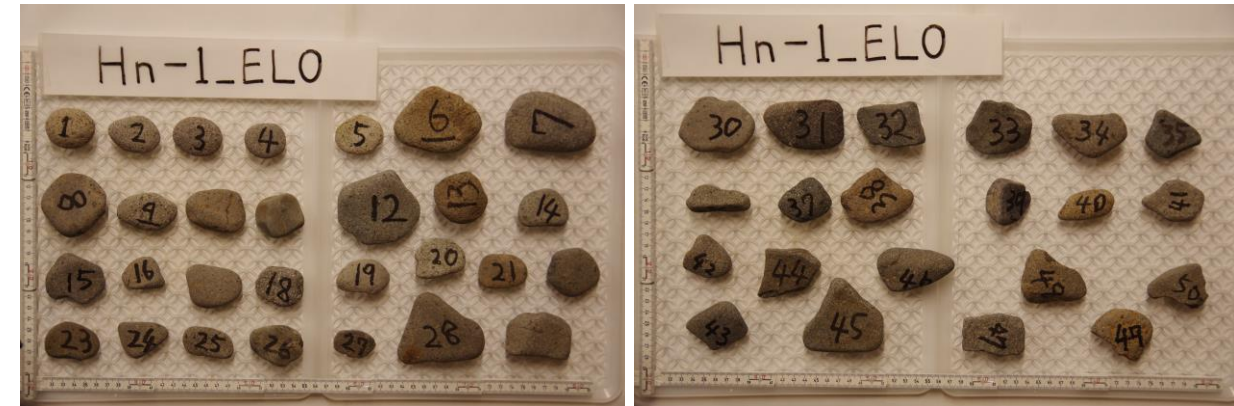
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

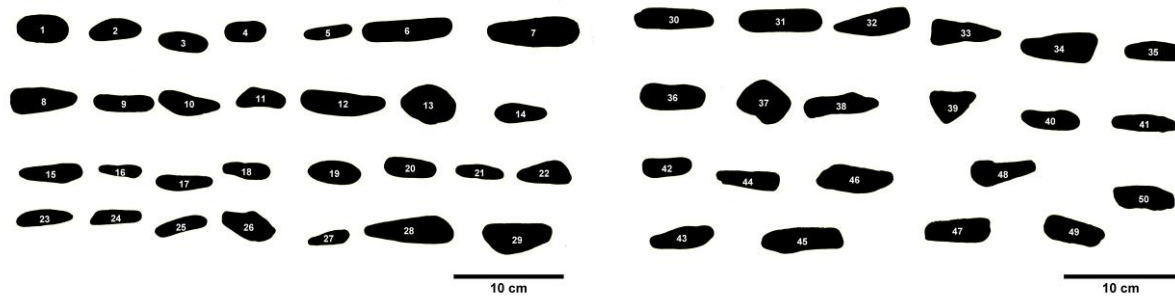
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



二値化処理後の画像

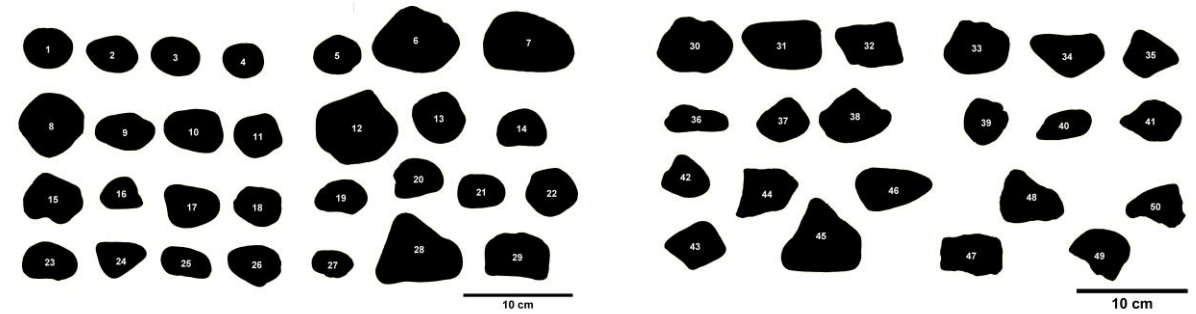
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

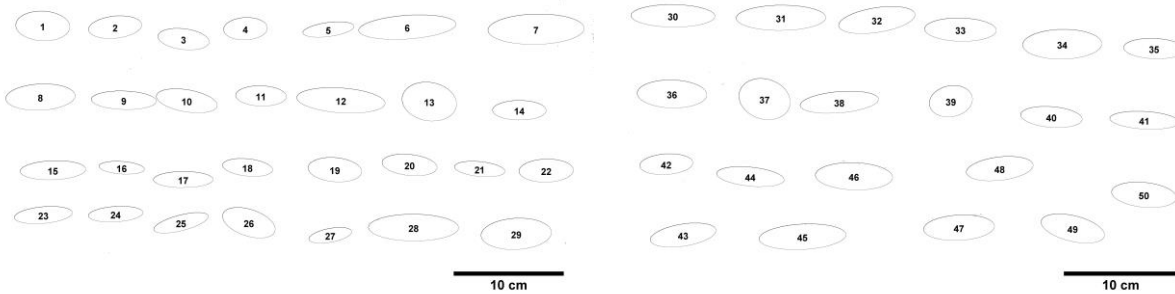
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



楕円近似後の画像

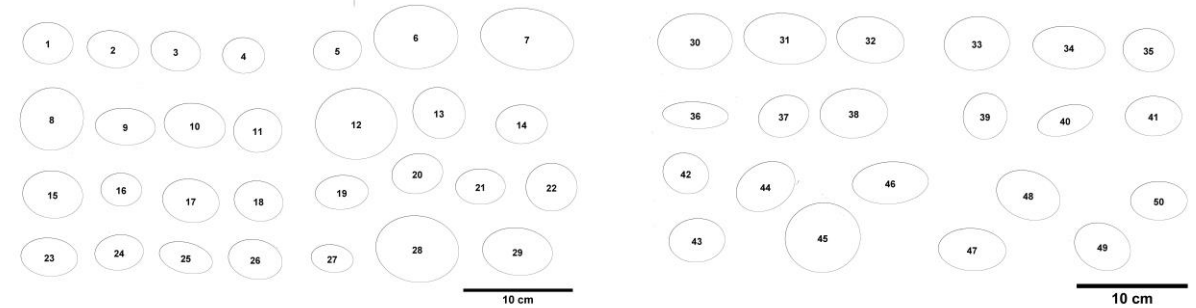
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影

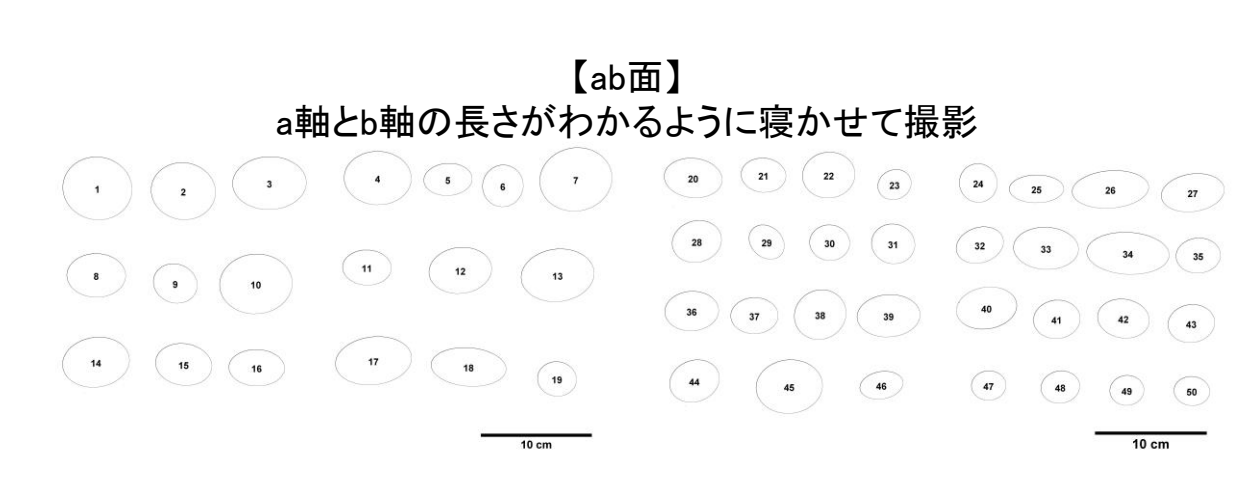
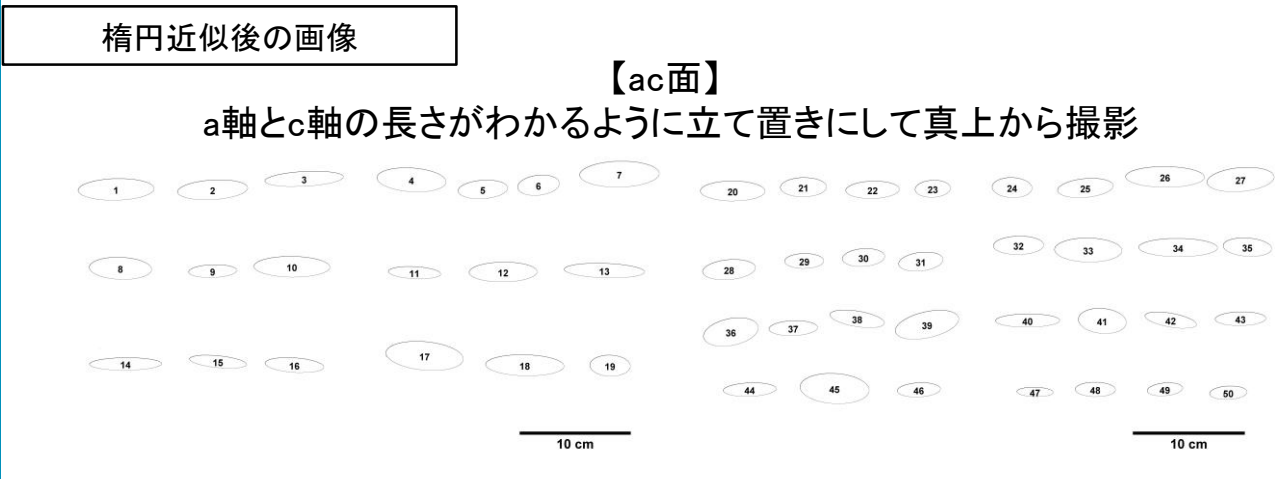
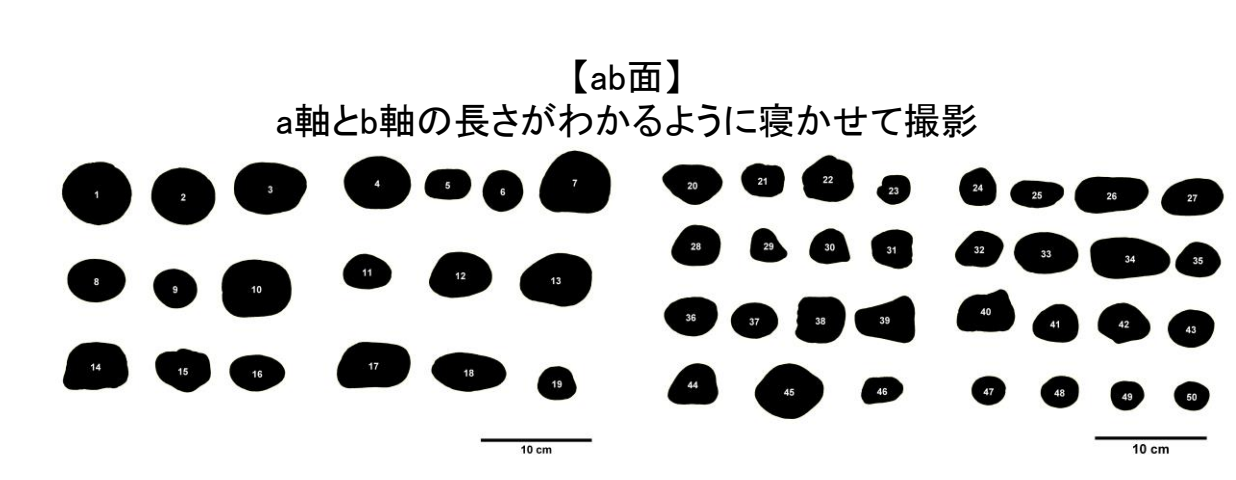
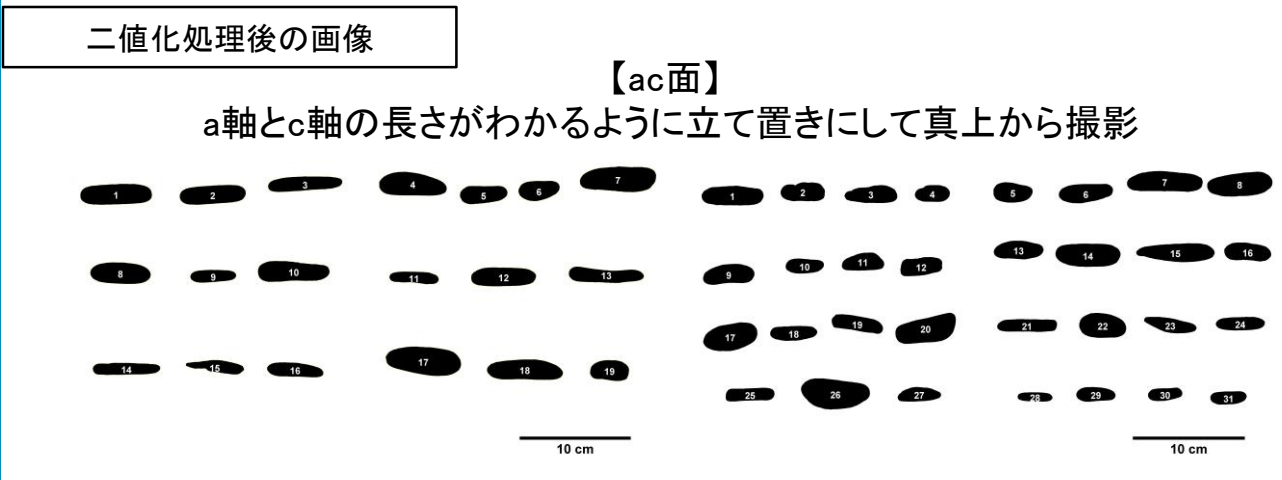
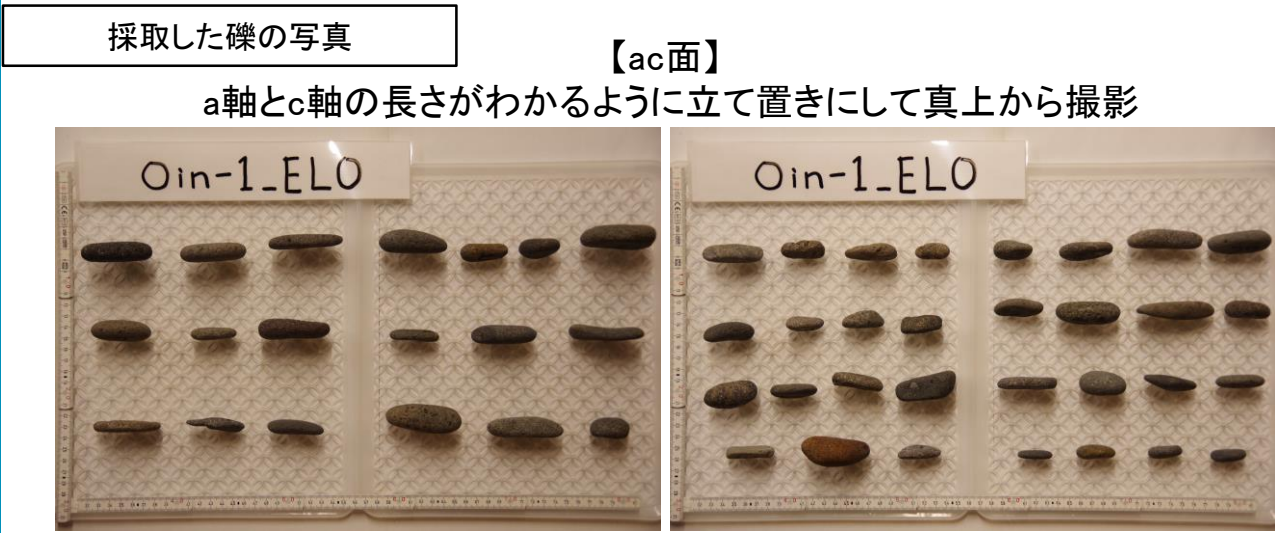


【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料写真/Image-J画像)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p133 再掲



老部川(北) 標高0m付近 (海浜)



【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い

老部川(北) 標高5m付近 (河床)

採取した礫の写真

【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

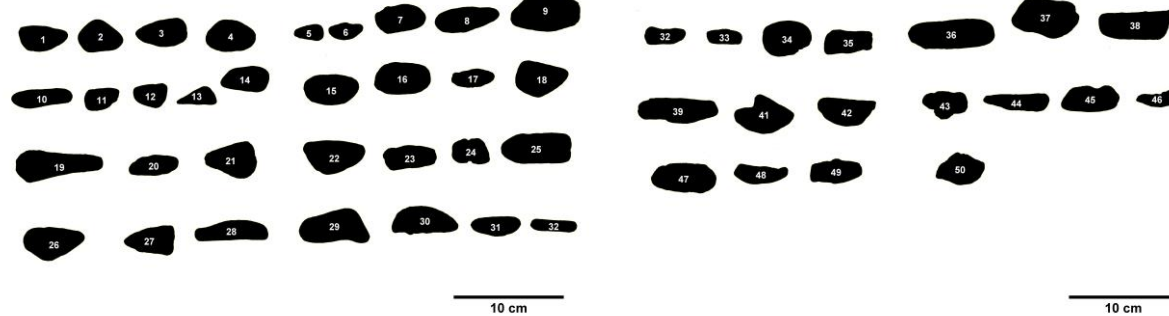
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



二値化処理後の画像

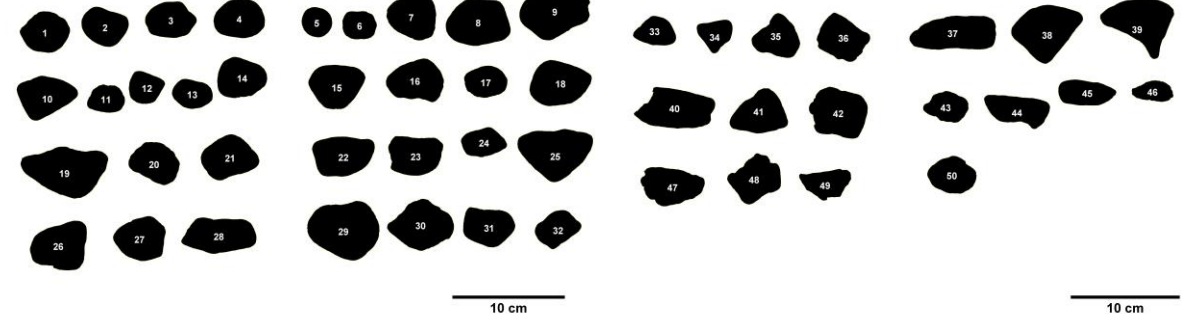
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

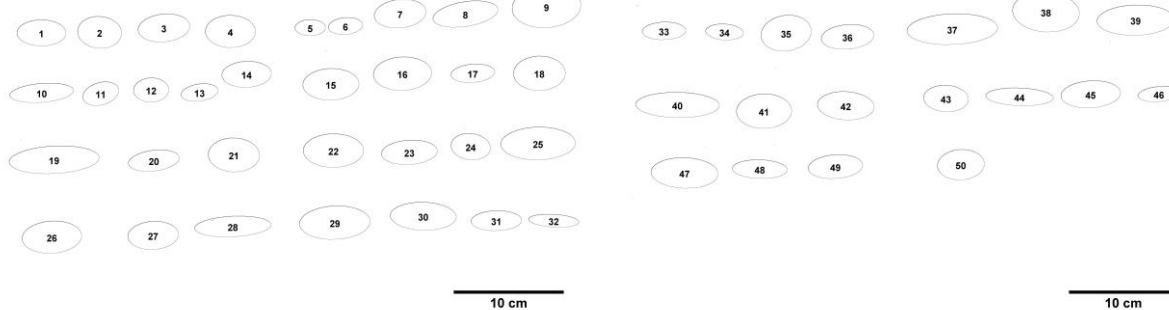
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



楕円近似後の画像

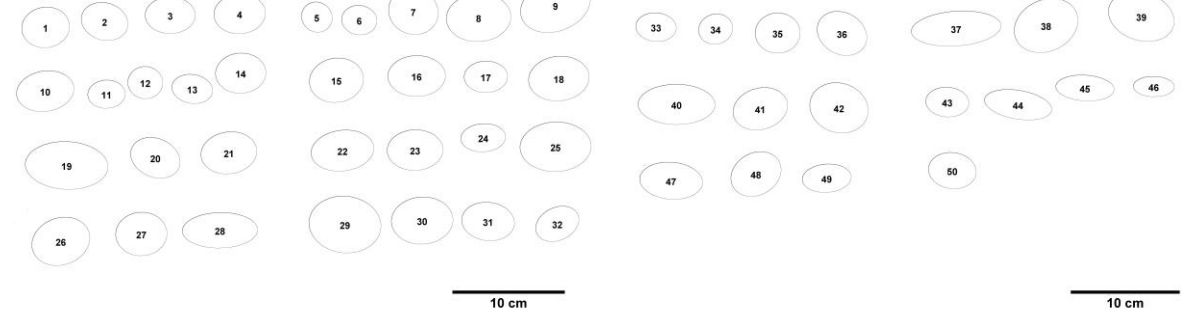
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



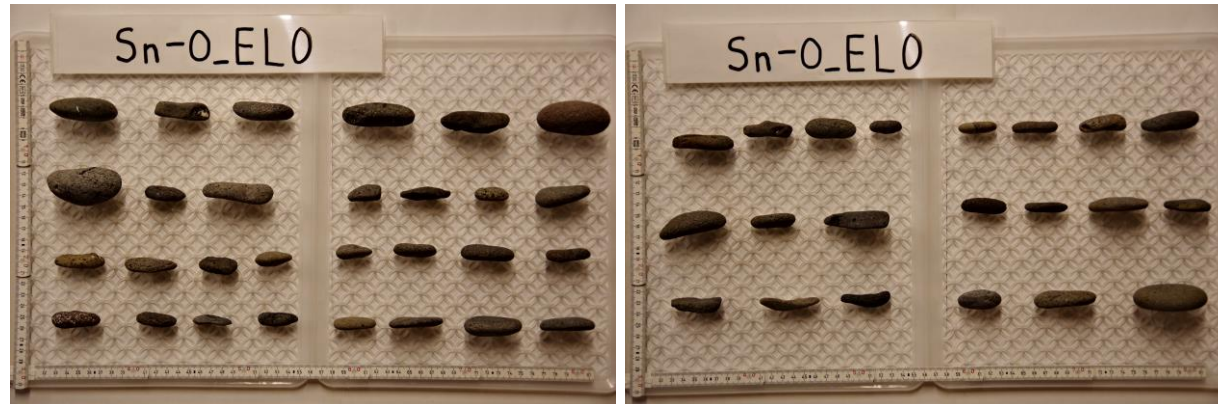
【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い

砂端川 標高0m付近 (海浜)

採取した礫の写真

【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

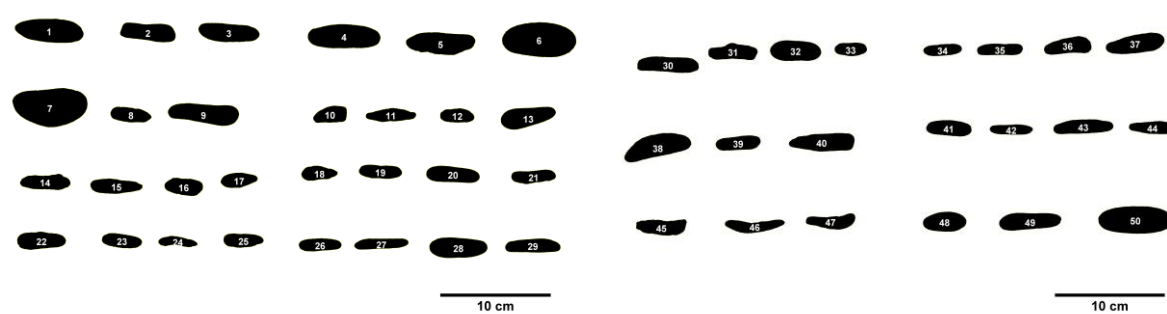
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



二値化処理後の画像

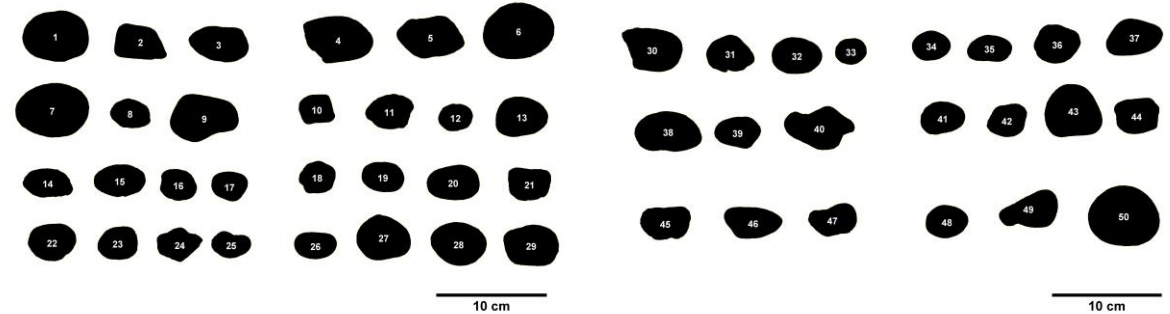
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

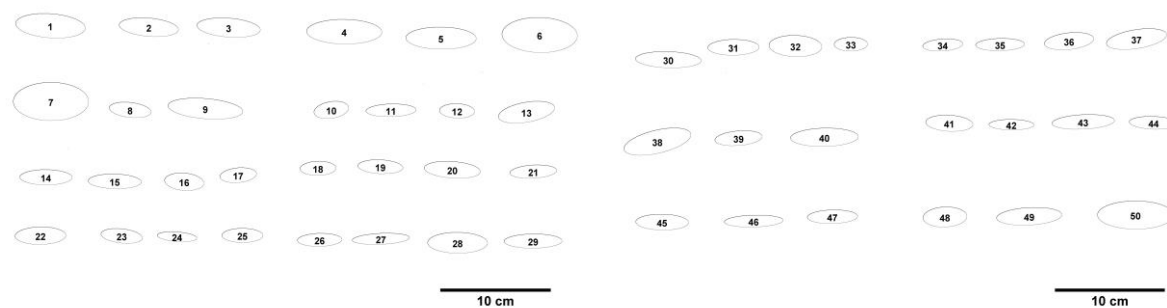
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



楕円近似後の画像

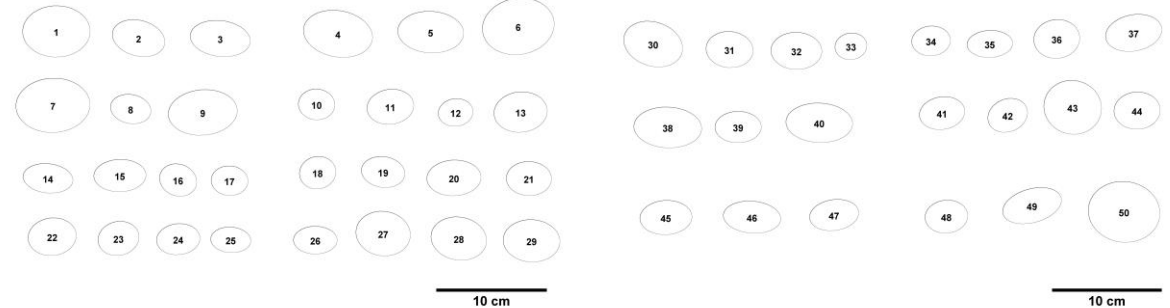
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影

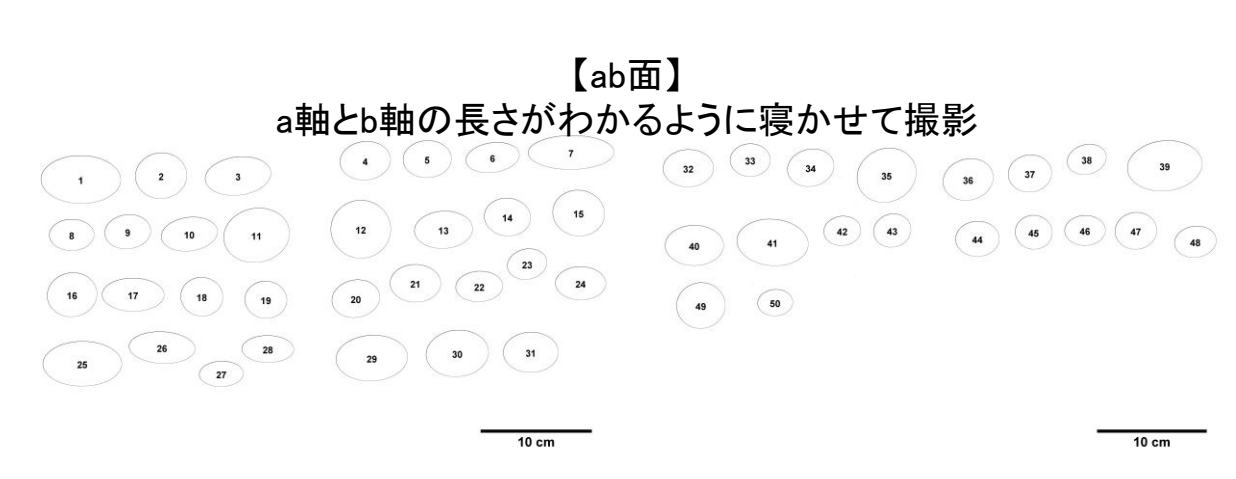
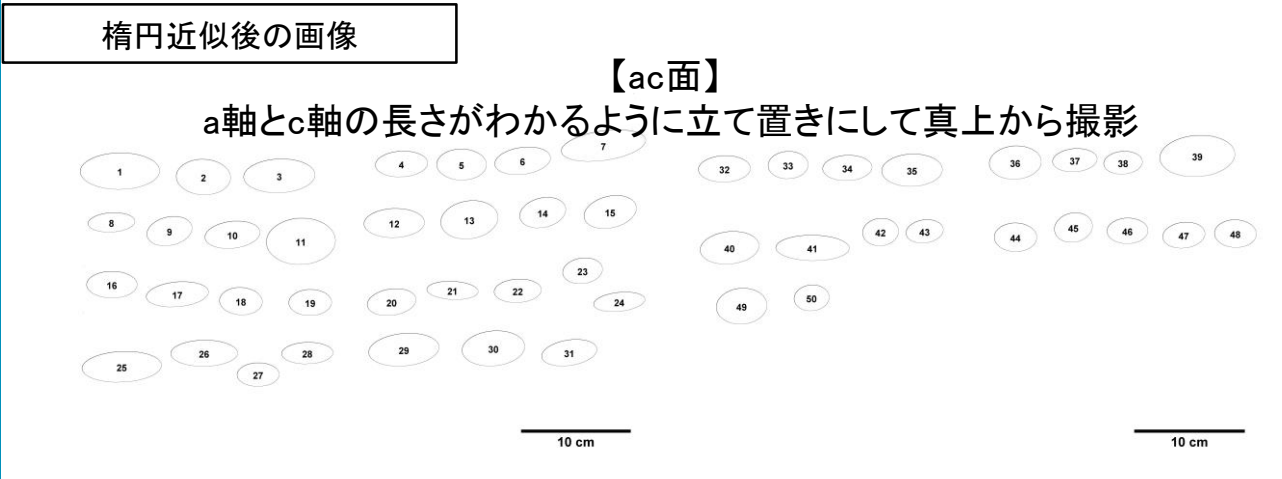
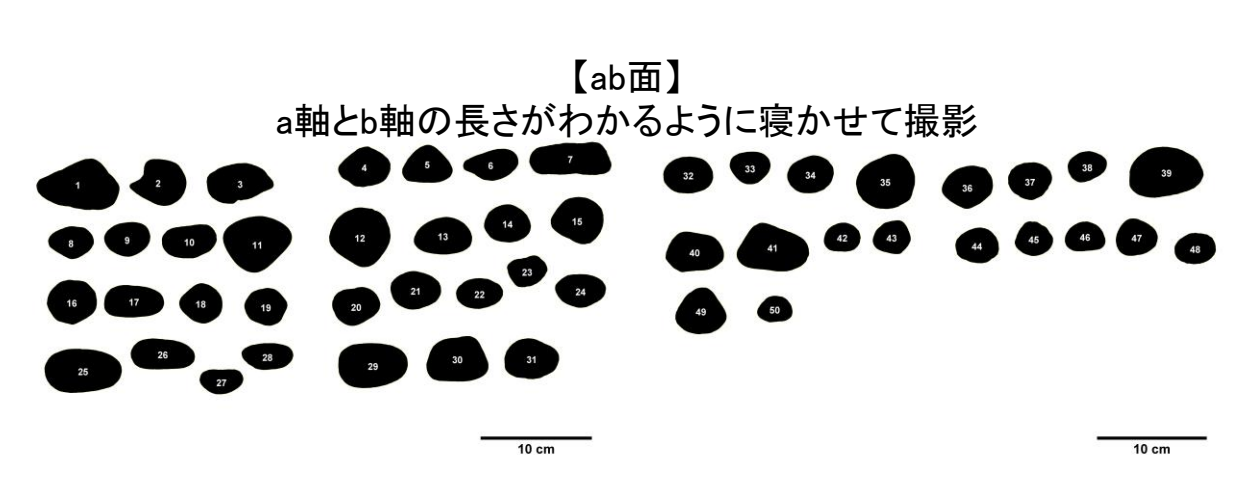
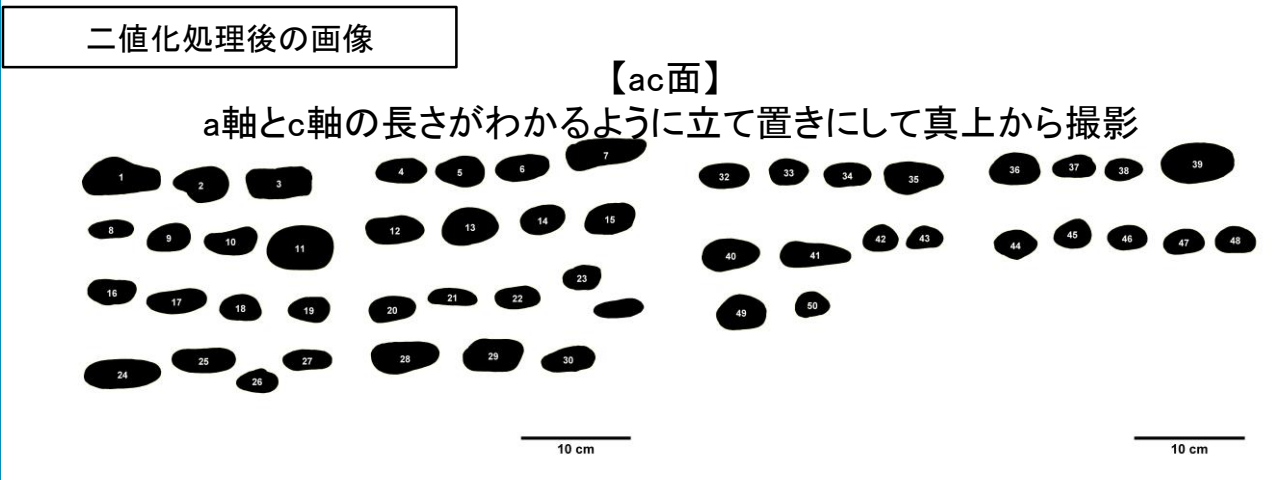


【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料写真/Image-J画像)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p136 再掲



砂端川 標高0m付近 (河口)



【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料写真/Image-J画像)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p137 再掲



砂端川 標高50m付近 (河床)

採取した礫の写真

【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

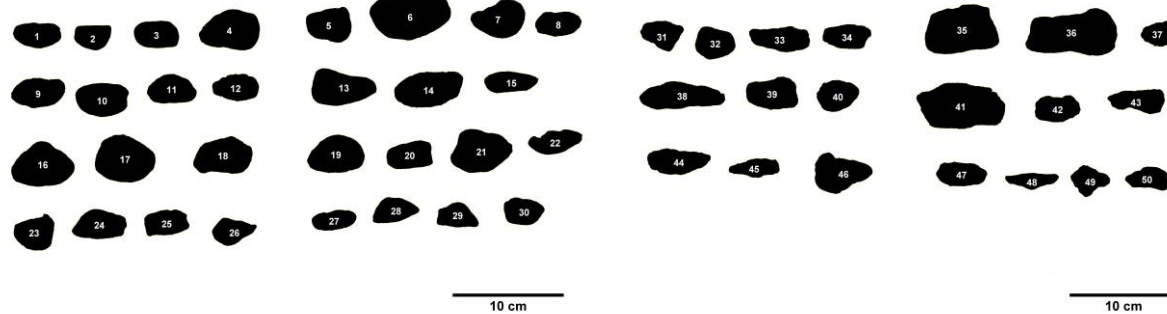
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



二値化処理後の画像

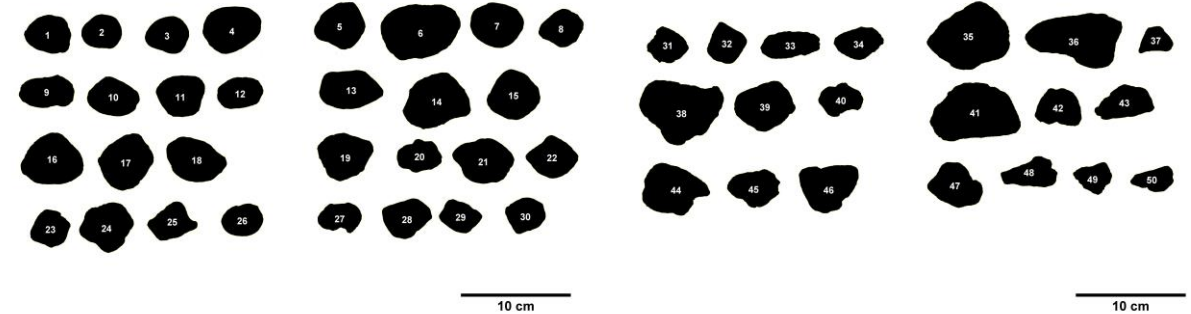
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

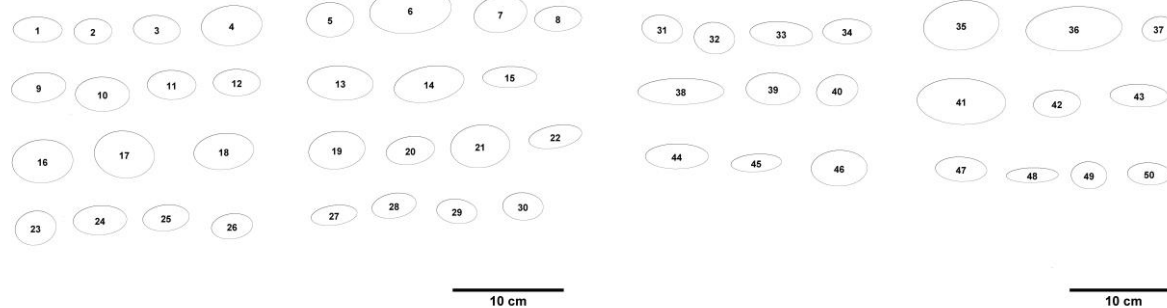
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



楕円近似後の画像

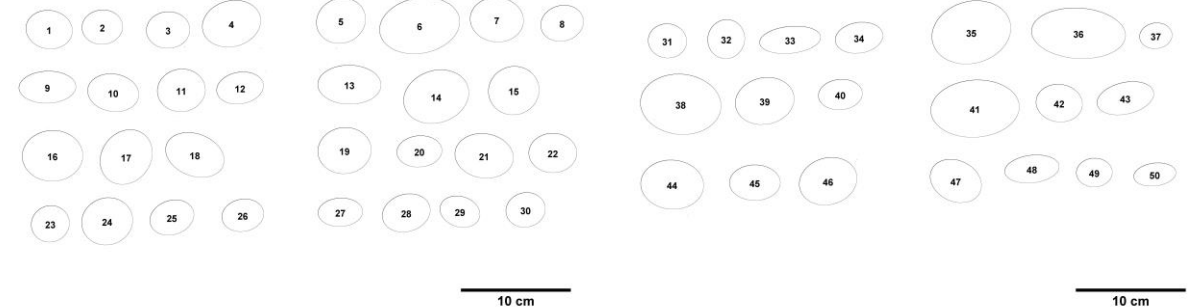
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料写真/Image-J画像)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p138 再掲



明神川 標高0m付近 (河口)

採取した礫の写真

【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

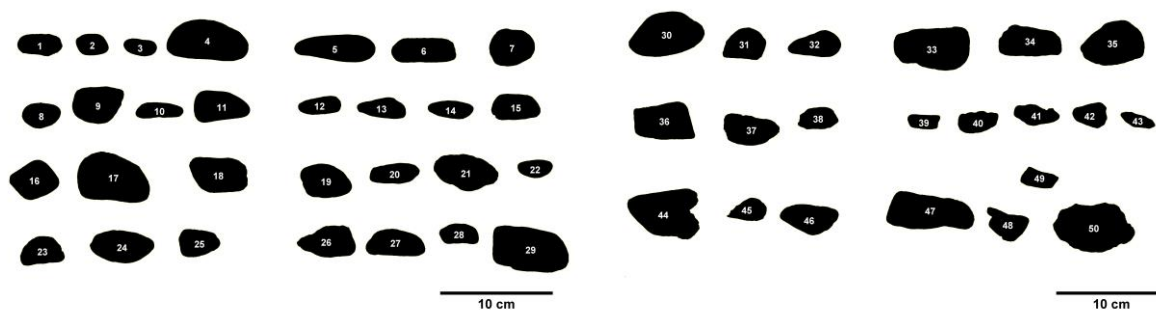
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



二値化処理後の画像

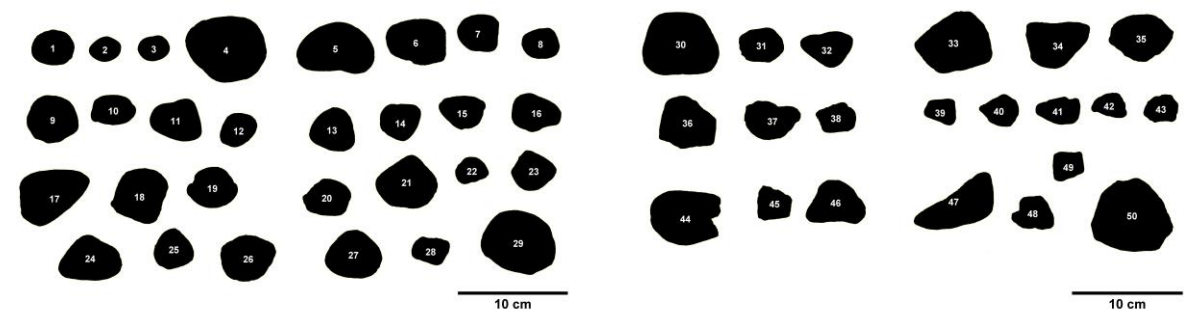
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

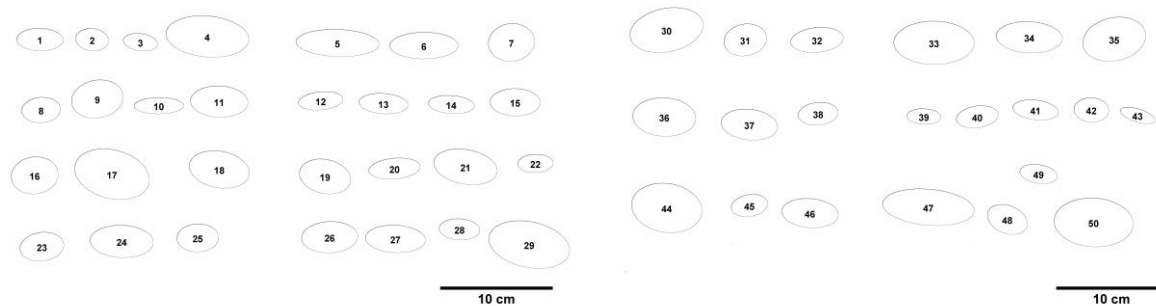
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



楕円近似後の画像

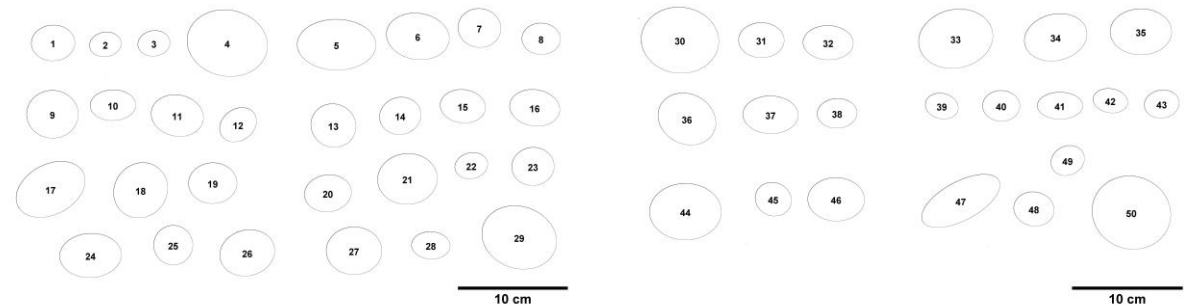
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料写真/Image-J画像)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p139 再掲



明神川 標高10m付近 (河床)

採取した礫の写真

【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

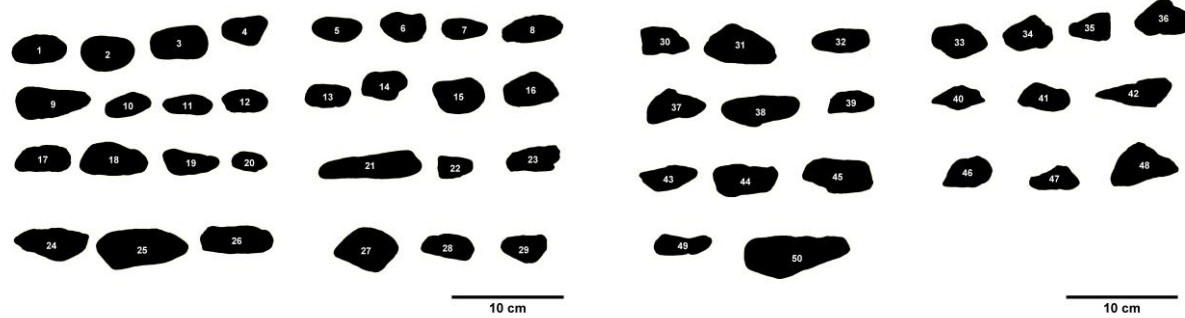
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



二値化処理後の画像

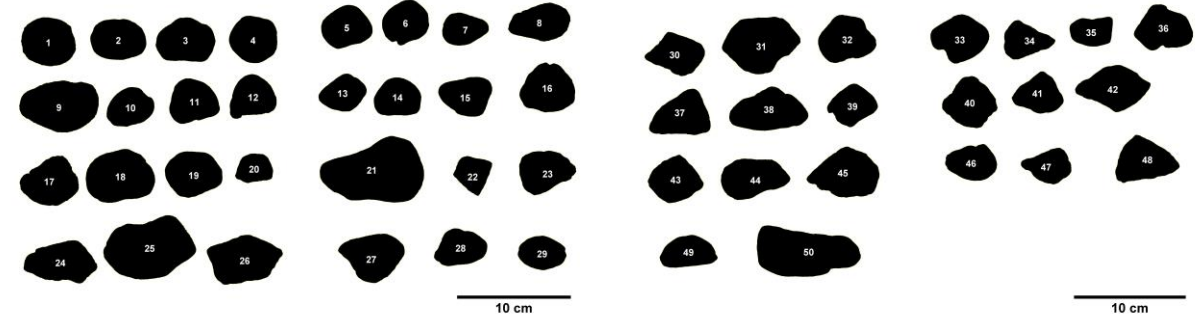
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

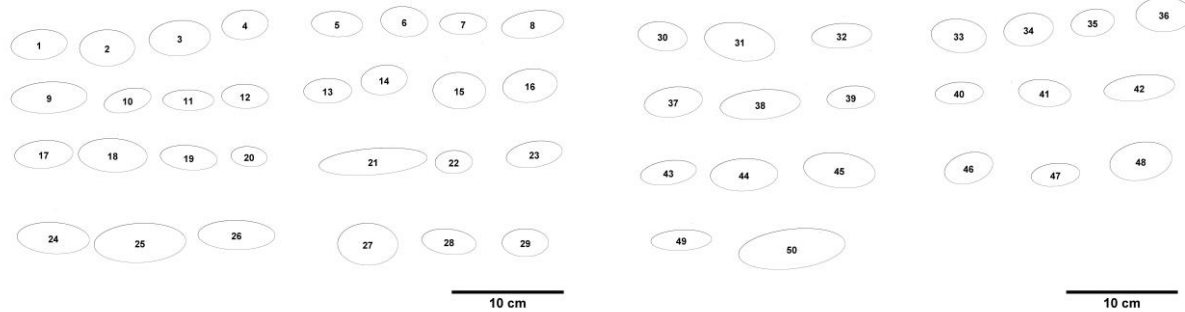
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



楕円近似後の画像

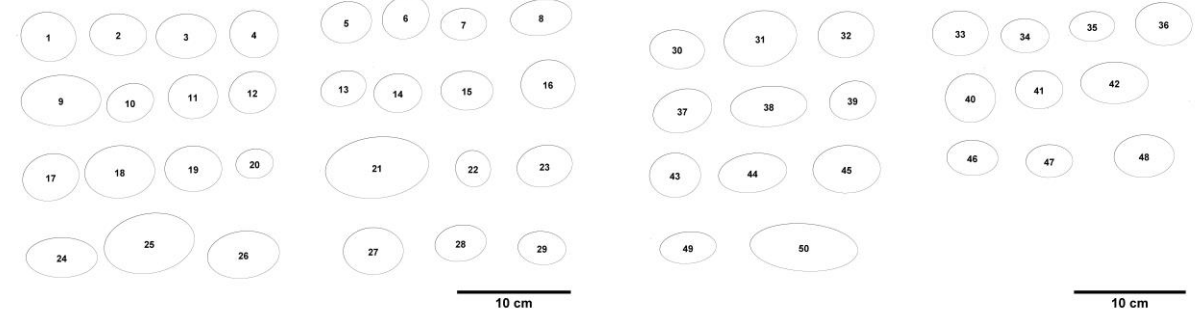
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料写真/Image-J画像)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p140 再掲



明神川 標高30m付近 (河床)

採取した礫の写真

【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

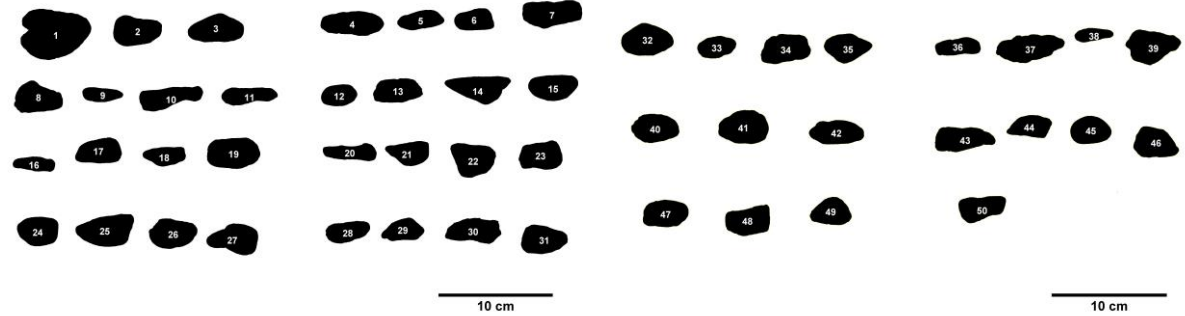
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



二値化処理後の画像

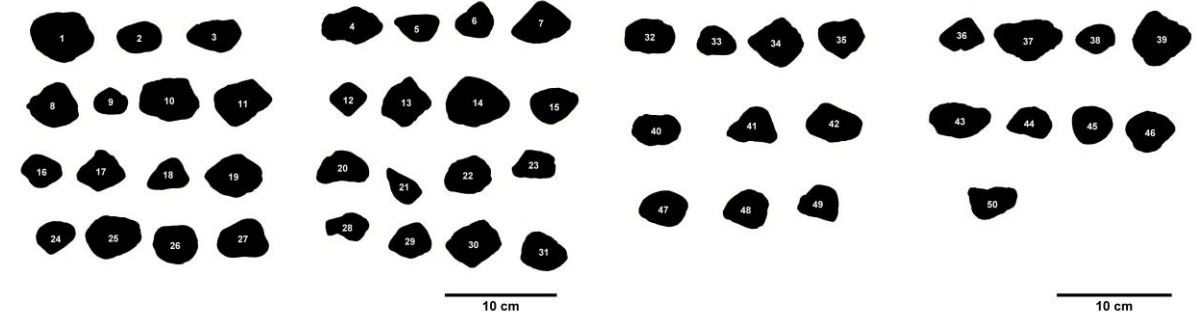
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

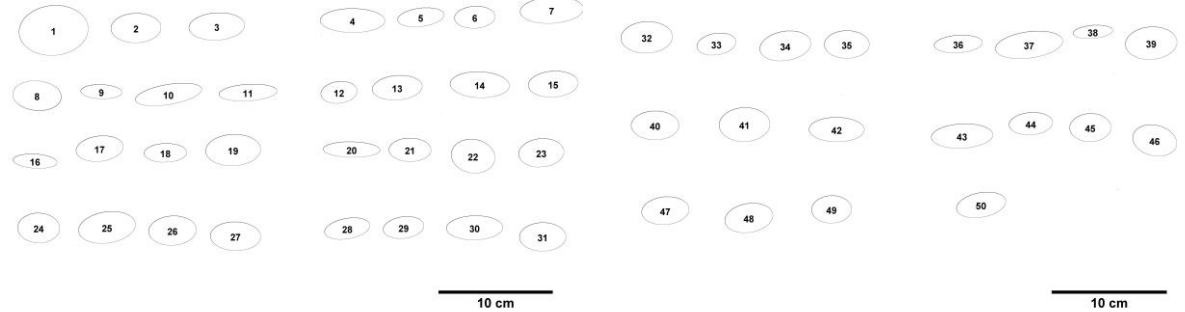
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



楕円近似後の画像

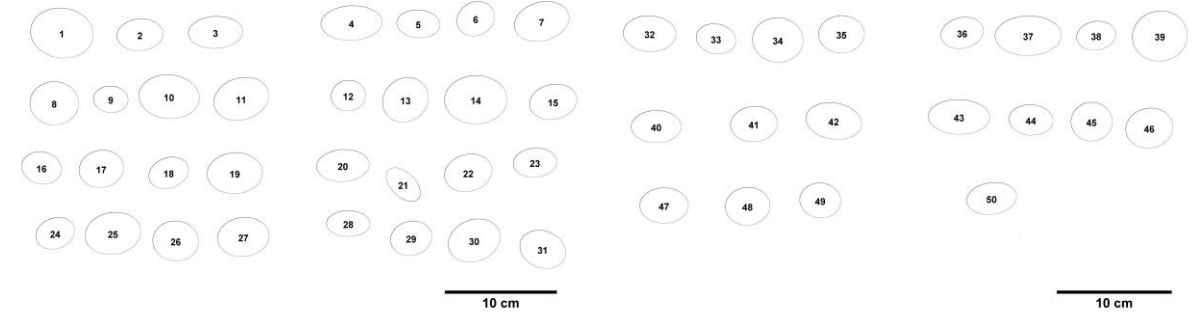
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料写真/Image-J画像)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p141 再掲



明神川 標高50m付近 (河床)

採取した礫の写真

【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

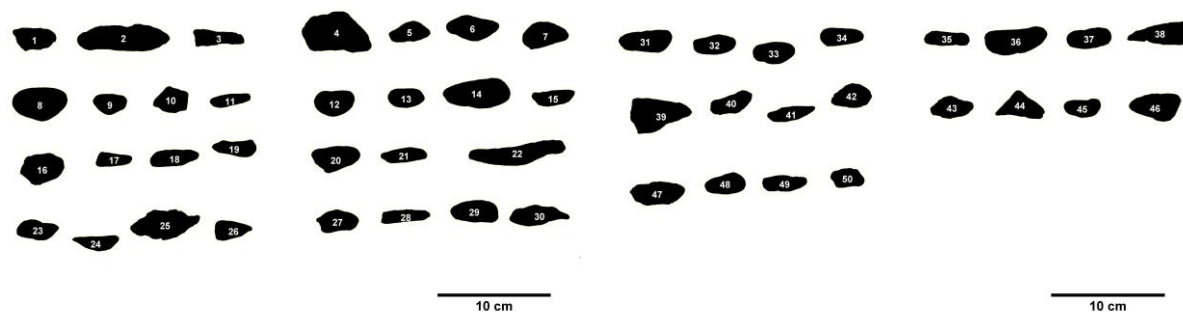
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



二値化処理後の画像

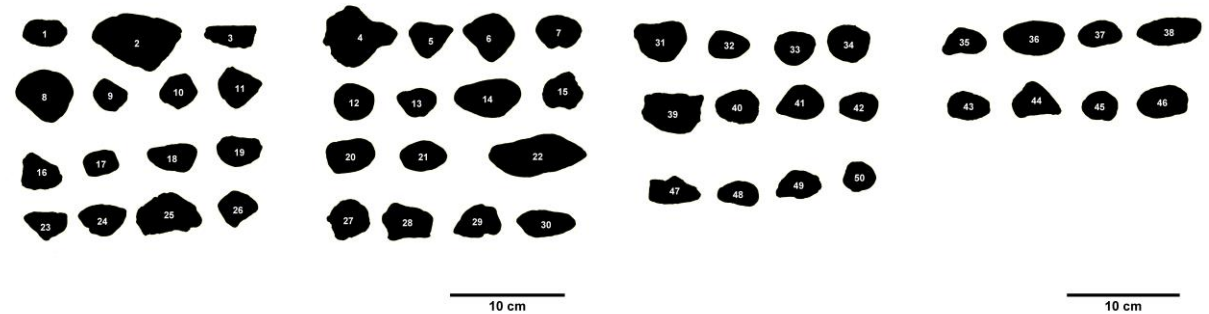
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

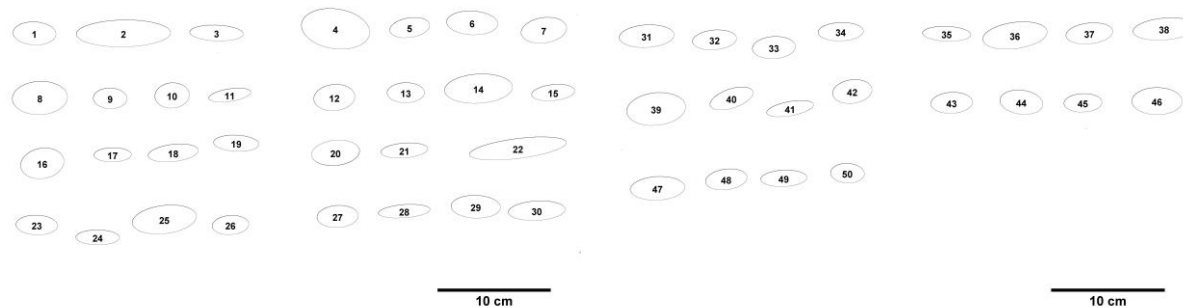
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



楕円近似後の画像

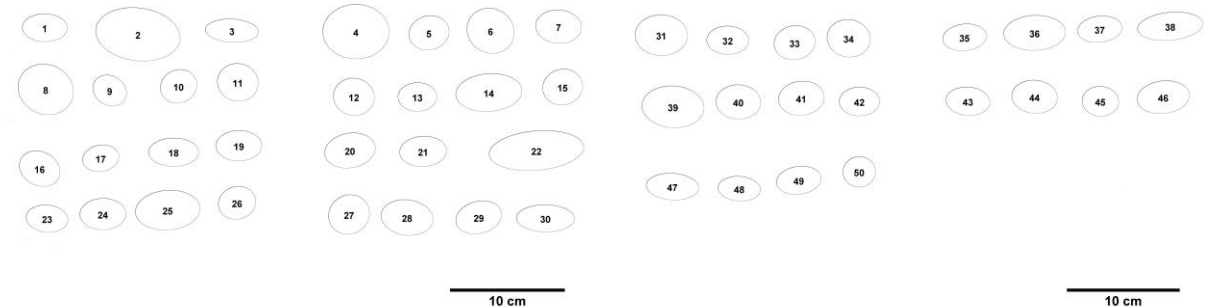
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料写真/Image-J画像)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p142 再掲



馬門川 標高0m付近 (河口)

採取した礫の写真

【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

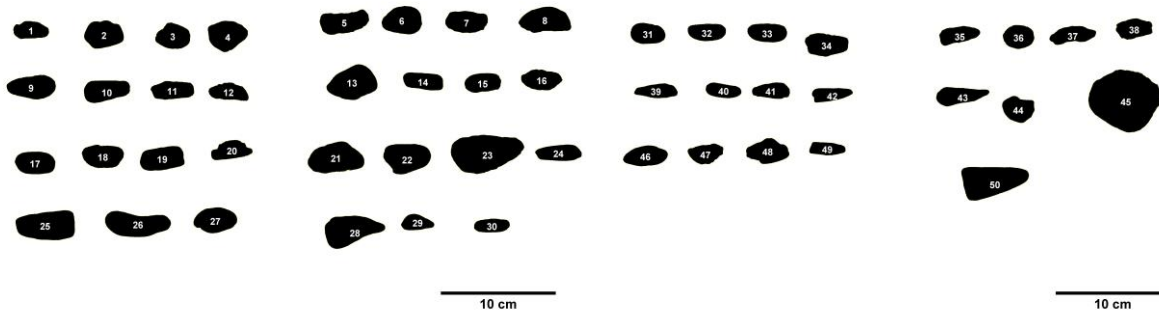
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



二値化処理後の画像

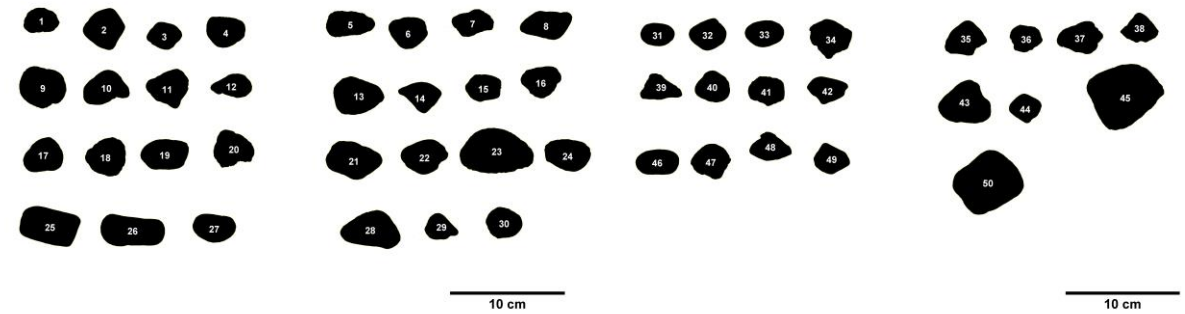
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

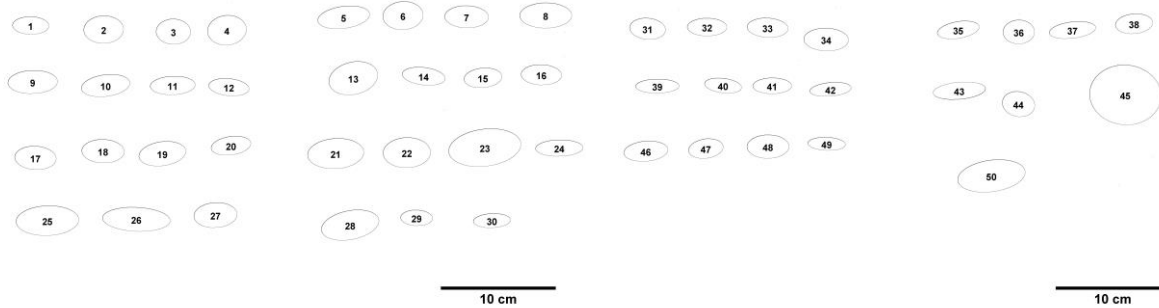
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



楕円近似後の画像

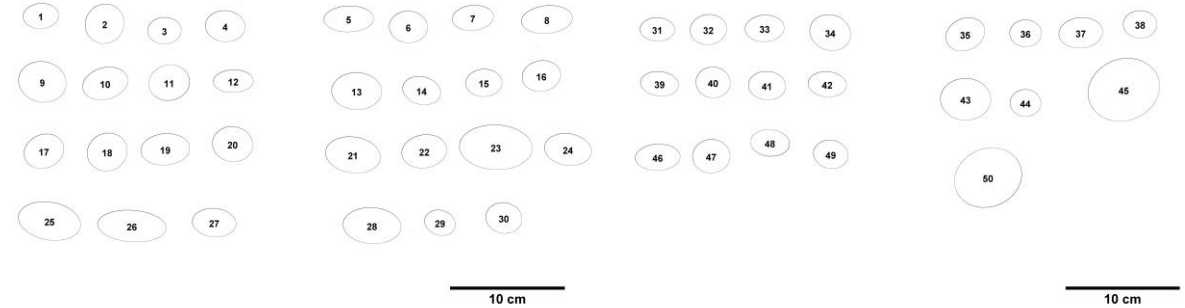
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料写真/Image-J画像)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p143 再掲



馬門川 標高30m付近 (河床)

採取した礫の写真

【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

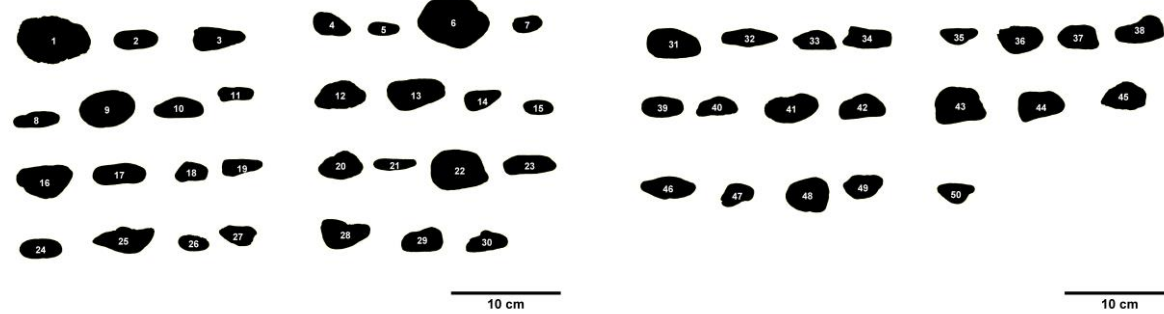
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



二値化処理後の画像

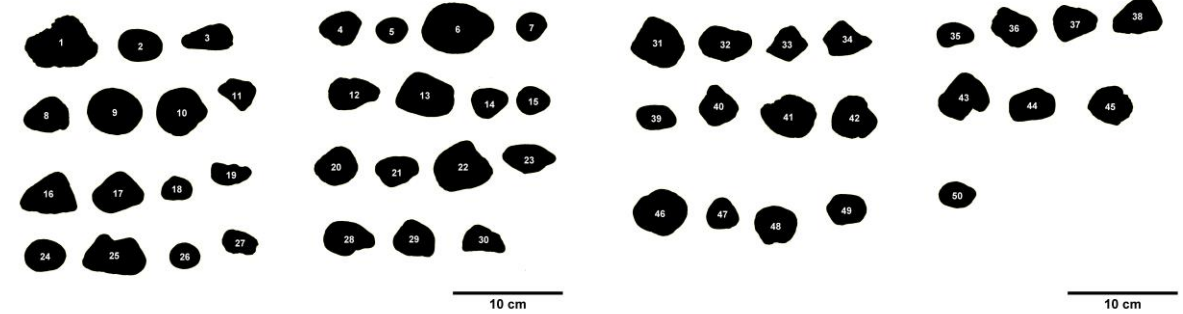
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

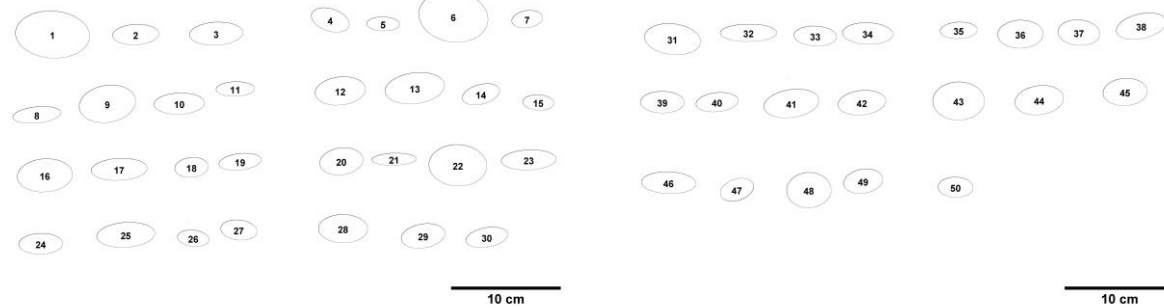
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



楕円近似後の画像

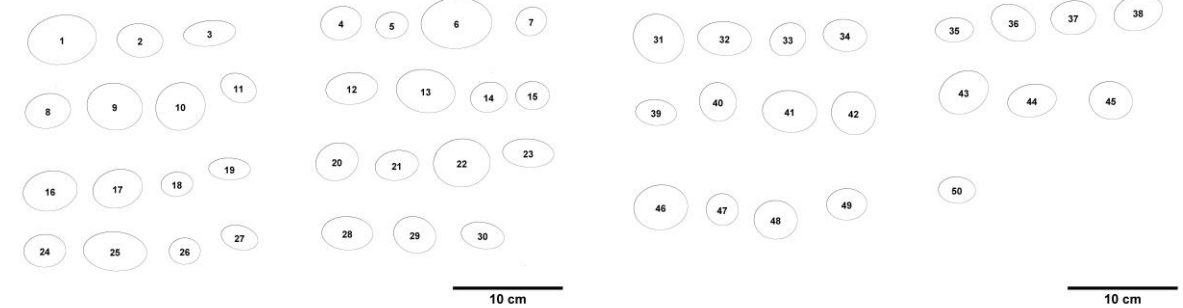
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料写真/Image-J画像)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p144 再掲



馬門川 標高60m付近 (河床)

採取した礫の写真

【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

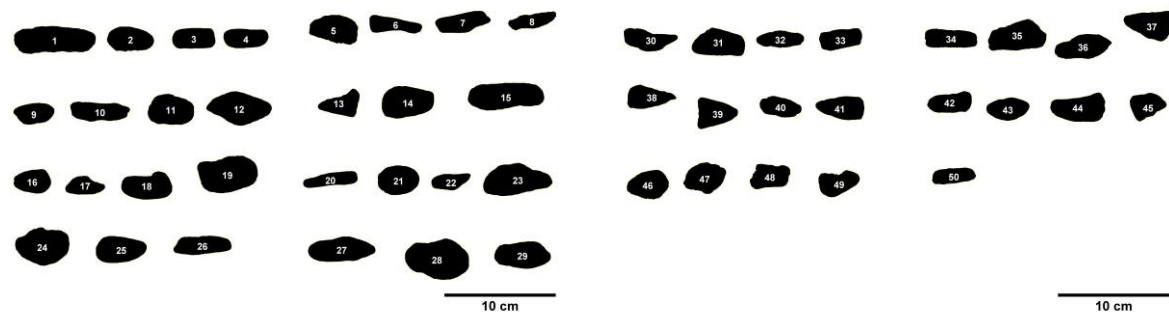
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



二値化処理後の画像

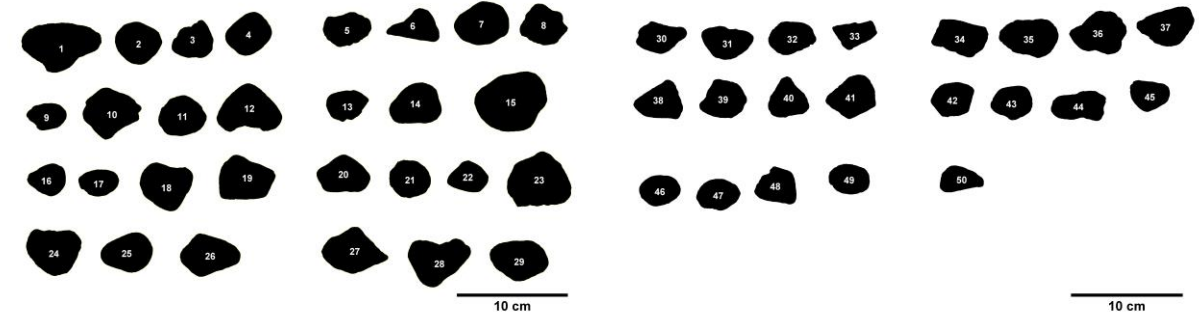
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

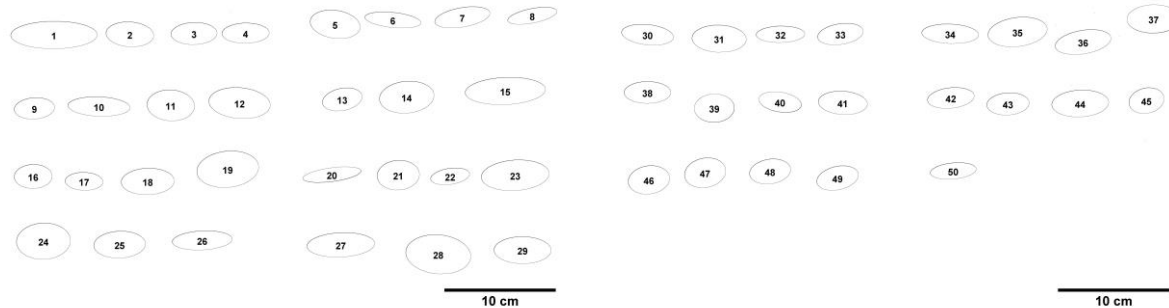
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



楕円近似後の画像

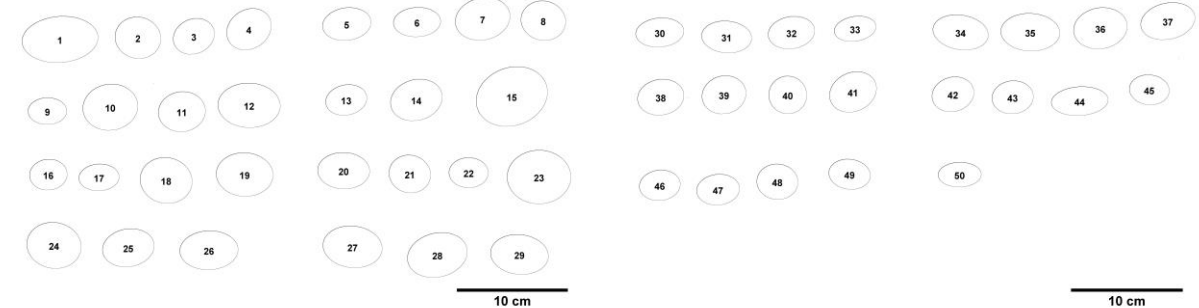
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料写真/Image-J画像)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p145 再掲



馬門川 標高95m付近 (河床)

採取した礫の写真

【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

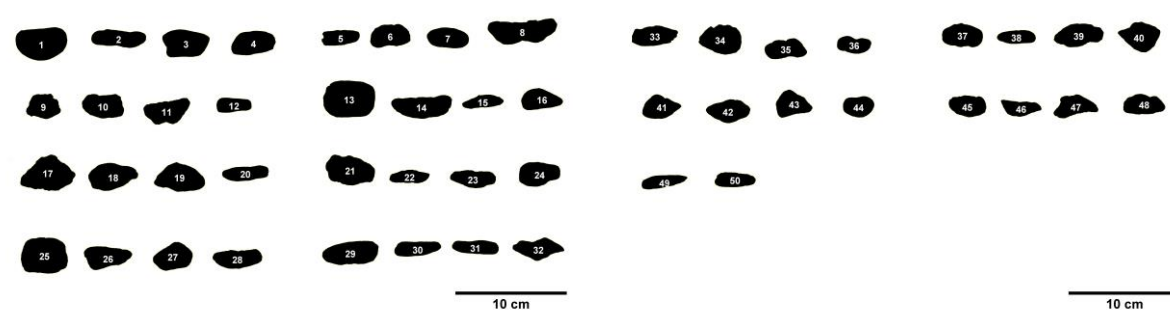
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



二値化処理後の画像

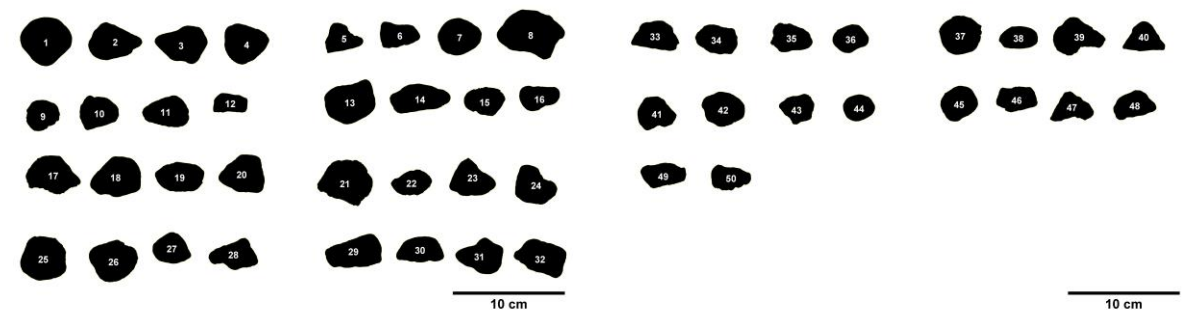
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

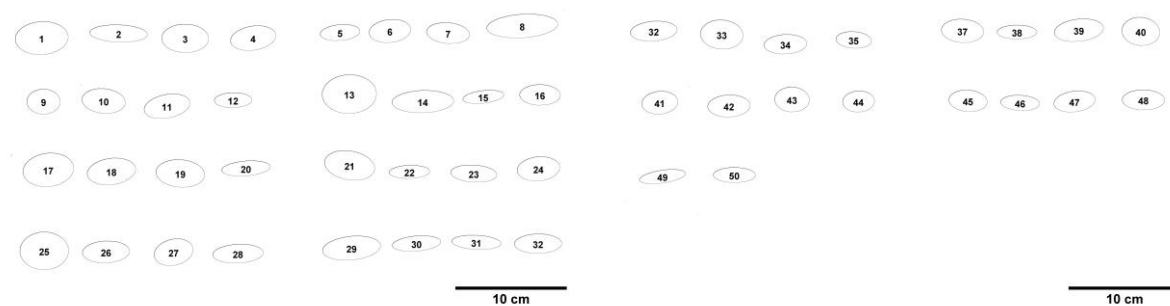
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



楕円近似後の画像

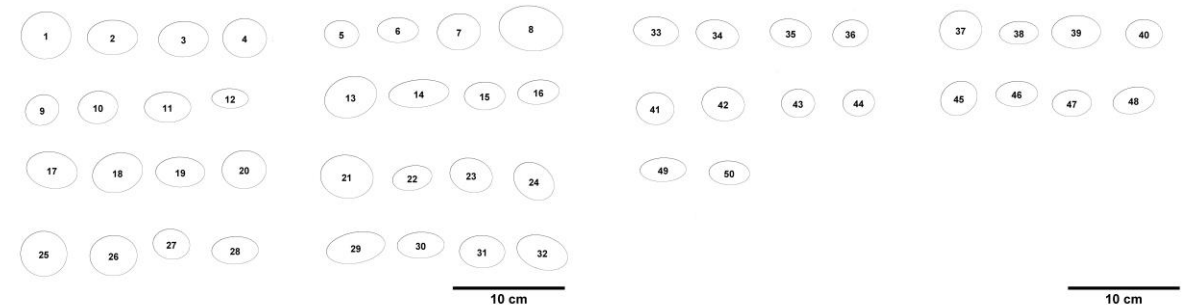
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料写真/Image-J画像)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p146 再掲



IB-6孔 深度4.5~8.0m 標高32~35m付近 (M2面)

採取した礫の写真

【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

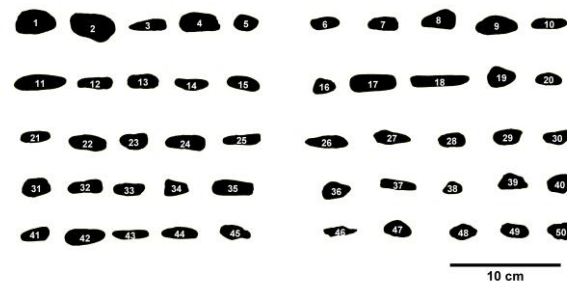
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



二値化処理後の画像

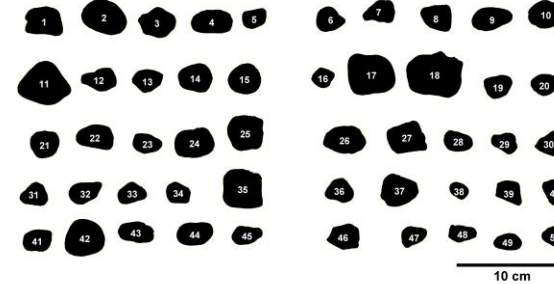
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

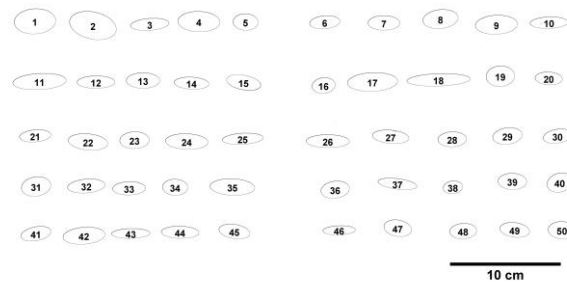
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



楕円近似後の画像

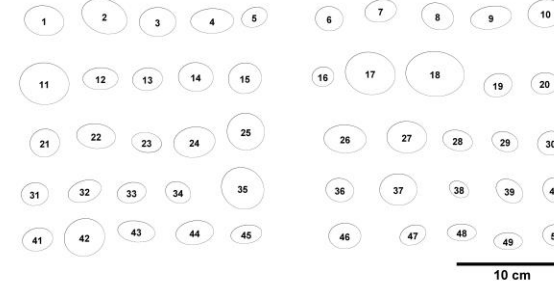
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



【参考】IB測線ほか 段丘面区分における海成層と河成層の礫の違い (試料写真/Image-J画像)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p147 再掲

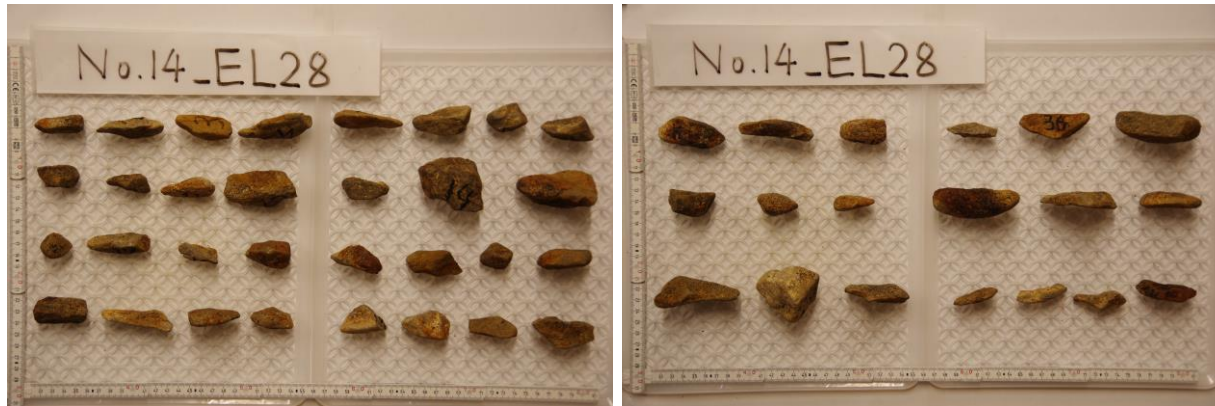


No.14露頭 標高28m付近 (M2'面)

採取した礫の写真

【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

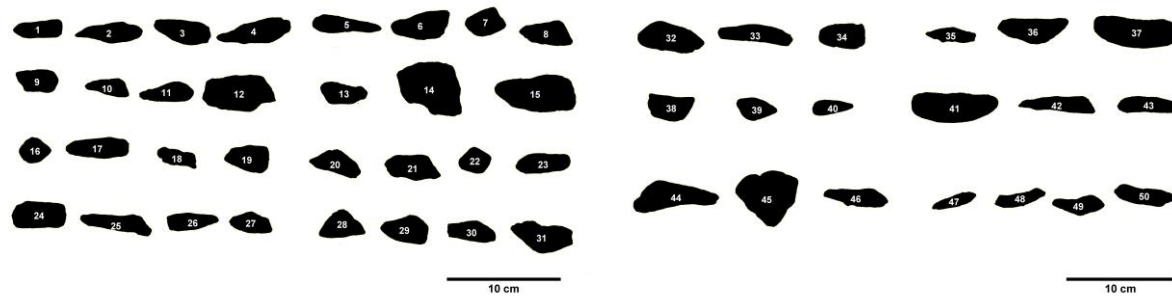
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



二値化処理後の画像

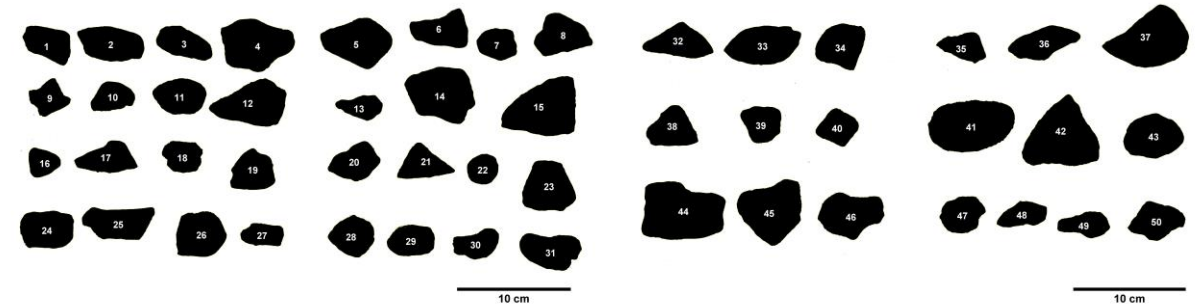
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

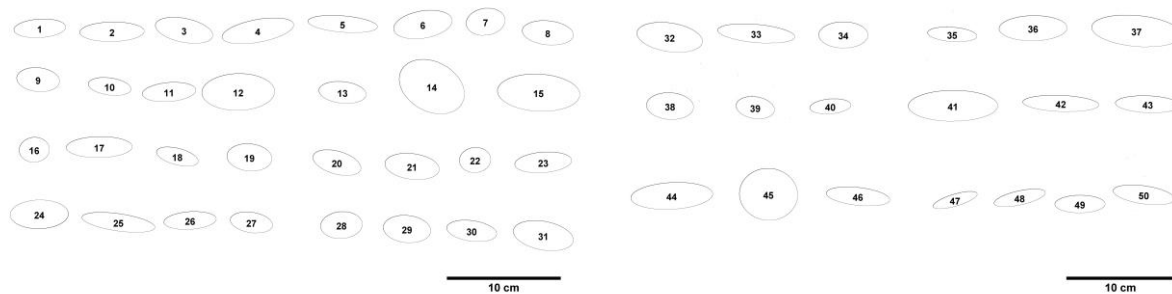
a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影



楕円近似後の画像

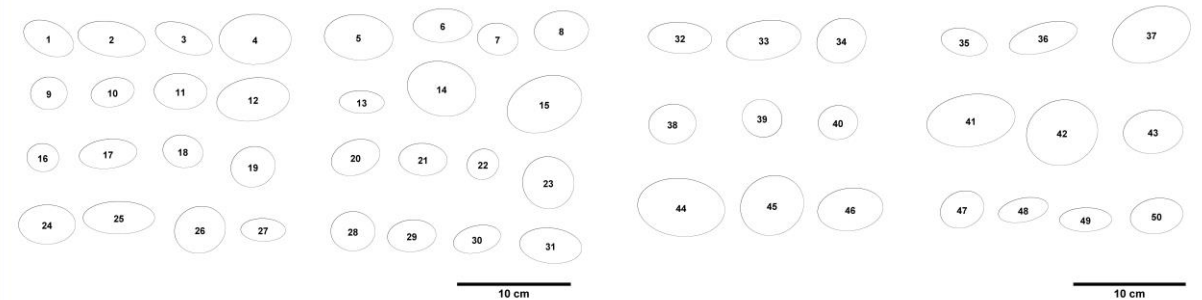
【ac面】

a軸とc軸の長さがわかるように立て置きにして真上から撮影



【ab面】

a軸とb軸の長さがわかるように寝かせて撮影





【参考】敷地への影響検討：青森湾西岸断層帯及び津軽山地西縁断層帯の諸元

断層名		図読による 断層長さ (km)	図読の断層長さによる マグニチュード (M) (松田(1975)による)	震央距離 (km)	今泉ほか編(2018) 解説書記載の 断層長さ (km)	今泉ほか編(2018) 解説書記載の 断層長さによる マグニチュード (M) (松田(1975)による)	当社評価	
地震調査委員会(2004) による断層名	今泉ほか編(2018)による断層名							
青森湾西岸断層帯(1)	津軽断層帯(A) (旧版:青森湾西岸断層帯)	約16km	6.8	60	約20km	7.0	—	
	浪岡断層帯(B) (旧版:名称はなし)	約5km	6.0	69	約5km	6.0	—	
	入内断層帯(C)	約16km	6.8	57	約20km	7.0	—	
	津軽断層帯～浪岡断層帯(D)	約31km	7.3	63	(約50kmの可能性 と記載)	—	—	
	津軽断層帯～入内断層帯(E)	約31km	7.3	57	記載なし	—	L=31km、M7.3、Δ=57km	
津軽山地西縁断層帯	北部 (2-1)	津軽山地西縁断層帯(a)	約21km	7.0	71	約20km	7.0	L=16km、 M7.3(1766年地震より)、 Δ=71km
	南部 (2-2)	黒石断層帯(b)	約13km	6.7	70	約15km	6.8	L=23km、 M7.3(1766年地震より)、 Δ=67km

注)・図読:断層の端点間の長さを示す。

・震央距離:断層の端点間で求めた断層長さの中心から、敷地中心までの距離を示す。

赤字:M-Δ図で使用した諸元

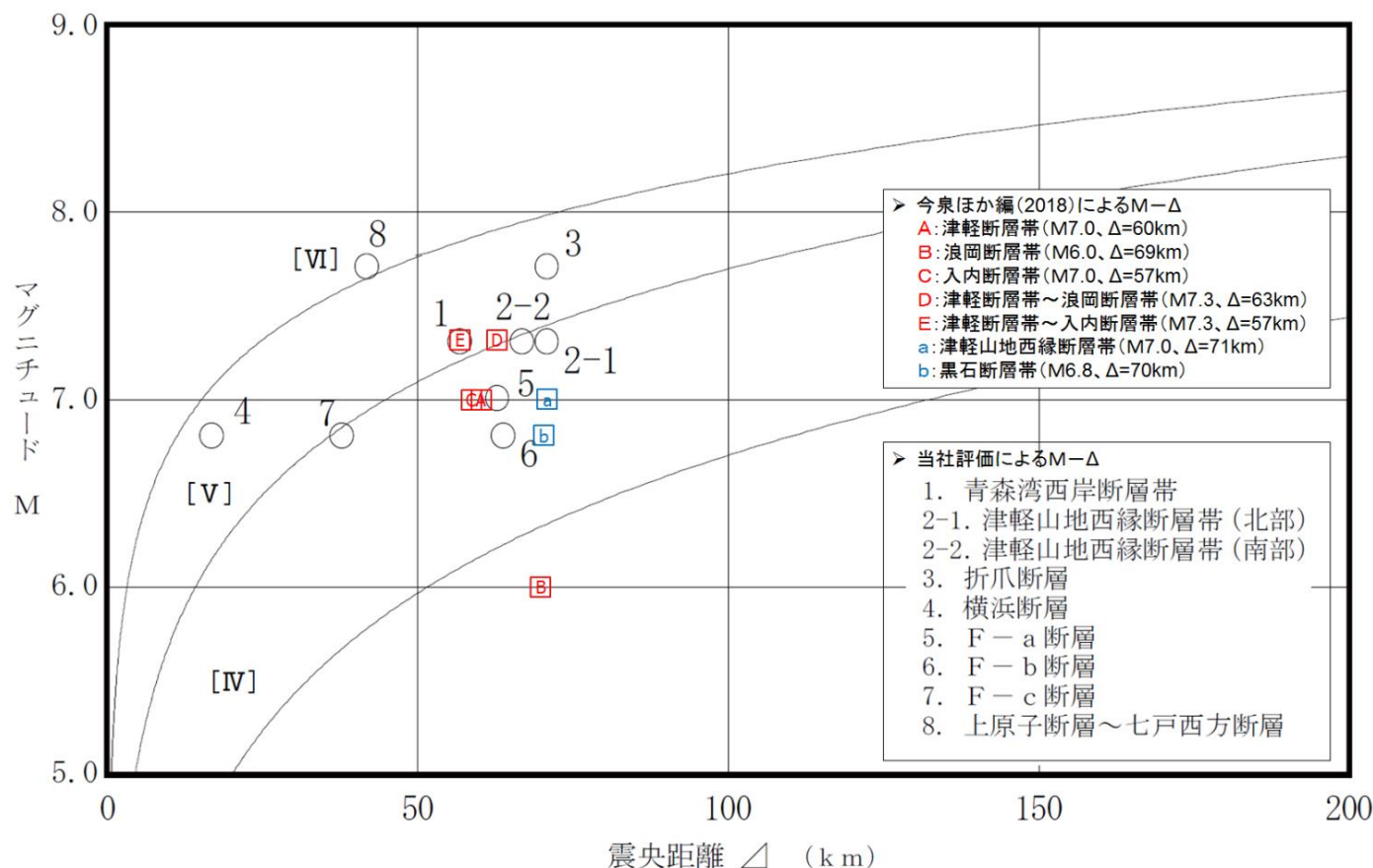
【参考】敷地への影響検討

「敷地に大きな影響を与えると予想される地震」の検討(1)

まとめ資料
(2018.10.31)
資料1-3 p234 再掲



比較検討①



注) 震央距離 Δ は敷地から断層の中心までの距離とする。
[IV], [V], [VI] は気象庁震度階級で、村松 (1969), 勝又・徳永 (1971) による。

- > 以下のとおり、地震調査委員会(2004)の長期評価を採用している当社評価に変更はない。
 - ・青森湾西岸断層帯について、図中の「1:当社評価(地震調査委員会(2004))」と「A~D:今泉ほか編(2018)」とを比較すると「1」の当社評価が敷地に与える影響が大きい。なお、今泉ほか編(2018)「E」は、当社評価の青森湾西岸断層帯と同様であるが、連動の記載はなく、個々の断層帯としている。
 - ・津軽山地西縁断層帯北部について、図中の「2-1:当社評価(地震調査委員会(2004))」と「a:今泉ほか編(2018)」とを比較すると「2-1」の当社評価が敷地に与える影響が大きい。
 - ・津軽山地西縁断層帯南部について、図中の「2-2:当社評価(地震調査委員会(2004))」と「b:今泉ほか編(2018)」とを比較すると「2-2」の当社評価が敷地に与える影響が大きい。
- > 断層長さから想定される地震のマグニチュードと断層の中心を震央とした震央距離及び敷地で想定される震度との関係から、「折爪断層による地震」、「横浜断層による地震」及び「上原子断層～七戸西方断層による地震」は、敷地に大きな影響を与える可能性があると考えられる。

比較検討②

断層長さの短い活断層(出戸西方断層とF-d断層)については、震源断層が地震発生層の上限から下限まで広がっているとして、同じ地震規模を考慮した場合、敷地により近い位置にある「出戸西方断層による地震」の方が敷地に与える影響は大きいと考えられる。

以上のことから、「敷地に大きな影響を与えると予想される地震」(検討用地震)については、「折爪断層による地震」、「横浜断層による地震」、「上原子断層～七戸西方断層による地震」及び「出戸西方断層による地震」の4地震の中から選定する。

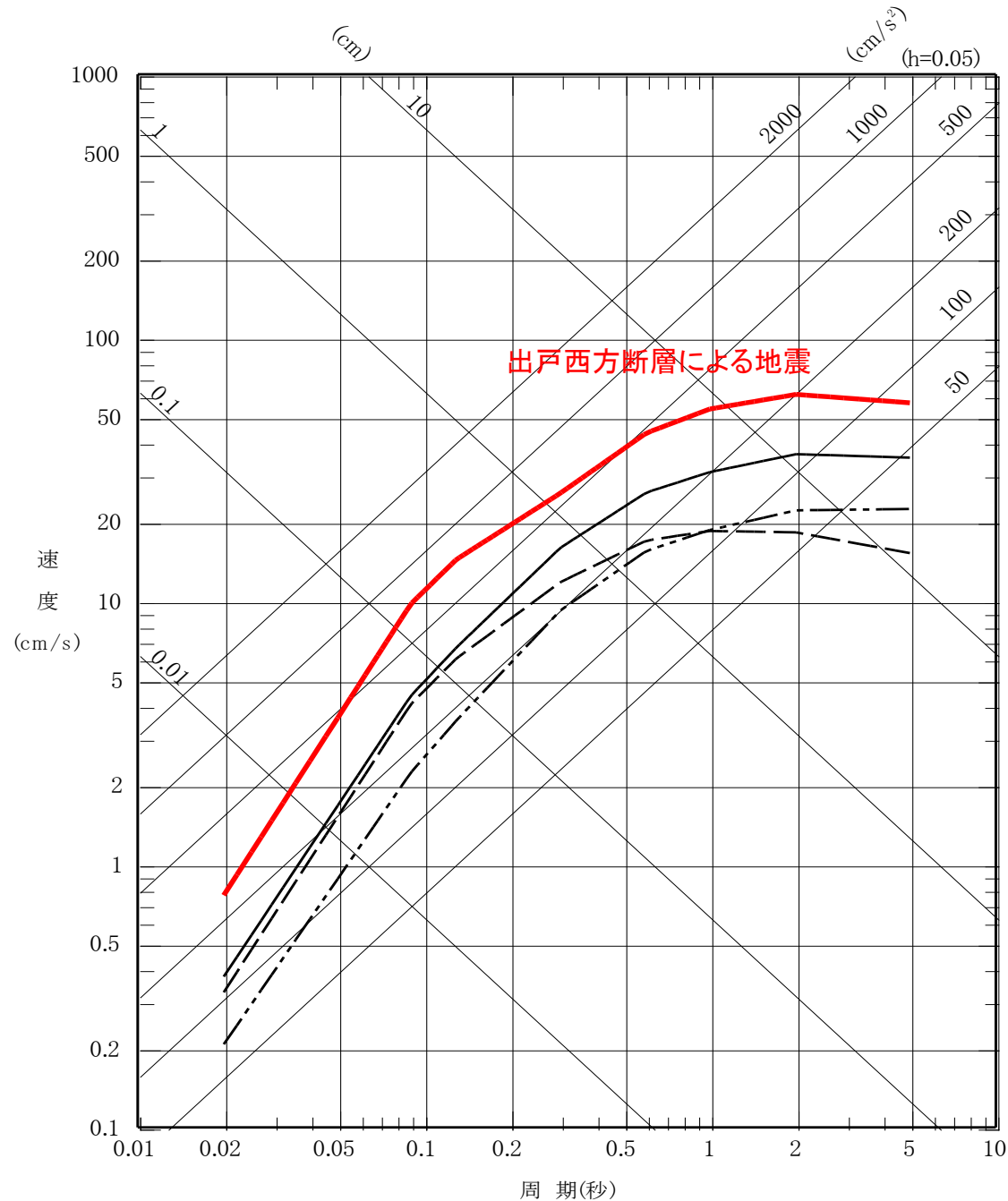
【参考】敷地への影響検討

「敷地に大きな影響を与えると予想される地震」の検討(2)

まとめ資料
(2018.10.31)
資料1-3 p235 再掲



- 出戸西方断層による地震 (M6.5, Xeq=8.1km)
- - - 横浜断層による地震 (M6.8, Xeq=22km)
- · - · 折爪断層による地震 (M7.7, Xeq=70km)
- 上原子断層～七戸西方断層による地震 (M7.7, Xeq=42km)



断層名	断層長さ	マグニチュード M	等価震源距離 Xeq(km)
出戸西方断層	約11km	6.5	8.1
横浜断層	約15km	6.8	22
上原子断層	約5km	7.7	42
七戸西方断層	約46km		
折爪断層	約53km	7.7	70

- ・前頁に示した4地震について、Noda et al.(2002)の方法により応答スペクトルの比較を行った。
- ・その結果、「敷地に大きな影響を与えると予想される地震」(検討用地震)として、「出戸西方断層による地震」を選定する。

参考文献_陸域(1)

- (1)活断層研究会編(1991):「新編 日本の活断層一分布図と資料」, 東京大学出版会.
- (2)山崎晴雄・栗田泰夫・加藤碩一・衣笠善博(1986):50万分の1活構造図「青森」, 工業技術院地質調査所.
- (3)今泉俊文, 宮内崇裕, 堤浩之, 中田高編. 活断層詳細デジタルマップ[新編]. 東京大学出版会, 2018
- (4)日本地質学会編(2017):「日本地方地質誌2 東北地方」, 朝倉書店.
- (5)岩崎孝明(1983):青森県の火山灰. 駒澤大学大学院地理学研究, 13, p. 33-39.
- (6)中川久夫・松山 力・大池昭二(1986):十和田火山噴出物の分布と性状. 東北農政局計画部, 48p.
- (7)東北地方第四紀研究グループ(1969):東北地方における第四紀海水準変化. 地団研専報, 日本の第四系, 15, pp.37-83.
- (8)Labeyrie, L., Cole, J., Alverson, K. and Stocker, T. (2003):The History of Climate Dynamics in the Late Quaternary, Paleoclimate, Global Change and the Future, p.33-78.
- (9)Lisiecki, L. E. and Raymo, M. E. (2005): A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}O$ records. *Paleoceanography*, 20, PA1003, 17p.
- (10)Naish, T. R., and Wilson, G. S. (2009): Constraints on the amplitude of Mid-Pliocene (3.6-2.4 Ma) eustatic sea-level fluctuations from the New Zealand shallow-marine sediment record. , *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 367, 1886, pp.169-187.
- (11)小池一之・町田 洋編(2001):日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会, 122p.
- (12)宮内崇裕(1985):上北平野の段丘と第四紀地殻変動. 地理学評論, 58A, p. 492-515.
- (13)宮内崇裕(1988):東北日本北部における後期更新世海成面の対比と編年, 地理学評論, vol.61, Ser.A, 5, pp.404-422.
- (14)工藤崇・宝田晋治・佐々木実(2004):東北日本, 北八甲田火山群の地質と火山発達史. 地質学雑誌, 110, 5, p. 271-289.
- (15)Matsu'ura, T., Furusawa, A., Shimogama, K., Goto, N., and Komatsubara, J. (2014):Late Quaternary tephrostratigraphy and cryptotephrostratigraphy of deep-sea sequences (Chikyu C9001C cores) as tools for marine terrace chronology in NE Japan, *Quaternary Geochronology*, 23, p.63-79.
- (16)桑原拓一郎(2007):青森県上北平野に分布する白ベタテフラ(WP)のジルコン・フィッション・トラック年代. 第四紀研究, 46, 5, p. 433-436.
- (17)長尾敬介・板谷徹丸(1988):K-Ar法による年代測定. 地質学論集, 第29号.
- (18)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.
- (19)松田時彦(1975):活断層から発生する地震の規模と周期について, 地震, 2, 28, pp.269-283.
- (20)Noda, S., K.Takahashi, M.Takemura, S.Ohno, M.Tohdo and T.Watanabe(2002):OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analysis, Istanbul, Oct.16-18.
- (21)青森県(1998):津軽山地西縁断層帯及び野辺地断層帯に関する調査;平成7年度地震調査研究交付金成果報告書(概要版).
- (22)国土地理院(1982):沿岸域利用事業調査成果図(陸奥湾地域);10万分の1沿岸域広域地形図及び土地条件図「陸奥湾」.
- (23)産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2013):日本重力データベース DVD版, 数値地質図P-2, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

参考文献_陸域(2)

- (24) 工藤 崇・植木岳雪・宝田晋治・佐々木 寿・佐々木 実(2006):八甲田カルデラ南東地域に分布する鮮新世末期～中期更新世火砕流堆積物の層序と給源カルデラ. 地学雑誌, 115, pp.1-25.
- (25) 村岡洋文(1991):八甲田地熱地域の熱源系. 地質調査所報告, 第275号, p.113-134.
- (26) Chinzei(1966): Younger Tertiary geology of the Mabechi River Valley, Northeast Honshu, Japan, Journal of the Faculty of Science, University of Tokyo.
- (27) 鎌田耕太郎・秦 光男ほか(1991):20万分の1地質図幅「八戸」, 工業技術院地質調査所.
- (28) 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平側一臣・宮内隆裕・佐藤比呂志編(2002):第四紀逆断層アトラス, 東京大学出版会.
- (29) 工藤 崇(2005):5万分の1地質図幅「十和田」, 産総研地質調査総合センター.
- (30) 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], 第2刷, 東京大学出版会, 336p.
- (31) 鈴木毅彦・植木岳雪(2002):岩石記載・古地磁気層序・広域対比にもとづく八甲田カルデラ起源火砕流堆積物群の層序・年代に関する再検討. 日本第四紀学会講演要旨集, 32, pp.60-61.
- (32) 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・山元孝広・岸本清行(2013):200万分の1地質編集図, no. 11, 日本の火山(第3版)概要及び付図. 産業技術研究所地質調査総合センター.
- (33) 東京電力株式会社(2010):東通原子力発電所原子炉設置許可申請書 平成18年9月(平成19年3月一部補正, 平成21年4月一部補正, 平成21年12月一部補正, 平成22年4月一部補正).
- (34) 東北電力株式会社(1998):東通原子力発電所原子炉設置許可申請書, 平成8年8月(平成9年7月一部補正)(平成10年5月一部補正).
- (35) 藤田至則・宮城一男・松山カ・木村千恵子(1980):「むつ小川原・石油備蓄基地建設予定地」における“活断層”問題—特に“島弧変動論”の立場から—. 新潟大災害研年報, Vol. 2.
- (36) 地震調査研究推進本部 地震調査委員会(2004):折爪断層の長期評価、青森湾西岸断層帯の長期評価、津軽山地西縁断層帯の長期評価. 地震調査研究推進本部.
- (37) 大和伸友(1989):五戸川流域の地形面. 駒沢大学大学院地理学研究, 19, 1-18.
- (38) 鎮西清高(1958):北上山地北端部鮮新統の層序. 地質学雑誌, 64, 526-536.
- (39) 青森県(1998):平成9年度 入内断層, 折爪断層に関する調査成果報告書, 文部科学省地震調査研究推進本部.
- (40) 早川由紀夫(1991)テフラとレスから見た火山の噴火と噴火史. 第四紀研究, 30, p.391-398.
- (41) C.パスキエ・R.トゥロウ(1999)マイクロテクトニクス 微細構造地質学, シュプリンガー・フェアラー東京, 277p.
- (42) 高木秀雄・小林健太(1996):断層ガウジとマイロナイトの複合面構造—その比較組織学, 地質学雑誌, 102, pp.170-179.
- (43) 狩野謙一・村田明広(1998):構造地質学, 朝倉書店, 298p.
- (44) J. P. Petit, J.P. (1989): Criteria for the sense of movement on fault surfaces in brittle rocks. Journal of Structural Geology, Vol. 9, No.5/6, pp.597-608.
- (45) Doblas, M. (1998): Slickenside kinematic indicators. Tectonophysics, 295, pp.187-197.
- (46) 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.

参考文献_海域(1)

- (1)活断層研究会編(1991):「新編 日本の活断層—分布図と資料」, 東京大学出版会.
- (2)地質調査所(1978):20万分の1八戸沖海底地質図及び説明書, 工業技術院地質調査所.
- (3)地質調査所(1993):20万分の1下北半島沖海底地質図及び説明書, 工業技術院地質調査所.
- (4)国土地理院(1982):10万分の1沿岸域広域地形図及び土地条件図,「陸奥湾」, 建設省国土地理院.
- (5)海上保安庁水路部(1973a):20万分の1海底地形図「八戸沖」, 海上保安庁水路部.
- (6)海上保安庁水路部(1973b):20万分の1海底地質構造図「八戸沖」, 海上保安庁水路部.
- (7)海上保安庁水路部(1974):20万分の1海底地形図「下北半島沖」, 海上保安庁水路部.
- (8)海上保安庁水路部(1975):20万分の1海底地質構造図「下北半島沖」, 海上保安庁水路部.
- (9)海上保安庁水路部(1982):5万分の1海底地形図, 5万分の1海底地質構造図及び調査報告「むつ小川原」, 海上保安庁水路部.
- (10)海上保安庁水路部(1996):5万分の1海底地形図, 5万分の1海底地質構造図及び調査報告「八戸」, 海上保安庁水路部.
- (11)海上保安庁水路部(1998):5万分の1海底地形図, 5万分の1海底地質構造図及び調査報告「尻屋崎」, 海上保安庁水路部.
- (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・野原壯・阿部寛信・坂井眞一・向山建二郎(2001):
日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史, 海洋調査技術, vol.13, no.1.
- (13)岡村行信(2000):音波探査プロフィールに基づいた海底活断層の認定, 地質調査所月報, Vol.51.
- (14)青池寛(2008):「ちきゅう」下北半島沖慣熟航海掘削コアについて, 月刊地球, vol. 30.
- (15)Yanagisawa & Akiba(1998): Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons.
- (16)池田(2012):「下北半島沖の大陸棚外縁断層:地下に横たわる巨大な断層を原発安全審査はどうあつかったのか」,科学,Vol.82,No.6,p.644-650.
- (17)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.
- (18)岡島靖司・志村聡・荒川武久・水上啓司・宮脇理一郎・百瀬貢・小林淳(2008):恐山火山カルデラ形成後の噴火活動史, 日本第四紀学会講演要旨集, 38.
- (19)本山 功(2014):2.7.1.4 放散虫.石油鉱業便覧, 石油技術協会, 229-231.
- (20)柳沢幸夫・栗原行人(2002):宮城県南部・福島県北部に分布する中新統の珪藻化石層序と貝類化石,地質調査所報告, 53, 635-643.
- (21)Watanabe, M. & Yanagisawa, Y., (2005): Refined Early to Middle Miocene diatom biostratigraphy for the middle- to high latitude North Pacific. *The Island Arc*, 14, 91-101.
- (22)佐藤時幸・亀尾浩司・三田 勲(1999):石灰質ナノ化石による後期新生代地質年代の決定精度とテフラ層序, 地球科学, 53, 265-274.

参考文献_海域(2)

- (23)小布施明子・秋葉文雄・佐々木榮一(2004):青森県五所川原市東部および浪岡町に分布する中～上部中新統の渦鞭毛藻化石・珪藻化石層序.日本地質学会第111年学術大会(千葉)講演要旨集, 66.
- (24)小布施明子・栗田祐司(1999):北日本新第三系の渦鞭毛藻化石層序.日本古生物学会1999年年会(仙台)講演予稿集, 95.
- (25)Bujak, J.P. and Matsuoka, k.(1986):Late Cenozoic dinoflagellate zonation in the western and northern Pacific. AASP Contrib. Ser., no.17, 7-25
- (26)Kobayashi, S.・Ishi, Y.・Higuchi, K.・Kaminishi, T.・Ibusuki, A.・Aoike, K.(2009):CDEX TECHNICAL REPORT Drilling Completion Report Shimokita-West,Center for Deep Earth Exploration.
- (27)Akiba,F.(1986):Middle Miocene to Quaternary Diatom Biostratigraphy in the Nankai Trough and Japan Trench, and modified Lower Miocene through Quaternary Diatom Zones for Middle-to-High Latitudes of North Pacific, Init. Repts. DSDP, vol. 87, 393-481.
- (28)Nasu, N.・von Huene, R.・Ishiwada, Y.・Langseth, M.・Bruns, T.・Honza, E.(1980):Interpretation of multichannel seismic reflection data, Legs 56 and 57, Japan Trench transect, Deep Sea Drilling Project, Init. Repts. DSDP, vol. 56, 57, 489-503.
- (29)東京電力株式会社(2010):東通原子力発電所原子炉設置許可申請書 平成18年9月(平成19年3月一部補正、平成21年4月一部補正、平成21年12月一部補正、平成22年4月一部補正)
- (30)リサイクル燃料貯蔵株式会社(2009):リサイクル燃料備蓄センター使用済燃料貯蔵事業許可申請書 平成19年3月(平成21年4月一部補正、平成21年6月一部補正、平成21年8月一部補正、平成21年12月一部補正)
- (31)Matsu'ura,T.・Furusawa,A.・Shimogama,K.・Goto,norihisa.・Komatsubara,J.(2014):Late Quaternary tephrostratigraphy and cryptotephrostratigraphy of deep-sea sequences (Chikyu C9001C cores) as tools for marine terrace chronology in NE Japan , Quaternary Geochronology 23, 63-79.
- (32)堂満華子・西弘嗣・内田淳一・尾田太良・大金薫・平朝彦・青池寛・下北コア微化石研究グループ(2010):地球深部探査船「ちきゅう」の下北半島沖慣熟航海コア資料の年代モデル,化石,87,47-64.
- (33)牧野雅彦・大久保泰邦・中塚正(1997):「200万分の1地質編集図23 日本の磁気図 説明書」,地質調査総合センター.
- (34)長崎(1997):「岩石磁気と磁気異常から得られる地質情報 A Case Study:東北日本前弧陸棚における岩石磁気測定と磁気異常解析」,石油の開発と備蓄,石油公団, 30巻, 6号.
- (35)中塚正・大熊茂雄(2009):「日本空中磁気DBによる対地1,500m平滑面での磁気異常分布データの編集」,地質調査総合センター研究資料集, no.516.
- (36)大熊茂雄・中塚正(2014):「石狩低地帯及び周辺地域の20万分の1空中磁気図(全磁力異常)説明書」,海陸シームレス地質図集,海陸シームレス地質図 S-4.
- (37)斎藤友三郎・田中信一(1975):「基礎試錐コアの磁性ー北海道地域(1)ー」,石油技術協会誌, Vol.40, No.4.
- (38)栗田裕司・横井悟(2000):「中央北海道南部における新生代テクトニクスの変遷と油田構造形成」,石油技術協会誌, Vol.65, No.1.
- (39)石油資源開発札幌鉱業所勇払研究グループ・岡村聡・加藤孝幸・柴田賢・鴈澤好博・内海茂(1992):「北海道苫小牧市東部における坑井から採取された白亜紀花崗岩類」,地質学雑誌, 第98巻, 第6号.
- (40)Shigeo Okuma and Hiroshi Kanaya(2005):「Utility of petrophysical and geophysical data to constrain the subsurface structure of the Kitakami plutons, northeast Japan」, Earth Planets Space, 57.