

## 鹿児島県阿久根市牛之浜海岸の四万十累層群に見られる断裂

桑水流 淳二

### The fracture of the Shimanto Supergroup on the Ushinohama coast ,Akune city, Kagoshima Prefecture.

KUWAZURU Junji

Abstract : The Butsuzo Tectonic Line(BTL) is thought to pass through the Ushinohama coast in Akune City in the northwestern part of Kagoshima Prefecture .When I described in detail the Shimanto Supergroup in contact with the BTL , I was able to find some fractures. All of the loosely curved faults are left transverse faults and left-bend. These faults are formed under the same deformation because they are very similar in shape and property. The joints observed only at the point adjacent to the BTL are the shear joints associated with these faults. These fractures are related to the fault activity of the BTL.

キーワード：四万十累層群，左横ずれ断層，左屈曲，剪断節理

#### はじめに

西南日本外帯の地質構造区分において、秩父帯と四万十帯は仏像構造線（BTL）によって画されている。九州においては球磨川中流の大坂間構造線（橋本，1955）そして阿久根市北西部の牛の浜構造線（橋本，1962a）が仏像構造線に相当する。今回，表題地域を通過すると考えられている仏像構造線（牛の浜構造線）に接する四万十累層群の地層を詳細に調査したところ，この構造線に関連して形成されたと考えられる断裂を見出すことができたので報告する。

表題地域を含む周辺の地質は，橋本（1962a）の先駆的な研究によってまとめられた。その後，米田・岩松（1987）は，鹿児島県北薩地域に分布する四万十累層群の層序と地質構造を明らかにしている。桑水流（2003）は，牛之浜海

岸に分布する混在岩層のチャート岩塊から後期ジュラ紀，混在岩層の泥質基質から前期白亜紀を示す放散虫化石群集の産出を報告している。また，勝村・山本（2016）は，北薩地方西目地域の仏像構造線相当の地体構造境界の位置について検討を行っている。

#### 1 地質概要

調査地は JR 牛ノ浜駅の南にある海岸である。この海岸では，北西—南東方向に通過すると考えられている仏像構造線の北東側に，砂岩を主体として泥岩，砂岩泥岩互層，礫岩を挟む四万十累層群の地質体が分布している。砂岩は細粒～粗粒の青灰色を呈し，淘汰の悪いワッケで，1～5mmの黒色泥岩の岩片を頻繁に含む。一般に層厚5～10mの塊状砂岩が多いが，層厚1～3mおきに泥岩や砂岩泥岩互層を挟在する成層砂岩も認められる。泥岩は黒色～暗灰色を呈し，葉理が明瞭で，板状に割れやすい。凝灰質泥岩も認められ，灰色を呈している。砂岩泥岩互層はそれぞれの単層が2～5cmの厚さで互層を成しており，泥岩が優勢である。泥岩からは生痕化石が産出する。礫岩は，礫径1～5cmの円礫～亜円礫で，礫種はチャート，泥岩，砂岩である。基質は砂である。礫量が少なく含礫砂岩の部分もある。層厚は0.5～1.5mで，砂岩中に挟まれることが多い。層理面の走向はNNW—SSEで，傾斜は50°～80°Wである。級化層理は西上位を示す。なお，仏像構造線の南西側には，秩父帯に属する地質体が分布している。

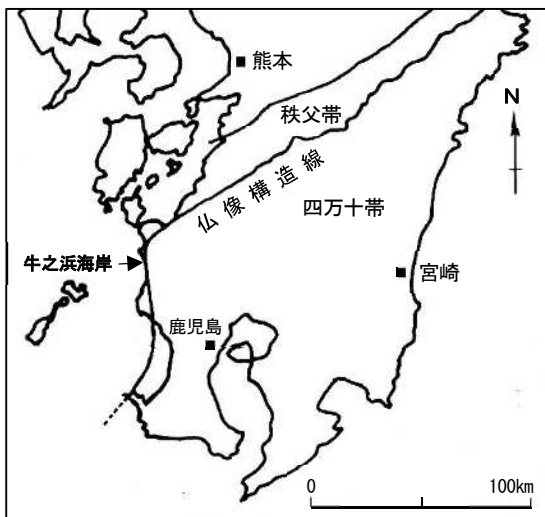


図1 調査位置図

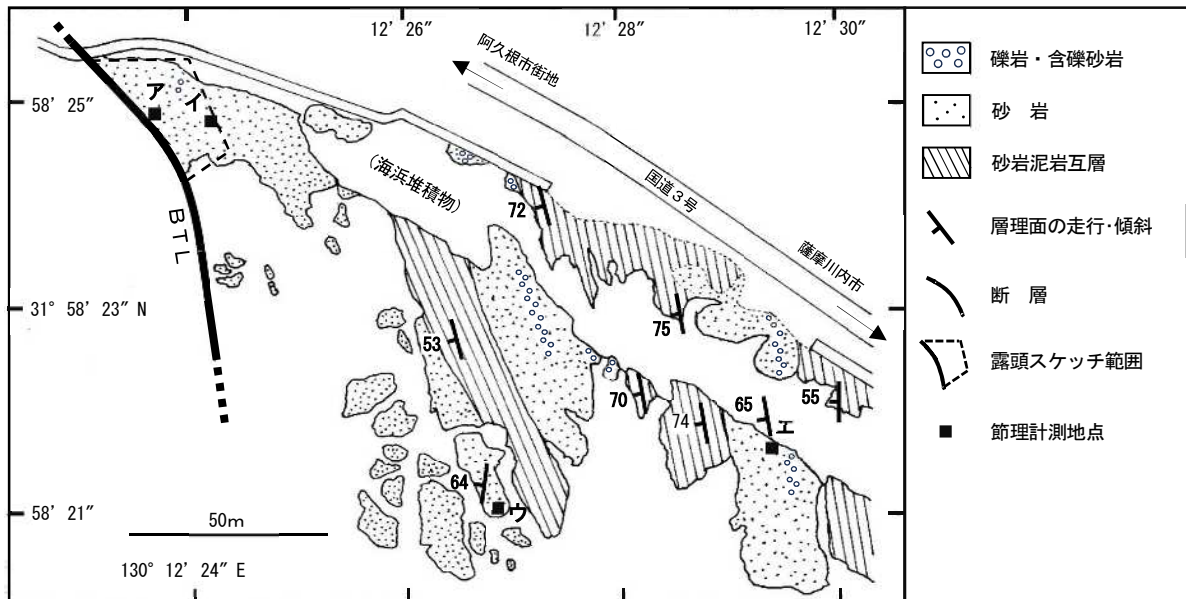


図2 四万十累層群の地質図

## 2 調査内容と方法

仏像構造線に接する四万十累層群の地質構造を把握するために、詳細な露头記載と断層および節理に関する調査を行った。

### (1) 露头記載と断層調査

調査地には海岸に沿ってほぼ水平な露头が一面に広がっている。そこで仏像構造線に接している北東側の約 40 m×20mの範囲にある露头を 100 分の 1 の縮尺でスケッチを行った。スケッチを行った範囲には、大小さまざまな断層がみられ、地層にずれが生じている。そのため、断層によって分断されたブロック内で柱状図を作成し、砂岩中に挟まれた泥岩層などをかぎ層として、互いに離れたブロック間での地層の対比を試みた。さらに断層によるずれの距離を把握するために、水平断面内で断層線に沿った水平隔離を計測した。

### (2) 節理調査

調査地には節理が多くみられ、その一部は、同じ方向性を持ち、ほぼ一定の間隔で平行に発達する節理が認められる。そこで、節理の走行・傾斜、連続性など形態的な特徴を把握するために 4 カ所(節理ア～エ、図 2)において節理のマッピングを行った。計測は砂岩を主体とする露头で行い、2～3m四方の範囲にある長さ 50 cm以上の節理を対象とし、50 分の 1 の縮尺でスケッチを行った (Plate5, 6)。4 カ所の計測位置は、仏像構造線との関連性の有無を調べるために構造線との距離を考慮して選定した。

## 3 調査結果

### (1) 露头記載

露头スケッチを図 3 に、互いに離れたブロック間で地層

の対比が確認できた A～D 地点を図 4 に示す。なお、主な断層には便宜上番号 (F1～F5) を付した。

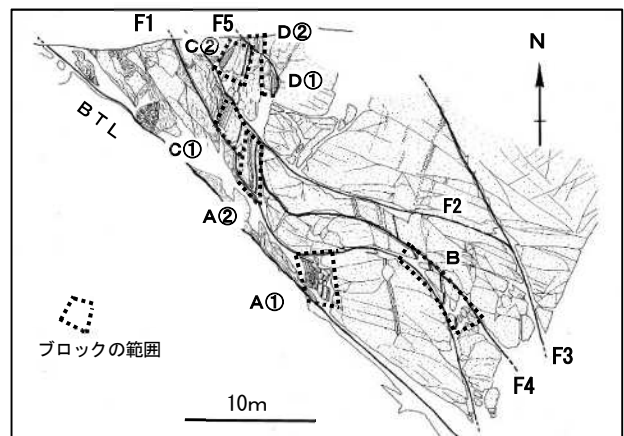


図4 A～D地点のブロック範囲

### A地点

ここでは、F1 を挟んで大きく 2 つのブロックに分かれている。断層の南側を A①、北側を A②とする。

[ブロック A①] 岩相は下位より単層が 5 mmほどの砂岩泥岩細互層から始まり、厚さ 15cmの層状砂岩、厚さ 70cmの中粒の塊状砂岩が重なる。この塊状砂岩にはかぎ層となる暗灰色を呈する厚さ 1～2 cmの凝灰質泥岩を挟んでいる。さらにその上位には砂岩泥岩細互層を挟んで、層状砂岩、中粒の塊状砂岩が重なる (図 5)。このブロックはさらに細かい断層によって 6 つの小さなブロックに細断されている。それぞれのブロックの層理面の走行は NNE-SSW、傾斜は 45°～53° N であるが、F1 に最も近いブロックの走行・傾斜は N41° W・47° S に急変しており、F1 による地層

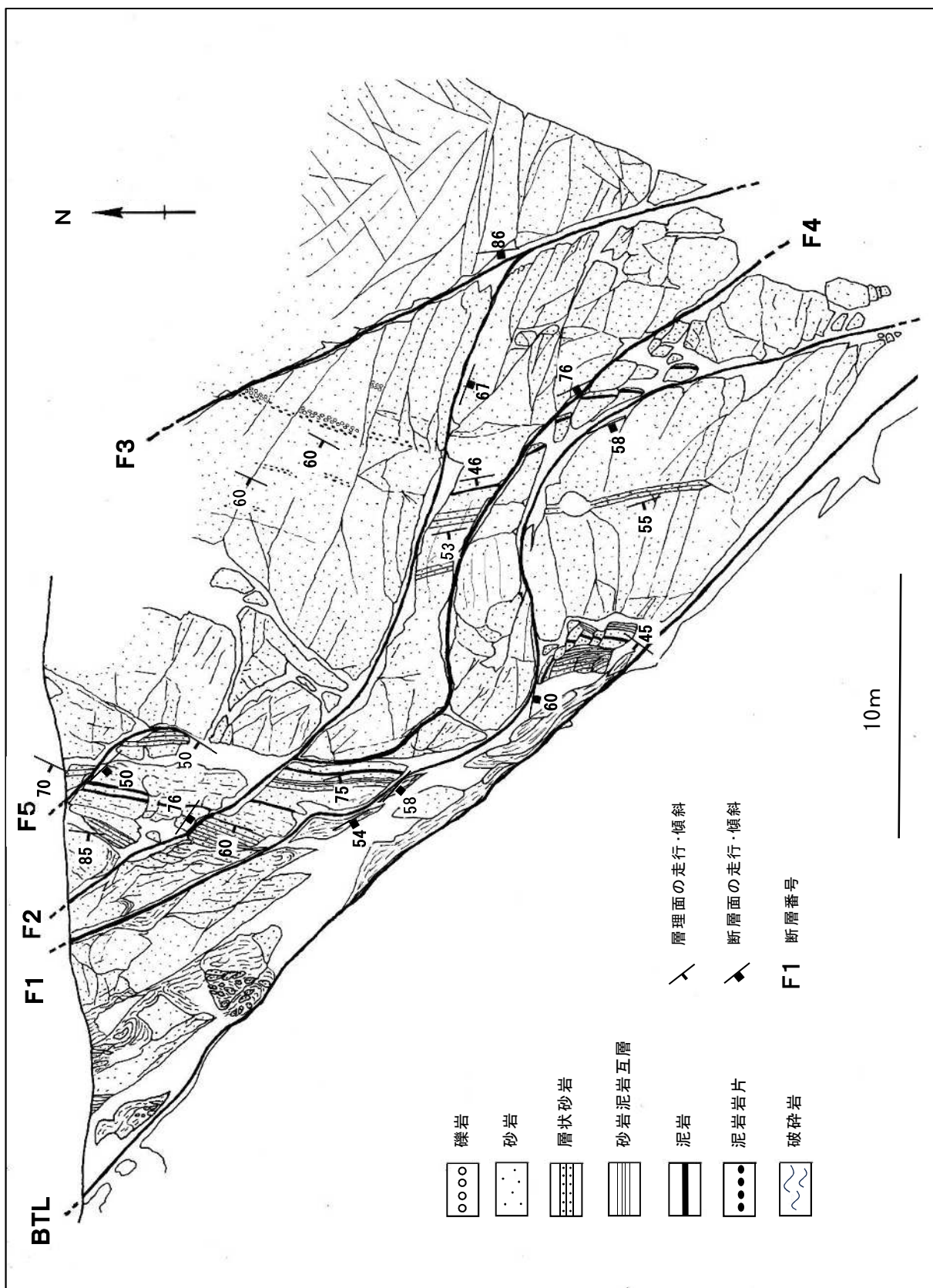


図3 露頭スケッチ

の引きずりがみられる。6つのブロックに細断している断層面は5カ所で確認でき、その走行はN35°～63°W、傾斜は42°～65°Sである。南から3本目までの断層には破砕帯はなく密着もしくは5mmほどの溝状になっている。F1に近い残りの2本の破砕帯の幅は2～3cmで砂岩がやや破砕されている。隣同士のブロック間での水平隔離が最も長いもので90cmあり、全体での水平隔離は223cmである。これらの6個のブロックの上には、断層を挟んで層厚85cmのブロックが重なっており、下部は層状砂岩で、上部は塊状砂岩である。ここでのF1の断層面の走行・傾斜は、N80°W・60°Sで、破砕帯の幅は3cmで砂岩が砂礫状になっている。薄い断層ガウジを挟むところもある(Plate 1)。

[ブロックA②]岩相は凝灰質泥岩を挟む砂岩から始まり、厚さ5cmの砂岩泥岩細互層を挟んで、さらに層状砂岩そして中粒の塊状砂岩が重なる(図5)。層理面の走行・傾斜は、N15°W・75°Sである。ここでのF1の断層面の走行・傾斜は、2カ所で測定でき、N50°W・58°SとN32°W・54°Sで、走行が変化している(Plate 2)。破砕帯の幅は10～50cmで、破砕部が岩相によって大きく2つに分かれている。主に砂岩が破砕された所は、黄褐色を呈し、砂岩の角礫で充填されている。2カ所に黄白色の断層ガウジを伴っている。一方、砂岩泥岩互層が破砕された所は、赤褐色を呈し、泥岩で包み込まれた細かい砂岩の角礫で充填されている。砂岩の破砕部との境界に沿って暗灰色の断層ガウジを挟んでいる。赤褐色を呈している部分は、褐鉄鉱化によりやや硬化している(Plate 3)。

A①の最も北側の凝灰質泥岩とA②の凝灰質泥岩とのF1による水平隔離は約610cmである。A①の細断化した断層による水平隔離も考慮するとこれらの断層による水平

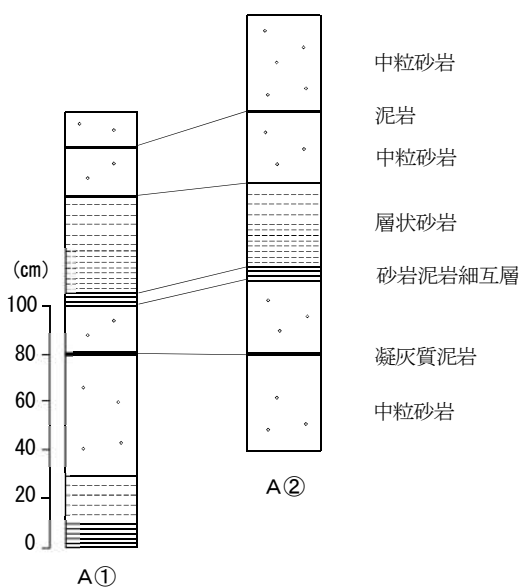


図5 A地点の柱状図

隔離は合計で約833cmである。

### B地点

ここでは、緩やかなS字の形に屈曲したF1とF4に挟まれた幅1.5～2mの間にある砂岩が、さらに4本の細かい断層により5つのブロックに細断されている。砂岩の岩相は大きく下部と上部に分かれる。下部は中粒砂岩で、地層の対比でかぎ層となる厚さ1～2cmの泥岩層を挟み、上位には層理面に対してほぼ直角方向に節理が発達している。上部は粒度が中粒からしだいに細粒へと変化し、さらに最上部にラミナを伴う(図6)。5個のブロックの層理面の走行・傾斜は、北側のブロックからN18°W・50°S、N16°W・45°S、N10°E・42°N、N30°E・42°N、N32°E・40°Nで、F4を挟んでさらに北につながる地層の層理面はN8°W・46°Sであり、走行が北から南にむかうにつれ、時計回りに回転している。緩やかなS字の形に屈曲した2本の断層面の走行・傾斜は、F1ではN26°W・58°Sで、F4ではN28°W・66°Sである。F1の破砕帯は幅が5cmで砂礫状になっている。砂岩の角礫で充填されている。F4は幅が1cmで砂礫状になっており、やや粘土質である。ブロック状に細断している小断層面は2カ所で確認でき、その走行・傾斜は、N45°W・垂直とN56°W・72°Sである。破砕帯の幅は1cmで砂岩がやや破砕されている。細断された隣同士のブロック間で水平隔離が最も長いのは117cmで、F1とF4に挟まれた部分全体では281cmである。F4による水平隔離は80cmあり、B地点での水平隔離の合計は361cmである(Plate 4)。

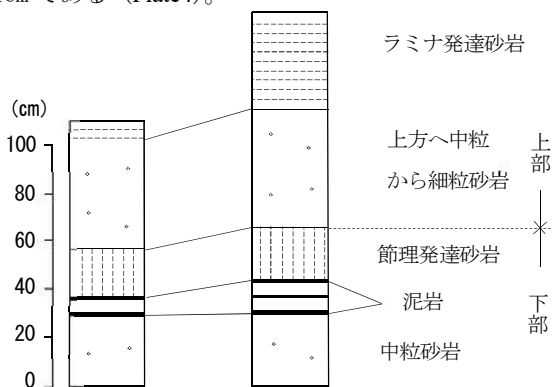


図6 B地点の柱状図

### C地点

ここでは、F2を挟んで2つのブロックに分かれている。断層の南側をC①、北側をC②とする。岩相は下部と上部に分かれる。下部は塊状砂岩でその中に厚さ5cmの葉理の発達した泥岩層や泥岩の岩片を挟んでいる。また、上方では泥岩の薄層が多くみられる。上部は単層の厚さが3～5cmの層状砂岩である(図7)。層理面の走行・傾斜はC①はN18°E・60°N、C②はN8°E・85°Nである。

F2 の断層面の走行・傾斜は  $N56^{\circ} W \cdot 76^{\circ} S$  である。破碎帯の幅は 10 cm で、黄白色の砂岩の角礫で充填されている。角礫の直径は 1~5 cm でやや粘土質な砂礫状になっている。ここでは、この断層による地層の引きずり現象が確認できる。C①の断層に接した層状砂岩の一部が北西方向に折れ曲がりながら引きずられている（図 8）。この断層による水平隔離は 330cm である。C地点から南東方向の延長上でも断層面が確認できる。ここでは、幅 50 cm の間に平行に 3本の断層が見られ、断層面の走行・傾斜はほぼ  $N70^{\circ} W \cdot 65^{\circ} S$  で、破碎の幅はそれぞれ 2~3 cm で、砂岩が砂礫状~砂状になっている。

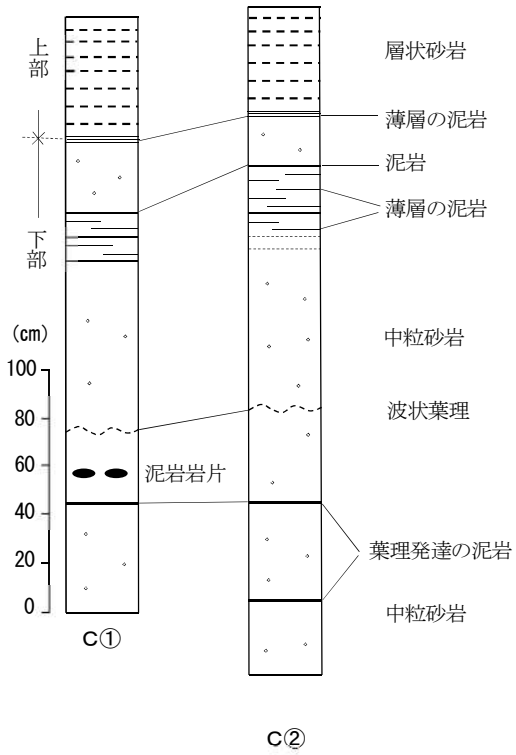


図 7 C地点の柱状図



図 8 断層による地層の引きずり(ブロック C①)

**D地点**

ここでは、F5 による地層のずれが見られる。断層の南側を D①、北側を D②とする。岩相は下位より単層の厚さが 5 cm で細粒の層状砂岩、そして層厚 150cm 以上の塊状で中粒砂岩である。層理面の走行・傾斜は D①では  $N30^{\circ} E \cdot 50^{\circ} N$ 、D②では  $N25^{\circ} E \cdot 70^{\circ} N$  である。断層面の走行・傾斜は  $N45^{\circ} W \cdot 50^{\circ} S$  である。F5 の破碎帯の幅は 4 cm で砂岩が弱い破碎を受けて角礫状になっている。厚さ 1 cm の乳白色の断層ガウジを伴っているところもある。この断層による水平隔離は 160cm である。

露頭記載や断層の調査によってずれた地層を復元し、露頭スケッチを行った範囲の総合柱状図を作成した（図 9）。塊状砂岩を主体とし、一部に層状砂岩が見られる。下位付近では礫岩、泥岩を、上位では泥岩、砂岩泥岩互層を挟在している。全層厚は約 30m である。

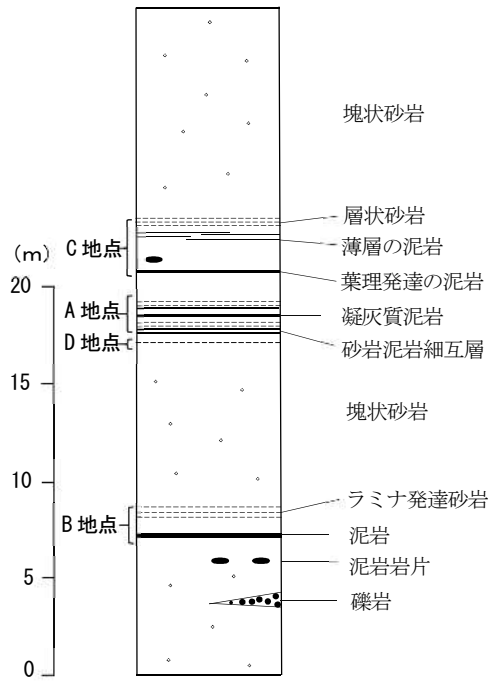


図 9 総合柱状図

(2) 主な断層について

露頭スケッチを行った範囲で確認できた主な断層の形状等を表 1 に示した。比較的連続性のあるものとして次の 3つの断層がある。

- F1……緩やかに S 字形に屈曲した断層で、西側の部分を分断している。
- F2……緩やかに屈曲した断層で、ほぼ中央部を分断している。
- F3……直線状の断層で、東側の部分を分断している。

これらの断層はほぼ北西—南東方向に延びており、四万十累層群の地質体を 4つのブロックに分断している。他に次のような断層がある。

F4……緩やかにS字形に屈曲した断層で、西側はF2に接合している。

F5……緩やかに屈曲した断層である。

断層の平面的形状として直線以外に緩やかに屈曲した形状のものが多くみられる。屈曲した形状の断層面の傾斜は50°～70°で、いずれも西～南西方向に傾いている。破碎帯の状況は、A②地点のF1の幅が10～50cmと最も広く、砂礫状で断層ガウジを伴っている。他は幅10cm以内で砂岩の角礫で充填された砂礫状のことが多い。水平隔離では、F1が610cmで最も大きく、次いでF2が330cmである。水平面内での断層の横ずれの方向は、地層の引きずりや地層の対比によって判明した全てが左横ずれである。屈曲した構造をもつ断層の特徴は、その屈曲部において、断層が元の走行から、その走行を反時計回りに回転させた後に元の方向にまた戻っている左屈曲である。

### (3) 節理について

4カ所で計測した節理をステレオ投影し(図10)、節理の形状等を表2に示した。ステレオ投影はウルフネットを用い、節理面の法線を点(ポール)として下半球に投影した(以下同様)。その中である程度の集中を示したものをグループ化(図中の丸印)し、グループの中央付近の値を求め、表の中央値の走行・傾斜とした。

#### 節理ア

仏像構造線に隣接する計測地である。4つのグループが識別できた。グループ①の節理面は、走行WNW-ESEで、高角度の南傾斜を示し、比較的長さが長い。グループ②は、走行NEN-SWSで、低角度の南傾斜を示し、グループ③は、走行NE-SWで、高角度の北傾斜を示し、グループ④は、走行NEN-SWSで、高角度の北傾斜を示し、いずれも比較的長さが短い。

#### 節理イ

3つのグループが識別できた。グループ①の節理面は、ほぼ節理Aのグループ①とほぼ同じ走行・傾斜で、長さが比較的長い。グループ②は、走行NE-SWで、中程度の南傾斜を示し、グループ③は、走行NE-SWで、中程度の北傾斜を示し、いずれも比較的長さが短い。

#### 節理ウ

2つのグループが識別できた。グループ①の節理面は、走行ENE-WSWで、中程度から低角度の南傾斜を示し、グループ②は、走行WNW-ESEで、高角度の北傾斜を示し、いずれも比較的長さが短い。

#### 節理エ

仏像構造線から最も遠く離れている計測地である。比較的良好に集中した2つのグループが識別できた。グループ①の節理面は、走行WNW-ESEで、低角度の北傾斜を示し、グループ②は、走行NE-SWで、中程度から高角度の北傾斜を示し、いずれも比較的長さが短い。

表1 断層の形状等

番号	平面的な形状	断層面の 走行・傾斜	破碎帯の状況	水平面内での 断層の種類	水平 隔離
F1	緩やかなS字屈曲	N50° W・58° S	幅10～50cm, 砂礫状, 断層ガウジを挟む	左横ずれ断層	610cm
		N80° W・60° S	幅3cm, 砂礫状, 一部粘土状		
		N26° W・58° S	幅5cm, 砂礫状		
F2	緩やかな屈曲	N56° W・76° S	幅10cm, 粘土質な砂礫状	左横ずれ断層	330cm
		N70° W・65° S	幅3cm, 砂礫状～砂状		
F3	直線	N15° W・86° S	幅3～10cm, 粘土質な砂礫状	不明	不明
F4	緩やかなS字屈曲	N28° W・66° S	幅1cm, 粘土質な砂礫状	左横ずれ断層	82cm
F5	緩やかな屈曲	N45° W・50° S	幅4cm, 弱い破碎, 一部粘土状	左横ずれ断層	160cm

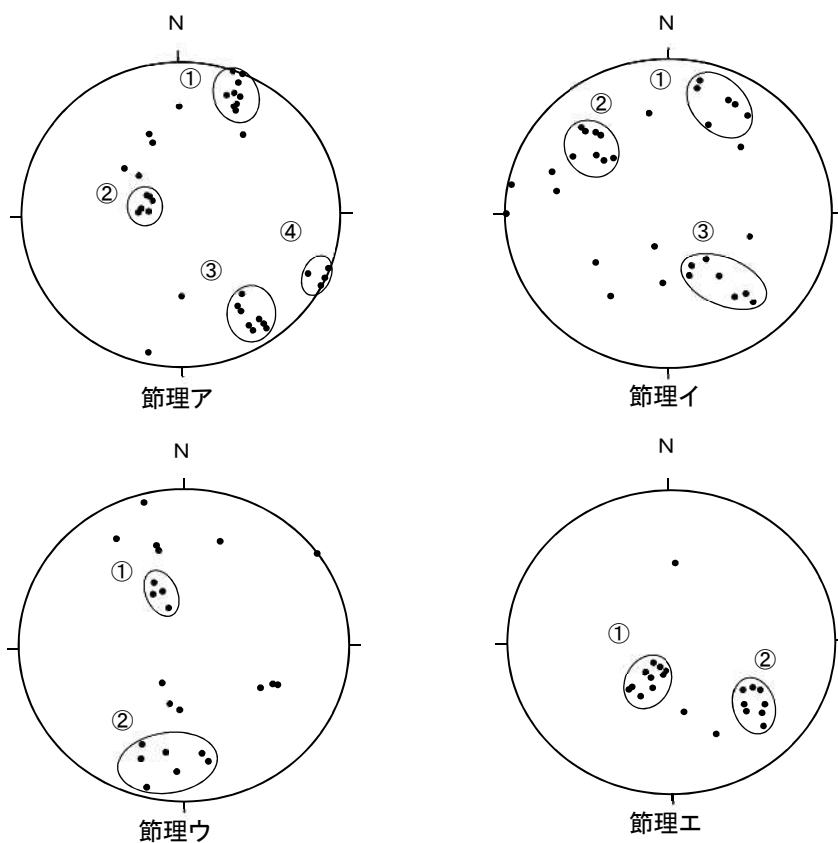


図 10 節理面のステレオ投影図

表 2 節理の形状等

計測地点 (全計測数)	グループ名 (計測数)	中央値の走行・傾斜	長さ (m) +は以上	BTLから の距離 (m)
節理ア (34)	① (9)	N65° W・82° S	1.0~5.0+	1
	② (6)	N30° E・28° S	0.5~1.0	
	③ (8)	N56° E・76° N	0.5~1.0+	
	④ (4)	N23° E・88° N	0.7~2.0+	
節理イ (32)	① (6)	N66° W・76° S	1.0~5.0+	18
	② (8)	N40° E・62° S	0.7~2.5	
	③ (7)	N50° E・56° N	0.5~1.0	
節理ウ (23)	① (4)	N65° E・38° S	1.0~2.0	65
	② (7)	N84° W・82° N	1.2~2.0+	
節理エ (21)	① (10)	N64° W・32° N	0.5~1.1	137
	② (8)	N38° E・67° N	0.7~2.2+	

#### 4 考察

##### (1) 主な断層について

主な断層の平面的な形状は、直線的なものと緩やかに屈曲した形状のものがみられる。これらの断層は、直線的な断層であるBTLとF3の間に屈曲した断層が挟まれている配置になっている。屈曲した断層の特徴として、その変形の程度がほぼ同じで、一部接合しているところがあるが、平行で等間隔に配列している。また、屈曲した断層面の傾斜は $50^{\circ}$ ～ $70^{\circ}$ で、全て南西方向に傾いている。さらに、いずれも左横ずれ断層であり、その屈曲部は左屈曲を示していることより、この屈曲した部分は、横ずれ成分とともに引張成分をもつ解放性屈曲であると考えられる。このように屈曲した断層は形状や性質がよく似ており、同一の変形作用を受けて形成されたものであると考えられる。

破砕帯の状況では、BTLに最も近いA②地点の破砕帯が幅10～50cmと最も大きい。他は10cm以下である。水平隔離の大きさでは、BTLに近い断層ほど大きく、遠くなるほど小さくなる傾向がある。このようにBTLとの距離によりそれぞれの断層の形状等に差異が生じている。これらのことは、屈曲した断層は、BTLの断層活動との関連性を示唆している。

##### (2) 地点Bの細断化に伴う断層について

地点Bでは、F1とF4に挟まれた砂岩がさらに4本の小断層により5つのブロックに細断されている(図11の1～5)。4本の小断層は互いにほぼ平行で、全体として右雁行状の配列をしている。横ずれの方向は全て左横ずれを示している。F1およびF4は周囲の地層とのずれから、いずれも左横ずれ断層であることが確認されており、4本

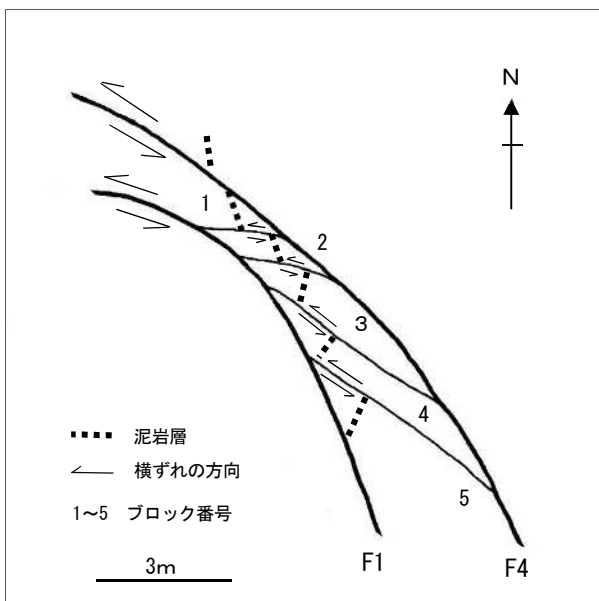


図11 断層の横ずれの方向(地点B)

の小断層はF1およびF4の断層活動に伴って形成されたと考えられる。

図12は、それぞれのブロックや周辺の層理面の走行・傾斜を示し、また、×印はF1のそれぞれのブロック内の断層面の走行・傾斜を測定した位置を示している。周辺の層理面の走行は北北西-南南東方向で、傾斜は西である。一方、細断化されたブロック1～5の走行は北側から時計回りに回転していることが分かる。図13は、それぞれのブロックの層理面の法線のポールの位置を黒点(・)、断層面の法線のポールの位置を×印としてステレオ投影したものである。層理面および断層面のポールの位置はともにブロック1から5にかけて連続的に南へ移動している。また、2つの位置の配置は極めてよく似ている。これらのことは、F1およびF4が屈曲しながら断層が形成されると同時に4本の小断層が生じることにより細断化が起き、

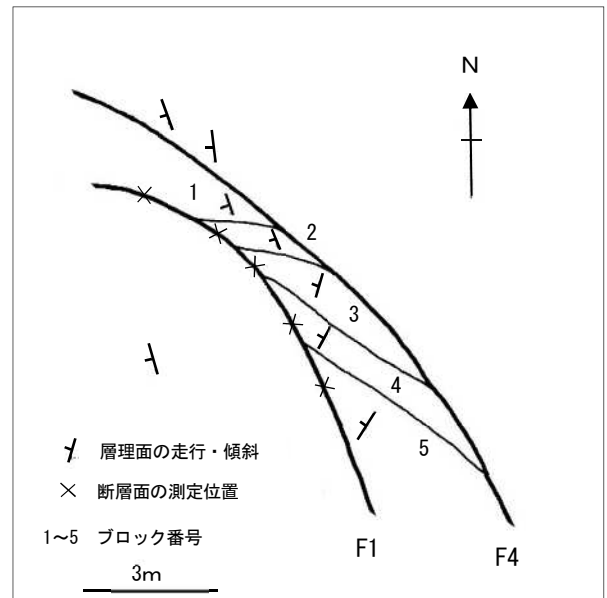


図12 各ブロックの層理面の変化(地点B)

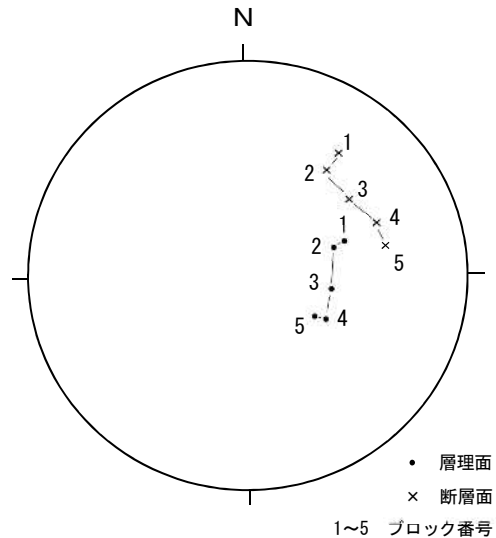


図13 層理面と断層面のステレオ投影図



そして、それぞれのブロックが時計回りに回転をともなう運動をしながら連続的に移動したと考えられる。

### (3) 断層の階級とその関連性について

調査地において確認できた断層を破砕帯の規模や水平隔離の長さなどを基に 3 つのグループに区分し、階級Ⅰ～Ⅲを設定した(表 3)。なお、仏像構造線の形状等は勝村・山本(2016)を参照した。

階級Ⅰ・・・調査地において最大級の断層で仏像構造線に相当する。破砕帯は、幅 50～100 cm で干潮時には約 70m に渡って露出する。内部は角礫状の砂岩、チャート、石灰岩の岩片と極細粒の断層ガウジで充填されている。

階級Ⅱ・・・今回確認された F1～F5 の断層である。破砕帯は、幅 1～50 cm で長さは数 10m で、内部は砂礫状で砂岩の角礫で充填されているものが多い。断層ガウジを挟むものもある。水平隔離は 1～6m である。

階級Ⅲ・・・階級Ⅱの断層に挟まれた部分に生じた断層で、地点 A および B で確認された小断層が相当する。破砕帯は、幅が 1 cm 以下で、長さが数 m で、砂岩がやや破碎されている。水平隔離は 1m 以下である。

主な断層の分析の結果、階級Ⅱに属する屈曲した断層は、同一の変形作用を受けて形成されたと考えられ、仏像構造線の断層活動との関連が指摘される。地点 B で見られる階級Ⅲに属する小断層は、階級Ⅱに属する F1 および F4 が屈曲しながら断層が形成されると同時に 4 本の小断層が生じたと考えられる。このように階級Ⅰの断層活動が階級Ⅱの断層に差異を生じさせ、さらに階級Ⅱの断層が形成されることにより階級Ⅲの小断層も同時に形成されたと考えられ、階級Ⅰの断層の活動が階級Ⅱ、そして階級Ⅲとそれぞれの断層形成に連続的に関与していると考えられる。

### (4) 節理について

節理の測定結果では、仏像構造線に最も近い節理 A において節理面の方向が集中するグループの数が最も多く、仏像構造線から遠ざかるほどグループの数が少なくなる傾向が見られる。また、節理 A、イ、ウにおいては集中しない節理も散見されるが、最も遠い節理エにおいては、ほとんどの節理が 2 つのグループに分かれ、他の節理は極めて少ない。このことから、仏像構造線に近い所ほど多くの

方向の節理が発達し、岩盤のブロック化が激しいことが分かる。

節理 A と節理イのステレオ投影図は全体的によく似ており特にそれぞれのグループ①の節理面はほぼ一致している。このグループ①の節理面の走行はおおよそ WNW-ESE で、傾斜は高角度の南方向であり、長さは比較的長い。一方、このような節理は節理ウでは 1 か所、節理エでは確認されていない。そこで、節理 A および節理 B のグループ①の節理の形成と周囲の断層活動との関連を調べるために次のような分析を行った。露頭スケッチを行った範囲内で節理面の傾斜角が 60°～90° で、南に傾斜し、長さが 1m 以上のものを対象としてステレオ投影を行った。図 14 のように湾曲した F1 および F2 の形状を基に調査地を 3 区分し、断層の屈曲点で挟まれた部分にある節理は黒三角印(▲)で、その北側の部分のものは黒四角印(■)、南側の部分のものは黒丸印(●)でステレオ投影を行った(図 15)。なお、層理面のステレオ投影も同様に行った。

層理面のデータはグループに明瞭に分かれている。北側の層理面の走行は北北東-南南西で、中間の部分は北北西-南南東と反時計回りに回転し、南側では北北東-南南西の方向に戻っている。これは、断層の形成以前はほぼ同じ走行・傾斜であった層理面が、緩く湾曲した断層の左屈曲運動によって変化した結果である。一方、節理面のデータはグループ化はみられず混在している。これは、湾曲した断層の活動中もしくはその後の何らかの地殻変動によって形成されたことを示している。前述のように、節理 C や節理 D では分析対象とした節理はほぼ観察されずまた緩

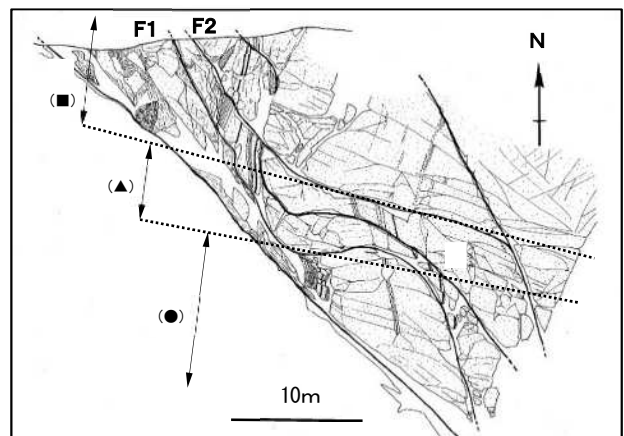


図 14 節理分析区分の範囲と記号

表 3 断層の階級

階級	破砕帯			水平隔離 (m)	例
	長さ (m)	幅 (cm)	内部の状態		
Ⅰ	約 70	50～100	砂礫状、断層ガウジ	—	B T L
Ⅱ	数 10	1～50	砂礫状、一部断層ガウジ	1～6	F1～F5
Ⅲ	数	1 以下	密着～弱い破碎	1 以下	地点 A, B の小断層

く湾曲した断層も存在しない。以上のことから、節理Aおよび節理Bから検出されたグループ①の節理は、緩く湾曲した断層活動に伴う剪断節理であると考えられる。

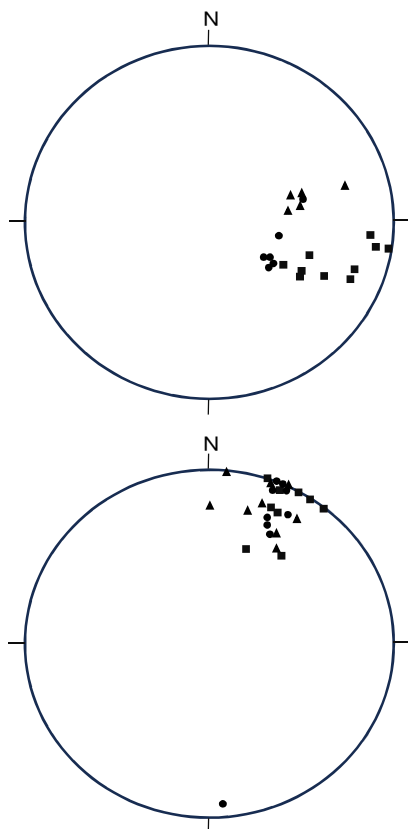


図15 層理面(上)と節理面(下)のステレオ投影図

## 5 まとめと今後の課題

鹿児島県阿久根市牛ノ浜海岸を通過すると考えられる仏像構造線と接して北東側に分布する四万十累層群の地質体を詳細に記載し、確認された断層と節理の分析を行い、次のようなことが明らかになった。

- (1) 詳細な露頭スケッチにより断層によってずれた地層を復元し、総合柱状図を作成した。塊状砂岩を主体とし、一部に層状砂岩が見られる。下部付近では礫岩、泥岩を、上部では泥岩および砂岩泥岩互層を挟在している。全層厚は約30mである。
- (2) 主な断層において、緩く湾曲した断層は、いずれも左横ずれ断層であり、その湾曲部は左湾曲を示している。この湾曲した部分は、横ずれ成分とともに引張成分をもつ解放性湾曲であると考えられる。湾曲した断層は形状や性質の類似性から同一の変形作用を受けたと考えられる。また、これらの断層の破碎帯の状況や水平隔離の大きさは、仏像構造線に近い断層ほどその影響が大きく、遠くなるほど小さくなる傾向があり、仏像構造線の断層

活動との関連を示唆している。

- (3) 地点Bにおいて、F1およびF4に挟まれた砂岩を細断する4本の小断層は、右雁行状の配列をし、全て左横ずれを示している。F1およびF4が湾曲しながら断層が形成されると同時に間に挟まれた砂岩に4本の小断層が生じ、それぞれのブロックが時計回りに回転を伴う運動をしながら連続的に移動したと考えられる。
- (4) 調査地で観察される断層は、破碎帯の規模や水平隔離の長さなどを基に階級Ⅰ～Ⅲに区分できる。階級Ⅰの断層活動が階級Ⅱの断層の形状等に差異を生じさせ、さらに階級Ⅱの断層形成に伴い、階級Ⅲの断層も同時に形成されたと考えられる。階級Ⅰの断層の活動が階級Ⅱ、そして階級Ⅲとそれぞれの断層形成に連続的に関与していると考えられる。
- (5) 調査地で観察される節理はその面や長さの特徴により、グループ化することができる。露頭スケッチの範囲で確認された節理面の走行がWNW-ESE、傾斜が高角度の南方向で、長さが比較的長い節理は、周囲の緩く湾曲した断層活動に伴う剪断節理であると考えられる。

今回は、四万十累層群中に観察される断層と節理の形状的分析を行うことで、概略的な断層活動の関連性を見出すことができた。今後さらに広域的な断裂系の分析を進めると同時に秩父帯を含めたこの地域における地質体の形成時代も明らかにすることにより、断層活動の経歴の解明につなげていく必要がある。

## 謝辞

元広島大学大学院理学研究科の宮本隆美准教授および元熊本大学教育学部の田中均教授には九州における地質構造や仏像構造線について御教授して頂いた。元鹿児島県地学会会長の小倉順氏を始めとする鹿児島県地学会員の方々には現地観察会において数々の有益な御指導を頂いた。以上の方々に深く感謝の意を表す。

## 引用・参考文献

- 橋本 勇 (1962) 鹿児島県北薩地方の時代未詳層群の層序と構造. 九州大学教養部地学研究報告 8, 47-62.
- 勝村敏史・山本啓司 (2016) 九州南部北薩地方西目地域の仏像構造線相当の地体構造境界. 地質雑 122, 37-42.
- 桑水流淳二 (2003) 鹿児島県阿久根市牛ノ浜海岸の先古第三系から産出した放散虫化石. 鹿児島県立博物館研究報告 22, 100-109.
- 米田茂夫・岩松 暉 (1987) 鹿児島県北薩地域の四万十累層群の層序と地質構造. 地質雑 93, 881-895.
- 宇都浩三・阪口圭一・寺岡易司・奥村公男・駒澤正夫 (1997) 20万分の1 地質図幅「鹿児島」. 地質調査所.

Plate 1 A-①地点の露頭（スケールの長さは1 m）

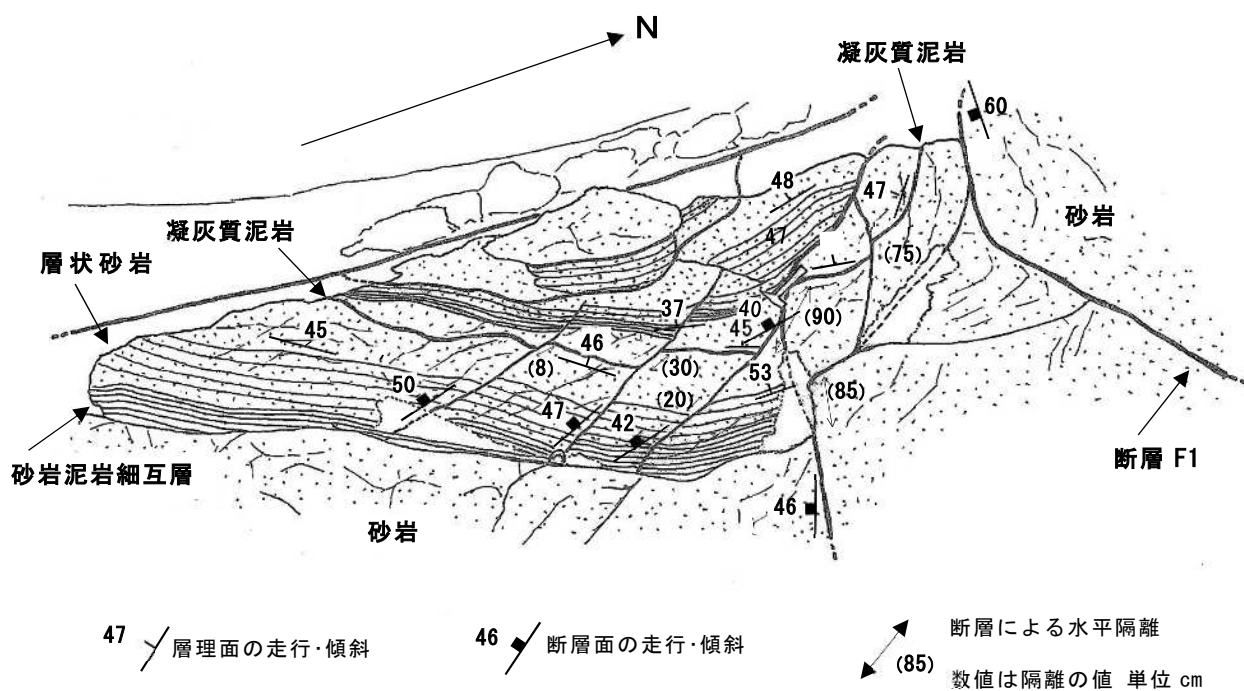
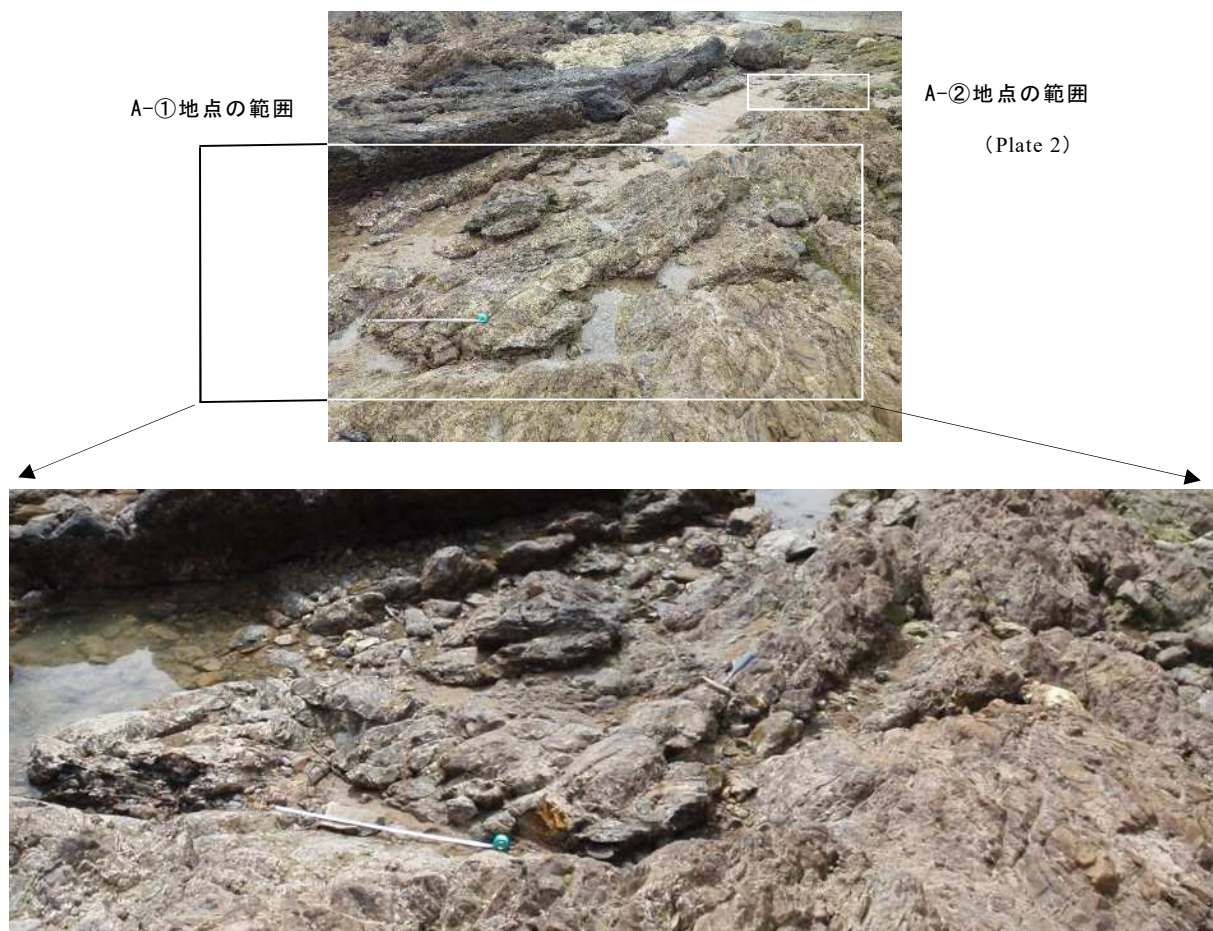
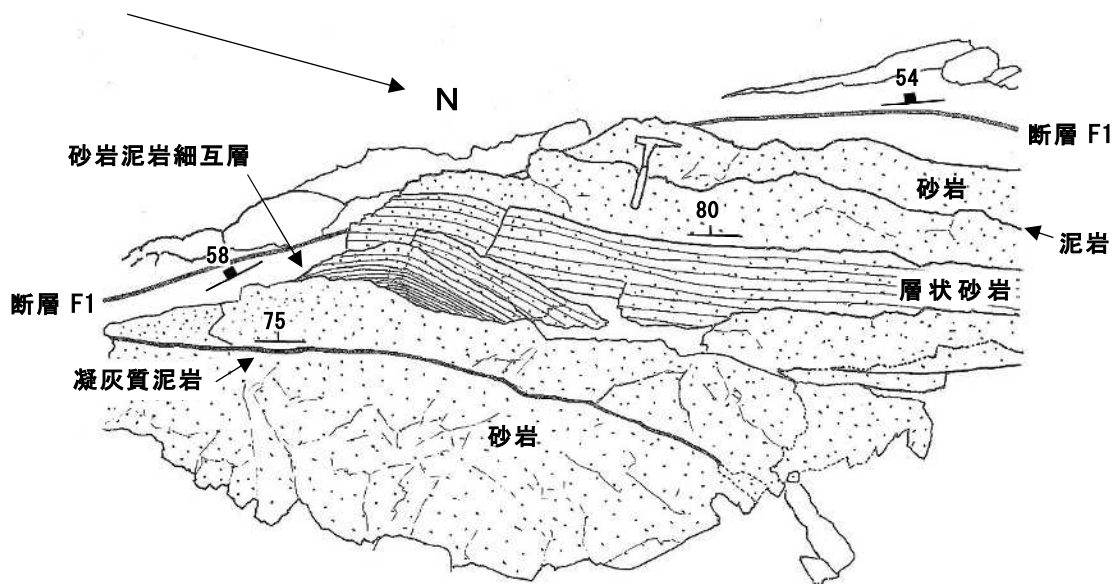
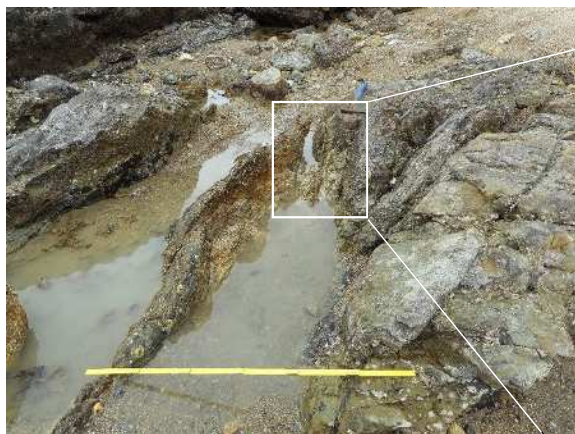


Plate 2 A-②地点の露頭 (ハンマーの柄の長さは 30cm)

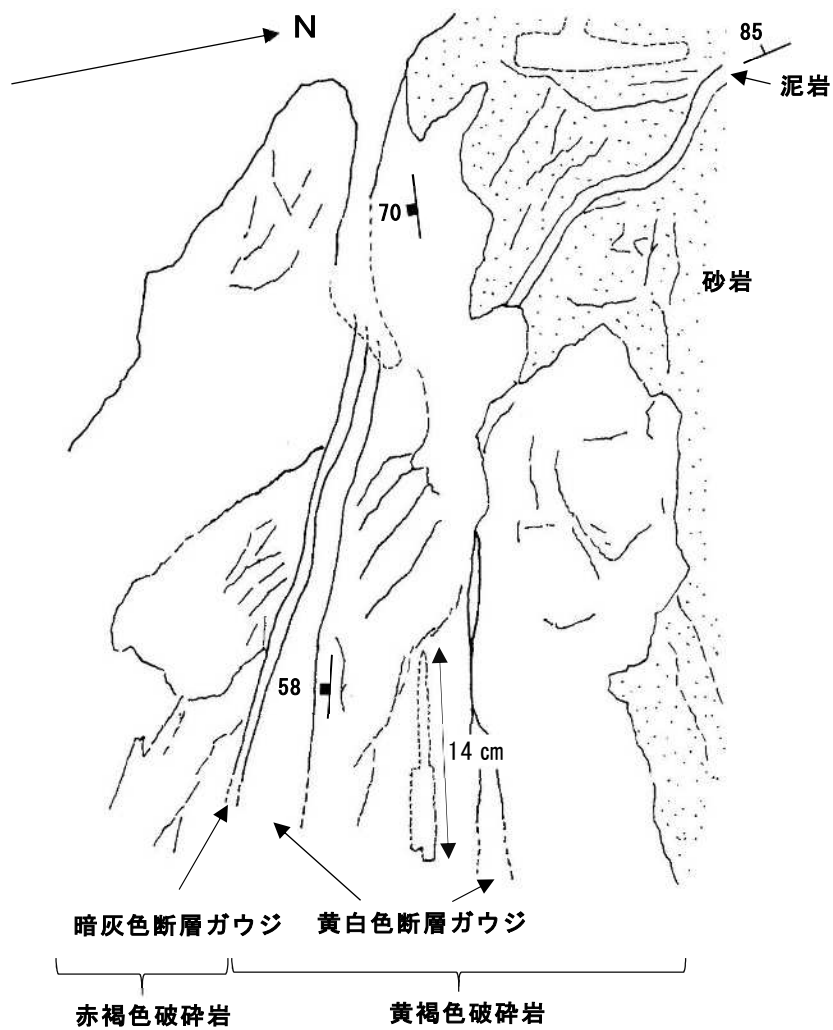


凡例は Plat 1 と同じ

Plate 3 A-②地点の断層 F1 の露頭

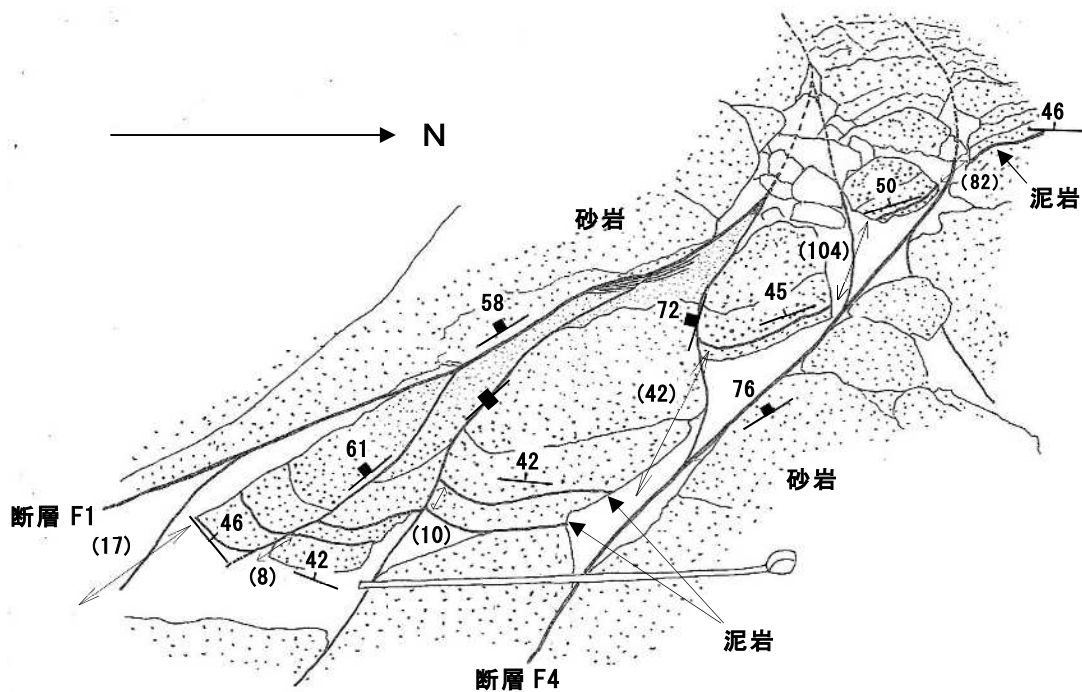


全景（スケールの長さは1 m）



凡例は Plat 1 と同じ

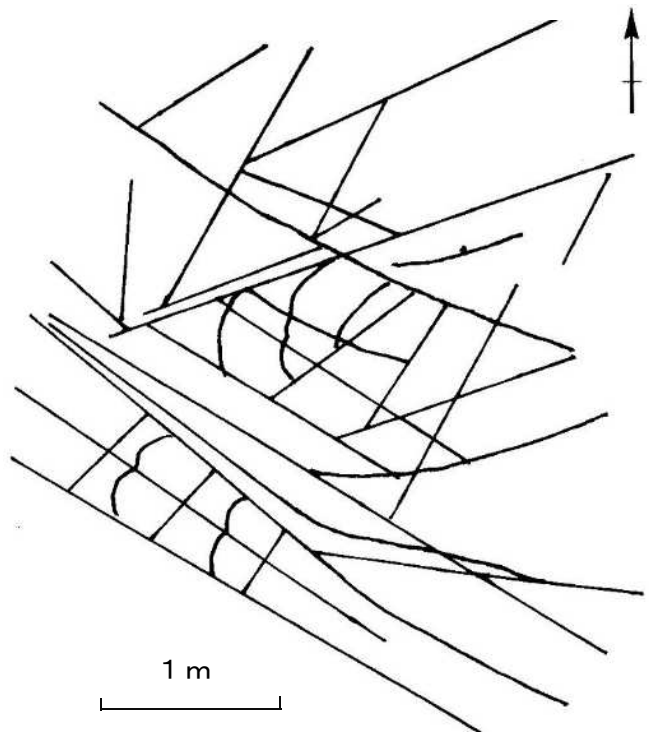
Plate 4 B地点の露頭（スケールの長さは1 m）



凡例は Plat 1 と同じ

Plate 5 (スケールの長さは 1 m)

節理ア



節理イ

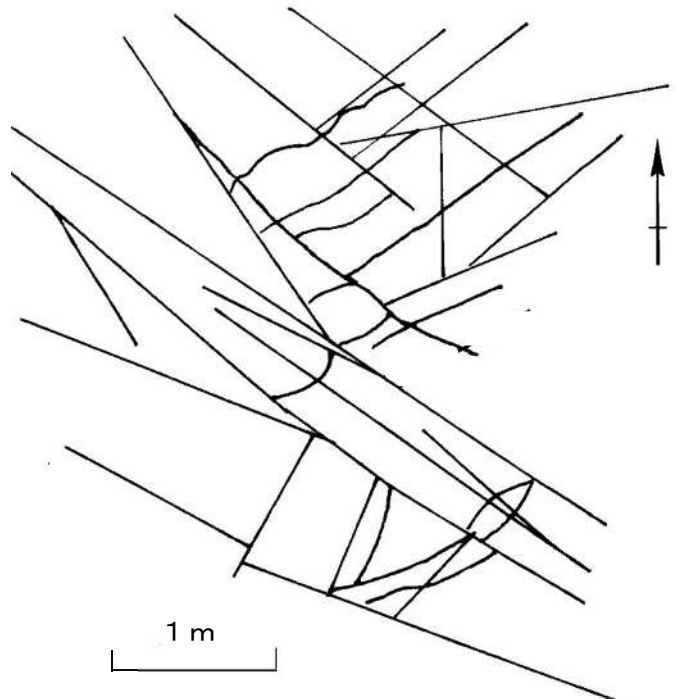
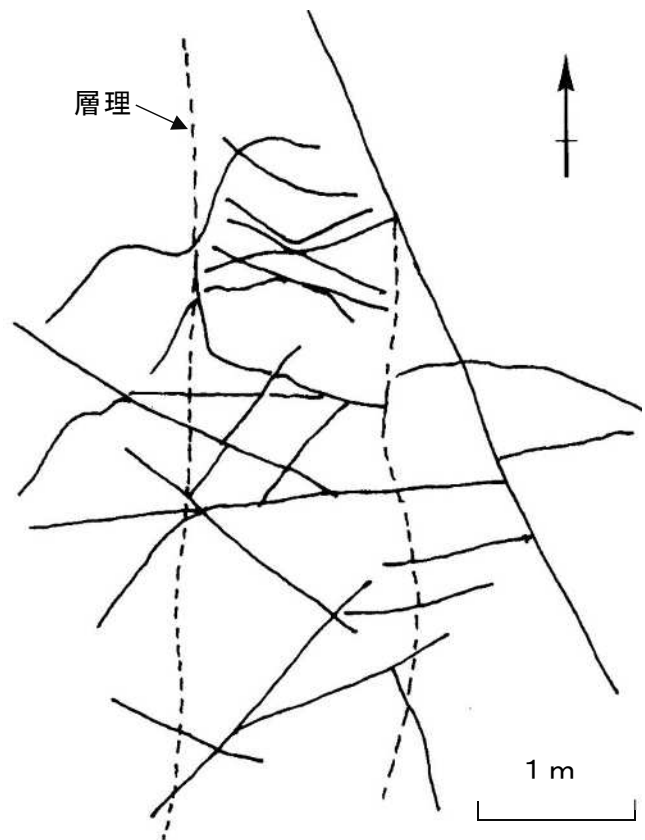


Plate 6 (スケールの長さは 1 m)

節理ウ



節理工

