

# 福井県おおい町に分布する丹波帯の層状チャート中に存在する砂岩シートについて

梅田美由紀\*・田賀 秀子\*\*・服部 勇\*\*\*

A sandstone sheet intercalated in layered cherts of the Tamba Terrane, Ohi-Cho, Fukui Prefecture

Miyuki UMEDA\*, Hideko TAGA\*\*, and Isamu HATTORI\*\*\*

## 要 旨

福井県おおい町に分布する丹波帯の層状チャート中に発達する砂岩層について、野外調査と顕微鏡観察により、その形成過程を考察した。砂岩層は次の特徴を持つ：野外では、1) 層状チャート中に挟まれる砂岩層は、周辺を探してもこの1枚だけしか見つからない、2) 砂岩層とチャート層は、完全に密着してはいるが、その境界は漸移的ではない、3) 局所的に層状チャート層と砂岩層が交差しているが、その場合、砂岩層が連続している、4) 砂岩層が分岐して、上位の層状チャート層の間に細く入り込んで延びている部分がある。また鏡下では、5) チャートと砂岩の上下の境界面付近で、チャートの不定形の破片が砂岩中に取り込まれている。これらの観察により、砂岩層は層状チャート中にほぼシートとして貫入した碎屑性シートであると解釈した。砂岩中に取り込まれたチャート破片が粘塑性変形しているので、この砂岩シートが貫入した時にはチャートが半固結状態であった。砂岩岩脈の貫入時期は砂岩シートの供給源となった砂岩層と層状チャートが接した時期以後と推定される。この地域の砂岩層の年代はジュラ紀中期とされているので、貫入時期は、ジュラ紀中期あるいはそれ以降と言える。従って、このチャートは、その堆積年代がジュラ紀だとすれば堆積後数千万年、二畳紀だとすれば1億年近くの期間では完全に固結していなかった可能性がある。

キーワード：丹波帯，砂岩シート，チャート，続成作用

## 1. はじめに

層状チャートは、厚さ数cmのチャート層とmm単位の粘土層の互層からなり、通常は砂岩などを挟むことはない。例外的に、美濃帯では上麻生や鶴沼の層状チャート中の頁岩挟みにはサンドサイズの粒子が含まれることがある(木戸, 1982; Kakuwa, 1987)。最近では、小嶋ら(1999)が層状チャートに挟まれる砂岩層の存在を報告し、碎屑物の起源を論じた。近年の付加体形成モデルや海洋底層序モデルによれば、層状チャートと厚い砂岩層との接触は、遠洋性のチャートが陸域に接近し、陸域からの碎屑物から構成されている砂岩と何らかの理由で接触させられたことが原因である。そのため、多くの場合、両者は断層で接することになり、堆積関係で接することはない。

今回、福井県おおい町の旧名田庄村<sup>な たしょう</sup>において、砂岩層が層状チャート中に挟まれており、両者は密着している。露頭で判断する限り堆積関係にある産状を見出した。ここでは、密着関係が堆積関係を意味するのか、どのようにして密着するようになったか、密着

した時期はいつか、それに密着した時期のチャートはどのような状態であったかについて観察結果を述べる。

## 2. 地域地質

小浜市から旧名田庄村にかけての地域地質に関しては、かつて広川ら(1957)により5万分の1地質図幅「小浜」が公刊され、引き続き、磯見・黒田(1958)によりこの地域の層序と構造の研究が発表されている。1970年代になってからのプレートテクトニクスの考え方、放散虫生層序の確立、それにオリストストロームやメランジェ・混在岩の認識の普及により、この地域の地質も見直された。後者の立場からNakae(1990, 1992, 1993)は本地域を含めた丹波帯の地質を再検討し、その発達史を論じている。それらによれば、本地域の基盤は中・古生代の付加堆積物より構成され、それらは構造的低位より丹波帯(緑色岩、層状チャート、砂岩、頁岩、および石灰岩からなる中生代の付加体)、超丹波帯(砂岩・頁岩を主体とした地帯で堆積環境は浅海性)、舞鶴帯(変成岩、花崗岩、蛇紋石化した超

\*福井市自然史博物館 〒918-8006 福井市足羽上町147

Fukui City Museum of Natural History, 147 Asuwakami, Fukui City, Fukui 918-8006, Japan

\*\*鯖江市惜陰小学校 〒916-0053 鯖江市日の出 6-37

Sekiin Elementary School, 6-37 Hinode, Sabae City, Fukui 916-0053, Japan

\*\*\*福井大学教育地域科学部地域環境講座 〒910-8507 福井市文京3-9-1

Department of Regional Environment Studies, Fukui University, Bunkyo, Fukui City, Fukui 918-8507, Japan

塩基性岩で特徴付けられる古生代の付加体)と積み重なり、相互の関係は衝上断層である(図1)。それらを貫いて白亜紀末期の花崗岩体が分布する。今回報告する砂岩層は、超丹波帯に接近した丹波帯分布域に含まれる。

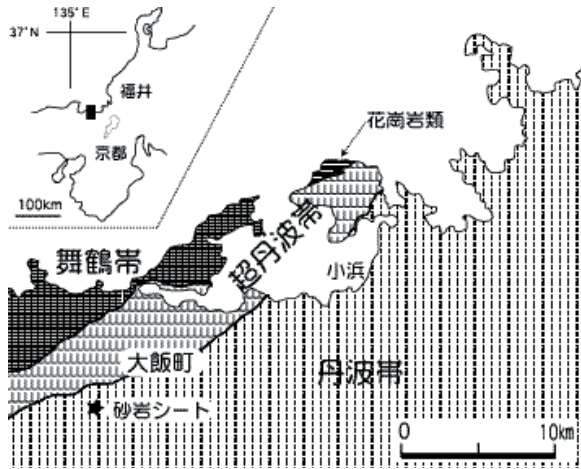


図1：位置図。砂岩シートの露頭の位置は、★印で示した。超丹波帯に接近した丹波帯分布地域に含まれる。

### 3. 地質の状況

ここで紹介する露頭は、おおい町納田終(旧名田庄村納田終)地区の老左近集落から北西へ2kmの地点(ここには廃村となってしまうが、谷口という集落があった)を起点にほぼ北に向かう道木谷右岸に開設された作業用林道沿いに位置する(図2, 3)。道木谷地域の詳細な地質図は広川ら(1957)による小浜図幅しか公表されていない。この地域では、広川らの調査以降に多くの作業用林道が開設されており、今回それらを中心に調査を行った。道木谷地区の地質図を図2に示す。ここでは、広川らの地質図に今回判明した事実を加えて記載した。

道木谷地域では、大きく見れば、緑色岩は2列存在する。一つは地質図の北東部を北西-南東に延びる緑色岩であり、もう一つは中央部で湾曲している緑色岩である。各列とも1枚の緑色岩層が連続しているのではなく、2, 3枚の緑色岩が頁岩やチャートを含んで併走している部分がある。露頭で連続する部分の厚さは最大で100m程度である。緑色からやや青みかかった枕状溶岩や溶岩角礫、凝灰角礫岩、凝灰岩からなる。黒色の緑色岩も存在する。緑色岩と直接する赤色チャートが存在するが、多くの場合、地層境界は露出していない。この地域の緑色岩には陽起石やパンペリー石が含まれる(Hashimoto and Saito, 1970)。

チャートは地質図に示されるような比較的厚いチャートのほかに、地質図に示されない薄いチャート(おそらくオリストリスであろう)も数多く存在する。厚い

チャートもしばしば珪質頁岩や黒色頁岩を挟む。露頭に露出するチャート層の両端は露出していないことが普通である。東側の厚いチャートは北端を断層で切断されているが、露頭内でも断層が数多く発達する。チャートはいわゆるリズムカルな層状をなし、単層の厚さは露頭によって1~2cmにモードをもつ場合と4~5cmにモードをもつ場合とがある。色は赤色および赤色が脱色した白色、茶色が多いが、黒色、灰色、緑青色のものなど多様な色を呈する。緑色岩に接するチャートには赤色のものが多い。すべてのチャートに石英の脈が多数発達する。この地域東端の奥谷のチャートは二畳紀の放散虫を含むが、それ以外のチャートからは放散虫化石は見つかっていない(Nakae, 1992)。本地域周辺のチャートには前期ジュラ紀の放散虫を含むものがある。頁岩は全体に不均質で、径1~2cmの小礫を含み、凝灰質薄層を挟む。頁岩には剥離性の面構造が発達する。頁岩は本来黒色であるが、風化により薄茶色や白色になっている。個々の砂岩層は70~100cmの厚さを持ち、全体に塊状である。新鮮な砂岩は黒灰色であるが、風化により茶褐色になっている。砂岩・頁岩互層は比較的少ないが、厚さ20cm程度の砂岩層と厚さ5cm程度の頁岩層がリズムカルに互層をなすことがある。砂岩はいわゆるグレイワック質であり、アルコース質の砂岩は見当たらない。砂岩中の碎屑物は中粒から細粒の石英や斜長石、およびチャートである。この地域では、量的には頁岩が多く、次いで砂岩である。緑色岩は溶岩の部分と凝灰岩の部分とがある。凝灰岩は紫色を示すこともあるが、全体には黒色や緑色である。溶岩部は枕状に見えるところもある。

この地域の構造は老左近-谷口方向をほぼ軸とするシンフォームにより規定されている。シンフォームに

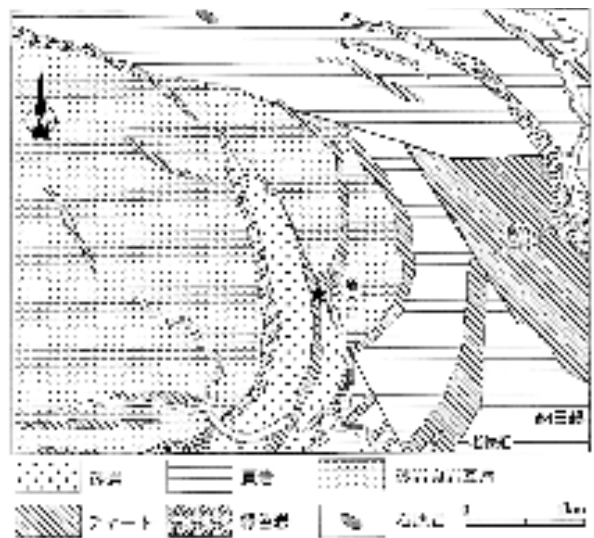


図2：道木谷地域の地質図。主として、砂岩・頁岩・チャート・緑色岩が分布する。

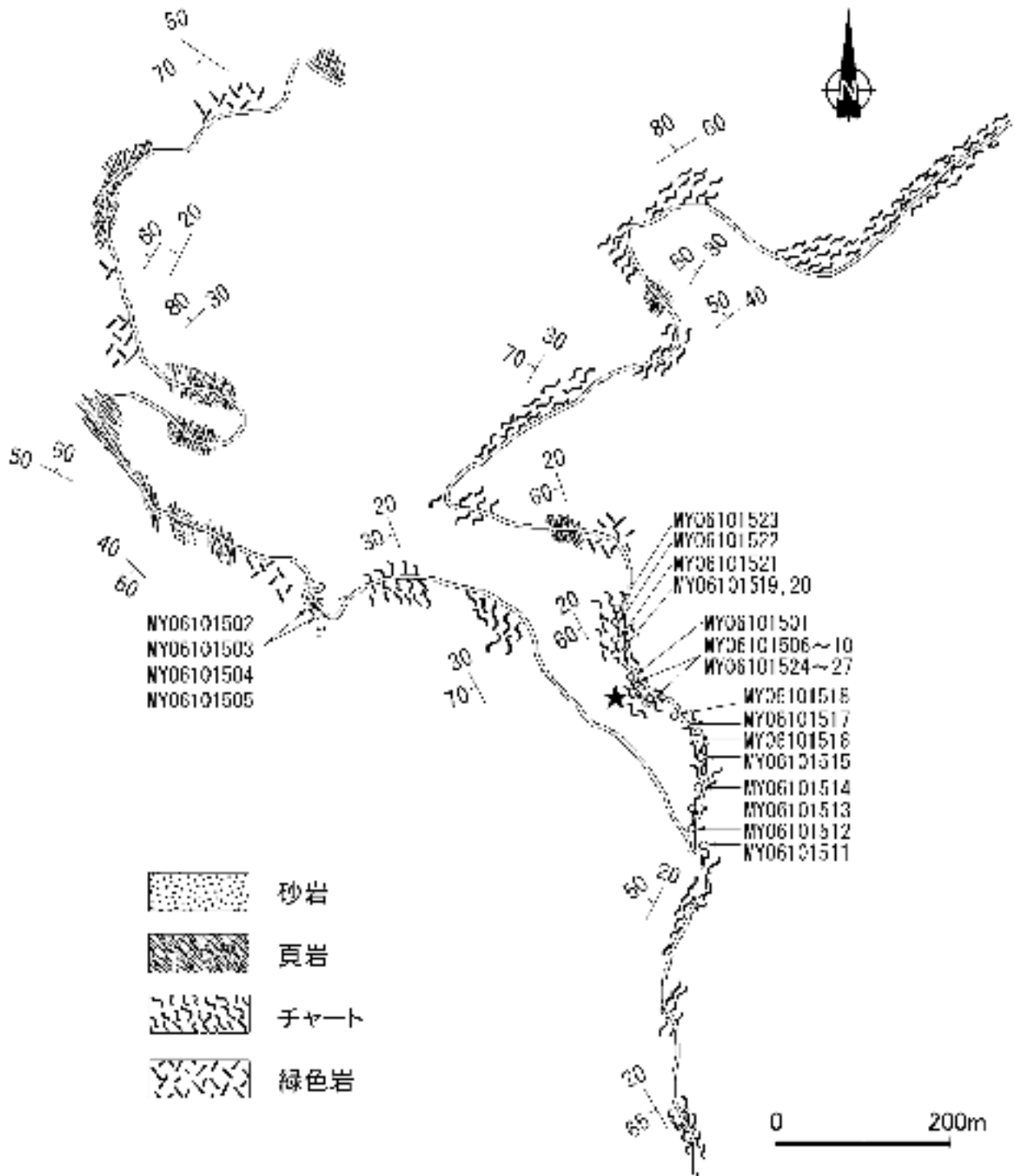


図3：ルートマップ。試料採集地点を記した。なお、★印が砂岩シートの露頭である。

いくつかの中規模、小規模断層、それにメランジェやオリストストローム形成時の送り面や小断層が重なっている。なお、この地域の地層は全体に熱変成を受けている。

#### 4. 露頭の状況

露頭の様子を写真(図4-A)とスケッチ(図4-B)で示す。見かけ上何層も積み重なるチャート層に挟まれて、砂岩層が単独で出現する。周囲の層状チャ

ートは、単層の厚さが1~5cmで、ゆるく褶曲していたり、単層内には層理面に垂直な節理が多数発達していたりする。色は黒色から黒灰色である。一方の砂岩層は、その表面が風化により淡い黄色がかった灰色になっており、またチャートに比べ厚く(~20cm)、単調な構造をしているので、露頭から離れてもチャート層に挟まれる砂岩層の存在は十分に識別できる。

層状チャート層は、この露頭では全体的にN10°Wで、40~50°西に傾いている。問題の砂岩層は、層状チャートの走向および傾斜に概ね整合的に分布する。

砂岩層は厚い部分では 20 cmに達するが、膨縮が著しく、先端部では薄くなりレンズ状になって露頭内で消滅する。

チャート層と砂岩層の関係を露頭で注意深く観察すると、① 両者は、完全に密着してはいるが、漸移的ではない (図4-C)、② チャート層はゆるく褶曲しているが、砂岩層は褶曲していない、③ 部分的に、複数枚重なった層状チャート層を切って、砂岩層が延びている (図4-D)、④ 砂岩層が薄くなったところでは、逆にその上位に厚いチャート層が発達する部分もある、⑤ 砂岩層が分岐して、厚さ約2 cmの薄い層として上位の層状チャート層の間に入り込んで延びていることがある (図4-D)。

## 5. 岩石記載

砂岩とチャートをあわせて計 40 枚の薄片を製作し検鏡した。各試料の採集位置は、ルートマップ (図3) およびスケッチ (図4-B) に示した。また、境界を含む岩石塊を露頭より採取し、研磨して両者の境界を観察した (図5-A, B, C)。

チャートは放散虫化石の痕跡が認められるもの (図5-D) と、全く認められないものの2種類が存在する。前者は赤色・薄層のチャートであり、色は風化・脱色により、赤褐色や白色化している。後者は灰色～黒色を呈することが多く、露頭では、各単層の厚さも3～5 cmあり、前者より厚い。露頭では、これら2種類のチャートが各々何枚かのグループを作り、それらが交互に積み重なっている。

ルート内で採取したすべてのチャートは隠微晶質もしくは微晶質の石英でできている。一部のチャートは極細粒の頁岩が珪化を受けたように見える。チャートを横切って、メガ石英、細粒石英、時にはカルセドニーの石英脈が多数入っている。また、図5-E, Fに示したように、石英脈の周囲に波動消光する石英粒子が不規則に散在している脈もある。マイクロスタイロライトが発達することも本チャートの特徴である (図5-D)。マイクロスタイロライトは前述の石英脈を横断して延びているので、石英脈の形成はマイクロスタイロライトの形成に先立っている。

丸い組織がチャート中にしばしば見られる。また、鏡下で明らかに放散虫化石の痕跡と思われる組織を有するチャートもある (図5-D)。これらのチャート試料 15 個からフッ酸処理により放散虫化石の抽出を試みたが、同定に耐えうるような化石は得られなかった。顕微鏡下での形態からは二疊紀型と思われる放散虫痕跡が認められる。

露頭周辺の砂岩はおおよそ 60 %の碎屑物と 40 %

の基質からなる。碎屑物は中粒石英が多く、次いで斜長石、さらにアルカリ長石と続くが、石英が圧倒的に多い。チャート破片は少ない。火山岩 (玄武岩) の岩片や頁岩片を稀に含む。重鉱物や屈折率の高い鉱物はほとんど含まれない。すべての碎屑物は角張っている。石英の外周は一部溶解、一部成長しており、その輪郭は入り組んでおり、明瞭ではない。石英粒子は、弱い波動消光を示すが、ピンポイント消光する石英粒子も混じっている。砂岩中には二次的な白雲母ができており、低度の変成作用を受けていることを示す (図6-A, B)。砂岩中に入っている石英脈にはモザイクなメガ石英からなる場合と、細粒石英からなる場合とがある。

問題としている露頭の砂岩の記載岩石学的特徴は、1点を除いて、上述した露頭周辺の砂岩と同一である。異なる1点とは、砂岩中に大きなチャート片を含むことである (図5-B, C)。チャート片のサイズは最大で 1.5 cm程であり、砂岩を挟む両側のチャートと類似している。チャート片は不定形であり、中には粘塑性変形をしているように見える場合もある。粘塑性変形という観察が正しいとすれば、チャート片が砂岩の中に取り込まれた時にはまだ完全には固結していなかったことを物語る。

問題の砂岩層とチャート層の境界付近の薄片を作成し検鏡した。チャートと砂岩の接触部は完全に密着している。野外では、境界は非常にシャープに見えるが、鏡下では、チャートが砂岩中に細脈状に、あるいは不定形な破片として入り込まれているのが確認できる (図6-C, D, E)。場合によっては両者の間にはマイクロスタイロライトが発達している。砂岩-チャート中に発達する石英脈のいくつかは両者の境界と交差している。この場合石英脈は連続している (図7-A, B)。砂岩との境界付近のチャートの部分で、チャート中では厚いメガ石英脈が、砂岩中では複数に分岐し、薄い脈になっている場合もある。マイクロスタイロライトが、脈を横切って、チャート中にまで発達している。これらの観察は、砂岩とチャートの接触は、マイクロスタイロライトや石英脈の形成より古期であることを示す。

## 6. 考察

### (1) 砂岩とチャート層との関係について

問題の砂岩層が、チャート層と堆積関係で接しているのか、あるいはチャート層中の碎屑岩脈なのか、という点について、次の観察事象から判断すれば岩脈 (シート) であると解釈できる。① チャート中に存在する砂岩層は、周辺を探しても1枚だけしか見つから

ない。すなわち、チャート層と砂岩層が互層しているような地質体の一部ということではない、② 両者は完全に密着してはいるが、その境界は漸移的ではない、③ 複数枚重なったチャート層を横切って、砂岩層が延びている部分もある(図4-D)、④ 砂岩層が分岐して、上位のチャート層の間に入り込んで延びている部分がある(図4-D)。また鏡下では、⑤ 砂岩層の上下の境界面に近いところに、チャートの不定形の破片が砂岩中に取り込まれている(図6-C, D, E, 図7-C, D)。

しかし一方で、この砂岩層の野外での産状の特徴は、その走向・傾斜は周囲の層状チャートと概ね整合的で、両者は完全に密着している。そのため、層状チャートの堆積期間中に堆積した砂岩層で、③ や ④ は堆積後の変形に対する物性の違いを反映している可能性もある。砂岩は肉眼的にも顕微鏡的にも、周辺に分布する砂岩とは区別できない。すなわち両者とも、グレイワッケ質で、構成粒子は石英、斜長石、アルカリ長石などからなり、白雲母が含まれる。

サイズが1 cmを超えるチャート片は、問題の砂岩層にのみ含まれるので、このチャート片は砂岩層がシートとして貫入する時に取り込んだと考えられる。すなわち、露頭では堆積関係に見えるが、この砂岩層は碎屑性砂岩脈(シート)である。

## (2) 砂岩脈の形成時期

砂岩脈の形成時期について、以下の二つの視点から考察できる。一つは、貫入された側のチャートの固結状態である。① 砂岩は砂岩脈として、チャート層の間に挟まれて延びている。② 砂岩層中にチャート片がパッチ状に取り込まれている。その形は不定形である(図5-B, C)。③ 鏡下では、両者の境界が、マイクロスタイロライト様になっている場合には、それはチャート側に凸のカーブを描いている。これらの事象から、砂岩脈は、チャートがまだ完全に固結していない時期に貫入したと言える。もうひとつは地質学的な視点である。砂岩の基質中に二次的な白雲母(絹雲母)が含まれ、時には、白雲母が碎屑物の周辺を取り囲むように分布することもある(図6-A, B)。砂岩は弱い熱変成を受けていると考えられ、その原因は、この地域の地質状況から判断して、丹波帯に貫入している白亜紀末の花崗岩である。

この地域の砂岩の地質年代は不明であるが、Nakae (1992, 1993)によれば、道木谷地区には名田庄コンプレックスが分布し、そこのチャートの放散虫年代は二疊紀からジュラ紀前期であり、放散虫を産しないが、砂岩はジュラ紀中期とされている。

以上の情報により砂岩シートに関係する時間的前後

関係は次のようにまとめることができる。二疊紀からジュラ紀前期の間のある時期にチャートが堆積し、その後、ジュラ紀中期以後、チャートがまだ半固結状態のうちに砂岩シートの貫入が起こった。シート貫入以降に砂岩とチャートが完全に固結し、さらにメガ石英脈の形成、マイクロスタイロライトの形成が起こった、と考えられる。また、砂岩中に変成鉱物である白雲母などができていたり、この地域のチャートが全体に弱く熱変成を受けているので、マイクロスタイロライトの形成も白亜紀末以前であると考えられる。

## (3) チャートの固結時間と砂岩の堆積時期

チャートの続成作用の研究から、チャートが固結するまでに数百万年から数千万年がかかると言われている。しかし、この年代についての野外での実証例は少ない。今回の砂岩シートの観察は、周囲のチャートの年代が二疊紀とすれば、約1億年、またジュラ紀前期とすれば、数千万年の期間では、完全に固結することはなかったことを意味する。

## 7. まとめ

1. 丹波帯の中生界、層状チャート層中に砂岩脈がシート状に貫入している。
2. 本砂岩脈は、周囲のチャートが半固結状態の時期に貫入した。
3. 本砂岩脈は、白亜紀末の花崗岩貫入以前に貫入した。
4. チャートは堆積後完全に固結するまでに数千万年から1億年の時間を要した。
5. チャートと砂岩が完全に密着していても、堆積関係ではない場合もある。

## 引用文献

- Hashimoto, M. and Saito, Y., 1970, Metamorphism of Paleozoic greenstones of the Tamba Plateau, Kyoto Prefecture. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 76, 1-6.
- 広川 治・磯見 博・黒田和男, 1957, 5万分の1地質図幅「小浜」および同説明書。地質調査所。31 p.
- 磯見 博・黒田和男, 1958, 若狭西武の地質—特に古生層の層序と構造について—, 地質調査所月報, 9, 133-142.
- Kakuwa, Y., 1987, Petrography and geochemistry of argillaceous rocks associated with Triassic to Jurassic bedded chert of the Mino-Tamba terrane. *Sci. Pap. Coll. Arts Sci., Univ. Tokyo*, 34, 43-61.
- 木戸 聡, 1982, 岐阜県七宗町上麻生における三疊紀チャートとジュラ紀珪質頁岩の産状について。第1回放散虫研究集会論文集, 大阪微化石研究会誌, 特別号, 5, 135-151.
- 小嶋 智・安藤英之・木田昌広・水谷伸治郎・坂田祐子・

杉山和弘・塚本 齊, 1999, 美濃帯の三疊紀層状チャート中の碎屑岩層: その岩石学的特徴と放散虫年代. 地質学雑誌, 105, 421-434.

Nakae, S., 1990, Melanges in the Mesozoic sedimentary complex of the northern part of the Tamba Belt, Southwest Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 96, 353-369.

Nakae, S., 1992, A formative process of the sedimentary complex of the Tamba Terrane in Wakasa area, Southwest Japan: an example of continuous accretion. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 98, 401-413.

Nakae, S., 1993, Jurassic accretionary complex of the Tamba Terrane, Southwest Japan, and its formative process. *Jour. Geosci. Osaka. City Univ.*, 36, 15-70.

**A sandstone sheet intercalated in layered cherts of the Tamba Terrane, Ohi-Cho, Fukui Prefecture**

Miyuki UMEDA, Hideko TAGA, and Isamu HATTORI

**Abstract**

A sandstone layer intervening between chert layers of the Tamba Terrane distributed in Ohi Area, Fukui Prefecture

bears the following characteristics: in field, 1) all sandstone except the sandstone layer is separated from chert layers in this area, 2) the sandstone layer is completely adhered to the chert layers above and below but the boundaries are very sharp, 3) locally, part of the sandstone layers are intruded into the chert layers above and below the sandstone layers, 4) thin layers offset from the sandstone layer are intruded as thin veins into the chert layers above the sandstone layer, and 5) the sandstone layer contains ductilely-deformed chert fragments whose maximum dimension is 1.5 cm long.

This line of observation leads us to conclude that the sandstone layer intruded into the layered cherts as a sheet. The host chert was not completely consolidated yet at the time of intrusion. Because the sandstone distributed in this area was presumably deposited during the middle Jurassic and the chert between Permian and early Jurassic time, the chert was not consolidated completely during some tens to hundred million years after its deposition.

**Key words:** Tamba Terrane, sandstone sheet, chert, diagenesis

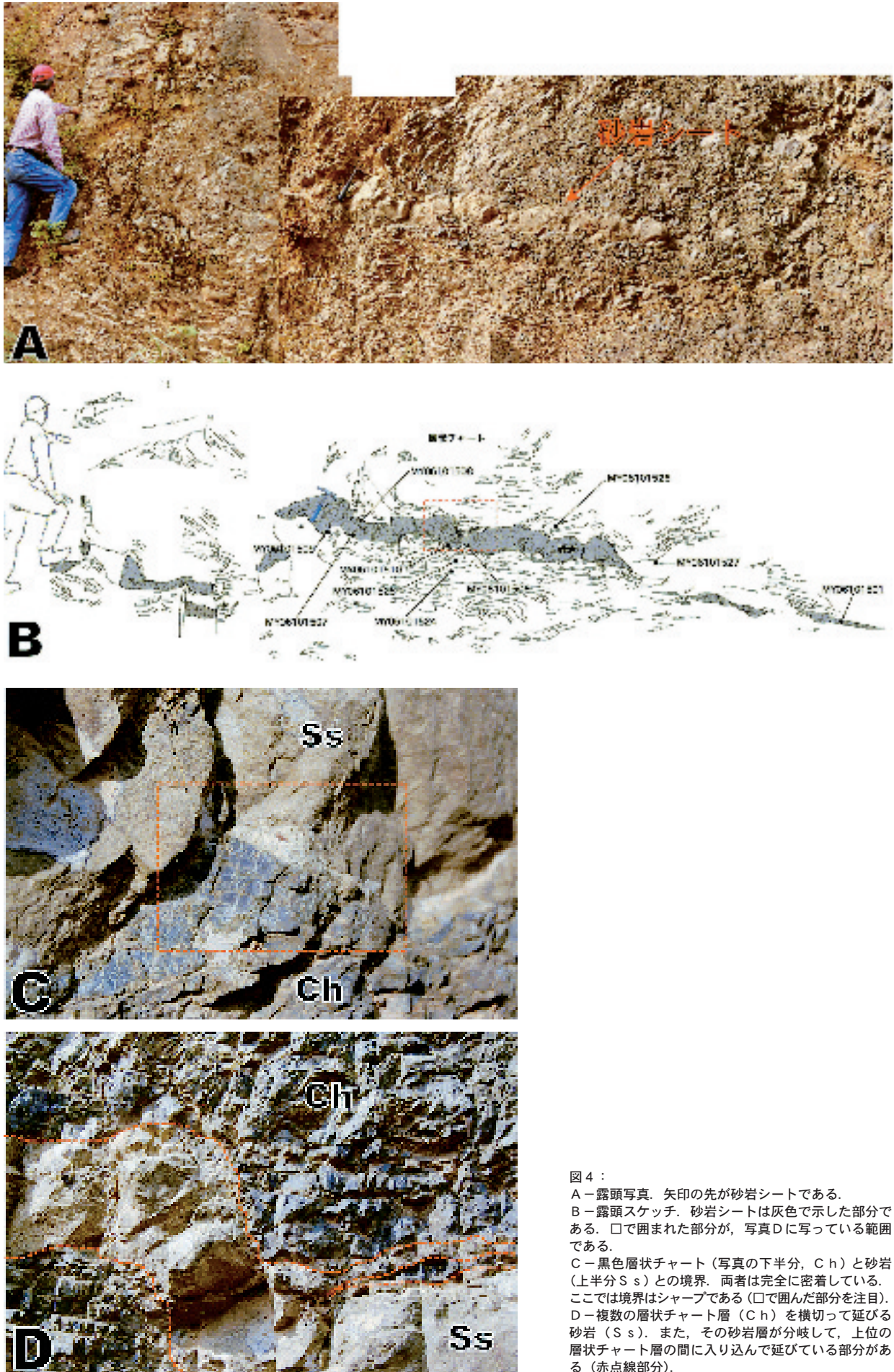


図4：  
 A－露頭写真。矢印の先が砂岩シートである。  
 B－露頭スケッチ。砂岩シートは灰色で示した部分である。□で囲まれた部分が、写真Dに写っている範囲である。  
 C－黒色層状チャート（写真の下半分、Ch）と砂岩（上半分Ss）との境界。両者は完全に密着している。ここでは境界はシャープである（□で囲んだ部分を注目）。  
 D－複数の層状チャート層（Ch）を横切って延びる砂岩（Ss）。また、その砂岩層が分岐して、上位の層状チャート層の間に入り込んで延びている部分がある（赤点線部分）。

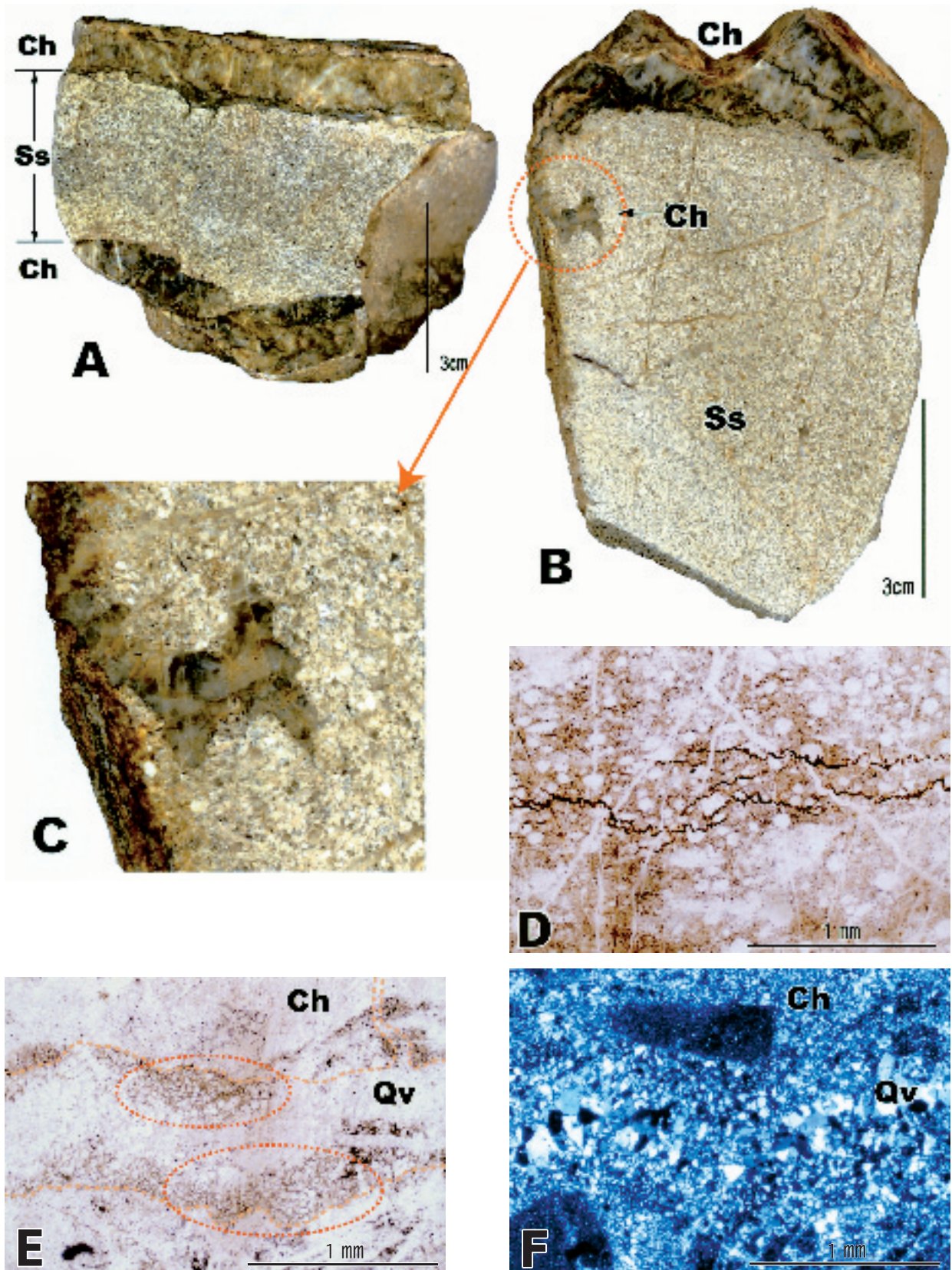


図5：研磨標本および顕微鏡写真

A-砂岩-チャートの境界の研磨面。境界にはマイクロスタイロライトが発達し、凸凹である。砂岩中には無数の石英脈が発達する。砂岩層の上下にチャート層が接している。

B-砂岩 (Ss) -チャート (Ch) の境界の研磨面。境界は凸凹している。砂岩には、無数の石英脈が発達する。また、砂岩中にチャート片を含む (矢印)。チャート片のサイズは1.5cm程であり、砂岩を挟む両側のチャートと類似している。チャート片は不定形であり、粘塑性変形をしているように見える。

C-写真Bの砂岩中のチャートの破片を拡大したもの。

D-(単ポーラー, MY06101518) チャート。放射虫の痕跡らしき丸い断面組織。マイクロスタイロライトが発達する。

E-(単ポーラー, MY06101514) チャート。メガ石英脈 (Qv) の周囲に波動消光する石英粒子が不規則に散在している (点線円内)。

F-(直交ポーラー, MY06101514)



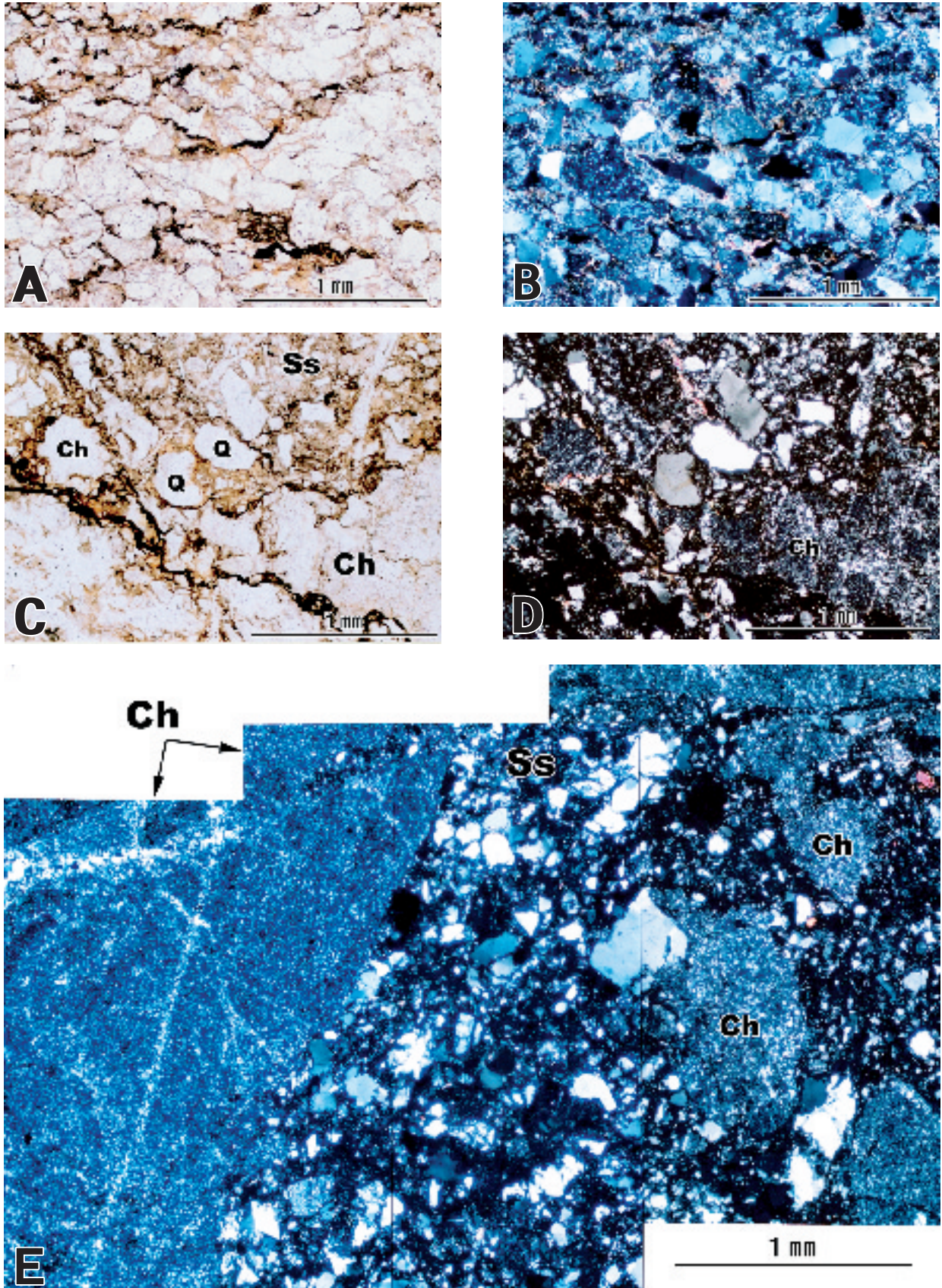


図6：顕微鏡写真

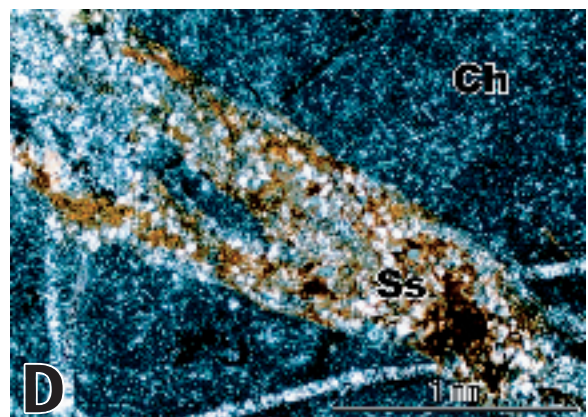
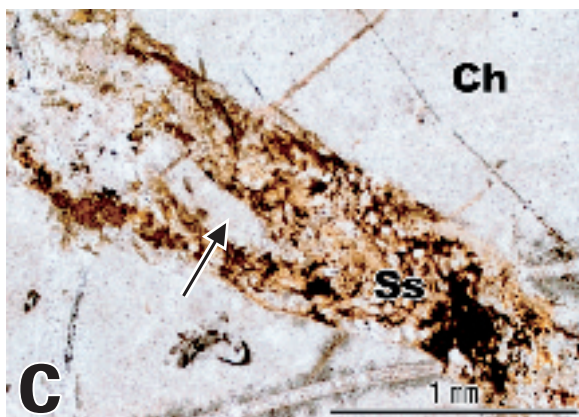
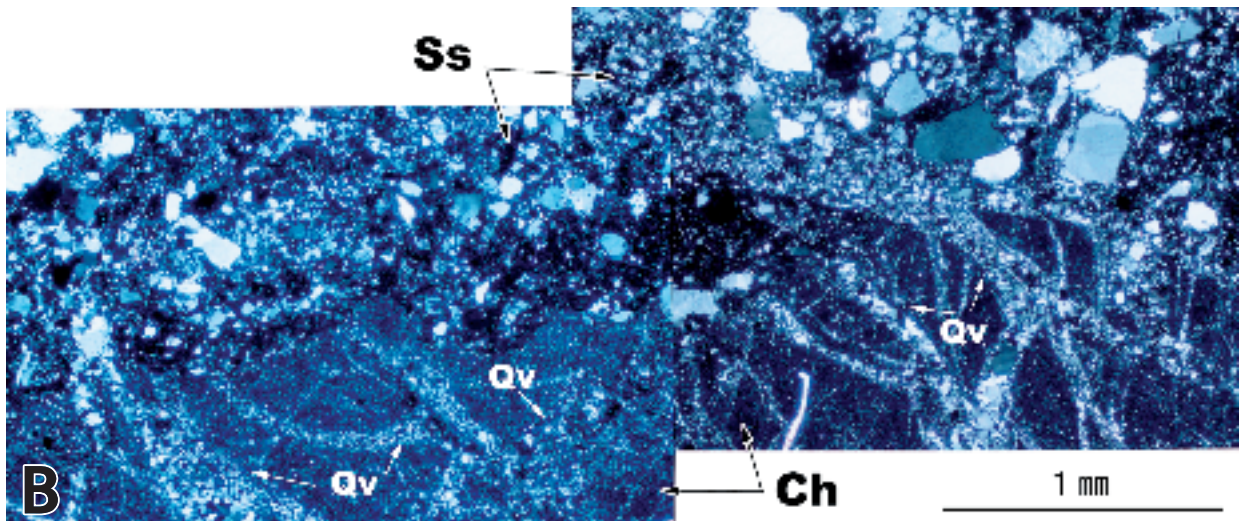
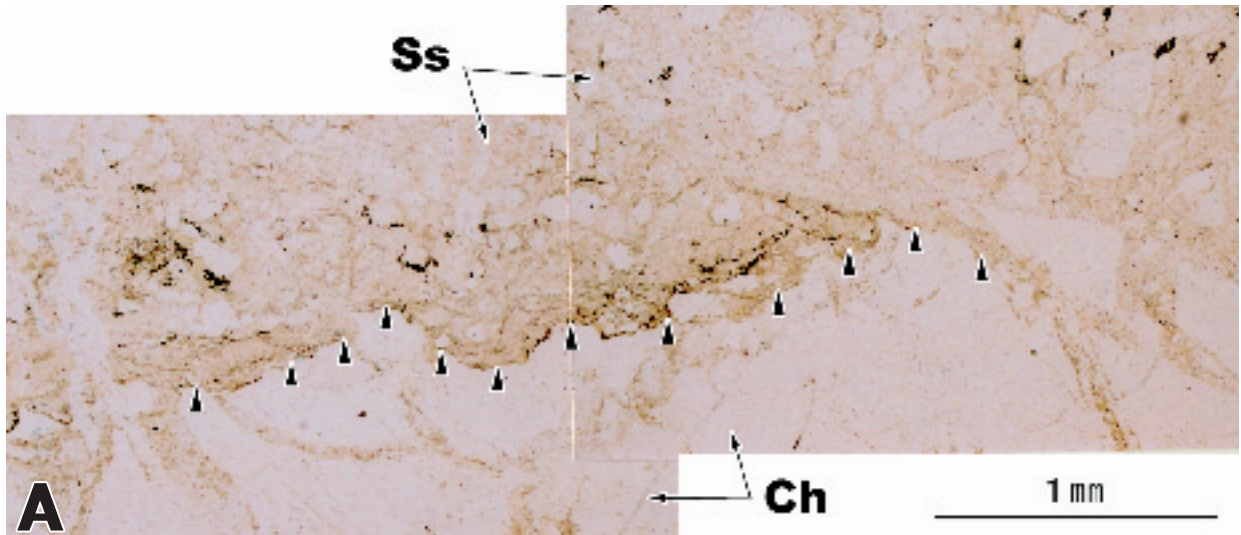
A - (単ポーラー, MY06101503) 砂岩. 粒子の多くは石英. 粒子の周囲は絹雲母で囲まれている.

B - (直交ポーラー, MY06101503)

C - (単ポーラー, MY06101508) 砂岩—チャートの境界付近. チャートの不定形の破片が写真左に見える (Ch). また, 石英粒子 (Q) の輪郭も凸凹である.

D - (直交ポーラー, MY06101508)

E - (直交ポーラー, MY06101510) 砂岩—チャートの境界付近. チャートの不定形の破片が写真右に見える (Ch). 砂岩中の石英粒子の輪郭は凸凹である.



図版7：顕微鏡写真

A - (単ポーラー, MY06101509) 砂岩—チャートの境界付近。写真の上半分がチャート (Ch) で, 下半分が砂岩 (Ss)。境界を▲印で示した。石英脈は両者をまたいでいる。また境界付近にはマイクロスタイロライトが発達し, それはチャート側に丸く湾曲する傾向がある。

B - (直交ポーラー, MY06101509)

C - (単ポーラー, MY06101527) 砂岩の脈中にチャートの破片が存在する (矢印)。

D - (直交ポーラー, MY06101527)