

# 丹波帯東南部，天ヶ瀬のデュプレックス群

楠 利夫<sup>1), 2)</sup>

## 1. はじめに

京都府宇治市東部の<sup>あまがせ</sup>天ヶ瀬ダム(2019/06/05 京都府位置情報：北緯 34° 52' 52"，東経 135° 49' 41") 下流約 500 m，宇治川に志津川が合流する付近の河床に分布する“天ヶ瀬砂岩層”にて比較的大きい露頭規模の duplex 構造を見出した。露頭規模における duplex 構造の報告は，Hanamura and Ogawa (1993)以降多くなっているが，丹波帯での報告は今回が初めてである。

本露頭はダムの「放水路トンネル」建設に伴う下流の護岸工事で水位を下げたため，これまで水没していた部分まで露出し見出された。現在，本構造の主要露頭の<sup>はつこうぼし</sup>一部は常時観察可能であるが，全貌は水位低下時に限って白虹橋から観察できる。しかし，「放水路トンネル」の吐口部が対岸の斜め上流で近くにあり，工事完了後は水位上昇と流水の攻撃面による露頭の侵食と水没の可能性がある。この露頭は，duplex 構造はもとより，海溝周辺の「剥ぎ取り付加」や「底付け付加」が陸上で確認できるなど，模式的構造形成過程が分かる珍しい露頭であるため，記録として残しておく必要がある。

## 2. 地質概略

京都府宇治市東部は丹波地帯東南部に位置し，前期ジュラ紀前期の放散虫化石群集の産出するブローケン・フォーメーション(以後天ヶ瀬 Br.：変形による破断のため連続性を失った砂岩泥岩互層)と前期ジュラ紀中・後期～中期ジュラ紀最前期(楠，2001a)のメラランジュからなる付加体で，当地域西方の京都西南部図幅では田能ユニット(宮地ほか，2005)，広域対比ではⅡ型地層群の TIIc-TIIb ユニットに相当する(楠，1989，2001b；脇田ほか，2013：第 1 図(a))。天ヶ瀬ダム付近はチャートや緑色岩類(玄武岩類)を含まない層準で，砂岩・泥岩主体のブローケン・フォーメーションとして区分されている(脇田ほか，2013；楠，2019)。天ヶ瀬 Br. は，年代的に新しい志津川メラランジュの上位に重なり，各ユニットの上位が古いと

いうⅡ型地層群の付加体と同様の特徴を呈している。天ヶ瀬 Br. の一般走向は N65°～70° W，傾斜が 65° S で，志津川メラランジュの背斜軸南翼に位置する。

天ヶ瀬 Br. には，整然相(第 1 図(b)：正常堆積物で整然層とも表記されている。単層間は整合的な層序関係があり，走向方向への連続性が比較的良く保たれている堆積相)が挟まれる。天ヶ瀬ダム下流の河原に分布する整然相は，内部堆積構造と外部堆積構造から南上位で，堆積体はレビーやレビー崩壊礫岩と削り込みが頻繁する上方薄層化・細粒化の堆積サイクルを示すチャンネル充填堆積物とされ“天ヶ瀬砂岩層”と呼ばれている(楠，1989，2001b)。整然相最上部の極細粒砂岩・泥岩互層の泥岩部からは，*Cosmorhaphé* や *Nereites* タイプの深海相を示す生痕化石や，波長数 mm で波高 1 mm 以下の非対称タイプ漣痕も見られ，大陸斜面最下部から海溝までの堆積場とされている(楠，1989，2019)。

## 3. 付加体 duplex の特徴と観察のポイント

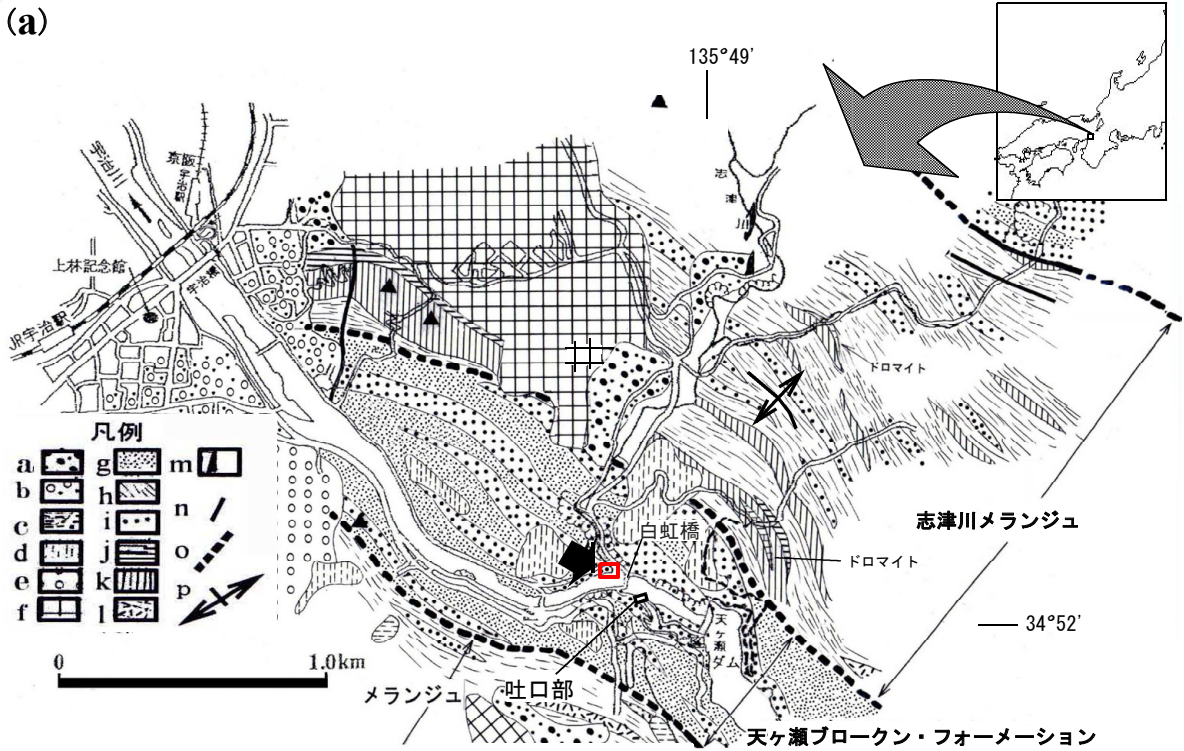
duplex 構造は付加体のほか，大陸縁辺の重力崩壊(数百 km オーダーの巨大な海底地滑り)や正断層・逆断層などによっても類似構造が形成される(村田，1996，p879；川村・小川，2008；村田・福田，2012)。一般的に付加体で見られる衝上性のものはピギーバック型(下盤側に新しい衝上断層ができる)で，duplex と呼ばれている。これら付加体の構造は，近年の海洋掘削や多成分反射法探査(multichannel seismic profiler)の映像で得られた DSDP・IODP や最近の海洋底データの解析でよくわかっている。本項では前半でその記載と剥ぎ取り付加と底付け付加について述べ，後半で露頭観察のポイントについて触れる。

duplex は，深さ 10 km を超える深部の底付け付加現象で普通に生じ(Kimura *et al.*, 2010)，「断層の変位が次々と前方に移動していき，それにより分枝し合流した 2 つの断層によって囲まれた岩体(ホース：horse)が<sup>ふくが</sup>覆瓦状に積み重なる構造(小川，1998，p295 右段)」とされている。一般には，海洋プレートの沈み込みの際の側方圧縮力

1) 同志社国際中・高等学校

2) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門 元客員研究員

キーワード：duplex，順序外衝上断層，覆瓦ファン構造，ブローケン・フォーメーション，ジュラ紀，丹波帯東南部



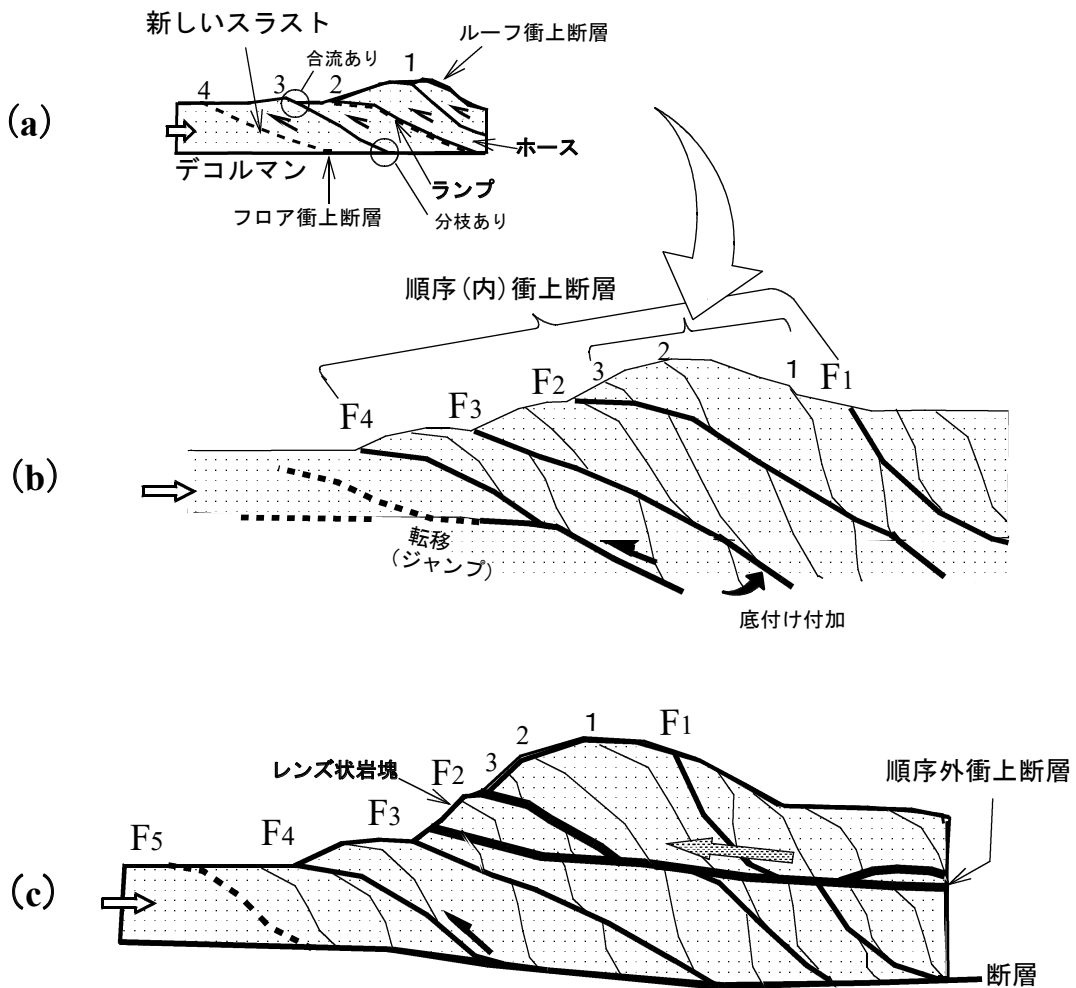
第1図 (a) 宇治市東部、朝日山-天ヶ瀬地域の地質ルート図(楠, 1989, 2019; 脇田ほか, 2013 を元に改変作成)  
 a: 崖錐堆積物, b: 低位段丘堆積物, c: 高位段丘堆積物(I), d: 高位段丘堆積物(II), e: 大阪層群長池層,  
 f: 大阪層群深草層, g: 破断砂岩泥岩互層, h: 泥質混在岩, i: 厚層理砂岩, j: 砥石型珪質粘土岩, k: 層状チャート,  
 l: 緑色岩(玄武岩), m: 岩脈, n: 断層, o: 岩層境界, p: 背斜軸, □: 調査位置, 吐口部: 天ヶ瀬放水  
 水路トンネルの吐口部  
 (b) 宇治川増水時, 調査位置における河床付近の duplex 構造を呈する露頭の状態。河床から北側の法面  
 には整然相が見られる。また, 増水時には duplex 構造を呈する露頭のほとんどは水没し侵食を受けている。  
 写真は白虹橋から北西方向に撮影したもので整然相部分は上方細粒化・薄層化が認められる(楠, 1989)。

によって、ほぼフラットな2枚の堆積面に水平な衝上断層(デコルマン)の間に、剥ぎ取られた岩体が挟まれ、覆瓦状の傾斜構造を duplex と呼んでいる。「2つの断層」の合流する層理に平行な上側をルーフ衝上断層(高位フラット)、分枝する同様の下側をフロア衝上断層(低位フラット)と呼び、低位フラットからホースが傾斜に沿って移動した走向滑り成分を表す面をランプと呼んでいる(Park, 1983, p. 69: 第2図(a)).

ところで、生じつつある duplex の新しいデコルマンは、増加する自重と横圧力によって、一定の間隔で構造的低位側に転移(ジャンプ)し、底付け付加を繰り返す(第2図(b)). この低位へ新しく連続的に生じる衝上断層 F1 ~ F4 を順序(内)衝上断層(in-sequence thrust: IST)と呼んでいる. 底付け付加によって生じた各衝上断層は、上に開いた(発散した)形態の覆瓦ファン構造を形成する(木村, 1998). その後、第2図(c)のように連続的に底付け付

加された岩体を切る低角の逆断層(順序外衝上断層 out-of-sequence thrust: OST)が後方から生じ、付加体はプレートの移動方向とは逆向きの下側に再配列して付加し、全層厚はさらに厚くなる(木村, 1998). このとき、OST で切られた duplex の上部(下部)の岩体は、衝上断層で囲まれた「レンズ状の岩塊」として OST 直上(直下)に沿って並行に分布する(第2図(c)).

一般的に、砂岩泥岩互層やチャートなどは、大洋底や深海底で水平な一定の広がりを持つ堆積面を作る. これらの地層は、メルクマールとなる岩相や同生堆積構造(syngenic: 堆積時や堆積直後の堆積構造)が明瞭に連続し、側方数メートル単位で層厚の堆積リズムなどが急激に変化することはない. このため、露頭表面が duplex をどんな角度で切断しているかを図学的に立体視することのみで、規則的図柄から比較的容易に duplex を確認できる. しかし、天ヶ瀬の堆積物は塊状砂岩も多く、レビー崩壊礫



第2図 ピギーバック型の duplex, 順序(内)衝上断層, 順序外衝上断層の形成過程と構成要素の名称(木村, 1998 を元に改変作成). (a) 剥ぎ取り付加と duplex 構造の形成と名称. 断層に分枝と合流がある. (b) 底付け付加と覆瓦ファン構造の形成で F1 → F4 は古いデコルマンから新しいデコルマンへ. (c) 順序外衝上断層(OST)の形成と付随するレンズ状岩塊.

岩や巨礫を含むチャンネル充填堆積物、海底土石流堆積物なども含み、層厚が走向方向の数 m 先で変化していたり、侵食面が凹凸でランプ部分に至っていたりするため、露頭で直線に見えるはずのランプ部分の線が図学的に曲がっていたり消えていたりするなどホースをなす岩体を特定することさえ容易ではない。この場合、基準となるのはデコルマンである。デコルマンはほぼ水平な面を持って形成されるため、底付け付加の覆瓦ファン構造は「露頭規模」程度ではほぼ等間隔の数本の直線状の衝上断層として観察される。また、後で述べる「鞘状構造」のように鞘だけに焦点を当て duplex 構造の全体像を把握するような観察方法が必要となる。本稿では写真に多色の補助線や文字を入れて識別図として示す。

#### 4. 天ヶ瀬の duplex と順序外衝上断層

河床露頭のうち、南東部の断層 Fa (N20° E, 60° SE) と断層 Fb (E-W, 80° S) で囲まれた内側 (南側) に主要な duplex の露頭が認められる (第 3 図 (a), (b))。また、断層 Fb 北側 (道路側) 露頭は整然相 (第 1 図 (b): 走向 N70° W, 65° S 傾斜) である。これら断層で接する二つに区分された碎屑岩層のうち、断層 Fb の南側の砂岩の岩相は、楠 (1989) で報告された整然相の岩相層序の下部から中部に認められる岩相である。このことから、断層 Fb で二分された露頭は、本来一連の堆積物であったか、もしくは同一堆積場におけるサイクリックな堆積物であったと推定される。

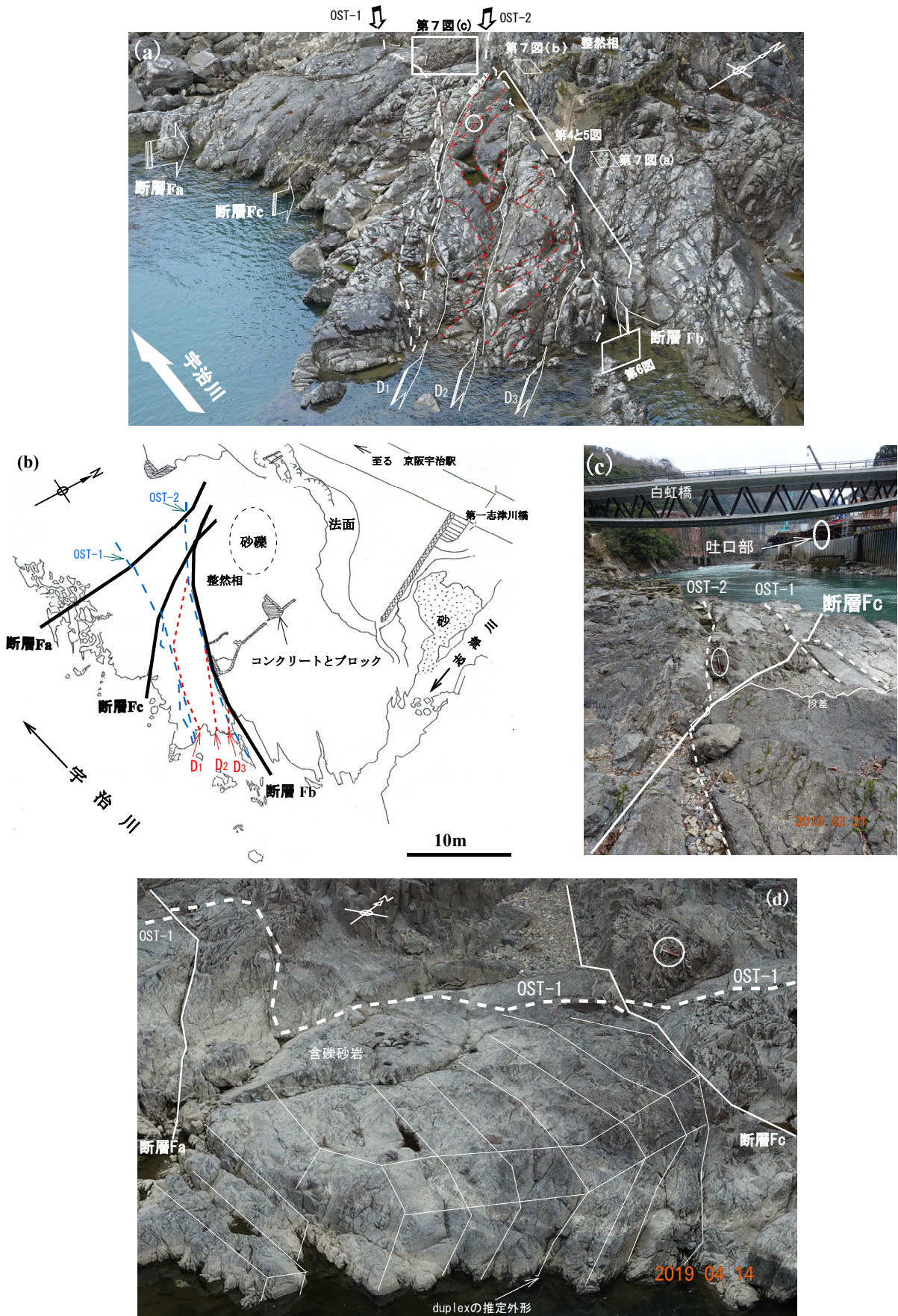
川側に面した露頭は、さらに断層 Fc によって東西 2 つに区分できる。理由は、覆瓦状構造の表面に残る細礫質の含礫砂岩の侵食状況により見かけが異なるためである。一方は、断層 Fc (N40° W, 60° W) の東側の露頭 (上流側: ダム側) で侵食が進んだ結果、一部を除いてホースとなる砂岩がランプ部分まで露出している部分がある反面、含礫砂岩はホース間に挟まれたフラットランプの屈曲部と中央部にわずかに残り、衝上断層の合流を確認できる。他方は、断層 Fc 反対側の西側の露頭 (下流側) で、含礫砂岩がホースを全面的に覆い、覆瓦状構造の外形だけが見える露頭である (第 3 図 (a), (d))。この二つに区分した露頭の特徴について、前章の第 2 図に合わせて以下に記述する。

断層 Fc 東側の特徴: 第 3 図 (a) のようにルーフとフロアの各衝上断層 (N50° W, 45° ~ 50° S 傾斜) は、ほぼ等間隔で D1, D2, D3 の 3 本の断層が認められる。これらは志津川背斜南翼の南上位であることから、上部から下部 (南側から北側) へ D1, D2, D3 と底付け付加によ

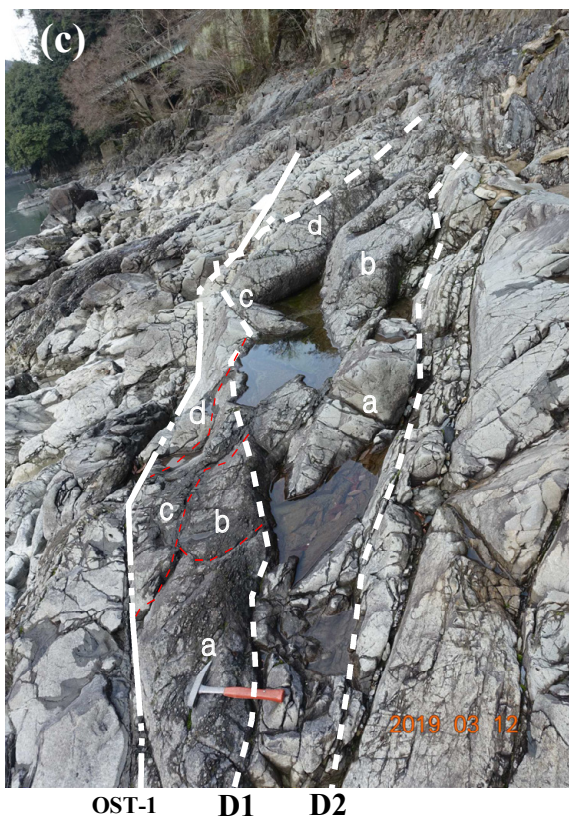
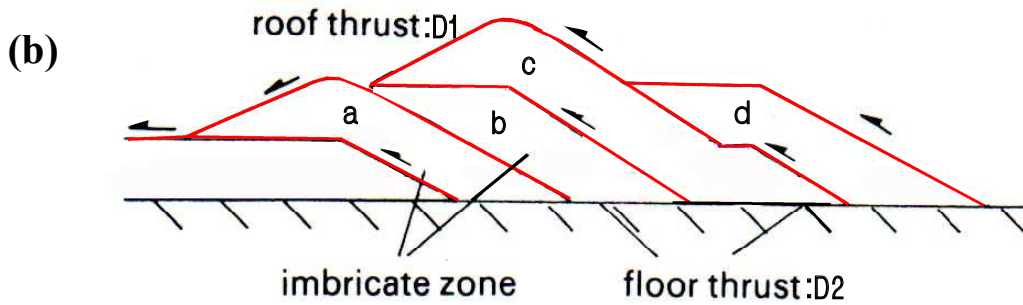
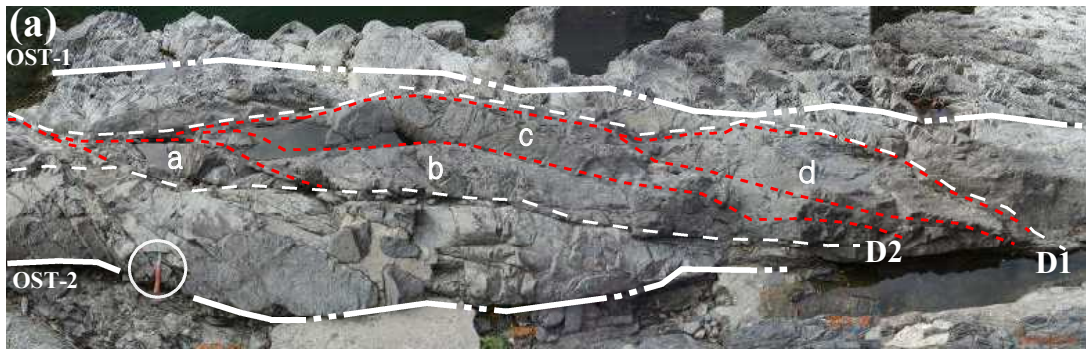
て連続的に形成された順序 (内) 衝上断層と位置づけられる。このルーフとフロアの各衝上断層で挟まれた内部には、第 3 図 (a) のハンマー部とその拡大図 (第 4 図と 5 図 (a), (b)) のように衝上断層 (D1, D2) に囲まれた duplex のホースの岩体 (a, b, c, d) が認められる。特に第 4 図 (a) は D1 と D2 に平行な視線で撮影したもので、D1 と D2 に挟まれた領域には、一部含礫砂岩で覆われ、侵食による欠落と水没 (第 5 図 (c)) も認められるが、Park (1983, p. 68 ~ 69-fig.9-11E): 第 4 図 (b)) の典型的な duplex とされる構造と同様な構造が認められる。この (a) 図はルーフ (D1) とフロア (D2) の衝上断層 (白鎖線内) で挟まれ、覆瓦状のランプ (赤鎖線) で囲まれた a, b, c, d, のホースが重なり、分枝と合流の点で第 4 図 (b) に類似性が見出せる。さらに、第 4 図 (c) に D1 直上にも同様の a, b, c, d の構造が繰り返している。第 4 図 (a) と第 5 図 (a) の duplex のホースは、D2 と D3 の順序 (内) 衝上断層が順序外衝上断層の OST-2 (第 5 図 (a), (b)): 東西に分布する侵食された細い溝状の部分は断層 Fb に起因) によって約 30° で斜交し、ホースの岩体が縦断面より約 2 倍長く見えている。第 5 図 (b) は、断層 Fb の共役な方向で切られた面で表面を覆っている含礫砂岩が侵食され、低位フラットの部分が明瞭に露出している。第 5 図 (a) の東端で D3 付近の露頭は、増水の影響で上部 1/3 が欠けているが、残った部分で衝上断層の分枝や合流が観察できる。目を転じて、志津川の河口側から衝上断層面に平行な視線でこの露頭を観察すると、第 5 図 (c) の東側 (左側) のフロア衝上断層の分枝の位置 (ハンマーの柄の端部) から赤鎖線のように、ホースの衝上断層断面の曲率の変化や層厚の連続性から、大きく上下にうねりながら下位のホースに被さっており、背斜状スタックの duplex に近いものと判断される。また、第 6 図 (a) で河原露頭面がほぼ平坦でランプとは低角の斜交関係 (約 15° の南西傾斜角) であること。河原露頭面とランプの交線が、第 3 図 (a) の赤鎖線 (D1-D2 間と D2-D3 間) のように北東側 (右方向) に緩い凸の線であることから図学的に見ると、露頭付近のランプは向斜状の面で、「全体にランプは波がうねった形態である」と判断できる。

次に、順序外衝上断層 (OST-1 と OST-2) について記述する。順序外衝上断層は、第 3 図 (a) ~ (d) の白太鎖線の断層である。

OST-1 は第 3 図 (b), (d) のように露頭全体を直線的に切っているが、断層 Fa や断層 Fc によって切られている。また、第 3 図 (a) 中の四角内を拡大した第 7 図 (c) で詳しく見ると、OST-1 は「レンズ状の塊状砂岩」の手前 (東側) で断層 Fc に切られた後 2 本に分枝し、2 本の OST-1



第3図 (a) 露頭と各断層および図の位置。○：ハンマー位置。Fa, Fb, Fc：記載ブロック境界の断層，OST：順序外衝上断層，D1, D2, D3：順序(内)衝上断層。(b) 調査地域のルート図と断層位置の概略図。(c) 露頭の西側からの撮影で，順序外衝上断層(OST-1, OST-2)と断層Fcの関係を示している。順序外衝上断層は，断層Fcによって切られながら断層を越えて西側に延びている。(d) OST-1と断層Fa-断層Fc間の南側露頭で，duplexが含砂岩によって全面的に覆われる露頭。細実線は「鞘状構造」から推定されるduplex構造の外部形態。

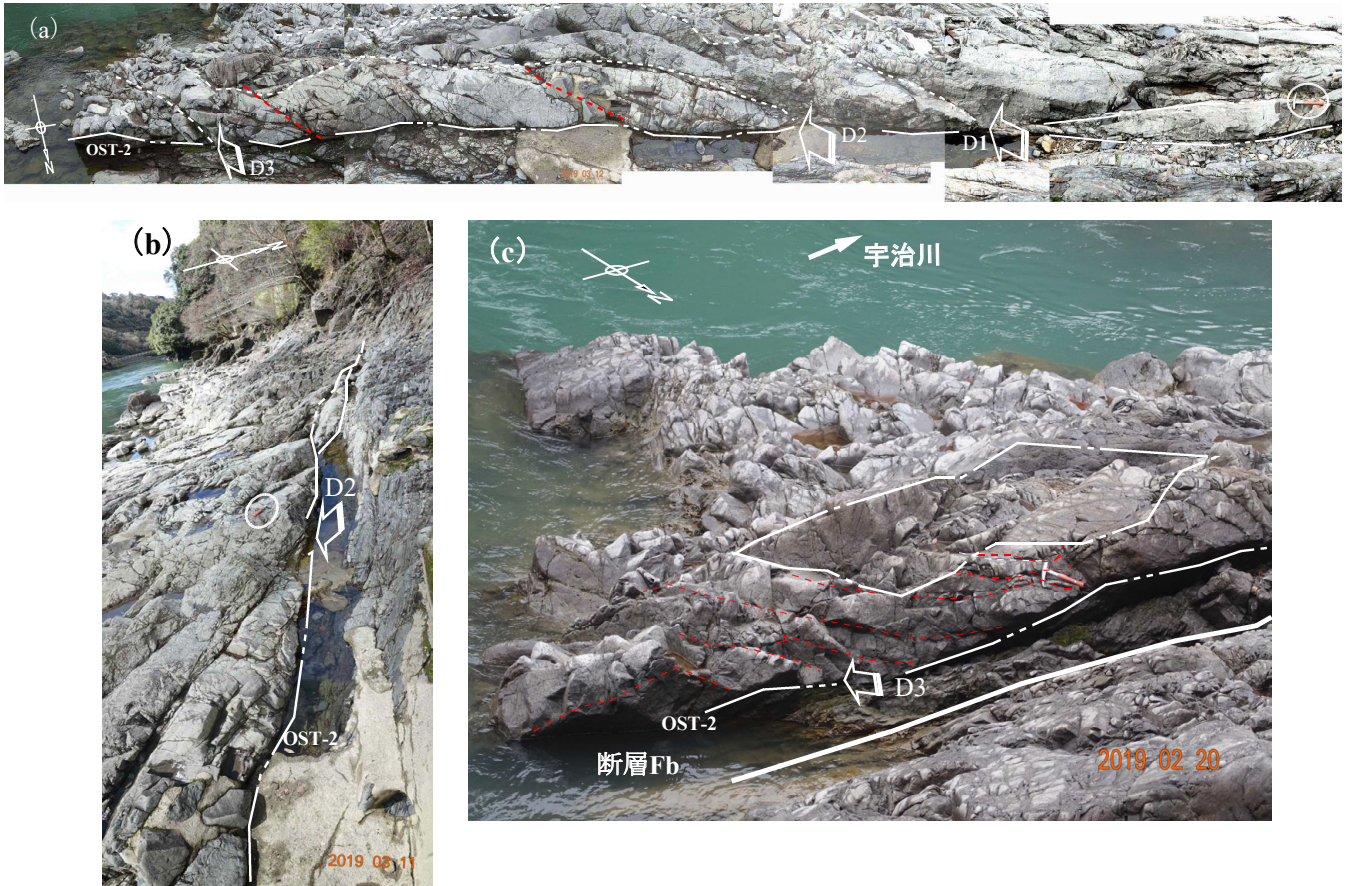


第4図 (a) 第3図(a)のハンマー部をD1とD2に平行な方向からf:24mmレンズで平行に7枚撮影した合成画像。赤鎖線:ランプ。白鎖線:D1がルーフスラスト,D2がフロアスラスト,a~d:ホース。○:ハンマー位置。(b) 典型的なduplex (Park, 1983, p68~69-fig.9-11のE図を改変作成)とされる構造模式図。ホースa~dが(a)図の同文字に相当する。(c) 第3図(a)ハンマー部分の拡大写真。a~dに相当する凸部の露頭,背斜状の軸部分が欠けたり侵食されたりして水がたまっている。覆瓦状のホースで積み上げられた二階建ての構造。D1,D2:順序(内)衝上断層。OST:順序外衝上断層。

に挟まれる形で「レンズ状の塊状砂岩」が認められる。さらにその内部を詳しく見ると、含礫砂岩と高位フラットランプの屈曲部が認められ、「レンズ状の塊状砂岩」がOST-1によって切断されたホースの上端部であることがわかる。これらのことから、OST-1は前章の第2図(c)で示した順序外衝上断層の特徴と一致する。

OST-2は第3図(c)と第6図(a)を見ると断層Fbの直

南側の位置に伏在していたことが分かる。つまり、第6図(b)の断層Fbは傾斜が80°Sの正断層で、固結後の非対称変形と破碎を伴う断層である。また、duplexの低位フラットの傾斜は65°Sで、D3や整然相の層理面とほぼ平行であるが、OST-2は順序(内)衝上断層(D1,D2,D3)を約30°の低角で切り、OST-1と同様に破断や破碎の形跡が見られない断層である。さらに、断層Fb直下の砂



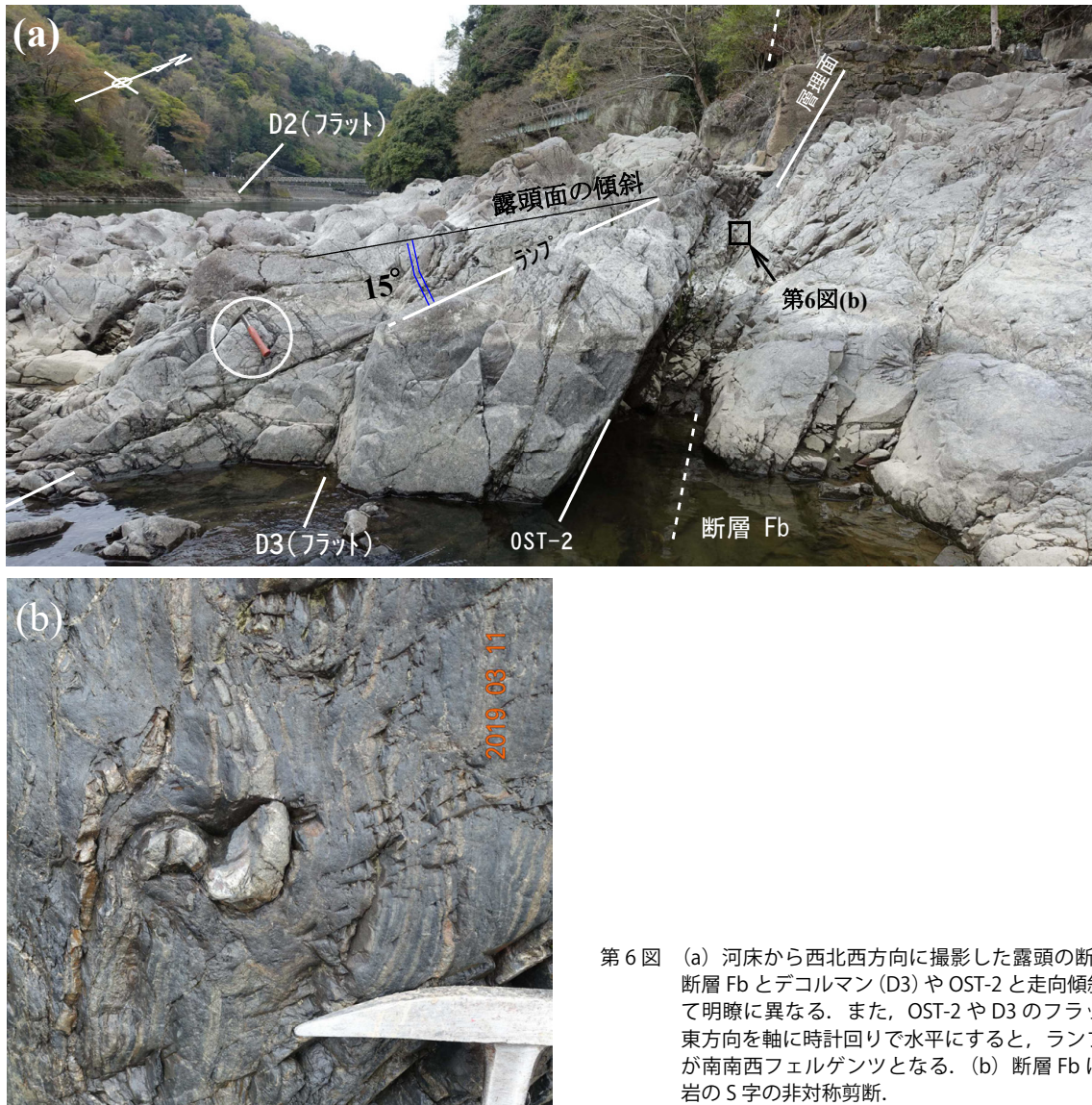
第5図 (a) duplexを第4図(a)より角度で約10°上からf:24 mmレンズで平行移動することで撮影した合成画像。D1, D2, D3:順序(内)衝上断層。第4図(a)のduplexの全体写真。○:ハンマー位置。(b) duplexのフロア衝上断層部(中央がD2)とホース。(c) 背斜状スタックに見えるduplex。白鎖線□内:ホースの欠けや凹みのある部分。赤鎖線は背斜状スタック。

泥互層や砂岩層(整然相)には第7図(a)や(b)のようなハンマー大の小さなduplexが認められ、それらの低位フラットの走向傾斜は第4図のduplexにほぼ等しく、構造上の大きな変化が見られない。これらの点から、断層Fbは、順序(内)衝上断層が下底で収斂する順序外衝上断層(OST-2)であった所に、固結後に生じた断層と判断できる。

断層Fc西側の特徴:露頭は先に区分基準で示したように、主に含礫砂岩で覆われた高位フラット(走向N°40°W, 50°S傾斜)とランプ(走向N40°W, 20°S傾斜)しか見ることにはできない。しかし、第3図(a)の上辺中央部の白色実線四角の位置に、含礫砂岩で覆われたこの不明な露頭の内部構造を詳しく観察できる露頭が見られる(第7図(c))。露頭は風化侵食を受けたホースの断面で、南北性の断層Fcによって生じた節理面で手前(東)側の岩石が侵食されてなくなり、含礫砂岩の内部構造が見えている。この断面を例えるなら、全体に枝豆の背面がそぎ落とされて中身が見えるように、傾斜して並んでいるduplexで、枝豆の鞘状の構造(鞘状構造 sheath structure:ホースの部分

はやや変形した砂岩泥岩互層と砂岩、鞘の部分は含礫砂岩)である。やや厚い層状砂岩の部分で膨らみ砂岩泥岩互層の部分でやや凹んで、含礫砂岩が鞘となる形のduplexである。鞘状構造の西側は、その形を収斂させ、衝上断層の分枝らしい砂質頁岩が見える。このように後者の露頭も前者と同様に内部にはduplexが認められると推定される。そのduplex構造の外形は、第3図(d)の細白実線のようなものである。フラットやランプと推定される走向傾斜は断層Fcの東側露頭と変化はない。以上のように、断層Faと断層Fcで囲まれた露頭もduplexと順序(内)衝上断層で構成されていると推定できる。

全体に、白虹橋から露頭を遠望し詳しく観察すると、第8図のようにA'にも下底に四角で囲まれた背斜状スタックが認められる。さらに、下部から上部への岩相変化の類似性と周期性などから、このAとA'は順序外衝上断層によって再配列し繰り返している(小川・久田, 2005, p57図A-3-17(c))ことが読み取れる。



第6図 (a) 河床から西北西方向に撮影した露頭の断面写真。断層 Fb とデコルマン (D3) や OST-2 と走向傾斜を含めて明瞭に異なる。また、OST-2 や D3 のフラットを南東方向を軸に時計回りで水平にすると、ランプの傾斜が南南西フェルゲンツとなる。(b) 断層 Fb による砂岩の S 字の非対称剪断。

## 5. 考察

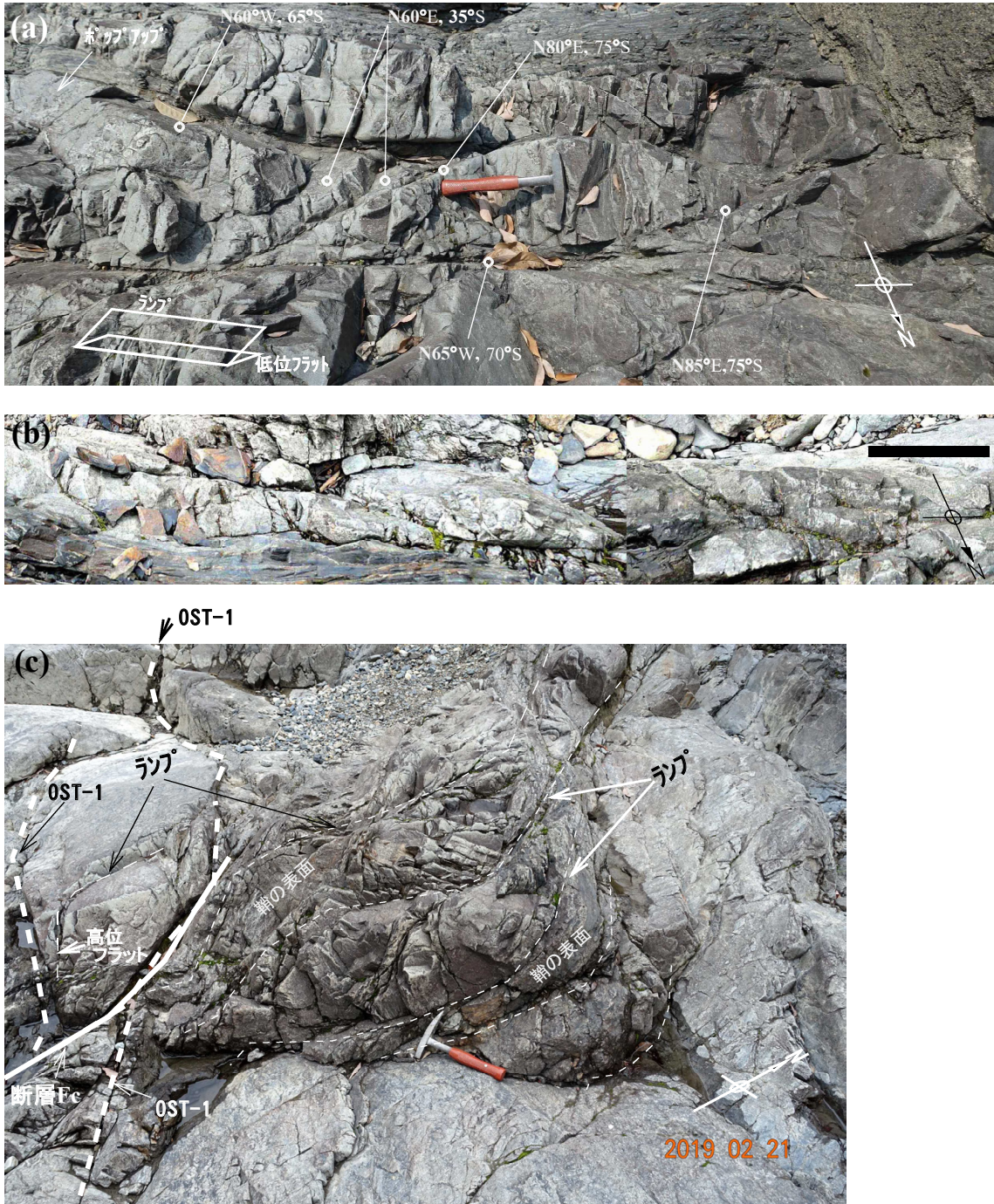
「duplex は海洋プレートの沈み込みの向きに制約を与え、地域のテクトニクス解明に有用である(山本ほか, 1998).」と指摘されている。本考察では前期ジュラ紀のイザナギプレート(古太平洋プレート)の沈み込みの運動方向と duplex の特性について考察する。

天ヶ瀬の duplex は、志津川メランジュの背斜軸(第1図)の南翼に位置すること、ルーフおよびフロア衝上断層がこの背斜軸とほぼ平行であることから、天ヶ瀬 Br. と志津川メランジュの年代は異なるが、一連の付加プロセスで形成されたものと仮定できる。よって“天ヶ瀬砂岩層”に認められる衝上断層のフラット部や整然相を志津川メランジュの背斜軸(北西-南東方向)を基準に、背斜軸南翼回りに  $65^{\circ} \sim 70^{\circ}$  回転復元すると、ランプ(北東に  $25^{\circ}$

$\sim 30^{\circ}$  N 傾斜)は南西～南南西フェルゲンツとなる。さらに、日本海形成時の西南日本の  $47^{\circ}$  時計回り回転(石川, 1995)を考慮し、反時計回りに復元すると、イザナギプレートの運動方向は、ほぼ南南東から北北西への移動方向となる。このイザナギプレートの海溝への沈み込み方向は「後期三畳紀～前期ジュラ紀の古太平洋プレートが北～北西への運動方向(八尾, 2009, p. 27)」と整合する。

さて、第7図(a)～(c)のランプは南西フェルゲンツの duplex で、上記のやや大きめの規模のものともほぼ一致する。このように、付加体で発見されている duplex のスケールは、手のひらサイズの「露頭規模」のものから、地質図上に示されるような数 km に及ぶ「マッピング規模」のものまで存在する(村田, 1998; 木村, 1998; 小川, 1998, p. 295)。このことから、duplex の基本的形態は、第5図(a)や第7図(a), (b), (c)のように大小と岩相





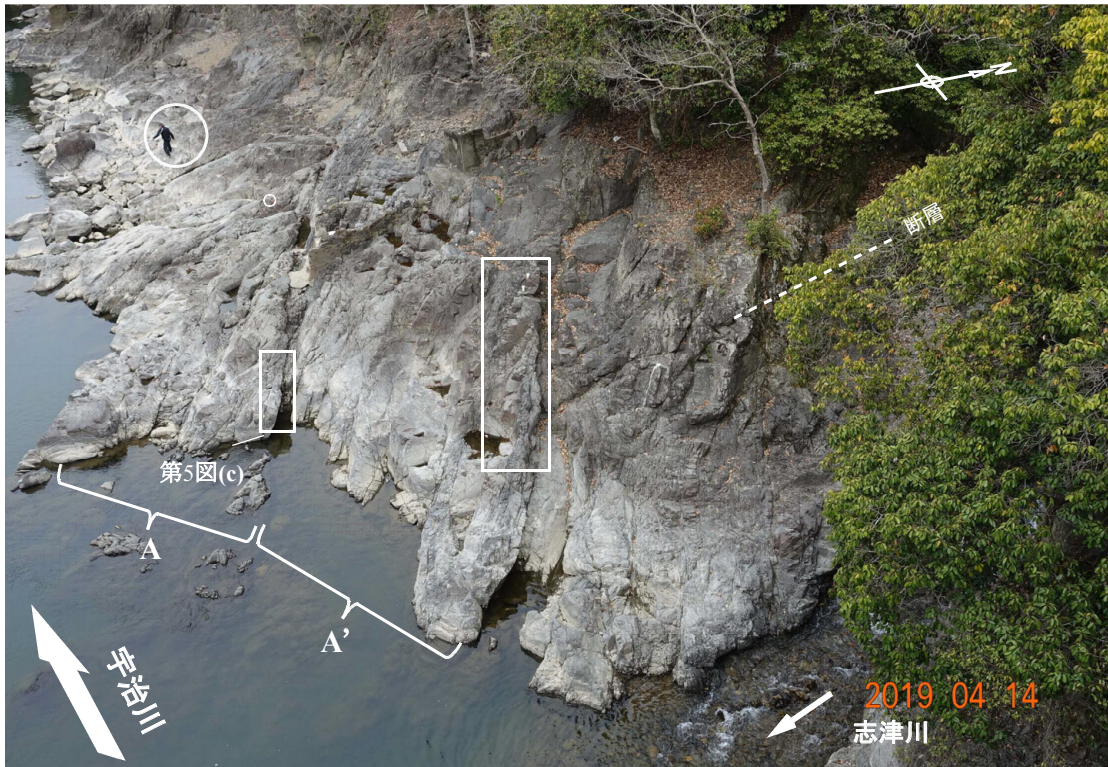
第7図 天ヶ瀬で見られるその他の duplex. (a) 左端の duplex では階段状の欠落によって覆瓦状構造を立体的に見える。コンクリート構築物を挟んで西にさらに存在する。(b) 整然相最上部の duplex. スケールは 30 cm. (c) 含礫砂岩が一部取り除かれた鞘状構造の duplex. ランプの走向  $N45^{\circ} W$ , 傾斜  $25 \sim 30^{\circ} SW$ , ホース内の塊状砂岩や砂泥互層が一部露出。左側には OST-1 に切られたフラット-ランプ屈曲部を含む「レンズ状の塊状砂岩」が認められる。

にかかわらず自己相似性があり，フラクタルな構造を持つといえる。また，付加体での duplex は「普通に生じる」とされているが，中生代の野外調査で見える混在岩相で，規則的な duplex を見かけることは経験的に少ないといえる。その理由は，陸上に露出して混在岩相となる時に多くの覆瓦状構造が失われるか，もしくは今回報告したように，フラクタルな特性と複雑さの混在により周辺構造に同化し

ているためと考えられる。

## 6. おわりに

「露頭規模」における今回の duplex の報告は，日本の前期ジュラ紀の付加体を代表する丹波帯Ⅱ型地層群でイザナギプレートの運動方向を実証している。また，天ヶ瀬ブ



第8図 順序外衝上断層によるAとA'の再配列(繰り返し)による肥厚化. 南北性の断層(断層面の走向N15° W, 65° E傾斜)で乱されているが, AとA'の四角線内にスタックが見られる。○:人の位置とハンマー。

ローケン・フォーメーションの衝上断層群は、海洋掘削や多成分反射法探査の海洋底データと整合性があり、海溝での付加形成過程の解明によって得られた知識が、陸上露頭で付加体形成過程を合理的に説明できる点で貴重な露頭である。

### 文献

- Hanamura, Y. and Ogawa, Y., (1993) Layer-parallel faults, duplexes, imbricate thrust and vein structures of the Miura Group: Key to understanding the Izu fore-arc sediment accretion to the Honshu forearc. *The Island Arc*, 2, 126-141.
- 石川尚人 (1995) 日本列島は新生代にどのような動きをしたか - 日本海の生成発達史 -. 公開普及講演会. 講演資料, 19-29. 日本地質学会関西支部.
- 川村喜一郎・小川勇二郎 (2008) ロンドン地質学会「Gravitational Collapse at Continental Margins」に参加して. *geo-Flash*, 48, <http://www.geosociety.jp/faq/content0131.html> (閲覧日: 2019年9月17日)
- Kimura, H., Takeda, T., Obara, K. and Kasahara, K. (2010) Seismic Evidence for Active Underplating Below the Megathrust Earthquake Zone in Japan. *Science*, 329, 210-212.
- 木村克己 (1998) 付加体の out-of-sequence thrust. 地質学論集, no.50, 131-146.
- 楠 利夫 (1989) 丹波帯Ⅱ型地層群天ヶ瀬砂岩層の堆積機構と堆積場. *地球科学*, 43, 211-223.
- 楠 利夫 (2001a) 宇治市東方, 宇治川沿いの丹波層群から産出した微化石について. 日本地質学会近畿支部報, no.1, 26-29.
- 楠 利夫 (2001b) 京都府宇治田原町の丹波層群の頁岩から産出したジュラ紀放射状化石とその意義. *地球科学*, 55, 313-317.
- 楠 利夫 (2019) 野外実習, 地域を生かした便利な地質巡検 (改訂版) - 宇治地域 -. フォーラム理科教育, no.20, 107-122.
- 宮地良典・楠 利夫・武蔵野 實・田結庄良昭・井本伸広 (2005) 京都西南部地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 90p.
- 村田明広 (1996) デュープレックス. 地学事典, 東京, 1443p.
- 村田明広 (1998) デュープレックスとメランジュー造山

- 帯に見られる特徴的な地質構造と地質体ー. 土と基礎, no.481-2, 13-16.
- 村田明広・福田佳代 (2012) 徳島県, 和泉層群中の衝上デュプレックスと伸張デュプレックス. 徳島大学自然科学研究, no.26, 31-37.
- 小川勇二郎 (1998) デュプレックス構造. 堆積学辞典. 朝倉書店, 東京, 477p.
- 小川勇二郎・久田健一郎 (2005) Field Geology 5 付加体地質学. 日本地質学会フィールドジェオロジー刊行委員会編, 共立出版, 東京, 160p.
- Park, R. G. (1983) Foundations of structural geology 1ed. BLAKIE USA, 135p.
- 脇田浩二・竹内圭史・水野清秀・小松原 琢・中野聰志・竹村恵二・田口雄作 (2013) 京都東南部地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 124p.
- 山本由弦・太田恭史・小川勇二郎 (1998) 三浦半島南端の三崎層に見られるデュプレックス構造. 地質学雑誌, 104, XVII-XVIII.
- 八尾 昭 (2009) 日本地質学会編 日本地方地質誌 5 近畿地方, 2. 近畿地方の地質構造発達史 2-1. 古生代～ジュラ紀: 12-28, 朝倉書店, 東京, 453p.
- 
- KUSUNOKI Toshio (2020) Duplex structures in the Amagase Broken-formation, southeastern part of the Tamba Belt, Southwest Japan.
- 
- (受付: 2019 年 9 月 13 日)