

ジェリコ断層に関する覚書

東郷, 正美 / ISHIYAMA, Tatsuya / HASEGAWA, Hitoshi /
TOGO, Masami / 石山, 達也 / 長谷川, 均

(出版者 / Publisher)

法政大学多摩研究報告編集委員会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学多摩研究報告 / 法政大学多摩研究報告

(巻 / Volume)

29

(開始ページ / Start Page)

51

(終了ページ / End Page)

62

(発行年 / Year)

2014-05-30

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00010294>

ジェリコ断層に関する覚書

東郷正美¹⁾・長谷川 均²⁾・石山達也³⁾

Notes on the Jericho fault in the northern bank area of the Dead Sea

Masami TOGO¹⁾, Hitoshi HASEGAWA²⁾ and Tatsuya ISHIYAMA³⁾

I はじめに

アラビア・プレートの西縁を画する死海トランスフォーム断層に沿って発達する左ずれ活断層系の中部は、ヨルダン・ヴァレー断層帯と呼ばれており、本稿で扱うジェリコ断層は、その南端部を構成する活断層として知られる (Garfunkel *et al.*, 1981)。死海の西岸沿いから北岸部、ヨルダン川最下流右岸域へとおおよそ N10° E 走向でのびるこのジェリコ断層線は、通常 50km 余の長さをもって図示される (Niemi and Ben-Avraham, 1994 ; Garfunkel and Ben-Avraham, 1996 など) が、その三分の二は死海湖水下にある。ジェリコ断層については、Garfunkel *et al.* (1981) がこれを死海トランスフォーム活断層系の一部に位置づけて以来、注目される存在となり、いち早くトレンチ調査の対象ともなった (Reches and Hoexter, 1981) が、その活断層としての本質、最近の活動性などは未だほとんど明らかになっていない。

2008 年にヨルダン天然資源庁 NRA で半ば死蔵状態にあった大量の古い空中写真資料を発見し (長谷川ほか, 2014)、以来この貴重な空中写真を活用しつつ、ヨルダン・ヴァレー断層帯を対象とした変動地形学・古地震学的調査研究に取り組んできた (東郷ほか, 2010a,b, 2011, 2014 ; 東郷, 2012 など)。本稿は、その一環として試みたジェリコ断層の北部陸上区間約

15km を対象とした詳細変動地形判読の結果をとりまとめたものである。

II 調査地域の概要とこれまでの研究

図 1 は、ASTER 全球 3 次元地形データ (ASTER GDEM) Ver.2 をもとに作成した調査地域付近の等高線図である。この図で明かなように、本地域の地形は、①：西部の高まり、②：その東側に広がる平地、③：幅広い沖積低地を伴い、②の平地を東西に分けるように存するヨルダン川河谷、に大別できる。地質図 (Begin, 1974 ; Roth *et al.*, 2008) と対照すると、開析の進んだ丘陵・山地の様相を呈する①は、中生界 (図 1 に含まれる部分は事実上白亜系) のドロマイト・石灰岩が広く露出する地帯、②は上部更新統のリサン層の分布域と重なることが分かる。リサン層は、最終氷期にこの地に大きく広がった多雨湖・リサン湖の湖成堆積物で、おもにシルトや粘土で構成されている (Niemi, 1997 ; Bartov *et al.*, 2002 ; Bookman *et al.*, 2006 など)。②は、したがってリサン湖の終末縮小過程で、その離水面として生じ、③のヨルダン川河谷の発達により段丘化したものと考えられる。

ジェリコ断層は、King Hussein 橋^{a)}の 2.5km 上流付近でヨルダン川を横切ってその右岸域に入り、南に直進して死海の北西隅に達すると見られている

1) 法政大学 Hosei University

2) 国士舘大学 Kokushikan University

3) 東京大学地震研究所 Earthquake Research Institute, University of Tokyo

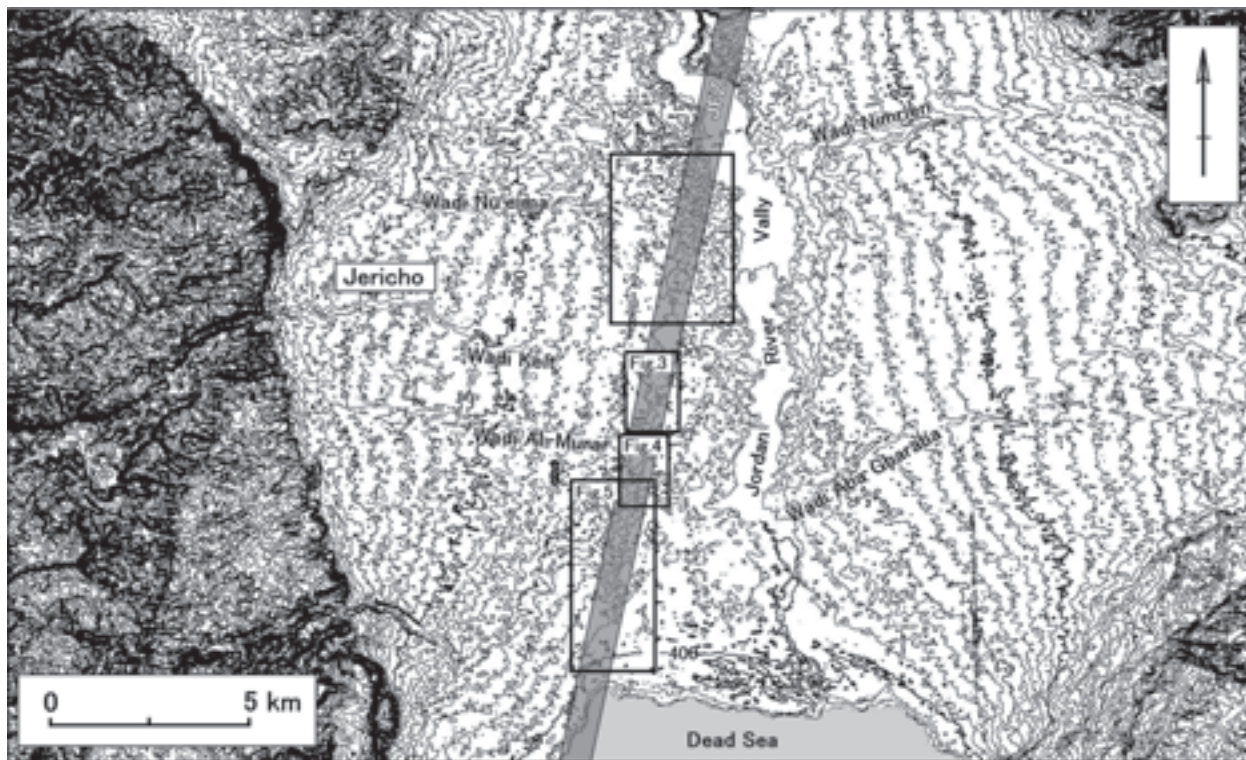


図1 ジェリコ地方の地形と調査地

等高線図は、ASTER 全球3次元地形データ (ASTER GDEM) Ver.2 をもとに作成。河川名については、ヨルダン川右岸支流名は Google Map, 左岸支流名はヨルダン 1/5 万地形図の表記に従う。JFZ: ジェリコ断層が存在するとされてきた地帯。枠取り部: 図2～5 それぞれの範囲。

(Garfunkel *et al.*, 1981)。5 万分の一イスラエル地質図「ジェリコ」図幅 (Begin, 1974) では、その一部とみなされる地質断層が約 1.5km の長さをもって、また、南隣りの「カリヤ図幅」(Roth *et al.*, 2008) でも 7.5km 余にわたり、いずれも東側を低下させる断層として図示されている。前者では、現地で観察されたりサン層中の断裂・変形構造、後者では、それに加え Reches and Hoexter (1981) が注目した上記②面上の直線状低崖地形とその付近で実施したトレンチ調査の結果が、ジェリコ断層の存在と断層線の位置認定に大きく関与したものと思われる。Garfunkel *et al.* (1981) は、ジェリコ断層そのものが左横ずれ断層であるとする地質学的証拠を提示してはいない。その後、Lazar *et al.* (2010) が、上記②面上の崖地形に注目してトレンチ調査を実施したが、当初の期待を裏切る結果に終わっている。本地域では、反射法地震探査が東西方向に測線を設定して試みられている (Rotstein *et al.*, 1991; Shamir *et al.*, 2005; Al-Zoubi *et al.*, 2007)。これらの結果は、ジェリコ断層に対応する地下構造が存することを示している。

Ⅲ 詳細変動地形判読によるおもな知見

本研究で使用した主な空中写真は、英軍が 1950 年代初期に撮影した「12335 (19CS・4M2・48V)」と「242 (152.61) ^{b)}」である。いずれも上記 NRA で見つけたもので、前者は調査地域の中北部を東西にカバーする縮尺約 1/4 万の実体視可の垂直写真である。後者も同質の写真で、前者の直近南側のコースで撮られたこの縮尺はやや大きく、約 1/3 万となっている。のちに王立ヨルダン地理院 (Royal Jordanian Geographic Centre) で買い求めた RJGC1992 撮影 R109 の一部 (3080-3084) は本調査地域の北東縁部をカバーしていたので、これも補助的に利用した。

1) 北部の断層線

ジェリコ断層の北部が位置する King Hussein 橋近傍の地形判読結果を、用いた空中写真上に図示して図 2 とした。この地域では、リサン湖の離水面が標高 - 350m 前後の台地面 (L 面と以下仮称する) として広がり、その東側、ヨルダン河谷までの幅約 1.5km

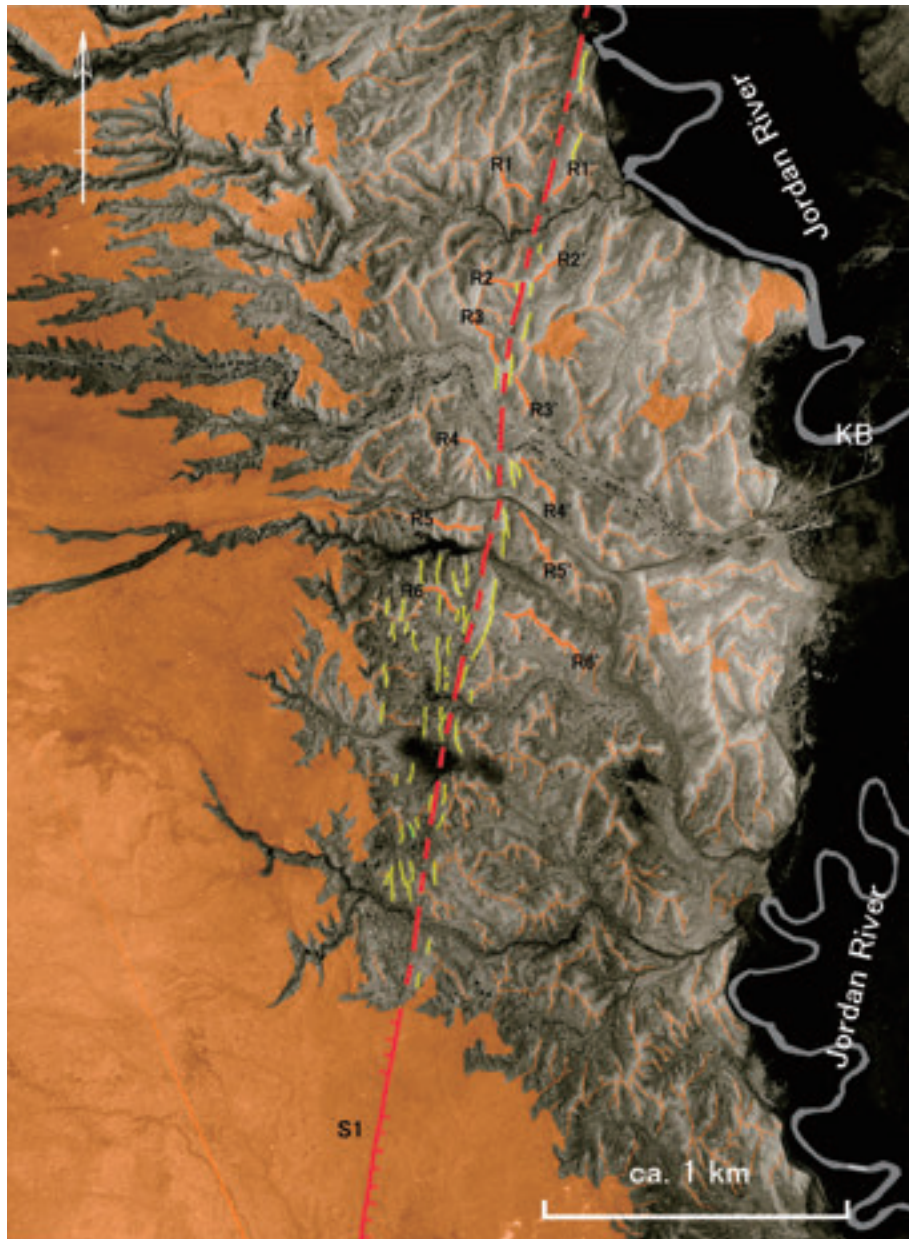


図2 北部域の判読結果

橙色部：L面とそれが開析されて生じた尾根筋。黄色部：南北性の細長い高まり。赤線：リニアメント（ケバ付き部：ケバのある側に崖面をもつ低崖地形からなる区間）。基図は 12335 (19CS・4M2・48V) - 124。KB: King Hussein 橋。

の地帯は、ヨルダン川の支流群がこのL面を開析し尽くして生じたバッドランド帯となっている。本地域では、このバッドランド地帯内で見出せるほぼ南北に直線状をなして走る顕著なリニアメント、および、その南方延長上のL面上に生じている直線状低崖地形S1をもってジェリコ断層の存在を認識することができる。

バッドランド地帯で検出されるリニアメントは、約3km余の長さを持ち、東流するヨルダン川支流群を横切って存在する。直線谷、鞍部列、尾根を横切るように発達する大小の溝状凹地およびそれと併走

して南北に直線状をなす細長い高まり地形、などで構成されている。開析を被っているリサン層は、湖成層で基本的に細流物質からなり、水平な堆積構造を有しているので、このような形態をもつ開析地形は一般的な必従谷の発達では生じ得ない。これらは、リサン層中に線的な選択侵食を誘導する特別な地質構造（断層・変形帯）が新たに生じ、存在することを物語っている。Begin (1974) が図示した南北性の地質断層線はこのリニアメントの近くに位置し、方向を同じくしている。本リニアメント沿いでは、図2

で明らかのように、その両側に特徴的な南北性の細長い高まり・凹み地形が、何列も生じている。リサン層中には幅広く断裂・変形帯が形成されていることを示すものとして注目される。

上記リニアメントの南側に広がるL面上に、S1の低崖地形が生じている。河流の支配が及ばない領域にあって、直線状の崖線を持ち、崖面の向きが短い距離をもって変化して一定しないという特徴をも考慮すると、侵食崖とは思えない。上記リニアメントの延長線上に位置し、同じ方向性を有していることから、一連の断層の活動で生じた変動崖とみなせよう。L面の上下の食い違い量は総じて小さいうえ、上述のように崖面の向きが場所を違えると入れ替わるという特徴は、この地形面を変位させた断層が横ずれ型であることを示している。

S1北端部では、L面の北側縁辺線がS1崖線をもって左ずれ状に食い違っているように見える。バッドランド帯で見出されたりニアメント部においても、これが横切る尾根はそこで連続性が途絶え、主要尾根の多く（例えば図示したR1～6）はともに左ずれしている。このように本地域では、ジェリコ断層が左横ずれを主体とした変位を繰り返していることを示す地形的証拠を多数見いだすことができる。

2) Wadi Kelt 横断部付近の変位地形

ジェリコ市街地の南部を経て東流するヨルダン川支流の中でもひととき規模の大きいWadi Kelt^①（図1）をジェリコ断層が横切る付近の判読結果を図3に示した。この地域では、図2のL面の続きが西部の標高-350m付近に分布し、その東側には、それより10m程度低位にある平坦面（L2面と以下呼ぶ）とこれを覆い、一部では開析して広がる河成面（F面）が発達する。L2面としたものは、高度をほぼ同じくしているので、一連の地形面として形成されたものと考えられる。また、F面の多くは、その分布位置、形状からWadi Keltが形成した扇状地面と見なすことができるが、現在のWadi Kelt流路はこれを僅かながら下刻した河谷の中に位置している。

本地域でも、図3のとおりL2面やF面上で異常な低崖地形S2～6の発達が認められる。いずれも直線状をなし、S4をのぞき他はすべて諸河川を横切って

南北に連なる一線上に配置されている。そして、その多くは、崖面上を上流側に向けていることから、これらはこれに併走するS4をも含めいずれも変動崖（断層崖）として生じたものであり、S2、3、5、6の崖線を連ねた一線は、図2に示したリニアメントと連続しているので、ジェリコ断層の断層線と考えることができる。図3のように、ジェリコ断層線は本地域でもほぼ南北の走向を有し、直線的である。しかし、詳しく見ると、Wadi Kelt付近から北では西に、南では逆転して東に突出するかたちで緩やかに弧を描いている。

図3では、S3の南部やS5～6の崖の前面に、崖線に沿って帯状をなす低湿地が形成されているのが、基図の空中写真から読み取ることができる。これは、逆向き低断層崖の出現により前面部が凹地化したことの現れと受け取れる。ただし、S3の南部では、崖線が低下側に凸な弧を描いて突出する部分を中心に凹地化が発生していて、ここでは凹地の形成位置・形状に不自然な点がある。これと併走するS4沿いでも、その前面に大きく低湿地が広がっているが、Wadi Kelt開析扇状地面の扇状部にあたるここでは、下流側の扇面を相対的に低下させる変位だけで前面の凹地化を説明することは難しい。すなわち、ここでは低下側の扇面を逆傾斜させる変形の存在が浮かび上がってくる。S3とS4が併走するこの地区では、変動崖の出現に付随して相対的に前面部が凹地化したのではなく、凹みをつくる変動が先行し、それにより生じた凹みの中に、S3とS4とで挟まれた細長い高まりが形成された可能性も考慮する必要がある、S3－S4間の南北性高まりは、ジェリコ断層がつくったプレッシャー・リッジと見ることもできる。

ジェリコ断層線上に発達するこれら低断層崖の向きについて注目すると、その多くは、西向きであるが、S2は東向きで、すべて一定しているわけではない。その比高については、いずれもごく小さく、現状ではそれを正確に確定する術がないが、この地域に発達する諸地形との相対的な規模差を手がかりにすると、1～2mを大きく超えることはないと思われる。

S2～S3北部沿いでは、L2面とそれを開析する2つの河谷が断層線を境に30～40mの左ずれ食い違いを起こしているように見える。ジェリコ断層がWadi Keltを横切るところでも、両岸壁に10～30m程度の

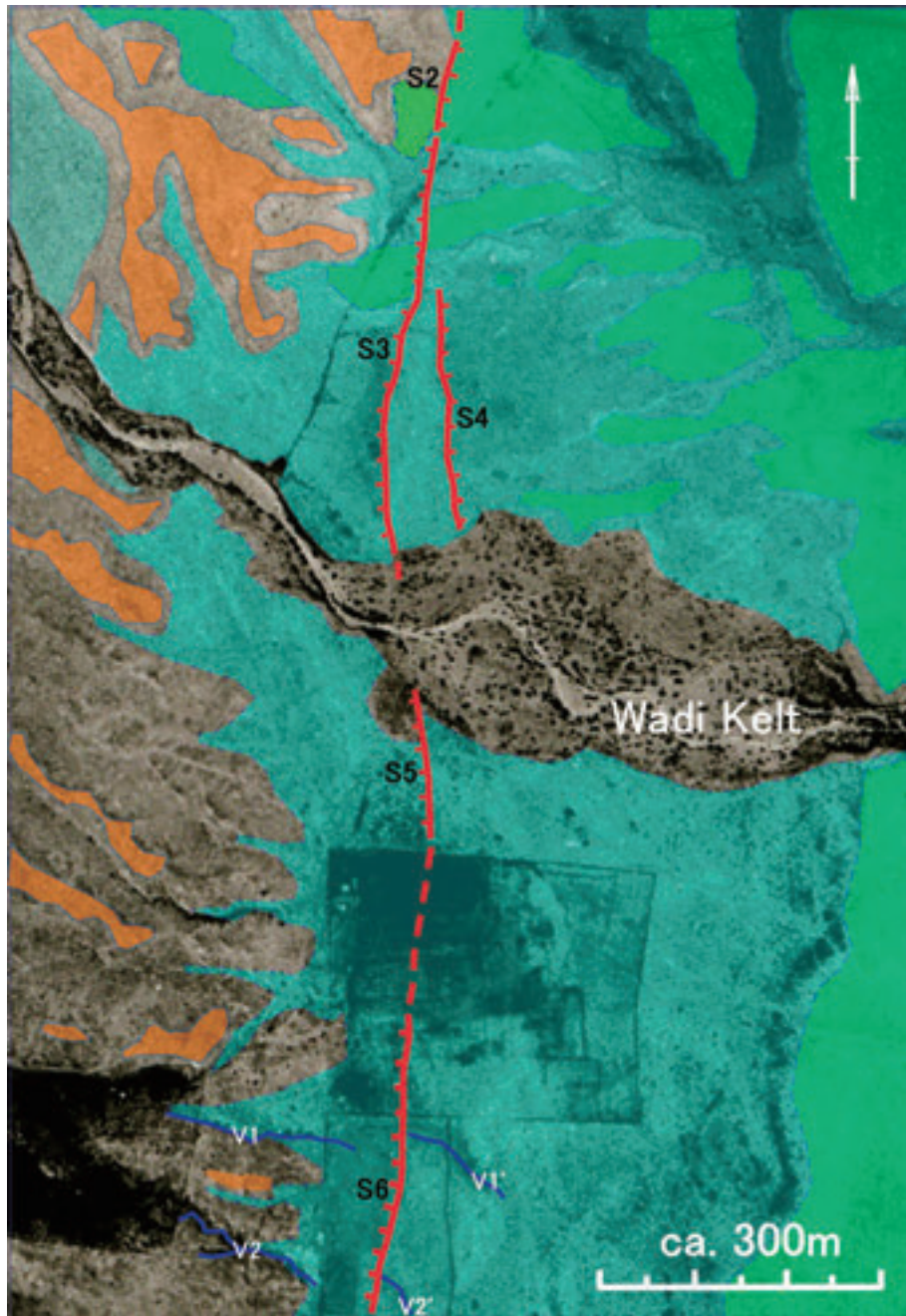


図3 Wadi Kelt 横断部付近の変位地形

橙色部：L面．緑色部：L2面．水色部：F面．青線：転移した河道．赤線：リニアメント（ケバ付き部：ケバのある側に崖面をもつ低崖地形からなる区間）．基図は12335（19CS・4M2・48V）-124．

左ずれの食い違いが認められる。S6 沿いでは、図3に示したように、その東側で2つの河道地形V1'、V2'が存するが、それぞれに続いていたと見られる上流側河道V1、V2はともに30mほど南方にずれた位置で見つかり、これらもジェリコ断層で切断されて左ずれした地形のひとつと思われる。以上のように、ジェリコ断層による横ずれ変位の結果生じたと見せる微小地形が本地域ではいくつも確認でき、それらは、

さらに変位の向きが左ずれであることを示している。

3) Wadi Murar 扇状地の変位

図4は、Wadi Murar 扇状地およびその周辺地域の判読結果である。この地域は、図3の南隣りに当たるので、図3地域と同様に図の西部にはリサン層の堆積面（L面）が作る高まりがあり、その東側は、それより低位にある平坦面（L2面）とそれを西から覆う

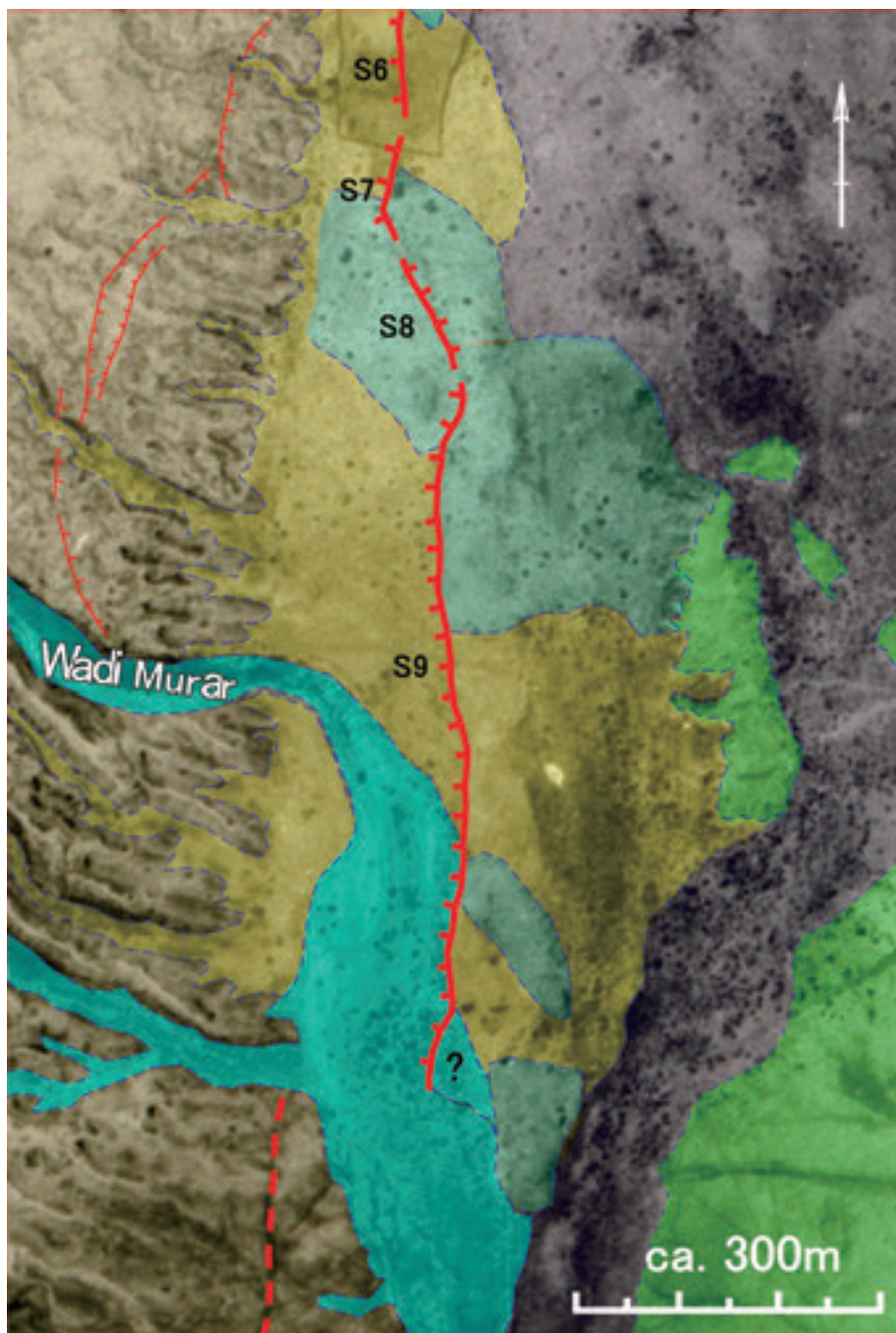


図4 Wadi Murar 扇状地及びその周辺の変位地形

緑色部：L2面．薄青色部：Fk面．薄水色部：Fw1面．黄色部：Fw2面．濃水色部：Fw3面．赤線：リニアメント（ケバ付き部：ケバのある側に崖面をもつ低崖地形からなる区間）．ケバ付き細赤線：重力性滑落崖線（ケバは崖面の向きを表す）．基図は12335（19CS・4M2・48V）-123．

ように発達した扇状地性河成面群の分布域となっている。本地域西部の高まり地帯に関しては、開析が著しく進んでおり、L面は消失してほぼすべてがバッドランドと化している。

本地域でも、図3地域と同様に、Wadi Murarを始めL面を開析する諸河流が形成した扇状地表面上で、異常な低崖地形S6～9の発達を認めることができる。

S6～9については、成因・形成期を異にする扇面群上にありながら、そのすべてが、概ね南北に走る一線上に位置し、相互に連続しているのも、いずれもが扇中央部にあつてそれを横断するように形成され、多くは西（上流側）に崖面を向けていることを考慮するまでもなく、扇面の変位により生じた若い断層崖地形であることは明らかである。それらの比高は、

この地域でもごく小さく、1～2m 以内で、これを大きく超えることはない。Fw1 面上から Fw2 面上へと連続する低断層崖 S7 に注目すると、ここでは、Fw1 面と Fw2 面を分ける侵食崖の崖線が左ずれし、30m 程度食い違っていると思われる。

S6 は、図 3 で同記号を付した逆向き低断層崖の続きである。以上から、図 3 地域で確認されたジェリコ断層は、そのまま南方に連続し、少なくとも Wadi Murar 谷口の南南東 400m 地点付近にまで達していると考えられる。S9 の南端部では、低断層崖が Wadi Murar が現在もなお更新しつつある河成面 Fw3 の一部面上にまで続いているように思われ、ジェリコ断層がその一部まで変位させていることを示唆するものとして注目される。

4) 南部における極新期地表変位の痕跡

図 4 南端部以南の判読結果を図 5 として示す。この地域では、L 面およびその縁辺バッドランド帯からなる高まりが北東部に存し、そして、これを低位の台地が縁取るように分布する。図 5 では、この台地面を L2 面相当として図示してある。L2 面分布域の東側～南側に広がる低地の多くは、死海の湖岸低地として生じたものである。

本地域では、主として L2 面分布域で、緩やかに東に凸な弧を描き、大局的にはほぼ N10° E 走向をもって連なる顕著なりニアメントが認められる。図 5 では、L2 面やそれが開析されて生じた尾根地形の平面的・垂直的不連続線として顕著なものをもってその存在を示した。ケバを付した部分 S12、15～17 では、リニアメントを境にして L2 面の分布高度が不連続的に変化し、ケバのある側が低くなっている。この事実は、検出されたリニアメントが、L2 面を変位させている活断層線に当たることを示している。S10～17 と地点記号を付した付近では、ほぼいずれにおいても L2 面の分布がこの線をもって左ずれ状に食い違っているように見える。S11 と S13 付近では、L2 面上で対面する崖地形が僅かな間隔をもって併走しており、幅狭い溝状凹地が形成されている。これらは、それを横切る河谷に分断されながらも続く凹み帯であることから、小地溝地形と見なせる。

本地域では、さらに L2 面を開析する河谷内におい

ても、断層変位地形と思われるものが見いだされる。そのような極新期の地表変位の痕跡と思えるものを認めた 3 つの地区 A、B、C の位置を図 5 に示し、その拡大空中写真を付け添えた。A 地区では、頂部に L2 面を伴う尾根状高まり列を横切り、それらを左ずれさせているリニアメントが認められるが、このリニアメントの延長線部を横切る河谷底にも、W1、W2 のように谷を横切るようにのびる線状物が空中写真に写っている。連続性がないので道路とも思えず、堰堤なら谷に斜交し、W2 のように合流する支谷の谷筋中央に向かって延びているのは不自然である。樹林列であるとしても、このような位置・方向性を持つものは、それを支配する特別な原因がない限り、一般的には生じにくいと思われる。このように考えると、これらは、線状地質構造の存在を表現している可能性が考えられ、谷底堆積物を変位させた断層の存在を強く示唆するものとして注目される。図 6 は、Reches and Hoexter (1981) が Site 1 とした地点で掘削したトレンチの壁面スケッチであり、リサン層を著しく変形させつつ断裂させた顕著な断層帯の存在が示されている。このトレンチ掘削地点 Site 1 の位置は、その位置図が余りにも小縮尺であるため正確には同定できない。しかし、それと別に添えられた調査地点解説図による情報を兼ねあわせると、この A 地区付近あたりに該当する可能性が考えられ、北へ向かう Wadi を横切って掘削したとする記載は、それが W2 付近であることを示唆するので、貴重な参考資料としてここに再録することにした。

B 地区でも、W3 と W4 の谷底と両者を分ける尾根を横断する一連の線構造が認められ、ここでは、実体視するとこの一線を境にして下流側にあたるその東側の谷底が高まり、中間の尾根は左ずれしているように見える。C 地区でも、L2 面が変位して生じた西向き低断層崖と見なせる地形 (S17) の南側延長線上で、ごく若い沖積扇状地面が変位している可能性がある。すなわち、ここでは、L2 面からなる台地の南側に X_R 川が形成した新旧 2 面の扇状地面が広がっているが、X_R 川下流部左岸に位置する低位の扇状地面部で図 5 - C のようにほぼ南に向かって延びる細い線構造が検出される。実体視すると、線構造は人工の水路がなす線模様であることが分かるが、その

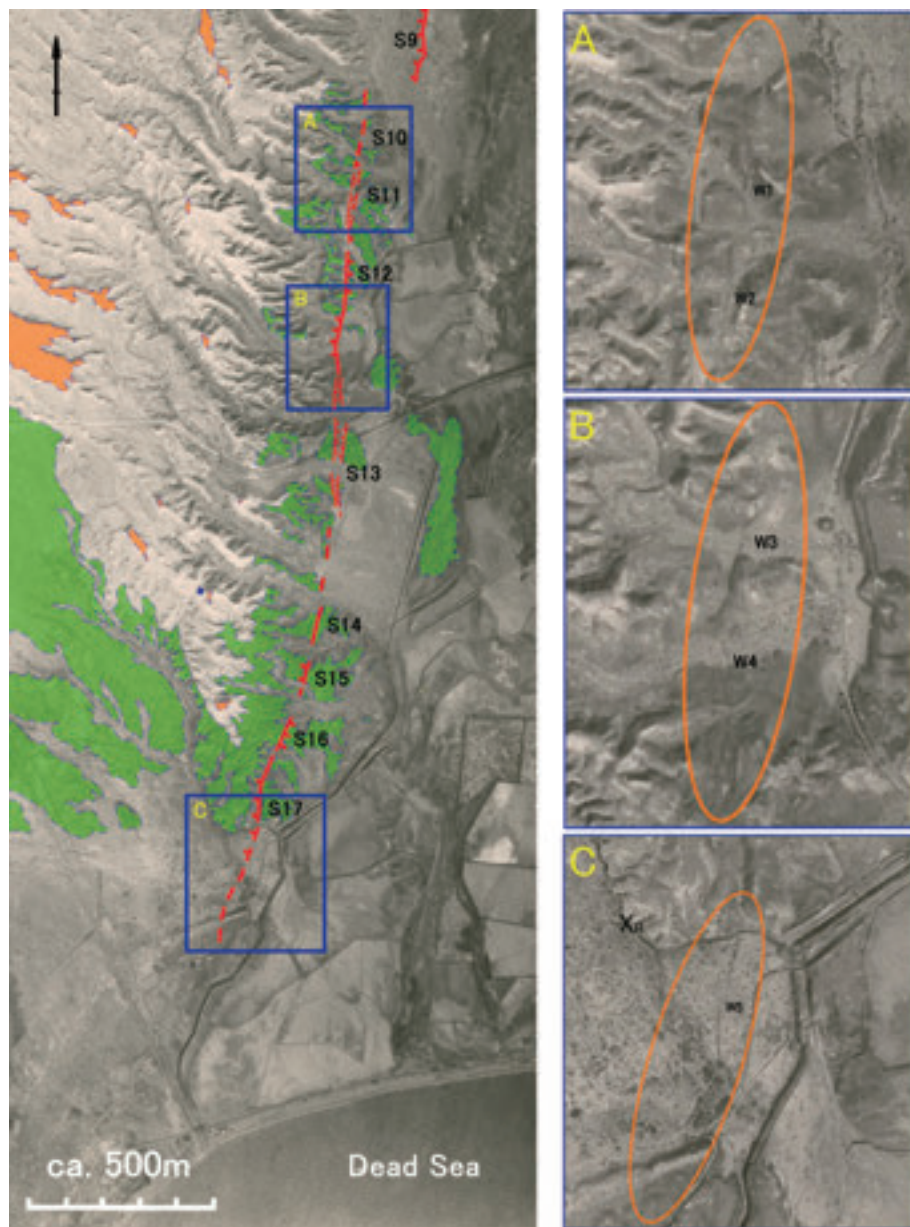


図5 南部域の判読結果

橙色部：L面。緑色部：L2面。赤線：リニアメント（ケバ付き部：ケバのある側に崖面をもつ低崖地形からなる区間）。枠取部：右側に示した拡大写真部の位置。基図は242（152.61）-4786。

中・北部においてはこれを境に東側（下流側）の扇面が僅かに高く、また、北端部では本扇面を下刻して流れるX_R川の河岸壁が左ずれ状に食い違っていることから、水路は、東方に向かって形成された扇面を南北に断って生じた変動崖に沿って作られた可能性も考えられる。L2面が西落ちに変位して生じた低断層崖の南側延長部にあつて、方向・崖面の向きを同じくしていることになるので、その可能性はむしろ高いと思われる。これを南方に真っ直ぐ延長すれば、死海の北西隅に至るが、この区間においては、断層

変位地形を見いだすことはなかった。

Ⅳ ジェリコ断層の性格とその最近の活動像について

1) ジェリコ断層線の位置・形状

以上のようにヨルダン川最下流右岸域を対象にして空中写真判読を試みた結果、従来ジェリコ断層が存するとされてきた地帯で、断層構造の存在を示す地形、最近の断層活動で生じたと見なせる変動地形を

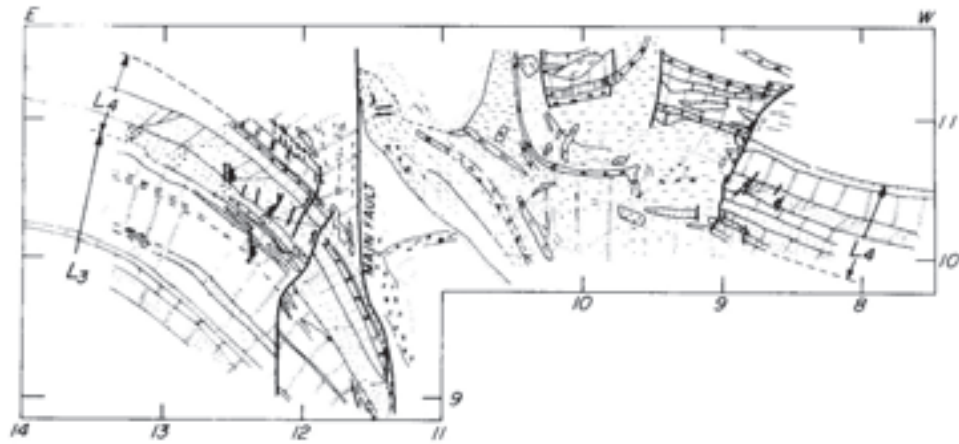


図6 A地区近辺における既存掘削トレンチの記録 (Reches and Hoexter, 1981)

Site 1(詳細位置未確認)で掘削されたトレンチの南壁面スケッチ. 縦横グリッド1m間隔. L3・L4層はいずれもリサン層とされている.

多数見出した。このような地形はほぼすべて一線上にあり、互いに連続するように形成されている。このことから、それらの形成に複数の断層が関与した余地はなく、すべてをジェリコ断層の地表表現とみなし得る。このようにして認定したジェリコ断層線全体を地形図に改めて示すと図7のようになる。

図7で明らかのように、ジェリコ断層線は、大局的には直線的で、北から7～8°東に振れた走向を有する。しかし、詳しくみると、中～南部においては、明らかに緩やかに弧を描き、東に向かって突出している。この区間では、さらに短波長が波曲が加わっているようにも思われる(図3～5)。また、北から中部へと連なる断層線と南部の断層線は直接せず、雁行していることも注目に値しよう。Wadi Murar 谷口の400m余南方付近(図5の北端部)で途切れた前者と入れ替わるように、後者がその150mほど西にずれた位置から南方に向かっているため、両者は右雁行配列しているといえる。

本地域の中部では、L面とL2面を分ける急崖が南北に直線状をなして存する(図7)。従来、この急崖が直線的であることから、これを断層崖と見なし、その崖線をもってジェリコ断層線とする考えが一般化したように思われる(Reches and Hoexter, 1981; Roth, et al., 2008; Lazar et al., 2010)。そこで、今回の判読作業でもこの崖地形をとくに注視して特に丹念に観察したが、その結果は図3、4の通りであり、この崖の基部で明確な変位地形を見出すことはなかった。

上述したように、近くで連続性のよい低断層崖の存在を確認したが、それらは問題の崖線から80～150mも東に離れて位置し、多くは西向きの崖面をもつものであった。今回変動地形学的に認定したジェリコ断層線は、L面とL2面を分ける崖地形の近くにあるが、両者は位置的にも一致せず、性質的にも調和しない。L面とL2面を分ける崖地形は、北に向かって次第にその比高を減ずるが、消滅することはない。図3の北端あたりでジェリコ断層線を横切り、東方にむかって伸びている。この事実は、これが基本的に侵食崖として形成されたものであることを指し示している。

2) 断層の型

ジェリコ断層に関しては、上記のようにその断層線が直線的であるうえ、小地溝やプレッシャー・リッジを伴った横ずれ変位地形を随所に発達させていることから、横ずれ型の断層と見なせる。Reches and Hoexter (1981) が掘り出した図6の断層は、これに見合う断層形態を有しており、ジェリコ断層の主断層露頭である可能性が高い。

図2、3、5の地域では、L2面や同面上に形成された扇状地面が30-40m左ずれした形跡が認められるが、それに関係して生じた低断層崖については崖面の向きが一定しないうえ、その比高は総じて1～2m程度と小さい。この事実は、ジェリコ断層が圧倒的に左横ずれ変位が卓越する活動を繰り返していることを強く示唆する。

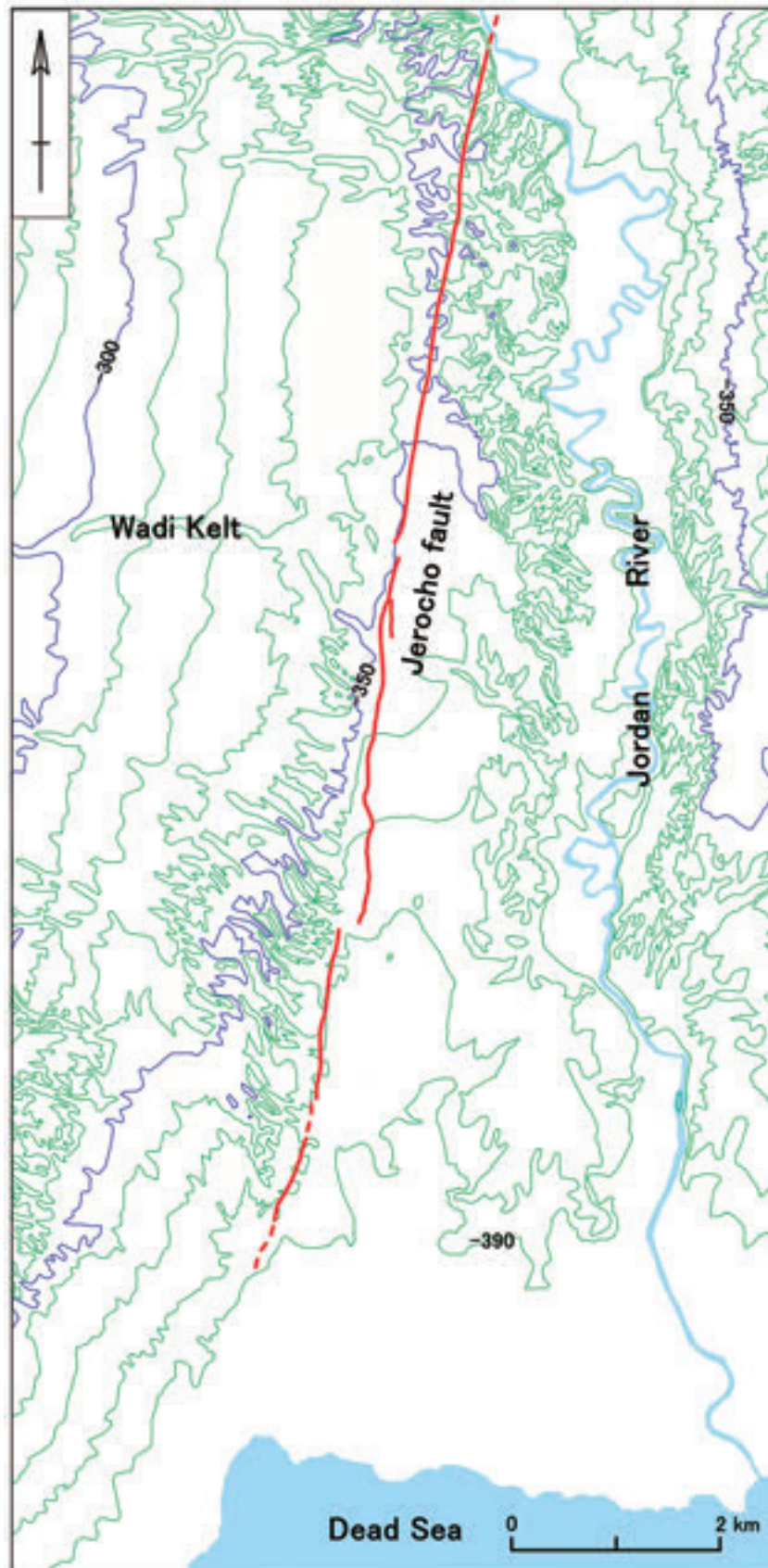


図7 ジェリコ断層の分布位置・形状

等高線はイスラエル5万分の一地形図「ジェリコ」・「カリヤ」図幅による。

3) 最近の活動性

上述したように図2地域ではジェリコ断層はL面を横切り、これを変位させている。図3、4、5地域では、ともにそれより若いL2面やF面をも変位させている断層としてジェリコ断層を捉えることができる。ジェリコ断層については、たくさんの変動地形学的証拠があって、これがL面形成後に活動したことの断層であることは疑う余地が無い。

図4のとおり、この地域では、F面は、形成期を違えたFw1、Fw2、Fw3面に分けることができるが、ジェリコ断層はこれらの地形面すべてを変位させていると思われる。Fw2面は、断層の西側ではFw1面を覆うように形成されているが、断層東側ではFw1面を開析して生じた地形面としてそれより低位に位置しており、その発達状態がジェリコ断層を境に一変している。また、それぞれを限る低断層崖の比高には差があって、Fw1を限るものの方が僅かながら大きい。このような事実は、Fw2の形成期においてFw1面は断層線を境にして分布高度を不連続的に違い、下流側に当たる断層東側で高まりをなしていたこと、すなわち、Fw1は、Fw2形成前において先行する変位を被っていたことを示している。ここでは、このFw2面を断って低断層崖が形成されており、その南端部では、これを削り取って広がったFw3面の一部も変位している疑いがもてる。以上のように、この地域には、ジェリコ断層がFw1面形成後に少なくとも3回活動したことを示す手がかりが残されている。

図4地域では、ジェリコ断層のもっとも新しい活動が、現在まで継続しているFw3面形成期中にあったことがうかがえる。図5地域で見出されるL2面開析谷底部の線状異常地形は、ジェリコ断層線上に位置し、それと調和する方向性を有していることから、ジェリコ断層の活動で生じた変位地形である可能性が考えられる。これらは、極めて近い過去にジェリコ断層の最新活動があったことを示していて注目される。

本報告でL面とした地形面は、多雨湖として知られるリサン湖の消滅過程で生じた離水面群の中でもっとも低位に位置する。Bookman *et al.* (2006) がとりまとめたリサン湖－死海湖水面変動曲線に照らすと、標高約-350m付近に位置するこのL面の離水期は1.3万年前頃となる。本地域では、これ以降は、

東に向かって後退を続けていた湖岸線が一転して南に退く過程に入り、二度の小上昇期を挟みつつも低下して3500年前頃、現死海湖岸線の基本が成立したと見られている。このような先行研究成果を参考にすると、南方に向かって高度を減じるL2面は、この現死海に向けて湖水が縮小する過程で形成され、上流部のものは7000-8000年前頃、下流部は4000-3500年前頃の急な湖面低下で離水した可能性が高いと思われる。以上から、ジェリコ断層は、この1万年余の間に活動を間違いなく繰り返しており、最新3回の活動は、少なくとも7000-8000年前頃以後に起こったと理解することができ、さらにその活動期はここ4000年ほどの間に限定される可能性も考えられる。

V あとがき

おもに英軍が1950年代初期に撮影した空中写真を用いて、ヨルダン・ヴァレー断層帯の南端部を構成するジェリコ断層を対象に詳細地形判読を試みた。その結果、この断層はここ1万年余の間に形成された若い変位地形をほぼ全線にわたって伴っていることが明らかとなり、これら変位地形の発達状態を分析することで、本断層線の正確な分布位置を把握するとともに、本断層が左横ずれの卓越する変位を繰り返していること、最近8000年ほどの間に少なくとも3回活動し、その3回の活動はここ4000年以内に起こった可能性もあることなど、本断層運動の本質、最近の活動性・活動履歴などに関する具体像を導くことができた。用いた空中写真が古いもので、微小地形の判読に適した十分な解像度を伴っていない側面もあるので、地表起伏の実像を正確に捉え切れていないところもあり、基礎事実の認識上一部で不備があるかも知れない。今回の空中写真判読、それにより見出した変動地形学的知見は、それでも今後のジェリコ断層研究・ヨルダン・ヴァレー断層帯研究に一定の方向性を与える貴重な側面をもっていると考え、現地調査による検証を期待しつつここに書留おくこととした。

注 記

- a) イスラエル側では、Allenby 橋と呼ばれている。
 b) これは写真に写し込まれた撮影カウンターの機器番号である。入手した写真には、撮影記録に関する記事が書き込まれていないので、これとこれによるカウント数が写真特定の手がかりとなると見て記載の対象とした。
 c) この名称は Google Map の記載に従った。Google Map では Prat River の名が併記されている。

文 献

- 東郷正美, 2012, ヨルダン渓谷北端部の変動地形と活断層. 法政大学多摩研究報告, 27, 1-8.
- 東郷正美・長谷川 均・後藤智哉, 2010a, 死海トランスフォーム断層によって変位した考古遺跡“Qasr Tilah”の年代. 法政大学多摩研究報告, 25, i - iv.
- 東郷正美・長谷川 均・後藤智哉・松本 健・今泉俊文, 2010b, “ガダラ”は本当に749年パレスティナ大地震で壊滅したか?, 日本地理学会発表要旨集, 78, p.185.
- 東郷正美・長谷川 均・Tawfiq Al-Yazjeen・Mahmoud Al-Qaryouti・石山達也・岡田真介・竹内えり・牛木久雄・今泉俊文, 2011, ヨルダン・ヴァレーにおける死海トランスフォーム断層の最近の活動. 日本地理学会発表要旨集, 80, p.103.
- 東郷正美・長谷川 均・後藤智哉・石山達也・牛木久雄・Tawfiq Al-Yazjeen・Mahmoud Al-Qaryouti・Khalid Momani, 2014, ヨルダン、Karamah 地区におけるヨルダン・ヴァレー断層帯の最近の活動, 日本地理学会発表要旨集, 85, p.219.
- 長谷川 均・後藤智哉・東郷正美・Mahmoud Al-Qaryouti・牛木久雄・竹内えり, 2014, ヨルダンを撮影した1950年代初頭の空中写真—その概要と保存修復—. 文化遺産学研究, 7, 131-141.
- Al-Zoubi, A.S., T. Heinrichs, I. Qabbani, U.S. ten-Brink, 2007, The Northern end of the Dead Sea Basin: Geometry from reflection seismic evidence, *Tectonophysics*, 434, 55-69.
- Bartov, Y., M. Stein, Y. Enzel, A. Agnon and Z. Reches, 2002, Lake levels and sequence stratigraphy of Lake Lisan, the late Pleistocene precursor of the Dead Sea. *Quaternary Research*, 57, 9-21.
- Begin, Z.B., 1974, *The geological map of Israel, Jericho sheet. Scale 1:50,000*, Geological Survey of Israel, Jerusalem.
- Bookman, R., Y. Bartov, Y. Enzel and M. Stein, 2006, Quaternary lake levels in the Dead Sea basin: Two centuries of research, *Geological Society of America, Special Paper*, 401, 155-170.
- Garfunkel, Z., I. Zak and R. Freund, 1981, Active faulting in the Dead Sea rift, *Tectonophysics*, 80, 1-26.
- Garfunkel, Z. and Z. Ben-Avraham, 1996, The structure of the Dead Sea basin, *Tectonophysics*, 266, 155-176.
- Lazar, M., Z. Ben-Avraham, Z. Garfunkel, N. Porat and S. Marco, 2010, Is the Jericho escarpment a tectonic or a geomorphological feature? : Active faulting and paleoseismic trenching, *J. Geology*, 118, 261-276.
- Niemi, T.M., 1997, Fluctuations of late Pleistocene lake Lisan in the Dead Sea Rift, *Oxford monographs on geology and geophysics*, 36, 226-236.
- Niemi, T.M. and Z. Ben-Avraham, 1994, Evidence for Jericho earthquake from slumped sediments of the Jordan River delta in the Dead Sea, *Geology*, 22, 395-398.
- Reches, Z. and D.F. Hoexter, 1981, Holocene seismic and tectonic activity in the Dead Sea area, *Tectonophysics*, 80, 235-254.
- Roth, Y., A. Burg and A. Sneh, 2008, *The geological map of Israel, Qalya sheet, Scale 1:50,000*, Geological Survey of Israel, Jerusalem.
- Rotstein, Y., Y. Bartov, and R. Hofstetter, 1991, Active compressional tectonics in the Jericho area, Dead Sea Rift, *Tectonophysics*, 198, 239-259.
- Shamir, G., Y. Eyal and I. Bruner, 2005, Localized versus distributed shear in transform plate boundary zones : the case of the Dead Sea Transform in the Jericho Valley, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 6 (5), 1-21.