

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月24日現在

機関番号：32675

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21501007

研究課題名（和文） 大規模横ずれ活断層の活動区間に関する変動地形学的研究

研究課題名（英文） Tectonic geomorphological study on rapture units of a long strike-slip fault

研究代表者

東郷 正美（TOGO MASAMI）

法政大学・社会学部・教授

研究者番号：70061231

研究成果の概要（和文）：

長大な活断層の活動区間を明確にする試みとして、死海トランスフォーム断層に沿うヨルダン・ヴァレー断層帯を対象に選び、これが最終氷期の多雨湖・リサン湖の形成域に存在することに注目してその離水期以後に生じた変位地形の性状および断層活動履歴の場所的違いなどを調べた。その結果、変位地形の生長度、最新活動を含む最近 2～3 回の活動履歴、最新活動時の変位量に場所による大きな差がないことがわかり、約 100km の長さを持つ本断層帯は、一体となって活動を繰り返していると思われる。

研究成果の概要（英文）：

Tectonic landforms and paleoseismology of the Jordan Valley fault zone along the Dead Sea transform fault was investigated in detail, as a case study on rapture units of a long active fault. As a result, it was revealed nearly that scale of tectonic landforms, occurrence of recent paleoseismic events and also offset amount of the latest faulting, are similar everywhere along this fault zone. These suggest that all of the Jordan Valley fault zone, about 100 km long, behave as a coupled rapture unit.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：変動地形・活断層・活動区間・地震・トランスフォーム断層・ヨルダン溪谷・ヨルダン

## 1. 研究開始当初の背景

規模の大きい活断層は、多くの場合いくつかの区間に分かれて活動していると思われる。活動履歴調査結果が場所により食い違うことや断層線の形状(分岐、屈曲、雁行、不連

続)等がその事実を示唆している。活断層の活動区間を、それごとの活動履歴や活動時の変位形態・変位量分布とともに正確に把握することは、活断層運動の実態解明および変動地形や地質構造の発達史、さらに防災科学上においても極めて重要である。しかし、一般に

明確な変位基準となり得るものの種類や分布が限られているため、量的質的に足りる基礎資料を整えることが自ずと限界があって難しいことから、この種の調査研究はほとんど進んでいない。

## 2. 研究の目的

本研究は、主として死海地溝帯の中部に位置するヨルダン・ヴァレー断層帯の変動地形的調査を行って、上記の課題に応え得る精度の高い基礎資料を収集することを目的としている。

ヨルダン・ヴァレー断層帯は、死海の西岸から北のティベリアス湖の東岸へと延びる総延長 100km を超える左ずれ型の活断層である。北進するアラビア・プレートの西縁を限るトランスフォーム断層(死海トランスフォーム断層)の地表表現と見られており、間違いなく A クラスの活断層である。過去に幾度となく大地震を引き起こしてきたことを示唆する歴史記録も知られるが、これまでヨルダン・ヴァレーが活断層調査の対象になったことはほとんどない。

ヨルダン・ヴァレー断層帯域においては、そのほぼすべてが最終氷期に多雨湖として発達した大規模な湖水(リサン湖)に覆われていたことが知られている。この事実は、本断層帯周辺に分布し、その活動に関し変位基準となり得る地形は、基本的にはリサン湖の離水地形とそれを開析して形成された新旧河成地形群に限られることを意味し、この地域が、ここおよそ 2 万年以内に生じた断層変位地形とその性状、場所的違いを把握する上で極めて有利な条件を持つことを示している。

以上のように、活動度の極めて高い活断層が、時代を限って活動性や活動量、活動履歴を把握できる好条件下におかれて存在することに着目して主なる研究調査対象をヨルダン・ヴァレー断層帯とすることにした。

## 3. 研究の方法

- (1) まず初年度は、空中写真判読によるヨルダン・ヴァレー断層帯の活断層線の位置と変位地形の性状把握に努め、変位地形の態・規模を手がかりにして変位様式・変位量に関する基礎資料を整えるものとする。
- (2) 次年度には、断層帯の最近の活動履歴把握調査に移り、まず北半部を対象にトレンチ調査を実施する。
- (3) 最終年度には、断層帯南半部を対象としたトレンチ調査を試み、活動履歴に関し北半部と比較対照しえる資料の発掘を行う。
- (4) 以上の成果に基づき、ヨルダン・ヴァレー断層帯の活動区間について検討を加える。

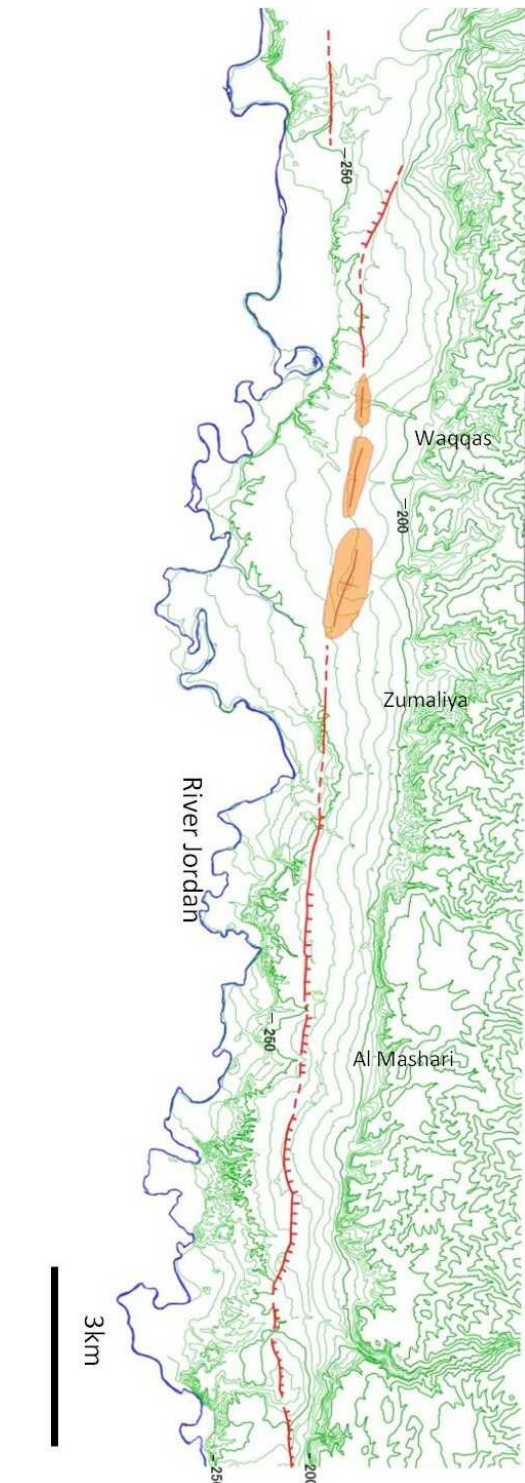


図1 ヨルダン・ヴァレー断層帯北半部中央等高線は 1/25,000 ヨルダン地形図による。



図2 紡錘状のバルジとそれを先行谷をつかって横切るワジ・ハサ

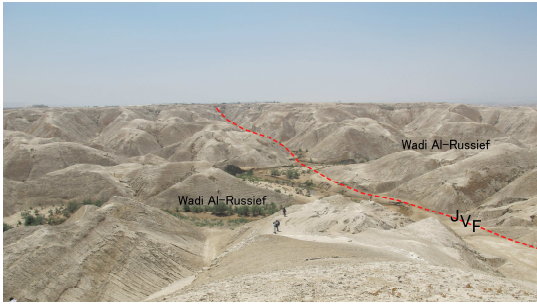


図3 ヨルダン・ヴァレー断層帯によるワジ・ルシーフの左ずれ

(5) 併せて長大な活断層の活動性に関する資料の収集・解析を行い、参考資料の整備にも努めるものとする。

#### 4. 研究成果

##### (1) ヨルダン・ヴァレー断層帯の位置と変位地形

調査地域全体について空中写真判読を行い、変位地形の所在・性格を把握して2万5千分の1地形図を基図とした活断層図を作成した。その一部を図1として示す。なお、利用空中写真については、ヨルダン天然資源庁より提供を受けた。

ヨルダン・ヴァレー断層帯は、ティベリアス湖の東岸から死海に西岸に向かって延びており、その断層線はほぼ南北で一直線状をなす。これに沿ってリサン湖離水面およびそれを開析する河成面上に低断層崖、バルジ(例えば図2)、断層凹地、横ずれ谷などが認められる。

このような変位地形の性状から、ヨルダン・ヴァレー断層帯は、左横ずれを主体とする変位を繰り返していることが明らかである。上下変位成分はあってもごく僅かと思われる。

河谷の横ずれ量は、100m前後以下のものが多いが、断層帯南半部中央を横切るワジ・ルシーフのそれ(図3)は150-160m、断層帯北端近くのヤルムーク川河谷やワジ・アラブについては200-300mに達している可能性もある。

##### (2) 2010年5月のトレンチ調査

断層帯北半部の最近の活動履歴資料を求めてシェイク・フセイン地区(図1のズマリヤ西方)でトレンチ掘削調査をヨルダン天然資源庁と共同で実施した。ワジ・ジアードが形成したごく若い扇状地面上に掘削した2つのトレンチの壁面には、南北走向で高角の断層が露出し、時期を違えた4回の断層活動で生じた構造が認められた(図4)。より新しい3回の断層活動は、最近の5000年以内に生じたと考えられ、最新の活動は、紀元後の歴史時代にあったことがこの調査で明らかとなった。

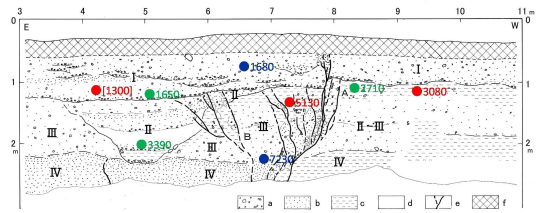


図4 2010年トレンチNo.2南壁面のスケッチと年代測定結果

a: 礫, b: 砂, c: 砂・礫混じりシルト, d: シルト~粘土, f: 耕作土層。

丸印と数字: 年代測定用試料の採取位置と測定結果(yBP)(青はNo.1S面, 緑はNo.2N面での同層準採取試料の測定結果)

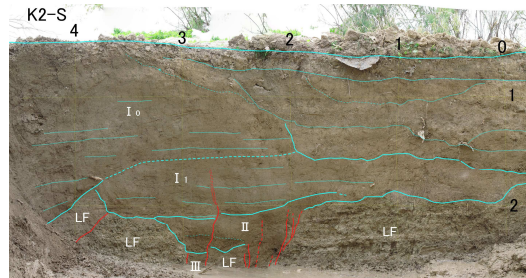


図5 2012年トレンチK2南壁面  
LFはリサン層。

##### (3) 2012年3月のトレンチ調査

断層帯南半部の活動履歴資料を得る目的で、カラマ・ダム の北西岸地区で2つのトレンチを掘削した。左ずれした小ワジの現河床に掘削したK2トレンチでは、最新断層活動の層位を確認するとともに、それに先立つ少なくとも1つの断層活動の痕跡を捉えることができた(図5)。ごく近い過去に断層帯を横切って広がった湿地部に掘削したK1トレンチでは、湿地堆積物の最上部まで断層で断たれていたが、ここでもこれを含めごく最近の3~4回の断層活動痕を検出することができた。

2011年度の特異な社会的事情から現地調査が年度末に実施せざるを得なかったため、採取試料の年代測定などが実施できず、断層活動の編年検討に至ることなく年度末を迎えた。なお、本トレンチ調査もヨルダン天然資源庁と共同で実施した。

##### (4) 最新活動時の変位量について

シェイク・フセイン地区では、2010年に掘削したトレンチの北側に浅いワジがあり、これはトレンチに露出した断層の延長線上で裁頭谷となっている。このワジは、地形的には、トレンチに露出し、断層変位を受けている最上位層の表面に位置しているため、裁頭谷は最新の断層活動によって生じた変位地形と見なせる。そこで転移したその上流流路

を探し、食い違い量を計測したところ、約 12m 左ずれしていることが明らかとなった。

ザルカ川支流のワジ・ガーン沿いでは、リサン湖離水面を開析する支谷の谷頭近くに、ヨルダン・ヴァレー断層帯の活動で閉塞丘が形成されており、谷頭部は閉塞凹地化している。地形変化が激しい谷頭部に保存される新鮮な変位地形であることから、ヨルダン・ヴァレー断層帯の最新活動で生じたものと考えられる。精密測量を行って図化し、横ずれ量を計測したところ左ずれ約 10m であった。

2012年に K2 トレンチを掘削した小ワジは、18~19m 左ずれしている。上述のようにこのワジ河谷堆積物は少なくとも 2 回断層活動を経験している可能性がある。これらの事実は、断層活動 1 回の変位量が平均 9-10m であったことを示唆している。

#### (5) まとめ

ヨルダン・ヴァレー断層帯を対象にして活断層の活動区間を具体的に捉える試みに挑戦した。具体的には本断層帯を便宜的に南北 2 つに分け、それぞれの①変位地形の性格・成長度、②活動履歴、③最新活動時の変位量など調査して比較対照しようとした。その結果、最新に近い地形面上に掘削したトレンチで読み取れた活動履歴には大差なく、また、最新活動で形成された変位地形がともにほとんど破壊されずに残り、それが示す変位量も類似していることが明らかとなった。このような事実は、北半部と南半部が時期・変位様式・変位量を違えて別々に動いてきた可能性が低いことを強く示唆している。認められる河谷横ずれ量の最大に注目すると、これは北部で大きいともいえる。しかし、リサン湖の離水が、北部は上流にあたり早く始まったと考えれば、変位累積期間の差を反映したものとして説明できるかもしれない。

断層活動期について正確な編年を行った上で、その地域差の有無を明確にしたかったが、諸般の事情により 2011 年度調査で採取した試料について測定に供せないまま最終年度を終えることとなった。調査研究は未完ではあるが、ほぼ計画通り実行でき、期待した通りの基礎資料を得て 100km 余に及ぶ長大な活断層・ヨルダン・ヴァレー断層帯の活動区間について言及可となり、少なくとも最近はこれが一体で活動を繰り返していることがほぼ明らかとなった。このような結果は、ヨルダン・ヴァレー地域を主なる調査対象とし、変動地形学的手法を重視して本研究を進めたことによる大きな成果と考える。

なお、参考資料の整備という課題にかかわり、日本の長大な活断層として知られる糸魚川静岡構造線活断層系の活動性に関する資料のとりまとめをも試みた。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① 東郷正美・岡田篤正・平川一臣・今泉俊文、1982・83 年大洪水で国界橋付近の釜無川河床に出現した断層露頭に関する観察資料、法政大学多摩研究報告、査読無、26 巻、2011、1-14.
- ② 東郷正美・長谷川均・石山達也・岡田真介・竹内えり・牛木久雄、ヨルダン・ハラット、法政大学多摩研究報告、査読無、26 巻、2011、i-iv.
- ③ 東郷正美・長谷川均・後藤智哉、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、査読無、25 巻、2010、i-iv.
- ④ 東郷正美・岡田篤正・平川一臣、長野県富士見町下蔦木付近の断層変位地形に関する覚書、法政大学多摩研究報告、査読無、24 巻、2009、1-16.
- ⑤ 東郷正美・長谷川均・後藤智哉、最終氷期の死海“Lake Lisan”、法政大学多摩研究報告、査読無、24 巻、2009、i-ii.

[学会発表] (計 3 件)

- ① 東郷正美・長谷川均・T. Al-Yazjeen・M. Al-Qaryouti・石山達也・岡田真介・竹内えり・牛木久雄、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 2011 年秋季学術大会、2011 年 9 月 24 日、大分大学(大分).
- ② 東郷正美・長谷川均・T. Al-Yazjeen・M. Al-Qaryouti・石山達也・岡田真介・竹内えり・牛木久雄、死海トランスフォームに沿うヨルダン・ヴァレー断層帯の活動履歴、日本地理学会 2011 年春季学術大会、2011 年 3 月 29-30 日、明治大学(東京).
- ③ 東郷正美・長谷川均・後藤智哉、松本 健・今泉俊文、“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 2010 年秋季学術大会、2010 年 10 月 3 日、名古屋大学(名古屋).

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

東郷 正美 (TOGO MASAMI)  
法政大学・社会学部・教授  
研究者番号：70061231

### (2) 研究分担者

なし

(3)連携研究者

長谷川 均 (HASEGAWA HITOSHI)  
国士舘大学・文学部・教授  
研究者番号：80208496

石山 達也 (ISHIYAMA TATSUYA)  
東京大学・地震研究所・助教  
研究者番号：90356452