

パンジャブ州 Jajjon 周辺における シワリク丘陵両縁の断層変位地形

熊原 康博

群馬大学教育学部

1 はじめに

本研究は、約 4000 年前以降にインダス文明が急激に衰退、あるいは都市拠点の移動が生じた自然環境的な背景を検討するため、主に地形学的・古地震学的な手法からこの問題にアプローチすることを目指している。本稿では、本格的な調査に先立つ予察調査を実施したので、その調査結果について報告する。

本研究では、以下のねらいにより、パンジャブ州のシワリク丘陵周辺を研究対象地域とした。その理由の一つとして、パンジャブ州においてシワリク丘陵とインダス文明の諸都市・集落が近接しているためである。シワリク丘陵では過去のこれまで M8 クラスを超える地震がたびたび発生しており（図 1）、丘陵前縁に近いインダス文明の諸都市・集落は、直接的・間接的に被害を受けたことが予想される。ここでの直接的な被害とは、大きな震動に伴う家屋など建築物の崩壊であり、間接的な被害とは、上流部の斜面崩壊に伴う水害や水系変化のことを指す。

二つ目の理由として、この地域は、Malik and Mohanty (2007) 以外、古地震学的・変動地形学的な調査がほとんど行われておらず、地震をもたらす活断層の位置や変位様式についても明らかになっていないからである。その原因としては、1) 空中写真を用いることができなかったこと、2) 段丘面などの変位基準となる地形の発達が悪いことが挙げられる。本研究では、空中写真の代替資料として CORONA 偵察衛星写真を用いて地形判読を

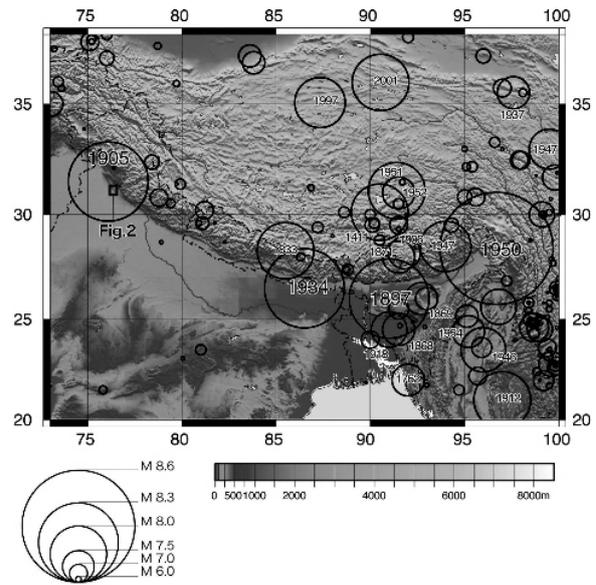


図 1 ヒマラヤ周辺の歴史地震 (M>5)

震央のデータは、Ustu (1996) による。年代を示した地震は M>7.5 以上 (太文字: M>8.3 以上) である。

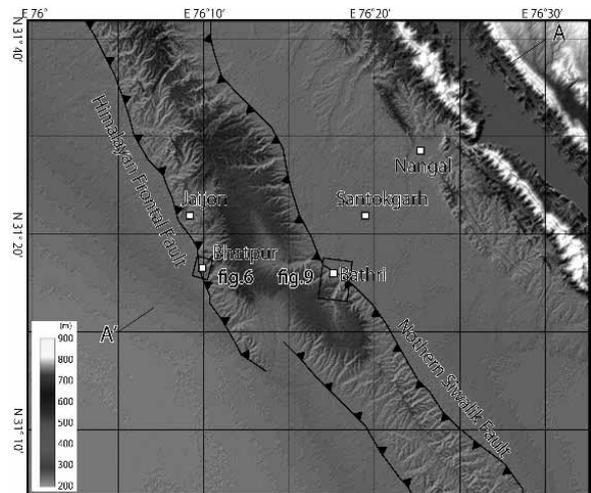


図 2 研究対象地域の地形概観

試みた。詳細な写真判読を行った結果、変位基準となる段丘地形の発達は悪いものの、いくつかの地点では、活断層の活動性を検討できる変位地形が認められることがわかった。特に、パンジャブ州 Jaijon 周辺では、次章で述べるような断層変位地形が認められた。本稿では、この周辺の断層変位地形について述べ、併せて古地震学的な調査の可能性について検討する。

2 パンジャブ州 Jaijon 周辺のヒマラヤ前縁帯活断層の特徴

研究対象地域は、Chandigarh 北西方約 90km 付近のシワリク丘陵の東西縁である (図 2)。この地域のシワリク丘陵は、他のシワリク丘陵とは大きく異なる特異な形状をもつ。それは、丘陵の背面に標高 500 ~ 600 m にかけて平坦面が認められることである (図 3、4、5)。この平坦面は、淘汰の良い円磨された砂礫層からなることからシワリク丘陵の隆起以前の古インダス平原と考えられる。シワリク丘陵の東西縁に沿って 2 条の断層が連続的に認められることから、両断層に挟まれた部分がエレベータのようにリフトアップしたものと考えられる。

衛星写真の判読によると、シワリク丘陵西縁に沿っては、撓曲崖、断層崖の断層変位地形が認められる。Bhatpur 周辺では、シワリク丘陵の開析谷の中には、高度の異なる段丘面が 2 面 (H、L 面) が認められるものの、谷口でこれらの連続が絶たれている (図 6、7)。また、両段丘面と現河床との比高はそれぞれ 5 m、15 m であり (図 8)、同じ断層面で繰り返し活動する変位の累積性が推定される。ただし、下盤側が現河床の堆積物に覆われていると見られるので、比高の数値は垂直変位量の下限といえる。さらに、H 面前面の崖は上方に凸型の丸みを帯びた撓曲崖となっている。これらの断層変位地形の特徴から、本断層は東へ傾斜する逆断層性の変位様式をもつといえる。

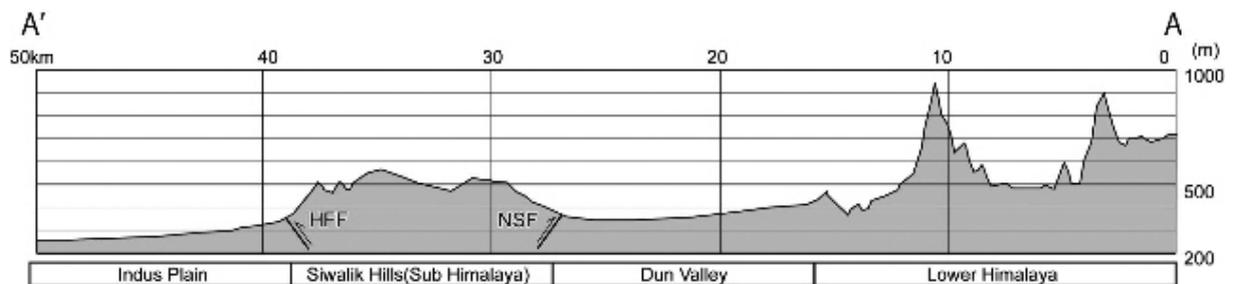


図 3 低ヒマラヤからインダス平原までの地形断面図



図 4 グーグルアースからみた
シワリク丘陵上の平坦面



図 5 シワリク丘陵上の平坦面の遠景

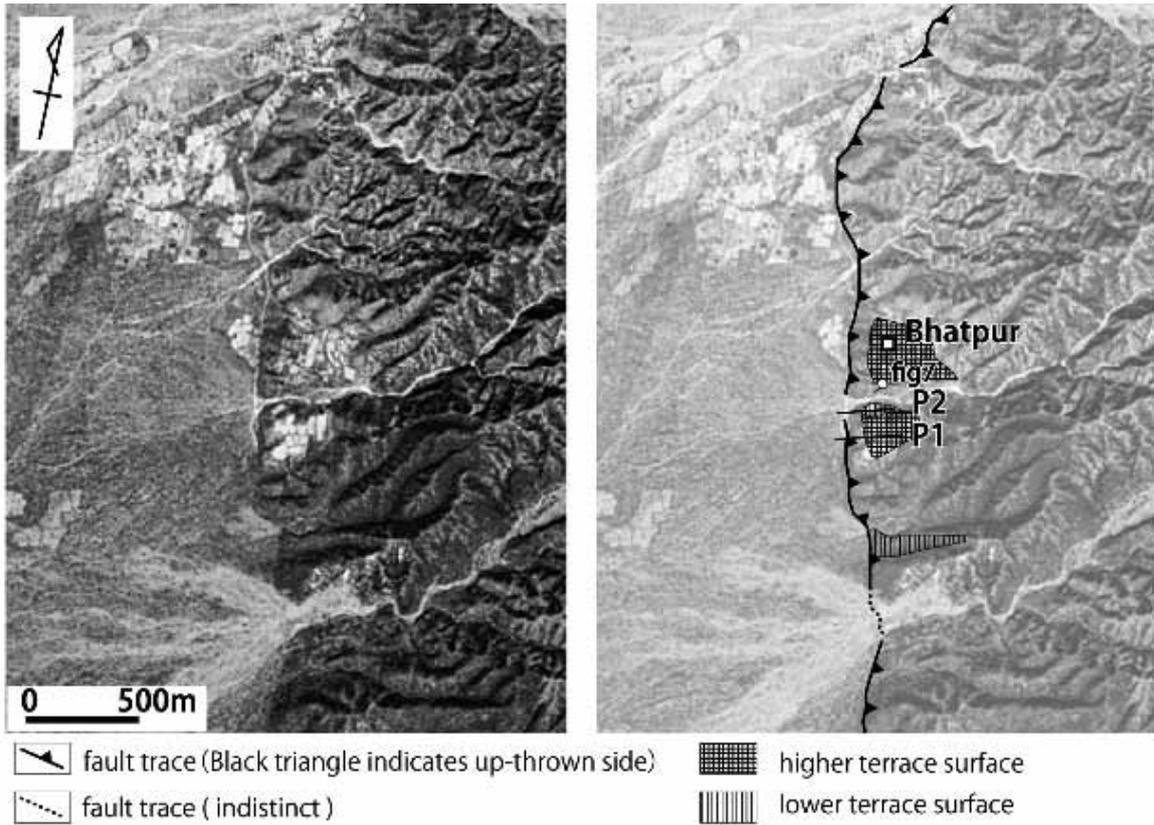


図 6 Bhatpur 周辺の断層変位地形



図 7 Bhatpur 周辺の段丘面の写真（写真の撮影位置は図 6 に示す）

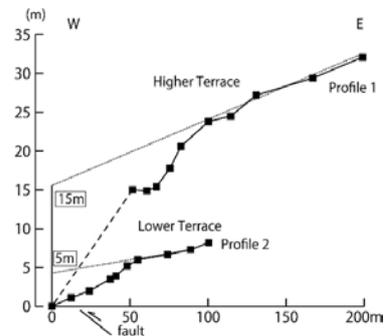


図 8 Bhatpur 周辺の段丘面の
変形からみた断層変位
(断面位置は図 6 に示す)

一方、シワリク丘陵東縁に沿っても同様に撓曲崖、断層崖の断層変位地形が認められ（図 9）。Bathri 周辺では、段丘面が撓曲変形しており、いくつかの地点では同一の段丘面を変位させていることから、断面測量により垂直変位量を得た（図 10 断面 3、6）。また、図 10 の断面 4、図 11 に見るように、ごく最近に形成されたと考えられる汜らん原上にも、低断層崖が認められる。同様に、丘陵の開析谷の谷底にも低断層崖が連続しており、崖の先端部には膨らみが生じている（図 10 断面 5）。両地形面の変形から求まる垂直変位量はともに約 1.5 m である。汜らん原や開析谷の谷底に低断層崖が認められることは、極めて新しい時代に断層運動が生じたことを示唆している。

Bathri の南では、段丘面が撓曲変形している露頭が観察された（図 12）。この露頭では、強

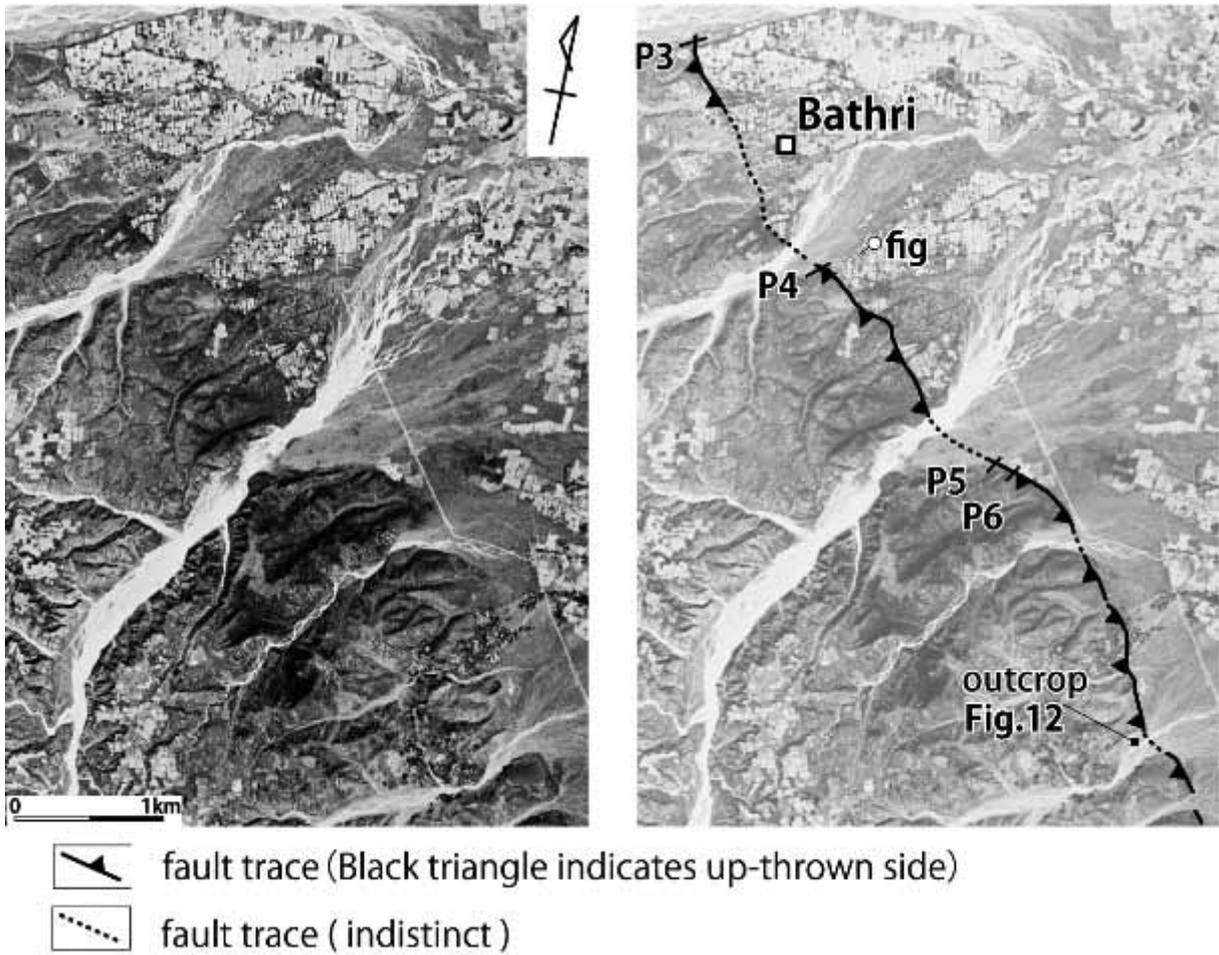


図 9 Bathri 周辺の断層変位地形

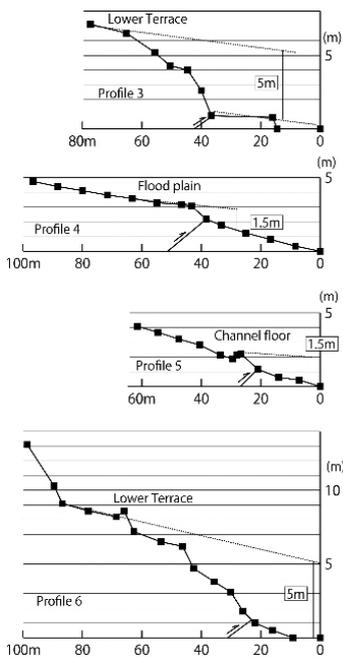


図 10 Bathri 周辺の地形面の変形から見た断層変位 (断面位置は図 9 に示す)



図 11 Bathri 周辺の断層変位地形の写真 (撮影位置は図 9 に示す)



図 12 Bathri の南で認められた段丘面上の撓曲崖の露頭 (位置は図 9 に示す)

く赤色化した土壤に覆われる段丘砂礫層が断層基部に向かって徐々に撓んでいることから、この崖が撓曲崖であることを示している。以上の地形・地質学的な観察から、シワリク丘陵東縁の断層は西へ傾斜する逆断層性の変位様式であるといえる。

3 今後の調査に向けて

今回の予備的調査によって、パンジャブ州 Jaijon 周辺において活断層が地表まで到達していることが明らかとなり、断層先端の詳細な位置も特定できた。このことは、断層を横切るトレンチを掘って、断層の変形構造を直接観察するトレンチ掘削調査の候補地点として適切であるといえる。トレンチ掘削調査を行うことにより、1) 断層の活動履歴が明らかになるだけでなく、2) 断層面の傾斜や変位量からシワリク丘陵の平坦面の形成過程も推論することが可能となろう。

【参考文献】

J.N. Malik and C. Mohanty (2007) Active tectonic influence on the evolution of drainage and landscape: Geomorphic signatures from frontal and hinterland areas along the Northwestern Himalaya, India. *Journal of Asian Earth Sciences* 29(5-6): 604-618.