

Title	中国・河西回廊西部の地形の特徴：石窟寺院の立地と関連して
Author(s)	島津, 弘
Citation	石窟史料からみた敦煌オアシス地域の研究. 2024, p. 41-49
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/94651">https://hdl.handle.net/11094/94651</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

# 中国・河西回廊西部の地形の特徴

—— 石窟寺院の立地と関連して ——

島津 弘

## 1. はじめに

中国・河西回廊はチベット高原から北へ広がる山脈列の北東縁に沿う北西－南東の走向を持つ低地である。この低地はシルクロードから現在の高速道路・鉄道まで、東西を結ぶ重要な交通路となっている。河西回廊に沿ってはいくつもの石窟寺院が立地している。石窟寺院の立地はこの地域の地形と密接なかかわりを持っていると推定されるため、本稿では河西回廊地域西部の地形の特徴を記述する。

本地域の地形の科学的記述は保柳(1980)がほぼ最初といえよう。保柳(1980)は詳細な地形図が公開されていない本地域において、アメリカの人工衛星ランドサットが取得したデータに基づく衛星画像を用いた地表、地形判読を行い、敦煌周辺の扇状地、砂丘、横ずれ断層などの地形や灌漑耕地などの土地利用を判読し、砂丘の地形配列から卓越風向を推定している。近年になって森谷(2022)が衛星画像と等高線図を用いて、榆林河がつくる扇状地とその周辺の地形を判読し、オアシス・交通路と遺跡の位置関係について検討を行っている。

中国における本地域の地形の研究は疏勒河扇状地扇頂付近の活断層研究が中心で、疏勒河と支流の段丘の年代や活断層の活動度が調査され(王ほか, 2004a, 2004b, 2005), 同地域の活断層(F1:後述)は左横ずれで、前期更新世から年2.8~4mmの速度で活動していること、中期更新世以降は年2.1mmであることなどが明らかにされている。また、疏勒河扇状地の表層堆積物のSARを用いた地形判読とOSL年代測定から最も古いユニットでおよそ12000年前、流路跡が確認できるような場所でおおよそ500年前という年代が得られている(Zhang and Guo, 2013)。地質環境については朽津・段(1992)や谷本ほか(2003)が莫高窟周辺の地質の細かい記載を行っている。本地域を含む中央アジア広域の地質図が日本の産業技術総合研究所地質調査総合情報センターより300万分の1地質図が発行されている(Teraoka and Okumura, 2007)。

## 2. 調査地域

調査地域は河西回廊北西端に位置する敦煌周辺から酒泉周辺までとする(図1)。

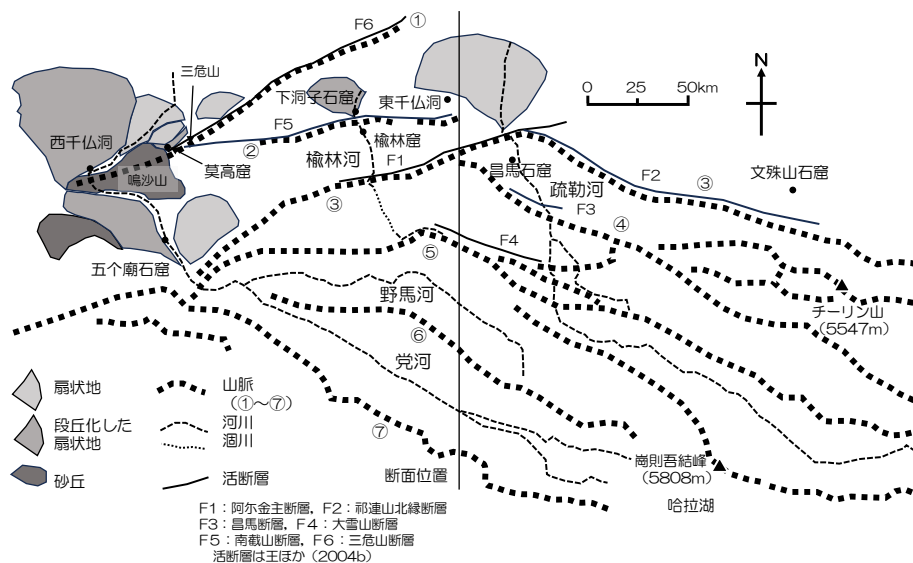


図1 河西回廊西部の地形分布

河西回廊の南には北西-南西方向にチーリエン山脈が延びている。チーリエン山脈は山脈全体方向にほぼ並行した7列の山脈(本稿では山脈①～⑦とする: 図1)と山脈間の低地からなる(図2)。山脈の標高は4000mを超え、チーリン山(5547m)や崗則吾結峰(5808m)など5000mを超える山稜があり、

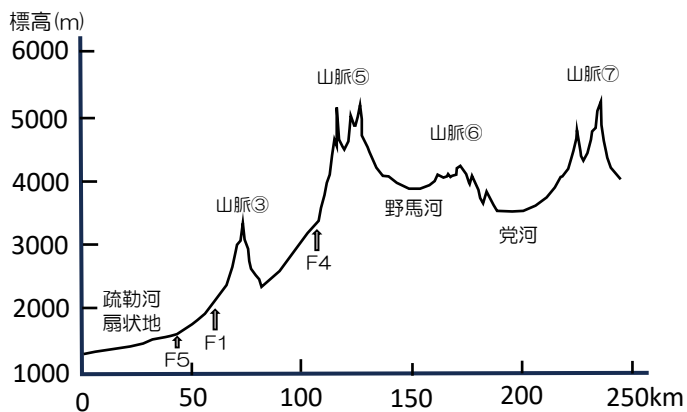


図2 河西回廊～チーリエン山脈西部の南北断面

氷河も現存している。多くの河川は山脈内部に源流を持ち、山脈間の低地に沿って流れる縦谷を形成している（保柳，1980）。これらの河川は、途中から北流していくつかの横谷を形成し、河西回廊に流入する。低地部分の幅が山脈北部で広がっており、多くの河川ではこの低地に扇状地状の堆積地形を形成している。

地質は大部分が原生代の変成岩でところどころに古生代の貫入岩が見られる。疏勒河扇頂付近の山脈には前期古生代および白亜紀の地層が分布している。莫高窟近くの三危山を形成するのは、砂岩、泥岩、石灰岩、片岩、片麻岩、ホルンフェルス、大理石と貫入した花崗岩で（朽津・段，1992）、堆積岩、変成岩は太古界～古原生界、花崗岩は前期古生代の貫入である（Teraoka and Okumura, 2007）。

### 3. 調査方法

本研究全体ではスペースシャトル SRTM-3（およそ 90m メッシュ）およびだいち 2 号（ALOS-2：およそ 30m メッシュ）のデータを使用した地形判読を行った。判読に当たっては、Google Earth 画像、旧ソ連製 20 万分の 1 地形図を参照した。ただし、本報告書の図は、ALOS-2 データからカシミール 3D を用いて表示させた等高線図および断面図と Google Earth 画像を用いて作成した。

また、2023 年 8 月に実施した現地調査で、西千仏洞、五个廟石窟、莫高窟、榆林窟、昌馬石窟、文珠山石窟が穿たれている堆積物の特徴を記載した。

### 4. 河西回廊西部の地形の特徴

本地域は図 1 のように、主として北西－南東方向に延びる山脈列と山脈間低地からなる。北側の山脈の北縁には F1～F6 の活断層が認められる（王ほか，2004b）。河川が横谷を形成して山脈①～③を越えたところに典型的な扇状地が形成されている。山脈間低地はおそらく礫からなる堆積地形が形成されているが、南側の山脈のそれぞれの谷から流出した礫が低地を埋めており、典型的な扇状地あるいは複数の扇状地が合わさった合流扇状地の地形はなしていない。

典型的な扇状地には、現在も堆積が継続している扇状地（疏勒河や敦煌市街がある党河扇状地）と段丘化した扇状地（西千仏洞付近、榆林河など）がある。衛星写真で見ると段丘化した扇状地上には明瞭な流路跡は認められない。一方で、独立した小山塊である文殊山は地形的には丘陵であるが、堆積物は固化していない。激しい隆起にともなって扇状地に水系が発達し、丘陵となったばかりの場所と考えられ、尾根の高さが一定な背面が見られる。本稿ではこの丘陵を開析扇状地と呼ぶことにする（一般的には段丘化して谷が刻まれた扇状地も開析扇状地という）。扇状地の段丘化は主として北寄りの山脈①～④で生じていることやこれらの山脈の北縁には活断層が通っていることから、断層隆起にともなう下流側における河川の下刻により、すでに形成されていた扇状地が段丘化したもので、より古い時代に形成された扇状地は堆積物が固化する前に隆起し水系が発達することにより丘陵化したと推定される。

## 5. 石窟周辺の地形と堆積物の特徴

各石窟は段丘化した扇状地と現河床の間の段丘崖あるいは開析扇状地と開析谷の間の斜面、丘陵と段丘の間の斜面につくられている。図3にこの範囲の主な石窟周辺の地形断面を示した。

西千仏洞は敦煌市街地の南まで伸びる段丘化した扇状地の扇頂近くに位置し、現河床との間の段丘崖の下半分につくられている。五个廟石窟は山脈③から広がる段丘化した扇状地と現河床の間の段丘崖の下半分に位置している。五个廟石窟の対岸では、段丘化した扇状地上を山脈③から流出する河川が形成した扇状地堆積物が覆っている。現地における観察では段丘崖の上部にも石窟の跡が見られるが崩壊、侵食によって壊されたように見える。五个廟石窟は中径 10cm 以下の垂角礫、西千仏洞は中径 15cm 以下の垂円礫を主体とした礫層に掘られている。マトリクスは細砂～シルトでやや固結している。崩れやすいものの、石窟を掘ることは可能な支持力を持っている。両者とも下部はやや固結しているものの、上部、表層部は極めて崩れやすい堆積物であった。堆積物の境界が明瞭か漸移するものかを今後確かめる必要がある。

莫高窟は最も北側の山脈①を超えた横谷の出口に形成されている段丘化した扇状地の扇面（砂丘砂が覆う）と現河床の間の段丘崖に位置している。石窟の大半は段丘崖の下半分に位置しているが、中心的建物の九層楼は段丘崖の上までを覆うように造られている。莫高窟がある大泉河の段丘化した扇状地堆積物は山脈①の三危山から供給されたと考えられる中径 5cm 以下の鋭く割

れた角礫からなる。マトリクスはシルトが主体で党河扇状地堆積部と比べてやや固結度が高い。谷本ほか（2003）は崖の堆積物中の砂が鉄分と  $\text{CaCO}_3$  でコーティングされ、硬化していると述べている。

榆林窟は山脈②の上流側の近い場所に位置し、段丘化した山脈間低地とそこからわずかに突き出た残丘と河道との間の段丘崖に石窟がつくられている。榆林窟は中径 20cm 以下の亜角礫～亜円礫を主体とした礫層に掘られている。この礫層には扁平で角ばった小礫層を挟む。マトリクスは細礫が主体でやや固結しており、党河の段丘崖より固結度が高いと推定される。河床にはかなり固結度が高い堆積物が見られ、ノッチ状の侵食跡が見られる。より下層が固結している可能性がある。

以上の石窟は現河床ぎりぎりの位置にもつくられており、増水時の影響を強く受けると推定される。石窟造成時の河床の位置は不明であるが、一般的には下刻傾向にあるため、現在の河床の位置が当時より大きく上昇したとは考えられない。なぜ、浸水のリスクがある場所にも石窟がつくられたのか、検討する必要がある。

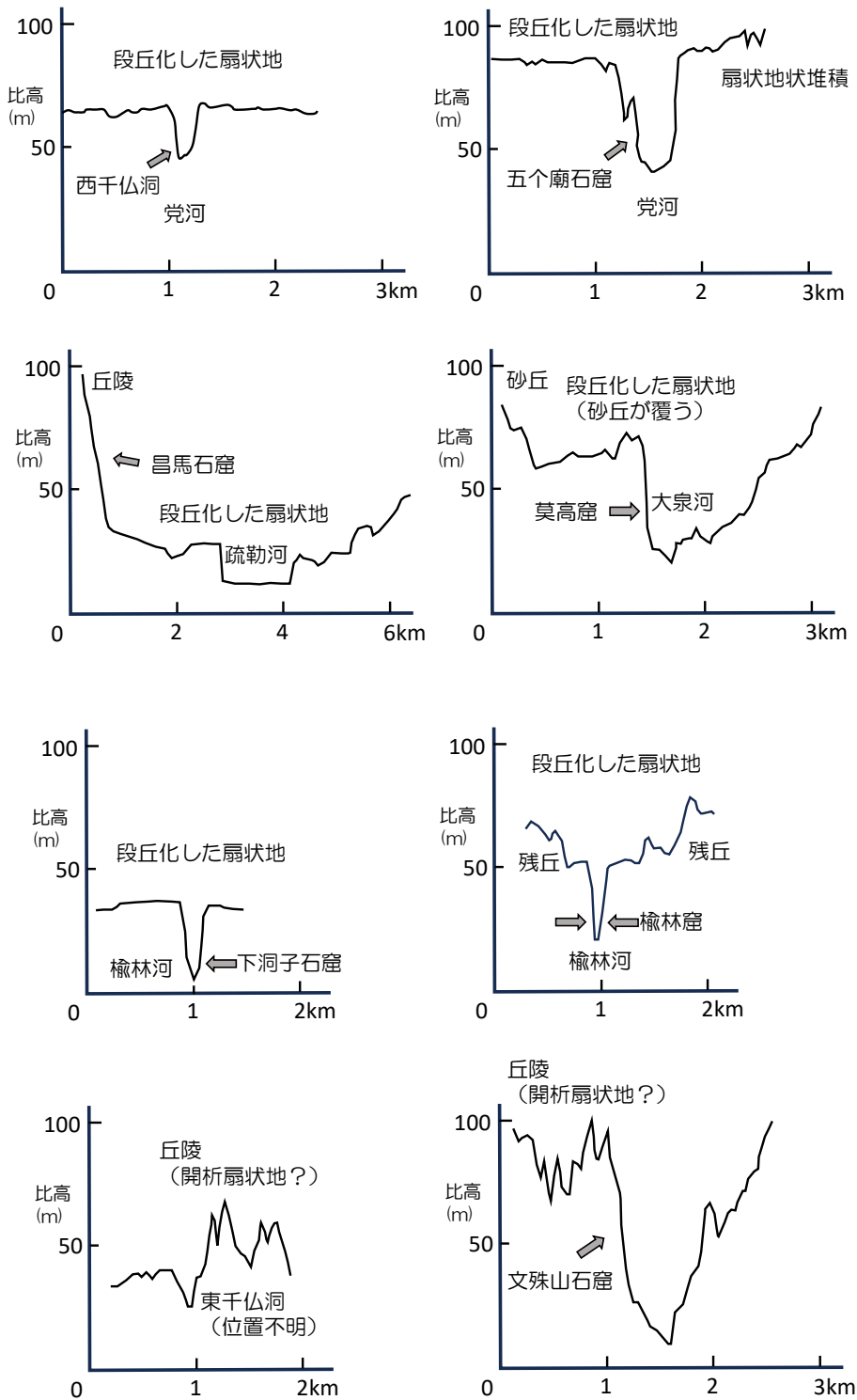


図3 石窟の地形断面図

昌馬石窟は丘陵と段丘面の間の白亜紀の堆積岩からなる急斜面につくられた石窟で、段丘崖につくられた石窟とは異なっている。また、現在の地表から25m ほどのかなり高いところにつくられているのも異なっている。ただし、急斜面の基部は斜面から崩落した崖錐堆積物に厚く覆われているため、その下に石窟が全くないのかどうかは不明である。丘陵を構成する岩盤は細かく割れるとともに、大きくブロック状にも割れている。細かく割れることから掘ることができるとともに、比較的支持力があり、石窟としては維持されやすいと推定される。一方で、1932年12月25日の地震で大きく崩れたとのことである。また、2023年7月にも崩れたとのことである。きっかけがあると大きく崩れる可能性がある。

文珠山石窟は開析扇状地と開析谷との間の急斜面に掘られている。場所によって異なるが見学した石窟は15cm以下の亜円礫層の場所と5cm以下の亜角礫～亜円礫層に掘られている。全体的に崩れやすく、表面にガリーが多数刻まれている。残存している石窟はマトリクスがシルト～粘土で比較的固結度が高い場所に位置しているが、ほとんど崩れ去った石窟も多数見られた。

以上の石窟が立地する地形と堆積物・地質は、いずれも掘りやすい堆積物・地質で、崩れない支持力のある岩盤かやや固結している堆積物であること、石窟をつくることのできる十分な比高があり、厚みのある堆積物が露出しているという点では共通している。しかし、その特徴はかなり異なっている。中でも規模が大きい莫高窟は固結度が高く最も崩れにくい堆積物を掘ってつくられていることが分かった。

今後は、段丘崖が続く中でなぜそのような場所が選ばれたのかも検討する必要がある。段丘崖の比高がどのように変化するかを縦断的にとらえた断面図を作成した(図4)。堆積物の特徴と合わせて、つくりやすい、あるいは崩れにくい比高が存在するかなどの視点も必要であろう。



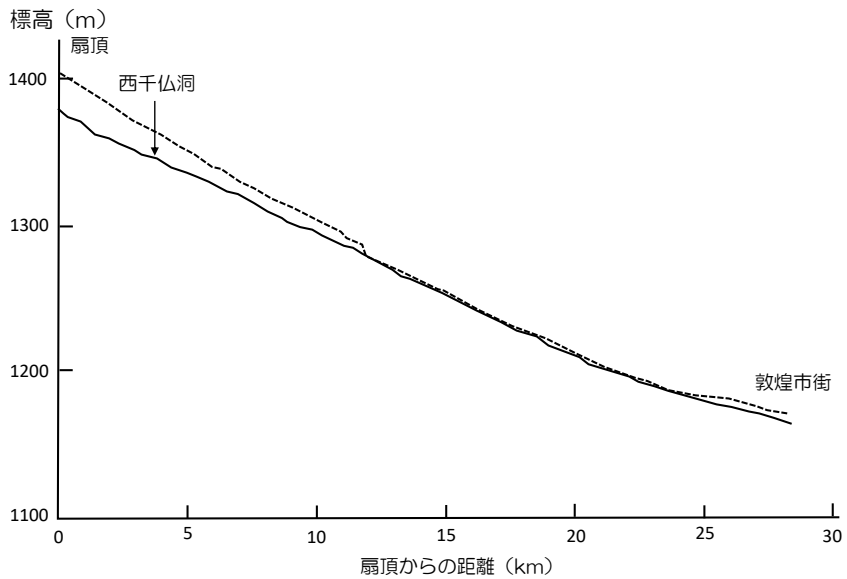
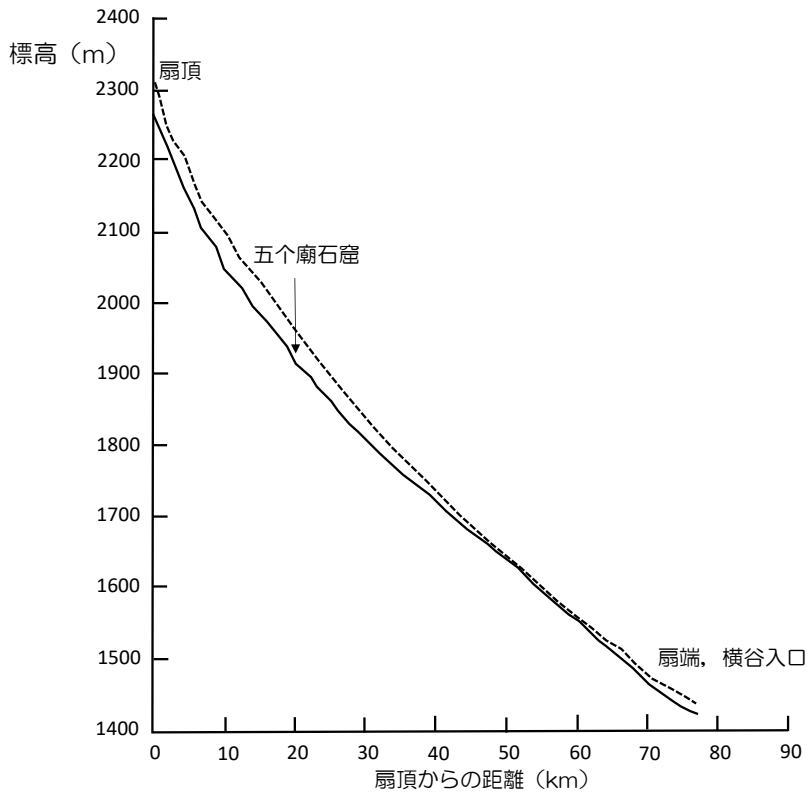


図4 党河上流側および下流側の段丘・河床縦断投影図

## 参考文献

- 朽津信明・段 修業 (1992) : 敦煌莫高窟の地質環境. 保存科学, 31, 79-85.
- 谷本親伯・朴 春澤・小泉圭吾・岩田修一・舛屋 直・李 最雄・王 旭東 (2003) : 敦煌, 莫高窟周辺の地質と水文—リモートセンシングと断層調査. 材料, 52-5, 523-528.
- 保柳睦美 (1980) : 敦煌を中心とする地域の自然環境. 『講座敦煌1 敦煌の自然と現状』大東出版社, 1-62.
- 森谷一樹 (2022) : 河西回廊における遺跡・交通路・オアシスの位置関係—漢代・唐代の敦煌と瓜州を中心に. 『中国前近代の関津と交通路』京都大学学術出版会, 175-194.
- Teraoka Yoji and Okuura Kimio (2007): Geological map of central Asia 1:3,000,000. Geological Survey of Japan, AIST.
- Zhang Lu and Guo Huadong (2013): The temporal-spatial distribution of Shule river alluvial fan units in China based on SAR data and OSL dating. Remote Sensing, 2013, 5, 6997-7016; doi:10.3390/rs5126997
- 王 萍・盧 演俦・丁 国瑜・陳 傑・Karl-Heinz Wyrwoll (2004a) : 甘肅疏勒河沖積扇發育特性及其對構造活動的响位. 第四紀研究 (中国), 24-1, 74-81.
- 王 萍・盧 演俦・陳 傑 (2004b) : 阿尔金断裂帶東段晚更新世階地沉積物紅外積光測年及其構造意義. 地震地質, 26-4, 716-726.
- 王 萍・盧 演俦・陳 傑 (2005) : 阿尔金主断裂東端第四紀左行走滑的新証据. 地震地質, 27-1, 55-62.