

2001年11月14日中国青海崑崙山地震 (Ms8.1)

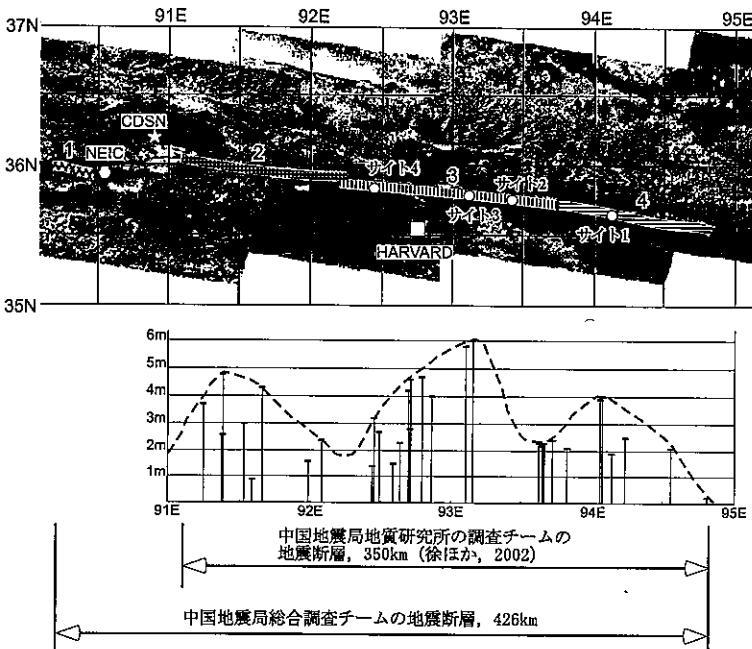
何 宏林¹⁾・佃 栄吉¹⁾

1. はじめに

2001年11月14日9時26分頃, 中国チベット北部(青海省内)に巨大地震-青海崑崙山(Kunlunshan)地震が発生した。この地震は, 1951年11月18日に発生したマグニチュード8.0のチベット当雄(Dangxiong)地震以後, 中国大陸内では最大規模の地震であった。震央位置とマグニチュードは, 各研究機関によってそれぞれ異なっている(第1図): (1) 布喀達板(Bukadaban)峰の北(36.2° N, 90.9° E)を震央とし, マグニチュードMs=8.1 (CDSN, 中国地震観測ネット); (2) 布喀達板峰の西(36.01° N, 90.49° E)を震央とし, マグニチュードMw=7.9 (NEIC, USGS National Earthquake Information Center); (3) 庫賽(Kusai)湖の付近(35.54° N, 92.75° E)を震央とし, マグニチュード

Mw=7.8 (HARVARD, Harvard CMT Catalog)。

中国地震局地質研究所は地震発生直後に, 調査チーム(以後Aチームという)を現場に派遣し, 地震断層の迅速な調査を実施した。その速報は, 昨年12月ニュージーランド開催の古地震会議において冉勇康氏より報告され, また, 徐ほか(2002)により「地震地質」に発表されている。さらに, 中国地震局は, 今年4月上旬から5月上旬にかけて, 青海崑崙山地震総合調査チーム(以後Bチームという)を派遣し, 地震学, 地質学, GPS測量などの総合的な現地調査を行っている。筆者らは5月15日から18日にかけて, 中国地震局地質研究所を訪問した際に, 青海崑崙山地震総合調査結果を陳杰氏から聞くことができた。ここでは, その概要と今までのこの地震に関する情報を紹介する。



第1図
2001年11月14日中国青海崑崙山地震の地震断層の分布, サイト1~4は現地視察点。

1) 産総研 活断層研究センター

キーワード: 2001年Ms8.1崑崙山地震, 活断層, チベット高原, 中国地震局



写真1 (第1図のサイト1) 青藏道路(Qingzang Highway) (2,894km地点の標石付近)を横切る地震断層(南方を望む, 徐 錫偉氏撮影)。



写真3 (第1図のサイト2) 玉西峰の南(93.44° E)に発見した地表変位(陳 杰氏提供)。リッジの変位は5.5m 左ずれであり、三角形の断層崖が現れている。



写真2 (第1図のサイト1) 写真1の西方でガリーを横切る地震断層(左ずれ3.8~3.9m)(南東方を望む, 徐 錫偉氏撮影)。



写真4 (第1図のサイト2) 玉西峰の南(93.44° E)に発見した地表変位(陳 杰氏提供)。幅300~400mの亀裂帯が形成されている様子。

2. 地表変位と地震断層

昨年と今年に実施された上記の二つの調査チームの現地調査によれば、雁行する亀裂群からなる地震断層が広域に認められた。この地震断層の大局的な走向はN 70°~90° Wである。Aチームは地震断層の長さとして350km (94.8° Eから91.08° Eまで)と報告している(徐ほか, 2002)が、今年のBチームの調査では、布喀達板峰の西麓に数十kmの地震断層が発見され(第1図のセグメント1)、地震断層の長さは426km (94.8° Eから90.2° Eまで)になった。断層帯の幅は数mから数百mで、最大幅は5kmである(第1図)。この記事に示す写真は中国研究者達から提供された現地調査記録の一部である。ちなみに、中国西部におけるマグニチュード8以上の地震断層は一般的に200km前後(例えば、1920年12月16日海原(Haiyuan)地震(M=

8.6)は237km, 1931年3月11日富蘊(Fuyun)地震(M=8)は176km, 1957年12月4日戈壁阿尔泰(Gobi-Aertai)地震(M=8.3)は275km, など)であるが、今回の地震断層は、地震の規模(M=8.1)に対し、大幅に長くなっている。

地震断層の最大横ずれ変位量は、6m(徐ほか, 2002)或は6~7mで、最大上下変位量は4mと測定されている。Aチームの測定した横ずれ変位量分布に基づき、徐ほか(2002)は、この地震断層の東部(布喀達板峰から東へ)について、三つのセグメントに区分している(第1図)。断層セグメントの境界は紅水(Hongshui)河口の付近におけるステップ状の断層不連続地点と巴拉大才(Baladacai)の付近における断層屈曲地点である。さらに、Bチームは、これらの三つのセグメントに布喀達板峰から西側のセグメントを加えて、地震断層全体が四つのセグメントから構成されているとした(第1図)。すなわち、西



写真5 (第1図のサイト2) 玉西峰の南 (93.44° E) に発見した地表変位 (陳 杰氏提供)。右雁行配列亀裂の間に約4m高さのふくらみも形成されている。



写真6 (第1図のサイト3) 庫賽湖の北へ突出岬の31kmの所に、約300mの間隔で平行する2列の亀裂帯が形成されている (東方を望む, 徐 錫偉氏撮影)。

から東へ (1) 太陽 (Taiyang) 湖西セグメント (2) 布喀達坂峰-紅水河口セグメント; (3) 紅水河口-巴拉大才セグメントと (4) 巴拉大才東セグメントである。

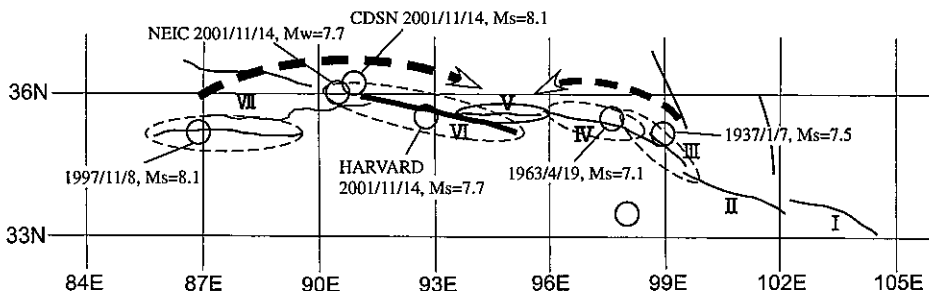
最大地表変位は、紅水河口-巴拉大才セグメントの東部 (庫賽湖より東へ) に認められるが、最大変位の場所は、二つの調査チームによって異なっており、Aチームの調査では庫賽湖の東北部の山麓に (約93° E) 位置する (徐ほか, 2002) が、Bチームの調査では玉西 (Yuxi) 峰の南 (93.44° E) に位置している。前者は Harvard CMT Catalog によって庫賽湖の付近 (35.54° N, 92.75° E) の震央と一致している (第1図)。なお、Lin *et al.* (2002) によると上記とほぼ同じ地域において、最大横ずれ変位量は16mと報告している。

この地震の震源断層の破壊様式に関して、徐ほか (2002) は地震断層に沿わずれば幾つかの震源核から発生し、それぞれ西から東へ進行したと推定している。

3. 地震地質背景-東崑崙山断層系

東崑崙山断層系は、チベット高原北部における (86° E から東へ 105° E まで) 全長約2,000kmの主要な活断層系である (第2図)。この断層系の主な運動様式は左ずれで、横ずれ速度は5~17mm/yrと求められている (例えば、青海地震局と中国地震局地殻応力研究所, 1999)。また、この断層系は、その幾何学的な特徴、横ずれ速度の分布および歴史と古地震の破壊様式によって、7つのセグメントに分けられている (第2図)。東から西へ7つのセグメントは、岷山 (Mingshan) (I)、馬沁 (Maqing) (II)、阿尼馬卿山 (Animaqingshan) (III)、阿拉克 (Alake) 湖 (IV)、東大灘-西大灘 (Dongdatan-Xidatan) (V)、庫賽湖 (VI) と鯨魚 (Jingyu) 湖 (VII) である。この7つのセグメントのパラメーターを第1表に示している。

今まで、この断層系上では、4つの大規模の地震が発生している：1937年1月7日の花石峡 (Huashixia) 地震 (Ms7.5)、1963年4月19日の阿



第2図 東崑崙山断層系の分布 (青海地震局と中国地震局地殻応力研究所, 1999)。東から西へ7つのセグメントは、岷山 (I)、馬沁 (II)、阿尼馬卿山 (III)、阿拉克湖 (IV)、東大灘-西大灘 (V)、庫賽湖 (VI) と鯨魚湖 (VII) である。東大灘-西大灘セグメント (実線楕円が示す) は近い将来、大地震の起こる可能性が非常に高いセグメントと考えられる。

第1表 東崑崙断層系の各セグメントの特徴.

セグメント	長さ(km)	走行	活動センス	速度(mm/yr)
岷山(I)	260	SE	左ずれ	
馬沁(II)	270	N80° W	左ずれ	9±3*
阿尼馬卿山(III)	155	N50~60° W	左ずれ、 逆分量も含む	6±1*
阿拉克湖(IV)	210	N70° W	左ずれ	5~8*
東大灘-西大灘(V)	200	EW	左ずれ	12±2*、#
庫賽湖(VI)	350~400	N80° W	左ずれ	14.8±2.4\$
鯨魚湖(VII)				
(数本平行する断層になる)	300~400	80~110°	左ずれ	10±2.2 (馬尔蓋茶卡断層)、 4~5(その他)@

(* 青海地震局と中国地震局地殻応力研究所, 1999; # 任ほか, 1999; \$ 徐ほか, 2002; @ 徐, 2000)

拉克湖地震 (Ms7.1), 1997年11月8日の馬尼 (Mani) 地震 (Ms7.7) と今回の2001年11月14日の崑崙山地震 (Ms8.1) (第2図). 1937年花石峡地震で生じた地震断層は主要な部分が阿拉克湖セグメントに沿っているが, 東方の阿尼馬卿山セグメントの西端まで伸び, 長さは180km, 最大左ずれは7mである (青海地震局と中国地震局地殻応力研究所, 1999). 1963年の阿拉克湖地震は阿拉克湖セグメントの西部で発生しているが, これは, 1937年花石峡地震後, 西方へ地震活動が移動した結果と推定された (青海地震局と中国地震局地殻応力研究所, 1999). また, 1997年の馬尼地震は鯨魚湖セグメントの南分枝断層である馬尔蓋茶卡 (Maka-gaichaka) 断層沿いに発生し, 長さ120kmの地震断層と6~7mの最大左ずれを生じた (Peltzer *et al.*, 1999). 昨年の崑崙山地震は, 馬尼地震の地震断層の東方に位置する庫賽湖セグメントで発生した.



写真7 (第1図のサイト4) 庫賽湖の最西端付近, 現成の湖岸線が左にずれた. 幅12~14mの断層帯の中に三つ断層面 (矢印が示す) が発達し, 総左ずれ量は4.7mに達している (北方を望む, 徐 錫偉氏撮影).

従って, 東崑崙断層系沿いの地震活動は, 東部の阿尼馬卿山セグメントから西方へ移動と, 西部の鯨魚湖セグメントの馬尔蓋茶卡断層から東方へ移動の二つの方向性があることが分かった. また, 1997年の馬尼地震は西から始まった破壊が東へ進行したことが最近の研究より判明した (Peltzer *et al.*, 1999; 徐, 2000). 昨年の崑崙山地震の破壊も馬尼地震とおなじように西から東へ進行したと考えられている (徐ほか, 2002). このような近年の地震活動の結果として, 庫賽湖セグメントと阿拉克湖セグメントの間に位置する東大灘-西大灘セグメント (約200km) は地震の空白域となっており, 近い将来, 大地震が起こる可能性が高いと言える (第2図).

4. 終わりに

2001年11月14日の崑崙山地震は以下のようにまとめられる. この地震は, 崑崙山南麓における東崑崙断層系の庫賽湖セグメントに発生した. 地震断層はN70°~90°W走向で, 長さは426km, 幅は数mから数百m, 最大幅は5kmであり, 地震断層に沿って最大左横ずれ変位量は6~7m, 最大上下変位量は4mである. また, 地震断層に沿う横ずれ量の分布及び地震断層の幾何学的な特徴などから, 四つのセグメントに分けられる. この地震は, 西から東へ伝わったと考えられる. また, 今回地震断層の東に位置する東大灘-西大灘セグメントは, 近い将来, 大地震の発生する可能性が高いと考えられる.

今回の中国地震局地質研究所の訪問に際して産総研・地球科学情報研究部門の雷 興林氏に協力を得た. また, 活断層研究センターの斎藤 勝氏には, 原稿を読んでいただいた. 中国地震局地質研究所の陳 杰氏には今回の地震の貴重な情報を提供していただいた. また, 同研究所の張 培震副所長はじめ, 任 金衛氏, 馬 勝利氏の皆様には多大なご協力をいただいた. 以上の方々ここに記して謝意を表する.

文 献

- Lin A., Fu B., Guo J., Zeng Q., Dang G., He W. and Zhao Y. (2002): Co-Seismic Strike-slip and Rupture Length Produced by the 2001 Ms 8.1 Central Kunlun Earthquake. *Science*, 296, 2015-2017.
- Peltzer G., Crampe F. and King P. (1999): Evidence of Nonlinear Elasticity of the Crust from the Mw7.6 Manyi (Tibet) Earth-

- quake. Science, 286, 272-276.
- 任金衛, 汪一鵬, 吳章明 (1999): 青藏高原北部東崑崙山斷裂帶第四紀活動特征和滑動速率. 中国地震局地質研究所編: 活動斷裂研究 (7), 北京: 地震出版社, 147-163
- Ren J., Wang Y. and Wu Z. (1999): Quaternary Faulting of Eastern Kunlun Fault (Xidatan-Dongdatan), Northern Tibetan Plateau. In: Institute of Geology, China Seismological Bureau ed. Research on Active Fault (7). Beijing: Seismological Press, 147-163.
- 青海地震局, 中国地震局地殼应力研究所 (1999): 東崑崙山斷裂帶. 北京: 地震出版社, 186.
- Seismological Bureau of Qinghai Province, Institute of Crustal Deformation, China Seismological Bureau (1999): The Active East Kunlun Fault Zone. Beijing: Seismological Press.
- 徐錫偉 (2000): 藏北馬尼地震科学考察. 1999中国地震年鑑, 北京: 地震出版社, 327-329
- Xu X. (2000): Scientific Investigation on the Mani, Northern Tibet Earthquake. In: 1999 China Earthquake Yearbook, Beijing: Seismological Press, 327-329.
- 徐錫偉, 陳文彬, 于貴華, 馬文涛, 戴光華, 張志堅, 陳永明, 何文貴, 王贊軍, 党光明 (2002): 2001年11月14日崑崙山庫賽湖地震 (Ms8.1) 地表破裂帶的基本特征. 地震地質, 24 (1): 1-13.
- Xu X., Chen W., Yu G., Ma W., Dai H., Zhang Z., Chen Y., He W., Wang Z. and Dang G. (2002): Characteristic Features of the Surface Ruptures of the Hoh Sai Hu (Kunlunshan) Earthquake (Ms 8.1), Northeast Tibetan Plateau, China. Seismology and Geology, 24 (1), 1-13.
-
- HE Honglin and TSUKUDA Eikichi (2002): November 14, 2001 Ms=8.1 Earthquake of Mt. Kunlun in Qinghai, China.

< 受付: 2002年7月18日 >