

中国・北朝鮮国境、長白山天池における大規模地すべり災害リスクの予察的調査

Risk of massive landslide at the Tiench lake, Chanbai volcano, the China/North Korea border.

宮城豊彦 (Toyohiko MIYAGI) 東北学院大学教養学部地域構想学科 miyagi@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

1. はじめに

中国と北朝鮮の国境をなす長白山 (図1) は標高720m に達する秀麗な成層火山である。ここでは約1300年前に巨大噴火を引き起こし、その火口が天池と称される火口湖となった。

長白山の火口湖天池は直径 3-4 km 程度の大規模な湖である。天池とその周辺には、地すべり性の大規模なマスマーブメントによる地形と思われる場所が多数みられる。さらに火口壁の一部では、地すべりの前兆現象を示唆する「キレツ」と見られる微地形が確認できる。このキレツを境に地すべりが発生すると、巨大な移動土塊が天池に落ち込むことになり、これによる水位上昇や津波の発生が想定できる。

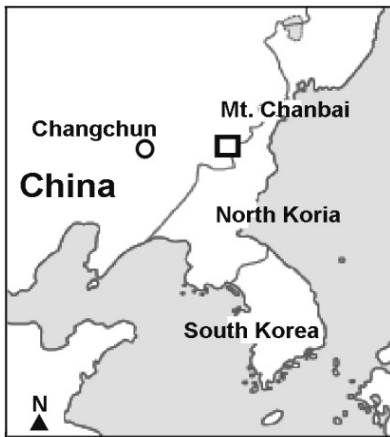


図1 調査地位置図

長白山一帯は中華人民共和国のジオパークとして年間150万人の観光客が訪れる著名な観光地である。特に夏のシーズンは毎日1万人内外の来訪者がある。

中国科学院は火山活動の活発化に伴う天池の決壊災害や大崩壊の可能性を指摘している(中国科学院、2000)。この背景には近年注目される火山活動の活発化を示す兆候をベースとした火山噴火の可能性を

指摘する研究(谷口他など)があると思われる。しかしながら、地形学的な見地から長白山と天池周辺の地形を観察すれば、そこには多数の大規模な地すべりが発生した痕跡や今後の地すべり発生の兆候を示唆する微地形が確認できる。地すべり地形の多くは1300年前の大噴火以降に発生した地すべりによるものであると考えるのは自然なことである。火山の爆発が発生しなくても大規模な地すべりなどの斜面変動による土砂災害発生の可能性を把握しておくことは有効であろう。

そこで、本報告では、1. 長白山の山頂部一帯を対象にAW3Dデータ、Ortho画像、Google Earth画像などを用いて地すべり性の地形現象の分布状況の把握を行い、2. 併せて若干の現地調査を行って、画像で推察される地すべり現象の妥当性の確認を行うこととした。

2. 長白山山頂一帯の地形概況

長白山は、裾野の広がり50kmに及ぶ大型の火山であり、この南側には巨大な開析谷で細分化された火山がある。また天池は直径3-4km、最大深度約370mの火口湖であるが、水面から山頂部を含む周囲の稜線までの比高は200m~500mに達する。即ち、天池の周囲は長大な急斜面に囲まれる(図2)。

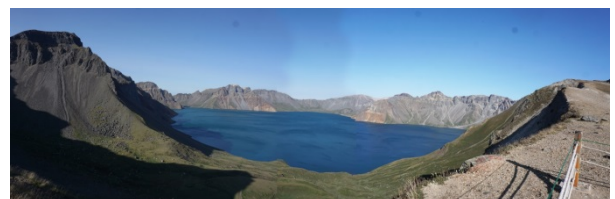


図2 長白山の火口湖「天池」の全景 (火口湖の南西部海拔2460mの展望所から撮影)

3. 一帯の地形構成と地すべり性地形

火口湖の天池を中心として、長白山の山頂部一帯を対象に地すべりによって形成されたとと思われる地形領域を抽出した。地すべり地形は、地すべり性のマスマーブメントによって形成された地形領域であるが、多くの地すべり性の活動は過去に発生した地すべりの再活動である。一方で地すべり地形が確認されるような場所は、それ自体が地形・地質的に脆弱性を有している可能性が高い。また地すべり変動を引き起こしてはいなくても、例えばキレツや段差などの微地形は地すべりの初期状況を示唆するものとして注目すべきことが指摘されている (Miyagi, 1979, Miyagi et al, 2004)。

地形の判読と分類に用いた基礎情報は、JAXA/RESTEC/NTT データが開発した 5m グリッド AW3D である。このデータは、人工衛星大地が撮影した 400 万枚の地球表面撮影画像をベースに生成した 5m グリッド DSM であり、このデータから Arc GIS/Special Analyst を用いて等高線間隔 10m の地形図を作成した。等高線を読み取ることと AW3D 用に調整した 2.5m グリッドの Ortho 画像を用いて地すべり地形の実形を抽出した。同時に Google Earth に集積された画像データを確認し、地すべり地形を構成する微地形を観察して地すべり活動の特性を推察した。

天池周辺 (火口壁) の地形構成と地形変化傾向 :

天池の水面海拔高度は約 2100m、火口壁の一部をなす長白山頂の高度が 2650m であることをから湖面状に露出する火口壁の最大比高は 450m に達し、天池の最大深度は 260m に達する。即ち火口壁の最大比高は 700m に及ぶ。火口壁は極めて長大な急斜面の集合と理解できる。この火口壁の過半は急崖と崖錐斜面からなる。この他に大小 1 4 箇所に入る地すべり地形や小規模な沖積錐などが確認できる。

火口壁以外の斜面と地すべり地形 : 火口壁以外の火山斜面では 27 箇所の地すべり地形が抽出され、天池の北端に開く火口瀬一帯と長白瀑布の下流両岸で大規模な地すべり地形が集中する状況が確認できる。

4. 地すべり災害発生の可能性

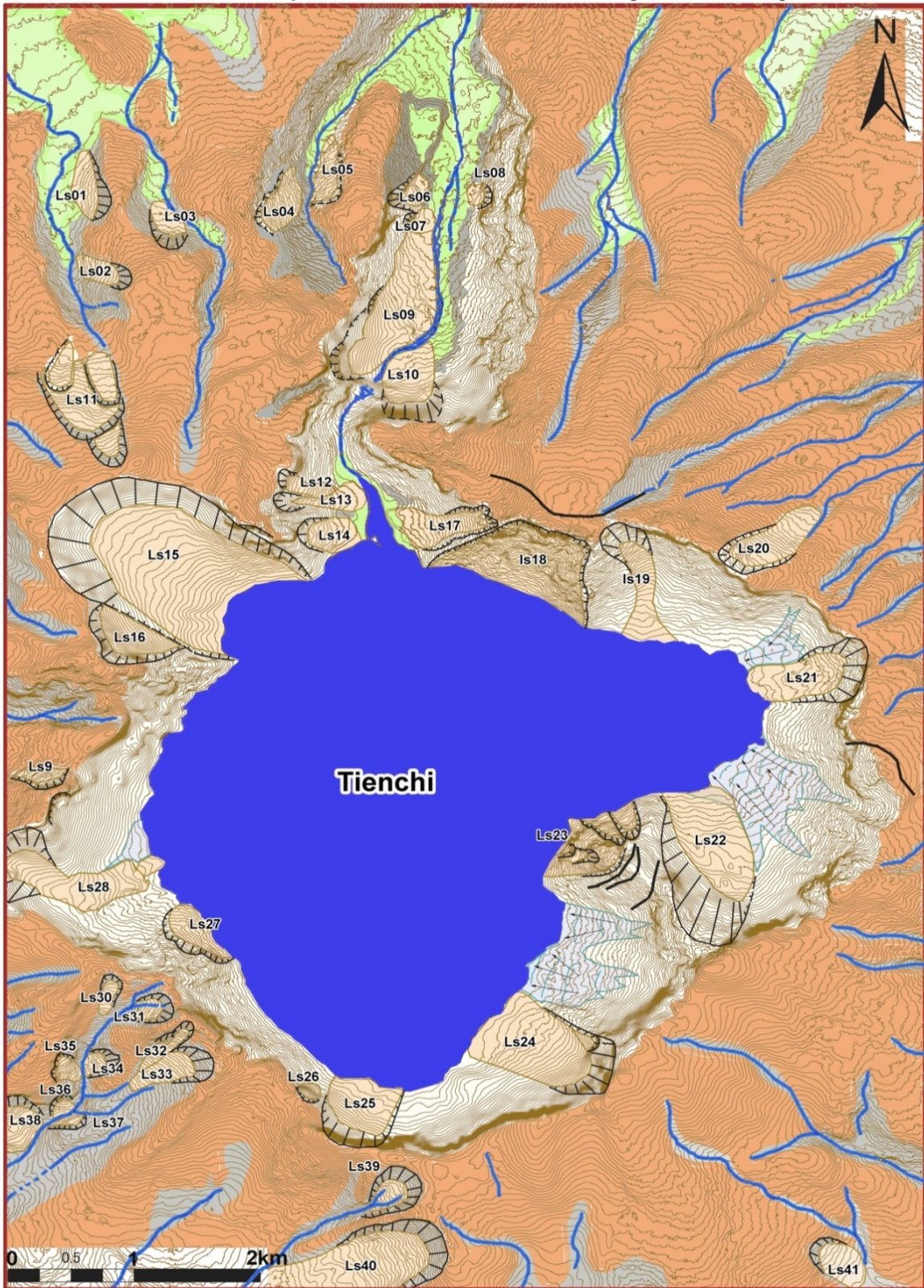
今回判読した約 91 km² の範囲には 41 箇所の地すべり地形と数か所のキレツがある。これらの地形は約 1300 年前に発生した巨大噴火の後に形成されたものと考えるのが妥当であろう。ここでは、それら地すべり地形の中で災害潜在性と言う点で注目される箇所を紹介することで、天池とその周辺における斜面災害発生の潜在性を指摘したい。

LS 9 長白瀑布の下流左岸に広がる地すべりである。天池の火口瀬を流れた溪流は、長白瀑布の直下流から流路を大きく右に曲げる。流路の左岸に迫る大きな地塊の露頭には風化した火山岩が確認できるとともに地塊の表面には大規模な岩塊が散乱している。Google Earth の画像やオルソ画像を確認すると溶岩流を切る急崖があり、その脚部には大規模な地塊が連続している。急崖から溪流の河床までの比高は 350m に達する。

LS 12,13,14,17 天池の火口瀬両岸にはここで示したように多数の小規模な崩壊性の地すべり地形が集中している。これらはどれも幅 100m~200m 程度の規模ではあるが、この規模の崩壊が発生するだけで火口瀬は埋積されて土砂ダムが形成される懸念がある。土砂ダムが一旦決壊すれば土砂ダムによって上昇した水位が一気に低下することになり突発的な出水が発生すると予想できる。

LS 15 天池の火口壁にある地すべり地形の中で最大のものである。幅は約 1 km、奥行き 1.5 km、比高 2-300m に達する。移動体は確認できず全体が流下したと思われる。一方で天池全体と比べれば相対的に小規模な噴火口である可能性もある。

LS 18 火口瀬に近い大崩壊であるが、崩壊後の滑落崖が 2 次的に崩壊することで発生する崖錐のような 2 次生成物は確認できず、且つ崩壊壁の従順化も見られない。天池周辺の地すべり地形の中で最近破壊が生じたものと思われる。この大崩壊の背後には直線的なガリーが発達しており、このガリー形成の原因としてキレツの発達があった可能性もある。現地での踏査が必要と思われる。



Landform classification map of Tienchi, Chanbai Mt. area China

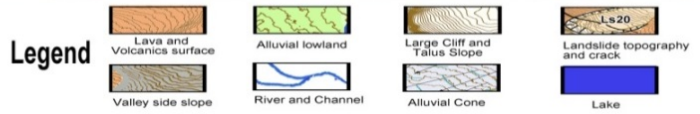


図3 長白山 天池とその周辺の地すべり地形に注目した地形分類予察図

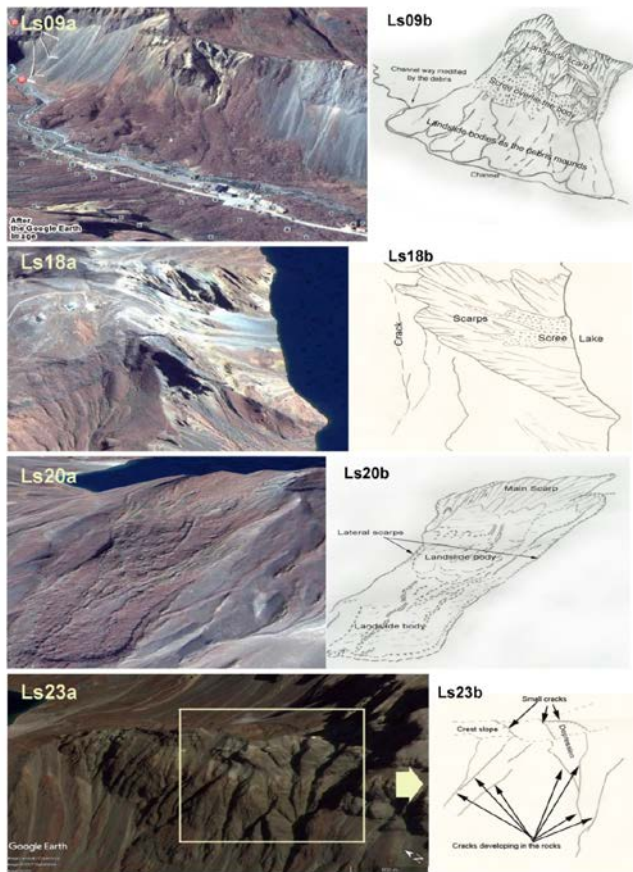


図4 地形分類図(図3)に示した地すべり地形やキレツの中で、典型的、示唆的な地すべり地形の Google Earth 画像と重要地形指標のスケッチ

LS 20 火口壁の地すべりではないが、火口壁外側に形成された浅層の地すべり地形である。最大幅 250m、延長 600m 程度の地すべりであるが、主滑落崖の比高は 30-50m に達する。移動体の形状は円弧スベリの様相を示しており、現在も活発な変動を継続していると思われる。この地すべりが破局的な変動を引き起こしたとしても、直結する斜面下方には道路や施設などの人工構造物は見当たらないことから当面の危険性は少ないと思われる。

LS 23 LS 15 の対面にある地すべりである。天池に突き出した半島状の地形であるが、その先端部には崩壊壁を伴う崖地形が複数連担する。一方で背後の稜線は複数のキレツによって細分化しているようである。このキレツの中で最大のものは、向かい合わせの小規模な崖(斜面)とその間の滑らかな微起伏を特徴とする低地との組み合わせが特徴的で、一見して小規模な溝状の凹地であるこ

とを示唆する。この凹地に連なる谷壁斜面にはガリーが伸張している。凹地とガリーで区切られた半島部全体が一体的な地すべりとして活動する可能性が考えられる。この地すべりが一気に崩壊すれば、天池の水位上昇や津波の発生も懸念される。



図5 LS23 の遠景

5. まとめ

長白山の火口湖「天池」とその周辺を対象に

様々な画像や DSM ベースの地形データによる判読と若干の現地踏査による堆積物の観察を行って、斜面災害発生の可能性の把握を行った。判読対象の約 90 平方キロにおいて、地すべりの最大幅が 200m 以上の規模の地すべり地形を 41 カ所抽出した。

現在確認できる地すべり地形は、約 1300 年前に発生した巨大噴火の後の現象と目される。このことを踏まえれば、長白山一帯において地すべりなどの斜面災害が将来発生する可能性は将来的にも高いと考えるべきであろう。斜面災害が発生するリスクの高い箇所の把握と災害発生リスク評価し、これに基づく危険回避のあり方を考察すべきであろう。

天池の火口壁周辺では、地すべりの初期兆候とみられるキレツ等の微地形が確認できる地すべり(Ls23)の存在が注目される。地すべり地形の背後(斜面上方)に見られるキレツは、次の破壊の兆候となるものであり、このキレツを境にして大規模な地すべりが発生する可能性が高い。地すべりが発生すれば 0.5 km 3 内外の土砂が天池に崩落することになる。この地変が津波などの連鎖的な災害を引き起こすことが懸念される。