

## 米沢盆地西縁断層南部の地形

渡部達也・山口優作・浅野大樹・米野太郎弥・佐藤 佑（米沢中央高等学校 科学部）

### 1. 要旨、概要

米沢盆地西縁断層南部の斜平山山塊の東斜面は、愛宕山から笹野山にかけての崩壊地すべり地形も含めて全体的に池田ほか(2002)がいう逆断層線の低地側への移動現象である「スラストフロント マイグレーション」が起こっているのではないかと考えられる。また、本研究断層を構成メンバーの一つとする長井盆地西縁断層帯は棚倉構造線の一部を利用し活断層として再活動しているという可能性が指摘されている(宮内ほか 2004)が、日本の地質「東北地方」(1989)3p.の図を見ると、ちょうど斜平山山塊の東斜面の断層トレースはジュウニテンの山の突抜沢から船坂峠を越えて、大樽川沿いに南下し、磐梯山の東側まで追跡できる棚倉構造線へ繋がっているのではないかとと思われる(図1, 図7)。

### 2. 問題提起、研究目的

日本列島の基盤をなす中古生界は、中生代白亜紀初め頃(約 1.3 億年前)ユーラシア大陸東端で東西二つの島が横ずれ断層に沿ってつながったとき以来分断され、その後古日本列島が東に引っ張られることにより日本海が誕生し、島弧となっていく過程で、この横ずれ断層は東北日本では棚倉構造線、西南日本では中央構造線となっていく。本調査地の斜平山山塊の地質の大部分を占める泥岩は、新生代新第三紀中新世前期、中期(約 1600 万年前頃から)の海進、深海となっていく環境のもとで堆積された。その後中新世後期(800 万年前頃)から引っ張りの力が中立に変わり、火山の活動が活発化し、噴出物を堆積させながら隆起し、鮮新世(400 万年前頃)から第四紀にかけて東西方向の圧縮の力によって上昇、陸化が進み、本調査地付近では奥羽山地、出羽山地が隆起していった(山形応用地質研究会 2010)。

このような東西方向の圧縮運動により、日本列島には逆断層タイプの活断層が多く(日本の活断層のうち約7割)、地形の進化に大きな役割を果たしてきた。九州を除く日本列島の起伏はその大半が逆断層運動によって形成されたとみなすことができ、その中で長井-米沢断層帯は、朝日山地と長井盆地の地形境界、およびその南部にある玉庭丘陵と米沢盆地の地形境界に見られる東落ちの逆断層帯であるとされている(池田ほか 2002)。また、池田ほか(2002)は逆断層による地形変動の形態として逆断層線の低地側への移動現象(スラストフロントマイグレーション)という考え方を提唱している。

日本海の拡大時に引っ張りの力で形成された正断層がその後、東西性の圧縮応力場のもとで逆断層として再活動する例が紹介されているが(佐藤 1996)、宮内ほか(2004)はこの考えを本断層が属している長井盆地西縁断層帯にあてはめて考察し、朝日山地東縁は、棚倉構造線と一致しているところがあり(日本の地質「東北地方」(1989)3p.)、長井盆地西縁断層帯は棚倉構造線の一部を利用し活断層として再活動している可能性を指摘している。

澤ほか(2011)都市圏活断層図長井盆地西縁断層帯米沢によると米沢市西部の矢来3丁目から矢来2丁目にかけて、活断層の実線が2条引かれており、東側が低下している。この付近は東から西へ上がっていく坂となっており、東から「一の坂」、「二の坂」という名称で呼ばれているところである。我々が住む街の身近な坂が実は活断層であったという驚きが本研究の動機となった。さらに澤ほか(2011)によると活断層は斜平山の東山麓を取り巻く

ように分布している。斜平山は最高峰の笹野山(660.2m)ほか数個の峰々からなる山塊で屏風のように切り立つ急斜面が印象的であり、市民に親しまれてきた。本校の南側の窓からもその山容を望むことができる。

八木ほか(2011)、地震調査研究推進本部地震調査委員会(2005)によると米沢盆地西縁断層は山形県西村山郡朝日町から長井市を経て米沢市に至る南北約 51km に渡る長井盆地西縁断層帯を構成する複数の断層の最南端に位置し、池田ほか(2002)の分類では、長井盆地と米沢盆地を分ける細い尾根地形の東麓から南へ黒川沿いに延び、さらに東へステップして米沢市街の西を通り、斜平山の東麓急斜面下を取り巻くように分布するとされている。その南端については地震調査研究推進本部地震調査委員会(2005)が緯度経度を示しているが、分単位までの大まかなものであり、船坂峠付近を示すものに過ぎない。

斜平山山塊については山形応用地質研究会(2010)が愛宕山から笹野山にかけて大崩壊が起こって、崩落崖である急崖ができ、その下側に崩積土による広い緩斜面を形成しているとし、この大崩壊と活断層の形成(大地震の発生)との関係を示唆している。またこの付近の断層変位地形は不明瞭で、断層が地下に伏在している可能性があるとされている(山形県 2002, 八木ほか 2011)。伏在断層については、「断層変位地形がその後の侵食・堆積作用によって埋積されているために、地表調査のみでは検出できない断層」という規定がされており(渡辺・鈴木 1999)、山形県(2002)にも同様の用語解説がなされている。

本研究では米沢市矢来3丁目から船坂峠までを調査し(図1, 図2, 図8)、斜平山山塊の東側の崩壊地形と活断層との関係、さらに米沢盆地西縁断層の南方への連続性について考察を行った。

### 3. 研究方法

いずれも国土地理院発行で地形図は 1/2.5 万「米沢」、空中写真は TO-70-4X(昭和 45 年 縮尺:約 1/20000 モノクロ撮影 C11-6, 7 C12-6, 7, 8 C13-6, 7)を使用した。

空中写真判読は反射実体鏡 MS16(SOKKIA)、調査位置の測位は GARMIN ポケナビ(エンペックス)、方位、走向傾斜の測定はクリノコンパス(SHOWA SOKKI)を使用した。その他ハンドレベル、折尺を用いて比高を測定し、地形図から標高を読むときには拡大鏡を用いた。

空中写真判読は地形を立体的に見ることができ、断層活動以外では形成し得ない「地形の異常」を見出すのに有効である(渡辺・鈴木 1999)。

ポケナビ(携帯 GPS)は現在地を緯度、経度、高度で示す。野帳に記載した緯度、経度から表計算によって地形図上の位置を割り出すことができた(表1, 2, 3, 図8)。

斜平山山塊の地形を解析するために、表計算ソフトを利用した立体画像を作成した。1/2.5 万「米沢」の地形図から 100m(地形図上 4mm)間隔で等高線データを読みとり、表計算ソフトを利用して立体画像化し、平面的な地形図から立体的な地形の特徴がいろいろな方向からイメージ化できるようにした。矢来3丁目から東側崩壊地形、船坂峠、ジュウニテンの山の範囲が収まるように東西方向 A~AB の 28 列(2.7km)、南北方向 1~88 の 88 行(8.7km)に渡って座標を設定し(図2)、2464 点の標高を読みとった(表4)。これを表計算ソフトで解析し、標高 50m ごとに色分けを行った(図3, 図4)。また、愛宕山から笹野山にかけての崩壊地形部分は別に分けて示した(図5, 図6)。用いた座標は東西方向 D~W の 20 列(1.9km)、南北方向 21~50 の 30 行(2.9km)である。

### 4. 結果

本研究の米沢盆地西縁断層南部と称した調査地域は米沢市西部の矢来3丁目から斜平山東斜面に沿って船坂峠に至る 1/2.5 万米沢(国土地理院)の範囲内の南北約 9km にかけてである(図1, 図8)。

## 地形地質踏査

先ず山形県(2002)の米沢市舘山地区における浅層反射法探査の測線となった道沿い(活断層調査成果報告書 [Yamagata6frm.htm](#) の図 2-2-2)で踏査を行った(図8の 1, 2, 3 地点, 写 1, 2, 3). 図8の 2, 3 地点は矢来と舘山の境にあるほぼ南北方向の道である. 国道 121 号を渡って南方へ行くと, かつて御成山スキー場があった. この付近は東落ちの傾斜になっており, この坂はいつからかは不明であるが昔から二の坂と呼ばれている. 澤ほか(2011)でトレンチ調査のマークが付いている東落ち活断層である. 写 2 地点と写 3 地点の高低差は GPS データ, ハンドレベルによる測定ともに 5m であった. このトレンチ調査では完新世以降の断層活動が確認された(山形県 2002). 一の坂はその 150m ほど東に引かれた断層トレース(澤ほか 2011)と一致するものと思われるが, 今回さらに 100m ほど東に, ほぼ N-S 走向で東落ちの微地形を見出した(図8の 1 地点, 写 1). これは山形県(2002)の調査当時からあったとすれば, 人工的なものとして記載されなかったのであろうが, ハンドレベル, 折尺を用いて測定した比高は, 最大 60cm であった. 以下主なものを写真番号の順に述べる(図8と各写真参照).

愛宕山(標高 555m)の山頂直下は後述するように崩壊した地形ではないが, 標高 420m から 400m までほぼ平坦面が 250m に渡って北東方向に伸びている(写 4). 山頂から 420m までは急斜面であるが, 420m が傾斜変換点となっている. 同じような形体が羽山直下にも認められ, 標高 400m から 350m までの緩斜面が 250m に渡って北東に伸びている. 写 5 地点は愛宕山の山麓である. 前述したような山頂直下の平坦面の張り出しが山麓からの急な立ち上がりを見せている. そしてほぼこの平坦面の高さで隣接する南方向の崩積土の上面に広がる緩斜面につながっている.

写 6 は斜平山山塊の全景を東側から撮影したものである. 全体的に見て各山頂直下(奥)の急斜面とその東側(前面)の緩斜面に分かれ, 愛宕山から北の崩壊していない部分と愛宕山から笹野山までの崩壊地形との前面における違いはほとんどない.

写 7, 10, 11 は崩落崖下の崩積土である. 山形応用地質研究会(2010)がいうように, 山体を構成する泥岩の角礫が特徴的である. この中にはかなり固い珪質のものもある.

写 16 は船坂峠と隣接するジュウニテンの山である. 山の名を今回の調査の際, 坂下集落付近で農作業中の住民の方から聞いた. ジュウニテンの漢字は不明であるというのでカタカナ表記にした.

写 18 は栃窪山東側の稜線である. 愛宕山の東側と同じような緩斜面となっている.

地震調査研究推進本部地震調査委員会(2005)は本断層を含めた長井盆地西縁断層帯の南端が船坂峠付近にあるとしたが, 断層露頭は発見できず, 斜平山山塊の東斜面を辿って往きついたのはジュウニテンの山の突抜沢であった(写 19, 写 20, 写 22, 写 23).

## 空中写真判読(TO-70-4X)

### C11-6, 7

澤ほか(2011)が矢来, 舘山に引いた2本の断層トレース間の撓曲が認められる. 写 1 地点には何も変位は認められなかった. 南から愛宕山, 羽山の頂上直下の東側に平坦面, 緩斜面があることは前述したが, さらにかつての御成山スキー場の上にも小規模な東側への平坦面の張り出しが見られる. このようなことは反対側の西側斜面には見られず, 東側斜面だけである. また, 愛宕山山頂の南側から笹野山にかけては崩落した跡が引っかけたような急崖(写 8)をなしている. 崩積土と崩落していない部分所謂地山との違いは明白であり, 崩積土はいくつもの土塊ブロックを縫うように幾筋もの沢地形が刻んでいる.

## C12-6, 7, 8

大森山付近はかなり大きな土塊ブロックのようである。その南側には深い沢が刻まれている(写 10, 写 11 地点)。この沢の上, 写 15 の展望台の下付近は崩落せずに残った部分のようである。そしてその南側の笹野山頂上に至る道のあたりも崩れていてここまでが崩壊地形である。半円状に広がった崩積土を刻んだ沢が盆地に3ヶ所で扇状地を形成している。

## C13-6, 7

斜平山山塊は南方の船坂峠へ向かってだんだん幅が狭くなってくる。そして地形の立ち上がりのラインが西側の大樽川沿いの方は滑らかなのに対して, 東側のほうは複雑な入り組んだものとなっており, 船坂峠の北側では侵食されたようにほぼ南北のラインになっている。このラインと繋がるように見えるのがジュウニテンの山の突抜沢である。

### 地形の立体画像解析

100m 間隔で標高データをとったが, 大体の傾向をつかむことができた。愛宕山山頂南側から笹野山への登山道付近までの崩壊地形に注目すると(図5, 図6), 400-450m の部分の東北東への張り出しが崩壊していない愛宕山と崩壊部とでほとんど変わらないという結果になった。また, 斜平山山塊南端においてはほぼ N-S の方向で船坂峠とコンタクトしているということがわかった。

## 5. 考察

愛宕山東側への平坦面張り出しの水平並びに垂直変位量が, 隣接する崩積土とほとんど変わらないということは, 斜平山山塊の隆起をもたらした逆断層線の低地側への移動(スラストフロント マイグレーション)が起こっていると思われる。また, 宮内ほか(2004)によれば, 斜平山の東麓地下に棚倉構造線があることになる。これが吾妻山地の下を通して磐梯山の東側まで達するためには, 船坂峠を突き抜けて, 大樽川を南下するルートが考えられる(図7)。

## 6. 結論(課題)

地下深いところで起こっていることを, 地表に現れた現象で説明するということはとても難しいことであると実感した。断層の研究は地震の発生予測に繋がっていくものであり, とても重要なことである。そして同時に断層は現在我々が見ている地形の形成とも深く関わっている。このことを忘れずに今後の研究に励んでいきたい。

## 7. 参考文献

澤 祥・石山達也・今泉俊文・岡田篤正・熊原康博・中田 高(2011): 都市圏活断層図 長井盆地西縁断層帯 米沢. 国土地理院.

(<http://www1.gsi.go.jp/geowww/themap/view/mapview.php?type=fm&dis=all&name=yonezawa>)

八木浩司・澤 祥・熊原康博(2011): 1:25,000 都市圏活断層図 長井盆地西縁断層帯とその周辺「左沢」「長井」「米沢」解説書. 国土地理院技術資料 D1-No.580, 19p.

([http://www1.gsi.go.jp/geowww/bousai/nagai\\_guidebook1.pdf](http://www1.gsi.go.jp/geowww/bousai/nagai_guidebook1.pdf))

([http://www1.gsi.go.jp/geowww/bousai/nagai\\_guidebook2.pdf](http://www1.gsi.go.jp/geowww/bousai/nagai_guidebook2.pdf))

同付図3([http://www1.gsi.go.jp/geowww/bousai/nagai\\_fuzu3.jpg](http://www1.gsi.go.jp/geowww/bousai/nagai_fuzu3.jpg))

地震調査研究推進本部地震調査委員会(2005):長井盆地西縁断層帯の長期評価について. 18p.

([http://www.jishin.go.jp/main/chousa/katsudansou\\_pdf/22\\_nagai-bonchi.pdf](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/katsudansou_pdf/22_nagai-bonchi.pdf))

山形県(2002):平成13年度地震関係基礎調査交付金 山形県活断層調査総括 成果報告書(概要版). 93p.

各地方公共団体の活断層調査成果報告書(山形県:長井盆地西縁断層帯). 地震調査研究推進本部.

(<http://www.hp1039.jishin.go.jp/danso/Yamagata5frm.htm>)

(<http://www.hp1039.jishin.go.jp/danso/Yamagata6frm.htm>)

佐藤比呂志(1996):日本列島のインバージョンテクトニクス. 活断層研究, 15, 128-132.

宮内崇裕・平柳幸彦・今泉俊文(2004):長井盆地西縁断層帯の第四紀後期活動性と地形発達. 活断層研究, 24, 53-61.

池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志(2002):第四紀逆断層アトラス. 東京大学出版会, 254p.

日本の地質「東北地方」編集委員会(1989):日本の地質2「東北地方」. 共立出版, 3p.

山形応用地質研究会(2010):山形県 地学のガイド 山形県の地質とそのおいたち. コロナ社, 228-233.

渡辺満久・鈴木康弘(1999):活断層地形判読—空中写真による活断層の認定—. 古今書院, 184p.

## 8. 謝辞

船坂峠を挟んで斜平山山塊の南南東にある標高633.8mの山は頂上に三角点のマークがあるものの山の名前の記載がない. 何という山なのか, 調査の際に麓の坂下集落の方にお聞きしたところ, 「ジュウニテンの山」という名称と東から順に水神の沢, 境の沢, 突抜沢という沢の名称を教えていただいた(図1). 田畑に水を樋のように供給してくれる山の沢地形, 自然と共にある生活を伺うことができました. 感謝申し上げます.

## 9. 図表・画像

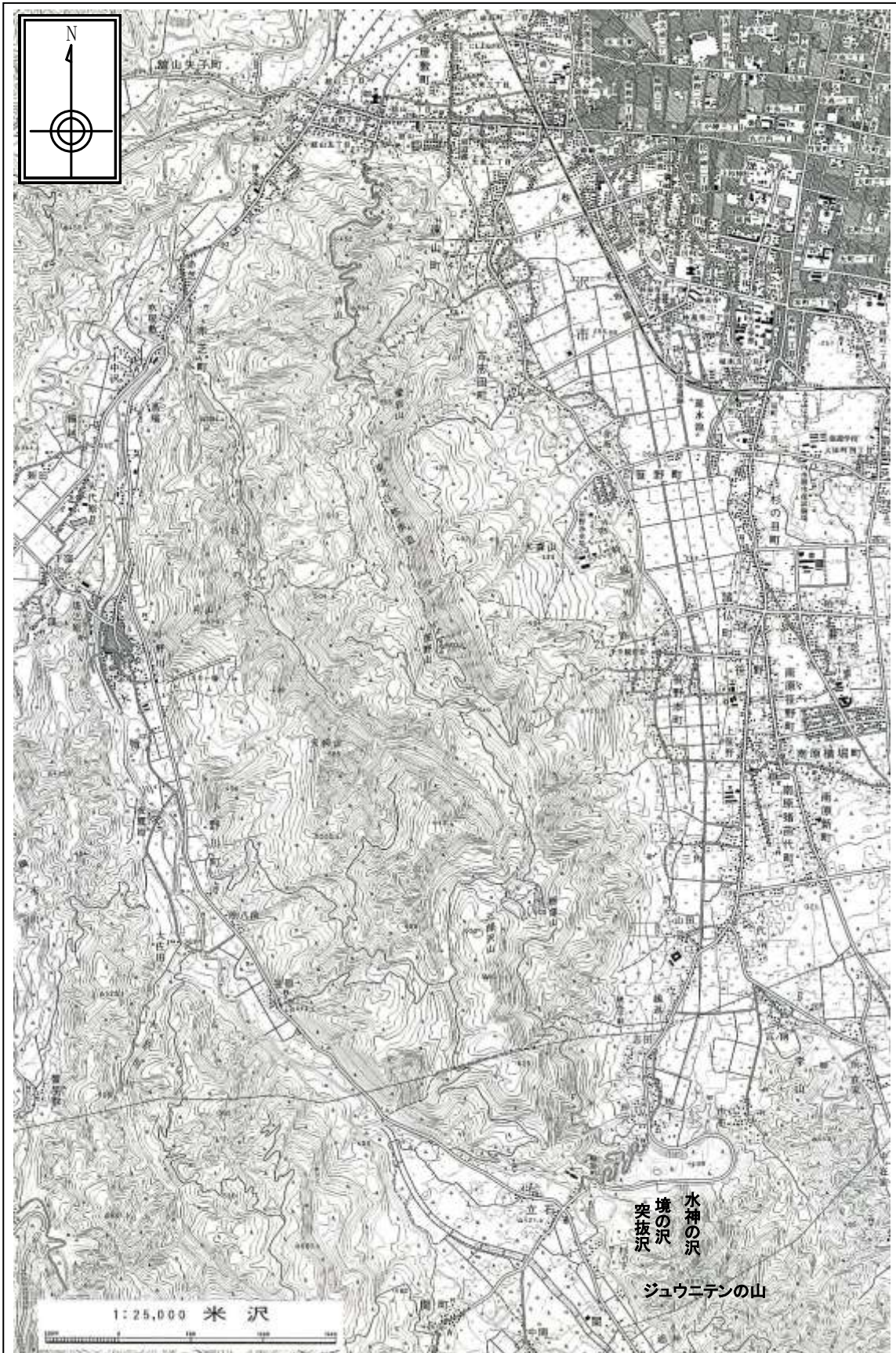


図 1. 調査位置図

「この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分1地形図を複製したものである。(承認番号 平 25 情複, 第 643 号)」

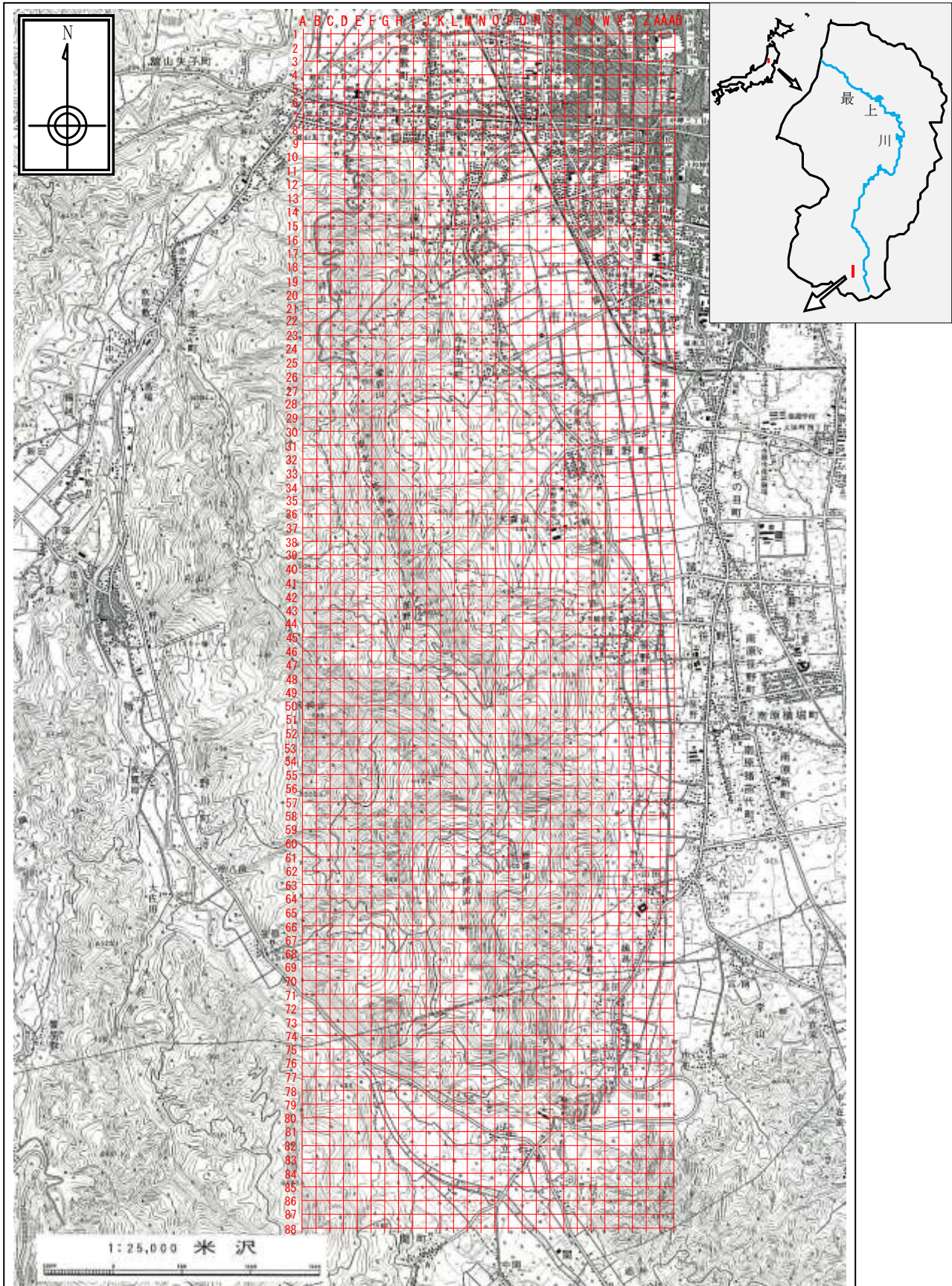


図2. 立体画像作成用座標設定

「この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分1地形図を複製したものである。(承認番号 平25情複, 第643号)」

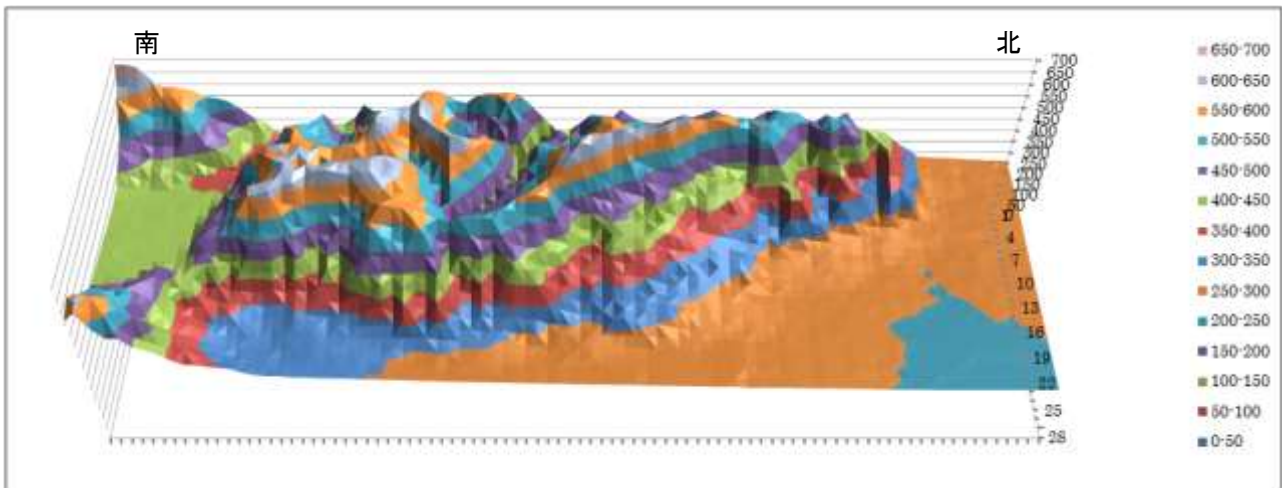


図3. 表計算ソフトを利用した立体画像(X270° , Y50° :A-AB, 1-88)

「この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分1地形図を使用した。(承認番号 平25情使, 第761号)」

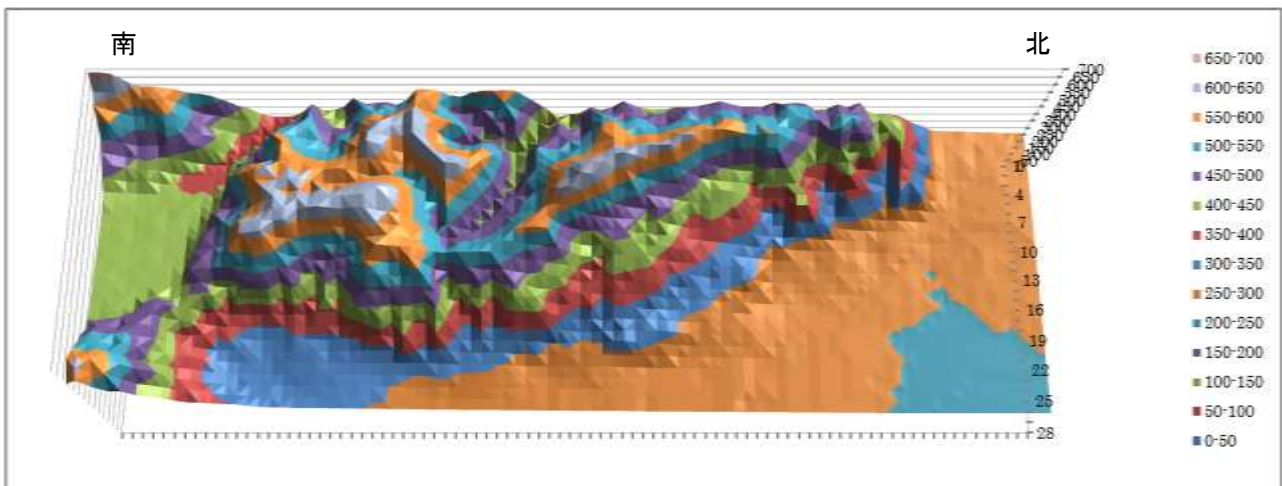


図4. 表計算ソフトを利用した立体画像(X270° , Y70° :A-AB, 1-88)

「この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分1地形図を使用した。(承認番号 平25情使, 第761号)」



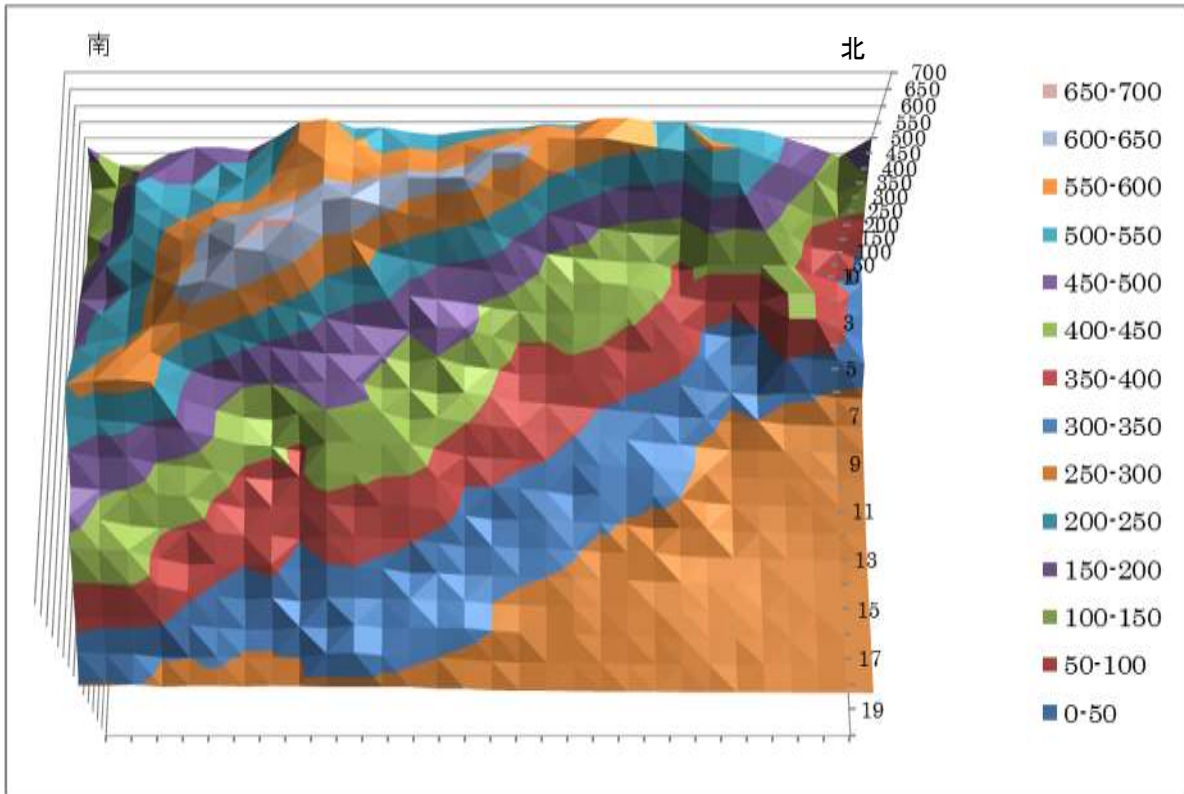


図5. 表計算ソフトを利用した立体画像(X270° , Y70° :D-W, 21-50)

「この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分1地形図を使用した。(承認番号 平25情使, 第761号)」

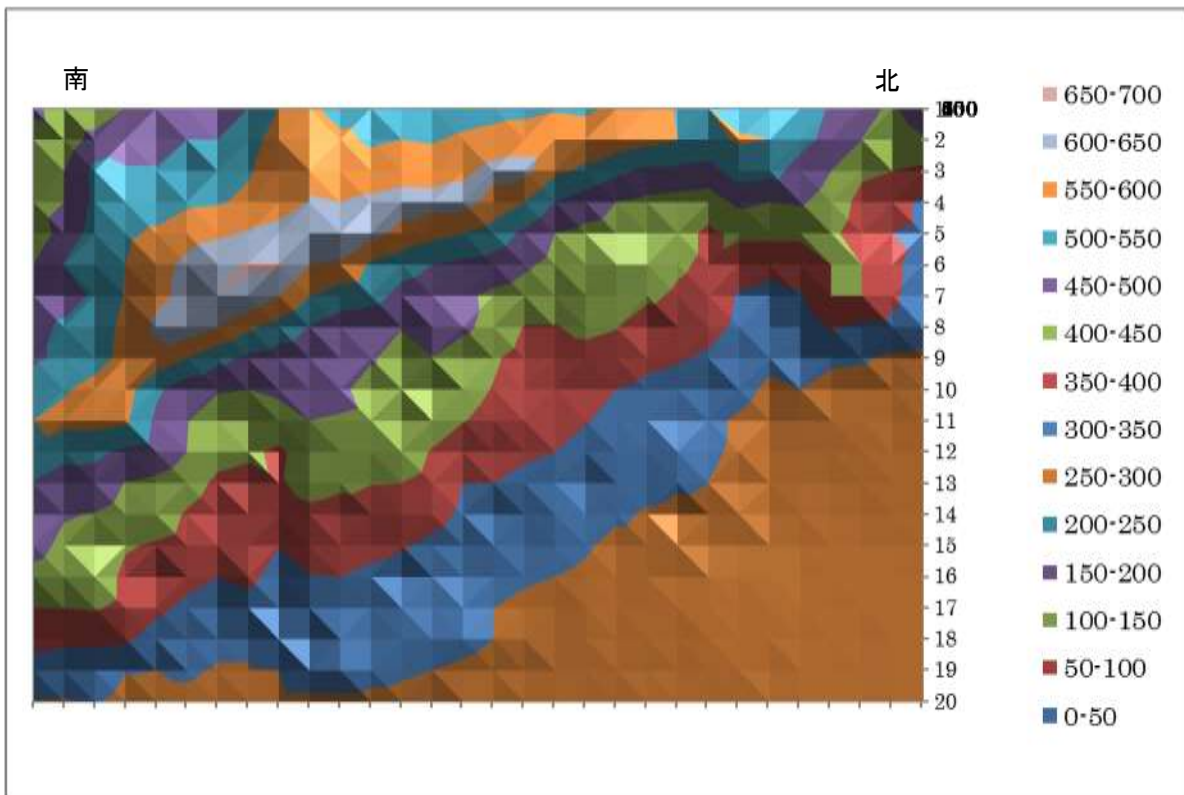


図6. 表計算ソフトを利用した立体画像(X270° , Y90° :D-W, 21-50)

「この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分1地形図を使用した。(承認番号 平25情使, 第761号)」

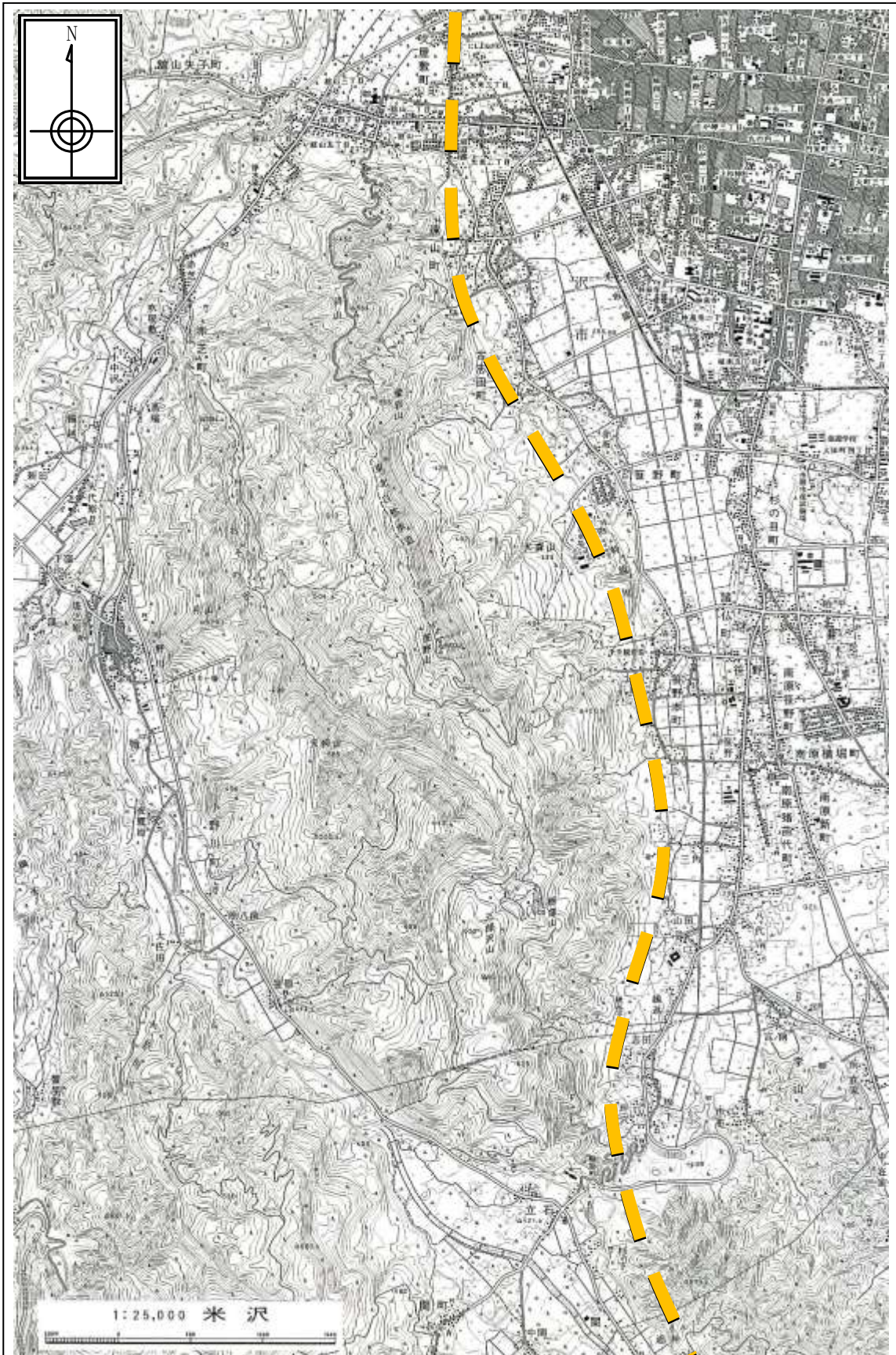


図7. 棚倉構造線の推定ライン

「この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分1地形図を複製したものである。(承認番号 平25情複, 第643号)」

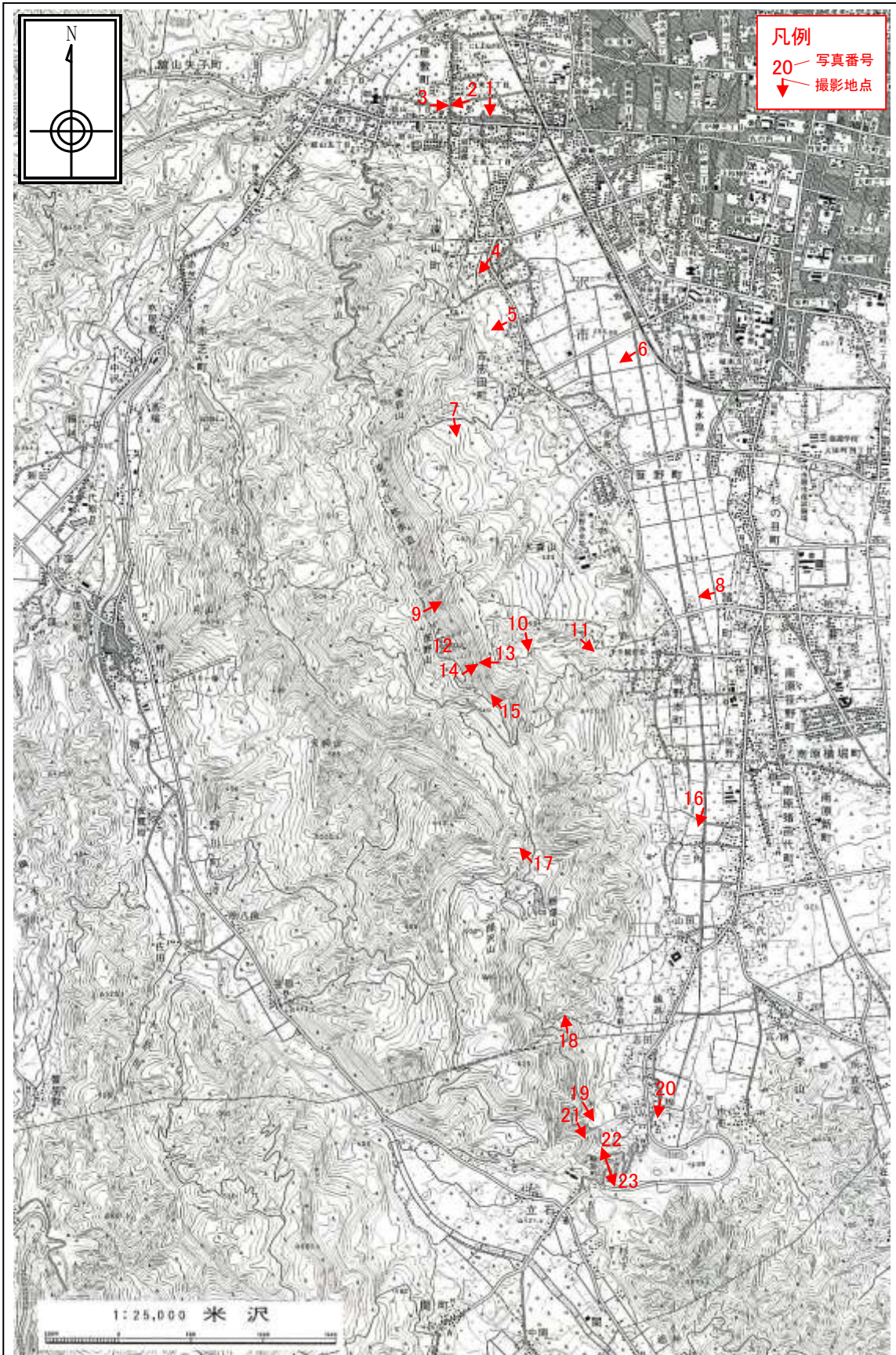


図 8. 写真撮影地点

「この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分1地形図を複製したものである。(承認番号 平25情複, 第643号)」

表1. 1:25,000米沢(国土地理院発行)世界測地系による経緯度データ

北西端	東経	139° 59' 48" 0	横幅	43.95 cm	北東端	東経	140° 7' 17" 9
	北緯	37° 55' 10" 7				北緯	37° 55' 10" 7
	縦幅	36.98 cm				縦幅	36.98 cm
	東経	139° 59' 48" 0				東経	140° 7' 17" 9
南西端	北緯	37° 50' 10" 8	横幅	44.00 cm	南東端	北緯	37° 50' 10" 8

表2. 経緯度を(1/1,000)' 単位に換算

北西端	東経	139° 59.800'	横幅	43.95 cm	北東端	東経	140° 7.298'
	北緯	37° 55.178'				北緯	37° 55.178'
	縦幅	36.98 cm				縦幅	36.98 cm
	東経	139° 59.800'				東経	140° 7.298'
南西端	北緯	37° 50.180'	横幅	44.00 cm	南東端	北緯	37° 50.180'

緒元

1cmが250mゆえ縦幅36.98cmは、	9.245 km	緯度差	4.998'	1'の距離	1.850 km
横幅上端43.95cmは、	10.9875 km	経度差	7.498'	1'の距離	1.465 km
横幅下端44.00cmは、	11 km	経度差	7.498'	1'の距離	1.467 km

表3. 写真撮影地点の地形図上での位置

位置図の番号	携帯GPSのデータ			左から (cm)	下から (cm)	説明
	東経	北緯	標高(m)			
写1	東経	140° 4.991'	258	30.43	34.41	矢来三丁目地内で見られるほぼN-S走向の微地形。
	北緯	37° 54.831'				
写2	東経	140° 4.884'	261	29.80	34.30	二の坂を東側から上っていく。
	北緯	37° 54.816'				
写3	東経	140° 4.795'	266	29.28	34.25	二の坂を西側から下っていく。
	北緯	37° 54.810'				
写4	東経	140° 5.032'	264	30.68	30.16	愛宕山東側斜面を北東から撮影。
	北緯	37° 54.256'				
写5	東経	140° 5.125'	267	31.22	28.48	スピンスの前足のように張り出した愛宕山東側斜面と笹野山へ至る崩落崖(パノラマ撮影)。
	北緯	37° 54.029'				
写6	東経	140° 5.715'	264	34.68	27.51	斜平山山塊の全景(東側よりパノラマ撮影)。
	北緯	37° 53.899'				
写7	東経	140° 4.869'	368	29.73	25.70	愛宕山下の緩斜面での崩積土、大小の角礫と間を埋める凝灰質砂。
	北緯	37° 53.654'				
写8	東経	140° 6.075'	282	36.80	20.94	笹野山東斜面(屏風のように切り立った崩落崖)。
	北緯	37° 53.010'				
写9	東経	140° 4.720'	646	28.86	20.24	笹野山山頂から北西方向の東北自然歩道上から大森山方向の緩斜面を望む。
	北緯	37° 52.916'				
写10	東経	140° 5.188'	400	31.60	19.75	大森山南側の緩斜面にできた沢の右岸露頭、泥岩角礫とその間を埋めるローム質土。
	北緯	37° 52.849'				
写11	東経	140° 5.444'	366	33.10	19.61	写10地点から375mほど下流の右岸露頭、泥岩角礫とその間を埋める凝灰質の砂
	北緯	37° 52.830'				
写12	東経	140° 4.793'	663	29.29	19.46	笹野山山頂の三角点に置いた携帯GPS。
	北緯	37° 52.810'				
写13	東経	140° 5.062'	444	30.87	18.95	崩落崖の南端部(パノラマ撮影)、写真右方向の笹野山山頂直下はほぼ垂直。
	北緯	37° 52.741'				
写14	東経	140° 4.888'	637	29.85	18.81	笹野山山頂手前のハングライダージャンプ台から見下ろした緩斜面、写10、11付近の深く刻まれた沢がみられる。
	北緯	37° 52.722'				
写15	東経	140° 5.060'	580	30.86	17.85	愛宕山から笹野山にかけて2kmに渡り、崩落崖が連続する。その走向は約N25°Wである。
	北緯	37° 52.592'				
写16	東経	140° 6.010'	294	36.43	15.07	船坂峠は斜平山山塊とジュウニテンの山が繋がる低い稜線部分(比高は坂下集落から100m強)である。背後に小白布、大白布の裏山とその奥の兜山が見える。
	北緯	37° 52.217'				
写17	東経	140° 5.206'	562	31.72	13.51	栃窪山と三郎沢山の間にある西向沼の北側から望むおその沢の最上流部。右側(東側)に笹野山、崩落崖の反対側である。
	北緯	37° 52.006'				
写18	東経	140° 5.363'	478	32.64	8.94	栃窪山東側の緩斜面、愛宕山東側斜面と同じような地形である。
	北緯	37° 51.388'				
写19	東経	140° 5.460'	414	33.22	6.98	斜平山山塊南端部からジュウニテンの山を望む。山の中央部に境の沢が見える。
	北緯	37° 51.124'				
写20	東経	140° 5.806'	333	35.24	6.91	坂下地内からジュウニテンの山を望む。写真左側(東側)が境の沢、中央の鞍部は突抜沢。
	北緯	37° 51.114'				
写21	東経	140° 5.431'	409	33.05	6.52	斜平山山塊南端部、船坂峠北方の泥岩露頭、N67° W, 12° Sを得た。今回の調査で唯一層理面が観察できた。裂かが激しい。
	北緯	37° 51.061'				
写22	東経	140° 5.566'	425	33.84	5.26	船坂峠旧道から栃窪山東側の緩斜面を望む。
	北緯	37° 50.891'				
写23	東経	140° 5.566'	425	33.84	5.26	写22と同一地点、真後ろに見えるジュウニテンの山の鞍部は突抜沢である。
	北緯	37° 50.891'				

表4. 立体画像用等高線データ一覧表

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
1	262	260	263	263	263	262	262	261	260	259	258	257	256	255	254	254	253	253	252	252	251	251	249	249	248	248	248	248
2	262	260	264	264	263	263	263	262	261	260	259	258	256	256	255	254	253	253	252	252	251	250	249	249	248	248	248	248
3	262	266	266	264	264	264	264	262	262	261	258	256	254	254	254	253	253	252	252	251	250	249	249	249	248	248	248	248
4	267	267	266	266	266	266	264	263	262	261	258	256	254	254	253	253	252	251	250	249	249	249	249	248	248	248	248	248
5	268	268	268	267	266	265	264	263	262	261	257	256	255	254	253	253	252	251	251	249	249	249	249	248	248	248	248	248
6	270	270	267	266	264	264	263	263	261	261	257	256	255	254	253	252	251	251	250	249	249	249	249	248	248	248	248	248
7	275	273	271	271	268	264	264	263	261	260	257	256	254	254	253	252	251	250	249	249	249	249	249	248	248	248	248	248
8	275	274	273	271	268	265	264	262	261	259	257	255	254	253	252	251	250	249	249	249	249	249	249	248	248	248	248	248
9	277	276	274	273	270	267	264	264	262	260	256	254	253	253	252	251	251	249	249	249	249	249	249	249	249	248	248	248
10	279	279	280	280	275	270	270	268	263	260	258	254	253	252	251	250	249	249	249	249	249	249	249	249	249	249	248	248
11	310	320	314	311	322	290	290	276	264	261	259	254	253	251	249	251	249	251	249	249	249	249	249	249	249	249	248	248
12	330	336	355	330	345	330	323	325	280	263	261	257	255	252	251	251	251	250	249	249	249	249	249	249	249	249	249	248
13	360	380	380	375	370	360	350	320	281	270	265	260	256	254	253	252	251	250	249	249	249	249	249	249	249	249	249	249
14	390	419	420	410	395	370	356	349	306	277	269	264	259	254	254	253	252	251	250	249	249	249	249	249	249	249	249	249
15	398	430	420	360	340	318	300	290	288	277	270	267	261	257	254	254	253	252	251	249	249	249	249	249	249	249	249	249
16	398	435	400	410	390	352	321	335	310	280	270	267	260	257	254	254	253	252	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251
17	420	448	460	465	420	390	340	360	325	295	275	268	262	260	257	255	254	253	252	251	250	249	249	249	249	249	249	249
18	480	480	500	480	415	360	390	370	340	310	280	274	268	266	261	257	254	253	252	251	250	249	249	249	249	249	249	249
19	450	480	520	480	410	420	405	360	350	310	286	277	271	268	263	260	255	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	253
20	470	490	520	520	463	412	388	340	310	300	293	281	277	271	266	260	256	256	254	254	255	255	254	254	254	254	254	254
21	435	470	490	500	440	400	390	340	330	315	325	287	277	272	266	262	258	256	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
22	430	480	500	440	400	400	370	350	360	360	338	291	278	271	267	263	259	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
23	472	510	500	470	450	410	383	375	400	400	340	305	281	276	270	264	259	257	257	257	256	256	256	256	256	256	256	256
24	480	510	525	495	485	450	432	410	400	400	355	308	285	280	272	265	261	259	259	258	258	257	257	257	257	257	257	257
25	470	523	520	520	515	480	455	410	370	345	316	300	300	282	274	268	265	261	260	260	259	259	259	258	258	258	258	258
26	480	485	505	530	550	518	450	410	370	329	319	310	292	282	275	270	265	265	265	264	262	259	258	258	258	258	258	258
27	452	480	510	533	555	525	460	410	370	345	340	320	312	295	295	280	269	269	269	267	265	263	259	259	259	259	259	259
28	455	482	520	550	538	480	425	390	390	380	365	343	315	308	305	300	285	274	275	272	269	265	260	260	260	260	259	259
29	455	475	500	548	550	490	430	420	408	392	372	354	330	316	321	310	281	291	279	276	270	265	263	263	263	263	259	259
30	470	500	535	563	565	490	438	420	430	410	373	360	340	330	321	309	297	291	285	279	274	267	264	264	264	264	263	
31	490	500	533	563	580	510	460	429	439	420	402	376	350	340	330	318	305	292	287	281	275	270	264	264	264	264	264	264
32	473	490	510	540	578	540	475	437	433	422	408	388	360	352	335	312	311	303	295	288	280	272	265	264	264	264	264	264
33	457	480	500	545	582	560	500	450	436	415	398	385	371	360	350	332	323	310	300	290	282	274	268	264	264	265	265	265
34	450	500	500	532	582	615	500	490	458	429	398	385	380	375	355	342	324	310	303	295	290	275	269	266	266	266	266	266
35	450	480	497	530	570	610	518	500	458	440	430	405	398	386	360	350	322	321	308	300	300	281	270	267	267	267	267	267
36	435	460	470	521	560	590	620	550	490	459	462	419	416	402	370	350	340	320	310	314	315	291	280	268	268	268	268	268
37	433	458	472	510	545	578	618	565	500	472	466	449	410	420	397	389	370	337	320	315	315	300	280	269	269	269	269	269
38	442	450	500	518	550	590	620	585	520	484	452	430	430	410	421	400	382	355	320	325	318	305	290	270	270	270	269	269
39	460	480	508	534	570	610	615	543	519	463	455	430	430	443	425	401	382	359	343	324	315	312	309	274	272	272	272	272
40	492	480	492	531	560	570	600	640	592	525	475	460	460	447	430	410	379	365	350	330	330	327	290	276	274	273	273	273
41	450	472	510	560	580	593	602	600	600	551	498	465	455	450	427	415	390	367	348	332	312	322	290	280	276	274	274	274
42	430	480	530	550	572	570	579	615	653	600	530	475	455	439	390	395	380	352	330	313	320	300	293	283	278	275	274	274
43	450	500	500	500	530	545	560	605	654	640	560	490	450	410	410	380	380	370	362	330	305	298	295	286	281	275	275	274
44	410	465	450	460	500	525	545	590	640	650	600	515	455	420	418	390	372	370	350	320	306	298	292	287	280	276	276	276
45	402	401	440	470	500	501	541	590	610	610	630	550	470	452	450	423	395	385	365	340	315	303	295	285	281	277	277	277
46	378	420	470	470	482	503	520	559	584	590	610	580	510	490	480	440	425	395	360	360	330	300	295	285	279	279	279	279
47	430	390	440	450	485	503	520	540	550	552	562	565	570	558	490	448	432	404	390	390	357	301	290	282	279	279	279	279
48	475	410	395	410	468	512	510	518	521	510	526	530	567	568	510	480	448	415	426	404	360	320	303	284	281	281	281	281
49	520	470	450	470	420	450	450	470	502	470	510	510	545	563	515	475	453	442	430	400	360	321	297	286	284	282	282	282
50	560	505	505	470	410	420	430	420	450	470	482	492	520	530	538	497	465	462	440	400	363	330	308	289	285	284	283	283
51	565	550	475	455	430	487	490	464	443	450	475	475	490	520	546	515	487	450	410	390	350	331	312	292	287	284	284	284
52	560	490	502	425	485	520	552	520	500	46																		



写1 矢来三丁目地内で見られるほぼ N-S 走向の微地形.



写2 二の坂を東側から上っていく.



写 3 二の坂を西側から下っていく。



写 4 愛宕山東側斜面を北東から撮影。



写 5 スヒンクスの前足のように張り出した  
愛宕山東側斜面と笹野山へ至る崩落崖.



写 6 斜平山山塊の全景, 背後に兜山が  
見える(東側よりパノラマ撮影).





写 7 愛宕山下の緩斜面での崩積土, 大小の角礫と間を埋める凝灰質砂.



写 8 笹野山東斜面(屏風のように切り立った崩落崖).



写 9 笹野山山頂から北西方向の東北自然歩道上から大森山方向の緩斜面を望む.



写 10 大森山南側の緩斜面にできた沢の右岸露頭、泥岩角礫とその間を埋めるローム質土.



写 11 写 10 地点から 375m ほど下流の右岸露頭, 泥岩角礫とその間を埋める凝灰質の砂.



写 12 笹野山山頂の三角点に置いた携帯 GPS.



写 13 崩落崖の南端部(パノラマ撮影), 写真右方向の笹野山山頂直下はほぼ垂直.



写 14 笹野山山頂手前のハンググライダージャンプ台から見下ろした緩斜面, 写 10, 11 付近の深く刻まれた沢がみられる.



写 15 愛宕山から笹野山にかけて 2km に渡り, 崩落崖が連続する. その走向は約  $N25^{\circ} W$  である.



写 16 船坂峠は斜平山山塊とジュウニテンの山が繋がる低い稜線部分(比高は坂下集落から 100m 強)である. 背後に小白布, 大白布の裏山とその奥の兜山が見える.



写 17 栢窪山と三郎沢山の間にある西向沼の北側から望むおその沢の最上流部. 右側(東側)に笹野山, 崩落崖の反対側である.



写 18 栢窪山東側の緩斜面, 愛宕山東側斜面と同じような地形である.



写 19 斜平山山塊南端部からジュウニテンの山を望む. 山の中央部に境の沢が見える.



写 20 坂下地内からジュウニテンの山を望む. 写真左側(東側)が境の沢, 中央の鞍部は突抜沢.



写 21 斜平山山塊南端部, 船坂峠北方の泥岩露頭,  $N67^{\circ} W, 12^{\circ} S$  を得た. 今回の調査で唯一層理面が観察できた. 裂かが激しい.



写 22 船坂峠旧道から栢窪山東側の緩斜面を望む.





写 23 写 22 と同一地点, 真後ろに見えるジュウニテンの山の鞍部は突抜沢である.



写 24 反射実体鏡 MS-16 と空中写真判読の状況.