

## 9. 四国山地の谷向き小崖を伴う線状凹地と山向き小崖を伴う線状凹地

Linear depression with downhill-facing scarp and with uphill-facing scarp of Shikoku Mountains

○横山俊治（深田地質研究所）

### 1. はじめに

線状凹地とは、尾根上あるいはその近傍に存在する溝状の凹地のことである（鈴木, 1974）。布施・横山（2004）は、四国島全域の線状凹地の分布を明らかにするために国土地理院発行の2万5千分1地形図の読図を行った。地形図の読図で着目したのは、稜線と平行に延びる谷状地形である。このような谷状地形は、河系異常のひとつ対接峰面異常（鈴木, 2018）と考えられ、線状凹地の可能性が高い。

現地で観察したとき、谷状地形の両端が閉じていれば、それは線状凹地の証拠で、河川の侵食による谷と区別できる。谷状地形の内部に池などの窪地が存在することも、線状凹地を認定する証拠になる。地形図の読図においても、凹地を示す地図記号「おう地」・「小おう地」・「池」は線状凹地検出の手がかりになる。

四国島では、高峰が分布する四国山地の中央部～東部地域に線状凹地は集中している（図-1）。線状凹地の発生場所が標高の高い凸型の尾根上であることから、地形効果による地震動の增幅が誘因である可能性が高い。また、地震時に尾根は直交する方向に揺れやすく、その結果尾根に平行な方向に裂けるという事例（田近, 2004, 加藤・横山, 2010）やシミュレーション（浅野ほか, 2006）から、尾根に平行に発達する四国島の線状凹地も地震動が原因であると考えられる。

線状凹地の形態的特徴から、谷向き小崖を伴う線状凹地と山向き小崖を伴う線状凹地の2つのタイプに分類される。本発表では、はじめに2つのタイプの構造モデルを解説し、それぞれのタ

イプの線状凹地の発達過程における地形変化がこの構造モデルで説明できることを述べる。

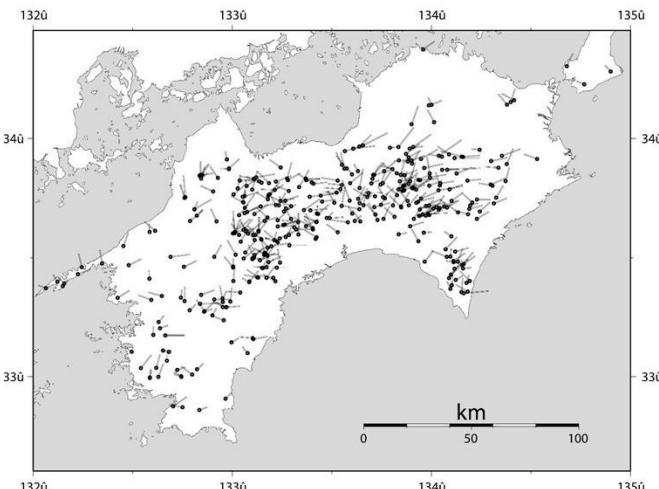


図1 国土地理院発行の2万5千分1の地形図の読図で検出した四国島の線状凹地の分布図（布施・横山, 2004）

### 2. 谷向き小崖を伴う線状凹地と山向き小崖を伴う線状凹地の構造モデル

多くの線状凹地は凹地を挟んで両側壁の地盤の高さに差がある（写真-1）。この点に着目すると、線状凹地には、ノンテクトニック正断層に相当する高い方の側壁（小崖）が谷側を向く、谷向き小崖を伴う線状凹地と、高い方の側壁（小崖）が山側を向く、山向き小崖を伴う線状凹地があることが分



**写真 1 段差地形と凹地の開口で特徴づけられる典型的な線状凹地の露頭**

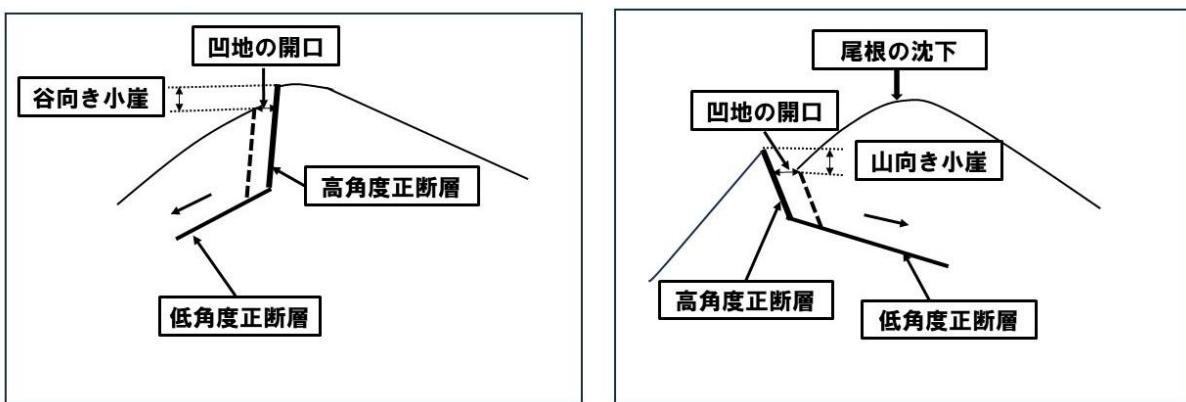
かった。

いずれのタイプの線状凹地も、小崖をつくっているノンテクトニック正断層がある深度で高角度から低角度に変化し、断層上盤が低角度正断層の上を滑り落ちることで、両側壁の間の段差地形と凹地の開口の同時形成が可能になる。図-2 はそれを模式的に示した構造モデルである。

### 3. 谷向き小崖を伴う線状凹地の地形変化

付加体地すべりは谷向き小崖を伴う線状凹地から成長したものが多い

#### 山向き小崖を伴う線状凹地



**図 2 谷向き小崖を伴う線状凹地と山向き小崖を伴う線状凹地の構造モデル**

と予想される。その典型的な事例は高知県高岡郡越知町谷ノ内地すべりである（佐々木・横山, 2013）。図-3 では、線状凹地（A-B）の背後の北東-南西方向に延びる尾根頂部の平坦面はノンテクトニック正断層による切断で非対称な形態をしている。尾根の南東側の急斜面が高角度正断層面に当たる谷向き小崖である。線状凹地（A-B）は北東端（A 地点）および南西端（B 地点）が閉じた谷状地形になっている（写真-2）。線状凹地の南壁の頂部は盛上がり、微高地 a, b, c を形成している。線状凹地の凹地底の標高は、微高地 b の南東端近くにある窪地が最も低く、そこから両端に向かって高くなっている。

現在は、谷向き小崖が谷ノ内地すべりの滑落崖になり、線状凹地の中を谷ノ内地すべりの地表面輪郭構造が走っている。谷ノ内地すべりの滑落崖は侵食・崩壊が進み、線状凹地は一部埋積している（写真-2）。



**図3 谷ノ内地すべりの地すべり地形（佐々木・横山（2013）を簡略化、国土地理院発行の2万5千分1地形図に加筆）**

a～c：微高地



**写真2 谷ノ内地すべりの滑落崖と移動体(微高地bの部分)の境界をなす線状凹地(A-B)**

#### (1) ステージ1の事例：山向き小崖より上流側（断層上盤側）斜面の緩傾斜化

事例は、高知県いの町と愛媛県西条市との県境に位置する 笹ヶ峰に発達する山向き小崖 (e-f) で、山頂から北東に延びる主稜線 (c-d) の南斜面に存在する (図-4, 写真-3)。 笹ヶ峰 (標高 1850.9m) からちち山 (標高 1855m) にかけて、三波川帶白滝ユニットの苦鉄質片岩が分布している。地質は同じでも、ちち山は尖り、笹ヶ峰の山頂から北東に延びる尾根は平坦になっている。山向き小崖 (e-f) を境に、下流側 (断層下盤側) 斜面は勾配 35~40° で、ほぼこの勾配を保った

一般的に谷向き小崖を伴う線状凹地が地すべりに発展するには、谷向き小崖より下流側の地盤において、地すべりのすべり面になり得る岩相が低角度正断層の深度に当たる位置に存在することと、地すべりの発達を妨げる硬質な岩相が輪郭構造を横断しないことが必要な条件となる。二つの条件が満たされれば、谷向き小崖を伴う線状凹地は地すべりの有効な前兆現象になる。

谷ノ内地すべりでは、低角度正断層による破碎で生じた苦鉄質千枚岩起源の断層岩は地下水と反応してすべり面粘土が釀成された。すべり面粘土は地震の度に下流に向かって成長し、谷屋敷川の左岸谷壁に到達すると、地すべり移動体は不動域から完全に分離される。それ以降は豪雨時に滑動を繰り返す徐動性地すべりに変わる。

#### 4. 山向き小崖を伴う線状凹地の地形変化

山向き小崖を伴う線状凹地の地形変化は谷向き小崖を伴う線状凹地のそれよりも複雑である。そこで、3ステージの事例を時系列に並べて地形発達史を組み立てた。



図4 笹ヶ峰の変動地形分布図（地理院地図（電子国土 Web）に加筆）

a-c, c-d, q-s : 主稜線, e-f, i-j, k-l, m-n, o-p : 山向き小崖（毛羽の方向に傾斜）, q-r : 谷向き小崖（毛羽の方向に傾斜）, 破線の囲みに矢印 : 凹地

ままちち山の南斜面に連続している。これに対して、上流側（断層上盤側）斜面の勾配は  $14\sim 24^\circ$  とかなり緩くなっている。ちち山の山頂を通る主稜線（a-b）は b 地点で途切れ、北に約 257m ずれた位置（c 地点）から、笹ヶ峰の主稜線（c-d）は始まっている。上流側（断層上盤側）斜面の緩傾斜化や主稜線のすれば笹ヶ峰の尾根（主稜線）の沈下を示唆しているが、この事例では、笹ヶ峰の主稜線（c-d）の標高は山向き小崖（e-f）の頂部の標高よりも高く、尾根の沈下は明瞭ではない。



写真3 笹ヶ峰の山向き小崖（e-f）がつくる変動地形（加藤弘徳氏撮影）

流側の斜面よりも緩傾斜であるだけでなく、白髪避難小屋の位置よりも東方で、主稜線（c-d）の標高は山向き小崖の頂部の標高よりも約 1m 低くなっています。山向き小崖に沿って尾根が沈下したことは明らかである。主稜線（a-b）は b 地点で途切れ、北に約 80m ずれた位置（c 地点）から、主稜線（c-d）は始まっている。また、山向き小崖に沿って存在する浅い凹地は線状凹地の初期地形である。

## (2) ステージ 2 の事例：明瞭な尾根の沈下

事例は、白髪分かれ（標高 1735.8m）から東に延びる主稜線（c-d）の南斜面に発達する山向き小崖（e-f）で、高知県香美市と徳島県三好市の県境に建つ白髪避難小屋の南に位置する（図-5、写真-4）。地質は御荷鉢帶の赤良木ユニットの苦鉄質千枚岩を主体とし、变成チャートと少量の泥質千枚岩を伴う。山向き小崖より上流側の斜面は下

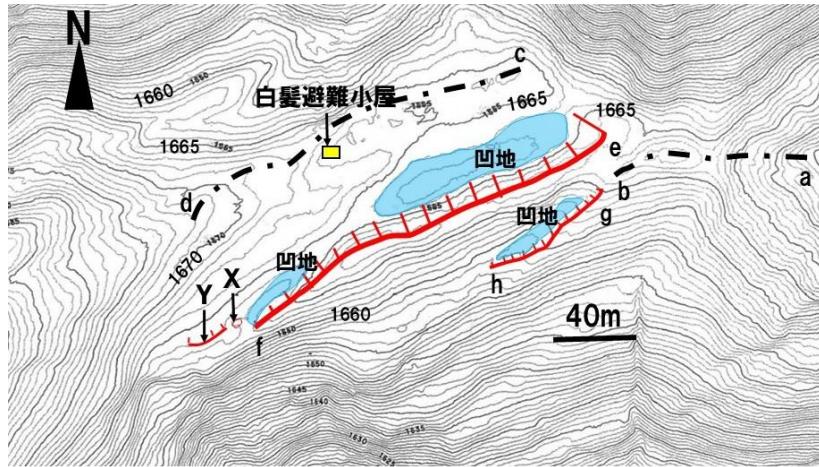


図5 白髪避難小屋付近の変動地形分布図（航空レーザ測量で得られた数値標高モデル（DEM）で作成された等高線間隔1mの地形図に加筆）

a-b, c-d : 主稜線, e-f, g-h : 山向き小崖（毛羽の方向に傾斜）, X : 陥没穴, Y : 小規模な山向き小崖



写真 4 白髪避難小屋付近の山向き小崖 (e-f) がつくる変動地形 (本間こぎと氏撮影)

崖を伴う線状凹地がつくるノンテクトニック変動地形は、基るが、非変動斜面から立ち上がる山向き小崖起源の瘦せ尾根下による平坦な地形という基本的な地形配列は変わらない。

## 5.まとめ

線状凹地は、谷向き小崖を伴う線状凹地と山向き小崖を伴う線状凹地に分類される。線状凹地の両側壁の間の段差地形と凹地の開口の同時形成を可能にする構造モデルを提案した。現地で観察された線状凹地の地形変化はこの構造モデルで説明できる。

(3) ステージ3の事例：断層下盤からなる山向き小崖の痩せ尾根化と断層上盤の平坦化

事例は、高知県香美市と徳島県三好市の県境に位置する三嶺（標高 1893.6m）の山頂から東に延びる尾根に存在する山向き小崖を伴う線状凹地がつくるノンテクトニック変動地形である（図-6, 写真-5）。

地質は御荷鉢帯の御荷鉢ユニットの片状変成玄武岩碎屑岩である。断層下盤からなる山向き小崖起源の痩せ尾根 (g) は三嶺山頂から東に延びる尾根を形成し、非変動斜面から立ち上がっている。痩せ尾根の北側斜面は山向き小崖に相当し、それに沿って線状凹地群（西から f, d, o, m, 池, n, j, k）が配列している。そのうち、線状凹地 f と線状凹地 m～j は深く陥没している。線状凹地群の北側の断層上盤からなる地盤は尾根の沈下で平坦化している。

### ステージ3に当たる山向き小

岩相や地質構造によって変化す



図 6 三嶺の東尾根の変動地形分布図（航空レーザ測量で得られた数値標高モデル（DEM）で作成された等高線間隔 1m の地形図に加筆）

g : 山向き小崖の下盤からなる痩せ尾根, h : g から分岐した痩せ尾根, f, d, m, 池, n, l, k : 線状凹地および凹地, i : 線状凹地群がつくる谷状地形の東端



写真 5 三嶺の東尾根に発達する変動地形の空中写真（坂本彰氏撮影）

本応用地質学会平成 16 年度研究発表会講演論文集, pp.75-78.

## 引用文献

浅野志穂・落合博貴・黒川 潮・岡田康彦 (2006) : 山地における地震動の地形効果と斜面崩壊への影響. 地すべり, Vol.42, No.6, pp.457-466.

布施昌弘・横山俊治 (2004) : 四国島の線状凹地の分布とその特徴. 第 43 回日本地すべり会研究発表会講演集, pp. 561-564.

加藤靖郎・横山俊治 (2010) : 2005 年福岡県 西方沖地震による玄界島頂部のノンテクトニック断層. 日本地すべり学会誌, Vol.47, No.1, pp.42-50.

佐々木誠・横山俊治 (2013) : 秩父累帯北帯の谷ノ内地すべりの地表面輪郭構造の再検討. 高知大学学術報告, Vol.52, pp.11-23.

鈴木郁夫 (1974): 赤石山脈南部の高山地形. 新潟大学教育学部紀要 (自然科学編), Vol.16, pp.66-85.

鈴木隆介 (2018) : 建設技術者のための地形図読図入門 第 3 卷 段丘・丘陵・山地. 古今書院, pp.555-942.

田近淳 (2004) : ノンテクトニック断層の研究 (その 3) – 地震による斜面変動に伴う断層. 日