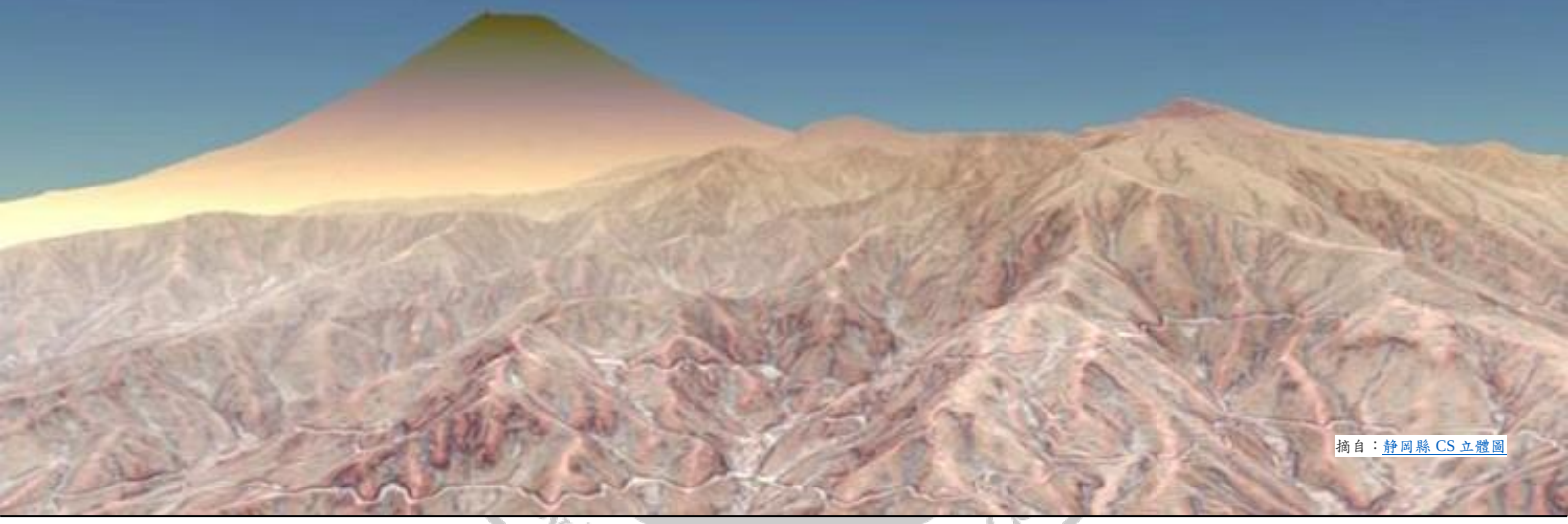
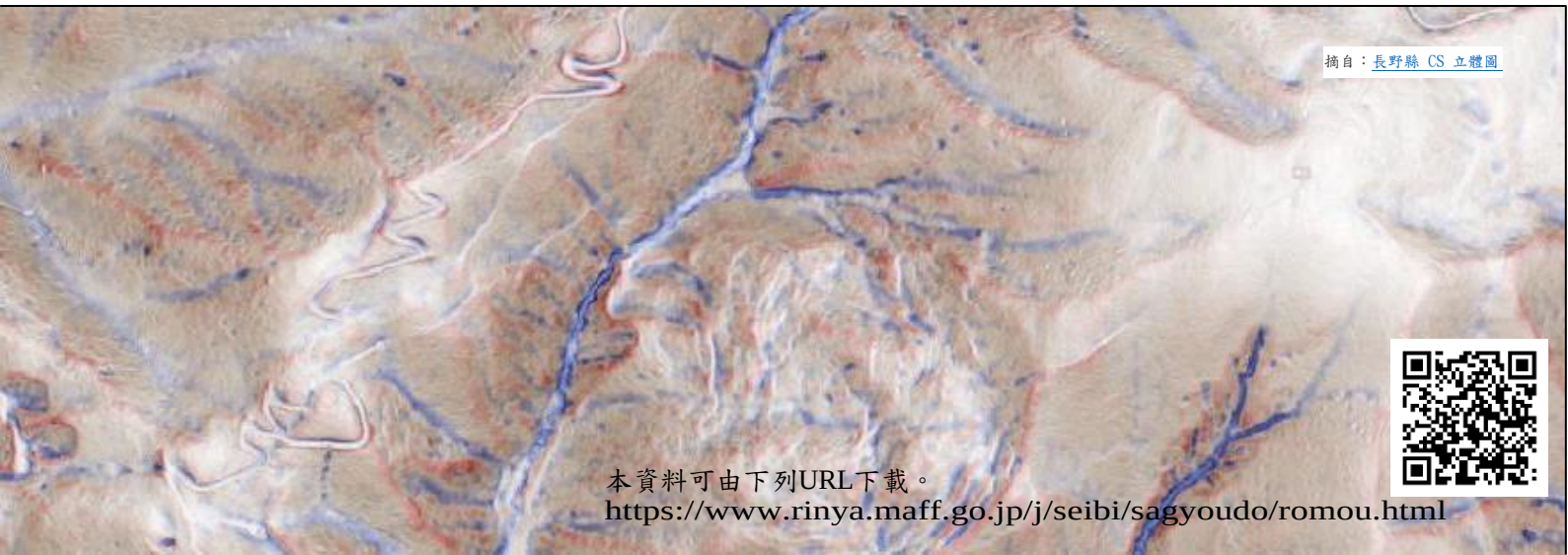
2022年度　有效推動路網整備與再造林對策所需區域設定的調查

CS立體圖之地形判釋手冊



2023年3月

林野廳



本資料可由下列URL下載。
https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/romou.html

目錄

1　地形判釋的基礎……1
1.1「地形」的定義……1
1.2 地形圖能讀取的地形資訊……2
（1）高程（elevation）……3
（2）坡度（slope）……4
（3）曲率（curvature）……5
2　CS立體圖……6
2.1 CS 立體圖之作成方法……6
2.2 已公開CS 立體圖之閱覽……7
3　CS 立體圖判讀災害高風險地形的方法……8
3.1 基本的判釋方法……8
3.2 CS 立體圖地形判釋案例……9
（1）河川源頭區—侵蝕前緣—……10
（2）受地質構造影響之湧泉……12
（3）地滑……14
（4）沖積錐……16
（5）侵蝕區域……20
（6）人工改變……22
4　結語……24
【參考網站】……25
【參考與引用的文獻、URL】……25

專欄目錄

高程與坡度、曲率……2
CS 立體圖判讀案例使用方法……9
地形尺度與 DEM 的解析度……19
坡度數據立體化的原因……19
地形複雜度指標：SHC……20

1 地形判釋的基礎

1.1 「地形」的定義

一般人多半在地表面活動，而地表面總是具有某些形態，例如坡地、平坦地、凹地、凸地，或是這些地形的組合，變化多端（圖 1 ）。至於該等地形形成的原因，係過去火山活動、地殼變動、豪雨或地震誘發坡面崩塌，乃至於水、風等營力，或是人為改變土地等而促使土砂移動等原因所致。亦即目前所見地形，可說是過去土砂移動的結果。土砂移動若在短時間內改變地形，可能會給生活在當地的人們與動植物帶來大災難。災害常在相同地點以相同的現象反覆發生。瞭解地形、學會讀取地形內涵的判讀技術，知道該地點過去所發生災害，即可瞭解未來發生災害的風險度。例如在森林內開設道路應避開哪些地點、如何規劃、以及何處設防砂壩或防災設施，能在有限預算內規劃出有效的防災對策等狀況。此外，為了生產木材，應否砍伐樹木，還是不砍伐而維護森林？乃至於砍伐後應種植何種樹木，林業永續發展等等，地形判讀技術都有很大發揮空間。

本手冊除了就地形判讀進行基本技術解說之外，也介紹了易於進行地形判讀的 CS 立體圖危險地形判讀案例。森林與林業從業人員若能對本手冊所介紹地形知識產生興趣、深入學習，便是我們最大的榮幸。

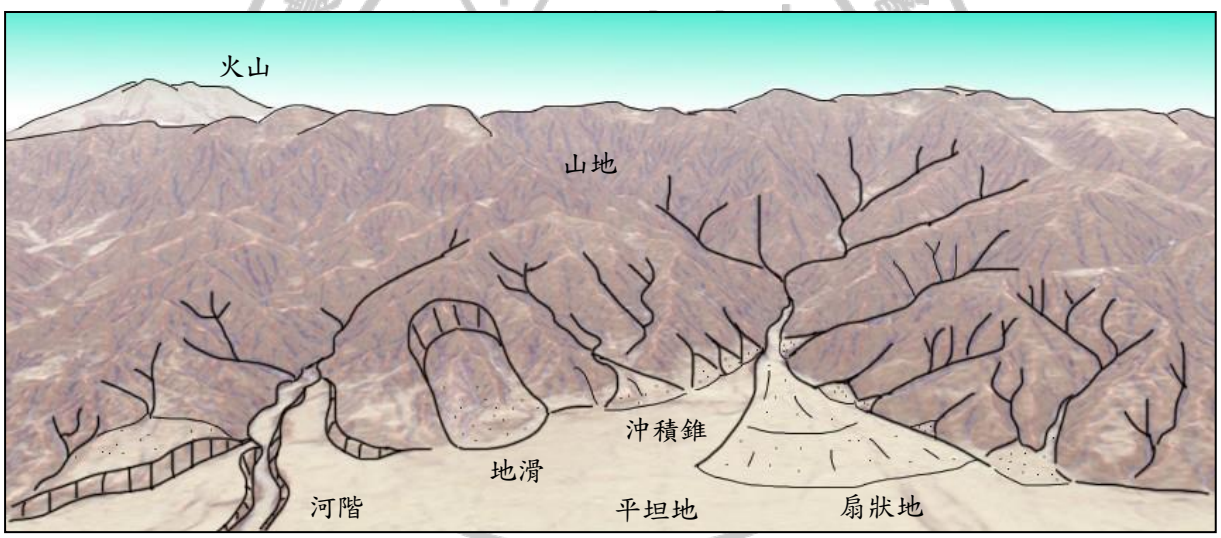


圖 1 各式各樣的地形

1.2　地形圖能讀取的地形資訊

地形圖能讀取的資訊，主要有「地形量」與「地形種類」二類（表 1 ）。

表 1 地形量與地形種類

地形資訊	概要	舉例
地形量	長度、面積及它們的比例等，測量所得的數值資訊（形態要素），若以相同方法，任何人都會得到相同結果。	高程、坡度、曲率、面積、體積、方位、地形起伏量等
地形種類	具有特定原因所形成特定形態特徵的局部地形。不同判讀者可能會有不同的判斷與解釋；相同地形也可能有不同的判斷結果。	扇狀地、崖錐、地滑滑落崖、地滑側方崖等

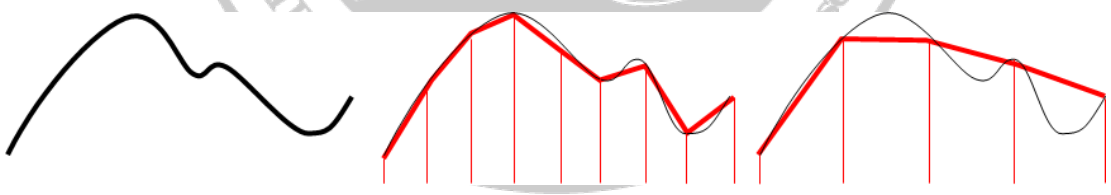
「地形量」之中最具代表性的是「高程」，以及能以高程計算取得的「坡度」與「曲率」，說明如下。

【 高程與坡度、曲率 】

GIS 軟體可從 DEM（數值地形模型）算出坡度與曲率。由相鄰網格高程值變化可算出坡度，坡度值變化可算出曲率。亦即高程的微分為坡度，坡度的微分（高程的 2 次微分）為曲率。數學公式為：

高程$=f(x)$ 時，坡度$=f'(x)=df/dx$，曲率$=f''(x)=d^2f/dx^2$

可見高程值與網格尺寸 (= dx) 屬函數關係。即使相同地點，若所使用的 DEM 網格大小不同，坡度與曲率值即不同。 DEM 網格越大，空間解析度變小（抽樣點變少），坡度與曲率值便無法呈現實際數值。



實際地形　　網格較小的 DEM 較能呈現實際地形　　網格太大的 DEM ，坡度與曲率值無法呈現實際數值

(1) 高程(elevation)

地理院地圖等常見的地形圖，多以等高線呈現地形高程（圖 2 ）。等高線係連接各相同高程（在日本，高程係指相對於東京灣平均海水面的垂直距離）而成的曲線。電腦軟體分析地形時，是將格子點高程值當作各網格的值，建立網格值圖像檔案形式數值高程模型（Digital Elevation Model，以下簡稱 DEM）（圖 3 ）。高程對森林與林業而言，是重要數據資料。

同一緯度高程越高，氣溫越低。但林木的耐寒性因樹種而異。例如就耐寒性從高到低，依序為日本落葉松＞檜木＞杉木；同一個坡面，不同高程適合植栽不同林木。雖然樹木生長條件還有土壤水分、積雪量等，高程並非決定植栽的單一因素，但仍是選樹種重要考慮因素。

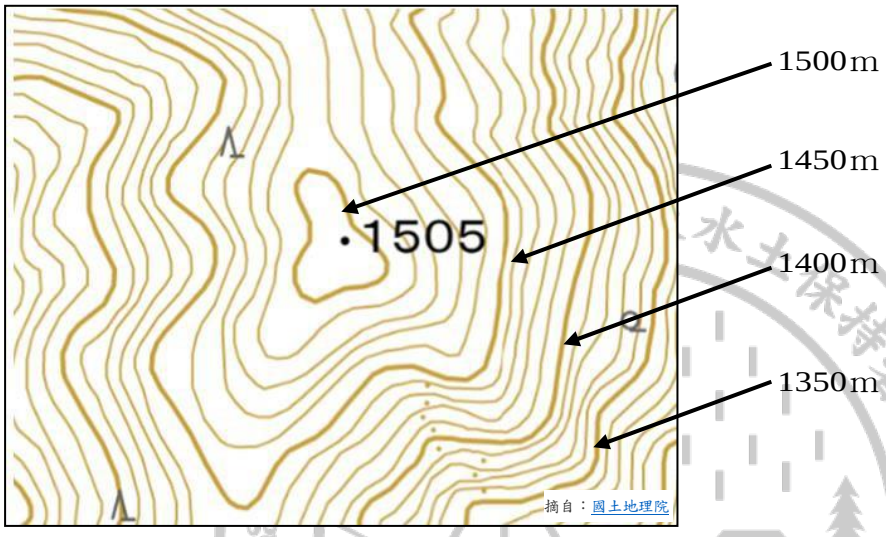


圖 2 以等高線標示高程

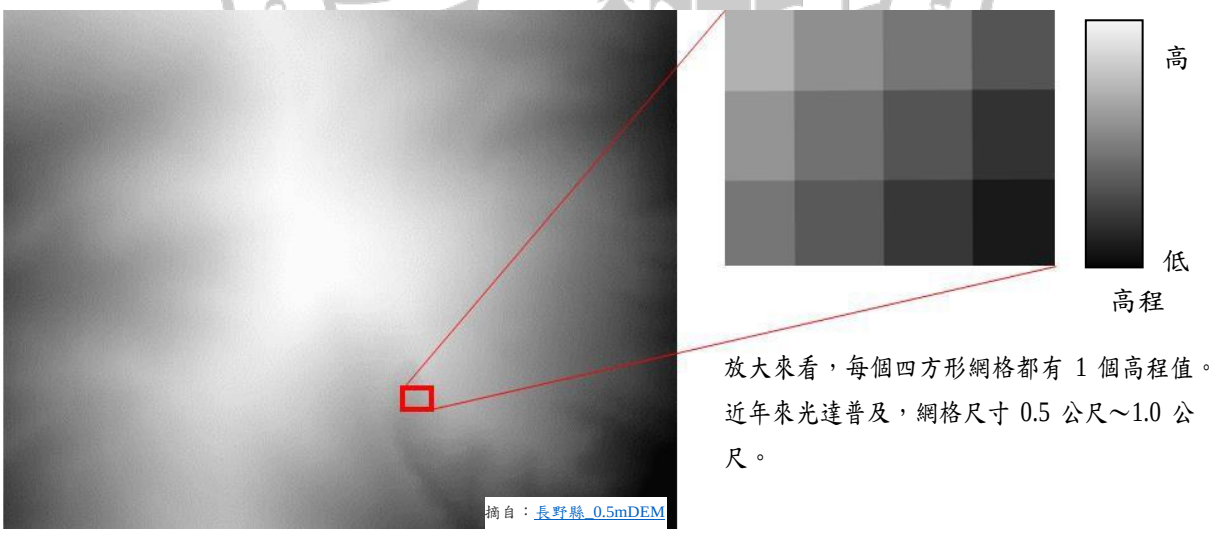


圖 3 與圖 2 相同地點的 DEM（黑白標示）

(2)坡度(slope)

坡度指地表面與水平面形成的夾角角度。等高線地形圖上，等高線間隔愈寬坡度愈緩；愈窄坡度愈陡（圖 4 ）。電腦分析地形可算出各網格坡度值。坡度的單位有角度（或弧度）、百分比（%）、比率（垂直高度 / 水平距離）、比（百分比或千分比）等。坡度資料須注意其單位，不可搞混。最陡的坡度或是附近 8 個網格的平均坡度等，不同計算方法會得到不同的值。此外，分析所使用的 DEM 網格大小（解析度）也會影響坡度值。使用較大網格 DEM 須注意，特別是山脊（山頂）或河谷部分，常低於實際值。

相同土質的山區，坡面坡度越陡崩塌潛勢越高。開設路廊時，坡度越陡，須更多挖填方、土方量增，崩塌風險升高。坡度陡峭須施作防崩塌構造物，成本大增。坡面是基岩還是崩積土，礫石還是土砂，以及是否為風化土壤等等，不同土質條件崩塌潛勢各異。基本上陡坡較緩坡容易崩塌。

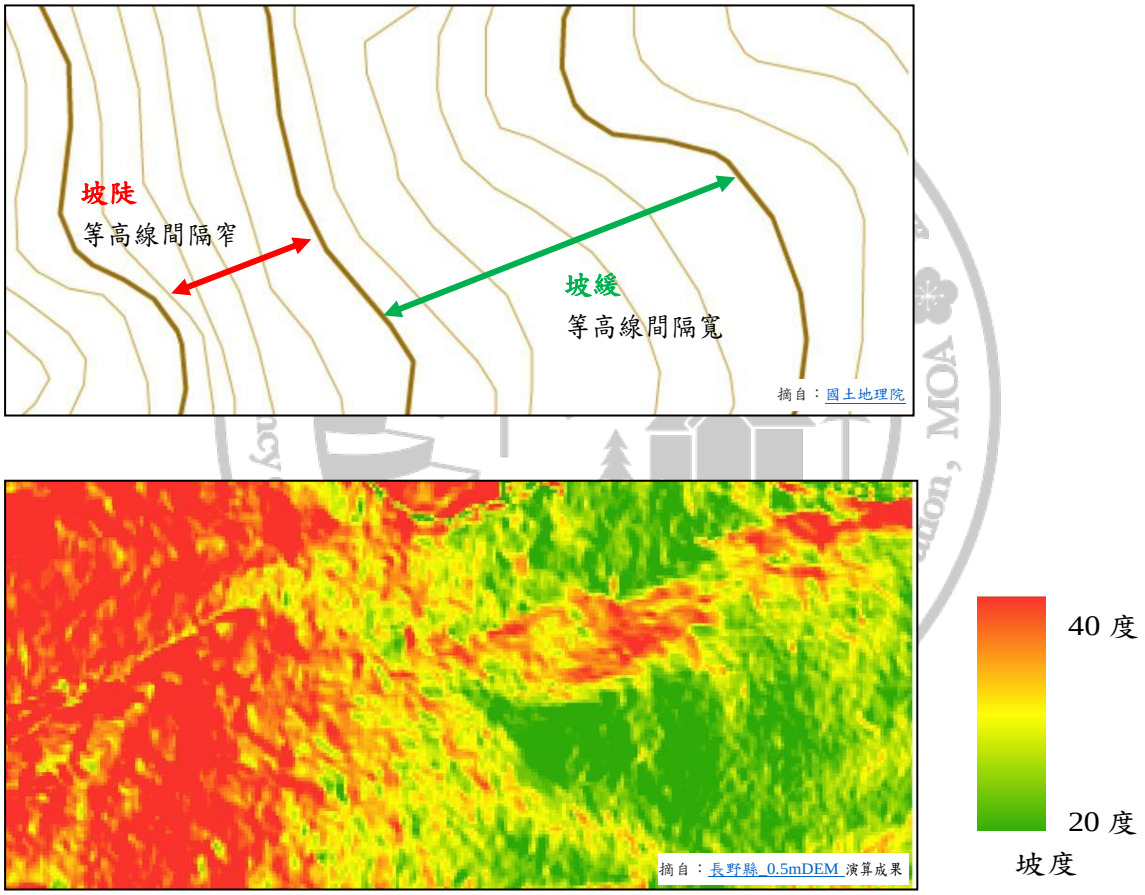


圖 4 等高線判讀坡度（上）與 GIS 分析所呈現的坡度圖（下）

(3) 曲率 (curvature)

曲率指曲線或曲面彎曲程度的量，是表示地形凹凸的指標。地形曲率可分為水平斷面曲率與縱斷面曲率，分別與凸型、直線型與凹型三形狀搭配，組合成九種坡面地貌（圖 5 ）。電腦分析地形可和相鄰 8 個網格比較，算出其曲率（圖 6 ）。

山區凹坡會匯集水，豪雨時容易發生崩塌。崩塌地會形成凹坡面，留下崩塌痕跡。曾反覆崩塌的坡面崩塌風險較高。相同坡度但曲率不同，崩塌風險也不同。

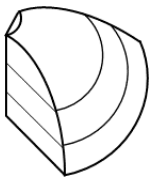
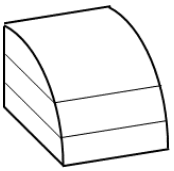
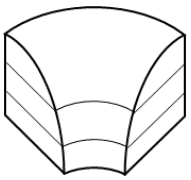
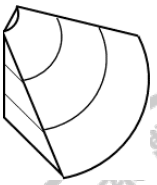
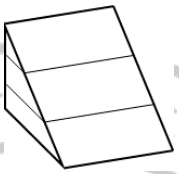
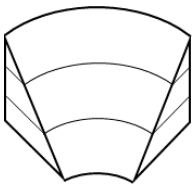
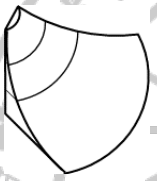
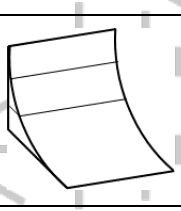
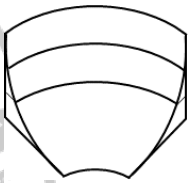
		水平斷面曲率		
		凸坡面	直線型坡	凹坡面
縱斷面曲率	凸坡面			
	直線型坡			
	凹坡面			

圖 5 水平斷面曲率與縱斷面曲率排列組合的坡型分類

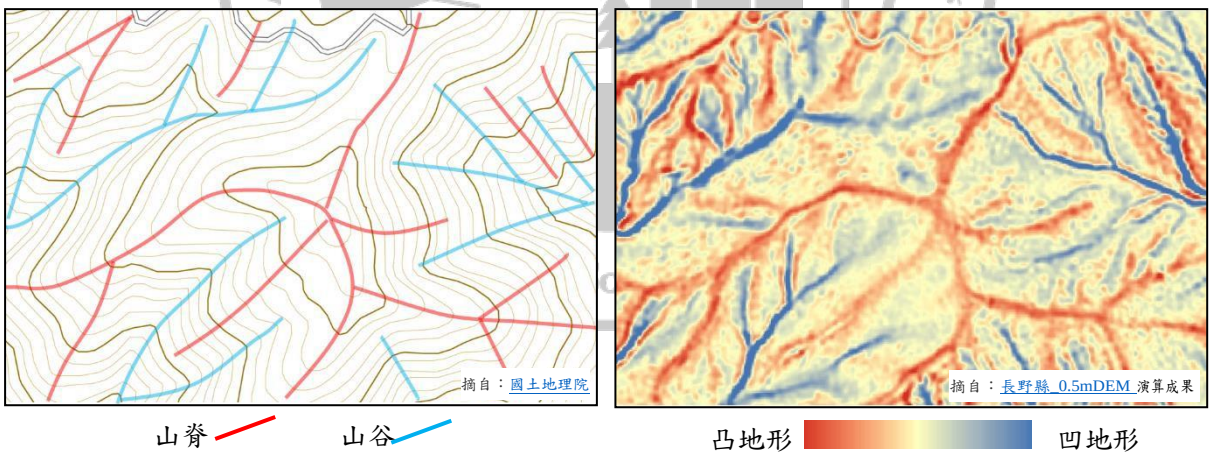


圖 6 依等高線判讀山脊與山谷（左）及 GIS 分析所取得的曲率圖（右）

2 CS 立體圖

「地形種類」如表 1 所示，特定地形各有其特定名稱，由地形判釋者各自判斷。同一地形，有人判釋為地滑，有人不同意，判釋結果常因人而異。早期以等高線地形圖判釋地形種類，需專業知識經驗，未經訓練難以完成。為降低門檻，開發出 CS 立體圖這種地形判讀簡易手法。本章即係以 CS 立體圖說明判釋地形的方法。

2.1 CS 立體圖之作成方法

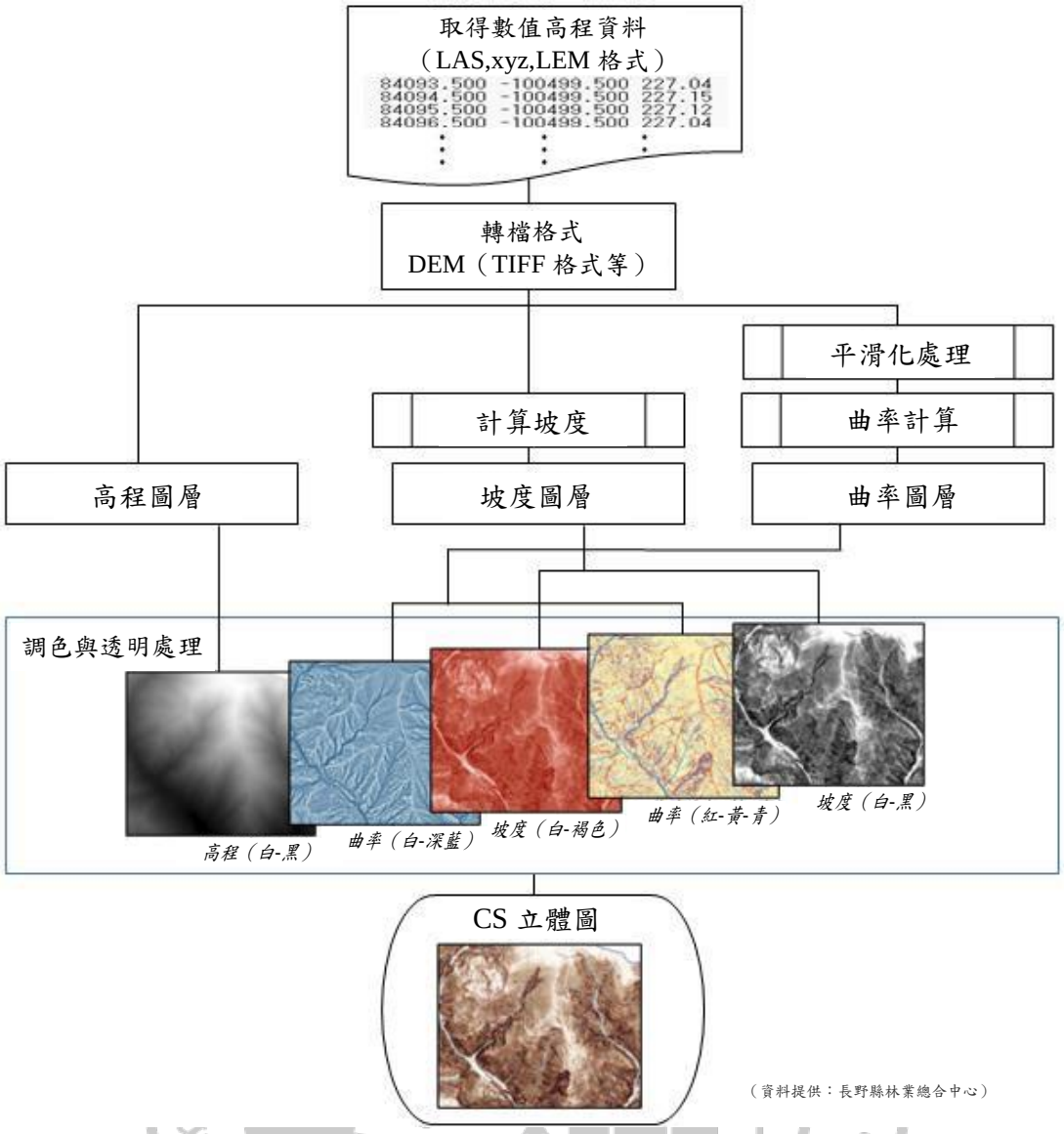
CS 立體圖，係將前述「高程」、「坡度」、「曲率」等地形量圖資分別著色，然後套疊形成立體彩繪明暗地圖。套疊三種地形量產生不同色調與透明度，具有如下特點。

① 觀看者能由視覺資訊直覺判讀出地形資訊
② 能同時取得高程、坡度與曲率等不同資訊
③ 能辨識出等高線難以呈現的地形特徵（例如與等高線平行的裂隙，或兩條等高線之間的地形）

製作 CS 立體圖時，不同解析度 DEM 都可派上用場。近年來光達測量技術等發達，小於 1 公尺網格的高解析度 DEM 已經普及，以此作成的 CS 立體圖甚至能判釋零級河川（零級河序）與湧泉等微地形。另一方面，10 公尺網格低解析度 DEM 所作成的 CS 立體圖，雖無法呈現湧泉等細微地形，卻適合進行大規模地滑或山脊、河谷等的廣域地形判釋。

「CS」乃曲率（Curvature）與坡度（Slope）英文字首命名，「CS 立體圖」係 2012 年由長野縣林業總合中心所開發完成。

CS 立體圖製作方法已有論文等公開發表，只要使用 GIS 軟體，任何人都可自行製作 CS 地圖（圖 7）。也有許多人開發不同軟體，有的能自動製作 CS 地圖且無償公開，無 GIS 專門知識的人也能操作。已公開的 CS 地圖製作工具，見卷末「參考網站」。



（資料提供：長野縣林業總合中心）

圖 7 CS 立體圖製作方法

2.2 已公開 CS 立體圖之閱覽

用滑鼠按有底線的部份或參考卷末【參考網站】

長野縣所完成 CS 立體圖資，已展示於 G 空間情報中心網站（ G 空間情報センター）。目前日本長野縣、靜岡縣、岐阜縣與兵庫縣都已推出詳細 CS 立體圖，內閣也公開全日本 10 公尺網格解析度 CS 立體圖。此外，國立研究開發法人森林研究及整備機構森林總合研究所同時公布林野土壤圖與 CS 立體圖。目前廣島縣、愛媛縣、岡山縣、高知縣、福島縣、熊本縣、大分縣、兵庫縣、長野縣所開放使用的 CS 立體圖，都能自由下載檢視。

此外，宮崎縣開發的 WebGIS 服務網站「日向 GIS 」，可下載全日本各種公開圖資，也能與 CS 立體圖套疊比對。無 GIS 操作知識的人，也能肉眼直覺判讀 CS 立體圖地形特徵。目前 G 空間資訊中心網站首頁，背景圖便是 CS 立體圖。

3 CS 立體圖判讀災害高風險地形的方法

3.1 基本的判釋方法

CS 立體圖內，山脊（凸地）以紅色，河谷（凹地）以藍色呈現。山脊越狹窄，紅色越深，寬而平緩的山脊呈淡紅色；深谷呈深藍色，淺凹地形則呈淡藍色（圖 8）。此外，陡坡顏色暗，緩坡明亮。日向 GIS 等 3D 功能可呈現出地形立體感，容易瞭解（圖 9）。

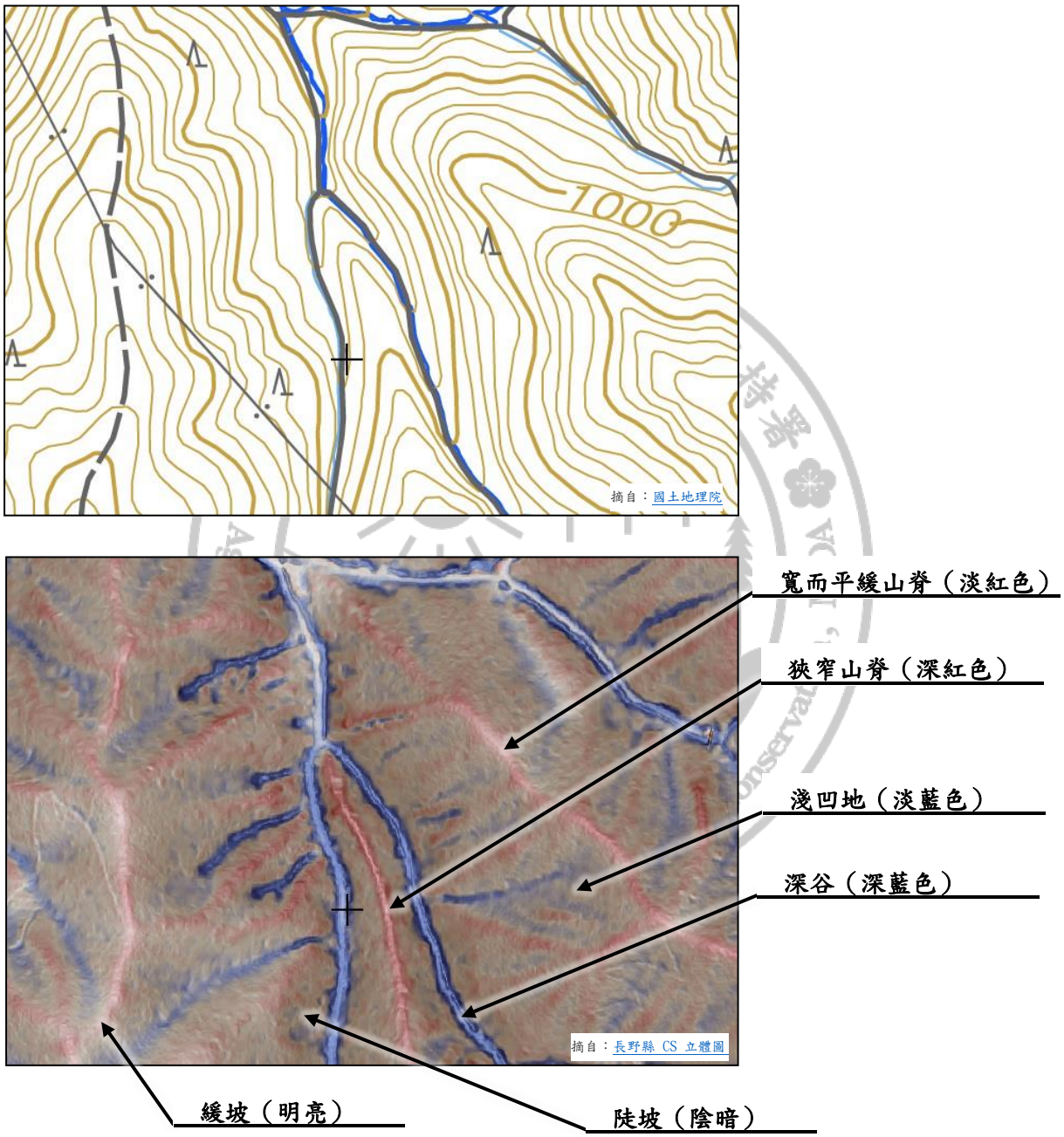


圖 8 等高線所形成地形圖（上）與 CS 立體圖（下）

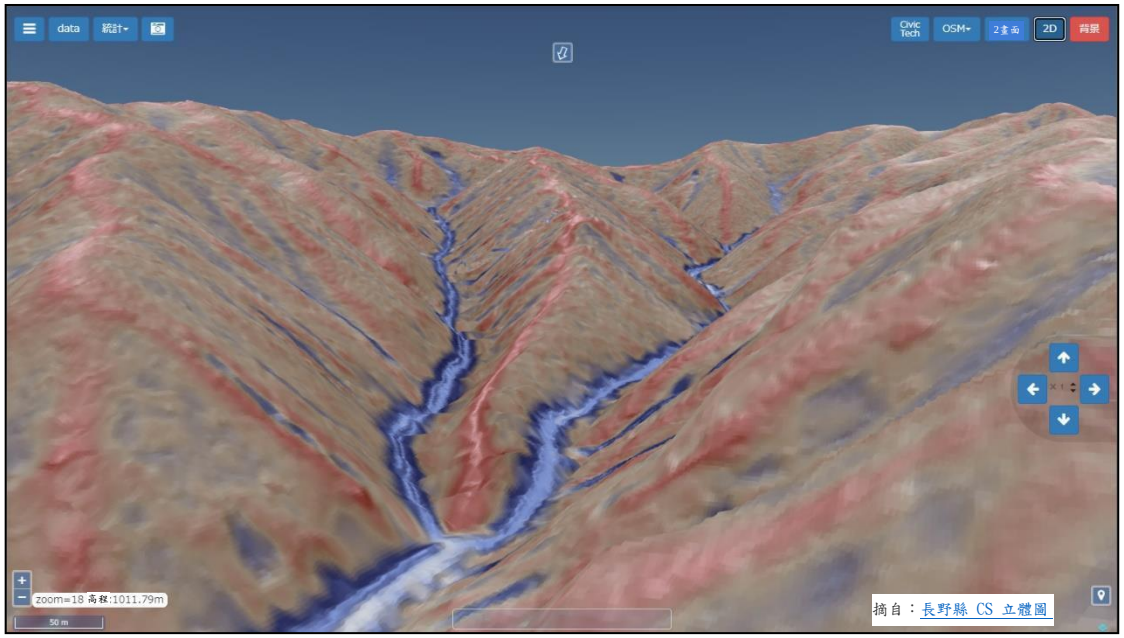


圖 9 日向 GIS 3D 陰影圖

3.2 CS 立體圖地形判釋案例

有關森林與林業技術人員執行業務所需的災害高風險地形判釋方法，以案例加以說明。除了說明其地形種類，並在 CS 立體圖上標示容易判讀地形的地點。

【 CS 立體圖判讀案例使用方法 】

宮崎縣日向 GIS 網站一打開就是許多已完成判讀的地點。智慧型手機照相讀取該網站 QR 碼，或筆電滑鼠點擊 QR 碼，即可打開該網站，輕鬆學習地形判讀。

※ 地形判讀案例圖示，十字（＋）為 QR 碼座標位置。

(1) 河川源頭區—侵蝕前緣—

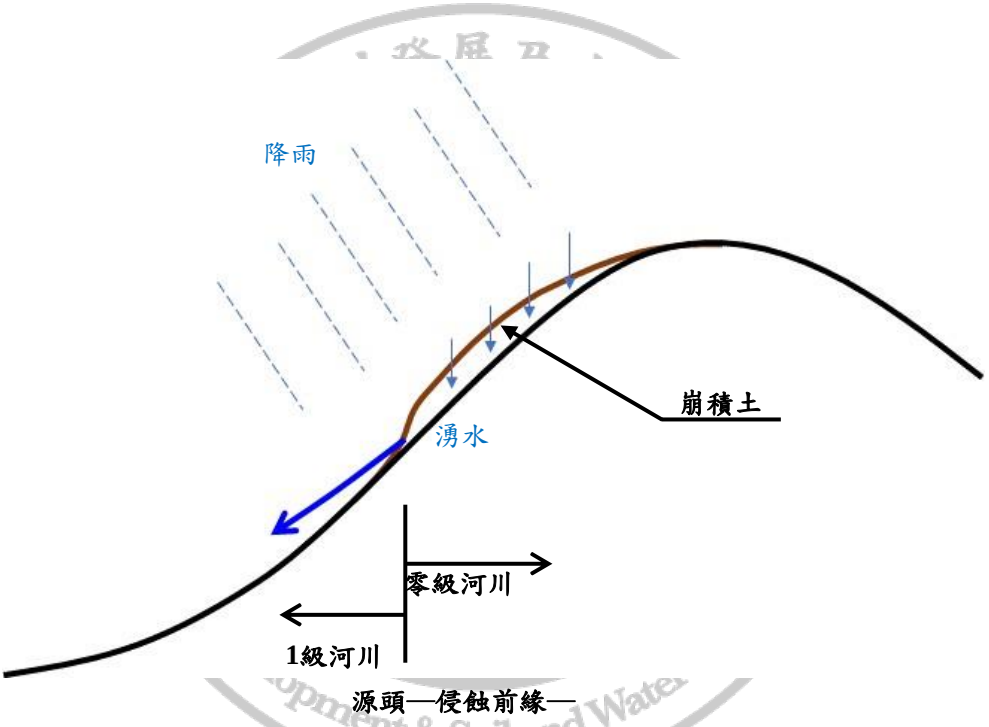
河川源頭區的地形特徵

侵蝕谷最上游端的部分稱為源頭區。雖然隨降雨量略有不同，但一般以可看到水流的起始點稱為河川的源頭，源頭的下游稱為 1 級河川；1 級河川上游無明顯流路的集水地形，稱為零級河川。零級河川多為過去的崩塌地形，但目前被四周流入土砂填平，因此容易匯集地下水，地下水位高於周邊坡地，是將來崩塌高風險區。

傳統等高線地形圖很難看出河川源頭位置，DEM 分析地形，雖然可辨認出超過一定流域面積的河川源頭，但是 CS 立體圖可用亮藍色呈現 1 級河川，因而可輕易辨識上游的源頭區。

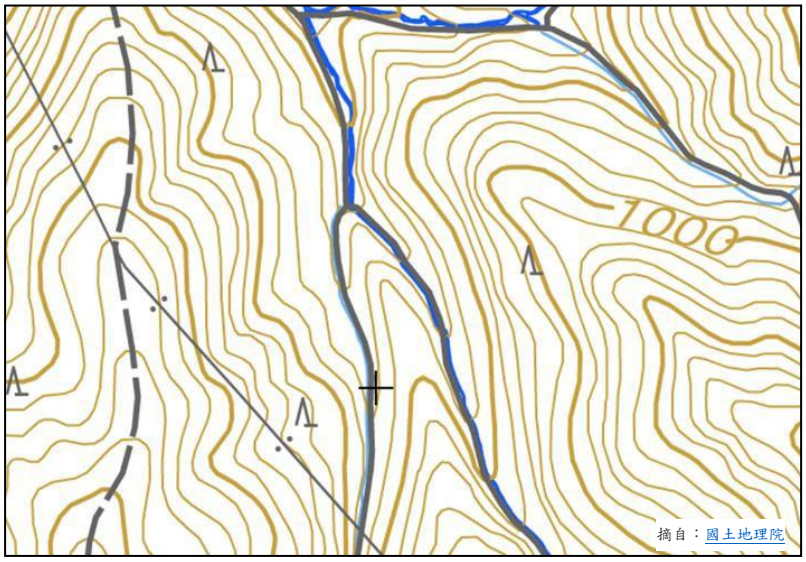
河川源頭區的整治方法（注意要點）

零級河川係經過長期侵蝕而成的地形。零級河川內開設路廊會改變水流、加速侵蝕。因此最好避免改變原有集水面積，儘量縮短通過該區域的道路長度，並採隨地形變化波浪形的縱斷線形設計，並施作適合現地的排水工程與構造物等。

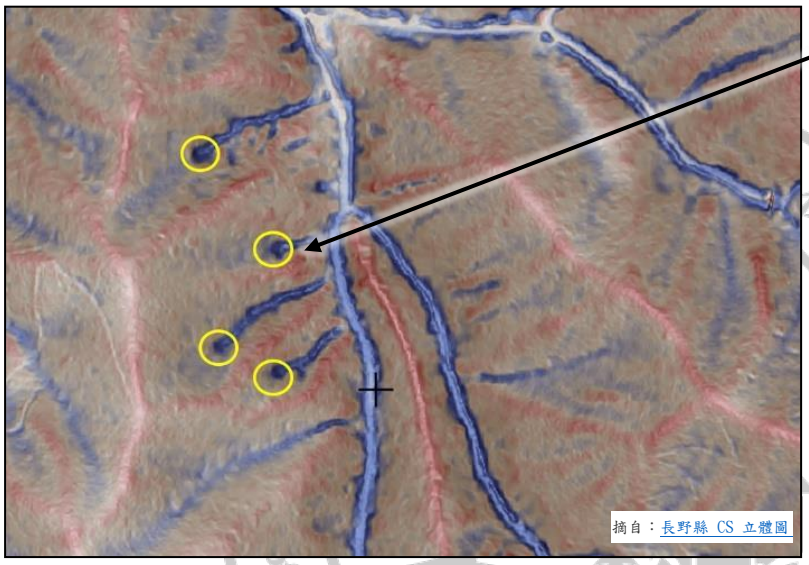


侵蝕前緣模式圖

＜判釋案例＞

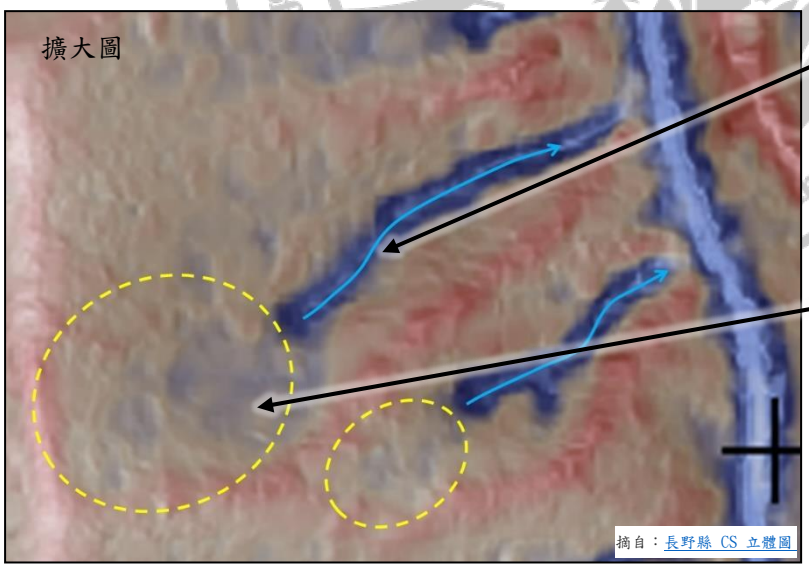


緯度：35.9718
經度：38.0408
長野縣



源頭（侵蝕前緣）

國土地理院發行的地形圖很難判釋出河川源頭，CS 立體圖則清楚呈現 1 級河川為清晰的深藍色，零級河川為淡藍色，易於判釋。



1 級河川（明顯凹谷地形）

水流侵蝕而成的深谷。有常流水，或平常無水、豪雨即出現水流，開設路廊須施作暗渠等橫向排水設施。

零級河川（無常流水的淺谷地形）

原本凹谷地形，被周遭崩積土掩埋。常有向源侵蝕。在此地點開設路廊應避免改變集水面積，並設置路面排水，或道路設計成波浪狀的縱斷線形。

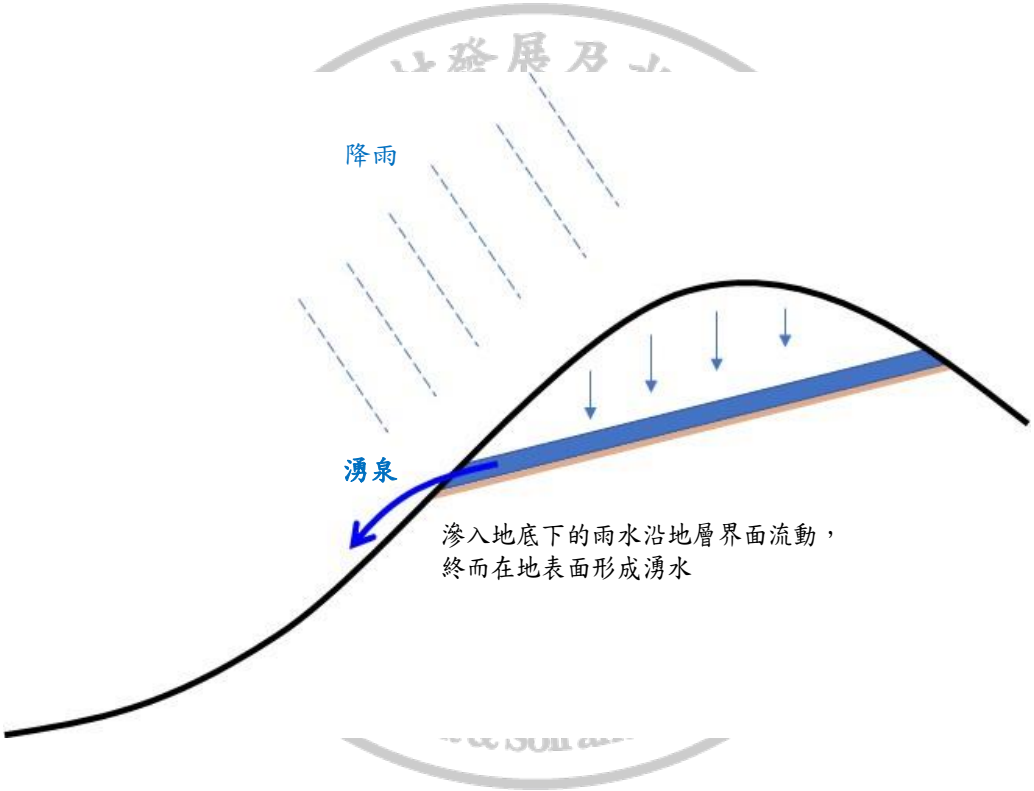
（2）受地質構造影響之湧泉

湧泉的地形特徵

山區有時會看到山腰湧水。原因多半是滲入地下深處的雨水，沿著地層界面等阻水層湧出地表。湧水有時會侵蝕周邊表土形成小窪地（湧泉），由於它的規模小，傳統地形圖難以判釋。空載光達測量數據 DEM 所製作的 CS 立體圖，則能看出其痕跡。從 CS 立體圖上能看到圓形深藍色湧泉水流往下游流動所形成的線狀地形。此外，湧泉常呈線狀排列，可能是受地層界面或斷層等地質構造影響所致。

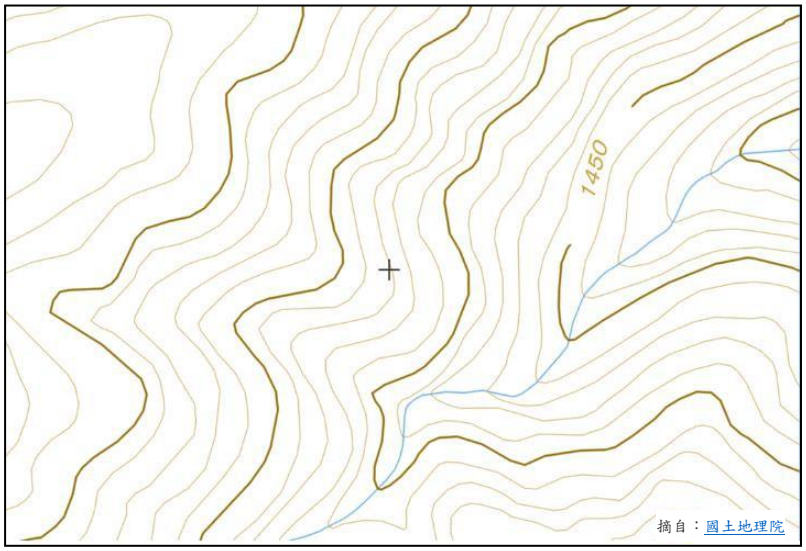
湧泉的對策

開設路廊若挖到湧泉，常得耗用大量經費處理湧水。另外，有些地方並非常時湧水，而是豪雨時才湧水。路廊開設期間因無湧水而未進行暗渠等對策，填方後若遭遇豪雨，填方崩塌會有土石流化風險。因此，山坡開設路廊須特別注意湧泉。基本上可能有湧泉的地方，都應避免開設路廊。

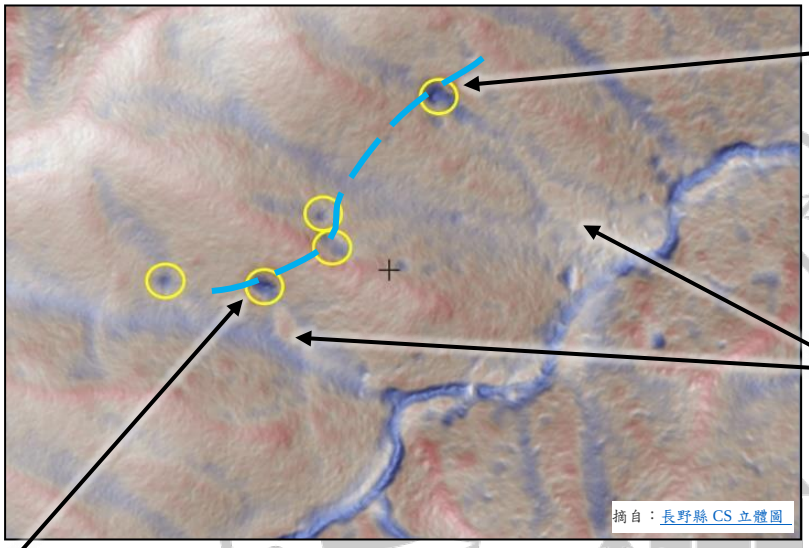


受地質構造影響之湧泉模式圖

＜判釋案例＞



緯度：36.1487
經度：138.0493
長野縣



沿地形排列的湧泉

受地質構造影響的湧泉，有時會沿不同透水性地層界面排列湧出地表。湧水常在固定地點湧出，不會往上游發展。

崩積土

隨湧泉流出而堆積在下游的土砂。

雖然現地調查確實看到湧水，但其他季節或雨量不足時可能看不到湧水。開設路廊須注意即使眼前無湧水，豪雨時仍可能出現湧水。此類地點進行填方會有崩塌進而土石流化之虞。

（照片提供：長野縣林業總合中心）

（3）地滑

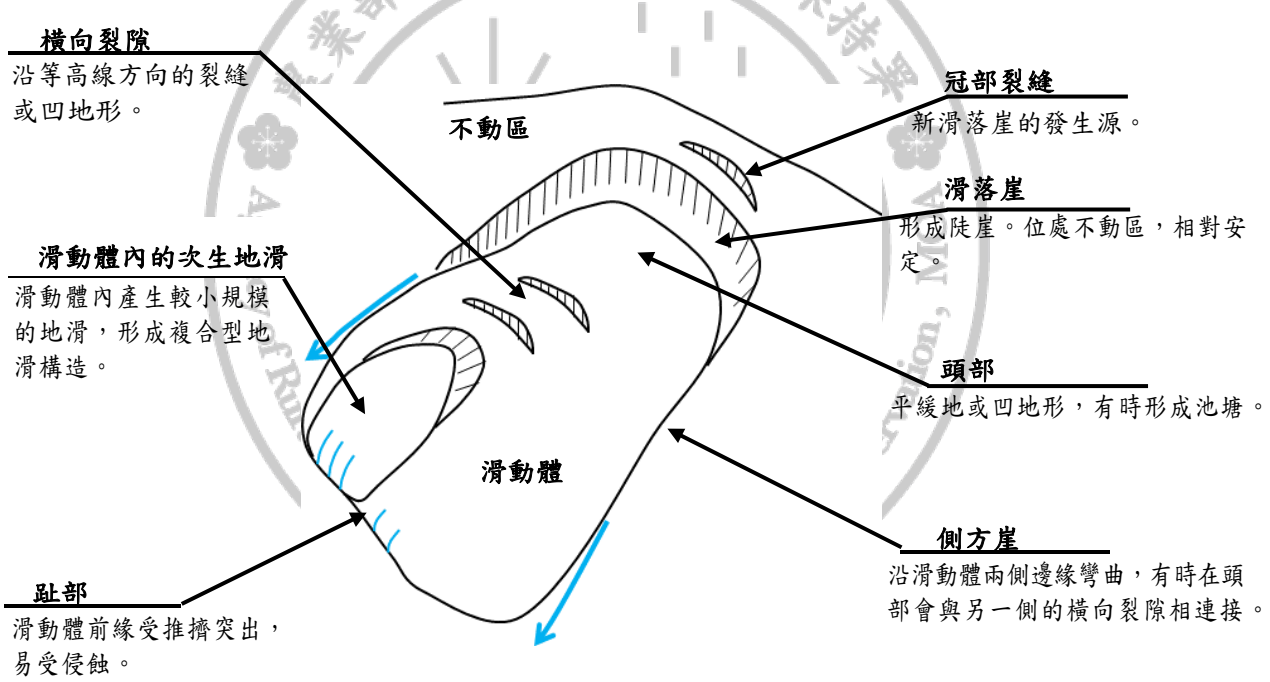
地滑的地形特徵

坡面內部產生連續滑動面，其上方地塊受重力作用往下方滑動的現象稱為地滑。地滑所形成地形總稱為地滑地形。地滑頭部陡坡稱為滑落崖，常呈馬蹄形。滑動的物質稱為滑動體，滑動體內有時會有次生滑動面或裂隙。以等高線地形圖或航空照片進行地滑地形判釋，需專業技術與知識。

CS 立體圖則能清楚看出滑落崖與地滑塊體內的微地形，使用者能直覺辨識出地滑地形。具體而言，滑動體兩側呈藍色的側方崖在頭部附近彼此相向，滑動體內有些水平方向裂隙與小山脊。此外，滑動體表面較少侵蝕形成的深谷地形，在 CS 立體圖上整個滑動體呈現較白亮的色調特徵。

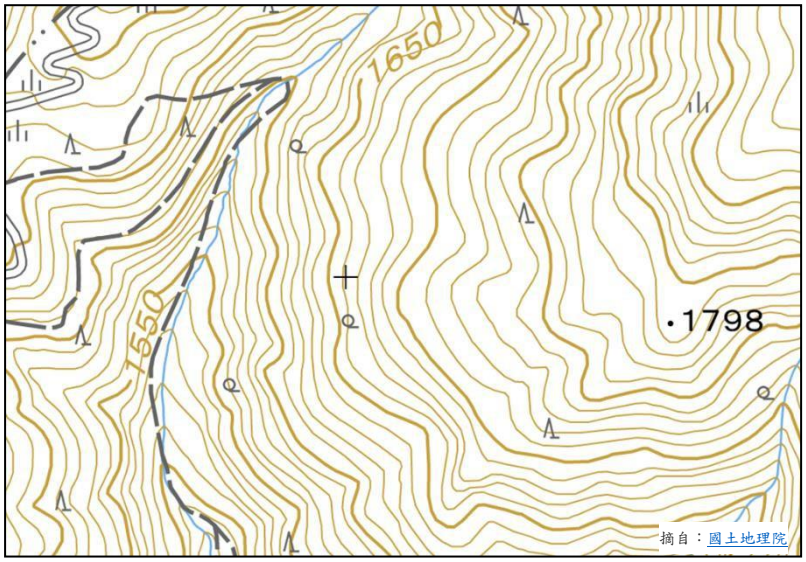
地滑的整治方法（注意要點）

在滑動中的地滑地開設路廊，除了須施作對策工程之外，若施工開挖誘發新的地滑，工程經費與維護管理費大增，因此，路廊開設時須慎重判斷評估。此外，開挖地滑趾部可能促使整個滑動體崩落，須特別注意。地滑側方崖的地形時常變動，應避免在此開設路廊。此外，路面排水等流入地滑塊體內，可能促進地滑活動，排水時須特別注意。

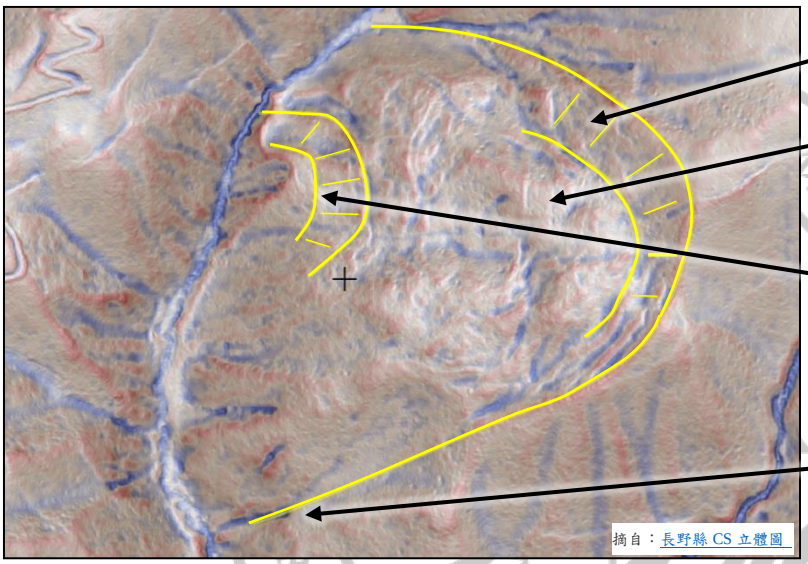


地滑地形模式圖

＜判釋案例＞



緯度：36.1602
經度：138.0527
長野縣



滑落崖

滑動體

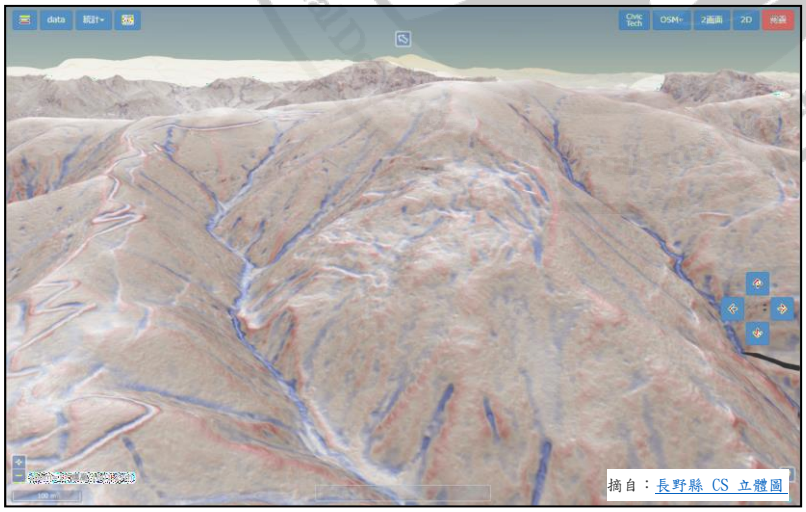
滑動體內有許多裂隙與小山脊。

內部的次生地滑

愈小規模的地滑愈容易受開設路廊等人為活動影響而惡化。

側方崖

侵蝕作用活躍，開設路廊須特別注意。



日向 GIS 等 3D 立體影像，可從各種角度觀看地貌，更易於判釋地滑。

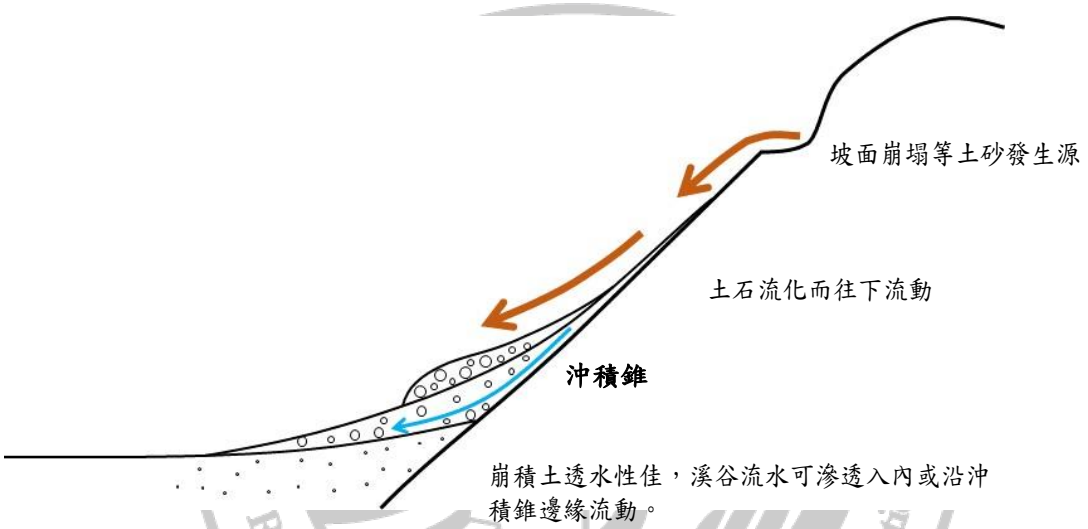
（4）沖積錐

沖積錐的地形特徵

沖積錐乃陡峭山谷出口處，土石流堆積反覆發生所形成的扇狀地形，又稱為土石流扇狀地。無明確分類，基本上規模小於大型河川出口的扇狀地，常見於陡峭山區。CS 立體圖的山谷出口以偏白色調扇形或三角形呈現。上游有代表凹地形的藍色谷地形沖積錐內透水性佳，溪谷流水因此容易滲入地下，或沿沖積錐側邊往下游流動。

沖積錐的整治方法（注意要點）

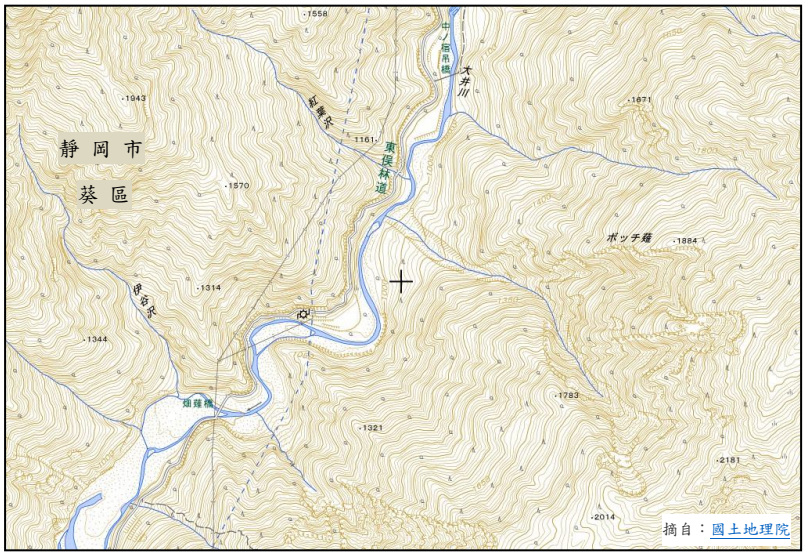
沖積錐係由不安定礫石等崩積土構成，闢設路廊時，大規模開挖可能引致崩塌，也可能遭受來自上游的土石流侵襲，應避免開設路廊。此外，山谷出口有沖積錐的流域，上游多半土砂生產量大，坡面崩塌頻繁，基本上應避免開設路廊，不得已仍需開設，應儘量減少挖填方工程，並確實保護這類人工邊坡。



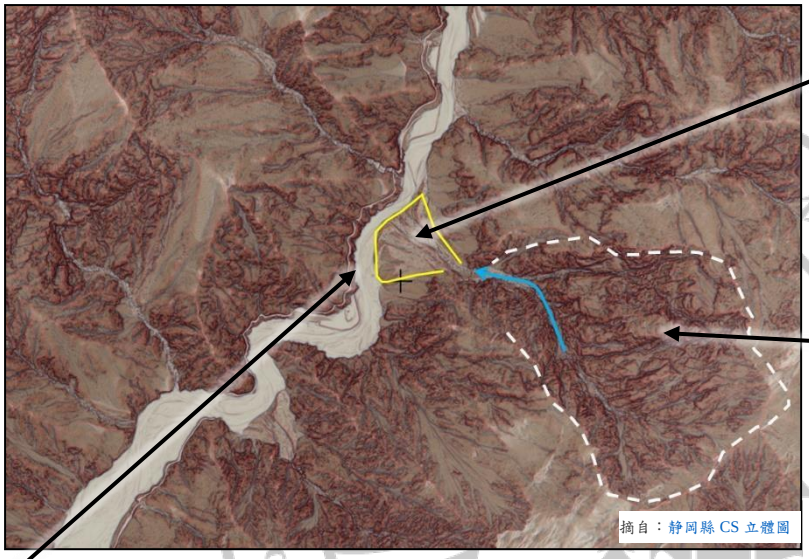
沖積錐模式圖

Rural Development & Soil and Water Conservation

＜判釋案例＞



經度：138.2055
緯度：35.3721
静岡縣



沖積錐

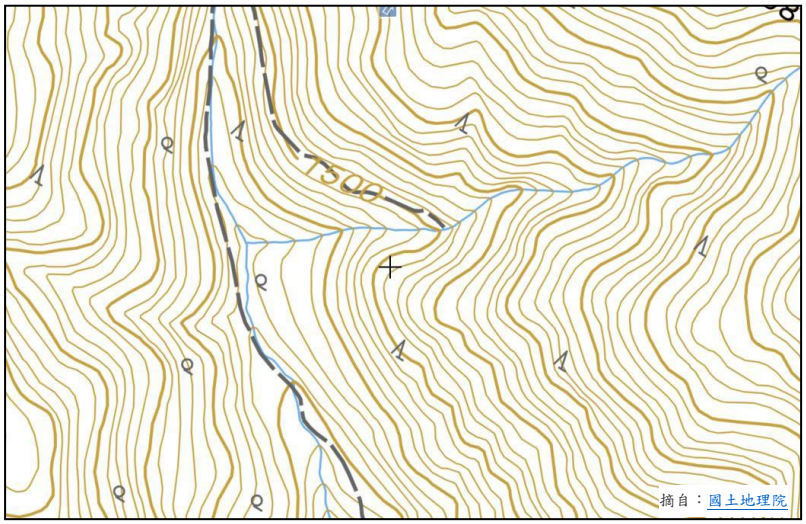
山谷出口呈偏白色調的扇狀地形。
開設路廊易遭受來自上游的土石流侵襲。

土砂發生源

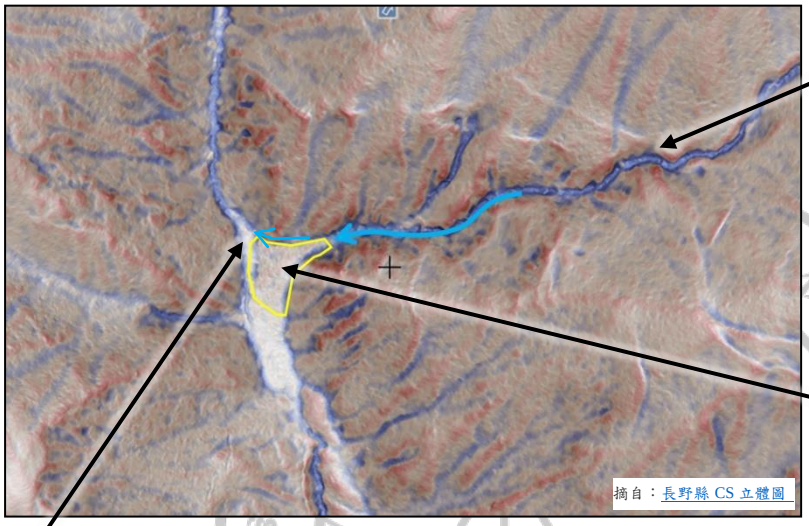
上游侵蝕劇烈區域。坡面常一再發生崩塌。

沖積錐由崩積土形成，透水性佳，容易被溪谷流水滲入。

（照片提供：長野縣林業總合中心）



緯度：36.1546
經度：138.0532
長野縣



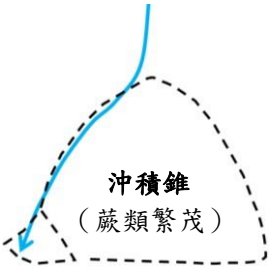
土砂發生源

小規模溪流也可能在小溪出口形成沖積錐，代表上游土砂生產量大。

沖積錐

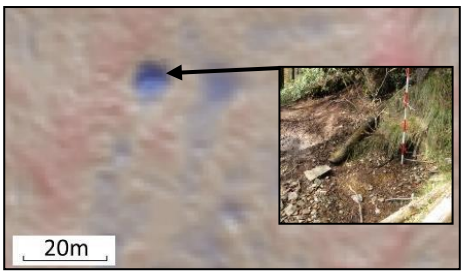
（照片提供：長野縣林業總合中心）

蕨類生長茂密，推測地下水位很高。
沖積錐由堆積土砂形成凸地形，溪流沿側邊流動形成小溪，小溪出口形成更小的沖積錐。

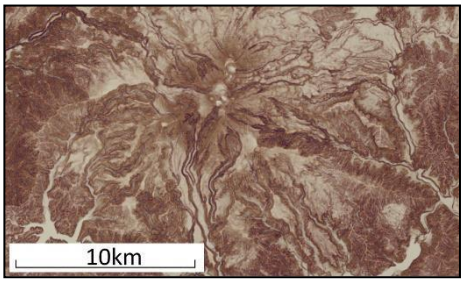


【　地形尺度與 DEM 的解析度　】

製作 CS 立體圖所使用的 DEM，只要是網格數據，則可不拘其格式與解析度。近年來容易取得空載光達等所測製低於 1 公尺網格的高精度 DEM，若使用無人機光達測量或地面光達測量，能取得更高精度 DEM。但森林與林業所需判釋的微地形尺寸，以湧泉為例，有數公尺的規模，較此更細微的地形並不在判釋對象內。因此，微地形判釋的 CS 立體圖標準解析度為 1 公尺網格 DEM。反之，山脊、山谷或整座山、斷層線等較大地形的大略判釋，可使用 10 公尺網格等較低解析度 DEM。應依判釋地形尺度，採用適當解析度的 DEM。



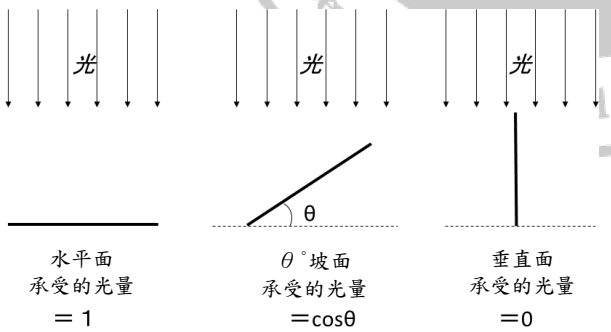
1 公尺網格 CS 立體圖



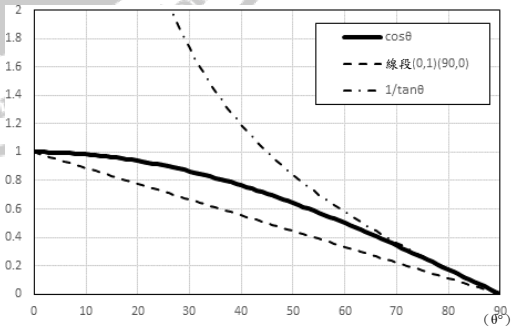
10 公尺網格 CS 立體圖

【坡度數據立體化的原因】

CS 立體圖以曲率數據表現地形凹凸，以坡度數據呈現立體感。為何坡度數據著色看起來很立體？原因是相同長度但坡度不同的坡面，一定量的光由正上方往下照射；假設以坡度為 0 的水平面承受光量為 1，則 θ 度坡面承受光量為 cosθ，90 度垂直面承受光量為 0。因此，當亮度為 cosθ 的色彩時，即可看到立體感。人類視覺能力幾乎無法區別 cosθ 與 θ 的色彩，因此 CS 立體圖為簡化計算，只對 θ 著色表現立體感。此外，坡度指標 tanθ 也是 CS 立體圖常用數據，坡度超過 50 度的 tanθ 值與 cosθ 值相近，坡度越緩 tanθ 值與 cosθ 值差距越大，不適於地形判釋。



θ° 坡面承受的光量



cosθ、線段(0,1) (90,0)、1/tanθ的關係

（照片與資料提供：長野縣林業總合中心）

（5）侵蝕區域

侵蝕區域的地形特徵

過去反覆發生崩塌的地點會殘留許多凹地形侵蝕痕跡。CS 立體圖內深藍與紅色交錯，代表侵蝕痕跡密布地區，未來若逢豪雨，崩塌風險升高。即使坡度與流域面積相同，侵蝕程度也會隨地質與過去土地利用狀況等的不同而異，須加注意。

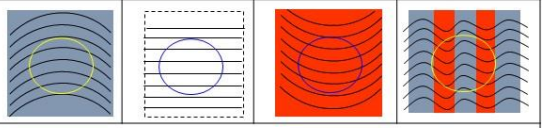
侵蝕區域的整治方法（注意要點）

侵蝕區域開設路廊，費用與維護管理費偏高，並非最佳選擇。且侵蝕區域多山林，因森林內交通條件與工作效率均不佳，同樣不適合劃為木材生產區。

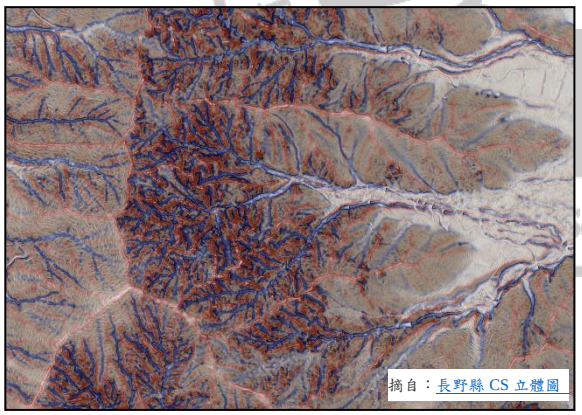
【　地形複雜度指標：SHC　】

崩塌後常會留下凹地形的侵蝕痕跡。地質脆弱等原因致使過去發生多次崩塌的區域，則會形成凹凸複雜地形。傳統等高線地形圖判釋，可用河谷密度代表地形複雜程度，但電腦演算河谷密度作法繁瑣，因此學界改以 SHC 作為地形複雜程度指標。

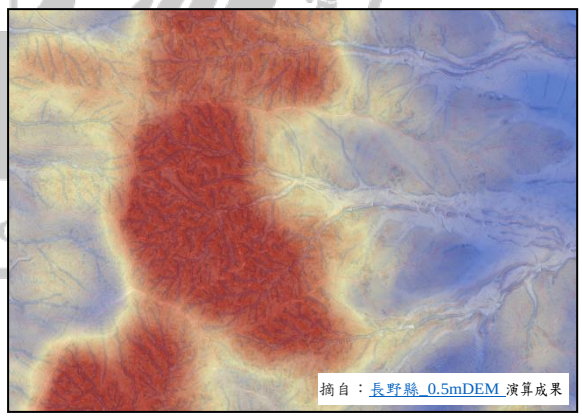
SHC 即「平面曲率標準差」（Standard deviation of Horizontal Curvature），可間接呈現山脊、河谷的密度與深度。侵蝕區域 SHC 值偏高，因此藉由 GIS 分析地形，可機械性地擷取侵蝕區域。

坡面形狀	凹型坡面	直線坡面	凸型坡面	波型坡面
模式圖				
坡度	相　同			
平面曲率	－	0	＋	－＋－＋－
SHC (平面曲率標準差)	小	小	小	大

SHC 概念圖（資料提供：長野縣林業總合中心）

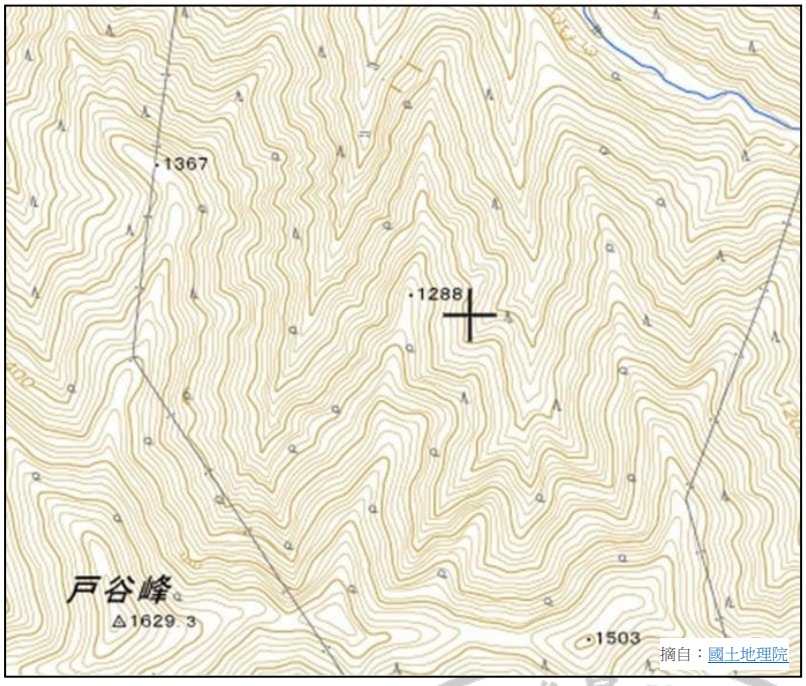


CS 立體圖

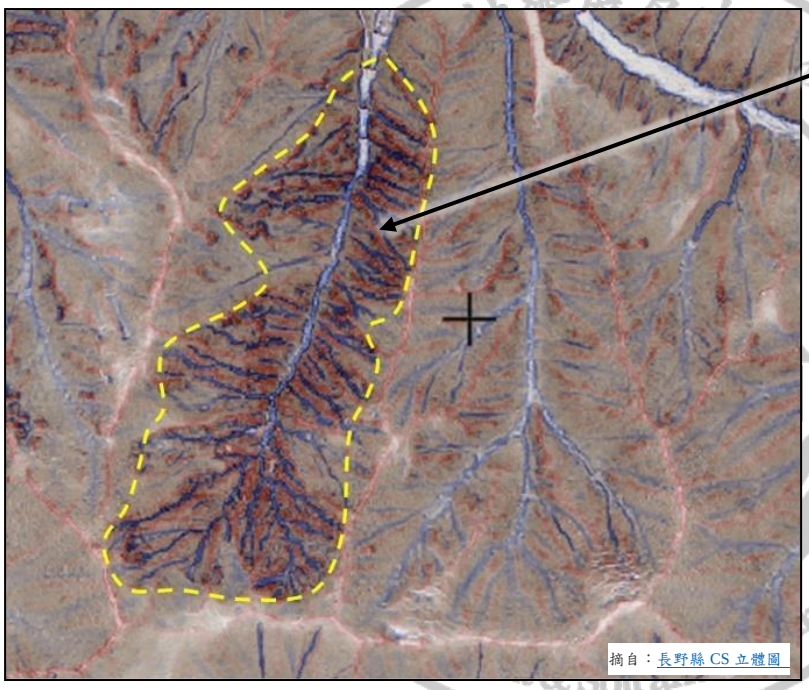


CS 立體圖套疊 SHC 的圖形

＜判釋案例＞



緯度：36.2933
經度：138.0442
長野縣



侵蝕區域

地質與坡度即使相同，也可能因為風化的差異及過去土地利用形態不同，而產生不同程度的侵蝕。

侵蝕區域容易崩塌，不適合開設路廊或作為木材生產林地。

（6）人工改變

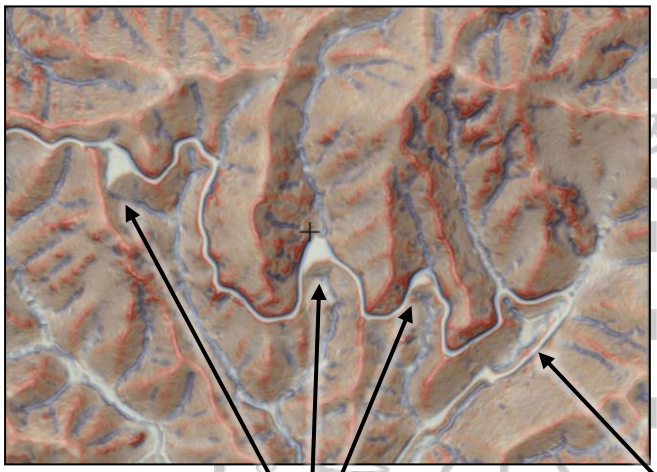
人工改變地形的特徵

有些地形是人為構造物。防汛道路、林道等的路廊線形、填方、防砂壩等構造物，都能以 CS 立體圖掌握其正確位置。其他歷史悠久山城、古墳等遺跡，乃至於廢棄炭窯等，也都能判釋出來。此外，目前已成為森林的舊耕地，也能由其階梯地形辨識出來。

人工改變地形的整治方法（注意要點）

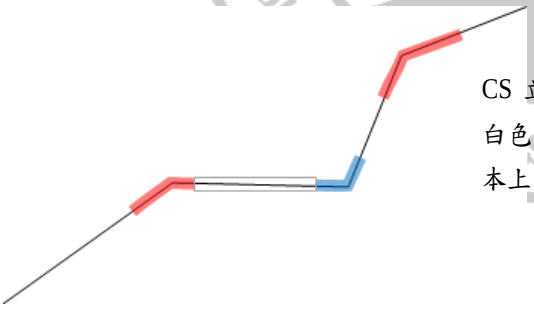
廢耕地有時會因為過去的灌溉與施肥，形成與自然森林土壤不同的土質。此外，人工水路讓水不沿原流路流動，是開設路廊及選定植栽樹種須特別注意的地形。反之，炭窯遺跡初判像似湧泉，但其下方無流水痕跡，豪雨亦無湧水之虞，因此崩塌潛勢不高。

＜判釋案例（路廊）＞



摘自：岐阜縣 CS 立體圖

緯度：35.6424
經度：136.9896
岐阜縣

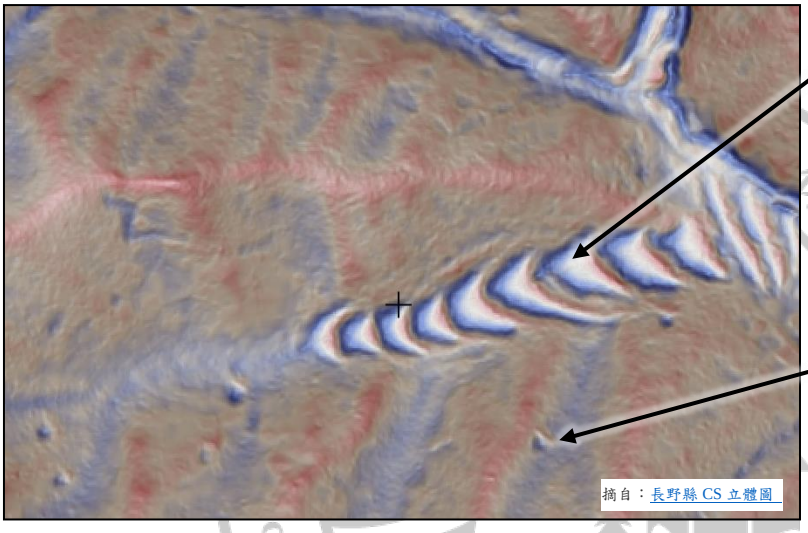


CS 立體圖紅色代表凸地形，藍色代表凹地形，白色代表平坦地形。人為打造的平坦地形，基本上呈左圖所示彩色圖形。

人工改變地形模式圖

＜判釋案例（廢耕地、舊炭窯）＞

緯度：35.9270
經度：138.0893
長野縣



廢耕地

人工梯田痕跡。

施肥常形成黑色土壤，有利於樹木生長，但進行植栽仍須選定適當樹種。

炭窯遺跡

乍看下像湧泉圖形，但其下方無水流與土砂流動痕跡，此乃淺山區常見地形。

目前已經森林化的地區，無法從等高線地形圖或航空照片辨識出耕地痕跡與炭窯遺跡。

4 結語

學習地形判讀，最簡便方法是現場觀察地形，但也不可隨興就跑到現場。

① 前往現場前，應先查看 CS 立體圖，想想為何如此形狀？當地為何種地質構造，以及有何災害危險性？是否有其他值得注意的地形等等。

② 應儘量先蒐集 CS 立體圖之外的地圖資料，參照比對。例如，航空照片（從早期到最新的）、地質圖、地滑分布圖、政府部門公布的防災地圖等等。這類資料幾乎都能公開查閱。

③ 最後，到了現地先用手機確認所到地點的 CS 立體圖上位置。若發覺現場狀況與行前所瞭解狀態不同，等於得到新發現。

若您所負責的森林整備或路廊開設現場，後來不幸因大雨崩塌，請以 CS 立體圖仔細觀察受災前的地形，探究為何崩塌、該地點地質構造為何等問題。有些一開始認為只是意外發現的地形，但若之後附近又看到類似地形，你就會警覺到該區域具災害潛勢。不妨先從自己熟悉的附近環境，練習這種判斷能力。

本書能被森林與林業從業人員鑽研並應用於山區防減災，是我們衷心的期待。

【參考網站】

G 空間情報中心
https://front.geospatial.jp/

ArcGIS 版 CSMapMaker（G 空間情報中心）
https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/csmapmaker

QGIS 版 CSMapMaker（G 空間情報中心）
https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/cs-tool

FME 版 CSMapMaker（G 空間情報中心）
https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/fme-csmapmaker

林野土壤圖與 CS 立體圖的同時閱覽（森林總合研究所）
https://www.ffpri.affrc.go.jp/press/2022/20220928/index.html

宮崎縣日向 GIS
https://hgis.pref.miyazaki.lg.jp/hinata/

【參考與引用文獻、URL】

鈴木隆介（1997）建設技術者のための地形図読図入門 第1巻 200pp. 古今書院

戸田堅一郎 (2012) 航空レーザ測量データを用いた微地形図の作成 砂防学会誌 65(2) 51-55

戸田堅一郎 (2014) 曲率と傾斜による立体図法(CS 立体図)を用いた地形判読 森林立地 56（2）75-79

戸田堅一郎 (2018) 安全な路網計画のための崩壊危険地ピンポイント抽出技術-CS 立体図を用いた崩壊危険地形判読技術の開発- 長野県林業総合センター研究報告 32 1-16

長野県 (2014) 『長野県型立体地形図＝CS 立体図』を用いた林内路網の路網配置検討手順 121pp.

日本地形学連合 編（2017）地形の辞典 1018pp. 朝倉書店

林野庁国有林野部 (2022) 国有林における林地保全に配慮した施業の手引き
https://www.rinya.maff.go.jp/j/kokuyu_rinya/attach/pdf/seibi-17.pdf

CS立體圖之地形判釋手冊

發行：2023年3月 林野廳

著作：一般社團法人 日本森林技術協會

〒102-0085 東京都千代田區六番町 7 番地

TEL：03-3261-5281（代表）

協辦：股份公司　Geo・Forest Co.,Ltd.

〒399-4511 長野縣上伊那郡南箕輪村 8857-1 2F

URL：https://gf17v.com/