

彰化民族新村地滑調查之簡介

游 繁 結*

一、前 言

臺灣為一海島，山多平地少，在人口激增之今日，平地土地資源已不敷使用，開發山地遂成為目前刻不容緩之大題。然臺灣山地丘陵大都屬中新世地層 (Miocene Formation)，地質鬆脆⁽¹⁾。地震頻繁，豪雨集中及為開發山地而闢築之許多道路，直接間接地破壞地質構造，致山崩地滑隨時發生，其所攜帶之土石，堵塞河道，中斷道路、掩覆田園，淤積水庫，為害公益，災害之鉅，無以估計。

為謀社會福利、國土保安之計，政府對山崩地滑之防治實不遺餘力，為謀徹底解決之道，農復會、林務局與電力公司乃聯合委託臺灣大學森林學系，於今年暑假假溪頭臺大實驗林舉辦一次「崩場地調查與處理技術講習會」，敦聘日本專家及國內知名專家學者前來指導授課，筆者有幸能參加此盛會，獲益匪淺。茲謹就其中電氣探測技術對彰化民族新村地滑之調查略為介紹，以期爾後能作為崩場地調查之參攷。本文資料取自講習會⁽²⁾⁽⁶⁾，本人僅加以整理、探討，謹以附陳。

二、電氣探測之原理

電氣探測並非一新興之技術，很早即用之於地質調查及石油探勘方面，日本更早用之於地滑之調查，而在臺灣用之於地滑面之調查則尚少見。

電氣探測之原理⁽³⁾⁽⁴⁾係以等間隔之電極棒打入地中，如圖 1 所示，當電流 I 通過電極棒 C₁C₂時，在

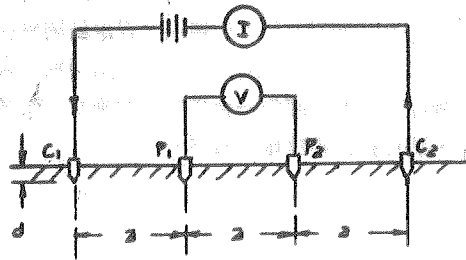


圖 1 電氣探測之設置

電極棒 P₁P₂ 間即產生電位差 V，由此可推算地層之近似比電阻 (Apparent specific resistance)

$$\rho_a = 2 \pi a \frac{V}{I} = 2 \pi a R$$
 當電極棒之間隔 a 很小時，如圖 2 所示，大部份電流由 C₁ 通過地中而至 C₂，

* 國立中興大學水土保持系助教兼研究生

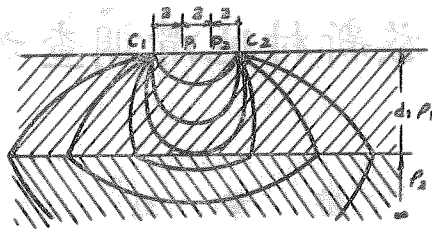


圖 2 電極棒間隔小時之電流通路

其電流幾乎是通過上面之地層， P_1P_2 間之電位差不受下面地層之影響，故近似比電阻與該層之比電阻真值 ρ 沒大差異。當 a 逐次增大，即表示所測地層之深度愈大時，電流通路將受到下層之影響，呈歪曲狀，如圖 3 所示，其將影響 P_1P_2 間之電位差，因此所得之近似比電阻 ρ_a 與該層之比電阻真值 ρ 則不一定符合。

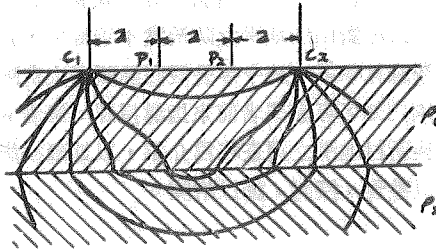


圖 3 電極棒間隔大時之電流發生歪曲

將不同電極棒間隔 a 所測得之近似比電阻 ρ_a ，以 ρ_a 為縱軸， a 為橫軸，在雙對數方格紙上描繪出 $\rho_a - a$ 曲線，與 Sundberg 標準曲線及 Hummel 補助曲線對照，即可分析出各地層之比電阻真值 $\rho_1, \rho_2 \dots$ 與各層之厚度 $d_1, d_2 \dots$ 等。

一般言之，電氣探測方法獲得之資料判定，僅能提供間接方面之資料，尚需配合鑽探 (Boring) 所得之岩心 (Core) 作一比較精確之分析方可⁽⁴⁾⁽⁵⁾。惟鑽探之對象僅屬點狀之分佈，如考慮某範圍面積之鑽探工作，所需經費頗昂，亦不切實際。而電氣探測則可在大範圍面積內實施，由點狀之垂直探測至線狀之水平探測，更由呈網狀分佈之測線可對地滑面作一合理的面的推定。是故能以電氣探測作大面積之探測調查，輔以特殊地點之鑽探工作，將可獲詳細精確之資料。

三、調查之方法

1. 踏 勘

彰化民族新村之地滑乃數年前一次豪雨下所造成，曾掩埋當地房屋數棟。該地滑區之地質狀況由岩石露頭所見上層為礫石層，其下是泥岩，再下為較鬆之砂岩，初步判斷地滑之發生可能係雨水下滲至泥岩處，造成泥岩之水解滑潤移動而下。該地現植生覆蓋良好，地滑區之南側有一幾成垂直之崖壁，岩石裸露在外，可能係地滑之冠部，地滑區之中央尚有二次滑動之跡象，據判斷該地可能發生有二~三次之地滑，第一次規模較大，二、三次則屬小面積之移動。

2. 電氣探測之進行

(1) 在決定地滑區範圍後，即展開平面測量，並定出電氣探測之位置，如圖 4 所示，共分為 A, B, C

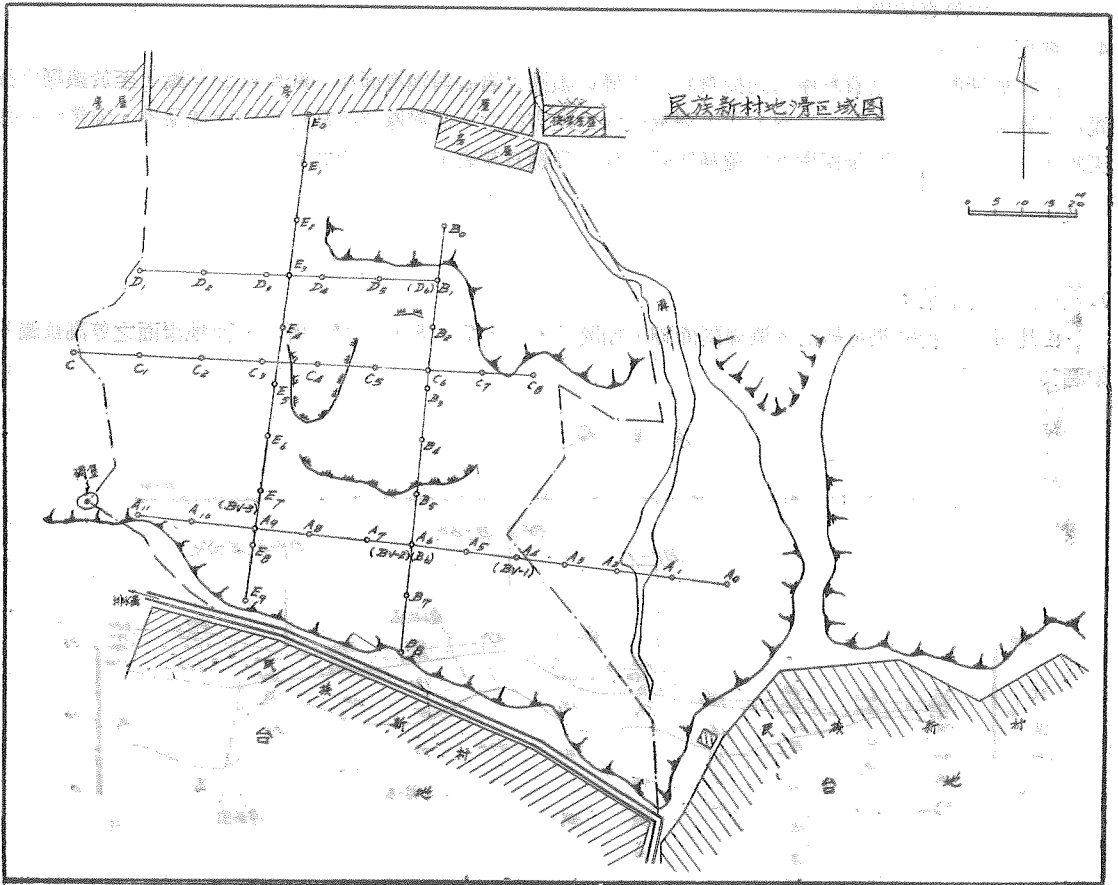


圖 4 彰化民族新村地滑區電氣探測之測線分佈圖

，D，E五條測線，測線成網狀分佈，每測點間隔10^m。

(2)每測點分別測定 0.5^m，1.0^m，2.0^m，3.0^m，4.0^m，6.0^m，8.0^m，10.0^m，12.0^m，14.0^m，18.0^m，22.0^m，26.0^m，30.0^m等深度之近似比電阻。

3. 電氣探測資料分析

(1)水平探測分析

(a)以測線上各測點間之相關位置為橫軸，以近似比電阻為縱軸，作出各測線同深度之近似比電阻曲線

(b)由各測線同深度近似比電阻曲線之變化情形推定在測線上何處具有不同性質之岩層。

(2)垂直探測分析

(a)以深度 a 為橫軸，近似比電阻 ρ_a 為縱軸，在透明雙對數方格紙上描繪出各測點之 $\rho_a - a$ 曲線。

(b)利用 Sundburg 標準曲線與 Hummel 補助曲線，將已描繪成之 $\rho_a - a$ 曲線重疊其上，可分別求出各地層之深度及比電阻真值。

(c)將已分析出之各測點不同深度之比電阻真值繪在各測線之斷面圖上，則可由各測點間比電阻真值之差異推定出地滑面在該測線上之位置，並量出其高程。

(d) 將各測線上各測點之地滑面高程繪入地滑區平面圖中，則可利用各測點高程之變異繪出地滑面之等高線圖。

4. 鑽探 (Boring)

由電氣探測所得之資料僅為間接資料，需輔以鑽探之岩心對地滑面作一較精確之判斷，至於鑽探之位置可由電氣探測分析所得之資料，選定變異較大之地方行之，而鑽探時除取得岩心之樣品外，尚需注意每天地下水位之變化，及鑽探所遇到種種問題，作一鑽探日報表，可供分析之參攷⁽⁵⁾。

四、調查之結果

1. 垂直分析結果：

由比電阻分析結果可繪出各測線斷面圖，如圖 5，6，7，8，9⁽⁶⁾ 所示，及地滑面之等高線圖，如圖 10⁽⁶⁾ 所示。

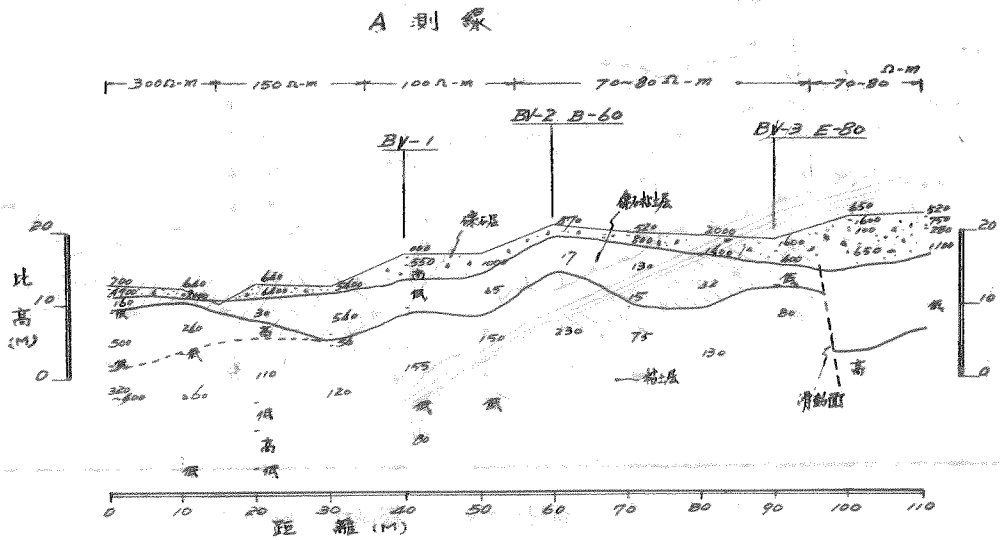


圖5 A測線斷面圖

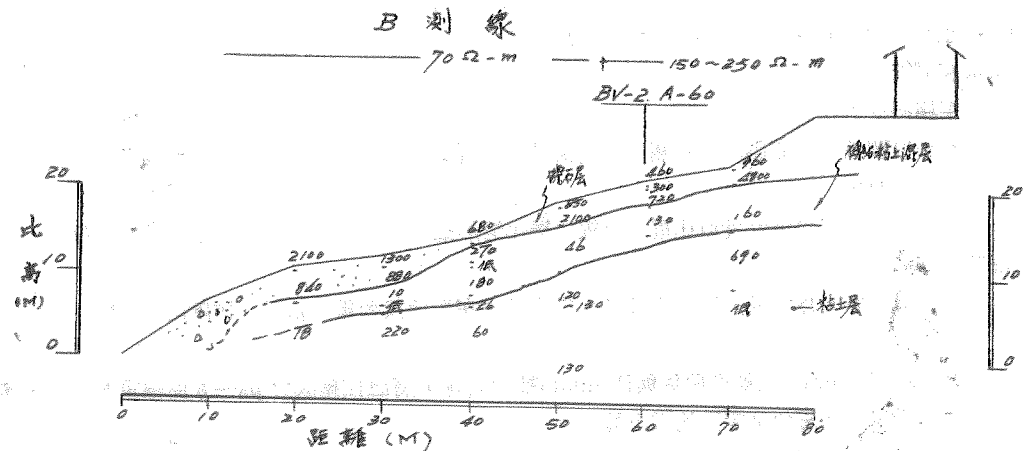


圖6 B測線斷面圖

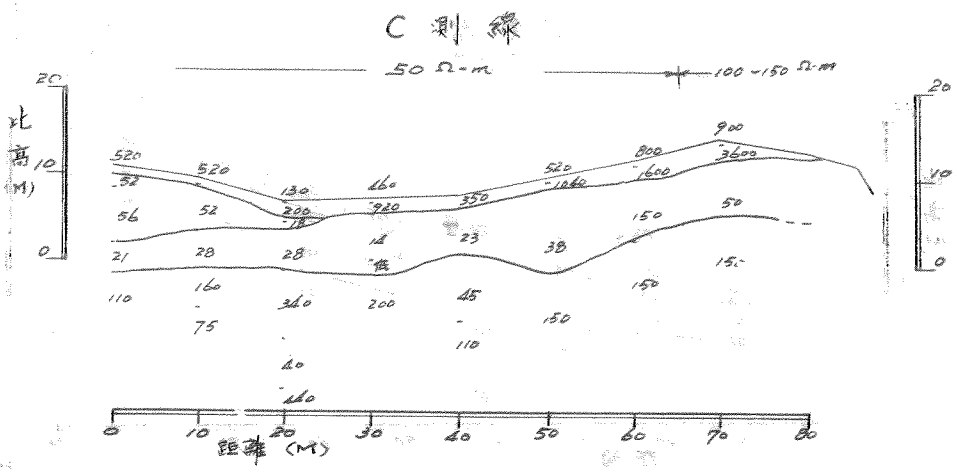


圖7 C 測線斷面圖

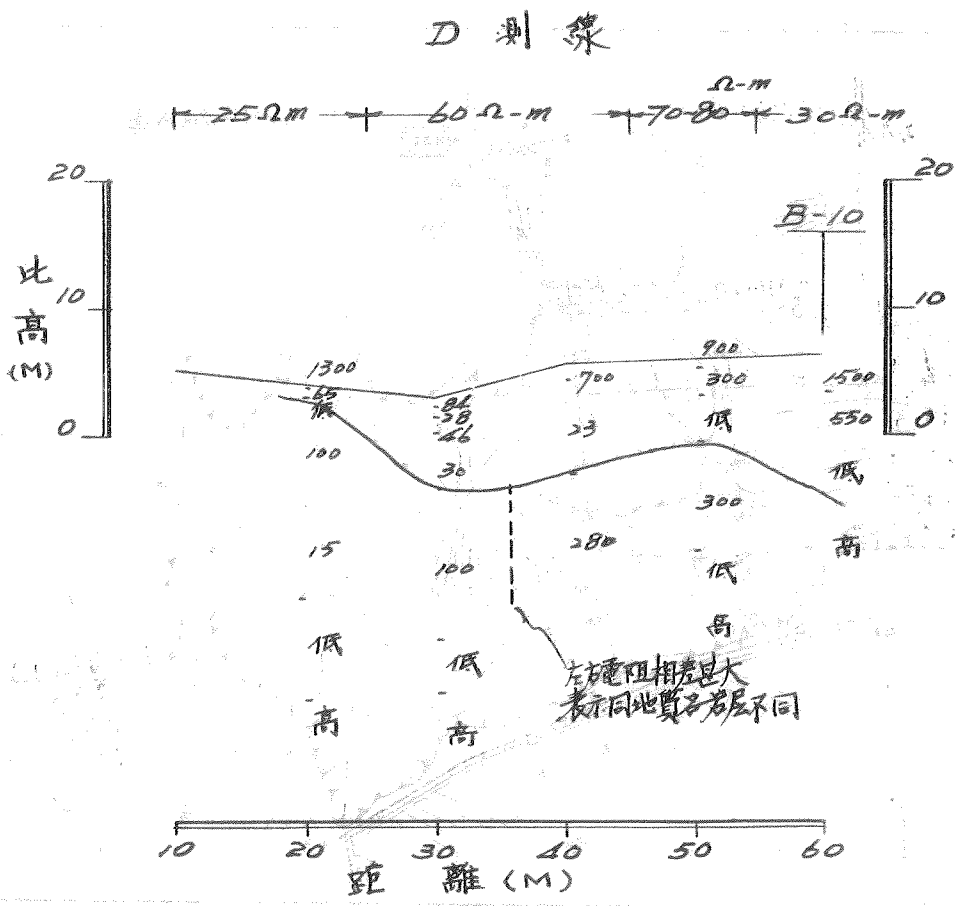


圖8 D 測線斷面圖

2. 水平分析結果：

(1) A測線，如圖 5 上方所示，在A₀~A₁約300Ω—m

A₁~A₂約150Ω—m

A₃~A₅約100Ω—m

A₅~A₉約70~80Ω—m

A₉~A₁₁約70~80Ω—m

(2) B測線，如圖 6 上方所示，在B₀~B₅約70Ω—m

B₅~B₈約150~250Ω—m

(3) C測線，如圖 7 上方所示，在C₀~C₆約50Ω—m

C₆~C₈約100~150Ω—m

(4) D測線，如圖 8 上方所示，在D₁~D₂約25Ω—m

D₂~D₄約30Ω—m

D₄~D₅約70~80Ω—m

D₅~D₆約30Ω—m

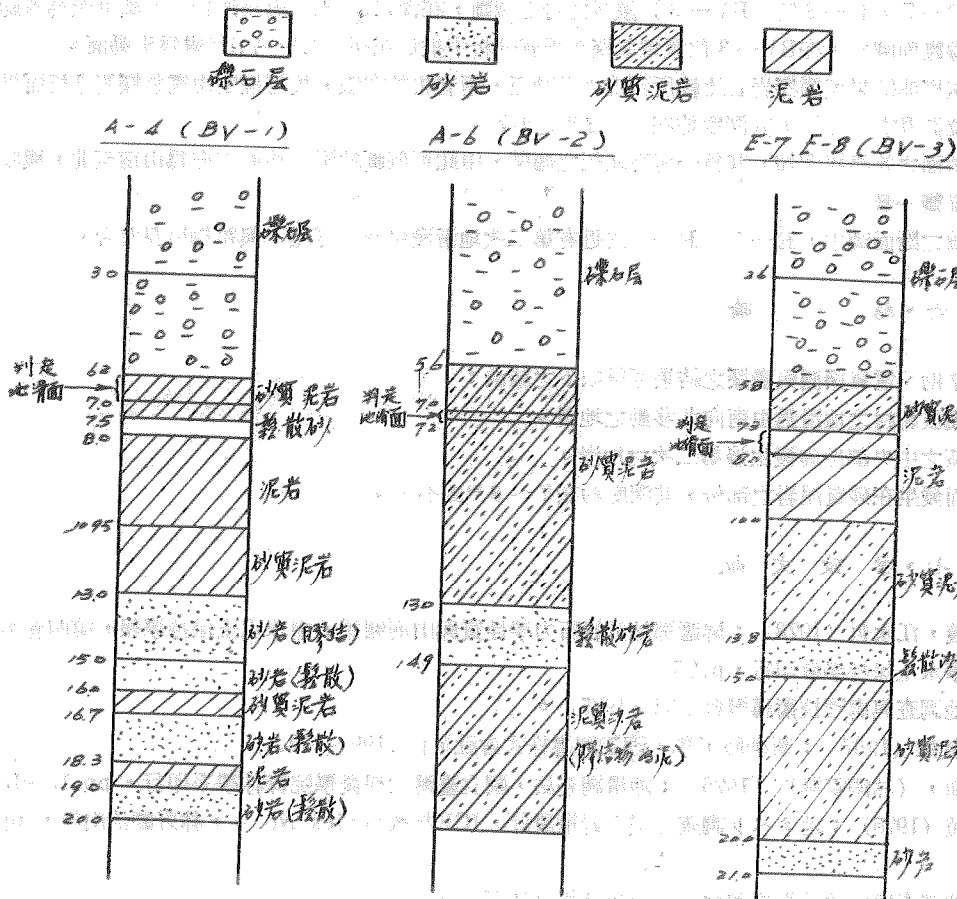


圖11 鑽探之岩心

(5)E測線，如圖9上方所示，在E₁~E₅約30~40Ω—m

由水平分析及岩石之露頭顯示，地滑區之右側比電阻較高，左側較低，即右側應是砂岩優勢範圍，左側應為泥岩優勢範圍。而該地滑區發生之位置大都在泥岩優勢範圍內。

3. 鑽探之結果：

在A—4 (BV—1)，A—6 (BV—2) 及E—7，E—8間之(BV—3) 三個鑽孔所鑽得之岩心，如上圖11⁽⁶⁾所示，顯示地滑區之地質，除表層為礫石層外，以下大都是砂岩、泥岩之互層。

由於鑽探時均未發現地下水之跡象，而無從判斷地下水之流動。

五、滑面判斷

1. 電氣探測結果與鑽探岩心之比較：

(1)由A—4 (BV—1) 鑽得之岩心判斷，在深6.2~7.0^m處為砂質泥岩，判定可能為滑動面。而在A—4 測點所作電氣探測垂直分析中推定在深約7^m處為滑動面。

(2)由A—6 (BV—2) 鑽得之岩心判斷，在深7.0~7.2^m處為砂質泥岩，判斷可能為滑動面。而在A—6 測點所作電氣探測垂直分析中推定在深約6.5^m處為滑動面。

(3)由E—7，E—8間(BV—3) 鑽得之岩心判斷，在深7.3~8.0處為泥岩，判斷可能為滑動面。而由E測線斷面圖知，在BV—3位置電氣探測垂直分析中推定在深約6.5~7.5^m處為滑動面。

由電氣探測結果與鑽探岩心比較所判定之滑動面，兩者相差有限，故可推定由電氣探測分析而得之整個地滑面位置具有可靠性，其深度約在7~8^m處不等。

2. 由地滑面之等高線圖知，其為一南高北低之趨勢，由此可判斷地滑之移動方向為由南至北，與踏勘所作之推斷一致。

3. 在測線之斷面圖中，E—1~E—3附近有第二次地滑發生過的可能，與踏勘所見吻合。

六、結 論

綜合踏勘、電氣探測與鑽探之結果可得如下之結論：

1. 彰化民族新村之地滑為由南向北移動之地滑。
2. 地滑區之中央部份尚發生過第二次之地滑。
3. 地滑面發生在砂質泥岩之部份，其深度約在7~8^m處不等。

七、參 考 文 獻

1. 李正義，江永哲 (1973)：屏遮那地區岩石力學性質與山崩關係，中華水土保持學報，第四卷第二期，中華水土保持學會印行，p.75.
2. 崩塌地調查與處理技術講習會筆記 (1975)。
3. 鳥山武雄 (1967)：新砂防工學，理工圖書株式會社，pp.199~200.
4. 申潤植，(林淵霖譯) (1975)：地滑調查法，國立臺灣大學農學院森林學系印行，pp.12~13,16.
5. 申潤植 (1975)：地すべり調査計畫と對策設計，JCE技術Series No. 4，林野廳治山課，pp19~23.
6. 崩塌地調查與處理技術講習會資料分析結果 (1975)。