

山腳斷層

林啓文

(資料收集截止日期112年12月29日)

山腳斷層，為正移斷層，呈北北東走向，分為2段：南段，自新北市樹林向北延伸至台北市北投，長約13公里；北段，自北投向北延伸至新北市金山，長約21公里（丹桂之助，1939；林朝榮，1957；林朝宗，2005；林啓文等，2000，2007，2021）。

一、地形地質特性

山腳斷層南段，位於台北盆地與林口台地之間，北段則通過大屯火山群至金山平原。

林口台地，外形呈不等邊四角形，西側與桃園台地相接。新莊斷層向西逆衝，上盤（東南側）抬升，下盤山麓前緣形成沖積扇（市川雄一，1929），包括新店溪下游形成林口台地，三峽溪下游形成桃園台地，以及大崙溪（大漢溪）下游形成中壢台地。

林口台地出露地層包括南莊層、桂竹林層（相當大埔層與二鬮層）、觀音山層、大南灣層與林口層；其中觀音山層的層位相當桃園地區錦水頁岩與卓蘭層，局部可以對比至大南灣層（鄧屬予等，2011）。

大屯火山群，位於台北盆地北側，產狀可以區分為熔岩流、火山碎屑岩，火山灰落堆積物與火山泥流等，依據成因來區分包括七星火山、大屯火山、磺嘴火山、竹子火山、丁火朽山—滴子火山，以及淡水河西岸觀音火山等 6 個亞群（宋聖榮等，2011）。大屯火山噴發時間在 2.77-2.53Ma、1.5-0.8Ma 與 0.8-0.2Ma 等 3 個時期，計有 9 次噴發事件（宋聖榮等，2011），但各個火山亞群的定年資料仍然無法提供各岩體的確切層序。

台北盆地東側出露地層，由下而上包括五指山層、木山層、大寮層、石底層、南港層、南莊層與桂竹林層。

台北盆地內未膠結沉積物，開始提出地層概念以後（丹桂之助，1939），歷經數十年鑽探岩芯的研究，累積許多盆地內地下地質的研究成果，使資料更為完整。依據鑽井岩芯資料，地下沉積物可以分為板橋層、五股層、景美層與松山層等4層，也有完整回顧盆地地層研究歷史的文獻（鄧屬予，2006）。

山腳斷層鄰近的地質構造，還包括新莊斷層與成子寮斷層（林啓文等，2021）。台北盆地內山腳斷層與新莊斷層被沖積層覆蓋，過去廿幾年來經由鑽探得到許多地層資訊，因此可以推測這些斷層投影在地表的可能位置（圖 1~圖 5）。

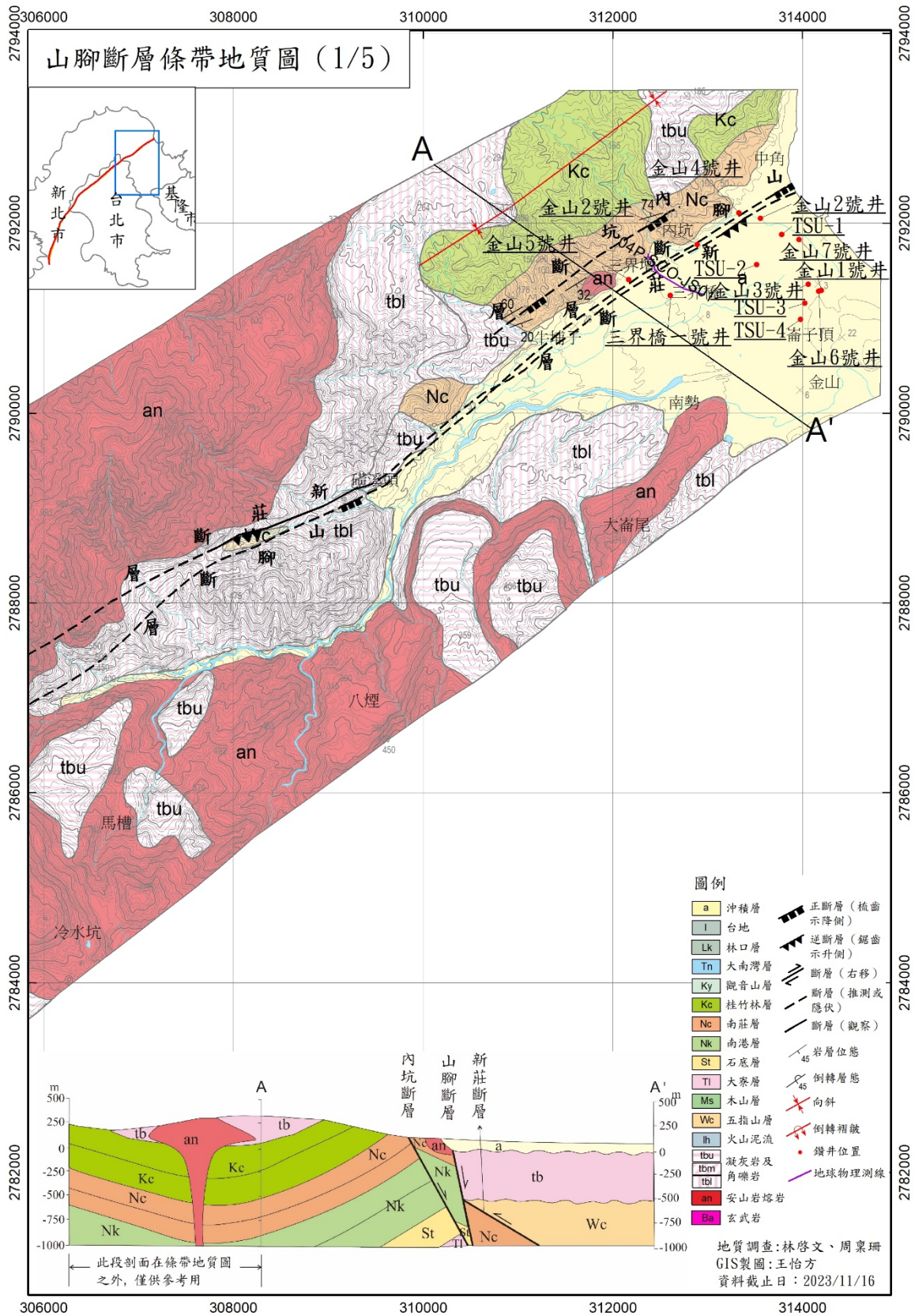


圖1 山腳斷層條帶地質圖 (1/5)。修改自林啓文等 (2021)。

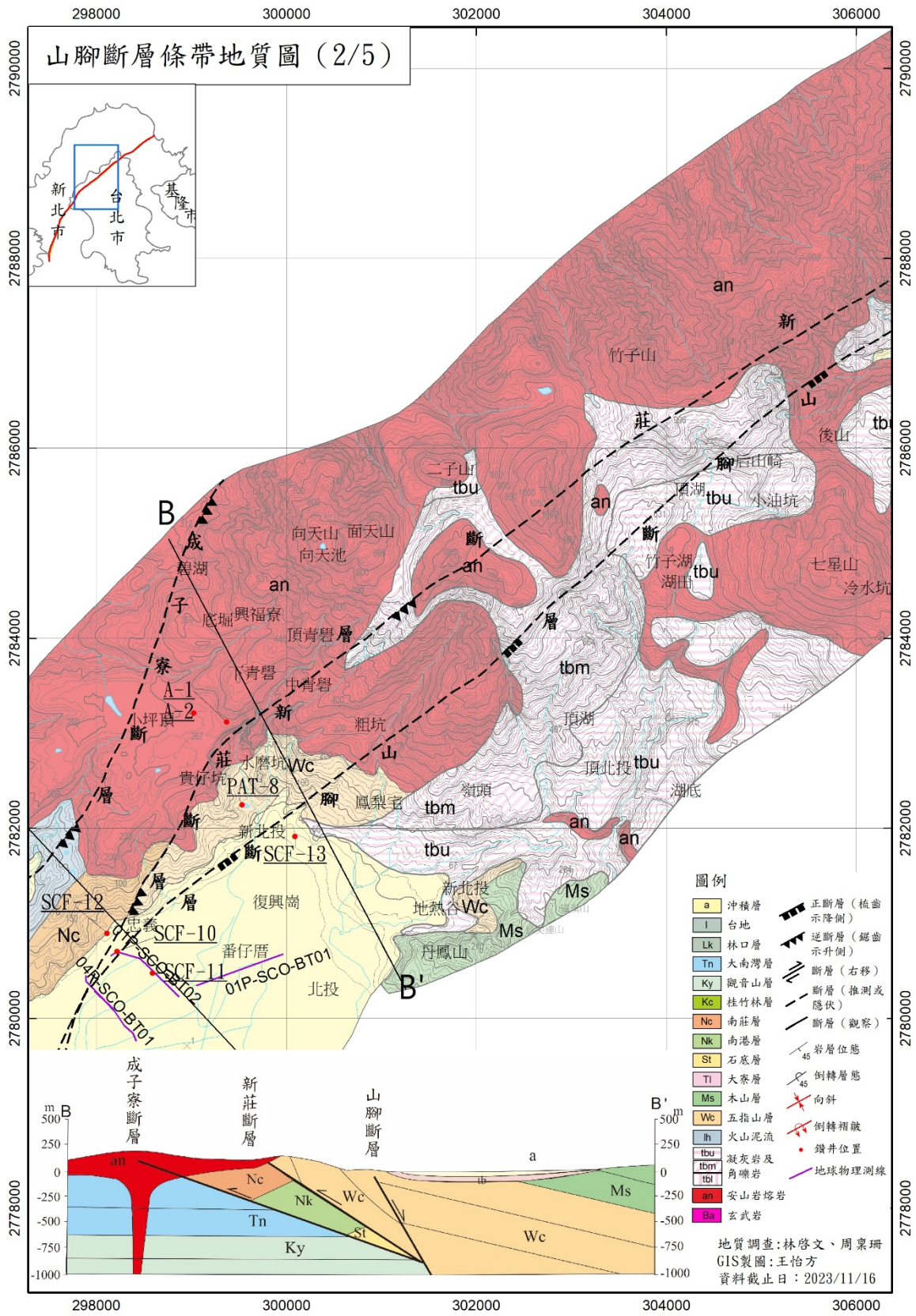


圖2 山腳斷層條帶地質圖 (2/5)。修改自林啓文等 (2021)

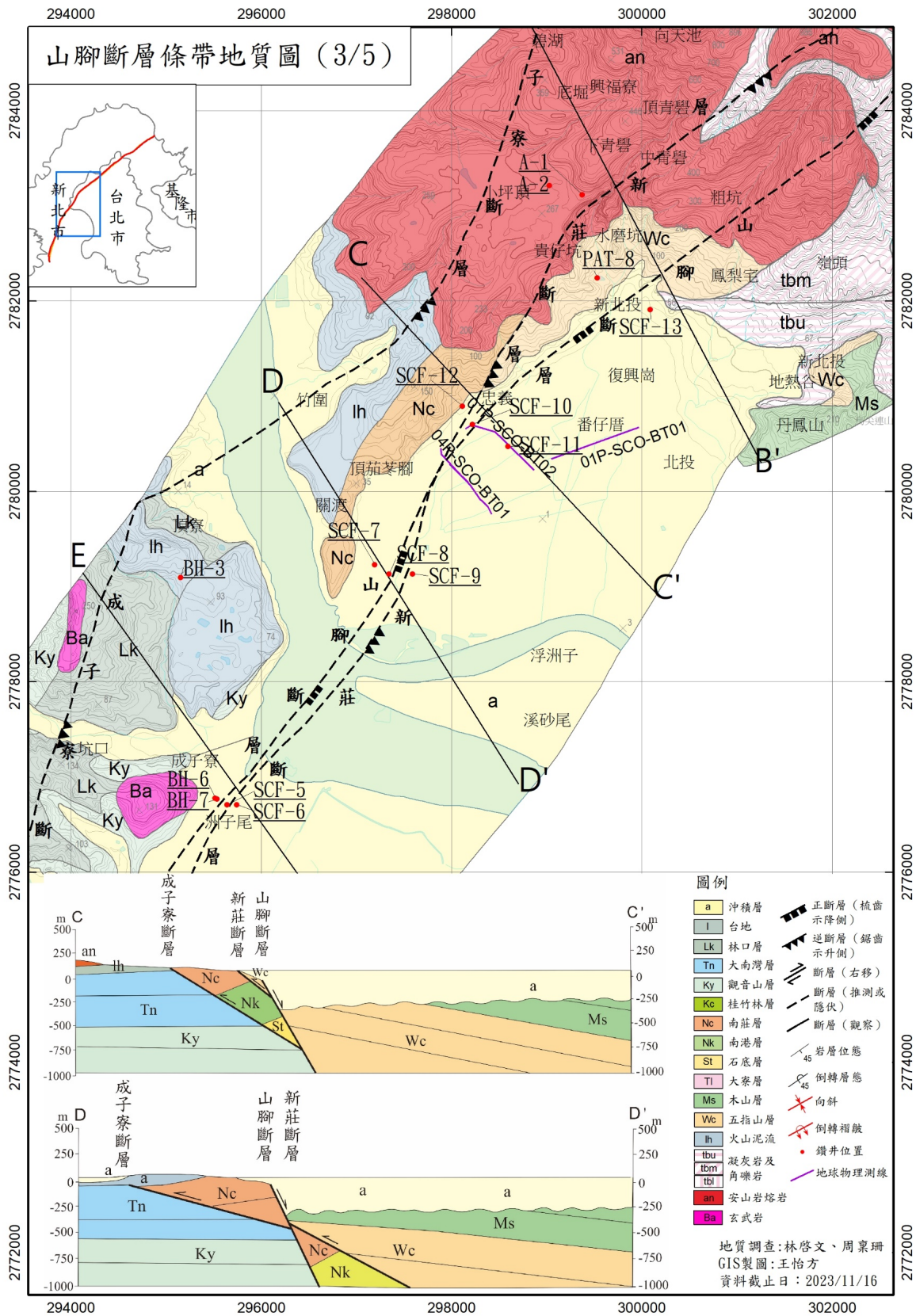


圖3 山腳斷層條帶地質圖 (3/5)。修改自林啓文等 (2021)

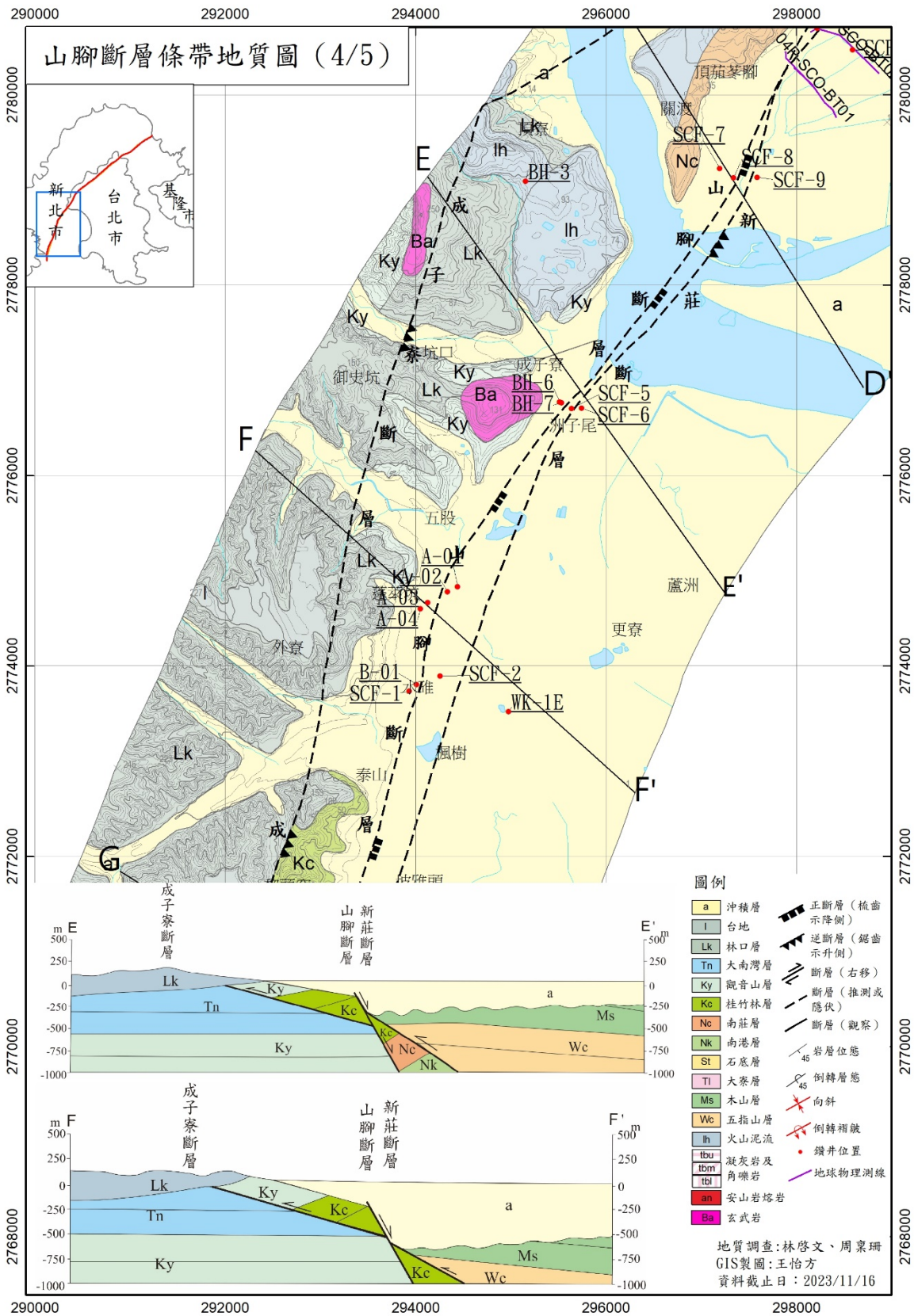


圖4 山腳斷層條帶地質圖 (4/5)。修改自林啓文等 (2021)

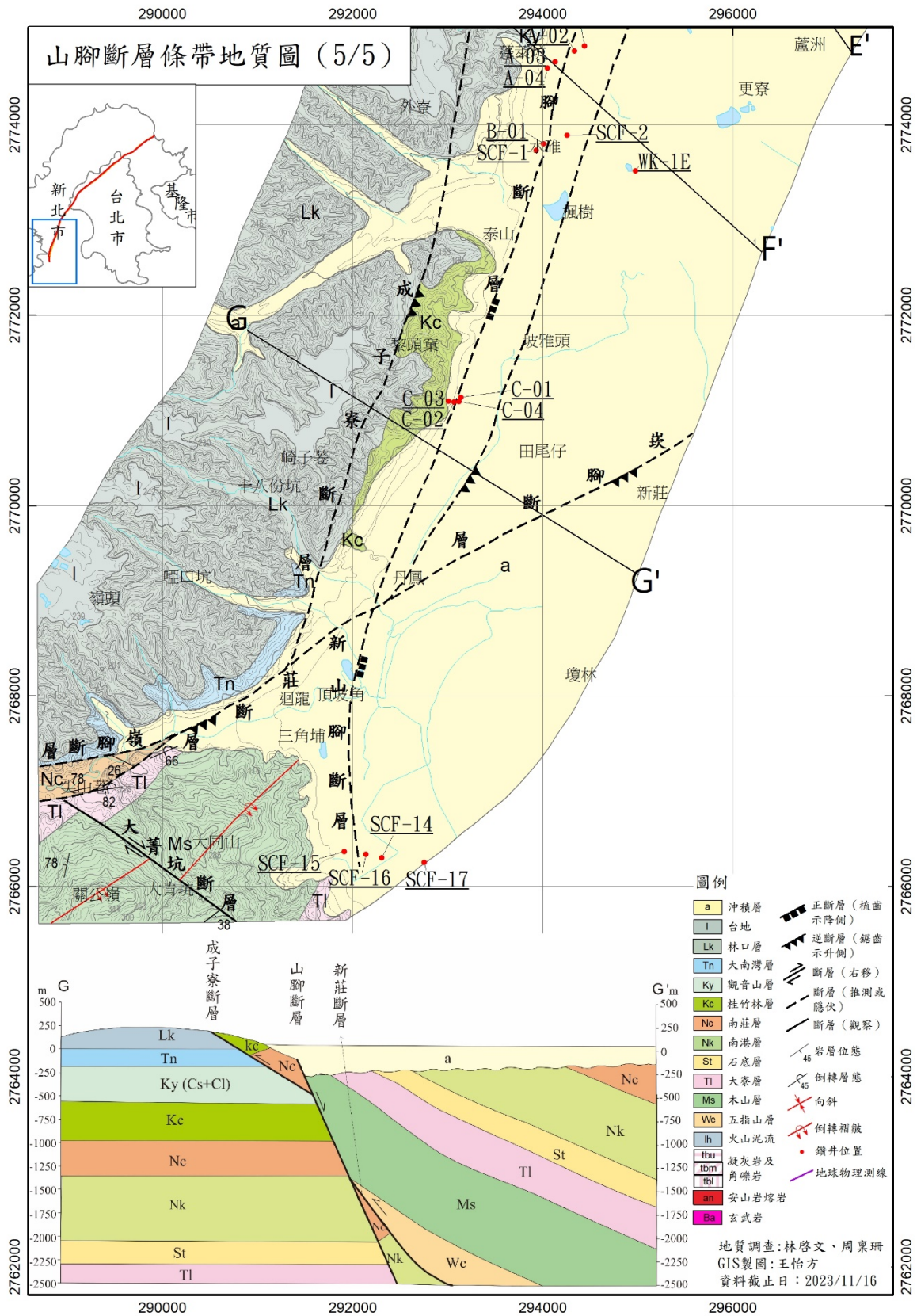


圖5 山腳斷層條帶地質圖 (5/5)。修改自林啓文等 (2021)，剖面圖參考北側鑽井層位資料與新莊一號井 (HC-1; Wu, 1965) 繪製。

二、地下構造特性

由新莊下坡角 T-1 井井深 42m 泥砂層之下鑽遇古近紀-新近紀地層，以及泰山（舊名山腳）東南方 T-3 井井深 70m 砂泥層之下鑽遇礫石層，丹桂之助（1939）研判有正斷層存在而造成基盤落差，他稱為山腳斷層，且認為林口台地與台北盆地間的地形崖為斷層崖。1990 年代，中央地質調查所台北盆地鑽探計畫，由岩芯資料確認山腳斷層位於台北盆地西緣，為一條盲斷層，最大特徵是斷層造成基盤落差，斷層上盤位於東南側（劉桓吉等，2000，2002；蘇泰維等，2003）。隨後中央地質調查所將此正斷層歸類為活動斷層（林啓文等，2000），並將此斷層向北延伸至金山區（林啓文等，2007）。

本文先介紹山腳斷層南段，其次說明山腳斷層北段特性，這些岩石紀錄主要經由地質鑽探結果來推測地表可能的斷層跡（林啓文等，2021）。

1. 北投剖面鑽探（圖 2；圖 6）

A-2 井，井深 0-186m 為火山碎屑堆積，井深 186-190m 為大南灣層，指示大南灣層沉積後火山才噴發。A-1 井，0-154.7m 為火山碎屑堆積，井深 154.7-157m 為南莊層，井深 161m 為南莊層具剪裂帶。PAT-8 井，井深 0-35m 為沖積層，井深 35-90m 為五指山層。SCF-13 井，井深 0-317.5m 為沖積層，井深 317-487m 為五指山層具剪裂帶，井深 487-500m 為南莊層。

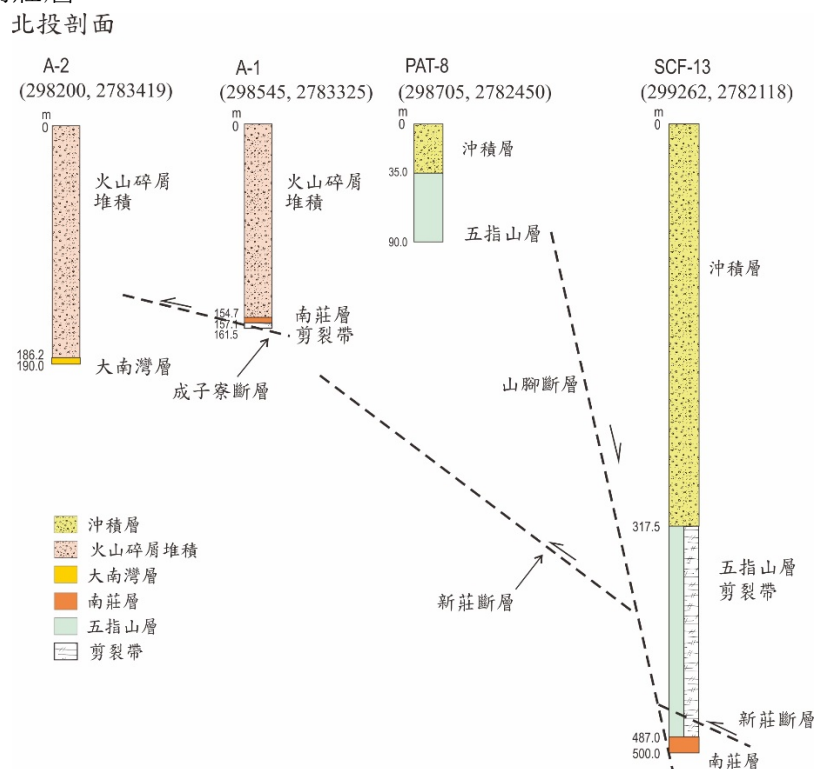


圖 6 北投剖面。SCF-13 井井深 487m 鑽遇新莊斷層。PAT-8 井與 SCF-13 井基盤落差約 282 公尺，研判山腳斷層通過兩井之間。

鑽探結果顯示，SCF-13 井鑽遇新莊斷層，五指山層逆衝於南莊層之上。PAT-8 井與 SCF-13 井的基盤五指山層落差約 282 公尺，推測是山腳斷層所造成。SCF-13 井剪裂帶約 170 公尺，可能是新莊斷層剪裂帶。A-1 井井深 157m 剪裂帶連結 SCF-13 井剪裂帶，可能是新莊斷層。以地表的斷層跡而言，山腳斷層位於新莊斷層上盤（東南側）。

2. 北投忠義國小剖面鑽探 (圖 3；圖 7)

在地表，新莊斷層上盤是五指山層，下盤是南莊層。

SCF-12 井，除表土外，至井深 130m 為南莊層。SCF-10 井，井深 78-130m 為五指山層。SCF-11 井，至井深 507m 未鑽遇基盤。

鑽井結果顯示，推測新莊斷層通過 SC-12 井與 SCF-10 井之間。此外，SCF-10 井和東側 SCF-11 井之間基盤落差超過 429 公尺（劉桓吉等，2000），研判兩者之間有一正斷層造成上盤陷落，就地表斷層跡而言，山腳斷層位於新莊斷層上盤（東南側）（圖 3）。

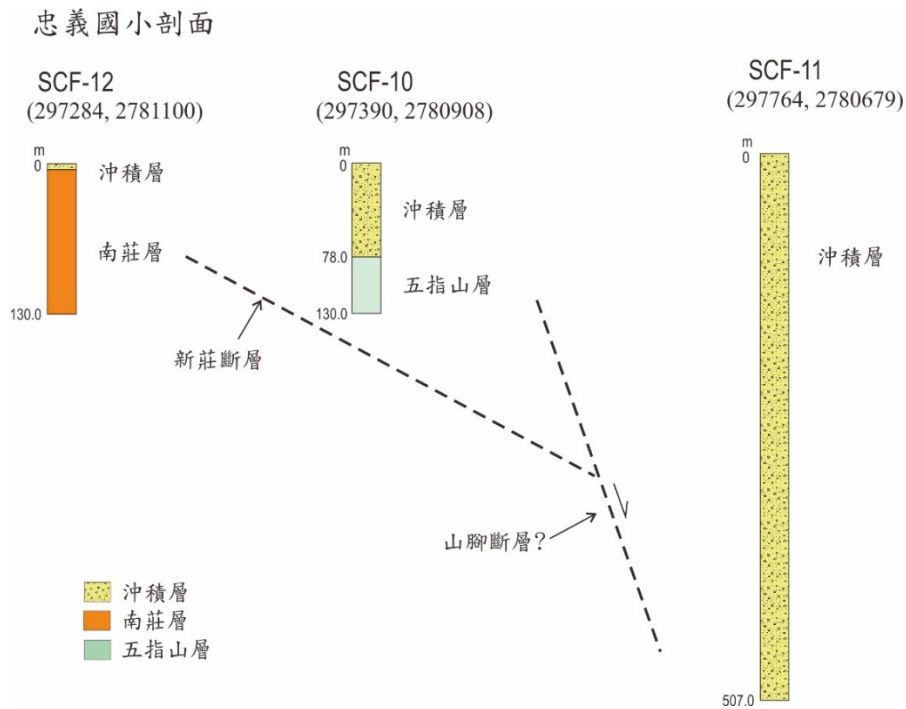


圖 7 北投忠義國小剖面。SCF-10 井和 SCF-11 井之間的基盤，超過 429 公尺落差，指示山腳斷層位於兩者之間。SCF-12 井與 SCF-10 井比對結果，新莊斷層位於兩井之間。

3. 關渡地區鑽探 (圖 3；圖 8)

台電 TAP # 70 的 BH-3 井，井深 6.8-23m 鑽遇剪裂帶，井深 23-30m 為安山岩。SCF-7 井，井深 70.8-94m 為南莊層；SCF-8 井，井深 139.7-181m 為南莊層與剪裂帶。SCF-9 井，井深 0-356m 為沖積層，井深 356m 鑽遇木山層，井深 360-375.5m 為木山層剪裂帶，

井深 375.5-380m 為南莊層。

鑽探結果顯示，SCF-9 井鑽遇新莊斷層，木山層逆衝於南莊層之上。此外，SCF-8 井與 SCF-9 井的基盤相差 214 公尺，推測山腳斷層位於兩井之間。SCF-7 井與 SCF-8 井的南莊層深度相差 69 公尺，也可能存在其他正斷層，而構成階梯式正斷層系統；後者也可能是侵蝕形成的基盤高差。此外，BH-3 (TAP#70) 井中剪裂帶，可能指示另一條逆衝斷層-成子寮斷層。就地表斷層跡而言，山腳斷層位於新莊斷層下盤，由此剖面與忠義剖面（圖 7）比較結果，關渡以南地區山腳斷層在新莊斷層下盤，關渡以北地區山腳斷層則位在新莊斷層上盤。

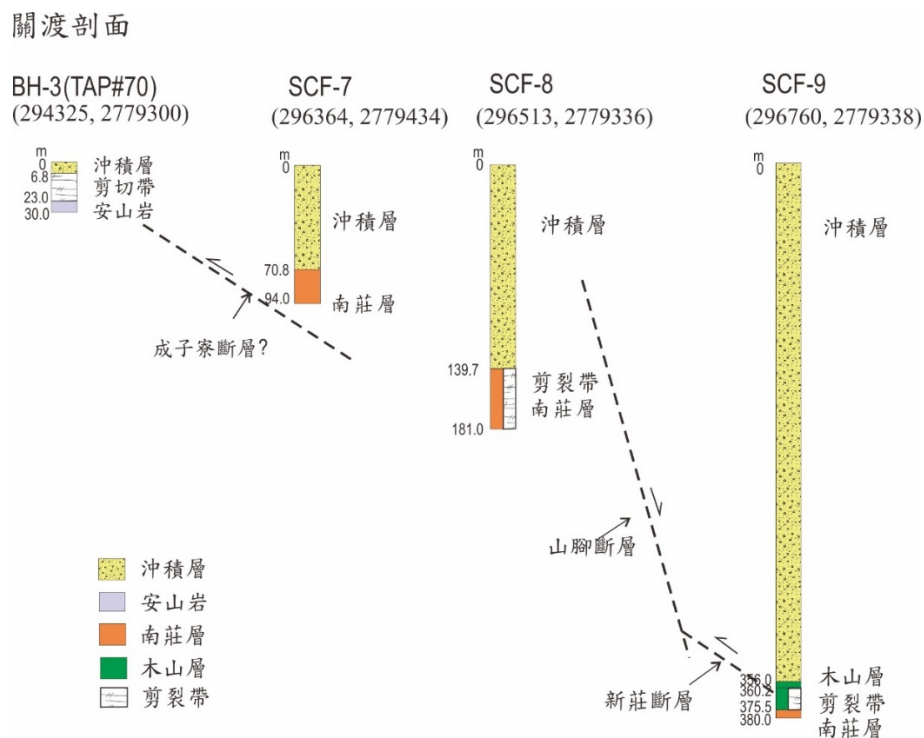


圖 8 關渡剖面。SCF-9 井深 360.2m 鑽遇新莊斷層。SCF-8 井與 SCF-9 井基盤深度落差，研判山腳斷層位於兩井之間。BH-3 (TAP#70) 井中的剪裂帶，可能是成子寮斷層。

4. 成子寮地區鑽探 (圖 4 ; 圖 9)

成洲國小 BH-6 井井深 36.7-46.2m 為桂竹林層，具剪裂帶；成洲國小 BH-7 井井深 60.4-65m 鑽遇桂竹林層，具剪裂帶。SCF-5 井，井深 122.6-160.8m 為桂竹林層剪裂帶，井深 160.8-181m 為大南灣層。SCF-6 井，井深 223-242.8m 為木山層（或石底層?），井深 242.8-289.4m 為木山層（或石底層?）剪裂帶，井深 289.4-400m 為桂竹林層。

鑽探結果顯示，SCF-6 井鑽遇新莊斷層，木山層（或石底層?）逆衝於桂竹林層之上。SCF-5 井與 SCF-6 井基盤落差約 100 公尺，指示山腳斷層位在兩井之間（劉桓吉等，

2000；蘇泰維等，2003）。此外，SCF-5 井桂竹林層逆衝於大南灣層之上，指示另一條逆斷層—成子寮斷層，而該斷層向西可能連結 BH-6 井與 BH-7 井的剪裂帶。雖然地表為沖積層掩覆，由岩芯資料井比對結果，山腳斷層位於新莊斷層下盤（西北側）。

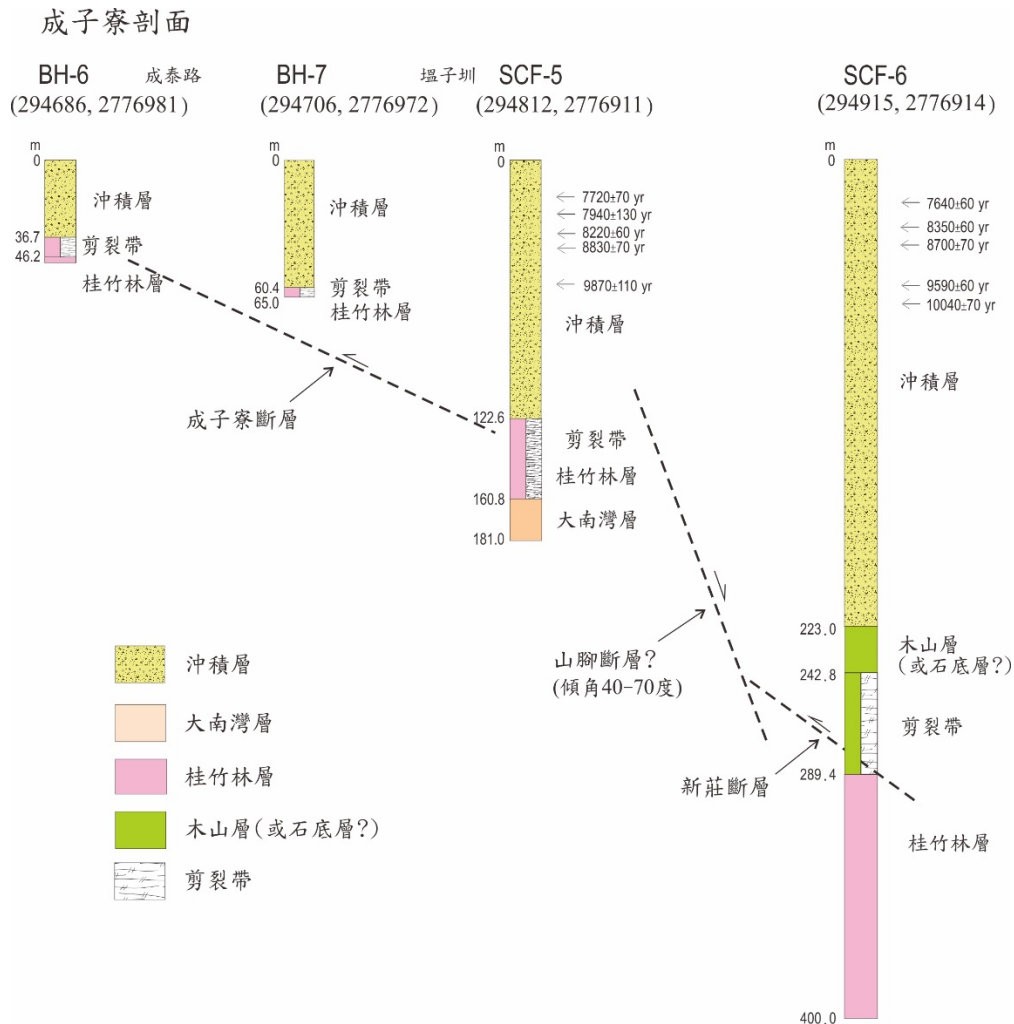


圖 9 成子寮剖面。SCF-6 井深 242.8m 鑽遇新莊斷層。SCF-5 井與 SCF-6 井的基盤深度落差，研判山腳斷層位於兩井之間。SCF-5 井深 122.6 公尺鑽遇成子寮斷層，此斷層帶可以連結 BH-7 與 BH-6 井的剪裂帶。

5. 五股地區鑽探 (圖 4；圖 10)

SCF-1 井，井深 45-60m 為桂竹林層，具剪裂帶；B-01 井（長生國際開發公司，1999），井深 127-134m 為剪裂帶（桂竹林層），137.7-200m 為桂竹林層。SCF-2 井，井深 136-150m 砂與泥層有剪裂現象，井深 150-164m 沖積層，井深 164-165m 為桂竹林層。WK-1E 井，井深 679-734 公尺為木山層（或石底層?），734-746m 為剪裂帶，746-760m 為桂竹林層。

鑽探結果顯示，WK-1E 井鑽遇新莊斷層，木山層（或石底層?）逆衝於桂竹林層之

上。SCF-2 井與 WK-1E 井的基盤落差 570 公尺，指示山腳斷層位於兩井之間，或者 SCF-2 井井深 135-150m 剪裂帶有可能是山腳斷層。

五股剖面

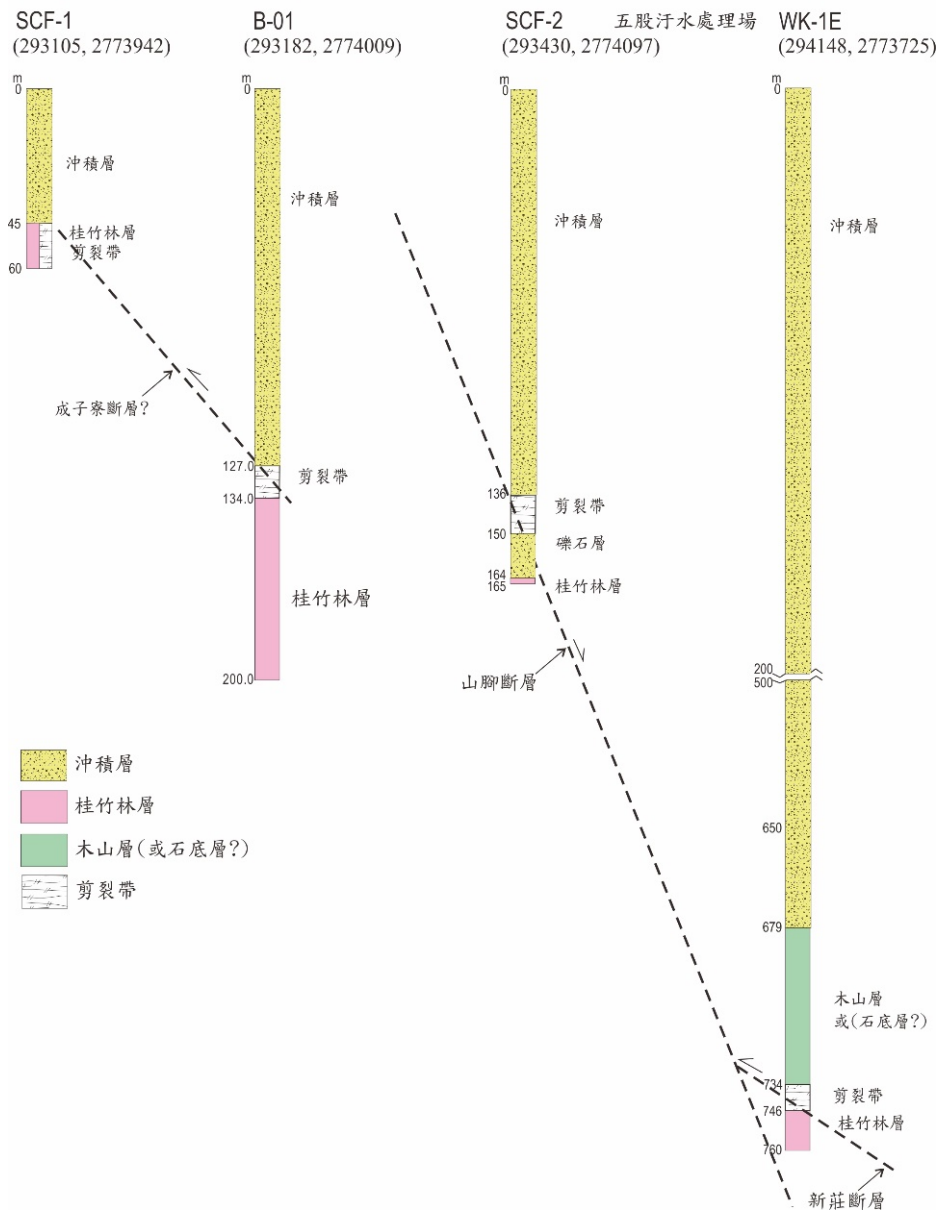


圖 10 五股剖面。WK-1E 井深 734m 鑽遇新莊斷層。由基盤落差推測山腳斷層通過 SCF-2 井，或介於 B01 與 WK-1E 井之間。另外 SCF-1 井與 B-01 井的基盤落差，也可能存在正斷層。

此外，SCF-1 井與 B-01 井鑽遇的桂竹林層剪裂帶，可能代表另一條斷層，無法確認是新莊斷層或成子寮斷層；但兩井井位相距約 84 公尺，而基盤落差 82 公尺，指示在兩井之間可能另有正斷層存在。

此剖面呈階梯式基盤落差，有些地質工作者認為是階梯式正斷層所造成（例如 Chen *et al.*, 2010）。新莊斷層跡附近均為沖積層所掩覆，盆地沉積物覆蓋石底層與南港層，山

腳斷層位於新莊斷層下盤。

6. 五股新五路鑽探 (圖 4 ; 圖 11)

由西而東，A-04 井，井深 14.9m 鑽遇桂竹林層；A-03 井，井深 45.3m 鑽遇桂竹林層，井深 82.5-140m 桂竹林層，具剪裂帶。A-02 井井深 53.1-84.3m 為桂竹林層剪切帶（長生國際開發股份有限公司，1999），井深 84.3-283m 為桂竹林層，井深 283-269m 為另一剪切帶，269-300m 為大南灣層。A-01 井井深 0-200m 為沖積層。A-02 井與 A-01 井的基盤陷落超過 147 公尺，研判是山腳斷層造成。此外，A-02 井井深 53.1-84.3m 桂竹林層剪切帶，也有可能是山腳斷層剪切帶。A-03 井 82.5-140m 桂竹林層剪裂帶，與 A-02 井深 223-269m 剪裂帶，桂竹林層逆衝至大南灣層之上，研判為成子寮斷層。

五股一剖面

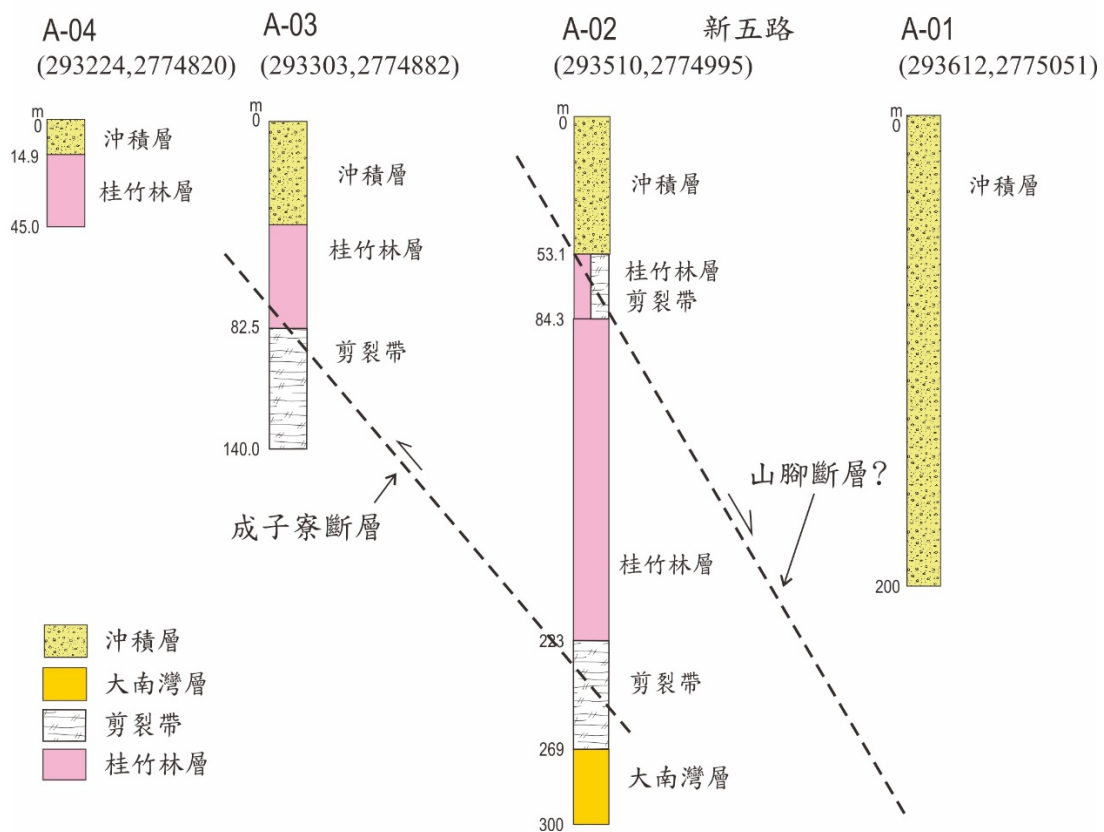


圖 11 五股地區（五股一）鑽井結果。A-02 井井深 223m 鑽遇成子寮斷層，A-03 井井深 82.5m 也鑽遇成子寮斷層。由 A-02 井與 A-01 井的基盤落差，研判山腳斷層通過兩井之間。

7. 明志國小剖面 (圖 5 ; 圖 12)

C-03 井與 C-02 井均鑽遇剪裂帶（長生國際開發股份有限公司，1999），指示低角

度向東傾斜的逆斷層，可能是為成子寮斷層。其中，C-04 井井深 120-128.3m 礫石層中有剪裂帶，有可能是山腳斷層，若是如此，這是盆地內鑽遇此山腳斷層的重要資訊。C-02 井與 C-04 井的基盤落差約 95 公尺，指示山腳斷層位於兩井之間，有可能在成子寮斷層之後才活動。

明志國小剖面

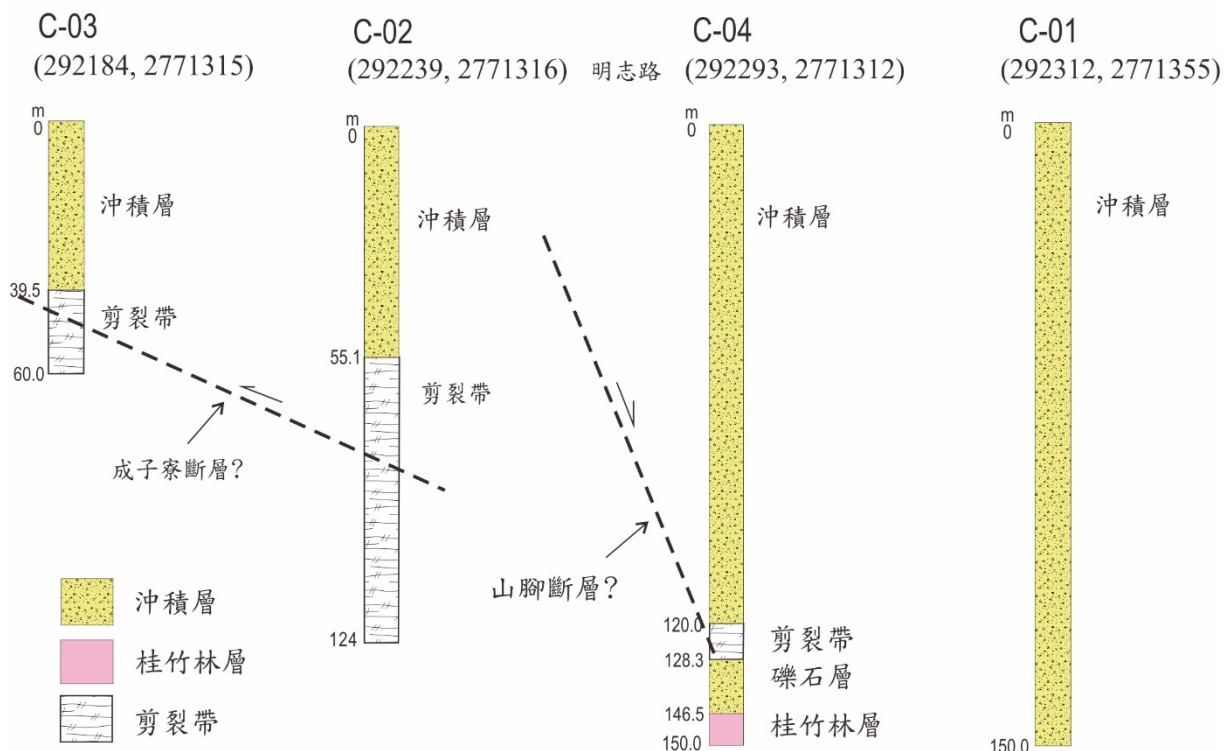


圖 12 明志國小剖面。C-02 井、C-03 井均鑽遇成子寮斷層剪裂帶；C-04 井井深 120-128.3 公尺剪裂帶，可能是山腳斷層或其他正斷層造成的，C-02 井與 C-04 井的基盤落差約 95 公尺，指示山腳斷層位於兩井之間。

8. 新莊地區 (圖 5)

依據以往的資料本區有多條斷層通過，包括新莊斷層、山腳斷層、成子寮斷層、嶺頂斷層與崁腳斷層 (林啓文等, 2021)。中央地質調查所在此區無鑽井，中油公司在本區有新莊一號井 (HC-1)，井深 2,317 公尺。井下資料顯示，盆地基盤由南港層向下連續至五指山層，推測新莊斷層在井深 2,700-2,800m (Wu, 1965)，且山子腳背斜向北延伸至此處，山腳斷層上盤因為下滑使得背斜構造下陷。但由前述五股剖面的鑽井資料，作者研判此處地下構造可能呈同斜構造 (圖 5)，這個區域因為資料較少，未來必須增加鑽井資料。

9. 樹林剖面 (圖 5 ; 圖 13)

山腳斷層造成的基盤落差，到了樹林附近明顯變小。SCF-15 井與 SCF-16 井之間有約 80 公尺基盤落差，SCF-16 井砂泥層與基盤間有剪裂帶與斷層泥，斷層面傾角約 70-80 度，可能是山腳斷層的剪裂帶（蘇泰維等，2003），截切古近紀-新近紀基盤。

樹林剖面

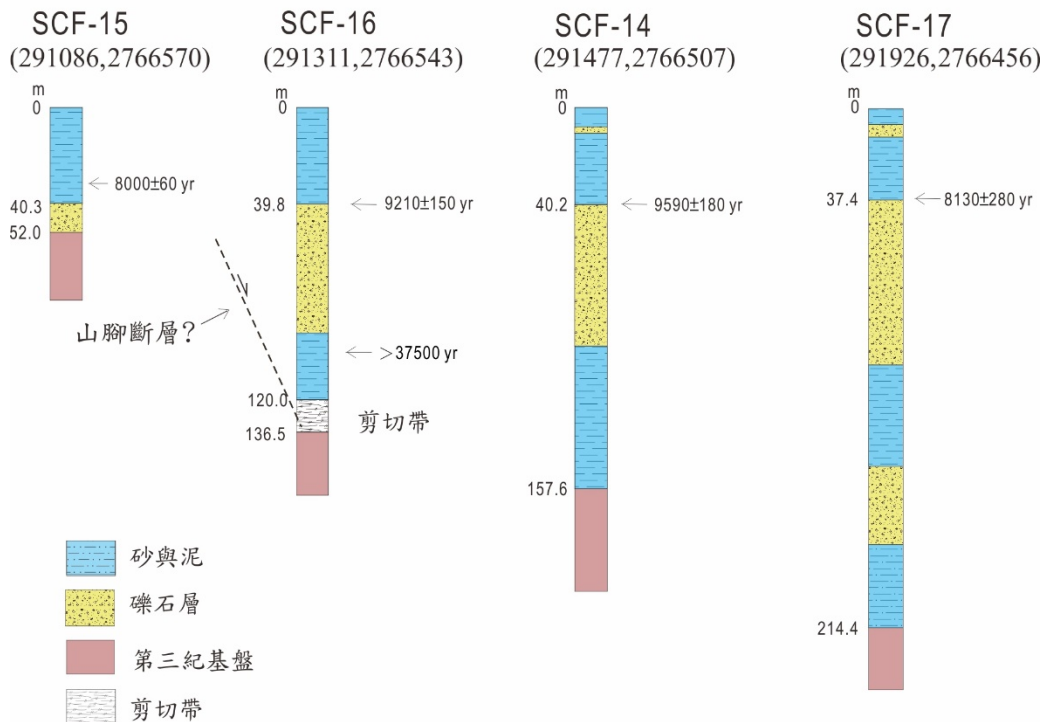


圖13 樹林剖面。SCF-16井，井深120.3m鑽遇斷層泥，可能是山腳斷層的剪裂帶。

山腳斷層在台北盆地內為沖積層掩覆，依據鑽探紀錄顯示關渡以北地表斷層跡位於新莊斷層上盤，關渡與新莊之間位於新莊斷層下盤，隨後至樹林方向消失。台北盆地內山腳斷層造成基盤落差，而斷層是否截切第四紀地層，鑽探岩芯中包括 SCF-2 井（圖 10）、A-02 井（圖 11）、C-04 井（圖 12）、SCF-16 井（圖 13）等井的剪裂帶，有可能是山腳斷層所造成，但仍需要進一步的鑽探資料來驗證。

10. 山腳斷層北段 (圖 1)

檢視金山地區地質圖發現，金山岬地區出露新莊斷層上盤五指山層，而北磺溪北岸山坡出露下盤南莊層（丹桂之助，1943；黃鑑水，1988），可以推論金山平原新莊斷層上盤有陷落現象。地形上，緊鄰金山平原北側山地（海拔 10-322 公尺）出露南莊層與桂竹林層（包括大埔層與二鬮層）（圖 14；林啓文等，2021），而金山岬出露五指山層（海拔 0-56 公尺），顯示兩個事實：（1）位於東南側的五指山層曾經向西

北逆衝至南莊層之上，層位落差超過 2,000 公尺；(2) 逆衝斷層作用造成層位落差，但現在上盤岩層反而位於海拔更低處，顯示南側有正斷層。

大屯山圖幅中（大江二郎與小笠原美津雄，1934），金山北磺溪沿線繪出一條東北走向的「地裂線」（出口雄山，1912），可能與大屯火山彙的噴裂有關，這是提出存在正斷層的開始。七星山至金山地區的鑽探結果（MRSO, 1969），中新世地層基盤相對北磺溪北岸陷落超過 600 公尺。金山三界橋 1 號井位於金山平原北方地形崖下（圖 14），五指山層在井深 550 公尺才出現（圖 15），上覆數百公尺安山岩質熔岩流與凝灰角礫岩，指示由七星山至金山平原的陷落現象相當連續。若上述「地裂線」與北磺溪河谷至金山平原基盤陷落現象有關，那麼可能是一條正斷層或一組正斷層所造成，由於陷落方式與台北盆地山腳斷層的情形類似，所以稱為「山腳斷層北段」（林啓文等，2000，2007）。

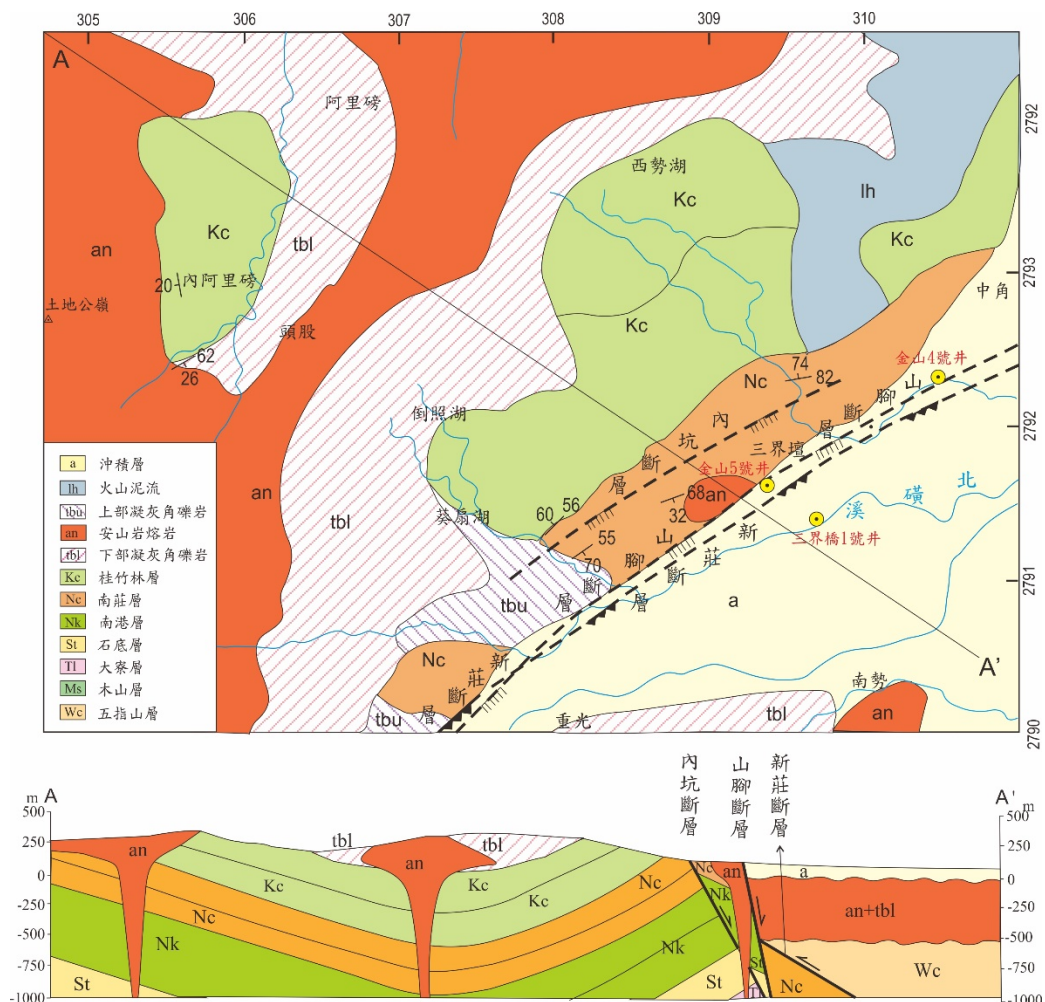


圖 14 金山北磺溪河谷至平原的斷層分布與推測地下構造。修改自林啓文等（2021）。

地質上，沿著北磺溪河谷的「地裂線」若是與「山腳斷層北段」位置一致，由於北磺溪北側山地仍有五指山層出露（黃鑑水，2005），顯示該處山腳斷層北段位在新莊斷

層上盤（南側）。金山 4 號井位於北磺溪河畔（圖 15），井深 0-24.2m 為表土與沖積層，24.2-32.7m 砂層夾泥層，32.7-48.9m 為安山岩，48.9-100m 的砂頁岩互層研判為南莊層，代表此井位於新莊斷層下盤。金山 5 號井位於北磺溪北岸（圖 15），井下 0-382.3m 依序有 3 層安山岩質熔岩流與 3 層火山角礫岩，382.3-388m 為斷層泥與斷層角礫，388-397.7m 為剪裂砂岩，397.7-406m 的白色砂岩研判為南莊層（圖 15），並有高角度正斷層。換言之，山腳斷層北段的斷層帶位於南莊層，或是新莊斷層下盤。

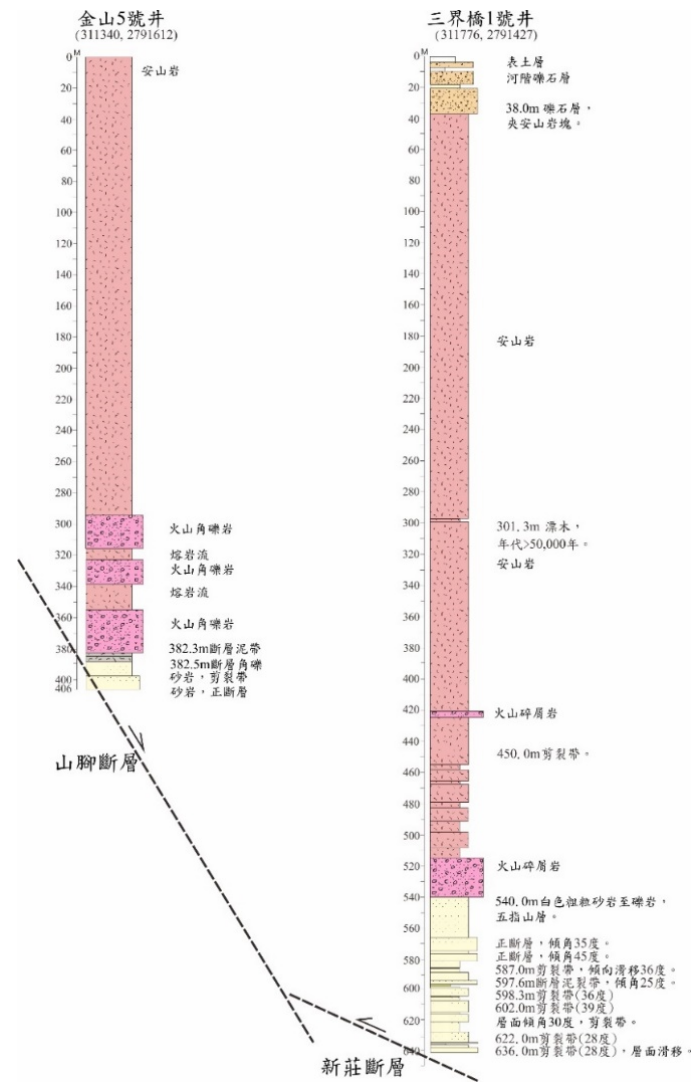


圖 15 金山平原的鑽井結果。金山 5 號井井深 382m 研判為山腳斷層，三界橋 1 號井深 587-636m 研判為新莊斷層毀壞帶。

金山三界橋 1 號井（圖 16），井深 551-600m 鑽遇有密集剪裂面的五指山層白色砂岩，岩芯剪裂帶傾角介於 25-35 度，部分正斷層傾角為 35-45 度，作者研判井深 560-640m 可能是新莊斷層的毀壞帶（damage zone）。由於金山 5 號井的正斷層發育於南莊層中，換言之，新莊斷層在山腳斷層的東南側，五指山層因正斷層作用而下陷，兩斷層相距很

近，也可能指示山腳斷層向東南傾斜，且傾角很陡。

金山北磺溪北岸三界壇附近野外調查結果，鄰接地形崖出露的南莊層疏鬆白色砂岩是向東南高角度傾斜，而更往北側山地的南莊層砂岩是向北傾斜，更北側的桂竹林層（或大埔層）也是向北傾斜，因此作者研判南莊層內有一斷層—內坑斷層（圖 14），它可能是正斷層，且造成岩層反向傾斜。若內坑斷層是正斷層系的其中之一，很可能是此系統中最早形成的正斷層，之後斷層呈階梯式向南發育，如金山 5 號井的正斷層，換言之，金山平原北側的地形崖可能是斷層線崖（*fault-line scarp*），而現今的正斷層靠近平原北緣或向更南側發展。

11. 地球物理探勘

台北盆地與林口台地交界處的震測結果（*Wang et al., 1994*），研判有正斷層造成向下拖曳現象，推測為山腳斷層，而東南側有一系列反向斷層。

關渡平原有 3 條淺層震測測線（石瑞銓等，2004），第四紀沈積物有良好的反射面。L1 測線剖面顯示岩層大致向西南緩傾斜，並未觀察斷層現象。結合之 L2 與 L3 測線跨越山腳斷層，剖面西北側 0.35 秒以上的信號良好，0.1 秒處的反射面為第三紀基盤的反射，深度約 80 公尺，往下於 0.3 秒處的 2 個反射層可能為五指山層；剖面東南側地層大致由西北向東南緩傾，斷層以高角度向東南傾斜（圖 16 左）。

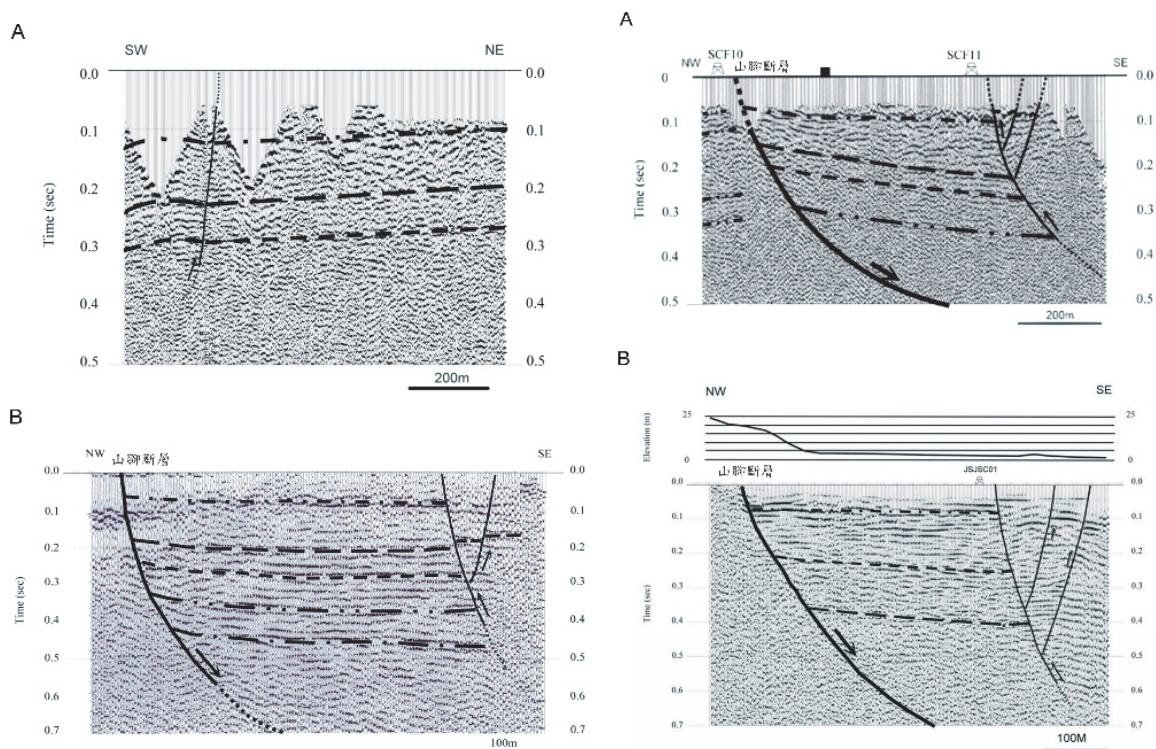


圖16 山腳斷層的淺層震測結果。

山腳斷層沿線另施測 2 條 P 波震測 (Shih *et al.*, 2006)，關渡平原震測結果 (測線 04P-SCOF-BD-1)，最上部深度小於 79 公尺部分可能是火山角礫岩的頂部反射，剖面西北側無信號帶可能為五指山層，配合測線 L2 與 L3 的整合剖面，研判斷層東南側的反射層向東南緩傾斜；同時所進行的 S 波震測 (測線 04S-SCOF-BT-1) 也顯示，剖面中訊號向東南緩傾，與 P 波施測結果一致。另一條位於金山地區的震測結果 (測線 04P-CSF-CS-1)，岩層呈東南傾斜，剖面西北側則無明顯的反射層，斷層可能位於清楚反射層的最西側，向東南高角度傾斜 (圖 16 右)。

三、斷層活動特性

1. 歷史地震

「裨海遊記」記載 (郁永河, 1697)，西元 1694 年 (康熙 33 年) 台北盆地因地震活動形成一個大湖。該次地震地面陷落不過 5 公尺，之後關渡水隙內成一大湖，後人稱為「康熙台北湖」 (林朝榮, 1957)，並推測該次地震是山腳斷層造成的。

2. 古地震與長期滑移速率

台北盆地的形成可能與山腳斷層的發育有關。林口台地的沈積物來源為古新店溪 (林朝榮, 1957)，台地停止堆積是因盆地陷落並開始接受沈積物。盆地內沉積層尚未發現受到觀音山及大屯山活動的擾動，僅在新莊層下部發現一火山灰，研判此火山灰是大屯山或觀音火山活動較晚期的產物。大屯火山的後期活動年代約距今 20~29 萬年前 (Wang and Chen, 1990)，觀音火山的最年輕年代距今 20-53 萬年前 (莊文星與陳汝勤, 2008)，因此研判台北盆地在距今 40 萬年前以後才開始形成。

依據鑽探資料 (林朝宗, 2001；蘇泰維等, 2003)，成子寮剖面 SCF-5 及 SCF-6 井深度 60 公尺以上沉積層沒有錯動，前者井深 58.78 公尺碳十四年代為距今 $9,870 \pm 110$ 年，後者井深 58.89 公尺處碳十四年代為距今 $9,590 \pm 60$ 年，這個深度以上沈積物幾乎呈水平向西延展至盆地邊緣，研判山腳斷層最近 10,000 年來沒有明顯活動現象。

成子寮、五股、樹林等區地山腳斷層兩側的鑽井岩芯紀錄與定年資料分析 (Huang, 2003)，距今 14,000 年前以內山腳斷層造成的落差超過 10 公尺，至少有 3 次古地震事件，分別為約 11,100 年前、9,100~9,300 年前及 8,400~8,600 年前，分別有 2.3 公尺、3.3~4.5 公尺及 3.7 公尺的垂直位移量，推算山腳斷層南段在過去 1 萬年內垂直位移速率約為 1.8 公厘/年。

3. 地殼變形監測

臺北地區各觀測點位的水平速度場（圖 17；莊昀叡等，2023），2002-2023 年間大致向東北方移動為主，由南向北略呈順時針旋轉，速度值 2.2-3.9 mm/yr 之間。垂直速度場皆為沉陷（圖 18；莊昀叡等，2023），沉降速度小於 10 mm/yr。此外，山腳斷層兩側水平速度場顯示，斷層東側平行斷層走向分量約為朝北北東 3.0-4.0 mm/yr；斷層西側平行斷層走向分量約為朝北北東 2.0-3.0 mm/yr，指示該斷層具有左移分量。除了臺北盆地有明顯沉陷量，其他跨越山腳斷層垂直速度場並沒有顯著的變化。

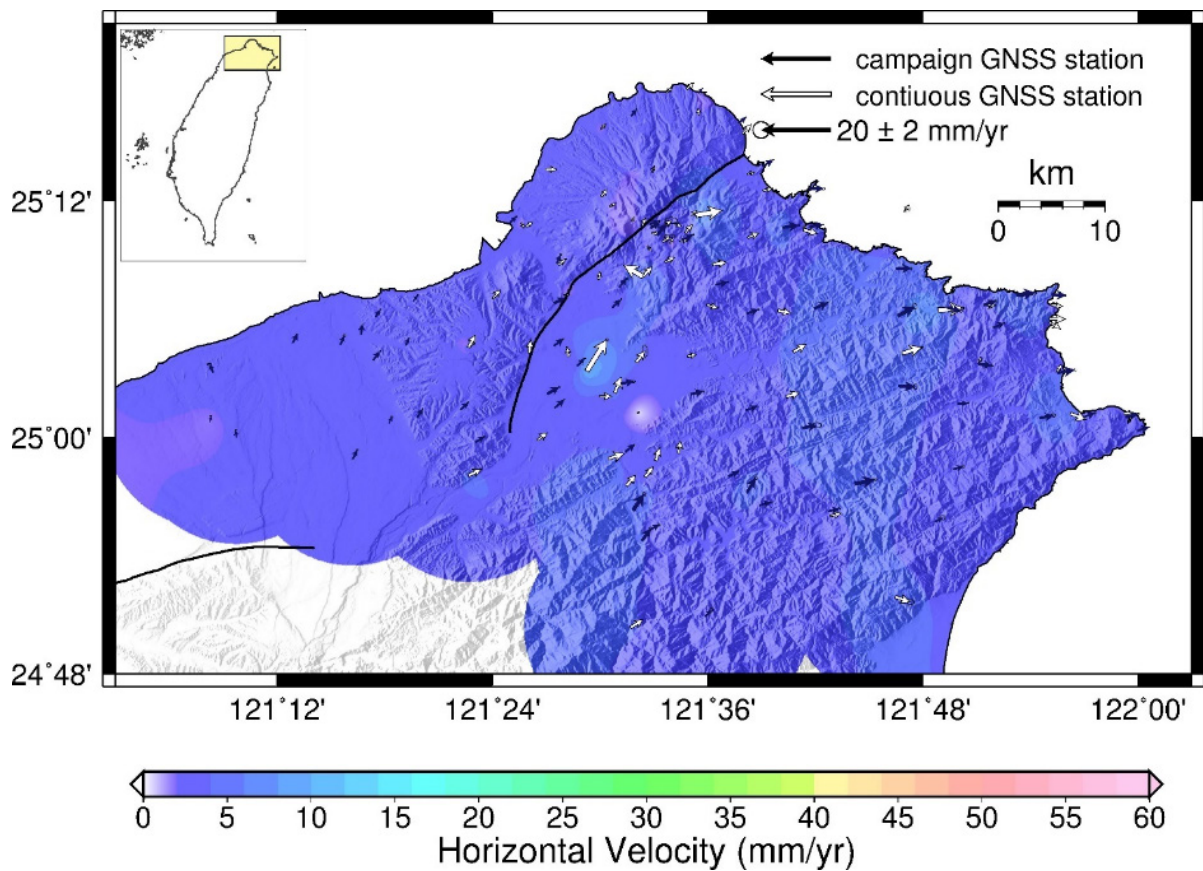


圖 17 臺北地區相對於澎湖白沙站 S01R 之 GNSS 水平速度場（莊昀叡等，2023）。彩色色階為 2002~2023 年資料解算之速度場分布色階圖，黑線為山腳斷層，黑色箭號為 GNSS 移動站速度場，白色箭號為 GNSS 連續站速度場。

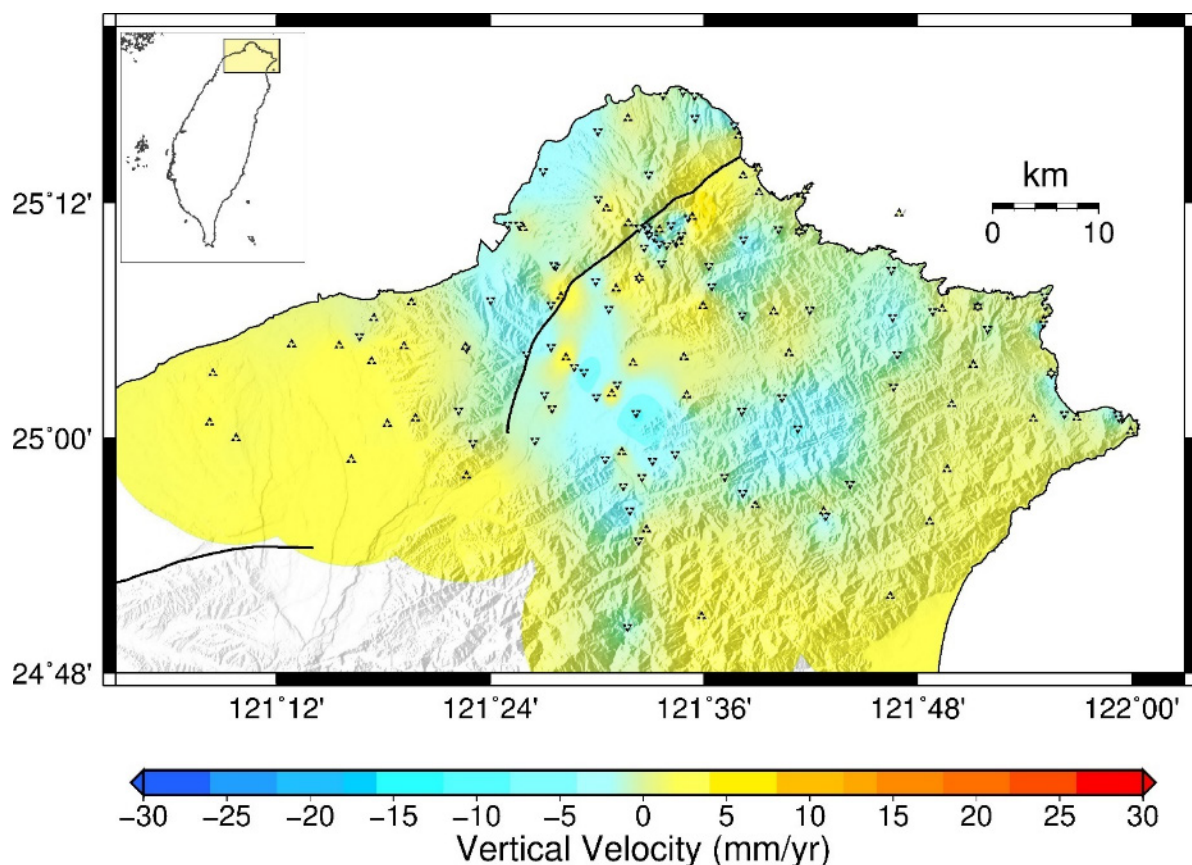


圖 18 臺北地區相對於澎湖白沙站 S01R 之垂直速度場 (莊昀叡等, 2023)。黑線為山腳斷層, 三角形方向表示抬升或沉降, 暖色系表示抬升速率, 冷色系表示沉降速率, GNSS 觀測時間為 2004~2022 年。

跨山腳斷層的精密水準測量結果 (莊昀叡等, 2023): 石門-萬里測線, 2004-2023 年間共進行 20 次施測 (圖 19)。測線以連續站 GS09 的垂直速率 (0.0 mm/yr) 作為約制站, 來校正相對於連續站 S01R 的垂直速率, 垂直速度均落在 -3.0- 0 mm/yr 之間, 而跨斷層點位的垂直速度變化 < 1.0 mm/yr, 指示近期山腳斷層未有明顯活動跡象。

士林-三芝測線, 2004-2023 年間共進行 20 次測量 (圖 20)。測線以連續站 YMSM 之垂直速率 (-0.5 mm/yr) 作為約制點, 來校正 GB06 相對於連續站 S01R 的垂直速率。整條水準垂直速度介於 -2.1 至 0.0 mm/yr 之間, 跨斷層垂直速度僅約 0.3 mm/yr 變化量。

淡水-士林測線, 2004-2023 年間進行共 20 次施測 (圖 21)。測線以連續站 GS10 的垂直速率 (-6.0 mm/yr) 作為約制點, 來校正 GA69 相對於連續站 S01R 之垂直速率。垂直速度在跨山腳斷層有達 20.0 mm/yr 的沉降變化量; 斷層東側垂直速率呈現逐漸增加趨勢, 歷年高程變化數值, 山腳斷層東側沉陷值為 10.0-35.0 mm。

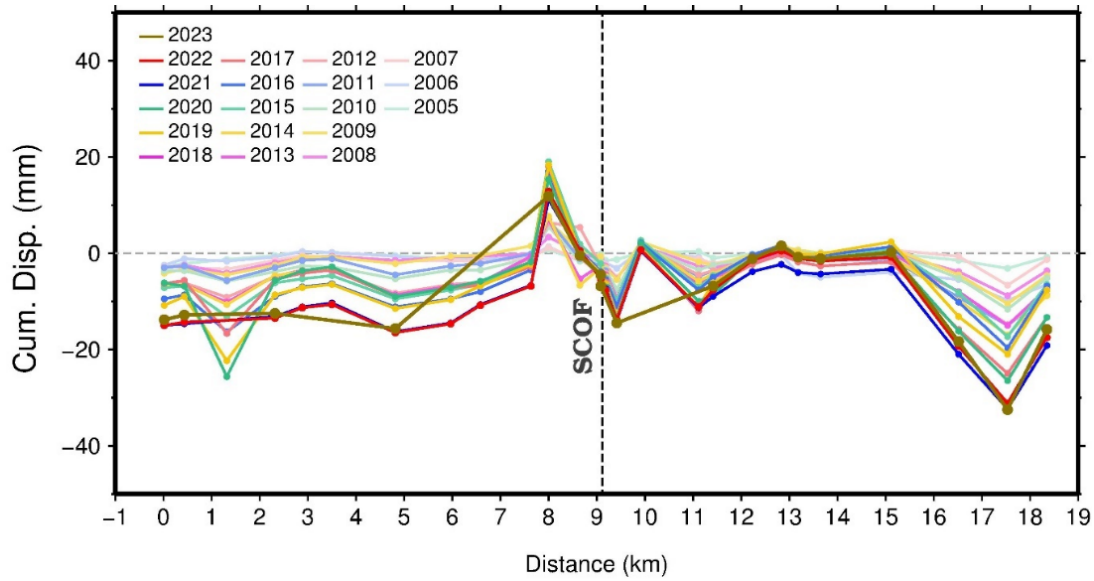


圖 19 石門-萬里測線水準累積高程差（莊昀叡等，2023）。垂直虛線標示主要構造之地表出露位置。橫軸為投影於垂直斷層剖面之距離。

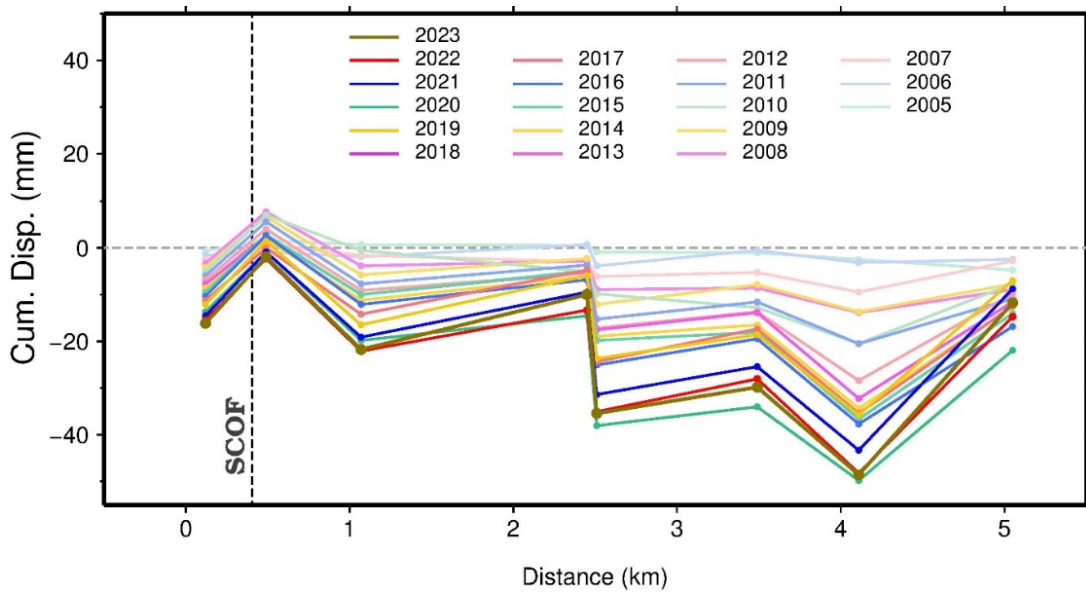


圖 20 士林-三芝測線水準累積高程差（莊昀叡等，2023）。垂直虛線標示主要地質構造之地表出露位置。橫軸為投影於垂直斷層剖面之距離。SCOF 為山腳斷層。

五股-台北水準測線，2004~2023 年間共進行 20 次施測（圖 22）。測線以連續站 WUKU 的垂直速率（-3.9 mm/yr）作為約制點，來校正 GA78 相對於連續站 S01R 的垂直速率。2008-2013 年間山腳斷層東側有週期性抬升及沉降現象，2014 年起至今變化則不明顯。點位 GA83 之時間序列之形態與其他點位相較明顯不同，沉陷速率也較大；該點位於台 107 甲（新五路二段）與市道 108（中興路四段）高架聯絡道下方交會處，可能因該工程載重及五股溼地地質影響（工程期 2006-2009 年）。

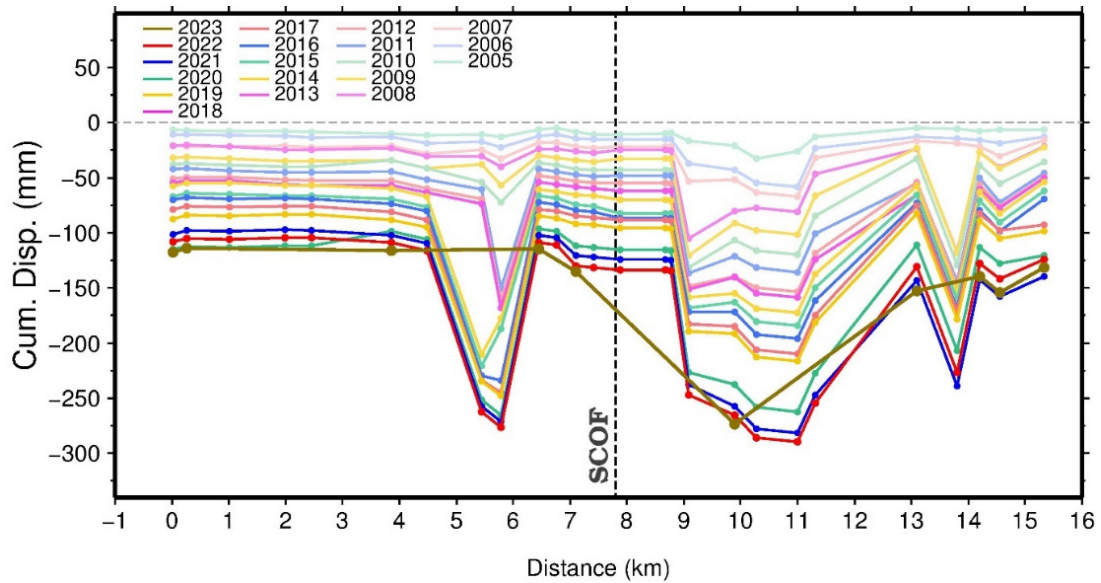


圖 21 淡水至士林測線水準累積高程差 (莊昀叡等, 2023)。垂直虛線標示主要地質構造之地表出露位置。橫軸為投影於垂直斷層剖面之距離。SCOF 為山腳斷層。

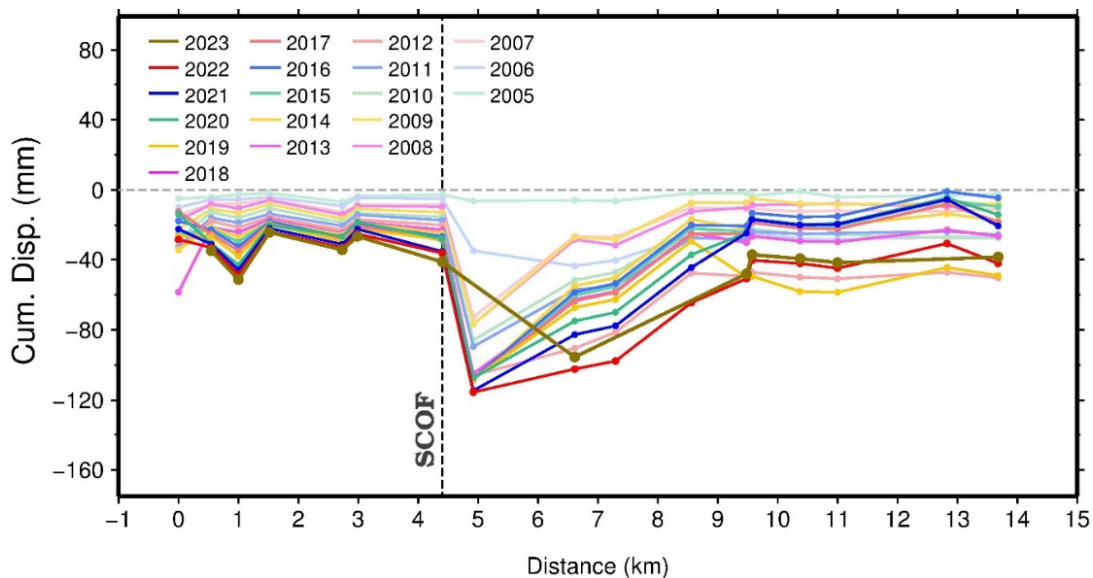


圖 22 五股至台北測線水準累積高程差 (莊昀叡等, 2023)。垂直虛線標示主要地質構造之地表出露位置。橫軸為投影於垂直斷層剖面之距離。SCOF 為山腳斷層。

應用合成孔径雷達差分干涉觀測地表變形，橫跨山腳斷層由北而南分為 SC01~SC04 等四個剖面來探討 (顏君毅 2023)。2018-2021 年間，SC01 剖面沒有明顯垂直變化，SC02 剖面斷層上盤陷落垂直速度 3mm/yr，SC03 與 SC04 剖面上盤陷落垂直速度 12-15mm/yr (圖 23)。

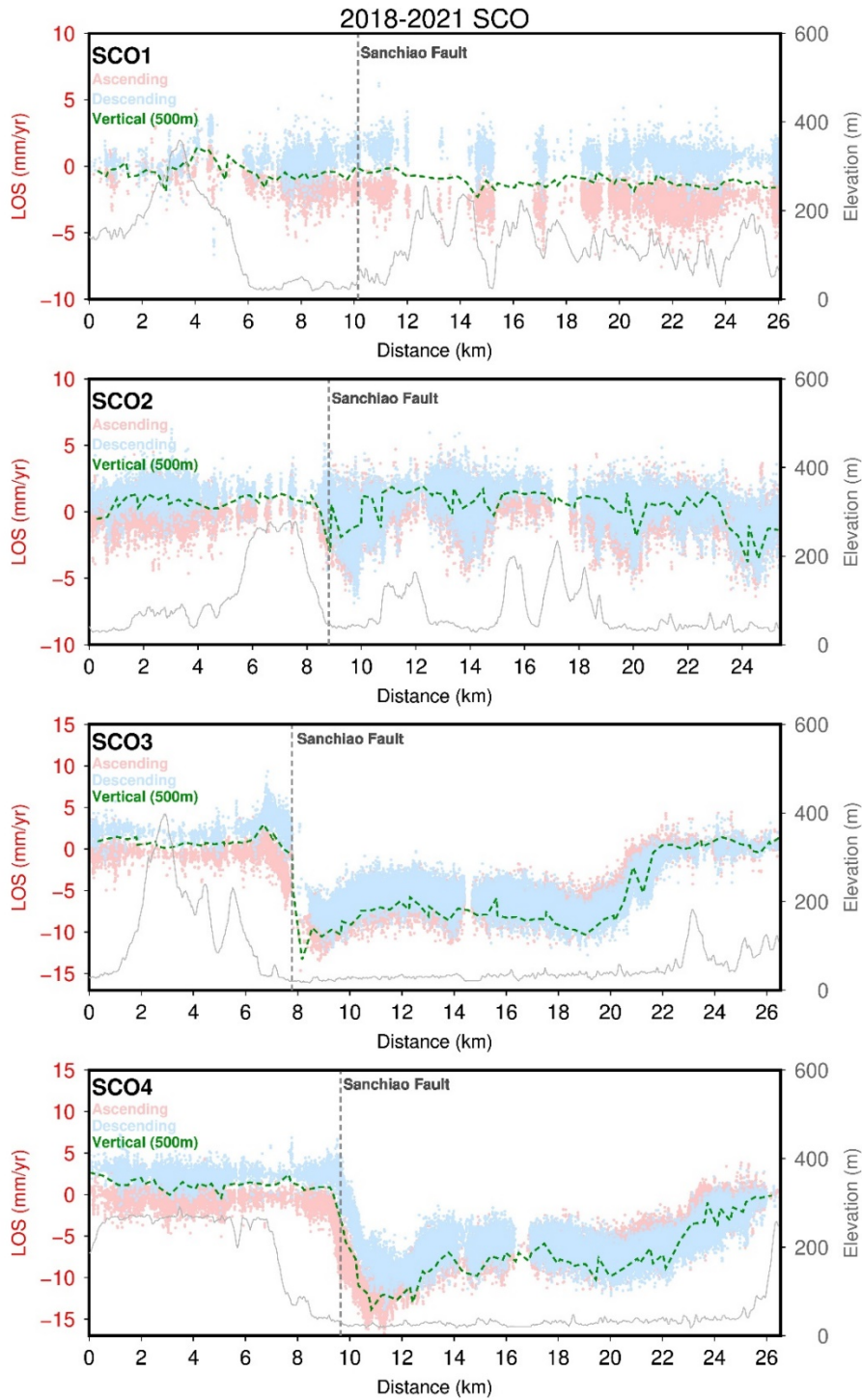


圖 23 2018-2021 年山腳斷層垂直平均速度場的剖面圖 (顏君毅, 2023)。紅點為升軌道方向 PSI 速度, 藍點為降軌方向 PSI 速度, 綠線為垂直方向速度, 深灰色虛線為平均值線, 灰色虛線為斷層位置, 灰色實線為地形。

四、總結與評估

山腳斷層, 在台北盆地為沖積層掩覆, 依據鑽探的岩石紀錄, 關渡以北地表斷層跡

位於新莊斷層上盤，關渡與新莊之間位於新莊斷層下盤，在樹林附近消失。台北盆地內山腳斷層造成古近紀-新近紀基盤落差，數個剖面呈現階梯式陷落，其中數個鑽井岩芯內未固結沉積物有剪裂帶，可能是山腳斷層所造成，但仍待岩石證據來佐證。大屯山以北地區，以往所稱的「地裂線」或穿過七星山主體、冷水坑與夢幻湖的正斷層，而數條正斷層可能與山腳斷層的階梯式正斷層有關，而此正斷層系可能向南連結盆地內的正斷層。

山腳斷層最近一次活動時間，可能在距今約 1 萬年以前，暫列為第二類活動斷層。

參考文獻

- 大江二郎、小笠原美津雄（1934）大屯山圖幅與說明書，縮尺五萬分之一。臺灣總督府殖產局，第 653 號。
- 丹桂之助（1939）台北盆地的地質學的考察。矢部教授還曆紀念論文集，第 1 卷，第 371-380 頁。
- 丹桂之助（1943）新莊斷層の北方延長とクリツベの存在。臺灣地學記事，第 14 卷，第 1-2 號，第 31-39 頁。
- 石瑞銓、詹益湘、劉桓吉（2004）山腳斷層於關渡平原之淺層震測調查。經濟部中央地質調查所特刊。第 15 號，1~11 頁。
- 出口雄三（1912）大屯火山彙調查報告。臺灣總督府殖產局，共 102 頁。
- 市川雄一（1929）臺灣桃園臺地の礫層に就て。地學雜誌，第 41 年，第 485 號，第 396-03 頁。
- 宋聖榮、楊燦堯、江協堂、蔡裕偉（2011）大台北地區特殊地質災害調查與監測第二期—火山地質與火山活動調查與監測（4/4）。經濟部中央地質調查所委辦計畫報告，共 209 頁。
- 牧山鶴彥（1934）觀音山圖幅與說明書，縮尺五萬分之一。臺灣總督府殖產局，第 691 號。
- 林啓文、張徽正、盧詩丁、石同生、黃文正（2000）臺灣活動斷層概論，五十萬分之一活動斷層分布圖說明書，第二版。經濟部中央地質調查所特刊，第 13 號，共 122 頁。
- 林啓文、盧詩丁、石同生、陳致言、林燕慧（2007）臺灣北部的活動斷層，二萬五千分之一活動斷層條帶圖說明書。經濟部中央地質調查所特刊，第 19 號，共 130 頁。
- 林啓文、劉桓吉、周稟珊、蘇泰維（2021）臺北盆地西緣的斷層探討。經濟部中央地質調查所彙刊，第 34 號，第 73-112 頁。
- 林朝宗（2001）台北都會區地質環境。台北都會區地質災害研討會論文集。第 1-11~1-19 頁。
- 林朝宗（2005）山腳斷層與台北盆地西緣的地質構造。大台北地區火山活動與山腳斷層研討會論文集，第 191~197 頁。
- 林朝榮（1957）臺灣地形。臺灣省文獻委員會，共 424 頁。
- 長生國際開發股份有限公司（1999）中正國際機場至台北捷運系統建設計畫，山腳斷層調查工作報告書，共 51 頁。
- 郁永河（1967）裨海遊記。方豪（1950）校勘本，臺灣省文獻委員會出版。
- 莊文星、陳汝勤（2008）北台灣火山地形多樣性之探討。經濟部中央地質調查所彙刊，第 21

- 號，第 107-141 頁。
- 莊昫叡、景國恩、張午龍、陳宏宇、李易叡、莊怡蓉、邵國士（2023）重要活動斷層地區地表變形觀測與斷層潛勢評估-第二階段（1/3）經濟部地質調查及礦業管理中心委託專業服務報告，共 366 頁。
- 景國恩、李易叡、張午龍、莊昫叡、莊怡蓉、邵國士（2022）重要活動斷層地區地表變形觀測與斷層潛勢評估(2/2)經濟部中央地質調查所委託研究報告，共 440 頁。
- 黃鑑水（1988）台北圖幅與說明書，五萬分之一台灣地質圖第 4 號。經濟部中央地質調查所，共 46 頁。
- 黃鑑水（2005）台北圖幅與說明書，五萬分之一台灣地質圖第 4 號，第 3 版。經濟部中央地質調查所，共 57 頁。
- 劉桓吉、蘇泰維、李錦發、紀宗吉、林朝宗（2000）山腳斷層之活動性及其對工程安全之影響。經濟部 89 年度研究發展報告，共 30 頁。
- 鄧屬予（2006）台北盆地之地質研究。西太平洋地質科學，第 6 卷，第 8-13 頁。
- 鄧屬予、劉志學、陳文福、游鎮源、蔡宜伶（2011）觀音坑地質與火山作用。經濟部中央地質調查所彙刊，第 24 號，第 123-153 頁。
- 顏君毅（2023）應用合成孔徑雷達差分干涉技術觀測地表變形-第二階段（1/3）經濟部地質調查及礦業管理中心委託專業服務報告，共 289 頁。
- 蘇泰維、劉桓吉、劉憲德、黃健政（2003）台北盆地西緣山腳斷層調查研究初步成果。91 年度中央地質調查所年報，118-121 頁。
- Chen, C.T., Lee, J.C., Chan, Y.C. and Lu, C.Y. (2010) Growth normal faulting at the western edge of the metropolitan Taipei basin since the last glacial maximum, northern Taiwan. *Terr. Atmos. Ocean Sci.*, 21(3), 409-428.
- Huang, S.Y. (2003) *Prehistoric Earthquakes along the Shanchiao Fault, Taipei Basin, Northern Taiwan*. A Thesis Presented to the Graduate Faculty of Central Washington University, 83pp.
- MRSO (1969) The Geothermal exploration of the Tatun Volcano Group (I). *MRSO report*, 90pp.
- Shih, R.C., Lin, C.W., Liu, H.C. and Lu, S.T. (2006) Northward extension of the Shanchiao fault in northern Taiwan from the shallow seismic reflection images. *Western Pacific Earth Sciences*, 6, 150-168.
- Wang, C.Y., Chen, G.P. and Jong, D.T. (1994) The detection of active faults on Taiwan using shallow reflection seismics: *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, Vol.5, no.2, 177-193.
- Wang, W.H. and Chen, C.H. (1990) The Volcanology and fission track age dating of pyroclastic deposits in Tatun Volcano Group: *Acta Geol. Taiwanica*, no.28, 1-30.
- Wu, F.T. (1965) Subsidence Geology of the Hsinchuang structure in the Taipei basin. *Petrol. Geol. Taiwan*, 4, 271-282.