



## 震災地附近の地形（第2圖〔圖版〕参照）

臺灣中部地震の震害地域は臺灣西海岸，新竹州，臺中州の段丘地と山地とに跨る地域を含んでゐる。臺灣西海岸は市川技師<sup>1)</sup>の所謂桃園臺地及びそれに類似の段丘地形によつて主として占められてゐるが，新竹市以南大安溪に至る迄の部分は，東部の山地から派出し，海岸に迄迫るところの丘陵性山地によつて占められ，南方の臺中，豊原地方の段丘地を北部のものから區別してゐる。この丘陵性山地は次第に東方へ延びて新竹州竹東から苗栗郡公館，豊原市，臺中市の東部を結ぶ線以東に於いて俄然崛起して海拔 600 m 以上の山地となつてゐる。之等の丘陵，山地を一見して知ることは山稜線が主として臺灣の長軸の方向に平行な走向をとることで，之は富田助教<sup>2)</sup>も述べた如く地質構造と密接な關係を持つてゐるからなのである。

河川は之等の山地，丘陵を刻む横谷，縦谷を流れて，下流及び縦谷部には廣い氾濫原又は段丘地形を作つてゐる。この地方の主要な河流は北から頭前溪，中港溪，後龍溪，大安溪，大甲溪等である。氾濫原の河底は砂礫の堆積物からなり，河口附近は稀に砂の堆積物からなつてゐる。

この地方の大都會の大部分は河口氾濫原より稍々高い礫段丘か又は縦谷部の氾濫原より稍々高い段丘上に位してゐる。

筆者は説明の便宜上竹南丘陵，苗栗山地，大湖山地，豊原平地に分つて各地域の地形的特徴を簡単に説明しやうと思ふ。

竹南丘陵は後龍街以東北の丘陵地で，苗栗の東北 4 km 頭屋から竹東郡北埔を結ぶ線以西の丘陵地である。この丘陵地は約 300 m 以内の高度を持つた山々からなり，丘陵地全體は西へ傾いてゐる。後に述べるやうに主として錦水泥岩層及び苗栗層からなつてゐる。この竹南丘陵の北部は新竹市附近で海に注ぐところの頭前溪によつて境され，頭前溪は東部山地に於いて油羅溪，上坪溪に分れてゐるが，竹南丘陵の地域に入ると廣くその氾濫原を擴げて，竹東街，新竹街等の都會がその上に發達してゐる。

竹南の西部で海に注ぐところの中港溪はこの竹南丘陵を灌溉してゐるが，この地方の河流の一般形式を取り，三灣附近で屈曲し，N 40° E の走向を取るが再び横谷に沿ひ大湖山地に入り，馬尾附近から縦谷に沿うてゐる。三灣，馬尾，南庄の都會は N 30° E の縦谷中に發達した低い段丘上にある都會である。峨眉溪は中港溪の一支流で屈曲した侵蝕谷を作つて北埔に至り，東部山地へと入込んでゐる。竹南丘陵の東縁の地形

1) 市川雄一 地學雜誌，41，485 (1923)。

2) Y. TOMITA, *Jour. Fac. Sci. Agr., Taihoku Imp. Univ.*, (1935)。



的境界線は東北へ延びて、淡水河谷、臺北盆地を経て基隆東部に達してゐて、一つの構造的な地形と見られ、地形學的に今回の震災地も、臺北盆地も類似の性質を示してゐる。

苗栗山地は主として後龍溪以南の海岸に發達する山地で、後龍溪の縦谷以西の即ち苗栗街のある苗栗盆地以西の山地をも含んでゐる。この山地の高度は最高 470 m 前後に達し、竹南山地より多少高峻であり、且つ前に述べた臺灣特有の南北の方向を持つた山稜が著しく目立つてゐる。即ち南勢附近の山稜、銅羅街の南の雙峯山々稜、三叉街の西部の火炎山々稜の如きはそれらの内著しいもので、大部分は新第三系上部の地質構造に起因するケスタ地形である。山地の西南部には高度 300 m 程の開折せられた段丘面の一部が保存せられ、この山地が大部分段丘面から開折せられて發達したことを暗示してゐる。

後龍街の西方公司寮附近より入込む烏眉溪はこの山稜の間の縦谷に沿うて三叉に至り、之より横谷を流れて關刀山に達し、打木溪と呼ばれてゐる。

大湖山地は前記二地域の東部を占める山地で、800 m 以上の山峯が各所に聳え、主として  $N 20^{\circ} E$  の走向を持つた山稜の集合からなつてゐる。これらの山稜間の縦谷には大湖盆地、獅潭盆地、南庄盆地、卓蘭、東勢等の各盆地があり、夫々都會が發達してゐる。この山地のこれらの山稜の主要なものは南庄街の西に聳える神卓山々稜、獅潭庄の西縁をなす八角峽山、太湖街の東の馬那邦山々稜、出磺坑のある關刀山々稜等である。その他臺中豊原の東に横はる頭崙山々稜も注意すべき南北山稜の主要なものである。

神卓山々稜は新竹州竹南郡南庄街の西側に聳え、968 m、1001 m 等の高峯を有し、略ぼ  $N 30^{\circ} E$  の走向をとつてゐる。

中港溪はこの山稜の北端を横谷的に截り、南庄縦谷に入り込む。中港溪底と神卓山々稜との比高は約 1500 m<sup>2</sup> で 700 m 前後に達してゐる。山稜線は比較的平坦で、約 100 m 前後の高低を保ち、後龍溪の支流汶水溪によつて切られてゐる。この山稜は東方へ傾斜する中新統砂岩からなつてゐる。神卓山の東側斜面は平均 33~40% に近い傾斜を示してゐるが、山稜線から河底に達するまで著しい傾斜變化を示す地形上の不齊はない。

然るに西側傾斜面は約 57~60% に近い急斜面が神卓山々稜に沿うて發達し、その急斜面の麓に相當する高度は北部で約 400 m、神卓山附近で 500 m、上大窩の谷附近で 600 m、小東勢附近で 700 m に達する尾根線の傾斜變換點が認められ、之等の點は略々一直線上に排列され、何等かの構造上の差異を暗示してゐるが、この傾斜の變

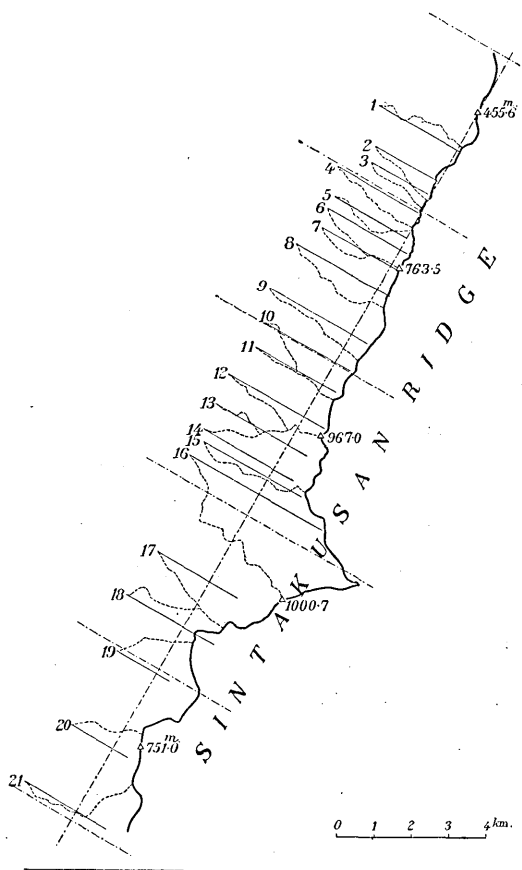
換線の位置は、後述するやうに、鳥居學士、吉田學士の調査せられたパカリー斷層の位置と略々一致し、一種の斷層に起因する地形である。

神卓山々稜から西方へ派出する之等の尾根線はこの急傾斜部の麓部から急に緩くなり、25~20%の傾斜の尾根となつてゐる。

第3圖bは神卓山々稜から西の方へ派出する各尾根線の輪廓(profile)をN60°Wの垂直面に投影したものを北から順に排列したものである。

投影 profile No. 1, 2 に於いては前記の急崖麓は平均海拔400m前後であるが、No. 4~8 では平均500mに、No. 9~14 では平均750mに、No. 15~16 では900mに垂んとしてゐる。尙この投影 profile によつて知られることは No. 1~10 によつて明にされてゐる著しき鞍部

地形の存在である。この鞍部は第3圖bによつて示される如く略々神卓山の山稜線に平行にN30°Eの走向をとつて排列されてゐる。第3圖bのNo. 1の山稜線投影 profile に見られる如く、山稜線より約1800mの距離に於て高度海拔約200mの鞍部、第3圖b, No. 2に於いては海拔225m附近、No. 3, No. 4, No. 5, No. 6, No. 7では海拔約250m、No. 8~14では平均300mに鞍部を見るが之等は何れも前記の注目すべき鞍部であつて、之等の鞍部の南北には略々N30°Eに近い小溪谷が發達してゐる。この地形は嘗てLAWSON<sup>3)</sup>がCaliforniaで記載したケルンコル、ケルンバツトの地形に類似してゐるが從來の記載には斷層とされてゐない。



第3圖a 神卓山々稜西側の山脚線の分布を示す。  
Distribution map of spurs projecting westward from Sintakusan ridge.

3) LAWSON, Univ. Calif. Publ., Bull. Depart. Geol. 3 (1904).

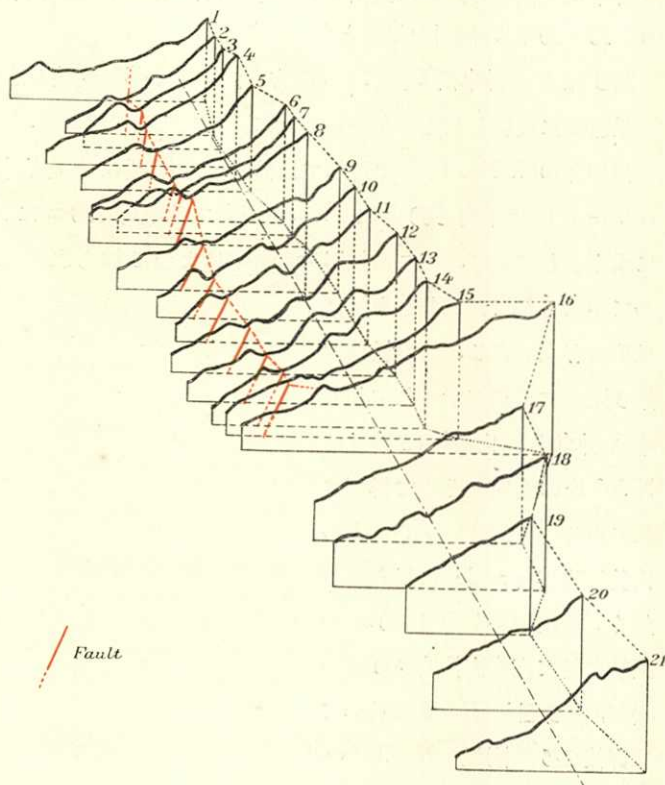
卷末寫眞55は神卓山々稜(圖の右側)とこの鞍部(圖の左側)とを示す。之等の尾根線の終る大南埔, 十股, 紙寮下, 三洽坑, 紙湖, 新店, 八角林, 桂竹林, 灣々尾, 大湖に至る溪谷は後に述べる紙湖

斷層線と一致し, 一つの斷層谷である。この溪は中港溪の支流, 南港溪の上流及び老田寮溪の上流, 及び桂竹林溪によつて排水され各河流は低い分水嶺によつて  $N 30^{\circ} E$  の走向に排列されてゐるので, この地域は  $N 30^{\circ} E$  の走向を持つた低い地域になつてゐる。筆者は之を獅潭盆地と呼ぶ積である。

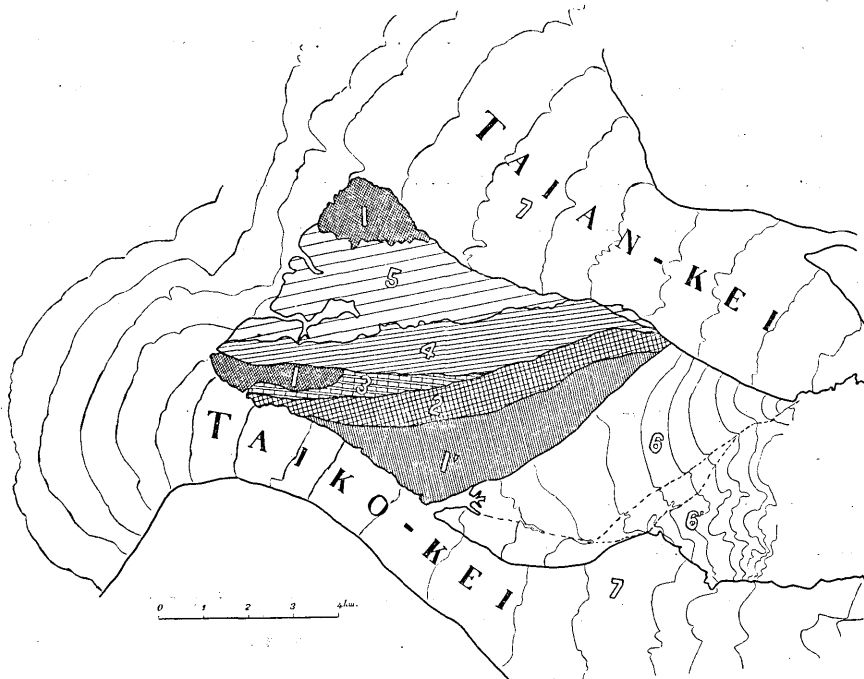
この獅潭盆地の北部延長は獅頭山下に達し南部延長は大湖街方面へ延び南湖街から略々  $N 45^{\circ} E$  の走向を以て大安溪方面へ續いてゐる。

獅頭山 4924 m は西に急崖を持つた  $N 45^{\circ} W$  の方向に延びた山地で, 略々水平に近い岩層からなつてゐるが, この山稜から西北へ派出する尾根は上記神卓山々稜の西側の尾根と同様の特徴を持ち, 地形上神卓山々稜の連続とも考へられる。

八角嶼山山地は獅潭盆地と苗栗盆地との間に介在する山地である。この山地は略々大河底, 仁隆を経て福基, 鷄隆溪を結ぶ線以東で急に高度を増し, 分水界は東部に偏してゐる。この山地を開析する溪流は略々東西の走向をとつてゐるにもかゝらず, 山稜線を仔細に檢すると何れも南北の延長方向を有するものが多く, *superimposed river* の暗示を受ける。獅潭盆地を流れる老田寮溪も大湖盆地を流れる後龍溪も何れ



第3圖 b 神卓山々稜西側の山脚線の投影プロフィールと紙湖地震斷層の位置。  
Projected profiles of spurs projecting westward from ridge Sintakusan.



第 4 圖 屯子脚段丘の分類

Classification of Tonsikyaku terrace.

1. Tettōsan, Hōzan terrace; 1'. Getubi terrace; 2. Rokubunsangan terrace;
3. Nigan terrace; 4. Ziyō terrace; 5. Mameipo and Sinsekisi terrace; 6.
- Kōri terrace; 6'. Kyusya terrace; 7. Alluvial plain.

も之等の山地の山稜線の一般走向に對して直角の方向の横谷の峡谷を流れ、先行性流路を示してゐる。

馬那邦山稜は大湖から卓蘭方面へ抜ける低い山地の東部を占め、富田助教授の述べた如く hog back 地形をなしてゐる。

出横坑—關刀山山地は前に述べた八角嶽山の南方延長であつて 6~700 m の高度の山地からなつてゐる。この山地の山稜は北部に於いては N 30° E の走向を持つが關刀山附近では徐々に彎曲し東西方向を取り、十六份以南に於いて再び南北方向を取つてゐて、逆 S 字狀の走向を示すが、之は後に述べるやうに地質構造の異常によるものである。大安溪はこの山地の南端を截り、その上流に卓蘭盆地を作り、更に上流は馬那邦山稜の南端を截つてゐる。

關刀山々地の南部延長は大安溪を経て珍重山となり、大甲溪をへだて、頭嵗山々地となるが、高度は遙に低まつてゐる。この方面は今回の地震に於ける被害は比較的少かつた。

豊原地方は 100~200 m 前後の段丘地で頭嵗山の西部に擴る平坦地である。この平

坦地の西方は徐々に高まり約 300~250 m の大肚山の丘陵となつてゐる。大肚山の丘陵は略々南北の走向を持ち、西側は急に低くなつて、西の海岸平野に接し、兩者の境界線上には大甲、清水、沙河等の重要都市が分布してゐる。大甲溪はこの地方を屯子脚臺地と豊原臺地とに分つてゐる。

屯子脚段丘の表面を仔細に観察すると極めて複雑な複合段丘であることに氣づく。第 4 圖は屯子脚段丘面を區分した圖である。段丘の西北端及び西南端には、鐵砧山、崩山 (1 in fig. 4) の二つの高地が屯子脚段丘上に突出してゐるが、その他は略々 E W に近い走向を持つた短冊狀の段丘面の集合からなつてゐて、各段丘面は東から西へ低くなつてゐて嘗ては大安溪の流路であつたことには何等疑ひない。之等の短冊形段丘は北から鐵砧山脚、新厝子等の部落のある新厝子段丘 (5 in fig. 4) 馬鳴埔のある馬鳴埔段丘 (5 in fig. 4)、磁磙部落のある磁磙段丘 (4 in fig. 4)、更に二炭段丘 (3 in fig. 4)、六分三炭段丘 (2 in fig. 4)、月眉段丘 (1' in fig. 4)、后里扇狀段丘 (6 in fig. 4)、舊社段丘 (6' in fig. 4) 等に分れる。

之等の段丘中注目すべきものは六分三炭段丘、月眉段丘と后里扇狀段丘、舊社段丘とである。前二者は屯子脚段丘中最高のもので 270 m の高度を有し、西方では約 20 m の高度の段丘崖を有し、六分三炭段丘の方が低い、東部へ行くと却て月眉段丘の方が低くなつてゐる。月眉段丘の傾斜は寧ろ東南斜してゐて、その東縁は后里扇狀段丘に埋められてゐる。六分三炭段丘その他がその延長方向である西へ向つて傾斜してゐるのに對し、著しい對照を示してゐる。

この特異な地形に對しては種々な假定が廻らされるが、次の二つの場合が最も確實味がある。即ち六分三炭段丘と月眉段丘との境界の崖を侵蝕崖と見做す場合と斷層起源と見做す場合とである。前者の場合には侵蝕崖の落差が北へ行く程減少して却て逆になる事の説明として、月眉段丘を嘗ては平坦に近いと假定し、落差の少い部分は過去に於ける隆起量の少かつた地域とし、下流 (即ち西部) は隆起量多く侵蝕崖の形成に都合がよかつたと考へ、且つ月眉段丘の傾斜の方向はその地殻變動によつて變化したと考へ、后里段丘地方に曲窪 (down warping) 運動が行はれたとする考へである。

斷層崖と見なす場合には、更に同走向を持つた他の段丘の境界線もその疑を受けなければならないが、少くとも筆者の知る限り、斷層の證左は見出し得なかつた。勿論この段丘の境の崖に崖崩れが多數に起り、この崖に沿うて作られた后里圳 (用水路) も多少の破損を見たが、之等は何れも急傾斜の崩れからくる被害の様に思はれた。今回の地震斷層の trend が略々前記諸段丘の境界線の走向と平行してゐるために、後説

が有利のやうに見えるが、前説に於いて採つた月眉段丘の傾きと曲窪の説明も亦此の地震斷層の走向と一脈類似があるので俄に決定できない。前述した火炎山々稜はその東側に平行して三叉の低地を抱いてゐる。この低地の南の延長は后里段丘が代表し、火炎山々稜は月眉一六分三炭兩段丘が代表するかの如く見え、且つ次に述べるやうに三叉低地は一種の窪んで行く構造谷と解されるので、后里段丘地域の曲窪を考へることも無理からぬ主張である。

后里段丘は大安驛南方トンネル南口を要とする一種の隆起扇狀地で表面の等高線は扇狀地形を十分に示してゐる。この扇狀地の西北側は月眉段丘により、東南は舊社段丘によつて境されてゐる。舊社段丘と后里段丘とは高度の點では全く一連の段丘に過ぎないが、その同高線を見ると二系統であることに氣付く。即ち后里段丘の扇狀地形を示す圓弧に近い同心圓狀の同高線は、略々后里扇狀地の要から屯子脚街を経て犂頭標に至る線を境として不齊となり、舊社段丘を代表する別の系統の段丘地形を代表してしまふ。兩段丘の間には圳寮公館附近からつづく一溪流が深さ約 3~5 m 内外の谷を作つてゐる。注意すべきは今回の地震斷層がこの地形上の境界線を走つてゐることである。

### 震災地附近の地質構造 (第2圖〔圖版〕参照)

この地方に發達する新しい地質系統は、沖積統として各河流氾濫原及び海岸平野を構成する堆積物があるが、洪積統は主として礫層からなる段丘層で、種々の形式のものから成立つてゐる。之等の被覆層を除くと鮮新統と考へられる錦水統、中新統と考へられる出磺坑統等がある。

#### 層序

**沖積統** この地方に發達する沖積統は岩石の種類によつて、海岸平野に發達する暗灰色の細砂には淤泥層の地方と、各河流の氾濫原からなる礫層の地域とがある。

臺中州梧棲街附近は前者の代表的地域で、竹南の西方中港街も之に屬してゐる。第2圖は筆者の調査した範圍で兩者の分布範圍を圖示した。後龍溪河口、中港河口附近は淤泥層からなつてゐる。

大安溪、大甲溪及び各河流の上流地方の氾濫原は何れも砂礫層地域である。

**洪積統** 臺灣の洪積統に就いては種々の問題があるが、筆者は *Stegodon-Rhinoceros* fauna を含む林氏<sup>4)</sup>の所謂頭崙山統を以て筆者の pd-dII とし、當分鮮新統より洪積統に至る時代未決の地層として置く。

4) T. RIN, *Jour. Fac. Sci. Agr., Taihoku Imp. Univ.*, (1935).

この地方に發達する洪積統を通觀して得らるゝことは段丘面の保存せらるゝ段丘砂礫層と段丘面又は堆積面を全く保存せざる所謂古期洪積統礫層との二種類に大別せらるゝことである。後者の洪積統は前者の頭嵯山統の後半を含むもので、之は大井上學士<sup>5)</sup>の蜀口山礫層、その他吉田氏、鳥居氏<sup>6)</sup>の銅羅層の大部をも含んでゐる。

段丘面を保存してゐる洪積層は各河流の沿岸に發達してゐて、300 m 以上の高度に發達するものも少くない。之等の内古きものゝ表面には紅土が厚く堆積してゐる。

苗栗附近の段丘を仔細に見ても後龍溪、汜濫原と略々高度の等しい數段を見るが、次に海拔 60~80 m 内外の段丘が觀察され、更に海拔 180 m 前後、次には海拔 250 m 前後と數段の段丘を認めることができ、この附近の河谷の侵蝕と地殻運動との如何に急激であるかを示してゐる。之等の各段丘を構成する礫層は高位のもの程古いことを示してゐる。地形的に之等は筆者の Du 段丘を代表してゐるやうに見える。

大安溪沿岸も著しい段丘地形の發達してゐる地方で、その最も廣大なものは屯子脚のある屯子脚段丘である。屯子脚段丘を作る洪積層の内、地形の項で述べた鐵砧山、崩山、月眉段丘は古期洪積層即ち銅羅層（又は頭嵯山統）に屬する礫層からなるが、その他の各段丘面は新期洪積統の礫層の堆積面であるやうに見える。

之等より一段高いものは大安溪鐵橋の北部の段丘である。卓蘭街の北方にある段丘は高距海拔約 300 m に達してゐて、基盤は錦水統からなり、表面には薄い所謂臺地礫層が堆積してゐる。

鳥居氏、吉田氏の銅羅層は一見次に述べる頭嵯山礫層と類似してゐる。この銅羅層は主として多數の大圓礫を含む礫層で、銅羅街の東南部に發達する厚き礫層である。雙峯山の南北山稜もこの礫層からなつてゐる。この礫層は次の頭嵯山礫層とは異り、錦水統又は苗栗層を不整合に被うてゐる。（火炎山附近ではこの銅羅層が頭嵯山層を被うてゐるとの事であるから、銅羅層は頭嵯山層より新期のものであるかも知れぬ。）

林氏の頭嵯山統は上部に厚い礫層（約 500 m）と、中部に移過層とがあつて、下部は砂、淤泥稀に泥層、礫層を挟む互層からなり厚さ 900 m に達する地層からなつてゐる。（筆者はその岩相状態から之等を同一統中に取扱はない積である。）この堆積岩相の變化とそれに含れてくる哺乳動物化石群の特徴とは日本島に於ける静岡縣小笠山礫岩と曾我層、笹毛層とその上位の地層（鹿野山層）、瀬戸内海沿岸に於ける *Slegdon orientalis* OWEN 層準とその上位の地層との關係に類似してゐる。筆者はこれらの點からみて頭嵯山礫は筆者の dII と pd とに近い時代を代表してゐる地層と思つてゐる。

5) 矢部長克、半澤正四郎、小川博士還曆祝賀論文集（第2篇）。

6) 鳥居敬造、吉田要、臺灣總督府油田地質圖苗栗（1931）。

この上部頭嵯山礫層は頭嵯山附近及び、三叉街の西側の *cuesta* を作る南北の走向を持つた火炎山々稜を作つてゐる。礫は主として東部山地から由來したものからなつてゐて、丹氏<sup>7)</sup>、林氏によれば、錦水統、出磺坑統の岩石礫を含んでゐる。

下部頭嵯山砂層は稀に礫層を挟むが、上部頭嵯山礫層への移過は極めて急激で筆者はこの急激の移過に對して平行不整合の暗示を受けた程である。この急激なる岩相變化に對しては氣候情況の變化、又は地形狀況の急變等の場合を考察に入れてみたが後に述べるやう地形急變の資料がかなり多い。この地層中からは丹氏、林氏は *Stegodon sinensis* OWEN, *Cervus* sp., *Rhinoceros* sp. 等を採集され、その他淡水性の軟體動物や淺海性の軟體動物等をも多數に採集されてゐる。筆者は當分頭嵯山礫層を銅羅層と同様に取扱つておく。

**鮮新統** この地方の鮮新統は林氏の豊原統、大井上氏等の苗栗層、烏居、吉田兩氏の錦水砂岩及び錦水頁岩等を言ふのである。筆者は假に豊原統と錦水砂岩、錦水頁岩と苗栗層等を同時代と見做し、古き命名を尊重し錦水統として豊原統を代表せしめておく。この地方の錦水統は所謂苗栗層を含み砂岩、泥岩の互層で稀に礫岩を挟むところの厚き地質系統で、更に細分されてゐる。

吉田、烏居兩氏によれば上部より錦水砂岩、(Upper series of sandstone and shale in alternation, Shale, Lower series of sandstone and shale, Sandstone)、錦水頁岩の如く、林氏によれば卓蘭層群として上部から Marine fossil beds, *Ostrea* beds, Marine fossil beds 等に分れ、尙埤頭山層群の上部の一部も含まつてゐる。錦水統の化石は横山、野村諸先生の研究があり、多數の海棲軟體動物を産出してゐる。筆者は四湖、白沙屯等でかなりの種を採集した。

**中新統** 出磺坑統は石油を出す地層を含み、出磺坑附近を標準地とする地層で、上部から桂竹林層、白色砂岩、出磺坑層に細分されてゐる。桂竹林層は林氏の關刀山層を含み、Coarse sandstone beds と Silt beds との alternation で砂岩は稍々凝固してゐるが脆弱である。侵蝕に對する抵抗が強いため、この地層の露出する山地は急峻である。

白色砂岩は市村助教授<sup>8)</sup>によれば石英を主としてその他正長石、微斜長石、斜長石、風信子礦、モナツ石、電気石、柘榴石、金紅石、角閃石、黒雲母、白雲母、十字石、綠帘石、黄鐵礦、磁鐵礦、チタン鐵礦、白チタン鐵礦、褐鐵礦等からなり、臺灣本島に求められぬ礦物成分をも含む白色砂岩である。通稱ザラメと呼び、結着性弱く、手

7) 丹桂之助 蜀口山層に就て、臺灣地學記事。

8) 市村毅 地質學雜誌, 40, 483, (1933), pp. 741~749.



で握ると粉々になる程で、侵蝕に弱く、稀に石炭を挟む。

出礫坑層は砂岩、頁岩の互層で、頁岩の部分多く *Operculina* (*Operculinella*) *venosa* (FICHTEL et MOLI.) の有孔虫化石を含み、その他 *Fecten* (*Amusiopecten*) *yabei* NC-MURA 等をも含んでゐる。

出礫坑層は上記の様に細分され、錦水統とは稍異なる化石を含んでゐる。上記の化石によつては今日時代を確實に決定することはできないが、この出礫坑統は *Lepydocyclina verbeeki* N. et H., *Miogyopsina dehaartii* VLERK var *formosensis* YABE et HANZAWA 等を含む臺灣の他の地層(海山層)と類似する点があるので Miocene であらう。

上記の様にしてこの地方に發達する地質系統は第 I 表の如き層序として、構造の説明に用いた。

#### 地質構造

上記の如き層序をこの地方に知り得たので、之等の地層の變位によつ

て得られる過去地殻運動の性質を吟味してみやう。

**斷層** この地方に於ける斷層は比較的少いが、かなり大構造を支配する重要なものがある。主なるものをあげると軟橋斷層、パカリー斷層、竹東斷層、紙湖斷層、三叉斷層、關刀斷層、新城斷層、火炎山斷層等である。

軟橋斷層は竹東の南方軟橋附近から略々 N 60° W の走向を以て大坪南坑方面へ至るものである。吉田、鳥居兩氏によれば垂直に近い。

パカリー斷層は神卓山々稜の西側に沿うて走つてゐるもので、この斷層線の西側では地層は走向は略々斷層に平行し、傾斜は垂直に近いが、70°~80°程の角度で東又は西へ傾いてゐるが、東側では層向は西と略々同様であるが傾斜は緩く 45°前後で東へ向つて傾き下る。この斷層構造は北部で撓曲構造の疑を起さしめる。南部では斷層は消失して撓曲とされてゐる。パカリー斷層が南部で消えると、北部で急な傾斜を持つてゐた白色砂岩層を含む出礫坑統は傾斜を緩め、W 30°前後となる。そのために神卓山々稜の西側を直線狀に走つてゐた白色砂岩は急に汝水の東部から平面分布を變へ、東方の山稜へ這ひ上つてゐる。神卓山々稜には白色砂岩がなく、出礫坑統が露出してゐるのでパカリー斷層は西落ちの斷層と考へなければならぬ。神卓山々稜の西の山嘴の尾根筋がこの斷層線によつて傾斜を急に増すことは地形の項で述べた。

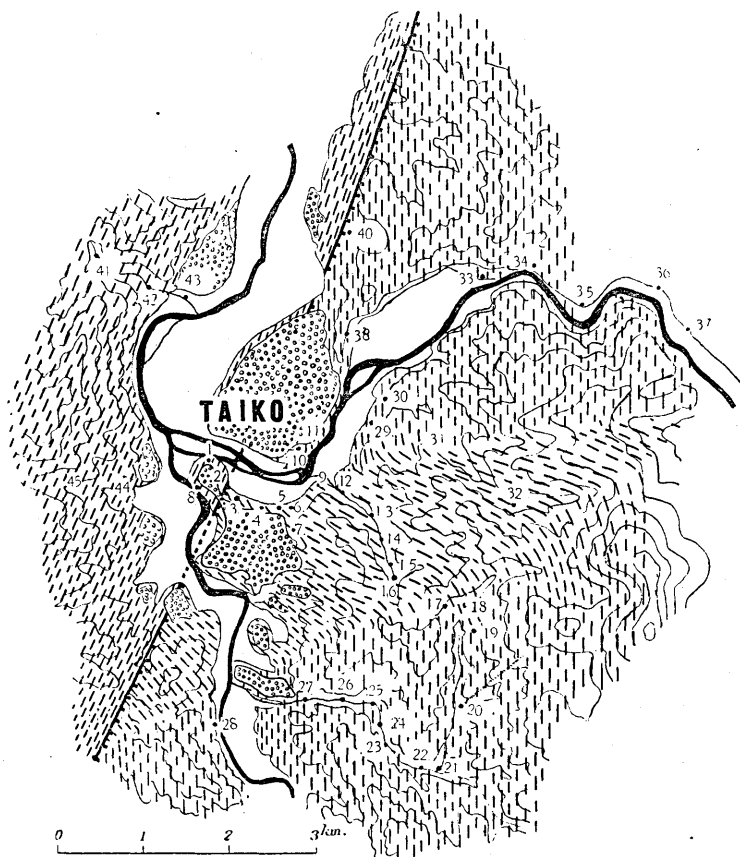
第 I 表

沖積統		
洪積統	各段丘層	
	銅羅礫層 (蜀口山礫層等を含む)	
鮮新統	錦水統	苗栗層 (錦水砂岩、下部頭崙山層等を含む) 錦水頁岩
中新統	出礫坑統	桂竹林層 白色砂岩層 出礫坑層 略

竹東斷層は竹東街から峨眉庄に至る斷層で、烏居、吉田兩氏によれば西落ちの斷層である。その走向は  $N 60^{\circ}E$  程で竹東附近の地質構造上の一般走向と一致してゐる。

紙湖斷層は比較的延長の大なもので、竹南郡南庄大南埔から獅潭盆地、大湖を経て大安溪大安驛方面へ達する延長 40 km に及ぶ逆斷層である。北部に於ては一時向斜構造を示す如く考へてゐる學者もあるが、筆者は連續發達するものと思つてゐる。即ち向斜構造としては層向及び層の厚さが兩側で異つてゐて、層向から當然消失しなければならぬ地層が依然として斷層に沿うて露出してゐて、向斜構造として説明することは困難である。

紙湖斷層は南部に於いては、林氏の公にせる如く、地質構造の上からも明に示され



第5圖 大湖附近の地質圖。

破線模様部分は新第三系下部、破線の走向は新第三系の層向を示す。

Geologic map near Taiko. The area hatched with dash lines is Q der Neogene. Orientation of the dash line shows the strike of Neogene.

てゐる。南湖の西南四分附近ではこの斷層の明に露出してゐる處がある。こゝでは走

向  $N 30^{\circ}E$  傾斜西へ  $70^{\circ}$  位で、西側の地層の方が層序上下位に該当するので、逆断層であることも解つた。富田氏も述べてゐるやうにこの線を境として、その東側は hog back 地形をなし、峨々たる關刀山地に對し著しい對照をなしてゐる。

大湖附近では露頭は見られなかつたが、第5圖の様な構造がみられ、明に断層であることが推定された。

野外觀察資料 (大湖附近第5圖参照)。

Loc. 1. 灰色の頁岩と砂岩  $N 20^{\circ}E: 80^{\circ}E$ . Loc. 1 の東に淡綠色の砂岩が薄く發達してゐる。

Loc. 2. 灰色の薄層理頁岩  $N 20^{\circ}E: 80^{\circ}E$ . この附近には薄層理頁岩が多く、所謂錦水頁岩に類似してゐる。

Loc. 3. に至るさ層向は前 2 localities に比べて約  $35^{\circ}$  異り  $N 15^{\circ}W$  西へ  $45^{\circ}$  に傾いてゐる。岩層は淡青灰色の砂岩である。

Loc. 4. では厚い頁岩層が露はれ、 $N 40^{\circ}W: 50^{\circ}W$  の層位を示し更に

Loc. 5. では  $N 50^{\circ}W: W 45^{\circ}$ .

Loc. 6. では  $N 60^{\circ}W: W 45^{\circ}$  で層向は東西方向に近付いてくる。

Loc. 7. 段丘に上つて用水池の傍へ行くさ基盤岩石が露出してゐて、 $N 45^{\circ}W: W 45^{\circ}$  で、大體 Loc. 3~6 と同様の層位を示してゐる。

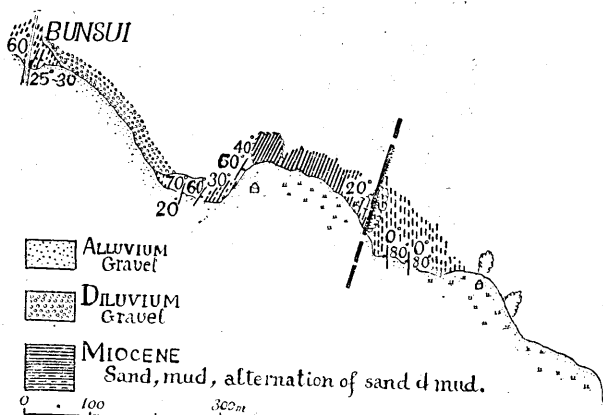
Loc. 8. Loc. 1, 2 の反對側は  $N 20^{\circ}E: 90^{\circ}$ ;  $N 30^{\circ}E: 90^{\circ}$  で Loc. 1, 2 と同様の岩層からなつてゐる。

之等の構造から判断して Loc. 2 と Loc. 3 との間に向斜構造か断層構造かと推定されてもよいが、Loc. 1, 2 の層向及び岩相は略々それらの層の方へ延長し、向斜構造を考へることは極めて困難である。

大湖の南 4km の汶水溪北岸でも層向は汶水附近では  $N 25^{\circ}E: 60^{\circ}E$ ;  $N 20^{\circ}E: 60^{\circ} \sim 70^{\circ}E$ ;  $N 20^{\circ}E: 80^{\circ}E$  等であるが、紙湖断層の延長推定線の東では NS で砂岩が露出し傾斜は西の灰色頁岩に接して少し緩くなるが、東では NS:  $80^{\circ}W$  である。故に若し上記の構造が向斜ならば傾斜の緩くなつた部分に軸を求めなければならぬが、若しそこに向斜軸を定めると東翼は頁岩、西翼は砂岩と言ふ不合理を來すので説明上から断層と推定するのが至當であらう。(第6圖は汶水溪口北岸の露頭見取圖)。

さて大湖に戻つて  $N 50^{\circ}W$  の層向を持つた紙湖断層

の東側の地域は如何なる範圍に分布してゐるであらうかが問題となつたので、之を調べてみた。



第6圖 汶水溪口北岸の露頭圖。  
Geologic sketch near Bunsui.

Loc. 10. 大湖街のある段丘の東南端には段丘礫層の下から基盤岩石が露はれてゐて、NS: 30°W 程の層位を示してゐる。

Loc. 11. では N 20°E: 40°W の層位で對岸の Loc. 3~6 の層位と異つてゐる。然るに對岸の一小溪に沿うて測定して行く。

Loc. 12. N 45°W: 50°WS で Loc. 3~6 の層位と類似してゐる。この小溪に就て測定した結果は

Loc. 13. N 40°W: 50°W.

Loc. 14. N 60°W: 50°SW.

Loc. 15. N 70°W: 50°SW.

Loc. 16. N 45°W: 35°SW 等でこの層位も Loc. 16 附近で漸く一般層向南北に近付いてきてゐる。

Loc. 17. 澤の上源を超えて反對側の澤の斜面では N 20°W: 30°W であるが、その澤底の

Loc. 18 では全く一般的傾向に戻つてゐる。即ち

Loc. 19 は N 10°E: 20°W; 細粒砂岩。

Loc. 20 は NS: 25°W; 細粒砂岩。

Loc. 21 は NS: 25~29°; 砂岩。Ostrea の破片を含む。

Loc. 22 は N 10°E: 25°W, 砂岩, 頁岩の互層。

Loc. 23 は N 1°0'W: 20°W, 砂岩。

Loc. 24 Loc. 23 と同じ。

Loc. 25 は NS: 30°W 砂岩。

Loc. 26 は NS: 25°W 砂岩。

Loc. 27 は NS: 25°W 砂岩等でこの附近の層向は林氏の地質圖に示される様に略々南北に近く西へ 25° 前後に傾く層位を持つてゐる。

N 45°W: SW 30° に近い層位は更に大湖庄社寮角の東方の一小溪谷に於ても見られる。

澤の入口の Loc. 29, 30, 31 では NS: W 35° で一般層向であるが、Loc. 31 の南部では N 80°W, N 70°W で南へ 18° 位に傾いてゐて異常な層向を示してゐる。

Loc. 32 では EW: 55°S で異常の層向の著しいものである。

今 Loc. 3~7, Loc. 12~17, Loc. 31 の南から 32 に至る層向の異常は南北層向で西斜する層位の地層がこの地域で撓曲して S 字狀に變形してゐることを考へることができ、假に前に述べた紙湖斷層が向斜とするところ等の層向異常が向斜構造の分布にも影響を與へなければならぬのに、全く之の影響を受けてゐないで、紙湖斷層の推定位置でこの異常層向が消失してゐることは、斷層の存在を確にしてゐる。試みに對岸の層位を調べてみる。

Loc. 41, 42, 43 は何れも N 30°E: E 80°~66° の層位である。

Loc. 44, 45, 46 も同様 N 45°~25°E: E 65°~80° 前後の層位である。

又大湖溪沿岸では Loc. 33, 34, 35, 36, 37 は何れも N 10°E; NS の層向、傾斜は 30°~50° 前後で西へ傾き下つてゐる。

三叉斷層は新竹州苗栗郡三叉庄、銅羅庄に互つて略ぼ東西の方向に走る斷層で、烏居、吉田兩氏の調査命名せられたものである。

竹南驛から分岐した鐵道線は銅羅驛から略ぼ南北の走向を持つた廣い打木溪に沿うて溯り、三叉に至るが、この溪の兩側は簡單なケスタ又は hogback 地形の 400~500

m の山稜線で囲まれ、溪の東は西へ傾く礫層からなり、西は東へ傾く礫層からなつてゐる。傾斜面で西のものは南へ延びて、大安溪に迄達してゐる。東のものは雙峯山と呼ぶものであるが、之は打木溪の上流である東西方向の溪谷で終り、その東南部は著しく地形的複雑さを増してゐる。之等の複雑な地形の内三叉から新庄、雙連潭、鹿湖に至る東西の低起伏(400 m 以内)地は鷄隆河谷と合致して「」形をなしてゐる。



第7圖 關刀山附近の地質圖。三叉逆斷層を示す。  
Geologic map near Mt. Kwantō (-san). Numerals show the localities of exposure referred in this paper.

三叉斷層はこの東西方向の低地帯に沿うて決定された北落ちの實在する斷層であるが、筆者が今回調査した結果は上述兩氏の調査より稍々詳しくその性質を知り得たのでここに記すこととした。

三叉斷層に関する觀察(第7圖參照)。

Loc. 1 in fig. 7. 龜山。

三叉の南方龜山から下寮に至る高度約 350 m の丘陵は主として銅羅礫層からなつてゐる。この銅羅礫層は上部は臺地礫層等に見られる赤褐色の紅土狀の土からなつてゐるが礫は厚く、厚さ 50 m 以上に達してゐる。

Loc. 2. 三叉より十六份に至る新道にて。

上記銅羅層が基盤層を不整合に被ふ露頭をみる。礫層は不規則な層理を示し、西へ傾ける不整合面によつて出磯坑統の上に横はつてゐる。不整合面下の傾斜は  $30^{\circ}\sim 40^{\circ}W$ 。不整合面下の出磯坑統の層向、傾斜は  $N 45^{\circ}E: 88^{\circ}W$  で殆ど直立に近い。

Loc. 3. 三叉より十六份に至る新道の露頭を更に東南へ追跡して行くさ、Loc. 2 の東約 150 m で  $N 60^{\circ}E: E 30^{\circ}$  程の傾斜を持つ出磯坑統の砂岩、頁岩の細い互層を見る。上記の様な層位は約 500 m ばかりの間美しく露出し、層向  $N 65^{\circ}E$  に達することもある。傾斜は  $30^{\circ}\sim 25^{\circ}$  前

後で主として、細いスレート状頁岩は明灰色乃至淡緑、青灰色とも言ふべき性質で、層面がかなり不齊な場合もある。

Loc. 4. 出磺坑統 N 60°E: E 30°.

Loc. 5. 出磺坑統 N 65°E: E 30°.

Loc. 6. Loc. 5 の東の小さな峠を越えるとき層位は少々變じ、層向 N 44°E, 傾斜東へ 20° 前後に達する。

Loc. 7. では層向 N 45°E: 傾斜 E 25°.

Loc. 8. 白色砂岩の露頭。白色砂岩は層向 N 45°E を取り田寮坑に達し、西坑の南部を過ぎて Loc. 15 に於いて N 75°W: S 30° の層向、傾斜を示す。白色砂岩の上の桂竹林層 (= 林氏の關刀山層) は侵蝕に對する抵抗力が強いため北へ向つて急崖を作り、白色砂岩はその急崖麓に露出してゐる。

Loc. 9. 桂竹林砂岩層で、*Pecten (Amusiopecten) yabei* Nomura を含み、層向は N 50°W: S 20°, N 45°W: S 25° で Loc. 6, 7, 8 と異り地層は西南へ向つて傾き下つてゐて、前記の Loc. 8 との間に斷層又は向斜の存在を暗示してゐる。

Loc. 10. 出磺坑統. N 30—40°W: W 32°. この Locality の直上に白色砂岩が露出する。

田寮坑の澤。

Loc. 11. N 25°W: 45°W. 出磺坑層の砂泥の互層。

Loc. 12. この Locality 附近は一般に層向 N 30—40°W で SW へ 50°—60° 前後に急斜してゐるが、Loc. 13 では層向、傾斜 N 40°E: SE へ 45°—50° に傾き、Loc. 8 と Loc. 9 と同様な關係を示してゐる。Loc. 13 と Loc. 12 との間には一瀑布があるが、その瀑布の下部に美しい向斜構造が露出してゐて前記の層向の變化が向斜によることが略々確められた。この向斜はかなり急に彎曲し、向斜軸も 30° 前後の傾きを持つてゐる。併しこの鋭い向斜も南へ行く程鈍くなり十六份驛の西方では廣い弧狀の向斜を示してゐるのみである。

十六份より雙連潭。

Loc. 13. 十六份驛附近は塊狀の桂竹林層が露出してゐて層向、傾斜の測定が困難であるが、Loc. 13 では桂竹林砂岩層の美しい露出があり、N 90°E: S 20°; N 75°W: S 20° 等の測定ができた。

Loc. 14 では N 75°W: S 25°. 砂岩。

Loc. 15 では N 75°W: S 30°. 白色砂岩。白色砂岩は之より東方 600.2 m の標高點の東 300 m の山稜を経て、斷層によつて切られるが、この斷層の露頭は遂に確められなかつた。たゞ地層はこの斷層に接して N 60°E: N 30° の層向傾斜を示し、北落を暗示する撓曲を示してゐる。

Loc. 16 はこの層向、傾斜を示す露出である。

N 75°W: S 20—30° の構造を持つ地層は沙坑の谷の入口まで續くが、沙坑の澤を出た部分の曲流地形の河壁では N 5°—20°E で西へ 72° 内外に急斜する錦水統が露出してゐて、沙坑の澤の出口に於て、兩構造の境界の存在する暗示を享ける。

今兩構造の境界を暗示する露頭を西から追跡すると、次の如くなる。

Loc. 17. N 90°W: S 50°.

Loc. 18. N 80°W: S 70° 及び NS: W 40°. この露出は雙連潭の溪底に見られるもので、垂直面に見られる露頭は第 8 圖の如く傾ける撓曲軸面を以て傾いてゐる。地層は出磺坑統である。

Loc. 19 では錦水統の頁岩が N 10°E の層向を持ち、50°—65° の傾斜を持ち露出してゐるのに、

小溪底では  $N 70^{\circ}W: 40^{\circ}S$  の砂岩層が露出し、  
兩者の間に斷層の存在を暗示する。

Loc. 20 は前に述べた如く錦水統の露頭があり、  
その層位は  $N 5^{\circ}E: 72^{\circ}W$ ;  $N 20^{\circ}E: 70^{\circ}W$   
である。

Loc. 21 は打木溪の河底に出礫坑統が露出し  
 $N 70^{\circ}E: S \sim 55^{\circ}$  の層位を示してゐて、沙坑の  
澤へ向つて同様の層位が續いてゐる。

Loc. 22. 然るに Loc. 22 に於ては出礫坑統  
が同様に EW で  $S \sim 34^{\circ}$  の傾斜であるに關らず、そのすぐ北では  $N 20^{\circ}E: W 70^{\circ}$ ,  $N 10^{\circ}E: W 75^{\circ}$   
で錦水統が露出し、兩者の境界がこれらの Loc. 21 と Loc. 22 との間にあるやうだ。

Loc. 23 で  $N 10^{\circ}E: W 45^{\circ}$  で錦水統が露出してゐるが、Loc. 24 では  $N 60^{\circ}E: S 40^{\circ}$ , EW:  $S 50^{\circ}$   
の層位を示した出礫坑統があり、錦水統と出礫坑統との境界が之等の Locality 間にあることが解  
つた。

筒坑附近.

Loc. 25. 錦水統が  $N 40^{\circ}W: W 80^{\circ}$  の層位。

Loc. 26. 錦水統  $N 10^{\circ}E: W 75^{\circ}$ 。

Loc. 27. 錦水統 NS:  $W 55^{\circ}$ 。

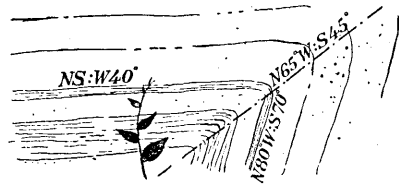
Loc. 24, 25, 26, 27 の附近では地形は南側が急で北部が緩な尾根線を持つてゐる。

Loc. 17~27 は何れもそれぞれの Loc. の附近に層位を異にせる錦水統と、出礫坑統とが相接  
してゐて、これらの平面分布圖は第7圖の如くになり、極めて出入に富んでゐて、南側の高い位  
置には古い地層出礫坑統が横はり、北側の低い位置には新しい地層として錦水統が横つてゐる。

この複雑な平面的分布とその南北兩側の地層が逆の位置を採つてゐることは、之等  
の境界線が緩な傾斜を持つた衝上斷層であることを示してゐる。

大湖庄南湖から銅羅庄新鷄隆、鹿湖にて觀察した處によると、出礫坑統は一つの同  
斜背斜構造をしてゐるが、この背斜構造の西翼は三叉衝上斷層のために東翼の出礫坑  
層によつて被はれ、第8圖の露頭から暗示されるやうに横臥同斜背斜構造の疑がある  
が、その詳細な關係は明に出来なかつた。

上記の如く三叉斷層は從來その性質が不明であつたが、かなり緩い角度の衝上斷層  
であることが明かにされた。その東端は何れに終るか明かでないが、鷄隆河の上流大  
窩の谷に達してゐることは確實で、出礫坑の背斜の西翼にある白色砂岩が突然に消失  
してゐることによつても明瞭である。西端は三叉の打木溪沿岸の第四系下に隠されて  
ゐるが、この三叉附近の銅羅礫層はこの斷層の影響を受けてゐないから、少くとも錦  
水統堆積後、銅羅層堆積前で、鮮新世末期か又は洪積世初期に形成せられたものと思  
ふ。而してこの衝上斷層を境として、南北の層向で急斜した苗栗層の上に東西に近い  
層向の出礫坑統が乗つてゐる。假に衝上面が一平面であるとして、その傾斜を求め  
ると  $N 45^{\circ}W: SW 6^{\circ}$  になつた。この斷層は一種の低角度の洞切斷層の様に見え、斷層



第8圖 Loc. 18 の西側谷壁の地質露出面。  
Geologic sketch of west valley wall at  
loc. 18 in fig. 7.

の北側は反對側に對して異常な收縮を示してゐる。

關刀山斷層は關刀山の西端を略々  $N 45^{\circ}E$  の走向を以て走る斷層で、その露頭を確めることはできなかつたが、第7圖に見られるやうに白色砂岩層がこの推定斷層線を境として、齟齬してゐること、Loc. 16 に知られるやうに一般層向と異なる層位を示すこと等によつて知られる。この斷層の兩端は明瞭には追跡できないが、徐々に消滅してゐることは事實である。林氏の推定した斷層である。

火炎山斷層も推定斷層である。この斷層は三叉街から略々  $N 40^{\circ}E$  の走向を以て、火炎山々稜の東側の低地底を南方へ向つて走る斷層で、火炎山々稜の地質構造は整合した厚い砂礫層からなる地質系統で、東南へ緩斜してゐるのに對し、この低地の西側は出礫坑統が露出してゐて、その層位は寧ろ火炎山側とは反對である。之等の事實からこの低地下に向斜軸か又は斷層線の存在が推定され、地層の厚さ、從來各地で知られた臺灣の一般層序から判斷して、後者即ち斷層を以てその構造を説明する方が遙に多くの事實を説明できるやうに思へる。

その他の斷層。

上記の他牧山技師<sup>9)</sup>は海岸地方に爺頭坑斷層、新城斷層等を設けられてゐて、夫々新第三系を截つてゐるが、後者は構造上の一般走向をとり、延長 10 km 以上に及んでゐる。之等の斷層構造の性質を通觀して、大部分の斷層は臺灣島の長軸の方向と平行した走向を有し、斷層は垂直に近いか又は逆斷層で全般的には收縮を示してゐる。

皺曲構造その他。

上に述べたやうに斷層線が略々臺灣の島の長軸方向に並んでゐて、海岸地方より山地に向つて密になつてゐるが、褶曲構造も略々同様の傾向を示し、長軸の方向に皺曲軸の走向を持ち、海岸に向ふ程簡單となつてゐる。この傾向は前記の斷層の性質と一致し、臺灣が一つの新第三紀の收縮帶であつたことを示してゐる。

下部洪積統又は上部鮮新統である銅羅層及び下部頭嵯山層は竹東街、淡文湖、三叉附近、火炎山附近、所謂頭嵯山地方に分布してゐる。最後の地域では大きな向斜構造をなして露出してゐる。その兩翼の傾斜は下部頭嵯山層の下底近くでは  $40^{\circ}$  前後を示すが、上部の礫層では最大  $20^{\circ}$  を超えるものは殆どなく、大部分は  $10^{\circ}$  前後の層位を示してゐる。従つて古いもの程傾斜の度の大なるものがあり、地殻運動が絶えず行はれてゐることを示してゐる。

火炎山附近のものは單斜構造で、東へ  $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$  の傾斜を示してゐる。この傾斜の側に前述の火炎山々稜の東側の低地が横はつてゐる。この低地は地形の項で述べたや

9) 牧山鶴彦 臺灣總督府五萬分之一地質圖幅「白沙屯・新竹」及び説明書 (1935)。



うに屯子脚、豊原、臺中へ延び、その西側には、火炎山稜と同様な海岸に對して反對に東側へ傾く丘陵地形を示してゐる。従つてこの臺中に至る低地帯も一つの火炎山斷層線と類似の低地と見做すことができやう。この特異な低地帯は更に南方は烏溪を超えて、草屯、南投の盆地となり、更に濁水溪を超えて竹山、清水溪の溪谷となつてゐる。吉田理學士<sup>10)</sup>の調査によれば清水溪の西側の山稜は銅羅層（又は林氏の上部頭嵯山礫層）の分布地域で、且つその礫層が一つの背斜構造を暗示してゐるので、火炎山々稜以南、臺中盆地の西側大肚山を経てこゝに達する山地も一つの收縮構造の發達を示す一つの構造地形の様に見える。そしてこの運動が洪積世末期まで及んだことは、若し前述の推論に誤がなければ、屯子脚段丘上の各段丘の異常分布から知られる如く確實であらう。

錦水統の皺曲構造は前に述べた銅羅層（又は上部頭嵯山）に比べるとかなり進んでゐる。この皺曲構造に於いては傾斜  $50^{\circ}$ ~ $60^{\circ}$  のもの稀には  $80^{\circ}$  に及ぶものも少なく、三叉斷層の項で述べた様に緩傾斜逆斷層によつて、出磺坑統によつて被はれてゐる部分さへある。又牧山鶴彦技師の調査によると新竹附近の錦水統は比較的緩傾斜逆斷層により截られ、青草湖背斜、柑子崎向斜、寶山背斜等により皺曲、收縮してゐる。

通霄庄附近の錦水統は通霄背斜（ $N 20^{\circ}E$ ）があり、この背斜の西翼は  $45^{\circ}$  前後に傾き、海底に没してゐる。

烏居、吉田兩理學士の調査したやうに錦水統は竹東附近から所謂錦水、苗栗、鷄隆の谷に分布し、出磺坑統と整合してゐる。その内錦水背斜、員嶼子背斜等が確められてゐる。

東勢附近の錦水統は大局的にみて頭嵯山向斜の翼をなして、廣大な地域に分布し、豊原—臺中盆地に臨む部分に於ては急に東斜して  $50^{\circ}$  前後に達するが、卓蘭附近では  $20^{\circ}$  前後を示し、出磺坑統に整合してゐる。

上に述べた鮮新統の構造は上述の様に全く收縮構造で、洪積統で比較的不明瞭であつた皺曲構造も、鮮新統に於てはかなり明に確められ、それらの皺曲軸は大部分  $N 20^{\circ}$ — $30^{\circ}E$  の走向をとり、この地域がこれらの一般走向に對して直角の方向の收縮を受けたことを示してゐる。洪積統より收縮の程度の著しいこともこの地方が鮮新世末以來收縮を起す様な地殻運動が繼續してゐることを示してゐる。

中新統である出磺坑統は主としてこゝに論じてゐる地域の東部に分布してゐるが、その構造は鮮新統と略々類似か、或は更に複雑で層位も急なものが多く、或る場合には逆轉してゐる疑のあるものさへある。

10) 吉田要 臺灣總督府小梅油田地質圖 (1935)。

鳥居、吉田兩氏の詳しい調査で明瞭な様に、出磺坑背斜は等斜背斜 (isoclinal fold) に近く、兩翼も極めて急斜してゐる。この背斜構造は苗栗街の東南出磺坑附近にその背斜軸を有し、北は紙湖の西北方に於て消失し、南は大湖の西方から關刀山の東翼に及ぶもので、石油を含む經濟上重要な背斜である。

この背斜は關刀山の東部に於て三叉逆斷層のために背斜の西翼を失つてゐる。この西翼を走つてゐる白色砂岩の露頭は三叉斷層の延長で切られるが、背斜軸附近まで三叉逆斷層が延長してゐるやうに見えないので、背斜軸面が、地層の層向、傾斜の變化と平行して變化するとすると、この背斜は等斜背斜に近い構造であつたから、この背斜の西翼は逆轉して、逆斷層によつて折り込まれてゐる疑がかなりある。Loc. 2, 3の露頭や第8圖 loc. 18 にて見た傾ける背斜軸面を持つた構造等はこの疑を深からしめるが、三叉逆斷層の上盤の構造の調査が不完全であるから確實なことは言へない。

紙湖斷層とパカリー斷層との間に挟まれた地域は主として80°前後の急傾斜を示した壓縮帯で、各地層もレンズ状に點滅する場合がある。この地域に特徴のある白色砂岩層が露出してゐるがその厚さは各地で異り、消失してゐる場合もあり、厚さも一定してゐない。この白色砂岩が汝水の東北方で急に傾斜を異にしてゐることは白色砂岩がこの壓縮帯を離れたことを示し、この壓縮帯を離れた部分ではその厚さ、分布も常態に復してゐる。

紙湖斷層の南部には東勢附近の頭崙山向斜の北部延長が横つてゐて、錦水統と接してゐる。富田助教の hog back 地形はこの向斜の東翼に示された特色ある地形である。

關刀山附近で灣曲した出磺坑統は第7圖に示すやうに逆S字狀の軌跡を示して十六份の西南の山稜を作つて大安溪に達してゐる。白色砂岩はこの構造中にあつて好き標準層として各地に分布してゐる。

上述したやうに此の地方は大陸縁陸棚にその堆積を開始し、出磺坑統、錦水統堆積以後收縮を示す地殻運動開始し、臺灣島の胚核が海面上に出現し、その運動は洪積世を通じて現在に迄達してゐるやうに見える。この運動は鮮新世末期に極めて著しく逆斷層を伴ふ大皺曲構造が完成されてゐる。臺灣島西岸に發達する礫層は鮮新世末期以後(銅羅層堆積時代)突然出現、かなりの厚さに發達してゐて、この礫層は現代の氾濫原に迄發達してゐるので、恐らく現世位の氣候状態でも説明が付くやうに見える。この礫層は前述した様な鮮新世末期の地殻運動によつて複雑な構造が形成され、それによつて地形變化が起され、新生の臺灣島に對して侵蝕、堆積作用が展開したやうに見える。

## 昭和 10 年臺灣中部地震の際に生じた地震斷層

(第 24, 25, 26 圖〔圖版〕参照)

こゝに地震斷層とは地震現象に伴つて活動、地表に露された斷層裂罅を言ふ。

昭和 10 年 4 月 21 日の地震の際に起つた地變は主として新竹州の東南部と臺中州の北部との二箇所を擧げることができるが、こゝでは地震斷層のみに限り記すから他の地變に就いては報告を参照されたい。

紙湖地震斷層 (第 24 圖〔圖版〕参照)。

大東勢 (新竹州大湖郡獅潭庄)。

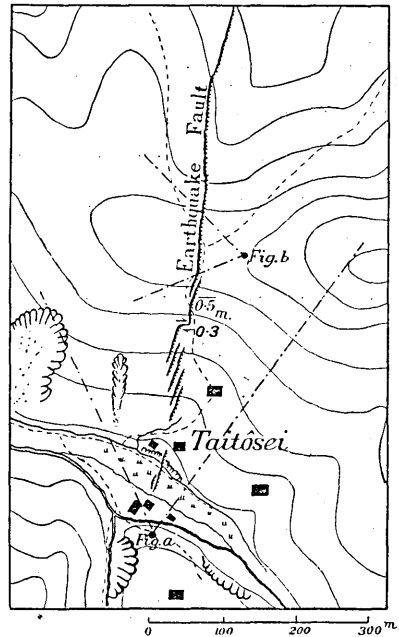
獅潭庄紙湖地震斷層は獅潭庄大東勢から小東勢を経て六分、上大窩、紙湖の東方 1 km の位置を経て十股の澤の上流に達し、更に峨眉庄に達する大地震裂罅である。地形の項で述べたやうに神卓山々稜西側山脚の鞍部を選んで走るものである (第 9 圖参照)。

獅潭庄新店の東南約 1 km にある大東勢はこの地震裂罅の南端とも考へられる地である。こゝに於いては水田約 3 m の幅で傾斜し東へ傾き下り、その傾斜帯の走向約  $N40^{\circ}-35^{\circ}E$  で、傾斜帯兩側に於ける高度差約 1/m に達し、東側が西側に對して相對的に高まつてゐる。こゝでは水平移動は認められない。この傾斜した水田の南には 1 民家があり、全壊してゐる。卷末寫眞第 94 圖は大東勢に於けるこれらの 2 つの民家の倒壊してゐる状態を示してゐる。この谷の東方では民家の被害は比較的少く、全壊のものは殆ど稀である。

この倒壊した民家の南部は地形圖に見られる如く、礫層からなる段丘があり、その突端は崖崩れのため著しく崩壊してゐる。併し後に述べるやうな明な斷層を示す地變を示してゐない。

傾斜した水田の北側は 2 列の裂罅となり、垂直落差 13 m 内外に達してゐる。

この部分から北部の山稜の鞍部に達するまでこの地震斷層は雁行狀の裂罅で代表されてゐる。これらの雁行狀裂罅の性質はこの地震斷層の一般走向が  $N10^{\circ}E$  であるの



第 9 圖 紙湖地震斷層、大東勢附近。  
Siko earthquake fault near Taitōsei.  
Fig. a = Phot. 94. Fig. b = Phot. 95.  
Numeral under a line shows the amount of depression. Numeral with arrows shows the amount of horizontal displacement.

に對して、 $N 25^{\circ}-35^{\circ}E$  の走向を持つた裂隙で代表されてゐる。この山稜鞍部（卷末寫眞 95 及び尾根 15 in fig. 3.）では軟弱な出礫坑統の白色砂岩が層向  $N 40^{\circ}-35^{\circ}E$  で、殆ど垂直の傾斜で露出してゐるが、地震斷層はその砂岩層に沿うて、之を切つて露れてゐる。この裂隙の分布圖は第9圖に示す通である。第9圖にも示してある様に鞍部の南斜面で地震斷層裂隙が突然その走向を東西に更へ、再び雁行狀裂隙に移つてゐるところがあるが、その東西方向の裂隙では北側が南側に對して相對的に東方へと移動し、その量 0.3 m に達してゐる。

大東勢から南方へ向つてはこの裂隙は地形上十九份附近にその出現を豫想できるが十九份附近ではこの延長線上の民家は倒壊し、民家の庭の東南端の石垣が崩れてゐたが、著しい地變の類は殆ど觀察できなかつた。

高橋助教によつると大東勢—十九份間の鞍部にも裂隙群があつたと。

小東勢（新竹州・大湖郡・獅潭庄）。

前に述べた大東勢北部の鞍部を裂隙に沿うて北へ行くと、裂隙は主として小東勢に至る小溪谷の西側斜面の中腹を走つて小東勢に達してゐる。この附近では裂隙は雁行狀を呈せず殆ど一直線に連続した不規則な形の裂隙となつてゐる。

小東勢の谷では眞寫末卷第 93 圖に示すやうに田圃に著しい被害を與へてゐる。そのために西側の田圃は東側に對して 4/5 m 高まつてゐる。水平の移動は殆ど見られなかつた。

小東勢部落北部に一小溪谷があり、斷層裂隙はこの部分に沿つて延長してゐる。この斷層裂隙の延長は先づ岩屑の露出した斜面に沿つて走り、裂隙線上の民家を破壊してゐるが中腹より上部は桂竹の中を經、そのために桂竹は横倒しになり、遠望によつてもよく斷層裂隙の延長を追跡することができる。

前に述べた小東勢—大東勢間の鞍部の斷層線上にのつて測定した結果によると西へ 72 程の傾斜を有する斷層面と推定された。卷末寫眞第 96・97 圖はその桂竹林内の斷層裂隙である。

この地震斷層裂隙は更に小東勢とその北部の部落六份との間の鞍部の西側を通過してゐる。六份側では李の林、民家等がこの地震裂隙のために著しく破壊されてゐる。地震裂隙上にあつた家屋は破壊され裂隙の兩側の落差 1.2 m で東落ちである。水平の變位は不明、裂隙の走向は  $N 30^{\circ}E$  である。

六份の溪谷底では、この地震裂隙は一民家を傾斜させ、民家のサロンの土床は約 3 m の幅で、1/5 内外の傾斜で東へ傾いてゐる。

この斷層裂隙は更に六份の北の小溪に沿つて六份の次の北の澤に達してゐる。六份の北の小溪に於いてもこの地震斷層裂隙は望遠追跡ができ、その斷層面の傾斜は前述より稍々急で、 $W 80^{\circ}$  内外に達してゐる。

前に述べて來た様に大東勢から小東勢を經て六份に至るまで、山、谷に無關係に走

り、その“落ち”の方向、落差の量等が一定の傾向を持つてゐるので、この連続する地震裂罅が地震断層裂罅であることは疑へなくなつた。従つてその延長方向である六份の北の澤で如何にこの地震断層裂罅が発達してゐるかを知る事は極めて興味ある事となつた。

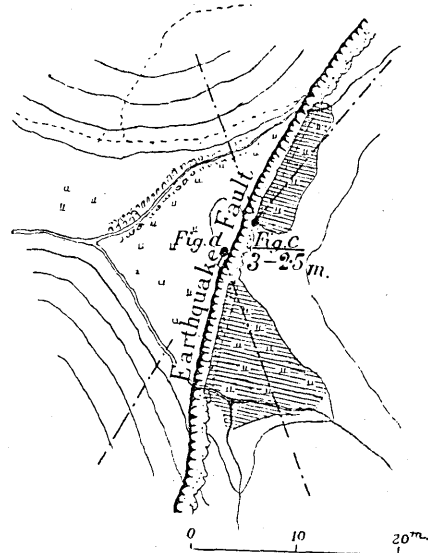
六份の北の澤は第 10 圖に示す如く、二溪谷底の分岐する地形で、分岐した兩溪谷に田圃があり、中央に小さな尾根が突き出してゐるが、地震断層裂罅はこの兩側の田圃と尾根とを横切つて走つてゐる。その裂罅の幅は 9 m、落差は 3 m~2.5 m で東落ちで、裂罅の成生以前に水平一続きであつた田圃は二段となり、東側の田圃はこれらの溪谷上流部に該當するため上流部から流れて來た溪水はこの地震断層裂罅のため堰止められて、一時的の湖水を造つてゐる。田圃の沈水はそれぞれ 160 平方米に達してゐる。卷末寫眞第 86 圖及び卷末寫眞第 85 圖は之等の田圃を示してゐる。

六份の北の澤では地震断層裂罅の落差は既に前述のもの、倍になつてゐるので更に之を北方へ追跡した。

六份の北の澤の北は上大窩である。上大窩は前述諸溪谷に比して比較的大きな溪谷で、略々  $N 70^{\circ}-60^{\circ}W$  の走向を持ち東から西へ流れてゐるが、之に直角な方向の支谷が南北に出てゐる。地震断層裂罅はこの南北の溪谷に沿うて走つてゐる。この南北の小溪谷と裂罅は第 24 圖〔圖版〕に示す如くで、連続して下大窩に及んでゐる。

上大窩南側の鞍部（獨立標高點 394 m の東）では峠道の東側にあり、叢中を横切つて約 2.5 m 東側が下つてゐる。裂罅の幅は約 2 m 餘に達してゐる。この裂罅に直角の方向に（即ち鞍部の背部に沿うて）數 10 m の間裂罅が形成されてゐるが、この裂罅は断層裂罅を遠去かるにつれて、その大きさを減少してゐる。

鞍部の断層裂罅に沿うて下ると下大窩部落の民家、田圃がこの断層裂罅のため被害を受けてゐる。民家は丁度この断層裂罅上にあつたため、全く倒壊して、昔の面影すら見られない。この附近にある一続きであつた田圃は階段状に喰ひ違つてゐる。



第 10 圖 紙湖地震断層。六份の北の澤。  
Siko earthquake fault in the valley north of Roppun. Fig. c=Phot. 85. Fig. d=Phot. 86.  
Numerals under a line shows the amount of vertical displacement.

更に小溪の兩側に沿うて下ると永興に流れる N 60°W の溪谷に面した斜面の東北端にこの地震斷層は露出し、この斷層上にあつた民家はそのため全く破壊した。こゝにて測定した水平移動を見ると、東側が西側に對して約 50 cm 許り北へ移動してゐる様にも見えた。

この溪底は六份の北の谷の如く低い山脚によつて溪谷は二分されてゐて、地震斷層はこの低い尾根を横切つて兩溪を截つてゐる。この地震斷層で截られてゐる低い尾根の背部は田圃であるが、この田圃はこの地震斷層のために破壊されて、卷末寫眞第 79 圖に示す様に傾斜してゐる。尙こゝに注意しなければならぬのはこの地震斷層の東側は廣く水田として耕作されてゐるが、この部分の水田は水位その他に何等の變化も起らずその儘であるのに對して、西側は斷層線に接した數十米の範圍内では地盤にかなりの變化が認められてゐる。この水田のある低い山脚の北側は約 80 m 内外の深さの溪谷になつてゐて、地震斷層はこの溪谷底を横切つてゐる。この溪谷の谷壁に用水路が作つてあつたが、今回の地震斷層のため用水路は垂直に約 3 m も喰ひ違ひ、部落民はその修理に困難してゐた。

地震斷層は更に對岸の段丘上の水田民家を破壊して、下大窩への鞍部へと續いてゐる。下大窩の鞍部では地震斷層は道路の西方約 60 m 附近の部分を通過してゐる。この鞍部より北方を望むと地震斷層が更に北方へと繼續進んでゐて、その傾斜は W 80° 内外の急角度で續いてゐることが觀察できる。

下大窩の溪でも略々同様の地震斷層として延長し、その移動の量、センスも略々上大窩と同じである。

紙湖の南の溪から入込む下大窩の北の溪谷は同様この地震斷層裂罅の災害を受けてゐる。

この溪はこの地震斷層の露れる附近で、東側から二列の山脚が突出してゐて、民家は北側の尾根の上にあつたが倒壊してゐる。南側の山脚の南側に沿うて一小徑があり、之は地震斷層で切られ、西部は約 2.5 m 東側に對して相對的に隆起してゐる。

#### 紙湖（新竹州大湖郡獅潭庄）

紙湖の溪の上流では第 11 圖に略々地圖で示してあるやうに、斷層裂罅が續いて露出し、その落差も 3 m 以上に達し、この全紙湖地震斷層中稀にみる偉景であるので、この地震斷層を以て紙湖地震斷層と名付けた。卷末寫眞 76, 78 はそれを示す。

紙湖地震斷層の裂罅はこの部分では、溪谷に耕作されてあつた一續きの水田に變位を與へ、東側の水田は西側のものに對して相對的に 3 m 程低まり、この垂直變位は略々等量を以て南北の小溪をも截つてゐる。

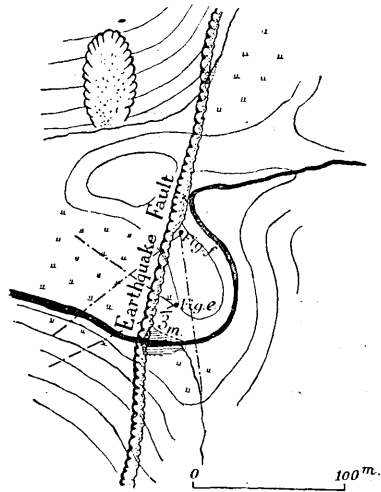
新庄の上流神卓山の谷も同様にこの紙湖地震断層の延長によつて截られ、略々幅 4.8 m の部分が原型を止めずに破壊されて、1.7 m の落差を示してゐる。その走向は  $N40^{\circ}E$  で地層の層向も約  $N30^{\circ}E$  で地震断層線の走向と一致しない。この地震断層裂罅の西側には白色砂岩が露出してゐる。巻末寫真第 77 圖はこの溪谷を截る地震断層で、或部分は落差 8 m に達する如く見えたが初めから水平に續いてゐたのではなく、元來 4 or 5 m の高度差を持つてゐたものらしい。

この部落の彭漢田氏がこの地震断層の成生と地震動の襲來とが時を異にしてゐたことを述べ地震動襲來後地震断層が地表に出現したことを實際に觀察してゐる。

新庄の上流と紙湖の谷の間の獨立標高點 346.6 m の東側の鞍部では裂罅は小徑の西側に沿うて走り、兩溪谷底と鞍部との地震断層裂罅の位置から判じて  $W70^{\circ}$  位の逆断層であることも觀察できた。

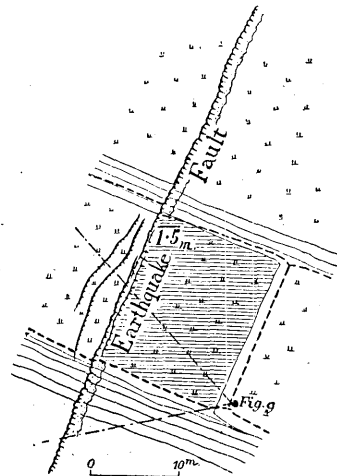
獨立標高點 301 m の東の鞍部では地震断層裂罅に直角の方向の裂罅が生じ、よく觀察できた。之等の直角の方向の裂罅は尾根の背に沿うて走り、紙湖地震断層を離れるに従つて消失してしまふ。この様な裂罅は鞍部を通過する場合に屢々見られ、断層の東側に於いてもよく見られた。

新庄の溪谷の次の北の澤では、地震断層の落差約 1.5 m で水田の喰違ひをみた。第 12 圖及び巻末寫真第 84 圖に之を示してゐる。この部分の畦道が元來直線的であつたとすると、0.60 m ばかり東側が北方へ移動したやうに見える。この溪谷底に見られる地震断層を更に北方へ追跡すると裂罅中に白色砂岩の露出するところがあり、その砂岩中に黒色の炭質物を有し、その表面に著しい断層鏡面の發達するのを見た。



第 11 圖 紙湖地震断層（紙湖の溪谷上流）

Siko earthquake fault in the upper course of the Siko valley. Numeral under a line shows the amount of vertical displacement, Fig. e=Phot. 78. Fig. f=Phot. 76.



第 12 圖 新庄の次の北の澤の紙湖地震断層。

Siko earthquake fault, in the next north valley, north of Sinsyo valley. Fig. g=Phot. 84.

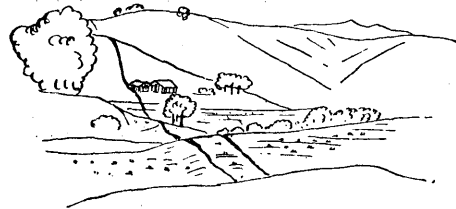
この地震斷層を更に北方へ追跡すると三洽坑の上流附近で著しい崖崩れを伴つて斷層裂罅が發達してゐる。筆者が調査した當時は崖崩れのため止むなく溪底を徒渉して通過した。

紙湖地震斷層はこの附近から漸く不規則な形態を示しだし、或る時は不規則な數條の裂罅として發達し、落差の測定困難となり、又或時は雁行狀に配列して連続的でなくなつてくる。

併し三洽坑の北の谷に於いては落差約 2 m で、數條の接近相平行する小裂罅として發達してゐる。

獨立標高點 288 m の附近では小徑の西側を走り、落差 1.5 m に達してゐる。第 13 圖は紙寮下の上流に於ける地震斷層裂罅の素描である。

獨立標高點 2499 の丘の南側の溪底では地震斷層は僅に田圃の表面を傾斜せしめて、斜面上に崖崩れを生ずる程度で落差も 2/3 m に減じてゐる。北側斜面では「茶畑」中に二條の裂罅として現はれ、その落差も 1 m 以内である。



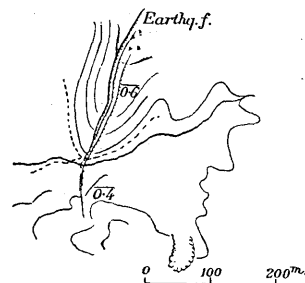
第 13 圖 紙湖地震斷層のスケッチ。  
紙寮下の上流。  
Siko earthquake fault in the upper course of Shiryōka.

この裂罅は一時小溪中の桂竹林中に入るが、再び小さな尾根に小裂罅として現はれ、之に近接した數戸の民家を破壊してゐる。

この尾根の北の尾根は桂竹の森であるが、この山稜線に沿うて數條の裂罅が發達してゐる。

斷層裂罅はこの尾根を最後に一時不明瞭となり、十股の溪谷上流に再び出現する。

筆者は十股の溪谷に於いて前述紙湖地震斷層裂罅を延長方向へ延ばした位置に求めたが見當らず稍々西方に偏して發見された。この處では裂罅は僅に田圃面、用水圳に被害を與へたのみで稍々不明であるが、溪谷北側の小山脚の山稜線上に繼續露れ、山稜上では夫々約 20 cm の落差を持つ三條の裂罅として露はれ、全體で落差約 0.6 m に達してゐる。(第 14 圖参照)



第 14 圖 十股の澤の上流に於ける紙湖地震斷層。  
Siko earthquake fault in the upper course of the Zyukko valley.

紙湖地震斷層裂罅は略々この附近で一先づ消失するが、この稜線の北方の東西の尾根には、丁度

この紙湖地震斷層の延長上に當つて、この尾根の稜線に沿うて數 100 m の間裂罅群が



分布してゐて、急斜面では崩壊してゐる。第 15 圖は四灣の南の溪谷の東岸に於ける水田の被害状況を示す。第 16 圖は大南埔の東部の小溪の上流で、前圖の南の谷に當り、竹細工一部土埴造りの家が全壊し、田圃も稍々傾いてゐるが、その傾きは連続してゐない。この溪から四灣へ至る時には白色砂岩が露出してゐるが、斷層裂罅を認めるには至らなかつた。

中港溪の上流四灣はこの紙湖地震斷層の延長上にあるが、この延長線上の水田は傾斜したところがあり、西側が稍々傾き上つてゐて、その田圃の東西兩端の落差約 1/3 m と測定された。第 17 圖はその水田に於ける水の分布を示してゐる。

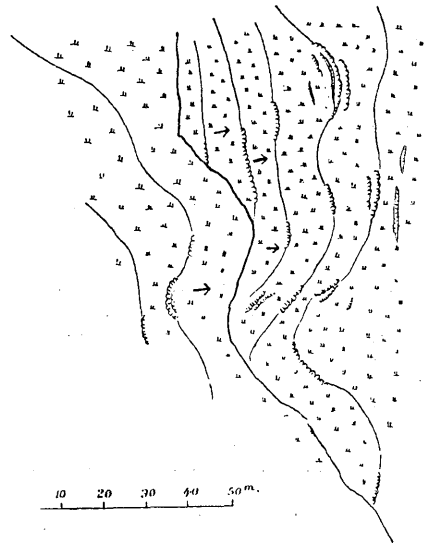
獅頭山の西側の紙湖地震斷層の延長方向には地形の項で述べたやうに、その山脚線に低い鞍部の連続があり、神卓山の西側に山脚線と類似の特長を持つてゐる

が、この鞍部に露出する白色砂岩中には卷末寫真第 35 圖に示す如き地震裂罅を見出した。その移動の sense は紙湖地震斷層と同様である。

竹東郡炭頂寮の溪谷の上流部は白色砂岩層が露出してゐるが、この溪谷上流部も著しく崖崩れの震害を受けてゐる。

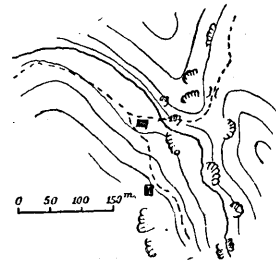
この溪の北の十二寮の溪では比較的被害少く、土埴造の民家も半壊の程度であるが、この溪の上源鞍部の部分では、褐色の細粒砂岩の基盤に著しく裂罅を生じその走向  $N 45^{\circ} E$  に近い。白色砂岩層はこの部分で稍々層向を變へ、 $N 60^{\circ} E$  に近く變じ、獨立標高 311 m, 342 m を結ぶ山稜の東南側を走り、地形上の豫想を裏切つてゐる。

斯の如く紙湖地震斷層はその延長約 15 km 内外に達し、その走向約  $N 30^{\circ} - 40^{\circ} E$  を示し、最大落差 3 m 内外に及び、斷層面の傾斜は西へ急斜し、 $72^{\circ} - 80^{\circ} - 85^{\circ}$  を示



第 15 圖 崖崩れさ水田の傾動。大南埔の東南 800 m.

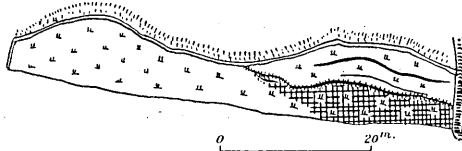
Falling of scarp and tilting of rice field in the valley 800 m southeast of Tainanpo. Arrows show the direction of the tilting.



第 16 圖 小南埔溪谷上流に於ける崖崩。(紙湖地震斷層の延長上に在る。)

Falling of cliff in the upper course of the Syonanpo valley.

し、北部へ行く程急となつてゐる。且つその垂直移動は西側が東側に對して相對的に隆起した。水平移動は一定してゐない。故にこの紙湖地震斷層は急角度の逆斷層である。この地域は地質構造の項でも述べたやうに、紙湖斷層とパカリー斷層とが略々  $N 30^{\circ}-40^{\circ}E$  の走向を以て走り、紙湖地震斷層は兩斷層に挟



第17圖 大南埔東方の田圃の變形。  
Deformation of rice field, east of Tainanpo.  
Water stands in crossed area.

まれ直立に近い層位を示す出礫坑統の露出した地域に起つてゐる。この地域の出礫坑統は單に直立した層位を示すのみならず、東西から壓縮せられたる如き構造を示し、各岩層はレンズ狀に發達し、連続露頭してゐない。この地帯に露出する白色砂岩にしても、出礫坑背斜に示されるやうな美しい連続的露出を示さないで、時々露出し、層中には斷層鏡面が見られたり、又その厚さも薄い。前に述べたやうに地層の層向自身もこの地帯の一般走向と稍々異つてゐることがある。

紙湖地震斷層はこの地帯内の白色砂岩の露頭に沿うて現はれ、白色砂岩は紙湖地震斷層の西に露出したり、東に露出したりして、白色砂岩の軟く、脆い性質を利用して、その部分を選んだやうに見える。この白色砂岩の露出地は地形の項で述べたやうに低い鞍部をなして斷層地形と類似の状態を示してゐる。

### 屯子脚地震斷層 (第26圖〔圖版〕参照)

臺中州下の地變は主として大安驛から屯子脚を経て、新庄子に至る地震裂罅群に沿へる地域と各段丘の縁に於いて崖崩れを見るのみである。

泉州厝附近。

大安驛の南方第8號隧道は今回の地震で著しく被害を受けた。第8號隧道の北口に接して后里圳が鐵橋を横切つて流れてゐるが、この后里圳(后里用水堰)は第8號隧道北入口附近で著しく破壊され、この隧道口附近から西部は東部に比して高められた。その量は30cm内外であつたため、用水堰が全く不用に歸することもなく、唯西側の部分が淺くなつた程度で了つた。筆者が第2回目に調査に赴いた際には既に修繕がなり、鐵道線路の東側に於いては過去の水面を示す「水アカ」の位置は震災前と變らなかつたが、略々鐵道線路より西部では過去の水面を示す「水アカ」の位置は約30cm内外高まり、この部分では用水は流速を増大してゐる。水平の移動はこの部分では充分に觀察し得なかつた。卷末寫眞第165圖はこの后里圳の破壊状態を示す。

上述に接近平行して、第8號隧道の煉瓦壁を破壊した裂罅が  $N 70^{\circ}E$  の走向に走つ

てゐるが、この西方延長は臺地の表面で細い雁行裂罅となり次第に消失して、新にこの雁行裂罅の北に接してこの走向に平行な一地震斷層を示す裂罅が現はれ始める。

臺中州豊原郡内埔庄泉州厝附近は一つの扇狀の洪積世臺地即ち后里扇狀段丘であるが、その扇狀地の「要」に該當する部分は前述第8號隧道の北口附近で、それよりN 60°W 位の方向を以て大安溪氾濫原と境界し、南の境は同高線の變形から泉州厝一屯子脚を経て舊社方面へ抜けてゐることは地形の項で述べた通りである。

大安一后里兩驛間の第8號隧道は大體に於いて、前記の南の境と一致してゐるがこれから述べる地震斷層も亦この南の境と略々一致分布してゐる。隧道直上の地形は東南方へ3m程の落差を示す緩い斜面になつてゐるが、この斜面の叢中に第26圖(圖版)に示す如き雁行狀に走る地震裂罅が數列に細分され、モールトラック狀をなすこともある。垂直變位は何れの裂罅に就いてもこの附近では例外なく東南落ちで、その落差は合計して約0.60mに達してゐる。筆者は斯の如き裂罅群が雁行連続十數軒に達してゐるので之を地震斷層裂罅と認めた。

泉州厝の北部發電所から東方圳寮公館へ向ふ直線的な略々EW方向の4m幅の道路が隧道直上を経て東方へ向つてゐるが、斷層裂罅はこの道路を切り泉州厝方面へ續いてゐる。この四間幅の道路はこの斷層裂罅のために垂直、水平の變位を受けてゐる。水平的には西側が東側に對して相對的に東北方へ約1.30m移動し、垂直的には西側が東側に對して、相對的に約0.7~0.6cm沈下した。卷末寫真第172圖(fig. h in fig. 18)はこの道路から北西へ分岐する小徑の斷層裂罅である。(第18圖參照)

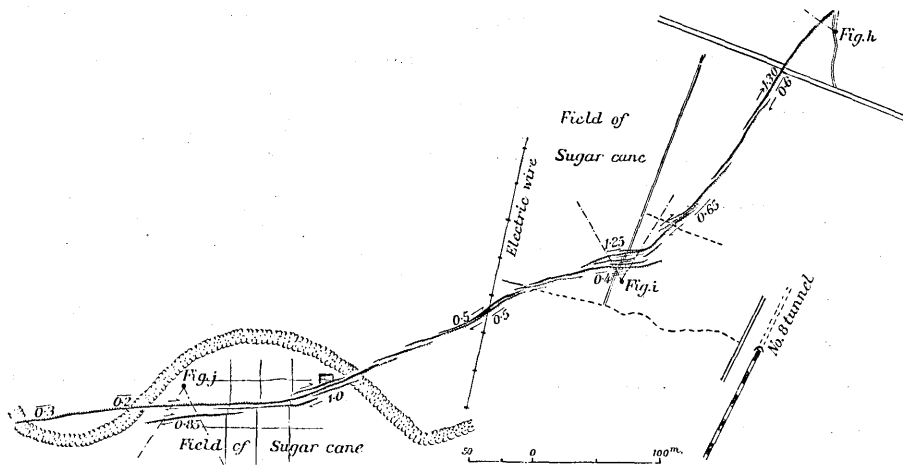
前述第8號隧道の西方約100米以西は広く庶苗圃として耕作されてゐるが、この斷層裂罅群はこの庶苗圃の東端を劃して略々南北の小溪があるが、この小溪はこの斷層のために截られて、西北側が相對的に東南側に對して東北方へ1.25m移動した。

この地震斷層は第18圖及び卷末寫真第211圖に示す如く約11列の雁行裂罅として露はれ、各裂罅が少しづつ東南側落ちとなつてゐて總計は正確には測定できぬが約40cm以上である。この雁行裂罅は略々東西に近い走向を持ち北側のもの程東方へ向つて延び、この方向はこの斷層の水平のズレに對して矛盾しない。

これらの裂罅の西南部延長は明瞭に追跡でき、この蔗圃の南縁でも上記と類似のsenseに移動し、東西方向の小徑はそのために移動してゐる。

高壓線の傍の南北方向に走る小徑では裂罅帯の幅は僅に1.4mに縮少し、小さい3本の裂罅からなり、水平食違ひの移動量は0.5mに過ぎない。

圳寮公館から屯子脚に至る潤谷はこの地震斷層によつて截られ、谷底に同様の變位を與へてゐるが、垂直變位量は0.2mに過ぎない。



第18圖 屯子脚地震斷層(泉州厝の東)

Tonsikyaku earthquake fault, east of Sensyūseki. Numeral under a line shows the amount of vertical displacement. Arrows and numeral with arrows show the direction and amount of horizontal displacement.

Fig. h=Photo. 172. Fig. i=Photo. 211. Fig. j=Photo. 209.

この潤谷の南側のこの斷層上に跨る家屋(土堆造)は大破してゐる。この附近は蔗圃が多く何れもこの斷層によつて水平の喰ひ違ひを生じてゐる。然れども垂直の喰ひ違ひは殆どみられない。卷末寫眞第209圖は蔗圃が地震斷層裂罅で水平移動をしてゐる所を示したもので水平には西北側が東南側に對して0.5m位東北方へ移動してゐる。后里驛から月眉に至る東洋製糖用鐵道線路及び之に平行する臺車線路は何れもこの部分で水平に移動して曲線路をとるに至つた。然るにこゝで注意すべきは、垂直變位の移動關係が、大安の第8隧道以來西北側が東南側に對して相對的に隆起するの傾向を示してゐたのに、こゝでは東南側が西北側に對して相對的に隆起してゐる。この潤谷に接した水田はこの地震斷層のために壓縮を受けた如く膨れ上り、東南側が西北側に對して推し上れる如き状態を示してゐる。この水田の膨れ上りの状態は丁度河内國堅上村の地じり地塊のじりの前端に示された水田の膨れ上りと類似してゐる。

これらの線路の部分から東北方へ向つてこの地震斷層裂罅を追跡すると、上に述べた潤谷の屈曲に無關係に走り、ために斷層は右岸、左岸、又は谷底に現はれてゐる。卷末寫眞第208圖に示すやうに谷底に於いては地震斷層の垂直移動は30cm内外の粗大な礫からなる河原に階段狀の落差を與へ、而もこの落差によつて著しく開いた裂罅さへ見當らない。

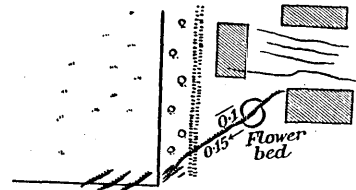
これらの線路の部分から西南方へ追跡すると約100mばかり潤谷に沿うて露はれてゐるが、その西ではこの潤谷の北岸に沿うて泉州厝部落の南に露出してゐる。

泉州厝南側の裂罅は卷末寫眞第 229 圖の如くで、垂直變位は落差 0.4 m で北落ち、水平移動の量は 1.1~1.4 m 前後で、移動の關係は前と同様である。この延長上の桂竹林は大裂罅を生じ、勿論民家も倒壊してゐる。

泉州厝の西方では前記の地震斷層裂罅は更に泉州厝の墓地附近を走り、后里(部落)附近で數條の雁行裂罅となつてゐる。その一部は苗栗—豊原の街道と后里—大甲間の街道との交叉點の北部にて道路を截つて露出してゐる。この道路附近は丁度裂罅の末端部に當つてゐたため水平、垂直兩移動量は僅少である。

大安驛の南方第 8 號隧道より略々  $N 80^{\circ}-75^{\circ}E$  の走向をとり、略々  $N 60^{\circ}E$  の走向に雁行狀に並んだ裂罅群はこの附近で一寸その連續を斷ち、再び屯子脚街に於て出現してゐる。

屯子脚に於けるこの地震斷層裂罅は屯子脚部落の東南側を略々  $N 70^{\circ}E$  の走向で走つてゐる。屯子脚東部に起り屯子脚の西南端に了はるものである。屯子脚公學校々庭では第 19 圖に示す如く、 $N 80^{\circ}W$  の小裂罅が雁行するが、その西南の圓形花壇の略々中央部を横切り、 $N 70^{\circ}E$  の走向で、一裂罅が露はれてゐる。圓形花壇はそのために兩分され、0.15 m の水平移動をなし、西北側が東南側に對して東北方へ向つて相對的に移動し、西北側は更に 0.1 m 程反對側に對して相對的に低まつてゐる。この地震斷層は更に西南方へ續き、校庭の南側の小溪中に雁行狀をなして續いてゐる。



第 19 圖 屯子脚地震斷層(屯子脚公學校)

Tonsikyaku earthquake cut the ground of Tonsikyaku public school.

Numeral under a line shows amount of depression. Numeral with arrows shows amount of horizontal displacement.

この小溪を経てから、この地震斷層は屯子脚の東南の水田中を走り、屯子脚南部の邸宅地を横切り、更に水田中に續いてゐる。

この邸宅地附近では水平移動 40 cm 以上に達し、二列以上の雁行裂罅からなつてゐる。概して小規模である。この地震斷層はこの附近で一時消失して僅に 2 つ 3 つの小裂罅を見るのみであるが、舊社附近で再び露出する。

屯子脚—后里間の道路の西側に沿うても一裂罅が觀察されてゐて、之は公學校々庭の北部に位してゐる。

これらの地震斷層裂罅に沿へる屯子脚街は勿論この線上に横はる公學校、邸宅類は著しく破壊された。

舊社附近に再び出現する屯子脚地震斷層は舊社の北部から略々  $N 80^{\circ}-70^{\circ}E$  の走向を以て犂頭標の西部に達してゐる。

屯子脚附近の地震斷層裂罅が屯子脚中和の南方で不明瞭となるが、舊社部落の北部田圃中に再び大裂罅となつて露はれてゐる。その水平變位量は 0.2 m に達してゐる。この裂罅は垂直變位稍々不明瞭であるが、之に平行して約 150 m 程南に N 8° E の走向で走るものは比較的明瞭である。

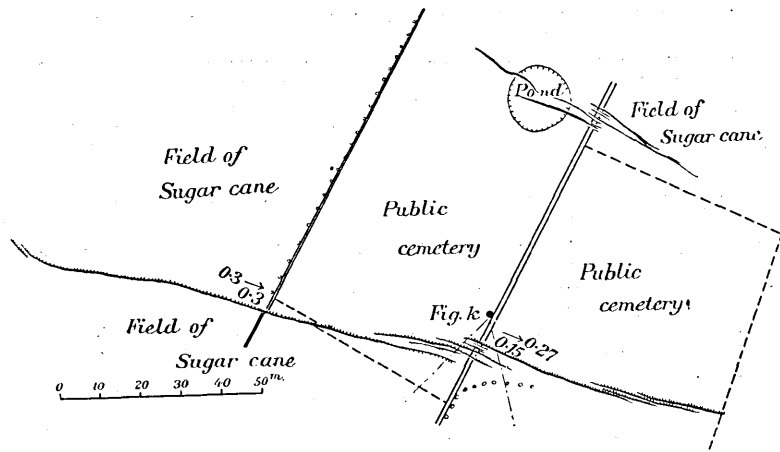
この明瞭な地震斷層裂罅は屯子脚附近のものと類似し、各水田の畦はこの斷層により北々西側は東へ、南々東側は西へ移動し、その移動量は東部では水平 0.2 m、垂直 0.2 m けれどもこの斷層裂罅の中央部では水平 0.8 m、垂直 0.3 m に達してゐる。

第三の地震斷層裂罅は之に平行して、北方 50 m の距離に發達するもので、この線は製糖會社の庶苗運搬用鐵道線路を彎曲せしめたもので、斷層の北々西側は南々東側に對して相對的に東へ 1.4 m、下方へ 8.8 m 陥入してゐる。卷末寫眞第 217 圖はこの移動を示してゐる。この地震斷層裂罅はその東北方で一住家を破壊し蔗圃中に消え、第 2 のものが之に平行して發達してゐる。その南西方は犂頭標の北を東から西へ流れる小溪谷に沿ひ河壁の兩岸を破壊するが、その小溪谷の南側では僅に數條の小龜裂として連続するか又は水田面の變位によつて推定できるが、更に三角點 18.32 m の南 250 m の地點では再び落差を増し、0.3 m に達し、水平變位も前述と同様の關係で移動するが、正確な移動量を測定することはできなかつた。

この地震斷層裂罅は更に西々南へ 500 m 程繼續して、同様の移動關係を以て變位してゐるが、それより西方では明でない。

大甲溪河原中に於ける地震斷層裂罅は、その交通不便のため充分な觀察はできなかつたが河原中に連續露出してゐることは確實である。次に述べるのは筆者が河原中で觀察することが出来たものである。即ち大甲溪河原中の地震斷層裂罅は後に述べる豊原郡神岡庄新庄子の地震斷層裂罅の東々北延長として mole track 狀をなし、約 1500 m の間 5 列の雁行狀裂罅をなして發達してゐる。併し犂頭標西部の舊社附近の斷層裂罅と之等の河原中の地震斷層裂罅との間には約 1200 m 内外の調査不充分の部分があり、少くとも筆者はその部分では地變を見出し得なかつた。大甲溪河原の地震斷層裂罅の移動の關係は前に述べた舊社のものと同様であるが、大形の礫からなる河原であるため正確な數値を測定することができなかつた。

大甲溪河原の地震斷層裂罅は新庄子の東部（新庄子の東部から對岸の金錠庄へ至る小徑が大甲溪河原に達してゐる地點）に於いて先づ我々の目に付く。この地震斷層裂罅は河原をも切つてゐて、この斷層を横切つて流れる大甲溪の二分流はこの交截部で河底の勾配が増大したため急流となつてゐる。卷末寫眞第 221 圖はその急端を示してゐる。この地震斷層裂罅はこの急端で示されるやうに、西北側が南東側に比して約 25



第 20 圖 新庄子附近に於ける屯子脚地震断層。

Tonsikyaku earthquake near Sinsyōsi. Numeral below arrows shows the amount of depression. Numeral with arrows shows the amount of horizontal displacement. Fig. k=Photo. 227.

cm 陥入つてゐることを示してゐるが、更に東々北へ向ふと次第に落差を減じてゐる。水平方向移動量は目安となるべきものがないので決定できなかつた。この地震断層裂罅の走向は南部では  $N 75^{\circ}E$ 、北部では東西に近い。

新庄子附近の地震断層裂罅は上述の大甲溪河原の断層裂罅の引続きで、河原の裂罅は段丘礫層を横切つて、段丘崖の礫層は著しく崩壊した。段丘上では段丘上の水田に大裂罅を作つてゐるが、之は新庄子東部の墓地の南端に沿うて新庄子部落に入る。卷末寫真第 225 圖は新庄子東部墓地の南側に沿うて露はれたこの地震断層裂罅を示してゐる。

新庄子部落に於いては標高點 128.3 の地點の西々北 500 m の位置の聯路上に數條の裂罅として露出し、この線上にあつた住家、非住家を崩壊せしめてゐる。各裂罅によつて西北々側の裂片は少量づつ東南側の裂片に對して、東々北へ移動し、且つ北々西側が 10 cm 内外反對側に對して落下してゐて、今迄述べた地震断層の特徴を充分に表はしてゐる。

この地震断層は略々  $N 70^{\circ}-80^{\circ}E$  の走向を以て新庄子の南部を通過してゐるが、新庄子部落の西南部に於いては數條の相平行した裂罅群となり、この裂罅群中の最南端のものは再び成長して一地震断層となり蔗苗圃中に入る。この地震断層の走向は  $N 70^{\circ}-80^{\circ}W$  で、從來の走向と稍々異なるも、北落ちであり、落差は 30 cm に達し、北側は南側に對して東方へ水平に 30 cm 移動してゐて、その移動關係は從來のものとの區別がない。

第 20 圖及び卷末寫真第 227 圖は新庄子西南墓地附近の地震断層裂罅群の平面見取圖と寫真とである。この圖で示されるやうに、比較的隔つて相平行する二組の裂罅群

があることで、その北部のものは10數列の裂罅群となるも、寧ろ垂直移動水平移動少く南部のものは10數列の裂罅群となり、各裂片は夫々南のものに對して、東へ少量づつ移動し、その總量は0.27 m に達してゐる。又垂直變位も同様で、各裂片が同じ移動關係で移動量を少量づつ受持ち、全體として0.3 m に達してゐる。この南端のものは最初は北隣りのものと mole track 状又は地壘状を呈して接してゐるが、西へ向つて次第に高度差を増し、單獨で0.3 m 内外の水平及び垂直の變位を示すに至る。

この地震斷層裂罅は更に西方へ向つて蔗圃中に入るが、その蔗圃の西南の裂罅群の延長線上に於て、蔗圃運搬用の鐵道線路が破壊し、水平移動25 cm 落差5 cm に達してゐる。軌道部から更に西方へ雁行して二條の裂罅が續き、想思樹林の並木路にて稍々走向を變へるが、その南方100 m 位で再び地震斷層裂罅は一般走向であるN 80° E の方向に畑地を截るがこの附近から漸くその性質不明瞭となり、遂に消失してゐる。

この地震斷層の西方延長に就いては十分に調査したが、十塊寮の東部及び十塊寮の東の三角點2085の丘の南麓に略々EWの走向を持つた雁行裂罅がN 75° E 前後の走向で排列されてゐることである。

更に西方の延長に就いては十分に調査した積であるが、遂に見出すことが出来なかつた。唯だこの延長上にのと思はれる十塊寮、臺灣清水街、梧棲街等がかなり震害を受けてゐるし、臺灣總督府鐵道部の被害報告によつてもこの延長線上に被害區域があるので、この地震斷層の延長が存在する疑も充分にある。

上記の様に大安驛から新庄子に至るまで、水平移動の移動方向の等しい雁行地震裂罅群が露はれ、且之等がその延長約12 km の間、地形の如何に關らず連続露出してゐることは我々に之等を單なる地震裂罅と考へしめず、地震斷層裂罅として十分に認めしめる。且つその垂直變位も各裂罅に就いて類似の特徴を示し、泉州厝の東方300 m の地點以東は南側が北側に對して相對的に沈み、その量最大約70 cm に達してゐるし、その地點以西は反對に北側が南側に對して相對的に沈み、その量最大約1 m に達してゐるところもある。この様に之等の雁行裂罅が連続して類似の特徴を示してゐるので、筆者は之等を單なる地震裂罅と考へず一つの地震斷層裂罅と認めた。そしてこの雁行狀の排列はこの雁行裂罅の生じた臺地の基盤に於ける斷層變位のために上表の洪積層よりなる地表に雁行裂罅が生じたものとも解され、基盤の斷層移動の方向は、藤原博士の實驗から暗示される如く西北側が東へ東南側が西へ移動したと解せられる。地震斷層の垂直變位の方向がその北東部と南西部とで異なるのは後述するやうに石本博士の主張する初動分布と地殻變動との關係を證する如く見えるのは興味ある事實である。



この地震断層の裂罅面が逆断層状であるか否かと言ふ問題はこゝに明に述べられぬが、舊社の製糖会社専用鐵道線を横切る地震断層に就いて観察した第 21 圖の如き特徴を示すものがあり、

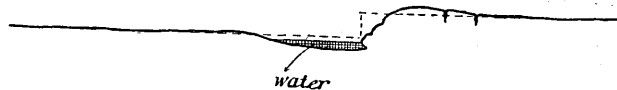
壓縮が行はれた如く見

える。第 21 圖は地震

断層裂罅に直角な方向

にとつた地表の断面で

相對的に低くなつた側はその裂罅附近でその低下の量が大きく裂罅を離れるに従つて低下の量が稍々減ずる如く見られる。之は水田に溜つた水面と變形された地形から判斷したものである。又相對的に高まつた側はその前端圓みを帶び、前端から 3 m 位隔つた處が最も脹らみ、低まつた側に對して推し上げた様な狀を呈してゐる。この様な形態を示した地震断層裂罅は泉州厝の涸谷を截る北西落ちの断層、蔗苗運搬鐵道線を截るもの、大甲溪河原南部のもの等で、この他のものでは寧ろ展開裂罅の如き傾向を示してゐる。之等の推し上げ又は收縮の特徴を示す部分は裂罅の走向が一般走向に近付いた場合に見られることは特に注意すべきである。第 II 表は明瞭に知られる之等



第 21 圖 屯子脚地震断層の断面圖。  
Cross section of Tonsikyaku earthquake fault.  
Scale: 4 m = 1 cm in fig.

## 第 II 表

舊社 (收縮型)	N 68°E	一般走向との差	3°
大甲溪河原 (收縮型)	N 63°E	"	2°
泉州厝 (收縮型)	N 58°E	"	7°
泉州厝東部 (展開型)	N 75°E	"	10°
泉州厝 (展開型)	N 77°E	"	12°
屯子脚 (展開型)	N 81°E	"	16°
舊社 No. 1 (展開型)	N 87°E	"	22°
舊社 No. 2 (展開型)	N 80°E	"	15°
大甲溪河原 (展開型)	N 80°E	"	15°
新庄子 No. 1 (展開型)	N 85°E	"	20°

の收縮裂罅と展開裂罅との各走向を一般走向 N 65°E と比較し、それとの差角を示したもので、この表によつても差の少いものに收縮型が見られることに気付く：

これは上に述べたやうに地下の地震断層の兩側が地震断層に直角に收縮し、それに平行に水平移動したとして説明せられるであらう。而して之等の裂罅を更に詳しく調査することによつて基盤の移動量も詳しく推定できるであらう。

地震動とこの地震断層生成の時間的關係に就いては何等知り得なかつたが、紙湖地震断層裂罅に比して兩者の時間的隔りは極めて短かつた様である。

## 地震斷層と地質構造 (Fig. 2, 24, 25, 26〔圖版〕)

地質構造の項で述べたやうに獅潭盆地から大湖、南湖を経て苗栗郡三叉庄矮山に達する紙湖斷層は北部に於ては  $N 20^{\circ}-30^{\circ} E$  の走向をとり、南部では徐々に彎曲して  $N 65^{\circ} E$  に近い走向をとることを述べた。今獅潭庄に於ける紙湖地震斷層をみると、紙湖斷層の東側に同様の走向をとり、僅に 1 km 以内の距離を隔て、相平行して走つてゐる。且つこの地震斷層はパカリー斷層と紙湖斷層とに挟まれた急斜した地層がレンズ状に發達した地域の内特に軟弱な白色砂岩を選んでゐることがわかつた。紙湖地震斷層は神卓山部落民彭漢田、六份部落民黃慶偵兩氏の觀察した如く地震動到着後地震斷層が成生せられたとするならば少くとも地震動發生の源は地表に見られる地震斷層がその源でなくて、その源は地下に求めるべきであらう。勿論從來の所謂斷層地震なるものも地表に示された地震斷層裂罅を以て地震動の源と考へてゐたものは僅少の人達であつたらう。併し今回の地震によつて地震動と地震斷層の成生との時間的關係に就いて地震斷層が地震動が地表に到達せる後に成生せる事を觀察した確證を知り得た事は進歩である。之によつて地表に見える地震斷層が常には地震動の發生の源ではないことが明かにされた。尤も故大森博士<sup>11)</sup>は濃尾地震根尾谷地震斷層に於いて地震動到達後地震斷層の成生せることを記してをられるし、那須博士は奥丹後山田地震斷層に於いて斷層線上の家屋が、地震動により住民避難後に地震斷層のために破壊せる事實を聴取してゐる。

屯子脚地震斷層はその一般走向  $N 65^{\circ} E$  程で、略々紙湖斷層南端の延長線上にある。屯子脚地震斷層は洪積統よりなる段丘上に發達した地震斷層であるから、前記の如き紙湖斷層の地質學的延長を充分に確めることはできない。故に假に紙湖斷層の南端がその儘延長されるものとするならば屯子脚地震斷層も紙湖斷層と近接相平行すると言ふことが出来るであらう。若し上記の如しとすれば紙湖地震斷層も屯子脚地震斷層も地質構造上同一の斷層系統に生じた地震斷層と見做すことも出来るであらう。兩地震斷層間には地震斷層としての延長は認められないが、第 25 圖に示す様な裂罅群の分布・出磺坑に於ける石油井の鐵管の壓縮第 5 號隧道の移動した側壁（卷末寫眞第 143 圖）等あり、微少量づゝの地殼變動によつて地震斷層に示される地殼變形の歪を緩めた様に見える。

今紙湖、屯子脚兩地震斷層を觀察して知得らるゝことは兩地震斷層に圍まれた西北側の地域がその反對側に對して相對的に東へ移動したと解せられることである。即ち屯子脚地震斷層によつてはその北側の地域は南側の地域に對して相對的に東へ移動し同時にこの移動によつて起された北側の地域の收縮は紙湖地震斷層の成生によつて緩

11) 大森房吉 地震學講話。

和されたであらう。日本石油株式会社報告によれば出磺坑油井の鉄管の大部は東西方向に押し潰されたが、この事實は前記東方への移動による収縮が行はれたことに對して都合がよい。出磺坑地方は前記の斷層線より西側にあるので、この地震斷層發生の當時にこの地方も収縮を受けたことが推定出来る。地質構造中に見られる紙湖斷層が70°前後の逆斷層面を持つてゐて、紙湖地震斷層が同様の特徴を持つたこともわかつた。

關刀山々麓の三叉逆斷層を境として北側が南側に比して著しく収縮を受けたが、この逆斷層と屯子脚地震斷層とが移動方向を同一にしてゐる點は注意すべきことである。上記の地震斷層から推定される地殻運動は第三紀層の地質構造から推定された地殻運動と、その運動關係に類似點のあることは注意すべき事實であるが、これらの事實は第三紀以來の地殻運動と同一の型式の運動が行はれたとするか、又は斯の如き第三紀以來の構造上の斷層線を利用して地震斷層裂罅が生じたため、第三紀以來の構造と類似の構造上の特徴を示すに至り、そのために第三紀以來の地殻運動と同一の形式の運動が一見行はれたるが如く思惟せられるのかも知れない。併し從來の地震斷層の運動の傾向とその後の三角點、水準點改測の結果知られる地殻變形の傾向とは一見極めて一致してゐる。水平移動の如きは單に第三紀層の地質構造を利用したため類似としては説明出来ない。地震研究所では陸地測量部に委託して臺灣中部地方の三角點、水準點の改測を行つてゐるのでその結果が知られた暁には更に正しく地殻運動の全貌が知られるであらう。

### 震源、餘震、初動方向等と紙湖、屯子脚地震斷層

臺灣中部地震後直ちに臺北測候所<sup>12)</sup>では地震に関する諸資料を公にし、我々に多くの便宜を與へた。その報告によると震源の位置は大安溪上流(埤頭坪附近)10 km前後の深さと決定された。之によると屯子脚地震斷層の北端に近い。震源の位置決定にはかなりの誤差を認めることが許されるから、その位置も必ずしも屯子脚地震斷層の北端とする要はない。

石本博士<sup>13)</sup>は地震斷層を伴へる地震の震源の位置が、水平・垂直移動した一系統の地震斷層裂罅の垂直變位の向きが反轉する地點近くあることから、それを發震機巧の説明に利用されてゐるが、この反轉する點は屯子脚地震斷層では泉州層の北部にあるので、上記の臺北測候所發表の震源の位置はこの考へに對して比較的都合がよい。最近の河角理學士の研究によれば震源を更に西方へ移動せしめやうとしてゐる。

臺北測候所では地震初動方向の報告も公にされてゐるが、臺北、花蓮港、臺中、臺南、臺東、阿里山、恒春、澎湖島、石垣島等の各測候所の觀測した結果は第22圖に

12) 臺北測候所 驗震時報。

13) 石本巳四雄 地震とその研究。

示す如くで、石本博士の押し波の圓錐軸が水平に近い場合と見ることが出来る。地震初動方向分布と地形變動の移動方向との sense はかなり一致してゐる。併し、之は屢々混同されてゐることではあるが、地震動が地形變動の移動方向を代表してゐると言ふ意味ではなく、地震波動は震源に於いて起された彈性波であり、地形變動は震源に於いて行はれた發震機巧の結果の地表に於ける表現であつて兩者は全く別の現象であることを知らねばならぬ。

臺灣中部地震にはかなり多數の餘震が觀測されてゐるが、之等の大部分は何れも紙湖、屯子脚兩地震斷層の西北側に發生してゐることは注意すべきである。<sup>14)</sup> 臺灣中部地震の震害の分布は前記の餘震の漸繁に起る地域に被害の大きな部分が広く擴がつてゐて、屯子脚、紙湖兩地震斷層の反對側では急激に被害高が減じてゐることも注意すべき現象であるが、昭和6年の埼玉地震の如く震害の分布と震央とのかなり異なるものもある。

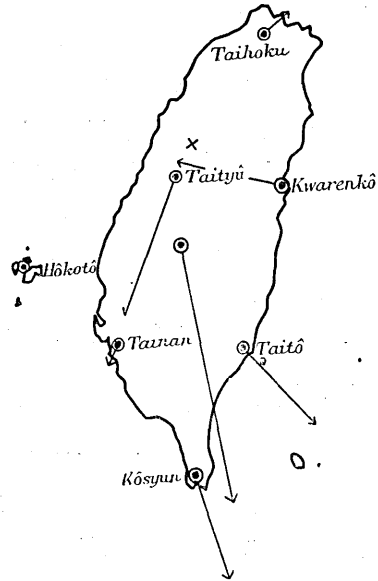
上に述べた紙湖、屯子脚兩地震斷層と他の諸現象に對する關係は地震斷層に關する一般的な特徴のやうに見える。次に之等の地震斷層の諸特徴を更に詳しく検討してみよう。

### 地震斷層の諸特徴

地震の際に地表に斷層裂罅を伴つたものはかなりあり、その内北太平洋沿岸で詳しく記載されたものも10箇以上に上つてゐる。その主なものを記すると

- (1) 1872 Owens Valley earthquake fault, California.
- (2) 1891 濃尾地震 根尾谷地震斷層.
- (3) 1906 嘉義地震 梅仔坑, 陳厝寮地震斷層.
- (4) 1906 San Francisco, San Andreas earthquake fault, California.
- (5) 1915 Pleasant Valley earthquake fault, Nevada.
- (6) 1923 關東地震 下浦, 延命寺地震斷層.
- (7) 1927 奥丹後地震 鄉村, 山田地震斷層.
- (8) 1930 北伊豆地震 丹那斷層.

14) 之等の事實は石川氏那須博士等によつて確められた。



第22圖 臺灣中部地震. 地震初動方向分布圖. 驗震時報による. Arrows show the direction of initial shock of middle Taiwan earthquake, 1936.

(9) 1932 Cedar Mountain, Nevada.

(10) 1935 臺灣中部地震 屯子脚, 紙湖地震斷層.

等がある.

之等の地震斷層の先づ柄をみると次の通りである.

1872年の北米 California 州の Owens Valley 地震斷層は HOBBS<sup>15)</sup> の記載があり水平變位最大 4 m, 垂直變位最大 7 m に達する大きな運動が行はれた. その走向は略々その附近の地質構造の一般走向と平行し, 溪谷底の斷層崖下と思はれる部分を走つてゐる. その裂罅は二列に走り西のものは常に東側に崖面を向けた即ち東落ちの斷層裂罅で, この裂罅の西側が水平に反對側に對して相對的に北へ移動した. 東のものは之に平行, 接近して走り, 北半分は東落ちであるが, 南半分は西落ちである. この裂罅の西側は前述のものと同様に反對側に對して相對的に北側へ移動した. 東の地震斷層裂罅に於いて, 垂直變位の方向が南北で異なること, 水平移動の方向 (即ち斷層の西側の北部又は東側の南部) が相對的に高まる傾向を示してゐる.

1891年10月28日の濃尾地震の際生じた根尾谷地震斷層に就いては故小藤文次郎博士<sup>16)</sup>の詳しい記載があり, 水平最大 4 m, 垂直最大 6 m に達する變位があつた. 故小藤博士によれば根尾谷地震斷層は岐阜縣可兒郡惟子附近から關町の南方, 山縣郡富岡, 梅原を経て本巢郡外山, 水鳥に達する延長 50 km 内外に達する地震斷層で, 外山以南は地震斷層裂罅の東側は反對側に對して相對的に數 10 cm 乃至 1 m の範圍で低まつた. 然るに根尾谷水鳥附近は垂直 6 m に達する變位を示し, 垂直變位は南部とは逆に西側が低まつてゐる. この地震斷層に於ける水平變位は斷層の東北側が常に反對側に對し北西へ移動する傾向を示してゐる. この場合にも水平移動方向が相對的に高まる傾向を示してゐる.

濃尾地震の震央は根尾谷附近と考へられてゐるが, 餘震は大部分根尾谷地震斷層の南側を占めてゐる.<sup>17)</sup> 尙この根尾谷地震斷層が地震動を感じて後成生されたことを大森博士は記してをられる.

1906年 March 17 の嘉義地震は梅仔坑地震斷層と陳厝寮地震斷層とを伴つたもので, 水平 25 m, 垂直 2 m に達する移動量を示してゐる. (Fig. 23).

梅仔坑地震斷層は民雄街の東方から略々 N 85° E の走向を以て (大森博士<sup>18)</sup>によれば) 東勢湖を経て, 山子脚に至り, 走向を N 45° E に變へ麻園寮, 中坑, 尾庄を経て小梅街の北部に至るもので, 梅仔坑の名は小梅街の舊稱である. 東勢湖附近では斷層の北側は反對側に對して東方へ相對的に約 3 m 移動してゐるが垂直は殆ど見られない.

15) W. II. HOBBS, *Beitr. Geophysik.*, 10 (19 0).

16) B. KOTO, *Jour. Coll. Sci. Tokyo. Imp. Univ.*, 5 (1892).

17) 大森房吉 震災豫防調査會報告, 第 2 號 (1894), 118~119 頁; 地震學講話, p. 332.

18) F. OMORI, *Bull. Imp. Earthq. Invest. Committee* 1 (1907).

山子脚附近では垂直變位  $1\frac{1}{3}$  m で斷層の西側が見掛上低まつてゐる。水平移動は前述と同じ傾向である。



第23圖 梅仔坑地震斷層。(1914年發行臺北測候所英文報告より)  
The Baisiko earthquake fault near Bisyo, Kagi prefecture, Taiwan. (From SE).

麻園寮附近では水平變位  $1\frac{1}{3}$  m で、前述と同様の移動傾向を示してゐる。垂直變位は同様  $1\frac{1}{3}$  m 程で斷層の北側が見掛上低まつた。開元後附近では水平  $2\frac{2}{3}$  m に達し、この地震斷層中最大の水平移動量を示してゐる。垂直移動は前述と同様である。然るに尾庄以東は水平移動の傾向は前と同様に斷層の北側が反対側に對し東方へ約2 m 移動してゐるが、垂直變位は却つて斷層の東南側が2 m 内外低まつた觀を呈してゐる。この移動の傾向は小梅街の北部に迄繼續してゐる。即ちこの梅仔坑地震斷層に於いても垂直變位の方向の反轉があり、水平移動方向の側に高まる地域が見られてゐる。

陳厝寮地震斷層は梅仔坑地震斷層から分岐したもので、山子脚附近から陳厝寮方面へ向ふものである。陳厝寮の西部で水平變位約1 m 弱に達し、垂直變位約1.3 m で移動の方向は斷層の北側が相對的に低まり、東方へ水平に移動してゐる。

この地震の震央は大森博士の報告によると次の様で民雄と小梅との間又は尾庄と開元後との間に決定されてゐる。即ち大森博士の報告文を引用すると

“The most central point of the epifocal zone as assumed above may probably be taken to be between the villages of Bishō and Kaigenko, say, at Lon.  $120^{\circ}32'E$ , Lat.  $23^{\circ}35'N$ .”<sup>19)</sup>

“The circles drawn upon a map of Formosa about these four places (Taihoku, Taityu, Tainan, and Hokoto) with radii respectively equivalent to the calculated

19) F. OMORI, *Imp. Earthq. Invest. Committee.*, 1, No. 2 (1907), p. 61.

values of the epicentral distances enclose an area, whose centre roughly coincides with the region midway between the cities of Dabyò (=Tamio) and Baishiko (= Koume).<sup>20)</sup>

この嘉義の餘震は同博士の報告によると確な位置が決定出来ないが、この地方の被害分布と震央の位置とがあまりかけ離れてゐないものとして、被害分布から餘震の震央を求めてみると大部は梅仔坑地震斷層の南側に位してゐて、特に4月14日の餘震の震央は Long. 120°30'E, Lat. 23°25'N で嘉義の東南約8kmの位置と決定されてゐる。

梅仔坑地震斷層を伴つた嘉義地震の震央は、故大森博士によると上述の様な位置に決定され、即ち地震斷層の垂直變位の方向が轉換する附近に決定せられてゐることである。

地震斷層を伴つた臺灣の地震の内詳しく記録されたものは嘉義地震と1935年の臺灣中部の地震だけではあるが、之等兩者を比較すると梅仔坑地震斷層と屯子脚地震斷層とは何れもその走向、水平變位、垂直變位の方向を等しくしてゐる點は注目すべき事實である。又その地震斷層を伴つた地震の震央は垂直變位の方向の反轉する境に近いことも一致してゐる。併し餘震分布は兩者全く相異り、嘉義地震に於いては梅仔坑地震斷層の南側に瀕發したのに、1935年の地震では屯子脚地震斷層の北側に瀕發した。

1906年4月8日の California の地震は延長435kmに亘る San Andreas earthquake fault を生じてゐる。San Andreas earthquake fault は California 州 Point Arena 岬の附近から略々 N 40°W の走向を以て、地質及び地形上からも明かに看取される斷層地形に沿つて露はれ、Ft. Ross 附近で一度海底に没するが再び、Bodega head 附近から地上を走り、Bolinas lagoon で再び海底に没し、Golden Gate を經て San Francisco の南西 Colina の附近から San Benito county の San Juan 地方に迄達してゐる。Lawson, Gilbert<sup>21)</sup> 等の地震斷層の觀察記事、Hayford 等の三角點檢測作業等あり、種々の事實が知られた。この1906年の California 地震では San Andreas 地震斷層の西側は東側に對して相對的に北へ水平移動し、その量 1/3 から 65m に達してゐる處もある。垂直變位は Golden Gate 以北の地では明瞭に東側が高まつた如き結果を示してゐる。Golden Gate 以南では垂直變位の關係は明瞭でない。Golden Gate 以南の San Andreas 地震斷層の東側に位置してゐる水準點の或者は數 10mm 隆起してゐるから Golden Gate の南で垂直變位の方向の轉換が見られたのかも知れないが、斷層の西側のものが未詳であるので確めることが出来ない。この San Francisco の地震の震央は Golden Gate 附近に決定されてゐる。この地震斷層に於いては垂直

20) F. OMORI, *op. cit.*, (1907), p. 62.

21) A. C. LAWSON & other authors, *Rep. State Earthq. Invest. Com.* (1909).

變位の方向の轉換と言ふ事實は餘り明瞭に觀察出來ないので震央と轉換部との一致を確めることはできなかつたが、前述の疑を事實とすれば一致することにならう。Golden Gate の北方では水平移動の方向に隆起の現象が見られたことは前に述べて來たものと類似してゐる。

1915 北米合衆國の Nevada 州の地震には Pleasant Valley 地震斷層が形成され、略々水平 1/3 m 垂直 5 m の變位を示し、その走向は  $N 20^{\circ} E$  で大體地質學上の斷層線に沿ひ、この斷層は地形的にも明である。B. M. Page<sup>22)</sup> の記載がある。

この地震斷層は垂直變位のみ地震斷層で從來米國の地震斷層は、水平移動の量が垂直のものに比して多いと言ふ謬見を訂正する様に餘儀なくせしめてゐる。水平移動の方向は明瞭には記載されてゐない。併し地震斷層が古い構造線に沿うて發達してゐること、及びその構造線が地形學的にも明瞭なものであることは前述と同様である。

1923 年 9 月 1 日の關東地震に於ては三浦半島に下浦地震斷層、房總半島に延命寺地震斷層<sup>23)</sup>が發生したが、之等は何れも北側が相對的に約 1 m 高まつた地震斷層で、水平移動は殆ど見られなかつた。この地震後陸地測量部によつて水準點と三角點とが檢測されたが、水準點は三浦、房總兩半島で數 m も隆起し、各三角點は照石山、筑波、六地藏、洞平山、國師岳、毛無山、萬次郎岳等の各三角點に對して東南へ移動し、その量 2 m 以上に達した處もある。<sup>24)</sup> この地震の震央は相模灣であるが、餘震は延命寺斷層、下浦斷層の北側に主として集つてゐる。石本博士が指摘してゐるやうに、この地震に於ける地震動初動方向の壓波の範圍は楕圓の内に含まれてゐる。この地震の時に起つた地殻變動は前と同様水平移動の方向に隆起の地域があり、その反對側の地域に沈降した地域が占めてゐる。地震斷層はこの水平移動方向の隆起地域の前端に生じた。垂直變位の方向の轉換はこれらの地震斷層では認められなかつた。

1927 年 3 月 7 日の丹後地震には郷村、山田の二地震斷層が生じ、故山崎博士、多田理學士<sup>25)</sup>の詳しい記載がある。郷村地震斷層は  $N 30^{\circ} W$  の走向を以て走り、海岸附近は地震斷層の西側が 0.36 m 低まり、0.32 m 南東へ向つて相對的に水平に移動した。併し淺茂の湖水以南では最大 2.27 m の水平移動を示し、東側が 0.5 m 内外低まり、海岸附近と反對の結果を示してゐる。山田斷層は略々  $N 55^{\circ} E$  の走向を持ち、水平 0.8 m、垂直 0.7 m で斷層の東南側が低まり、且つ南西へ水平移動をした。

この地震後詳しい水準點三角點の檢測が行はれ種々の事實が知られた。之等による郷村地震斷層を境として三角點が反對の運動をなし、東北側は西北へ、西南側は東

22) Ben M. PAGE, *Jour. Geol.*, 48, 7 (1935), pp. 690~707.

23) N. YAMASAKI, *Jour. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo*.

24) C. TSUBOI, *Japanese Jour. Astr. Geophy.*, 10, 2 (1933), pp. 216~218.

25) N. YAMASAKI & F. TADA, *Bull. Earthq. Res. Inst.*



南方へ水平移動をした。且つ垂直的には郷村地震斷層の東側では海岸に近く隆起があり、西側では郷村斷層の南半に近く隆起してゐる。

この地震斷層に於ける震央は那須博士<sup>26)</sup>の最近の研究によれば、淺茂湖附近と決定され、郷村斷層の垂直變位の方向の轉換部附近に近い。又この地震の餘震は郷村地震斷層の西側に主として密集してゐて、約30度程西へ傾く面に近接した或る厚さの空間に排列されてゐる。又地殻の水平移動の方向と垂直變位の方向とは前述と同様であるが、こゝに於いては海が郷村斷層の半ばを占めてゐて明かでない。石本博士は海底に於いて郷村地震斷層の北半の延長を推定されて、この地形變動の説明を明かにしてゐる。

山田地震斷層は地震動到達後形成せられたることが知られてゐる。即ちこの山田地震斷層上にあつた民家の住民は地震動の到達によつて屋外に避難したが、その家屋は避難したる後、山田地震斷層によつて破壊されるのを目撃してゐる。

1930年11月26日の北伊豆地震<sup>27)</sup>は丹那地震斷層を生じたもので、地震斷層は略々南北の走向をとり、斷層の西側が反對側に對して北へ移動し、その量3mに及び、垂直變位は北では斷層の西側が低まり、南では東南側が低まり、その量2m前後に達するところもあつた。この地震斷層は斷層谷の西側に沿うて露はれ、特筆すべきことは丹那盆地の地下を走る丹那隧道をも移動せしめたことである。

この地震の震央は浮橋附近とされ、地震斷層の垂直變位の方向の轉換する位置に近い。餘震は斷層の西側に多い。<sup>28)</sup>

水準點検測の結果はこの斷層線に近づくに従つて沈降してゐる。最近(1935)再び検測した結果はこの斷層線を境として兩側が独自の運動をなしてゐることが了解出来る。三角點を検測した結果は、地震斷層の兩側に於いて地震斷層が示したと同様な地殻運動を示し、且つ斷層の兩側が略々等量の移動量を示してゐる。

1932年12月2日のNevada州のCedar Mountain Earthquakeには多數の雁行地震斷層裂罅が生じたが、之等は地質構造上の斷層溪谷底に生じ、雁行裂罅の水平移動を判定することによつて、西側地域が東側地域に對して相對的に北へ水平移動をして生ずるshear crackに類似してゐる。Californiaの地震を通觀して得らるゝことは地震の際起る水平移動の方向が何れの場合でも一致してゐることで、地震斷層の東西兩側の地域が水平變化をなす場合に西側は反對側に對して北方へと移動してゐる。

然るに日本々州島に生ぜるものは何れも地震斷層の東北側が反對側に對して、北西へと水平移動してゐることも注意すべきことである。大橋教授<sup>29)</sup>が調査明瞭にせられた西紀830年の秋田地震の地震斷層にもこのことが見られてゐる。

26) N. NASU, *Bull. Earthq. Res. Inst. Tokyo Imp. Univ.*, **13**, 3 (1935).

27) OTUKA, *Bull. Earthq. Res. Inst. Tokyo Imp. Univ.*, **10**, 1 (1933).

28) T. MATUZAWA, *Bull. Earthq. Res. Inst. Tokyo Imp. Univ.*, **14**, 1 (1936).

29) V. P. IANELLA & E. CALLAGHAN, *Jour. Geol.*, **42** (1934).

30) 大橋良一 地理學評論, **2**.

1935年の臺灣中部地震の地震斷層と嘉義地震の地震斷層とは、その水平垂直移動變位の方向に於て一致してゐる。

上述の諸地震斷層とそれに附隨する諸事實を通觀して、次の様なことが認められ様。先づ第一に地震斷層そのものに就いて觀察すると、地震斷層を境として垂直及び水平のズレが見られ、勿論 TARR 及び MARTIN<sup>31)</sup> も言つた様に實際の動きは水平でもなく垂直でもない或る三次元方向に向つて移動してゐる。併し水平方向に就いて見る限り、一連の地震斷層に於いては同じ方向のズレを示し、兩端に於いて方向を變へることはない。併し垂直變位の方向は轉換する場合が多い。併しその轉換は多くの場合水平移動を伴ひ水平移動の移動方向に隆起があつたことを示す様な地震斷層崖を形成してゐる。

水平移動、垂直移動の量は全體 8 m 以内で、大部分は 2~3 m 内外に過ぎない。水平、垂直の割合がアメリカ大陸、日本、臺灣等で異ると言ふ様な事はなく、何れの土地に於いても同様な割合に見られる。之は從來一般に言はれてゐる事とは異なることである。

第2に水準點、三角點の檢測の結果と比べてみると地震斷層に示された地殼の動きとはかなり一致してゐる。そして水平移動と垂直移動との結果はかなりの擴がりを持つた複雑なもので、單なる積木細工で聯想する様な地塊運動とは考へられない。又三角點の檢測の結果は一見地震斷層の兩側が略々等量の動きを示してゐ、且つ地震斷層を遠去かるに連れて移動の量は減じてゐる様である。而もその移動の範圍は地震斷層の分布範圍に比例した擴りを持つてゐる。坪井忠博士<sup>32)</sup>の研究された様に Shear maximum の地方に地震斷層が起つてゐる。

第3に地震斷層の地質學的性質を考へてみると、水平移動の方向が北アメリカ、日本本州島、臺灣と言ふ様に大きな地方的な地質區分では共通な移動方向を持つてゐる地震斷層の成生の説明に當つて、上述の様な地方的な構造地質學的な因子を含ましめることを要求してゐる。

地質構造から解釋出来る地殼運動の運動方向と地震斷層の運動方向とが、カリフォルニア、臺灣、北伊豆、關東地震等で一致してゐることが明かにされた。之等は何れも新第三紀以後の地質構造と關聯してゐる。

地震斷層の大部分は地形學的にも推定し得る様な斷層線に近接、平行して生じてゐる。地形學的にも推定し得る様な斷層線は、極めて新しい斷層か又は侵蝕に對する抵抗

31) MARTIN & TARR, *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 69 (1912), pp. 1~135.

32) C. TSUBOI, *op. cit.* (1933).

の弱い碎裂帯又はそれに似た弱帯を意味し、地震断層がその部分の弱いことを利用して生じてゐるのかも知れない。

第4に地震そのものと地震断層とを考へてみると、先づ時間的には奥丹後、濃尾、臺灣中部地震の如く、地震動到達後に地震断層の成生せることを目撃してゐる。従つて少くとも地表に露はされた地震断層が地震の原因とはなり得ない。併しこの事實が目撃せられたものは奥丹後の山田断層、臺灣中部の紙湖断層の如く、震央より隔つてゐるものに限られ、震央近くのものでこの事實を認めてゐるものが少い。

震央と地震断層との位置の関係は地震断層が水平、垂直兩移動が観察された場合、垂直變位の方向の反轉する附近に震央の位する場合が多い。然るに餘震は松澤博士<sup>33)</sup>の指摘された如く地震断層の一方側に偏してゐることは注目すべき事實である。

初動分布と地震断層その他三角點等によつて示される地殻運動の移動の方向との間に密接な関係があることは石本博士<sup>34)</sup>の指摘したところである。即ち初動の押し波と引き波との分布區域の境界線に沿つて地震断層が生じ易い。且つ押し波の分布區域に隆起の地域が、引き波の分布區域に沈降の地域が一致してゐる。押し波の分布區域が楕圓になる場合にはその周縁部に垂直移動のみ著しい地震断層が生じ易い。

### 地震断層の諸特徴と之に對する解釋

筆者は上記の如き地震断層の諸特徴を考察し、解釋するには未だ餘りに未熟である。こゝに述べるところのものも全く一試案に過ぎない。小川博士の「地質現象の新解釋」、石本博士の「地震とその研究」に述べられたる地震波發生機巧の所説に得る處のものから殆ど一步も出てゐないことを愧る。筆者も地震の原因を岩漿に歸せしめんとする點に於いて充分に賛意を示すものであるが、石本博士の岩漿による發震機巧のみで地震断層の諸現象をも解しやうとするとかなり無理がある。即ち地震断層の水平移動方向の如き性質がアメリカ、日本、臺灣等の大(地質)構造上の單位區域内に於いては夫々共通の特徴を示してゐることは、單なる岩漿の急動とそれに附隨する現象のみによつては説明出來ぬものを含んでゐるやうに見える。石本博士の考察は地震波發生機巧のみの説明としては認めらるべきであらうが、それのみでは何等各地に於いて起る地震波初動方向分布を限定すべき制限も、又その地震に起る地震断層の性質を限定する制限も存在しない。然るにそれらの間には夫々地理的な共通性質を示すのは注意すべき事實であらう。水上理學士<sup>35)</sup>の研究に於いても、その地震波初動方向分布

33) T. MATUZAWA, *op. cit.* (1936).

34) 石本巳四雄 地震とその研究 (1935).

35) T. MINAKAMI, *Bull. Earthq. Res. Inst. Imp. Univ. Tokyo.*, 13, 1 (1935).

の圓錐軸の方向が地質區によつてかなり一致してゐる事は見逃がすことが出来ない。之等は何れも近代行はれつゝある造構造的 (tektogenetische 又は orogenetische) 地殻運動に基く影響が地殻内に存在すると考へざるを得ない。新第三紀以來の地質構造が示す地殻運動の傾向と、地震斷層の運動方向の傾向とが多くの場合一致してゐることも上記の如き考に導く一資料とならう。

石本博士は地殻を粘弾性物質として、地殻に働く歪力は長年月に働くを以て、それに基づく弾性的歪力は地殻には蓄積しないとして、地震の原因を地殻の弾性的性質のみによつて説明せんとする説を排してゐる。筆者はこの地殻運動に基く影響に就いてアジア大陸とか、日本の弧形状がどうかと言ふことは未だ言はない積である。又新第三紀以來の地殻の變形によつて生ずる日本群島各地に於ける歪力が、地殻が粘弾性體であり、長時間働くと言ふことによつて全く消滅してゐるか否かも明かでない。地質學者は地質構造の調査に當つて、皺曲構造に於ける胴切斷層 (Blatt 又は Flaw) の存在を知つてゐるし、斷層の或者が全くマクレ又は曳きづり (Schleppung 又は drag) を伴はずに地層を切つてゐる裂罅構造を目撃してゐる。之等の斷層や曳きづりを伴はぬ斷層裂罅を尙地殻の粘弾性の粘性的流動構造として説明することは出来ない。たとへ地殻が粘弾性的性質を有すると雖も、その兩性の時間的性質や、地殻としての粘弾性的性質の諸表現には未だ研究の餘地が充分にある様に見える。

筆者はこの點に於いて、造構造的地殻變形に基く長年月働く歪力が、地殻内にては地殻の粘性に作用するものとして緩和され、全く存在しないと言ふ考には未だ疑を抱くものである。少くとも、筆者は造構造的地殻變形の急激に起れる地方に於いては上記の如き歪力が地殻内に全く存在せずとの假定を置く勇氣を未だ持たない。勿論筆者は地殻が粘性體的性質を示して運動してゐることは充分に認めてゐるし、又上記の如き地殻の弾性的性質の表現が、他の急激な力學的作用に基く結果であるかも知れぬことも認めてゐる。

假に或る粘弾性體を弾性的破壊を示さぬ程度に外力を加へ、之にその粘弾性體の内部的原因による弾性的破壊を起さしめた場合には、その破壊部に於いては一見その粘弾性體が假に弾性體であつた場合に生ずるであらうところの歪力を、僅に緩和せるが如き變位を示すであらう。

餘震分布が地震斷層の一方側に偏してゐるのに、地震斷層の兩側に於ける地形變動の量が略々等しいことが知られてゐる。H. F. Reid は後者の現象を弾性的に解釋してゐるが、石本博士は之をかなり廣範圍の等質體の歪の如く考へられて否定的意見を述べられてゐる。併しこの現象を地殻の内に於ける弾性的性質の表現と見做すことは誤

つてゐるとは思へない。

地殻内に於いて或る急激な變形が起され歪力が加はりつゝあつても、地上の水準點、三角點はその變形も歪力も知らずに或期間に測定され、數値も決定されてゐるのであるから、この急激な地殻變形に基く破壊が一端起り、その破壊部（地震斷層の如き）の兩側が等量の變位量を示した時に之を彈性的に解してもよいと思ふ。

上記の如き急激な變形に基く歪力は何によつて起されるであらうか、我々が直ちに想起するものは地殻運動と火山現象とである。地殻内の複雑性と、造構造運動の結果とは粘彈性的な地殻内に局部的な歪力を残してゐるとも考へさせる。併しこの歪力が地震斷層を起すが如きこと迄行ふか否かは言へない。假に斯の如きものとしても、餘震の偏在性を説明するのに極めて困難であらうし、石本博士が指摘する如き困難も伴ふかも知れぬ。

併し火山現象的に取扱ふならば、餘震分布の偏在性は容易に説明できるであらう。

即ち最近屢々研究されてゐる先行した環狀岩脈群と、その中心に於ける岩脈母岩の貫入現象の如きものによつて暗示せらるゝ如き考へによつて説明できるであらうし、地表に向つて斜又は垂直に岩漿壓を加へられて生ずる移動地域の周縁部に、破壊の起り易いことも山口氏<sup>35)</sup>の實驗から暗示を受ける如く容易に想像出來やう。

上記の如く考へてくると、筆者は結局石本博士の如く地下に於ける岩漿壓増加による破壊に地震波動の因を歸したくなる。之の破壊により、それに近接した地殻の弱處はこの破壊に利用され、造構造的な地殻運動の殘餘の歪力を緩和するべく移動し、地表に於いては地震斷層として表現せらるゝであらう。斯くすることによつて地震斷層の移動方向の地方性も説明せられるであらう。

地下岩漿の冷却その他に基く壓力の急變は岩漿の急激なる移動を起し、その周圍の地殻を壓し、之が原因によつて粘彈性體たる地殻はもはやその粘性的性質に應じ得ないで、内部に彈性的な破壊が起るであらう。この破壊が地下に向つてなすより地上に向つてより容易く行ひ得ることは多くの實驗から容易に首肯できるであらう。地殻に働き残る歪力と地殻の構造とはこの破壊の性質を限定するであらう。石本博士の言ふ様な岩漿がこの破壊部に進入することもあらう。初動方向分布の問題は斯の如き破壊により相接する二點間の分離によつて起る彈性波として説明しても差支えない。初動方向分布から知られる圓錐軸の方向が或る地質區・深さ等で比較的一致してゐることは、その地區、深さに於ける上記の如き地質學的條件が類似してゐることに基くものであらう。地震斷層に於いて水平移動量が少くて垂直移動量の大きいものゝ生ずる場

35) S. YAMAGUTI, *Bull. Earthq. Res. Inst. Imp. Univ. Tokyo*, **13**, 4 (1935).

合は初動方向の分布が楕圓になる場合か、又は三角測量その他によつて知られる地殻の水平移動方向の前端にあつて、その移動方向と略々直角の走向をとる地震斷層（關東地震の諸斷層、臺灣中部地震の紙湖斷層、奥丹後地震の山田斷層）かに見られる。水平變位を伴ふ地震斷層の垂直變位の方向の轉換は破壊によつて、岩漿壓による移動が行はれる際の shear crack 式のものとしても考へられる。上の如き考察は震央附近の地震斷層が震央より遠い位置のものより、早く地表に表現せらるべきことが要求される。山田斷層、紙湖斷層等の如き震央より遠き地震斷層が後れて成生せられることはこの要求に對して都合がよい。

臺灣中部はその附近に火成岩の露頭がないために、そこに起つた地震に對する岩漿説が極めて奇矯の言の如く考へられるかも知れない。併し臺灣にも大屯火山羣もあり澎湖島には洪積世玄武岩の溢出もあり、決して岩漿と無關係ではない。造構造運動によつて臺灣島に鮮新世末以來急激に行はれてゐる皺曲運動が、全く歪力を残さずに行はれてゐるとも考へられないし、又造構造運動に岩漿の移動を伴はないことも考へられない。之等兩地質學的條件は屯子脚—紙湖地震斷層の西北側地下の岩漿の運動を起し、地下に於いて屯子脚地震斷層に略々平行した裂隙の發生となり、之はこの地方に徐々に作用する地殻運動に對して都合よき sense に移動し、この地震斷層の成生によつて西北側の前述の地域は南側に對して相對的に東方へ移動され、紙湖地震斷層が完成された。この急激な移動によつて、岩漿は更に活動を續けるか又は新しい状態に應ずるために、又は地殻はこの急激な移動によつて生じた地殻の新しい力學的状態に應ずるために種々の移動、破壊を進めて餘震を起してゐるのであらう。

餘震が斯の如き解釋に對して都合のよい分布をしてゐることは當然であらう。

地震斷層の水平變位の sense に関しては昔流に説明すれば、臺灣には琉球弧狀列島の排列から推定される地殻運動の影響を受けた地殻變形の跡が見られるからその地殻變形に歸するであらうが、それには更に地質學的檢討が充分に必要である。併し若し地震斷層の水平變位の sense の一致が地質構造と關係があるとすれば、その構造上の大きさは日本島弧、臺灣、北米と言ふ様な大構造單位に支配されてゐるものと解さねばならぬであらう。

上記の地震斷層に關する暫定的解釋は今後更に検討を希望してゐる。

### 3. *The Earthquake of Central Taiwan (Formosa), April 21, 1935, and Earthquake Faults. (Résumé)*

By Yanosuke OTUKA,

Earthquake Research Institute.

#### **The earthquake of Central Taiwan, 1935.**

On April 21, 1935, the Central part of west Taiwan was visited by severe earthquakes. According to official investigations, 3279 persons were killed and 54792 houses destroyed. The villages in which the percentage of destroyed dwelling houses exceeded 70% are Gabi, Nansyo, Sanwan, Byoritu, Dora, Sansa in the Sintiku district, and Naiho in the Taityu district. The epicentre of this earthquake has been determined as the upper course of the Taian-kei, and the origin about 10 km below the land surface, according to the seismographs at the meteorological stations distributed over the islands. (Fig. 1)

Two earthquake faults the northern and the southern formed during this earthquake. (Fig. 24, 25, 26). The former which the writer will call the Siko earthquake fault extends for about 15 km from Gabisyô to Taitôsei in Sitan-syô, through Zyukko in Sanwan-syô, Sintakusan, Siko, Kamitaikwa in Sitan-syô. Trend of the Siko earthquake fault is about N 30° E. The west side of the Siko earthquake fault shifted about 3 m upward relatively to the opposite side at Siko (Phot. 76) and Kamitaikwa. As the fault plane of this earthquake fault dips about 70°~80° westward, the track of the earthquake fault in the valley is projects westward, while that of the ridge projects eastward in plan. The horizontal displacement of this earthquake fault is quite insignificant. The eastern upper of the valleys having sunk as the result of the Siko earthquake fault, the river water in these valleys have been dammed up by the upheaved western side of this earthquake faultscarp, so that temporary lakes have come into existence in these valleys on the east side of the fault. (Phot. 84)

The southern earthquake fault, which the writer will call the Tonsikyaku earthq. fault, extends for about 12 km, from Taian in Naiho-syô to Taitoturyô in Kiyomidu-gai, through Sensyûseki, Tonsikyaku, Kyûsya in Naiho-syô and Sinsyôsi in Kamioka-syô. The general trend of this fault is about N 60° E. The northwestern side of this fault shifted horizontally about 1.5~1.0 m north-eastward. Northeast of Sensyûseki, the northwestern side of the fault shifted about 0.6~0.7 m relatively to the opposite side, whereas southwest of Sensyûseki, the same side of the fault sank about 0.6~1.0 m relatively to the opposite side.

Fortunately, the geology of this region was studied by TORII, YOSHIDA and RIN before the earthquake. According to these authors, there is a geologic fault line running from Gabi-syô to Taian in Naiho-syô through Sitan-syô, Taiko-syô and Takuran-syô. The earthquake faults run close to and parallel to this geologic fault line, as shown in fig. 2 (Plate).

During this earthquake of Central Taiwan, Mr. D. Ito and K. Kwo observed at Sintakusan and Roppun in Sitan-syô, respectively, that the Siko earthquake fault formed **after** their houses were destroyed by the earthquake shocks, and not simultaneously with the initial shock.

The late F. Omori has left on record that Neo valley earthquake fault, the well known earthquake fault that formed at the time of the Mino-Owari earthquake, 1894, formed after the destructive earthquake shocks took place. According to N. NASU similar phenomenon is observed along Yamada earthquake fault at the time of the Okutango earthquake, 1927.

These observations show that earthquake faults, at least those exposed on the land surface, are not the cause of the earthquake motions, but the result of it.

The Baisiko earthquake faults in connection with the Kagi earthquake of 1906, which occurred

in the central part of west Taiwan, were described by the late F. Omori. From his description, there is a close resemblance in the Baisiko earthquake faults of Kagi and the present Tonsikyaku earthquake faults. As has been pointed out by M. ISHIMOTO, if the crust deformation or the characters of the earthquake fault is closely related to the mechanism as the result of which the primary earthquake motion originated, the Kagi earthquake of 1906 and the present earthquake probably originated through similar mechanisms.

### Characteristics of earthquake faults in the Circum Pacific.

The writer who has studied the earthquake faults that have occurred in the Circum Pacific regions (see list 1), gives in the following paragraphs their common characteristics.

#### List 1.

- 1872 Owens valley earthquake faults, California.  
W. H. HOBBS, Beitr. Geophysik, **10** (1910).
- 1891 Neo valley earthquake fault, Mino-Owari, Japan.  
B. KOTO, Jour. Coll. Sci. Tokyo, Imp. Univ., **5** (1892).
- 1906 Baisiko and Tinsekiryō earthquake fault, Kagi, Taiwan (Formosa).  
F. OMORI, Bull. Earthq. Inves. Committee, **1, 2** (1907).
- 1906 San Andreas earthquake fault, San Francisco, California.  
A. C. LAWSON and other authors, Rep. State Earthq. Invest. Com., (1909).
- 1915 Pleasant valley earthquake fault, Nevada.  
B. M. PAGE, Jour. Geol., **43, 7** (1935).
- 1923 Sitaura and Emmyozi earthquake fault, Kwanto, Japan.  
N. YAMASAKI, Jour. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo, **1**.
- 1927 Gomura and Yamada earthquake fault, Okutango, Japan.  
N. YAMASAKI, and F. TADA, Bull. Earthq. Res. Inst. Imp. Univ. Tokyo.
- 1930 Tanna earthquake fault, Northern Idu, Japan.  
Y. OTUKA, Bull. Earthq. Res. Inst. Tokyo, Imp. Univ., **10, 1** (1933).
- 1932 Cedar Mountain earthquake fault, Nevada.  
V. P. GIANELLA and E. CALLAGHAN, Jour. Geol., **42** (1934).
- 1935 Tonsikyaku and Siko earthquake fault, Taiwan.  
Y. OTUKA, Geographische Zeitschrift, (1936).

1) The amount of the horizontal and vertical displacements of earthquake faults are in most cases about 2~3 m, and often as much as 8 m. One side of an earthquake fault is usually shifted vertically, horizontally, or obliquely relative to the opposite side. In the case of a series of earthquake faults, the horizontal shifts are all in the same sense, whereas the vertical displacements are in reversed sense. Horizontal shifts on one side of an earthquake fault is directed toward the upheaved part.

2) Crust deformations as measured by levelling and triangulation after an earthquake are similar to those as inferred from earthquake faults. Crust deformation is not so simple an affair as is suggested by movements of a toy of building blocks, but very complicated. Crust deformation due to earthquakes is found to be distributed over areas corresponding in extent with that over which these earthquake faults are distributed, but no more. Triangulations made after an earthquake show equal amounts of displacement for both sides of the earthquake fault, which generally decrease with increased distance from the faults. Earthquake faults along zones of shear maximum as pointed out by C. TSUBOI,<sup>36)</sup>

3) As the sense of the horizontal displacement is the same in all megatectonic regions, for example, the Japanese islands, Taiwan, and the west coast of North America, it is necessary to refer to these megatectonic conditions in explaining the movement of earthquake faults. The sense

36) C. TSUBOI, *op. cit.*, (1932).



of the crust deformation as inferred from the Neogene geologic structure is the same as those of the earthquake faults in California, Taiwan (Formosa), Northern Idu, and Kwanto. Most earthquake faults are formed close to parallel to or along geologic fault zones as may be inferred topographically. Geologic fault zones topographically inferrable suggest either a newly active fault or a weak zone of fracture.

4) Some earthquake faults, e. g. the Neo valley in the Mino-Owari earthquake, Yamada in Okutango, Siko in Central Taiwan, occurred after the earthquake shocks, latter two of which remote from the epicentre. Most epicentre are situated near the node of the reversal of the vertical displacement on an earthquake fault, but aftershocks, as MATUZAWA<sup>37)</sup> has pointed out, occur on only one side of the fault. It is explained by M. ISHIMOTO,<sup>38)</sup> that the initial motion of the earthquake wave is closely related to the sense of displacements in the crustal deformation as measured after the earthquake. That is to say, earthquake faults readily occur near the boundary line of distribution area of the upward and downward initial motion of the earthquake wave.

From the characteristics of earthquake faults above mentioned the writer inclines to conclude that earthquake faulting is a phenomenon consisting of changes in both magmatic and megatectonic condition.

#### Geologic interpretation of earthquake faults.

The writer is far from considering himself qualified to interpret earthquake faults from their characteristic just enumerated; what follows being no more than his present opinions on the subject. There are already such works as T. OGAWA's "New Interpretations of Geologic Phenomena", and M. ISHIMOTO's "Earthquake and its Studies". The writer fully agrees with their opinions that earthquakes depend on magmatic activity, but he is unable to share in their all opinions leading to interpretation of the phenomena of earthquake fault by magmatic action alone. For instance, there is the similarity of sense in the horizontal displacements in earthquake faults in various megatectonic regions, which demands other explanations deducible from the tectonic point of view. — a similarity that cannot explained by earthquake shocks and its derived phenomena. Although ISHIMOTO's interpretation of the distribution of the initial motion of the earthquake wave is acceptable as explaining the mechanism of wave formation, his opinion falls short of explaining the regionality of earthquake faults. The phenomena of earthquake faults seem to be limited by regional geologic conditions. Even in MINAKAMI's<sup>39)</sup> study of the initial motion of earthquake waves, the axis of cones, in which the upward initial waves are included, show similar orientations in a particular geologic province. These regional similarities may be influenced by tectogenetic or orogenetic crustal movements that are now going on in the earth's crust. The fact that the sense of crustal movements during earthquakes is similar to those that have occurred since the Neogene, as inferred from the geologic structure of those regions, seems to support the tectonic interpretation of earthquakes.

Prof. M. ISHIMOTO considers that the earth's crust is visco-elastic in nature, as shown by IIDA's experiments,<sup>40)</sup> and that the elastic stress caused by protracted geologic crustal movements does not accumulate in the visco-elastic earth's crust, as a consequence of which, he is unable to endorse the opinion that the cause of earthquakes is explained solely by the elastic stresses that originate from the megatectonic crustal movements. The writer has no intention of invoking the movement of the Japanese islands arc or that of the Asiatic continent to explain earthquake phenomena, it being unknown whether or not the crustal stresses in the Japanese islands caused by megatectonic crustal movements since the Neogene Tertiary were not accumulated due to the visco-elastic nature of the earth's crust and crustal movements through a long period of time.

37) MATUZAWA, *op. cit.*, (1936).

38) M. ISHIMOTO, "Disin to Sono Kenkyū.", (1935).

39) T. MINAKAMI, *op. cit.*, (1935).

40) K. IIDA, *Bull. Earthq. Res. Inst. Imp. Univ. Tokyo.*, 13 (1935).

Geologists, in the course of their field surveys meet with "blatt" or "flaws" and many geologic faults unaccompanied by any drags. These "blatt" or "flaws" and faults without drags cannot be explained by flows of the visco-elastic earth's crust. There are thus problems for study in the phenomena of visco-elastic earth's crust. And as regards the simple visco-elastic material itself, there are many questions that only further future studies can hope to answer, the time relation in the viscous or elastic nature of visco-elastic rockmasses to dynamical forces, to name only one example. For these reasons, the writer still entertains doubts on the validity of the idea that the stress caused by protracted tectogenetic crust deformation absolutely cannot accumulate in the earth's crust owing to the visco-elastic nature of the earth's crust. In saying this the writer of course does not deny that the earth's crust shows a visco-elastic nature, for example the fact that the earth-crust which, on one hand, shows viscosity in forming folded structures, shows, on the other hand, its elastic nature in transmitting elastic earth vibrations.

The elastic nature of rocks as revealed by geologic structures just mentioned, however, may be the result of sudden changes in dynamical conditions in the earth's crust — a consideration that may lead to other conclusions with respect to the causes of earthquake faults.

If we assume a visco-elastic material to which has been imparted a force ( $F$ ) to the extent however that the material is elastically nondisruptive, and that cracks have formed as the result of sudden changes in stress caused by sudden changes in the dynamical condition of the visco-elastic material itself, then each side of the crack will displace as if it were an elastic phenomenon caused by force ( $F$ ).

It is known that the epicentres of after shocks distribute themselves only on one side of the earthquake fault, while the crust deformations as measured after earthquakes shows the same amount of displacement on both sides. H. F. Reid interpreted the latter phenomenon from the stand point of elasticity, but M. ISHIMOTO is unable to agree with this investigator on the ground that no elastic stress can accumulate in a wide expanse of the earth's crust as the result of crustal movement, although it is a question whether the last mentioned phenomenon is not the result of the elastic nature of the visco-elastic earth's crust.

As levellings and triangulations are made regardless of the dynamic conditions of the earth crust, if crustal deformation were to occur so quickly as to show the elastic nature of the visco-elastic earth-crust by forming shears or cracks (earthquake faults) along the geologic weak zone, the bench marks and triangulation points on either side of the crack or shear may be displaced to the same extent, exactly as in the case of an elastic material.

What causes the sudden changes in structural deformation just mentioned? For the answer the writer has in mind two geologic agencies, namely tectogenetic or orogenetic movements of the earth's crust and magmatic activity.

It is possible to assume that a residual stress (or relaxable stress) is locally present in the orogenic region as the result of the irregular structure and sudden deformation of the crust, but we cannot say whether this residual stress (or relaxable stress) causes the earthquake or not. This assumption, by itself, however, cannot explain a number of conspicuous earthquake phenomena, but if the crustal movement together with magmatic action explains earthquake phenomena, many difficulties are then removed. As the experiments of S. YAMAGUTI have shown, the marginal part of the earth's crust, whether deformed upwardly or obliquely upward by sudden increase of pressure in the local magmatic reservoir, will be easily sheared or cracked. On the other hand, the geologists recently have reports of ring dyke structures, the centers of which are intruded by the mother rock. These igneous structures suggest themselves as an explanation of the partial distribution of after shocks.

From the foregoing considerations the writer is inclined to attribute earthquake waves to disruptive shocks to the earth's crust caused by sudden increase in magmatic pressure.

This disruption to the crust caused by magmatic action is apt to involve the weak parts of the earth's crust (e.g. geologic faults), as the result of which movement, the local residual stress (or relaxable stress) in the visco-elastic earth-crust may be relieved by the cracks or shears just

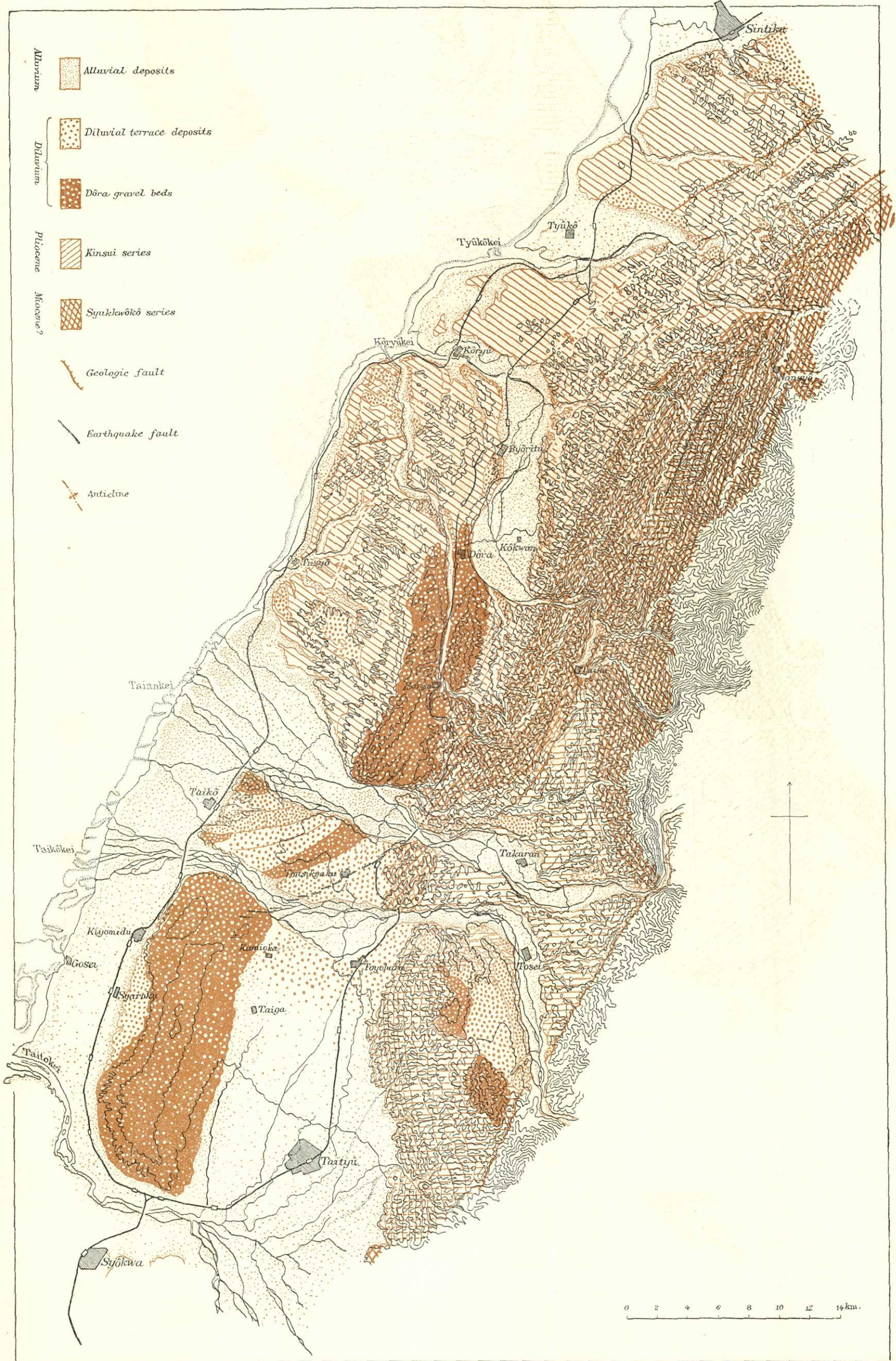
mentioned, whence it follows that geologic structure and regional megatectonic conditions may be the contributing factors in the causation of the disruption to the earth's crust as the result of magmatic action.

The similarity in distribution of the initial motion of the earthquake wave, and that in the sense of the horizontal displacements of earthquake faults in a geologic province, may result from the geologic conditions already referred to.

This sudden deformation of the earth's crust may bring about changes, enabling it to conform readily with new dynamical conditions, or magmatic activities may continue in it for some period of time. For these reasons also, the aftershocks may distribute themselves only on one side of the earthquake fault, as already mentioned.

To attribute the earthquake of Central Taiwan, 1935, to magmatic activity because no volcanic rocks are exposed near the central part of west Taiwan, seems an unwarranted conclusion. But Taiwan is never free from volcanisms, e. g., the Daiton Diluvial volcanic group developed at north Taiwan, and the Diluvial basalt flow over Is. Hoko (-to). Geologic structure of North Taiwan is influenced by that of Ryukyu islands arc. The writer is therefore of the opinion that the earthquake fault associated with the Taiwan earthquake of 1935 may be the result of both crustal movement and magmatic activity. But our knowledge of the earth's crust is yet so pitifully meagre that can only insist on further studies of it in the orogenic zones of the world.





(震研彙報別冊 第三號 圖版 大塚)

第 2 圖 臺灣中部地震被害地方の地質及地形圖

Geological and topographical map of the meizoseismal district of the middle Taiwan earthquake., 1935.





(震研彙報別冊 第三號 圖版 大塚)

第 24 圖 臺灣中部地震 (1935) 崖崩, 地震裂隙, 地震斷層分布圖 (其 1)  
Figure shows the distribution of falling of cliffs, earthquake fissures, and earthquake fault. (Part 1)



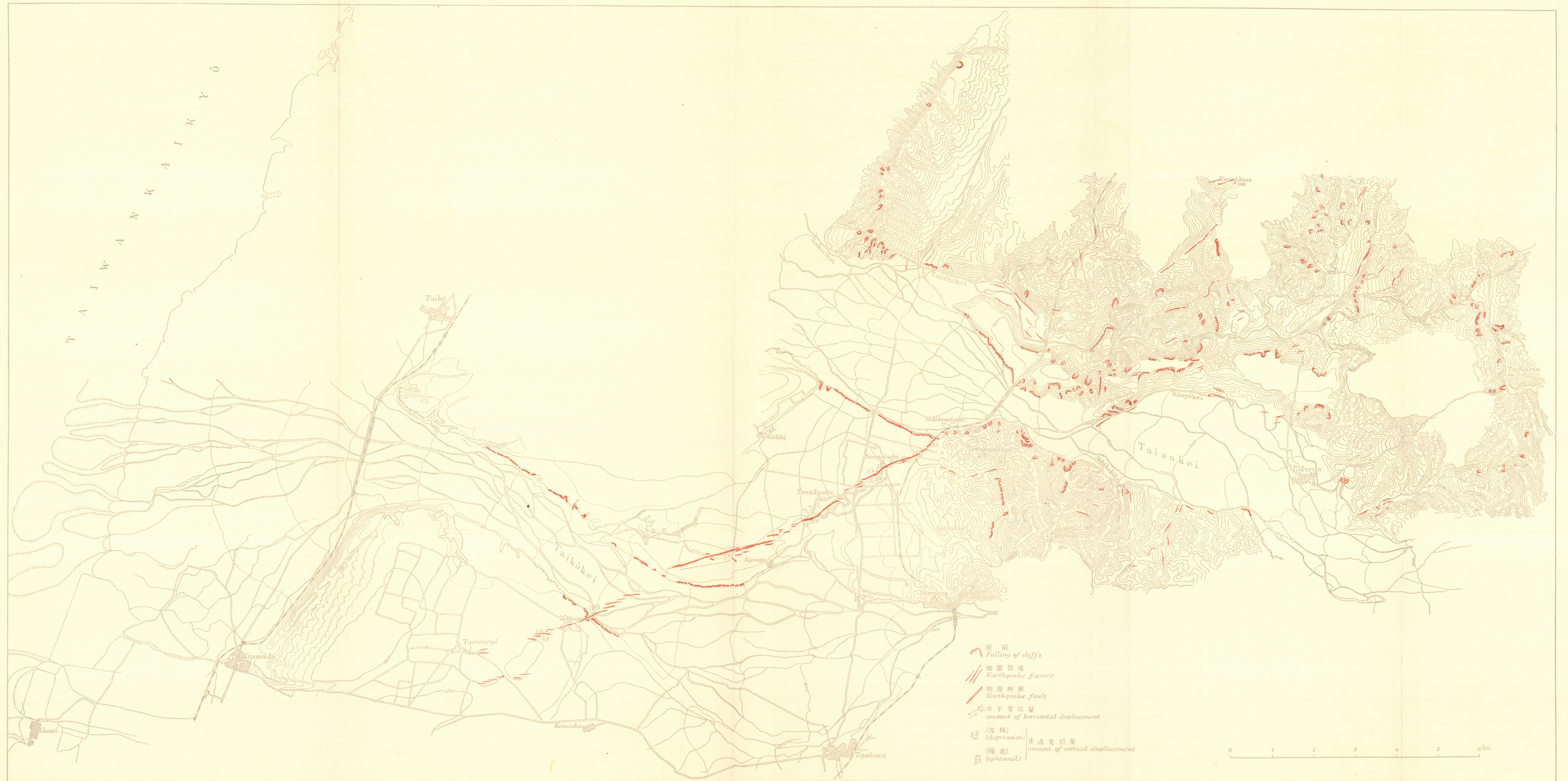


(震研彙報別冊 第三號 圖版 大塚)

第25圖 臺灣中部地震(1935)の際に生じた地震裂隙, 崖崩の分布圖(其2)

Distribution map of falling of cliffs and earthquake fissures near Taiko and Sansa, (Part 2)





(震研彙報別冊 第三號 圖版 大塚)

第 26 圖 臺灣中部地震(1935)崖崩,地震裂綫,地震斷層分布圖(其 3)

Figure shows the distribution of falling of cliffs, earthquake fissures, and earthquake fault. (Part 3)