ニュージーランドの地形の二・三の問題

— ウェリントン付近を中心として

源 川 秀 良

ウェリントン付近の地形は 1) 断戸地形, 2) 小起伏面, 3) 周氷河地形に特色が見られる。

1 断層地形

ウェリントン市西部を通る断層はウェリントン断層とよばれ、古くから多くの報告があるが (H. W. Wellman 1955, G. C. Shaw 1960, D. W. McKenzie 1961, G. J. Lensen 1966), 同断層はニュージーランド全域を北東—南西に走る断層群の一部をなしている。すなわち、南島の南アルプスの北西側に沿って約 480 km の長さをもつアルパイン断層は、南島北端で枝分れして、ワンガモア、ワイラウ、アワテール、クラレンス、ケケレング、ホープ・カイコウラ、ポート・パスの諸断層となる。このうちアワテール断層は北島のウェリントン断層に連続し、ケケレング断層はウェリントン断層に平行してウェリントン市の東 25km の地点を、北東—南西に走るワイララパ断層に連続する (Fig. 1)。

ウェリントン断層は約 240 km にわたってクックの海峡からオハリュウの地溝をへて、ウェリントン市西部を通り、同市北部のニコルソン湾の西側に沿って直線状に走り、ハット川に平行する。ウェリントン断層の東には3つの断層角盆地があり、最南端はハット川下流盆地、その北にはトレンサム盆地、最北にはカイトーク盆地がある。ウェリントン断層を境として西の地塊は隆起し、東側は沈降し、ニコルソン湾やハット谷等の陥没地をつくったが、ニコルソン湾はその形成以前に侵蝕をうけて山や谷を生じ、これが沈水したためにかつての山地はミラマー、ソムス、ワードの島となった。しかしその後、ミラマー島はロンゴタイ地峡の形成により、半島となっている。

ウェリントン断層はハット川の西の壁をなし、きわめて明瞭な断層崖をなすが、これは付近の地質が中生代の硬砂岩や頁岩などの硬い岩石よりなるためと考えられる。しかし、この断

層崖は波蝕作用や河蝕作用をうけて、本来の位置から後退しており、またその断層面は1つの面でなく、多くの面より形成されていると考えられている (Wellman 1955)。その他ウェリントン付近には、ウェリントン断層、ワイララパ断層のほかに、ウェリントン断層の西にこれと平行するマカラー谷断層、ウェリントン断層に斜交するハッピー谷断層・ランプトン断層、ライアル湾とエヴァンス湾を結ぶ断層等がある (Fig. 2)。

これら断層の開始時期については未だ明らかでないが、Suggate (1933) や Grindley (1963) はアルパイン断層を例として Rangitata Orogeny (ジュラ—下部白堊紀) に始まり Kaikoura Orogeny (中新世) 間に回春があったと報じており、Wellman (1964) は変位が中新世後に始まったと述べている。これに対し最近の地殻変動によって生じたという考えは、最初 Alexander McKay により 1890 年カイコウラ山地について報告され、ついで、C. A. Cotton によって 1912 年報告された (Wellman 1965)。

A) 断層の水平ずれ

ニュージーランドの断層は正断層・逆断層・dextral 水平断層・sinistral 水平断層に分けられるが、両水平断層と逆断層は南島の西側と北島の南東側の地域に限られている。また、この地域の北西方と南東方には正断層があり、北西方では火山活動と一致している。したがってウェリントン断層は水平断層と逆断層の優勢な地域に属する。筆者はこれらの事実をたしかめる時間をもたなかったが、空中写真と飛行機による観察により、きわめて明瞭なこの断層崖の大部分を見ることができた。

1) 第三紀における断層の水平ずれ Wellman (1952) によると、アルパイン断層は 480 km の長さを持ち、ニュージーランド最大の水平ずれ断層であると報ぜられているが、大部分

Fig. 1 Distribution of Fault in New Zand (after G. A. Lensen)

の地質学者はこれを確認していない。

Lensen (1960) によると、アワテール断層に沿うて第三紀層が中新世以後、19.2km 水平に変位したことが報ぜられている。

2) 洪積世における断層の水平ずれ Wellman (1955) によると、南島北端のワイラウ断層では 120 m 段丘が約 720 m 水平移動をしており、また最後の氷期の outwash 段丘に関して、ワイラウ断層では約 60m、アワテール断層では約 90 m、ホープ断層では約 45 m、ポータ

ー・パス断層では約 30 m の水平移動があったと報告されている。さらにまた、北島のウェリントン断層に平行して、その東側を走るワイラバ断層は同じ段丘に関し、約 120m の水平移動をし、ウェリントン断層の北の連続と考えられるマナワク峡谷のすぐ北では、138 m の水平移動が報告されている。

Lensen (1966) はアワテール断層において、最後の氷期の outwash 段丘に関し、99~105m の水平ずれ、ワイラバ断層では 96 m の水平ず

Fig. 2 Fault Distribution near Wellington (after Victoria Univ. Reprint No. 20)

れを報じている。Wellman と Lensen の報告する数字は必ずしも一致しないが、これは測定のちがいによるものか、あるいはまた、測定地のちがいによるものであるかは明らかでない。

B) 断層の垂直転位

断層に伴う垂直転位は変化が大きく、また地域の変動により変化をうけ、さらにまた侵蝕作用が垂直の転位を推定することをさらに困難にさせている。

南島最北端のワイラウ谷では 120m 段丘が垂直に 60 m 転位しており、北島南西部では洪積段丘が 40.5 m 転位している (Wellman 1955)。また Lensen (1966) によると、低位段丘にぞくする西ワイラウ断層を横切るワイオイン段丘、アワテール断層を横切るグレー川段丘とサクストン段丘の垂直転位はそれぞれ $18 \cdot 0.9 \cdot 5.4$ m となっている。このうち、0.9 m の低い数字は垂直転位の逆転によるもので、最大の垂直転位はすくなくとも 2.7 m に達したと報ぜられている。

アルパイン断層において、ホキチタ川の沖積

段丘が垂直に 60 m 転位したのが、もっともすみやかな垂直転位の例である。しかし、さらにその上に撓曲が加わって全隆起量は 120m と言われる (Wellman 1955)。

Suggate (1965 a.b) によると、氷期後の水平転位は 75m をこえず、一方垂直転位も 15m をこえないが、アルパイン断層だけは例外で、パリンガ地区で 13000 年間に 141m の垂直転位があったと報じている。

これらの資料によると、他の地域に比べてアルパイン断層の変動がきわめて大きいことが分るが、個々の資料の数値に大きな差のあることは、将来に問題を残しているように思われる。

C) ワイラウ断層によって変形されたブランチ川河岸段丘

段丘の高さと断層による転位との関係をみると、断層による転位が川の下刻作用と直接つりあっていることが分る。ワイラウ断層の横切るブランチ川段丘においてこの関係が調査され、Wellman (1955), Suggate (1960) や Lensen (1966) によって報告された。

表 プランチ川段丘における段丘高度および断層による水平・垂直転位 (Wellman (1955) の資料をメートルに換算)

Terrace Height (m)	Horizontal Displacement (m)	Vertical Displacement (m)
3.3	9.9	0.9
6.6	27.9	1.5
8.4	37.5	1.95
12.9	46.5	2.4
14.1	57.0	3.0
17.2	58.5	n. d.

Wellman によると段丘の高度・水平転位・垂直転位などにはつぎのような関係がみられる(表)。

しかし、一方 Lensen によると水平転位は高位段丘より低位段丘に、68.1・57・46.5・36・30・3m となっており、両者の示す数値は必ずしも一致しない。しかし、いずれにしても、断層は比較的一様な割合で断続的に続いており、また断層はくりかえして同じ面に沿うて働いたといえる。また Lensen (1966) はこれらの水平転位の数字から、一度に 5.1~6m 水平に移動したこと、また、68.1m の全水平転位は 20000 年間に 11~12 回の動き、あるいは、1700~1800 年間毎の動きによるものであると推定している。

D) 活断層

これらの断層はその活動がすでに終わったものではなく、現在も活動しているものであることは、過去 120 年ばかりのきわめて近い過去におけるいくつかの証拠によって知ることができる。すなわち、1848 年 10 月 10 日、1855 年 1 月 23 日、1888 年 9 月 1 日、1922 年 5~12 月、1929 年 6 月 17 日、1931 年 2 月 3 日、1932 年 9 月 16 日、1942 年 6 月 29 日、1966 年 4 月 23 日に前述の諸断層の多くは地震をともなって活動している (Lensen 1966)。

ウェリントン断層も最近の過去まで活動していたことは、ウェリントン市北部のエメラルド・ヒル近くの低位段丘の転位やカイトーク地域における低い急崖の存在することによって明らかである (Mckenzie 1961)。

1855 年の地震に伴なってウェリントン断層の走るウェリントン港海岸付近では約 1.5m 隆起しており (Shaw 1960)、また同時に、ワイララ

バ断層に関連してウェリントンの東ムカムカ近くの海岸で 2.7m 隆起し、30 哩の巾と 100 哩の長さの傾動地塊を生じ、12m の水平転位を生じた (Lensen 1966)。Encyclopedia of New Zealand による、と西ワイララバ断層は垂直に 3~3.6m、水平方向に 12m 転位し、また西ウェリントン海岸方面に傾動した。そして東ウェリントン港およびハット川では 2.1m、ウェリントン市自体では 1.5m 隆起したと言われる。

Wellman (1967) によると、ウェリントンの東トラキラ岬には 6 つの beach ridge があり、1855 年にもっとも新しい急激な隆起があった。そして、それ以前の地震によっても隆起があった。トラキラ岬東部を通るリムタカ背斜軸は 1000 年に 4m の隆起をし、西方ウェリントン方面に傾斜していると言われる。

以上の諸事実により、ウェリントン断層やワイララバ断層を始めとして、多くの断層は地質時代から現在まで活動をつづけているものと思われる。

2 小起伏面

ウェリントン市西部には Quartz Hill (Fig. 2) で代表される、小起伏をもつ、table-top の平坦面が存在し、C. A. Cotton (1957 a. b) によって 'K' Surface と名づけられた。'K' Surface はかつての準平原であり、かつてはもっと広い面積を占めていたが、その後の地盤運動により褶曲され、断層によって破壊され、現在ではかつての一部をのこすにすぎない (Mckenzie 1961)。

Shaw (1960) によると、50 エーカーの広さをもつ Mt. Kaukau に 'K' Surface の発達がよく、保存のよくない同様な地形は他にも見出される。

C. A. Cotton (1957 b) によると、このような table-top ('K' Surface) は 90m・135m・270m に見出されるというが、ウェリントン付近の地形図によれば、少なくとも 850~900m・600~650m に小起伏面が見出されるので、'K' Surface はさらに細分されなければならぬものとする。

'K' Surface の形成された時代については、鮮新世後期と推定されている (Mckenzie 教授の教示による)。

3 周氷河地形

R. W. Willet (1950) は洪積世の氷河地域・周氷河気候を含むツンドラ地域・レス堆積地域・森林地域の図 (Fig. 3) を発表し、ニュージーランドにおけるこの方面の先駆的な仕事と考えられるが、一部を除いて今日でも全般的な傾向をよく示しているようである。

ウェリントンおよびその周辺地域は、C. A. Cotton と M. T. Te Punga (1955) によって、ソクフラクションや周氷河地形がニュージーランドにおいて最初に報告された所である。その後、同様の現象や地形はウェリントン半島やハット谷の、より広い地域に見出されるようになった。ウェリントン付近の多くの場所において、ソリフラクション堆積物は head-filled valleys とよばれる (Mckenzie 1961) 無数の以前の谷を埋めている。これらの、元来 gully を埋めるものとして生じたソリクフラクション堆積物が、現在は尾根の上にあるので、地形の逆転があったことが分る (Cotton and Te Punga 1955)。現在ソリフラクション堆積物は丘の斜面をおおって、30m 以上の厚さに堆積している (Shaw 1960)。Jane M. Soons (1962) は南島における周氷河地形やソリフラクションについて報告し、W. J. Brockie はセントラルオタゴにおいて周氷河地形を見出している。筆者は同氏と同行してその地形を見る機会を得たが、これらは棚土あるいは階段土やクリオチュールバシオンによる斜面の岩屑の除去をあらわす地形と考えられる。Jane M. Soons によると洪積世の周氷河気候によって影響される範囲はつぎのように述べられている。カンタベリー・ウェストランド・ネルソン・マールボロー (いずれも南島) では、海面上 300m 以上の高い所にソリフラクションを生じている。しかし西海岸に見られないのは海の影響によるものである。南島東岸のカンタベリー平原においては、はげしい霜の影響を受けた礫は見出されないが、これは周氷河気候が存在しなかったというよりは、堆積物が粗くて透水性のつよいためであろう。しかし海拔 300m 以上の道路わきにはソリフラクション堆積物が見出される。しかし、これよりわずか 80km の距離にある北カンタベリー平原において、海拔 90m の高さにソリフラクションの下限が下るのは興味深い。さらに北のマールボロサウンドのピクト

Fig. 3 Pleistocene Conditions in New Zealand (after R. S. Willet)

1. Steppe Loess Zone (Pleistocene to Recent)
2. Tundra Zone (Pleistocene)
3. Maximum Extent of Glacial Ice (Pleistocene)
4. Forest Zone (Pleistocene)

ンでは 30m に下る。そして北島のウェリントンにおいてはソリフラクション下限高度は多分海面下に達するであろう。ウェリントンより北部ではソリフラクションはきわめて限られた場所のみ見出され、下部高度も急激に高くなる。ウェリントン付近は現在海岸近くにあり、洪積世氷河時代にも比較的温かな気候であったと考えられるので、ウェリントン付近にソリフラクション高度のきわめて低いことは、注目すべき現象である。また、南島にはその様な証拠はないのに、ウェリントンでは氷久凍結土の出現可能性のあることも問題である。しかしこれらの問題については未解決のまま残されている様である。

Jane M. Soons は同じ論文 (1962) において、2つの周氷河堆積物について報告している。1つは stratified scree で、はっきりした層理を示し、角ばった硬砂岩の岩片とシルト・粘土の互層よりなり、層理は大抵の場合地表に平行する。岩石断片は平均 3.8cm、最大 30.5 cm で長軸は層理に平行する。堆積物の表面の傾斜は 30~35° に達する。この周氷河堆積物は Tricart (1956) の éboulis ordonnées と同じものであり、Tricart はその層理を生じた理由について、真のソリフラクションがおこなわれるにはあまりに急で、あまりによく排水されすぎる傾斜の時に堆積していることが基本的なことであると述べている。そしてもし真のソリフラクションが行なわれないとしたならば、1) 層

理は交互に細かい物質と粗い物質を供給する霜の季節的強さに関係するか、あるいは、2) 崖錐堆積物となった後に、固まった物質の連続的な破壊に関係があり、3) 2) の作用は堆積物の中に slipping を生じながら細かい物質を生じたであろうし、4) いく分かの水による篩分けがあったかもしれないと述べている。

これに対し Jane M. Soons は 1)~3) の考えに対しては賛成せず、4) の説が、崖錐の表面堆積物をもちあげ、水がとける時に堆積物を再配列させる needle ice の発達と関係させることにより、もっとも妥当性がありそうだと述べている。

Jane M. Soons による周氷河堆積物のもう 1 つの型は、stratified solifluction tongue とよばれるもので、南島に見出される。stratified scree とはシルトや粘土の細かい物質が非常に多いことや、岩片の大きさに変化が大きいことで区別される。まるい pebbles や boulders を包含するものもある。層理をなすが、これは互層する地層において粗い物質の著しい集中があるためである。また stratified scree は粘土岩地域に見られるのに対し、これは花崗岩地域に見られる。けわしい傾斜をなしていることは類似しているが、stratified scree ほどけわしくはない。これは scree の発達に都合のよいけわしい傾斜面では、細かい物質の供給が制限されるからである。また、stratified solifluction tongues はその堆積相よりみて、水に飽和された状態がその形成に重要な役割をなしたものと考えられている。

気候的条件や地形的条件より考えて、南島に周氷河地形が見出されるのは当然であるが、南島におけるこの方面の研究は充分と云われない様であり、今後の研究に期待する所が大きい。

以上、ニュージーランドの地形について、現地の研究者の論文をもとにして、とくにウェリントンを中心に断層地形・小起伏面・周氷河地形についてふれたが、その他、準平原地形・海岸段丘・Tor 地形など、まだ多くの問題があるが、今回はそれらについては全くふれなかった。

現地でいろいろ教示ならびに案内を得た、ビクトリア大学のマッケンジー教授・マクナブ講師、オタゴ大学のブロッキー講師・河内洋佑氏、カンタベリー大学のジェーン・スーン教授に厚く御礼申し上げます。

る。また筆者のニュージーランド行きにあたっていろいろ御世話になった広島大学の石田寛先生、この小論を書く機会を与えていただいた西村嘉助先生にも厚く御礼申し上げる。(1969. 4. 7 受理)

文 献

- Cotton, C.A. and M.T. Te Punga (1955): Solifluction and Periglacial Modified Land forms at Wellington, New Zealand Trans. Roy. Soc. N. Z. **82** (5) 1001~1031
- Cotton, C.A. (1957a): Tectonic Features in a Coastal Setting at Wellington Trans. Royal Society N.Z. **84** 761~790
- (1957b): The Pukerua Tectonic Corridor Wellington New Zealand Geographer **13** (2)
- Grindley, G.W. (1963): Structures of the Alpine Schists of South Westland Southern Alps N.Z. J. Geol. Geophys. **6**
- Lensen G.J. (1960): A 12 miles Lateral Drag along the Awatere Fault (abstract) Roy. Soc. N.Z. 9th Sci. Congr. Programme
- (1966): Surface Deformation in New Zealand, Department of Geogr. Victoria Univ. of Wellington Reprint Series **37**
- MacKenzie, D.W. (1961): Wellington, Proceedings of the Thrid New Zealand Geography Conference 102~105
- Shaw, G.C. (1960): Notes on Wellington Geology Handbook Prepared for the Ninth New Zealand Science Congress held in Wellington
- Soons, Jane M. (1962): A Survey of Periglacial Features in New Zealand Land and Livelihood Geographical Essays in Hour of George Jobberens New Zealand Geographical Society
- Suggate, R.P. (1960): The Interpretation of Progressive Fault Displacement of Flight of Terraces N.Z. Geol. Geophys. **3** 364~374
- (1963): The Alpine Fault Trans. Roy. Soc. N.Z. Geol. **2**
- (1965a): The Tempo of Events in New Zealand Geological History N.Z. J. Geol. Geophys. **8** 1139~1148
- (1965b): Late Pliocene Geology of the Northern Part of the South Island N.Z. Geol. Surv. Bull. **77**
- Tricart, J. (1956): Cartes des Phénomènes Périglaciaires Quaternaires en France Mémoires pour servir à l'explication de la carte

- géologique détaillée de la France Ministère de l'Industrie et de Commerce Paris Imprimerie Nationale
- Wellman H.W. (1952): The Permian Jurassic Stratified Rocks New Zealand in "Symposium sur les series de Gondwana"
- (1955): New Zealand Quarternary Tectonics Geol. Rundsch. **43** 248~257
- (1964): Age of Alpine Fault New Zealand Int. Geol. Congr. **22** 60
- (1967): Tilted Marine Beach Ridges at Cape Turakirae N.Z. Jour. Geosciences, Osaka City Univ. **10** (Art) 1~16
- Willet R.W. (1950): The New Zealand Pleistocene Snowline, Climatic Conditions and Suggested Biological Effects N.Z. Journ. Sci. and Tech. **32B** 18~48

Some Problems of Zealand Geomorphology

Shuryo SEGAWA

Wellington Fault belongs to the major fault belt which extends NE-SW through New Zealand. Namely, Alpine Fault of South Island extends along the northwestern side of the Southern Alps and the fault branches at the north end of the South Island into the Wangamoa, Wairau, Awatere, Clarence, Kekerengu, Hop-kaikoura and Port Pass Faults. And so, the Wellington Fault is regarded as the continuation of the Awatere Fault, and the Wairarapa Fault is regarded as the continuation of the Kekerengu Fault. These faults are mostly active and even in the historic past of 120 years, numerous earthquakes took place associated with crustal deformations. Wellington Fault has a boldly defined, fairly straight course and can readily be traced north-east for 150 miles from Cook Strait through Wellington City and along the west of the Wellington Harbour and Hutt Valley. Wellington Fault is a clockwise transcurrent fault and upthrow of the crustal blocks bordering this fault has raised the hill country to the west of it, while downthrow and buckling of the land to the east has helped to form the Port Nicholson and Hutt Valley depressions. At the upper levels of the western side of Wellington City, there are remains of Peneplains which are called the 'K' Surface by C.A. Cotton. Perhaps the 'K' Surface can be classified into some surfaces.

The periglacial deposits were found by C.A. Cotton and M.T. Te Punga for the first time at Wellington. The periglacial deposits of the South Island in New Zealand were found by Jane Soons, Mr. Brockie and others.

Two periglacial deposits—stratified scree and stratified solifluction tongue—were classified by Jane M. Soons in South Island. But, there are many problems on the periglacial geomorphology in New Zealand.