

## サン・アンドレアス断層--- IGC 巡検記

San Andreas fault --- IGC excursion report

宇井啓高\*

Hiroataka Ui

はじめに

1989年7月20日午後6時からクイーン・マリーホテルのヴィクトリヤの間で巡検参加者の顔合せが開かれた。集合に間に合わせるために、地理不案内な私としては、19日のワシントンでの閉会式には参加せず、前日にはこの大きな客船のホテルに泊まっていた。ロングビーチの対岸に浮かぶこの客船はイギリスからやってきて、ここに係留されているが、もとは第二次世界大戦で活躍した戦艦であった。ユラーリ、ユラーリと揺れているので、しばらくは大地の上に立っても揺れている感じがした。日本4名、イタリア2名、西ドイツ、オーストリア、台湾各1名、合計9名の参加者と、アーサー・シルベスター、ジョン・クロウウェル、そして、女学生のバーバラの3名が案内者で、総勢12名であった。

巡検はUCSB (カリフォルニア大学サンタ・バーバラ校) と書かれた8人乗りの大型ジープの様な車2台に分乗しておこなわれた。2台の車は互いに無線で連絡しあい、車中でも周りの地質やその他の説明がなされた。

巡検ルートは、ロングビーチで始まり、一旦ソルトン・シーへ南下してから、SAF (サン・アンドレアス断層) 沿いに北上して、サン・フランシスコで解散するものであった (Sylvester & Crowell, 1989)。以下巡検の模

様を日記風に記してみよう。

巡検のはなし

7月20日 (木)

顔合わせ。互いにニック・ネームで呼び合うことにする。立食の簡単なパーティであった。ロングビーチ泊。

7月21日 (金)

巡検全体についての説明が朝の8時30分から10時まで、スライドをまじえて行なわれた。10時30分いよいよ出発、SAFという巨大な怪物に会えるという期待と、たかが10日の巡検で何がわかるであろうかという不安が錯綜する。ロングビーチ油田、ニューポート・イングリウッド断層帯、エルシノア湖などを見た。ロングビーチ油田では、墓地から油田が見つかって、貧しい家族が一躍金持ちになったという、大変アメリカ的な話を聞いた。油田は、中新・鮮新統の海成砂岩層に胚胎し、断層によって上昇したアーチ (円丘) の上であって、分かりやすい。ボレゴスプリング泊。

7月22日 (土)

スプリット・マウンティン溪谷、1987年のスーパーシジョンヒル地震 (M6.6) による

\*富山大学教育学部環境情報研究室

地割れ、ソルトン・シーで泥火山（マッド・ボルケーノ、二酸化炭素をばこばこと吹き出しているものもある）を見る。昼食後、ボーリングコアなどの説明があって、地熱発電の様子は車中から見学した。インディオ泊。

#### 7月23日（日）

メッカ・ヒル、ここでパーム・ツリー（椰子の木）構造を見る。ここでの断層による変形構造は今回の巡検での圧巻であった。メッカ・ヒルの入口からペイントッド溪谷に入るとすぐにSAFがあり、向斜軸を越えるとペイントッド溪谷断層が右雁行状に入ってくる。ここで椰子の木構造が見られる。また、閃長岩（14億年）の岩体が300kmあまりの右ずれ変位をもつという、クロウウェルの熱のこもった説明があった。彼はSAFの右ずれ変位について、野外調査に基づく実証的で先駆的な研究をしている。サン・バーナーディノ泊。

#### 7月24日（月）

カホン峠にて地震観測用の井戸の見学、パレットクリークでSAFトレンチの見学をする。ここはSAFが最も高いところを通るので、腐食土の発達もよいし、何よりも涼しい。1401±14BPから343±12BPまでに6回の事件が炭素の放射年代で知られている。地震の再来時間については、かなりのばらつきがあって、単純ではないと考えられている。ただ、ここに示した放射年代がどれくらいの精度的意味があるのかはよくわからなかった。

松が1857年のSAF沿いの最大級の地震で痛んで、上方で二股に分かれていた。このような松が1812年の地震のものも含めて、16本あるという。私はシルベスターに落雷でもこの様になるのではないかと質問したが、それも考えられるが、状況としては地震によるものだと断定的であった。スライドを帰国後よくみると、地上5m程の所に根のようなものがぶら下がっているのを確認した。日本でも根尾谷、阿寺、跡津川断層のような活断層沿いで調べてみると面白いと思った。別の所では、1857年の地震で密に

なっているという年輪を見学した。

最後はR14の道路切り割の見学をした。ここでは鮮新統非海成堆積岩層のアナベルデ層が著しく変形している。ここに見られる褶曲軸はE-W方向で、NW-SEのSAFに斜交する。見事な露頭であった。日本では全面コンクリートで覆われてしまうところであるが、雨の少ない南カリフォルニアでは、20年経っても大丈夫のようである。ヴァレンシア泊。

#### 7月25日（火）

8時50分にはストップ1のリッジ盆地を望む高台にいた。ここはSAFとサン・ガブリエル断層にはさまれた幅10km長さ40kmの中新世後期から鮮新世初期の厚さ10kmの地層からなる堆積盆地だ。ヴァイオリン角礫岩層がSAF沿いに分布し、これがSAFの右横ずれ運動によって、運ばれたという説明（Biddle,1985）は貨物列車が石炭をドンドン積んで走りながら荷物を下ろしていく漫画で示され、つつい信用したくなる。日本の第三紀堆積盆地も同様な規模であり、むかし、断層角盆地という名称で呼ばれて研究されたものもあって興味があった。リッジ盆地はクロウウェルの研究した所で、70過ぎとはみられない元氣な足取りであった。

[Seismite]という言葉聞いたが、必ずしも即地震と結びつけるのではなく、未固結時にできた振動による構造をもった堆積岩を広くさしているようである。しかし、その原因は地震と考えているのであろう。ここでは海成砂岩層が主体であり、いわゆる混濁流堆積物に見えた。昼食後テホン峠で1857年のフォート・テホン地震の跡を見た。その後二、三の露頭を見て、マリコバ泊。

#### 7月26日（水）

マリコバ周辺の小高い所にはいくつもの油井が立っている。それにはロバとか馬とかの絵が描いてあり、楽しませてくれる。レイクビュー・ガチャー・ユニオンオイル会社のものは1909年1月に掘り始めて、3月にはキャップロツ

クを突き抜け、自噴したという。

昼近くにクリークの食い違いで有名なワレス・クリークに来た。ここは牧場になっている。断層崖がはっきり分かる。スリップ率(すべり速度)は35 mm/yであるという。歩測すると右ずれ8 mなどと体験できる。

次に世界的な地震予知的観測網を張っているパークフィールドを訪れた。ここでは毎日レーザーで断層を挟んだ距離の測定をしているし、各種の観測機器がおかれている。1989年5月にM4の地震があったけれど、ノー・サインであったという。コーリング泊。

#### 7月27日(木)

ホテルのハリス・ランチの朝、2台のパンの前でシルベスターの話を聞く。大地震は断層の屈曲部で起こるのではないかというのが彼の主張であった。1857年1月9日のホート・テホン地震はM8以上であったが、S A Fの大屈曲(ビッグ・ベンド)で発生している。1983年のコーリング地震(M6.4)では、地表面の割れ目はなくて、発震機構の解は衝上断層によるものであった。この場合最大圧縮主応力軸( $\sigma_1$ )がS A Fに直交する。震源がS A Fから35 km北西に隔たっていること、S A Fの直下ではないことから、S A Fが地下で水平断層(デタッチメント)になっていると考えている人もいる。ピタウオター谷で80年たつという柵の食い違いを観察した。すべり速度は34 mm/yである。

シエネガぶどう酒醸造所は1961年4月8日にM5.6, M5.5の地震で被害を受けた。家や側溝が食い違っていた。その後、ホリスターのクリープ現場へ向かった。ホリスターはカルバレス断層の通る町で、断層上の建物が各所でクリープによって変形していた。

#### 7月28日(金)

Dwight F. Crowderは米地質調査所の研究者であった。彼はS A Fの通っているポトラ谷の町の開発に専門家として積極的に参加し、S A Fの活断層としての危険性を粘り強く説いて危

険地帯を避けた画期的な町作りに大きな貢献をしている(Mader, et al., 1988; Keaton and Morris, 1989)。40才で亡くなったというが、地質の専門家としての一つの生き方として学ぶべきものがあると思った。

早めにサンフランシスコに着く。夕方レセプションがあり、一日早く帰る宮田さんが挨拶をした。

#### 7月29日(土)

サンフランシスコの街中を走って錦門橋を渡り、Tail State Parkでセコイアの巨木を見てから、Point Reyesへ行き、1906年のサンフランシスコ地震の跡を看板を見ながら一回りした。28, 29日の両日は南カリフォルニアのような強行軍もなくて、のんびりとした巡検であった。ケホへ海岸では破碎花崗岩と第三系の変形層を見学した。海岸の砂は鳴砂であり、汚れのないきれいな環境であることに感激した。しかし、鳴砂に興味を示したのは日本人だけであった。

#### おわりに

10日のうち、はじめの3日は摂氏40度を越える猛暑の中の巡検で、案内者も参加者も大変であった。シルベスターは、カリフォルニアの5月は花が咲き乱れて一番よい季節で、その様なときに巡検ができればよかったと、ひとなつっこく笑っていた。スーパースチジョンヒル地震の地割れを見た7月22日は、案内者のシルベスターにとっても、こんな暑い日は巡検でも初めてだといわせるほどであった。彼の持っている温度計は華氏で110度を越えていた。

S A Fとは一体なんでしょうか? という疑問が巡検中に出てきた。クロウウェルの説明は、1 地表断層 2 S A F系 3 岩板境界 4 地質境界 の四つの意味があるというものであった。歴史的には正断層の4から認識されはじめ、1950年代に横ずれ断層が証明された。1965年にT. WilsonがT F F(トランスフォーム断層)を提唱したが、クロウウェルの仕事にヒントを得たものだという。現在は漸新世末

(24 Ma) 以来で 330 km の右横ずれという運動像がほぼ定着している。しかし、海底磁気縞模様のかいちがいからの 1500 km 右ずれと、S A F そのものの 330 km 右ずれとは大きな隔りがあり、今後の問題として残っている。地震との関係でいえば深さ 15 km 程の震源と S A F に直交する  $\sigma_1$  軸から、地下では S A F は水平断層（デタッチメント）になっているという考えもある。また、水と蛇紋岩との反応による地震発生を考えている人もある。

1989年10月17日サンフランシスコ市南南東 97 km で Loma Prieta 地震が発生した (L.D. Hodgen & J.A.Troll, ed., 1989)。M 7.1、深さ 18.5 km で、今までになく異なった機構の地震のようである。サンフランシスコは 1906 年以來の被害を受けた。これほど研究されているのに (Hill, 1981; Wallace, 1986; Sylvester, 1988), サン・アンドレアス断層という巨大な断層についての知識は、まだまだ地震の予測を拒むほどに貧弱であることを痛感した。I G C 巡検で多くの地質専門家が訪れたその後にこのような地震が起こるとは、なんとも皮肉な話ではある。

#### 参考文献

- Biddle, K. T. (ed.), 1985 : Strike-slip deformation, basin formation, and sedimentation. Soc. Econ. Pal. & Min. Special Publication, no. 37, 386p., Tulsa, Oklahoma, USA.
- Hill, M. L., 1981 : San Andreas fault : History of concepts. G.S.A. Bull., v.92, 112-131.
- Hodgen, L.D. and Troll, J.A. (ed.), 1989 : The Loma Prieta Earthquake of October 17, 1989. U.S. Geological Survey pamphlet, 15 p., U.S. Government Printing Office.
- Keaton, J. R., and Morris, R. (Leaders), 1989 : Engineering geology of Western United States urban centers. Field Trip Guidebook (28th IGC), T181, 40 p., Am. Geophys. Union, Washington, D.C., USA.
- Mader, G.G., Vlasic, T.C. and Gregory, P.A., 1988 : Geology and planning : The Portola Valley experience. 67 p., William Spangle and Associates, Inc., Portola Valley, Cal.
- Sylvester, A.G., 1988 : Strike-slip faults. Geol. Soc. Am. Bull., v.100, 1666-1703.
- Sylvester, A.G. and Crowell, J. C. (Leaders), 1989 : The San Andreas Transform belt. Field Trip Guidebook, T309 (28th IGC), 119 p., Am. Geophys. Union.
- Wallace, R.E. (Chairman), 1986 : Active tectonics. 266 p., Studies in Geophysics, National Academy Press, Washington, D.C., USA.

(受理：1990年3月10日)