

断層に伴う諸現象—断層粘土・小構造について

Some features on faults--fault clay and mesoscopic structures

宇井啓高*

Hiroataka Ui

はじめに

断層に伴う諸現象のうち、以下の4点について述べる。いずれもきちんとしたものではなくて、野外で、露頭の前で考えるべきこととしてのメモのつもりで述べてみたい。

- 1 断層粘土について
- 2 断層に伴って見られる露頭規模の構造について (微小構造は除く)
- 3 断層による礫層の変形
- 4 地震による軟質 (未固結) 堆積物の変形

1. 断層粘土について

断層粘土(fault gouge)の定義をGlossary of geology (Gary et al., 1974) でみると、次のようである。

Soft, uncemented, pulverized, clayey or clay-like material, commonly a mixture of minerals in finely divided form, formed along some faults or between the walls of a fault and filling or partly filling a fault zone; a slippery mud that coats the fault surface or cements the fault breccia. It is formed by the crushing and grinding of rock material as the fault developed as well as by subsequent decomposition and alteration caused by underground circulating solutions. Syn. gouge, clay

gouge, selvage.

以上の定義は断層粘土が岩石の破壊と粉碎によって、水の作用を経て形成されることを示す。この場合、細粒であること即ち粘土様の物質であることが重要であると思われる。従って、普通は $2\mu\text{m}$ 以下の粒径のものが断層粘土であると考えてよい。断層粘土の年代測定によって断層活動の時期を知るには、母岩が破壊され粉碎される過程で年代的な零設定(reset)がなされたという確かな証拠が必要である。石英のESR年代測定はこの点が重要である。Lawrence & Taylor (1971)は深成岩を母岩とする土壤中の 2-H と 18-O の測定によって、天水と粘土鉱物の O と H の同位体的平衡を示した(第1図)。断層粘土についてもこの関係は大体成り立つ。跡津川断層真川露頭の断層粘土は $\delta 18\text{-O}=12.3$ パーミル(以下同じ)、 $\delta D=-82$; 同じ所の川の水は $\delta 18\text{-O}=-10.8$ 、 $\delta D=-67$ であった(佐竹 洋, 私信) カオリナイト・ライン(S.M.Savin S.Epstein, 1970)では、 $\delta 18\text{-O}$ が 15.8 、 δD が -97 と予想されるので、 $\delta 18\text{-O}$ で 3.5 低く、 δD で 15 高い。これは測定上の問題のほか、断層粘土の生成速度が早いので同位体交換が十分進んでいないことを示しているのかも知れない。

結論的に言えば、一般に土壤中の粘土はそ

*富山大学教育学部環境情報研究室

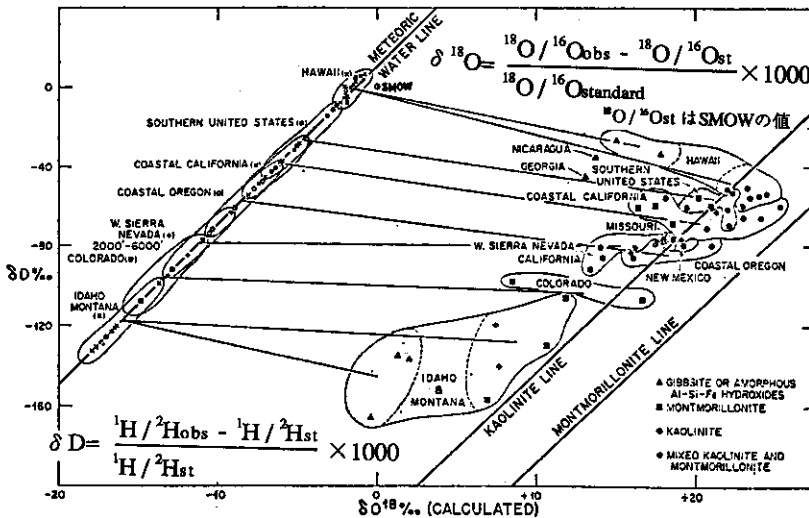


Fig.1 δD - δO^{18} diagram of clay minerals and hydroxides from Quaternary soil zone of the United States. The δO^{18} values were determined by material balance calculations. The isotopic compositions of meteoric waters from several localities are also shown (data from Friedman et al. (1964), Dansgaard(1964), and Lawrence(1970)). In instances where only the δD or only the δO^{18} of a given meteoric water was available, the other isotopic value was calculated from the equation of the meteoric water line ($\delta D = 8\delta D^{18} + 10$, Craig, 1961). Tie lines are drawn connecting typical isotopic values of meteoric waters from one locality to the region of isotopic values of soils from that locality. The kaolinite and montmorillonite lines of Savin and Epstein (1970) are shown for reference.

(J. R. Lawrence and H.P. Taylor(1971) Deuterium and oxygen-18 correlation: Clay minerals and hydroxides in Quaternary soils compared to meteoric waters. Geochim. et Cosmochim. Acta, vol. 35, 993-1003.)

の土地における高度に関係したOとHの同位体比をもち、その天水と平衡状態にある。断層粘土については同位体交換の進み具合が断層活動即ち母岩の粉碎時期の指標になるかも知れない。柴田ほか(1988)は泥質岩を源岩とする断層ガウジのK-Ar年代は断層活動に伴う熱水作用により雲母粘土鉱物が生成した年代を示すとして興味ある結果を発表した。断層粘土はどのように重要な情報をもたらす。

2. 断層に伴って見られる露頭規模の構造について

跡津川断層は右横ずれ断層である。この断層の北東よりの所に有峰湖がある。湖北道路の切り割に見事なAntithetic faultが見られる。有峰湖は人工ダムで、もともと有峰盆地と呼ばれる海拔1000mの山間盆地であった。この盆地と横ずれ断層とは何等かの構造地質的関連を持っているに違いない。調査は不十分であるが、考

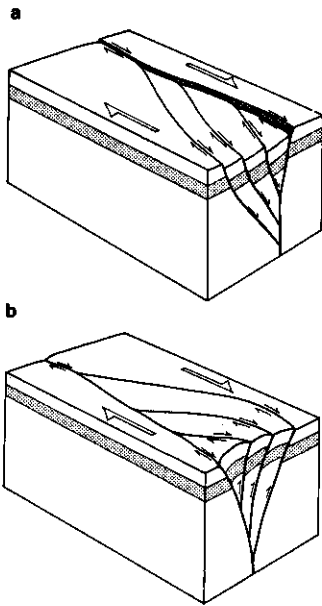


Fig. 2 Postulated three - dimensional form of (a) an extensional duplex (showing negative flower structure) and (b) a contractional duplex (showing positive flower structure). N. H. Woodcock and M. Fischer (1986) Strike - slip duplexes. *Structural Geol.*, Vol. 8, 725 - 735.

えとしては、跡津川断層の雁行配列と右横ずれ運動による伸張変形の結果として有峰盆地が形成されたということを提案したい。一般に、横ずれ断層と Antithetic fault や Synthetic fault とは密接な関係がある。前者は伸張の場となり窪地を形成し（第2図，a），後者は圧縮の場となり，隆起地形が形成されるであろう（第2図，b；Woodcock & Fischer, 1986）。

3 断層による礫層の変形

未固結礫層の断層による変形の例は跡津川断層，深溝断層その他多くの活断層トレンチに

よって実例が集まりつつある。未固結の礫層中の礫は当然基質よりも堅い。それで礫は断層運動によって回転し再配列をして，断層面に平行に礫の長径が並びやすくなる。

4 地震による軟質（未固結）堆積物の変形

地震断層のトレンチはその断層に関して多くの情報をもたらしてくれる。一方，地震による変形は断層から離れても，地震動の強かったところでは地層の中にその証拠が残っているはずである。その様な証拠とは以下のような特徴を持っている（Sims, 1975; Scott & Price, 1988）。

(1) 地震断層ぞいに変形がみられる。(2) ある水平層準（数 m 前後の厚さ）に変形が集中している。(3) 振動に対する特有な構造が見られることがある。例えば液状化現象は水抜け構造として残る。(4) 載頭（Truncation）は堆積構造としては一般的なものであるが，地震断層に伴う変形構造では，葉理や層理に切られることなく形成される。

現世ばかりでなく第三系，第四系中に期待される SEISMITE を記載分類することで，化石地震の研究へと発展させることができるかも知れない。

参考文献

- Gary, M., McAfee Jr., R., and Wolf, C.L., 1977 : Glossary of geology. Am. Geol. Inst., 805 p., Washington, D.C.
- Lawrence, J.R. and Taylor Jr., H.P., 1971 : Deuterium and oxygen-18 correlation : Clay minerals and hydroxides in Quaternary soils compared to meteoric waters. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, v.35, 993-1003.
- Savin, S.M. and Epstein, S., 1970 : The oxygen and hydrogen isotope geochemistry of clay minerals. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, v.34, 25-42.
- Scott, B. and Price, S., 1988 : Earthquake-induced

structures in young sediments. *Tectonophysics*, v. 147, 165-170.
柴田 賢, 内海 茂, 青山秀喜, 1988 : 断層ガ
ウジの年代測定. 日本地球化学会年会
講演要旨集, 242.
Sims, J.D., 1975 : Determining earthquake intervals

from deformational structures in young
lacustrine sediments. *Tectonophysics*, v.29,
144-152.
Woodcock, N.H. and Fischier, M., 1986 : Strike-slip
duplexes. *Tectonophysics*, v. 8, 725-735.

(受理：1990年3月10日)