小坂和夫*: 美濃帯中・古生層の大規模な折れ曲がり帯と
それを変位させる“濃尾活断層系”**

Kazuo KOSAKA*: A large-scale bending zone of Paleozoic and Mesozoic strata in the Mino Belt and its displacement along the “Nobi active fault system”, central Japan**

まえがき 岐阜市北方の美濃帯中・古生層内に大規模な折れ曲がり帯が見出された。この折れ曲がり帯は、幅1 km 弱～1.5 km で北北東—南南西方向へ 10 km 以上に渡って追跡される、ほぼ鉛直な回転軸をもつ “Megakink” (POWELL, 1984; POWELL *et al.*, 1985) 状の変形帯である。この折れ曲がり帯は、“濃尾活断層系”(松田, 1974)のいくつかの断層に沿って左横ずれ変位を生じているので、同断層系の累積水平変位量を推定することが可能となった。ほぼ鉛直な回転軸をもつ地層の回転により形成されたと推定される先新第三紀層内の大規模な折れ曲がり構造は最近各地で発見されてきている(美濃帯北西部; 狩野・渡辺, 1981, 足尾山地と八溝山系の三郡—山口帯; AONO, 1985, 西南日本外帯(四万十帯, 中村帯); 狩野・松島, 1985; 村田, 1985; 柳井, 1986; YANAI, 1986)。これらは白亜紀以降の日本列島区の移動・湾曲と関係して形成された可能性が指摘されている。本地域の折れ曲がり構造もこれらとの関連で注目すべきものである。

地質概要 岐阜市北方で根尾川と長良川との間にある地域(Fig. 1)の中・古生層は主に、チャート、砂岩、砂岩泥岩互層、および、それらをオリストリスとして含む海底地すべり堆積物から成る。この地域の西方の根尾川付近では東西～北西—南東の軸を持つ褶曲により地層が1～数 km のサイズで波曲した分布パターンを呈し(Irjima *et al.*, 1978; 山本, 1985), 東方の長良川・飛騨川付近では、東西の方位で西にブランチした軸をもつ数 km 以上の波長の褶曲により地層が馬蹄形の分布パターンを呈する(MIZUTANI, 1964)。これらとは対照的に、この地域では地層は東西～北北西—東南東の一般走向を有

して分布する(別所, 1967; 岐阜県, 1970)。折れ曲がり帯は、この一般走向とほぼ直交する方向に岐阜市北西部佐野付近から北ないし北北東方へ岐阜県山県郡谷合北方まで、10 km 以上に渡って追跡される。そして、その間の数ヶ所で、北西～西北西走向の“濃尾活断層系”(松田, 1974)に沿う数 100 m～2.5 km 程度の左横ずれ変位をうけている。それより北方の石灰岩および板取流紋岩類分布域(岐阜県, 1970)は未調査である。

折れ曲がり帯の認定 折れ曲がり帯の認定は、各露頭における地層の“一般走向”ならびに同一岩相の側方への連続の仕方によった。本地域の地層は隣接地域と同様に(KANO, 1979; 脇田, 1985), 一般に海底地すべり堆積物から成り、露頭内で褶曲しているものも多く、また、明瞭な層理面を有さないものも多い。ここでは、次のようにして各露頭での“一般走向”を測定した。すなわち、ほぼ平面状の地層や多少の波曲をした地層についてはそれらの地層面の平均的な走向を、海底地すべり礫岩については礫の長軸の配列から成る成層構造の平均的な走向を、それぞれ各露頭での“一般走向”とした。閉じた小褶曲を成す地層については、露頭内で最大のサイズを有する褶曲の褶曲軸面の走向をもって“一般走向”の代用とした。このようにして測定した各露頭での“一般走向”と、その岩相とを記したのが Fig. 1 である。ただし、この地域内では、これらの構造は表層付近でクリープしている場合を除き、一般に 45° 以上の高角度で北または南に傾斜するので、傾斜角度および向きは図中には記入していない。

この図のように、この地域の“一般走向”は東西～北北西—東南東方向である(Fig. 1, 等積投影図の△印と□印)。これに対して、先に述べた北北東—南南西のトレンドを持つ幅1 km 弱～1.5 km の帯状部(実際にはいくつかの断層に沿って左横ずれの変位をうけている)内では“一般走向”が北東—南西方向となる(Fig. 1, 等積投影図の●印)。しかも、各岩相の側方への連続の仕方

1986年12月8日受付。1987年3月2日受理。

* 日本大学文理学部応用地学教室。Department of Earth Sciences, College of Humanities and Sciences, Nihon University, Sakurajousui, Setagaya, Tokyo, 156 Japan.

** 日本地質学会第93年学術大会, 地震学会昭和60年秋期大会, 1985年日本第四紀学会大会にて講演。

Fig. 1. Geologic data map of the Mino terrain to the north of Gifu City. The contoured pole-density diagram (equal area projection; lower hemisphere) shows general dips and strikes of strata or of axial surfaces of minor folds. Solid circles : Outcrops within the bending zone (18 points). Triangles and squares : Outcrops on the western and eastern sides of bending zone (44 points), respectively. Data were taken from within about 1 kilometer wide strips for both sides.

も、この帯状部で折れ曲がっている。このことは特に最北部の谷合北方において明瞭であり、チャート層の分布の折れ曲がり組織地形としても明瞭に表現されている。ここでの折れ曲がり部の幅は Fig. 1 の4地点 a, b, c, d, で測られ、順に<300 m, <200 m, <100 m, <400 m, である。谷合付近より南方へ行くにつれて露頭数が少なくなるが、佐野付近までは“一般走向”と岩相の側方への連続の仕方とに基づいてやはり折れ曲がり帯が認められる。ここでの折れ曲がり部の幅はe地点で約 50 m と測られるほかは、複数のルートからのおおよそ 300 m 以下と推定される。佐野より南方では折れ曲がり帯は明瞭には認めにくい。

以上のように、折れ曲がり帯を追跡してみると、それは“濃尾活断層系”に属するいくつかの断層に沿って左横ずれの変位を受けているように見える。すなわち、北側より順に、武儀川断層では 2.2~2.6 km, 長滝断層では 0.7~1.1 km, 梅原断層では 1.6~2.0 km の左横ずれの変位である。*

一方、この折れ曲がり帯の東方では地層の分布のずれによってもそれらの断層に沿う変位量を推定することができる (Fig. 1)。すなわち、そこでの断層に沿う地層の分布のずれは、武儀川断層では 2.5~3 km, 梅原断層では 2.0~2.5 km である。これらの変位量は折れ曲がり帯のずれから推定される変位量とほぼ一致する。このことは、この折れ曲がり帯が断層変位を受ける前には北北東-南南西のトレンドをもって 10 km 以上にわたり連続していたことを裏づけている。

意義 松田(1974)は、1891 年濃尾地震の断層を再検討し、さらに地形的特徴に基づいて、地震断層ならびに活断層としての“濃尾活断層系”を詳細に記述した。さらに、既存の地質図を読図して、温見断層(本地域の北西、能郷白山周辺)や根尾谷断層について約 3 km の左横ずれを推定した。一方、森本ほか(1968)は中・古生層の分布のずれから根尾谷断層北部で約 5 km の左横ずれを推定した。しかし、本地域の“濃尾活断層系”については、東郷・岡田(1980)が尾根や谷に着目して 50~300 m(武儀川断層), 50~200 m(長滝断層), 100~150 m(梅原断層), 200 m(三田洞断層), という左横ずれ変位量を推定しているだけであった。このたび、この折れ曲がり帯のずれとその東方の地層分布とから、本地域の“濃尾活断層系”の累積水平変位量が初めて地質学的に確認され、その値は各断層で 1 km 程度から 2 km 以上にまで達し、地形から推定されている値より 1 桁程度大

きいことが明らかになった。従って、B 級~C 級の平均変位速度(松田, 1974; 活断層研究会編, 1980)を仮定すると、これらの断層の左横すべり運動の開始は新第三紀にまでさかのぼる可能性がある。美濃帯とその周辺の横すべり活断層については、地質断層としての起源が第四紀以前にまでさかのぼるものがあることは他にも報告されている(恒石, 1976; 山田, 1981; 木村, 1985)。

根尾谷断層については左横すべり運動の前に右横すべり運動の時期があったことが数地点の断層破碎帯の引きずり構造に基づいて確認され、さらに、破碎帯の規模と様式から右横すべり運動の量が少なからずあったことが示唆される(小坂, 1985)。一方、この折れ曲がり帯は北北東-南南西から北東-南西走向で左横ずれを示すことから、形成時の最大圧縮主応力軸は現在的美濃帯の配置を基準として北北西-南南東ないし南北方向ではほぼ水平であった可能性が考えられる。従って、第四紀以前の南北性最大圧縮主応力軸配置(木村, 1985; 綱川・竹内, 1983)と、“根尾谷右横すべり断層”運動ならびに折れ曲がり帯形成とが相互にどのような関係にあるのか、また、断層と折れ曲がりとの変形様式の相違は何に起因するのか、が問題として残る。これについては、稿を改めて述べる予定である。

次に、美濃帯でもこれより北西方の揖斐川流域では折れ曲がり構造の方向はさらに様々に変化し(狩野・渡辺, 1981)、美濃帯全体としても顕著な卓越方向がなく、全体としては複雑な形態を呈している。そして、系統的な広域最大圧縮主応力軸を折れ曲がり構造から特定することはむずかしい(狩野私信)。すなわち、応力軸配置が異なる時期に形成されたり複雑な広域応力軸軌跡(分布)の下で形成されたりした折れ曲がり構造があると考えられる。YANAI(1986)は、西南日本外帯では大規模な折れ曲がり帯から推定される最大圧縮主応力軸は約 400 km にわたって現在の外帯の一般的なトレンド(東西~東北東-西南西方向)にほぼ一致することを指摘しているが、内帯の美濃帯ではそのような系統性は必ずしも明瞭ではないので、その相違が何によるものであるか注目される。

前述したように、最近、ほぼ鉛直の回転軸をもつ地層の回転により形成されたと推定される先新第三紀層内の大規模な折れ曲がり構造がいくつかの地域で発見され、西南日本の移動・回転との関連で注目されている。それらのうち、外帯特に四万十帯のものについては、中期中新世の日本海の形成に伴う西南日本区の移動・回転(鳥居ほか, 1985)に関連して形成されたと考えられている(狩野・松島, 1985; 村田, 1985; 柳井, 1986; YANAI, 1986)。一方、美濃帯北西部では白亜紀後期の花崗岩の

* 地震学会で述べた根尾谷断層南東部での変位量はその後の調査で明確には推定できなかったのここでは言及しない。

貫入よりも前に折れ曲がり構造が形成されたと推定される(狩野, 私信). 従って, 本地域の折れ曲がり帯についてもその形成時期を今後明らかにすることによって構造発達史における意義, 例えば, 中生代後半以降における日本列島の移動・回転(木村, 1983)との関連を考えていきたい.

謝辞 本原稿の作成に際しては, 静岡大学狩野謙一助教授から数々の御指摘をいただきました. 記して感謝の意を表します.

文 献

- AONO, H., 1985: Geologic structure of the Ashio and Yamizo mountains with special reference to its tectonic evolution. *Sci. Rept. Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, [B], **6**, 21-57.
- 別所文吉, 1967: 環根尾断層地質構造図. 金沢大学教育学部地学教室.
- 岐阜県, 1970: 岐阜県地質鉱産図 1: 150,000. 岐阜県.
- Iijima, A., Kakuwa, Y., Yamazaki, K. and Yanagimoto, Y., 1978: Shallow-sea, organic origin of the Triassic bedded chert in central Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo*, [II], **19**, 369-400.
- KANO, K., 1979: Giant *deckenpaket* and olistostrome in the eastern Mino district, central Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo*, [II], **XX**, 31-59.
- 狩野謙一・松島信幸, 1985: 中期中新世における赤石山地の基盤構造の屈曲. 日本地質学会第 92 年学術大会講演要旨, 490.
- ・渡辺敦志, 1981: 岐阜県, イビ川上流地域の中・古生層の地質構造. 日本地質学会第 88 年学術大会講演要旨, 477.
- 活断層研究会編, 1980: 日本の活断層. 363 p., 東京大学出版会.
- 木村敏雄, 1983: 日本列島—その形成に至るまで—, [III・上]. 古今書院, 917-1268.
- , 1985: 同上, [III・下]. 1715-2255.
- 小坂和夫, 1985: 近畿・中部地方の共役横すべり活断層系と先第四紀破碎帯・変質帯との関係—その 1. 日本第四紀学会講演要旨集, 46-47.
- 松田時彦, 1974: 1891 年濃尾地震の地震断層. 震研速報, no. 13, 85-126.
- MIZUTANI, S., 1964: Superficial folding of the Paleozoic system of central Japan. *Jour. Earth Sci., Nagoya Univ.*, **12**, 17-83.
- 森本良平・木村敏雄・徳山 明・恒石幸正, 1968: 基盤岩の地質構造と現在の地殻運動. 災害科学の研究成果とその問題点, **2**, 135-137.
- 村田明広, 1985: 九州四万十帯の屈曲に伴う褶曲構造. 日本地質学会第 92 年学術大会講演要旨, 468.
- POWELL, C. Mca., 1984: Terminal fold-belt deformation: Relationship of mid-Carboniferous megakinks in the Tasman fold belt to coeval thrusts in cratonic Australia. *Geol.*, **12**, 546-549.
- , COLE, J. P. and CUDAHY, T. J., 1985: Megakinking in the Lachlan Fold Belt, Australia. *Jour. Struct. Geol.*, **7**, 281-300.
- 鳥居雅之・林田 明・乙藤洋一郎, 1985: 西南日本の回転と日本海の誕生. 科学, **55**, 47-52.
- 東郷正美・岡田篤正, 1980: 71 岐阜. 活断層研究会(編), 日本の活断層, 東京大学出版会, 208-211.
- 綱川秀夫・竹内 章, 1983: 日本列島の古応力場と火成活動—新第三紀の変遷史. 科学, **53**, 624-631.
- 恒石幸正, 1976: 岐阜県中部地震に関連した断層. 地質学論集, no. 12, 129-137.
- 脇田浩二, 1985: 美濃帯中・古生層における研究史と最近の研究動向. 地球科学, **39**, 18-30.
- 山田直利, 1981: 阿寺断層—その地質学的背景—. 月刊地球, no. 28, 237-243.
- 山本博文, 1985: 根尾南部地域および伊吹山地域の美濃帯中・古生層. 地質雑, **91**, 353-369.
- 柳井修一, 1986: 西南日本外帯における地質構造の巨大折れ曲がり帯(Megakink)とそのテクトニックな意義. 同上, **92**, 603-606.
- YANAI, S., 1986: Megakink bands and Miocene regional stress field in outer southwestern Japan. *Sci. Pap. Col. Arts and Sci., Univ. Tokyo*, **36**, 55-79.