ランドサット画像により推定される 中部地方南部の活構造

九州大学工学部資源工学科 向 山 広・茂 木 透・木 村 強

(昭和 62 年 6 月 19 日受理)

Tectonics Deduced from Landsat Images in the Southern Part of Chubu District, Central Japan

Hiromu MUKAIYAMA, Tohru MOGI and Tsuyoshi KIMURA
Department of Mining, Faculty of Engineering, Kyushu University

(Received June 19, 1987)

A study of regional tectonics using the lineament map drawn from Landsat TM (Thematic Mapper) images was conducted for the southern part of Chubu district, Central Japan. Many long lineaments appeared along boundaries of tectonic blocks which are characterized by directional orientation of small lineaments. Tectonically significant NE-SW lineaments crossing Akaishi Mountains were specially obtained.

It was found that the NE-SW lineaments coincide with geological or active faults in Akaishi Mountains and South Fossamagna areas, but they are not along with the sedimentary structure of the Paleogene and Neogene formation distributed in these areas. In the north side area of the NE-SW lineaments, main directions of small lineaments are N-S or E-W and seismic activity in the crust is low. In the south side area, on the contrary, the main directions of them are N-S or NE-SW and seismic activity is high. Moreover, the most north one of the NE-SW lineaments agrees with the boundary of the principal axis of the seismic stress. Many earthquakes, of magnitude more than 4, also occurred on the NE-SW lineaments in Akaishi Mountains. Therefore, the NE-SW lineaments are considered to reflect the active fracture zones and extend to the Median Tectonic Line.

§ 1. 緒 言

筆者等はすでに、MSS (Multi Spectral Scanner) によるランドサット画像を使って中部地方の地質構造の解析を行い、リニアメントには地殻中の断裂を表しているものが少なくないことを述べた [向山・他 (1986)]. そこでは、(1) 中部地方の地形に現れる南北に延びる山地と低地の繰り返しおよびその境界に沿う延長の長い N-S 系のリニアメント、(2) 同地方西部に見られる共役系の断裂を表す NW と NE のリニアメント、(3) ダイラタンシーによる小断裂の反映であると考えられる東西に延びる無数の小さなリニアメントを示し、これらがいずれも本地方に働いている鮮新世以降の東西圧縮応力を反映したものであることを指摘した。

本研究では、新たに TM (Thematic Mapper) によるより鮮明な画像が得られたので、南部フォッサマグナ地域を含む中部地方南部地域 (Fig. 1) のリニアメント分布からみた地質構

Fig. 1. Studied area. AT: Atsumi Peninsula, KF: Kofu Basin, AK: Akaishi Mts., TN: Tanzawa Mt., MS: Misaka Mt., FJ: Mt. Fuji.

造運動の再検討を行った。その上で、この地域に発生する地震の震央分布や起震応力の特徴との関係についても考察を加えた。なお、本研究で用いたTM画像は、宇宙開発事業団より提供を受けたデータを、(財)リモートセンシング技術センターにおいてフォールスカラー合成したもので、画像の縮尺は 1: 80 万である。

§2. 地形解析

Fig. 2 には、ランドサット画像から読み取った本地域の南向きおよび東向きを強調した斜面強調図が示してあ

Fig. 2. Slope-shaded map detected from Landsat images. The slopes facing the east and south are shaded.

Fig. 3. Small scale lineaments detected from Fig. 2.

る。このような図によると、東西系と南北系の斜面が平等に強調される。斜面は、光の方向を変えると強調される度合は異なってくるけれども、明瞭なリニアメントは同じ分布になる【向山・他 (1987)】。Fig. 2 に示されるように本地域北部では、E-W および N-S に延びる斜面の発達著しい。ところが、渥美半島と甲府盆地の南縁を結ぶ線以南では NE に延びる斜面の発達が顕著である。この線は標高 3000 m 級の赤石山地が 2000~1000 m 級の山地に変わる高度変換点を連ねた線とも一致している。このように、本地域の斜面発達状況は北部と南部で特徴が異なる。

Fig. 3 には、斜面強調図を参照しながら TM 画像から抽出したリニアメントを示している。このうち細かい多数の線は、延長約 5 km 以上の斜面の脚（谷）をリニアメントとして抽出したものである。また、二つ以上の水系に続く長いリニアメントや、同一方向を有する細かいリニアメントの集合体の境界にあたるリニアメントを Fig. 4 に示してある。これらで囲まれるブロックは 1 辺が 20~50 km 程度の大きさになり、それぞれのブロックは隣接するブロックに比べて著しく標高が異なることがしばしばである。これらのブロック境界のリニアメントの中には、すでに述べたように断層と一致するものが少なくない【向山・他 (1986)】。

長いリニアメントの示す一辺が 20~50 km のブロックは、地質構造運動によって地殻が割れた結果形成された小地塊であると考え、ブロックの中の小さな平行なリニアメント（そ

Fig. 4. Large scale lineaments detected from Fig. 2. Important NE-SW lineaments of them are shown by thick lines A to D.

の一つ一つは小さな直線的な谷等を示している)は、それがある広い領域にわたり一定の方向を示すということから、地域全体に働く広域的な応力場の下で各ブロック毎にそれぞれ働いた圧縮応力によって形成された引張り割れ目であると考えられるであろう [向山・他 (1986)]. このようなブロック内の応力は、ブロック境界の摩擦力や周囲の応力状態によってブロックごとに複雑に変化する可能性がある [SOUR *et al.* (1985)]. このことは、逆にブロックごとの小断裂の模様が異なるところは、ブロックごとに応力状態が異なり、その境界ではせん断割れ目が発生する可能性が多いことを示している。

Fig. 4 に示される長いリニアメントのうちで A~D のリニアメントはこれらを代表とする NE 系のリニアメント群を作り、リニアメント A を境にして北側では N-S と E-W の方向のリニアメントが卓越しているのに対して、伊豆半島を除くと南側では NE と N-S が多く、E-W 系のものは数が少ない。

§ 3. 地質構造とリニアメント

Fig. 5 には本地域のおおよその地質構造 [山田・他 (1982)] と前述の A~D のリニアメントを重ねて示してある。この図と Fig. 4 からわかるように N-S 系や E-W 系のリニアメント

Fig. 5. Geological map [YAMADA *et al.* (1982)]. Solid and broken lines show geological faults and important NE-SW lineaments, respectively. 1, Late Pleistocene to Holocene volcanics; 2, Quaternary sediments; 3, Miocene to Early Pleistocene volcanics; 4, Neogene sediments; 5, Granites; 6, Pre-Paleogene rocks.

トには地層の分布や地質構造とよい調和を示すものも多いが、リニアメントA～Dは赤石山地東部地域で、古第三紀以前の地層が北の方へ折れ曲がるのに対して、それを横切り、南部フォッサ地域に分布する新第三紀層の構造とも不調和となっている。これらのリニアメントは、非常に明瞭であり、延長も長く、渥美半島付近から赤石山地を横切り、甲府盆地の南を通り丹沢山地の方へ延びている。リニアメントAは、赤石山地西部では、四万十層中の断層と一致し、赤石山地東部での早川を横切るところでは、小坂・角田 (1969) や、小山 (1985) が地質図に示した糸静線系の断層を切る ENE 系の断層と一致する。また甲府盆地南縁では沢 (1981) の甲府盆地南縁断層に一致し、さらに藤野木—愛川線へと連なる。

西南日本では、ENE 方向の中央構造線は渥美半島付近で NE に走向を変化させ赤石山地の西側では N-S の走向をとるが、その屈曲部から緩やかに延長を延ばすとこれらのリニアメントの含まれるゾーンに一致する。中央構造線自体は白亜紀にできたものであろうが、これに沿っては活断層を含む新期の断層の分布が多数知られている [活断層研究会 (1980)]。このことを考え合わせると前述の ENE～NE 系のリニアメントはその延長と考えることもでき、さらに検討を要する問題と思われる。

Fig. 6. Distribution of microearthquake epicenters [SUZUKI and KASAHARA (1986)], together with important NE-SW lineaments A to D. MTL: Median Tectonic Line, ISL: Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line.

また、これとはほぼ平行なリニアメント B~D は、赤石山地地域を横切り南部フォッサマグナ地域では、リニアメント C は御坂山地南方の断層、リニアメント D は富士山を東西に横切り、神縄断層に一致するようになる。このように、これらのリニアメントは延長が長いうえで、新しい堆積物のある地域では、活断層と考えられている断層と一致しているところがある。このことは、個々の断層はローカルな意味では異なった活動を示しその意義も考えられているが、それらの背景にはここで示したような大きな構造も考慮しなければならないことを示している。

§ 4. 地震とリニアメント

Fig. 6 には、1980~1985 年の間のマグニチュード $M \geq 0$ 、深さ $d = 10 \sim 35$ km の地殻内地震の震央分布 [鈴木・笠原 (1986)] が示されている。また Fig. 7 は、気象庁の地震資料より、 $M \geq 4$ 、 $d \leq 30$ km のものをプロットしている。なお、この作図には石川・他 (1985) によるプログラムを利用した。これらの図に示されるように、地震の震央は NE のリニアメント A の南側に、NE 方向に帯状に多数分布しているが、その北側の地域では非常に少数となる。したがって、このリニアメントはこれらの性状の異なるブロックの境界にある断層の存在を示していると考えることができる。また $M \geq 4$ の地震はその南にある NE のリニアメント (B, C, D) に沿って分布していることがわかる。しかし、最も明瞭なリニアメント A に沿っては震央

Fig. 7. Distribution of epicenters of earthquakes greater than 4 in magnitude, together with important NE-SW lineaments A to D.

の分布が少ない。これは西南日本の中央構造線の北側に分布する活断層群に地震の記録が少ないと考え合わせると興味深い事実である。

Fig. 8 に示した地震の発生メカニズムから得られた水平最大主圧力軸の方位分布 [鈴木・笠原 (1986)] によると、リニアメント A を境として、主圧力の向きは南側では南-北～北西-南東、北側では東西方向のものが卓越している。このことは、このリニアメントが応力場の異なる地塊の境界となる断層であることを示しているものと考えられる。地震の発生メカニズムからは赤石山地南縁と丹沢山地に逆断層、その中間の地域では横ずれ断層が考えられている [鈴木・笠原 (1986)]。また、Fig. 2 および 3 に示されるように本地域に発達する細かい E-W 方向のリニアメントもリニアメント A の北側に主に分布し、南側では NE 系のものが多い。この細かい割れ目が圧縮応力の方向に生じる引張り割れ目を反映しているものとすれば、このことは、起震応力によって求められた結果と一致しており、地形は長い期間に作られるものであるので現在の応力状態は鮮新世～更新世以降続いてきたものと考えの方がよいであろう [藤田 (1980)]。

§5. ま と め

渥美半島付近と甲府盆地南縁を結ぶもの、およびそれとほぼ平行に富士山付近を通る NE に延びる 2 本の鮮明なリニアメントに挟まれた幅約 20 km の帯状の地域には、NE 系のリニ

Fig. 8. Distribution of P-axes of microearthquakes [SUZUKI and KASAHARA (1986)], together with important NE-SW lineaments A to D. MTL: Median Tectonic Line, ISL: Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, KF: Kannawa F., KMF: Kozu-Matsuda F., TAL: Tonoki-Aikawa Line.

アメントが発達している。これらのリニアメント群は中新世以前の地質構造を切り、また東側地域では既知の活断層と一致するとともに洪積世以降の地層中にも発達するので若い断層を示しているものと考えられる。

地殻内地震の発生密度はこのリニアメントを境として南北両地塊で大きく異なり、両地塊中の起震応力の方向も全く異なっている。このことは両地塊は異なった応力場にあり、このリニアメント群は両地塊を区分する境界にある断層を示していると考えることができる。

なお、九州から ENE 方向に数百 km 以上の延長をもつ中央構造線は白亜紀以降の造山運動によって形成された大きな断層であるが、これに沿って活断層を含む若い断層が多数発達している。この構造線は赤石山地の西側で走向を変化させ、その走向は N-S に近くなる。しかし、この走向を変化させずに延長したとすると本研究で示した断層につながり、さらに東方向に延長されることになる。したがって日本列島を縦断する ENE 方向の延長の長い断層の存在が示唆される。この問題は今後、詳細に検討する必要がある。

文 献

- 藤田和夫, 1980, 中部・近畿北部の第四紀テクトニクスと造構応力場, 月刊地球, **2**, 586-595.
- 石川有三・松村一男・横山博文・松本英照, 1985, SEIS-PC の開発 一概要一, 情報地質, **10**, 19-34.
- 活断層研究会, 1980, 日本の活断層, 東京大学出版会, 363 pp.
- 小坂共栄・角田史雄, 1969, 山梨県西部, 巨摩山地第三系の地質, 地質雑, **75**, 127-140.
- 小山 彰, 1982, 山梨県早川沿いの糸魚川-静岡構造線 ——特に断層系の形成について——, 地質雑, **90**, 1-16.
- 向山 広・木村 強・中村真人, 1986, 斜面強調図形によるリニアメントを利用した中部地方の地質構造運動の解析, 地形, **7**, 103-124.
- 向山 広・木村 強・渡辺公一郎・井上雅弘・矢ヶ部秀美・中村真人, 1987, 九州におけるリニアメントの分布, 日本鉱業会誌, **103**, 477-484.
- 沢 祥, 1981, 甲府盆地西縁・南縁の活断層, 地理評, **54**, 473-492.
- SOUR, L.E., A.M. RICHARDSON, S.M. BROWN, W.A. HUSTRULID and E.N. LINDNER, 1985, A Field Study of Coupled Mechanical-Hydrological Processes in Fractured Crystalline Rock, Proc. Int. Symp. on Coupled Processes Affecting the Performance of a Nuclear Waste Repository, Lawrence Berkeley Laboratory, 269-274.
- 鈴木宏芳・笠原敬司, 1986, 甲府盆地周辺に発生する地震メカニズムの特性, 月刊地球, **8**, 213-219.
- 山田直利・寺岡易司・秦 光男・他, 1982, 100 万分の 1 地質図, 日本地質アトラス, 地質調査所, 14-15.