

## 双葉構造線周辺の古応力場復元

### Paleo-stress field around the Futaba Tectonic Line

中村康雄\* 高橋治之\*\*  
天野一男\*\*\*  
Yasuo NAKAMURA  
Haruyuki TAKAHASHI  
Kazuo AMANO

#### Abstract

In the west of Haranomachi City (lat.  $37^{\circ}38'N$ , long.  $140^{\circ}56'E$ , approx.), the eastern margin of the Abukuma Plateau is cut sharply by a NNW-SSE trending fault. On the west side of the fault, the Miocene Shiode Formation which covers Paleozoic metamorphic and plutonic rocks of main constituents of the plateau occur in fault contact with the Mesozoic Soma-Nakamura Group which lies along the eastern boundary of the plateau. The fault situated between the Mesozoic and the Miocene rocks in this area is a northern extension of the Futaba Tectonic Line and this is one of major wrench faults of the Pacific coast region of Northeast Honshu.

The distribution pattern of minor faults of the area is that the strike-slip faults are dominant in the most part of the Mesozoic rocks, but in the restricted western part, that is, the Mesozoic rocks near the tectonic line, another series of the dip-slip faults is observed. On the west side of the tectonic line, minor normal faults of so-called planeless fault type are marked in the Miocene rocks.

The paleo-stress field obtained from the minor fault analysis is signified by the stress axis distributions as follows:  $\sigma_1=12^{\circ}S60^{\circ}E$ ,  $\sigma_2=52^{\circ}N52^{\circ}W$ ,  $\sigma_3=27^{\circ}N24^{\circ}E$  in the east part of the Mesozoic rocks;  $\sigma_1=68^{\circ}N33^{\circ}E$ ,  $\sigma_2=17^{\circ}S5^{\circ}E$ ,  $\sigma_3=14^{\circ}S89^{\circ}E$  in the west part of the Mesozoic rocks;  $\sigma_1=58^{\circ}S62^{\circ}E$ ,  $\sigma_2=8^{\circ}N12^{\circ}E$ ,  $\sigma_3=33^{\circ}N84^{\circ}W$  in the Miocene rocks. The last directions are in general agreement with the second ones.

The analyses indicate that two types of paleo-stress are comprised in this area; they are a horizontal compressional stress of NW-SE direction and a horizontal extensional stress of E-W direction. The former is restricted within the Mesozoic rocks and the latter is in both the Mesozoic and Miocene rocks.

From this fact it is concluded that the area was subjected with compressional stress of NW-SE direction in pre-Miocene time, followed by extensional stress of E-W direction in Miocene time, and that the sense of pre-Miocene movement of the Futaba Tectonic Line is left-lateral which supports the view of some authors (TSUNEISHI, 1978; EHIRO, 1982).

\* 中央開発(株)

\*\* 茨城大・教養

\*\*\* 茨城大・理

## はじめに

双葉構造線の活動については、大槻ほか(1977)、TSUNEISHI(1978)、桑原(1982)、永広(1982)等で議論されている。このうちTSUNEISHI(1978)は、中期白亜紀に左横ずれ断層活動が、前期中新世、後期中新世、後期鮮新世の各時期に縦ずれ断層活動があったとしている。また、永広(1982)は、白亜紀の左横ずれ断層活動と、中新世、鮮新世、第四紀の活動期を指摘している。そして、桑原(1982)は、初期中新世にも横ずれ断層活動があったとしている。さらに、大槻ほか(1977)は、左横ずれ活断層活動もあるとしている。

筆者らは、双葉構造線北部の福島県原町市から相馬市付近に分布する中生界の地質を把握すると共に、同地域の古応力場の復元を行った。そして、この応力場復元という観点から双葉構造線の活動について考察した。

本稿では、本調査地域の古応力場とその変遷を中心に報告する\*。

## 地質の概要

本地域は、片麻岩、結晶片岩および非変成・弱変成の堆積岩類と花崗岩類を基盤岩類とし、それらを覆うジュラ系～最下部白亜系、下部中新統、および鮮新統により構成されている。これらのうち、基盤岩類とジュラ系～最下部白亜系、ジュラ系～最下部白亜系と下部中新統との各々の関係は断層関係である。この断層が双葉構造線である。

### 中生界

本地域のジュラ系～最下部白亜系は、下位から、北沢層、粟津層、山上層、栃窪層、中ノ沢層、富沢層、小山田層に区分される(MORI, 1963)。これらは一括して、相馬中村層群と命名されている(MORI, 1963)。

北沢層、粟津層、山上層は、相馬市街地の西方に分布し、砂岩、頁岩、礫岩からなる。これらは互いに不整合関係である。また、北沢層と基盤岩類とは断層関係である(Fig. 1)。

栃窪層は、本調査地域に最も広範囲に分布する。本層は、砂岩、頁岩およびそれらの互層からなり、植物化石を多産する。下位の山上層とは断層関係である。

中ノ沢層と富沢層には、石英質砂岩が卓越する。また、中ノ沢層上部には、鳥ノ巣型石灰岩が発達する。下位層および両者の関係は整合である。

小山田層は、砂岩および頁岩からなり、黒色頁岩が卓越する。産出するアンモナイトによれば、本層上部は最下部白亜系(ベリアス階)である。下位層とは整合である。

### 第三系

本地域には、双葉構造線の西側に下部中新統塩手層が、また、中生界分布地域の東側に鮮新統相馬層群大田川層がそれぞれ分布する。

塩手層は、砂岩、凝灰角礫岩、礫岩から構成される。基盤岩類を直接不整合で覆うが、中生界とは断層で接している。

大田川層は、砂岩、泥岩から構成され、中生界に不整合で接する。

### 貫入岩類

本地域中生界分布地域には、多数のシート状の貫入岩(石英玢岩、角閃玢岩、閃緑玢岩)がみられる。

\* 地質の詳細については、稿を改めて論ずる予定である。



地質構造

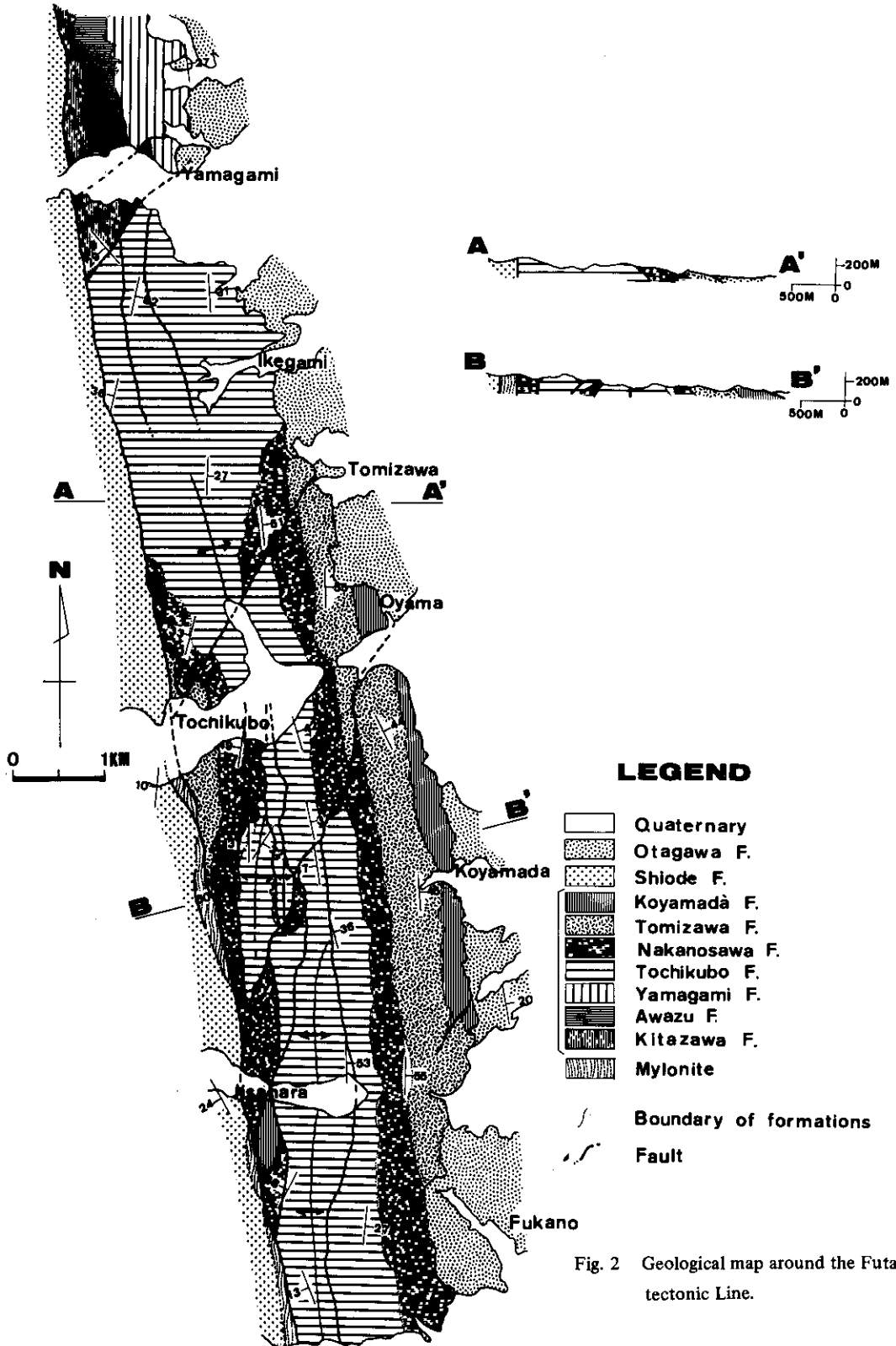


Fig. 2 Geological map around the Futaba tectonic Line.

**地質構造**

本地域の地質構造は、中生界と第三系とで差異が認められる。

相馬中村層群は、全体としてほぼ南北走向で西側に下位が、東側に上位が分布する。しかし、南北方向の軸を持つ gentle な褶曲 (FLEUTY, 1964) により、一部では西側に上位が分布する。

この褶曲は、何条かの断層により切られている。地質図 (Fig. 2) に表現される断層系は南北走向のものと、北東-南西走向のものとの2系統が認められる。

このほか、相馬中村層群中には、上述の断層系に関して多数の小断層が発達する。

一方、第三系はほぼ水平層であり、相馬中村層群中に発達する断層の延長は認められない。塩手層中には、双葉構造線付近に面なし小断層がみられる。

**応力場の復元**

双葉構造線の活動に関与した応力場を復元するため、相馬中村層群分布地域から32か所、塩手層分布地域から2か所の計34か所を選び小断層約570条を計測し、小断層解析を行った。

共役セットの判定には次のことを基準とした。

- i) 2系統の断層が切りつ切られつ関係にあること。
- ii) 剪断面角の大きさがほぼ等しいこと。
- iii) 共役と考えられる断層の条線が同一平面内にあること。

また、小断層は、断層面上の条線のレイクの大きさにより下記のように分類できる。

- i)  $0^\circ \leq R \leq 15^\circ$       strike slip fault
- ii)  $15^\circ < R < 75^\circ$       oblique slip fault
- iii)  $75^\circ \leq R \leq 90^\circ$       dip slip fault

**中生界分布地域の古応力場**

相馬中村層群分布地域の古応力場の復元を32か所の小断層の地点別に、また、その小断層の運動のセンス別に実施した。

地域的には、共役横ずれ断層が卓越する地点(9か所)と、共役正断層が卓越する地点(5か所)とがある。前者は、調査地域の東側に、後者は、西側の一部に分布する。全体としては、共役横ずれ断層が卓越する。

この2つの地域別に、レイクの角度に着目し断層の分類を行う。

東側……(共役横ずれ断層の卓越地域)

• $0^\circ \leq R \leq 15^\circ$	strike slip fault	39条
• $15^\circ < R \leq 45^\circ$	} oblique slip fault	48条
• $45^\circ < R < 75^\circ$		
• $75^\circ \leq R \leq 90^\circ$	dip slip fault	16条

西側……(共役正断層の卓越地域)

• $0^\circ \leq R \leq 15^\circ$	strike slip fault	26条
• $15^\circ < R \leq 45^\circ$	} oblique slip fault	16条
• $45^\circ < R < 75^\circ$		
• $75^\circ \leq R \leq 90^\circ$	dip slip fault	35条

このように、東側では横すべり成分の大きいもの ( $0^\circ \leq R \leq 45^\circ$ ) が、西側では傾斜すべり成分の

\* R: rake angle (°)

大きいもの( $45^\circ < R \leq 90^\circ$ )がそれぞれ卓越している。そこで東側では、厳密な意味での strike slip fault を、西側では、dip slip fault を各々の地域を代表する断層群と考え、それから古応力場を求めた。各々の地域での古応力場は下記の通り。

東 側

$$\sigma_1^* = 12^\circ \text{ S } 60^\circ \text{ E}$$

$$\sigma_2^{**} = 52^\circ \text{ N } 52^\circ \text{ W}$$

$$\sigma_3^{***} = 27^\circ \text{ N } 24^\circ \text{ E}$$

西 側

$$\sigma_1 = 68^\circ \text{ N } 33^\circ \text{ E}$$

$$\sigma_2 = 17^\circ \text{ S } 5^\circ \text{ E}$$

$$\sigma_3 = 14^\circ \text{ S } 89^\circ \text{ E}$$

以上の結果をふまえて、相馬中村層群分布地域の広域古応力場をまとめると Fig. 3 のようになる。

### 第三系塩手層分布地域の古応力場

双葉構造線の西側に分布する塩手層中にはその断層付近に面なし正断層が認められる。この面なし正断層から、応力軸の方位を求めると、

$$\sigma_1 = 58^\circ \text{ S } 62^\circ \text{ E}$$

$$\sigma_2 = 8^\circ \text{ N } 12^\circ \text{ E}$$

$$\sigma_3 = 33^\circ \text{ N } 84^\circ \text{ W}$$

となる。この方位は、相馬中村層群分布地域で‘西側’として扱った地域で復元された応力場とよい一致を示す。

### まとめ

本地域には、北西-南東の水平圧縮応力場と、東-西の水平引張応力場の2系統の応力場が認められる。このうち前者は、中生界分布地域にのみ認められ、後者は、中生界、下部中新統分布地域の両者にまたがって認められる。したがって、前者は先中新世のもので、後者は中新世のものと考えられる。

先中新世の水平圧縮応力場から外力の方向を推定すると、北西-南東となる。これより双葉構造線の先中新世における運動は、左横ずれ断層運動であったと推定される。

この結果は、Tsuneishi(1978)、永広(1982)の見解と一致するが、桑原(1982)とは異なる。桑原(1982)は、北北西-南南東の水平圧縮応力場を、中新世のものとして、双葉構造線の左横ずれ断層活動の時期を中新世としている。しかし、桑原(1982)が用いた小断層は、先中新世の堆積岩類および貫入岩類中に発達するものであり、これと同一系統の断層が中新統中にまったく認められないことを考えると、それら小断層が全て中新世に形成されたと考えるのは困難である。

---

\* 最大圧縮主応力軸  
\*\* 中間圧縮主応力軸  
\*\*\* 最小圧縮主応力軸

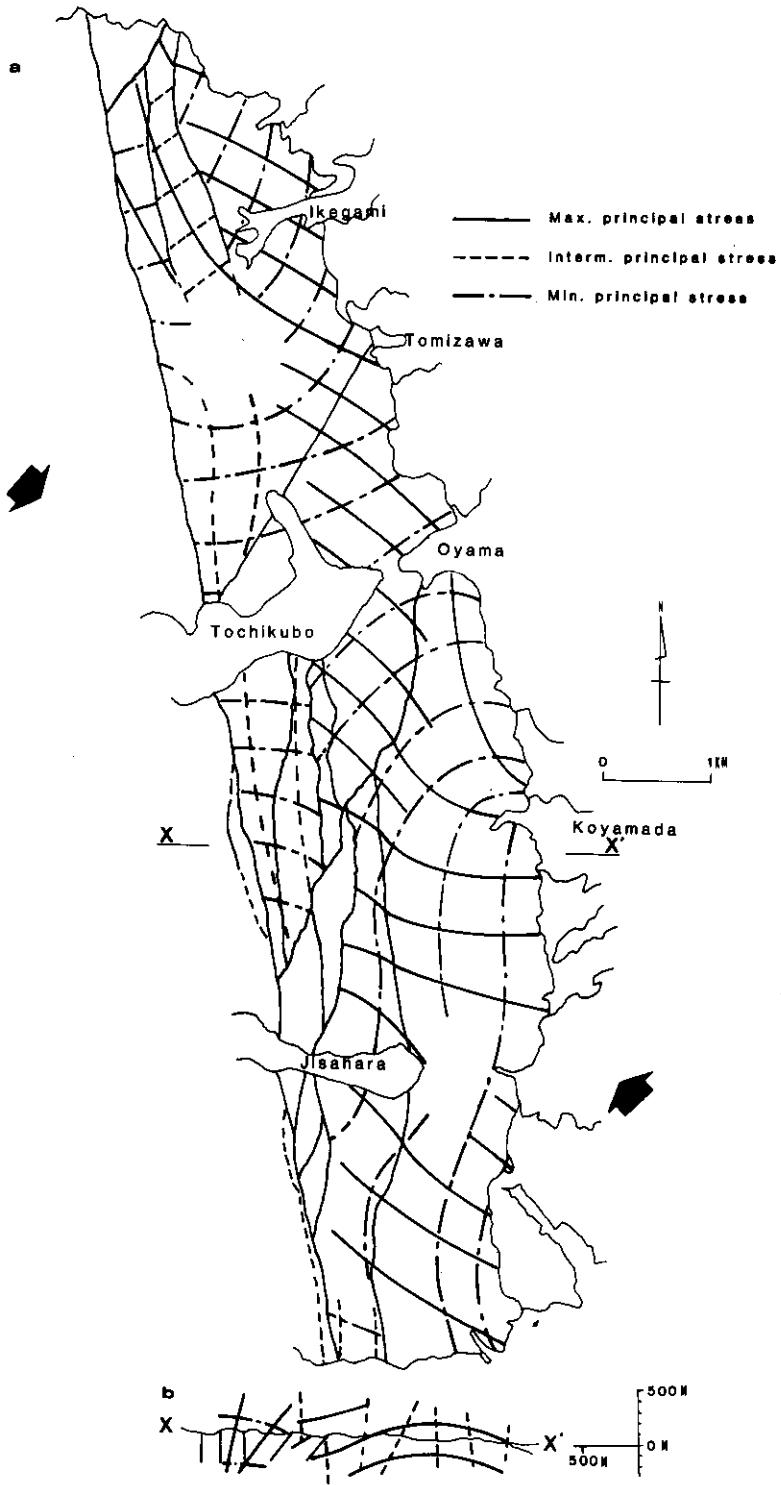


Fig. 3 (a) Map showing the stress trajectories of the studied area, (b) E-W cross profile.

## 文 献

- 永広昌之, 1982: 東北日本のN NW性断層群 — 棚倉破砕帯の姉妹断層 —。月刊地球, 4, 200 - 205.
- FLEUTY, M.J., 1964: The description of folds. *Proc. Geol. Assoc.*, 75, 461-492.
- 桑原 徹, 1982: 東北日本弧南部外側地域の東西性～北西-南東性水平圧縮場を示す中新世横ずれ断層系 — 東北日本弧の中新世断層系とテクトニック応力場 —。構造地質研究会誌, 27, 33 - 54.
- MORI, K., 1963: Geology and paleontology of the Jurassic Somanakamura Group, Fukushima Prefecture, Japan. *Tohoku Univ., Sci. Rep. 2nd ser. (Geol.) Spec.*, 35, 33-65.
- 中村康雄, 1982 MS: 福島県相馬地方の中生界. 茨城大地球科学卒論.
- 大槻憲四郎・中田 高・今泉俊文, 1977: 東北地方南東部の第四紀地殻変動とブロックモデル. 地球科学, no. 31, 1 - 4.
- TSUNEISHI, Y., 1978: Geological and experimental studies on mechanism of block faulting. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 53, 173-242.