

活断層評価に関する最近の研究

- 活断層とは何か
 - 活断層と地震の関係 —
- 仙台周辺の活断層
 - 長町利府と双葉断層 —
- 九州の活断層評価の例
 - (時間があれば)

今泉俊文

(災害理学研究部門・地盤災害研究分野／理学研究科)

定義

「活断層は、最近の地質時代に繰り返し活動し、
①~~~~~②~~~~~
将来も活動することが推定される断層を、
③~~~~~
活断層という」
(活断層研究会, 1980)



- ① 過去200万年間・50万年間・10万年間 ……反転の場合には？
- ② どのようにして(累積変位)認定するか ……変位速度・最新活動がわかる
- ③ 長期的な地震発生の予測(規模・時間)が可能

<用語>

○ (地質)断層 ⊃ 活断層 ⊃ 地震断層

○ 震源断層 ←…(地震断層)…→ 地表地震断層

<地震予知計画に関するブループリント>

地震予知

現状とその推進計画



地震予知計画研究グループ

世話人	坪井	忠二
	和達	清夫
	萩原	尊礼

1962

【24頁】

§ 6 活断層の調査

1. 研究の必要性

破壊的地震に断層を伴うことが多いのはよく知られたことである。

一方、長期間の (略)

歴史時代以前のとなると震動そのものの記録は残されていない。従って、新しい地質時代に活動した断層(活断層)の分布や性質を調べることは、地震予知の問題で先づとりあげられなければならないことと考える。

2. 研究の手がかり

わが国では、明治以降だけでも10例以上の地震断層がある。

..... (略)

例えば、多数の地質学的断層のうちどれが地震断層と同類であるかということは、現在必ずしも的確に指摘できない。

..... (略)

地震断層と地質断層の間に多くの規則性を見出すことが出来る。

..... (略)

3. 研究の計画

..... (略)

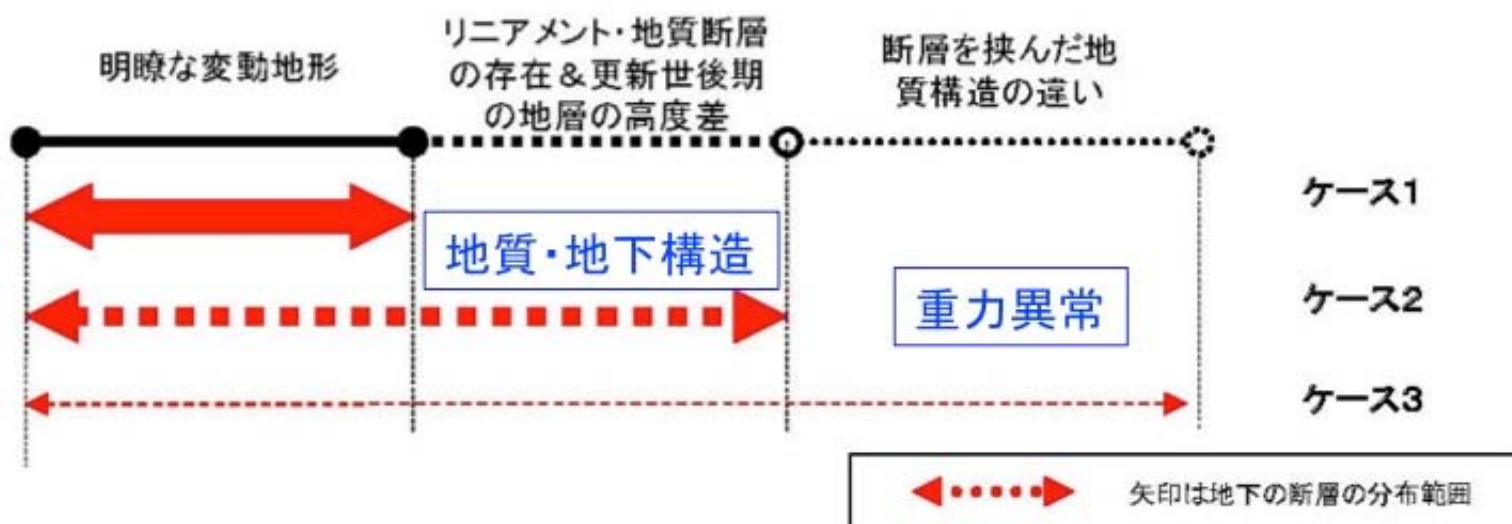
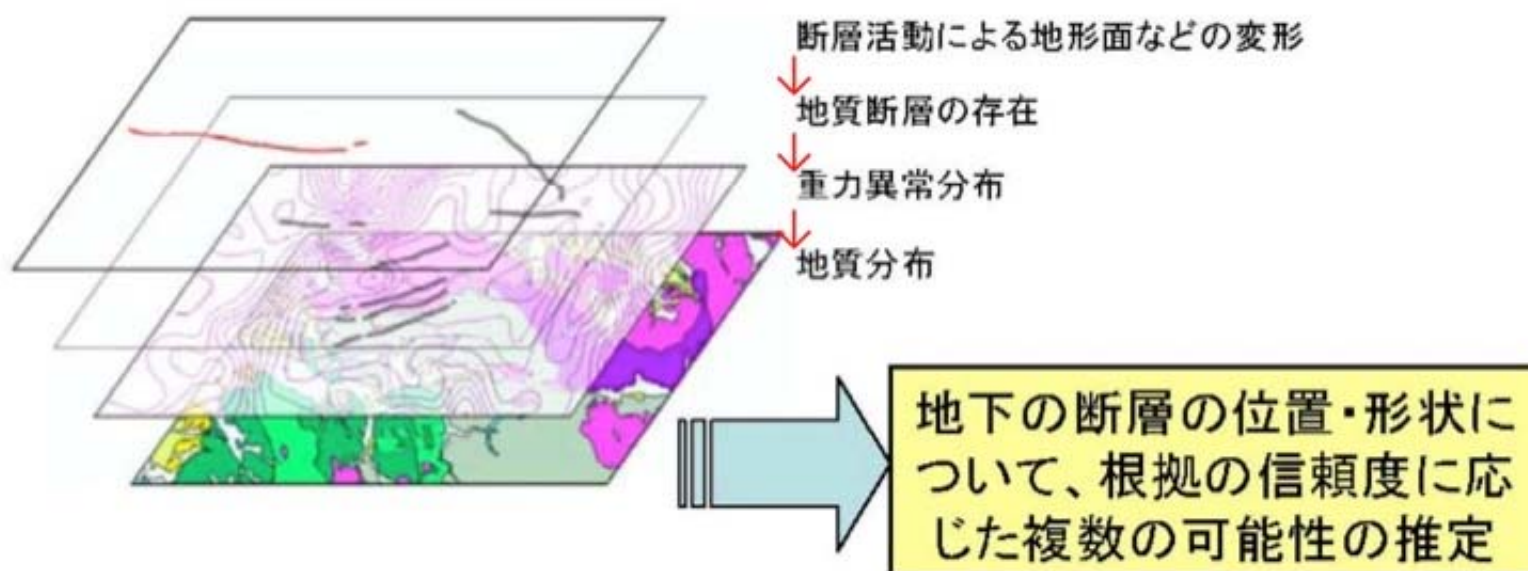
地質学的断層のなかから過去の地震断層とおもわれるものを抽出する(第一段階)。

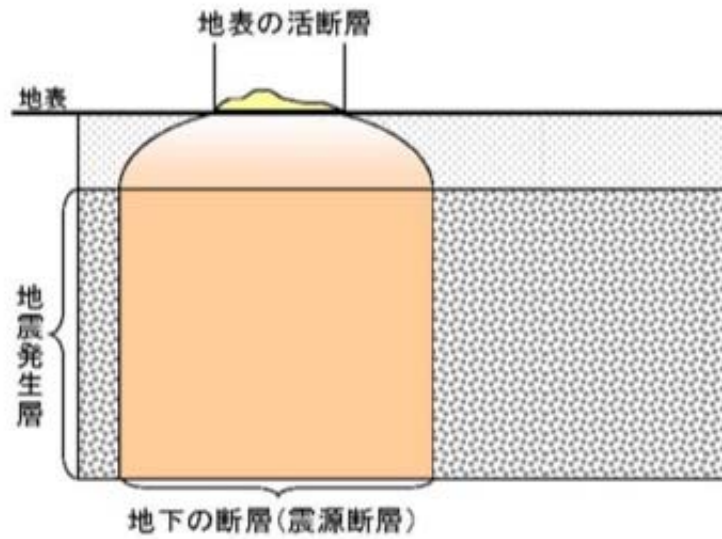
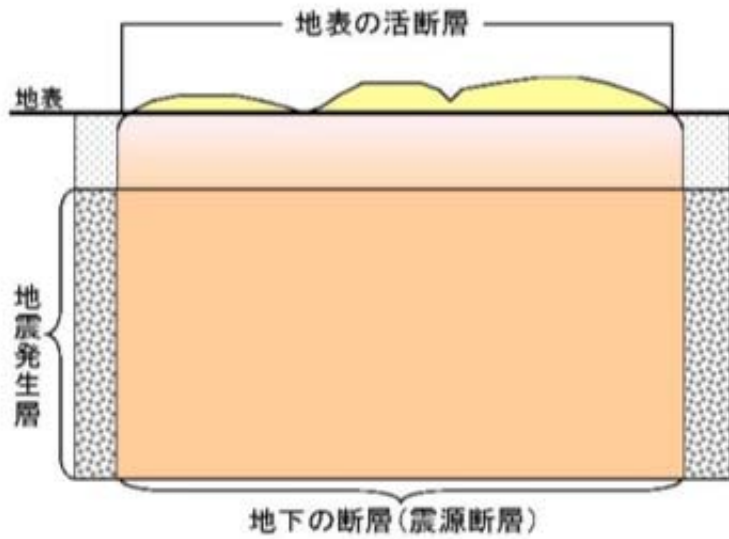
それらが海岸平野・河岸平野をよこぎる地点において地形学的調査をして、いつごろに運動したかなどを知る。

このほか活断層以外に、活動褶曲、造盆地運動、その他の第4紀地殻変動を日本全国にわたって調査し、その量的な分布を調べることは、現在の地殻変動を知る上で重要である。

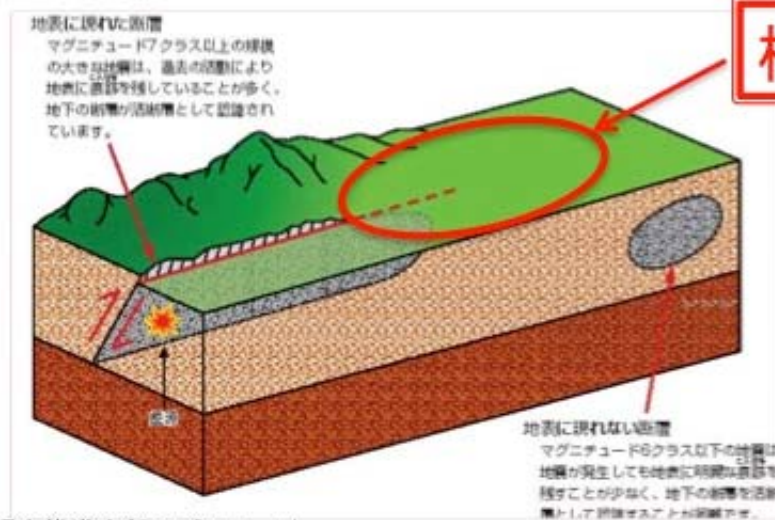
..... (略)

【既存活断層の地下の検討・延長の検討】

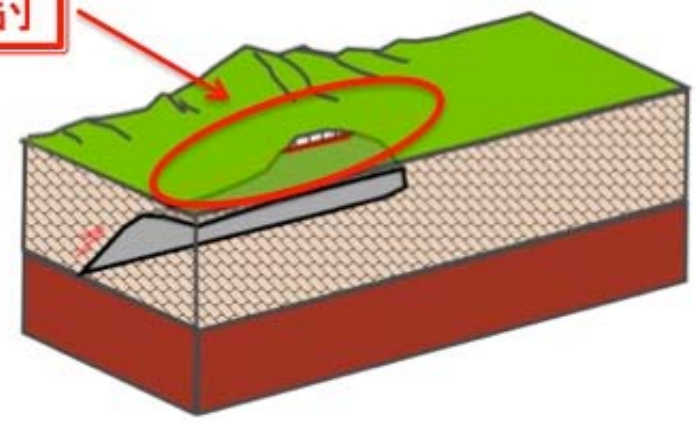




「活断層の長期評価手法(暫定版)」報告書(地震調査委員会, 2010)による



検討



地震調査推進本部のパンフレット

主要な活断層

地表では見えない断層

短い断層の評価

【活断層の調査方法】

1. 空中写真の判読調査

＜リニアメント ≠ 活断層＞

土地がたとえ森林や田畑に覆われていても、山や谷あるいは平坦地などの地形がよく判れば活断層を発見することができます。そこで広く利用されているのが既存の空中写真を用いた地形調査です。

専門家が丹念に見て、平坦地の段差や谷や尾根の左右の食い違いをチェックします。川や海的作用つまり浸食や堆積の作用で説明できない地形が見つかれば、活断層である可能性があり、現地へ出かけてさらに調査します。



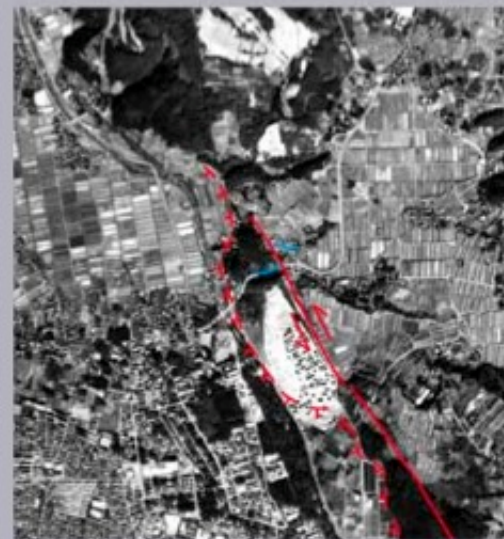
断層変位地形の判読



空中写真の実体視の作業

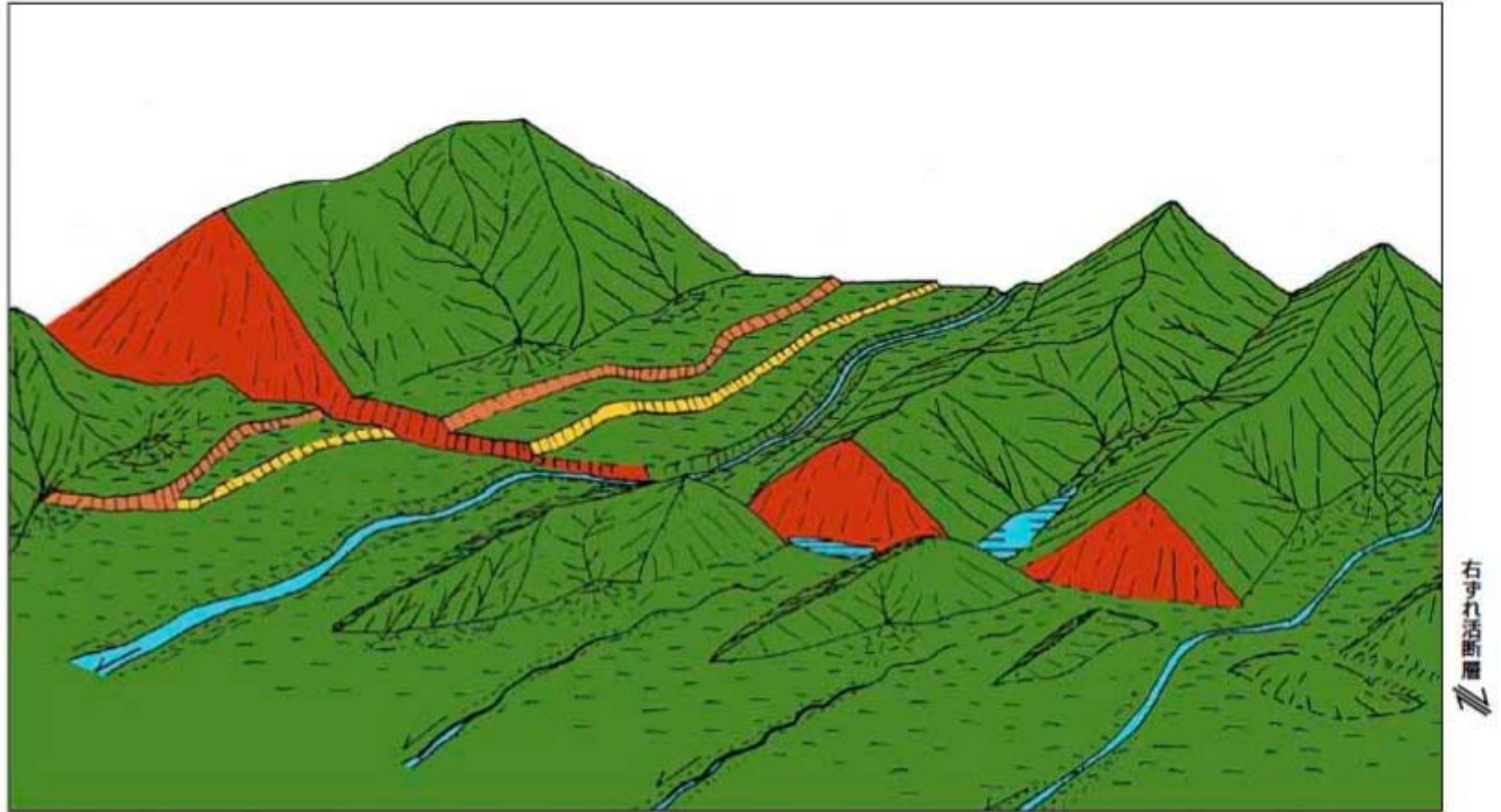


牛伏寺断層空中写真（松本市南部 CB-5）
上記写真は、P22右下地図の空中写真です。



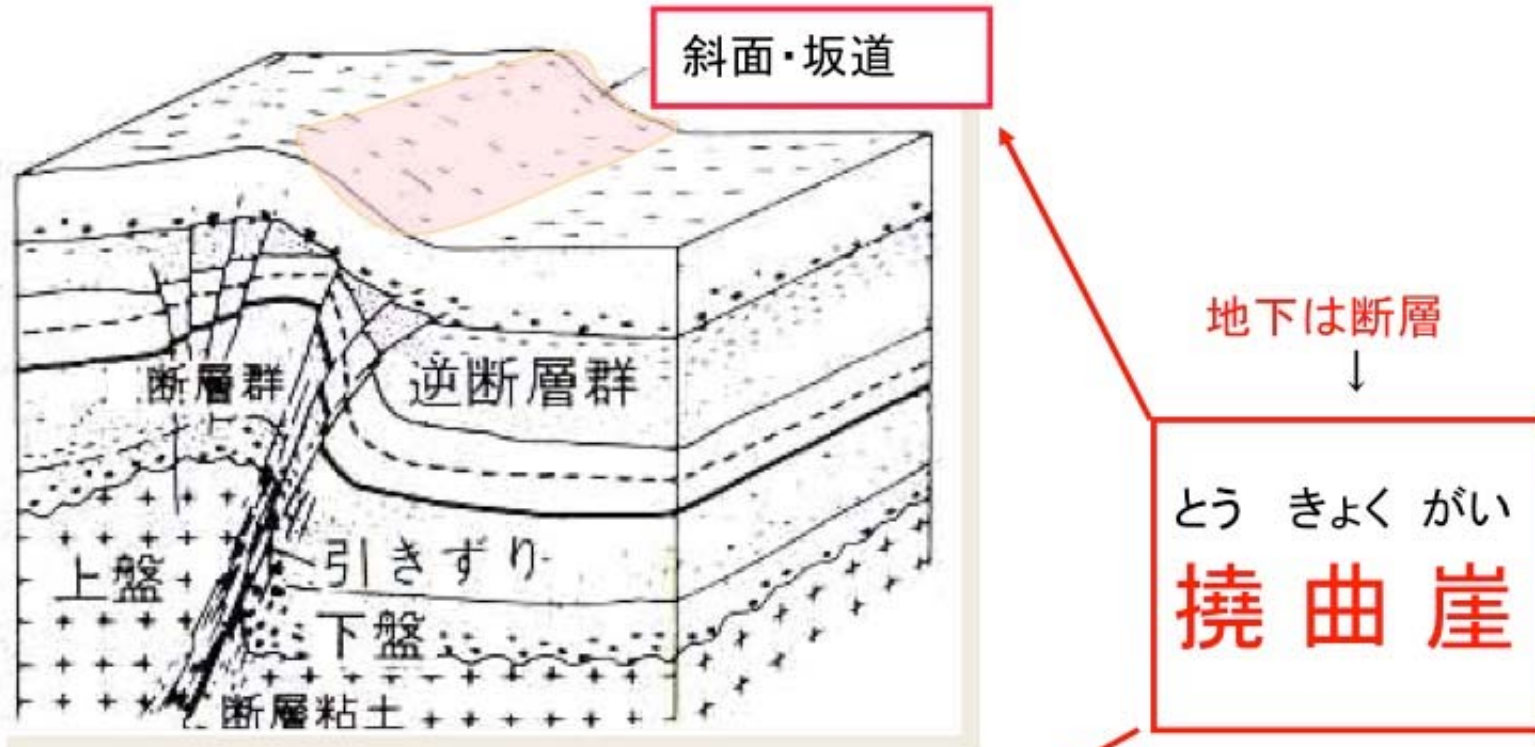
牛伏寺断層空中写真（松本市南部 CB-6）
（写真提供 国土地理院）
写真の赤線の位置が活断層で、ケバをつけた側が落下側です。矢印は断層がずれた方向、青線は断層によって横にずれた河川を表しています。

活断層による断層変位地形



活断層のずれによってできた地形

「新編日本の活断層」(活断層研究会編、1991年)より



活断層		最近数十万年間に、概ね千年から数万年を繰り返すと考えられる断層。明瞭な地形
活断層(位置やや不明確)		活断層のうち、活動の痕跡が侵食や人
<u>活断層(活撓曲)</u>		活断層のうち、変位が軟らかい地層内
活断層(伏在部)		活断層のうち、最新の活動時以後の地
横ずれ		活断層の相対的な水平方向の変位を向
縦ずれ		活断層の上下方向の変位の向き、相対

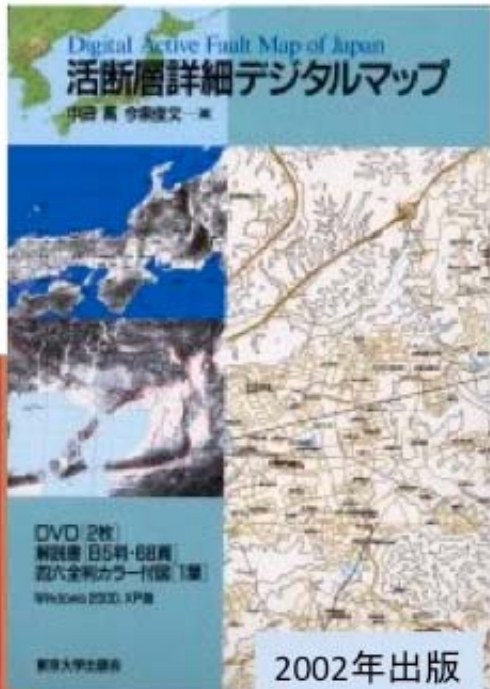
活断層の出版物等



1985年～出版



1992年出版



2002年出版



1980年出版



松田時彦 名誉教授



1991年出版



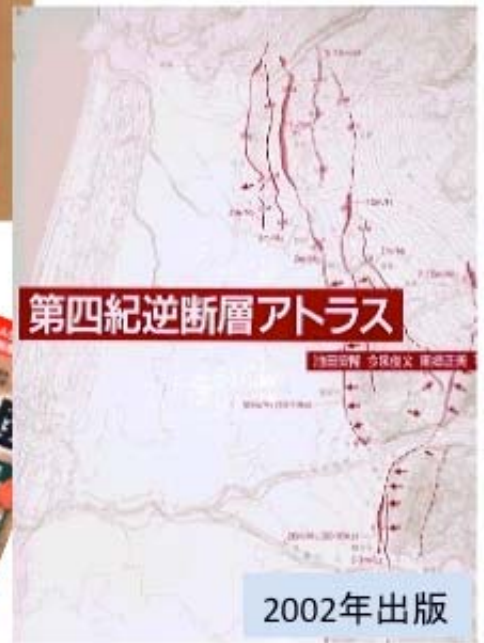
1989年出版



2000年出版



2005年出版



2002年出版

大縮尺(1/2.5万)の活断層図

- 都市圏活断層図の作成 → 1996年から全国の百数十枚作成
- 活断層の位置形状委員会(推本) → 主要活断層及び周辺地域の見直し
→ 「活断層基本図の作成」



都市圏活断層図 (国土地理院)



表 2.1 山崎断層系を構成する断層一覧 (新編日本の活断層, 1991による)

断層番号	断層名	国土地理院番号	長さ km	方位	傾斜	断層形態	変位基準	年代 10 ⁴ 年	断層変位			平均変位速度 m/10 ⁴ 年	備考・文献
									上段変位 m	下段変位 m	変位量 m		
①*	山崎断層系*	1	B	87	NW	高度不連続 屈曲	山地斜面 谷・尾根		N		L		* 1131481-100
a	(大田断層)*	10	I	34	NW	高度不連続 屈曲	山地斜面 谷・尾根		N(200)		L(400)		* 別の位置断層
b	(土方断層)*	10	I	18	NW	高度不連続 屈曲	山地斜面 谷・尾根		N(200)		L(70-200)		
c	(安富断層)*	7	I	B	18	WNW	高度不連続 屈曲*		N(200)		L(50-150)		* トレンチ周辺(調査中) * 変動幅数十m、ほぼ垂直とみられる
d	多摩川断層)*	7				V* 断層露頭** 沖積層***	高位段丘帯* 山地	20	NE		L(200)	0.3	* 別の活断層
e	琵琶甲断層)*	3						20	NE(15)		L(10)	0.075 0.03 0.5	* 前参照

作業(議論)の内容

- 詳細な位置・平面形状
「主断層」・「逆向き」・「伏在」等の判読
「認定の根拠・位置の確からしさ」を記入
- 断層の諸元
「変位基準」・「変位量」・「平均変位速度」を確認
「現地調査すべき場所」の見極め



精度の向上を目指して



2. 現地調査

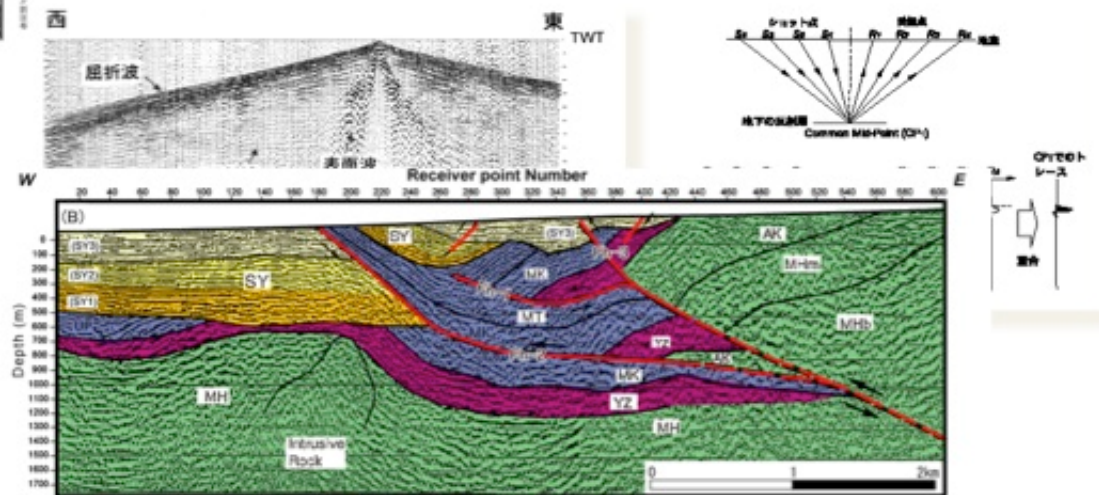
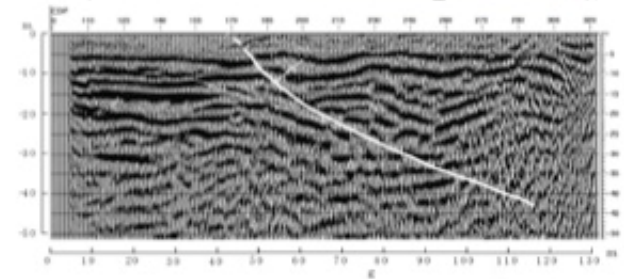
- 地表調査
変位地形・変位基準・変位量・変位速度
- 地下構造調査
反射法地震探査・試錐調査(ボーリング)
- トレンチ調査
最新活動時期・活動間隔・変位量



図2. 活断層のトレンチ掘削風景



図3. 地下構造探査風景



3. 活断層の長期評価

—活断層と地震の関係—

日本の活断層の基本的性質

1. 間欠活動性
2. 一様反復性
3. 活動(大地震)の稀発性
4. 動き方(反復・間隔)の固有性

(松田, 2003による)

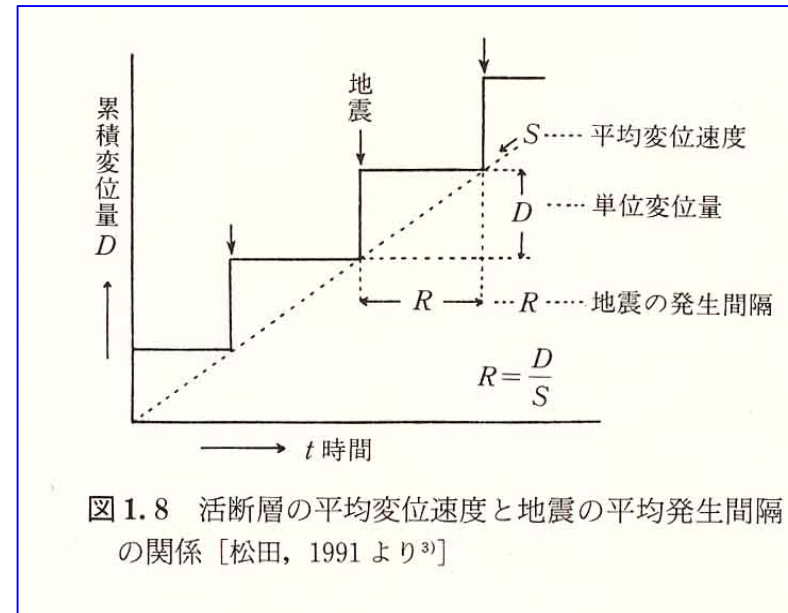


図 1.8 活断層の平均変位速度と地震の平均発生間隔の関係 [松田, 1991 より³⁾]

評価の基本の考え

- 地震の規模は、断層の長さに比例
長さ約20kmの断層からM7の地震
- 地震の規模は、変位量に比例
M7の地震では約2mの変位

(松田, 1975による)

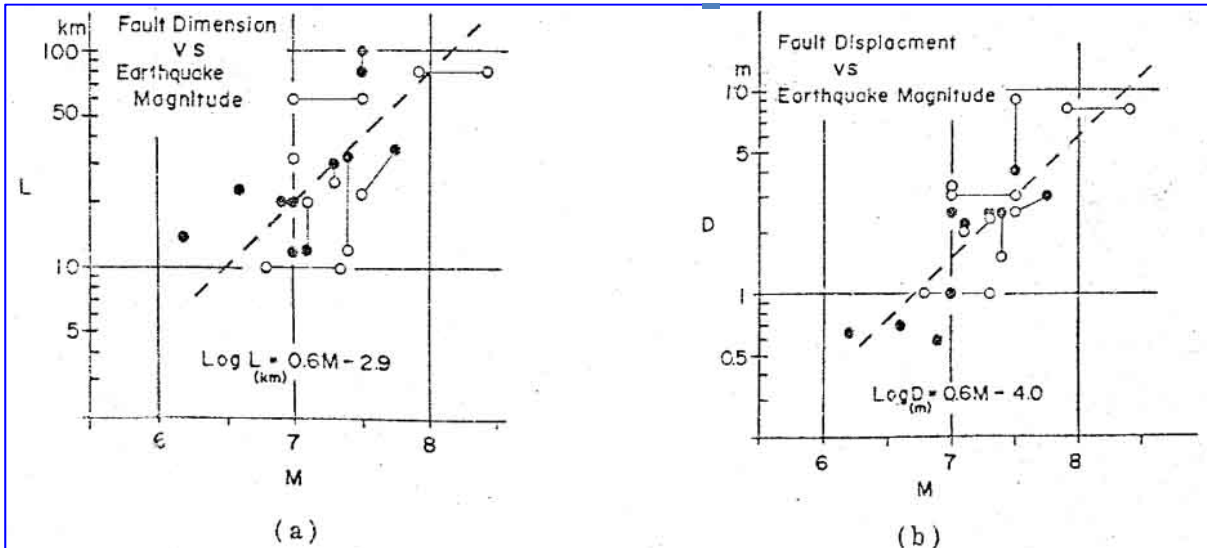
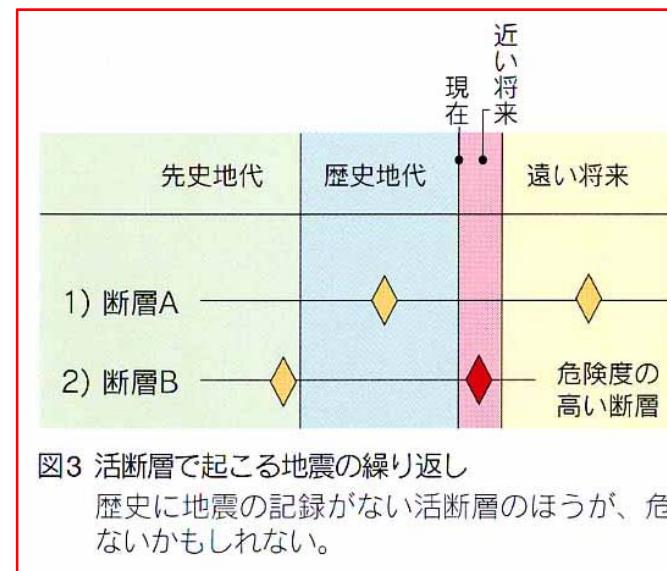
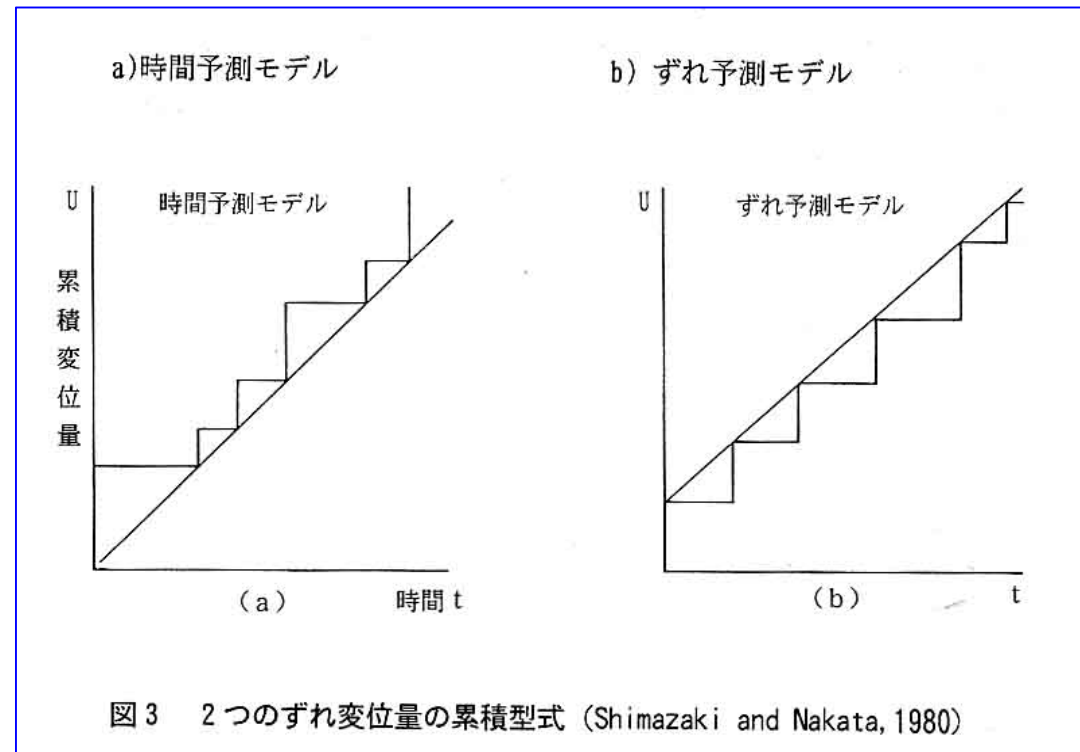
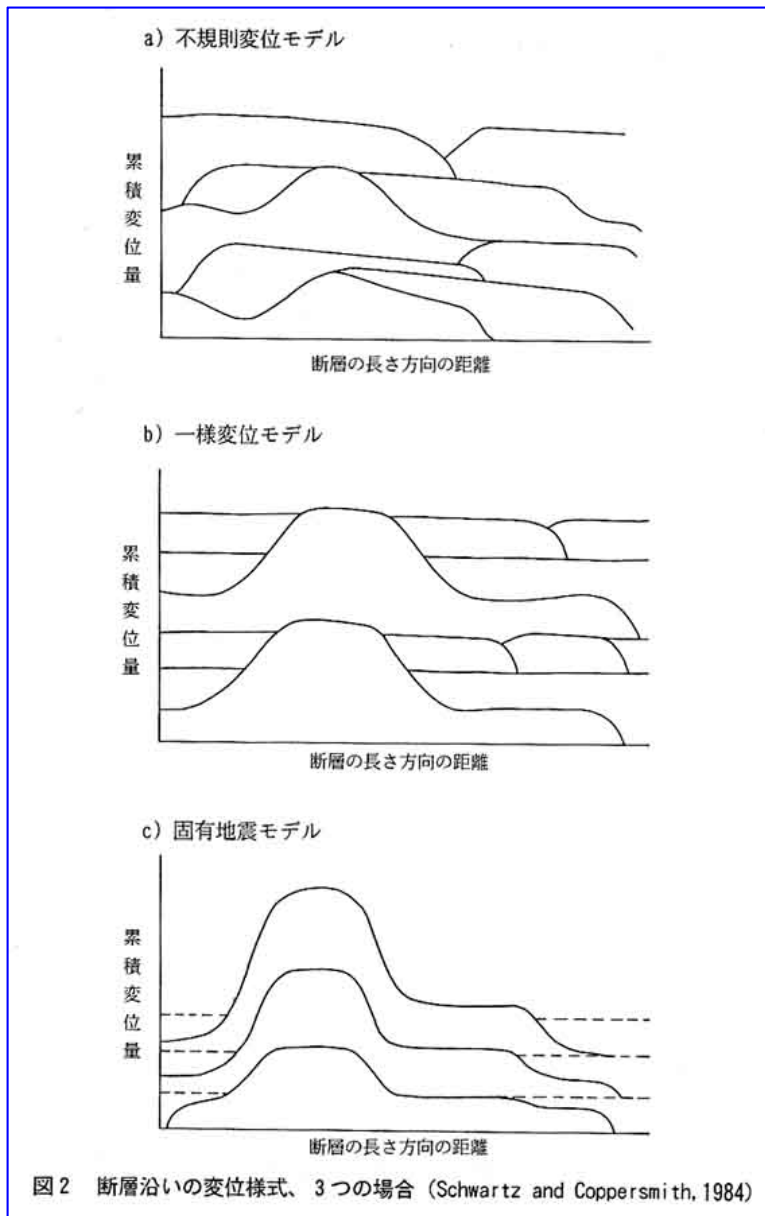


Fig. 1. Magnitude-fault dimension relation and magnitude-displacement relation in historic earthquakes in Japan (inland). ○: values observed on the surface. ●: values estimated from seismological or geodetic data. For data, see Table 1.

データの蓄積・質の向上に伴って、 複雑な動き方・考え方が登場



長町-利府断層 : 住宅は密集し, インフラも整備されている. しかし……



仙台周辺の活断層の分布とその諸元

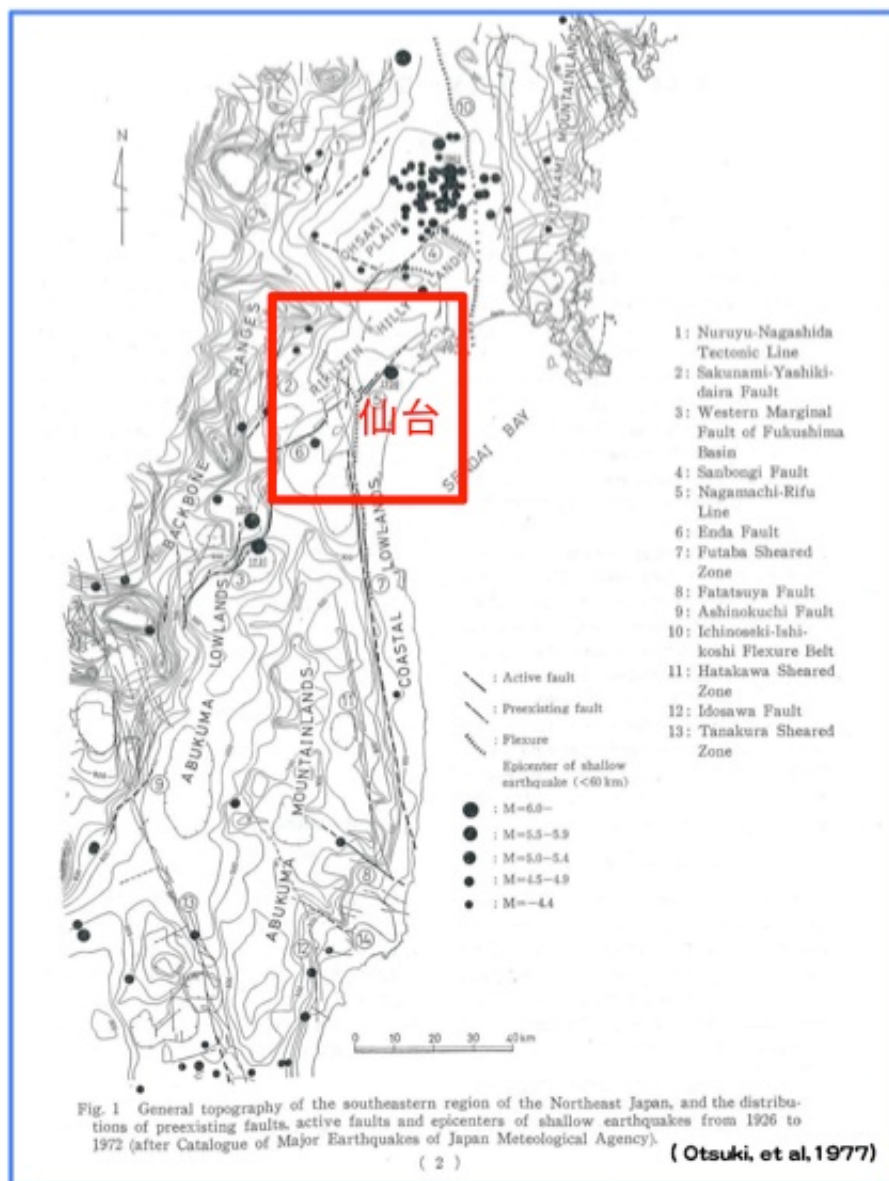
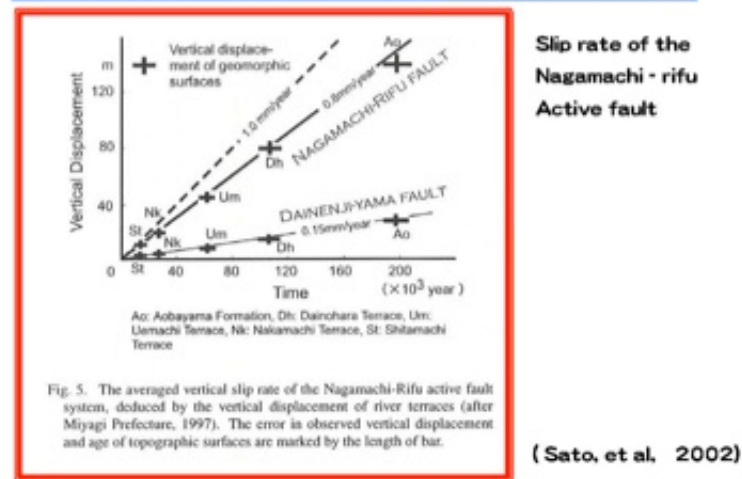


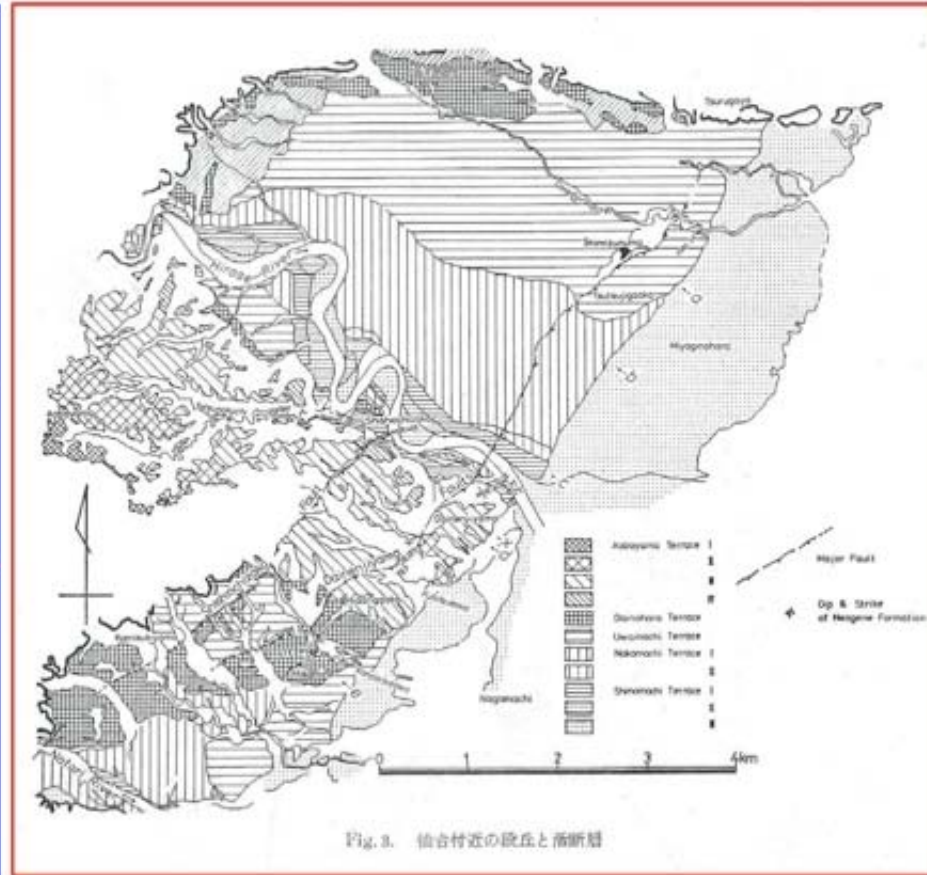
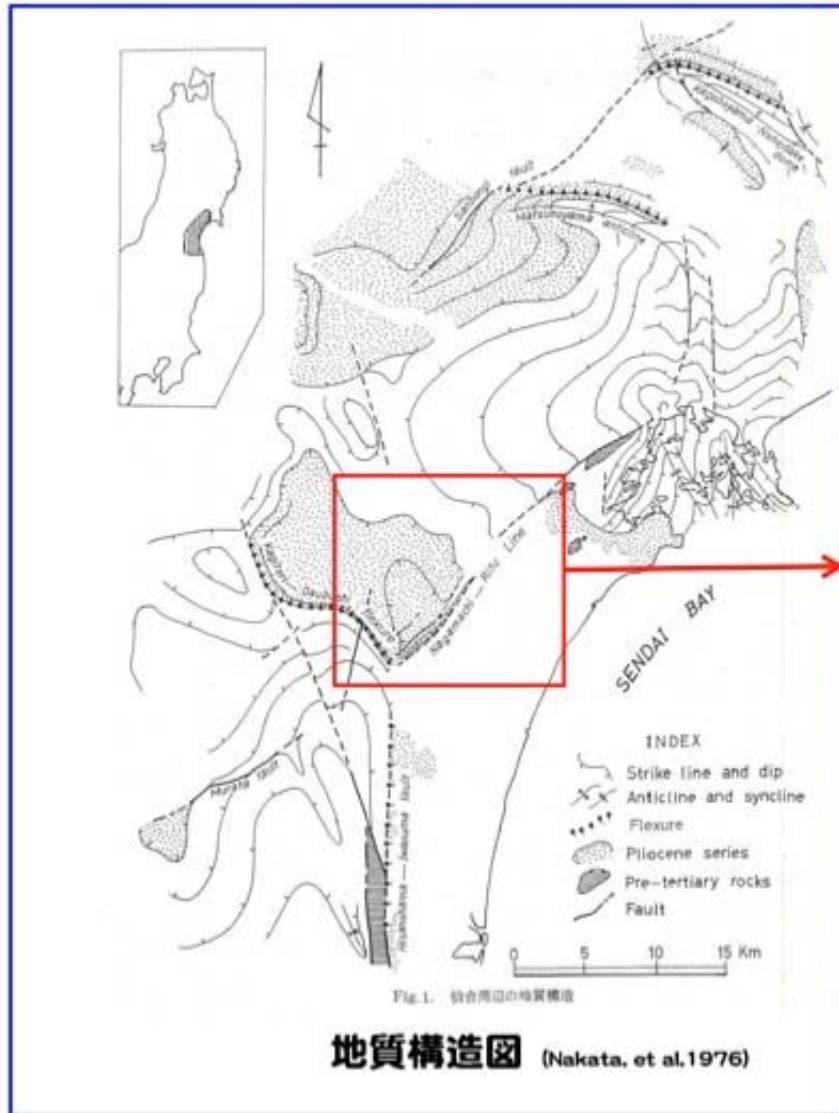
Table 1 Characteristics of active faults distributed in the southeastern region of the Northeast Japan.

Name of fault	Characteristics of fault	Fault Strike	Fault plane Dip	Fault type	Dr (m)	Drp (m)	Vo (mm/y)	Vop (mm/y)
①	Nuruyu-Nagashida Tectonic Line	N20°E.		Reverse fault?				
②	Sakunami-Yashidaira Fault	N13-33°E		Reverse fault?	300			
③	Western Marginal Fault of Fukushima Basin	N5-N40°E	60-70°W	Reverse fault	300		0.6	0.35
④	Sambongi Fault	N6°E.		Thrust fault?	100			
⑤	Nagamachi-Rifu Line	N40°E.	30°NW, 45°NW	Thrust fault	250	433, 250	0.65	1.13, 0.65
	Dainenjiyama Faults	N40°E.	30°SE.	Thrust fault	30	52	0.11	0.19
	Shishiochi Fault	N63°E.	40°SE.	Thrust fault	12	14	0.04	0.05
⑥	Enda Fault	N57°E.	30°NW, 45°NW	Thrust or reverse fault	165	286, 165	0.3-0.4	0.5-0.7, 0.3-0.4
⑦	Futaba Sheared Zone	N 8°W.	90°	Left-lateral fault	150-200	100-140	0.3-0.5	0.2-0.4
⑧	Futatsuya Fault	N50°W.	60°SE.	Normal fault			0.2	

Dr: total displacement of the active fault (in the case of dip-slip fault, Dr means vertical component of dip-shift, and in the case of strike-slip fault, Dr means strike-shift itself).
 Drp: component parallel to the maximum principal stress axis of net-shift.
 Vo: mean velocity of the total displacement (Dr).
 Vop: component parallel to the maximum principal stress axis of the displacement velocity concerning the net-shift.
 Drp and Vop values were calculated in two cases for the Nagamachi-Rifu Line and Enda Fault: one case for the fault plane of 30 degrees dip angle and the other for 45 degrees dip angle.
 ◎ の 60°S.E. は 60°S.W. の誤り。
 (Otsuki, et al, 1977)

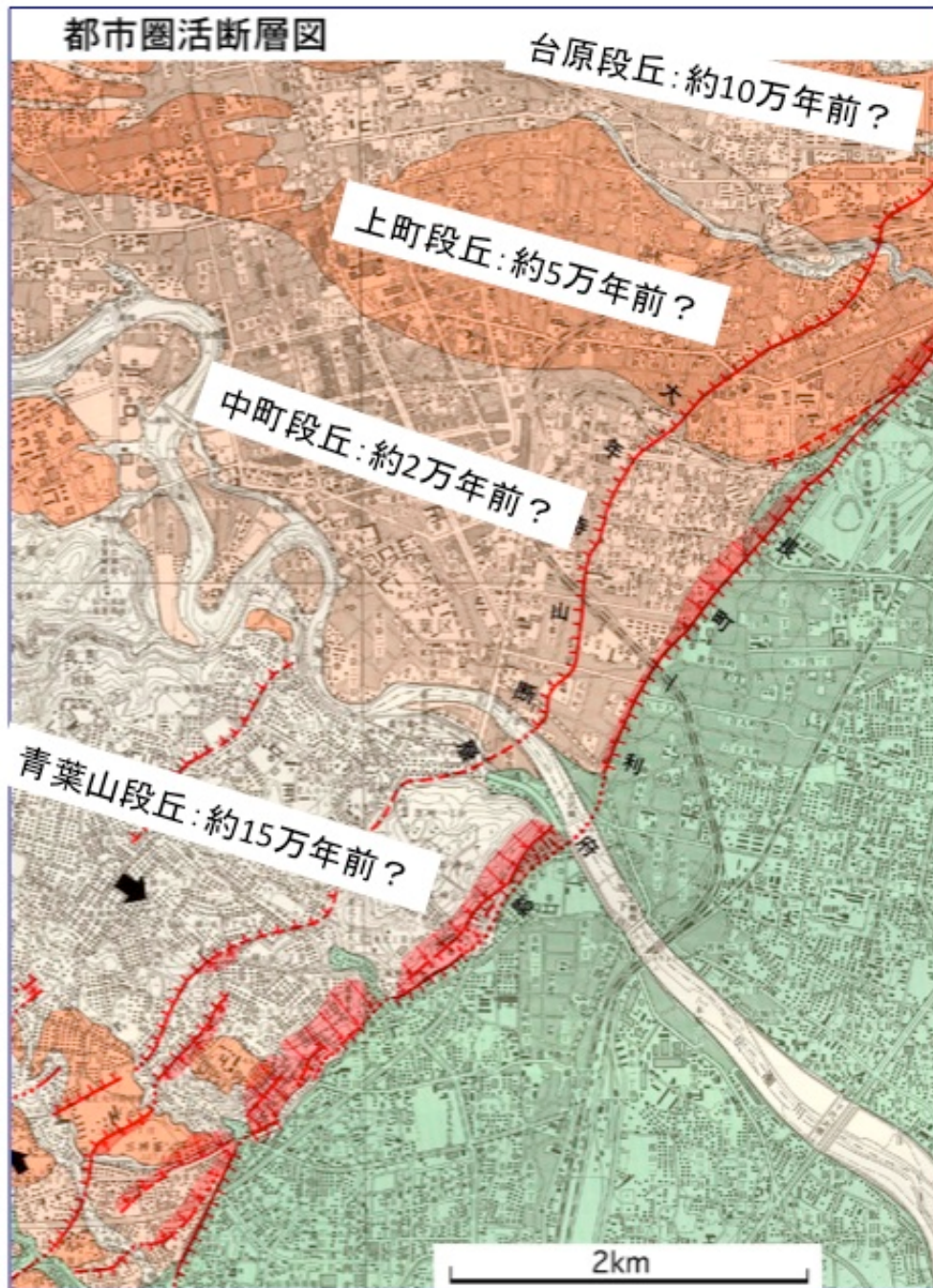


地質構造と地形区分



- 古い断層が、再活動した活断層
- M7.2程度の地震が予想される
- 約3000～5000年間隔の活動

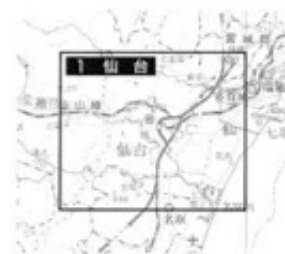
都市圏活断層図



1:25,000 都市圏活断層図

II 仙台地区

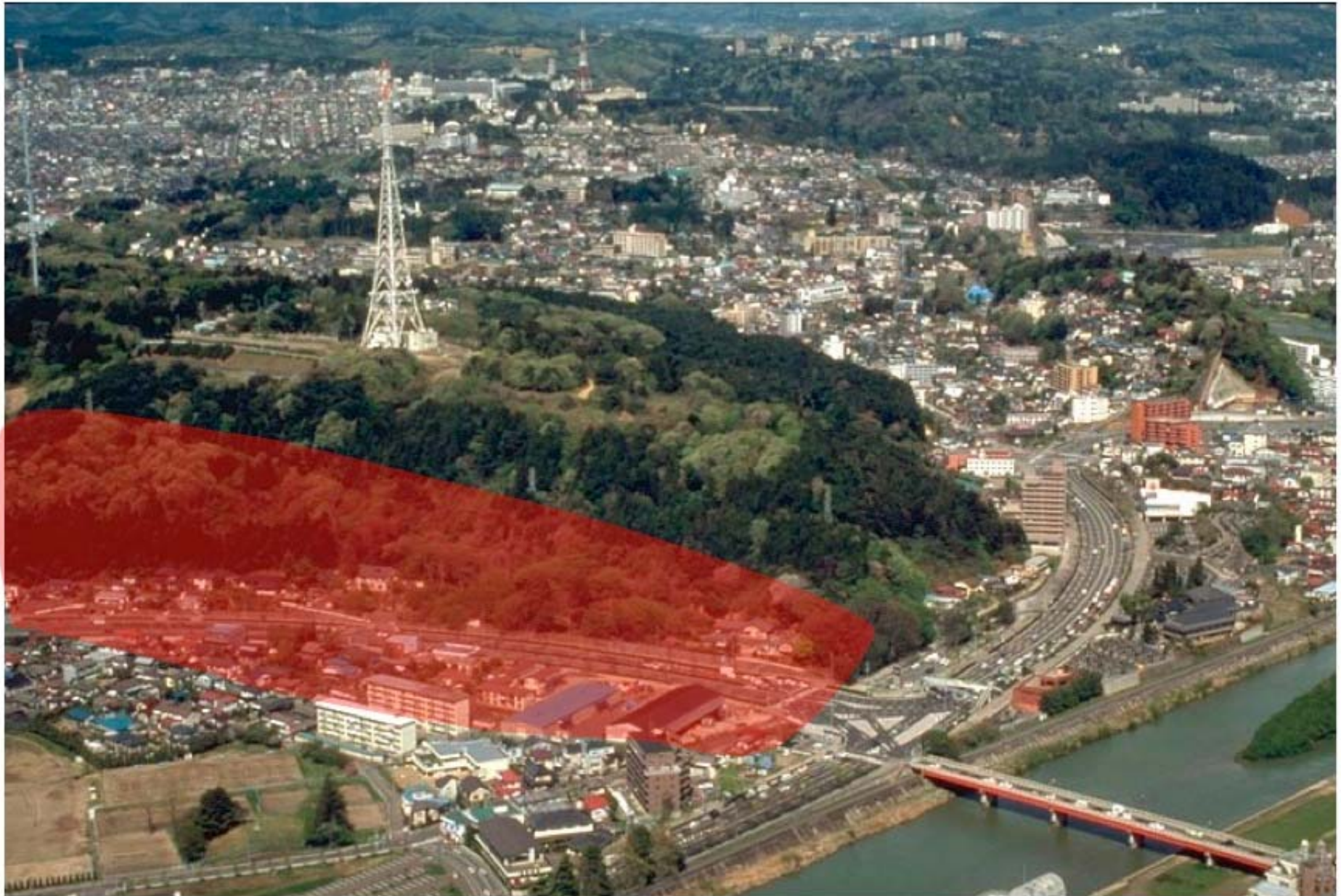
1 仙台



編集・著作 建設省国土地理院
複製発行 財団法人日本地図センター

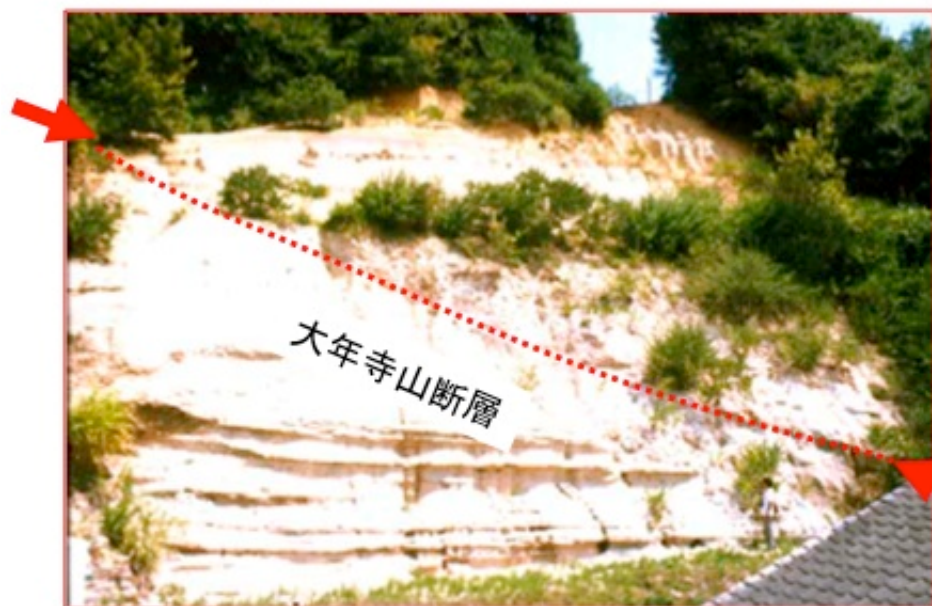
この地図は、建設省国土地理院長の承認を得て、同院の
技術資料D-1-6337(1:25,000都市圏活断層図)を、財団
本館図マーカーが複製発行したものである。

大年寺山



茂ヶ崎

2008年10月18日撮影

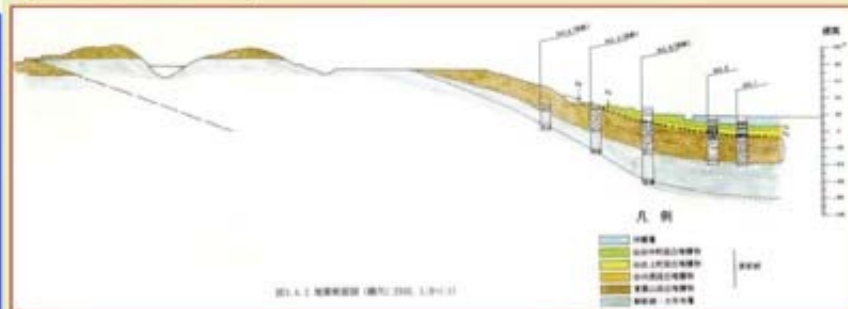


1976年頃



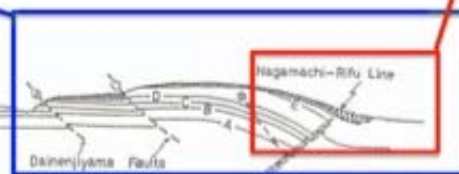
土地の断面→高まり

地質調査の結果



(Miyagi Pre., 2002)

(Nakata, et al, 1976)



- A : Basal plane of the Hirosegawa Tuff
 - B : Key bed (tuff) in the Yagyama F.
 - C : Basal plane of the Dainenji F.
 - D : Key bed (tuff) in the Dainenji F.
 - E : Boundary between sandstone and mudstone in the Dainenji K.
- So₁ : terrace deposits
So₂ : talus deposits

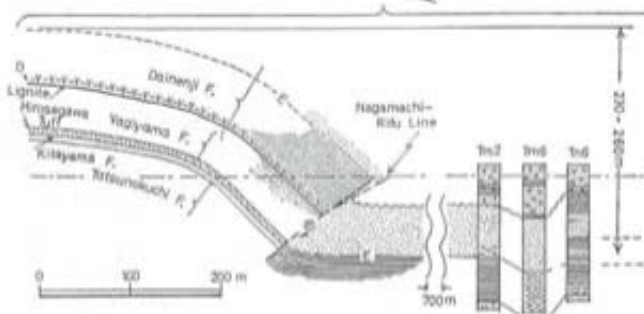


Fig. 3 Geological profiles across the Nagamachi-Rifu Line. Locality of upper profiles is from Kokuzo-buchi of Hirose River to Dainenji-yama, Sendai-city, and locality of lower one is along Hirose River near Miyazawa-bashi, Sendai-city.

(Otsuki, et al, 1977)

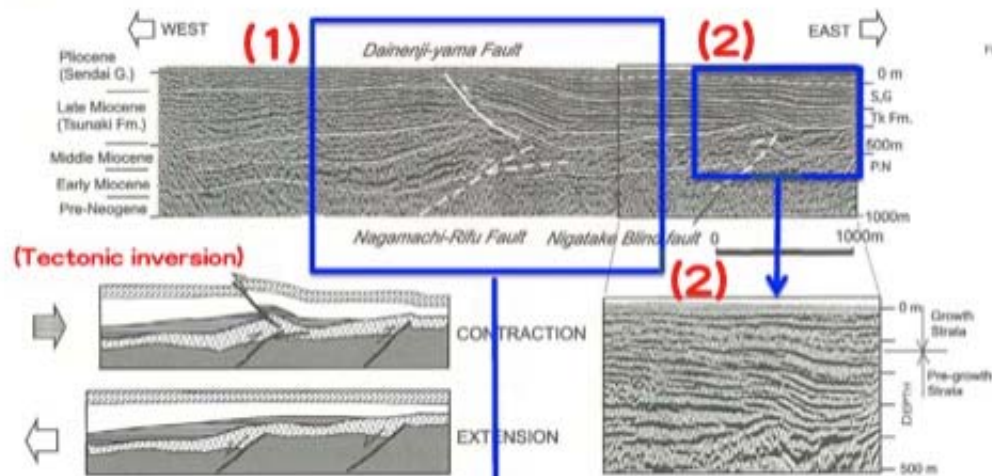


Fig. 3. Seismic reflection profiles across the toe of the Nagamachi-Rifu active fault system (Miyagi Prefectural Government, 1997) and its geologic interpretation. The location of the seismic section is shown in Figs. 1 and 2.

(Sato, et al, 2002)

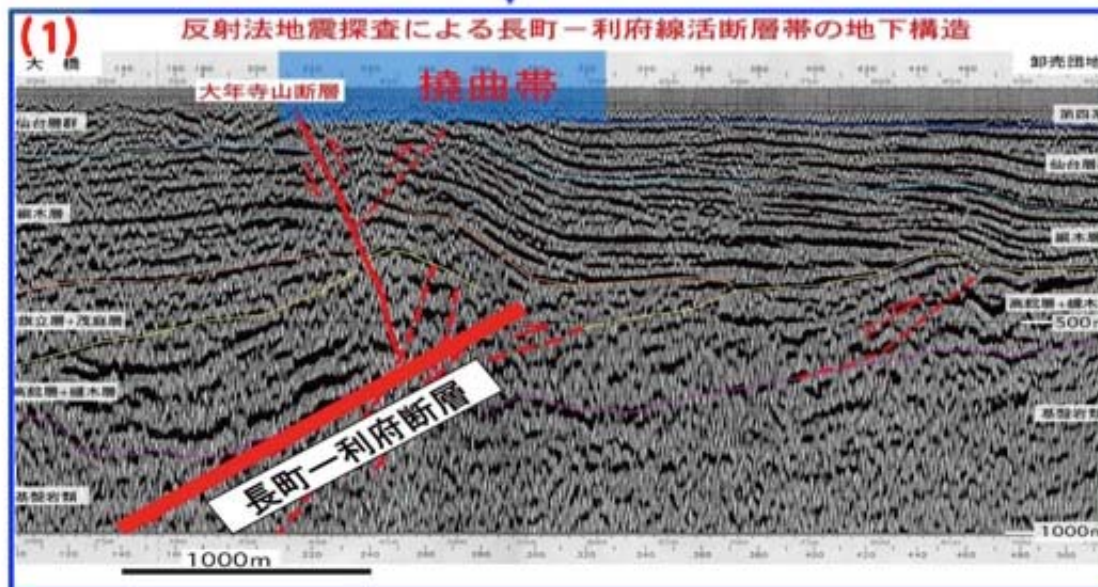
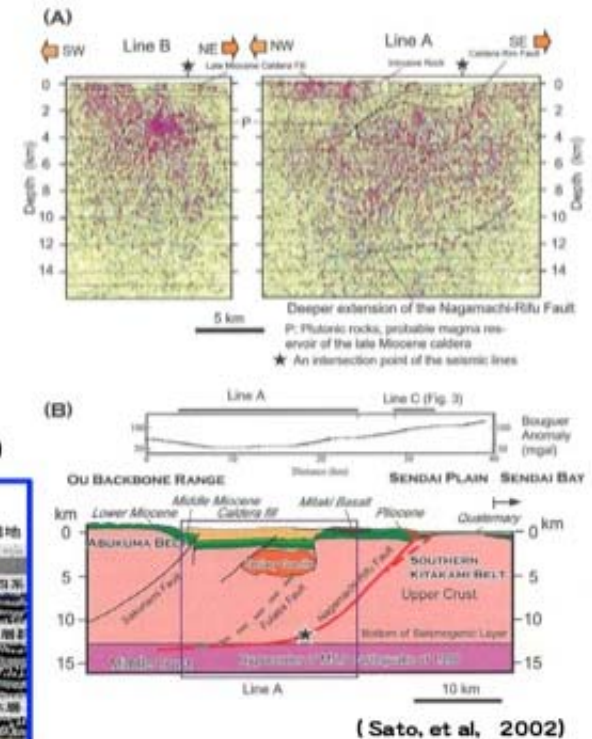


Fig. 4. Deep geometry of the Nagamachi-Rifu active fault systems. (A) Geologic interpretation of deep CMP reflection profiles after Ito et al. (2002). The location of the seismic lines are shown in Fig. 1. (B) Schematic diagram showing the deep geometry of the Nagamachi-Rifu active fault system. The Bouguer anomaly along the seismic line is obtained from the contour map after Hirokawa et al. (1990).



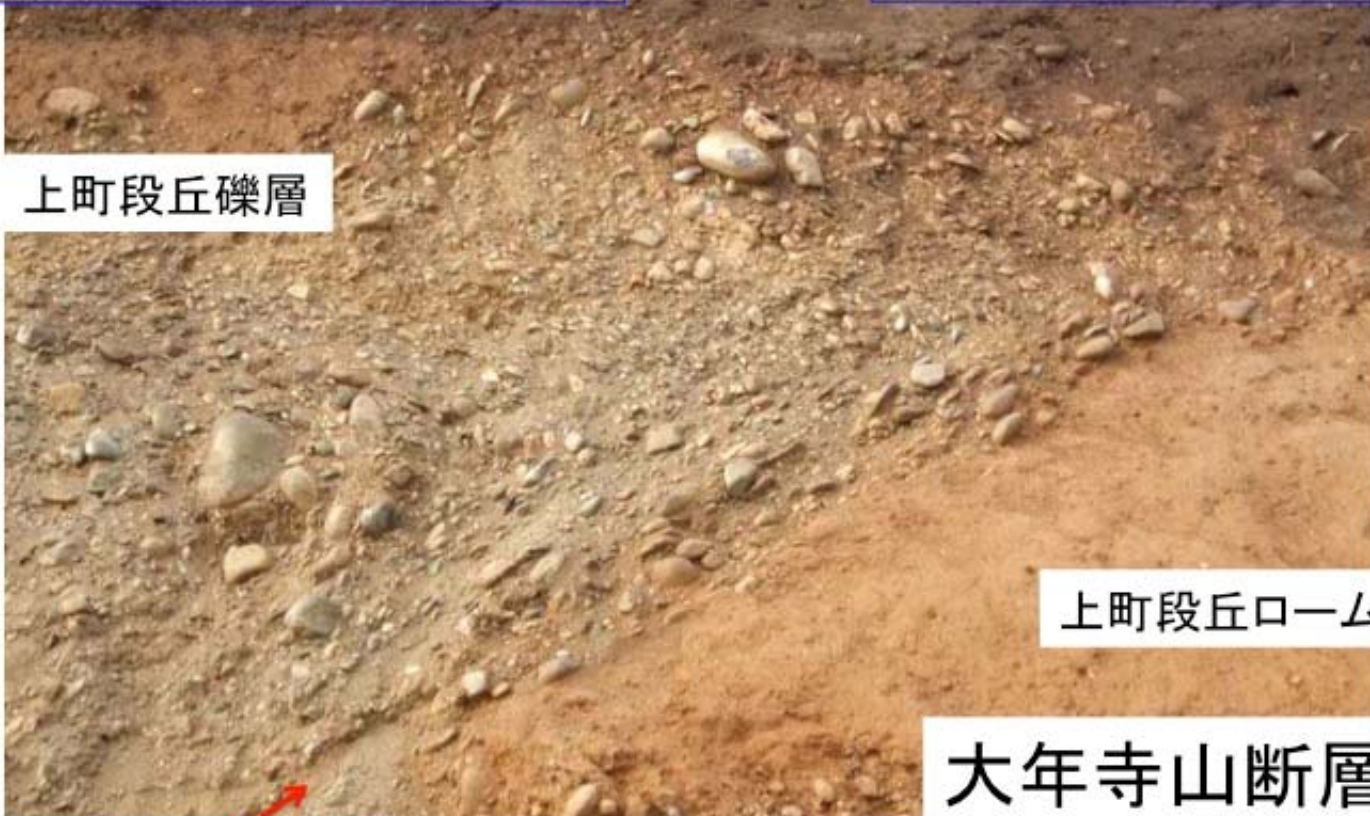
(Sato, et al, 2002)

Seismic reflection profile across the Nagamachi Rifu active fault

宮城野区







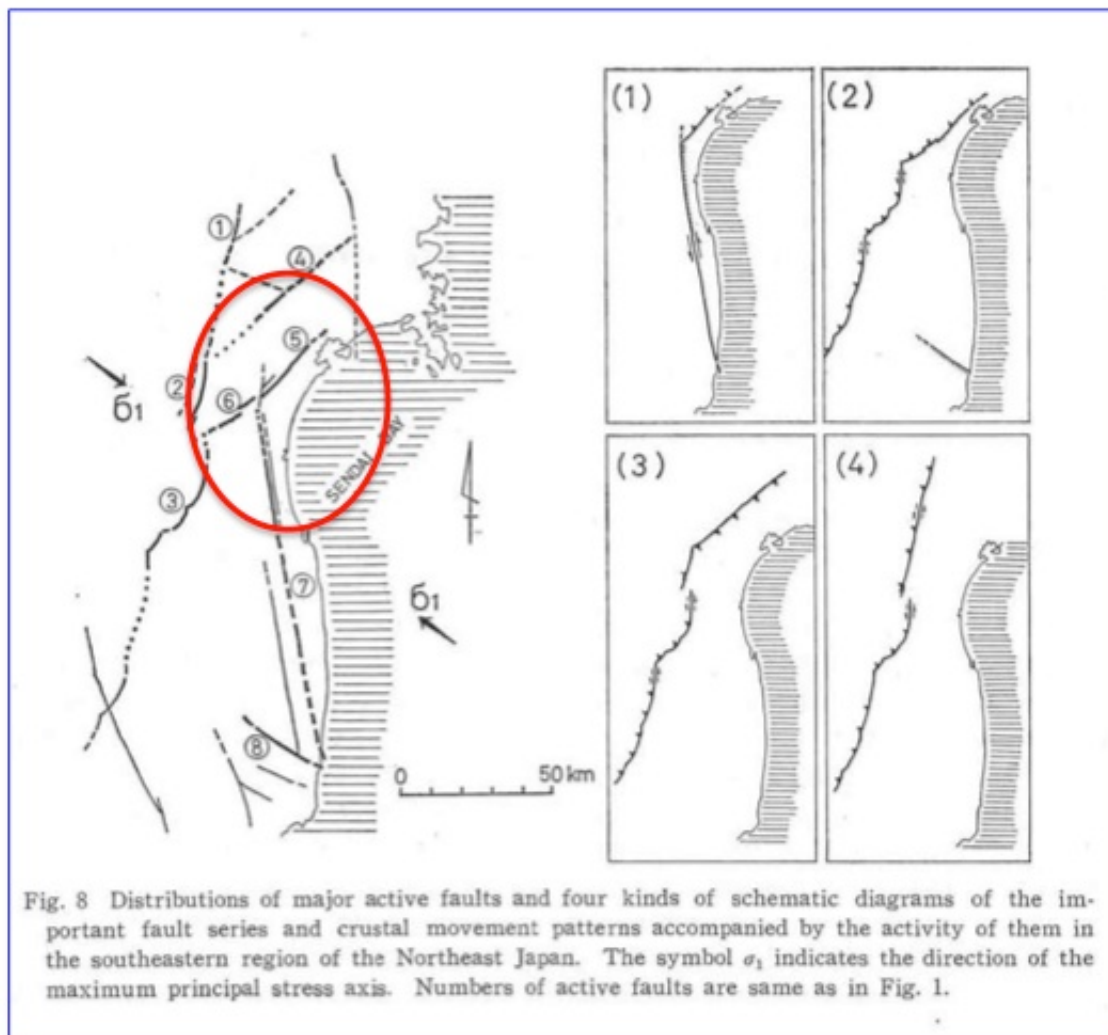
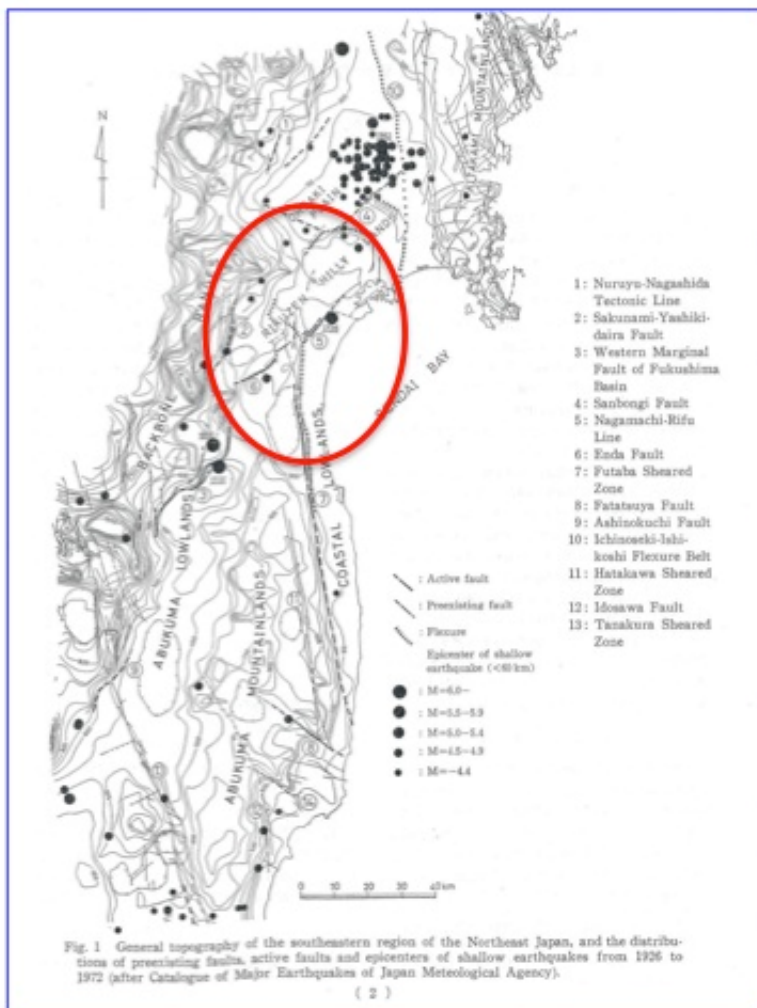
上町段丘礫層

上町段丘ローム層

大年寺山断層(榴ヶ岡)

これからの調査 : 仙台平野南部地域

→ 活断層帯間の相互の関係(ひずみ急変に伴う分配変化)



まとめ

1. 活断層の研究成果を基に地震の長期評価がすすめられているが、地表からの資料(位置形状・過去の活動)に加え、地質・地下構造、地球物理学的な資料をみることによって、より震源断層に近づいた評価を目指している
2. 仙台平野の南部における新しい活構造を見出す調査が急がれる。東北地方太平洋沖地震の発生で、地殻応力場が急変したことに伴って、長町利府断層・双葉断層の相互の関係について明らかにすることが急がれよう。