

東海地方の 地質・地層の特徴紹介と 地震に対する今後の備え

第2部会(中部地盤研究会)報告

平成23年12月06日(火)
地盤工学会中部支部シンポジウム
名城大学理工学部環境創造学科
牧野内 猛

1

本日の内容

東海地方の地形
東海地方の地質の概要
活断層;東海地方の活断層調査結果
地震;内陸地震, プレート境界地震
3連動地震に対する備え
第2部会の今後の計画

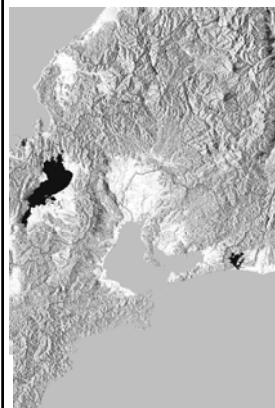
2

本日の内容

東海地方の地形
東海地方の地質の概要
活断層;東海地方の活断層調査結果
地震;内陸地震, プレート境界地震
3連動地震に対する備え
第2部会の今後の計画

3

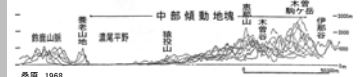
東海地方の地形



東海地方の鳥瞰図(野澤, 2011)

伊勢湾・三河湾・濃尾平野などを、
山地が馬蹄形に取り囲む配置。

東西方向についてみると、
木曾山脈から濃尾平野に向かって
次第に低くなっている。⇒ 傾動
⇒ 中部傾動地塊



濃尾平野-木曾山脈投影断面図(養老断層に直交)

4

本日の内容

東海地方の地形
東海地方の地質の概要
活断層;東海地方の活断層調査結果
地震;内陸地震, プレート境界地震
3連動地震に対する備え
第2部会の今後の計画

5

東海地方の 地質の概要

大きく分けて、
2つの時期の
岩石・地層群に。

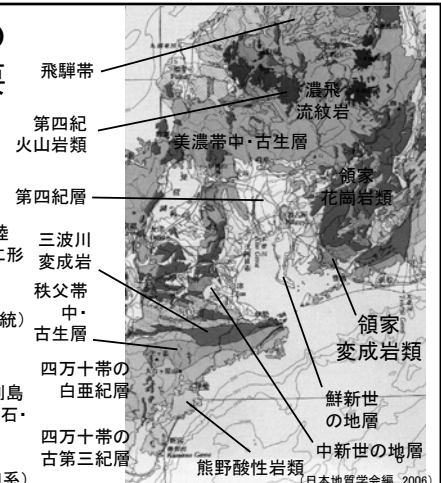
(1) 日本がユーラシア大陸
東縁の一部であった時期に形
成された岩石・地層群。
山地を形成。

(基盤岩類, 中新統)

1500~1400万年前

(2) 日本海が拡大して、列島
になった後に形成された岩石・
地層群。
丘陵・成丘・平野を形成

(中新・鮮新統, 第四系)



(日本地質学会編, 2006)

日本海の拡大

1500～1400万年前、大陸から分かれて列島に



1700万年前頃
日本海の拡大直前、ユーラシア大陸の東縁部に割れ目が見えた。



(糸魚川・柴田, 1992)
現在の日本海にあたる区域が拡大を始めた。

7

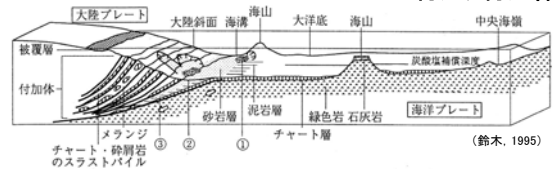
基盤岩類・中新統(1)

日本がユーラシア大陸東縁の一部であった時期に形成された岩石・地層群。

基盤岩類; 基本的に付加体

海洋プレートが大陸プレートに衝突し、沈み込んでいく際、海洋プレート上の海底堆積物が、海洋プレートから剥ぎ取られ、大陸プレートの底に付加される。

付加, 付加体



8

東海地方の付加体

一般的特徴

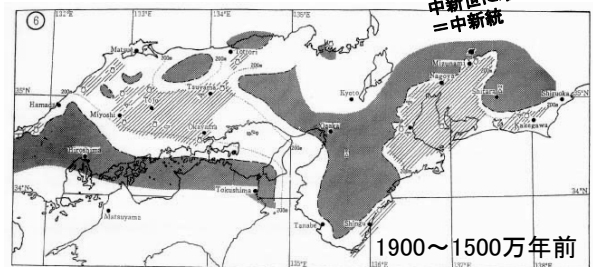
ほぼ東西方向に帯状に配列、南ほど付加した時代が若くなる。

- 飛騨帯 (飛騨片麻岩)
ユーラシア大陸の破片、源岩; 大陸縁堆積物。
- 美濃帯 (堆積岩)
ペルム紀～ジュラ紀中期 (3～1.8 億年前) に堆積。ペルム紀後期 (約1.6 億年前) に付加。
- 領家帯 (片麻岩; 高温低圧、花崗岩)
源岩; 美濃帯の堆積岩類 (3～1.8 億年前)。白亜紀後期 (1～0.7 億年前) に変成。および花崗岩の貫入。
- 三波川帯 (結晶片麻岩; 低温高圧)
源岩; 主に秩父帯の堆積岩類 (3～1.8 億年前)。白亜紀後期～古第三紀 (1～0.7 億年前) に変成。
- 秩父帯 (堆積岩)
ペルム紀～ジュラ紀中期 (3～1.8 億年前) に堆積。ペルム紀後期 (約1.6 億年前) に付加。
- 四万十帯 (堆積岩)
白亜紀～古第三紀 (1.5～0.2 億年前) に堆積。白亜紀後期～古第三紀 (1.3～0.2 億年前) に付加。

東海地方の地質図 (日本地質学会, 2006) と地帯構造 (新妻, 2006)

基盤岩類・中新統(2)

日本がユーラシア大陸東縁の一部であった時期に形成された岩石・地層群。



1900～1500万年前 (中新世中期), 現在の瀬戸内海をさらに東へ伸ばしたような海が出現。⇒ 古瀬戸内海。この海に堆積した地層群 = 瀬戸内中新統

当時の古瀬戸内海の古位置

朝鮮半島南端部付近の東側に、北東～南西方向に延びていた。古瀬戸内海には瀬戸内中新統が堆積。

時代: 中新世前期～中期。
年代: 1850～1550万年前。

日本海拡大前の復元 (新妻ほか, 1985)

11

中新・鮮新統, 第四系

日本海が拡大して、列島になった後に形成された岩石・地層群。

- 水色; 完新統 (沖積層)
沖積平野・沖積低地を構成。南陽層
- 黄色; 中～上部更新統
段丘を構成。熱田層
- 緑色; 中 (～下) 部更新統
丘陵上・頂部を構成。八事層・唐山層
- 暗緑色;
下部更新統・鮮新統・上部中新統
丘陵主体部を構成。東海層群
- 黄土色; 侵食小起伏面
低山地頂部に分布 (堆積物は無し)

臨海部の平野を中心に分布。

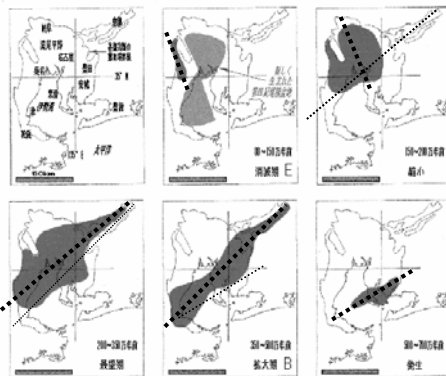
■ 橙色; 第四紀火山



日本第四紀地図 (日本第四紀学会, 1987)

12

丘陵を造る東海層群(中新・鮮新統)



(牧野内, 2002)

東海湖の範囲の変遷

東海湖堆積盆地の範囲は、発生期から最盛期まではほぼ北東-南西に伸び、縮小期-消滅期にはほぼ南北に伸びていた。

堆積盆地の伸長軸が、200万年前頃、北東-南西から、南北に転換したことがわかる。

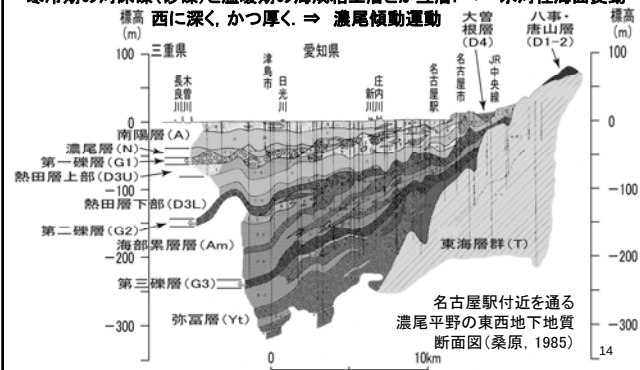
東海湖堆積盆地
東海層群が堆積した盆地

13

段丘・平野を造る第四系

(濃尾平野地下浅層の地質)

1960年代以降、地盤沈下対策の一環として進められた研究の成果。
寒冷期の河床礫(砂礫)と温暖期の海成粘土層とが互層。⇒ 氷河性海面変動



それぞれの累層の岩質

- ◆南陽層(沖積層:A)
上半部:砂層, 下半部:海成粘土層。
- ◆濃尾層(N)
砂泥互層。かなり固結。
- ◆第一礫層(G1)
礫層(大礫=玉石を含む)
礫の間に多量の地下水(帯水層)。
井戸を掘った時、第1番目に当たる。
- ◆鳥居松礫層(D5)
春日井市の鳥居松段丘を造る礫層。
(大礫=玉石を含む)
- ◆大曾根層(D4)
砂礫層。
熱田台地の中部に大曾根面。
- ◆熱田層上部(D3U)
砂層, 木曾御岳起源の軽石を含む。
名古屋都心部を載せる熱田台地。
- ◆熱田層下部(D3L)
海成粘土層。

- ◆第二礫層(G2)
礫層, 帯水層。
井戸を掘った時、2番目に当たる。
- ◆海部累層(Am)
海成粘土層・砂層・礫層の互層。
- ◆第三礫層(G3)
礫層, 帯水層。
- ◆弥富累層(Yt)
砂礫・泥互層。砂礫層が優勢。

平野縁辺の丘陵に露出する地層群

- ▲八事・唐山層(D1-2)
丘陵の上・頂部を造る砂礫層, 風化して、礫はクサリ礫, 基質は赤褐色。
- ▲東海層群(T)
東部丘陵の主体部を造り、平野地下にも厚く広がる。やや固結した礫・砂・泥互層。
火山灰層(ミガキ砂)や垂炭層をはさむ。

本日の内容

東海地方の地形

東海地方の地質の概要

活断層; 東海地方の活断層調査結果

地震; 内陸地震, プレート境界地震

3連動地震に対する備え

第2部会の今後の計画

16

中部地方西部の

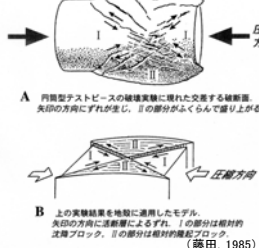
活断層の分布

格子状の分布

北西-南東; 左ずれ

北東-南西; 右ずれ

(南北方向; 縦ずれ)

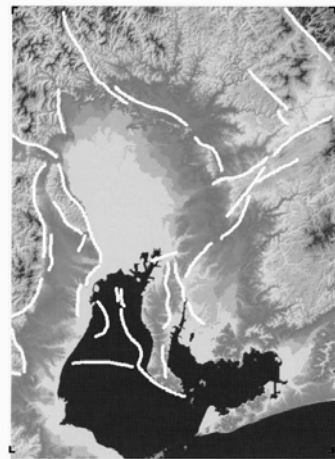


これほど活断層の多い地域は無い。
⇒ この地域は地震の巣。

17

活断層がある場所

- ・濃尾平野と養老山地
⇒ 養老断層
- ・名古屋東部丘陵と西三河平野
⇒ 猿投・境川断層
- ・知多半島と伊勢湾
⇒ 伊勢湾断層
- ・伊勢平野と伊勢段丘・丘陵地帯
⇒ 桑名・四日市断層
- ・伊勢段丘・丘陵地帯と鈴鹿山地
⇒ 一志断層
- ⇒ 地形の境界をなす場合が多い。
- ⇒ 現在の地形形成に活断層が関係している。



伊勢湾断層地域の投影図は川根大作が作成。

18

活断層の活動 = 地震を起こす.

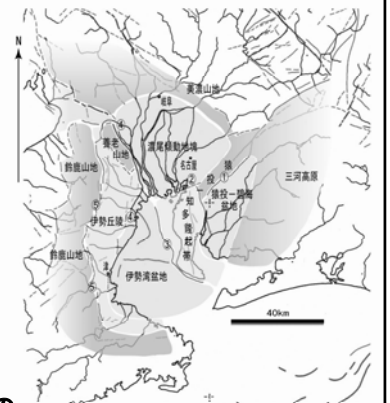
The diagram illustrates a geological cross-section of the Nishikubo Tilted Block. The vertical axis on the left indicates elevation in meters (asl. (m)), ranging from 0 to -2000. The horizontal axis represents distance, with a scale bar indicating 0 to 10 km. The cross-section shows several distinct geological layers and features:

- Topographic Features:** 養老山地 (Yōrō Mountains), 濃尾平野 (Nōbi Plain), 熱田台地 (Nōda Terrace), 名古屋東部丘陵 (Nagoya Eastern Hills), and 猿投山 (Sugiyama).
- Geological Layers:**
 - 養老断層 (Yōrō Fault)
 - 沖積層 (Alluvium)
 - 熱田層 (Nōda Formation)
 - 八事・唐山層 (Yatsuji-Tanaka Formation)
 - 東海層群 (Tōkai Group)
 - 基岩 (Basement Rock)
 - ホルンフェルス (Hornfels)
 - 奥濃尾 中・石笠層 (Okunōbi Nakashi-Ryōgi Formation)
- Geological Structures:** The diagram shows the Nishikubo Tilted Block (濃尾傾動地塊) and the Kosei mode (東西模式断面図).

濃尾傾動地塊の
東西模式断面図 (桑原, 1968)

濃尾傾動地塊＝濃尾平野＝濃尾傾動盆地

沈降ブロック；
濃尾平野，伊勢湾，
西三河平野，三河湾
隆起ブロック；
鈴鹿，養老，美濃，
三河山
中間的隆起ブロック；
伊勢，知多，
名古屋東部丘陵



- ① 狭谷-境川断層 (狭谷-豐海盆地と狭谷-知多隆起帯とを分ける。)
- ② 天白河川断層 (濃尾横断地帯と知多の丘陵地帯とを分ける。)
- ③ 伊勢湾断層 (知多の丘陵地帯と伊勢湾盆地とを分ける。)
- ④ 養老-桑名-春日市断層 (濃尾横断地帯、伊勢湾盆地と養老山地・伊勢丘陵とを分ける。)
- ⑤ 鈴鹿東部断層帯 (一志断層系：伊勢丘陵と鈴鹿山地とを分ける。)

(牧野内 2005)

[illegible]

兵庫県南部地震(1995)以降、活断層に対する社会的関心が高まり、全国の活断層を調べる国家的プロジェクトが始まる。

東海地方でも12本の活断層が調べられている。

これらのうち、濃尾平野周辺にある活断層は4本。

- ・岐阜-一宮線
- ・天白河川断層
- ・養老-桑名-四日市断層帯
- ・伊勢湾断層

21

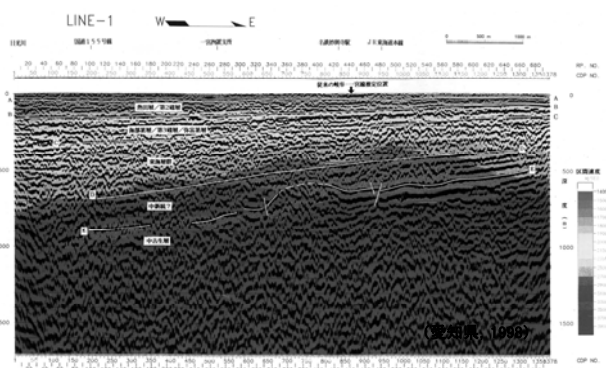
21

(飯田, 1985)

(松田, 1985)

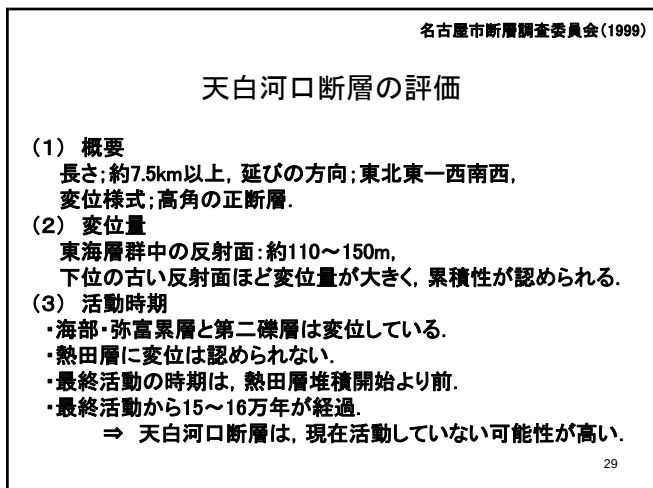
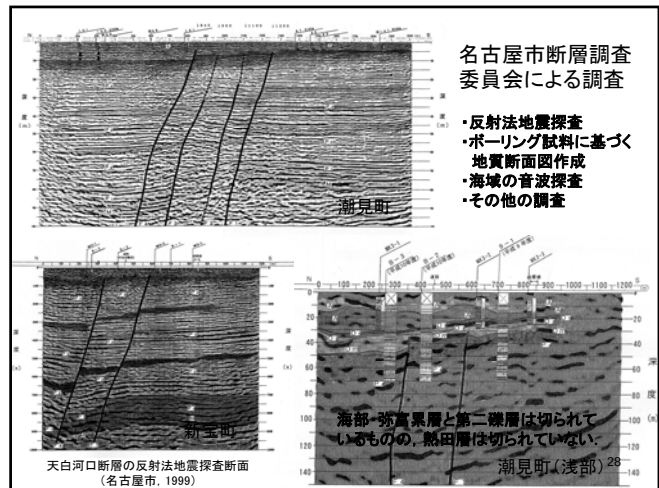
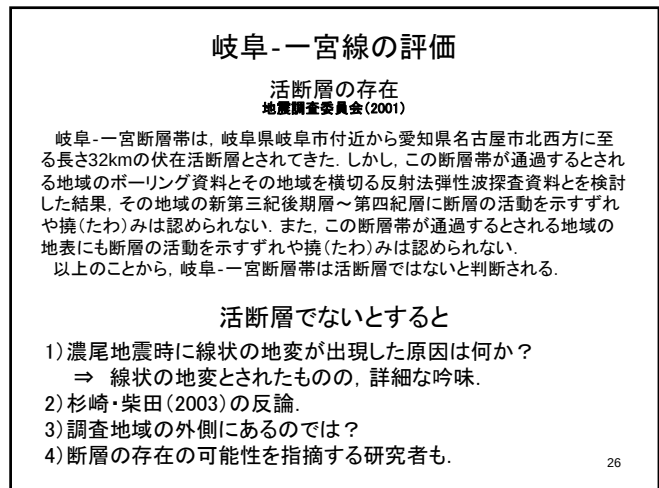
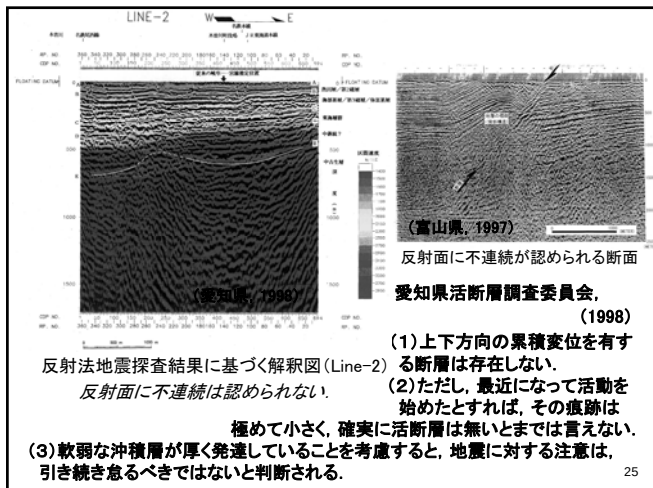
濃尾地震(1891, M8.0)の際, 濃尾平野に線状の地変

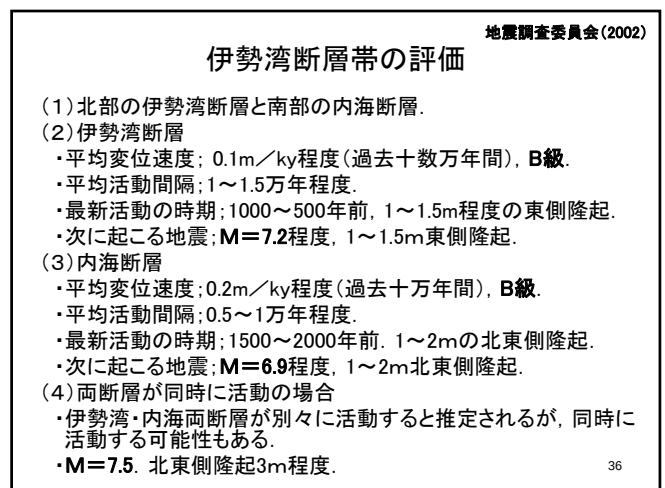
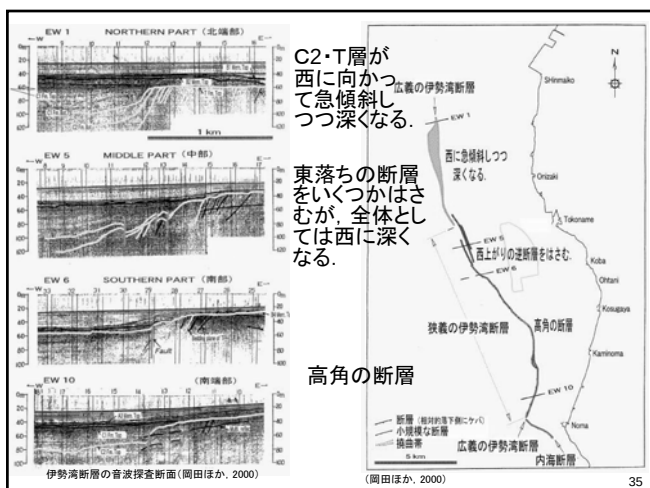
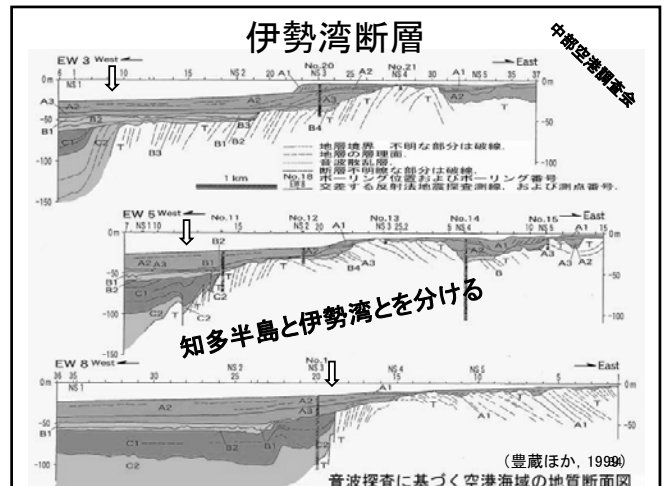
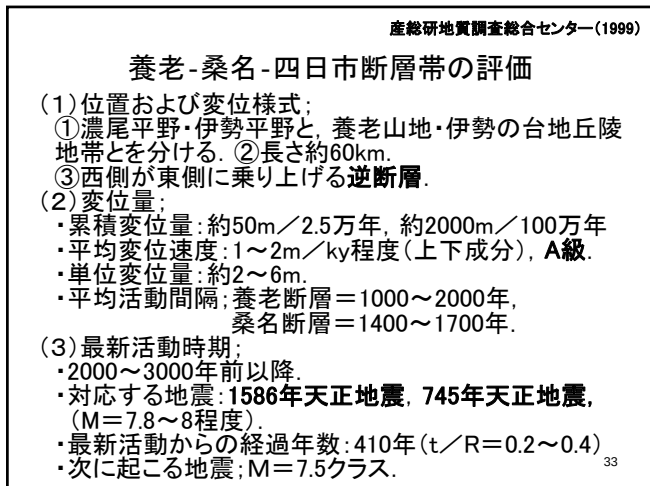
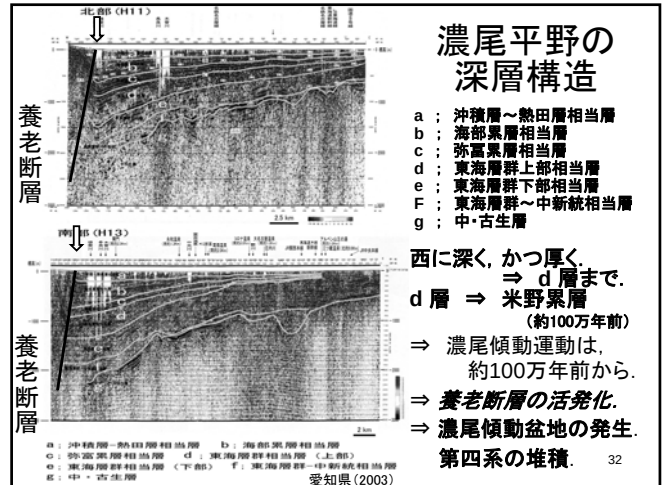
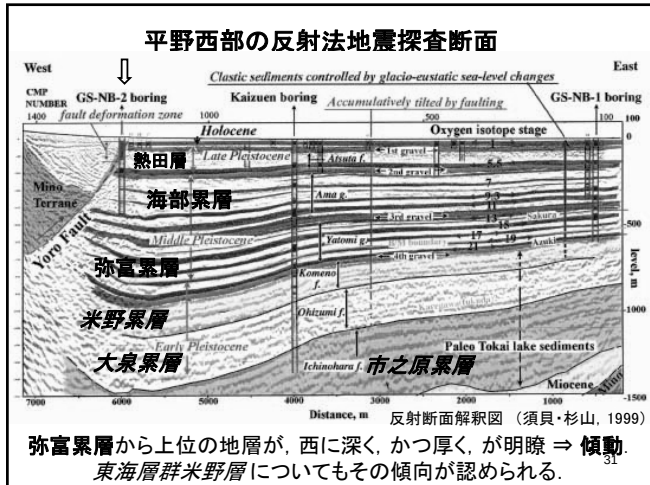
22

[illegible]

反射面に不連続は認められない。

24





3連動地震との関連性

東北地方太平洋沖地震の後に、震源域の外側で内陸地震などが頻発している点を考えれば、3連動地震の後にも、類似の現象が、十分に起こり得る。

今後、東北地方の頻発地震の詳細な解析が期待され、それらと並行して、西南日本の活断層のさらなる調査・解析および活動予測を進める必要がある。

37

本日の内容

東海地方の地形

東海地方の地質の概要

活断層;東海地方の活断層調査結果

地震;内陸地震, プレート境界地震

3連動地震に対する備え

第2部会の今後の計画

38

中部日本ではどのような地震が起こっているか？



中部地方で起こる地震

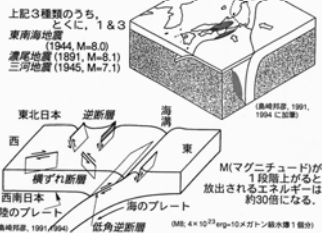
日本付近にあるプレート

1. フィリピン海プレートの沈み込み
2. 太平洋プレートの沈み込み
3. 内陸の浅発地震

- ・太平洋プレート
- ・フィリピン海プレート
- ・ユーラシア・プレート
- ・北米プレート

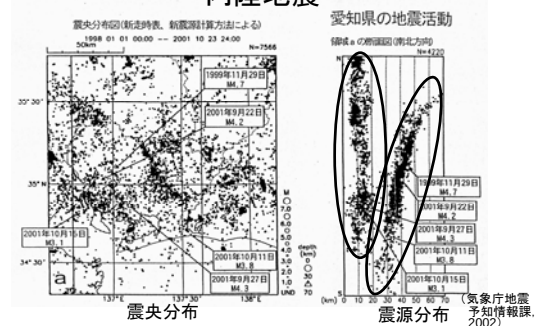
起こっている地震

- 1) フィリピン海プレートの沈み込みに伴う浅発地震
東海地震, 東南海地震
- 2) 太平洋プレートの沈み込みに伴う深発地震
濃尾地震, 三河地震, 兵庫
- 3) 内陸の浅発地震
濃尾地震, 三河地震, 兵庫



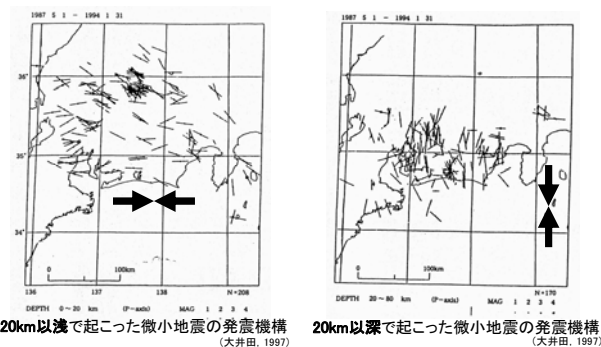
39

内陸地震



愛知県の周辺地域で起こった地震の震央分布
深さ約20kmを境に、それより浅い部分と深い部分に、明確に分かれる。⇒ 発震機構が異なる。

40



微小地震の発震機構

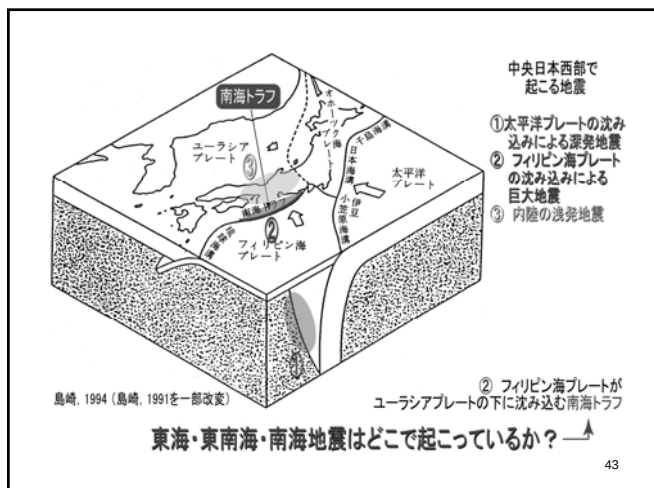
20km以浅では東西圧縮 ⇒ 太平洋プレートの押し,
20km以深では南北圧縮⇒フィリピン海プレートの押し.⁴¹

想定 東海・東南海地震
想定 南海地震
プレート境界地震
2001年以降

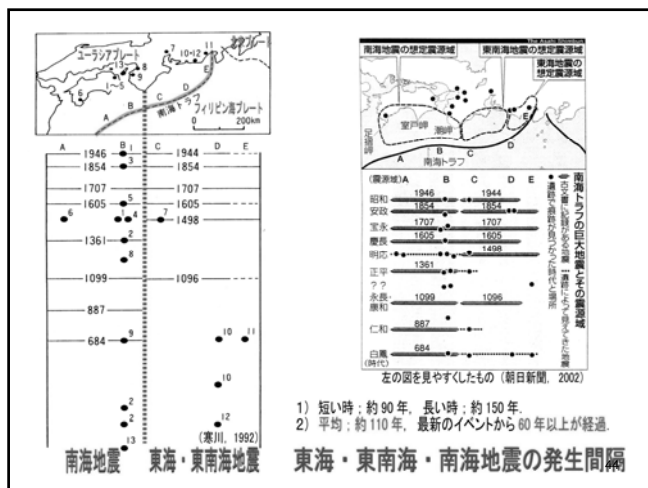
今後、数10年の間に起こる。

東海地震; いつ起こってもおかしくない。
東南海地震; 今後30年以内に確率50%程度。
50年以内は確率80~90%程度。
南海地震; 今後30年以内に確率40%。
50年以内は確率80%程度。

42



43

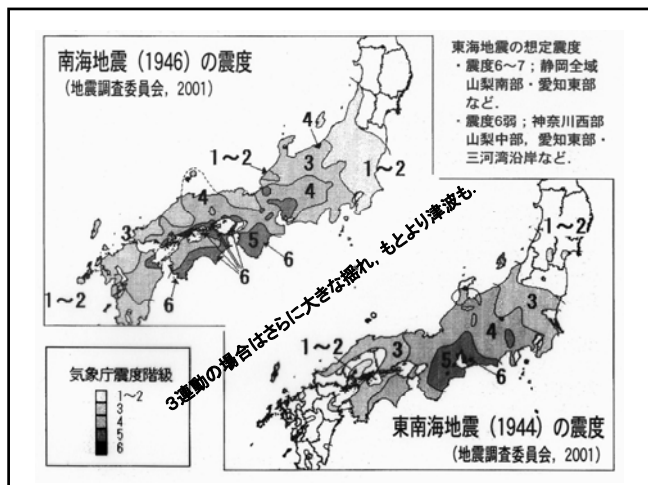


東海・東南海・南海地震

- 1) フィリピン海プレートの沈み込み境界 (南海トラフ) で起こる.
- 2) A・B 海域で起こるのが, 南海地震.
- 3) C・D・E 海域で起こるのが, 東海・東南海地震.
- 4) 両者ともほぼ同時に, 約 110 年の間隔で発生.
- 5) 東海・東南海地震が先に発生.
- 6) 最新活動は, 東南海地震が 1944 年, 南海地震が 1946 年.
- 7) 東海地震のみが単独で発生したことはない.

最新のイベントから平均発生間隔の 1/2 以上の期間がすでに経過している.

45



本日の内容

東海地方の地形

東海地方の地質の概要

活断層; 東海地方の活断層調査結果

地震; 内陸地震, プレート境界地震

3連動地震に対する備え

第2部会の今後の計画

47

3連動地震に対する備え

■地震動(地震の揺れ); 山地, 丘陵, 平野

- ・崩れやすい三波川帯の斜面崩壊
- ・深層風化した三河高原などのマサの斜面崩壊
- ・新第三紀層露出地域の崩壊や地すべり
- ・風化した基盤岩や断層の沿う弱線などにおける斜面崩壊
- ・丘陵地における古洞の陥没
- ・造成された宅地や道路等の崩壊や地すべり
- ・沖積平野における液状化

■津波

- ・リアス式海岸である熊野灘沿岸
 - 出入口が広く奥が狭い湾の場合, 津波が高まる.
- ・平滑な海岸線の遠州灘沿岸
 - 海岸付近に浅い海底が広がると, 津波が高まる.
- ・出入り口が狭い伊勢湾・三河湾

48

地震動(地震の揺れ);山地,丘陵,平野

■崩れやすい三波川帯の斜面崩壊
三波川帯の結晶片岩は細かく割れやすく、集中豪雨等で大規模な崩壊を起こした例もかなりある。地震の際にも注意すべき。

■深層風化した三河高原などのマサの斜面崩壊
領家帯の花崗岩からなる三河高原などでは深層風化が進んでおり、スコップなどでたやすく削ることができるルーズなマサになっている場所が随所にある。これらのマサが地震動によって不安定になる可能性に注意。

■新第三紀層露出地域の崩壊や地すべり
新第三紀層が露出する地域では、地すべりなどが多く、地震動に対しても注意が必要であろう。

■風化した基盤岩や断層に沿う弱線などにおける斜面崩壊
風化した基盤岩が分布する場所や、断層に沿う弱線などでは、長期の浸食によって、谷地形を呈する場合が多い。このような場

所が地震動によってより不安定になり崩壊などが発生する可能性にも注意が必要。

■丘陵地における古洞の陥没
東海層群からなる丘陵地帯や、新第三紀層露出地域には、亜炭やミカキ砂(火山灰層)の採掘坑が放棄されている場所(古洞)がある。古洞が陥没する例はたびたびあるが、地震動で陥没する場合にも注意。

■造成された宅地や道路等の崩壊や地すべり
大規模な宅地造成や道路建設などに伴って、旧河道や旧谷地形を盛土・埋積する場合が多々ある。東日本大震災でも、内陸でこのような場所に被害が集中している。造成地などでは、どのような旧地形を改造して現地形があるのか、把握しておく必要がある。

■沖積平野における液状化
沖積平野、とくにWater Frontで、砂地盤からなる区域では、液状化に最大限の注意が必要。

49

本日の内容

東海地方の地形

東海地方の地質の概要

活断層;東海地方の活断層調査結果

地震;内陸地震,プレート境界地震

3連動地震に対する備え

第2部会の今後の計画

50

第2部会(含濃尾地盤研究委員会)のこれまでの取り組み

稲沢市の地盤解析
縄文海進の際の汀線(海岸線)付近
■地盤構成の検討
■土質工学的特性の検討
■理工学・工学観点からの地盤解析

東縁部の都市高速道路に沿う地盤解析
濃尾平野東縁部の地盤
■地盤構成の検討
■土質工学的特性の検討

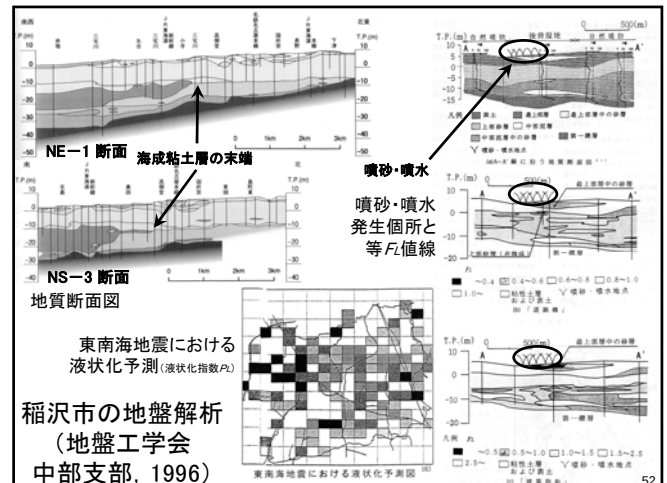
臨海部伊勢湾岸自動車道・第二東名自動車道に沿う地盤解析
濃尾平野臨海部の地盤
■地盤構成の検討
■土質工学的特性の検討

ジオテクト「濃尾平野の地盤」の出版
沖積層の研究成果のまとめ

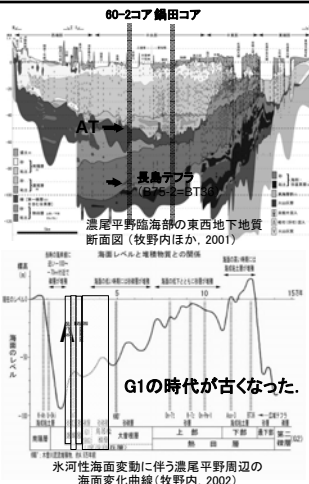
最新名古屋地盤図の追補版編集
新しい資料を追加して改定版の編集



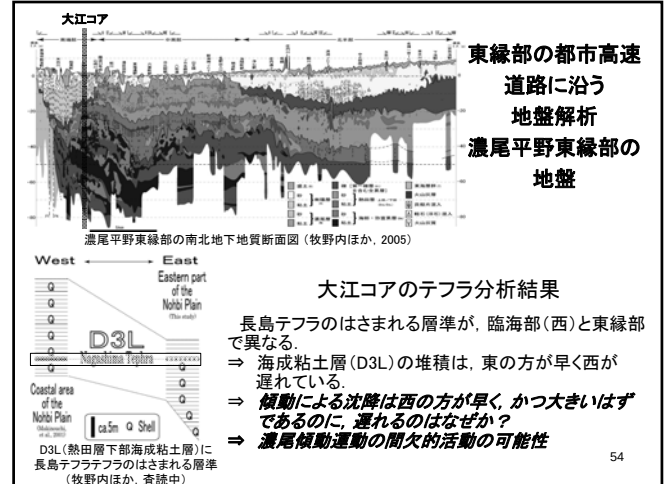
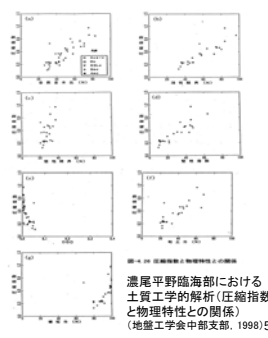
濃尾平野の地形と断面位置など



52



臨海部伊勢湾岸自動車道・第二東名自動車道に沿う地盤解析 濃尾平野臨海部の地盤



大江コアのテフラ分析結果

長島テフラのはさまれる層層が、臨海部(西)と東縁部で異なる。
⇒ 海成粘土層(D3L)の堆積は、東の方が早く西が遅れている。
⇒ 傾動による沈降は西の方が早く、かつ大きいはずであるのに、遅れるのはなぜか?
⇒ 濃尾傾動運動の間欠的活動の可能性

54

ジオテクノート⑮
「濃尾平野の地盤」
の出版
沖積層の研究成果の
まとめ

最新名古屋地盤図の
追補版編集
新しい資料を追加して
改定版の編集

現在、作業を継続中



55

第2部会の今後の計画

- (1) 最新名古屋地盤図の追補版の編集作業の継続
- (2) 新たな地盤資料の収集
地質断面図の作成, 地盤試料から理学データの取得
地盤工学データの取得・解析
- (3) 理学と工学の両面から地盤を解釈
とくに, 地層堆積時の環境と, 堆積後の環境とから,
地盤特性を検討する.
理学と工学が融合した形のもとでの地盤の解釈
- (4) 3連動地震への備えに対する基礎的データの提供

56

ご清聴
ありがとうございました.

57

58

付表 東海地方の活断層の調査結果（野澤編, 2011）

断層名	主な分布位置*		ズレのセンス**			最近(数10万年前以降)の活動履歴***	予想される地震****	
			位置	隆起側	横ズレ		地震規模(長期)(M)	発生確率(今後30年以内)
阿寺断層帯	岐阜県	下呂市(旧), 同萩原町, 中津川市加子母		(東)	左	主部／北部 約3400～3000年前	6.9	6-10%
		中津川市(旧), 同加子母, 同付知, 同坂下, 同山口		(北東)	左	主部／南部 1586年(天正地震)	7.7	ほぼ 0%
		中津川市加子母			右	白川断層帯 不明	7.3	不明
		中津川市加子母			右	伏見断層帯 不明	7.2	不明
柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯	岐阜県	関ヶ原町		東	(左)	主部／北部 17世紀頃	7.6	ほぼ 0%
		関ヶ原町			左	主部／中部 約7200～7000年前	6.6	不明
		関ヶ原町, 大垣市		(東)	左	主部／南部 約4900年前～15世紀	7.6	ほぼ 0%
長良川上流断層帯	岐阜県	郡上市八幡町, 同大和町		西	左	不明	7.3	不明
高山・大原断層帯	岐阜県	高山市(旧), 同清見町			右	高山断層帯 不明	7.6	0.70%
		高山市国府町		(南東)	右	国府断層帯 約4700～300年前	7.2	ほぼ 0-5%
		高山市高根, 同朝日		(北西)	右	猪之鼻断層帯 不明	7.2	不明
濃尾断層帯	岐阜県	山県市高富, 同伊自良	北西部	(北東)	左	主部／梅原断層帯 1891年	7.4	ほぼ 0%
		本巣市根尾, 山県市高富, 同伊自良	南東部	(南西)	左	主部／根尾谷断層帯 1891年	7.3	ほぼ 0%
		(福井県)		(北東)	左	温見断層／北西部 1891年	6.8	ほぼ 0%
		本巣市根尾		(南西)	左	温見断層／南東部 不明	7.0	不明
		本巣市根尾, 山県市美山, 関市武芸川, 関市(旧), 美濃市		(北東)	左	武儀川断層 不明	7.3	不明
		揖斐川町藤橋, 本巣市根尾		(南西)	左	揖斐川断層帯 1～10世紀	7.1	不明
		岐阜市, 各務原市			左	主部／三田洞断層帯 不明	7.0	不明
岐阜――宮断層帯	岐阜県愛知県	岐阜市, 一宮市, 稲沢市		北東?		一部は濃尾地震(1891)で変位を発生したとされる	—	—
屏風山・恵那山―猿投山断層帯	岐阜県	中津川市, 恵那市, 瑞浪市		南東		屏風山断層帯 13～16世紀	6.8	0.2-0.7%
		恵那市, 八百津町, 白川町		南西		赤河断層帯 不明	7.1	不明
	岐阜県愛知県	恵那市上矢作, 同岩村, 瑞浪市, 土岐市, 瀬戸市, 豊田市藤岡, 豊田市(旧)	東部西部	南東	(右)右	恵那山―猿投山北断層帯 約7600～5400年前	7.7	ほぼ 0-2%
	愛知県	みよし市, 豊明市, 大府市, 東浦町, 高浜市		西		猿投―高浜断層帯 約14000年前	7.7	ほぼ 0%
		東海市, 知多町, 阿久比町	北部南部	西東		加木屋断層帯 不明	7.4	0.10%
天白河口断層	愛知県	名古屋市		南?		約15～16万年前以降の活動履歴はない	—	—
養老―桑名―四日市断層帯	岐阜県三重県	養老町, 海津市南濃, 同海津, 桑名市(旧), 同多度, 四日市市		西		13～16世紀	8.0	ほぼ 0-0.7%
鈴鹿東縁断層帯	三重県	いなべ市藤原, 同北勢, 同大安, 菰野町, 鈴鹿市		西		約3500～2800年前	7.5	ほぼ 0-0.1% 0.001%
布引山東縁断層帯	三重県	亀山市(旧), 同関, 津市芸濃, 同美里, 同久居		西		西部 2800～400年前	7.4	ほぼ 0-1%
		亀山市(旧), 同関, 津市芸濃, 同安濃, 同美里, 同久居		西		東部 11000年前頃	7.6	0.00%
伊勢湾断層	愛知県	常滑市沖		東		主部／北部 おおむね1000～500年前	7.2	ほぼ 0%
		美浜町・南知多町沖		北	不明	主部／南部 おおむね2000～1500年前	6.9	ほぼ 0-0.02%
	愛知県三重県	美浜町沖, 津市河芸沖		北	不明	白子―野間沖断層 おおむね6500～5000年前	7.0	0.2-0.8%

*(旧)は市町村合併前の旧市内。

**地震調査研究推進本部等のHPIによる。

***同左

****同左

(2010年1月1日現在)
不明；情報量が不足。
—；活断層の可能性が低い。