

南海トラフの巨大地震モデル検討会  
第 4 回会合

表層地盤モデルの作成の考え方

平成 23 年 11 月 15 日



## 表層地盤モデルの作成の考え方

### ■ 表層地盤モデルについて

これまで中央防災会議では、微地形区分の分布は 1km メッシュとしていた。このため中央防災会議に設置された専門調査会（2001<sup>1</sup>、2003<sup>2</sup>）では、強震動推計計算を行うために、既存のボーリングデータや国土地理院の微地形区分図等から地盤データの詳細な整理を行い、1km メッシュ（基準地域メッシュ）の表層地盤モデルを作成した。

しかしながら、近年では、より詳細な地震被害想定のため、1km メッシュよりも細かいメッシュサイズでの強震動の分布が必要となっている。また、改正測量法（平成 14 年 4 月 1 日）に伴いメッシュデータは世界標準の世界測地系で整備されていることが必要となっているが、従来のものはこれに準拠していない。

このため、今後、強震動の分布は 250m メッシュで行うこととし、測量基準を世界測地系とした 250m メッシュ（4 分の 1 地域メッシュ、緯度間隔 7.5 秒、経度間隔 11.25 秒）での全国版の表層地盤モデルを新たに作成することとする。

なお、作成する表層地盤モデルでは、①地震観測点における観測記録、②地質調査資料（PS 検層、ボーリング）および③微地形区分図のいずれかのデータから 250m メッシュごとに地盤増幅率を設定し、また①～③のデータをベースにして層構造を設定することとした。

<表層地盤モデル作成の根幹となる基礎資料>

- ① 地震観測点における観測記録
- ② 地質調査資料（PS 検層、ボーリング）
- ③ 微地形区分図

※表層地盤モデルの作成は、文部科学省地震調査研究推進本部と連携して実施することとしている。

---

<sup>1</sup> 中央防災会議(2001)：「東海地震に関する専門調査会」（第 11 回） 資料 3-1 関連資料  
<sup>2</sup> 中央防災会議(2003)：「東南海、南海地震等に関する専門調査会」（第 16 回） 参考資料  
2 地盤構造に関する資料

## ■ 表層地盤モデル作成の考え方

### (1) 地盤増幅率の設定の考え方

#### ① 地震観測データからの地盤増幅率の推定

メッシュ内に「地震観測点」がある場合には、地震観測記録から地盤増幅率を求める。ここでは、Iwakiri(2011)<sup>3</sup> に倣い、距離減衰式より求まる地震動と観測記録との比較の統計処理を行い、各観測点の表層地盤における増幅率を評価する。ただし、個々の観測記録で求めた地盤増幅率のばらつきが大きい場合には採用しない。

#### ② 地盤調査資料からの地盤増幅率の推定

メッシュ内に地震観測点がない場合には、メッシュ内の「地質調査資料 (PS 検層、ボーリング等)」の有無を確認し、地質調査資料があれば層構造を設定する。層構造より、地表から地下 30m までの平均 S 波速度 (AVS30) を計算し、これまで中央防災会議で用いてきた AVS30 と地盤増幅率の関係式(横田他、2005)<sup>4</sup>から地盤増幅率を求める。なお、この関係式についても、地震観測データからの地盤増幅率の資料を用いて必要な点検、修正を行う。

#### ③ 微地形区分からの地盤増幅率の推定

メッシュ内に地震観測点および地質調査資料がない場合については、世界測地系で整備された「微地形区分」(関東学院大学の若松教授が世界測地系で整備中の 250m メッシュ微地形区分図(若松・松岡、2011)<sup>5</sup>等)を活用して、地盤増幅率を求める。

地盤増幅率の算出に当たっては、今回収集した PS 検層実施地点における微地形区分と AVS30 の値を用いて、標高、河川からの距離、傾斜度等の指標との関係を検討する。

#### ④ 総合評価による修正

上記手順で表層地盤の増幅率を用い、試算した震度分布と過去の被害資料による震度とを比較する等の総合評価を行い、必要な修正を加える。

---

<sup>3</sup> K. Iwakiri et al.(2011): Improvement in the accuracy of expected seismic intensities for earthquake early warning in Japan using empirically estimated site amplification factors, Earth Planets Space, 63, 57-69

<sup>4</sup> 横田崇・稲垣賢亮・増田徹, 2005, 数値実験による地盤特性と増幅率の関係, 日本地震学会講演予稿集 (2005 年度秋季大会), B064, 86.

<sup>5</sup> 若松加寿江・松岡昌志 (2011): 世界測地系に準拠した地形・地盤分類 250m メッシュマップの構築, 日本地震工学会・大会-2011, 84-85

## (2) 層構造の設定の考え方

各メッシュの深度方向の地盤構成を「層構造」として設定する。地盤構成には、各層の土質、せん断波速度 (S 波速度)、密度及びそれらの層厚が含まれる。

メッシュ内に PS 検層またはボーリングデータがある場合とない場合があるため、以下のように層構造を設定する。

- ① メッシュ内に PS 検層データがある場合には、PS 検層結果により層構造を設定する。
- ② メッシュ内に PS 検層データはないがボーリングデータがある場合には、ボーリング柱状図から、各土層の土質及び平均 N 値をもとに既往の N 値と S 波速度の関係から層構造を設定する。
- ③ メッシュ内に PS 検層データ及びボーリングデータがない場合には、微地形区分が同じでかつ最も近い PS 検層またはボーリングデータの層構造を採用する。次に、採用した S 波速度構造から AVS30 を計算し、微地形区分による AVS30 と一致するように S 波速度構造を補正し、最終的な層構造とする。
- ④ 過去の液状化等の被害資料と比較する等の総合評価を行い、必要な修正を加える。

●地震観測記録から求められた地盤増幅率の例

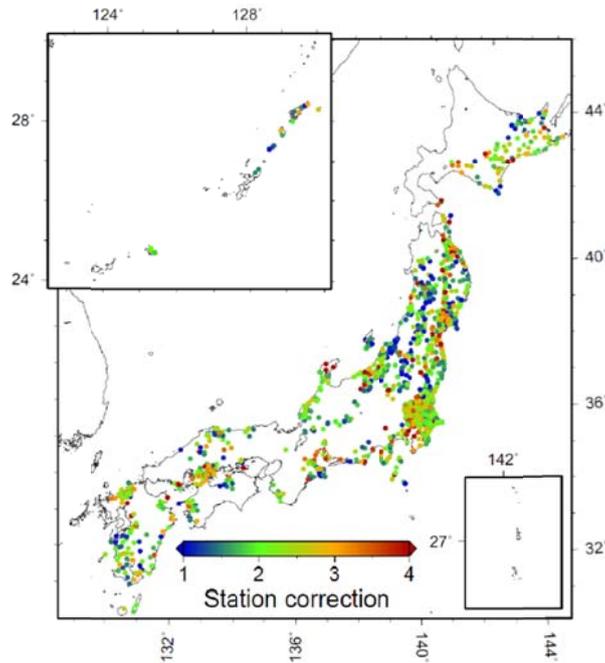


図1 Iwakiri et al. (2011) による観測点増幅率

●AVS30 と地盤増幅率の関係

表1 AVS30～震度増分の関係式の係数一覧表  
(想定東海地震 S1 モデル・等価線形) (横田他、2005)

基盤震度	a	b	基盤震度	a	b
3.0～3.9	2.943	1.034	5.0～5.5	2.715	0.954
4.0～4.4	2.916	1.026	5.5～5.9	2.494	0.876
4.5～4.9	2.888	1.015	6.0～6.4	2.434	0.855

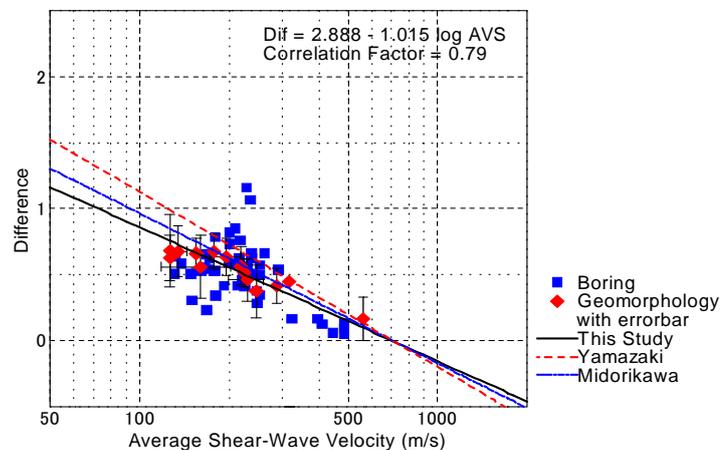


図2 AVS30 と震度増分との関係 (工学的基盤の震度 4.5～4.9) (横田他、2005)

● 専門調査会(2003)による地形区分ごとの標高～AVS30 の関係<sup>6</sup>  
 (専門調査会(2003)資料より抜粋)

東海地震で収集した関東・中部地域の PS 検層データに加えて、新たに近畿以西などの PS 検層データを収集し、これらを用いて、松岡・翠川(1994)<sup>7</sup>の方式に従い、微地形区分ごとの表層 30m の平均 S 波速度を整理し、既存の経験式との比較検討を行った。

松岡・翠川(1994)による微地形区分ごとの AVS の経験式は、次のとおりである。

$$\text{LogAVS} = a + b \cdot \text{LogH} + c \cdot \text{LogD} \pm \sigma \quad \dots \dots \dots \text{①}$$

ここで、AVS ; 表層 30m の平均 S 波速度の推定値

H ; 標高 (m)

D ; 主要河川からの距離 (km)

a, b, c ; 係数 (各微地形区分ごと)

σ ; 標準偏差 (各微地形区分ごと)

東海地震では、関東・中部地域におけるデータを用いて微地形区分ごとの表層 30m の平均 S 波速度 (AVS30) を①式で整理し、①式の各係数を表 2 のように求めた。

今回新たに収集した深度 30m を超える PS 検層データ全てについて、表層 30m 区間の平均 S 波速度を求めた。PS 検層を実施した場所の微地形区分ごとに、平均 S 波速度と標高の関係をプロットし、図 3 に示した。収集したデータと比較するために、東海地震で作成した標高と AVS30 の関係式(μ式、-σ式)、松岡・翠川(1994)による関係式および藤本・翠川(2003)<sup>8</sup>による関係式を併せて示した。なお、新たに設定した微地形区分「火山」については、「他の地形」と同一図面に示した。

今回収集したデータと東海地震で収集したデータとを比較すると、両者の分布に大きな相異はないといえる。このため、今回の検討においても、東海地震で設定した①式の係数をそのまま採用することとした。

---

<sup>6</sup> 中央防災会議(2003)：「東南海、南海地震等に関する専門調査会」(第 16 回) 参考資料 2 地盤構造に関する資料  
<sup>7</sup> 松岡昌志・翠川三郎(1994)：国土数値情報とサイスミックマイクロゾーニング, 第 22 回地盤震動シンポジウム資料集, 23-34.  
<sup>8</sup> 藤本一雄・翠川三郎(2003)：日本全国を対象とした国土数値情報に基づく地盤の平均 S 波速度分布の推定, 日本地震工学会論文集, Vol.3, 3, 13-27.

表2 微地形区分ごとの平均S波速度 (AVS) の経験式の係数一覧表

[  $\mu$  式 ]

コード	微地形区分	a	b	c	$\sigma$	
3~5	古生代・中生代・古第三紀	2.90	0.00	0.00	0.15	
6	新第三紀	2.53	0.00	0.00	0.07	
7	他の地形	2.20	0.13	0.00	0.15	200 < AVS < 350
8	丘陵地	2.51	0.00	0.00	0.16	
9	砂礫台地	2.48	0.00	0.00	0.14	
10	ローム台地	2.09	0.23	0.00	0.10	200 < AVS < 400
11	扇状地	2.49	0.00	0.00	0.10	
12	砂州・砂丘	2.31	0.00	0.00	0.12	
13	谷底平野	2.08	0.19	0.00	0.15	162 < AVS < 300
14	自然堤防	2.06	0.26	0.00	0.14	162 < AVS < 400
15	後背湿地・デルタ (D > 0.5)	2.27	0.00	0.19	0.13	AVS < 250
16	後背湿地・デルタ (D ≤ 0.5)	2.21	0.00	0.00	0.11	
17	人工改変地	2.39	0.00	0.00	0.14	
18	埋立地・干拓地	2.23	0.00	0.00	0.19	
21	火山	2.20	0.13	0.00	0.15	200 < AVS < 350

[  $-\sigma$  式 ]

コード	微地形区分	a	b	c	
3~5	古生代・中生代・古第三紀	2.75	0.00	0.00	
6	新第三紀	2.46	0.00	0.00	
7	他の地形	2.05	0.13	0.00	145 < AVS < 250
8	丘陵地	2.35	0.00	0.00	
9	砂礫台地	2.34	0.00	0.00	
10	ローム台地	1.99	0.23	0.00	160 < AVS < 320
11	扇状地	2.39	0.00	0.00	
12	砂州・砂丘	2.19	0.00	0.00	
13	谷底平野	1.93	0.19	0.00	125 < AVS < 210
14	自然堤防	1.92	0.26	0.00	125 < AVS < 290
15	後背湿地・デルタ (D > 0.5)	2.14	0.00	0.19	AVS < 200
16	後背湿地・デルタ (D ≤ 0.5)	2.10	0.00	0.00	
17	人工改変地	2.25	0.00	0.00	
18	埋立地・干拓地	2.04	0.00	0.00	
21	火山	2.05	0.13	0.00	145 < AVS < 250

$$\log AVS = a + b \log H + c \log D \pm \sigma$$

AVS : 地表から深さ 30m までの平均 S 波速度

H : 標高 (m)

D : 主要河川からの距離 (km)

$\sigma$  : 標準偏差

a, b, c : 微地形区分ごとに与えられる回帰係数

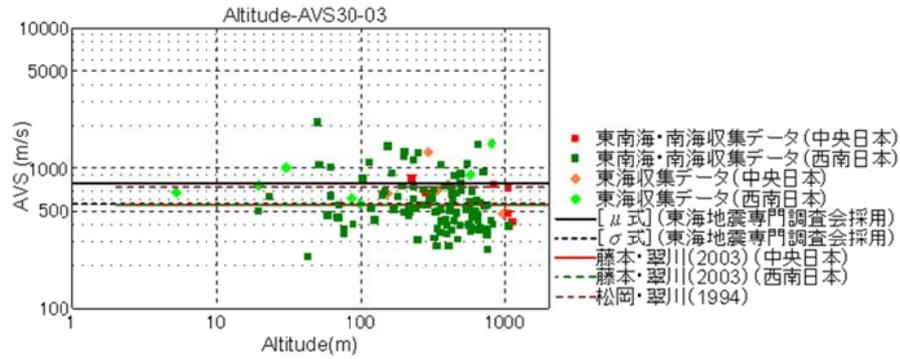


図 3 (1) 標高と AVS30 との関係 [古第三紀・中生代・古生代・PS 検層データ]

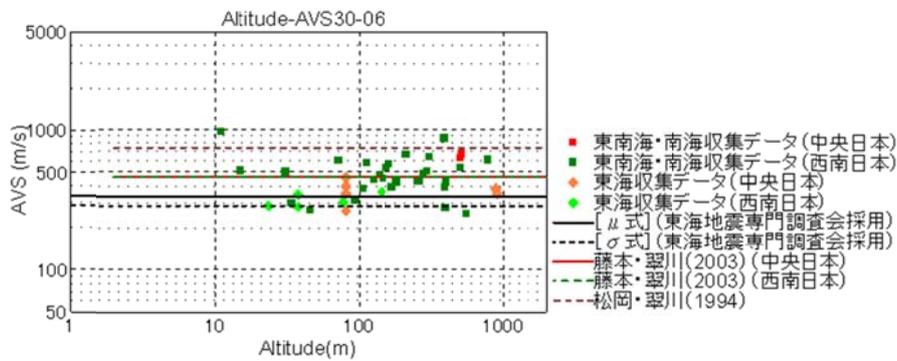


図 3 (2) 標高と AVS30 との関係 [新第三紀・PS 検層データ]

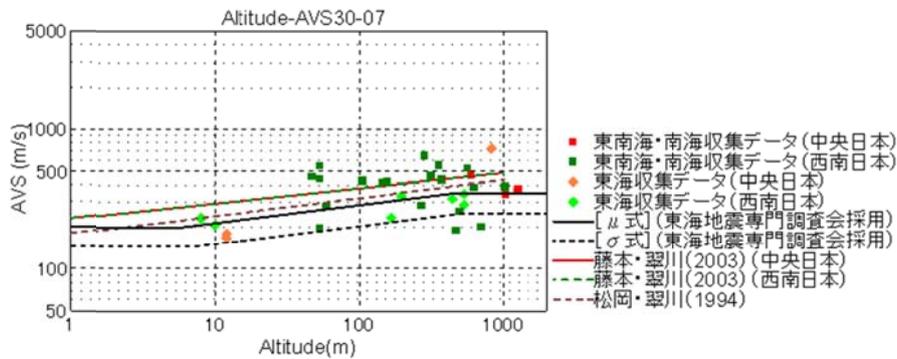


図 3 (3) 標高と AVS30 との関係 [他の地形 (沖積・洪積)・PS 検層データ]

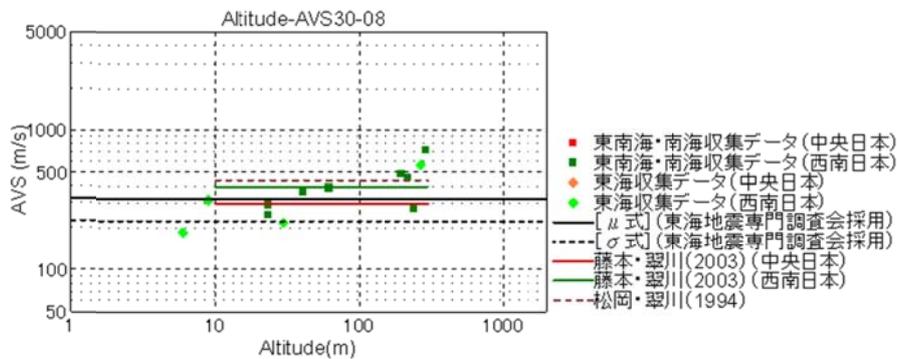


図 3 (4) 標高と AVS30 との関係 [丘陵地・PS 検層データ]

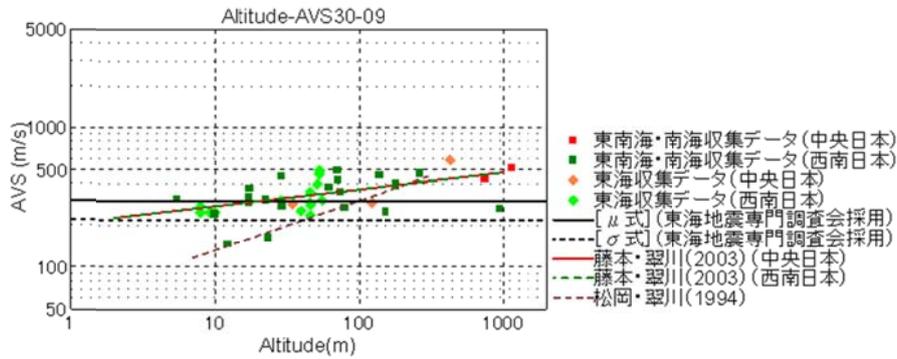


図 3 (5) 標高と AVS30 との関係 [砂礫台地・PS 検層データ]

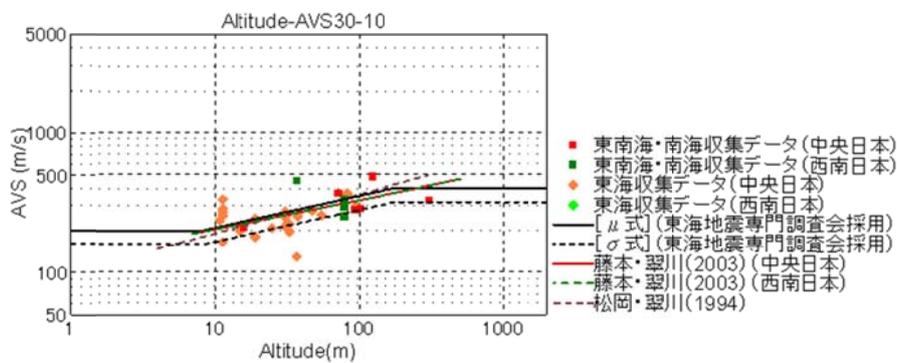


図 3 (6) 標高と AVS30 との関係 [ローム台地・PS 検層データ]

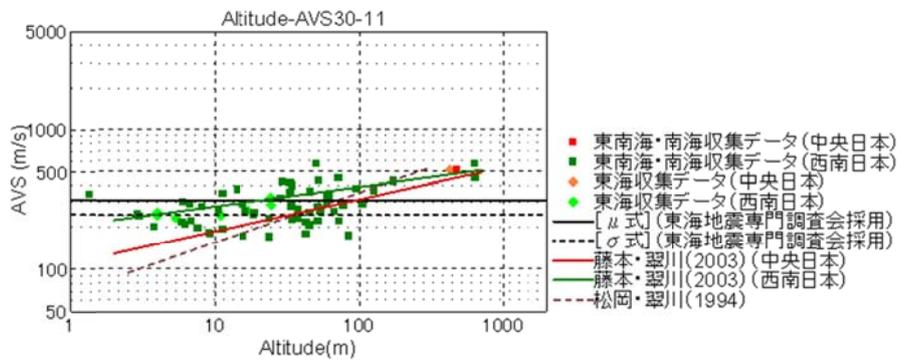


図 3 (7) 標高と AVS30 との関係 [扇状地・PS 検層データ]

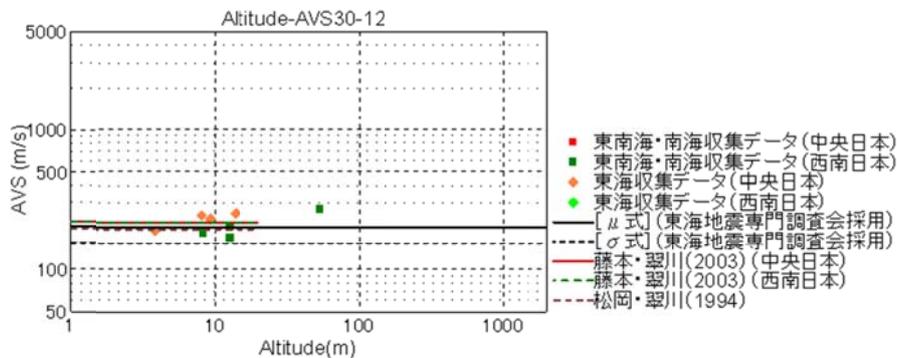


図 3 (8) 標高と AVS30 との関係 [砂州・砂丘・PS 検層データ]

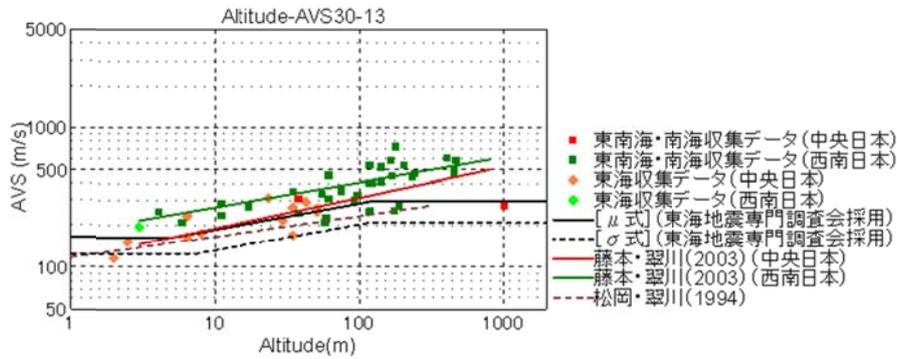


図 3 (9) 標高と AVS30 との関係 [谷底平野・PS 検層データ]

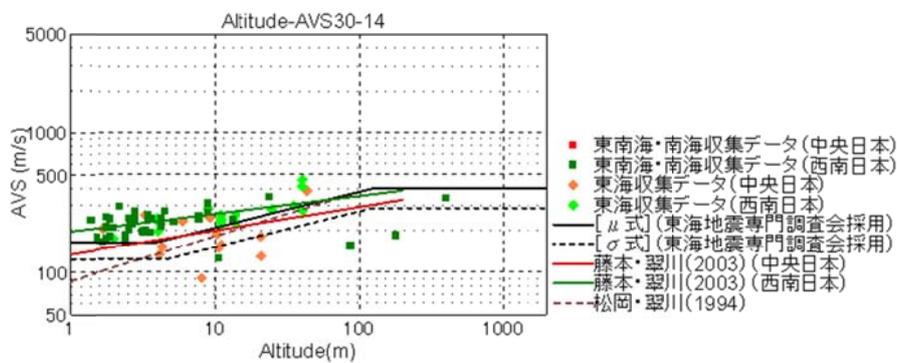


図 3 (10) 標高と AVS30 との関係 [自然堤防・PS 検層データ]

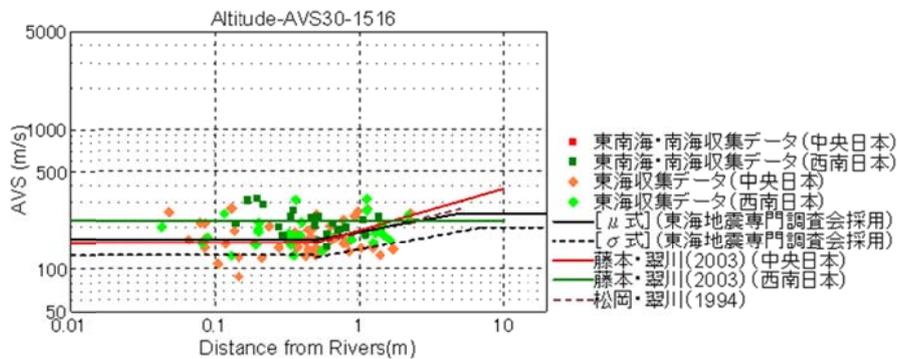


図 3 (11) 標高と AVS30 との関係 [デルタ・後背湿地・PS 検層データ]

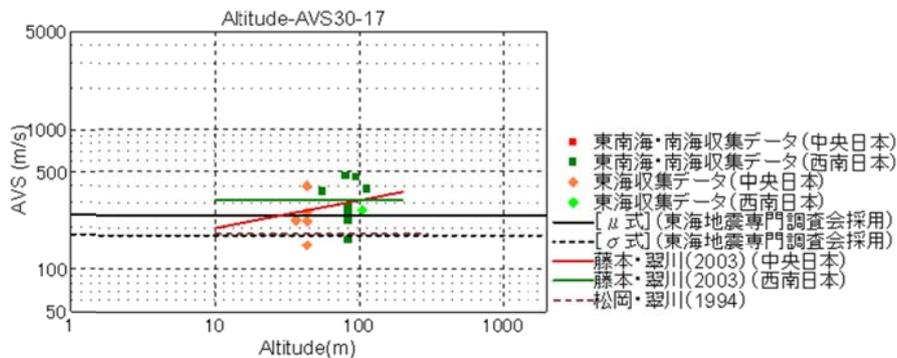


図 3 (12) 標高と AVS30 との関係 [人工改変地・PS 検層データ]

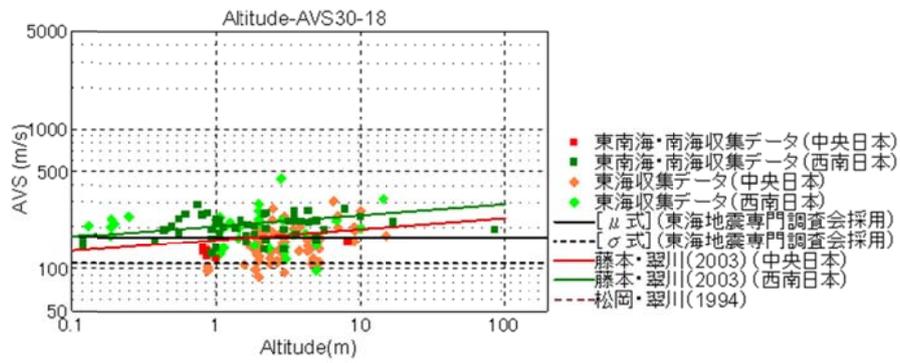


図 3 (13) 標高と AVS30 との関係 [埋立地・PS 検層データ]