

3 地盤構造に関する資料

1 3次元モデルの考え方

3次元地盤モデルの作成にあたっては、震源断層から計算地点までを地震基盤 ($V_s = 3000\text{m/s}$ 相当層) 以深、地震基盤から工学的基盤 ($V_s = 700\text{m/s}$ 相当層) 上面、および工学的基盤以浅の3つの領域に分割し、それぞれについて検討を行った。ここでは、工学的基盤以浅を「表層地盤」、工学的基盤以深を「深部地盤」と呼ぶ。

深部地盤の速度構造については、いくつかの領域での弾性波探査、常時微動探査により得られている成果から、地震基盤 ($V_s = 3000\text{m/s}$) および工学的基盤 ($V_s = 700\text{m/s}$) の深さの平均的な分布を内挿により求めた。その際、重力異常、深層ボーリングデータ及び地質構造を参照した。また、地震基盤以深の速度構造は、独立行政法人防災科学技術研究所での震源決定に用いられている地震波速度構造を参照し作成した。

表層地盤の速度構造については、中央防災会議「東海地震に関する専門調査委員会」(以下、「東海地震」と呼ぶ) で地盤モデルを作成した関東・中部地域については、その地盤モデルをそのまま採用した。今回新たに検討を行う近畿以西の領域についても、基本的には東海地震と同じ方法で地盤モデルを作成した。

ボーリング調査結果を参考に作成した。ボーリングのないメッシュの速度構造については、類似の地層及び微地形区分を有し、かつそのメッシュから最も近いメッシュのボーリングデータを当てはめた。この際、信頼できる30m以深の掘進長のボーリングデータが5本以上あるメッシュでは、ボーリング調査結果を参考にした速度構造を定め、そうでないメッシュでは、松岡・翠川(1994)の方法に従い今回新たに求めた関係式により、微地形区分から推定した表層30mの平均S波速度の値と等しくなるよう、速度構造を修正した。

2 深部地盤

(1) 用いたデータ

深部地盤構造作成に用いたデータは、屈折法および反射法探査結果、ボーリング孔における PS 検層結果、微動アレイ探査結果である（添付資料：既存物理探査文献参照）。

(2) データの選択

関東地方などでは、既往の物理探査手法が数多いため、文献により各速度層の深度が異なる場合がある、そのような場合には、屈折法探査結果で片側発破しか行なわれていない測線や文献中で速度層の決定精度が悪いと記述されている測線（例えば、速度層の境界面が点線で表示されている測線）については取り除き、データセットを作成した。

図 2-1 には既往屈折法及び反射法探査結果によるデータセットから、横軸を調査地点の経度、縦軸を P 波速度として表示したものである。図 2-1 を見ると、P 波速度の分布はややばらついているため、関東地方で多く確認されている P 波速度 5.5km/s 層、4.7km/s 層、3.1km/s 層、2.1km/s 層に分類することとした。既往物理探査のデータを選別するにあたっては、図 2-2～図 2-4 に既往の物理探査により各速度層が確認されている地点を表示する。これを見ると関東地方において、多くの物理探査が実施されていることがわかる。表 2-1 に示した速度の閾値によりデータを選別した。

表 2-1 データ選別の際に用いた閾値（括弧の数字は代表値）

| 層 | P 波速度 (km/s) | S 波速度 (km/s) |
|-----|----------------------------|------------------------------|
| 1 . | 2 . 0 - 2 . 8 (2 . 1) | 0 . 6 7 - 1 . 0 (0 . 7) |
| 2 . | 2 . 8 - 3 . 8 (3 . 1) | 1 . 0 - 1 . 8 (1 . 4) |
| 3 . | 3 . 8 - 5 . 3 (4 . 7) | 2 . 8 - 2 . 6 (2 . 4) |
| 4 . | 5 . 3 以上 (5 . 5) | 2 . 6 以上 (2 . 9) |

(3) 内挿の方法

このようにして作成したデータセットを用いて、各速度層の層厚を補間することにより 1km 間隔のグリッドデータを各速度層事に作成した。補間の方法は、グリッド点とデータ点の距離に反比例する重みづけをして補間する方法を用いた（下式参照）。

$$Z_j = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{T_i}{h_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{h_{ij}}}$$

ここで、 Z_j は j 番目のグリッド点における補間されたデータ、 h_{ij} は j 番目のグリッド点と i 番目のデータ点との距離、 T_i は i 番目の層厚データ。

図 2-5 に地表の標高および各速度層の上面深度を示す。2.1km/s 層は大阪平野において、関東平野等と同様に厚く堆積していることがわかる。また、5.5km/s 層では大阪平野において約 2000m、周防灘付近においても 2000m 程度である。

(4) 設定した速度構造と既存データとの比較

図 2-6 に作成した速度構造モデルと既存データとの比較図を示す。比較の際には、等緯度断面を表示した。実線が速度モデルで、大きな丸が既存データである。既存データは緯度方向に ± 0.01 度の範囲で表示している。(3) で示したように速度モデルを平滑化しているため、既存データの細かな起伏を再現することは難しいが、既存データを滑らかに結ぶような大局的な速度構造モデルを作成することができた。

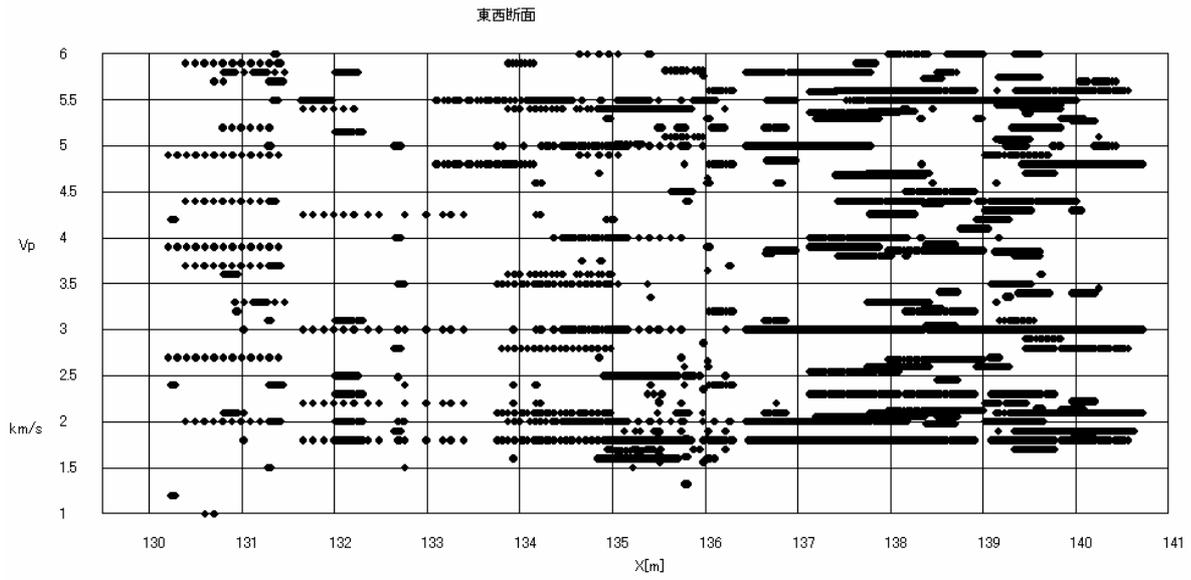


図 2-1 既往人工地震探査結果による P 波速度層の分布

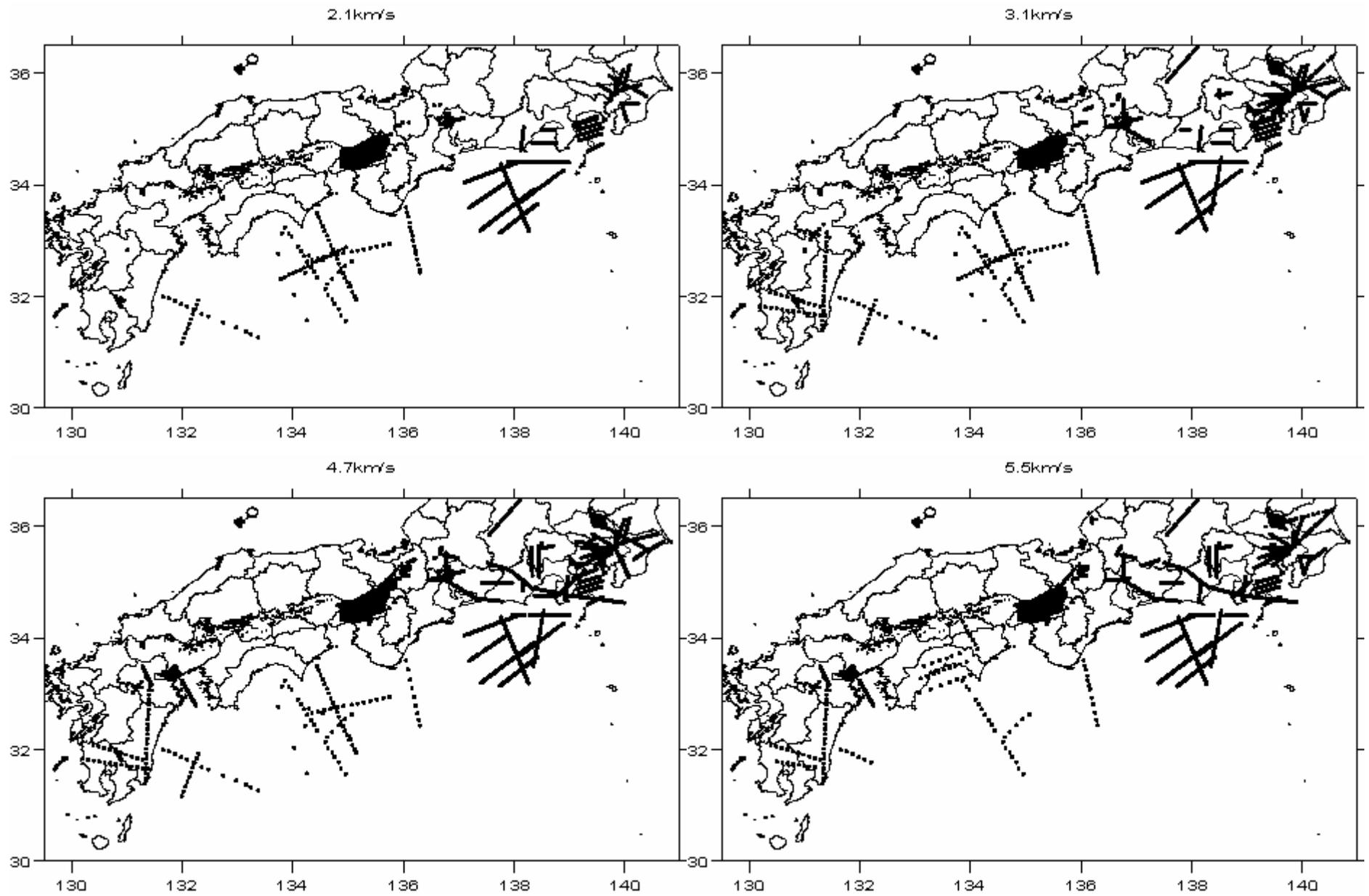


図 2-2 屈折法・反射法探査により確認された各速度層の分布図（各速度層が確認されている地点をプロットしている）

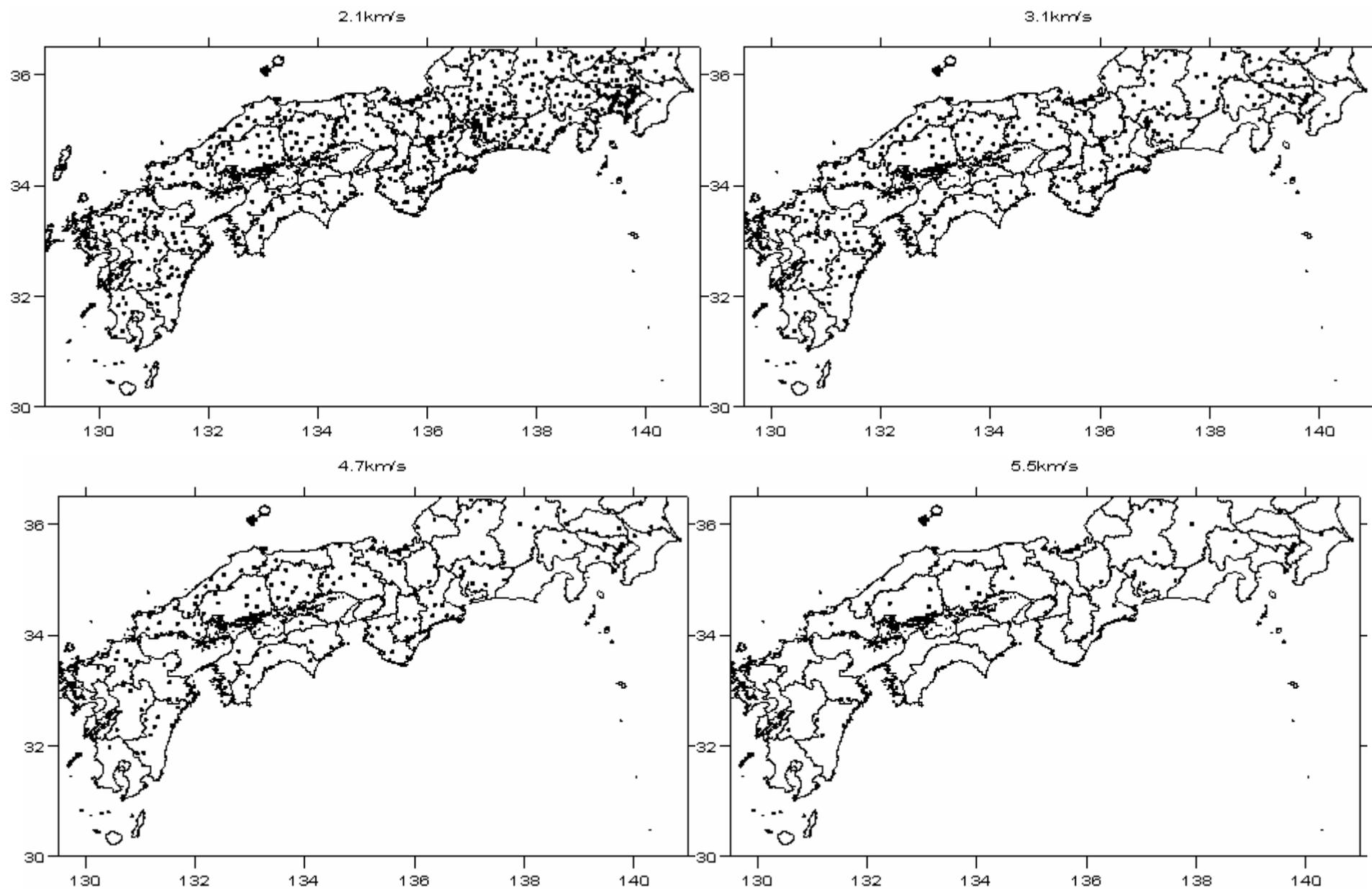


図 2-3 ボーリング検層により確認された各速度層の分布図（各速度層が確認されている地点をプロットしている）

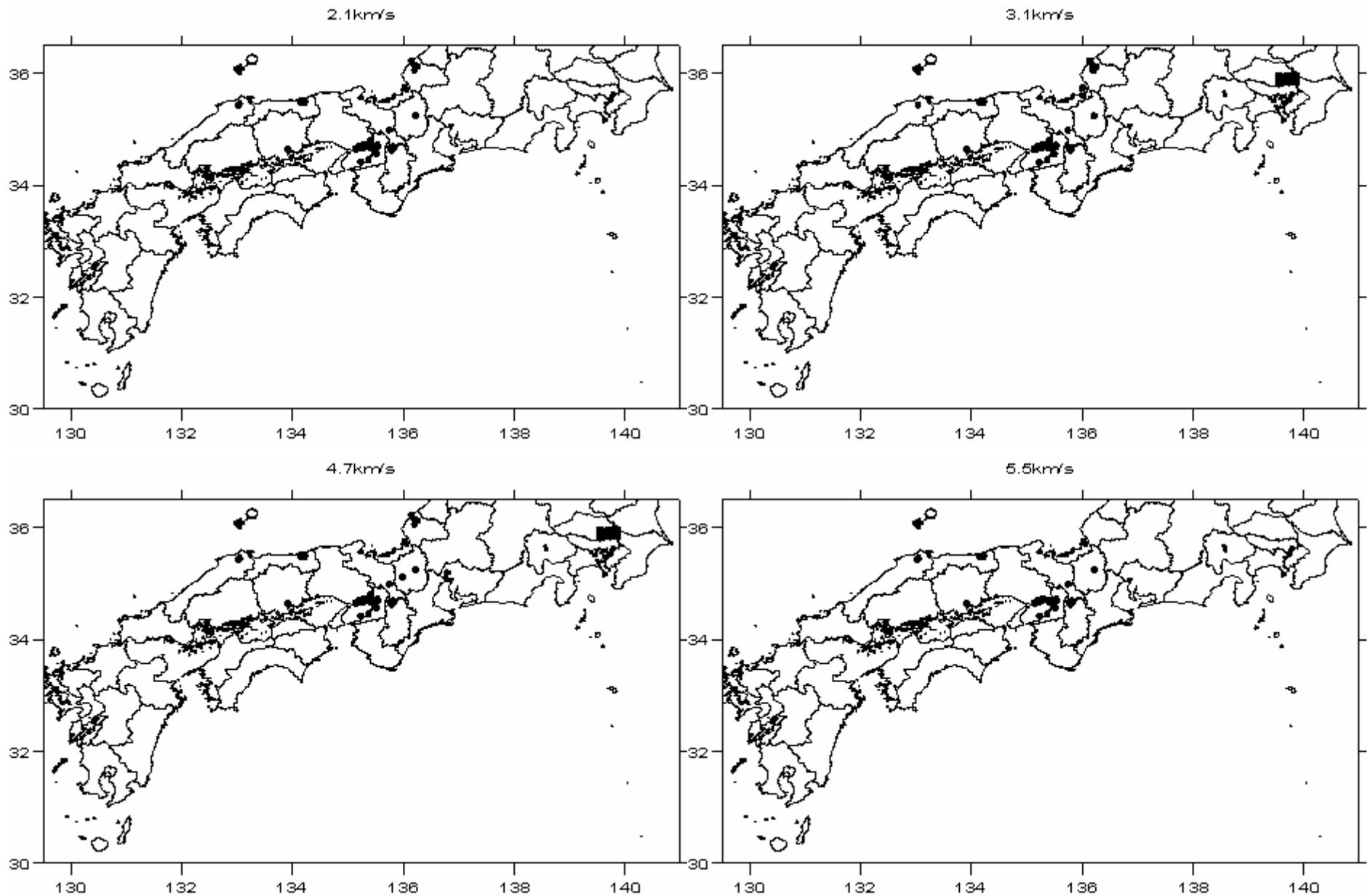
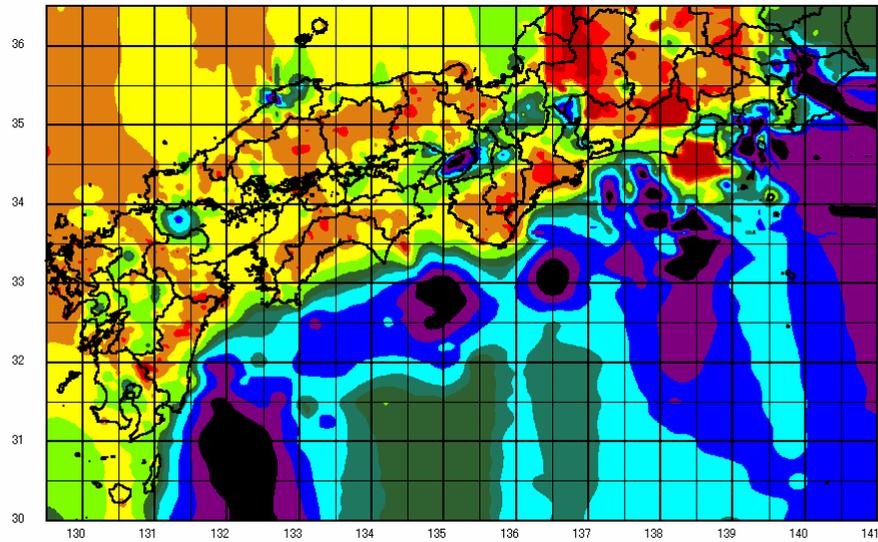
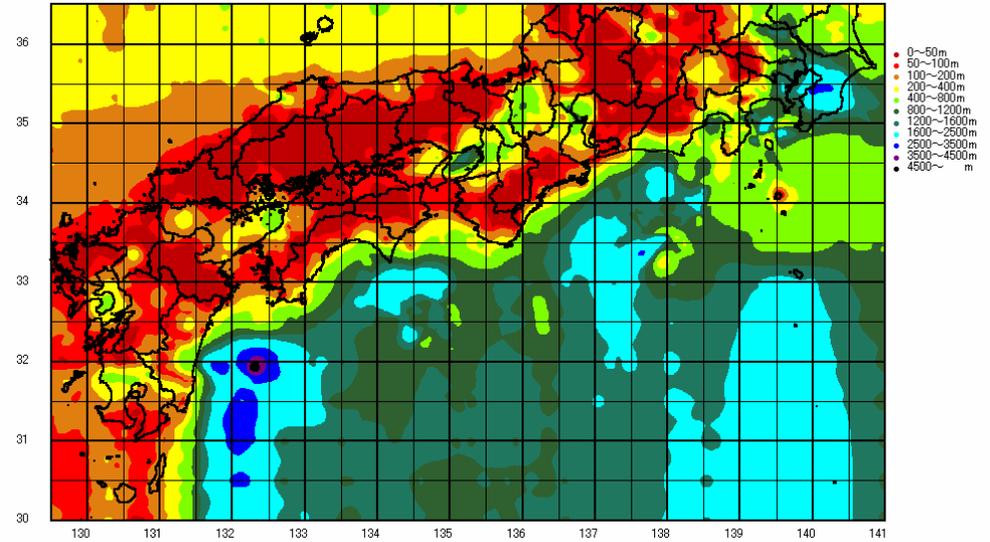


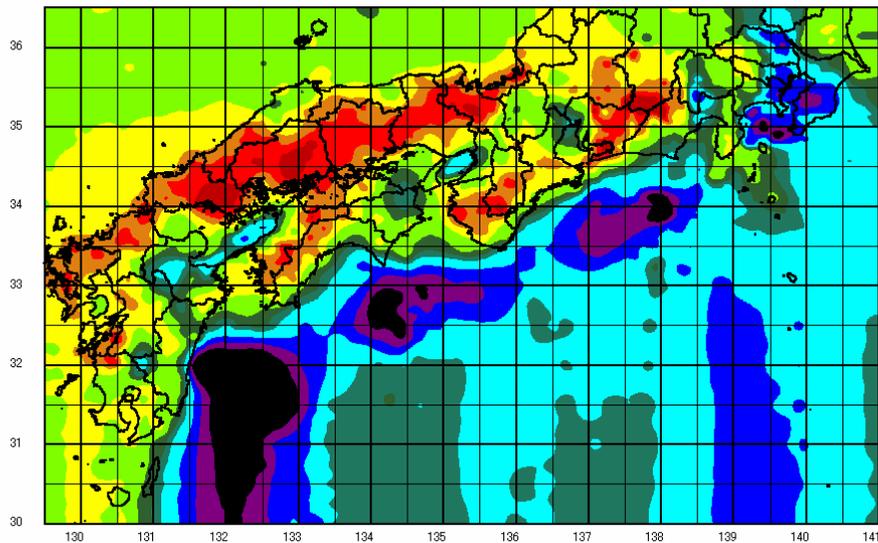
図 2-4 微動アレイ探査により確認された各速度層の分布図（各速度層が確認されている地点をプロットしている）



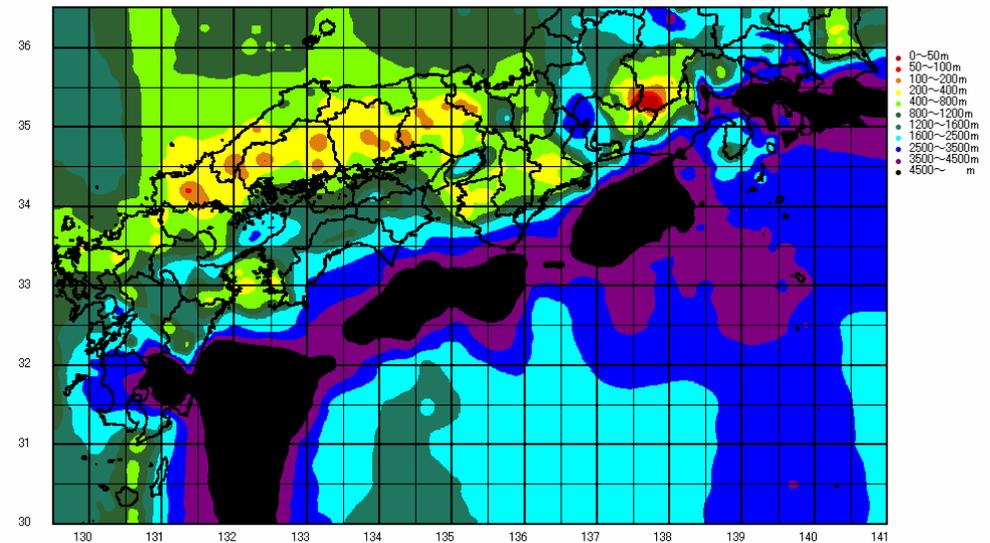
S波速度 0.7km/s 相当層上面深度



S波速度約 1.4km/s 相当層上面深度



S波速度 2.4km/s 相当層上面深度



S波速度約 3.0km/s 相当層上面深度

图 2-5 各速度層の上面深度分布图

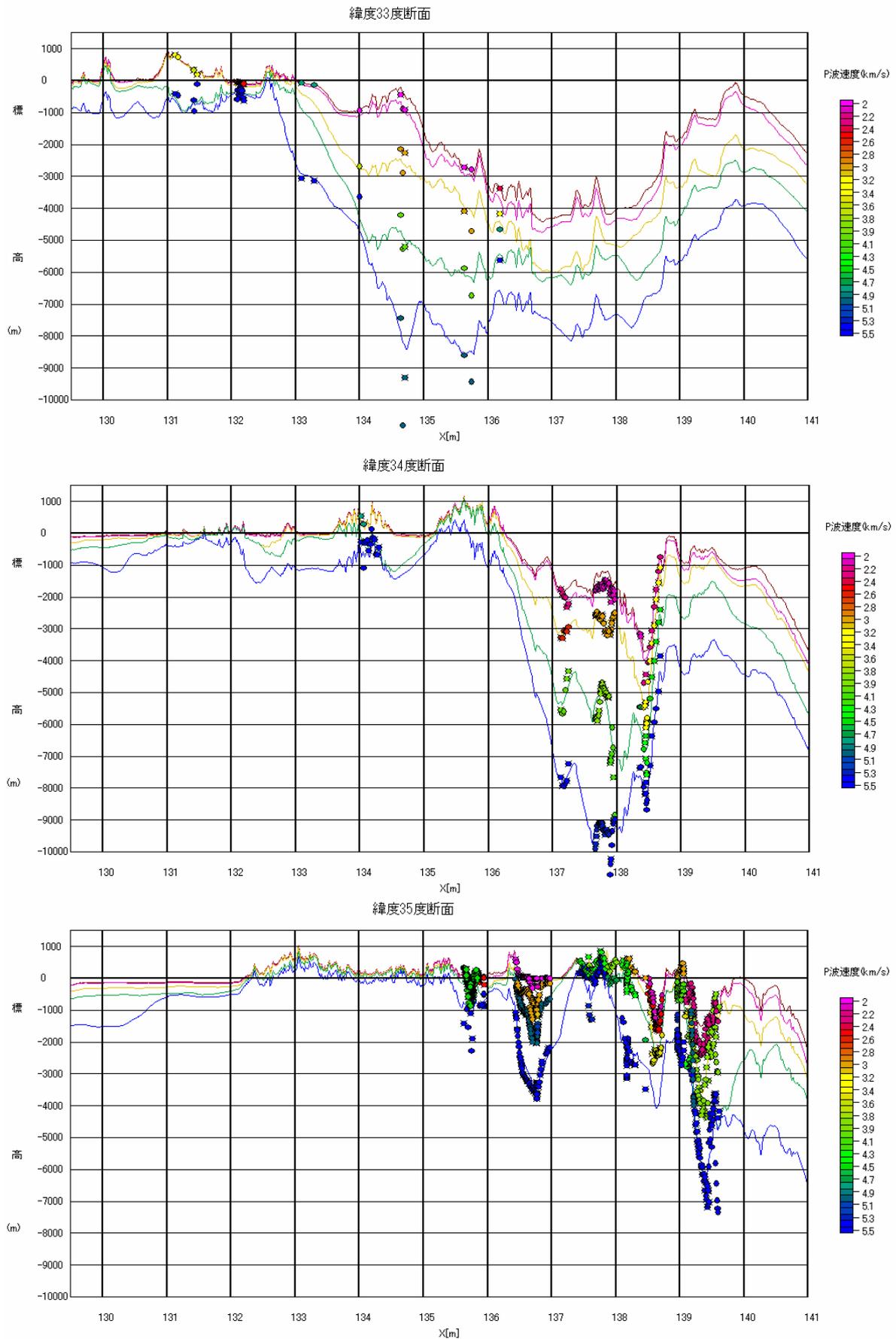


図 2-6 既存速度資料との比較

赤色実線：2.1km/s 層上面,黄色実線:3.1km/s 層上面,緑色実線:4.7km/s 層上面,青色実線：5.5km/s 層上面
 図中の丸は物理探査結果を示している。P 波速度に応じて色を右のカラーバーに応じて変化させて表示している。断面の±0.01 度のデータを示している。

表 既存物理探査文献

| No. | 著者名 | 文献名 | 誌名または発行機関 | 巻号 | ページ | 年 | |
|-----|--------------------------|--|------------------------|-----|-----|---------|------|
| 深01 | 竹内ほか | 琵琶湖周辺での V_p/V_s 値の算出について | 地震学会講演予稿集 | 1 | 79 | 1978 | |
| 深02 | 村上 | 近畿地方中北部の地下構造 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 196 | 1979 | |
| 深03 | 伊藤ほか | 爆破地震動観測による琵琶湖底の地下構造 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 130 | 1980 | |
| 深04 | 入倉・春日 | 水平に急変する地盤構造地域における地震波の震動特性 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 202 | 1980 | |
| 深05 | 小林ほか | 黄檗断層の地震探査 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 204 | 1980 | |
| 深06 | 天地ほか | 反射波を用いた京都盆地東南部地域の基盤までの地盤構造の推定 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 185 | 1982 | |
| 深07 | 中川ほか | エアガンによる大阪市南部の反射実験 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 195 | 1983 | |
| 深08 | 吉川ほか | 反射法地震探査による大阪市内の深部構造調査 | 地震学会講演予稿集 | 2 | 140 | 1987 | |
| 深09 | 岡野・黒磯 | 近畿地方北部の地殻構造 | 地震学会講演予稿集 | 2 | 245 | 1985 | |
| 深10 | 吉川ほか | 紀伊半島西部地域における中央構造線の反射波構造(第2報) | 地震学会講演予稿集 | 2 | 161 | 1987 | |
| 深11 | 吉川ほか | 紀伊半島西部地域における中央構造線の反射波構造 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 319 | 1987 | |
| 深12 | 筒井ほか | 脈動観測による基盤深度の推定 -琵琶湖東岸、日野川下流の調査- | 地震学会講演予稿集 | 1 | 320 | 1987 | |
| 深13 | 鶴木・中川 | 大阪平野中央部における重力測定と基盤構造 | 地震学会講演予稿集 | 2 | 208 | 1984 | |
| 深14 | 村上ほか | 大阪湾北港爆破観測による近畿地方北部の上部地殻構造 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 106 | 1988 | |
| 深15 | Sri Widiyantoro et al | A Correlation Between The Time Section Obtained By The CDP Seismic Profiling Method and The 1000 Meter Drilling Log On The Estuary Of Yasu River, Southeast Coast Of Lake Biwa | 地震学会講演予稿集 | 2 | 99 | 1990 | |
| 深16 | 岩崎ほか | 大阪湾における反射法地震探査 | 地震学会講演予稿集 | 2 | 320 | 1990 | |
| 深17 | 中川ほか | 上町台地周辺部(大阪市)の反射法地震探査による地下構造 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 57 | 1992 | |
| 深18 | 岡野・木村 | 深発地震の走時から推定される四国地方のモホ面 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 131 | 1980 | |
| 深19 | 木村ほか | 四国地方に推定されるコンラッド不連続面と玄武岩質層 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 74 | 1981 | |
| 深20 | 木村 | 高知ネット周辺域の地殻構造 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 154 | 1987 | |
| 深21 | 伊藤ほか | 南九州における地震探査[Ⅱ]-鹿児島湾北方の屈法構造探査(1973)- | 地震学会講演予稿集 | 1 | 121 | 1974 | |
| 深22 | 村上ほか | タイムタム法による九重火山域の上部地殻構造の解析 | 地震学会講演予稿集 | 2 | 34 | 1981 | |
| 深23 | 多田 | 日本のコンチネンタルリフトバレー:九州リフトバレー | 地震学会講演予稿集 | 2 | 34 | 1985 | |
| 深24 | 長谷川ほか | 霧島火山の三次元速度構造 | 地震学会講演予稿集 | 2 | 167 | 1987 | |
| 深25 | 久保寺ほか | 別府湾の地殻構造探査 | 地震学会講演予稿集 | 2 | 74 | 1990 | |
| 深26 | 羽鳥ほか | エアガン-OBSを用いた南海トラフ沿いの地殻構造 -特徴ある基盤地形を考慮した解釈- | 地震学会講演予稿集 | 1 | 57 | 1985 | |
| 深27 | 松田・木下 | 南海トラフ周辺の地殻構造 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 153 | 1987 | |
| 深28 | 松田・木下 | 南海トラフ周辺の地殻構造 | 地震学会講演予稿集 | 2 | 162 | 1987 | |
| 深29 | 村上ほか | 京都盆地南部における重力探査 | 物理探査 | 28 | 6 | 18-26 | 1975 |
| 深30 | 伊藤ほか | 爆破地震動観測による琵琶湖底の地下構造 | 地震第2輯 | 35 | | 353-366 | 1982 |
| 深31 | 筒井ほか | 反射法地震探査による琵琶湖東岸、日野川河口の地下構造の推定 | 地震第2輯 | 42 | | 405-418 | 1989 |
| 深32 | 戸田ほか | 琵琶湖南湖周辺における反射法地震探査 | 活断層研究 | 15 | | 23-36 | 1996 |
| 深33 | 山崎ほか | 琵琶湖西岸、古琵琶湖層群基底部のコアの層序 | 地質学雑誌 | 100 | 5 | 361-367 | 1994 |
| 深34 | (財)災害科学研究所「大阪平野地震観測グループ」 | 大阪の基盤構造-第一回北港爆破実験による速度構造推定- | 地震学会講演予稿集 | 2 | 67 | 1988 | |
| 深35 | 青木ほか | 大阪平野の速度構造推定 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 113 | 1989 | |
| 深36 | 青木ほか | 大阪平野のS波速度構造推定 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 164 | 1990 | |
| 深37 | (財)災害科学研究所「大阪平野地震観測グループ」 | 大阪平野の基盤等深線図 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 165 | 1990 | |
| 深38 | 香川ほか | 大阪平野の深部地盤構造のモデル化について | 地震学会講演予稿集 | 2 | 112 | 1993 | |
| 深39 | 荒川真治 | 微動の位相速度を用いた不規則構造におけるS波速度構造推定の可能性 | 地球惑星科学関連学会1994年合同大会予稿集 | | | 1994 | |

表 既存物理探査文献

| | | | | | | | |
|------|--------------------------------------|---|---------------------------------|-----|-----|-----------|------|
| 深40 | 奥村ほか | 奈良盆地東縁断層系の総合調査 | 地球惑星科学関連学会1997年合同大会予稿集 | | | 63 | 1997 |
| 深40' | 地質調査所 | 奈良盆地東縁断層系の総合調査 | 平成8年度活断層研究調査概要報告書 | | | | 1997 |
| 深41 | 朴ほか | 爆破地震動観測による兵庫県南部地震震源域及びその周辺の地殻構造Ⅱ | 地球惑星科学関連学会1997年合同大会予稿集 | | | | 1997 |
| 深42 | 盛川ほか | 脈動のアレー観測記録を用いた奈良市北部の基盤構造の推定 | 地球惑星科学関連学会1997年合同大会予稿集 | | | | 1997 |
| 深43 | 宮腰ほか | 大阪平野の深部地下構造のモデル化について(2) | 地球惑星科学関連学会1997年合同大会予稿集 | | | | 1997 |
| 深44 | 活断層・地震予知特別研究室 | 平成8年度に実施した活断層調査の成果概要 | 地質ニュース | | 519 | 11-20 | 1997 |
| 深45 | Yoshii et al. | Structure of Southwest Japan Margin off Shikoku | Journal of Geophysical Research | 78 | 14 | 2517-2525 | 1973 |
| 深46 | 伊藤ほか | 四国東部、中央構造線地下構造の総合物理探査(その1)反射法地震探査 | 地球惑星科学関連学会1993合同大会予稿集 | | | | 1993 |
| 深47 | ? | ? | 地震学会講演予稿集 | | | 296 | 1989 |
| 深48 | 宮町ほか | 南九州の地震波速度構造と地震活動 | Conductivity Anomaly研究会1997年論文集 | | | 269-274 | 1997 |
| 深49 | 市川ほか | 日向灘周辺の地殻構造研究 | 地球惑星科学関連学会1997合同大会予稿集 | | | 262 | 1997 |
| 深50 | 駒澤 | 阿蘇火山の重力解析と解釈 | 測地学会誌 | 41 | 1 | 17-45 | 1995 |
| 深51 | 吉村・前田 | 重力異常を用いた3次元地盤モデルの構築と地震波伝播シミュレーション | 日本建築学会構造系論文集 | | 533 | 75-82 | 2000 |
| 深52 | 由佐ほか | 反射法地震探査と重力測定による別府湾の地下構造 | 地震第2輯 | 45 | | 199-212 | 1992 |
| 深53 | Fukuda et al. | Gravity Survey at a Tectonic Singularity the Beppu Bay Area, Notheast Kyushu, Japan | Proceeding of the GRGM '93 | | | 65-69 | 1993 |
| 深54 | 山崎ほか | 別府-九重地溝の地殻構造 | 地震学会講演予稿集 | | | | 1995 |
| 深55 | 久保寺ほか | 爆破地震動から求めた九重火山群の深部構造-Time-Term法による- | 火山第2集 | 27 | 2 | 81-95 | 1982 |
| 深56 | 青木治三・松村郁栄 | 御母衣-外山測線に沿う近畿・近畿四国地方の地殻構造 | 地震第2輯 | 27 | | 104-109 | 1974 |
| 深57 | 吉井敏尅・中村正夫・伊藤潔・山本正人・ | 爆破地震動の観測による紀伊半島の地下構造(河内長野-紀和測線) | 地震学会講演予稿集 | | | 89 | 1990 |
| 深58 | 山崎文人・大井田徹・山田守・宮島力雄・奥田隆・中村勝・山田功夫・青木治三 | 西南日本-A測線 | 地震学会講演予稿集 | | | 72 | 1990 |
| 深59 | 爆破地震動研究グループ | 紀伊半島における爆破地震動の観測(河内長野-紀和測線) | 地震研究所彙報 | 67 | | 37-56 | 1992 |
| 深60 | 伊藤ほか | 四国中央構造線地下構造の総合物理探査 | 地質学雑誌 | 102 | 4 | 346-360 | 1996 |
| 深61 | 筒井ほか | 阿蘇カルデラ南郷谷における反射法地震探査 | 火山 | 42 | 2 | 257-268 | 1997 |
| 深62 | 玉生志郎 | 豊肥地熱地域の層序と地質構造-主に孔井データに基づいて- | 地質調査所報告 | | 264 | 115-142 | 1985 |
| 深63 | 藤ほか | 封圧下のP波速度変化とひずみ変化から推定された湯坪地熱井コア試料の割れ目の性状 | 地質調査所月報 | 47 | 12 | 599-617 | 1996 |

表 既存物理探査文献

| | | | | | | | |
|------|---------------------|---|------------------------------------|-----|------------------------------|---------------|------|
| 深64 | 鍵山ほか | 霧島火山群の構造とマグマ供給系 | 火山 | 42 | 「マ グ マ 特 別 号」 | S157- S165 | 1997 |
| 深65 | 阪口 | 霧島火山地下の陥没構造 | 日本地熱学会平成13 年学術講演会講演要 旨集 | | | | 2001 |
| 深66 | 筒井ほか | 人工地震探査による霧島火山群の地震波速度構造-はざとり法による解析- | 火山 | 41 | 5 | 227-241 | 1996 |
| 深67 | 西 | 構造探査データを用いた霧島火山体浅部の3D速度構造 | 火山 | 42 | 2 | 165-170 | 1997 |
| 深76 | Kusumoto et al | Three-dimensional Subsurface Structure in the Eastern Part of the Beppu-Shimabara Graben Kyushu, Japan, as Revealed by Gravimetric Data | 測地学会誌 | 42 | 3 | 167-181 | 1996 |
| 深77 | Horike | Inversion of Phase Velocity of Long-Period Microtremors to the S-Wave Velocity Structure down to the Basement in Urbanized Areas | Journal of Physics of the Earth | 33 | | 59-96 | 1985 |
| 深78 | Sato et al | Seismic Reflection Profiling across the Seismogenic Fault of the 1995 Kobe Earthquake, Southwestern Japan | Tectonophysics | 286 | | 19-30 | 1998 |
| 深79 | 中川・井 上 | 地震動を規制する大阪盆地の深部地下構造特性 | 地質学論集 | 51 | | 113-126 | 1998 |
| 深80 | 吉川ほか | 反射法地震探査による和歌山県西部の中央構造線の地質構造 | 地質学論集 | 40 | | 177-186 | 1992 |
| 深81 | 吉川ほか | 神戸市東灘区1,700mボーリングコアの火山灰層序 | 第四紀研究 | 39 | 6 | 505-520 | 2000 |
| 深82 | Ohno et al | Determination of design basis earthquakes from active faults | 8th International IAEG Congress | | | 837-844 | 1998 |
| 深83 | 大野ほか | 四国北西部伊予灘海域における中央構造線活断層系の深部構造とセグメンテーション | 四国電力(株)・(株)四国 総合研究所研究期報 | | 68 | 48-59 | |
| 深84 | 長谷川ほ か | 中央構造線活断層系米漢断層の地下構造と活動度 | 四国電力(株)・(株)四国 総合研究所研究期報 | | 72 | 45-55 | |
| 深85 | 大野ほか | 瀬戸内海西部の重力異常と負異常帯の地下構造 | 地震第2輯 | 47 | | 395-401 | 1994 |
| 深86 | 遠藤ほか | 兵庫県神戸市における脇浜第2測線の反射法弾性波探査 | 地質調査所月報 | 47 | 2/3 | 95-108 | 1996 |
| 深87 | 遠藤ほか | 兵庫県神戸市における芦屋川測線の反射法弾性波探査 | 地質調査所月報 | 47 | 2/3 | 79-94 | 1996 |
| 深88 | 福山ほか | 市街地における長周期微動を用いたS波速度構造探査-大阪市を例として- | 物理探査学会昭和59 年春季講演会講演予 稿集 | | | 47-48 | 1984 |
| 深89 | 村田・津 | 豊肥地域の屈折法データの解析について | 物理探査学会昭和59 年秋季講演会講演予 稿集 | | | 7-8 | 1984 |
| 深90 | 中川ほか | 反射断面と重力異常の整合性-大阪平野を例として- | 物理探査学会第86回 学術講演会論文集 | | | 235-240 | 1992 |
| 深91 | ウイディヤ ントロ・小 林 | 琵琶湖南岸における地震プロファイル | 物理探査学会第86回 学術講演会論文集 | | | 232-234 | 1992 |
| 深92 | 筒井ほか | 滋賀県日野川流域の地下構造の推定 | 物理探査学会第80回 学術講演会論文集 | | | 18-22 | 1989 |
| 深93 | 吉川ほか | 中央構造線和歌山南北測線の反射断面と屈折法による解析結果の対比 | 物理探査学会第80回 学術講演会論文集 | | | 143-144 | 1989 |
| 深94 | 岩崎ほか | 大阪湾における反射地震探査 | 物理探査学会第82回 学術講演会論文集 | | | 54-57 | 1990 |
| 深95 | 大西ほか | 地熱地帯におけるS波反射法地震探査-大分県湯坪地区の例- | 物理探査学会第88回 学術講演会論文集 | | | 410-413 | 1993 |
| 深96 | 中川ほか | 大阪平野におけるS波バイプロサイス地震探査 | 物理探査学会第88回 学術講演会論文集 | | | 418-423 | 1993 |
| 深97 | 中川ほか | 生駒断層(大阪平野東縁)北部の反射法地震探査 | 物理探査学会第90回 学術講演会論文集 | | | 201-205 | 1994 |
| 深98 | 杉山ほか | 大阪・上町断層の反射法弾性波探査 | 物理探査学会第96回 学術講演会論文集 | | | 98-102 | 1997 |
| 深99 | 吉岡ほか | 物理探査による京都市街地における花折断層調査 | 物理探査学会第96回 学術講演会論文集 | | | 410-414 | 1997 |
| 深100 | 岡田ほか | 微動のアレー観測による大阪・兵庫地域の地下構造の推定 | 物理探査学会第96回 学術講演会論文集 | | | 435-439 | 1997 |
| 深101 | 宮腰ほか | 微動のアレー観測による京都市内の地下構造調査 | 物理探査学会第97回 学術講演会論文集 | | | 50-53 | 1997 |
| 深102 | 奥村ほか | 奈良盆地東縁断層系における地震探査 | 物理探査学会第98回 学術講演会論文集 | | | 1-5 | 1998 |
| 深103 | 佐々木ほ か | 大阪湾から六甲山にかけての反射法地震探査 | 物理探査学会第98回 学術講演会論文集 | | | 6-10 | 1998 |

表 既存物理探査文献

| | | | | | | | |
|------|---------------------|---|-------------------------|----|---|---------------|------|
| 深104 | 宮腰ほか | 微動探査法による奈良盆地の地下構造探査 | 物理探査学会第98回 学術講演会論文集 | | | 130-134 | 1998 |
| 深105 | 宮腰ほか | 微動探査法による彦根市の地下構造探査 | 物理探査学会第99回 学術講演会論文集 | | | 164-167 | 1998 |
| 深106 | 桂ほか | 重力異常からみた北九州市内の活断層 | 物理探査学会第99回 学術講演会論文集 | | | 229-233 | 1998 |
| 深107 | 茂木ほか | 水縄断層東部地域の地下構造 | 物理探査学会第99回 学術講演会論文集 | | | 238-241 | 1998 |
| 深108 | 朴ほか | 反射法地震探査から見える西部南海トラフにおける海山の沈み込み | 物理探査学会第99回 学術講演会論文集 | | | 268-269 | 1998 |
| 深109 | 野口ほか | 鳥取市における常時微動を用いた地下構造探査 | 物理探査学会第100 回学術講演会論文集 | | | 157-161 | 1999 |
| 深110 | 井上ほか | 大阪平野の重力異常と基盤構造 | 物理探査 | 51 | 1 | 1-16 | 1998 |
| 深111 | 栗原 | 宇部東部沖の音波探査結果その他と音波探査記録のパターンについての考察(その1) | 物理探査 | 22 | 2 | 9-20 | 1969 |
| 深111 | 栗原 | 宇部東部沖の音波探査結果その他と音波探査記録のパターンについての考察(その2) | 物理探査 | 22 | 3 | 15-31 | 1969 |
| 深112 | 林田ほか | 常時微動を利用した基盤深度推定について-兵庫県篠山盆地における例- | 物理探査 | 34 | 1 | 33-36 | 1981 |
| 深113 | 今住・小林 | 微動観測と浅層反射法による京都盆地西南部,金ヶ原構造線の探査 | 物理探査 | 38 | 4 | 7-14 | 1985 |
| 深114 | 岩崎 | 物理探査による大阪盆地構造 | 物理探査 | 48 | 6 | 451-462 | 1995 |
| 深115 | 木下ほか | 常時微動群列測定による神戸地域の地下構造推定 | 物理探査 | 49 | 6 | 452-458 | 1996 |
| 深116 | 末富ほか | 2000年鳥取県西部地震で見られた地盤の非線形増幅特性 | 第36回地盤工学研究 発表会 | | | 2343- 2344 | 2001 |
| 深117 | 田中ほか | 微動アレーによる岡山市内の地下構造推定 | 第36回地盤工学研究 発表会 | | | 2333- 2334 | 2001 |
| 深118 | 森・儀 | 常時微動により推定された松山平野の構造と河道との関係 | 第36回地盤工学研究 発表会 | | | 2337- 2338 | 2001 |
| 深119 | 日比野ほか | 鳥取県西部地震におけるK-NET米子と米子測候所の地盤応答特性(その2) | 第36回地盤工学研究 発表会 | | | 2331- 2332 | 2001 |
| 深120 | 宮腰ほか | 大阪堆積盆地における深部地盤構造のモデル化(その2) | 第24回地震工学研究 発表会講演論文集 | | | 33-36 | 1997 |
| 深121 | 宮腰ほか | 大阪堆積盆地における深部地盤構造のモデル化(その3) | 第25回地震工学研究 発表会講演論文集 | | | 185-188 | 1999 |
| 深121 | 宮腰ほか | 大阪平野における深部地下構造のモデル化 | 物理探査学会第96回 学術講演会論文集 | | | 186-190 | 1997 |
| 深122 | 野口ほか | 鳥取県弓ヶ浜半島の地盤被害と微動特性について | 第26回地震工学研究 発表会講演論文集 | | | 329-332 | 2001 |
| 深123 | 盛川ほか | 鳥取県西部地震の余震記録に基づく弓ヶ浜半島の基盤構造の推定 | 第26回地震工学研究 発表会講演論文集 | | | 353-356 | 2001 |
| 深124 | 新井ほか | 米子市における2000年鳥取県西部地震の強震動シミュレーション | 第26回地震工学研究 発表会講演論文集 | | | 369-372 | 2001 |
| 深125 | 北村ほか | 京都市における深層地下構造探査と地震予測 | 第24回地震工学研究 発表会講演論文集 | | | 37-80 | 1997 |
| 深126 | 永野ほか | 反射法結果に基づく2次元モデルを用いた神戸市灘地域の強震動シミュレーション | 第24回地震工学研究 発表会講演論文集 | | | 77-80 | 1997 |
| 深127 | 清野ほか | 京都盆地の地下構造と地盤震動特性 | 第26回地震工学研究 発表会講演論文集 | | | 281-284 | 2001 |
| 深128 | 爆破地震 動研究グル ープ | 四国外山爆破による地震動の観測 | 地震第2輯 | 27 | | 95-103 | 1974 |
| 深129 | 木村 | 四国地方の地殻構造 | 地震第2輯 | 32 | | 329-340 | 1979 |
| 深130 | 井上ほか | 1980年坂出・一宇爆破地震動観測による四国東北部の地殻構造 | 地震第2輯 | 37 | | 163-183 | 1984 |
| 深131 | 小林ほか | 黄檗断層の地球物理学的・地質学的調査 | 地震第2輯 | 37 | | 417-428 | 1984 |
| 深132 | 鳥海ほか | 大阪平野の地下構造-北港発破実験(1988年)による- | 地震第2輯 | 43 | | 373-378 | 1990 |
| 深133 | 香川ほか | 発破実験より推定される大阪堆積盆地構造 | 地震第2輯 | 43 | | 527-537 | 1990 |
| 深134 | 川崎ほか | 京都市桃山断層の反射法地震探査 | 地震第2輯 | 45 | | 239-245 | 1992 |
| 深135 | 鳥海・大 場 | 福井平野の地下構造 | 地震第2輯 | 46 | | 45-47 | 1993 |
| 深136 | 川崎・小林 | 推定される京都市内「橋大路断層」における反射法地震探査 | 地震第2輯 | 46 | | 275-283 | 1993 |
| 深137 | 岩崎ほか | エアガン反射法地震探査による大阪湾の基盤構造 | 地震第2輯 | 46 | | 395-403 | 1994 |
| 深138 | 堀家ほか | 生駒山地と大阪平野境界部における反射法地震探査 | 地震第2輯 | 48 | | 37-49 | 1995 |
| 深139 | 戸田ほか | 反射法地震探査の断面に見られる有馬-高槻構造線に沿う地溝帯 | 地震第2輯 | 48 | | 511-520 | 1995 |
| 深140 | 堀家ほか | 大阪平野東部における地下構造探査 | 地震第2輯 | 49 | | 193-203 | 1996 |
| 深141 | 香川ほか | 常時微動アレー観測による大阪平野堆積盆地深部S波速度構造のモデル化 | 地震第2輯 | 51 | | 31-40 | 1998 |
| 深142 | 片岡・川 瀬 | 微動と発破記録の表面波解析から推定される神戸市東灘区における地下構造 | 地震第2輯 | 51 | | 99-112 | 1998 |

表 既存物理探査文献

| | | | | | | |
|------|---------------|--|---------------------------------|----|-----------|------|
| 深143 | 蔵下ほか | バイブレータ震源構造探査による淡路島北部の上部地殻速度構造 | 地震第2輯 | 51 | 233-237 | 1998 |
| 深144 | 堀家ほか | 北摂山地と大阪平野境界部の地下構造探査 | 地震第2輯 | 51 | 181-191 | 1998 |
| 深145 | 釜田・武村 | 近地で観測されたレーリー波から推定した1993年能登半島沖地震の震源深さ、震源メカニズムと能登半島周辺の地下構造 | 地震第2輯 | 52 | 255-270 | 1999 |
| 深146 | 入倉・釜江 | 1948年福井地震の強震動 -ハイブリッド法による高周期帯域強震動の再現- | 地震第2輯 | 52 | 129-150 | 1999 |
| 深147 | 井上・中川 | 福井地震断層付近の地下構造調査 | 地震第2輯 | 53 | 161-169 | 1999 |
| 深148 | 山中ほか | 微動アレイ観測による福井平野のS波速度構造の推定 | 地震第2輯 | 53 | 37-43 | 2000 |
| 深149 | Kakuta | Upper crustal structure in south KYUSYU | Journal of Physics of the Earth | 30 | 113-129 | 1982 |
| 深150 | Tsutsui | Three dimensional subsurface structure beneath the Hino river flat, south-east shore of lake Biwa, central Japan | Journal of Physics of the Earth | 38 | 403-429 | 1990 |
| 深151 | 京都大学理学部 | 琵琶湖湖南岸, 日野川低地の浅部地下構造 | 地震予知連会報 | 45 | 454-456 | 1991 |
| 深152 | 地質調査所 | 上町断層延長部及び住之江曲線の反射法弾性波探査 | 地質調査所 | 55 | 547-554 | 1997 |
| 深153 | 爆破地震動研究グループ | 紀伊半島における爆破地震動の観測(河内長野-紀和測線) | 地震研究所彙報 | 67 | 37-56 | 1992 |
| 深154 | 爆破地震動研究グループ | 九州東部地域における爆破地震動の観測Ⅱ(安心院-田野測線) | 地震研究所彙報 | 74 | 141-160 | 1999 |
| 深155 | 爆破地震動研究グループ | 九州東部地域における爆破地震動の観測Ⅰ(庄内-串間測線) | 地震研究所彙報 | 74 | 123-140 | 1999 |
| 深156 | 朴ほか | 高密度人工地震観測による淡路島北部浅部地殻構造 | 地震学会講演予稿集 | 2 | | 1996 |
| 深157 | 三雲・大塚 | 和歌山地方の地殻構造について | 地震第2輯 | 13 | 4 199-209 | 1960 |
| 深158 | 西澤ほか | 南海トラフにおける精密地殻構造 | 地震学会講演予稿集 | 2 | 80 | 1988 |
| 深159 | 市川ほか | 海底地震計を使った日向灘周辺の地殻構造研究 | 地震学会講演予稿集 | 2 | | 1996 |
| 深160 | 小林ほか | 神戸市東灘区における反射法探査 | 地震学会講演予稿集 | 2 | | 1996 |
| 深161 | 佃ほか | 徳島県鳴門市中央構造線南縁部の地下構造 | 地震学会講演予稿集 | 2 | | 1996 |
| 深162 | 盛川ほか | やや長周期微動のアレイ観測記録を用いた奈良盆地北部基盤構造の推定 | 土木学会第52年次学術講演会論文集 | | | 1997 |
| 深163 | 小林ほか | 重力異常による福井平野の3次元基盤構造の推定-福井地震およびその周辺の活断層との関係- | 地震第2輯 | 54 | | 2001 |
| 深164 | 小嶋・山中 | 強震観測に基づく福井平野の動的構造の検討 | 第26回地震工学研究発表会講演論文集 | | | 2001 |
| 深165 | 京都市 | 京都盆地の地下構造調査 | 第1回堆積平野地下構造調査成果報告会予稿集 | | | 1999 |
| 深166 | 京都市 | 京都盆地の地下構造調査 | 第2回堆積平野地下構造調査成果報告会予稿集 | | | 2000 |
| 深167 | 杉山ほか | 大阪市内における上町断層のS波反射法地震探査 | 活断層・古地震研究報告 | 1 | 143-151 | 2001 |
| 深168 | 紀伊半島沖爆破観測グループ | 紀伊半島沖人工地震による紀伊半島南部の地殻およびプレート構造その1 | 地震学会講演予稿集 | | | 1995 |
| 深169 | 楠本ほか | 別府島原地溝東部における重力解析 | 地球惑星科学関連学会1996年合同大会予稿集 | | | 1996 |
| 深170 | 山岡 | 1994年人工地震探査による霧島火山群の浅部地殻構造 | 地球惑星科学関連学会1996年合同大会予稿集 | | | 1996 |
| 深171 | 小林ほか | 霧島火山および周辺カルデラ群の地下構造 | 地球惑星科学関連学会1996年合同大会予稿集 | | | 1996 |
| 深172 | 雲仙火山人工地震グループ | 雲仙火山地域の浅部地殻構造 | 地球惑星科学関連学会1996年合同大会予稿集 | | | 1996 |
| 深173 | 笠原ほか | 南海道・紀伊水道沖の地殻構造 | 地球惑星科学関連学会1996年合同大会予稿集 | | | 1996 |
| 深174 | 望月ほか | 走時インバージョン解析による東南海地震・南海地震震源付近のP波構造不連続(東西測線) | 地球惑星科学関連学会1996年合同大会予稿集 | | | 1996 |

表 既存物理探査文献

| | | | | | | | |
|------|---|---|---------------------------------|-----|-----|-----------|--------|
| 深175 | 吉川ほか | 大阪市内における反射法地震探査 | 物理探査学会昭和62年秋学期学術講演会論文集 | | | 114-117 | 1987 |
| 深176 | 爆破地震動研究グループ | 第1回, 第2回倉吉爆破および花房爆破観測より得られた西部日本の地殻構造(続)第1部 第1回, 第2回倉吉爆破及び花房爆破地震動の観測(続) | 地震研究所乗報 | | | 1121-1127 | 1970 |
| 深177 | 佐々木嘉三・浅野周三・村松郁英・橋爪道郎 | 第1回, 第2回倉吉爆破および花房爆破観測より得られた西部日本の地殻構造(続)第2部 西部日本の地殻構造(続) | 地震研究所乗報 | | | 1129-1136 | 1970 |
| 深178 | 「南西日本内帯における活断層調査」研究グループ | 爆破地震動観測による近畿地方の地殻構造 | 地震学会講演予稿集 | 2 | 87 | | 1990 |
| 深179 | 伊神ほか | 1975年坂出沖爆破 | 地震学会講演予稿集 | 2 | 21 | | 1975 |
| 深180 | 一ノ瀬ほか | 爆破地震動観測による坂出・白木測線の地殻構造 | 地震学会講演予稿集 | 1 | 16 | | 1982 |
| 深181 | 伊藤ほか | 四国における人工地震による四国・中国地方の地下構造調査 | 地震学会講演予稿集 | 2 | | | 1999 |
| 深182 | 佐藤ほか | 紀伊水道沖南海トラフの地殻構造 | 地震学会講演予稿集 | 2 | | | 1999 |
| 深183 | 持田ほか | 高密度測線展開による四国沖南海トラフの不均質構造 | 地震学会講演予稿集 | 2 | | | 1998 |
| 深184 | 金田 | 巨大地震発生域の構造と地震活動ーこれまでの成果と今後の計画ー | 地震学会講演予稿集 | 2 | | | 2000 |
| 深185 | Kodaira et al. | Western Nankai Trough seismogenic zone: Results from a wide-angle ocean bottom seismic survey | Journal of Geophysical Research | B3 | 105 | 5887-5905 | 2000 |
| 深186 | 沢田ほか | 宍道地溝帯中軸部, 美保湾で発見された更新世火山とその地質学的意義 | 地質学雑誌 | 107 | 6 | 392-405 | 2001 |
| 深187 | ー | 香川県の地質図 | URBAN KUBOTA | | | | - |
| 深188 | 愛媛県 | 中央構造線断層帯(愛媛北西部・石鎚山脈北縁・讃岐山脈南縁)に関する調査 成果報告書 | | | | | 平成11年度 |
| 深189 | 愛媛県 | 中央構造線伊予断層帯に関する調査 成果報告書 | | | | | 平成8年度 |
| 深190 | 徳島県 | 中央構造線断層帯(讃岐山脈南縁)に関する調査 成果報告書 | | | | | 平成10年度 |
| 深191 | 京都大学理学部 | 平成2年度豊後水道地質構造探査報告書 | | | | | 平成3年 |
| 深192 | 橋爪ほか | 第1回, 第2回倉吉爆破および花房爆破観測より得られた西部日本の地殻構造 | 地震第2輯 | 19 | | 125-134 | 1966 |
| 深193 | the Research Group for Explosion Seismology | Crustal Structure in the Western Part of Japan Derived from the Observation of the First and Second Kurayosi and the Hanabusa Explosions. Part1. Observation of Seismic Waves Generated by the First and Second Kurayosi and the Hanabusa Explosions. | 地震研究所乗報 | 44 | | 89-107 | 1966 |
| 深194 | 福岡県 | 西山断層, 水縄断層系及び警固断層系に関する調査委託 報告書 第IV編 警固断層系についての調査結果 | | | | | 平成8年度 |
| 深195 | 鹿児島県 | 鹿児島湾西縁断層及び出水断層帯に関する調査 成果報告書 | | | | | 平成10年度 |
| 深196 | 野口・西田 | 微動アレイ観測による鳥取市の地下構造推定 | 物理探査学会第105回学術講演論文集 | | | 278-281 | 2001 |
| 深197 | 小平 | 高精度深部構造探査による地震発生帯 | 海底深部構造フロンティア研究報告会予稿集 | | | 39-44 | 2000 |
| 深198 | 西坂ほか | 海底地震計と制御震源による紀伊半島沖南海トラフ付近の地殻構造2(南北測線) | 地球惑星科学関連学会, 1996年合同学会予稿集 | | | | 1996 |

3 表層地盤

(1) データの収集

表層地盤モデルの作成にあたっては、東海地震で収集したデータに加えて、新たに PS 検層結果およびボーリング結果の収集を行った。収集した資料は、Hi-net および K-NET、JACIC の他に、各地域でとりまとめられている地盤図や各都道府県で実施された地震被害想定で収集されたボーリングなどである。図 3-1～図 3-5 に、収集したボーリングデータの分布を示した。

(2) メッシュごとの表層地盤モデル

収集したボーリングデータ、PS 検層結果、および設定した微地形区分を用いて、1km メッシュごとに表層地盤モデルの作成を行った。

作業の流れを、図 3-6 に示した。

1km メッシュ内に複数のボーリングデータがある場合には、掘進長が長く軟弱層が厚いボーリングデータを選択した。ここで、メッシュ内に掘進長 30m を超えるボーリングデータが 5 本以上あるメッシュについては、採用したボーリングデータ（このボーリングデータを以下、「代表ボーリング」と称す）の信頼性は十分あるものとみなし、N 値から作成した速度構造をそのまま採用した。これに対して、代表ボーリングを有しないメッシュについては、表層 30m の速度構造を、微地形区分により求めた AVS30 に従うように補正を行った。

また、ボーリングデータを 1 本も有しないメッシュについては、ボーリングデータを 1 本以上有し、当該メッシュと微地形区分が同一であるメッシュのうちで最も近いメッシュの地盤構造を当該メッシュのものとして引用した。この際、表層 30m の速度構造を、微地形区分から求めた AVS30 に従うように補正を行った。

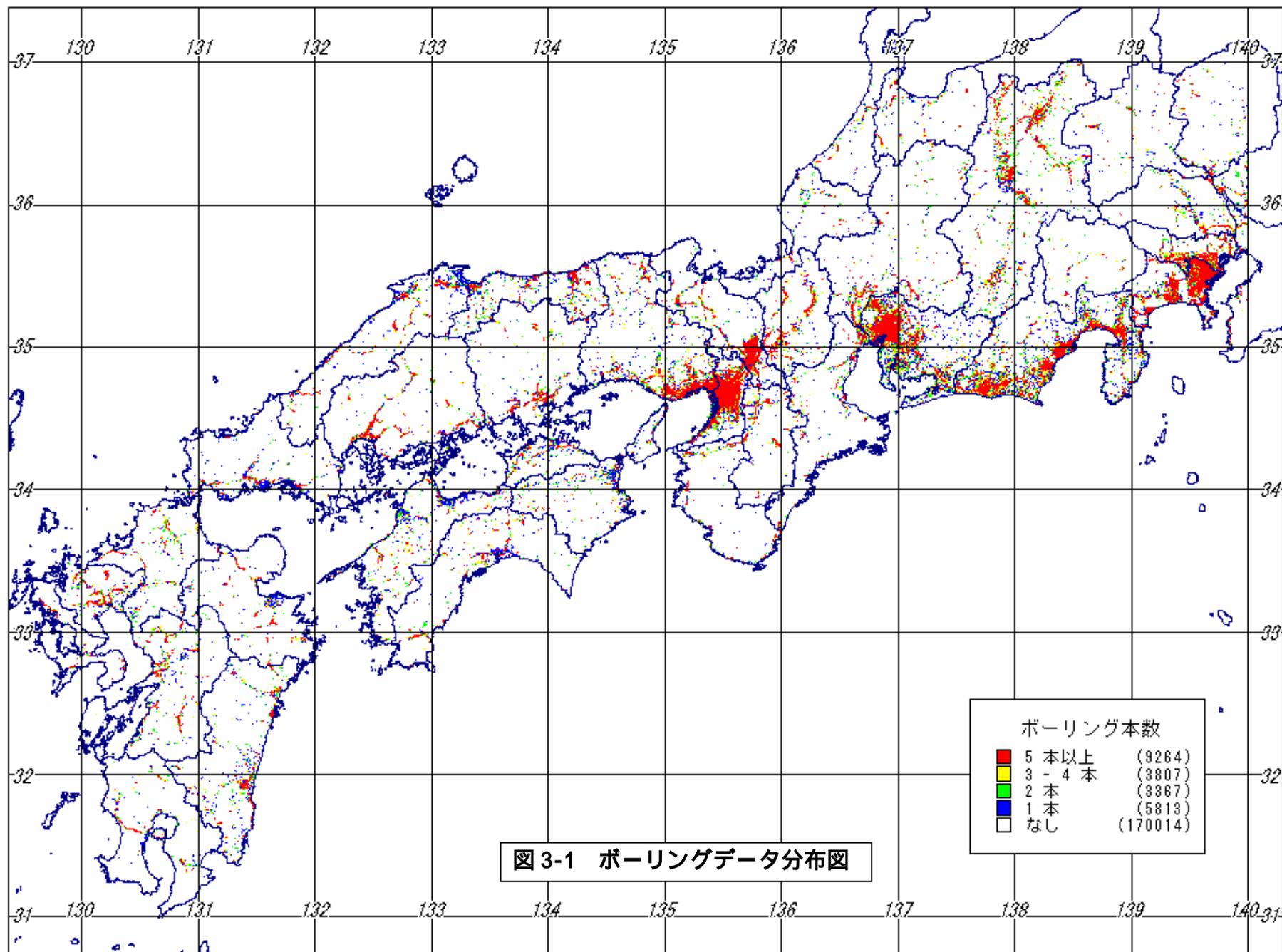


図 3-1 ボーリングデータ分布図

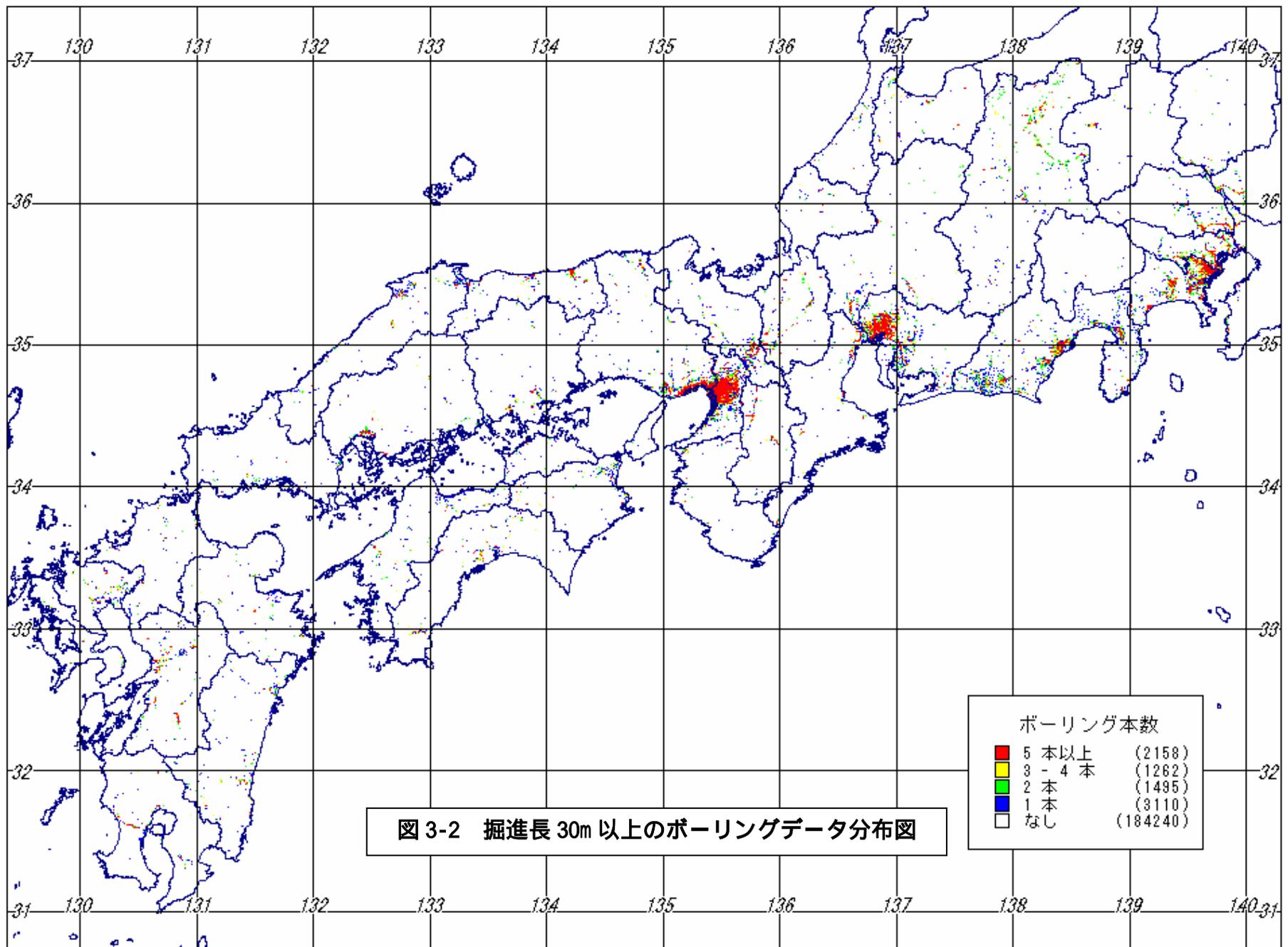


図 3-2 掘進長 30m 以上のボーリングデータ分布図

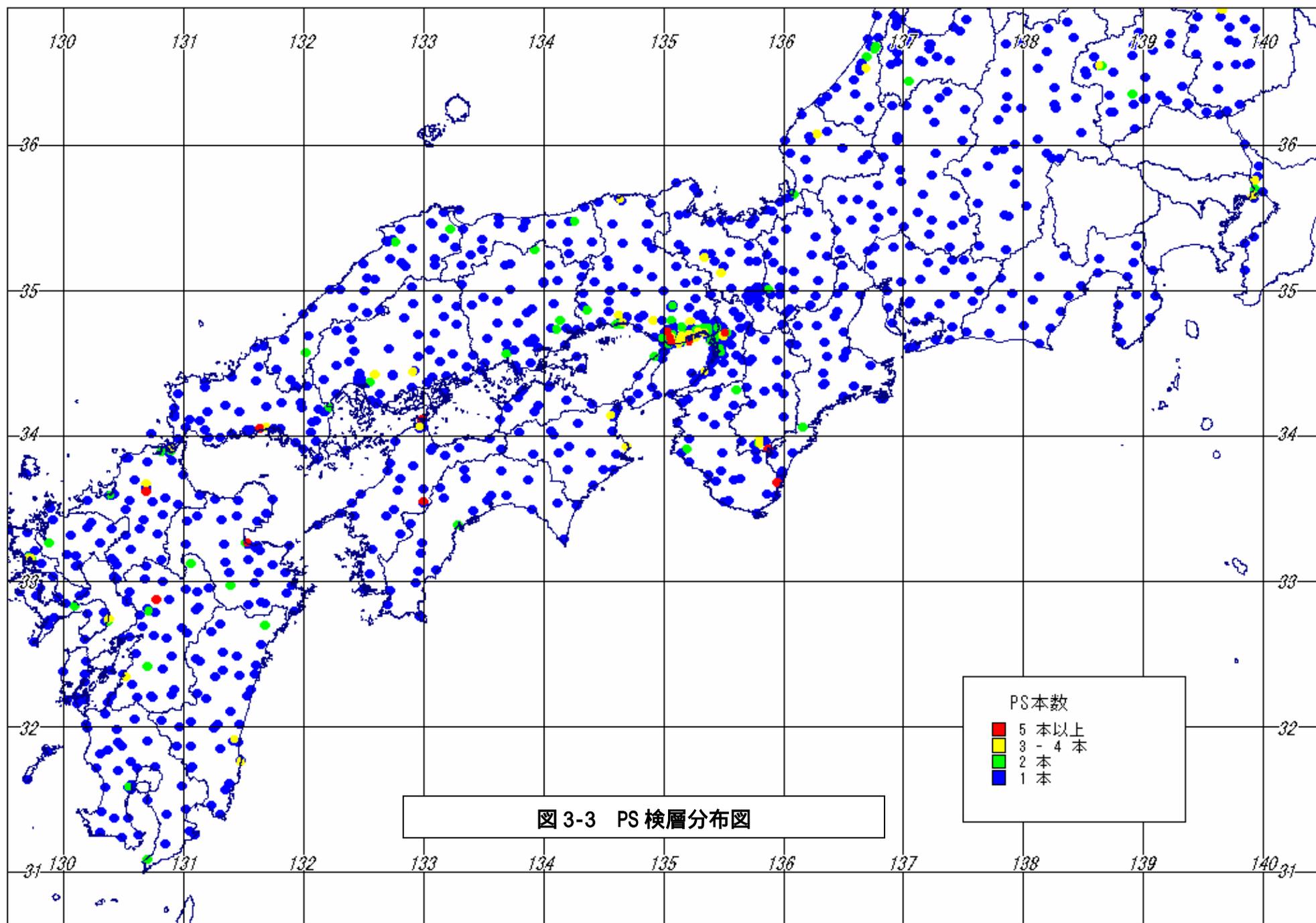


図 3-3 PS 検層分布図

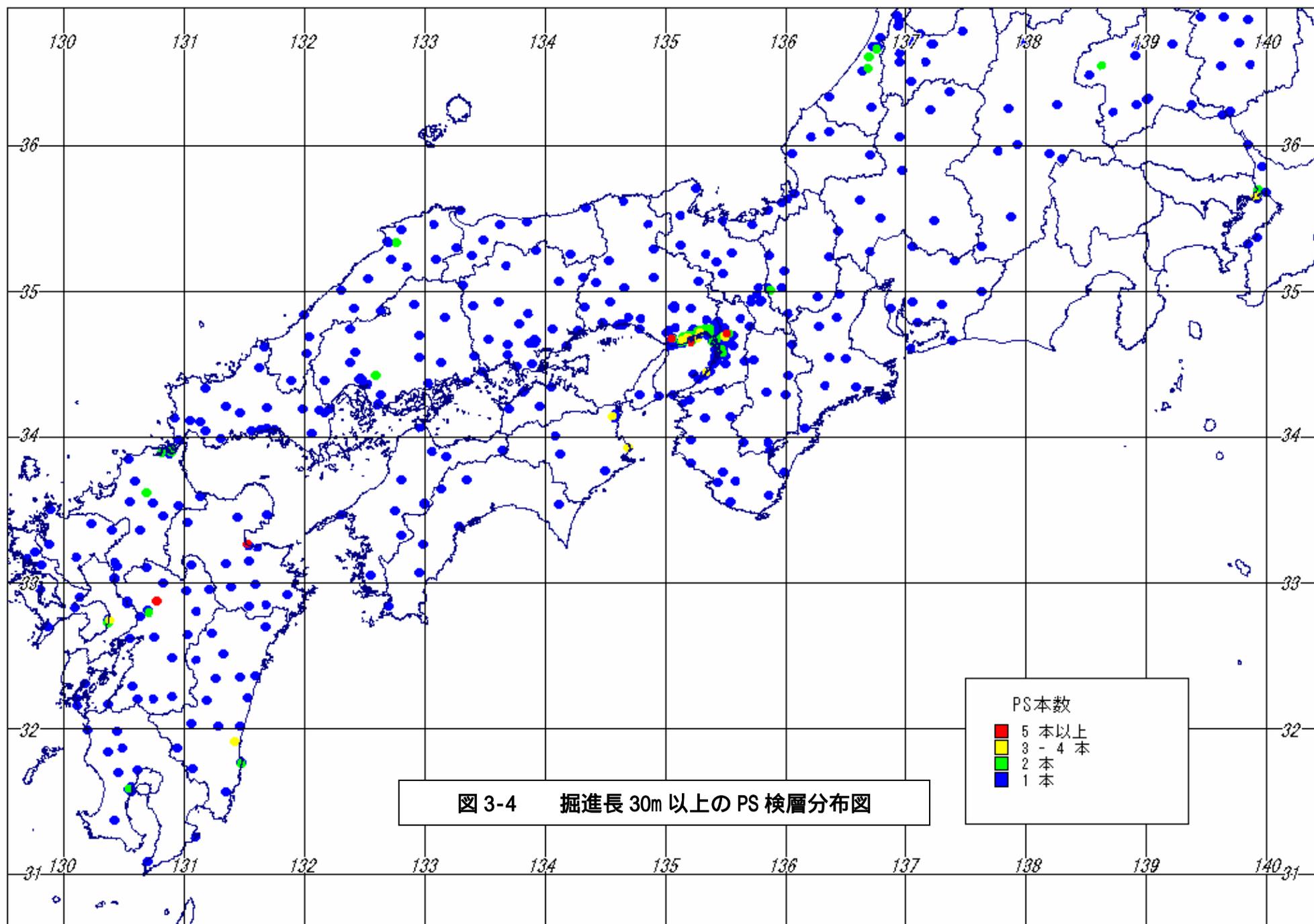


図 3-4 掘進長 30m 以上の PS 検層分布図

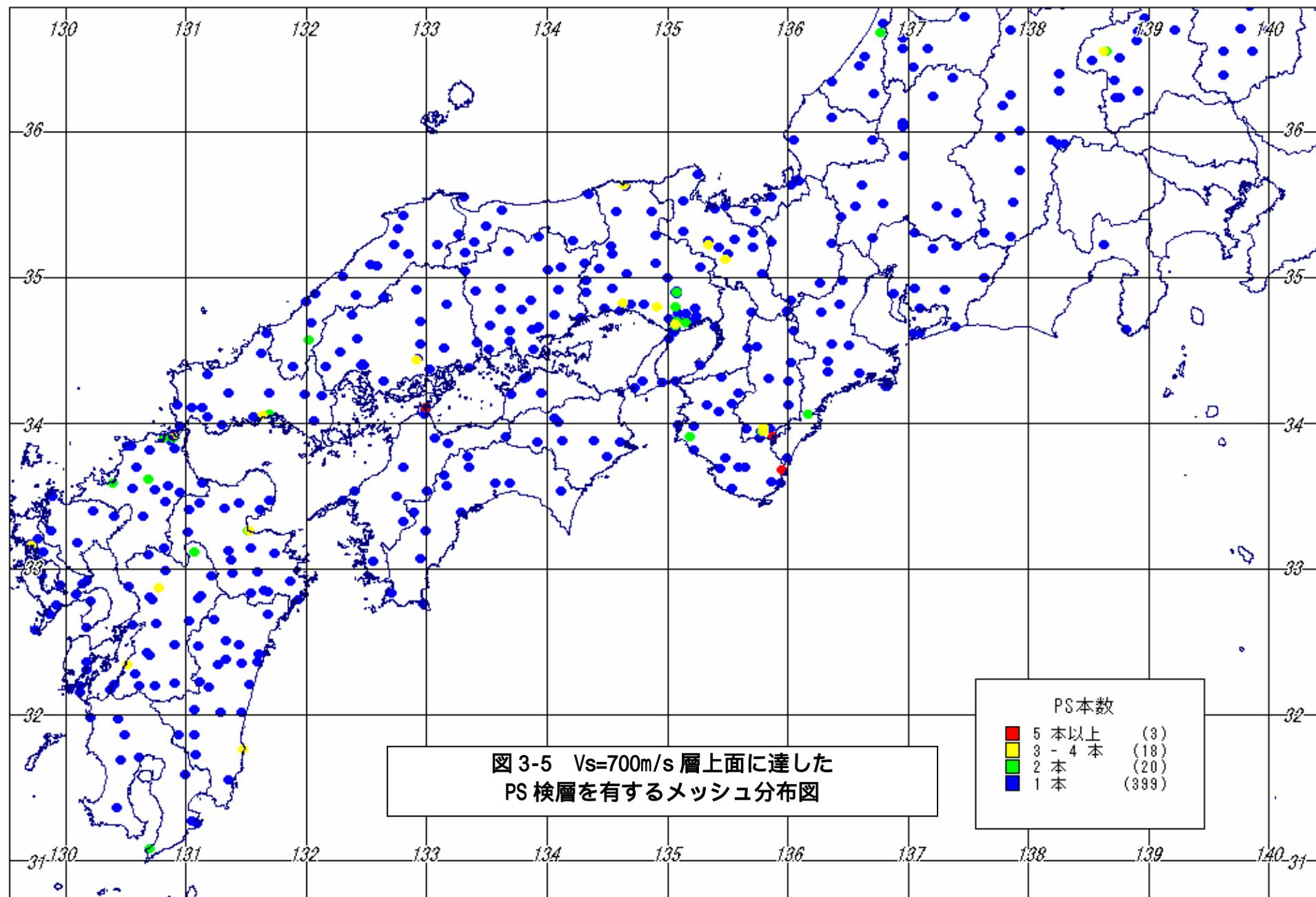


図 3-5 $V_s=700\text{m/s}$ 層上面に達した PS 検層を有するメッシュ分布図

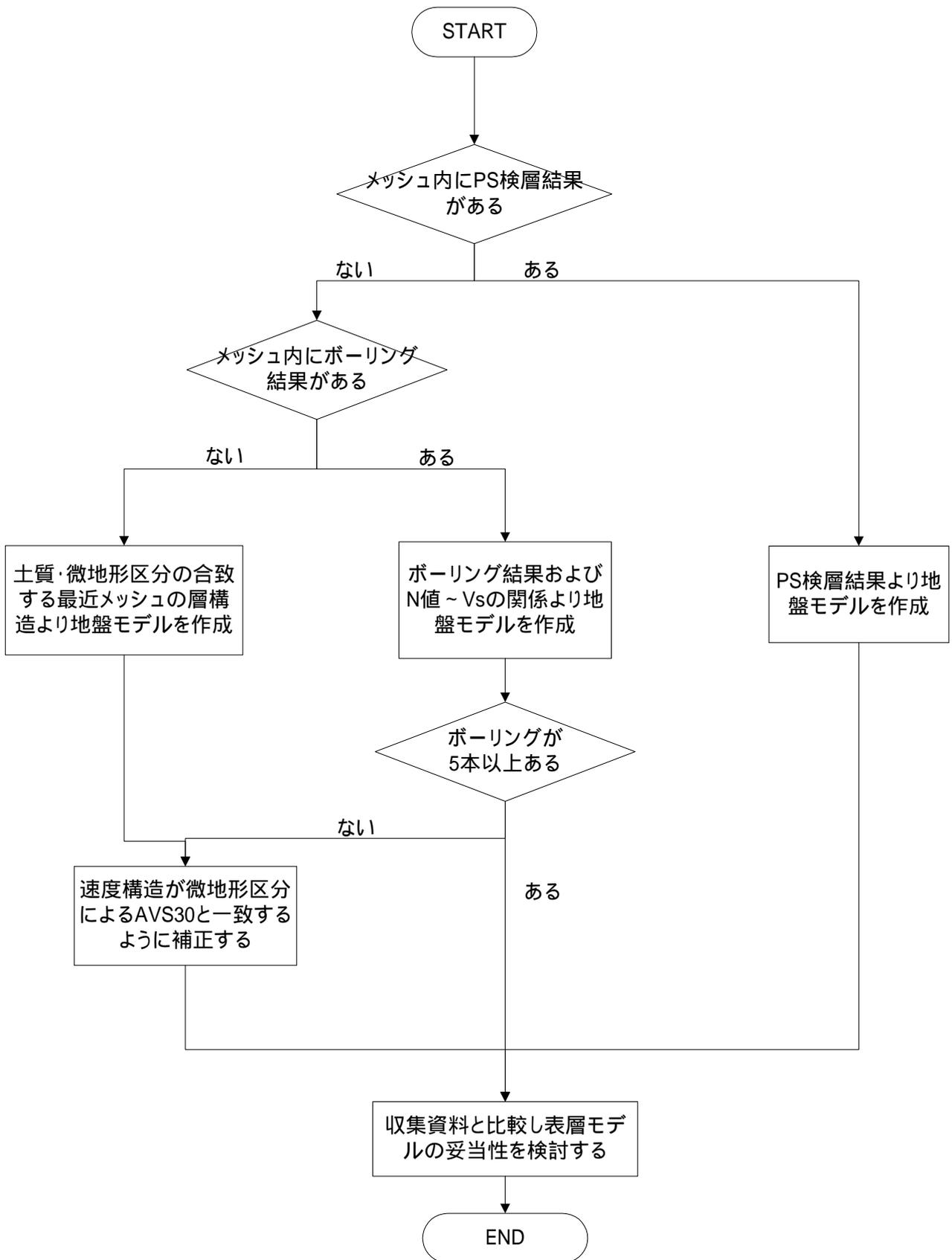


図 3-6 表層地盤モデル作成の流れ

4 微地形区分

(1) 対象地域の微地形区分

今回新たに地盤モデルを作成する近畿以西などの地域について、最近の土木地質図などを参考に、松岡・翠川(1994)による1kmメッシュごとの微地形区分について、地質の区域分けの見直しを行った。

松岡・翠川(1994)の微地形区分のうち、「他の地形(沖積・洪積)」について地質図等と比較し、「新第三紀」、「中生代」、「火山」、「他の地形」などに再分類した。なお、新たに加えた「火山」は、第四紀の火山地域である。

この結果、微地形区分は、「古生代」、「中生代」、「古第三紀」、「新第三紀」、「他の地形」、「丘陵地」、「砂礫台地」、「ローム台地」、「扇状地」、「砂州・砂丘」、「谷底平野」、「自然堤防」、「デルタ・後背湿地(D>0.5)」、「デルタ・後背湿地(D=0.5)」、「人工改変地」、「埋立地・干拓地」、「火山」の17種類となった。

図4-1に、上記の修正を加えた微地形区分の分布図を示す。

(2) 地形区分ごとの標高～AVS30の関係

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)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。

$$\text{Log AVS} = a + b \cdot \text{Log H} + c \cdot \text{Log D} \pm \dots$$

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)

; 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)を式で整理し、式の各係数を表4-1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 4-2 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、 - 式)、松岡・翠川(1994)による関係式および藤本・翠川(2003)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 式の係数をそのまま採用することとした。

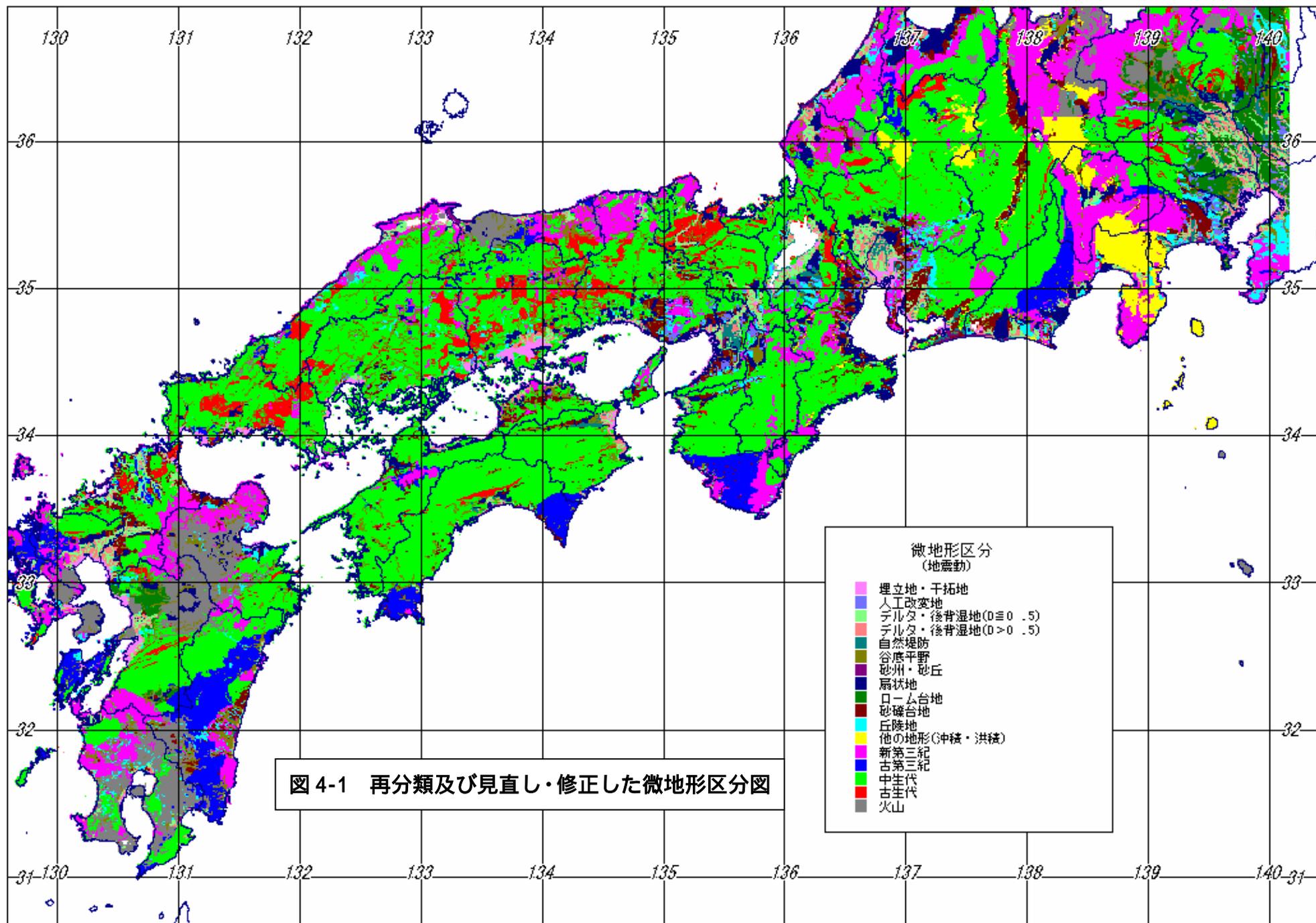


表 4-1 微地形区分ごとの平均 S 波速度 (AVS) の経験式の係数一覧表

[μ 式]

| コード | 微地形区分 | a | b | c | | |
|-------|----------------------|------|------|------|------|-----------------|
| 3 ~ 5 | 古生代・中生代・古第三紀 | 2.90 | 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 | |
| 1 0 | ローム台地 | 2.09 | 0.23 | 0.00 | 0.10 | 200 < AVS < 400 |
| 1 1 | 扇状地 | 2.49 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | |
| 1 2 | 砂州・砂丘 | 2.31 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | |
| 1 3 | 谷底平野 | 2.08 | 0.19 | 0.00 | 0.15 | 162 < AVS < 300 |
| 1 4 | 自然堤防 | 2.06 | 0.26 | 0.00 | 0.14 | 162 < AVS < 400 |
| 1 5 | 後背湿地・デルタ (D > 0.5) | 2.27 | 0.00 | 0.19 | 0.13 | AVS < 250 |
| 1 6 | 後背湿地・デルタ (D 0.5) | 2.21 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | |
| 1 7 | 人工改変地 | 2.39 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | |
| 1 8 | 埋立地・干拓地 | 2.23 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | |
| 2 1 | 火山 | 2.20 | 0.13 | 0.00 | 0.15 | 200 < AVS < 350 |

[- 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 | | |
| 1 0 | ローム台地 | 1.99 | 0.23 | 0.00 | 160 < AVS < 320 | |
| 1 1 | 扇状地 | 2.39 | 0.00 | 0.00 | | |
| 1 2 | 砂州・砂丘 | 2.19 | 0.00 | 0.00 | | |
| 1 3 | 谷底平野 | 1.93 | 0.19 | 0.00 | 125 < AVS < 210 | |
| 1 4 | 自然堤防 | 1.92 | 0.26 | 0.00 | 125 < AVS < 290 | |
| 1 5 | 後背湿地・デルタ (D > 0.5) | 2.14 | 0.00 | 0.19 | AVS < 200 | |
| 1 6 | 後背湿地・デルタ (D 0.5) | 2.10 | 0.00 | 0.00 | | |
| 1 7 | 人工改変地 | 2.25 | 0.00 | 0.00 | | |
| 1 8 | 埋立地・干拓地 | 2.04 | 0.00 | 0.00 | | |
| 2 1 | 火山 | 2.05 | 0.13 | 0.00 | 145 < AVS < 250 | |

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

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 (k m)

: 標準偏差

a, b, c : 微地形区分ごとに与えられる回帰係数

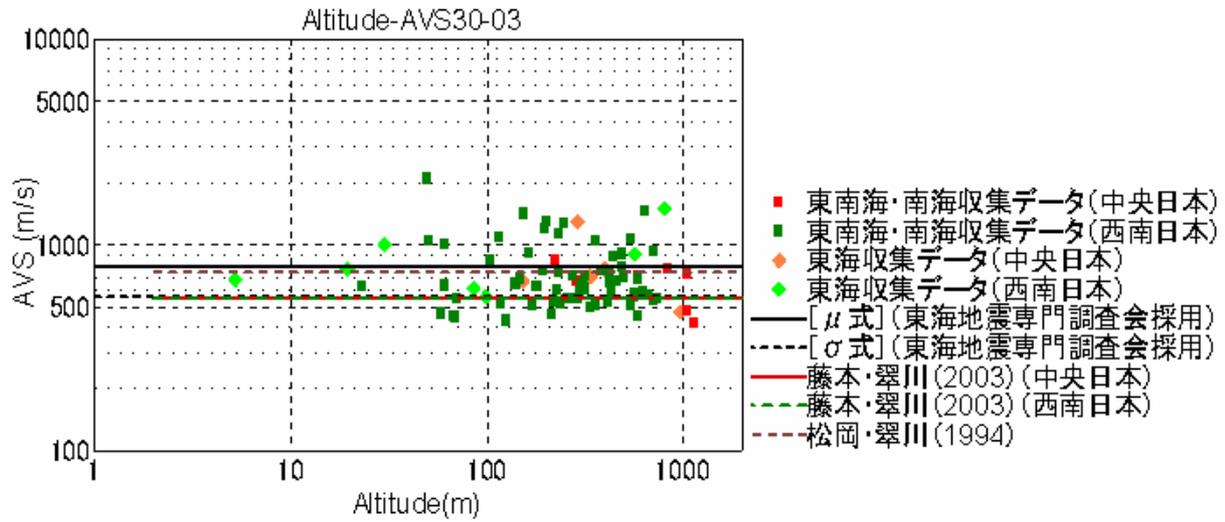


図 4-2(1) 標高と AVS30 との関係 [古第三紀・中生代・古生代・PS 検層データ]

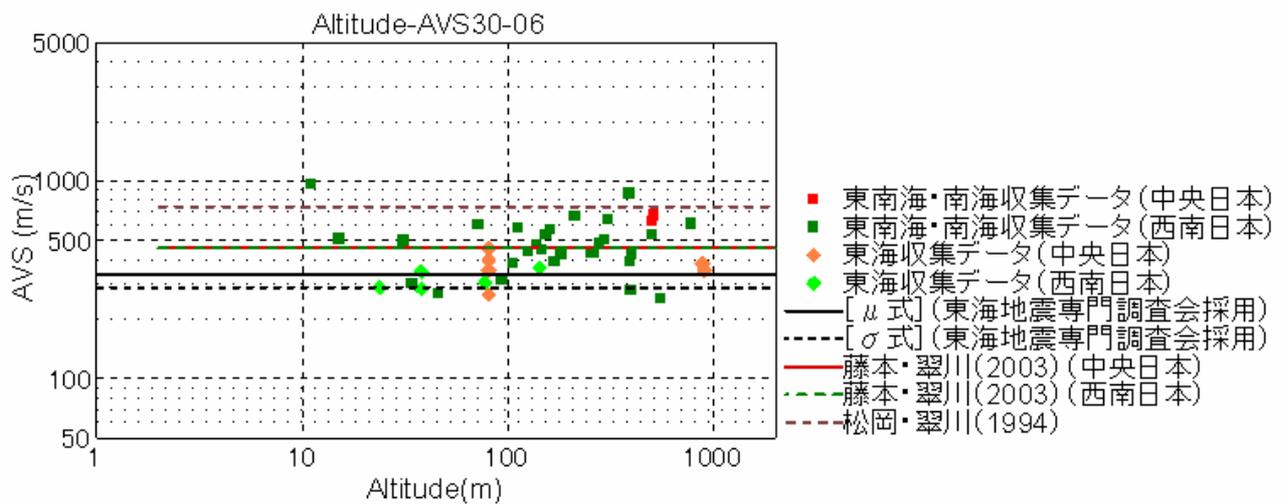


図 4-2(2) 標高と AVS30 との関係 [新第三紀・PS 検層データ]

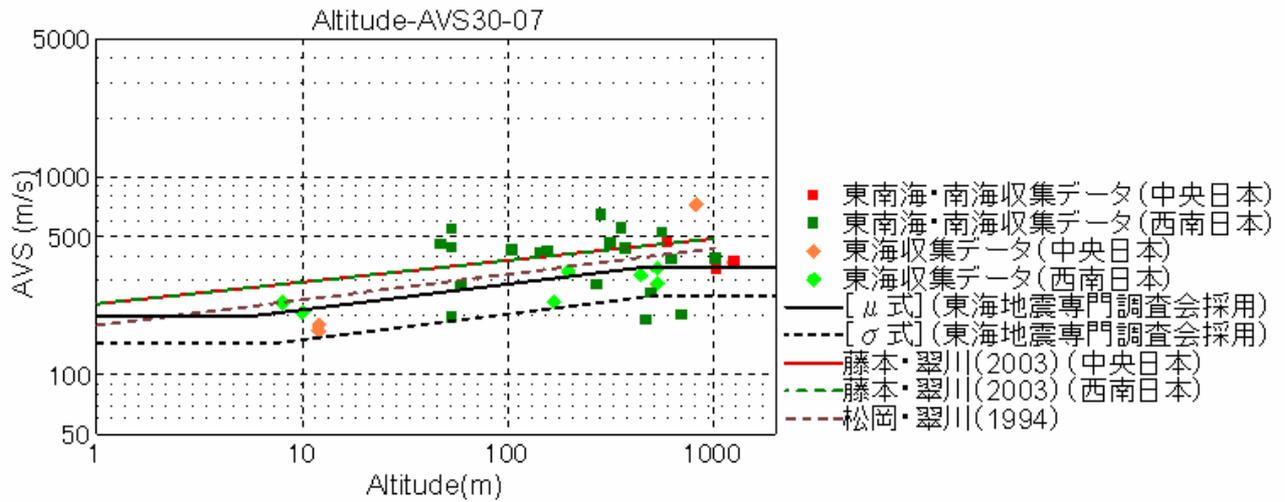


図 4-2(3) 標高と AVS30 との関係 [他の地形(沖積・洪積)・PS 検層データ]

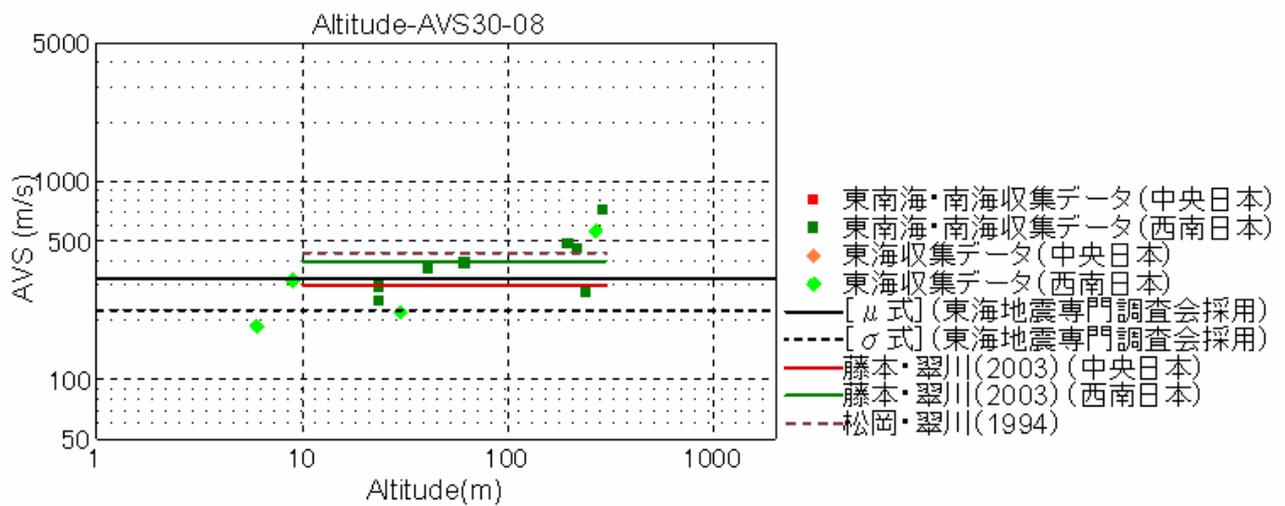


図 4-2(4) 標高と AVS30 との関係 [丘陵地・PS 検層データ]

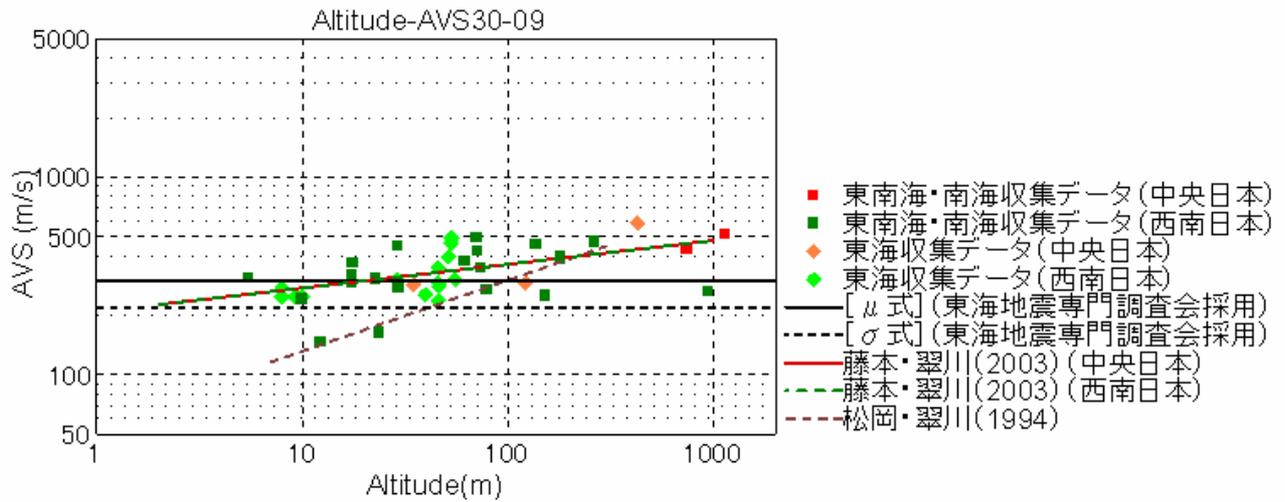


図 4-2(5) 標高と AVS30 との関係 [砂礫台地・PS 検層データ]

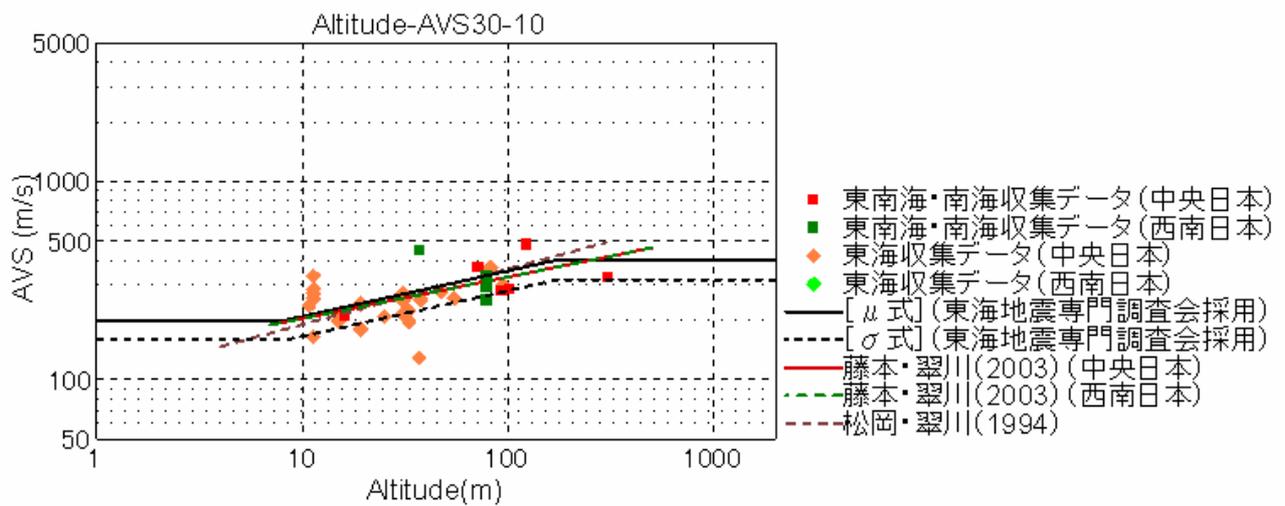


図 4-2(6) 標高と AVS30 との関係 [ローム台地・PS 検層データ]

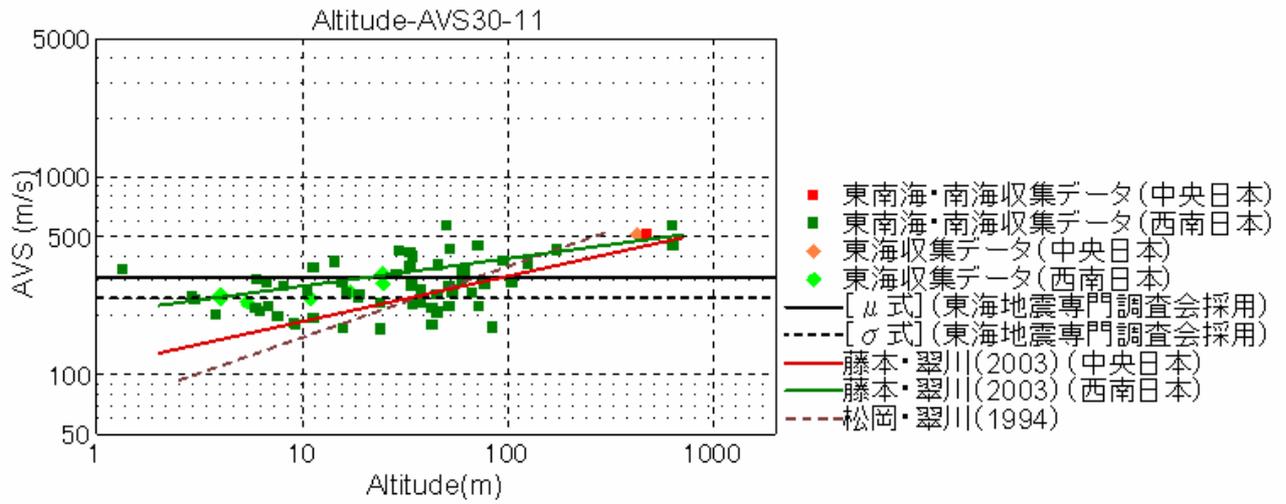


図 4-2(7) 標高と AVS30 との関係 [扇状地・PS 検層データ]

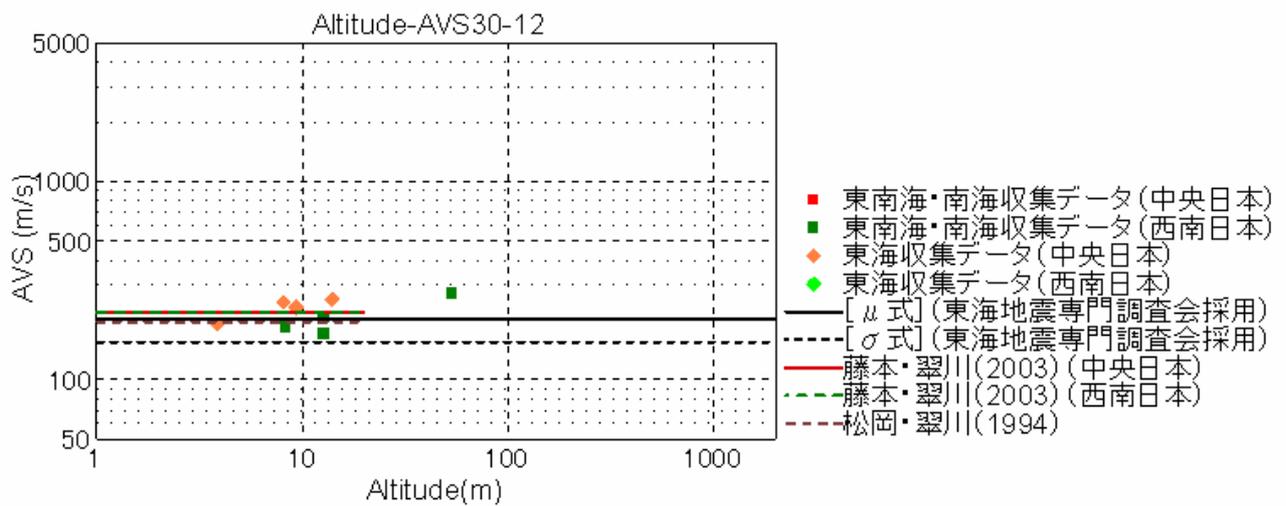


図 4-2(8) 標高と AVS30 との関係 [砂州・砂丘・PS 検層データ]

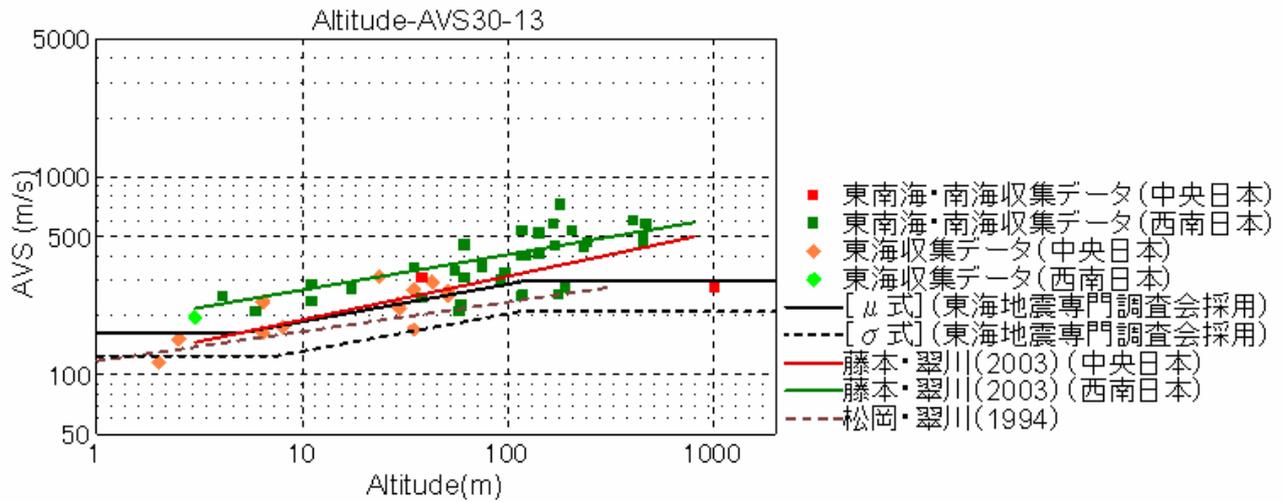


図 4-2(9) 標高と AVS30 との関係 [谷底平野・PS 検層データ]

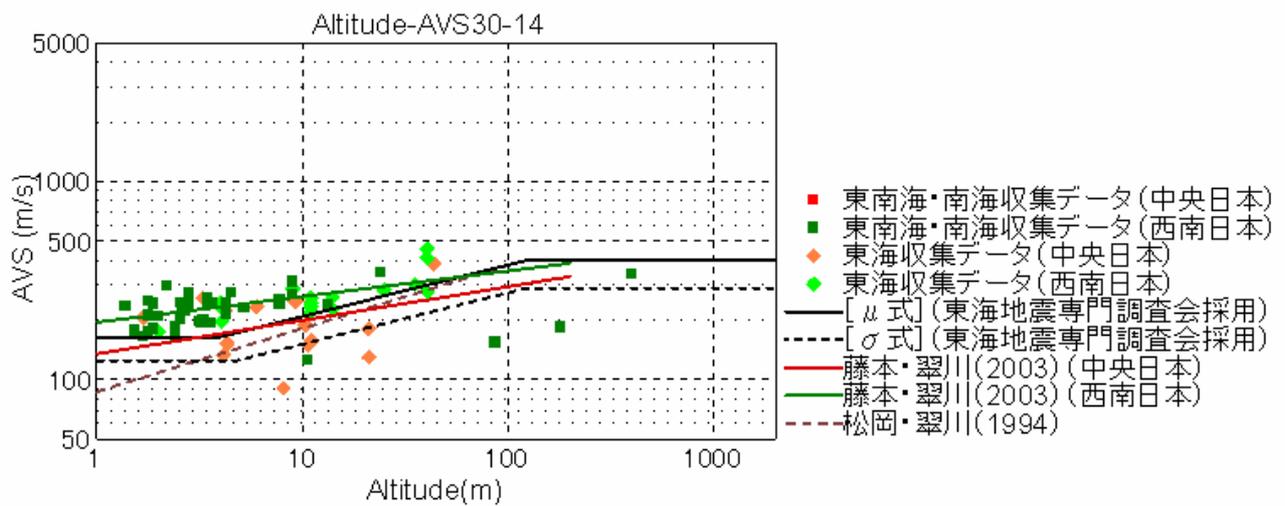


図 4-2(10) 標高と AVS30 との関係 [自然堤防・PS 検層データ]

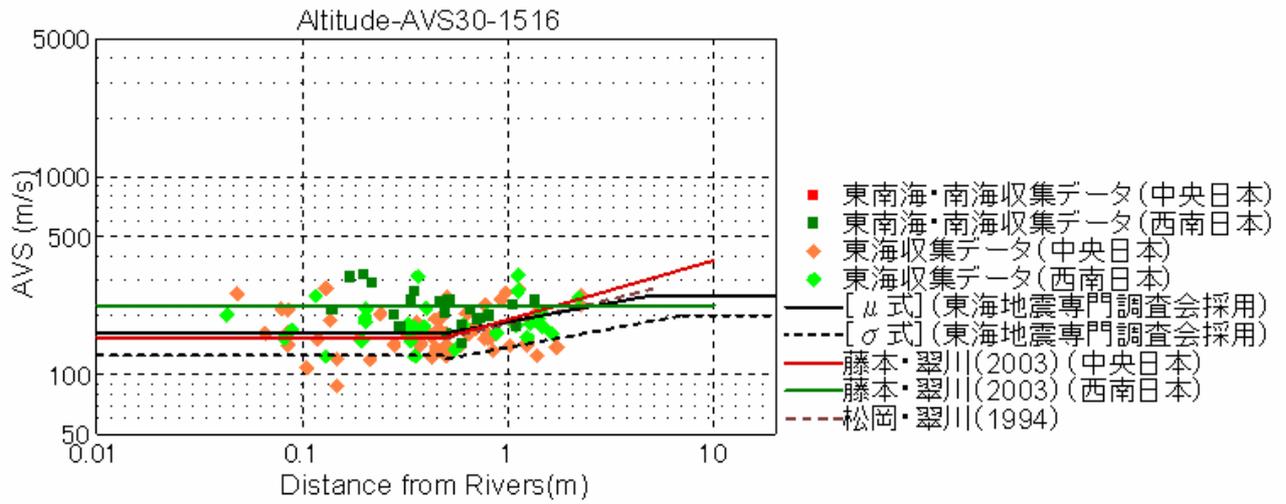


図 4-2(11) 標高と AVS30 との関係 [デルタ・後背湿地・PS 検層データ]

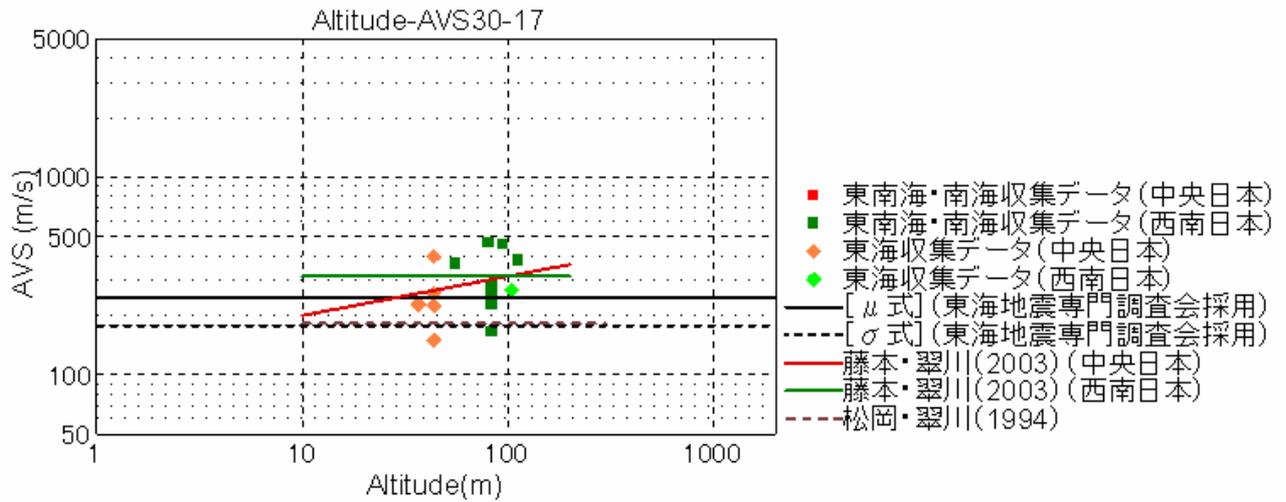


図 4-2(12) 標高と AVS30 との関係 [人工改変地・PS 検層データ]

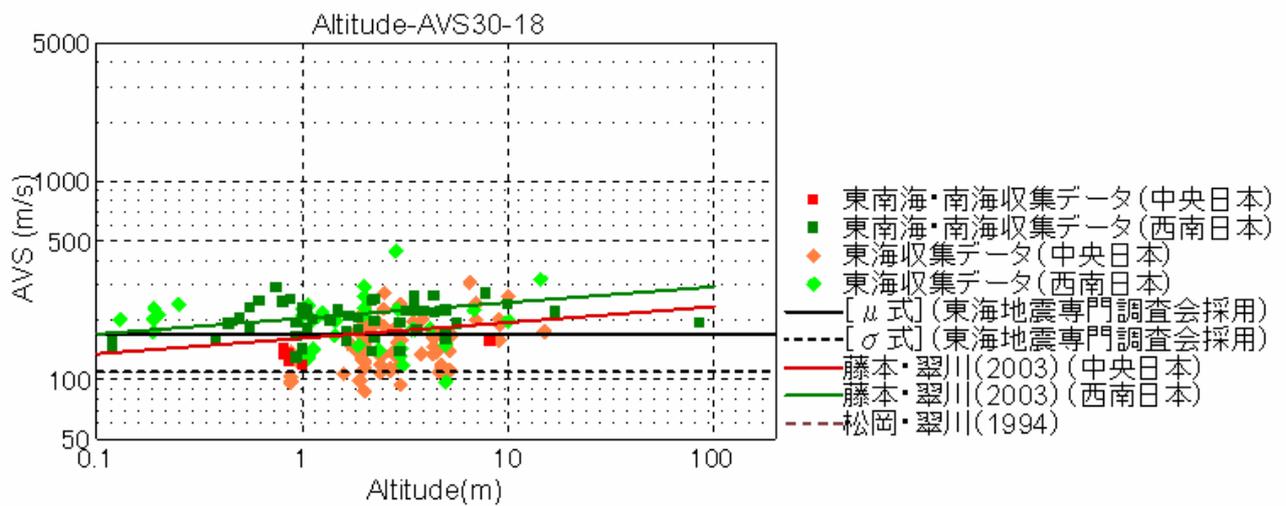


図 4-2(13) 標高と AVS30 との関係 [埋立地・PS 検層データ]

5 物性値の検討

(1) 深部地盤

1) 設定したS波速度の妥当性の検討

図 5-1 に Hi-net 観測点における P 波速度と S 波速度の関係を示す。図では、地方毎に分類して表示した。同図を見ると地方による P 波速度と S 波速度の關係に大きな相違は見られない。同図には東海地震検討の際に設定した P 波速度と S 波速度の關係を赤点としてプロットした。同図から東海地震検討の際に設定した P 波速度と S 波速度の關係は Hi-net 観測点の PS 検層結果とよく対応しており、本対象地域においても表 5-1 に示した P 波速度と S 波速度の關係が妥当であることが確認された。

2) 密度の設定

密度の設定に関しては、東海地震検討の際に用いた關係を用いた。表 5-2 に P 波速度と密度の關係を示す。

3) 既存速度・密度資料との比較

図 5-2 には Ludwig et al による P 波速度と密度の關係、S 波速度と密度の關係を図示している。赤い丸が今回検討した P 波速度と密度の關係、青い丸が今回検討した S 波速度と密度の關係である。中間層 ($V_p:3.1\text{km/s}$ ($V_s1.4\text{km/s}$) 層) において Ludwig et al 關係と対応は良くないが、他の層は概ね良く対応していることがわかる。

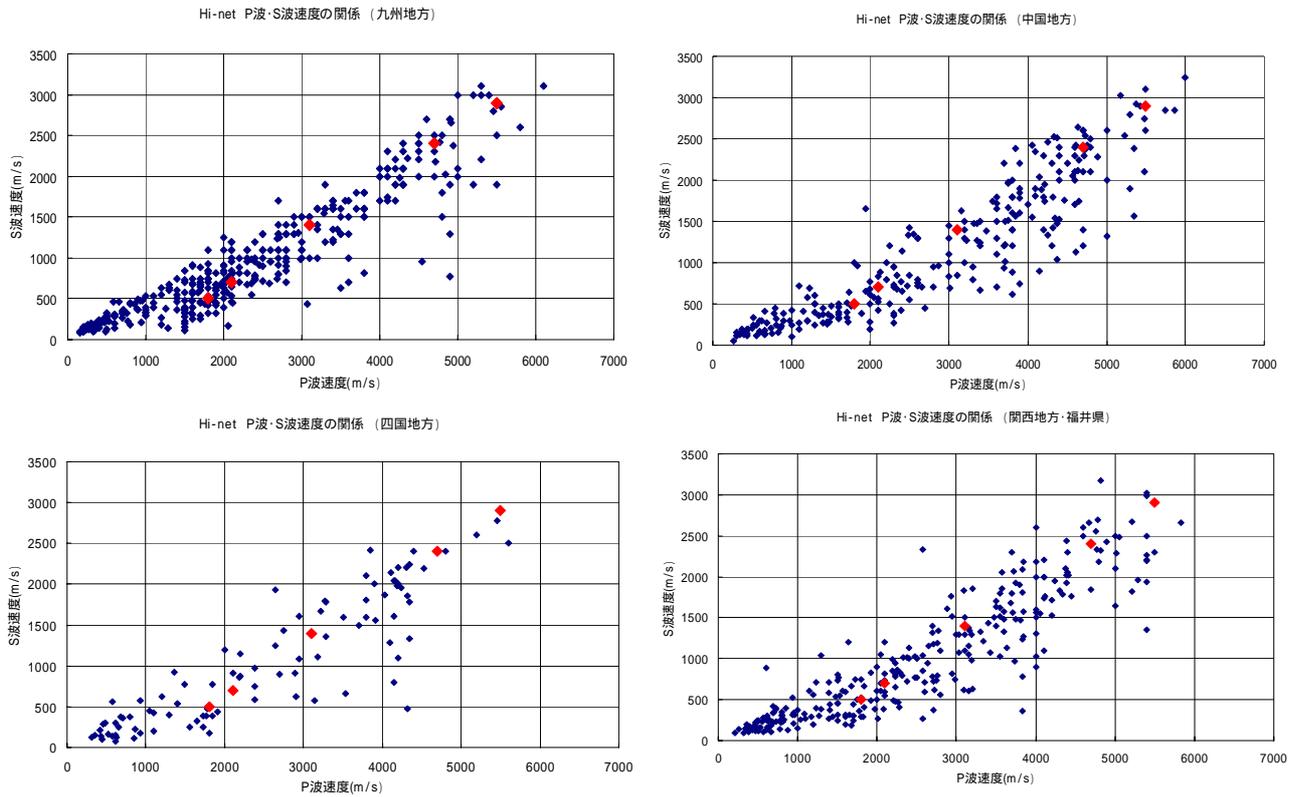


図 5-1 Hi-net 観測点における P 波速度と S 波速度の関係 (青点)
赤点：東海地震検討の再設定した P 波速度と S 波速度の関係

表 5-1 P 波速度と S 波速度の関係

| P 波速度(km/s) | S 波速度(km/s) |
|-------------|-------------|
| 1.8 | 0.5 |
| 2.1 | 0.7 |
| 3.1 | 1.4 |
| 4.7 | 2.4 |
| 5.5 | 2.9 |

表 5-2 P 波速度と密度の関係

| P 波速度(km/s) | 密度(g/cm ³) |
|-------------|------------------------|
| 1.8 | 1.9 |
| 2.1 | 2.0 |
| 3.1 | 2.1 |
| 4.7 | 2.6 |
| 5.5 | 2.6 |

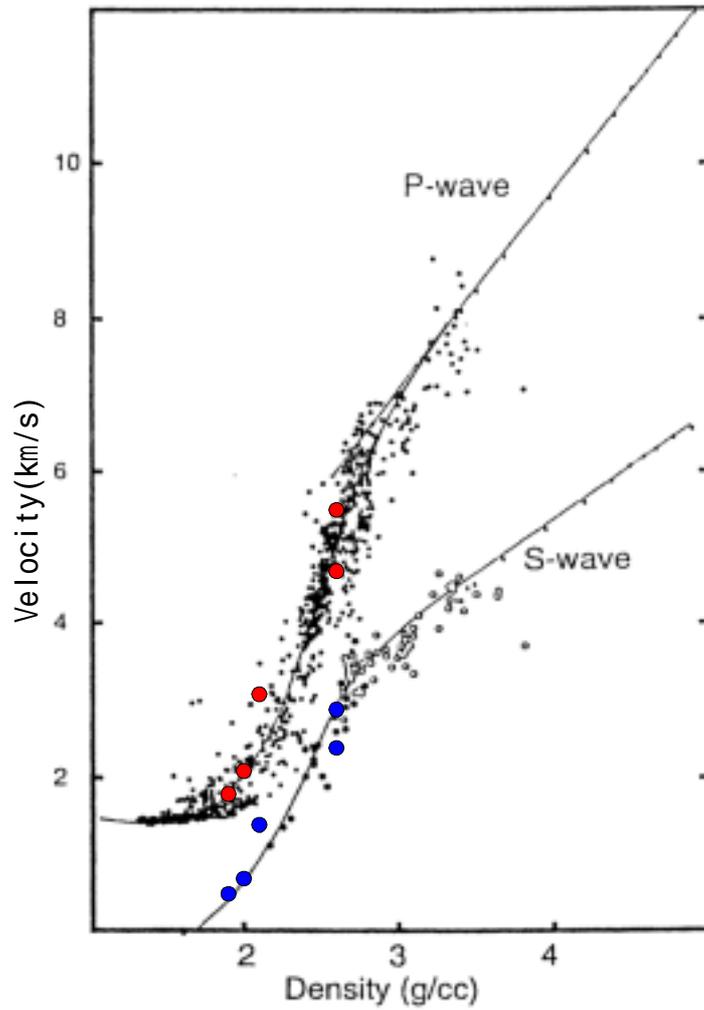


図 5-2 P 波速度と密度、S 波速度と密度の関係

赤丸は本調査で作成した P 波速度と密度の関係、青丸は本調査で作成した S 波速度と密度の関係

(Ludwig et al.(1970):Seismic refraction., Maxwell, A. ed.: The sea, 4. Wiley Interscience, New York,53-84)

(2) 表層地盤

1) 土質区分および単位体積重量の設定

土質区分は、表 5-3 の Terzaghi -Peck による地盤区分を参考に、表 5-4 に示す土質区分を設定し、それぞれの区分に対して物性値を設定した。

単位体積重量は、道路橋示方書・同解説 耐震設計編(1990)による土質分類と単位重量、平均粒径、細粒分含有率の概略値、および道路公団(1983)が設定している単位体積重量などをもとに設定した。表 5-1 に、設定した土質区分と単位体積重量を示す。

表 5-3 Terzaghi -Peck による地盤区分

| <砂の場合> | | <粘性土の場合> | |
|--------|-------|----------|---------|
| N値 | 地盤区分 | N値 | 地盤区分 |
| 0~4 | 非常に緩い | 0~2 | 非常に軟らかい |
| 4~10 | 緩い | 2~4 | 軟らかい |
| 10~30 | 中位の | 4~8 | 普通の |
| 30~50 | 密な | 8~15 | 硬い |
| 50以上 | 非常に密な | 15~30 | 非常に硬い |
| | | 50以上 | 固結した |

表 5-4 設定した土質区分と単位体積重量

| 地質区分 | 地質名 | 記号 | N値 | 単位体積重量 (kgf/cm ³) | |
|------|-----|-----------|---------|----------------------------------|-----|
| 第四紀 | 埋土 | B1 | 0 ~ 4 | 1.6 | |
| | | B2 | 4 ~ 10 | 1.7 | |
| | | B3 | 10 ~ | 2.0 | |
| | 腐植土 | Ap1 | 0 ~ 1 | 1.2 | |
| | | Ap2 | 1 ~ | 1.3 | |
| | 粘性土 | Ac1 | 0 ~ 2 | 1.4 | |
| | | Ac2 | 2 ~ 4 | 1.5 | |
| | | Ac3 | 4 ~ 8 | 1.6 | |
| | | Ac4 | 8 ~ 15 | 1.7 | |
| | | Ac5 | 15 ~ 30 | 1.8 | |
| | | Ac6 | 30 ~ | 1.8 | |
| | 砂質土 | As1 | 0 ~ 4 | 1.7 | |
| | | As2 | 4 ~ 10 | 1.8 | |
| | | As3 | 10 ~ 30 | 1.9 | |
| | | As4 | 30 ~ 50 | 1.9 | |
| | | As5 | 50 ~ | 1.9 | |
| | 礫質土 | Ag1 | ~ 20 | 1.9 | |
| | | Ag2 | 20 ~ 30 | 2.0 | |
| | | Ag3 | 30 ~ 50 | 2.0 | |
| | | Ag4 | 50 ~ | 2.0 | |
| | 更新世 | ローム・凝灰質粘土 | Lm1 | 0 ~ 4 | 1.4 |
| | | | Lm2 | 4 ~ | 1.5 |
| | | 粘性土 | Dc1 | 0 ~ 2 | 1.5 |
| | | | Dc2 | 2 ~ 4 | 1.6 |
| Dc3 | | | 4 ~ 8 | 1.7 | |
| Dc4 | | | 8 ~ 15 | 1.8 | |
| Dc5 | | | 15 ~ 30 | 1.8 | |
| Dc6 | | | 30 ~ | 1.8 | |
| 砂質土 | | Ds1 | 0 ~ 4 | 1.8 | |
| | | Ds2 | 4 ~ 10 | 1.8 | |
| | | Ds3 | 10 ~ 30 | 1.9 | |
| | | Ds4 | 30 ~ 50 | 1.9 | |
| | | Ds5 | 50 ~ | 2.0 | |
| 礫質土 | | Dg1 | ~ 20 | 1.9 | |
| | | Dg2 | 20 ~ 30 | 2.0 | |
| | | Dg3 | 30 ~ 50 | 2.0 | |
| | | Dg4 | 50 ~ | 2.1 | |
| 第三紀 | | | K | | 2.1 |

2) S 波速度の設定

収集した PS 検層データについて、土質区分毎の N 値と S 波速度の関係を整理した。(図 5-3)

東海地震では、数量化理論を用いて N 値と S 波速度の関係式を年代、土質ごとに以下の通り求めた。この式を作成する際に用いたデータの分布と今回収集したデータの分布とは大きく相違しないことから、この関係式を採用する。

観測方程式

$$V_s = N^n \cdot \left\{ \begin{array}{l} alluvium \\ diluvium \\ tertiary \end{array} \right\} \cdot \left\{ \begin{array}{l} clay \\ sand \\ gravel \end{array} \right\} \quad \dots (式 1)$$

| | |
|---------|--------------------------|
| { | 既知のパラメータ |
| | Vs ; S 波速度 |
| | N ; N 値 |
| | 未知のパラメータ |
| | alluvium ; 沖積層に対する補正係数 |
| | diluvium ; 洪積層に対する補正係数 |
| | tertiary ; 新第三紀層に対する補正係数 |
| | clay ; 粘土層に対する補正係数 |
| | sand ; 砂層に対する補正係数 |
| | gravel ; 礫層に対する補正係数 |
| n ; 指数項 | |

算出結果

$$V_s = 112.73 \times N^{0.256} \cdot \left\{ \begin{array}{l} 1.000 \\ 1.223 \\ 1.379 \end{array} \right\} \cdot \left\{ \begin{array}{l} 1.000 \\ 0.885 \\ 0.900 \end{array} \right\} \quad \dots (式 2)$$

(ただし、時代については沖積層に対する補正係数を、土質については粘土層に対する補正係数を 1.000 として記述した。)

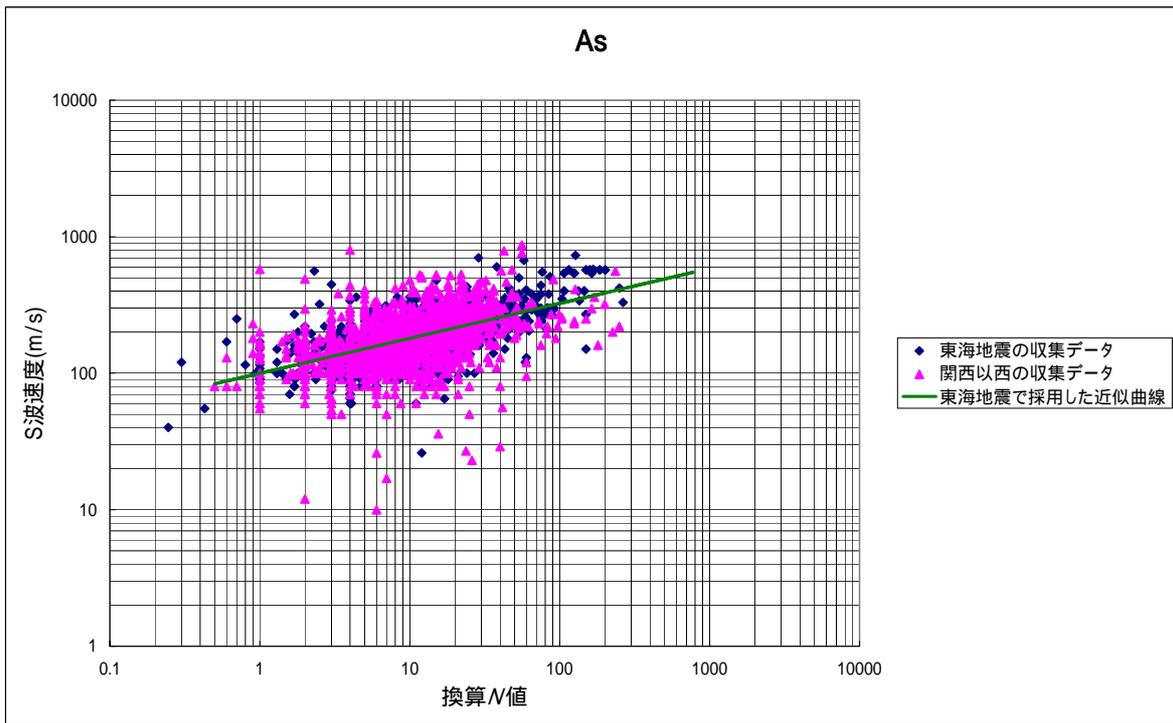
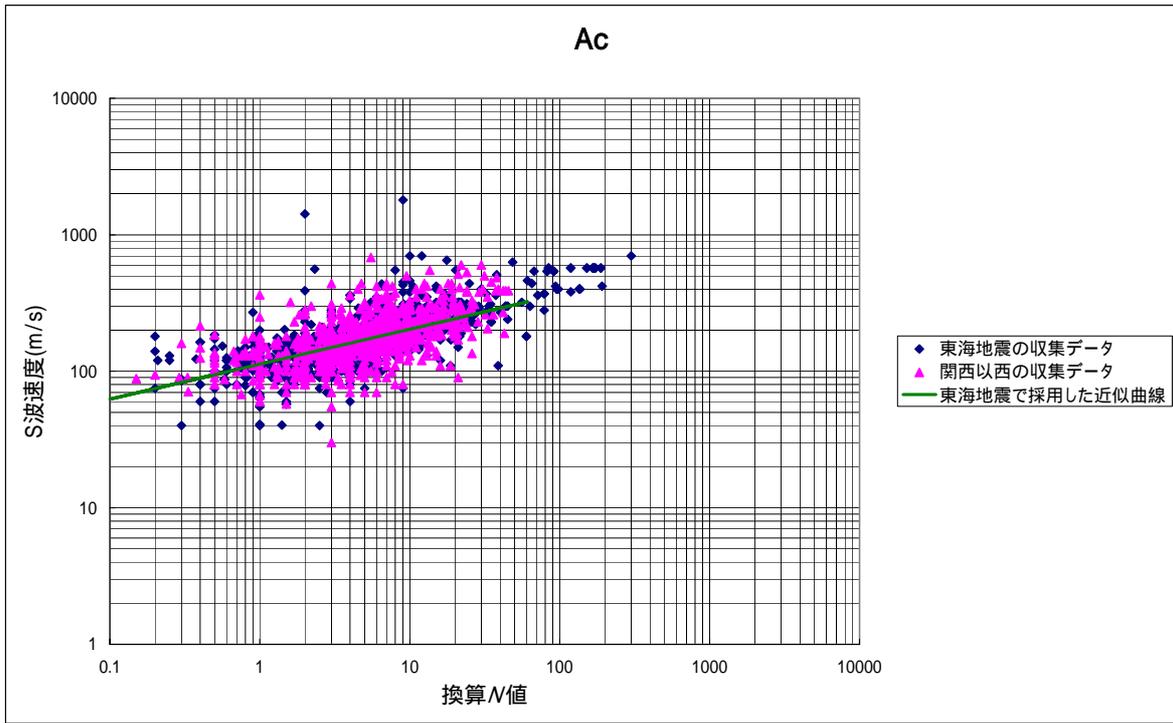


図 5-3(1) S 波速度と N 値との関係 (その 1) Ac、As

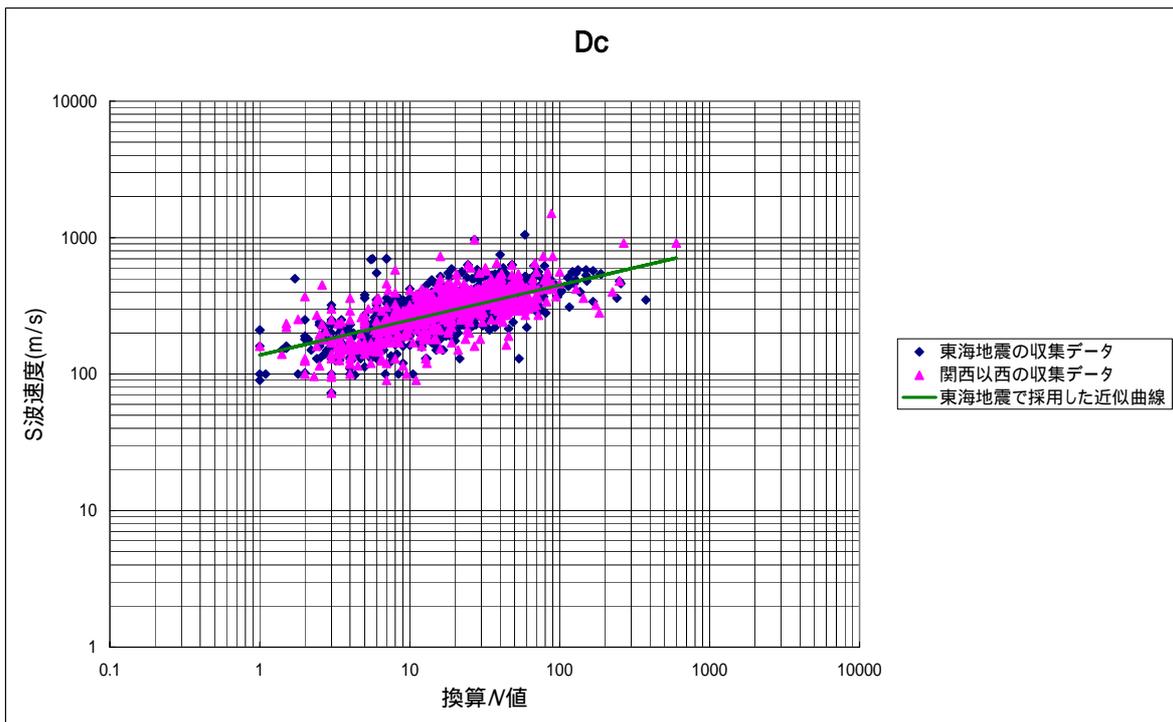
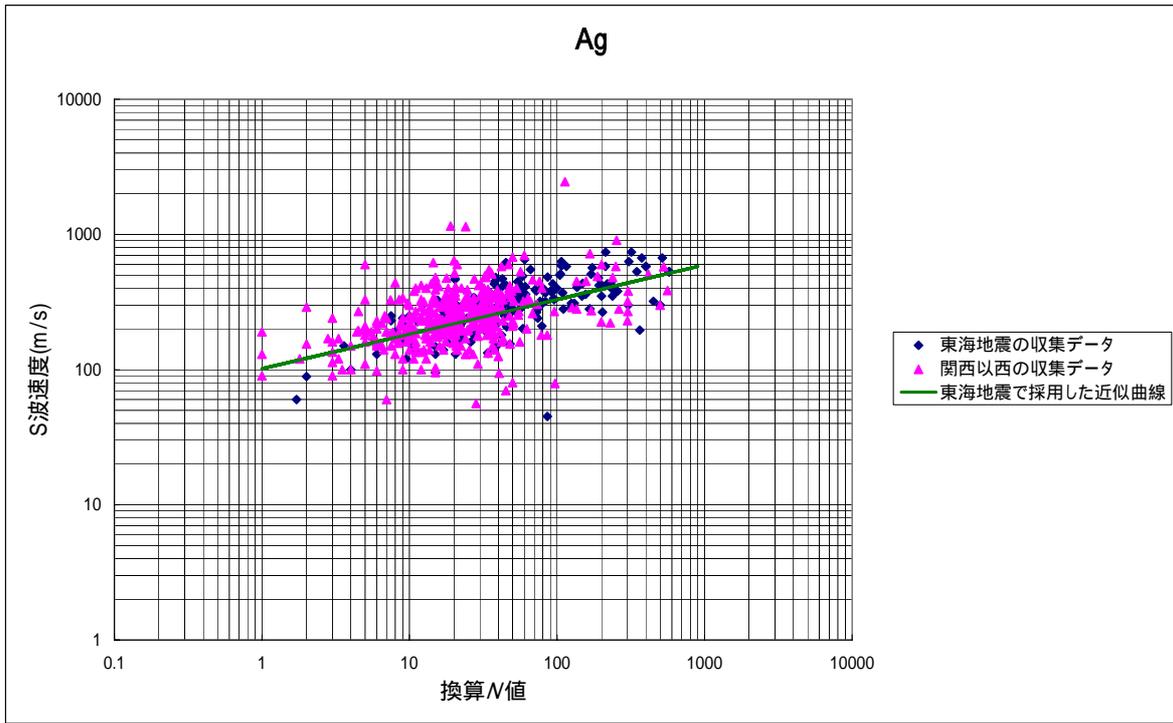


図 5-3(2) S波速度とN値との関係(その2) Ag、Dc

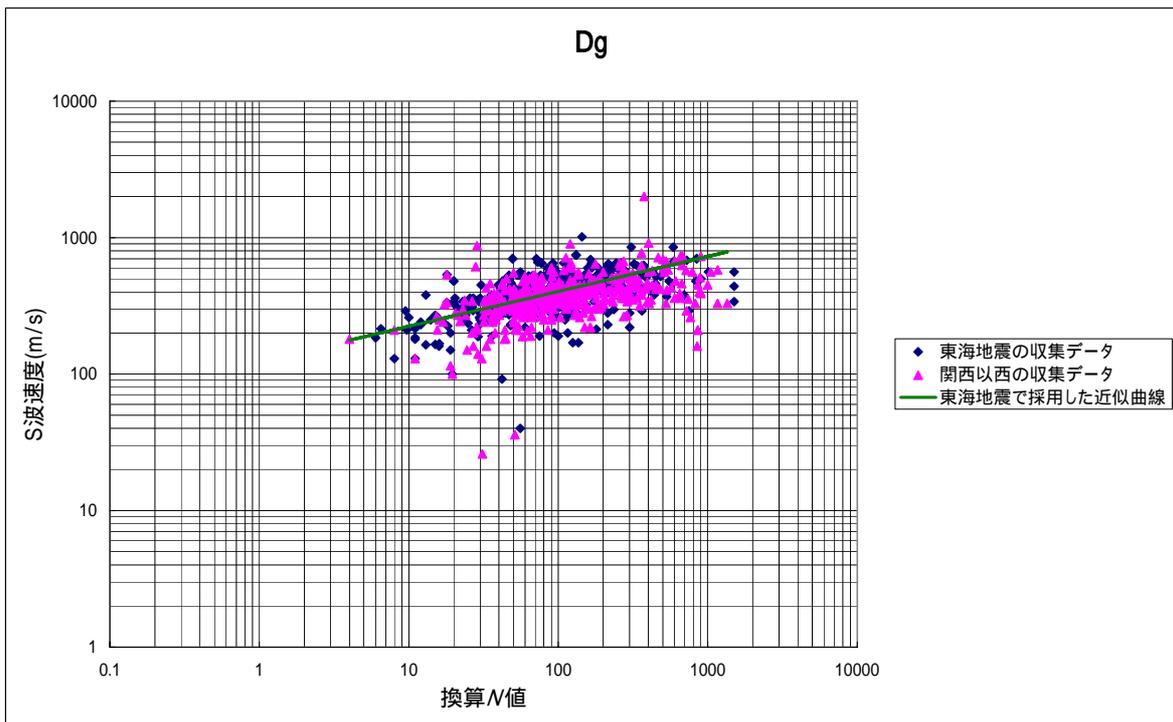
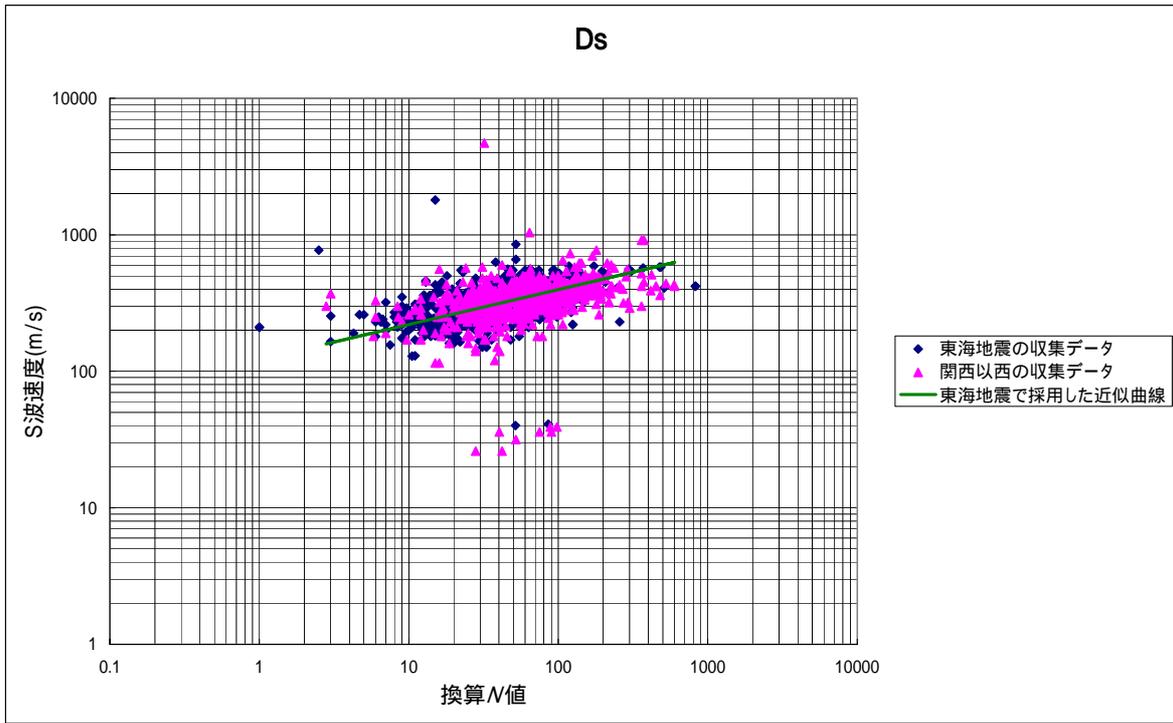


図 5-3(3) S 波速度と N 値との関係 (その 3) Ds、Dg

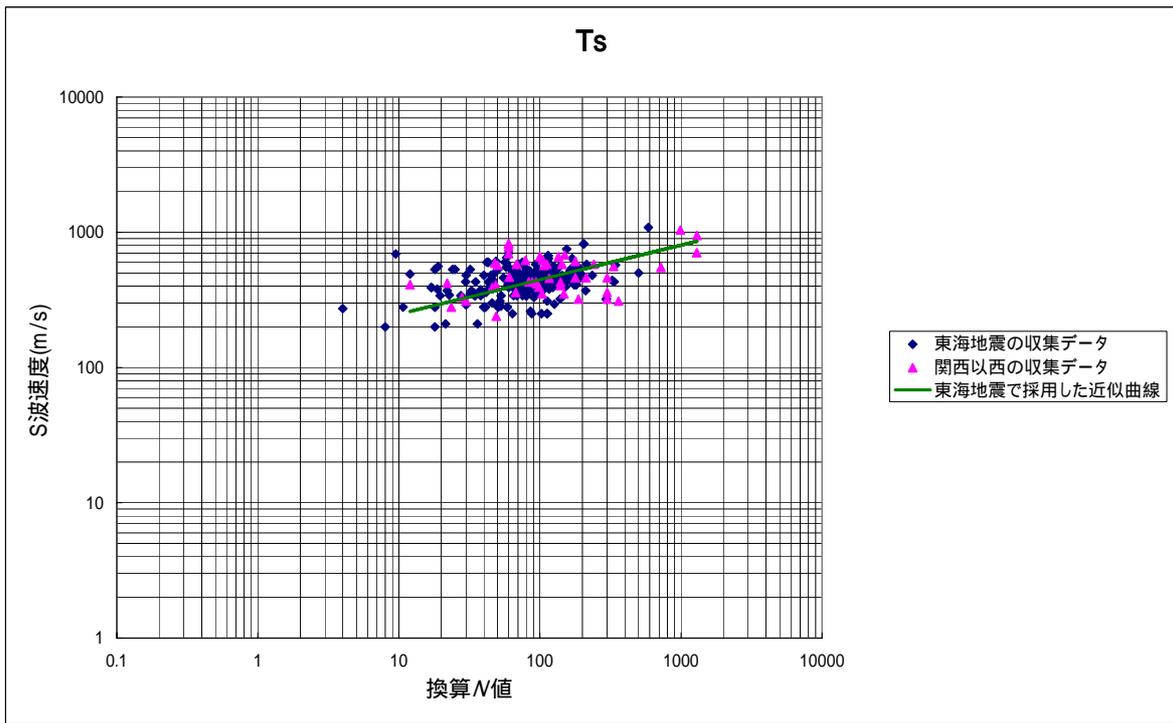
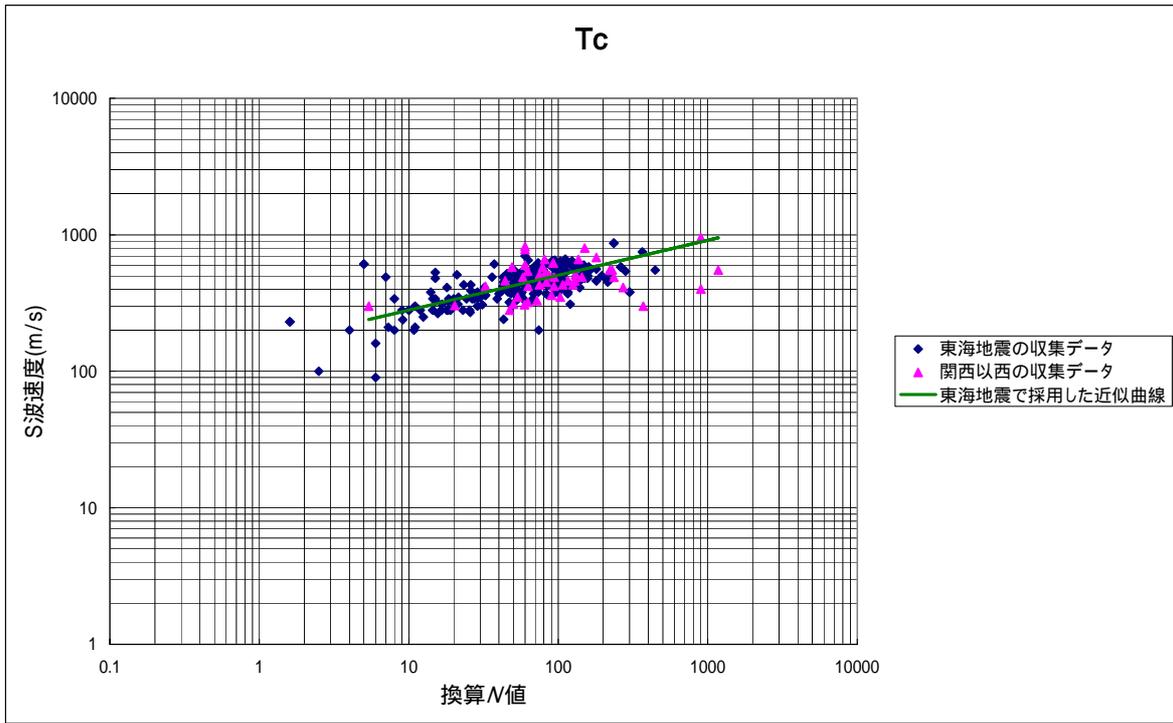


図 5-3(4) S 波速度と N 値との関係 (その 4) T_c、T_s

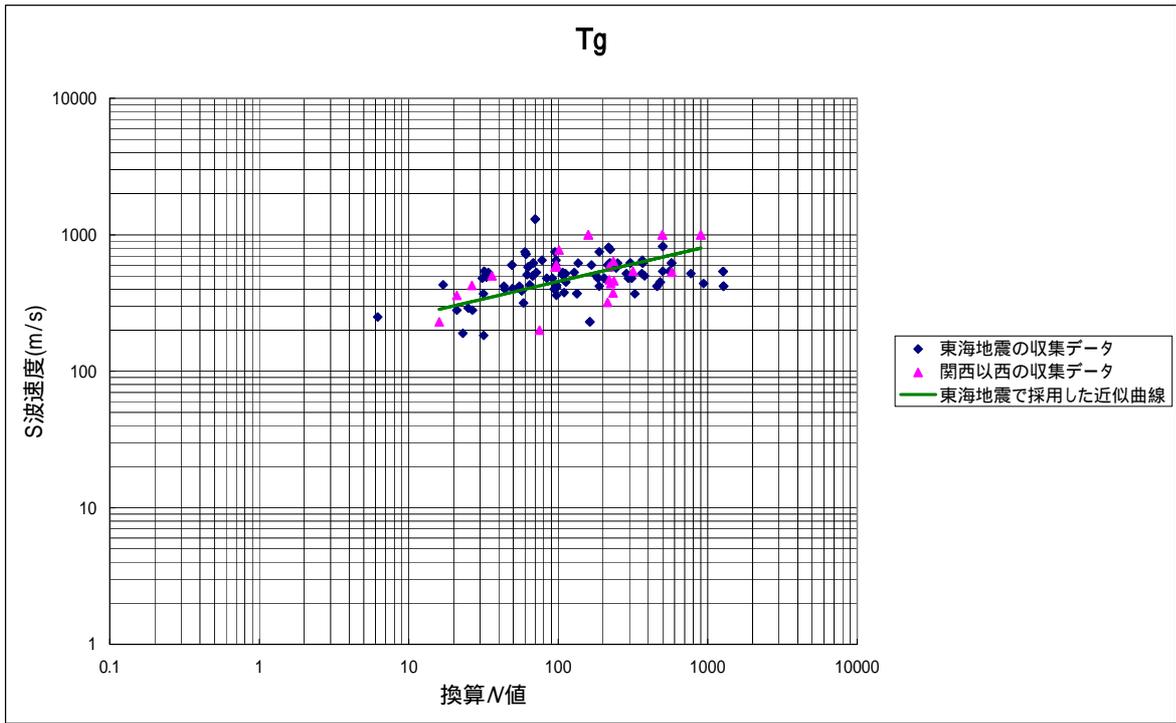
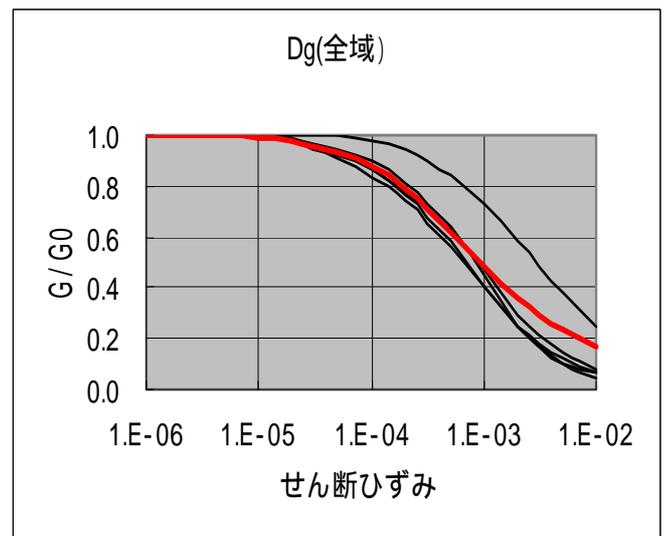
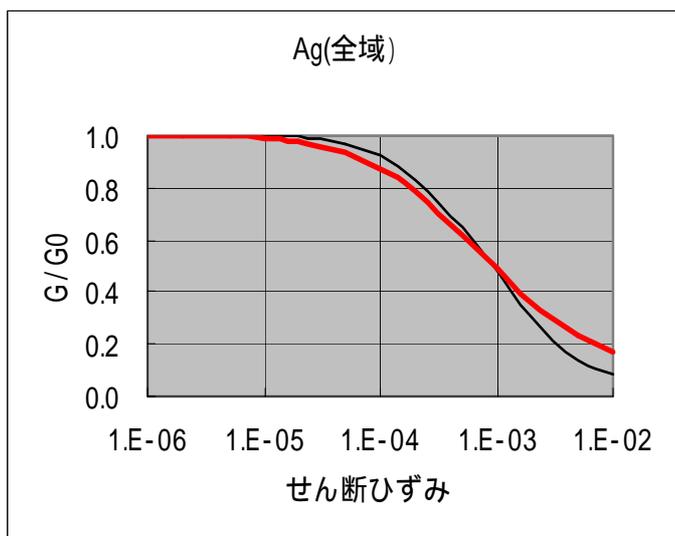
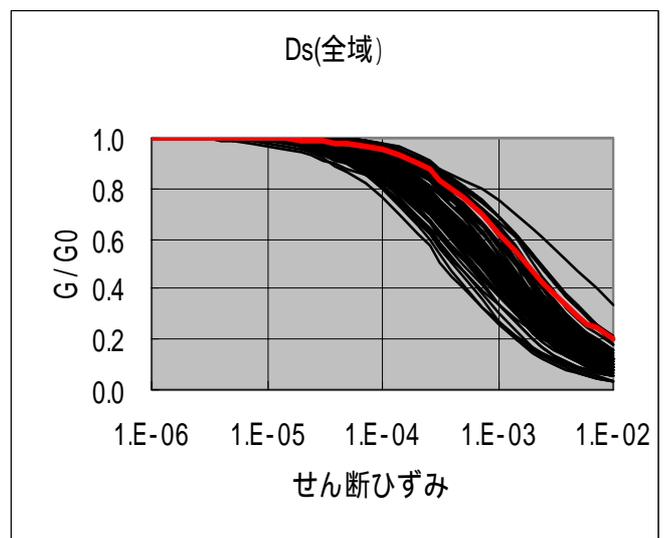
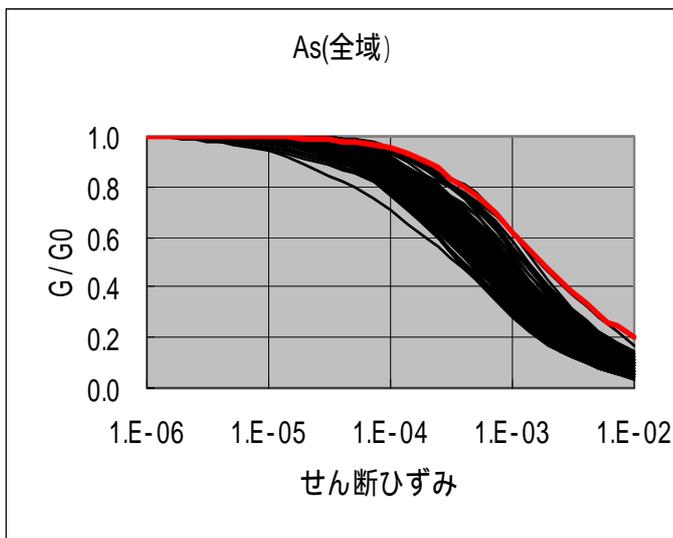
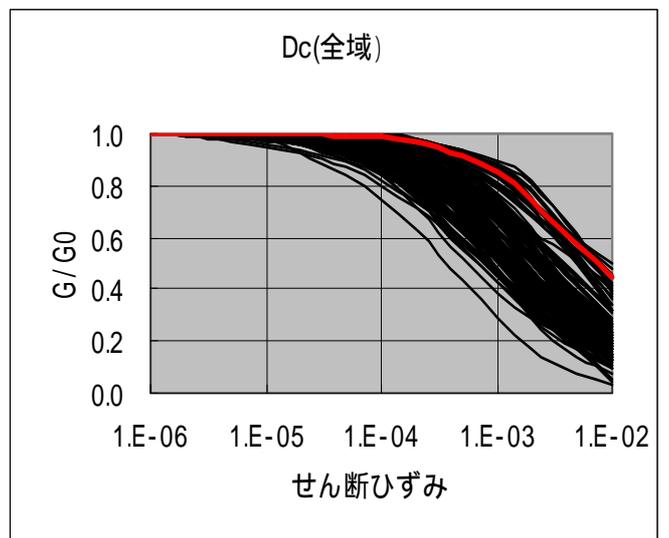
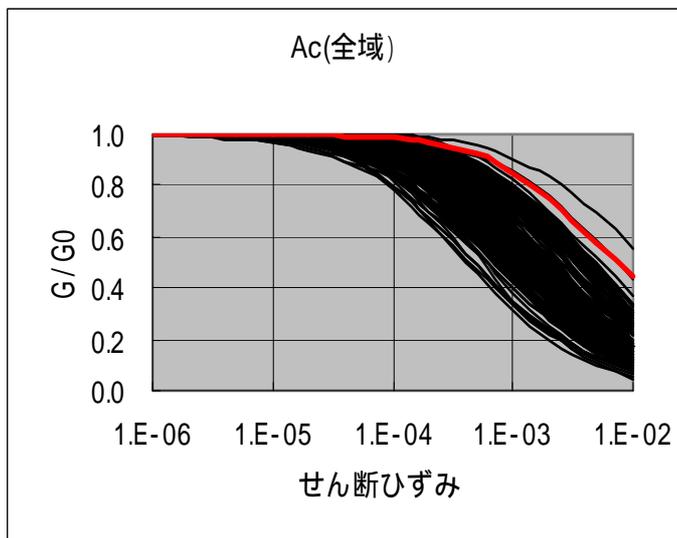


図 5-3(5) S 波速度と N 値との関係 (その 5) Tg

3) 地盤の非線形特性

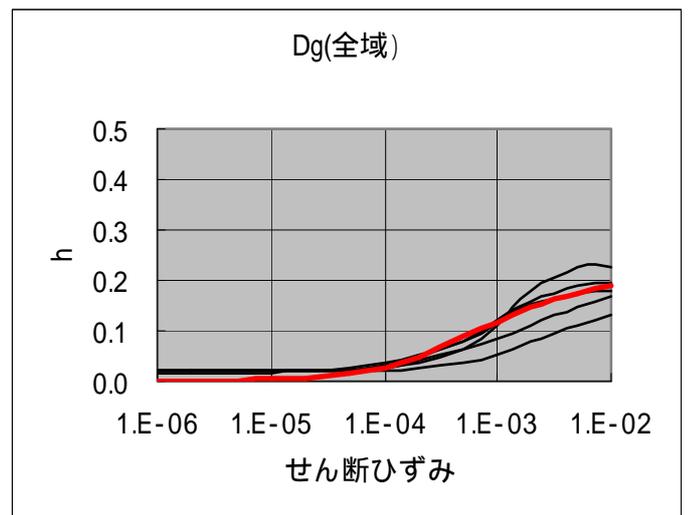
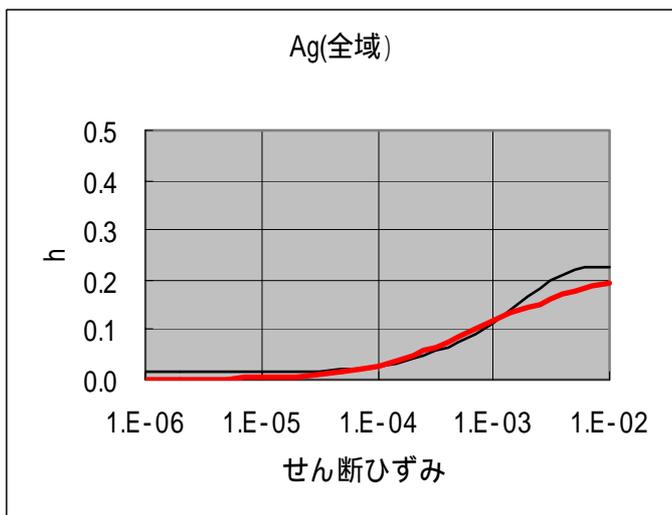
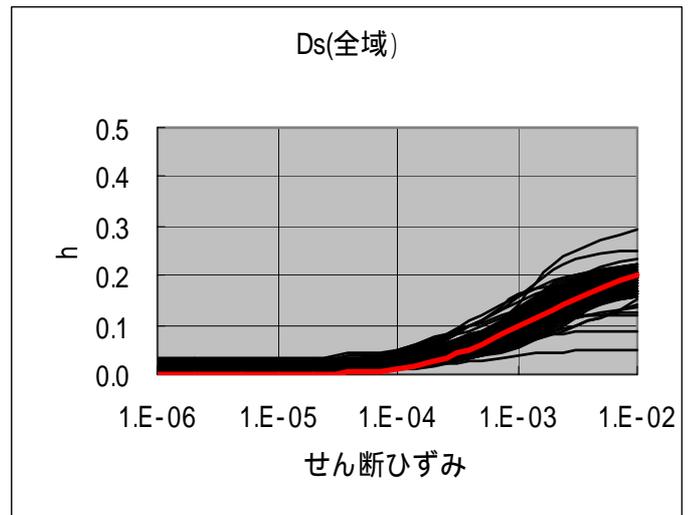
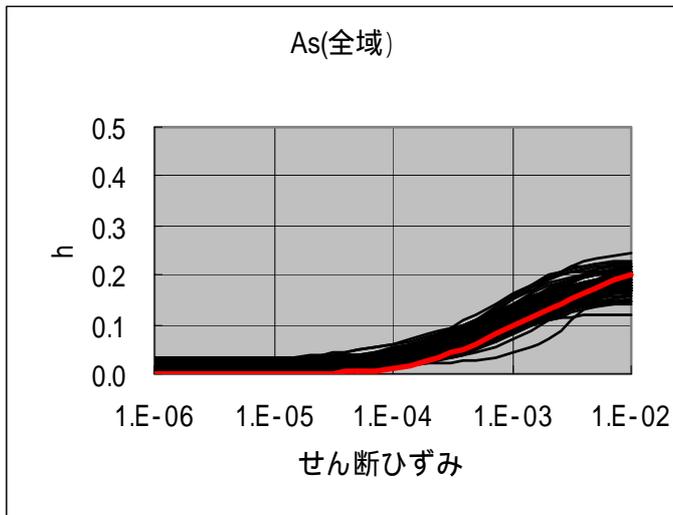
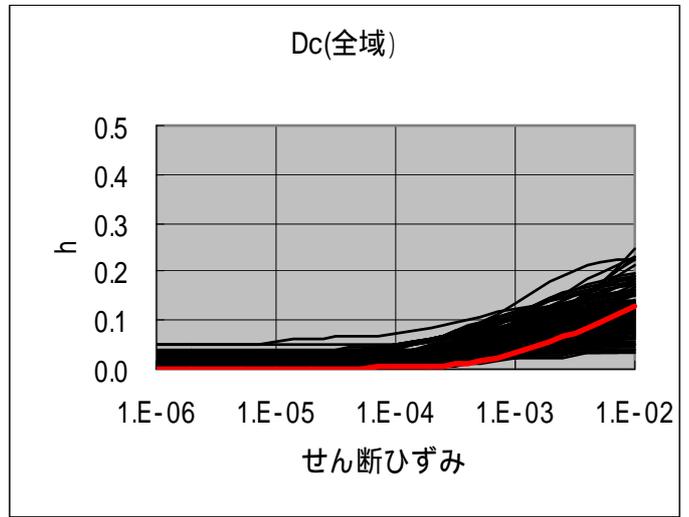
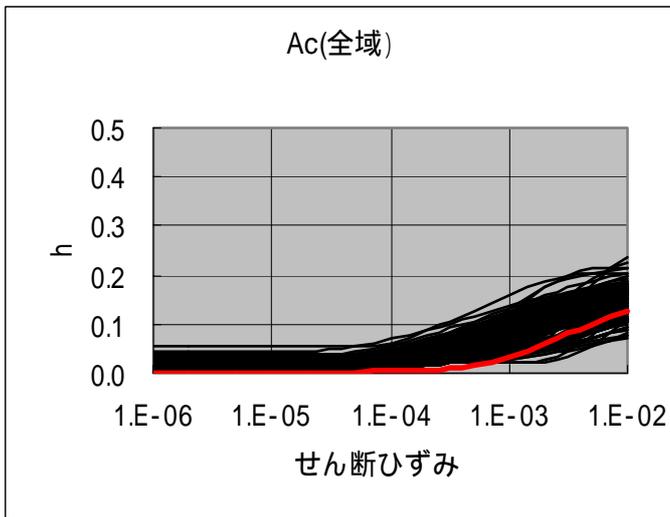
地盤の非線形特性を設定するために、対象地域における動的変形特性試験結果データを収集・整理し、時代、土質区分ごとに $G/G_0, h \sim$ 関係を示した。(図 5-4)

解析に用いる曲線としては、収集したデータをもとに、せん断剛性比(G/G_0)の上限値および減衰定数(h)を与えるような曲線を設定し、これを採用した。実際には、この曲線に Ramberg-Osgood モデル (R - Oモデル) の曲線がフィッティングするように設定した。



—: 「東海地震に関する専門調査会」で採用した $G/G_0 \sim$ 曲線

図 5-4(1) 収集した土質区分ごとの $G/G_0 \sim$ 曲線 (東南海、南海)



— : 「東海地震に関する専門調査会」で採用した $h \sim$ 曲線

図 5-4(2) 収集した土質区分ごとの $h \sim$ 曲線 (東南海、南海)