

平成 24 年度
滋賀県地震被害想定調査業務

報 告 書
(概要版)

平成 25 年 3 月

滋 賀 県

－ 目 次 －

1. 業務概要	1
1.1 業務目的.....	1
1.2 業務内容.....	1
1.3 地震動推計手法について.....	1
2. 地盤情報の収集整理	3
2.1 目的.....	3
2.2 ボーリングデータ等.....	3
2.3 地形・地質資料.....	7
2.4 既往常時微動アレー観測結果.....	8
2.5 地震観測データ.....	10
3. 現地地盤調査	12
3.1 目的.....	12
3.2 調査結果.....	13
3.3 N-Vs 関係.....	17
4. 地盤モデル構築	18
4.1 深部地盤モデル.....	18
4.2 浅部地盤モデル.....	22
5. 内陸活断層による地震動推計	26
5.1 県域活断層の概況.....	26
5.2 検討対象断層帯の選定.....	29
5.3 震源断層モデルの構築.....	36
5.4 地震動解析（震源～工学的基盤の地震動解析）.....	48
5.5 地震動解析（工学的基盤面～地表面：浅部地盤応答解析）.....	57
6. 液状化分布推計	83
6.1 液状化検討手法.....	83
6.2 液状化可能性分布図.....	86
6.3 内陸活断層地震に対する液状化分布推計結果.....	87
7. 南海トラフ巨大地震による震度分布推計	97
7.1 地表面震度推計手法.....	97
7.2 地表面震度等推計結果.....	98

1. 業務概要

1.1 業務目的

東日本大震災の教訓と、近年の防災をめぐる社会構造の変化等を踏まえ、「災害対策基本法」「防災基本計画」が大幅に修正され、また、今世紀前半にもその発生が懸念されている「南海トラフ巨大地震」についてもその被害想定が公表され、対策の検討が進められている。

滋賀県においては、平成 15・16 年に、当時国の地震調査研究推進本部から公表された「琵琶湖西岸断層帯の長期評価」、「東南海・南海地震対策特別措置法」の施行に伴い、これらの地震を対象とした地震被害想定を実施して、地震防災対策のための基礎資料として活用されてきた。

今回、起こりうる滋賀県域での大地震に備え、予防減災対策、応急活動体制の充実等、その具体的検討を進めて行くにあたり、前回調査以降の科学的知見、蓄積情報、社会状況の変化を踏まえて、地震被害想定を見直すことを受け、県周辺域の内陸活断層による地震動、南海トラフ巨大地震の発生を仮定した地震動等の推計を実施した。

1.2 業務内容

平成 24 年度は、県域の代表的な内陸活断層地震（5 断層帯）および南海トラフ巨大地震による地震動を推計するものとして以下の業務を実施した。

- ① 地盤情報等の収集整理（②を含む既存ボーリング調査結果等のデータベース整備）
- ② 現地地盤調査（補足ボーリング調査、P S 検層：地震波の伝播速度計測を含む）
- ③ 地盤モデルの構築（地震動解析に用いる深部地盤モデル・浅部地盤モデル）
- ④ 地震動分布推計（南海トラフ地震・県域 5 断層帯についての地震動解析）

（平成 25 年度に、上記による地震動および液状化危険度等の分布推計結果を基に、各種具体の被害想定を実施することとしている。）

1.3 地震動推計手法について

平成 24 年度は、内陸 5 断層帯（琵琶湖西岸断層帯（北部・南部 連動）、花折断層帯（中南部）、木津川断層帯、鈴鹿西縁断層帯、柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯（主部南部・中部連動））と内閣府で検討されている南海トラフの巨大地震に対して地震動推計を実施した。

内陸 5 断層帯に対しては、工学的基盤面までの地震動は、地震学的に想定される振幅スペクトルに確率的な位相を与えて作成した小地震波形をグリーン関数とし、設定された断層モデルに従い波形合成を行う統計的グリーン関数法により時刻歴地震波形を推計した。

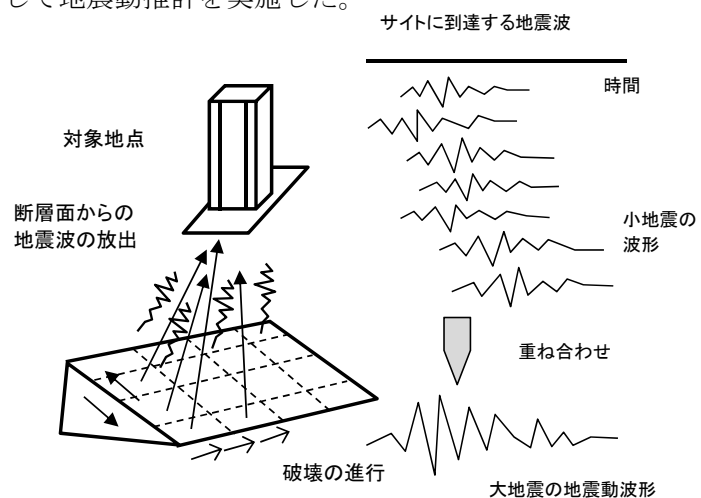
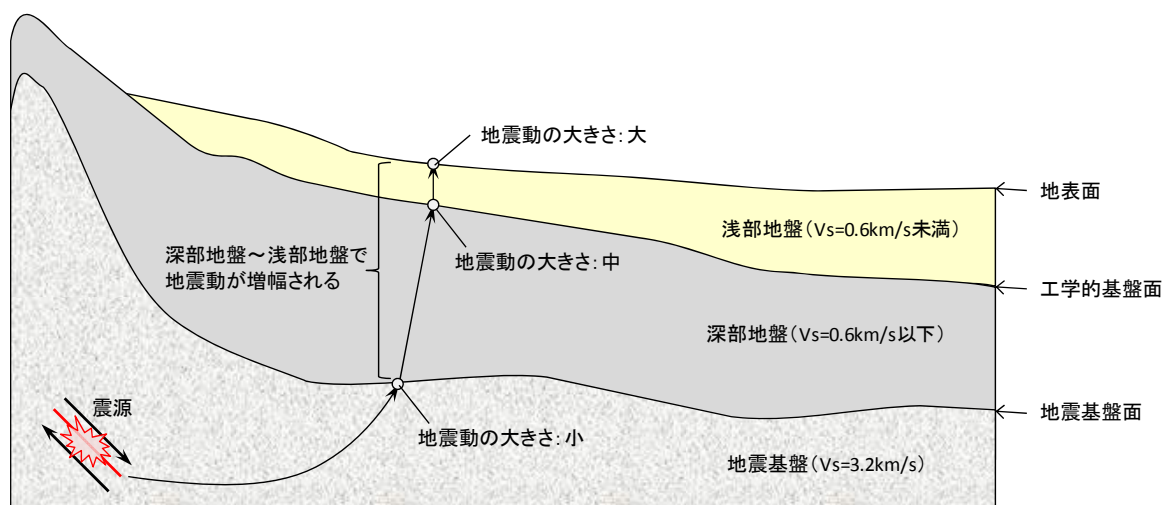


図 1.3.1 統計的グリーン関数法の概念図

工学的基盤から地表までの地震動は、地震応答解析により算定し、地表面の時刻歴地震波形、計測震度、SI 値を算定した。なお、工学的基盤面までの深部地盤モデルは内閣府によるモデル（1km メッシュサイズ）を用い、工学的基盤面から地表までの浅部地盤モデルは、県内で実施されたボーリングを収集・整理して 250m メッシュサイズのモデルを新規に作成した。

南海トラフの巨大地震に対しては、内閣府による工学的基盤面の計測震度に対して、本年度作成した浅部地盤モデルによる AVS30 による震度増分を考慮して地表面の計測震度を算定した。

また、内陸 5 断層帯・南海トラフの巨大地震の地表震度推計結果を用いて、各地震動に対する液状化推計を実施し、地盤の液状化可能性に対する評価を行った。



震源から射出された地震波は、地殻内を伝わり地震基盤面に到達し、比較的硬い「深部地盤」→軟らかい「浅部地盤」で大きく増幅され、地表へ到達する。これらの伝播過程を単純なシステム系で考えると以下の式で表現される。

$$\text{地表面地震動} = \text{震源特性} \times \text{伝播経路特性} \times \text{サイト特性 (深部・浅部地盤の増幅特性)}$$

そこで、本調査では以下に示す手順により地表面地震動の推計を行った。

- ①断層の破壊メカニズムおよび伝播に伴う減衰を考慮した地震基盤面での地震動特性の評価
- ②深部地盤の増幅特性を考慮した工学的基盤面の地震動
- ③浅部地盤の増幅特性を考慮した地表面の地震動

図 1.3.2 強震波形計算のイメージ図

2. 地盤情報の収集整理

2.1 目的

県域における地震動の推計に際して、地震動の増幅特性を反映した解析用浅部地盤構造モデルを構築するために使用する各種地盤情報を収集整理した。

2.2 ボーリングデータ等

県関係各課、市町、関係公共機関、国関係機関より提供を受けたボーリング柱状図等のデータに位置情報を付加してデータベース化した。

表 2.2.1 収集ボーリングデータ数一覧

収集機関名		収集したボーリング本数		PS検層データ
		収集数	位置情報登録数※	
前回調査(H15年度収集データ)		8,183	7,848	0
滋賀県	土木交通部 監理課(前回調査以降分)	1,372	1,363	1
	土木交通部 建築課	1,562	900	0
	農政水産部 耕地課データベース	814	813	0
	琵琶湖環境部下水道課	25	25	0
	湖南中部流域下水道事務所	21	17	2
	H24年度滋賀県危機管理センター設計業務	4	4	1
	H24年度滋賀県地震被害想定業務(本業務)	4	4	4
市町村	大津市	56	54	0
	彦根市	29	25	2
	近江八幡市	207	190	0
	高島市	363	275	0
	栗東市	93	92	0
	甲賀市	526	476	0
	野洲市	48	42	0
	湖南市	148	140	0
	守山市	383	373	0
	東近江市	41	41	1
	米原市	417	399	0
	日野町	58	55	0
	竜王町	10	10	0
	愛荘町	5	5	0
	豊郷町	2	2	0
	甲良町	16	15	0
	多賀町	6	6	0
(独)水資源機構 琵琶湖総合管理所		773	260	0
中日本高速道路株式会社		307	188	0
西日本高速道路株式会社		15	10	0
関西電力株式会社滋賀支店		9	9	0
国土交通省・(独)土木研究所(国土地盤情報検索サイトKuniJiban)公表データ		1,093	1,014	0
(独)防災科学技術研究所(統合化地下構造データベースGeo-Station)公表データ		905	13	0
(独)防災科学技術研究所(統合化地下構造データベースGeo-Station)公表データ K-NET分		12	12	12
合計		17,507	14,680	23

※他資料との重複、位置情報が不明なボーリングを除いた数

表 2.2.2 PS 検層に関する収集整理結果

No.	ボーリング名	区分	備考
PS1	No. 6	彦根犬上広域行政組合	彦根市石寺町地内／長さ=60m, 最大速度=1006m/s 湖東広域ごみ処理施設建設候補予定地地質調査委託業務
PS2	No. 1	滋賀県	東近江市垣見町東海道本線稲枝・能登川間(465k458m付近)／長さ=23m, 最大速度=400m/s 平成23年度 第2041号 (都) 中学校線垣見工区詳細設計等委託業務
PS3	No. 1	滋賀県	彦根市松原町／長さ=75m, 最大速度=1990m/s 平成18年度 第K2-2号 彦根港防災輸送拠点港湾整備土質調査業務委託
PS4	A-0-7	滋賀県	愛知郡愛荘町苅間／長さ=20m, 最大速度=533m/s 平成21年度 第1-23号 東北部愛東幹線土質調査業務委託
PS5	No. 1	滋賀県	草津市矢橋町地内(湖南中部浄化センター内)／長さ=40m, 最大速度=710m/s 湖南中部浄化センター流動化対策土質調査委託
PS6	No. 4	滋賀県	草津市矢橋町地内(湖南中部浄化センター内)／長さ=40m, 最大速度=350m/s 湖南中部浄化センター流動化対策土質調査委託
PS7	SIG001	K-NET (余呉)	長浜市余呉町中之郷字前川1194-2／長さ=20m, 最大速度=440m/s
PS8	SIG002	K-NET (今津)	高島市今津町日置前1149-3／長さ=20m, 最大速度=600m/s
PS9	SIG003	K-NET (長浜)	長浜市公園町1324／長さ=20m, 最大速度=380m/s
PS10	SIG004	K-NET (朽木)	高島市朽木柏179-1／長さ=20m, 最大速度=420m/s
PS11	SIG005	K-NET (彦根)	彦根市西今町415／長さ=20m, 最大速度=400m/s
PS12	SIG006	K-NET (志賀)	大津市木戸1010／長さ=20m, 最大速度=680m/s
PS13	SIG007	K-NET (近江八幡)	近江八幡市出町487市立近江八幡幼稚園内／長さ=20m, 最大速度=230m/s
PS14	SIG008	K-NET (永源寺)	東近江市上二俣町24／長さ=20m, 最大速度=500m/s
PS15	SIG009	K-NET (甲西)	湖南市中央5丁目56／長さ=20m, 最大速度=390m/s
PS16	SIG010	K-NET (大津)	大津市国分1丁目844-17／長さ=20m, 最大速度=430m/s
PS17	SIG011	K-NET (信楽)	甲賀市信楽町長野1203-4／長さ=20m, 最大速度=360m/s
PS18	SIG012	K-NET (甲賀)	甲賀市大久保大原中／長さ=20m, 最大速度=680m/s
PS19	No. 1	滋賀県	大津市京町4丁目1-1／長さ=55m, 最大速度=400m/s 危機管理センター建設設計委託に伴う地質調査
PS20	No. 1	滋賀県	長さ=30m, 最大速度=440m/s／高島市役所 平成24年度 滋賀県地震被害想定調査業務
PS21	No. 2	滋賀県	長さ=60m, 最大速度=530m/s／長浜消防署びわ出張所 平成24年度 滋賀県地震被害想定調査業務
PS22	No. 3	滋賀県	長さ=31m, 最大速度=400m/s／野洲市中央児童公園 平成24年度 滋賀県地震被害想定調査業務
PS23	No. 4	滋賀県	長さ=36m, 最大速度=580m/s／竜王町役場 平成24年度 滋賀県地震被害想定調査業務

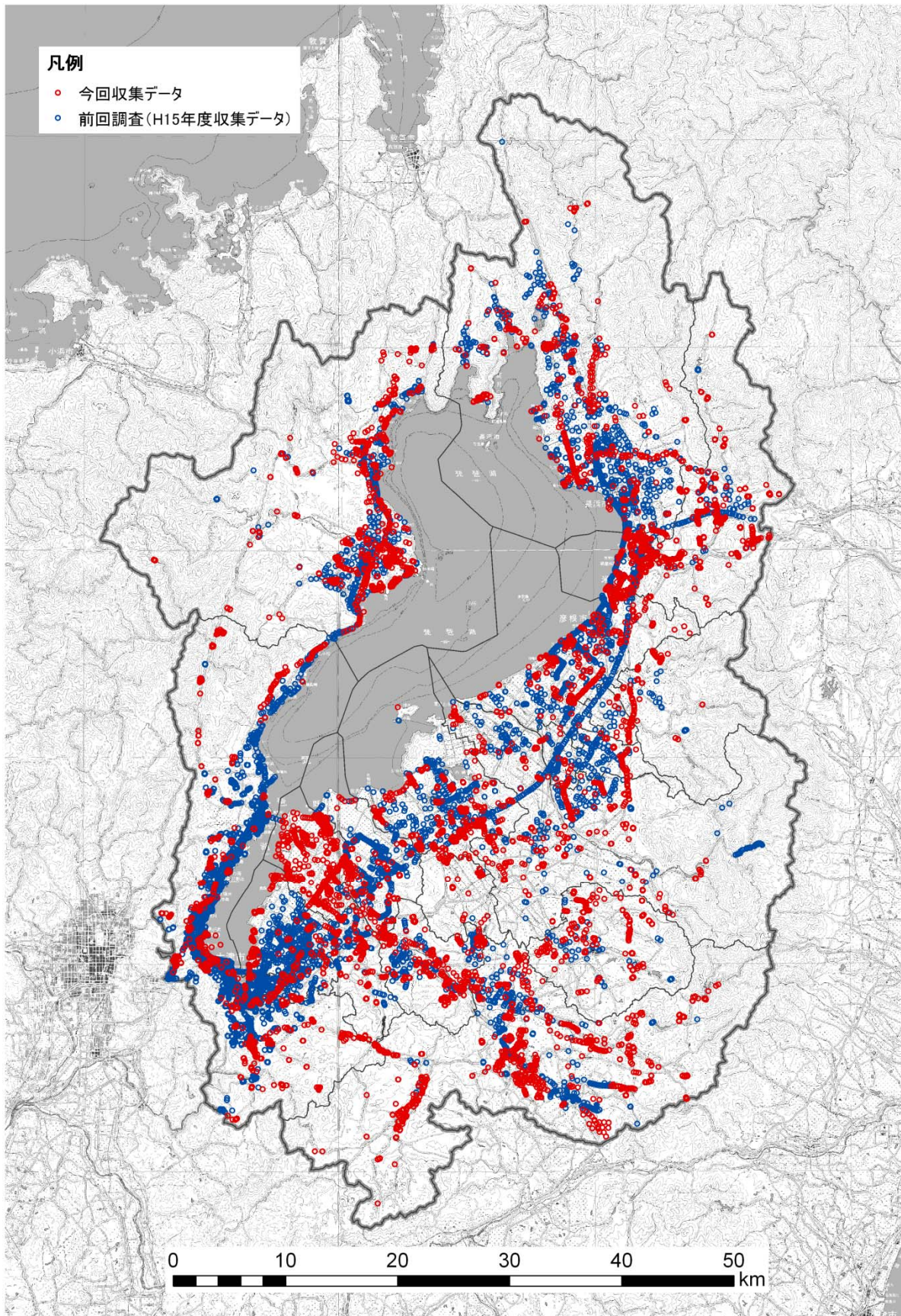


図 2.2.1 ボーリング位置図

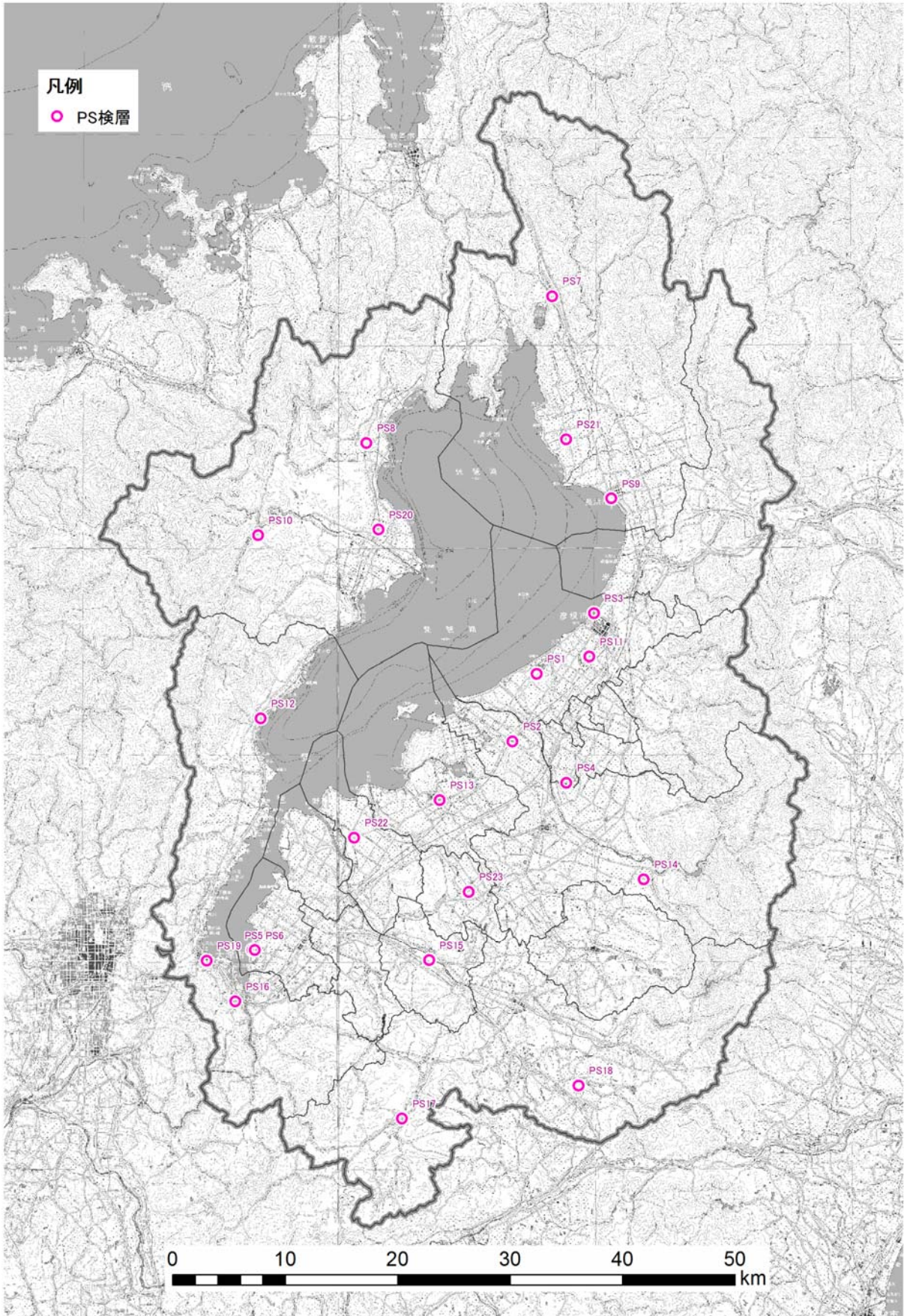


图 2.2.2 PS 檢層 位置图

2.3 地形・地質資料

県内の地形・地質資料を収集整理し、データ化した。

【地形地質関連】

収集資料を表 2.3.1 に示す。

表 2.3.1 地形・地質関連収集整理結果

データ名	作成者	備考
微地形分類（表層地質）	J-SHIS	250m メッシュ
土地条件図	国土地理院	1/25,000 ベクタ
電子地形図 25,000	国土地理院	1/25,000 画像
数値地図 200,000（地図画像） 20 万分の 1 地勢図	国土地理院	1/200,000 画像 地勢図はスキャンし GIS 化

【断層関連】

収集資料を表 2.3.2 に示す。

表 2.3.2 断層関連の収集整理結果

発行年	資料名	発行元等
1985	活構造図「奈良」	地質調査所
2002	活構造図「京都」	地質調査所
2002	活断層詳細デジタルマップ	東京大学出版会
1991	新編日本の活断層－分布図と資料	活断層研究会
2000	鈴鹿東縁断層帯の評価	地震調査研究推進本部
2001	養老-桑名-四日市断層帯の評価	地震調査研究推進本部
2003	琵琶湖西岸断層帯の長期評価について	地震調査研究推進本部
2003	三方・花折断層帯の長期評価について	地震調査研究推進本部
2004	木津川断層帯の長期評価について	地震調査研究推進本部
2004	頓宮断層の長期評価について	地震調査研究推進本部
2004	鈴鹿西縁断層帯の長期評価について	地震調査研究推進本部
2004	柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯の長期評価について	地震調査研究推進本部
2005	鈴鹿東縁断層帯の長期評価の一部改訂について	地震調査研究推進本部
2009	琵琶湖西岸断層帯の長期評価の一部改訂について	地震調査研究推進本部
2012	活断層及び海溝型地震の長期評価結果一覧 (2012年1月1日での算定)	地震調査研究推進本部

2.4 既往常時微動アレー観測結果

県内の既往常時微動アレー観測結果を収集整理した。なお、深部地盤モデルは内閣府による南海トラフ修正1次モデルを採用したため、今回の検討業務では用いていない。

表 2.4.1 微動アレー観測に関する収集整理結果

No.	アレー名	観測位置	実施年月日	調査主体	出典
A1	BWC	滋賀県 長浜市 川道町	2003	滋賀県	※1
A2	HTM	滋賀県 近江八幡市 丸の内町	2003	滋賀県	※1
A3	SAH	滋賀県 高島市 新旭町	2003	滋賀県	※1
A4	KST	滋賀県 草津市 上笠	2003	滋賀県	※1
A5	KTT	滋賀県 大津市 本堅田	2003	滋賀県	※1
A6	SGC	滋賀県 彦根市 八坂町	1998	大阪土質試験所 滋賀県立大学	※2
A7	KOJ	滋賀県 彦根市 八坂町			
A8	East array	滋賀県 近江八幡市 加茂町	1986/5/17-18	京都大学	※3
A9	West array	滋賀県 守山市 幸津川町	1986/6/28-29		※3
A10	JMA	滋賀県 彦根市 城町	2002-03頃	地盤研究財団 滋賀県立大学	※4
A11	HRT	滋賀県 彦根市 平田町			※4
A12	SBS	滋賀県 彦根市 西今町			※4
A13	FSK	滋賀県 彦根市 高宮町	2001	滋賀県	※5
A14	TYS	滋賀県 犬上郡 豊郷町	1999頃	大阪土質試験所 滋賀県立大学	※6
A15	HTS	滋賀県 愛知郡 愛荘町			※6

※1：第1次琵琶湖西岸断層帯等による地震被害予測調査報告書(H16.3)

※2：微動探査法による彦根市の地下構造探査, 物理探査学会(1998)

※3：Discontinuity of Basement Rock Depth in the Eastern Coast of Lake BIWA Discovered by Observations of Microseisms

※4：微動アレー観測による彦根市内における地下構造調査

※5：滋賀県地震被害想定補完調査報告書(本編)(H14.3)

※6：彦根市周辺における微動観測(1)ーアレーを用いた地下構造探査ー

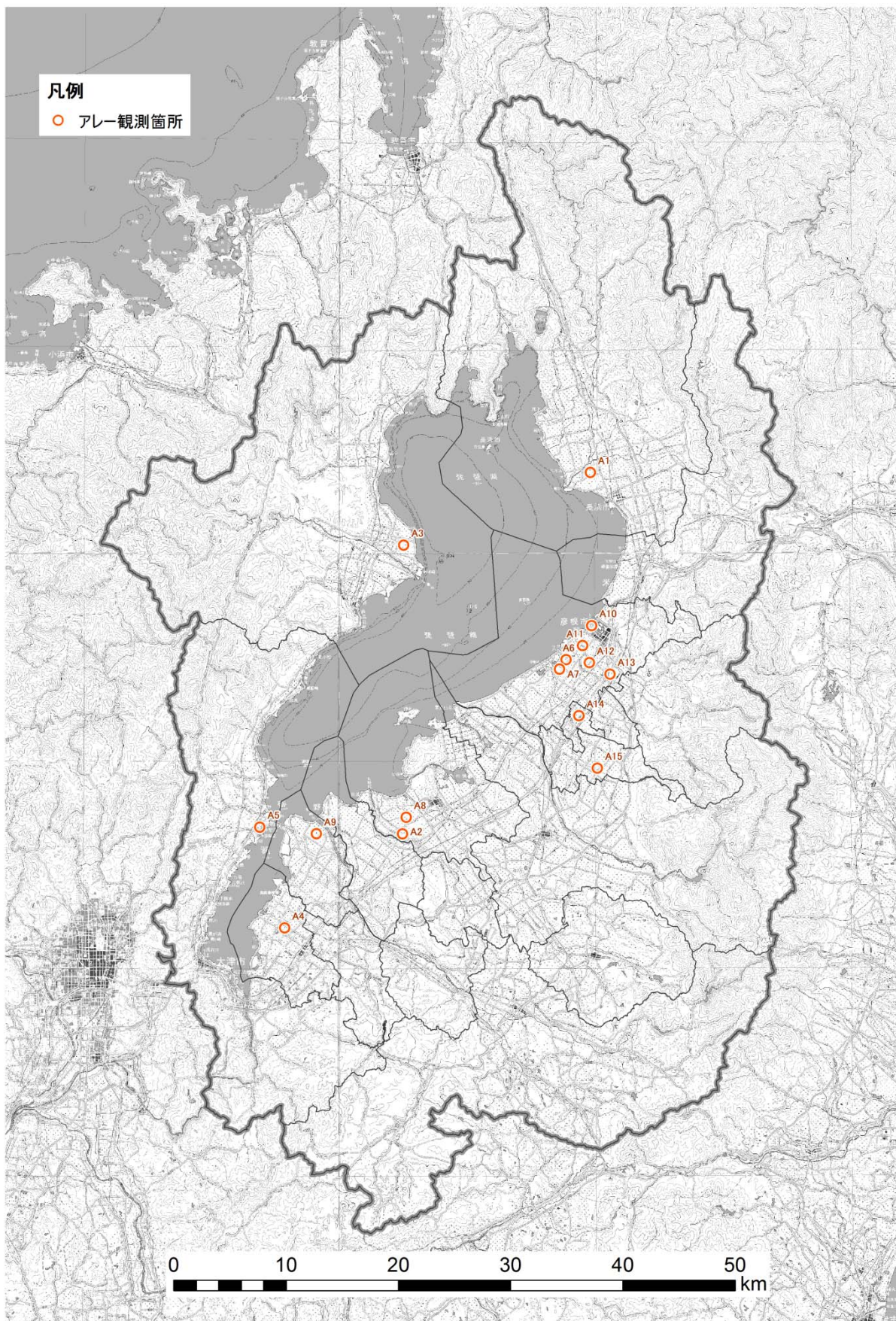


図 2.4.1 既往常時微動アレー観測 位置図

2.5 地震観測データ

収集整理した地震観測地点の一覧を表 2.5.1 に示す。また、滋賀県内の各市町に設置された地震観測計のデータの収集結果も同表に併せて示す。本業務では、2010年9月～2012年10月頃までの観測データを収集し、既往収集分（1998年～2010年）の既往データと共にデータベース PC に収録した。

表 2.5.1 収集整理した地震観測点一覧

label	観測点名	コメント
s1	彦根市城町	気象庁
s2	大津市御陵町	気象庁
s3	大津市北消防署志賀分署	気象庁（2008/3/12観測終了）
s4	大津市木戸市民センター	気象庁
s5	SIGA0004 近江八幡市桜宮町	気象庁
s6	甲賀市水口町	気象庁
s7	東近江市君ヶ畑町	気象庁
s8	SIG001 余呉	K-net
s9	SIG002 今津	K-net
s10	SIG003 長浜	K-net
s11	SIG004 朽木	K-net
s12	SIG005 彦根	K-net
s13	SIG006 志賀	K-net
s14	SIG007 近江八幡	K-net
s15	SIG008 永源寺	K-net
s16	SIG009 甲西	K-net
s17	SIG010 大津	K-net
s18	SIG011 信楽	K-net
s19	SIG012 甲賀	K-net
s20	SIGH01 多賀	kik-net
s21	SIGH02 大津	kik-net
s22	SIGH03 信楽	kik-net
s23	SIGH04 日野	kik-net
s24	SIGA0002 彦根市元町	彦根市役所
s25	SIGA0003 長浜市高田町	長浜市役所
s26	SIGA0037 長浜市内保町	長浜市役所浅井支所
s27	SIGA0040 長浜市落合町	長浜市役所びわ支所
s28	SIGA0038 長浜市五村	長浜市役所彦根支所
s29	SIGA0039 長浜市湖北町連水	長浜市役所湖北支所
s30	SIGA0041 長浜市高月町渡岸寺	高月町中央公民館
s31	SIGA0042 長浜市木之本町木之本	長浜市役所木之本支所
s32	SIGA0043 長浜市余呉町中之郷	長浜市役所余呉支所
s33	SIGA0044 長浜市西浅井町大浦	長浜市役所西浅井支所（屋内）
s34	SIGA0030 豊郷町石畑	豊郷町役場
s35	SIGA0031 甲良町在土	甲良町役場
s36	SIGA0032 多賀町多賀	多賀町役場
s37	SIGA0045 高島市マキノ町	高島市役所マキノ支所
s38	SIGA0046 高島市今津町弘川	高島市役所今津支所
s39	SIGA0047 高島市朽木市場	高島市役所朽木支所
s40	SIGA0048 高島市安曇川町	高島市役所安曇川支所
s41	SIGA0050 高島市新旭町	高島市役所
s42	SIGA0049 高島市勝野	高島市役所高島支所
s43	SIGA0034 米原市春照	米原市役所伊吹庁舎
s44	SIGA0035 米原市下多良	米原市役所米原庁舎
s45	SIGA0036 米原市顔戸	米原市役所近江庁舎
s46	SIGA0033 米原市長岡	米原市役所山東庁舎
s47	SIGA0028 愛荘町安孫子	愛荘町役場泰荘庁舎
s48	SIGA0029 愛荘町愛知川	愛荘町役場愛知川庁舎
s49	SIGA0001 大津市御陵町	大津市役所
s50	SIGA0052 大津市南郷	南消防署南郷出張所
s51	SIGA0051 大津市真野	大津市北消防署
s52	SIGA0019 近江八幡市安土町小中	安土町公民館
s53	SIGA0006 草津市草津(8月2日以降)	草津市役所
s54	SIGA0007 守山市吉身	守山市コミュニティー防災センター
s55	SIGA0009 栗東市安養寺	栗東市役所
s56	SIGA0021 日野町川原	日野町役場
s57	SIGA0022 竜王町小口	竜王町役場
s58	SIGA0010 野洲市西河原	野洲市役所分庁舎
s59	SIGA0011 野洲市小篠原	野洲市役所本庁舎
s60	SIGA0012 湖南市石部中央西庁舎	湖南市役所西庁舎
s61	SIGA0013 湖南市中央東庁舎	湖南市役所東庁舎
s62	SIGA0015 甲賀市土山町	甲賀市役所土山支所
s63	SIGA0016 甲賀市甲賀町	甲賀市役所甲賀支所
s64	SIGA0017 甲賀市甲南町	甲賀市役所甲南庁舎
s65	SIGA0018 甲賀市信楽町	甲賀市役所信楽支所
s66	SIGA0014 甲賀市水口町	甲賀市役所水口庁舎
s67	SIGA0005 東近江市八日市緑町	東近江市役所
s68	SIGA0024 東近江市五個荘竜田	東近江市役所五個荘支所
s69	SIGA0027 東近江市池庄町	東近江市役所湖東支所
s70	SIGA0020 東近江市市子川原町	東近江市役所蒲生支所
s71	SIGA0023 東近江市山上町	永源寺地域産業振興会館
s72	SIGA0026 東近江市下中野町	愛東福祉センターじゅびあ
s73	SIGA0025 東近江市鉢光寺町	東近江市役所能登川支所

表 2.5.2 検討で用いた地震動一覧表

No.	地震発生時刻	震央		震源深さ [km]	マグニチュード	地震名	備考
		北緯[°]	東経[°]				
1	2000/06/07 06:16	36.840	135.547	22	6.1		※1
2	2000/10/06 13:30	35.278	133.345	11	7.3	鳥取県西部地震	
3	2004/09/07 08:29	33.358	137.292	41	6.4	紀伊半島南東沖地震(余震)	
4	2007/03/25 09:42	37.220	136.685	11	6.9	能登半島地震	
5	2007/07/16 10:13	37.557	138.680	17	6.8	新潟県中越沖地震	
6	2002/09/04 18:06	35.453	136.345	39	4.1		※2
7	2008/08/30 18:28	35.420	135.857	15	4.2		
8	2009/02/18 06:47	35.660	136.310	9	5.2		

※1：深部地盤モデルの妥当性確認に用いた。／※2：浅部地盤モデルの妥当性確認に用いた。

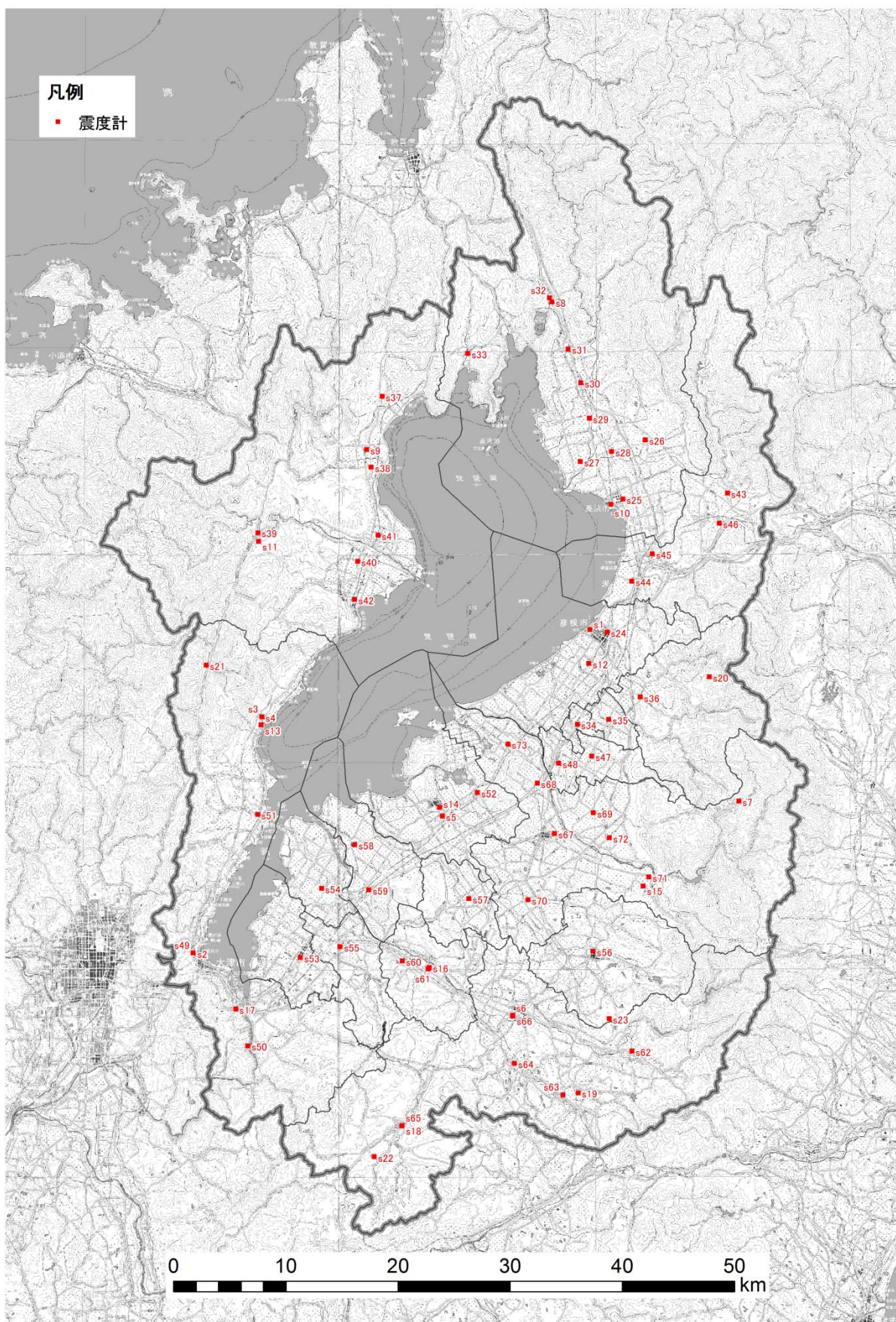


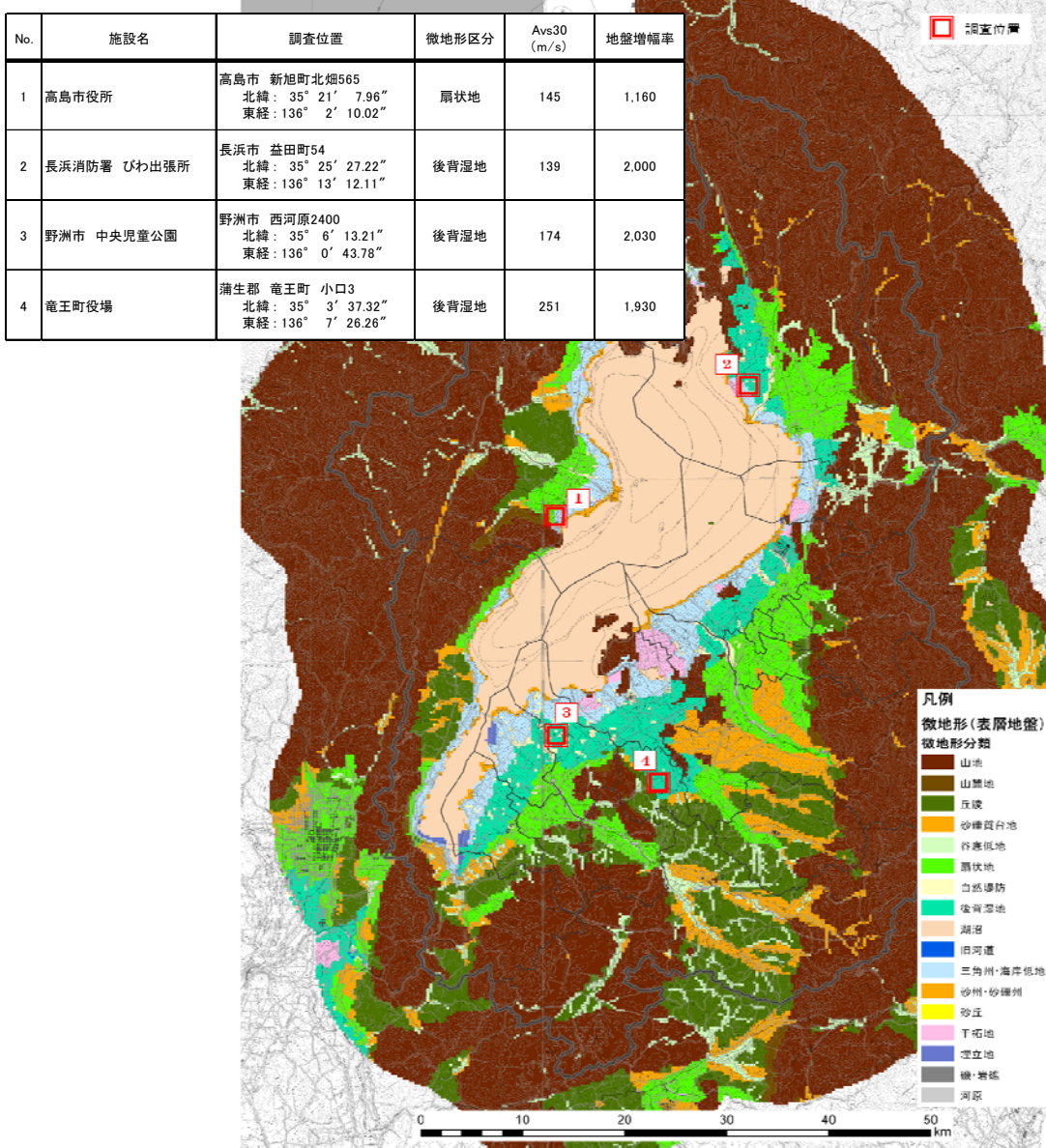
图 2.5.1 震度計設置個所 位置図

3. 現地地盤調査

3.1 目的

浅部地盤モデルは、S波速度 (V_s) を基に作成するが、滋賀県下では多くのボーリング調査が実施されているものの、地震動解析結果に大きな影響を与える S波速度 (V_s) を求めるための速度検層が行われているボーリング調査には限りがあることから、ここで用いられる S波速度 (V_s) は、N値からの推定式により設定せざるを得ない。そこで、本業務では浅部地盤モデルの精度向上を目的として地質調査（標準貫入試験、速度検層）を実施した。

調査地点は、各土質（粘性土、砂質土等）に対する代表的な速度検層結果を得ることを目的として、近傍で速度検層が実施されていないこと、地震観測結果と地震動推計との比較を考慮して震度計設置個所の近傍であること等に配慮して図 3.1.1 に示す 4 地点で実施した。なお、掘削深度はN値が 50 (S波速度： V_s 350m/s 相当) 以上の地層が連続することを確認できる震度までとした。

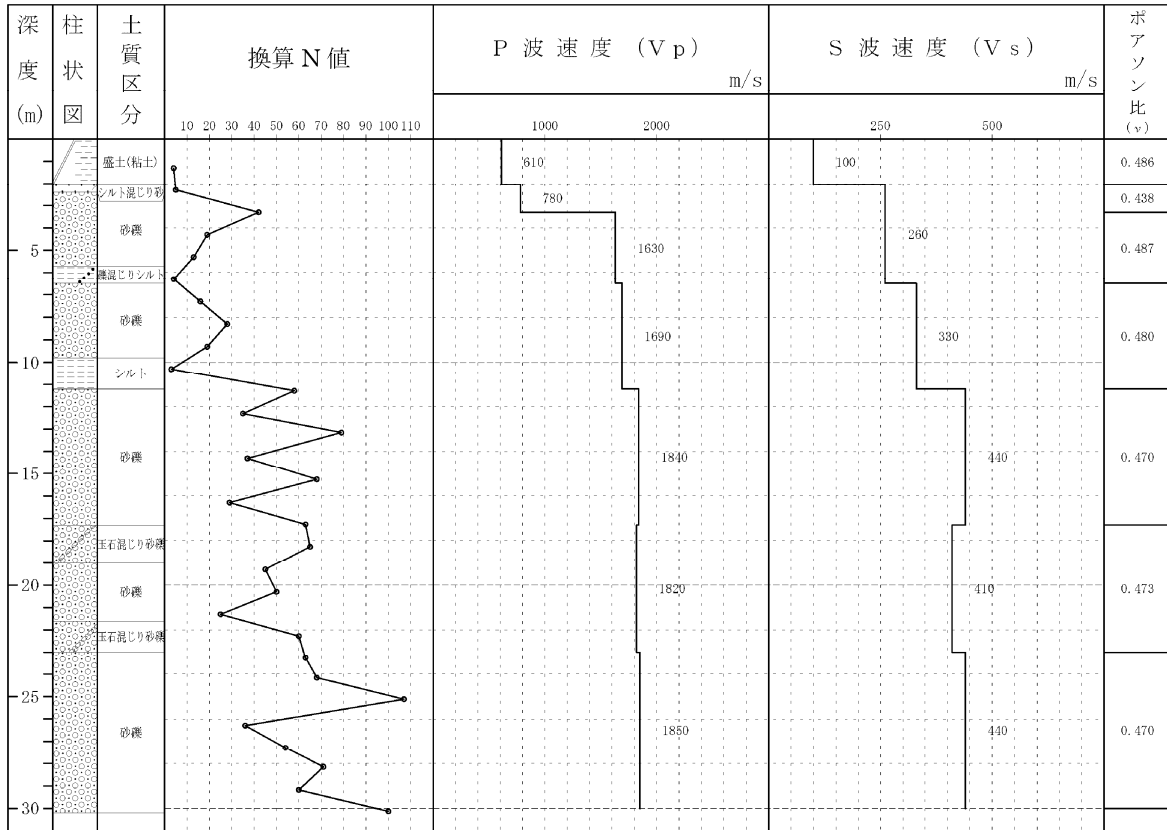


出典：J-SHIS より

図 3.1.1 調査位置図（微地形分類との重ね合わせ）

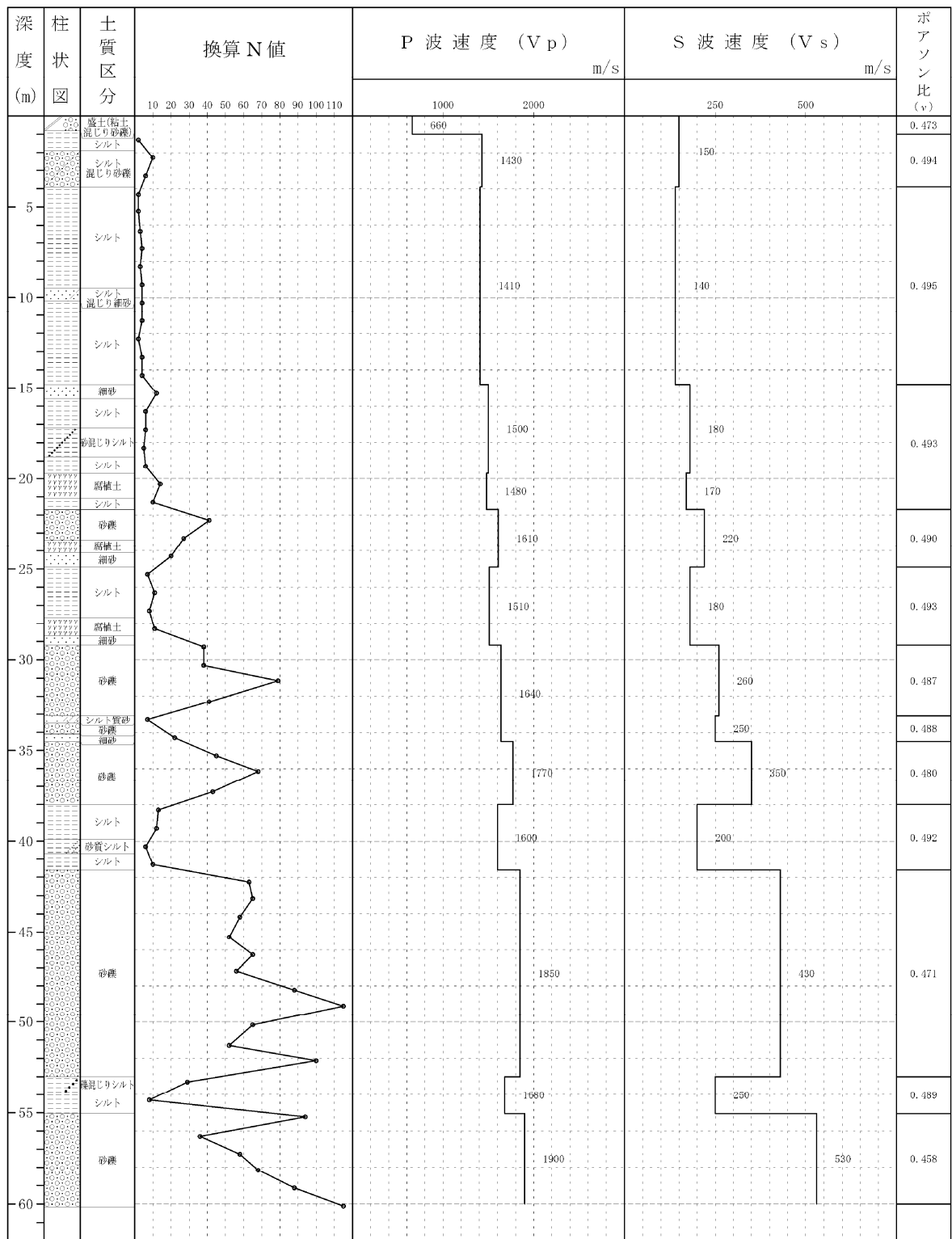
3.2 調査結果

ボーリング孔別の速度検層結果を図 3.2.1～図 3.2.4 に示す。すべてのボーリング孔の最下端では S 波速度 $V_s \geq 400\text{m/s}$ であり、ボーリング No2、No.4 では、S 波速度 $V_s \geq 500\text{m/s}$ が確認された。



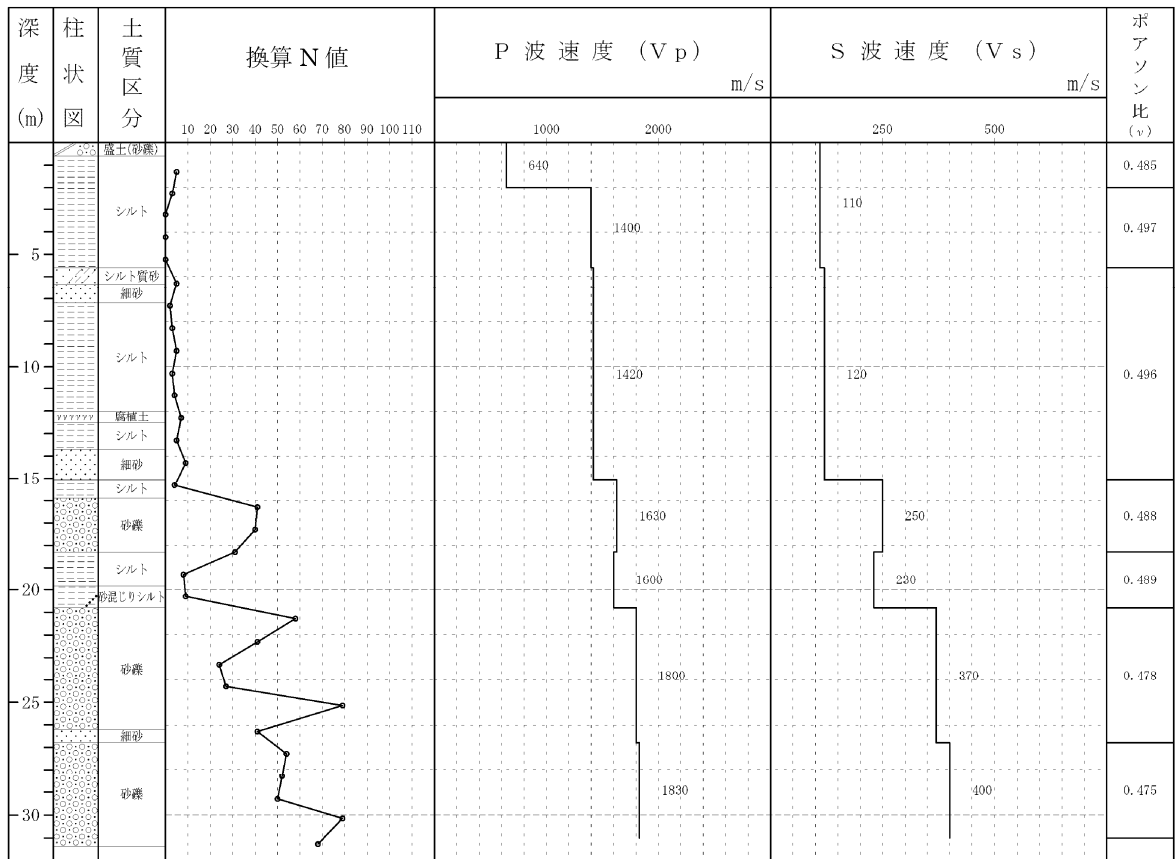
*) 換算 N 値 51 以上の値は、30cm 貫入するために必要な打撃回数を算出した換算 N 値である

図 3.2.1 速度検層結果 (No. 1 高島市役所)



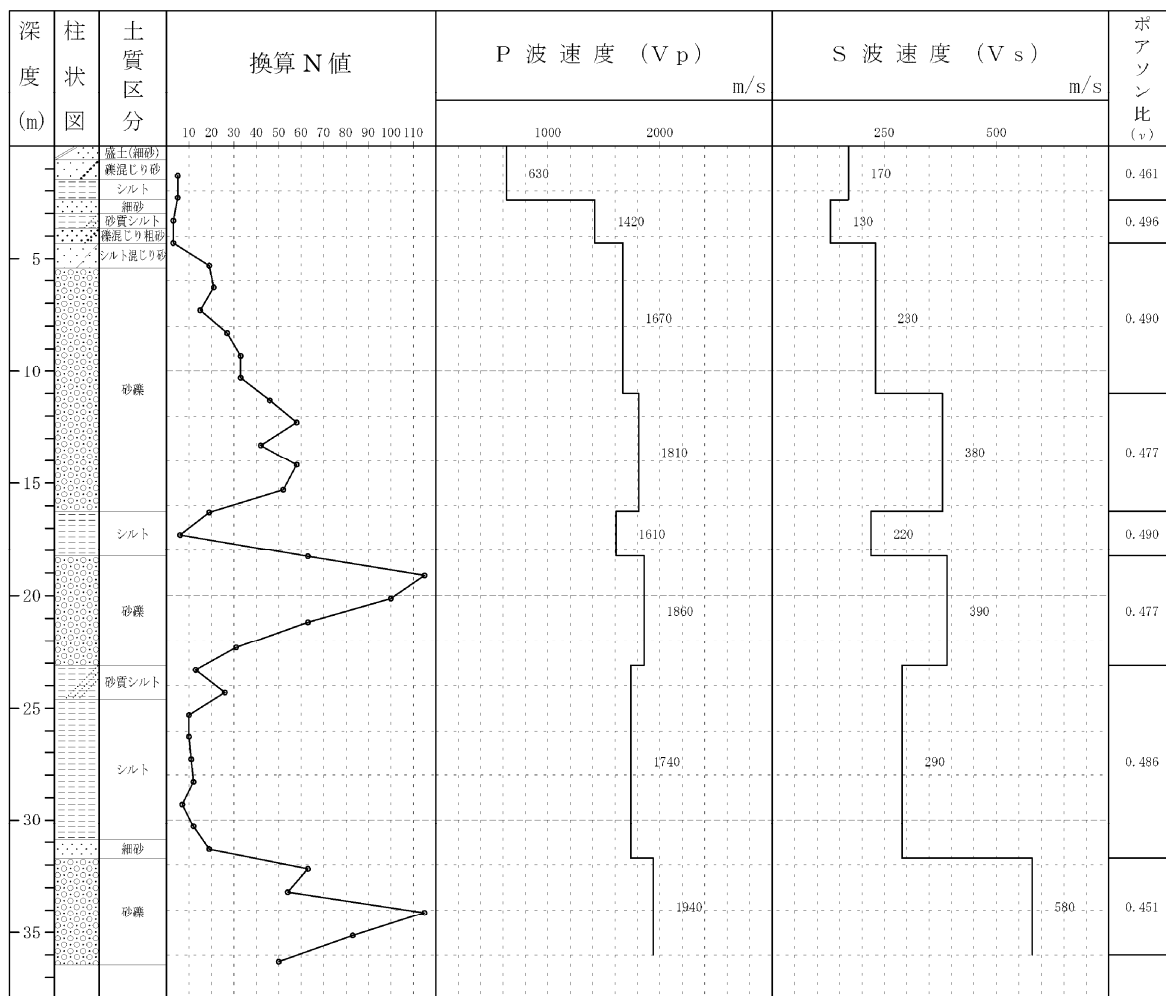
*) 換算 N 値 51 以上の値は、30cm 貫入するために必要な打撃回数を算出した換算 N 値である

図 3.2.2 速度検層結果 (No.2 長浜消防署びわ出張所)



*) 換算 N 値 51 以上の値は、30cm 貫入するために必要な打撃回数を算出した換算 N 値である

図 3.2.3 速度検層結果 (No.3 野洲市中央児童公園)



*) 換算 N 値 51 以上の値は、30cm 貫入するために必要な打撃回数を算出した換算 N 値である

図 3.2.4 速度検層結果 (No. 4 竜王町役場)

3.3 N-Vs 関係

既往の地盤調査結果と本業務で実施した地盤調査結果を整理し、「粘性土」「砂質土」「礫質土」に区分して作成した N 値-S 波速度 V_s 関係式を図 3.3.1 に示す。N 値-S 波速度 V_s 関係は、土層境界付近の不確定な試験結果を除外し、換算 N 値（貫入量 30cm に換算した時の N 値）が 300 以下の地盤調査結果に対する N 値と S 波速度 V_s を整理した。

粘性土： $V_s = 99.50 N^{0.3521}$ ， 砂質土： $V_s = 105.22 N^{0.2657}$ ， 礫質土： $V_s = 131.48 N^{0.2617}$

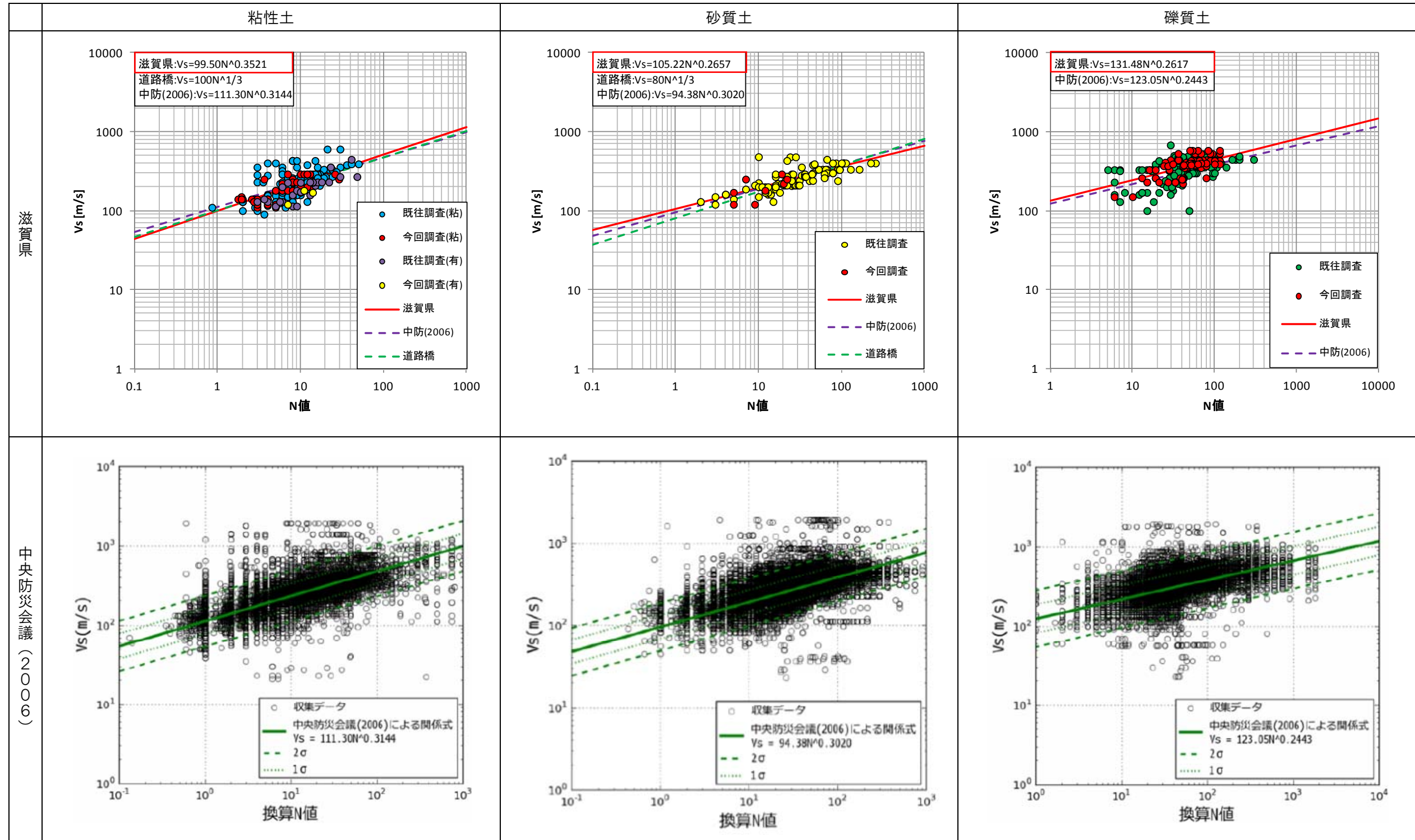


図 3.3.1 N 値- V_s 関係式（滋賀県モデル）