

鳥取県鹿野地域における 地盤構造および地盤震動特性

野口 竜也¹・上野 太士²・吉田 昌平³・香川 敬生⁴・西川 隼人⁵

¹正会員 鳥取大学大学院工学研究科（〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南4-101）

E-mail:noguchit@cv.tottori-u.ac.jp

²学生会員 鳥取大学大学院工学研究科（〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南4-101）

E-mail:M16T6005U@edu.tottori-u.ac.jp

³学生会員 鳥取大学大学院工学研究科（〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南4-101）

E-mail:D16T4003B@edu.tottori-u.ac.jp

⁴正会員 鳥取大学大学院工学研究科（〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南4-101）

E-mail:kagawa@cv.tottori-u.ac.jp

⁵正会員 舞鶴工業高等専門学校（〒625-8511 京都府舞鶴市宇白屋234）

E-mail:nisikawa@g.maizuru-ct.ac.jp

鳥取県中東部に位置する鹿野地域では、1943年鳥取地震により被害が発生、さらに地表地震断層の鹿野断層が生じた。この地域ではこれまでに地震動評価のための地盤構造モデルを構築するために、微動や重力探査など物理探査法の実施により、地盤震動特性の把握や地盤構造の推定が行われている。本研究では、単点3成分観測、アレイ観測からなる微動探査および重力探査を実施し、既往の研究によるデータを含めて地盤構造の推定を行った。その結果、微動探査よりH/Vによる卓越周期とS波速度構造モデル、重力探査より密度構造による基盤面形状を推定することができた。また、微動探査の結果を基に地盤増幅度を求め、その分布傾向を面的に把握することができた。

Key Words : *microtremor, gravity, subsurface structure model, Shikano area, 1943 Tottori Earthquake*

1. はじめに

鳥取県中東部に位置する鹿野地域（鳥取市気高町・鹿野町）では、1943年鳥取地震で甚大な被害が発生し¹⁾、また断層西端部にあたり地表地震断層の鹿野断層が生じたこと²⁾が報告されている。建物被害は鹿野町の市街地の一部の箇所にも局所的に発生し、鹿野断層上の建物は断層変動に伴い傾斜したもの倒壊は免れていた。このような被害状況の現象解明、またこの地域の地震動予測を行う上で地盤構造モデルおよび地盤震動特性を把握することは重要である。

そこで本研究では、この地域で微動探査および重力探査を実施し、既往の研究によるデータを含めて、地盤構造の推定および地盤震動特性の把握を行った。

2. 観測

(1) 対象地域の概要

地形および地質としては以下の通りである。図-1に鹿野地域とその周辺の表層地質図³⁾を示す。図中の黒丸は後述の既存重力観測点、黒丸は新規重力観測点、緑丸は微動観測点、三角は微動アレイ観測点である。鹿野地域の基盤をなす周囲の山地では、新第三紀の安山岩、古第三紀の流紋岩、花崗岩が露頭し、軟弱地盤が広がる谷底・海岸平野部は河川による堆積作用により形成されている。

1943年鳥取地震で生じた地表地震断層の鹿野断層は鹿野町内の一部にほぼ東西方向に横切るように存在する。なお、この断層から北東部に5km程離れた場所に吉岡断層が雁行している。これらの地表地震断層は花崗岩地域であり、走向は谷の方向と直交する方向である。同地震で局所的な建物倒壊による被害がみられた鹿野町市街地は鹿野断層から北西に2km程離れた場所で、東西方向の谷筋に沿って街が形成されている。

(2) 観測概要

微動探査は2014年度⁴⁾と2015年度⁵⁾に実施して

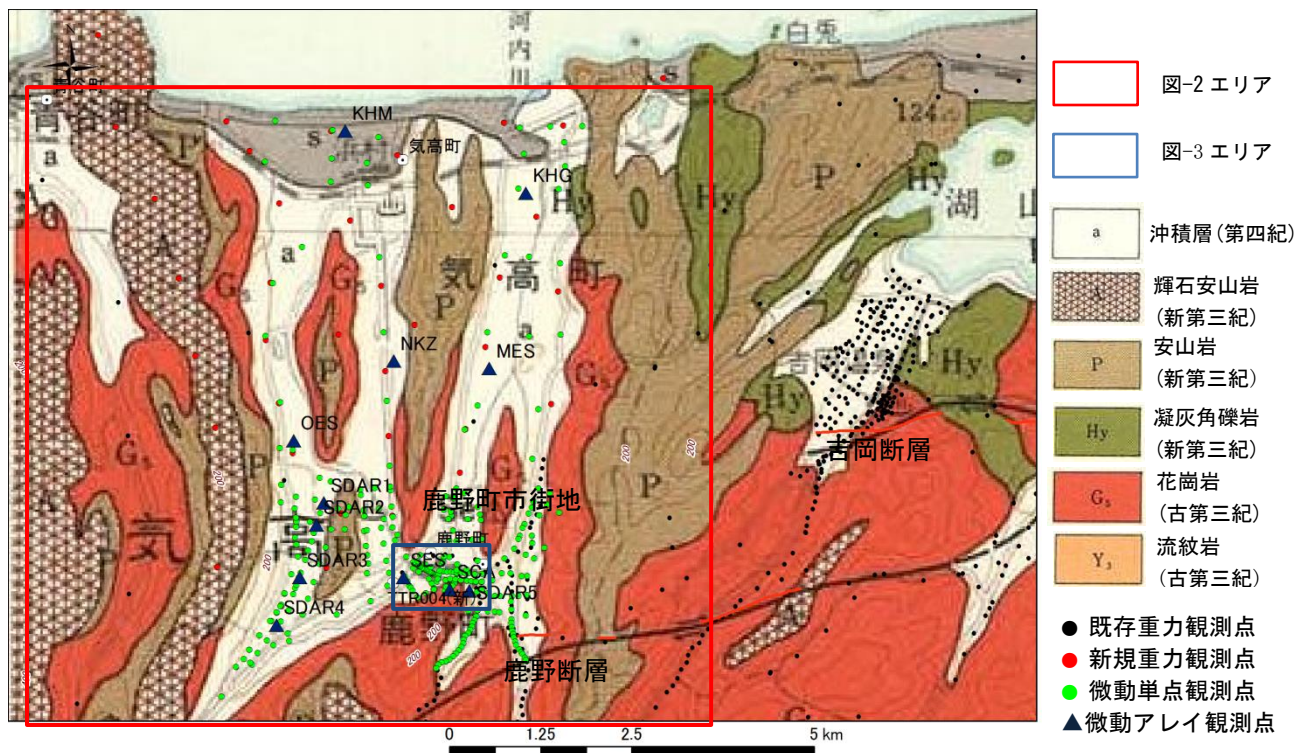


図-1 鳥取平野とその周辺の地質と観測点位置（基図は20万分の1地質図幅「鳥取」³⁾）

おり、観測方法は以下の通りである。微動の単点3成分観測は、2014年度に148点、2015年度に152点で実施した。観測点は平野部を広域に網羅するように約100m～300間隔、鹿野町市街地の通り沿いでは20～50m間隔とした。計測機器には3成分の加速度型微動計（JU210, JU410, GPL-6A-3P）を用いた。JU210は加速度センサー部がJA-40GA04（感度2V/G、航空電子製）データ収録部がDATAMARK LS7000XT（分解能24bit、白山工業製）で構成されており、長周期側で周期10秒程度までの微動が収録可能な機器とされる⁶⁾。JU410はJU210の後継機種でセンサーは同じでデータ収録部やサイズが変更されている。GPL-6A-3P（Akashi製）は加速度センサーと増幅アンプ、データ収録部（24bitの分解能）で構成されており、JU210, JU410とのキャリブレーションにより、解析結果は同等のものがえら得ることを確認している。増幅倍率はJU210, JU410では10倍、GPL-6A-3Pでは1000倍に設定、サンプリング周波数100Hz、観測時間は何れの機器とも1地点10～15分間程度とした。

アレイ観測は2014年度に全域で7地点（KHM, KHG, OES, NKZ, MES, SES, SCA）、2015年度に5地点と鹿野町市街地の道路沿いを稠密に20点で実施した。図-1に観測点位置を示す。

アレイ観測の計測機器としてはJU210, JU410を4台用いてGPSクロックにより同期させる仕様、もしくは固有周期0.5秒の上下成分の速度計HS-1

（GeoSpace社製）4台、増幅アンプSA-56（TEAC社製）、分解能16bitのデータレコーダes-8（TEAC社製）をケーブルで接続する仕様とした。機器・センサーは円の中心に1台、円周上に3台を等間隔（内接する正三角形の各頂点）に配置させた。サンプリング周波数はJU210, JU410では200Hz、HS-1・他では500Hzとし、増幅倍率はU210, JU410では単点観測と同様、HS-1・他では5000倍に設定にした。アレイ半径は第四紀の堆積層のS波速度構造を把握することを前提として、全地点で0.6m, 10m, 30mを基本とし、鹿野町市街地については、ごく表層部の変化を対象にしたため半径0.6mのみとした。

なお微動記録としては、全観測点において周期約0.1秒～3秒の周期帯で解析を行う上で十分な振幅レベルのものが得られていた。微動測定ではアスファルト舗装された道路上で出来るだけ水平な場所で、路肩に1m以上の段差や用水路の埋設管がないなどを確認して設置した。さらに風や日差し等の外的な影響を防止するためプラスチック容器等で微動計を覆う措置を施した。

重力観測は既往の実施地点⁷⁾や重力データベースの測定地点^{8), 9)}と重ならないように38点で実施した。計測機器はラコスト・ロンバーク重力計を用いた。また、測量にはVRS-GPS（Leica CS10）を用いており、10cm以内の精度で決定されている。

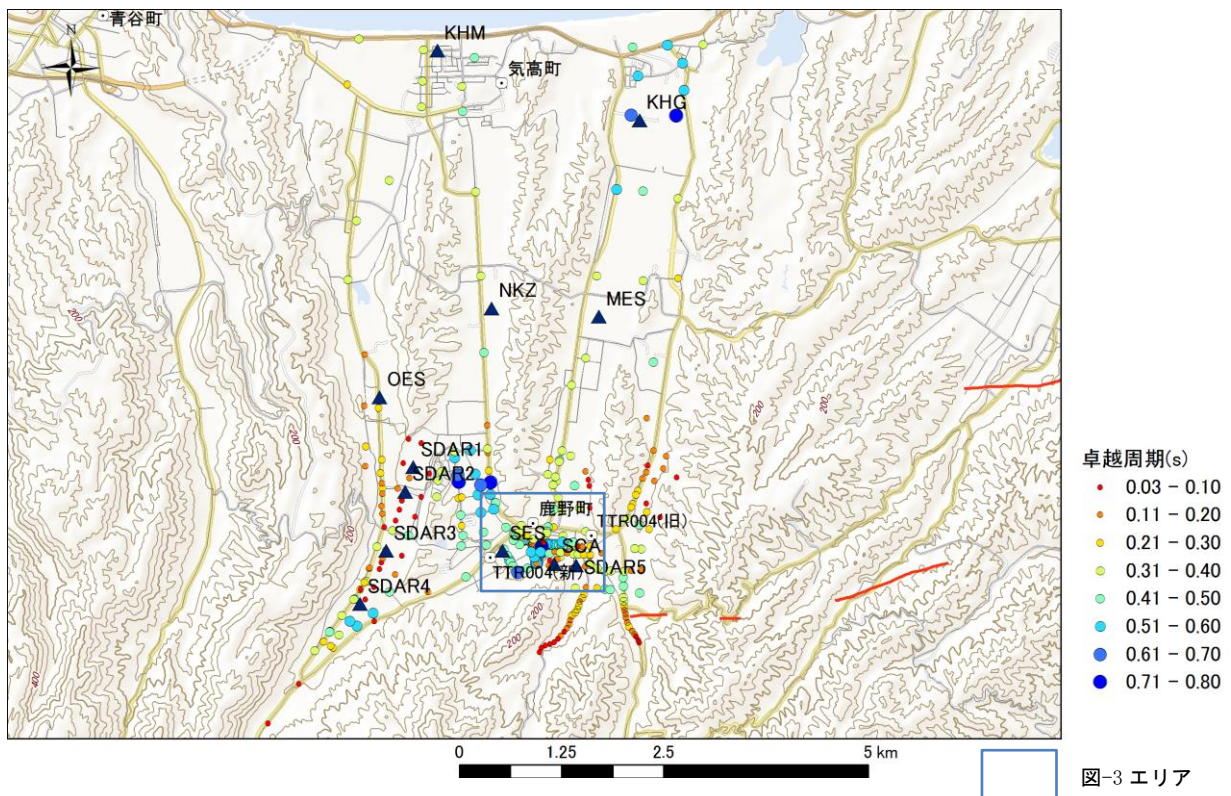


図-2 H/V の卓越周期分布（全域）

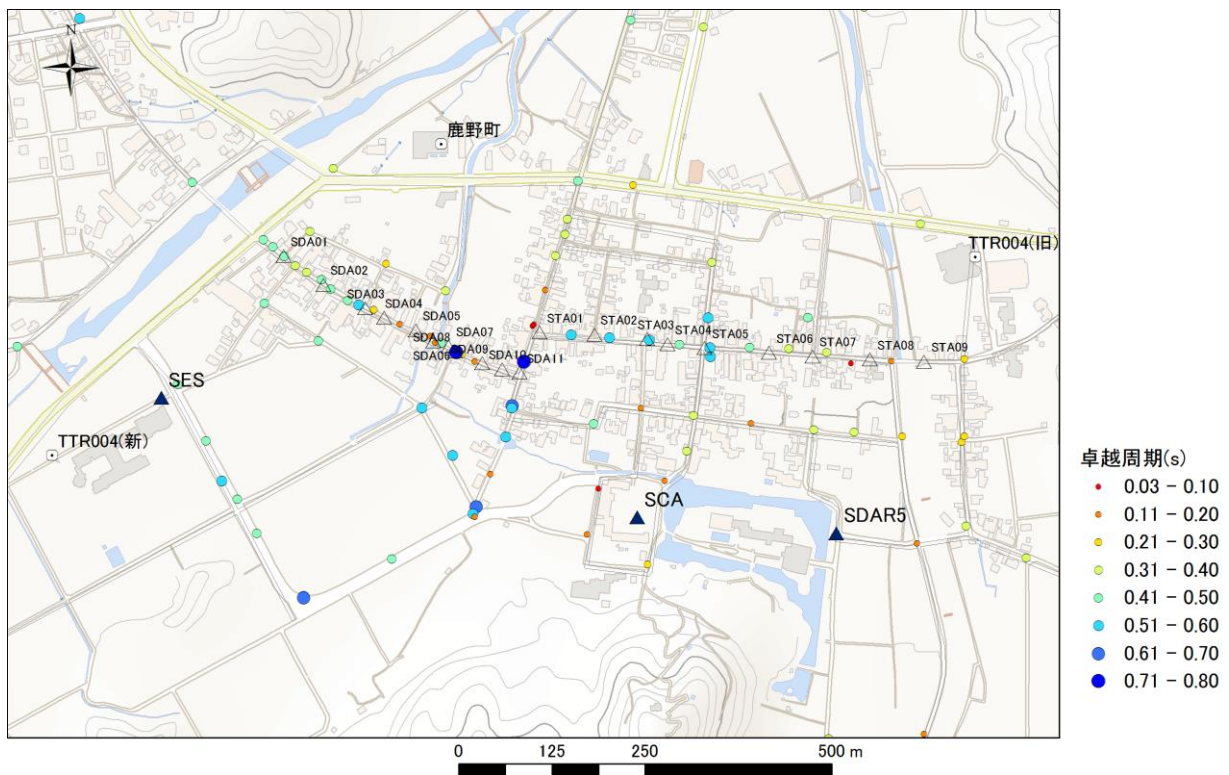


図-3 H/V の卓越周期分布（鹿野町市街地域）

3. 解析

(1) 微動探査データ

3成分の波形記録については、交通振動などの非

定常な波形が含まれない安定した20.48秒間の区間を目測により5区間以上選定しフーリエスペクトルを求め、係数20のLogウィンドウ¹⁰⁾で平滑化し、平均スペクトルを求めた。得られた3成分のフーリエスペクトルから水平動（南北成分；NS，東西成

表-1 地盤構造モデルの地盤物性値

KHM				KHG			
層厚(m)	ρ (g/cm ³)	Vp(m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	ρ (g/cm ³)	Vp(m/s)	Vs(m/s)
17	1.9	1515	200	18	1.6	1405	100
15	2.0	1845	500	30	2.1	2180	800
40	2.1	2180	800	100	2.2	2955	1500
100	2.2	2955	1500	∞	2.3	4065	2500
∞	2.3	4065	2500				

OES				NKZ				MES			
層厚(m)	ρ (g/cm ³)	Vp(m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	ρ (g/cm ³)	Vp(m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	ρ (g/cm ³)	Vp(m/s)	Vs(m/s)
5	1.6	1435	130	3	1.6	1435	130	4.1	1.6	1470	160
15	2.0	1845	500	8	2.0	1625	300	10.8	2.0	1570	250
40	2.1	2180	800	30	2.1	2180	800	30	2.1	2180	800
100	2.2	2955	1500	100	2.2	2955	1500	100	2.2	2955	1500
∞	2.3	4065	2500	∞	2.3	4065	2500	∞	2.3	4065	2500

SES				SCA				SDAR5			
層厚(m)	ρ (g/cm ³)	Vp(m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	ρ (g/cm ³)	Vp(m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	ρ (g/cm ³)	Vp(m/s)	Vs(m/s)
20.7	1.9	1515	200	3.2	1.8	1435	130	7	1.8	1600	240
21	2.0	1845	500	60	2.1	2180	800	10	1.9	1850	500
35	2.1	2180	800	100	2.2	2955	1500	50	2.0	2070	700
100	2.2	2955	1500	∞	2.3	4065	2500	100	2.3	3620	2100
∞	2.3	4065	2500					∞	2.4	4620	3000

SDAR1				SDAR2			
層厚(m)	ρ (g/cm ³)	Vp(m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	ρ (g/cm ³)	Vp(m/s)	Vs(m/s)
3	1.8	1460	150	3.8	1.8	1490	180
10	2.0	1850	500	12	1.9	1850	500
30	2.1	2070	700	40	2.0	2070	700
300	2.3	2620	1200	300	2.2	2620	1200
∞	2.5	3620	2100	∞	2.4	3620	2100

SDAR3				SDAR4			
層厚(m)	ρ (g/cm ³)	Vp(m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	ρ (g/cm ³)	Vp(m/s)	Vs(m/s)
4	1.8	1520	210	5	1.8	1560	240
18	2.0	1850	500	25	2.0	1730	500
40	2.1	2070	700	65	2.2	2070	700
300	2.3	2620	1200	300	2.4	2620	1200
∞	2.5	3620	2100	∞	2.6	3620	2100

分；EW，NS・EW成分を相乗平均で合成したもの；COMP）と上下動（UD）のスペクトル比を求め、水平動を合成したH/Vから目測により卓越周期を読み取った。なお、明瞭なピークが2つみられる場合は長周期側のピークを、さほど明瞭でない複数ピークがみられる場合は最大のピークを基本として近接地点との連続性を考慮して読み取った。

アレイ観測の記録については解析パッケージツール BIDO Ver. 2.0¹¹⁾ を用いることにより、CCA 法¹²⁾、V 法¹³⁾、SPAC 法¹⁴⁾に基づき位相速度を推定した。各半径で位相速度を求める際に用いた手法について、主として CCA 法の結果を用いたが、一部の地点で CCA 法の結果のみでは分散曲線が十分に得られなかったり、半径毎の分散曲線が連続しない場合があり、その場合は V 法、SPAC 法で得られた結果を採用した。解析の設定条件として、セグメント長を 10.24 秒として微動記録の RMS 値を用いた自動抽出

により少なくとも 5 区間以上を選択し、それらの区間のパワースペクトルをバンド幅 0.3Hz のパーゼンウィンドウで平滑化したのち平均化し、位相速度を求めた。各半径で得られた位相速度を連続性を考慮して各観測点でまとめた。

(2) 重力探査データ

観測された重力観測データからドリフト補正、潮汐補正、地形補正等の補正を施し、既存の観測データ⁷⁾および重力データベースのデータ^{8),9)}を（対象範囲とその周囲 20km の範囲）含めてデータ処理を行い、仮定密度を 2.43 t/m³とした重力異常を求めた。なお、重力異常分布について、補間によるグリッド化の際に発生する短波長成分と地殻などの深部構造の影響に伴う長波長成分を除去するために、波長 50m 以下と波長 3000m 以上の変動成分を除去するフィルター処理を施した。

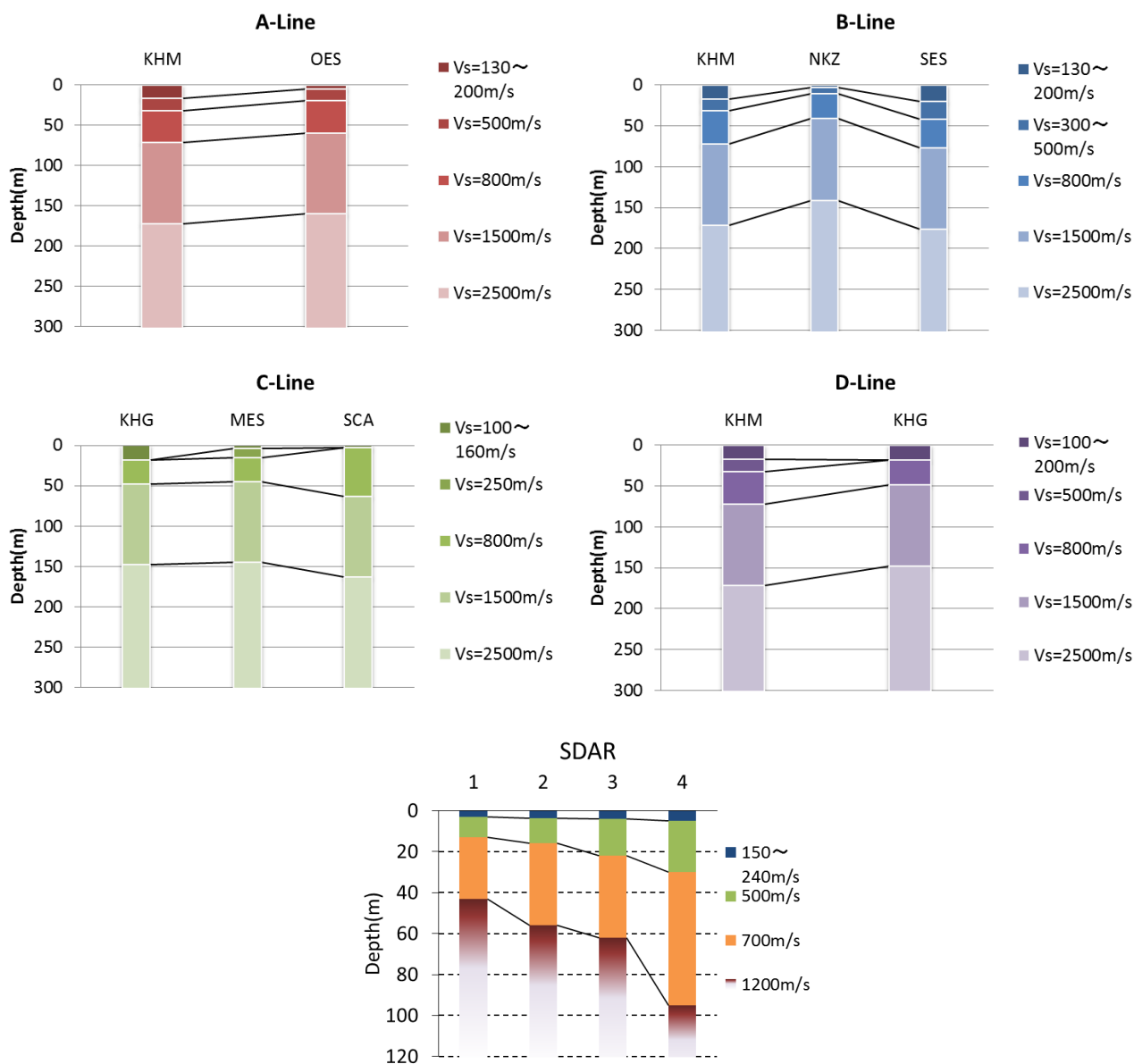


図-4 S波速度構造モデルの柱状図

4. 微動探査の結果

(1) H/Vの卓越周期と特徴について

図-2 に全域の H/V の卓越周期分布図を示す。卓越周期分布は以下の通りとなっている。卓越周期は全域で 0.02～1 秒の範囲で地形に応じた分布になっている。海岸部では KHM 付近で 0.3～0.4 秒，KHG 付近で 0.4～1 秒と谷筋によって周期帯が異なる。内陸部では鹿野町市街地の地域を除き，海岸から遠ざかる南側にかけて 0.3 から 0.02 秒へと短くなる傾向がみられる。鹿野町市街地周辺では 0.4～1 秒の範囲でその周辺に比べ長くなっており，変化に富んだ地域であることが分かる。

図-3 に鹿野町市街地の地域に拡大した H/V の卓越周期分布図を示す。この地域は 1943 年鳥取地震で被害が集中した場所（大工町）が含まれており，1km 四方の地域にもかかわらず，0.03～0.7 秒の範囲

で 100～200m 程度の領域毎に分布が変化することがわかる。大工町では 150m 程度の範囲毎に分布が異なっている。

(2) S波速度構造モデルの推定

2014 年度実施の 7 地点および 2015 年度実施の 5 地点のアレイ観測で得られた位相速度の分散曲線から，地盤構造モデルを推定した。基本的な手順としては，既往の研究³⁾によって推定された地盤構造モデルを参考に S 波速度，密度を設定，P 波速度については S 波速度の換算式¹⁵⁾を用いて設定し，層厚を変更させてフォワードモデリングを行った。この地盤モデル推定では S 波速度が最も感度が高いため，P 波速度，密度に関しては経験則に基づいた換算式もしくは値を採用している。初期地盤モデル（S 波速度構造）について，第 1 層目は位相速度分散曲線の最小位相速度に合わせ，下位の第四紀層は対象地域近傍の K-NET（鹿野：TTR004）の PS 検層やボー

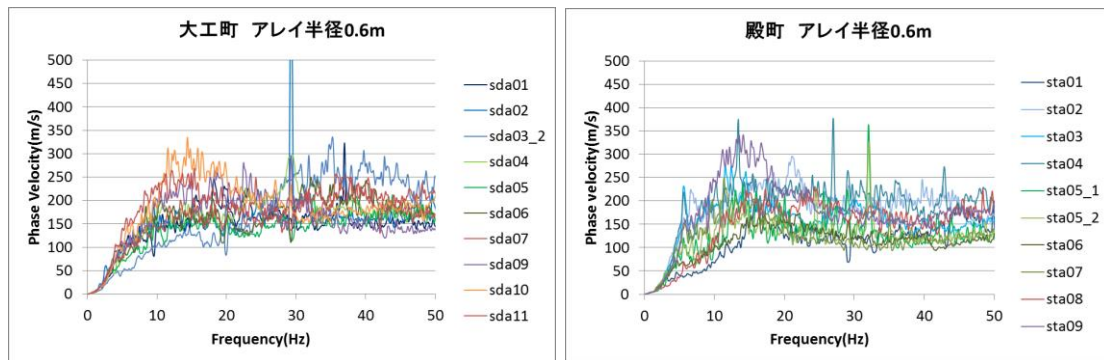


図-5 鹿野市街地での極小アレイ観測による位相速度分散曲線

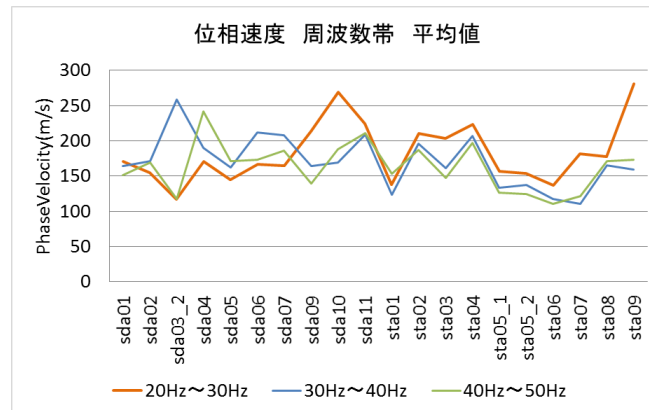


図-6 周波数帯での位相速度の平均値分布

リングデータを参考に $V_s=100\sim500\text{m/s}$ の範囲で 1～2 層，さらに下位の新第三紀以前の岩盤層は $800\sim2500\text{m/s}$ の範囲で 2～3 層を挿入したパターンとした。

このとき，位相速度の分散曲線とアレイ観測点配置内の H/V の卓越周波数について，レイリー波基本モードによる理論値が，両方の観測値を最もよく説明できるように試行錯誤でモデルを決定した。なお，推定した地盤構造モデルを表-1，S 波速度構造の柱状図を図-4 に示す。また，2014 年実施の 7 地点について位相速度分散曲線とモデルによる理論値を重ねたものを付録図-1，アレイ観測点の配置内で得られた H/V にモデルによる理論値を重ねたものを付録図-2 に示す。

堆積層の基底面深度の傾向および S 波速度と地質の関係は以下の通りである。第四紀の堆積層の層厚に相当する $V_s=800\text{ m/s}$ 層までの深度については約 $15\text{m}\sim40\text{m}$ であり，海岸部，内陸の鹿野町市街地近傍で深く，内陸の中間地域で浅めとなっている。ボーリングデータ¹⁶⁾によればモデル各層の土質状況は， $V_s=100\sim160\text{m/s}$ の層は粘土， $V_s=200\sim500\text{m/s}$ の層が砂もしくは砂礫， 800m/s 以深の層は基盤岩類となっており，得られたモデルから，特に礫層に相当する $V_s=500\text{m/s}$ の層が西側の地域で欠損している。

(3) 鹿野町市街地での位相速度分散曲線の特徴

鹿野町市街地で稠密に実施した20地点のアレイ観測で得られた位相速度分散曲線について比較する。

図-5に大工町および殿町の区域における位相速度分散曲線を重ねて示す。大工町 (sda) の区域は $150\text{m/s}\sim300\text{m/s}$ ，殿町 (sta) の区域は $120\sim300\text{m/s}$ の範囲で位相速度にばらつきが見られる。各地点において位相速度の $20\sim30\text{Hz}$ ， $30\sim40\text{Hz}$ ， $40\sim50\text{Hz}$ での平均値の分布を図-6に示す。 $20\sim30\text{Hz}$ では，sda09～sda11で大きくsta01で落ち込み，sta02～sta04で大きい。また， $30\sim40\text{Hz}$ ， $40\sim50\text{Hz}$ では類似した傾向で，sda04～sda11は大きく，sta01で落ち込み，sta05_1～sta07でも 110m/s 程度まで小さくなること

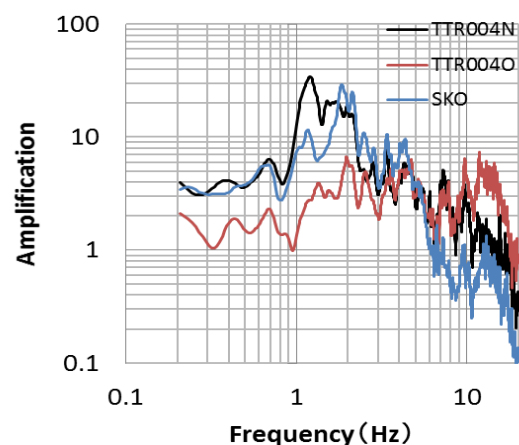


図-7 鹿野町内 3 地点のサイト増幅特性

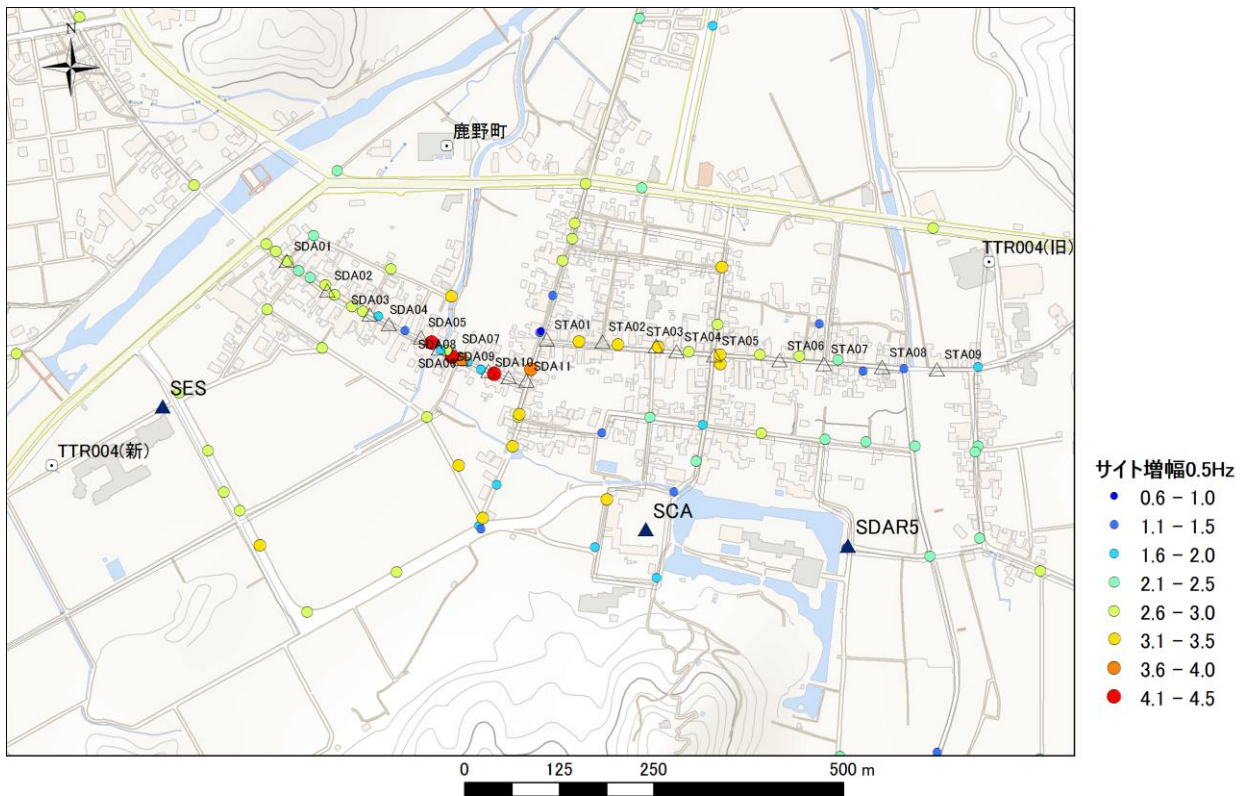


図-8 微動 H/V の卓越周期によるサイト増幅特性(0.5Hz)の分布

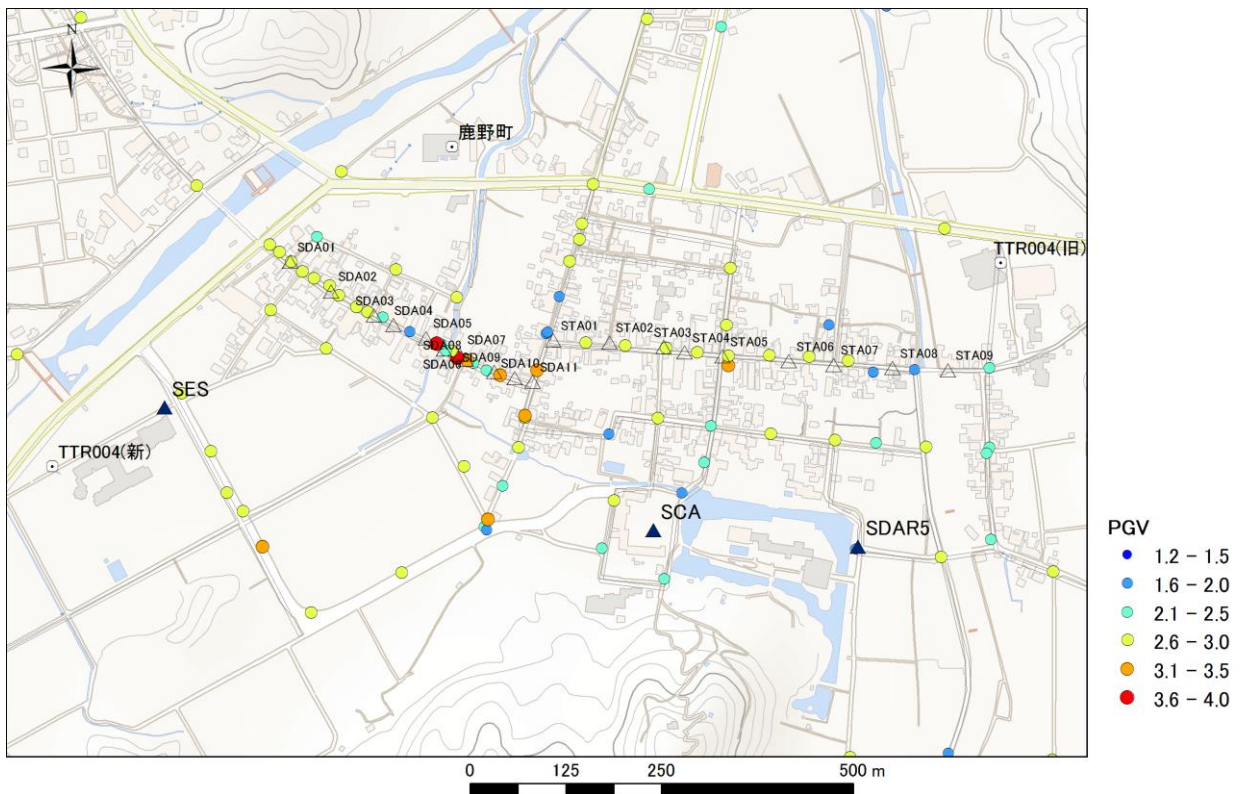


図-9 微動 H/V の卓越周期による地盤増幅度(PGV)の分布

わかる。これらの周波数帯は数m程度の地盤構造に対応すると考えられ、ごく表層部にS波速度の違いがあることを示唆している。

(4) サイト特性の検討

この地域では3地点で強震観測が実施されている。TTR004(新)、TTR004(旧)、鹿野町(SKO)で得られたサイト増幅特性を図-7に示す。TTR004(旧)は他の2

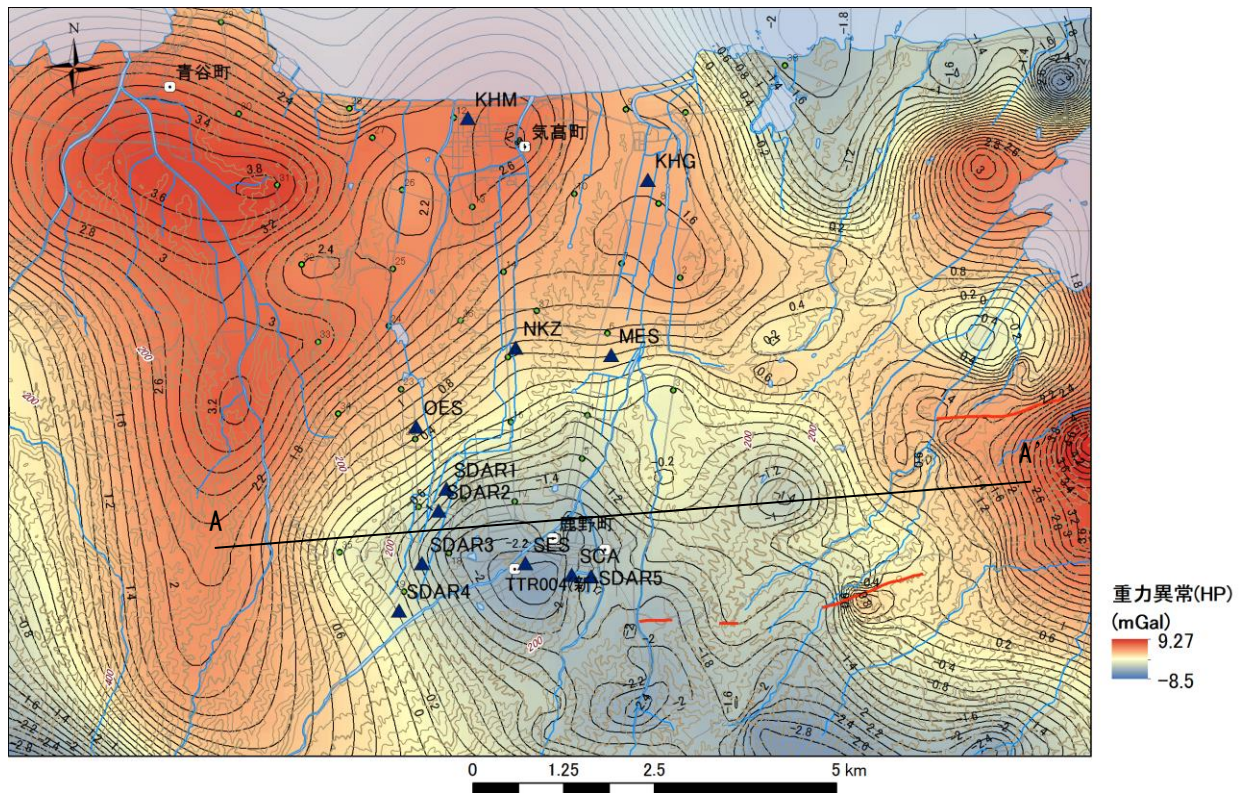


図-10 重力異常分布図

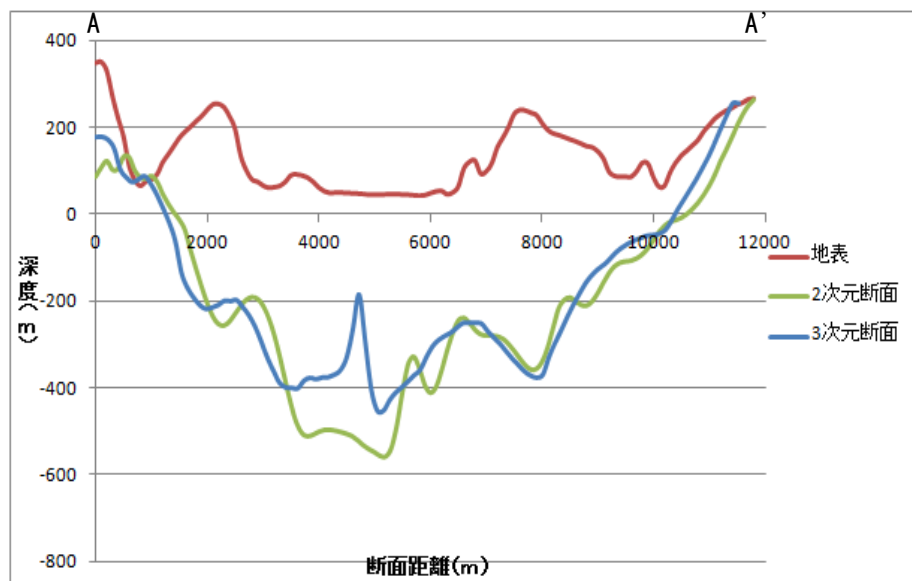


図-11 重力解析による密度構造の断面図

点に比べ増幅特性が大きく異なり，特に2Hz以下の低周波で小さいことがわかる．各地点の距離は互いに約500m程度で比較的近傍でも増幅特性が大きく変化することが示唆される．そこで，面的な違いを検討するために，微動のH/Vの卓越周期よりサイト特性の評価を試みる．方法としては，鳥取県内の地震観測点におけるサイト特性の指標：Gと微動H/Vの卓越周期： T_p との次式の関係式¹⁷⁾を用いた．

$$\log G = a + b \log T_p \quad (1)$$

ここでは相関の高かった¹⁷⁾サイト増幅特性（0.5Hz）（ $a : 0.63$, $b : 0.54$ ）と地盤増幅度（最大地動速度

PGV）（ $a : 0.55$, $b : 0.30$ ）の指標についてサイト特性を求めた．鹿野町市街地におけるサイト増幅特性（0.5Hz）の分布を図-8，地盤増幅度（PGV）の分布を図-9に示す．いずれの指標ともSDA05～のSDA11の約200mの区間で値が大きくなっている．1943年鳥取地震による建物被害も大工町の同じような場所に集中しているとの報告¹⁾もあり，地盤震動の違いが被害程度に影響したことを示唆している．

5. 重力探査の結果

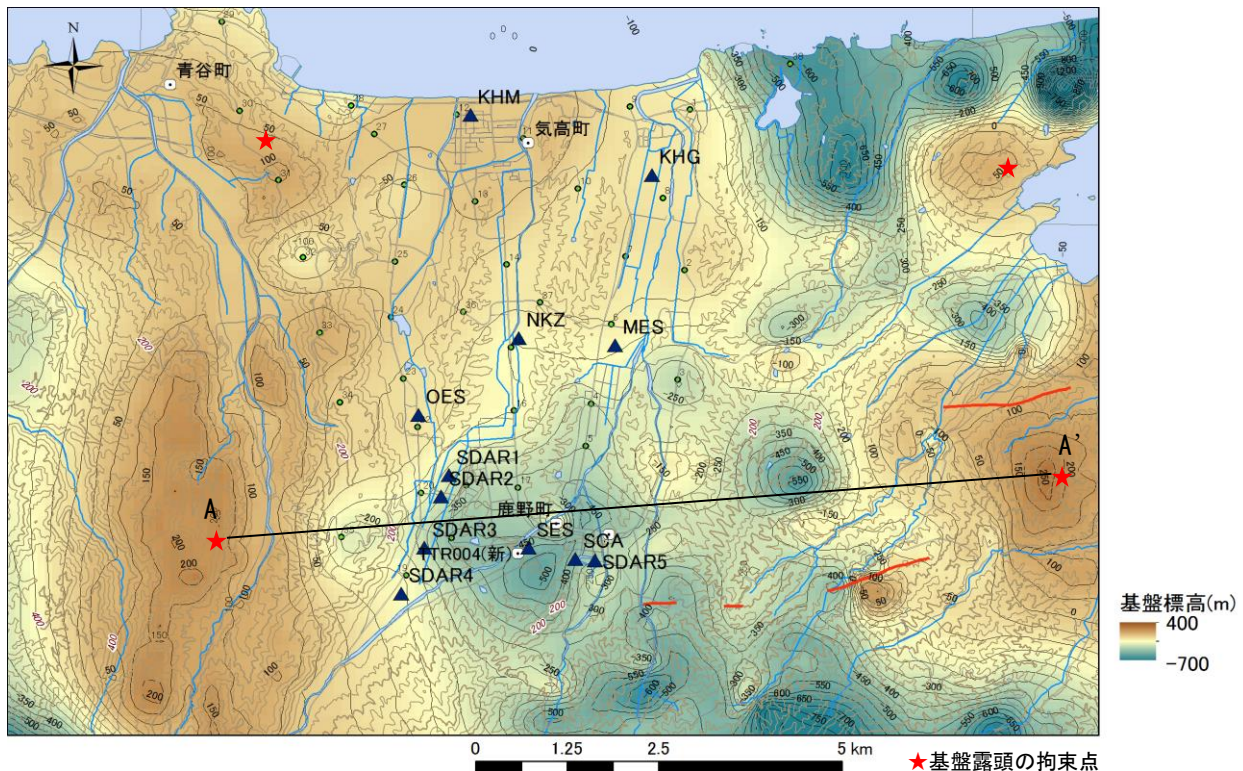


図-12 重力解析による基盤標高分布

(1) 重力異常分布の特徴

図-10 に長波長成分を除去したフィルタ処理後の重力異常分布図を示す。低異常域は密度が低い平野部では堆積層、山地では地質の密度違いが影響するため、平野部では重力異常が低いほど基盤が深いと考えられる。重力異常分布としては、西部の山地から海岸部にかけて高異常、内陸部の鹿野町市街地および鹿野断層近傍では低異常域となっている。また海岸部の東側でも低異常域が見られる。山地の重力異常について、図-1 の表層地質は花崗岩や安山岩であるがそれらの地質年代との関連性はあまりないように見える。地質の形成過程を考えれば、さらに高密度な岩盤（例えば変成岩など）までの境界深さ、言い換えれば第三紀地層や花崗岩を含めた山体の体積変化を見ている可能性がある。

内陸部で重力異常の低異常域が見られることと、1943 年鳥取地震の際に断層端部となり鹿野断層が発生したことは何らかの因果関係があると推測されるが、これ以上の検討は今後の課題としたい。

(2) 基盤密度構造の推定

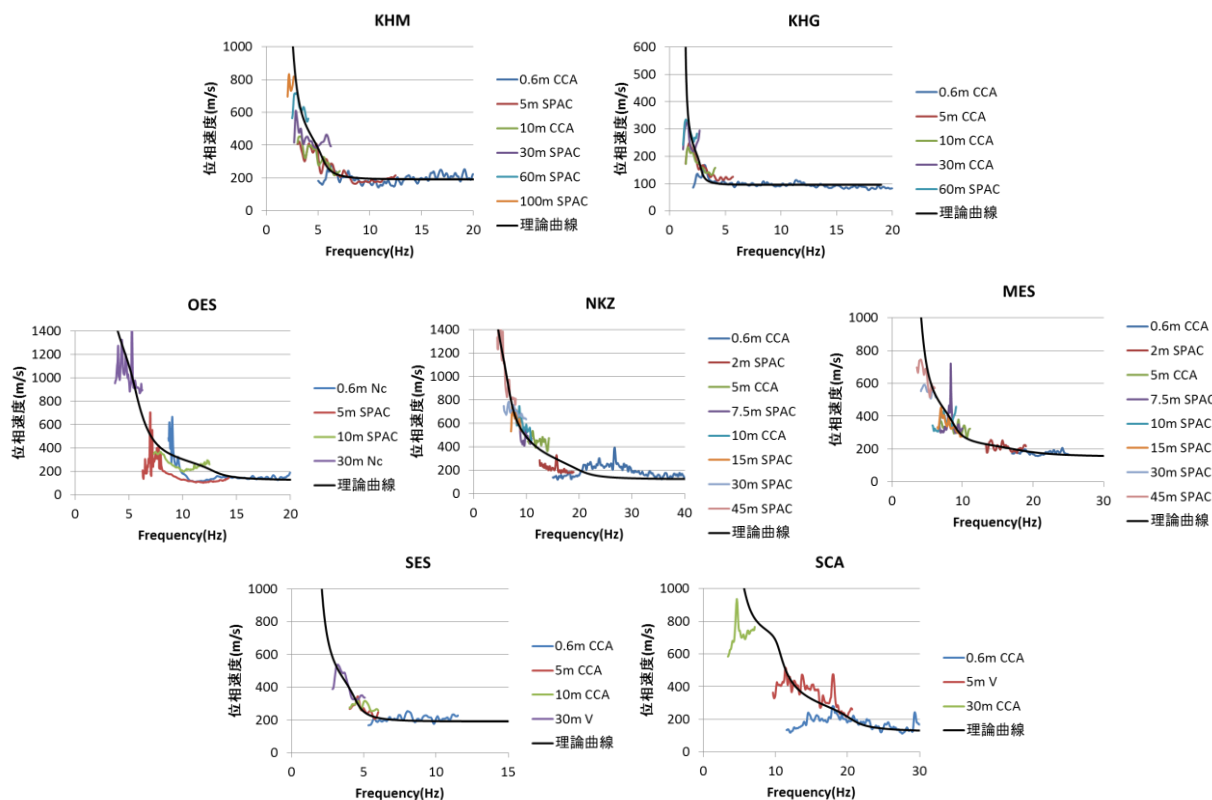
重力異常を用いて基盤の密度構造を定量的に評価するために 2 次元および 3 次元解析¹⁸⁾を行った。2 次元解析の断面位置は鹿野町市街地を東西方向に横切る断面とした。密度構造モデルとしては、均質 2 層モデルで表層を 2.2t/m^3 、基層を 2.43t/m^3 と仮定し（密度差 0.23t/m^3 ）、境界深度に対する拘束条件としては地質図を参照し、2 次元解析では断面の両端で基層が露頭するように、3 次元解析では 2 次元解析の拘束点の他、海岸部付近で 2 地点の拘束点を設

定した（後述の図-12 に拘束点の位置を示す）。図-11 に推定された密度構造断面（左が西側）、図-12 に基盤標高分布を示す。断面図より基盤深度が中央部の最深部で 400m 程度でお椀型の形状であり、さらに基盤標高分布からはこの地域は窪地状に落ち込んでいることがわかる。

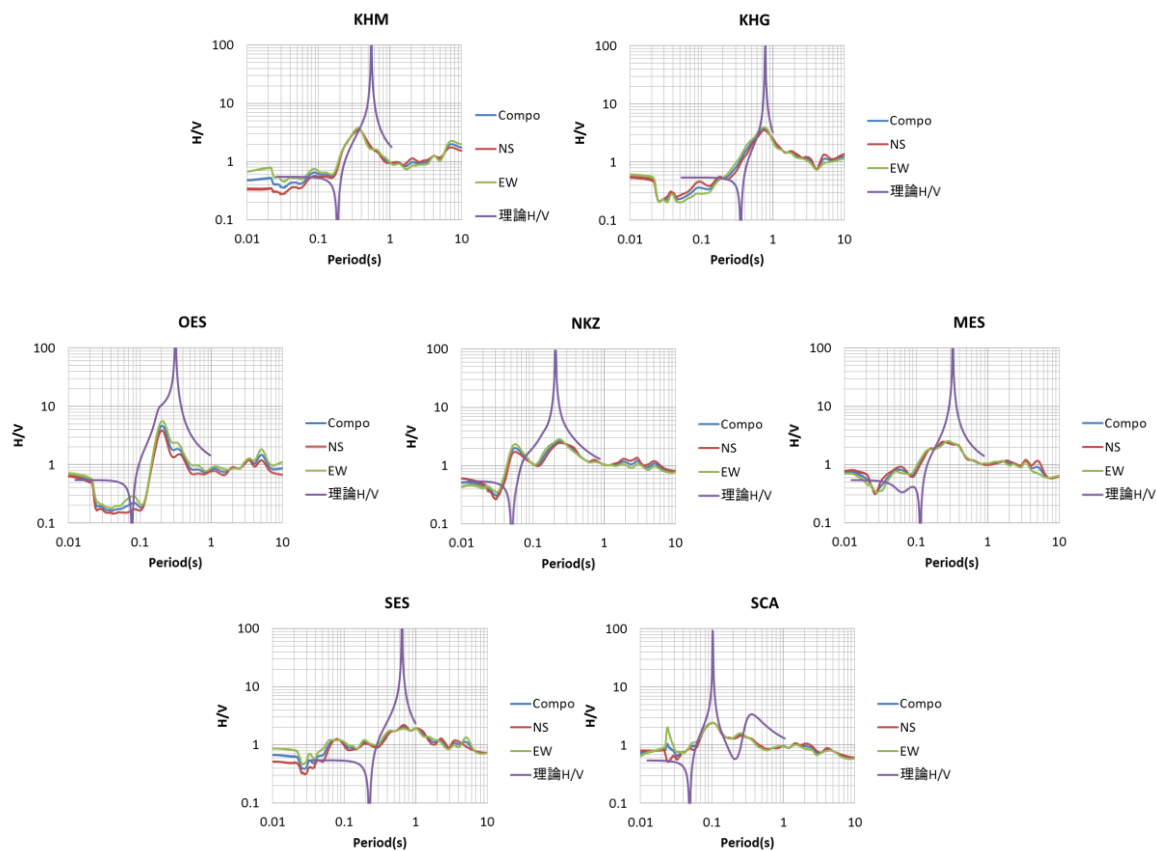
5. まとめ

鳥取県鹿野地域で微動探査および重力探査を実施し、既往の研究によるデータを含めて地盤構造の推定および地盤震動特性の把握を行った。その結果、以下のことがわかった。

- 微動の単点3成分観測記録より H/V が得られ、その卓越周期は海岸部の東側谷筋、内陸部の鹿野町市街地で周期が長くなることがわかった。市街地ではさらに局所的に周期分布に違いが見られた。
- 微動のアレイ観測から 12 地点の S 波速度構造を推定した。S 波速度 $100\sim 2500\text{m/s}$ の地盤構造モデルが得られ、堆積層の S 波速度は $100\sim 500\text{m/s}$ でその層厚は $15\sim 40\text{m}$ 程度であった。
- 鹿野町市街地において稠密な極小アレイ観測から 20 地点の位相速度分散曲線を得られ、区間ごとに位相速度に最大 100m/s 程度のばらつきがみられ、ごく表層地盤が水平方向に局所的に変化することが分かった。
- 微動 H/V の卓越周期を用いて鹿野町市街地のサイト特性を評価した結果、大工町の一部で局所



付録図-1 2014 年度実施 7 地点の位相速度分散曲線



付録図-2 アレイ観測点 7 地点の H/V (凡例:COMP;水平動合成, NS;南北方向, EW;東西方向, UD;上下方向)

的にサイト特性の指標が大きくなることが分かった。

e) 重力観測の結果より、重力異常分布が得られ、西側の山地から海岸部にかけて高異常、西側の

海岸部と内陸部の鹿野町市街地や鹿野断層付近で低異常となることが分かった。

- f) 重力異常を用いて2次元および3次元解析により密度構造を推定し、基盤断面と基盤標高分布を得ることができた。内陸部の鹿野町市街地・鹿野断層付近の基盤は窪地状に最大で400m程落ち込んでいることが分かった。

謝辞：本研究の微動探査の一部は元鳥取大学工学部土木工学科の小倉康平氏、重力探査の一部は津吉祐典の卒業研究によって観測および解析がなされた。また、観測では現・元鳥取大学工学部土木工学科地圏環境工学研究室所属の学生諸君にも協力を頂いた。結果の地図の基図には国土地理院の基盤地図情報（数値標高モデル）を用いた。ここに記して感謝する。

参考文献

- 1) 鳥取県：鳥取県震災小誌，1944.
- 2) 金田平太郎，岡田篤正：1943年鳥取地震の地表地震断層既存資料の整理とその変動地形学的解釈，活断層研究，Vol.2002，No.21，p.73-91，2002.
- 3) 地質調査所：20万分の1地質図幅「鳥取」，1974.
- 4) 野口竜也，香川敬生，津吉祐典，小倉康平；重力異常および微動による鹿野断層とその周辺の地盤構造推定，地球惑星科学連合大会予稿集，SSS25-P13，2015.
- 5) 野口竜也，上野太士，香川敬生，吉田昌平，西田良平；稠密微動観測による鹿野断層とおよび鹿野町市街地の地盤構造推定，日本地震学会秋季大会予稿集，S16-P05，2015.
- 6) 先名重樹，安達繁樹，安藤浩，荒木恒彦，飯澤清典，藤原広行：微動探査観測システムの開発，第115回物理探査学会学術講演会予稿集，pp.227-229，2006.
- 7) 野口竜也，西田良平，岡本拓夫，平澤孝規：人工地震，微動，重力観測による鳥取平野の地盤構造の推定，土木学会地震工学論文集，Vol.27，No.197，2003.
- 8) The Gravity Research Group in Southwest Japan: Gravity Database of Southwest Japan (CD-ROM), Bull. Nagoya University Museum, Special Rept., No.9, 2001.
- 9) 駒澤正夫：日本重力異常グリッドデータベース，日本重力CD-ROM第2版，数値地質図 P-2，地質調査総合センター，2002.
- 10) 紺野克昭，大町達夫：常時微動の水平/上下スペクトル比を用いる増幅倍率の推定に適した平滑化とその適用例，土木学会論文集No.525/ I -33，pp.247-259，1995.
- 11) 長郁夫，多田卓，篠崎祐三：一般理論が切り開く微動アレイの可能性：解析ツールBIDOの公開，日本地震学会講演予稿集，2009.
- 12) Cho, I., T. Tada and Y. Shinozaki : Centerless circular array method: Inferring phase velocities of Rayleigh waves in broad wavelength ranges using microtremor records, J. Geophys. Res., 111, B09315, 2006.
- 13) Tada, T., I. Cho, and Y. Shinozaki : Beyond the SPAC method: exploiting the wealth of circular-array methods for microtremor exploration, Bull. Seism. Soc. Am., 97, pp.2080-2095, 2007.
- 14) Aki, K. : Space and time spectra of stationary stochastic waves, with special reference to microtremors, Bull. Earthq. Res. Inst., 35, pp.415-456, 1957.
- 15) 狐崎長琅，後藤典俊，小林芳正，井川猛，堀家正則，斉藤徳美，黒田徹，山根修一，奥住宏一：地震動予測のための深層地盤 P・S 波速度の推定，自然災害科学，9-3，4-10，1990.
- 16) 中国地方基礎地盤研究会：山陰臨海平野地盤図'95，1995.
- 17) 野口竜也，西川隼人，吉田昌平，香川敬生：鳥取県内の地震観測点における地盤構造の把握とサイト特性の評価，土木学会論文集 A1（構造・地震工学）Vol.72，No. 4，[特]地震工学論文集，Vol.35，pp.646-658，2016.
- 18) Komazawa, M. : Gravimetric Analysis of Volcano and its Interpretation, J. Geod. Soc. Japan, Vol.41-1, 17-45, 1995.

(2016. 9. 2受付)

SUBSURFACE STRUCTURE AND GROUND VIBRATION CHARACTERISTIC IN THE SHIKANO AREA, TOTTORI PREFECTURE

Tatsuya NOGUCHI, Hiroshi UENO, Shohei YOSHIDA, Takao KAGAWA and
Hayato NISHIKAWA

Shikano and Yoshioka earthquake fault occurred on the surface by the 1943 Tottori earthquake. In this study, subsurface structures were determined and we grasped characteristics of ground motion by microtremor and gravity survey in the Shikano area, Tottori Prefecture. Microtremor single-point 3-components observations and array observations were carried out at 304 and 34 sites respectively. As analysis of microtremor surveys data, we estimated S-wave velocity structures by using phase velocities obtained from array observations and predominant periods of H/V spectrum obtained from single-point 3-components observation records. Gravity observations were carried out at 38 sites. As analysis of gravity

surveys data, gravity anomalies with assumed density in 2.43t/m^3 were obtained by using gravity databases, existing data in the east-part of Tottori Prefecture and this study data. 3D density structures from the distribution of gravity anomalies were estimated.