

伊勢平野北部における重力探査

戸田 茂*・森山晶子†

1. はじめに

伊勢平野は、北縁、西縁、南縁をそれぞれ養老山地、鈴鹿山脈、度会山地に、東縁を伊勢湾に限られた南北に延びる平野である。北部には鈴鹿山脈・養老山地から発する多度川・肱江川・員弁川・朝明川などの中小河川が、鈴鹿山脈東麓丘陵・多度丘陵・員弁丘陵・桑名丘陵・朝明丘陵・垂坂丘陵を開析して沖積低地を形成し、伊勢湾へと流下している。また員弁川と朝明川が最も接近する場所を中心とする北勢盆状構造(吉田, 1990)がみられ、その外翼部に東海層群の地質構造に規制された桑名丘陵・朝明丘陵・垂坂丘陵がドーナツ状に分布する。伊勢平野北部に

は一志断層系の中・古生界の基盤岩と堆積層との地質境界である一志断層・藤原岳断層や丘陵にみられる石樽北山断層・麓村断層・新町断層と養老-桑名断層系の養老断層・桑名断層が発達している。特に養老断層・桑名断層に沿って上部完新統まで変形させている撓曲構造がみられ、これは1586年天正地震(宇佐見, 2003)によって形成されたと考えられている(須貝・他, 1998; 東郷, 2000)(図1, 図2)。

伊勢平野北部の活断層を対象とした反射法地震探査は、精力的に実施されている。一志断層系が位置する鈴鹿山脈東麓の詳細な地下構造が明らかにされていて、東海層群の成長構造や短縮速度も推定されている(石山・他, 1999)。また

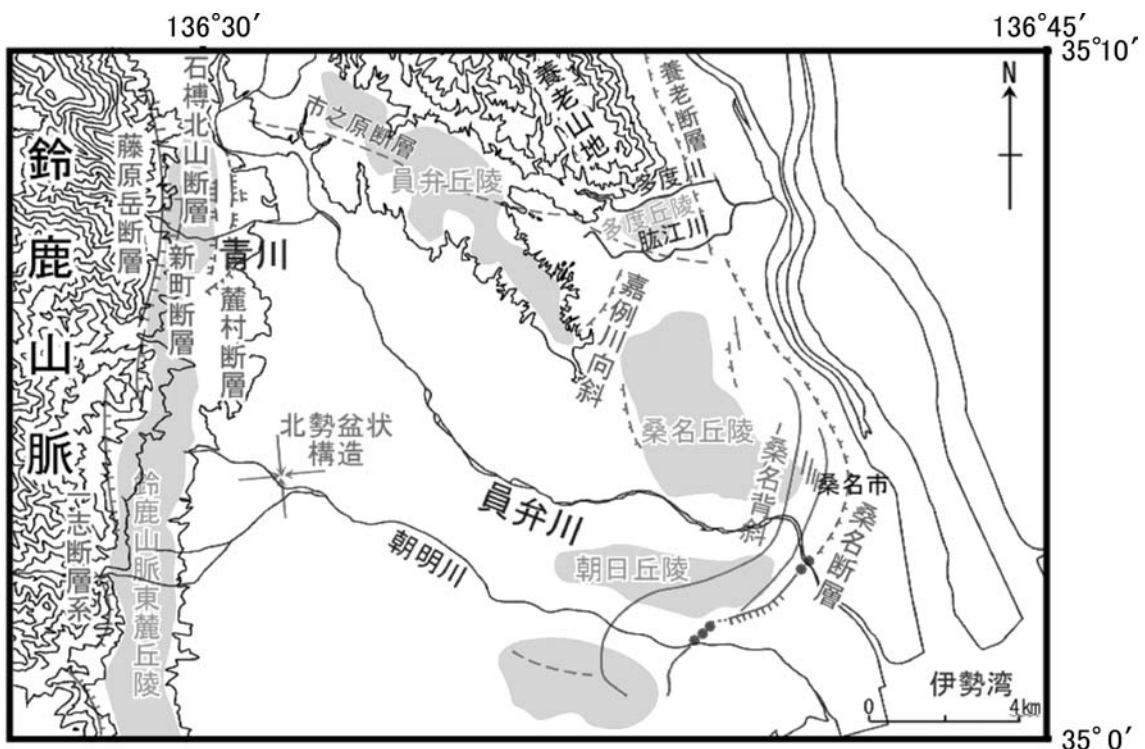


図1 伊勢平野北部の地形と活断層

*愛知教育大学理科教育講座

†愛知教育大学環境教育課程, 現在 名古屋製酪株式会社

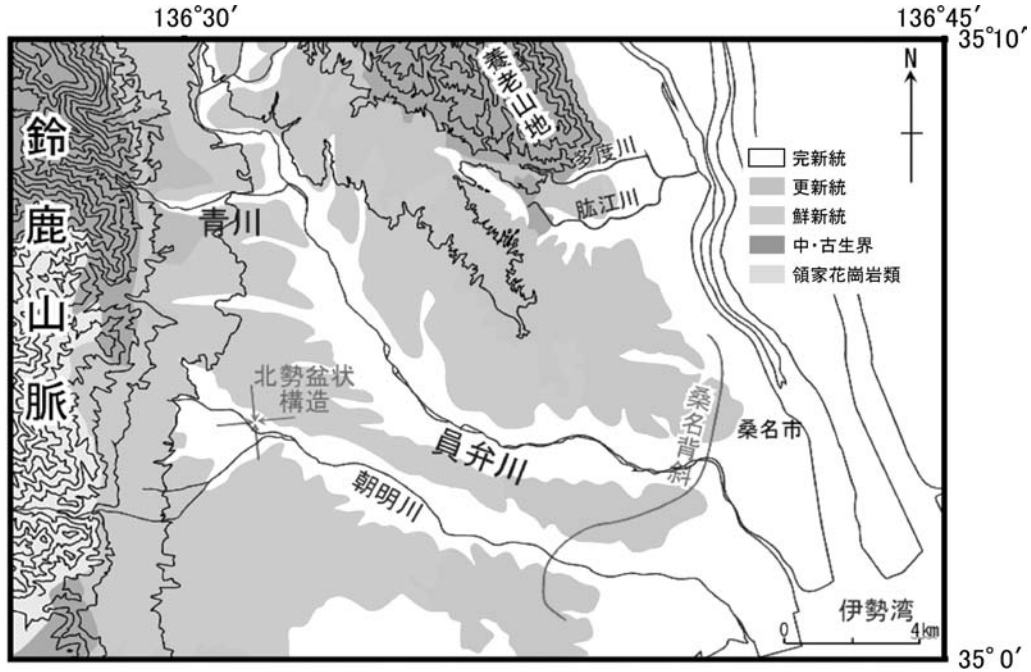


図2 伊勢平野北部の地質

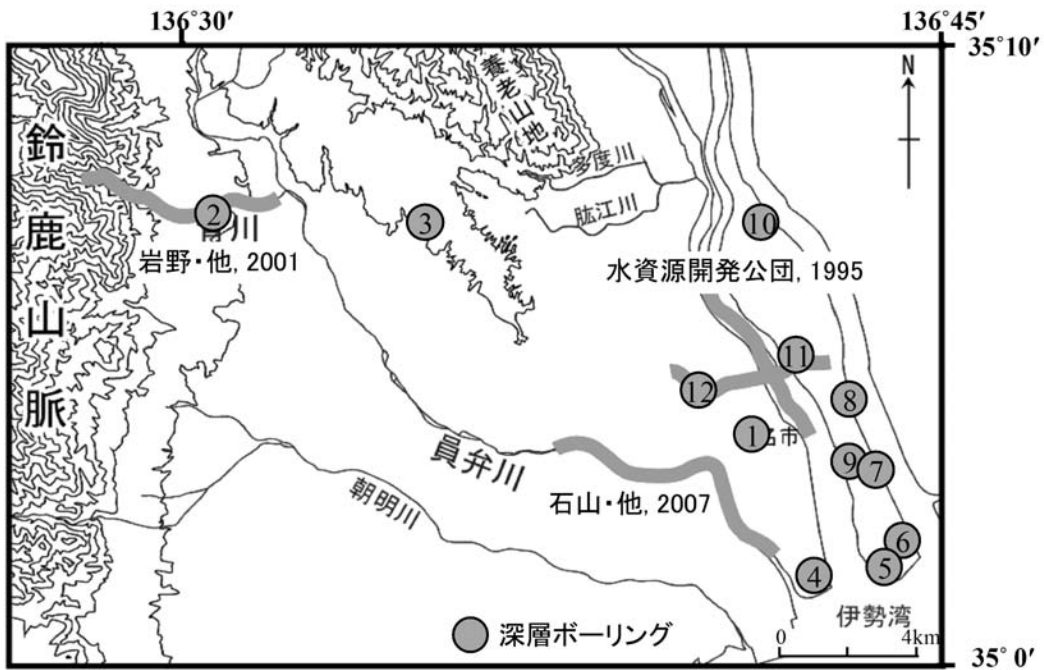


図3 既存地下構造資料

木曾三川から桑名丘陵に至る測線と桑名丘陵と朝明丘陵の間を流れる員弁川に沿う測線においても実施されていて、濃尾平野および伊勢湾から伊勢平野に至る堆積層の変形構造が明らかにされている(水資源開発公団・大阪土質試験所, 1995, 石山・他, 2007)。大深度ボーリングも多く実施されていて、三重県(2003)によってまとめられている(図3)。

つぎに地質調査所(2000)によれば、伊勢平野周辺の重力異常は、木曾三川の河口付近および伊勢平野中部の鈴鹿市付近が小さくなっていて、厚い堆積層が分布すると考えられる。重力異常の急変帯は、鈴鹿山脈の東縁と養老山地の東縁から伊勢平野の海岸線に沿う地域に位置している。この重力異常の急変帯は基盤岩深度の急変を示唆していて、それぞれ一志断層系およ

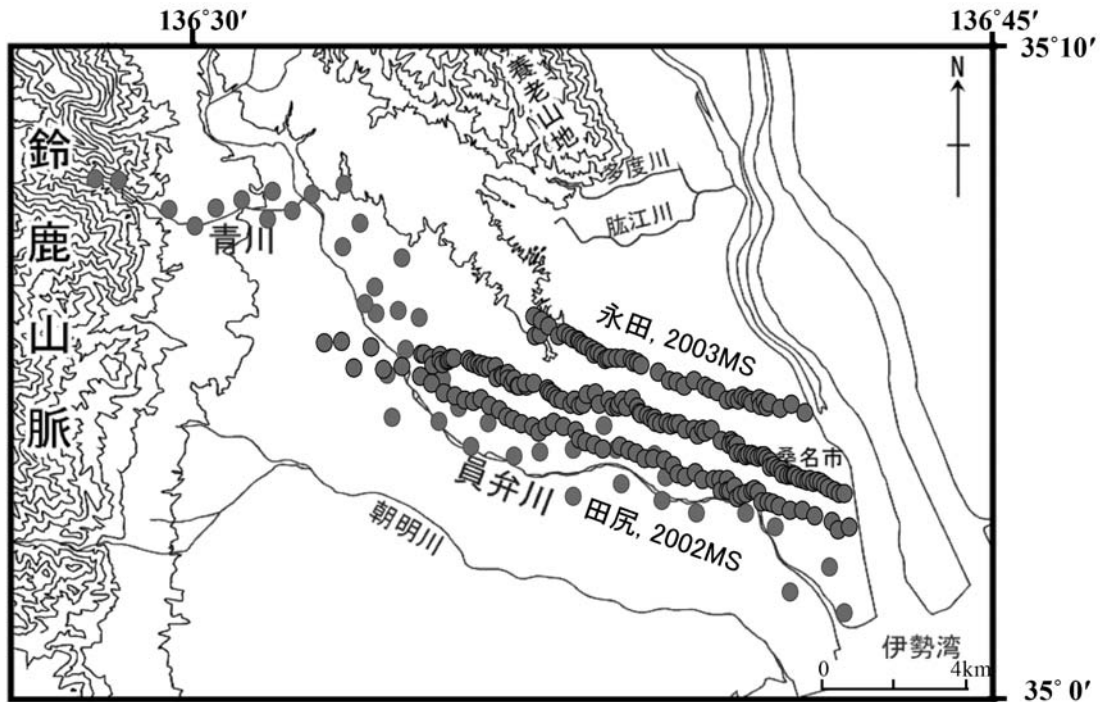


図4 重力測定点

び養老-桑名断層系に対応する。しかし、この重力異常図を作製した観測点分布は、1~数km間隔と粗く、重力異常から断層の形状を明らかにするには至っていない。

そこで重力異常から伊勢平野北部の詳細な基盤岩構造を得ることを目的として、稠密重力探査を実施した。モデル計算には既存の反射法地震探査および大深度ボーリングの結果を使用し、タルワニ法を用いた。

2. 観測の概要およびデータ解析

使用したデータは、員弁川河口から鈴鹿山脈東麓の青川に沿って46点を測定した田尻(2002MS)と桑名断層と桑名背斜に直交する3測線で120点を測定した永田(2003MS)をコンパイルしたデータを用いた。使用したデータの観測点を図4に示す。重力データの処理は、地質調査総合センター(2004)に概ね従っており、読み値の換算・潮汐補正・ドリフト補正を行い、さらに地形補正・フリーエア補正・ブーゲー補正を行ってブーゲー異常値を算出した。ブーゲー補正は球面ブーゲー補正とした。フリーエア補正に用いる正規重力式の近似式には測地基準系1980を用いている(図5)。ブーゲー異常から地下構造を推定するため方法に2次元の地下構造解析方法(2次元タルワニ法, Talwani et al, 1959)

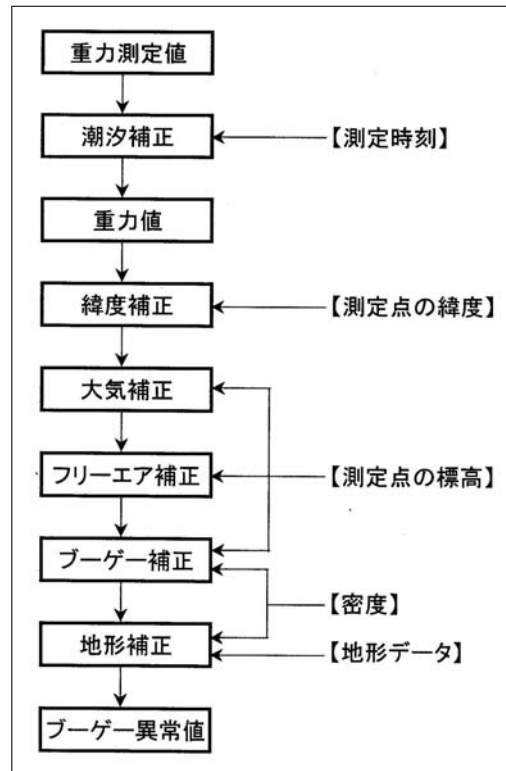


図5 重力補正のフロー

を用いた。本研究では、中・古生層の密度を 2.40g/cm^3 、密度差を 0.4g/cm^3 (堆積層の密度を 2.00g/cm^3) (岩野・他, 2001) とし、2層による地下構造解析を実施した。このとき地下構造モデ

ルには、既存の反射法地震探査と大深度ボーリングの結果を制約条件として入れた。地下構造モデルは測線長 22km の A-A' 測線と測線長 16.2km の B-B' 測線の 2 測線で計算をした (図 6)。

3. 考察

図 7a に A-A' 測線実測ブーゲー異常を点で、

計算ブーゲー異常を線で示す。図 7b に計算ブーゲー異常に用いた地下構造モデルを示す。実測ブーゲー異常と計算ブーゲー異常とは西端付近を除いて概ね一致している。西端で一致させることができなかったのは、この部分のモデルは反射法地震探査の結果を使用しているためモデルに自由度が無く、実測ブーゲー異常に合わせる

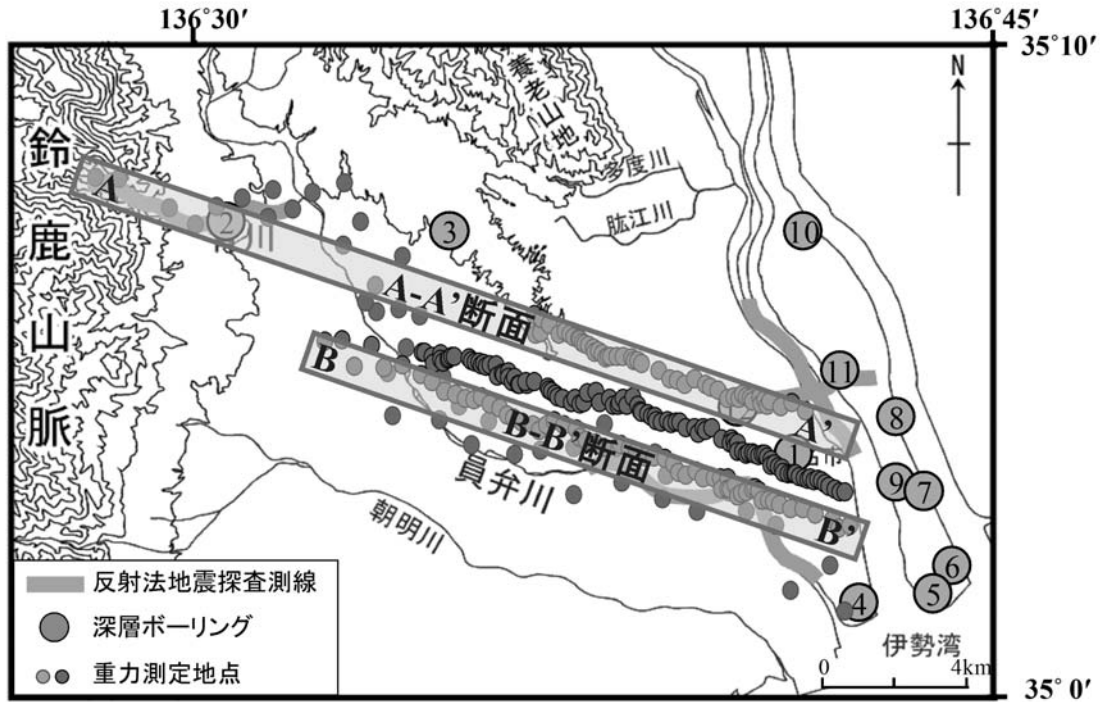


図 6 解析測線

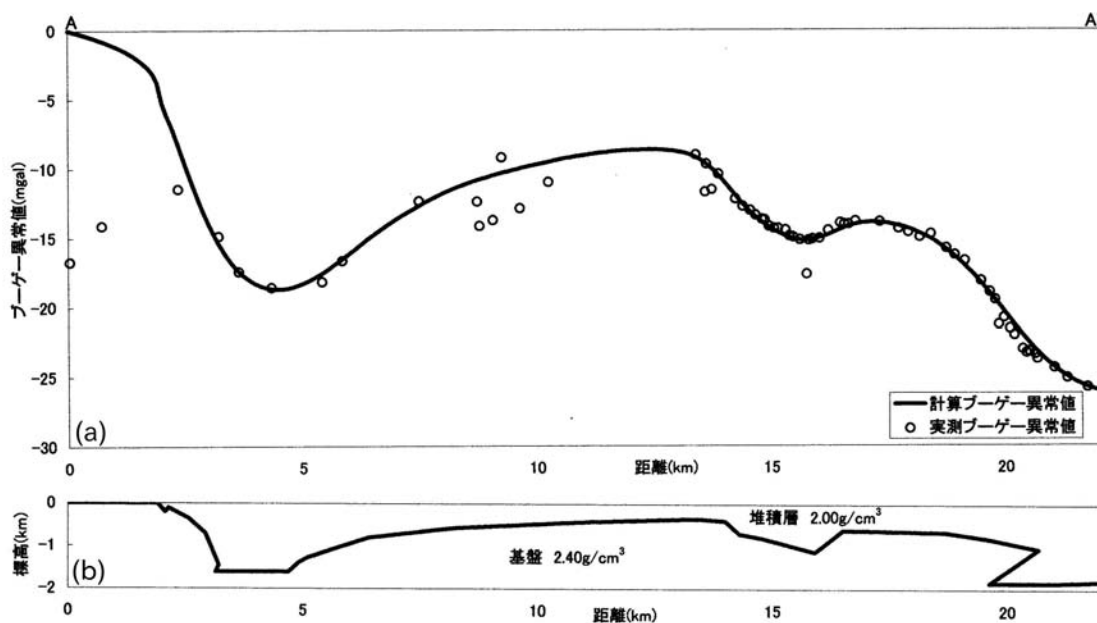


図 7 (a) A-A' 測線の実測ブーゲー異常および計算ブーゲー異常, (b) 計算ブーゲー異常に用いた地下構造モデル

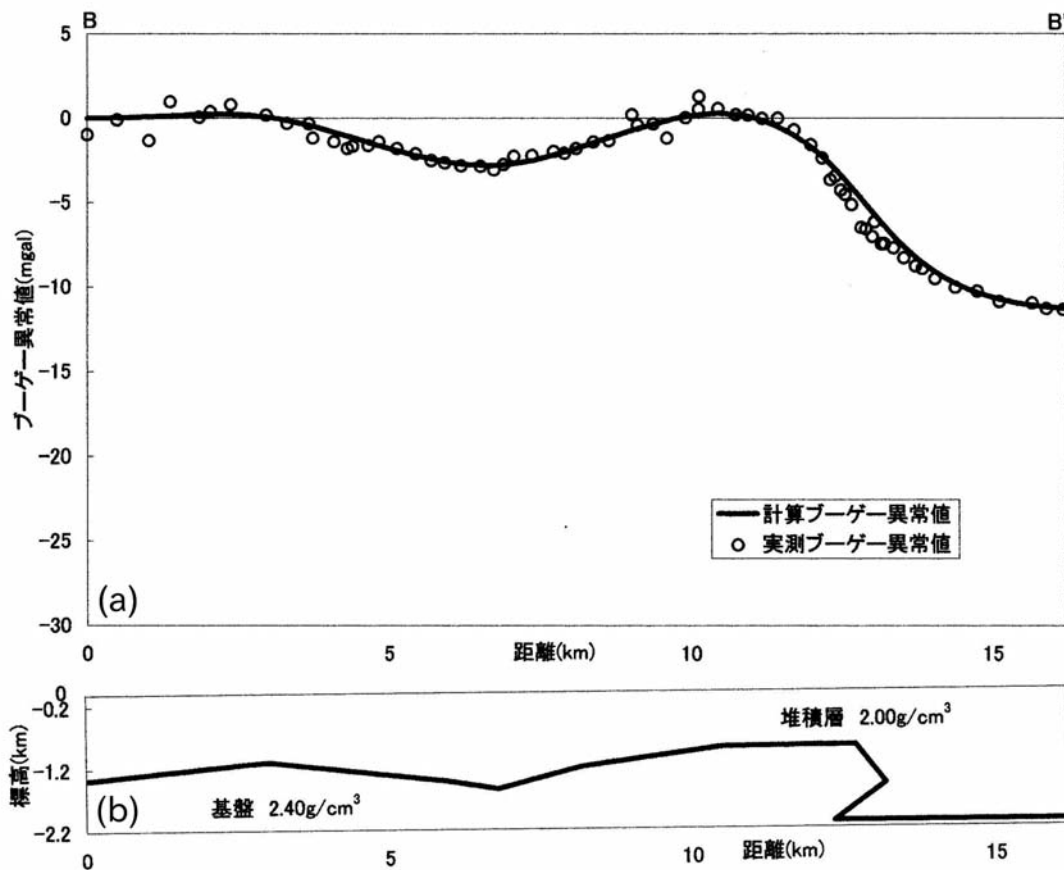


図 8 (a) B-B' 測線の実測ブーゲー異常および計算ブーゲー異常, (b) 計算ブーゲー異常に用いた地下構造モデル

ことができなかった。この原因は、鈴鹿山脈の一部に領家花崗岩が分布するが、地下での地質境界が分かっていないため、基盤岩密度に中・古生層の密度 2.40g/cm^3 とやや小さい密度を使用したためと考えられる。東端の海岸付近の基盤岩深度は 1.8km と推定される。 20km 付近の基盤岩の高まりは桑名断層に対比され、落差 1.2km 、傾斜角 40 度程度の東落ちの低角逆断層である。 16km 付近の基盤岩の窪みは、嘉例川向斜に対比され、幅 2km 、最深部 1.1km である。 4km 付近の基盤岩深度は 1.6km となり、測線全体で見ると伊勢平野北部の基盤岩は西に傾動しているようにみえる。

図 8a に B-B' 測線実測ブーゲー異常を点で、計算ブーゲー異常を線で示す。図 8b に計算ブーゲー異常に用いた地下構造モデルを示す。実測ブーゲー異常と計算ブーゲー異常との差は 1mgal 未満に収まっている。東端の海岸付近の基盤岩深度は 2.1km と推定される。 13km 付近の基盤岩の高まりは桑名断層に対比され、A-A' 測線と同様、落差 1.2km 、傾斜角 40 度程度の東落ち

の低角逆断層である。 7km 付近の基盤岩の窪みは、幅 10km 、最深部 1.5km である。地形・地質学的には B-B' 測線まで嘉例川向斜が続く証拠は確認されていないが、A-A' 測線の嘉例川向斜の基盤岩構造に比べ傾斜が緩くなっているものの、嘉例川向斜は、B-B' 測線まで延長される。 3km 付近より西側の基盤岩は、緩やかに西に傾斜する。

2 測線を対比させると堆積層の層厚は、B-B' 測線の方が全体的に厚くなっていることがわかる。桑名断層の形状は、落差・傾斜角ともに 2 測線とも同じである。

4. まとめ

伊勢平野北部において、既存の重力データを使用し、2次元タルワニ法を用い、密度構造モデルを作成した。東西断面を 2 測線計算した結果、伊勢平野下の基盤岩の傾動構造が明らかになった。また、堆積層の層厚は南側ほど厚くなる傾向にある。桑名断層の形状は、2 測線とも傾斜角 40 度、落差 $1,200\text{m}$ となった。嘉例川向

斜は、緩やかな構造になるが、員弁川以南まで続くことが明らかになった。

5. 謝辞

モデル計算に際して、田尻かおり氏と永田尚徳氏の貴重なデータを使用させていただきた。ここに謝意を表す。

6. 文献

地質調査所(編)(2000): 数値地質図 P-2「日本重力 CD-ROM」, 地質調査所.
 地質調査総合センター(編)(2004): 日本重力 CD-ROM 第 2 版, 数値地質図 P-2.
 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編(2002) 第四紀逆断層アトラス, 東京大学出版会, 254p.
 石山達也・竹村恵二・岡田篤正(1999) 鈴鹿山脈東麓地域の第四紀における変形速度. 地震, 第 2 輯, **52**, 229-240
 石山達也・松多信尚・戸田 茂・佐藤比呂志・加藤一・竹村恵二・堤 浩之・岡田篤正・萩巢伸洋・中村謙之・竹内祥子・谷 美由起・石井 整・中西利典・田力正好・木村治夫・長谷川 真・杉戸信彦・金田平太郎(2007) 桑名断層の P 波浅層反射法地震探査: 2000 年員弁川測線, 東京大学地震研究所彙報, **82**, 75-84.
 岩野祥子, 福田洋一, 石山達也(2001) 1 次元重力探査による断層周辺の密度構造推定 -

榎原断層および麓村断層について-, 地学雑誌, **110**, 44-57.

三重県(2003)「伊勢平野に関する地下構造探査」成果報告書.

水資源開発公団・財団法人大阪土質試験所(1995) 長良川河口部周辺地質構造調査報告書.

永田尚徳(2003MS) 伊勢平野北部における精密重力探査, 愛知教育大学卒業論文.

中田 高・今泉俊文編(2002) 活断層詳細デジタルマップ, 東京大学出版会, 60p+Map+2 DVD-ROM.

須貝俊彦・栗田泰夫・下川浩一(1998) 桑名断層・四日市断層の活動履歴調査, 活断層・古地震研究調査概要報告書(平成 9 年度), no. EQ/98/1, 75-90.

田尻 香(2002MS) 愛知教育大学卒業論文.

Talwani, Manik, J. Lamar Worzel, and Mark Landisman (1959) Rapid gravity computations for two-dimensional bodies with application to the Mendocino submarine fracture zone, *J. Geophys. Res.*, **64**, 49-59.

東郷正美(2008) 微小地形による活断層判読, 古今書院, 206p

宇佐美龍夫(2003) 最新版 日本被害地震総覧 416 - 2001, 東京大学出版会, 605p

吉田史郎(1990) 東海層群の層序と東海湖盆の古地理変遷, 地質調査所月報, **41**, 303-340.