

3. 濃尾平野のテクトニクスと濃尾地震の地殻変動モデル

3.1 はじめに

1891年の濃尾地震時における濃尾平野の揺れを考える上で、濃尾平野を作ったテクトニクス(造構運動)について考察をしておくことは有効であろう。本章では濃尾平野の成因、濃尾平野周辺での応力場、濃尾地震にともなう濃尾平野での地殻変動について考察を行う。

3.2 濃尾平野の成因

本州中部の伊勢湾から若狭湾にかけては、本州の中で最もくびれた場所となっている。この地域には伊勢湾、濃尾平野、琵琶湖、若狭湾と湾、平野、盆地が広がっている。これらの地形は地殻の沈降によって形成されたものである。伊勢湾では知多半島の西縁を走る伊勢湾断層と鈴鹿山脈の東側を走る鈴鹿東縁の断層帯、濃尾平野は養老四日市断層帯、琵琶湖は西側の花折断層帯によって低地を作っている。この地域は重力的には負のブーゲ異常を示していて厚い堆積物に覆われていると考えられている(図3.1)。さらにこの地域のアイソスタシーを計算するとマイナスとなっていることがわかっている。つまり浮力からみると沈み過ぎとなっていることがわかっている。この地域で盆地構造を作るメカニズムとして図3.2に4つの可能性を示した。(a)が水平圧縮力によって盆地を作る場合で逆断層によって盆地を形成する場合とまげによって形成する場合が考えられる。逆断層によって形成される場合には断層の上盤側に正の重力異常が期待されるが、実際の琵琶湖ではその様になっていない。またまげによる変形を及ぼすためには現在の応力が地殻の弾性的厚さに比べて小さすぎる。(b)は地殻の下部に密度の重い物質が張り付いている場合であるが、これは観測される重力異常とは合わない。残ったのは(c)のマンテル対流による引きずりである。この様な「沈みすぎ」の状態になっているかについて最近 Kudo and Yamaoka (2003, submitted to Tectonophysics)で新たな説が示されているのでそれを紹介する。

Kudo and Yamaoka (2003)では伊勢湾から若狭湾に連なる平野や盆地が沈み込むフィリピン海プレートによって形成されたと考えている。これらの地域の下にはフィリピン海プレートが浅い角度で沈み込んでいるが、そのプレートと地殻との間には流動性のあるマンテルが存在する。プレートが沈み込む動きは粘性のあるマンテルをひきずり、地殻の下面を通して地殻変動を引き起こす。プレートは浅い角度ではあるもののゆっくりと沈み込むため下向きの力をマンテルに引き起こす。流れるマンテルはその力を地殻下面に伝え、地殻を下向きに引っ張るのである。この様な下向きの力によって伊勢湾から若狭湾にかけた低地ができると考えている。

このモデルにしたがって、マンテルを粘性流体とし、シミュレーションをしたのが Kudo and Yamaoka (2003)である。この論文では伊勢湾から若狭湾にかけた地域のプレートが浅い角度で沈み込むモデルを採用し、3次元粘性シミュレーションソフトを用いて実際の計算を行った。その結果、マンテル流によってもたらされる下向きの引っ張り力は現在の琵琶湖などの盆地構造を再

現するのには十分であることがわかった。濃尾平野はこの様にプレートの沈み込みによって地殻が沈降することによって形成されたと考えられる。

3.3 地形から見た濃尾平野形成の特徴

濃尾平野を含めた中部地方は東西の圧縮応力場のもとにある。これは東から沈み込む太平洋プレートがもたらしめている応力場であると考えられている。その様な応力場のもとで下向きの引っ張り力をうけて伊勢湾・濃尾平野や琵琶湖が沈降していると考えられる。

その様な力のかかり方で形成された濃尾平野の東西南北の境界には特徴がある。濃尾平野は東から西に向かって基盤が徐々に深くなり、西側はよく知られているように逆断層である養老断層によって境をされている。南側は伊勢湾にそのまま連なるが、伊勢湾の東側が伊勢湾断層によって知多半島と境されているため、濃尾平野と知多半島との間に段差が生じ、天白川断層となっている。濃尾平野の北側の境界は最も興味深い。濃尾平野の北は北陸地方まで連なる山地となっている。その山地も多くの活断層によって特徴づけられているが、それらは基本的には横ずれ型である。東西から押されることにより横ずれ断層を発生し、少しずつ地殻を太らせるものの盆地や平野を作るような動きはない。その様な山地から突然沈降が卓越する濃尾平野に移り、その境は段差となっている。

3.4 1891 年濃尾地震

1891 年に発生した濃尾地震は、横ずれ断層が卓越する西美濃の山地で発生し、その延長の一部は濃尾平野の下に達したらしい。走行は北西?南東である。したがって西美濃の山地の中では横ずれとなり、濃尾平野では逆断層となるべき走行である。西美濃の山地では根尾谷断層に沿ったずれとなり、濃尾平野の下ではいわゆる岐阜―宮線に沿って動いたとされている。しかしそれだけでは全体のずれの整合性がとれないため、山地から平野に出る直前で走行を西北西?東南東に変化させ可児市にまで達する横ずれ断層となっている。このとき動いた断層は梅原断層と呼ばれている。これら 3 本の断層が全体として整合性を取るように動いたのが濃尾地震であると考えられる。

3.5 岐阜―宮線の断層モデル

1891 年の濃尾地震は左横ずれ断層である根尾谷断層・梅原断層、逆断層である岐阜―宮線が動いたと考えられている。根尾谷断層・梅原断層に関しては横ずれで濃尾地震の際に活動したことが明らかである。しかしながら岐阜―宮線に関しては活動をしたかどうかの異論もある。村松（1963）の上下変動および震度分布についてもそれぞれ横ずれ断層の影響であるという批判および地盤や建物配置の不均質性であるという批判（松田 1973）がある。地表に明瞭なずれが生じていないこともあって、本当に濃尾地震の際に動いたかがはっきりしていない。しかしながら、村松（1963）の上下変動図では岐阜―宮線を挟んで東側に隆起、西側に沈降の中心がみられ、

逆断層により発生する上下変動パターンと一致する。したがってここでは村松（1963）による濃尾地震前後の水準測量データと、名古屋大学の地震震源カタログを説明する震源モデルを作成することにする。

図 3.4 に濃尾平野周辺の震源分布図を示す。この震源分布を注意深く見ると過去の大地震の余震が今でも続いていることがわかる。1945 年に発生した三河地震の余震が愛知県東部に見られるだけでなく、100 年以上も前に発生した濃尾地震の余震も見られる。したがって震源分布を見ることによって当時動いたと思われる断層の位置を今のデータに基づいて推定できる。濃尾地震に関しては根尾谷断層・梅原断層に沿って余震が発生しているだけでなく、岐阜一宮線に平行した地震活動が見られる。この地震活動の中心が岐阜一宮線から若干東にずれてはいるものの、岐阜一宮線に沿った断層が逆断層と考えればずれていてもかまわない。また濃尾平野の下の地震発生層は比較的深いため逆断層の断層面に沿って地震が発生した場合には、地表に投影した震央分布は地表の断層線からは有意にずれる。

この点を留意して、村松（1963）による上下変動（図 3.5）を説明するような断層モデルを試行錯誤によって求めた。用いたソフトはMiCapGである。与えた断層は図 3.6 に示したものであるが、矩形の断層面で上端の深さが 5 km、深さ方向の幅が 15km、傾きは水平面から 70 度、滑り量 2.2mの逆断層である。この断層による地表の上下変動は村松（1963）によるものに非常に似通ったものとなっている。隆起のピークの方が沈降のピークよりも絶対値が大きいのは、断層面が傾いているためである。また隆起と沈降のピークの距離は断層面の深さに依存し、断層面が深いほどピークの距離が離れる。またこのモデルで与えた断層面の下部は震央分布図で見られている濃尾地震の余震分布と一致し、この点でも濃尾地震の断層面を表していると考えて良い。三雲・安藤（1975）では岐阜一宮線に対応する断層面を垂直としていたがその場合には震央分布図と合わないだけでなく、隆起と沈降の非対称性も説明しない。

文献

Kudo T. and Yamaoka K.(2003): Pull-down basin in the central part of Japan due to subduction-induced mantle flow. Tectonophysics in press

松田時彦（1974）1891 年濃尾地震の地震断層．地震研究所研究速報．13,85-126.

三雲健・安藤雅孝（1975）：濃尾地震の解析的再現. 科学、45、51-58.

村松郁栄(1963)：濃尾地震激震域の震度分布及び地殻変動 岐阜大学学芸学部研究報告(自然科学), 3 , 202-224.

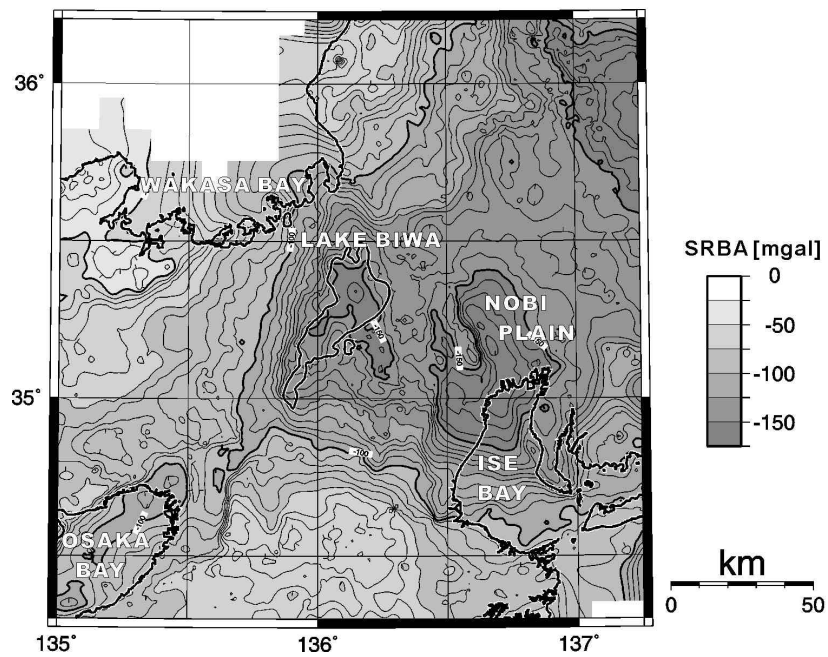


図 3.1 沈み込むフィリピン海プレートの影響を差し引いた
ブーゲ重力異常

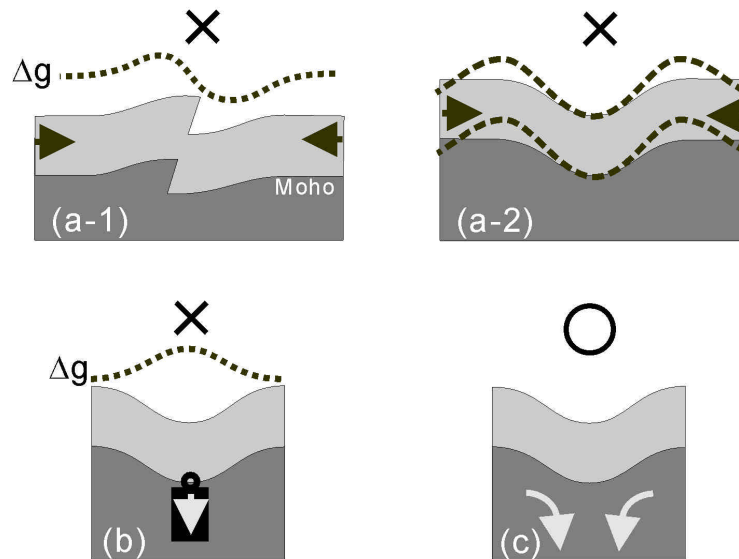


図 3.2 盆地構造を作るメカニズム。(a-1) 水平圧縮応力による
逆断層。(a-2) 水平圧縮によるまげ。(b) 重い物質による下向き
の力。(c) 下向きの流れ。

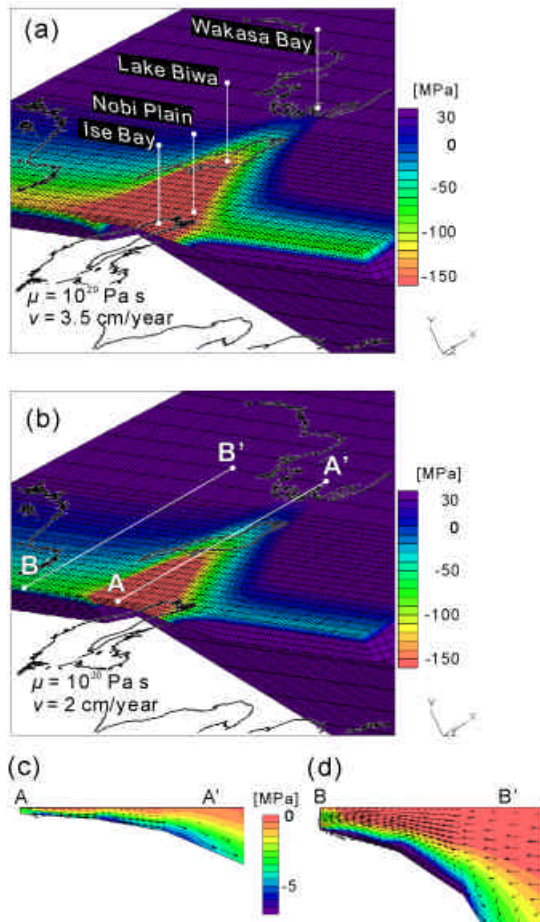


図 3.3 沈み込むフィリピン海プレートによってもたらされる地殻下面の圧力分布。(a) 沈み込みの引きずりが 4cm/年の場合。(b) 沈み込みの引きずりが 2cm/年の場合。(c) (d) 鉛直断面における流れ場と圧力分布。濃尾平野や琵琶湖付近で下向きの引っ張り力が働く。

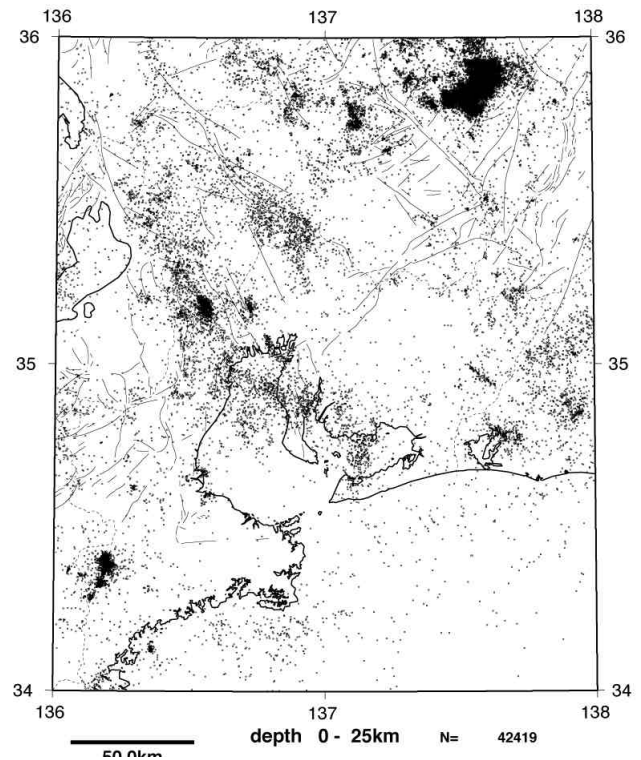


図 3.4 濃尾平野周辺で発生している微小地震の震央分布

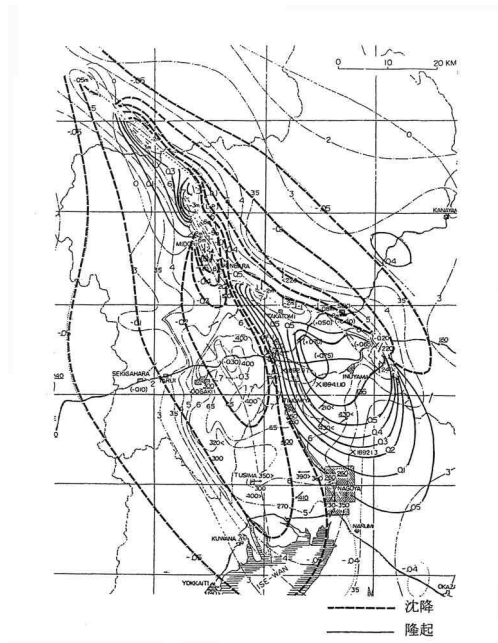


図 3.5 濃尾地震による上下地殻変動（村松、1963）

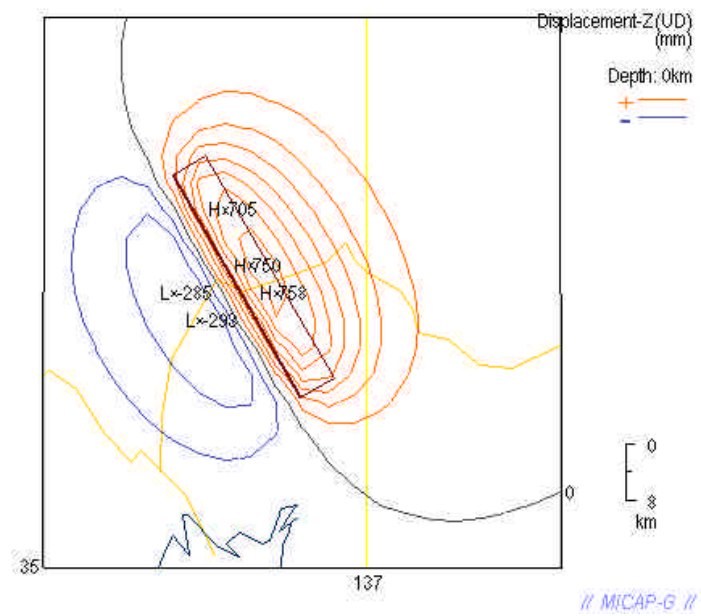


図 3.6 与えた断層モデルによる上下変動分布