

用語の説明

重力異常

物には重さがありますが、これは重力によるものです。重力の強さは、はかる場所によってほんのわずかですが異なります。それぞれの場所での重力のばらつきを、重力異常といいます。重力異常を解析することによって、地下構造の違いを推定することができます。

基盤

地下の硬い地盤のことを基盤といいます。どれくらい硬ければ良いかは、目的によって変わります。この調査は地震動予測を目的としていますので、S波速度が約3km/秒以上ある岩盤を基盤としています。この基盤を、地震基盤と呼んでいます。

今後の課題

今回の調査で、三河地域の3次元地下構造モデルを作成することができました。しかし、モデルを作成するためのデータは、残念ながらまだ不足しています。詳細で正確な地震動を予測するために、今後新たな地下構造データが蓄積されるのにあわせて、3次元地下構造モデルの改訂・検証を加えてまいります。

本調査の実施にあたりましては、地域住民のみなさまをはじめ、多くの関係機関各位にご協力いただきました。また、志知龍一名古屋大学名誉教授ならびに北海道大学の山本明彦博士より重力データを提供いただきました。ここに深く感謝いたします。

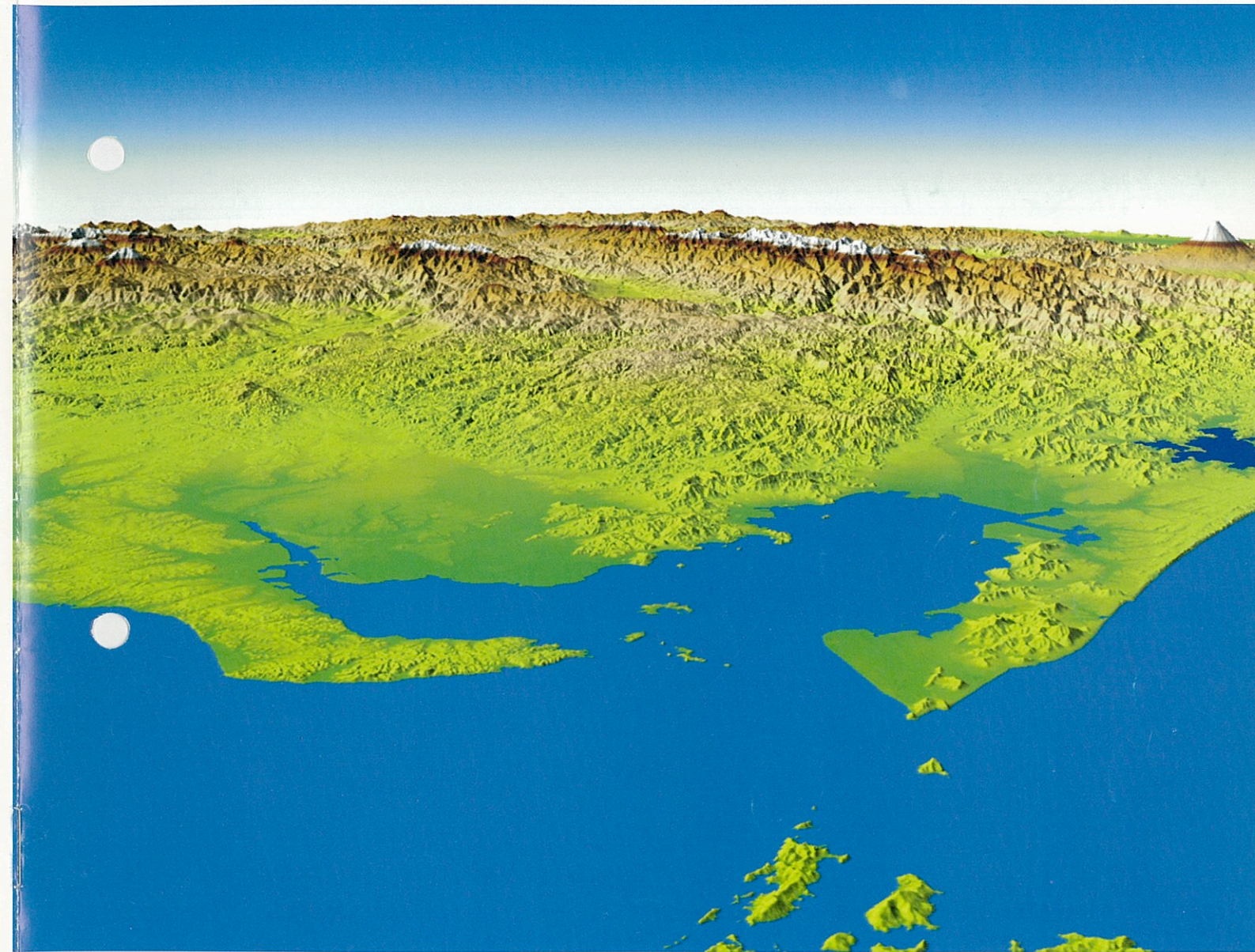
三河地域堆積平野地下構造調査委員会の構成

委員長	入 倉 孝次郎	京都大学防災研究所長
委員	青 木 治 三	名古屋大学名誉教授（東濃地震科学研究所長）
委員	海 津 正 倫	名古屋大学大学院環境学研究科教授
委員	岡 田 篤 正	京都大学大学院理学研究科教授
委員	河 邑 真	豊橋技術科学大学工学部教授
委員	工 藤 一 嘉	東京大学地震研究所助教授
委員	澤 田 義 博	名古屋大学工学部教授
委員	鈴 木 康 弘	愛知県立大学情報科学部助教授
委員	平 原 和 朗	名古屋大学大学院環境学研究科教授
委員	福 和 伸 夫	名古屋大学大学院環境学研究科教授
委員	牧野内 猛	名城大学理工学部教授
委員	正 木 和 明	愛知工業大学教授
委員	横 倉 隆 伸	独立行政法人 産業技術総合研究所 地球科学情報研究部門 地殻構造研究グループ長

発行	愛知県
調査	三河地域堆積平野地下構造調査委員会
事務局	愛知県県民生活部消防防災課 名古屋市中区三の丸三丁目1番2号（〒460-8501） 電話 052-961-2111（代表）
調査実施機関	日本物理探鉱株式会社

平成 13 年度

三河地域堆積平野地下構造調査



平成 14 年 3 月



愛知県と地震被害

平成7年の兵庫県南部地震では、阪神・淡路地域で6000人を超える死者がでるなどの大被害が発生しました。愛知県では、昭和19年の東南海地震で死者・行方不明者438人、住家全壊約6400戸、翌昭和20年の三河地震では幡豆郡（現在の西尾市を含む）を中心に死者2300人余、住家全壊約7200戸といった大きな地震被害を経験しています。また、近い将来発生が心配されている東海地震でも、県内の広い範囲でかなりの強いゆれとなり、大被害につながる可能性があります。

（東南海地震、三河地震の被害数は愛知県防災会議地震部会資料によるものです。）

地下構造と地震動

下の図は、平成12年10月6日に起きた鳥取県西部地震の時の、地面のゆれを記録したものです。上から額田（右の地図のH08）、豊田（同009）、安城（同H04）と豊橋（同015）地点の記録です。

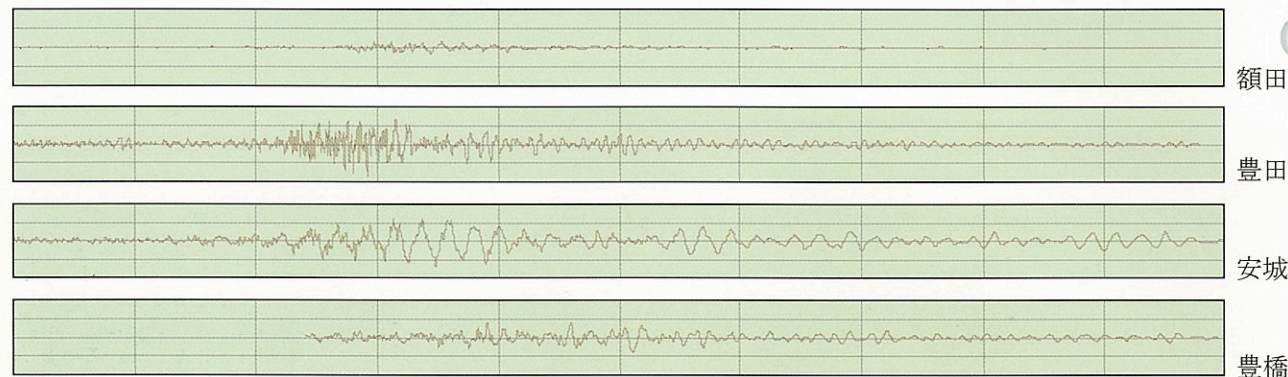


図-1 地震波形 縦軸は加速度で1目盛が4cm/s²。横軸は時間で1目盛が10秒であり、時刻を合わせてあります。

場所により、ゆれかた（地震動）にずいぶん違いのあったことが分かります。

このような地震動の違いは、その場所の地盤を構成する地層が硬いか軟らかいか*、非常に硬い岩盤（基盤岩）までの深さがどの程度か、また、基盤岩の形状に凹凸や急激な段差があるかないかといった地下構造の違いによるものです。したがって、地下構造がわかれば、将来起こる地震の断層の動き（震源モデル）を想定することにより、ある場所の地震動を予測することが可能となります。

*:後述する地震波速度はその地層の硬さに関係しており、硬い地層では速く、軟らかい地層では遅くなります。

調査の概要

地震動予測が可能になれば、地震の被害想定、建築物の耐震設計・耐震性調査など地震防災計画に活用することができます。そこで愛知県では、文部科学省の「地震関係基礎調査交付金」を受けて、三河地域堆積平野の地下構造を3次元的に把握し、詳細な地震動の予測を可能にするための基礎資料を得ることを目的として、「三河地域堆積平野地下構造調査」を行いました。調査の実施にあたっては、最終ページに示します「三河地域堆積平野地下構造調査委員会」を設置し、その指導・助言を受けながら進めました。

調査の内容は、以下のとおりです。調査位置図を右のページに示します。

- ・三河地域の地下構造に関する既存資料の収集・整理・分析
- ・微動アレー探査12地点（岡崎平野：8地点、豊橋平野：4地点）
- ・微動アレー探査結果と既存資料に基づく3次元地下構造モデルの作成

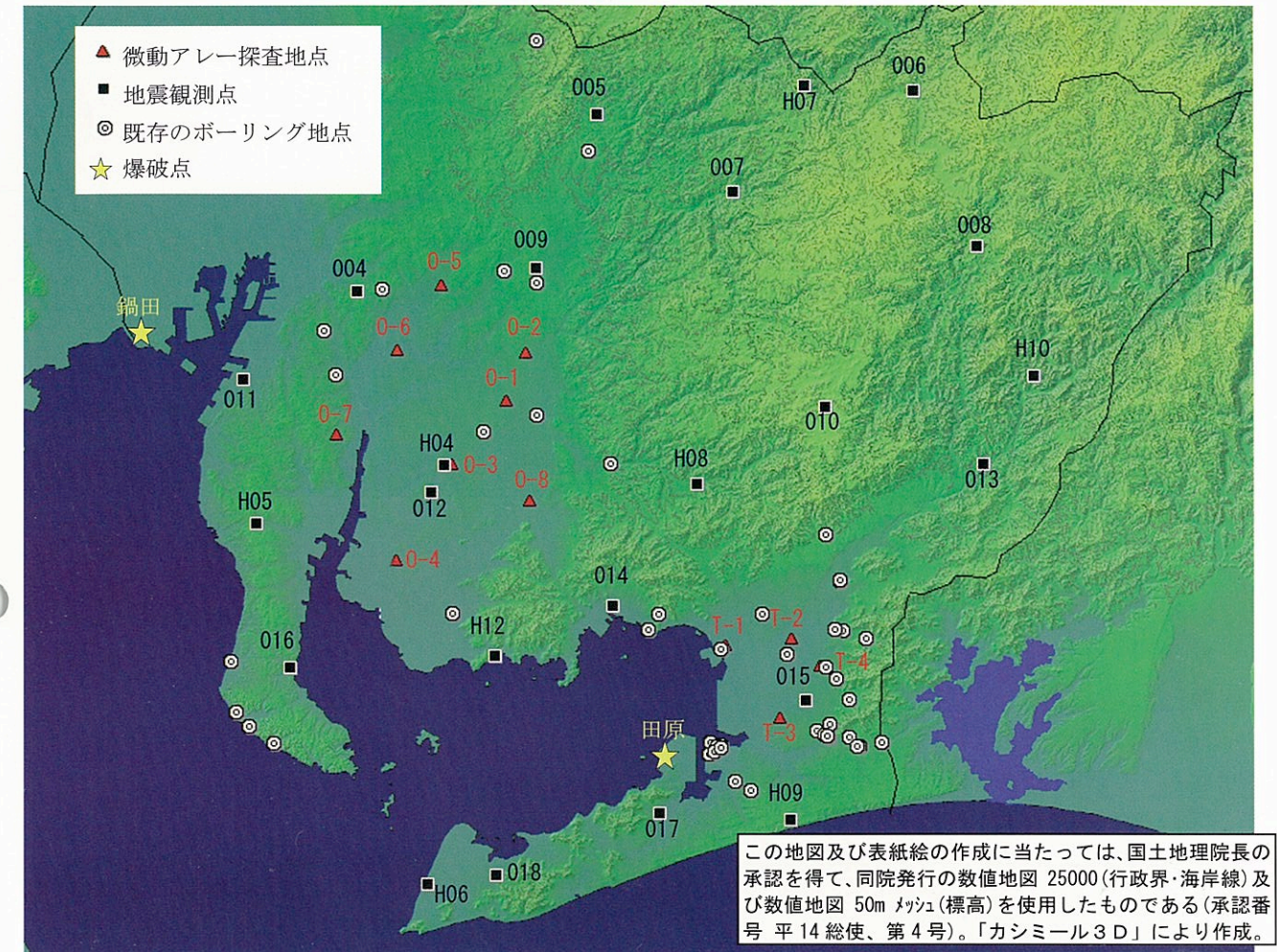


図-2 調査位置図

▲は本調査で実施した微動アレー探査地点。■は強震動観測記録を収集した防災科学技術研究所の地震観測点。この他に気象庁の観測点および市町村の観測点（一部を除き各市町村に1地点）等58観測点の記録を収集しました。◎は資料を収集したボーリング地点のうち、岩盤まで到達している地点。★は鍋田-田原爆破実験の爆破点。

調査結果の概要

調査を行った結果、三河地域堆積平野の地下構造について以下のようなことが推定されました。

- ・地震波速度や地質の分布から、三河地域の地下構造は基盤層を含めて大まかに6つの層に分けられる。
- ・各層の地震波速度（S波速度）は、第1層が0.1~0.4km/秒、第2層が0.4~0.8km/秒、第3層が0.8~1.3km/秒、第4層が1.4~2.0km/秒、第5層が2.1~2.5km/秒であり、基盤層（第6層）は岡崎平野で3.0~3.3km/秒、豊橋平野で3.2~3.6km/秒である。
- ・岡崎平野の基盤の深さは、概して東から西に向けて深くなり、最も深いところで0.8km程度である。
- ・豊橋平野の基盤の深さは全般に浅く、最大でも0.5km程度である。

既存資料の収集

三河地域の地下構造に関する既存資料として、地形・地質に関する資料、水理用深井戸や温泉掘削井等のボーリング資料、重力データ、鍋田-田原爆破実験等の爆破地震資料、および最近発生した顕著な7地震の強震動観測記録を収集しました。

微動アレー探査

三河地域の12地点で、微動アレー探査を実施しました。

微動アレー探査とは

多くの地点で同時に微動を測定することによって、地盤のS波速度構造を判断する調査方法です。

地盤のS波速度構造は、地震があったときの地震動予測等に、非常に重要なデータとなります。



写真1 地震計とデータ収録装置

このセットを同時に何ヶ所にも設置して、微動の測定を行います。

微動

とても小さなゆれなので人には感じませんが、地盤は常に振動しています。

その原因は海の大きな波だったり、風が吹いて木がゆれたり、あるいは道路を車が通ったりとさまざまです。このとても小さな、でも休むことなくゆれ続けている振動のことを、微動と呼んでいます。

S波速度構造

地盤を伝わる波（地震波）は、いくつかの種類に分類することができます。S波は代表的な波の1つです。

他の波もそうですが、S波の伝わる速さは地盤の深さによって変わります。ふつうは、深い所ほど地盤が硬くなるので、速く伝わります。

地盤の深さによってS波の伝わる速さ（S波速度）がどう変化するかを表したのが、S波速度構造です。

写真2 地震計の設置状況

微動の測定は、ノイズの少ない夜間に行いました。とても小さな振動を測定するため、地震計を設置した後は、測定者も離れた所でじっとしています。

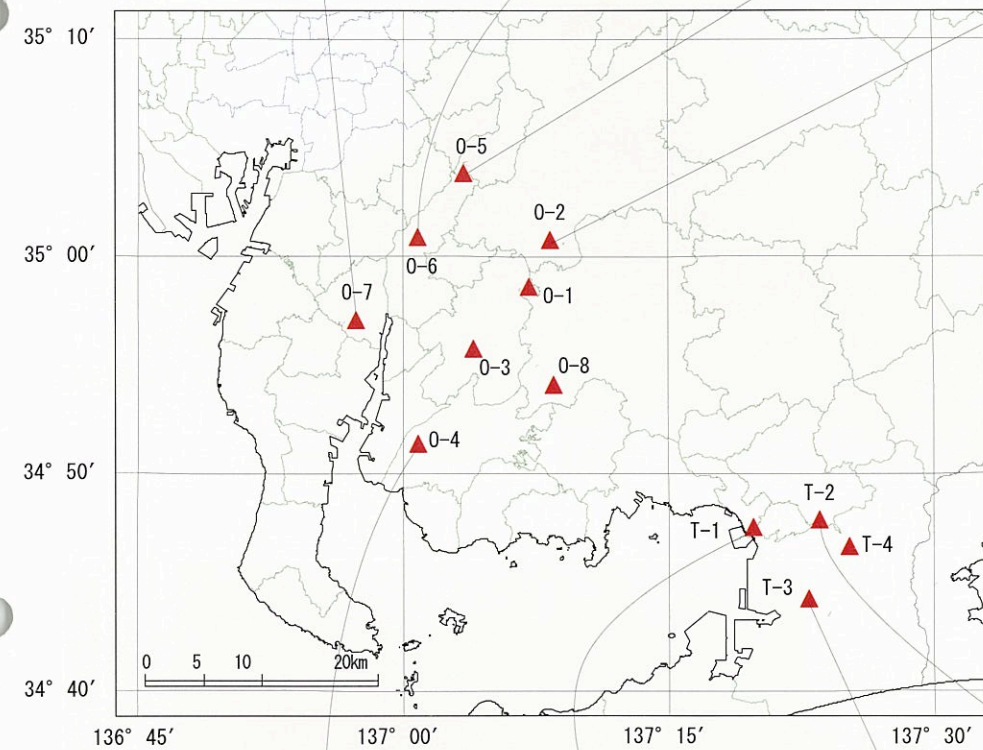
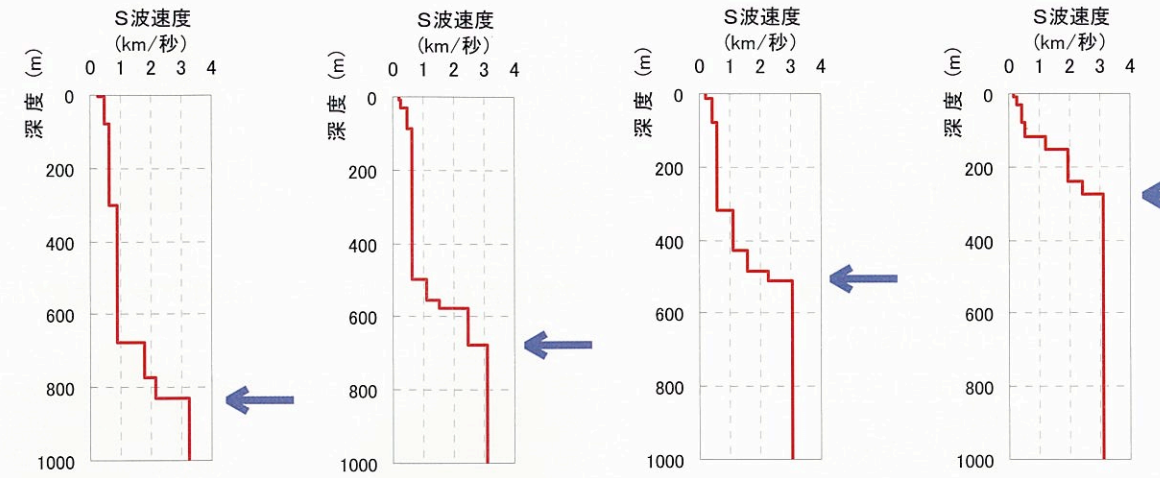
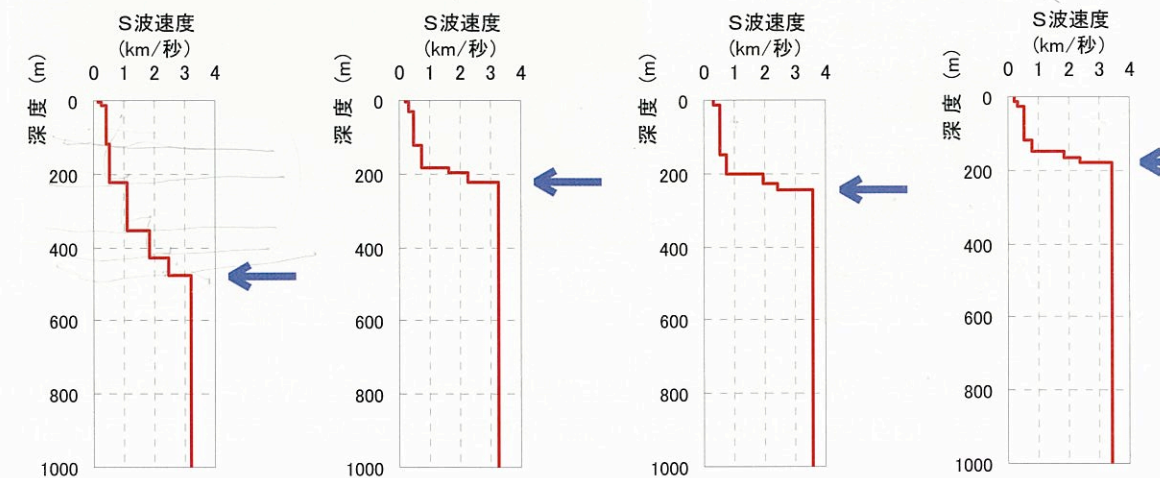


図-3 微動アレー探査結果

調査結果

左図の▲印が微動アレー探査の実施地点です。12地点のうち8地点の結果（S波速度構造）を示します。赤い線で表したS波速度が3km/秒以上になる部分（←より下）が基盤です。調査地点によって基盤の深度が異なることがわかります。

この地図の作成に当たっては国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図 25000（行政界・海岸線）を使用したものである。（承認番号 平14総使、第4号）



3次元地下構造モデル

地震の際に生じる強い震動（これを強震動といいます）の分布を正確に予測するには、3次元的な地下構造を精度よく知る必要があります。

3次元地下構造モデルを作成するために、重力異常データ（図-4）の解析を行い、三河地域およびその周辺地域の基盤の3次元的形状を求めました（図-5）。

また、基盤より上の堆積層の境界面形状を、既存資料および今回実施した微動アレー探査の結果をデータとして求めました（図-6）。

なお、現状では地下構造に関する資料はまだ十分とは言えず、今後資料の蓄積により地下構造モデルは変更されることがあります。

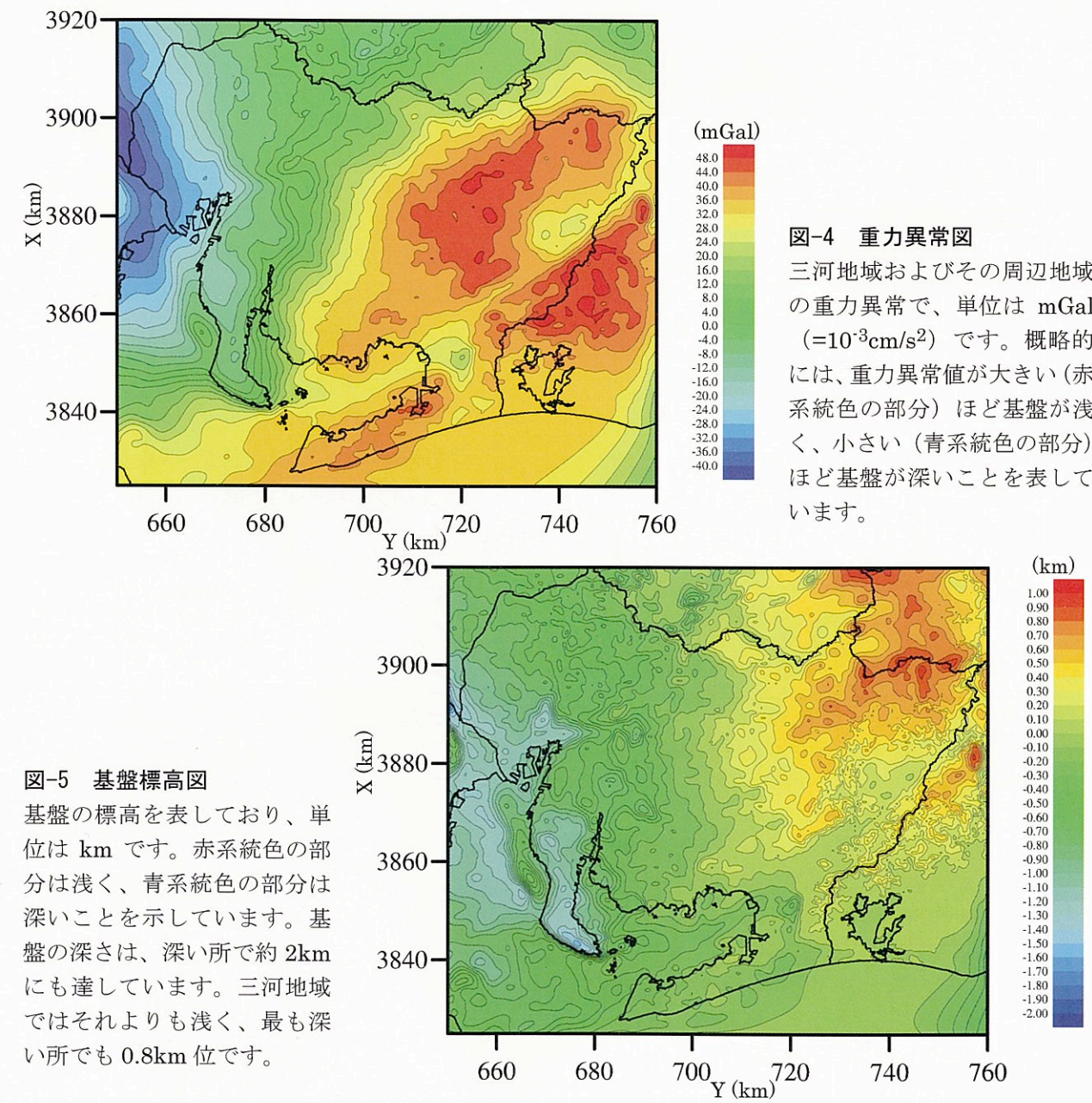


図-4 重力異常図
三河地域およびその周辺地域の重力異常で、単位は mGal (=10⁻³cm/s²) です。概略的には、重力異常値が大きい(赤系統色の部分)ほど基盤が浅く、小さい(青系統色の部分)ほど基盤が深いことを表しています。

図-5 基盤標高図
基盤の標高を表しており、単位は km です。赤系統色の部分は浅く、青系統色の部分は深いことを示しています。基盤の深さは、深い所で約 2km にも達しています。三河地域ではそれよりも浅く、最も深い所でも 0.8km 位です。

図-4～図-6 の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図 25000（行政界・海岸線）及び数値地図 50m メッシュ（標高）を使用したものである。（承認番号 平 14 総使、第 4 号）

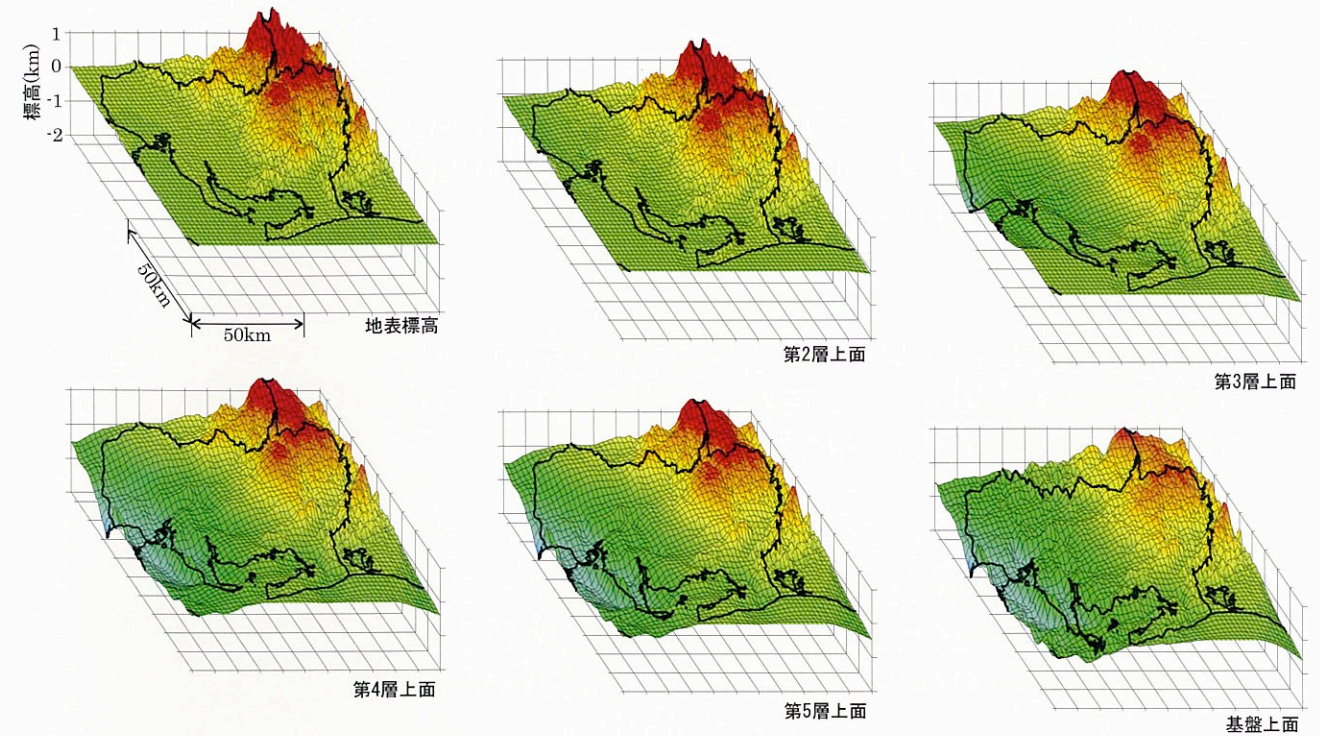


図-6 各層上面の標高

地震波が伝わる速度や地質の分布から、地下構造は大まかに 6 つの層に分けられます。下の層ほど古い地質の地層で硬く、地震波が伝わる速度が速くなっています。

上の図では、水平方向の距離に対して、標高方向をかなり強調して描いています。色分けは標高によって行っており、標高値と色の対応は図-5 と同じです。

図-6 の結果をもとに、微動アレー探査地点 O-1～O-4 を通る断面図を図-7 に示します。断面図の上のグラフは、地震が起きたときに、基盤のゆれが地表まで伝わるとどのくらい大きくなるか（これを増幅率といいます）を示しています。地下構造の違いによって、ゆれの大きさや大きくなる波の周期が異なっています。

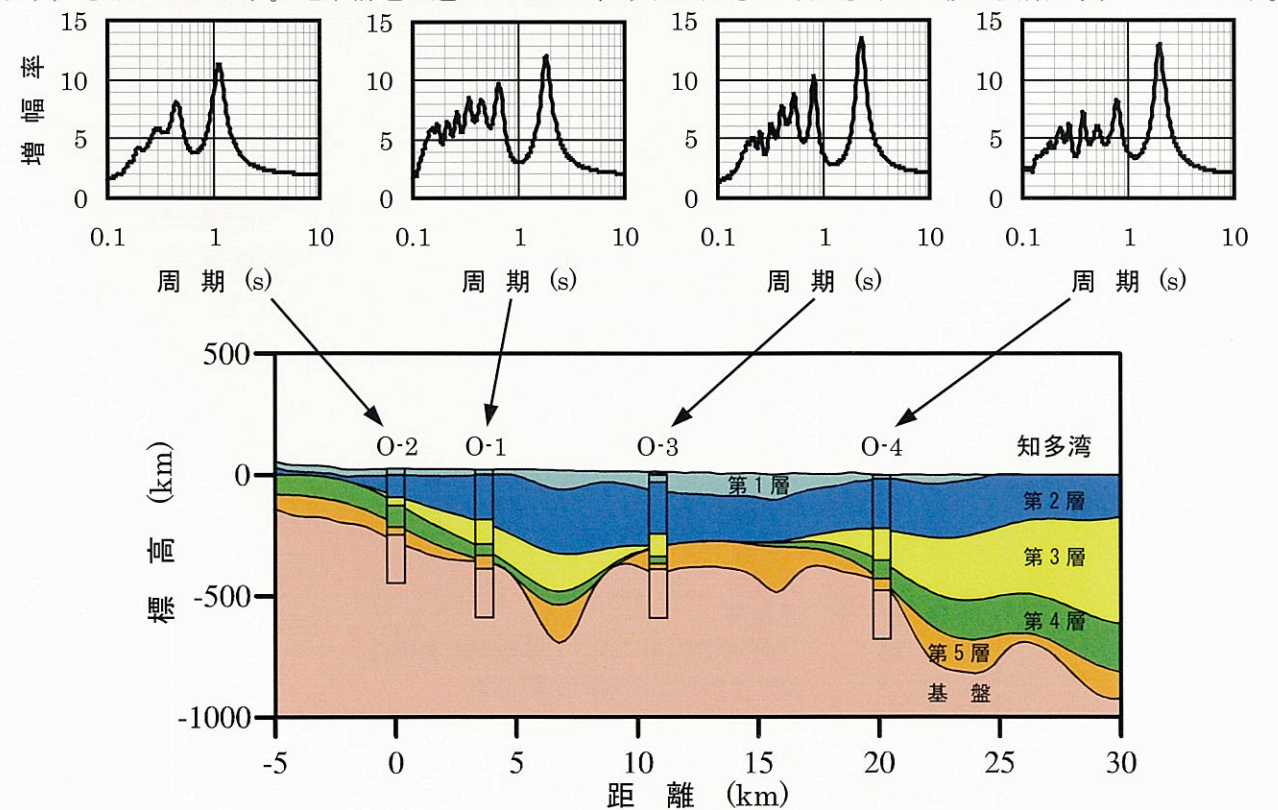


図-7 層構造断面と地盤の増幅率