

2. 地盤モデルの作成

2.1 概要

地震動計算のためには、地震波の伝播・増幅過程の関連する地盤構造モデル（速度構造モデル）が必要である。本調査では、地盤構造モデルとして、以下のものを作成した。

- 震源～地震基盤（ $V_s > 3.0\text{km/sec}$ ）上面まで：Zhao and Hasegawa (1993)¹に基づいて設定
- 地震基盤上面～工学的基盤（ $V_s > 0.6\text{km/sec}$ ）上面まで：深部地盤モデルとして新たに作成
- 工学的基盤上面～地表面：浅部地盤モデルとして新たに作成

本章では、これらの深部地盤モデルおよび浅部地盤モデルの作成方法を説明する。

2.2 検討の流れ

図 2.2-1(1)～(2)に深部地盤モデルおよび浅部地盤モデルについての検討の流れを示した。

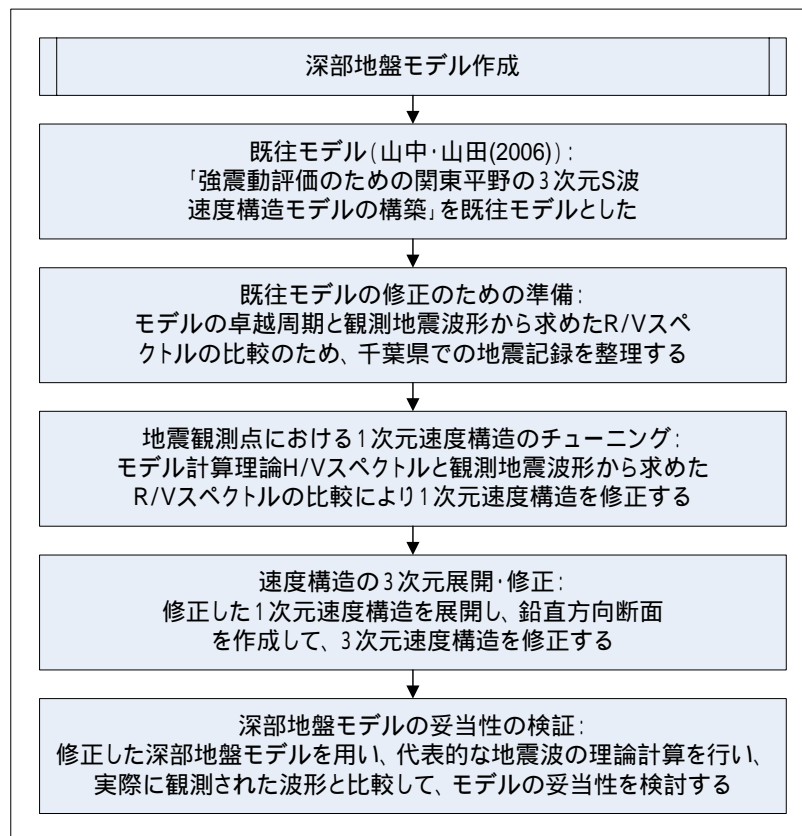


図 2.2-1(1) 深部地盤モデル検討の流れ

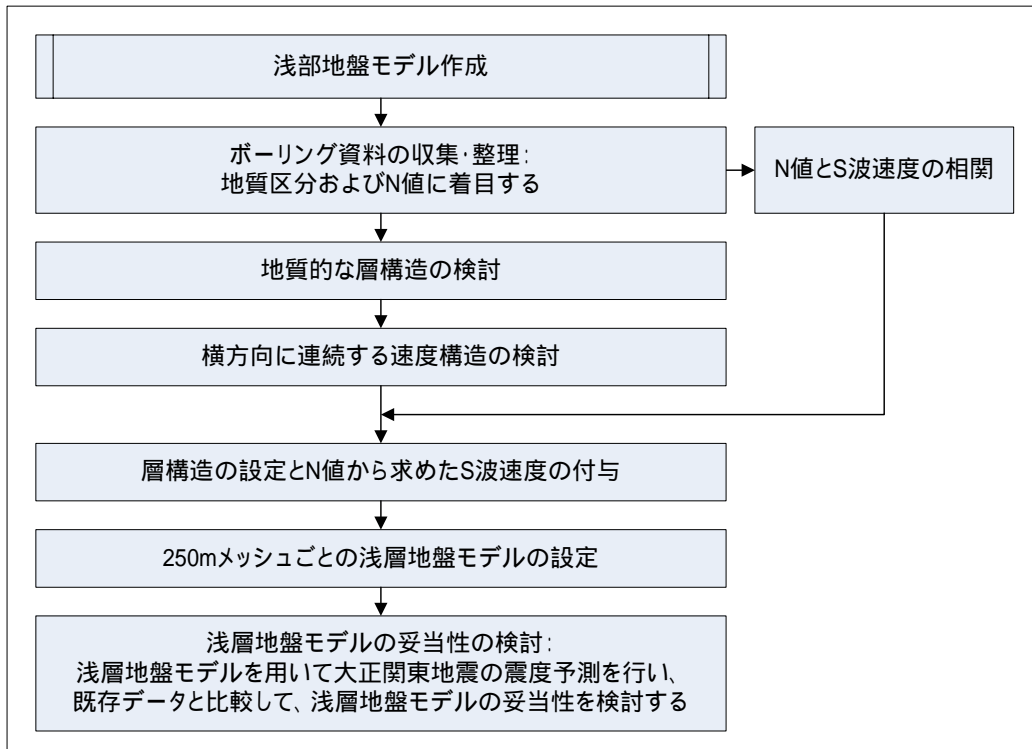


図 2.2-1(2) 浅部地盤モデル検討の流れ

2.3 地形・地質検討結果

図 2.3-1 に千葉県地質分布の概要を示す。千葉県の地形は、おおむね富津岬～東金～銚子を結ぶ線より北が下総台地と呼ばれる平坦な台地となり、南が丘陵ないし山地である。以下、県内の地形・地質状況について、地域ごとに、強震動予測のための地盤構造モデルとの関連をふまえてまとめる。

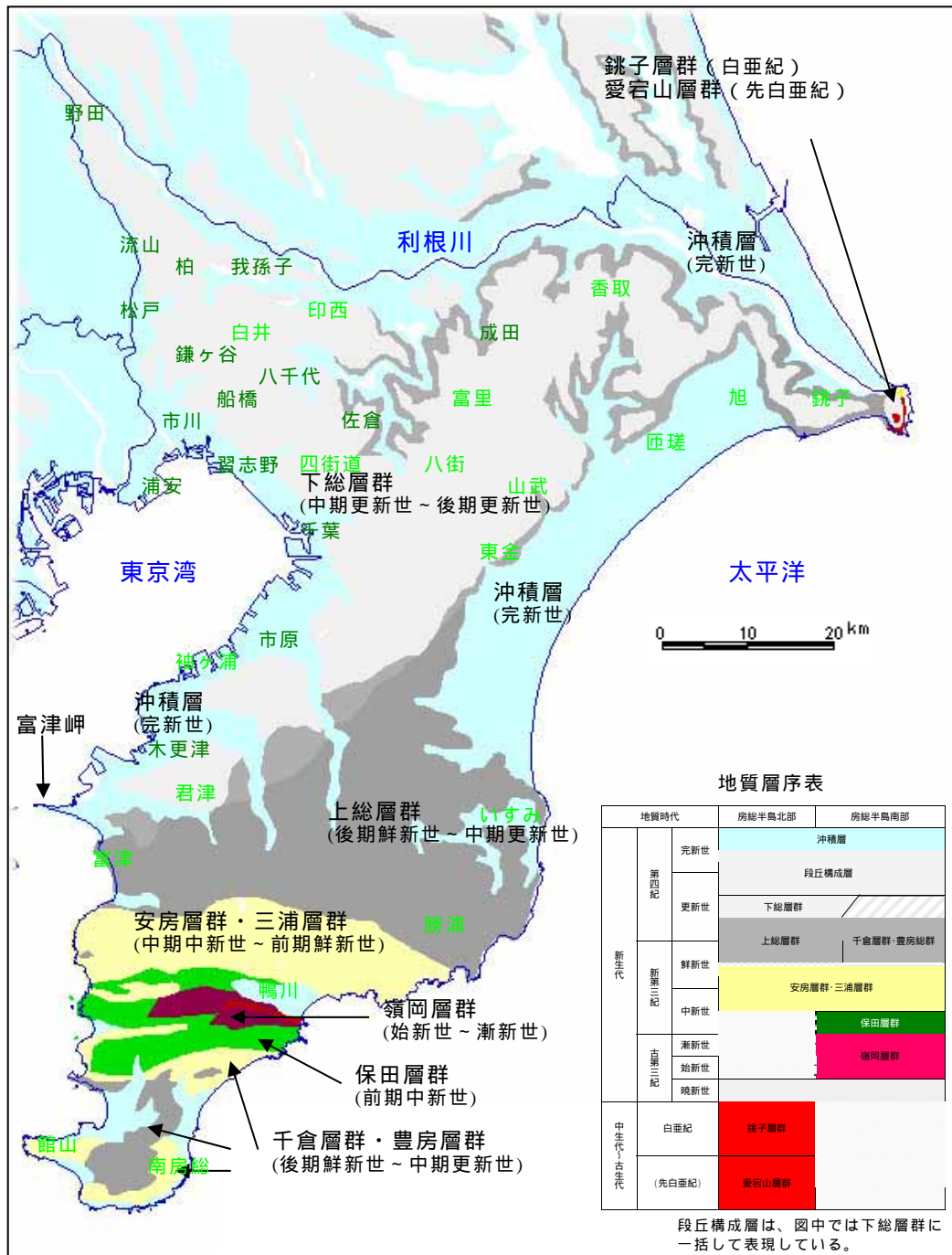


図 2.3-1 千葉県の地質分布の概要

(産業技術総合研究地質調査総合センター：20万分の1シームレス地質図(2007.11版)から読取り編集。地層名・地名を加筆。)

(1)房総半島南部地域

房総半島南部地域の地形の概要を図 2.3-2 に示す。当地域は、丘陵ないし山地とそれらを開析した河川沿いの低地からなり、北から順に次のように区分される。

	地形区分	構成地質
北	上総丘陵	a.上総層群（後期鮮新世 - 中期更新世）
	鋸山 - 清澄山地	b.安房層群・三浦層群（中期中新世 - 前期鮮新世）
	鴨川地溝帯：鴨川平野	c.嶺岡層群・保田層群（古第三紀始新世 - 前期中新世）
	嶺岡山地	d.千倉層群・豊房層群（後期鮮新世 - 中期更新世）
南	安房丘陵	

これらの地層は、比較的新しい地質時代の海洋プレート構成層ないし海洋底、海溝の堆積物(c)、前弧海盆の堆積物(a,b)、海溝 - 陸棚斜面堆積物(d)で、おおむね、土木では「軟岩」とされている未～半固結の堆積岩である。さらに現在に至るまでの激しい隆起運動が加わって、構成地層が新しいにもかかわらず、深い谷地形が発達している。また、岩相により固結度や力学的な強度、浸食侵食・風化作用に対する抵抗力が異なるため、岩相の相違を反映したケスタ等の組織地形が発達している。

「深部地盤モデル」においては、嶺岡層群を地震基盤相当の地層、その他の地層を深部地盤モデルの構成層として扱っている。

この地域には、半島南端部で、相模トラフで繰り返し発生する地震に伴う地盤の隆起を反映した完新世の海成段丘が何段も発達しており、最高位のは標高 20m 以上に位置する。保田低地、加茂川低地の海側にも同様の段丘面がみられる。それより高位の更新世の段丘の分布はあまり広くない。夷隅川沿いには、河成段丘がみられるが、完新世に形成されたものが主である。

沖積低地は、夷隅川・保田川・加茂川の流域、館山湾沿いなどで比較的広くみられる。これらの低地の地下には、最終氷期以後の海進に伴って形成された厚い沖積層がみられる。

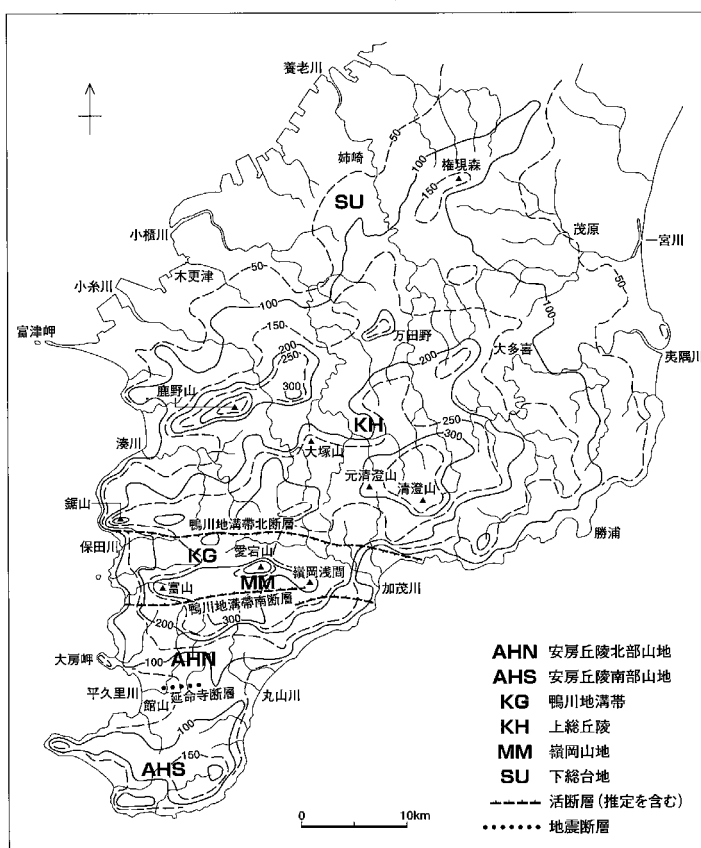


図 2.3-2 房総半島南部の地形概要
[貝塚ほか(2000)「日本の地形 4」]

館山付近では、縄文海進高頂期（約 7000 年前頃）には、平野のかなり奥まで内湾化し、軟質な地層が厚く（最大約 20m）堆積したと推定されている。また、この地域の沖積層には、造礁性サンゴが含まれ、平野の周辺には、化石サンゴ礁がみられる。加茂川低地の河口付近では、沖積層の層厚は、最大 40m に達する。

この地域では、中期～後期更新世の地層（下総層群、段丘堆積層など）の分布がごく限られているため、沖積層が分布する地域では、丘陵や山地を構成する地層を直接覆う場合が多い。

工学の観点からすると、両者の地盤強度には、大きな相違がみられる。すなわち、地盤モデルの構成を考えると、層構造を成す沖積層を対象とする「浅部地盤モデル」の直下は、「工学的基盤」相当の地層とみてよい。また、前述のように、丘陵や山地を構成する地層を「深部地盤モデル」に含めるならば、この地域では、地盤モデルの浅部地盤と深部地盤の境界は、地質的には、沖積層と下位のより古い地層の境界に相当すると考えることができる。

(2)房総半島北部地域：下総台地とその周辺

この地域は、下総台地と周辺の沖積低地（東京湾沿い、九十九里浜、利根川沿い、江戸川沿い）からなる（図 2.3-4）。

下総台地

下総台地は、下総層群と呼ばれる中期 - 後期更新世の地層が形成している。これは、「関東構造盆地」内の海湾（古東京湾）に堆積した地層であり、上下方向では、氷河性の海水準変動を反映した堆積サイクルを示し、これにもとづき地層区分されている（図 2.3-5）。累積層厚は 350m に達し、東京湾側に向かって厚くなる傾向がある。

1 つの堆積サイクルは、海進 - 海退に対応しており、各層の下部は、おおむね海進初期の淡水 - 汽水環境の砂礫・泥質層、上部はおおむね海成の砂質層から成る。

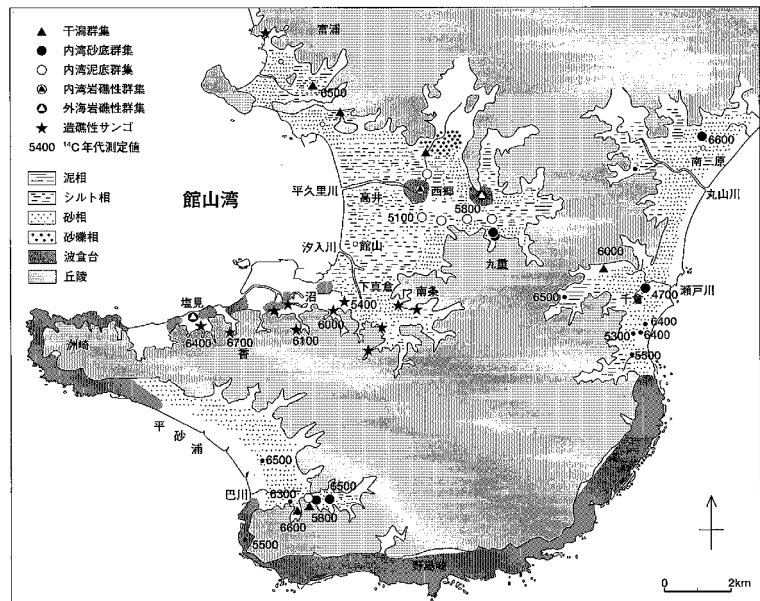


図 2.3-3 房総半島南端部の完新統の層相と分布
[貝塚ほか(2000)「日本の地形 4」]

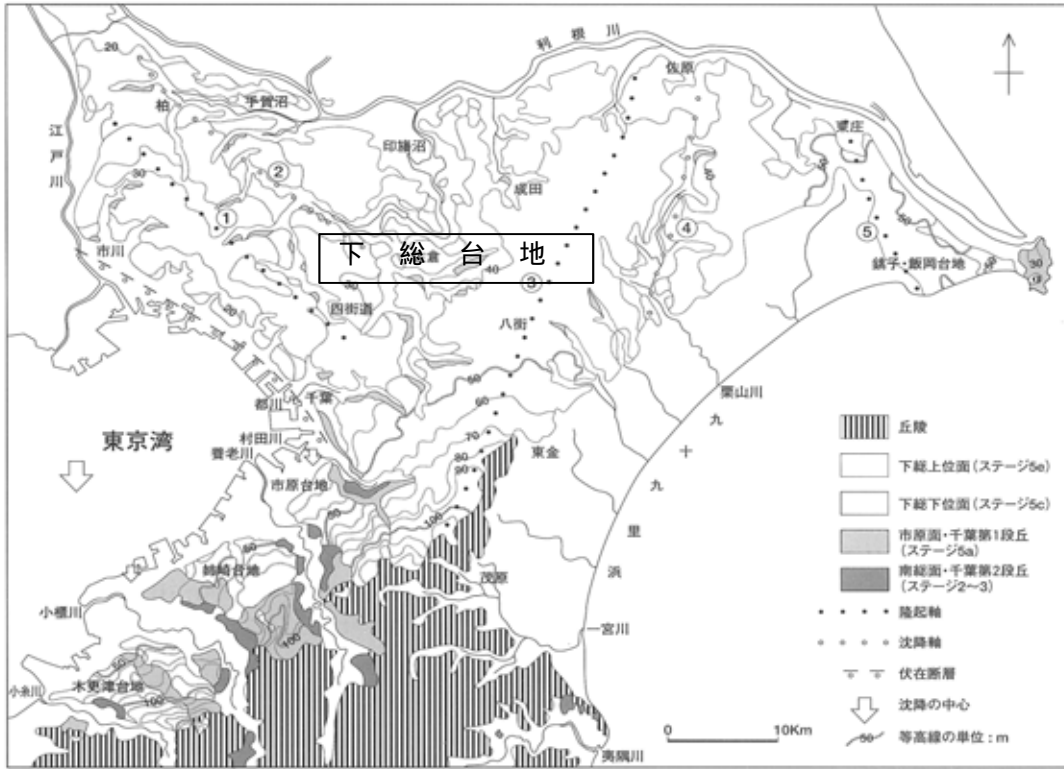


図 2.3-4 下総台地の地形面区分 [貝塚ほか(2000)「日本の地形 4」]

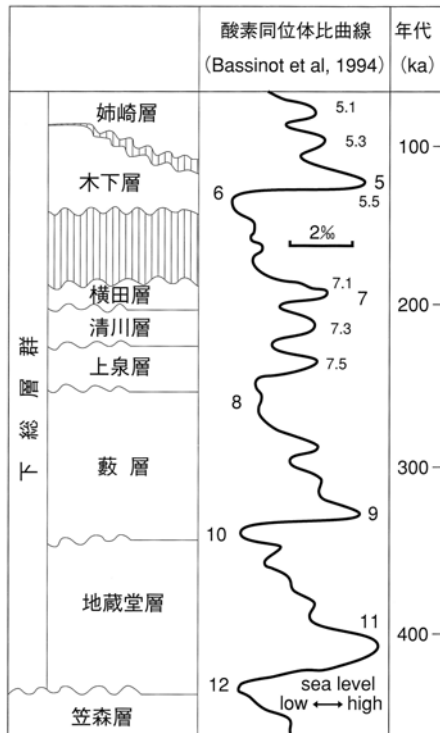


図 2.3-5 下総層群の構成と海水準変動の関係 (中嶋・渡辺, 2005³⁾)

現在の下総台地上面は、おおむね最終間氷期（ステージ 5e）に堆積した木下（きおろし）層の堆積面に相当しており（図 2.3-4 の「下総上位面」）、その周囲により新しい地層が堆積した面がみられる（下総下位面、市原面、南総面など）。第四紀後期の構造運動により、台地（下総上位面）の上面高度は、上総丘陵に接する南縁部や九十九里浜側で高まり、標高は、君津市付近で 180m、木更津付近で 140m、東金付近で 100m 程度に達し、北西方向へ傾斜している（図 2.3-4）。内陸部でも、北西方向に徐々に低くなっており、標高は、千葉・四街道・佐倉付近から北西側で 30 - 40m、柏・流山付近で 20 - 30m、最北の野田付近で 15m 程度である。この傾向に加えて、千葉・四街道・佐倉付近から北西側では、北西 - 南東方向に隆起軸が延びる緩やかな波状の変形がみられる。

台地を開析した河川沿いには、谷底低地が広がり、海岸部の低地に連続している。谷底低地には、沖積層が分布する。

東京湾岸の低地

東京湾沿岸の低地のうち、千葉付近からその西側には、近年まで、幅 3km に達する干潟が広がっていたが、1960 年代以降に埋め立てが進められた。低地の北 - 北東側には、下総台地末端の崖が直線的に延び、低地上には、海岸線に平行に、浜堤・砂州の微高地がみられた。低地の地下には、埋没した波食台が複数分布し、台地を開析した谷から続く埋没谷が、これらを開析して延びており、東京湾中央部で「古東京川」に連続している（図 2.3-6）。波食台は下総層群の地層で構成されている。下総層群の上面の深度は、埋立地の範囲では、標高-10 ~ -20m 以上あり、これを沖積層（+埋土層）が覆う。

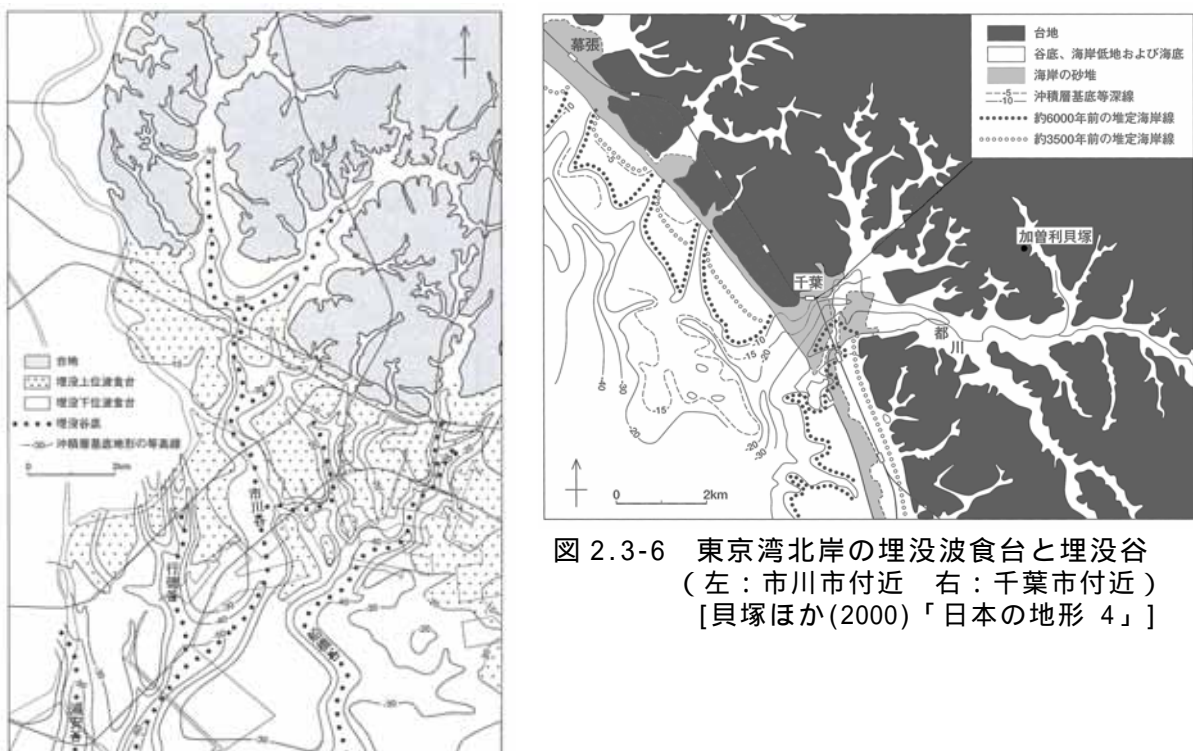


図 2.3-6 東京湾北岸の埋没波食台と埋没谷
 (左：市川市付近 右：千葉市付近)
 [貝塚ほか(2000)「日本の地形 4」]

市原付近と袖ヶ浦・木更津付近には、それぞれ、養老川と小櫃川の河口の三角州が発達している。三角州の地下には、深い埋没谷が形成されており、それらを埋積した沖積層の厚さは、河口部で、最大 40～50m に達する。

九十九里浜低地

九十九里浜は、延長 60km、幅 10km の海岸低地である。海岸線に平行して交互に延びる多くの浜堤列と堤間湿地からなり、背後の台地・丘陵との間には、新旧の砂丘、潟湖、し自然堤防がみられる（図 2.3-7）。

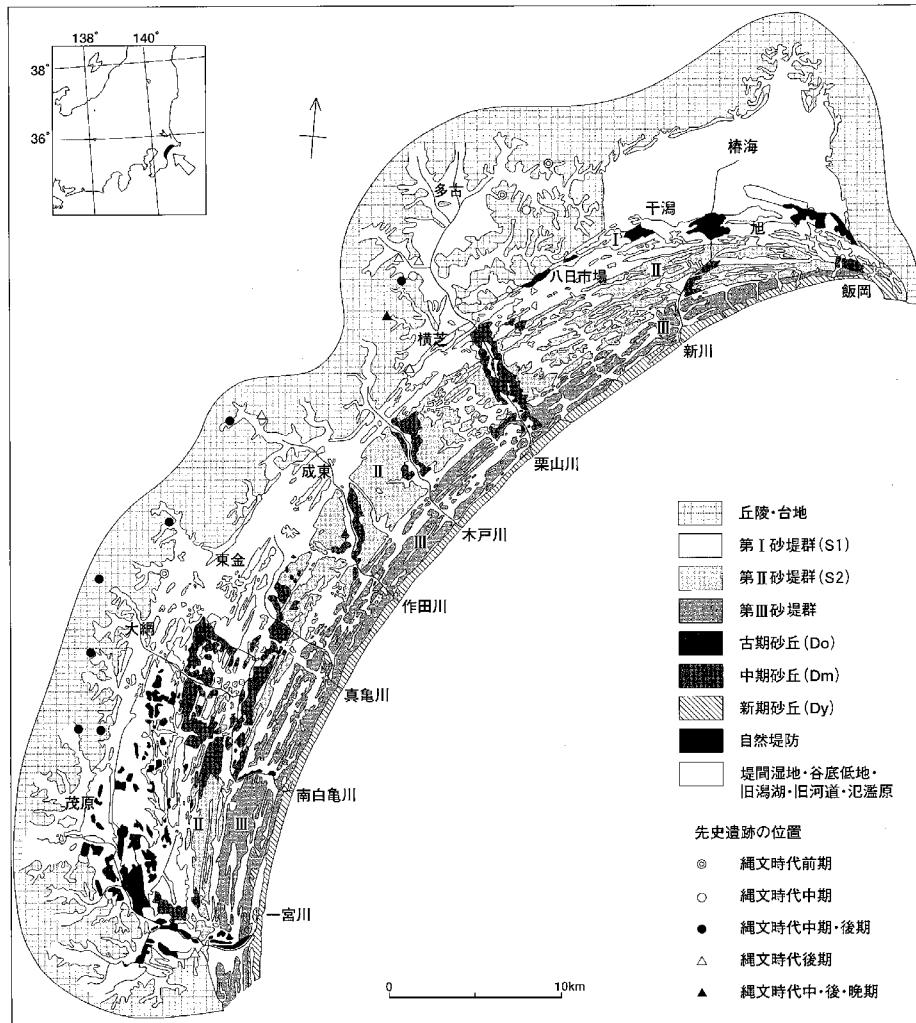


図 2.3-7 九十九里浜低地の地形 [貝塚ほか(2000)「日本の地形 4」]

この低地の地下にも、背後の台地・丘陵部の河川から続く埋没谷がみられる。埋没谷を埋積する沖積層の層厚は、ボーリングのデータが限定されているため、あまり明らかではないが、最大で 30 - 40m 以上と推定される。

利根川流域の低地

下総台地北側の利根川低地の地形を図 2.3-8 に示す。縄文海進の際には、下総台地北側に、「古鬼怒湾」の大きな入江が広がっており、印旛沼や手賀沼は、その海跡湖である。台地北縁の香取市小見川付近から西には、標高-10~-20m の埋没平坦面（下総層群の地層からなる）が発達している。これらの平坦面を開析する埋没谷の基底標高は、印旛沼付近で-50m に達しており、これを埋積する厚い沖積層が分布している。

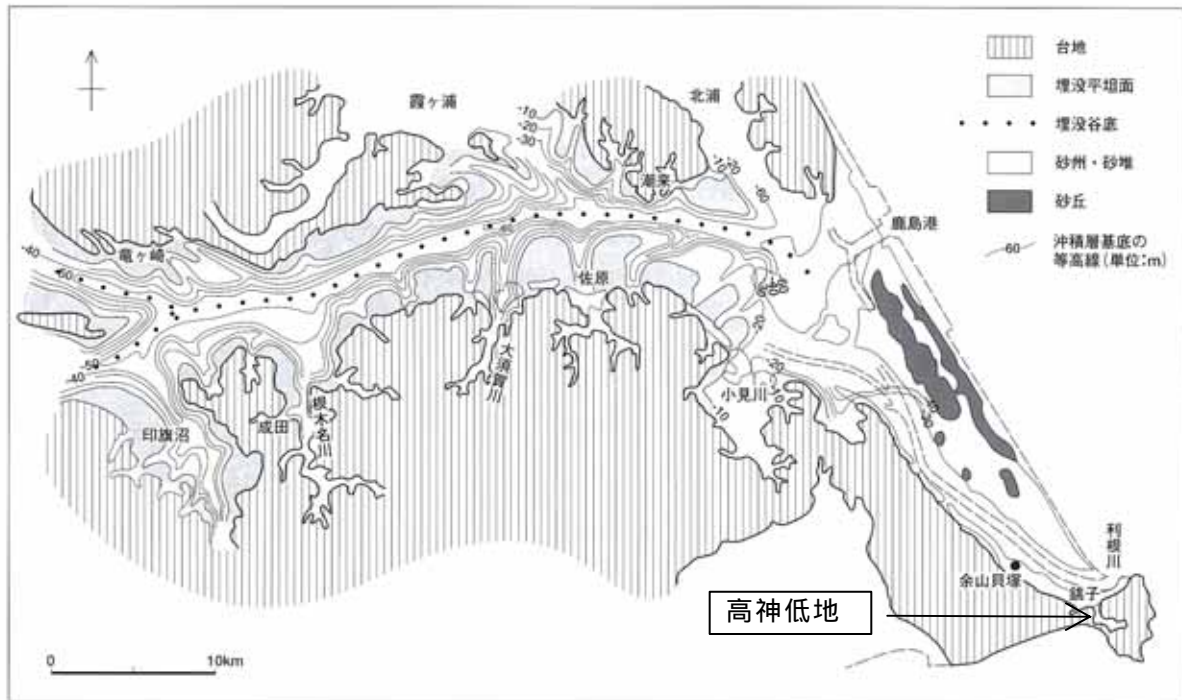


図 2.3-8 利根川低地の地形 [貝塚ほか(2000)「日本の地形 4」]

銚子の高神低地は、元来太平洋側へ開いていた低地であるが、東縁が砂丘で閉塞されて、現在は利根川低地へ連続している。ここには、最大層厚 30m に近い沖積層が分布している。

(3) 地下地質

鈴木(2002)⁴は、江東区などの防災科研の観測井で得られたコア試料の地質状況をもとに千葉県を含む関東平野の地下の地質構成と地質構造をとりまとめている。鈴木によると、関東平野の地下には、下総層群(中期更新世 - 後期更新世)・上総層群(後期鮮新世 - 中期更新世)・三浦層群(中期中新世)相当の地層が厚く分布しているとされている(図 2.3-9)。千葉県内についてみると、房総半島の上総丘陵に分布する上総層群、鋸山 - 清澄山地に分布する安房層群・三浦層群が、それぞれ、北ないし北西へ傾斜して、下総台地の地下へもぐっている。ボーリングで確認された南関東地域の先新第三系の「基盤」は、古い堆積岩類、花崗岩類、変成岩類などである。

観測井のコアの地質区分については、その後、「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」で、高橋ら⁵により見直しがされているが、基本的な地層区分には変更はない。このような地下地質の状況は、地震関係基礎調査交付金により千葉県が実施した地下構造調査でも確認されている(千葉県,1999,2000 など⁶⁻⁸; 図 2.3-10)。

後述する「深部地盤モデル」では、地震基盤より上位の堆積層に相当する弾性波速度層は、3層に区分されているが、これは、おおむね、地質的に確認された三浦・上総・下総の各層群に対応している。

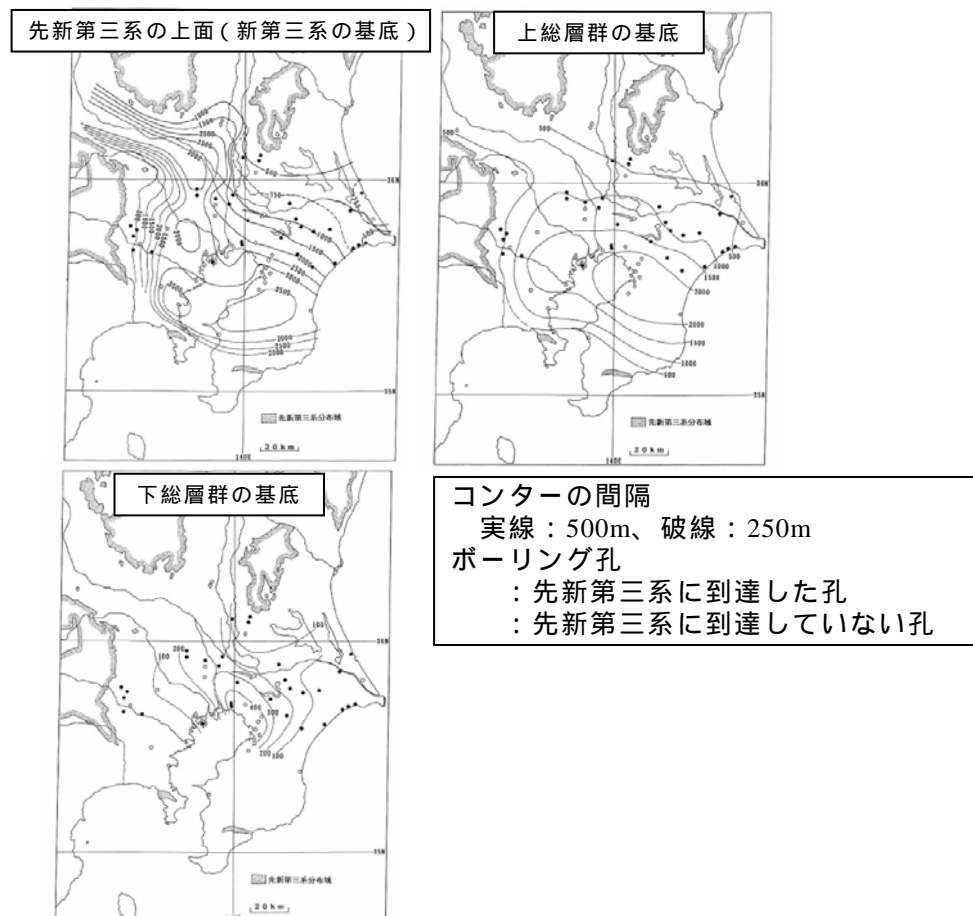


図 2.3-9 県内の地下地質構造：地層境界のコンター図(鈴木,2002より引用・編集)

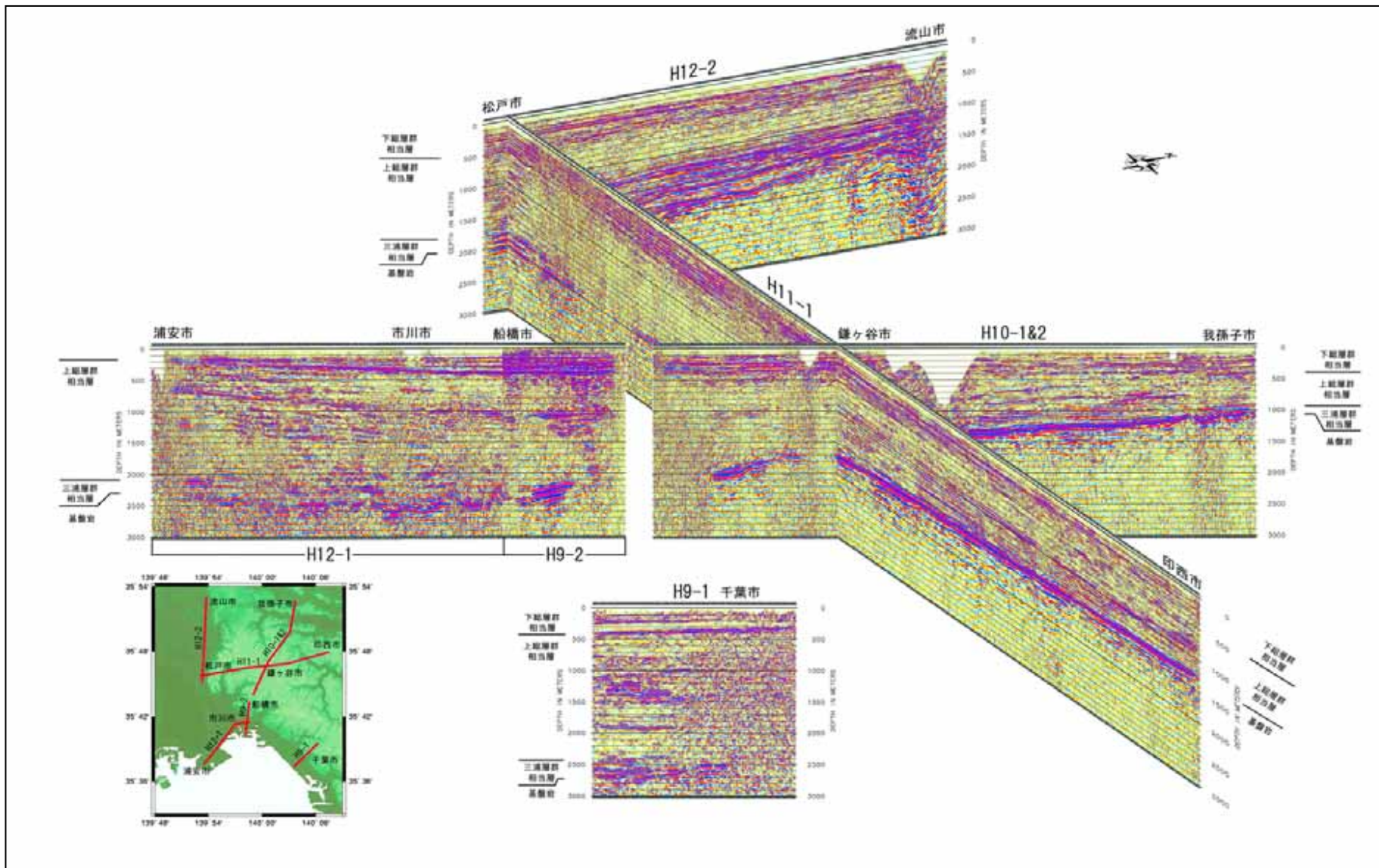


図 2.3-10(1) 深部地下構造調査（反射法弾性波探査）による県北西部の地下地質構造（千葉県, 2000）

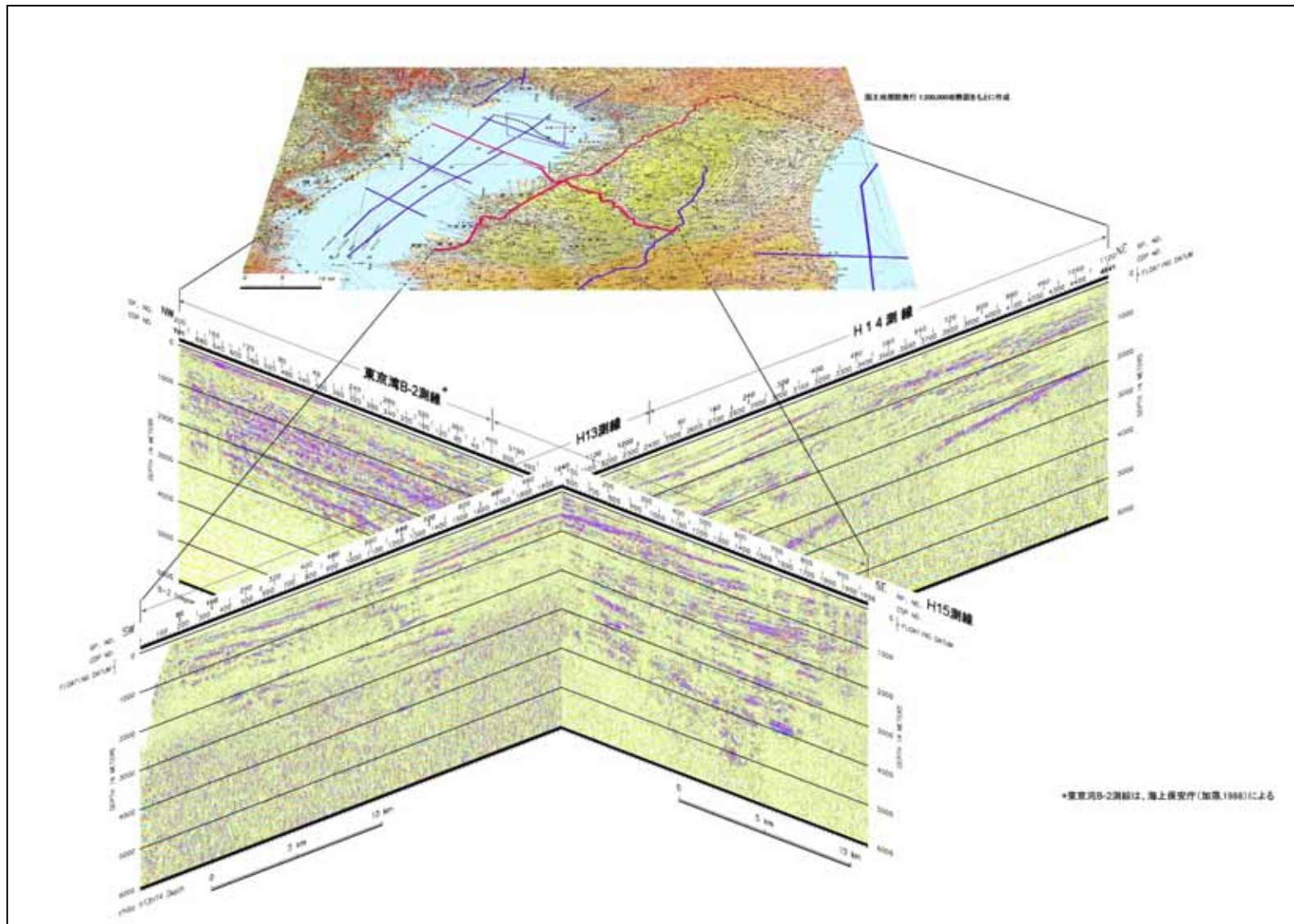


図 2.3-10(2) 深部地下構造調査（反射法男性波探査）による県中央部の地質構造（千葉県，2003）