

2章 地震動の予測

1. 地盤条件と地震動の予測手法

1.1 検討の流れ

■ 検討作業は下記のとおりである。

- ① 予測評価では、250m メッシュを採用。(第3次調査では、500m メッシュ採用)。
- ② 断層破壊過程に基づき、地震基盤と工学的基盤面での揺れを予測(第3次調査結果の活用)。
- ③ 地質資料から浅層地盤構造モデルを作成し、各地層のS波速度 V_s (標準貫入試験からの推定値およびPS検層値) から深度30mまでの平均S波速度 AVS30 を算出し、工学的基盤面から地表迄の増幅度を算定。
- ④ 工学的基盤面での『ゆれ』と表層地盤の増幅度から地表の計測震度を算出。

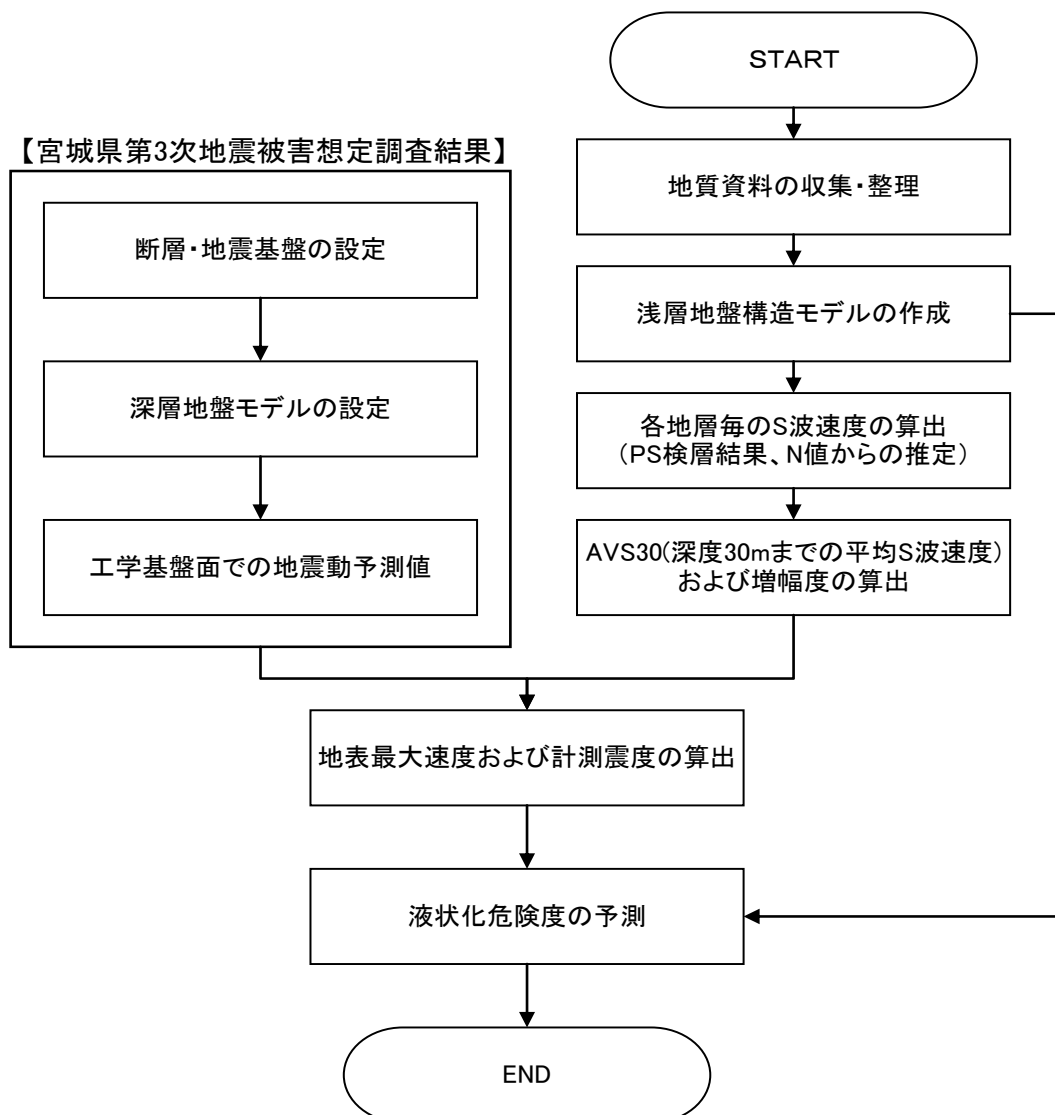


図-2.1 地震動・液状化予測の流れ

1.2 地盤条件

1) 地盤構造モデルと工学的基盤面の地震強さ

- ・ 地表面での地震動強さは、下記の 2 つの過程に分けて 250m メッシュ毎に予測。
過程①地震基盤+工学的基盤（深層地盤構造モデル）
過程②表層地盤(浅層地盤構造モデル)
- ・ 地震基盤から工学的基盤面の地震強さは、統計的グリーン関数法によって評価された第 3 次調査結果を用いた。

① 地盤構造モデル

地盤構造モデルは、宮城県に共通した固い岩盤（S波速度 3,000m/sec 以上）を地震基盤、それよりも浅い地盤で建造物の基礎となる地盤（S波速度 700m/sec 程度）を工学的基盤とした。また、地震基盤から工学的基盤までを深層地盤構造モデル、工学的基盤から地表面までを浅層地盤構造モデルとしてモデル化した（図-1.2 参照）。

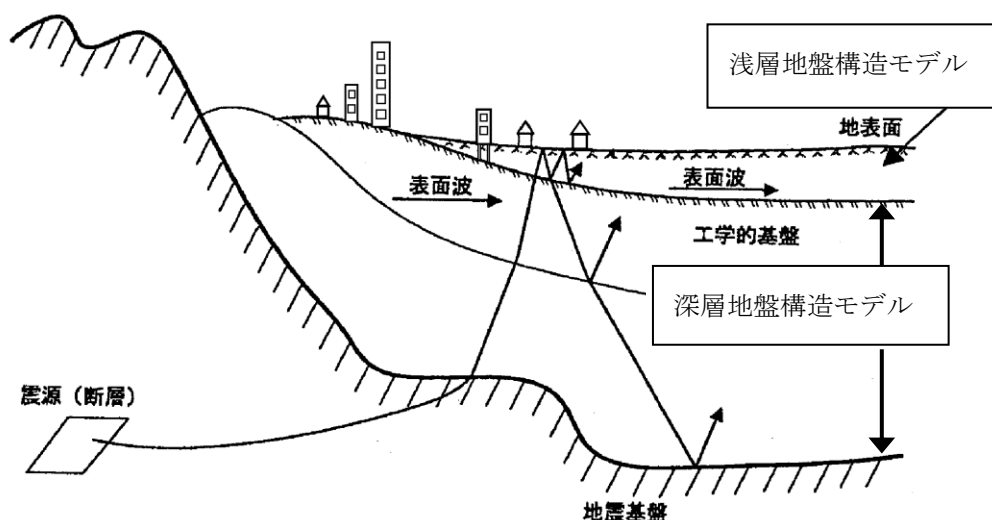


図-2.2 地盤構造モデルの模式図と地震動の伝播

② 地震基盤から工学的基盤面の地震強さ

第 3 次調査時の地震基盤から工学的基盤の強震動（波形）の計算にあたっては、工学的基盤までは地震学的に想定される振幅スペクトルに確率的な位相を与えて作成した小地震波形をグリーン関数とし、設定された震源断層モデルに従い波形合成を行う、いわゆる統計的グリーン関数法(図-2.3 参照)を用いた。

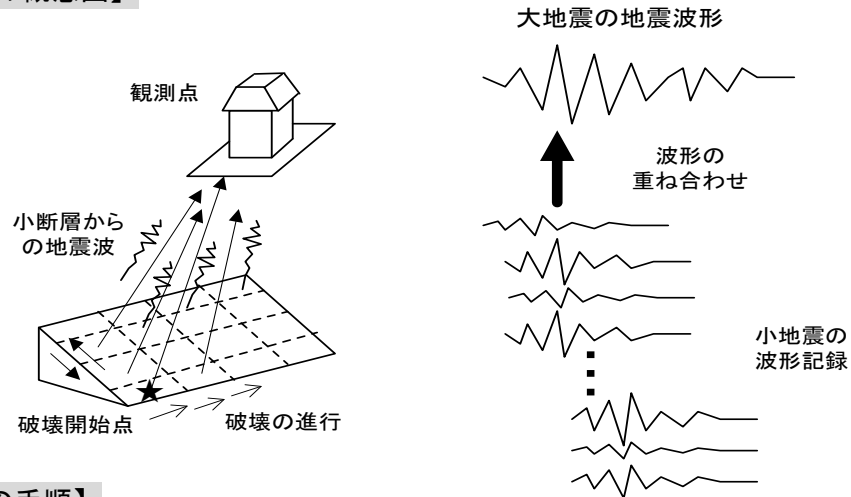
この際、断層上のアスペリティを考慮した計算を行うとともに、震源直近での振幅の発散による長周期成分を考慮した幾何減衰を採用した。また、地震基盤から工学的基盤までは、一次元重複反射理論に基づいた線形計算を行った。

これらの手法は、国・県・政令指定都市レベルで広く用いられている手法であり、本解析ではこの結果を踏襲し、第 3 次調査で用いた 500m メッシュ毎の工学的基盤面の地震強さ（最大速度）を 250m メッシュに比例配分する(図-2.4 参照)。

■配分方法は次のとおりである。

- ① 各 500m メッシュに与えられた最大速度をメッシュ中心に置き換え、同速度のメッシュ間を結んだ等速度線図を描く。
- ② 等速度線図を 250m メッシュ上に落とし、250m メッシュ中心に当たる数値を抽出。
- ③ 拾い出した速度を 250m メッシュの最大速度とする。

【波形合成の概念図】



【波形合成の手順】

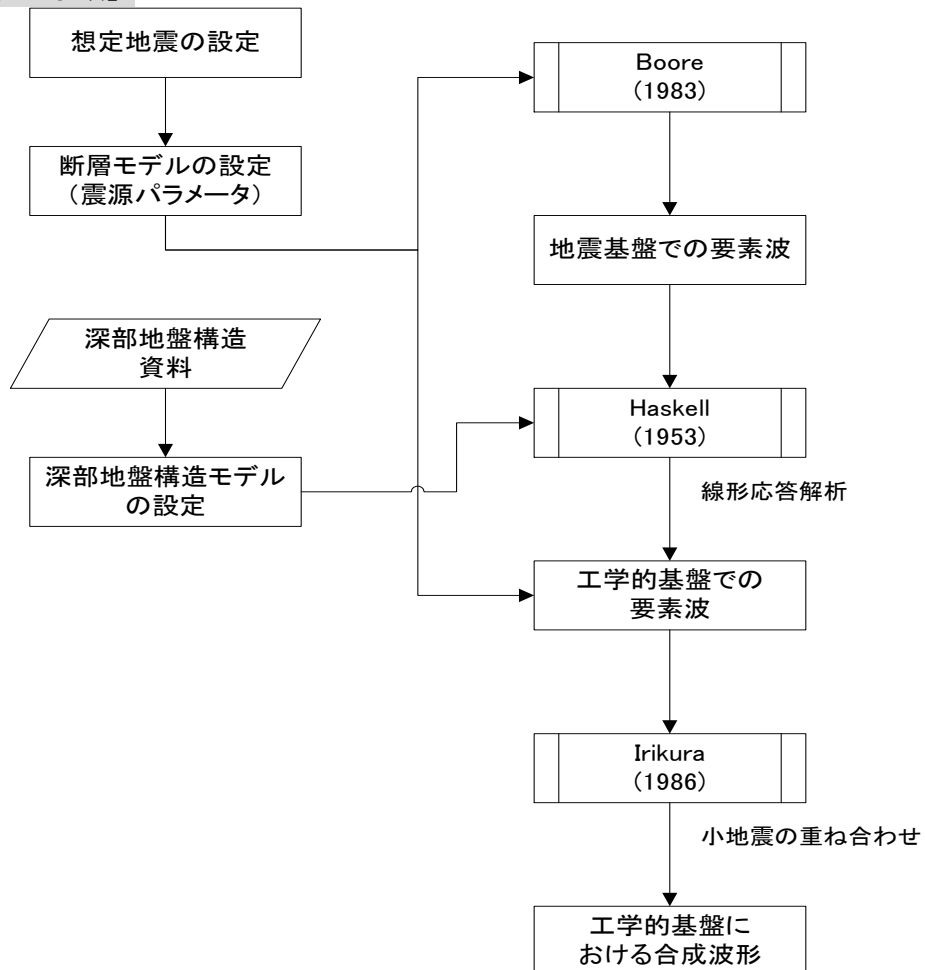


図-2.3 波形合成の概念図と統計的グリーン関数法を用いた合成波形作成の流れ1)

③ 地震動の予測手法

浅部地盤(工学的基盤面)における地震動の予測は、250m メッシュ単位毎に地表の地震動(計測震度、最大加速度)を以下の手法により行った。

- ◇ 第3次被害想定調査報告書を基本とし、新たな地盤情報(ボーリング資料)を加えて、県内の地盤性状の空白域や追加された斜面や造成面などを対象に予測修正した。
- ◇ 入手したボーリング情報を踏まえモデル化した上で、地下30mまでの平均S波(AVS30)から増幅率を算定し、工学的基盤面における最大速度との積で最大速度を求めた。なお、震度は童・山崎(1996年)の最大速度と震度の関係式から予測した。

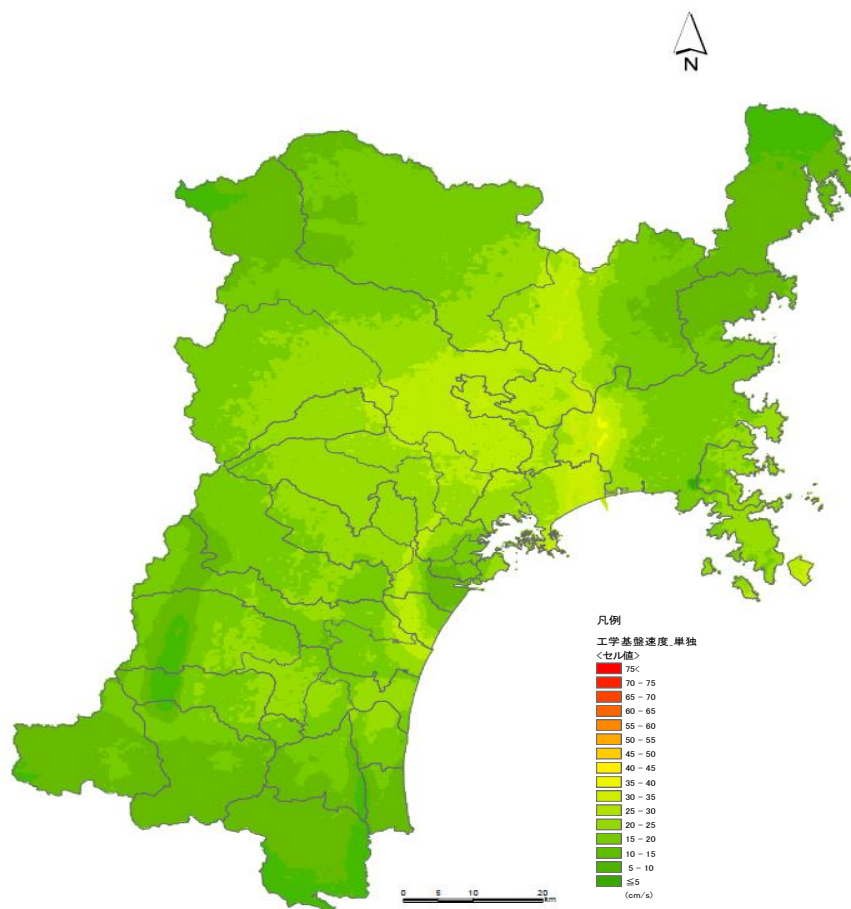


図-2.4 工学的基盤 ($V_s=700\text{m/s}$ 相当) の最大速度分布宮城県沖地震 (単独型)

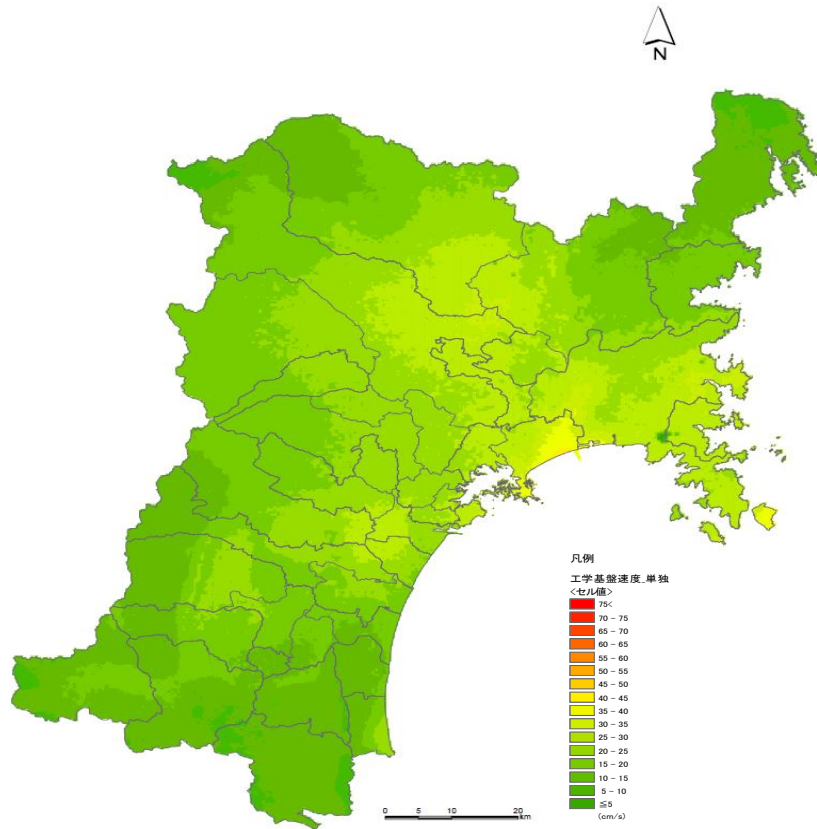


図-2.5 工学的基盤 ($V_s=700\text{m/s}$ 相当) の最大速度分布宮城県沖地震 (連動型)

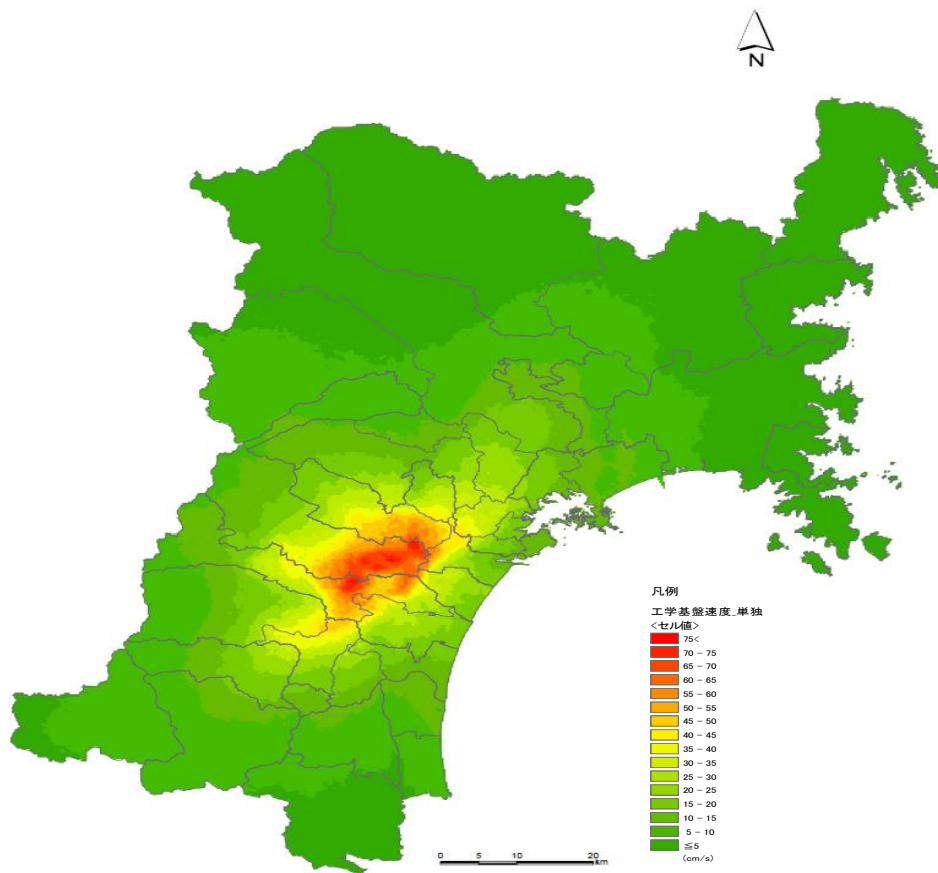


図-2.6 工学的基盤 ($V_s=700\text{m/s}$ 相当) の最大速度分布長町-利府線断層帯の地震

2) 浅層地盤構造モデルの作成

■地震想定被害予測の諸検討に必要な浅層地盤構造モデルの構築に際しては、宮城県全体を網羅した『①地形及び微地形分類図』、『②地質図及び表層地質図』、『③土地利用図』、『④地質資料(ボーリング柱状図、PS 検層、土質試験他)』等の地質資料を総合的に勘案して設定した。

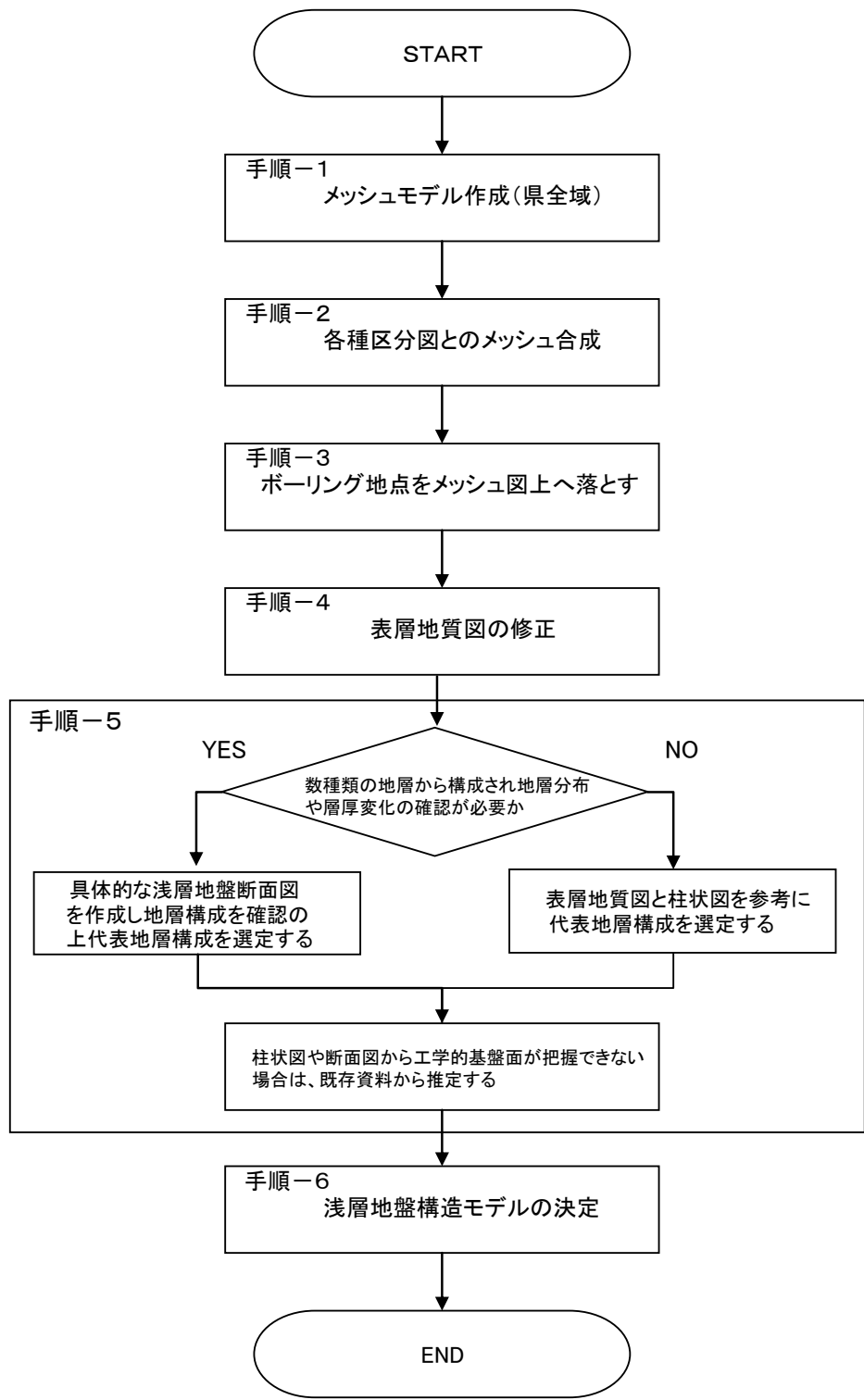


図-2.7 浅層地盤モデル作成検討フロー

モデル作成手順は次のとおりである。

- 手順一1；宮城県全域を対象に 250m 四方のメッシュ図を作成。
- 手順一2；既存の①微地形区分図(図-2.9)、②表層地質図(図-2.10)、③土地利用図(図-2.11)に手順一1 で作成の 250m メッシュ図を重合わせ、①～③のメッシュ区分図を作成。
- 手順一3；手順一2 で作成した①～③のメッシュ区分図に、全てのボーリング調査位置を落とす(図-2.12)。
- 手順一4；微地形区分図、2万5千分の1の地形図及びボーリングデータを参考に、図-2.14 に示す表層地質図を修正し、地層の平面的な分布を把握。
- 手順一5；地表地質図と各ボーリング柱状図から、代表地層構成を選定。

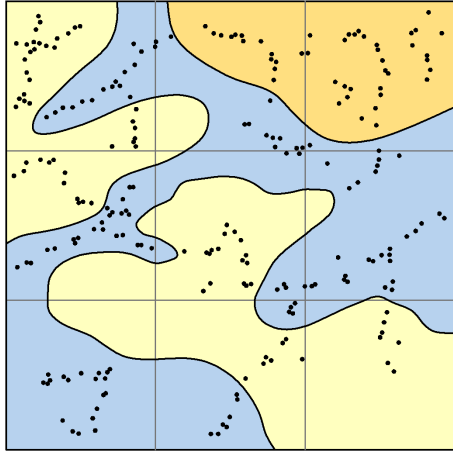
※数種類の地層から構成され、工学的基盤面が深く、基盤面まで確認したボーリングが少ない沖積・洪積地帯を主体とする第四系の地域(図-2.13 参照)に対しては、修正した表層地質平面モデルやボーリングを参考に、浅層地盤断面図(図-2.15、17、19、20 参照)を作成し、工学的基盤面や各地層の広域的な分布状態を確認。

※既存ボーリングで確認出来ていない工学的基盤面は、図-2.21 の東北本州弧地質資料集(北村 信 編 1986 年)及び図-2.22 の第3次調査成果を参考。

- 手順一6；浅層地盤構造モデルを作成する。作成手順は図-2.8 及び下記のとおりである。

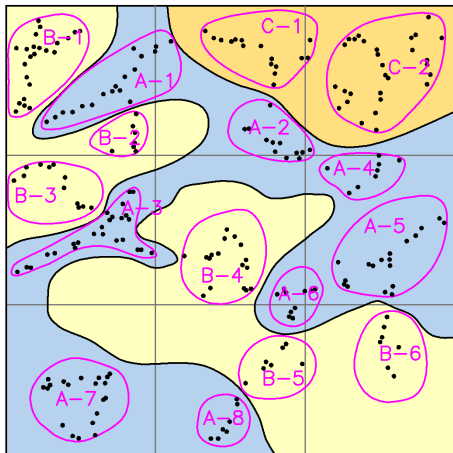
- A) 250m メッシュ～数 km エリア (250 メッシュ×数) (ボーリング数により変更) 内で実施されたボーリング群を表層地質毎に集計。
- B) 群中の全てのボーリング柱状図を確認し、エリア内の土層構成を把握。
- C) 作成した浅層地盤断面図を参考に、薄層や広域的な広がりが乏しい局部的に堆積する層は除き、エリア内の群中で代表となる地層構成を設定する。同様の手法で隣接するエリアに対しても代表を選定。
- D) 隣接するエリアの代表地層構成を比較検討し、土層構成や土質および層厚が異なり同一扱いできない場合は、各々を代表として扱い、地形図や地層構成を参考に境界線を設ける。同様の手法を繰り返し、対象エリアを拡大。
- E) 代表調査ボーリングの各時代(沖積・洪積・第三紀他)の土質構成(粘土・砂・礫他)を整理し、浅層地盤構造モデルを作成する(図-2.16、18 参照)。モデル中の各土層は、表-2.1 の土質区分とその想定物性値の範囲内であることを確認。
- F) 作成した浅層モデルは 250m メッシュ毎に振り分け、図-2.23 の浅層地盤構造モデル分布図を作成する。振り分けは原則として面積比で実施。
- G) 極端にデータの少ない火山岩地帯や山岳地帯は、僅かであるが実施されたボーリングを参考に、地質の年代や岩種を考慮し、物理及び化学的な風化作用により形成された風化帯(強風化、中～弱風化、新鮮部)を設けたモデルを設定。

(例) 1kmメッシュに分割した場合)



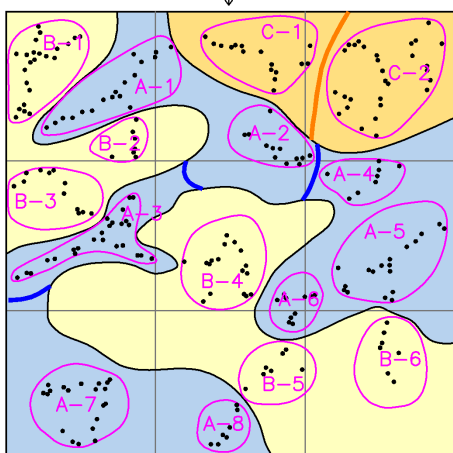
① 表層地質図とボーリング地点

表層地質図にボーリング地点を記載する。



② ボーリング群の振り分けと代表地層構成の選定

地表地質毎にボーリング群を振り分ける。



③ 隣接する代表地層構成との比較

・ A-1、A-2を比較
↓
A-2に統一

・ A-2、A-3を比較
↓
A-2、A-3単独
境界線を設定する。

・ A-2、A-4、A-5、A-6を比較
↓
A-4、A-5、A-6はA-5に統一

・ A-3、A-7、A-8を比較
↓
A-7、A-8はA-7へ統一
A-3は単独

・ B-1、B-2、B-3を比較
↓
B-2に統一

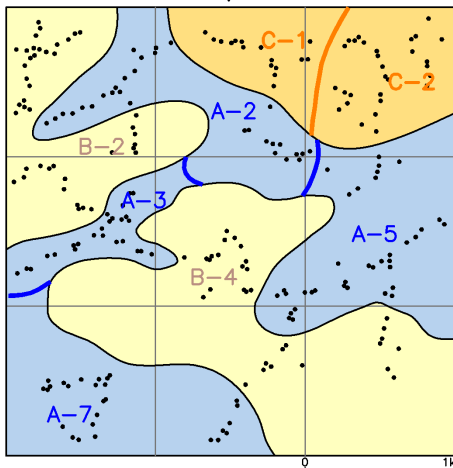
・ B-4、B-5、B-6を比較
↓
B-4に統一

・ C-1、C-2を比較
↓
C-1、C-2単独

境界線：地形図、ボーリング柱状図を参考に境界線を設定する。

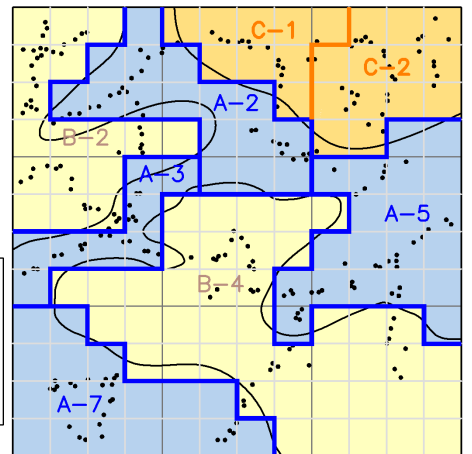
④ 代表モデル平面図と柱状図

代表モデルを確定する。



⑤ メッシュ毎の振り分け

作成した浅層モデルは 250mメッシュ毎に振り分け、浅層地盤構造モデル分布図を作成する。
振り分けは原則として面積比で行う。



(250mメッシュに配分)

図-2.8 手順6の模式図 (1kmメッシュを例とした場合)

なお、図-2.9 地形及び微地形区分図、図-2.10 表層地質図及び図-2.11 土地利用図の概要は、次のとおりである。

① 地形及び微地形区分

県土の地形は、奥羽山脈、北上山地、阿武隈山地に代表される『山地部』、仙北丘陵地、仙北及び仙南低地部に大別される。

② 表層地質

分布する地質も地形によく反映されており、奥羽山脈は第四紀の火山岩類、北上山地では中古生層の砂岩・粘板岩等の堆積岩類、阿武隈山地では先第三紀堆積岩類と花崗岩が分布している。一方、丘陵地は新第三紀の堆積岩類、低地部は粘土・砂等の未固結な沖積層が広く分布している。

③ 土地利用

県土の土地利用は、自然的・社会的・経済的諸条件から県中南部地域、県北西部地域及び県北東部地域の3地域に区分される。

中南部地域は、森林が約60%でそれ以外は建物用地・田畑等の農用地及び海岸線の海浜が主体であり、北西部は、農用地と森林が約80%を占め、北東部では、内陸部の農用地と森林、海域部の森林から構成されている。

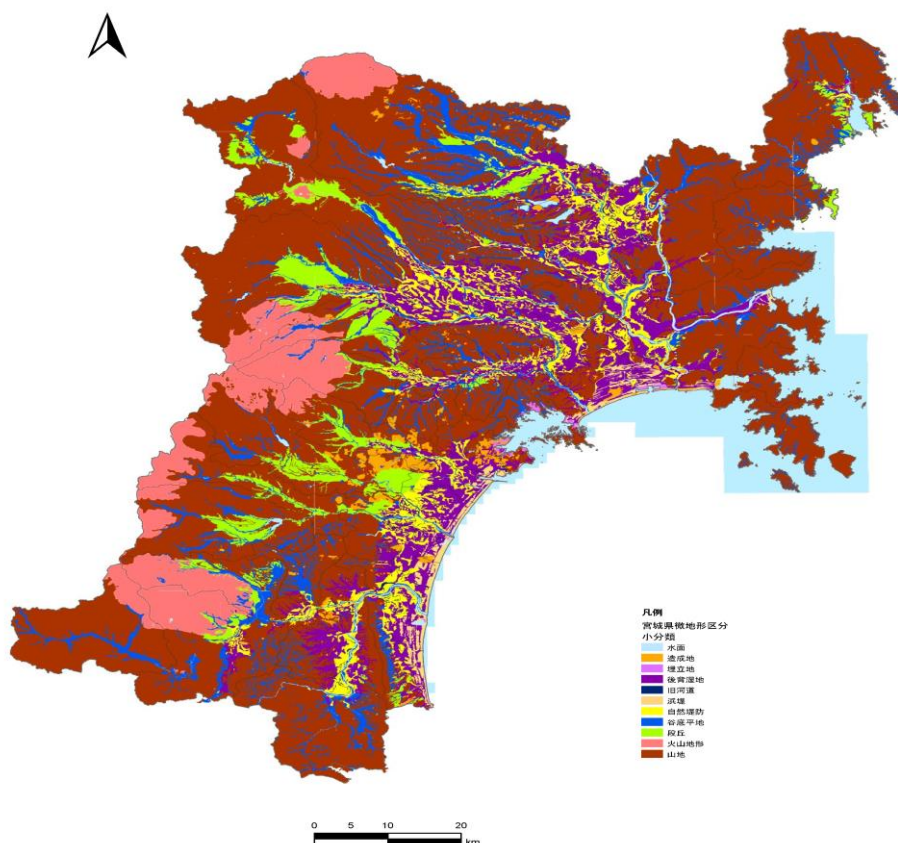


図-2.9 地形及び微地形分類図

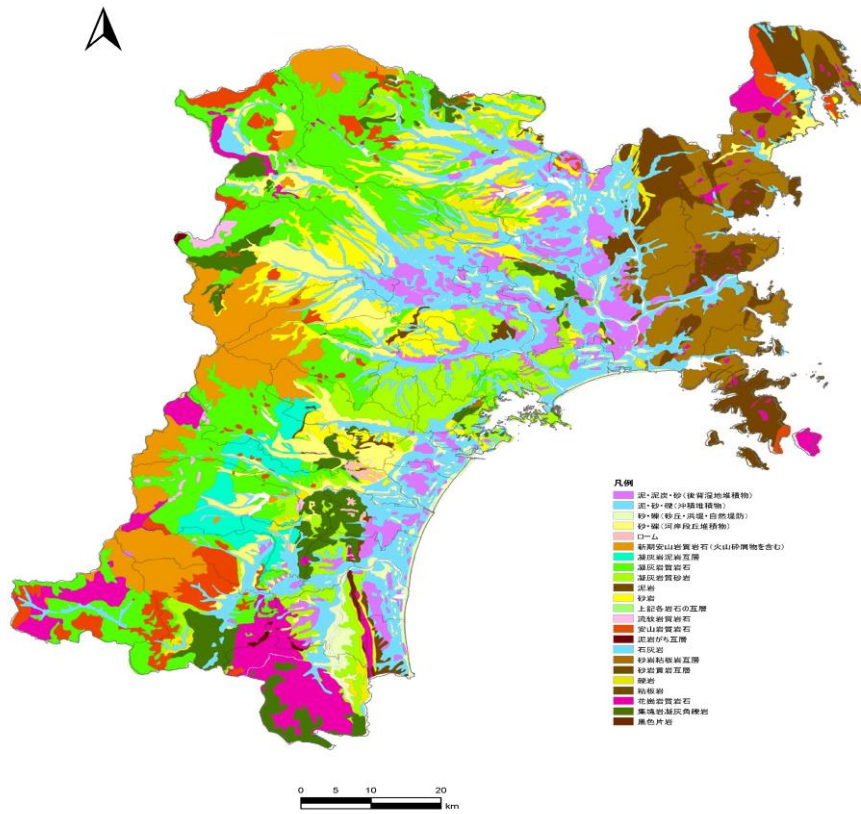


図-2.10 表層地質図

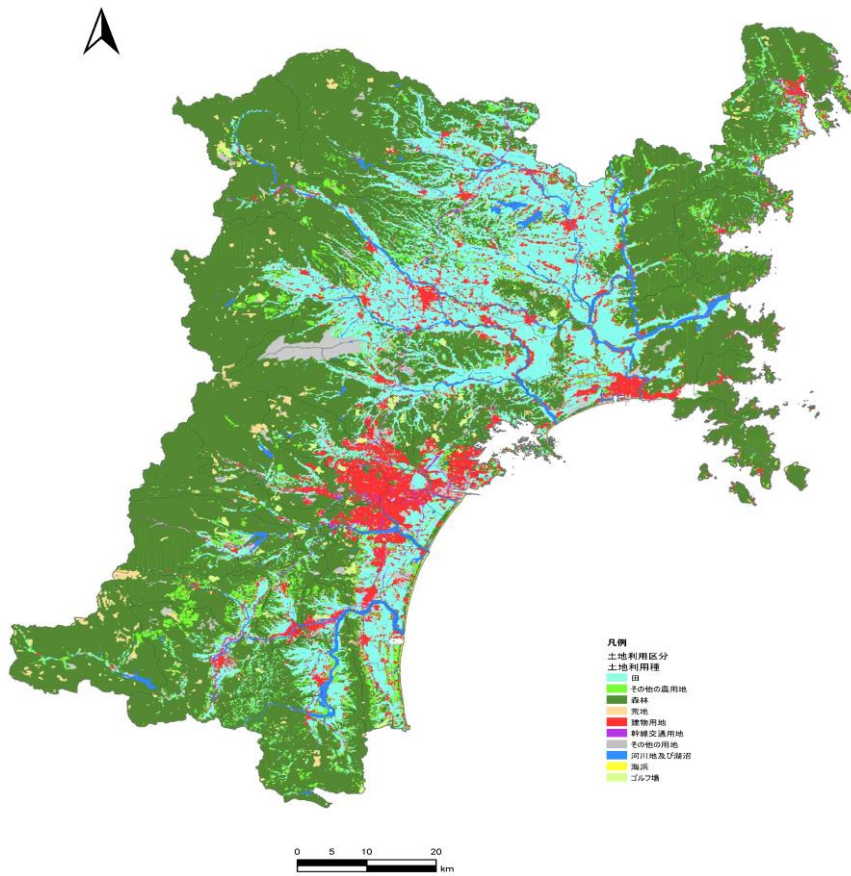


図-2.11 土地利用図(平成 18 年版)

浅層地盤モデルを作成するために参考としたボーリングは、図-2.12 に示すとおりであり、以下に示す資料を活用した。

- 1) (独)防災科学技術研究所の公開データ
 - 2) 平成 10 年度 仙台市地質調査資料(仙台市建設局)
 - 3) 国土交通省東北地方整備局地質資料
 - 4) 平成 14 年度 仙台市地震被害想定調査報告書のボーリング資料他
- 総計 9,660 本

なお、ボーリング柱状図は、EXCE 中に柱状図ファイルをリンク付けさせ、検索を容易にした。

表-2.1 浅層地盤構造モデルの想定物性値

時代区分		土質名	記号	想定物性値	
				N値	密度(N/m ³)
第四紀	完新世	埋 土	D	5~20	19
		腐植土	Ap	0~ 5	11~13
		粘性土	Ac	0~15	14~17
		砂質土	As	2~40	17~18
		砂礫	Ag	20~50以上	18~20
	更新世	腐植土、粘性土	Dc	3~20	17~18
		砂質土	Ds	5~50以上	18~21
		砂 礫	Dg	50以上	21
火山岩		V	—	25	
新第三紀	鮮新世	堆積岩	Pli	—	18
	中新世	堆積岩	Mi	—	21
先第三紀	深成岩	深成岩	Gr	—	25
	堆積岩	堆積岩	P	—	25

また、図-2.12 には今回の検討で用いたボーリング柱状図等の地盤情報の位置図、図-2.13~図-2.14 には、県北部及び南東部の地質模式断面位置図、図-2.15~図-2.18 には、仙台市周辺の浅層地盤断面図と地盤構造モデル図をそれぞれ示した。

さらに、図-2.19~図-2.20 には、大崎・石巻・登米周辺の南北方向と仙台・大崎・石巻周辺の東西方向の浅層地盤断面図を示すとともに、図-2.21 には、『東北本州弧地質資料集』から仙台市名取川流域周辺の断面位置図と断面図を示した。

図-2.22 は、第3次被害想定調査報告書から抜粋した工学的基盤分布図であり、図-2.23 は、本業務で作成した浅層地盤構造モデル図である。

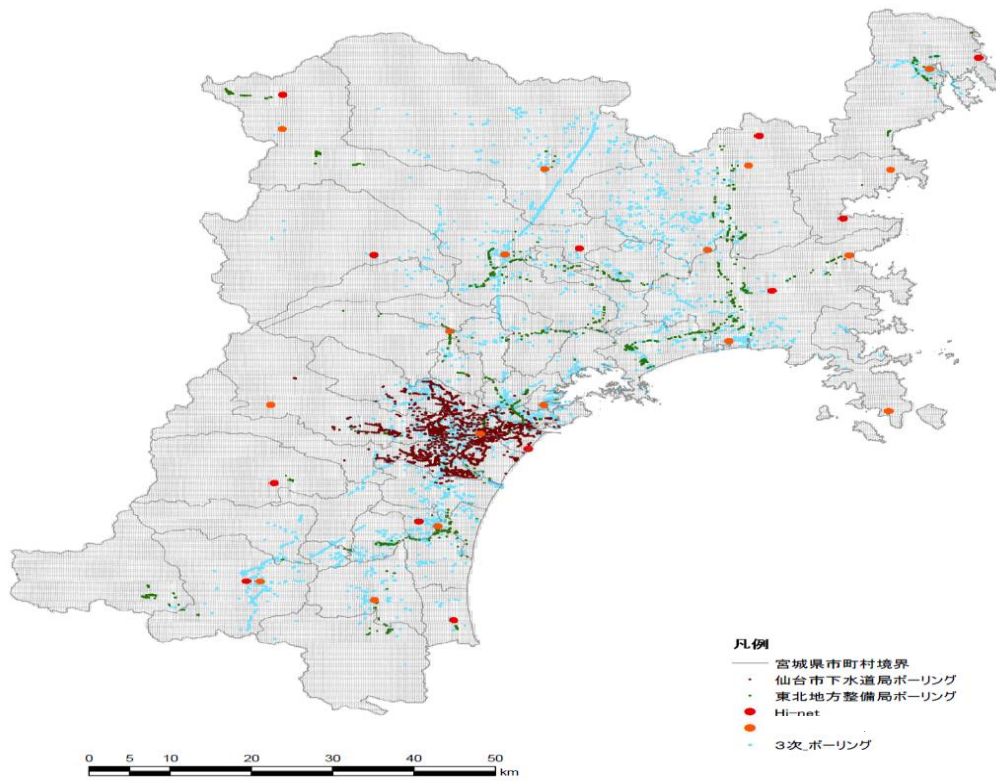


図-2.12 250m メッシュ区分上のボーリング柱状図、PS 検層、Hi-net、KiK-net/K-NET

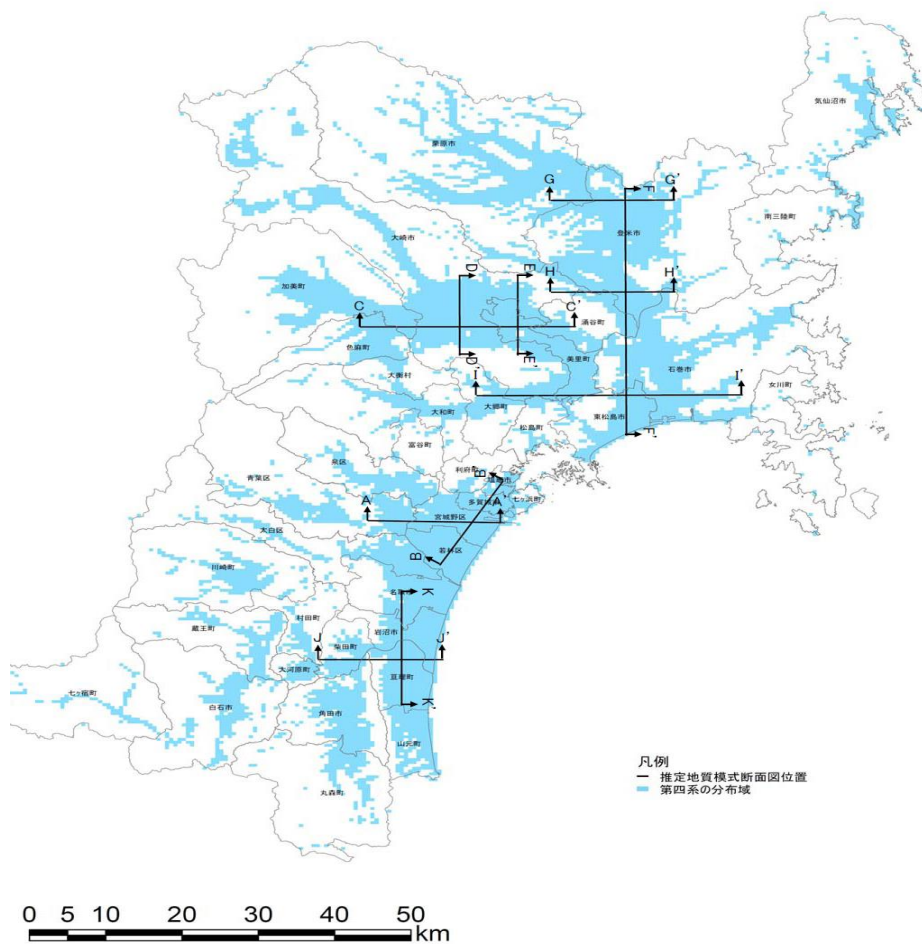


図-2.13 想定浅層地盤断面図作成位置図

[仙台市周辺]

B-B' 推定地質模式断面図

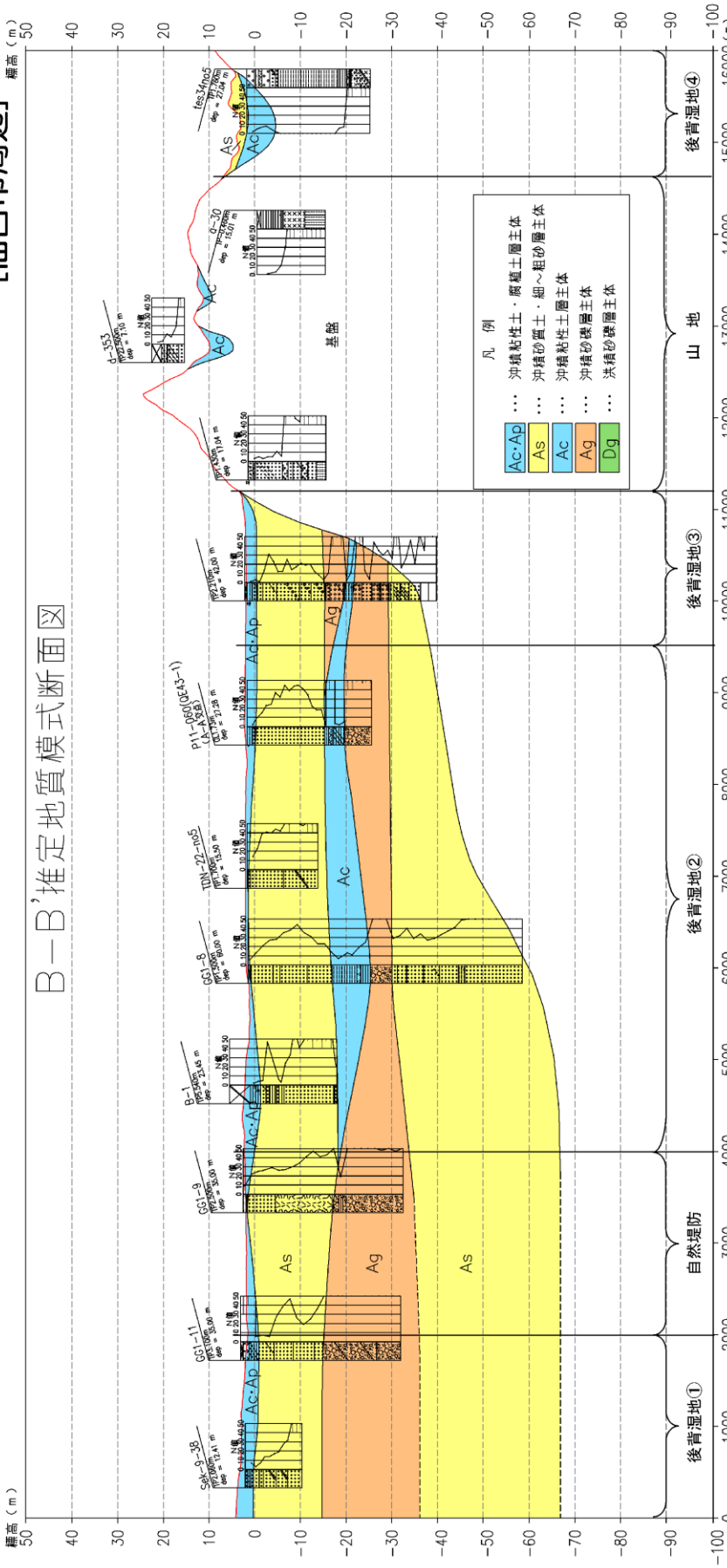


図-2.17 推定浅層地盤断面図(B-B') 仙台市周辺 南西-北東方向の代表例)

代表浅層地盤モデル (AVS30・増幅率算出柱状地層区分モデル)

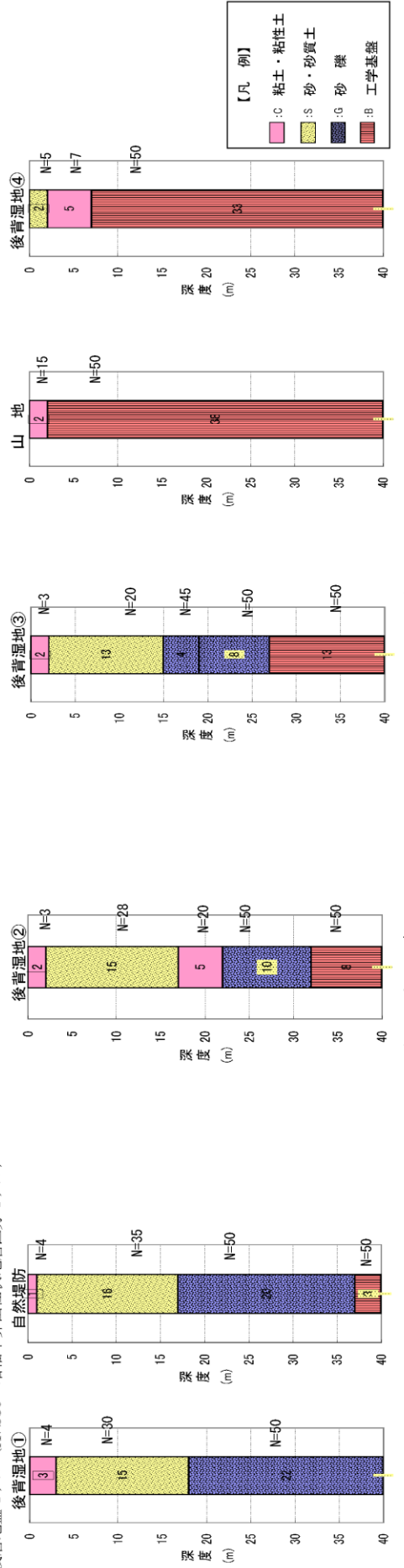


図-2.18 浅層地盤構造モデル (仙台市周辺 南西-北東方向の代表例)

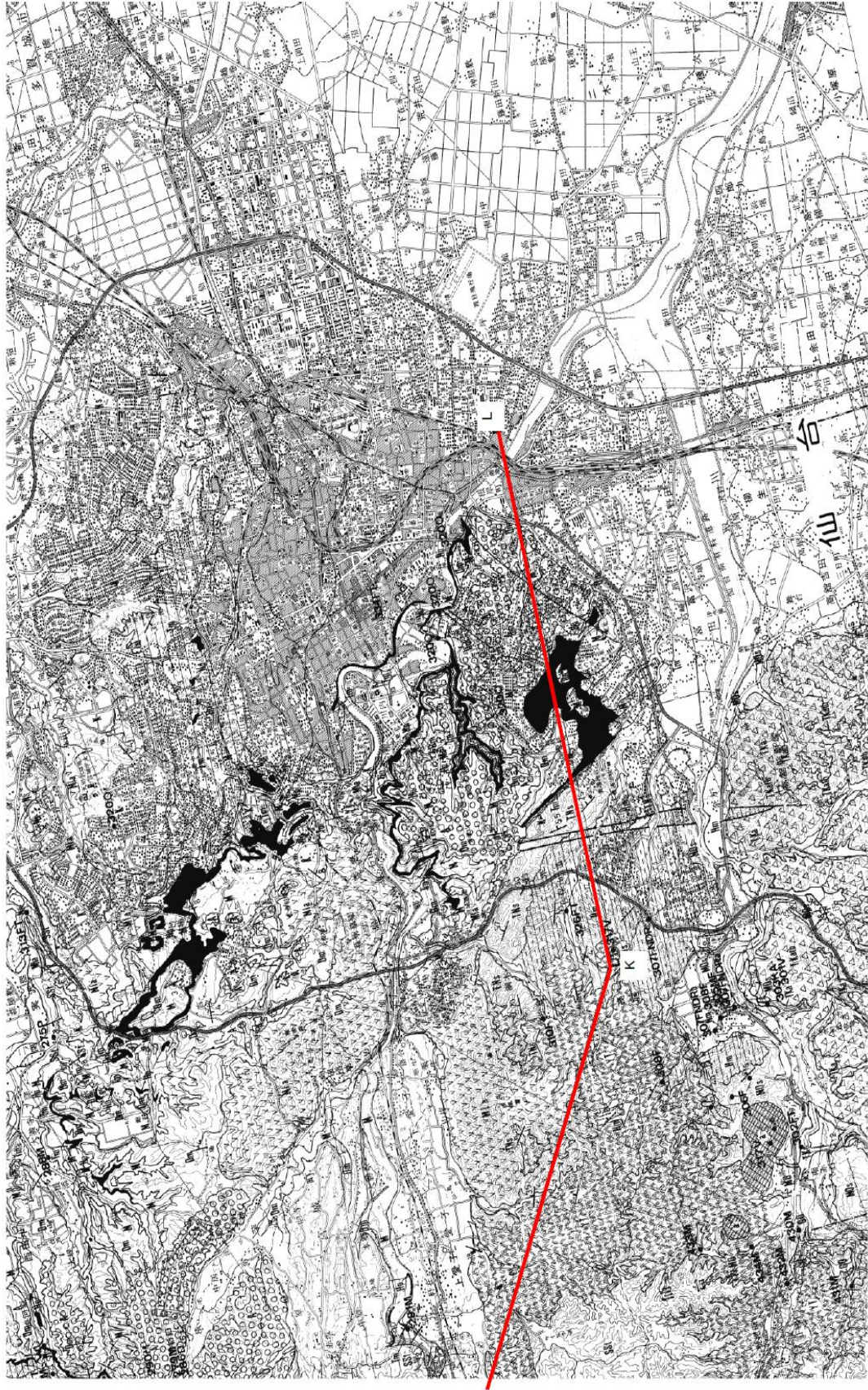


図-2.21(1) 想定断面位置図
(東北本州弧地質資料集(北村信編 1986年)²⁾より)

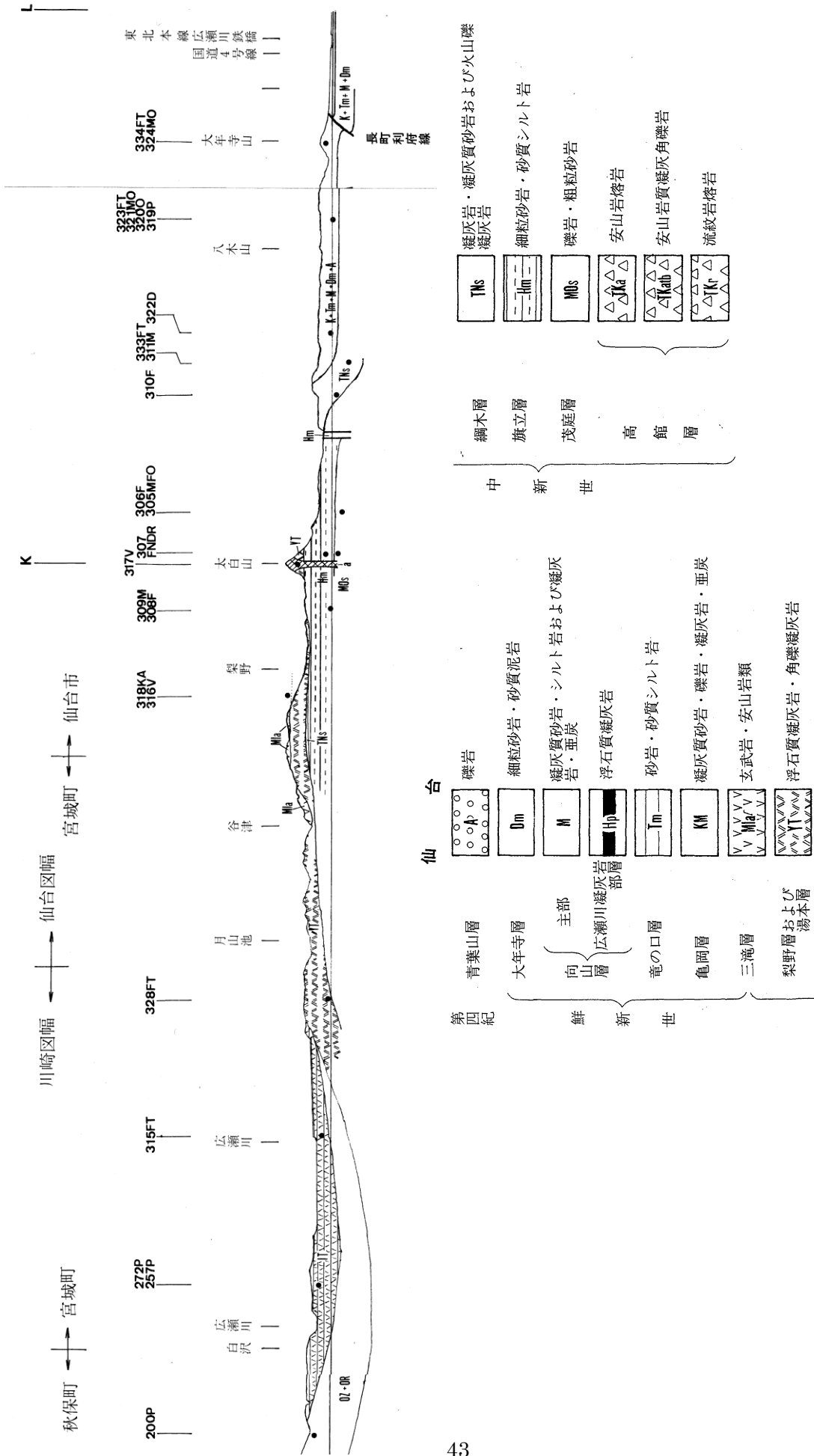


図-2.21(2) 想定断面図 (東北本州弧地質資料集 (北村 信 編 1986年) 2) より)

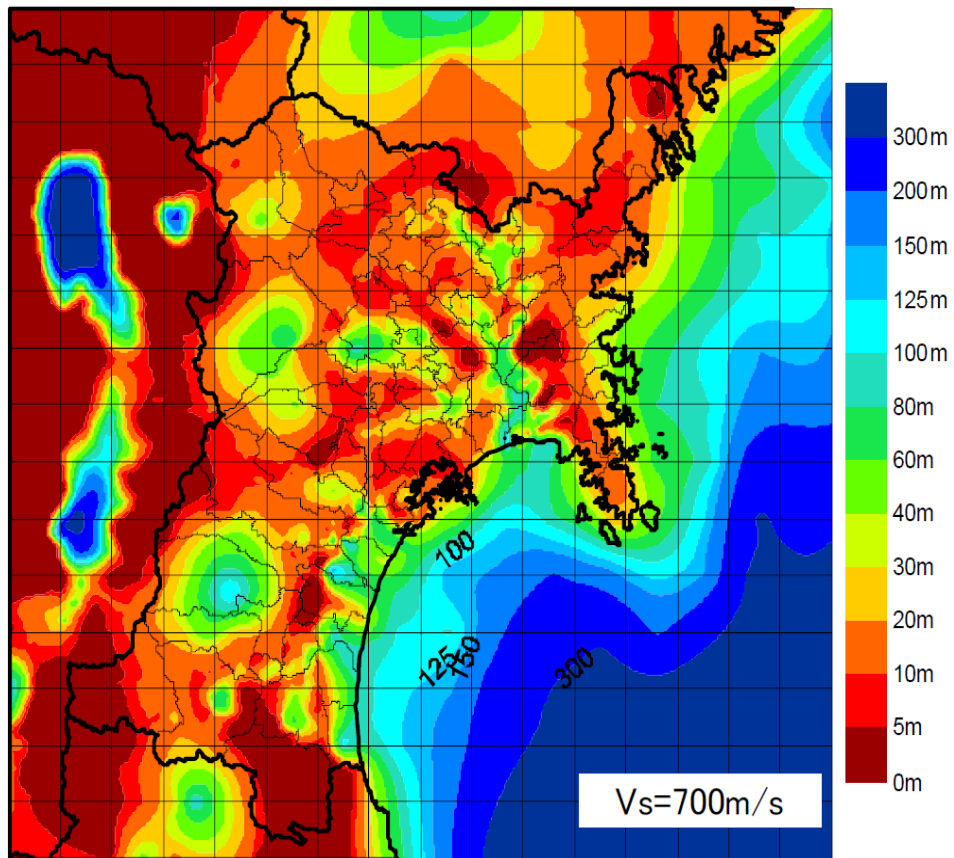


図-2.22 工学的基盤分布図 (第3次調査より1))

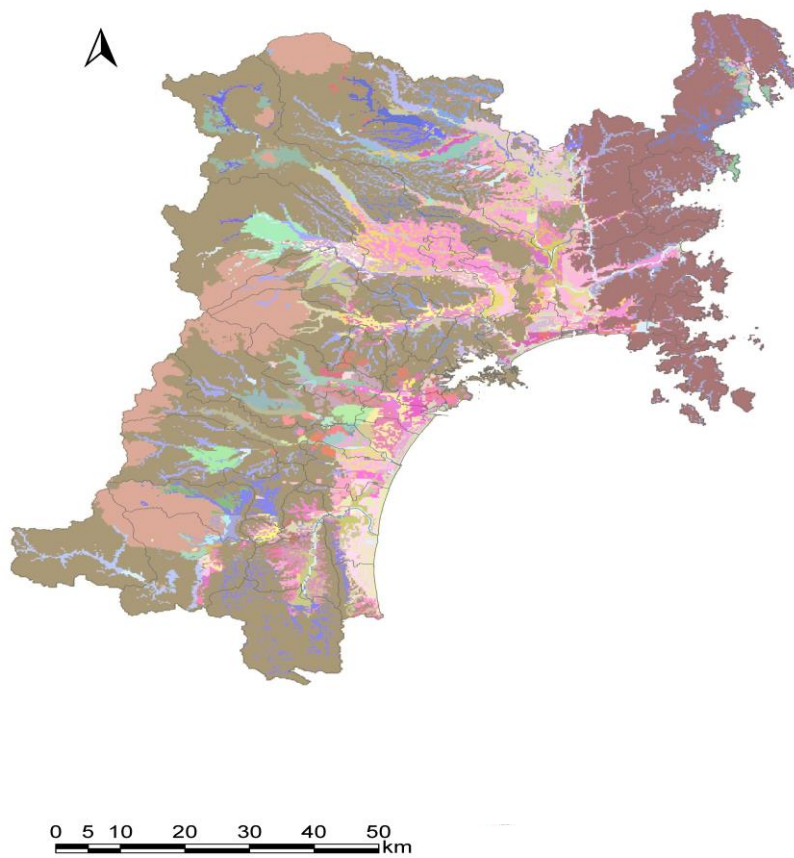


図-2.23 浅層地盤構造モデル分布図

【浅層地盤構造モデルの凡例】

凡例

造成地 ③

- 仙南D12
- 仙台E7
- 仙台E8-1
- 仙台E8-2
- 仙台E8-3
- 仙台E9-1
- 仙台E9-2
- 仙台E9-3
- 仙台E10-1
- 仙台E10-2
- 仙台E10-3
- 仙台E11
- 仙南E12-1
- 仙南E12-2
- 栗原F3
- 大崎F6-1
- 大崎F6-2
- 仙台F13
- 大崎G7
- 仙台G8-1
- 仙台G8-2
- 仙台G9-1
- 仙台G9-2
- 石巻H8-1
- 石巻H8-2
- 登米I4
- 石巻I7-1
- 石巻I7-2
- 石巻I7-3
- 石巻I7-4
- 石巻I7-5
- 石巻J7
- 石巻J8

埋土層 ④

- 仙台G8-1
- 仙台G8-2
- 仙台G9-1
- 仙台G9-2
- 石巻H8
- 石巻I7

沖積層
後背湿地堆積物 ⑤

- 仙南C13-1
- 仙南C13-2
- 仙南C13-3
- 仙南D12-1
- 仙南D12-2
- 仙南D12-3
- 大崎E6-1
- 大崎E6-2
- 仙台E7
- 仙台E10-1
- 仙台E10-2
- 仙台E10-3
- 仙台E11-1
- 仙台E11-2
- 仙南E12-1
- 仙南E12-2
- 仙南E13-1
- 仙南E13-2
- 大崎F6-1
- 大崎F6-2
- 大崎F6-3
- 大崎F6-4
- 大崎F6-5
- 仙台F8
- 仙台F9
- 仙台F9-2
- 仙台F10-1
- 仙台F10-2
- 仙台F10-3
- 仙台F11-1
- 仙台F11-2
- 仙台F13
- 栗原G4-1
- 栗原G4-2
- 大崎G7-1
- 大崎G7-2
- 大崎G7-3
- 仙台G8
- 仙台G9-1
- 仙台G9-2
- 仙台G9-3
- 豊米H4
- 豊米H5-1
- 豊米H5-2
- 豊米H5-3
- 豊米H5-4
- 大崎H6-1
- 大崎H6-2
- 大崎H6-3
- 石巻H7-1
- 石巻H7-2
- 石巻H7-3
- 石巻H7-4
- 石巻H7-5
- 石巻H8
- 登米I4-1
- 登米I4-2
- 登米I5-1
- 登米I5-2
- 石巻I7-1
- 石巻I7-2
- 石巻I7-3
- 石巻I7-4
- 石巻I7-5
- 石巻I7-6
- 石巻I7-7
- 石巻I7-8
- 石巻I7-9
- 石巻J7
- 気仙沼・本吉K2

沖積層
浜堤堆積物 ⑦

- 仙台F10
- 仙台F11-1
- 仙台F11-2
- 仙台G9-1
- 仙台G9-2
- 仙台G9-3
- 仙台G9-4
- 石巻H7-1
- 石巻H7-2
- 石巻H8-1
- 石巻H8-2
- 石巻I7-1
- 石巻I7-2
- 石巻I7-3
- 石巻I7-4
- 石巻I7-5
- 石巻J6

沖積層
自然堤防堆積物 ⑧

- 仙南C13
- 仙南D12-1
- 仙南D12-2
- 仙南D13
- 大崎E6
- 仙台E7
- 仙台E10-1
- 仙台E10-2
- 仙台E10-3
- 仙台E11
- 仙南E12-1
- 仙南E12-2
- 仙南E12-3
- 仙南E13
- 大崎F6-1
- 大崎F6-2
- 大崎F6-3
- 仙台F7
- 仙台F8
- 仙台F9
- 仙台F10-1
- 仙台F10-2
- 仙台F11-1
- 仙台F11-2
- 仙台F11-3
- 仙台F12
- 仙台F13
- 栗原G4
- 大崎G6-1
- 大崎G6-2
- 大崎G7-1
- 大崎G7-2
- 大崎G7-3
- 仙台G9
- 豊米H4-1
- 豊米H4-2
- 豊米H5-1
- 豊米H5-2
- 豊米H5-3
- 大崎H6-1
- 大崎H6-2
- 大崎H6-3
- 石巻H7-1
- 石巻H7-2
- 石巻H7-3
- 石巻H7-4
- 石巻H8
- 登米I5
- 石巻I7-1
- 石巻I7-2
- 石巻I7-3
- 石巻I7-4
- 石巻I7-5
- 気仙沼・本吉K2

沖積層
谷底堆積物 ⑨

- 仙南C13
- 大崎D5
- 仙台D8
- 仙南D11
- 仙南D12
- 大崎E6
- 仙台E8
- 仙台E10-1
- 仙台E10-2
- 仙台E10-3
- 仙台E10-4
- 仙台E10-5
- 栗原F3-1
- 栗原F3-2
- 栗原F5-1
- 大崎F5-2
- 仙台F9-1
- 仙台F9-2
- 栗原G3-1
- 栗原G3-3
- 栗原G4
- 大崎G7-1
- 大崎G7-2
- 仙台G8-1
- 仙台G8-2
- 仙台G8-3
- 仙台G9
- 豊米H3
- 登米I4
- 気仙沼・本吉K2
- 気仙沼・本吉K3

洪積層
段丘堆積物 ⑩

- 仙南C12-1
- 仙南C12-2
- 仙台D9-1
- 仙台D9-2
- 仙南D10
- 仙南D11
- 仙南D12
- 大崎E4-1
- 大崎E4-2
- 大崎E6-1
- 大崎E6-2
- 仙台E7-1
- 仙台E7-2
- 仙台E8
- 仙台E9-1
- 仙台E9-2
- 仙台E9-3
- 仙台E9-4
- 仙台E9-5
- 仙台E9-6
- 仙台E9-7
- 仙台E9-8
- 仙台E10-1
- 仙台E10-2
- 仙台E10-3
- 仙台E10-4
- 栗原F3
- 栗原G4
- 大崎G5
- 大崎G7
- 気仙沼・本吉K2

山地
火山山地地質 ⑪

- 仙台D7
- 仙台D8
- 仙台E7
- 仙台E8
- 仙台E10
- 豊米H3

第三紀層 ①

- 大崎C2
- 仙台D7
- 仙台D8
- 仙台D9
- 仙台E7
- 仙台E8
- 仙台E9
- 仙台E10
- 大崎F6
- 大崎G7
- 仙台G8
- 仙台G9
- 石巻H7-1

中・古生層および深成岩類 ①

- 石巻I7-2
- 石巻I7-1
- 気仙沼・本吉K2

水域

モデル		個数
造成地		33
埋立地		6
沖積層	後背湿地堆積物	69
	浜堤堆積物	17
	自然堤防	54
	谷底堆積物	31
洪積層 段丘堆積物		31
火山山地		6
第三紀層		13
中・古生層および深成岩類		3
計		263

モデル名凡例

仙 南 D12 -1

(地域名) (エリア) (モデル連番)

エリア：宮城県全域を 10km メッシュに東西
A～L、北南 1～15 のエリアに区分した名称

1.3 地震動の予測手法

1) 地震動の予測手法

- 1) 浅層地盤構造モデルの AVS30（地下 30m までの平均 S 波速度）を算出。
- 2) 翠川・他 3) の AVS30 と増幅率の経験的手法から増幅率を算出し、増幅率と工学的基盤面の速度との積により地表面の最大速度を求める。
- 3) 計測震度は、地表面での最大速度から童・山崎（1996）4) の経験式により予測。
※地震動は、250m メッシュ単位毎に予測。
※地震動の予測は「地震防災マップ作成技術資料」（2005 年 3 月）の手法を引用。

以下に、算出手順を示す。

■AVS30 の算出

A) Vs の算出

各地盤モデルの地層の S 波速度は、土質区分と標準貫入試験 N 値から経験式を用いて推定し、県内で実施されている P S 検層結果と土質区分との関係を踏まえ経験式の有効性を確認した上で、その結果にもとづき AVS30 を算出した。

なお、既存の N 値との経験式としては、中央防災会議による以下の式 5) を利用した。

$$V_s = a \cdot N^b \text{ —— (式 1.1)}$$

ここに ; V_s : S 波速度(m/s)

N : N 値 (層ごとの平均 N 値)

a : 土質係数 1 (粘土 : 111.30, 砂 : 94.38, 礫 : 123.05)

b : 土質係数 2 (粘土 : 0.3020, 砂 : 0.3144, 礫 : 0.2443)

B) 浅層地盤構造モデルの AVS30 の推定

各浅層地盤モデルは、深度 30m 以上、あるいは 30m 未満で $N \geq 50$ となる 2 ケースであり、各浅層地盤構造モデルの AVS30 の推定は、次の方法で実施した。

a) 浅層地盤構造モデルが深度 30m 以上のケース

式 1.1 で推定した各層の S 波速度と層厚からの加重平均から AVS30 を推定。

b) 浅層地盤構造モデルが深度 30m 未満で $N \geq 50$ が確認できるケース

深度 10m、15m、20m、25m のうちで最も $N \geq 50$ の出現深度に近い値を設定し、その深度までの平均 S 波速度 $AVS_n (n=10, 15, 20, 25)$ を計算し、次式 5) より AVS30 を推定した。

$$AVS30 = a_n \times AVS_n + b_n \text{ —— (式 1.2)}$$

ここに ; n : 10, 15, 20, 25

a_n, b_n : AVS_n と AVS30 の回帰式の係数

※ a_n, b_n の係数は、図-2.22 から求め、全国の KiK-net 観測点のうち、 $N \geq 50$ の出現深度が 30m 未満の観測点の S 波速度構造データを、 $N \geq 50$ の出現深度 10m、15m、20m、25m 毎に整理して、 $AVS_n (n=10, 15, 20, 25)$ と AVS30 の関係を回帰式で導く。

■地盤増幅度の算出

表層地盤の増幅度は、AVS30 による経験式を用いる。ここでは、翠川・他(1994)3) による 1987 年千葉県東方沖地震の観測記録にもとづき設定された式を用いた。

$$\text{Log}G = 1.83 - 0.66\text{LogAVS30} \pm 0.16 \text{——— (式 1.3)}$$

ここに； AVS30：表層 30m の平均 S 波速度(m/s)の推定値

ただし、100m/s < AVS30 < 1500m/s

G：S 波速度 700m/s 基盤の最大速度に対する
表層地盤の最大速度の増幅度

■計測震度の算出

計測震度は、地表面での最大速度から第 3 次調査と同様の童・山崎 (1996) 4) の経験式を用いて推定した。

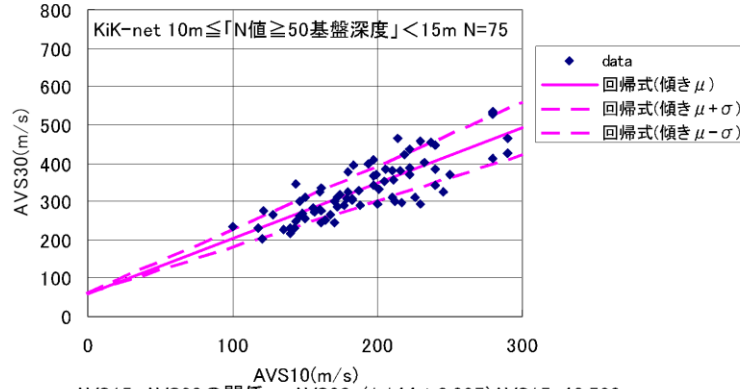
$$I = a + b \cdot \text{Log}V \text{——— (式 1.4)}$$

ここに； I：計測震度

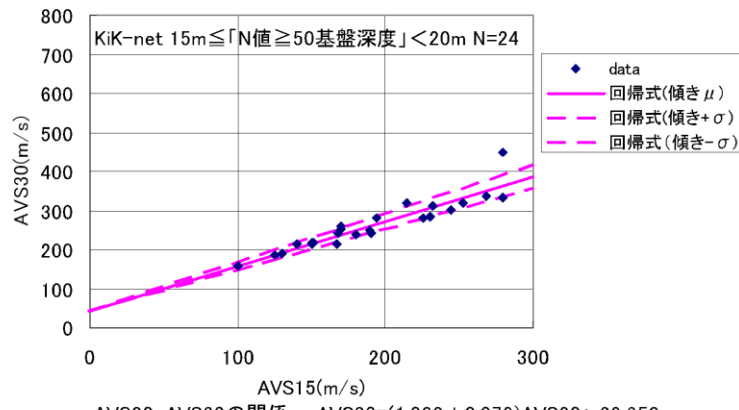
V：地表最大速度(cm/s) = V_{700} (工学的基面盤の最大速度(cm/s))
× G(地盤増幅度)

a,b：係数 a=2.30, b=2.01(童・山崎,1996)

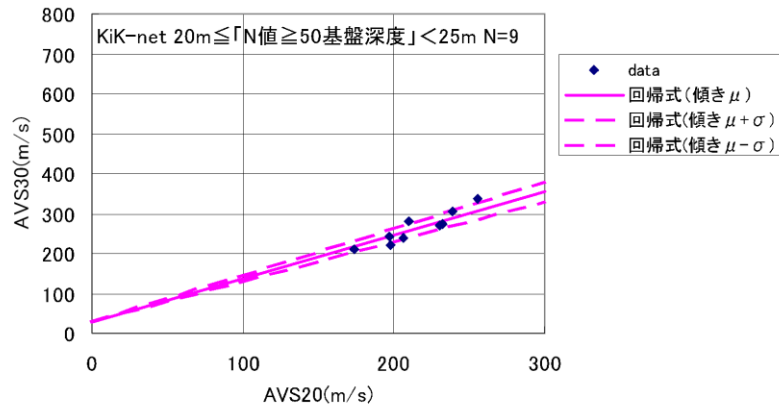
AVS10-AVS30の関係 $AVS30=(1.441 \pm 0.222)AVS10+ 58.726$



AVS15-AVS30の関係 $AVS30=(1.144 \pm 0.097)AVS15+43.528$



AVS20-AVS30の関係 $AVS30=(1.083 \pm 0.079)AVS20+ 29.658$



AVS25-AVS30の関係 $AVS30=(1.034 \pm 0.014)AVS25+7.937$

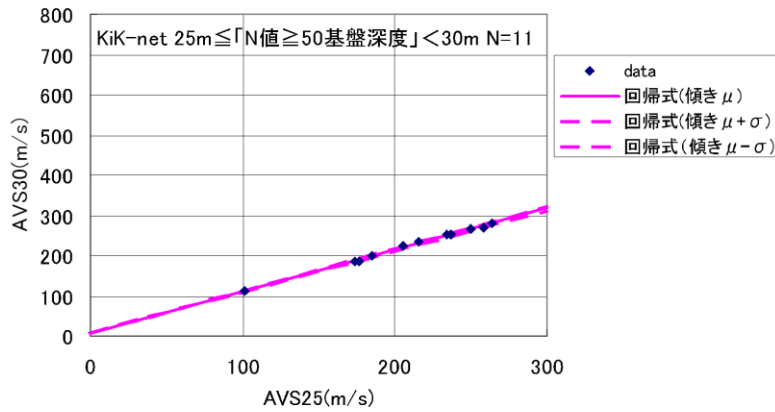


図-2.24 N 値 50 以上の地盤出現深度が 30m 未満の
KiK-net 観測点における AVSn-AVS30 の関係

2. 地震動の予測結果

2.1 地盤増幅度

工学的基盤面に対する地盤増幅度 G は、北上川、^{きたかみがわ}追川、^{はざまがわ}吉田川、^{よしだがわ}鳴瀬川、また^{なるせがわ}県南の^{なとりがわ}名取川、^{あぶくまがわ}阿武隈川流域の軟弱地盤の堆積地域で地盤増幅度は $G = 2 \sim 4$ 以上となる。

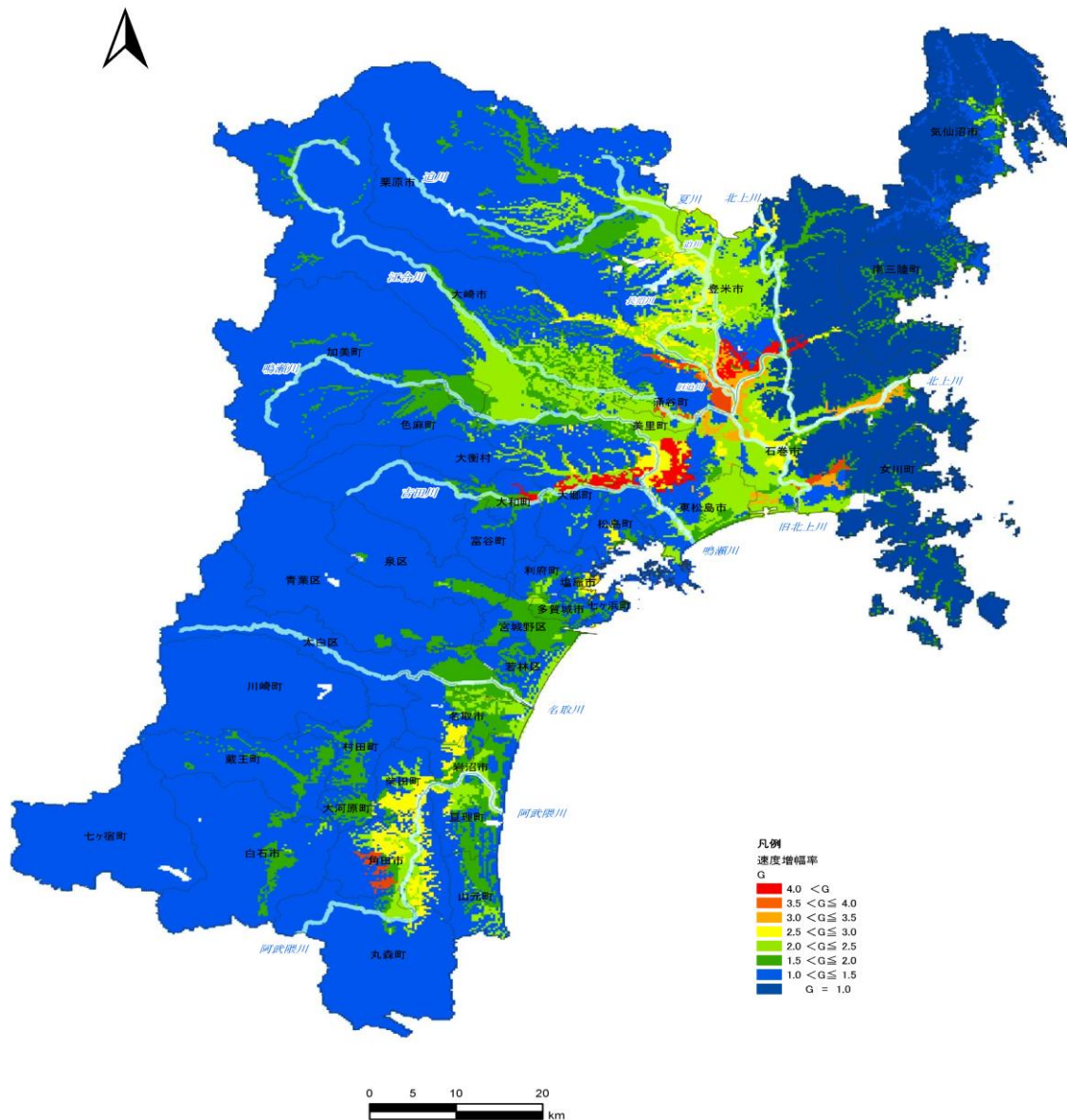


図-2.25 工学的基盤面に対する地盤増幅度分布

2.2 地表の最大速度

1) 宮城県沖（単独）

きゅうきたかみがわ よしだがわ
 旧北上川、吉田川流域で 90cm/s 以上の地表面最大速度が予想される。

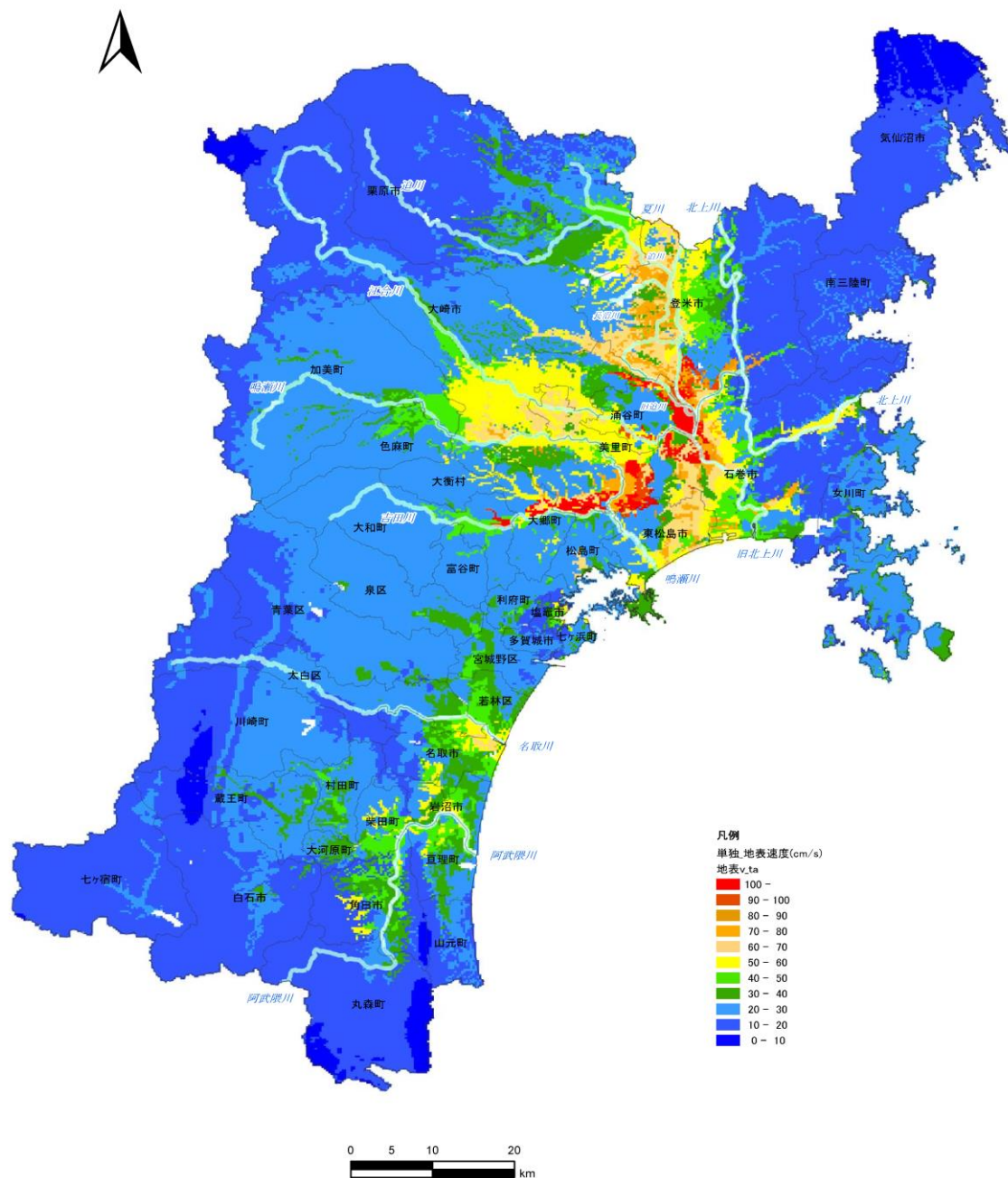


図-2.26 地表面最大速度分布（宮城県沖地震 単独型）

2) 宮城県沖（連動）

きゅうきたかみがわ よしだがわ
 旧北上川、吉田川流域で 90cm/s 以上の地表面最大速度が予想される。

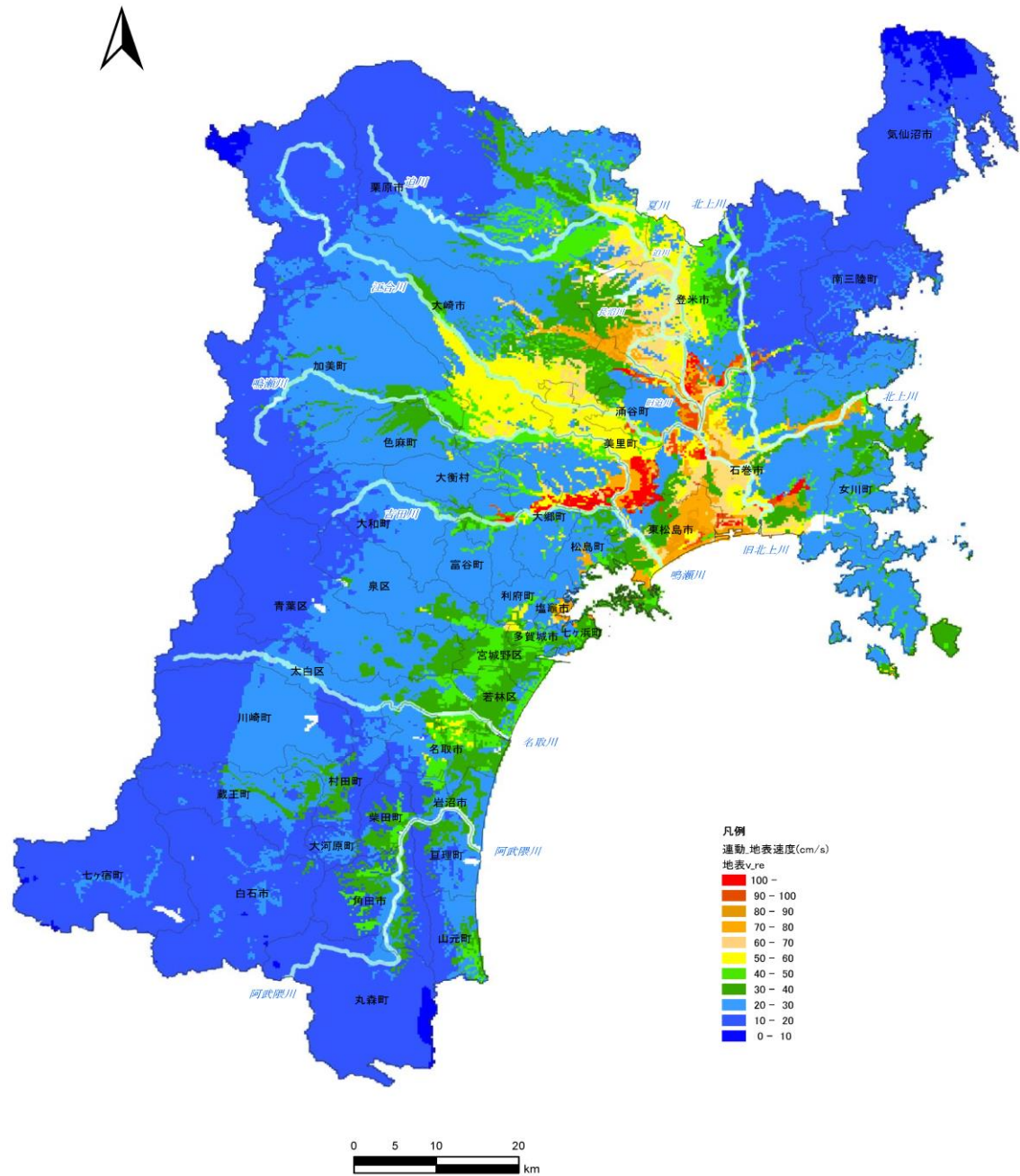
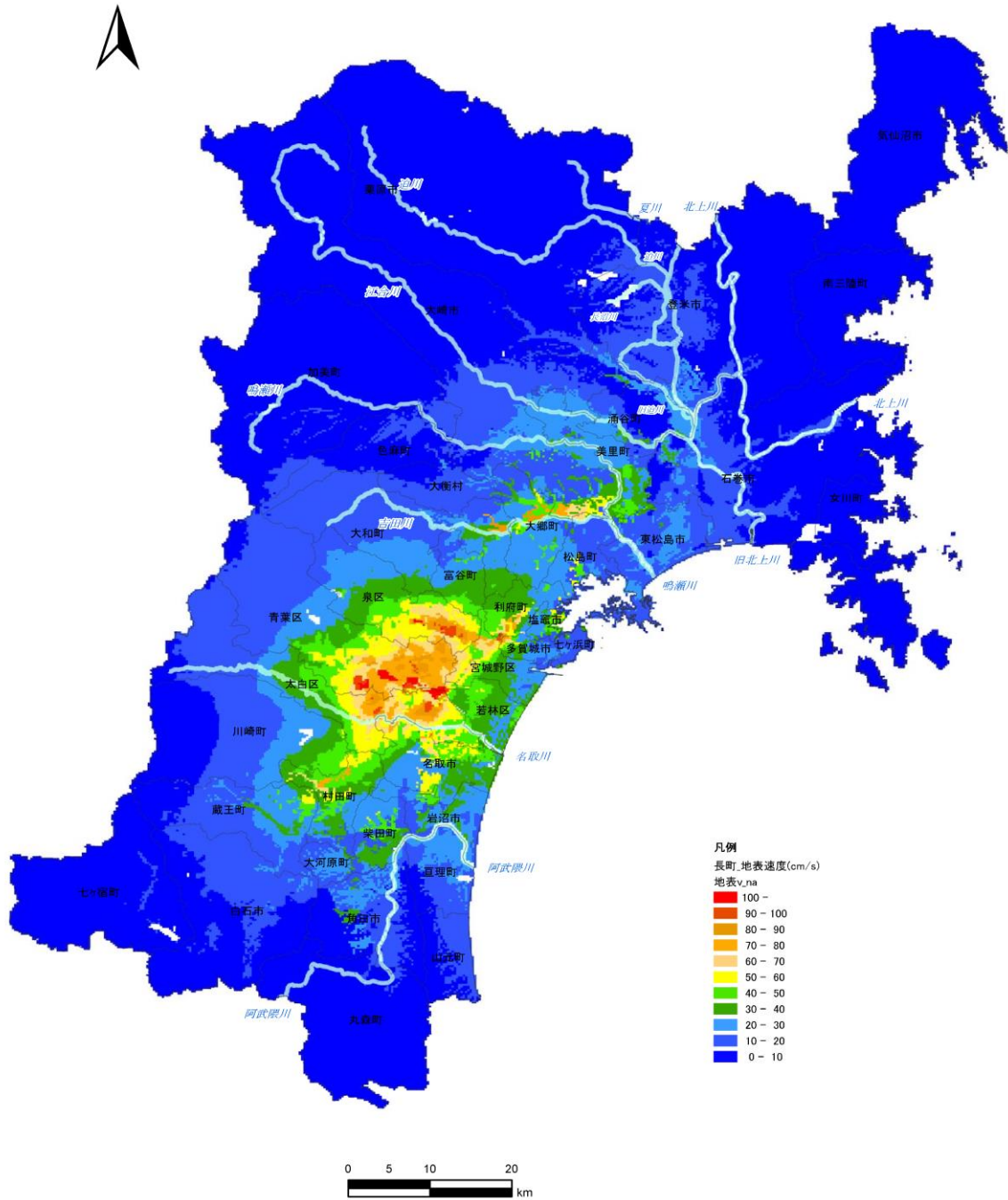


図-2.27 地表面最大速度分布（宮城県沖地震 連動型）

3) 長町－利府断層帯の地震

おおさき せんだい せんなん
 大崎地域、仙台地域、仙南地域で 90cm/s 以上の地表面最大速度が予想される。



図－2.28 地表面最大速度分布（長町－利府線断層帯の地震）

2.3 地表震度

1) 宮城県沖（単独）

きゅうきたかみがわ はざまがわ なるせがわ よしだがわ
 旧北上川、追川、鳴瀬川、吉田川流域で震度6強～6弱の震動が予想され、また、
なとりがわ あぶくまがわ
 県南の名取川、阿武隈川流域で震度6弱の震動が予想される。

表-2.2 地域の震度予想 宮城県沖地震（単独）

圏域名	市町村名	震度			備考
		6強	6弱	5強	
仙南地域	白石市			○	
	角田市		○	○	
	蔵王町		○	○	
	七ヶ宿町			○	
	大河原町			○	
	村田町		○	○	
	柴田町		○	○	
	川崎町			○	
	丸森町			○	
仙台地域	仙台市青葉区			○	
	仙台市宮城野区		○	○	
	仙台市若林区		○	○	
	仙台市太白区		○	○	
	仙台市泉区		○	○	
	塩竈市	○	○	○	
	名取市		○	○	
	多賀城市			○	
	岩沼市		○	○	
	亘理町		○	○	
	山元町			○	
	松島町	○	○	○	
	七ヶ浜町		○	○	
	利府町		○	○	
	大和町	○	○	○	
	大郷町	○	○	○	
富谷町		○	○		
大衡村		○	○		
大崎地域	大崎市	○	○	○	
	色麻町		○	○	
	加美町		○	○	
	涌谷町	○	○	○	
	美里町	○	○	○	
栗原地域	栗原市	○	○	○	
石巻地域	石巻市	○	○	○	
	東松島市	○	○	○	
	女川町			○	
登米地域	登米市	○	○	○	
気仙沼・本吉地域	気仙沼市			○	
	南三陸町			○	

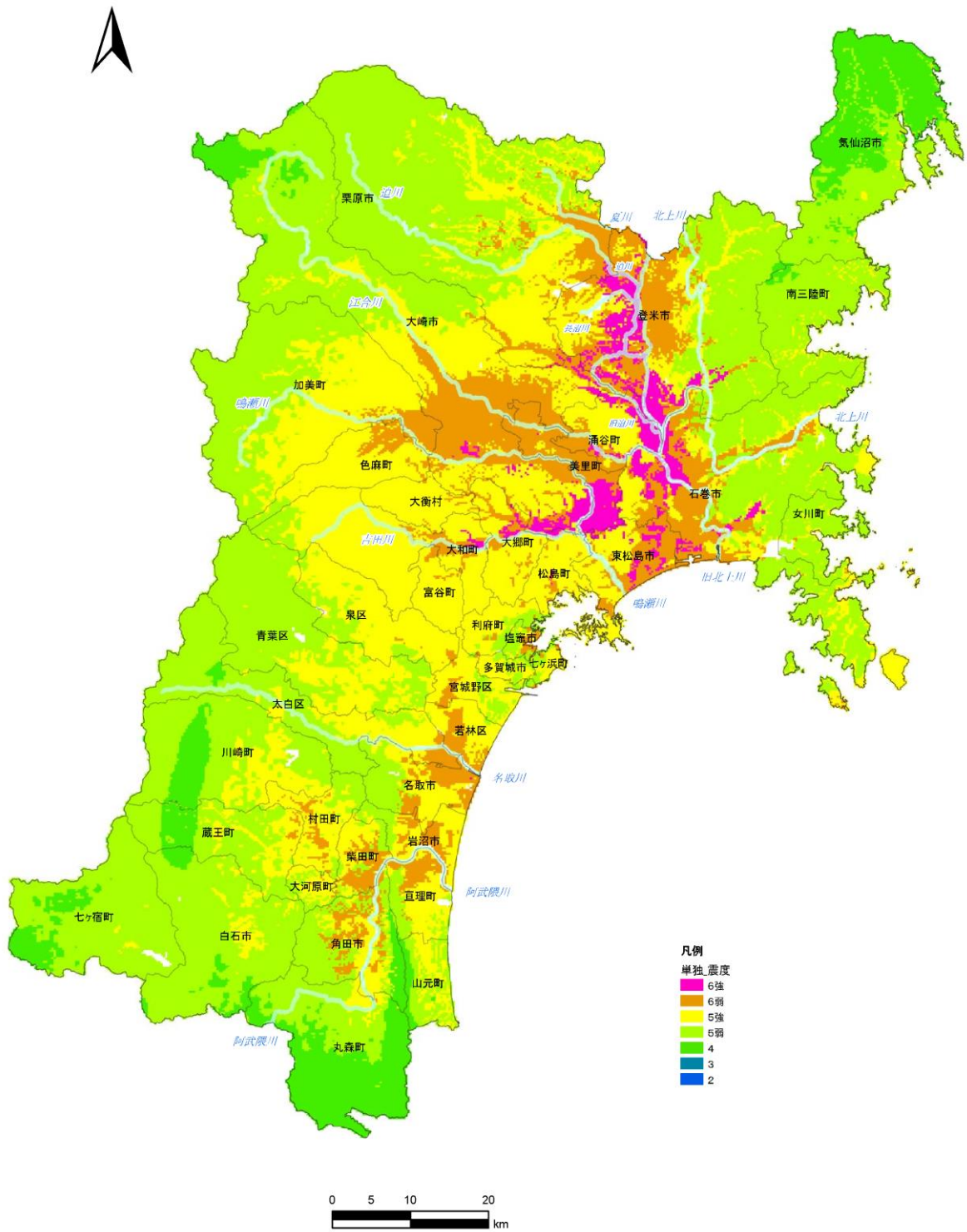


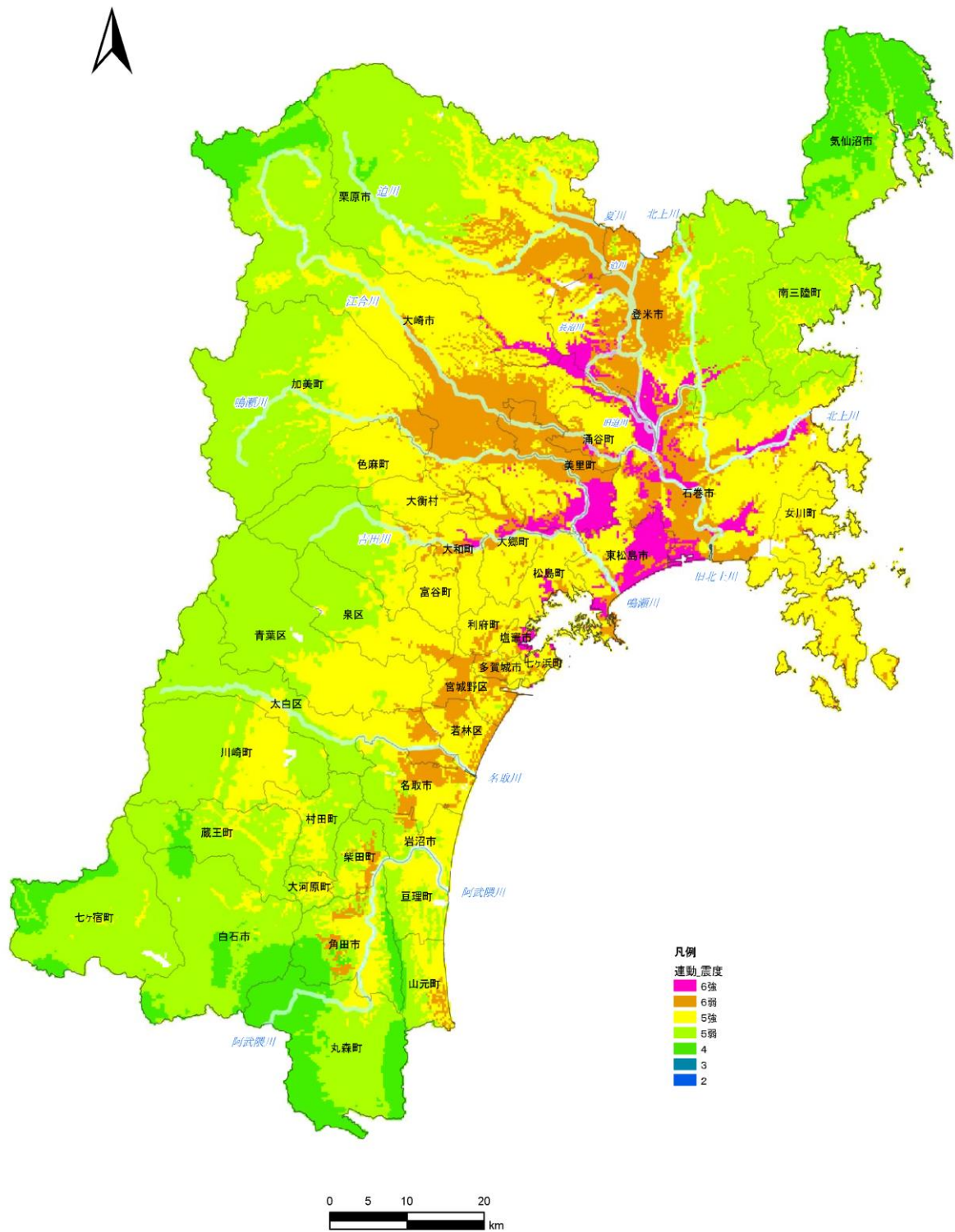
図-2.29 震度分布（宮城県沖地震 単独型）

2) 宮城県沖（連動）

きゅうきたかみがわ 旧北上川、はざまがわ 追川、なるせがわ 鳴瀬川、よしだがわ 吉田川流域およびきたかみがわ北上川下流で震度6強～6弱の震動が予想され、また、なとりがわ 県南の名取川、あぶくまがわ 阿武隈川流域で震度6弱の震動が予想される。

表-2.3 地域の震度予想 宮城県沖地震（連動）

圏 域 名	市町村名	震 度			備 考
		6 強	6 弱	5 強	
仙南地域	白石市			○	
	角田市		○	○	
	蔵王町			○	
	七ヶ宿町			○	
	大河原町			○	
	村田町			○	
	柴田町		○	○	
	川崎町			○	
	丸森町			○	
仙台地域	仙台市青葉区			○	
	仙台市宮城野区		○	○	
	仙台市若林区		○	○	
	仙台市太白区		○	○	
	仙台市泉区		○	○	
	塩竈市	○	○	○	
	名取市		○	○	
	多賀城市		○	○	
	岩沼市		○	○	
	亘理町			○	
	山元町		○	○	
	松島町	○	○	○	
	七ヶ浜町	○	○	○	
	利府町		○	○	
	大和町	○	○	○	
	大郷町	○	○	○	
	富谷町		○	○	
大衡村		○	○		
大崎地域	大崎市	○	○	○	
	色麻町		○	○	
	加美町			○	
	涌谷町	○	○	○	
	美里町	○	○		
栗原地域	栗原市	○	○	○	
石巻地域	石巻市	○	○	○	
	東松島市	○	○	○	
	女川町		○	○	
登米地域	登米市	○	○	○	
気仙沼・本吉地域	気仙沼市			○	
	南三陸町			○	



図一.2.30 震度分布（宮城県沖地震 連動型）

3) 長町—利府線断層帯の地震

大崎^{おおさき}地域、仙台^{せんだい}地域、仙南^{せんなん}地域で震度6強～6弱の震動が予想される。

表一2.4 地域の震度予想 長町—利府断層帯の地震

圏 域 名	市町村名	震 度			備 考
		6 強	6 弱	5 強	
仙南地域	白石市				震度5弱以下
	角田市			○	
	蔵王町		○	○	
	七ヶ宿町				震度4以下
	大河原町			○	
	村田町	○	○	○	
	柴田町		○	○	
	川崎町		○	○	
	丸森町				震度4以下
仙台地域	仙台市青葉区	○	○	○	
	仙台市宮城野区	○	○	○	
	仙台市若林区	○	○	○	
	仙台市太白区	○	○	○	
	仙台市泉区	○	○	○	
	塩竈市		○	○	
	名取市	○	○	○	
	多賀城市	○	○	○	
	岩沼市		○	○	
	亘理町			○	
	山元町				震度5弱以下
	松島町		○	○	
	七ヶ浜町			○	
	利府町	○	○	○	
	大和町	○	○	○	
	大郷町	○	○	○	
	富谷町		○	○	
大衡村			○		
大崎地域	大崎市	○	○	○	
	色麻町				震度5弱以下
	加美町				震度5弱以下
	涌谷町		○	○	
	美里町			○	
栗原地域	栗原市				震度5弱以下
石巻地域	石巻市		○	○	
	東松島市			○	
	女川町				震度4以下
登米地域	登米市			○	
気仙沼・本吉地域	気仙沼市				震度3以下
	南三陸町				震度4以下

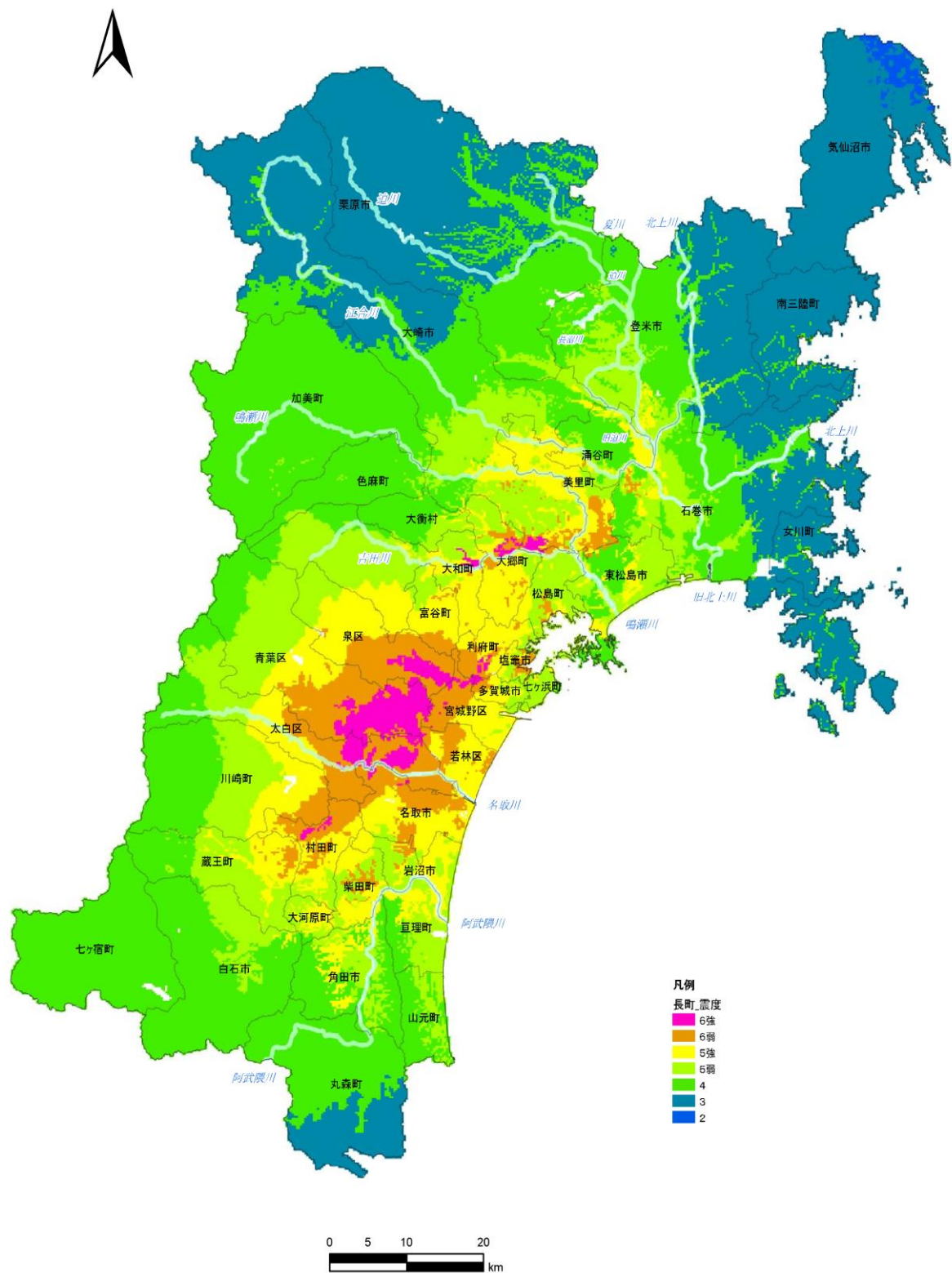


図-2.31 震度分布（長町-利府線断層帯の地震）

2.4 予測震度の評価

- 1) 1978年の宮城県沖の震度記録と概ね一致している。
- 2) 震度6強の発生地域は、第3次調査結果と近似しているものの、吉田川流域や旧北上川周辺で、震度6強の地域が増加している。
- 3) 震度6弱及び震度5強の地域が縮小している。

【評価概要-1】

■ 図-2.33は、図-2.32に示す1978年の宮城県沖地震(単独)直後の村井らによる市町村毎の震度アンケート結果を重ねたものであり、吉田川流域と仙台市泉区が1ランク高めに予想されていることを除き、概ね一致した結果となっている。

【評価概要-2】

■ 震度6強の発生地域は、第3次調査結果と近似しているが、吉田川流域や旧北上川周辺で、震度6強の地域が増加している。第3次調査ではボーリング調査数が不足しており、微地形から地盤増幅度→震度を推定しているのに対し、本調査では、ボーリング調査等から作成した地盤モデルを作成してAVS30から推定していることが原因の一つである。

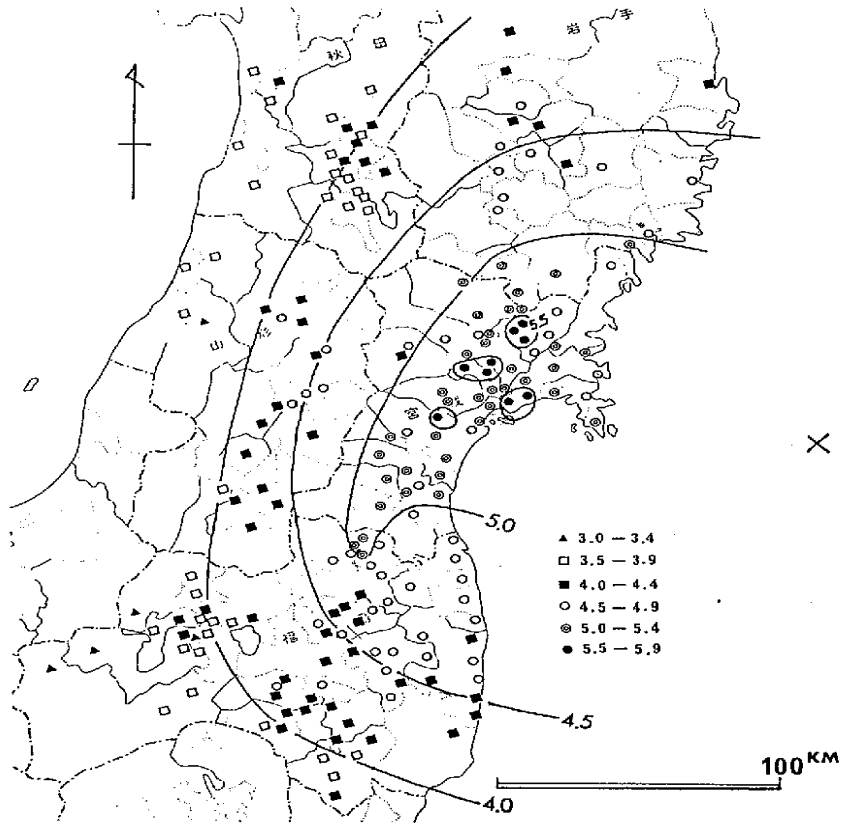
同地域は非常に軟弱な粘性土や緩い砂層が厚く堆積しており、松岡・翠川による微地形と標高および主要河川からの距離で地盤増幅度を予測する手法では、これを十分に反映できていないものと考えられる(例えば、図-2.25に示す吉田川流域の軟弱層が20m程度堆積している地域では、本調査は地盤増幅度 $G=4.0$ 以上に対し、第3次調査では $G=2.5\sim 3.0$ 未満となっている)。

【評価概要-3】

■ 震度6弱が震度5強へ、震度5強が震度4弱へ低下している地域も同様に、造成地や山間部のボーリング等の調査結果を反映させた結果、地盤モデルから推定した本調査結果の地盤増幅率が微地形による想定数値より小さくなったことが原因と考えられる。

【評価概要-4】

■ 最後に、地震調査推進本部との比較では、推進本部の推定は震度6強、6弱の発生範囲が少なく、全体に予測震度が低い。進本部の予測手法において、宮城県沖地震(単独)では、地震パラメータ中の破壊開始点が第3次調査および今回調査と異なること、また、宮城県沖地震(連動)では、推進本部は距離減衰と微地形の地盤増幅率を用いた簡便法(断層モデルの位置・形状・マグニチュードのみで他断層パラメータは設定されていない)で予測していることなどが、本調査結果の震度予想と異なる原因の一つと考えられる。



×は震央の位置。各市町村ごとに平均値を求めて表示してある。(村井・角田・辻村原図)

図-2.32 1978年の宮城県沖地震(単独)直後の村井らによる市町村毎のアンケートによる震度の分布 ※(第3次調査報告書より抜粋)

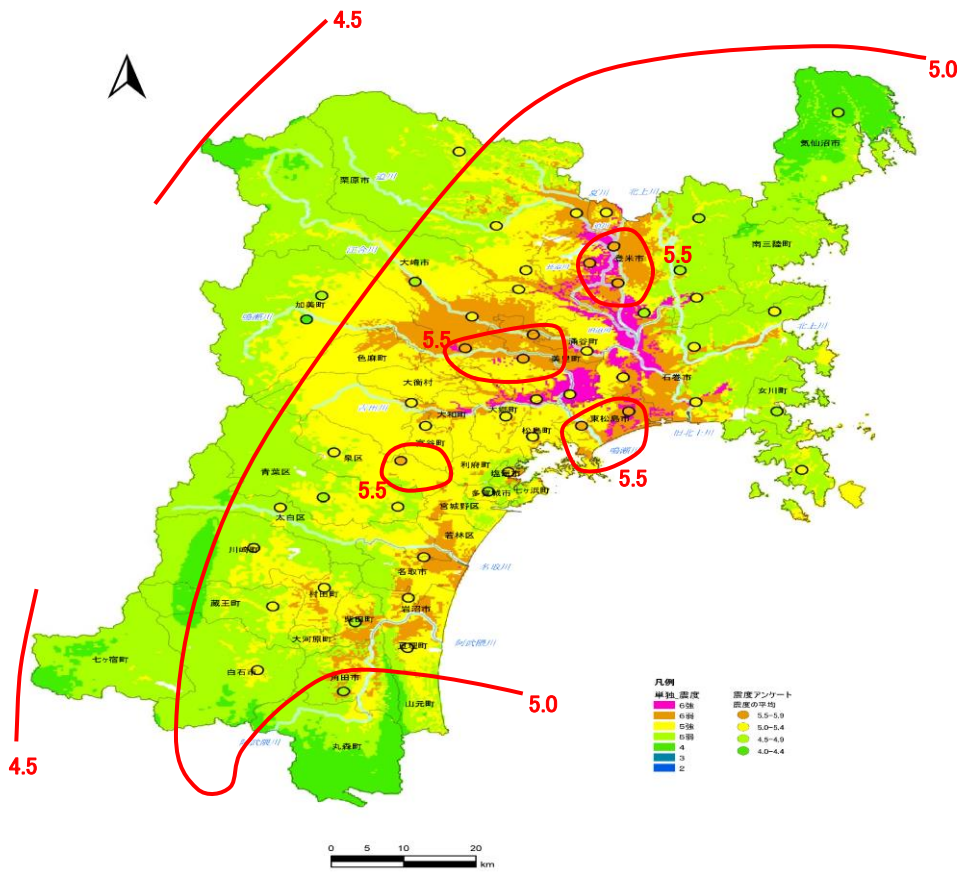


図-2.33 震度分布(宮城県沖地震 単独) ※1978年の宮城県沖地震のアンケート結果を追記