

## 2.2. 調査地域の現況

G I Sに入力した現況データに基づいて、地震被害想定的基本的条件となる項目を中心として、調査対象地域の現況を以下に要約する。

### 2.2.1. 地形

調査地域はアルボルズ山地の南麓部に位置している。この地域の地形は単純化して示すと、1)山地 2)丘陵地 3)古期扇状地 4)新期扇状地 5)沖積平野の五つの単位に区分される。図 2.2.1に地形分布状況を示す。

### 2.2.2. 地質

テヘラン市周辺を対象とした、第四紀堆積物に焦点を当てた地質図が G S Iによって編集された。基本的には Rieben(1966)の分類を図化単位として利用している。図 2.2.2に地質平面図を図 2.2.3に地質断面図を示す。

### 2.2.3. 断層

テヘラン市周辺部に分布する活断層については、主に Berberian(1983)が整理を行ってきた。CEST(1998)は詳細な断層分布図を編集しており、これらを図 2.2.2に示す。地震との関係からは下記の三つの断層がテヘラン地域へ大きな影響を及ぼすと考えられる。

- Mosha 断層
- North Tehran 断層 ( NTF )
- South and North Ray 断層

### 2.2.4. 地下水

地下水位データについては、CEST(1998)によって 1,000 箇所以上の井戸の水位データが収集編集されている。地下水位は季節毎に明確に変動するが、2月が最高で、8月から9月で最低レベルとなる。図 2.2.4に地下水コンターを、表 2.2.1に地形区分別の地下水位を示す。

表 2.2.1 地形区分別地下水位

地形区分	調査地域東側	調査地域西側
丘陵地、古期	GL-100m 以深	GL-50m 以深
新期	GL-50 -100m	-
沖積平野	GL-5 -20m	GL-20 -50m

Figure 2.2.1

### Topography

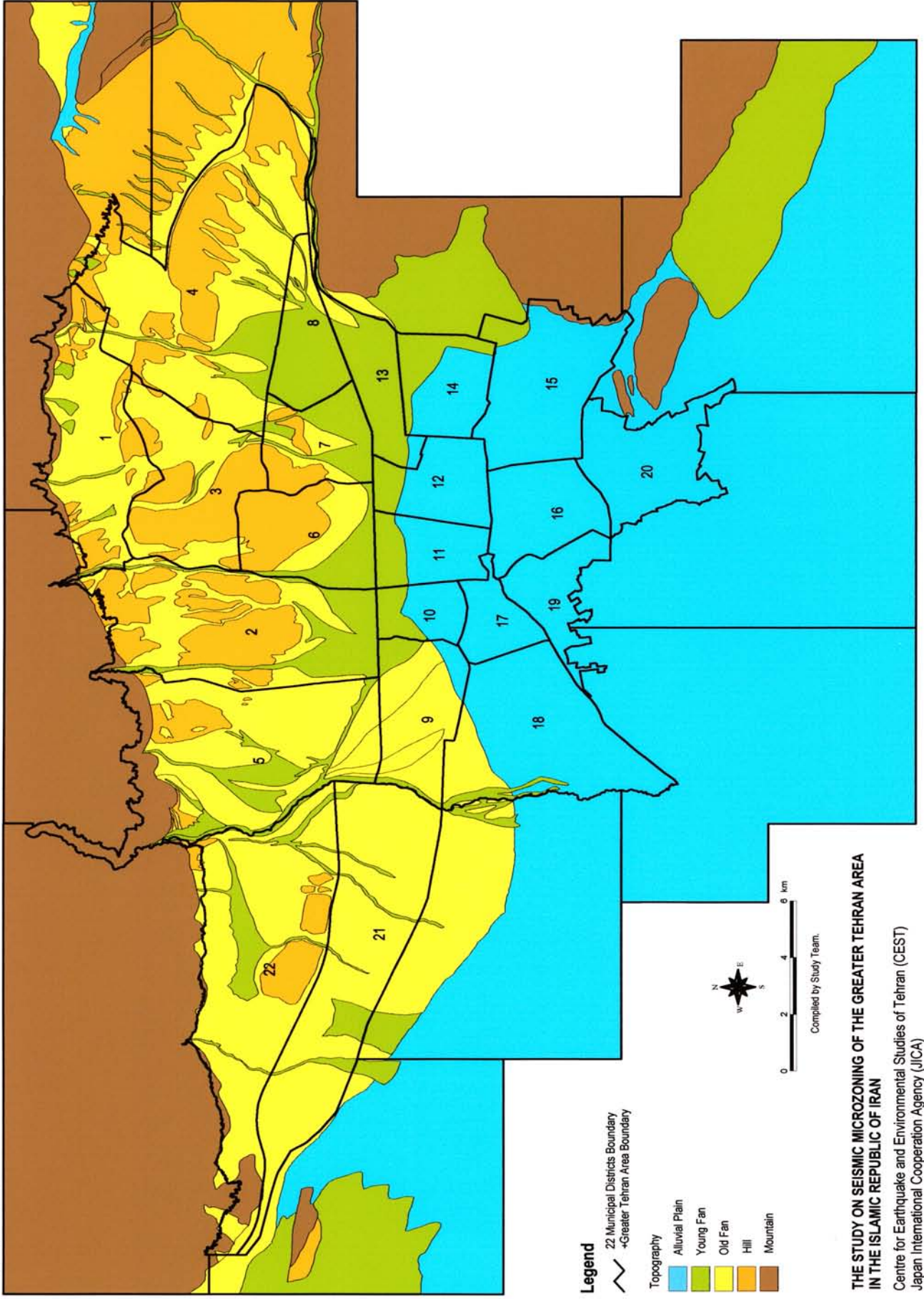
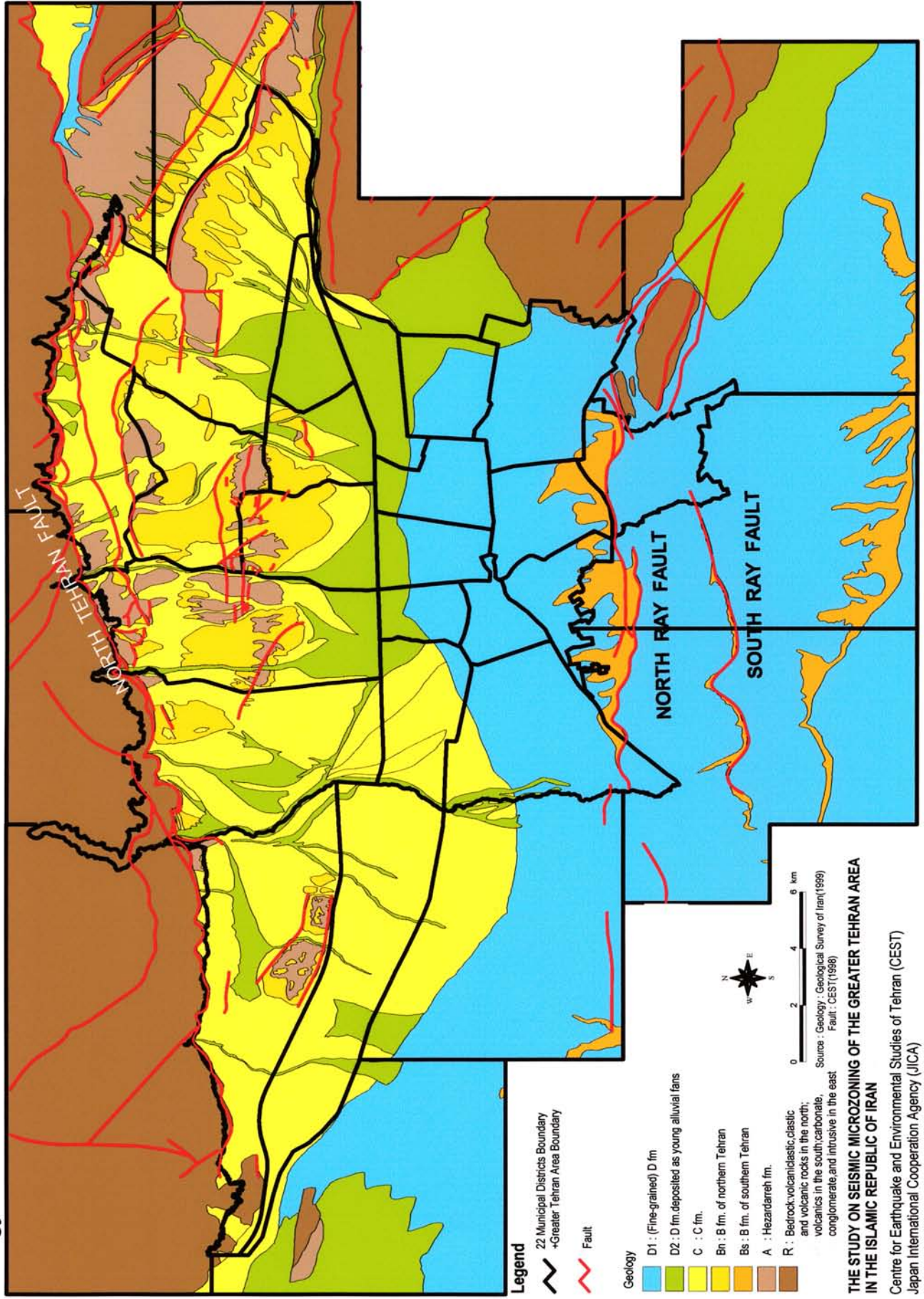




Figure 2.2.2

### Geology



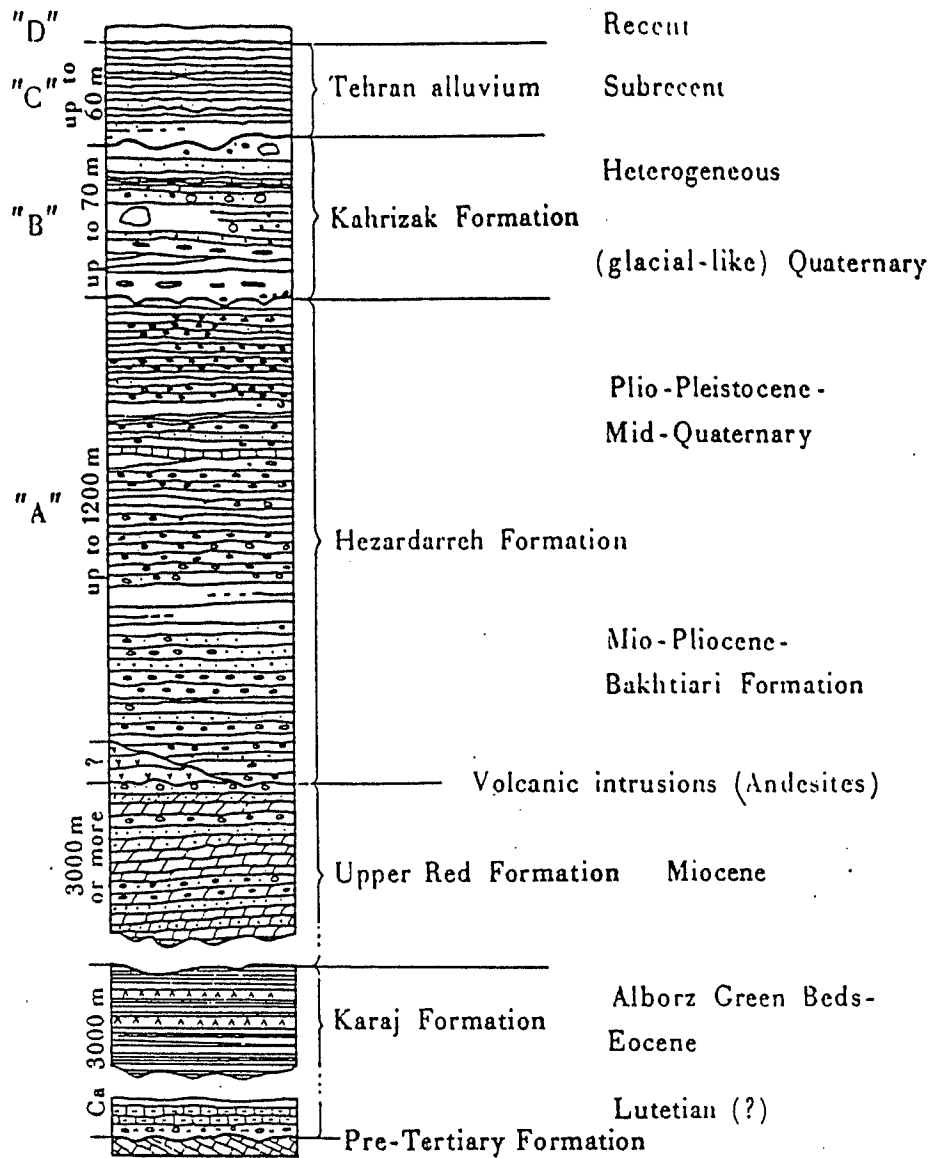


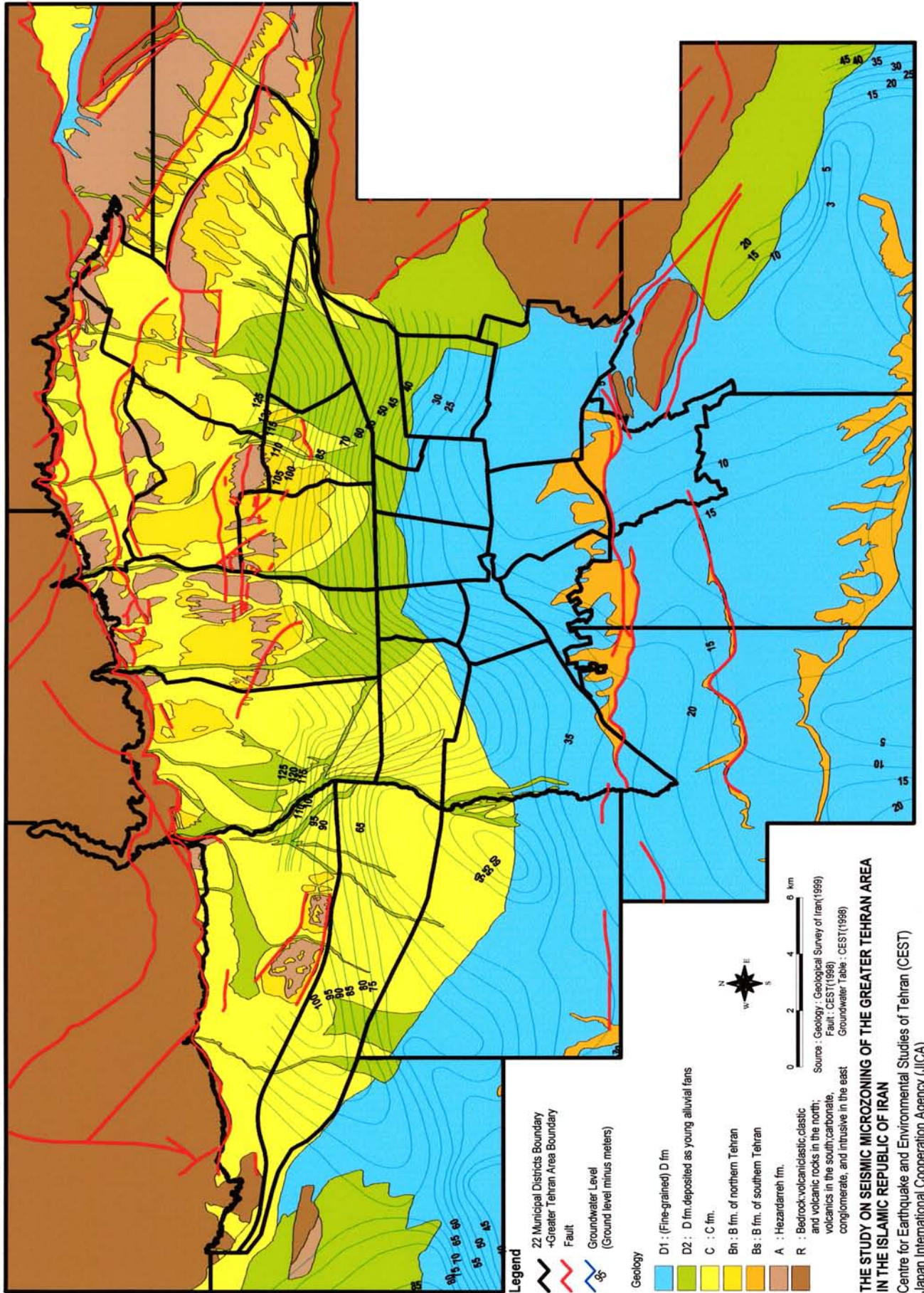
図 2.2.3 表層地質模式断面図

出所: Geological Observations on Alluvial Deposits in Northern Iran, H. Rieben, Geological Survey of Iran, Report No.9m 1966



图 2.2.4

Groundwater Table



**Legend**

- 22 Municipal Districts Boundary
- Greater Tehran Area Boundary
- Fault
- Groundwater Level (Ground level minus meters)

**Geology**

- D1 : (Fine-grained) D fm
- D2 : D fm deposited as young alluvial fans
- C : C fm.
- Bn : B fm. of northern Tehran
- Bs : B fm. of southern Tehran
- A : Hezardarreh fm.
- R : Bedrock: volcaniclastic, clastic and volcanic rocks in the north; volcanics in the south; carbonate, conglomerate, and intrusive in the east

Sources : Geology : Geological Survey of Iran(1999)  
 Fault : CEST(1998)  
 Groundwater Table : CEST(1998)

**THE STUDY ON SEISMIC MICROZONING OF THE GREATER TEHRAN AREA IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN**  
 Centre for Earthquake and Environmental Studies of Tehran (CEST)  
 Japan International Cooperation Agency (JICA)

## 2.2.5. 地震

テヘラン市では、過去150年間大地震は発生していない。歴史地震カタログによればテヘラン市に影響を及ぼしたと考えられる地震は以下のとおりである。

### 855年：

レイを中心に発生した地震で、多数の死傷者、家屋倒壊を招いた。コムやカシャーでも被災したと考えられる。余震が一月続いた。

### 958年：

中部ペルシャ北部で発生した大地震で、レイ、タリガン等の村落を壊滅させた。タリガンでは僅かに30人が生存し、レイでは150の村が破壊された。また、一つの山村が地滑りにより壊滅した。レイでは山地が崩壊し、水が噴出した。レイ北部のルヤン山では大規模な地滑りにより河川が閉塞され湖が形成された。被害は北西部のダイラムや南部のコム、カシャーへも拡大した。地震動はおそらく、イスファハンやさらに遠くのバグダッドでも感じられた。被害をとまなう余震は40日間継続し、ペルシャ北部および中部で余震を感じている。この地震は地震発生前のカスピ海の異常な水位変動とも関係がある可能性がある。

### 1177年：

アルボルズ山地南麓部に沿った多数の町、およびレイに至る地域を破壊した地震である。特に、カズビンやレイでは被害が大きく、死者も多数出た。

### 1665年：

ダマバンド周辺部で壊滅的な被害を発生させた地震である。マスジッド・イ・モスクの碑文には地震被害と1670年に行なわれた再建作業が記録されている。

### 1830年：

マザンダラン南部に発生した大地震でテヘラン東部のシャミラナットやダマバンド地方を壊滅させた。ダマバンドだけで死者500人、その他多数の家屋倒壊が発生した。当時、テヘランにあったイギリス大使館の建物も大きな被害を受けた。地震動は遠くバクーでも感じられた。強い余震が続き、シャミラナットでは新たな被害が出た。テヘランでは野外のテント生活をしてきた避難民の間でパニックが発生した。

## 2.2.6. 人口

1996年のセンサスデータではテヘラン市の22区合計の人口は674万人である。表2.2.2に区別の人口総数および区別人口密度、区内密度最高値を示す。また、図2.2.5に市域全体のセンサスゾーン別人口密度図を示す。センサスゾーン別にみた人口密度の特徴は、ヘクタール当たり600人を越えるような高密度地域がテヘラン市南部を中心として多数存在していることである。特に、9区、15区、16区、17区、18区、19区等は高密度ゾーンが多く分布している。最高値は15区のセンサスゾーンNo.60で878人/haとなっている。北部地域の1区、2区、3区、4区、5区、等は相対的に人口密度は低い地域となっている。21区、22区は新しく制定された区であり、全体数も密度も現状では小さな値となっている。

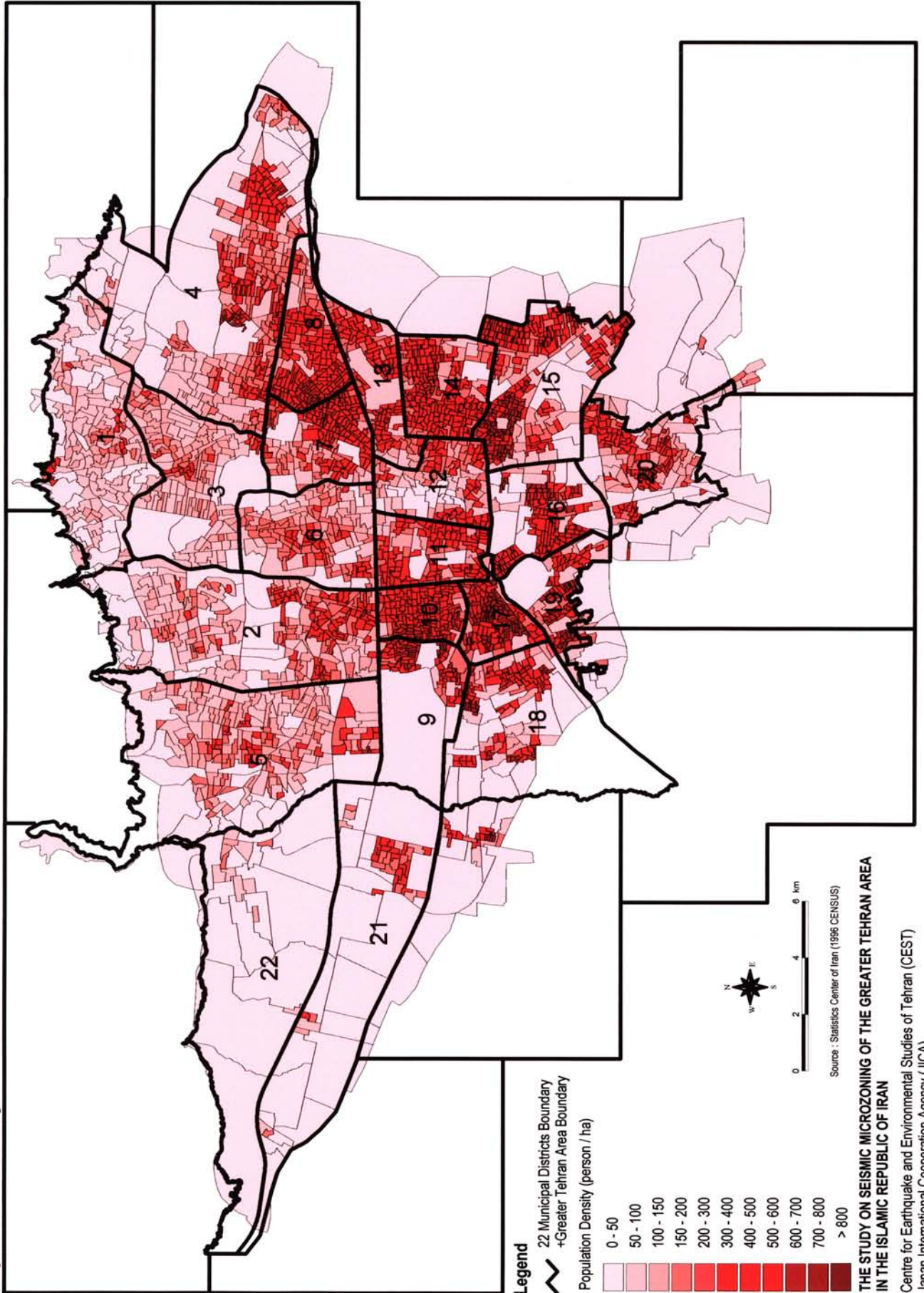
表 2.2.2 区別人口/人口密度分布

区	センサスゾーン数	センサスゾーン数 (人口密度)		区内最高人口密度		面積 (ha)	人口	区別人口密度 (人/ha)
		600人/ha以上	800人/ha以上	人口密度	センサスゾーン番号			
1	163	0	0	391	01075	3,462	245,502	71
2	238	0	0	313	02149	4,968	456,414	92
3	155	0	0	449	03108	2,945	259,019	88
4	297	5	0	710	04133	7,260	663,166	91
5	215	1	0	673	05033	5,915	427,955	72
6	123	0	0	324	06088	2,149	220,331	103
7	151	0	0	554	07081	1,541	300,212	195
8	150	5	0	712	08014	1,327	332,005	250
9	80	10	0	761	09047	1,960	173,482	89
10	125	2	0	632	10083	808	282,308	349
11	110	0	0	446	11089	1,189	225,840	190
12	108	0	0	422	12060	1,359	189,625	140
13	113	0	0	508	13034	1,391	245,142	176
14	168	1	0	621	14119	1,459	392,524	269
15	252	33	4	878	15060	2,852	622,517	219
16	129	6	0	744	16077	1,649	298,410	181
17	109	30	0	783	17082	829	287,367	347
18	121	14	1	826	18097	3,794	293,598	77
19	88	8	0	680	19041	1,152	227,389	197
20	167	0	0	588	20093	2,033	354,449	174
21	85	4	0	778	21048	5,208	188,890	36
22	26	0	0	164	22010	6,154	56,020	9
Total	3,173	119	5			61,404	6,742,165	110

出所: Statistics Center of Iran (1996)



**Population Density**





### 2.2.7. 建物

建物棟数についても 1996 センサスデータが基礎となる。この統計値は住宅を対象としたものであり、総数、約 148 万戸となっている。地震被害分析に際しては、集合住宅を中心として建物棟数に換算し直すことが必要である。建物は構造別に 1) 鉄骨、2) RC、3) その他、および 4) 不明の 4 カテゴリーに分類されている。各区別・構造別の建物数を表 2.2.3 に示す。この中で、カテゴリー 3) その他 (Others) はさらに内容が 8 区分されており、鉄骨、煉瓦、木、石等の材料を組み合わせた、いわゆる伝統的な建物である。それぞれの分布は、全体として鉄骨造りが 41%、RC 造は比較的少なく 11%、その他は 46%、不明が 2% となっている。地域的分布特性としては、相対的に鉄骨造は北部地域に、その他区分は南部地域に多くなっている。

表 2.2.3 区別構造別建物分布 (住宅単位)

区	構造 (棟数)				区別総数	鉄骨造 + RC 造 比率
	鉄骨造	RC 造	その他	不明		
1	28,961	13,886	18,319	1,392	62,558	68
2	59,945	34,875	20,453	2,325	117,598	81
3	41,122	13,652	14,111	1,308	70,193	78
4	72,009	19,877	52,246	3,397	147,529	62
5	47,974	37,014	15,703	1,850	102,541	83
6	31,756	6,380	20,039	937	59,112	65
7	35,575	4,131	36,591	1,762	78,059	51
8	33,972	2,431	45,383	1,735	83,521	44
9	9,346	2,930	25,032	518	37,826	32
10	14,049	415	46,501	1,230	62,195	23
11	19,640	1,033	32,498	1,125	54,296	38
12	12,570	799	24,876	1,000	39,245	34
13	19,784	1,650	36,483	1,188	59,105	36
14	32,549	4,543	48,515	1,837	87,444	42
15	44,767	9,162	65,853	2,830	122,612	44
16	12,104	1,966	34,592	1,426	50,088	28
17	9,452	242	31,333	1,251	42,278	23
18	15,180	436	30,420	1,304	47,340	33
19	13,828	759	27,152	794	42,533	34
20	27,098	5,821	36,227	1,453	70,599	47
21	16,046	3,752	14,942	744	35,484	56
22	6,636	4,206	1,004	136	11,982	90
総数	604,363	169,960	678,273	31,542	1,484,138	52

出所 : Statistics Center of Iran (1996)

## 2.2.8. 建設年度

建物建設年度は1) 1965年以前、2) 1966~75年、3) 1976~88年、4) 1989年以後、および5) 不明の5区分がなされている。表2.2.4に区別・建築年代別の建物数を示す。このデータからテヘラン市の都市化の過程を知ることができる。

表 2.2.4 建築年代分布 (住宅単位)

区	1965以前	1966-75年	1976-88年	1989以降	不明	区別総数
1	7,681	8,850	29,404	16,051	572	62,558
2	5,612	18,652	47,562	44,634	1,138	117,598
3	6,168	15,239	31,046	17,168	572	70,193
4	5,497	15,976	88,139	36,492	1,425	147,529
5	1,557	2,547	56,177	41,219	1,041	102,541
6	15,588	14,794	18,545	9,827	358	59,112
7	24,271	17,911	18,878	16,435	564	78,059
8	20,270	24,825	26,379	11,381	666	83,521
9	7,621	18,493	9,400	2,069	243	37,826
10	28,433	15,111	9,505	8,549	597	62,195
11	22,932	10,012	12,195	8,572	585	54,296
12	19,096	5,850	9,348	4,367	584	39,245
13	17,726	16,991	16,293	7,659	436	59,105
14	19,526	24,874	27,371	14,273	1,400	87,444
15	10,774	16,904	74,894	17,973	2,067	122,612
16	13,085	16,591	15,924	3,658	830	50,088
17	8,979	16,670	13,534	2,385	710	42,278
18	1,120	5,973	31,530	7,926	791	47,340
19	263	2,241	33,353	6,285	391	42,533
20	8,383	12,978	38,094	10,331	813	70,599
21	326	1,482	20,209	13,095	372	35,484
22	37	2,324	4,409	5,118	94	11,982
総数	244,945	285,288	632,189	305,467	16,249	1,484,138
比率 (%)	16.5	19.2	42.6	20.6	1.1	100.0

出所 : Statistics Center of Iran (1999)

### 2.2.9. 都市施設

都市施設については、公共施設を中心に以下のデータを収集した。

- 1) 消防署
- 2) 警察署
- 3) 交通警察署
- 4) 病院
- 5) 行政機関
- 6) 学校等
  - 小学校
  - 中学校
  - 高等学校
  - 大学、専門学校等
- 7) 公園等

表 2.2.5にこれらの区別施設分布数を示す。

**表 2.2.5 区別都市施設分布**

区	消防所	警察署	交通警察署	病院	行政機関	小学校	中学校	高等学校	大学	公園等
1	1	13	0	19	12	69	34	45	17	18
2	4	3	2	3	1	102	97	92	19	37
3	4	13	0	11	4	39	43	48	40	44
4	5	9	0	6	1	83	67	66	19	131
5	4	2	2	4	2	50	52	56	6	46
6	4	3	1	28	15	59	54	33	48	27
7	1	13	2	22	11	51	36	38	16	28
8	2	1	2	5	2	70	37	36	0	26
9	0	2	0	2	3	45	29	33	5	10
10	3	0	2	9	4	54	34	33	2	19
11	6	6	1	13	1	92	62	54	21	10
12	3	5	1	13	1	16	14	14	5	11
13	3	1	0	5	0	66	46	27	10	13
14	2	4	1	14	6	58	25	53	0	36
15	3	3	2	2	10	249	4	2	1	26
16	1	4	0	6	5	62	38	39	0	32
17	1	2	0	2	1	26	26	20	0	27
18	1	2	0	8	0	86	52	43	5	62
19	2	1	0	2	7	27	30	20	1	18
20	2	5	0	4	2	102	56	80	10	37
21	3	1	0	1	0	13	5	10	0	0
22	2	0	0	1	0	1	5	2	0	0
郊外	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
総数	59	93	16	180	88	1,420	846	844	225	658



### 2.2.10. ライフライン

上水道や都市ガス、電力、電話等ライフライン関連データについては幹線網データのみ入手した。

### 2.2.11. 道路

道路網データは道路幅別に 14 のカテゴリーに区分されたデジタルデータを TGIS より入手した。

### 2.2.12. 橋梁

橋梁については、既存資料と現地調査を実施して調査地域内で 168 箇所の確認をし、名称、位置、建設年、梁形式、支持形式等について情報収集した。

### 2.2.13. 危険物分布

テヘラン市消防局を通じて、テヘラン市内に分布する危険物分布データを収集した。特に、石油貯蔵所、ガソリンスタンド、灯油販売所等、地震時に二次災害の可能性を持った施設を中心に情報収集した。しかしながら、収集データの内容は古く、更新が進んでいないことが明らかとなった、今後、データの更新が必要である。

### 第 3 章：地震動解析

## 第3章 地震動解析

### 3.1. 概要

地震動解析は被害想定のもととなる地表面加速度と震度を計算するものであり、そのフローチャートを図 3.1.1に示した。解析に際しては、まずシナリオ地震を決定し、数値解析のための断層モデルを定め、続いて経験的グリーン関数を用いて地震動と地震基盤における波形を決定する。一方、地震基盤より上の被覆層をその地盤性状によってゾーニングし、応答計算をもとに地盤増幅率を求める。これらをもとに地表における地震動を計算し、地表における最大加速度と震度を求めることとなる。

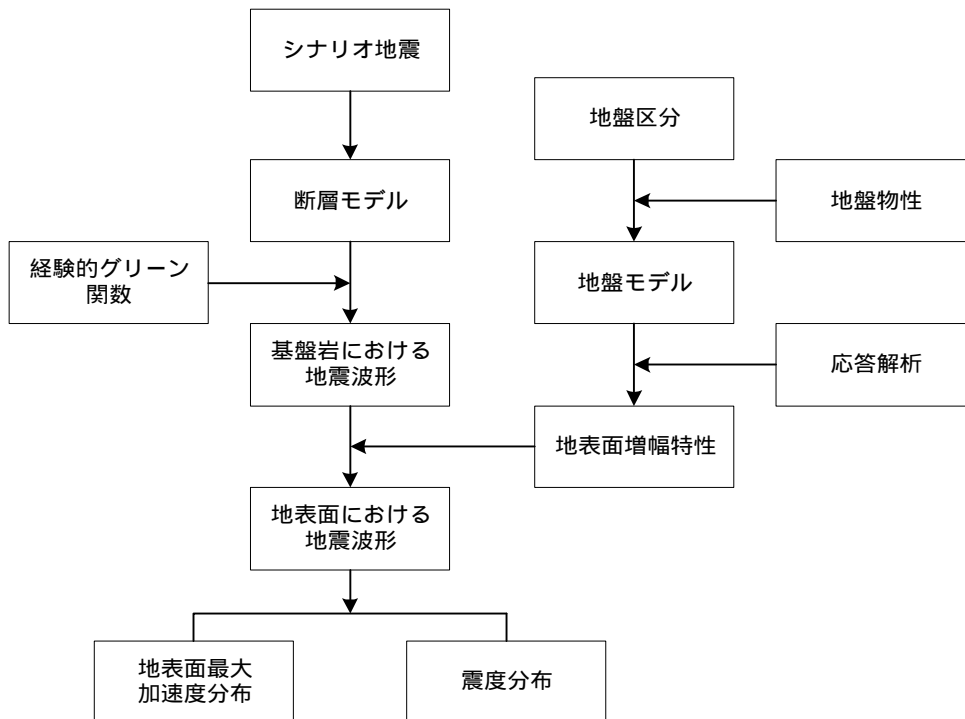


図 3.1.1 地震動解析フロー



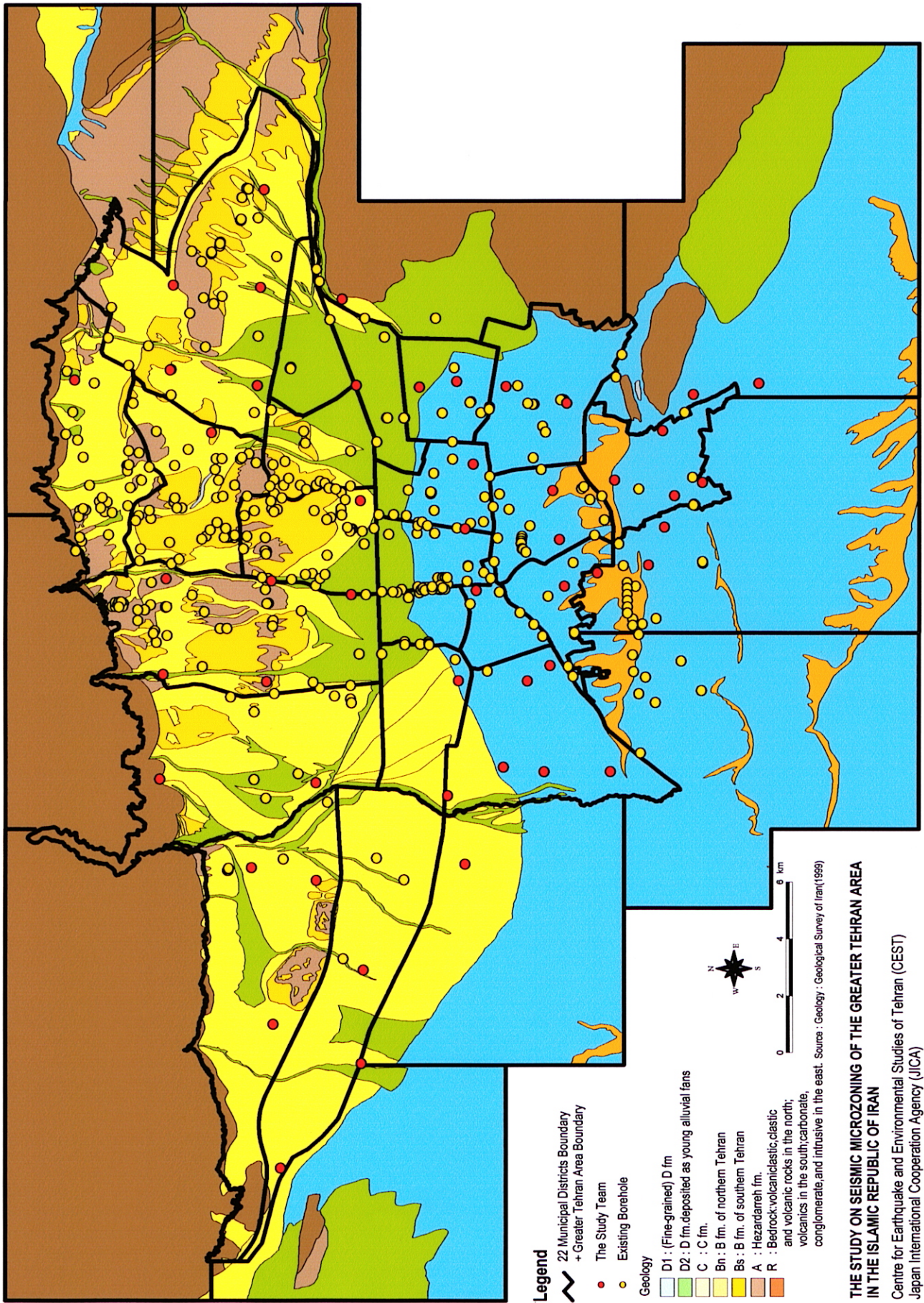
### 3.2. 地盤区分

今回調査に際しては、既存のボーリング資料を収集すると同時に、最大深度 200m に及ぶ 50 本のボーリングを新たに掘削した。このうち代表的な孔については P S 検層を実施し、地盤の S 波速度、P 波速度を測定し、さらに、市内全域において常時微動測定を行った。これらをもとに対象地域の地盤状況を把握し、地震動解析のための地盤モデルを策定した。

対象地域の地質平面図およびボーリング位置図を図 3.2.1 に示した。対象地域はアルボルズ山脈の南麓に広がる山地、新旧の扇状地と平野からなる地域である。基盤は新生代第三紀の火成岩で構成され、その上位に新生代第三紀中新世から第四紀更新世の扇状地堆積物(A formation, Bn formation) が厚く堆積している。この扇状地堆積物は北部では砂礫で、南部では主として粘性土で構成される。その上位には新生代第四紀更新世の砂礫層を主体とする扇状地堆積物 ( C formation ) が分布し、さらに新生代第四紀最新世の扇状地堆積物 ( D2 formation ) がその谷間を埋める形で分布する。この層は対象地域南部では粘性土を主体とする沖積平野堆積物(D1 formation)となる。

これらの資料をもとに地震動解析のための地盤モデルを設定した。ここで、工学的地震基盤は、S 波速度が 600m/sec を超えるか、あるいは修正 N 値が 100 を超える層が連続する地層とした。この工学的地震基盤は市南部の最深部では 150m 付近に、市北部では地表面近傍から分布している。また、表層地盤は、粘土、砂・粘土互層、砂、砂礫の 4 層に区分し、その硬軟に応じてそれぞれを 4 種類に区分した。これらの各層について、P S 検層結果、室内土質試験結果等をもとに解析に必要な静的、動的なパラメータを与えた。これらをもとに、基盤の深度と表層地盤の性状によって 41 本のモデル地盤柱状図を設定し、500m グリッドのメッシュごとに地盤モデルを与えた。

Location Map of Boreholes



**Legend**

- 22 Municipal Districts Boundary
- + Greater Tehran Area Boundary

- The Study Team
- Existing Borehole

**Geology**

- D1 : (Fine-grained) D fm
- D2 : D fm deposited as young alluvial fans
- C : C fm.
- Bn : B fm. of northern Tehran
- Bs : B fm. of southern Tehran
- A : Hezardarreh fm.
- R : Bedrock; volcaniclastic, clastic and volcanic rocks in the north; volcanics in the south; carbonate, conglomerate and intrusive in the east. Source : Geological Survey of Iran(1999)

**THE STUDY ON SEISMIC MICROZONING OF THE GREATER TEHRAN AREA IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN**

Centre for Earthquake and Environmental Studies of Tehran (CEST)  
Japan International Cooperation Agency (JICA)