

### 第3章 調査対象地域の概要

#### 3-1 自然状況

##### (1) 地形

アルマティ市は、天山山脈の北部に位置するザイリスキー・アラタウ (Zailiiskii Alatau) <sup>1</sup>山脈の北側の山ろくにある。ザイリスキー・アラタウ山脈は標高 4000m以上の山々が連なり、山岳氷河を抱いている。ザイリスキー・アラタウ山脈の北側斜面からは、斜面を深く侵食するいくつもの急流河川が北に向かって流れ、平地に出たところに明瞭な扇状地を形成している。

アルマティ市は、最高標高 1700m、最低標高 500mである。その北側の山ろくへ流れる大アルマティ川と小アルマティ川が形成した大きな扇状地の上に市街地が広がっている。

南に位置する急峻な山地から、いくつもの扇状地が東西に連続している。こうした連続する扇状地の存在とこれらの扇状地の上辺（山ろく線）が直線的であることから、そこに活断層の存在を推定させる。

大・小アルマティ川による扇状地の末端（市街地北部）には、扇状地から急に現れる川や池沼が数多く見られる。こうした地形は、扇状地の下を伏流した地下水が、扇状地の末端で湧水となって現れるためで、堆積物が細粒化し、しかも地下水位が高いことを示し、北部地域での液状化の発生が懸念される。

##### (2) 気候

図 3-1-1 にアルマティ市の気温と降水量を示す。

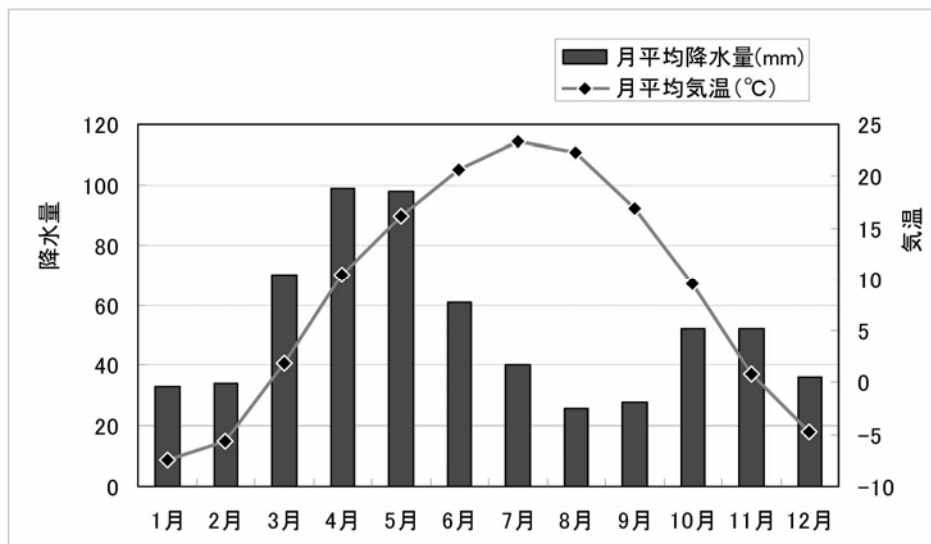


図 3-1-1 アルマティ市中心部にある気象観測所での気温と降水量  
(KAZGIDROMET のデータから作成)

<sup>1</sup> 全体は Dzhungar-Alatau 山脈と呼ばれている。

アルマティ市の気候は大陸的な気候で、夏冬の気温の較差が大きく、降水量は少ない。

冬は寒く、北部ほど、また南部の山地ほど気温が低くなる。11 月から 3 月にかけては月平均気温が氷点下になる。気象観測が行われた期間での過去最低気温は、1951 年 2 月 26 日、アルマティ空港でマイナス 38℃を記録したことがある。3 月から 5 月にかけての春先には、気温が急上昇し、6 月から 9 月にかけて気温がかなり高くなる。アルマティ市市街地は乾燥して暑く、1944 年 6 月に最高気温 42℃を記録したこともある。

降水量は年間を通じて少ない。年間の降水量は市内で約 600mm である。降水量が比較的多いのは、3 月から 5 月にかけての春先で、気温の上昇とあいまって、融雪や氷河の融解も急速に進み、河川の水量は増える。夏は降水量が少なく、ひと月の降水量が 30mm 程度である。

雪は、山間部のメデウでは 10 月上旬から、市内では 10 月末に降り始め、11 月になると気温が低下するため、積雪となる。街中の雪が消えるのは、3 月下旬で、メデウでは 4 月末である。市内の積雪深は 2 月時点で 20～25cm、多い時で 50～55cm になる。メデウでは多い時で、積雪 100cm にもなる。

風は場所によって異なるが、強風が吹くことはあまりない。年間の平均風速は、1.5m/s ～2.5 m/s 程度である。風速は夏に大きく、冬に小さくなる。特に、山間地や盆地では 6 月から 8 月にやや風速が大きくなる。晴れた日には一日の中で風向が変化する。夜間は山地から平野へ、昼間は平野から山地へと風向が変わり、その変わり目に明瞭な風が出現する。

3 月から 5 月にかけては、降水量の増加と気温の上昇によって、融雪も急速に進む。高山でも気温の上昇する 5 月ごろから雪解けが進み、河川は増水し、時々融雪洪水が起こる。

氷河についても、温暖化による後退が進み、拡大した範囲を示す地形である終堆石 (end moraine) から遠のいたところまで谷氷河が後退している。氷河の崩壊、融解も洪水の原因となっている。

災害シナリオを考える上で、地震発生時の気象条件は重要である。冬の時期では最高気温ですら氷点下になることと積雪があること、夏の時期では 40℃に近い高い気温となることなどを考慮する必要がある。

### (3) 地質、地盤

図 3-1-2 はアルマティ市全体の地質図<sup>2</sup>である。また、図 3-1-3 はアルマティ市を南北に切断する地質断面である。アルマティ市は南部に花崗岩などの固結した岩石が分布する山地があり、その北には花崗岩質岩石からなる丘陵地がある。丘陵地の表層には風成のレス（風で運ばれてきた粘土質の埃のようなもの）が覆っている。さらに、丘陵地の北側には、大アルマティ川と小アルマティ川が運んできた砂礫からなる大きな扇状地が発達している。

<sup>2</sup> 地質図に関しては、地質研究所、国立地震研究所とも公表していないし、事前調査段階では見せられないとの事であった。

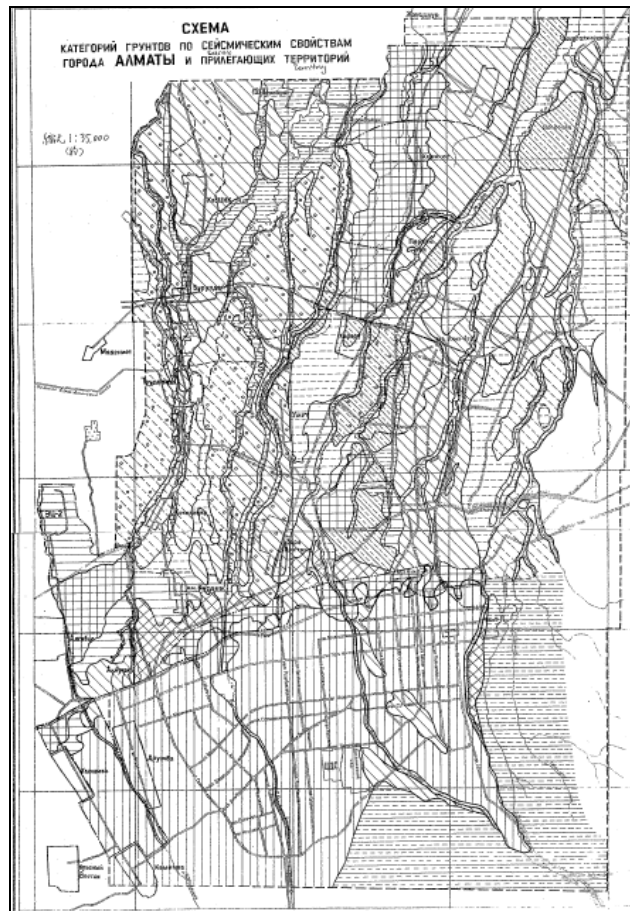


図 3-1-2 アルマティ市とその周辺地域の地盤分類図

アルマティ市とその周辺地域の総合マイクロゾーニング地図の添付図

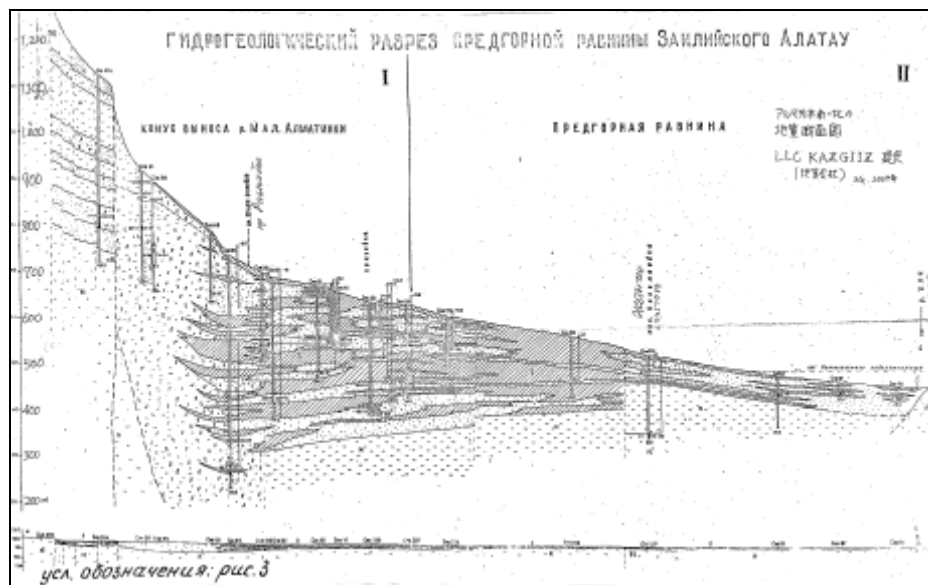


図 3-1-3 アルマティ市の南北地質断面図 (LLC KAZGIIIZ 提供)

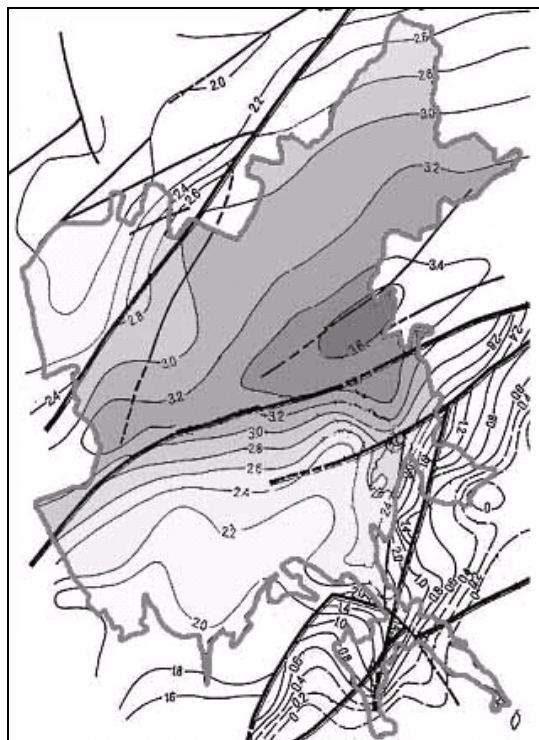


図 3-1-4 アルマティ市の基盤深度図（国立地震研究所 PPT より）

岩盤からなる山地が切れる当たり（市の南部）から、急激に厚さ 500m 以上にも及ぶ砂礫層が現れる。基盤となる古生代の地層は 3200–3800m の深さにある（Alexander Kheday, 2000）。基盤の深いところはアルマティ市の中部にあり、東北東–西南西方向にトレンチ状になっている（図 3-1-4）。

市内のほとんどは厚さ 300m にも及ぶ砂礫層の上にある。扇状地の末端（市の北部）になると砂礫層の厚さも薄くなり、層相も礫質から砂質・粘土質に移行していく。

市の北部は、扇状地の末端部にあたり、ローム層や粘土質層が卓越するようになり、地下水位も比較的浅くなる。扇状地末端特有の湧水地やそこを源とする小河川が流れ出している。地下水位は 5m–10m で、浅い所では 3m–5m である。

地質断面図には活断層の存在を思料させる地層の不連続も数箇所を確認できる。砂礫層中の活断層をボーリングデータだけから推定することは難しいが、本格調査時にできるだけ多くのボーリングデータを収集し、地層の連続性を詳細に検討すれば、見出すことも可能である。

国立地震研究所によれば、アルマティ市域で深度 1000m から 4000m に達するボーリングデータがあり、数は少ないがかなり深い所までの地質状況は把握できるとのことである。このボーリングデータについても、本格調査の段階では資料を公開できるとのことである。

### 3-2 社会状況

アルマティの周辺域は、歴史上チンギス・ハーンやティムールに代表される数々の遊牧民たちが馬を駆け回りながら、シルクロードを通じて東西の文化が融合してきた地域でもありシルクロードのオアシスとしても栄えた地域でもある。また東西のさまざまな文化が混ざり合い花開いた地域で有ることから、世界有数の多民族国家であり独自の慣習や言語をもち 100 以上の民族集団で暮らしている。主要な民族はカザフ人で総人口の約 58%を構成し、以下にロシア人が約 26%、ウクライナ人が約 3%、ウズベキ人が約 3%、タタール人が約 2%、ドイツ人が約 2%と続く。また、主な宗教はイスラム教で、国民の約 65%が信仰している。他にはロシア正教約 32%、プロテスタント約 2%であるが、人種・民族間の問題が生じる種が少ないわけではない。（駐日カザフスタン国大使館カザフスタン小冊子より）

アルマティ市の起源は、1854 年、ロシア帝国の統治中にヴェールニーと呼ばれる砦が築かれたことがアルマティ市の起こりと言われている。その後、1923 年からカザフ社会主義共和国の首都として発展し、1991 年に独立した後も約 6 年間にわたり首都としての機能を果たした。1997 年 12 月に首都がアスタナへ移転されたが、「南の首都」アルマティ市は、カザフスタン共和国の南東部に位置する同国最大の都市として、現在もビジネス、文化、学問の中心としての機能を担っている。

アルマティ市は、標高約 800mに位置し、天山山脈の支脈であるアラタウ山脈の雪解け水が、大アルマティ川と小アルマティ川となって市内へ流れている。市内の行政区域は、Almaly、Auezow、Bostandvk、Zhetyau、Medeu、Turksib の 6 地区で構成しており、アルマティ市の総面積は約 324.8 km<sup>2</sup>である。アルマティ市の人口は、カザフスタン国総人口の 9%を占める約 128 万人である。そのうち Auezow 地区が約 33 万人、次いで Bostndvk 地区が約 28 万人、Almaly 地区、Turksib 地区で各々約 18 万人、Zhetyau 地区で約 17 万人、Medeu 地区で約 14 万人である。（表 3-2-1 参照）

カザフスタン国の人口推移は、19 世紀末に多数のロシア人、ウクライナ人、他民族が農民として土地を与えられる事により移住したことが始まりと云われている。

アルマティ市の人口推移と市街地の築造率（図 3-2-1、図 3-2-2）を見ると、1926 年から 1939 年の人口増加率は年平均約 1.4 万人であり、1939 年から 1955 年では 0.6 万人の略横勾配の増加である。この要因としては、政治追放者が送られたことと第二次世界大戦に伴うドイツ人、チェチェン人、ポーランド人、クリミア・タタール人の強制移住が行われた時期でもある。また、市街地の拡大率は 1918 年から 1937 年では、年約 66ha の略横勾配の増加であるが 1937 年から 1960 年では年平均約 365ha と急成長が見られる。

1955 年代から 1995 年の人口推移は、工業化、鉱物資源と開拓の影響によりさらに多くのロシア人が移住し、年平均約 2.1 万人の人口増加が見られると共に、市街地の拡大率も年平均約 274ha と増加傾向が見られる。

2000 年調査時に、アルマティ市の人口約 3.7 万人が一時的に減少しているが、この原因としては、1997 年に首都をアスタナ市に移動した事による影響と思われる。その後 2006 年の人口は約 128.4 万人と増加が著しく、それに伴い 1998 年から 2003 年の市街地の築造率

の拡大は、年平均 1836ha と大きく成長している。

表 3-2-1 アルマティ市の行政区別人口と面積（アルマティ市 2006 年統計資料）

|             | 人口（万人） | 人口比率（%） | 面積（km <sup>2</sup> ） |
|-------------|--------|---------|----------------------|
| Almaty City | 128.37 | 100.0   | 324.8                |
| Almaly      | 17.90  | 13.9    | 19.0                 |
| Auezow      | 32.79  | 25.5    | 77.2                 |
| Bostandvk   | 28.48  | 22.2    | 27.3                 |
| Zhetyau     | 16.71  | 13.0    | 51.0                 |
| Medeu       | 14.46  | 11.3    | 83.8                 |
| Turksib     | 18.03  | 14.0    | 66.5                 |

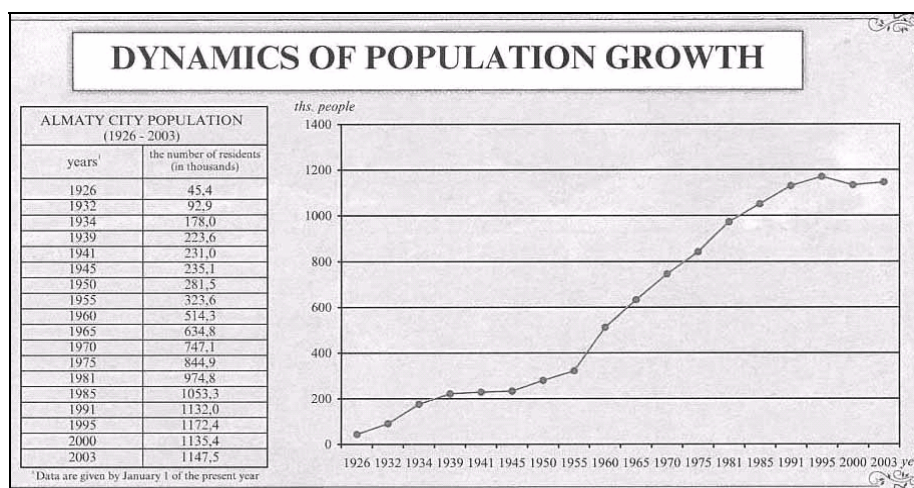


図 3-2-1 アルマティ市人口経年変化（NCGF Almaty City map 1:35,000 より）

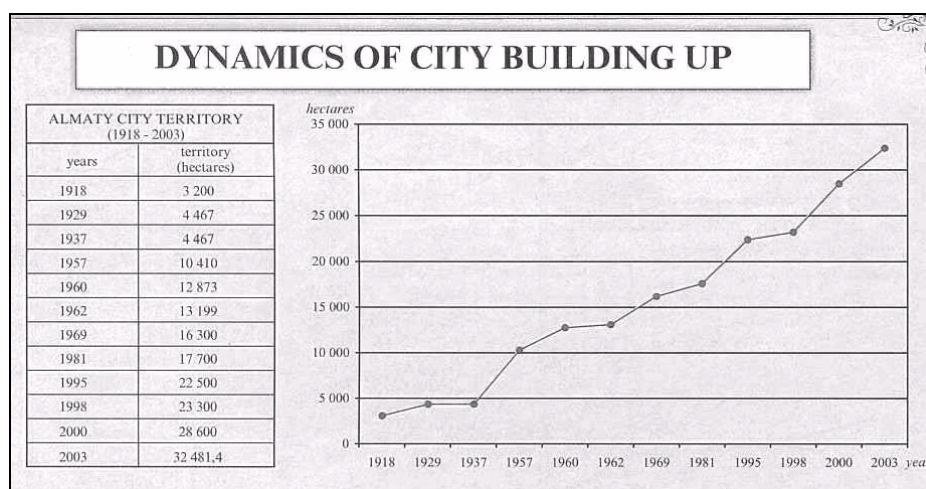


図 3-2-2 アルマティ市建築物経年変化（NCGF Almaty City map 1:35,000 より）

### 3-3 地震環境

#### (1) 地震分布

カザフスタンには大きく4つの地震帯がある(図3-3-1)。そのうち、南東部では過去に破壊的な地震が数回発生している。アルマティ市のあるズンガル-天山地震帯は特に地震活動の活発な地域である。図3-3-2はアルマティ市が含まれるズンガル-天山地震帯の震央と地震エネルギーの分布である。地震エネルギーが集中する箇所がいくつかあるが、その一つがアルマティ市の南部にある。

アルマティ市に被害をもたらした地震ではないが、2005年2月14日にマグニチュード5.9の地震がアルマティ市から260km離れたキルギスタンと中国との国境で発生した。その時記録した地表最大加速度はアルマティ市北部のARZ観測点で $35.6\text{cm/s}^2$ であった。

国立地震研究所によれば、有感地震は年に1、2回と少なく、震源も20kmから30kmと比較的浅い。これは、アルマティ市周辺の地殻が硬く、応力に対して持ちこたえる力があるためで、逆に100年単位で破壊的な地震が発生するそうである。

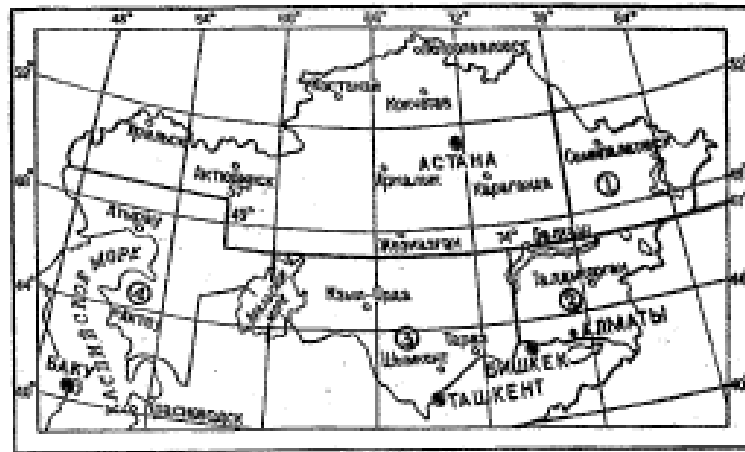


図3-3-1 カザフスタン国全体の地震活動の活発な地域

① : Tarbagatai-Altai    ② : Dzhungar-天山    ③ : Karatau    ④ : Caspian

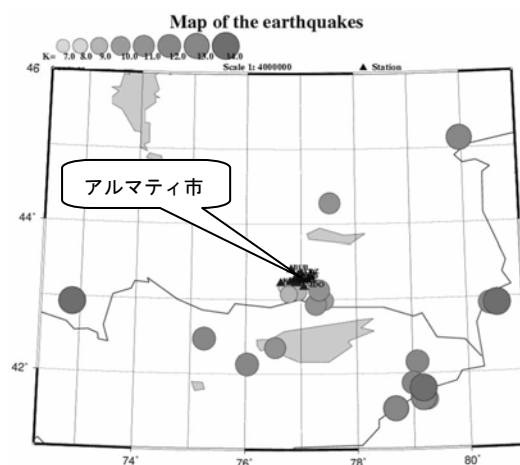


図3-3-2 最近起こった196の地震記録のうち31の地震の震央分布

(国立地震研究所 ppt より)  $K=\log E$

## (2) 活断層

活断層と地震発生は極めて深い関係にあるが、カザフスタン国では活断層研究がほとんど行われていないようである。資料収集しても、特に活断層について記述した文献等は得られなかった。

アルマティ市周辺の地形をみると、ザイリスキー・アラタウ山脈から北の扇状地まで、南が高く、北が低い階段状の地形が見られる。アルマティ市の西のカスケレン (Kasklen) 村では、山ろくに三角末端面 (活断層を示す地形) が認められ、丘陵地と扇状地・低地の境界が直線的である。こうした地形は活断層の存在を推定させる重要な地形である。



写真 3-3-1 アルマティ市南部の断層線 (山地と丘陵地の境付近)



写真 3-3-2 アルマティ市西部の断層線

アルマティ市内を通過する主な活断層を、表 3-3-1 および図 3-3-3 に示す。これらの断層は、今から約 25 年前 (1980 年代前半) のソ連時代の地震探査によるもので、厚さ 1000m を越える砂礫層の下にある基盤岩の不連続面である。図 3-3-3 の活断層位置は、地下での不連続面の上端を地表へ垂直に投影したものである。

砂礫層の基底面のずれ、砂礫層のずれ、さらには地表の変形などはまったく把握していない。我が国では、活断層は約 200 万年以内の地層や地形面の変位によって決められており、新しい時代の変位が確認できないものは活断層ということとはできない。その意味で、アルマティ市内の活断層といわれているものはその証拠が不十分といわざるを得

ない。図 3-1-4 に現れた基盤の深まりが活断層や変動によるものの場合、想定震源断層になりうる。本格調査では想定震源断層を決めることになるが、アルマティ市内の活断層と呼ばれているものについて、可能な限りその断層変位基準と変位量を推測する努力を希望する。

表 3-3-1 アルマティ市内を通過する主な活断層（と呼ばれているもの）

| 活断層名                   | 活断層の位置                                                                                                                    | 活動性               |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1. 対角断層<br>(Zailie 断層) | Al-Farabi 通りに沿ってアンテナ施設、共和国広場、Abay 通りと Kunaev 通りの交差点を通り、Kazybek-Bi 通りに沿って文化公園を通り、東へ向かう                                     | 活動的で、危険性大         |
| 2. 横断層<br>(緯度方向の断層)    | Zhandosov 通り、Timiryazev 通り、Satpaev 通り、Furmanov 通りに沿って市の北東部へ走る                                                             |                   |
| 3. 北側断層                | 西部から Sairan 湖(ダム)を通り Vinogradov 通り、Kabanbai-Batyr 通りに沿って市境へ、Kazybek-Bi 通りに沿って文化公園から東部に向かって走る                              |                   |
| 4. アルマティ断層             | 西部から、Sain 通りと Raiymbek 通りとの交差点を通り、Ryskulov 通りに沿って Seifullin 通りまで、そしてより北の方で Raiymbek 通りに沿って 700m から 800m、さらに Medeu 地区北部を通る |                   |
| 5. 北西断層                | 西の市境に沿って Kok-Kainar 集落、Ozhet 集落、Karasu 集落を通してその先北東部に向かって走る                                                                |                   |
| 6. Chiliko-Kemin 断層    | Zailie 断層の南側に、それと平行して走る                                                                                                   | 活動的で、過去に地震発生記録がある |

注：アルマティ市防災計画から作成

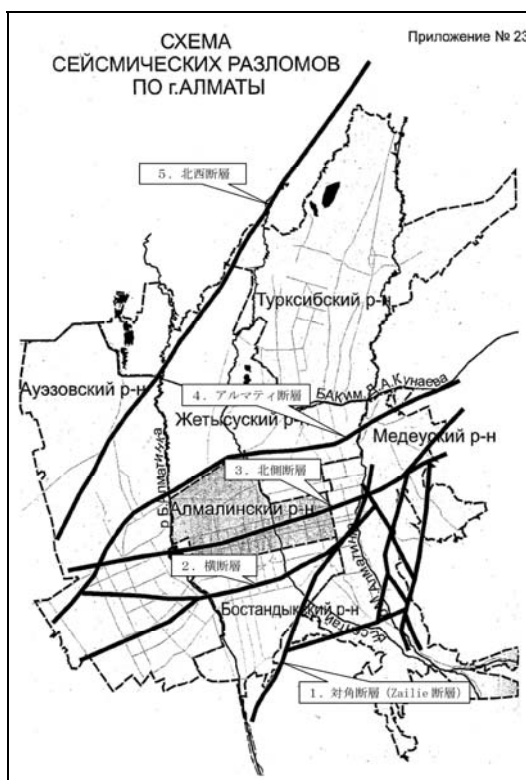


図 3-3-3 アルマティ市内の活断層（アルマティ市防災計画より）

### (3) 観測体制

カザフスタン国の地震観測は、ほとんど国立地震研究所で行われている。Prognoz では、独自開発した振り子式地震計や標準的な地震計による観測、地球電磁氣的観測、GPS 観測などを小規模に行っている。カザフスタン国の地震観測システム（SOME）による観測点位置を図 3-3-4 に示す。全国で 60 地震観測所があり、地震計が 41 箇所、水文地質観測所が 12 箇所、地磁気観測点が 16 箇所、自然電位観測点が 7 箇所、GPS 定点観測点が 4 箇所などである。強震計はアルマティ市を中心に設置されている（図 3-3-5）。



図 3-3-4 カザフスタン国の地震観測システム（SOME）による観測点位置

（国立地震研の PPT より）

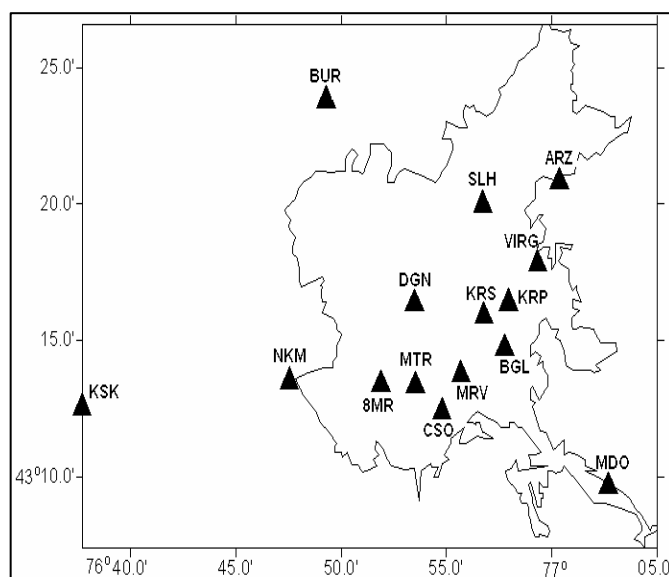


図 3-3-5 アルマティ市を中心に設置されている強震計

（国立地震研の PPT より）

また、GPS 観測もアルマティ周辺で集中的に行われている。図 3-3-6 は、アルマティ市周辺での GPS 観測に基づく地表の移動方向を示したものである。GPS 観測により、ザイリ

スキー・アラタウ山脈からアルマティ市南部では南北の圧縮が生じていることがわかる。

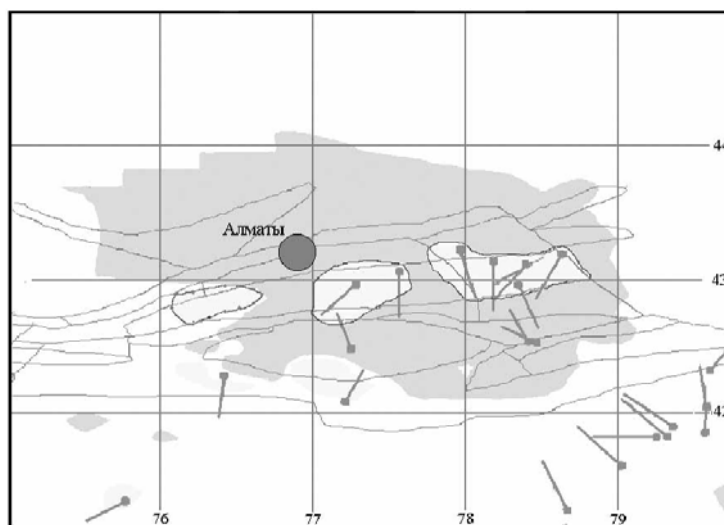


図 3-3-6 アルマティ市周辺での GPS 観測に基づく地表の移動方向  
(黄色の区域は最も危険とされる区域。国立地震研の PPT より)

#### (4) 地震危険度評価の現状

##### 1) カザフスタン国機関による地震危険度評価

カザフスタン国全体の全国地震危険度ゾーニングマップ（図 3-3-7）は 1999 年に公開されている。このマップは、①過去の地震活動を統計的に分析、②断層の活動性評価、③地殻強度の調査によって作成されたものである。起こる可能性のある地震ポテンシャル（リヒタースケール）を模様で示し、起こりうる揺れの大きさを MSK 震度階の数値で示している。やはり、国内でも南部、南東部の地震危険度が高いことが示されている。

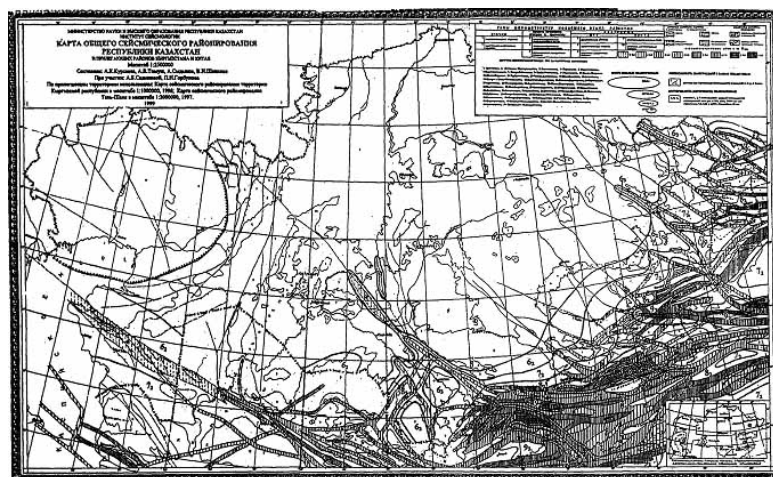


図 3-3-7 カザフスタン国全体の全国地震危険度ゾーニングマップ  
(国立地震研の PPT より)

アルマティ市の地震危険度評価図は 1983 年に最初に作成され、その後それを改訂した 1995 年版が KAZGIIZ と国立地震研究所の共同事業により作成されている。現在は、1995 年版が活用されている(図 3-3-8)。

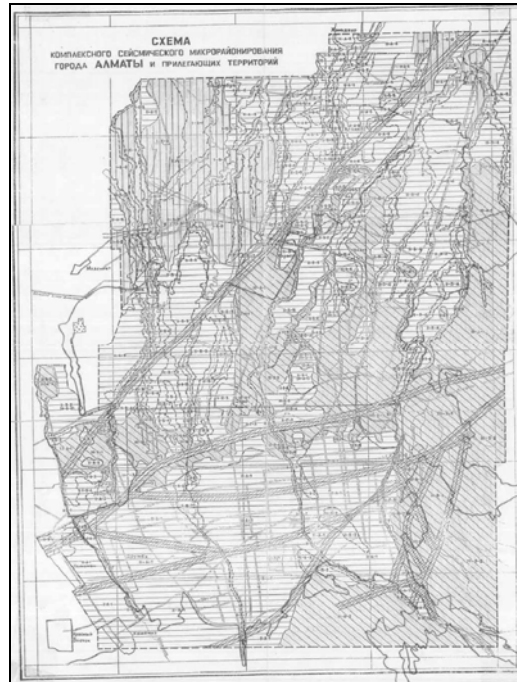


図 3-3-8 アルマティ市の地震危険度評価図(1995 年版)

(国立地震研の PPT より)

地震危険度ゾーン：ゾーンⅠ(緑)：震度 8、ゾーンⅡ(橙)：震度 9、  
ゾーンⅢ(桃)：震度 9 以上

さらに、活断層沿い 300m の範囲も表示されている。

## 2) UNDP による地震危険度評価

UNDP は、“LOCAL RISK MANAGEMENT IN EARTHQUAKE ZONES OF KAZAKHSTAN” プログラムの中で地震ハザードおよびリスク評価を行っている。このプログラムは 2007 年 7 月に終了するが、中間段階での成果のプレゼンテーションを受けたので、その資料に基づき、UNDP による地震危険度評価の概要を示す。

UNDP は、調査範囲をアルマティ州 (Almaty Oblast) とアルマティ市の 2 段階で地震ハザード・リスク評価を行っている。アルマティ州の地震ハザード評価要素は、過去の地震発生状況 (具体的には震央分布図) と危険性ポテンシャル (具体的には地震研究所によるカザフスタン全国地震危険度ゾーニングマップ) である。出力図として、予測される震度階分布図 (図 3-3-9) を作成している。

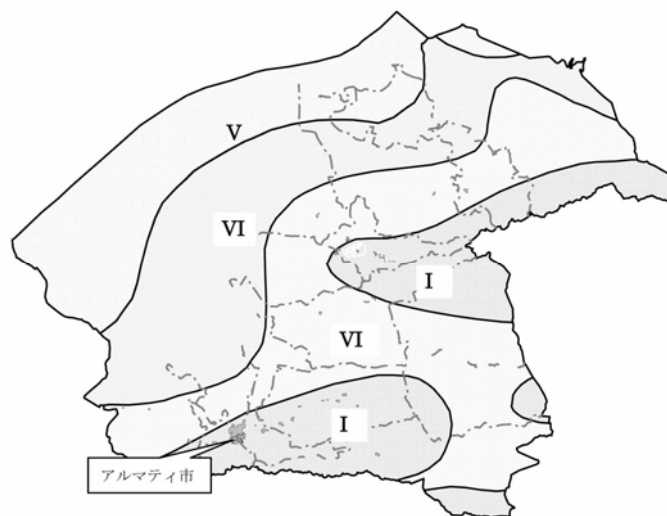


図 3-3-9 アルマトイ州 (Almaty Oblast) で予測される震度階分布図  
(UNDP の PPT より)

また、地震リスクに関しては、人口密度、事業所数、一人当たり GDP、一人当たり収入を評価し、地震ハザードと重ね合わせて、評価している(図 3-3-10)。

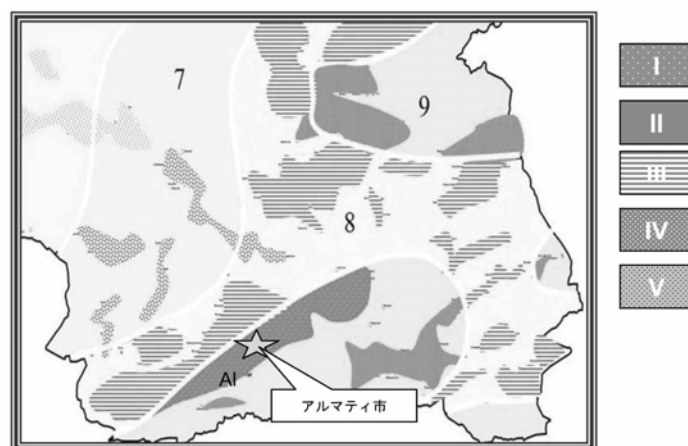


図 3-3-10 アルマトイ州 (Almaty Oblast) で予測される地震リスク分布図  
(UNDP の PPT より)

I : 70%経済被害、II : 震度 9 以下で第二カテゴリー被害、III : 震度 8 で第二、三カテゴリー被害、  
IV : 震度 7 で第三カテゴリー被害、V : 震度 6 で第三カテゴリー被害

アルマトイ市に関しての地震ハザード評価要素は、地形、地質・土壌、地盤強度カテゴリー、断層で、これらのファクターをもとに、アルマトイ市地震ゾーニングマップを作成している(図 3-3-11)。

また、地震リスクに関しては、建物数(耐震、非耐震)、人口密度、財産、経済活動、一人当たり GDP など評価し、地震ハザードと重ね合わせて、評価している(図 3-3-12)。

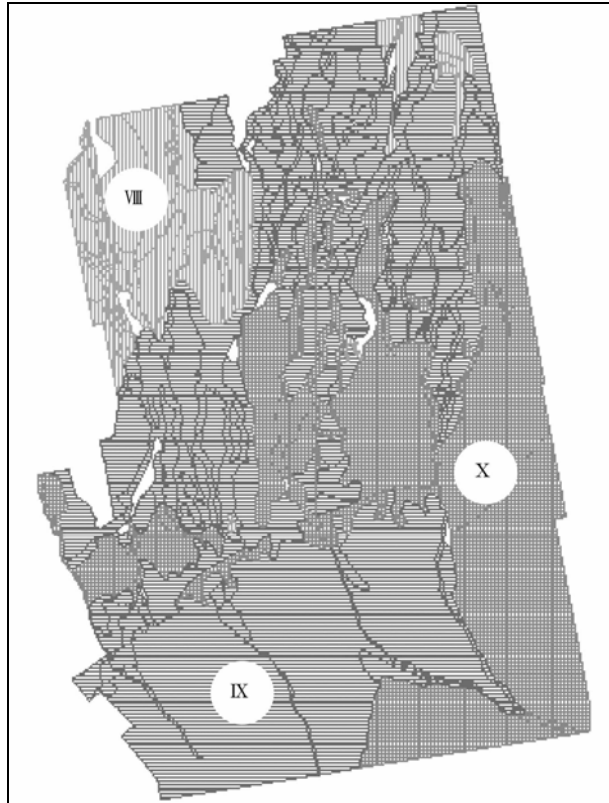


図 3-3-11 アルマティ市地震ゾーニングマップ  
(UNDP の PPT より)

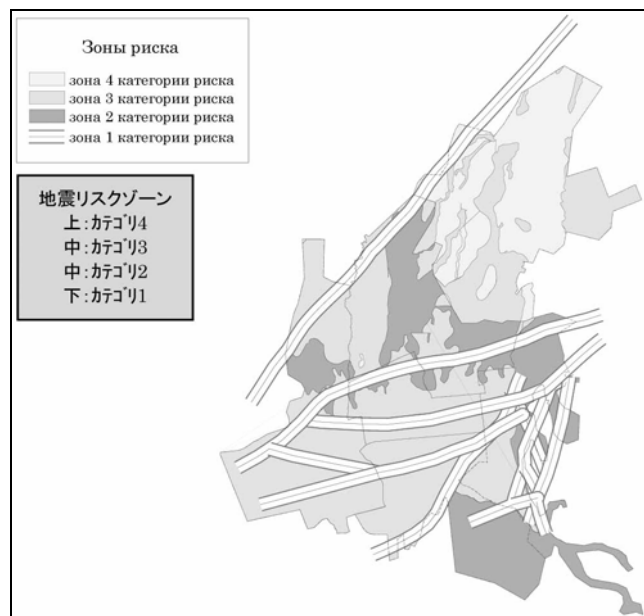


図 3-3-12 アルマティ市で予測される地震リスク分布図 (UNDP の PPT より)  
緑 (上) : カテゴリ 4 の被害、桃色 : カテゴリ 3 の被害、赤 : カテゴリ 2 の被害、赤線 (下) : カテゴリ 1 の被害

### 3-4 地震災害

#### (1) 歴史被害地震の概要

カザフスタン国南西部に被害をもたらした地震を列記する。記録内容は文献によって異なるため、文献によって判明したことのみを記述した。建物等の被害は別項で述べる。

表 3-4-1 カザフスタン南東部での主な歴史被害地震

| 年月日             | 地震名          | 最大震度 | 震央位置 |      | マグニチュード | 主要断層            |
|-----------------|--------------|------|------|------|---------|-----------------|
|                 |              |      | 北緯   | 東経   |         |                 |
| 1807 年          | アルマティ        | 8-9  | 43.1 | 76.9 | 6.7     | Kemin-Ushkonur  |
| 1865 年          | メルケ          |      |      |      | 6.3     |                 |
| 1885 年 6 月 8 日  | ベロボツスク       |      |      |      | 7.3     |                 |
| 1887 年 6 月 8 日  | ヴェルニー        | 9-10 | 43.1 | 76.8 | 7.3     | Kemin-Ushkonur  |
| 1889 年 7 月 11 日 | チリック         | 7-8  | 43.4 | 78.4 | 8.3     | Baisorun-Chilik |
| 1911 年 1 月 3 日  | ケミンスキー       | 9-10 | 42.9 | 76.9 | 8.2     | Chilik-Kemin    |
| 1938 年          | ケミノ - チウイ    |      |      |      | 6.9     |                 |
| 1948 年          | アシャハバード      |      |      |      |         |                 |
| 1978 年          | ザラナシュ - チュップ |      |      |      | 6.8     |                 |
| 2003 年 5 月 23 日 | ルゴブスコイ       | 6-7  |      |      | 5.4     |                 |

Stephanie A. King ほか (1999) に追加

- ◆ 1807 年のアルマティ地震については情報なし。
- ◆ 1865 年月日メルケ (Merke) 地震はマグニチュード 6.3、震源はルゴブスコイ地震のその東 40km の地点である。
- ◆ 1887 年 6 月 8 日ベルニー (Verny) 地震は、マグニチュード 7.3、最大震度は Bolshaya-Almatinskaya 村と Malo-Almatulski 村で震度 9 かそれ以上であった。



Figure 8. Isosismal map of the M7.3 Verny earthquake of 1887 (Sylkes, Sharyngatayeva, Dapqov, Dimaudov, and Makhomedov).

図 3-4-1 ベルニー地震による震度分布図 (Stephanie A. King ほか 1999)

- ◆ 1889 年 7 月 11 日チリック (Chilik) 地震はマグニチュード 8.3 で、Malo-Almatulski 村では震度 7 か 8 であった。

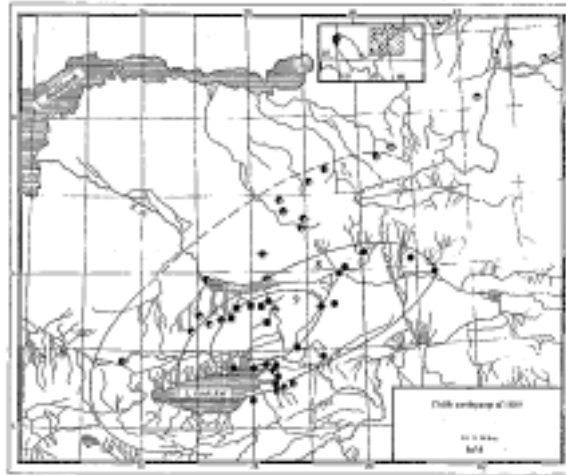


Figure 10. Isosismal map of the M 8.4 Chilik earthquake of 11/11/1889 (Zhetysay, Tashkent, Samarkand, Chilik, and Almaty).

図 3-4-2 チリック地震による震度分布図 (Stephanie A. King ほか 1999)

- ◆ 1911 年 1 月 3 日ケミンスキ (Keminskii) 地震では、揺れによって Zailiski と Kungey Alatau でルーズな土砂が崩壊して地すべり、土石流、斜面の隆起などが起こった。また、幅 1m、深さ 5m のクラックが地表に生じたところもある。なお、現在の AKIMAT の建物のある場所に、この地震時に地表の変位（段差、亀裂など）が生じたという記録がある。

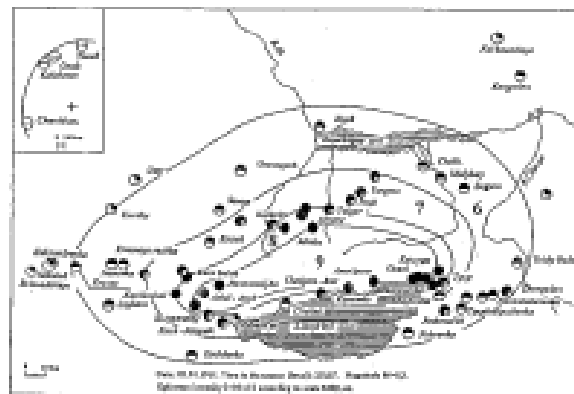


Figure 11. Isosismal map of the Keminskii earthquake of 1911.

図 3-4-3 ケミンスキ地震による震度分布図 (Stephanie A. King ほか 1999)

- ◆ 2003 年 5 月 23 日ルゴブスコイ (Lugovskoy) 地震  
この地震は、リスクロフ (Ryskulov) 郡ザンビル (Zhambyl) 地区を襲ったマグニチュード 5.4 の地震で、震央近くでは震度 7 になり、リスクロフ郡南部一帯で震度 4 の揺れを感じた。ザンビルの東 40km にあるメルケ地震観測所では、本震後 7 時間で 75 回の余震（マグニチュード 2~4）を記録した。そのうち、3 回が有感地震であった。最

も大きな余震は震度4を記録した5月26日の地震である。(以上の記録はUNDPによる”Lessons from Lugovskoy Earthquake of 23 May 2003, KAZAKHSTAN”より)

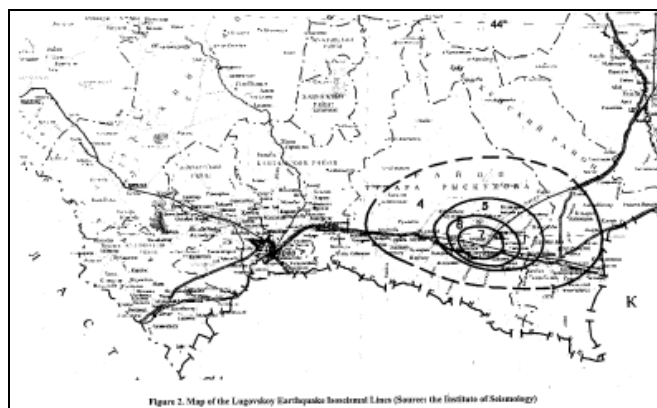


図 3-4-4 ルゴブスコイ地震による震度分布  
(国立地震研究所に基づく、UNDP の報告書より)

#### ■本報告書で用いる震度階級

旧ソ連の諸国では、MSK 震度階を用いている。防災科研 HP によれば、「ヨーロッパやアメリカで使われている MM (修正メルカリ) 震度は 12 階級である。旧ソ連、東欧、中国では MSK 震度階が用いられている。これは MM 震度階と同様の 12 階級であり、対象を定めてその被害程度をなるべく定量的に表現したものである。」

MSK 震度階は Medvedev (ロシア)、Sponheuer (ポーランド)、Karnik (チェコスロバキア) が作成した案 (三者の頭文字をとって MSK 震度階という) を地震学・地震工学政府間会議 (1964) で暫定的に国際震度階にすることになった。MSK 震度階は MM 震度階とほぼ同一であり 12 段階の震度階を採用している。

表 3-4-2 旧ソ連文献での地震の MSK 震度階

| 震度<br>(バール) | 強さ      | 簡単な特徴                          |
|-------------|---------|--------------------------------|
| 1~2         | 目立たない震動 | 地震計のみ感知。                       |
| 3           | 弱震      | 小人数が気付く。                       |
| 4           | 中震      | 物のゆれが目立ち、食器や窓ガラスが音をたて、壁がきしむ。   |
| 5           | かなり強い   | 大部分の人が感じる。漆喰にひび、時計が止まる。        |
| 6           | 強震      | すべての人が感じる。煙突が倒れ、漆喰がはげ落ち、物が落ちる。 |
| 7           | 非常に強い   | 石造りの家の壁にひび。                    |
| 8           | 破壊的     | 急坂の地面に亀裂。壁や天井が一部倒壊。            |
| 9           | 壊滅的     | すべての建物がほとんど完全に破壊。              |
| 10          | 破壊的     | 地面に深さ1メートルまでの亀裂。崖崩れ、落盤。        |
| 11          | 破局      | 地面に目立った変化。鉄道の線路がわん曲。           |
| 12          | 強い破局    | 地形に著しい変化。                      |

なお、震度の単位として用いられているバールは、ロシア語で「等級」という意味。

(注) 原典「ATLASUSSR」(ソ連邦閣僚会議附属測地及び地図作成総局・発行、MOSKVA, 1983) の地図に併記されている震度階表を翻訳したものである。

【出典】(社) 海外電力調査会: 海外電力(1989年3月号)

## (2) 最も危険な自然災害の特徴

### 1) アルマティ市の自然災害

本調査の対象地域のアルマティ市は、その地理的条件や気象条件により、地震のみではなく土石流、地滑り、崖崩れ、冠水、浸水、大気の大気温度の急激な低下、特に危険

な伝染病の流行などの様々な自然災害が大きな損害を与える可能性があると考えられている。ここでは、本調査の対象災害である地震災害に特化した視点から踏査したアルマティ市を概観する。

## 2) アルマティ市全6地区の概観 (図 3-3-3 参照)

- Turksib 地区：(市北部、66.5 km<sup>2</sup>)  
市の北部に位置する地区で、平屋をはじめとする低層建物が主で、広大な空地が多く見られる。開発が進む南部に比し、この地区内での開発はほとんど手付かずの状態である。  
(写真 3-4-1、写真 3-4-2)
- Zhetysu 地区：(市中央北部、22.9 km<sup>2</sup>)、  
北部と南部で土地利用の状況が異なる。北部は主に平屋や低層建物の小店舗や小工場等が立ち並んでいる。同地区の南部には、コカコーラや旧ソ連時代の大工場が多く見られる。  
(写真 3-4-3、写真 3-4-4)
- Auezov 地区：(市西部、80.14 km<sup>2</sup>)  
低層建物が多く、同地区の北西部には Turksib 地区にみられるのと同様な広大な空地が広がっている。一方、南部には、古くからの中層の共同住宅が多く、南に向かって新しい高層建物が建設されている。比較的新しい立体交差等の橋梁が見られる。  
(写真 3-4-5、写真 3-4-6)
- Almaly 地区：(市中央南部、19.4 km<sup>2</sup>)  
市中央部に位置する旧市街で、古くからの低層、中層共同住宅が数多く見られる。その多くは、旧ソ連時代のプレハブ工法による大型 RC パネルを組上げた「型番」建物で、アルメニアのスピタク大地震でパンケーキクラッシュタイプの大きな被害を出した建物と類似したもので脆弱性が高いと思われる。地区の西部の広大なブロックを再開発中で、既存の低層建物の取壊しが進んでおり、超高層建物群の計画がなされている。  
(写真 3-4-7)
- Medeu 地区：(市東部、84.86 km<sup>2</sup>)、  
旧市街に属する地区で、北部には古い平屋の民家が多く見られ、低層建物が多い。その一部が、立体交差などの開発のため取り壊されている。南部は、古くからの中高層のオフィス、ホテルや商店等が並んでいる。更に南部では、大規模な再開発による新しい高層建物群が建設中である。
- Bostandyk 地区：(市南部、22.9 km<sup>2</sup>)、  
市の最も南に位置する地区で、古い中層建物の他、広い地域の再開発地区が多く、多くの高層、超高層のオフィスや複合施設などの建物群が建設中である。  
(写真 3-4-8)



写真 3-4-1



写真 3-4-2



写真 3-4-3



写真 3-4-4



写真 3-4-5



写真 3-4-6



写真 3-4-7



写真 3-4-8

