

防災計画に人的被害の反映を⁺ —人的被害研究会の苦悩から—

Basic Plan for Disaster Prevention on Loss of Lives
— Case Study of Subcommittee Meeting on Loss of Lives —

木村 智博⁺⁺

Tomohiro KIMURA

Since 1995, JSCE and other society cooperate to publish reports on Great Hanshin Earthquake, such articles focus on mitigation so as to earthquake-resistant design on urban planning and redevelopment. But, many documents are lacking in recognition of "loss of lives" except for some groups. The purpose of this report is to convey importance of urgent countermeasures on aseismic examination during snowfalls.

Another is to emphasize on water contamination, air pollution via garbage from quake. Such items are seldom recognized by planner, engineer because of interdisciplinary. These issues are close relation to health. And then, I also review these things in order to establish urban planning on prevention disasters, environmental hazards and resist human apathy.

Key Words: Loss of Lives, Mitigation
Complex Disaster, Environmental Hazard

1. 序—人的被害予測に複眼的視点を—

本論は調査研究、事例発表とは趣を異にするが、従来の都市計画であまり言及されなかった『人的被害』を考慮に入れる必要性を強調する。設計分野で安全率の概念、特に「性能照査型設計」が議論的になり¹⁾、社会との接点を探る動きにも留意したい。

震災直後、関西地域の土木、建築、医療関係者が中心になって『人的被害研究会』が結成されたが、認識が深化しているとは言い難い。耐震技術に目が行きがちな地震工学で、ソフト面の視点も重要視され²⁾、筆者も別の機会に報告した³⁾。本報告では、研究会活動の紹介を基に、研究会であまり取り上げられず、一般的に認識が薄い積雪時の地震対策、震災に伴う水圏、大気圏への影響、廃棄物問題等について論を進める。他に災害弱者になり得る外国人への対応、防災訓練の在り方等は既発表^{3), 4)}なので割愛する。

2. 『人的被害』が問い、かけるもの

従来は死傷問題は忌避されたが、真正面か見据える動きが出始めた。『人的被害研究会』（代表：太田裕 山口大学）は1995年8月に結成された。その間

の研究課題として、—

- 兵庫県南部地震の震度分布の把握
- 過去の人的被害との関わり
- 木造家屋倒壊の原因と死者発生との関連分析
- 初期災害救急医療の立場から病院の対応分析
- 死傷者の発生を含む地震時の人間行動調査に基づく救出・救助モデル分析
- 医療機関の災害対応機能の評価モデル
- 地震動への抵抗機能から見た木構造被害の解明と今後の耐震改修促進への展望
- 膨大な地震時死傷者発生を踏まえた今後の安全な住まい作りへの展望

という具合に、建築と医療関係者が主体になって死傷者の発生要因と今後の対策を探る。

『人的被害研究会』は昨年12月26日にミニシンポジウムを開催し、人の生死を分けた点に議論が集中し、疾病から住宅の状況まで視野に入れる。そして今年3月24日に公開シンポジウムの型で正式に旗揚げした。発足から公開シンポジウムまでは研究者同士の議論の場として、死傷問題が直視された。研究課題を具体的に紹介すると、—

◆兵庫県南部地震の震度分布の把握：大阪市立大の中川は強震動分布図を作成。これは既に指摘されているが、震度7は局所的で典型的な都市直下型地震であることを示した図である。しかも活断層も図示する等、今後のハザードマップ作成に貢献し得る。

◆過去の人的被害との関わり：過去の地震被害をレ

⁺ キーワード：人的被害、ミティゲーション(減災)

複合災害、環境汚染

⁺⁺ 正会員 フリーランス・ライター

ビューすることに力点が置かれ、教訓作りを前提にした動きである。研究会で掲げたテーマには、――

1. 全壊家屋数と犠牲者数の関係をマクロに見る
 - ・全壊家屋数、火災規模による死者数予測式
 - ・明治以降から最近までの地震
2. 倒壊建物内の死亡危険度 (Lethality) と建物種別の関係
 - ・木造一戸建て、木造アパート、耐火造
3. 今後の被害予測と対策に向けて
 - ・共通傾向と特異傾向
 - ・震度と死傷率の関係
 - ・家屋老朽度の地域性

が検討され、主に大阪市立大の宮野、札幌高専の村上、神戸大の室崎らが中心になって取り組んでいる。

◆木造家屋倒壊の原因と死者発生との関連分析：近畿大の村上らは、木造家屋に倒壊が多いことを検証し、 60m^2 未満と 60m^2 以上の住宅を比較したところ、 60m^2 以上の方が 60m^2 未満よりも死者が3～4倍高率になっていることを指摘した。

◆地震動への抵抗機能から見た木構造被害の解明と

今後の耐震改修促進への展望：金沢工業大の鈴木らは、木造建築物の耐震補強の在り方を探っている。土木分野は大規模構造物が対象になり、免震、制震の一環でのダンパー等、対策が進んでいる反面、特に木造建築物では遅れており、自重が軽いため免震構造導入には課題が残る。建築学会では土台、柱、耐力壁等の補強指針をまとめつつあり、建物の老朽度も考慮されるべき、としている。

◆膨大な地震時死傷者発生を踏まえた今後の安全な

住まい作りへの展望：耐震補強が主眼で、新築住宅、特に鉄筋コンクリート造は帯筋間隔を狭くする方策⁵⁾や電気を自動的に遮断出来るシステム構築⁶⁾の必要性も高まる。木造建築物も自重を高める等して、免震構造に適した工法も検討課題になる。さらに、小規模住宅では柱のみに焦点が当てられるので、せん断破壊の危険性が高まり、壁面の耐震性を高めることの重要性も強調された。

◆医療関係：災害医療の在り方が模索され、「トリアージ」の必要性、医療機関の被災も甚大で医療活動が困難であったこと、精神的ケアや孤独死の問題点が指摘された。また、技術的な話題で、搬送中に人体に被さった瓦礫を急に取り除くと却ってショック状態を起こす例も有り得ることが指摘された。これは体内のカリウムが関係するためである。

こうした研究課題を受けて、3月24日に『地震時死傷問題に関する学際シンポジウム』が開催された。約150人の参加で、事務局の話やシンポでの討論から医療関係者が多く、救急医、外科医、内科医、精神科医に加え、歯科医、眼科医からの参加もあった。震災時に入れ歯、眼鏡の紛失で事故に遭ったり、消化不良の慢性化に伴う内臓疾患も報告された。

死傷問題を直視することは今後の防災対策に不可欠で、宮野道雄 大阪市立大学生活科学部助教教授は、「土木、建築技術者も死傷問題を直視すべきで、土木学会関西支部阪神・淡路大震災調査研究委員会に設置の緊急対応分科会には監察医も含まれ、相互で情報交換している」と話す。土木学会関西支部で開催された中間報告会で監察医の発表もあった⁷⁾。

今回の『人的被害研究会』の学際シンポでは医療問題に加え、自治体の取り組み等も発表された。ただ、残念なのは、災害時に弱者となり得る外国人への対応が話し合われなかった点である。バリアフリーも含めた幅広い視点に立脚した議論が望まれる。

土木、建築、医療関係者が一堂に会する研究会は学際化の反映と受け取れる反面、甚大な被害であったことも意味している。通常は専門領域に拘り、異分野との交流があまり望めないだけに、この研究会は希有である。ただ、積雪時の地震被害を想定しているとは言い難い。そこで、(社)日本雪氷学会、(社)雪センターとの関わりを持つに至って知り得た情報の紹介を行うことで、今後の防災計画の参考に供することを目的に記述する。

3. 積雪期の地震被害想定を

従来の防災計画では、地震、水害等のように単独若しくは単一被害の視点が大半を占める。地震と雪害、広くは水害は個別に考えられてきた節がある。遠因として、地震工学は構造力学、地盤工学分野の参入が多く、雪氷に関しては水理、水文学分野に大別され、異分野の知識を吸収する体制が未整備であったことが挙げられよう。

本章では雪に関する情報を提供することで、積雪時(期)における地震被害への対処法の提言を行う。積雪時の地震⁸⁾と地すべり⁹⁾のレビューの前段として、地震に伴い、雪崩の発生が懸念されるので、先ず雪崩の基礎知識から解説する。

3. 1. まずは雪崩の認識から

斜面に雪が積もれば、重力の作用により、常に斜面方向に滑り落とそうとする力（駆動力）が作用する。モデル式を示すと、――

W_n をある雪層上の単位面積当りの上載荷重として、

$$\begin{aligned}\tau &= W_n \sin \theta = W \sin \theta \cos \theta \\ \sigma &= W_n \cos \theta = W \cos^2 \theta\end{aligned}$$

となる。

W は水平単位面積当りの上載荷重、 τ が駆動力、 σ は圧縮応力を指す。駆動力と雪を地面に留まらせようとする支持力の均衡が崩れた時に初めて発生する。そこで発生しやすい条件として、――

- 1) 雪が短時間のうちに激しく積もる（ドカ雪）。
駆動力の増加が急で支持力を上回る。
- 2) 融雪、しもざらめ化によって雪層が弱化する。
駆動力が一定でも、支持力低下。

表層雪崩と全層雪崩の違いも視野に入れ、1)は厳冬期に生じる表層雪崩のタイプで、以前からの積雪の上に新雪が積もった場合に起こりやすい。固まっていないので、斜面を滑り落ちやすい。

一方、2)は雪層の含水率上昇で、構造的に脆弱になり、雪層全部が滑り落ちる全層雪崩を起こす。

雪は時間経過に伴い硬化する。雪層の断面を見れば降雪状況が把握出来る、雪層中の1~2cm位の「弱層」に注目する。サンドイッチ状の構造を呈する。具体的には、――

- ざらめ雪：水分を含んだ雪で雪粒が成長し、更に水分を含む「ぬれざらめ雪」は雪崩の滑り面に。
- しもざらめ雪：積雪内部に霜が出来る。結晶は六角形で、触るとさらさら崩れ落ちる。これは雪層内部が空洞（骸晶構造）になっているため。

さらに、雪崩の滑り面になるものに――

- 氷板：板状に広がった氷の層。厚さ1mm~数cm。
- クラスト：雪面に出来る比較的硬く薄い雪の層。
- 表面霜：放射冷却などによって雪面に出来る。ピカピカ光る。

雪崩の速度は新幹線並、と言われる。黒部の高速雪崩は有名である。また、集落保全も重要になる。雪崩発生には、枝からの落雪、スキー、大きな振動も影響する。

雪崩の破壊力は振動、傾斜角に加え、雪質、降積雪量等が関連し合う。また、雪崩の破壊力は甚大で、地震も併発すれば未曾有の被害になり得る。ここでは雪崩の運動を数式化して示す。

$$ma = mg \sin \theta - mg \mu \cos \theta - m \zeta \frac{V^2}{h}$$

ただし、 m は質量、 a は加速度、 g は重力加速度、 θ は斜面勾配、 μ は底面摩擦係数、 ζ は乱流減衰係数、 h は流雪の厚さ、 V は流速である。雪崩が終速に達すると加速度が0になり、右辺も0になる。これをもっと簡便化した式に、

$$V^2 = \zeta R (\sin \theta - \mu \cos \theta - \alpha)$$

がある。 ζ は乱流の摩擦係数、 R は水力学的半径、 α は雪崩速度に無関係な抵抗係数である。ただし、抵抗係数 α は小さいので無視出来、摩擦係数 μ が重要になる。 μ は速度増加に伴い減少することを留意する必要がある。この二つの式から発展して動圧も考慮に入れる必要が生じ、

$$P = C \rho V^2$$

表現される。 P は圧力、 ρ は密度、 C は雪の特性と圧力計の大きさに依存する係数である。

この式からも雪崩の破壊力が推察されるが、斜面勾配が40~50°以上になると雪がすべり落ち、無積雪である場合が多いことも留意されたい。

この前提で雪崩対策には、発破作業による「人工雪崩」、「雪崩誘導工」「雪崩防止工、柵」等の取り組みが行われている。

都市計画段階から雪崩対策が求められ、地震対策と同様、重要である。雪崩の詳しい解説書¹⁰⁾も出版されている。また、近年の暖冬傾向を受け、「雪泥流」被害も懸念されている¹¹⁾。地震動に伴い、地すべり、「雪泥流」の危険性が高まる。「雪泥流」に関しては研究の蓄積が浅いので割愛する。以下に積

雪時の地すべり被害に関して眺める。

3. 2. 地震動も関係する地すべり

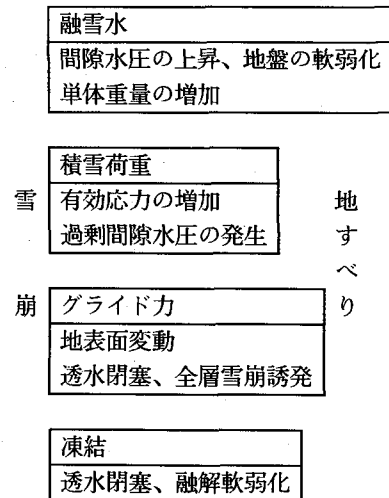
地すべり対策で、積雪時を考慮に入れた対策が遅れている。新潟地震、宮城沖地震等を考え合わせれば、雪対策に加え、地すべり、地震対策も求められる。以下、地すべりについての研究例⁹⁾を紹介する。

地すべり災害は斜面崩壊に加え、降雪、融雪水、梅雨前線、集中豪雨、地震等の要因で発生する。日本の豪雪地帯は国土面積の52%を占め、第三紀層の軟質地盤（泥岩、砂岩、凝灰岩等）が卓越して分布している。一般的に、地盤の粘土化が進み、保水性が高いので過飽和状態になりやすく、せん断強度の低下をきたす。

豪雪地帯の地すべりは融雪水と深く関連し、特に東北、北陸では春先に頻発する。また、雪荷重、グライド力等も関与するため、snow induced landslideとも呼ばれる。積雪時の地震では、S波ではクリーピング係数、P波ではグライド係数を考慮に入れるのが妥当と思われる。

さらに軟弱地盤となれば、共振動の点で免震構造の導入は不適である。また、これらの地域は木造家屋が多い。地盤改良の手法もあるが、積雪、山土が多いため水はけが悪く、限界がある。構造物が高層化（10階以上）であれば、ダンパー敷設も考えられるが、一般住宅にまでは手が回らない事情を認識すべきである。

snow induced landslideのメカニズムを理解することが求められる。概念を図示すると、――



この図から、積雪が地盤に大きく影響し、地すべりにつながる点が理解される。地震時にも当然、雪崩、地すべりも起こる可能性が高くなる。土木学会では、雪関連は論文集Ⅱ、地すべりは論文集Ⅲで扱われる傾向がある。そこで、積雪時の地震対策の方向性を探る。

3. 3. 積雪時の地震への対処

雪崩、地すべりを踏まえた地震対策が模索されるべきである。多雪年は昭和2年、20年、38豪雪、56豪雪、という具合に18年周期説まで唱えられる。昭和2年は北丹後地震が起きている。3月7日とはいえ、残雪が至る箇所があり、約2900人が死亡した。京都府下で4900戸が倒壊、2000戸が全焼した。避難施設が充実しておらず、広場に避難した人が多く、冷雨に晒され、衰弱死した人もかなりの数に上る。この頃は厳冬で、観測データからも明らかである。

この事例から積雪時の地震対策の重要性が浮き彫りになる。付言すれば、温暖化で例えば京都はこの50~100年間で平均気温が1~2℃上昇¹²⁾し、特に冬季の平均気温上昇が顕著であるが、雪に対する油断は禁物で、日本海側ではすじ雲が発達傾向にあり、降水（precipitation）が多く、時に雷等の激しい気象現象に見舞われる。温暖化とはいえ、積雪量も依然多い¹³⁾。

この前提から、地震の対策について¹⁴⁾紹介する。構造物には雪と地震は二重の意味で荷重になる。耐雪住宅で屋根雪対策を講じても、繰り返し荷重を受ける。耐雪住宅でなければ事態は一層深刻で、雪荷重で潰れる危険性が高まる。

(社)雪センターの雪と地震を踏まえた克雪策を模索している。地域防災計画における積雪期の地震災害予防計画の具体的提言¹⁵⁾の骨子を紹介する。

<1>被害拡大要因

- ・屋根上の積雪荷重による全壊家屋の増大及び倒壊家屋からの火災の多発
- ・雪崩の同時発生による人的・物的被害の増大

<2>応急対策阻害要因

- ・道路・通信施設の寸断による被害状況等の把握の遅延
- ・雪壁崩壊に伴う緊急輸送路の全面的麻痺及び悪天候によるヘリコプターの飛行不能
- ・消防車の通行障害及び消防水利の使用障害に

伴う消防活動の困難化

- ・倒壊家屋等の下敷者の発見・救出の困難化と凍死者の発生の懸念
- ・除雪作業が加わることによる応急復旧作業の遅延

〈3〉応急対策需要増加要因

- ・屋外での避難生活が不可能なため、被災者を収容する施設の確保
- ・暖房器具、燃料、防寒具、寝具、暖かい食料等の物資が大量に必要
- ・住宅の修理・再建や仮設住宅建設が降雪や建設用地の除排雪作業のため、避難生活が長期化する。

〈4〉屋根雪排除と雪崩発生防止

- ・耐雪住宅の普及
- ・防止工、誘導工、人工雪崩による対策

〈5〉除・排雪の推進と消防水利の確保

- ・道路整備と道路除雪の推進
- ・地域、町内会単位での除・排雪の推進
- ・消防水利で、町村毎に消火栓等の点検・整備

〈6〉地域社会の自活能力の増進

- ・通信手段の確保と日頃からの防災訓練
- ・雪上交通手段の確保
- ・公民館、学校等の避難所の機能化させる備蓄

〈7〉レジャー、スキー客対策も考慮に

- ・駐車場、ロッジ、ゲレンデ、リフト使用時の対策と一時避難対策
- ・市町村では避難場提供・運営、スキー客の避難場までの誘導対策

このように、積雪期の地震の被害拡大は明白で、阪神大震災を超える規模も懸念される。まして、札幌、仙台等の人口集中地域では甚大な被害が出るのが予想されるが、地域防災計画策定で反映されているか疑わしい。一方危機管理の点で、新潟県では地震計を使った雪崩の前兆をキャッチする試み¹⁶⁾もミティゲーション推進に有効である。無人で広範囲な同時観測が可能な地震計利用は注目に値する。

雪氷関連にページを割いた理由として、積雪期の地震等、複合的な防災体制が未整備であり、今後50年以内に発生が予想される南海トラフ沿いの地震に鑑みて、米原等の被害を考慮に入れる必要があること、を喚起したかったためである。

4. 災害時の水源確保と水質維持

前章では雪害と地震被害の相関関係を概観したが、その一環で酸性雪被害が深刻化している。そこで、健康問題にも関わる水質問題を眺める。酸性物質、重金属等が含有されている事実は見逃せず、阪神大震災の影響を危惧する報告¹⁷⁾も出されている。

4.1. 陸水系での変動

人的被害の面で、水関連はライフラインに焦点が当てられ、水質の変動は殆ど認識されていないが、震災で湧水も出現する等、水環境に大きな影響を与えた。また、有機塩素化合物、重金属の漏出は震災廃棄物や大規模火災が関係していると見られる。そこで、健康面から捉えた水環境の定点観測は重要。

報告¹⁷⁾では95年10月28-29日の結果が紹介され15ヶ所の河川水温は12~22℃、14ヶ所の地下水温は1ヶ所の27℃を除けば12~22℃の範囲内であった。

次に示す表で、地震に伴う廃棄物の影響が現れていることが明らかである。報告者らは震災前の水質と比較して、重金属、有機ハロゲン化合物が増加傾向にあることを指摘している。この影響は土壌環境に及んでいる。

4.2. 土壌環境への影響

地下水汚染は土壌汚染を引き起こす。地下水が土壌に浸透するためである。しかも、塩素系化合物は微生物では分解されにくく、蓄積する危険性を孕む。また、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン等はガス態を呈し、土壌中の移流が容易で、しかも揮発性であるため、大気汚染も引き起こす。

震災の影響は当然、土壌環境にも如実に現れ、長田区の火災地点でAsが高濃度で検出された。Al、Sn、Sbにも同様な傾向が認められ、火災に伴う重金属のエアロゾルが発生、沈降したことがわかる。

このように有害物質が検出されれば当然、大気汚染も懸念され、健康被害も予想される。震災では復旧、耐震基準、バリアフリー、精神的ケアばかりが注目されたが、その裏で深刻な環境問題があったことを認識すべきである。以下に大気環境への影響をレビューする。

阪神地域の陸水の変動

	河川水	地下水
pH	9~6	概ね9~6。ただし、2ヶ所で5~4
無機イオン	新湊川下流域でNO ₃ ⁻ 、NH ₄ ⁺	多くの地下水でNO ₃ ⁻ が高濃度が高濃度
重金属	Hg, Sb, Cd, Cr等は定量限界値に近い濃度。Pb, Cu, Znは数μg・m ⁻¹ 検出 Al, Mn, Fe一部で高濃度	同左
有機ハロゲン化合物	1ヶ所で高濃度のクロロホルム 1,1,1-トリクロロエタンは複数箇所で検出。最高3μg・m ⁻¹	8ヶ所でクロロホルム検出 1,1,1-トリクロロエタンは最高値で4.3μg・m ⁻¹ 1ヶ所でテトラクロロエチレン

阪神大震災に伴う大気環境の変動

	94年12月	95年1月	2月	3月	4月	5月	6月
SPM	44.1 38.0	51.7 35.0	47.4 33.8	48.2 42.1	42.8 41.2	36.8 39.5	29.6 35.0
Fe	0.64 0.69	0.65 0.61	0.51 0.60	0.76 0.66	0.79 0.83	0.62 0.66	0.46 0.46
Mn	0.026 0.027	0.024 0.027	0.018 0.025	0.025 0.027	0.033 0.029	0.024 0.025	0.019 0.018
Ni	0.0050 0.0058	0.0055 0.0052	0.0032 0.0054	0.0042 0.0060	0.0062 0.0075	0.0062 0.0078	0.0070 0.0081
Zn	0.125 0.132	0.133 0.124	0.134 0.109	0.134 0.098	0.119 0.104	0.097 0.095	0.077 0.076
Pb	0.058 0.064	0.068 0.058	0.060 0.053	0.055 0.048	0.061 0.046	0.041 0.044	0.036 0.033
Cd	0.0013 0.0015	0.0016 0.0014	0.0017 0.0012	0.0014 0.0011	0.0014 0.0011	0.0010 0.0010	0.0012 0.0014

※下段の数値は1990~1994年の平均値。数値の単位はμg/m³

※SPMは大気中に浮遊する粒径10μg以下の粒子状物質を指す。

5. 大気環境を見る眼

大火災、復旧過程での解体工事等から粉塵公害が懸念される。モニタリングの結果¹⁸⁾から、重金属の濃度比の顕著な上昇に対し、ガス状物質は逆に低下した。これは化石燃料の固定発生源の稼働率が低下したため、としている。また、大量の廃棄物に対処するため、野焼きが行われていた事実も見逃せない。

第2表からも明白のように重金属、SPMが震災直後には大幅に増加した。これらは震災廃棄物の影響と見られる。水圏、土壌、大気圏の深刻な問題に加え、廃棄物問題を見据える必要がある。次章では廃棄物問題を焦点に記述する。

6. 深刻な廃棄物問題

昨今の廃棄物処理ではダイオキシン類の発生が問

題視され、ガイドラインでは850℃以上の燃焼温度が望ましい、としている。今回の震災では中間処理施設、最終処分場等も被災し、2月に入るまで廃棄物の搬入が行えず、野焼き等が行われた。通常の焼却処分ではストーカー炉や連続炉、流動床式を用いる。廃棄物は種類ごとに選別され、1000℃以上の高熱量、高効率燃焼が施される。

野焼きで、プラスチックが含まれていても不思議はない。年間1300万トン生産され、同800万トンが廃棄される現状¹⁹⁾ではPVC(塩化ビニル)焼却に伴うダイオキシンが懸念される。焼却施設が稼働していれば、有害化学物質、重金属等を炉内で蒸発させ、バグフィルターで除去されるのが一般的。最近問題視されている小型焼却炉からのダイオキシン発生²⁰⁾を見るまでもなく、廃棄物の適正処理が求められる。

以上を踏まえ、地域防災計画策定で構造物、ライフラインに加え、廃棄物行政が重要になる。円滑化するには省庁間の連携が求められるが、現状では災

害廃棄物（国庫補助対象廃棄物）は自治体、阪神高速道路は建設省近畿地方建設局、国公立学校は文部省、JRは運輸省が処理を行った。また、災害廃棄物でもし尿、生活系廃棄物は環境・衛生局、道路関連は土木局、という具合に縦割り行政が目立った。西宮市の環境衛生局と土木局の連携策²¹⁾を参考事例にしたい。なお、廃棄物関連の具体的なデータは水環境、大気環境の項で表を示し、煩雑になるので本文中では割愛する。廃棄物のデータは当日報告する。

7. 問われる都市計画でのソフト面の充実

本報告では普段見落としがちな事例を取り上げたが、完全に網羅している訳ではない。都市の防火構造は不可欠であるが、東大生産研の村上らを始め、土木、建築学会等の年会、各種講習会、日本火災学会の報告書²²⁾等で言及されているので割愛した。また、災害弱者になり得る外国人対策は既発表³⁾で、IDNDR²³⁾や京大防災研の河田らが危機管理の重要性を訴えている²⁾ので、同様に触れなかった。

しかしバリアフリーは、高齢化社会の趨勢から必要事項で、防災計画の柱に据えるべきである。今回は筆者の既発表³⁾・⁴⁾で用いた概念図を示すに留める。

8. 結語—人命を守る視点を—

研究発表会でありながら調査報告、事例研究ではなく、レビューとも言い難い（報告）を書いた理由は、学問の細分化に伴い異分野が見えにくく、雪問題と地震が一緒に取り上げられることが少なかったからである。新潟大学積雪地域災害研究センターの小林俊一教授は（社）日本雪氷学会副会長の傍ら、自然災害学会正会員でもある。つまり、自然災害に対処するうえで、都市計画も含めて一つの領域では解決出来ないことを強調したかった。

今回の震災で電気火災が多かった事実からも、地

震時にブレーカーが自動的に作動するシステムが必要⁶⁾で、電気技術者との連携が望まれる。真の意味でのミティゲーションには、異分野への認識が要求される。現状では各分野の専門誌に分かれて掲載され、目に触れることが少ない。この閉塞状況の改善を睨み、土木系研究者、技術者の中で話題に上ることが少ない事例の紹介から広範な議論が起ることを期待する。

謝辞：今回、取材見聞記であるにもかかわらず発表の機会（許可）を与えて下さった研究委員会、事務局、特に黒田勝彦 神戸大教授にこの場を借りてお礼申し上げます。雪崩に関しては小林俊一 新潟大積雪地域災害研究センター教授、和泉薫 同センター助教授、新田隆三 信州大農学部教授に、水環境の重要性を指摘された花木啓祐 東大先端研教授、山本和夫 東大環境安全研究センター教授に、大気環境に関しては国立公衆衛生院顧問の横山榮二氏、兵庫県立公害研究所の玉置元則氏に、廃棄物関連は永安幸正 麗澤大教授、国立公衆衛生院廃棄物工学部長の田中勝氏に、バリアフリーは若林拓史 名城大都市情報学部教授、さらに本報告の基礎固めで長尚 信州大教授、本城勇介 岐阜大工学部助教授、宮野道雄 大阪市立大助教授、河田恵昭 京大防災研教授に、横浜防災システム(株)社長の横山正義氏に、また、地震工学の基礎知識を平易に解説して下さいました田村武 京大教授、高田至郎 神戸大教授、田中泰雄 神戸大学都市安全研究センター助教授、三橋博巳 日大理工学部助教授（建築学会正会員）、神田順 東大工学部教授（建築学会正会員）に負うところが大きく、深謝致します。

脚注

本報告を執筆するに当たり直接引用はしなかったが、以下に挙げる報告書類を参考にした。

◆佐伯光昭：防災の立場から都市問題を考える，地震防災論文集，pp.103-109. 日本技術開発. 1994.

バリアフリーの概念

◆バリアフリーにつながる基礎固め⇒防災計画に⇐信頼性工学（耐震・免震）

↓

⇐避難所の確保、道路事情の考慮

↓

⇐高齢化、身障者、外国人を考慮

ソフト面の充実（ボランティア育成、隣組のような組織）⇒日頃からの備え

道路、都市景観の日頃からのチェック（高齢者、身障者参加型の）⇒防災意識の涵養へ

- ◆亀田弘行 et al : 兵庫県南部地震をふまえた大都市災害に対する総合防災対策の研究, 文部省緊急プロジェクト報告書, 1995.
- ◆土木学会 編 : 阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集, 第1回, 第2回, 1996, 1997.
- ◆第38回生研講習会テキスト「都市直下型地震: 被害・復興・教訓」, 東大生産研, 1995.

参考文献

- 1) 内田直樹: これからの構造設計を考えるー性能照査型設計にむけてー, 第43回構造工学シンポジウムパネルディスカッション資料集, pp. 25. 1997.
- 2) 河田恵昭: 都市巨大災害における緊急対応の問題点とその対処法, 第1回都市直下地震災害総合シンポジウム論文集, pp. 321-322. 1996.
- 3) 拙稿: 地震工学にソフト面の充実をー防災意識の醸成一, 第24回地震工学研究発表会論文集, 印刷中, 1997.
- 4) 拙稿: 市民対象の防災教育の在り方, 土木学会安全問題討議会'97研究論文集, pp. 33-42. 1997.
- 5) 伯野元彦: 帯筋間隔を狭くしただけで崩壊を防ぎ得るのか, 第2回阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集, pp. 333-338. 1997.
- 6) 伯野元彦: 地震ブレーカー採用を!, 第1回都市直下地震災害総合シンポジウム論文集, pp. 269-270. 1996.
- 7) 西村明儒: 兵庫県監察医による死体検案結果より, 阪神・淡路大震災調査研究委員会中間報告会講演集, pp. 187-192. 土木学会関西支部, 1996.
- 8) (社)雪センター編: 特集・積雪地域における地震対策, ゆきNo. 26. pp. 16-29. 1997.
- 9) 伊藤駿: 雪と地すべり(その1), 地すべり技術vol. 23. No. 2. pp. 16-24. 1996.
- 10) (社)日本雪氷学会編: 雪崩対策の基礎技術, (社)日本雪氷学会, 1996.
- 11) 小林俊一, 和泉薫: 溪流地における雪泥流の実態と安全対策の研究, 新潟大学積雪地域災害研究センター報告.
- 12) 甲斐啓子: 京都における生物季節と穀物生産の変動, 日本農業気象学会大会講演要旨, pp. 122-123. 1997.
- 13) 井上聡, 横山宏太郎: 地球環境変動時の降積雪の変動予測, 日本農業気象学会大会講演要旨, pp. 306-307. 1997.
- 14) 北浦勝: 積雪地域における地震対策について, ゆきNo. 26. pp. 16-21. 1997.
- 15) 宗村信明: 地域防災計画における積雪期の地震災害予防計画の概要等について, ゆきNo. 26. pp. 26-29. 1997.
- 16) 村松郁栄 et al : 地震計を使用した雪崩観測, ゆきNo. 26. pp. 39-43. 1997.
- 17) 青木豊明, 米田稔: 阪神・淡路大震災による陸水および土壌環境への影響, 水環境学会誌vol. 19. No. 5. pp. 351-355. 1996.
- 18) 小林禧樹 et al : 阪神・淡路大震災が大気環境に及ぼした影響ー金属モニタリング観測網の断一, 大気環境学会誌vol. 32. No. 3. pp. 231-236. 1997.
- 19) 梶光雄: 廃プラスチック リサイクルの現状と課題, 第62回北海道石炭研究会講演会論文集, pp. 29-38. 1997.
- 20) 脇本忠明, 米山正寛: 待ったなし! ダイオキシン対策, サイエンス11月1日号, pp. 56-60. 1996.
- 21) 島岡隆行 et al : 阪神淡路大震災における自治体の災害廃棄物処理への対応, 災害廃棄物フォーラム資料, pp. 16-19. 1996.
- 22) 日本火災学会編: 1995年兵庫県南部地震における火災に関する調査報告書, 日本火災学会, 1996.
- 23) I D N D R編: 4ヶ国語による防災用語集, 国際防災の十年国民会議, 1996.