

東京都の文化財の地震防災計画策定 支援システムに関する基礎的研究

池田 典史¹・尾崎 潤²・長嶋 文雄³

¹首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 大学院生 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

E-mail:ikedanorihumi@c.metro-u.ac.jp

²首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 元大学院生 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

E-mail:junjun55@gmail.com

³首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 教授 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

E-mail:fumio-n@ecomp.metro-u.ac.jp

東京都内には六千件あまりの文化財が存在しており、これらの文化財すべてに対して地震や火災など各種災害に対する防災対策を一律に施すことは非効率である。また地域の文化財防災を計画する際には、文化財の情報や地域被災危険度の情報を共有することで地域住民参加型の防災活動が行える。本研究では、住民参加型の総合的防災・保護計画策定支援システムの開発を最終目的としており、今回はその基礎的取り組みとして、東京都内の文化財情報と地域被災危険度情報のデータベース化、地域被災危険度と文化財の特性を考慮した被害リスク解析手法の提案を行い、都内の災害別被災危険文化財の抽出例を示した。

Key Words: Cultural Inheritance, Database, Local Hazard Map, Risk Management System, Java

1. はじめに

都内には六千件あまりの文化財が存在している。文化財の管理は基本的に文化財の所有者が行い、管理又は修理にかかる費用は特別な事情がない限りは、所有者の負担である(文化財保護法第31,32,35条)。このため文化財の保存状態は所有者によって差が生じ、個人所有の文化財に関しては災害対策などにも自ずと限界があるのが現状である。国指定文化財の多くは博物館等で収蔵庫などに保管されており、比較的安全であるが、展示室では無防備な状態で置かれており、被害を受ける可能性がある。1995年の阪神・淡路大震災以降、美術館や博物館所有の文化財に関しては、免震装置を導入するなどの対策は徐々に進んできている。しかし、2004年の新潟中越地震では免震台に置かれていた土器が転倒したり、国指定の重要文化財(長谷川邸)が大きな被害を受けたりするなど十分とはいえない。このようなハード面の対策の遅れにも増して、ソフト面での対策は遅れている。また、都内でも多くの自治体がホームページや配布資料での文化財の情報公開を行っているが、その取り組みに関しては温度差が感じられる。文化財は一度滅失してしまうと、その価値が無くなっ

てしまうため予め対策を施すことが大切である。都市部の住宅密集地などでは、震災後の建物の倒壊や火災による文化財の救出経路の寸断が考えられ、特に多数の文化財を保有する地域では、事前に文化財の防災・保護活動を盛込んだ防災計画を策定し、効率的な対策を施すことが重要である。

このような背景に基づき、本研究では後世に継承すべき東京都の文化財を地震や火災から守るための住民参加型総合的防災・保護計画の策定案作成と高精度センサーを駆使した最新防災システムの開発を最終目的とする。その基礎的研究として、東京都内の文化財情報と地域危険度情報の統合及びデータベース化、地域被災危険度と文化財の被害特性を加味した被害リスク解析による被災危険文化財抽出手法の提案を行う。

2. 東京都の文化財の現状

(1) 文化財の分類と法的根拠

広義には人類の歩んできた歴史・伝統・文化などを伝える物や活動は全て文化財の対象であるが、一般的には「文化財」と言うと国や地方自治体から指定また

は登録を受けているものを表す。指定や登録は国の場合は文化財保護法、東京都の場合は東京都文化財保護条例、各市区町村の場合はその条例に基づいて行われている。このため文化財の分類の仕方については、自治体によって細部で異なっている場合が多く、文化財の登録制度を定めていないところもある。文化財の登録制度は兵庫県南部地震の経験を踏まえて作られた比較的新しい制度で、指定文化財に比べて緩やかな基準で文化財として、国や地方自治体の保護の対象となることができる。

(2) 東京都内の文化財

文化財の価値は単純に比べられるものではないが、一般的に指定文化財は登録文化財より価値があると評価された文化財で、中でも国による指定・登録を受けた文化財が最も価値があり、以下東京都によるもの、市区町村によるものとなっている。

東京都内の指定文化財件数を表-1に示す。東京都全体で5,764件が文化財として指定を受けており、建造物についても300件以上が存在する¹⁾。しかし、これら全ての文化財に対して一様に防災対策を施すことは難しい。そこで、優先的に対策を施すべき文化財の抽出を行い、効率的に文化財防災計画の整備を進めるための手法が不可欠である。

表-1 東京都の指定文化財件数

文化財の種類		指定主体		
		国（国宝）	東京都	市区町村
有形文化財	建造物	60 (1)	59	203
	美術工芸品 (絵画、彫刻、工芸品、書跡・典籍、古文書、考古資料、歴史資料)	2229 (233)	265	1268
無形文化財		47	8	62
民俗文化財	有形	8	17	332
	無形	6	48	172
史跡		41	334	302
名勝		6	10	8
天然記念物		13	64	201
文化的景観		0	0	1
合 計		2410	805	2549

3. 東京都の文化財のデータベース

(1) データベースの作成

東京都内に存在する文化財の基礎的な情報²⁾を集約し、一元的に管理するためのデータベースの作成を行った。データベースの作成にあたってはリレーショナルデータベース（以下RDB）を採用し、リレーショナルデータベースマネジメントシステム（以下RDBMS）としてMySQLを用いた。

今回作成したRDBの構造と登録情報を図-1に示す。

文化財情報

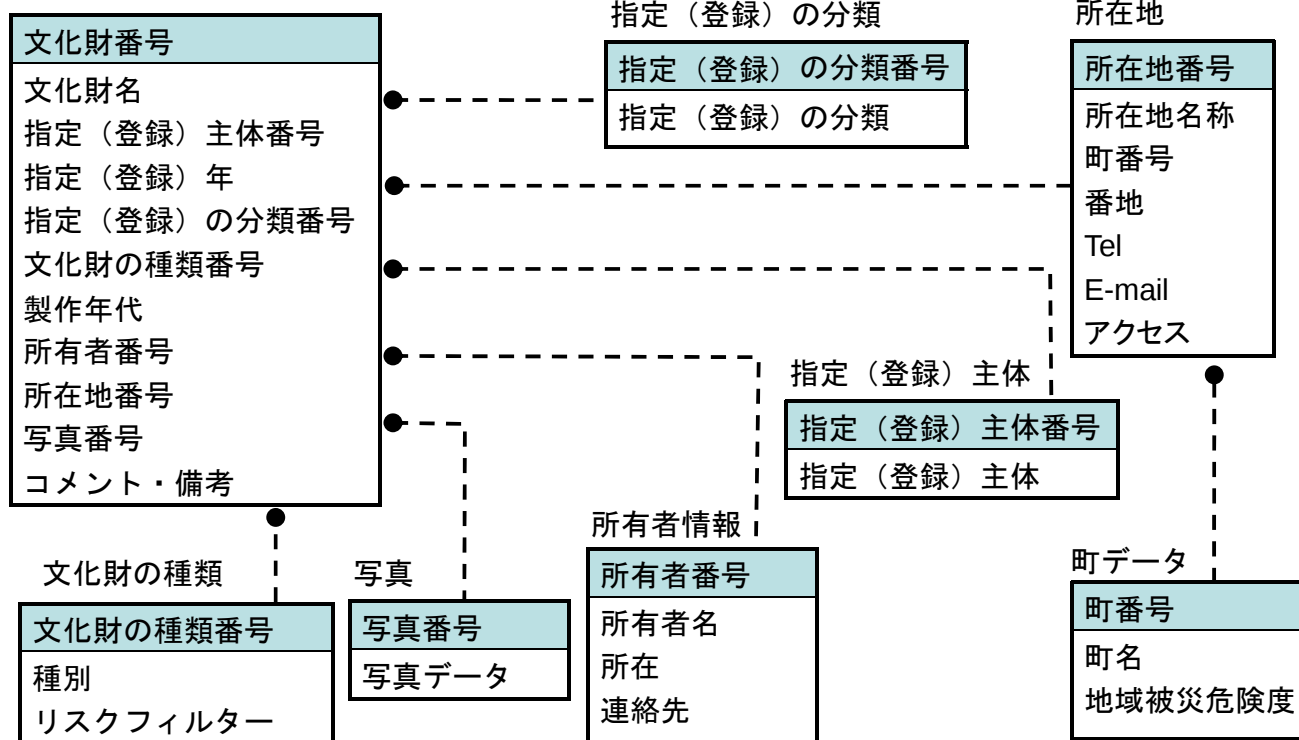


図-1 作成したRDBの構造

(2) データベース管理システムの開発

本データベースの情報の登録、更新、消去そして登録内容の検索という一連のデータベースの管理作業を容易に行えるように、独自のデータベース管理システムをJavaで開発した。開発したデータベース管理システムの具体的な機能は以下の通りである。

- 文化財所有者データ入力・編集
- 文化財所在地入力・編集(図-2)
- 文化財の種類設定
- 文化財基礎データ入力・編集(図-3)
- 文化財検索(図-4)

本システムの開発により、システムの利用者はSQLについての詳しい知識がなくてもデータベースへの接続とデータベース情報の管理作業を行うことができる。2007年4月現在で、5268件の東京都内の文化財情報が登録されており、登録されている情報の検索及び閲覧が可能である。



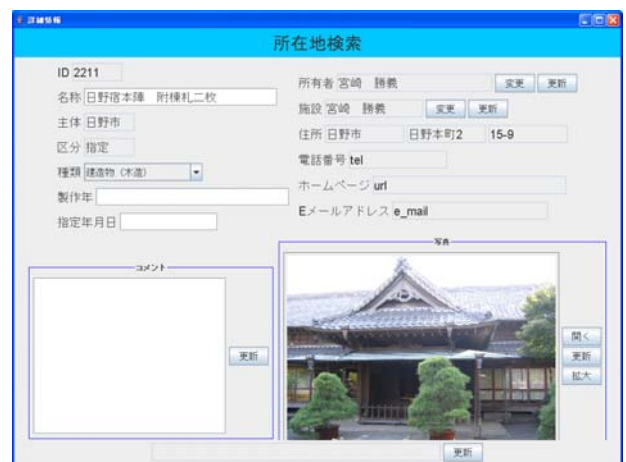
図-2 文化財所在地データ編集画面



図-3 文化財基礎データ入力画面



(a) 検索



(b) 詳細表示

図-4 文化財検索画面

4. 被災危険文化財の抽出手法

(1) 想定する災害

本研究では災害として、地震発生に伴って起こる可能性のある7種類の災害(地震による周辺建造物の倒壊、展示・保管物の転倒、液状化、急傾斜地崩壊、土石流、地すべり、火災)、さらに集中豪雨による水害を加えた合計8種類を考慮する。これらの想定災害の種類を添え字 i ($1 \sim 8$)で表す。この8種類の災害に対して被災危険文化財の抽出を行った。

(2) 地域被災危険度の設定

前述の8種類の災害それぞれに対する危険度を町丁目ごとに地域被災危険度(D_{ij})として設定する。ここで、 i は前述の災害の種類、 j は対象となる町丁目を表す添え字である。設定にあたっては、東京都や市区町村で構築された評価モデルを活用した。東京都では都内

の各地域の地震発生時の建物倒壊危険度³⁾⁴⁾、火災危険度³⁾⁴⁾ (図-5)、地盤の種類による増幅率の調査⁴⁾結果を公表している。これらのランクにデータの無い地域のランクとして0を導入し、倒壊危険度、火災危険度は6段階、転倒危険度は文献4)の地盤分類別増幅率(2地盤については同値)を参照して9段階で設定を行った。また、液状化危険度については液状化危険度地図の評価⁵⁾を参照し4段階で設定した。急傾斜地崩壊、土石流、地すべりの3種類の設定には、都建設局の調査⁶⁾による急傾斜地崩壊危険箇所、土石流危険渓流、地すべり危険箇所のそれぞれの所在地を基に設定を行った。水害に対する危険度は、集中豪雨を想定した各自治体発行の洪水ハザードマップ⁷⁾を参照し、公表されている15区について設定を行った。各災害に対する地域被災危険度の評価ランクを表-2に示す。これらの地域被災危険度情報は、文化財情報と同じく、RDBを用いてデータベース化を行い、Javaで開発したアプリケーション(図-6)を用いて文化財データベースとの一元的な管理システムを構築した⁸⁾。

(3) リスクフィルター

文化財には建造物、絵画などの種類があり、それぞれ災害に対する被害特性が異なる。例えば災害による滅失を考えた場合、紙でできた文化財は火災に対して弱く、被災した場合には滅失の恐れもある。一方、石造物は火事に遭遇しても燃えることはないので相対的には火災に対して強いと言える。一方、地震の揺れで衝撃を受けた場合、石造物は転倒による破損の可能性が考えられる。このような文化財の災害に対する被害特性をリスクフィルター(F_{ik})として文化財の種類毎に任意に設定出来るようにした。ここで、 i は前出の災害の種類、 k は文化財の種類を表す添え字である。リスクフィルターの値は、想定される被害の程度によって、全く被害を想定しない場合の0から重大な被害を受ける場合の5までの6段階で設定を行える(図-7)。

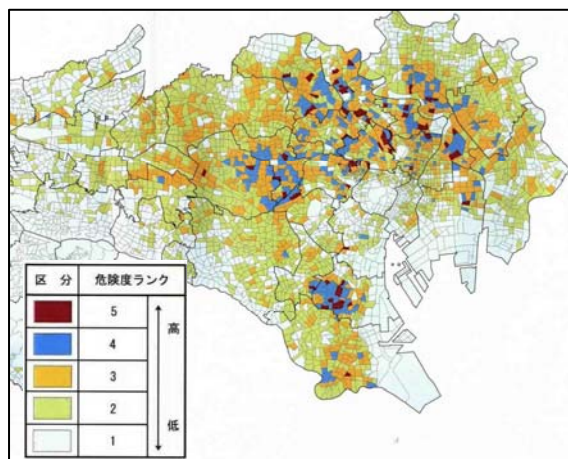


図-5 火災危険度⁴⁾

表-2 想定する災害の種類と地域被災危険度のランク

i	災害の種類	文献ランク	D_{ij}	i	災害の種類	文献ランク	D_{ij}
1	火災	データなし	0	4	水害	データなし	0
		1	1			0.2 m未満	1
		2	2			0.2~0.5 m	2
		3	3			0.5~1.0 m	3
		4	4			1.0~2.0 m	4
		5	5			2.0 m以上	5
2	倒壊	データなし	0	5	急傾斜地崩壊	危険性なし	0
		1	1			危険性あり	1
		2	2		土石流	危険性なし	0
		3	3			危険性あり	1
		4	4		地すべり	危険性なし	0
		5	5			危険性あり	1
3	転倒	データなし	0	8	液状化	データなし	0
		振幅の増幅率を8段階評価	1			ほとんどない	1
			2			可能性小	2
			8			可能性大	3

図-6 地域被災危険度編集画面

図-7 リスクフィルターの設定画面

リスクフィルターは文化財の種類毎に設定を行ったが、同じ種類の文化財でも特性が異なる場合がある。例えば、建造物では木造か石造かなどで被害特性が異なる。そこで、建造については木造とそれ以外、彫刻については石造とそれ以外のそれぞれ2種類を用意するなど文化財の分類を保護法（保護条例）の分類より細かく設定出来るようにした。

(4) 被災危険文化財抽出の流れ

地域被災危険度を用いた被災危険文化財の抽出手法の流れを図8に示す。前節までに設定した地域被災危険度を用いて文化財毎に被害リスクを算出し、その結果から被災危険文化財の抽出を行う。

ある災害に対する、文化財の被害リスク R_{ijk} を式(1)のように定義する。

$$R_{ijk} = \frac{D_{ij} \times F_{ik}}{D_{i,\max} \times F_{\max}} \quad (1)$$

ここで、 D_{ij} は地域被災危険度、 F_{ik} は文化財の種類と災害の種類を考慮したリスクフィルターの値である。 $D_{i,\max}$ はある災害に対する地域被災危険度の最大値で、想定する災害によって異なる。そして $F_{\max}$ はリスクフィ

ルターの最大値である。 R_{ijk} は0から1の間の値で、その値が大きいほど危険度が高い。本研究で開発した、被害リスク解析、被災危険文化財の抽出処理を行うためのアプリケーションの実行画面を図9に示す。

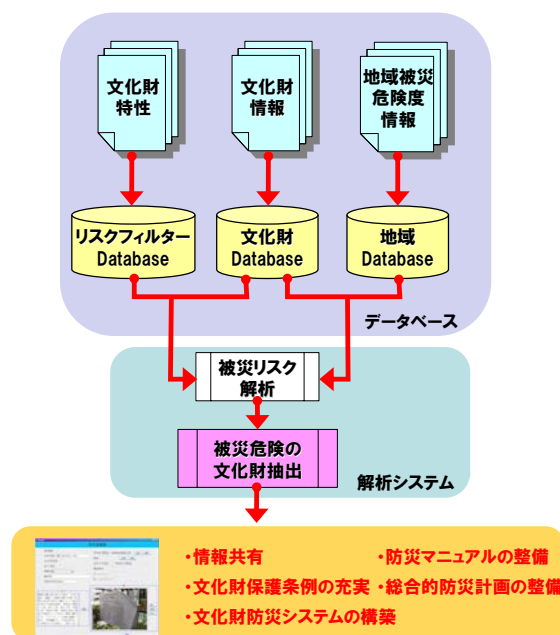


図8 被災危険文化財抽出の流れ

文京区被害リスク解析							
	被害リスク	名称	主体	区分	種類	町	番地
● フィルター有り	0.6	養育院跡	東京都	指定	旧跡	大塚4	24
	0.6	小石川植物園	東京都	指定	旧跡	白山3	3-7
	0.6	旧東京医学校本館	国	重要	建造物（木造）	白山3	3-7
○ フィルター無し	0.6	大田南畝墓	文京区	指定	史跡	白山4	34-7
	0.3	徳田秋声旧宅	東京都	指定	史跡	本郷6	6-9
	0.3	井上哲二郎宅跡	東京都	指定	史跡	小石川3	20-11
災害選択	0.3	安井息軒墓	東京都	指定	史跡	千駄木5	3
	0.3	西村茂樹墓	東京都	指定	史跡	千駄木5	3
	0.3	原氏墓所	東京都	指定	史跡	本駒込3	19-4
○ 火災	0.3	駒込名主屋敷	東京都	指定	史跡	本駒込3	40-3
	0.3	半床庵	東京都	指定	建造物（木造）	千駄木3	13-13
	0.3	切支丹屋敷跡	東京都	指定	旧跡	小日向1	24
	0.3	同人社の跡	東京都	指定	旧跡	水道1	2-28、11
○ 倒壊	0.3	求道会館	東京都	指定	建造物	本郷6	20-5
	0.3	お茶の水	東京都	指定	旧跡	本郷3	1
○ 転倒	0.3	近藤重蔵墓	東京都	指定	旧跡	向丘1	13-8
	0.3	菅原僧正墓	東京都	指定	旧跡	大塚5	40-1
	0.3	平野金華墓	東京都	指定	旧跡	向丘2	38-3
	0.3	朱舜水記念碑	東京都	指定	旧跡	弥生1	1
○ 水害	0.3	滝光親王墓	東京都	指定	旧跡	小日向1	4-11
	0.3	沢宮嘉墓	東京都	指定	旧跡	小石川3	14-6
	0.3	三桑美美墓	東京都	指定	旧跡	大塚5	40-1
○ 崩壊	0.3	藤田東湖護国神社の地	東京都	指定	旧跡	後楽1	3-40
	0.3	徳本行春墓	東京都	指定	旧跡	千石1	14-11
	0.3	最上徳内墓	東京都	指定	旧跡	向丘2	38-3
	0.3	森鴎外遺跡	東京都	指定	旧跡	千駄木1	23-4
○ 土石流	0.3	幸田露伴宅跡	東京都	指定	旧跡	小石川3	17-19-6
	0.3	石川啄木終焉の地	東京都	指定	旧跡	小石川5	11-7
	0.3	弥生式土器名称由来地	東京都	指定	旧跡	弥生1	2
○ 地すべり	0.3	旧加賀屋敷御守御門（赤門）	国	重要	建造物	本郷7	3
	0.3	護国寺本堂	国	重要	建造物（木造）	大塚5	40-1
	0.3	護国寺月光殿（旧日光院宮殿...）	国	重要	建造物（木造）	大塚5	40-1
● 液状化	0.3	根津神社	国	重要	建造物（木造）	根津1	28-9
	0.3	湯島天満宮表鳥居	東京都	指定	建造物（木造）	湯島3	3-30-1
	0.3	湯島聖堂	国	指定	史跡	湯島1	4-25
	0.3	日本女子大学 成瀬記念講堂	文京区	指定	建造物（木造）	目白台2	8-1
	0.3	護国寺大師堂	文京区	指定	建造物（木造）	大塚5	40-1
	0.3	護国寺楽師堂	文京区	指定	建造物（木造）	大塚5	40-1
	0.3	護国寺惣門	文京区	指定	建造物（木造）	大塚5	40-1

図9 被害リスク解析アプリケーションの実行画面（液状化に対する文京区の文化財の被害リスク）

5. 被災危険文化財抽出の試行

(1) 被害リスク解析に用いたリスクフィルターの値

本研究で試行した被害リスク解析に用いたリスクフィルターの値を表3に示す。無形（民族）文化財、文化財の保存技術及び（特別）天然記念物については被害を考えないものとしてリスクフィルターの値を0とした。ただし、これらの値は任意に設定可能である。

表3 リスクフィルターの値

i		1	2	3	4	5	6	7	8
k	文化財の種類	火災	倒壊	転倒	水害	急傾斜地崩壊	土石流	地すべり	液状化
1	絵画	5	2	3	5	2	2	2	3
2	彫刻	5	3	5	3	3	3	3	5
3	工芸品	5	2	5	3	2	2	2	5
4	書籍	5	2	2	5	2	2	2	2
5	典籍	5	2	2	5	2	2	2	2
6	古文書	5	2	2	5	2	2	2	2
7	考古資料	5	2	5	3	2	2	2	5
8	歴史資料	5	2	2	5	2	2	2	2
9	建造物	4	5	0	3	5	5	5	5
10	無形文化財	0	0	0	0	0	0	0	0
11	無形民俗文化財	0	0	0	0	0	0	0	0
12	有形民俗文化財	5	3	3	3	3	3	3	3
13	史跡	3	3	0	2	1	5	5	5
14	名勝	3	3	0	2	1	5	5	5
15	天然記念物	0	0	0	0	0	0	0	0
16	宿場町	5	5	0	3	5	5	5	5
17	城下町	5	5	0	3	5	5	5	5
18	農漁村	5	5	0	3	5	5	5	5
19	文化財の保存技術	0	0	0	0	0	0	0	0
20	埋蔵文化財	1	1	0	1	1	1	5	5
21	旧跡	3	2	0	2	1	5	5	5
22	書籍・典籍	5	2	2	5	2	2	2	2
23	古記録	5	2	2	5	2	2	2	2
24	書跡	5	2	2	5	2	2	2	2
25	郷土資料	5	2	5	5	2	2	2	5
26	史跡・名勝	3	3	0	1	1	5	5	5
27	刀剣	4	2	3	3	2	2	2	3
28	特別天然記念物	0	0	0	0	0	0	0	0
29	特別史跡・特別名勝	3	3	0	2	1	5	5	5
30	彫刻・考古資料	5	2	5	3	3	3	3	5
31	古文書・古記録	5	2	2	5	2	2	2	2
32	絵画・典籍	5	2	3	5	2	2	2	3
33	有形民俗文化財(板碑)	1	5	5	1	5	5	5	5
34	古文書(板碑)	1	5	5	1	5	5	5	5
35	有形民俗文化財(石造物)	1	5	5	1	5	5	5	5
36	有形民俗文化財(彫刻)	5	3	5	3	3	3	3	5
37	建造物(木造)	5	5	0	3	5	5	5	5
38	史跡(墓)	1	4	5	1	5	3	3	5
39	彫刻(石造)	1	3	5	1	3	3	3	5

(2) 被害リスク解析結果

データベースに登録されている文化財の中で所在地の明確な 4,904 件の文化財に対して被害リスクの算出を行った。図-10 に各災害に対する被害リスク別の被災危険文化財件数の割合を示す。

地域被災危険度とリスクフィルターの値が反映された被害リスクの値により各災害に対して優先的に対策を施すべき文化財が抽出された。特に被害リスクが1の文化財に対しては、文化財の保存状態や周辺環境を調査するとともに、地域住民と情報を共有して地域が

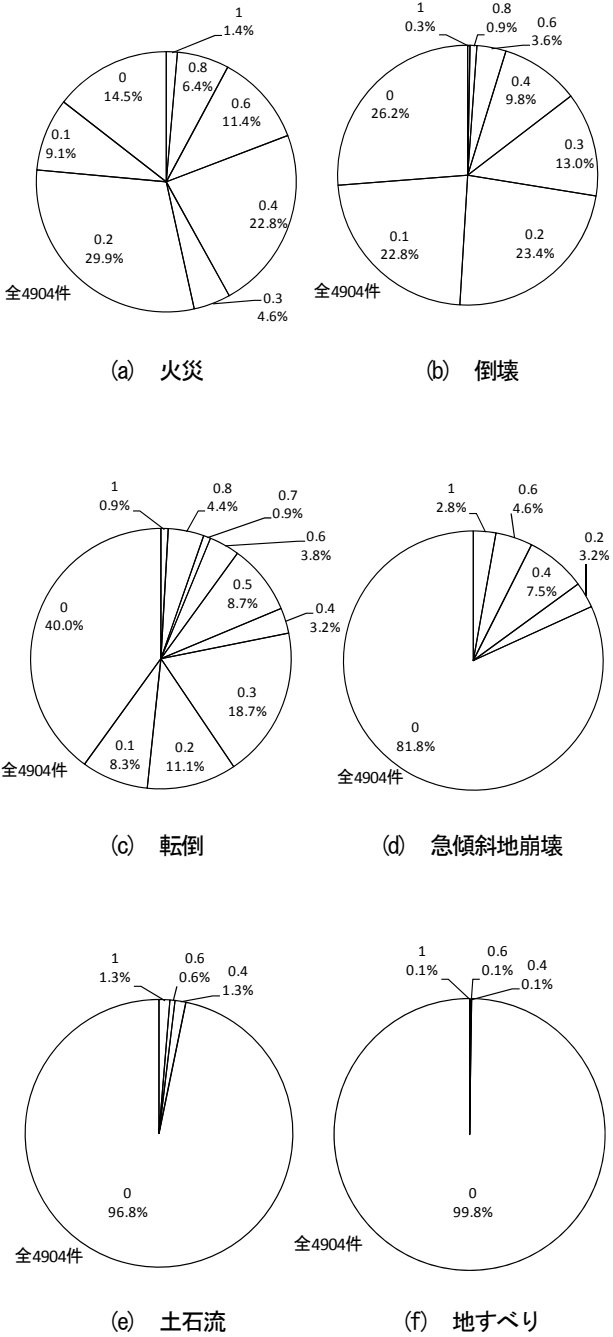


図-10 被害リスク別の文化財の割合

一体となって防災に備えることが必要である。

(3) 地域別の被災危険文化財件数

市区町村別の被災危険文化財件数を図-11 に示す。江東区には、土砂災害を除く7種類の災害に対して被災危険文化財が多く存在している。これは江東区が他の市区町村に比べ、文化財の件数が多いこと、そして各災害に対して危険度ランクの高い地域が集中していることが要因である。土砂災害については市町村部に被災危険文化財が集中しており、急傾斜地崩壊と土石流による被害が想定される文化財が多数存在している。土砂災害は地震時だけでなく、近頃多発している集中豪雨などを引き金に発生する場合もあり注意が必要である。

また液状化に対する被災危険文化財としては、東京

を代表する観光地である浅草寺（台東区浅草2丁目）にある国指定重要文化財の二天門、東京都指定有形文化財の六角堂なども検出された。今回抽出された文化財に対しては、今後、追加調査を行い危険ランクの妥当性を検討していきたい。

6. 防災計画策定支援システムの開発

前出の東京都の文化財情報のデータベースと地域被災危険度及びリスクリフィルタを用いた被害リスク解析を統合し、効率的な運用が行える文化財防災計画策定支援システムの開発をJavaを用いて行った。

本研究で開発した支援システムの概要を図-12 に、またシステムのメインメニューを図-13 に示す。

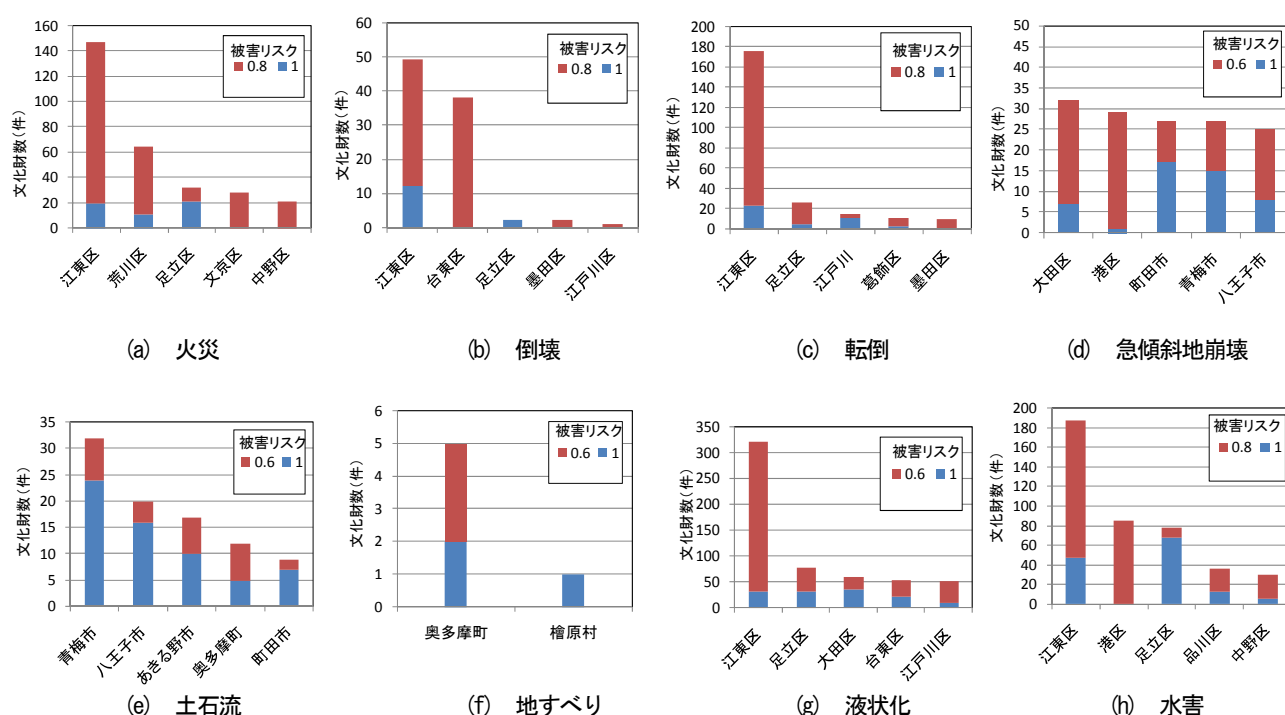


図-11 代表的な市区町村別被災危険文化財件数

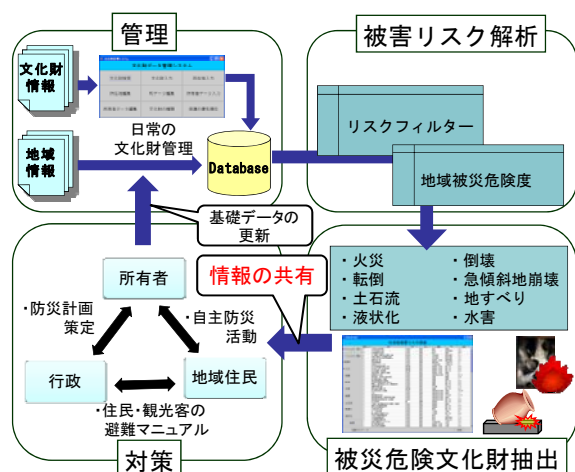


図-12 防災計画策定支援システムの概要

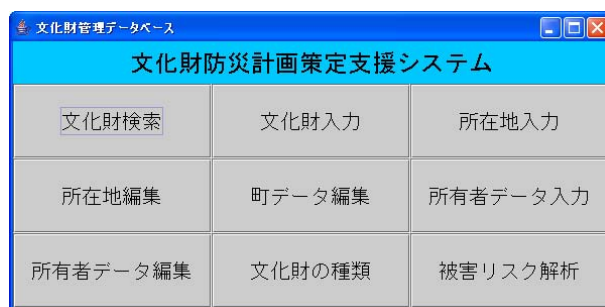


図-13 システムのメインメニュー

本研究で統合したシステムの具体的な内容は以下の通りである。

- a) 文化財データベース
- b) 町レベルでの各災害（地震時の建造物・展示施設の倒壊、展示物・保管物の転倒、液状化、急傾斜地崩壊、土石流、地すべり、地震発生後の火災、水害）に対する被災危険度データベース
- c) データベース管理システム
- d) 被害リスク解析システム

ここで提案した文化財防災計画策定支援システムは行政が管理することになると思われるが、データベースや被災危険度などの情報はウェブ上で公開することが望ましい。これによって、地域住民参加型の文化財防災の可能性が生まれる。また、新たな観光スポットが開発されるなど、地域の活性化につながる可能性も考えられる。

7. むすび

本研究では、東京都の文化財情報と地域データのデジタル化を行い、Javaで独自に作成したアプリケーションを用いた被害リスク解析による被災危険文化財抽出手法を開発した。またそれらを統合し、防災計画策定支援システムのプロトタイプを試作した。被害リスク解析においては、文化財の被害特性を考慮したリスク

フィルターを用いる手法を提案した。また、市区町村レベルの文化財に関する被害特性を抽出することができた。

参考文献

- 1) 文化庁：都道府県・市町村指定文化財等の件数, <http://www.bunka.go.jp/lhogo/frame.asp?0f1=list&id=1000000097&c1c=1000000033> [9. html], 2006.
- 2) 東京都教育委員会：東京都文化財総合目録, 2004.
- 3) 東京都都市整備局：第5回地域危険度調査結果, http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_5/home.htm, 2006.
- 4) 東京都都市計画局：地震に関する地域危険度測定調査報告書（第5回）, 2002.
- 5) 教育者, 竹内均編：Newton, ニュートン臨時増刊号, 巨大地震, 大震災にそなえる基礎知識, 1995.
- 6) 東京都防災会議：東京都地域防災計画, 震災編, 別冊資料, 2003.
- 7) 東京都建設局：洪水ハザードマップ, 東海集中豪雨を想定した洪水ハザードマップ, 千代田区, 新宿区, 文京区, 中野区, 杉並区, 板橋区, 練馬区, 中央区, 豊島区, 目黒区, 港区, 江東区, 世田谷区, 品川区, 足立区, 平成18年5月.
- 8) 尾崎潤, 長嶋文雄：東京都の文化財の防災計画策定支援システムに関する検討, 土木学会年次講演会概要集, I-200, pp. 397-398, 平成17年9月.

(2007. 4. 6 受付)

Framework of Risk Management System for Tokyo-Metropolitan Cultural Inheritances

Norifumi IKEDA, Jyun OZAKI and Fumio NAGASHIMA

Developing a risk management system is vital to protect more than 6,000 cultural inheritances in Tokyo prefecture from natural hazard. And it is important to share the risk information with residents. In this paper, an approach for the risk analysis of cultural inheritances for seismic hazards and river floods is proposed. The risks of the cultural inheritances are evaluated using the hazard maps of 8 kinds of disasters and risk filters considering to the characteristics of each inheritance. As a result of an attempt of the risk analysis, the risk levels of cities, towns and villages in Tokyo are obtained.