

都市復興アーカイブを用いた千代田区丸の内地区における地震リスクの変遷

Transition of Earthquake Vulnerability Risk in Marunouchi Area, Tokyo, using Urban Recovery Archive

五十嵐政泰*・村尾修**

Masayasu IGARASHI*・Osamu MURAO**

The authors proposed a methodology to apply existed urban spatial archives such as historical old maps and aerial photographs to Google Earth for the digital recovery archives in a previous research. However, consideration of effective usage of the archive still remains. In order to discuss the possibilities, this paper demonstrates the urban transition of earthquake vulnerability risk in Marunouchi area from 1907 until 2000 from viewpoints of building collapse risk, fire spreading risk, and evacuation risk. The result indicates effective usability of using old maps as digital archives to understand the transition of the risk. Also, it shows future vision of the digital recovery archives.

Keywords: Urban Recovery Archive, Google Earth, Marunouchi, Urban space, earthquake vulnerability risk
都市復興アーカイブ, Google Earth, 丸の内, 都市空間, 地震リスク

1. 研究の背景

都市を壊滅させるほどの大災害は、その後の都市のあり方に大きな影響を与えることが多々ある。世界的大都市であるロンドン、シカゴ、サンフランシスコなどは、大火や大地震を契機に都市空間の大きな変貌を遂げた。歴史的に多くの都市災害を経験してきた日本でも、大災害を契機に多くの都市が強く新しく生まれ変わってきた。日本の都市防災技術と知識は、このような歴史的背景の上に成り立っていると言える。それは、災害と都市の復興、形成の関係を把握することが、その後の都市の防災の在り方を考える上で重要なプロセスであると考えられるからである。

近年の目覚ましい空間情報技術の革新は、都市の空間において大きな影響を及ぼすと考えられ、都市の防災復興分野においても重要なツールとなりうる。それは、空間情報技術を用いることで災害の前後における都市の変化を把握できるからである。中でも次世代位置情報サービスを意味する Where2.0 の概念は、都市の防災性能の向上に大きな貢献を果たす可能性がある。都市の防災性能の向上のためには住民レベルでの防災意識の向上が必要不可欠であり、空間情報を共有してカスタマイズする技術は、一般ユーザーが日常の中で都市の防災やリスクを意識できる可能性を提示できるからである。

空間情報を共有するツールの中でも Google Earth は操作性と汎用性に優れていることから、住民レベルでの防災意識を啓蒙するツールとして大きな可能性があると考えられる。Google Earth を用いた過去の研究として、斉藤・篠崎・日高¹⁾の研究がある。斉藤らは、Google Earth を応用することで 3DCG 及び GIS 等によって個々に作成された対象地域や時間的な変化をシームレスに繋ぎなが

ら表示するとともに、簡易に操作ができる共通プラットフォームとしての応用可能性について、技術的な側面から検討をし、その特徴を明らかにしている。また、笹木・村尾²⁾は Google Earth を用いた都市復興アーカイブ構築の方法論を提案し、体系化された枠組みの中で空間情報をデジタルアーカイブとして記録していく研究を行っている。このような過去の研究の成果を具体的に実用化することは、都市防災分野の発展の一助となると考えられる。

2. 研究の目的

筆者らは、笹木・村尾²⁾の Google Earth を用いた都市復興アーカイブ構築の方法論を用いて、都市災害をはじめとした歴史的事象による都市空間の変貌とそれに伴う都市リスクの変化を記録し、一般ユーザーが閲覧できるようにすることを目指している。

本稿では、その研究の過程で行った分析結果を報告する。ケーススタディの地域として、東京都千代田区丸の内(1丁目から3丁目)を選定した。それは、丸の内が明治以降日本のビジネス街として急速に発展を遂げた、東京都の中でも特異な地域だからである。4種類の地図データを解析し、1923年の関東地震、1945年の東京大空襲などの歴史的な大災害と戦後の高度経済成長やバブル景気を通して、丸の内地区の都市空間と都市リスクがどのように変化してきたかを分析し、報告する。その際、扱う都市リスクは地震リスク(建物倒壊リスク、延焼火災リスク、避難リスク)に限定した。それは、日本において地震が最も大きな都市災害の一つとして注目されていることからである。

* 非会員・筑波大学大学院システム情報工学研究科(Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba)

** 正会員・筑波大学大学院システム情報工学研究科(Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba)

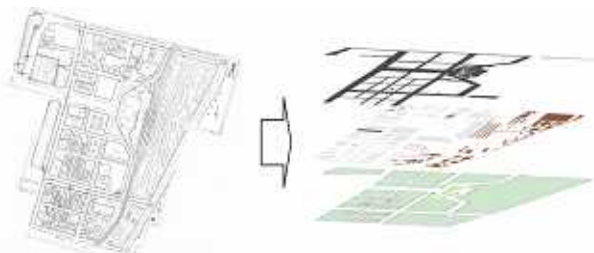
3. 都市空間と地震リスク分析の手順

3-1. 地図データの収集

対象地域である千代田区丸の内の明治時代から現在までの4種類の地図データを収集した¹⁾。地図データは、東京市麹町区全図(1907年)、火災保険特殊地図(戦前:1933年,戦後:1955年の2時点)、ゼンリン住宅地図(2000年)である。東京市麹町区全図は、建物情報は記載されておらず、道路や河川などの土地利用情報が記載されている。火災保険特殊地図は、建物の輪郭と建物構造(耐火造,防火造,木造),道路や河川などの土地利用が記載されている。第二次世界大戦前後で納められている。ゼンリン住宅地図は、建物の輪郭や用途,道路をはじめとした土地利用が記載されている。

3-2. 地図データの解析

4種類の地図データをスキャンし,Adobe Photoshopでつなぎ合わせて地図データのデジタル化を行った。そして,4種類の地図データをArcMap上にドラッグし,手動によるジオコーディングを行って,現在の区画と合わせる作業をした。その際の座標系は平面直角座標系の第9系に統一した。そして,地図データに基づいて建物や道路などのポリゴンの作成,レイヤー化を行った(図-1)。その後,レイヤー別に分類表示した地図データと3-3で記すような地震リスクに関連する指標から,丸の内地区の都市空間と地震リスクの変遷について分析を行った。



【図-1】地図データのレイヤー化のイメージ

3-3. 研究で用いる地震リスク指標

本研究で用いる地震リスクは、建物倒壊リスク、延焼火災リスク、避難リスクとする。以下の指標はからの地震リスクを算定するための指標である。

1)建物構造別棟数

本研究では、建物構造を非木造と木造で分類する。非木造は、防火性能で分類したときの耐火造や準耐火造に該当し,RC造やS造などである。木造は、防火造や裸木造である。同じ建物棟数密度の地域があったときに,非木造建物棟数と建物倒壊リスク,延焼火災リスクには負の相関があると言える。木造建物棟数はそれらのリスクと逆の関係がある。

2)建物構造別建築面積・建蔽率

建物構造別棟数同様,非木造と木造で分類する。建築

面積が大きいほうが地域の中で建物の占める割合が大きくなるため,延焼火災リスクや避難リスクは高くなると考えられる。同じ建築面積の地域がある場合,非木造の建築面積(建蔽率)が大きいほど不燃面積が大きいので延焼火災リスクは小さくなる。

3)道路率

地区内の道路面積を地区面積で除した指標である。地震リスクとの関係は,おおむね建蔽率とは逆の関係にあると言える。道路率が大きいほうが延焼火災リスク,避難リスクは小さくなると考えられる。

4)不燃領域率

地区内の耐火等建築面積及び空地,いわゆる不燃領域の割合を示す。不燃領域率の定義は以下の[1]式で表される³⁾。

$$\text{不燃領域率} = \text{空地率} + (1 - \text{空地率}) \times \text{耐火造率} \quad (\%) \quad [1]$$

ここで言う空地率は,東京都の市街地状況調査報告書第7回⁴⁾で記されているものを用いる。

不燃領域率が30%程度以下の市街地では,地震火災が発生した場合,その市街地の焼失率は80%を超え,非常に危険であると言える。それが40%以上水準に達すると焼失率は20%から25%に低下し,60%を超えると焼失率はほぼゼロとなり延焼の危険性はほぼなくなると言われている³⁾。

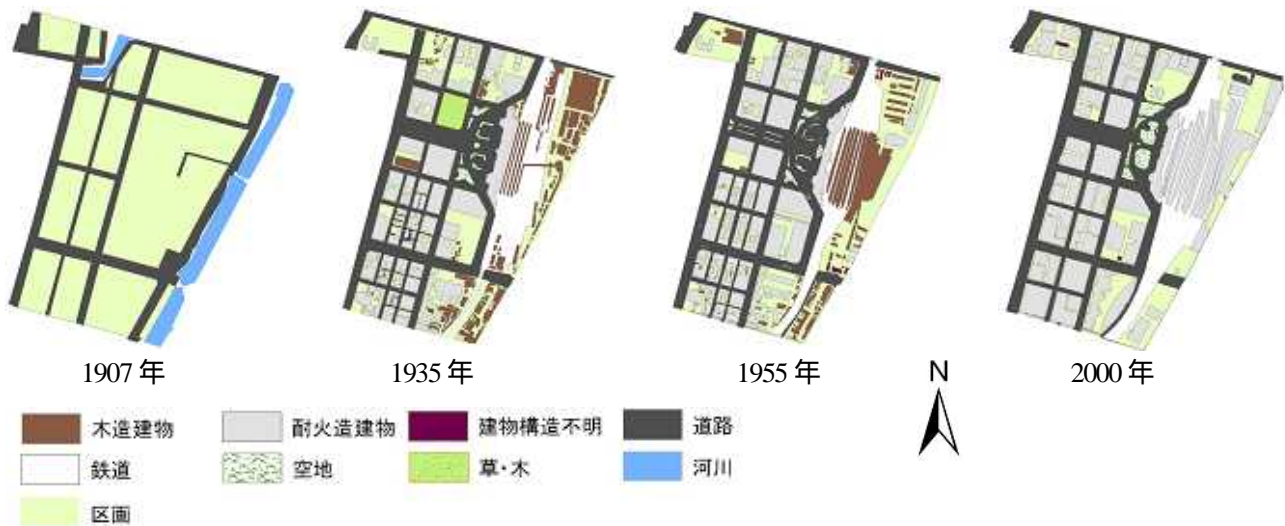
以上のような地震リスクに関連する指標を用いて,歴史的な事象と都市空間,地震リスクの関係を分析,考察していく。

4. 歴史的な事象と都市空間,地震リスクの関係分析

1907年,1933年,1955年,2000年の4時点の地図データを用いて,関東地震や東京大空襲の歴史的災害,戦後の高度経済成長やバブル景気などを経て,都市空間と地震リスクの変遷を分析,考察した。図-2は4時点における丸の内地区の空間的変遷を表したものである。図-3と図-4は,それぞれ丸の内地区の建物構造別棟数,建物構造別建築面積・建蔽率の変化を表したグラフである。また図-5は同地区の道路率・建蔽率・不燃領域率の推移を表したものである。1907年の地図データは建物に関する情報は掲載されていないため,区画や道路に関して他の年代と比較,分析を行った。

4-1. 建物構造別棟数の分析

図-2と図-3から建物棟数は減少していることがわかる。また,木造建物が減少し非木造建物が増加していることがわかる。1955年で木造建物と非木造建物の棟数割合はほぼ同じになり,その後は非木造建物を中心に。1955年から2000年で建物棟数は大きく減少している。2000年になると,地域は非木造建物とその他の構造で占められ,木造建物はなくなっている。これは,丸の内地区が



【図2】丸の内地区の1907年から2000年までの空間的変遷

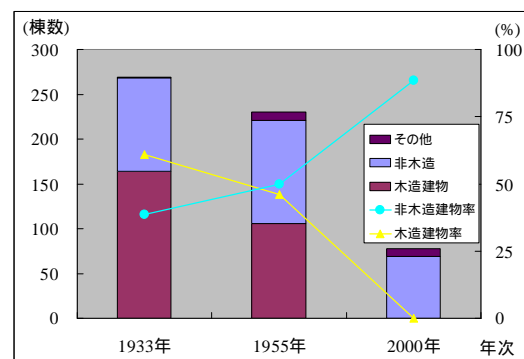
東京大空襲の被害が比較的小さかったことに起因しており、第二次大戦よりも高度経済成長やバブル景気の影響を大きく受けているからである。建物倒壊リスク、延焼火災リスクは減少していると言える。

4.2. 建物構造別建築面積・建蔽率の分析

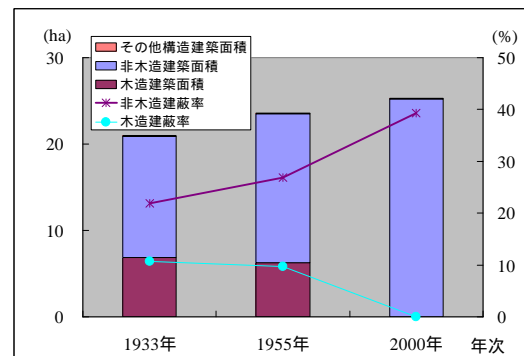
次に図2と図4から建物構造別建築面積・建蔽率について見ていく。建築面積は緩やかに増加している。建物構造別棟数同様、時とともに木造建築面積は減少し、非木造建築面積は増加している。これは、巨大な非木造建物の建設が進んだことに起因する。特に1955年から2000年の間の変化が大きく、戦後のオフィス建設ラッシュの影響を受けていることがわかる。非木造建築面積の増加、木造建築面積の減少から、不燃建物の建設を通して丸の内地区全体の不燃化は進み、延焼火災のリスクが減少していったと言える。

4.3. 土地区画の変化、道路率・建蔽率・不燃領域率の分析

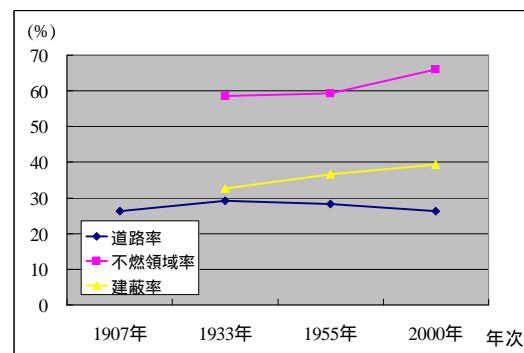
図2と図5から土地区画の変化、道路率・建蔽率・不燃領域率の変遷を見ていく。まず土地区画の変化について見ていくと、1907年から1933年の間で大きく変化をしていることがわかる。河川が埋め立てられ、道路も増設されている。最もわかりやすい変化は東京駅の建設に伴う変化で、東京駅から皇居に向かう行幸通りの建設をはじめ、駅周辺に道路が増設されている。この間に関東地震が起きているわけだが、地震との直接的な関係性はない。というも丸の内地区は比較的震災の被害は小さかったことで知られ、震災後の帝都復興事業による区画整理対象とならなかったからである。つまり大災害からの復興による都市空間の変化ではなく、丸の内を日本一のオフィス街へという当時の人々と国の思いに起因した空



【図3】建物構造別棟数の変化



【図4】建物構造別建築面積・建蔽率の変化



【図5】道路率・建蔽率・不燃領域率の変化

間の変化である。

次に道路率・建蔽率・不燃領域率の関係を見ていく。道路率は、1907 年から 1933 年の間に地区内に道路が普及されたにも関わらず大きな変化はない。これは八重洲側にあった道路が、埋め立てにより現在の外堀通りとなり、区外に出たことに起因する。よって道路率はほぼ横ばいとなるが、地区内の道路増設により避難リスクは減少していると考えられる。また道路率の横ばいに関わらず、不燃領域率は右肩上がりとなっている。特に 1955 年から 2000 年の期間で伸びが顕著である。これは、4-2 で触れたように非木造建物の建築面積がこの間に増加したことで、地区内で、建物による不燃化が進んだためである。不燃領域率はデータの残っている 1933 年当時から高い水準を示しており、当時から延焼火災のリスクは非常に小さかったと言える。2000 年時点で不燃領域率は 60% を超え、火災発生時の焼失面積はほぼゼロである。丸の内は、70 年以上昔から非常に災害に強い都市だったと言える。

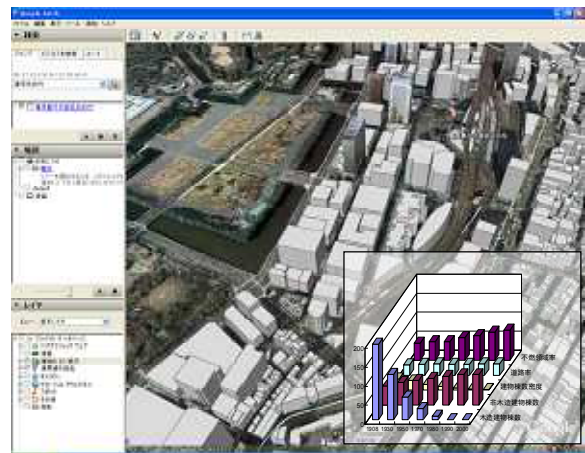
丸の内地区の特徴は、都市空間の近代的变化が地震や戦災などの都市災害に起因しているのではなく、高度経済成長やバブル景気などの影響を受けていることである。これは、丸の内を日本の玄関にするという当時の人々の思いが反映されたからであり、その結果が近代化とそれに伴う地震リスクの軽減につながっていると考えられる。

5. まとめと今後の展望

本稿では、丸の内地区における既存の地図情報を用いて都市の地震リスク算定方法について考察した。ここで得られた知見をデジタルアーカイブに搭載することを、今後検討していく。そのために、1955 年と 2000 年の間の、70 年代、80 年代、90 年代の住宅地図を入手し、高度経済成長やバブル景気が都市空間や地震リスクの変化に与えた影響を、本稿の分析方法と同様の方法で詳細に分析する。情報が不十分な場合は、都市計画図やその他の地図データで補完する。明治時代から現在までのポリゴンレイヤーと地震リスクのデータベースを準備した後、前述の都市復興アーカイブ構築の方法を用いて Google Earth 上にそれらを搭載する。その際、建物をできる限り 3D 化していく。タイムスケールバーとともに地図レイヤーや建物が変化していき、それに伴って分析した地震リスクを評価したグラフが変動していくようにする。それによって、一般ユーザーが丸の内地区における地震リスクの変遷を把握できるとともに、過去の都市空間を体験することで潜在的な地震リスクを視覚的に理解できるようにする。地震リスクは 3-3 で説明しているような指標を表示するが、その際一般ユーザーが各指標の意味とそれに伴うリスク変化の意味を理解できるように説明を加える。完成イメージを図-6 に記す。

丸の内地区同様、東京都の中でも特徴的な歴史を歩んできた銀座地区についても都市空間と地震リスクの変遷

を追えるようにしていく予定である。



【図-6】 Google Earth 搭載後のイメージ²⁾

謝辞

本稿は、文部科学省科学研究費補助金・萌芽研究「衛星画像等を用いた都市復興アーカイブ構築に関する研究 (No.18656179)」および基盤研究 B (2)「台湾集集鎮における復興過程の構造化と世界の都市復興アーカイブに関する研究 (No. 16401022)」の中で実施された研究報告である。本アーカイブを構築するにあたり、各機関に所有する文献を使わせていただいた。また様々な示唆を与えてくださったデジタル・アース株式会社の藤田恭久氏と斎藤健一氏、地図データの作成を手伝ってくれた筑波大学村尾研究室の川崎拓郎君に対し、謝意を表す次第である。

補注

- (1) 東京市麹町区全と火災保険特殊地図は、東京都立中央図書館から提供していただいた。ゼンリン住宅地図は国立国会図書館から提供していただいた。
- (2) 図-6 は Google Earth の千代田区丸の内の地区を加工したものである。

参考文献

- 1) 斉藤圭・篠崎道彦・日高圭一郎 (2007.6), 時空間情報共有プラットフォームとしての Google Earth の多面的活用に向けた技術研検討, 日本建築学会技術報告集, pp317-320, 日本建築学会
- 2) 笹木隆之・村尾修 (2007.12), Google Earth を用いた江戸・東京の都市復興デジタルアーカイブ, 日本建築学会技術報告集, pp811-814, 日本建築学会
- 3) 国土交通省住宅局市街地住宅整備室 (2003), 密集住宅市街地のまちづくりガイドブック改訂版, p29, 社団法人全国市街地再開発協会
- 4) 東京消防庁 (2005.3), 東京都の市街地状況調査報告書 (第 7 回), p6, 東京消防庁防災部防災課