

広島県の地理教育懇話会(1990～2012年)と新潟地理談話会設立 — 附：米国向け『日本地理』開発教材「地震と都市」 —

志村 喬 (上越教育大)

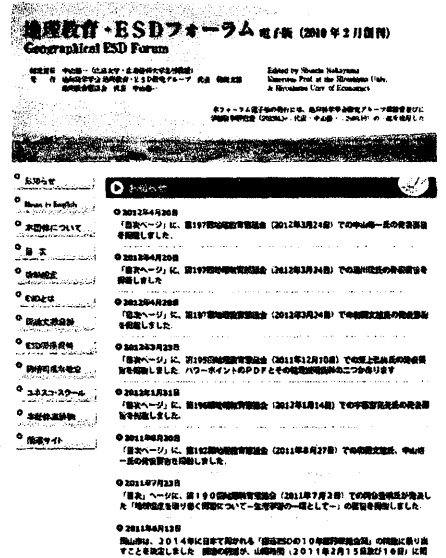
I. はじめに

1990年1月、広島で中山修一先生(広島大学教育学部)を中心に、地理教育懇話会が設立された。この研究会は、月例研究会のみならず様々な国際プロジェクトも積極的に遂行し、日本の地理教育へ多大な影響を与えてきた。新潟地理談話会の設立も、ささやかであるがその一つである。残念ながら、地理教育懇話会は、中山修一先生並びに設立以来ずっと会の運営を務めて下さった和田文雄先生(広島大学附属福山中高等学校・福山大学非常勤講師)・湯浅清治先生(広島大学附属中高等学校)がご退職になった2012年3月の「197回地理教育懇話会」をもって幕を閉じた。この最終回には私も参加し、永年にわたる継続的活動が生み出す素晴らしい成果を再認識した。そこでこの機会に、地理教育懇話会と私のかかわりや新潟地理談話会設立に関する私的解釈を述べる。同時に、国際プロジェクトである米国向け『日本地理』開発教材(未刊行)で、私が分担した単元の教材「地震と都市」を資料として附す。

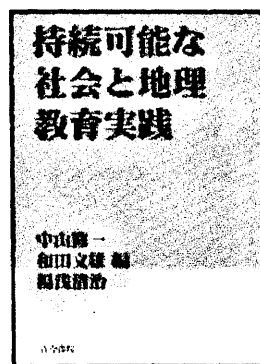
なお、地理教育懇話会は、2000年から『地理教育フォーラム』と題した年次報告書を刊行し、広島大学や上越教育大学の図書館に収蔵されている。さらに、地理教育懇話会のホームページ(<http://www.esd-geography.com/>)は現在も開設されており、そこには会の趣旨・活動成果など様々な情報が公開されている。例えば上記報告書は、2009年度からはweb出版物『地理教育・ESDフォーラム 電子版(2010年2月創刊)』として継続されており、従前の紙媒体のフォーラム(第1号～第9号)もPDFで閲覧できる¹⁾。誌名にESD(Education for Sustainable Development: 「持続可能な開発のための教育」/「持続発展教育」)が加わっているように、今次改訂学習指導要領で新しく取り入れられたESDの学校教育への導入に早くから取り組んでおり、日本のESDでは主導的存在である²⁾。それは、ホームページにおけるESD関連情報の充実度やページ閲覧数、そして次の出版物に如実に示されている。

中山修一・和田文雄・湯浅清治編(2011年1月)
『持続可能な社会と地理教育実践』古今書院, ISBN 978-4-7722-4143-4

中山修一・和田文雄・湯浅清治(地理科学学会)
地理教育・ESD研究グループ 地理教育懇



地理教育懇話会 HP(2012年4月)
(<http://www.esd-geography.com/>)



話会) 編著 (2012 年 4 月) 『持続可能な社会をめざす 地理 ESD 授業ガイド』 啓文社, ISBN978-4-905346-03-6

II. 地理懇話会との出会いー 1992 年 8 月, コロラド州ボルダー

広島で地理教育懇話会が設立された頃の私 (1989 ~ 1992 年度新潟向陽高校勤務) は、『新潟県高等学校地理学習帳』 (1989 年 4 月初版) 編集を終え, 地理教育理論学習の必要性を感じるものの, 何から手を付ければ良いのか分からない状況だった。それを察してか, 1990 年の日本地理学会秋季学術大会 (上越教育大学会場) で, 恩師である中村和郎先生は, 「アメリカ合衆国では, 地理教育の復興運動というのが進んでいるそうですよ。これが, その重要文書のコピーです。よかったら読んでみて下さい」と『地理教育ガイドライン』 (1984) を渡してくれた。しかし, その時は, この文書の意味も意義も分からない始末だった。

しかし, フルブライト・プログラム上級研究員として全米地理教育復興運動の拠点の一つであるミネソタ大学に滞在調査 (1987 ~ 88 年) された中山修一先生が, 1990 年に地理懇話会を設立するとともに, 1991 年 5 月『地理にめざめたアメリカー全米地理教育復興運動ー』を古今書院から出版した。この本は, 『地理教育ガイドライン』の訳文だけでなく, なぜ同ガイドラインが作成されたのか, 同ガイドラインは地理教育にどのような影響をあたえているのか, そしてアメリカ地理教育では今何が起こっているのか, を明確に教えてくれる地理教育の教科書であった。同書に対するこのような思いは, 千葉県で高校地理教員になっていた安藤清先輩も同様で, 手紙をやり取りするにつれ「実際にアメリカへ行って復興運動を見てこよう!」との決意に繋がっていった。

1992 年 8 月, 安藤清先生と私はアメリカ合衆国コロラド州のボルダーにいた。8 月 2 日 (日) から 7 日 (木) にかけてコロラド大学で開催される国際地理学連合 (IGU) 地理教育委員会 (CGE) 大会に参加するためである。初めてのアメリカ合衆国であり, 参加した発表・講演・巡検はどれも大変刺激的で勉強になるものだった。しかし, その後の学習・研究において大きな意味を持ったのは, 日本からの参加者に会い, 交流が始まったことであった³⁾。とりわけ, 中山修一先生と一緒に参加していた地理教育懇話会メンバー, 和田文雄先生, 天野真哉先生 (広島県立安芸高等学校), 高田準一郎先生 (広島大学附属中高等学校), 柳内賢先生 (賢明女子学院高等学校: 兵庫) は, 同じ高校教師であり, 年齢も比較的近い (当時の私は 31 歳) ことから意気投合し, 懇話会へ参加することになった。

III. 地理教育懇話会への参加

帰国後, 地理教育懇話会メンバーとなり, 毎月の開催案内が届くようになった。しかし, 新潟市 (1993 ~ 2000 年度新潟西高校勤務) からの往復は時間的にも費用的にも容易ではない。したがって, 参加は, いくつかのプロジェクト遂行の分担にかかわる内容に限られるのが実際であった。会は広島大学附属中高等学校を会場として土曜日に開催されていた。したがって, 参加の時は, 金曜夜 10 時半位に新潟駅前を発車する大阪行き夜行バス「おけさ」に乗り, 翌朝に新大阪から広島へ新幹線で移動。復路は, 新大阪まで戻り, 新潟行き夜行急行「きたぐに」で朝帰越だった。

1) ウェスタン・ミシガン大学夏期地理教育研修会参加 (1994 年 8 月 1 日 ~ 8 日)

1993 年春, アメリカ地理学会主催の日米地理教材共同開発プロジェクト「ウェスタン

・ミシガン大学夏期地理教育研修会」参加の誘いが、同プロジェクト日本側窓口の中山修一先生から届いた。この企画は、日本側メンバー全員（二十数名）の往復航空券代金を含む交通費・食費等が全て支給されるもので、まるで夢のような研修機会である。もちろん、即座に参加を決意した。

プロジェクトの目的は、アメリカ合衆国及び日本の地理に関する中等地理教材の共同開発である。米国向け日本地理教材は『ARGJA (『新日本地誌』: Activities and Readings in the Geography of JAPAN)』と題され、私は第1章「日本の自然環境と自然観：快適居住場所の創造と発展」の第4節「地震と建築物規制」を担当テーマとして与えられた。当初は、新潟地震を主事例に教材開発を進めたが、アクティビティのために将来的な地震被害想定データが必要となり、事例を東京都にするとともにテーマも「地震と都市」に変更した。何故ならば、建築物規制についてはほぼ解決済みであることと、東京都には地域メッシュ単位の地震被害想定のみならず、被害想定の本拠空間データ（人口密度図、木造家屋率図、等）があり、それらの重ね合わせ作業による地理思考活動ができるからであった。新潟から都庁へにかけて聞き取り・資料購入をしたり、学生時代に教わった中林一樹先生（現明治大学特任教授・人と未来防災センター（神戸市）上級研究員）から関連資料を送ってもらったりしながら開発した試行教材を用意しての渡米であった。

ただ、現地では開発教材の報告よりも、広大な敷地をもつウエスタン・ミシガン大学（ミシガン州カラマズー）に驚いたり、ミシガン湖での遊泳挑戦、さらにはプログラム実行委員長ストルトマン教授邸での交流会などの体験が強烈な印象として残っている。研修会終了後は自由行動になったので、天野真哉先生とカナダ国境のナイアガラの滝・ニューイングランドのボストンを回ってから帰国した。ナイアガラから日帰りトロント往復、ボストンからのケーブコッド往復はじめ、得がたい体験ばかりだった。この時のアメリカ経験（珍道中）は、8 mm ビデオで撮影した映像・スライド写真とともに、その後の地理授業で大いに役だった。

また、田部俊充先生が、当時、我孫子市立湖北小学校教諭として参加していた。田部先生は、その後上越教育大学に着任され、渡米調査を含む「米国理解教材開発プロジェクト」はじめその後の研究で大変お世話になったが、最初にお会いしたのはまさに、この地理教育懇話会のプロジェクトの場であった。

2) ARGUS 教材の訳出作業 (1995年～1996年)

私費負担なしでアメリカ研修させてもらったこともあり、帰国後はより積極的にプログラムに取り組むことになった。日本の地理教材開発と並ぶもう一つの事業は、アメリカの地理教育復興運動の理論的支柱である「地理の5大テーマ」をふまえ、アメリカ地理学会らが開発した教材『ARGUS (アルガス: Activities and Readings in the Geography of United States)』の翻訳・出版であった。バックボーンテキスト、教師用ガイドを分担して翻訳し、広島での地理教育懇話会では毎月相互検討していた。遠方の私も、単元P「インフラストラクチャー：交通網への投資」を分担した。訳出は、英語の勉強になっただけでなく、地理教育で扱う内容と視角の幅広さ（日本以上に社会問題を積極的に教材化）や、教科教育的な用語の使用方法（例えば、USA 教科教育での「理論・原理」等の意味内容）が、新鮮であった。翻訳された量が膨大であったこともあり出版は叶わなかったが⁴⁾、この経験がその後活きたのは私だけでないはずである。

3) ARGJA 教材「地震と都市」の日米地理教師広島夏期研修会での発表 (1995年7月28日～8月10日)

ウエスタン・ミシガン大学での夏期研修会から一年後、今度はアメリカの地理教師を日本(広島)に招いた共同研究会が開催された。会場が、広島市であることから広島の先生方は準備・運営で大活躍された。一方、新潟にいる私ができることは、日本側教員として、期間中は参加すること位でしかなかった。そこで、完成度は高くないにもかかわらず、日本側教材の一つとして開発してきた ARGJA 教材「地震と都市」(附属資料として掲載)を発表した。初めての英語での発表体験であり、英訳した文書及び OHP に頼りながらどうにか終えた後、アメリカ側教員から質問を受けた。内容は「最後に『東京は来るべき地震対策としてなにをすべきか話し合う。』としているが、具体的にはどのような展開を考えているのか。」というものだった。質問の意味は分かったものの、結局は「オープンエンドで云々……」といった回答しかできなかった。今振り返ると、教材開発で止まっており、具体的な授業開発まで進んでいなかったことが、質問者を満足させる説明ができなかった原因である。

ただ、この教材をいま振り返ると、防災・減災地理教材としての価値は失われていない。2011年3月11日の東日本大震災以後、持続可能な防災・減災社会の形成力育成がとりわけ強く求められている現在、このような教材に最新のデータ・知見を加えるだけでなく、社会空間環境の組織・管理的視点(例えば、土地利用規制の是非や方法)を組み込んだ地理授業として再構成・発展させることが必要であると考えている。

その他、この研修会巡検で私は初めて自動車工場(マツダ)を見学した。小学校社会科授業で学んだ時以来、自動車産業は機械組み立て型工業で労働力指向型工業の典型と理解していたものの、地方で育った私には自動車工場見学の機会はなかった。この時の見学体験は、あらためて自分の理解が実感を伴っていなかったことを痛感し、社会科体験学習の大切さを再認識する良い機会だった。

IV. 地理懇話会をモデルにした新潟地理談話会の構想・設立

新潟地理談話会の最初の集まりが持たれたのは1996年7月である。本稿執筆まで意識したことはなかったが、この時期は、ARGJA教材開発が私にとっては一段落し、次の何かを求めていた時であった。そしてそれは、プロジェクト生成の基盤となっている自由に地理教師が集う場「地理教育懇話会」への羨望であり、新潟における「場」の実現になっていったと考える。新潟地理談話会の設立後、広島への足は遠のいた。しかし、ほぼ毎月届く会の案内は、新潟での活動へのエネルギーへと私の中では昇華していった。とりわけ、中山修一先生から「志村さんも新潟で同じような会を立ち上げ続けられていますね。広島も負けられませんかね……」と聞いた時は嬉しく、広島の『地理教育フォーラム』を真似ながら『新潟地理フォーラム』を刊行することにも繋がっていった。

V. おわりに

地理教育懇話会は23年間の幕を閉じたが、次の世代が新しい活動をはじめようとしていると聞く。広島との絶対距離は遠いが、地理にかける思いは同じだ。16年を過ぎた新潟地理談話会との交流・発展をこれからも期したい。



第 197 回地理懇話会(最終回) 記念写真

左：全体写真 右：中山修一先生と筆者（2012年3月24日，広島大学附属中高等学校にて）

謝辞

小稿末尾ではありますが，地理教育懇話会をはじめとした様々な機会にご指導を賜りました中山修一先生・和田文雄先生・湯浅清治先生に深く感謝申し上げます。

文献

志村 喬(1993a)：'92年夏，コロラド体験記-地理授業実践の資料として．新潟県立新潟向陽高等学校研究紀要，16号,pp.23-42

志村 喬(1993b)：IGU・GEC主催の国際地理教育シンポジウムに関する資料-1992年コロラド大学にて．新潟経済地理学会年報，8号,pp.24-38

補遺

次ページ以降に付すのは，日米地理教材共同開発プロジェクトの米国向け日本地理教材『ARGJA（新日本地理：Activities and Readings in the Geography of JAPAN）』で私が担当・開発した，第1章「日本の自然環境と自然観：快適居住場所の創造と発展」の第4節「地震と都市」の原稿である。日米地理教師広島夏期研修会（1995年）で発表し，その後アメリカ側へ提出されたが，諸般の事情により『ARGJA』は刊行されなかった。記録資料の意味も含め掲載する。

なお，掲載教材は，次の3部から構成されている。

- ・日本語版「本文(資料シートの一部を含む)」「アクティビティ・シート(一部のみ)」
- ・英語版「本文(資料シート)」
- ・英語版「アクティビティ・シート」

- 1) 地理懇話会の最終回に際しては，紙媒体で『地理教育フォーラム 第10号(最終号)』(全73ページ)が発行された。本号には，全197回の発表者・題目と，『地理教育フォーラム』第1～9号並びに特別出版物の目次が掲載され，上越教育大学図書館にも収蔵されている。
- 2) 2002年に国連総会で採択されたESDは，ユネスコが国際的に推進母体となっている。地理教育懇話会代表の中山修一氏は，日本のユネスコ国内委員会委員(教育小委員会委員長)も務めた。
- 3) 地理教育懇話会メンバー以外でも，太田弘先生(慶應義塾ニューヨーク学院高等部)，西脇保幸先生(横浜国立大学)，松村亮一先生(山口県立下松高等学校・CGE日本連絡員)とも知己を得，研究交流を続けることになった。1992年のIGU・CGE大会参加の具体的な様子は，志村(1993a・b)に報告した。
- 4) 私の手元には，日米地理教材共同開発プロジェクト・広島地理教育懇話会(1986年11月)『ARGUS 教師用ガイド編 翻訳 第1次原稿(訳語統一チェックのための仮製本版)』がある。英日両語をB4版用紙左右に並べ対比できるような形態であるが，これだけでも188ページに達している。

第1章 日本の自然環境と自然観：快適居住場所の創造と発展

第4節 (20) 地震と都市

「テキスト解説文」

海域を含め 日本の面積は世界面積の約1/200であるにもかかわらず、そこでは全世界の地震の約10%が発生している。年によって差はあるが、有感地震は1年間に500-1000回、大きな被害を出す地震は2年に1回程あり、日本は地震国ともいわれる。

日本に地震が多いのは、プレートテクトニクス理論では、次のように説明されている。ユーラシアプレートの東端には、太平洋プレートとフィリピン海プレートもぐりこんでおり、この3つのプレートの接合点は東京周辺である。この結果、プレートがぶつかり合う位置にある日本列島は、地殻運動が激しく、大地震や火山が多い。

地形的には、国土の70%が山地・丘陵であり、残りの海岸沿いの平野や山地の盆地・谷底平野に多くの人々が居住している。特に、主要な都市は海岸近くの沖積平野に多い。また、家屋は、山地の豊富な木材を利用した2階建てまでの木造家屋が伝統的であり、現在も主流である。従って、地震災害としては、振動による建物の破壊の他、火災・津波・山崩れといった地盤災害などがある。

東京も過去何回か、大きな地震を経験しているが、今世紀では1923年の関東大震災の被害が大きい。9月1日正午近く、東京都心から南西約80kmを震源とするM7.9の地震が発生し、東京をはじめとした南関東は震度VIの地震にみまわれた。死者・行方不明者は関東地方を中心に140000人以上にのぼり、東京だけでも約60000人であった。東京の場合、地震直後に100以上の地点で出火し、完全に鎮火したのは約48時間後であった。この間に東京市の東半分を焼失させ、多くの焼死者をだした。

このように、地震が多い日本では、早くから地震災害に関する対策や研究が進められてきた。建築物には、耐震規定が盛り込まれ、高層建築物の耐震技術が確立される1963年までは高さが約31mに制限されてきた。地震学を専門とする学会としては世界最初の学会“日本地震学会”も1880年に設立されていた。現在は、地震予知研究が、国家的なプロジェクトとして進められている。

一方、1960年代以降の都市化の急激な進展、すなわち、従来利用されていなかったデルタや丘陵地の市街地化、水道・電気といった供給システム（ライフライン）に依存する都市生活、長距離通勤を必要とする郊外遠隔地まで進んだスプロールの住宅地などは、新たなタイプの地震災害をも生みだしている。そんな状況下、東京は関東大地震のような巨大地震にいつかまた襲われるといった将来をもちながらも、依然として首都であり、日本一の巨大都市である。もし今度、巨大地震に襲われたら東京都どうなるのであろうか。そして過去の地震災害に何を学び、どう被害を予防すれば良いのだろうか。

「参考文献」

- 宇佐美龍夫(1992):『地震と建築災害』市ヶ谷出版社、172p.
宇津徳治編(1987):『地震の事典』朝倉書店、568p.
伯野元彦(1992):『被害から学ぶ地震工学』鹿島出版界、155p.
望月利男・中野尊正編(1990)『巨大地震と大東京圏』日本評論社、p.299
Matsuda, I.(1990):Natural Disasters and Countermeasures for the Tokyo Low-land. Geographical Review of Japan, Vol.63(Ser.B), No.1, pp.108-119.
Tokyo Metropolitan Government(1993):Area Vulnerable Assessment of Earthquakes From the Third Report of Survey of Area Vulnerability Assessment. p.32

「引用文献」参考文献以外のもので、図表・文書として引用・掲載したもの

- 貝塚典平(1979):『東京の自然史』、紀伊國屋書店、p.239
倉沢進編(1986):『東京の社会地図』、東京大学出版、p.305
山村順次編(1986):『図説日本地理』、大明堂、p.192
Trewartha, G.T.(1965):Japan, The University of Wisconsin, p.652

「資料」一覧、*印はスペース不足の場合は削除

- * 図1 : 世界の地震の震央分布
- * 図2 : 世界のプレート分布
- * 図3 : プレートの生成と滑り込み
- 図4 : 日本付近で大地震・中地震の発生するところ
- 表1 : 日本の主な地震による死者数とその原因
- * 図5 : 日本の地形区分
- * 図6 : 日本の主な都市の分布
- 表2 : 地震対策に関する年表
- 写真1 : 耐震性の高い日本のビル
- 写真2 : 液状化で傾斜したアパート
- 写真3 : 木造家屋の密集する東京世田谷区
- * 写真4 : 津波来襲の瞬間
- 表3 : 建物の被害とライフラインの機能障害の比較

表2 地震対策に関する年表

	主な地震	主な地震対策	建築物	地震予知	東京都の防災対策
1891	濃尾地震				
1892		震災予防調査会の設立 国の地震防災研究開始			
1920			市街地建築物法制定 高さを31m以下に制限		
1923	関東地震				
1924			市街地建築物法改正 耐震規定を定める		
1925		東京大学に地震研究所設立			
1944	東南海地震				
1945	三河地震				
1946	南海地震				
1947			建築物の耐震規定を強化		
1948	福井地震				
1950			建築基準法公布 市街地建築物法の代わり		
1961		災害対策基本法の制定			
1962					東京都防災会議の設置
1963			建築物の高さ制限の撤廃 初めて超高層ビル(147m36階)建築される		
1964	新潟地震				東京都防災会議に地震部会設置
		地震保険の誕生		地震予知計画の開始	
1965					
1968	十勝沖地震			地震予知連絡会の設置	
1969				観測強化地域・特定観測地域の指定	
1970					
1971		大都市震災対策推進要項を策定			
1975					東京都震災予防条例の制定 「地震に関する地域危険度」第1回公表
1978	宮城沖地震	大規模地震対策特別措置法の成立(“東海、地震”の予知と対策、国) 東海地域は“地震防災対策強化地域”に指定される。			
1981			建築基準法改正で新耐震基準に		
1984					「地震に関する地域危険度」第2回公表
1993					「地震に関する地域危険度」第3回公表

各種資料より筆者作成

「A c t i v i t y 編」

- 0) アクティビティ名 ・ 東京都の地震災害を考える。
- 1) 概要 ・ 東京都23区域の自然条件と関東地震の被害状況を踏まえ、現在の地震災害の危険度・被害を確認し、対策を考える。
- 2) 学習目標 ①東京に地震が多い理由を知る (place)
②東京の地形と地震被害の関係を知る (relationships)
③東京の現状から想定される地震被害を確認する(region)
④東京の行うべき地震対策を考える(region)
- 3) 必要時間数 ・ 2時間
- 4) 体験場面 ・ 新採用の東京都職員が地震対策を命ぜられ、東京の地震について調べ、最後に対策を考えてみる。
- 5) 教材・資料、、*印は7A-7不足の場合削除可

図1：東京23区の白地図

文書1：東京の地形

文書2：東京の地震災害の歴史

*図2：関東地震時の震度分布

図3：東京の現状 a,人口密度 b,昼夜間人口比率 c,空地面積比率 d,木造率

*e,工場・作業所・鉱業所比率

図4：地震に関する地域危険度の算出方法

表1：区別危険度の表

表2：被害想定

6) 学習活動

導入：東京23区域の地理を知ろう。

①東京の地形を説明した文書1を読む。

②文書中にある次の河川および皇居の位置を図1の白地図上で確認し着色させる。

河川(青色)：墨田川、中川、江戸川、荒川

主要地点(赤色)：皇居(東京駅)

③東部の「東京低地」と西部の「山の手台地」からなる地形であることを文書1の地図を援用しながら確認する。

境界は皇居(東京駅)及び南北に走る京浜東北線付近

展開1：過去の東京の地震災害について文書2から調べる。

①1615年から1923年の間、大規模な地震は平均何年に1回発生しているか。

308年間に6回であるため平均すれば約50年に1回。

②地震の原因には2つのタイプがあるが何か。

「プレート断層地震」と「直下型地震」

③関東地震について特に調べよ。

・図2の震度分布と地形の関係は。

東京低地では震度が大きかった。

・関東地震の被害の特色は何だったか。

火災による死者が多かった。

展開2：現在の東京の現状から、地震災害を考える。

①東京の現状を示した図3から「どんな危険が、特にどんな所で想定されるか」考える。

②東京都が行っている危険度想定の手続きを図3で確認する。

③危険度想定分布図を1枚作成する。

表1を資料に、どれか1つの危険度を図1の白地図に着色し分布を確認する。

a 建物危険度 b 火災危険度 c 人的危険度 d 避難危険度

④作成した危険度分布図と被害想定表(表2)を元に想定される地震被害を考える。

まとめ：東京が地震対策として行うべきことについて考え話し合う。

解答用紙

3年 組 番氏名 _____

- 1、東京の地形についてまとめてみよ。
- 2、1615年から1923年の間、大規模な地震は平均して何年に1回発生しているか。
- 3、東京の地震の原因には2つのタイプがある。2つを答えよ。
- 4、関東地震の深度分布と地形の関係について述べよ。
- 5、関東地震の被害の特色は何だったか。
- 6、東京の現況を示した図から「どんな危険が、特にどんな所で想定される」述べよ。

選択した現況図の名称

- 7、東京都の算出した、区別の危険度想定図を着色完成させよ。

作成した危険度の種類

凡例：危険度4以上：赤

3以上：オレンジ

2以上：黄色

1以上：水色

1未満：青

- 8、作成した危険度分布図と被害想定表を元に、想定される地震被害を考えよ。

- 9、東京の地震対策として行うべき事を考えよ。

Chapter 1 Population Geography

Section 4 Impact of Earthquakes in Urban Area

Takashi SHIMURA

NIIGATA-NISHI HIGH SCHOOL
4699, UCHINO-SEKIBA, NIIGATA-SHI,
NIIGATA-KEN, 950-21, JAPAN
PHONE 025-262-1561
FAX 025-261-3902

Backborn Text

Japan and the surrounding sea area cover about 1/200 of the earth surface, but about 10% of the world's earthquakes occur in this area. Japan is an earthquake country. The number varies, but between 500 and 1000 earthquakes occur in a year which are strong enough to be felt, and earthquakes strong enough to cause serious damage occur roughly once in every two years.

Fig. 1

The reason why there are so many earthquakes in Japan is explained by the plate tectonics theory as follows. At the edge of the Eurasian plate, the Pacific and the Philippine plates subside, and the three plates meet near Tokyo. As the Japanese Archipelago is located where the three plates run against each other, there are active crustal movements beneath it, which creates many major earthquakes and volcanoes.

Fig. 2

Fig. 3

Topographically, about 70% of the land consists of mountains and hills. Many people live on coastal flatlands or in basins and valleys in mountainous regions of the remaining 30%. Major cities are located on alluvial plains near seashores. Traditional Japanese houses were one- or two-storied wooden ones, using the abundant wood provided by the mountain forests. Most modern houses are also of this type. Therefore, damage from earthquakes includes the collapse of houses caused by shaking as well as fires, tsunami, and damage from landslides.

Fig. 5

Fig. 6

Photo 1

Photo 2

Photo 3

Photo 4

Table 1

Tokyo suffered several major earthquakes in the past. The Great Kanto Earthquake which occurred in 1923 caused the most severe damage in this century. Around noon on September 1, an earthquake of magnitude 7.9 occurred with its epicenter about 80 km. southwest of the center of Tokyo. The south Kanto region including Tokyo suffered an earthquake of 6 on the Japan Meteorological Agency Scale. The number of dead and missing reached 140,000, mainly in the Kanto region. In Tokyo alone, the number was 60,000. In the case of Tokyo, right after the earthquake, fires broke

Fig. 4

out at more than 100 places, and it took about 48 hours to completely extinguish them. During these hours, the eastern half of the city of Tokyo was burnt down and a large number of people were killed in the fires.

As stated above, Japan has many earthquakes, so it has long been engaged in research into earthquake damage and preventive measures. Table 2
Buildings must comply with earthquake-resistance regulations. Until 1963 when the technology was developed to construct high-rise buildings capable of withstanding earthquakes,, the height of buildings was restricted to about 31 meters. The Japan Seismology Society, which was established in 1880, was the world's first academic society to specialize in seismology. Today research on earthquake prediction is supported at a national level.

Moreover, rapid urbanization since 1960 has created new types of potential earthquake damage. Deltas and hill areas, which would not have been used in the past, have been built on. Urban life styles now depend on "lifeline" supply systems, and sprawling residential districts have been Table 3
constructed in remote regions which require long-distance commuting. Despite this, and with the constant threat of another earthquake as large as the Great Kanto Earthquake, Tokyo still remains the capital of the country and Japan's largest metropolis. What would become of Tokyo, if a severe earthquake struck it? What should we learn from the earthquake damage in the past? How should we prevent future damage?□

[References]

- Usami, Tatsuo(1990):Jishinn to Kennchiku-saigai. Ichigaya-syuppannsya, Tokyo, 172p.
(J)
- Hakuno, Motohiko(1992):Earthquake Damage:The Mother of Earthquake Engineering
-Learning from the Observation of Earthquake Damage. Kajima Institute
Publishing, Tokyo, 155p. (J-E)
- Kaizuka, Sohhei(1979):Tokyo no Shizenn-shi. Kinokuniya-syotenn, Tokyo, 239p. (J)
- Kurasawa, Susumu ed. (1986):Tokyo no Syakai-chizu(Social Atlas of Tokyo). Tokyo-
Daigaku-Syuppann(Tokyo University Press), Tokyo, 305p. (J-E)
- Matsuda, Iware(1990):Natural Disasters and Countermeasures for the Tokyo Low-
land.Geographical Review of Japan, Vol. 63(Ser. B), No. 1, pp. 108-119. (E)
- Matsuda, Iware(1993):Earthquake Vulnerability Assesment and Damage Prediction
for the Tokyo Metropolis. Proccedings of International Congress on
Goomorophological Hazards in Asia-Pacific Reagion, 6-10 September 1993,
Tokyo, pp. 77-80. (E)→GeoFourum:1994
- Mochizuki, Toshio and Nakano, Takamasa eds. (1990):Kyodai-Jishinn to Dai-Tokyo-
kenn. Nihon-hyouronnsya, Tokyo, 299p. (J)
- Tokyo Metropolitan Government(1993):Area Vulnerable Assessment of Earthquqkes
From the Third Report of Survey of Area Vulnerability Assessment. p. 32
(E)
- Trewartha, G. T. (1965):Japan. The University of Wisconsin, 652p. (E)
- Utu, Tokuji et al. ed. (1987):Jishinn no jitenn(Encyclopedia of Earthquake).
Asakura-syotenn, Tokyo, 568p. (J)
- Yamamura, Jyunnji ed. (1986): Zusetu Nihonn-chiri. Taimeidou, Tokyo, 192p. (J)

Fig.1 Hakuno(1992) p.19

Fig.2 Hakuno(1992) p.19

Fig.3 Hakuno(1992) p.20

Fig.4 Hakuno(1992) p.21

Fig.5 Trewartha(1965) p.23

Fig.6 Disutribution of main cities

Photo 1 Hakuno(1992) p.106

Photo 2 Hakuno(1992) p.63

Photo 3 Hakuno(1992) p.123

Photo 4 Hakuno(1992) p.132

Table 1 Hakuno(1992) p.120

Table 2 History of Countermeasures against earthquake Disaster

Table 3 Hakuno(1992) p.141

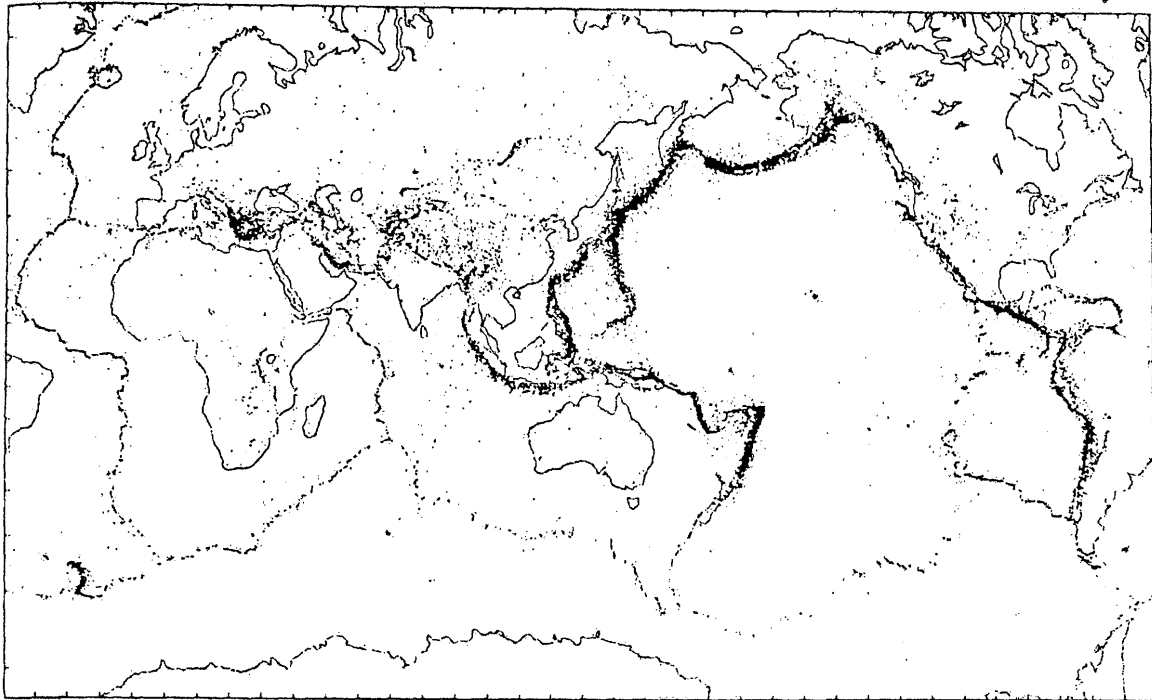
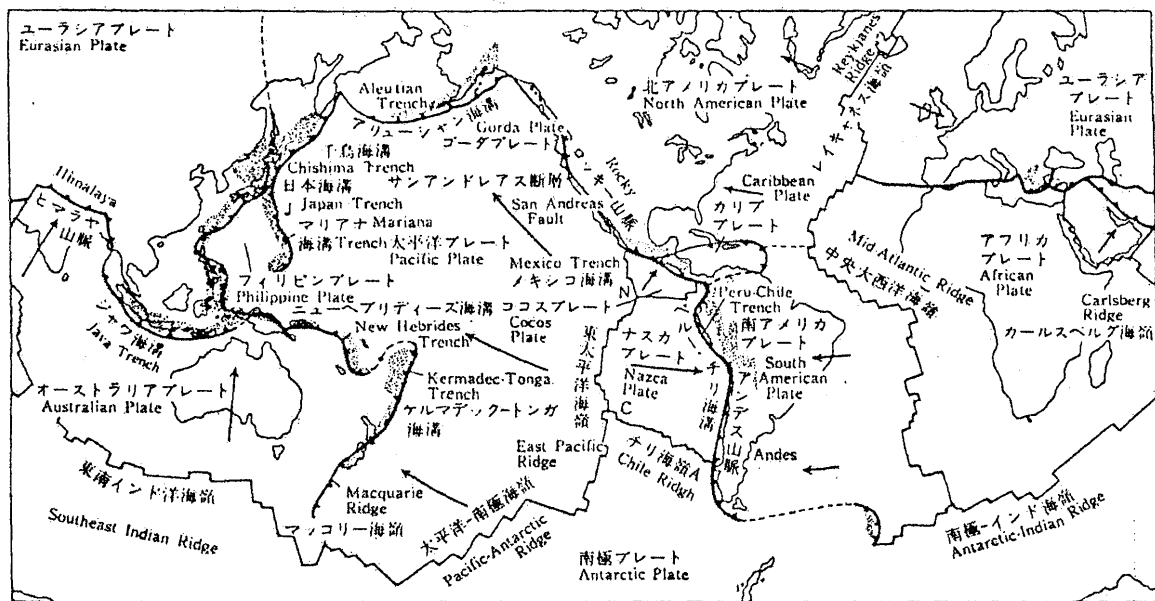


Fig.1 世界の地震の震央分布 (1964年から1982年のM4以上の地震, 59,972地点)
Epicentral distribution of 59,972 earthquakes of magnitude ≥ 4.0 from 1964 to 1982

Hakuno(1992) p.19



- 溝(沈み込み帯(海溝)) (Subduction zone, trench)
- 不明瞭なプレート境界 (Indistinct plate boundary)
- トランスフォーム断層 (Transform fault)
- プレート運動の向き (Direction of plate's movement)
- 海嶺 (Ridge)
- 深発地震帯 (Seismic zones of deep earthquakes)

Hakuno(1992) p.19

Fig.2

世界のプレート分布 (矢印はアフリカ・プレートを不動としたときの、各プレートの運動の概略を示す)
World map of major crustal plates

[参考文献=上田誠也:新しい地球観, 岩波書店]

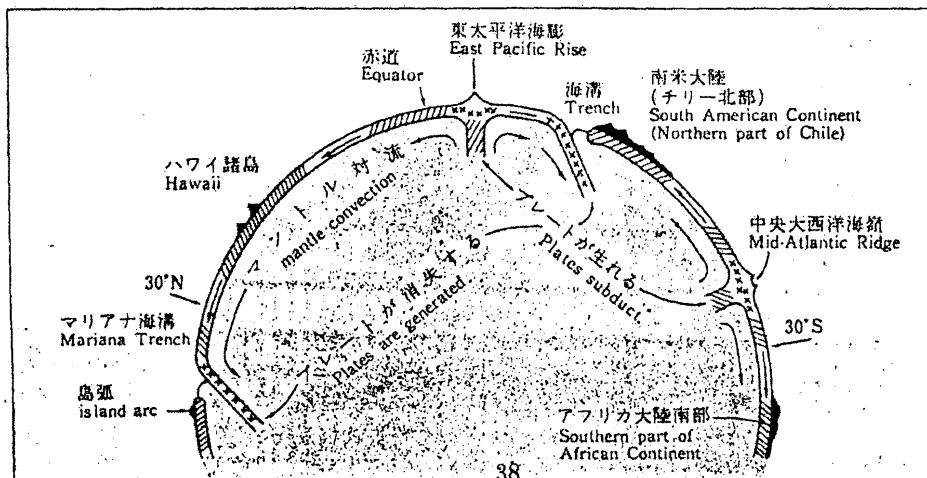


Fig.3 プレートの生成と滑り込み
Generation and subduction of plates

Hakuno(1992) p.20

Table 1

日本の主な地震による死者数とその原因

Number and major causes of deaths due to earthquakes in Japan

地震名	Name of the Earthquake	発生年 Year	M _s Magnitude	死者数 (主な原因)	Number of Deaths (Major Causes)
善光寺	Zenkōji-Temple	1847	6.9	8,800 (火災・山崩れ)	8,800 (Fire, Landslide)
安政(東海・南海)	Ansei-Tokai & Ansei-Nankai	1854	8	多数 (大津波)	Many (Great Tsunami)
安政江戸	Ansei-Edo	1855	7	6,000以上 (大火災)	More than 6,000 (Great Fire)
濃尾	Nōbi	1891	8.0	7,885 (建物倒壊・火災)	7,885 (Structural Collapse, Fire)
三陸沖(津波)	Sanriku-Oki(-Tsunami)	1896	8.5	27,000以上 (大津波)	More than 27,000 (Great Tsunami)
関東地震(大震災)	Kantō, Great Kantō	1923	7.9	140,000以上 (大火)	More than 140,000 (Great Fire)
北丹後	Kita-Tango	1927	7.3	2,900以上 (火災)	More than 2,900 (Fire)
三陸沖(津波)	Sanriku-Oki(-Tsunami)	1933	8.1	3,000以上 (大津波)	More than 3,000 (Great Tsunami)
鳥取	Tottori	1943	7.7	約 1,000 (建物倒壊)	About 1,000 (Structural Collapse)
東南海	Tōnankai	1944	7.9	約 1,000 (津波)	About 1,000 (Tsunami)
三河	Mikawa	1945	7.1	約 2,000 (建物倒壊)	About 2,000 (Structural Collapse)
南海	Nankai	1946	8.0	約 1,400 (津波)	About 1,400 (Tsunami)
福井	Fukui	1948	7.1	約 3,900 (火災)	About 3,900 (Fire)
新潟	Niigata	1964	7.5	26 (小津波)	26 (Small Tsunami)
十勝沖	Tokachi-Oki	1968	7.9	52 (小津波)	52 (Small Tsunami)
伊豆半島沖	Izu-Hantō-Oki	1974	6.9	30 (崖崩れ・山崩れ)	30 (Landslide)
伊豆大島近海	Izu-Ōshima-Kinkai	1978	7.0	26 (崖崩れ・山崩れ)	26 (Landslide)
宮城県沖	Miyagi-Ken-Oki	1978	7.4	28 (ブロック塀の転倒)	28 (Collapse of Block Wall)
日本海中部	Nihon-Kai-Chūbu	1983	7.7	104 (津波)	104 (Tsunami)
長野県西部	Nagano-Ken-Seibu	1984	6.8	29 (崖崩れ・山崩れ)	29 (Landslide)

地震による死者は、火災か津波が起こらなければ非常に少ない。
 (The number of deaths is usually small unless fire or tsunami occurs.)
 火災は、ある程度の広さが、ある程度以上の強さ(JMA震度:6~7)で揺れた場合に起きる。
 (Severe fire occurs only when a considerably wide area vibrates strongly, JMA seismic intensity 6 or 7.)

Hakuno(1992) p.120

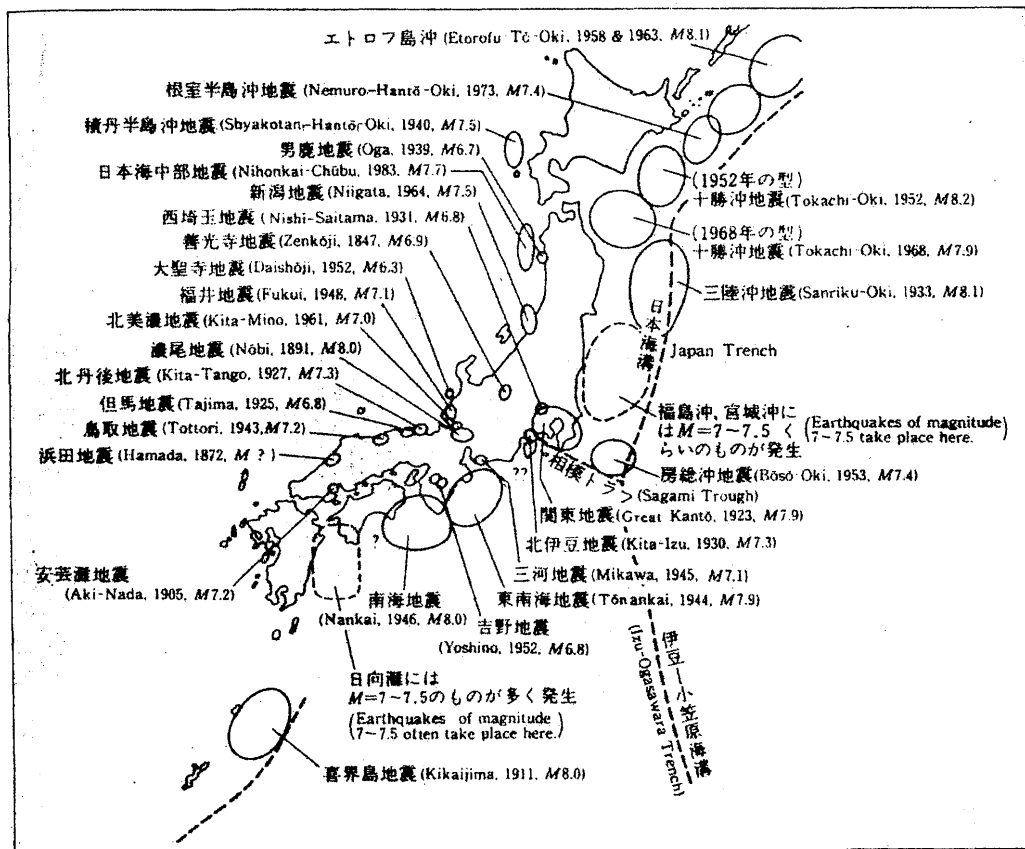
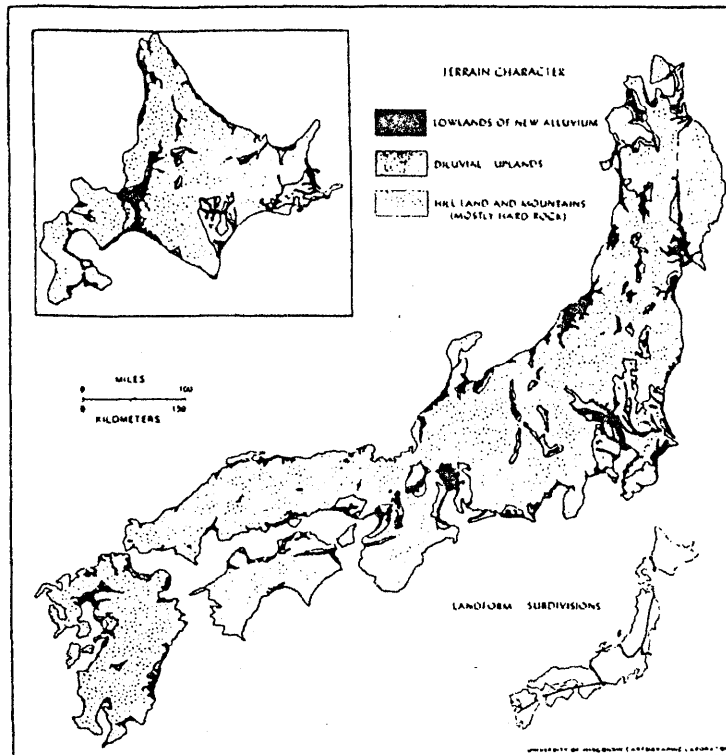


Fig. 4 日本付近で大地震・中地震の発生するところ
 Areas where large or medium earthquakes occurred in Japan

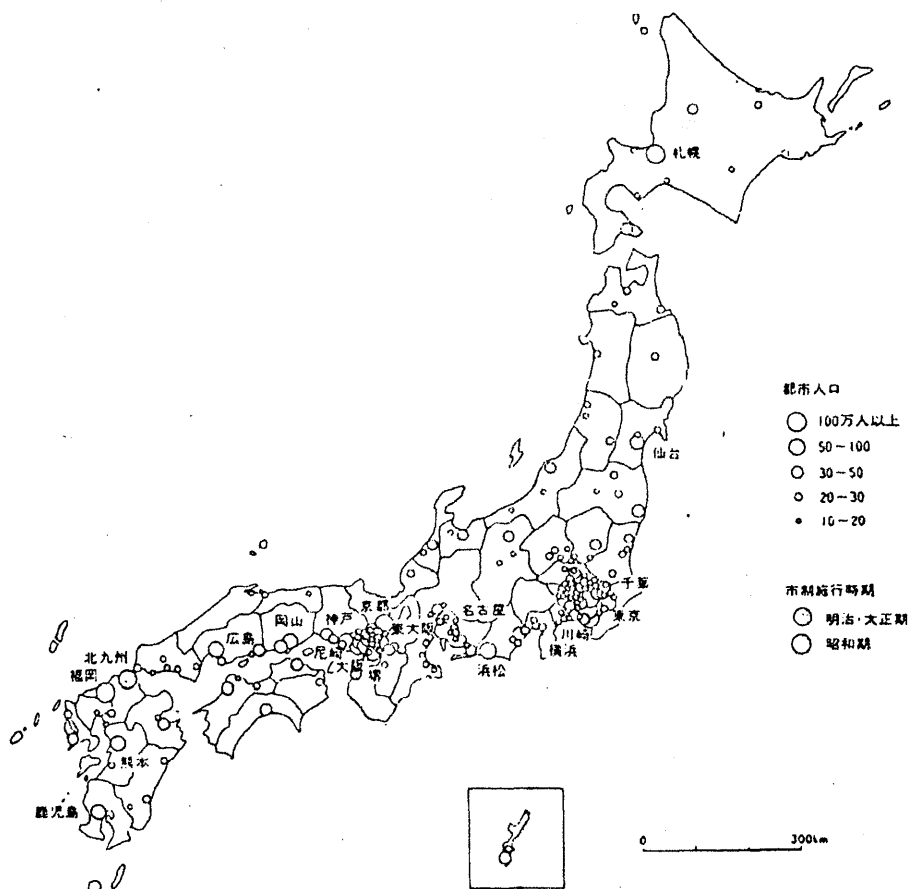
参考文献 = 浅田敏: 地震, 東京大学出版会

Hakuno(1992) p.21



Predominantly Japan is a region of hill land and mountain where slopes prevail. Plains are minimal in extent.

Fig.5 Trewartha(1965) p.23



日本の主な都市の分布 (1984年)

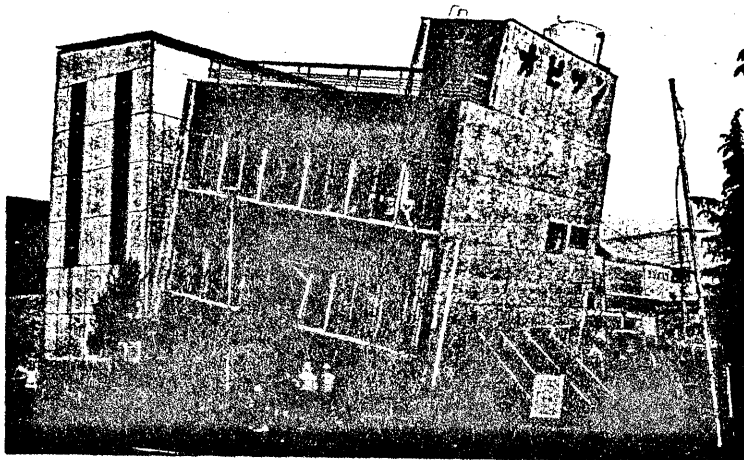
(山村順次)

Fig.6 Disutribution of main cities
40
:Yamamura ed.(1986) p.122

Table 2 : History of Countermeasures against Earthquake Disastres

	Major Earthquake	Countermeasures against Earthquake Disastres	Standards Law of Building	Earthquake Prediction	Disaster Prevent Measures of T.M.G. (T.M.G.=Tokyo Metropolitan Government)
1891 1892	Nobi E.	'Investigative Committee against Earth-quake' established (National Research of earthquake disaster started)			
1920			'Urban Building Law' enacted (Building hight limit was 31m)		
1923 1924	Great Kanto E.		'Urban Building Law' amended (provided Standards for Eartquake Resistance)		
1925		'Earthquake Research Institute' established in Tokyo University			
1944 1945 1946 1947	Tohnankai E. Mikawa E. Nankai E.		Strengthened Standards for Earthquake Resistance		
1948 1950	Fukui E.		'Standard Building Law' enacted (instead of 'Urban Building Law')		
1961		'Disaster Countermeasures Basic Act' promulgated			
1962					'Committee for Disaster Prevention of T.M.G. established
1963			Building Hight Limit was abolished (Building of 147m constructed)		
1964	Niigata E.	'Earthquake Insurance' started			'Earthquake Department' established on the Committee for Disaster Prevention
1965				'Earthquake Prediction Plan' started	
1968 1969	Tokachi-oki E.			'Coordinating Committee for Earthquake Prediction' established	
1970				'Area of Intensified Specified Observation' designated	
1971		'Essentials of Earthquake Counter-measures for Larger Cities' adopted at Central Disaster Prevention Council			'Metropolitan Earthquake Disaster Preven-tion Regulations' enacted
1975					'1st Report of Survey of Area Vulnerability Assessment' presented
1978	Miyagi-ken-oki E.	'Large-Scale Earthquake Countermeasure Act' promulgated.		Official designation made of 'Area under Intensified Measures against Tohkai-Earthquake-Disaster'	
1981 1984 1993			'New Earthquake Resistance Design Method' developed & 'Building Standards Law' amended		'2nd Report' presented '3rd Report' presented

Photo 1 Hakuno(1992) p.106



最近の日本では建物崩壊による死者は0

No casualties from structural collapse in Japan, recently

最近の日本では建物崩壊による死者はゼロ

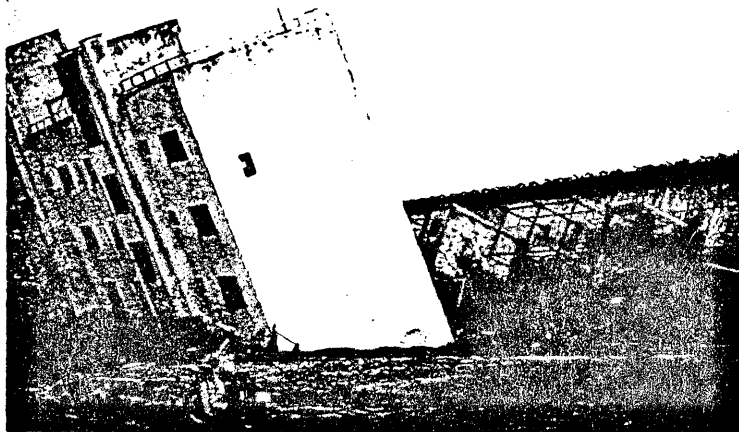
日本のビルの耐震性は非常に高いので、べちゃんに崩れることはほとんどない。崩れたとしても、この写真のように1階だけがつぶれることがほとんどである。最近の30年ほどで、ビルがつぶれて死者が出たことはない。机などの下に入っていればけがもしない。写真は仙台市御町(おろしちょう)の被害。

(宮城県沖地震、1978年)

No casualties from structural collapse in Japan, recently

Japanese buildings are so resistant against earthquakes that they scarcely collapse, and even if the collapse should happen, no one has been killed for the last 30 years. You seldom get injured so long as you hide yourself under a desk. This is the damage in Oroshi-Cho, Sendai City. (Miyagi-Ken-Oki Earthquake, Japan, 1978)

Photo 2 Hakuno(1992) p.63



ゆっくり傾斜したアパート

Apartment building tilts slowly

ゆっくり傾斜したアパート

川岸町という町名からもわかるように、信濃川の運んできたゆるい砂地盤が地震によって液状化した。深い杭を打ち込んでいなかったアパート群は大きく傾斜してしまっ。しかし、見てもわかるようにアパートの壁には亀裂ひとつ入っていない。これは、建物が激しい震動で傾斜したのではなく、ゆっくり時間(住民の話では10分間程度)をかけて傾斜したことを示している。したがって、1人の負傷者も出ていない。(新潟地震、1964年)

Apartment building tilts slowly

As we can guess from the name of the town, Kawagishi-cho (Riverside Town in English), the ground is made of soft and loose soil carried by the Shinano River. This ground was liquefied due to the earthquake. Apartment houses without long piles foundation inclined severely. But, as you can see, there are no cracks on the walls of the houses. These buildings were not inclined by severe vibration but by softening of the ground due to liquefaction. The inclination took a long time (about ten minutes according to the residents). Therefore, there were no victims in this case.

(Niigata Earthquake, Japan, 1964)

Photo 3 Hakuno(1992) p.123

木造家屋の密集する東京世田谷区

関東大震災当時(1923年)には、世田谷村であった現在の東京都世田谷区は、第二次世界大戦で焼けなかったこともあり、道路が狭く、消防自動車の入れない地区も多い。また、この写真のように木造家屋が密集しているため、地震後火災が心配されている。

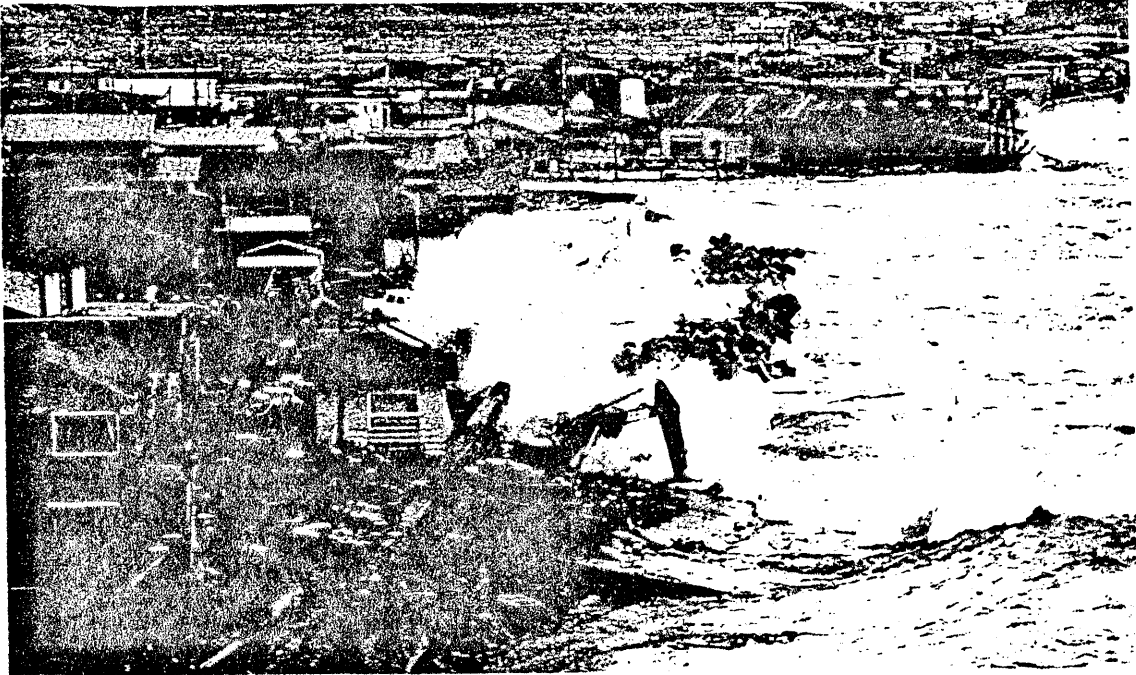
Highly concentrated wooden houses in Setagaya, Tokyo

In World War II, no bombing raids have been made on Setagaya Ward, Tokyo, which was once called "Setagaya Village" when the Great Kantō Earthquake of 1923 occurred. The narrow roads hardly allow the passage of fire engines through most of the areas. It worries me that fires after an earthquake might break out because wooden houses stand close together in these areas as you can see in the photo.



木造家屋の密集する東京世田谷区

Highly concentrated wooden houses in Setagaya, Tokyo



津波襲来の瞬間 [写真提供 = 秋田県]

津波襲来の瞬間

秋田県の八森(はちもり)海岸における
津波の襲来。(日本海中部地震, 1983年)

The moment the tsunami attacked

The moment the tsunami attacked

The tidal wave swept towards the
Hachunori Beach in Akita Prefecture.
(Nihonkai-Chubu Earthquake, Japan, 1983)

Photo 4 Hakuno(1992) p.132

建物の被害とライフラインの機能障害の比較

Table 3

Comparison of damage to buildings and to lifeline systems

地震名 Name of the Earthquake	発生年 Year	マグニチュード Magnitude	人的被害 Human Loss	建物 Buildings	道路 Roads	鉄道 Railways	電気 Electric Supply	水道 Water Supply	ガス Gas Supply
日本海中部 Nihon-Kai-Chubu	1983	7.7	104	中被害 Moderate	×	×	×	×	×
宮城県沖 Miyagi-Ken-Oki	1978	7.4	28	中被害 Moderate	×	×	×	×	×
伊豆大島近海 Izu-Oshima-Kinkai	1978	7.0	26	中被害 Moderate	×	×	×	×	-
大分県中部 Ohta-Ken-Chubu	1975	6.4	0	中被害 Moderate	×	×	×	×	-
伊豆半島沖 Izu-Hanto-Oki	1974	6.9	30	中被害 Moderate	×	△	×	×	×
根室半島沖 Neuro-Hanto-Oki	1973	7.4	0	小被害 Slight	×	×	×	×	-

× : 不通 (Service or supply was disrupted.)

△ : 遠距離地震のため不通にならず

(The service was not disrupted because the area is far from the epicenter of the earthquake.)

- : ガスシステムがなかった (In this area and at that time, there was no gas supply system.)

Hakuno(1992) p.141

Activities : Chapter 1 Section 4 Earthquake Damage in Tokyo

1. Background

Study the vulnerability of Tokyo to earthquakes and possible damage from an earthquake disaster of today and consider counterplans, based on natural conditions in the 23 Tokyo wards and on the damage caused by the Great Kanto Earthquake.

2. Objectives

- (1) To understand why Tokyo is hit by many earthquakes. (place)
- (2) To understand the relationships between Tokyo's topography and earthquake damage. (relationships)
- (3) To forecast earthquake damage to Tokyo in its present state. (region)
- (4) To consider measures that Tokyo should take against earthquakes. (region)

3. Required time

Two hours

4. Situation

A person newly employed by the Tokyo government has been assigned to produce plans for earthquake counter measures. He studies Tokyo earthquakes and considers measures against an earthquake.

5. Materials

(*-marked ones can be deleted in case of lack of space)

Figure 1: Blank map of Tokyo's 23 wards

Document 1: Land Forms and Subsurface Geology in Tokyo

Document 2: A Short History of Earthquake Disasters in Tokyo

*Figure 2: Seismic Intensity Distribution at the Great Kanto Earthquake

Figure 3: Present Status of Tokyo

- a. Population Density
- b. Population Ratios of Daytime and Night-time
- c. Ratio of Unoccupied ground
- d. Ratio of Wooden Buildings
- *e. Ratio of Factories and Workshops

Figure 4: Flow Diagram of Earthquake Vulnerability

Table 1: Vulnerability Rating by Individual Wards

Table 2: Calculated Damage of the Expected Earthquake

6. Activities

Introduction: Let's learn about the topography of Tokyo's 23 wards.

- (1) Read Document 1 which explains Tokyo's topography.
- (2) Locate the following rivers and the Imperial Palace which are mentioned in Document 1 on Figure 1, and color them.
Rivers (blue): The Sumida, Naka, Edo, and Ara Rivers
Main points (red): Imperial Palace (JR Tokyo Station)
- (3) Note that topographically Tokyo comprises the eastern Tokyo Lowland and the western Yamanote Upland, using the map in Document 1.
(The boundary is the Imperial Palace (JR Tokyo Station) and the Keihin Tohoku Railway Line which runs north to south.

Development 1: Study past earthquake disasters in Tokyo in Document 2.

- (1) From 1615 to 1923, how often did a major earthquake occur on average?
(Six big earthquakes occurred during the 308 years, so about once every 50 years on average.)
- (2) What are the two types of earthquake causes?
("transform fault type" and "direct-hit type")
- (3) Study specifically about the Great Kanto Earthquake.
 - a. What are the relationships between the intensity distribution of Figure 2 and the topography?
(The intensity was greater in the Tokyo Lowland)
 - b. What are the features of its damage?
(Fire claimed a large number of lives.)

Development 2: Think of earthquake disasters, considering the present status of Tokyo.

- (1) Think what kind of dangers can be expected in what places, referring to Figure 3.
- (2) Confirm the vulnerability of Tokyo by studying the earthquake damage flow diagram
(Figure 4) that the Tokyo Metropolitan Government made.

(3) Make one distribution map of vulnerability of expected earthquakes.

Color the vulnerabilities of one of the below on the blank map (Figure 1), and confirm its distribution, using the data given on Table 1.

- a. building risk b. fire risk
- c. human risk d. evacuation risk

(4) Consider expected earthquake damage, based on the vulnerability distribution map and the Vulnerability Rating by Individual Wards (Table 2).

Conclusion: Discuss what measures Tokyo should take against possible earthquakes.

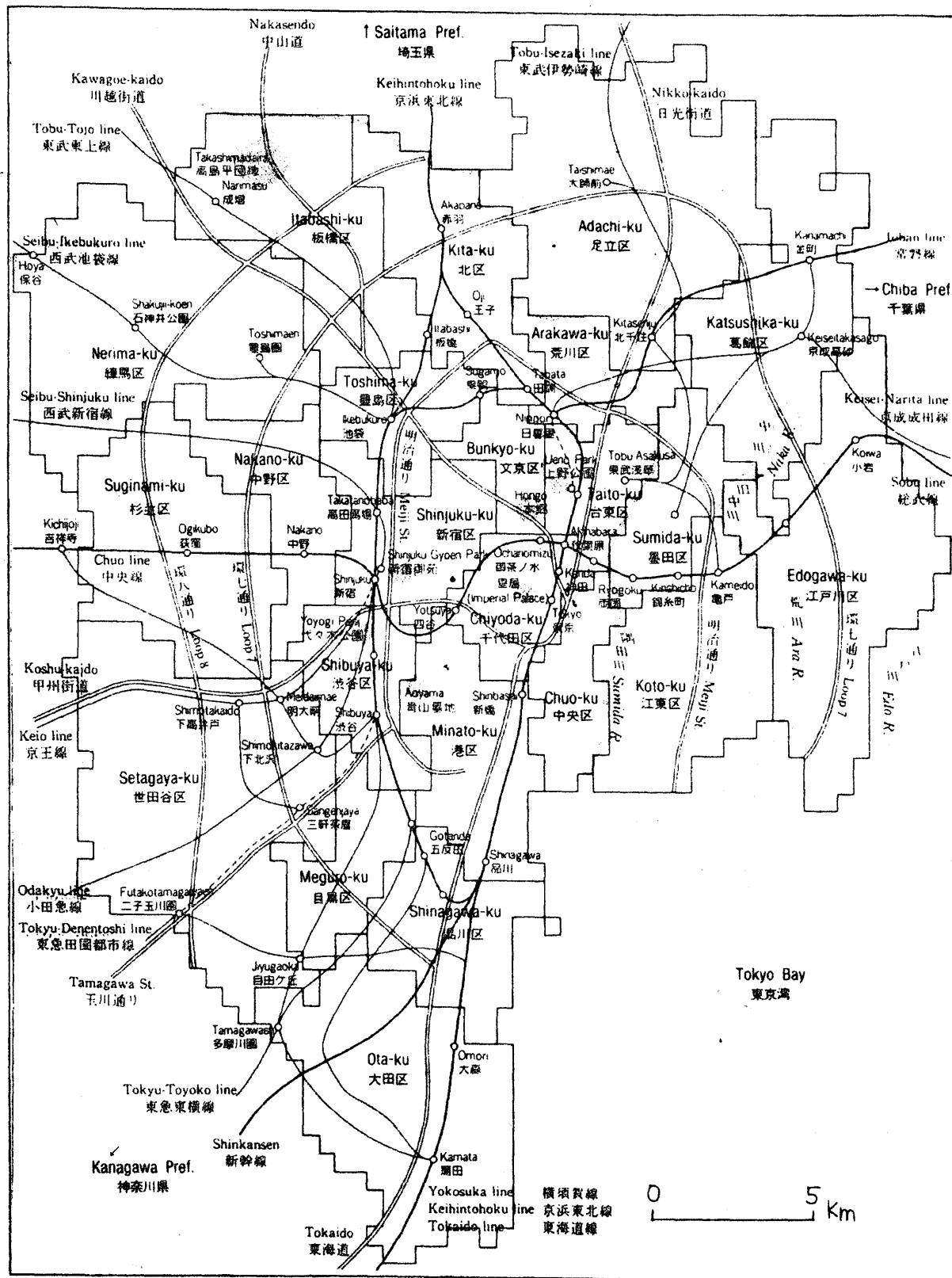


Fig.1: Blank map of Tokyo 23 wards
:Kurasawa(1986)appendix

Landforms and subsurface geology

Topographic conditions of Tokyo are characterized by two different landforms; the Yamanote Upland and the Tokyo Lowland. The Yamanote Upland is 20 to 50 m in height and consists of terraces. The highest terrace is a coastal plain which was formed during the last interglacial age. Lower terraces are composed of alluvial fans which dissected the highest terrace as sea level lowered toward the last glacial age.

The Tokyo Lowland was one of the inlets which were located around Tokyo Bay 6,000 years B.P. at the highest stage of sea level of the postglacial transgression. The inlet was buried by deltaic deposits supplied by the Ara River, Tone River and also other rivers. In addition, the southern part of the Tokyo Lowland was enlarged by reclamation after the 16th century. Because the Tokyo Lowland is composed of a deltaic lowland and reclaimed land, its original ground height is less than 2 m.

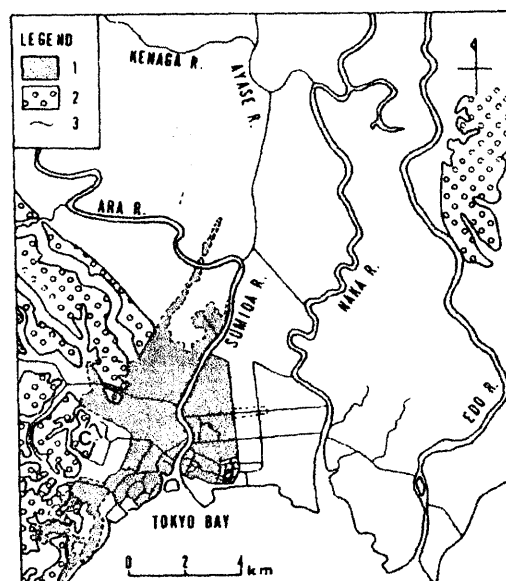
The deltaic materials deposited in the inlet are of Recent geological age, which means the latest Pleistocene to Holocene strata formed after the lowest stand of sea level between 15,000 and 20,000 years B.P. They are divided into two members, upper and lower, by a sandy intercalation at a depth of 20 to 40 m. Lithofacies of the lower member are characterized by alternate layers of sand and clay. In contrast, the upper member is composed of a homogeneous thick clayey layer overlain by a sandy layer. The clayey layer is very soft and the sandy layer is loose.

The thickness and the lithofacies of the Recent formation are affected by the buried topography beneath them. The buried topography can be classified into three types; two buried abrasion platforms, 10 m and 20 to 30 m in depth; two buried river terraces, 30 m and 40 to 50 m in depth; and a buried valley floor 60 to 70 m in depth. The deepest buried valley floor is located in the central part of the Tokyo Lowland whilst the buried abrasion platforms fringe the uplands. The buried river terraces develop between the buried valley floors and the buried abrasion platforms. That is, the Recent formation is thickest in the central part of the Tokyo Lowland and becomes thinner toward the periphery.

Detailed discussion on the sedimentary history and distribution of the Recent formation around Tokyo Bay was done by MATSUDA (1974) and KAIZUKA et al. (1977).

Three big rivers flow over the Tokyo Lowland and into Tokyo Bay. One is the Ara River and the other two are the Naka and Edo Rivers. The lowest reach of the Ara River is called the Sumida River. The Naka and Edo Rivers were the lower reach of the Tone River until 1621, when the flow in the Tone River was directed east to the Pacific Ocean (MATSUURA, 1989). Figure 1 shows rivers and canals on the Tokyo Lowland in the 1880's. Several sheets of the "Jinsokuzu", which was the first formal topographic map published in Japan, were consulted to make the figure.

The Imperial Palace, which was the former Edo Castle, is located at the eastern edge of the Yamanote Upland. A densely built-up area developed along the Sumida River and was composed of residential wooden houses and facilities for commercial activities. A network of canals existed for ship transportation. Most of the Tokyo Lowland was used for agriculture. Paddy fields occupied a broad area along with scattered small villages.



Tokyo Lowland in the 1880's.

1: Densely built-up area; 2: Yamanote Upland (west), Shimofusa Upland (east); 3: Small rivers and canals.
C: Imperial Palace

Document 2: A Short history of earthquake disasters in Tokyo

: Matsuda (1990) pp. 111-112

USAMI (1976) detected 37 earthquakes which shook Tokyo at an intensity of 5 or more on the Japan Meteorological Agency (JMA) Scale between 1595 and 1975. An intensity of 5 on the JMA Scale is nearly equal to that of 8 on the Modified Mercalli's Scale. Among the 37 earthquakes, the 6 earthquakes of 1615, 1649, 1703 (the Genroku Earthquake), 1855 (the Ansei Edo Earthquake), 1894 and 1923 (the Great Kanto Earthquake) respectively recorded an intensity of 6 on the JMA Scale and caused deaths, injuries and destruction of buildings (Table 1).

Major earthquakes in the Kanto area usually originate in and around the transform fault along the eastern edge of the Sagami Trough, which stretches from Sagami Bay to the waters south of the Boso Peninsula. The magnitude (M) of the Genroku Earthquake of 1703 was 8.2 on the Richter Scale and that of the Great Kanto Earthquake was 7.9. These earthquakes are called "transform fault type earthquakes".

The Ansei Edo Earthquake (M = 6.9), and the earthquakes of 1615 (M = 6.4), 1649 (M = 7.1) and 1894 (M = 7.0) were less in intensity than the transform fault type earthquakes. Nonetheless, they inflicted devastating damage on Tokyo because their foci were directly under the metropolis. Such earthquakes are called "direct-hit type earthquakes" (NAKANO and MATSUDA, 1984).

Damage was especially extensive in the Ansei Edo Earthquake of 1855 and the Great Kanto Earthquake of 1923. About 10% of dwelling houses were destroyed and the number of people who were crushed to death by collapsed structures reached about 10,000 in 1855. About 50 fires broke out and burnt 220 ha of a city area. The victims of fires, however, were not large in number (TAJIME et al., 1977).

The Great Kanto Earthquake claimed the largest number of deaths and damage ever caused by a natural disaster in Japan. While the total number of dead and missing reached about 143,000, about 104,000 people were listed as injured. Approximately 128,000 structures were

demolished by the shock and as many as 447,000 structures were lost in fires (Imperial Earthquake Investigation Committee, 1925a).

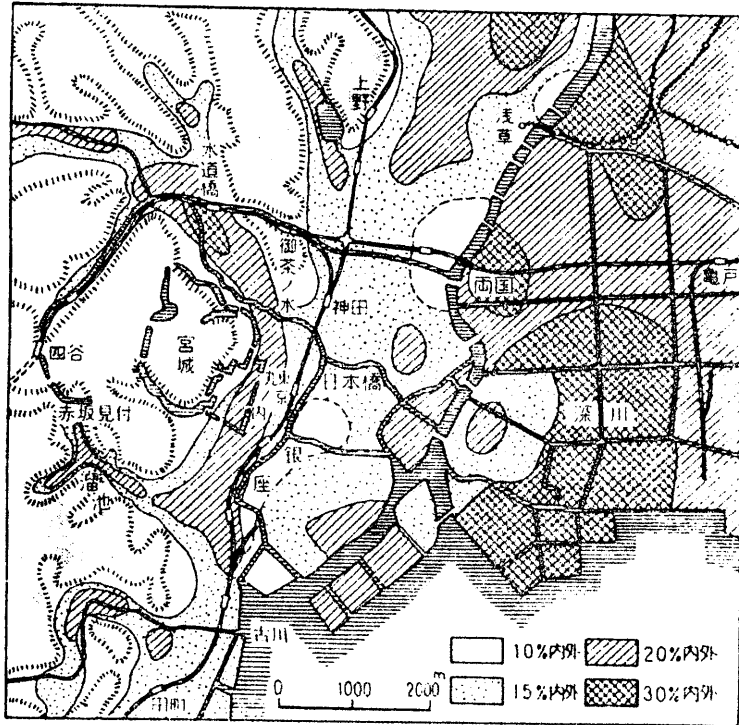
Tokyo was especially damaged by fires. Soon after the shock, 129 fires broke out simultaneously, and 76 of which spread over large area. They continued to rage for 40 hours, scorching 44% of the city area. About 60,000 people (2.4% of the total population of Tokyo City) were lost, and about 366,000 dwelling houses were burnt out. Fires were to blame for 98% of destroyed houses.

The causes of death were clarified for 58,481 persons. The majority, 89.2%, were burnt to death. Although 9.2% of them were drowned, most of the drowned persons dived into the water in order to escape from the fires. The number of people who were crushed to death was only 788, equaling 1.3% (Imperial Earthquake Investigation Committee, 1925b).

Earthquakes that have shaken Tokyo at the intensity of VI on the JMA Scale since 1600.

Date of Occurrence	Type	Magnitude (M)	Number of Dead	Number of Lost Houses
26. 6.1615.	D.H.T.	6.4	Many	Many
30. 7.1649.	D.H.T.	7.1	Many	Many
31.12.1703.	T.F.T.	8.4	Many	Many
11.11.1855.	D.H.T.	6.9	ca. 14,000	ca. 10,000
20. 6.1894.	D.H.T.	7.0	22	24
1. 9.1923.	T.F.T.	7.9	60,120	370,148

D.H.T.: direct-hit type; T.F.T.: transform fault type.
 Number of dead and lost houses are recorded in the old Tokyo City area only.
 Data source: USAMI (1976) and Imperial Earthquake Investigation Committee (1925a).



関東地震のときの震度分布(今村明恒, 1925より)。震度は地震動の最大加速度が重力の加速度の何%ぐらいあったかを推定したものである。現在の気象庁震度階級でいえば、30%内外は震度VI(烈震)、20、15、10%は震度V(強震)に入る。この震度は家屋倒壊率(61図参照)や被害の状況ならびに余震観測から推定して描いたものである。うすずみは台地、台地の震度は10%内外。

Fig.2: Seismic intensity distribution at the Great Kanto Earthquake
:Kaizuka(1979)p.14

% represents degree of seismic intensity
against gravity acceleration

	Japanese intensity scale : 0~VII	Modified Mercalli Intensity Scale: 0~12
30%	VI	9~10
10~20%	V	7~9

人口密度
Population Density

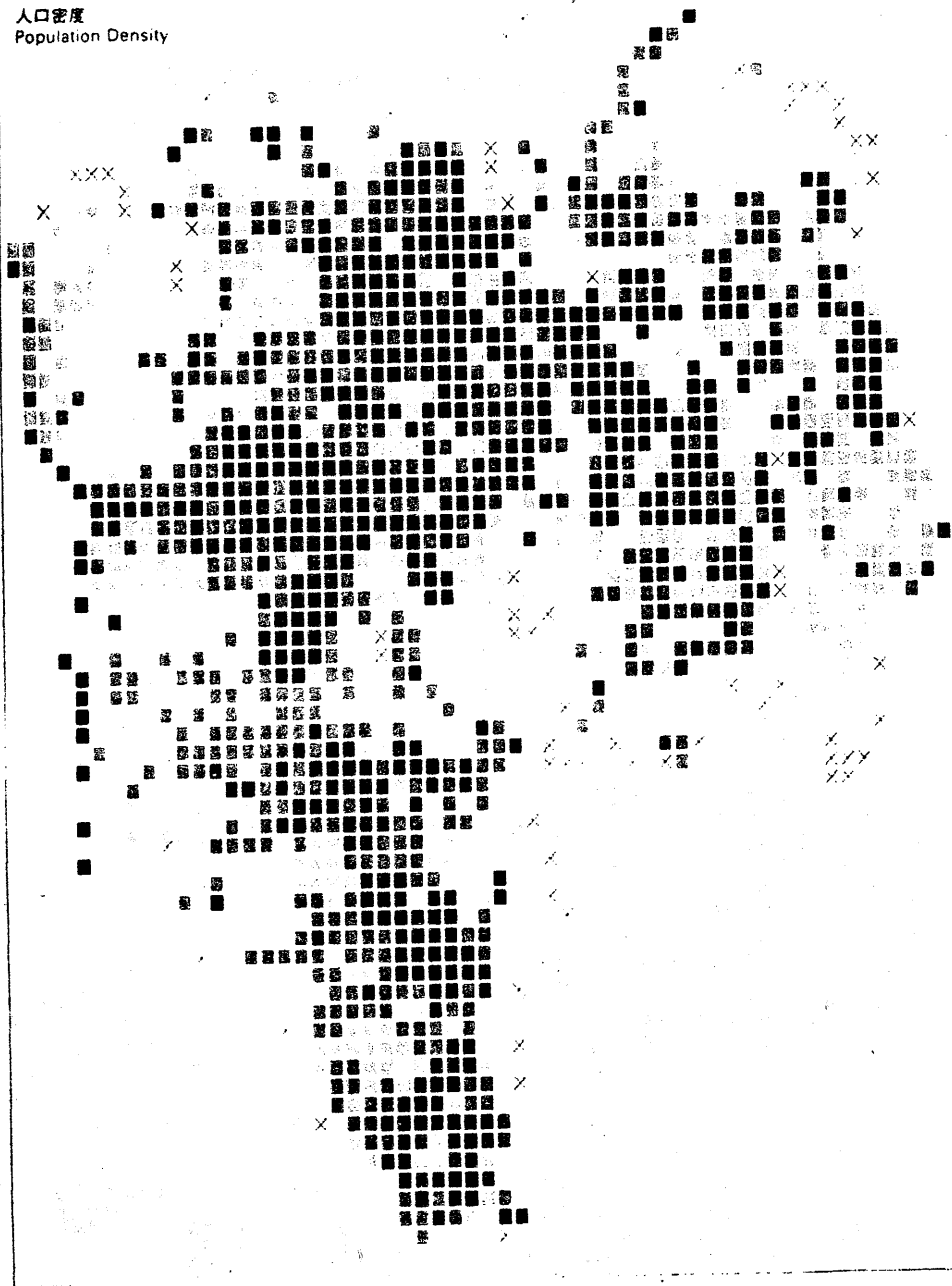


Fig.3-a: Population Density(1975)

昼夜間人口比率
Daytime Population Rate

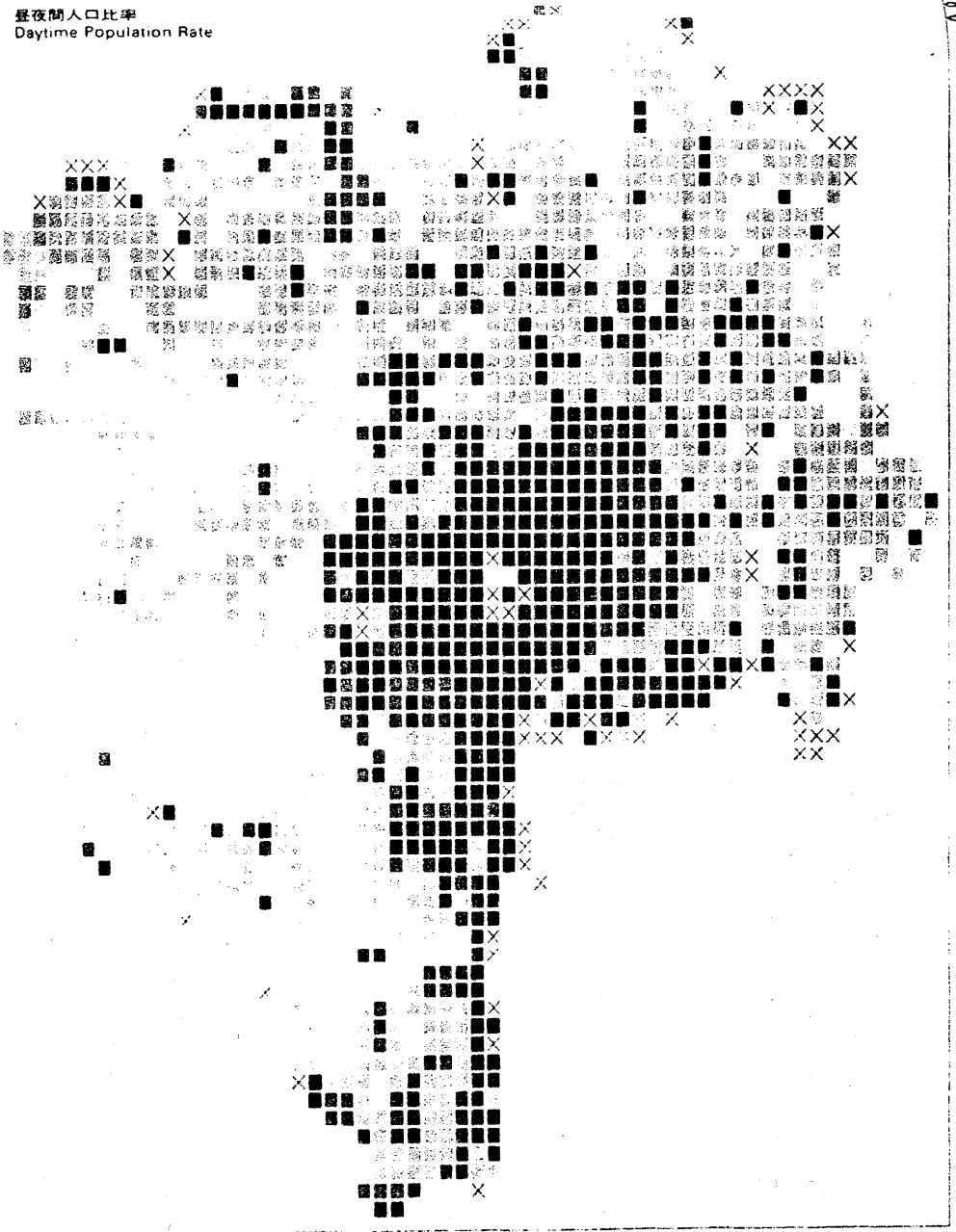


Fig.3-b: Population Ratios of
Daytime and Night-time(1975)

Fig. 3: Present Status of Tokyo

Kurasawa ed.(1986)

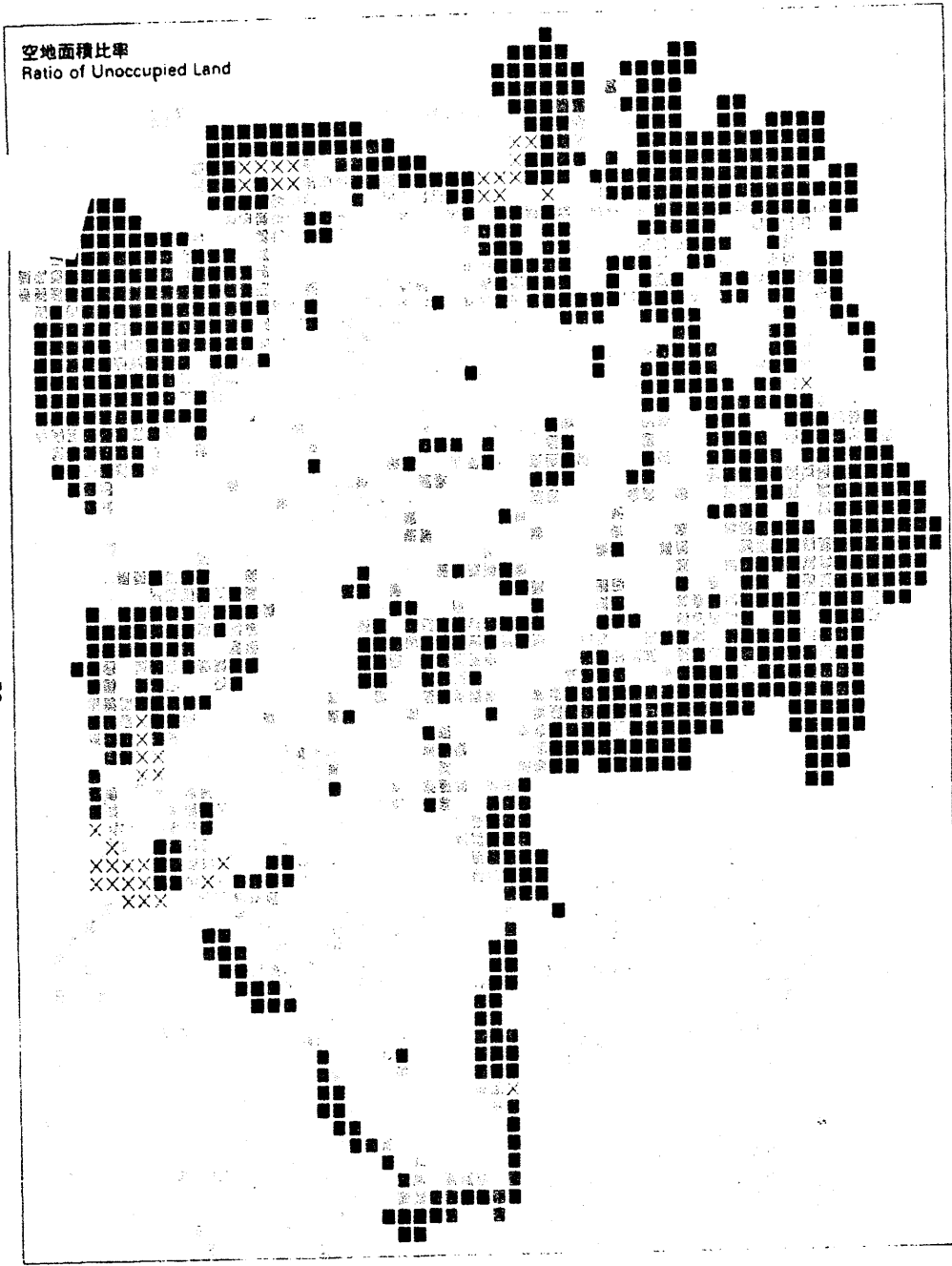
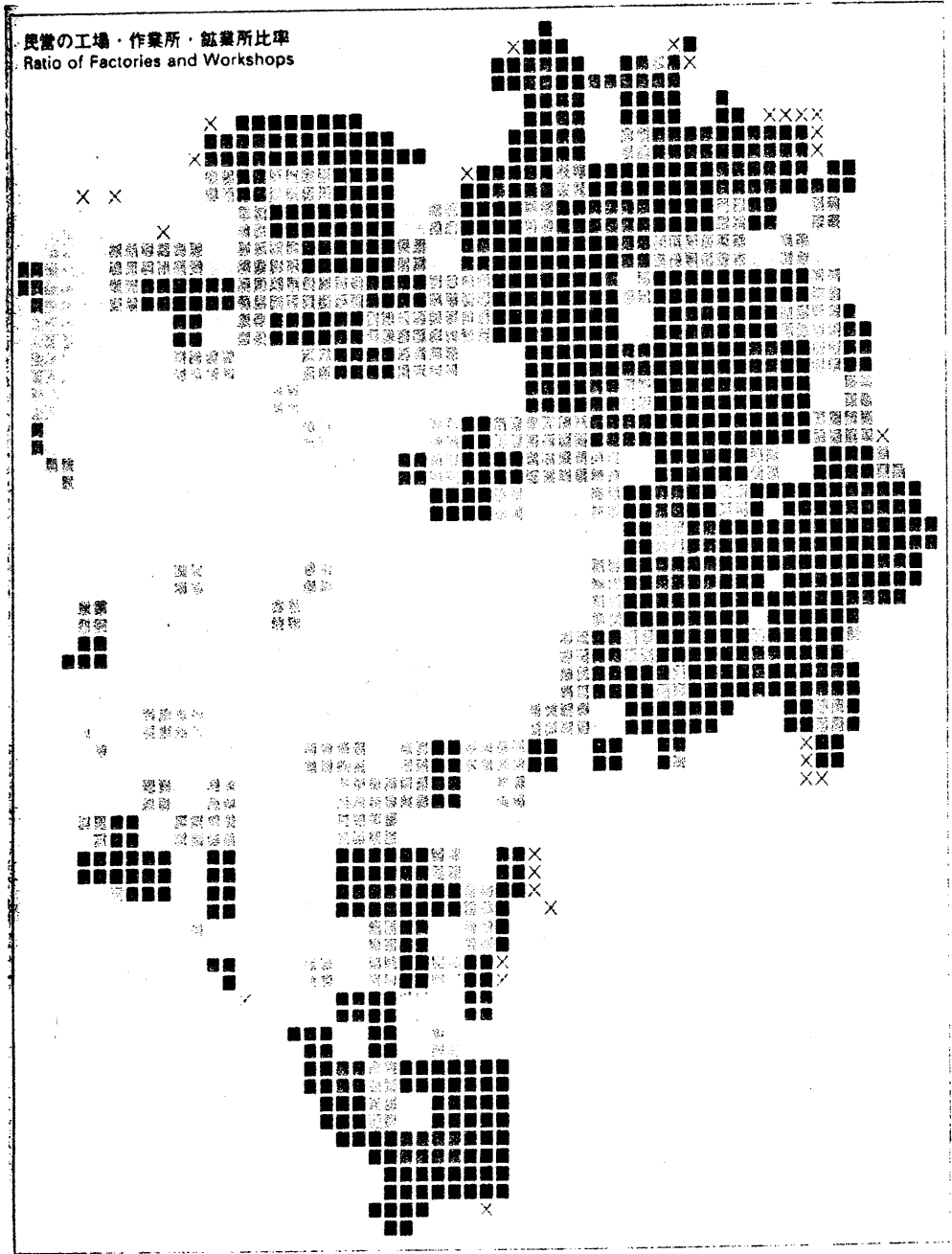


Fig.3-c: Ratio of Unoccupied Land(1973)



Fig.3-d: Ratio of Wooden Buildings(1972)



凡 例
 ランク(rank)
 (1) low
 (2) ↑
 (3) :
 (4) ●
 (5) ■
 (6) ■ high
 データ欠落 (missing) ×

Fig.3-e: Ratio of Factories and Workshops(1975)

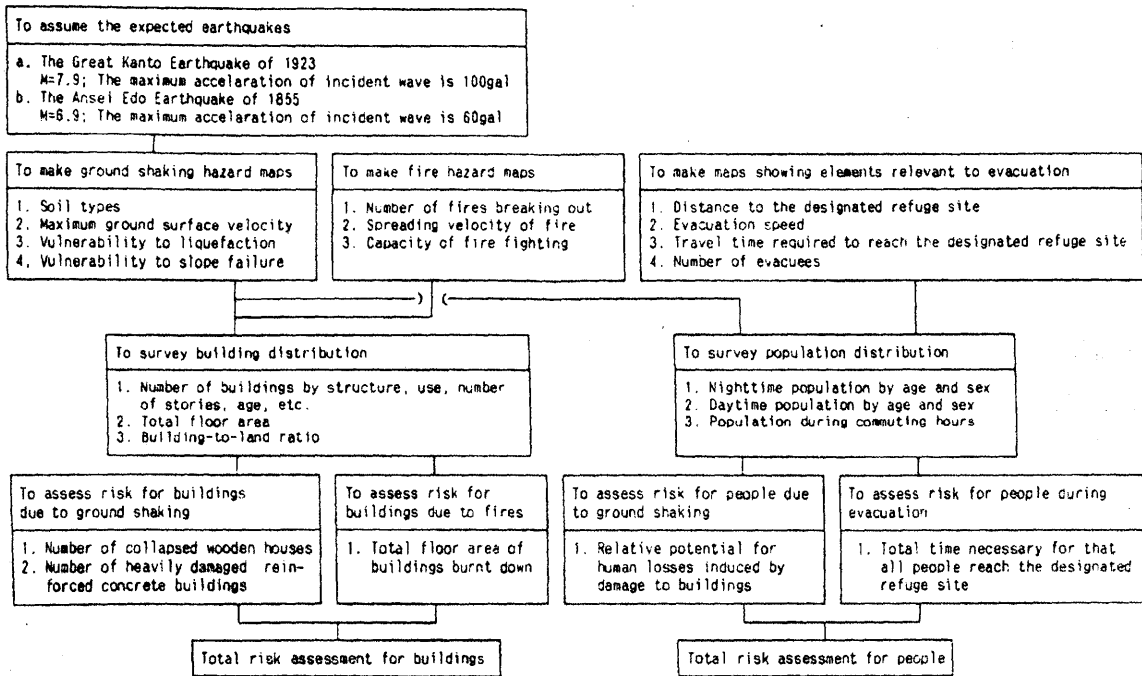


Fig.4: Flow Diagram of Earthquake Vulnerability Assessment
Matsuda(1993)

Calculated damage of the expected earthquake	
Nighttime population	11,785,899
Daytime population	13,963,850
Estimated population in the evening	13,676,720
Total number of buildings	2,396,092

Heavily damaged buildings	
Wooden houses	132,787
Reinforced concrete buildings	14,029
Steel framed buildings	8,600
Damage to road bridges	21
Damage to water supply pipes (main pipes only)	6 %
Damage to city gas pipes	87 %
Damage to electricity facilities	33 %
Damage to telephone	28 %
Houses burned by fires	632,616
Dead	9,363
Heavily injured	21,093
People unable to go back home	2,430,405
People met with difficulty in living	3,202,898

Table 2: Calculated Damage of the Expected Earthquake
Matsuda(1993)

Table 2 Vulnerability Rating by individual wards

ward	Building risk	Fire risk	Humann risk	Evacuation risk	Combined vulnerability 1	Combined vulnerability 2
1 Chiyoda	1.5	1.6	3.5	2.1	1.7	3
2 Chuo	1.9	1.8	3.1	2.4	2.1	3
3 Minato	1.4	1.4	1.9	1.8	1.6	2.1
4 Shinjyuku	2.9	2.4	3.7	2.5	2.8	3.3
5 Bunkyo	2.8	2.5	3.4	2	2.9	3
6 Taito	3.7	2.3	3.8	2.8	3.3	3.5
7 Sumida	3.4	3.1	3.1	2.3	3.4	2.9
8 Koto	1.7	1.7	1.8	1.5	1.8	1.8
9 Shinagawa	2.3	2.1	2.3	2.6	2.3	2.7
10 Meguro	1.8	2.2	1.6	2.8	2.2	2.5
11 Ota	2.2	2	1.9	2.1	2.3	2.2
12 Setagaya	1.7	1.6	1.6	2.1	1.9	2.1
13 Shibuya	1.9	1.9	2.6	2.5	2.2	2.8
14 Nakano	3.3	3	3.3	3.2	3.4	3.5
15 Suginami	2.8	2.6	2.5	2.8	3	2.9
16 Toshima	3.1	2.9	3.5	3	3.2	3.6
17 Kita	3	2.5	2.8	1.9	3	2.6
18 Arakawa	3.4	3	2.8	2.6	3.4	2.9
19 Itabashi	2.4	2.2	2.4	2.3	2.5	2.5
20 Nerima	2.3	1.8	2	2.6	2.3	2.6
21 Adachi	2.5	1.9	2	1.8	2.4	2.2
22 Katsushika	2.7	2.4	2	2.1	2.8	2.3
23 Edogawa	2.4	1.8	1.7	2.2	2.3	2.2
Ward total	2.3	2.1	2.2	2.2	2.4	2.5
City & Town total	1.2	1.5	1.1	1.3	1.5	1.3
Tokyo total	1.8	1.8	1.7	1.8	2	1.9

risk:1(low)~5(high)

risk for buildings risk for people

Tokyo Metropolitan Government(1993) pp.24-25

RESPONCE SHEET

CLASS NO. NAME _____

- 1、 Summarize the topography of Tokyo 23 wards.
- 2、 From 1615 to 1923, how often did a major earthquake occur on average ?
- 3、 There are two types of erthquake causes at Totyo. What are the two types of eathquake causes?
- 4、 What are the relationships between the intensity distribution of the Great Kanto Earthquake and the topography?
- 5、 What are the features of the Great Kanto Earthquake's damage?
- 6、 Think what kind of dangers can be expected in what places, reffering to

Selected Figure's name

 Figure 3(the present status of Tokyo).
- 7、 Make one distribution map of vulnerability of expected earthquakes.

kind of risk which made

caption	4=< :red
risk	3-4 :orange
	2-3 :yellow
	1-2 :light blue
	<=1 : blue
- 8、 Consider expected eathquake damage, based on the vulnerability distribution map and the Vulnerability Rating by Individual Wards(Table 2).
- 9、 Discuss what measures Tokyo should take against possible eartquakes.