

東京工業大学時代（1965～1974）の研究を振り返って

鏡味洋史

1. はじめに

2007年3月に定年を迎えるにあたって、2006年4月頃より少しずつ身辺整理を始めている。大学に長年いると大きな引越しが無い限り書籍、雑誌、資料ファイル等は増え続ける一方であり、整理処分することは殆どなく溜め込んできた。今回そのつけを一気に解消しなければならず、膨大な資料類の処分にとりくんでいる。曲がりなりにも論文などにまとめたものは活字として残されているのでよいが、大半の論文にまとめきっていないものは中々処分が難しい。眺めていると色々なことが思い出され作業がはかどらなくなる。とにかく情報量を減らさないと整理は進まない。オリジナルを残すものは厳選し、参照する可能性のあるものはスキャンしPDF化、写真・スライドはデジタル化するなど電子化しスリム化を図っている。

今回、第100回記念の談話会での発表の機会をいただいたので、小生が東京工業大学でお世話になった時期の研究について、自分なりの整理をしておきたいと思う。

2. 年譜の作成

小生が卒論生として小林啓美先生の研究室に配属された1965年から1974年7月に北海道大学に転出するまでの期間の年譜を作成し表1に示す。

表1 調査行および学会発表の年譜

年	月日	調査行	学会発表等
1965			卒業論文 (12/27)
1966	08/09-18	釧路微動観測	地震工学シンポジウム (東京 10/24-26)
1967	03/09-15	大阪 SMAC 設定点の微動観測	日本建築学会 (名古屋 10/13-15) 自然災害シンポジウム (仙台 10/22-24)
1968	03/25-04/01 05/19-26 08/06-13 10/18-21 10/28-11/02	えびの地震調査 十勝沖地震調査 同、青森建物調査 千里万博会場微動観測 青森微動観測	日本建築学会 (広島 10/10-12)
1969			建築学会 (札幌 8/24/-26) 自然災害シンポジウム (名古屋 10/17-19)
1970	07/21-27	八戸地下構造探査	日本建築学会 (東京 10/3-5) 自然災害シンポジウム (京都 11/9-11) 地震工学シンポジウム (東京 11/17-20)
1971	04/24-25	茨城県浪逆微動観測	日本建築学会 (大阪 11/3-5)
1972	01/20-23 03/10-13 03/23-24 08/11-18 11/19-24	濃尾平野微動観測 豊橋、大垣、菊川微動観測 八丈島東方沖地震調査 北海道微動調査 東北、新潟微動観測	日本建築学会 (福岡 10/17-19) 自然災害シンポジウム (仙台 10/27-30)
1973	01/28-30 03/21-25 04/05-07	銚子微動観測 福井平野微動観測 能登白丸微動観測	日本建築学会 (仙台 10/5-7)
1974	04/22-24 05/25-27	青森県市浦村微動観測 徳島県阿南町微動観測	日本建築学会 (福井 10/1-3)

3. 卒業論文

卒業論文として与えられた課題は構造物の振動を波動の伝播として解析することであった。その当時はいわゆる超高層建築物の動的解析が進められた時代で、質点系に置換された建物モデルの振動解析が主流であった。そのなかで波動の伝播の問題として扱う手法が提案され、多治見の建築振動学¹⁾のなかでは地盤から入射した地震波が建物頂部で全反射し基礎部でまた反射するいわゆる重複反射をするモデルが明快に記されていた。また、金井²⁾は新潟地震の際秋田県庁で観測された建物基部および頂部で記録された強震記録を用い、頂部の記録を波動の伝播時間をずらして足し合わせると基部の記録に位相を含めて一致すると言う、いわば手品みたいな論文があった。これに魅せられ研究を進める事にした。多治見の教科書には1層の場合の式の展開がなされていたが、これを多層の建築物に拡張することが当面の目標であった。建物層ごとに波動の伝播速度、すなわち質量と剛性が異なることから層の境界で反射・透過が起り、波動インピーダンス比から反射・透過係数を与え、波動のやり取りを時系列で追うというプログラムを作成した。計算は東京工業大学の大型計算機、FACOM222を使用した。当時の最新鋭機で222はフジツウ(富士通)から来ていると言われていた。最新鋭機とは言えメインメモリーは8Kワード、現在のパソコンのギガバイト単位から比べると比較にならないが、当時は8Kワードの中にプログラム、データを入れ込み外部記憶の磁気テープとの間でデータを転送させながら何とか計算を行っていた。フォートランのコンパイラがあったが、CPUのクロックタイムが160 μ secと現在のGHz単位とこれまた雲泥の差があり演算時間を少しでも稼ぐ必要があった。研究室では計算速度を上げるため小林先生がマシン語で操作するためのOSを自作され専ら研究室ではこれを利用し、マシン語でプログラムを書いていた。このため、小林研究室では他の研究室の10倍以上の演算速度で計算を行っていた。計算機は利用研究室に時間が割り振られ時間貸しが行われていた。卒・修論の最盛期になると割り当て時間が減少し、1時間から30分、15分と縮まりデバックに時間をとられている内に本番の計算時間がなくなっていく。卒論の課題も最初は20層程度の高層建築を取り扱っていたが、卒論をまとめる段階では演算時間がなくなり、結局2層構造物に地盤をつけたものになってしまった。

卒論を終えて年が明けると卒業設計にとりかかることになる。その時期に小林先生から卒論のプログラムを整え本格的な計算ができるよう指示があった。どのような外的な要請があったのか知れないが、卒論で扱ったモデルから建物を取っ払い地盤だけのモデルにすることになった。卒計が余り進まない中でプログラムの整備、計算の方が面白く、卒計をそっこのけにプログラム作成・デバッグにのめり込んでいった。プログラムは一応完成し、多層地盤での増幅を時系列で計算し応答波形を算出できるようになった。また、これを改良し地表の記録から地下の記録を逆算するプログラムも程なく完成した。その結果卒計の方は大幅に遅れ、先輩諸氏に全面的に支援していただく事になった。

これらの成果は卒業した年の第2回日本地震工学シンポジウムで発表することができた。題名は「波動理論を用いた成層構造の地震応答数値解析について」というもので小林先生と連名で小生が発表した³⁾。初めての発表であり原稿を読んだか記憶はないが何とか発表を終え、質疑に入った。真っ先に質問があり、大声で『題名に波動理論を、とあるが君のやっているのはごく基本で「波動理論」というの「おこがましい」のではないか』とのお叱りであった。小生は答える術もなく呆然とするなか小林先生がとっさに『そうかもしれ

ません』とあっさり答えられた。小生は、質問者と小林先生は宿敵なのかと思ったが、休憩時間になると小林先生はさっきの質問者と大声で談笑しているではないか、後に質問者は北大の田治米先生であることが判明した。八戸での地下構造探査の際ご一緒させていただいた。

また、これらの研究は、1967年災害科学総合シンポジウム⁴⁾で発表し、1998年に日本建築学会論文報告集⁵⁾に初めて掲載された。また、小林先生の手記された建築構造学大系1巻「地震工学」⁶⁾に図が紹介され、さらにOkamotoの英文図書“Introduction of Earthquake Engineering”⁷⁾にも引用されている。

$$\begin{aligned}
 F_1(t) &= \tau_1 \cdot F_2(t - H_1/V_1) + \beta_1' \cdot G_1(t - 2H_1/V_1) \\
 G_1(t) &= F_1(t) \\
 F_2(t) &= \tau_2 \cdot F_3(t - H_2/V_2) + \beta_2' \cdot G_2(t - 2H_2/V_2) \\
 G_2(t) &= \beta_1 \cdot F_2(t) + \tau_1' \cdot G_1(t - H_1/V_1) \\
 &\dots\dots\dots \\
 F_K(t) &= \tau_K \cdot F_{K+1}(t - H_K/V_K) \\
 &\quad + \beta_K' \cdot G_K(t - 2H_K/V_K) \\
 G_K(t) &= \beta_{K-1} \cdot F_K(t) \\
 &\quad + \tau_{K-1}' \cdot G_{K-1}(t - H_{K-1}/V_{K-1}) \\
 &\dots\dots\dots \\
 F_N(t) &= \tau_N \cdot F_0(t - H_N/V_N) \\
 &\quad + \beta_N' \cdot G_N(t - 2H_N/V_N) \\
 G_N(t) &= \beta_{N-1} \cdot F_N(t) \\
 &\quad + \tau_{N-1}' \cdot G_{N-1}(t - H_{N-1}/V_{N-1}) \\
 G_0(t) &= \beta_N \cdot F_0(t) + \tau_N \cdot G_N(t - H_N/V_N)
 \end{aligned}$$

	ρ ton/m ³	c_v m/sec	H m
SANDY CLAY	2.0	50	3
	2.0	200	5
CLAY	2.0	250	10
	2.0	80	5
GRAVEL	2.2	600	10
	2.2	300	5
SANDY GRAVEL	2.2	600	10
	2.2	600	10
ROCK I	2.2	1000	15

Fig. 5.25

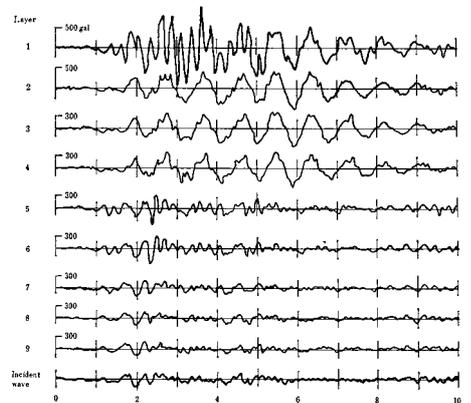


Fig. 5.26 Earthquake vibration in the multi-stratum surface layer, showing that at each boundary layers (after Prof. H. Kobayashi).

図1 S波の重複反射による成層多層地盤の増幅計算

4. 釧路の微動観測

1966年に卒業してすぐ助手に採用された。研究室はD1の長橋さん、M2の辻村さん、野村さん、同期の玉松さん、それに4年生が4人おり、小生より年下は4年生の瀬尾さんだけであった。1966年夏に辻村さんの修論の一環として釧路へ微動観測に出かけた。釧路が研究対象になっていたのは、1962年に広尾沖地震の際、釧路気象台に設置してあったSMAC型強震計で300galを越える加速度記録が得られ、当時高層建築の動的解析用に多用されていたEl Centro、Taftの記録に匹敵する加速度であり、一方、釧路市内では殆ど被害がなかったことから、この強震記録をめぐって論議がなされ、東大地震研の大澤先生を代表者とする科研費の研究がなされていて、小林先生はその分担者であった。大きな加速度を記録した強震計の特性、設置条件がまず疑われ気象台構内にもう一台のSMACが設置され同時記録による比較が計画された。次に疑うべくは気象台の地点が特に揺れやすい場所であるのか、釧路市内の中でどのような位置づけにあるのか微動を使って明らかにしようとするものである。このような背景から釧路市内で微動観測をすることとなった。

微動観測は1966年8月9日から18日まで、小林先生、辻村さんと小生の3人で出かけた。地震計は保坂製の倒立振子型の固有周期1秒のもので、記録器は購入したばかりの

SONY の小型可搬型データレコーダーで、オープンリールであったが当時としては手で運べる画期的なものであった。しかし、重量は 20kg 程度あり、さらにアンプ、ペンレコ、電線などを含めると相当な重量で、各自、背中、両手、さらに首にまでかけて出かけた。19 時発の夜行寝台「はくつる」で出かけたが、水害のため途中の浅虫止まりで、荷物を担いでバス連絡だった。後の観測の顛末は小林先生の退官記念誌⁸⁾に記している。

微動観測は釧路市内の 41 ヶ所（図 2）で 1966.08.12~16 にかけて行った。結果は広沖地震の報告書⁹⁾に掲載されている。微動の結果として『気象台とその周辺の地盤についてのみ着目すれば 0.26、0.3-0.33、0.5 秒付近に顕著なピークが存在する。これらの動特性より考えれば、当然地震時に上述の成分の地震動が著しく増幅される可能性はあると考えてもよく 1962 年 4 月、1965 年 10 月の地震で 0.33、0.26 秒あたりに顕著な Response Spectrum のピークの現れた事と併せ考え理解は出来るし、強震計基礎だけにその原因を追わせる必要もないと考える。別に強震計記録のある釧路港とその周辺の地盤については、1 秒前後に非常に卓越した特性を有しており、0.4-0.6 秒近くにも表層地盤の影響と考えられるピークがスペクトルの上でも見られる。この付近は気象台とは非常に異なった地盤であり、その卓越周期の異なるのは当然である。』としている。

釧路気象台での強震記録の議論は、後の 1993 年釧路沖地震の際の気象台での 1000gal を越える記録で、再燃されることになる。

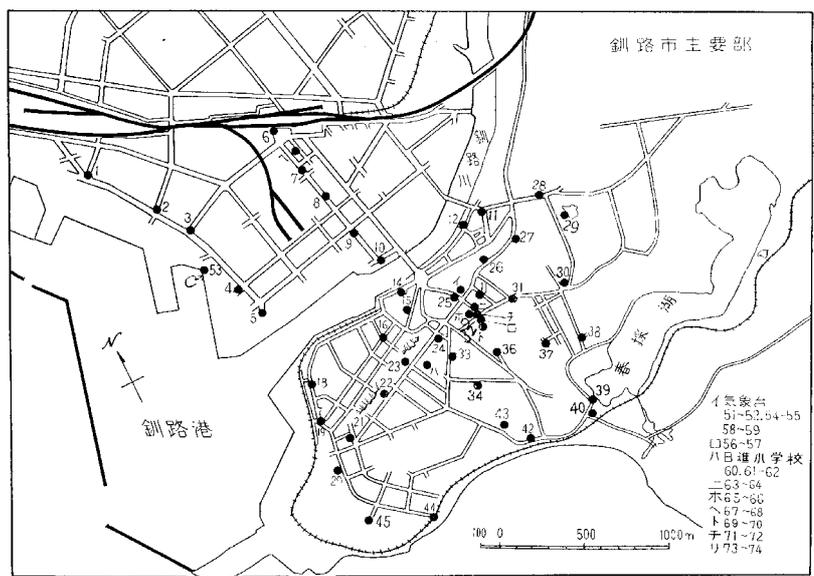


図 2 釧路での微動観測

5. 川崎市防災会議地震専門部会

川崎市防災会議に地震専門部会が宮部直巳先生を委員長に、金井先生、表先生、小林先生、久保先生などそうそうたるメンバーで 1966 年に設置された。当初、小林先生の鞆持ちで市内の微動観測などに同行したが、1968 年に正式にメンバーに加えてもらった。専門部会は年に何度も開かれ各委員が最新の研究成果を持ち寄り活発な議論を交わすというもの

であった。研究課題は各委員が川崎市の防災にかかわる問題を自由に設定し市の協力を仰いで実施すると言うものであった。小林先生と、市内各地の微動観測、小学校の建物の微動観測、市内のボーリングデータから地質断面図の作成、地盤のモデル化、それに基づく地表面の地震動の計算などを行った。それらの成果は年度末に報告書としてまとめている。以下に、係わった報告書のリストを掲げる。

表 2 川崎市防災会議報告書一覧

著者	題目	報告書名、頁、発行年
小林啓美・鏡味洋史	常時微動の解析及び解析	基礎的調査報告書中間報告Ⅰ、21-22、1967.
小林啓美・鏡味洋史・玉松健一郎	常時微動の観測資料 川崎市 No.1	基礎的調査報告書中間報告Ⅱ、64-129、1968.
小林啓美・鏡味洋史	地盤性状に基づく震力分布と木造家屋被害率の想定	基礎的調査報告書中間報告Ⅲ、2-38、1969.
小林啓美・鏡味洋史	地震による市街地木造家屋の被害推算	基礎的調査報告書中間報告総括編、51-52、1969.
小林啓美・鏡味洋史	地盤のちがいによる建築物設計震度の分布	基礎的調査報告書中間報告総括編、53-54、1969.
小林啓美・鏡味洋史	地震による建築物被害の予測と中高層建築物の耐震性について	基礎的調査報告書、143-223、1971.

また、これらの成果は建築学会論文報告集¹⁰⁻¹²⁾に投稿し、転出後の1976年に学位論文「地盤の構成に基づくサイスミックゾーネーションに関する研究」としてまとめることができた。

6. SMAC 設置点の微動観測・万博会場の微動観測

高層建築の動的解析には El Centro, Taft など米国の記録が用いられてきたが、SMSC 記録が日本各地で蓄積されるようになると、建設地の地盤にあった強震記録を用いるべきとの気運になってきた。強震記録のスペクトルとその設置点での微動のスペクトル形状が類似していると金井の指摘から、微動により類似の強震記録を選定することが考えられた。

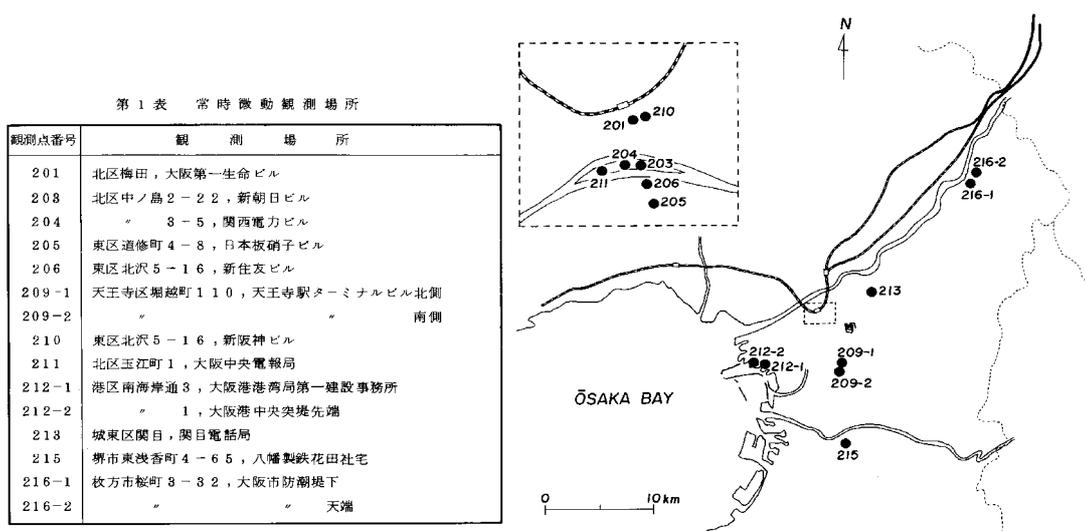


図 3 大阪における SMAC 強震観測点

いる。SMAC 設置点の地盤状況を把握するため強震記録の得られていない設置点も含め全点微動観測を通じて明らかにしようとするプロジェクトが金井先生を代表者とする科研が実施され、地方ごとに手分けして実施された。小林先生は大阪府を担当され、玉松さんと小生が同行して 1967 年 3 月に観測に出かけた。東名高速がまだなく国道 1 号線を 1 日ががり大阪へ向かった。観測点を図 3 に示す。都心部の、第一生命、新朝日、関西電力、日本板硝子、新住友ビルの他、天王寺駅、などである。動的解析でよく用いられた大阪 205 は日本板硝子ビルのもので 1963 年越前岬沖地震の記録である。

1968 年 10 月 18～21 にかけて大阪千里丘陵の建設地で微動観測を行った。各パビリオンの整地工事が行われていた。短期間の仮設構造物ではあるが耐震設計が要求され動的解析のための強震動を選ぶための基礎資料作りであった。報告書を作成したはずであるが、手元には残っていない。パビリオンの名前はいくつか覚えているが、万博そのものには行っていない。

7. えびの地震調査

えびの地震は 1968 年 2 月に宮崎県、鹿児島県にまたがるえびの地方で群発地震が発生し、2 月 21 日に $M=6.1$ の本震が発生した。研究室では早速現地調査に出かけることとし、長橋さん、瀬尾さんと小生の 3 人で 1968 年 3 月 25 日から現地調査にでかけた。課題は木造建築物の被害が集中した京町地区を中心に木造建築物被害の実態を悉皆的に調査し、個別の建物ごとに部位別の被害が全体の被害、全壊、半壊、傾斜、一部破損の区分に影響しているのか、被害の空間分布はどうであるかを明らかにすることであった。調査範囲は図 4 に示す、京町でメッシュに区切り手分けして 1 件ずつ調査を行った。調査票を図 5 に示す。

調査行は 3 月 25 日東京を出発し夕方京町着、京町の町並みを下見、翌 26 日は加久藤の小学校、柳水流を調査した。28-30 日は京町地区の戸別調査を 3 人で手分けして実施した。



図 4 えびの地震調査地域

35-11		35-12		35-13		35-15		35-16	
基礎	土	柱	梁	床	壁	屋根	外壁	基礎	土
基礎	土	柱	梁	床	壁	屋根	外壁	基礎	土
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/

図5 悉皆調査に用いた調査票

宿泊したのは国民宿舎「やたけ荘」で鉄筋コンクリート造であった。ロビーの壁には亀裂が走っていたが平常通り営業をしていた。東京大学地震研究所の村上雅也先生を団長とする調査団と同宿であった。最初の晩の夕食に鯉のアライがでた。被災地でこんご馳走が出るとは予想もしておらず感激した。次の日も、次の日もアライが堪能したが、結局このメニューは滞在中変わらなかった。東隣の小林市は鯉の養殖で有名などころあり、身近な食材だったようである。

31日は午前中最後の調査を終え、午後列車で博多に向う事になっていた。丁度其の朝、4月1日朝日向灘で別の地震（日向灘地震、M=7.5）が発生した。延岡方面が被災地のようである。せっかく九州に来ているので、行先を変更し延岡方面に向かおうか悩んだが、結局予定通り博多に向かい、一晚、瀬尾さんの実家にお世話になった。

えびの地震の調査のとりまとめを進めていたが、5月26日に十勝沖地震が発生した。この地震はえびの地震よりも大きく被災範囲も広い。現地調査に始まり急に忙しくなり、周囲の注目も十勝沖地震に注がれるようになった。えびの地震については、すっかり脇においやられてしまった。従って、えびの地震については口頭発表を含め全く成果を発表していない。しかし、この地震では木造建築物を中心に甚大な被害が出ており、もう少し丹念に解析しておけばよかったと悔やまれる。十勝沖地震で世間の注目が鉄筋コンクリートの剪断破壊に向けられたことも事実である。小林先生の被害調査写真・スライドのアーカイブにネガアルバムが残されている。典型的な被害例を写真1に掲げておく。



写真1 えびの地震の被害写真

8. 十勝沖地震調査

1958年5月26日に発生した十勝沖地震はM=7.9と本格的な海溝型地震で北海道から東北にかけて広い範囲が被災域となった。第1回目の調査は5月19日から26日の日程で東北地方に出かけた。メンバーは小林先生、瀬尾さん、小生の3人で小林先生の観測車「ボンゴ」で出かけた。被災地の悪路を走ると言うことで、車載のスペアタイヤの他もう一つ予備にタイヤを購入し荷台に積んで行った。周到な準備であるが、現場では幸いスペアタイヤのご厄介になることはなかった。しかし、戻ってタイヤをおろす時、ホールをとめるボルト穴の数が異なる事に気が付いた。実は全く互換性のないものだった。調査中は全く気づかず安心しきっていた。単なるお守りになっていたのである。

国道4号線は被災地を通過することから、用心し奥羽線沿いの13号線周りのルートで青森に向かった。最初の宿は新庄で温泉を探して泊まった。翌19日は浅虫温泉に泊まり、下北半島を北上した。陸奥湾沿いの道は「むつはまなすライン」と称されている観光路線になっていたが、幅が狭く「はばなし」ラインであった。道はまっすぐの直線道路であるが起伏が激しく、遠くの対向車が突然消えたり出現したりするのには驚かされた。むつ市役所は3階建ての3階の半分が潰れていた(写真2)。むつを更に北上し陸奥関根付近で機関車が顛覆しているのに出くわした。日が暮れ、大畑で駅長に聞いた宿「海遊館」に泊まった。海岸のイカ釣りの漁火が見える宿で、イカが格別であった。あとは、南下し三沢、五戸、八戸のいわゆる「三八五」地域を回り、五戸に投宿した。岐路は台温泉に1泊し帰郷した。以後、調査行では極力温泉を探して宿泊した。



写真2 1968年十勝沖地震による「むつ市役所」の被害

調査地をまわった。第一印象は学校、役場などの鉄筋コンクリート造の建物が軒並み大きな被害を受けていることである。一方、同じ敷地内にある老朽化した木造校舎は無傷である。つい、2ヶ月前見た「えびの地震」では木造建物のみが大きな被害を受け学校などRC構造は軽微な被害であった。地震被害の複雑さを思い知らされ、現地を見ることの重要性を痛感した。

第2回の調査は8月6日から13日にかけて、被災地の建物の微動観測に出かけた。往路では台温泉に泊まり、十和田市には7日から9日まで滞在し市内のRC建物の微動悉皆調査を行った。微動から固有周期、減衰定数を求めようというものである。大畑へ足を延ばし、前回の宿に泊まった。

10月28日から11月2日にかけて、青森の微動調査に出かけた。今回は広松さんが同行した。新潟地震で強震記録が得られた秋田県庁、津軽平野の建設中の長泥橋、などを中心に微動測定を行った。長泥橋では田治米先生らのグループが弾性波探査を行うなど資料が整っていたからである。

9. 八戸地下構造探査

1968年十勝沖地震の際八戸港湾で強震記録が得られた。この強震記録には周期2.5秒にピークを持つ大きな加速度記録が得られた。高層建築の動的解析にとって2.5秒の卓越は脅威であり、この2.5秒が何に起因するかが大きな問題となり、強震観測点の深い地下構造探査が計画された。1970年7月21日から27日にかけて八戸において発破実験が行われた。発破は北大の田治米先生が担当され岡田広先生が番頭役をされていた。北大の酒井先生は総元締めで夏の暑い最中であつたが正装され現場を回り「やあご苦労さん」と声をかけておられた。これらの先生とお会いできたよい機会であつた。我々の役目は地震計の設置位置の位置を正確に測量することで、小林先生とトランシットを担いで、遠くの煙突を基点にして測量を行った。小生は4年生の時の測量学の実測を少しやっただけで専ら小林先生の助手役を務めた。あと、小生の役は観測点の地震計の見張り役であり、製紙工場の原木の積まれた間の観測点だった。原木には蚊が群がっている、そこへ「新しい食材の」人間がいったので格好の蚊の餌食になり格闘した。また日中は暑くのどが渇く、守衛所の横に水道の蛇口があり飲みに行ったが、守衛に見つかり工業用水だから飲むなといわれた。しかし、余りの渇きに守衛が離れた隙に思う存分飲んだ。

結果を岡田(1971)¹³⁾の報告より図6に示す。SMAC強震計設置点の基盤深さは約400mでありS波速度構造から卓越周期は2.5秒となった。強震記録との比較を行い日本建築学会関東支部のシンポジウムで、「地盤の物理探査結果による強震記録の一つの解釈」と題して発表を行った¹⁴⁾。

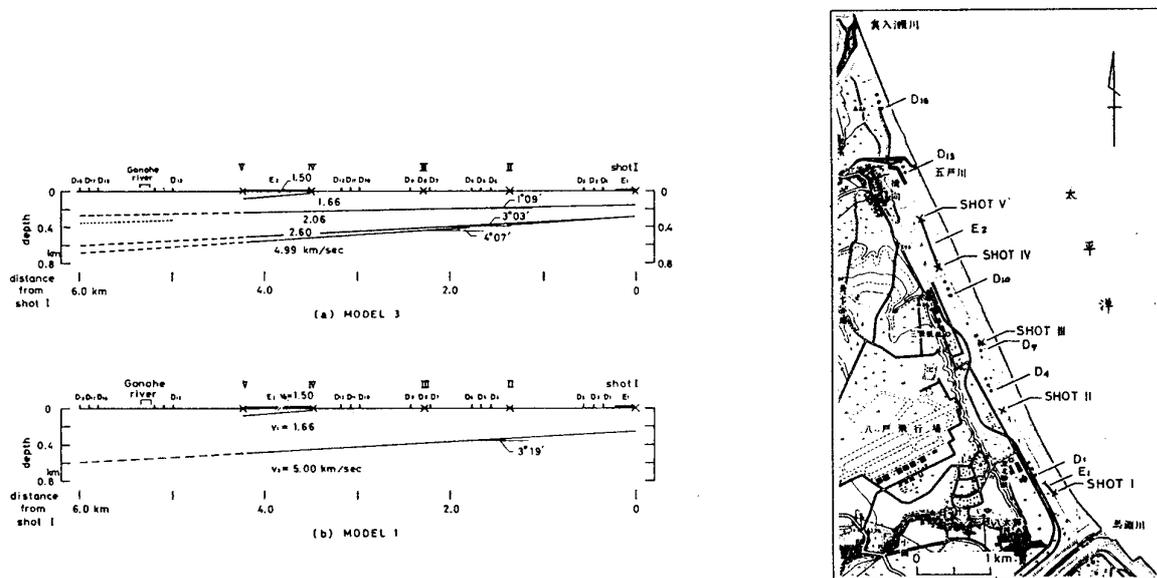


図6 弾性波による八戸市の基盤構造 (岡田 1971¹³⁾)

10. 茨城県浪逆微動観測

茨城県潮来町に浪逆という干拓地があり、さらに干拓が進められていた。干拓地の土地利用計画を立てるために微動を利用しようと言うものである。1971年4月に1泊2日で観測に出かけた。狭い地域ではあるがスペクトルのピーク形状に大きな差異が見られ、これをもとにゾーニングマップを作成し、土地利用においてはこれらのピーク周期を避け建物階数を決めるべきであると提案した。結果は日本建築学会の大会で発表している¹⁵⁾。

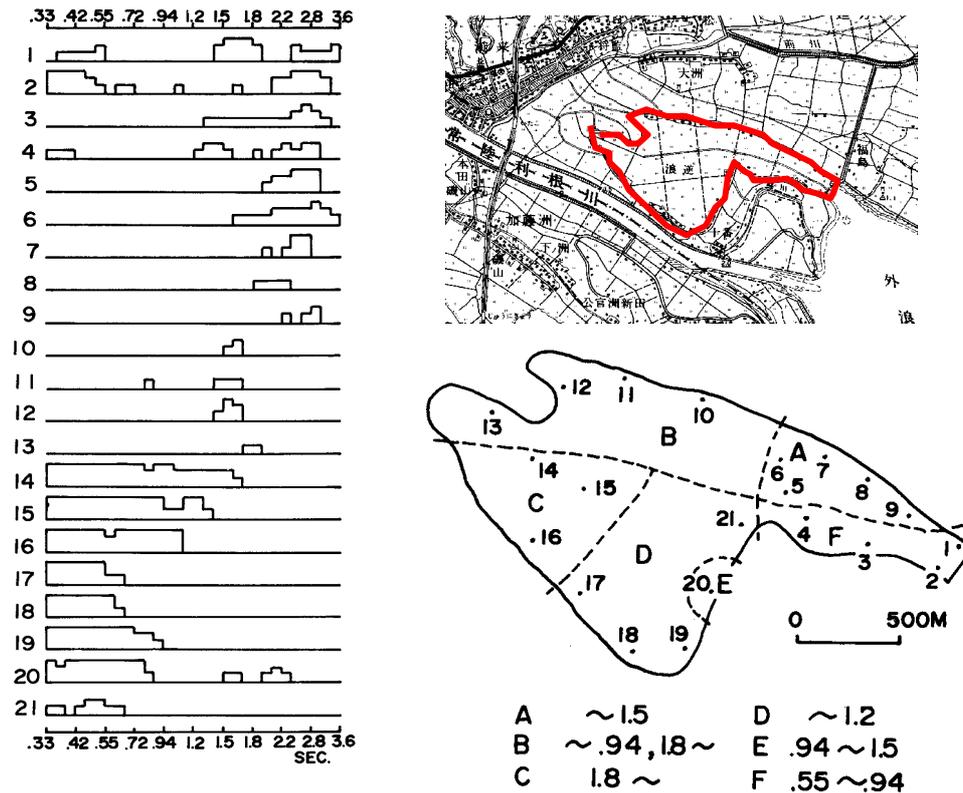


図7 茨城県潮来町浪逆での微動観測

1 1. 過去の地震被災地微動観測（濃尾、福井、東南海）

過去の被害地震で集落ごとの被害率の求められている地震について微動観測を系統的にやろうということになった。被害率分布が詳細に求められている地震として、1891年濃尾地震、福井地震、東南海地震があげられそれらの被災地を対象とした。微動観測は1972年に1月に濃尾平野を、3月には東南海地震を対象に豊橋、菊川地区を、73年3月には福井平野に行った。

各観測点ごとにスペクトルを求めピーク周期に着目して整理を試みたが、被害率との関係など見出すことはできなかった。結局計っただけで目に見える成果とはなっていない。

1 2. 八丈島近海地震調査

1972年12月4日八丈島でM=7.2の地震があった。直後の調査ではなく3月23日から小林先生と調査に出かけ微動観測を行った。往きは羽田から飛行機で行ったが、帰りは強風のため欠航。急遽船便で帰る事にした。強風下での船は相当ゆれ、ずっと甲板にいた。

1 3. SMAC設置点の微動観測（東北・北海道）

強震計SMACの設置点は年々増加していた。微動観測を通じて強震記録のスペクトル形状を推定しておき、将来に備えようとするものである。1972年8月に北海道、11月に東北から新潟へとでかけた。8月の北海道行きはフェリーを利用し、東京港から釧路まで2昼夜かけ出かけた。

観測記録はA/D変換しフーリエスペクトルをとり設置点ごとに図面を作成した。作業量

は多大なものだったが系統的な解析は何もしなかった。従って、論文や報告書の類は一切残っていない。

14. 東京～銚子の微動観測

1973年東京から銚子へかけての微動観測を行った。関東平野の東端の銚子の犬吠埼では岩盤が露出していることが知られており、東京から銚子に向かって基盤が浅くなっていることを予想しての観測だった。この結果についてもどこにも報告していない。

15. 原発候補地の微動観測

1973年小林先生はギリシャ・テサロニキに長期出張中であつた。以前より電力より依頼され原発の候補地の微動観測を行っていた。微動観測をスペクトルを求め、その形状の類似している他の地点の強震記録を探すというプロセスだった。小林先生は岩手県田野畑村などへ出かけられ、その記録の解析を行ったことを記憶している。先生の長期出張中、先生の名代として、能登白丸、青森県市浦村、徳島県阿南町に微動観測にでかけた。

16. 第5回世界地震工学会議

世界地震工学会議は4年ごとに開催されている。第4回はチリのサンチャゴで開催され、小林先生と連名で卒業論文の延長を投稿した。しかし、その当時はマイナーだった地盤に関する論文の大半は採択されなかった。小林先生は採択されなかった論文をそのまま印刷され冊子にされた。この論文はその後開催された第1回マイクロゾーネーション会議にほぼそのまま投稿し、小林先生がシアトルで発表された¹⁶⁾。

第5回にはその後の川崎、江東地区でのゾーネーションの話を加え投稿し、採択された¹⁷⁾。初めての海外旅行であり、団体パックの一番安い近畿日本ツーリストの15日間の選んだ。当時は個人のディスカウントはなく正規料金になり、団体旅行に乗っかる他はなかった。この旅行は、ロンドン・パリ・ジュネーブの観光旅行が入っており、それらの国に立寄る理由が要求された。金がないからは理由にならず、結局教会建築における架構構造の調査ということにした。スイスはスキップしパリからローマへ別行動し夜行列車で向かった。那須先生、田中貞二先生などと一緒に、神戸大の河村廣さんと同室であつた。小林先生とはローマで久しぶりにお目にかかった。先生の名札は Greece になっていた。

発表は Earthquake Ground Motions and Zonation というセッションで、Zonation と銘打つセッションが設けられたのこの会議が初めてであつたとのことである。Chairman は金井先生でほつとした。講演の途中、金井先生が寄ってきて、小声で「もう少し、ゆっくり喋るように」と言われた。即座に「はい」と答えたのが大きくマイクに入り失笑をかった。イタリア語への同時通訳をしており通訳からクレームが入ったからである。

17. むすび

以上、個人的な備忘録のようなものになってしまった。卒業論文で始めた重複反射による計算は地盤の応答問題、地域の地震動の面的な計算となりゾーネーションへと発展させることができた。作業を進める中で川崎市地震専門部会のお世話になった部分は大きい。1968年のえびの、十勝沖地震の調査から得るものは大きかった。後半では、微動観測を精

力的に各地で実施した。個別の点でのスペクトルのピークに着目した解析を進めたが、うまくまとめることができず、論文としたものはない。しかし、後の八戸での共同観測でとられた測線上での変化に注目した解析、新潟での振幅の空間変化に着目した解析への布石とはなっている。

参考文献

- 1) 多治見宏:波動法による高層建物の地震応答の求め方、建築振動学、コロナ社、119-125、1965.
- 2) 金井清:新潟地震の強震記録について、新潟地震調査概報、東京大学地震研究所、106-108、1964.
- 3) 小林啓美・鏡味洋史:波動理論を用いた成層構造の地震応答数値解析について、日本地震工学シンポジウム論文集、2、15-20、1966.
- 4) 鏡味洋史:基盤における地震動の性質についての一考察、自然災害科学総合シンポジウム講演論文集、4、136-139、1967.
- 5) 鏡味洋史・小林啓美:水平な多層地盤でのS波の重複反射による増幅、日本建築学会論文報告集、173、31-36、1988.
- 6) 小林啓美:地震工学:建築構造学大系1、彰国社、164-168、1968.
- 7) Shunzo Okamoto: Introduction to Earthquake Engineering, Univ. Tokyo Press, 127-128、1973
- 8) 鏡味洋史:釧路での微動観測、小林啓美先生退官記念文集、136-137、1986.
- 9) 大沢胖(代表者):広尾沖地震における釧路の強震記録と構造物の被害について、科研報告書、130pp、1969.
- 10) 鏡味洋史・小林啓美:関東地震の川崎における地表面の加速度分布(地盤と木造建築物地震被害率)、日本建築学会論文報告集、176、17-22、1970.
- 11) 鏡味洋史・小林啓美:関東地震の東京東部における地表面の加速度分布、日本建築学会論文報告集、184、41-50、1971.
- 12) 鏡味洋史・小林啓美:基盤に到達する地震波について(東松山地震1968.7.1と八丈島東方沖地震1972.2.29の例)、日本建築学会論文報告集、220、19-28、1974.
- 13) 岡田廣:弾性波による八戸市の基盤探査、北海道大学地球物理学研究報告、26、147-167、1971.
- 14) 鏡味洋史:地盤の物理探査結果による強震記録の一つの解釈、日本建築学会関東支部シンポジウム、1971.
- 15) 鏡味洋史・小林啓美:地盤の震動性からみた地区計画(地盤常時微動と建築物周期分布)、日本建築学会大会梗概集、659-660、1971.
- 16) Hiroyoshi Kobayashi and Hiroshi Kagami: A Method for Local Seismic Intensity Zoning Maps on the Basis of Subsoil Conditions, Proceedings of the International Conference on Microzonation for Dafer Construction Research and Application, 513-528, 1972.
- 17) Hiroshi Kagami and Hiroyoshi Kobayashi: A Local Seismic Intensity Zoning Map Based on Subsoil Conditions, Proceedings of the Fifth World Conference on Earthquake Engineering, 2, 1636-1639, 1973.

「震災予防調査会報告」から学ぶこと

鏡味洋史

1. はじめに

震災予防調査会は 1891 年濃尾地震を契機に発足し 1923 年関東地震を契機に東京帝国大学地震研究所が開設されるまでの 30 余年に亘り活動し、その成果は 101 号に及ぶ震災予防調査会報告として多くの論文、報告を残している。筆者はこれまで、既往の地震について考察する際、貴重な文献として多くを参照してきた。

筆者の勤務する北海道大学図書館には一部欠号があるが 1 号から 101 号まで揃っている。時々借出し活用していたが、退職を 1 年後に控え 2006 年 4 月一念発起し全巻を目を通すことを思いついた。早速数号ずつ合本されているものを借出し作業に入り、自分の研究に関連性が多いと思われる部分のコピーをとることとした。コピーは瞬く間に膨大な量となり途中からスキャンし PDF ファイルとすることとした。コピーは終了したが読む方は遅々として追いついていない。小論は、興味深く読んでみた部分についてのまとめである。取り上げ方には系統性もなく、自身のいわばメモである点をお許し願いたい。

2. 震災予防調査会の発足と 18 の研究項目

震災予防調査会の発足からの歴史的説明については藤井の「日本の地震学」¹⁾、宇佐美・浜松の「日本の地震および地震学の歴史」²⁾ に詳しく書かれている。

震災予防調査会報告第 1 号では、まず最初に会の組織、委員構成、が述べられ、次いで本会調査事業の概略が述べられている。そこでは、「震災ノ災害ヲ予防スヘキ手段ヲ調査」を目的に掲げ、地震の予知と、災害の最小にする計画の両面を理学と工学の両面から進めるとし、次の 18 項目を着手すべき事業として掲げている。

- 第一 地震、海嘯、噴火、破裂等ニ付テ事実ヲ蒐集スルコト
- 第二 古来ノ大震ニ係ル調査即地震史ヲ編纂スルコト
- 第三 地質学上ノ調査
- 第四 地震動ノ研究ヲスルコト
- 第五 地震伝播速度ヲ測定スルコト
- 第六 地面ノ傾斜ナラビニ「パルセイション」ヲ測定スルコト
- 第七 地上及地中ノ震動ヲ比較スル研究
- 第八 全国ノ磁力を実測シ等磁力ノ配布ヲ測定シ且地磁気観測所ヲ設置シ其ノ変遷ヲ観測スルコト
- 第九 地下ノ温度ヲ観測スルコト
- 第十 重力ノ分布及其変遷ヲ測定シテ地殻抑圧ノ変化ヲ研究スルコト
- 第十一 緯度ノ変位ヲ観測シ及ビ水準ノ変遷ヲ調査シ地歪ノ漸進ヲ観察スルコト
- 第十二 構造材料ノ強弱ヲ試験スルコト
- 第十三 各種ノ耐震家屋ヲ計画シ之ヲ本邦地震ノ多キ地方ニ建設スルコト
- 第十四 構造物ノ雛形ヲ作り人為ノ震動ヲ与ヘテ其強弱ヲ試験スルコト
- 第十五 現今ノ構造物中ニ付震災ニ関係アルヘキモノヲ予メ調査シ置クコト

- 第十六 各種ノ地盤上ニ於テ地震動ノ多少ヲ比較測定スルコト
 第十七 地震動ヲ遮断スルノ試験ヲナスコト
 第十八 調査報告ヲ出版シ広く頒布スルコト

これらの項目はどれをとっても現代に通ずるものである。

3. 被害報告がなされた被害地震

1891年濃尾地震を契機に調査会が発足したことから、最初は濃尾地震の多方面からの報告から始まっており、第1号(1893)から報告されている。翌1894年3月には根室沖地震が発生している。この地震は発足後初めて起きた本格的な被害地震であり、辺境の地震にもかかわらず詳細な被害調査が行われ報告がなされている。またこれを受けて、大森房吉の北海道の既往の地震についての詳細な報告もある。同年6月には東京湾北部の地震があり東京を中心に建物被害があり詳細な報告がなされている。さらに同年10月には庄内地震、1896年6月には三陸地震津波、同年8月には陸羽地震と大地震が続き、調査報告が続く。震災予防調査会報告で取り上げられた被害報告の一覧表を表1に示す。

表1 震災予防調査会報告 地震調査報告一覧

年月日	地震名	論文名
1854.07.09	安政元年夏の地震	今村明恒：安政元年夏の地震、77、1-16、1913.
1872.03.14	浜田地震	今村明恒：明治五年濱田地震、77、17-42、1913.
1891.10.28	濃尾地震	原口要：濃尾地震ノ鉄道ニ及ボシタル震害調査報告、1、33-40、1893.
		江藤：愛知県震災報告、2、8-69、1894.
		福井県：福井県震災景況、2、69-101、1894.
		大森房吉：明治二十四年十月二十八日濃尾大地震ニ関スル調査、28、79-95、1899.
1894.03.22	根室沖地震	大森房吉：北海道地震ニ関スル報告、3、27-35、1895.
		大森房吉：同上記録調査ニ関スル報告、3、37-46、1895.
		石井敬吉：同上構造物震災調査ニ関スル報告、3、47-67、1895.
		北海道庁：地震其他地異彙報、3、142、1895.
1894.06.20	東京湾北部の地震	警視庁：地震其他地異彙報 東京附近ノ地震、3、142-170、1895.
		辰野金吾・他：東京附近地震被害建物等調査ニ関スル報告、4、13-90、1895.
		吉見鎮之助：同上被害橋梁調査ニ関スル報告、4、91-92、1895.
		真野：東京附近地震被害工場烟突ニ関スル報告、5、1-14、1895.
		山崎定信：東京地震被害建物実況調査報告、7、31-47、1895.
		大森房吉：明治二十七年六月二十日東京激震ノ調査、28、71-78、1899.
1894.10.22	庄内地震	大森房吉：山形県内地震調査ニ関スル報告、3、79-106、1895.
		中村達太郎：同上震災地巡回取調ニ関スル報告、3、107-116、1895.
		曾根達蔵：同上震害家屋取調ニ関スル報告、3、117-130、1895.
		田山實：古来出羽ニ於ケル大地震記事、3、131-133、1895.
		辰野金吾：山形県下震災被害建物調査報告、7、4-30、1895.
		小藤文次郎：庄内地震ニ関スル地質学上調査報告、8、1-22、1896.
		野口孫市：山形県下震災後建築視察調査、9、6-31、1986.
1896.06.15	三陸地震津波	伊木常誠：三陸地方津波実況取調報告、11、5-34、1897.
1896.08.31	陸羽地震	山崎直方：陸羽地震調査概報、11、50-74、1897.
		巨智部忠承：秋田県震災調査報告、11、75-83、1897.
		中村達太郎：陸羽震災地巡回報告、11、84-91、1897.
		曾根達蔵：岩手秋田両県下震害家屋調査報告、11、92-104、1897.
		震災予防調査会：震害家屋ノ修繕ニ就テノ注意、11、105、1897.
		地方庁：陸羽地震彙報、11、109-139、1897.
		今村明恒：明治二十九年ノ陸羽地震、77、78-87、1913.
1897.01.17	長野県北部の地震	長野測候所：地震彙報、21、71-95、1898.
1897.02.20	仙台沖の地震	木村駿吉：仙台市及附近震災被害調査報告、21、51-56、1898.
		宮古測候所：地震彙報、21、95-100、1898.
1897.06.12	印度アッサム地震	中村達太郎：印度震災地巡回報告、22、3-50、1898.
		小山友直：印度アッサム地方震災実況調査報告、25、3-17、1898.
1898.08.10	福岡市付近の地震	伊木常吉：福岡地震調査、29、5-10、1899.

1899.03.07	紀伊半島南東部の地震	曾根達蔵：大阪地方震害調査報告、32、105-119、1900.
1900.05.12	宮城県北部地震	菊地勇治郎：明治三十三年五月十二日陸前地震調査報告、35、85-105、1901.
1900.11.05	御蔵島・三宅島付近の地震	福地信世：明治卅三年十一月五日豆南諸島ノ地震ニ関スル報文、38、39-53、1902
1904.04.24	台湾南部西沿岸の地震	台北測候所：明治三十七年四月二十四日台湾南部西沿岸ノ強震報告、49、51-52、1905.
		佐野利器：台湾震災調査報告、51、1-40、1905.
1904.11.06	台湾嘉義地方の地震	大森房吉：台湾地震調査一斑、54、1-223、1906.
1905.06.02	芸予地震	今村明恒：明治三十八年六月二日芸予地震調査報告、53、2-22、1905. 八谷彪一：廣島地震ニ就テ、53、29-32、1905. 小藤文治郎：芸予地震の震源地、53、33-38、1905. 曾根達蔵：廣島愛媛二県下震災建築物調査報告、53、39-74、1905. 田辺朔郎：廣島県下ニ於ケル震災調査報告、53、39-74、1905. 中央気象台：芸予地震彙報、53、80-86、1905.
1906.06.07	伊豆大島近海の群発地震	福地信世：伊豆大島ノ地震ニ関スル地質学上ノ観察、53、87-95、1906. 東京府・静岡県：伊豆大島地震彙報、53、96-97、1906.
1909.08.14	江濃地震	小藤文治郎：地質学上ノ見地ニ依ル江濃地震、69、1-15、1910. 曾根達蔵：近濃震災地出張報告、69、17-25、1910. 田辺朔郎：近江震災報告、69、27、1910. 石黒五十二：滋賀岐阜両県管内震災実地調査の概報、69、29-31、1910. 今村明恒：明治二十四年姉川地震調査報告、70、1-63、1910. 佐野利器：江州地震調査報告、70、65-84、1910.
1911.06.15	喜界島地震	今村明恒：明治四十四年ノ喜界島地震、77、88-102、1913.
1914.01.12	桜島噴火に伴う地震	内田祥三：鹿児島地震ニ於ケル建築物被害調査報文、80、1-33、1915.
1914.03.15	仙北地震	今村明恒：大正三年秋田県仙北郡大地震調査報文、82、1-30、1915. 碧海康温：大正三年秋田県仙北郡ニ発シタル地震ニ就キテ、82、31-36、1915. 大橋良一：大正三年秋田地震ニ就キテ、82、37-42、1915.
1918.02.13	汕頭地震	近藤久次郎・寺本貞吉：大正七年二月十三日汕頭地方大地震報告、89、1-11、1918.
1918.11.11	大町地震	堀越：大町地方震災後家屋建築及修理ニ関スル注意、94、13-15、1920. 大森房吉：大正七年信州大町地方激震調査報告、94、16-69、1920. 坪井誠太郎：信州大町地震調査概報、98、13-22、1922. 大森房吉：大正七年信州大町地方激震調査報告（第二回）、98、23-30、1922.
1922.07.08	島原地震	大森房吉：島原地震調査報告、99、1-11、1925. 堀越：島原地震後家屋建築及修理ニ関スル注意、99、19-21、1925.
1922.04.26	浦賀水道の地震	警視庁：大正十一年四月二十六日東京市内被害調査報文、99、22-31、1925. 神奈川県警察部：大正十一年四月二十六日ノ地震ニ於ケル被害状況、99、32-44、1925.
1923.09.01	関東地震	100号甲 本会の調査事業、今村：関東大震災調査報告、中村：関東大震災調査報告、小幡：関東地震山梨埼玉両県下調査報告、松沢：木造建築物ニ依ル震害分布調査報告、保田：関東大震災ノ余震観測結果報告、中村：伊豆大島ニ於ケル余震記録、那須：土地の震動性能調査報告、阿部：関東大震災特ニ鶴沼別荘地ニ於ケル状況、大正十三年一月十五日神奈川県地震調査報告 100号乙 加藤：大正十二年九月一日関東地震ノ地質学的考察、山崎：関東地震ノ地質学的考察、大村：関東地震ニ伴ヘル陸地水準変更調査、内田：関東地震ニ因ル相模湾底及附近地形ノ変化調査報告、寺田：相模湾海底変化ノ意義并ニ大地震ノニ関スル地球物理学的考察、中村：伊豆国大島三原火山ノ調査、諸戸：地震ト山地ノ崩壊トニ就イテ、松澤：根府川山崩調査報告、今村：根府川方面山津浪調査報告、鈴木：北海道西部及ビ紀伊半島東部ノ海岸ノ変動ニ関スル調査概況、今村：房総半島ニ於ケル土地ノ隆起、井上：関東大地震ニ伴ヘル地変調査予報、池田：伊豆安房方面津浪并ニ初島地変調査報告、山口：相模湾カラ起ツタ津浪ノ伝播ニ関スル調査報告、各地験潮儀記録并ニ潮候異常等通報蒐録 100号丙上 北沢：木造被害調査報告、佐藤：煉瓦造被害調査報告、内田・伊予田：煉瓦造数個被害調査報告、内藤：鉄骨造被害調査報告 100号丙下 永田：鉄筋「コンクリート」造被害調査報告、土居：「コンクリート」被害調査報告、尾崎：建築材料被害調査報告、堀越：建築設備被害調査報告、田中：横浜市ニ於ケル被害建築物調査報告 100号丁 物部：土木工事震害調査報告、物部：煙突并ニ搭状構造物震害調査報告、物部：横浜市内道路橋震害調査報告、田邊：箱根地方ニ於ケル震害ト其復旧報告、那須：国有鉄道震害調査報告、小川：東京市上水道震害調査報告、竹中：工場ノ震害ニ就テ、澁澤：震災ニ因ル電気工作物ノ被害状況、稲田：震火災ニ因ル有線及無線電信電話ノ被害

		100号戊	緒方：関東大震災ニヨル東京大火災、中村：大地震ニヨル東京火災調査報告、井上：帝都大火災誌、寺田：大正十二年九月一日ノ旋風ニ就テ、竹内：大正十二年九月大震火災ニ因ル死傷者調査報告、片山・大島：学校研究所等ニ於ケル危険薬品ニ關スル注意、諸戸：防火用樹木ニ就テ、今村：関東地震ニ因レル各地方火災、火災地方ヨリノ飛来落下物景況ニ関シ各地方ヨリノ回答蒐録
1925.05.23	北但馬地震		今村明恒：但馬地震調査報告、101、1-29、1927.
			山崎直方：但馬地震震源調査報告、101、31-34、1927.
			松澤：豊岡町震火災調査報告、101、35-38、1927.
			那波：但馬地震鉄道被害調査報告、101、39-40、1927.
			谷口忠：但馬地震建築物被害調査報告、101、41-62、1927.
			但馬地方震後ノ家屋建築及修理ニ關する注意、101、63-67、1927. 木造小学校建築耐震上ノ注意、101、69-76、1927.

4. 1894年3月22日の根室地震

大森房吉の報告では、震度分布、震動の方向、海嘯の現象、余震の度数・地鳴の4項目を報告している。震動が最激烈であったのは厚岸であり、10戸の全壊家屋があった。しかし、根室、釧路にては震動は少なく家屋の全壊はなく、根室における損害は殆ど煉化煙突の崩壊に起因するものであった。厚岸において家屋の崩壊したものはすべて低湿地や埋立地に限られており、丘麓にある国泰寺や丘腹の病院では全く被害がなかった。根室は厚岸よりも震源に近いが、被害が少なかったのは地質が堅硬であったためとされている。釧路においては、厚岸とは逆に、浜辺の低地においては震動弱く被害が軽微であり、丘上の郡役所では大きな被害を受けた。地震による被害の大要は根室：負傷者4人、土蔵破損26箇、煉瓦蔵破壊4箇、建物破損39箇、石蔵破損1箇、厚岸：負傷者1人、建物全壊11箇、建物半壊17箇、釧路市街及近傍地：負傷1人、圧死1人、霧多布：家屋倒壊1箇、倉庫倒壊2箇、としている。

石井敬吉は構造物被害について詳しく報告している。被害の甚しきは厚岸、根室、釧路で地震動の強弱は同程度であったが、構造物の被害は地勢によって異なるとしている。例えば、厚岸では、湾沿いの湿地や埋立地の被害が大きく、丘上では軽微であった。また早く市街の開けたところでは、家屋の老朽化が原因で被害が大きかったとしている。根室は、地盤が固く普通家屋は基礎を地中に置くのみであり、地盤に達しているものは少なく震動による影響が甚だしく、また、都会であったため、厚岸より被害が大きかったとしている。釧路では、家屋は海岸埋立地に多かったが、被害は崖上の割合が高かったとしている(図2)。さらに、根室の被害については構造種別ごとに詳細に述べている。

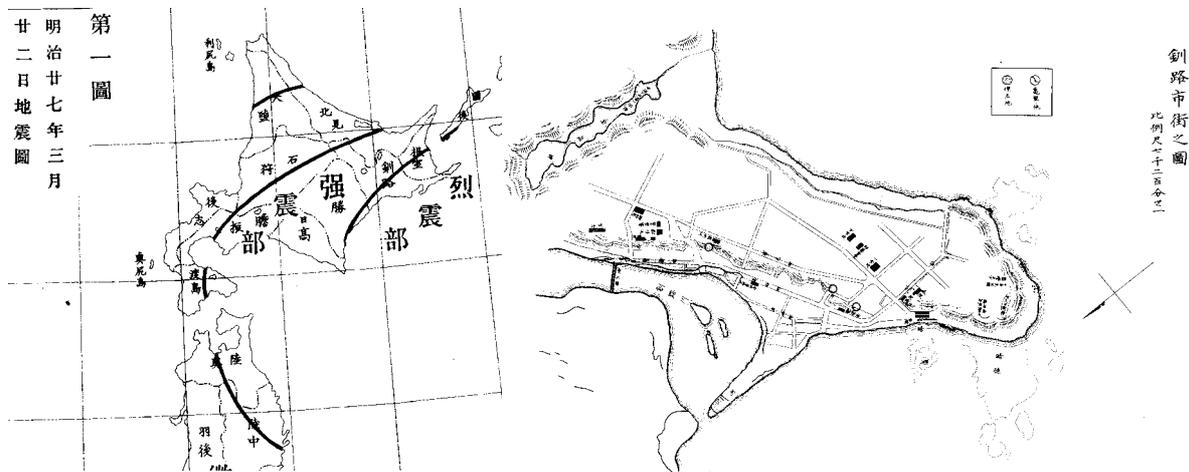


図1 1894年根室地震の震度分布(大森)

図2 釧路の被害状況(大森)

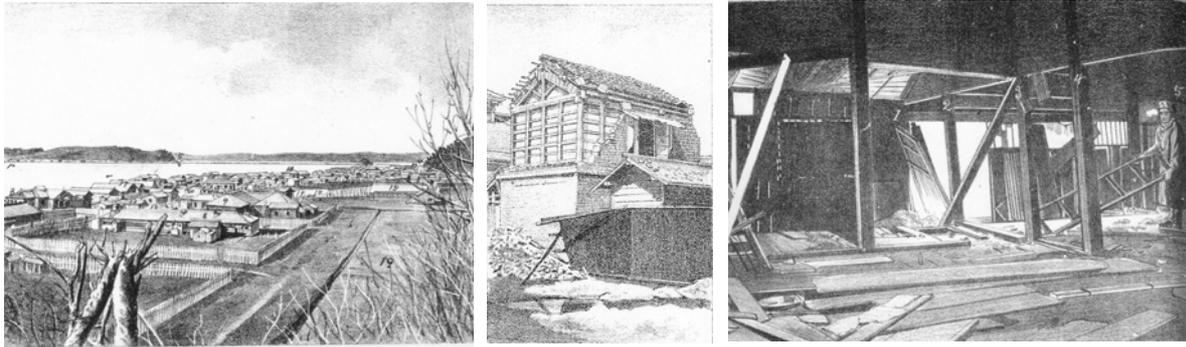


図3 被害写真（石井） 左：厚岸全景、中：根室郵便局煉瓦倉庫、右：厚岸若竹町

1894年根室地震は根室沖を震源とする海溝型の地震で1973年根室半島沖地震の一つ前の固有地震と考えられており、重要な地震である。筆者は、この地震について震災予防調査会報告のほか、当時の新聞記事などから文献調査を行っている³⁾。

5. 北海道地震記録概調査

大森房吉は根室地震の報告に続く「北海道地震記録概調査」⁴⁾を掲載し、北海道の既往の地震のまとめを行っている。まず、明治18年から27年の地震が発生するまでの期間の各地での地震回数について詳述している。さらに、各測候所、郡役所などからの過去の地震、海嘯に関する回答、古文書などから北海道の既往の地震をまとめ記している。掲げられた地震、海嘯は現在のカタログに載せられているものが大半であるが、口碑についても言及し海嘯の有り無しを記し、古老の話もまとめている。宗谷では、『古昔海嘯ノアリシコトハ宗谷枝幸両郡ニ於テ口碑ニ伝フルモ其年代詳ラナス』とあり、この地方では大きな地震の発生記録が皆無であるので、興味深い。

6. 1894年10月27日庄内地震

根室地震の約半年後、庄内地震が発生した。この地震はM=7.0の内陸地震で庄内平野に甚大な被害を生じ倒壊率が100%に近い集落が多く出現している。1948年福井地震に匹敵する高い倒壊率を示している。震災予防調査会報告には表1に示したように、7編の被害報告がなされている。曾根達蔵の「同上震害建物取調ニ関スル報告」では家屋被害の原因として次の十項目をあげており、改良方法を示している。家屋の被災原因、改良方法は以降に行われた地震調査ごとに提示されている。

1. 軟和ナ土質ナルニ拘ハラズ極メテ疎漏ナル基礎
2. 足固メナキ礎上ノ基礎
3. 無益ノ盛土
4. 不完全ナル側石ノ畳整
5. 建物ノ大且高ニ拘ハラズ構造都ニテ従来ノ日本風ナルコト（洋風建築ノ欠点）
6. 過重ナル屋根（社寺建築ノ欠点）
7. 柄及柄穴
8. 梁類ニ継キ方

9. 柱ト小屋ノ取付ケ方

10. 通フシ貫ノ柱固メ

図4は烈震域を、図5は酒田市内の被害を示す。酒田市内では死者 152、倒壊家屋 184 に対して、焼失家屋 1278 となっており、大火が発生している。黒塗りの部分は焼失区域である。

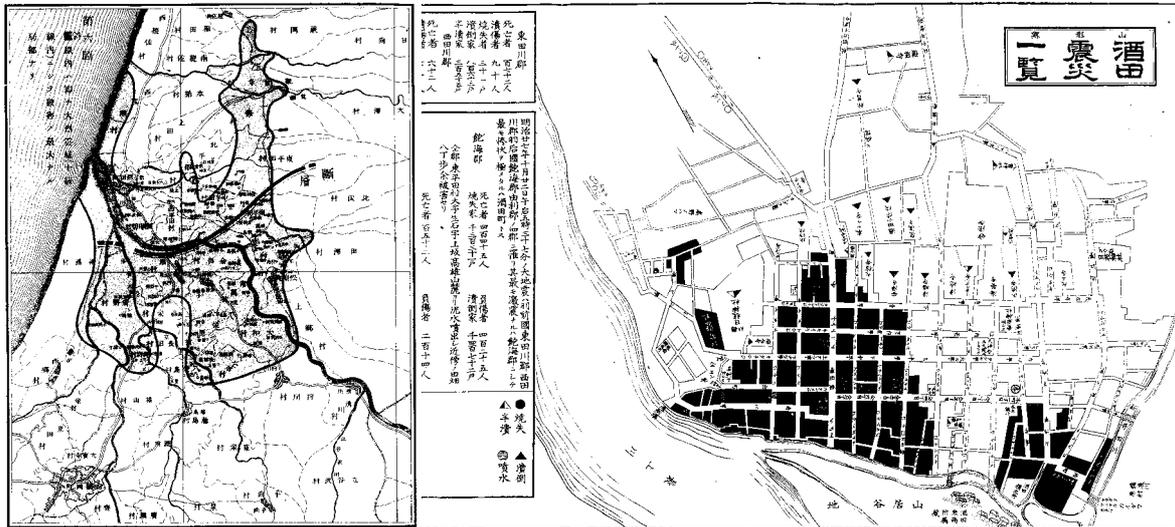


図4 庄内地震烈震域（小藤）

図5 酒田の焼失域（野口）

この地震の後、1896年三陸地震津波、1896年陸羽地震と続き、根室地震については忘れ去られたのか続報はない。

7. 北海道根室ニ建設セル改良日本風木造家屋建築仕様及図面⁵⁾

発足当時に掲げられた18の研究項目の13番目に「各種の耐震家屋を計画し之を本邦地震の多き地方に建設すること」を受けて、根室に改良日本式木造住宅が建設された(図6)。同様のものは東京深川にも建設された⁶⁾。



図6 北海道根室に建設セル改良日本風木造家屋建築仕様及図面⁵⁾

8. 1898年福岡地震

1898年8月10日に福岡の西方の糸島半島で発生したM=6.0の地震は福岡での唯一の被害地震としては知っていたが、2005年3月に福岡県西方沖地震が発生まで詳細を調べてみることもなかった。

伊木の報告では、被災域について『強震区域中最モ激震を感セシハ筑前国糸島郡ニシテ其区域甚狭シ、此内ニモ亦随所強弱の差異アリテ之ヲ「ロッシ、フォーレル」両氏ノ震度階級ニ由リ更ニ区分スルニ第七級線ハ芥屋村及小富士村ノ一部、前原村、波多江村、怡土村、今宿村、姪ノ浜村、今津村等ヲ包裹シ而シテ第八級線ハ可也村、元岡村、前原村、東北部ヲ包括シ其区域略西北西ヨリ東南東ニ向テ狭長ナル形ヲナス、第八級線内ニ於テモ可也村大字小金丸、初、津和崎ヲ経テ前原村大字泊ヲ過ギ元岡村大字田尻及今出ニ至ルー帯ノ地ハ震動殊ニ著シク家屋ノ損害ニ加フルニ地盤ノ亀裂等アリ』としている(図7)。右図には玄海島が見られるが、被害の記載はない。2004年福岡県西方沖地震では糸島半島の北部の宮浦、西浦での被害が集中している。

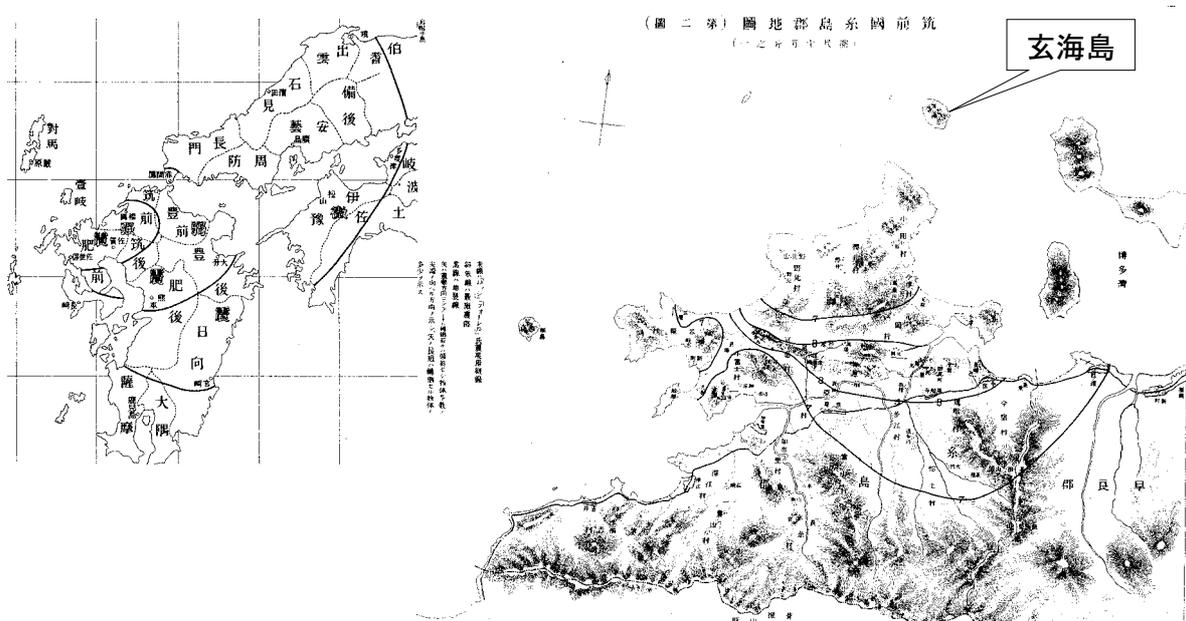


図7 1897年福岡地震の震度分布 左：微・弱・強、右：ロッシュフォーレル震度

9. 1900年陸前の地震

1900年5月12日宮城県北部の内陸で発生したM=7.1の地震である。震災予防調査会報告では石巻測候所技手菊池勇次郎の報告がある。全21頁、付図13枚からなる詳細な報告であり、郡役所、警察の被害統計を掲げている。図8は被災域を示す地図であり、現在は干拓されて消滅した、広渕沼、品井沼などが見られる。石巻の北方の鹿又村について『桃生郡鹿ノ又地方ノ如キハ何時ノ強震ニモ多少ノ災害ヲ被レリ鹿ノ又地方ニ於テハ地震柱ト称ヘテ相当ノ木材ヲ深く地中ニ打込ミ建屋裏面柱ノ添材ト為シ地震ノ動揺ニ耐ヘシメ被害ノ幾分ヲ免レントスルヲ視テモ此ノ地方カ常ニ震力ノ容易ナラザルヲ知ルニ足ルヘシ』としており、図9に示す地震柱を紹介している。



図8 1900年陸前の地震の被災域（菊池）

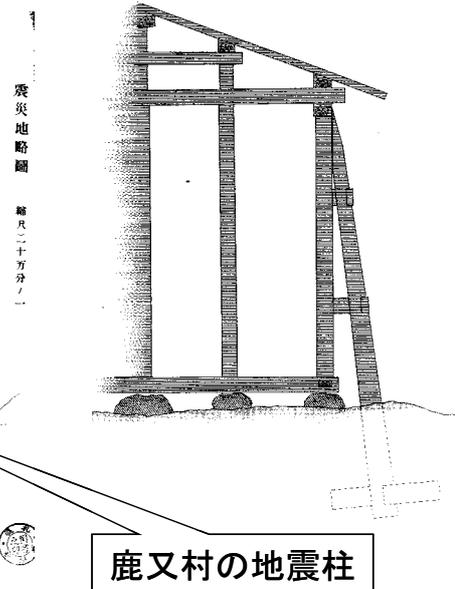


図9 鹿又の地震柱（菊池）

10. 桑港ト江戸トノ火災並ニ火災保険ニ就キテ⁷⁾

大森は1906年サンフランシスコ地震の調査に出かけており、火災について安政江戸地震の火災との比較、火災保険について5頁の短報を載せている。興味深い点を列挙しておく。サンフランシスコ地震の被害分布として『桑港市中損害ハ、海辺、河流ヲ埋立テタル地面ニ限り、其レトモ激甚ト云フ程ニ非ザリシ』とし火災が3昼夜に及び、4.1平方哩焼失しロンドン大火の6倍に達したとしている。安政2年の江戸大地震と比較し、消失面積は4倍であったが、死者・行方不明は1000名で江戸地震の7000人とは大きな違いがあることを指摘し、建築材料、都市構造の違いに言及している。桑港火災の原因として、1)電燈線の切断、2)瓦斯管の破裂、3)ランプ蠟燭の転倒、4)暖炉の転伏、5)破損せる煙突の使用、6)薬品の混合、をあげ、延焼の原因として、1)水道の鉄管の破損による送水不十分、2)同時使用のための水圧不足、3)消防主任者の圧死、4)破壊消防の失敗、5)家屋の防火設備の欠如、をあげている。また、煉瓦造の建物も火災に罹っており、窓ガラスが耐火物で覆われていない限り防火の効果がないことをあげている。このことは、1995年兵庫県南部地震の際指摘されたことでもある。

これら、サンフランシスコ地震大火からの考察が1923年関東大震災以前に行われており、東京での地震大火の危険性を指摘していたことは注目すべきである。

11. 東京大阪両市街地ニ於ケル震度ノ分布⁸⁾

表題の論文は今村明恒によるものであり、3章よりなっている。第1章「震度分布ノ考究方法」では市街各地における震度の強弱は大きく異なることを示し、それらを考究する方法として、1)土地ノ構造、2)通常ノ地震ニ於テ市街ノ各点ニ於ケル地震計観測、3)大地震ノ場合ニ於テ市街ノ各地点ニ於ケル構造物ノ破壊状況ニ依ル方法、をあげ説明している。第2章「東京ノ市街地ニ於ケル震度分布」では冒頭に『東京ニ於ケル震度ハ概略山ノ手ト下町トニ区分セラルト雖モ山ノ手ニ於テモ処々震度稍々強キ部分アリ甚シキハ下町同様ノ

埋立地アリ災害ヲ被ルコト著シ又下町ニ於テモ台地ト同様ニ堅牢ナル処一二ヶ処アリ』とし、市内の概況および安政2年江戸地震の被害を述べている。次いで、東京の沿革を述べ、各町名ごとに沿革を詳細に述べ土地の改変を明らかにしている。現在は中心市街地の中に埋もれ一様な地盤条件と思われるこれらの地点がどのように形成されていったのかを詳細に知ることができる。さらにこれらを踏まえ地域を区分し震度分布図（図11）を作成している。この震度分布図は後の1923年関東地震の際の被害分布で再現されることになる。



図10 長禄年間の江戸（今村）



図11 東京の震度分布図（今村）

第3章「大阪ノ市街地ニ於ケル震度分布」では同様に安政元年の被害状況を詳細に記載し、図12に示す震度分布図を示している。

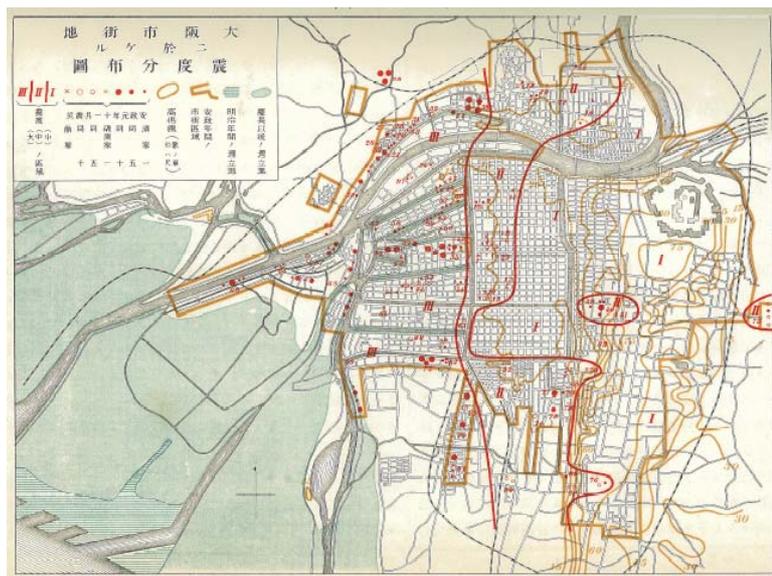


図13 大阪市街地における震度分布（今村）

12. むすび

小論では101巻におよぶ震災予防調査会報告を概観し、まず被害地震調査報告の一覧を作成した。小生が最初に本報告を利用したのは、松澤による関東地震の被害統計である。川崎市および東京江東地区の関東地震の際の地表面の地震動の推算を行っており、その結果を検証するため実際の木造建築物の被害率との比較を行った。その後、本論で説明したいくつかの事例について貴重な資料として活用してきた。

全101巻に記された情報量は莫大であり、今回紹介したものはごく一部である。書かれている内容は新鮮で、現在に通ずる指摘、考え方は少なくない。特に過去の地震被害の各地の記載は将来の地震災害を考える上で大いに参考にすべきである。暇を見て少しずつ読破していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 藤井陽一郎：日本の地震学、紀伊国屋新書、239pp、1967.
- 2) 宇佐美龍夫・浜松音蔵：日本の地震および地震学の歴史、地震第2輯第20巻記念号、1-34、1968.
- 3) 鏡味洋史：1894.3.22 根室沖地震の被害に関する文献調査、日本建築学会技術報告集、22、581-584、2005.
- 4) 大森房吉：北海道地震記録概調査、震災予防調査会報告、3、37-46、1897.
- 5) 北海道根室ニ建設セル改良日本風木造家屋建築仕様及図面、震災予防調査会報告、13、5-8、1897.
- 6) 東京市深川ニ建設セル改良日本風木造家屋建築仕様及図面、震災予防調査会報告、13、9-12、1897.
- 7) 大森房吉：桑港ト江戸ノ火災並ニ火災保険ニ就キテ、震災予防調査会報告、57、18-22、1907.
- 8) 今村明恒：東京大阪両市街地ニ於ケル震度ノ分布、震災予防調査会報告、77、17-42、1913.