

## 現地踏査・ヒヤリングに基づく 地震動の強さと木造住家の被害状況

望月利男\*・荏本孝久\*\*・松田磐余\*\*\*

### 要 約

1983年5月26日に発生した日本海中部地震(M7.7)においては、液状化現象による諸施設の被害が多く発生した。一方、墓石調査あるいは通信アンケート調査方式による各地の地震動の強さの分布が報告されている。本稿では、木造住家の被害に着目し、墓石調査による地震動の強さが比較的大きく推定され、かつ液状化現象による直接的な被害が建物に影響しなかったと考えられる、主に青森県内の約20地点および秋田県能代市の液状化集中地域において、地震後に現地踏査ならびにヒヤリングによるアンケート調査を実施し、地震動の強さと木造住家の被害ならびに家具等の被害についての検討を行ったので報告する。

### 1 はじめに

1983年5月26日に発生した秋田県能代市西方に震源をもつM7.7日本海中部地震は、秋田県秋田市から青森県むつ市に至る広範囲な地域に被害をもたらした。特に秋田県では若美町、能代市、男鹿市、八森町、八竜町、秋田市、昭和町、井川町、山本町の3市6町に、また青森県では鱈ヶ沢町、車力村、木造町、深浦町の3町1村において災害救助法が適用された。筆者らは、地震直後に被害調査ならびに墓石調査を実施し、地震動の強さの分布について検討を実施し、主に青森県内で比較的地震動の強さが大きい地区で、かつまた住家に直接液状化に結びつくような現象が見られない地区(以後、非液状化地区という)において墓地周

辺の住家についてその後ヒヤリングによるアンケート調査を実施した。また、秋田県能代市においては、液状化集中地域を中心として同様にアンケート調査を実施した。これらの調査によって、木造住家の被害の実態ならびに家具等の被害状況について考察するとともに、液状化地域と非液状化地域における木造住家の被害程度の差異および地震動特性の相違について検討を行った。

### 2 調査方法

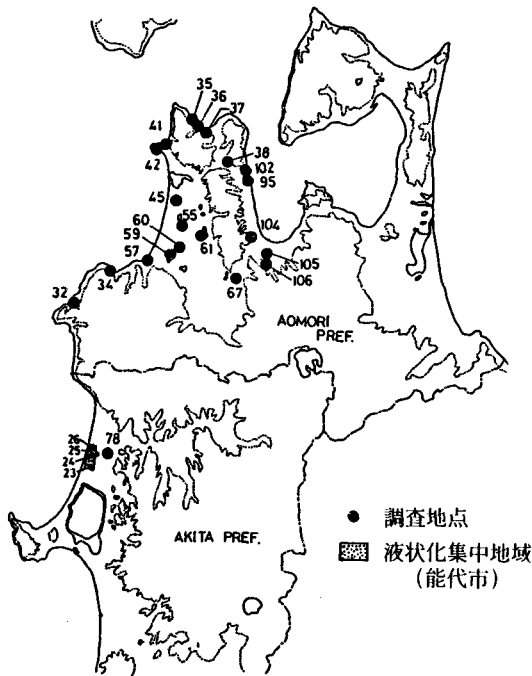
アンケート調査は8月2日～8月20日にかけて延36名で実施した。

調査地点を図-1に示す。(図中の番号は墓石調査の調査地点番号に一致する。)青森県を中心としたアンケート調査は合計21地点で、1地点あ

\*福井工業大学建設工学科

\*\*神奈川大学工学部

\*\*\*東京都立大学理学部・都市研究センター



図一 調査地点位置図

たり約10~20件で合計約350件の木造住家に対して調査を行った。一方、秋田県能代市の液状化集中地域においては、約760件のアンケート調査を実施した。調査は各調査員が各住家の住人に対面してヒヤリング形式で実施し、調査内容は以下の項目とした。

1. 住所・氏名
2. 用途
3. 建築年代
4. 階数
5. 延坪数
6. 構造
7. 基礎形式
8. 屋根材
9. 判定(被害規模)
10. 被害の実態
11. 建物および周辺の被害状況
12. 復旧費
13. 被害発生状況
14. 家具の転倒
15. 人間行動

### 3 調査結果

#### 3-1 調査項目の集計結果

秋田、青森県における各調査地点での調査項目の単純な集計結果を図-2(図-2以下の図はすべて末尾にある)に示す。

その結果、各調査地点ともに共通して建物用途は多くが専用住家であり、建築年代は35~44年および昭和45年以降の建物が多い。また、延坪数は41坪以上で2階建の木造住家が多く、基礎形式がコンクリート布基礎、屋根材は金属(トタン)のものである。

一方、秋田県能代市の調査結果を図-3に示すが、能代市では各住家の被害程度が判定されていて、757棟のうち全壊が196棟、半壊が345棟、一部損壊が146棟で、無被害が70棟である。しかし、能代市以外の地域では被害程度に関しては明確でなく多くの建物は無被害あるいは一部損壊程度であった。これらの判定結果に基づいて、上記各調査項目に対して全壊、半壊、一部損壊、無被害別分布も合せて示した。各調査項目に対する全体的な分布傾向は前述の傾向とほぼ同様で専用住家で昭和35年以降の建物が多く、延坪数も41坪以上で2階建の木造住家が多く、コンクリート布基礎で金属の屋根材の住家が圧倒的に多い。一方、これらの調査項目に対する全壊、半壊、一部損壊、無被害建物の比率は、どの項目においてもほぼ同様で、その傾向は757棟のうち、全壊196棟、半壊345棟、一部損壊146棟、無被害70棟の比率程度(1:1.76:0.74:0.36)にほぼ一致している。このことは、能代市のような液状化集中地域における被害の特徴がすべての形式の木造住家に共通した被害を及ぼす傾向を示しているものと考えられる。一方、被害発生状況については非液状化地域における各調査地点において多少バラツキがあり、傾向は異なるものの、急激あるいは60秒程度と、比較的被害発生状況が短時間に発生したという傾向が見られるのに対して液状化集中地域である能代市においては、3分以上(180秒以上)と比較的ゆっくりと被害が発生したと考えられる傾

向が見られる。また、復旧費においても非液状化地域ではほとんどが0～10万円程と復旧費が低く、軽微な被害であったことを示している。一方、能代市の調査では100万円以上あるいは未定の住家被害が多く、前者と対象的であるとともに、やはり液状化集中地域における被害状況の特徴的な傾向を表わしているものと考えられる。また、人間行動としては、年齢、性別に関係なくほとんどの人が外へ避難するかその場で身動きできなかつたと答えている。

### 3-2 調査地点の震度分布

アンケート調査を実施した住家は、各々墓石調査を実施した墓地の周辺に分布しているため、これらの住家における地震動の強さは墓石調査結果に一致するものと考えられる。

図-4には、アンケート調査を実施した各地点において墓石調査から推定された最大加速度の分布を示した。横軸の番号は調査地点の番号を示し、図-1の番号と対応し、かつまた墓石調査地点の番号と対応している。最大推定加速度値の最大値は375 gal程度で、No. 35, No. 37とNo. 42地点であり最小値は、225 gal程度でNo. 105地点である。

一方、広範囲の地域の震度分布調査については、通信アンケート調査方法が用いられており、太田、後藤らは上記方式を用いて北海道・東北地方の各市町村における震度分布を気象庁震度階として算定した。その結果を図-4に示し、墓石調査結果との比較を実施した。その結果、墓石調査による推定最大加速度値には多少のバラツキが見られるが、震度(S.I.)が増加するに伴い、最大加速度値も増加する傾向が見られ、その平均的な対応関係は調和的である。しかしながら、J.M.A震度階に対する最大加速度値の範囲を考えれば、その値は墓石調査結果に基づく最大推定加速度値と一致せず、むしろ、墓石調査結果による値の方が大きな値を示している。

この原因は種々考えられるが、1つは震度と最大加速度値との対応関係であり、これについては従来より震度に対応する最大加速度値が過少に評価されていることなども指適されている。2つめ

は、墓石調査地点と通信アンケート調査実施地点との地域的な相違であり、墓石調査のようにその地点のローカルな地盤条件に極めて大きな影響を受ける結果に対して、通信アンケート調査は、市町村単位で代表させた震度であることに対する両者の非対応性が考えられる。3つめは、墓石調査が墓石単体寸法比(巾/高さ)という単一の物理量で決定されるのに対して、震度は地震動に伴う諸々の物理現象から算定されることであり墓石調査によるよりも地震動の強さに関する情報が多く取り入れられるだけ相対的には地震動の振れの強さおよび振れ方に対する精度は高いと考えられる。逆に言えば、墓石調査による地震動の強さの評価に対する限界が指適される。

### 3-3 建物および周辺の被害状況

アンケート調査により木造建物および周辺施設の被害状況の調査を実施した。調査内容は以下に示す。

- |       |           |
|-------|-----------|
| 建物の被害 | 1. 倒壊     |
|       | 2. 一部倒壊   |
|       | 3. 破断     |
|       | 4. 沈下     |
|       | 5. 傾斜     |
|       | 6. 水平移動   |
|       | 7. 基礎の破断  |
|       | 8. 基礎のキレツ |
|       | 9. カベキレツ  |

- |             |               |
|-------------|---------------|
| 建物周辺<br>の被害 | 10. 塀の被害      |
|             | 11. ガス・水道管の破断 |

上記調査項目について、各調査地点における調査棟数に対する被害発生棟数の比率で被害発生比率を示した。結果を図-5に示す。

一方、能代市の調査結果については判定された全壊、半壊、一部損壊ならびに無被害別に対する被害発生比率を算定し、図-6に示した。

図-5より非液状化地域では、倒壊、一部倒壊、破断というような大被害はあまり発生していないが沈下、傾斜、水平移動、基礎の破断、基礎のキレツあるいはカベキレツ等の被害が見られた。これらの被害発生状況は、必ずしも震度あるいは最

大推定加速度値の大きさと調和的な傾向は見られず、むしろ特定な地域、例えばNo. 34あるいはNo. 95といった地点において各傾向の被害発生比率が高くなる傾向が認められ、特徴的な傾向を示している。一方、能代市においては、建物および周辺の被害発生比率は極めて大きく、非液化化地域の建物および周辺の被害発生比率よりも高い。特に、破断、沈下、傾斜、基礎の破断、キレツ、カベのキレツの被害発生比率が高く、全壊と判定された建物ほどその比率は高い。

### 3-4 家具等の転倒・落下・破損の発生状況

アンケート調査により、家具等の転倒・落下・破損状況に関する調査を実施した。調査項目は

1. タンスの転倒
2. 本箱の転倒
3. テレビの転倒
4. 食器棚の転倒
5. 鏡台の転倒
6. 電灯の落下
7. ガラスの破損
8. 商品の落下
9. 棚上の物品の落下
10. 額の落下
11. 仏壇の破損
12. 食器の破損

等であり、上記の発生比率を各調査地点ごとに算定し、図-7に示した。

また、同様の調査結果について能代市の場合を図-8に示す。

特にタンス・テレビ等の転倒と棚上の物品の落下・食器破損等の発生比率が高く、被害の発生比率は建物の被害の傾向と同様に震度分布とは調和的でなくやはり、No. 38, No. 34といった特定の地域において高い傾向を示している。一方、能代市の調査結果においても、タンス・テレビ転倒および棚上の物品落下ならびに食器破損の被害発生比率が高いが、その比率は非液化化地域であるような地域の値に比べると相対的に低い傾向が見られる。

## 4 復旧費から見た建物被害程度について

——能代市の場合——

能代市においての液化化集中地域の調査棟数は、757棟であり、そのうち全壊・半壊・一部損壊・無被害が判定されている。この結果によれば、全壊率は25.9%であり被害率は48.7%である。一方、それらの判定結果に基づいて各判定別に復旧費を建築年代別に分類して示したものが図-9である。図より全壊・半壊と判定された建物でもその復旧費には極めてバラツキが見られ、特に全壊と判定された建物でも復旧費が100~500万円程度のものが多数分布している。そこで、復旧費については700万円以上、あるいは取りこわしの建物を全壊とし、300~700万円の復旧費を要するものを半壊とし、300万円以下を一部損壊程度と見なしてその棟数分布を示すと図-9となる。この結果によれば、全壊率8.6%、被害率18.9%となる。この結果と前述の被害判定にもとづく全壊率・被害率ではこの値に極めて大きな相違があり、実質的な被害の判定を明確にする必要性が指適される。

## 5 あとがき

墓石調査ならびにアンケート調査結果に基づいて木造住家建物の被害についての調査を実施し、その結果より最近の地震における住家被害・家具等の転倒・落下・破損等に関する考察を加えた。

その結果、液化化発生地域と非液化化発生地域では、その被害程度に顕著な相違が認められた。すなわち、液化化発生地域では、それ以外の地域に対して建物の被害発生比率が極めて高く、従って復旧費にも莫大な費用がかかることがわかり、一方、家具等の転倒・落下・破損の発生比率が液化化発生地域の方がそれ以外の地域に比べて相対的に低い。また被害発生状況にも差が見られる。またヒヤリング調査によっても被害発生状況の時間が非液化化地域に対して液化化集中地域においてより長い時間がかかっていることが認められた。これらのことは、液化化発生地域とそれ以外の地域での地震動のゆれ方、あるいはゆれの強さに相

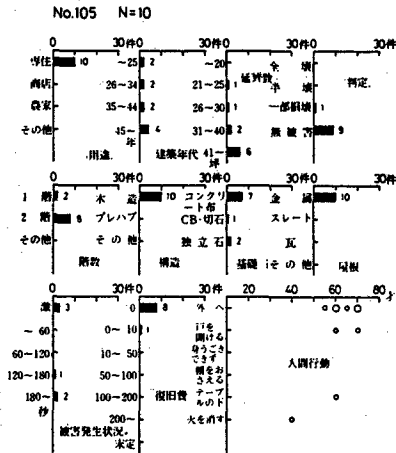


図-2 (a)

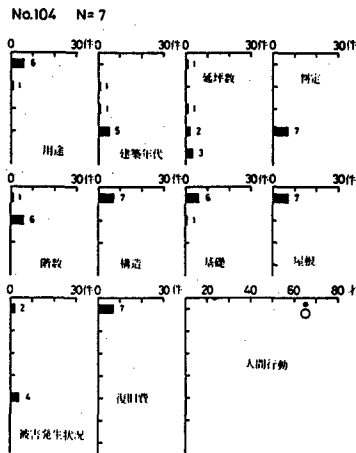


図-2 (b)

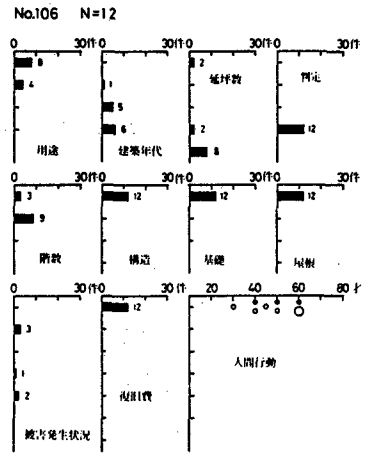


図-2 (c)

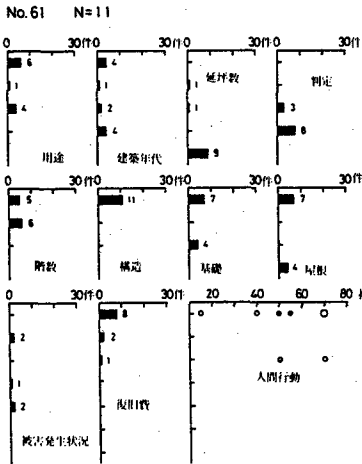


図-2 (d)

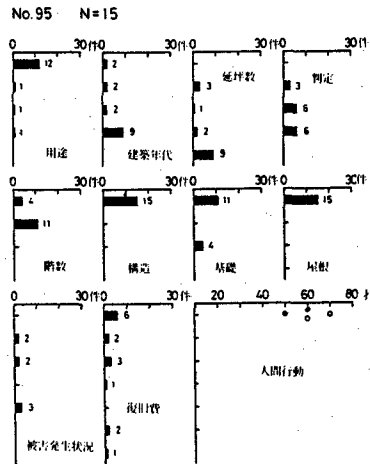


図-2 (e)

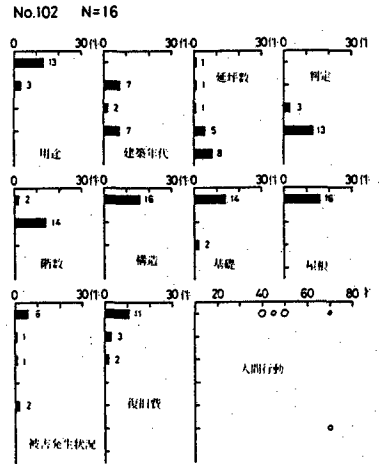


図-2 (f)

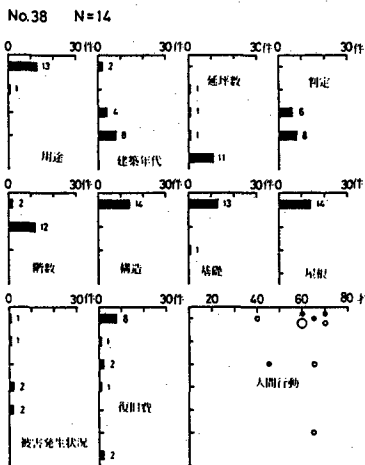


図-2 (g)

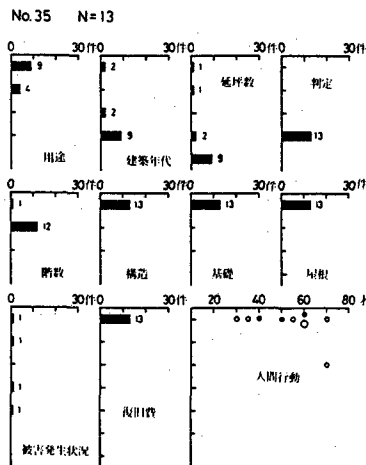


図-2 (h)

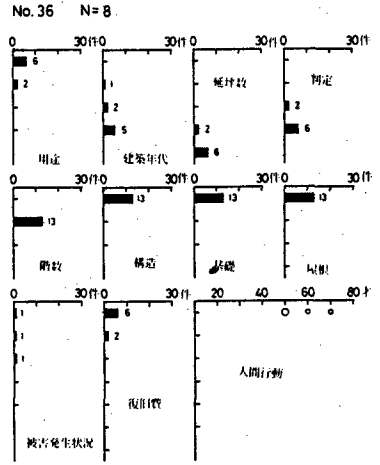


図-2 (i)

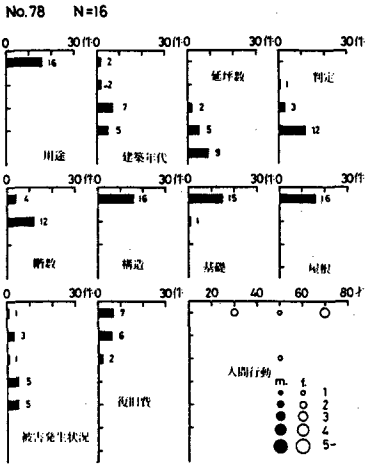


図-2 (j)

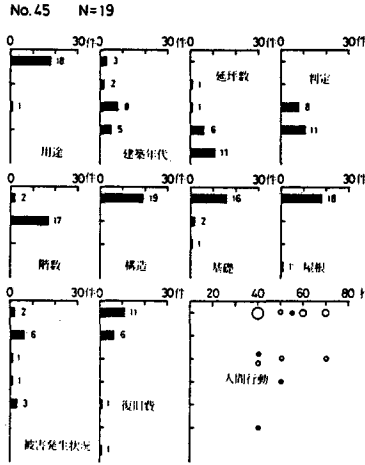


図-2 (k)

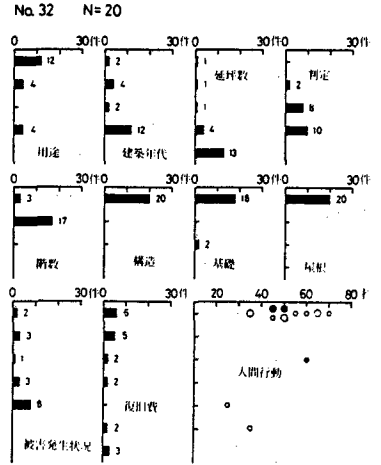


図-2 (l)

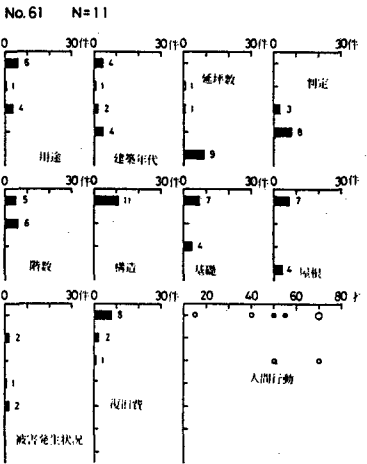


図-2 (m)

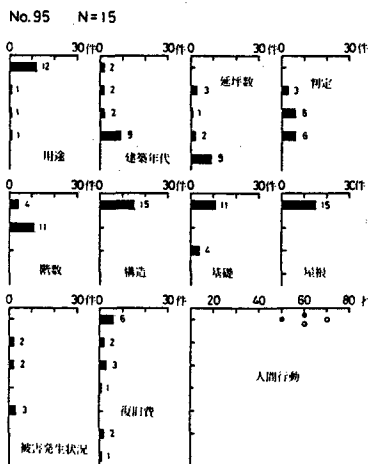


図-2 (n)

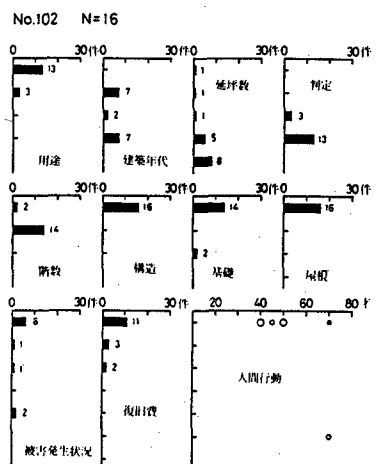


図-2 (o)

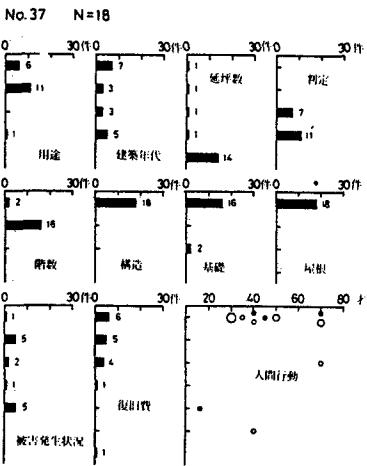


図-2 (p)

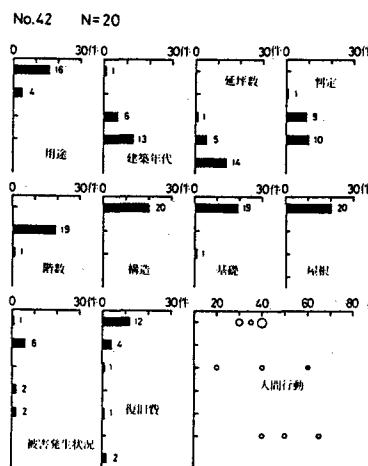


図-2 (q)

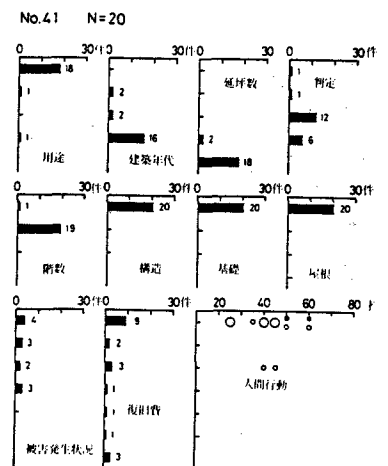


図-2 (r)

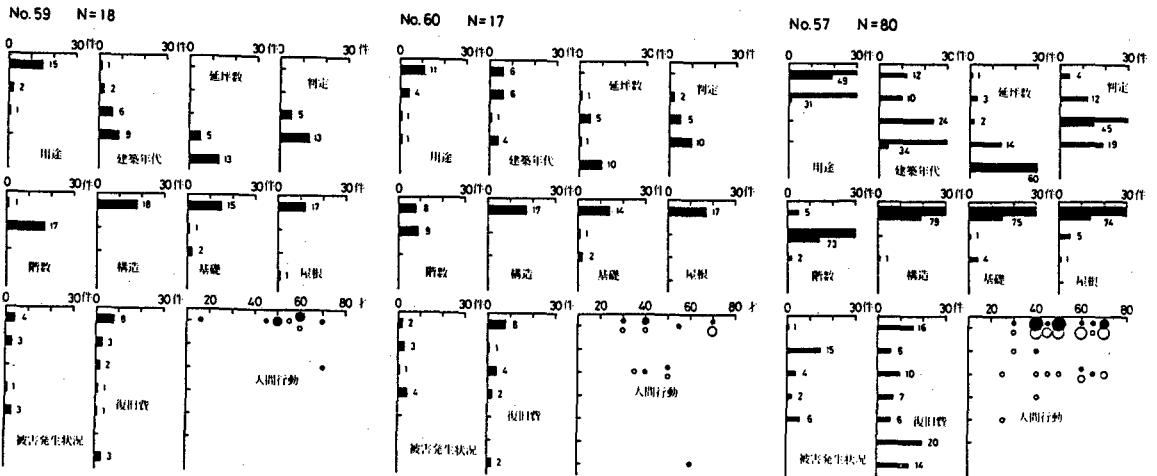


図-2 (s)

図-2 (t)

図-2 (u)

図-2 調査結果の集計  
(非液化化地域)

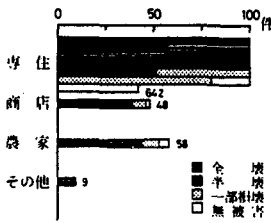


図-3(a) 用途

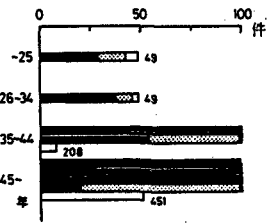


図-3(b) 建築年代

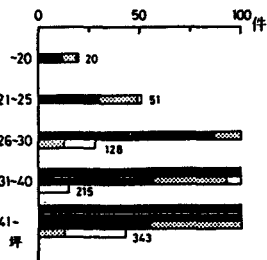


図-3(c) 延坪数

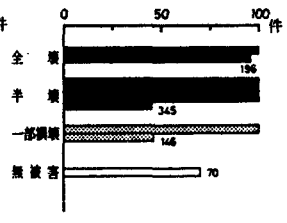


図-3(d) 判定



図-3(e) 階数

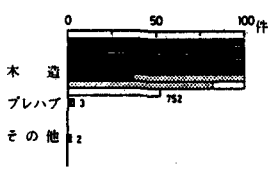


図-3(f) 構造

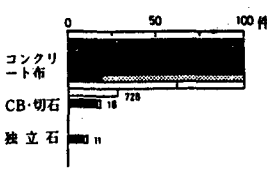


図-3(g) 基礎

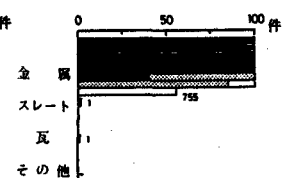


図-3(h) 屋根

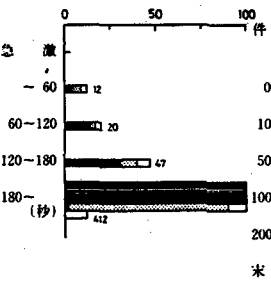


図-3(i) 被害発生状況

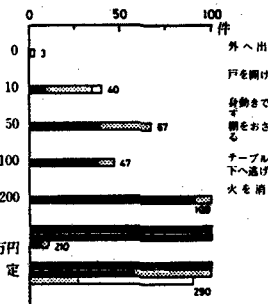


図-3(j) 復旧費

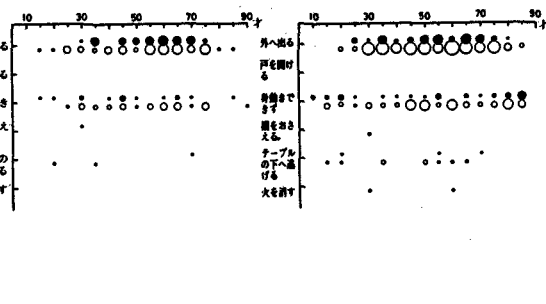
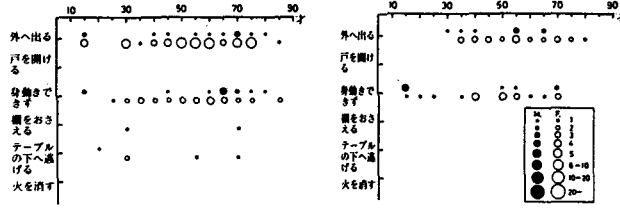


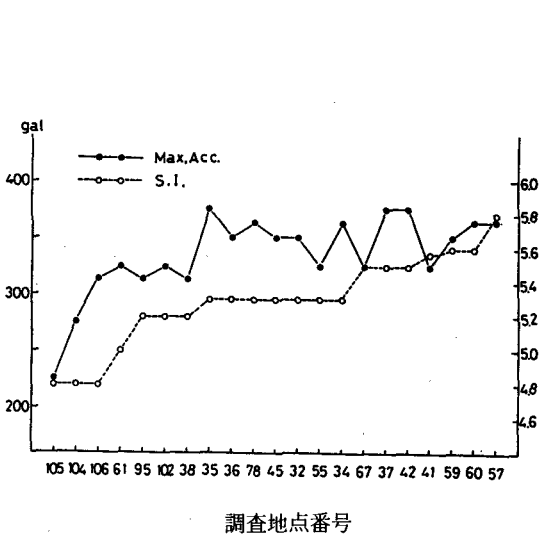
図-3(k) 人間行動 (全壊)

図-3(l) 人間行動 (半壊)

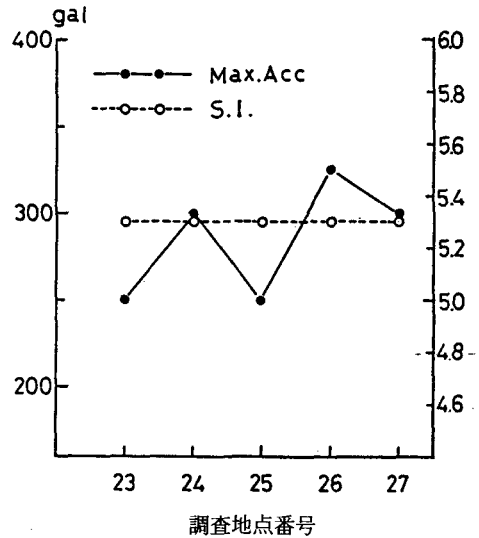


図一3 (m) 人間行動 (一部損壊) 図一3 (n) 人間行動 (無被害)

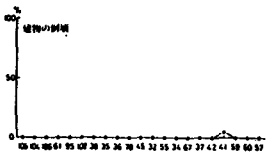
図一3 調査結果の集計 (液状化地域)



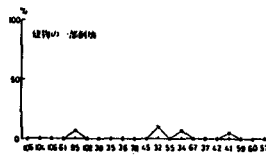
図一4 (a) 調査地点の最大加速度(墓石調査)と震度の対応



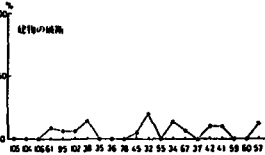
図一4 (b) (能代市)



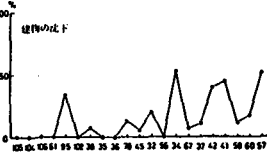
図一5 (a)



図一5 (b)



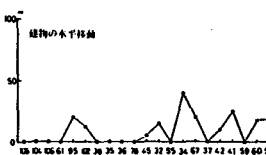
図一5 (c)



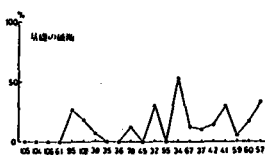
図一5 (d)



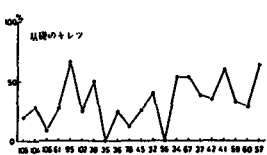
図一5 (e)



図一5 (f)



図一5 (g)



図一5 (h)



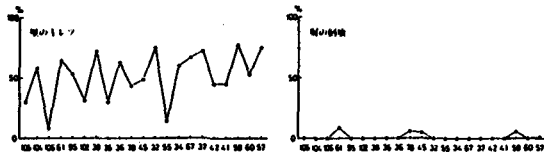


図-5 (i)

図-5 (j)

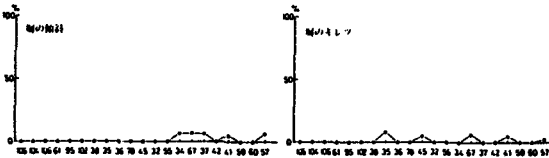


図-5 (k)

図-5 (l)

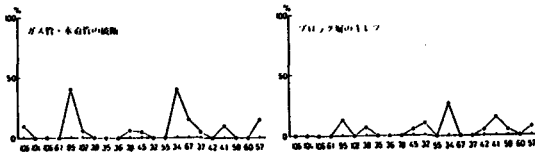
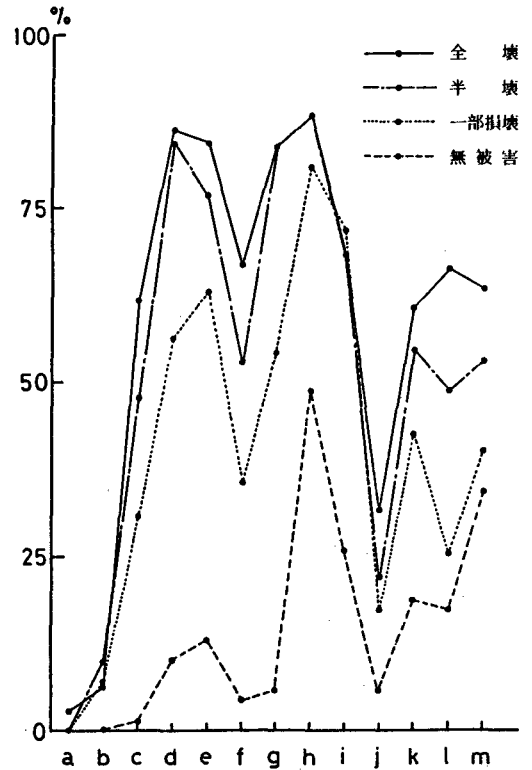


図-5 (m)

図-5 (n)

図-5 建物および周辺施設の被害  
(非液化化地域)



- |   |        |   |            |
|---|--------|---|------------|
| a | 建物倒壊   | h | 基礎のキレツ     |
| b | 建物一部倒壊 | i | カベのキレツ     |
| c | 建物破断   | j | 塀の倒壊       |
| d | 建物沈下   | k | 塀の傾斜       |
| e | 建物傾斜   | l | ガス管・水道管の破断 |
| f | 建物水平移動 | m | ブロック塀のキレツ  |
| g | 基礎の破断  |   |            |

図-6 能代市における建物および周辺施設の被害  
(非液化化地域)



図-7 (a)



図-7 (b)

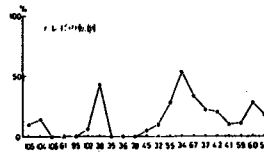


図-7 (c)

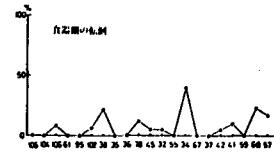


図-7 (d)

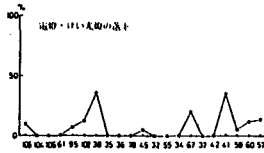


図-7 (e)

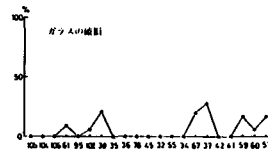


図-7 (f)

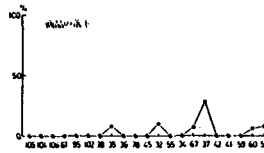


図-7 (g)

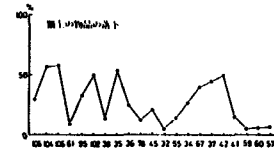


図-7 (h)

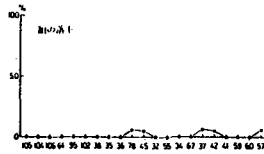


図-7 (i)

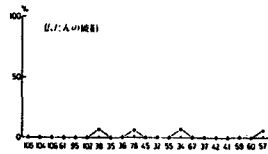


図-7 (j)

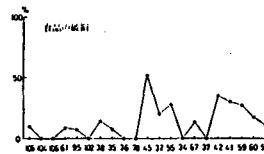


図-7 (k)

図-7 家具等の被害  
(非液化化地域)

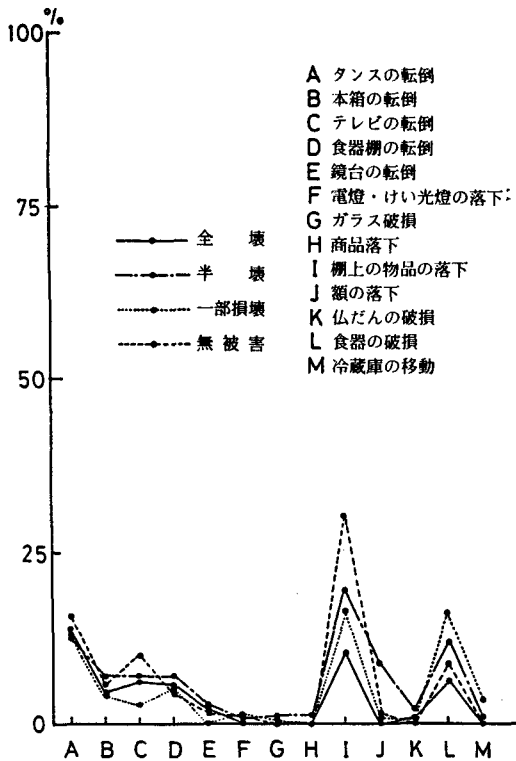


図-8 能代市における家具等の被害  
(非液化化地域)

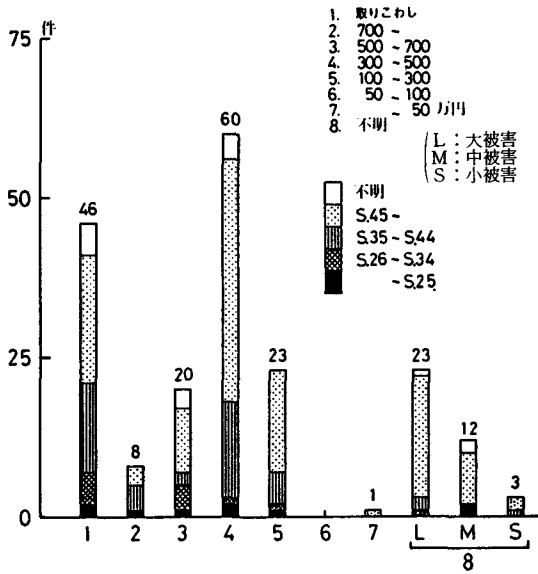


図-9 (a) 復旧費 (全壊)

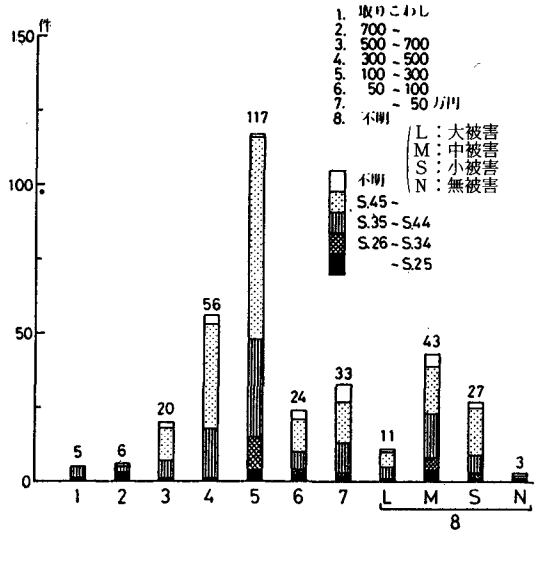


図-9 (b) 復旧費 (半壊)

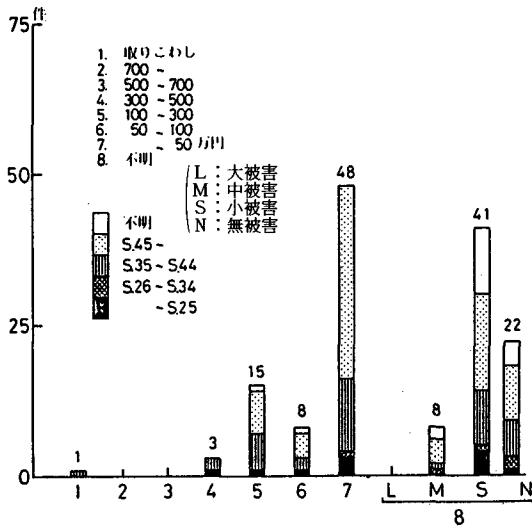


図-9 (c) 復旧費 (一部損壊)

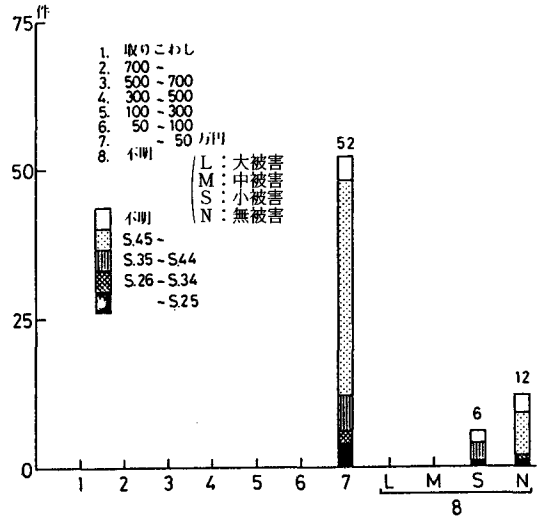


図-9 (d) 復旧費 (無被害)

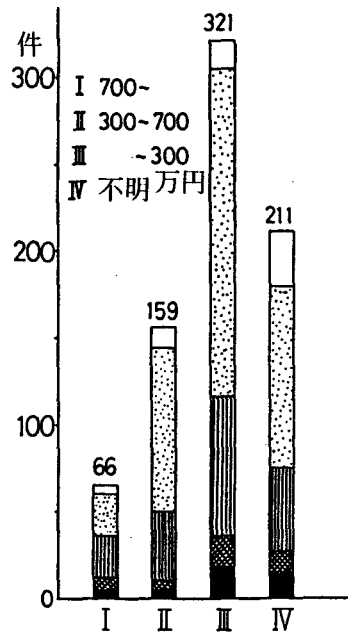


図-10 復旧費から見た被害分布

違があることを示しているものと思われる。今後さらにこれらの点に関して諸々の現象から検討を進めたいと考えている。

末筆ながら、本稿を、1984年3月に東京都立大学及び都市研究センターを定年退官される中野尊正教授に献呈します。

#### 参 考 文 献

望月利男・宮野道雄

1979 「木造建物の諸性状と地震被害の関係につ

いて—1968年十勝地震・1978年宮城県沖地震の調査から—」, 総合都市研究第8号, PP. 131~144

後藤典俊・鏡味洋史・岡田成幸・堀田淳・大橋ひとみ・太田裕

1983 「1983年日本海中部地震のアンケートによる震度マップ(速報)」, 第20回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集, PP. 152~155

## CONSIDERATION ON INTENSITY OF SEISMIC MOTION AND DAMAGE TO WOODEN STRUCTURES BY MEANS OF FIELD INVESTIGATION

Toshio Mochizuki\*, Takahisa Enomoto\*\*  
and Iware Matsuda\*\*\*

\*Fukui Technological Institute

\*\*Kanagawa University

\*\*\*Center for Urban Studies, Tokyo Metropolitan University

*Comprehensive Urban Studies*, No.20, 1983, pp. 109-121.

Much damage caused by liquefaction was reported after the earthquake that occurred on May 26, 1983 in the central part of the Japan Sea. Paying particular attention to the damage to wooden structures, we sent out a questionnaire by means of field investigation after the earthquake at some places where the intensity of seismic motion was estimated to be relatively high and damage caused by liquefaction did not directly affect wooden structures. The places investigated numbered about 20 in Aomori Prefecture. Also a survey was conducted at the places where liquefaction had occurred concentrically, in Noshiro City, Akita Prefecture. This paper reports the relationship between the intensity of seismic motion and the damage to wooden structures and belongings by means of questionnaires and it also reports the influence of liquefaction to damage.