

# 人口減少社会における 活断層近傍での土地利用誘導策に関する研究

大原(吉村) 美保<sup>1</sup>・中島 奈緒美<sup>2</sup>・目黒 公郎<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京大学生産技術研究所 助教 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

E-mail: yosimura@iis.u-tokyo.ac.jp

<sup>2</sup>元中央大学大学院理工学研究科 (〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27)

<sup>3</sup>東京大学生産技術研究所 教授 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

E-mail: meguro@iis.u-tokyo.ac.jp

日本は2005年をピークに人口減少社会を迎えると予想されており、今後は災害危険度の低い安全な地域へと長期的な人口誘導を図ることが重要だと考えられる。本研究では、人口減少社会における活断層近傍の土地利用誘導策に関する研究を行った。まず、活断層と人口・建物のGISデータベースを用いて、活断層近傍に断層ゾーンを設定した際のゾーン内の人口・建物分布を算出し、活断層タイプ等に応じた人口・建物の分布傾向を分析した。次に、活断層情報の周知や土地利用規制などの土地利用誘導策によって影響を受ける人口の将来的な推計を行い、これらの施策の効果も検討した。

**Key Words :** Active fault, Land use control plan, Risk management

## 1. はじめに

日本の将来推計人口(2006)<sup>1)</sup>によれば、わが国は2005年をピークに長期の人口減少過程に入ると予想されている(図-1)。国勢調査による2005年の総人口は1億2,777万人であった。出生中位推計に基づけば、この総人口は2030年に1億1,522万人に、2055年に8,993万人にまで減少すると推計される<sup>1)</sup>。65歳以上の老年人口の割合は2005年の20.2%から2055年には40.5%(約2.5人に1人)になると予想され、著しい高齢化が懸念されている。人口減少が進むと、既存の住宅ストックが不要となり、空き家率や空地率が上昇すると考えられる。また、経済力が停滞し、災害後に社会を復興させる力も低下するため、いざ災害が発生した場合には社会への影響が大きいと想定される。このような背景を考えると、今後は、洪水や地震、津波や土砂災害などの危険性の高い地域から安全な立地条件の地域へと長期的な人口誘導を図り、災害による社会的影響を回避することが重要だと考えられる。

本研究では、種々の災害のうち、活断層型地震に着目する。活断層近傍での土地利用誘導策の例としては、米国カリフォルニア州での断層ゾーニング法があり、断層ゾーン内での土地利用規制や不動産取引時の活断層情報の提供が行われている<sup>2)</sup>。この事例では対象となる活断

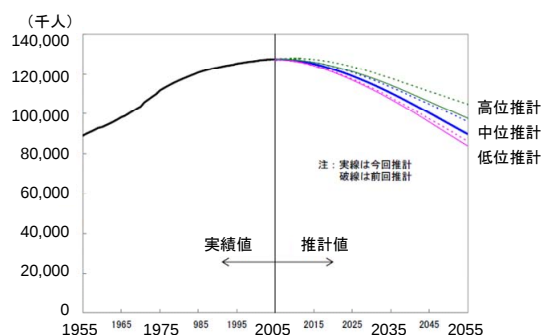


図-1 日本の総人口の推移<sup>1)</sup>

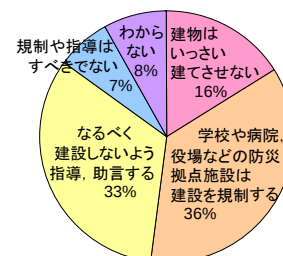


図-2 一般住民による土地利用規制への是非<sup>4)</sup>

層が主に横ずれ断層であるため、縦ずれ断層の多い我が国とは状況が異なる。しかし、新潟県中越地震や福岡県西方沖地震などの内陸活断層型の地震の多発、活断層調査結果の蓄積、将来的な人口減少などを背景として、我

が国においても、活動度の高い既知の活断層周辺での土地利用規制や市民への情報開示などの事前対策の可能性も考えておくべきである<sup>3)</sup>。住民を対象とした危機管理意識に関する調査(2006)<sup>4)</sup>では、活断層近傍での何らかの規制や指導を望む声が85%に上り、規制や指導への反対意見はわずか7%であった(図-2)。

本研究は人口減少社会における活断層近傍の土地利用誘導策に関する検討を目的とする。現在、活断層の位置情報が自治体のハザードマップや書籍、WEBを介して公表されているが、これらの活断層の近傍にどの位の人口や建物が立地しているのは把握されていない。よってまず、活断層と人口・建物のGISデータベースを作成し、活断層近傍での人口・建物の分布状況を把握した。この際、縦ずれ・横ずれ等の活断層タイプや活動度、確実度に着目した分析も行った。得られた結果に基づき、活断層情報の周知や土地利用規制により影響を受ける人口の将来的な推計を行い、土地利用誘導策の効果も検討した。

## 2. 活断層近傍での土地利用誘導策の意義

危険性の高い地域から安全な地域へと長期的な人口誘導を図るには、表-1のような土地利用誘導策が考えられる。断層近傍域への人口流入を抑制するもの、断層近傍域への人口流出を促進するもの、および規制・禁止などの直接的な方策、補助・税制・情報開示による間接的な方策という4つの方向性が考えられる。活断層直上で、人口減少に加えて土地利用誘導策により空地化が進めば、これらの土地は公園や備蓄倉庫を備えた防災拠点として利用可能になる。直接的方策より間接的方策の方が社会的影響が少なく、実現しやすい。活断層情報の周知方法には自治体によるマップの配布などの広報活動もあるが、漏れなく情報を周知するには不動産取引時における重要事項説明制度が有効である。宅地建物取引業法では、宅地建物取引主任者は売買、交換または貸借の契約成立前までに物件取得者に対して重要事項を口頭で説明する義務を負う。2000年に土砂災害防止法(土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律)が公布された後は、重要事項として「当該宅地建物が土砂災害警戒区域か否か」も説明するよう義務付けられている。現行制度では活断層に関する情報提示の義務はないが、土砂災害を対象とした制度が実現しているという点で、活断層に関する重要事項説明の可能性もあると考える。

表-1中に\*印をつけたものは、米国カリフォルニア州で実践されている施策である。カリフォルニア州では、1971年にサンフェルナンド地震により地表面の断層変位で多くの住家が被害を受けたことを教訓として、断層ゾ

表-1 考えられる土地利用誘導策

|       | 直接的方策                                                                                                                               | 間接的方策                                                                                                                                                                                  |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 流入の抑制 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・新築の規制*</li> <li>・新築の禁止</li> </ul>                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・新築時の手続きに関する増税</li> <li>・既存建物の固定資産税・住民税等の増税</li> <li>・売買時の重要事項説明の義務付け*</li> <li>・賃貸契約時の重要事項説明の義務付け</li> <li>・活断層情報の広報*</li> </ul>               |
| 流出の促進 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・既存建物の強制移転</li> <li>・増改築の規制*</li> <li>・増改築の禁止</li> <li>・賃貸契約の規制</li> <li>・賃貸契約の禁止</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・移転への補助</li> <li>・移転後の税制優遇措置</li> <li>・既存建物の固定資産税・住民税等の増税</li> <li>・売買時の重要事項説明の義務付け*</li> <li>・賃貸契約時の重要事項説明の義務付け</li> <li>・活断層情報の広報*</li> </ul> |

ーン法(The Alquist-Priolo Earthquake Fault Zoning Act)を制定した。断層ゾーンは州の地質調査官により活断層の地表痕跡(Surface Trace)の両側に設定されており、ゾーン幅は1/4マイル(0.4km)程度である。自治体は、活断層地表痕跡の直上での新築および大規模増改築に対しては建築許可を与えてはならず、建築前の地質調査で活断層が発見されると建物を50フィート(15m)セットバックして建設しなければならない。ただし、4戸未満で2階建て以下の木造または鉄骨造の戸建て住宅は対象外とされる。また、断層ゾーン内に存在している既存の居住建物が売買される際には、売主から買主へと、物件が断層ゾーン内に立地している旨を告知する義務が課されている。1991年には地震ハザードマッピング法(Seismic Hazards Mapping Act)<sup>5)</sup>が制定され、地表痕跡が出ていない断層近傍や液状化・土砂崩れ危険地帯も含むハザードゾーンが設定され、これらについても不動産売買時の告知義務が課された。

米国では30年以上にわたり断層ゾーン法が施行されてきたのに対し、わが国で同様の法律が導入されることはなかった。その理由としては下記の点が挙げられる。

- ・カリフォルニア州の断層は主として横ずれ断層で地表にも痕跡が出現し、平常時からクリープ現象による建物への影響も生じている。
- ・一方、わが国の活断層は縦ずれ断層が多く断層パターンが複雑であり、地表面に痕跡が出現していないものも多く、断層の位置情報の不確実性が高い。
- ・わが国では人口密度が高く、既に活断層直上に居住している人口も多いため、社会的影響が大きい。

これらの経緯から、一般に、わが国において断層ゾーン法を検討することは非現実的であるとの指摘がされがちである。いくつかの自治体のハザードマップに活断層位置が明記され<sup>6)</sup>、市民が活断層の位置を知る環境が整備されつつある一方で、活断層情報の周知は現存する建物の不動産価値が低下させ社会の混乱を招くため非現実的であると懸念する声も多い。しかし、長期的な人口減少時代においては多くの地域において空地化が進むと考えられ、これらの空地を危険地域に集約させることで、従来よりも断層ゾーンに基づく土地利用誘導策を実現し

やすい環境になると考えられる。本研究では、ここ数年での土地利用誘導策の導入を念頭に置いているのではなく、人口減少社会を見据えた今後30～50年という長期的な視点での活断層情報の活用を考えている。将来、耐震基準が改良されていけば地震時の揺れによる被害は減少すると考えられるため、長期的に見れば、地表での変位に起因した建物被害を抑止するという意義も大きい。

ただし、断層ゾーンを設定しただけでは、ゾーン内での地価の下落により、安い地代を求める市民の新たな流入などの逆選択問題が生じる可能性が高いため、表-1に記すようなゾーン内での増税などのデメリット付与策との併用が望ましい。また、地価が下落した場合にはゾーン外への流出が困難になる可能性もあるため、移転への補助や移転後の優遇措置も効果的である。なお、新潟県中越地震のように、十分に警戒されていない活断層による地震被害も発生しうが、本研究では既知の活断層情報の利用を目指しており、今後50年での更なる活断層調査研究の充実を期待している。

### 3. 研究方法と用いたデータ

本研究の流れを図-3に示す。まず初めに、人口・建物・活断層のGISデータベースを作成し、これらを重ね合わせるにより、活断層近傍の一定の区域（断層ゾーン）に存在する人口・建物数を算出した（図-4）。活断層のGISデータとしては、中田・今泉による活断層詳細デジタルマップ<sup>7)</sup>を用いた。これは、全国一律の基準で空中写真を新たに判読し、活断層を特徴づける各種パラメータ（活動時期・断層長・活動様式など）を整理したものである。記載されている活断層は全部で16,447本であり、152の主要な活断層帯に分類されている。このデータに、既存の文献<sup>8)</sup>による断層帯ごとの活動度、確実度や縦ずれ断層での上盤・下盤のデータを補完し、活断層データベースとして整理した。人口のGISデータベースは平成12年国勢調査地域メッシュ統計<sup>9)</sup>を元に作成した。建物のGISデータベースには、平成12年国勢調査の世帯数データから長谷川ら<sup>10)</sup>の式を用いて3次メッシュごとの木造建物棟数を算出したものを用いた。活断層近傍の人口・建物数を算出する際には、断層ゾーンを広く設定した場合や縦ずれ・横ずれ等の活断層タイプ・活動度・確実度別の分析も行った。また、縦ずれ断層については一般的に上盤側で甚大な被害が報告されるため、上盤・下盤ごとの人口・建物分布の違いも検討した。

最後に、全国の将来推計人口<sup>1)</sup>に基づき、活動度の高い活断層周辺のゾーン内における2050年までの人口・建物数の推移を推計し、土地利用誘導策を導入した場合の効果も検討した。

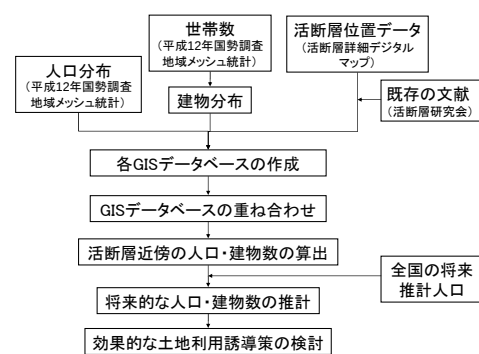


図-3 研究の流れ

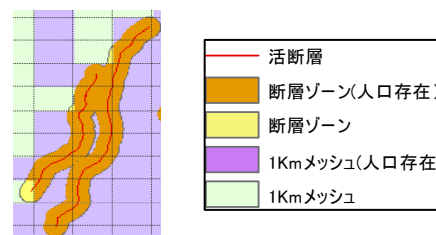


図-4 断層ゾーンの設定

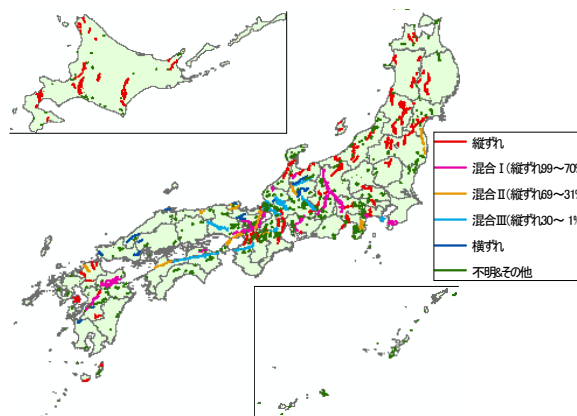


図-5 活断層タイプ別に見た活断層の分布

### 4. 活断層近傍での人口・建物分布の分析

活断層詳細デジタルマップ<sup>7)</sup>における各断層のタイプを断層帯ごとに集計し、GIS上で表示すると図5の通りとなった。ここで「混合」とは、同一断層帯内に縦ずれ部と横ずれ部を有している活断層を示し、その中でも縦ずれが70%以上混在する活断層帯を「混合Ⅰ」、69～31%を「混合Ⅱ」、30%以下を「混合Ⅲ」とした。また「その他」とは、データ上での断層帯にも分類されていない活断層のことを示す。日本全国の活断層帯の存在長さを、活断層タイプ、地域ブロック別（図-6）と活断層タイプおよび地域ブロック別（図-7）に算出した結果を示す。活断層の総延長は約10,300Kmである。活断層タイプ別に見ると、縦ずれが34%、横ずれが4%、それらが混合したものが計32%となり、縦ずれ断層が多いことが分かる。また地域ブロック別に見ると、東海、近畿、中国地

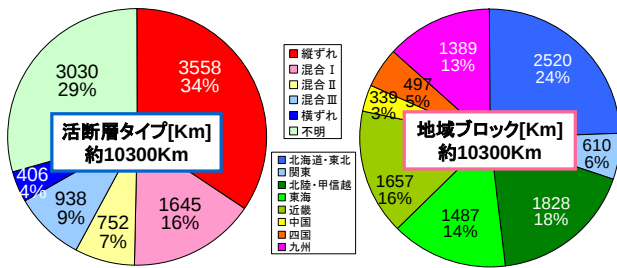


図-6 活断層タイプ、地域ブロック別の断層長

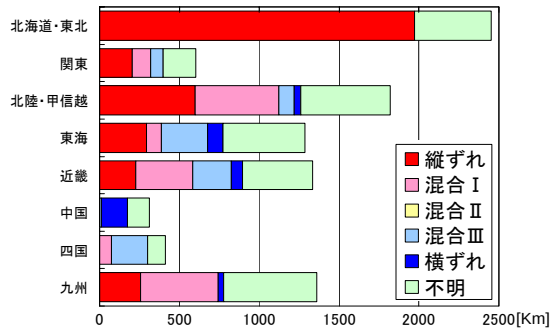


図-7 活断層タイプおよび地域ブロック別の断層長

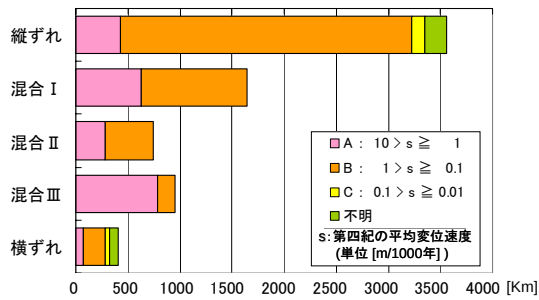


図-8 活断層タイプおよび活動度別の断層長

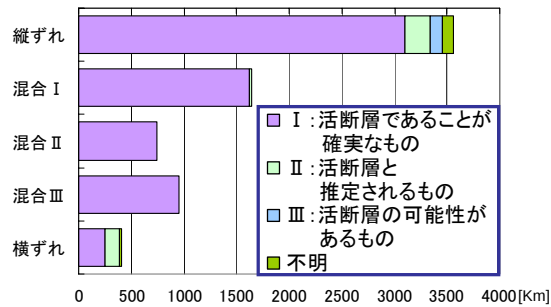


図-9 活断層タイプおよび確実度別の断層長

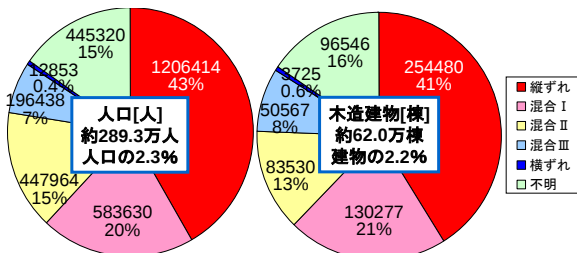


図-10 断層ゾーンⅠ内に居住する人口と木造建物数

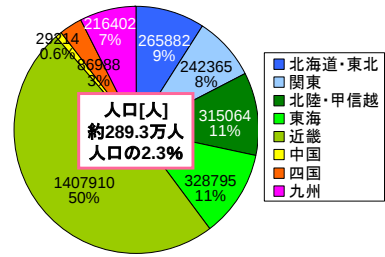


図-11 断層ゾーンⅠ内に居住する人口の地域傾向

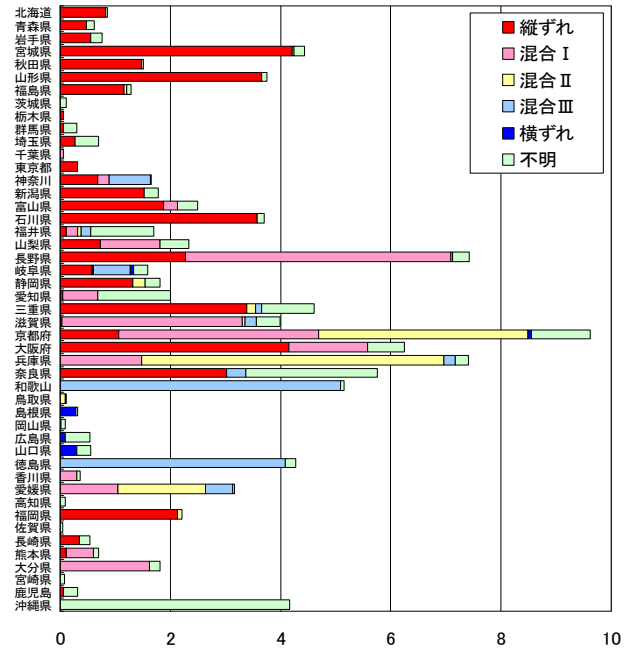


図-12 都道府県別に見た断層ゾーンⅠ内に居住する人口比[%]

方に横ずれ断層が多いことが分かる。図-8は活断層タイプおよび活動度別の断層長である。扱われている活断層の大半が、活動度  $0.1(\text{m}/1000\text{年})$  以上の活動度AまたはBであることが分かる。図-9は活断層タイプおよび断層の確実度別の断層長である。確実度は文献<sup>9)</sup>の定義に従い、確実度Ⅰが最も確からしい断層である。大半のデータが「活断層であることが確実である」とされている。

次に、カリフォルニア州におけるAlquist Priolo断層ゾーン法を参考に、まずは断層ゾーン幅を $0.4\text{km}$  ( $1/4$ マイル、これを断層ゾーンⅠとする)として活断層近傍に存在する人口・建物棟数を算出した。活断層タイプ別に見た結果を図-10に示す。ゾーン内には総人口の2.3%に相当する約289.3万人が住み、全体の2.2%にあたる約62万棟の木造建物が存在する。人口と木造建物棟数には、ほぼ同様の傾向がある。これらと図-6の活断層タイプ別の断層長を比較すると、横ずれ断層は総断層長の4%を占めるのに対し、人口存在率は0.4%と非常に少ないことが分かる(図-10)。地域ブロック別に見た図-6と図-11を比較すると、北海道・東北、中国、九州地方では存在する断層長の割に活断層近傍の人口があまり多くないが、

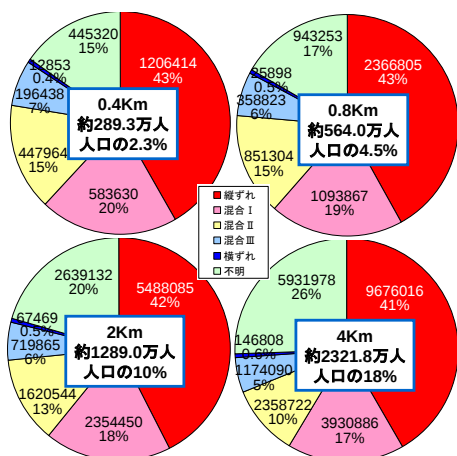


図-13 断層ゾーン幅を変えた場合の人口の変化

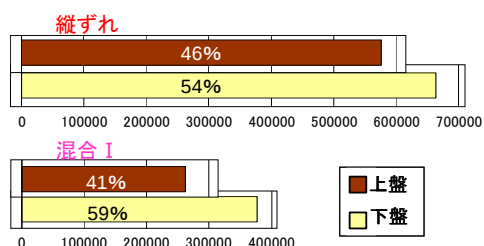


図-14 断層ゾーン I の上盤・下盤側に居住する人口

近畿地方では多くの人々が活断層近傍に住むことが分かる。この結果を都道府県別に見ると、特に大阪府、兵庫県、京都府で活断層の近傍に人口が集中している。これを各都道府県の総人口に対する割合で見ると、大阪府よりも、京都府や長野県、兵庫県で活断層近傍に居住する人口の割合が大きい(図-12)。ただし最も比率の高い京都府においても、住民は全人口の1割以下である。

さらにゾーン幅を変化させた結果を図-13に示す。前述した幅0.4kmの断層ゾーン I に加えて、ゾーン幅を0.8km, 2km, 4kmとした断層ゾーン II・III・IVの場合も検討した。この場合、ゾーン内の人口は総人口の2.3%から、4.5%, 10%, 18%とほぼ比例して増加し、ゾーン幅に応じた影響人口も把握することができた。

一般に、横ずれ断層よりも縦ずれ断層の方が地表に出現する断層の位置の不確実性が高いと言われている<sup>11)</sup>。また縦ずれ断層では、下盤側よりも上盤側で揺れや変位が大きく、被害も多いと報告されている。そこで断層帯ごとの上盤・下盤の情報<sup>8)</sup>をデータベースに加え、縦ずれ断層の上盤・下盤側での人口・木造建築物棟数を算出した。縦ずれのみの断層と混合 I の断層近傍0.4km内での上盤・下盤側に居住する人口を算出した結果が図-14である。縦ずれ、混合 I とともに地盤が隆起した上盤側よりも下盤側に居住している人口が多い。上盤・下盤側でゾーン幅や規制内容を変えるという方策も考えられるが、これらの場合の影響人口の把握もできる。

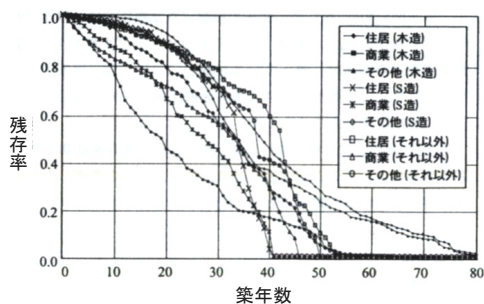


図-15 用いた滅失関数<sup>13)</sup>

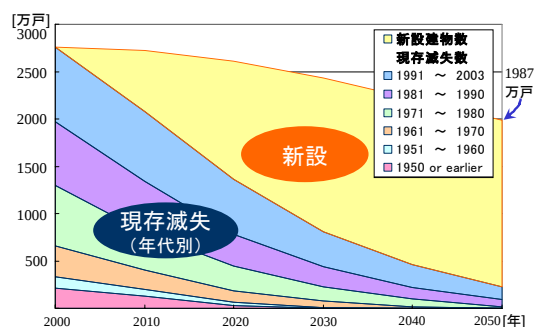


図-16 今後の日本での木造住宅数の動向

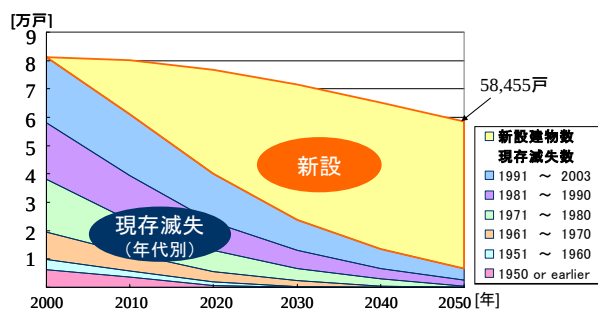


図-17 活動度 A の縦ずれ・混合 I 断層の近傍 0.4km 内に存在する木造住宅数の動向

#### 4. 活断層近傍での土地利用誘導策の効果の検討

ここでは、全国の将来推計人口<sup>1)</sup>に基づき、活動度の高い活断層周辺のゾーン内における2050年までの人口・建物数の推移を推計し、土地利用誘導策を導入した場合の効果を検討した。まずは、現在の人口と住宅・土地統計調査<sup>12)</sup>での木造住宅数の比率から、日本の将来推計人口<sup>1)</sup>(図-1)に基づいて2050年までの全国の木造住宅数の推移を推計した。この際、建物の滅失による減少は図-15に示す建物滅失関数<sup>13)</sup>を用いて計算した。この推計結果は図-16の通りであり、2000年に2,875.9万戸存在する木造住宅は、2050年に1986.7万戸となった。

同様の手法を、最も活動度の高い A ランクの縦ずれまたは混合 I 断層の近傍0.4km内に適用した結果が図-17である。このゾーン内での木造住宅数は、2050年時点の全国での住宅数約1986.7万戸に対し、約5.8万戸と推計され、これは全国の住宅数の0.3%でしかない。活動度の

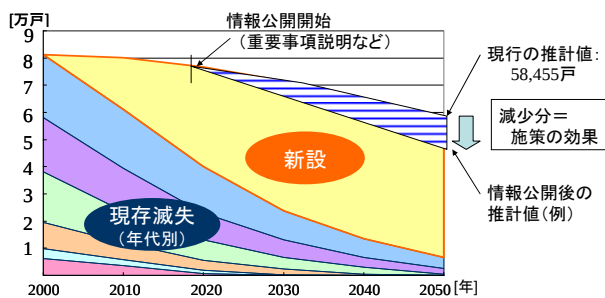


図-18 情報の周知により想定される効果

高い断層近傍で土地利用誘導策を導入したとしても、社会的影響は限定的であり、制度の実現可能性は高いと考えられる。さらに活断層情報の周知により、ゾーン内からの人口流出とゾーン外からの流入の阻害が進めば、ゾーン内の建物数も徐々に減少するため（図-18）、規制などの直接的な方策もますます運用しやすくなると考えられる。これらの施策により活断層直上で生じた空地は、公園や防災拠点として有効利用することが可能となる。

## 5. 結論と今後の課題

本研究では人口減少社会における活断層近傍の土地利用誘導策に関する検討を行った。まず初めに、活断層と人口・建物のGISデータベースを作成した。既存の活断層デジタルマップ<sup>7)</sup>に、文献<sup>8)</sup>による活層帯ごとの活動度、確実度や縦ずれ断層での上盤・下盤側のデータを補完し、活断層データベースとして整理した。これらを用いて断層ゾーンを設定し、縦ずれ・横ずれなどの活断層タイプ、活動度、確実度別に見た人口・建物分布の地域特性を分析した。縦ずれ断層の上盤・下盤での人口・建物分布の違いも検討した。最後に、活断層情報の周知や土地利用規制により影響を受ける人口の将来的な推計を行い、土地利用誘導策の効果も検討した。

今後は、非木造建物について同様の分析を行うとともに、土地利用誘導策に対する住民側の意向や社会的影響に関しても更に研究をしたいと考える。特に、活断層に関する重要事項説明制度の可能性を検討する際には、断

層近傍で既に土砂災害警戒区域等に指定されている地域も多数存在するため、制度間での相互作用も検討する必要があると考える。

謝辞：本研究には中田高・今泉俊文編：活断層詳細デジタルマップを使用した（製品番号DAFM1250）。記して感謝の意を表する。

## 参考文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来推計人口（平成18年12月推計），2006
- 2) Department of Conservation, Division of Mines and Geology, California State:Special Publication 42, Fault-Rupture Hazard Zones in California, Supplements 1 and 2 added 1999, 1999.
- 3) 吉村美保・目黒公郎：活断層近傍建物の地震リスク表示に関する日米比較，第23回日本自然災害学会学術講演会講演概論集，pp.159-160, 2004.9
- 4) 川西勝：活断層近傍に暮らす住民の危機管理意識に関する調査，第25回日本自然災害学会学術講演会概論集，pp.117-118, 2006.11
- 5) California Geological Survey：Special Publication 117, Guidelines for Evaluating and Mitigating Seismic Hazards in California, 1997.
- 6) 例えば，京都市：京都市防災マップ，2006
- 7) 中田高・今泉俊文編：活断層詳細デジタルマップ，2002.5
- 8) 活断層研究会編：[新編]日本の活断層 分布図と資料，東京大学出版会，1991.3
- 9) (財)統計情報研究開発センター：平成12年国勢調査地域メッシュ統計（都道府県別）
- 10) 長谷川浩一・翠川三郎：地域メッシュ統計を利用した広域での木造建築物群の震害予測 -その1 建築年代別の木造建築物棟数の推定-，日本建築学会構造系論文集，No.497，pp.75-80, 1997.7
- 11) 例えば，久田嘉章：震源域の強震動と被害，2004年度建築学会全国大会振動部門パネルディスカッション，2004.8
- 12) 総務省統計局：平成15年住宅・土地統計調査第14表3，2005.3
- 13) 大佛俊泰，清水貴雄：建築物の除去関連因子と残存局率曲線の推定，日本建築学会計画系論文集，第560号，pp.201-206, 2002.10

(2007.4.6 受付)

## A STUDY ON LAND USE CONTROL PLAN NEAR ACTIVE FAULTS IN DEPOPULATING SOCIETY

Miho YOSHIMURA, Naomi NAKASHIMA and Kimiro MEGURO

The population in Japan is expected to decrease after 2006. It is important to guide population from vulnerable area to safe area by proper land use control plan. In this research, land use control plan near active faults in depopulating society was studied. First, the number of population and buildings in hypothetical active fault zones was estimated using GIS database of active faults, population and building inventory. Differences of population and building distribution according to the active fault types were analyzed. Next, Effectiveness of land use control plan near active faults was discussed based on the estimated future distribution of population and buildings in hypothetical active fault zones.