

を比較した(表1)。なお建設業廃棄物には建築・土木工事と解体に伴う廃棄物を含む。

今回の地震では平常年と比較すると、木くずが約2倍排出されている。一方ガレキは平常年の約23%に留まっているが平常年で考えるとかなりの増分量であり、その処理にはかなりの負担や労力が費やされたと思われる。

表1 平常時の建設廃棄物と鳥取県西部地震時の廃棄物量

	鳥取県の建設業廃棄物*		鳥取県西部地震**
	1998年	2001年	
木くず量(t)	27,851	24,882	52,280
ガレキ量(t)	268,886	246,604	59,663

*「鳥取県産業廃棄物実態調査結果(平成10年度実績)」, pp65-66、「鳥取県産業廃棄物実態調査結果(平成13年度実績)」, pp63-64

**鳥取県の推定

3.2 鳥取県西部地震と他の地震との比較

鳥取県西部地震における廃棄物量と全壊・半壊家屋数と、過去に発生した兵庫県南部地震、宮城県北部地震および、これから発生すると考えられている東海地震、神奈川県東部地震(ともに推定値)について比較を行った。

(1) 過去の地震との比較

鳥取県西部地震と兵庫県南部地震は、ともにマグニチュード7.3と地震の規模は同じである。しかし全壊家屋数および半壊家屋数とも鳥取県西部地震を大きく上回っている。この要因としては、兵庫県は鳥取県よりも人口が多いため家屋数も多く、被害が大きくなったと考えられる。また兵庫県南部地震は「直下型地震」であったため被害が拡大したと考えられる。また全壊・半壊家屋数とともに鳥取県よりもはるかに多いため、それに伴い発生する廃棄物量も膨大な量になったと考えられる。

一方宮城県北部地震は、鳥取県西部地震よりも地震の規模は小さかったが、全壊家屋数は鳥取県を上回っている。宮城県も兵庫県と同様に鳥取県よりも人口・世帯数が多いため被害を受けた家屋数が多くなったと考えられる。宮城県北部地震に関する廃棄物量は、推定値であるためこれから更に増加することも考えられるが、現時点でも膨大な量であることがわかる。

表2 鳥取県西部地震と過去の地震との比較

	鳥取県西部地震	兵庫県南部地震*	宮城県北部地震**
日付	2000.10.6	1995.1.17	2003.7.26
Mj	7.3	7.3	6.2
全壊家屋数	435	104,906	1,069
半壊家屋数	3,101	144,274	2,730
廃棄物量	111千t	約14,000千t	約90千t

*消防庁 阪神・淡路大震災について(第106報)2002.12

**消防庁 宮城県北部を震源とする地震(第35報)2003.9

(2) 鳥取県西部地震と想定地震との比較

今後数十年間に大地震がいくつか発生すると想定されている。その中から東海地震と神奈川県東部地震を挙げ、鳥取県西部地震と比較を行った(表3)。

東海地震、神奈川県東部地震はともにマグニチュード

7クラス以上の地震が発生すると予測されている。東海地方、神奈川県は鳥取県よりも人口が多いため世帯数も多く、被害を受ける建物も鳥取県よりも多くなると考えられる。これらの地域は海に面しているため、津波が発生することも考えられる。また、鳥取県西部地震でも発生した液状化現象も起こることも予測される。このような要因により、東海地震では鳥取県西部地震の約440倍、神奈川県東部地震では約180倍の家屋が全壊と予測されている。

また、これらの地震より発生する廃棄物量は膨大で鳥取県西部地震時に発生した廃棄物量の約230倍~300倍の廃棄物が発生すると考えられている。

表3 鳥取県西部地震と想定地震被害との比較

	鳥取県西部地震	東海地震*	神奈川県東部地震**
日付	2000.10.6	20xx	20xx
Mj	7.3	8クラス	7クラス
全壊家屋数	435	192,450	76,000
半壊家屋数	3,101	294,846	220,000
廃棄物量	111千t	26,000千t	35,000千t

*静岡県推定(静岡県発生分) **神奈川県推定

過去の事例からもわかるように、地震により建物被害は甚大なものであり、またそれに伴って発生する廃棄物量は膨大な量になることがわかる。このように大量の廃棄物が一度に排出されると、廃棄物処理場への負担や、埋立地などの不足などの問題が新たに生じると考えられる。また、廃棄物の処理費用などの問題も同時に発生すると考えられる。

4. 家屋解体率と災害廃棄物に関する分析

4.1 データの概要

本研究で使用したデータは、2000年鳥取県西部地震により被害を受けた建物の属性と被害程度、また解体に伴って発生する廃棄物量、解体・処理費用に関して鳥取県及び県内8市町村が集計したものである。これらのデータを元に、住宅の解体率、廃棄物量、原単位の推定の分析を行った。

4.2 家屋解体率への影響要因

市町村および日野町の地区別解体件数について、建物種別より母屋の解体件数を調べ、母屋解体率(世帯数に対する母屋解体件数の割合)と全壊率との関係を図3に示す。解体率と全壊率の間には正比例の関係があることが読み取れる(R=0.849)。

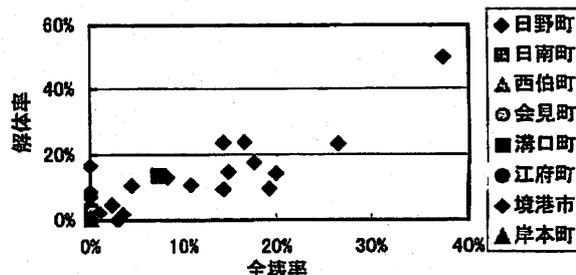


図3 全壊率と母屋解体率の関係(7市町村と日野町25地区)

日野町の全壊率が最も高く、また地区により被害の差が大きいことから、市町村別7件に日野町の地区別25件のデータを加えたもの32件を用いて、重回帰分析による家屋解体率への影響要因分析を行った。その結果として式(1)を得た(重相関係数 $R=0.868$)。

$$y = 0.848x_1 + 0.063x_2 + 0.016 \quad (1)$$

y : 母屋解体率(%) x_1 : 全壊率(%) x_2 : 半壊率(%)

標準偏回帰係数は x_1 が 0.770、 x_2 が 0.133 である。式(1)より全壊率が解体率に大きな影響を与えることがわかる。また全壊率の係数が非常に大きく、半壊率の係数は小さくなっている。これは全壊が修復不能により近く、解体される確率が約85%と高いこと、また半壊も約6%の確率で解体に到ることを示している。

4.3 住宅ストックの平均更新率と解体率の関係

1993年及び1998年の住宅・土地統計調査³⁾⁴⁾の結果を用いて鳥取県の住宅ストック更新状況を検討した。図4に建築年代別住宅戸数を示す。1945年以前に建築された住宅と1971年から1980年に建築された住宅の取り壊された割合が高い傾向にある。

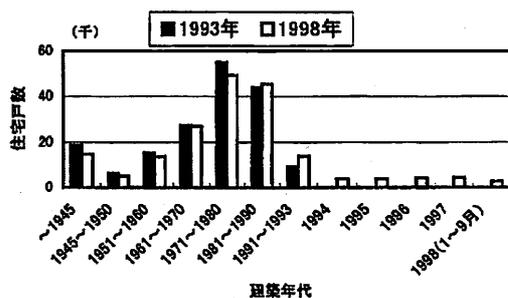


図4 1993年と1998年の建築年代別住宅戸数

図4の度数分布階級ごとに建築年代の中央値を取り、取り壊しの割合と掛け合わせることで耐用年数を求め、住宅の使用年数を分析した結果、鳥取県では平均して約32年で取り壊されることがわかった。平常時の1年あたりの平均住宅取り壊し戸数は2300戸、ストック戸数179,500戸(1993年)に対して住宅取り壊し率は1.3%である。また鳥取県西部地震により解体された母屋数は日野町において173件であり、世帯数1,490戸に対して11.6%を占めている。これは平常時であれば約9年分の取り壊しと推定される。

4.4 岸本町における廃棄物量のデータ分析

鳥取県岸本町のデータには、建物種別、解体面積が記載されており、更に他の市町村のデータには記載されない木くずとガレキ量が記載してあった。そこで岸本町における建物種別のデータ44件を用いて、目的変数を廃棄物量、独立変数を解体面積、建物種別(母屋、倉庫、土蔵)とし、数値化I類による廃棄物量に関する要因について分析を行った。

(1) 木くず量とガレキ量の相関

解体された建物を建物種別(母屋、土蔵、その他)に分類し、木くず量とガレキ量の相関を求めた(図5)。

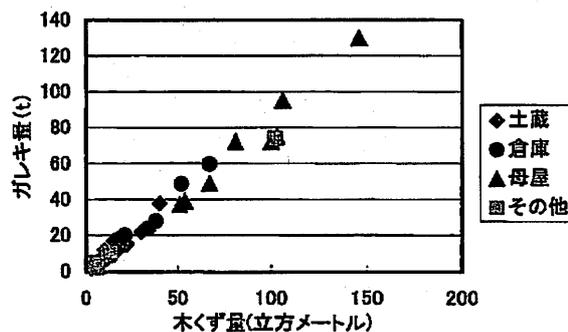


図5 木くず量とガレキ量の関係

倉庫は木材で建築されているため、木くずが多く排出され、がれきは木くずほど排出されないと考えられる。また土蔵はその逆でがれきが多く排出され、木くずはあまり排出されないと考えられる。そのため散布図に偏りが出てくるのが予測されるが、図5を見ると倉庫及び土蔵の木くずとがれきの排出量はほぼ正比例していることが読み取れる。一方母屋はさまざまな材質で建築されているので、木くず量の増加に伴いがれき量も増加するといった比例関係が予測される。実際に図5からも正比例していることがわかる。

(2) 木くずに関する廃棄物量の要因分析

木くず量と解体面積の関係(図6)から倉庫に関してはばらつきが大きく、母屋、土蔵に関しては解体面積と木くず量に間に比例関係を読み取ることができる。

木くず量を目的変数とし、建物種別と解体面積を独立変数とした重回帰分析の結果、次の回帰式が求められた(重回帰係数 $R=0.776$)。

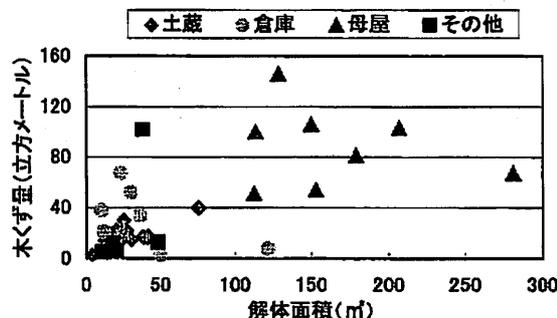


図6 木くず量と解体面積の関係

式(2)では母屋か否かにより木くず量が大きく変化する。また式(2)において解体面積に関する符号がマイナスである。本来家屋を解体した場合、解体面積が増加するにつれ木くず量も増加すると考えられるが、式(2)を用いた場合解体面積の増加に伴い、木くず量が減少することになる。

$$y = \begin{bmatrix} 67.97 & \text{母屋} \\ -9.96 & \text{土蔵} \\ -0.81 & \text{倉庫} \\ 0 & \text{その他} \end{bmatrix} x_4 + 28.98 \quad (2)$$

ここに y : 木くず量 (m^3)、 x_4 : 解体面積 (m^2)

(3) ガレキに関する廃棄物量の要因分析

ガレキ量と解体面積の関係を図7に示す。土蔵、倉庫

に関しては比例関係が見られ、倉庫はばらつきが大きいことがわかる。

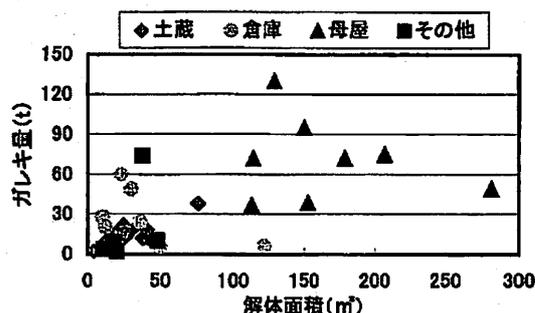


図7 ガレキ量と解体面積の関係

目的変数をガレキ量、独立変数を解体面積、建物種別(母屋、倉庫、土蔵、その他)として、数量化I類により要因分析を行い、次の回帰式(3)が求められた。重回帰係数は $R=0.751$ である。

式(3)では母屋か否かによりガレキ量が大きく変化する。本来家屋を解体した場合、解体面積が増加するにつれガレキ量も増加すると考えられるが、式(3)を用いた場合、解体面積の増加に伴いガレキ量が若干であるが減少することになる。

$$y = \begin{bmatrix} 59.0 & \text{母屋} \\ -5.69 & \text{土蔵} \\ 3.36 & \text{倉庫} \\ 0 & \text{その他} \end{bmatrix} - 0.055x_4 + 21.29 \quad (3)$$

ここに y :ガレキ量 (t), x_4 :解体面積 (m^2)

以上の結果より廃棄物の木くず量やガレキ量への影響要因については、更に資料を求めて検討する必要がある。

4.5 家屋解体により発生する廃棄物量の原単位

本研究では(4)式により廃棄物の原単位を求める。

$$\text{原単位} = \frac{\text{廃棄物量} (m^3 \text{または} t)}{\text{家屋の解体面積} (m^2)} \quad (4)$$

岸本町家屋解体等申請処理簿を元に、解体された建築物を土蔵、倉庫、母屋の3種類に分類して集計し(表4)、母屋より倉庫・土蔵のほうが原単位が大きいという結果が得られた。これは倉庫・土蔵の床面積が、母屋と比較して小さいことが影響していると考えられる。

表4 建物種類別の原単位

	建物種別	件数	木くず (m^3/m^2)	ガレキ (t/m^2)
鳥取県西部地震: 岸本町	母屋	8	0.59	0.47
	倉庫	17	0.72	0.56
	土蔵	10	1.33	1.12
平常時 ⁴⁾	木造	36	0.400	0.212
兵庫県南部地震: 兵庫県 ⁵⁾	木造		0.470	0.392

橋本ら⁵⁾により、平常時と兵庫県南部地震時の解体原

単位が系統的に整理・分析されており、表4に比較する。岸本町における母屋の原単位は、平常時と比較して1.5~2倍、震災時の兵庫県と比較しても約1.2倍である。本研究で求めた原単位は、平常時の値や、震災時の兵庫県と比較しても大きいことがわかる。これは鳥取県では伝統的木造の家屋が多く、これらの家屋は木材使用量が多いためだと考えられる。また、平常時と災害時の廃棄物量測定や推定法の違いも影響している。

5. まとめ

本研究では2000年鳥取県西部地震により被災した家屋の解体と災害廃棄物に関する分析を行い以下のことが明らかになった。

- ・家屋の解体率には全壊率が大きく影響している
- ・鳥取県で平年に取り壊される住宅の平均築年数は約30年と推定される
- ・母屋から排出される廃棄物量は倉庫や土蔵よりも多い
- ・岸本町の廃棄物原単位は木くず・ガレキ共に、文献に報告されている平常時の値より格段に大きく、兵庫県南部地震の兵庫県南部地震の兵庫県の値よりやや大きい。

また今後の課題として以下のことが重要である。

- ・被害家屋の解体率の推定
- ・建物種別の廃棄物量の推定
- ・災害廃棄物のリサイクル率の検討
- ・家屋の補修・補強の促進方法の検討

謝辞

本研究のためにデータを提供して下さった鳥取県庁循環型社会推進課の坂口貴志氏、鳥取県庁住宅環境課の吉原正名氏、並びに鳥取県各市町村の職員の方々に深く感謝の意を表します。また本研究は、文部科学省「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」VI-3復旧・復興(リーダー・熊谷良雄)の「被災戸建住宅の補修・補強支援プログラムの開発(代表・村上ひとみ)」により実施されたことを付記する。

参考文献

- 1) 鳥取県防災危機管理課:「平成12年鳥取県西部地震の記録」, pp1-14, 2001
- 2) 村上ひとみ, 三樹亮介:2000年鳥取県西部地震による被災住宅の復旧に関する意思決定, 地域安全学会梗概集, No. 12, 2002. 11, pp99-102
- 3) 日本統計協会:「平成5年住宅土地統計調査報告(鳥取県)」, pp6-13, 1995
- 4) 日本統計協会:「平成10年住宅土地統計調査報告(鳥取県)」, pp6-13, 2000
- 5) 橋本征二, 寺島泰:建築物解体廃棄物の原単位設定, 廃棄物学会論文誌, Vol. 10, No. 1, pp1-14, 2001.