

[論説] 死傷者率にもとづく内陸地震の震央の推定

—安政五年(1858 年)飛越地震の事例—

産業技術総合研究所 地質情報研究部門* 小松原琢

Estimation on the location of the epicenter of an inland earthquake inferred by the distribution of the ratio of killed and/or injured persons to total population — A case study of the Ansei Hietsu Earthquake of April 9th in 1858, Gifu and Toyama prefectures, central Japan —

Taku KOMATSUBARA

Institute of Geology and Geoinformation, AIST, Site C7 1-1-1 Higashi, Tsukuba
Ibaraki, 305-8567 Japan

The Ansei Hietsu Earthquake of April 9th, 1858 ($M=7.0\sim 7.1$) was one of the well-recorded earthquakes in the latest period of Edo Era. Especially, the old document “Ansei Go Umadoshi Hishu Muramura Jishin Ikken” (Official report on the earthquake disaster for each village in Hida province hit by the 1858 Ansei Hietsu Earthquake) recorded killed and injured persons and total population for each village in the almost all hit area. The Ansei Hietsu Earthquake consisted of two large shocks; one occurred at “Ne no koku” around midnight, and the other occurred at “Ushi no koku” around 1:30am. The author tries to estimate the epicenter of the first main shock of the Ansei Hietsu Earthquake from the distribution of the ratio of killed and/or injured persons to total population. People who lived near the epicenter thought to be hard to escape from collapsing houses. On the other hand, people who lived far from the epicenter considered to be able to escape from killing by the first main shock. The ratio of dead persons is high along the western part of the Atotsugawa fault, and it is low (less than 4%) along the eastern part of it. No people were killed and injured along the Miboro fault in spite of high ratio of collapsed houses. This fact indicates the main shock occurred on the western part of the Atotsugawa fault, and later shock occurred near the Miboro fault.

Key words: Ansei Hietsu Earthquake, Historical earthquake, human damage, Atotsugawa fault, epicenter

§ 1. はじめに

初期微動継続時間は、震央距離と相関する。このため、初期微動継続時間の長さから歴史地震の震央を求めることや、さらには震源過程を推定することは可能と考えられる。筆者は、2011 年 3 月 11 日の東日本東北沖地震の際に、強くかつ長時間継続する初期微動を感じた。この体験によって初期微動継続時間が長い場合には、人は「揺れ」に対して適切な避難行動を取ることが可能という印象を得た。この印象が正しいなら、死傷者率の分布から、長大な活断層の活動による震央を推定することが可能と期待できる。

この考えのもとに、ほぼ全員が家の中に居る夜間に発生した歴史地震を対象として、死者率から震央や震源過程を推定できないか検討する。今回は安政

五年二月二十六日(1858 年 4 月 9 日)深夜に岐阜県北部から富山県南部に至る跡津川断層を主たる起震断層として発生した安政飛越地震を対象とする。

§ 2. 安政飛越地震の概要

安政飛越地震($M=7.0\sim 7.1$ [宇佐美ほか(2013)]; $M=7.3$ [松浦ほか(2007)])は、史料調査[宇佐美(1979)]や跡津川断層のトレンチ調査[跡津川断層発掘調査団(1983)], [栗田・佃(1993)], 断層露頭調査[ハスほか(2001)], [道家・竹内(2009)], [竹内ほか(2010)]および茂住-祐延断層のジオスライサー調査[ハスほか(2000)]によって跡津川断層全体と茂住祐延断層の活動によることが明らかにされている。

また、この地震では子の刻(午前 0 時前後)と丑の刻

* 〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 7
電子メール: komatsubara-t@aist.go.jp

(午前1時半前後)にそれぞれ強い震動が生じたことが遠地の史料に多く記されており、複数回の主要動を伴う「双子地震」であった可能性が、竹内章氏と丹保俊哉氏によって強く指摘されている [災害教訓の継承に関する専門委員会(2008)].

ところで、幕府高山陣屋によってまとめられた「飛騨国村々大地震御届書」には集落ごとの全家屋数と被災家屋数、人口と死傷者数が記されているほか、多数の同時代史料に被災状況が記されており[東京大学地震研究所編(1986)], 被害状況を克明に復元することができる[たとえば災害教訓の継承に関する専門調査会(2008), 矢田(2015)].

従来の安政飛越地震に関する研究では、家屋被害状況に関するもの[宇佐美(1979)など多数], 地震によって誘発された鳶崩れに関するもの[田畑ほか(2000)など], 災害復旧過程に関するもの[片桐・小野(2014)]が多く、人的被害の状況に関する研究例は矢田(2015)を除いてほとんどない。

本論では「飛騨国村々大地震御届書」そのほか被災状況を具体的に記した同時代史料を基に、集落ごとの死傷者率を求め、地球物理学的データとあわせて震央や震源過程について議論する。

§ 3. 死傷者率の算定

既に記したように「飛騨国村々大地震御届書」には集落ごとの母集団(人口)と標本数(死傷者数)がそれぞれ数値で示されているので、死傷者率を推定することは容易に見える。しかし、前近代の史料では人数の計数にあたって、ある年齢層以上の人しか計数されていないことや「帳外の民」が存在する可能性があること、地震当夜には本宅に居なかった人の扱いがわからないことなど、問題点は残る。また、同書は緊急調査の記録を記したものであり、「右之外、田畑并植木場損多分有之候得共、未取調方不行届旨申立候」と付記された村がある。したがって「飛騨国村々大地震御届書」に記された人数から正確に死傷者の比率を割り出すことはできない可能性がある。このため、後日の再調査によって人口や死傷者数が改められたと考えられる集落については、改められた数値を示した。また、歴史地震の初期微動継続時間を求める作業にあたっては、特定の集落ごとの死傷者率よりも地域的な死傷者率の分布傾向が重要な意味を持つと考えられる。したがって、たとえ母集団の定義が若干異なっている(おそらく数え年で7歳以下の乳幼児を除外している可能性が高い[たとえば速水(2009)]), 地域全体で一定の傾向が認められるならば、それを有意なものとして捉えるべきとここでは考える。この考えに従い、死者は1, けが人は0.5として集落人口で死傷者数を除して死傷者率を求める。また、「飛騨国村々大地震御届書」以外にも特定可能な集落における死傷者率を記した史料があれば、それも参考とす

る。

ところで、地震時には単に住家の倒壊による圧死傷だけでなく、斜面災害や火災による死傷者も生じる。特にこの地震は太陰暦月末の深夜に生じたことから斜面災害を回避することは困難であったと考えられる。このため、火災と山崩れによる人的被害が出たと史料から読み取ることができる集落はあらかじめ除外して議論を進める。

表1に集落別の人数、死傷者数、死傷者率および備考(山崩れ・火災による死者の記録および飛騨国村々大地震御届書以外の史料による数字など)をまとめる。また、跡津川断層直上の集落である富山県の有峯村に関しては、「魚津御用言上留」に「有峯村之様子承合候処所々少つゝ宛(ママ)山抜仕候由二候へ共(ママ)人家等暨(カ)人馬異変之儀も無御座候」という記述があるので、母数は不明ながらも人的被害はなかったと考え、この点も表1に示す。

以上より得た死傷者率を、山崩れと火災による死者が生じた集落を除いて地図上に示す(図1b:付図)。この図にみられるように、跡津川断層の西部で死傷者率が高く、跡津川断層東部では死傷者率は西部と比較して明確に小さくなっている。また庄川(御母衣断層)近傍の集落では死傷者は皆無である。なお跡津川断層の南東に位置して局所的に高い値を示す1集落(吉ヶ原村)は人口が3人と極端に小さい村で1人のけが人が出たために値が大きくなったものであり、例外的な事例と捉えられる。

§ 4. 考察

以上から、死傷者率はきわめて明瞭な傾向を示していることがわかる。これ(図1b)を家屋倒壊率(図1a)と比較すると、死傷者率の方が家屋倒壊率よりも跡津川断層西部に、より顕著に集中していることが読み取られる。これは、長さ60~70kmに及ぶ跡津川断層では、断層の東部と西部で初期微動継続時間に7~8秒の差があり、断層東部沿いでは人々が有効な避難行動をとる時間的余裕があったことによると考えると合理的に説明できる。また、庄川沿いで家屋倒壊率が高い割に人的被害が全くなかったことは、第1震が跡津川断層沿いで発生し、その後人々が既に避難していた庄川付近(御母衣断層近傍)で続震が生じたと考えたと説明できる。

また、かつて宇佐美(1979)は跡津川断層の北西側では家屋被害率が高く、同断層の南東側では断層から離れるにしたがって急激に家屋被害率が低下することを指摘し、横ずれ断層の両側における被害率の非対称性の事例とみなした。これは松田(1966)により跡津川断層が右横ずれ運動を主体とする活断層であることが明らかにされたことに対応した考えと読み取られる。

しかし、跡津川断層北西側で死傷者が発生してい

る(死傷者率が(0% < ~ ≤ 5%)地域はすべて茂住祐延断層西側延長上の宮川沿いに限られる。一方、茂住祐延断層の主部にあたる高原川沿いでは断層上でも鉱山を除いて死傷者は 0 である。このことは茂住祐延断層が飛越地震時に活動したと考えられること[ハスほか(2000)]と共に、茂住祐延断層の破壊もまた西側(地表断層の延長部)から東側に伝搬していったことを示唆する。

以上から第 1 震の震央は跡津川断層西部にあったと推定できるが、他の面からさらに検討する。

和田・伊藤(1995)、伊藤ほか(2003)は跡津川断層周辺の微小地震の震源を詳細に求めているが、その結果は図 1c に示すように中央部で深く、両端部で浅い鍋底型の深度分布を、かつ中央部では疎、両端部で密な双極型の頻度分布を示す。これらの自然地震は飛越地震後 150 年を経過してもなお減衰する傾向がないことから、飛越地震の余震ではなく定常的な断層すべりに伴う地震活動とみなされている(佃, 1983)。このような地震活動は、跡津川断層の中央部では非地震性のすべりが、両端部では地震を伴ったすべりが生じやすいことを示唆する。

また、Kato *et al.*(2007)は断層近傍における弾性波速度を求め、中央部で P 波速度が遅く、両端部で速いことを明らかにした(図 1d)上で、断層西部の P 波速度が速い部分が安政飛越地震時にアスペリティーとなったことを示唆している。

これらを重ねると、跡津川断層西部の死傷者率の高い範囲が、微小地震活動が活発で、かつ弾性波(P 波)速度が速い範囲と一致することが読み取られる(図 1)。

このことは、Kato *et al.* (2007)が指摘した、跡津川断層西部が安政飛越地震時にアスペリティーとして挙動したという考えを支持する。

§ 5. 残された課題

本研究では安政五年(1858 年)飛越地震について家屋倒壊率よりも死傷者率の方が震央をより明確に確定することができることを示した。その結果は、地球物理学的な観測結果から求められた推定と調和的である。

しかし、いくつかの課題が残されている。

1 つは初期微動継続時間と人間が避難行動にとりうる時間的余裕の間に、常に密接な関係があるといえるか否かに関する再検討である。この問題は、1995 年兵庫県南部地震のような本震震央や発震過程に関する精密な調査がなされている地震について同様の検討を行うことによって解決すべき問題である。

また、近世の地震については当時の人口統計のあり方についてさらに踏み込んで検討することが望ましい。特に集落人口や死者数に 7 歳児以下の幼児が含まれているか否かについては歴史学の研究成果を

活用した議論が必要であろう。特に幕領飛騨国における人口統計のあり方について詳細な検討が求められる。

さらに、1920 年に第 1 回国勢調査が行われる以前については、母数である集落人口が明らかでない事例が圧倒的に多い。こうした地震についてはたとえば潰家 1 軒当たりの死者数の死傷者数[都司(2010)]のような指標が有効となると考えられる。歴史地震の震央再決定にあたっては、このような史料の制約や実態を踏まえた議論が不可欠であろう。

謝辞

本論文の作成に当たり京都大学名誉教授の伊藤潔博士からは跡津川断層周辺の微小地震と地殻構造の問題に関して、名古屋大学大学院環境学研究所付属地震火山研究センター准教授の加藤愛太郎博士からはアスペリティーの認定と初期微動継続時間の問題について、ご指導いただきかつ励ましの言葉をいただいた。深田地質研究所の都司嘉宣博士から頂いたご指摘とご意見は本論を大きく改善する上で大変有益だった。編集を担当いただいた気象庁気象研究所の林豊博士には大変丁寧にご校閲していただいた。以上の皆様に厚く御礼申し上げます。

対象地震: 1858 年飛越地震

文献

- 跡津川断層発掘調査団, 1983, 跡津川断層におけるトレンチ掘削調査(速報), 地球, 5, 335-340.
- 粟田泰夫・佃 栄吉, 1993, 最近 1 万年間における跡津川断層の活動, 日本地震学会講演予稿集, 2, 199.
- 道家涼介・竹内 章, 2009, 岐阜県飛騨市神岡町佐古における断層露頭と跡津川断層東部の最新活動, 第四紀研究, 48, 11-17.
- ハス バートル・安江健一・竹内 章・那須忠利・高見明, 2001, 跡津川断層中部で新たに確認された断層露頭, 活断層研究, 20, 46-51.
- ハス バートル・竹内 章・迫垣内薫・竹部晃充・伊藤谷生・新見 健・木下博久・野原 壯, 2000, 跡津川断層系・茂住祐延断層の活動性, 地球号外, 28, 113-118.
- 速水 融, 2009, 歴史人口学研究 新しい近世日本像, 藤原書店, 606p.
- 伊藤 潔・上野友岳・和田博夫・大見士朗・吉井弘治, 2003, 跡津川断層系付近における詳細な震源分布と地下構造, 京都大学防災研究所年報, 46, B, 681-690.
- 片桐昭彦・小野映介, 2014, 1858 年飛越地震における飛騨国小鳥川筋被災地域の復旧, 災害・復興と

- 資料, 4, 23-31.
- Kato, A., T. Ikeda, E. Kurashimo, S. Nakagawa and N. Hirata, 2007, Delineation of probable asperities on the Atotsugawa fault, central Japan, using a dense temporary seismic network, *Geophys. Res. Lett.*, **34**, L09318, doi:10.1029/2007/GL029604.
- 松田時彦, 1966, 跡津川断層の横ずれ変位, 東京大学地震研究所彙報, **44**, 1170-1212.
- 松浦律子・中村 操・唐釜郁夫, 2007, 江戸時代の歴史地震の震源域・規模の再検討作業—飛越地震など8地震について—歴史地震, **22**, 204.
- 災害教訓の継承に関する専門調査会, 2008, 1858 飛越地震,
http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/kyoukunn_okeishou/rep/1858-hietsuJISHIN/
- 田畑茂清・水山高久・井上公夫・杉山 実, 2000, 鳶崩れ(飛越地震, 1858)による天然ダムの形成と決壊に伴う土砂移動の実態, 新砂防, **53**(1), 59-70.
- 竹内 章・道家涼介・ハス バートル, 2010, 跡津川断層系の変動地形と断層露頭, 日本地質学会第117年学術大会見学旅行案内書, 21-36.
- 東京大学地震研究所編, 1986, 新収日本地震史料第五巻別巻四, 667p.
- 佃 為成, 1983, 跡津川断層の微小地震, 地球, **5**, 417-425.
- 都司嘉宣, 2010, 集落別死者分布で見た文政 11 年 11 月 12 日(1828 X II 28)越後三条地震, 地質ニュース, **676**, 16-20.
- 宇佐美龍夫, 1979, 飛越地震(安政 5 年 2 月 26 日)と跡津川断層, 地震予知連合会会報, **21**, 115-119.
- 宇佐美龍夫・石井 寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子, 2013, 日本被害地震総覧 599-2012, 東京大学出版会, 694p.
- 矢田俊文, 2015, 1858 年飛越地震における死亡者数と土砂災害, 資料学研究, **12**, 1-13.
- 和田博夫・伊藤 潔, 1995, 跡津川断層付近の地震活動, 京都大学防災研究所年報, **38**, B-2, 235-250.

表1 安政飛越地震による村別死傷者率

備考欄のカッコ内は「飛騨国村々大地震御届書」以外の出典を示す。

Table 1. Ratio of killed and/or injured persons to total population by the Ansei Hietsu Earthquake of April 9th, 1858.

村名	人数(人)	即死(人)	怪我(人)	死傷率(%)	備考
大無雁村	164	0	0	0	
落合村	86	0	0	0	
岸奥村	28	0	0	0	
野首村	71	0	0	0	
林村	139	0	2	0.7	
牧戸村	69	0	0	0	
丸山村	51	26	3	53.9	山崩れ(角竹喜登氏筆写文書ほか)
種蔵村	151	0	2	0.7	
菅沼村	81	3	0	3.7	
巢之内村	43	3	1	8.1	
塩屋村	98	0	0	0	
小嶋郷中沢上村	35	0	0	0	
山之山村	21	0	0	0	
禰宜ヶ沢上村	107	4	0	3.7	
小無雁村	119	0	0	0	
稲越村	418	11	0	2.6	山崩れ(公私日次記抄・富田礼彦手記ほか)
保村	425	-	-	-	
天生村	91	3	4	5.5	
小鷹利郷中沢上村	49	6	3	15.3	山崩れ(矢田、2015) (安政五午年四月 吉城郡角川組地震災害并御手当方書上帳)
有家村	111	8	0	7.2	(安政五午年四月 吉城郡角川組地震災害并御手当方書上帳)
元田村	266	56	14	23.7	山崩れ(震災者弔魂碑・矢田、2015)
新名村	114	2	1	2.2	
上ヶ嶋村	58	2	1	4.3	
羽根村	112	5	4	6.3	
保木村	71	3	2	5.6	
有家林村	45	0	0	0	
森安村	38	3	0	7.9	
西忍村	279	12	0	4.3	
三川原村	129	7	6	7.8	
高牧村	75	3	5	7.3	
左古村	89	2	0	2.2	
保木脇村	52	0	0	0	
野首村	26	0	0	0	
大牧村	110	0	0	0	
荻町村	620	0	0	0	
嶋村	64	0	0	0	
牛首村	51	0	0	0	
鳩谷村	109	0	0	0	
飯嶋村	367	0	0	0	
大窪村	26	0	0	0	
馬狩村	63	0	0	0	
内ヶ戸村	33	0	0	0	
長瀬村	237	0	0	0	
平瀬村	114	0	0	0	
木谷村	149	0	0	0	

表1 (続き)

Table 1. (continued)

村名	人数(人)	即死(人)	怪我(人)	死傷率(%)	備考
福嶋村	17	0	0	0	
椿原村	50	0	0	0	
蘆倉村	69	0	0	0	
小白川村	75	0	0	0	
巢納谷村	108	5	0	4.6	二軒焼失(安政五年二月飛騨大地震越中往還御番所より高山御役所へ宛状況報告書留)
加賀沢村	68	0	0	0	
小嶋郷谷村	40	0	0	0	
打保村	220	0	0	0	
戸谷村	97	1	0	1.0	
角川村	587	19	3	3.5	(安政五午年四月 吉城郡角川組地震災害并御手当方書上帳)
桑ヶ谷村	94	4	0	4.3	(安政五年二月飛騨大地震越中往還御番所より高山御役所へ宛状況報告書留)
小野村	48	0	0	0	
杉原村	167	7	1	4.5	
小豆沢村	110	0	0	0	
跡津川村	148	2	0	1.4	
大多和村	35	0	0	0	
土村	29	0	0	0	
鹿間村	67	0	0	0	
割石村	91	0	0	0	
吉ヶ原村	3	0	1	16.7	母数が小さい
下高原郷二ツ屋村	12	0	0	0	
東漆原村	92	0	0	0	
牧村	33	0	0	0	
西漆山村	156	5	1	3.5	一軒焼失(大地震二付急難見届手帳)
杉山村	68	0	0	0	
横山村	87	0	0	0	
茂住村	271	0	0	0	
下高原郷中山村	100	0	0	0	
小鷹利郷二ツ屋村	30	0	0	0	(安政五午年四月 吉城郡角川組地震災害并御手当方書上帳)
越中有峯村	-	0	0	0	人家等暨人馬異変之儀も無御座(魚津御用言上留 第四冊)

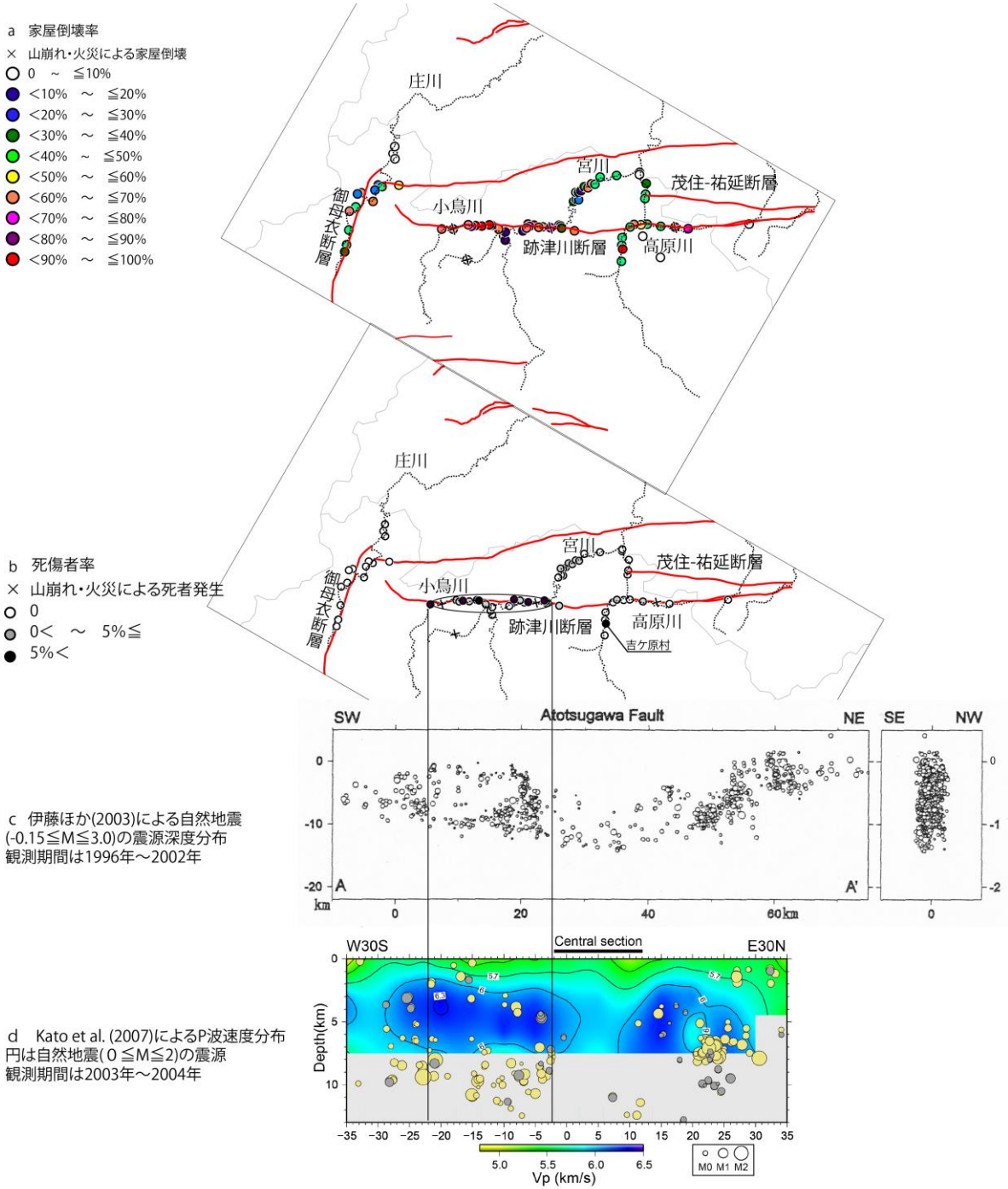


図1 安政飛越地震による家屋倒壊率(a), 死傷者率(b), 跡津川断層沿いの小規模地震の震源(c)およびP波速度分布(d). 本図のカラー版は口絵1参照.

Fig.1. (a) Ratio of collapsed houses by the Ansei Hietsu Earthquake, (b) Ratio of killed and/or injured persons by the Ansei Hietsu Earthquake, (c) Focal depth sections of earthquakes along and crossing the Atotsugawa fault [after Ito *et al.*, (2003)], (d) Depth section of V_p and hypocenters along the Atotsugawa fault [after Kato *et al.*, (2007)]. See Frontispiece 1 for the color version.