

我等が斜面の日々

Our Days on Slope

釜井俊孝

Toshitaka KAMAI

Synopsis

I have briefly described the relationship between slopes of Japan and the lives of the Japanese people from the past to present. The mountain slopes of Japan are covered with a huge amount of Holocene slope deposits. The old mountain villages are located on landslides, and the Japanese are a people who have lived with landslides. We can also find slope deposits by historical earthquakes, and some old folk customs on landslide villages. Due to the post-war changes in socio-economic system, urban landslide disaster became prominent and serious. Repeated earthquake disasters have revealed the remarkable risk of embankment of residential area in urban region. The "foretold disaster studies" involved the socio-economical perspective are proposed as a new discipline that comprehensively investigates the risks involves in the "semi-hazardous place", which is a grey zone of safety. The purpose of this new discipline is to try to restore the "wildness" of the Japanese with geological literacy.

キーワード: 地すべり, 日本人, 都市災害, 谷埋め盛土, 未災学

Keywords: landslides, Japanese, urban disaster, valley fill, foretold disaster studies

1. はじめに

筆者は、1979年以降、民間調査会社、地質調査所（現、産業技術総合研究所）、私立大学、国立大学で43年間をいわゆる斜面屋として過ごしてきた。天然の地すべりの調査・対策工事設計を専業とする技術コンサルタントを皮切りに、斜面変動現象のメカニズムに関する研究、都市域の宅地盛土地すべりに関する研究を携わってきたわけである。この原稿は、その軌跡を数ページにまとめるという、ある意味無謀な試みである。

しかし、振り返ってみると、それぞれの場面での研究対象の選択は、個人的な思惑を超えて、その時々々の斜面と日本人の関係性が反映されたものであったかも知れない。好むと好まざるとに関わらず、筆者の研究者人生は、顕著な災害の発生を契機とした、わが国における人々と斜面の関係性の変化に、少な

からず影響を受けていたと思われる。そこでここでは、一研究者の極私的な視点から、日本人と斜面の関係史について、地学的に随想して見ようと思う。それは同時に、現代の日本人が、今まさに直面している、深刻な斜面問題について考えるヒントを与えてくれるはずである。

2. 斜面と日本人

2.1 生産・居住、ときどき災害の場

活発な島弧変動帯である日本列島は、その面積の約7割が山地・丘陵地であり、平地に乏しい。しかも、山地の起伏は大きく、斜面は急傾斜なため、居住に適する土地は少ない。しかし、過去に地すべりが発生した斜面には、例外的に緩傾斜で居住可能な部分が広く存在し、わが国の山村の多くはこうした場所に成立している。地すべりの分布密度は、山地の基

盤地質による所が大きく、新第三系の泥岩や結晶片岩の分布域、及び古い火山体などでは、山地の大部分が完新世の地すべり堆積物で覆われている (Fig.1).

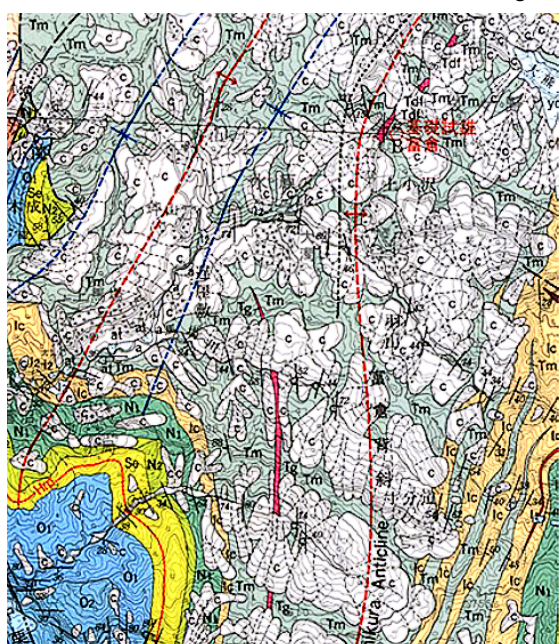


Fig. 1 Distribution of Holocene landslide deposits (c) in Neogene mountains of the Iiyama district (part), Central Japan (see Yanagisawa et al., 2001)

微地形以外にも、地すべり地には居住に適した条件が多く見られる。すなわち、地すべりに伴う地盤の破壊によって、岩盤は風化・粘土化し、地盤は攪乱されている場合が多い。つまり、耕作が容易で水持ちが良く、養分に富んだ土壌が、地すべり活動によって地表部にもたらされている。しかも、居住地の上方の滑落崖直下には地下水が湧き出していることが多く、緩傾斜を利用した灌漑が容易である。そのため、地すべり斜面では、棚田・千枚田と呼ばれる独特の景観が良く発達することになった。すなわち、各地の「棚田米」と言われるブランド米は、地すべりがもたらした恵みの典型例である。

一方で、地すべりの上に住むからには、その再活動による被災リスクは覚悟しなければならない。しかし、地すべりによる地盤の破壊は一樣ではないため、比較的表変位が少ない部分が斜面上に存在する。日本人は、古来、そうした場所に住宅を建て、周辺の比較的変位の激しい場所を耕地としてきた。日本人とは、微妙な地形・地質・地表変動を常に意識しながら、地学リテラシーを駆使して災害列島を生き抜いてきた人々である。

2.2 日本民俗学と地すべり

近世以前、平野部には広大な湿地が分布し、洪水が頻発するため、必ずしも居住に最適な場所とは言

えなかった。この時代、山地の人口比率は高く、経済的にも恵まれていたこともあって、古い集落には陰陽道（民間信仰）、地すべり伝説と言った山地集落特有の民俗が、バブル期ごろまでは各地に残っていた。

四国山地物部（高知県香美市物部）に残る陰陽道・いざなぎ流は、その代表的な例である（小松，2011）。物部川上流の両岸には、大規模な地すべりが発達し、その上に点在する集落は、陰陽師（太夫）たちが活躍する舞台だった。太夫たちは、京都の土御門家（安倍晴明の子孫）の認可を受けたと称し、様々な祭文と儀式によって人々の信仰世界に多大な影響を与えた。災害関連では、水害・土砂災害を避ける祭文が知られている（Photo1）。



Photo 1 Prayer room of folk religion in landslide villages of Shikoku mountains, the Mononobe, Kochi

伝説は昔話と異なり、当時の人々が関わった異常な経験を背景としている場合がある。特に大災害の様な特別な危難にあった場合、人々はその後を生きる拠り所を得るために、彼らなりの合理的理由として伝説を必要としてきた。地すべり災害らは、①地すべりが発生した原因、②地すべりを防いだ経験、③地すべりで失われた（埋まってしまった）土地や建物に関する説話、④舞台設定等を通じて間接的に地すべりに関連する話の4種類に分類することができる（釜井，2005）。

地すべりの原因を説明した例として新潟県山古志村の盗人塚にまつわるものが知られている（小出ほか，1963）。江戸時代中期ごろから中野集落に伝わる伝説で要約すると、「いつのまにか村に住み着いた乞食がある時、食べ物を探して風口峠付近を彷徨ううち、虫亀の集落にきた。ある留守の家の軒下で雨宿りをしているうち、空腹のあまり出来心から台所にあった飯を食べてしまった。村人に発見・追跡され、中野まで逃げ帰ったが、虫亀の人々は中野まで押しかけて村と村の争いになった。怒った中野の村人は乞食を捕らえると、村はずれに2mほどの穴を掘り、頭に鍋を被せて生き埋めにした。乞食はあまりの苦しさに、怒った声でこの村を泥の海にしてや

ると叫びながら死んだ。後に村人は乞食の祟りを恐れて小塚（盗人塚）を築いて祀った。」という内容である。戦後、道路建設のためにこの盗人塚を掘り起こしたところ、錆びた鍋、頭蓋骨などが発見され、伝説に事実の重みが加わった。

地すべりに打ちのめされた村がある一方で、災害を自らの手で跳ね返そうと、伝説を創生した村もあった(②の例)。新潟県松之山町兎口には「杓坂」と呼ばれる小さな坂がある。江戸時代、村役人だった杓衛門は、激しさを増す地すべりを鎮めるため、この場所で自ら人柱となったと伝えられている(松之山町史編さん委員会, 1991)。坂の傍らには神社が建立され、村人の団結の象徴として現在も守られている。杓坂は、地すべりの末端隆起によって出来た坂であるので、手段は別として地すべりを抑止するには最適な位置である。近世日本人の地学リテラシーの高さを示す事例と言える。

2.3 歴史時代の斜面堆積物

古代の畿内では、平城京、長岡京、平安京、延暦寺等の造営に際して、都市周辺の山地において大規模な山地開発が行われた。しかし、古代における都市開発と周辺山地の環境の変化は、不明な点が少ない。一方、京都周辺の山地内部に残留する様々な堆積物や平野部に流下し堆積した土砂の中には、こうした古代から中世前期に行われた山地開発の状況を記録しているものが含まれている。したがって、崩壊土砂、土砂流堆積物、洪水堆積物などに姿を変えている土砂をできるだけ多く見つけ、それらを年代順に編年することで、都市(京都)と郊外(周辺

山地)の関係史に新たな視点を加えることができるはずである(釜井, 2016)。

京都東山の山中には、斜面崩壊でもたらされた堆積物が広く分布する。それらのうち、11~12世紀の土壌を覆う崩壊(谷埋め)堆積物は、1185年元暦(文治)地震に関連する崩壊堆積物(地震による崩壊+地震直後の雨による土砂流出等)と考えられる。これらを含めて京都盆地周辺の山地で発見された土砂の年代値を編集した。その結果、黒色土層を埋没させたと思われるイベントは、約1000年間に6回あり、平均すると約200年に一回のペースで顕著な土砂災害が発生したことがわかった(Fig.2)。一方、12世紀の埋没黒色土層以後の埋没黒色土層は4層準(□-□)で認められるのに対し、それ以前に形成された黒色土は、2層準(□-□)に過ぎない。未発見の黒色土層準が存在する可能性は否定できないが、少なくとも現時点では、12世紀以降に崩壊が激化した傾向が認められる。現代においても、大地震後の山地斜面は脆弱化し、長期間にわたって不安定になることが知られているので、その影響かも知れない。

また、年代測定を行った京都東山の崩壊堆積物や埋没黒色土壌に含まれる花粉の種類を調べた。その結果、12世紀末の元暦地震直後から13世紀初めぐらいまでの堆積物には、マツ花粉が約60%、スギとコナラ(広葉樹)の花粉がそれぞれ20%弱含まれていた。木の種類によって花粉の生産量が違うので、この比率が直接樹木の構成率にはならないが、この頃は、マツ、スギ、コナラの樹木が混在した森が存在していたと推定される。スギやコナラは、乾燥した荒れ地に最初に侵入するマツよりも、湿った土壌

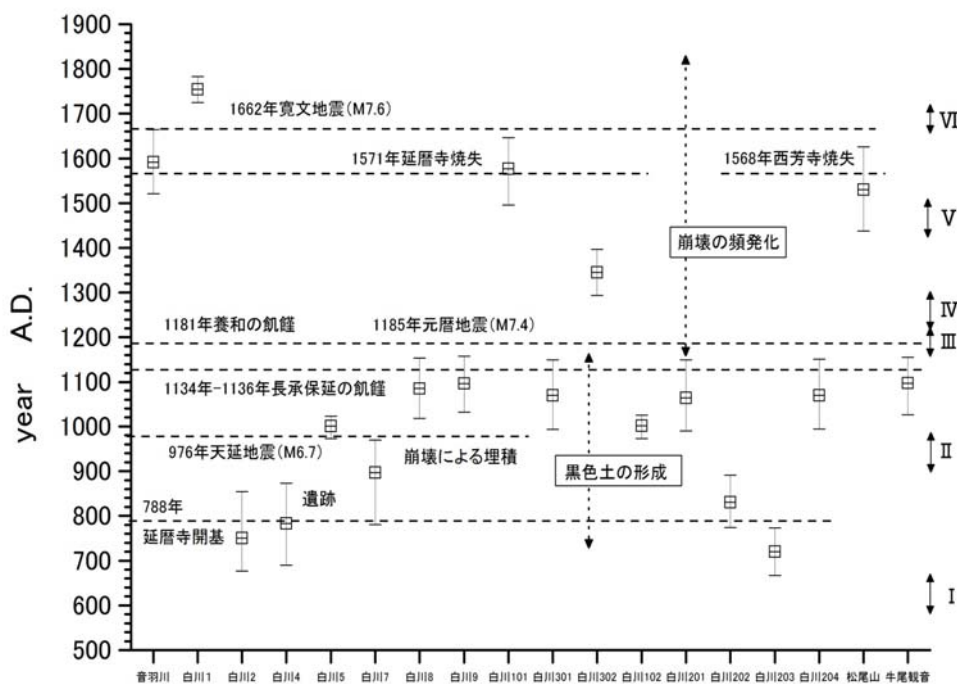


Fig.2 Radiocarbon (¹⁴C) dating of slope deposits in the mountains surrounding Kyoto basin

を好む樹木である。したがって、遺跡の周辺斜面において元暦地震による森林の荒廃は著しかったものの、数10年後には二次林が成長し、地震による痛手から植生が回復しつつあった事が伺える。

しかし、14世紀初めから16世紀初めまでの堆積物では、マツのみが卓越(約80%)し、他は10%以下しか含まれない。きわめて単調な花粉組成に変化したわけである。17世紀になると、スギが少し増加するが、マツの卓越傾向は基本的には維持されている。このことは、13世紀~15世紀の三百年間に、東山の山林で劇的に開発が進み、マツのみが成育できるような環境になった事を示している。

元暦の地震による崩壊の多発は山を荒廃させたが、そのまま放置されていれば、森林は回復したはずである。しかし、その後の戦国時代頃から人々が頻繁に山に入るようになり、伐採を繰り返したため、森林植生はほぼ完全に破壊された。斜面の荒地化が、今度は人の手で進行したわけである。京都に近い山地では、戦乱による木材需要や燃料需要もそうした行為を促進させたに違いない。こうした山地斜面の禿げ山化は、やがて土砂の流出を増加させ、京都盆地での洪水や河床の上昇(天井川化)を招くことになった。

2.4 天井川

南山城・近江地域は、天井川地形の発達で全国的に有名である。そこで、木津川流域や天野川流域における、天井川地形の形成史を調べた。その結果、天井川や礫地形の形成が始まる時期は、調査した場所ではほぼ共通して14世紀~15世紀前半であった(Fig.3)。ほぼ同じ頃、周防国国府周辺でも天井川化(河床上昇)が始まった。すなわち、歴史が古く、したがって人口が多く開発が先行していた地域では、天井川化の開始時期は、南北朝期を挟む鎌倉末期~室町前期まで遡ると考えることができる。これまで、天井川化は江戸時代以降に始まると考えられてきたので、これらの事実は、天井川の形成史に大きな変更を迫るものである。

それでは河川環境が変化した14世紀~15世紀前半、上流の山地はどのような状況だったのだろうか。天井川基底の年代と白川上流域の堆積物中の花粉組成の変化は良く符合する。すなわち、京都を中心とする近畿圏では、この頃(14世紀~15世紀前半)から山地の環境破壊に起因して土砂生産が増加し、そのため下流では天井川の形成が始まったと考えられるのである(釜井, 2016)。

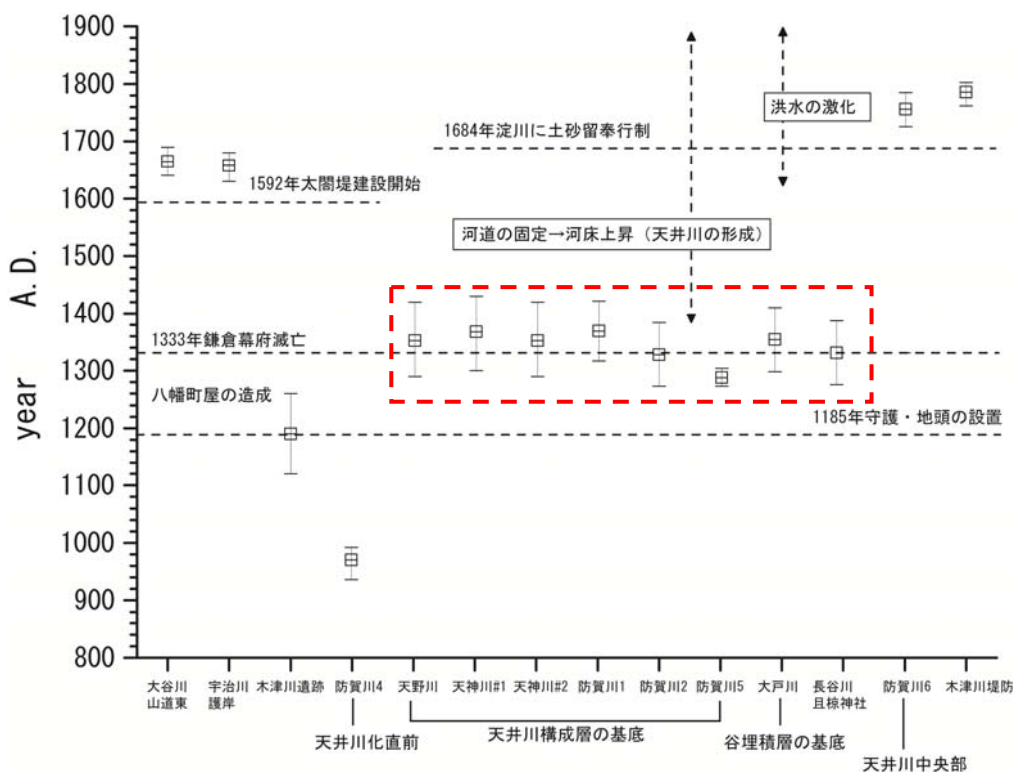


Fig.3 Radiocarbon (^{14}C) dating of fluvial sediments in Kyoto basin. Red dashed line indicates age of base of rising-bed river sediments (beginning of riverbed rise)

1960年代から始まった高度経済成長とともに、多くの本流河川では建設用の川砂利の採取、上流のダム建設等によって河床が低下した。また、戦後の植林によって現代では「はげ山」はほとんど見られなくなった。そのため、支流では洪水の通路としての天井川を維持するモチベーションが低下した。同時に、都市化の進行によって、天井川が都市域に取り込まれた地域では、廃川（流路の付け替え）によって、そもそも川で無くなってしまった例もある。こうした廃川では、天井川が削られて平坦化され、住宅地、公園、墓地等に転用された例も見られる。ここでの天井川は、歴史の一部として人々の記憶の中のみ留まる存在に変わろうとしているかの様である。

しかし一方、河川整備が進まず、捨て置かれたまま、周囲の都市化だけが進んだ天井川も多い。こうした天井川では、近年の極端な気象条件のもと、以前よりも災害のリスクは増加している。実際、2012年8月の豪雨では、宇治市五ヶ庄で弥陀次郎川が決壊し、住宅約400戸以上が浸水した。弥陀次郎川は、急速に宅地化された旧農村地帯を流れる典型的な天井川である。天井川の防災上の重要性は、現代においても失われてはいない。

3 地すべりの現代

3.1 すべり面強度の認識論

1958年施行の地すべり等防止法によって、わが国には世界でも稀な、「地すべり業界」が生まれた。地すべりの調査と対策という公共事業を請け負う産官学の複合体である。どこの業界でも独自のルールがあるが、技術面に関して言えば、この業界の特徴の一つは、すべり面強度と安定解析手法の「割り切り」にある。それは、基本的に「室内せん断試験を信用しない」、「土の粘着力はすべり層厚で決める」、「安定解析はすべり面の形に関わらずフェレニウス法（有効応力法）」（林野ではヤンプー法も可）というかなり大胆な割り切りである。そのため、土質力学の専門家からは、すこぶる評判が悪い。しかし、地すべりは、履歴や構造を反映した複雑なメカニズムを持つ現象であることも事実である。それらを考慮できる力学体系が無い現状では、最もシンプルな方法で良いというのも一つの見識かも知れない。

しかしそれでも、どの様な強度で地すべり現象を評価すべきかという問題は、地すべりを科学的に取り扱うためには、避けて通れない課題である。地すべりの強度としては、完全軟化強度、残留強度等のせん断過程と排水条件に注目した提案が多く、地すべり現象の肝である局所破壊が全体破壊に成長す

る過程に注目した研究は少なかった。そこで、リングせん断試験機と局所破壊センサー（ソーメン電極）を自作して、すべり面（せん断面）の発達過程とせん断強度の関係を検討した（Kamai, 1998）。

Fig.4は、せん断試験中に局所破壊が広がる様子を検出した、代表的な実験結果である。試料は、長野県袖地地すべりという活動的な（限界状態にある）地すべりのすべり面粘土を使用した。検討の結果、ピーク強度（1）は、破壊が開始する時点の強度であること、そして破壊が一周した時点の強度（分離面連結時強度）（3）が、地すべりの再活動を最も上手く説明できることがわかった。しかし、この方法は、「そもそも、室内せん断試験において、厳密な要素性は成り立ちうるか？」という根源的な問いも提起した。この問いに応えるには、破壊のフラクタル性に注目した検討が必要であると思われる。

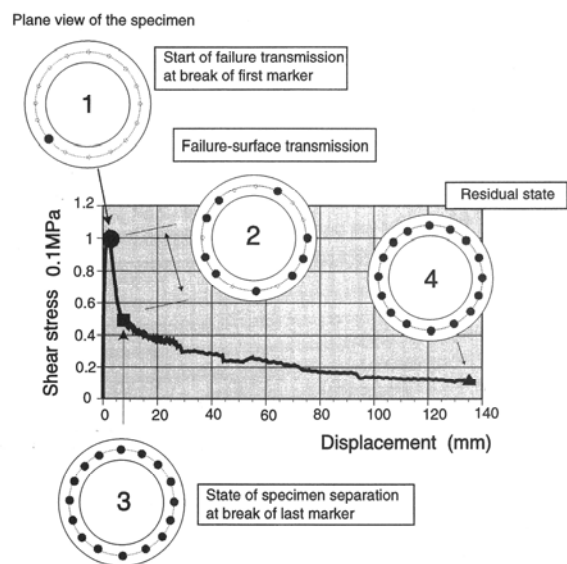


Fig.4 Typical relationship between displacement, shear stress, and propagation process of local shear. The original local shear detecting method and ring shear apparatus were used (see Kamai, 1998)

3.2 「業界」の夏

自然界の地すべりは大規模な破壊現象なので、自然の不均質性をどう見るかが重要である。しかし、公共事業として地すべり対策を行う場合、普通はそれを見極めるのに十分な予算と時間は与えられない。一方、地すべり等防止法による「指定地」の地すべり対策事業は、1970年代後半～バブル期に全盛期を迎えた。その結果、効率的に対策工を決定し実行するシステムが求められたわけで、前述のすべり面強度と安定解析手法の割り切りもその一つである。

しかし、そうは言っても完全に割り切って対策を

行うには、リスク（地すべり抑止に失敗した場合の責任の行方等）が大きすぎて躊躇する場合もある。そこで、大規模で社会的影響が大きい地すべりでは、「神々」（大学教授、国や県所属の研究官、カリスマ技術者）が御神託を下し、「信者」（行政の現場担当者）たちがそれを信じて工事を行う構造が出来上がった（例：「あの方が言ったから、ここに抑止杭を設置する」等）。1963年に作られた地すべり学会も、運営委員に職名委員を多く抱える形でこのシステムをサポートした。この構造は、現在も個別の地すべりに「委員会」という形で一部残っている。

筆者は、1979年、地すべり業界に入った。月残業時間が過労死ラインを遥に超える業界（会社）だったが、過ぎ去りつつあった「地すべり業界の神話の時代」を、肌で感じる事ができたのは幸運だった。

確かに公共事業としての地すべり対策には、無駄も多かった。しかし、戦後、地方の若者たちの多くが大都市に吸収され、山村は守り手を失って、限界集落化していった。地すべり対策事業は、公共事業の形で税金を地方に還流させ、源流部の環境を守るという戦後政策の一翼を担っていたと言えよう。しかし、バブル以後は、災害復旧を除く恒常的な地すべり対策事業費（公共事業費）は減少に転じ、それに伴って、地すべり学会の会員数も長期低落傾向にある。

4. 宅地崩壊

4.1 災害が起きる場所

社会的影響の大きさという視点で見れば、斜面災害の発生場が、山村から都市に移行している状況は明白である。都市で大きな斜面・地盤災害が起きると、個々の住民と地域社会は様々な問題を抱えることになる。しかし、宅地の被害が引き起こす様々な社会的影響を含めて、宅地の異常事態を的確に表す言葉が、今まで無かった。そこで、こうした事態を「宅地崩壊」と呼ぶことにした（釜井, 2019）。戦後、しばらく続いた地震空白期は終焉し、極端気象の時代になって、毎年のように異常な豪雨が発生するようになった。また、高度経済成長期から半世紀を経て、造成地の盛土や擁壁の老朽化が目立つ。つまり、災害の誘因が高まっているのに対し、それを受け止める宅地の災害耐性は逆に弱まっている。これを受けて、今後は広範囲に大量の宅地崩壊が起きやすくなるはずである。都市住民にとって、かつてない「宅地崩壊の時代」が、始まったと言える。

宅地崩壊は、「都市外縁型」と「都市内部型」の二種類に分けて考えることができる（釜井・守随, 2002）。すなわち、高度経済成長と70年代の列島改造ブーム

によって拡大した都市域は、天然の地すべりや土石流の場に入り込んでいった。こうした宅地は、都市の方から見ると、膨張の最前線である都市の外縁部に位置している。この種の宅地崩壊を「都市外縁型」と呼んでいる。

一方、1978年宮城県沖地震以降、大都市を襲った大地震により、大規模な宅地盛土における地すべりが、繰り返し発生している。こうしたリスクの高い斜面は、住宅や構造物によって覆われ、今ではそのリスクが外見ではわかりにくくなっている。しかし、極端な豪雨や強い地震があると、こうしたリスクが顕わになって、市街地の中で宅地被害が起きるといふわけである。こうした現象は、既に完成された（様に見える）都市の内部に特有の現象である。そこで、この種の宅地崩壊を「都市内部型」と呼ぶことにした。

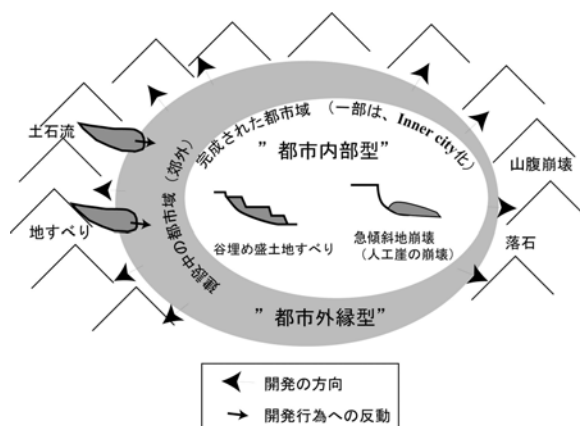


Fig.5 Two types of landslide disaster in urban residential area

4.2 都市外縁型

長野市郊外の地附山地すべりは、都市外縁型の地すべりの代表例である（釜井, 2019; 釜井, 2020a）。1985年7月、大規模に再活動した地すべりによって、老人ホーム「松寿荘」が押しつぶされ、で26名が犠牲になった。さらに、湯谷団地を中心に住宅50戸ほどが全壊した。長野県は地すべりの多い地域である。そのため、住民は日頃から地すべりには敏感であった。しかし、湯谷団地の場合、県の企業局の造成だから安全だろうと考え、土地を購入した人も多かった。しかし、宅地開発の場合、長期的に安全かどうかは、デベロッパーの良心による所が大きく、民間か公共企業体かはあまり関係がない。また、老人ホームや障害者用のいわゆる福祉施設は、しばしば一般の住宅地から離れ、結果的に山裾や河川の近くなど、相対的に危険な場所に配置されることが多い。地附山地すべりでは、そのために避難に関する連絡が遅れ、致命的な結果を招いた。福祉施設の被災は、1999年の福島県太陽の国災害や広島豪雨災害、2009年防

府市真尾土石流災害でも経験した。これらの事例は、「社会的弱者が危険な場所に追いやられるため被害を受けやすい」という災害の社会的階層性が現代的な形で顕れたものと言える。

被害住民らは、観光道路（戸隠パードライン）建設と不適切な管理が地すべりの原因であるとして、長野県企業局を提訴した。1997年の一審長野地裁判決では県側が敗訴し、総額5億円あまりの損害賠償の支払いが県に命じられた（県側が控訴しなかったため、このまま確定）。

豪雨によって土石流や崩壊土砂が宅地に流入する災害も都市外縁型の典型的なパターンである。代表的なものだけでも、1982年の長崎災害、1999年、2014年、2018年の広島土石流災害などと枚挙にいとまがない。これらの被災地では、土石流扇状地や谷間の低地など、土砂災害リスクの高い場所として残されていた土地が、剥き出しの経済合理性によって開発され宅地化されていた。これらは、人々の欲望をコントロールできなかった戦後の都市計画（政策）の歪が招いた災害であると言える（釜井，2021b）。

4.3 大規模宅地盛土（都市内部型）

1970年代半ば以降、高台の宅地造成地で奇妙な地震被害が顕れるようになった（釜井，2022b）。被害分布がまだら模様で、激しく宅地が壊れた場所と全く無傷の地域が混在する不思議な宅地被害である。現地被害調査を行ったところ、これらの多くは、谷埋め盛土の「地すべり」であると思われた。しかし、当時は被害をできるだけ軽く見ようとする専門家も多く、こうした被害が宅地盛土の地すべりによるもので、しかも都市では普遍的にどこでも起きうる災害であると認知されるには、数回の地震による深刻な被害を必要とした（Kamai, 2014; Kamai, 2015）。

宅地谷埋め盛土の地すべりは、1978年宮城県沖地震の際、仙台市の台地・丘陵地に広がる宅地において、初めて注目された。この時は、仙台ローカルな問題として処理されたが、1995年兵庫県南部地震の際、西宮市から明石市にかけて多数の宅地盛土の地すべりが発生したため、一躍、全国的な問題に浮上した。

この地震では、海岸に沿って震度7の「震災の帯」が出現し、多くの家屋が倒壊した。その北側の震度6で揺れた台地では、家屋の倒壊等は圧倒的に少なかったが、地表の亀裂や陥没・隆起など、地盤変形がまだら模様で点在していた。この被害領域の多くは、ほぼ例外なく造成以前の谷を埋めて作られた盛土であり、大規模な地すべりによる被害であった（釜井ほか，1995）。特に、西宮市仁川では、流動化した土砂が11戸の人家を埋積し、34名の人命を奪った。

この場所では、水道施設の建設のため、幅の広い支谷を埋め立てて、深さ約20mに達する厚い盛土が作られていた。盛土の内部が地下水で満たされていたため、崩壊した土砂は流動化し、被害が拡大したのである。この地震は地盤災害に関する多くの問題を提起したが、筆者にとっても、研究対象を自然斜面から人工斜面に転換する契機となった。

同様の宅地盛土の地すべりは、その後の大都市を襲った地震災害では、ほぼ毎回出現している。そこで、2006年、国は「宅地造成等規制法（宅造法）」を改正し、宅地盛土地すべりへの対処方針を定めた。すなわち、盛土分布図の作成・公表、災害危険区域の指定と調査、対策工事の実施というセットである。しかし、このスキームは、宅地所有者にも経済的負担を求めるものであるため、自治体の動きは鈍く、事前対策はほとんど進んでいない。そうした状況下で、2011年東北地方太平洋沖地震が発生し、仙台市で約5700宅地が被害を受けた。その中には、1978年宮城県沖地震の被災地と全く同じ場所も含まれていた（釜井，2011d; Kamai et al., 2013）。この時、仙台市では、改正宅造法の成果である盛土分布図も用意されていなかった。33年前の警告は生かされていなかったのである。



Photo 2 Landslide in residential valley fill in Nishinomiya City, caused by the 1995 earthquake

4.4 崖っぷち（都市内部型）

もともとは、段丘崖や旧海食崖などの都市部の崖には、古い盛土や斜面堆積物が張り付いている場合が多い。こうした、自然斜面とも人工斜面ともつかない、曖昧な急斜面を「崖っぷち」と呼んでいる。

例えば、大阪市中心部を南北に貫く上町台地西縁には、海食崖（縄文海進による）が人工物（盛土、擁壁等）で修飾された崖っぷちが連続する。これらの盛土の中には、既に不安定化しているものがあり、崖の肩の部分には、沈下しつつ斜面下方に動いた事を示す証拠が少なからず存在する。こうした変形の

多くは、強い地震動によると考えられ、その時期を特定できる場合もある。例えば、天王寺区愛染坂上部に見られる顕著な変形は、巻き込まれた学校の記録、及び大江神社（愛染坂脇）の鳥居や石燈籠の変形・修復歴から、1995年兵庫県南部地震によって促進されたと推定できる（釜井，2020a）。震災遺構の一つと言える。

こうした崖っぶちの中には、普段からギリギリのバランス状態にある場合がある。実際、2004年4月には、東京都品川区西品川で、2021年6月には、大阪市西成区天下茶屋において、崖下の工事というわずかな振動によって、崖に張り付いた盛土が擁壁と一緒に崩れ落ちるといった災害が発生している。



Photo 3 Collapse of small residential fill in Tokyo, 2004

崖っぶちにおける災害を理解するためには、崖際盛土の地震動がどのようなものであるかを明らかにしなければならない。そこで、横浜市中心部（神奈川区）の崖っぶち（下末吉面に張り付けた盛土斜面）に、複数の観測点を配置し、地震観測を継続している（釜井，2011b）。その結果、崖際盛土の増幅は非常に大きく、台地の地山に比べて約3倍、上下方向の加速度は約5倍となる事がわかった。これは、震度で見ると、約1の違いである。もちろん、この関係が大地震の際にもそのまま当てはまるかは不明である。しかし、崖際盛土のリスクの深刻さが、地震観測によって具体的に裏付けられた意義は大きい。

2021年10月7日の千葉県北西部地震では、角速度計によって崖際盛土の回転角速度を観測する事に成功した。回転角速度を数値積分すれば、地震による斜面のせん断ひずみ（回転角）を見積もることができる。室内変形試験の結果を参考にすると、盛土のせん断剛性率は、最大せん断ひずみ（約0.05%）の時点では、既に低下を始めていたと推定される。また、波形にも顕著な片振れが見られた。これらのことから、この地震によって、崖際盛土は塑性領域（局部的に壊れた）に入っていたが、ひずみが小さかった

ため、全体崩壊（地すべり）には至らなかったと推定される。

宅造法による盛土対策は、主に大規模な宅地盛土を事業の対象としている。したがって、崖っぶちに代表される小規模な盛土は、「大規模宅地盛土分布図（マップ）」にも表現されていない。しかし、それらは、小規模であるが、住民の生活を破壊するには十分な威力を持っている。都市の中に確実に存在する、これら無数の崖っぶち盛土実態は、良くわかっていない。

5. 宅地盛土の諸問題

5.1 地下水の停留

過去の震災で大きく変動した谷埋め盛土地すべりでは、地下水位が異常に高い場合が多かった（釜井，2010；釜井，2011a）。そこで、東京都南部の既存ボーリングデータを調べた結果、多くの宅地盛土内に地下水位が形成されていることがわかった。この様に盛土に地下水が大量に貯まっている原因の一つは、谷埋めという行為自体にあると考えられる。

本来、谷は地表水・地下水が集りやすい場所である。その水文構造は、谷を埋めても変わらない。すなわち、（不圧）地下水の水位は、大気圧とのバランスで決まり、通常、谷壁（空中）に向かって低下（ドロップ）する。しかし、谷を埋めるとこの圧力バランスが変化し、排出が供給を上回れば、地下水位は最大で周辺の広域地下水系と同じレベルまで上昇するのである（釜井，2014）。

地下水の停留は、盛土の不安定化につながるもので、宅地開発の技術基準では、谷底に暗渠（有孔管）を敷設する事になっている。しかし、こうした暗渠の

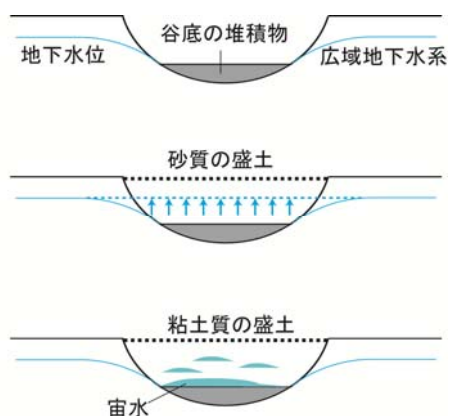


Fig.6 Schematic diagram of the relationship between ground water table and valley filling

効果には不確実性が大きい。例えば、暗渠の設計上、

考慮している降水量は分水界内に降った雨だけであり、分水界（地表の起伏）を跨いで流入する地下水（広域帯水層等）は、現在の基準では想定されていない。そもそも、宅地盛土において暗渠がどの程度の効果を発揮したのかを判断するデータすらないのである。その結果、「暗渠を伴う排水施設を作るから、盛土中に地下水は貯まらないはず」という希望的仮定が開発計画では一般的であり、行政もそれを追認している。

しかし、造成後長い年月を経ると、谷埋め盛土にはじわじわと地下水が集ってくる。その頃に、もし、暗渠配水管が劣化していると、ますます地下水位が高くなる。これが、多くの古い盛土で地下水位が高い主な理由と考えられる。すなわち、多くの開発計画が想定する地下水条件は、実際の地下水賦存状態と乖離しており、それをチェックするルールすら無い事が、宅地盛土で地すべりが発生する大きな原因と考えられる。

5.2 卓越流と過剰間隙水圧

盛土の内部を観察できる機会は限られている。しかし、2021年8月に天津市で崩壊した盛土の滑落崖で詳細に内部構造を観察する事ができた（Photo 4）。まず目につくのは、盛土底部に連続する巨大なソイルパイプである。ソイルパイプは、卓越流と呼ばれる地下水の通り道である。洪水流と同じく、比較的早い流れによって、水と一緒に土砂も流されるのが一般的である。この例では、水が流れた跡に泥が付着していることから、地下水と一緒に盛土底面の細粒分も流出したことがわかる。すなわち、ソイルパイプの周囲で地下浸食が起きていたと推定できる。

一般に地下浸食が進行すると土の空隙率が大きくなる。すなわちスカスカの構造が形成される。この盛土では、豪雨の際、ソイルパイプを利用した地下

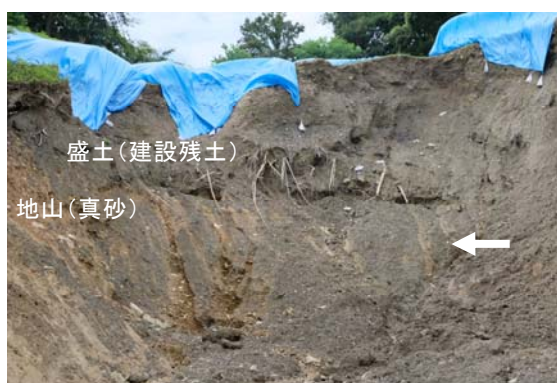


Photo 4 Internal structure of valley fill. White arrow shows the boundary between the fill material and the original ground

水の排水が追い付かず、地下浸食で空隙が大きくなった部分の間隙水圧が高まった。すなわち、過剰間隙水圧の上昇である。これによって、この部分から破壊が開始され、全体崩壊（地すべり）に発展したと推定される（釜井，2022a）。

盛土構築後、長期間（通常は数十年）を経て人工的な排水機能が衰えてくると、天然の排水管であるソイルパイプが形成され、地下水が盛土内部を流れるようになる。この状態の盛土が地震で強くゆすられると、この構造が壊れて、大きな過剰間隙水圧が発生すると推定される（Kamai, 2013）。すなわち、盛土内の大空隙を水が飽和しているかが、盛土のリスクを判断する上で、重要なポイントである。

また、盛土が厚い場合、材質や構造によっては、内部に宙水（水溜まり）ができることがある。過去の災害では、こうした宙水で過剰間隙水圧が発生し、盛土内部にすべり面が形成された。盛土の地すべりに関するリスクを評価するためには、盛土内部の地下水賦存状態を詳細に知る必要がある（釜井，2020e）。

5.3 メンテナンス

一戸建て、マンションに限らず、住宅（上物）を長持ちさせるうえで、メンテナンスの重要性は常識である。しかし、半永久構造物である宅地にもメンテナンスが必要という認識は、宅地所有者に限らず、宅地の専門家（行政、技術者）の間でも共有されていない。しかし、これまでわれわれが経験した都市域の斜面災害では、宅地盛土における排水不良が地すべりの主な原因であった。この事は、宅地においても定期メンテナンスが必要である事を明確に示唆している（釜井，2011c）。

宅地メンテナンスの点検項目で最も重要なものは、盛土内の地下水の有無、そして暗渠排水の健全性である。地下水位観測孔を設置し、ボアホールカメラによるチェックが必要である。これらのメンテナンスを実施する以上、宅地所有者の負担が増える。しかし、宅地の保全は所有者の義務であるし、地すべりで自宅が損壊するリスクを事前に知ることは、所有者自身の生命・財産を守るうえで、きわめて重要である。

6. 宅地の未災学

6.1 遅れてきた公害

国土交通省の集計によると、大規模宅地盛土の総数は、全国で約51000箇所になる。それらの分布は各自治体が地図にまとめているが、横浜市が公表したものは、詳細で正確であり、「丘の手」「山の手」の斜面を埋め尽くす盛土の分布が的確に表現されて

している。この状況は、わが国の現代の都市に共通のはずで、もはや、われわれは、「人新世」の「地層としての盛土」と向き合う時代に生きていと言えよう（釜井，2021a）。問題は、こうした膨大な宅地盛土の中には、一定の割合で、地下水が高く、地すべりのリスクが高いものが含まれていることである。われわれは、こうした盛土を「ダメ盛土」と呼んでいる。

現在、「ダメ盛土」となっている谷埋め盛土は、高度経済成長期（1960～1975）に作られたものが多い。当時は四大「公害」の時代であったが、地上の世界の大气、水、騒音については、様々な方策によって、わが国ではほぼ解決に向かった。しかし、最近頻発し、これからも発生が予想される宅地盛土地すべりの舞台は、この時代に構築され、そのまま放置されてきた人工のダメ盛土である。したがって、そうしたダメ盛土の災害（宅地盛土地すべり）は、「遅れてきた公害」と呼ぶべき災害と言えよう（釜井，2018；釜井，2021c）。

しかし、これらのダメ盛土は、所有者が購入後、相当年数が経過しているため、多くは法的（品確法の瑕疵担保責任、民法の不法行為による損害賠償責任）に時効が成立している（釜井，2020b）。しかし、

こうした事態を「公害」として考えれば、時効の起算時点が変わることになり、原因者（デベロッパー、ハウスメーカー等）を巻き込んだ問題解決（個別補償、基金への資金拋出等）が可能になると期待される。さらに、より根本的な問題解決には、関連住民の組織化（例えば、宅地防災組合の設立）とそれらを支える制度設計（法制度の整備、運用の実効性の担保など）等による管理の仕組みが必要とされるだろう。

6.2 リスクと税金

神戸市灘区篠原台は、六甲山麓に戦後開発された典型的な新興住宅地である。2018年7月の西日本豪雨では、市街地に土石流が流れ込んだ。それ以前からこの地域は、土砂災害警戒区域に指定されていたが、住民の約3割が知らなかった（神戸新聞2018年8月5日朝刊紙面）。しかも、知っていた残り7割の住民も、ほとんど避難せず、スマホで窓の外を流れる土石流の動画を投稿していた。すなわち、この事例は、行政やマスコミが発出するリスク情報ぐらいでは、新興住宅地の住民は災害回避行動をとらない事を示している。

篠原台の土石流は、たまたま巨礫を含まなかったため、犠牲者が出なかった。しかし、同じ頃、広島県安芸郡熊野町川角5丁目の大原ハイツを襲った土石流では、12名が犠牲となった。大原ハイツでも土砂災害警戒区域は設定されていたが、避難が遅れたため土石流に巻き込まれたものと思われる。

新興住宅地の住民が災害回避行動をとらず、犠牲者が出てしまう背景としては、固定資産税の税額（固定資産税路線価）が、災害リスクをほとんど考慮していないという、税制上の欠陥を指摘することができる。固定資産税路線価は、その土地の価値を評価するもので、自治体からの重要なメッセージである。しかし、災害リスクと固定資産税路線価の間には明瞭な関係が見られない。篠原台について見れば、近くの伯母野山住宅街（戦前の開発地）の方が、土砂災害のリスクは明らかに低い安全な地域である。しかし、それにもかかわらず、篠原台の方が、伯母野山住宅街よりも評価額が高い。同様の傾向は、大原ハイツでも見られた。すなわち、土石流被災地域の災害前の路線価は、ハイツ内の低リスク地域（今回も無被害）の路線価よりも高かった。この様に、土砂災害リスクの違いは、自治体の徴税行動に反映されておらず、「自治体は、リスクに関して形式的に言ってるだけであり、本気ではない」というメッセージを住民に送っているに等しい。

そこで、ここでは「宅地」の新しい税制を提案したい。まず、土砂災害リスクの高い地域の固定資産

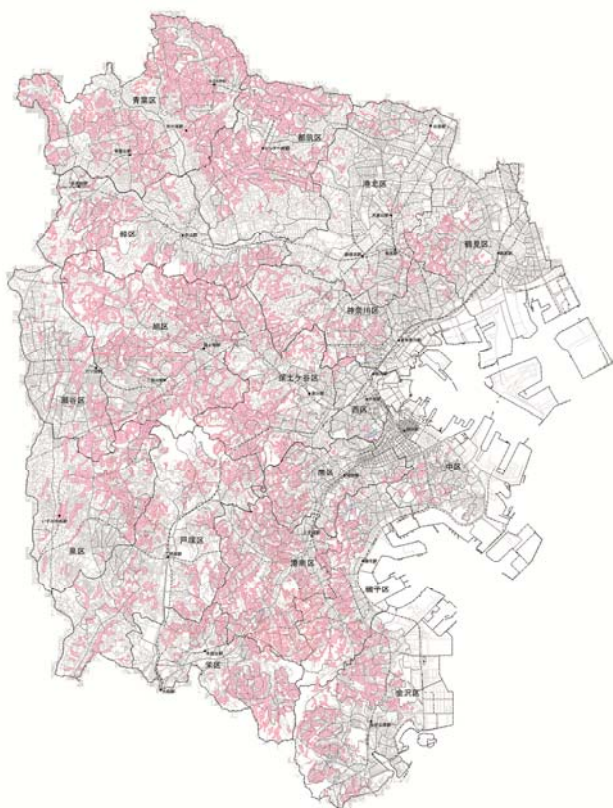


Fig.7 Distribution of large-scale residential fills (red and blue colored area) in Yokohama City (after Yokohama City office, 2012)

税を大きく減額する（住むに値しない土地というメッセージを送る）。そして、同時に「災害リスク税」を新設して、土砂災害リスクの高い地域では固定資産税の減収分を超える額を徴収する（住むに適さない土地に住んでいるというメッセージを送る）という提案である（釜井，2022c）。この様に、住民の財布に直接響く対策をとることによって、住民に「気付き」を強制し、災害回避行動をとらせることが可能になると期待される。

6.3 東京・横浜大震災に備える

1995年の阪神間、2011年の仙台における盛土の分布と被災状況を考えると、首都直下地震（東京・横浜大震災）では、それらを上回る規模で宅地崩壊が起きると予想される（釜井，2022c；釜井，2022d）。それを軽減するための具体的方策として、以下の6点を提案したい。

- [1] 「盛土か切土か」を不動産取引の重要事項説明に加える。
- [2] 宅地の盛土部分は、固定資産税を軽減。一方、「災害リスク税」を創設して、総額では負担増にする（リスクがあることを誰の眼にも分かるようにすると同時に、一部を復興財源とする）。
- [3] 災害リスクの高い土地に対する自治体の優先的土壌買収権を法制度化する。これによって、ダム盛土は、駐車場や公園にできるようにする。
- [4] 高リスクな宅地のメンテナンスとリスク管理を目的とした宅地防災組合（マンションの管理組合と同様）を組織する。ダム盛土の管理（土地利用、地下水位観測、変状把握等）を、住民主体の組合に任せる。
- [5] 宅地防災組合に対し、（地質）専門家による助言制度を設け、科学的な運営を助ける。
- [6] 全国の不動産開発費用の一定割合を徴収して「宅地防災基金」を創設する。基金を宅地防災組合の運営と災害時の復興費用に充当する。

これらの対策を実行できたとしても震災ではある程度の被害が発生する。それを覚悟したうえで、あるべき復興の基本方針2点をあらかじめ提案しておきたい。

- [1] 公共事業を主体とした宅地復興は対症療法ではない。「スポンジ化」に向かう郊外住宅地の防災・減災に有効な手段を議論する必要がある。
- [2] 防災では「欲望の管理」が重要である。私権の極端な膨張（猛獣化する開発業者と住民）を制限する復興方針を今から議論する必要がある。

6.4 未災の場の都市計画

未災とは、災害が起きるリスクがあるが、未だ被災していない宙ぶらりんの状態の事である。そこで、危険とまでは言えないけれども、安全であると太鼓判も押せない地域を「未災の場（土地）」と呼んでいる。そして、安全のグレーゾーンである「未災の場」を対象とする学問を総称して、「未災学」と呼びたい。そもそも、都市の「斜面」は典型的な「未災の場」である。そこで、本稿の後半では、税制改革、組合など、未災の土地（宅地）への対処方法について腹案を述べた。

谷埋め盛土等の未災の場は、主に西欧から輸入された都市計画に基づいて作られてきた（釜井，2020c）。戦後日本人の旺盛な欲望の前に妥協を強いられた面もあるが、総じて戦後の都市計画とは、理想とは裏腹に、人々の欲望に寄り添って経済的利益を追求する手段に過ぎなかったと言える。例えば、理想的な都市開発として昭和62年度日本建築学会賞を受賞した「多摩田園都市」は、実際には尾根を削り、谷を埋め、田園を一掃する事によって建設された人工都市であった。この事業は、開発者に多大な利益をもたらしたが、その結果、数多くの未災の場（谷埋め盛土）も生み出したのである（日本放送協会，1982，東急電鉄，1988）。

こうした輸入型都市計画の特徴は、用途区分と整然とした街並みを重視するトップダウン的な手法にある。しかし、その手法は、起伏の小さい大陸的な地形では有効でも、わが国の様な島弧変動帯で起伏の大きい地域では様々な無理を生じる。地形変更の割合が大きくなりすぎるからである。そこで、新たに「等高線都市」という概念を提唱したい（釜井，2002；釜井，2019；釜井，2020c）。これは、地質学、土木工学、建築学、歴史学が協働しつつ、地山の等高線を変更しない都市開発を目指す、新たな試みである。その主な点は、以下の8点である。

- [1] 都市計画に地学的思考を反映させる。
- [2] 地形変更は最小限にする（盛らない都市作り）。
- [3] 住宅の基礎は地山に密着させ、道路・街区を等高線的に配置（つづら折りは不便では無く、美しい）。
- [4] 森林を残すことで、隣接する既存コミュニティとスムーズに連結する。
- [5] コミュニティを住民自ら再生するプログラムを用意する。
- [6] 未災の場を「宅地防災組合」が積極的に公有地化し管理する。
- [7] 建て替えにはローコストでも楽しい住宅を個別に設計する（例えば、宮本建築設計事務所，2010）。

[8] 空家等を更地にした場所には里山林を再生させる。

実は、こうした等高線都市が、小規模ながら2011年東北地方太平洋沖地震後、ある漁村の復興案として具体的に提案されたことがある（Photo 5）。住民は支持したが、主に行政側の事情で実現しなかった。海が見える場所にあつてこそこの漁村だが、ここの住民（多くは漁民）は結局、海岸から離れた高台の造成地に移転した。もちろん、谷埋め盛土付きである。これも復興には違いない。しかし、伝統的な生活文化は破壊され、リスクは再生産された。地域の暮らしと実情に寄り添った新たな都市計画思想が望まれている（釜井，2021d）。



Photo 5 The 3D model of the small-scale Contour line City for reconstruction of a coastal village (designed by Katsuhiko Miyamoto)

6.5 「トトロの森事件」が示す希望

「トトロのふるさと基金」は、狭山丘陵の雑木林（里山）の保全を目的とした、ナショナルトラスト運動である。「トトロのふるさと基金」が誕生した1990年頃、狭山丘陵では各地に残土が積み上げられていた。基金は、失われつつあった雑木林を購入し、地元の人々と協働して保全活動を行ってきた。2022年5月の時点で、59箇所のトラスト地を購入している。

2013年、複数のトラスト地と貴重な生態系が見られる湿地の隣接斜面（葛籠入）に、大規模な墓地建設が計画された。計画された斜面は、1980年代末頃の残土による盛土であったが、四半世紀を経過し、良好な雑木林が育ちつつあった。

基金は、トラスト地と湿地の環境保全のため、周辺地権者として残土斜面の開発に反対した（トトロのふるさと基金，2020）。紆余曲折を経て、開発計画は断念され、2019年に所沢市が公園用地として買取（約1億1000万円）した。それまでに、公有地化を

求める署名は約16000筆、葛籠入保全トラスト募金は、約3779万円に達した（募金は用地買収資金として所沢市に全額寄付）。

残土斜面は本来人工的な環境である。しかし、それが時間の経過によって自然環境の一部となりうることで、その状況を守る運動が成り立つ事を、この経験は示している。現在、わが国の台地・丘陵に放置されている残土斜面はきわめて多く、社会問題化している。しかし、それらを未災のまま上手く保てば、1世紀後には、自然環境の中に人工物が点在する、「復活の森」になるかも知れない。それは、『もののけ姫』のラストや『ラピュタ』に描かれた風景であり、それほど悪くないのではと思っている。そのための知恵を現代の日本人は求められているのである。

7. おわりに

わが国の斜面と日本人の生活、及びそれらと未災学の関連について、簡単に述べた。

わが国の山地斜面は夥しい後氷期の斜面堆積物に覆われている。古い山地集落の多くは、地すべりの上に位置し、日本人は地すべりと共に生きてきた。天井川を始めとする人工地形も伝統的な山地経営の反映である。

戦後の多人数小土地所有体制の確立と高度経済成長、列島改造、バブル経済等の影響により、都市周辺丘陵地（里山）の開発が行われ、都市が土砂災害の場に進出したため、災害が多発するようになった（釜井，2020d）。

一方、1978年以降、繰り返された震災を通じて、都市内部の宅地盛土（特に、谷埋め盛土）のリスクも明らかになった。2006年の改正宅造法によって、大規模宅地盛土分布図が作成されるようになり、宅地耐震化事業も制度化されたが、住民負担を求める事が難しく、事前対策は極めて低調である。

したがって、次の東京・横浜大震災に対処するためには、災害リスク税、宅地防災組合法、宅地防災基金等の財布に直結した対策で住民や開発業者を巻き込む必要がある。同時に、地学の専門家は、都市計画、社会制度設計に積極的に関与・発言し、そこでの議論をサポートするべきである（Sidle et al. 2013）。

地学の視点から見た、土地の環境と歴史を重視する新たな都市計画思想として、「等高線都市」を提案する。また、トトロの森の事例は、人工物と復活した自然が混在する独特な景観が、台地・丘陵地の残土問題を考える際の選択肢になりうる事を提示している。

未災学の目的を一言で言えば、日本人の「野生」

を取り戻す試みである(釜井, 2022d)。そのためには、「自然と折り合いながら、自分の身は自分で守る」「犠牲者を丁重に悼む(少なくとも、災害の責任を明らかにする)」という行為が求められている。

謝 辞

本稿は、2022年2月22日と3月5日に行った退職記念講演の内容に加筆したものである。ほぼ、筆者の研究の軌跡をたどっているが、脱線による冗長さを避けるため、遺跡の地すべり、水底地すべり、大規模崩壊のメカニズムなど、割愛した研究も多い。詳しくは、釜井(2016)などの著書を参考にさせていただければ幸いである。本稿で触れた研究を行うに当たって、研究室メンバー、防災研のスタッフ、旧職場の皆さまを中心として、多くの方々のご助力を得た。お世話になった方々があまりに多すぎて、個々にお名前をあげることができない。非礼をお詫びすると共に、この場を借りて感謝申し上げます。

また、広報・出版専門委員会には本稿執筆の機会を与えていただいた。委員会の効果的な督促が無ければ、書かずに済ませていたと思う。委員会と広報室にも感謝申し上げます。

参考文献

釜井俊孝・鈴木清文・磯部一洋(1995): 1995年兵庫県南部地震による阪神都市地域の斜面災害, 応用地質, Vol. 36, pp.47-50.

釜井俊孝・守随治雄(2002): 斜面防災都市, 理工図書, 210 pp.

釜井俊孝(2005): 地すべりに関する伝説にはどのようなものがありますか, 知っておきたい斜面のはなしQ&A, 土木学会, pp.32-33.

釜井俊孝(2010): 阪神淡路大震災から15年を経て-わかったこと, わからなかったこと- 斜面災害編, 自然災害科学, Vol. 29, No. 1, pp. 3-15.

釜井俊孝(2011a): 平成23年(2011)東北地方太平洋沖地震によって発生した造成地盤の地すべり, 自然災害科学, Vol. 30, No. 2, pp. 193-197.

釜井俊孝(2011b): 谷埋め盛土における地震動と間隙水圧の観測, 日本地すべり学会誌, Vol. 48, No. 6, pp. 30-39.

釜井俊孝(2011c): (巻頭言) 東日本大震災で見えてきた斜面災害研究の課題-地震国日本の事情-, 新砂防, Vol. 64, No. 3, pp. 1-2.

釜井俊孝(2011d): 斜面災害-主に都市域の斜面災害について-, 地質と調査 小特集 東日本大震災, No. 130, pp. 28-33.

釜井俊孝(2014): 地すべり災害に学ぶ-地震国日本における宅地地盤の問題-, Re, 建築保全センター, 182, pp.25-28.

釜井俊孝(2016): 埋もれた都の防災学-都市と地盤災害の2000年-, 京都大学学術出版会, 220 pp.

釜井俊孝(2018): 里山の開発と宅地災害-戦後日本の「遅れてきた災害」-, 里山学研究 2017, 里山から考える防災・減災, pp. 28-37.

釜井俊孝(2019): 宅地崩壊-なぜ都市で土砂災害が起こるのか-, NHK出版, 263 pp.

釜井俊孝(2020a): 宅地の防災学-都市と斜面の近現代-, 京都大学学術出版会, 326 pp.

釜井俊孝(2020b): 消費者から見た宅地災害, 消費者法ニュース, No. 123, pp. 145-146.

釜井俊孝(2020c): 不動産コンサルティングの地学-都市と斜面の物語-(1) 近世・近代都市の発展と宅地崩壊, 不動産フォーラム 21, 2020年10月号, pp. 2-5.

釜井俊孝(2020d): 不動産コンサルティングの地学-都市と斜面の物語-(2) 家を買いたい-戦後型斜面災害の出現-, 不動産フォーラム 21, 2020年11月号, pp. 2-5.

釜井俊孝(2020e): 不動産コンサルティングの地学-都市と斜面の物語-(3) 物件の地下, 不動産フォーラム 21, 2020年12月号, pp.7-10.

釜井俊孝(2021a): 不動産コンサルティングの地学-都市と斜面の物語-(4) 危機の深刻化-激甚化する都市の斜面災害-(前編), 不動産フォーラム 21, 2021年1月号, pp.11-14.

釜井俊孝(2021b): 不動産コンサルティングの地学-都市と斜面の物語-(5) 危機の深刻化-激甚化する都市の斜面災害-(後編: 温暖化列島の土砂水害), 不動産フォーラム 21, 2021年2月号, pp.7-10.

釜井俊孝(2021c): 不動産コンサルティングの地学-都市と斜面の物語-(6) 宅地崩壊事件帖, 不動産フォーラム 21, 2021年3月号, pp.8-11.

釜井俊孝(2021d): 不動産コンサルティングの地学-都市と斜面の物語-(7)【最終回】宅地の生存戦略, 不動産フォーラム 21, 2021年4月号, pp.8-11.

釜井俊孝(2022a): 残土崩壊が示すもの, 消費法ニュース, No.130, pp. 94-96.

釜井俊孝(2022b): 技術手帳・大規模盛土造成地, 地盤工学会誌, No.769, pp. 47-48.

釜井俊孝(2022c): 「災害リスク税」で国民の命を守れ!, 月刊Hanada, 2022年1月号, pp. 242-248.

釜井俊孝(2022d): 宅地の未災学, GBRC, 日本建築総合試験所, No.47, No. 2, pp. 8-14.

小出 博・谷口敏雄・高野秀雄・大和栄次郎・黒田和

- 男・安藤 武 (1963) : 地すべり地に生きる, 「地下の科学」シリーズⅢ, 実業公報社, 171 pp.
- 小松和彦 (2011) : いざなぎ流の研究, 角川学芸出版, 702 pp.
- 東京急行電鉄株式会社 (1988) : 多摩田園都市ー良好な街づくりをめざしてー, 75 pp.
- トトロのふるさと基金 (2020) : トトロの森を作るートトロのふるさと基金のあゆみ30年ー, 合同出版, 247 pp.
- 日本放送協会 (1982) : ある丘の街の履歴書ー地価2000倍の物語ー, NHK特集, 4月2日放送.
- 松之山町史編さん委員会 (1991) : 松之山町史, 松之山町, 1161 pp.
- 宮本佳明建築設計事務所 (2010) : bird house, 新建築住宅特集, No.291, pp.22-30.
- 柳沢幸夫・金子隆之・赤羽定幸・栗田泰夫・釜井俊孝・土谷信之 (2001) : 飯山地域の地質, 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 144pp.
- Kamai, T. (1998): Monitoring the process of ground failure in repeated landslides and associated stability assessments, *Engineering Geology*, Vol.50, No.1, pp.71-84.
- Kamai, T., Ohta, H., Ban Y., and H. Murao (2013) : Landslides in urban residential slopes induced by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. *DPRI Series Vol.1 "Studies on the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake"*, Springer, pp. 103-122.
- Kamai, T. (2013): Dynamic movements of the valley fill-type landslide-Monitoring of the landslide induced by the 2011 Tohoku Earthquake-, *Proceedings of the international symposium in commemoration of the 5th Anniversary of the 2008 Wenchuan Earthquake*, Chengdu, China, pp.76-81.
- Kamai, T. (2014): Landslides in urban residential slopes induced by strong earthquake in Japan, *Episodes*, Vol.37, No.4, pp.295-302.
- Kamai, T. (2015): Landslides in urban residential slopes induced by strong earthquakes in Japan. Keynote speech of the 4th International Symposium on Mega Earthquake Induced Geo-disasters and Long Term Effects,
- Side, R. C., Benson,W.,H., Carriger, J.F. and Kamai,T. (2013):Broader perspective on ecosystem sustainability: Consequences for decision making, *PNAS*, Vol. 110, No. 23, pp. 9201-9208.

(論文受理日 : 2022年8月31日)