

Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies

【論文 16】

Vulnerability assessment: The sectoral approach

脆弱性査定： 分野別取り組み

【筆者】

Juan Carlos Villagran de Leon

Academic Officer at the Institute for Environment and Human Security of the
United Nations University (UNU-EHS) in Bonn, Germany

【要約】

論文 16: 脆弱性査定： 分野別取り組み

人間との相互作用は災害には無いと考えられていたが、自然事象と共同体の脆弱性の相互作用によると最近言われる様になって来た。この近代的な考え方は、危機の概念を危険源と脆弱性の組み合わせによるとしたが、一方で危機は数十年～数百年に亘って作り出され、災害はその結果であると結論付けられる。

「横浜戦略（より安全な世界の為の行動計画）」を中央アメリカで推進する為、著者は1994年以來、脆弱性査定方法の開発に努力してきた。その方法は種々の危険源を網羅し、ガテマラ、コスタリカ等の共同体に適応され、市町村や州に拡張された。

当初方法論は世帯に注目したが、特に地震災害で多くの不慮の死が発生する都会中心部における脆弱性の特徴付けと査定が必要になってきた。都会中心を、単純に都市或いは国家の脆弱性を管理できる分野に分割することが重要である。本取り組みは脆弱性査定を個々の分野に分けて構造化し、脆弱性の定量化と低減対策を図ることである。

脆弱性は自然災害の際、現象の発生に影響を受ける国家或いは共同体、制度、過程、体系、の傾向に関連しており、用語は著者によって定義が異なるが以下の様になる

- ・ 事象が災害の引き金になる前の系の特有な状態・系を特定な指標・係数で表す
- ・ 系が現れる可能性・損失説明を、死者数か経済衝撃等で表す
- ・ 事象衝撃に対する、抵抗能力（レジリエンス）・受容力等、他の要因と系の状態関係

UN/ISDR2004 は脆弱性を、「危険源の衝撃に対して、共同体の受容性を増加せしめる物理・社会・経済・環境的要因の結果として発生する条件と過程」と定義した。物理要因は建設された社会の受容性を包含する。社会要因は識字率、教育、平和・保安、人権、平等、価値観、宗教、組織、などの問題に関係する。経済要因は、貧困、性別、借金と信用、等による。環境要因は自然資源の枯渇と劣化を含む。

脆弱性の次元に関して、物理的、経済的、社会的、教育的、政治的、制度的、文化的、環境的、思想的、など幾つか在るが、筆者は、構造、機能、経済、人的、行政、環境、と言う要素を定義する。

脆弱性査定を行う世界標準は無い。初期的査定は UNDP-BCPR (United Nations Development Program-Bureau for Crisis Prevention and Recovery) や世界銀行などによって実施され (第 9 章)、最近では Inter-American Development Bank によって行われた (第 10 章)。その他、筆者により準国家レベルで開発され、ガテマラなどに適用された。災害が頻発し資源が乏しい開発途上国では、最初の戦略は先ず脆弱性を低減することであり、次に共同体や地域を、低・中・高 と脆弱性の分類を行うこと、そして脆弱性の次元や要素を拡張する方法を開発することである。

脆弱性査定における問題点として、個人の家庭、地方自治体、国家等、査定が行われるレベルが挙げられ、異なるレベルには異なる要素や変数が含まれ、脆弱性の概念の組み立てには、査定実施レベル、分野、に関して行わねばならず、図 1 に示す様に、脆弱性の定量的査定に 3 次元的取り組みを提唱する。

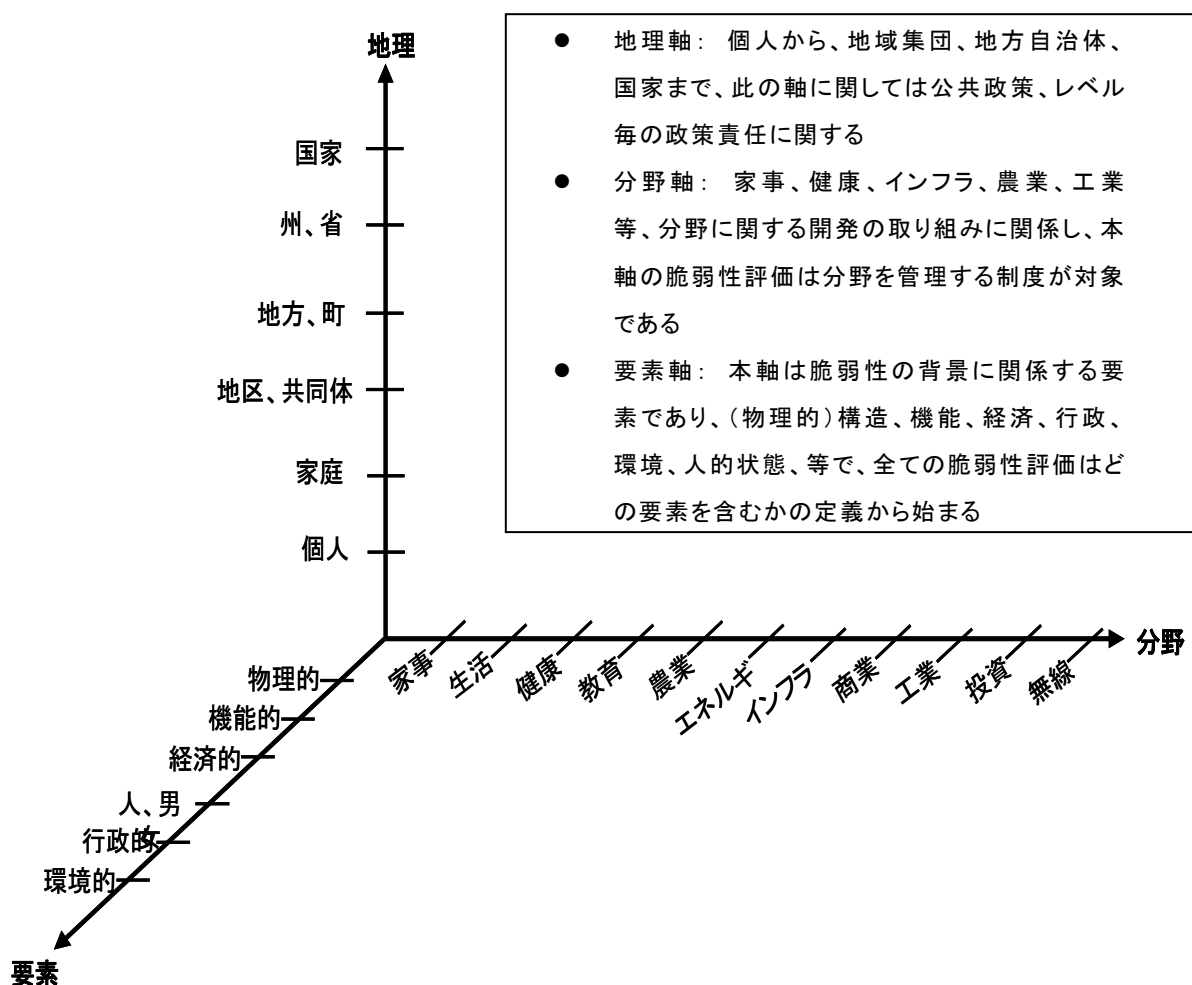


図 1 脆弱性の 3 次元

分野別取り組みは、政府であれ、他の団体であれ、夫々の分野の責任機関に脆弱性低減の責任を明確化・推進する為に提案する。例えば国家レベルの「保健省」が、公共保険脆弱性低減の責任を負うが、地域共同体「保健所」の責任は、保険脆弱性に関して必要な資源を政府に要求する責任がある。

脆弱性査定は先に述べた、構造、機能、経済、人、行政、環境、等の要素分析を通して実施されるが、要素の要因は予め災害における損害から同定された。そして要因夫々に、事象によって受ける影響傾向に基づき重みが付けられた。低・中・高と固有の脆弱性を有する単純な要因の一次関数として計算される。全ての要素・重み等の数値は専門家の支援による。

分野別脆弱性査定の取り組みは、分野の選択と危険源の決定、地理レベルの決定、そして評価すべき要素の決定、そして要素の次元を決めなければならない。

- ・ 物理的要素は特定危険源で破損する分野のインフラと関連する傾向
- ・ 機能要素は分野の実行機能に関係し、どのような影響傾向があるか
- ・ 人/性別要素人間の存在と経済問題に関係し、人間の移動度と性差の考慮に関係する
- ・ 経済要素は分野固有の人々の収入資産に関係する
- ・ 行政要素は事象によって影響される行政の定常作業と方法に関係する
- ・ 環境要素は分野と環境の間で相互干渉しあい脆弱性は此の相互干渉に関係する

個人住宅の火山噴火に対する脆弱性査定の例、図 2(表中の赤字は査定例の場合を示す)

【分野軸:家事、地理軸:家庭、要素軸:物理構造】

		低	中	高
成分	重み	1	3	5
壁	15	ブロック、レンガ、金属	干しレンガ	ボール紙、軽木、プラスチック、竹
屋根材	10	コンクリート厚板	トタン、セメント	麦藁、プラスチック、レンガタイル
屋根勾配	5	急傾斜	中程度	低傾斜
屋根支持材	5	鋼製、木造	古・原木	重り、石
扉	1	金属、木	小窓	大窓
窓	1	金属、木	小ガラス	大ガラス

$$V_{\text{estruct}} = 15 \times 5 (\text{竹}) + 10 \times 5 (\text{麦藁}) + 5 \times 5 (\text{低傾斜}) + 5 \times 3 (\text{古原木}) + 1 \times 1 (\text{木}) + 1 \times 1 (\text{木}) = 167$$

構造脆弱性程度	数値
低	37 – 80 点
中	81 – 130 点
高	131 – 185 点

図 2 破損に関する構造脆弱性マトリックス

火山の噴火において家の構造的脆弱性は 6 種類の要因(壁、屋根材、屋根勾配、屋根支持材、

扉、窓)とした。夫々の要因に対して、破壊され易さによって低・中・高の脆弱性程度を導入した。材料に関する三段階の分類は、ラテンアメリカにおける過去の破損と灰の堆積調査に基づいた。重みの数値は家の部材・構造に関して直線的に定め、総合脆弱性は任意単位で規定され、以下の点が重要である。

- ・ 脆弱性は家の現状が噴火の火砕流堆積で破損するであろうと想定した。
- ・ モデルを他の災害に適用するには、構造・部材、方法、技術等を検討する必要がある。
- ・ 建築物と材料が脆弱性か否かと脆弱性程度は建築条件に基づき計算される。
- ・ 指標はどちらかと言うと強災害に基づくが、災害強度に依存するか否かは示していない。
- ・ 脆弱性評価を一戸建てに関して実施したが、共同体、地方、国家にも拡張可能である。

図 3 はガテマラ・トレス市の地滑り脆弱性査定を実施した例である。

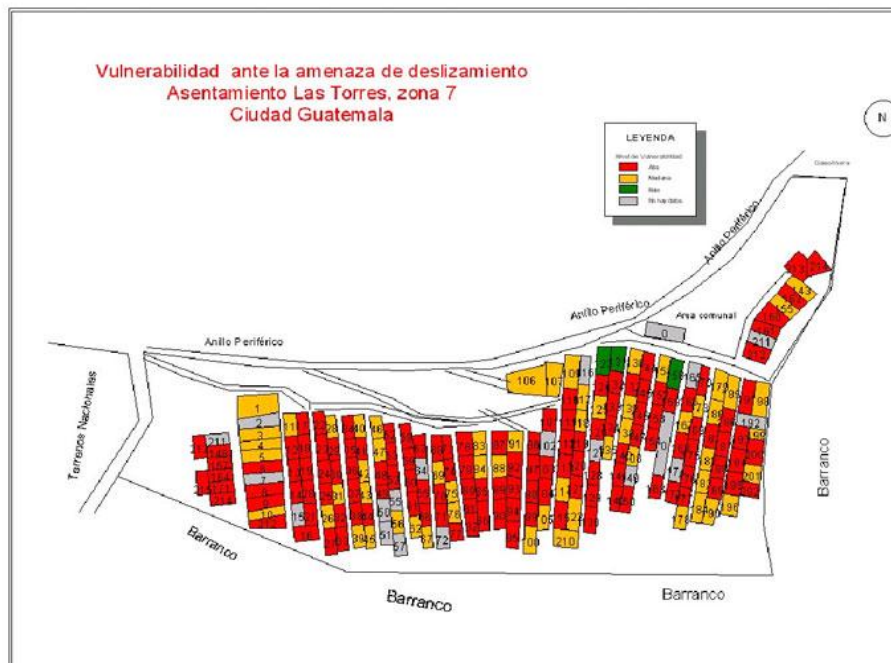


図 3 トレス市の脆弱性査定例 (緑:低、黄:中、赤:高)

- ・ 本モデルは脆弱性低減策をも示しているが、建築材料等地域の特性を考慮する必要がある、他の地域に適応させるには調整が必要である。
- ・ 本方法は脆弱性を評価すべき要素の情報収集が必要である。

この様にして本方法は、地震・地滑り・洪水・強風・噴火等ガテマラ、コスタリカの広い危機に関して、都会や地方の共同体に適用された。

次に、洪水に対する診療所の脆弱性査定例、図 4(表中の赤字は査定例の場合)を示す。

【分野軸:健康、地理軸:孤立建築、要素軸:機能】

成分	重み	低 1	中 3	高 5
一階床高	10	>60cm	地上、>10cm	地表、地下
階数	5	3以上	2	1
医者数・看護婦数	10	>3地域内居住	1、2、地域内居住	1、地域外居住
携帯水容器	3	3以上	2	1
補助電源	3	在		無
交通	3	舗装、高台、中心部	舗装、中心部	未舗装、到達困難
構内水保管	2	在、高台	在、地下	無し
用具・器具保管	2	2階高所	1階高所	1

$$V_{ecom} = 10 \times 5 (\text{地表}) + 5 \times 1 (1\text{階}) + 10 \times 5 (\text{域外}) + 3 \times 2 (\text{水}) + 3 \times 5 (\text{電源}) + 3 \times 5 (\text{舗装}) + 2 \times 5 (\text{水}) + 2 \times 5 (\text{用具}) = 184$$

図 4 診療所の洪水対応機能脆弱性計算マトリックス

洪水により水・泥が一階から影響したケースの様に、機能要素の脆弱性で最も重要な要因は床の高さである。多くの階数がある施設は一階だけの施設に較べて脆弱性が低く、責任者の人数が多ければ多いほど脆弱性は低い。更に交通や水の補給、薬品の保管方法などが挙げられ、個人住宅に対する火山噴火の場合同様、機能の脆弱性も計算され、総合脆弱性の、低・中・高を判定する事ができる。

危機管理政策において、危機は図 5 に示す様に、三種の計測要因、危険源(特定地域で発生する可能性が在る自然現象)、脆弱性(現状が外因によって影響される、インフラ、管理、サービス、生産性)、準備不足(住民や社会が被災を最小限にすべき効率的対応)から構成されると考えられる。このモデルは危険源をモニターする国家機関や、土地利用基準に責任を持つ行政管理者に対して責任、脆弱性への責任、又此のモデルは分野相互に参照しあい、災害に対して責任を有する赤十字の様な機関の対策責任を明確にする。

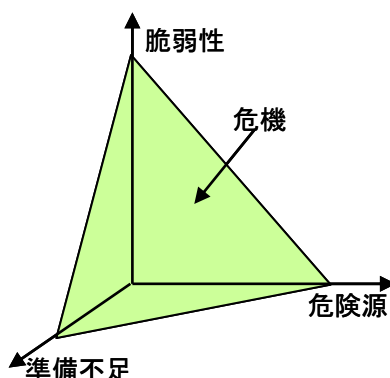


図 5 危機の三角形

危機管理に関するその次の段階は、地理、水理、気象学、火山学等、異なる分野の科学者による危険源査定であり、そして脆弱性と準備不足査定である。

これらの要素評価の後、危機地図が作成される。一例を図 6 に示す(図右下、Active cone の丸印が噴火口を示す)。共同体は六角形で図中に示してあるが、六角形の相対的大きさが共同体の規模を示す。EL Rodeo には 17 世帯が住む。全ての共同体は同様の脆弱性を有するが、南西地域の危険源が他の地域に比べて大きい。



図 6 ガテマラ・パカヤ火山の噴火危機地図

分野別取り組みは、「脆弱性は分野責任機関によって低減されるもの」という考えに基づいている。分野毎に責任を認識し、脆弱性低減活動を開始して欲しい。危険源を同定し脆弱性査定の方法を決め、地理レベルを決め、査定対象の要素を決めて査定が行われる。中米ではミッチ・ハリケーンから、このプロセスが開始され、健康分野が先行しているが、現行の取り組みが提案された全ての要素カバーしている訳ではない。以下に結論を要約する。

- 本枠組の脆弱性査定は結果が出易いが、要素毎の要因特性把握が重要である。
- 脆弱性指標は、要素ごとに“任意重み係数”を用いる事が有益である。
- 指標は大規模事象に対する脆弱性特性を示すが、異なる危険源強度の受容性に関する情報は欠如している。
- 全ての分野を考慮し、分野毎のレベルと要素を包含する拡張性が必要である。
- “分野別取り組み”でカバーできない、社会特性を分析するモデルの開発が必要である。
- 共同体、州、国家等異なるレベルの脆弱性を分析するモデルの開発が必要で、本章では

共同体に対する方法を示した。

- ・ 脆弱性を変更する係数評価モデルの開発が必要である。
- ・ 危険源の規模の関数として脆弱性レベルを示すことが出来る方法展開が必要である。

【要約は、レジリエンス協議会 MVNH チームが担当した】