

## 自治体における GIS を活用した土砂災害リスクの空間的分析

蔣 湧\*・山元 隆稔\*\*・夏目 明剛\*\*\*・荒河 光弘\*\*\*

### Spatial Analysis of Landslide Risk by Using GIS for Local Government

Yong Jiang, Takatoshi Yamamoto, Akiyoshi Natsume, Mitsuhiro Arakawa

**要約**：地域の災害危険性を的確に把握し対策を講じることは自治体にとって重要な役割の1つである。このため、自治体はそれぞれ発災前の準備と発災以降の対応を検討し、地域防災計画を作成することが義務付けられている。この地域防災計画の策定に当たっては、国や県が算定する被害想定を基に検討する場合も多い。しかし、この被害想定はマクロな視点で算出されており個々の自治体の実情を踏まえているとは言い難い。本研究では、愛知県北設楽郡東栄町を対象に建物レベルの詳細人口データベースを構築し、GISの空間解析手法を用いて土砂災害による災害リスクの定量的かつ空間的な分析を試みる。分析の結果、町域に対して可住域が少ないことから人口は比較的集中しているが、人口密度の低い地域では高齢化率がより進展していることが改めて明らかになった。さらに、土砂災害危険区域内には若年者に比べ高齢者の方が居住している傾向にあることが分かるなど、地域の災害リスクを詳細に捉えることが出来た。

**キーワード**：地理情報システム (GIS)、災害リスク、土砂災害、生活圏

## 1. 序論

### 1.1 研究背景

我が国は、地震による建物倒壊や豪雨による河川氾濫、地すべり等、多種多様な災害とそれに伴う被害の危険性に曝されている。このため、地域で発生する恐れのある災害とその災害損失のリスクを的確に把握し対策を講じることは自治体の重要な役割の1つである。こうした状況から、自治体には防災基本計画に基づき地域防災計画を策定することが義務付けられている。この地域防災計画は、国や県が算出した被害想定や統計調査(国勢調査)等を根拠として、そこに当該地域の特性を加味して策定する。この地域防災計画には、震災対策や風水害対策など災害の種類に応じて災害予防や災害応急対策、災害復旧・復興といった防災のために処理すべき業務が具

体的に定められている。

地域の災害リスクを捉え具体的な対策検討のためには、居住域と居住人口を把握し、災害影響範囲との空間的關係を分析することが重要である。しかし、国や県が実施する被害想定や国勢調査をはじめとする統計調査はマクロな視点で算出・集計されている。そのため、データ粒度(小地域単位や1kmメッシュ単位等)が荒く、地域の特徴を捉える上で必ずしも適切とは言えない。例えば、任意の被害対象エリアの居住人口を推定する場合、一般的に面積按分により算定する。しかし、中山間地域の様に居住域に隣接して広大な山林が存在する地域では、その誤差は非常に大きくなる。従って、特に中山間地域ではより詳細な人口データの整備が適切な災害リスクの把握において重要である。

\*愛知大学地域政策学部

\*\*愛知大学三遠南信地域連携研究センター

\*\*\*東栄町役場

## 1.2 研究目的

本研究は、中山間地域である愛知県北設楽郡東栄町を対象に地理情報システム（以下、GIS と称する）を活用して災害リスクの定量的かつ空間的分析を行う。ここで、分析には、居住域の詳細把握が必要であるという考え、建物単位の詳細人口データベース（以下、人口DB と称する）を構築し、それを基に行った。

ここで、東栄町は四方を囲む山々の間隙を縫う形で道路ネットワークが形成されているため、リダンダンシー（冗長性）に乏しい。従って、地震や豪雨によるがけ崩れが発生した場合の影響が大きいと考えられることから、本研究ではがけ崩れ等の土砂災害リスクに着目して分析を行う。

## 1.3 災害リスク

本節では、本研究における「災害リスク」について定義する。本研究において災害リスクとは、①地震や豪雨、地すべり等の自然現象（自然界の異常現象）が発生した際、②発生域に「被害対象」となる人や道路等のインフラが存在し（被害対象の曝露）、③被害対象が持つ抵抗力（災害脆弱性）を発生した自然現象の強度が上回った場合に生じる潜在的な災害損出と定義する（図1）。

## 1.4 研究方法

上記の問題意識と災害リスクの概念を踏まえ、下記3つのプロセスにより土砂災害リスクの空間的分析を試みる。まず、分析の基礎となる人口DBを構築し、人口分布を空間的に分析する。ここで、人口DBには個人情報が含まれることから、データ整備は東栄町にて実施した。次に、土砂災害危険箇所や道路ネットワーク、避難所、住宅等のGISデータを整備し、人口DBと合わせて土砂災害危険箇所の空間分析を行う。そして、人口DBとGISデータより被害対象エリアの人口等を集計し、土砂災害に対する脆弱性の分析を行う。なお、本研究で扱うデータを表1に整理する。

## 1.5 対象地域の概要

東栄町は、愛知県東部の奥三河地域に位置する人口3,757人（2010年国勢調査より）、面積123.4km<sup>2</sup>の

表1：主な使用データ

データ	出所
土砂災害危険箇所	国土交通省 国土数値情報ダウンロードサービス
建物	株式会社ゼンリン2010版
道路ネットワーク	ESRI ジャパン 2012版
住宅単位人口データベース	東栄町
避難所	東栄町

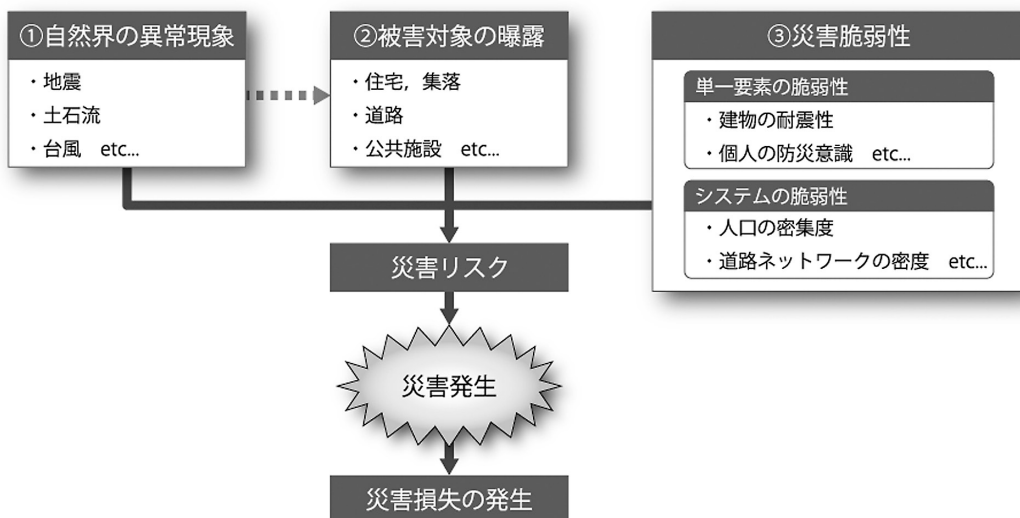


図1：災害リスクの概念図

中山間地域の町である。町は12の大字から成り中央に位置する本郷には町役場があり周辺に中心市街地が形成されている。南部の三輪には、JR 飯田線の東栄駅が立地している（図2）。また、各地域の面積は表2に示すように、振草、東園目、三輪の3地域で約50%が占められる。

人口は、他の中山間地域の都市と同様に年々減少しており、1980年当時は6,236人であった人口が2010年には3,757人と30年で約40%減少している。加えて、1980年当時は年少人口割合が16.5%、高齢人口割合が18.4%であったが2010年時点では年少人口割合が8.0%、高齢人口割合が47.8%と少子高齢化の進展も激しい（図3）。この人口減少・少子高齢化は今後も進行するとされており、国立人口問題研究所によれば2040年時点での東栄町の人口は1,665人、年少人口割合は6.5%、高齢化率は59.6%と推計されている。全国平均の年少人口割合が10.0%、高齢化率が36.1%と推計されていることから少子高齢化がより一層、深刻であることが分かる。

東栄町を取り巻く自然環境としては、町面積の約

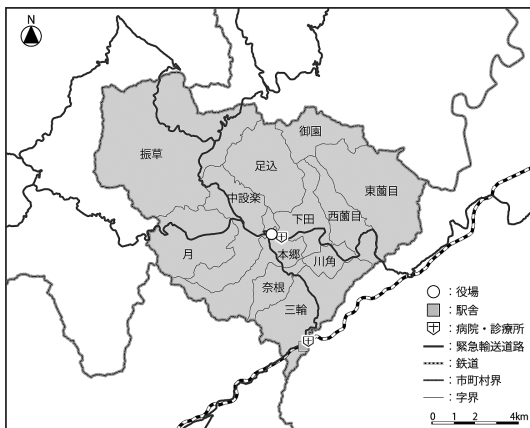


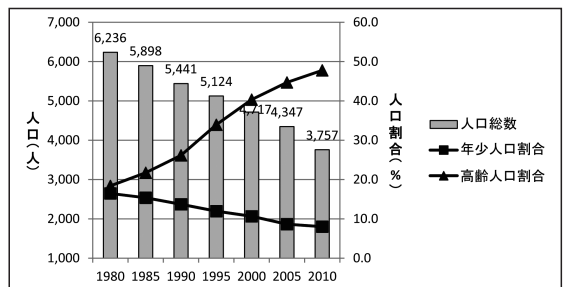
図2：対象地域

表2：地域面積

地区	面積 (km <sup>2</sup> )	割合 (%)	地区	面積 (km <sup>2</sup> )	割合 (%)
月	10.48	8.5	下田	5.83	4.7
中設楽	10.48	8.5	川角	2.44	2.0
東園目	15.80	12.8	本郷	8.01	6.5
西園目	6.29	5.1	奈根	3.45	2.8
御園	5.69	4.6	三輪	11.88	9.6
足込	10.32	8.4	振草	32.67	26.5

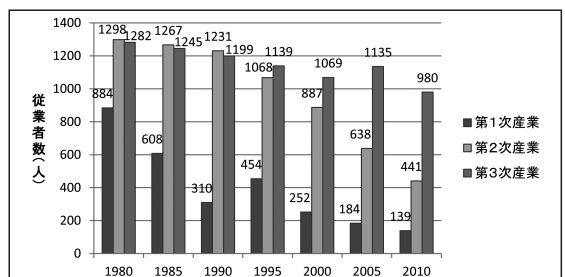
9割が山林で占められ、周囲には明神山（1,016m）をはじめとする1,000m級の山々が連なっている。さらに、天竜川や豊川の水源地となっている（東栄町, 2010）。この様に東栄町は豊富な森林資源と水資源を有する土地である。しかし、第1次産業の従事者は、1980年には就業人口の約2割（884人）であったが、2010年には8.9%（139人）と30年で80%程度減少している（図4）。特に林業は、外国産木材の需要の高まりにより木材価格の大幅な下落が進んだこと等を受け産業として成立させることが難しくなった。そのため、間伐等の森林管理を十分に行うことが難しい状況である。

以上のように、東栄町では災害弱者とされる高齢者の割合が増加していることから災害脆弱性が高まっていると考えられる。東栄町で想定される災害は、地震や台風、雪害等が考えられるが、震源域から離れており地盤も堅固であることから沿岸部に比べ想定震度や液状化の危険性は高くない。さらに、内陸部であるため台風被害も限定的であり、機能不全になるような降雪も想定されない。しかし、土砂災害については間伐等の十分な実施が難しいことか



出所：昭和55年から平成22年までの国勢調査をもとに筆者作成

図3：人口および少子高齢化率の推移



出所：昭和55年から平成22年までの国勢調査をもとに筆者作成

図4：産業構造

ら、土地が荒廃しリスクが高まる危険性がある。よって、本研究では土砂災害リスクについて分析を行う。

## 2. 人口分布の空間的分析

高度な人口密集と高齢化は、災害脆弱性の1つの要因と考えられる。そのため、人口（特に高齢者）の分布状況の把握は土砂災害リスクを検討する上で重要な要素である。

人口データとしては、国勢調査が一般的であり、小地域やメッシュで集計されている。小地域データには、人口以外にも年齢別人口等の情報が収録されているが、調査年次ごとに調査区域が異なるため経年での単純な比較はできない。メッシュデータは、いずれ調査年次でも同一の集計単位であるが詳細な情報は省略されている。また、任意エリアで再度集計する場合、面積按分等の手法を用いると現実とはかけ離れた結果になることが想定される。

そこで本章では、東栄町協力の基、建物単位の人口DBを構築し、これを基に人口分布を空間的に分析する。

### 2.1 人口DB

本研究において構築した人口DBは、住民テーブル、世帯テーブル、建物テーブルの3つのテーブル

から成り、其々のIDを用いて建物のGISデータに人口と年齢を関連付けている（図5）。建物データは株式会社ゼンリンの住宅地図を基礎とした。なお、人口DBの構築に当たり、取り扱う情報には個人情報が多分に含まれる。そのため、情報管理に配慮し人口DBの構築は、東栄町職員によって行った。なお、人口は2014年10月時点の人口（3,678人）である。

### 2.2 大字単位による人口分析

本節では、大字単位で人口分布と年齢構成を考察する。表3は年齢区分（年少人口、生産年齢人口、前期高齢人口、後期高齢人口）、表4は大字単位で集計したものである。

下田、本郷の2地区を合わせた地域面積は11.2%であるが、人口割合は4割を超えている。このことから、東栄町の人口は中心部に集中していることが分かる。また、年少人口は6割以上であることから中心部には特に若年世帯が多く居住していると考えられる。また、表4より東栄町全体の高齢化率は

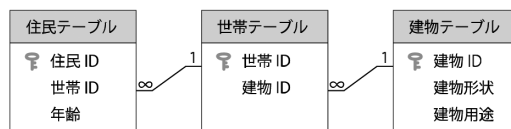


図5：人口DB構成の概要

表3：年齢4区分別人口構成比（年齢区分別集計）

年齢区分	月	中設楽	東菌目	西菌目	御園	足込	下田	川角	本郷	奈根	三輪	振草
14歳以下	4	9	3	0	2	0	24	1	37	0	12	7
15～64歳	5	11	2	1	2	2	20	2	24	1	16	13
65～74歳	5	10	2	2	3	5	20	2	26	2	15	11
75歳以上	6	15	2	3	4	3	15	2	21	1	15	14
全体	5	12	2	2	3	3	19	2	24	1	15	13

単位：(%)

表4：年齢4区分別人口構成比（大字単位集計）

年齢区分	月	中設楽	東菌目	西菌目	御園	足込	下田	川角	本郷	奈根	三輪	振草	全体
14歳以下	6	6	10	0	5	0	10	3	11	0	6	4	7
15～64歳	42	40	43	32	30	35	47	44	43	42	47	47	44
65～74歳	15	14	13	17	20	27	18	21	18	26	17	14	17
75歳以上	37	40	34	51	44	38	25	32	27	32	31	35	32

単位：(%)

50%程度であるが、町の縁辺部に位置する西菰目、御園、足込では60%を超えていることから、東栄町内部においても中心部への人口集中と郊外部の過疎化・高齢化が覗える。

### 2.3 生活圏単位による人口の空間的分析

前節のような行政区域単位の人口集計は、地域概略の把握においては一定程度の有効性を持つと考えられる。しかし、東栄町のように小規模かつ局所的に居住している現状では、居住実態を的確に反映できないため不向きであると考えられる。そこで、各住戸からの距離を基に「生活圏」を定義し、この生活圏により人口の集計・分析を行う。

#### (1) 生活圏

人口DBはポイントデータであり、分布の定量的分析手法として点密度分析手法やカーネル密度推計手法等が存在する。ここで、カーネル密度推計手法は全てのポイントに対してポイントを中心とした一定範囲（バンド幅）のガウス分布を累積することで算出する（図6）。本手法は、建物の空間関係と各建物の人口を同時に反映できることから本研究では、カーネル密度推計手法を用いることとする。

なお、バンド幅は日常生活距離が400m（徒歩5分圏）であることから（石原，2008）、建物を中心

に半径200mとして「生活圏」を表現する。さらに、カーネル密度等値線を作成し、生活圏A（全住戸包含地域）から生活圏G（人口密集地域）の7圏域を作成し、以降はこの生活圏を基に分析することとした。なお、生活圏の定義を表5に示す。

#### (2) 人口の空間的分析

表6は生活圏ごとに人口と地域面積を集計し人口密度を算出したものであり、東栄町全域の人口密度は29.8人/km<sup>2</sup>である。生活圏Aの面積は、25.63km<sup>2</sup>であり、2割程度の地域に東栄町の全人口が居住していることになる。また、生活圏Cの地域面積は2%に満たないが55%の住民が居住しており、人口密度も1,155人/km<sup>2</sup>と比較的高いと思われる。さらに、局所的ではあるが最も密集度が高い生活圏Gでは、4,900人/km<sup>2</sup>となっている。以降、生活圏

表5：生活圏の定義

生活圏	定義
A	住戸から半径200m圏内でカーネル密度推定値200未満
B	カーネル密度推定値200以上500未満
C	カーネル密度推定値500以上1,000未満
D	カーネル密度推定値1,000以上1,500未満
E	カーネル密度推定値1,500以上2,000未満
F	カーネル密度推定値2,000以上2,500未満
G	カーネル密度推定値2,500以上

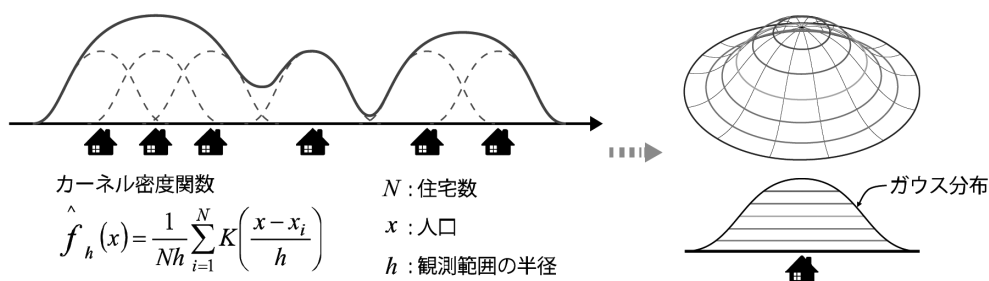


図6：カーネル密度関数を用いた生活圏人口密度の概念

表6：人口集計（生活圏単位）

生活圏	A以上	B以上	C以上	D以上	E以上	F以上	G
人口(人)	3,678(100.0)	3,025(82.2)	2,032(55.2)	1,160(31.5)	600(16.3)	183(5.0)	49(1.3)
生活圏面積(km <sup>2</sup> )	25.63(20.77)	4.79(3.88)	1.76(1.43)	0.59(0.48)	0.22(0.18)	0.05(0.04)	0.01(0.01)
人口密度(人/km <sup>2</sup> )	144	632	1,155	1,966	2,727	3,660	4,900

カッコ内は構成比(%)を示す

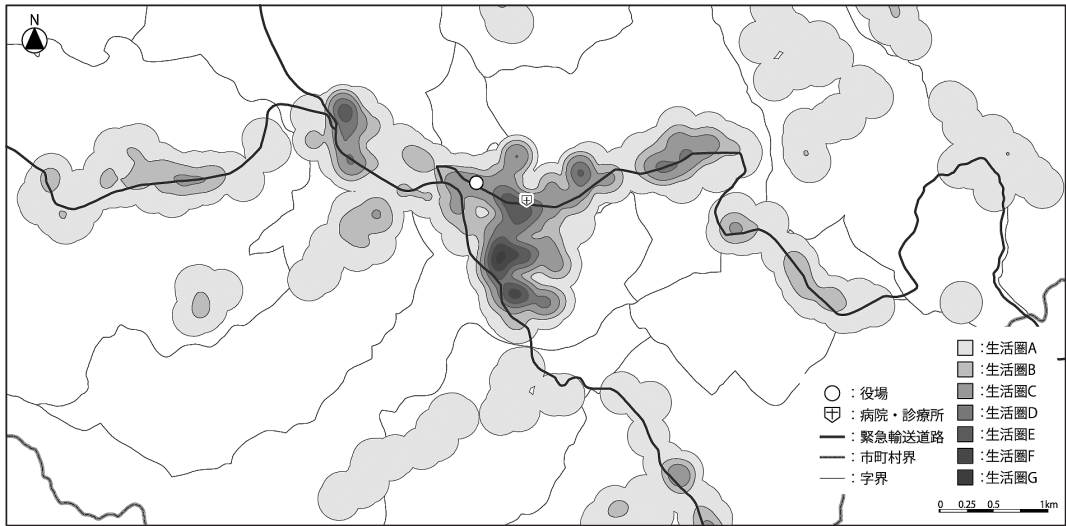


図7：生活圏（本郷地区周辺）

表7：生活圏の分布（生活圏毎の構成比）

生活圏	A	B	C	D	E	F	G
月	7.8	10.3	1.8	—	—	—	—
中設楽	9.5	13.5	13.9	13.2	10.2	—	—
東菌目	7.1	1.3	—	—	—	—	—
西菌目	9.4	0.1	—	—	—	—	—
御園	5.6	2.9	—	—	—	—	—
足込	9.5	3.3	—	—	—	—	—
下田	5.1	12.5	34.6	22.9	20.1	—	—
川角	2.2	4.9	—	—	—	—	—
本郷	4.2	11.5	29.4	47.4	60.2	100.0	100.0
奈根	4.5	0.0	—	—	—	—	—
三輪	12.6	16.4	19.3	16.4	9.5	—	—
振草	22.5	23.3	0.9	—	—	—	—

単位：%

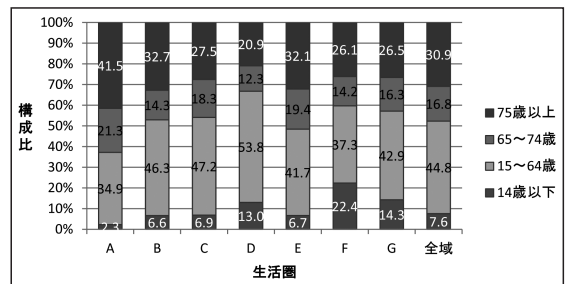


図8：生活圏ごとの年齢構成

A・Bを人口密度低位エリア，生活圏C・Dを人口密度中位エリア，生活圏E以上を人口密度高位エリアとして扱う。

次に，GISのオーバーレイ空間解析手法を用いて各地区の生活圏の分布状況を明らかにする。図7および表7は各生活圏の分布する地区の構成比を示したものである。東菌目，西菌目，御園，足込，川角，奈根の6地区は人口密度低位エリアのみであることから過疎地域であることは明らかである。振草地区は人口密度低位エリアの構成比が他地区と比較して最も高いが，上述の6地区とは異なり生活圏Cも存在している。一方で中設楽，下田，本郷，三輪

の4地区には人口密度が高い生活圏D以上が存在している。特に本郷地区は，生活圏Dの約半分を占めており，人口密度が特に密な生活圏F以上は本郷地区にのみ存在している。以上の様に東栄町のような中山間の過疎地域においても人口の一極集中が進んでいることが分かる。

最後に，各生活圏の年齢構成を明らかにする（図8）。防災の取り組みをはじめとする地域活動の中心になると考えられる生産年齢人口の割合は生活圏Dが最も高く，次いで生活圏Cとなっていた。年少人口割合は，生活圏Fおよび生活圏Gにおいて高い一方で，生活圏Aが特に低い結果となった。逆に高齢化率は，生活圏Aが6割を超え最も高い結果となった。しかし，人口密度高位エリアの高齢化率は平均と比べて特に低いわけではなく，むしろ生活圏Dが4割程度で最も低かった。これらより，

表8：土砂災害危険箇所の定義

危険箇所種別	定義
土石流危険渓流	渓流の勾配が15度以上で土石流発生の危険性があり、人家や公共施設に被害が生じる恐れのある渓流のこと
土石流危険区域	地形条件によって土石流の堆積や氾濫が予想される区域で土石流危険渓流に含まれている
土石流危険渓流主経路	土石流危険渓流の主経路
土石流危険渓流氾濫開始点	土石流が氾濫を始める点。縦断勾配について必要条件を設定し、谷地形、扇状地形の形状や保全対象の位置関係などから検討したもの
急傾斜地崩壊危険箇所	崩壊する恐れのある急傾斜地で、高さが5m以上、傾斜度が30度以上で崩壊により被害が生じる恐れのある箇所
急傾斜地崩壊危険区域	崩壊危険の急傾斜地で、崩壊により相当数の居住者または他のものに被害が生じる急傾斜地、及び隣接する土地で、崩壊を助長または誘発する区域
地すべり危険箇所	空中写真判読や現地調査、災害の記録から地すべりの発生の恐れがあり、人家や公共施設に被害が生じる恐れのある箇所
地すべり危険区域	地すべり危険箇所の範囲と移動土塊の到達範囲を合わせた区域
地すべり氾濫区域	地すべりの移動土塊が渓流へ流入する場合には、地すべり危険区域の他、地すべり危険区域以外の地すべり危険区域より下流の氾濫区域のこと
地すべり湛水域	地すべりの移動土塊が渓流へ流入する場合には、地すべり危険区域の他、地すべり危険区域外の上流の湛水域
雪崩危険箇所	豪雪地帯対策特別措置法により指定された豪雪地帯、雪崩の被害想定区域内に人家5戸以上（5戸未満であっても官公庁、学校、病院、災害時要援護者施設、駅、旅館等のある場合を含む）ある箇所

出典：国土交通省国土数値情報ダウンロードサービス

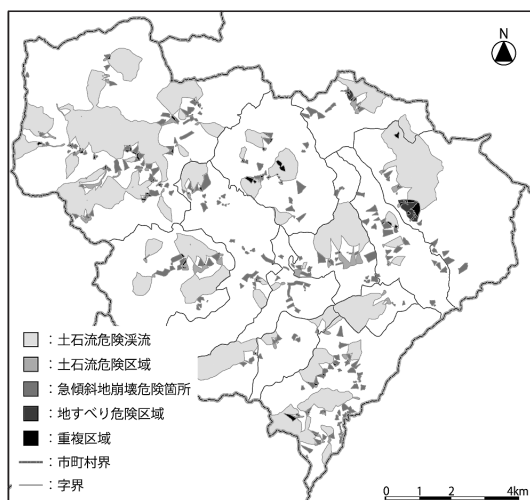


図9：土砂災害危険箇所の分布

人口密度低位エリアにおいては少子化・高齢化が著しい一方で人口密度高位エリアにおいて年少人口割合が高いことが分かる。しかし、人口密度が高いほど高齢化率が低いとは言えないことから、高齢化は東栄町全域の問題としてとらえることが出来る。年齢構成から見ると東栄町全域では生産年齢の住民1人が支える高齢者は1.07人であるが、生活圏Aは1.80人であることから災害対応の負荷が大きいと考えられる。一方、生活圏Dでは0.62人であることから人口密度中位エリアが災害対応の負荷は他のエリア

に比べ低いと考えられる。

### 3. 土砂災害危険箇所の空間的分析

本章では、対象とする土砂災害の定義を明確にした上で、それらの空間的分布の把握を行う。

#### 3.1 土砂災害危険箇所の定義

土砂災害危険区域は、国土交通省により表8に示す11種類に分類されている。東栄町内には、このうち土石流危険渓流、土石流危険区域、急傾斜地崩壊危険箇所、地すべり危険区域の4種類が存在する(図9)。

#### 3.2 地区単位による土砂災害危険箇所の分布

土砂災害危険箇所は約30km<sup>2</sup>で東栄町全域の約24%を占める。各地区における危険箇所の面積割合を見ると下田、川角、三輪、振草の4地区では3割を超えている。特に川角地区は地区の約半分が危険箇所に含まれている(表9)。

#### 3.3 土砂災害危険箇所の構成比

危険箇所は、土石流危険渓流が最も多く約8割の面積を占め、次いで急傾斜地崩壊危険箇所となっており、いずれも全域に広く分布している。一方、地

表9：地区別土砂災害危険区域構成

地区名	土石流危険渓流	土石流危険区域	急傾斜地崩壊危険箇所	地すべり危険区域	重複箇所	危険区域内	全域
月	1.94(18.5)	0.15(1.4)	0.29(2.8)	—	0.03(0.3)	2.41(23.0)	10.48(100.0)
中設楽	0.70(6.7)	0.03(0.3)	0.35(3.3)	—	0.02(0.2)	1.10(10.5)	10.48(100.0)
東菌目	2.57(16.3)	0.05(0.3)	0.21(1.3)	0.17(1.1)	0.14(0.9)	3.14(19.9)	15.80(100.0)
西菌目	0.30(4.8)	0.01(0.2)	0.40(6.4)	—	0.03(0.5)	0.74(11.8)	6.29(100.0)
御園	0.90(15.8)	0.05(0.9)	0.16(2.8)	0.04(0.7)	0.03(0.5)	1.17(20.6)	5.69(100.0)
足込	1.26(12.2)	0.02(0.2)	0.28(2.7)	—	0.11(1.1)	1.68(16.3)	10.32(100.0)
下田	1.62(27.8)	0.24(4.1)	0.32(5.5)	—	0.01(0.2)	2.19(37.6)	5.83(100.0)
川角	1.11(45.5)	0.03(1.2)	0.01(0.4)	—	0.00(0.0)	1.15(47.1)	2.44(100.0)
本郷	1.46(18.2)	0.02(0.2)	0.20(2.5)	—	0.00(0.0)	1.69(0.2)	8.01(100.0)
奈根	0.39(11.3)	0.03(0.9)	0.07(2.0)	—	0.00(0.0)	0.49(14.2)	3.45(100.0)
三輪	2.53(21.3)	0.11(0.9)	0.63(5.3)	—	0.09(0.8)	3.36(28.3)	11.88(100.0)
振草	9.14(28.0)	0.32(1.0)	0.80(2.4)	—	0.17(0.5)	10.43(31.9)	32.67(100.0)
全体	23.90(19.4)	1.06(0.9)	3.73(3.0)	0.21(0.2)	0.65(0.5)	29.56(24.0)	123.34(100.0)

単位：km<sup>2</sup>、カッコ内は構成比（%）を示す

表10：土砂災害危険区域内居住人口

年齢区分	土石流危険渓流	土石流危険区域	急傾斜地崩壊危険箇所	地すべり危険区域	重複箇所	危険区域内	全域
14歳以下	—	27(10.0)	50(18.5)	1(0.4)	8(3.0)	86(31.9)	270(100.0)
15～64歳	10(0.1)	161(10.0)	389(24.1)	5(0.3)	81(5.0)	637(39.5)	1,614(100.0)
65～74歳	2(0.3)	66(10.5)	173(27.6)	1(0.2)	33(5.3)	275(43.9)	626(100.0)
75歳以上	—	124(10.6)	332(28.4)	2(0.2)	58(5.0)	529(45.3)	1,168(100.0)
全体	3(0.1)	378(10.3)	944(25.7)	9(0.2)	180(4.9)	1,527(41.5)	3,678(100.0)

カッコ内は構成比（%）を示す

すべり崩壊危険区域は最も小さく東菌目と御園にそれぞれ1ヶ所ずつ存在する。

地域別にみると、土石流危険渓流が概ね80%前後で急傾斜地崩壊危険箇所が10%強となっている。しかし、西菌目地区においては土石流危険渓流が41%、急傾斜地崩壊危険箇所が54%と唯一、その構成が逆転している。

#### 4. 土砂災害リスク

土砂災害による被害を拡大する要因としては様々考えられる。本研究においては、①人口密集地域での発災による被災者の増大、②道路ネットワークの寸断による救助等の遅れ、③避難施設等の破壊による被災生活の難しさの3つに焦点を当て土砂災害リスクの分析を行う。

##### 4.1 人口の曝露による災害脆弱性

本節では、生活圏単位人口分布と土砂災害危険箇

所のGISデータを基にオーバーレイ空間解析手法を用いて土砂災害危険箇所における人口曝露量の定量的分析を試みる。

表10は、各種土砂災害危険区域内に居住する住民を年齢4区分で集計したものである。これより、東栄町人口の41.5%が何らかの危険区域内に居住していることが分かる。さらに、年齢構成別に危険区域内に居住する割合を見ると、若年者に比べ高齢者の方が高いことが明らかになった。人口曝露の観点からの影響が最も大きい土砂災害危険箇所としては25.7%が危険区域内に居住する急傾斜地崩壊危険箇所であり、次いで危険区域内居住者10.3%の土石流危険区域である。土石流危険渓流は、区域面積が最も広く危険区域の約8割を占めているが、域内居住者は0.1%であり、人口曝露の観点から見ると影響は少ないと考えられる。

##### 4.2 道路ネットワークの曝露による災害脆弱性

道路ネットワークの災害脆弱性は、人口と道路



ネットワーク、土砂災害危険箇所の3要素を組み合わせて空間的に分析する。図10に災害時に重要な役割を担う緊急輸送道路を示す。図に示す通り、東栄

町内を通過する緊急輸送道路は、国道151号線、国道473号線、東栄稲武線の3路線である。次に、緊急輸送道路3路線とその他路線が各生活圏を通過する割合を表11に整理する。

土砂災害による道路寸断が与える道路ネットワークへの影響を考える場合、住民一人一人の日常生活への影響と救助活動等の緊急行動への影響の2つの側面が考えられる。そこで本節では、上記の2つの視点から分析を行う。

まず、住民の日常生活への影響についての分析を行う。ここで、人口密度が高いエリアを通過する道路ほど「生活道路」として機能しており、また、影響を受ける住民も多いと考えられる。そこで、2.3節の生活圏単位人口分布と道路ネットワークデータを重ね合わせ、生活圏によって道路を分類した(図11)。東栄町の生活圏を通過する道路は120.6kmであり、このうちの約6割である91.6kmが町道等のその他一般道である。加えて人口密度高位エリアの

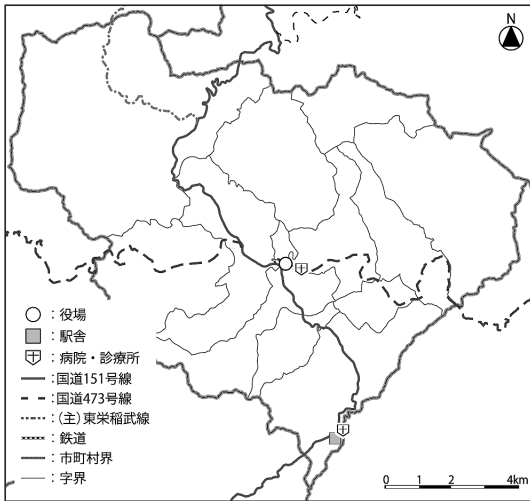


図10：主要幹線道路

表11：生活圏を通過する路線の構成

路線	A	B	C	D	E	F	G	合計	全域
国道151号線	7.7(40.1)	2.3(12.0)	2.5(13.0)	0.4(2.1)	-	-	-	12.9(67.2)	19.2(100.0)
国道473号線	4.8(30.4)	2.8(17.7)	1.9(12.0)	0.5(3.2)	0.3(1.9)	-	-	13.0(82.3)	15.8(100.0)
(主)東栄稲武線	2.2(36.1)	0.9(14.8)	-	-	-	-	-	3.1(50.8)	6.1(100.0)
その他一般道	62.7(41.0)	16.5(10.8)	6.7(4.4)	3.2(2.1)	1.8(1.2)	0.6(0.4)	0.1(0.1)	91.6(59.9)	152.8(100.0)
合計	77.4(39.9)	22.5(11.6)	11.1(5.7)	4.1(2.1)	2.1(1.1)	0.6(0.3)	0.1(0.1)	120.6(62.2)	193.9(100.0)

カッコ内は構成比 (%) を示す

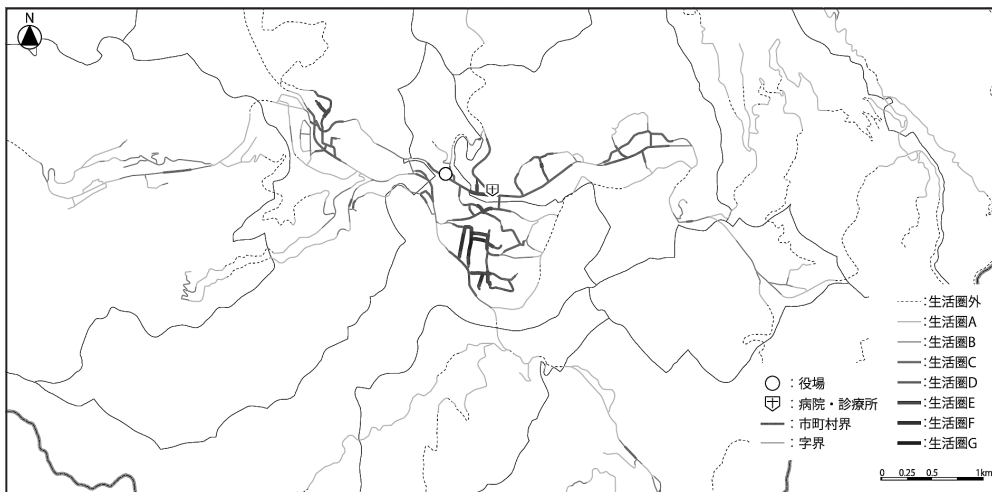


図11：沿線人口密度（東栄町中心部）

表12：土砂災害危険区域を通過する路線の構成

路線	土石流危険溪流	土石流危険区域	急傾斜地崩壊危険箇所	地すべり危険区域	重複箇所	危険区域内	全域
国道151号線	0.1(0.5)	1.0(5.2)	1.8(9.4)	—	0.3(1.6)	3.2(16.7)	19.2(100.0)
国道473号線	—	1.6(10.1)	1.2(7.6)	—	0.1(0.6)	2.8(17.7)	15.8(100.0)
(主)東栄稲武線	—	0.2(3.3)	1.0(16.4)	—	0.2(3.3)	1.4(23.0)	6.1(100.0)
その他一般道	8.0(5.2)	5.2(3.4)	14.6(9.6)	1.4(0.9)	3.1(2.0)	32.3(21.1)	152.8(100.0)
合計	8.1(4.2)	8.0(4.1)	18.5(9.5)	1.4(0.7)	3.7(1.9)	39.7(20.5)	193.9(100.0)

カッコ内は構成比 (%) を示す

うち生活圏Fおよび生活圏Gを通過する路線はその他一般道のみである。従って、その他一般道における土砂災害の日常生活に与える影響は非常に大きいと考えられる。緊急輸送道路に着目すれば、国道473号線のみが人口密度高位エリアを通過している。加えて国道473号線の8割以上が生活圏内にあるという事から日常生活への影響は大きいと考える。一方で東栄稲武線は、人口密度低位エリアのみ通過している。このことから、東栄稲武線における土砂災害は日常生活への影響は小さいと考えられる。

次に、緊急行動への影響について分析を行う。表12は東栄町内を通過する緊急輸送道路3路線とその他の一般道路が土砂災害危険区域内を通過する距離を整理したものである。危険区域内を通過する道路は39.7kmで道路総延長の約2割であることが分かった。また、どの路線においても急傾斜地崩壊危険箇所の通過距離が最も長いことから道路寸断を起こす要因としては急傾斜地崩壊危険箇所の可能性が最も高いと考えられる。また、道路ネットワークという観点から見れば緊急輸送道路のうち国道151号線は南北に縦断し、国道473号線は東西に横断しており町の中心部にて交差している。そして交差部付近には、東栄町役場と避難所である下川診療所が隣接している。また、国道151号線は南信州地域の中心である飯田市から三遠南信自動車道を通じて第2東名高速道路に接続している。加えて、東栄病院付近を通過している。その他に、国道473号線は愛知県設楽町から東栄町役場前を通過し、静岡県浜松市天竜区までを繋ぐ東西の主要幹線であり、東栄稲武線は国道473号線のバックアップの道路として機能すると考えられる。これらより、国道151号線は他の路線に比べ、防災拠点である役場との接続や災害時の傷病者の搬送、救援物資の輸送、救助人員の投

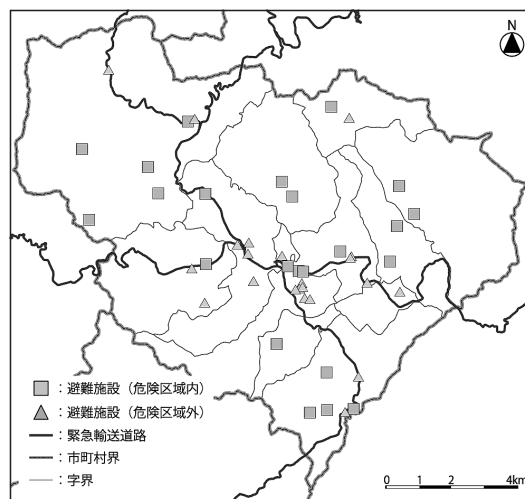


図12：避難施設の立地

入等様々な点から重要な路線であることが分かる。

#### 4.3 避難施設の曝露による災害脆弱性

東栄町では、45箇所の公共施設が避難所として指定されている。しかし、その半数の23箇所が危険区域内に立地している(図12)。避難所は、災害時の身の安全を確保以外にも情報収集・提供の拠点としての役割も担うと考えられることから、その安全性を確保することは重要である。

ここで、避難所の収容人員について着目すると、東栄町の全避難所の収容人員は7,170人であり、これは人口の約2倍である。また、危険区域内避難所の収容人員の合計は2,600人であることから、仮に危険区域内全ての避難所が被災し使用不可能になった場合でも、東栄町全体としては全人口を収容することが可能である。しかし、地域ごとに見ると東蘭目、西蘭目、足込、奈根の4地域は域内の全避難所が、下田、御園、三輪、振草の4地域は域内の半数

表13：避難所数と収容人員（地区別集計）

地区名	人口	危険区域内		危険区域外	
		避難所数	収容人員	避難所数	収容人員
月	198	1	320	2	180
中設楽	438	1	60	4	440
東菌目	77	2	110	0	0
西菌目	59	2	100	0	0
御園	93	1	100	1	100
足込	106	2	150	0	0
下田	686	3	520	3	410
川角	72	0	0	1	40
本郷	887	1	50	7	2,620
奈根	38	1	60	0	0
三輪	562	4	520	2	270
振草	462	5	610	2	310

以上の避難所が危険区域内に立地している（表13）。

受稿：2015年5月28日

受理：2015年7月9日

## 5. 結論

### 5.1 まとめ

本研究では、東栄町の協力のもと、建物単位の人口DBを構築し、人口DBとGISを用いて東栄町の土砂災害リスクを定量的かつ空間的に分析した。

また、地盤の状況等を踏まえた土砂災害発生の危険性については言及していないが、今後、災害リスクを評価する際にはこれらを含めてより科学的に評価する必要があると考える。

### 5.2 今後の展望

本研究において構築した人口DBは、構築・管理・更新等の場面で個人情報を扱うため、その運用等については十分な注意が必要となる。そのため、自治体の協力を得ることが重要である。ここで、本研究では防災に特化した空間分析を行ってきたが、その他にも医療や福祉、公共交通、地域活動等の多様な行政課題に対する課題や政策検討を行う際の検討材料として活用することも可能である。また、周辺自治体と統一の人口DBを構築することが出来れば、効率的なバス路線計画等の自治体間連携事業検討のための客観的分析を行うことが出来る。

## 謝辞

本研究の推進にあたり、データ提供やデータベース構築等、様々な面でご協力頂いた夏目明剛様や荒河光弘様をはじめとする東栄町役場職員の皆様方に感謝いたします。また、本研究は平成26年度愛知県北設楽郡東栄町委託業務「GIS防災適用業務」の一環として実施しました。

## 参考文献

- 東栄町（2010）：東栄町の森づくり～豊かな森と伝統芸能が息づく町～（東栄町森づくり基本計画）
- 石原宏〔他〕（2008）：日常生活圏域の基礎的研究，平成18年度都市センター研究報告

