

低平地における水害危険区域の設定による被害軽減方策に関する研究

—信濃川下流域を対象として—

上石 洋輔 (新潟大学 大学院自然科学研究科, f14n504k@mail.cc.niigata-u.ac.jp)

安田 浩保 (新潟大学 災害・復興科学研究所, hiro@gs.niigata-u.ac.jp)

A study on flood mitigation by setting disaster potential areas in low-lying basin

Yousuke Ageishi (Graduate School of science and technology, Niigata University)

Hiroyasu Yasuda (Research Institute for Natural Hazard & Disaster Recovery, Niigata University)

要約

日本の国土は様々な自然災害に対して構造的に脆弱である。これまでのインフラ整備に加え、最近では現行の公共工事費の範囲ですぐに実施できる減災型土地利用計画、避難計画などの危機管理対策の組み合わせによる被害の最小化が模索されるようになってきている。このような多面的な対策は、激甚な土砂災害や津波災害を契機として実施されるようになったもので、既にこれらの危険区域の指定は積極的に行われている。一方で、近年の気候変動を主因とした極端降雨現象による大規模な水害が頻発しているが、水害に対する危険区域の設定が積極的に行われているとは言い難い。2015年の常総市の水害を契機として沿川の危険区域の設定が限定的に行われた例はあるが、水害の可能性のある氾濫原全体を対象とした危険区域の設定の前例はなく、その設定手法は未確立である。本研究では、氾濫原全体の水害危険区域の設定方法を確立するため、信濃川下流域を対象として以下を実施した。まず、同流域における宅地の相対的な水害危険性を調べた。その結果、第二次世界大戦後に危険性の低い土地で多くの宅地開発が開始され、現在は宅地の適地となる水害危険性の低い土地のほとんどが開発済であることが明らかとなった。つぎに、危険区域の設定に重要な要素である将来の開発継続性について調べた。その結果、人口減少に伴う世帯数の減少傾向が予測される現状では新たな宅地開発は考えにくく、むしろ既存宅地における空き家の利活用や住宅再築等が進むことが推測された。これらのことから、信濃川下流域のような既に開発が飽和状態に達している氾濫原の危険区域の設定は、氾濫原内に残存する宅地適地と世帯数の将来予測の照らし合せにより可能となることが示唆された。信濃川下流域における危険区域は、水害危険性の高い既存する宅地適地に対して集中的に設定すればよく、これにより将来的にも同流域における水害の軽減が可能となることが推測される。

キーワード

気候変動, 災害危険区域, 水害危険性, 開発継続性, 水害軽減

1. はじめに

人口や社会経済の中核機能が集約する日本の都市の多くはゼロメートル地帯や河川水位より地盤標高が低い低平地等に位置している。気候変動が要因と推測される極端な降雨現象により、50 mm/h を超える短時間での強雨と総降水量が数百 mm から 1,000 mm を超えるような大雨が頻発している。平成 30 年 7 月豪雨では、国と府県管理の 23 水系 37 河川で極めて広範囲の浸水被害と多数の人命喪失に至った (国土交通省 HP, 8 月速報)。

様々な自然災害に対して構造的な脆弱性を持つ我が国ではそれぞれの自然災害の軽減のために実施されてきたインフラ整備に加え、最近では現行の公共工事費の範囲ですぐに実行できる減災型土地利用計画、危機管理対策の組み合わせによる被害の最小化が模索されるようになってきている。土砂災害や津波災害の対策においては、減災型土地利用計画が既に実施され、それぞれの危険区域が指定されている。土砂災害の対策として平成 11 年 6

月に発生した広島県での甚大な土砂災害を契機に土砂災害の危険性のある土地が災害警戒区域・特別警戒区域に指定されるようになった (国土交通水省水管理国土保全局砂防部 HP, 土砂災害防止法の概要)。同法は、特別警戒区域内における建築物の構造規制や特定開発行為に対する許可制等の行為を制限し、被害軽減を図るものである。津波対策特別警戒区域は平成 23 年東日本大震災を契機としたもの (国土交通省 HP, 津波防災地域づくりに関する法律) で、津波が発生した場合に住民等の生命・身体に危害がおよぶ恐れがある区域を指定し、被害軽減を図るものである。このように土砂災害、津波災害に対する災害危険区域の指定は全国各地で積極的に行われている。一方で、現状では水害の危険区域の設定は積極的に行われているとは言い難い。類似の対策としては、水害の軽減のための土地利用に関する土地利用一体型水防事業や総合流域対策がある (国土交通省 HP, 事業紹介)。昭和 60 年に事業化された土地利用一体型水防事業は、地形特性や土地利用状況に応じ、輪中堤や宅地嵩上げ等の実施により水害軽減を図るものである。平成 17 年に事業化された総合流域対策は河川や流域の流量分担を計画し、その分担に応じた対策を実施するものである。どち

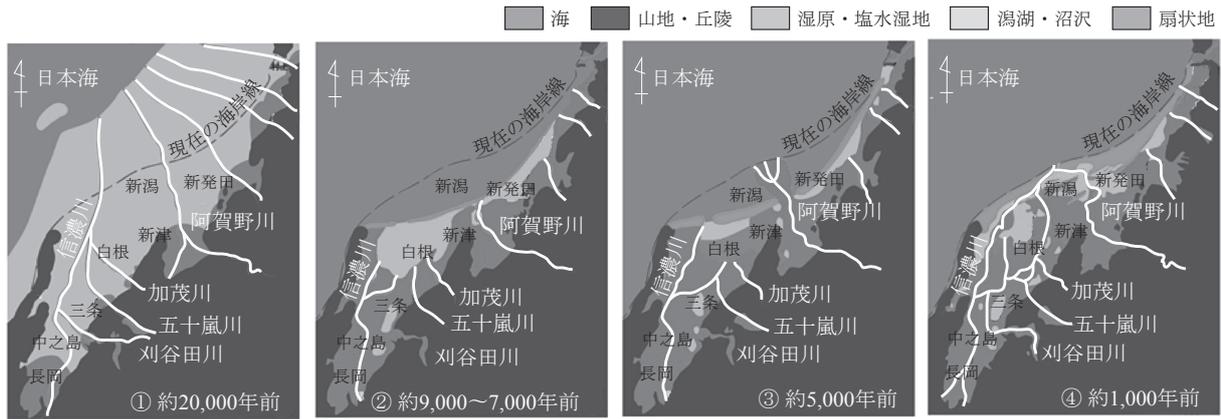


図1：信濃川流域の地形の変遷（2万年前～1千年前）
注：新潟市HPより引用。

らもハード対策が中心の事業であり、危険区域の設定などのソフト対策の色彩は弱い。水害の危険区域の設定には、平成27年の関東・東北豪雨を契機として沿川における危険区域の設定・公表がある（国土交通省水管理国土保全局HP、水防災意識社会再構築ビジョン）だけで、氾濫原全体を対象とした設定には至っていない。過去に水害の危険区域の設定が積極的に行われなかった背景として、近年のように大規模な水害が頻発する以前は、築堤等のハード整備による氾濫の回避を前提とした治水対策が中心だったことが挙げられる。また、国や地方自治体により浸水想定も実施されてきたが、その際の外力規模は過去の洪水実績に基づき決定された計画降雨や流量を基本としている。これらの計画値は、近年の深刻な水害の原因となっている実績値に比べると小さい。例えば、平成27年の関東・東北豪雨時の鬼怒川流域の累積降雨量は、過去の実績に基づき確率評価すると、200年から300年に一度の稀な現象となる（土木学会・地盤工学会調査報告書、2016）。これらを踏まえると、著者らの推論の域は脱しないものの、従前は氾濫を前提とせず、想定する外力規模が小さかったため、水害危険区域の必要性は現

在よりも小さかったものと考えられる。しかし、近年の極端降雨現象の頻発は、水害の危険区域の設定が不可避な状況をもたらしている。

災害危険区域に関する先行事例は、イギリスやフランスにおける水害に対する土地利用規制があり、吉田（2010; 2011）が紹介している。イギリスの土地利用規制は洪水確率に応じて規制するエリアをゾーン区分し、区分に応じた規制内容を決定するものである。フランスの土地利用規制は3段階程度に分類した洪水外力に対してハザードマップを作成し、浸水エリアを非都市区域、都市周縁部、中心部に区分し、区分に応じた規制をするものである。これらの規制は洪水外力に応じた区域設定に留まり、地形分類や土地利用状況は考慮されていない。また、水害に関する危険区域の設定は上述した海外の事例紹介のみで我が国における危険区域の具体的な設定手法に関する研究は著者が調べた範囲では見当たらず、氾濫原全体での水害に対する危険区域の設定手法は確立されていない。そこで本研究では、氾濫原全体での水害の危険区域の設定手法を確立することを目的とし、信濃川下流域を対象に以下を実施した。まず、治水地形分類図による脆弱箇所の特定制及び地形分類と宅地の関係性を調査し、同流域における宅地の相対的な水害危険性について調べた。つぎに、危険区域の設定に重要な要素となる将来の開発継続性について調べた。最後に、信濃川下流域のような既に開発が飽和状態に達している流域全体を対象とした水害の危険区域の設定方法を具体的に示した。

2. 対象流域

本研究の対象流域は信濃川下流域である。明治時代に設置された大河津分水路が越後平野の水害軽減に大きく寄与しているが、流域の最下流部はゼロメートル地帯のまま地形特性に由来する構造的な水害の危険性が残置されている。また、平成に入ってからだけでも平成10年、16年、23年と甚大な浸水被害が発生しており、同流域では依然として水害に対し脆弱な状態である。

現在の越後平野は、約1.8万年前に始まった海岸上昇と

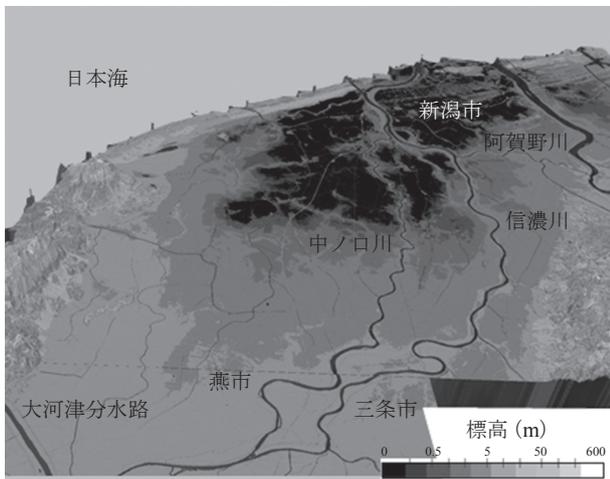


図2：信濃川下流域の標高の鳥瞰図

ともに、ウルム氷期（最終氷期）に形成された侵食谷が信濃川や諸河川から供給された土砂により埋め立てられ現在の地形が形成されたと考えられている。約1.8万年より以前は、ウルム氷期最寒冷期の時代で、現在よりも海水面が約120m低下していた。このため、陸地が広がり多くの谷（侵食谷）が刻まれていた。その後、気候変動による気温上昇の影響で海水面が上昇し、陸地に海水が侵入し、湾が形成され、一方で河川からの流送土砂により侵食谷は埋め立てられた。今から約6千年前に海水面の上昇は終息し、季節風の影響で砂丘列が成長した。その砂丘列は河川排水の障壁となり、河川氾濫により塩津潟・福島潟・鎧潟などの湖沼が広がった（北陸建設弘済会, 2007, p. 14）。

このような経緯を経て、信濃川下流域は信濃川や阿賀野川の流送土砂で埋め立てられ、下流部に三角州地帯が形成された。その結果、信濃川の河床勾配は数千分の1という極めて緩い勾配が内陸部まで続く一方で、海岸線では砂丘列が発達し、周辺の地盤は一段標高が高い構造となった。このため同流域は、河川の氾濫が容易に発生し、越水や溢水が発生した場合、堤内地での浸水が長期間継続し、水害に対し脆弱な地形形状となっている。

3. 宅地の相対的な危険性

3.1 治水地形分類図による脆弱箇所の特

図3は信濃川下流域の地形分類を平面的に示したもので、海岸沿いに砂丘が発達し、内陸は氾濫平野、自然堤防が広範囲に広がる。これらの氾濫平野と自然堤防およびその背後に形成される後背湿地は、信濃川と阿賀野川の洪水時の土砂堆積作用により形成されたものである。図4は信濃川下流域の地形分類の割合である。氾濫平野、

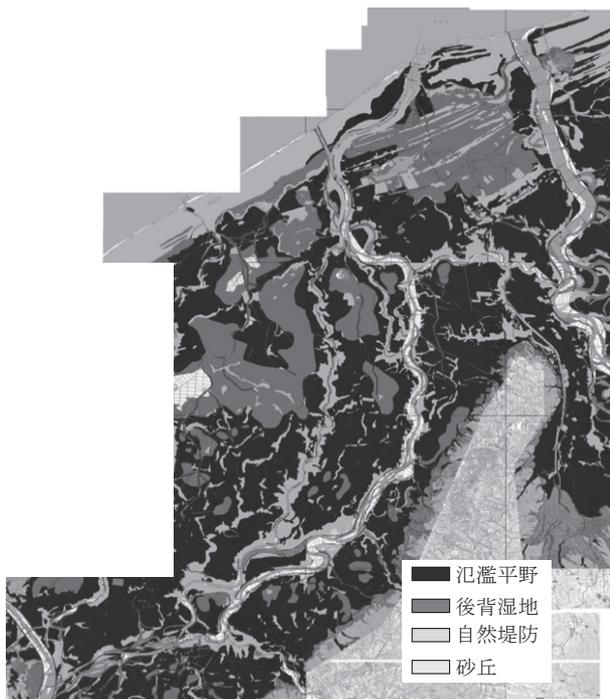


図3：信濃川下流域の地形分類図

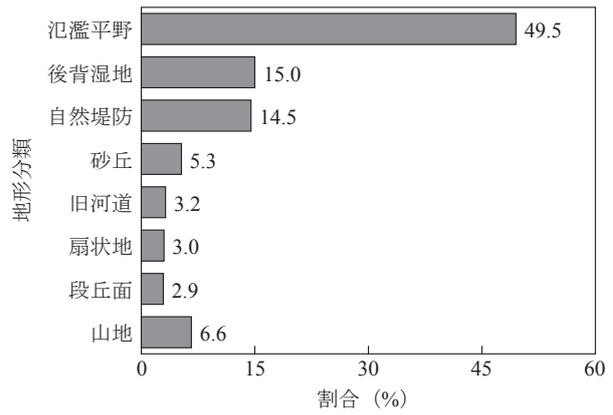


図4：信濃川下流域の地形分類割合

後背湿地が全体の約7割を占め、自然堤防、砂丘は全体の約2割、残りの1割がその他の地形分類となっている。氾濫平野や後背湿地は、周辺地盤より標高が低いために水害危険性が高い一方で、洪水時の流送土砂が流路の両岸に堆積した自然堤防や海岸沿いに形成された砂丘は周辺地盤より標高が高く、水害危険性が低いことが直ちに推測できる。

水害危険性の把握方法として氾濫シミュレーションが用いられることが最近では多い。これに対し、本研究では、過去の事実に基づく水害危険性の把握方法として、国土地理院所有の治水地形分類図と、新潟県が公表している昭和53年から平成23年の浸水実績図を照らし合せ、その上で同流域における地形分類毎の浸水実績の割合を集計し、水害危険性の高い箇所を特定した。

図5が全時代の浸水実績を地形分類毎に集計した結果である。同図から、水害危険性が高いことが推測される氾濫平野、後背湿地は信濃川下流域の9割を占め、一方で、水害危険性が低いとされる自然堤防、砂丘は全体の1割弱であることが分かる。当然の帰結であるが、信濃川下流域では氾濫平野や後背湿地における浸水実績が多く、自然堤防や砂丘における浸水実績が少ないことが分かった。

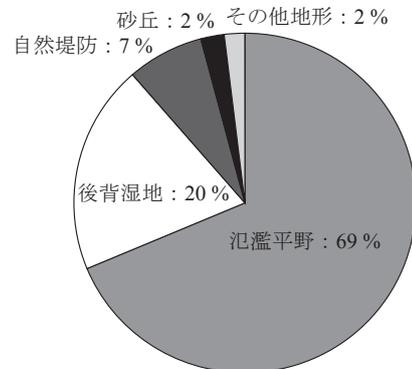


図5：信濃川下流域の全浸水実績

3.2 地形分類と宅地開発の関係

地形分類と宅地開発の関係について、まず時代毎の宅地開発箇所を調査した。用いたデータは、国土地理院所有の地形図、航空写真及び新潟県所有の航空写真である。時代別に使用するデータの詳細は表1のとおりである。調査時期について、大河津分水路は越後平野の水害軽減に寄与し、信濃川下流域全体の治水不可欠なものとなっているため、大河津分水路の設置前から現在までを調査時期とし、日本経済が大きく成長した時期で時代区分をした。第二次世界大戦後の現在の日本に直結する経済活動が開始された戦後、第二次世界大戦後57ヶ月の間、経済成長率が10パーセント以上となったいざなぎ景気後及び現在を調査対象とし、それぞれの時代における開発状況の変化について調べた。

表1：使用データ一覧表

データ種別	データ所有者	測量・撮影時期
地形図	国土地理院	明治44年
地形図	国土地理院	昭和6年
地形図	国土地理院	昭和27～28年
航空写真	国土地理院	昭和20～25年
航空写真	国土地理院	昭和45～50年
航空写真	国土地理院	平成19年以降
航空写真	新潟県	平成23年

今回用いた地形図は旧版地図であるため、紙媒体の謄本を入手後、後述の判読作業ができるようにスキャナーで読み込んだ。航空写真については国土地理院地理院地図により入手した。ただし、2007年以降の国土地理院所有の航空写真データは、三条、加茂、弥彦地域の一部が提供されていないため、その部分については新潟県所有の航空写真を使用した。また、これらの地形図と航空写真は図画単位で提供され、平面的な情報の評価が容易でないため、つなぎ合わせ処理を行った。住宅地等の土地利用の判読は、場所や時代毎に色調が異なり、コンピュータによる自動認識が困難なことから、目視により判読し、面積を集計した。また、宅地開発箇所については地形分類毎に集計した。

図6は上記の集計結果である。水害危険性の高い氾濫平野と後背湿地、水害危険性の低い自然堤防と砂丘、その他の地形に分類した。大河津分水路設置前から戦後については宅地開発の状況変化がほぼ見られず、地形分類の割合も変化がなかったため、調査結果は戦後、いざなぎ景気後、現在としている。結果を見ると、戦後の宅地開発のうち、約6割が水害危険性の低い土地で行われ、その後の経年推移は小さい。以上のことから、戦後に危険性の低い土地で多くの宅地開発が開始され、その傾向が現在まで継続していることが分かる。

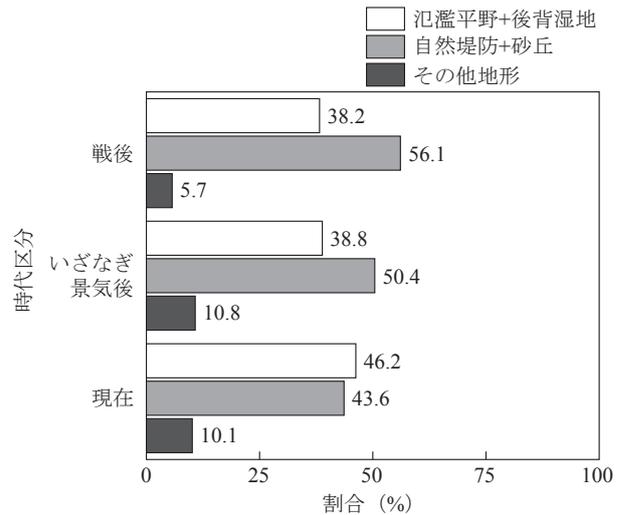


図6：信濃川下流域の宅地開発割合

3.3 水害危険性の低い土地の開発状況

上述の検討結果から、信濃川下流域では、第二次世界大戦後から危険性の低い土地で多くの宅地開発が開始され、その傾向が現在まで継続していることが分かった。一方、宅地開発面積を見ると、戦後は126.6 km²に対し現在は431.5 km²と約70年間で3.4倍に増加している。信

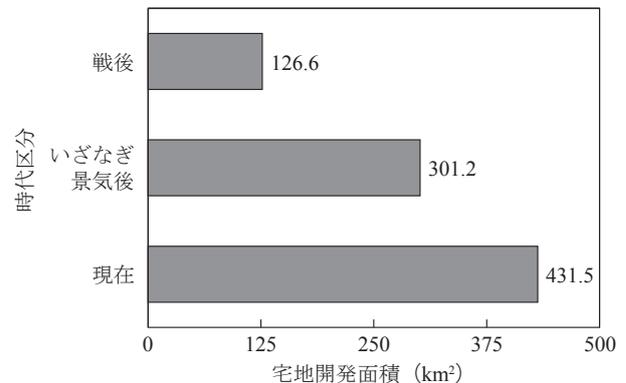


図7：宅地開発面積の時代変遷

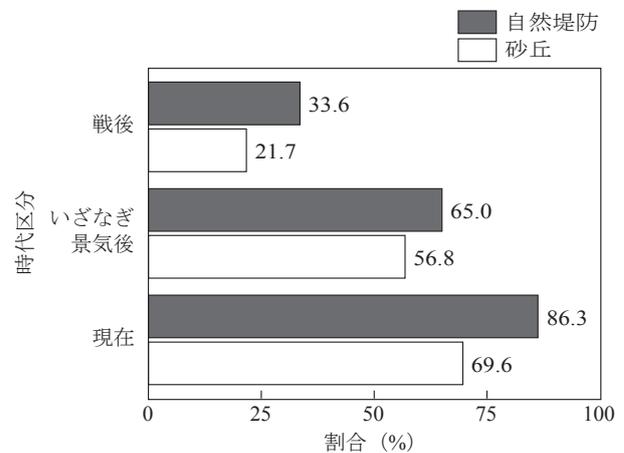


図8：自然堤防・砂丘開発面積の時代変遷

濃川下流域の自然堤防と砂丘の割合は全体の2割弱しかないことから、水害危険性が低い宅地としての適地の残存率は低いことは明白である。本節では、信濃川下流域全体での自然堤防、砂丘の宅地開発の経年推移を調査した。図8がその結果である。戦後の全体比率は2割から3割程度であったが、現在では対象地の約7割から約9割が開発済であることが分かった。今後も継続的に宅地開発されることになった場合、自然堤防、砂丘の多くは開発済であり、水害危険性が低い住宅適地の残存率は既に低いいため、水害危険性が高い箇所を開発せざるを得ない。つまり、同流域における水害危険性を将来的にも抑制するためには、今後の宅地開発に対して水害の危険区域の設定が重要であることが推察される。

4. 将来的な宅地の開発可能性の推定

前章の調査結果から、現在のように無規制のまま宅地開発が継続された場合、水害危険性が高い脆弱地を開発せざるを得ない。つまり、これらの開発箇所を危険区域の設定対象とすることは明らかである。一方で、近年は既存宅地の空き家率の上昇が社会問題となってきたことを踏まえ、平成26年度に空き家等対策の推進に関する特別措置法が制定された。本章では、将来的な流域内の開発可能性及び開発内容について、利便性や既存宅地の再開発も考慮した検討を行った。

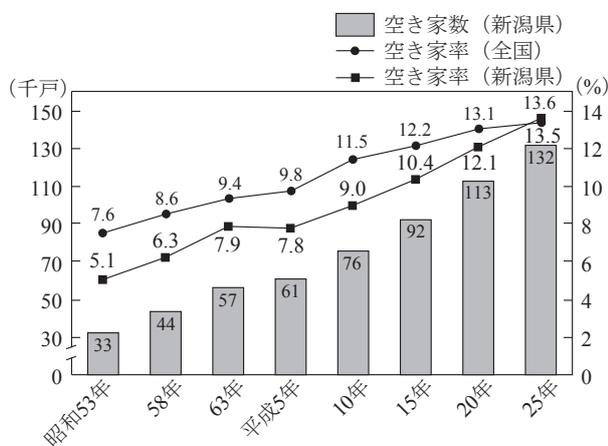


図9：空き家数と空き家率の推移
注：新潟県資料より引用（一部加筆）。

4.1 氾濫原内の利便性と宅地の開発可能性

図10は国土交通省が公表している全国の宅地供給量の推移である。同図は公的供給、民間供給とその総計の経年推移を示している。ピークである昭和47年は23,400 haの宅地供給があり、その内民間供給は17,900 haと全体の約8割を占めている。その後供給量は減少し、平成26年は6,142 haとピーク時の約1/4まで減少している。民間供給量の割合は全体の9割弱を占め、宅地供給は民間主導で行われていることがわかる。千葉（1994）によると、民間宅地開発事業者は利便性がよく、安価で開発できる

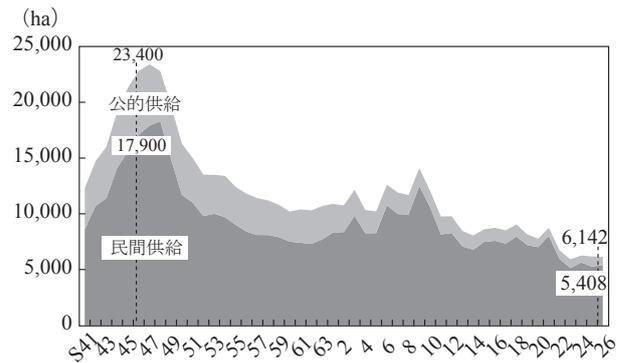


図10：全国の宅地供給量の推移
注：国土交通省 HP より引用（一部加筆）。

ことを条件として開発行動を起こすとしている。そこで、信濃川下流域における交通網の整備状況及び土地改良の経緯を照らし合せ、開発可能性を明らかにした。

4.1.1 交通網の整備

図11は信濃川下流域の交通網と通勤圏を示した図である。下流域は鉄道や主要国道の他、上越新幹線や北陸自動車道が整備されている。

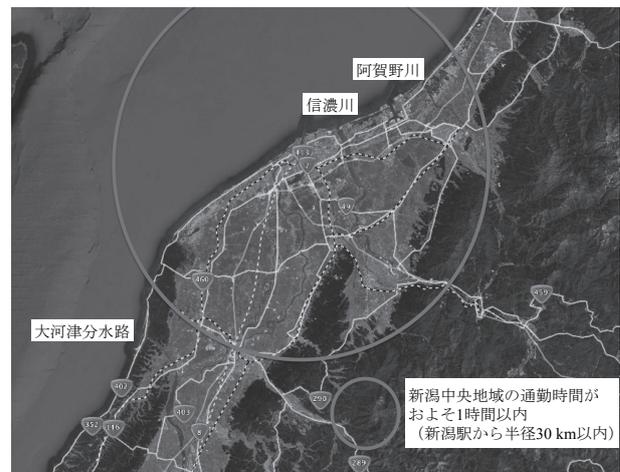


図11：信濃川下流域の交通網と通勤圏

注：Google earth 上に鉄道情報を重ね合わせ使用している。通勤圏は新潟市 HP を参考に作成。

国道7号線は1961年に新潟市本町から新発田市猿橋までの24.3 kmを直轄管理区間に指定した後、1966年に山形県境まで区間延伸され、現在では青森県青森市長島までの区間を供用している。国道8号線は1961年に新潟市本町から黒崎村金巻までの8.6 kmを直轄管理区間に指定した後、1965年に三条市西本城寺まで区間延伸され、現在は京都府京都市下京区までの区間を供用している（北陸建設弘済会，2011，p. 151）。

北陸自動車道は1961年に新潟市から滋賀県大津市までの区間が路線の基準として定められ、新潟県内では1978

年に新潟黒崎 IC から長岡 IC が開通し、現在は新潟県新潟市の新潟中央ジャンクションから滋賀県米原市の米原ジャンクション間の計 476.5 km の区間を供用している。

上越新幹線は 1971 年に起工し、1982 年に大宮駅から新潟駅間が開通し、現在は東京駅まで接続している。

このことから主要国道については東北エリアから関西エリアまで、北陸自動車道は関西エリア、上越新幹線は関東エリアまで広く供用しており、かつ首都圏へは最短で 2 時間程度で到着が可能である。また、同図中にある円の内部は、新潟市中心部から概ね 1 時間以内の通勤圏を示しており、下流域のほぼ一帯が通勤圏内である。このことから利便性が高い土地であることがわかる。

4.1.2 土地改良による乾田化の進展

大正以前の新潟県における田圃は湛水田であり作業環境は劣悪だったが、現在では日本を代表するコシヒカリの生産地となっている。この背景として第二次世界大戦後の深刻な食糧難による農業改革のため、1949 年に土地改良法が制定され、農業生産基盤の拡大等が図られた。当時の新潟県はほぼ湛水田であり、生産基盤の拡大のためには乾田化が必要条件であることから、各地で排水ポンプの整備が進められた。ポンプ設置は 19 世紀後半から水利組合や個人が主体として行ってきたが、土地改良法が制定された後は国営や県営の高い排水能力を持つポンプが次々と設置された。この結果、湿田の乾田化に成功し、現在まで継続している。

4.1.3 考察

交通網の整備及び排水ポンプの整備は高度経済成長期の 1980 年初頭には完了している。そのため、下流域は広大な低平地であるものの乾田化されていることから、安価な宅地開発が可能である。また、新潟市中心部の通勤圏内は広く、遠方までの交通網が発達しているため利便性が高い。これらのことから民間宅地開発業者が開発行動を起こす条件が揃っており、対象流域では将来的にも開発される可能性が高い。

4.2 将来的な開発内容

図 12 は国土交通省が公表している全国の人口・世帯数・住宅地面積の関係を示したグラフである。人口は少子高齢化等の影響で時代経過に伴い減少しているが、世帯数を見ると減少幅が小さいことがわかる。また、両者の経年推移を見ると共に増加傾向であり、両者が定性的に関連していることがわかる。本章では、信濃川下流域における住宅地面積と世帯数の関係を調査し、新規宅地開発の可能性を検証した。調査に用いる現況世帯数は新潟県統計年鑑が公表している実測値、将来世帯数は国立社会保障・人口問題研究所が推計した予測値を使用した。

住宅面積の把握には航空写真を用い、その撮影時期から、戦後は 1950 年、いざなぎ景気後は 1975 年、現在は 2010 年の住宅面積として世帯数との関連を整理した。図 13 がその結果である。指数は 1975 年を基準としており、

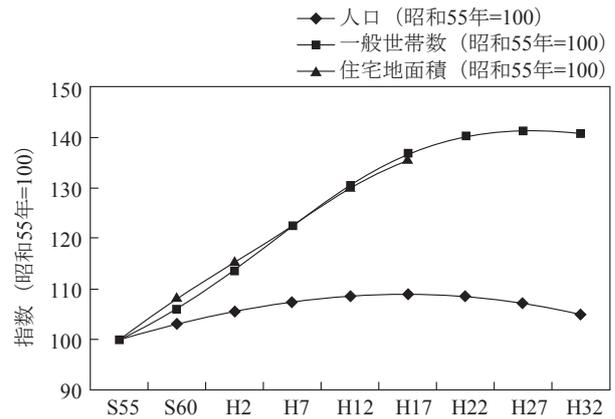


図 12：人口・世帯数・住宅地面積の推移
注：国土交通省資料より引用（一部加筆）。

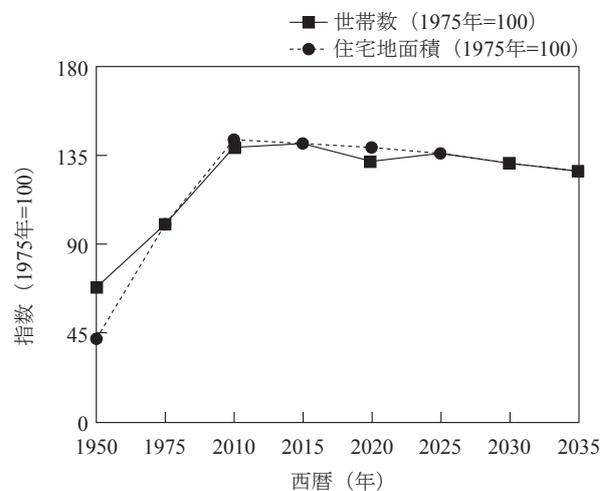


図 13：世帯数・住宅地面積の関係

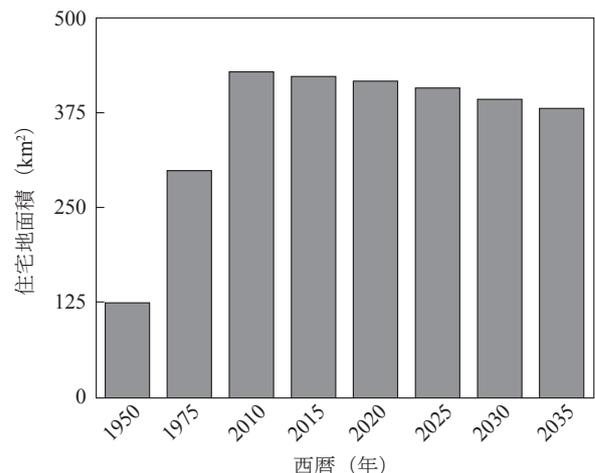


図 14：住宅地面積の将来予測

戦後は世帯数 68 に対し住宅地面積が 42 と関連性が低い。これは第 2 次世界大戦で多くの戦死者が出ていること、敗戦直後の混乱期等であることが影響していると考えられる。一方で、2010 年の世帯数は 139 に対し住宅面積は

143 と関連性があることがわかる。このことから、信濃川下流域においても国土交通省が明らかにした同様の傾向があり、将来においても同様の関連性が続くことと仮定すると、将来の住宅地面積は 2010 年が住宅面積のピークとなり、その後緩やかに減少することが推測される。従って、将来的に新規の宅地開発が積極的に実施されることは考えにくく、空き家の利活用や住宅再築等の既存宅地の再開発が選択されることが推測される。

4.3 水害の危険区域の設定手法

上記の検討結果から、流域単位での水害の危険区域の設定において、流域内の宅地の適地残存率および将来の世帯数が重要な予測因子となることが明らかとなった。現在の信濃川下流域には適地残存率は低く、将来的な人口増加は少ないことが予測されるため宅地の新規開発は限定的であることが推測され、空き家の利活用や住宅再築等の既存宅地の再開発の進行が推測される。図 15 のフローに基づき、信濃川下流域の水害の危険区域は氾濫平野や後背湿地の地形分類でかつ既に宅地開発されている図 16 中の黒塗りの信濃川河口部の一帯が設定候補となる。

危険区域に指定された場合、その区域は生命または身体に著しい危害が生じる恐れがある建築物の損壊を防ぐため、安全な建築構造とする規制の併用が一般的である。危険区域の指定と建築規制の併用により水害の危険性の低下が期待できるものの、危険区域の指定は私有財産の利活用に対する規制となり、私有財産の価値を毀損しかねないことに留意が必要である。しかし、近年は全国各地で多数の人命喪失を伴う激甚な水害が頻発し、一般市民における自然災害の危険性の理解は確実に向上してきている。また、全国各地で進められている土砂災害防止法による危険区域の指定は、危険区域の指定の先事例と言え、同指定にかかる減免措置や建物の移転や改築の補助も行う自治体もある。水害の危険区域の指定の実現性は土地所有者への丁寧な指定内容の説明や補償制度が



図 16：下流域における災害危険区域

整備されれば比較的高いものと推測される。

5. おわりに

土砂災害と津波災害の対策として、危険区域の指定が既に実施されている。これに対し、水害の危険区域の設定手法は未確立で大きく遅れている。本研究では、水害の危険区域の設定手法を確立するために以下を実施した。まず、信濃川下流域における宅地の開発経緯と相対的な水害危険性から水害危険性の低い宅地の適地はほとんど残されていないことを明らかにした。つぎに、この結果

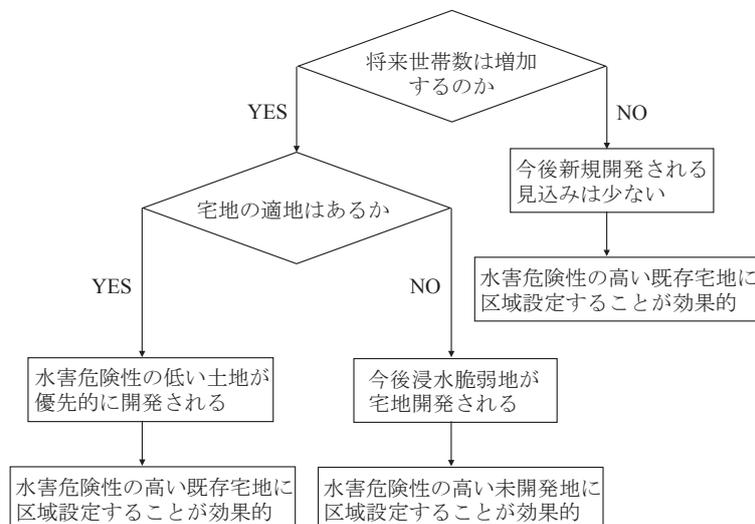


図 15：水害危険区域の設定フロー図

と世帯数の将来予測を照らし合せ、同流域における今後の宅地開発は既存宅地の利活用に転換される可能性が高いことを明らかにした。これらの結果から、水害危険性の高い既存宅地を危険区域に指定することにより、将来的にも同流域における水害の危険性の軽減が可能となることが推測される。

元来的あるいは構造的に水害の危険性が高いかどうかの相対的な関係は地盤標高により概ね規定される。従って、堤防やダムをはじめとする治水構造物の築造は、水害の危険性の低下に寄与するものの、水害危険性の相対的な関係に対して変化を及ぼすものではない。本論文が提案する過去の被災実績に基づく水害危険区域の設定手法は、氾濫原のような元来的あるいは構造的に水害の危険性が高い箇所の有効な抽出方法と言える。

西日本を中心とした平成30年7月豪雨では未経験の大規模な洪水が極めて広範囲に発生した。構造的に極めて脆弱かつ資産が集中する信濃川下流域においてこのような未経験の大規模な水害が発生すれば甚大な被害は必至である。本研究において提案した水害危険区域の設定に加え、同流域の地形的特徴である、すり鉢状の低平地に流入した氾濫水を計画的に制御できれば、十分な減災効果が期待できる。このような複合的な対策により避難時間を確保できるほか、水害危険性に応じた避難方法を選択できるようになり、実効性のある広域避難計画の立案が可能となる。具体的な検討結果については別報で報告する予定である。

引用文献

- 国土交通水省. 平成30年7月豪雨主な河川の被災状況(8月速報). <http://www.mlit.go.jp/common/001243212.pdf>.
- 国土交通水省水管理国土保全局砂防部. 土砂災害防止法の概要. <http://www.mlit.go.jp/river/sabo/linksinpou.htm>.
- 国土交通省. 津波防災地域づくりに関する法律. <http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/point/tsunamibousai.html>.
- 国土交通水省水管理国土保全局. 事業紹介. http://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/kasen/gaiyou/panf/gaiyou2006/pdf/c2-1.pdf.
- 新潟市潟環境研究所. 潟の成り立ち. <http://www.niigata-satokata.com/learn/naritachi/>.
- 国土交通水省水管理国土保全局. 水防災意識社会再構築ビジョン. <http://www.mlit.go.jp/river/mizubousaivision/>.
- 2015年関東・東北豪雨災害 土木学会・地盤工学会合同調査団関東グループ(2016). 平成27年9月関東・東北豪雨による関東地方災害調査報告書.
- 吉田恭・古本一司・馬場美智子(2010). イギリスにおける水害土地利用規制・誘導と関連諸制度に関する研究. 都市計画論文集, No. 45-1, 63-71.
- 吉田恭・古本一司・馬場美智子(2011). フランスにおけるPPRを中心とした防災型土地利用規制に関する研究. 都市計画論文集, Vol. 46, No. 1, 88-98.
- 国土交通省国土地理院. 治水地形分類図. http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/fc_index.html.
- 国土交通省国土地理院. 地図・空中写真閲覧サービス. <http://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>.
- 社団法人北陸建設弘済会(2007). 信濃川・越後平野の地形と地質.
- 水谷武司(2002). 自然と防災の科学. 東京大学出版会.
- 千葉昭彦(1994). 民間宅地開発業者の行動原理と大規模宅地開発の展望展開. 季刊地理学, Vol. 46, 19-36.
- 新潟市. 通勤圏人口と労働力. https://www.city.niigata.lg.jp/business/kigyo/kigyo_annai/profiletop/profilework.html.
- 社団法人北陸建設弘済会(2011). さきがけの道“新潟バイパス”(記憶が語る記録誌).
- 国土交通省土地管理資源局(2011). 宅地供給の実績と宅地需要について.
- 国立社会保障・人口問題研究所. 日本の世帯数の将来推計(都道府県別推計)2014年4月推計. <http://www.ipss.go.jp/pp-pjsetai/j/hpjp2014/t-page.asp>.
- 第91回新潟県統計年鑑(1980). 第3章人口15世帯数及び人口の推移. 新潟県.
- 新潟県総務管理部統計課 生活統計班 人口・教育統計担当(2013). 平成25年住宅・土地統計調査結果の概要.

Abstract

The topographical structure of Japan is vulnerable to natural disaster and we aim to minimize damage by combining infrastructure maintenance, disaster mitigation land-use planning and crisis management measures to flood caused by global warming. As a result of a large-scale disaster, designation of disaster potential areas such as sediment-related disasters and tsunami disasters have actively been carried out. But designation of disaster potential areas of flood damage is not actively carried out. After heavy precipitation event occurred for 8 to 10 September 2015, in Joso city, setting of disaster potential areas of flood damage were set up only along river. Considering the uncertainty of the flood disaster prevention plan, it is necessary to set the area of the entire basin. But a clear method has not been established. In this study, we aim to establish a setting method of disaster potential areas of flood disaster covering the entire basin. First, we investigated the relative flood risk of residential areas in lower Shinano basin. As a result, the residential areas with low flood risk are developed as a residential area preferentially and most of these areas have been developed. Then we investigated the continuity of future residential area development. As a result, it is speculated that vacant house countermeasures and house remodeling will progress in residential areas. Based on the results so far, it is found that it is possible to design disaster potential areas throughout the basin, when residential area survival rate with low flood risk and estimated number of households are known. By designing disaster potential areas by the above method, it is expected that flood disaster will be mitigated.

(受稿：2018年9月14日 受理：2018年12月20日)