

研究助成実施報告書

助成実施年度	2020 年度
研究課題（タイトル）	地理空間情報と雨量データベースによる郊外型大型商業施設等の洪水リスク評価
研究者名※	山本 晴彦
所属組織※	山口大学 大学院創成科学研究科 教授
研究種別	研究助成
研究分野	都市計画、都市景観
助成金額	140.6 万円
発表論文等	

※研究者名、所属組織は申請当時の名称となります。

（ ）は、報告書提出時所属先。

大林財団 2020 年度研究助成実施報告書

所属機関名 山口大学

申請者氏名 山本晴彦

研究課題	地理空間情報と雨量データベースによる郊外型大型商業施設等の洪水リスク評価に関する研究
(概要) 2018 年 7 月豪雨により福岡県久留米市に位置する筑後川支川の下弓削川・江川流域では、内水氾濫による大規模な浸水被害が発生した。下弓削川流域の合川地区は、市街化を積極的に進める市街化区域に指定されたことに加えて、1973 年には九州自動車道の開通および久留米インターチェンジの開業により、水田を農地転用して、運輸業が創業し、物流拠点が形成された。また、合川バイパスの開通で、ロードサイド店舗が多く開業して、その周辺には住宅も建設されて、1980 年代から都市化が急速に進行した。都市化が進行したこれらの地域は浸水リスクの高い氾濫平野に位置しており、2020 年に存在する多くの建物は洪水ハザードマップで洪水浸水想定区域に該当して水害リスクが高く、居住誘導区域にも指定されていた。	

1. 研究の目的

2017 年は梅雨前線による九州北部豪雨、2018 年は梅雨前線による西日本豪雨、2019 年は秋雨前線による佐賀県六角川豪雨や台風 19 号による東日本豪雨など、毎年のように前線・台風に伴う豪雨により洪水災害が発生している。これにより、氾濫平野に位置し、農地転用により立地している郊外型大型商業施設やロードサイド店舗は、甚大な浸水被害に見舞われている。

気象庁のアメダスは 1976 年に観測が開始されており、それ以前は区内観測所等により観測が行われているが、日雨量データのデジタル数値化が行われていない。本研究では気象庁の書庫に眠る「雨量資料」のデジタル数値化とアメダスデータへの統合を行い、120 年日雨量データベースを作成し、長期にわたる雨量変動の解析を試みた。さらに、前掲した 3 か所の旧版地図を含む地形図、1947 年の米軍撮影を含む空中写真、治水地形分類図、都市計画図、洪水ハザードマップ(計画規模、想定最大規模)、標高地図等を GIS により統合し、水害地域の土地利用の時間的・空間的な変遷の可視化を試み、郊外型大型商業施設やロードサイド店舗等が立ち並ぶ開発地域における洪水リスクの評価を実施した。

2. 研究の経過

本研究は、2018 年の梅雨前線による高梁川流域(支流の小田川)の倉敷市真備水害(外水氾濫)、2018・2019 年の梅雨前線による筑後川流域の久留米水害(内水氾濫)、2019 年の秋雨前線による六角川流域の佐賀県西部の武雄水害(外水・内水氾濫)を研究調査の対象として、いずれも一級河川で発生した 3 つの大規模水害で、水害常襲地に相当する。本研究では 3 つの水害地域を対象に解析を行ったが、ここでは紙面の都合上、特に 2018 年の久留米水害(内水氾濫)について、解析結果を紹介する。なお、六角川水害の解析結果については、日本自然災害学会の和文誌『自然災害科学』に掲載されるので、こちらを参照して頂きたい。

3. 研究の成果

1) 近年の豪雨と 2018 年豪雨と浸水被害の概要

筑後川の中流に位置する久留米(区内観測所+アメダス)の年最大日降水量の推移を図 1 に示した。1894 年から 2021 年までの 128 年間(区内観測所の未観測期間を含む)における年最大日降水量は、第 1 位が 323.5mm (2019 年)、第 2 位が 317.2mm (1953 年)、第 3 位が 294.0mm (2021 年)、第 4 位が 277.0mm (2018 年)、第 5 位が 271.0 mm (2020 年)となっている。

第 2 位(1953 年)は昭和 28 年の西日本豪雨による筑後川の大洪水により甚大な被害に見舞われた年であり、それ以外の 4 か年は 2018~2021 年の 4 年連続の記録的な豪雨によるものであり、これらの豪雨により久留米市での内水氾濫が頻発する結果となっている。この 4 年間の連続する豪雨により、2021 年に更新された平年値(現在は 1991~2020 年の 30 年間を使用)では旧平年値(1981~2010 年の 30 年間)の 134.3mm から新平年値の 152.7mm へと、約 20mm も増加していることがわかる。

筑後川流域における降雨の詳細は省略するが、福岡県では、7 月 5 日から 7 日朝にかけて、県内の広い範囲で記録的豪雨が降り続き、50 年に 1 度の異常気象を基準に発表される「大雨特別警報」が発令(6 日 17 時 10 分~7 日 8 時 10 分)された。久留米市などの気象庁の県内 20 か所の観測地点のうち 7 地点で、48 時間雨量の観測史上最大を記録し、久留米市の観測所では 383.5mm を記録した。この豪雨により、筑後川と支川の水位は一斉に上昇し、久留米市内を流れる筑後川では破堤や堤防からの越水などの外水氾濫は発生しなかったものの、支川の下弓削川(流域面積は 5.0km²)と江川(流域面積は 4.7km²)の流域では堤内地において内水氾濫が発生した(図 2)。

支川の下弓削川の水位(内水位)よりも筑後川本川の水位(外水位)が高いと筑後川から下弓削川に逆流が起き

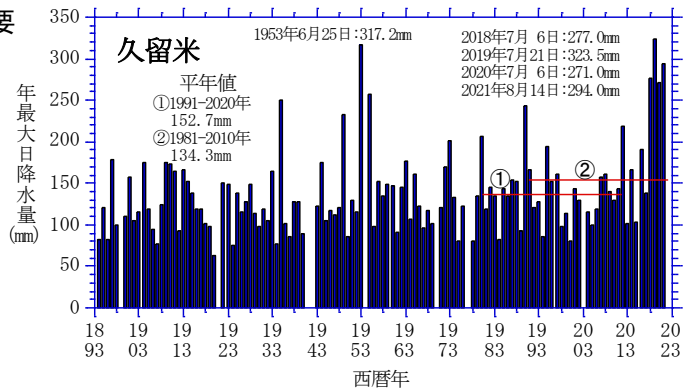


図 1 久留米(区内観測所+アメダス)の年最大日降水量の推移



図 2 下弓削川・江川流域の浸水範囲(水色が浸水範囲)(福岡県河川整備課の資料を基に筆者らが作成)

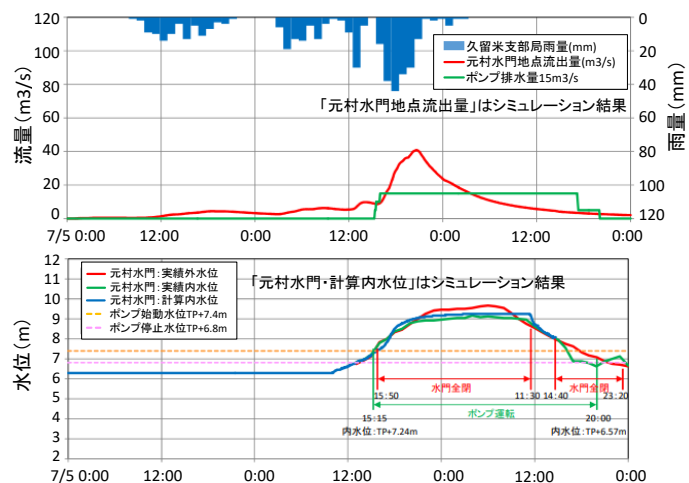


図 3 2018 年 7 月 5~8 日の下弓削川流量・ポンプ排水量および元村水門水位(実績・計算値)(福岡県河川整備課資料)

ることから、内水位が T.P.7.24m となった 6 日 15 時 15 分に枝光排水機場においてポンプによる強制排水を開始し、15 時 50 分以下弓削川下流端の元村水門を閉鎖したが、ポンプの排水能力以上の流入量のため、下弓削川の堤防が低い箇所からの溢水や、下弓削川へ排水する水路からの氾濫により浸水被害が発生した（図 3）。下弓削川においては、氾濫解析シミュレーションによると、筑後川合流地点（元村水門）にて約 $40\text{m}^3/\text{s}$ の流量が発生していたと推測される。この結果、下弓削川流域では床上浸水 304 戸、床下浸水 1,059 戸の、大規模な浸水被害が発生した。

2) 下弓削川・江川流域における 土地利用の変遷

土地利用の解析には、国土地理院の旧版地図（1900 年、1931 年、1958 年、1982 年、1998 年）・電子地形図（2012 年）、株式会社ゼンリンが発行している住宅地図（1970 年、1976 年、1980 年、1986 年、1990 年、1995 年、2000 年、2005 年、2010 年、2015 年、2020 年）、都市計画図（1971 年、1978 年、1984 年、1989 年、1992 年、1997 年、2000 年）および国土地理院の治水地形分類図（2007～2021 年）を用いた。

1900 年の旧版地図（省略）では、浸水域内には水田地帯が広がっており、住宅は後述する治水地形分類図の段丘面や微高地といった周辺より標高が高い地域に存在している。1973 年には九州自動車道（鳥栖 IC－南関 IC 間）が開通し、久留米インターチェンジが開業しており、1982 年の旧版地図では、国道 210 号線（通称合川バイパス）が開通し、下弓削川流域の浸水域内においては運送会社等が建設され、農地転用が進んでいることが確認できる。

市街化区域が定められている下弓削川流域では、商工業施設等の建設や宅地開発が進行する一方で、市街化調整区域に指定されている江川流域では、浸水域内に農業用ハウスと JA くるめ園芸流通センター以外の建物はほとんど見られず、継続して農地として利用されている（図 4）。

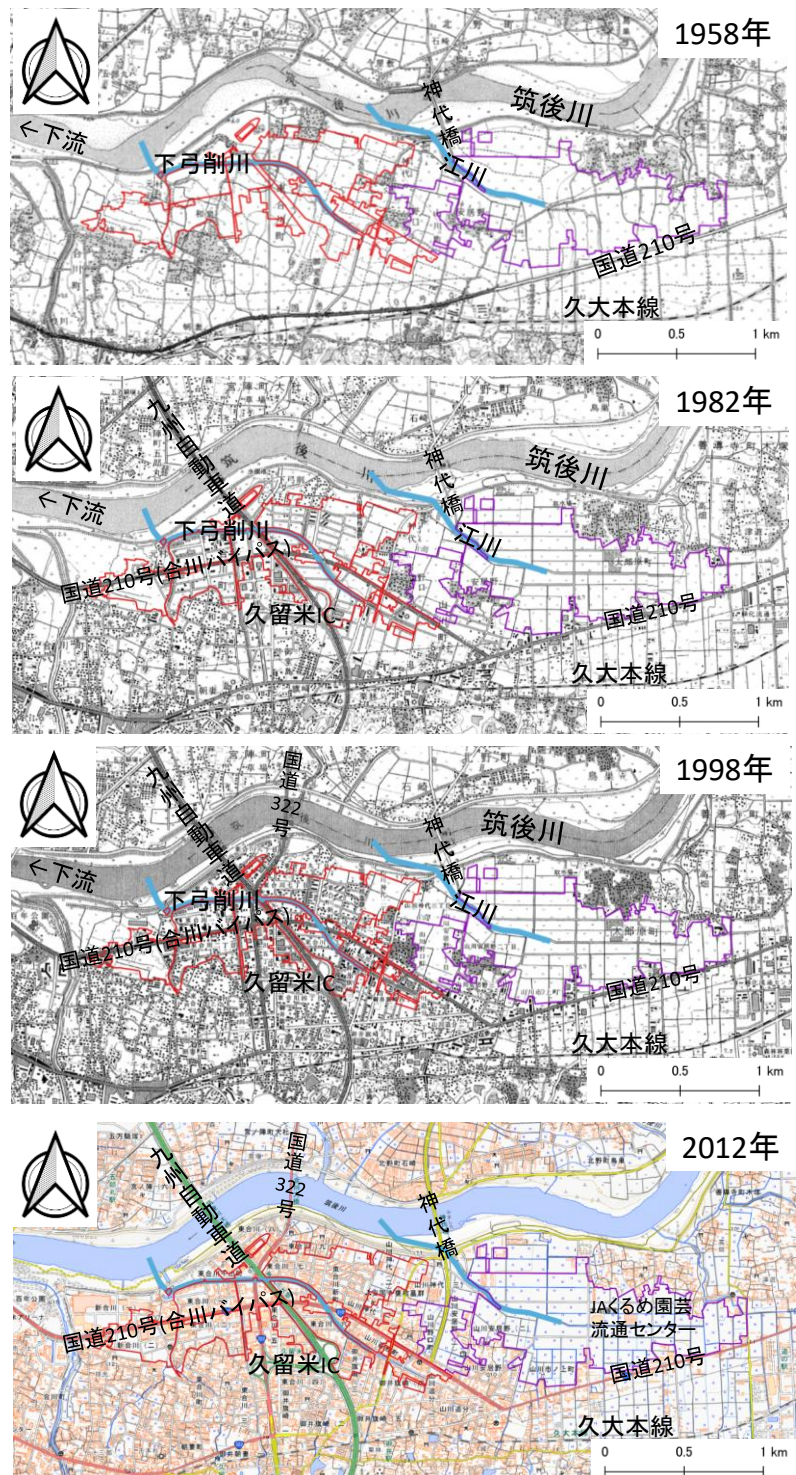


図 4 旧版地図と電子地形図（2012 年）（赤枠は市街化区域の浸水範囲、紫枠は市街化調整区域の浸水範囲）

3) 合川地区における土地開発の変遷

久留米市合川地区は筑後川支流の下弓削川流域に位置する。図5に合川地区周辺の標高図を示した。北側は筑後川の堤防が標高15m、盛土地が標高12mであり、南側は段丘面が標高12mであるのに対して、2018年7月豪雨の浸水地域は標高7～9mと周辺より標高が低く、なべ底状の水が滞留しやすい地形となっている。

1968年の「新都市計画法」の制定に伴い、久留米市においては1971年に市街化区域と市街化調整区域が決定（いわゆる「線引き」）されている。その後、1978年、1984年、1989年、1992年、1997年および2000年に見直しがなされ、市街化区域3,635ha、市街化調整区域8,833haとなっている。用途地域区分は、当初の区分は1937年に行われ、住居地域、商業地域、工業地域の3区分となっている。1973年には、第一種住居専用地域、第二種住居専用地域、住居地域、近隣商業地域、商業地域、準工業地域、工業専用地域の7区分へと変更され、1996年、2018年において更に細分化が進み、用途地域は現在13に区分されている。なお、地域区分を大きく分けると、住居系、商業系、工業系で構成される。

1970年の建物面積は3.5haで、1976年は5.4ha（年9%増）となっている。1980年は12ha（年31%増）であり、1986年は23ha（年15%増）、1990年は34ha（年12%増）と年増加率は高い比率で推移している。これは、1971年の区域区分により、市街化を積極的に図る市街化区域が定められ、工業地域や準工業地域、住居地域、第二種住居専用地域が指定されたことに加え、1973年に九州自動車道が開通して久留米インターチェンジが開業したことで、車の通行が多く有利なインターチェンジ付近から商工業施設等の建設が進んだことによるものと推察される。工業地域には運送会社の建設がなされ物流拠点となっている。さらに、合川地区とその西部に位置する久留米市街地とを結ぶ合川バイパスが1980年前後に開通したことにより、工業系の用途地域

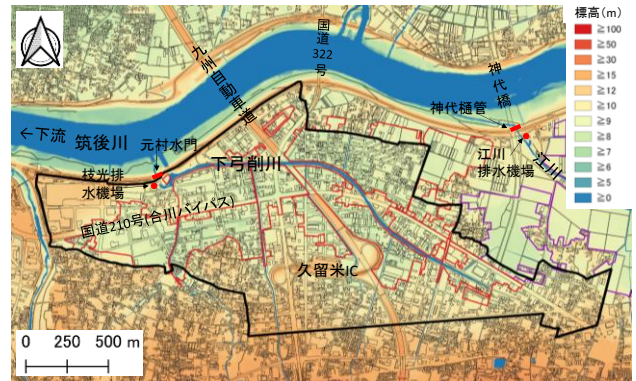


図5 合川地区周辺の標高図（赤枠は市街化区域の浸水範囲、紫枠は市街化調整区域の浸水範囲）

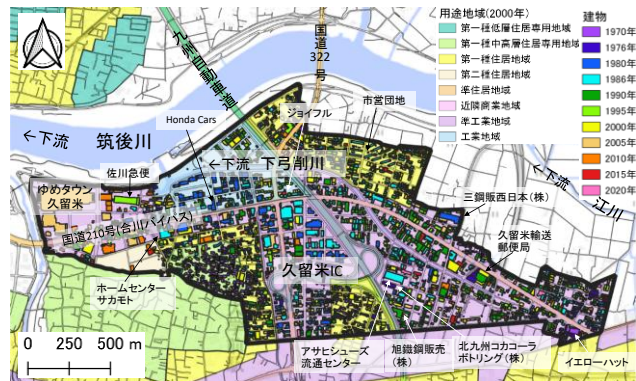


図6 1970年から2020年までの建物の推移と2000年都市計画図（黒枠は解析範囲）

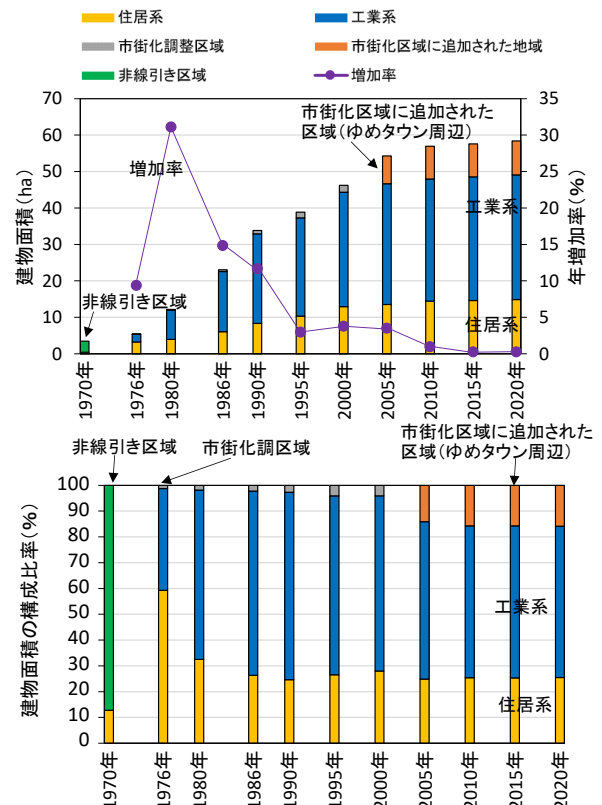


図7 都市計画図における建物面積と年増加率および構成比率の推移

に含まれるバイパス沿いに小売業の「ホームセンターサカモト」や「ホンダベルノ」（現 Honda Cars）、飲食サービス業の「ジョイフル」などのロードサイド店舗が次々に建設されている。北部の住居系の地域には市営団地が建設されるなど高層住宅も増加し、都市化が進行したと考えられる。1995 年以降もロードサイド店舗の拡大は進行している一方で、1995 年は 39ha（年 3%増）、2000 年は 46ha（年 4%増）、2005 年は 54ha（年 4%増）と年増加率が低下し、2010 年は 57ha（年 1%増）となり、開発がほぼ完了している。2000 年の都市計画の見直しにより、市街化調整区域から市街化区域に線引きされた地域があるが、これは大規模小売店舗の「ゆめタウン久留米」（開業年：2003 年、営業面積：42,000m²、テナント数：203 店舗）の建設によるもので、これ以降は解析範囲全域において建物面積に大きな増加は見られない（図 6・図 7）。

4）治水地形分類図による開発地域の地形的特徴

1970 年に存在する建物（住宅）の 61%に当たる 2.1ha が、周辺より標高が高い段丘面に立地し、古くからの農家等の住宅は水害リスクの低いエリアに立地していることがわかる。運輸業や自動車販売等の小売業の建物が増加して建物面積が約 3.5 倍の 12ha になった 1980 年には、建物面積比率に占める氾濫平野の比率が 67%、段丘面の比率は 19%と、低地での開発が進められている。1986 年（建物面積 23ha）から 2000 年（46ha）の間は、氾濫平野の比率が約 80%で、段丘面と盛土地の比率が 15～18%となっている。2005 年以降は、建物面積の増加が少なく、構成比率の変化も小さい。2000 年と 2005 年の構成比率で大きく変化している盛土地は、ゆめタウン久留米が建設されたエリアである。建物面積が 58ha の 2020 年における構成比率は氾濫平野 77%、段丘面 5%、微高地 9%、盛土地 9%となっている。治水地形分類図の氾濫平野に相当する地域は、以前は水田として利用されており、農家等の住宅は周辺の段丘面や微高地に存在していたが、低平地の水田地帯における農地転用が進行し、飲食サービス業や小売業、住宅メーカーの展示場、パチンコ店等の娯楽施設等の建物や住居が増加した結果、2020 年に存在する建物の 8 割近くが氾濫平野に相当している（図 8・図 9）。

5）洪水ハザードマップによる水害リスクの評価

図 10（左）に示した計画規模（100 年に 1 回の降雨を想定）の洪水ハザードマップ（洪水浸水想定区域）では、1970 年に存在する建物面積 3.5ha の 90%近くが浸水深 0.5～3.0m 未満に立地している。



図 8 2020 年の建物データと治水地形分類図（国土地理院より筆者らが加筆、黒枠は解析範囲）

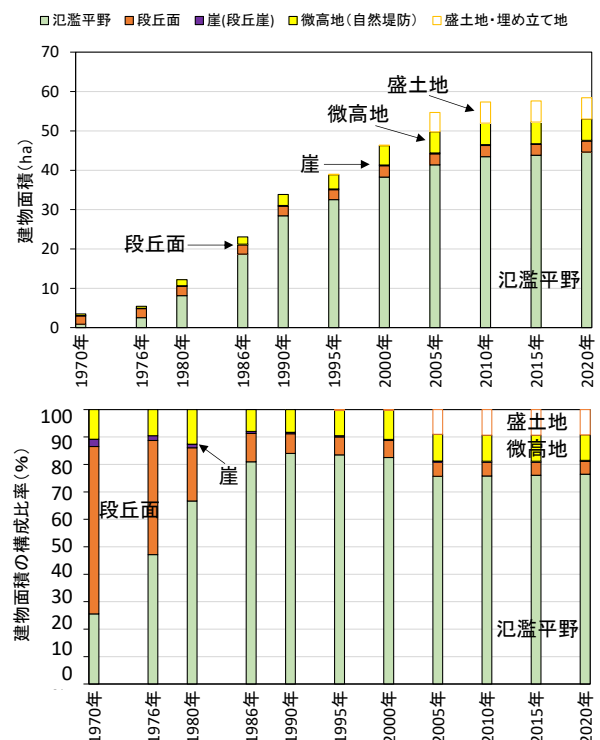


図 9 治水地形分類図における建物面積と構成比率の推移

しかし、建物面積が約 3.5 倍の 12ha に拡大した 1980 年には予想なし～3.0m 未満と 3.0m～5.0m 未満とでおおよそ半々となっている。1986 年以降建物面積は増加を続けており、3.0m～5.0m 未満の比率が 60%以上と浸水リスクが大きく高まっている。2000 年と 2005 年の間で 3.0m 未満の構成比率が増加しているが、これは建設時に盛土を行ったゆめタウン久留米が影響している。なお、本地域では計画規模の洪水浸水想定区域において 5.0m～10.0m 未満の範囲がほとんど存在していないが、図 10(右)に示した想定最大規模（1000 年に 1 回の降雨を想定）では、1986 年以降、5.0m～10.0m 未満の比率が全体の 70%以上を占めるまで増加しており、洪水リスク評価を考慮した開発計画が重要と言える。

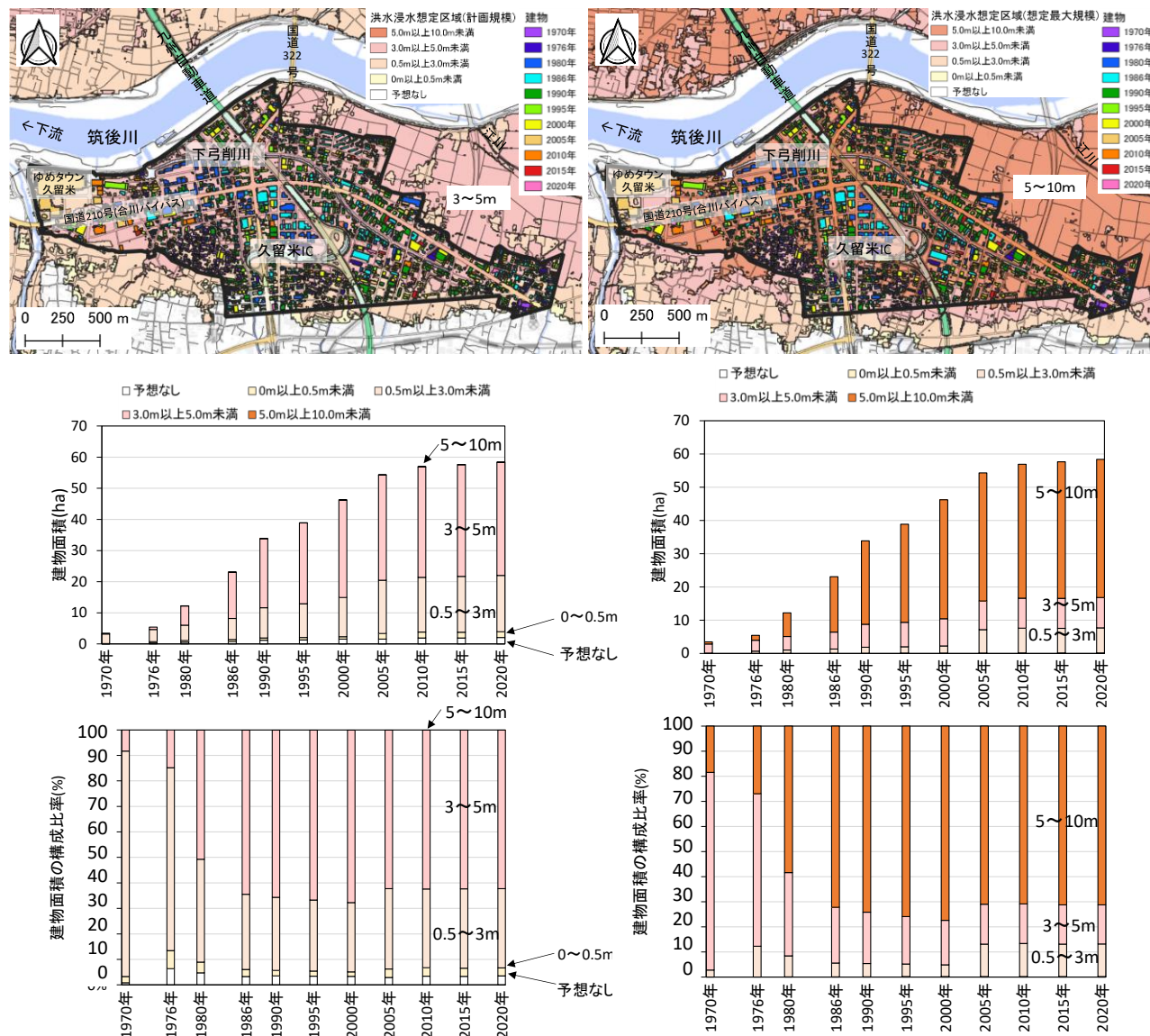


図 10 洪水浸水想定区域（計画規模：左、想定最大規模：右）（黒枠は解析範囲）および建物面積と構成比率の推移

4. 今後の課題

合川地区および周辺地域では、洪水浸水想定区域（計画規模）においては、居住誘導区域約 160ha のうち 61%が浸水深 3.0～5.0m 未満に属しており、0.5～3.0m 未満と合わせると、およそ 90%の地域が床上浸水のおそれがあることから、防災指針の作成と区域の見直しが課題となっている。