

# 治水整備が誘発する水害エクスポージャーの経年変化に関する調査研究\*

## Time Series Variation of Flood Exposure Induced by Flood Prevention Projects\*

柿本竜治\*\*・藤見俊夫\*\*\*

By Ryuji KAKIMOTO\*\*・Toshio FUJIMI\*\*\*

### 1. はじめに

河川改修によりある程度の降雨に対する水害の発生確率は減少している。一方で、水害の減少は従来水害に対して脆弱な土地であった氾濫原での開発を誘発しており、かえって被害の対象となる資産・人口（以下、エクスポージャー）は蓄積される。そのような状況でカストロフな災害が生じた場合、被害の規模はかえって大きくなる可能性もある。本研究では、熊本市坪井川氾濫原を対象として、ハード的施策である治水事業が行われることによって水害危険地域の人口や資産がどのように変化したのかを時間軸に沿って定量的に調査することを目的とする。

ハード的対策が水害リスクを増大させる可能性を検討した先行研究としては以下のようなものがある。吉田・高木<sup>1)</sup>は、流出抑制施設整備、土地利用規制、洪水保険の3種類の施策を同時に評価できるモデルを構築し、3種の施策のうち流出抑制施設整備についてはかえって被害ポテンシャルを大きくするという結果を導き出している。市川ら<sup>2)</sup>は、土地利用規制政策とハード的対策のどちらが費用対便益において優れているかを検証し、どちらかが一方的に有利というわけではないことを明らかにした。湧川・柳澤<sup>3)</sup>は破堤を考慮した保険制度の料率の試算を行ったうえで、わが国の現状治水整備水準程度ではリスクコントロール領域からリスク移転の領域にはいたっていないということを指摘しており、洪水保険制度が成り立つためには、少なくとも戦後最大洪水に対する早急な治水施設の整備が必要であると述べている。これらの研究はモデルによって予測された結果に基づいており、実際に水害リスクに曝されている資産の増減を長

期にわたって調査した研究は見当たらない。

本研究では、対象地域を5mメッシュで分割し、そのメッシュごとに土地の用途と建物の有無を調査する。これらの調査を1970年から2005年にかけて5年間隔の計8年で行う。人口・世帯に関しては国勢調査の500mメッシュのデータを用い、上記の土地利用調査データと照らし合わせながら、その動向を調べる。

### 2. 調査対象地区の概要

#### (1) 坪井川遊水地周辺

本研究の対象地域は熊本市坪井川遊水地周辺である（図-1）。熊本市中心部には坪井川（流域面積：141.7km<sup>2</sup>、流路延長：23.5km、2級河川）が流れており、これまで何度も水害に見舞われてきた<sup>4),5)</sup>。特に、昭和28年6月26日の「6・26大水害」は熊本市に甚大な被害をもたらしており、各地で堤防が決壊、市街地は大量の泥土で覆われた。市街部で川幅を拡げることは不可能であったので、市街部上流の坪井町から清水町にまたがる水田地域が注目された。この地帯は従来から遊水地帯であったため、1974年の坪井川治水緑地事業では洪水時に洪水の一部を計画的に遊水させる坪井川遊水地が建設されることになった。しかし、同時に遊水地周辺での開発も進んだため、建設中の1980年には遊水地周辺で浸水被害が生じている。現在の坪井川は50年確率での堤防等の整備が完了しているため、1980年以降は大規模な破堤、越水等の水害被害は生じていない。



図-1 調査対象地域

\*キーワード：洪水リスク，土地利用，エクスポージャー

\*\*正員，博（学術），熊本大学政策創造研究教育センター  
（熊本県熊本市黒髪2-39-1，  
TEL096-342-2040，FAX096-342-3507）

\*\*\*正員，博（農），熊本大学大学院自然科学研究科  
（熊本県熊本市黒髪2-39-1，  
TEL096-342-3693，FAX096-342-3507）

## (2) 調査対象地区の設定

調査対象の範囲は、国勢調査の地域メッシュ統計から人口、世帯に関するデータを利用できるように、国土地理院の定める第4次地域区画（以下、500 mメッシュ）を用いて定めた。これにより、氾濫原での人口、世帯の増減を500 mメッシュごとに分析することができる。設定した対象地区は、第2次地域区画のメッシュコード493015内、南北2,300 m、東西1,170 mの区画である。対象地区内の人口は現在約3万である。

## 3. 水害に曝されている建物の調査

### (1) 調査対象とするエクスポージャー

災害リスクは、大雨や台風など自然外力であるハザード（hazard）、災害の危険に曝される生命や資産であるエクスポージャー（exposure）、その災害に対する脆弱性であるヴァルナビリティ（vulnerability）で規定される。本研究では対象地区のエクスポージャーについて時間軸に沿って詳細に見ていく。ここで、エクスポージャーは洪水ハザードマップで浸水域に指定されている地域の建物とする。また、その建物の用途を知るため土地利用も併せて調査する。

### (2) 土地利用形態と建物立地の分布

対象地区内の土地利用と建物を調査するために、ゼンリンの住宅地図を加工したものをを用いた。対象地区を

家屋一軒が判別できる5 m×5 m、160,080メッシュに分割、5 mメッシュ内の建物の被膜状況から建物の有無を判別した。また、土地利用形態も5 mメッシュで判別した。土地利用の区分は、は道路、水域、住宅用途、空き地、公共用途、商業用途、工業用途、緑地、遊水地、田、畑の11種類とした。上記の作業を1970年から2005年にかけて5年間隔、8年分行った。

5 mメッシュ毎の洪水時予想浸水深は、熊本市の平成17年白川洪水避難地図（以下、洪水ハザードマップ）を用いた。この洪水ハザードマップでは150年に一度の洪水を想定している。これは「6・26大水害」の1.1倍～1.4倍にあたる大雨であり、この地域で最も危険な状況を考えたものである。また、洪水ハザードマップの予想浸水域と「6・26大水害」時の浸水実績の範囲はおおむね一致する。この地域では、白川が氾濫するような状況では氾濫水は市街を通過して坪井川に注ぎ、坪井川の沿岸に対しても浸水被害を及ぼすことが洪水ハザードマップ、過去の災害事例<sup>5)</sup>、大本の研究<sup>6)</sup>から分っている。

図-2に土地利用形態の経年変化を、図-3に予想浸水深と建物メッシュの空間分布を用途別に色分けして示す。図-2に示すように、1970年当時、坪井川周辺の最も浸水する地域は水田として利用されていた。その後、1974年の坪井川治水緑地事業によって大部分の水田地帯は市街化調整区域に指定され、遊水地または遊水地公園として利用されることになった。1975年には国道3号線沿いの水田地帯であった土地に商業建物が建ち始め、

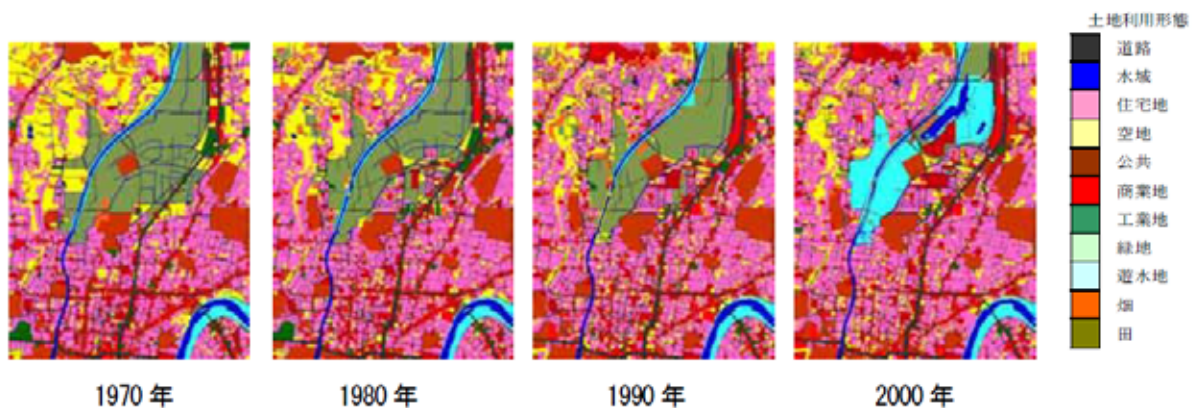


図-2 土地利用形態の経年変化

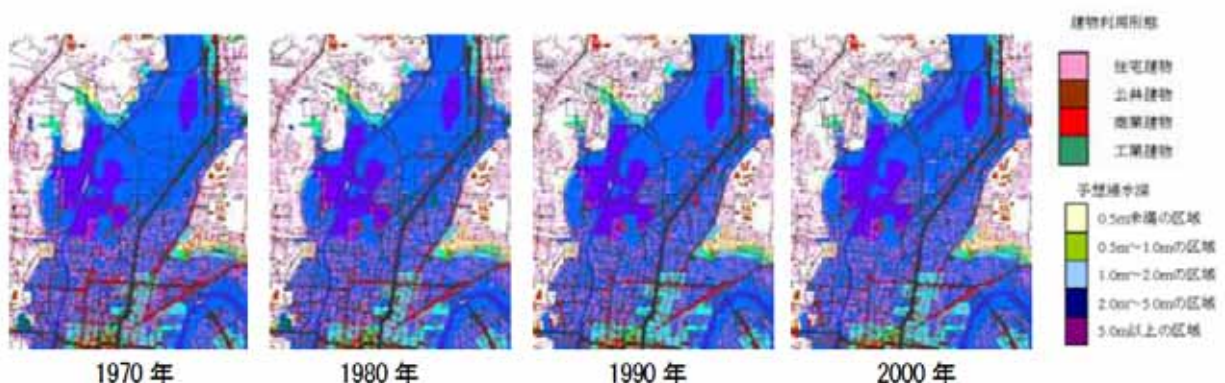


図-3 予想浸水域における建物メッシュの経年変化

水田地帯に開発中の土地である空地が現れる．そして，図- 3 の 1970-1980 年にあるように水田地帯に多くの住宅が建設され，坪井団地などが形成された．つまり，遊水地として利用されなかった水田地帯は商業地や宅地として利用されるようになったのである．その後も 1980-1990 年にかけて斜面や国道沿いで住宅や商業建物が建っている．1990-2000 年にかけては遊水地周辺で新たに宅地造成が行われている．図- 4 の 1970-2005 年の 35 年間を通して新たに立地された建物の分布を見ると，やはりかつての高台・斜面や水田地帯で開発が進んだ様子が見えはつきりと分かる．

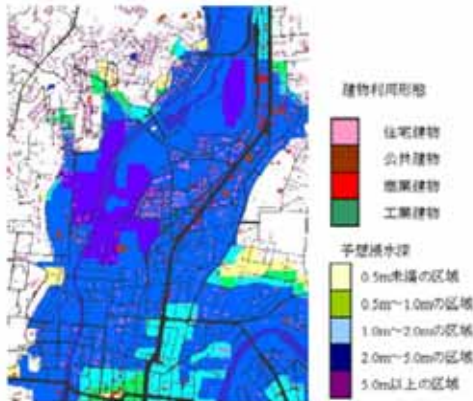


図 - 4 1970年 - 2005年に増加した建物メッシュ

### (3) 水害リスク別の建物メッシュ数の経年変化

予想浸水深別に建物メッシュ数の経年変化を 1970 年を基準として図 - 5 に示す．この図から，住宅用途の建物は，1980～1991 年の間，予想浸水深 0m～2m と 2m 以上の区域の住宅が減少傾向にあったことが分かる．しかし，1991 年以降は，予想浸水深 0m～2m の区域で横ばい，水害危険性の高い予想浸水深 2m 以上の区域においては，増加傾向にある．この期間は，予想浸水深 0m の区域でも住宅メッシュ数が増加しており，この地域の住宅需要が大きかったことが示唆される．しかし，なぜ水害危険性の高い予想浸水深 2m 以上の区域において，これほどの増加が見られたのであろうか．この要因として，水害被害経験と都市計画の 2 点が挙げられる．1974 年の坪井川治水緑地事業の着手を受けて，それまで水田として使用されていた大部分の土地が市街化調整区域になるのだが，坪井川遊水地と国道 3 号線との間に盛り込まれなかった水田地帯は住宅地域の指定が残る．その結果，1975-1980 年の期間に多くの宅地造成がなされた．しかし，その直後の 1980 年に，集中豪雨が発生し大きな浸水被害が生じた（図 - 6）．この水害経験により，宅地の開発圧力にも関わらず，1980 年以降は水害危険性の高い地域での宅地開発は控えられたと推察される．浸水被害から 10 年経過した 1990 年頃に水害危険性の高い地区で住宅が増加し始めたのは，水害の記憶が風

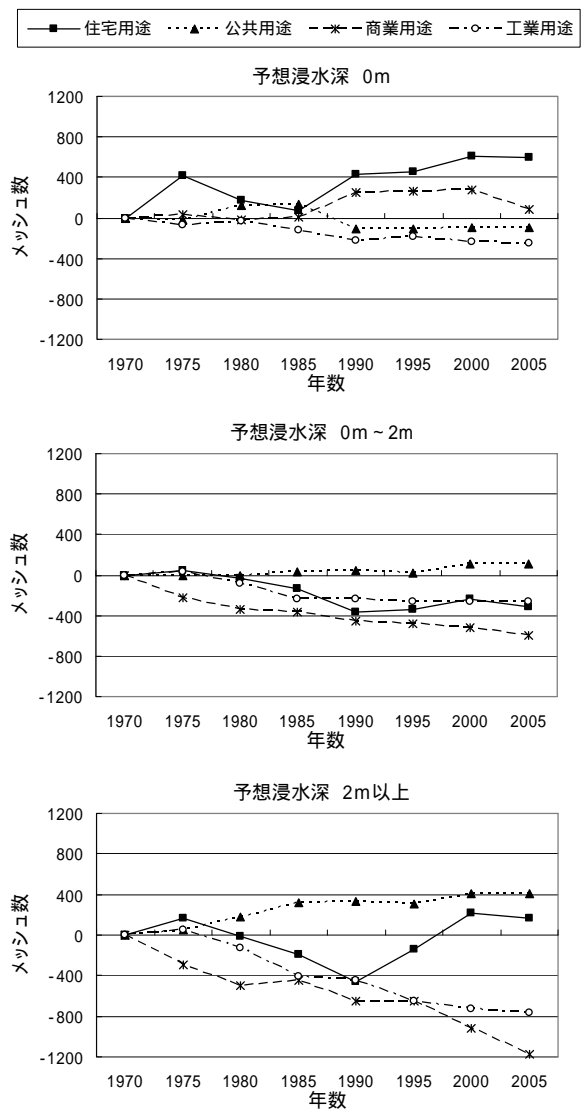


図 - 5 予想浸水深別の建物メッシュ数の経年変化 (1970 年基準)

化したことも一因であろう．しかし，その主な要因は，1987 年の都市計画における土地利用規制の変更であると考えられる．

熊本市の都市計画図<sup>7)</sup>の遊水地周辺を簡略化したものを図 - 7 に示す．1966 年時，対象地区は市街も水田地帯も一括して住居地域として指定されていた．また，右



図 - 6 1980 年集中豪雨時の対象地域の浸水被害

上の高台・斜面はすでに宅地造成規制区域として指定されている。1974年に坪井川治水緑地事業が着手された際は、遊水地として工事予定の水田地帯は市街化調整区域となり、そうでない水田地帯は住居地域のまま指定されており、一部は公園にも指定されている。1987年にはさらに指定が細くなり、住居地域は第一種住居地域になり、市外化調整区域の一部も新たに第一種住居地域に加わり、公園の指定範囲も狭くなっている。図-7から、この変更により、水害リスクの高い地区に宅地造成可能な地域が増えていることが分る。これが1990年以降の住宅建物メッシュ増大の要因となっていると考えられる。これらのことから、治水事業による中規模災害に対する安全性の向上と、水害リスクを考慮に入れずに土地利用規制を変更したというソフト的水害対策の不在によって、カタストロフな水害に対するリスクを高めた結果となっている。

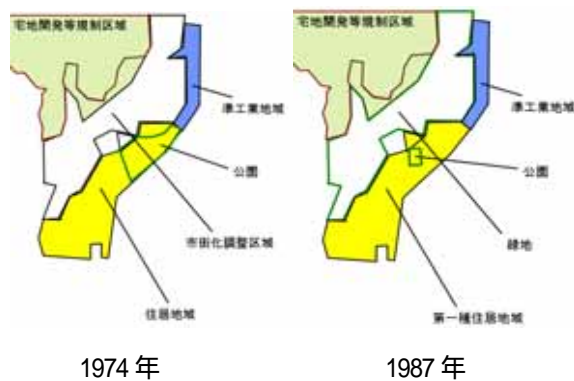


図-7 対象地域の都市計画図

公共用途の建物は、水害リスクの高い予想浸水深2m以上の地区だけ増大傾向にあり、それ以外の地区は横ばいである。公共用途の建物は避難所としても活用可能な場合が多いことを考慮すれば、積極的に災害に強い場所に立地させるべきであろう。この点をもってしても、ソフト的水害対策を行政が軽視していたことが示唆される。商業建物、工業建物メッシュ数は減少傾向にある。これは水害危険性の高さによらず見られる傾向であるため、店主の高齢化による店じまいや中心市街地の衰退など、他の要因が重要であると考えられる。

## 5. まとめ

熊本市坪井川氾濫原を対象として、ハード的施策である治水事業が行われることによって水害危険地域の人口や資産がどのように変化したのかを時間軸に沿って定量的に調査した。その結果、治水事業による中規模災害に対する安全性の向上と、水害リスクを考慮に入れずに土地利用規制を変更したというソフト的水害対策の不在

によって、カタストロフな水害に対するリスクを高めた結果となっていることが示された。避難所としても活用可能であるにも関わらず公共用途の建物は水害リスクの高い地域で増加しており、ソフト的水害対策を行政が軽視していたことが示唆された。

本研究の課題として以下のようなものがある、まず、平成17年洪水ハザードマップの洪水時予想浸水深を各年の予想浸水深として設定しているが、遊水地整備前の時期では予想浸水深が異なる恐れがあるため、遊水地を整備しないときの浸水深を洪水シミュレーションによって予測する必要がある。また、本研究では、水害のエクスポージャーがいつ、どこで、どのように広がったかということは把握できたが、なぜ広がったのかという原因について明らかにできていない。今後は土地利用モデルなどの計量分析モデルを用いてその原因を検証する必要がある。今後の展開としては、水害時の住宅や商業施設に対する予想被害を貨幣換算し、その経年変化を明らかにすることを検討している。それにより、水害危険地域に宅地を誘発した効果も含めた上で、治水事業の費用便益を実証的に示すことができると考えられる。

## 参考文献

- 1) 吉田正卓・高木朗義：災害リスクマネジメントに基づいた総合治水対策の評価モデルの構築，土木計画学研究・論文集，Vol.20，No.2，pp.313-322，2003.
- 2) 市川温・松下将士・堀智晴・椎葉充晴：水害危険度に基づく土地利用規制政策の費用便益評価に関する研究，土木学会論文集，Vol.13，No.1，pp.1-15，2007.
- 3) 湧川勝己，柳澤修：今後の治水対策の方向性に関する研究，JICE REPORT，Vol.4，pp.16-24，2003.
- 4) 山田文彦，柿本竜治：水害リスクコミュニケーションによる地域防災力向上の取り組み，坪井川と共にくらす，熊本大学政策創造研究センター編，成文堂，2007.
- 5) 国土交通省熊本河川事務所調査第一課，国土交通省立野ダム工事事務所調査設計課，熊本県土木部河川課，熊本市下水道部河川課：S 28.6.26 白川大水害の記録，pp.30，平成15年6月.
- 6) 大本照憲：白川および坪井川の影響を受ける熊本市中心市街の治水安全度について，坪井川と共にくらす，熊本大学政策創造研究センター編，成文堂，2007.
- 7) 熊本市都市整備局計画部都市計画課：都市計画図，昭和45年，昭和47年，昭和62年.