



加古川下流域における内水氾濫の危険性

魚橋, 毅也
近藤, 史弥
中野, 美玖
藤原, 圭梧
前谷, 風弥

(Citation)

兵庫地理, 63:127-132

(Issue Date)

2018

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90005213>



加古川下流域における内水氾濫の危険性

魚橋毅也・近藤史弥・中野美玖・藤原圭梧・前谷風弥

I. はじめに

内水氾濫とは、短期的な大雨により河川の水位が急上昇することで、下水道や水路からの排水ができなくなり水があふれ出す現象、またその場所に降った雨水や周辺から流れ込んできた水が排水できずに滞水することを指す。大雨によって河川を流れる水の量が大幅に増え、堤防から水があふれたり堤防が決壊することにより水が流れ出す現象である外水氾濫とは区別される。内水氾濫は、よりミクロな数 10 cm オーダーの地盤高の差で被害が変化する¹⁾。内水氾濫の誘因は降水であり、素因として地表面の起伏・形状・標高などの地形条件、土地利用状況（浸透率）、市街地化・開発・災害の歴史などが挙げられる²⁾。

近年、想定を超える規模での豪雨の発生と宅地化に伴う土地利用の高度化に伴い、内水氾濫危険性の増大が指摘されている。

本研究では、素因の中の地形条件と土地利用状況（浸透率）に着目して研究を進め、加古川市が位置する加古川下流域での内水氾濫の危険とその課題について明らかにすることを目的としている。

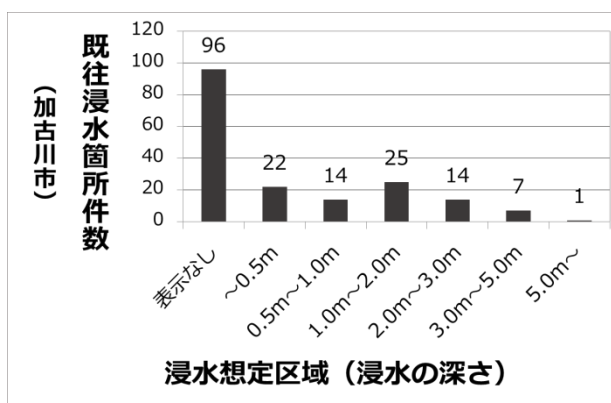
次に、加古川下流域のハザードマップについて検討する。まず、加古川市発行の「加古川総合防災マップ」には洪水ハザードマップが掲載されており、平均化された地盤高で計算された、150 年に一度程度の大雨による、加古川とその支流の外水氾濫による浸水想定区域（浸水の深さ）が示されている³⁾。また、兵庫県 CG ハザードマップの平成 16 年の大雨、平成 23 年台風 12 号の浸水実績データに基づいて作成された既往浸水箇所も示されている（第 1 図）⁴⁾。この既往浸水箇所を詳細に調査した結果、全 179 件中、浸水想定がなされていない地域での浸水が最も多かった（第 2 図）。また、川に直接面していないところがほとんどであった。これらのことから、加古川市では豪雨の際、内水氾濫が頻発していると推察

できる。しかし、洪水ハザードマップには内水氾濫の浸水想定は掲載されていない。



第 1 図 既往浸水箇所の事例

出所：加古川市総合防災マップを一部改変



第 2 図 既往浸水箇所件数

出所：加古川市総合防災マップより作成

II. 研究方法

前述のように、内水氾濫は外水氾濫と比べ、よりミクロな視点が必要となる。また、個人レベルの視点の考慮も大切である。

そこで①加古川下流部において、土地利用の変化を検討したのち、②自治会単位の現地調査地域を選定する。次に③数 10 cm の地盤高の差が重要であると考え、住宅の地盤高・かさ上げ高調査をおこなう。加えて、④自治会に協力をお願いし、防災意識やかさ上げについてのアンケート調査をおこなうことにした。

Ⅲ. 加古川における土地利用変化と調査地域選定

1. 加古川の地域概観

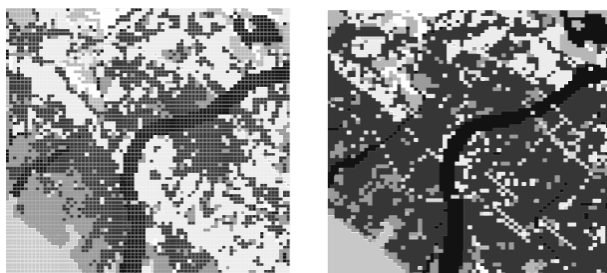
加古川は播磨灘に河口を持つ一級河川である。流路延長は96 km、流域面積は1730 km²であり、これは兵庫県に河口を持つ水系の中で最大である。加古川下流部には、県内でも有数の広さを持つ沖積低地が発達し、加古川市街地は、主にそのデルタに位置している。加古川市は1960年代、宅地化が進み、市街地が拡大した。現在の人口は約26万人である。

加古川下流域の水害については立命館大学地理学研究会自然班が調査を行い、「内水氾濫を考慮した水害地形分類図の作成には数10cmの地盤高図が必要である」と指摘している⁵⁾。

2. 土地利用の変化

加古川下流域において、内水氾濫の素因のうち、浸透率（土地利用状況）について考える。QGIS（地理情報システムのソフトウェア）を用いて、1977年と2014年の土地利用細分100mメッシュデータを浸透率と勘案して編集し、土地利用図を作製した（第3図）⁶⁾。次に、分類ごとのメッシュ数を数え、それぞれの年における平均浸透率を算出し、その変化を調べた。浸透率は、春日井市の雨水浸透率調査⁷⁾、および新井ほか(1978)を参考にした（第1表）⁸⁾。

その結果、メッシュ数では建物用地が大幅に増加し、水田が大幅に減少していた。第3図で示した対象地域における平均浸透率は1977年が0.471、2014年が0.279となり、この37年で約40.8%減少していた。これは、加古川右岸や加古川市街地南部において、主に水田であった地域がその用途を建物用地



第3図 土地利用図（左：1977年、右：2014年）

出所：土地利用細分メッシュデータをQGISを用いて編集
1メッシュは100mである

第1表 メッシュ数・浸透率

土地利用	1977年の メッシュ数	2014年の メッシュ数	文献 ⁷⁾⁸⁾ による 浸透率
森林	226	171	0.80
畑・荒地	143	54	0.70
水田	1329	455	1.0
建物用地	1638	2634	0.18
工業地帯	383	254	0.30
舗装路	77	187	0.10
河川・海	507	548	0.0

出所：第3図のデータより作成

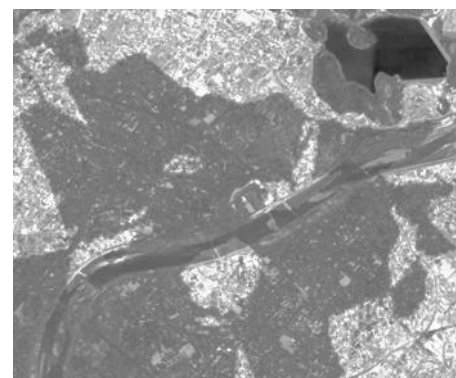
へと変えた、いわゆる土地利用の高度化の影響が大きい。内水氾濫は内水での雨水処理能力を超えた水量が発生した際に、河川に排水が出来ないことで発生する氾濫であるため、近年加古川下流域において、内水氾濫の危険性は増大しているといえる。

3. 調査地域選定

加古川下流域の内水氾濫の危険性を考えるために典型的な調査地域を選定する。選定においては、土地の傾斜と標高（地形条件）、過去の浸水実績、土地利用の変化、の3つの要素を基準とした。

（1）土地の傾斜と標高（地形条件）

標高が低く、傾斜が緩い地域には水が湛水しやすいと考え、そのような地域は内水氾濫発生の危険性



第4図 内水氾濫危険地域

出所：25m標高メッシュデータをQGISを用いて作成
内水氾濫危険地域と国土地理院の空中写真を重ね合わせた。図中濃度の高い部分が内水氾濫危険地域である。

も大きいとした（以下、この地域を内水氾濫危険地域とする）。

そして25mの標高メッシュデータを用い、加古川下流域において傾斜を0.1°きざみ、標高を1mきざみで試行した結果と、地形分類図・氾濫実績などをQGISで算出し、照らし合わせた。その結果、傾斜が0.5°以下かつ標高が8m以下の土地を内水氾濫危険地域として、着色した（第4図）。

（2）過去の浸水実績

加古川市洪水ハザードマップで既往浸水箇所となっている地域を浸水実績有りとした。

（3）土地利用の変化

Ⅲ－2．土地利用の変化で作成した2つの年次の土地利用図から、土地利用の変化を調べた。

以上の分析から次の3地域を調査地域に選定した。各地域の位置と検討結果を第5図と第2表に示す。

第5図 調査地域

記号	地域名	内水氾濫危険性	浸水実績	土地利用の変化
A	升田旧集落	小	無	建物→建物
B	升田旭団地	大	無	水田→建物
C	出河原南	大	有	水田→建物

出所：第5図、加古川市総合防災マップ、第1表より作成

IV. 調査結果

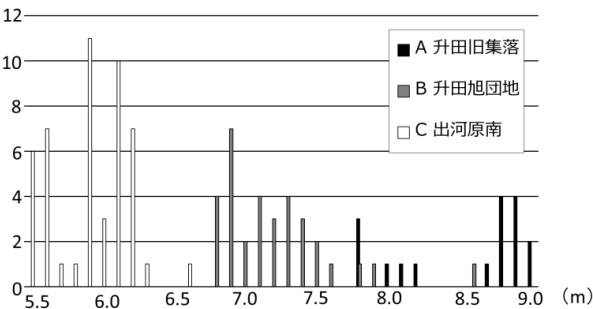
1. 住宅の地盤高・かさ上げ高調査

地表面を細かく調査するために、数10cmオーダーの地盤高データを得ようと考えた。そこで、地盤高調査を実施した。また、各住宅のかさ上げ高調査も実施した。その方法を以下に示す。

- ①各調査地域について地盤高とかさ上げ高を調査する住宅をランダムに選ぶ。（ただし、C；出河原南においては住宅件数が少なく全住宅を調査した。）
- ②各住宅前の道路の地盤高を住宅の地盤高、住宅前の道路から住宅の玄関口までの高さを、かさ上げ高と定義する。
- ③2500分の1国土基本図に記載された標高点を基準として、ハンドレベルによる簡易測量をおこなう。全測量件数は100件である。

まず、地盤高調査の結果を示すと、A、B、C地域の順に地盤高は低くなっていた（第6図）。これはA地域が自然堤防上にあること、B・C地域が後背湿地上にあることと対応している。また、加古川市総合ハザードマップにおける浸水想定と一致している。外水氾濫の浸水想定が小さいほど、地盤高は高い傾向がみられる（第3表）。

次に、地盤高とかさ上げ高の関係を散布図にした（第7図）。ただし、B 升田旭団地において、団地の北側と南側でかさ上げ高に差が見られたため、東西の幹線道路を境として B-1 升田旭団地北と B-2 升田旭団地南に細分した。



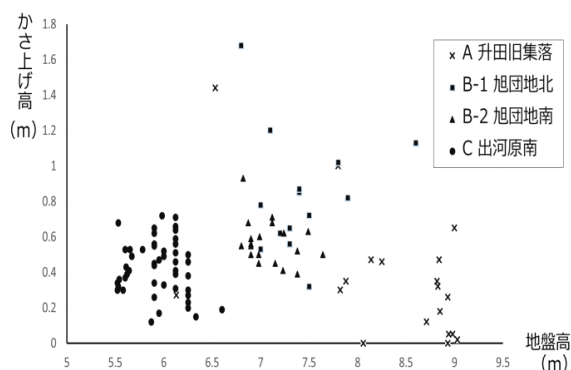
第6図 地盤高調査結果

出所：現地調査より作成、縦軸は件数

第3表 治水地形分類・浸水想定

	A 升田旧集落	B 升田旭団地	C 出河原南
治水地形分類	自然堤防	後背湿地	後背湿地
浸水想定	0m	0.5～1m	0.5～2m

出所：治水地形分類図⁹、加古川市総合防災マップより作成

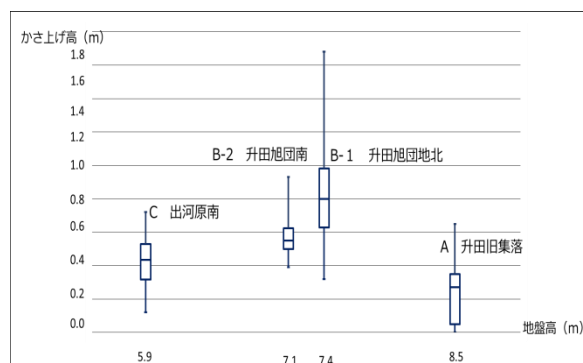


第7図 地盤高・かさ上げ高調査結果

出所：現地調査より作成

地盤高とかさ上げ高の間に全体的な相関は見られなかった。しかし、各地域に大まかなグルーピングが可能であり、対象地域がそれぞれ特徴を有していることがうかがえる。

考察にあたって、かさ上げ高調査の結果を、各調査地域の平均地盤高を箱ひげで示す（第8図）。かさ上げ高はB-1が最も高く、B-2、C、A地域の順に低くなっていることがわかった。自然堤防上のAはかさ上げの必要性が小さいことは当然だが、同じ後背湿地においても、B-1とB-2、Cに違いがみられた。



第8図 かさ上げ高の箱ひげ図

特にB-1はかさ上げ高が高いだけでなく、標準偏差も大きい。なお、4地域の全サンプルを対象に、AとC、CとB-2、B-1とB-2でt検定をおこなった結果、かさ上げ高は地域ごとに有意な差が得られている。

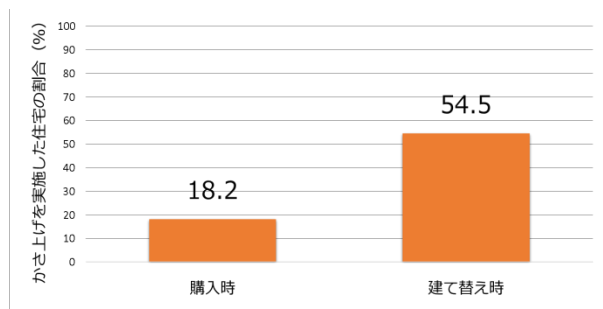
2. 質問調査

内水氾濫危険地域に含まれており、今後内水氾濫の危険性があるBの升田旭団地において、住民の防災意識を知るための質問調査をおこなった。質問調査項目は次の3つに分けられる。

- ① 住民の防災意識について
- ② 居住地の災害経験について
- ③ 居住年数、年齢、性別について

この調査票を2017年7月に、B升田旭団地の一戸建て190戸に投函し、8月中旬までに郵送で回収した。回収数は96件（回収率50.5%）だった。

B-1地域とB-2地域におけるかさ上げ高の差の原因が建て替えの有無であるという仮説を立て、アンケートの分析をおこなった。B-1地域で建て替えを実施した住宅のうち、住宅を購入したときに防災を意識してかさ上げを実施した住宅と、建て替え時に防災を意識してかさ上げを実施した住宅の割合を比べた結果を図9に示す。



第9図 B-1地域で防災を意識してかさ上げを実施した割合

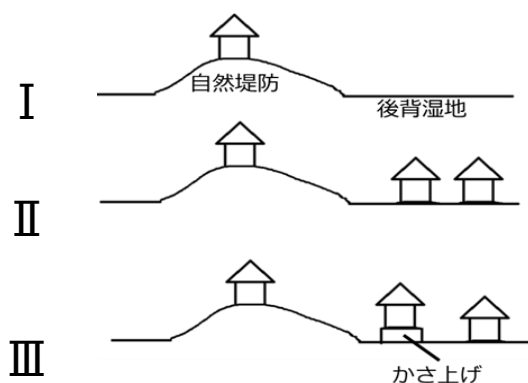
出所：アンケート調査による

この結果により、B-1地域において、購入時よりも建て替えの方が防災を意識してかさ上げを実施している住宅の割合が大きいことが分かった。

また、B-1地域は1968年に造成されたのに対し、B-2地域は1985年頃に造成された地域であり、造成年代に20年弱の差がある。つまりかさ上げを実施した住宅件数に大きな差が見られたのは、B-1地域には建て替えの時期を迎えた住宅が多かったためであると考えられる。このことは、B-1地域では、かさ上げ高の標準偏差が大きいことと結びついている。

V. 考察

これまでの結果をもとに、加古川下流域における住宅立地の変遷を3つの時期に分けて、モデル化した（第10図）。



第10図 加古川下流域における住宅立地の変遷

I期は、1960年以前、本格的な住宅開発が行われる以前である。調査地域ではA地域のみが存在しており、B-1、B-2、C地域は存在していない。内水氾濫の危険性の低い自然堤防上に住居が存在し、後背湿地に住宅がないため、対策もおこなう必要性がない。

II期は、1960年代頃、高度成長期に開発が行われ始めたころである。調査地域ではB-1地域の宅地開発がその実例である。B-1地域は後背湿地に位置するため、内水氾濫危険性が高い。しかし、地域理解が浅く、建築時にかさ上げはあまりおこなわれない。

III期は1970年代以降から現在である。新たに後背湿地で宅地造成がすすむ。調査地域ではB-2やCが該当する。これらの住宅ではかさ上げはおこなわれていない。一方、建築後30年程度たったB-1地域では建て替えをおこなうようになる。ここで防災を意識するようになった住民はかさ上げをおこなう。これが、B-1とB-2・C地域とのかさ上げ高の結果が異なる理由である。また、ここでB-1地域が建て替え時にかさ上げを行った要因として防災意識が向上したことは、アンケート調査より明らかである。B-1地域において、防災意識が向上した理由として、地域理解が深まったことが推察できる。逆に、住宅を購入する際に、後背湿地上であるにもかかわらずかさ上げをおこなわないのは、「後背湿地上は内水

氾濫が起こりやすい」という地域理解の不足と考えられる。

VI. おわりに

本研究では個人の内水氾濫への対策として、かさ上げに着目して調査をおこなった。

土地利用という観点から、かさ上げの効果を考えると、例えば多くの家屋がかさ上げをすることによって、行き場を失った内水の浸水位が上昇するという欠点がある。つまりかさ上げは、必ずしも内水氾濫に対して完全に有効とはいえない。

内水氾濫に対する対策を考えると浸透率の高い土地を残しておくことも重要である。

本研究より、内水氾濫危険地域の予測とその対策は、住民の防災意識に委ねられていることがわかる。しかしながら、新たにその土地に居住する人は、地域理解が浅いため、内水氾濫に対して十分な対策を講じることが困難である。市をあげての周知活動、対策が必要である。

地域理解の不足を解消する手段の一つに、内水ハザードマップがある。しかし、現行のハザードマップでは内水氾濫を考慮したハザードマップがない。加古川市総務部危機管理室と協議を行った結果、加古川市では市全体として内水氾濫のリスクが大きいが、要因が非常に多いため、内水氾濫による浸水を想定したハザードマップが作成されていないことが分かった。そこで、内水氾濫は同じ場所で繰り返起こることから、既往浸水箇所を中心とした地域で、人工構造物等を考慮した内水氾濫ハザードマップを作製することが今後の課題である。

また今回、現地調査や研究発表を行う中で、内水氾濫という災害の認知が低いことを知った。そこで、内水氾濫についての周知活動の実施も検討すべきであろう。

謝辞

本研究は平成29年度兵庫県立加古川東高等学校理数科の課題研究（担当教員：猪股雅美・小橋拓司）としておこなったものである。

兵庫県立人と自然の博物館主任研究員三橋弘宗

先生には、QGIS について講義いただきました。京都大学大学院エネルギー科学研究科助教陳友晴先生、奈良学園大学保健医療学部非常勤講師 服部兼敏先生には、研究に関する助言をいただきました。加古川市総務部危機管理室の皆様、自治会長 松本恭明様をはじめとする升田旭団地の皆様、調査地域の皆様にはインタビューやアンケート調査、現地調査に協力いただきました。この場を借りて謝意を表します。

注

- 1) 中野秀治. “徳島市南郊における都市化と内水災害”. 人文地理. 1973, vol25, No1, pp. 95-113.
- 2) 水谷武司. 自然災害調査の基礎. 古今書院. 1993, 124p.
- 3) 加古川市 総務部 危機管理室. 加古川市総合防災マップ. 2014, p19-44.
- 4) 兵庫県土整備部 技術企画課. “洪水ハザードマップ”. 兵庫県 CG ハザードマップ (地域の風水害対策情報).
<http://www.hazardmap.pref.hyogo.jp/hazmapap/top/select.asp?dtp=1>.
(参照 2018-01-19).
- 5) 立命館大学 I 部学術部地理学研究会自然班 “加古川沖積低地の都市化と水害”. THE CONTOUR No. 19 ―加古川の都市化―. 1978, pp. 1-18.
- 6) 国土交通省国土政策局国土情報課. “国土数値情報 土地利用細分メッシュデータ”. 国土数値情報ダウンロードサービス.
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b.html>. (参照 2018-01-10).
- 7) 春日井市. “第 1 節 雨水浸透率”. 春日井市公式ホームページ. 2017-11-02.
http://www.city.kasugai.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/007/681/16tyuukann3-1.pdf. (参照 2017-12-13).
- 8) 新井 正・新藤 静夫・市川 新・吉越 昭久.
都市の水文環境. 1987, 263p.
- 9) 国土交通省国土地理院. “治水地形分類図”. GSI HOME PAGE.

http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/fc_index.htm

1. (参照 2018-01-04).

(うおはし としや；こんどう ふみや；
なかの みく；ふじわら けいご；
まえたに ふうや 兵庫県立加古川東高等学校 3 年)