

# 手賀沼水害危険地域の変遷と市街地構造による対策の検討

Analysis of flood risk transition and measures using urban contexture around Lake Tega

学籍番号 66855  
氏名 吉田 翔(Yoshida, Sho)  
指導教員 黄光偉 准教授

## 1. 背景と目的

高度成長期以降、人口増加によって災害に対し脆弱な都市が生まれた。しかし近年人口減少が現実のものとなり、災害に対する安全性に配慮して都市を再構築することの可能性が増している。同時に空洞化等の新たな問題も生じている。こうした状況に対し、縮小する都市の新たなマネジメント手法が求められている。地震対策ではすでに再開発手法を用いて改善が進んでいるが、水害対策を検討した例は著者の知る限り少ない。既往の研究では、治水事業によらない市街地構造を用いた水害対策を検討する例は存在するものの、その市街地の形成過程から生じる水害特性等については考慮せず、氾濫流の制御に焦点をあてたものが多い。そこで本研究では、現在までの水害危険性の変遷を分析し、地域のもつ水害特性について考察した上で、高齢化や空洞化などの地域の社会的な背景を踏まえた市街地構造による水害対策について検討した。

## 2. 研究対象地域

研究対象地域は千葉県北西部の手賀沼とした。手賀沼周辺は水害の常襲地帯であった。その後排水機場の建設や堤防の構築で、外水氾濫に対する安全性は向上し、内陸での内水被害を除いて水害は激減した。しかし、干拓や埋め立てで新しくできた土地に

おいて依然として浸水被害が発生している。

本研究では過去に浸水被害のあった4つの対象領域を設定した。現状ではArea4の沿岸部を除いてY.P+4.5mの堤防が整備されている。未整備区間を合わせると、30年に一度の洪水に対処できる(W=1/33)。

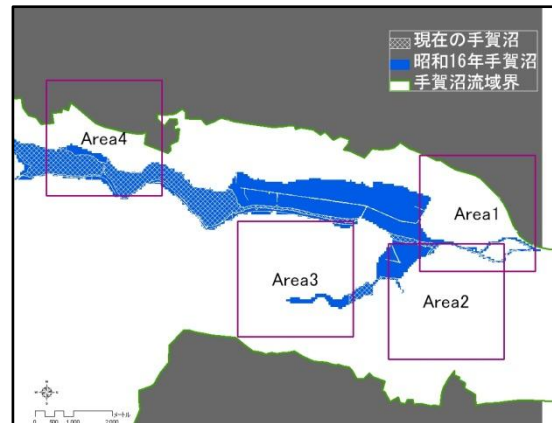


図1 手賀沼と計算領域

## 3. 洪水氾濫モデルについて

本研究では、越流後の氾濫流の挙動に焦点を当て、二次元不定流モデルを用いて氾濫解析を行った。氾濫原の情報は、標高と土地利用の2つのデータを用いた。まず分析を行った昭和16年の標高については、地形図から等高線をGIS上でデジタル化し、内挿補間を行って10mメッシュのデータとした。土地利用については、同じく地形図の地図記号を読み取って、10mメッシュのデータとした。昭和56年のデータについて

では、数値地図 50m メッシュ標高と 10m メッシュ細密数値情報土地利用を用いた。また、市街地構造対策の検討では、都市計画図基本図の 0.1m 精度の標高データをデジタル化し内挿補間を行って利用した。

(二次元不定流モデル基礎式)

$$\text{連続式} \quad \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

$$\text{運動式(x)} \quad \frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u_0 M) + \frac{\partial}{\partial y}(v_0 M) = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho}$$

$$\text{運動式(y)} \quad \frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u_0 N) + \frac{\partial}{\partial y}(v_0 N) = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho}$$

ここで、 $M=uh$ 、 $N=vh$

表 1 粗度係数

番号	名称	粗度係数
1	水田	0.025
2	畑・その他	
5	水面	
3	市街地	0.067
4	山林	0.1
-	道路(建物考慮時)	0.043

#### 4. シミュレーション結果と考察

手賀沼周辺の水害危険度を分析するため、二次元不定流モデルによる氾濫解析を行った。計算条件は、洪水による大規模な被害の発生した昭和 16 年 7 月の手賀沼の水位 (Y.P+5.0m) を参考にした。

各エリアに共通して浸水区域の縮小と浸水深の二極化という現象が見られた。特に、Area1 と Area4 でその傾向が顕著であった。土地利用の状況と比較すると、どちらも大幅に市街化が進んでいることが分かる。Area1 では、盛り土によってできた道路が堤防の役割を果たし、また市街地においても土地がかさ上げされ、氾濫流が越流地点近傍に集中したと思われる。また Area4 で

は、埋め立てで造成された住宅団地が排水に考慮して沼に向かって緩い勾配をもっているため、沼に沿って氾濫水が滞留し、浸水深の二極化を招いた。こうした氾濫流の集中とそれに伴う浸水域の縮小から、浸水域内の到達時間は、昭和 56 年の方が同程度かまたは早くなった。

次に、昭和 16 年から昭和 56 年にかけて、各エリア浸水域の増減(浸水域増加率)、重複率(重複浸水域割合)、計算領域の中に新しくできた市街地のうち昭和 56 年に被害を受けた割合(新規市街地浸水域進出割合)について、越流開始 1 時間後と、ほぼ平衡状態に達する 6 時間後の浸水分布を用いて分析した。図 7 に示すとおり、大きな負の値を示した増加率と高い重複率から浸水区域の縮小が改めて確認できた。エリア別にみると、増加率が小さく重複率も小さい Area3 は浸水する場所自体が変化したことが分かった。Area4 の 6 時間後では増加率が小さく重複率が高いため、浸水する場所と規模が同程度であったことが分かった。Area4 は崖に囲まれた場所に位置していることから、長時間の越流に対して昭和 16 年当時と同じ場所が被害を受けたと言える。地形的特性から水害を回避できないにもかかわらず市街地の進出があった Area4 について、従来の治水対策では不可能と考え、市街地構造による対策を次節以降で検討した。

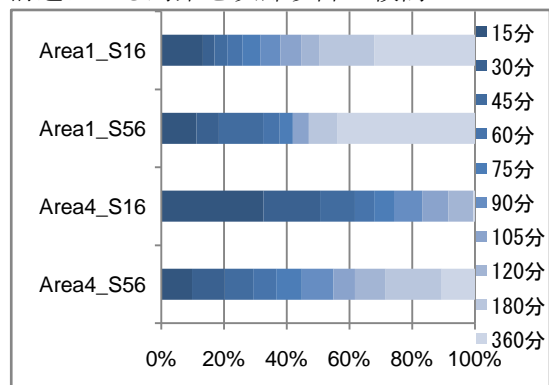


図 2 浸水域内到達時間割合

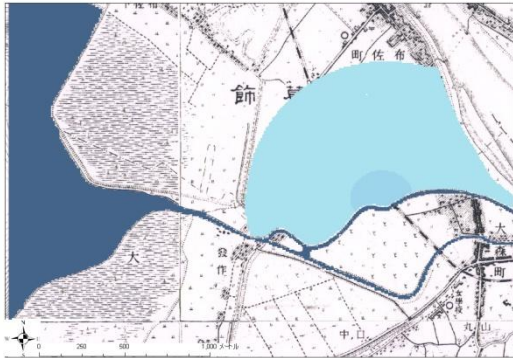


図3 昭和16 Area1 3時間後浸水深

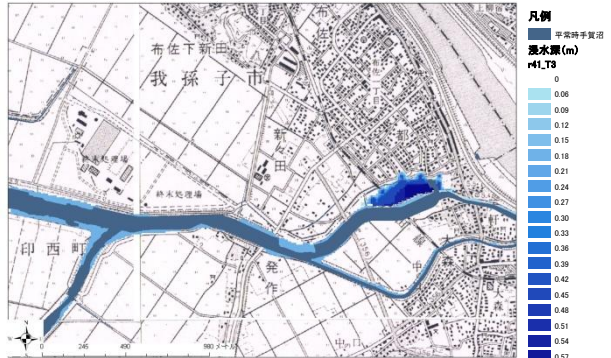


図4 昭和56年 Area1 3時間後浸水深



図5 昭和16 Area4 3時間後浸水深



図6 昭和56年 Area4 3時間後浸水深

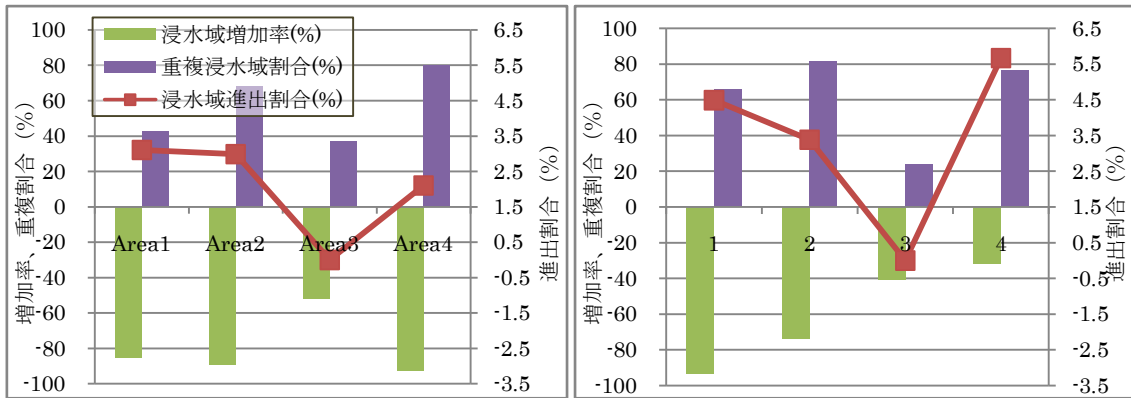


図7 越流開始1時間後の増加率，重複割合，進出割合(左)と同6時間後(右)

## 5. 市街地構造による対策

以上のような水害の特性に加え，Area4には高齢化する住民が容易に避難できる場所がない。また住宅地が沼近傍まで迫り，堤防のかさ上げが難しく現在も手賀沼沿岸で唯一整備計画を達成していない地域である。そこで，これらの背景に配慮し，かつ沼周

辺部に氾濫流が集中しやすいという地形条件を活かして，氾濫流を誘導する誘導路と避難場所を兼ねた氾濫流誘導建物を想定し対策を検討した。さらに誘導建物等の市街地内構造物を評価できるよう，氾濫場に存在する構造物の空間平均的な抵抗力を加味したモデルの改造を行って上で，その被害

軽減効果について検証した。氾濫原構造物のデータは ZmapTown II (Shape)を用いた。

誘導路については、現状地盤高より 0.5m 下げ、また誘導された氾濫水の貯留場所として既存のオープンスペースを利用することとし、地盤高は 1.0m 下げた。1 時間後の状況について分析した結果、すべての場合で今現在計画されている堤防かさ上げ(Y.P +4.5m)よりも被害が小さくなった。誘導路のみで検討した場合(Case3,4)、誘導路に流れが集中し浸水面積が小さくなった。誘導路沿いの建物を除去(Case5)、あるいは除去した後の拡幅された誘導路沿いに新たな誘導建物を建てる(Case6)と、誘導路のみの対策よりも浸水面積は大きくなった。しかし浸水深の最大値と平均値については小さくなった。どちらも共通して誘導路が拡幅され氾濫水が誘導路に集中する傾向が弱まり、浸水深が均された結果と考えられる。

Case6 では、誘導路の拡幅を行う際、敷地を集約し、セットバックした建物として建て替えることで、建築基準法における前面道路による高さ規制の緩和措置を適用できる可能性がある。この措置で床面積の上昇が見込まれる。特に空洞化の目立つ市街地において、開発を誘導して人口を維持しながら水害に強い市街地構造を形成することができる可能性があると言える。

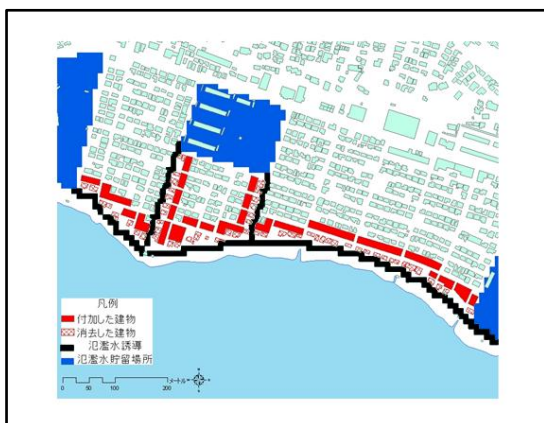


図7 市街地構造対策 (Case6)

表2 各対策により予想される浸水危険度

番号	対策	面積 (ha)	最大値 (m)	平均値 (m)
Case1	現状	1.34	1.829	0.50
Case2	堤防	6.59	4.278	0.94
Case3	誘導路(横)	1.13	1.635	0.50
Case4	誘導路(横と縦)	1.04	1.609	0.51
Case5	Case4 + 建物除去	1.17	1.573	0.48
Case6	Case5 + 誘導建物	1.17	1.574	0.47

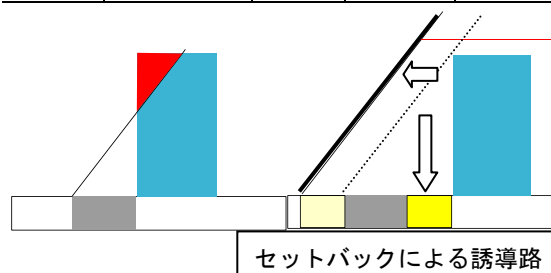


図8 高さ規制の緩和

## 6. まとめと今後の展望

手賀沼水害危険度の変遷として、浸水深の二極化と浸水域の縮小が確認された。またその背景として、宅地化や埋め立てによる地形起伏の変化があることが分かった。市街地構造による対策では、避難に影響する越流開始初期においてその効果が確認された。都市計画制度を用いた実現手法の検討においては、局所的には有効性が確認されたが、広い地域に対し、一体的に行う「市街地再開発事業」のような施策における水害への対応が望まれる。

本研究は東京大学空間情報科学研究センターの研究用空間データ利用を伴う共同研究(研究番号156)による成果であり以下のデータを利用した。ZmapTown II (shape 版)千葉県