

ビッグデータを活用した中小河川 洪水警報システムの提案

1

静岡理工科大学 情報学部 コンピュータシステム学科
保坂龍ノ介, 工藤司

研究の背景・課題

- 近年，豪雨が増加し，中小河川の水位の急激な上昇による**洪水**や，降雨がない場所での上流の降雨による**事故**が発生している
- 中小河川は大河川に比べ十分な監視ができていないため，**予測に基づく避難情報発令が困難**である

研究の背景・課題

- 避難情報は，河川の水位観測所ごとに決められた**基準水位**をもとに，自治体から発令される
- しかし，発令が遅いことがある
- 一方，インターネット上には，河川の水位や降雨量，基準水位，避難情報の発令履歴のデータが公開されている

基準水位	避難情報	警戒レベル
(氾濫発生)	緊急安全確保	5
氾濫危険水位	避難指示	4
避難判断水位	高齢者等避難	3
氾濫注意水位		2
水防団待機水位		1
平常		

研究の背景・課題

• 5月27日の芳川では、警戒レベル3超過の27分後に避難情報が発令され、発令時すでに警戒レベル4を超えていた

• 全体の平均12分の遅れ

→より早く情報を入手し、避難を開始することが重要

河川名	日付	警戒レベル	基準水位超過時刻	避難情報発令時刻	超過・発令差
芳川	5/27	3	5:30	5:57	27分
芳川	7/8	4	5:50	6:02	12分
芳川	7/8	3	5:10	5:21	11分
堀留川	7/8	3	23:10 (Lv.2)	23:20	10分
安間川	7/9	3	22:15	22:26	11分
		4	22:55	23:04	9分
馬込川	7/9	3	22:35	22:44	9分
		4	23:00	23:04	4分
堀留川	7/26	3	7:25 (Lv.2)	7:54	29分
馬込川	7/26	3	8:55	9:02	7分
堀留川	9/8	3	6:40 (Lv.2)	7:04	24分

研究の目的

- 本研究は、ビッグデータを活用することにより、より早期の避難情報の発令を可能とする、中小河川洪水警報システムを提案する
- より早く川の状況を知り、避難準備や避難に余裕を持たせ、**素早い避難行動**につなげることを狙う

提案

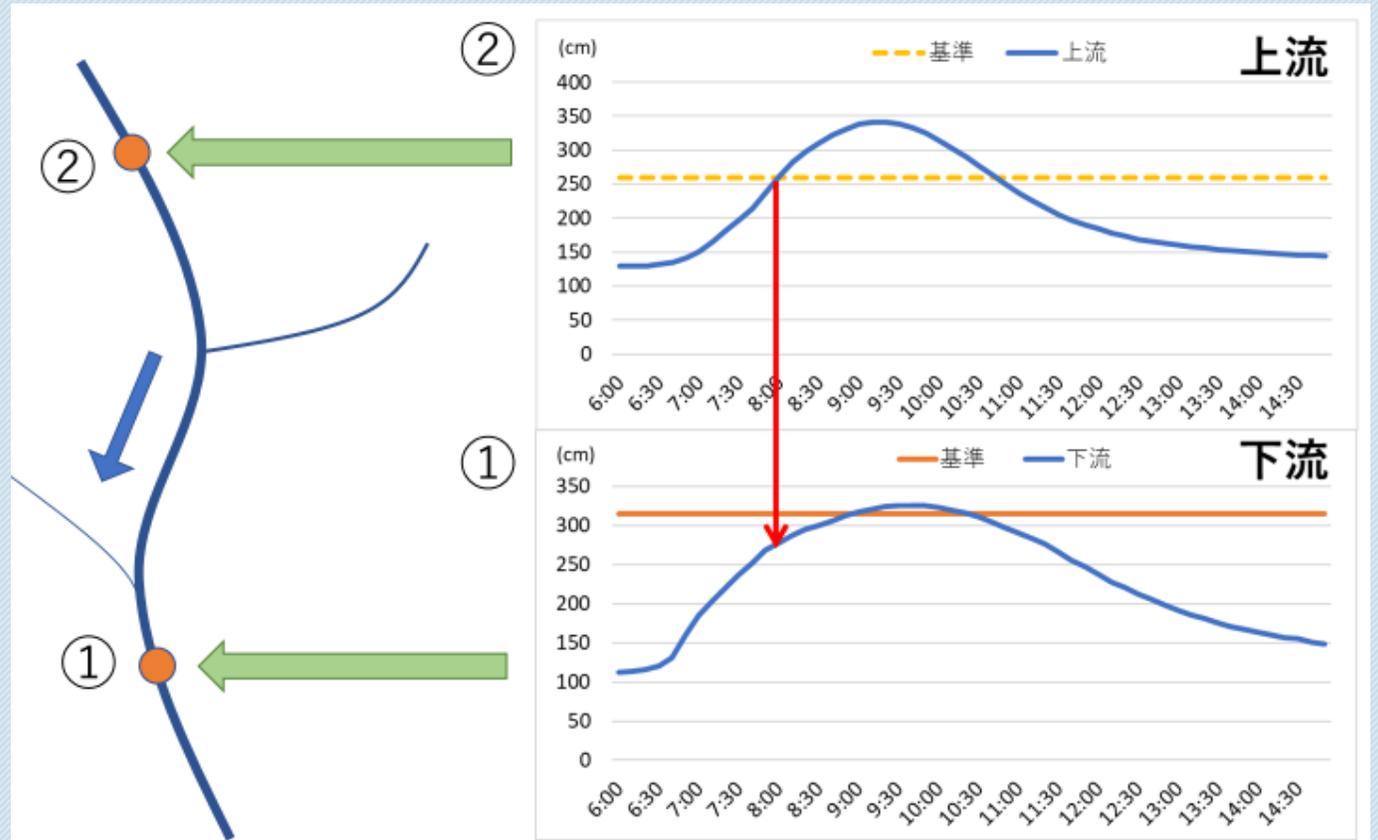
- 中小河川を対象に，スクレイピングで河川を監視し，早期に警戒レベル3の超過を予測する
- 予測に用いるデータは河川の水位と降雨量のみ
- 提案1
上流の水位から下流の水位を予測
- 提案2
流域の降雨量から水位を予測

提案

- 提案1 上流の水位から予測

複数の水位観測所がある
河川に適用する

上流の増水から下流の増水
までには、数十分から
数時間のタイムラグがある

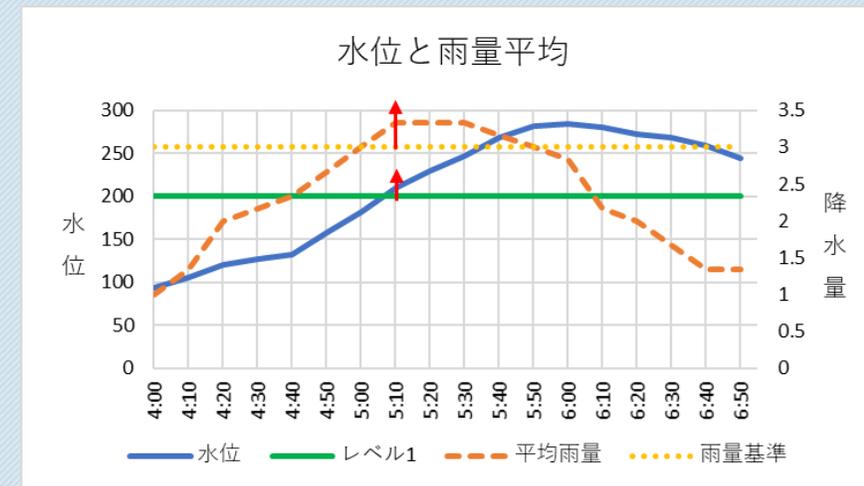
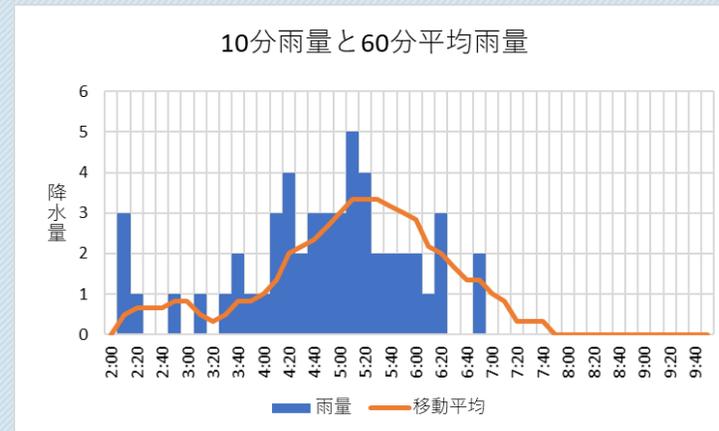
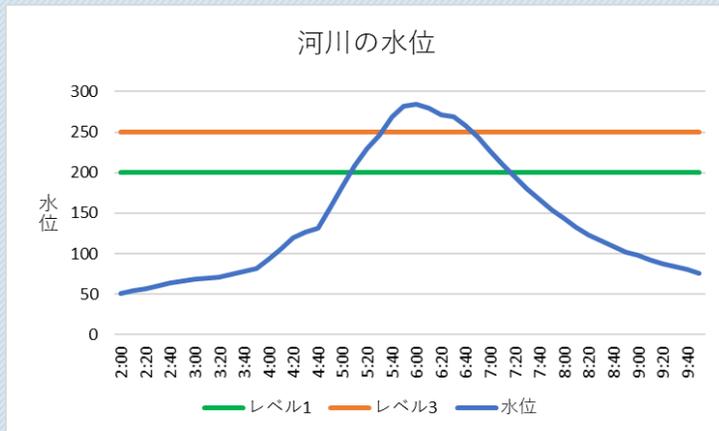


提案

• 提案2 流域の降雨量から予測

中小河川は、短時間で激しい雨が降った時に大きく増水する

水位が警戒レベル1超過時に、一定以上の降雨があれば警戒レベル3を超えると予測できる



- 使用言語 : Python , MySQL
- ライブラリ : Selenium など
- ツール : PyCharm Community Edition 2021.3.3 ,
MySQL Workbench 8.0 CE
- 使用Webサイト :
静岡県土木防災総合情報 (<http://sipos.pref.shizuoka.jp/>)
気象庁 (<https://www.jma.go.jp/bosai/>)
浜松市 (<https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/bosai/>)

実装の流れ

- データ収集・分析

- ①過去の河川水位・降雨量，基準水位，避難情報の発令履歴を収集

- ②計算・分析を行い，河川ごとの閾値を設定

- リアルタイム監視

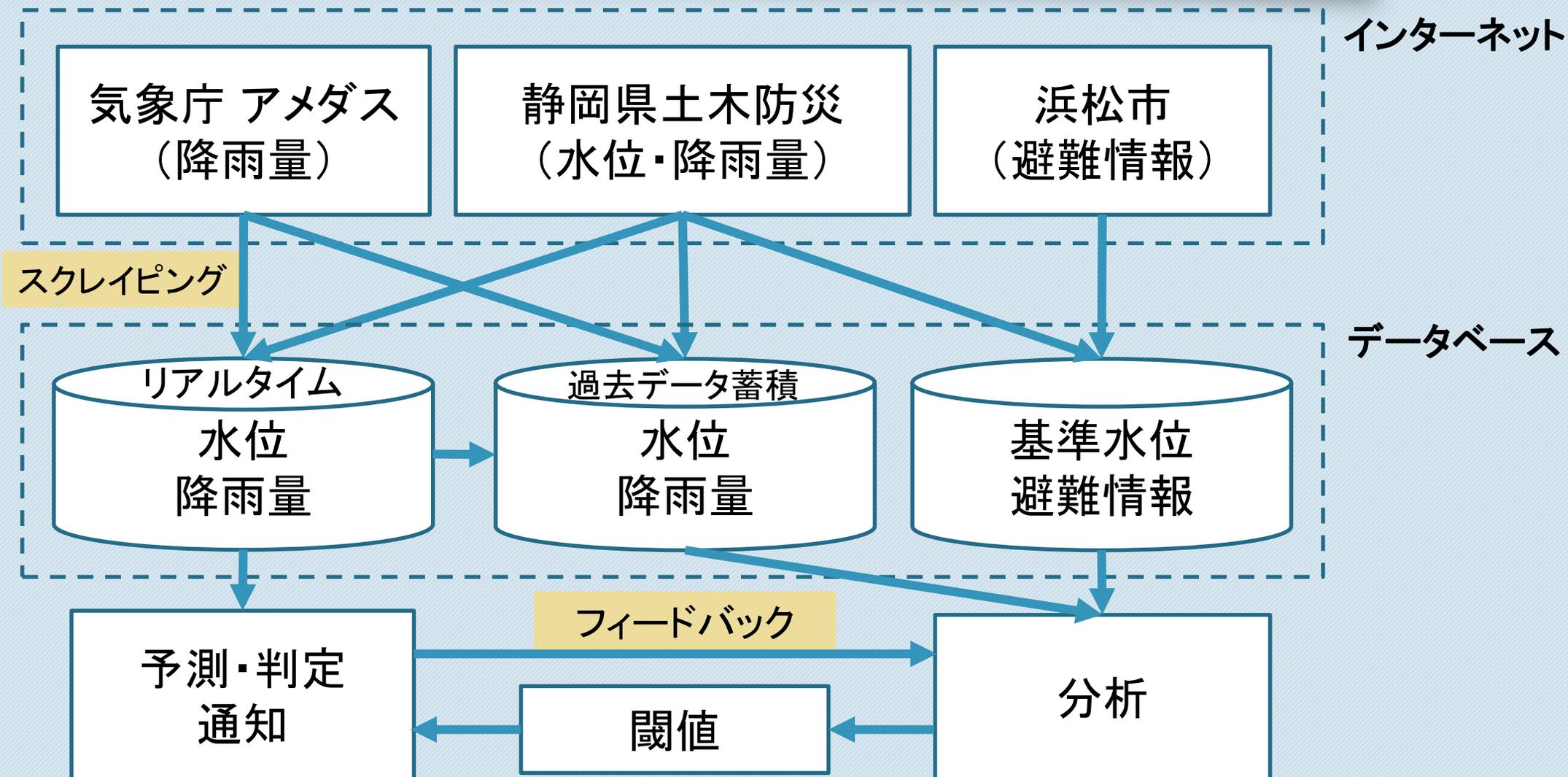
- ①10分毎に河川水位と降雨量のデータをスクレイピングで収集

- ②事前に設定した閾値から判定を行い，予測する

- ③予測した結果，今後警戒レベル3に達する可能性がある場合は，メールを使って配信

- 予測結果はフィードバックし，さらに分析を行い精度を向上させる

システムの構成



対象河川

・浜松市南区を流れる4つの河川を対象にした

①② : 馬込川

③ : 芳川

④ : 堀留川

⑤⑥ : 安間川

この河川は国内でも特に多く避難
情報が発令される



閾値の設定

- 水位を予測するために、各観測所で警戒レベル3を超えるための、最小の基準となる閾値を設定する
- 4月27日から8月31日までのデータを分析し、閾値を設定した

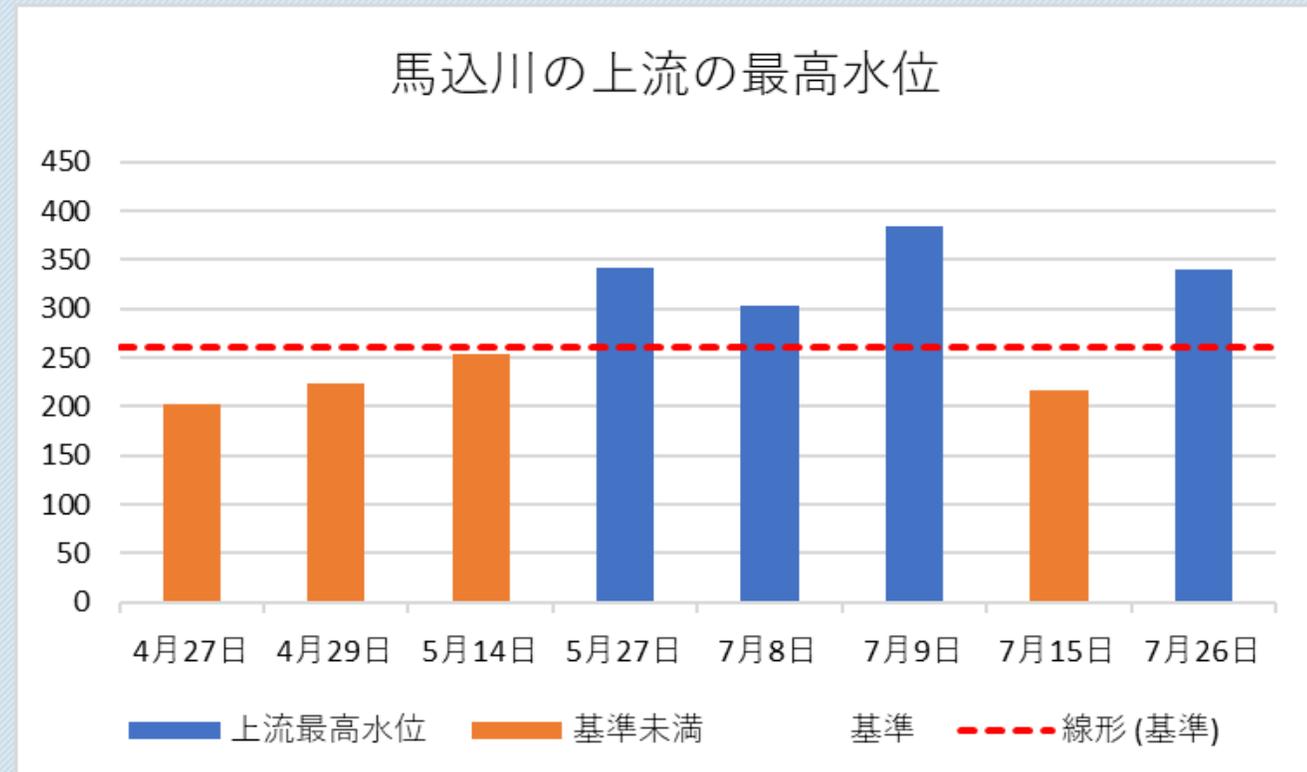
河川	観測所の水位	上流の水位	降雨量
馬込川	—	260cm	—
芳川	警戒レベル1	—	12mm/30分
堀留川	警戒レベル1	—	20mm/30分
安間川	警戒レベル1	126cm	18mm/60分

閾値の設定

- 馬込川 上流の最高到達水位のグラフ

下流で警戒レベル3を超過したときを青, 超過しなかったときを橙

上流で260cmを超えたときには下流で警戒レベル3の水位に達したことが分かる

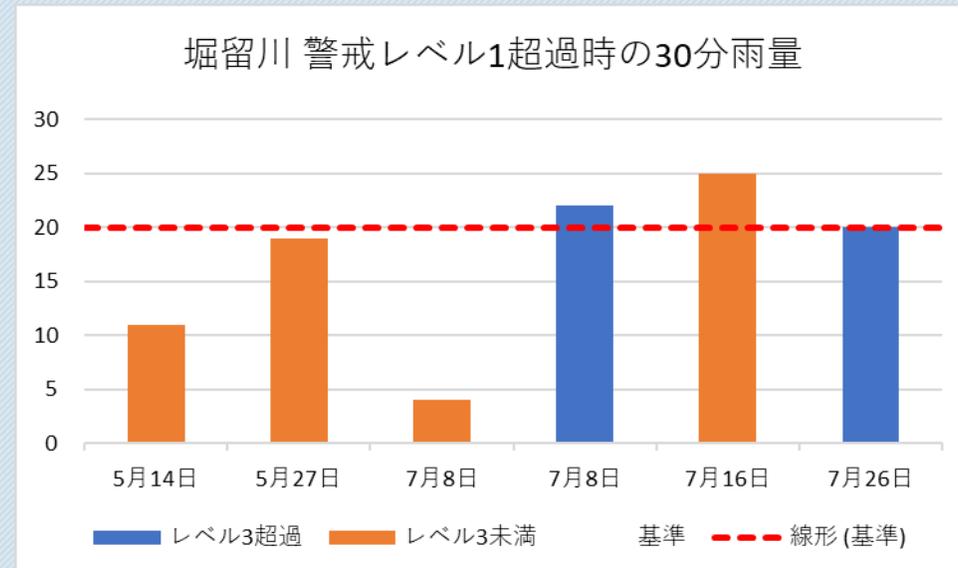
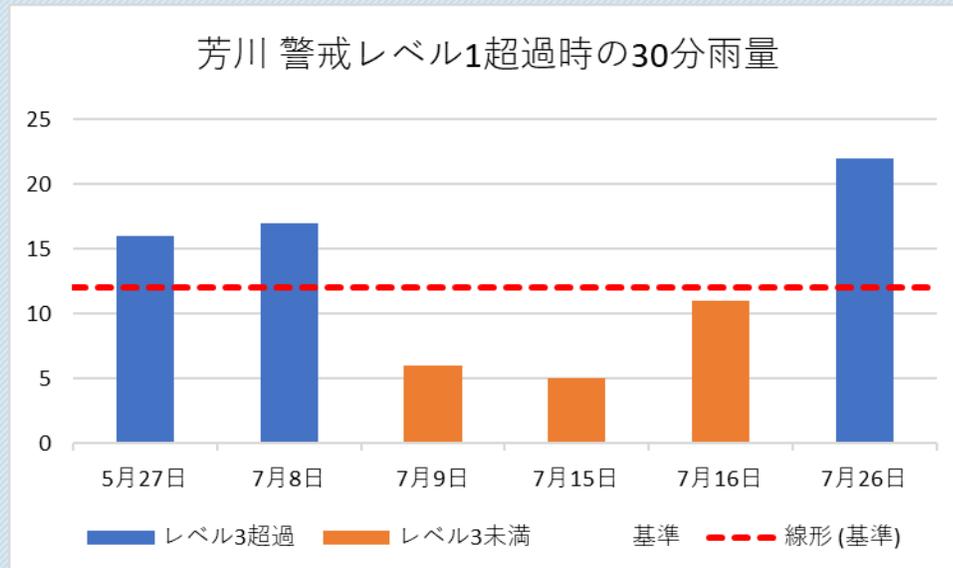


閾値の設定

・芳川, 堀留川

グラフは水位が警戒レベル1超過時の, 過去30分雨量の値

芳川は12mm/30分, 堀留川は20mm/30分を閾値とする



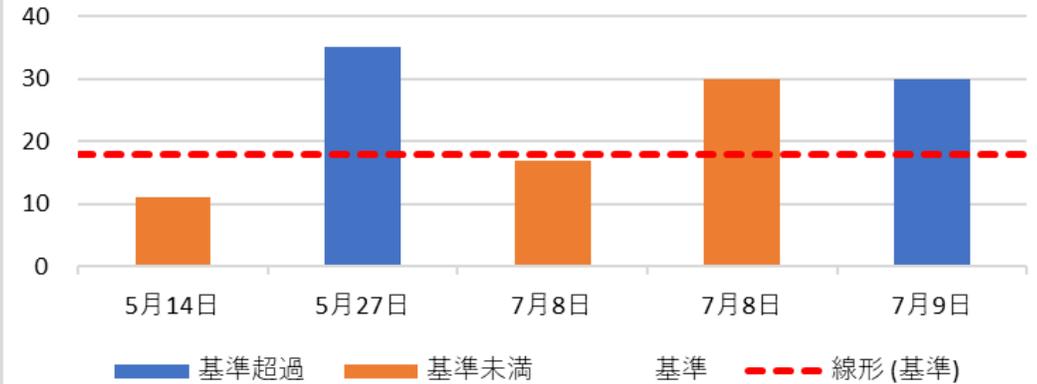
閾値の設定

・安間川

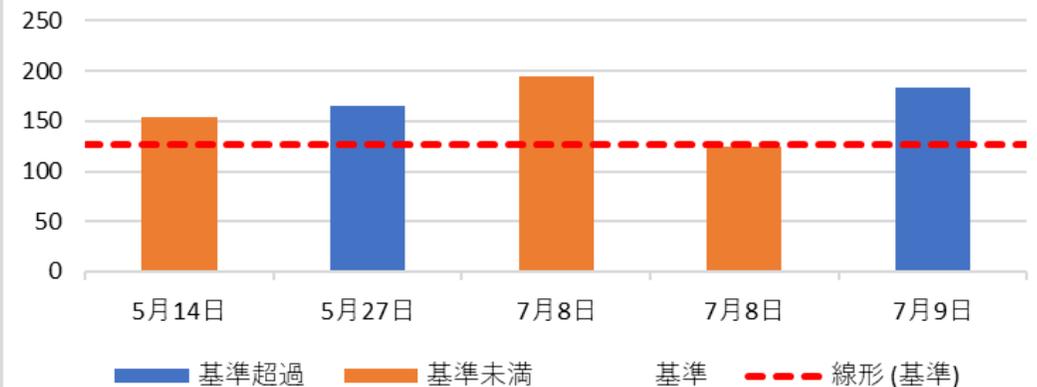
2つの閾値を使用した場合で検証

水位が警戒レベル1に達したときに、過去60分の雨量が18mm以上、かつ上流の水位が126cm以上の時に警戒レベル3の水位に達した

安間川 警戒レベル1超過時の60分雨量



安間川 警戒レベル1超過時の上流水位



- 評価方法

閾値を使用して, 2022/9/1~10/31の警戒レベル3到達を予測
データ件数が少ないため, 閾値の設定で使ったデータも加えて評価

予測精度と予測から基準超過までの時間差について評価する

馬込川の評価

上流の水位を用いて予測した馬込川は、上流水位閾値を超えた場合、全て警戒レベル3の水位に達していた

→ 予測精度は100%

閾値超過～警戒レベル3到達の時間差は、平均で58分

日付	上流閾値超過	下流基準超過	時間差
5月27日	6:10	7:30	80分
7月8日	5:20	5:40	20分
7月9日	21:30	22:40	70分
7月26日	8:00	9:00	60分
9月2日	13:00	14:20	80分
9月23日	19:15	19:55	40分
備考	閾値:260cm	基準:315cm (警戒レベル3)	平均:58分

降雨量を用いた河川の予測評価

- 芳川, 堀留川, 安間川

この評価では, その後の水位が, **警戒レベル3**を超える場合 (雨量が降雨量閾値を超過) と, 超えない場合 (同, 超過なし) の2つのケースを評価した

堀留川で1件が外れたが, 他は全て予測通りの結果が得られた

河川	閾値	超える予測	超えない予測
芳川	12mm/30分	4/4 (100%)	3/3 (100%)
堀留川	20mm/30分	4/5 (80%)	4/4 (100%)
安間川	18mm/60分 & 上流126cm	4/4 (100%)	3/3 (100%)

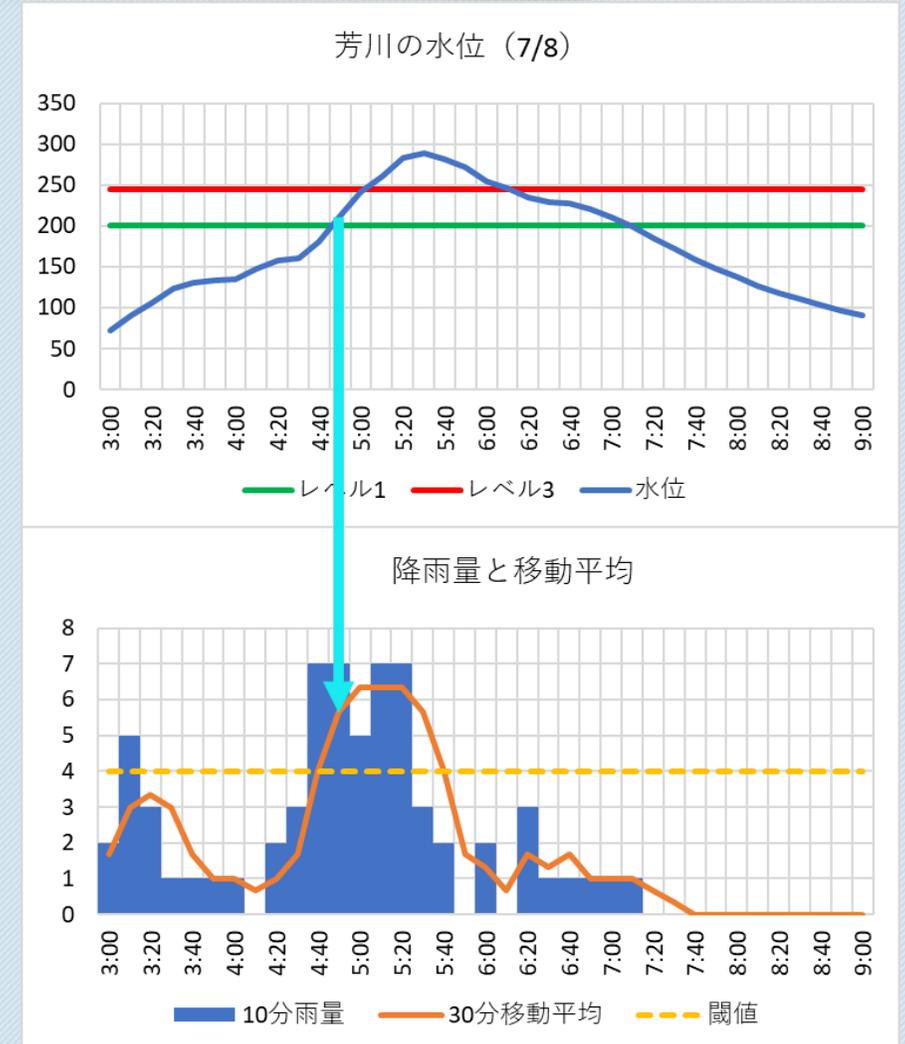
予測方法

20

- 芳川の警戒レベル3超過と超過なし予測のそれぞれの詳細

水位が警戒レベル1を超過したときに、雨量の移動平均が閾値を超えている

→ 警戒レベル3を超えると予測

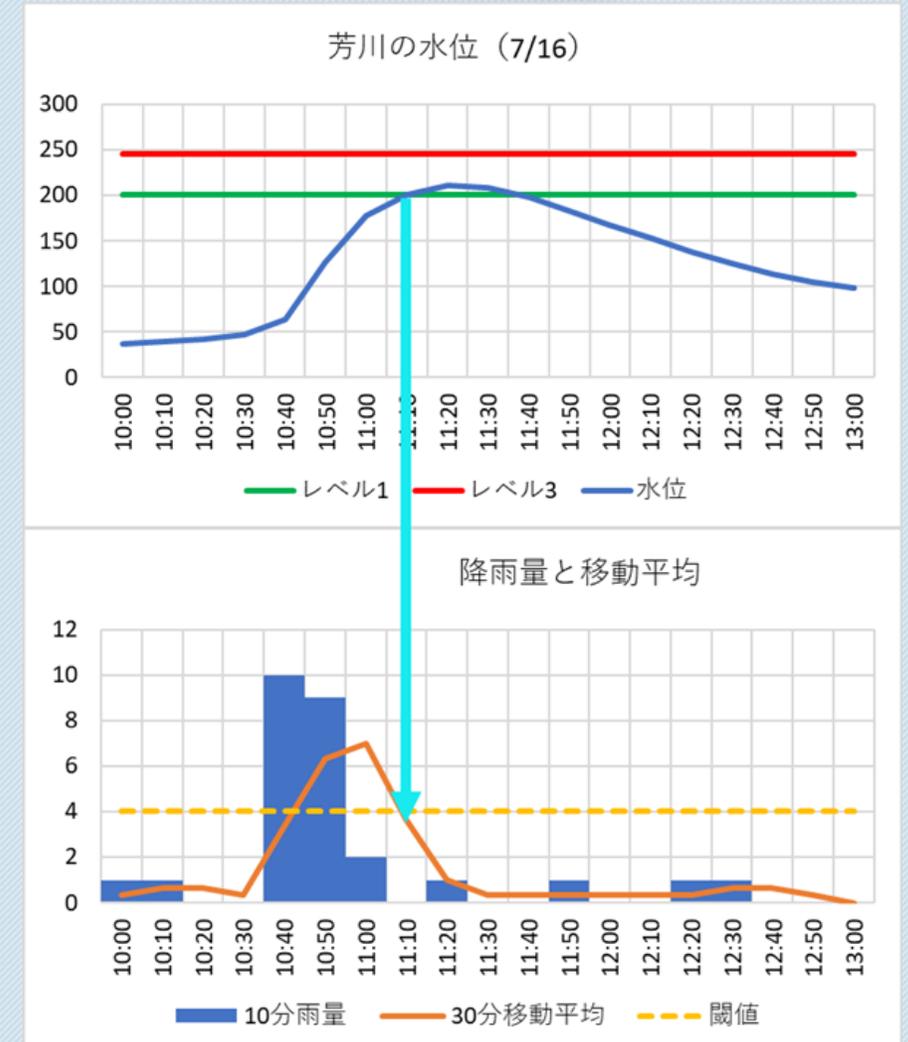


予測方法

21

水位が警戒レベル1を超過したときに、雨量の移動平均が閾値を下回っている

→ 現時点では、今後水位が警戒レベル3を超えないと予測



実験と評価

警戒レベル3超過の予測から
超過までの時間差

馬込川を含めた4河川

- 19件中18件で予測的中
- 予測精度は94.7%
- 警戒レベル3の超過の平均44分前に予測できた

河川	日付	Lv.1水位	Lv.3水位	時間差	的中
芳川	5月27日	5:20	5:30	10分	○
	7月8日	4:50	5:10	20分	○
	7月26日	7:10	7:40	30分	○
	9月23日	18:20	18:40	20分	○
堀留川	7月8日	23:00	23:10	10分	○
	7月16日	10:50	—	—	×
	7月26日	7:00	7:30	30分	○
	9月8日	6:10	6:40	30分	○
	9月23日	18:10	18:20	10分	○
安間川	5月27日	5:50	6:40	50分	○
	7月9日	21:20	22:20	60分	○
	9月2日	13:30	16:20	170分	○
	9月23日	18:50	19:00	10分	○

- 上流の水位，降雨量を用いて，水位を予測し，**94.7%**という高い予測精度を得ることができた
- 44分前の予測に，自治体の発令の12分の遅れを加えると，従来と比べ平均で**56分**早い避難情報の発令が可能であった
- 今後の課題としては，データが不足しているため，本システムの運用を継続することで，上記の予測精度と時間を検証していくことである

追加評価：他の河川への適用

- ・浜松市内の他の河川について，提案した方法で分析した
- ・4河川同様4か月のデータから閾値を決め，全データを評価

①都田川：上流の水位を用いて予測

→2件中2件で予測的中 精度100% データ不足

②釣橋川：降雨量を用いて予測

→閾値の設定ができなかった

原因：複数の河川が合流する・雨量計が下流にしかない

- 中小河川における水害に対して、早期に危険を予測し、余裕を持った避難を促すことが重要である
- 本研究では、ビッグデータとして公開されている河川の水位と降雨量のみを使用して、洪水警報システムを提案した
- 浜松市の4つの河川を対象に予測した結果、**実際の河川でも有効**であることを示した
- 河川の特長について考慮する必要がある