

荒川西遷以後の荒川中流部の洪水氾濫と 避難特性の変化—川島町を例として—



本日の話題

1. はじめに

利根川東遷・荒川西遷の流れを受けた埼玉県の特徴

2. 対象地域の特徴

自然堤防上に発達、氾濫と防御の影響を強く受けた行政界

3. 治水事業の展開

4. 荒川西遷後の洪水への防御

5. 流量から見た荒川西遷のインパクト

6. 水位から見た荒川西遷のインパクト

7. 川島の氾濫特性の変化

8. 洪水氾濫解析に基づく避難支援バスの最適運行経路の検討

9. 洪水氾濫と住民避難

1 はじめに (1)利根川東遷・荒川西遷の流れを受けた埼玉県の特徴

川の面積日本一 県土の3.9% (<https://www.pref.saitama.lg.jp/a1007/henkou/documents/3sai-kasen.pdf>)

川幅日本一 吉見と鴻巣間2537m(御成橋上流) (<http://www.town.yoshimi.saitama.jp/kawahabanihonichi.html>)
は有名(利根川東遷・荒川西遷とも密接に関連)

日本の国土面積の1%の埼玉県

市の数 40は**全国1位**、二位は愛知県(38)

市町村の数 北海道(179)、長野(77)について**全国3位**(63)

※北海道、長野の面積は22.1%、3.6%なので埼玉県の市町村がいかに多いかがわかる
これは最近の傾向ではなく、

明治の大合併 全国:71314->15859

埼玉県:1908->409

昭和の大合併 全国:9868->4668

埼玉県:323->109

県面積の広さからすれば、**もともと全国平均の3倍程度**あった

利根川・渡良瀬川・荒川が合流分流していた、現在の中川低地付近の土地は、沼沢地が多かった。

利根川東遷・荒川西遷を経て、多数の新田が開発され、それが現在の市町村の多さにつながっている。

※主要街道(譜代大名:川越城、忍城、岩槻城⇄江戸)による防御と物流

※江戸近辺に旗本の所領:新田開発(直轄だけではなく様々な手法で開発)

※字名では、〇〇新田、曾根(自然堤防を指す)、水深(みずぶか)など氾濫常襲地帯を開発して住めるようにしたという歴史を感じる地名が多く存在する

1 はじめに (2)昭和29年の町村合併試案図

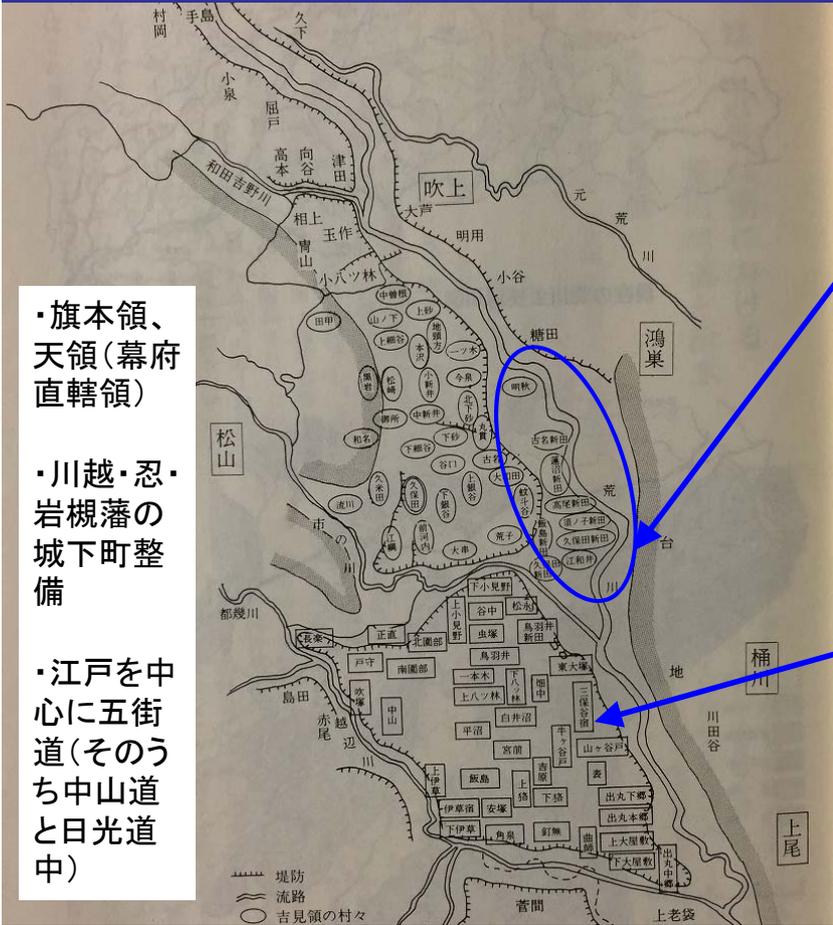


昭和の大合併 全国:9868->4668
埼玉県:323->109

文献2)より

昭和29年2月に作成された町村合併試案図 (埼玉県行政資料)

1 はじめに (3)江戸時代の村



・旗本領、
天領(幕府
直轄領)

・川越・忍・
岩槻藩の
城下町整
備

・江戸を中
心に五街
道(その
うち中山
道と日光
道中)

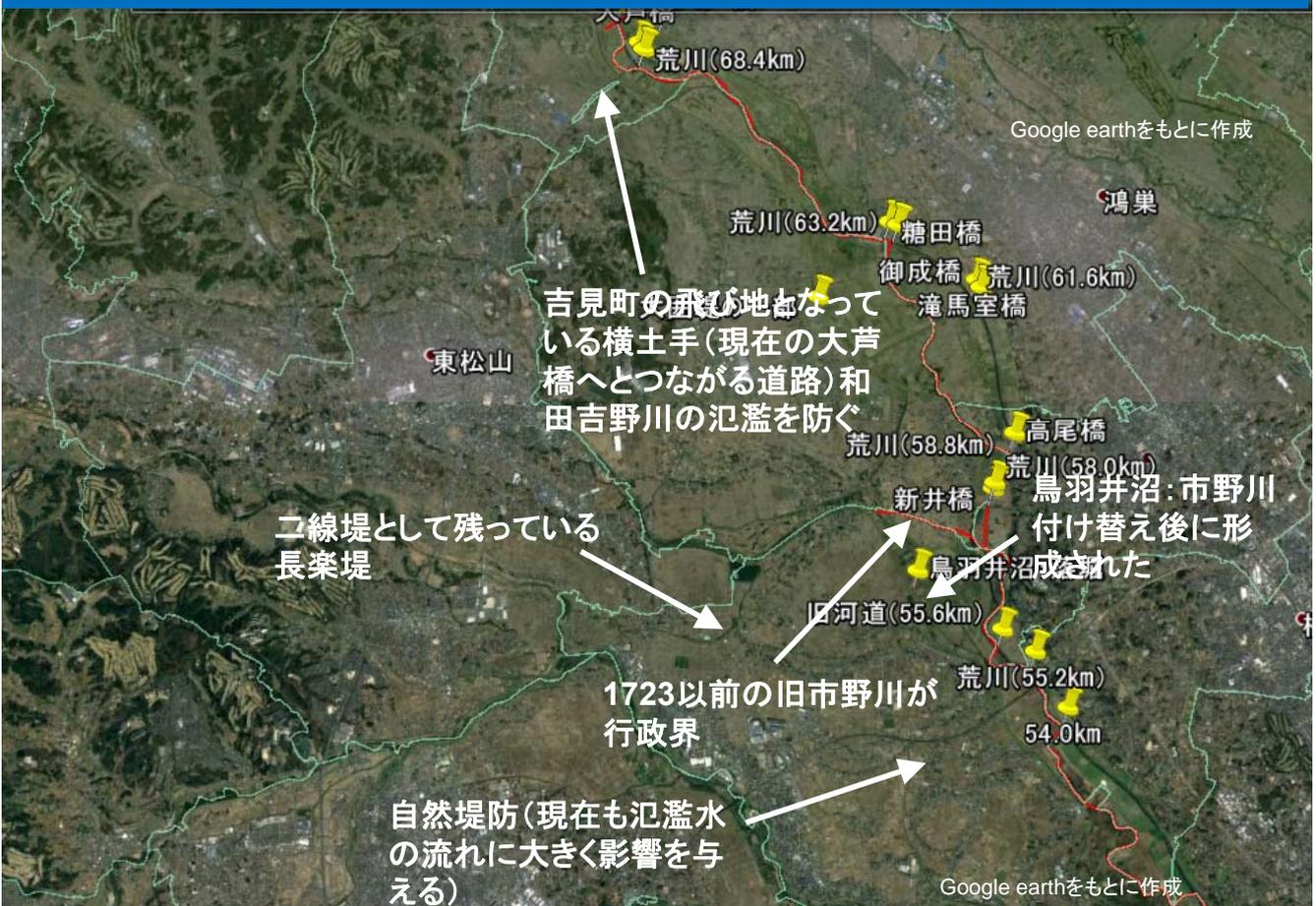
明治の大合併
全国:71314 → 15859
埼玉県:1908 → 409

吉見領の堤外側でも新田開発
が盛んであり、後に荒川側に畑
圃堤などが作られた。しかし、荒
川の流をを阻害したようで、市
野川が付け替えられている。開
発された新田の村々は、大正2
年洪水を受けて始められた上流
改修の際に一部は堤内地(圃堤
の先の圃堤)になったが、一部
は堤外地になった

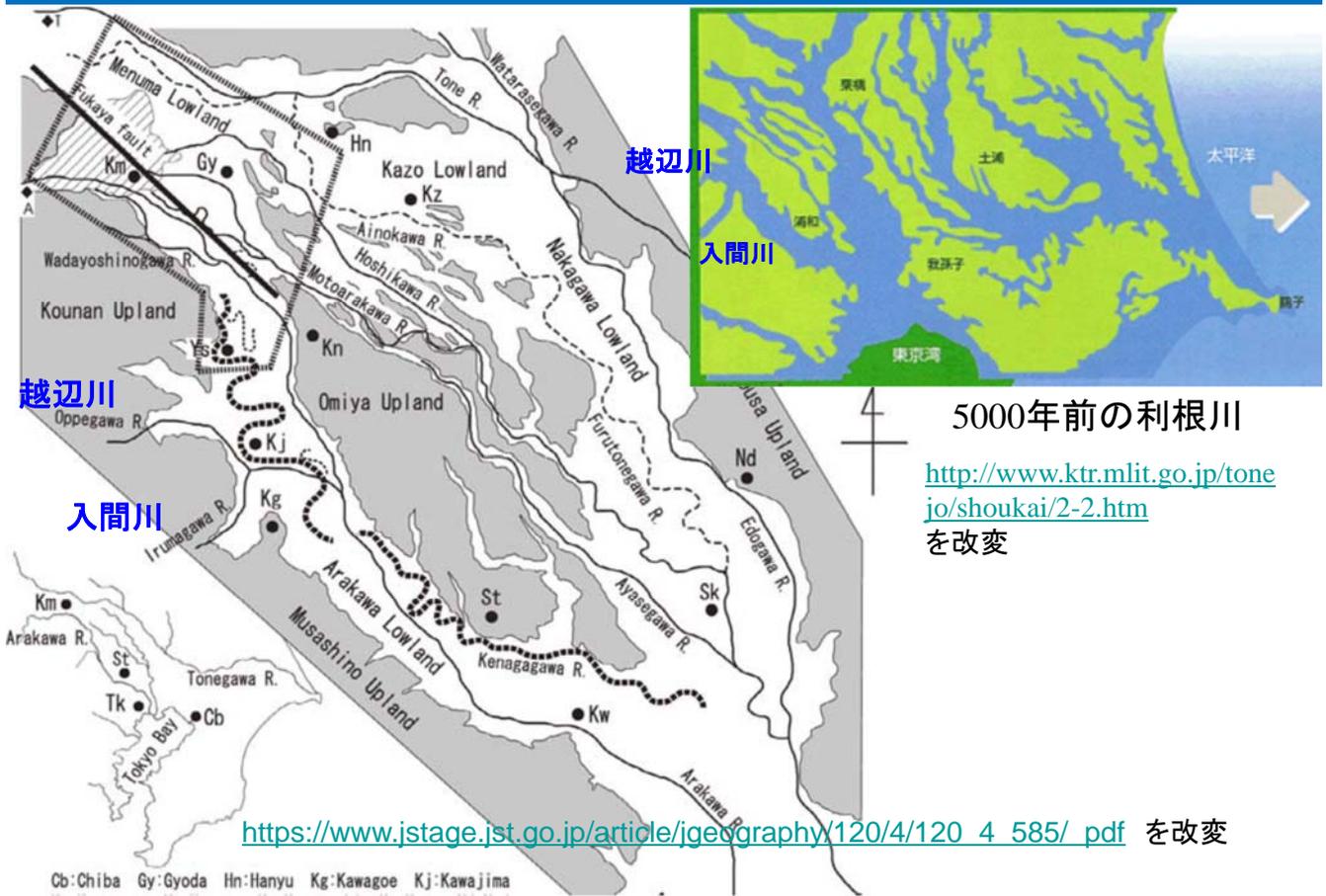
江戸期 川島領内に49ヶ村
はじめ、伊奈忠次の陣屋
のち、ほぼ全域が川越藩領
(一部旗本の知行地)
「川越藩の米蔵」

図面:文献3)

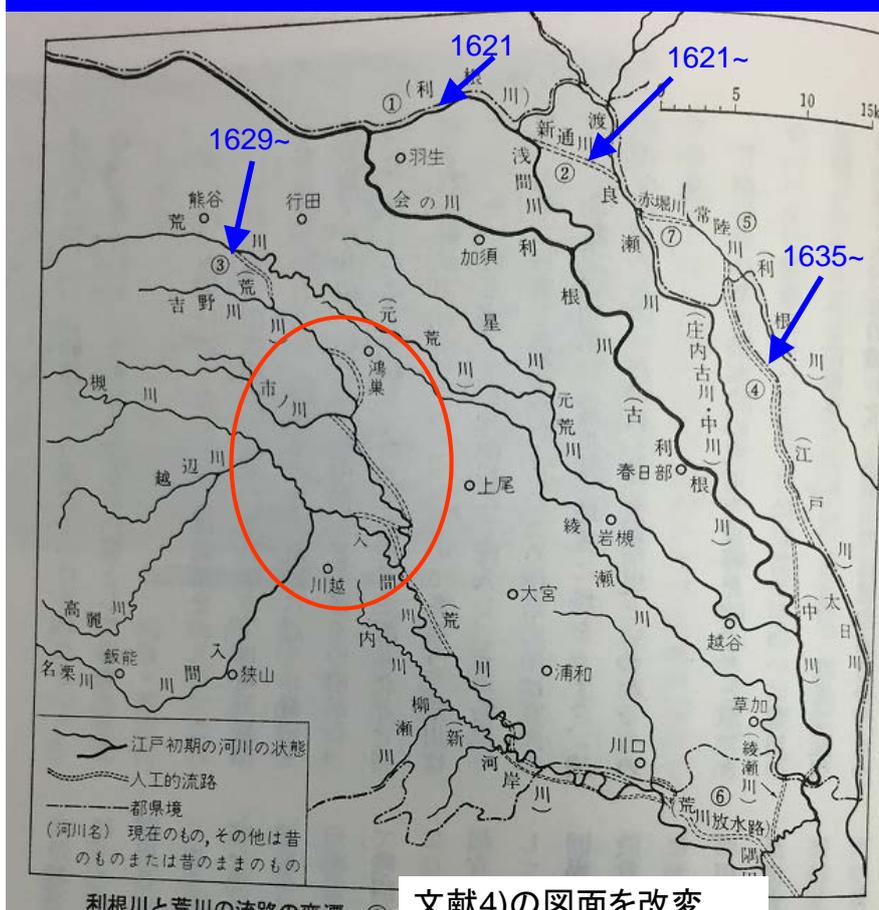
2 対象地域の特徴 (1)横土手、大圃堤、決壊の痕跡(落掘)、自然堤防



2 対象地域の特色 (2)自然堤防上に発達した川島集落・吉見町集落



3 治水事業の展開 (1)利根川の東遷と荒川の西遷



- 1568 隅田堤
- 1615-1623 川島大困堤：増築
- 1621 日本堤 築造
- 1621 新川通開削
- 1621～赤堀川の開削
- 1629～荒川の西遷 (久下の瀬替え)
- 1635～江戸川開削

※目的

治水：利根川東遷は江戸にとっては大きなメリット、荒川西遷は中流部へのインパクトは大きい(旧流路を開削しているので100%の瀬替えではないが)

ただし、下記のメリット

- ・舟運(米、秩父からの木材)
- ・新田開発
- ・陸路(中山道)の維持
- ・譜代大名との陸路：川越城、岩槻城、忍城

3 治水事業の展開 (2)明治43年の洪水氾濫



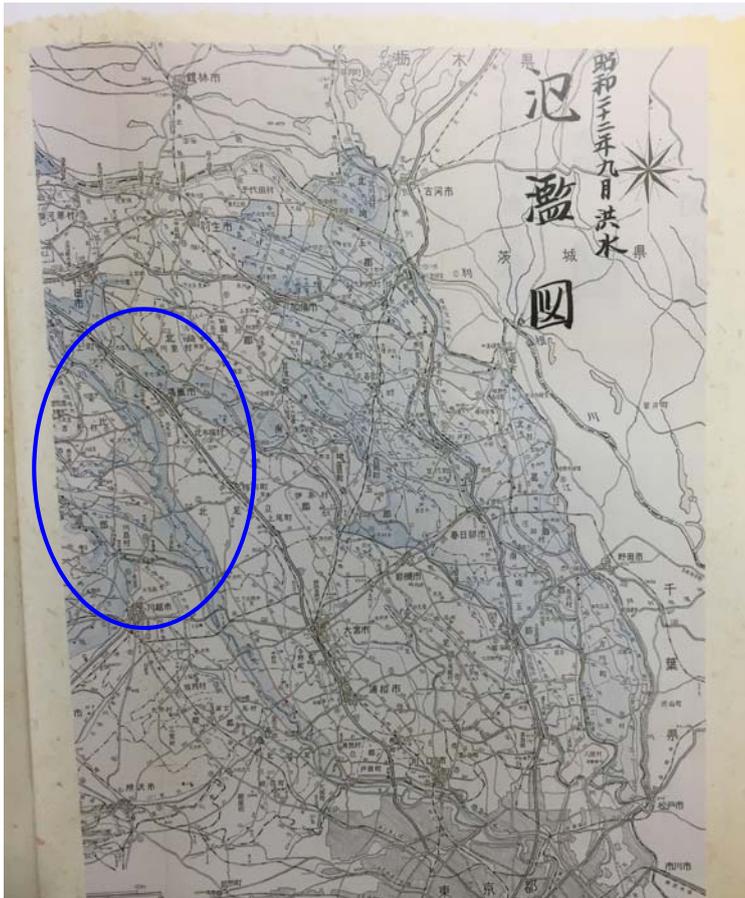
明治43年の埼玉県浸水図(埼玉県立文書館蔵)

1910(明治43)年、埼玉県の全面積の24%が浸水し、東京下町が破滅的な被害を受ける大水害を経験した。自然は沖積低地(上、埼玉地形略図)が河川の氾濫源であることを見せつけた。

<http://www.pref.saitama.lg.jp/A08/BG00/kasen/koumoku/kasen2.html>

その他、カスリーン台風による被害など数多くの被害を受け、河川整備が進められてきた。しかし、1590年以降、400年以上続く河川整備の途上にある。

3 治水事業の展開 (3)昭和22年カスリーン台風の氾濫



久下地点での決壊もあり、川島の浸水は全域ではない。吉見町でも浸水していない地域がある。

西遷前の状態に近い？

西遷後も大洪水時には熊谷堤の決壊が多く発生していることから、西遷後の状態にも近い？

文献2)より

3 治水事業の展開 (4)主に荒川関連(荒川西遷前後)

築堤時期には諸説あるが古いものを集めてみると、

1560 川島領にすでに囲堤が存在

1568 隅田堤 すでに築造されていた

徳川家康 江戸城入城 1590

1615-1623 川島大囲堤：増築(伊奈忠次)

1621 日本堤 築造

1629-1634 荒川の背替え(旧河道を開削)

※伊奈忠治(利根川東遷、荒川西遷)



荒川下流河川事務所パンフより

1634 吉見領の大囲堤(瀬替え後直ちに5年間で)※この年に始まった

という説もある

上記の順番からすると、まずは江戸の町を守り、現在の中川低地付近(利根川、渡良瀬川、荒川が流れており沼沢地であった)の新田開発という重要な課題を進めるに当たって、利根川東遷と荒川西遷を行なっている。西遷前に準備をしていることから、**荒川中流部に与えるインパクトが大きいことは認識していた**ようである

3 治水事業の展開 (5)堤防の高さをめぐり水争議、水塚の発達

1648-1651 川島大囲堤：補強・増築

1648-70 吉見領の堤防決壊多し

1680 入間川と荒川合流点の付け替え

1723 市野川と荒川合流点の付け替え

1735 吉見領の堤防4400間改築

1772以後 川島領の堤防決壊多し

1780,1802 決壊による鳥羽井沼形成

※荒川左岸(忍領)と右岸(吉見領)間、吉見領(上流)と川島領(下流)に関する水争議

※現存する熊谷堤は2.6m程度(古いものは1574築造。1591年忍城主・松平家忠による増強。江戸時代にも大決壊が4回(西遷後も、昭和22年洪水と類似した状況もあった)

1896 旧河川法制定→ 1897 内務省の河川改修事業が始まる

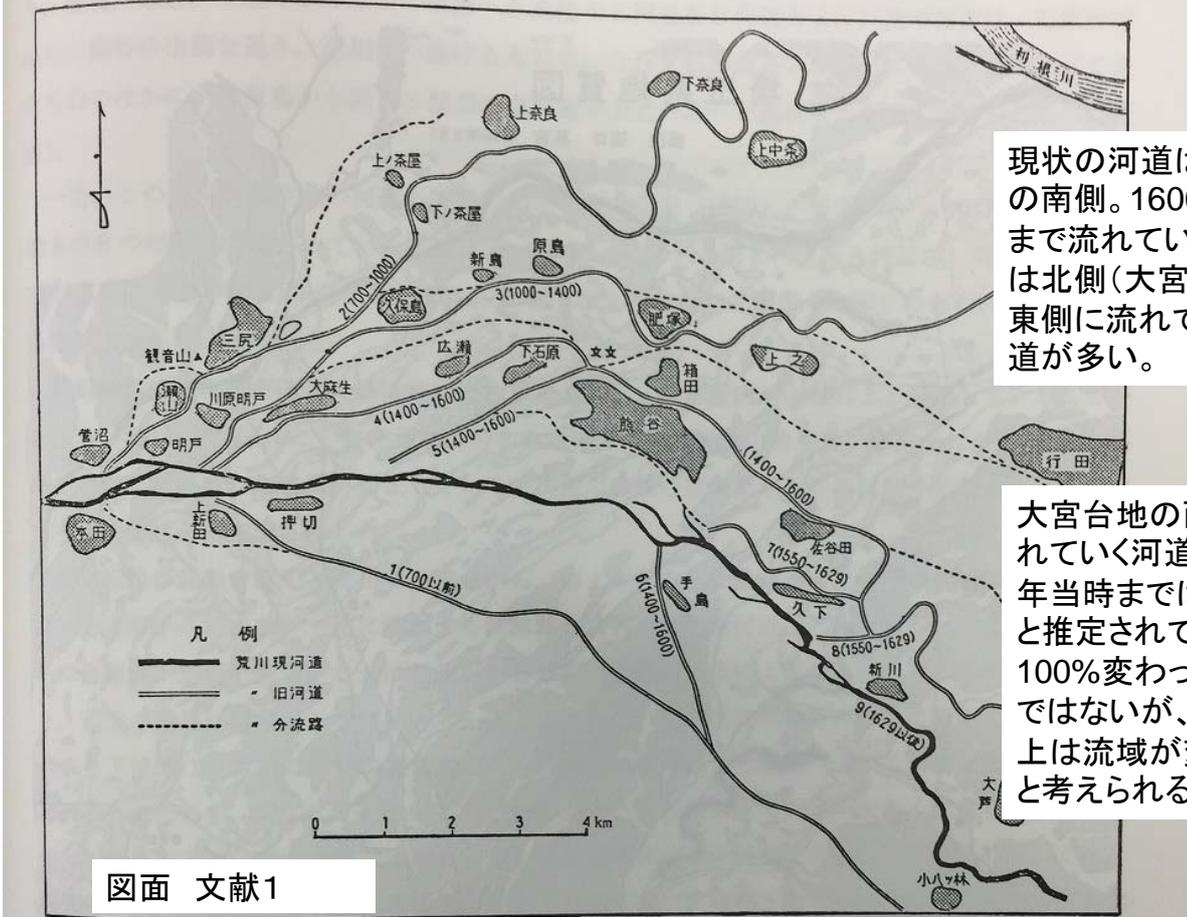
明治40年、43年、大正2年の大洪水を経験するまで、囲堤と水塚の時代が続く

※吉見領と川島領の出水特性

中世は吉見領の水害記録は少ない。江戸時代、川島領の水害26回、大水害13回。吉見領の水害記録が多い

文献3), 5), 10)などを参考に作成

3 治水事業の展開 (6) 瀬替え前の熊谷扇状地付近の河道



現状の河道は扇状地の南側。1600年当時まで流れていた河道は北側(大宮台地の東側に流れていく河道が多い。

大宮台地の西側に流れていく河道も1600年当時まではあったと推定されている。100%変わったわけではないが、50%以上は流域が変わったと考えられる

図面 文献1

3 治水事業の展開 (7) 合流点処理



市野川と荒川の合流点は西遷後に下流に付け替え(1723)

- ・旧流路沿いには新田開発が進んでいた
- ・松山城の城下町は東松山で、江戸時代には松山城は川越藩
- ・川島領の大半は川越藩の土地(川越の米蔵)

地域の重要度
力関係で異なる合流点処理

決壊による鳥羽井沼形成
(1780,1802)
※後の計算で判断する限り悪さはしていない

図面 文献3)内の図面を改変

1680 川越藩主松平信輝が菅間(現川越市)に、直通の河道を開削し、入間川を東方に導いて、河道を今日の流路とした。これまでの旧河道は古川と呼ばれた(「新編埼玉県史」)
※川を上流に付け替えるという通常とは逆の合流点処理→ 川島領出丸地区の洪水被害が増えたことが予想される
※近年、下流に付け替えられ、さらに背割堤が築造されている

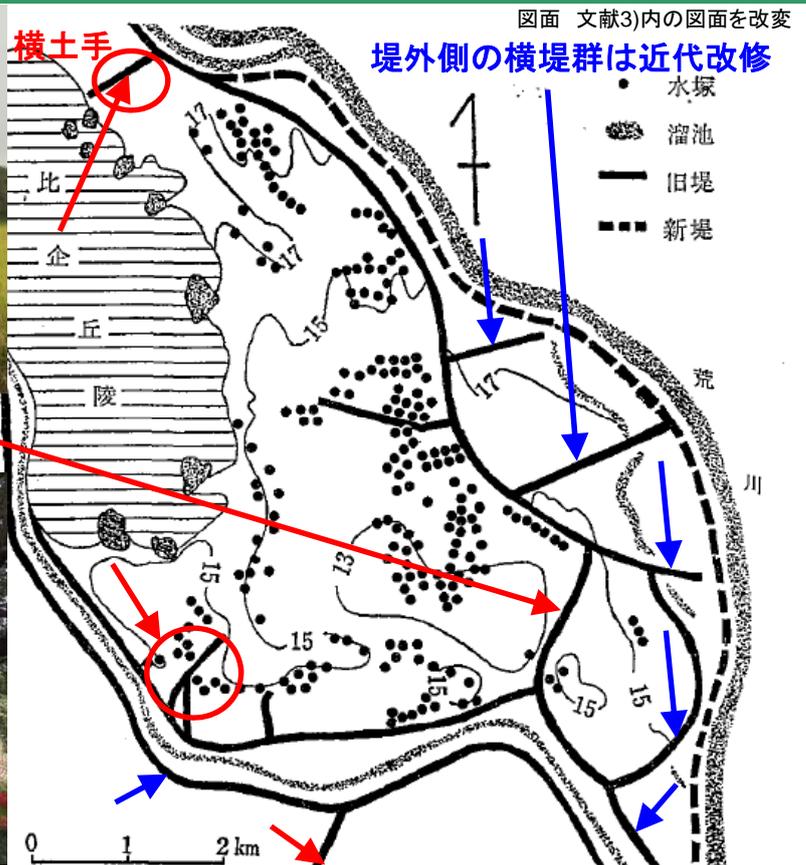
4 荒川西遷後の洪水への防御 (1)吉見領における堤防と水塚の分布



現在も残る江戸時代の堤防



場所が特定できていないが、1735年に吉見領の堤防を4400間築造→1772以降に川島領の決壊が増加



図面 文献3)内の図面を改変

堤外側の横堤群は近代改修

- 水塚
- 溜池
- 旧堤
- - - 新堤

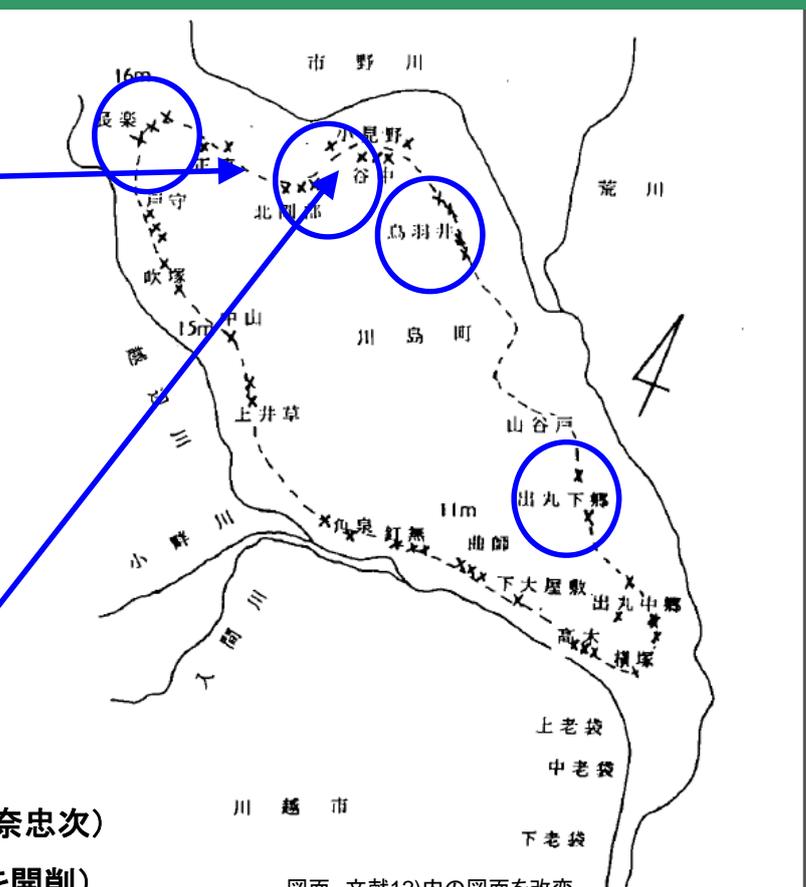
4 荒川西遷後の洪水への防御 (2)今なお残る大囲堤の一部と決壊の痕跡



長楽堤 (堤外側より)



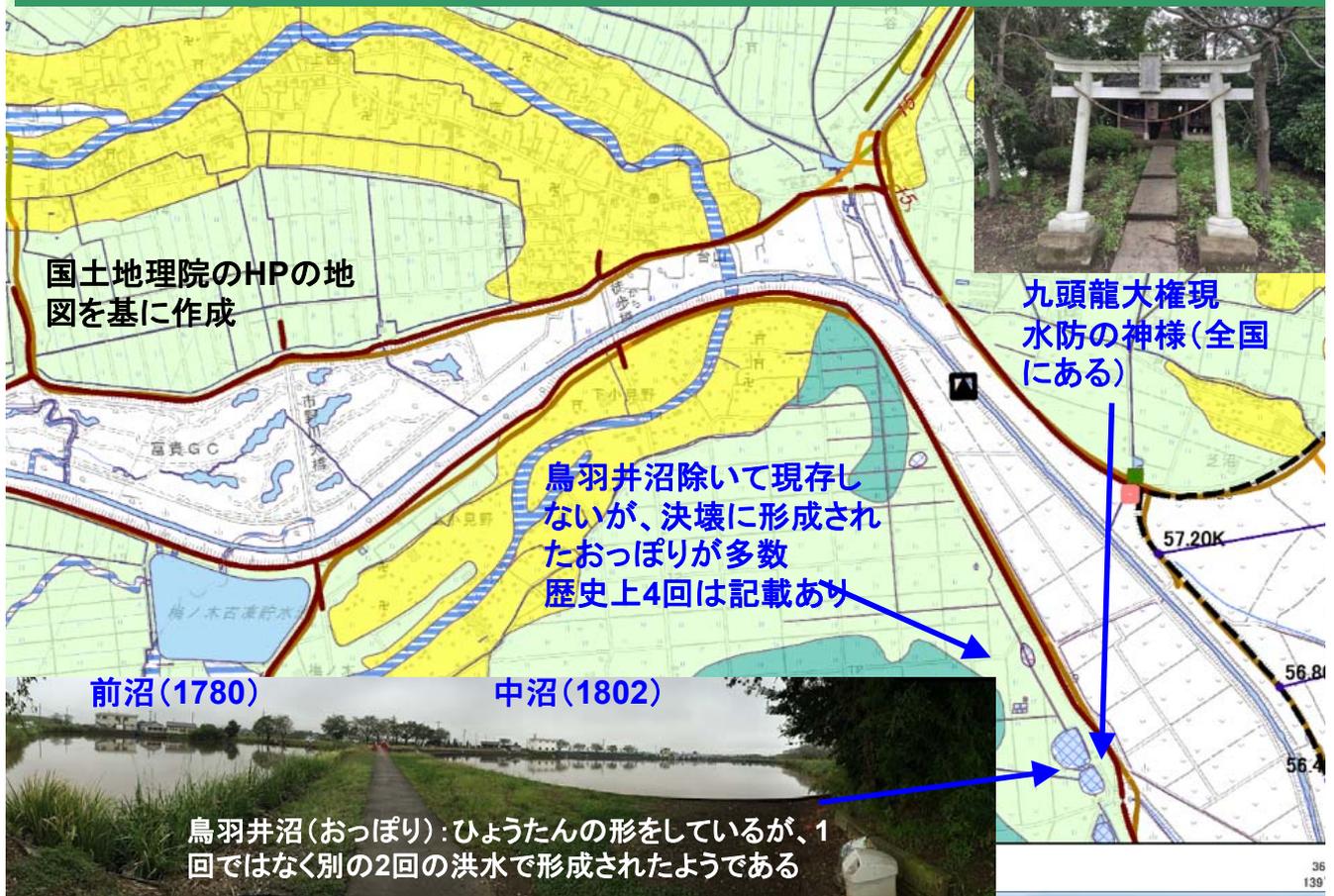
長楽堤 (堤内側より)



図面 文献12)内の図面を改変

- 1560 川島領にすでに囲堤が存在
- 1615-1623 川島大囲堤: 増築(伊奈忠次)
- 1629-1634 荒川の背替え(旧河道を開削)

4 荒川西遷後の洪水への防御 (3)決壊の痕跡:鳥羽井沼

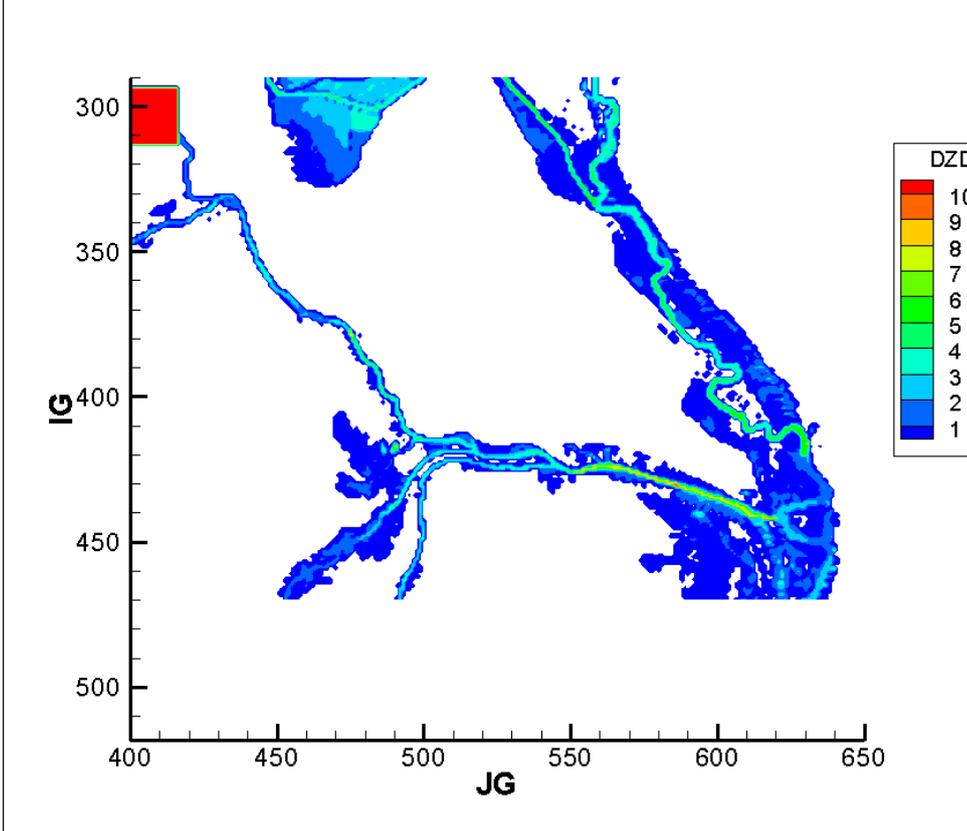


4 荒川西遷後の洪水への防御 (4)決壊の痕跡:鳥羽井沼と周辺の堤防



4 荒川西遷後の洪水への防御 (5)鳥羽井沼付近で氾濫しやすかった理由

Frame 001 | 14 Oct 2016 | e-TH



・H11出水を1/100まで引き伸ばしたハイドログラフを使用

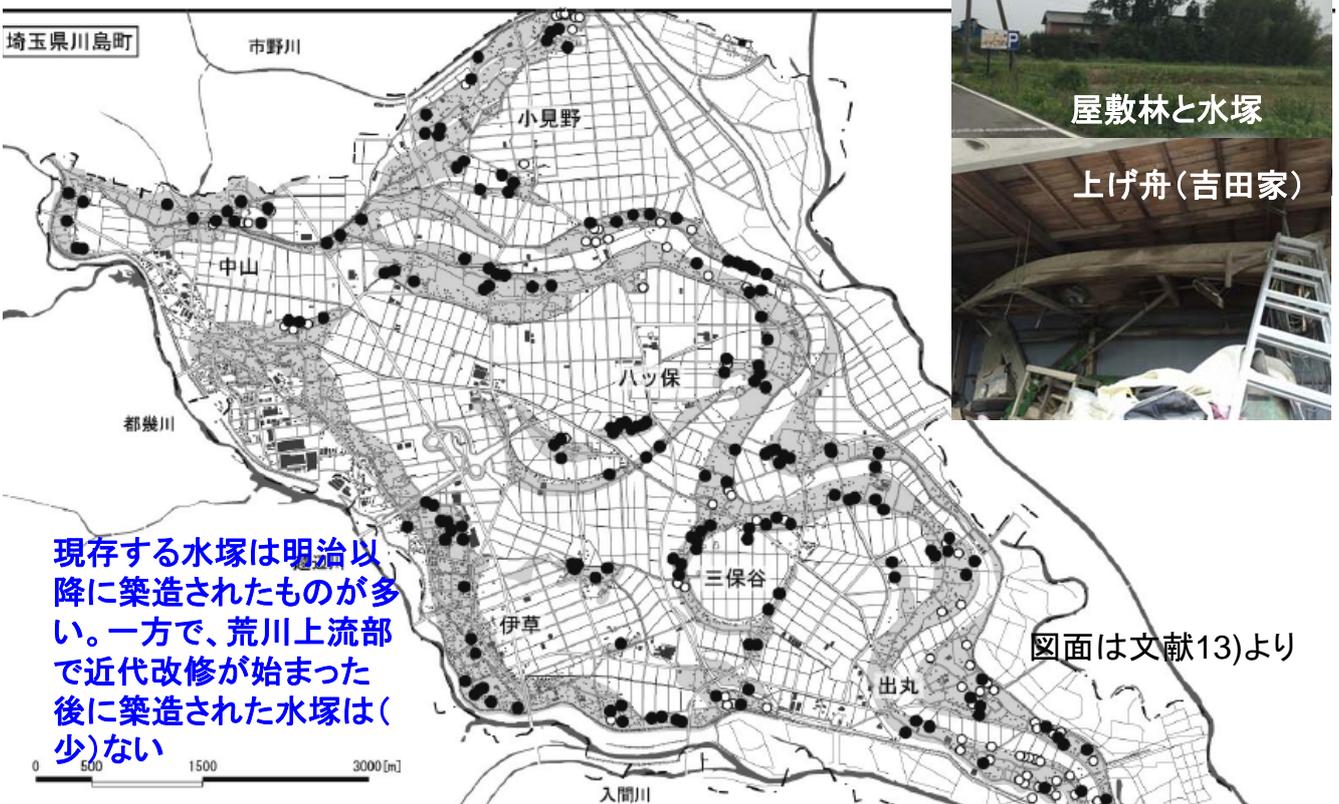
・堤防条件
川島領3mの大囲堤
吉見領3mの大囲堤
・西遷後の流量

・荒川と市野川の合流点で溢れ、上流に遡上
・堤防と市野川の間の水位が高くなる

・長楽堤から水が溢れた後、鳥羽井沼のあたりから、越水が始まる

・氾濫水の挙動は自然堤防など、地形に大きく影響を受けている

4 荒川西遷後の洪水への防御 (6)自然堤防上に残る水塚と残してある舟



屋敷林と水塚

上げ舟(吉田家)

現存する水塚は明治以降に築造されたものが多い。一方で、荒川上流部で近代改修が始まった後に築造された水塚は(少)ない

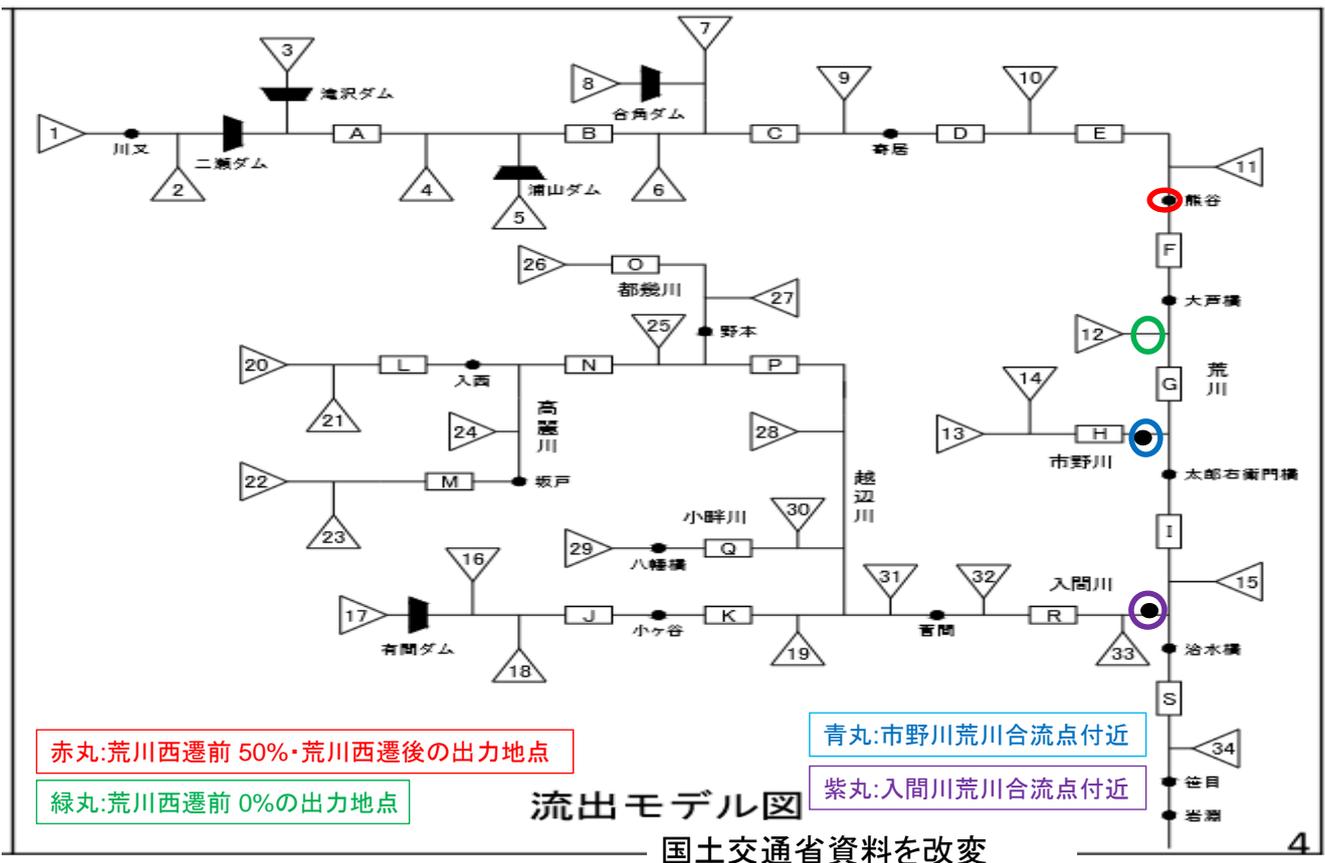
図面は文献13)より

5 流量からみた荒川西遷のインパクト (1)流域

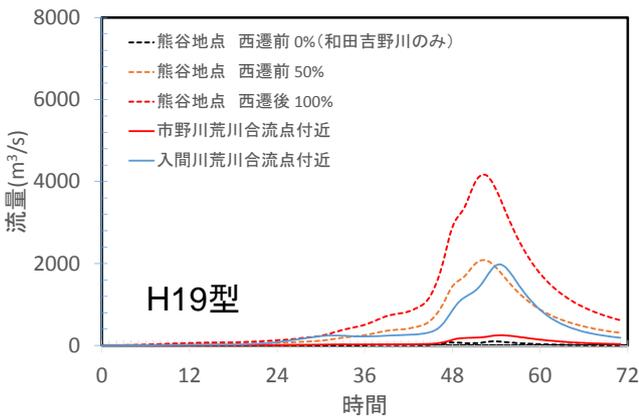
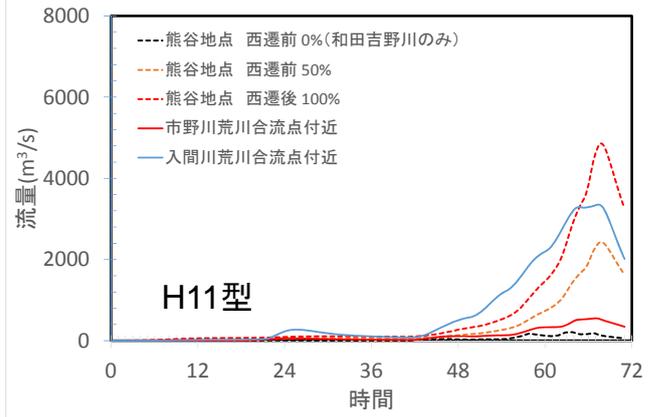
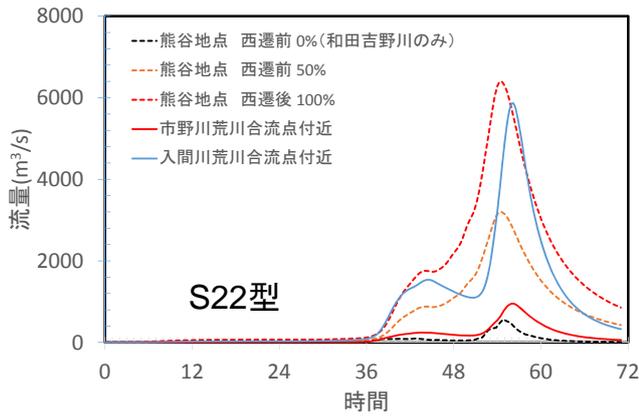
青線内の流域の半分以上は元荒川方面に流れていたと考えられる。特に市野川合流点、入間川合流点に与えるインパクトは大きい



5 流量からみた荒川西遷のインパクト (2)荒川の貯留関数モデル



5 流量からみた荒川西遷のインパクト (3)洪水での計算結果



- ・入間川合流点においては入間川よりやや少ないが、入間川以上の流量が増加
- ・市野川合流点においては、10-20倍の流量が増加：特にインパクト大

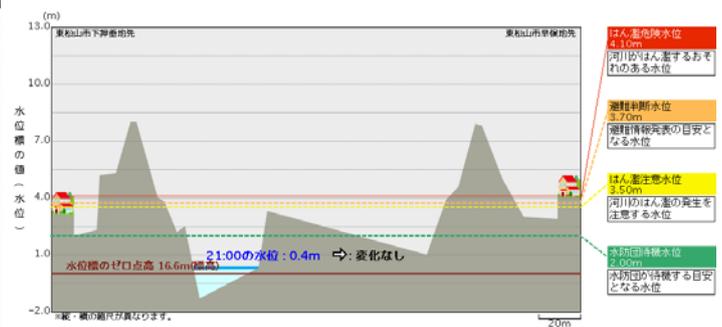
・後のスライドで氾濫解析を行い比較する。そのときはH11型で解析を行なった。
(H19型の場合、氾濫箇所は変わる可能性がある)

6 水位から見た荒川西遷のインパクト (1)水位観測所位置図

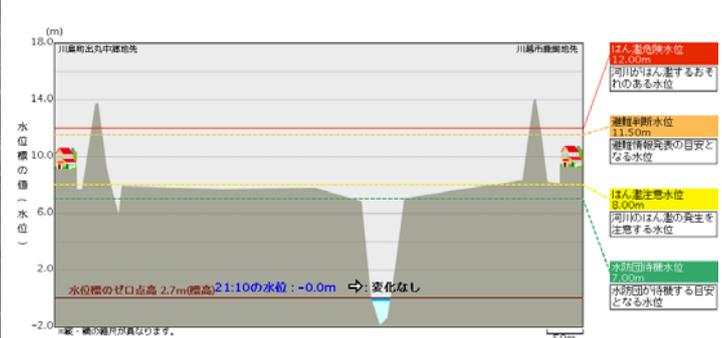


Google earthを改変

野本水位観測所

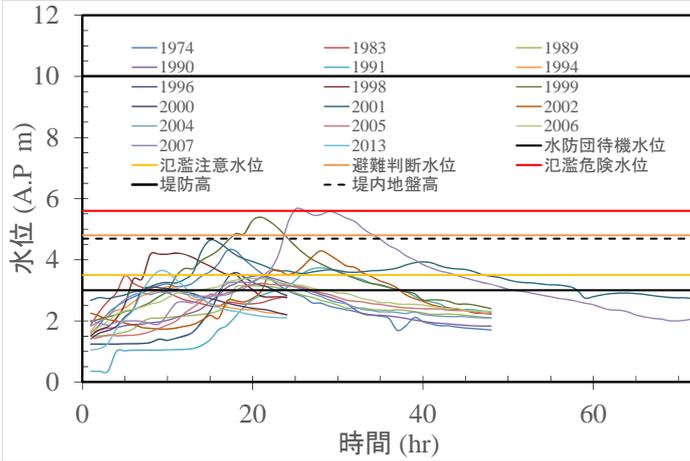


菅間水位観測所



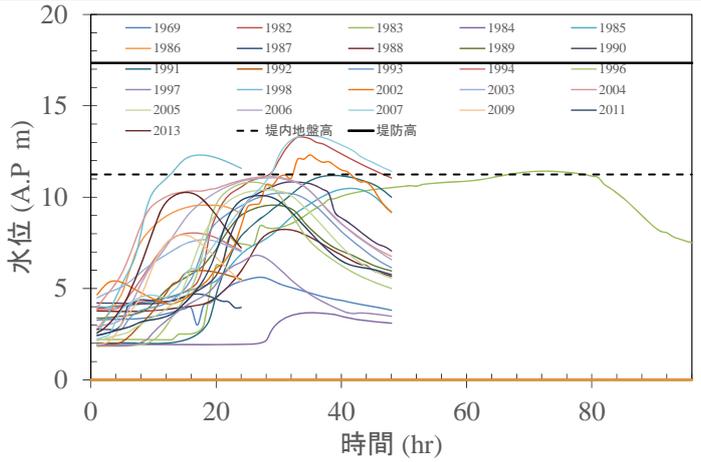
国土交通省HPを改変

6 水位から見た荒川西遷のインパクト (2)熊谷、太郎右衛門橋水位観測所



熊谷

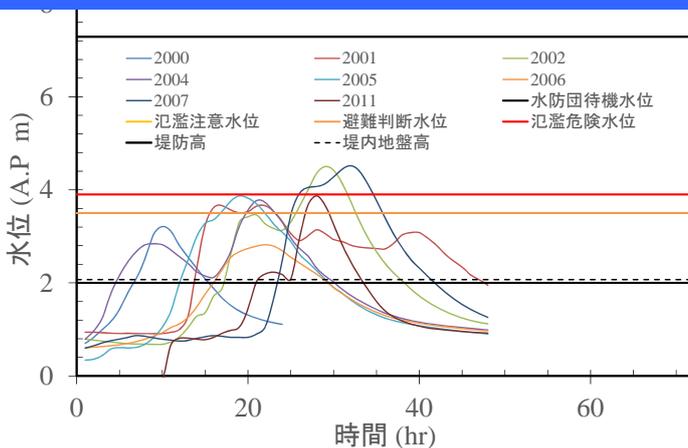
この地点の水位上昇速度は他の4地点に比べて遅い。



太郎右衛門橋

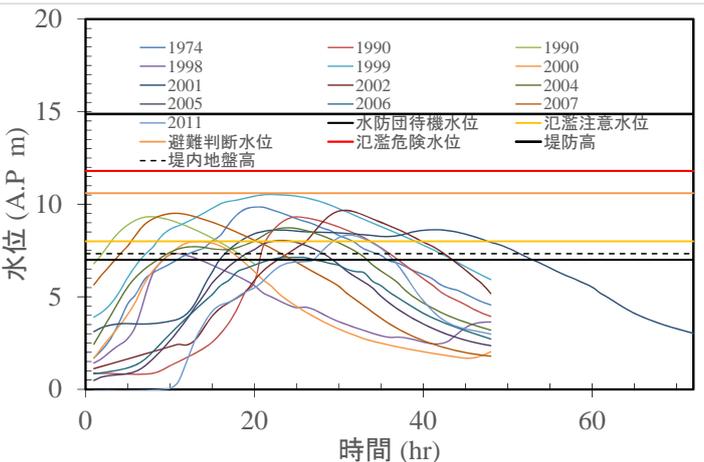
現時点では堤内地盤高まで乗り上げる洪水が少ない。低水路の低下があるため時間がかかっているが、旧河道ではもっと早く、高水敷(に相当する箇所)に乗り上げていたと考えられる。

6 水位から見た荒川西遷のインパクト (3)野本、菅間水位観測所



野本

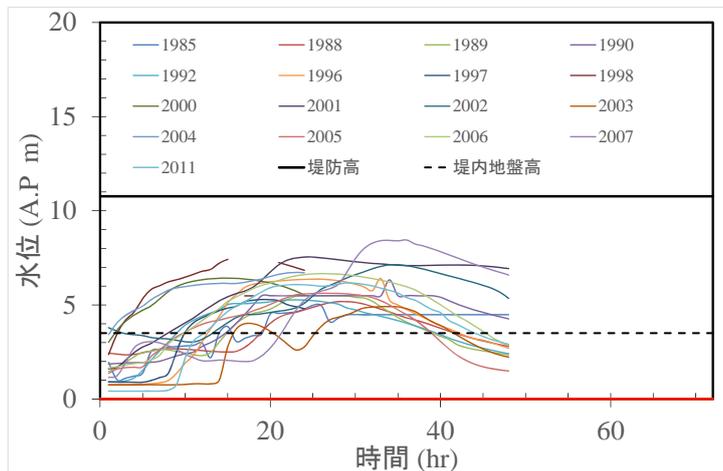
10時間で約3m程度の水位上昇
西遷前後:地盤より2-3m高い堤防があったとする(現状では氾濫危険水位程度に相当)と、この期間の洪水でも溢れていた可能性がある。
大囲堤時代に比べて約10-20時間程度の避難猶予時間の増加



菅間

地盤高以上で見ると約10時間で約2-3m程度の水位上昇
西遷前後:地盤より2-3m高い堤防があったとすると、この期間の洪水でも溢れていた可能性がある。
大囲堤時代に比べて約10-20時間程度の避難猶予時間の増加

6 水位から見た荒川西遷のインパクト (4)小見野水位観測所



小見野

20時間で5m程度の水位上昇

西遷前後:地盤より2-3m高い堤防があったとすると、この期間の洪水でも溢れていた可能性がある。

大囲堤時代に比べて10時間程度の避難猶予時間(ただし、昔は同じハイドロでも水位情報速度は遅いはず:川幅が広いため)。

ここがもっとも厳しい影響を受けたように見える。

河川名	基準観測所	期間	間の水位上昇にかかる時間			生起確率年	水位上昇速度 (m/hr)		
			最大	最小	平均		最小	最大	平均
入間川	菅間水位観測所(データ:34年分)	A	1.8	0.3	0.8	3.4	0.55	3.67	1.18
		B	6.6	1.0	3.1	※ ²	0.39	2.65	0.85
		C	8.8	1.3	4.1	※ ²	0.14	0.92	0.29
都幾川	野本水位観測所(データ:43年分)	A	6.8	0.9	1.6	4.3	0.22	1.69	0.92
		B		※ ¹		※ ²	-	-	-
		C	8.6	2.1	4.2	7.2	0.05	0.19	0.10

A: 水防団待機水位から氾濫注意水位までの時間帯, B: 水防団待機水位から避難判断水位までの時間帯

C: 水防団待機水位から氾濫危険水位までの時間帯, ※¹ 氾濫注意水位と避難判断水位が同一水位

※²: 観測期間中に当該水位に達していないことを示す

7 川島の氾濫特性の変化 (1)解析の目的

- ・西遷前後で荒川本川の流量は大きく変化
- ・西遷前に川島領の大囲堤の増強、西遷のほぼ同じ時期に吉見領の大囲堤が作られている
- ・下流部でも、江戸への洪水侵入を防ぐ目的で隅田堤、日本堤が構築されていた
- ・伊奈忠次、忠治親子も荒川中流域の洪水(大宮台地の西側からの洪水)が厳しくなることは予想していた
- ・大囲堤には堤防を絞って、水を滞留させて流す工夫がされていた(伊奈流)
- ・明治43年、大正2年の大洪水をきっかけに荒川上流部の改修がはじまったが、上流部改修の基本コンセプトには滞留させて流す精神は受け継がれている(横堤、川幅日本一)
- ・そういう意味で、荒川中流部は、徳川家康が1590年に江戸に入城して以来、400年以上続く治水事業の延長線上にあると考えられる
- ・川島町を中心として、氾濫特性(避難猶予時間、越水してから町が水没する時間、氾濫しやすい箇所)がどう変化したかを知ることは重要

・氾濫解析を行なう(ハイドロは支川に流量が多いH11型)

ケース1 現在

ケース2 西遷後 川島大囲堤(3m)と吉見大囲堤(3m)は存在: 元荒川に0%の流量
市野川は新川開削後(堤外地に新田開発)

ケース3 西遷後 川島大囲堤(3m)と吉見大囲堤(3m)は存在: 元荒川に0%の流量
市野川は西遷直後の河道

ケース4 西遷前 川島大囲堤(3m)は存在: 元荒川に50%の流量が流れていた場合

ケース5 西遷前 川島大囲堤(3m)は存在: 元荒川に100%の流量が流れていた場合

7 川島の氾濫特性の変化 (2)洪水・氾濫解析モデルの概要

平面二次元非線形長波方程式をベースに構築

【連続式】

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} = 0$$

【x方向運動方程式】

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q_x^2}{\eta+h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{Q_x Q_y}{\eta+h} \right) + g(\eta+h) \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\tau_{bx}}{\rho} = 0$$

t : 時間, η : 水位(m)

Q_x : x方向の線流量(m²/s)

h : 静水深(m), g : 重力加速度(m/s²)

ρ : 水の密度(kg/m³)

n : マニングの粗度係数 (m^{-1/3}s)

τ_{bx} : x方向の底面せん断力(N/m²)

【地盤高】

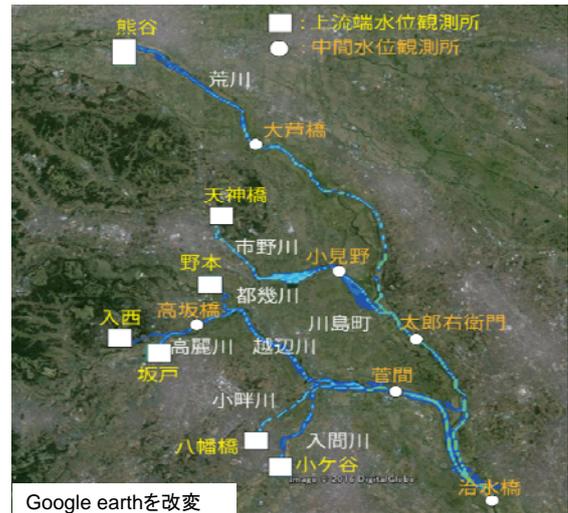
LPデータ(5mDEM)をグリッドサイズ(50×50m)に応じた平均処理で与えた

【堤防高】

定期横断測量結果より設定

【粗度係数】

河道内: 実洪水時の水位データから得られた粗度係数を低水路・高水敷で設定
河川外: 密集した住宅街がそれほどないことから, 一律0.05と仮定

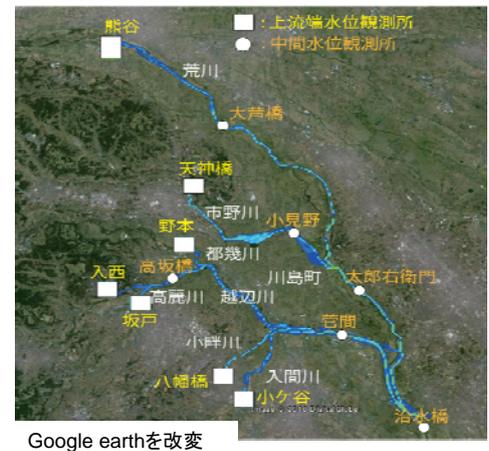
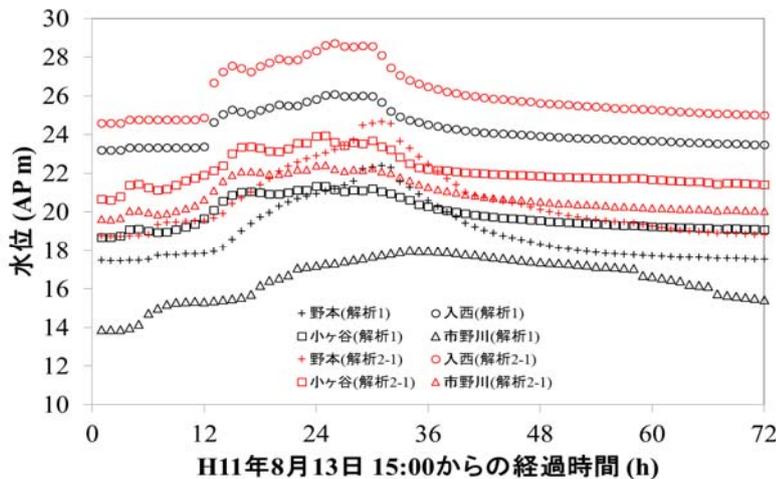


7 川島の氾濫特性の変化 (3)氾濫解析の初期条件と境界条件

構築したモデルを用いてモデル検証した上で西遷前後と現在の計算を実施

【解析1】: 本モデルの検証のため, 平成11年8月出水を対象(外水氾濫実績無し)

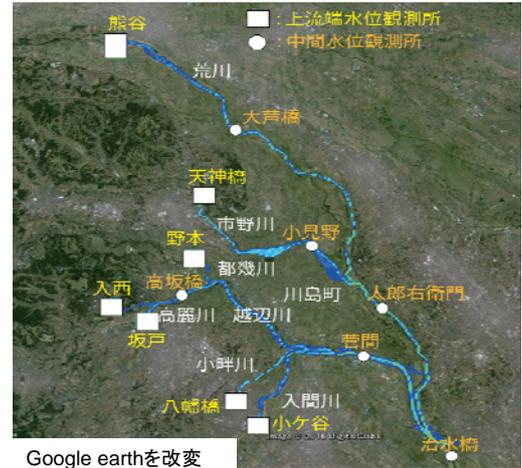
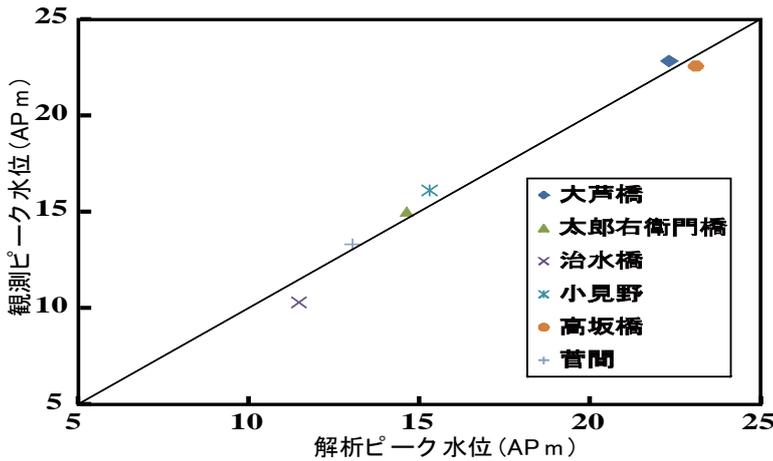
【解析2】: 町内への氾濫を検討するにあたり, 同出水を100年確率流量規模に引き伸ばした出水波形で計算を実施



※実際には, 荒川本川(熊谷), 入間川(小ヶ谷), 小畔川(八幡橋), 高麗川(坂戸), 越辺川(入西), 都幾川(野本), 市野川(天神橋)にて水位を境界条件として設定

7 川島の氾濫特性の変化 (4)洪水・氾濫解析モデルの検証

解析1)実績でも計算でも氾濫は起きず、川の中の水位は概ねあっている



境界条件として与えた観測所以外の6つの中間観測所で観測・解析ピーク水位を比較

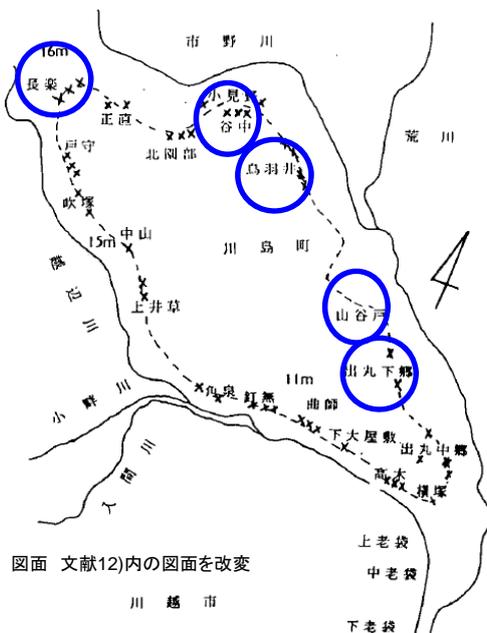
↓
解析水位は実測水位を概ね評価

本解析モデルは6河川で構成される複雑な河道網でも洪水流を概ね精度よく追跡可能



本解析モデルが河道内の水位を概ね表現できることを前提に堤防からの越流を想定した氾濫流解析(解析2)を実施

7 川島の氾濫特性の変化 (5)大囲堤の高さで氾濫箇所は変わるか



解析2)

西遷後、川島領で堤防を増強すると吉見領の氾濫が増えた。

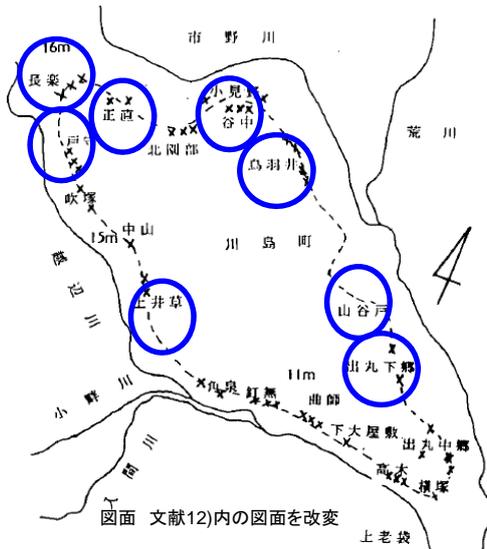
逆に、吉見領の堤防増強後に川島領の氾濫が増えたとの記述があったので、大囲堤の高さを変化させて、氾濫箇所が変わるかを調べた。

氾濫開始時刻は変わるが、氾濫地点は、同じハイドロの場合ほとんど変化しなかった。

そのため、吉見領と川島領の大囲堤が3mで等しい条件で、すべて計算を行なった

吉見領 大囲堤(m)	川島領 大囲堤(m)	越流位置						
		長楽	正直	北園部	谷中	鳥羽井	山谷戸	出丸下郷
0	2	○	×	×	○	○	×	○
	3	○	×	×	×	○	○	○
2	2	○	×	×	○	○	×	○
	3	○	×	×	×	○	○	○

7 川島の氾濫特性の変化 (6) 浸水開始、浸水速度

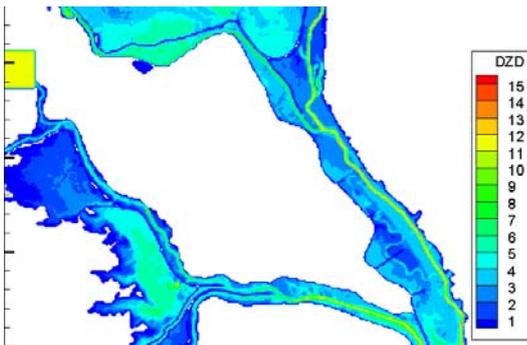


- ・旧荒川は大正3年の荒川河道条件という意味(低水路の幅、深さ、位置)
- ・西遷により、氾濫開始が9時間程度早くなっている(洪水時には50%程度はもともと流れていたと仮定するとほとんど変化無し)
- ・現在は堤防も高いため、氾濫開始は江戸時代から大正3年当時の河道条件よりも、35時間程度、氾濫開始が遅れている
- ・ただし、越水した場合には流速は速く、全域浸水は18時間程度と氾濫量が少ない割には速いが、江戸時代の複数箇所氾濫よりは時間がかかる(注:本研究では計算していないが、破堤したらもっと速い)
- ・堤防が高くなったため、最大浸水深が現況でもっとも高くなる可能性もあるが、H11型の出水では、氾濫ボリュームが抑えられるため、1-2m低い
- ・人家があるところは、自然堤防と屋敷内部の盛土により、2-3m高いので、水塚部では1m程度の浸水

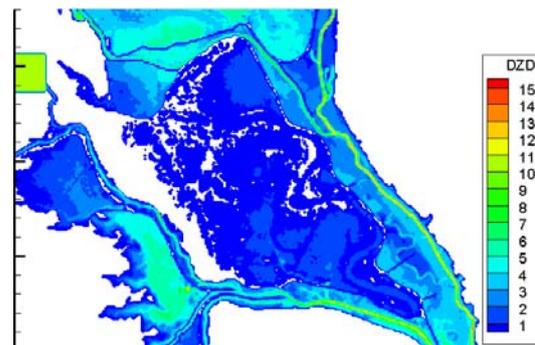
堤防	河道	荒川の流量 (%)	川島町内部への越流開始時間(h)	川島町全域浸水時間(h)	浸水開始から全域浸水まで(h)	最大浸水深(m)
現況	現況	100	41	59	18	3~4
川島大囲堤3m+ 吉見領囲堤3m	旧荒川	100	6.25	17.5	11.25	5~6
	旧荒川+旧市野川	100	6	18	12	5~6
川島大囲堤3m	旧荒川	50	6.5	20.5	14	4~5
		0	14.25	33	18.75	3~4

7 川島の氾濫特性の変化 (7) 現況堤防条件 ケース1

洪水はH11を1/100に引き伸ばした洪水波形



本計算41時間後

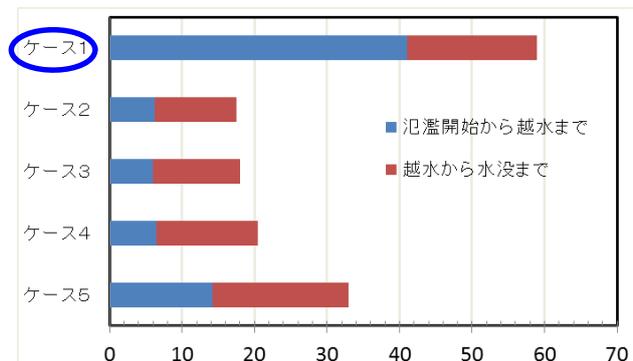


本計算59時間後

市野川右岸から越水後、約3時間後に、長楽堤の正直あたりから越水
他のケースに比べて、浸水は早い。ただし、越辺川左岸の自然堤防でやや高い箇所は浸水を免れている

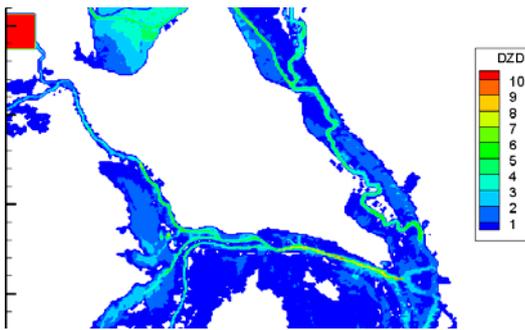
ケース1 現在

- ケース2 西遷後 川島大囲堤(3m)と吉見大囲堤(3m)は存在: 元荒川に0%の流量(市野川は新川開削後)
- ケース3 西遷後 川島大囲堤(3m)と吉見大囲堤(3m)は存在: 元荒川に0%の流量(市野川は西遷直後の河道)
- ケース4 西遷前 川島囲堤(3m)は存在: 元荒川に50%の流量が流れていた場合
- ケース5 西遷前 川島囲堤(3m)は存在: 元荒川に100%の流量が流れていた場合

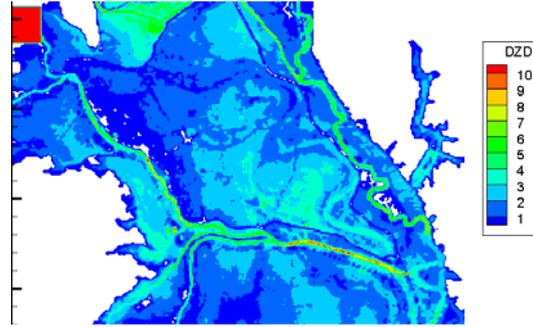


7 川島の氾濫特性の変化 (8)川島領大岡堤3m+吉見領大岡堤3m (旧荒川+付け替え後の市野川) ケース2

洪水はH11を1/100に引き伸ばした洪水波形



本計算6.25時間後



本計算17.5時間後

長楽堤の谷中あたりから越水。その後、鳥羽井、出丸下郷からも越水。
非常に複雑な氾濫形態 ※動画

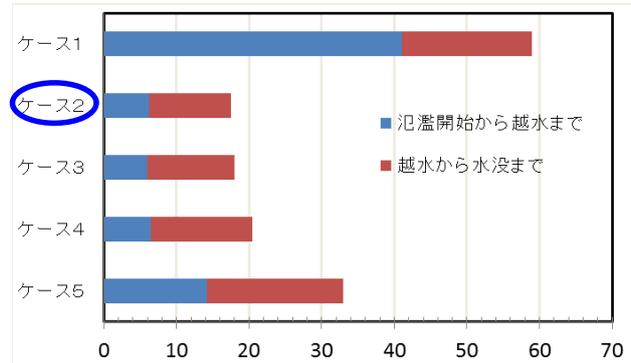
ケース1 現在

ケース2 西遷後 川島大岡堤(3m)と吉見大岡堤(3m)は存在: 元荒川に0%の流量(市野川は新川開削後)

ケース3 西遷後 川島大岡堤(3m)と吉見大岡堤(3m)は存在: 元荒川に0%の流量(市野川は西遷直後の河道)

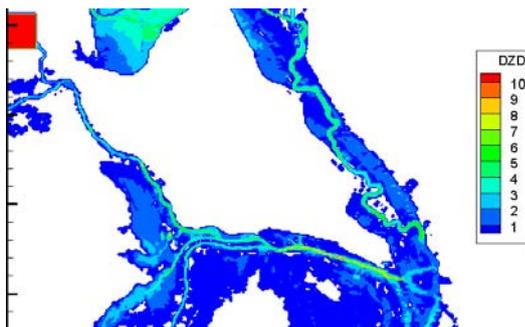
ケース4 西遷前 川島岡堤(3m)は存在: 元荒川に50%の流量が流れていた場合

ケース5 西遷前 川島岡堤(3m)は存在: 元荒川に100%の流量が流れていた場合

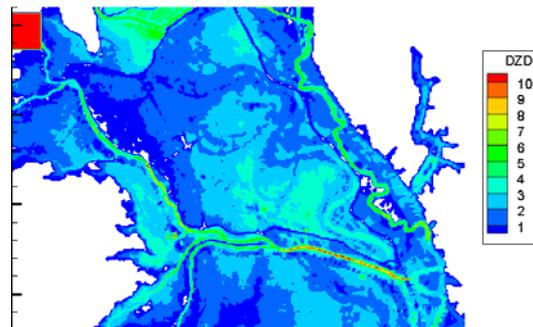


7 川島の氾濫特性の変化 (9)川島領大岡堤3m+吉見領大岡堤3m (旧荒川+旧市野川) ケース3

洪水はH11を1/100に引き伸ばした洪水波形



本計算6時間後



本計算18時間後

市野川の付け替えは氾濫箇所の変化をもたらすほどではなかった。氾濫開始は、0.25時間ほど遅い。付け替えは悪さはしていない(鳥羽井沼が形成された時期は付け替え後だが因果関係は薄そうである)。長楽堤の谷中あたりから越水。その後、鳥羽井、出丸下郷からも越水。非常に複雑な氾濫形態

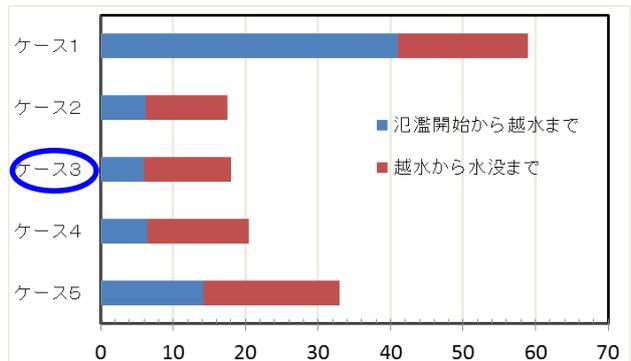
ケース1 現在

ケース2 西遷後 川島大岡堤(3m)と吉見大岡堤(3m)は存在: 元荒川に0%の流量(市野川は新川開削後)

ケース3 西遷後 川島大岡堤(3m)と吉見大岡堤(3m)は存在: 元荒川に0%の流量(市野川は西遷直後の河道)

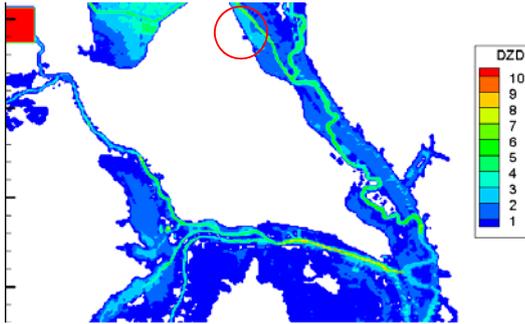
ケース4 西遷前 川島岡堤(3m)は存在: 元荒川に50%の流量が流れていた場合

ケース5 西遷前 川島岡堤(3m)は存在: 元荒川に100%の流量が流れていた場合

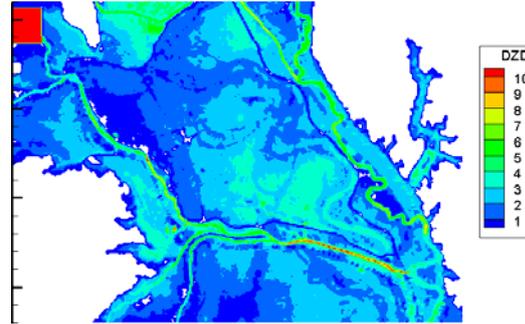


7 川島の氾濫特性の変化 (10)川島領大岡堤3m (熊谷地点 旧荒川流量50%、元荒川50%) ケース4

洪水はH11を1/100に引き伸ばした洪水波形



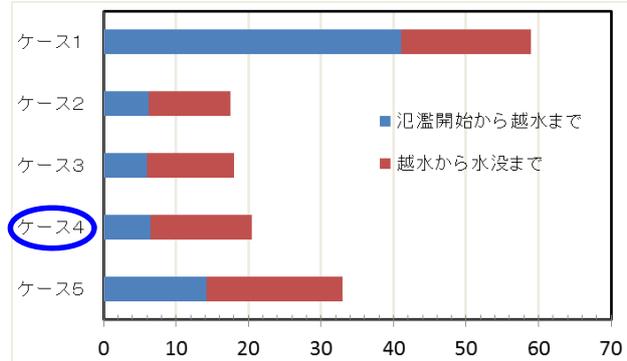
本計算6.5時間後



本計算20.5時間後

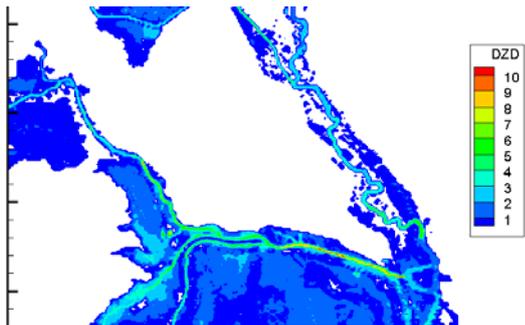
まず、鳥羽井から越水。その後、長楽堤の谷中、荒川本川側の出丸下郷、都幾川と越辺川合流後の長楽からも越水。非常に複雑な氾濫形態 ※動画

- ケース1 現在
- ケース2 西遷後 川島大岡堤(3m)と吉見大岡堤(3m)は存在: 元荒川に0%の流量(市野川は新川開削後)
- ケース3 西遷後 川島大岡堤(3m)と吉見大岡堤(3m)は存在: 元荒川に0%の流量(市野川は西遷直後の河道)
- ケース4 西遷前 川島岡堤(3m)は存在: 元荒川に50%の流量が流れていた場合
- ケース5 西遷前 川島岡堤(3m)は存在: 元荒川に100%の流量が流れていた場合

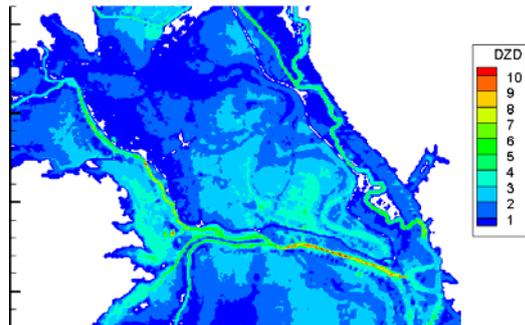


7 川島の氾濫特性の変化 (11)川島領大岡堤3m (熊谷地点 旧荒川流量0%、元荒川100%) ケース5

洪水はH11を1/100に引き伸ばした洪水波形



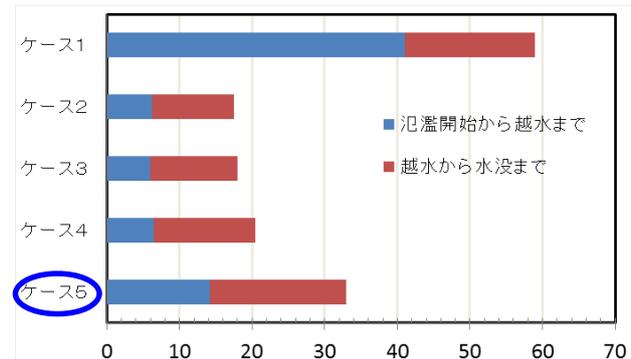
本計算14.25時間後



本計算33時間後

都幾川と越辺川合流後の長楽から越水。氾濫水の速度は遅く、全域浸水には時間がかかる。 ※動画

- ケース1 現在
- ケース2 西遷後 川島大岡堤(3m)と吉見大岡堤(3m)は存在: 元荒川に0%の流量(市野川は新川開削後)
- ケース3 西遷後 川島大岡堤(3m)と吉見大岡堤(3m)は存在: 元荒川に0%の流量(市野川は西遷直後の河道)
- ケース4 西遷前 川島岡堤(3m)は存在: 元荒川に50%の流量が流れていた場合
- ケース5 西遷前 川島岡堤(3m)は存在: 元荒川に100%の流量が流れていた場合



8 洪水氾濫解析に基づく避難支援バスの最適運行経路の検討 (1) 研究目的



荒川本川・支川に囲まれた立地

↓
ハザードマップより浸水深が5mを越える地域も存在

↓
自動車などの交通手段を持たない避難者の避難支援が重要(公助)

↑
町が運営するコミュニティーバスを避難支援ツールとして活用

洪水災害が、いつどこで起こるか分からない状況で避難支援バスを効果的に活用するためには、**どのような運行経路を、どのタイミングで運行するか**が課題

その運行経路やタイミングは、越流地点によって異なることが予想されるため、越流地点と**その後の町内での氾濫過程に応じた経路を事前に把握しておくことが重要**

八木澤、大窪、田中、赤崎(投稿中)

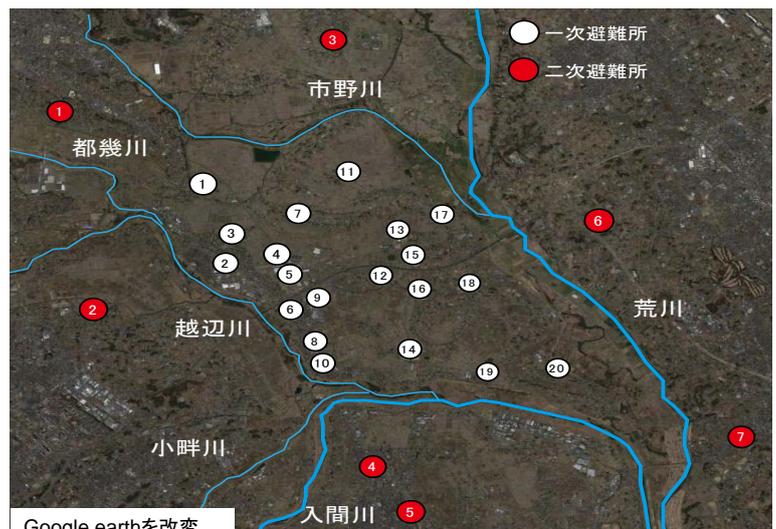
8 洪水氾濫解析に基づく避難支援バスの最適運行経路の検討 (2) 解析方法

【避難所の設定】

- バスを利用する避難者が集まる一次避難所→20地点
- 巡回後に避難者を町外に運ぶ二次避難所→7地点

【解析の条件】

- 全ての一次避難所に一度ずつ立ち寄り、最短時間で出発地点に戻る最適運行経路を算出



【一次避難所間の移動時間の設定】

- Google Mapのルート検索機能を用いて、平日の午前7:30前後の所要時間を設定(最も道路が混雑している時間帯)

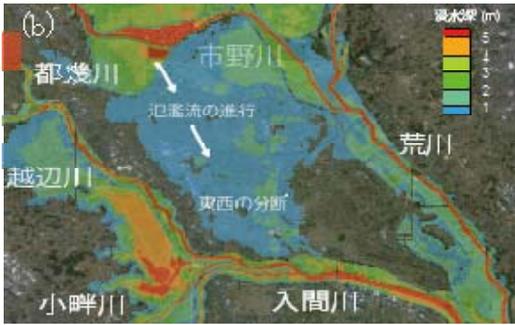
【本解析で考慮していない点】

- (1) 氾濫時に予想される交通渋滞による移動速度の低下
- (2) 利用者の増減で変化することが予想される一次避難所での停車時間(本検討では各一次避難所での停車時間は2分と固定)

八木澤、大窪、田中、赤崎(投稿中)

8 洪水氾濫解析に基づく避難支援バスの最適運行経路の検討

(3) 氾濫形態と一次避難所が浸水するまでの時間



Google earthを改変

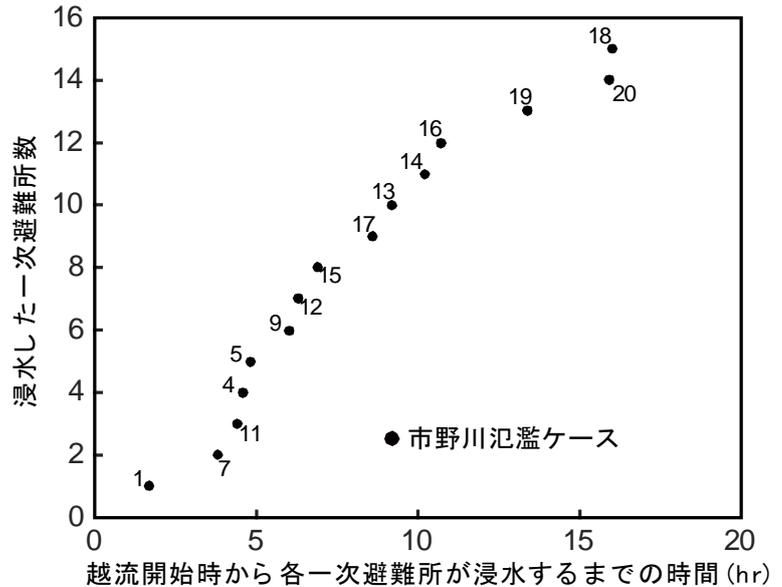
越流開始から12時間後の浸水深分布

市野川氾濫ケース

右岸5.4km地点から越流が開始
川島町の北部から氾濫流の
進行が始まる

12時間後には町の南部に到達

氾濫流が町内を東西方向に分断
バスの運行経路を早い段階で分断してし
まう危険な
氾濫形態



一次避難所が浸水するまでの時間と
浸水した避難所数との関係

八木澤、大窪、田中、赤崎(投稿中)

8 洪水氾濫解析に基づく避難支援バスの最適運行経路の検討

(4) 避難支援バスの最適運行経路:市野川氾濫ケース

越流開始前に巡回する一次避難所の数と巡
回所要時間との関係

総運行時間：一回の巡回に必要な時間
であることから、避難支援バスを運行
するために最低限確保しなければなら
ない時間の目安

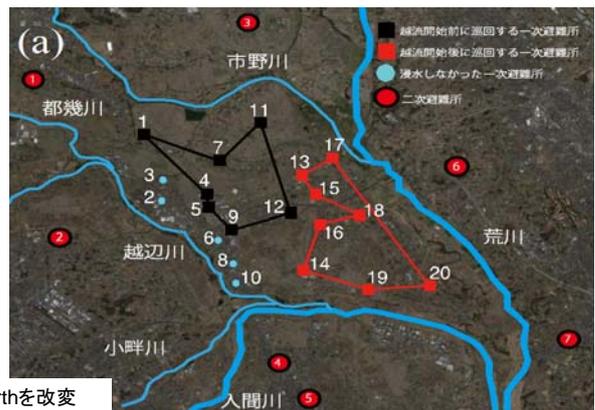
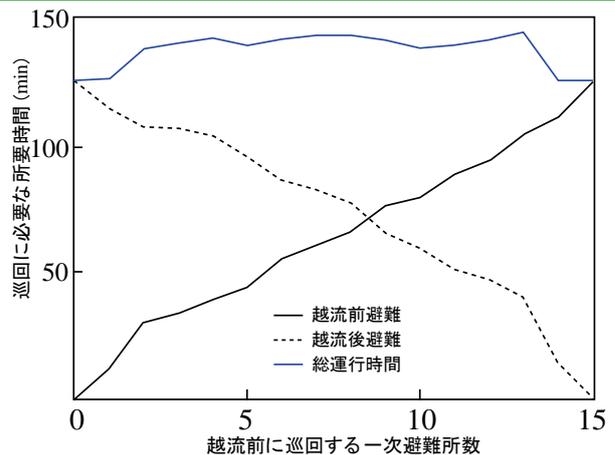
両氾濫ケースで 越流前：7箇所 越流後：8箇所 巡回
した場合の最適運行経路

【市野川氾濫ケース】

- 町西部の一次避難所を越流前に
町東部を越流後に巡回するのが最適

越流地点やその後の氾濫形態の相違に
応じて、どの地域を優先的・重点的に運行
すべきかを今後、検討する予定

八木澤、大窪、田中、赤崎(投稿中) Google earthを改変



9 洪水氾濫と住民避難 (1) 氾濫特性の変化

・過去の計算には、大正3年の河道を用いている。市野川合流点付近には、追加された吉見領の堤外側の囲堤や、背割堤はない。

そのため、H11年の1/100引きのばしハイドロで、大囲堤時代の氾濫を再現したところ、合流点付近の鳥羽井沼ができた箇所付近の河道内水位が上昇し、同地点から氾濫が生じた。既往決壊箇所である出丸下郷からも氾濫が生じた。既往洪水の資料をみると複数箇所からの氾濫が多い。破堤地点、複数箇所の氾濫という点で、当時の氾濫状況のメカニズムが概ね再現できている。

・今回のハイドロでは再現できなかったが、過去の氾濫箇所をみると荒川に合流する前の入間川の出丸地区も多い。出丸地区は氾濫が近傍で生じなくても、必ず氾濫水が集まってくる場所になり、また氾濫水深も大きくなる。川島内部でもこの地域に特に水塚が多い理由でもある。

・現況河道では、鳥羽井からの氾濫は生じなかった。同ハイドロで、現況河道で計算を行なった場合は、市野側の5.8km付近で氾濫が生じ、現存する長楽堤付近に一度(3時間程度)貯留された後、溢れた。氾濫ボリュームが多くはないため、越辺川左岸の自然堤防地帯が水没しなかった。しかし、ハイドロのパターンによっては水没する恐れもあり警戒は必要である。

9 洪水氾濫と住民避難 (2) 避難特性1

早期避難する場合、

- ・ハザードマップに示されるように、川島町の外側に水平避難(立ち退き避難)が可能
- ただし、
- ・東松山方面： 相対的に溢れやすい市野川や都幾川の上流部にある。
- ・坂戸方面： 越辺川右岸の川沿いは地形的には内水氾濫などで浸水しやすい。
- ・川越方面： 入間川右岸も地形的には内水氾濫などで浸水しやすい。
- ・上尾、桶川方面： 一部の低い箇所(江川流域など)を除けば、台地であり浸水しづらい。

垂直避難

- ・現状では堤防が高いので、川沿いは家屋倒壊危険ゾーンになる。そのため、その地域は早期の水平避難が望ましい。
- ・氾濫のタイミングによるが、市野川氾濫の場合には、氾濫水が長楽堤で一次貯留されるなど、以前より氾濫ボリュームが抑えられている場合(氾濫が1箇所、決壊には至らない)には、自然堤防の水塚が垂直避難の避難所として機能する可能性はある。舟を維持している家はあるものの、舟による水平避難機能は以前よりは衰えていると考えられるため、機能復活も必要である。
- ・本解析では示さなかったが、浸透破壊などで早期に荒川側が決壊した場合には、氾濫水深はより深くなり、垂直避難が難しい場所も増えると想定される。

9 洪水氾濫と住民避難 (3)避難特性2

・多くの場合、堤防が決壊すると決壊しなかった箇所は、古来より**緊急避難場(命山)**のような形で住民が避難している写真が多い。

・3.11の津波災害を踏まえ、名取市では、千年希望の丘を造成、**レベル1対応の防潮堤の背後に、レベル2津波対応の命山を造成**している。

・日和山の悲劇は、**十分な高さ**と**強度の命山が必要**であることを示唆している。**堤防を高規格にするか、堤防より高い孤立した高台を作るか**



相野釜地区の千年希望の丘

昭和22年9月 埼玉県水害史付録写真帳



昭和22年9月洪水 利根川堤防(文献11)



宮城県広浦近くにある日和山(津波が頂上でも2.1mあり、この上に逃げた方は流された)。もともと、天気・海の荒れ方などを見るための山。

9 洪水氾濫と住民避難 (3)自助・共助・公助

西遷前

- ・吉見領の**畑囲堤**などは、自助・共助的なハード
- ・川島領に西遷前にもあったとされる**囲堤**は、自助・共助的+やや公助的なハード

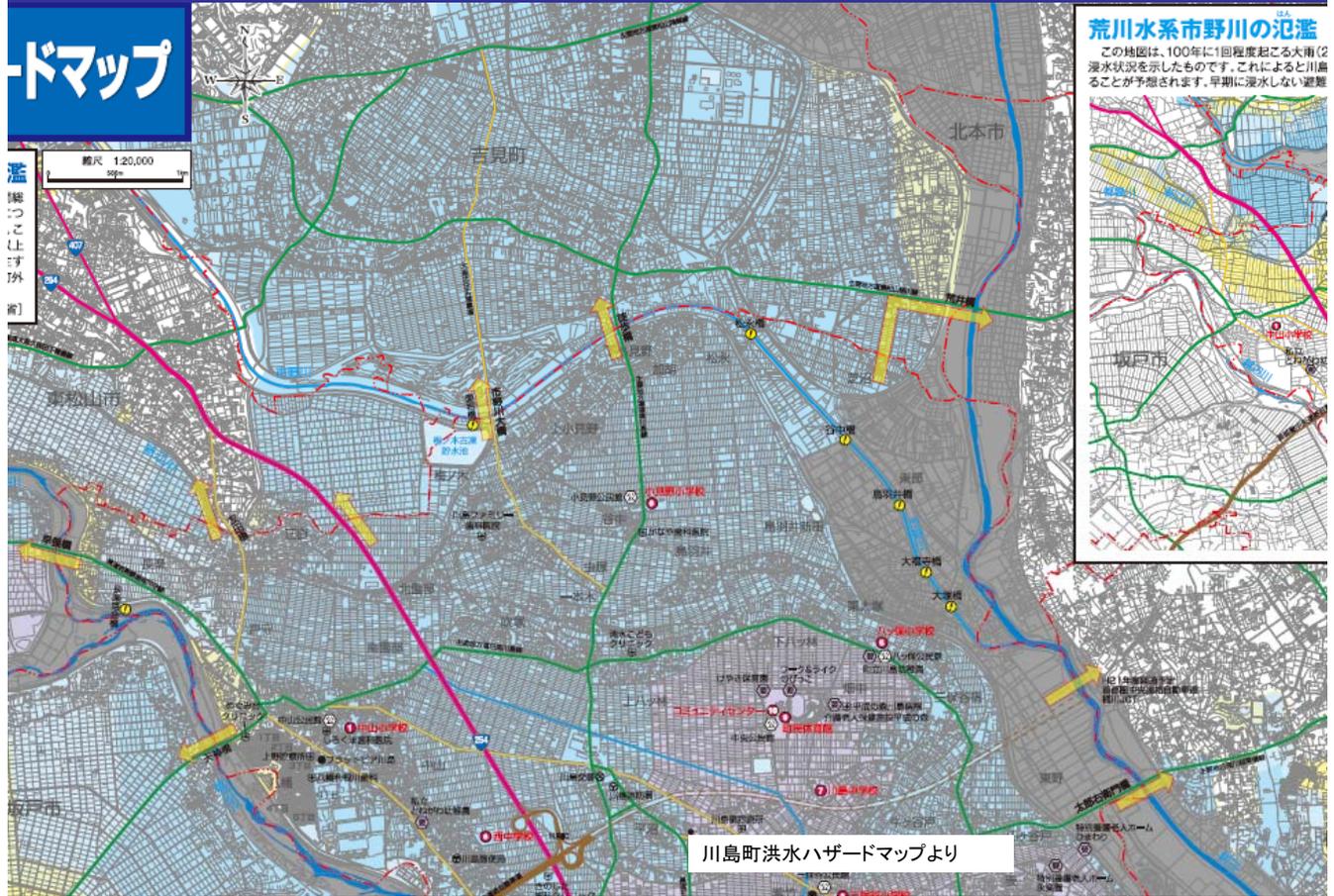
西遷後

- ・吉見領、川島領の**大囲堤**は伊奈流の治水の考え方で強化された**公助としてのハード施設**
- ・しかし、流量と堤防高の関係から、氾濫が頻繁に生じ、また複数箇所からの複雑な氾濫形態だったため、**自己防衛機能(自助・共助)としての水塚が自然堤防帯の上に発達**。水塚の高さと大囲堤の高さには絶妙なバランス。
- ・当時の橋は沈水橋なので、**対岸への脱出という選択肢は少なかった**と考えられる。
- ・明治40年、明治43年の洪水では町内の**鎮守の森へ避難**(文献11)

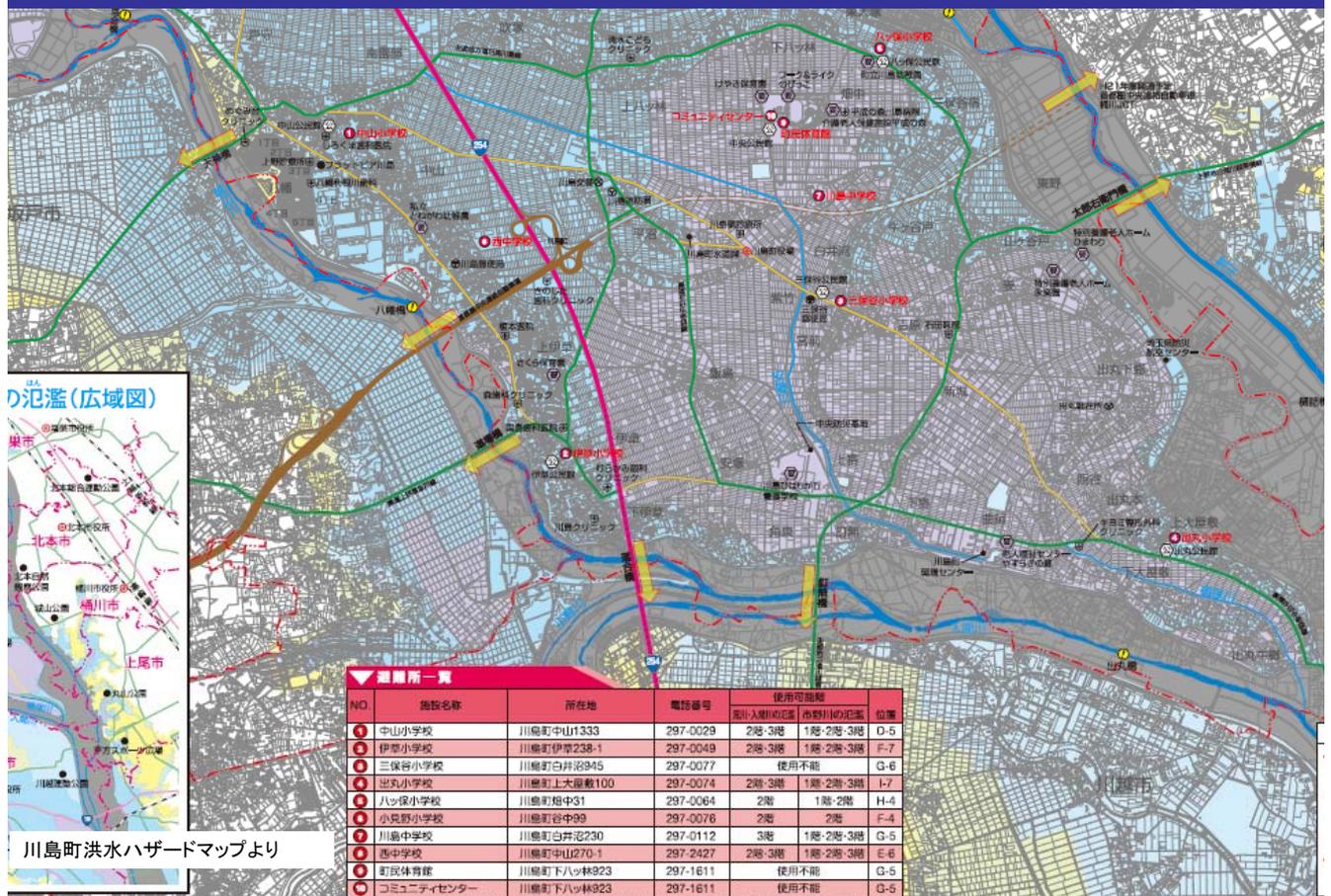
近代改修

- ・**氾濫頻度は大幅に減少**
- ・新しい水塚が構築されていないなど、**自助・共助の意識が低下し、公助の役割が増大**
- ・万が一の越水の場合にも、氾濫ボリュームを抑えるなどの効果はありそうである。
- ・ただし、**越水した場合にも堤防ができるだけ破堤しづらいような工夫**(天端舗装、法尻の強化)など、国交省の施策推進が望まれる
- ・長楽堤は川島領時代の名残で現在は**貴重な二線堤機能**を有している。ここも**決壊しづらい構造にしておくことが望ましい**。
- ・一方、自動車やバスなどの交通機関も発達し、橋梁の高さも高くなった。**早期避難であれば、水平避難という選択肢は増えた**(人口的にも可能)

9 洪水氾濫と住民避難 (4)川島町の洪水ハザードマップ(1)



9 洪水氾濫と住民避難 (5)川島町の洪水ハザードマップ(2)



9 洪水氾濫と住民避難(6)自助・共助・公助(続き)

近代改修後(続き)

- ・堤防が高いため、浸透破壊などが早期に生じ想定よりも氾濫ボリュームが増えた場合には、垂直避難が危険な地域も存在する可能性がある。
- ・決壊した場合の家屋倒壊危険ゾーンは、堤防が低い時代よりも増大している
- ・浸透破壊は想定が難しいが、どこが決壊しても、いづれ出丸地区に集まってくる。また出丸地区自体も入間川決壊の危険性をはらんだ地域である。

・越辺川左岸地域は、氾濫パターンや氾濫規模によっては浸水しない可能性もあるが、洪水流が流れやすい安藤川流域よりは安全な可能性もある。

以上、複雑な状況を考えると、

- ・タイムラインなどを踏まえた早期避難
- ・家屋倒壊危険ゾーン以外:いざというときの垂直避難
- ・河川堤防、長楽堤の粘り強さ強化



文献5)より

・命山(堤防沿いを高規格化するか、自然堤防上に)が、出丸地区とか越辺左岸地域(伊草、中山地区)あたりにあると危機管理上もよいのではないか

※防災に限界→減災(ソフト対策とハード対策)→ソフト的減災対策にも限界があるので、ハード的減災対策とのベストミックスが必要

参考文献、謝辞

参考文献

- 1)荒川 自然:荒川総合調査報告書1、埼玉県、1987.
- 2)古地図を楽しむ、埼玉県立文書館編、埼玉新聞社、
- 3)大塚一男、近世における荒川中流域の水害と治水 一吉見領と川島領を中心にー、埼玉県教育委員会長期研修報告、1985.
- 4)小野文雄、埼玉県の歴史、山川出版社、1970.
- 5)川島町史、地誌編、2004.
- 6)本間清利、関東郡代、
- 7)日本の川と河川技術を知る ー利根川ー、土木学会水工学委員会
- 8)荒川 その水と心、朝日新聞浦和支局編、朝日ソノラマ
- 9)彩の川研究会、埼玉県内に残る旧堤の調査研究、平成12年度河川整備基金助成事業報告書、2001.
- 10)彩の川研究会、埼玉県内に残る旧堤の調査研究報告書、2002.
- 11)彩の川研究会、水防拠点としての「鎮守の森」「水塚」の保全に関する調査研究、平成21年度河川整備基金助成事業報告書、2010.
- 12)田中修三、Landsat の捉えた埼玉県川島町の地理的特徴への水理学的考察、日本リモートセンシング学会誌、1992、12.2: 157-167.
- 13)青木秀史; 畔柳昭雄、荒川流域における水屋・水塚を備えた屋敷の立地状況とその空間変容に関する研究、日本建築学会計画系論文集、2015、80.710: 851-861.

謝辞: 国土交通省荒川上流河川事務所より水文関係、堤防横断図などの資料を提供していただいた。彩の川研究会の山口文平事務局長、石島威氏に旧堤防の資料を提供していただいた。上げ舟は出丸地区・吉田家の方に見せていただいた。旧河道のもとでの氾濫計算は埼玉大学大学院修士2年生の赤崎佑太氏、流出解析は修士1年生の深谷英史氏にご協力いただいた。バス避難の検討に関しては、「国土交通省研究開発助成: 高度数値解析による河川氾濫詳細被害情報を活用した災害時のコミュニティバス活用方策の研究開発(H26-28: 代表: 小嶋文准教授)のもとで、埼玉大学大学院理工学研究科八木澤順治准教授、大窪和明助教との共同研究成果の一部である。記して謝意を表します。