

埼玉平野における自然堤防の地域特性と氾濫水に対する治水効果の検討

Characteristics and effects on control of inundation waters of natural levees in Saitama plains

土木工学専攻 15号 齊藤 滋

Shigeru SAITO

1. はじめに

自然堤防は既往の河川氾濫により沖積地に発達した微高地である¹⁾。局所的に標高が高いため自然堤防上は氾濫水の被害が小さく、人々は自然堤防を住居の基盤とし、線的に発達した自然堤防を利用して道路や鉄道を築いてきた。しかし、現在では住居が自然堤防上に留まらず周囲の後背湿地にも展開されており、大出水による破堤氾濫に備え、自然地形を活用した堤内地における氾濫被害の軽減を議論する必要があるが、現在まで自然堤防の治水的な機能を研究した例は少なく、氾濫水に対する自然堤防の治水効果は定量的に明らかにされていない。本研究では自然堤防が氾濫水の挙動に影響を与え、面的な治水計画の有効な手段となり得ると考え、荒川氾濫域における氾濫水の挙動に対する自然堤防などの微地形や、それを基に形成された道路盛土、鉄道盛土の治水効果を明らかにし、流域全体の治水計画に対する自然堤防の活用方法の考え方を提案することを目的としている。

2. 検討対象地域と検討方法

本研究では堤内地の微地形の識別を行うにあたり、地形分類図の中でも広範囲にわたって作成されているとともに、自然堤防の位置が明瞭に掲載されている治水地形分類図²⁾を用いた。埼玉平野において自然堤防は熊谷市、加須市、越谷市付近に多く発達している。これら3つの地域を対象に航空写真の判読や実地調査を行い、自然堤防の状態や土地利用を調査するとともに、地域別に見た自然堤防の特性の定量的な検討を行うためレーザープロファイラ(LP)データを併せて用いた。また、現在の土地利用と自然堤防の関係性を調べるため、土地利用動向調査による土地利用の分布を参考にした。

一方、1/100 確率洪水で荒川の左岸が破堤した場合を想定した氾濫計算結果を用い、自然堤防の氾濫水に対する治水効果を検討した。図-1は埼玉平野全体の想

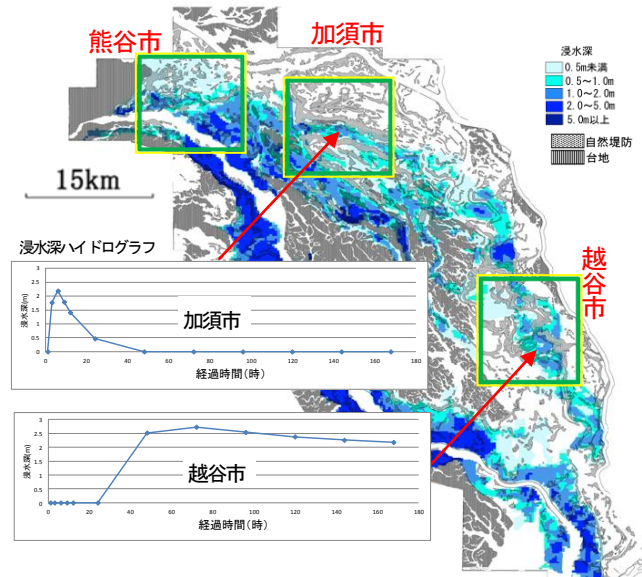


図-1 荒川の1/100 確率規模洪水における浸水想定区域

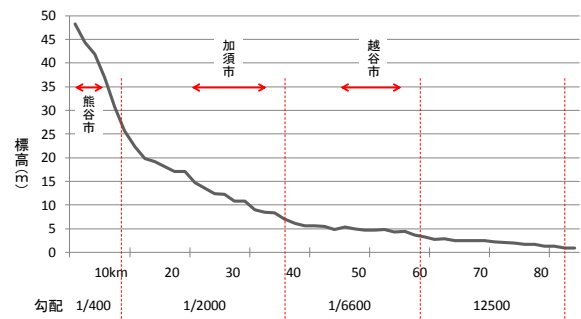


図-2 埼玉平野内の勾配

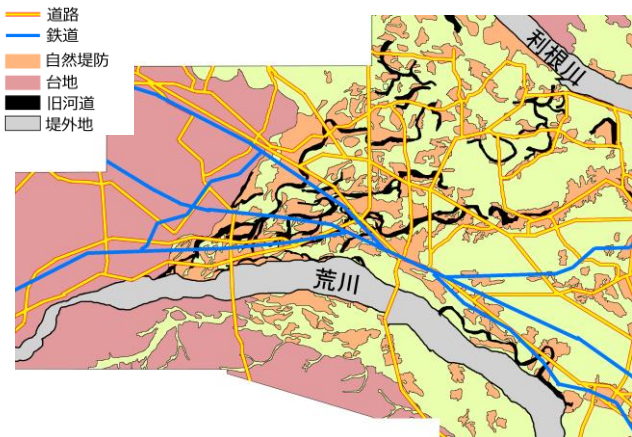


図-3 熊谷市周辺の地形と交通網

定浸水深を示す。氾濫域は荒川河道沿いだけでなく、加須市や越谷市付近に及んでいる。グラフは2つの地域の浸水深のハイドログラフである。二つの地域では浸水深の時間変化が大きく異なる。加須市周辺では一時的で急激な浸水深の増加への対策が重要であり、越谷市周辺では長時間継続する浸水への対策が重要であることが分かる。

3. 熊谷市における自然堤防の治水機能

熊谷市は荒川扇状地上に位置しており、図-2に示すように埼玉平野内で大きな勾配を持つ地域である。扇状地の内部は河道の変遷が激しく、面積や高さの大きな自然堤防が発達できない。そのため、熊谷市周辺には比高差が0.5mから1m程度の面積の小さい不連続な自然堤防が点在している。図-3は熊谷市周辺の地形と交通網を示している。道路や鉄道は一般的に自然堤防の上に設けられるため、点在する自然堤防は道路や鉄道などで繋がっており、網状を成している様子が分かる。

図-4は破堤から1時間後の浸水深のコンター図と交通網の位置を重ね合わせたものである。氾濫水が自然堤防によって止められている様子が見て取れる。この地域の自然堤防の比高差は小さいことから氾濫水に対する治水効果は小さいと考えられたが、自然堤防を繋ぐ道路や鉄道の盛土と一体的に氾濫水の拡大を抑制することが分かった。扇状地では水深の小さい氾濫水が短時間で拡大するため、自然堤防を繋ぐ程度の線盛土を用いた二線堤は氾濫水の抑制に有効であるといえる。

4. 越谷市における自然堤防の治水機能

図-5は越谷市周辺における破堤4日後と破堤7日後の浸水深を示す。この地域では江戸時代まで荒川の流路であった元荒川や、利根川の流路であった古利根川および中川が合流しており、これらの河川の合流点で浸水深が大きくなっている。これは流下した氾濫水が、中川の堤防や、古利根川と元荒川沿いに発達した自然堤防により流下しづらいためである。

しかし、越谷市は現在も人口が増加し住宅地開発が進められている。図-6は1984年から現在までの住宅地の変化を示す³⁾。1984年の時点でも台地や自然堤防上でない地域に住宅が建てられており、近年さらに低地に住宅が増加している。一般に大洪水によって浸水

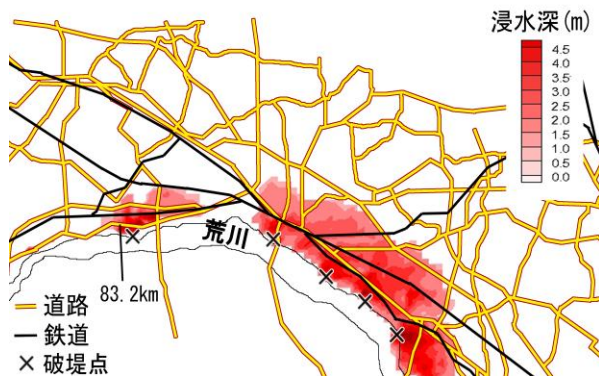


図-4 破堤1時間後の浸水深と交通網

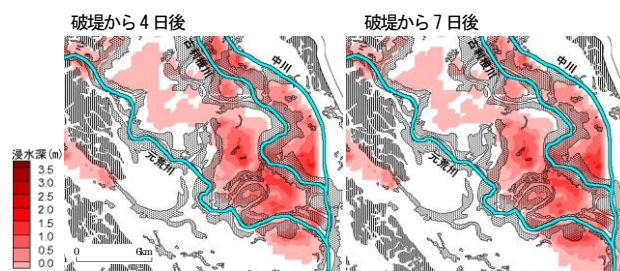


図-5 越谷市周辺の浸水深の時間変化

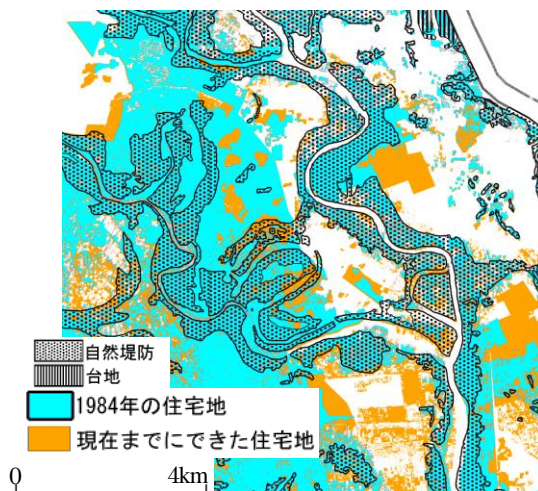


図-6 越谷市周辺の住宅地の変化

しやすい地域は水田として利用されており氾濫被害は小さいが、越谷市の場合は住宅地や商業施設の割合が大きく浸水時間も長いため被害が大きいと考えられる。そのため、越谷市周辺の浸水しやすい地域では現在の水田の保全など、氾濫水の挙動に適応した土地利用の検討が重要である。

5. 加須市における自然堤防の治水機能

図-7は加須市周辺の微地形と土地利用の分布を示す³⁾。住宅地や畑は主に自然堤防上に位置しているが、加須駅周辺では黄色の破線で示された地域のように、住宅地が自然堤防以外の地域にも拡大していることが

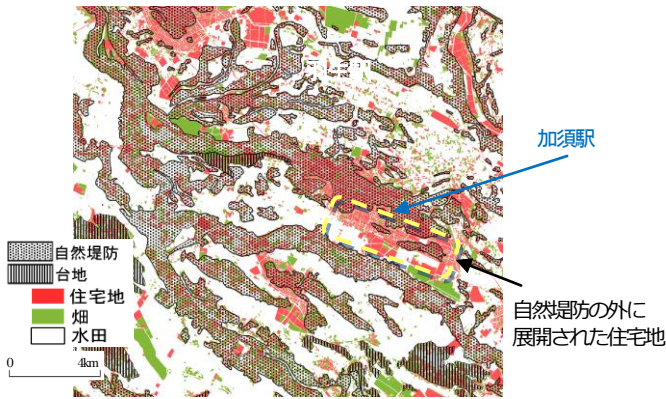


図-7 加須市周辺の土地利用

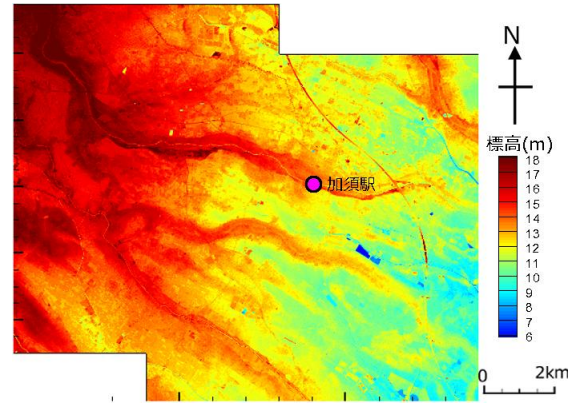


図-8 加須市周辺の標高コンター

分かる。荒川氾濫域内で加須市周辺には比較的大きな自然堤防が発達しているが、図-8の標高コンターに示すように北西から南西にかけて1/2000ほどの勾配があるため、自然堤防の形状や、自然堤防がどの程度の高さを持っているか等が不明瞭である。そこで本研究では元の標高(図-8)から東西南北3kmの平均値を地盤高とし(図-9)、元の標高の数値と同地点の地盤高の数値の差をとり、勾配を有する地盤高を取り除いた比高差によって自然堤防を表現した。図-10は比高差が0.5mより大きい地点を橙色で、国土地理院の治水地形分類図による自然堤防の形状を緑線でそれぞれ示している。両者の比較より、大きな面積を持つ自然堤防に関しては両者がよく一致することや、小さな面積を持つ自然堤防は表現されておらず、氾濫水の抑制効果は小さいことが示された。平均化を行う面積は自然堤防の規模に依存すると考えるが、本検討地域のような幅数百m、高さ数m程の大きさの自然堤防は3km平方で十分表現されるようである。図-10における地点Aの南北方向に伸びる自然堤防は地形分類図では連続して繋がっているが、比高差を見ると自然堤防は断片的に不連続な形状をしている。地形分類図は主に航空写真の判読から作成されており、氾濫流に対する自然堤防の治水効果を議論するには標高の数値が重要となるため資料として不十分である。荒川の氾濫時、地点Aにおける自然堤防の不連続な箇所での氾濫水の越流が想定されるため、この地点で氾濫水がどのような挙動をとるのか定量的に検討を行う必要がある。

1/100 確率規模の洪水において荒川が破堤した場合を想定した氾濫水は6時間後に加須市周辺へ到達し、1日かけて通過した後、南東にある埼玉県越谷市周辺へ

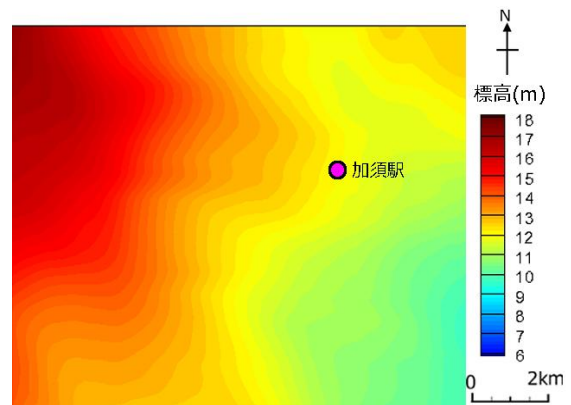


図-9 加須市周辺の地盤高

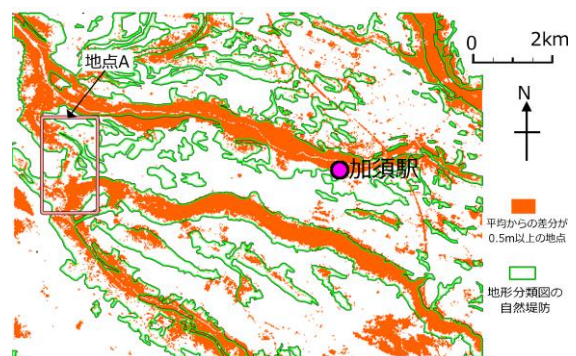


図-10 地盤高からの差分値が0.5m以上の箇所と地形分類図の自然堤防の形状の比較

流下する。図-11は加須市周辺の自然堤防の分布、破堤12時間後の浸水深コンター及び流速ベクトルを示す。氾濫水は先に論じた自然堤防における差分値が小さい地点(地点A)を乗り越えるため、下流地域の被害軽減を優先的に考えるならば、加須市周辺で下流への氾濫水を減少させることは防災上効果的である。

図-12は地点A周辺の標高を示している。この地点では地盤高に対して0.5m以上の比高差を持つ自然堤防が不連続であるため、氾濫流を抑制する機能が局所的に小さくなっており、地点Bから地点Cにかけて自然堤防と自然堤防の間を繋ぐよう、道路盛土が周囲地

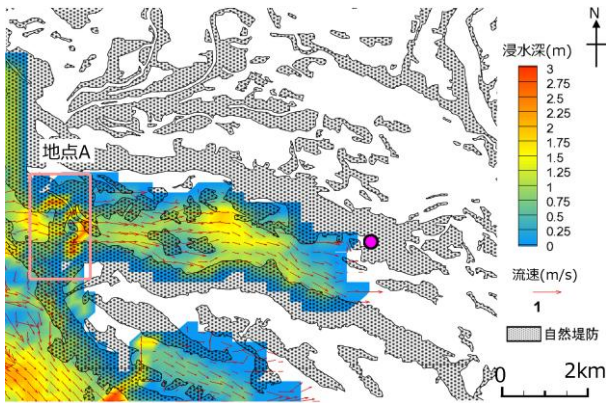


図-11 破堤 12 時間後の浸水深と流速

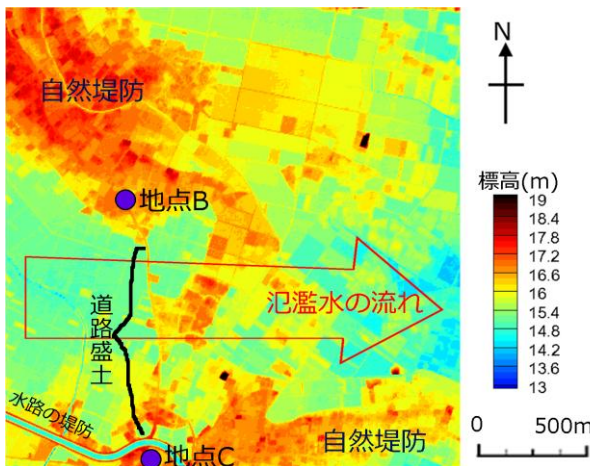


図-12 地点 A 付近の標高コンター

盤より高く作られている。図-13 は地点 B から地点 C の間の道路の標高、周囲の標高、および予想される氾濫水の最大水位を縦断的に示す。自然堤防上の区間では道路の標高を示す赤線と周囲の標高を示す緑線が一致しているが、自然堤防と自然堤防の間では緑線が赤線を 1.5m 程下回っている。注目すべきは道路が水平ではなく緩やかな凹形状を成しており、その凹部で氾濫水の越流が発生することである。氾濫水の水位と道路の盛土の標高の差は最大で 20cm 程であり、道路を氾濫水が越流しないよう嵩上げすることで浸水域の拡大の抑制が可能となると考えられる。このように氾濫水が自然堤防上の道路や鉄道の盛土を乗り越えて流下する地点は埼玉平野内に複数存在するため、これらの地点で氾濫流を制御することができれば、流域全体による水害対策として有用な手段となり得る。

一方、加須市は埼玉県の市町村で最も水田の作付面積が大きく、今回浸水が予想される地域の多くが水田として利用されている。水田は他の農作物と比較して冠水による被害が小さく、氾濫水の貯留の影響が小さ

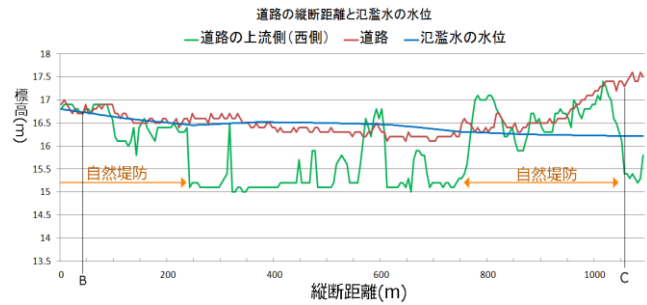


図-13 B-C間の道路盛土の標高と氾濫水の水位

いと期待される。水害の危険性が高い地域は現存の水田を維持していくことが重要である。

今後の課題

本研究では埼玉平野内の自然堤防の数値表現方法の検討とともに、その治水効果について LP データを用いて検討を行った。熊谷市周辺の自然堤防は面積、比高差ともに小さいため氾濫水に対する効果は小さいが、自然堤防の間を繋ぐ線盛土が治水効果を持つことが分かった。越谷市周辺では自然堤防が氾濫水を貯留しやすい形状をしているため、長時間の大規模な浸水への対策が重要となる。

加須市周辺は平均勾配の存在により自然堤防の高さの定量的な検討が困難であるが、平均的な標高の数値を取り除き自然堤防の形状を定量的に表現することにより、自然堤防の標高が周囲の標高の平均値と同程度の区間が明確に示され、氾濫水が自然堤防を越流する可能性が高い地点を容易に見つけることができた。自然堤防の治水機能は地域により異なり、氾濫域の拡大の抑制や氾濫水を集中化する機能があることが明らかとなった。氾濫被害を軽減させる方策として、自然堤防上の道路などの連続的な盛土を活用することが効果的であり、氾濫水の水位を考慮して盛土を嵩上げすることで、浸水の拡大の抑制が可能になる。

今後の課題として、盛土によって自然堤防のある地域の治水機能を高めることが、他の地域の浸水被害を増大させることが考えられるため、上下流に位置する地域に対する影響の検討や、氾濫水の地域特性を考慮した土地利用の在り方の検討をしなければならない。

参考文献 1)籠瀬良明：自然堤防，1975。 2)国土地理院：治水地形分類図 <http://www.gsi.go.jp/geowww/themap/1cmfc/index.html> (参照 2013/2/15)。 3)国土地理院，宅地利用動向調査，http://www1.gsi.go.jp/geowww/LandUse/etsuran/s_saitama.php(参照 2013/2/15)。