

数値地形解析に関する研究（第4年次）

実施期間

令和4年度～令和7年度

地理地殻活動研究センター 岩橋 純子 吉田 一希

地理情報解析研究室

1. はじめに

本研究では、数値地形解析に関する基礎研究全般、特に地盤災害や地盤条件と地形の対比等の研究を行っている。令和7年度は、日本地形学連合 2025 年学術大会のシンポジウム「東京低地の地形・河川・地盤」（2025 年 11 月 2 日）で講演を行うに当たって、東京低地の災害履歴の文献調査や自然地形 DEM の分析を行った。内容は論文に取りまとめて公表する予定である（岩橋・吉田，2026）。

東京低地は東京 23 区の東部と千葉県北西部に広がるデルタ地帯であり、海面下から数メートルまでの低い標高が特徴である。近代以降、大規模な河川改良、埋立て、堤防建設など人工改変が進み、著しい都市化をもたらした。度々洪水や高潮の被害に襲われた地域でもあり、特に 1947 年のカスリーン台風では、地形の微起伏が洪水の進行速度と方向を大きく支配し、微高地が避難場所として利用された（地理調査所，1947）ことから、微地形分類の重要性を浮き彫りにして土地条件図などの地形分類図が発展するきっかけとなった。しかし、東京低地のような都市部は、人工改変が極めて激しい地域であり、大局的な地形の把握が難しくなっている。近年、高精度・高解像度な数値標高モデル（DEM）が普及しているが、DEM から人工地形を除去して自然地形 DEM を生成し、さらに現地形との差分 DEM である人工地形 DEM を試作した（吉田，2023）。本稿では、カスリーン台風時の桜堤洪水域（地理調査所，1947）に着目して解説する。

2. カスリーン台風時の桜堤洪水域の概要

第二次世界大戦後に東京低地を襲った最大級の洪水は、昭和 22 年（1947 年）のカスリーン台風によるものである。この洪水の進行については、国土地理院の治水地形分類図に関するホームページ「1947 年カスリーン台風災害と治水地形」で分かりやすく解説されている。

国土地理院の前身である地理調査所が作成した「利根川及荒川の洪水調査報告」（地理調査所，1947）は、カスリーン台風の被害状況を詳細に記録した貴重な一次資料である。この報告書には、洪水の進行、浸水深、湛水期間を示した付図が含まれている。洪水の進行・流線は堤防決壊時刻や作物の倒伏方向から、浸水深は家屋に残された洪水の痕跡から推定されたものである。現在の水元公園（葛飾区東金町）付近で起きた江戸川桜堤の決壊と浸水の拡大については、地理調査所（1947）の中で特に取り上げて詳細な図が残されている（図-1）。

カスリーン台風による洪水では、1947 年 9 月 16 日、まず上流の埼玉県利根川新川通で堤防が決壊した後、9 月 18 日に洪水が江戸川桜堤に到達し、約 7 時間湛水した後、9 月 19 日に、現在の水元公園近くの堤防を二次的な洪水の起点として決壊した。その後、9 月 20 日、21 日とゆっくり浸水が拡大した。図-1 左の浸水深図の濃い色の部分は、1 m 以上の浸水深（家屋等の洪水痕跡による）を示している。このカスリーン台風による甚大な被害は、後の新中川の建設につながるなど、東京低地の治水対策に大きな影響を与えた。

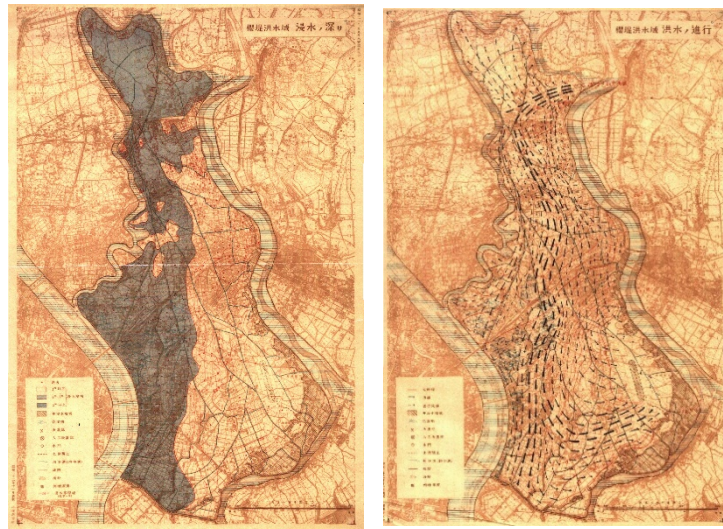


図-1 カスリーン台風時における江戸川桜堤決壊による浸水深分布図（左）及び洪水の進行図（右）（地理調査所，1947）

3. 自然地形 DEM の作成と分析

国土地理院が基盤地図情報として公開している DEM シリーズは、日本の地形解析の基盤となるデータである。しかし、特に航空レーザ測量による高解像度な DEM は、微細な人工地形を多く含んでおり、高度成長期以前の地形の把握が難しい。吉田（2023）の研究では、航空レーザ由来の DEM から人工改変によるノイズを除去し、オリジナルの自然地形を再現する「自然地形 DEM」の生成手法が提案されている。具体的には、DEM5A に含まれる明らかな盛土や切土（人工地形）を目視判読により抽出し、それらの箇所を空間補間することで自然地形を推定する。この手法により、大規模な人工改変が行われる前の地形をある程度再現することが可能となる。自然地形 DEM は、ノイズ的な微細な人工地形が排除されているため、この手法で生成された東京低地の自然地形 DEM の標高段彩図（図-2 左）では、大局的な地形の特徴がより鮮明に現れている。また、基になった DEM との差分により、人工改変によって追加された地形要素のみを抽出した「人工地形 DEM」を生成することができる（図-2 右）。

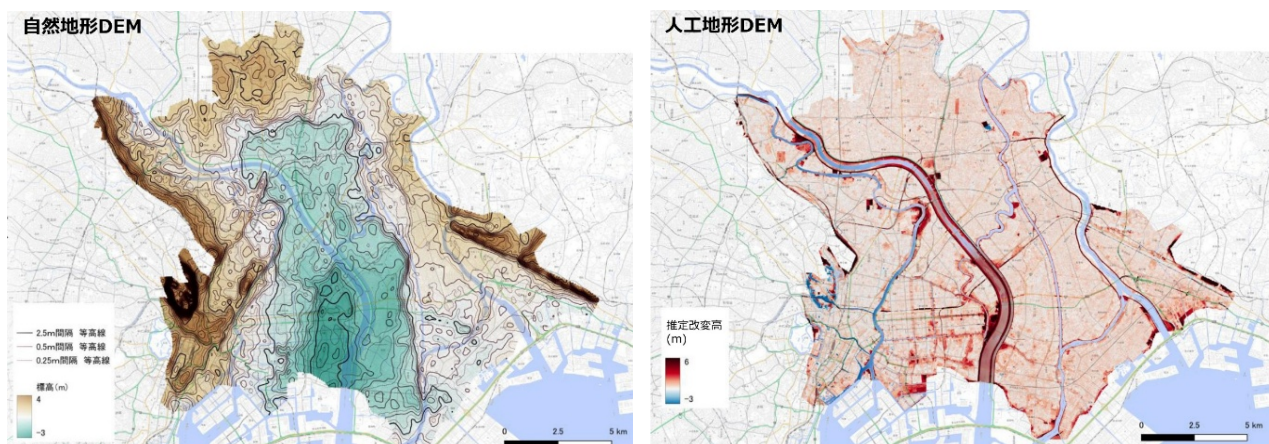


図-2 東京低地における自然地形 DEM の標高段彩図（左）及び人工地形 DEM による盛土・堤防の空間分布と高さの可視化（右）

桜堤洪水域は、現在は市街地であるが、カスリーン台風当時は水田が広がるのどかな景観であった。自然地形 DEM は、桜堤洪水域についても、ある程度、当時の地形を再現していると考えられる。図-3 左は、図-1 左のカスリーン台風における浸水深（地理調査所，1947）についてデジタイズしたものである。図-3 右は、破堤点の標高と自然地形 DEM の差分を示す。この破堤点からの比高は単なる標高差であり動水勾配を反映していないため、通常であれば浸水深（家屋の洪水痕跡）の方が高くなると予想される。しかし、図-3 右の一部の地域、特に南方の地域では、実際の浸水が 1 m 以上でも自然地形 DEM の比高では 1 m 以上と算出された領域が広くあり、これは後年の地盤沈下による影響と考えられる。1938 年から 1977 年までの地盤沈下量は、遠藤ほか（2001）によると、図-3 の範囲では 100 ～280 cm 程度である。

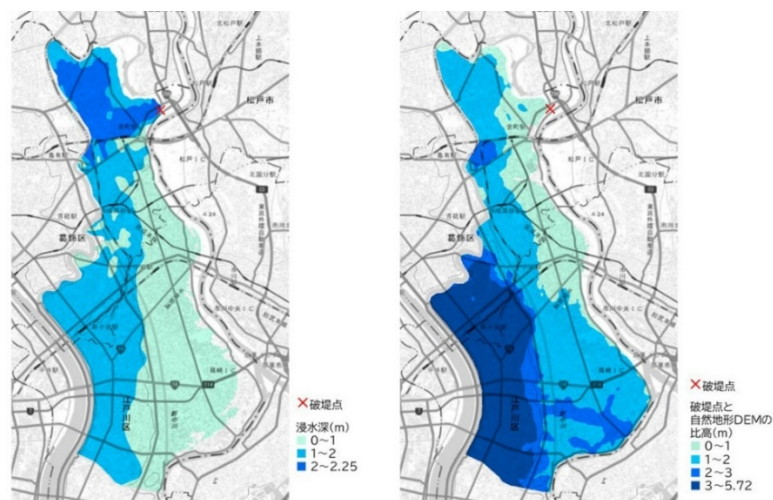


図-3 カスリーン台風時における桜堤洪水域の浸水深（左：地理調査所（1947）をデジタイズ）及び破堤点と自然地形 DEM の比高（右）。背景は現在の地形図（発災当時新中川等は無かった）。

4. まとめ

東京低地は、近代以降、河川改修・干拓・埋立て・盛土といった大規模な人工改変により、その地形と環境が著しく変化し、都市化が進行した。元々低湿地であったことから洪水の被害の記録も多く、1947 年のカスリーン台風による甚大な被害は、地理調査所（1947）に記録されている。

近年では、航空レーザ測量による高精度・高解像度な DEM が作成されるようになったが、市街地における過去の事象の分析においては人工地形ノイズが問題であった。人工地形を除去し、純粋な自然地形を再現する自然地形 DEM により、過去の災害のメカニズム解明や、現在の地盤状況の評価など、多角的な分析が可能となる。

参考文献

- 遠藤毅，川島眞一，川合将文（2001）：東京下町低地における”ゼロメートル地帯”展開と沈静化の歴史，応用地質，42(2)，74-87。
- 岩橋純子，吉田一希（2026）：東京低地の主題図と数値標高モデル，地形（under review）。
- 地理調査所（1947）：昭和二十二年九月洪水 利根川及荒川の洪水調査報告，地理調査所時報・特報 昭和 22 年 12 月 10 日，20p（附图 6 枚），国土地理院技術資料 D1-1。
- 吉田一希（2023）：低地の地形解析に適した高精度 DEM の作成，日本地理学会発表要旨集，2023 年度日本地理学会春季学術大会。doi:10.14866/ajg.2023s.0_64