

超えた。(別所他、江戸川区の歴史;1978;江戸川区史第三巻;1976c)大正6年以來の高潮に見舞われたのである。(写真3)写真 3(a)を見るとコンクリート製のパラペットが破壊されており、高潮による波浪の強度の強さを見せつけている。また、図2-11 に示すキティ台風による浸水区域(東京都建設局河川部, 2010)から、江戸川区平井付近では、最大水深 226cm を記録しているが、この後東京東部低地では地盤沈下が進行したため、現在では同様の規模の台風に見舞われた場合大幅に浸水域が拡大する。

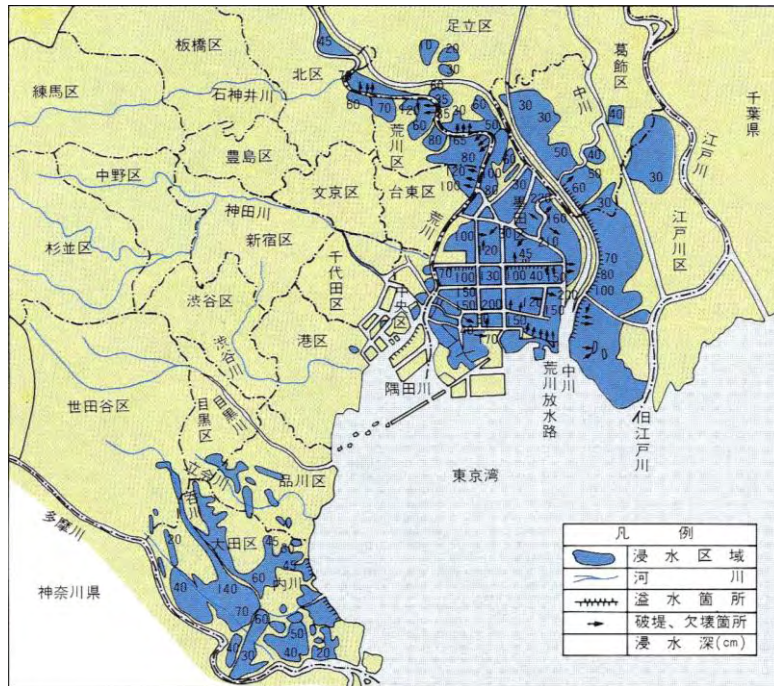


図 2-9 昭和 24 年キティ台風の浸水状況図(青:水深分布, 矢印は破堤箇所)(東京都河川部, 2010)

### 2.3.3.4 中川放水路(新中川)開削

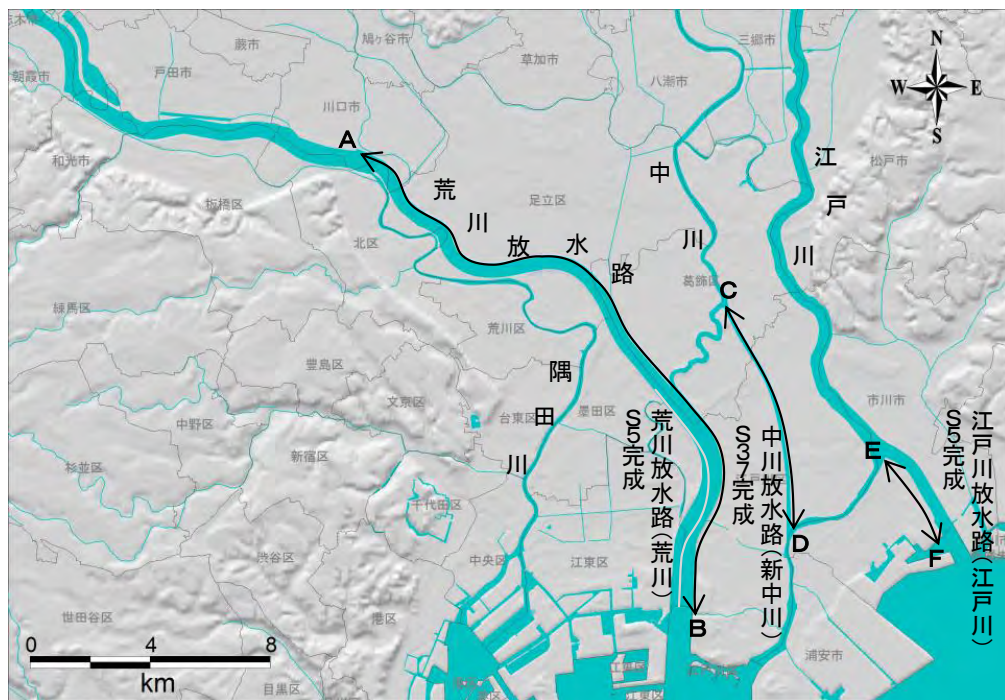
昭和 13 年の洪水被害の反省から、葛飾区高砂付近で中川を分派する新たな放水路が計画された。葛飾区、江戸川区をほぼ南に流下し 江戸川区今井付近で旧江戸川に合流する中川放水路、現在の新中川である。昭和 14 年(1939)4 月に東京府中川改修事務所が設置された。しかし戦争激化のため昭和 20 年(1945)4 月には計画は一旦中止、事務所も廃止となる。戦後工事が再開され、昭和 38 年 3 月に延長 7.9km に及ぶ「中川放水路」として完成し(東京都建設局河川部, 2010;江戸川区史第三巻;1976d)、昭和 40 年3月に一級河川に指定され「新中川」と改称された。(図2-10)

これらの洪水はそれぞれ時の政府に治水事業に取り組ませる契機となった。明治政府は帝都東京を守るため、近代的治水事業を可能とする機械化土木施工技術を導入、放水路建設など大規模土木工事に取り組んだ。この工事に取り組むことで土木技術者たちは大規模機械施工技術を学び、近代国家建設の大きな力となっていくのである。その結果、東京東部低地の現在の地勢が形作られたといえるのである。このことが東京を大々的に改変する契機となり、いわば東京大改造が始まったのである。明治 43 年(1910)東京大洪水により荒川放水路と江戸川放水路が開削され、大正 6 年(1917)の高潮が葛西臨海部の埋め立て計画に繋がった。昭和 13 年の高潮、昭和 22 年(1947)のカスリーン台風、昭和 24 年(1949)のキティ台風により中川放水路が開削された。



(a)明治期の東京東部低地帯

図 2-10 放水路により形成された東京東部低地帯



(b) 現在の東京東部低地帯

A;東京都北区岩淵 B;東京都江東区南砂 C;東京都葛飾区高砂 D;東京都江戸川区今井 E 千葉県市川河原町 F;千葉県市川市上妙典

図 2-10 放水路により形成された東京東部低地帯

さらには地下水利用のための地下水の汲み上げによる、葛西沖地域の地盤沈下が明治時代から始まった。大正期から昭和期に入ると、地下水に溶け込んだ水溶性ガスの採掘を目的に、猛烈な勢いで地下水を汲み上げた。このことにより、沈下のスピードは加速度的に進行していった。このため発生した地盤沈下により、その都度治水計画の見直しを迫られ、未だにこの地域の安全性が確立しないまま、地球温暖化など新たな脅威を受けているのである。これらの歴史的経過の上に、この地域は「東京東部低地洪水地帯」とも言うべき、水災害にとって極めて脆弱な地域となったのである。今その歴史を学び将来の国土を安全にすることが、今を生きる私たちの世代の役割である。

### 2.3.4 東京東部低地洪水流域

関東地方を概観すると北を大水上山、谷川岳などの山々、西に甲武信岳を主峰とする秩父山地、関東山地、下って平野部では西に武蔵野台地、東に下総台地に囲まれこの地域に降った雨は利根川や江戸川、荒川により東京湾に下っている。すなわち、東京東部低地は江戸川、荒川という2つの大河川が東京湾という海へ注ぐ河口部に位置している。関東地方における洪水の負担を一手に引き受ける地域となっている。私はこれを「東京東部低地洪水流域」と名付けたいと考える。図2-11 にこの地域を示す。正にこの流域は面積 13,120 km<sup>2</sup>の広大な流域が集めた降雨を、漏斗状になった河口部に一気に流下させているのである。

その最下流部に東京東部低地が存在し、さらにゼロメートル地帯となってしまう。雨水が滞留しないようポンプ施設による強制排水をしなければならず、すなわち乾いた地面、ドライランドを得るためにポンプが回り続ける地域なのである。

そのため海水面の上昇によるゼロメートル地帯の拡大や、洪水による被害の増大など、地球温暖化による気候変動の影響を真っ先に受ける地域と言える。

面積 13,120 km<sup>2</sup>の洪水流域の最下流がポンプ施設という機械に頼らなければならない現実には、この地域の安全性が極めて低いと言わざるを得ない。

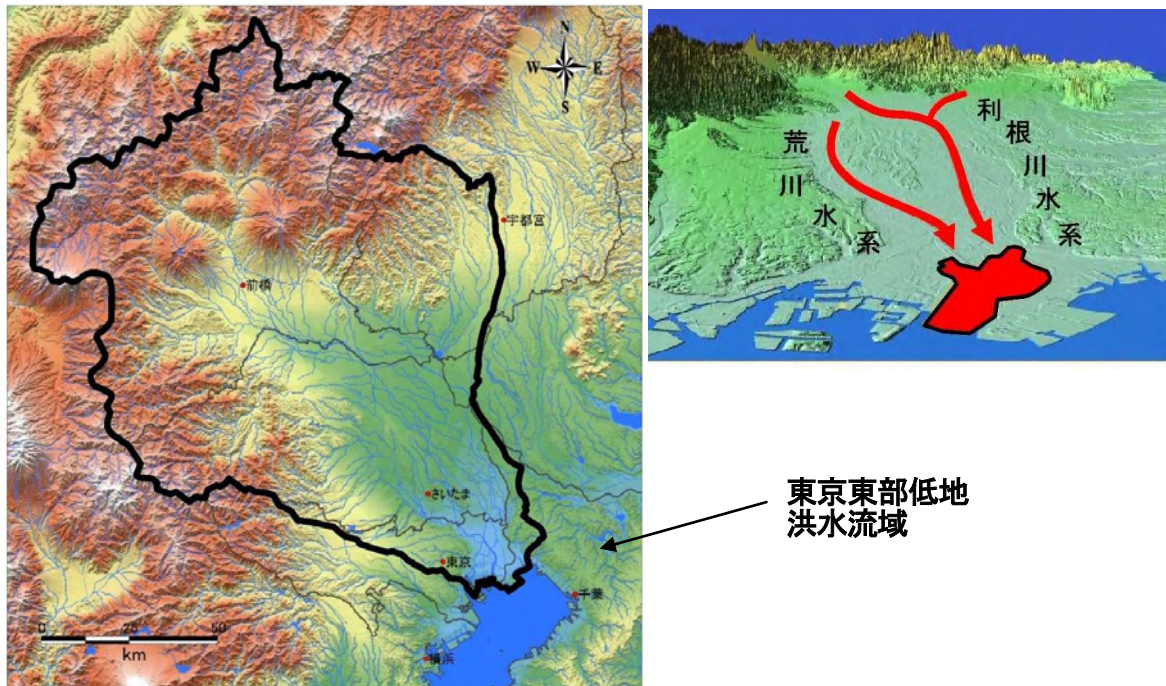
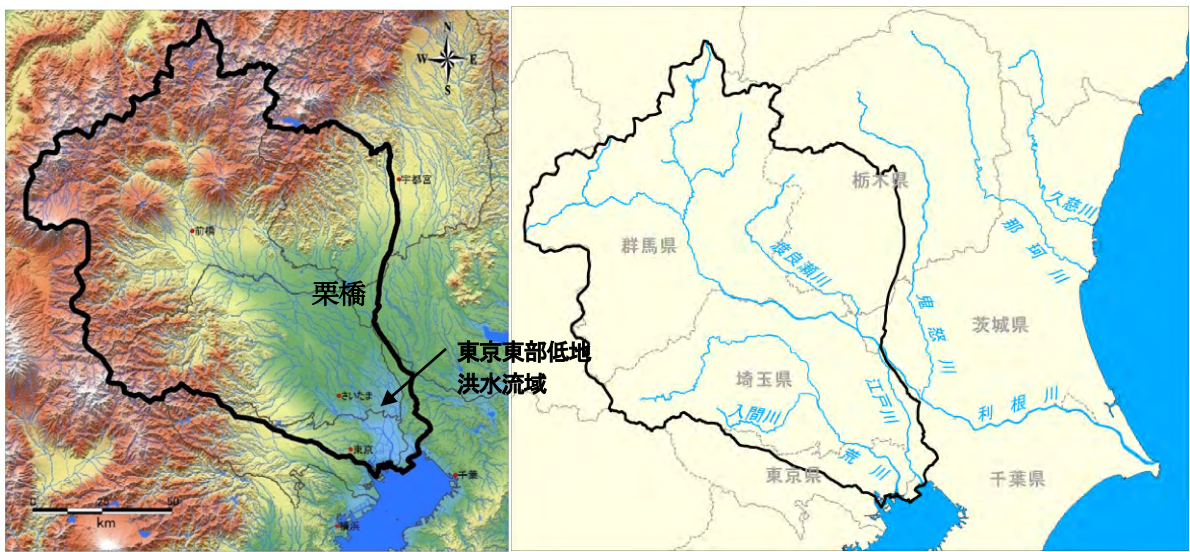


図 2-11 東京東部低地洪水流域(13,120 km<sup>2</sup>)

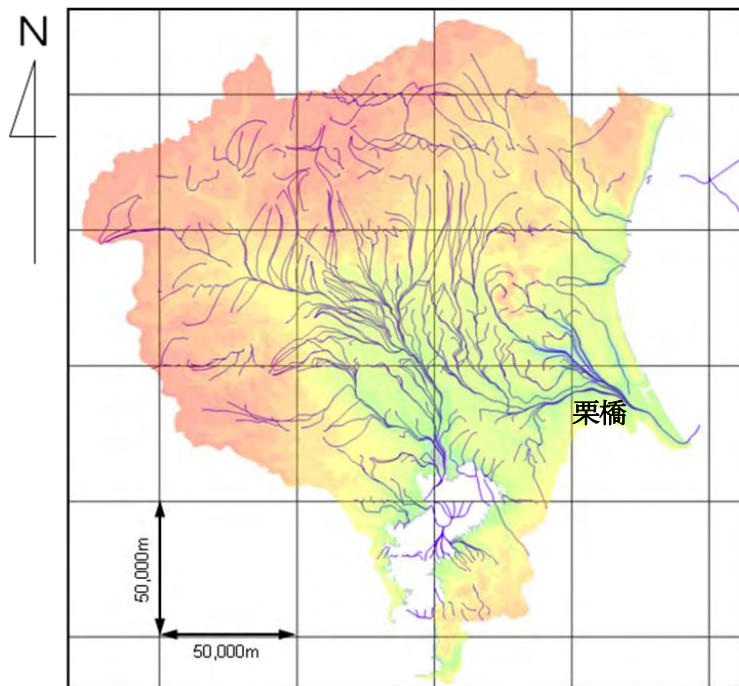
### 2.3.4.1 地下水の流れからみた東京東部低地洪水流域の特性

東京東部低地洪水流域の特性を知るために、関東流域圏の水循環を新たにモデリングし(著者, 田原ら, 2009), GETFLOWS (Hiroyuki Tosaka 他, 2010)を用いてシミュレーションを行った。(関東流域圏モデルと数値シミュレータ GETFLOWS の概要については, 付録で説明している)図2-12(c)は現在の関東の地形・主要河川と得られた地表水・地下水の流線軌跡図である。この水循環モデルは主要地点での河川流量の観測値を説明することで検証されており(著者, 多田ら, 2010)、人工系を考慮しない状態で過去の平均降雨を与え自然状態での水循環を再現し、標高 0mの平面内に任意に配置した水粒子の3次元流動経路を2次元平面内に投影表示出来るものである。



(a)地形図

(b)主要河川



(c)流動軌跡

図2-12 現在の地形・主要河川と地表水・地下水の流線軌跡

それぞれの経路には、長い時間をかけて地下深層部へ浸透する流動経路、短い滞留時間で浅層部を移動する経路などが含まれる。山地で涵養した地下水は、比較的近傍の谷筋へ集まり、表流水となって関東平野へ流出する。利根川や荒川上流の山間部では、地形起伏に応じた流線軌跡が確認できる。一方、関東平野で涵養した雨は、地下水となって、埼玉県と千葉県との県境の江戸川付近や茨城県と千葉県との県境の利根川付近に集まり、また栃木県や茨城県では、鬼怒川沿いに流下している様子が見られる。このことから、関東平野の水脈が、利根川が途中で荒川と合流し東京湾へと注いでいたことや、鬼怒川が現在の利根川下流の経路を辿っていた(大熊, 1981)等の、江戸時代以前の水脈が表れている点は興味深い。

これらがまさに利根川の洪水の「みずみち」であり、大規模な洪水が発生し昭和22年カスリーン台風の時のような埼玉県栗橋付近で破堤が起これば、いわゆる先祖返りして江戸川に流れる流路である。このようなことは日本全国の河川で存在しており、いわば旧河道という「ヤマタノオロチ」が潜んでいると言える。

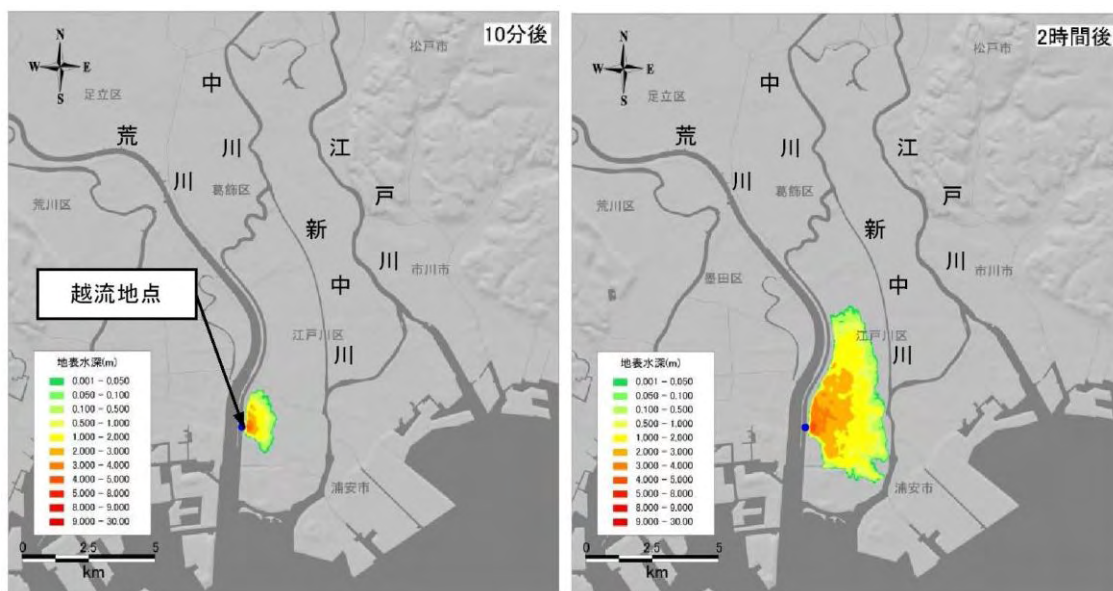
このため、東京東部低地(ゼロメートル地帯)は絶えず洪水の危険性にさらされているのである。

#### 2.3.4.2 荒川左岸越流シミュレーション

著者は、さらに荒川の左岸堤が右岸堤よりも低い箇所において超過洪水が発生した場合の影響を調べるため、上述の関東流域モデルと GETFLOWS を用いて、この区間で越流が生じた時の数値シミュレーションを行った。

図2-13は荒川の左岸堤が右岸堤よりも低い東西線の高架北側直近において、高潮により越流が発生したという想定で超過洪水が発生した場合を想定したシミュレーションである。荒川左岸の計画高潮位の A.P. +5.1m に、地球温暖化による潮位上昇分を考慮し A.P. +5.7m の固定水位を与えた。もちろん現段階でこの地点は約 A.P.+6.3m という天端高を有しており、実際の災害対策として直ちに破堤、越流が起こるといふ議論でないことはもちろんである。

越流開始から、10 分後には約 125ha が水没する。さらに 2 時間後には水没域は約 1,400ha に広がる。東側は旧江戸川の右岸堤防に非常に近接した地域が水没することになる。このことは避難を考えた時にこの地域にとっては非常に重要なことであり、逃げられる高台地が失われることを意味している。



(a) 10 分後

(b) 2時間後

8 時間後には、江戸川区の荒川、中川、江戸川に囲まれる大部分が水没する。河川の堤防以外に逃げられる高台がないこの範囲では、4階建て以上の高さを持つマンションなどの建築物の存在が非常に重要になる。2 日後の水深は、6m 近くに達する。

高潮などを想定した場合、越流開始からわずか数時間で洪水が江戸川区内に氾濫することになる。まさに東京低地遊水池とでも言うべき状態である。ここには居住者達の命に加え、我が国の首都東京の中核機能が集積しており、この地域を守る堤防の強度は何にも増して確保しておかなければならないと考える。さらに、荒川左岸への洪水は共同溝などを通じ荒川右岸へも拡大していく可能性があり、東京の中核部にも危険が及ぶ事態となるのである。堤防で守られた区域をブロック化して守ろうという考え方や、2線堤という考え方も共同溝や地下鉄の存在により、地下が繋がっているという大きな弱点を抱えていると言える。

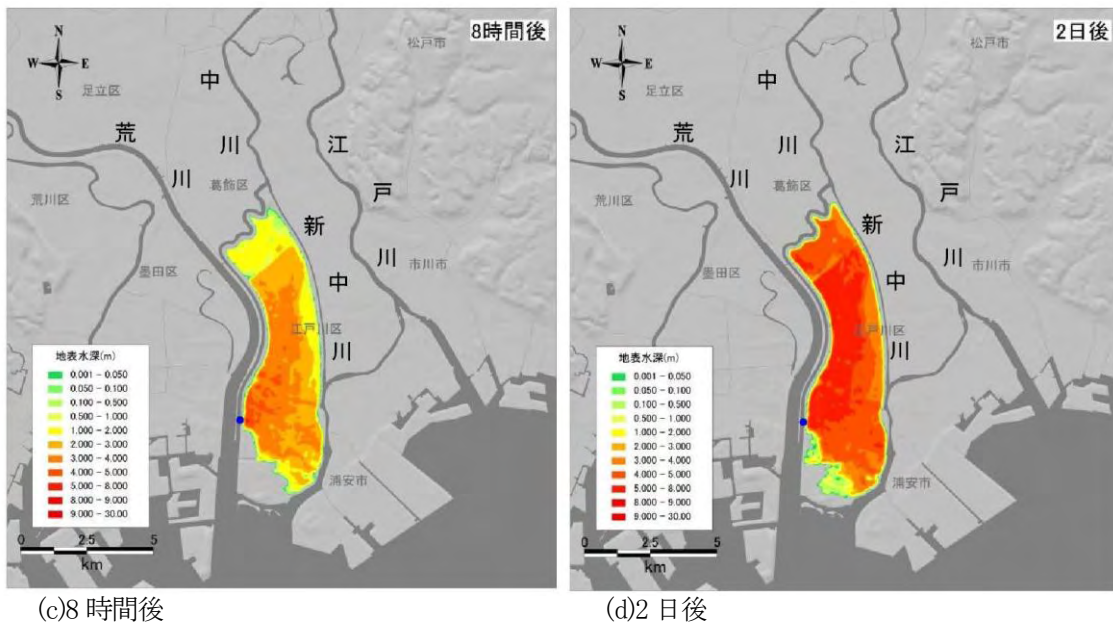


図 2-13 荒川左岸越流シミュレーション

## 2.4 第2章のまとめ

著者は 2.1 に於いて、江戸時代の東遷事業、荒川西遷事業が現在の東京東部低地洪水流域を形成し、洪水常襲地帯を造り出したことを明らかにした。また、2.2 に於いて東京が被ってきた洪水に対し実施してきた治水対策の結果として東京の地勢が形作られてきたことを明らかにした。さらには自然災害ではない新たな公害とも位置づけられる地盤沈下が、「地震洪水」という新たな洪水であることを指摘した。そして 2.2.4.2 に於いて、新たな数値解析による水害シミュレーションの結果「東京東部低地洪水流域」が存在することを検証した。総括するとこの「東京東部低地洪水流域」は利根川と荒川という2大河川を擁する、極めて特殊な洪水流域と見なすことが出来る。

利根川は、明治 43 年(1910)東京大水害という洪水により決壊した中条堤の復旧における下郷と上郷の争議の結果、それまでの中条堤による氾濫・遊水機能を放棄し、連続堤による河道内洪水処理の治水方式に転換した。(宮村, 2010)この連続堤による洪水処理の脆弱性を明らかにしたのが昭和 22 年(1947)9 月のカスリーン台風であった。そしてこの後、利根川改修改訂計画により計画高水を 17,000 m<sup>3</sup>/s とし、そのうち上流ダム群により 3,000

m<sup>3</sup>/s を洪水調節することし、初めてダムを洪水処理に組み込むこととなった。(国土交通省関東地方整備局:利根川・江戸川の現状と課題, 2009)

また、中流域において洪水時、渡良瀬川の合流量の全てを渡瀬遊水池において調節することし、鬼怒川からの流出合流量は田中、菅生、稲戸井調節地で処理することとした。さらに、江戸川、利根川放水路への分派量を増やすなど、上流域ではダム群、中流域では遊水池、下流域では河道という役割分担による利根川水系洪水処理計画が定まったのである。(宮村, 2010;高橋,1971;戸谷ら, 2007, 清水, 2004;国土交通省利根川上流河川事務所, 2008;建設省関東地方整備局, 1987)

その後上流域の都市化の進展による流出量の増大により昭和 55 年(1980)の工事实施基本計画では、基本高水量を 22,000 m<sup>3</sup>/s とし、その内上流ダム群で 6,000 m<sup>3</sup>/s を調節、八斗島基準点では 16,000 m<sup>3</sup>/s とした。現在、平成 18 年に策定した利根川水系河川整備基本方針では、八斗島基準点の基本高水のピーク流量を 22,000 m<sup>3</sup>/s とし、計画高水流量は 16,500 m<sup>3</sup>/s としている。そして平成25年の河川整備計画の目標流量を八斗島基準点において 17,000m<sup>3</sup>/s とし、このうち、河道では計画高水位以下の水位で 14,000m<sup>3</sup>/s 程度を安全に流下させ、洪水による災害の発生の防止又は軽減を図ることとしている。

このように利根川は洪水への対策を営々と講じてきた。このことは江戸時代のさかのぼる東遷事業という人為的な改修により、日本最大の流域面積を持つ大河川を造り上げたことに始まる。しかしそれに充分に対応した河川改修が行われたとは言い難いのが現状である。カスリーン台風に対応した堤体の改修は未だ完成しておらず、河道の流下能力は概ね約 50%程度でしかない。さらに上流ダム群は未だ建設に着手できていないダムも存在しており、その洪水調節能力の完成率は約 20%である。(国土交通省関東地方整備局:利根川・江戸川の現状と課題, 2009)

荒川においては計画の3ダム(二瀬ダム, 浦山ダム, 滝沢ダム)が完成したが、河道の流下能力は未だ 50%に達していない。(内閣府, 大規模水害対策に関する専門調査会報告:2010)

東京東部低地洪水流域はまさにこのような未解決の多くの課題を背負いつつ、歴史的経緯から形成されたとと言えるのである。

利根川水系では幸いなことに昭和22年のカスリーン台風以来、これを超える洪水に見舞われていない。このことを根拠に、ダム無用論や計画の過大論が起きている。中条堤を連続堤にして以来、洪水対策を長大な河川堤防全体に広げてしまい、大きな脅威を受けることとなっていることを直視し、ダムや遊水池という近代治水技術を手に入れた今だからこそ可能になった方法を、機能的に組み合わせた総合的な治水対策が求められている。(内閣府, 大規模水害対策に関する専門調査会報告:2010)

さらに、東京東部低地洪水地帯には、日本の経済と中枢機能が集中している。今、地球温暖化による気候変動を直視すれば、今のままの治水計画では首都東京を守りきれないのは明らかである。アメリカ、イギリス、オランダなど多くの国々が、特に世界経済、世界の国際関係で重要な立場の先進諸国では、既に地球温暖化による降雨の増大、海面の上昇を織り込んだ計画に増補変更している。今こそ、速やかに首都東京を洪水から守る対策に着手すべき時である。

## 第2章参考文献

- 1) 理科年表平成 21 年, 国立天文台編.
- 2) 高橋裕(1971): 国土の変貌と水害, 岩波書店.
- 3) 別所光一, 丸山典雄(1978): 江戸川区の歴史, 東京古里文庫 10.
- 4) 江戸川区仲町青年団: 仲町分団の記録.
- 5) 江戸川区(1976a): 江戸川区史第三巻, p1001-1002.
- 6) 江戸川区(1976b): 江戸川区史第三巻, p1011.
- 7) 江戸川区(1976c): 江戸川区史第三巻, p1019-1021.
- 8) 江戸川区(1976d): 江戸川区史第三巻, p1040-1044.
- 9) 福地重孝(1980): 東京南葛地区における大正 6 年の大津波について, 日本大学文理学部人文科学研究所, 研究紀要第 23 号.
- 10) 大熊孝(1981): 利根川治水の変遷と水害, 東京大学出版会.
- 11) 東京市史稿(1987), 泰成堂書店.
- 12) 建設省関東地方建設局(1987a): 利根川 100 年史, p874-875.
- 13) 建設省関東地方建設局(1987b): 利根川 100 年史, p878-880.
- 14) 建設省関東地方建設局(1987c): 利根川 100 年史, p879.
- 15) 国土交通省, 荒川下流工事事務所(1990): 荒川 75 年史, p50.
- 16) 東京都第一区画整理事業所(1995) 葛西沖開発土地区画整理事業誌.
- 17) 東京都(1995 年 3 月): 「今よみがえる葛西沖」葛西沖開発土地区画整理事業誌.
- 18) 江戸川区(2001): 江戸川区政 50 年史, p242.
- 19) 清水義彦(2004): 江戸時代の利根川中流域, 月刊地図中心, 9 月号.
- 20) 国土交通省利根川上流河川事務所(2008): 利根川 2008 事業概要.
- 21) 田原・多田・森・阪上・西岡・著者(2009): 関東流域圏の水循環モデル, 日本地下水学会秋季講演会講演要旨 p36-41.
- 22) 多田・山下・佐藤・森・登坂・著者(2010): 関東流域圏の水循環モデル, 秋季地下水学会, p268-273.
- 23) 戸谷英雄, 阿任美敏和, 清水義彦, 松尾宏(2007): 中条堤を活用した利根川の洪水氾濫被害拡大防止の可能性検討, 河川環境総合研究所報告(第 13 号).
- 24) 宮村忠(2010): 改訂水害(治水と水防の知恵), 関東学院大学出版会.
- 25) 東京都建設局河川部(2010): 東京の低地河川事業.
- 26) 内閣府(2010): 大規模水害に関する専門調査会報告.
- 27) 国土交通省関東地方整備局(2009): 利根川・江戸川の現状と課題,
- 28) 国土交通省関東地方整備局(2013): 利根川水系利根川・江戸川河川整備計画,



## 第3章 東京東部低地(ゼロメートル地帯)の形成と洪水発生の不確実性に関する研究

### 3.1 概説

日本は国土の7割を山地・丘陵地が占めるため、約10%に過ぎない沖積平野に全人口の約1/2、総資産の約3/4が集中している。三大湾(東京湾、伊勢湾、大阪湾)にはゼロメートル地帯が広がっており、その面積は577km<sup>2</sup>、居住人口は404万人にのぼっている。(国土交通省河川局:「ゼロメートル地帯の高潮対策検討会」提言, 2006)

さらに、我が国は世界でも有数の多雨地帯であるアジアモンスーンの東端に位置し、年平均降水量は世界平均の約2倍にあたる約1,690mmであることに加え、(平成22年度版, 水資源白書, 50p)台風の接近や上陸の脅威にさらされ、時間降水強度200mm/h(1982年7月23日長崎県長与で187mm/h)(理科年表平成24年度版)に迫る記録があるなど一度に激しい雨が降るといった極めて厳しい気象条件にある。そのため特にゼロメートル地帯は、台風による洪水、高潮災害等の脅威にさらされている極めて脆弱な地域と言える。

東京東部低地は非常に狭い範囲に利根川水系江戸川と荒川水系荒川、隅田川の河口を擁し、絶えず洪水の危険性を背負い続けている地域である。なかでも地盤沈下によるゼロメートル地帯の形成による地震洪水に加えてポンプ排水区域特有の内水氾濫、局地的大規模豪雨(ゲリラ豪雨)、海岸部に位置することから高潮洪水などの脅威に絶えずさらされている。

### 3.2 地盤沈下と高潮被害

#### 3.2.1 地形と地質

図3-1は東京東部地域を示している。その中で東部低地帯は、利根川、荒川、中川等の大きな河川が縦横に流れ、古くから河川の乱流により形成された沖積層の低地帯であり、西には山の手台地に続く武蔵野台地が広がっている。(東京都土木技術研究所, 1977)図3-2はこの東部低地帯の断面図である。この図が示すように、東京東部低地帯は沖積層と呼ばれる軟弱な土砂が厚く堆積しており、また地質は、新第三紀の上総層群を基盤とし、第四紀洪積世の下部東京層、東京礫層、上部東京層と七号地層、さらに地表近くは、沖積層の有楽町層で構成されている。有楽町層の層厚は40m程度であり、層相は上部と下部に区分され、上部は主として厚さ5~10mの緩い砂層や砂礫層、下部は柔らかい粘土層から構成されている。東京東部低地帯において地質的に軟弱地盤と呼ばれている地層は、約2万年前から堆積した有楽町層、七号地層からなる沖積層が構成している。沖積層が堆積している埋没谷(海面低下時に古東京川等が沖積層下部の東京層や江戸川層を削り取って作った谷に、その後の海面上昇時(海進)に新しい地層が堆積して埋めたものである)の主部は、足立、葛飾、江東区にかけて分布し、谷底の幅は約1~2kmと広く、谷を埋めている沖積層厚は70m前後と厚くなっている。有楽町層はゆるい砂を主体とする上部層と均質な粘土を主体とする下部層からなり、七号地層は砂・粘土互層また砂質粘土などの中間土で構成されている。(東京都土木技術研究所, 1977)

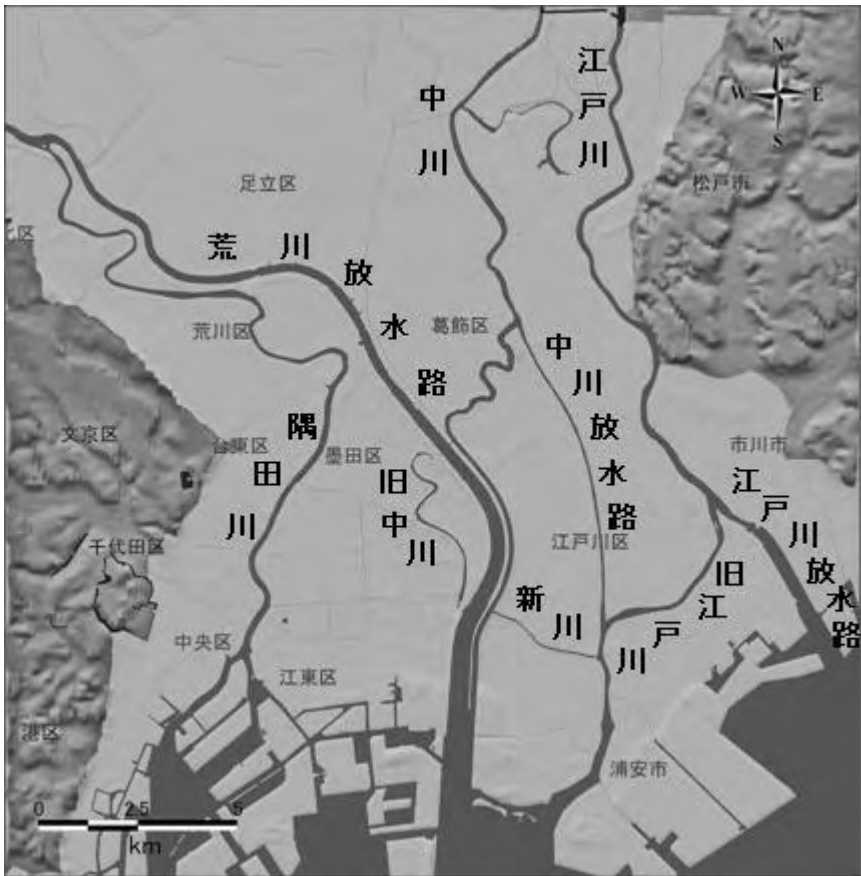
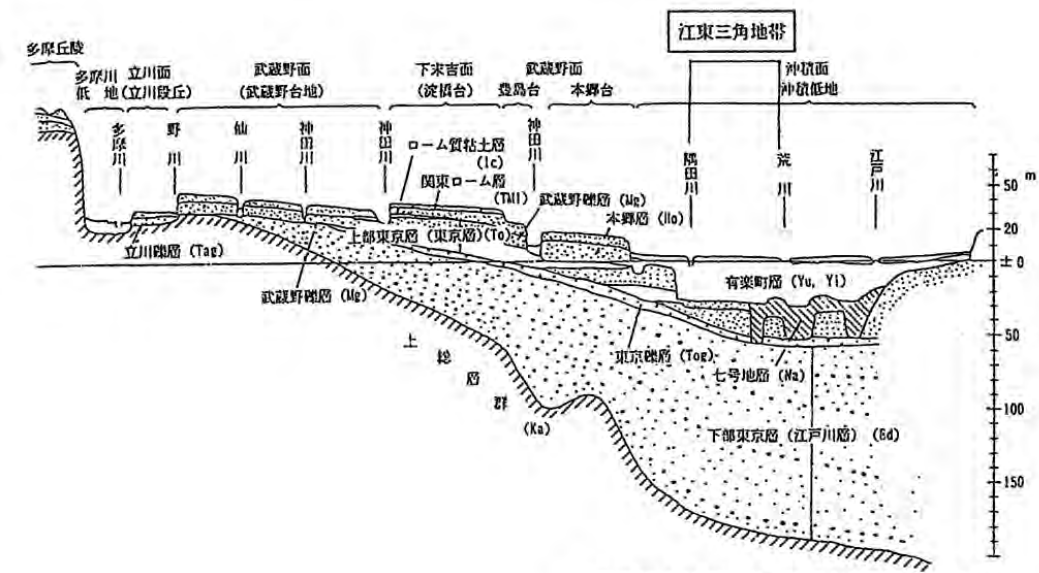


図 3-1 東京東部地域



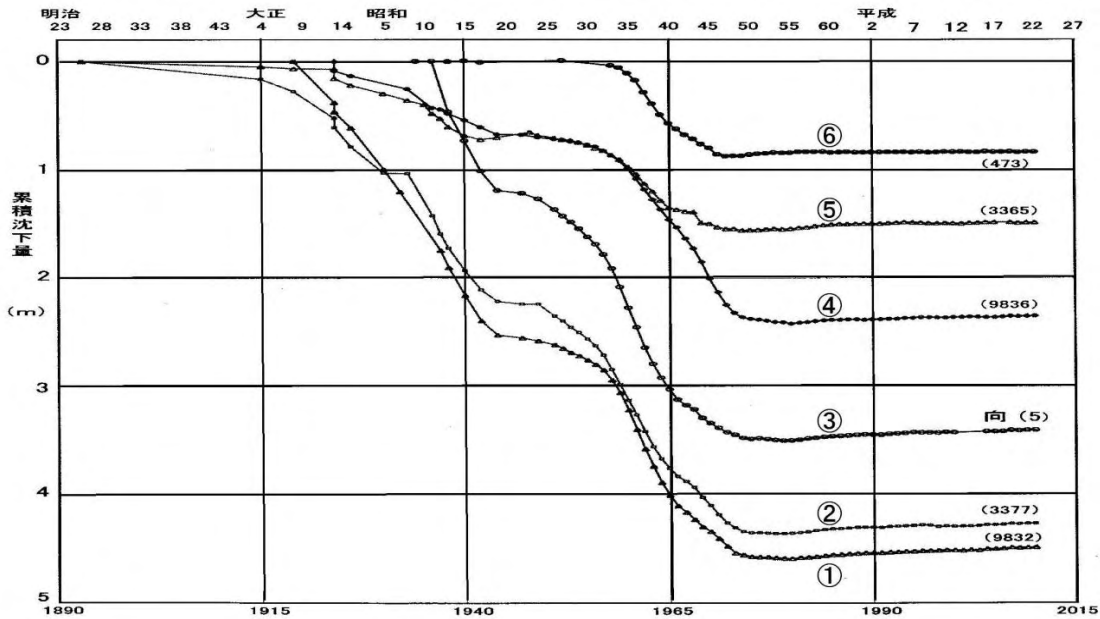
東京総合地盤図(東京都土木技術研究所)

図 3-2 東京都の地質断面模式図(東京都土木技術研究所,1977)

### 3.2.2 東京東部低地帯における地盤沈下の特性

図 3-3 は東京都内の水準基標の累積変動量とその位置を示したものである。(東京都環境局,2011)東京東部低地では明治以降の人口の増加と産業の発展に伴って、地下水の汲み上げが盛んに行われた。以来地下水の利用により地盤沈下は加速度的に進行し、第二次世界大戦末期の一時期を除き昭和 40 年代まで年々地盤の沈下量と沈下区域が拡大していった。東京東部低地においては、地下水の過剰な揚水の結果、図3-2 に示した地質断面の沖積層内のシルト層、洪積層内の「東京層」に挟在するシルト層で圧密が発生した。このため建築物の亀裂や地表面の波打ちの発生、井戸の抜け上がりなどの被害が顕在化した。(東京都環境局, 2011)

特に昭和 35 年(1960)頃からは民間会社による南関東ガス田のメタンガス(CH<sub>4</sub>)の採取が目的に加わり、地下水のくみ上げが盛んに行われた。これらが原因となり、急激な地盤沈下が発生することとなった。汲み上げた地下水量は昭和 45 年(1970)には 1,699,000 m<sup>3</sup>/日にも達し、江東区亀戸においては、大正 7 年(1918)から昭和 13 年(1938)までの 20 年間に 1.6m という著しい沈下を示した。昭和 43 年に江戸川区西葛西二丁目水準基標で計測された年間最大沈下量は、約 23.89cm という沈下が記録されている。この数値は現在でも東京における年間最大沈下量である。累計沈下量では江東区南砂で約 4.4852m にも達している。(東京都環境局,2011)その結果、東京東部低地は水災害に対して極めて脆弱な地域となった。治水対策として開削した荒川放水路や隅田川でも沈下は同様に発生し、沈下量に追従して堤防の幅は変えずに高さだけを高くする嵩上げが実施されたため、堤防はいわゆるカミノリ堤防となっている。



番号	水準基標番号	水準基標の所在地	累積沈下量 (m)	測量開始
①	(9832)	江東区南砂二丁目	4.4852	大正7年
②	(3377)	江東区亀戸七丁目	4.2651	明治25年
③	向(5)	墨田区立花六丁目	3.4029	昭和10年
④	(9836)	江戸川区中葛西三丁目	2.3489	大正7年
⑤	(3365)	足立区千住仲町	1.4873	明治25年
⑥	(473)	板橋区清水町	0.8372	昭和7年

図 3-3 水準基標の累積変動量(東京都土木技術支援人材育成センター,平成 21 年地盤沈下報告書)

なお、地盤沈下を抑制するため、昭和 36 年(1961)1 月には「工業用水法」を、昭和 38 年(1963)7 月には「建築物用地下水の採取の規制に関する法律」を定め地下水の揚水規制が始められた。

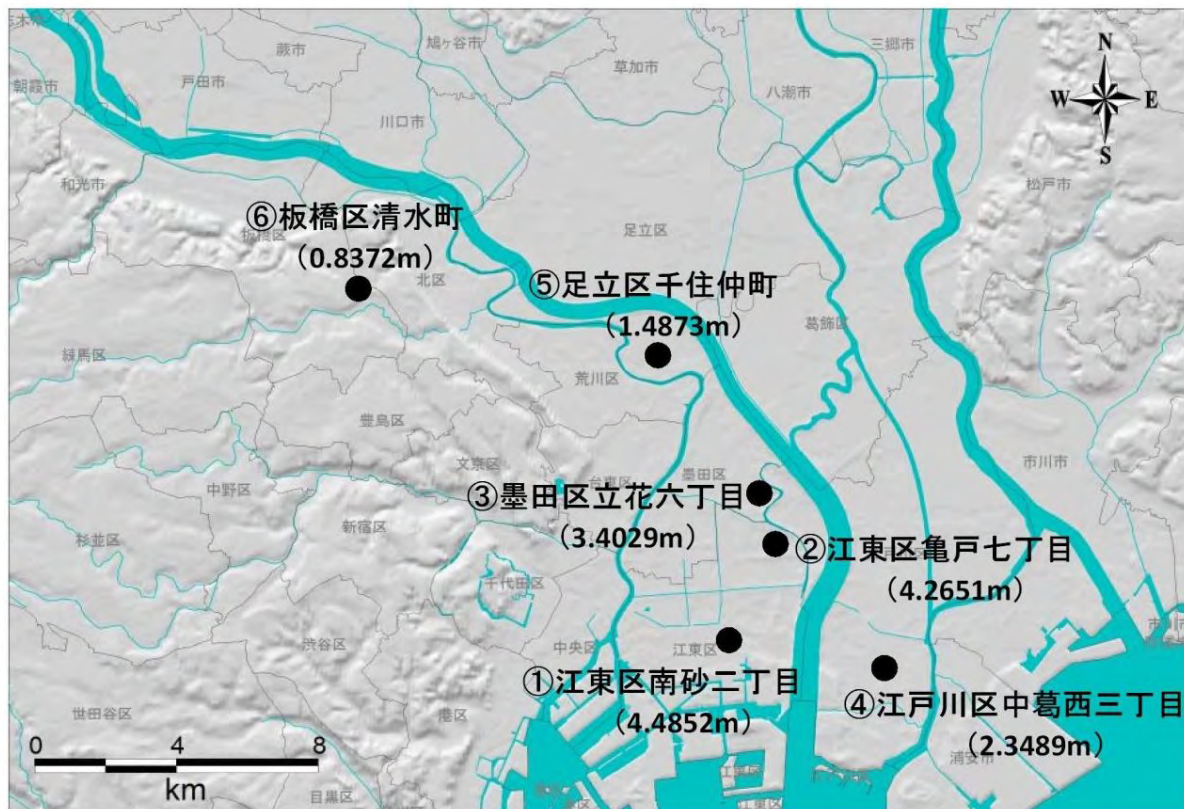


図 3-4 水準基標の位置図(東京都土木技術支援・人材育成センター  
(平成 21 年地盤沈下報告書より著者が作成 2011)

この東京東部低地を形成するに至った天然ガスの埋蔵層は、「東京ガス田」とも呼ばれる図5に示した南関東ガス田に由来する。これは埼玉・東京・神奈川・茨城・千葉の1都4県に及び、面積は3,500km<sup>2</sup>、埋蔵量は3,685億 m<sup>3</sup>と推定されている。日本国内で確認済みの天然ガス埋蔵量の90%を占めている。地下における高い圧力下ではメタンガス(CH<sub>4</sub>)は地下水に溶けているが、大気圧のもとでは水にほとんど溶けないことから、地下水の汲み上げを行うとメタンガスが自ら分離して発生する。南関東ガス田は他の水溶性ガス田に比べ、地下水に溶けているメタンガス濃度が非常に高いのが特徴で、非常に能率良く低コストで採掘された。東京での採掘は1930年代から始まり、第二次世界大戦後は江戸川区・江東区を中心とした地域で掘られた。特に地下500m程度で深の「上総層群」の砂層・砂礫層には、天然ガスが多く溶存していることから、洪積層内の「上総層群」のシルト層で激しい圧密が発生した。(東京都環境局,2011)

このことから地盤沈下の発生を抑止するため東京都は昭和47年(1972)に民間企業より東京区域のガス田の鉱区権を買い取り、同年12月以降水溶性天然ガスの採取を全面禁止した。



図3-5 南関東ガス田(独立行政法人産業技術総合研究所,2007)

さらに昭和 50 年(1975)からは工業用水の地下水汲み上げも全面禁止した。これらの取り組みにより東京東部低地の地盤沈下もようやく収束した。

しかしこのような法的規制の実施にもかかわらず、既に発生した地盤沈下は回復せず、東京東部低地は海面よりも低い、いわゆるゼロメートル地帯となっている。そのために高潮などに対し、治水上非常に脆弱な地域となったのである。

戦後顕著になった公害問題として、大気汚染や水質汚染問題は国を挙げて取り組んだ結果、大きく改善した。しかしこの地盤沈下問題は、未だ解決の方向すら示されていない「公害問題」である。

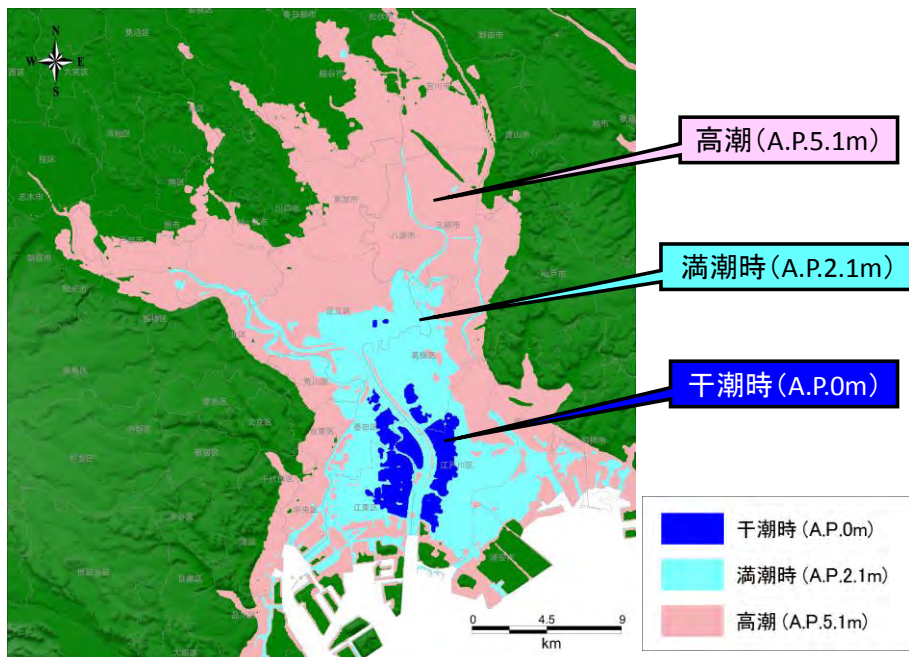


図 3-6 ゼロメートル地域の標高

図 3-6 は現在の東京東部低地を含む荒川と江戸川に挟まれた河口部の標高を示している。一番内側の濃い部分が朔望平均干潮位よりも低い地域、その外側の色の薄い部分が朔望平均満潮位よりも低い地域、さらにその外側の部分が高潮対策の高さを示している。東京東部低地だけでは無く、広範囲のエリアがゼロメートル地帯を形成するに至った事が分かる。

### 3.2.3 高潮対策の経緯

東京湾の最奥部に位置する東京東部低地は、大正 6 年(1917)、昭和 13 年(1938)、昭和 24 年(1949)と繰り返し高潮の被害を被ってきた。この間高潮の被害を受ける度にその対策も見直しを加えられ、その対策は今日も未だ営々と続けられている。(東京都建設局河川部, 2010; 東京都, 1994)

東京東部低地帯の最初の高潮対策は、死者・行方不明者数 1324 人、全壊・流出家屋約 36500 戸、床上・床下浸水約 30 万 3000 戸(総務省消防庁 2010, 消防年表)を数えた大正 6 年(1917)の高潮被害を契機に昭和 9 年(1934)(多摩川下流の直轄改修工事が完了した翌年にあたる)に護岸天端高を AP+3m とする計画を決定、昭和 18 年度を完成目標として事業が進められることとなった。(東京都建設局, 1965; 難波, 2007)しかしこの事業が進められている最中、昭和 13 年(1938)9 月 1 日に東京を襲った台風により A.P.+2.89m の高潮位が記録され、計画の改訂を迫られた。この改訂計画もその後の第二次大戦などの影響により思うように進展せず、昭和 19 年(1944)にはほぼ 60%が終了されたのみで打ち切られてしまった。

戦後の混乱が終息しつつあった昭和 24 年(1949)、キティ台風に伴う高潮で A.P.+3.15m という稀に見る高潮位を記録し、海岸堤防の不完全な部分や河川への逆流により、東京湾沿岸部に多大な被害をもたらした。江東区南砂八丁目、江戸川区葛西方面の堤防、護岸などが至るところで破壊され大災害となった。これを契機に東京都では江東デルタ地帯を中心とし、昭和 30 年(1955)完成を目標とした第 1 次高潮対策事業を開始した。この一連の事業として昭和 24 年(1949)から建設省「災害土木助成事業」の認証を受け「災害復旧工事」と合わせて「高潮防御工事」を実施した。さらに、隅田川、中川、綾瀬川などについては昭和 25 年(1950)低地対策事業として「一般高潮防御事業全体計画」事業により、護岸延長 65,413m、水門5箇所を修復した。この事業により東京東部低地帯の主要な河川堤防、護岸は、表 1 に示す高さで昭和 32 年(1957)までに整備され、キティ台風の高潮には一応対処し得ることとなった。

表 3-1 昭和 32 年(1957)までに整備された主要な河川堤防・護岸高

堤防・護岸	高さ
葛西海岸堤	A.P. +6.00~5.00m
砂町海岸堤	A.P. +5.00m
旧江戸川筋	A.P. +5.00~4.50m
中川筋	A.P. +5.00~4.00m
隅田川筋	A.P. +4.00m
江東三角地帯内部河川筋	A.P. +3.60m

しかしその後地盤沈下が戦後の復興とともに再び激化し、一方では護岸等の施設の老朽化が顕著となり、従来の嵩上げ方式による工事が困難となったため、高潮対策の再検討が要請されるようになった。その検討の結

果、護岸嵩上げ方式に代わって、防潮堤により江東デルタ地帯を囲むいわゆる外郭堤防方式が採用されることとなり、大正6年の既往最大の高潮(A.P.+4.21m)を考慮した第2次高潮対策事業が立案され、昭和32年(1957)から着手された。

この「外郭堤防修築事業」は江東区、墨田区、江戸川区の一部を包括する江東デルタ地帯の隅田川左岸、および海岸線の延長18kmにわたる堤防、護岸水門などを新たに築造し、荒川の既設右岸堤と結んで既往最大の高潮に対処するものである。隅田川沿いを東京都建設局、海岸線を東京都港湾局が分担して施工することとした。

ところが昭和34年(1959)9月、伊勢湾を中心として明治以降記録に残る災害史上稀にみる、5098人を超す死者行方不明者、負傷者38,921人(総務省消防庁2010、消防年表)を出した伊勢湾台風が襲来し、その潮位はN.P.+5.31m(T.P.+3.89m:A.P.換算+5.02m)というそれまでの想定を遥かに超えるものであった。そのため着手後間もない第2次高潮対策事業は急遽計画の改訂を迫られた。当時、伊勢湾台風級の高潮が東京を襲ったと仮定すれば約240km<sup>2</sup>の地域が水没し、70万世帯3,000万人が被災すると予想された。そこで東京湾沿岸部においても、第2次高潮対策事業の計画高潮位であるA.P.+4.12mを伊勢湾台風級に対応するよう改訂し、A.P.+5.10mを新たな高潮位として新高潮対策事業(東京都建設局)、東京港特別高潮対策事業(東京都港湾局)を昭和35年(1960)度より実施することになった。

この事業の対象区域は隅田川堤防、月島、中川左岸(綾瀬川合流点下流)、旧江戸川(今井水門下流)、葛西海岸、目黒川、立会川、内川、呑川、などであった。さらに緊急性を要するものを昭和38年(1963)度以降、緊急3カ年計画と位置づけ前倒して実施された。

その後建設局では新高潮対策事業として、港湾局では東京港高潮対策事業として現在に引き継がれている。

写真3-1は、大潮の満潮時の中川左岸の様子である。水面の高さと、堤防脇の家屋の高さを見比べれば、いかに堤内地側が低いかがわかる。写真3-2は、江戸川区役所の正面玄関に設置されたリアルタイムに荒川の水位が表示できる電光表示の水位計である。その玄関先は階段が9段あるが、この階段は庁舎が建設された時には地面と同じ高さだったが、周辺地盤が沈下した結果、9段の階段を設置して対応せざるを得なくなったものである。



写真3-1 満潮時の中川左岸(荒川左岸)



写真 3-2 江戸川区役所の水位標識と江戸川区役所の正面玄関の階段

### 3.2.4 ポンプ排水地域の形成

図 3-7は東京東部低地の断面図である。(平成 16 年度国土交通省, 河川局関係予算概要参考資料)隅田川、荒川、江戸川など何れの河川も天井川となっている。東京東部低地帯の下水道は合流式下水道であり、その排水能力は降雨強度が50mm/hを上限として設計されているため、これ以上の降雨があれば内水氾濫が発生する。ゼロメートル地帯では降雨後いくら時間が経過しても雨水が自然に排除されることはなく、ポンプによる強制排水しか方法がないのが現状である。

## ●東京と江戸川・荒川・隅田川



図 3-7 東京東部低地帯の断面図(平成 16 年度河川局関係予算概要参考資料)



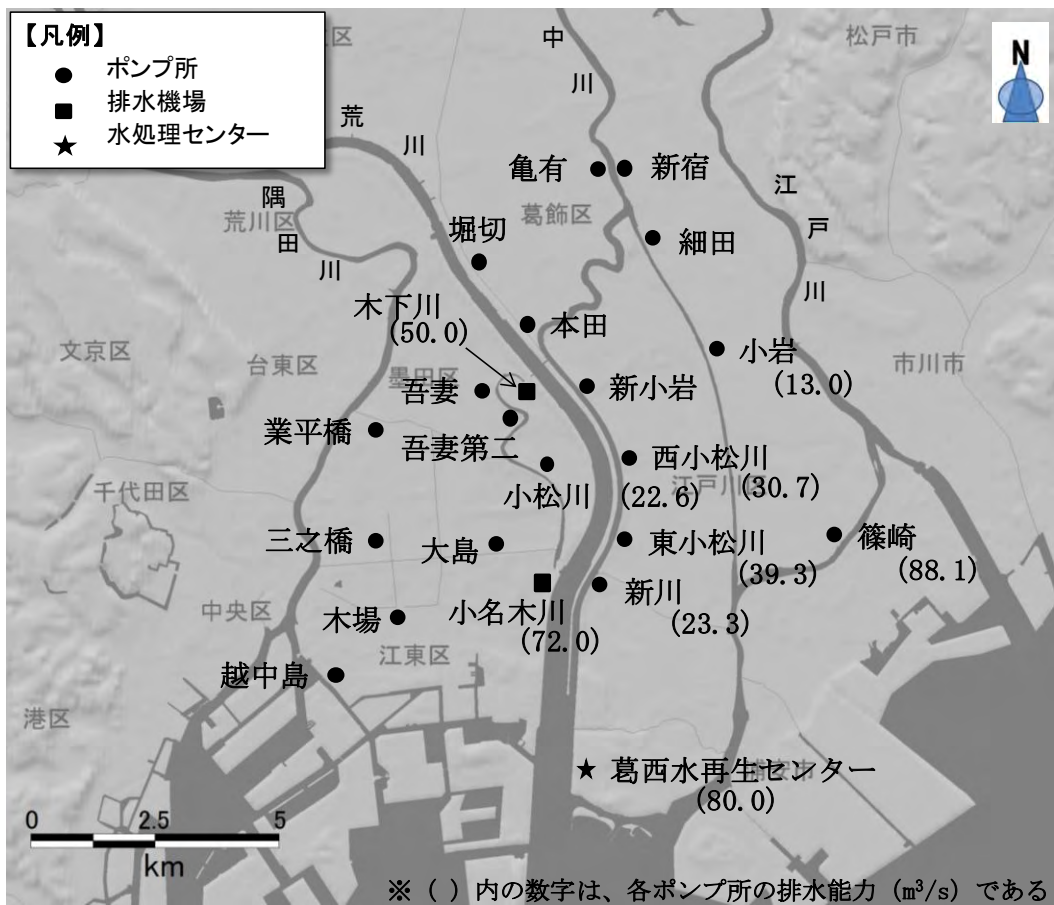


図 3-8 東京東部低地のポンプ所, 排水機場

図 3-8は東京東部低地に有るポンプ所, 排水機場である。さらにここで抱える課題はこれらのポンプ所のポンプ座の高さが、下水処理のためのポンプとして設計されているため、高潮対策を考慮していない事である。実態として高潮隔壁を設置していないポンプ場が多く存在している。さらに非常用発電機の設置高さも浸水面よりも低い位置にあるポンプ所が大半であり、このままでは浸水後の排水も不可能になってしまう危険性がある。

### 3.3 地震洪水の危険性について

ゼロメートル地帯特有の水災害として、地震時に発生する破堤洪水がある。もともとゼロメートル地帯は海水面よりも低い地盤であるから、堤防が住民の命を水災害から守っている。この堤防が地震により破壊されれば海拔0m以下の東京東部低地には、直ちに無尽蔵の海水が進入してくるのである。このため東部低地は降雨とは関係なく365日、地震の発生によって水災害が起こる可能性があるといえる。

平成7年(1995)神戸を襲った阪神淡路大震災の際、淀川の堤防が液状化のため大規模に破壊されたことは、このような地震洪水が起こることを明らかにしたものである。(写真3-3)

もし東京東部低地を地震が襲い、地域を守っている堤防が破壊された場合、ゼロメートル地帯では海水面以下の土地であるため直ちに浸水が始まってしまう。



写真 3-3 阪神淡路大震災時の淀川左岸堤(全日本建設技術協会, 1995)

中川左岸(荒川左岸堤防)は、堤防がコンクリートの3面覆工で築堤されている。前法面がコンクリート覆工、裏法面がコンクリートブロックのため、構造物の破壊の恐れがある。コンクリート構造物で造られた堤防の怖さは、地震により多少でも破壊されれば、そこから水が侵入することで、たとえレベル 1 以下の地震であっても堤防に亀裂などが発生すれば、無尽蔵に存在する海水が浸入し、さらに破壊が進捗し大きな洪水になることが予測される。

図 3-6 で東京湾大潮満潮位高さを示したが、ゼロメートル地帯の東京東部低地では、全く雨が降らない渇水期であっても満潮位の時に地震の被害で浸水を受ければ、約116km<sup>2</sup>のエリアが洪水になってしまう。まさに年間を通して、洪水の危険性にさらされている地域であり、地震水害への備えは不断の取り組みである。

東京東部低地は、これまで地盤沈下に緊急に対応するため護岸を嵩上げて来た。(図 3-9, 写真 3-4)コンクリート構造物により必要高さに合わせたため、その堤頂部は厚みの薄い腰壁方式(パラペット)となっている。その厚みはわずか 30cm であり、高潮に対する強度としては不安がある。阪神淡路大震災以後都内の高潮護岸も耐震補強が行われているが、その強度はレベル1に留まっており、レベル2対策については今後の対策として検討中となっている。平成 23(2011)年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震(M9.0)を見れば分かるように堤防の耐震強度をレベル 1 に留めておくことは大変危険だと考える。

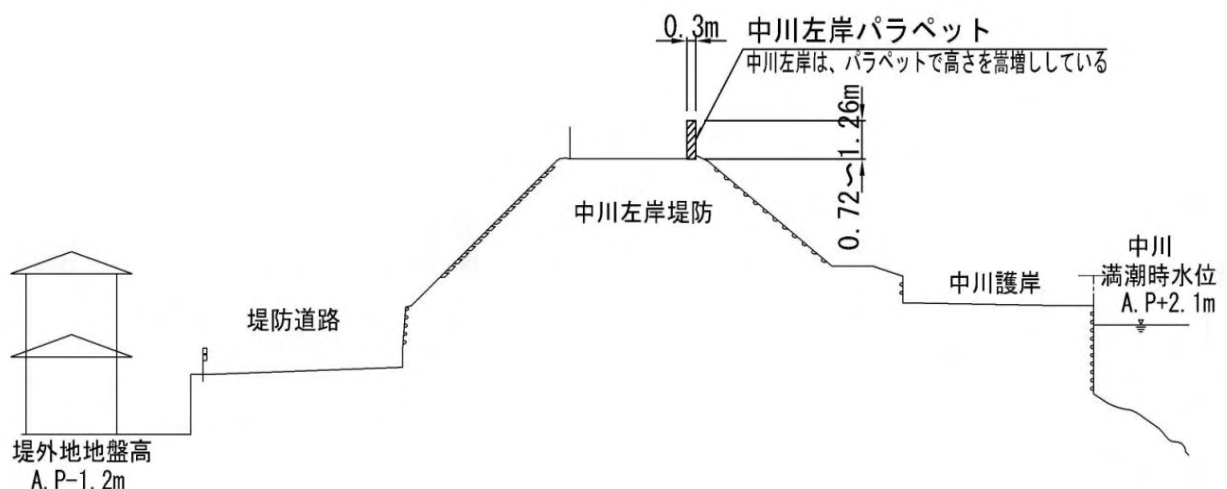


図 3-9 嵩上げされたパラペット



写真 3-4 荒川左岸嵩上げパラペット

### 3.4 台風の発生の不確実性と経路の不確実性について

図 3-10 は気象庁が公表している西太平洋における台風の経路を、1951 年から 2013 年まで 1641 個の台風の経路すべてを重ねて表現したものである。(国立情報学研究所, デジタル台風, 台風画像と台風情報より著者が作成)この図より台風はアジアモンスーン地帯の東経 100 度～東経 180 度、北緯 5 度～北緯 45 度の限定した範囲でしか発生せず、そしてこの範囲しか通過しない。日本はまさにその経路に位置しており、台風から逃れようもない地域に存在していることは明瞭である。

台風に対する十分な対策を講じ、備えることは当然の防災対策である。

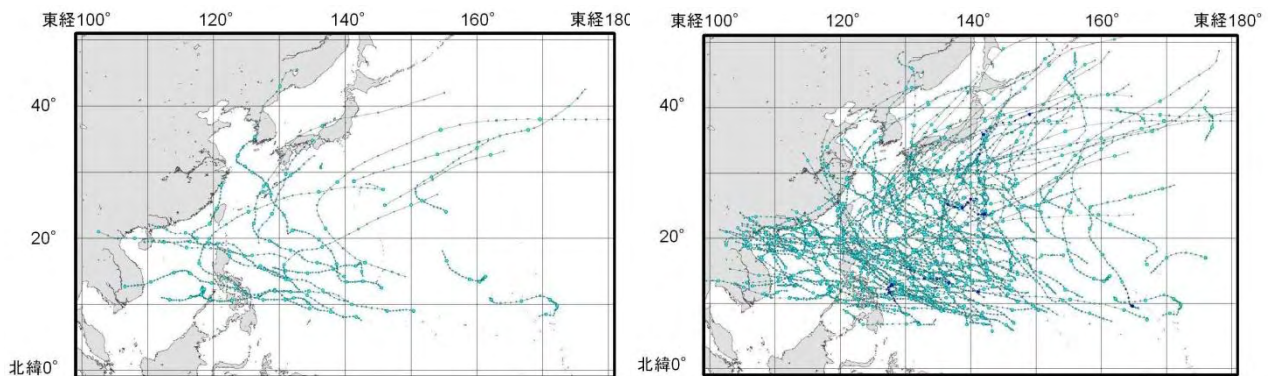


図 3-10 (a) 21 経路(1951 年)

図 3-10 (b) 120 経路(1951-1955)

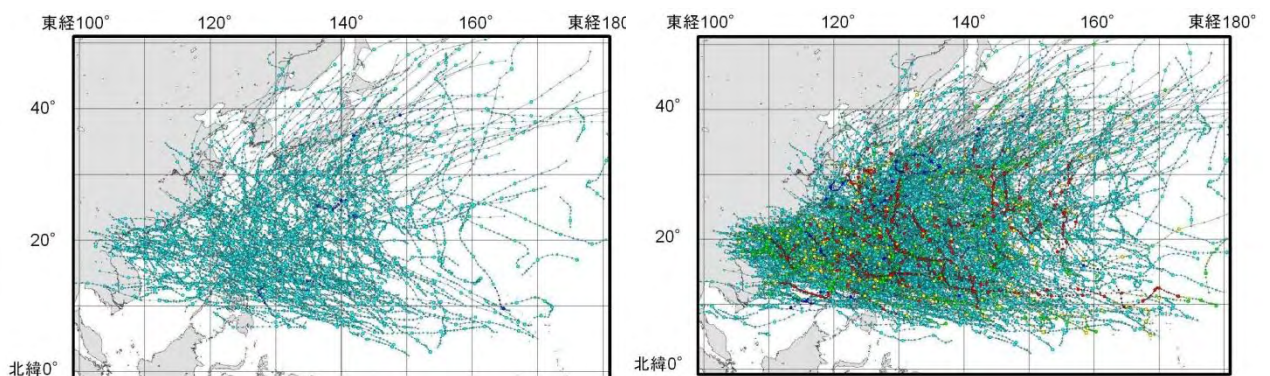


図 3-10 (c) 246 経路(1951-1960)

図 3-10 (d) 806 経路(1951-1980)

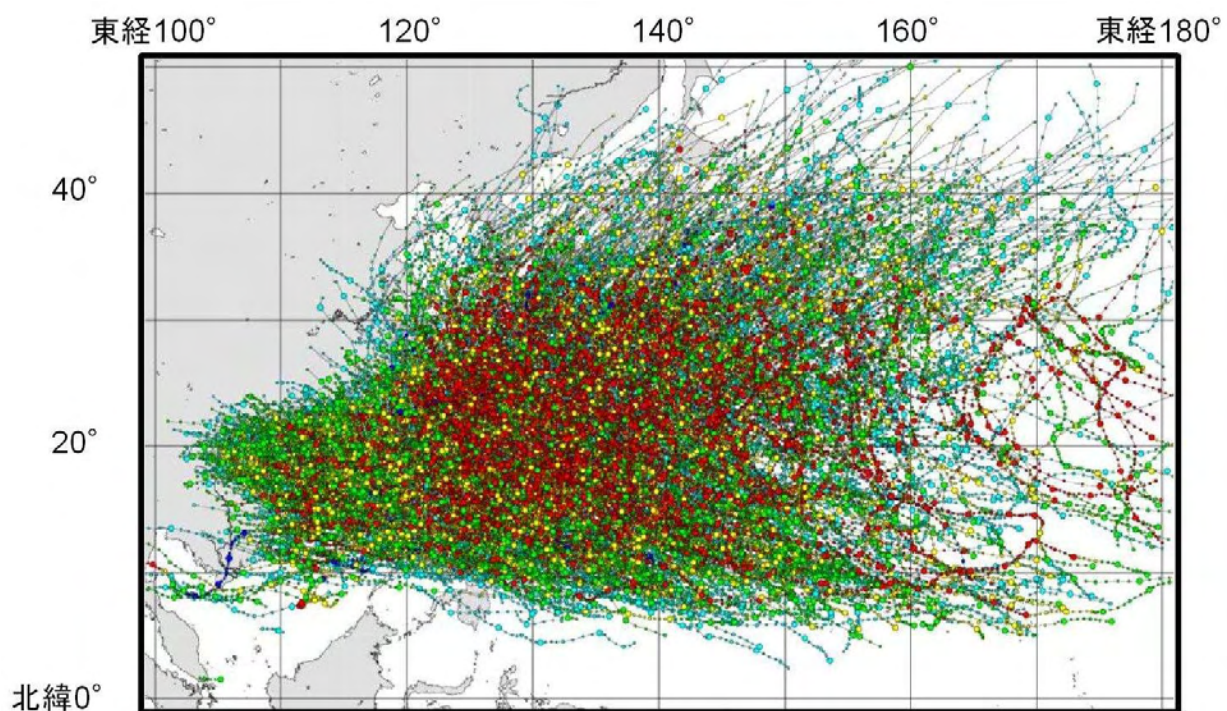


図 3-10 (e) 1641 経路(1981-2013)

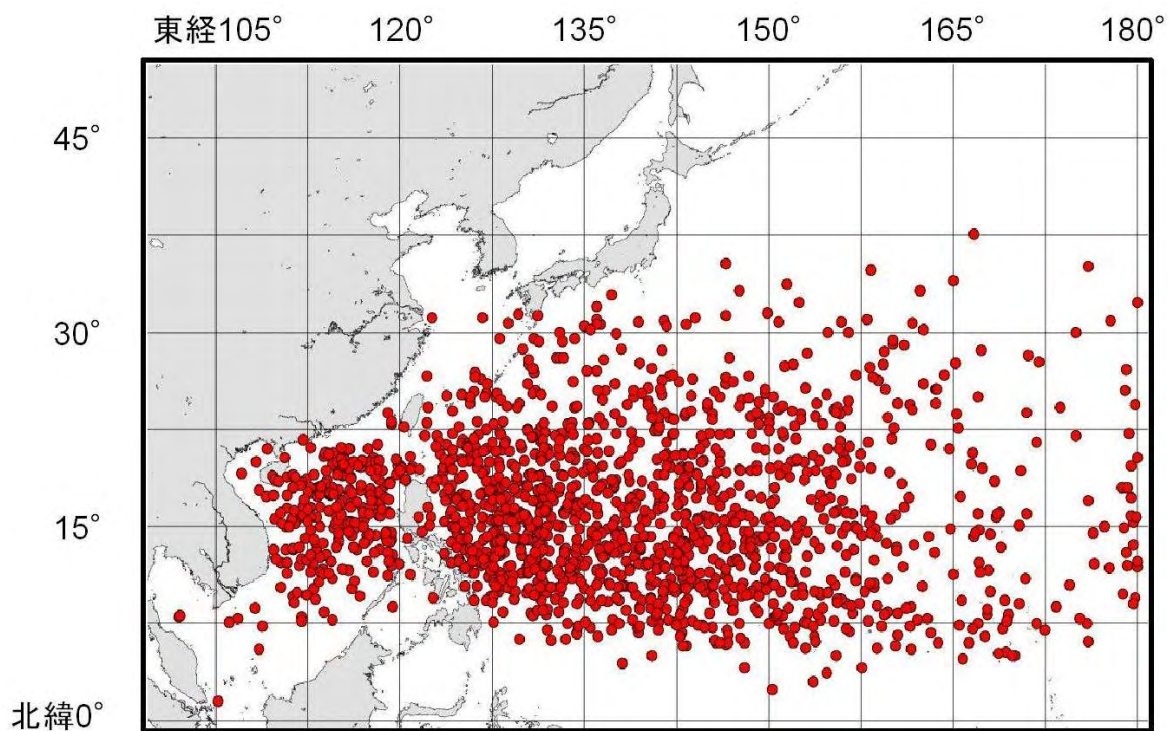


図 3-10 (f) 1641 個の台風の発生箇所(1951-2013)

図 3-10 台風の経路と発生箇所図(国立情報学研究所, デジタル台風台風画像と台風情報より著者が作成)

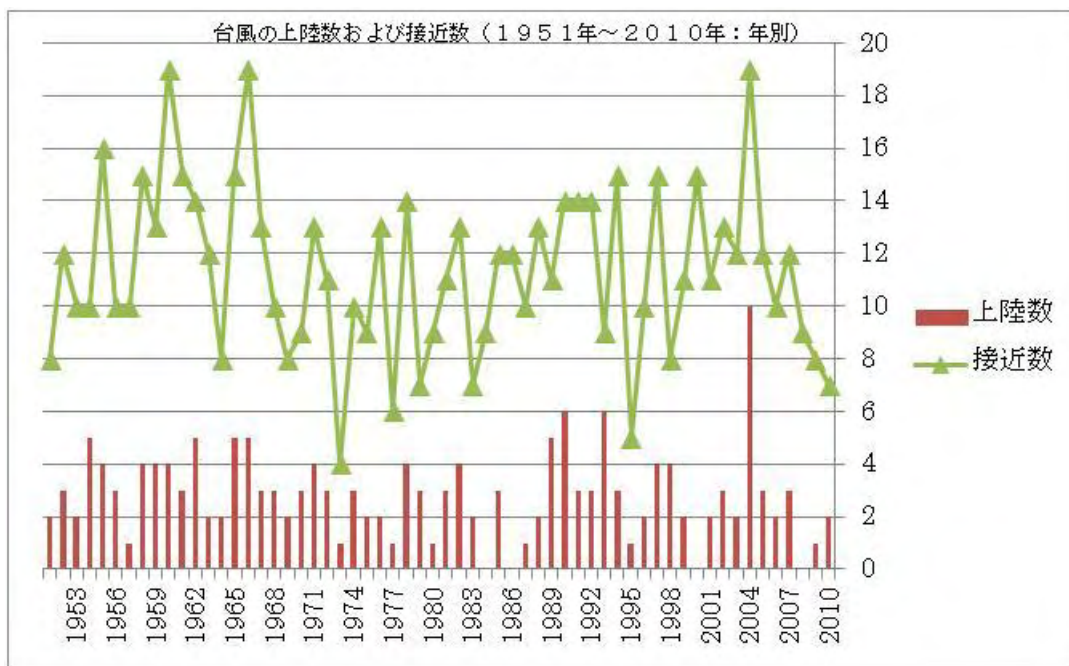


図 3-11 上陸台風数の経年変化(気象庁気象統計情報, 過去の台風の統計資料より著者が作成)

図 3-11 は上陸した台風と接近数をまとめたものである。2004 年のように 19 個の台風が接近し 10 個もの台風が上陸した年がある一方で、2008 年のように全く上陸した台風が無い年もある。気象庁の統計資料によれば、最も多く発生した年は 1967 年で 39 個、最小の年は 1998 年で 16 個、平均発生個数は 25.6 個、日本に接近した台風は平均 11.4 個、このうち上陸したのは平均 2.7 個である。このように台風の発生と経路は年により違いがあり不確実であるが、防災の観点からいえば、日本は台風の進路上に位置し、その襲来は確実とも言えるのである。

### 3.5 東京東部低地における超過洪水による浸水のシミュレーション

東京東部低地の水災害を考えた時、現在の利根川水系の計画高水流量の根拠となっているカスリーン台風(昭和 22 年(1947))を上回る台風の襲来の可能性や、地球温暖化による海面上昇の影響を考慮しなくてはならない。

第 2 章で使用した関東流域圏モデル(著者, 田原ら, 2009; 著者, 多田ら, 2010)を用い、汎用 3 次元流体シミュレータ GETFLOWS(Tosaka 他, 2010)により、地球温暖化による海面上昇を考慮した荒川左岸の越流に関して、いくつかのケースを想定し数値シミュレーションを行った。これまで流出解析手法は、貯留関数法に代表される集中型モデルから分布型モデルへと発展してきたが、GETFLOWS は地下空間の水と空気との 2 相流動に加えて、地表水を完全に連成し 3 次元で解析できるもので、分布型モデル以上に精緻なモデル化が可能である。

温暖化による海面上昇の影響の他、東京東部低地の水災害を検討するには、上流域の山岳地帯の各流域のダムの建設の進捗にも違いがあるので、各流域ごとの降水量の不確実性について考慮しなければならない。そのため、例えば、カスリーン台風(昭和 22 年(1947))など台風の降雨パターンの変動を考慮することにより、従来を上回る台風の襲来を検証しなければならない。

### 3.5.1 浸水シミュレーションの入力条件の概要

本シミュレーションでは利根川における基本高水流量を超える降雨パターン、及び八斗島基準点における最大洪水流量を評価するものである。解析に使用した降雨パターンは、昭和22年(1947)カスリーン台風(図3-12)を基本ケースとし、実際の台風通過経路と異なった2つのパターンを想定し、最大洪水流量を解析した。

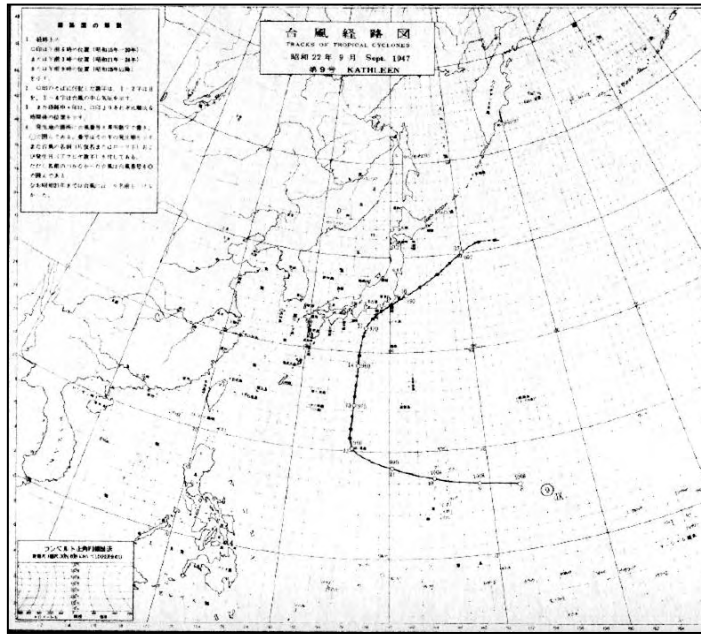


図3-12 カスリーン台風の経路図(気象庁HP, 災害をもたらした気象事例)

### 3.5.2 解析条件

降雨条件として3つのケースを想定した。ケース①は、基本として実際のカスリーン台風の場合。ケース②は、カスリーン台風時の雨量分布を北へ50kmシフトさせ、ケース③は、北西へ50kmシフトさせた。

図3-13に基準としたカスリーン台風時の利根川上流での降雨量の時間経過を示す。図3-14は対象とした利根川上流域の範囲図である。図3-15～図3-17に各ケースの総降雨量分布を示す。これら総降雨量と一致するよう時間雨量値をスケールして与えた。(国土交通省関東地方整備局(2011):「八ッ場ダム建設事業の検証に係る検討」第6回幹事会資料)

なお、今回の数値シミュレーションでは、地形、土地利用は現在のデータを使用した。また、今回は短期的な洪水流出を計算する為、地表水と地下水の相互交換やダムによる洪水調節機能については考慮しないこととした。

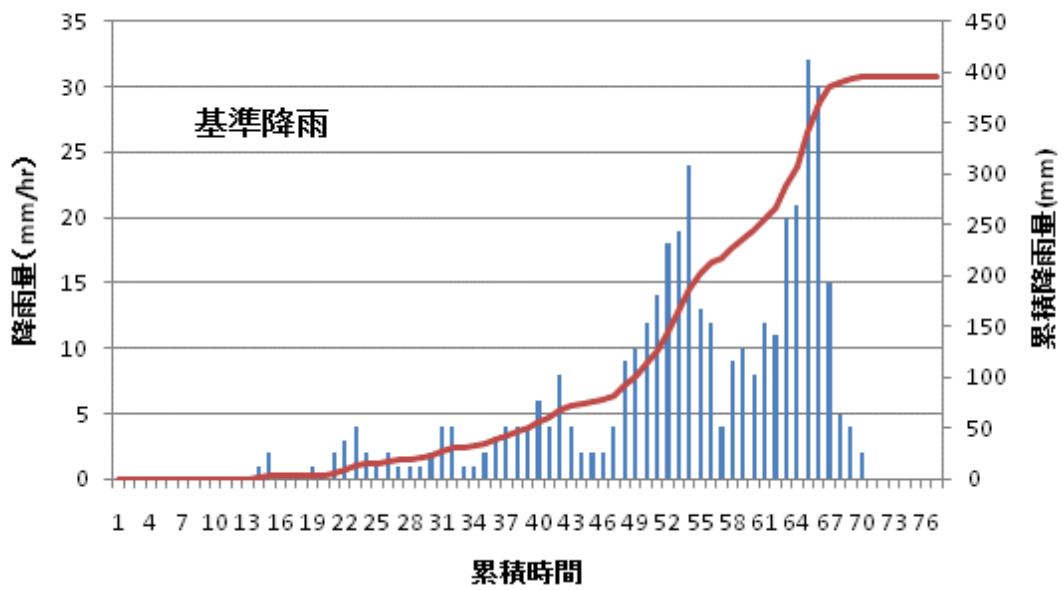


図3-13 カスリーン台風時の降雨の時間経過(国土交通省関東地方整備局, 2011)



図3-14 利根川上流域

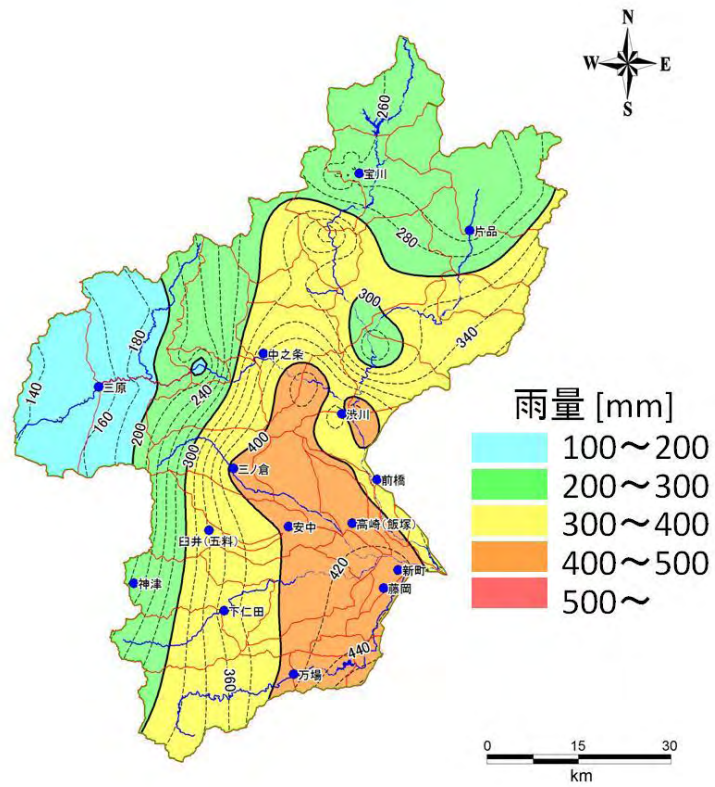


図3-15 ケース①:利根川上流域のカスリーン台風時の3日間総降雨量分布(基本ケース)

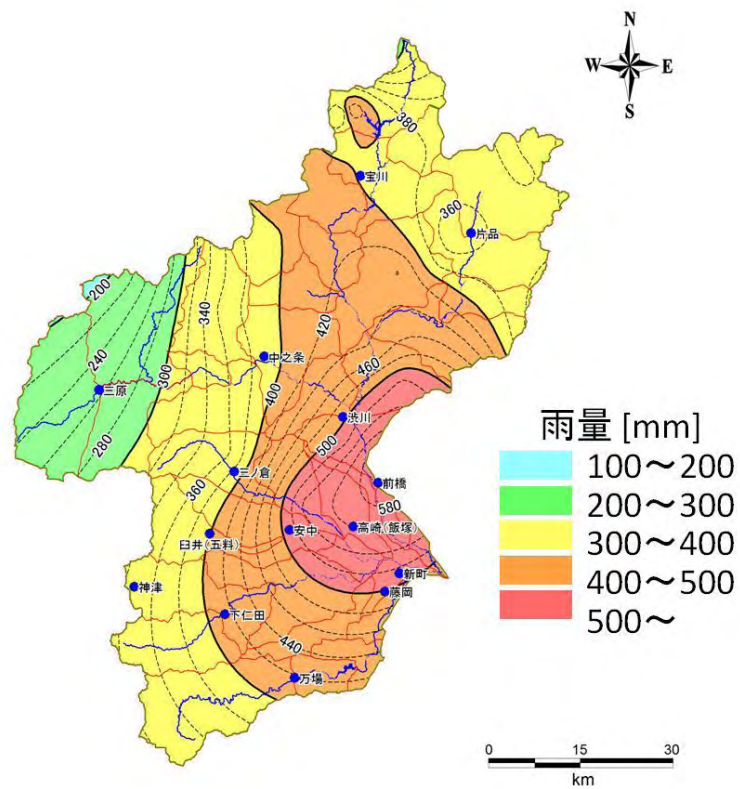




図 3-16 ケース②:カスリーン台風の降雨分布を北に 50km 移動

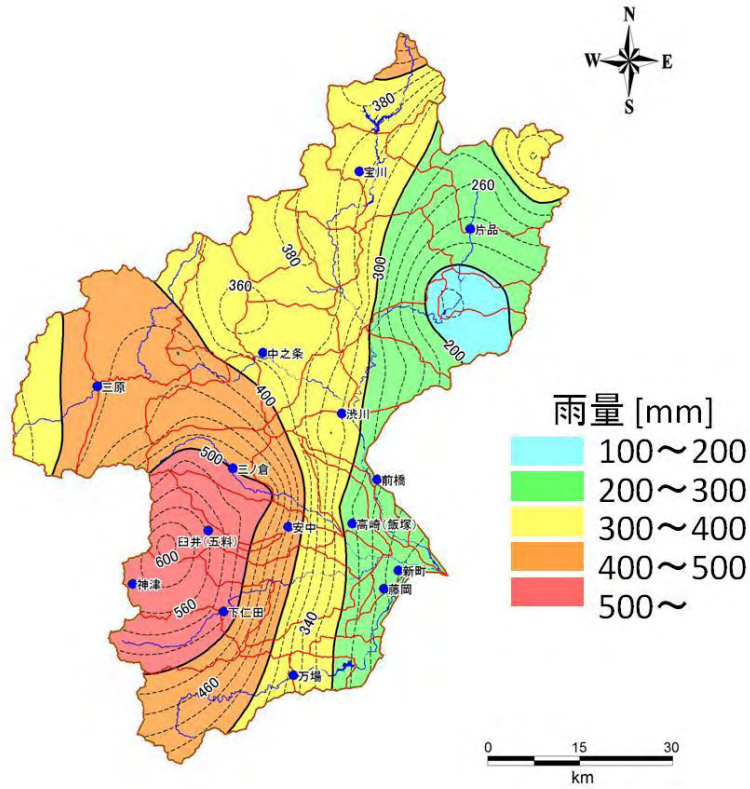


図 3-17 ケース③:カスリーン台風の降雨分布を北西に 50km 移動

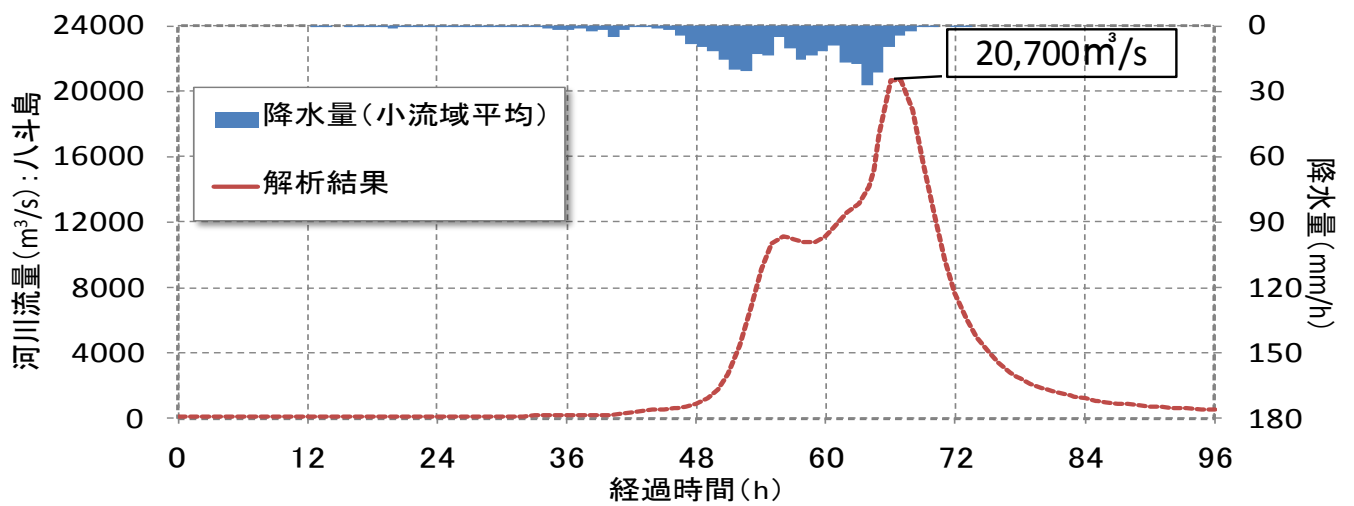


図 3-18 解析ハイドログラフ・ケース①(八斗島地点, カスリーン台風)