

東京東部低地（ゼロメートル地帯）における 水災害の歴史とその特性に関する研究（Ⅱ）

土 屋 信 行

目 次

- I. はじめに
- II. 利根川東遷事業及び荒川西遷事業が東京東部低地帯に与えた影響
- III. 東京東部低地における明治以降の大水害の特性
 - 1. 明治43年東京大水害
 - 2. 大正 6 年高潮水害

（以上 No. 323に掲載）

- 3. 昭和の水害
- IV. 東京東部低地洪水流域
 - 1. 地下水の流れからみた東京東部低地洪水流域の特性
 - 2. 荒川左岸越流シミュレーション
- V. おわりに
- VI. 付録
 - 1. 関東流域圏モデルの概要
 - 2. 数値シミュレータ GETFLOWS の概要

3. 昭和の水害

1) 昭和13年（1938）高潮・洪水

昭和13年 6 月27日午後10時頃から、29日午前 6 時頃にかけて襲った型破りな梅雨期の豪雨と、7 月 1 日から再び降りだした豪雨により、各河川が増水し、江戸川区、葛飾区、足立区、向島区、大森区、蒲田区では、床上浸水約7,800

（公益財団法人えどがわ環境財団理事長）

戸、床下浸水約37,000戸にも及ぶ被害を受けた（東京都建設局河川部，2010；東京市史稿，1987）。

さらにこの年の二百十日に当たる9月1日に襲来した台風は、豪雨による増水と併せて高潮をもたらし、中川の堤防が決壊、さらに小岩用水の東井堀・中井堀が溢水し、江戸川区内だけで3,000戸の床上浸水、2万戸の床下浸水が発生し、避難者1,000人、炊き出しを受けた人数が5,000人にも達した（江戸川区史第三巻，1976a）。

2) 昭和22年（1947）カスリーン台風

カスリーン台風は昭和22年9月8日未明にマリアナ諸島東方において発生し、次第に勢力を増しながら9月14日未明には鳥島の南西400kmの海上まで北上した。その後台風は、15日未明に紀伊半島沖の南、北緯32度付近で進路を北東に変え、勢力を弱めながら同日早朝に遠州灘沖合いを通過し、夜に房総半島南端をかすめ、16日には三陸沖から北東に去って行った。利根川水源の山岳地帯に約300～400mm、ところによっては約600mmにも及ぶ豪雨をもたらし、主要河川は氾濫し、埼玉県東村の利根川右岸地点で堤防が決壊したため大洪水が発生した（写真2）（建設省，利根川100年史，1987a）。

この台風による死者は1,077名、行方不明者は853名、負傷者は1,547名に及んだ。その他、流出全壊家屋23,736棟、浸水384,743棟、耕地流失埋没12,927haなど、被災者は150万人を超え、被害総額約70億円、戦後間もない関



写真2 昭和22年カスリーン台風（画面左上方に利根川と渡良瀬川の合流点があり、右手に見えるのは国鉄東北本線の利根川鉄橋、アメリカ合衆国国立公文書館所蔵）



写真3 昭和22年カスリーン台風（飲料水を配る江戸川区青年団）

東地方を中心に甚大な被害をもたらした（建設省，利根川100年史，1987b）。

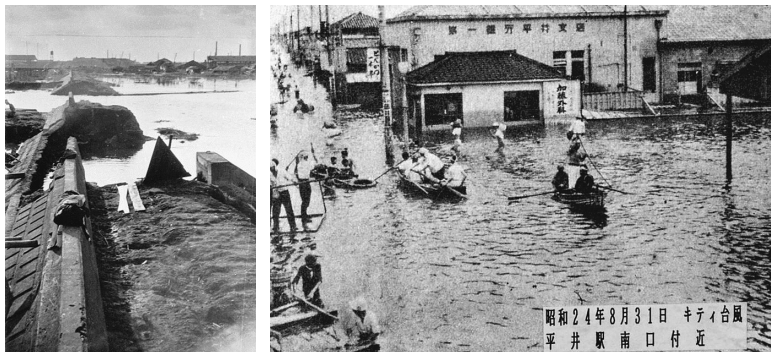
特に，群馬県の赤城山麓や栃木県の足利市などにおいては土石流や河川の氾濫が多発し，これらの被害者を中心に群馬県では592人，栃木県352人の死者を出している。また，利根川や荒川などの堤防が決壊したため，埼玉県東部から東京都23区東部にかけての広い地域で家屋の浸水が発生した。この地域で大規模な洪水が発生するのは明治43年（1910）の東京大水害以来であった（建設省，利根川100年史，1987c）。

一方，荒川では15日夜に熊谷市付近で堤防が決壊しており，洪水は16日の午前中には笠原村（現在の鴻巣市）に到達し，元荒川沿いに流下していく（国土交通省，荒川75年史，1990）。

東京では，足立・葛飾・江戸川の3区を一面の海にし，江戸川区では，小松川及び葛西地区を除き全域にわたり，床上浸水約2万，床下浸水約1万，併せて3万の浸水家屋と，13万3,000人の被災者を出した。戦後2年目に起こった浸水期間20日間という未曾有の大水害であった（写真3）（江戸川区史第三巻，1976b）。

3）昭和24年（1949）キティ台風

昭和24年8月31日，神奈川県茅ヶ崎付近に上陸した台風は東京周辺を平均風速25mの勢いで北上し，満潮時と重なったため，江東区南砂，江戸川区葛西の海岸堤防や，中川堤防，新川堤防などが各所で溢水あるいは破損し，一気に各所で出水し，濁流は家々を呑んで惨憺たる有様となった。この台風により死者・行方不明者160名，流出全壊家屋17,203戸，浸水家屋144,060万戸，船舶被



(a) 江東区南砂八丁目

(b) 平井駅前の浸水状況（最大水深226cm）

写真4 昭和24年キティ台風堤破壊状況（江戸川区記録写真）

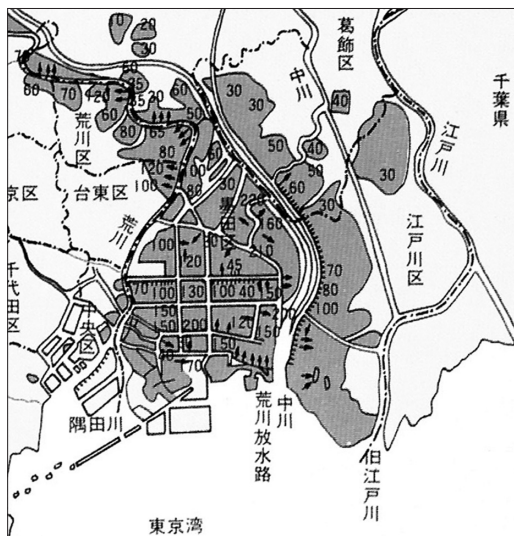


図11 キティ台風による浸水状況図（水深分布，矢印は破堤箇所）
（東京都建設局河川部，2010）

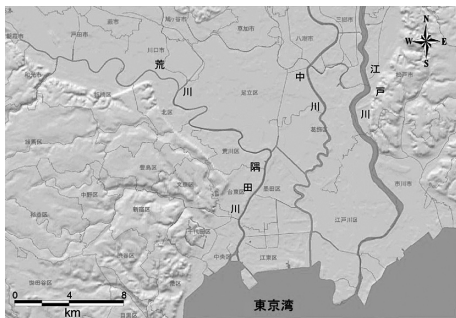
害2,907隻，耕地被害48,598haが発生した。

特に，江東区南砂，江戸川区平井・小松川地区いわゆる江東デルタ地帯は，堤防が決壊したため出水は中川の水位と同じになって一向に減らず，さらに追い討ちをかけるように豪雨が加わったため水位は高まり，被害を一層大きくした。江戸川区内の被災者6万2,000余人，家屋全壊47戸，床上浸水9,400戸，堤防の決壊は5,000mを超えた（別所他，江戸川区の歴史，1978；江戸川区史第三巻，1976c）。大正6年（1917）以来の高潮に見舞われたのである（写真4（b））。写真4（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。

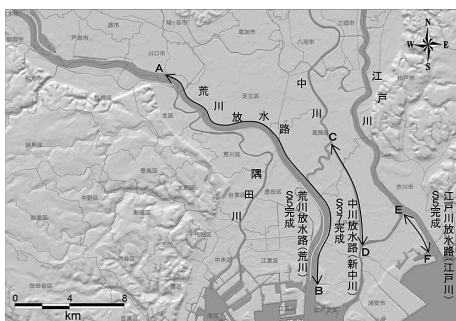
4) 中川放水路開削

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（1963）3月に延長7.9kmに及ぶ「中川放水路」として完成（東京都建設局河川部，2010；江戸川区史第三巻，1976d）し，昭和40年（1965）3月に一級河川に指定され「新中川」と改称された（図12）。

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学び，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。その結果，東京東部低地の現在の地勢が形作られ，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）東京大水害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（1938）の高潮，昭和22年（1947）のカスリーン台風，昭和24年（1949）の



(a) 明治期の東京東部低地帯



(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12 放水路により形成された東京東部低地帯

キティ台風により中川放水路が開削された。

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

ない。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，ポンプ排水地域なのである。

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。

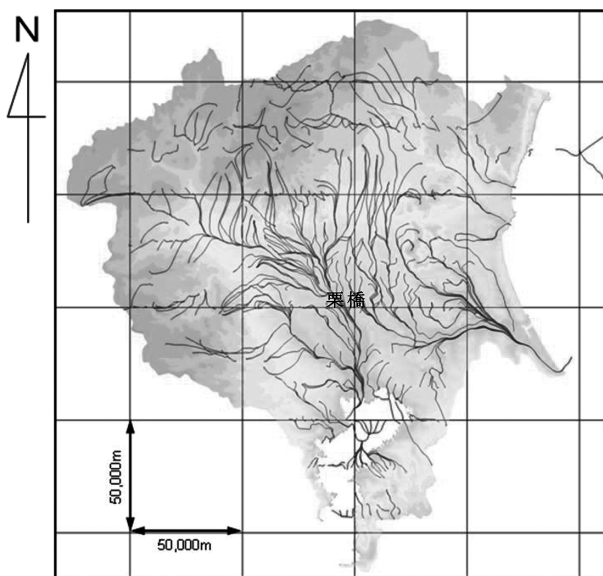
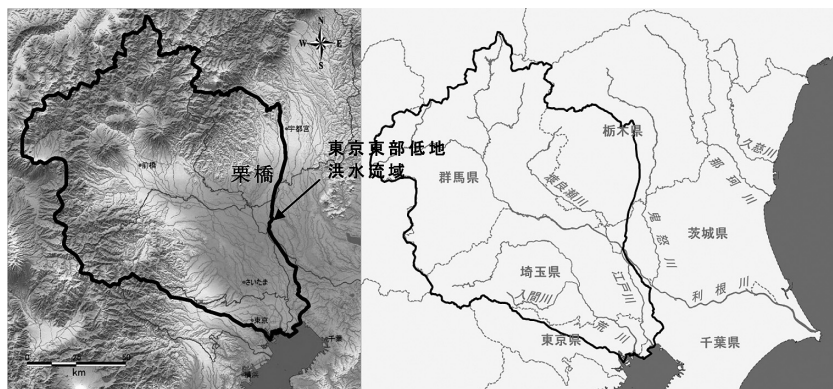
面積13,120km²の洪水流域の最下流がポンプ施設という機械に頼らなければならない現実，極めて安全性が低いと言わざるを得ない。

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（土屋，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14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できることで検証されており（土屋，多田ら，2010），このモデルに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したものである。

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，埼玉県と千葉県の間境の江戸川付近や茨城県と千葉県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埼玉県栗橋付近で昭和22年カスリーン台風の時のような破堤が起これば，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



(c) 流線軌跡

図14 現在の地形・主要河川と地表水・地下水の流線軌跡

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. 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。

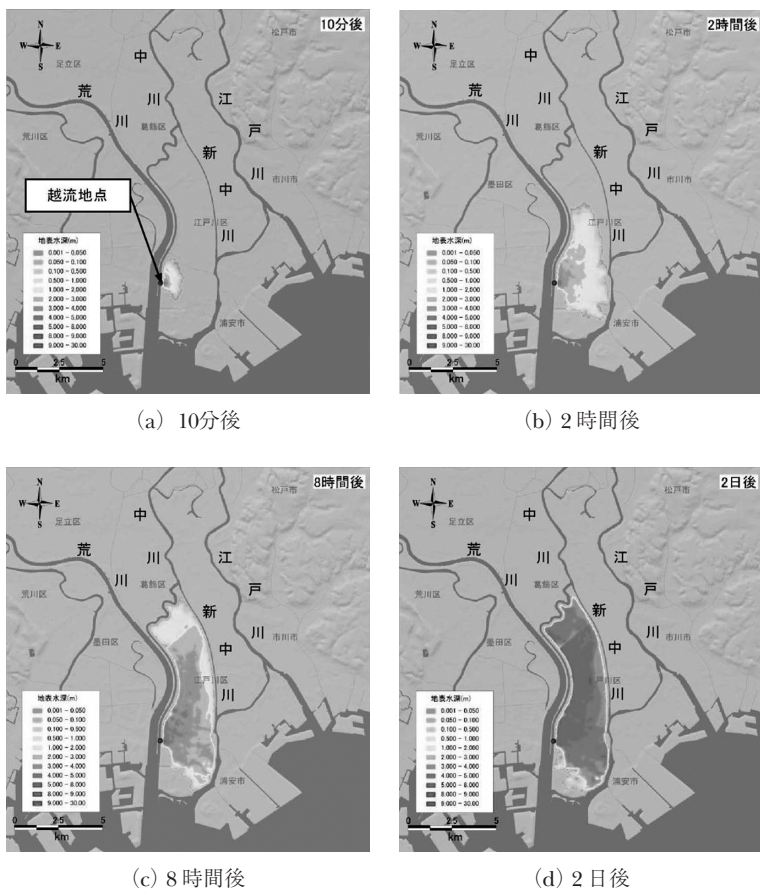


図15 荒川左岸越流シミュレーション

図15は、荒川の左岸堤が右岸堤よりも低い、東京メトロ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。

越流開始から、10分後には約125ha が、2時間後には約1,400ha が水没する。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。2日後の水深は、6m 近くに達する。越流開始から、わずか数時間で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。ここには居住者たちの命に加え、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地下鉄や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。

V. おわりに

著者はⅡ章において、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、Ⅲ章にお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。さらに地盤沈下は自然災害ではない新たな公害とも位置づけられる。そしてⅣ章において、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できる。

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量を毎秒17,000m³とし、そのうち上流ダム群により毎秒3,000m³を洪水調節することとし、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良瀬遊水地にお

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、稲戸井調節池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、中流域では遊水地、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、基本高水量を毎秒22,000m³とし、その内上流ダム群で毎秒6,000m³を調節、八斗島基準点では毎秒16,000m³とした。現在、平成18年（2006）に決定した利根川水系河川整備基本方針では、毎秒22,000m³のうち上流ダム群で毎秒5,500m³を調節することとし、八斗島基準点毎秒16,500m³としている。

このように利根川は洪水への対策を講ずるごとに、計画流量を増大させてきた。このことは江戸時代に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。しかしそれに十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。計画高水流量の検証がなされていないままに、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、大きな脅威を受けている。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。

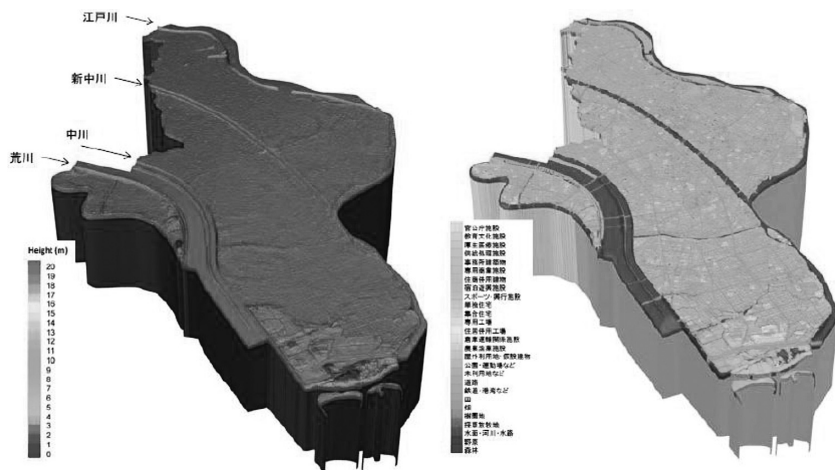
謝辞

本研究に当たり、中央大学都市環境学科、河川・水文学研究室の山田正教授に多大なご指導をいただきました。記して御礼申し上げます。

VI. 付録

1. 関東流域圏モデルの概要

関東流域圏の三次元格子システム鳥瞰図を付図1に示す。平面的な離散格子システムは地形起伏を考慮し、約1,000mの空間分解能で分割した。上流と下流の関係を論じる上で重要と考えられる主要な河道、及びその地下浅部については局部的に格子分割を細密にすることが可能なLGR（Local Grid Refinement）を適用した。深度方向は地盤中の流体移動がモデル底部と干渉しない十分な距離として標高-5,000mまでをモデル化した。格子総数は2,259,489である。考慮した水理地質区分は、沖積層（表土層、現河床堆積物、崖錐堆積物等）、新期ローム層、常総粘土層、東京層群・下総層群、上総層群、三浦層群、基盤岩類である。関東流域圏モデルは、関東平野を代表する主要河川流域の全体を包含するものであり、源流から河口、近海域に及ぶ降水、地形、地質、土地利用等の様々な流域基本情報を統合化させた三次元数値モデルである。この関東流域圏から江戸川区を中心とした範囲を切り出し、空間分解能を10mとした「沿岸域都市モデル」を構築した（付図2）。関東流域圏モデルの格子サイズとの乖離が大きいため、両者の中間的な空間分解能（50m）をもたせたモデルを準備し、沿岸域都市モデルへは中間モデルからデータを受け渡し、中間モデルは上総層上面（深度約300～400m）までを、沿岸域都市モデ



付図2 沿岸域都市モデル（左：地形，右：土地利用）

付表1 水理パラメータと境界条件

	透水係数 (cm/sec)	有効空隙率 (%)
沖積層	1×10^{-3}	15
ローム層	1×10^{-3}	20
常総粘土層	1×10^{-5}	5
下総層群	1×10^{-2}	30
上総層群	1×10^{-4}	20
三浦層群	1×10^{-5}	5
基盤岩類	1×10^{-7}	1
境界条件	海域は海水位置 E. L. 0 m を水位固定境界とし， その他は閉鎖境界（沿岸域都市モデルは関東流域圏モデルから受け渡された定圧境界とした）	

容積係数， ψ_p ：流体ポテンシャル， q_p ：単位体積当たりの圧入速度， ϕ ：有効空隙率， S_p ：飽和度。

そして，各記号の添え字の p は流体相を示し，水 (w) と空気 (g) に関する諸量を表す。

この水、空気各質量収支に基づく支配方程式を積分型有限体積法によって空間離散化し、時間差分については完全陰的に取り扱い、ニュートン・ラプソン法で解いている。行列解法には、Nested Factorization と呼ばれる三次元構造格子の入れ子構造に着目した前処理を施した共役残差法を用いている。また、非線形反復過程の中で収斂した格子をソルバーから自動的に除外する逐次陽化処理や領域分割法によるスカラー並列計算を採用している。これらの手法により、数百万～数千万自由度をもつ大規模三次元問題を実用速度で解析することが可能である。

Abstract

The history of water disasters and hazards characteristics in the part of Tokyo East lowland (below sea level area):

In the present paper, the author has studied the history and characteristics of water disasters in low ground of east part of Tokyo, where the ground surface is almost below-sea-level. Tokyo East lowland was basically formed by transforming Tone River to the east and Arakawa River to the west in the Tokugawa era. Through the flood disasters from the Meiji to Showa era, Arakawa Chanel and Edogawa Chanel were newly opened and a reclamation land at Kasai was constructed to avoid flood disasters in Tokyo East lowland. However, the numerical simulations at present study reveals that the existing of fundamental risks of flood disasters in Tokyo lowland and Edogawa ward is still in danger by the lower height of dykes on the left side of Arakawa River. From a case study of numerical simulation assuming high tide with a supplemental high water by climate change around Arakawa River mouth, Edogawa ward might be easily flooded within 2 days. As there is now a high density population in Tokyo East lowland, the countermeasures against the coming flood disasters must be planned and conducted properly and urgently.

引用文献

- 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，1001-1002.
- 6) 江戸川区（1976b）：江戸川区史第三巻，1011.
- 7) 江戸川区（1976c）：江戸川区史第三巻，1019-1021.
- 8) 江戸川区（1976d）：江戸川区史第三巻，1040-1044.
- 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.
- 13) 建設省関東地方建設局（1987b）：利根川100年史，874-875.
- 14) 建設省関東地方建設局（1987c）：利根川100年史，878-880.
- 15) 国土交通省荒川下流工事事務所（1990）：荒川75年史，50.
- 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）：「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，242.
- 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・土屋（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，36-41.
- 22) 多田・山下・佐藤・森・登坂・土屋（2010）：関東流域圏の水循環モデル，秋季地下水学会，268-273.
- 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) 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.
- 27) 内閣府（2010）：大規模水害に関する専門調査会報告.
- 28) Hiroyuki TOSAKA, Koji MORI, Kazuhiro TADA, Yasuhiro TAWARA and Koji YAMASHITA (2010): A General-purpose Terrestrial Fluids/Heat Flow Simulator for Watershed System Management, IAHR International Groundwater Symposium.

（原稿受付2011年7月7日，原稿受理2011年8月22日）