

## 水の過剰供給による地盤内間隙空気圧の発生に関する基礎研究

Fundamental study on accumulation of pore air pressure in geomaterials due to excessive supply of water

\*長田 昌彦<sup>1</sup>、佐々木 理弦<sup>2</sup>

\*Masahiko Osada<sup>1</sup>, Rio Sasaki<sup>2</sup>

1.埼玉大学大学院理工学研究科、2.埼玉大学工学部

1.Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, 2.Faculty of Engineering, Saitama University

本研究の目的は水の過剰供給による地盤内の間隙空気圧挙動を 観察および解明することである。大雨や河川水位の上昇によって水が過剰に供給される 条件下において、間隙空気圧は有意な効果があるといえる。本研究では間隙空気圧を考慮した浸透機構を解明するため、簡易な一次元浸透実験を行った。その結果、間隙空気圧が毛管圧力のみで発生する間隙空気圧と 同等となったとき供試体表面に湛水が生じると推測した。さらに、圧力水頭や毛管圧力に加えて、飽和帯の重さが間隙空気圧の増加に寄与していることもわかった。加えて、豊浦砂と関東ロームについて明らかな性質の違いが認められた。すなわち、乾いた状態や気相率が小さい状態ではより大きな 最大間隙空気圧を生じやすいということである。

キーワード：地盤材料、水の過剰供給、間隙空気圧

Keywords: geomaterial, excessive supply of water, pore air pressure

## 保健医療支援従事者から見た関東・東北豪雨災害時のハザード情報共有の課題

Issues on Hazard Information during 2015 Kanto-Tohoku Heavy Rain Disaster from the View Point of a Health and Medical Responder

\*石峯 康浩<sup>1,2</sup>

\*Yasuhiro Ishimine<sup>1,2</sup>

1.東京工業大学知能システム科学専攻、2.国立保健医療科学院健康危機管理研究部

1.Department of Computational Intelligent and Systems Science, 2.Department of Health Crisis Management, National Institute of Public Health

平成27年9月関東・東北豪雨災害時に発表者が保健医療関連の支援活動を行った概要を報告するとともに、避難指示等の情報に基づく茨城県常総保健所の職員らの対応について情報を提供し、今後のよりよい対応策の実現に向けた議論の足掛かりとしたい。発表者が勤務する保健医療科学院は国の公衆衛生施策の基礎となる科学的な知見を示す調査・研究活動を行うとともに、保健所職員等に対して研修を実施する厚生労働省所管の国立機関である。2011年の東日本大震災の教訓に基づき、災害時の公衆衛生対策強化が現在、進められており、それに沿った危機管理研修体制の検討を我々で進めている。また、発表者は、2014年10月からは、総合科学技術イノベーション会議が主導する戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の「レジリエントな防災・減災機能の強化」に参画し、主に府省庁等の行政組織間の災害情報共有体制の高度化に関する研究にも従事している。2015年9月に茨城県を中心に豪雨災害が発生した際は、SIPで取り組むべき課題の抽出を主な目的として、常総市周辺ならびにつくば保健所等を訪問し、状況把握と情報収集を行った。本発表では、鬼怒川の氾濫によって水没した茨城県常総保健所長への聞き取り調査で得られた情報を中心に、保健医療支援従事者の災害情報把握と対応の実情を報告する。

キーワード：鬼怒川、常総保健所、情報共有

Keywords: Kinu river, Joso health center, Information sharing

## 平成27年9月関東・東北豪雨災害における災害対応地図の作成と活用

## Resourcing a disaster response map for the 2015 heavy rain in Joso city

\*内山 庄一郎<sup>1</sup>\*Shoichiro Uchiyama<sup>1</sup>

1.国立研究開発法人防災科学技術研究所

1.National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

## (1) 動機:

平成27年9月9日から11日にかけて続いた豪雨により、関東地方および東北地方の広い範囲で河川の越水や土砂災害が発生した。特に茨城県常総市では鬼怒川の堤防が決壊し、広範囲で浸水被害が生じた。決壊箇所付近では濁流により家屋が流失し、浸水地域では多数の住民が家屋に取り残された。そのような状況が報じられる中、9月10日の正午過ぎに、水難要救助者の捜索救助や自治体による災害対応を支援するため、被災状況を詳細に把握するための地図の作成が必要になると判断した。

## (2) 手法:

地図作成には空撮画像のSfM-MVS (Structure from Motion and Multi-view Stereo) 解析によるオルソモザイク画像を用いることとした。被災地での空撮は機動性の高い無人航空機を選択するケースが多いが、今回は被災エリアが100km<sup>2</sup>と広大であるため、有人ヘリコプターから市販のデジタルカメラを用いて実施した。飛行高度は海拔高度1,200mとし、写真のオーバーラップが約75%となるよう、飛行コースと速度を上空で指定した。

## (3) 結果:

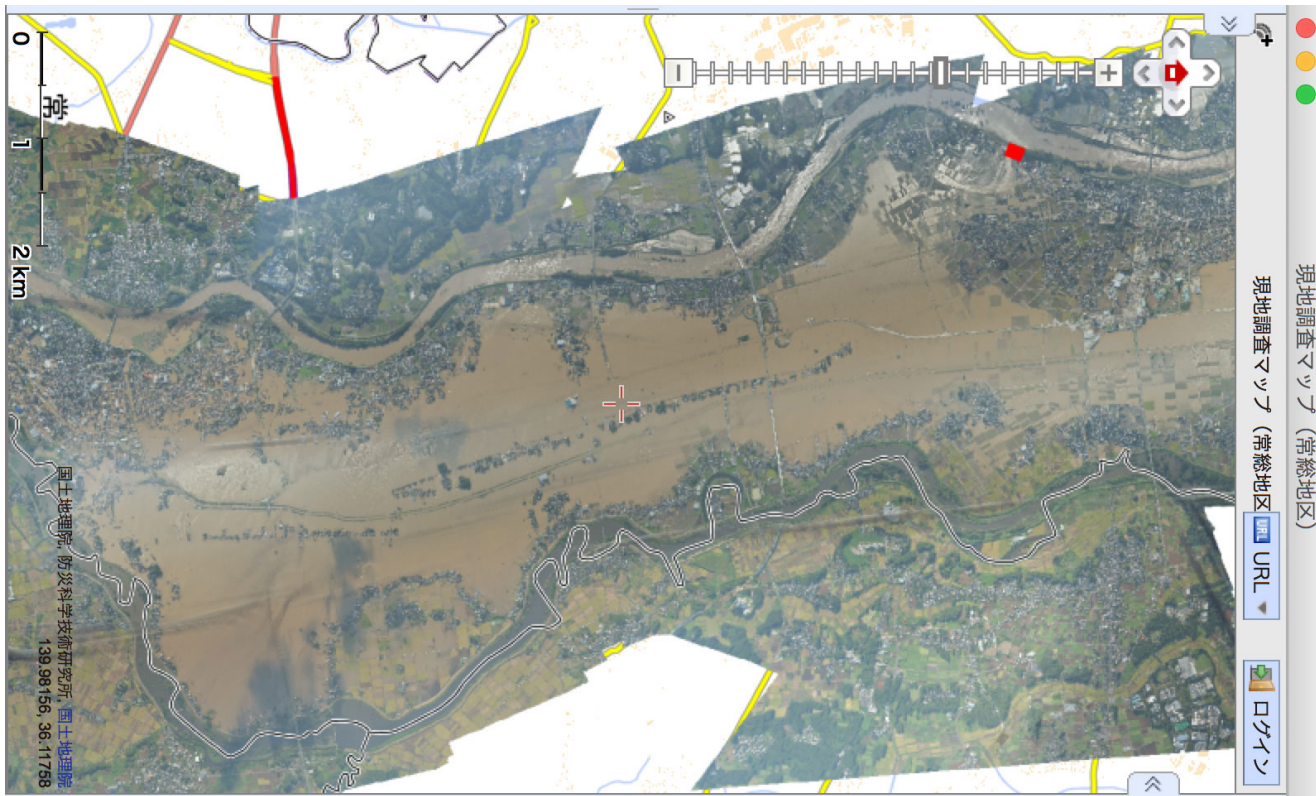
平成27年9月11日15:30~16:30に高度1,200mから約600枚の斜め写真を撮影し、浸水域約100km<sup>2</sup>のオルソモザイク画像を作成した。撮影後12時間以内に、地上解像度21cm/画素のオルソモザイク画像、上空からの写真および地上での調査データと合わせて、防災科研の災害対応Webサイトで公開した。作成した災害対応地図等のリソースはクリエイティブコモンズライセンス「CC-BY 4.0 国際」で公開した。その後、9月15日までに株式会社ゼンリンの住宅地図をオーバーレイした災害対応地図を作成し、災害対策本部に提供した。また同日、民間の捜索救助の専門チーム (JFFS) およびNPO法人日本救助犬協会とともに災害対応図から水難要救助者の分布を推定し、捜索活動の支援を行った。

## (4) 考察:

災害後は各機関より多様な情報が発表されるが、その利活用には著作権等の壁があり、災害後の多忙な局面でのスムーズな利用が難しく、活用されないことが多い。今回は、災害対応地図等の情報リソースをオープンデータとして公開したことにより、利用者は面倒な申請無しに情報を利用できた。災害対策本部、ボランティアセンター、大学の調査団等に利用された。災害現場の高精細なオルソモザイク画像は、災害の被災状況を把握する手段として有用であった。しかし、利用者が地図を活用した意思決定に慣れていない場合、これらの地図リソースを有効に活用することが難しいようであった。自治体等に地図情報等を提供する場合は、その使用方法を含めて災害対応現場を支援する必要がある。今回は有人航空機から撮影を行ったが、30分間で14機以上の救助・報道ヘリ等が地表付近で活動している様子が視界に入った。無人航空機の災害時の活用が期待されているが、今回のように過密に有人航空機が活動する空域では無人航空機を安全に運航することは困難である。有人航空機と無人航空機が安全に空域を共存できるよう、災害時の運航制度を検討する必要がある。

キーワード: 平成27年9月関東・東北豪雨、災害対応地図、常総市、SfM-MVS

Keywords: the 2015 heavy rain, disaster response map, Joso city, SfM-MVS (Structure from Motion and Multi-view Stereo)



2015年関東・東北豪雨鬼怒川氾濫による茨城県常総市の浸水深と道路周辺構造物被害の分布  
Distribution of floodwater depth and damages of road structures in Joso City, Ibaraki  
Prefecture, caused by the Kanto-Tohoku torrential rain in September 2015

\*青山 雅史<sup>1</sup>

\*Masafumi Aoyama<sup>1</sup>

1.群馬大学教育学部

1.Faculty of Education, Gunma University

### 1. はじめに

平成27年9月関東・東北豪雨により、茨城県常総市では鬼怒川堤防の決壊・越水が発生し、鬼怒川と小貝川に挟まれた低地のうち約40 km<sup>2</sup>が浸水したと推定されている（国土地理院 2015）。本研究では、本豪雨災害の実態解明や今後の防災・減災などに資するデータを提供することを目的として、鬼怒川の氾濫による常総市内の浸水深と道路周辺構造物の被害に関する現地調査をおこなった。現地調査では、測定地点における浸水深を示す地表面から浸水痕跡までの高さを測定し、道路周辺構造物被害のマッピングをおこなった。

### 2. 調査方法

地表面から浸水痕跡までの高さを現地にて標尺を用いて測定した。測定の対象とした浸水痕跡は建物壁面に残されたものが多く、その他にも看板、飲料自動販売機や植生などに残されたものもある。測定は、常総市内の浸水域の100地点において、2015年9月16日以降計5日間実施した。本測定と合わせて、氾濫によるガードレールの倒壊や道路盛り土の損傷など、道路周辺構造物被害の記載、マッピングもおこなった。

### 3. 調査結果

浸水深の全体的な傾向としては、破堤や越水が生じた地点から比較的近い市内北部の石下地区よりも、下流側（市内南部）の水海道地区周辺の方が大きい値を示した地点が多くみられた。石下地区における浸水深は、ほとんどの地点では0.5~1.5 mを示したが、2 mをやや上回った地点も一部にみられた。市内南部では、八間堀川および新八間堀川に近い地点、北水海道駅周辺や常総市役所周辺において、1.5 mを上回る地点が多数みられた。国道354号線沿いの平町では、本測定での最大値である3.0 mを示した地点があった。水海道駅以南では浸水深の値は小さくなり、ほとんどの地点で1 m未満を示した。

本調査で得られた浸水深と常総市が公開している「洪水ハザードマップ」に図示されている想定浸水深との関係を見ると、石下地区北部では今回の浸水深がハザードマップの想定値を上回った地点がみられ、水海道駅以南では想定値を下回った地点がみられたが、全体的には想定値を上回る浸水深を示した地点は少なかった。鬼怒川左岸側の自然堤防と小貝川右岸側の自然堤防との間の後背湿地（氾濫平野）では、国道や県道等主要道路のガードレールや道路に面したフェンス等の倒壊が生じていた。また、道路盛り土の損傷（変形）や側溝の損壊が生じ、歩道が通行不能となった箇所も見られた。

キーワード：平成27年9月関東・東北豪雨、鬼怒川、浸水深、ハザードマップ、道路構造物被害、常総市

Keywords: Kanto-Tohoku torrential rain in September 2015, Kinu River, floodwater depth, hazard map, damage of road structure, Joso City

平成27年関東・東北豪雨による茨城県常総市東部の浸水

Inundation of the eastern part of Joso city, Ibaraki prefecture caused by heavy rainfall disaster in Kanto and Tohoku area

\*南雲 直子<sup>1</sup>、大原 美穂<sup>1</sup>、澤野 久弥<sup>1</sup>

\*Naoko Nagumo<sup>1</sup>, Miho Ohara<sup>1</sup>, Hisaya Sawano<sup>1</sup>

1.土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター

1.International Centre for Water Hazard and Risk Management, Public Works Research Institute

平成27年9月に発生した関東・東北豪雨により茨城県常総市では市の東部を中心に深刻な浸水被害が発生した。同市若宮戸で9月10日6時頃から発生した堤防からの越水と、12時50分頃に上三坂で発生した堤防決壊により流入した洪水は、自然堤防上に立地する石下の市街地を全面的に浸水させた。その後、八間堀川沿いに徐々に南下した洪水によって10日夜には水海道の中心市街地で浸水が始まり、11日13時には周囲の広い範囲が浸水した。著者らが建物等に残る浸水痕から確認した最大浸水深は、石下の越水・破堤地点付近の自然堤防で1.0 m以下だが、洪水堆積物が認められ、流れの中心にあったと考えられる地点では最大 1.5 m程度と大きくなる傾向にある。氾濫原ではより深く浸水し、八間堀川沿いに位置する沖新田町や十花町仲新田では2.5 m以上となり、南に向かうほど浸水深は大きかった。これは、南下した洪水が水海道周辺の自然堤防に遮られて滞留したためであろう。石下地区の市街地での浸水期間は短く、少なくとも11日朝までには解消された一方、水海道地区の浸水期間はより長く、新八間堀川北側の集落では少なくとも13日朝まで、八間堀川沿いの集落では16日頃まで浸水が続いた。河川堤防や寸断された道路の復旧作業は被災後すぐに始まったが、洪水が引いたあとも洪水堆積物や漂着ゴミの清掃に追われ、未だ再建途上の家庭や事業所も多い。また、1.5 m以上の浸水が発生した病院や学校などの重要施設もあったことから、具体的な水害対策に向け、被害実態の記録と適正な評価が必要である。

キーワード：洪水、常総市、鬼怒川、浸水深

Keywords: flood, Joso city, Kinu River, inundation depth

## 航空レーザーデータによる氾濫平野の微地形を可視化した比高マップ

The relative height map which visualized the slight topography of the flooding plains by aviation laser data

\*小林 浩<sup>1</sup>、三浦 博之<sup>1</sup>、鈴木 裕三<sup>1</sup>、中村 剛<sup>1</sup>

\*Hiroshi Kobayashi<sup>1</sup>, Hiroyuki Miura<sup>1</sup>, Hiromi Suzuta<sup>1</sup>, Takeshi Nakamura<sup>1</sup>

1.朝日航洋株式会社

1.Aero Asahi Corporation

近年、河川の治水対策が進むにつれて中小規模の水害による被害は減少してきている。しかしこれにともなあって河川沿いの氾濫平野の開発が進み、水害リスクを想定することなく定住する人口や、経済活動を行う事業者が増えてきている。

これまで行政によるハザードマップの作成・公表や警戒避難体制の整備は継続的に取り組まれているが、多くの自治体職員や避難対象となる住民・事業者にとって、水害は堤防の向こうのできごとであり、目に見えない以上なかなか現実的なリスクとしてとらえられにくい面が指摘されている。とくに、氾濫平野の洪水に関連する微地形は現地でもわかりにくく、治水地形分類図などの特殊な図面を読みこなせるスキルを持っていないと理解は難しい面は否定できない。

近年、航空レーザー計測による高精度な数値地形モデルの整備が進み、大河川沿いはほぼ網羅できるようになった。また高解像度の空中写真が比較的容易に撮影できるようにもなった。これらの技術を合せて用いることで、市民や行政担当者に対して、河川施設の三次元的な管理や河川沿いの水害リスクの多寡に影響する、氾濫平野・後背湿地などの微地形を可視化し、リスクを顕在化する技術が注目されている。

本研究では、平成27年9月関東・東北豪雨の際に大規模な洪水被害が発生した常総市を題材に、氾濫平野の微地形を可視化し、わかりやすく訴える「比高マップ」を試作した。

人間が日ごろ目にしている地形は周囲と比較した凹凸、すなわち比高であり、また比高は水害時などに浸水リスクの大きさに大きく影響する要素のひとつでもある。

「比高マップ」は河川背後の平地を代表する基準面を設定し、それとの比高を解析して適切な色調で表現したものを、地盤の凹凸情報にオーバーレイさせることで作成する。この際、氾濫平野のわずかな微地形を強調するため、適切な階調で表示させることが重要であり、調整の結果、氾濫平野の微地形をわかりやすく表現することができた。また河川堤防については別途地盤との「比高マップ」を作成してはめ込むことにより、堤防高と氾濫平野の微地形を一体的にとらえることができた。

今後は作成した「比高マップ」と国交省や研究機関ほか公表している溢水・決壊箇所や浸水深等の分布と比較し、洪水リスクをよりの確によみとることができる「比高マップ」となるよう改良を重ねてゆく予定である。

キーワード：氾濫平野、微地形、比高マップ、可視化、数値地形モデル

Keywords: flooding plains, microtopography, The relative height map, visualization, digital terrain model

## 常総市上三坂地区における平成27年9月関東・東北豪雨の破堤堆積物の特徴

Crevasse-splay deposits of the 2015 Kanto-Tohoku Torrential Rain Disaster in Kami-Misaka, Joso City, Ibaraki, Japan

\*佐藤 善輝<sup>1</sup>、宮地 良典<sup>1</sup>、田邊 晋<sup>1</sup>、小松原 純子<sup>1</sup>、納谷 友規<sup>1</sup>

\*Yoshiki Sato<sup>1</sup>, Yoshinori Miyachi<sup>1</sup>, Susumu Tanabe<sup>1</sup>, Junko Komatsubara<sup>1</sup>, Tomonori Naya<sup>1</sup>

1.産業技術総合研究所 地質情報研究部門

1. Research Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan

### はじめに

鬼怒川流域では、2015年9月9日～11日に発生した平成27年9月関東・東北豪雨（気象庁、2015）により河川水位が急激に上昇し、溢水などが発生した。鬼怒川中流の常総市上三坂地区では、鬼怒川左岸側の堤防が幅約200 mにわたって決壊し、堤内地へ氾濫水が流入して多大な被害をもたらした。国交省関東地方整備局（2015）によれば、同地区では10日11時頃には越水が確認され、同日12時50分頃に堤防が決壊した。

本研究では、豪雨災害で堆積した破堤堆積物（増田、1998）の分布や堆積学的な特徴を明らかにするため、深さ50～80 cm程度のミニトレンチを掘削して粒度や堆積構造などを記載するとともに、その一部についてトレンチ壁面のはぎ取りや軟X線写真撮影を行った。

### 堆積物の分布

破堤箇所の直近には深さ約1.6 m以上、幅最大60 mの侵食地形（落堀とクレバスチャネル）が形成された。破堤堆積物はその東～南側を中心に堆積しており、南東～南へ舌状に伸びる高まり（以下、ローブ）が少なくとも3条認められた。

破堤箇所から約150～250 m以内では、破堤堆積物の層厚は概ね数～10 cm程度で、厚い堆積物は散在する瓦礫の背後など局所的なものに限られる。破堤堆積物の層厚はこれよりも南東側で顕著に大きくなり、破堤箇所から約400 mの地点で最大（約80 cm）となる。そこから下流側へは徐々に薄層化する傾向を示し、破堤箇所から約700 m以南では薄い泥質堆積物のみが分布していた。

### 破堤堆積物の堆積相

破堤堆積物は細粒～中粒砂を主体とし、下位から順に堆積相A～Cの3ユニットに区分できる。

堆積相A：水田土壌を直接覆う細粒砂層で、逆級化する。水田土壌層との境界は明瞭である。下部ではシルト分を多く含み、一部は砂質シルトとなる。稲などの植物片の集積層が多く挟在する。層厚はローブ北西側で25 cmと最大で、南に向けて徐々に薄層化する。

堆積相B：上方細粒化を示す細粒～中粒砂からなる。稀にレンズ状の中粒砂薄層を挟む。上部では平行葉理を示す地点も認められた。植物片の集積層や瓦礫などを多く含む。ローブ横断面（流向と直交方向）をみると、中央部で約20 cmと最も厚く、両端部に向けて薄層化する。

堆積相C：淘汰の良い細粒～中粒砂から構成される。全体に平行葉理が発達し、最上部でリップル葉理が認められた。ローブ端部では斜行葉理が発達する。細粒砂が卓越するが、稀にφ3 cm程度の円～亜円礫を含む。層厚はローブ南端部で最大となる。

### 破堤堆積物の堆積過程

各堆積相は、越水や破堤に伴う堆積プロセスの変化を反映していると推定される。

堆積相Aは越水時の堆積物と推定される。逆級化層理は氾濫水の流速増加あるいは粗粒堆積物の流入を示す。氾濫開始期には氾濫水のウォッシュ・ロードが堆積し、その後、氾濫水位と流速が増加したことでやや粗粒な堆積物が流入するようになったと考えられる（増田・伊勢屋、1985）。

堆積相Bは、級化層理を示すことから、堆積物重力流による堆積あるいは碎屑物供給量の一時的な減少が推定される。堆積物重力流による場合、破堤に伴って河川水が突発的に流入したことで乱流が発生した可能性が考えられる。本層が侵食地形の下流側にローブ状の堆積していることも、堆積物重力流による堆積と矛盾しない。また、碎屑物供給量の減少を考える場合、破堤直後に破堤箇所周辺に分布していた粗粒碎屑物が氾濫原に運搬されたため、粗粒堆積物供給量が一時的に減少し堆積相B上部に細粒な懸濁物が堆積した可能性がある。

堆積相Cは小礫を含むことや平行葉理が発達していることから、流れの高領域で堆積したと考えられる。破堤後



には決壊区間の拡大とともに氾濫水の勢いが強くなり、それが継続したことから（常田，2015），本層は破堤後の氾濫水流入に伴う堆積物と推定される．上部のリップル葉理はローブの成長や氾濫水位の低下に伴って氾濫水の流速が減少したことを示唆する．

#### 参考文献

気象庁（2015）平成 27 年 9 月 9 日から 11 日に関東地方及び東北地方で発生した 豪雨の命名について．（2015年9月18日）．

増田富士雄（1998）堤防決壊堆積物．堆積学研究会編『堆積学辞典』，292．朝倉書店．

増田富士雄・伊勢屋ふじこ（1985）堆積物研究会報，22-23，108-116．

常田賢一（2015）災害科学研究所平成27年度災害等緊急調査報告書．

キーワード：平成27年9月関東・東北豪雨、破堤堆積物、常総市、鬼怒川

Keywords: 2015 Kanto-Tohoku Torrential Rain Disaster, Crevasse-splay deposit, Joso City, Kinugawa River

## 鬼怒川破堤地点付近の自然堤防堆積物と氾濫堆積物の粒度分析

Particle size analysis of natural levee deposit and flood sediment around the dike-broken site, Kinugawa River

\*佐藤 浩<sup>1</sup>

\*Hiroshi, P. Sato<sup>1</sup>

1. 日本大学文理学部

1. College of Humanities and Sciences, Nihon University

2015年9月10日の鬼怒川の破堤により、大量の氾濫堆積物が堤内地に堆積した。堤内地は自然堤防上にあるが、現地調査の結果、今回の氾濫堆積物よりも、自然堤防堆積物のほうが粒径がより細かいことが分った。そこで、両方の堆積物を採取し、 $-2\phi$ ~ $4\phi$ まで $1\phi$ 刻みに粒径を篩分けした。その結果、自然堤防堆積物では $4\phi$ の細砂が卓越するが、今回の氾濫堆積物は $2\sim 3\phi$ の中砂が卓越することが分った。このことは、自然堤防堆積物の洗掘による氾濫堆積物への供給の寄与がかなり低いことを示唆する。なお、本研究は科学研究費特別研究促進費（課題番号：15H06923；研究代表者田中茂信京大教授）の一部を使用した。

キーワード：洪水、自然堤防、堆積物

Keywords: Flood, Natural levee, Sediment

