

1.(堤防システムの浸透安全性・耐震性評価技術に関する研究②)

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：地質・地盤研究グループ（地質）

研究担当者：佐々木靖人・品川俊介・日外勝仁

【要旨】

複雑な構造を持つ河川堤防基礎地盤を効率的かつ詳細に把握するための基礎的な調査を行った。

ボーリングデータベースと荒川・小貝川地形分類図(GIS)の重ね合わせにより約 3100 本のボーリングデータについて微地形と土質との関係を整理した。その結果、堆積物の粒径はどの微地形種でも小貝川の方が荒川より粗粒な傾向にあった。また、同一河川で微地形種間を比べると、おおむね河道に近い所に発達する微地形種ほど粗粒な傾向がみられた。

さらに、荒川中流域のボーリングコアを用い、蛇行河川域のコア観察の基本となる代表的な堆積相を記載した。その結果、河川周辺の堆積相を 5 つに区分した。

キーワード：ボーリングデータベース 地形分類図 微地形 堆積相

1. はじめに

河川堤防の洪水時の浸透安全性、地震発生後の治水機能の保持は、水災害に対する防災上重要であることから、全国の直轄河川堤防について点検を実施したところ、安全性の不足する箇所が相当の割合で存在することがわかってきた。そのような中、コスト縮減が求められる中、優先順位をつけてより効率的・効果的に堤防整備・管理を行い、浸透・地震に対する安全性を向上させることが必要である。

一方で、堤防は長い歴史の中で多様な基礎地盤上に構築されてきた複雑な土構造物であり、さらに約 1 万 4 千箇所にも及ぶ樋門・樋管などの多数の堤防横断構造物を内在するものである。したがって、堤防、構造物、基礎地盤が相互に関係し、弱点部の安全性が堤防全体の安全性を決定する。

そのため、個別に行われてきた基礎地盤も含めた堤防と付随する樋門・樋管等の構造物の浸透安全性・耐震性をシステムとして同列に評価することが必要である。

本研究では、堤防及び構造物周辺堤防の被災メカニズムの解明、堤防基礎地盤の複雑性を考慮した合理的調査方法の提案を行い、最終的に河川堤防をシステムとして浸透安全性・耐震性を評価する技術の提案を目指している。地質チームでは、特に基礎地盤の浸透安全性の評価について検討を行うこととしている。

本年度は、複雑な構造を持つ基礎地盤を効率的かつ

詳細に把握するための基礎として、河川周辺の微地形と基礎地盤の土質との関係について調査を行った。また、河川蛇行域のボーリングコア観察の基本となる代表的な堆積相を記載した。

2. 河川周辺の微地形と基礎地盤の土質との関係

過年度に作成した、荒川流域および小貝川流域の地形分類図と、ボーリングデータベース（国土地盤情報検索サイト「KuniJiban」および統合化地下構造データベース「ジオ・ステーション」および埼玉県地理情報検索 WebGIS「e〜コバトン環境マップ」）掲載のボーリング位置情報を重ね合わせ、微地形種と表層地質との関係の把握を試みた。

2.1 作業方法

地形分類図（荒川流域 325km²、小貝川流域 125km²）は、河川沿いにおおむね堤防両岸より 1km 程度の範囲を図化したもので、Shape 形式のファイルで作成したものである。またボーリング情報は XML 形式のファイルでまとめられているものを用いた。

地形分類図とボーリング情報を GIS 上で重ね合わせ、地形分類図の作成範囲内に存在するボーリングデータをすべて抽出した。

抽出されたボーリングデータについて、近傍の河川の距離標情報を付与した上で、情報を自動抽出した。主な抽出情報は以下の通りである。

・XML ファイル名

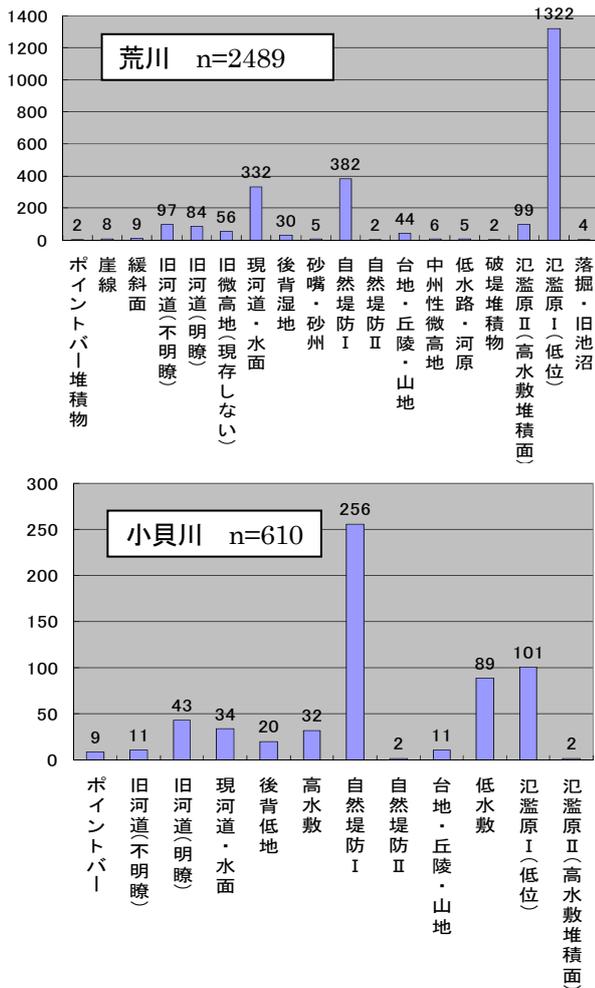


図-1 抽出されたボーリングデータ(微地形種別)

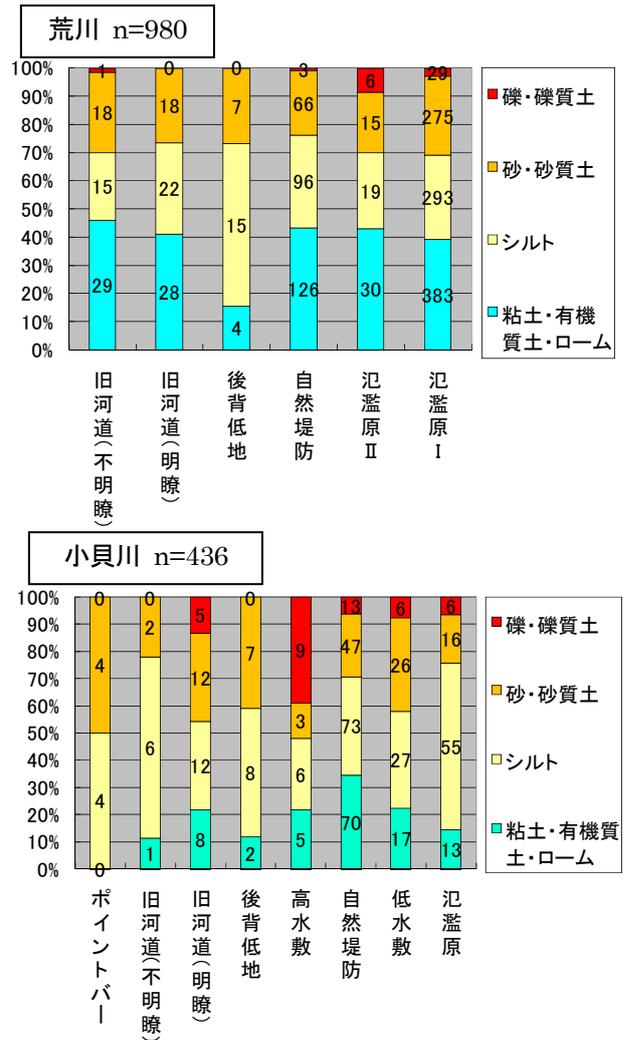


図-2 微地形種と土質区分との関係

- ・ボーリング業務名
- ・座標
- ・河川距離標
- ・孔口標高
- ・微地形種
- ・地表から 5m 以内に上端があるすべての地層の土質名、層厚、N 値
- ・測定値があるものについては地盤の透水係数

2.2 抽出結果とその整理

抽出されたボーリングは荒川 2489 本、小貝川 610 本であった。図-1 に、抽出されたボーリングデータを微地形種別に示す。

抽出されたボーリングデータについて、微地形種と土質との関係を見るためには、人為的影響を排除する必要があると考え、以下の作業を行った。

人為的影響の考えられる土質区分名を除外し、自然地盤と考えられる地層のうちの最表層の土質を抽出し、微地形種と土質との組み合わせを整理した。

微地形種のうち、台地・丘陵・山地および現河道・水面は分析から除外した。また、人為的影響の考えら

れる地層のみから構成されるボーリングは分析から除いた。

人為的影響があるものとしたキーワードは以下の通りである。

- ・盛土、埋(埋め土など)、捨土
- ・耕(耕作土など)
- ・表土(旧表土など)
- ・改良
- ・コンクリート、アスファルト、舗装
- ・廃棄物、ごみ
- ・碎石
- ・ヘドロ

土質区分名については、表記上のゆらぎ等があり、名称が非常に多い。便宜的に礫・礫質土、砂・砂質土、シルト、粘土・有機質土・ロームの4つに分類し、微地形種との関係を整理した結果を図-2 に示す。

荒川と小貝川を比べると、堆積物の粒径ほどの微地形種でも小貝川の方が荒川より粗粒な傾向にあった。また、同一河川で微地形種間を比べると、おおむね河道に近い所に発達する微地形種ほど粗粒な傾向がみら



図-3 調査地域の微地形とボーリング孔の位置

表-1 蛇行河川域のボーリングコア観察に基づく堆積相区分、記載と特徴

堆積相区分	記載と特徴
自然堤防堆積物	砂、シルト主体。数mm-5cm程度の単層厚を有する互層状だが、生物による地層の攪乱により堆積構造が認められないことが多い。一部にカレントリップル葉理が認められる。川沿いに形成。
後背湿地堆積物	粘土、シルト主体。塊状で堆積構造は認められない。植物根の痕跡が多数認められる。自然堤防と漸移する。
放棄流路堆積物	粘土、シルト主体。縞状の葉理が見られることがある。植物根はほとんど認められない。流れがない穏やかな場所で堆積。
チャンネル充填堆積物	中粒～粗粒砂主体。弱い平行葉理が認められる（アンチデューンなど、大きな構造の一部の可能性あり）。一部に礫、マッドクラスト（河岸の粘土層の侵食により、粘土が塊となって堆積）が認められる。洪水時に急速に堆積した可能性。
サンドバー堆積物	中粒～細粒砂主体。傾斜約40度の平板型斜交層理もしくはトラフ型斜交層理が認められる。葉理面には植物片が認められる。網状河川では河道内全体に、蛇行河川では蛇行の内側にポイントバーとして形成されるが、コアでは区別できない。

れた。具体的には、氾濫原、低水敷、自然堤防の順で粗粒から細粒に変化する。一方、河道から離れたところに発達する後背低地については、試料数が少ないものの、荒川、小貝川ともに粗粒な物質で構成されていた。現在のところその原因は不明である。また、小貝川については河道に形成されるポイントバーを分類している。ポイントバーは、試料数は少ないものの粗粒物質で構成されていることがわかった。

今後は取得したデータの抽出方法を吟味するとともに地形や地質とN値との関係などを含めて検討を深める予定である。

3. ボーリングコアを用いた河川蛇行域の代表的層相の記載

基礎地盤の三次元構造を推定する際、堆積学的視点を導入することで、調査の効率化や高精度化が図れるものと考えられる。そこで、本年度は河川蛇行域のボーリングコア観察の基本となる代表的堆積相を記載した。

3.1 調査地域

堆積相を区分するためには、堆積物の上下の重なりおよび側方変化を知る必要があることから、オールコアボーリングが高密度に存在することが望ましい。

調査地域は、荒川中流部右岸、埼玉県比企郡吉見町丸貫付近（図-3）である。本地域は、蛇行河川の旧河道およびそれに伴う自然堤防がよく発達し、ボーリングコアが高密度に採取されている。

3.2 ボーリングコアの観察と堆積相区分

半割されたボーリングコア試料について、半割した面について肉眼観察を行った。また、一部の試料についてははぎ取り標本を取得し、観察した。

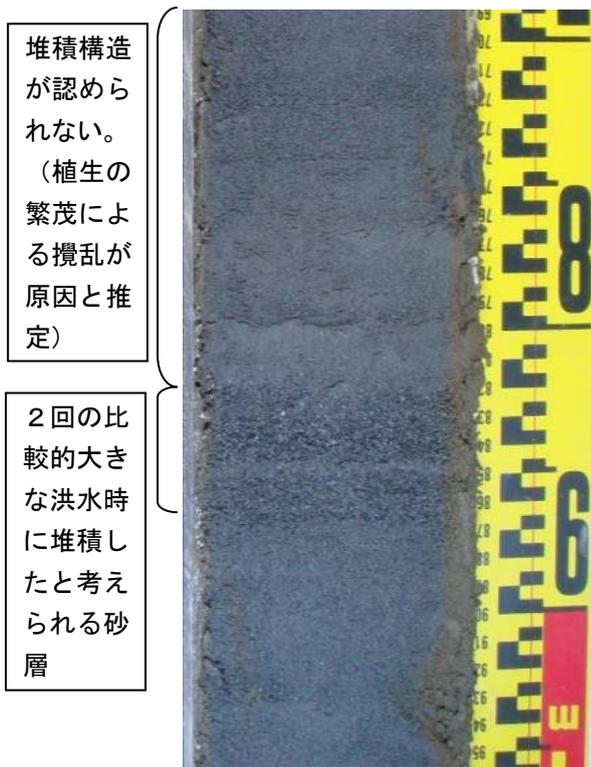
観察においては、地層の堆積構造（縞模様など）、粒度、粒子組成、色調、層厚、地層に含まれる動植物化石などである。特定の堆積過程で形成された、これら観察項目の総合的特徴を堆積相という。

本地域でのボーリングコア観察から、堆積相を5つに区分した（表-1）。

以下に、各堆積相の堆積場と堆積物の特徴を述べる。

1) 自然堤防堆積物（写真-1）

自然堤防は、河川流路沿いに形成される微高地である。河道から溢れた洪水は、水深が浅くなるために流速が急激に減ずる。それに伴い、河道に近いところに相対的に粗粒な碎屑物が堆積する。このような作用が繰り返し起こることで河川流路沿いに微高地を形成するものと考えられる。



堆積構造が認められない。
(植生の繁茂による攪乱が原因と推定)

2回の比較的大きな洪水時に堆積したと考えられる砂層

写真-1 自然堤防堆積物

河川流速は一定でないため、自然堤防堆積物は砂やシルトの互層状になるが、自然堤防は植生が繁茂しやすい場所であるため、攪乱により初成的な堆積構造が失われることがある。堆積構造が保存されている場合、砂層上にカレントリップルが認められる場合がある。

自然堤防堆積物は、その分布が河道近くに限定されるため、河川周辺の地層の三次元分布を把握する上で重要な堆積相である。

2) 後背湿地堆積物 (写真-2)

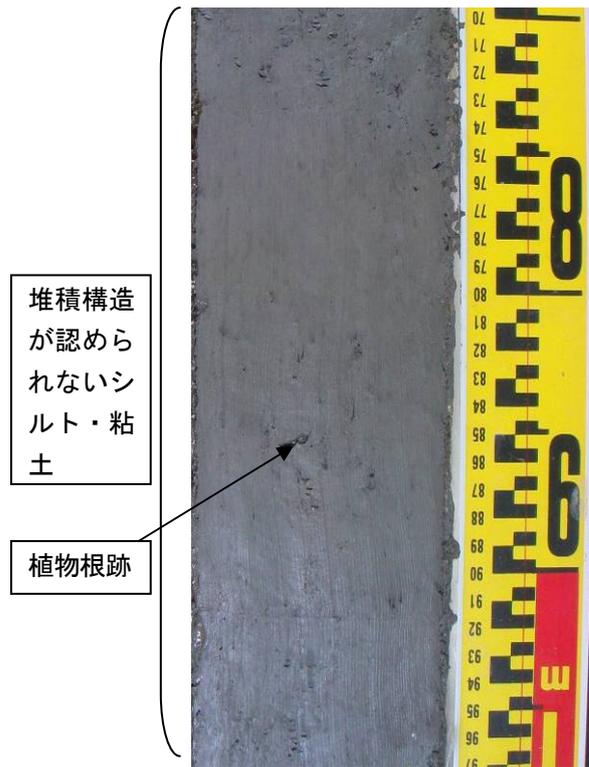
後背湿地 (あるいは後背低地) は河川の氾濫原中で相対的に低所をなす平坦地であり、自然堤防と漸移する。地形分類では後背湿地を氾濫平野と後背湿地に細分する場合がある。

河川が氾濫した際、相対的に粗粒な堆積物は自然堤防堆積物として堆積するので、後背湿地にもたらされる堆積物は粘土、シルト主体である。地形と同様に、自然堤防堆積物と漸移するため、自然堤防に近いところではまれに砂層を含むこともある。

後背湿地は植生が繁茂しやすい場所であり、堆積構造は失われており、植物根の痕跡が多数認められるのが特徴である。

3) 放棄流路堆積物

放棄流路は、河川の蛇行流路が洪水時などに短絡することで作られる河跡湖 (いわゆる三日月湖) である。



堆積構造が認められないシルト・粘土

植物根跡

写真-2 後背湿地堆積物

放棄流路には周囲から細屑物が供給されにくく、洪水時にシルト、粘土が運搬されてくる程度と考えられる。放棄流路を形成した河川の規模が小さい場合は、水深が浅いため、堆積物は、風によって生じる波浪や動植物による攪乱を受けやすい。一方、十分な水深を有する河川の場合は攪乱を受けにくいいため、堆積物に細かな葉理が認められる。

放棄流路堆積物の特徴として、シルト、粘土主体の堆積物で、植物根はほとんど認められない一方、植物片の混入が認められることである。その原因として、放棄流路周辺は植物が繁茂しやすい自然堤防や後背湿地であるため植物片が運搬されやすいこと、水中では運搬された植物片の分解が進行しにくいこと、水深のある水底では植物が繁茂しないことが考えられる。

4) チャネル充填堆積物 (写真-3)

チャネル (河川の流路) は、一般に周囲より低い溝状の地形である。その中には、多様な堆積の場があり、それに対応する微地形や堆積物が存在している。ここでいうチャネル充填堆積物は、後述のサンドバー堆積物を除く河床の堆積物を指す。

チャネルの底には一般に、周囲より粗粒な礫などが残留する (ラグ堆積物という)。本研究で対象にしたボーリングコアは中粒～粗粒の砂よりなり、礫質の堆積物が認められなかった。一方、粘土質の河岸を浸食し

て生産されたと考えられる粘土塊（マッドクラストという）が混入していた。

堆積物には葉理が認められるものの、やや不明瞭であることから、流速が速く、十分な碎屑物の供給下で形成されたアンチデューンなどである可能性がある。

5) サンドバー堆積物

調査地域は地形的には蛇行河川であるが、堆積物の粒径などから推測すると、調査地域の堆積物は網状河川の状況下で堆積した可能性もある。ただし、それをボーリングコア観察だけから区別することが困難で

ある。

そのためここでは、蛇行河川のポイントバー堆積物のほか、網状河川で河道内全域に形成される縦州や横州の堆積物を含むものとして、サンドバー堆積物と一括した。

観察されたサンドバー堆積物は、中粒～細粒砂からなり、傾斜約 40 度程度の葉理面を持つ、平板型斜交層理（図-4）もしくはトラフ型斜交層理（図-5）と思われる堆積構造を有する。サンドバーにはリップルやメガリップルが認められ、一部に葉理面に植物片が見られた。

3.3 基盤漏水対策における堆積相区分の意義と課題

基盤漏水対策におけるこれまでの調査においては、一般的に漏水実績、治水地形分類図の旧河道・落掘の範囲、および少数のボーリングデータにより対策範囲を決定されてきたものと思われる。

今後、堆積相と地盤の工学的性質（透水係数等）との関係性が明らかになれば、特定の堆積相の分布を合理的に把握することで、より適切な対策範囲を設定することができるようになるものと考えられる。

4. まとめ

- ・ボーリングデータベースと荒川・小貝川地形分類図（GIS）の重ね合わせにより微地形と土質との関係を整理した。その結果、堆積物の粒径はどの微地形種でも小貝川の方が荒川より粗粒な傾向にあった。また、同一河川で地微形種間を比べると、おおむね河道に近い所に発達する微地形種ほど粗粒な傾向がみられた。
- ・今後は取得したデータの抽出方法を吟味するとともに地形や地質と N 値との関係などを含めて検討を深める予定である。
- ・荒川中流域のボーリングコアを用い、蛇行河川域のコア観察の基本となる代表的な堆積相を記載した。その結果、河川周辺の堆積相を 5 つに区分した。
- ・今後は堆積相と地盤の工学的性質との関係が明らかになれば、基盤漏水対策工の範囲をより適切に設定できるようになるものと考えられる。



写真-3 チャンネル充填堆積物（はぎ取り後写真）

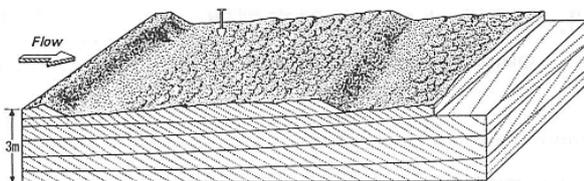


図-4 平板型斜交層理の内部構造 1)

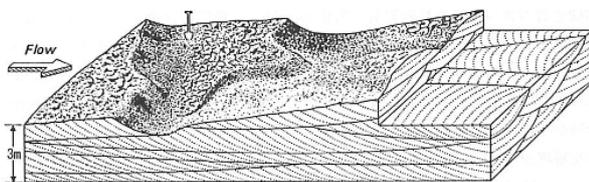


図-5 トラフ形斜交層理の内部構造 1)

謝辞

茨城県および埼玉県のボーリング情報の入手に当たっては、(独)防災科学技術研究所・大井昌弘氏、茨城県土木部検査指導課・鈴木大輔氏、埼玉県環境科学国際センター・八戸昭一氏にお世話になりました。

使用したボーリングコアの一部は国土交通省荒川河

川事務所からご提供頂きました。
以上の皆様に深く感謝致します。

参考文献

- 1) Harms, J.C. *et al.*(1975): Depositional environments as interpreted from primary sedimentary structures and stratification sequences. SEPH short course, No.2, pp.166 (八木下晃司(2001) : 岩相解析および堆積構造. 古今書院, pp.34 より転載)

STUDY ON LEVEE SYSTEM EVALUATION OF SEEPAGE AND SEISMIC FAILURE ②

Budgeted : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : Geology and Geotechnical

Engineering Research Group

(Geology)

Author : SASAKI Yasuhito

SHINAGAWA Shunsuke

AGUI Katuhito

Abstract: Research was conducted to find efficiently the quality of the foundation ground of river levees which have complicated structure. We examined the relationship between soil texture and micro landforms by superposing the boring database and the landform classification map of the Ara River and the Kokai River(GIS). It was discovered that the sediment gradation of the Kokai River area was generally more coarse than that of the Ara River area. It was also found the sediment of the micro landform type developed near the river channel to be rather coarse. Additionally we have recorded some boring cores acquired from the half-way area of the Ara River, and classified the sediment of the meandering river area into five facies.

Key words: Boring database, Landform classification map, Micro landforms, Sedimentary facies