

### 1.3 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・目外騰仁

【要旨】

本研究は、基礎地盤の浸透安全性の評価のため、河川堤防基礎地盤を効率的かつ詳細に調査する手法を検討している。25年度は天竜川下流域を対象にボーリング地点の地形種と表層地質との関係を深度方向の地質の変化を踏まえて検討したところ、中州性微高地はほぼ砂礫層で構成され、自然堤防については砂、シルトを主体としつつも下流側に向かって、また河川から遠ざかるほど細粒物で構成されるなど、地形と表層地質との関係が明らかになった。また、地形種毎、区間毎に地形との関係が認められる深度が異なることがわかった。以上の結果を踏まえ、天竜川下流域において、地形による地質推定を行う場合の作業基準(案)を作成した。

キーワード：河川堤防基礎地盤、地形分類図、表層地質

## 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、堤防およ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、地形情報を基礎地盤の浸透安全性概略評価に用いるための基礎的な検討のため、天竜川下流域を対象に地形分類を実施するとともに、地形判読結果とボーリング位置図との重ね合わせにより、微地形と表層地質との関係を詳細に検討した。

## 2. 河川周辺の微地形と基礎地盤の地質との関係

河川堤防の浸透に関する概略評価は、次のように実施されている。まず、堤防区間についての地形、堤体土質、基礎地盤土質、堤防の平均動水勾配および洪水継続時間の属性に基づき、これらの属性がおおむね等質である一連区間に堤防を分割する。そして分割したそれぞれの一連区間について、定められた方法により、4 ランクの安全性評価区分を行う<sup>1)</sup> (図 1)。

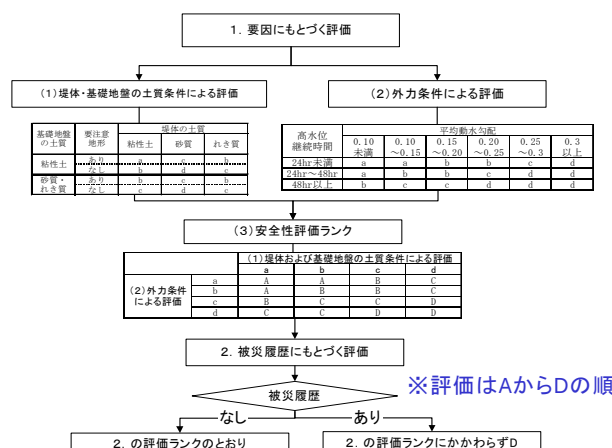


図-1 河川堤防の浸透に対する安全性概略評価<sup>1)</sup>

概略評価に用いる地質情報は、既存のボーリングデータを元に作成されるが、一般に調査密度が少なく、データ精度に課題がある。

一方、地形情報は面的データとして存在している。また、地形と表層地質とは、地形と地質の成り立ちに基づけば、ある程度関係があると推測される。

本論では、概略評価における地質情報を作成する際に地形情報を利用できるかどうかを検討するため、地形と地質との関係を詳しく分析する。

## 2.1 調査地域と作業方法

調査地域は天竜川下流域（0k～30.5k）である。地形的には上流から、山地・扇状地・氾濫平野・海岸平野を流下する区間である（図-1）。なお地形分類図は24年度に作成したものである。

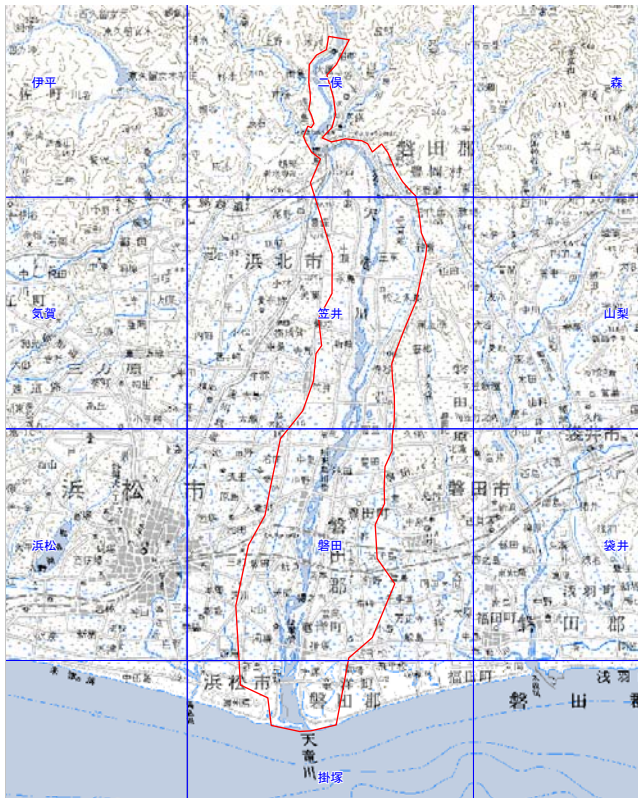


図-1 調査地域

赤線部が地形分類図作成範囲。青線は1/2.5万地形図の図画。

地形分類図の作成に当たっては、昭和21・23年に撮影された米軍撮影の空中写真（縮尺約1/4万）を基本とし、昭和37・42年に撮影された国土地理院撮影の空中写真（縮尺約1/1万および1/2万）を併用した。また、明治23年測図の地形図（縮尺1/5万）および大正6年から平成までの5時期に刊行された地形図（縮尺1/2.5万）の地形図を読図した。

表-1 地形区分

| 区分         | 表記   | 備考         |
|------------|------|------------|
| 台地・丘陵・山地   | M    |            |
| 自然堤防       | Nl   |            |
| ポイントバー     | Pb   | 作成範囲に認められず |
| 中州性微高地     | Fcb  |            |
| 海岸砂丘       | Sd   |            |
| 氾濫原        | Fp   |            |
| 後背低地       | B    |            |
| 堤間低地       | Cp   |            |
| 現河道・水面     | W    |            |
| 現況河川敷      | Rb   |            |
| 落堀・旧池沼     | O    |            |
| 旧流路（古地図あり） | Rc   |            |
| 旧流路（古地図なし） | Rn   |            |
| 崖線         | TTT  |            |
| 地形境界線（明瞭）  | ——   |            |
| 地形境界線（不明瞭） | ---- |            |

地形分類図の凡例については表-1に示したとおりで、Arc GIS(ESRI社製)で取り扱い可能な形式で電子化した。そして、国土交通省浜松河川国道事務所提供のボーリングデータの位置(xml形式)をGISを用いて地形分類図上に表示させ、それぞれのボーリングが存在する地形種を把握し、柱状図を地形種別に整理した。そして地形種別・深度別の土質の出現割合を調査した。

深度別の土質の抽出方法は次のように行った。

- 1) まず、「地理院地図」（国土交通省国土地理院ホームページ）により、ボーリング位置近傍の自然地盤高を把握した。本作業においては航空レーザ測量結果に基づく5mDEMの成果を用い、表示最小単位は0.1mである。
- 2) ボーリング地点は盛土が行われていることが多い。柱状図では盛土等を区別して記載されていることが多いが、柱状図で示される自然地盤の上面は必ずしも周辺地盤高と一致しない。そこで、ボーリング柱状図より、周辺地盤高とほぼ一致する標高を地表と定めた。具体的には、柱状図における盛土下面の標高が周辺地盤高に近い（おおむね±50cm以内）の場合は盛土下面標高を地表とした。上記以外の場合、柱状図に記載されている層境界が周辺地盤高に近い場合には層境界を地表とし、層境界が周辺地盤高に存在しない場合は周辺地盤高を地表とした。
- 3) 地表および深度1mから1mおきに5mまでの、計6深度について、柱状図より土質を読み取った。土質区分は礫・砂礫、砂、シルト、粘土・有機質土、岩盤の、5つのいずれかにまとめた。なお、表土に

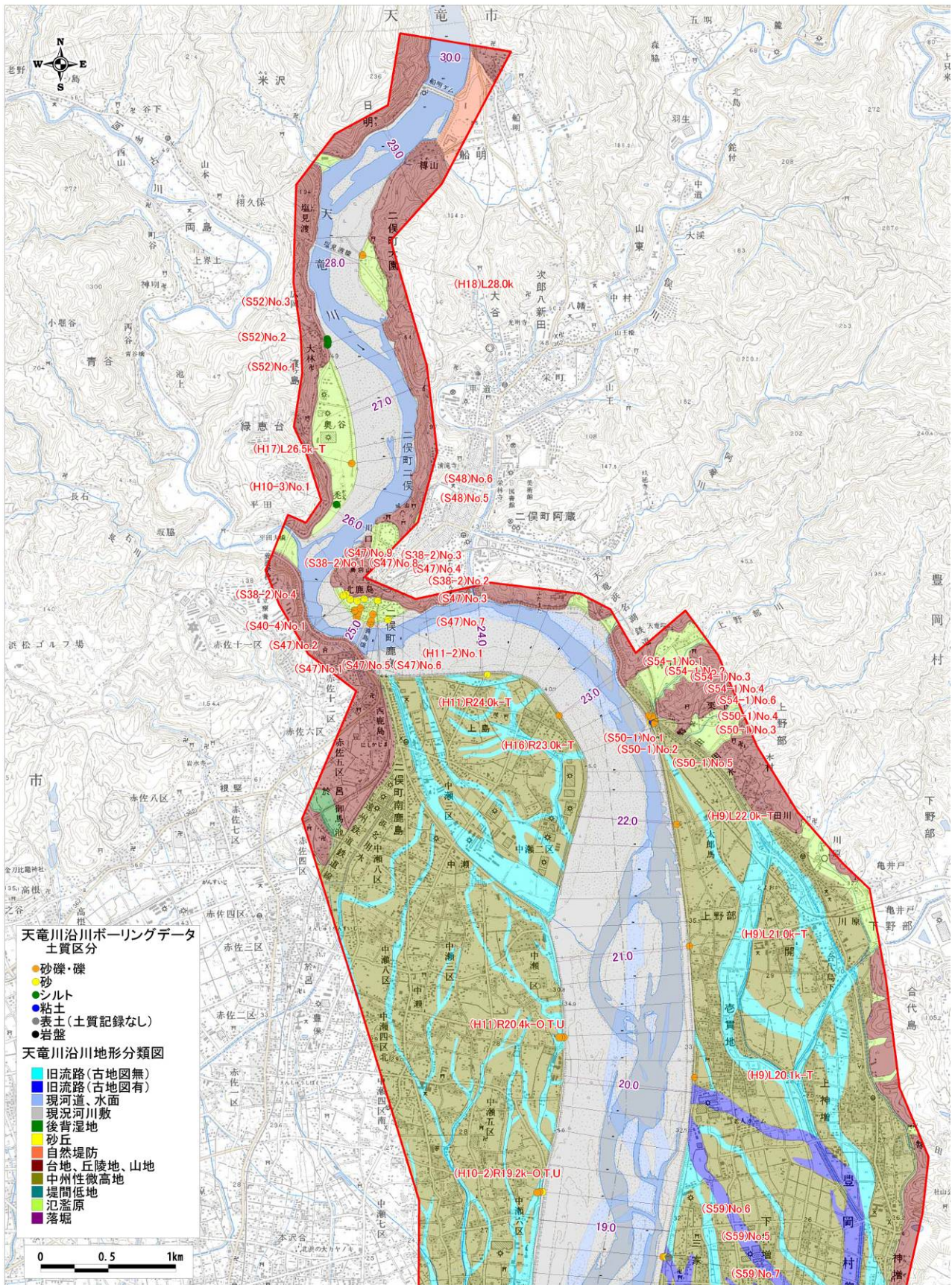
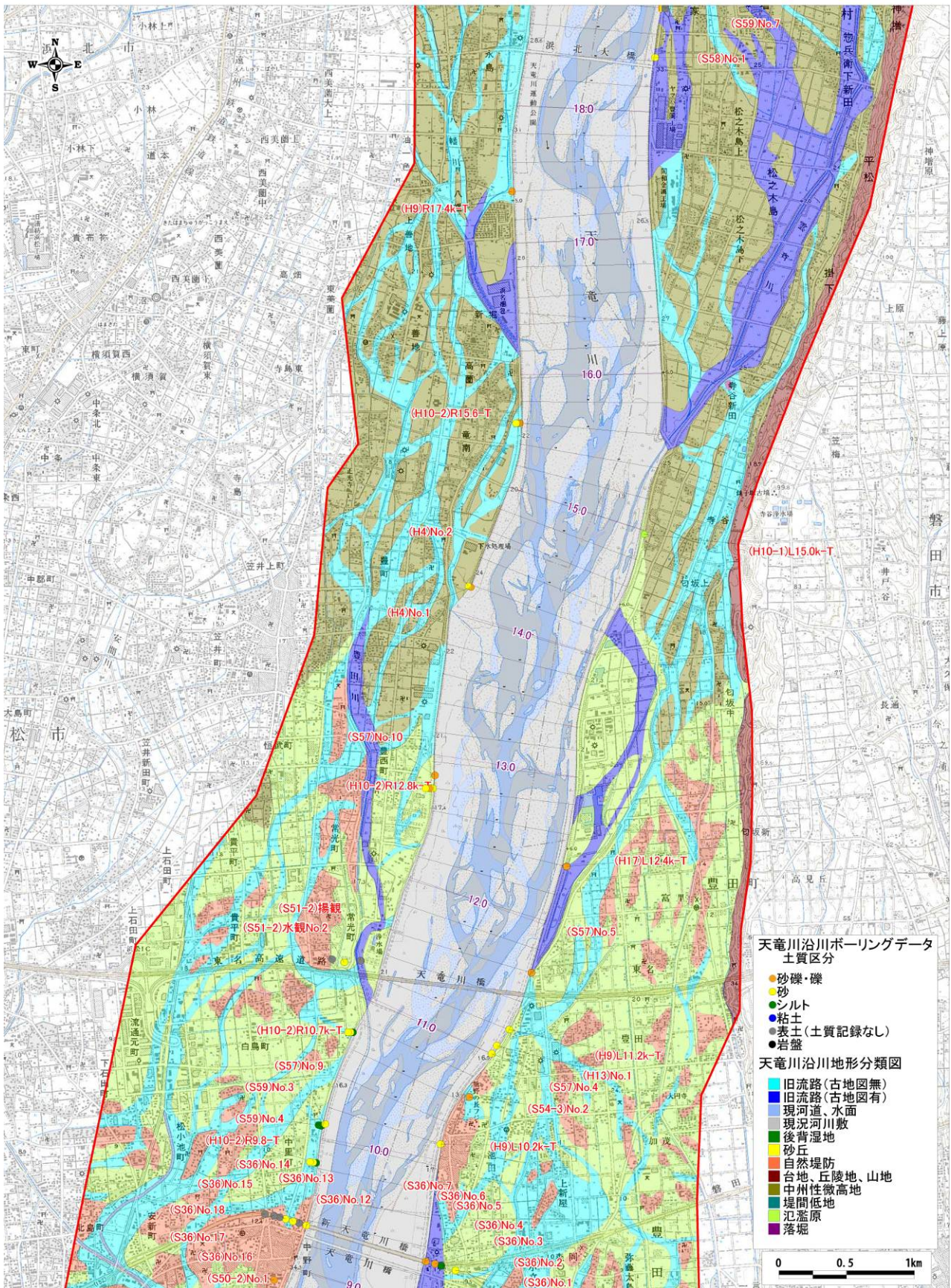
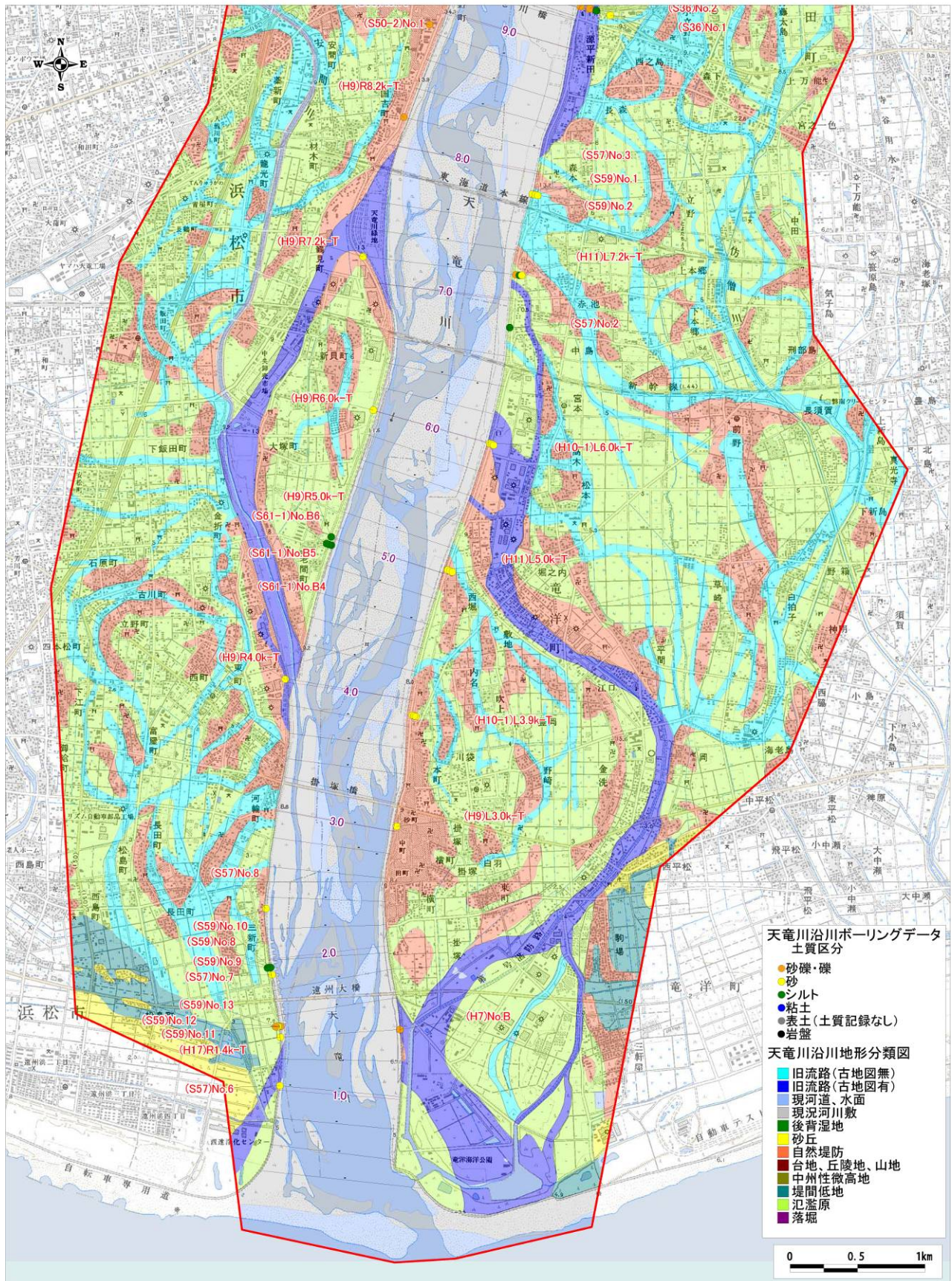


図-2 天竜川下流部の地形分類と表層土質 (30.5k~18.6k)





ついて、土質区分が注記に書かれているものはその土質区分に分類し、記載がないものは集計から除外した。また、周辺地盤高との関係で、盛土部分を地表と判定したものについては、すべて土質区分が記されていたのでその区分によった。

## 2.2 地形種と表層地質との関係

地形種と表層地質との関係の分析に用いたボーリング資料は162本分であった（表-2）。なお、堤外地におけるボーリング49本分については現地盤標高が適切に把握できず、切土、盛土の影響が不明であったことから深度別の土質の集計対象から除外した。

表-2 分析に用いたボーリングの地形種別集計

| 地形種区分      | 数量(本) |    |     |
|------------|-------|----|-----|
|            | 右岸    | 左岸 | 合計  |
| 台地・丘陵地・山地  | 3     | 0  | 3   |
| 中州性微高地     | 4     | 13 | 17  |
| 自然堤防       | 9     | 12 | 21  |
| 氾濫原        | 24    | 24 | 48  |
| 旧河道（古地図なし） | 18    | 4  | 22  |
| 旧河道（古地図あり） | 2     | 9  | 11  |
| 現況河川敷      | -     | -  | 49  |
| 合 計        | 51    | 62 | 162 |

地形分類結果にボーリング位置を表示したものを図2～4に示す。本図では、ボーリングデータに基づく地表の土質を色分けして表示した。天竜川下流部の地形は、地形的特徴から次の4つの区間に分けることができる。

### 1) 峡谷部：25～30.5km 付近

河道周辺の地形は山地を主体とする。沖積層の分布は限られる。

### 2) 扇状地部：14～25km 付近

微地形は、旧河道および中州性微高地が主体をなす。

### 3) 蛇行河川部：3～14km 付近

微地形は旧河道、氾濫原および自然堤防が主体をなす。

### 4) 河口部：河口～3km 付近

海の影響を受けた地形が見られる区間である。河川が形成する微地形としては蛇行河川部と同様であるが、海の影響を受けた微地形として、砂丘および堤間低地が認められる。

地形と土質との関係において、同一地形種においても上記の区間毎に異なる場合があることから、必要に応じて区間毎に論ずる。

#### 2.2.1 台地・丘陵地・山地

本区分は河川沿いには23kmより上流に出現する。基本的に堤防の浸透に関して問題になることはないのでボーリング試料は少なく、27.5km付近で3本存在するのみである。この区間は峡谷部で、河川堆積物は砂礫が主体であると考えられる。

地形種別・深度別の土質出現割合を表-3に示す。表層1m程度の細粒物の下位に厚さ2.1～3.4mの砂礫が分布し、その下位は岩盤であった。

表-3 地形種別・深度別の土質出現割合（台地・丘陵地・山地）

| 微地形種: 台地・丘陵・山地 |      | 割合(%) |   |     |    |     |     |
|----------------|------|-------|---|-----|----|-----|-----|
| 深度             | 土質区分 | 礫・砂礫  | 砂 | シルト | 粘土 | 岩盤  | 合計  |
| 表層             |      | 0     | 0 | 100 | 0  | 0   | 100 |
| 1m             |      | 0     | 0 | 67  | 33 | 0   | 100 |
| 2m             |      | 100   | 0 | 0   | 0  | 0   | 100 |
| 3m             |      | 67    | 0 | 0   | 0  | 33  | 100 |
| 4m             |      | 67    | 0 | 0   | 0  | 33  | 100 |
| 5m             |      | 0     | 0 | 0   | 0  | 100 | 100 |

太字は出現割合が67%以上のものを示す。

#### 2.2.2 中州性微高地

中州性微高地は、網状流河川の中州が残存した地形である。本地形の分布は扇状地部の14～25km付近に分布する。

地形種別・深度別の土質出現割合を表-4に示す。本地形区分はすべての層準で礫・砂礫の割合が2/3以上であり、2m以深はほぼ100%礫・砂礫である。本河川においては、本地形区分分布域は礫・砂礫で構成されていると見なして問題ないと考えられる。

ただし子細に見ると、右岸23～24kmの2本のボーリングでは、砂が3m以浅に存在する。地形的には蛇行の内側に当たり、ポイントバー（寄州）に近いものと考えられる。また、14km付近の2本のボーリングでは砂を若干挟む。これは地形的に蛇行河川部への移行区間に相当することからより下流側の性質が堆積物に反映したものと考えられる。

表-4 地形種別・深度別の土質出現割合（中州性微高地）

| 微地形種: 中州性微高地 |      | 割合(%) |    |     |    |    |     |
|--------------|------|-------|----|-----|----|----|-----|
| 深度           | 土質区分 | 礫・砂礫  | 砂  | シルト | 粘土 | 岩盤 | 合計  |
| 表層           |      | 76    | 18 | 0   | 6  | 0  | 100 |
| 1m           |      | 71    | 29 | 0   | 0  | 0  | 100 |
| 2m           |      | 100   | 0  | 0   | 0  | 0  | 100 |
| 3m           |      | 94    | 6  | 0   | 0  | 0  | 100 |
| 4m           |      | 100   | 0  | 0   | 0  | 0  | 100 |
| 5m           |      | 100   | 0  | 0   | 0  | 0  | 100 |

太字は出現割合が67%以上のものを示す。

#### 2.2.3 自然堤防

自然堤防は、蛇行河川が洪水時に溢水する際、河川近傍に土砂を堆積させてできる地形と考えられている。本地形の分布は扇状地部の河口より14km付近に分布する。

地形種別・深度別の土質出現割合を表-5に示す。本地形区分は表層より2mまで砂の割合が2/3以上であり、地形と地質との対応関係が明瞭である。

3m以深では様々な土質が現れることから、本地域における自然堤防は表層より深さ2m程度までについて、砂で構成されていると見なしてよいであろう。

子細に見ると、河川(旧河道を含む)より離れるほど、表層の砂層の厚さが減じている様子が認められた(図-5)。また、ボーリングの記事を読むと、同じ砂層でも上流ほど若干粗粒になっている傾向が認められた。

表-5 地形種別・深度別の土質出現割合(自然堤防)

| 微地形種: 自然堤防 |      | 割合(%) |           |     |    |    |     |
|------------|------|-------|-----------|-----|----|----|-----|
| 深度         | 土質区分 | 礫・砂礫  | 砂         | シルト | 粘土 | 岩盤 | 合計  |
| 表層         |      | 18    | <b>82</b> | 0   | 0  | 0  | 100 |
| 1m         |      | 15    | <b>75</b> | 10  | 0  | 0  | 100 |
| 2m         |      | 14    | <b>76</b> | 10  | 0  | 0  | 100 |
| 3m         |      | 33    | 52        | 14  | 0  | 0  | 100 |
| 4m         |      | 24    | 29        | 48  | 0  | 0  | 100 |
| 5m         |      | 33    | 10        | 48  | 10 | 0  | 100 |

太字は出現割合が67%以上のものを示す。

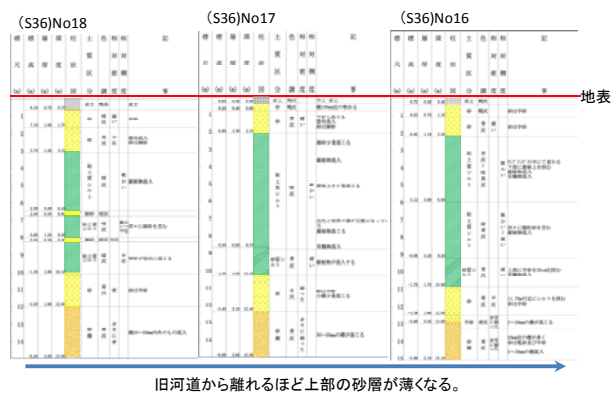


図-5 自然堤防における旧河道からの位置と土質の例

## 2.2.4 氾濫原

氾濫原は、平野の一般面(その他の区分に該当しない部分)として区分した。具体的には蛇行河川部に広く分布するほか、谷底平野中にも存在する。

天竜川下流部においては、河口〜14kmまでの蛇行河川部から河口部にかけて、および23kmより上流に分布し、その間(扇状地部の大部分)には分布しない。下流側と上流側では堆積物が異なるため、上流側と下流側に分けて土質出現割合を集計した(表-6, 7, 8)。

下流側では表層から1mまで、砂、シルトが主体をなす。それより下位では天竜川の性質を反映して礫・砂礫が多くなる。

天竜川の14kmより下流部について、本地形区分と土質との対応を考える際、表層より1m程度に砂・シルトが分布すると考えることができるがそれより深い部分については本地形と関係が薄い地質が分布するものと考えられる。

上流側の氾濫原と区分された場所は、下流側のそれとはかなり分布が異なり、幅の狭い谷中に狭い範囲で分布するものである。ここでは、表層より2-3mまで、礫・砂礫および砂が半々程度の割合で見られる。それより下位では礫の割合が増加する。

左岸25km付近では多数のボーリングが実施されているが、ここでは河川から遠ざかる山際部分で砂の割合が増加している。

表-6 地形種別・深度別の土質出現割合(氾濫原: 全区間)

| 微地形種: 氾濫原(全区間) |      | 割合(%) |    |     |    |    |     |
|----------------|------|-------|----|-----|----|----|-----|
| 深度             | 土質区分 | 礫・砂礫  | 砂  | シルト | 粘土 | 岩盤 | 合計  |
| 表層             |      | 28    | 46 | 26  | 0  | 0  | 100 |
| 1m             |      | 31    | 46 | 23  | 0  | 0  | 100 |
| 2m             |      | 50    | 35 | 15  | 0  | 0  | 100 |
| 3m             |      | 57    | 27 | 14  | 2  | 0  | 100 |
| 4m             |      | 60    | 25 | 10  | 4  | 0  | 100 |
| 5m             |      | 65    | 25 | 4   | 6  | 0  | 100 |

太字は出現割合が67%以上のものを示す。

表-7 地形種別・深度別の土質出現割合(氾濫原: 0-14km 区間)

| 微地形種: 氾濫原(0-14km区間) |      | 割合(%) |    |     |    |    |     |
|---------------------|------|-------|----|-----|----|----|-----|
| 深度                  | 土質区分 | 礫・砂礫  | 砂  | シルト | 粘土 | 岩盤 | 合計  |
| 表層                  |      | 17    | 47 | 37  | 0  | 0  | 100 |
| 1m                  |      | 17    | 50 | 33  | 0  | 0  | 100 |
| 2m                  |      | 47    | 33 | 20  | 0  | 0  | 100 |
| 3m                  |      | 55    | 23 | 19  | 3  | 0  | 100 |
| 4m                  |      | 50    | 30 | 13  | 7  | 0  | 100 |
| 5m                  |      | 50    | 33 | 7   | 10 | 0  | 100 |

太字は出現割合が67%以上のものを示す。

表-8 地形種別・深度別の土質出現割合(氾濫原: 23km-30.5km 区間)

| 微地形種: 氾濫原(23km-30.5km区間) |      | 割合(%)     |    |     |    |    |     |
|--------------------------|------|-----------|----|-----|----|----|-----|
| 深度                       | 土質区分 | 礫・砂礫      | 砂  | シルト | 粘土 | 岩盤 | 合計  |
| 表層                       |      | 50        | 44 | 6   | 0  | 0  | 100 |
| 1m                       |      | 56        | 39 | 6   | 0  | 0  | 100 |
| 2m                       |      | 56        | 39 | 6   | 0  | 0  | 100 |
| 3m                       |      | 61        | 33 | 6   | 0  | 0  | 100 |
| 4m                       |      | <b>78</b> | 17 | 6   | 0  | 0  | 100 |
| 5m                       |      | <b>89</b> | 11 | 0   | 0  | 0  | 100 |

太字は出現割合が67%以上のものを示す。

## 2.2.5 旧河道

旧河道は、過去に河川が流下した後で、上下流方向に連続する低まりとして判読される。本地域では河口

～14km までは蛇行河川、それより上流では網状河川の形態を取っている。

旧河道はその新旧によって表層の堆積物が異なり、その透水性が変化すると想像できることから、旧版地形図上で河道であった場所(「古地図あり」と称する)と河道であったことが確認できなかった場所(「古地図なし」と称する)に分け、またボーリングがやや多い、古地図なしについては下流側と上流側に分けて土質出現割合を把握した(表-9, 10, 11)。

古地図なし(下流側)では、表層から1mまで、砂、次いでシルトが多い。一方、3～4mではシルトが多い一方、礫が見られる場合があり、砂は少ない。9～10km付近では深度3m以深に粘土、シルトが広く分布しているようであり、後述する現況河川敷の下でも同様である。下流側の旧河道(古地図なし)については、氾濫原と同様に、地形との対応関係が見られる場所は表層1m程度までに限られると考えられる。

古地図なし(上流側)では、中州性微高地とほぼ同様に、表層より厚い砂礫層が見いだされることがほとんどである。

古地図ありについては、9～18kmに11本のボーリングが存在するが、後述の現況河川敷と同様で、下流、上流を問わず砂礫が主体である。下流側の古地図なしにおける表層堆積物は砂、シルトが9割を占めるのと非常に対照的である。これは、河川流路が放棄されてから洪水などに伴い、徐々に砂やシルトが堆積したことを示唆する。

表-9 地形種別・深度別の土質出現割合(旧河道・古地図なし：全区間)

| 微地形種：旧河道(古地図なし：全区間) |      |      |    |     |    |    |
|---------------------|------|------|----|-----|----|----|
| 深度                  | 土質区分 | 礫・砂礫 | 砂  | シルト | 粘土 | 岩盤 |
| 表層                  |      | 45   | 40 | 15  | 0  | 0  |
| 1m                  |      | 41   | 41 | 18  | 0  | 0  |
| 2m                  |      | 55   | 18 | 27  | 0  | 0  |
| 3m                  |      | 64   | 5  | 23  | 9  | 0  |
| 4m                  |      | 64   | 0  | 18  | 18 | 0  |
| 5m                  |      | 67   | 0  | 10  | 24 | 0  |

太字は出現割合が67%以上のものを示す。

表-10 地形種別・深度別の土質出現割合(旧河道・古地図なし：0-14km 区間)

| 微地形種：旧河道(古地図なし：0-14km区間) |      |      |    |     |    |    |
|--------------------------|------|------|----|-----|----|----|
| 深度                       | 土質区分 | 礫・砂礫 | 砂  | シルト | 粘土 | 岩盤 |
| 表層                       |      | 10   | 60 | 30  | 0  | 0  |
| 1m                       |      | 8    | 58 | 33  | 0  | 0  |
| 2m                       |      | 25   | 25 | 50  | 0  | 0  |
| 3m                       |      | 33   | 8  | 42  | 17 | 0  |
| 4m                       |      | 33   | 0  | 33  | 33 | 0  |
| 5m                       |      | 36   | 0  | 18  | 45 | 0  |

太字は出現割合が67%以上のものを示す。

表-11 地形種別・深度別の土質出現割合(旧河道・古地図なし：14km-25km 区間)

| 微地形種：旧河道(古地図なし：14-25km区間) |      |      |    |     |    |    |
|---------------------------|------|------|----|-----|----|----|
| 深度                        | 土質区分 | 礫・砂礫 | 砂  | シルト | 粘土 | 岩盤 |
| 表層                        |      | 80   | 20 | 0   | 0  | 0  |
| 1m                        |      | 80   | 20 | 0   | 0  | 0  |
| 2m                        |      | 90   | 10 | 0   | 0  | 0  |
| 3m                        |      | 100  | 0  | 0   | 0  | 0  |
| 4m                        |      | 100  | 0  | 0   | 0  | 0  |
| 5m                        |      | 100  | 0  | 0   | 0  | 0  |

太字は出現割合が67%以上のものを示す。

表-12 微地形種別・深度別の土質出現割合(旧河道・古地図あり)

| 微地形種：旧河道(古地図あり) |      |      |    |     |    |    |
|-----------------|------|------|----|-----|----|----|
| 深度              | 土質区分 | 礫・砂礫 | 砂  | シルト | 粘土 | 岩盤 |
| 表層              |      | 56   | 33 | 11  | 0  | 0  |
| 1m              |      | 73   | 18 | 9   | 0  | 0  |
| 2m              |      | 82   | 18 | 0   | 0  | 0  |
| 3m              |      | 91   | 9  | 0   | 0  | 0  |
| 4m              |      | 100  | 0  | 0   | 0  | 0  |
| 5m              |      | 100  | 0  | 0   | 0  | 0  |

太字は出現割合が67%以上のものを示す。

## 2.2.6 現況河川敷

49本のボーリングの多くは、河口～1.8km、9.3km付近、10.3～12kmおよび18.4km付近に集中する。

2kmより下流の河口域で砂が主体であるほかは、ほとんどが厚い砂礫で構成されており、部分的に砂が狭在していた。また、9～10km地点では深度3m以深に粘土や有機質土が分布していた。現在の河道の状況からは粘土や有機質土が厚く堆積することはないと考えられることから、現河川によって堆積や浸食が繰り返される深度は少なくとも10km付近では3m程度もしくはそれより浅いと考えられることができる。

## 2.3 地質推定のための地形情報の利用の可能性

天竜川下流部において、地形と表層関係を深度方向の情報も含めて詳細に検討したところ、河川の区間毎、地形種毎にかなり明瞭な関係が見いだされた。地形と地質が対応する深さが地形種毎に異なることも明らかになった。

以上の結果を踏まえ、天竜川下流域において、地形による地質推定を行う場合の作業基準(案)を表-13に示す。

地形と地質との関係は区間によっても異なるため、このような方法を用いようとする場合は河川毎、区間毎に検討する必要があると考えられる。

表-13 天竜川下流域における地形による地質推定作業基準（案）

| 地形種区分                   | 推定土質     | 適用深度    |
|-------------------------|----------|---------|
| 中州性微高地                  | 礫・砂礫     | 表層～5m以上 |
| 自然堤防                    | 砂        | 表層～2m   |
| 氾濫原 (0～14km)            | 砂またはシルト  | 表層～1m   |
| 氾濫原 (23～30.5km)         | 礫・砂礫または砂 | 表層～2m   |
| 旧河道（古地図なし）<br>(0～14km)  | 砂またはシルト  | 表層～1m   |
| 旧河道（古地図なし）<br>(14～25km) | 礫・砂礫     | 表層～5m以上 |
| 旧河道（古地図あり）              | 礫・砂礫     | 表層～5m以上 |

- ・天竜川下流域を対象にボーリング地点の地形種と表層地質との関係を深度方向の地質の変化を踏まえて検討したところ、地形と表層地質との関係が明らかになった。また、地形種毎、区間毎に地形との関係が認められる深度が異なることがわかった。
- ・以上の結果を踏まえ、天竜川下流域において、地形による地質推定を行う場合の作業基準(案)を作成した。

#### 参考文献

- 1) 国土技術研究センター：河川堤防の構造検討の手引き．192p.，2002

#### 4. まとめ

## An evaluation technique of permeation safety and earthquake-resistance of river levee system.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:**

This study considering efficiently detailed investigation method for foundation of river embankment. In 2013FY, a relationship between landform type and surface geology was analyzed in down part of Tenryu River. According to the result, the relationship confirmed for example, deposit of small mound of abandoned sandbar composed by gravel. Even the result shows applicable depth of the relationship between landform type and geology is different depend on landform type and section of river. Based on the result, the operation criterion of geologic estimation using landform classification in down part of Tenryu River was made.

**Key words:** Foundation of river embankment, Landform classification map, Surface geology,