

大阪府堺市の都市河川・石津川の地形の特異性

松永 豪・森野 憲・高橋 美結・平野 友里・峯野 いず美・山口 結羽・
仲平 百花・三浦 芽生・西 志帆

Singularity of the geographical features of the Ishizu River, an “urban river”
in Sakai, Osaka

Takeshi MATSUNAGA, Ikoi MORINO, Miyu TAKAHASHI, Yuri HIRANO, Izumi MINENO, Yu
YAMAGUCHI, Momoka NAKAHIRA, Mei MIURA, Shiho NISHI

Abstract: We investigated the risk of flooding in the Ishizu River, an “urban river” that flows next to Semboku High School, based on changes in topography and the degree of shaking when earthquakes occur using boring data. During floods, the straightness of the middle reaches is expected to cause faster flow in the downstream areas, and boring data also revealed that the ground strength is obviously weak in the lower reaches. As a result, it was found that areas with high risk of flooding and areas considered to be subject to large shaking during earthquakes are concentrated in the lower reaches of the Ishizu River.

Key words: Earth science education, Arban river, Boring data, Alluvium, New town construction

キーワード：地学教育, 都市河川, ボーリングデータ, 沖積層, ニュータウン建設

はじめに

近年, 全国的に地球温暖化による短時間での著しい降水量の増大が見られ (Kawase *et.al.*, 2023), 局地的な河川の氾濫被害が知られるようになった。堺市南区に位置する泉北高校のすぐ側には石津川が流れているが, 2023年には水位が氾濫危険レベルに達したことがあり, 今後氾濫・浸水被害が生じる可能性がある。

石津川は流域の大部分が平地で上流から下流までが都市部に入る「都市河川」に位置付けられ, 流路は都市整備の中で人工的に改変されてきたと推定される。河川地形は歴史や利用のされ方によって異なる形状をしており, 地形の観察が地域的な特徴を理解するために重要となる。また, 近い将来「南海地震」の発生により, この地域の被害は甚大と予想されている (堺市ハザードマップ, https://www.city.sakai.lg.jp/kurashi/bosai/kojo/tsunami/df_filename_files/zenshibantizumen.pdf).

氾濫・浸水被害や地震の影響を推測するうえで, 石津川流域における地形の特徴は重要な基礎資料となる。そこで, 泉北高校の科学探究(地学教育・防災)の一環として, 地形学的・地質学的なアプローチでの調査を行った。なお, 本研究については2021年6月から2023年10月の期間で調査を行った。

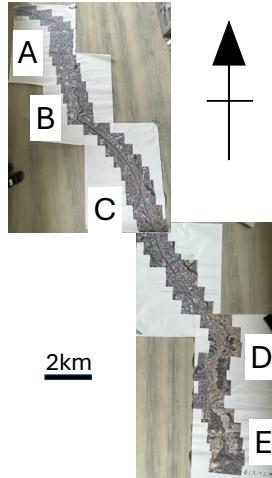


図1. 石津川の流路の張り合わせ。地図上および現地調査の際に、周辺の地形変化や土地利用方法など、気づいたことを記入した。



図2. 石津川の区間区分。地形や流路の違いに着目し、A（最下流）-E（最上流）の5区間に区分した。

方法1. 石津川の地形に関する特徴を調べる

石津川の地形の特徴を把握するため、Google Earth Proによる石津川の衛星写真を3,200分の1の縮尺でA4用紙に印刷し、模造紙に順番に貼り合わせて石津川流域の全体像がわかる資料を作成した（図1）。その後、護岸の形状や植生、周辺の土地利用などの特徴を野外で調査し、流れの速さや堆積物の集まり方を推定するために石津川の縦断面（河川勾配）と横断面をGoogle Earth Proを用いて作成した。

さらに、いつの時代にどの地点で流路が変化したかを把握するために、1947年、1961年、1977年、2007年の地形図（国土地理院地図）をもとに、各年代の川筋を色付けし、重ね合わせることで「ずれる」領域（石津川中流～下流域）を明らかにした。各エリアの河川環境は、現地に出向き、水流の速さ、堤防の高さ、川幅の変化、その他の特徴を記録した。また、ハザードマップで洪水時に氾濫危険区域に指定される地域の特徴を調べた。

結果1

石津川を地形や水量、周辺環境から5つに区分し、下流から順にA、B、C、D、E区間とした（図2）。

河床勾配（図3）をみると、A区間では勾配がほぼ水平であり、B区間（4.02 / 1000）からD区間（7.50 / 1000）までは少しずつ上流にかけて急になり、最上流のE区間（48.0 / 1000）で一気に急傾斜になっていることが読み取れる。1947年、1961年、1977年、2007年の地形図を比較すると、1947年と1961年の間ではA・B区間の急激な蛇行が解消され、1961年と1977年の間ではC区間の蛇行が解消され、流路が直線的になった。1977年以降は大きな変化が見られない（図4）。

A区間・・・海が最も近く直線的であり、B区間との境界において河道が急激に折れ曲がっている。

川のすぐ横は住宅地が多く見られ、海のすぐそばまで続いている。住宅地と河川との距離はB・C区間より近い。川幅は約50mで、南北方向に道路が何本も横断するため多くの橋が架かっている。堤防は3m程度と低い。また、河川勾配が緩やかなため、満潮時には大阪湾から河川流が遡上する時間帯がある。

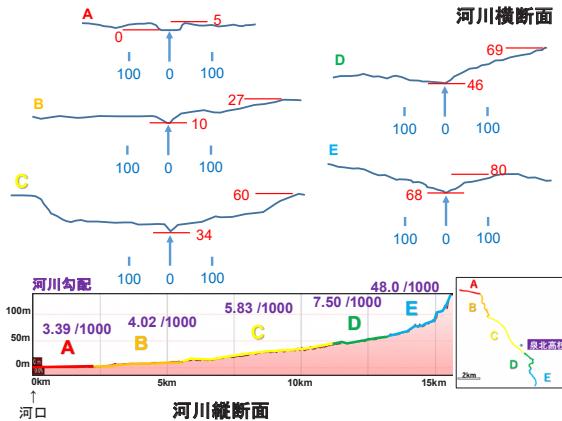


図3. 区間ごとの河床勾配。Google Earth Pro を用いて区間ごとの高低差から河床勾配を求めた。下流ほど傾斜が緩やかになっている。

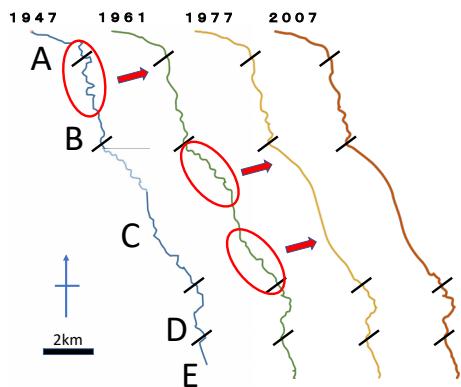


図4. 石津川の流路変遷。年代ごとの地形図を比較することでA・B区間は1947-1961年に、C区間は1961-1977年に大きく流路が変わったことがわかる。

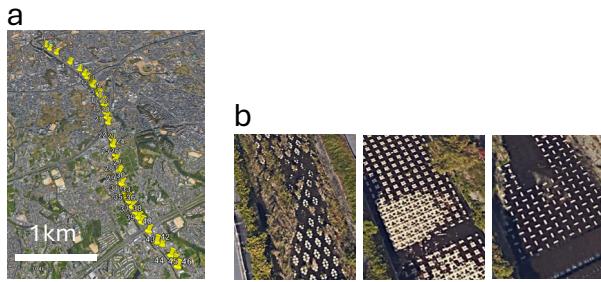


図5. C区間に見られる床止めの位置 (a) と形状の一例 (b)。

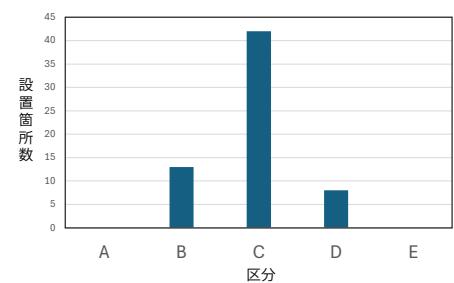


図6. 区分ごとの床止めの設置箇所数。航空写真で確認したところ、C区間（中流域）で多いことがわかった。

- B区間・・・流路の蛇行が多くみられ、コンクリートによる護岸は頑丈なものとなっている。古い住宅や工場が蛇行流路の土手沿いにたくさん存在するところもある。川幅は約 20 m で、粒径 2 cm 程度の扁平な砂利が蛇行部の内州に多く堆積している。
- C区間・・・直線的な河川地形である。川底の浸食を防ぐための「床止め」が多くみられる（図5, 6）。川幅は約 10 m で、泉北 2 号線に沿って約 4 km 続く。直径 30-50 cm のコンクリートの角礫がところどころに堆積する。
- D区間・・・開発が進んでおらず、自然の蛇行流路が残る。川幅は約 6 m で、周辺に広い田畠が多く見られ、農業用水が注ぐ環境である。河川の両側に砂州があり、水量はかなり少ないが、夏は田畠へのため池代わりとなる。
- E区間・・・周辺が急傾斜の森林地帯で、堰堤がある。山間部で標高が一気に上昇し、最上流部に近くにつれて川幅が約 2 m と一気に狭くなる。

考察 1

地形の変遷についての推定

C区間の蛇行流路が直線的になったのは 1961 年から 1977 年の間であることから、泉北ニュータウン建設当時（1967 年頃）に、人工的に流路を改変させて固定したと考えられる。蛇行河川を直線的

に整備する理由としては、洪水時に下流まで一気に水を流すことで氾濫を防ぐことができるからと考えられる。

したがって、B区間の蛇行も基本的にはC区間と同様に直線的な流路にする必要があったと思われるが、1961年の地図を見るとすでに住宅や工場が多く建ち並んでおり、高度経済成長期の河川改修時にはすでに手がつけられず、蛇行流路のまま堤防だけを高くしたと推定される。

石津川のA-B区間の西北西への急激な折れ曲がりも、B-E区間の北北西への流れも、大阪府の南西部を流れる他の河川と同じでこの地域の特徴である。これはこの地域の地質構造による影響と考えられる。一方、最下流のA区間でのみ西向きに流路を変えているのは、およそ5,000年前までの縄文海進時に海岸線が陸側に移動し、その後現在までの海面低下期に西に向かう流路が形成され、その流路を工場群ができた際にそのまま固定されたと推定できる。

石津川の洪水時ハザードマップ（図7：https://www.city.sakai.lg.jp/kurashi/bosai/kangaeru/pamphlet/bosai/bosaimap23/hazardmap.files/easydata_merged.pdf）によると、A区間の流路のカーブ外側では浸水被害が予想されていない。それは堤防が高いことが理由であると推定して実際に現地を訪れてみたところ、堤防がとりわけ高いというわけではなかった。堤防が高くないこと、カーブの外側で流速が低下しにくいうことから、A区間の北側への水の侵入を誘発する可能性があるが、洪水対策設計においては単に外側=危険という単純比較はできず、地形や堤防の高さ、災害履歴、戻り流れの挙動などを含めて2D/3Dモデルや観測データで評価する必要があるため、ここでは議論を控える。

都市河川「石津川」で想定しておくべき危険性

石津川がもし、大雨による大洪水に襲われた場合、C区間の直線流路において流速が上がり、B区間の蛇行部では流れが停滞し、さらにA区間への急激な折れ曲がりで周辺に水が溢れ出す可能性が高くなる。したがって、A-B区間の浸水被害は、かなり深刻なものになると予想できる。ハザードマップにおいても津久野駅を含めたA-B区間の一帯で3m未満の浸水が想定されている。今後、河川改修を行う際は、被害拡大を防ぐために以下の点に留意する必要がある。

自然における蛇行河川は、洪水時に流路から周囲の氾濫原に河川水が溢れ出することで、流れを弱める作用がある（Leopold *et.al.*, 1960）。一方、コンクリートによる河川の固定化・直線化によって洪水の性質が変わり、別の形の災害が生じる危険性が指摘されており（Eduardo *et.al.*, 2025），下流の流れを増大させて洪水氾濫の危険性が高まる可能性もある。また同時に、生態系への悪影響も知られるようになった（萱場, 2010）。これらのことから、近年、直線化された河川を蛇行河川に戻すという実験や調査が行われている（中村, 2011）。都市河川「石津川」が抱える危険性は私たちの生活に大きくかかわる問題であり、多くの住民が理解しておく必要がある。大雨が関係する被害を避けるための方法として、洪水時に水を流し込んで一時帶水させられる「遊水地」が各地で設置されており、様々な検証がなされている（飯野・伊藤, 2012；大沼・伊藤, 2014など）。本地域においても遊水地の確保は選択肢のひとつとなりうる可能性がある。



図7. 大雨特別警報発表時の石津川ハザードマップ
特にA区間とB区間の境界付近の折れ曲がり内側で3-5 m の浸水が予想されている。

方法2. ボーリングデータから地盤を調べる

関西圏地盤情報ネットワークが所有するボーリングデータを借用し、石津川周辺の地盤の強さについて調査を行った。とくに石津川の地形変化を調べる際の着目点として、C区間の直線化が挙げられる(図4)。この地形変化は泉北ニュータウン建設時の工事によって蛇行河川が直線化されたと推定できる。一方、B区間は護岸されているにもかかわらずA-C区間のなかでは一番蛇行が激しい。そこで、「C区間はB区間よりも埋立てを大規模に行い、その影響が強いため軟弱な地盤ではないか」と予想した。

ボーリングデータからは、地盤の岩相、N値(地盤の硬さ: 値が大きいほど硬い)を深さごとに知ることができ、埋立て地や沖積層の推定が可能になる。図8はある地点のボーリングデータの例であり、縦軸は標高、横軸はN値を示している。最上部の埋立て地はややN値が高く硬い地盤となっているが、その下はN値が0に近く軟弱な地盤といえる。岩相から泥岩や粘土質を示す沖積層の可能性が高い。上流のD,E区間のボーリングデータはほとんど報告されていないため、本調査ではA,B,Cの3区間を対象とした。

結果2

A-C区間におけるボーリングデータの結果を以下にまとめると。

- A区間：表層約5-7mにおいて、粗い礫や砂の埋立てが見られ、軒並みN値が0に近い。埋立てられた地盤の下5-6mにおいてもN値が低く、0に近い軟弱な地盤である(図9a)。
- B区間：全体的に地下約4mまで埋立て土が見られる。砂岩や泥岩での埋立てが多く、その下位にN値が極端に低い層が10mほど続く(図9b)。全般的に地盤は軟弱で、A-C区間で最も危険な領域であるとみなされる。
- C区間：全般的に約3m程度の礫による埋立てが存在するが、N値は不安定ながらも10程度と低くはない(図9c)。A・B区間に比べてやや硬い地盤であるといえる。

考察2

地盤の比較からいえること

A-C区間ではいずれも表土の埋立てが行われてきたと考えられ、その厚さはC区間よりもA-B区間の方が厚いことがわかった。大阪湾の海岸線はウルム氷期の最盛期(約2万年前)以降、繩文海進により海面が上昇し、6,000年前ごろには、現在よりも3mほど高かったとされており(前田、1980)、海岸線が現在よりも1.5km以上東にあったと推測される。この時期の海に面した低地の堆積物は沖積層と呼ばれ、石津川最下流域にも沖積層が厚く堆積している(市原・梶山、1986)。石津川下流域のすぐ北側には大仙古墳があり、海岸線がその近くまで接近していたことが推定される。その後、徐々に海退が進行して現在にいたる過程において、何度も海岸線の拡大事業が人工的に進められてきたことが記録されている(堺市、1977a;b)。堺市史第3巻([本編第3],第四編爛熟期)(堺市、1977a)によれば、1704年(宝永元年)の大和川の付け替えによって堺の港へ流れ込んでいた土砂が石津川河口を含む堺南部の海岸線に広大な干潟を生じさせ、新田開発の絶好の場となったことが示されている。また堺市史第5巻([資料編第2],第四編爛熟期資料)(堺市、1977b)では明治期にも

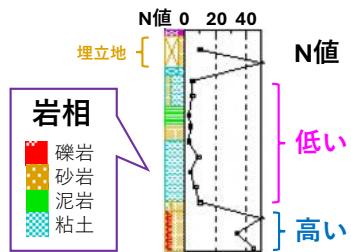


図8. ボーリングデータの読み方。各セクションの柱状図の色の違いは岩相の違いを示す。N値は標準貫入試験(ボーリング調査)によって求められた地盤の強度や締まり具合を示す指標であり、数值が大きい方が硬い。また、表層部の×の部分は埋立てを示す場合が多い。

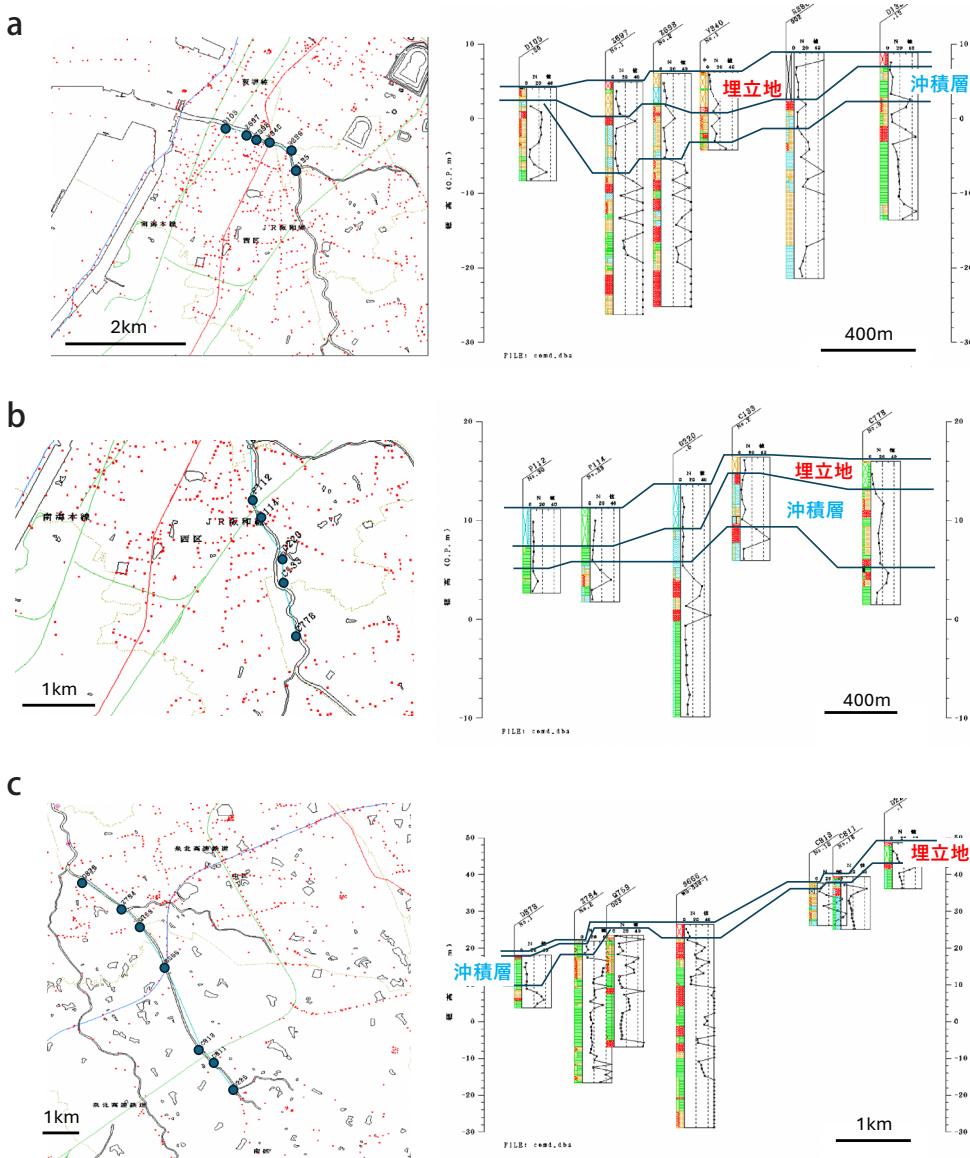


図9. ボーリング調査を行った地点(左)とその結果(右). 関西圏地盤情報データベースより引用.
a : A 区間. b : B 区間. c : C 区間.

埋立てや築港事業に伴う土地拡張について示されている. さらに昭和30年代に入ると, 高度経済成長を背景に, 鉄鋼・造船・石油化学などの重厚長大型産業の集積を目的とした大規模な工業用地の埋立てが次々と行われ, 石津川河口付近でも臨海工業地帯の一部である築港新町ができた(大阪湾環境データベース : http://kouwan.pa.kkr.mlit.go.jp/kankyo-db/data/kankyou/kaiiki/umetate/b2_04umetate.aspx).

A区間の埋立て土はもっとも厚く, 粗い堆積物で構成されている. A区間がいつの時代に埋立てられた層であるかは不明である. また, 埋立て層の下にも細かい粒子からなるN値の低い層があるが, この層は数千年前の縄文海進時に堆積した沖積層と考えられ, B, C区間においても同様に存在している.

C区間はB区間よりも埋立てによる影響が強く軟弱な地盤であると予想したが, 逆にB区間の方が地盤は軟弱であり, その領域も広いという結果であった.



図 10. 今昔マップより引用した河川地形の比較。左が1909年、右が現在。a: A 区間。流路に大きな変化はないが、一箇所蛇行の程度が小さくなっている。ほとんどが水田地帯だったが、現在は住宅地・工場になっている。b: B 区間。過去はほとんどが水田地帯であり、蛇行の頻度が高い河川であったが、現在では住宅地帯となり、蛇行の程度は弱くなったといえる。しかし、石津川全体で見ると、現在でも5区間の中では一番蛇行の頻度が高いといえる。c: C 区間。過去はほとんどが水田地帯であった。元々の蛇行の程度は弱かったといえるが、おそらく泉北ニュータウン建設時に宅地造成された際、より直線的に流路を整備することになり、現在では5区間の中で一番直線的な流路となっている。

そこで、さらに古い時代（1909年）の地形図が閲覧できる「今昔マップ on the web (<https://ktgis.net/kjmapw/>)」で比較したところ（図 10a-c），A 区間は B 区間との境界付近のみで変化があり，B 区間はもともとの蛇行の幅が広く，現在にかけて埋立てにより，その幅がかなり抑えられたように見える。C 区間は河川がまっすぐに整備されたが，もともとの蛇行の幅は狭く，埋立てによる流路の変化量は少ないように見える。

1909 年以降で A-C 区間の流路は大きく変わり，B 区間も C 区間も同様に埋立てが行われてきたが，B 区間の方がもともとの蛇行の程度が激しかったために現在でも蛇行河川が残っているのではないかと考えられる。

以上のことから，予想に反して C 区間が B 区間よりも地盤が弱かった原因を次のように考えた。1909 年以降で A-C 区間の流路は大きく変わり，B，C 区間は同様に埋立てが行われてきたが，B 区間の方がもともとの蛇行の程度が激しかったため，先に大幅な護岸化が行われた。しかし，直線化される程の規模ではなく，現在でも蛇行河川が残っている状態が続いている。C 区間は，もともと蛇行の程度がゆるく，地盤が比較的に安定していたため，その後小規模な工事で直線化することができた。

謝 辞

関西圏地盤情報データベース（関西圏地盤情報ネットワーク，関西圏地盤 DB 運営機構）よりボーリングデータをお借りした。京都大学名誉教授の増田富士雄先生には研究方法やボーリングデータの解析の際にお世話になった。厚く感謝を申し上げる。

引用文献

- Eduardo, J.-D., Alejandro, M., Maritza, L., A.-J. and Moisés, B.-V., 2025. Alteration of Catchments and Rivers, and the Effect on Floods. *Water*, 17(8): 1177.
- 市原実・梶山彦太郎, 1986. 沖積平野の地質－とくに大阪平野の古地理について－. 地学雑誌, 95 (7): 524–530.
- 飯野光則・伊藤弘之, 2012. 気候変動を踏まえた河道隣接地域における遊水機能の評価に関する一考察. 土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集, II-049. pp.97–98.
- Kawase, H., Nosaka, M., Watanabe, S. I., Yamamoto, K., Shimura, T., Naka, Y., Wu, Y.-H., Okachi, H., Hoshino, T., Ito, R., Sugimoto, S., Suzuki, C., Fukui, S., Takemi, T., Ishikawa, Y., Mori, N., Nakakita, E., Yamada, T. J., Murata, A., Nakaegawa, T., Takayabu, I., 2023. Identifying Robust Changes of Extreme Precipitation in Japan From Large Ensemble 5-km-Grid Regional Experiments for 4K Warming Scenario. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 128, e2023JD038513.
- 萱場祐一, 2010. 新しい中小河川改修と生態系の応答. 地盤工学会誌, 58(9): 10–13.
- 国土技術研究センター, 1998. 床止めの構造設計手引き. 138 pp. 山海堂, 東京.
- 今昔マップ on the web (<https://ktgis.net/kjmapw/>)
- Leopold, L. B., Bagnold, R. A., and Brush, L. M. Jr., 1960. Flow resistance in sinuous or irregular channels (USGS Prof. Paper 282-D). U.S. Government Printing Office. 33 pp.
- 前田保夫, 1980. 縄文の海と森－完新世前期の自然史－. pp. 2–38. 蒼樹書房, 東京.
- 増田富士雄, 2019. ダイナミック地層学. 222 pp. 近未来社, 愛知.
- 中村太士, 2011. 川の蛇行復元：水理・物質循環・生態系からの評価. 260 pp. 技報堂出版, 東京.
- 大沼克弘・伊藤弘之, 2014. 遊水機能を維持・活用した治水の実践事例～事例調査から浮き彫りになった地域特性の共通点～. 土木技術資料, 56(12): 18–21.
- 大阪府都市整備部, 2015. 石津川水系河川整備計画. 23 pp. 大阪府. (<https://www.pref.osaka.lg.jp/documents/22182/ishizugawa.pdf>)
- 大阪湾環境データベース, 近畿地方整備局神戸港湾空港技術調査事務所. (<http://kouwan.pa.kkr.mlit.go.jp/kankyo-db/>)
- 堺市, 1977. 堀市史第 3 卷, 本編第 3, 第四編爛熟期. 1215 pp. 清文堂出版, 大阪.
- 堺市, 1977. 堀市史第 5 卷, 資料編第 2, 第四編爛熟期資料. 672 pp. 清文堂出版, 大阪.
- Sinjushin, A. A., 2018. Revisiting the floral structure and ontogeny of *Trapa natans* L. (Lythraceae). *Wulfenia*, 25: 57–69.
- Su, T., Li, S.-F., Tang, H., Huang, Y.-J., Li, S.-H., Deng, C.-L. and Zhou, Z.-K., 2018. *Hemitropa Miki* (Lythraceae) from the earliest Oligocene of southeastern Qinghai-Tibetan Plateau and its phytogeographic implications. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 257: 57–63.
- 陶土団体研究グループ, 1999. 断層境界を伴う多数の基盤ブロックからなる内陸盆地－岐阜県多治見市周辺の東海層群堆積盆地の例－. 地球科学, 53: 291–306.

付 記

本研究は、第 67 回大阪府学生科学賞において「泉北高校周辺の防災学的研究～都市河川・石津川の地形と地盤を考える～」というタイトルで出展し、最優秀賞大阪府教育委員会賞を受賞した。