

多摩川河川敷における大規模出水前後の 粒径組成, 地中性昆虫および植生

遠藤 堯生¹・和田 薫²・梶川 耕³
梶谷 駿介⁴・渡久地 海征⁵・柳川 亜季⁶

¹ 非会員 一関市立花泉中学教諭 (〒029-3205 岩手県一関市花泉町涌津古川 8)
E-mail:16t7010@stu.meisei-u.ac.jp

² 非会員 明星大学特任教授 (〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1)
E-mail:kaoru.wada@meisei-u.ac.jp

³ 非会員 株式会社昭和石材工業所 (〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-14-1 新宿グリーンタワービル)
E-mail:16t7011@stu.meisei-u.ac.jp

⁴ 非会員 リック株式会社 (〒105-0014 東京都港区芝 1-15-5)
E-mail:16t7012@stu.meisei-u.ac.jp

⁵ 非会員 株式会社協和日成 (〒213-0013 川崎市高津区末長 4-7-8)
E-mail:16t7025@stu.meisei-u.ac.jp

⁶ 正会員 明星大学助教 (〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1)
E-mail: aki.yanagawa@meisei-u.ac.jp

本研究では, 2019 年 10 月の台風 19 号による大規模出水における粒径および動植物への影響について, 出水直後の評価をすることを目的とした。台風 19 号による大規模出水は, 地中性昆虫個体数を減少, 植生を流出させた。また, 河川敷の粒径組成を大きく変化させた。上流域では, 河川近くの調査地点 2 点が流出した。また, 最も河川から離れていた地点では, 表層 0-5 cm の 2 mm 以上の巨礫の割合が増加し, 昆虫は減少し, 70% 以上あった植物の被度が 0 となった。中流域では, 出水以降昆虫は 1 地点で 1 体確認されたのみで, 植生が 0 となった礫河原を出現させた。また, 調査地点の流出はおこらず, むしろ巨礫の堆積が顕著であった。一方で, 河口では, 粒径および動植物の台風前後の違いはほとんど確認されなかった。

Key Words: Hagibis, typhoon, Tama River, flood, subterranean insects, vegetation, particle size distribution, riverbed

1. はじめに

河川敷では, 上流からの土砂供給の減少や, かつての砂利採集等の要因により, 河床低下, 高水敷の樹林化, 河原の減少と, それに伴う河原に特徴的な動植物の減少等の問題が起こっている¹⁾。河川敷の景観を維持するためには, 礫河原を維持することが重要であると指摘されている²⁾。そのため, 人工的な礫河原の再生事業といった試みや³⁾, 外来種の除去⁴⁾, 表土をはぎ取りによる, 礫河原再生の試みなども行われている⁵⁾。しかし, これらの礫河原の再生事業は, 継続的な人為による管理が必要とされるため⁶⁾, 流域の限られた地点の取り組みとなってしまうという課題があった。また, 礫河原の減少は, 出水が減ったことが原因であるため, ダムから計画

的な中小出水規模放流が実施された事例もある⁷⁾。このように, 礫河原再生に関する取り組みがこれまで数多く行われてきたが, 礫河原再生に関する現実的な解決方法は見つかっていない。このような背景のなかで, 2019 年, 大規模な出水により, 多摩川の中流域で礫河原が出現した。多摩川では 2009 年以來の大規模な出水であった。これまでの, 礫河原再生事業において, 礫河原と関わりの深い動植物の生息に適した礫河原の持続性には, その粒径組成が重要であることが指摘されている^{3) 4)}。また, 出水により, 外来種の被度や, 実生の定着を低減できることが既存研究で指摘されている⁸⁾。しかしながら, 出水による河川敷への影響に関して, 出水前後の植生や河川敷の粒径組成, 河川敷に生息する地中性昆虫に関して, 同じ調査地点で継続的に調査し, 出水の直前および直後

の影響評価を行った既存研究はほとんどない。そこで、本研究では、2019年10月の台風19号による大規模出水における粒径および動植物への影響について、出水直後の評価をすることを目的とした。

2. 方法

(1) 調査地点概要

本研究においての使用した調査地点は、多摩川の河川敷である。河川敷は環境変動が激しいため、洪水などの事後で粒度、底生動物相、植生に大きな影響があると予想される(図-1)。よって常時河川の状況が確認でき、環境変動の前後での調査を行い、常時河川の状況をモニタリングできる以下4地点とした。ライブカメラ(京浜河川事務所 国土交通省 関東地方整備局)が設置された、調布橋水位観測所(以降調布)、日野橋水位観測所(日野橋)、石原水位観測所(石原)、多摩川河口水位観測所(河口)付近を調査地点とした。上記の4地点は、複数ある多摩川のライブカメラ設置地点の最上流である調布橋水位観測所から、最下流の多摩川河口水位観測所までを大まかに等分した4地点である。2019年1月から同年12月まで月1回、後述の調査を各地点で行った。

(2) 地中性昆虫の採取方法

昆虫は、各4地点で、河川敷を代表する3つの環境を選び、河川に近いほうからA、B、Cとし、25cm×25cmのコドラートによりその中の土壌を採集し調査を行った。各調査地点の様子を図-2に示す。調布橋のAは河川近くの礫河原、Bは河川敷の中央、Cは森の近くのローム層のような環境とした。日野橋のAは河川近くの礫河原、Bは礫河原と草地の境界で、堆積砂が集積した環境、Cは夏期には人の背丈を優に超す植物が生い茂る草地である。石原のAは河川近くの礫河原、Bは広い礫河原の中央、Cは高水敷で、野球場として活用されている草地と河川敷の礫河原の境界である。河口のAは潮汐がみられる砂地、Bはコウボウシバが年中発生している草地、Cは草地の中でも木が生い茂る環境である。なお、粒径組成についても、このA、B、Cの各地点で調査を行った。

コドラートはA、B、Cにつき1か所、深さ10cmごとに、1層、2層、3層と分けて区別し、30cmの深さまで調査した。採取した土壌は網目が20mmの篩に通し、篩別された生物は70%エタノールで固定した。また、同時に篩別したリターは、研究室に持ち帰ってからツルグレン装置を用いて再度生物を抽出、70%エタノールで固定し、絶乾させてから重量を測定した。以上によって得られた昆虫個体数とリター重量を記録した。



図-1 2019年10月の台風19号前後の日野橋の様子

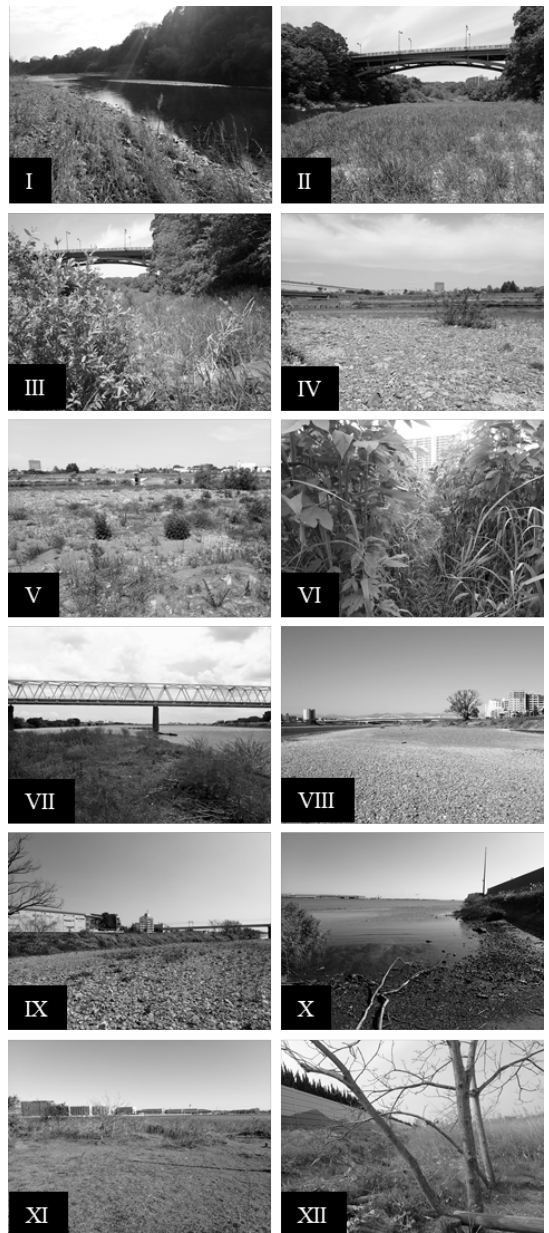


図-2 各調査地点の様子 (I: 調布橋A, II: 調布橋B, III: 調布橋C, IV: 日野橋A, V: 日野橋B, VI: 日野橋C, VII: 石原A, VIII: 石原B, IX: 石原C, X: 河口A, XI: 河口B, XII: 河口C)

(3) 河川敷の堆積砂の採取方法

土壌は、各 4 地点で昆虫のコドラート (25cm×25cm) 調査を行った A, B, C において 0.0-5.0cm, 10-15cm, 20-25cm の深さの堆積砂を、1 層、2 層、3 層と分けて区別し、100ml のコアで採取した。その後、採取した試料は絶乾させ、ふるいにかけた。ふるいは、> 8.0mm, 2.0-8.0mm, 0.2-2.0mm, < 0.2mm の四段階に分け、それぞれの重量を測定し記録した。大規模出水を引き起こした 2019 年の台風 19 号前の 1-9 月までと出水後の 10-12 月分とに分けて粒径組成を比較した。青梅に関しては 10 月の調査を終えてから台風が通過したため 1-10 月と 11, 12 月のグラフにまとめた。青梅の A, B は台風により調査地点が消失したため、データ採取することが出来なかった。

(4) 植生の調査方法

植生は各 4 地点で、川から土手もしくは道までの範囲を等間隔で 5 個、1.0m 四方の植生調査用コドラートを置き、ベルトトランゼクト法で調査した。ベルトトランゼクトは、各 4 地点で 3 本引き、その範囲内の植物種と各種の最も高い個体の高さ、被度を調べ記録した。

3. 調査結果と考察

(1) 水位

2019 年の水位の変動が例年並みか確認するために、過去 5 年の 1-10 月までの水位データと比較した (図-3 1-10 月のデータ)。石原は、2019 年の水位変動が全体的に 1.0m を下回っており、外れ値が多いことが読み取れた。また、河口も過去 5 年の変動と有意に異なることが、T 検定 ($p < 0.05$) よりあきらかとなった。調布橋と日野橋は 2019 年の変動と過去 5 年の水位変動に有意差が確認できず、例年通りの傾向であった。

以上から、調布橋および日野橋は、例年と異なる水位変動が確認されなかったため (調布橋: $p=0.51$ 日野橋 $p=0.15$)、粒径組成や植生および昆虫の変動に関して、例年並みの水位の変動にさらされ、台風 19 号の影響を受けた評価となりうると考えられた。一方、石原および河口においては、水位変動は過去 5 年とは異なっているため、植生や陸生の土壌中の昆虫相、粒径組成が例年とは若干異なる可能性が示唆された。

(2) 河川敷の地中性昆虫

採取された月平均昆虫個体数と、土壌の粒度組成を図-5-8 に示す。どの地点においても昆虫個体数には季節変動が大きく、ばらつきがあり、種の観点からも、安定して生息する昆虫は少なかった。地点ごとの特徴として、

全体的に多摩川河川敷の地中に生息する昆虫は少なかったものの、調布橋 C の全層、河口 A の全層と、河口 B, C の 1 層に個体数が多かった。

台風 19 号後の変化については、日野橋の C の 3 層、河口 A の 1 層と B の 2, 3 層以外の 32 個のコドラートで個体数の減少がみられた。地点ごとの個体数では、台風前後比で調布橋が 95% 減少、日野橋が 83% 減少、石原が 95% 減少したが、河口のみ 16% 上昇していた。また、台風後は、36 個のコドラートのうち、およそ半数の 17 個のコドラートから、昆虫は採集されなかった。大規模出水があると、河川敷の土壌中の昆虫個体数は減少することが分かったが、河口の結果が示すように、必ずしも個体数が減少するわけではないということが分かった。

(3) 河川敷の粒径組成

台風前後の粒径組成とその標準誤差を、図-3-7 に示す。調布橋は多摩川の上流ということもあり、A, B において > 8.0mm の割合が高く、巨礫が地中から多く採取された。しかし、C は 2.0mm 以下の粒径の割合が多かった。また、深い層ほど粒径が大きくなる傾向があった。大規模出水後は、地点が水没しなかった C において、2, 3 層では > 8.0mm の巨礫割合が 8.0% 以上上昇し、< 2.0mm の粒径割合が 8-18% 程度減少していた。調布橋のみ、B, C 地点の 2, 3 層に > 8.0mm の巨礫が多いこと、A, B 地点が浸水したことから、これは、ダムなどの治水により、< 2.0mm の細かい粒径により隠れていた、本来の河川敷の層が表れたものであると推察された。本来調布橋のような上流域の河川敷は、粒径の大きい河原が、現在よりも小さい面積で存在していると考えられた。

また、日野橋 C や河口 A, B, C は、2.0mm より小さい粒径の割合が多かった。中でも河口は特殊で、> 8.0mm, 2.0-8.0mm の粒径の土壌はほぼ存在せず、細砂およびシルト粒径がほとんどであった。

台風 19 号後の変化については、多くの地点で礫河原が形成され、多くの地点の 1 層において > 8.0mm の粒径の割合が上昇した。

日野橋ではほぼ全地点で > 8.0mm の巨礫割合が上昇した。特に C 地点は 1 層で 84% 上昇し、3 層でも 40% 上昇していた。また、それに比例するように、A, B, C の多くにおいて 8.0mm 以下の礫は減少しており、特に C の 0.2mm 未満の粒径は 50% 近く減少した。

石原では A において < 0.2mm の粒径の割合が 15-38% 程度減少し、特に 1 層において > 8.0mm の粒径の割合が 50% 程度上昇した。

河口では、他の地点に比べ変化した割合が少なかった。

(4) 植生

月別、地点ごとのコドラート内の植生被度平均を図-8

に示す。河口以外の地点は 1-4 月まで被度は 40%を下回る割合であったが、5-8 月で被度が上昇し、7、8 月でピークとなった。被度は、高いところで 7 月の調布橋が

89%程度に達し、その後減少する傾向がみられた。しかし、河口のみ通年、被度の値に大きな変化はないことが分かった。外来種の被度は、どの地点でも 5-9 月に大き

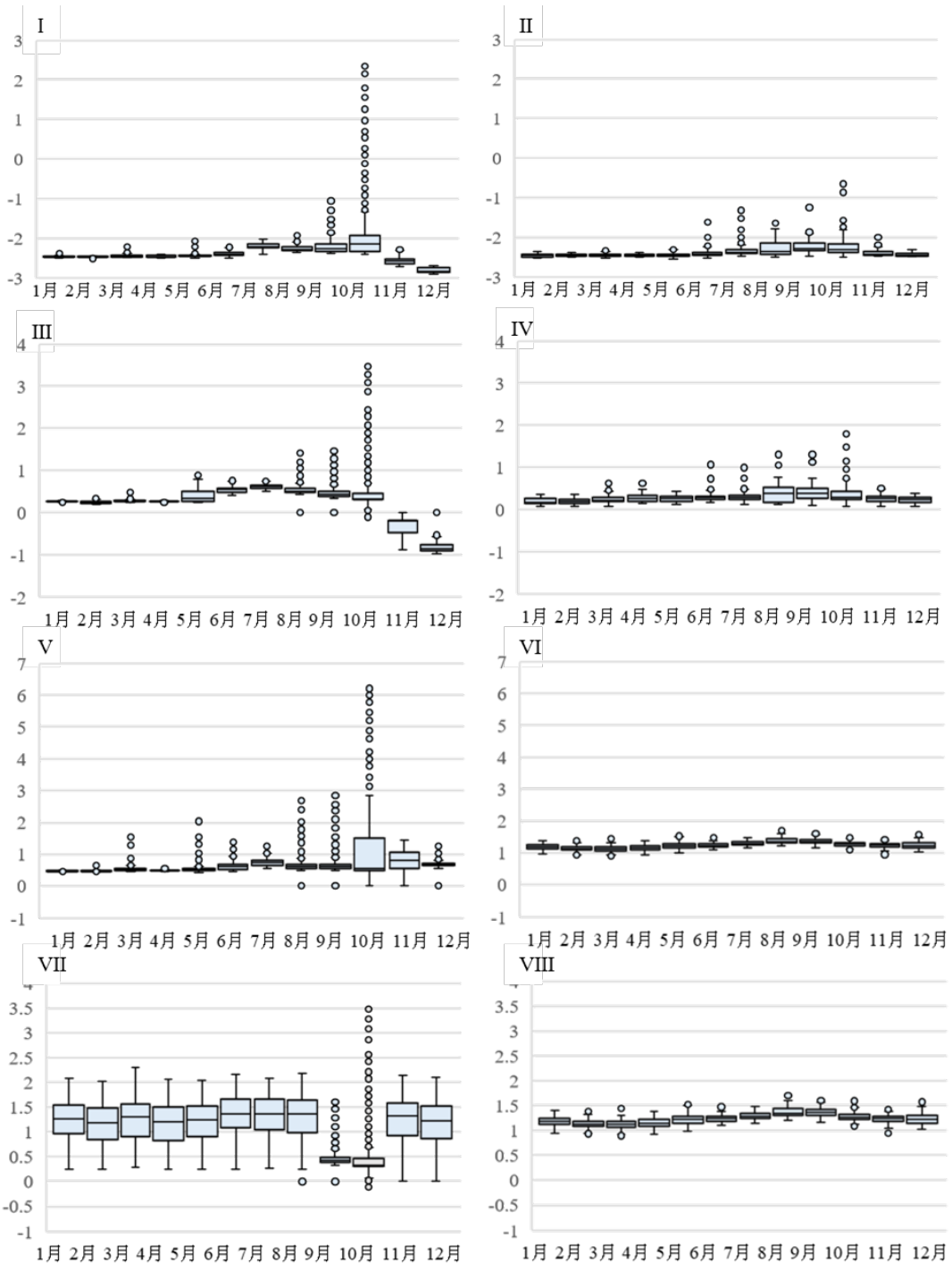


図-3 2019 年と 2014-2018 年の月別の水位 (I : 2019 年調布橋, II : 2014-2019 年調布橋, III : 2019 年日野橋, VI : 2014-2018 年日野橋, V : 2019 年石原, VI : 2014-2018 年石原, VII : 2019 年河口, VIII : 2014-2018 年河口)

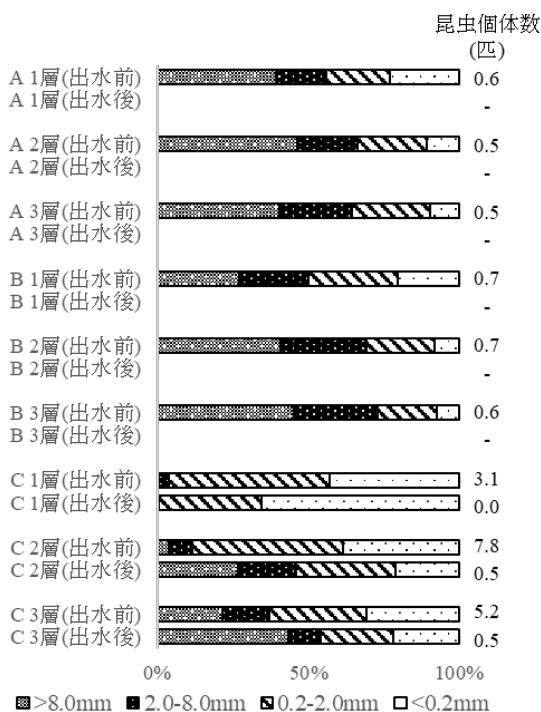


図-4 調布橋の出水前後の粒度組成と昆虫個体数の平均値

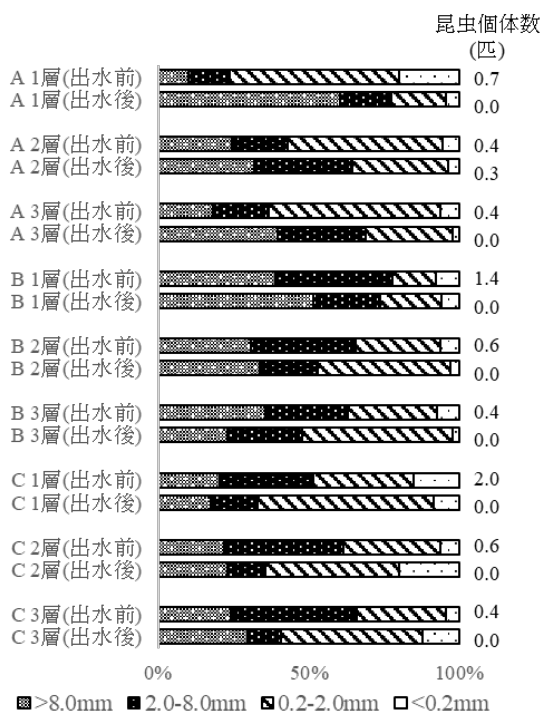


図-6 石原の出水前後の粒度組成と昆虫個体数の平均値

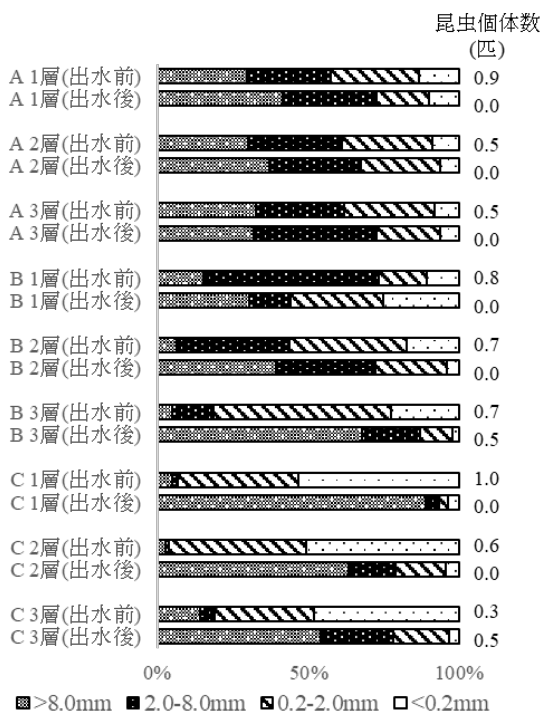


図-5 日野橋の出水前後の粒度組成と昆虫個体数の平均値

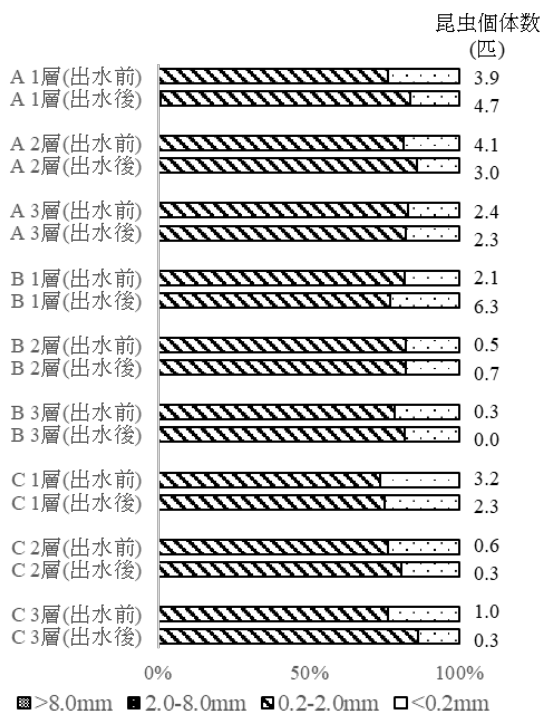


図-7 河口の出水前後の粒度組成と昆虫個体数の平均値

い値を示した。調布橋、日野橋で9月にそれぞれ14%程度で最高値を示した。石原は、5月に34%、6月に24%と、他の地点に比べ、特に高い値を示した。河口は最高

値が8月の7.0%程度と、外来種の割合が少なかった。

台風19号後の変化については、河口以外の地点は礫河原が形成されたため、植生被度は、外来種を含め、す

べて 0%となった。景観から見てもその変化は明らかで、日野橋は非常に広い面積において、30mを超す植生が生い茂っていた地点であったが、ほぼ全て台風による大規模出水により消失した。一晩でも広い面積が礫河原になることが示された。このことから、今回のような大規模出水は、外来種の駆除において大きな機能を持っていることが示唆された。加えて、日野橋や石原は、その面積の大部分が礫河原に変化したため、以後外来種の侵入も防ぐ効果も期待される。一方、河口の被度はほぼ減少が見られなかった。これは、河口の植生の大部分を占めるヨシやコウボウシバが浸水に対して耐性があることが要因として考えられた。

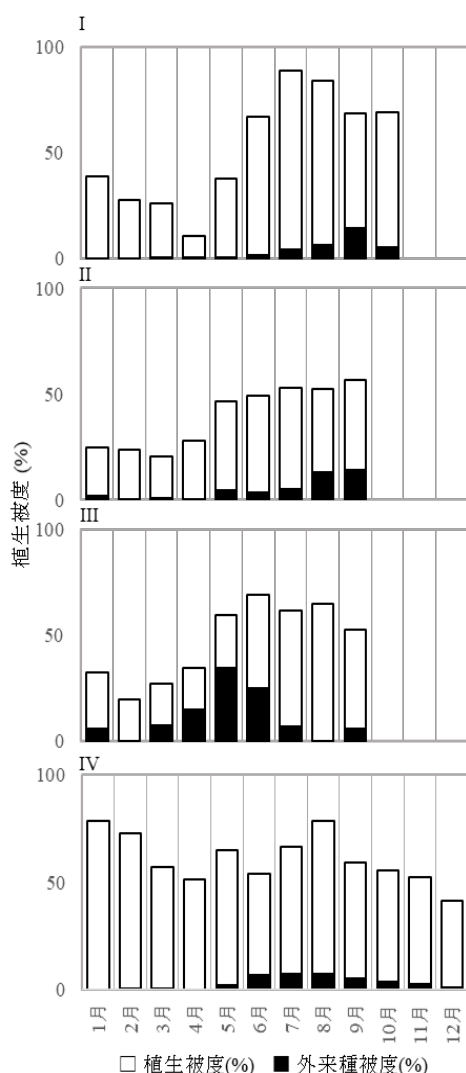


図-8 各地点の植生被度と、その内の外来種による被度

I: 調布橋, II: 日野橋, III: 石原, IV: 河口

4. まとめ

2019年に多摩川において大規模な出水を引き起こした台風 19 号の前後での粒径組成、地中性昆虫および植生の比較を行った。過去 5 年の水位データとの比較から、調布橋と日野橋において、台風前までは、例年並みの水位変動であったため、河川敷の粒径や動植物についても例年並みの状態から大規模な出水が起きたことが考えられた。調布橋では、河川近くの調査地点 2 点が流出した。また、最も河川から離れていた地点では、巨礫の割合が増加し、昆虫は激減、植生はなくなった。日野橋でも、昆虫が激減し植生がなくなったことは同様であったが、調査地点の流出はおこらず、むしろ巨礫の堆積が顕著であった。下流域の石原、河口では、過去 5 年の水位変動と異なる水位変動が台風前から確認されていたため、台風前の粒径や動植物の状況が例年並みの状態であった可能性が低いことが考えられた。台風 19 号が通過した後は、石原では最も河川近く位置する地点でのみ巨礫の堆積が顕著であった。上流域では、台風後もわずかに地中性昆虫が確認されたが、石原では、まったく確認されなかった。植生は上流域同様すべて流出した。河口は台風 19 号前後で大きな違いは確認されなかった。

将来、気候変動の影響が顕著になるにつれ、大規模な出水が増加することが指摘されている⁹⁾。台風 19 号は社会に甚大な影響を及ぼし、今後さらなる治水事業の必要性が明らかになった地域もある。これまで、治水と河川景観の維持はトレードオフに関係にあったが、今回の出水により、一時的な観測ではあるが、礫河原が再生され、外来種が大幅に減少した。このことを踏まえると、今後規模を増す水害が予測されるなかで、堤防強化といった治水対策を講じつつ都市河川の景観の維持は必ずしも両立しないものではない可能性が示唆された。

謝辞：本研究は2019年度明星大学教員研究活動費、2019年度明星大学教員研究助成費、科学研究費補助金（19K15866 代表：柳川亜季）および公益財団法人東急財団の助成（学術研究 2020-106）を受けたものである。本研究を進めるにあたり、植生調査に同行に調査の助言をくださった北川淑子氏、研究の方向性に関する助言をくださった明星大学理工学部櫻井達也准教授に深謝の意を表する。

参考文献

- 1) 藤本真宗, 五道仁実, 内田誠治: 多摩川における礫河原再生について, リバーフロント研究所報告第 17 号, pp.25-31, 2006.
- 2) 五味高志, 大平充: 生態系ネットワークのインターフェースとしての礫河原: 流域の時空間スケール整理, 日緑工誌, 44 巻 3 号, pp. 489-493, 2019.

- 3) 谷口 和哉, 九田 将茂, 能澤 祐明: 手取川自然再生事業 ～礫河原の復元とその効果～, 一平成 26 年度北陸地方整備局 事業研究発表会, 2014.
- 4) 畠瀬頼子, 長岡総子, 和田美貴子, 阿部聖哉, 一澤麻子, 奥田重俊: 多摩川中流域における河川敷植生の復元についての研究, 水利科学, 306 巻, pp.80-95, 2009.
- 5) 西廣淳, 皆川朋子: 河川に侵入した外来植物の駆除・管理, 土木技術資料, 44 巻, pp. 50-55, 2002.
- 6) 畠瀬頼子, 小栗ひとみ, 松江正彦: オオキンケイギクが侵入した河川敷における表土はぎとりによる礫河原植生の再生効果, ランドスケープ研究 75 巻, pp. 445-450, 2012.
- 7) Yuan Tong, 渡邊 康玄, 吉川 泰弘, 永多 朋紀: 札内川における河道の変化を想定したダムの維持放流の効果, 土木学会第 68 回年次学術講演会, 68 巻 2 号, pp. 207-208, 2013.
- 8) 都築隆禎, 勢田昌功, 高橋達也: 吉野川における礫河原の管理方針について--シナダレスズメガヤの抑制対策 (「自然をいかした川づくり」に関する研究報告)--(河川環境). リバーフロント研究所報告, 17 巻, pp. 92-98, 2006.
- 9) Hirabayashi, Y., Mahendran, R., Koirala, S. et al.: Global flood risk under climate change. *Nature Clim Change* 3, 816-821, 2013.

(Received June 19, 2020)

THE PARTICLE SIZE DISTRIBUTION, THE NUMBER OF SUBTERRANEAN INSECTS AND VEGETATION OF RIVERBEDS BEFORE AND AFTER THE LARGE-SCALE FLOODING AT THE TAMA RIVER

Issei ENDO, Kaoru WADA, Kou KAJIKAWA, Shunsuke KAJITANI,
Kaisei TOGUCHI and Aki YANAGAWA

We evaluated the particle size distribution, the number of subterranean insects and vegetation of riverbed before and after the large scale flooding at the Tama River due to Typhoon No. 19 in October 2019. Large-scale flooding caused by Typhoon No. 19 reduced the number of subterranean insects, and vegetation was washed away. In addition, the particle size distribution of the riverbed was changed. In the upper basin, the survey points disappeared and the riverbed area was reduced. In the middle basin, a gravel riverbed emerged. On the other hand, in the estuary, there was almost no difference between the particle size distribution and the number of subterranean insects and vegetation of riverbed before and after the flooding.