

大和川における漂着ゴミの 流出抑制対策について

富重 雄斗¹

¹近畿地方整備局 大和川河川事務所 流域治水課 (〒582-0009大阪府柏原市大正2-10-8) .

かつて、水質が著しく悪かった大和川は、下水道の普及浄化施設の整備や水環境改善意識の啓発などにより、近年水質が改善した。またその認識も一般にも広まってきた。一方で、出水後に河道内の樹木にゴミが残る、いわゆるゴミの花や高水敷等への漂着ゴミは、美観上、環境上、重要な課題となっている。また、かつての調査で、大和川から流出した漂着ゴミは淡路島まで流出していることも分かっている。そこで、河川内の漂着ゴミの流出過程について複眼的に解析し、複雑と思われるゴミの輸送プロセスにも着目し、河岸の樹木等に付着・残存するビニールゴミ等のモニタリング及び残存防止対策の効果検証等を実施した。本発表は大和川における漂着ゴミの流出抑制対策の取り組み等について報告するものである。

キーワード 漂着ゴミ、ゴミの捕捉、残存防止対策、ゴミの流出特性解析

1. 大和川概要

大和川は、笠置山地を源にし、奈良盆地の水を集め、奈良県と大阪府の境にある亀の瀬狭窄部、河内平野を経て大阪湾に注ぐ、幹線延長68km、流域面積1,070km²の一級河川である。

大和川流域は、山が浅く保水能力が低いいため、昔から水不足や水害に悩まされてきた。特に、中上流域では、降った雨が山に溜まることなく、奈良盆地の低平地を流れ、亀の瀬狭窄部に向けて156本の川が放射状に1本に集まる(図-1)。これにより、亀の瀬上流付近は、勾配の緩い地形特性と狭窄部の堰上げが生じ、洪水氾濫や内水浸水等の水害が発生しやすい特性を有している。

一方の下流部の大阪府域は、宝永元年(1704年)に付け替えられた人工河川で、堤防が高く、人口・資産が高密度に集積するなど、水害リスクが極めて高い。

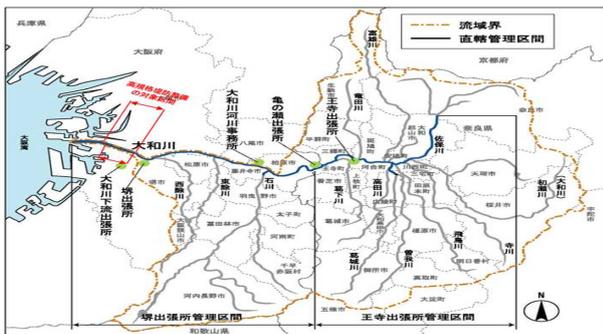


図-1 大和川流域図

2. 大和川流域内の漂着ゴミの分布状況把握

9つの地点に、カメラを設置し、出水後の漂着ゴミの状況調査を行った。(図-2) 調査としては、カメラの映像から、ゴミの個数確認及び水位とゴミの輸送量の関係を確認した。今回の調査は、水位の変化は最大12cm程度であり、水位と輸送量それぞれの時間変化を議論するには水位変化が小さすぎる可能性がある。しかし、大和川(25.5k)・葛下川・竜田川・富雄川・寺川は水位の低下に伴って確認されたゴミの個数がおよそ減少する挙動が読み取れた一方、曾我川・佐保川・初瀬川に関しては、水位変化とゴミの個数が逆の変動をしていることが読み取れた。このような各支川からの複雑な流出形態がそれらの和で示される本川での通過量と水位変化率との間に時間的な一致を見せない理由であろうことが推察できる。さらに、映像内で確認したゴミの個数を地点毎に集計し、それぞれ比較した。(図-2)

各支川における水位変化は異なるため、同時間帯の浮遊ゴミの通過量を単純比較することは適切な方法でない可能性もある。実際に大和川本川の通過総数は一部支川の総数より少ない。しかし、そのような水位変化の時間的相違を割り引いたとしても、左岸支川からのゴミの流入が多い傾向であることが明らかである。支川の内、ゴミの流出個数が上位2位を占める曾我川と飛鳥川流域は、他の流域に比べて田畑の土地の利用が多いことから土地の利用形態の違

いによる可能性も示唆される。

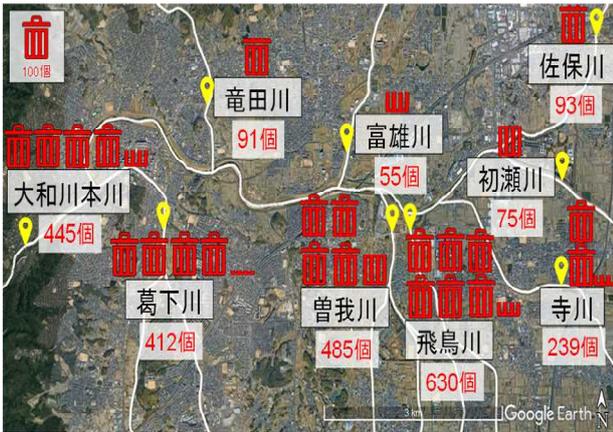


図-2 カメラ設置箇所及び各箇所の映像で確認されたゴミの総数 (Google Earth)

3. 大和川におけるゴミの流出特性

(1) 検討の背景

高水敷に漂着しているゴミと低水路を流下するゴミとでは、種類や組成などが異なるのではないかと指摘されることが多く、低水路のゴミを解析することが課題となっていた。そのため、流路を阻害することなく安全に配慮した上で大和川低水路に流下ゴミを捕捉する装置を設置し、捕捉したゴミの概数を把握した。(図-3)

(2) 低水路流下ゴミの残存防止対策工の概要

流下ゴミを捕捉する装置の概要は以下のとおり

【対策実施箇所】

漂着ゴミを捕捉しやすい以下の条件をもとに選定した箇所を実施した。

河道内、湾曲部、植生部

【装置の内容】

当初はネットのみの装置で設置したが、捕捉されたゴミは自然系ゴミの割合が大きく、対象とする人工系のゴミが効率よく回収できなかった。そこで、設置期間の途中で対策工をネットと番線に切り替えた。また、番線の間隔は 10 cm となっており、最下層の番線は河床から 40 cm で最上層は河床から 110 cm となっている。(図-4)

(3) ゴミの内訳

水位が上がった後に、装置にゴミの捕捉があるか確認をした。捕捉することができたゴミの個数の約9割はプラスチック系のゴミであった。(表-1) プラスチック系のゴミとはビニールや発泡スチロールなど、1個あたりの重量が小さいものである。プラスチック系のゴミは、河川を流下する過程で波などの影響で細分化されるため、個数が多くなったものと考えられる。一方、個数が少ないながらも屋外用途のゴミや生活用品のゴミは全体に占

める重量が大きい。屋外用途のゴミはトタンや土囊の袋、生活用品にはマットやベッドカバーなどが含まれており、1個あたりの重量が大きいものである。中でも、肥料や除草剤の袋などの第一次産業から排出されたと思われるゴミは、大和川が流下する奈良県の大和平野地域において、土地利用の17%を占める農業が原因であると考えられる。大和川にはプラスチック系のゴミだけでなく、農業が原因となって発生するゴミ、生活に使用するゴミなど様々なゴミが流下しているため、地域で一丸となってゴミの処分を徹底する必要があると考える。

(4) ゴミの重量と流量の関係

低水路内のゴミの重量および個数に関して、水位だけでなく、流量との比較を行うことは出水規模に対するゴミの流出量を推定するうえで重要である。回収したゴミの重量と流量の関係を整理する。対策工設置期間から、平常時の流量の割にはゴミはあまり流下しておらず、総流量が増加してもゴミの個数の積算値はそれほど大きくならなかったと考えられる。出水期間の最大流量をQ (m³/s)、この捕捉装置で捕捉されたゴミの重量をW (g) とすると、両者には(式-1)のような線形の関係があると推察される。この式より、出水規模に対するゴミの重量を簡易的に推定できることが予想できる。ただし、今回はいずれも中小規模の出水であるため、大規模出水を含めて、より精度良く検討する必要がある。

番線により捕捉されたゴミは番線の高さ別に回収されている。ゴミが流下する過程において、ゴミの重量の垂直分布を調べるために、河床からの高さ別にゴミの重量を計測した。(図-5) なお、複数の番線にまたがって捕捉されたゴミに関しては、そのゴミの重量を、またがっていたネット、番線に均等に分配した。河床から 100cm ~ 110cm の高さのネットに捕捉されたゴミはなかった。河床に近いほど捕捉したゴミ重量は大きくなった。また、ネットと番線と比較すると、総じて番線の方がより多くのゴミの重量を捕捉できた。ネットは網目状であり、番線を通りぬける程度の大きさの自然系ゴミも捕捉する。ネットと番線で捕捉した自然系ゴミと人工系ゴミの重量のうち、ネットは自然系ゴミの割合が大きいため、相対的に捕捉された人工系ゴミの重量が小さくなっているものと推察する。この対策工は低水路の河道側にネット、高水敷側に番線を設置したため、設置する位置によって捕捉できるゴミの重量が変化する可能性もあるが、越流の状況の動画により、それぞれに対する流況に大きな違いはなかったと推察される。今後、ネットと番線の位置を入れ替えて設置することや他の地点でも低水路に対策工を設置することで、より効果的な対策工の検討をすることが可能になる。このようにネット、番線ともに人工系ゴミを捕捉することのできる装置であり、海洋へ流出するゴミを抑制する有効な方法の一つであるといえる。

(5) 浮遊ゴミについて

浚渫工事の際に設置されていた汚濁防止フェンスにゴミが捕捉されていた(図-6)。本検討で採取したゴミを捕捉した期間は54日間であった。汚濁防止フェンスで回収したゴミは土砂と混じっており、そのゴミは引き上げられアームロール式コンテナ1杯分となった。土砂を含めたゴミの容積は、縦190cm、横360cm、高さ83cmであったが、今回は時間の都合上、半分の容積のみ、ゴミと土砂を分別し、ゴミのみ実験室に持ち帰った。回収したゴミは90Lのゴミ袋で16袋あり、そのうち8袋のゴミについて付着している土砂や植生を取り除き、洗浄した。(図-7)に洗浄した8袋のゴミと未洗浄の8袋のゴミを、(図-8)に洗浄後分類したゴミを示す。洗浄した8袋のゴミについて、その重量を計測した。ゴミの内容としては、ペットボトル、飲料缶、飲料ビン、スプレー缶、プラスチック系のゴミ、紙ゴミ、生活用品などが見られた。これらのゴミについて、CCTV映像で観測できると思われる長辺が5cm以上のゴミと長辺が5cmに満たないゴミについて分類し、その重量を求め、整理した。なお、ペットボトル、飲料缶、飲料ビン、スプレー缶はいずれも長辺が5cmを超えていた。これらのゴミの総重量は29.5kgであった。汚濁防止フェンスで捕捉したゴミの半量を持ち帰り、そのうちの半量を今回は計測したため、今回計測したのは汚濁防止フェンスで捕捉されたゴミの量の1/4にあたると思われる。そのため汚濁防止フェンス設置期間内に捕捉できたゴミの総重量は118kgと概算される。ゴミの輸送量は水位や流量に依存すると考えられるため、出水期である6月～10月はさらに多くのゴミが輸送されると考えられる。季節変動がないと仮定し、今回のゴミの捕捉期間である54日間におけるゴミの輸送量118kgを、単純に日数で1年間におけるゴミの輸送量に換算すると、約797kgとなる。また、長辺が5cm以上のゴミの平均重量は24.5gであったことから、CCTV映像で確認できる漂流ゴミの個数をN(個)とすると、ゴミの断面通過量W(kg)は(式-2)で示すことができると考えられる。上記の式では長辺が5cm以上のゴミについてのみ考慮しているが、長辺が5cm未満のゴミについて、その重量は全体のゴミの重量の4%程度であった。CCTV映像で確認できるゴミの個数から浮遊ゴミの断面通過量の推定を行う際、真の断面通過量の96%を把握できていることになり、CCTV映像を用いたゴミの観測は浮遊ゴミの重量推定法としては有効な手段であると考えられる。飲料容器である、ペットボトル、飲料缶、飲料ビンについては重量とともに個数も測定した。重量と同様に、計測した個数は汚濁防止フェンスで捕捉されたゴミの1/4であるためこれらの値を4倍して期間内に汚濁防止フェンスで捕捉されたゴミの推定個数も求めた。その結果を以下に示す。(表-2)汚濁防止フェンスの捕捉期間は54日間であり、期間内の飲料容器の総個数は2140個と推定される。1日に平均して約40個の飲料容器が佐保川流域内で流出され

ていることになる。



図-3 流下ゴミを捕捉する装置

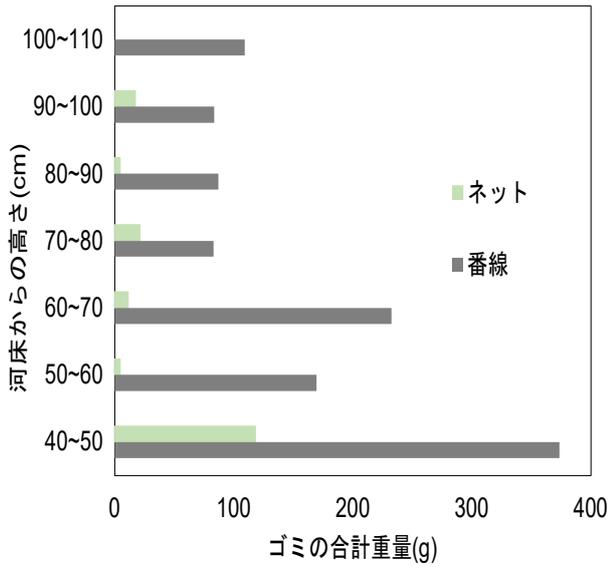


図-4 ネットと番線による捕捉装置

分類	プラスチック系	屋外用途	衣服
内容	ビニール, 発泡スチロールプラスチック	トタン, 土嚢袋, 肥料袋, 除草剤袋	服, 下着, 手袋
分類	飲料容器	生活用品	その他
内容	ペットボトル, 缶	ファイル, マット, 定期入れ, ベッドカバー等	塩化ビニル管, ガムテープ, 金属, 皮, 布等

表-1 ゴミの分類とその内容

$$W=7.6 \times Q \quad (式-1)$$



(図-5) 河床からの高さ別のゴミの合計重量



(図-6) 汚濁防止フェンスで捕捉したゴミの様子

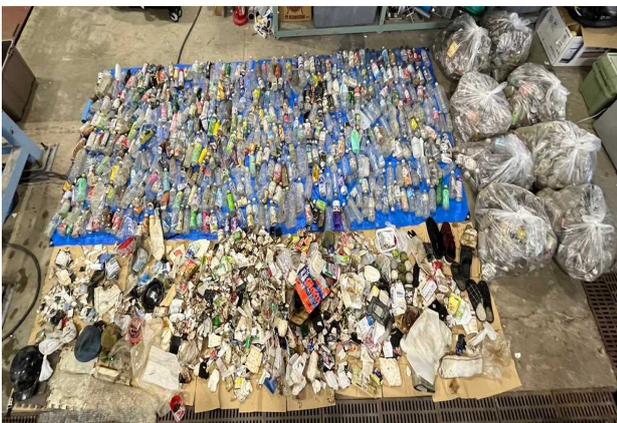


図-7 洗浄したゴミ(左)と未洗浄のゴミ(右)



図-8 未洗浄のゴミと洗浄後分類したゴミ

$$W=2.45 \times 10^{-2} \times N \quad (\text{式-2})$$

容器	計測個数 (個)	推定個数 (個)
ペットボトル	461	1844
飲料缶	60	240
飲料ビン	14	56

(表-2) 容器別ゴミの個数

4. まとめと提案

漂着ゴミの分布状況把握としては、今回は、水位低下時の解析であったため、より正確に把握するためには、日中に出水が始まる降雨での観測を行うことが今後の調査の課題である。

低水路内に設置したゴミ流出対策工によって捕捉されたゴミは、高水敷で回収できるゴミとは異なる特徴を持っていた。具体的には、個数別に見た場合、プラスチック系ゴミの個数が多く、その次に農業や建設業等屋外で使用されるトタンや土嚢袋、肥料袋等であった。一方で、低水路内に設置されていたせいか、ペットボトルや缶などの容器ゴミは少なかった。容器ゴミが少ないことより、1個あたりのゴミ重量は高水敷ゴミより小さくなった。一方で、土砂と混送して流出する屋外系ゴミは数が少ないものの、重量が大きく、水表面を浮遊して流出することなく、水表面下で流出していることを示唆する。低水路内ゴミは3回に分けて回収しているが、毎回のゴミ総重量は、各期間内の最大流量との良い相関が認められた。また、ネットから番線に変更して捕捉した結果、人工ゴミを効率的に回収することが可能になり、番線によって回収された人工ゴミの総重量はネットによって回収されたそれに比べて多く、有効な手段であることを示した。また、番線による捕捉結果を詳細に分析すると、ゴミの総重量および平均重量はともに、底面近傍で最大を示し

た。このような捕捉ゴミの鉛直分布を得たことは新たな有効な知見である。

浚渫工事中の汚濁防止フェンスによって回収されたゴミを分析したところ、54日間で回収された人工系ゴミの総重量は118 kgと推定された。個数で表した場合、ペットボトルが約1800本、飲料缶が約240本、飲料ビンが約60本と推定された。佐保川は奈良市や大和郡山市を流域内に持ち、人口も多い。回収方法の影響はもちろんあるが、このように容器ゴミが多いのは特徴的であった。

多くのゴミの調査は浮遊ゴミを中心に行われている。この際、浮遊ゴミの観測のみでは、水表面下を流送されるゴミを計測できていないことが議論となることが多い。

対策工により捕捉される低水路内ゴミの解析は、より回収を重ねて、そのゴミの特徴と諸量の高精度化が必要であるものの、重量のある大型かつ浮力の小さいゴミは個数としては多くなく、低水路内もプラスチック系ゴミが個数、総重量ともに多い。このことから、河川管理者の立場から、調査結果を基に考えれば、当面は高水敷や浮遊して流出する容器ゴミやプラスチックゴミを積極的に回収し、また投棄を防ぐ啓発を行うことで、河川河道内の景観向上に努めるのが最善と考えられる。

また、河川管理の中で、効率的にゴミを処理する方法を検討していく必要がある。

謝辞

大和川の漂着ゴミ流出抑制対策に向けてご尽力、ご協力をいただきました関係機関の皆様及び大阪大学様に深く御礼申し上げます。