

1.3 固定カメラを活用した河川流下ごみ調査手法

本附属書の 1.3 では、ガイドライン本体に記載した共通事項を踏まえたうえで、多様な団体が様々な調査目的で固定カメラを活用した河川流下ごみのモニタリングないし調査（以下、本附属書においては「調査」という）を行うことを想定している。

本附属書に準拠した調査手法で行った河川流下ごみに関する実証試験の結果については、別添 3：固定カメラを活用した河川流下ごみ調査の実証試験結果にて示す。

1.3.1 調査の計画・準備

(1) 調査目的

- 調査計画は調査目的に依存するため、初めに調査目的を明確にすることが重要である。
- 調査目的、調査（モニタリング）手法の選定方法、各種政策課題に対処するためのモニタリング手法の例は、本体ガイドライン「CHAPTERⅡ モニタリングの目的と調査方法の選定」参照。

(2) 調査の流れ

- 調査計画の立案から画像解析までのおおまかな流れを以下に示す。ステージ 1 及び 2 はガイドライン別添のセクション I、ステージ 3 及び 4 は別添のセクション II に該当している。

ステージ 1 調査の計画・準備

- ・ 調査対象ごみの決定
- ・ 調査地の選定
- ・ 調査時期の決定
- ・ 機材の準備、設定
- ・ 必要な行政手続きの実施
- ・ 作業員の確保



ステージ 2 調査の実施

- ・ 調査機材の設置
- ・ スケールの撮影
- ・ 流下量推計に必要なデータの測定
- ・ 測定値の引き延ばしに必要なデータの測定
- ・ 安全管理
- ・ データの確認
- ・ メンテナンス



ステージ 3 画像処理・解析

- ・ 撮影動画からの解析画像の選択
- ・ 画像からのごみの検出（手動・自動）



ステージ 4 結果の評価

- ・ 河川流下ごみ特性の把握（個数、種類、素材、大きさ等の分析）
- ・ 特定区域内からのごみの年間流出量の推計等

(3) 調査対象

(A) ごみの大きさ

- 調査目的を考慮して、どのような大きさのごみを対象とするか決定する。
- EU (European Commission 2013)、NOAA (Burgess et al. 2021)、GESAMP (GESAMP 2019)、日本 (環境省 2023) といった複数の既存の漂着ごみ調査ガイドラインにおいては、一般的にマクロごみに該当する 2.5cm 以上のごみが調査対象となっていることから、既存の調査との比較可能性を考慮すると 2.5cm 以上のごみを対象とすることが推奨される。
- なお、測定可能な大きさはカメラからごみまでの距離に応じて異なり、河川水位によりカメラからごみまでの距離が変動するため、測定可能な大きさが一定ではない点には留意する必要がある。一般的なカメラの性能から推測される、カメラからごみまでの距離とごみの対象サイズ範囲の例を表 1.3.1 に示す。なお、対象サイズの下限値を 2.5 cm として撮影した場合でも、AI による画像検出では下限値が 2.5 cm よりも大きくなる場合がある。これは AI の学習データに写っていたごみの大きさによるものであるため、あらかじめ、あるいは検出後に AI で検出可能な下限値を別途確認する必要がある。AI 検出における推奨される GSD (地上解像度) は、特定の AI モデルやアプローチによって異なるが、一般的には画像セグメンテーション (IS) の場合は約 1.0 mm/pix を使用することが、最適な検出精度を達成する上で望ましいとされる (Kataoka et al. 2024)。

表 1.3.1 カメラからごみまでの距離と動画解像度ごとのごみの対象サイズ範囲の例

カメラからごみまでの距離 [m]	フル HD ^{※2} で測定可能な ごみの大きさ [cm]	4K ^{※3} で測定可能な ごみの大きさ [cm]
5	2.5 -	1.5 -
10	5.0 -	2.5 -
15	7.5 -	4.0 -
20	10.0 -	5.0 -

※1 実際の撮影可能範囲や測定可能なごみの大きさは、カメラの設置環境や周囲の条件によって変わる可能性がある。

※2 画素数 1,920×1,080

※3 画素数 3,840×2,160

■ポイント

既存の調査との比較可能性を考慮すると、調査対象とするごみは 2.5 cm 以上であることが推奨される。

(B) ごみの種類

- 河川流下ごみには人工物と自然物が混在している。そのどちらを調査対象とするか、あるいは両方を対象とするかについては、調査地域で課題となっているごみや、既存の調査との比較可能性を考慮したうえで決定する。

(C) 分類

- 人工ごみの種類の特定が調査目的に含まれる場合には、どのようなごみを分類したいかあらかじめ整理することが推奨される。
- 調査地域で課題となっているごみや、調査地域で行われている既存調査との比較可能性を考慮して、最終的なごみの分類を決定する。
- 表 1.1.3 の品目は、附属書 1.1 ドローンを活用した海岸漂着ごみ調査手法における分類品目である。本品目は、EU (European Commission 2013)、NOAA (Burgess et al. 2021)、日本 (環境省 2023) における漂着ごみ組成調査ガイドラインに共通している分類品目や、各調査結果において頻出している品目が抽出されているため、基本的に表 1.1.3 の品目を調査対象とする。
- ごみの一部 (ペットボトルキャップ、ふた、ライター、たばこ等) はサイズが小さい、または水中に没する等、判別が難しいおそれがある。これらのごみのうち、ペットボトルキャップ及びたばこは主要なごみとなっているため、可能な限り把握に努めるものとする。また、その他にも画像解像度の関係で分類できないものがある場合には、分類可能な品目のみ分類を行うこと。

表 1.3.2 小型ごみの平均サイズ

種類	平均サイズ (cm)	備考
ペットボトルキャップ/ふた	2-3	
ライター	5-8	比重がほぼ中性で、着火部分が重いので垂直に流れ、橋の上からは見えにくい
たばこ	6-10	

*各ごみのサイズは、日本国内の標準的な製品サイズに基づき、最も長い辺の平均長さを示しています。

表 1.1.3 分類品目案及び他のガイドラインとの対応

Classification item		Correspondence with other guidelines				
Level1	Level2	EU (item code and name)	OSPAR (item code and name)	UNEP (item code and name)	NOAA (item name)	Japan (item name)
Plastic	Caps/lids*	G21-G24 (Plastic caps/lids drinks, Plastic caps/lids chemicals, detergents (non-food) , Plastic caps/lids unidentified, Plastic rings from bottle caps/lids)	15 (Caps/lids)	PL01 (Bottle caps & lids)	Bottle or container caps	Bottle cap, lid
	Beverage bottles	G7-G8 (Drink bottles <=0.5L, Drink bottles >0.5L)	4 (Drinks (bottles, containers and drums))	PL02 (Bottles < 2 L)	Beverage bottles	Plastic bottles for beverage (pet bottle) <1L, Plastic bottles for beverage (pet bottle) ≥ 1L
	Plastic bags	G3 (Shopping Bags incl. pieces)	2 (Bags (e.g. shopping))	PL07 (Plastic bags (opaque & clear))	Bags	Plastic shopping bag
	Floats, buoys	G62, G63 (Floats for fishing nets, Buoys)	37 (Floats/Buoys)	PL14 (Plastic buoys)	Buoys and floats	Buoy (fishing implements) (plastics), Float/buoy made of foamed polystyrene
	Fishing nets, ropes, and twine (including ropes and twine other than fishing tools)	G49, G50, G52-G54, G56 (Rope (diameter more than 1cm), String and cord (diameter less than 1cm) , Nets and pieces of net, Nets and pieces of net < 50 cm, Nets and pieces of net > 50 cm, Tangled nets/cord)	31, 32, 33, 115, 116 (Rope (diameter more than 1 cm), String and cord (diameter less than 1 cm), Tangled nets/cord/rope and string, Nets and pieces of net < 50 cm, Nets and pieces of net > 50 cm)	PL19, PL20 (Rope, Fishing net)	Rope and nets	Rope/string (fishing implements), Fishing nets (fishing implements)
	Food packaging*	G3 (Crisps packets/sweets wrappers)	—	—	Food wrappers	Container and package for food
	Lighters*	G26 (Cigarette lighters)	16 (Cigarette lighters)	PL10 (Cigarette lighters)	Disposable lighters	Lighter
	Cigarettes*	G27 (Cigarette butts and filters)	64 (Cigarette butts)	PL11 (Cigarettes, butts & filters)	Cigarettes	Cigarette butt (filter)
Rubber	—	—	—	—	—	—
Cloth/textile	—	—	—	—	—	—
Paper/cardboard	—	—	—	—	—	—
Processed/worked wood	—	—	—	—	—	—
Metal	—	—	—	—	—	—
Glass/ceramics	—	—	—	—	—	—

※サイズが小さく現時点では判別が難しいおそれがあるため、必ず分類する必要がある品目ではない。ただし、今後の技術発展により判別できるようになる可能性がある。

(4) 調査地

(A) 調査地域

- 調査地域の選定に当たっては、以下の点を確認すること。
 - ・ 現地への機材搬入又は機材調達の可否
 - ・ 通信環境があるか（通信環境がある場所では、撮影画像を自動でクラウド上に共有されるウェブカメラが使用可能である。ただし、通信環境が無い場所においても、カメラのハードディスク上に撮影画像が保存されるカメラであれば調査可能である。）

(B) 調査区分の設定

- 先行事例によると、人工ごみの量と市街化率には正の相関がある（図 1.3.1）。そのため、地域行政区分のような広域な地区全体からのごみの流下量が知りたい場合、市街化率の極端に高い（あるいは極端に低い）単一河川での調査による推計では、地区全体の人工ごみ流下量の正確な評価は困難であると考えられる。
- そうした誤差を小さくするためには、流域における人口の集中度を整理したうえで、人口密度ごとに3区分する（人口密度：高・中・低）。人口密度での区分が困難な場合は、人口密度と併せて地理的なバランス（行政区分や流域区分等）も含め考慮する。
- 調査河川が1河川のみとなる場合は、極端に流下ごみが少ないことによる推計精度の低下を避けるため、できるだけ市街化率の高い市町村を流れる河川で調査を行うことが好ましい。

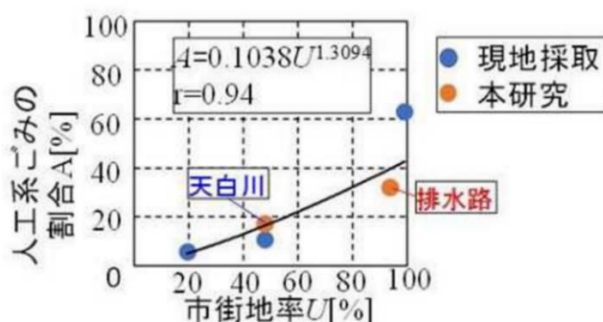


図 1.3.1 市街化率と人工系ごみの割合の比較

出典：平成 31 年度 海洋ごみ削減のための複数自治体等連携による発生抑制対策等モデル事業等実施業務（一般財団法人日本環境衛生センター, 2020）

*図 1.3.1 は日本で実施された調査に基づいて作成されたものである。他の国では、人工系ごみの割合と都市化率の関係は異なる場合がある。

【参考：調査区分の設定事例（大阪府）】

- 河川におけるごみの流下量は流域における人口の集中度で異なると考えられるため、府域の市町村を市街化区域の人口密度別で3区分し、各区分に流域を有する河川をモデル河川として選定した。
- モデル河川に設置されている防災用の河川カメラの画像から、モデル河川ごとに降雨日*と非降雨日に分けて、流下するごみの個数をカウントし、年間の降雨日数と非降雨日数を乗じて、年間ごみ流出個数を算定した。
- 各モデル河川の年間ごみ流出個数を「市街化区域」と「その他の地域」の流域人口で按分するとともに、流域面積で除して、各モデル河川の面積あたりの年間ごみ流出量を推計した。
- この推計値を人口密度別の区分ごとに平均し、各区分の府域の総面積を乗じて積算することにより、府域から大阪湾に流入するごみ量とした。

※降雨日：日降雨量 10 mm 以上または時間最大降雨量 5 mm 以上の日をいう。

表 1.3.3 府域のモデル河川一覧

区分	モデル河川	河川カメラ所在地
区分1 (高)	平野川	大阪市（刺橋）
	寝屋川	大東市（寝屋川治水緑地）
	古川	門真市（桑才）
	恩智川	東大阪市（恩智川治水緑地）
区分2 (中)	西除川	大阪狭山市（草沢歩道橋）
	津田川	貝塚市（南海本線）
	住吉川	熊取町（大久保中）
区分3 (低)	梅川	河南町（寺田橋）
	大川	岬町（南海橋）
	一庫・大路次川	能勢町（深田橋）

出典：大阪府ウェブサイト「大阪湾に流入するプラスチックごみ量の推計結果について」
<https://www.pref.osaka.lg.jp/o120070/kankyohozen/osaka-wan/gomisuikei.html>

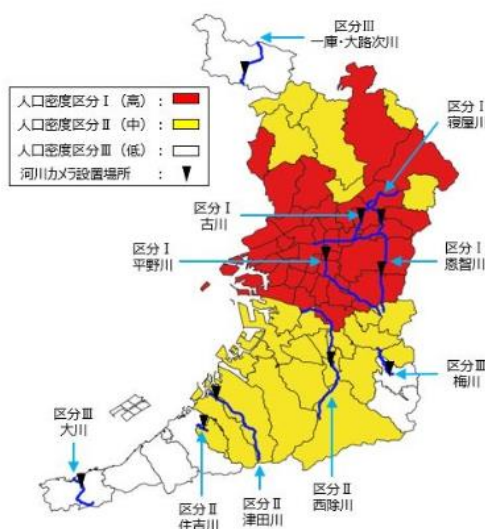


図 1.3.2 府域のモデル河川及びカメラ設置場所

出典：大阪府ウェブサイト「大阪湾に流入するプラスチックごみ量の推計結果について」
<https://www.pref.osaka.lg.jp/o120070/kankyohozen/osaka-wan/gomisuikei.html>

(C) 調査河川の選定

- 調査目的及び流域河川の状況・土地利用形態・水利用状況等の概況を把握した上で、調査を行う河川を選定する。
- 河川流下ごみ調査の測定は、周辺の土地利用形態・水利用状況が調査地域を代表する河川で実施することが望ましい（例えば調査地域の多くを田・畑等の農地が占める場合、周辺地域が農地である河川で調査をすることで、河川流下ごみの流下状況をより正確に把握できるものと考えられる）。
- 調査地点の選定にあたっては、以下の点に留意する。
 - ・ 後述（1.3.1(4)(D)調査地点の選定）の調査適地を有するか
 - ・ 前述（1.3.1(4)(B)調査区分の設定）において調査区分を設定した場合、調査区分内に流域が収まっているか（流域が収まっていない場合でも調査可能だが、収まっている場合にはより精度の高い推計が可能だと考えられる。）
 - ・ 調査地点が潮汐の影響を受けるかどうか。潮の影響を受けない場所を選定することが推奨される。もし潮の影響を受ける場合は、同じごみが複数回カウントされるのを防ぐ対策を講じる必要がある。
- また、ごみの年間流下量を推計することが目的の場合には、以下の条件を満たす河川を選定する必要がある。
 - ・ 年間での流量の把握が可能な河川
 - ・ 年間を通して通水される河川
- また、過去の調査等から不法投棄の発生状況等を考慮して河川を検討することが望ましい。不法投棄が行われている箇所よりも下流側で調査を行うことで、河川流下ごみの流下状況をより正確に把握することが可能だと考えられる。
- 国内外にて固定カメラを用いて調査が行われた河川規模を表 1.3.4 に示す。

表 1.3.4 固定カメラを活用した代表的な河川ごみ調査の概要

研究タイトル	河川名（国名）	観測方法	河川の横幅
最上川における漂流ごみ全体及び流木輸送量の把握と漂流ごみ対策技術の検討（南ら, 2016）	最上川（日本）	橋梁に固定カメラを 2 台設置	約 60 m ^{*1}
	最上川（日本）	橋梁に固定カメラを 3 台設置	約 100 m ^{*1}
IP カメラ連続観測と画像解析手法に基づく複数出水時の河川人工系ごみ輸送特性の比較（吉田ら, 2021）	天白川（日本）	橋梁に固定カメラを 1 台設置	8.6 m
	天白川同流域内排水路（日本）	開渠上に固定カメラを 1 台設置	4.5 m
Automated River Plastic Monitoring Using Deep Learning and Cameras (Van Lieshout et al. 2020)	チリウオン川（インドネシア）	橋梁に固定カメラを 1 台設置	約 50 m ^{*1}
Water hyacinths as riverine plastic pollution carriers (van Emmerik et al. 2024)	サイゴン川（ベトナム）	橋梁に固定カメラを 5 台設置	185 m、225 m、305 m ^{*2}

*1 論文に河川幅が明記されていない河川については Google Maps を基に河川幅を測定した。

*2 同一河川の複数地点で実施した。

(D) 調査地点の選定

- ごみの純輸送量の算出を目的とする場合は都市部の下流や河川の合流のある地点が好ましい。
- 可能な限り河口部に近いことが望まれるが、ごみの堆積がないこと（過大評価につながる可能性があるため）、感潮域でないこと（流下ごみの重複カウントを避けるため）が条件となる。
- 固定カメラの設置場所については、以下の事項に留意して選定する。
 - ・ 安全に設置・撤去作業が可能な場所
 - ・ 流量観測地点または水位観測地点に近い場所（調査期間以外の流下量推定に流量を使用するため（各観測地点の観測記録を使用する場合））
 - ・ 右岸、中央、左岸で流況の大きく異なるような河川でなく、河川横断方向にできるだけ流れの均一な河川であること（流心付近等、河川横断方向のうち一部分のみの撮影で、横断方向全体の流下量を推定するため）
 - ・ 一般道路の橋のような通行人が立ち入ることが可能な場所ではなく、施錠等されており通行人が立ち入ることができない場所
- また、河川流下ごみの面積推定を行う場合には、カメラの光軸が水面に向け鉛直下向きになるように撮影を行う必要がある。その場合には、以下の事項に留意して調査地点を選定する。
 - ・ 川面を真上から撮影するのに適した橋等の構造物があること
 - ・ 車両走行等による振動の少ない場所（ブレの無い映像取得のため）
- なお、設置位置、画角、画質及び撮影頻度等が調査目的を満たす場合は、既設の固定カメラ（防災用カメラ等）を用いた調査も可能である。

(E) 撮影範囲の設定

- 撮影可能な範囲は、河川幅及びカメラから流下ごみまでの距離、動画又は画像の解像度、カメラの性能（焦点距離や画角など）によって異なる。
- 一般的に、カメラから流下ごみまでの距離が大きいほど、より広い範囲の撮影が可能となるが、遠景の解像度が低下し、細かなごみの判別が困難となる。
- 流下ごみ量は、同一地点においても各位置（右岸側、中央部、左岸側）の流量や植生、岩場の有無によって異なる場合がある。そのため、河川横断方向全体を撮影することが望ましい。
- 河川幅が広く、河川横断方向全体の撮影が困難な場合は、ある特定の範囲を撮影し、測定値を河川幅全体へ引き延ばすことで河川全体の流下ごみ量を推計する（1.3.2(2)参照）。その場合は流速の測定や目視調査等により流下ごみの横断方向の分布を把握する必要がある。

表 1.3.5 カメラから流下ごみまでの距離と撮影可能範囲の例

カメラから流下ごみまでの距離 (m)	撮影可能範囲（横断方向） (m)
5	4 - 10
10	7 - 20
15	11 - 30
20	14 - 40

表 1.3.6 流下ごみの見え方の例

カメラからごみ までの距離 (m)	フル HD で測定 したときの GSD* (cm/pix)	ごみの種類	
		 ペットボトル (500 ml)	 食品トレー
13	1.3		
22	1.9		

*GSD (Ground sample distance, 地上解像度) とは、ドローンで上空から地上を撮影した写真において 1 つのピクセルが該当する大きさである (Kako et al. 2024)

■ポイント

撮影範囲は、データの代表性の観点から、河川横断方向全体とすることが推奨される。特定範囲のみを撮影する際は、事前に流下ごみの横断方向分布を把握する必要がある。

(5) 調査時期

(A) 季節

- 調査目的に応じて適切な季節に調査する。
- ごみの年間流下量を推計する場合には、出水期（台風や梅雨などの集中豪雨によって急激な増水（＝出水イベント）が発生する可能性のある時期）と平水期（河川の平常時の水かさや水量となる時期（非出水時））の両方の調査データが必要となる。出水期と平水期の区分については、調査河川の年間水位（位況）や調査河川付近の年間日別降水量から設定する。なお、出水期と平水期両方の調査が難しい場合には、平水期の流下ごみ量が少ない地域では出水期での調査が望ましい。平水期でも流下ごみ量が多い地域では平水期の調査でも推計可能である。
- 出水期を調査したい場合には、安全のために出水期前にカメラを設置する必要がある点に留意する。
- また、河川を花卉や落葉が多数流下する時期には、解析に手間を要するため留意が必要である。

■ポイント

調査データ比較の観点から、調査時期（出水期／平水期、調査当日の天気など）を決定する。

(B) 期間

- 撮影期間は可能な限り長くすることを推奨する。先行事例によると、1 河川からのごみの年間流下量を推計するのに必要な出水イベント数はおおむね 10 程度であると考えられる（環境省 2021）が、ただし、出水の程度によっては、より多くのデータ数が必要になる可能性もある。また、洪水等の大規模な出水時の動画を観測することが好ましい。なお、出水 1 イベントに対して、水位の立ち上がりから、ピーク、ごみ流出量がほぼゼロになるまでのデータ取得が可能な時間数については、事前に確認する必要がある。日本で行われた先行事例では、およそ 6 時間程度であった。
- 出水の有無については、撮影機材に設置する水位センサーより取得した水位情報を参照する。また、出水イベントの基準については河川ごとに異なることが予想されるため、調査実施後の水位記録から適切な基準を選定する。
- 平水時の調査を想定した場合、流下ごみの組成を把握するためには 100 程度の流下ごみの個数が最低望まれる。平水時調査を行う場合には、撮影期間に対して得られる流下ごみの個数を事前に調査したうえで撮影期間を決定する必要がある。なお、日本における先行事例では、観測期間 21 日間に対して計 40 個程度のごみが観測された（大阪府 2021）。

■ポイント

観測期間は可能な限り長くすることが推奨される。また、洪水等大規模な出水を観測することが望まれる。

(6) 調査機材・設置イメージ

- 撮影使用する機材の例を表 1.3.7 に、撮影使用する機材の例（設置治具等）を表 1.3.8 に示す。使用するカメラの主な仕様を表 1.3.9 に示す。
- 使用するカメラについては、インターバル撮影機能（一定間隔で撮影を繰り返す機能）が必須である。これに加え、クラウド上に撮影画像を自動でアップロードする機能が付いたウェブカメラを用いることで、観測の無人化・自動化・長期観測が可能となり、時系列変動の観測も容易となる。
- 画素数については、水面からカメラまでの距離等によって必要な画素数が異なるが、300 万画素以上が望ましく、光学ズームの範囲で使うことが望ましい（入手が難しい場合は、画素数の高いカメラを使用する）。
- 機材の設置は、簡易的に実施する場合、以下のような方法が考えられる。
 - ・ 河川を横過する橋の手すりに固定する方法
 - ・ 支柱パイプ等を設置し、カメラを固定する方法
- その他に必要な機材として、河川流下ごみの面積推定を行う場合、解析には水位データが必要となることから、水位センサーを設置する必要がある。なお、河川水位に応じてインターバルカメラの撮影頻度等を変更したい場合にも、河川水位の把握のために水位センサーが必要となる。
- 台風等の強風により大きくあおられる可能性があるため、調査機材（特にソーラーパネルや固定カメラ）の固縛・防失対策は可能な限り徹底して行うことが望ましい。具体的にはロープを用いて調査機材を単管等の設置治具とは別の既設の構造物（橋の欄干等）に固定することが有効である。
- 参考として、環境省実証事業における撮影機器の詳細を図 1.3.3 及び図 1.3.4 に、撮影機器設置イメージを図 1.3.5 に、撮影機材の設置例を図 1.3.6 に示す。

表 1.3.7 撮影に使用する機材の例

機器名	用途	留意点	画像
インターバルカメラ（ハイクカメラ等）	画像データを遠隔で閲覧・保存するために使用。	焦点距離を変えて撮影範囲（倍率）を変えられるレンズ（バリアフォーカルレンズ、光学ズームレンズ）が搭載されていることが望ましい。電源は、多くの場合、直流バッテリーに接続可能な DC12V が用いられる。AC100V を使用する場合は、AC 変換機器（電源コンバーター）が必要となり、変換機器の消費電力が大きいので、長期運用に適さない。インターネット機器に接続できるものが推奨される。	
SD カード	カメラに直接設置し、画像を保存するために使用	保存容量が大きいほど多くの画像が保存可能であるため、動画の画素数や撮影時間に応じて保存容量を選択する。なお、使用するカメラに対応している SD カードか、事前に確認すること。一般的に、64GB の SD カードであれば、フル HD 動画が約 10 時間、4K 動画が約 1 時間 50 分録画可能である。クラウド上に画像が自動保存可能なカメラでも、トラブルによりカメラがネットワークから切断されることがあるため、SD カードを併用することが望ましい。	
SIM カード	カメラをインターネットに接続するために使用	調査地域でインターネット回線に接続可能な SIM カードを使用する。あらかじめ SIM カードに対応したカメラを用意すること。	
ソーラーパネル	電源に接続せずに連続撮影を行うために使用	80W_17.5V、100W_22.5V 等、必要なバッテリー容量に応じて、パネルを選択する。パネルの解放電圧（V）に適合するチャージコントローラーを選択する。	
バッテリー	ソーラーパネルで得た電力を蓄積するために使用	船舶用の鉛シールドバッテリー等、ソーラー発電に適したものを選択する。一般的な自動車用のバッテリーは、電圧低下による性能劣化が生じやすいため、現場使用には適さない。上記チャージコントローラーを接続して、バッテリーの過充電、過放電を防止する。感電事故やショートによる出火等を防止するため、防水ケース等に収容するなど、安全対策を講じる。	
水位センサー	超音波センサーで水位を測定するために使用	精度：0.25%又は 6 mm のいずれか大きい方を選択する。 分解能：0.01%又は 2 mm のいずれか大きい方を選択する。	
制御装置	インターネット機器を内蔵し、各設備を連携させるシステムを格納したコントローラ	インターバルカメラに通信機能が内蔵されている場合は不要である。内蔵されていない場合は外付けの通信制御装置を取り付けて制御する。	

出典：環境省 2020

設置治具	取り付け金具や、取り付け先（柱等）を保護するゴムシート等	インターバルカメラを取り付ける柱の塗装が剥がれないよう、設置の際はゴムシートを柱に巻き付けて保護するなど、厳重に注意することが望ましい。	
------	------------------------------	--	--

表 1.3.8 撮影に使用する機材の例（設置治具等）

機器名	用途	留意点	
盗難防止用チェーン、南京錠	カメラやソーラーパネルの盗難防止に使用	-	
単管パイプ	カメラを高所に設置するための機材として使用	設置場所に応じて長さや本数を調整する。	
カメラ及びソーラーパネル設置用ブラケット	カメラ及びソーラーパネルを単管パイプに固定し、角度を調整するために使用	カメラのケース及びソーラーパネルの大きさに適したものを使用する。	
サドルバンド	単管パイプを固定する治具として使用	単管パイプの太さに合わせたものを使用する。	
パイプ用クランプ、クランプ用カバー	単管パイプどうしの連結や、単管パイプにカメラやソーラーパネルを設置するために使用	クランプの周りをプラスチック等のカバーで保護することが望ましい。	
結束ステンレスバンド	単管パイプと配管などを束ねるために使用	-	
ねじ	クランプの固定や、堤防に金具を固定する際に使用	各用途に合わせた大きさ及び長さのものを使用する。	
ロープ	調査機材（特にソーラーパネルや固定カメラ）の固縛・防失対策として使用	摩耗が予想される箇所には保護材（チューブや布）を挟むことが望ましい。	

配管保護用の ホース、シー ルパテ	配管への雨水等の付 着防止のため、配管 保護のホースを設置 し、その継ぎ目を防 水用のパテで埋める ために使用	-	
防さび・潤滑 剤	金属の腐食やさびを 防止するために使用	-	

表 1.3.9 インターバルカメラの仕様例

機能	仕様
解像度	2560×1440
ズーム	光学 4 倍、デジタル 16 倍
焦点距離	2.8～12 mm
ビデオ圧縮	H.265+/H.265/H.264+/H.264/MJPEG
電源出力	DC12V、最大 60 mA
動作環境	温度：-20℃～60℃ 湿度：90%以下（結露しないこと）
保護等級	防水、防塵 IP66 (IEC 60529-2013)/耐衝撃 IK10 TVS 4000V 雷保護、サージ保護、電圧過渡保護

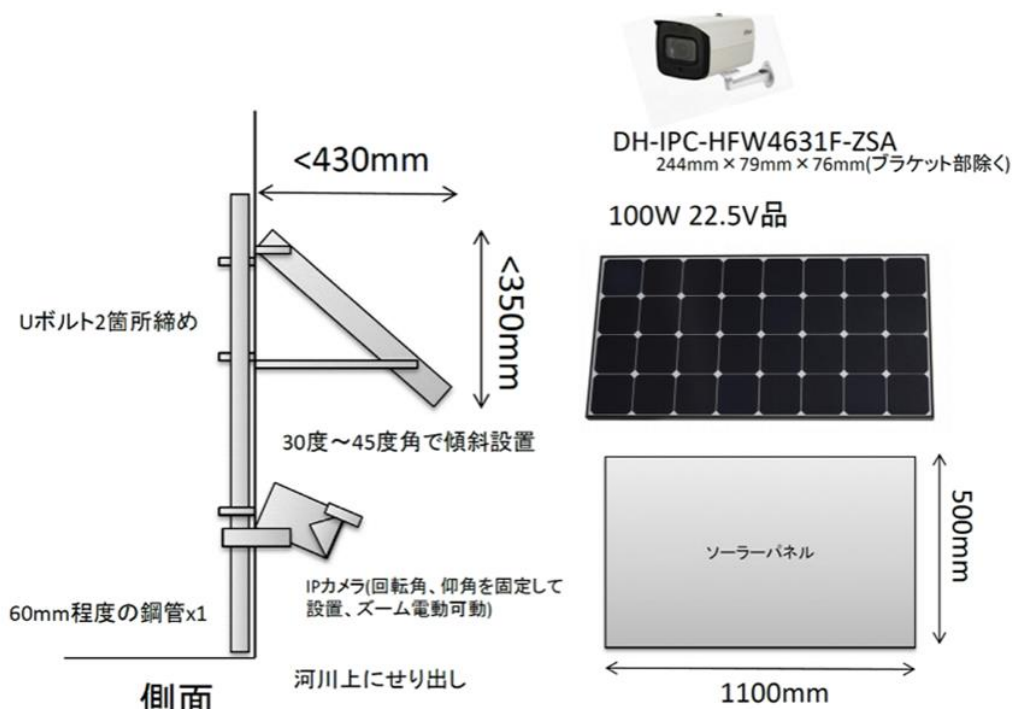


図 1.3.3 インターバルカメラ・ソーラーパネル詳細

出典：令和2年度プラスチックごみの海洋への流出実態把握等業務（環境省）

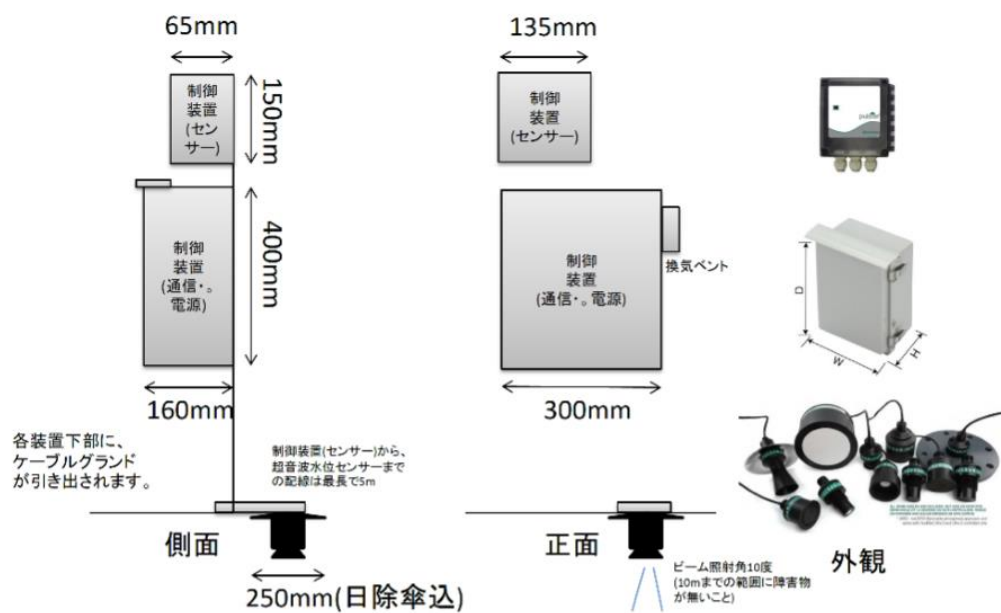


図 1.3.4 水位センサー・制御装置詳細

出典：令和2年度 プラスチックごみの海洋への流出実態把握等業務（環境省）

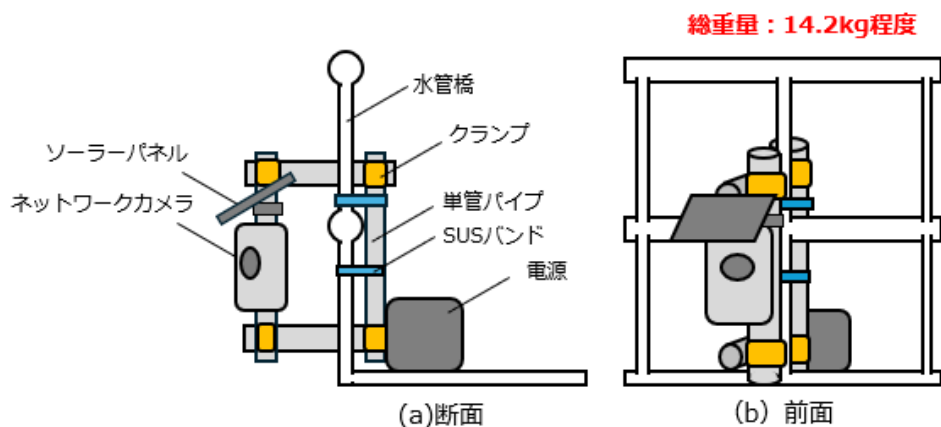


図 1.3.5 撮影機材設置イメージ



図 1.3.6 撮影機材設置例

- また、河川流下ごみの面積を推定するためにはスケールの撮影が必要であり、以

- 下の機材を用いる。
 - スケール（方形枠（1 m×1 m）等）：長さが正確に把握できており、水平を保ったまま垂下できるものであれば、素材や太さ等は問わない。
 - 垂下用ロープ
- その他機材については調査計画に応じて検討することが望ましい。

(7) 必要な行政手続きの実施

- 固定カメラの設置に関する許可申請を行う。設置場所・方法、設置期間、回収頻度、常時監視・パトロール網の要不要、設置・撤去作業の日時等の情報が求められることがあるため、事前に整理しておく。なお、国や地方公共団体等により異なる法規制が存在することや、設置場所により必要な申請が異なるため、あらかじめ確認の上で必要な申請を行い、法規制を遵守して調査を行うこと。
- なお、申請から許可取得までは数か月要する場合もあるため、調査時期を見据えて余裕を持った申請を行うことが望ましい。

(8) 作業員

- 機材の設置にあたっては、安全のため2名以上（周辺の安全監視者が1名、機器設置者が1名以上）で作業することが望ましい。
- 機材の設置方法によっては、固定カメラ及びソーラーパネル設置のための板金等の金属部品の部分的な加工（切断、穴あけ、曲げ加工等）が必要となる。その場合には、建設会社等に設計及び設置を委託することも考えられる。

(9) 機材設定

(A) 撮影時間・頻度

- カメラの撮影は、太陽光があり撮影可能な時間で設定する（例：9:00～16:00）。季節によって太陽光のある時間帯が異なることにも留意する。
- 録画設定は調査時期（出水時・平水時）により異なる（表 1.3.10）。なお、出水時については、各出水イベントに対して、水位の立ち上がりから、ピーク、ごみ流出量が平水時と同じになるまでの一連のデータを取得する必要がある。これに必要な観測時間は出水イベントの大きさ（降水量）により異なると考えられるため、降水量に応じて撮影日数を変更することが望ましい。
- 小規模河川では、大規模な出水イベントであっても短時間（おおよそ半日程度）で終了する可能性がある。そのため、「10分毎に1回、1分間録画」といった撮影間隔を基準とすることが望ましい。また、調査対象となる河川の状況や条件に応じて、適切な撮影間隔を設定することを推奨する。
- 平常水位期における調査では、「60分ごとに5分間撮影」することが望ましいとされている。ただし、固定カメラを用いた調査で1分以上の撮影が難しい場合には、撮影頻度を10分または30分ごとに増やすことが推奨される。また、調査対象となる河川の状況や特性に応じて、適切な撮影間隔を設定することも推奨される。

表 1.3.10 日本の小規模河川観察におけるインターバルカメラの観測設定の例

調査時期	録画設定	観測日数
出水（小）時	10分毎に1回、1分間録画	1イベント当たり1日観測
出水（大）時	10分毎に1回、1分間録画	1イベント当たり2-3日観測
平水時	60分毎に1回、5分間録画	25日程度

■ポイント

データ比較の観点から、録画設定は出水時において 10 分毎に 1 回、1 分間隔、平水時において 60 分毎に 1 回、1 分間隔が推奨される。

(B) その他

- カメラの仕様によっては、スマートフォン等の電話番号を登録することで、スマートフォンアプリの SMS で設定変更や撮影指示を遠隔で送信可能である。

(10) 調査機材の設置準備

- 現地で円滑に機材を設置するため、事前に機材設置のための準備を行う。
- カメラを高い位置に設置する場合は、予め SIM カード、SD カードの挿入及びカメラの設定をしておくことが望ましい。
- ソーラーパネルを設置することで、カメラの電池を定期的に交換する手間が省略可能である。
- 固定カメラのソーラーパネルを設置する場合は、ソーラーパネルの角度調整やカメラへの配線接続を行うにあたり、部品の製作や加工など専門技術が必要な場合がある。

1.3.2 調査の実施

(1) 調査機材の設置

- 調査地点に固定カメラを含む調査機材を設置する。
- 調査機材の設置は、河川を横過する橋の手すりに固定する方法や支柱パイプ等を設置しカメラを固定する方法等がある。
- なお、調査機材の設置には半日～1 日程度の時間を要することが予想されるため、余裕をもってスケジュールを確保することが望ましい。

(2) 流下ごみの定量化に必要となる可能性のあるデータの取得

- 流下ごみの定量化に必要なデータの項目を以下に示す。また、流下ごみの定量化にあたって取得が必要なデータの種類と計測方法を表 1.3.11 に示す。

(A) スケール及び擬似ごみの撮影

- 河川流下ごみの面積推定を行う場合、画像解析の基本単位はピクセル（画像を構成する最小単位）となるため、あらかじめ河川水位と川面での 1 ピクセルの長さを把握する必要がある。
- 図 1.3.7 に 1 m×1 m 四方の方形枠を用いた撮影画像例を示す。撮影画像から水位と 1 m あたりのピクセル数の関係式を作成する（図 1.3.8）。

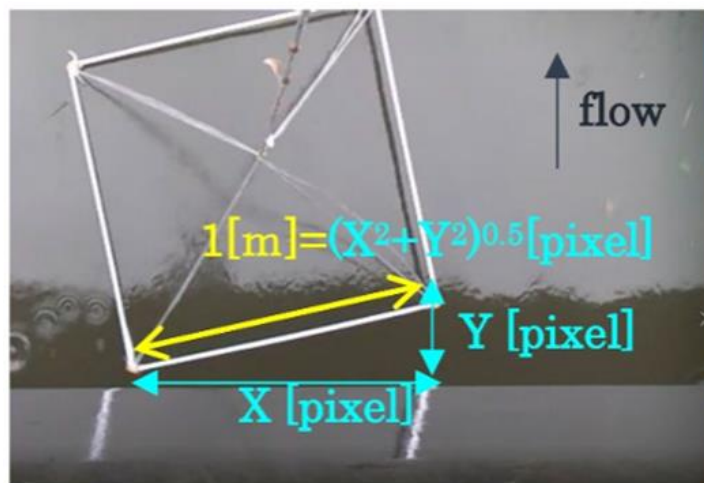


図 1.3.7 ピクセルの長さ算定イメージ

注) pixel はピクセルを指す。

出典：令和 2 年度 プラスチックごみの海洋への流出実態把握等業務（環境省）

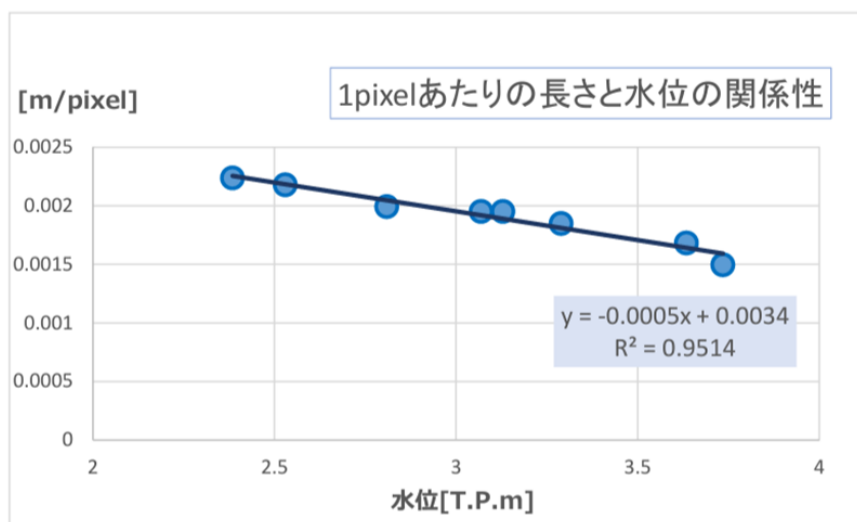


図 1.3.8 水位と 1 ピクセルの長さの関係性の整理例

注) pixel はピクセルを指す。

出典：令和 2 年度 プラスチックごみの海洋への流出実態把握等業務（環境省）

- 擬似ごみ（大きさを把握しているペットボトルやペットボトルキャップ等）を撮影し、固定カメラによる検出下限サイズを把握することが望ましい。

(B) ごみの年間流下量推計に必要なデータの測定

(a) 水位流量曲線（H-Q 曲線）の作成

- 調査地点にて流量の常時観測が実施されていない場合は、流速と河川横断面積を測定し、観測された流量とその水位から水位流量曲線（H-Q 曲線）を作成する（図 1.3.9）。

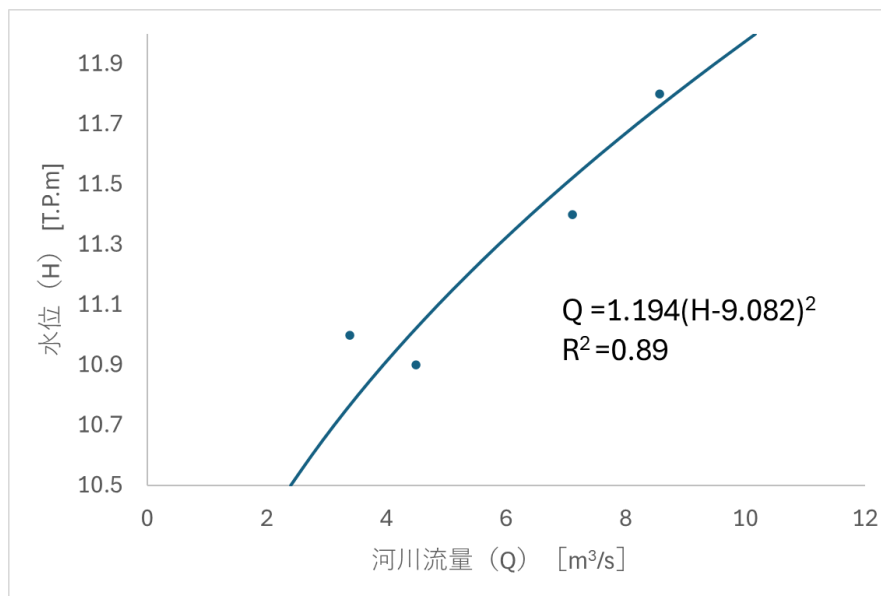


図 1.3.9 水位流量曲線（H-Q 曲線）の例（実証試験による測定結果）

(b) L-Q 式の作成

- 観測期間における調査河川の流量と流下ごみの流下量（重量）を用いて関係式（L-Q 式）を作成する（図 1.3.10）。L-Q 式は出水時と平水時でそれぞれ作成することが望ましい。
- 平水時の L-Q 式が作成困難な場合は、観測期間中のプラスチックごみ流下量（重量）の平均値（又は中央値）を算出する。

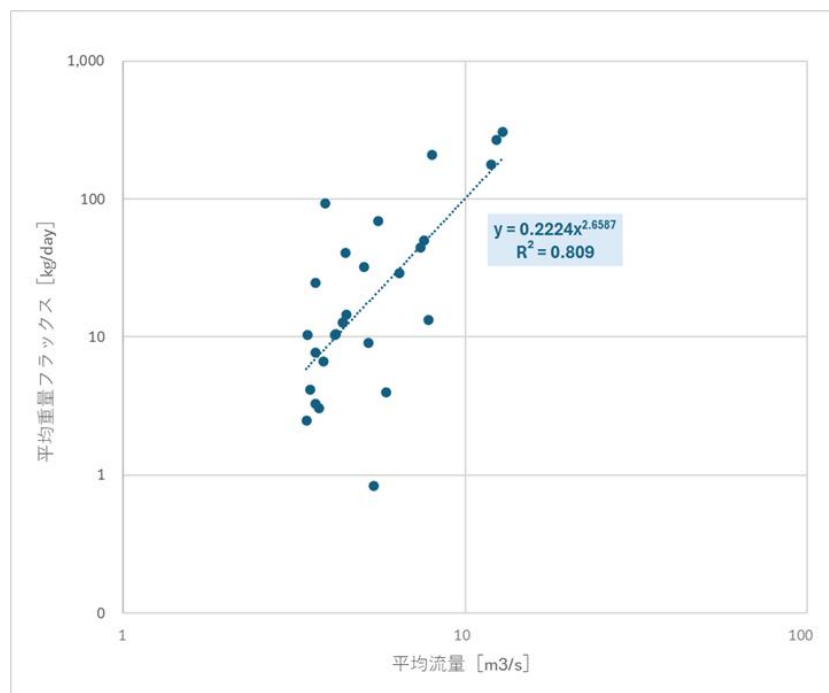


図 1.3.10 河川流量と流下ごみ流下量（重量）の関係式（L-Q 式）の例（実証試験による測定結果）

(C) 測定値の河川幅全体への引き延ばしに必要なデータの測定

- 固定カメラ観測範囲の測定値を河川全体に引き延ばす手法としては、河川幅を用いる手法、河川流量を用いる手法等が考えられる。
 - ・ 河川幅を用いる手法：観測範囲におけるごみの流下量を基に、河川幅と動画撮影幅の長さの比で河道全体の流下量を推計する。
 - ・ 河川流下を用いる手法：観測範囲におけるごみの流下量を基に、区間ごとの流速（または流量比）により他区間の流下量を推計する。

表 1.3.11 流下ごみの定量化に必要なデータの種類と計測・算出方法

必要なデータの種類	計測・算出方法
スケールの撮影	設置したカメラにて、川面でのスケールの画像を撮影し、任意の水位と単位長さあたりのピクセル数を事前に把握する。 スケールは一度川面まで下し撮影した後、一定の長さ（0.5 m ピッチなど）で巻き上げ、カメラとスケールの距離が異なるパターンで複数枚撮影する。撮影画像から水位と 1 m あたりのピクセル数の関係式を作成する。
擬似ごみの撮影	擬似ごみ（大きさを把握しているペットボトルやペットボトルキャップ等）を撮影し、固定カメラによる検出下限サイズを把握することが望ましい。
河川幅 (m)	メジャー等を用いて、河川横断方向の距離を測定する。
流速 (m/s)	可搬式流速計を用いて計測する方法が一般的である。河川横断方向の断面をいくつかの区間に区切り、各区間の流速を測定する。
河川横断方向の断面積 (m ²)	河川横断方向の断面をいくつかの区間に区切り、区間ごとの距離及びある区間における水位を測定する。
流量 (m ³ /s)	流速に断面積を乗じて算出する。河川横断方向の断面をいくつかの区間に区切り、区間ごとの流量を算出する。区間ごとの流量の合計を河川全体の流量とする。
散乱ごみの重量 (g)	平水時において、河川敷にて散乱ごみを回収する。回収した流下ごみのうち、20 サンプル程度について重量を測定する。重量測定においては、乾重量を測定することが望ましい。
散乱ごみの面積 (m ²)	回収した散乱ごみのうち、20 サンプル程度について、ごみの種類、状態（ペットボトルであれば縦・横、ビニール袋であれば広がっている状態や縛られている状態等）を変えた面積を測定する。
流下ごみの単位面積当たりの重量 (g/m ²)	散乱ごみの重量及び面積の測定結果から、単位面積当たりの重量を算出し、流下ごみの単位面積当たりの重量とする。
流下ごみの面積輸送量 (m ² /s)	カメラにて撮影された動画を基に流下ごみの面積輸送量の算定を行う。算定においては、動画分割したフレーム画像より、時間 t と $t + \Delta t$ の画像を比較し、ごみの移動距離から求める。
流下ごみの組成割合	流下ごみの種類（単位面積当たりの重量を算出する場合は状態も含める）について、撮影した出水時の動画を 3 イベント程度目視で確認し、実際の流下ごみの組成を把握する。
流下ごみの流下量 (g/s)	流下ごみの面積輸送量に流下ごみの単位面積当たりの重量を乗じて算出する。組成ごとの流下量を算出する場合は、組成割合を乗じて算出する。

(D) その他メタデータの取得

- 定点カメラによる観測動画を評価する際に有用となるため、機材設置等の現場作業時には以下の情報（メタデータ）を取得することが好ましい。測定する河川や出水の規模、時期により取得すべきメタデータは異なるため、調査に応じて検討を行う。
- 表 1.3.12 及び表 1.3.13 にメタデータの例を示す。「カテゴリー」欄に記載されている文字の意味は以下の通りである。
 - ・ ごみの量、採取時間、採取場所を特定するための基本的な最低限の要件。カテゴリー欄には「F」の文字が記載される。
 - ・ 調査結果の比較可能性を確保するための最低限必要な要件。カテゴリー欄には「E」の文字が記載される。
 - ・ 特定の目的や機器の利用可能性に応じて取得される任意のデータ項目。カテゴリー欄には文字は記載されない。

表 1.3.12 静的情報

静的情報（カメラの設置の詳細等）			
カテゴリー	データ	データ取得の目的	備考
F	調査場所	データの精度の検証のため	
F	調査日時		
F	検出下限値		カメラと AI のうち高い値を記録
F	カメラの解像度		
F	カメラ設置高さ		カメラの解像度は「幅×高さ」（例：4000×3000 ピクセル）で指定し、メガピクセルの数値のみではなく具体的に記載すること。
F	カメラ設置角度		
F	カメラの撮影設定		例：インターバル設定
F	カメラの焦点距離		
F	カメラのセンサー幅		
E	使用したカメラのモデル		
E	河川全体の幅、カメラの観測範囲の幅		- 低水路と高水路を区別して、それぞれの幅を記録すること。 - 固定カメラの主な目的は、同じ海岸線での時間的な変化を把握することなので、任意の項目として記載すること。
E	河口からの距離	結果の解釈のため	
E	調査対象		例：人工物、自然物、プラスチックなど
	調査地点および上流域の人口密度		

	調査地点および上流域の土地利用パターン		工業地帯、都市部、農村地域などを明記すること。
	調査地域の利用状況		例：航行区域、港湾として利用されているかなど。
	近隣の水利施設		例：ダム、運河、堤防、灌漑施設、港湾、排水処理施設など。
	調査地点の概要		橋脚、川岸、その他の構造物から調査が実施されたかを明記すること。
	潮汐の影響		
	河床勾配		
	測定すべき具体的な値や変数（測定項目）		測定項目は調査の目的に基づいて決定すること。 （例：河川表層のフラックス推定や、河岸に沿った堆積量の定量化を行うかなど）
	GSD		
	現地の写真および動画		分析に役立つと考えられる写真や動画には、カメラの観測範囲、散乱ごみの分布、種類、密度、作業状況などを含めること。

表 1.3.13 時系列情報

時系列情報（例：気象データ）			
カテゴリー	データ	データ取得の目的	備考
	先行晴天日数	結果の解釈のため	日降水量が一定の閾値（例：1日あたり 10 mm 未満）を下回った連続日数を指す。この閾値は地域によって異なる可能性がある。
	調査区域の清掃履歴		
	調査対象の海岸／河川周辺での大規模な一時的活動（例：イベント）		
	潮汐時間		固定河川カメラの場合、河口域での調査にのみ適用される。
	天気（晴れ、雨、曇りなど）		
	風速		
	風向		北を基準として記載（例：90° = 東）
	流速		

	水位		
	河川流量		

(3) 安全管理

- 作業は2名以上で行い、高所にカメラを設置する際は、足元の安全や機材の落下等には十分注意する。
- 機材設置にあたっては、安全のため以下の用具を着用することが望ましい。
 - ・ ヘルメット
 - ・ 滑り止め付きの軍手
 - ・ 安全帯
 - ・ ライフジャケット
- ソーラーパネルを設置する場合は、金属部品や配線等の加工が必要になることがある。その際は、耐切創性や耐熱性のある保護手袋や保護ゴーグル、フェイスシールド等の金属加工に必要な保護具を着用する。
- 橋の上等にカメラを設定する際は、足元の安全や機材の落下等に十分注意する。

(4) データの確認

- カメラに異常があった場合にすぐに発見できるよう、データは定期的を確認することが望ましい。
- 確認項目としては、以下の内容が考えられる。
 - ・ 電源の状態
 - ・ バッテリーや電池の残量
 - ・ 設定した間隔・時間で正常に撮影できているか画角のずれや、レンズへの水滴やごみの付着が無いかな
 - ・ SDカードの保存容量

(5) メンテナンス

- ソーラーパネルを電源とするウェブカメラの場合には、異常が無ければメンテナンスは不要である。ただし、設置から1～2年程度経過すると設置機材が劣化する可能性があるため、その場合には機材を交換する。
- 電池式のカメラの場合には、定期的に電池交換を行う必要がある。また、カメラのSDカード等に画像を保存している場合には、SDカードの容量や画像の保存サイズを踏まえて定期的に画像をSDカードから抽出する必要がある。
- その他、湿気等によるカメラレンズが曇ったり、ごみや水滴が付着して鮮明な画像が取得できない場合や、何らかの異常で画像が正常に送信されないような場合には、それらを解消するためにカメラ本体を確認する必要がある。