

## 瀬戸内海に流入する13河川における散乱ごみの分布特徴

### Distribution of litter scattered along thirteen rivers flowing into the Seto Inland Sea

藤枝 繁\*

Shigeru FUJIEDA

**要旨:** 瀬戸内海における海洋ごみの主要流出源である河川における散乱ごみの実態を明らかにし、解決策を検討するため、2007年5月から2008年8月、一級河川の大和川(大阪府, 奈良県), 淀川(大阪府, 京都府, 奈良県), 加古川(兵庫県), 吉井川(岡山県), 太田川(広島県), 土器川(香川県), 重信川(愛媛県)の7水系, 二級河川の三原川(兵庫県淡路島), 春日川(香川県), 香東川(香川県), 榎野川(山口県), 今川(福岡県)の6水系, 計13水系において、「水辺の散乱ゴミ指標評価手法」を用いた河川散乱ごみの広域分布調査を実施した。河川延長1,092kmを調査し、39tの散乱ごみを確認した結果、最も散乱ごみ量が多かった河川は、大阪湾に流入する大和川で22.7t、総合評価ランクは3となった。河川散乱ごみは、海岸漂着散乱ごみに比べ低密度で広域に分布しており、本手法を用いて「ゴミマップ」を作成することにより、河川における散乱ごみの有無、滞留・集積、不法投棄地点等を明らかにすることができた。

**キーワード:** 河川ごみ, 海洋ごみ, 瀬戸内海, 流域管理

#### 1. はじめに

河川における散乱ごみの分布に関する調査研究は、天竜川<sup>1)</sup>, 荒川<sup>2)</sup>, 最上川<sup>3)</sup>などで行われてきた。天竜川<sup>1)</sup>, 荒川<sup>2)</sup>では、河岸から回収したごみから、その構成, 量, 分布を求めているが、回収を伴った分布調査法では、調査員が少ない場合、調査区間が限られ、また侵入が困難な場所も多く、回収できないという問題点を有する。そこで最上川では、複数の調査員による広域分布調査を目的に、河岸に散乱するごみを決められた手法で写真に撮影し、そこに映り込んだごみの散乱の様子と予め計測された基準写真を比較して水辺に散乱するごみの密度を求め、その結果を「ゴミマップ」として表現する「水辺の散乱ゴミ指標評価手法」を開発した<sup>4)</sup>。この手法は、基準写真という共通の尺度を使って複数の調査員によって

同時に調査を実施することにより、短期間に少人数で広範囲のごみ散乱状況を把握することができるといふ特徴を持ち、海岸における漂着散乱ごみの分布や現存量調査にも応用されてきた<sup>5-7)</sup>。しかし河川のように下流に向かって一方的に流下するごみを点で把握することは、不法投棄場所や滞留・集積地点を明らかにすることはできても、発生源(上流部)から海域(河口)までの連続する流れの中における流下・滞留・集積区間といった空間的特徴を明らかにすることはできない。

藤枝<sup>8)</sup>は、ディスプレイライターを指標漂着物として瀬戸内海における海洋ごみの流出起源を調査した結果、その起源は、河川流域を含めた周辺陸上部であることを明らかにした。また藤枝ら<sup>7)</sup>は、瀬戸内海における海洋ごみの収支を試算し、河川からのごみ流入量を海洋へのごみ全流

入量の 2/3 である年間 3,000t と試算した。ここでは、一級河川芦田川河口堰（広島県福山市）におけるごみ回収量を河川からのごみ流入量の原単位とし、河川流量、流域面積、流域人口を考慮して海洋への流入量を試算しているが、実際の河川でのごみの流下は、発生・投棄（水辺への流入）、流送、滞留・集積の各過程によってコントロールされる現象であるため、本来ならば河川によって特徴が異なると考えられる。

そこで本研究では、瀬戸内海に流入する 13 河川を対象に、「水辺の散乱ゴミ指標評価手法」<sup>4)</sup>を用いて河川散乱ごみ量の空間的分布を求める広域踏査を実施し、その結果から海洋ごみの発生抑制に重要な河川からの海洋へのごみの流入抑制の方策について議論する。

## 2. 方法

瀬戸内海に流入する河川に散乱するごみの現存量とその空間的分布を把握するため、2007 年 5 月から 2008 年 8 月までの間に、図 1 に示す一級河川 7 水系、二級河川 6 水系、計 13 水系において、「水辺の散乱ゴミ指標評価手法」<sup>4)</sup>を用いた目視踏査（広域分布調査）を実施した。なお対象とする河川散乱ごみは、人工系のものすべてであり、植生に関するものは含まない。また不法投棄とは、河原に散乱するごみのうち、その場所に直接投棄されたものであって水流によって流下した形跡がないものを示す。



図 1 河川散乱ごみ目視踏査方法

各河川における調査概要を表 1 に示す。なおここでは、各支流を含めた調査最上流地点から河口までの延長を調査区間延長、ごみの有無を問わず目視によりごみ散乱状況を確認することができた区間の延長を確認区間延長とした。

表 1 踏査河川における調査概要

| 河川区分 | 河川名 | 流域府県                   | 河川名  | 調査日時       | 調査区間延長(km) | 確認区間延長(km) |       |
|------|-----|------------------------|--|------------|------------|------------|-------|
| 一級水系 | 太田川 | 広島県                    | 太田川, 安川, 吉川  | 2007.8.7   | 180.8      | 146.1      |       |
|      |     |                        | 水内川, 箭賀川, 太田川  | 2007.8.8   |            |            |       |
|      |     |                        | 太田川, 根之谷川, 三篠川   | 2007.8.9   |            |            |       |
|      | 吉井川 | 岡山県                    | 久米川, 吉井川, 香々美川, 島川, 皿川                                 | 2007.11.9  | 173.6      | 118.1      |       |
|      |     |                        | 加茂川, 吉井川, 肘川, 滝川, 淀川                                   | 2007.11.10 |            |            |       |
|      |     |                        | 吉井川  | 2007.11.11 |            |            |       |
|      |     |                        | 吉井川  | 2007.11.12 |            |            |       |
|      | 加古川 | 兵庫県                    | 杉原川, 加古川   | 2007.9.5   | 182.6      | 110.3      |       |
|      |     |                        | 篠山川, 加古川   | 2007.9.6   |            |            |       |
|      |     |                        | 栗桑川, 美奈川, 加古川  | 2007.9.7   |            |            |       |
|      | 淀川  | 大阪府                    | 桂川, 宇治川  | 2007.11.27 | 154.4      | 100.8      |       |
|      |     |                        | 京都府 木津川, 鴨川  | 2007.11.28 |            |            |       |
|      |     |                        | 奈良県 淀川   | 2007.11.29 |            |            |       |
| 大和川  | 大阪府 | 西除川, 大和川               | 2007.9.8   | 177.9      | 153.8      |            |       |
|      |     | 石川, 大和川                | 2007.9.9   |            |            |            |       |
|      |     | 佐保川, 大和川               | 2007.9.19  |            |            |            |       |
|      |     | 初瀬川, 寺川, 飛鳥川, 曾我川, 大和川 | 2007.9.21  |            |            |            |       |
|      |     | 寺川, 飛鳥川                | 2008.8.14  |            |            |            |       |
|      |     | 曾我川, 葛城川, 高田川          | 2008.8.15  |            |            |            |       |
| 土器川  | 香川県 | 土器川                    | 2008.4.19  | 28.1       | 24.9       |            |       |
|      |     | 重信川                    | 2008.11.20   | 34.2       | 29.5       |            |       |
| 小計   |     |                        |  |            | 931.5      | 683.5      |       |
| 二級水系 | 三原川 | 兵庫県 (淡路島)              | 三原川, 倭文川, 長田川, 成相川, 大日川, 柿本谷川, 入貫川, 新川, 馬栗捨川, 山路川, 牛内川 | 2007.5.18  | 51.0       | 44.2       |       |
|      |     |                        | 孫太川  | 2007.5.19  |            |            |       |
|      |     |                        | 香東川  | 2008.4.18  |            |            | 25.9  |
|      | 春日川 | 香川県                    | 春日川  | 2008.4.19  | 13.8       | 10.9       |       |
|      | 榎野川 | 山口県                    | 榎野川, 仁保川   | 2008.8.24  | 35.4       | 28.7       |       |
|      | 長峽川 | 福岡県                    | 長峽川  | 2008.8.12  | 3.8        | 3.8        |       |
|      | 今川  | 福岡県                    | 今川   | 2008.8.12  | 30.6       | 22.7       |       |
|      | 小計  |                        |  |            |            | 160.5      | 129.7 |
|      | 計   |                        |  |            |            | 1,092.0    | 813.1 |

河川散乱ごみの目視踏査方法を図 2 に示す。河川堤防上を目視判定者（全区間同一者）が自転車（20km/h 以下の速度）で走行しながら堤防から河川側に散乱するごみを探した。一定の区間にごみ量がほぼ均一に散乱している場合、これを確認区間とし、自転車の距離計または橋などの 1/25,000 地形図上で確認できる構造物を使ってその区間距離を求め、河川延長方向 10m 当たり散乱するごみ量を基準となるごみ袋（450×650mm, 水を入れて実測した内容量 20L,

以下、ごみ袋という。)の数で求めた。一方、不法投棄されたごみのように一点に集中して散乱している場合、これを確認地点とし、一旦停止し、同じく河川延長方向 10m 当りに散乱するごみ量をごみ袋数で求めた。この河川延長方向 10m 当りに散乱するごみ量のごみ袋数への換算は、河川延長方向 10m 当りに散乱するごみ量を、様々な種類を有する散乱ごみを 500mL と 2L のペットボトルの大きさを基準に計数し、表 2 に示す実測値からごみ袋数を求めた。例えば、図 2 の確認地点に散乱するごみ量は、「500mL ペットボトル 9 本+同サイズのごみ 1 個+同ボトルの 1/2 サイズのごみ 4 個=500mL ペットボトルサイズ換算 12 本」となり、表 2 よりごみ袋 1/2 と判定した。

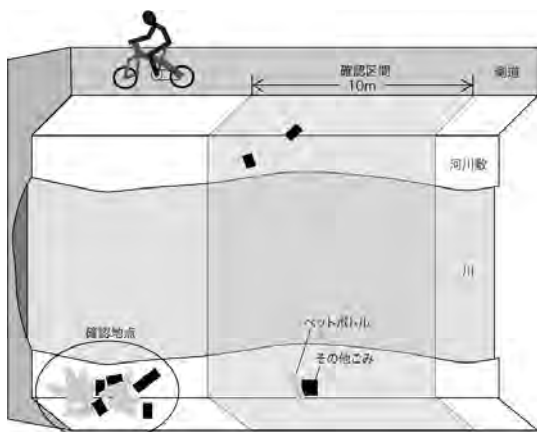


図 2 河川散乱ごみ目視踏査方法

表 2 基準とするごみの容量からごみ袋数への換算表

| ごみ袋(内容量<br>20L)の数 | 基準とする大きさのごみとその量 |         |
|-------------------|-----------------|---------|
|                   | ペットボトル          |         |
|                   | (2L)            | (500mL) |
| 1/8               | 1本              | 3本      |
| 1/4               | 2本              | 6本      |
| 1/2               | 4本              | 12本     |
| 1                 | 7本              | 24本     |

なお、表 2 のごみ袋数とペットボトルの本数の関係は、実際に基準となるごみ袋にペットボトルを詰めて求めたものであるため、ボトルの生じる空隙の違いにより、ペットボトルの合計内容量とごみ袋の内容量が異なった。

このように求められたごみ量(袋数)は、表 3 の「河川散乱ごみ指標評価ランク表」を使って評価ランク 0-10 の 13 段階に判定し、確認区間、確認地点と共に 1/25,000 地形図に記録した。なおこの評価ランクは、「水辺の散乱ゴミ指標評価手法」<sup>4)</sup>に準拠したものであるが、河川には単品ごみの散乱もあり、散乱ごみの有無を明確にするため、評価ランク T の下に、新たに 10m の区間に 500mL ペットボトル 1 本程度(1/16 袋)の評価ランク TT を追加した。

表 3 河川散乱ごみ指標評価ランク表

| 評価ランク | 河川延長10m<br>当たりのごみ袋<br>(内容量20L)数 | 散乱ごみ状況の表現   |
|-------|---------------------------------|-------------|
| 0     | 0                               | ごみはない       |
| TT    | 1/16                            | ごみがほんの少しある  |
| T     | 1/8                             |             |
| 1     | 1/4                             | ごみがある       |
| 2     | 1/2                             | ごみがちらほら見える  |
| 3     | 1                               | ごみがまばらに見える  |
| 4     | 2                               | ごみが多い       |
| 5     | 4                               | ごみが大変多い     |
| 6     | 8                               | ごみが非常に多い    |
| 7     | 16                              | ごみでほぼ覆われている |
| 8     | 32                              | ごみで覆われている   |
| 9     | 64                              |             |
| 10    | 128                             | ごみが山になっている  |

河川沿いに道路がない、もしくは樹木、構造物等によりごみの散乱状況が確認できない場合は、未確認区間としてその区間も地図上に記録した。なおこの場合でも、できる限り橋を使ってその上流側と下流側のごみ量を確認し、見通すことができた距離を確認区間として地図

上に記録した。また川幅が広く、対岸から対岸のごみ量を確認できない場合は、右左岸別にごみ量を求めた。併せて踏査の際には、評価ランクと区間等以外にも、散乱ごみの主な内容物（ペットボトル、レジ袋、農業用資材など）や散乱の状態（木に引っかかっている、消波ブロックや高水敷の上に堆積している、不法投棄など）についても記録した。なお今回の調査では、広範囲を複数人で同時に調査実施する場合<sup>3, 5)</sup>とは異なり、すべての区間を同一者が行ったため、ごみ量の判定は、基準とする大きさのごみ容量から求め、現場で撮影された河川散乱ごみの状況写真は、ごみの散乱集積場所、ごみの散乱状態および河岸形状の記録の手段とした。

表4 総合評価ランク表

| 総合評価ランク | 河川延長10m当たりの平均ごみ袋<br>(内容量20L)数の範囲 |         |
|---------|----------------------------------|---------|
| 0       | <                                | 0.04    |
| TT      | 0.04                             | - 0.09  |
| T       | 0.09                             | - 0.18  |
| 1       | 0.18                             | - 0.35  |
| 2       | 0.35                             | - 0.71  |
| 3       | 0.71                             | - 1.41  |
| 4       | 1.41                             | - 2.83  |
| 5       | 2.83                             | - 5.66  |
| 6       | 5.66                             | - 11.31 |
| 7       | 11.31                            | - 22.63 |
| 8       | 22.63                            | - 45.25 |
| 9       | 45.25                            | - 90.51 |
| 10      | 90.51                            | <       |

河川散乱ごみの確認総量（袋数）の計算は、1/25,000 地形図から読み取った確認区間数（確認区間距離/10m）に該当する評価ランクのごみ袋数を掛けたものと、確認地点の評価ランクに該当するごみ袋数を積算して求めた。河川全体の評価には、全確認区間延長と散乱ごみ確認総量から、河川延長 10m あたりの平均ごみ袋数を求め、表 4

より総合評価ランクを求めた。なお、各総合評価ランクのごみ袋数の範囲は、総合評価ランクを  $L$ 、ごみ袋数を  $B$  とすると、評価ランク 1 以上の場合、 $2^{L-3+1/2} \leq B < 2^{L-3+1/2}$  で示される。

目視精度の確認および内容量 20L のごみ袋一袋あたりの平均重量を求めるため、淀川河口部（大阪市）2 地点、大和川中流部（奈良県桜井市）4 地点の計 6 地点において、河川延長方向 10m×河川幅（片岸）の区間に散乱するごみの全量回収調査を実施した。併せて ICC の分類法<sup>9)</sup>に従って品目別数量も求めた。

### 3. 結果

瀬戸内海に流入する一級河川 7 水系、二級河川 6 水系、計 13 水系の 1,092km を調査し、813km の区間についてごみの散乱状況を確認した。目視精度の確認は、評価ランクが 4 の淀川 1 地点、大和川 2 地点および評価ランクが 5 の淀川 1 地点、大和川 2 地点の計 6 地点において実施した。各地点の河川延長方向 10m の区間に散乱するごみを全量回収した結果、評価ランク 4 の地点ではごみ袋数はそれぞれ 2-2.5 袋、評価ランク 5 の地点では 3.5-4 袋となり、目視による評価ランクと回収量は一致した。各水系に散乱していたごみの確認総量を表 5 に示す。本調査で確認された河川散乱ごみ総量は、内容量 20L のごみ袋で 19,600 袋、39.2 トンとなった。最も散乱ごみ量が多かった河川は、大阪湾に流入する大和川で 22.7 トン、総合評価ランクは 3 となった。

淀川河口部（大阪市）2 地点、大和川中流部（奈良県桜井市）4 地点の計 6 地点において回収した 340L、1,409 個の散乱ごみの構成割合（個数）を図 3 に示す。河川散乱ごみは、プラスチックシートや袋の破片、食品の包装容器、袋類、タバコのパッケージ・包装といったフィルム状プラスチックを主とするものが 6 割を占め、また上位 10 品

目は日常生活で使用される品目が主であった。またここで回収されたごみ袋 1 袋 (20L) 当たりの平均重量は、2.0kg であったことから、本研究における河川回収ごみのかさ比重は 0.10 とした。

表 5 河川別確認ごみ量と総合評価ランク

| 河川区分 | 河川名 | ごみ確認総量<br>(袋) | (ton) | 総合評価<br>ランク |
|------|-----|---------------|-------|-------------|
| 一級水系 | 太田川 | 505           | 1.0   | 0           |
|      | 吉井川 | 943           | 1.9   | TT          |
|      | 加古川 | 1,412         | 2.8   | T           |
|      | 淀川  | 2,514         | 5.0   | 1           |
|      | 大和川 | 11,338        | 22.7  | 3           |
|      | 土器川 | 170           | 0.3   | TT          |
|      | 重信川 | 787           | 1.6   | 1           |
|      | 小計  | 17,669        | 35.3  | 1           |
| 二級水系 | 三原川 | 670           | 1.3   | T           |
|      | 香東川 | 315           | 0.6   | T           |
|      | 春日川 | 167           | 0.3   | T           |
|      | 権野川 | 246           | 0.5   | TT          |
|      | 長峡川 | 219           | 0.4   | 2           |
|      | 今川  | 314           | 0.6   | T           |
|      |     | 小計            | 1,931 | 3.9         |
| 計    |     | 19,600        | 39.2  | 1           |

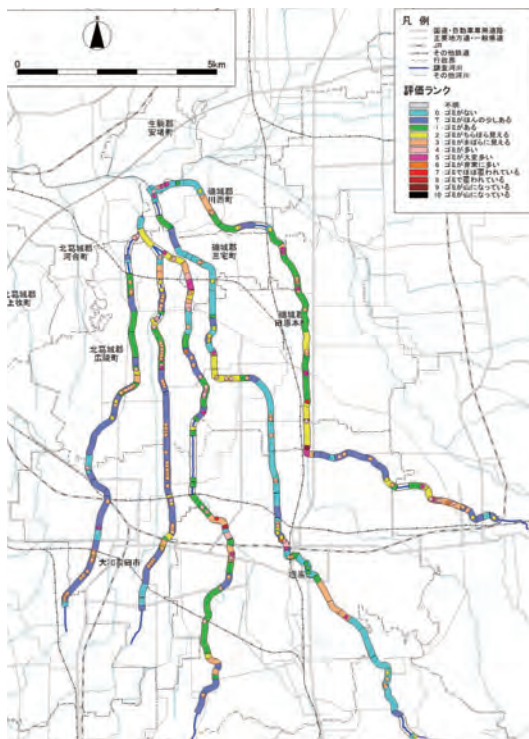


図 4 「ゴミマップ」の一例 (一級水系大和川, 奈良県, 2008. 8. 14-15)

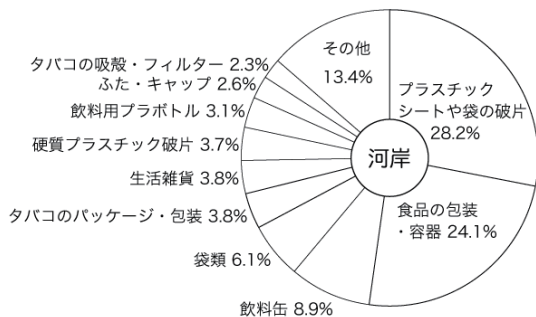


図 3 河川に散乱するごみの構成割合

本調査によって作成された「ゴミマップ」の一例を図 4 に示す。このように河川散乱ごみの状況を今回の「水辺の散乱ゴミ指標評価手法」を使って点ではなく線として空間的に捉えることにより、不法投棄地点を主とした大量散乱集積地点を明確にするだけでなく、ごみの流下・滞留・集積区間とその規模を把握することができた。

各河川の散乱ごみの分布状況を比較するため、一級河川本流を対象に河口からの距離と積算ごみ確認総量 (以下、積算ごみ総量という) の関係を図 5 に示す。なおここでは、評価ランク 4 (表 3 : 散乱ごみ状況の表現「ごみが多い」) 以上の積算勾配が続く場合を大量集積散乱区間と定義した。

ごみ確認総量が 22.7t と最多でごみ散乱密度も総合評価ランクが 3 と最も高い大和川は、河口部から評価ランク 2 の積算勾配が続く、中流域ではさらに評価ランク 4 の大量集積散乱区間が長く続いた。一方、ごみ確認総量が第 2 位で総合評価ランク 1 の淀川は、河口部から 10km までが評価ランク 4 の大量集積散乱区間であり、この区間に全体の 9 割のごみが集積していた。総合評価ランク 1 の重信川では、全体として評価ランク 2 の積

算勾配が続き、総合評価ランク T 以下と低い加古川、吉井川、太田川においても、下流の一部に大量集積散乱区間が認められた。

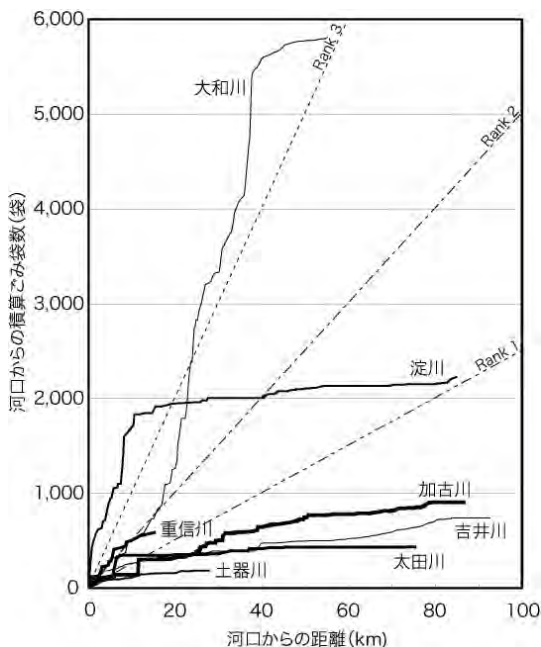


図5 一級河川の河口からの距離と積算ごみ総量の関係(破線は評価ランク 1-3 の積算勾配を示す)

なお多くの区間が枯れ川となる四国の土器川では、ごみの大量集積散乱区間は見られず、低密度で広域に散乱していた。このように河川における散乱ごみ総量を引き上げる要因は、河口部だけでなく、中流域にも存在する滞留・集積区間の存在が大きいことがわかった。

本流と支流におけるごみ量の空間的分布を比較するため、図6に大和川、淀川、重信川、吉井川、加古川の支流を含めた河口から距離と積算ごみ総量の関係を示す。まず、河口部(左

下図)を見ると、5河川中吉井川を除く4河川では、河口から5kmの区間に評価ランク3以上の積算勾配の区間を有し、河口部でのごみ集積散乱量が多いことがわかった。その中でも特に淀川では河口部での集積が顕著であった。ただし河川全区間で見ると、評価ランクに対する区間延長や大量集積散乱区間の位置は河川によって大きく異なった。

次に大阪狭山市から堺市、松原市市街地を貫流する大和川支流の西除川は、大和川本流合流部とほぼ同じ積算勾配であったが、南河内の山間部から流下する石川は、本流に比べて低い評価ランク T であった。一方、奈良盆地南部を流下する大和川支流の初瀬川、寺川、飛鳥川、曾我川では、それぞれ一部に評価ランク4以上の大量集積散乱区間が存在した。図4の「ゴミマップ」で示したこの区間(81.8km)には、6,179袋、12.4tのごみが散乱していた。またこの区間は、図4の「ゴミマップ」で見ると市街地領域にあることから、この大量集積散乱は、滞留・集積によるものだけではなく、連続する発生区間(不法投棄区間)とも読み取れる。また奈良盆地内からの支流が合流し、大阪府へ抜ける峡谷「亀の瀬」区間にも大量集積散乱区間が続いており、集水によるごみの集積という問題が明らかになった。これらの大量集積散乱区間では、不法投棄だけでなく、河川における構成割合が高いフィルム状プラスチックが周辺植生の上部に引っかかっていたり、食品・飲料容器などが高水敷に集積するなどしており、増水により上流部からのごみの流下の影響が大きいことがわかった。

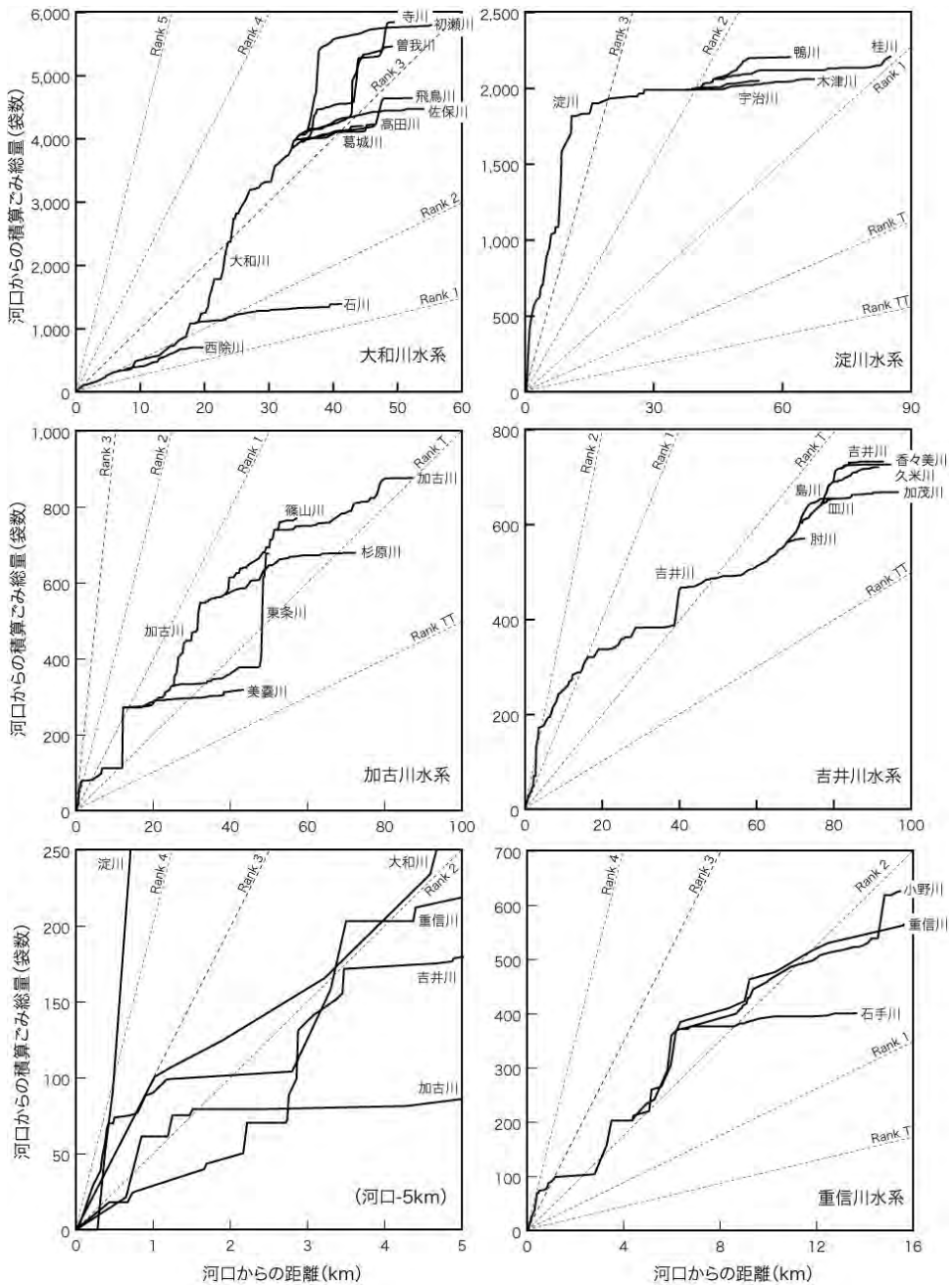


図 6 各河川の河口からの距離と河口からの積算ごみ総量の関係  
(破線は評価ランクの積算勾配を示す。左下図は 5 河川の河口-5km 区間の拡大図)

また淀川上流部の鴨川では、市街地区間内でも五条大橋以北の景観区域では評価ランク 0 であったが、五条大橋以南では評価ランク 1 と積算勾

配が高い区間が存在した。市街地区間で積算勾配が高くなることについては、吉井川でも同様であり、上流域の津山市街地区間で評価ランク 2 の積

算勾配区間が存在し、そこに合流する支流も本流と同じ積算勾配を示した。松山市街地を貫流する重信川とその支流の石出川、小野川でも市街地区間で同じ積算勾配が続いた。このように市街地付近では、同一地域を貫流する河川で積算勾配が共通することから、高密度ではないものの市街地区間が河川散乱ごみの発生源の一つになっていることが示唆された。

一方、加古川では、支流の東条川上流部に大量集積散乱区間があった。これは山間部の道路から河川への不法投棄区間であり、河川散乱ごみの発生源は市街地区間のみではないこともわかった。河川敷が自転車道となっている淀川、石川、香東川の区間では、不法投棄は見られず、山間部や河川敷道路付近に不法投棄が多く認められたことから、使用者が所有物を不用とした場所（消費地点）から水辺へのごみの移動には、車が大きく関与していることが示唆された。

その他、山口市内を貫流し、周防灘に注ぐ榎野川は、水量が十分あるため、市街地区間でのごみの集積は、主に支流からの合流部や堰のある地点であった。

各河川における評価ランク別の積算ごみ総量割合と積算河川延長割合を図7に示す。評価ランク4以上のごみ大量集積散乱区間・地点におけるごみ確認総量は、大和川、榎野川、今川、香東川で全体の6割を占め、集積が発達していたが、吉井川、土器川、三原川では全体の2割以下しか存在せず、広域に低密度で散乱していた。一方、評価ランク別積算河川延長割合で見ると、太田川と榎野川では、評価ランク0の区間が全体の8割を占めた。よってごみの量だけではなく、清浄さという視点での評価も必要である。

このように河川における散乱ごみの分布特徴は、ごみ総量が特に多い河川で集積区間が連続的に発達し、少ない河川においても一部に集積区間

が存在するが、全体的には低密度で散乱している区間が長いという特徴が得られた。

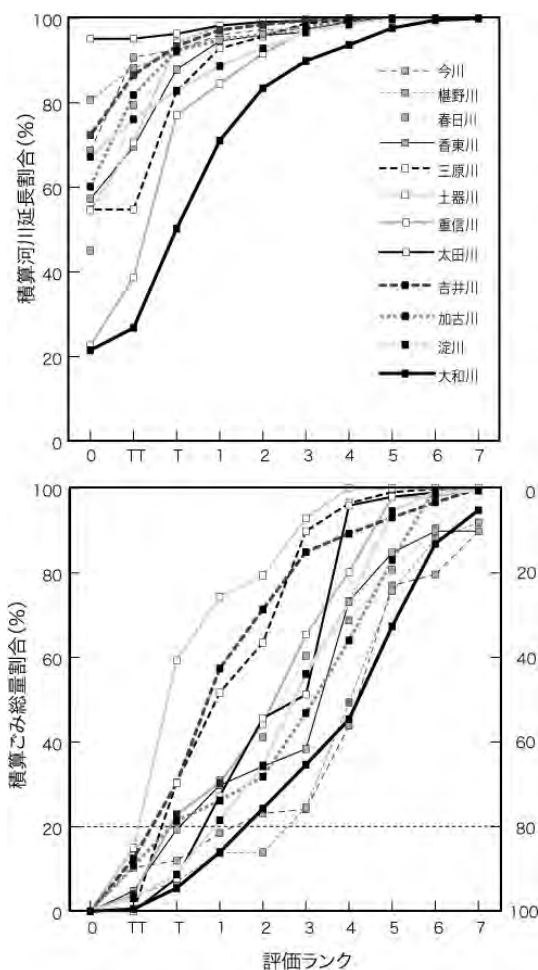


図7 河川における評価ランク別積算ごみ総量割合と積算河川延長割合

#### 4. 考 察

一級河川7水系の総合評価ランク1と流路延長(16,095km)を使って瀬戸内海に流入する一級水系に散乱するごみの現存量を試算すると、約800tとなった。一方、藤枝ら<sup>7)</sup>は、陸域から一級水系へのごみ流出量を2,700t/年、一級水系でのごみ回収量を600t/年および海域へのごみ流出量を



2, 100t/年と試算した。今回得られた河川における散乱ごみの現存量は、発生と滞留・集積の状態を評価したものであり、ここからごみ流下量を導き出すことはできない。例えば、枯れ川となる四国の河川と十分な流量のある本州の河川では、通常は発生源付近に散乱し、出水イベント時に一度に流下するか、常に水流によって流下するか、といったプロセスの評価が異なるためである。ただし瀬戸内海の海域で示された海洋ごみの収支<sup>7)</sup>と同じ考え方を使い、河川散乱ごみの密度の低減（現存量の削減）を目標にすれば、今回得られた河川散乱ごみの空間的分布の特徴から、その低減に向けた提言が可能である。では瀬戸内海における海洋ごみ問題の解決には、河川でどのような行動が必要となるのだろうか。

#### 4.1 滞留・集積区間、不法投棄地点の把握

藤枝ら<sup>7)</sup>は、瀬戸内海海岸に漂着散乱するごみの現存量を求めた結果、調査全海岸線延長の 11.0%を占めた評価ランク 5 以上の海岸に 8 割のごみが存在していたことから、効果的な海洋ごみ密度の低減（現存量の削減）には、高密度漂着海岸における重点的な回収が必要であると提言した。しかし河川では、散乱するごみ総量の 8 割は、図 7 に示すように大和川、淀川、榎野川で評価ランク 3 以上、今川で評価ランク 2 以上、香東川、太田川で評価ランク 1 以上、その他で評価ランク T 以上の区間に存在し、海岸と比較して集積が十分に発達していないことがわかった。よって河川において密度の低減（現存量の削減）のため、回収量を確保するには、低密度区間・地点から高密度区間・地点まで広範囲な対応（回収）が必要となる。あわせて河川には、砂浜のようなごみが集積しやすく、かつ回収活動が容易な箇所が少ないため、より多くの散乱ごみを回収するには、侵入が難しい場所での対応が迫られる。よって海岸に

比べ河川での回収効率は低く、現実的には一度河川に流入したごみを回収することは非常に難しいと言える。しかし図 6 で示したように、河口からの連続性で考えると、淀川では河口から 10km までの区間、または他の河川でも河口付近や中流域に大量集積散乱区間が存在した。よって海域へのごみ流入量を抑制するためには、河川においても大量集積散乱区間を把握し、そこに散乱するごみを定期的に回収することが必要であり、下流にごみを流下させない、または流下するごみ密度（ごみ流下量）を減らすといった河川におけるごみ現存量の削減方策を検討し、実行することが必要である。また広域分布調査を定期的実施し、集積区間だけでなく不法投棄地点を発見することにより、回収・再投棄防止を通じて、ごみの河川への流下を未然に防ぐことも必要である。したがって広域分布調査を通じた滞留・集積区間、不法投棄地点の把握は、河川での散乱ごみ対策の立案上必要不可欠と言える。

#### 4.2 効果的効率的回収方法の確立

二瓶、若月<sup>10)</sup>は、茨城県手賀沼へ流入する大堀川木崎橋において、洪水時、流下する自然系ごみ（植生）をネットで採取した結果、流下するごみの質量フラックスのピークは、増水期に現われ、その量は減水期よりも 1, 2 オーダー大きいことを明らかにした。しかし実際には出水イベント時の流下物を構造物などを使って回収することは難しく、防災上も危険である。井上・戸田<sup>1)</sup>は、天竜川上流河岸に漂着するごみ（人工系可燃物・不燃物）を調査し、漂着ごみ密度は河川の蛇行度と相関があり、自然河岸、高水敷に多かったとしている。今回の調査でも、流下するごみが中流、下流の高水敷や消波ブロックなどに堆積していることが多く見られた。よって増水時に流心を流下するごみを直接回収するのではなく、出水時に

流下するごみがトラップされる高水敷などを利用し、または新たに開発・設置し、出水後、そこに集積するごみを定期的に回収するしくみを構築することが必要である。

### 4.3 流域全体での散乱ごみ管理

河川流域は、海域と同じく複数の都道府県や地域にまたがるが、そこでのごみの移動は、下流に向かって一方的にかつ本流に集水する流れに乗って流下するという特徴を持つ。例えば淀川では、中流域に滞留区間はなく、河口部に9割のごみが集積していた。また大和川では、上流の奈良県内にごみ確認総量の68.3%が存在し、奈良県内の支流が合流した「亀の瀬」区間には高密度集積区間が連続していた。瀬戸内海東部の海岸では、大和川流域の奈良県、淀川流域の京都府、吉井川流域の津山市付近を配布地とするライターが採取されており<sup>8)</sup>、内陸部の瀬戸内海への負荷は大きいと言わざるを得ない。よって瀬戸内海における海洋ごみ問題の解決には、海に面する地域だけでなく、瀬戸内海に流入する河川の河口域から上流域までを含めた流域全体での発生抑制と、河川流域全体での回収促進による海域への流入抑制に取り組まなければならない。

### 4.4 海洋ごみ対策としての河川流域管理手法

今後の海洋ごみの収支<sup>7)</sup>を改善するには、河川からの海洋への流出抑制および河川へのごみの流入抑制を考えていくことが不可欠である。それには、河川散乱ごみの実態を広域に把握し、効果的な対策を実施することができる河川散乱ごみの流域管理手法を導入し、活用することが必要である。

最後にこの流域管理手法について述べる。まず今回用いた「水辺の散乱ゴミ指標評価手法」を用いてごみの分布と量および散乱ごみの状況、品目、

河川構造等の情報を面で捉え、併せてかさ比重調査を実施する。これらの調査は、地域住民と共同で実施することも可能であり、地域住民の問題把握とともに地域ごとの解決行動への展開には、重要な活動となる。得られた結果から「ゴミマップ」を作成し、ごみの有無と量および大量集積散乱区間・地点を明らかにする。次にその区間・地点と河川構造（高水敷、消波ブロック、堤、自然河岸）を重畳させ、地形的な滞留・集積区間なのか、または不法投棄（発生）地点なのかを判断し、重点回収場所および不法投棄監視場所を決定する。これらをもとに回収計画、不法投棄防止計画を地域住民と共に策定し、回収目標を決めて回収活動を実施する。活動の結果は、回収目標への達成度で評価し、これを継続して実施する。ここでは流下量を求めることはできないが、海洋への流入抑制という視点で、河川散乱ごみの現存量を着実に低減させていくことを目標とする。またこの管理手法を継続して実施することは、高密度集積区間や不法投棄地点の新たな発見や不法投棄の監視にもつながる。さらに社会全体の便益のためには、市民ボランティアによる回収や日常生活における行動改善後すぐに実行者に見返りを提供することも重要である。その提供は、活動継続のエネルギーになるため、本手法を用いた目標の設定と活動結果の評価が必要である。本手法は、韓国における河川散乱ごみ流域管理においても応用されており、<sup>11)</sup>この取り組みが瀬戸内海流域へと発展し、国境を越えた海洋ごみの発生抑制にも貢献することを期待したい。

### 謝辞

本研究は、環境省地球環境保全等試験研究費による「海洋ごみ対策の確立に向けた情報支援システムの構築に関する研究」にて実施した。なお「水辺の散乱ゴミ指標評価手法」の利用には、特定非

営利活動法人パートナーシップオフィスの金子博理事に、また「ゴミマップ」の作成には、いであ(株)の清水孝則氏、佐々倉諭氏にご協力を頂いた。ここにお礼申し上げます。

#### 引用・参考文献

- 1) 井上芳樹, 戸田任重: 諏訪湖・天竜川上流における漂着ゴミ, 環境科学会誌, Vol. 16(3), pp. 167-178. 2003
- 2) 特定非営利活動法人荒川クリーンエイド・フォーラム編: 荒川クリーンエイド 2008 活動報告集, pp. 4-18. 2009.
- 3) 国土交通省東北地方整備局山形河川国道事務所, 国土交通省東北地方整備局酒田河川国道事務所, 国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所, 山形県土木部河川砂防課, 山形県各総合支庁河川砂防課, 特定非営利活動法人パートナーシップオフィス: 最上川ゴミマップ 2005, 2005.
- 4) 特定非営利活動法人パートナーシップオフィス: 水辺の散乱ゴミ指標評価全国試行調査マニュアル, pp1-14. 2005.
- 5) 農林水産省農村振興局, 農林水産省水産庁, 国土交通省河川局, 国土交通省港湾局: 全国海岸の漂着ゴミの実態調査, 平成 18 年度社会資本整備事業調整費/海岸における一体的漂着ゴミ対策検討調査報告書, pp.1-27.2007.
- 6) 藤枝 繁: 伊勢湾海岸に漂着散乱するごみの分布と発生地域, 漂着物学会誌, Vol.7, pp.13-19, 2009.
- 7) 藤枝 繁, 星加 章, 橋本英資, 佐々倉諭, 清水孝則, 奥村誠崇: 瀬戸内海における海洋ごみの収支, 沿岸域学会誌, Vol.22(4), pp.17-29, 2010.
- 8) 藤枝 繁: 指標漂着物を用いた瀬戸内海における海洋ごみの流れと起源の推定, 沿岸域学会誌, Vol. 22(2), pp.27-36. 2009.
- 9) JEAN/クリーンアップ全国事務局: クリーンアップキャンペーン 2003 レポート, JEAN・クリーンアップ全国事務局, 東京. pp.40-55. 2004.
- 10) 二瓶泰雄, 若月宣人: 洪水時における河川経由の自然系ゴミ輸送量に関する基礎的検討, 土木学会第 64 回年次学術講演会, pp. 249-250, 2009.
- 11) (社)韓国海洋救助団: 釜山広域市および洛東江河口海洋ごみ調査報告書, pp.1-60, 2008.

#### 筆者紹介



#### 藤枝 繁 (正会員)

鹿児島大学水産学部 (鹿児島市下荒田 4-50-20), 昭和 42 年生まれ, 平成 3 年 3 月鹿児島大学水産学部水産専攻科修了, 同年 4 月熊本県立水産高等学校教諭, 平成 4 年鹿児島大学水産学部勤務, 現在同大学准教授, 博士 (水産学), 平成 11 年クリーンアップかごしま事務局設立, 現在同事務局長, 一般社団法人 JEAN 理事, 日本水産学会, 日本航海学会, 廃棄物資源循環学会, 漂着物学会会員。

E-mail: fujieda@fish.kagoshima-u.ac.jp

## **Distribution of litter scattered along thirteen rivers flowing into the Seto Inland Sea**

Shigeru FUJIEDA

**ABSTRACT:** Rivers flowing into the Seto Inland Sea are a major source of its marine litter. A survey of litter scattered along thirteen rivers that flow into the Seto Inland Sea was conducted between May 2007 and August 2008. The quantity and distribution of the litter were investigated by conducting extensive visual surveys where accumulations of litter were ranked by volume. A total of 1092 km of river length was surveyed and about 39 tons of litter was found. The waterway with the largest quantity of litter was the Yamato River with 22.7 tons. Survey results confirmed that litter accumulates around estuaries, dams and urban areas, and that illegal dumping occurs alongside roads in the mountains. The density of litter scattered along the rivers was lower than that of litter that had drifted onto beaches. Since inland conditions have such a great impact on the sea, it is necessary to control and reduce litter on the entire Seto Inland Sea watershed, including inland areas.

**KEYWORDS:** *river litter, marine litter, Seto Inland Sea, watershed management*