

表 2.3-36 流木削減方策の経費の比較

流木削減方策		概要	施設施工費 (直接経費)	維持費・実施費 (直接経費)
山林 での 流木 対策	除間伐材の集材・搬出、処分	除間伐材を集材・搬出しチップ化する。	施設を設置しないためない。	約 3.3~5.6 万円/ t
	スリットダムを建設し、流木を回収・処分	自然災害起因の流木を溪流部で捕捉・回収し、チップ化する。	湯の股沢：詳細は不明 鱒淵沢：2,441.8 万円 おがの沢：889.9 万円 斑溪地区その 2 ：2,296.8 万円 斑溪右地区その 3 ：1,672.9 万円	約 3 万円/ t 不明 ※但し上記と同様と推定できる
河川 での 流木 対策	河川敷での流木回収	河川敷に散乱した流木を回収し、チップ化する。	施設を設置しないため施工費は発生しない。	約 3 万円以下/ t (推定)
	河道内での流木回収	河道内において流下してくる流木を回収し、チップ化する。	不明	約 3 万円以下/ t (推定)
海岸 での 流木 対策	海岸における流木の回収・処分	海岸に漂着した流木を回収し、チップ化する。回収には重機が必要となることが多い。	施設を設置しないため施工費は発生しない。	約 9 万円/ t ※上記の金額は直接経費のみであり、海岸の有する環境価値が含まれていないため、過小評価となっている。

<参考>

方策名	概要	施設施工費 (直接経費)	維持費・実施費 (直接経費)
治山 対策	地下水排除工 (山形県鶴岡市荒沢)	6,439 万円 ※2,146.3 万円/基	約 7 万円/年 (延長 1,720m) ※400 円/m/年
	斑溪地区その 2 (北海道美深町)	1,018.5 万円	実績なし
		1,311.4 万円	実績なし
透水性ダム (山形県庄内総合支庁管内)	川の流れによる土砂流出を防ぎ崩落を防止する。	23,700 円/m ²	なし

c. 発生源管理に不足している知見の検討

流木のサンプルを採取した近くの大河川における河川管理者及び流域の林業関係者等へのヒアリング結果より、山林及び河川における除間伐材の管理は厳格に行われており、通常時に除間伐材が河川に流入することはないと考えられる。

しかし、保護する森林とされている溪畔林や自然木においては、風雪害により倒木は十分には把握されておらず、大雨等による土砂災害の発生時には、管理を行っている除間伐材より多くの自然木が流出することが想定される。

今後は、目視等による管理を行っている自然木や風雪害により被害を受けた自然木の管理についての課題が残されている。

(4) 発生源対策の検討

現在、山林及び河川において様々な流木対策及び治山対策が講じられている。山林関係者及び河川管理者へのヒアリング結果、ほとんどの関係者が流木量の増減は分からない回答した反面、林野庁東北森林管理局（表 2.3-30）及び北海道豊富町の漁業従事者へのヒアリング（表 2.3-27）においては、減っている回答も得ている。このことより、現在実施されている流木の削減方策には一定の効果があるものと考えられる。しかしながら、海岸には流木が漂着し続けている。よって、現在実施されている削減方策の実施はもとより、新たな削減方策を加えた様々な削減方策の実施が必要であると考えられる。そのため、流木の発生源対策として現在実施されている削減方策及び新に考えられる削減方策を表 2.3-37 に示す。各削減方策における削減効果は、現実性を勘案した上で、短期、中長期に別けて示してある。

北海道における流木の分析結果（図 2.3-15）より、北海道豊富町の海岸に漂着している流木のうち、チェーンソー跡がある除間伐材が 16%を占めたことから、森林・河川管理において発生する除間伐材を全て集材・搬出すると仮定すると、流木の 16%が減少する計算となる。また、山林（尾根・山腹）の樹木が、山林におけるスリットダムの効果により流出が防げる仮定すると、除間伐材を除いた山林（尾根・山腹）の 18%及び除間伐材を除いた山林（溪畔林）の 14%、合計で 32%が減少する計算となる。これらのことより、全ての除間伐材の集材・搬出、スリットダムの効果により、北海道豊富町に漂着している流木のうち 48%が減少することが推定される。

山形県における流木の分析結果（図 2.3-17）より、山形県酒田市周辺の海岸に漂着している流木のうち、チェーンソー跡がある除間伐材が 32%を占めたことから、森林・河川管理において発生する除間伐材を全て集材・搬出すると仮定すると、流木の 32%が減少する計算となる。また、山林（尾根・山腹）の樹木が、山林におけるスリットダムの効果により流出が防げる仮定すると、除間伐材を除いた山林（尾根・山腹）の 24%及び除間伐材を除いた山林（溪畔林）の 30%、合計で 54%が減少する計算となる。これらのことより、全ての除間伐材の集材・搬出、スリットダムの効果により、山形県酒田市周辺に漂着している流木のうち 86%が減少することが推定される。これらのことから、除間伐材の集材・搬出及び溪流部での捕捉施設設置であるスリットダム増設が強く望まれる。

さらに、できる限り流木を河口から海域に流出させない方策として、河道内に流入した流木の河川敷における回収及び河道内に流木捕捉施設を設置が強く望まれる。これらの方策により、チェーンソー跡のない自然木かつ平地（湿地・河畔林）を主な生育地としていた流木が削減できることが推定される。ちなみに対象となる流木は、北海道豊富町に漂着した流木

のうち 52%、山形県酒田市周辺に漂着した流木のうち 14%となる。

一方、土砂災害（自然災害）による流木の流出を減少させるために、地滑り等の治山対策が重要であると考えられる。全国的に治山対策が行われているが、より一層の実施が望まれる。

なお、流木を回収した際に、その処分が問題と考えられるが、現状における流木のリサイクルの状況を参考として示す。

表 2.3-37 流木の漂着削減に係わる方策

対象	手法	削減方策の種類	削減効果		経済性	山林・河川における環境への影響	現状	将来(案)
			短期	中長期				
山林での流木対策	回収システム	除間伐材の集材・搬出	A	A	B	影響は軽微	一部で実施	◎
		除間伐に伴い発生する枝・葉の回収・搬出	B	A	C	山林の養分が減少するため影響が大きい	未実施	△
	回収作業	溪流部での流木捕捉施設の設置・増設(スリットダム)	B	A	B	影響は軽微	一部で実施	◎ (増設)
河川での流木対策	回収作業	河川敷での流木回収	B	A	B	影響は軽微	一部で実施	◎
		河道内での流木捕捉施設の設置・増設	A	A	C	影響は軽微	一部で実施	◎ (増設)
	管理徹底	河畔林の全伐採	A	A	D	環境影響が大きい	未実施	△
		河畔林の除間伐	B	B	B	影響は軽微	実施中	○
		低水敷の護岸整備	B	A	D	環境影響が大きい	災害復旧にて実施	△ (新規)
治山対策	管理徹底	治山・砂防施設の設置	B	B	B	施設上下流における魚類の移動阻害	実施中	○
		地滑り防止施設の設置(地下水を抜く井戸)	B	B	B	影響は軽微	実施中	○
		地滑り防止(地滑りが予測される斜面上部の土砂を取り除く)	B	B	C	影響は軽微	実施中	○
		地滑り防止(不動層まで杭を打つ)	B	B	C	影響は軽微	実施中	○

※1: 「A」～「D」の順に度合いが高いことを示す。

※2: 将来(案)における「◎」は強く推奨、「○」は推奨、「△」は困難を示す。

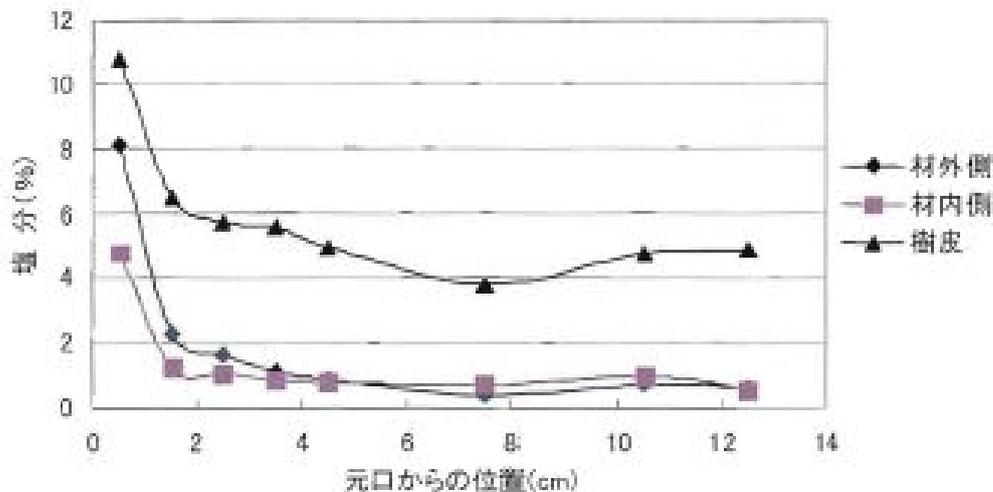
<参考>

流木は、大型かつ重量物であることから、ボランティア活動のような人力では容易に回収できず、海岸に漂着するごみの中で取扱に苦慮するごみの一つである。これら流木は、今までごみとして焼却や埋め立てによる方法により処分が実施されてきたが、今後は有効利用を検討し実施することにより、回収の促進を図る必要があると考えられる。そのため、流木の有効利用等及び処分を検討した文献を整理した。

i) 流木の塩分と脱塩について

一般的に、海岸に漂着した流木には、大量の塩分が含まれているため利用価値がないと認識され、有効利用の妨げになっている場合が少なくない。

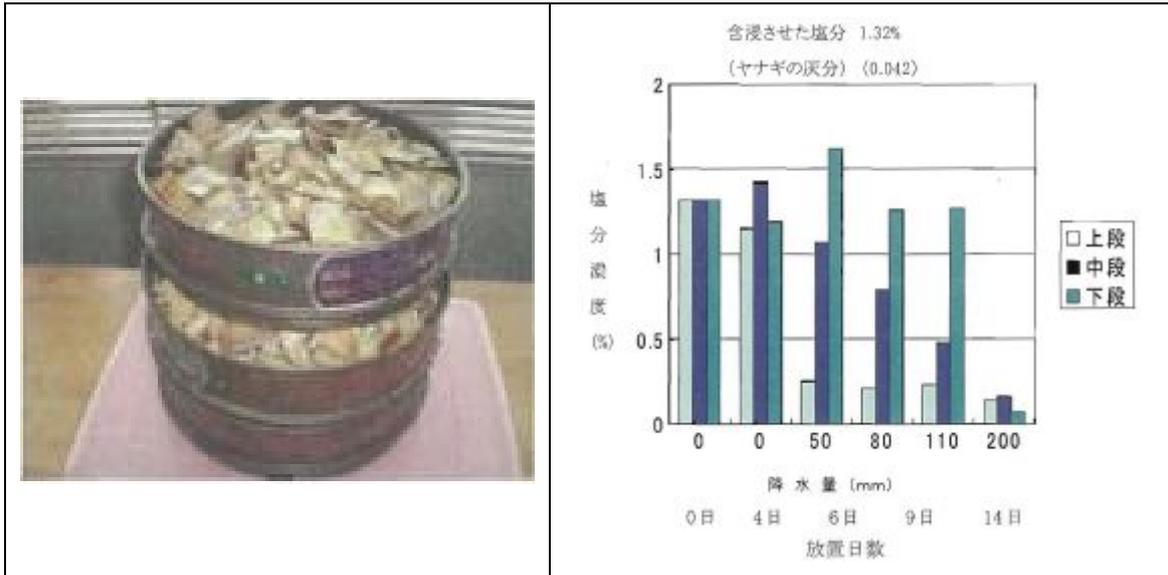
斎藤直人(2010)¹²によると、海水は木材の切断面等から浸透し、形成層からの浸透性は低いとしている。また、立木から採取した枝を人工的に海水に浸透させ、樹木への海水の浸透性についての実験も行っている。その結果、乾燥した樹木の場合、樹皮の塩分は高いものの、樹木そのものの塩分は、元口（丸太材の根もとに近い方の切り口＝末口）から2 cm 程度離れて1%以下となり、塩分の浸入が低いとしている（図 2.3-34）。



斎藤直人(2010)¹²より引用

図 2.3-34 乾燥トドマツの海水の浸透性（水分 32.3%）

一方、流木に含まれる塩分の脱塩について、斎藤直人(2010)¹²において樹木の大きさ、脱塩時間、降雨による脱塩、散水による脱塩等、様々な検討を行っている。例として降雨による脱塩検討を図 2.3-35 に示す。ヤナギチップに人工海水を浸せきした後 20 日間、金網製の目血に入れて三段に重ね、屋外に放置して降雨による塩分の溶出の様子を調べている。その結果、上段から中段、下段にかけて塩分の溶出が起り、降水量が 200mm に達した場合、ヤナギチップの塩分が 0.2%程度となっている。このような様々な検討の結果、20mm/日の雨量が 5 回程度ほぼ連続的にあれば、塩分含有の高い表面の塩分は溶出されるとしている。



斎藤直人(2010)¹²より引用

図 2.3-35 降雨による脱塩検討 (左: 実験装置、右: 実験結果)

ii) 流木の有効利用及び処分方法

斎藤直人(2010)¹²及び地域検討会(山形県)(2009)³²において検討されている有効利用方法及び処分方法を表 2.3-38 及び図 2.3-36 に示す。

斎藤直人(2010)¹²によると、二次燃焼室を備えた大型焼却施設においては、燃料としての含有率が塩素濃度で 0.4%以下であれば使用でき、緑化資材及び堆肥は 1%以下で使用できるとしている。前項の脱塩検討により、野積みにした流木は降水量が 200mm 以上で塩分が 0.2%程度となることから、十分に使用できることが示唆されている。

なお、処分費用(地域検討会(山形県)(2009)³²のみで検討)は、運搬費(現地～中間処理施設)＋中間処理費－売却費用で示してある。

表 2.3-38 流木の有効利用方法及び処分方法

有効利用及び処分方法		使用文献		概要	利用可能な塩分量	処分経費 (円/t)
		①	②			
有効利用	緑化資材	○		道路や公園の法面緑化に使用されている樹木の抜根や努定枝の代わりに流木チップを使用。塩分濃度を0.5%程度まで低下することが可能であれば良好な資材となる。	1%以下	不明
	チップマルチング		○	チップ化した流木を炭化し、マルチング材として売却する方法	問わない	22,400 (山形県)
	敷料・堆肥(畜産)	○		家畜の糞尿管理のため飼育舎の敷料とし、その後、堆肥とする方法。	1%以下	不明
	畜産用発酵チップ 消臭剤(畜産)		○	チップ化した流木を堆肥と混ぜ合わせて発酵させ、消臭剤として売却する方法	問わない	22,200 (山形県)
	暗渠疎水材	○		農地の排水性は、作物の生育等に直接影響を及ぼす。透水性の改善には暗渠の埋設が有効であり、地表残留水や地下水の通水性促進のために疎水材が投入される。その材料として流木チップを利用する方法。	問わない	不明
	ペレット燃料 バイオマス燃料	○	○	チップ化した流木をバイオマス燃料(火力発電所等)として売却する方法。	大型施設：0.4%以下 ボイラー燃料等： 0.05%以下	21,800 (山形県)
処分	却処分		○	中間処理をせずに現地より運搬、処分(却)する方法。	問わない	26,640 (山形県)
	埋め立て処理		○	中間処理をせずに現地より運搬、処分(埋め立て)する方法。	問わない	40,000 (沖縄県)

※表中の処理費用(山形県、沖縄県)は、運搬費(現地～中間処理施設)＋中間処理費－売却費用で示してある。

※使用文献①：斎藤直人(2010)¹²、使用文献②：地域検討会(山形県)(2009)³²



緑化資材
(斎藤直人(2010)¹²より)



チップマルチング
(斎藤直人(2010)¹²より)



炭化チップマルチング
(地域検討会(山形県)(2009)³²より)



敷料・堆肥(畜産)
(斎藤直人(2010)¹²より)



暗渠疎水材
(斎藤直人(2010)¹²より)



バイオマス燃料
(地域検討会(山形県)(2009)³²より)

図 2.3-36 流木の有効利用例

2.3.3 生活系ごみ

(1) 発生原因の推定

a. 発生の起こるプロセスの推定

北海道豊富町より最も近く、対馬暖流の上流となる南側に河口を有する天塩川、山形県酒田市に河口を有する最上川、福井県坂井市に河口を有する九頭竜川の河川管理者及び地方自治体に対してヒアリングを行った。ヒアリング対象者及び日程を表 2.3-39 に、ヒアリング結果を表 2.3-40 に示す。また、詳細なヒアリング結果は、資料編に示す。

表 2.3-39 生活系ごみ関するヒアリング対象者及び実施日

区分	区分	ヒアリング対象者	ヒアリング実施日
北海道 (天塩川)	河川管理者	国土交通省 北海道開発局 留萌開発建設部	2010年12月6日
	地方自治体	北海道環境生活部環境局循環型社会推進課	2011年1月13日
山形県 (最上川)	河川管理者	国土交通省 東北地方整備局 酒田河川国道事務所	2010年12月8日
		国土交通省 東北地方整備局 新庄河川事務所	2010年12月6日
	地方自治体	山形県生活環境部環境課	2010年12月7日
福井県 (九 川)	河川管理者	国土交通省 近 地方整備局 福井河川国道事務所	2011年2月24日
	地方自治体	福井県安全環境部循環社会推進課	2010年12月15日

表 2.3-40(1) 生活系ごみに関するヒアリング結果

ヒアリング対象者	経済的・費用負担における対応(河川)			
	河川流域での不法投棄等のごみを回収・処分した際の費用	河川における不法投棄防止の看板設置の費用	住民委託による不法投棄防止パトロール等にかかる費用	河川における発生抑制となる行為(河川清掃等)に要する費用
国土交通省 北海道開発局 留萌開発建設部	平成 21 年度は 1 件の不法投棄を確認、回収・処分費用は、河川維持管理費に含まれており、詳細は不明。	新規に設置はしていない。	なし	天塩川クリーンアップ大作 で回収したごみの運搬及び処分費用(産業廃棄物)を負担している。
国土交通省 東北地方整備局 酒田河川国道事務所	酒田河川国道事務所管内の最上川：605.9 万円 (H21 年度、流木・枝木等も含む)	設置費用は不明。	なし	クリーンアップ活動には、費用 出はしておらず、職員の活動への参加で対応。
国土交通省 東北地方整備局 新庄河川事務所	ほとんど不法投棄はない。	新規に設置はしていない。	なし	「モモカミゴミバスターズ」では、ボランティアで回収できない大型ごみ回収、ごみの運搬を担当している。費用は発生しているが、維持管理費の一部として 出しており、詳細は不明。
国土交通省 近 地方整備局 福井河川国道事務所	九 川における直轄区間での不法投棄等のごみの回収・処理費は、平成 16~21 年において、189~1,380 万円であった。	不法投棄防止の看板は相当数、設置している。一般的なアルミ製の看板は 27,800 円/一式、木杭を使用した看板は 4 万円/10 式である。	業者に委託し、住民には委託していない。	なし

表 2.3-40(2) 生活系ごみに関するヒアリング結果

ヒアリング 対象者	技術的な手法・工夫(発生の抑制・回収の促進)(河川)		
	ポイ捨て防止対策(ごみ箱の設置等)の有無	河川、用水路におけるスクリーンや除塵機の設置の有無	河川のクリーンアップ活動の状況
国土交通省 北海道 開発局 留萌開発建設部	FM ラジオにより不法投棄、ポイ捨て防止のPRを放している。	なし	河川愛護月間の行事の一環として「天塩川クリーンアップ大作」が行われ、そこで回収したごみは、平成21年が760kg、平成22年が400kg。
国土交通省 東北地方整備局 酒田河川国道事務所	管理用道路を通行止めにし、不法投棄をなくした事例がある。	なし	H22年度において把握している主な清掃活動。但し、他にも休日等で活動している事例はあると思われる。 酒田河川国道事務所管内の最上川： ・「最上川河川公園」酒田市立港南小学校(5月6日) ・「美しいやまがたの海」クリーンアップ運動、最上川河口部 一般より公募(7月3日)
国土交通省 東北地方整備局 新庄河川事務所	なし	真室川にごみ捕捉施設がある(図2.3-30参照)。	○モモカミゴミバスターズ：225人(年に1回、平成22年は6月下旬に実施)可燃物：640kg、不燃物：490kg(平成22年実績) ○クリーン・アップおおいしだ in 最上川：245人 可燃物・不燃物：約200kg(平成22年実績)
国土交通省 近地方整備局 福井河川国道事務所	ごみの持ち帰りを前提としているため、ごみ箱は設置していない。	(流下するごみを回収するための)除塵機は設置していない。除塵機は排水機場のポンプ保護のために設置しているのみである。	地域の市町及び環境保護団体等のクリーンアップ活動を共催もしくは後している。

表 2.3-40(3) 生活系ごみに関するヒアリング結果

ヒアリング 対象者	経済的・費用負担における対応(河川以外)		
	不法投棄等のごみを回収・処分した際の費用	不法投棄防止の看板設置の費用	行政から委託された住民による不法投棄防止パトロール等にかかる費用
北海道環境生活部環境局循環型社会推進課	平成 20 年度に北海道内の 173 市町村が、不法投棄に係るごみの撤去・処分のために支出した費用は、全道で約 3,700 万円。	不法投棄防止のための取組内容としては、集中的な監視パトロール活動、一 美化活動、ポスターやチラシ・広報 等による普及啓発活動が多く、これらの取組は、道内市町村の 65.4%～72.6%で実施されている。この中に不法投棄防止の看板設置も含まれると考えるが、費用については不明である。	労省の 用交付金を活用するなどした各市町村事業としての各種パトロールが実施されていると 知しているが、費用については把握していない。
山形県庄内支庁保健福 環境部環境課	庄内地区不法投棄防止対策協議会(H21)においては、回収・運搬・処分費として約 60 万円、美しいやまがた回復事業(庄内分 H21)においては、回収・運搬・処分費として約 1,360 万円。不法投棄等のごみを回収・処分を実施している各市町の費用は最大で約 92 万円。	庄内地区不法投棄防止対策協議会(H21)においては、約 38 万円かけて不法投棄防止の看板設置を実施。各市町においても、最大で約 20 万円かけて不法投棄防止の看板設置を実施。	山形県庄内総合支庁としては、住民に不法投棄防止パトロールの委託は行っていないが、各市町においては、最大で約 240 万円の費用をかけて委託している実績がある。
福井県安全環境部循環社会推進課	不法投棄ごみは一般廃棄物なので、市町が無償で処分。市町で処分しきれない不法投棄物の処理事業を県が実施。平成 21 年度で約 230 万円。	県の廃棄物部局では看板設置は行っていない。	民間 備会社にパトロールを委託。H22 年度で 3,300 万円。県全域で指定したところを見回っている。監視カメラも設置している。

表 2.3-40(4) 生活系ごみに関するヒアリング結果

ヒアリング対象者	技術的な手法・工夫(発生の抑制・回収の促進)(河川以外)				
	ポイ捨て防止対策(ごみ箱の設置等)の有無	購入物へのトレーサビリティ(追跡調査)の検討の有無	農業用水路や街中の側溝におけるスクリーンや除塵機の設置の有無	河川のクリーンアップ活動の状況	街中のクリーンアップ活動の状況
北海道環境生活部環境局循環型社会推進課	公物(道路、河川等、公園等)管理者による対応が主と思われるが、詳細は不明。	特に検討していない。	廃棄物部局では把握していない。	各河川管理者で実施されていると考えるが、詳細費用については把握していない。	ゴミの日(5月30日)や環境月間(6月)などにおける市町村、業、ボランティア団体等の取り組みは、毎年、継続されている。
山形県庄内支庁保健福祉環境部環境課	公物(道路、河川等、公園等)管理者による対応が主と思われるが、詳細は不明。	特に検討していない。	農業用水路に除塵機が設置されている。各市町には、スクリーン(46箇所)や市道側溝に網等を設置し(20～30箇所)、ごみ流出防止を実施。	山形県庄内総合支庁は、各市町と連携し、「きれいな川で住みよくなるさと運動」をH22実績において庄内分で119河川、24海岸、のべ22,974人にて実施。回収ごみ実績31.1t。	各市町において「クリーン作」をH21実績において、実施団体210団体、参加者19,745人、回収量80.6t。また、市民一掃のH21実績において参加者9,670人、回収量28.8t。一方、一部の市町においては、ボランティアごみ収集運搬業務委託料として約53万円、まちきれ等ごみ収集運搬業務委託料として約15万円の経費をかけている。道路清掃においては、「町をきれいにする間」で側溝清掃を実施し、収集費用としてH22実績で約750万円。
福井県安全環境部循環社会推進課	監視カメラを設置。坂井市では、ポイ捨て防止のために看板を配布。	検討していない。	福井県(河川・農業部局)では実施なし。市町や自治会で設置しているようだ。	5年ほど前から川推進事業を実施。回収されたごみの処分は市町に。	環境政策課が「クリーンアップくい大作」を実施。回収されたごみの処分は市町に。

表 2.3-40(5) 生活系ごみに関するヒアリング結果

ヒアリング 対象者	その他			
	昔と比べて河川 内の生活系ごみ 量増減の状況	昔と比べて街中 の生活系ごみ量 増減の状況	生活系ごみ対策 の必要性	ポイ捨て条例の 制定の有無とそ の効果
国土交通省 北海道 開発局 留萌開発建 設部	大きな変動はないと感じている。	—	必要だとは考えるが生活系ごみは上流から流れてきており、対策方法がない。	—
国土交通省 東北地 方整備局 酒田河川 国道事務所	大きな変動はないと感じている。	—	必要だとは考えるが対策方法が思い かげない。	—
国土交通省 東北地 方整備局 新庄河川 事務所	数年前から変わ らない。	—	上流から流れて くるものなので 対策のとりよう がない。	—
国土交通省 近 地 方整備局 福井河川 国道事務所		—		—
北海道環境生活部環 境局循環型社会推進 課	廃棄物部局では把握してないが、河川管理者から河川内の廃棄物の処理に関する相 等が増えてきている状況にはない。	街中のごみは減 っていると思う。	3 R の推進に向けた継続した取 り組みが今後も 必要であると考 える。	道では、平成 15 年に「北海道空き 缶等の散乱の防 止に関する条例」 を制定している。 街中でのタバコ の い のポイ 捨ては減ってい ると感じる。
山形県庄内支庁保健 福 環境部環境課	河川敷へのポイ 捨て等による散 乱全般は少なく なったように感 じられる。 質な 不法投棄も後を たず、河川から 流出するごみは 大型ごみも含め 未だに多い。	道路管理者から の意見として、全 体的な状況とし てはあまり変化 がないが、各市町 からは、ポイ捨て 等によるごみの 散乱は少なくな ったように感じ るとの意見。	漂着ごみ削減(発 生抑制)には3 R (または5 R)ほ かごみ 正管理 など土地の 正 管理も含め総合 的対策が必要で あると思われる。	庄内管内には事 例はないが、鶴岡 市には空き缶等 の散乱等の防止 に関する条例が 制定されており、 三川町には、基本 条例「美しいまち 三川をつくる環 境条例」に空き缶 等の散乱防止の 一文がある。
福井県安全環境部循 環社会推進課	定量的には不明。 川 推進事業の 参加団体は増え ていることから、 海に流出するご みは減っている のではないかと。	増えている感 がある。	必要性は感じて いる。	平成22年12月時 点において、福井 県内 17 市町のう ちポイ捨て条例 の制定は9市町。

発生源の推定には、生活に関する商品の製造、流通、消費、廃棄の一連のプロセスがある。そのプロセスを机上にて検討し、山林管理者へのヒアリング結果により、実態に即したプロセス（図 2.3-37）を作成し、発生原因の推定を行った。

生活系ごみの発生は、消費における「紛失・ポイ捨て」が主な原因であると推定された。

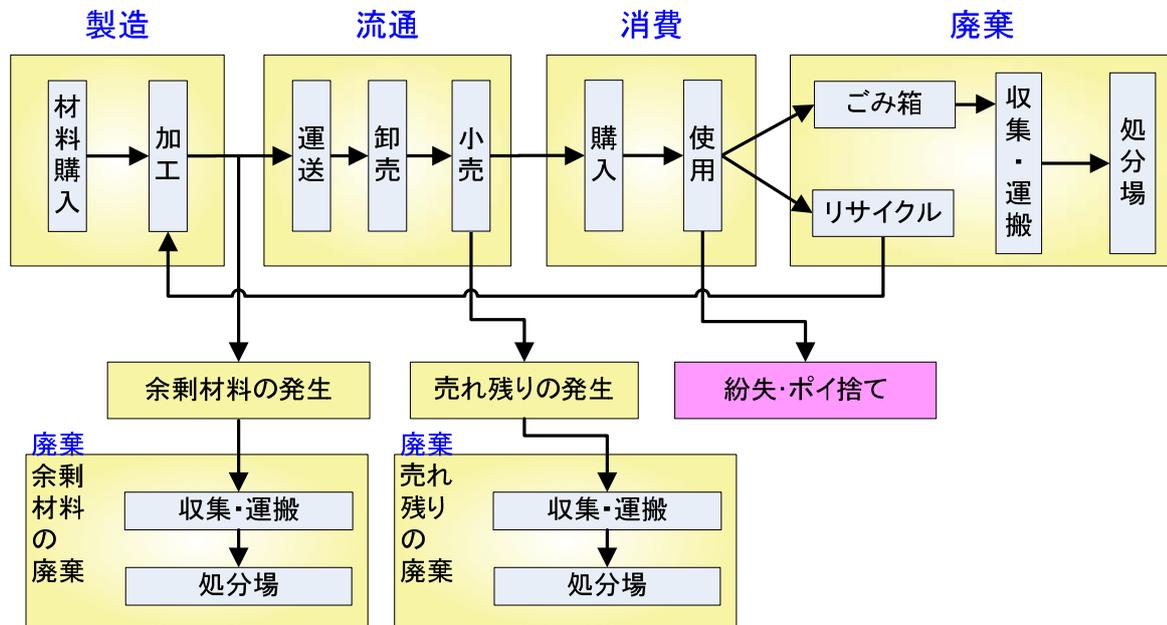


図 2.3-37 生活系ごみに関する商品の製造から廃棄までのプロセス

b. 経済的な観点からの検討

(a) 発生抑制にかかる費用

河川流域における不法投棄を回収・処分する費用、不法投棄を防止するために必要な費用を表 2.3-41 に示す。河川清掃等、河川における発生抑制となる行為に要する費用についても同表に示す。河川における発生抑制となる行為に要する費用として、河川のクリーンアップにおいて、ボランティアにより回収されたごみの運搬、処分費用を負担はしているものの、その費用は河川管理維持費の一部から拠出されており、詳細は不明であった。

表 2.3-41 発生抑制にかかる費用（河川）

年度	不法投棄を回収・処分する費用	不法投棄を防止するために必要な費用（看板・パトール）	河川における発生抑制となる行為に要する費用
国土交通省 北海道開発局 留萌開発建設部	平成 21 年度は 1 件の不法投棄を確認、回収・処分費用は、河川維持管理費に含まれており、詳細は不明。	看板の新規設置はしていない。	天塩川クリーンアップ大作で回収したごみの運搬及び処分費用（産業廃棄物）を負担
国土交通省 東北地方整備局 酒田河川国道事務所	酒田河川国道事務所管内の最上川：605.9 万円（H21 年度、流木・枝木等も含む）	看板設置費用は不明。	クリーンアップ活動には、費用 出はしておらず、職員の活動への参加で対応。
国土交通省 東北地方整備局 新庄河川事務所	ほとんど不法投棄はない。	看板の新規設置はしていない。	「モモカミゴミバスターズ」において、ボランティアで回収できない大型ごみ回収、ごみの運搬を担当。費用は発生しているが、維持管理費の一部として 出しており、詳細は不明。
国土交通省 近 地方整備局 福井河川国道事務所	九 川における直轄区間での不法投棄等のゴミの回収・処理費は、平成 16～21 年において、189～1,380 万円であった。	不法投棄防止の看板は相当数、設置している。一般的なアルミ製の看板は 27,800 円/一式、木杭を使用した看板は 4 万円/10 式である。	なし

(b) 発生抑制にかかる費用（河川以外）

河川以外における不法投棄を回収・処分する費用、不法投棄を防止するために必要な費用を表 2.3-42 に示す。河川以外における発生抑制となる行為に要する費用についても同表に示す。河川以外における発生抑制となる行為として、不法投棄されたごみの回収・運搬・処分について数十万円から数千万円の費用をかけている。

また、不法投棄防止の看板やパトロールにも数十万円から数千万円の費用をかけて、不法投棄対策を行っている。

表 2.3-42 発生抑制にかかる費用（河川以外）

年度	不法投棄等のごみを回収・処分した際の費用	不法投棄防止の看板設置の費用	行政から委託された住民による不法投棄防止パトロール等にかかる費用
北海道環境生活部環境局循環型社会推進課	平成 20 年度に北海道内の 173 市町村が、不法投棄に係るごみの撤去・処理のために支出した費用は、全道で約 3,700 万円。	不法投棄防止のための取組内容としては、集中的な監視パトロール活動、一美化活動、ポスターやチラシ・広報 等による普及啓発活動が多く、これらの取組は、道内市町村の 65.4%～72.6%で実施されている。この中に不法投棄防止の看板設置も含まれると考えるが、費用については不明である。	各市町村により実施されていると考えるが、費用については不明である。
山形県庄内支庁保健福環境部環境課	庄内地区不法投棄防止対策協議会 (H21) においては、回収・運搬・処分費として約 60 万円、美しいやまがた回復事業 (庄内分 H21) においては、回収・運搬・処分費として約 1,360 万円。 不法投棄等のごみを回収・処分を実施している各市町の費用は最大で約 92 万円。	庄内地区不法投棄防止対策協議会 (H21) においては、約 38 万円かけて不法投棄防止の看板設置を実施。 各市町においても、最大で約 20 万円かけて不法投棄防止の看板設置を実施。	山形県庄内総合支庁としては、住民に不法投棄防止パトロールの委託は行っていないが、各市町においては、最大で約 240 万円の費用をかけて委託している実績がある。
福井県安全環境部循環社会推進課	不法投棄ごみは一般廃棄物なので、市町が無償で処理。市町で処理しきれない不法投棄物の処理事業を県が実施。平成 21 年度で約 230 万円。	福井県の廃棄物部局では看板設置は行っていない。	民間 備会社にパトロールを委託。H22 年度で 3,300 万円。県全域で指定したところを見回っている。監視カメラも設置している。

(c) まとめ

河川管理者及び道県の担当部局においては、漂着ごみの原因となりうる不法投棄等について、不法投棄ごみの回収や処分、不法投棄防止のパトロールについて、かなりの費用をかけてその削減への取り組みを行っている。しかしながら、海岸は多くの生活系ごみが漂着をしている。

更に、生活系ごみの回収は、消費者が自ら排出したごみを回収する排出者責任に相当すると考えられ、消費者が回収・処分を行うことが望ましいと考えられる。しかしながら、今後は、消費者のみならず製造者の責任（拡大製造者責任：EPR）の適応も視野に入れた検討が必要になると考えられる。

c. 発生源管理に不足している知見の検討

河川管理者である国土交通省においては、河川愛護月間が設定されており、多くの河川において河川クリーンアップが行われている状況である。また、不法投棄についても維持管理費からそれらの回収・処分を行っている。また、このような河川クリーンアップ等は、北海道及び山形県において実施されており、河川管理者は生活系ごみが下流に流下しないようにできる限りの努力を行っている。

しかし、各地でボランティアの高齢化による不足やモチベーション維持に苦慮している。今後は、若年層を如何にボランティアに参加してもらうかが問題となる。そのため、ボランティア活動を評価し、公表することでモチベーション維持の一助になると考えられる。しかし、その手法については、手法を含め様々な問題が多くあるために、十分な検討が必要であると考えられる。

(2) 発生源対策の検討

前述のように、河川管理者は生活系ごみが下流に流下しないようにできる限りの努力を行っている。また、陸上においても道路のクリーンアップ等の活動、ポイ捨て条例の制定等が行われ、国や地方自治体が、河川に生活系ごみが流入しないようにできる限りの努力を行っている。

しかしながら、海岸に漂着するごみには多くの生活系ごみが含まれている。よって、現在実施されている削減方策の実施はもとより、新たな削減方策を加えた様々な削減方策の実施が必要であると考えられる。そのため、生活系ごみの発生源対策として現在実施されている削減方策及び新に考えられる削減方策を表 2.3-43 に示す。各削減方策における削減効果は、确实性を勘案した上で、短期、中長期に別けて示してある。

藤枝(2010)³³によると、瀬戸内海において陸から海に流入するごみ量は、94g/人/年(0.3g/人/日)との試算もある。環境省(2010)³⁴によると、平成20年度における全国の一般廃棄物の状況は、国民1人1日あたりの一般廃棄物の総排出量は1,033g/人/日とされており、前述の0.3g/人/日と比較すると極わずかな値である。このごみ量は、モラルの向上やクリーンアップの頻度を高くするといったことにより、防ぐことが非常に困難な数字であると考えられる。また、陸上におけるごみの密度は、河川の密度よりも薄いことが考えられ、様々な方策を施しても効果が薄いことも考えられる。

そのため、陸上から河川、河川から海域のごみの流れのうち、一定の密度となり海域に流出する前の河川における回収、特に河道内における回収に注力すべきであると考えられる。つま

り、側溝や用水路におけるスクリーンまたは除塵機の設置、河道内におけるごみ捕捉施設の設置・増設が強く望まれる。以下の(a)～(e)に既存の除塵機及び河道内におけるごみ捕捉施設の事例を示す。

表 2.3-43 生活系ごみの漂着削減に係わる方策

対象	手法	削減方策の種類	削減効果		経済性	実施の 容 さ	現状	将来 (案)
			短期	中長期				
内陸 での 対策	システム	3R活動(エコポイント制等)	B	B	B	A	実施中	○
		ポイ捨て条例の制定	B	B	A	A	一部で 制定	○
		不法投棄防止	B	B	C	B	実施中	○
		EPR(拡大生産者 任)政策	B	A	C	B	未実施	○
	経済 的手法	デポジット・リファンド制	B	A	B	B	一部で 実施	◎
		前払い処分料金(ADF)	B	A	B	C	未実施	○
		製品回収(take back)	B	A	B	C	一部で 実施	○
	回収	不法投棄物の回収	B	B	B	C	実施中	○
		街のクリーンアップ	B	B	B	B	一部で 実施	○
側溝、用水路におけるスクリーンまたは除塵機の設置・増設		A	A	B	C	一部で 実施	◎ (増設)	
河川 での 対策	システム	不法投棄防止	B	B	B	B	実施中	○
	回収	不法投棄物の回収	B	B	C	C	実施中	○
		河川のクリーンアップ	B	B	B	B	実施中	○
		河道内におけるごみ捕捉施設の設置・増設	A	A	B	C	一部で 実施	◎ (増設)
その 他	技術 開発	生分解性プラスチック製品 (ペットボトル等)	C	A	C	C～D	未実施	○
	その 他	普及啓発(内陸の人向け)	B	A	A	A	実施中	○
		環境教育(子供向け、学校教育で導入)	B	A	A	A	実施中	◎

※1: 「A」～「D」の順に度合いが高いことを示す。

※2: 将来(案)における「◎」は強く推奨、「○」は推奨を示す。

(a) 河道内におけるごみ捕捉施設（ 川県 海市：オイルフェンス）

概要：神奈川県熱海市に河口を有する糸川の河口部にオイルフェンスを設置し、上流から流下してくるごみを海域に流出させない施設である（図 2.3-38）。オイルフェンスは常時設置しているが、その強度は不明である。しかし、出水等により流出したことはない。ごみの回収は不定期であり、台風等により出水した際に、熱海市役所職員、消防団員等で回収を行っている。

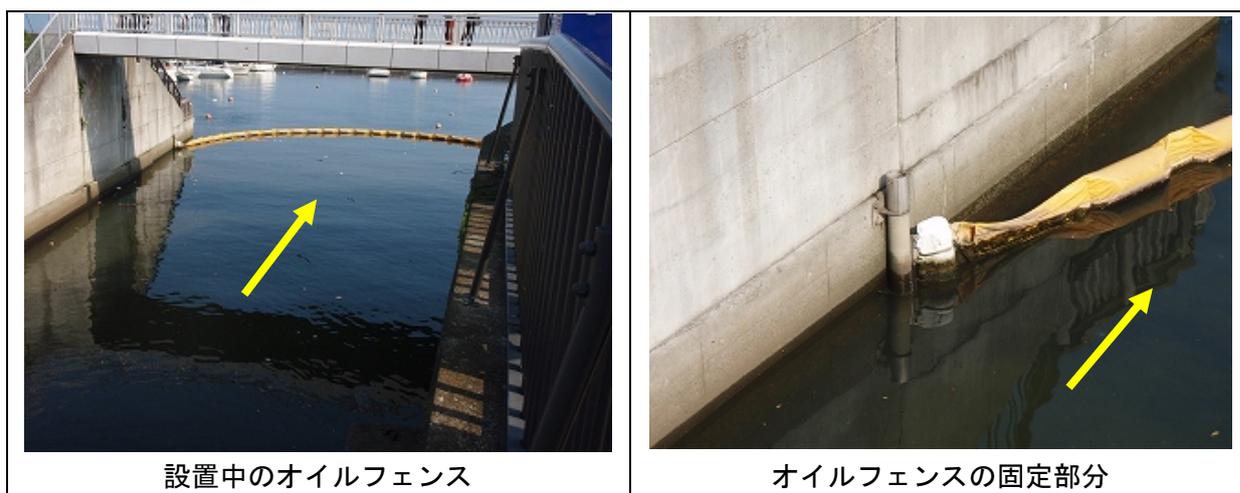


図 2.3-38 河道内におけるごみ捕捉施設（ 川県 海市：オイルフェンス）

設置経緯：糸川河口部の右岸側の親水護岸第2工区工事中に、糸川河口部数十メートル付近より重油が湧き出てきたため、河口部にオイルフェンスを設置した。その後も重油が浮遊することがあるため、オイルが海に流れないように現在も設置を続けている。そもそもの目的は、ごみ流出防止ではなく、重油流出防止のためであった。

設置費用：オイルフェンスの設置時期は、重油が湧出した直後の1998年6月である。河川管理者である神奈川県が設置したため設置費用については不明であるが、オイルフェンスは熱海市が所有していたものを使用し、新規に購入は行っていない。

維持費用：2004年にオイルフェンスが破損したため交換を行った。その際のオイルフェンスの購入・設置は、神奈川県が行った。回収頻度は2回/年程度、回収量は記録していない。2010年の実績としては、8月に台風に伴う出水後にごみを回収した。熱海市防災室、建設課、消防で合わせて16名が2時間程度の作業で2日間かかり、2tダンプ1台分のごみを回収した。回収したごみは市の一般廃棄物処理施設により焼却したため、人件費以外の実費はかかっていない。

(b) 河道内におけるごみ捕捉施設（東京都大田区：オイルフェンス）

概要：大田区の蒲田駅近くを流れる呑川にオイルフェンスを設置し、上流から流下してくるごみを海域に流出させない施設である（図 2.3-39）。オイルフェンスは2箇所あり、原則として7日間隔で設置、回収を繰り返している。回収方法は、小型ボートを河川に下ろし、ごみを回収した後、オイルフェンスともども河川から回収している。回収作業は、民間業者に委託し、回収したごみは産業廃棄物として処分している。オイルフェンスの強度は不明であるが、出水等が予見された場合は速やかに引き上げる等の措置を行っているために、台風等によって全て流された状態に陥ったことはない。



大田区 田まちなみ維持課からの提供資料

図 2.3-39 河道内におけるごみ捕捉施設（東京都大田区：オイルフェンス）

設置経緯：昭和 60 年頃に、都市河川における景観、悪臭等の問題により、ごみ捕捉施設を設置した。

設置費用：設置費用については不明であるが、オイルフェンスの交換は行った実績はない。

維持費用：2008～2010 年度の実績では、廃プラスチック、金属くず等を月に約 1.77 m³/月程度回収している。回収は委託されており、回収に伴う人件費及び工事費、処分費用（産廃）等として月に約 60 万円/月程度の費用がかかっている。

(c) 河道内におけるごみ捕捉施設（愛知県名 屋市：機 式）

概 要：名古屋市を流れる堀川の城北流（河口より 12.3km）に下水道の施設を利用したごみ捕捉施設（ごみキャッチャー）が設置されている（図 2.3-40）。この区間は潮の干満の影響を受ける区間である。設計・設置は名古屋市河川部が、維持・運用は名古屋市下水道局で行っている。施設の側壁に設置した水位計が特定の水位を感知し、続いて 10cm 下の水位を感知すると、流入ゲートが下がり、ごみをごみ回収かごに導く方式のため、1日に最大2回、365日の回収を行っている。ただし、22時から5時までは回収を行っていない。また、雨（感雨計が濡れているとき）の際にも回収は行っていない。出水時には、オイルフェンスの左岸側の固定金具（破損ピン）が壊れ、片側だけで固定する方式となっている。これまでの実績では、年間で一度切れるかどうかの頻度である。

回収量は、不燃物及び可燃物合わせて 2～3 t/年である。そのうち木屑・木の葉等の自然物が 8割程度、人工ごみが 2割程度である。運用開始後まだ 4年しか経過していないため、時期的な変動について特段の傾向は見られない。

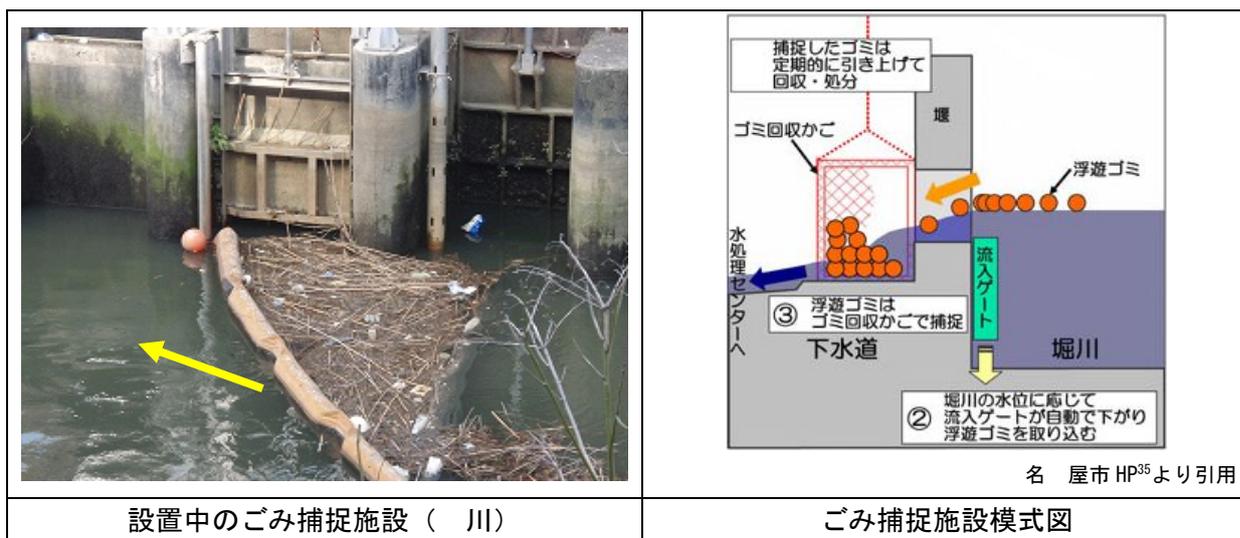


図 2.3-40 河道内におけるごみ捕捉施設（愛知県名 屋市：機 式）

設置経緯：市民から堀川の浮遊ごみ対策の要望を受け施設を設置した（平成 18 年 9 月完成）。

設置費用：設置費用は約 1,600 万円である。

維持費用：施設の点検、ごみの回収と運搬を委託しており、年間で 200 万円程度の費用がかかっている。回収したごみは、減免措置により処分している。産業廃棄物に当たるような大型のごみは、これまで回収されたことがない。

(d) 農業用水路内における除塵機（山形県酒田市：機 式）

概 要：農業用水路に機械式のごみ回収装置である除塵機を設置している（図 2.3-41）。農業用水路に通水する4月から9月において、24時間稼働している。西3号除塵機においては、2009年度の実績として廃プラスチック等の産業廃棄物を10.5 m³/年、草等の一般廃棄物を3,150kg/年回収している。



図 2.3-41 山形県鶴岡市（赤川左岸）における除塵機

設置経緯：赤川頭首工より取水した水を農業用に利用するが、農地に分水する際にポンプを利用する。農業用水にごみが混入していた場合、ポンプが破損する可能性があることから、それらのごみを回収するために除塵機を設置している。

設置費用：機械としては除塵機の設置は1機で約700～800万程度であるが、設置費用も含まれることから、工事費は機械金額より高くなる。赤川左岸における除塵機を設置した水路規模、工事費等を表 2.3-44 に示す。

表 2.3-44 赤川左岸の除塵機の規模と工事費

施設名	水路断面 (幅 高さ)	建設年度	工事費 (万円)
西3 除塵機	2.30m 1.50m	昭和58年度	1,07.1
湯野沢分水工の除塵機	3.50m 1.70m	昭和63年度	1,485.9

赤川土地改良区からの提供資料

維持費用：当施設維持するために必要な経費として、除塵機は電動式の施設であることから電気代、回収したごみを毎日片付けする運転手賃金、回収したごみの運搬・処分費、機械点検整備費がある。それら維持費用を表 2.3-45 に示す。

なお、この他に、補修費として湯野沢分水工の除塵機には平成16年に約500万

円、西3号除塵機には平成22年に360万円がかかっている。

表 2.3-45 赤川左岸の除塵機の維持管理費用

(2009年度実績：円/年)

施設名	運転手 金	電気代	回収したごみの運搬・ 処分費	点検整備費	合計
西3 除塵機	210,600	44,468	365,715 (廃プラ：10.5 m ³ /年 草等の一廃：3,150kg) ----- 廃プラ：@9,500 円/m ³ 草等の一廃：@40 円/kg 2t トラック：8,000 円/台	147,000	767,783
湯野沢分水工 の除塵機	263,250	50,994	運転手 金に含む	25,200	339,444

赤川土地改良区からの提供資料

(e) 河道内におけるごみ捕捉施設（米国・カリフォルニア：ブーム）

概要：人口 1400 万人のロサンゼルス有するカリフォルニア州においては、1 日平均 35,000 t のごみを排出しており、海に流れ込む主要な川はロサンゼルス川及びサンガブリエル川の 2 本である。2004 年に州知事が 10 年間で 530 億円を投じて海に流出するごみをゼロにする法案を提出した。川をせき止めるブームを設置し、バキュームカーを使用して 70 t /年のごみを回収した。また、街の排水溝にフィルターを設置し、ごみが排水溝に流入するのを防いだ（図 2.3-42）。

	
<p>ブームにてごみを集める</p>	<p>ブームにてごみを集める</p>
	
<p>排水溝のごみフィルター</p>	<p>マンホールの注意書き</p>

兼廣(2011)¹⁶より引用

図 2.3-42 河道内におけるごみ捕捉施設（米国・カリフォルニア：ブーム）

設置経緯：カリフォルニア州における海に流れ込む主要な川であるロサンゼルス川及びサンガブリエル川において、海域に流出するごみをゼロとするために設置された。

設置費用：設置費用は不明である。ただし、海に流出するごみをゼロにするために、10 年間で 530 億円を投じている。

維持費用：維持費用は不明である。ごみの回収量は、バキュームカーを使用して 70 t /年である。

2.4 総合検討

2.4.1 海域における海洋ごみ現存量削減のためのロジックツリー

藤枝（私信）によると、海域における海洋ごみ削減のためには、海域への流入量を削減すること及び海域で回収することが必要である。またそれぞれの現存量削減のための対策を講じていく上で考えられるロジックツリーを図 2.4-1 に示す。

このロジックツリーは、それぞれの対策でごみの現存量がゼロでなければ、それより左側での対策が必要となるが、右に行けば個別の対策となり、全体への効果は低いことを表している。

2.4.2 都道府県向け流出防止ガイドライン（素案）

本調査において考えられる漁具、流木及び生活系ごみの漂着削減に係わる方策を表 2.4-1 に示す。各削減方策における削減効果は、確実性を勘案した上で、短期、中長期に別けて示してある。

全国的な視点から総合的に検討し、次年度以降、漂着ごみの種類ごとに発生抑制のためのガイドラインを作成するために、表 2.4-1 における「将来(案)」において、将来も実施が困難な方策（表中では△と記載）、評価できなかった方策（表中では？と記載）については除外し、現状において考えられる発生抑制対策の素案を作成して表 2.4-2 に示す。

表 2.4-3 における発生源対策ガイドライン素案は、主な実施主体（物理責任）を記載しており、今後、現実化していく上では、それら方策の責任主体を明確にする必要がある。例えば漁具においては、漁具のみを目的とした回収は、漁業従事者が自ら排出したごみを回収する排出者責任に相当するが、漁具を含んだ海底ごみの回収における生活系ごみに関しては、拡大製造者責任（EPR）の適応も視野に入れた検討が必要になると考えられる。次に、費用負担及び持続可能な体制構築のための検討が必要となるため、それらの役割分担等については、今後、関係者により検討していく必要があると考えられる。

表 2.4-1(1) 漁具の漂着削減に係わる方策

対象	手法	削減方策の種類	削減効果		経済性	技術開発	検討状況	現状	将来(案)
			短期	中長期					
漁具 に対する 対策	回収システム	操業中のトラブルにより流出した漁具の回収	C	B	C	—	有	一部で実施	○
	流防システム	トレーサビリティ(追跡可能性)	?	?	?	D	無	未実施	○
		漁具の販売量・処分量の把握	B	A	A	—	無	未実施	◎
	経済的手法	デポジット・リファンド制	A	A	B	—	有	未実施	◎
		前払い処分料金(ADF)	A	A	B	—	有	一部で実施	◎
		製品回収(take back)	A	A	B	—	無	未実施	◎
	技術開発	生分解性の漁具	B	A	D	C	無	未実施	◎
代替漁具		?	?	C	D	無	未実施	?	
海底 ごみ に対する 対策	回収システム	回収ごみの持ち帰り制度	B	A	A	—	有	一部で実施	◎
		回収ごみの買い取り制度	B	A	B	—	有	一部で実施	◎
		海上のごみ箱	C	?	?	—	海外で有	未実施	?
	回収作業	定期的な海底清掃	B	A	C	—	有	一部で実施	◎
その他	その他	普及啓発(漁業従事者向け)	C	A	A	—	不明	不明	◎

※1: 「A」～「D」の順に度合いが高いことを、「?」は評価できないことを示す。

※2: 将来(案)における「◎」は強く推奨、「○」は推奨、「?」は評価できないことを示す。

※3: 「流防システム」は、流出防止のためのシステム(仕組み)を示す。

表 2.4-1(2) 流木の漂着削減に係わる方策

対象	手法	削減方策の種類	削減効果		経済性	山林・河川における環境への影響	現状	将来(案)
			短期	中長期				
山林での流木対策	回収システム	除間伐材の集材・搬出	A	A	B	影響は軽微	一部で実施	◎
		除間伐に伴い発生する枝・葉の回収・搬出	B	A	C	山林の養分が減少するため影響が大きい	未実施	△
	回収作業	溪流部での流木捕捉施設の設置・増設(スリットダム)	B	A	B	影響は軽微	一部で実施	◎ (増設)
河川での流木対策	回収作業	河川敷での流木回収	B	A	B	影響は軽微	一部で実施	◎
		河道内での流木捕捉施設の設置・増設	A	A	C	影響は軽微	一部で実施	◎ (増設)
	管理徹底	河畔林の全伐採	A	A	D	環境影響が大きい	未実施	△
		河畔林の除間伐	B	B	B	影響は軽微	実施中	○
		低水敷の護岸整備	B	A	D	環境影響が大きい	災害復旧にて実施	△ (新規)
治山対策	管理徹底	治山・砂防施設の設置	B	B	B	施設上下流における魚類の移動阻害	実施中	○
		地滑り防止施設の設置(地下水を抜く井戸)	B	B	B	影響は軽微	実施中	○
		地滑り防止(地滑りが予測される斜面上部の土砂を取り除く)	B	B	C	影響は軽微	実施中	○
		地滑り防止(不動層まで杭を打つ)	B	B	C	影響は軽微	実施中	○

※1: 「A」～「D」の順に度合いが高いことを示す。

※2: 将来(案)における「◎」は強く推奨、「○」は推奨、「△」は困難を示す。

表 2.4-1(3) 生活系ごみの漂着削減に係わる方策

対象	手法	削減方策の種類	削減効果		経済性	実施の 容 さ	現状	将来 (案)
			短期	中長期				
内陸 での 対策	システム	3R活動(エコポイント制等)	B	B	B	A	実施中	○
		ポイ捨て条例の制定	B	B	A	A	一部で 制定	○
		不法投棄防止	B	B	C	B	実施中	○
		EPR(拡大生産者 任)政策	B	A	C	B	未実施	○
	経済 的 手 法	デポジット・リファンド制	B	A	B	B	一部で 実施	◎
		前払い処分料金(ADF)	B	A	B	C	未実施	○
		製品回収(take back)	B	A	B	C	一部で 実施	○
	回収	不法投棄物の回収	B	B	B	C	実施中	○
		街のクリーンアップ	B	B	B	B	一部で 実施	○
		側溝、用水路におけるスクリーンま たは除塵機の設置・増設	A	A	B	C	一部で 実施	◎ (増設)
河川 での 対策	システム	不法投棄防止	B	B	B	B	実施中	○
	回収	不法投棄物の回収	B	B	C	C	実施中	○
		河川のクリーンアップ	B	B	B	B	実施中	○
		河道内におけるごみ捕捉施設の設 置・増設	A	A	B	C	一部で 実施	◎ (増設)
その 他	技術 開発	生分解性プラスチック製品 (ペットボトル等)	C	A	C	C~D	未実施	○
	その 他	普及啓発(内陸の人向け)	B	A	A	A	実施中	○
		環境教育(子供向け、学校教育で導 入)	B	A	A	A	実施中	◎

※1: 「A」～「D」の順に度合いが高いことを示す。

※2: 将来(案)における「◎」は強く推奨、「○」は推奨を示す。

表 2.4-2(1) 海岸に漂着するごみの漂着削減に係わる方策

項目	ごみの種類	具体的な発生抑制対策	目的	推奨度
漁具	漁具	操業中のトラブルにより流出した漁具の回収	流出漁具の積極的な回収、排出者 任の追及	○
		トレーサビリティ(追跡可能性)	排出者 任の追及	○
		漁具の販売量・処分量の把握	漁具の積極的な回収、漁業従事者の意識改	◎
		デポジット・リファンド制		◎
		前払い処分料金(ADF)		◎
		製品回収(take back)		◎
		生分解性の漁具	流出漁具の残存防止	◎
		普及啓発(漁業従事者向け)	漁具の一部でも 大であると認識してもらい 操業中に漁具が流出することの理解を深める	◎
	漁具・生活系ごみ・ 流木	回収ごみの持ち帰り制度(漁港にごみ箱設置)	海底ごみの積極的な回収	◎
		回収ごみの買い取り制度(漁協が買い取り)		◎
定期的な海底清掃		◎		
流木	流木	除間伐材の集材・搬出	林地散在を発生させない	◎
		溪流部での流木捕捉施設の設置・増設(スリットダム)	本川に入る前に捕捉する	◎
		河川敷での流木回収	増水による流出を防ぐ	◎
		河畔林の除間伐		○
		治山・砂防施設の設置	流木の主な発生原因である土砂災害の防止	○
		地滑り防止施設の設置(地下水を抜く井戸)		○
		地滑り防止(地滑りが予測される斜面上部の土砂を除去)		○
		地滑り防止(不動層まで杭を打つ)		○
	流木・生活系ごみ	河道内での流木捕捉施設の設置・増設	海域に流出する前に捕捉する	◎

※ ◎：強く推奨、○：推奨

表 2.4-2(2) 海岸に漂着するごみの漂着削減に係わる方策

項目	ごみの種類	具体的な発生抑制対策	目的	推奨度
生活系 ごみ	生活系ごみ	3 R活動(エコポイント制等)	3 R活動(エコポイント制等)	○
		ポイ捨て条例の制定	市街地のごみの削減	○
		デポジット・リファンド制	生活系ごみの削減、3 R活動の推進	◎
		街・河川の不法投棄防止及び不法投棄物の回収	ごみの流下防止	○
		街のクリーンアップ・河川のクリーンアップ		○
		用水路等におけるスクリーン・除塵機の設置・増設		◎
		環境教育(子供向け、学校教育で導入)	漂着ごみの現状への理解促進	◎
	生活系ごみ・流木	河道内におけるごみ捕捉施設の設置・増設	ごみの流下防止	◎

※ ◎：強く推奨、○：推奨

表 2.4-3(1) 発生源対策ガイドライン素案

項目	ごみの種類	具体的な発生抑制対策	主な実施主体	今後の課題・問題点
漁具	漁具	デポジット・リファンド制 前払い処分料金(ADF) 製品回収(take back)	国 : 良事例の、制度の普及 地方自治体 : 良事例の、制度の普及 漁協、漁連 : 制度の普及、制度の導入 漁業従事者 : 漁網の使用	<ul style="list-style-type: none"> ・漂着漁網の 数以上が海外製。 ・国内で使用している漁網が 入品の場合、デポジット制は困難。 ・普及のための 政 置が必要。 ・漁業従事者の意識改 が必要。
		生分解性の漁具	国 : 開発の奨、使用の普及 地方自治体 : 開発の奨、使用の普及 漁協、漁連 : 使用の普及 製網メーカー : 開発研究 漁業従事者 : 漁具の使用	<ul style="list-style-type: none"> ・製造価格が現状の漁網より高価。 ・漁具の変 は漁業従事者が敬遠する傾向がある。 ・普及のための 政 置が必要。 ・漁業従事者の意識改 が必要。
		漁具の販売量・処分量の把握	地方自治体、漁協、漁業従事者	<ul style="list-style-type: none"> ・漁具の販売量・処分量の現況が不明。 ・製網メーカー、問屋、漁協等、漁網の購入経路が複雑なため販売量把握が困難。 ・漁網量の一元管理が必要。
		普及啓発(漁業従事者向け)	国、地方自治体、漁協、漁業従事者	<ul style="list-style-type: none"> ・漁具の一部でも 大との認識が必要。 ・操業形態の変 が必要な場合がある。
	海底ごみ (漁具・生活系ごみ・流木)	回収ごみの持ち帰り制度(漁港にごみ箱設置)	国 : ごみ箱設置、処分 地方自治体 : ごみ箱設置、処分 漁協、漁連 : 処分 漁業従事者 : 回収、処分	<ul style="list-style-type: none"> ・回収したごみの処分。 ・家 ごみ持込の防止。 ・普及のための 政 置が必要。
		回収ごみの買い取り制度(漁協が買い取り)	国、地方自治体、漁協、漁連 : 処分 漁業従事者 : 回収、処分	
		定期的な海底清掃		

表 2.4-3(2) 発生源対策ガイドライン素案

項目	ごみの種類	具体的な発生抑制対策	主な実施主体	今後の課題・問題点	
流木	流木	除間伐材の集材・搬出	山林管理者等	・回収した除間伐材の処分。	
		溪流部での流木捕捉施設の設置・増設(スリットダム)	山林管理者等	・回収した流木の処分。 ・出水時に施設が破損する可能性がある。	
		河川敷での流木回収	河川管理者等	・回収した流木の処分。 ・流下阻害とならない物であるため河川管理の順位が低い。	
	流木・生活系ごみ	河道内での流木捕捉施設の設置・増設	河川管理者等：施設設置、維持管理 地方自治体等：維持管理	・日常の管理が必要となる。 ・回収した流木の処分。	
生活系ごみ	生活系ごみ	用水路等におけるスクリーン・除塵機の設置・増設	河川以外の水路の管理者等 ：施設設置、維持管理 地方自治体等：維持管理	・回収したごみの処分。 ・出水時に施設が破損する可能性がある。	
	生活系ごみ・流木	河道内におけるごみ捕捉施設の設置・増設	河川管理者等：施設設置、維持管理 地方自治体等：維持管理	・施設により流下阻害が起こる可能性がある。	
	生活系ごみ	生活系ごみ	デポジット・リファンド制	国：良事例の、制度の普及 地方自治体：制度の普及 製造メーカー：制度の普及、制度の導入 小売店：制度の普及、制度の導入 消費者：制度の導入	・小売価格が上がるため、普及には設置が必要。 ・国内で使用している商品が入品の場合、デポジット制は困難。
		生活系ごみ	環境教育(子供向け、学校教育で導入)	国、地方自治体、学校等	・効果が出るまでに長時間が必要。 ・子供をとおしてへの普及啓発が必要。

2.4.3 今後の課題

(1) 漁具

a. 得られた知見

漂着している漁具の分析、発生場所における調査、発生プロセスの推定、経済的な観点からの検討を行った結果、得られた知見を以下に示す。

- 北海道豊富町に漂着していた漁網は44%が国内製、韓国製（推定）が8%、中国製（推定）が20%であり、漁法は68%が底曳網漁業であった。
- 福井県坂井市に漂着していた漁網は24%が国内製、韓国製（推定）が32%、中国製（推定）が24%であり、漁法は60%が底曳網漁業であった。
- 操業中に漁網全てが流出した際には回収を行っている事例があるが、操業中に漁網が破損して海域に流出し、海岸に漂着している可能性はあると考えられる。
- 漁網が流出した場合は、直ちに回収する方法が最も経費が少なく、海岸にて漁網を回収する方法が最も経費がかかる。
- 漁網を含んだ海底ごみを持ち帰るもしくは買い取る経費は、海岸にて漁網を回収する方法よりも安価である。
- 韓国では普及しつつある生分解性の漁網は、国内における開発及び普及は進んでいない。

b. 今後の課題

得られた知見を踏まえ、今後の課題及び問題点を以下に示す。

- 2調査地点における結果が日本の全体的な傾向であるかどうか、その代表性を確認する必要がある（調査地点数及び検体数）。
- 諸外国に向けて情報発信をする際にも、正確な分析結果が要求されるため、現在は推定となっている海外製漁網の国名等を特定する必要がある。
- 現在は不明となっている漁網の販売量及び処分量の把握が必要である。
- 海底ごみ（漁具を含む）の回収・処理における責任主体（EPRも視野に入れる）及び費用負担の検討が必要である。
- 韓国における生分解性漁具の開発、普及についての把握が必要である。

(2) 流木

a. 得られた知見

漂着している流木の樹種分析、発生場所における調査、発生プロセスの推定、経済的な観点からの検討を行った結果、得られた知見を以下に示す。

- 北海道豊富町に漂着していた流木の大部分は、河川近傍に生育している樹木が占めている。
- 北海道豊富町に漂着していた流木の大部分は、北海道豊富町より対馬暖流の上流となる南側に河口を有する天塩川を含む北海道北部の森林（冷温帯の針広混交林）によく見られる樹種である。
- 山形県酒田市周辺に漂着した流木の大部分は、河川近傍に生育している樹木が多いものの、植栽木（スギ、ヒノキ）も3割程度は含まれている。
- 山形県酒田市周辺に漂着した流木の大部分は、最上川及び周辺河川流域由来であり、ごく一部が他の地域からの海域を経由した流入であると推定される。

- 山林（国有林、道県有林及び道県が指導をする民有林）及び河川においては、除間伐材の管理は厳格になされていることから、通常時における流木の発生は可能性が低く、地滑り等の土砂災害時に大量の流木が発生することが推定される。
- 山林で除間伐材を集材・搬出する方法が海岸で回収する方法より安価である。
- スリットダム等を設置・増設し流木を捕捉することにより、海岸で回収するよりも安価に流木が回収できる。
- 河川敷での流木回収及び河道内での流木回収も有効である。

b. 今後の課題

得られた知見を踏まえ、今後の課題及び問題点を以下に示す。

- 木材組織を観察する分析では樹種判別に限界があるため、DNA を使った方法等を使用し、樹種判別を行う検討が必要である。
- 風雪害により被害を受けた樹木の管理方法の把握が必要である。

(3) 生活系ごみ

a. 得られた知見

生活系ごみの発生プロセスの推定、経済的な観点からの検討を行った結果、得られた知見を以下に示す。

- 生活系ごみの発生は、消費の段階における「紛失・ポイ捨て」が主な原因である。
- 河川管理者及び道県の担当部局においては、漂着ごみの原因となりうる不法投棄等について、不法投棄ごみの回収や処分や不法投棄防止のパトロールについて取り組みを行っている。
- 陸上におけるごみの密度は、河川での密度よりも薄いことが考えられるため、陸上から河川、河川から海域へのごみの流れのうち、一定の密度となり海域に流出する前の河川における回収、特に河道内における回収に注力すべきであると考えられる。
- 側溝や用水路におけるスクリーンまたは除塵機の設置・増設、河道内におけるごみ捕捉施設の設置・増設が有効である。

b. 今後の課題

得られた知見を踏まえ、今後の課題及び問題点を以下に示す。

- ボランティア活動を評価する手法の検討が必要である。
- 国内外の河道内におけるごみ回収施設の事例収集が必要である。
- 生活系ごみの回収・処理における責任主体（EPR も視野に入れる）及び費用負担の検討が必要である。

(4) 全体的な課題

海岸に漂着するごみ（漁具、流木及び生活系ごみ）の発生プロセスの推定、経済的な観点からの検討を行い、得られた知見を踏まえ、今後の課題及び問題点を以下に示す。

- 今後の対策の推進に当たり、処理費用に関する市町村の負担が増加することが想定されるため、その費用についてのデータを精査する必要がある

(5) 都道府県向け流出防止ガイドライン（素案）

全国的な視点から総合的に検討し、今後、漂着ごみの種類ごとに発生抑制ガイドラインを作成するための参考として、本調査において得られた知見から考えられる発生源対策の主な

実施主体及び今後の課題を含めた発生抑制対策の素案を表 2.4-4 に示す。

表 2.4-4(1) 発生源対策ガイドライン素案

項目	ごみの種類	具体的な発生抑制対策	主な実施主体	今後の課題・問題点
漁具	漁具	デポジット・リファンド制 前払い処分料金(ADF) 製品回収(take back)	国 : 良事例の、制度の普及 地方自治体 : 良事例の、制度の普及 漁協、漁連 : 制度の普及、制度の導入 漁業従事者 : 漁網の使用	<ul style="list-style-type: none"> ・漂着漁網の 数以上が海外製。 ・国内で使用している漁網が 入品の場合、デポジット制は困難。 ・普及のための 政 置が必要。 ・漁業従事者の意識改 が必要。
		生分解性の漁具	国 : 開発の奨、使用の普及 地方自治体 : 開発の奨、使用の普及 漁協、漁連 : 使用の普及 製網メーカー : 開発研究 漁業従事者 : 漁具の使用	<ul style="list-style-type: none"> ・製造価格が現状の漁網より高価。 ・漁具の変 は漁業従事者が敬遠する傾向がある。 ・普及のための 政 置が必要。 ・漁業従事者の意識改 が必要。
		漁具の販売量・処分量の把握	地方自治体、漁協、漁業従事者	<ul style="list-style-type: none"> ・漁具の販売量・処分量の現況が不明。 ・製網メーカー、問屋、漁協等、漁網の購入経路が複雑なため販売量把握が困難。 ・漁網量の一元管理が必要。
		普及啓発(漁業従事者向け)	国、地方自治体、漁協、漁業従事者	<ul style="list-style-type: none"> ・漁具の一部でも 大との認識が必要。 ・操業形態の変 が必要な場合がある。
	海底ごみ (漁具・生活系ごみ・流木)	回収ごみの持ち帰り制度(漁港にごみ箱設置)	国 : ごみ箱設置、処分 地方自治体 : ごみ箱設置、処分 漁協、漁連 : 処分 漁業従事者 : 回収、処分	<ul style="list-style-type: none"> ・回収したごみの処分。 ・家 ごみ持込の防止。 ・普及のための 政 置が必要。
		回収ごみの買い取り制度(漁協が買い取り)	国、地方自治体、漁協、漁連 : 処分 漁業従事者 : 回収、処分	
		定期的な海底清掃		

表 2.4-4(2) 発生源対策ガイドライン素案

項目	ごみの種類	具体的な発生抑制対策	主な実施主体	今後の課題・問題点
流木	流木	除間伐材の集材・搬出	山林管理者等	・回収した除間伐材の処分。
		溪流部での流木捕捉施設の設置・増設(スリットダム)	山林管理者等	・回収した流木の処分。 ・出水時に施設が破損する可能性がある。
		河川敷での流木回収	河川管理者等	・回収した流木の処分。 ・流下阻害とならない物であるため河川管理の順位が低い。
	流木・生活系ごみ	河道内での流木捕捉施設の設置・増設	河川管理者等：施設設置、維持管理 地方自治体等：維持管理	・日常の管理が必要となる。 ・回収した流木の処分。
生活系ごみ	生活系ごみ	用水路等におけるスクリーン・除塵機の設置・増設	河川以外の水路の管理者等 ：施設設置、維持管理 地方自治体等：維持管理	・回収したごみの処分。 ・出水時に施設が破損する可能性がある。
	生活系ごみ・流木	河道内におけるごみ捕捉施設の設置・増設	河川管理者等：施設設置、維持管理 地方自治体等：維持管理	・施設により流下阻害が起こる可能性がある。
	生活系ごみ	生活系ごみ	国：良事例の、制度の普及 地方自治体：制度の普及 製造メーカー：制度の普及、制度の導入 小売店：制度の普及、制度の導入 消費者：制度の導入	・小売価格が上がるため、普及には設置が必要。 ・国内で使用している商品が入品の場合、デポジット制は困難。
			環境教育(子供向け、学校教育で導入)	国、地方自治体、学校等

2.5 引用文献

- 1 漂流・漂着ゴミに係る国内削減方策モデル調査 総括検討会報告書(2010)平成 21 年度漂着ゴミ状況把握調査 総括検討会, pp649.
- 2 厚生省生活衛生局水道環境部産業廃棄物対策室(1992)漁業系廃棄物処理ガイドライン, 9.
- 3 水産庁漁業系廃棄物対策研究会(1992)漁業系廃棄物と全国の処理事例, 25-26.
- 4 兼廣春之(2007)漁業系海洋ごみ問題の現状と課題, 海洋ごみリサイクル可能性調査報告書(平成 19 年), 財団法人 環日本海環境協力センター, 181-182.
- 5 兼廣春之(2001)漁業資材の廃棄、リサイクルの現状, 日本水産学会 67(2), 315-316.
- 6 環境省中国四国地方環境事務所(2009)平成 18 年度瀬戸内海海ごみ対策検討会 調査検討報告書, pp22
- 7 農林水産省大臣官房統計部(2010)平成 20 年(度) 漁業経営調査報告書, 42, 66-67.
- 8 国土交通省中部地方整備局, 林野庁森林整備部, 水産庁増殖推進部(2003)総合的な沿岸漂着物対策検討調査報告書, pp172
- 9 島地謙・伊東隆夫(1982)図説木材組織, (株)地球社, pp176
- 10 (独)森林総合研究所: 日本産木材識別データベース
(URL:<http://f030091.ffpri.affrc.go.jp/IDB/home.php>)
- 11 佐竹義輔, 原 寛, 亘理俊次, 富成忠夫(1989)日本の野生植物 木本 I, (株)平凡社
佐竹義輔, 原 寛, 亘理俊次, 富成忠夫(1989)日本の野生植物 木本 II, (株)平凡社
倉田悟(1964)原色日本林業樹木図鑑, 第 1 巻(株)地球社
倉田悟(1968)原色日本林業樹木図鑑, 第 2 巻(株)地球社
倉田悟(1971)原色日本林業樹木図鑑, 第 3 巻(株)地球社
倉田悟(1973)原色日本林業樹木図鑑, 第 4 巻(株)地球社
倉田悟(1976)原色日本林業樹木図鑑, 第 5 巻(株)地球社
- 12 斎藤直人(2010)平成 21 年度循環型社会形成推進科学研究費補助金 総合研究報告書 海岸流木のリサイクルに向けたシステム提案 (漂着ごみ問題解決に関する研究) (K1922, K2053, K2172), pp163.
- 13 林野庁森林整備部, 国土交通省河川局(2008)ダム貯水池における流木流入災害の防止対策検討調査報告書, pp50
- 14 鳥取県 HP : <http://www.pref.tottori.lg.jp/dd.aspx?menuid=44943>
- 15 水産庁(2010)2008 年漁業センサス報告書 :
<http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/fc/index.html>
- 16 兼廣春之(2011)海洋ごみ問題の解決に向けた方策について, 伊勢湾の海洋ごみ対策に関する情報交換会資料
- 17 環境省(2009)平成 19・20 年度漂流・漂着ゴミに係る国内削減方策モデル調査業務報告書, pp 文献-6.
- 18 FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION(2009)Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear, 43-45, 73.
- 19 環境省中国四国地方環境事務所(2008a)平成 19 年度 瀬戸内海海ごみ対策検討会 報告書, pp84
- 20 環境省中国四国地方環境事務所(2008b)高梁川がむすぶ『うみ・まち・やま』シンポジウム ~ 「海ごみ」から美しく豊かな瀬戸内海を取り戻すために~ 発表資料
- 21 兼廣春之・栗山雄司(2003)日本の沿岸域のごみ汚染, 水産振興, 421, 36.
- 22 漂流・漂着ゴミに係る国内削減方策モデル調査地域検討会(北海道)(2011)平成 22 年度漂流・漂着ゴミに係る国内削減方策モデル調査 第 4 回 地域検討会(北海道) 資料 4-2
- 23 National Oceanic and Atmospheric Administration(2010)Marine Debris Prevention Projects and Activities in the Republic of Korea and United States, Technical Memorandum NOS-OR&R-36, 22-26.
- 24 利來化学 HP : <http://www.irechem.co.kr/>
- 25 北海道森林管理局計画課(2009)石狩空知国所有林の地域別の森林計画書(平成 19 年度樹立), 地域別 7.
- 26 北海道(自 平成 23 年 4 月 1 日 至 平成 33 年 3 月 31 日)宗谷地域森林計画書(宗谷森林計画区),

17.

- ²⁷ 国土交通省東北地方整備局酒田河川国道事務所ホームページ
http://www.thr.mlit.go.jp/sakata/bosyu/lumber_offer.html
- ²⁸ 北海道森林づくり審議会 森林の保全と活用方策等に関する検討専門委員会(2008)森林の保全と活用方策等に関する検討専門委員会報告書 参考資料4
- ²⁹ 国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所 HP :
http://www.thr.mlit.go.jp/shinjyou/01_bousai/mosimo/mosimo.html
- ³⁰ 北海道 HP : <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/srs/0205.htm>
- ³¹ 社団法人 日本森林技術協会(2010)森林技術, 814, 15.
- ³² 漂流・漂着ゴミに係る国内削減方策モデル調査 地域検討会(山形県)(2009)平成19・20年度環境省委託業務 漂流・漂着ゴミに係る国内削減方策モデル調査 漂流・漂着ゴミに係る国内削減方策モデル調査 地域検討会(山形県) 報告書, ppⅢ-50
- ³³ 藤枝 繁, 星加 章, 橋本 英資, 佐々倉 論, 清水 孝則, 奥村 誠崇(2010)瀬戸内海における海洋ごみの収支, 沿岸域学会誌, 22, 4, 17-29.
- ³⁴ 環境省 HP(2010)一般廃棄物の排出及び処理状況等(平成20年度実績)(平成22年10月13日)
http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h20/index.html
- ³⁵ 名古屋市 HP : <http://www.city.nagoya.jp/ryokuseidoboku/page/000009101.html>

3. 漂着ごみ国外流出対策調査

3.1 目的

我が国から流出したごみが、ハワイやミッドウェイ諸島をはじめ、太平洋地域に漂着していることが指摘されていることから、どこからどのように漂流していくのかを数値シミュレーションにより推定し、発生源対策の検討に資することを目的とする。

3.2 調査方法

3.2.1 既存文献、有識者へのヒアリング調査

(1) 既存文献の調査

我が国から国外へ流出する漂流ごみのシミュレーション実施にあたり、下の観点から文献の調査及び整理を行う。文献検索には、JDreamⅡ及びインターネットを使用する。

- ・漂流シミュレーション手法に関する知見
- ・北太平洋スケールでの漂流シミュレーションに関する知見
- ・漂流シミュレーションに必要となる漂着ごみのデータに関する知見
- ・現状で判明している我が国から国外へ流出する漂流ごみの状況に関する知見

(2) シミュレーションの設計に関する有識者へのヒアリング

調査の目的に合った漂流シミュレーションの手法(基本コンセプトの設計、詳細な条件設定)、適切な流況及び風況データセット、漂着ごみのデータに関する条件設定等を確認するため、表 3.2-1 に示す有識者へ各内容に関するヒアリングを実施する。

表 3.2-1 漂流シミュレーションに関するヒアリング対象者及び内容

(50 音順)

氏名／所属	ヒアリング内容
磯辺 篤彦 愛媛大学 沿岸環境科学研究センター 教授	・漂流シミュレーションに必要となるデータセットについて(流況データセット、風況データセット) ・漂着ごみのデータの条件設定について ・地球環境研究総合推進費「市民と研究者が協働する東シナ海沿岸における海岸漂着ごみ予報実験」で実施したシミュレーションから得られた知見について
久保田 雅久 東海大学海洋学部環境情報工学科 教授	・漂流シミュレーションに必要となるデータセットについて(流況データセット、風況データセット) ・漂着ごみのデータの条件設定について ・過去の太平洋スケールにおける漂流シミュレーションから得られた知見について
伊 宗煥 九州大学応用力学研究所 教授	・漂流シミュレーションに必要となるデータセットについて(流況データセット、風況データセット) ・漂着ごみのデータの条件設定について ・漂流シミュレーションの基本コンセプトの設計について ・漂流シミュレーションの詳細な条件設定について (環境省の H17～H19 漂流・漂着ごみに係る国際的削減方策調査、H19～H21 漂流・漂着ごみに係る国内削減方策モデル調査におけるシミュレーションや、ごみ量と海流との関連性の検討から得られた知見を踏まえて)

(3) 漂着ごみデータ及び国外流出に関する有識者へのヒアリング

漂流シミュレーションの条件設定に使用できるデータ或いはシミュレーション結果の検証に使用できるデータの観点から、表 3.2-2 に示す有識者へ各内容に関するヒアリングを実施する。

表 3.2-2 漂着ごみのデータに関するヒアリング対象者及び内容

(50 音順)

氏名／所属	ヒアリング内容
藤枝 繁 鹿児島大学水産学部 教授	・ 特定アイテムに着目した広域型調査結果について ・ ハワイやミッドウェイ環礁など太平洋諸国の漂着ごみの状況に関する情報について ・ ごみの量の多い場所に関する情報について
山口 晴幸 防衛大学校建設環境 工学科 教授	・ 黒潮流路に当たる八丈島、三宅島における調査データについて ・ 硫黄島における経年的な調査データについて ・ ハワイやミッドウェイ環礁など太平洋諸国の漂着ごみの状況に関する情報について ・ ごみの量の多い場所に関する情報について

3.2.2 シミュレーションの実施

文献及びヒアリング調査結果に基づき、目的に即した漂流シミュレーションの基本設計及び条件設定を行い、北太平洋を対象とした漂流シミュレーションを実施する。

3.2.3 とりまとめ

文献及びヒアリング調査結果、漂流シミュレーション結果を踏まえ、日本から流出し他国へ漂着しているごみの状況について、得られた知見及び今後の課題について整理し、対策の検討に不足している知見を整理する。

3.2.4 今後の調査の方向性と内容の検討

日本から流出し他国へ漂着しているごみの状況を把握する上で、不足している知見を補うための現地調査の必要性を検討し、以下の観点から整理する。

- 現地調査の必要性
- 現地調査を行う場合に検討すべき留意事項等
- 現地調査を行わない場合の今後の調査の方向性
- 調査により得られる情報
- 日本から他国の海岸へ到達するごみの種類・漂流経路、他国の海岸における日本のごみの割合等を効率的に把握する方法

3.3 調査結果

3.3.1 既存文献、有識者へのヒアリング調査

(1) 既存文献の調査結果

a. 漂流シミュレーション手法に関する知見

漂流シミュレーション手法に関して、以下の知見が得られた。

- 漂流物の移動は、大きく2つの要因に分けることができるとされている。一つは周囲の海水とともに移動するもので、いわゆる流れに乗った移動である。もう一つは、海上に吹く風が直接的に漂流物に作用して押し流すもので風圧流と呼ばれているものである。両者が合成されて実際の漂流経路が決まる。よって、漂流予測は、流れ（海流及び吹送流）と風圧流の合成により行われる。（小田巻, 1986）¹
- 風圧流の計算に用いる風圧係数は、物体の大気中と水中の抵抗係数比の平方根に比例すると推定することができ、その値は風洞水槽実験の結果、 $1.1 \times 10^{-5} \times Rea$ （大気側のレイノルズ数）と表すことができるが、物体により値は大きく異なる。（磯辺他, 2009）²
- 上記の抵抗係数比は、ペットボトルやライターなどの大きさ程度では、ほぼ1である。（加古・磯辺, 2009）³
- 風圧係数は、風の状態や漂流物の浮遊状態によって一定程度の幅をもつと考えられ、0.02～0.04程度の値である。（小田巻, 1986）¹
- 流出場所を推定するシミュレーション手法として、順追跡と逆追跡の両方を行う双方向粒子追跡法がある。この方法は、最初に、漂着場所から時間をさかのぼって粒子を追跡する逆追跡法により、流出場所の候補地を推定する。この際、ランダムウォークを考慮するため、一つの漂着場所から複数の流出候補地が推定される。次に、それらの流出候補地から順追跡法によりランダムウォークを考慮しながら粒子を追跡し、最初の漂着場所に戻る粒子（標準偏差の一定レベル範囲内に戻った粒子のみを統計的に優位と判断）の流出候補地のみを流出場所として特定する。ここで、逆追跡の後に順追跡を行って流出場所を選別する理由は、逆追跡法がランダムウォークの不可逆性の問題を含むためである。（Isobe *et al.*, 2009、Kako *et al.*, 2010⁴）

b. 北太平洋スケールでの漂流シミュレーションに関する知見

北太平洋スケールでの漂流シミュレーションに関して、以下の知見が得られた。

- 北太平洋スケールのごみの漂流シミュレーションでは、水温・塩分分布に起因する流れ（地衡流）及び海上風に起因する流れ（エクマン流とストークスドリフト）を計算し、それらの流れを用いて北太平洋のごみの移動が計算されている。初期条件として北太平洋に一様に分布したごみは、5年後には特定の集積帯に集まることが推定されている。また、同じ方法により、北太平洋以外においても、南太平洋、南北大西洋、インド洋にも5年間の計算で集積帯ができると推定されている。（kubota *et al.*, 2005⁵、久保田, 2005⁶）

- ARGO プロジェクトで海洋に多数投入された ARGO フロートがターミネーション（バッテリーの寿命により動作しなくなる）後にどのように漂流するかについて、太平洋スケールでシミュレーションが実施されている。漂流中のブイの投入位置を初期値（北太平洋では北緯 20° ~30° を中心に分布）としてブイと同じ漂流期間について計算を行った結果、実際のブイの分布と比較して北緯 30° 付近、特にハワイ諸島の北東海域に集中したとしている。ただし、ARGO フロートは、稼働時は常時海面付近にあるわけではなく、海面（12 時間）と水深 2000m（9 日 12 時間）の間を繰り返し移動している。そのため、このシミュレーションにおいても、以下の条件に基づいて計算されており、この点は漂流ごみと条件が異なっている。（楊, 2002）⁷
 - 初期分布は深度 2000m 以上の海域に対して緯度経度 3 度毎に一個の割合。
 - 最初 4 年間は 10 日サイクルで沈降・漂流（9.5 日間）／浮上・漂流（0.5 日間）する。
 - 投入して 4 年後に海面でターミネーションすると仮定し、その後は海面のみを漂流する。
- NOAA : Alaska Fisheries Science Center (AFSC) の Resource Ecology and Fisheries Management (REFM) は、OSCURS (Ocean Surface Current Simulations) という北太平洋規模のモデルを開発している。このモデルは、漂流ごみのシミュレーションのために開発されたものではないが、船から流出した靴や玩具等の漂流経路について計算している (NOAA AFSC の HP) ⁸。

c. 漂流シミュレーションに必要となる漂着ごみのデータに関する知見

北太平洋を対象とした漂流シミュレーションを実施するにあたり、北太平洋沿岸のごみの分布条件の設定に使用できるデータを検索した結果、設定に使用可能なデータは見当たらなかったが、以下に北太平洋の一部の海岸における漂着ごみの密度、あるいは漂流ごみの分布について得られた情報を示す。

- 「Tackling marine debris in the 21st century」では、世界各地の海岸における漂着ごみの密度について、様々な文献から集めた数値を示している。北太平洋については、アラスカ（390 個/km、219kg/km）、インドネシア（27,100,000 個/km²）、日本海（207,000-3,410,000/km²：平均値は示されていない）、メキシコ（1,525,000/km²）の 4 箇所が示されている。（Committee on the Effectiveness of International and National Measures to Prevent and Reduce Marine Debris and Its Impacts, National Research Council, 2008）⁹
- 漂流ごみに関して、北太平洋及びベーリング海においてニューストーンネットで採取された 25mm より小さいプラチック粒子の分布と量に関して、多くの文献からまとめられている。その結果、浮遊性プラスチックの量は、北太平洋西部及び中央亜熱帯海域において最も多いことが指摘されている。その理由として、当該海域はタンカー及びその他船舶の航行頻度が高いこと、日本及び南カリフォルニアは石油化学製品の 2 大生産地であること、並びに日本及び周辺国の海流の下流側にあることの影響によるものと推定している。（Robards *et al.*, 1997）¹⁰
- 漂着ごみに関して、日本の水産庁は、1986 年～1991 年の 6 年間（1986 年の事前調査結果

は試算から除かれている) に北大西洋及びその隣接海域における浮遊物について、船舶からの目視調査を実施している。この結果から、次のように報告している。(Matsumura and Nasu, 1997) ¹¹

- 浮遊物質の構成比は、発泡スチロール・プラスチック等の石油化学製品が6割、魚網が1割、丸太などの自然物質が3割となっており、1987年を除きこの構成比に大きな変動はない。
 - 発泡スチロールについては、調査海域を構成するブロックの77%において確認され、特に東シナ海から日本南方の海域並びに中米及びメキシコ湾において多いことから、その多くは陸上起源であることを示唆するとしている。
 - プラスチック製品は、中米の太平洋側及びカリブ海沿岸等で比較的多いことから、発泡スチロール同様、陸上起源が主であることを推測している。
 - 魚網は北緯20度～30度及び西経150度～130度の東太平洋で多く、また、北緯30度～40度及び東経140度～150度の太平洋の日本近海においても多い。
 - 丸太については、ハワイ北方において比較的多いが、一般的には太平洋の中緯度海域では低密度となり、環太平洋の沿岸で高密度となっている。
- 日本周辺の漂流ごみ(人工物)の分布について、2000年5月～6月に船舶による目視調査が実施されている。その結果、漂流密度は、日本周辺の南側で高く、北側で低い傾向があるとしており、この結果は上記の Matsumura and Nasu(1997)¹¹ の調査結果を追認するものであるとしている。(Shiomoto and Kameda, 2005) ¹²

d. 現状で判明している我が国から国外へ流出する漂流ごみの状況に関する知見

日本から国外へ流出する漂流ごみの状況に関して、以下の知見が得られた。

(a) ミッドウェイ島及び北西ハワイ諸島

- ミッドウェイ島の4羽のコアホウドリの死後解剖調査では、すべての胃内にプラスチックが見つけられ、そのうち1羽では大量の未消化物が腸を閉塞していた。発見された109個のプラスチックごみのうち、108個が日本由来であることが印字等により判明したとしている。(Pettit *et al.*, 1981) ¹³
- 太平洋のミッドウェイ島で死亡したコアホウドリの雛の死骸から回収された使い捨てライター消費製造国を判別した結果によると、中国・台湾のライターが18.8%、日本のライターが58.2%であった。また、九州沿岸に漂着するライターの結果も合わせた考察により、太平洋を漂流するライターの主な流出地が東アジア沿岸地域であり、なかでも特に日本の負荷が高いことを指摘している。(藤枝, 2003a¹⁴、藤枝, 2003b¹⁵)
- 2000年11月の Pearl and Hermes Reef における調査では、底引き網のごみに外来イソギンチャクが大量に付着していた。このイソギンチャクは日本固有のものであり、ハワイに存在した記録は認められないため、日本から漂着してきた網であることが推測されるとしている。(Gregory, 2004) ¹⁶

(b) ハワイ諸島

- ハワイ諸島では、国際海岸クリーンアップ（ICC：International Coastal Cleanup）において、日本のカキ養殖用のプラスチックパイプがみられるとされている。現地コーディネーターからのコメントでは、カキ養殖用のプラスチックパイプはハワイのほとんどの海岸で見つかり、ミッドウェイ島でのモニタリング品目にも入れて記録しているとされている。オアフ島カフクでのクリーンアップでは、48本のパイプが見つけれられている。これらカキパイプが流れ着いていることを考えれば、それ以上のごみが日本から漂着していることは想像に難くないとしている。（JEAN/クリーンアップ全国事務局, 2010）¹⁷

(c) アラスカ

- アラスカのアムチトカ島（Amchitka Island）の10ヶ所のビーチ（3ヶ所は太平洋側、7ヶ所はベーリング海側）において1972年～1974年に調査を行った結果、プラスチックごみの多くは、日本及びロシア（当時ソビエト連邦）の漁船由来のトロール漁網、刺網漁網等の漁具であるとの報告がある。またそれ以外のごみに関しては、発生国を特定できるものは少なかったとしているが、特定できたものの多くは、少なくとも1,150km以上離れている、日本とロシア由来であったとしている。発生源が特定できたごみの例として、子供用のおもちゃ、女性用のサンダル、ヘアカーラー、ほ乳ビン、香水ビン等をあげている。また、日本由来のごみで多いものとして、食材保存用容器、液体洗剤、漂白剤、薬品、シャンプーや飲み物の容器等をあげており、一部はアジアの海岸線で発生しているものも考えられるが、ほとんどが日本の漁船由来であろうと推測している。（Merrell, 1980）¹⁸
- 上述のアラスカのアムチトカ島（Amchitka Island）の10ヶ所のビーチ（3ヶ所は太平洋側、7ヶ所はベーリング海側）における1972年～1974年の調査に加え、1982年に調査を行った結果、アムチトカ島に漂着するごみはほとんどが日本及びロシア（当時ソ連）の漁船由来であると考えられるとしている。その理由として、原則的にベーリング海や北太平洋の北側で行われている漁は、日本漁船のサケの刺網漁、その他外国籍の漁船によるアコウダイ、タラ科の深海魚（Walleye Pollock）、タラ及び、ヒラメ数種のトロール漁であるためとしている。また1976年に、外国籍の船に対する漁禁止区域が沿岸から19kmから322kmに拡張されたため、アラスカ近海のトロール漁船は1972年～1982年に約66%減少した。それに伴い、調査地点に漂着するトロール漁網の量も37%減少したことも、その理由としている。刺網に関しても同様の結果が得られ、日本の刺網漁船の数が1956年から1980年にかけて62%（447隻から172隻）減少したことに伴い、アムチトカ島に漂着する刺網漁用のブイも、1974年には1kmあたり126個であったものが、1982年には59個まで減少したとしている。また、1982年の調査では全重量中86%を占めた7種類のごみのうち、6種類が漁具であったとしており、残りの1種類は日本のビールケースや清涼飲料水の枠箱等であり、日本の船舶から投棄されたものと推測している。（Merrell, 1984）¹⁹

(2) シミュレーションの設計に関する有識者へのヒアリング結果

調査の目的に合った漂流シミュレーションの手法（基本コンセプトの設計、詳細な条件設定）、適切な流況及び風況データセット、漂着ごみのデータに関する条件設定等を確認するため、表

3.2-1 に示した有識者への各内容に関するヒアリング結果を以下に示す。

a. 流況データに関して

- ・流況データセットは、予報計算をしないのであれば、モデルアウトプットでなくてもよい。目的に応じて選択すべきである。
- ・モデルアウトプットのうちデータ同化したデータセットを使用する場合には、予報計算をするのは難しいだろう。データ同化しない場合、合っているのかが分からなくなる。
- ・将来的に予報計算もするのであれば、流況の予報値が入手可能なモデルを現時点で選択すべきである。
- ・モデルアウトプットの場合、第一層の層厚がある程度あるため、本当の海面の流速ではない点に留意する必要がある。この観点からは、衛星データの方が良いのでは。ただし、衛星データも、海面のごく薄い層は測定できないだろう。
- ・漂流ブイの観測結果による流況データセットとして、OSCAR (Ocean Surface Current Analyses-Real time) ²⁰がある。ただし、抵抗体の付いたブイと付いていないブイの両方のデータが混在しているので、本当の海面付近のデータを表現しているかという問題は残る。
- ・今回のシミュレーションの内容（集積帯を求めるなど）では、選択したモデルアウトプットによって結果が大きく変わるとい話にはならないだろう。
- ・定量的な議論をどこまでするかを、はっきりすべきである。定性的な集積傾向を見る場合でも、時間スケールの点は定量的になってくる。
- ・空間分解能は、海洋の渦が分解できるレベルが理想的である。
- ・ $1/12^\circ$ の解像度を $1/6^\circ$ や $1/4^\circ$ に落とす際には、間引くよりも平均するほうがよいだろう。

b. 風況データに関して

- ・モデルアウトプットは、予報値よりも再解析値を使用したほうがよいだろう。
- ・気象庁 GPV (Grid Point Value) は、予報値以外に再解析値もある。再解析値を使うのであれば、気象庁 GPV でもよいのでは。
- ・再解析値であってもモデルアウトプットなので、実観測値である衛星データの方が良いだろう。
- ・衛星データとしては、J-OFURO (Japanese Ocean Flux Data sets with Use of Remote Sensing Observations) ²¹、や ASCAT (Advanced Scatterometer Data Products) ²²のデータがある。
- ・流況データと風況データの質をそろえたほうがよい。例えば、流況が月平均値であれば、風況も月平均値を使用するのが良いだろう。今回は、代表的な傾向を見たいので、日平均値よりも月平均値が良いのでは。
- ・風況データは、流況データほどの空間分解能は必要ないだろう。

c. 条件設定に関して

- ・計算領域は、ハワイ諸島やミッドウェイ環礁に漂着するごみを対象とするのであれば、北太平洋でよいだろう。また、太平洋の南北の行き来はあるが、南太平洋では日本のごみの割合はそれほど多くないのでは。
- ・計算期間は、5年でよいだろう。久保田先生の先行研究では、1～2年でほぼ分布状況が

決まってきた。ただ、沿岸域から出すものは、どこかで飽和するわけでもないので、5年でよいかは分からないだろう。

- メッシュサイズは、それほど細かくする必要はないだろう。流況データで渦が分解できていればよいのでは。
- 沈下率に関しては、計算の途中で変わるので、乱数で与えるしかないのでは。一つに決めるのは難しいだろう。
- ペットボトルの沈下率はフタの有無に影響を受けるが、ある1回の調査ではフタ付きの空のボトルが多くても、その状況は季節によって変化する。風の強い時期に行った調査では、風で運ばれてきたものが多くなるので、フタ付きで空のボトルが多くなるだろう。
- 風圧係数は、結果が合うように調整係数にして、何種類か変えてみる方法がある。ただし、その妥当性を確かめるため、何回もの現地調査結果が必要になる。
- 風洞水槽の実験では、風圧係数はごみの種類によって大きく変わった。
- 東シナ海プロジェクト（地球環境研究総合推進費「市民と研究者が協同する東シナ海沿岸における海岸漂着ごみ予報実験」）のシミュレーションでは、再漂流については考慮していない。
- また、同プロジェクトでは、ごみが計算途中で沈降或いは分解することにより消失する効果を入れている。この効果を入れないと、シミュレーション結果のごみの量が観測値と比較して多くなりすぎたためである。

d. 計算方法に関して

- 「沿岸から流出を想定したシミュレーション」では、ごく沿岸域では、流況データの精度が悪いという問題がある。少し沿岸から離して配置するなどの工夫をした方がよいだろう。
- 漂着場所のごみの量や分布を求めておいて、そこから逆追跡し、その結果の信頼性の高い場所からの再追跡をする手法があり、東シナ海プロジェクトではそのようにしている。初期条件としての流出場所のごみの量や分布が分からないのであれば、逆追跡を含む双方向粒子追跡法が有効である。ただし、漂着地の現地調査結果が必要となる。
- 検証するためのごみのデータがスナップショットしかないのであれば、調査した季節に留意すべきである。

e. 全般に関して

- シミュレーション結果を検証するデータを持っておくべきであるが、漂着場所の現地調査結果には代表性の問題もあるので、漂流過程を検証するのがよいのでは。
- 「一様配置からのシミュレーション」は、久保田先生の先行研究に対して条件を変えた計算（沈下率を変えたケース）を実施してそれぞれの特徴が分かってきたときに、それがどれだけ確かなものなのかを実証できるかどうかが大変である。
- シミュレーション結果の軌跡をブイの軌跡と比較する場合、ブイの調査結果がどれだけ代表性があるかが問題である。ごみの種類によって、ブイの軌跡と比較できるものと、できないものがあるだろう。標準仕様のブイでは15m水深に抵抗体がついている（地衡流に追従するために）ため、抵抗体を外したブイを放流して研究したこともある。将来的には、そういった調査も考える必要があるのでは。
- 現地調査結果の文字情報による国別割合は、排出国とは限らない。シミュレーションの結果を検証するのに適切であるか、留意すべきである。

- ・太平洋でのごみの集積帯は、内湾の集積帯のようにごみの密度が高くない。集積帯と言っても、良く見ないとわからないほどである。

(3) 漂着ごみデータ及び国外流出に関する有識者へのヒアリング結果

漂着ごみのデータに関して、表 3.2-2 に示した有識者への各内容に関するヒアリング結果を以下に示す。

a. シミュレーションの条件設定に関するデータ

ヒアリングの結果、現在ある漂着ごみのデータについては、今回の北太平洋を対象とした漂流シミュレーションの初期条件或いは境界条件として使用することは困難との見解を得た。

b. 計算結果の検証に関するデータ

また、漂流シミュレーションの途中経過を踏まえつつアリングを行い、シミュレーション結果の検証に使用可能なデータとして、以下の場所における漂着ごみの国別割合のデータをご教示いただいた。

- ・三宅島（1999年）
- ・八丈島（2000年）
- ・小笠原諸島（2003年～2004年）
- ・硫黄島（1999年～2004年）
- ・南鳥島（2003年）
- ・ミッドウェイ島（2001年、2010年）

ここで、ミッドウェイ島の調査結果については、海岸に漂着したものもあるが、ほとんどはコアホウドリが誤飲したものである。そのため、シミュレーション結果と国別割合を比較する場合には、島の部分だけでなく、もう少し広い範囲で計算結果を集計したほうが良いとのご意見をいただいた。

c. 国外流出・漂着の状況

国外へのごみの流出状況について、以下のような見解を得た。

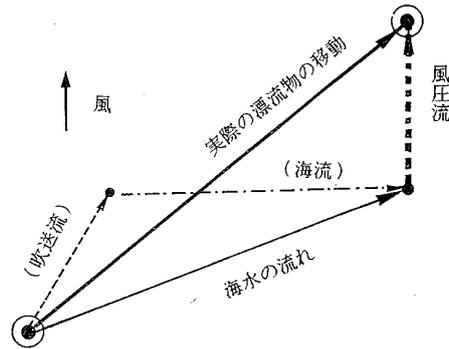
- ・離島においては（国外に限らない）、漂着ごみは基本的には破片化している。形が残っているのは、構造のしっかりしたブイ、ビン、ポリ容器等である。また、ラベルが残っているものは少ない。そのため、国の判定ができるものは限られている。
- ・漂流距離と漂着物の状態の関係は、大まかには以下のようなのではないかと考えられる。
 - ① ごく近くから漂着：ペットボトルの形が残っており、ラベルもある。
 - ② 500km程度：ペットボトルの形は残っているが、ラベルはない。
 - ③ 1000km-200km：破片化している。（形もラベルもない）
- ・以上のような漂流距離とペットボトルの状態の関係から、ハワイやミッドウェイ環礁で日本のごみと判定されているものは、日本本土から直接漂流してきたものではなく、もっと漂着地近くから流出した可能性が高いと考えられる。例えば、漁具であれば漂着地近くにある漁場であり、ペットボトルやライターであれば洋上の船舶からのものがあるのでは。また、ゴム、サイパン、ハワイでは、島で日本製のものも販売されており、その島から流出したものと考えられる。
- ・日本のごみは、日本の海岸に最も多く漂着しているだろう。

- ・北太平洋に日本の離島は多くあるが、海岸の状態（崖であったり、砂浜であったり）が違
うため、漂着し易さが島によって異なるだろう。

3.3.2 シミュレーションの実施

(1) 基礎方程式

海洋のごみは、図 3.3-1（小田巻, 1986）¹ に示すように、海水の流れによって運ばれ、ごみの種類によっては海上を吹く風の影響（風圧流）も受けながら漂流し、漂着する。



小田巻(1986)¹より引用

図 3.3-1 漂流ごみの移動を示す模式図

この漂流経路を計算する基礎方程式は、以下のようにになる。

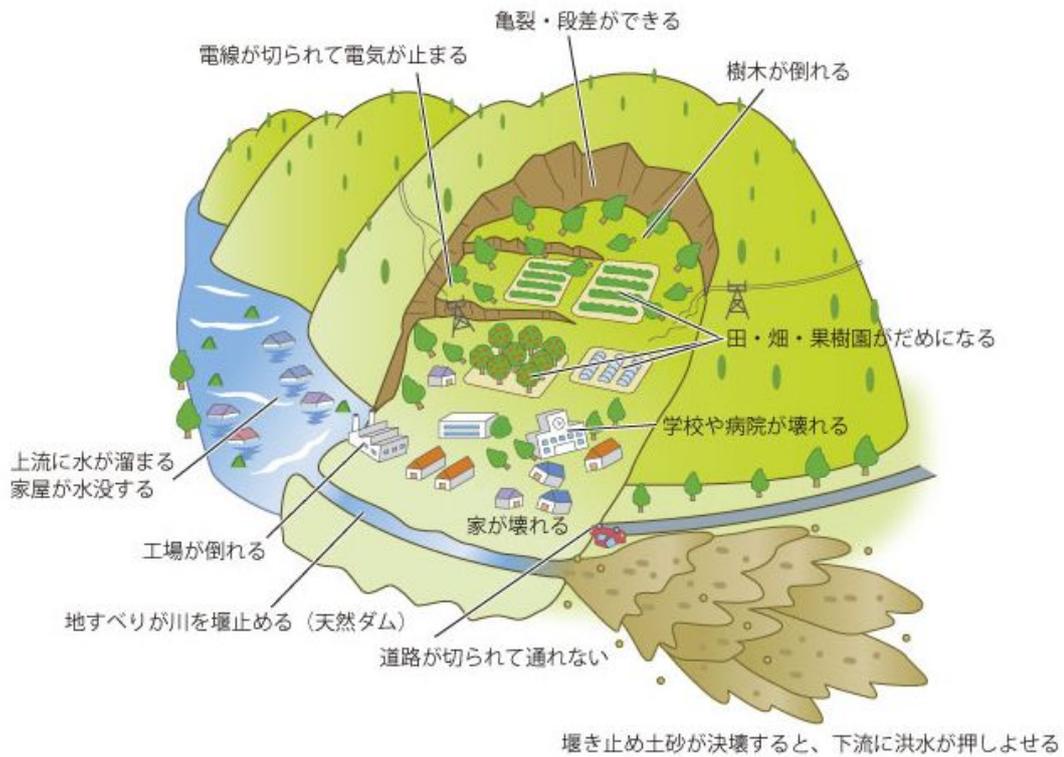
$$\begin{cases} \frac{d\lambda_i}{dt} = \frac{u_i(\lambda_i, \varphi_i, Z_i, t)}{R_e \cdot \cos(\varphi_i)} \\ \frac{d\varphi_i}{dt} = \frac{v_i(\lambda_i, \varphi_i, Z_i, t)}{R_e} \end{cases} \quad (i = 1, \dots, N) \quad \text{----- (式-1)}$$

ここで、 λ_i 、 φ_i は経度、緯度での番号*i*で表された各ごみであり、*t*は時間、 R_e は地球半径、 u_i 、 v_i はそれぞれ東向き、北向きの粒子の速度を表している。*N*は表現されたごみの総数である。ごみの速度は、海流による移流の効果、random diffusion（ランダム拡散）といったモデル化された過程により以下のように決定される。

$$\begin{pmatrix} u_i \\ v_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_{adv}(\lambda_i, \varphi_i, Z_i, t) \\ v_{adv}(\lambda_i, \varphi_i, Z_i, t) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_i^{rand\ diff} \\ v_i^{rand\ diff} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_i^{wind} \\ v_i^{wind} \end{pmatrix} \quad \text{----- (式-2)}$$

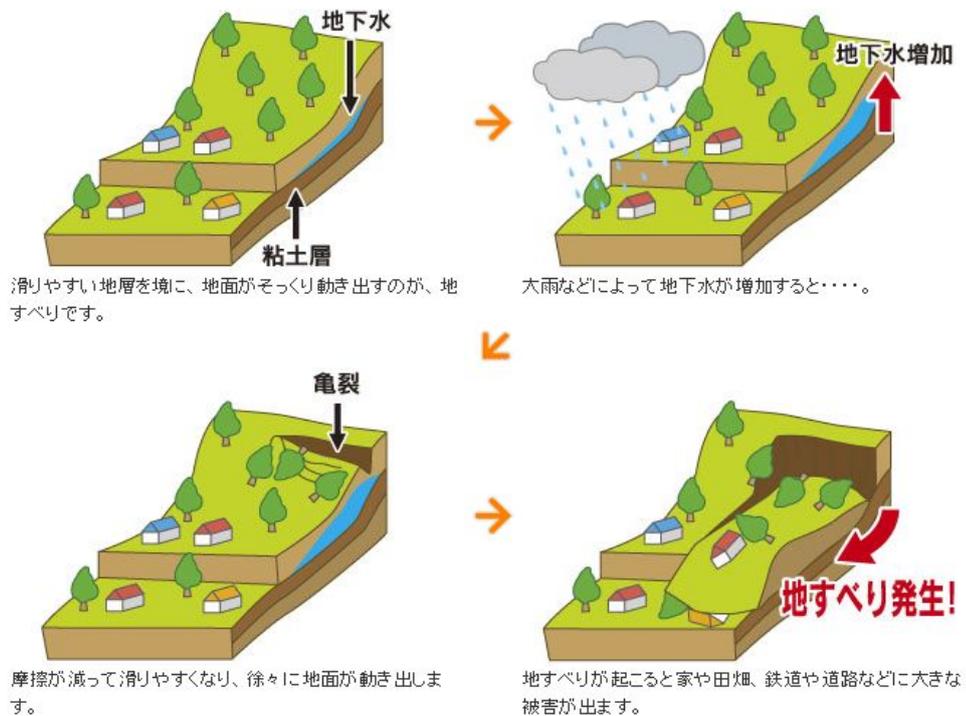
右辺第一項は流れによる移流、右辺第二項は random diffusion による水平の乱流混合、右辺第三項は風による風圧流を表している。

random diffusion は海流による移流や浮力による挙動とは異なり、流動モデルでは表現す



国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所 HP²⁹より引用

図 2.3-25 地滑りの模式図

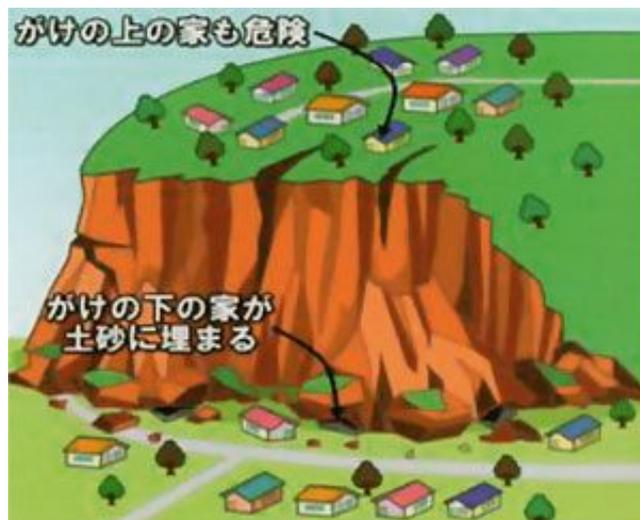


国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所 HP²⁹より引用

図 2.3-26 地滑り発生のメカニズム

ii) がけ崩れ

大雨などで地面に水が浸透するもの、地震によって斜面が崩れ落ちるものをがけ崩れという。がけ崩れは突然起こりスピードも速いため、人家の近くで起こると逃げ遅れる人も多く死者の割合も高いなど、大きな被害をもたらす。



国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所 HP²⁹ より引用

図 2.3-27 がけ崩れの模式図

iii) 土石流

長雨や集中豪雨などで山の斜面が崩れ、大量の土砂が水と混じり合い谷底の石や岩と一緒に一気に下流へ流れ出すものが土石流である。土石流は、時速 20~40km の速度で流れ下り、一瞬にして人家や田畑、道路などに大きな被害をもたらす。



国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所 HP²⁹ より引用

図 2.3-28 土石流の模式図

b. 経済的な観点からの検討

(a) 除間伐材を集材・搬出することによる経費

北海道において植林は、標準として等高線沿いに3 m幅の帯状で行われる。その帯の間は4 mを残して手を付けないことが主流である。この育林場所（3 m幅内）で除間伐材は、伐採・草刈を行わない4 m幅の部分に集材している。山形県においては、斜面ごとに植林が行われており、除間伐材はできる限り搬出する。搬出できない除間伐材は、整理し放置するが、積み上げると崩れやすいため山積みにはせず、残した樹木の山側に置くか斜面に立てるように置き、転落しない工夫をしている。

一方、北海道 HP³⁰には、北海道における造林事業標準単価が公表されている。伐採率16%以上49%未満、平地（傾斜10°以下）、10 齢級以上、笹2 m超の場合における除間伐及び除間伐材の搬出には13,000 円/t、運搬費として約2,300～約4,700 円/t、第1期モデル調査における山形県のチップ化の実績は21,800 円/tであることから、除間伐作業からチップ化までは37,100～39,500 円/tとなる。

また、社団法人日本森林技術協会(2010)³¹によると林地残材を集材、搬出、チップ化した経費は14,000～24,000 円/m³、針葉樹の比重は0.43（文献では容積量は430kg/m³）とされており、これらを再計算すると、約32,600～55,800 円/tとなる。

北海道における造林事業標準単価は、除間伐作業が含まれた金額であるが、林地残材の処分のみよりも安価であった。

表 2.3-31 北海道における造林事業標準単価（平成22年度）

	造林事業標準単価			運搬費(円/t)
	(円/ha)	(円/m ³)	(円/t)	
搬出なし(選木・伐倒)	116,100	約2,900	約6,700	約2,300～約4,700円
搬出なし(選木・伐倒・整理)	172,800	約4,300	約10,000	
搬出あり	226,800	約5,700	約13,000	

※1：伐採率16%以上49%未満、平地（傾斜10°以下）、10 齢級以上、笹2 m超の場合

※2：1 ha から搬出される除間伐材を40 m³として計算。

※3：除間伐材の比重を社団法人日本森林技術協会(2010)¹²記載の0.43として計算。

北海道 HP³⁰、ヒアリング調査結果より作成

(b) 流木を溪流部で捕捉することによる経費

北海道及び山形県の山林には、流木となりうる樹木を溪流部において捕捉する目的のスリットダムが設置されている。それらの経費の例を表2.3-32に、施設設置の様子を図2.3-29に示す。

ヒアリング結果より、完成してから現在までにスリットダムの維持費が発生している施設は、青森県むつ市にある湯の股沢R型スリットダムのみであった。青森県むつ市にある湯の股沢R型スリットダムにおける維持費は、回収が約2,000 円/m³であることから針葉樹の比重0.43から計算すると、約4,700 円/tとなる。これには運搬及び処分費が含まれていないことから、運搬費である3,500 円/t及びチップ化費用である21,800 円/t（第1期モデル調査の山形県における実績）を加えると、回収・処分費は30,000 円/tとなる。

なお、スリットダムを設置する場所により条件が大きく異なることから、施工費や維持費は大きく変わることが考えられるため、実施には十分な検討等が必要である。

表 2.3-32 スリットダムの例（北海道、山形県）

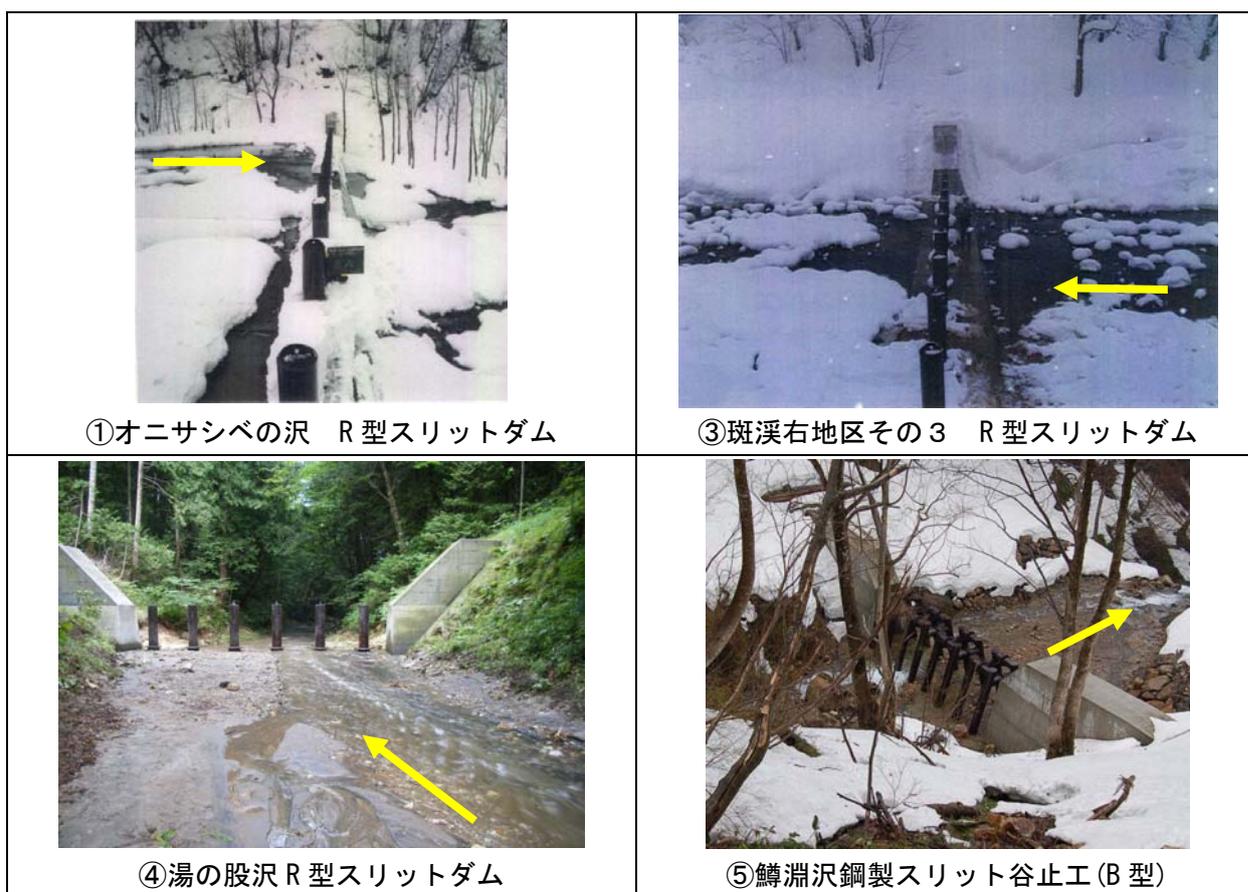
No.	施設名(場所)	完成年	施工費 (直接経費)	維持費 (直接経費)
①	オニサシベの沢 R型スリットダム (北海道音威子府村：天塩川水系) ※既設ダムの改良	2006年	889.9万円	実績なし
②	斑溪地区その2 R型スリットダム (北海道美深町：天塩川水系)	2006年	2,296.8万円	実績なし
③	斑溪右地区その3 R型スリットダム (北海道美深町：天塩川水系)	2009年	1,672.9万円	実績なし
④	湯の股沢 R型スリットダム (青森県むつ市)		詳細は不明	約 30,000 円/ t (回収費(人力とバックホウクローラ型 0.35 m ³ の組み合わせ)：約 4,700 円/t、運搬費：3,500 円/t、チップ化費用※4：21,800 円/t)
⑤	鱒淵沢鋼製スリット谷止工(B型) (山形県鶴岡市荒沢：赤川水系)		2,441.8万円	実績なし
		参考	1,279.7万円	上記と同規模の谷止工をコンクリート製にした場合

※1：No. ①～③の事例は北海道へのヒアリング結果による。

※2：No. ④の事例は林野庁東北森林管理局へのヒアリング結果による。

※3：No. ⑤の事例は山形県庄内総合支庁へのヒアリング結果による

※4 湯の股沢 R型スリットダムの運搬費及びチップ化費用は、第1期モデル調査における山形県実績を使用した。



北海道水産林務部及び林野庁東北森林管理局庄内森林管理署からの提供資料

図 2.3-29 スリットダムの例（上段：北海道、下段：山形県）

(c) 流木を河川敷で回収することによる経費

自然災害に伴い発生した流木は、河道内に流入し流下する。出水が治まった際に、河川敷に流木が散乱することが少なからずある。それらの流木が次回以降の出水等で流下し、河川の流下阻害にならないようにするために河川管理者は、河川敷の流木を回収することがある。

北海道豊富町の南側に河口を有する天塩川においては、河口付近の左岸に河川公園があり、そこに漂着した流木は、景観上、環境上の観点から定期的に回収している。回収量を表 2.3-33 に示す。これらの回収に要する費用は、河川維持管理費に含まれており、詳細な情報は得られなかった。

表 2.3-33 天塩川河川公園における流木回収量

年度	流木処分量 (水揚げ時の量：m ³)	流木無料配布量(m ³)	チップ化後の量(m ³)
H21	680	144 (21%)	250
H22	2,600	132 (5%)	1,510

※数量は河川公園における処分量で、河岸に漂着した全ての流木を回収しているものではない。
 ※流木無料配布量の()内は水揚げ時の量に占める割合である。

(d) 流木を河道内で回収することによる経費

より効果的に流木を回収する方法として、出水が治まった時点において河川敷に散乱している流木を回収する以外に、河道内にて流木を回収する方法がある。国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所では、管轄する真室川（最上川の支川）には、河道内において流下するごみを回収する施設を設置している（図 2.3-30）。

2010年12月6日に国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所にて当該施設についてヒアリングを行い、施設設置経緯、施設運用等について情報を得た。

その結果、同事務所によると設置経緯は、平成14年頃にアユを目的とする釣人から、川にごみが多いという意見があり、また、地元からもごみ捕捉施設を希望する声があがった。そのため、鮭川に多いアユ築と同様の築式のごみ捕捉施設が考案された。真室川町の中心部にある国土交通省の防災ステーション付近において、水辺回廊施設を整備する計画があり、その施設に併設する計画となった。ごみ捕捉施設の設置は国土交通省、維持管理は真室川町が行っており、溜まったごみの回収・処分費は真室川町が負担、施設が破損した場合は国土交通省が担っている。真室川町では、不定期にごみが溜まった段階で、職員により回収を行っている。回収物は、真室川町の一般廃棄物処理施設にて処分されている（表 2.3-34）。委託ではないため、回収・処分費用は不明であるとの情報を得た。



図 2.3-30 ごみ捕捉施設（真室川）

表 2.3-34 真室川ごみ捕捉施設におけるごみ回収量

	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度
ごみ回収量(m ³)	6.27	3.24	1.59	0.74	1.95

※ごみ回収量は木くず、紙くずの量である。

国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所からの提供資料

(e) 土砂災害防止施設に係る経費

山林管理者へのリアリング結果等から、流木の発生原因は主に地滑り等の土砂災害（自然災害）に起因することが多いことが明らかとなってきた。これらの土砂災害の原因は、台風や集中豪雨、地震等により地盤が緩んだ際に起きることが多い。山林管理者である林野庁、

北海道及び山形県においては、これらの土砂災害を防ぐために様々な施設を駆使して治山を実施している。

土砂災害を防ぐ主な施設として、砂防堰堤、床固工、溪流保全工等がある（図 2.3-31）。

<p>山腹工：山は草木がなくなり荒れてしまうと、どんどん土砂を流出するため、山の斜面を段々に整える等して木や草を植え、もとの森林に戻す工事</p>	<p>砂防堰堤：土石流を防ぐために一番多く用いられている方法。砂防堰堤は大量の土石流をおさえ、流れてくる土砂の量を調整することによって災害を防ぐ。</p>
<p>砂防林：土石流の流れを散らして勢いをなくしたり、田畑や家の方にあふれてこなくするための林。普段は公園として利用されることが多く憩いの場となる。</p>	<p>床固工：川の底を固定して、川の流れて川底が削られることを防ぐ。砂防堰堤に似ているが高さは5m以下のものがほとんど。</p>
<p>溪流保全工：川の流れが変化すると川岸が削られ水が溢れ出る。川岸が削られ家や田畑が流されないようにするための工事である。</p>	



国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所 HP²⁹ より引用

図 2.3-31 土砂災害を防止する主な施設

しかしながら、図 2.3-31 に示す施設だけでは、地滑りを防止することができない。地滑りは、大雨等による地下水の増加が主な原因（図 2.3-26）とされていることから、山腹から地下水を抜き取る工法が実施されている。

山林管理者へのヒアリング結果から、災害を防止する施設として溪間工（床固工、谷止工、護岸工等）、山腹工として土留工、その他地すべり対策として抑制工及び抑止工等の治山施設を施工している。治山施設としての溪間工の一つである床固工、地滑りを防止するための地下水抜き取り井戸の経費について表 2.3-35 に、山形県庄内総合支庁管内の溪間工（床固工）の例を示す。

また、治山施設が流木の流下を防いだ例を図 2.3-33 に示す。豪雨により多数の山腹崩壊が発生したが、既設床固工により流木を巻き込んだ土砂が捕捉され、治山施設の設置している沢の下流では人家等への被災は軽減された例である。

表 2.3-35 自然災害防止に関わる経費

	施設名(場所)	概要	施工費 (直接経費)	維持費 (直接経費)
①	斑溪地区その2 (北海道美深町)	崩壊地の山脚を固定して、 溪床を安定勾配に導き、崩 壊の発生を防止するとと もに溪床内の堆積土砂・流 木の移動を抑制し水源流 域の流出の安定化を図る	1,018.5万円 (堤長 41.5m、体積 269.8 m ³ 、高さ 4.0m)	実績なし
②			1,311.4万円 (堤長 56.5m、体積 363.6 m ³ 、高さ 4.0m)	実績なし
③	透水性ダム (山形県庄内総 合支庁管内)	多くはコンクリートであ るが、緊急性を要する工事 や地滑り対策などでは、大 型フトン籠に玉石を詰め たフレキシブルな透水性 ダムを採用。	23,700円/m ³	土砂を止める目的のため、 埋まることを前提として おり、メンテナンスはしな い。
			参考 40,500円/m ³	
④	地下水排除工 (山形県鶴岡市 荒沢)	末端ブロック中心(全体ブ ロック中腹部より斜面下 方)に集水井3基を計画・ 設置	6,439万円 ※1 基当たり 2,146.3万円	6.88万円/年 (延長 1,720m) ※直工費m当たり 400円程度 ※集水井の集水ボーリン グ洗浄: 68.8万円/10年

※1: No. ①、②の事例は北海道へのヒアリング結果による。

※2: No. ③の事例は山形県庄内総合支庁へのヒアリング結果による。

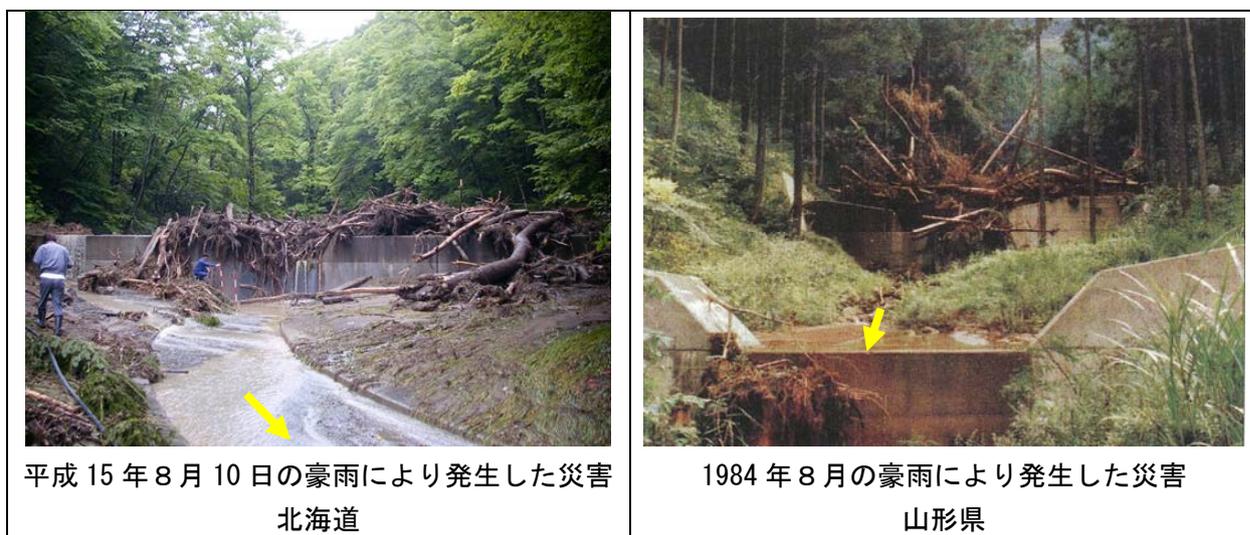
※3: No. ④の事例は林野庁東北森林管理局へのヒアリング結果による



③透水性ダム

山形県庄内総合支庁産業経済部森林整備課からの提供資料

図 2.3-32 透水性ダムの例（山形県庄内総合支庁管内）



平成 15 年 8 月 10 日の豪雨により発生した災害
北海道

1984 年 8 月の豪雨により発生した災害
山形県

北海道水産林務部及び山形県庄内総合支庁産業経済部森林整備課からの提供資料

図 2.3-33 既設床固工により流木の流下が軽減された例（左：北海道、右：山形県）

(f) まとめ

流木の削減に係わる方策の経費を比較し表 2.3-36 に示す。施設施工費は、公的資金によって行われるものと考えられるため、ここでは維持費・実施費を比較する。

河口から海域に流出し、海岸に漂着した流木を回収・処分するには、第 1 期モデル調査における山形県の実績では約 9 万円/t であった。山林において除間伐材を集材・搬出する費用は、前述の約 3.3~5.6 万円/t となっていることから、山林で除間伐材を集材・搬出した方が海岸で回収するより安価であることが分かった。また、建設費という初期投資費用はかかるものの、スリットダムの維持費は約 3 万円/t となることから、スリットダムを増設し流木を捕捉することにより、海岸で回収するより安価に流木が削減できると考えられる。

また、河川敷での流木回収及び河道内での流木回収においては、スリットダムの維持費は約 3 万円/t と同様と考えられるが、回収した流木の一部を無料配布していることから、総額

としては安価になることが推定される。

ただし、どのような対策を施す場合も、施設を設置する場所により条件が大きく異なることから、施工費や維持費は大きく変わることが考えられるため、実施には十分な検討等が必要である。

なお、治山対策としての地下水排除工及び透水性ダムは、流木を発生させない目的だけでなく、土砂災害の防止等、多目的な対策となっている。そのため、流木対策費用との比較が困難であることから、参考として記載した。