

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 24 日現在

機関番号：82115
 研究種目：挑戦的萌芽研究
 研究期間：2011～2012
 課題番号：23656309
 研究課題名（和文）近赤外同時多点分光技術を利用した次世代漂着ゴミ連続モニタリングシステム
 研究課題名（英文）Beached debris monitoring system based on Fourier Transform Infrared Spectroscopy
 研究代表者
 日向 博文（HINATA HIROFUMI）
 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 室長
 研究者番号：70272680

研究成果の概要（和文）：

本研究では Web カメラ撮影画像（可視画像）を用いて様々な色のプラスチックゴミ（PD）の画素を検出するための手法（以下、MEB）を CIELUV 色空間に基づいて世界に先駆けて開発した。さらに山形県酒田市飛島を含む対馬暖流沿い日本沿岸 4 地点に設置した Web カメラ撮影画像に MEB と射影変換手法を適用することで PD 漂着量を計算して各地点における長期間の時系列変動を明らかにした。本手法の PD 検出精度は 18% 程度であり実用上問題ない。本手法は近赤外分光器を利用する手法に比べてコストの面で非常に優れている。

研究成果の概要（英文）：

We computed a quantity of macro plastic debris using a technique for detecting the pixels of colored plastic debris using photographs taken webcam installed at four Japan coasts and a projective transformation. The technique consists of the generation of color references using a uniform color space to detect plastic debris pixels, the removal of misdetected pixels by applying a composite image method. We successfully obtained a time series of the plastic debris quantity.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,400,000	0	2,400,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・水工学

キーワード：漂着ゴミ、ウェブカメラ、色空間

1. 研究開始当初の背景

漂着ゴミの影響は景観や航行安全の問題に留まらない。漂着ゴミはその種類に応じて重金属等の有害化学物質を含んでいる。近年この有害化学物質の環境中への溶出とそれに伴う生態系影響が世界的に注目され始めた。生態系影響を正確に把握するためには溶出実験等の化学的手法に加え、プラスチック漂着ゴミの動態を解明するという物理的アプローチが必要不可欠である。

2. 研究の目的

人力による散発的なゴミ回収調査に代表される当該研究分野の実力は、プラスチック漂着ゴミの動態を解明するという要請に応えるだけのレベルになかった。最大の原因は種類別漂着ゴミ量の時間変化を連続計測す

るといふ最も基本的な技術が確立されていない点にある。そこで本研究では画像解析を利用した種類別漂着ゴミ量連続モニタリングシステムの開発に挑戦した。

3. 研究の方法

(1) Web カメラを用いたプラスチックゴミ漂着量の計測手法の開発と多地点連続観測

1) Web カメラ撮影画像の取得方法

Web カメラを設置した海岸は管理者や地域住民等にヒアリングをし、経験的に PD 漂着量が多く、かつレジャーとしての利用がないことを考慮して選定した。各地点の Web カメラモニタリングシステムは 2010 年 10 月から 2011 年 9 月にかけて順次設置され(図 1(a))、カメラ本体 (IP7361、Vivotek)、太陽光パネル (DC080-12、Denryo)、バッテリー (DC-31、

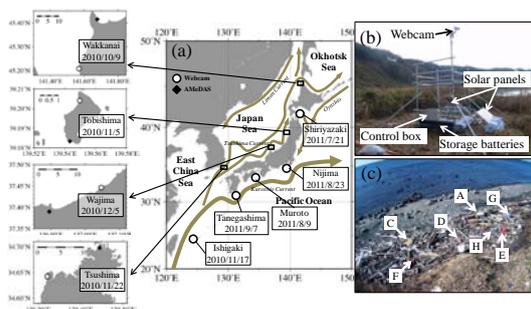


図1 Webカメラの設置位置と日本周辺の海流(a)と飛鳥に設置したWebカメラ(b)とその撮影画像(c)。(a)の左図は増解4地点周辺の拡大図であり、丸印はカメラの設置地点、ダイヤ印はアメダスの観測所を示す。設置地点周辺の拡大図内に地点名とWebカメラ設置日を示す、また(c)には図2(b)の楕円体の作成に用いたPDを示す。

AC Delco)、タイムスイッチ (H2F-31、Omron)、モバイルルータ (DCR-G54/U、IO Data Device) 及びモバイルカード (L-05A、LG Electronics) で構成される。Webカメラの稼働時刻はタイムスイッチで制御され、毎日7:00から15:00の間、2時間毎に稼働させる。各稼働時刻において3分毎に5回撮影を行い、1日あたり25枚の画像を得ている。撮影画像はFOMA回線を通じて研究所にFTP転送されるとともにカメラ本体内部のSDHCカードに保存される。このようにして撮影されたWebカメラ画像の一部を当研究室のホームページで公開している

(<http://www.ysk.nilim.go.jp/kakubu/engan/enganiki/umigomi/>)。

2) CIELUV色空間を用いたColor Referenceの作成

海岸には様々な色のPDが漂着しており、その色は日射状況(日射量や日射角度)によって変化する。PD画素を検出するためには予め日射によるPDの色の変化を考慮したColor Reference(以下、CR)を定義する必要がある。本研究ではCRを定義するのに色差の概念を利用する。色差は知覚的な色の違いを定量的に示したものであり、ある色空間における2点間の距離で定義される¹⁵⁾。空間内の色差が均等になるように補正された色空間の1つとして国際照明委員会(CIE)が策定したCIELUV色空間がある¹⁶⁾。CIELUV色空間は明度 L^* 、赤-緑の属性値 u^* 、黄-青の属性値 v^* をもつ3次元空間である。

Webカメラの撮影画像は各画素にRGB値をもっておける。後述するが、RGB色空間は空間内の色差が均等でないため、この色空間を用いてCRを作成することが難しい。そこで、本研究ではWebカメラの撮影画像がもつ各画素のRGB値をCIELUV色空間の(L^* 、 u^* 、 v^*) (以下、CIELUV値)に変換¹⁷⁾し、空間内の色差が均等になるように補正されたCIELUV色空間においてCRを作成する。

CRの作成手順を以下に示す。まず、CRの

作成には風や波の影響によってPDの漂着位置が変わらない期間(1週間程度)を選定し、その期間に得られた撮影画像を利用する。なお、季節的な日射量の変動を考慮するため、特定月の1週間だけではなく、複数月の撮影画像を目視でゴミが動かされていないことを確認しながら、CRの作成に用いる期間を選定する。このようにして選定した期間内に漂着したすべてのPDを対象としてCRを作成するためのサンプル画素を選択する。1つのPDであっても表面の傷などによる凹凸により光の反射強度が異なるため、色が不均一となる。またPDに影がかかるとその色が変化する。そこで本研究では個々のPDから50画素をサンプル画素として選定した。ただし、PD以外の画素の誤検出を防ぐ(3-(1)-3)ため、白色のPDについては影がかかりにくい表面からサンプル画素を選定した。こうして選定された各画素のRGB値をCIELUV値に変換し¹⁴⁾、CIELUV色空間内における色の分布を調べると、その3つの平面(L^*-u^* 、 L^*-v^* 、 u^*-v^*)において楕円状に分布する(図2(a))。ここでは示さないが、同様にRGB色空間における色の分布を調べてみると、色空間内の色差が均等でないため、PDの色の変化は楕円分布にならず、CRの作成が困難である。そこで本研究ではCIELUV色空間を用いて、3平面における色の分布を楕円近似する(図2(a)中の太線)ことで、それをCRとして用いる。

それぞれの楕円の中心は各PDのCIELUV値の平均値(図2(a)の星印)である。楕円の長軸(短軸)の方向は各座標の2つのCIELUV値の分散共分散行列の第一(第二)モードの固有ベクトルによって決定される。また長軸(短軸)の長さを長軸(短軸)方向におけるCIELUV値の平均値と各CIELUV値との色差の標準偏差の2倍で定義する。その長軸(短

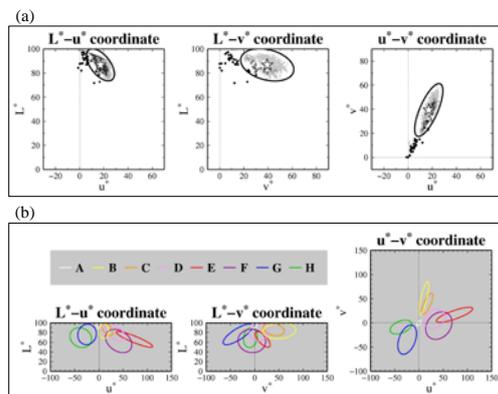


図2 CIELUV色空間におけるPD(図1(c)中のC)の色空間分布(a)と各色の楕円体(b)。(a)中の丸印は各座標における流木画素のCIELUV値の散布図であり、白丸が楕円体内に位置するCIELUV値、黒丸が楕円体外に位置するCIELUV値を示す。(b)の色の凡例を図1(c)と対応している。

表1 飛島のWebカメラ撮影画像からPD画素を検出するためのCRの作成に用いた期間とサンプル画素数及び画像合成手法で使用した閾値。

Typical color	Ellipsoid body	Periods ^a	Number of selected pixels	Threshold values	
				Nov./10-Mar./11	Apr./11-Aug./11
white	A	p1, p2, p3, p4, p5	41755	0.6	0.8
yellow	B	p2, p3, p4, p5	23491	0.5	0.5
	C	p1	8712	0.6	0.6
red	D	p1, p3, p4, p5	19100	0.5	0.6
	E	p1	5000	0.5	0.5
green	F	p1, p2, p3, p4, p5	24000	0.5	0.5
	G	p1, p2, p3, p4, p5	62000	0.5	0.5
blue	H	p1, p3, p4, p5	33200	0.5	0.5

^aPeriods: p1, November 21-27, 2010; p2, December 14-21, 2010; p3, February 16-22, 2011; p4, April 1-7, 2011; p5, May 18-24, 2011

軸) 方向の標準偏差は各座標の第一(第二)モードの固有値の平方根である。こうして得られた各平面の楕円はCIELUV色空間における楕円体の各平面への投影図に相当する。本研究ではこの楕円体をWebカメラ撮影画像からPDの画素を検出するためのCRとして用いる。

CRを作成するために選定した期間毎に、各PDのサンプル画素から楕円体を作成し、その中心位置、軸の長さ向きから判断して白、黄、赤、緑、青の5色に分類する。ただし、知覚的に同色であっても楕円体の中心位置、軸の長さ向きが異なる場合は必要に応じて細分する。飛島では黄と赤については細分し、計8つのCR楕円体を作成した。このようにして作成した飛島のCR楕円体を図2(b)に示し、その作成に用いたCRの作成諸元を表-1に示す。ただし、本研究では背景色と同化してしまう透明なPD(例えば、ペットボトル)、岩や影と同色である黒色のPD(例えば、漁業用ブイ)についてはCRを作成せず、検出対象外とした。これらの色のPDを検出対象外とした影響については4.1節で述べる。

3) プラスチックゴミ画素の検出方法

CIELUV値がいずれかの楕円体内に位置する画素をPDとするが、気象条件によっては流木や植生等の画素の一部が誤検出される。例えば、飛島では濡れた流木の画素は、楕円体C内に位置することでPDとして誤検出される(図2(a)中の丸印)。

このような誤検出による影響を最小限にするため、ある一定期間(以下、合成期間)に得られた複数枚の画像を用いて誤検出されたPD以外の画素を除去する。具体的には、まず合成期間中の全画像を用いて、各画素位置でのCIELUV値が3-(1)-2で作成した楕円体の中に位置する頻度を計算する。なお、合成期間に応じて画像枚数が異なるため、頻度はCIELUV値がそれぞれの楕円体に属した回数をその期間の画像枚数で規格化した値とする。各画素において最も高頻度に属した楕円体の色をその画素における代表色とし、その頻度が予め楕円体毎に設定した頻度の“閾

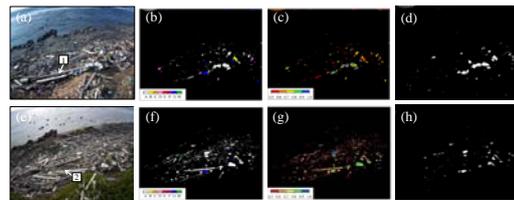


図3 (a)と(e)はそれぞれ2010年12月20日と2011年5月8日における飛島のWebカメラ撮影画像。(b)と(c)はそれぞれ2010年12月19日-21日における各画素が最も高頻度に属する楕円体とその頻度(以下、これら2つの図を合わせて“頻度図”と称す)を示す。ただし、ここでは頻度が0.5以上の画素のみを示している。同様に(f)と(g)は2011年5月7日-9日における頻度図を示す。(d)と(h)は各楕円体に属する頻度が表(1)-1に示す閾値を超える画素のみを白く表示したPD画素の検出画像である。

値”より大きい画素をPDとする。

この画像合成によるPD画素の検出精度は、その合成期間と頻度の閾値に依存するため、これらの値を適切に設定する必要がある。合成期間が長い場合、その間の日射量変化が相対的に大きくなるため流木等の誤検出が抑制される一方で、PDが風や波で動かされる確率が高くなるため、PD画素自体の検出精度が低下する可能性が考えられる。そこで本研究では合成期間を1~7日の間で変化させ、最も効果的に流木等の画素を除去でき、かつPD画素を検出できる合成期間を決定した。対馬については飛塩によるレンズカバーの汚れが原因で解析に使用できない画像が多かった。そこで、合成期間の画像枚数を増やすことを目的として合成期間を7日間(画像枚数:最大175枚)とし、その他の地点については3日間を合成期間として決定した。

次に頻度の閾値については季節に応じた日射状況(例えば、日射量)の差異を踏まえて決定する。例えば、2010年12月19日-21日(図3(a))及び2011年5月7日-9日(図3(e))に撮影された飛島のWebカメラ画像からCRによって各画素がPDとして検出された頻度を計算する。日射量が低い12月には流木画素の一部(図3(a)中の1)が白色のCR(図2(b)中のA)によって検出される頻度は0.6以下(図3(b)と(c))であるのに対し、比較的日射量の高い5月の流木画素(図3(e)中の2)のそれは0.8以下(図3(f)と(g))となった。本研究ではこのようにして月毎に最適な頻度の閾値(表1)を設定することで、日射状況の差異による流木等の誤検出の影響を小さくし、PD画素を検出した(図3(d)及び(h))。

4) プラスチックゴミ漂着量の計算方法

ここではKako et al. (2010)¹⁴⁾と同様に、PDの被覆面積を漂着量の指標として用いた。Webカメラ撮影画像は斜め上方から撮影されているため、被覆面積を計算するためには真上からの直視画像に変換する必要がある。本

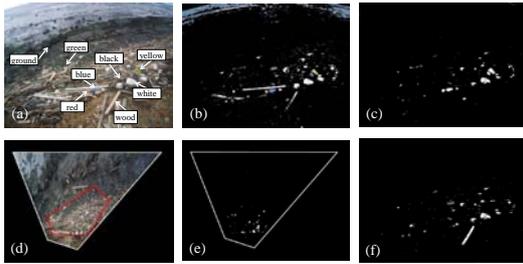


図4 (a)は2011年2月7日のWebカメラ画像であり、(b)はその画像1枚からCRを用いてPD画素を検出した画像である。(c)と(f)はそれぞれMEBとML (L90-C08)によってPD画素として特定された画像である。(d)と(e)はそれぞれ(a)と(c)の画像を射影変換して得られた真上からの直視画像である。(d)の赤枠は面積計算の精度検証に用いた領域を示す。

研究では、Magome et al. (2007)¹⁸⁾の方法にしたがって変換を行った。変換係数は4点以上の地理座標と画素座標の関係から最小自乗法を用いて計算する¹⁷⁾。そこでまず任意点を原点にとった地理座標を計算するため、各地点のWebカメラの撮影範囲内に位置の基準となる10個の目印(ここでは1m×1mのブルーシート)をランダムに配置し、各シートを中心位置での緯度経度をRTK-GPS (Trimble 5800 II, Trimble)で計測する。次に各シートを中心位置の画素座標を取得するため、シートを配置した状態の海岸をWebカメラで撮影する。10枚の内、緯度経度の計測精度が良い5枚のシートを選択して、それらの中心位置における両座標から変換係数を計算する。求めた変換係数を用いてすべての画素座標に対する地理座標を計算することで、真上からの直視画像に変換することができる。

この射影変換手法で計算される撮影範囲内のある区画の面積(図4(d)中の赤枠)とRTK-GPSによる実測値から計算した面積を比較したところ、座標変換による誤差は5.0%であった。他地点についても同様の比較を行ったところ同程度以下の精度(稚内0.2%、輪島1.0%、対馬4.2%)であることが確認された。被覆面積はこの射影変換手法をPDが検出された画像(図3(d)や(h))に適用し、PDの画素数に射影変換する際に定義する1画素当たりの面積(飛島16cm²、飛島以外25cm²)を乗じることで計算できる。

4. 研究成果

(1) Webカメラを用いたプラスチックゴミ漂着量の計測手法の開発と多地点連続観測
1) 既往手法¹⁴⁾とのプラスチックゴミ画素の検出率の比較

Kako et al. (2010)¹⁴⁾が明度を用いてPD画素を検出した結果、明度の低い色(例えば、青や赤)のPD画素は検出されなかったけれども、彼らが設定した明度の閾値(85と90)よりも低い明度を閾値として用いれば、明度の低いPD画素も検出できる可能性がある。そこで、本研究で開発した手法(Method using

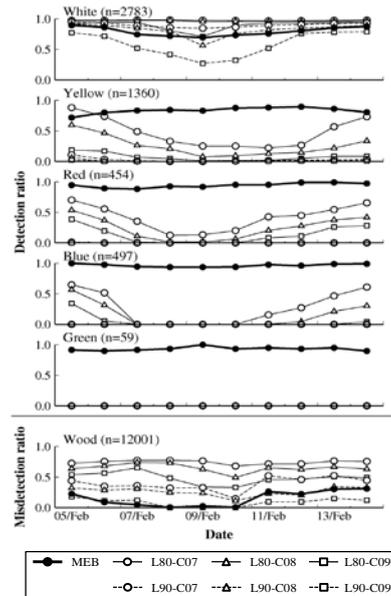


図5 MEBとMLによるPD検出率と誤検出率の比較。選択画素数を各グラフの左上に示し、凡例を図下に示す。

the Ellipsoid Body、以下、MEB)と明度によるPD画素の検出方法(Method using the Lightness、以下、ML)によってPD画素の検出を行い、検出率の比較を行った。比較には飛島で2011年2月4日-15日に撮影された画像を用いた。MLにおける明度の閾値として80(L80)と90(L90)を用いた。さらに、MLについても2.3節に基づいた画像合成手法を適用する。画像合成手法における合成期間は3日間とし、頻度の閾値は0.7(C07)、0.8(C08)及び0.9(C09)の3つとした。したがって、MLとしては6つのケース(L80-C07、L80-C08、L80-C09、L90-C07、L90-C08、L90-C09)でPD画素を検出し、MEBと各ケースのMLの検出率を比較した。

MEB及びMLのL90-C08でPD画素を検出した画像を図4(c)及び(f)にそれぞれ示す。MEBでは黒色を除きどの色のPDの画素も検出される。1枚の画像解析から誤検出された流木画素(図4(b))は画像合成手法を適用することで基本的には除去される(図4(c))。一方、MLでは白色のPD画素の検出には成功しているけれども、その他の色のPD画素は検出されていない。また流木画素も誤検出されている。

次にWebカメラ撮影画像の中から比較期間(2011年2月4日-15日)において風や波によって動かされなかった5色のPD及び流木の画素を選択し、これら選択画素に対する両手法の検出率を比較した。なお、PD及び流木の選択画素数を図5に示す。比較に際してこの選択画素数に対する各手法によるPDの検出画素数の比をPD画素の“PD検出率”と定義し、各手法による流木の誤検出画素数

の比を流木画素の“誤検出率”と定義する。両手法では3日間の画像解析手法によって検出されるため、PD 検出率及び誤検出率を3日間の中間日の値として計算した。例えば、2011年2月5日のPD 検出率及び誤検出率は同月4日-6日のWebカメラ撮影画像を解析して計算される。

MEBについてみると、各色のPD 検出率は0.7より高く、比較期間における各色の平均PD 検出率は白:0.79、黄:0.83、赤:0.94、青:0.97、緑:0.93である。誤検出率についてみると0.31が最高であり、平均誤検出率は0.15であった。

一方、MLについてみると、白の平均PD 検出率はL90-C09を除いた5ケースで0.8より高かった(L80-C07:0.98、L80-C08:0.96、L80-C09:0.90、L90-C07:0.90、L90-C08:0.82、L90-C09:0.59)。他の色のPD 検出率はMLのどのケースにおいてもMEBのそれと比較して小さかった。特にL90の3ケースでは白を除いた他の色のPD 画素はほとんど検出されなかった。L80の3ケースでは黄、赤及び青のPDの画素は検出されたけれども、緑のPD 画素は検出されなかった。MEBによる平均PD 検出率(0.83)はMLのどのケースのそれよりも高かった(L80-C07:0.70、L80-C08:0.62、L80-C09:0.51、L90-C07:0.49、L90-C08:0.44、L90-C09:0.31)。MLのL90-C09を除いた5ケースにおいて誤検出率はMEBのそれよりも高い。L90-C09の誤検出率はMEBのそれよりも低い、白のPD 検出率はMEBのそれよりも低い。ここでは示さないが、この比較を2011年5月1-13日でも行ったところ、同様の結果が得られた。

MLを利用した場合でも明度の閾値を低く設定することで白以外の色のPD 画素も検出することができるが、それらのPD 検出率はMEBのそれよりも低い。更に流木の誤検出率はMEBのそれよりも高い。以上のことから様々な色のPD や流木が漂着している海岸でWebカメラを用いたモニタリングを行う場合、MLに比べてMEBの方が有効な方法であるといえる。ただし、白色のPDの漂着量が支配的な海岸ではMLも有効な手法であることが再確認された。

2) プラスチックゴミ漂着量多地点連続観測

対馬暖流沿いの日本沿岸4地点に設置したWebカメラの設置日(図1(a)の設置地点拡大図)から2011年12月31日までに得られた撮影画像に対してMEBと射影変換手法を適用してPD 漂着量を計算した。なお、山形県酒田市飛島以外の3地点においても各々の地点で得られたWebカメラ撮影画像からCRを作成し、PD 画素を検出した。ただし、レンズカバーに水滴や潮が付着した画像は解析対象外とした。

画像解析により直接的に得られたPD 漂着

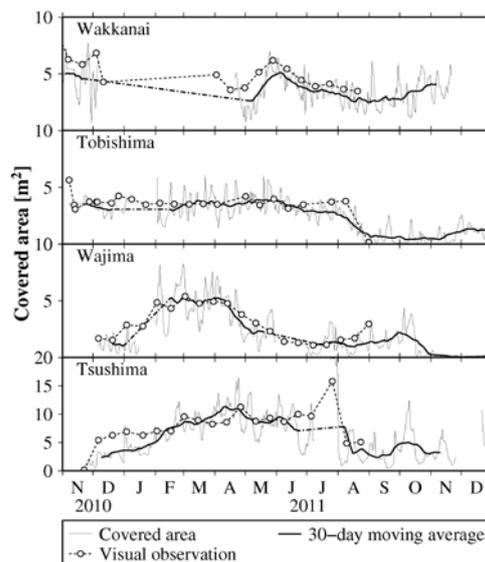


図6 対馬暖流沿いの日本沿岸4地点におけるPD漂着量の時系列変動。なお、図中の凡例を図下に示す。

量の時系列は数日もしくは2週間程度の時間スケールで大きく変動している(図6)。実際にWebカメラ撮影画像を目視で確認してもこのようなPD 漂着量の短期変動は認められない。こうした短期変動は、日射状況の差異によってPD 画素の色が大きく変化し、CRでPD 画素として検出されないことや画像合成手法を用いたとしても乾燥した流木等の誤検出を完全には除去できていないことによる。

特に白のPD 画素の検出では日射状況によるPDの色の変化の影響を強く受ける。例えば、悪天候が数日続くと、日射量が弱いため、Webカメラ撮影画像では白色のPDが灰色に見える。白のCRは他の色のCRに比べて空間的に小さい上に画像合成手法で使用する検出頻度の閾値が高い(図2(b)及び表1)。こうした影響によりPDの色が微小に変化するだけで、白のPD 画素として検出されない可能性がある。また、どの地点も白のPDとして発砲スチロールブイなど比較的比重の小さいPDが多いため、風によって移動しやすいことも短期変動の原因の1つとして考えられる。

これらの気象条件に依存する短期変動を簡易的に除去するため、30日間移動平均を適用した(図6中の太線)。なお、図6中の1点鎖線で示す期間は積雪等の影響による欠測期間である。MEBによるPD 画素の自動計測精度とPD 漂着量の時系列変動パターンを検証するため、Webカメラ設置日(図1(a))から2011年8月31日までの2週間毎の撮影画像から目視によってPD 画素を検出し、3-(1)-4)と同様の手順で計算されたPD 漂着量(図6中の丸付破線、丸付破線の○は目視計

測日)と比較した。ただし、本手法では黒色や透明色のPD画素は検出できない(3-(1)-2参照)ため、目視計測においてもこれらのPD画素を検出対象外とした。

PD画素の計測誤差は目視計測日における両手法で得られたPD漂着量の偏差の絶対値を目視計測によるPD漂着量で規格化し、それらの平均値で評価した。その結果、解析4地点におけるPD画素の計測誤差は平均で18%であった(稚内19%、飛島12%、輪島20%、対馬21%)。全体的には、WebカメラによるPD漂着量の方が過小評価となっているが、この原因については後ほど検証する。両手法で計算されたPD漂着量の相関を調べたところ、どの地点も有意な正の相関(稚内0.93、飛島0.81、輪島0.94、対馬0.73)があり、時系列変動は良く一致していた。対馬の相関係数が他の地点に比べて若干低い、これは2010年12月から翌年1月にかけてレンズカバーが頻繁に汚れたことに起因するものである。2011年2月以降はレンズカバーのメンテナンスを高頻度(2週間に一度)に実施したため、両者がよく一致している(図6)。以上のことから、海岸毎にCRを作成し、画像合成手法における検出頻度の閾値及び合成期間を調整することで本手法が多地点で適用可能であることが確認された。

参考文献

- 1) Kako, S., Isobe, A., Magome, S. (2010): Sequential monitoring of beach litter using webcams. *Mar. Pollut. Bull.*, **60**, 775-779.
 - 2) Fairchild, M.D. (2005): Color Appearance Models, second ed. *John Wiley*, New York, 385 pp.
 - 3) CIE (1986): Colorimetry, second ed., CIE Publ. 15.2, Vienna.
 - 4) Kako, S., A. Isobe and S. Magome (2012): Low altitude remote-sensing method to monitor marine and beach litter of various colors using a balloon equipped with a digital camera. *Mar. Pollut. Bull.*, **64**, 1156-1162.
 - 5) Magome, S., T. Yamashita, T. Kohama, A. Kaneda, Y. Hayami, S. Takahashi and H. Takeoka (2007): Jellyfish patch formation investigated by aerial photography and drifter experiment. *J. Oceanogr.*, **63**, 761-773.
 - 6) 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.
- #### 5. 主な発表論文等
- (研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)
〔雑誌論文〕(計4件)
- (1) Kataoka, T., H. Hinata and S. Kako (2012): A new technique for detecting colored macro plastic debris on beaches using webcam images and CIELUV, *Marine Pollution Bulletin*, 査読有, 64, 1829-1836
 - (2) 片岡智哉, 日向博文, 加古真一郎 (2012): Webカメラ画像解析によるプラスチックゴミ漂着量の多地点連続観測, *土木学会論文集 B2(海岸工学)*, 査読有, 68(2), I_1471-I_1475
 - (3) 尾ノ井龍仁, 二瓶泰雄, 片岡智哉, 日向博文: 河川漂流ゴミ輸送量に関する自動モニタリング技術の検討, *土木学会論文集 B1(水工学)*, 査読有, 68, I_769-I_774
 - (4) 片岡智哉, 日向博文, 加古真一郎 (2012): Webカメラを用いたプラスチックゴミ漂着量の計測手法の開発と多地点連続観測, *国土技術政策総合研究所研究報告*, 査読有, 51
〔学会発表〕(計5件)
 - (1) 加古真一郎, 磯辺篤彦, 片岡智哉, 日向博文 (2013): 粒子追跡モデルを用いた漂着ゴミ由来の有害重金属による海岸汚染リスクの検証, 2013年度日本海洋学会春季大会
 - (2) Kataoka, T., H. Hinata and S. Kako (2012): Simultaneous monitoring at multiple sites of beached plastic litter quantity using webcam, *Proc. of PICES-2012*, S13-2
 - (3) Kataoka, T., H. Hinata and S. Kako (2012): A new technique for detecting beached color plastic debris from webcam images using CIELUV, *Proc. of 50th ECSA Conference*, O10.25
 - (4) 加古真一郎, 磯辺篤彦, 片岡智哉, 日向博文 (2012): 全国展開されたWebカメラ網と数値モデルを用いた漂着ゴミ発生源の特定, 2012年度日本海洋学会秋季大会, 212
 - (5) 片岡智哉, 日向博文, 加古真一郎 (2011): Webカメラを用いた漂着ゴミ量の多地点連続観測, 2011年度日本海洋学会秋季大会, 138
〔図書〕(計0件)
〔産業財産権〕
○出願状況(計0件)
○取得状況(計0件)
〔その他〕
ホームページ等
<http://www.yokohama-nippon-kai.ac.jp/kakubu/engan/engani/umigomi/>
- #### 6. 研究組織
- (1)研究代表者
日向 博文 (HINATA HIROFUMI)
国土技術政策総合研究所 室長
研究者番号: 70272680
 - (2)研究分担者
国土技術政策総合研究所 研究官
片岡 智哉 (KATAOKA TOMOYA)
研究者番号: 70553767
 - (3)連携研究者
磯辺 篤彦 (ISOBE ATSUSHIKO)
愛媛大学 教授
研究者番号: 00281189