

飛砂対策を考慮した 芦屋海岸里浜づくりについて

ON ASHIYA SATOHAMA CREATION WITH CONSIDERATION OF
WIND-BLOWN SAND MEASURES

原 喜則¹・甲斐 靖也²・小島 治幸³・鄒 曙光⁴・石田 基志⁵・久富 孝司⁶
Yoshinori HARA, Seiya KAI, Haruyuki KOJIMA, Shuguang YAN, Motoshi ISHIDA and
Kouji HISATOMI

¹正会員 修士(工学) 株式会社 三洋コンサルタント 北九州支店(北九州市小倉北区京町3-14-17)

²非会員 学士 元九州共立大学工学部学生(北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8)

³正会員 工博 九州共立大学 教授 工学部 環境土木工学科(北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8)

⁴正会員 博士(工学) 九州共立大学 講師 工学部 環境土木工学科(北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8)

⁵非会員 学士 福岡県北九州土木事務所(北九州市八幡西区則松3-7-1)

⁶非会員 学士 株式会社 三洋コンサルタント 北九州支店(北九州市小倉北区京町3-14-17)

The Ashiya beach, located at the west side of the Onga River's mouth in the northern portion of Fukuoka Prefecture, has transformed substantially from severe beach erosion to drastic accretion. Construction of the Ashiya port since 1980 has caused a shoreline buildup of more than 200m, which resulted in serious wind-blown sand problems toward neighboring residents. To mitigate the wind-blown sand problems and wisely use a newly formed vast beach, the concept of "Satohama" creation has been adopted and public involvement in the form of workshop has taken place in the town of Ashiya. This paper presents activities of the Ashiya Satohama creation workshop and results of field studies and questionnaire survey on the blowing sand problems. Creation of foredunes covered with vegetation and planting pine trees are proposed through much discussion in the workshop. Quantities of wind-blown sand both in the beach and inland are estimated.

Key Words : SATOHAMA creation, public involvement, wind-blown sand measures, Ashiya beach

1. はじめに

近年, 沿岸域の管理において「里浜」, 「里浜づくり」という言葉が注目されている。里浜づくり研究会は 2003 年 5 月に里浜づくり宣言を行い, それについて次のように定義している¹⁾。里浜とは『一昔前は当たり前であった, 多様で豊かな「海辺と人々のつながり」を現代の暮らしにかなう形で蘇らせた浜のこと』, 里浜づくりとは『地域の人々が, 海辺と自分たちの地域のかかわりがどうあるべきか災害防止のあり方も含めて議論し, 海辺を地域の共有空間(コモンズ)として認識しながら, 長い時間をかけて, 地域の人々と海辺の固有のつながりを培い, 育て, つくりだしていく運動や様々な取り組みのこと』と定義している。また, 2006 年 3 月には, 先行する事例より, 参考となるヒントやアイデアをとりまとめた「里浜づくりのみちしるべ」を策定した。国土交通省は, 「里浜づくりのみちしるべ」を参考に, 「里浜づくり」を進めるためのソフト面,

ハード面両面の各種取り組みを進めている。九州では, 唐津²⁾, 中津³⁾, 守江湾⁴⁾, 別府⁵⁾などの事例がある。

福岡県の響灘に面した三里松原海岸の東に位置している芦屋海岸(図-1)では, 芦屋港の建設による人工的な手が加えられて以来, 芦屋港付近では, 堆積が生じ大規模な砂浜が形成され, 飛砂が発生しやすい状態になり, 飛砂問題が深刻化しつつある。洗濯物や車などに砂が付着するなどの住民に対する日常的な問題があるとともに, 毎年, 海水浴シーズ



図-1 研究対象地域

ン前に芦屋海岸の駐車場では飛砂により堆積した土砂の撤去のため税金が投入されている。このような飛砂に対する対策方法や今後の芦屋海岸の将来像を考える場合に地元住民の意向を反映した海岸づくりを行うために、2006年12月から芦屋里浜づくりのワークショップが開催されている^{6)・7)}。

本研究は、地域住民やNPOグループ、行政、専門家によって行われている「芦屋海岸里浜づくりワークショップ」で検討されている飛砂対策を考慮した里浜づくりの取組みについて整理し、芦屋海岸の変遷と芦屋港西岸の広大な砂浜の形成過程を明らかにするとともに、アンケート調査と現地調査により現状の飛砂実態を明らかにすることを目的とする。

2. 調査地域概要と芦屋海岸の変遷

(1) 調査地域概要

調査地域は、福岡県遠賀郡芦屋町にある芦屋海岸(図-2)は、三里松原海岸の東に位置し約4.8kmの砂浜海岸である。図中の○などは測定の基点を表しており詳細は後ほど説明する。海岸の東側には1級河川の遠賀川が流入している。調査地域における漂砂供給源として遠賀川が考えられ、その供給土砂量は流域面積と比流砂量から年間22万m³と推定されるが⁸⁾、河口堰などの建設による影響で減少していると思われる。芦屋港は1979年(昭和54年)に建設が着手され、1993年(平成5年)に完成した。そのすぐ西側の海岸で1976年(昭和51年)から1985年(昭和60年)にかけて離岸堤8基が設置された。しかし、さらに西側の海岸で著しい海岸侵食が起こったため、1989年(平成元年)から1994年(平成6年)にかけて988mの石積みの消波堤と護岸が造られた。

芦屋港の建設により、そのすぐ西側の海岸では大規模な堆積が起こった。侵食対策として設けられた離岸堤が堆積を増進させ、この堆積による海岸線の前進にともない、土砂の流入による航路の埋没が深刻な問題になった。対策として2~3年に1度のペースで数万m³の維持浚渫を行っている状況であるが、恒久的な対策として2005年(平成17年)から西防砂堤先端付近より防波堤とほぼ平行に全長



図-2 芦屋海岸全域

300mの防砂堤の建設が行われ、2008年(平成20年)に完成した。

(2) 芦屋海岸の変遷

調査海岸における海岸地形の変化に関して小島ら⁹⁾や宇野木ら¹⁰⁾の研究があるが、前述した芦屋港西側で大規模な堆積の確認とその変遷を把握するため、芦屋海岸全域において1947~1999年の航空写真(7枚)の解析を行い、芦屋海岸全域の汀線の長期的な変化を調べた。図-2の図中の□は、航空写真解析に用いた基点を示している。また、図中の●または○は本研究室で毎年横断測量を行っている25測点を示し、測点の間隔は100mである。

表-1は、航空写真の詳細と潮位補正などを示し、図-3は、解析結果の0m汀線を示している。なお、潮位補正に用いた海浜勾配は、芦屋海岸全域における25点の横断測量から得られた平均値である1/29.4を用いた。1947年~1976年の芦屋港建設以前では、全体的に侵食傾向であり矢矧川から遠賀川に近づくにつれ侵食は大きくなっている。図-4は、1976年~1999年の期間における隣り合う年の汀線変化量を示している。1976年~1983年の芦屋港建設途中の汀線は、矢矧川右岸の-100mから1100mまでは1976年より平均35m後退しているが、芦屋港近辺では100m近く前進している。芦屋港完成後の1983年~1990年を比較すると300mから1900mまでは汀線が後退しているが、芦屋港近辺では1983年からさらに最大150m前進している。1990年~1995年の期間では芦屋港近辺で平均50mの汀線前進が起こった。1995年~1999年を比較すると矢矧川から500mでは平均20mの前進が見られ、離岸堤が設置されている1000~2000m付近では大幅な侵食傾向になった。また、芦屋港防砂堤近辺では汀線の前進がほぼ止まった。

汀線変化の結果を用いて芦屋港西岸に堆積した土量を推定するために、防波堤による堆積領域として1600m~2500mの区間内の50mごとの汀線前進量に高さ方向の3.05m(遡上高+移動限界水深)を乗じて土量を算定し、図-5に示す。1976年~1983年では約9万m³堆積し、1983年~1990年では約8.5万m³、1990年~1995年では約5.6万m³、1995年~1999年では約0.5万m³となり、1995年以降の堆積量は激減している。このことから、1990~1995年の間で防砂堤の捕砂量が満杯になり、芦屋港の埋没が激しくなったと考えられる。図中の表は、芦屋港の浚渫土量を示しており、1996年~2002年の6年間における平均浚渫土量(埋没土量)は約1.4万m³/年となる。1976年~1995年まで年平均の堆積土

表-1 航空写真の詳細

	年代	月	日	時	分	潮位差(m)	基準縮尺
港建設以前	1947	3	11	13	0	0.504	1/10000
	1966	6	7	13	35	0.398	1/10000-1/25000
	1976	5	17	13	23	0.513	1/8000-1/25000
港建設途中	1983	12	4	13	25	0.291	1/9400
	1990	11	24	12	24	-0.011	1/10400
港建設後	1995	1	1	13	3	-0.122	1/11000
	1999	4	27	10	47	0.077	1/8000-1/25000

量は 1.2 万 m³/年となり、埋没土量とほぼ同じ値である。また、この値は沿岸漂砂量とも見なせる。

以上の結果により、芦屋港すぐ西側で起こった大規模な土砂の堆積は、さらに西側の海岸における高さ 3～4m の浜崖が削られたことによる土砂の供給が原因となっている。しかし、現在、この侵食海岸は石積み護岸により完全に固められたため、過去のような土砂の供給はなくなったと考えられる。

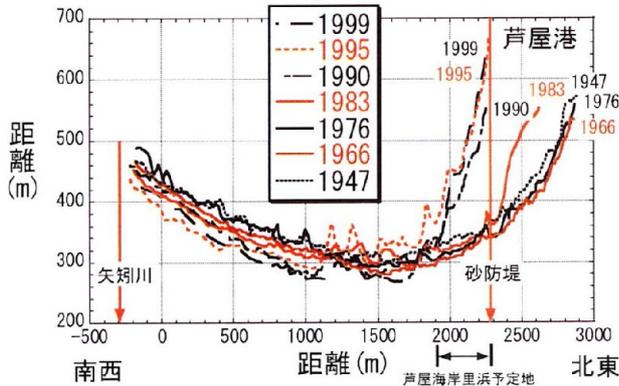


図-3 空中写真解析における汀線の位置

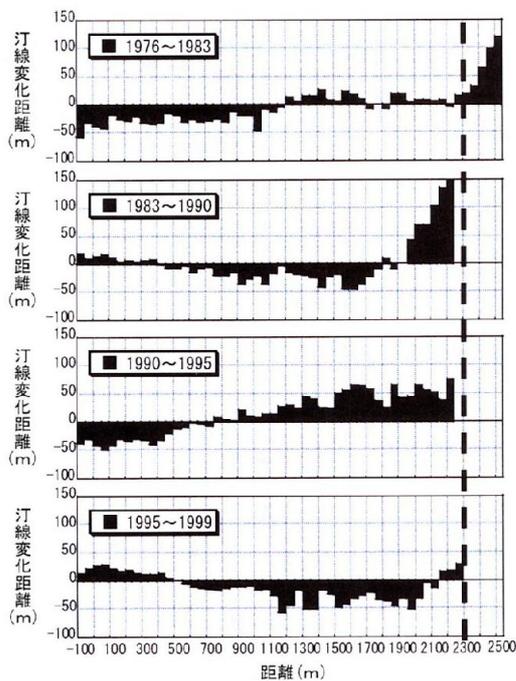


図-4 1983～1990年における汀線変化

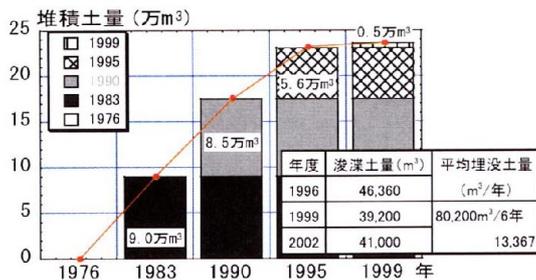


図-5 芦屋海岸の土量変化

3. 芦屋里浜づくりワークショップ

芦屋海岸里浜づくりワークショップ（以下：WS）は、福岡県北九州土木事務所が主体となり、地域住民やNPOグループ、芦屋町役場、専門家、ファシリテータとしてコンサルタントが参加している。2006年12月に第1回のWSが行われ、これまでに6回にわたって話し合いが行われてきた。里浜づくりを行うための手順として、1) 問題の発見、2) 目指すべき里浜像、3) 里浜像を現実化する手段を考え・実践する、の3つの段階からなっている。

WSの日程や話し合われた内容や合意されたことなどを表-2に示す。第1～2回目で芦屋海岸の現状の把握、情報の共有などが終わり里浜づくりの第1段階が終わったと考える。第3～6回目で、第2段階の目指すべき里浜像が決定した。WS参加者が合意形成し出した里浜像は、図-6に示す芦屋港西側に堆積した砂をそのまま有効利用し、人工構造物ではない前砂丘の造成と松林や砂浜植物による飛砂対策を行うという案である。

この里浜づくりの事業化に向けて技術的な方策を検討する「技術検討会」、事業実施にあつて住民参加のあり方等について検討を行う「里浜づくり実行委員会」が2008年度に設置された。「技術検討会」では、図-7に示すような基本的な施工計画を作成した。すなわち、1年目から2年目にかけて芦屋海浜部に前砂丘を造成し、前砂丘の頂上部に二重の堆砂垣を設置し、法面に砂浜植物の植栽を行う。3年目に、管理用道路の施工と堆砂垣の背後に静砂垣を設置しクロマツ（抵抗性および通常）の植栽を行う。「里浜づくり実行委員会」では、里浜を地元住民を中心とした市民で育てるための組織づくりや市民の参加形態が検討されている。

表-2 ワークショップの日程と内容

2006年度	第1回(12/16)	第2回(1/20)	第3回(2/17)
目標目的	・参加者の交流 ・現状の把握	・事前学習 ・情報共有化	・合意形成 ・全体案作成
内容	・里浜事業の趣旨と内容説明 ・4班に班分けを行い、現地の様子を見た上で利用・活用状況について各班発表	・浜辺の利用・活用例の紹介 ・飛砂対策法の紹介 ・各班で意見交換	・これまでの検討結果をもとに里浜像と飛砂対策案を各班で作成
2007年度	第4回(9/8)	第5回(11/17)	第6回(3/15)
目標目的	・計画の具体化	・全体案の醸成	・里浜の実現に向けて
内容	・第3回のWSで作成した里浜図の紹介 ・それぞれの里浜図について意見交換 ・次のWSに向けて意見交換	・海岸林・海浜変化について専門家の講演 ・前回2つに絞られた案を1つにまとめる ・飛砂調査を行うことが決定	・「技術検討会(仮称)」と「里浜づくり実行委員会(仮称)」の設置が決まった



図-6 WS参加者による芦屋里浜像の最終案

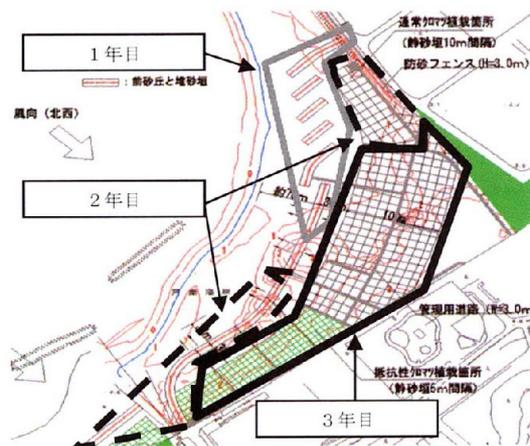


図-7 芦屋海岸里浜づくり施工計画図

4. 飛砂実態調査

芦屋海岸の飛砂実態を調べるために芦屋海岸の地形調査やアンケート調査、飛砂捕捉調査を行った。

(1) 地形調査

図-2に示す●の5つの基点 A-1～A-5 (以降この範囲を芦屋港海岸と呼ぶ) を基準としてトータルステーションと電子平板を用いて面的に砂浜全体の測量を行った。測量は、2007年8月から定期的に行っており、測量で得たデータをもとに地形変化を求め、海浜部での飛砂量を推定した。

図-8は、2008年5月と8月の等高線図である。平面図の色が濃くなるほど地盤が高いことをあらわしている。両図の特徴としては、海浜の中央あたりでT.P. 3.0m前後の小高い砂丘ができています。さらに陸側になると等高線はほぼ平行になっている。2008年5月(左図)では、陸側で等高線が密になっていることから、飛砂により堆砂している様子が見える。図-9は、2007年8月～2008年5月の地盤高変化を左図に、2008年5月～2008年8月を右図に示している。塗りつぶしが堆積、斜線などが侵食をあらわしている。左図を見ると分かるように飛砂の影響により、基点A-1～A-5付近の防砂フェンスへ砂の吹き寄せが激しく、堆積が顕著に見られる。一方、右図では、最陸側で地盤高の低下があり、その前面で顕著な堆積が起こっている。この堆積は、飛砂によって溜まった砂や海浜部から流出した砂を海水浴シーズン前に人為的に浜にもどしたためである。

芦屋港海岸における飛砂によって移動した砂の量を求めるために、飛砂により移動したが海浜部に残った砂の量と海浜部から陸側に流出した砂の量を求める。まず、海浜部に残った砂の量を求めるために図-9の左図に示す芦屋海岸最陸側を5区分した①～⑤の範囲で2007年8月を基準として土量を求めた結果を図-10に示す。2008年5月の土量は西側の⑤が多く約1000m³、①が最も少なく約500m³

であった。2007年8月～2008年5月にかけて飛砂により堆積した土量は全区間の合計である約3700m³と算定できる。海浜部より流出した砂の量は、図-9の右図の台形枠内の土量変化量に等しい。その範囲内における2008年5月～2008年8月の土量変化量は約3600m³となる。従って、海浜部における冬期から春期に生じる飛砂により移動した土砂量は、この2つの土量の合計から約7300m³と推定される。

(2) アンケート調査

アンケート調査は、芦屋海岸における飛砂の影響範囲や影響度合を詳細に把握するため、遠賀川西岸(図-12の枠内)の芦屋町住民にアンケート用紙を500部配布した。そのうち370部回収し、74%と高い回収率であった。これは、住民が飛砂問題に関心が高いためと考える。

図-11は、調査地域全体のアンケート調査結果の一例である。飛砂が気になるかならないかの設問では約80%の人が飛砂を気にしており、なんらか

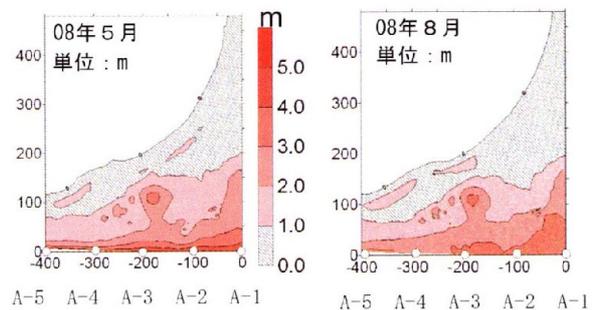


図-8 2008年5月(左図)と8月(右図)の等高線

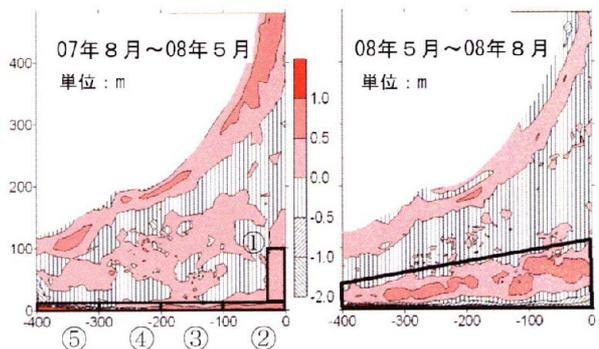


図-9 芦屋海岸の地盤高変化量

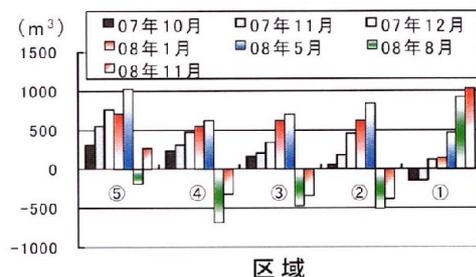


図-10 区間①～⑤の土量変化

の飛砂対策が必要であることがうかがえる。不満要因（右図）として「サッシに砂が溜まる」や「窓、車、洗濯物が汚れる」を60～70%の回答者が選んでいる。

図-12は、調査地域を8つに分けし集計を行った結果の円グラフであり、各地区内で100%になるようにしている。図は飛砂が気になるか、気にならないかの設問の結果である。調査地域の海沿いの1～3地区に「かなり気になる」または「少し気になる」と回答した人が多く、1～3地区の回答者の約90%であった。「気にならない」と回答した人が多いのは6～8地区で、この地区の回答者の約30%であった。芦屋海岸から離れるほど、気にならないと回答する人が多い結果となっている。紙面の関係で図は掲載していないが、不満要因の結果では、「サッシに砂が溜まる」や「窓、車、洗濯物が汚れる」の回答が全地区で多く得られた。しかし、「窓が開けられない」と回答した人が多い地区は2、3地区であり、6～8地区ではほとんどなかった。

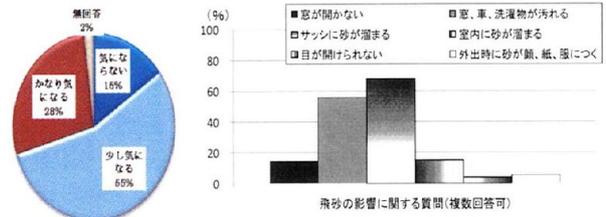


図-11 アンケート調査結果の一例

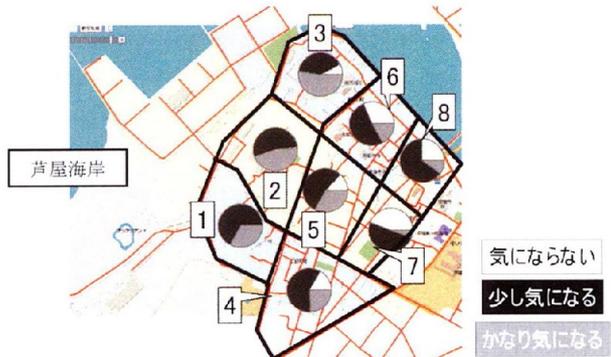


図-12 地区ごとのアンケート結果

(3) 飛砂捕捉調査

調査海岸背後の住宅地に降り注ぐ飛砂量を測定するために、図-13の□印（中の数字は捕砂器番号）の30測点に捕砂器を設置した。捕砂器は、直径21cmの漏斗の先に捕砂袋を付けたものを捕砂器の口に固定した形で、雨量も測れるようにした。観測は2008年11月末～2009年3月末まで行い、各月の月末に捕砂器によって捕捉できた砂の量を測定した。図-13は、2009年1月の月間捕砂量の平面分布図であり、色が黒くなるほど捕砂量が多い。紙面の関係で2008年12月と2009年2月は掲載していないが、全ての月で芦屋海岸に近い海岸背後の駐車場や港内の捕砂器No. 24、25で捕砂量が多い結果であった。また、飛砂捕捉調査期間の風況を調べるため、芦屋海岸のすぐ背後に位置する芦屋航空自衛隊基地で観測された2008年12月～2009年1月のデータを入手し解析した。その結果を図-14に示す。左軸が風向（●：風速5m/s未満の風向，□：風速5m/s以上の風向），右軸が風速（折線）である。図のように風速が5m/s未満の場合の風向はES～Sが多いが、風速が5m/s以上になるとW～NEにかけて多くなる傾向がみられた。12月において風速5m/s以上になる割合は27%，1月では29%と大きな違いはなかった。

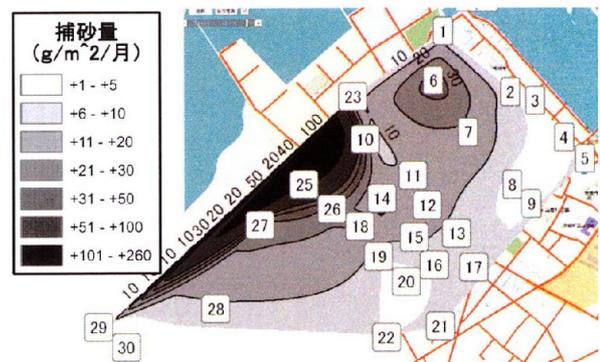


図-13 1月の飛砂量平面分布図

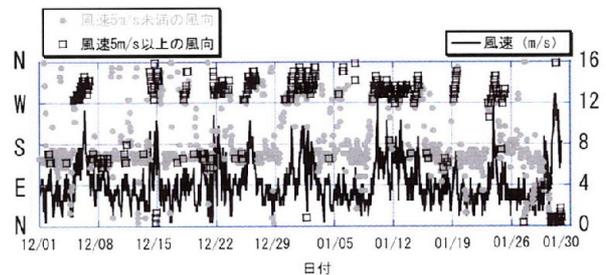


図-14 2008年12月～2009年1月の風速風向

月ごとの平均捕砂量と捕砂器の中に溜まった水深を計測し調査地域全体（30点）の平均降水量を求め図-15に示す。図の左軸が月平均捕砂量（折線グラフ），右軸が降水量（棒グラフ）である。12月の捕砂量は5.2g/m²/月，1月は20.4g/m²/月，2月は6.2g/m²/月で，合計は31.9g/m²である。1月が最も多く12月の4倍程度である。月ごとの降水量をみると12月は192mm/月，1月は82mm/月，2月は134mm/月となり，1月は12月の40%程度の降水量しかない。前述したように風速に大きな違い

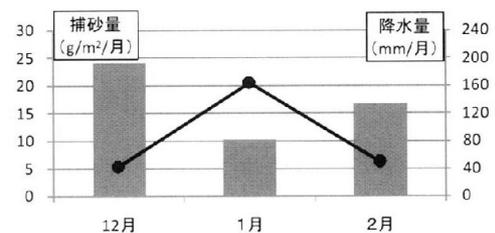


図-15 月平均捕砂量と降水量

がないことから、1月に捕砂量が多かった要因の一つとして降水量が少ないことが考えられる。

図-16は、1月の捕砂量の平面分布図と区分けたアンケート結果で飛砂が気になるかならないかの設問の結果を重ね合わせた図である。これを見ると捕砂量が10g/m²以上ある1, 2, 3, 5地区では飛砂が気になる(少し+かなり)と回答した人の割合が約90%以上であり、1地区では100%であった。10g/m²未満の4, 6, 7, 8地区で飛砂が気になる(少し+かなり)と回答した人が60~80%程度であることがわかる。図-17は、アンケート結果で飛砂が気になる(少し+かなり)と回答した人の割合と1月の捕砂量の地区内平均値との相関図である。図を見ると芦屋海岸に近い1, 2, 3, 5地区は地区内平均捕砂量が10g/m²以上となり飛砂を気にしている人が90%以上いる。地区内平均捕砂量が7g/m²程度になると80%前後の人が飛砂を気にすることがわかる。地区内平均捕砂量が約2.6g/m²と最も少ない7地区では、飛砂が気になるという回答者の割合が約60%と最も少なかった。また、相関係数Rが0.92あり、飛砂を気にする人の割合と捕砂量は強い相関関係があることが確認された。図中の回帰式から月間飛砂量を0.2g/m²以下にすれば飛砂を気にする人の割合が20%程度にすることが可能である。

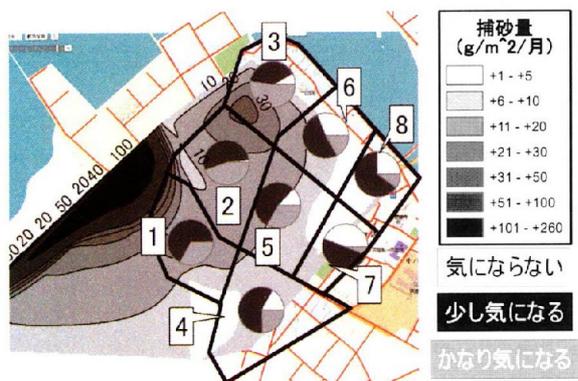


図-16 捕砂量平面分布図とアンケート結果

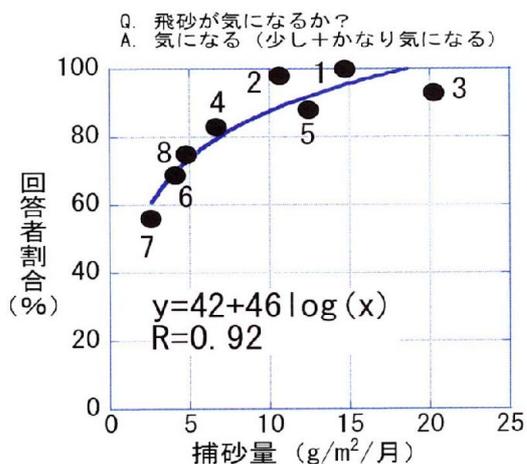


図-17 1月の捕砂量とアンケート結果の相関図

5. まとめ

本研究により、以下の結果を得た。

- (1) 航空写真解析結果から芦屋港の建設以来、芦屋海岸東側で顕著な堆積、西側で侵食が生じている。この堆積は約1.2万m³/年の漂砂で起こり、最大で200m以上の汀線前進が生じた。
- (2) ワークショップの成果を受けて、「技術検討会」より前砂丘の造成と砂浜植物の植栽および静砂垣の設置とクロマツの植栽を整備する里浜づくりの具体的な案が提案された。
- (2) 芦屋海岸の測量から海岸部における一冬の飛砂により移動した土砂量が7300m³であり、飛砂捕捉調査により2008年12月~2009年2月の平均捕砂量の合計が31.9g/m²であると算定した。また、アンケート調査と飛砂捕捉調査により、飛砂の捕砂量と飛砂を気にしている人の割合とは強い相関があり、飛砂量が10g/m²/月以上であると約9割以上の住民が飛砂を気にする結果であった。

今後は、長期的な里浜づくりの主体となる組織づくりと継続的な飛砂量の調査が必要である。

謝辞：本研究にご協力頂いた芦屋町の皆様および芦屋町役場、芦屋航空自衛隊基地の関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 里浜づくり研究会：「里浜づくり」のみちしるべ、http://www.mlit.go.jp/kowan/umibe_bunka/satohama.htm.
- 2) 岩本信二：里浜づくりへの取り組み、日本沿岸域学会研究討論会公演概要集, No. 20, pp. 18-20, 2007.
- 3) 中村哲則, 足利由紀子：中津の海と人を考える協議会の取り組み、日本沿岸域学会研究討論会公演概要集, No. 20, pp. 22-24, 2007.
- 4) 釘宮浩三, 日野明日香, 清野聡子：大分県守江湾 湾の一体管理「宝の海守江湾会議の設立とその背景」、日本沿岸域学会誌, Vol. 20 No. 1, pp. 52-55, 2007.
- 5) 清山貴俊：別府港海岸里浜づくり、日本沿岸域学会研究討論会公演概要集, No. 20, pp. 26-29, 2007.
- 6) 石田基志, 長野敏則：芦屋の里浜づくりの取り組みについて、日本沿岸域学会研究討論会公演概要集, No. 20, pp. 30-37, 2007.
- 7) 伊藤克敏, 小島治幸, 原喜則, 石田基志, 副島克己, 長野敏則：芦屋海岸における飛砂対策を考慮した里浜づくり、平成19年度土木学会西部支部研究発表会, 第2部門 pp. 331-332, 2007.
- 8) 福岡県港湾課：玄界・響灘沿岸域海浜海底保全調査報告書, 1985.
- 9) 小島治幸・井島武士・中牟田直昭・大中英輝：福岡県の玄界・響灘沿岸の海浜変形とその原因について、第32回海岸工学講演会論文集, pp. 385-389, 1985.
- 10) 宇野木早苗・妹川征男・岡夏子：砂浜海岸における港湾建設後の海岸地形と海浜環境の変化、海の研究, 16 (6), pp. 423-436, 2000.