

芦屋・新松原海岸における海浜変形と新型海岸侵食防止工法（DRIM）に関する研究

01A3726 岸戸 敏行, 01A3729 黒岩 和也
指導教員 小島 治幸

1. はじめに

近年、海岸侵食問題は、全国的に拡大してきており、将来的にさらに深刻化する可能性がある。福岡県の響灘に面した芦屋・新松原海岸でも、河口での導流堤の設置やその西側に位置する芦屋港の建設など人為的な手が加えられて以来、海浜が新たな平衡状態に移る過程においての大きな地形変化により芦屋海岸の侵食がおこった。また芦屋港は建設以来、港内の埋没問題が生じている。この2つの問題の対応策として埋没土砂の浚渫によるサンドバイパスを行い、侵食されている芦屋海岸の養浜した。また、沖合の海砂利や河口部での砂の採取が行われており、それらの海浜への影響を監視する必要がある。

この問題に対して今までは離岸堤などの海岸を囲う工法が使用されていたが、新しい漂砂制御技術「DRIM（Distorted Ripple Mat）工法」は、防災面だけでなく砂浜や周辺環境への快適性を考え、今後の海岸整備における有用な要素技術として期待されている。DRIM工法とは、海底にできる砂れんをSINカーブで近似し、図-1に示すように人工的に歪ませた形状（歪み砂れん）をブロック化し、並べたものである¹⁾。DRIMによる漂砂制御の原理は、波の通過に伴いDRIMの峰の両側に形成される渦の規模が非対称になることにより底層の流れが一方方向に制御されることに起因している。すなわち、波の谷が通過する時に図-1に示すDRIMの峰の背後にできる大きな渦に漂砂が取り込まれ、逆に波の峰が通過する時にはDRIMの峰のなめらかな前面においては渦はできずに水流は岸方向に流れ、それに含まれる漂砂は岸方向に運ばれることになる。

本研究は、芦屋・新松原海岸における海岸状況を調査し、短・長期間における海岸断面変化や汀線・土量変化などの海浜変形の実態を明らかにする事を目的にするとともに、芦屋海岸にDRIMを設置し、DRIMによる漂砂制御機能とその海浜変形に及ぼす影響を調べることが目的とする。

2. 現地調査の概要と調査方法

調査地域は、図-2に示すように東の遠賀川と狩尾岬の岩石海岸、西の波津漁港とそれに続く岩石海岸に仕切られた延長約9.2kmの砂浜海岸である。この間に、矢矧川と汐入川の小河川が流入している。この海岸において芦屋港が、平成5年に建設された。そのすぐ西側の海岸には、昭和51年から昭和60年にかけて離岸堤8基が設置された。さらに西側の海岸では、著しい海岸侵食が起ったために、平成元年から平成6年にかけて988mの石積みの消波堤と護岸が造られた。芦屋港は、港口部において航路水深6mを維持できず、平成7年の調査によると水深1m程度まで土砂の堆積により埋没した。平成8年3月よりほぼ4年ごとに、港内埋没土砂を浚渫し、サンドバイパス工法として侵食の激しい芦屋海岸にそれを養浜している（図-3参照）。

図-4に示すように芦屋港海岸浜崎地区で、8基ある離岸堤のうち西側の2号堤と3号堤の開口部沖側にDRIMを、制御方向を岸側に向けて設置した。設置水深は-3.5m、離岸距離はおよそ300mである。DRIMは、波長1.5m、波高0.27mのブロックを岸沖方向に15個、沿岸方向に12個並べて23m×12mの大きさとしたものである。吸出しによる沈下を防止するためにブロック底面に透水性のシートを敷き詰めている。設置後1年間に渡ってDRIM周辺の調査を実施する。

本研究は、大きく2つに分かれている。すなわち、調査地域における海岸変形の実態調査とDRIMの漂砂制御機能を実証する調査である。

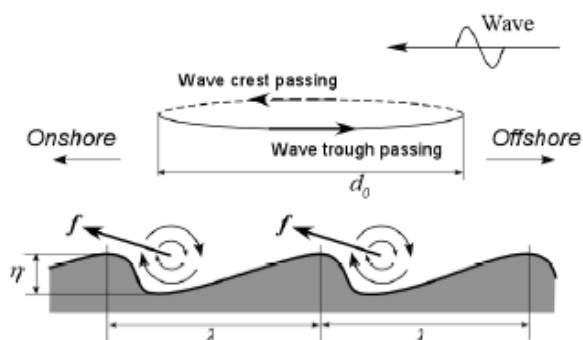


図-1 DRIMによる漂砂制御の概念図

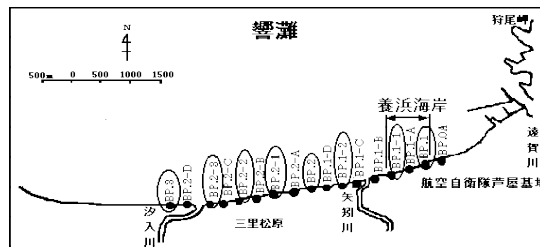


図-2 調査地域とBP測点の位置図

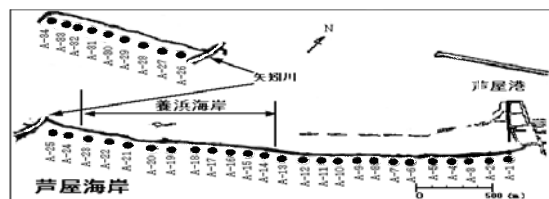


図-3 養浜海岸とA測点の位置図

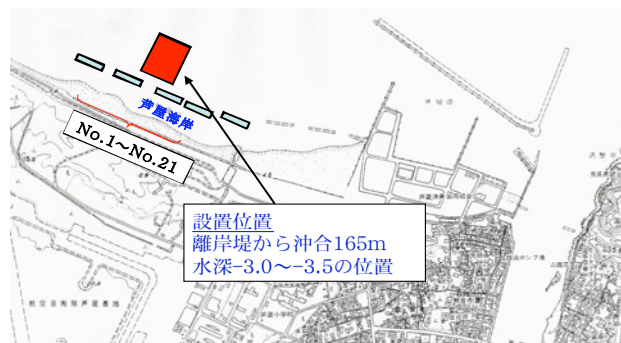


図-4 DRIM設置場所

(1) 海岸変形実態調査

1) 地形測量：測点の設置は、芦屋・新松原海岸（約 4.8 km）において、600m 間隔に福岡県がたてたコンクリート杭とその中間に打った木杭の計 17 点の測点を図-2 に示すように設けた。また、養浜海岸の挙動を調べるため芦屋港砂防堤より約 100m 間隔で A-1～A-34 の計 34 点の測点を設け（図-3）、海岸測量を平成 7 年（1995 年）から毎年夏と冬に実施している。深浅測量はナローマルチビームによる測深システムにより、DRIM 周辺 240m×240m の範囲について実施し、海岸測量では DRIM の岸側の浜に 10～20m 間隔で No.1～No.21 までの測点を設け、岸から離岸堤までの測量を実施した。

2) 底質調査：各測点における前浜と後浜の底質をそれぞれ一ヶ所ずつ円筒状の採取器で採取し、その試料の粒度試験を行い、それから中央粒径 d_{50} やふるい分け係数、偏わい度等を求め、比較分析した。それより、漂砂の卓越方向を推定した。

(2) DRIM 実証試験

1) 外力調査：外力の観測は、沖波として玄界灘の大島沖と白島沖に設置されている波高計のデータを用いた。DRIM 近傍の外力として、ウェーブハンターによる波高、周期、波向と海底面から 50cm 上の平面 2 方向の流速を測定した。

2) 蛍光砂追跡調査：DRIM 近傍に投入した 3 色（赤、黄、緑）の挙動を調べるため、10～50m 間隔の格子点で 6/17、7/25、10/28 の計 3 回底質を採取した。採取したサンプルを均等になるように混ぜ、250cc のサンプル中にあるブラックライトに反応した蛍光砂をカウントして読み取った。この作業を二人一組で行い同じサンプルを二人で計測した。

3. 結果と考察

(1) 海岸変形実態調査

図-5 と 6 は、03 年 8 月から 04 年 8 月までの汀線の場所的变化（T.P.0m）を表している。その結果、A 測線の養浜海岸周辺（図-5）の海岸では平均 2.29m の後退があり、養浜海岸の両端の周辺で汀線の後退が多く見られた。調査地域全体（図-6）の海岸では平均 2.36m の後退が見られた。その中で 10m 以上の堆積が見られた区域もあったが、逆に 10m 以上の侵食が見られる区域も多くあり、結果として海岸全体を見ると侵食傾向になっている。また、養浜海岸で全般的に海浜変形が小さいことがわかる。

図-7 と 8 は、それぞれ A 測線の養浜海岸周辺と B.P 測線全調査地域における 04 年 1 月から 9 月までの各測線の土量変化を表したものである。この期間において最大で A-25（BP.1-B）の約 97（ m^3/m ）にも及ぶ侵食が起こった。この大きな侵食は、養浜した海岸において石積み護岸で保護されていない唯一の測線であるので、人工的に盛った砂が波の作用により削られるためである。また、A6～A8 における約 50（ m^3/m ）以上の堆積は、芦屋港の浚渫土砂を盛ったためである。A 測線全体で平均 0.376（ m^3/m ）の侵食がみられる。また、養浜海岸の所ではあまり大きな変化はみられないが、養浜海岸の境目周辺の所で侵食がみられた。BP 測線調査地域全体で平均 5.19（ m^3/m ）の

侵食がみられた。

図-9 と 10 は、測量範囲の海岸を A 測線と BP 測線をそれぞれ 3 区域に分けて、基点から海までの海浜土量を求め、図-9 の A 測点は 95 年 10 月を、図-10 の

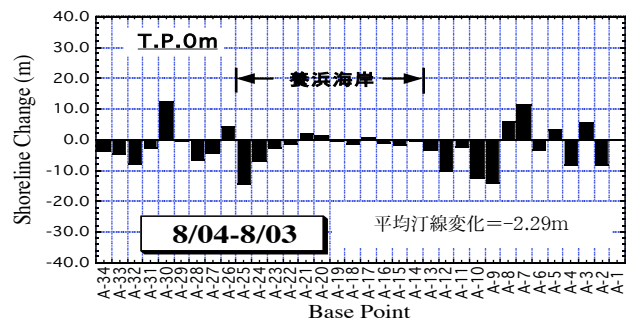


図-5 養浜海岸周辺の海岸汀線の場所的变化

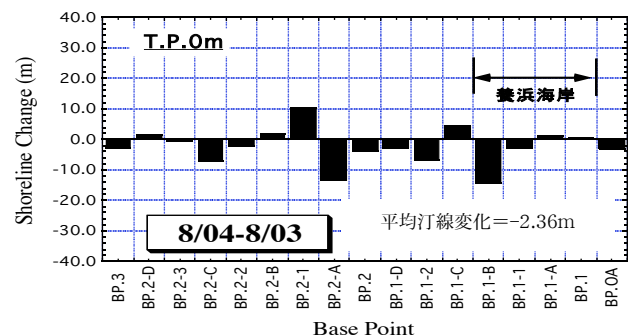


図-6 調査地域全体の海岸汀線の場所的变化

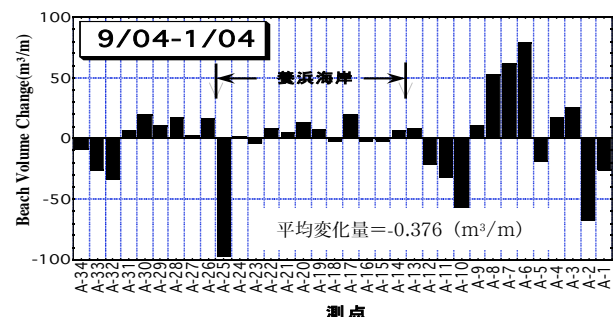


図-7 養浜海岸周辺の海浜土量の場所的变化

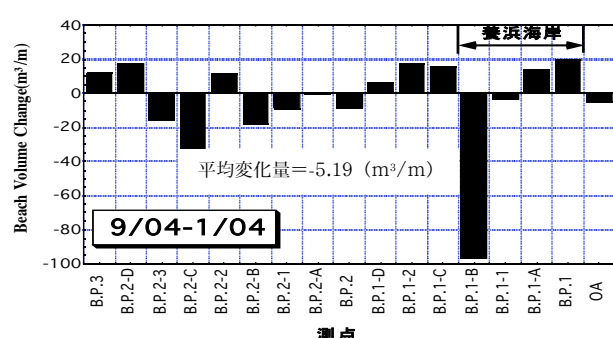


図-8 調査地域全体の海浜土量の場所的变化

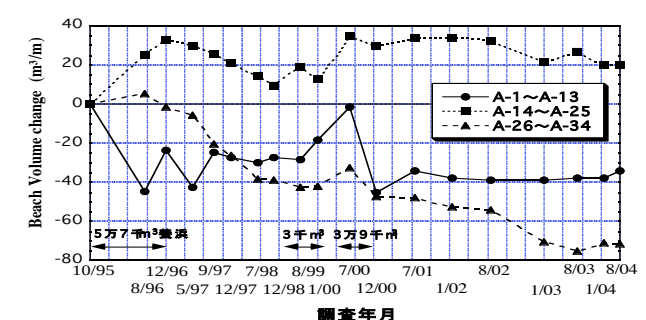


図-9 養浜海岸周辺の経年の海浜土量変化

BP 測点は 93 年 7 月を基準としてグラフに表したものである。A-14～A-25 の養浜海岸の区域では、96 年に第 1 回の 5 万 7 千万 m^3 の養浜が、99 年から 00 年にかけて 4 万 2 千万 m^3 の養浜が行われた。図-9 の結果より、01 年 12 月からあまり大きく変化していないのがわかる。A-1～A-13 の区域は堆積している。また、A-26～A-34 の区域は近年侵食が激しいことがみられる。図-10 の調査地域全体では、調査を始めてから 99 年 10 月までは侵食や堆積を繰り返していたが、00 年 1 月から 00 年 7 月まで堆積傾向がみられたが、00 年 12 月からは緩やかに侵食していたが、04 年 1 月から 8 月にかけて約 20 (m^3/m) の急激な侵食が起った。

(2) DRIM 実証試験

調査期間中の大島沖合で観測された有義波高と周期の経時変化を図-11 に示す。図中には、測量や蛍光砂採取時期および来襲した台風の番号も示している。蛍光砂の第 1 回目採取の前に台風 6 号が通過し、第 2 回目と第 3 回目の間には、5 つの台風による高波浪が起った。図-12 は、DRIM 近傍で観測された平均流の大きさと向きを示している。図-12 より 8 月末から 10 月上旬まででは、流れの向きが西向きから東向きに変わっていることがわかった。また、台風 16 号、18 号来襲時に流速が大きくなっているのがわかる。

図-13 と 14 は、第 1 回目と 3 回目の深浅測量と海岸測量の結果を等深線で表したもので、図-15 は、3 回目の結果から 1 回目の結果を引いて地形変化量を求めたものである。原点が DRIM の中心にくるように座標系を設定している。図-13 と図-14 の結果を比べると、DRIM の西岸側の領域が 1 回目より 3 回目の方が堆積傾向なのが目立つ。平均流が西向きであったことを考慮すると、この堆積した場所は DRIM の漂砂制御効果を示している可能性がある。また、3 回目の DRIM 周辺では全体的に大きく侵食していることがわかる。

図-15 の地形変化については、 $-70\text{m} < x < 130\text{m}$ 、 $300\text{m} < y < 260\text{m}$ の標高 1 m 前後の前浜から後浜にかけて顕著な侵食が起った。これは、この間に来襲した 6 個の台風による高波浪でその付近の土砂が削られ離岸堤の開口部付近に堆積したと考えられる。一方、離岸堤沖側では、 $-100\text{m} < x < 0\text{m}$ 、 $60\text{m} < y < 100\text{m}$ 付近で明瞭な堆積がみられ、DRIM のすぐ岸側で顕著な侵食がみられる。

図-16 は、第 1 回目と 3 回目における赤色・黄色・緑色の三色の蛍光砂の等カウント線を図に表したものである。第 1 回目と 3 回目ではカウント数が異なるため 1 回目では見られなかった所が 3 回目では表れている所がある。第 1 回目の結果より特徴を見ていくと、DRIM 沖側に投入した赤色の蛍光砂は相当量が岸側に流されており、DRIM が有効に機能したことを示している。黄色の蛍光砂についても分布の重心は DRIM より岸側にある。黄色の蛍光砂の投入点の洗掘が最も激しかったことから、相当量の砂が DRIM により岸側に移動したと思われる。緑色の蛍光砂は岸側への分布量が三色の中では最も多く分布の重心も岸側にある。ただし、投入点付近に残って

いる量も多いことがわかる。第 1 回蛍光砂調査までの DRIM 近傍の流れは、図-12 より西から北西方向、すなわち DRIM を沿岸方向に横切る流れが卓越していた。このことより、DRIM 近傍に投入した 3 色の蛍光砂は DRIM の影響を受けて移動したものと考えられる。

第 3 回目の結果では、1 回目で岸側に流された蛍光砂の三色とも全体的に北西側に分布の重点が移動していることがわかるが、緑色と赤色の蛍光砂の一部が岸側に移動していることがわかる。これらのことと地形変化とを合わせて考察すると、離岸堤沖合の顕著な堆積は、DRIM によって励起された岸方向の流れとそれによって運ばれた底質が寄与していると考えられる。

4. あとがき

調査結果から、2003 年の夏から 1 年間の汀線変化は、全体的に後退傾向で、養浜海岸周辺および調査地域全体でも平均約 2 mm 強の後退が起った。経年の土量変化は、近年緩やかに侵食していたが、04 年 1 月から 8 月にかけて約 20 (m^3/m) の侵食が見られた。これらの侵食傾向は、例年になく頻繁に台風が来襲したことによるものと考えられる。

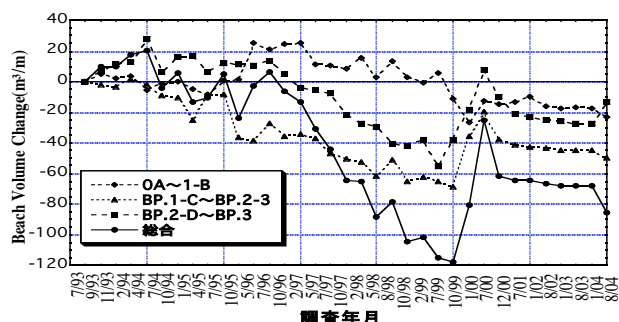


図-10 調査地域全体の経年の海浜土量変化

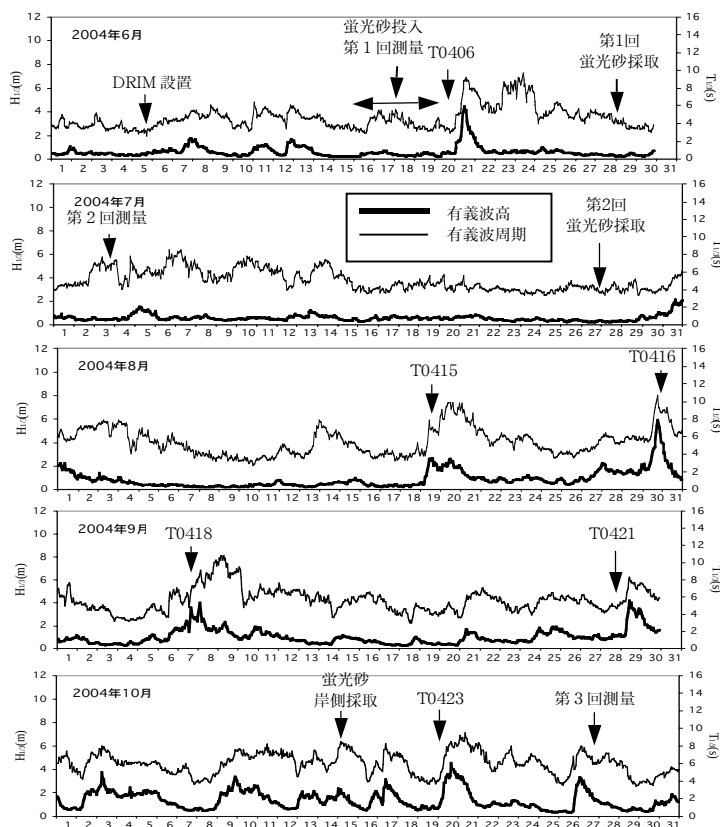


図-11 有義波高と周期の経時変化 (大島沖)

DRIM 実証試験から、地形変化に伴う土砂が DRIM の岸の西側に堆積していることや、蛍光砂が第 1 回目では全体的に岸側へ移動したことより、DRIM の漂砂制御効果を示唆する結果を得ることができた。第 3 回目の蛍光砂調査の結果より蛍光砂は汀線付近まで分布していたことがわかり、DRIM の上部を移動した砂が汀線を含む海浜全体に広がったと見られる。この結果より、DRIM の効果は非常に広範囲にわたる可能性を

示す結果を得た。なお、DRIM 製造・設置及び海象調査は、東亜建設工業（株）と若築建設（株）、水工技研（株）、および研究室の学生の協力を得た。ここに感謝の意を表する。

参考文献

1) Irie ら (2003) :A Method to Preserve Beach Profile Catering for Erosion Increase, 6th Into Conf on COPEDEC.

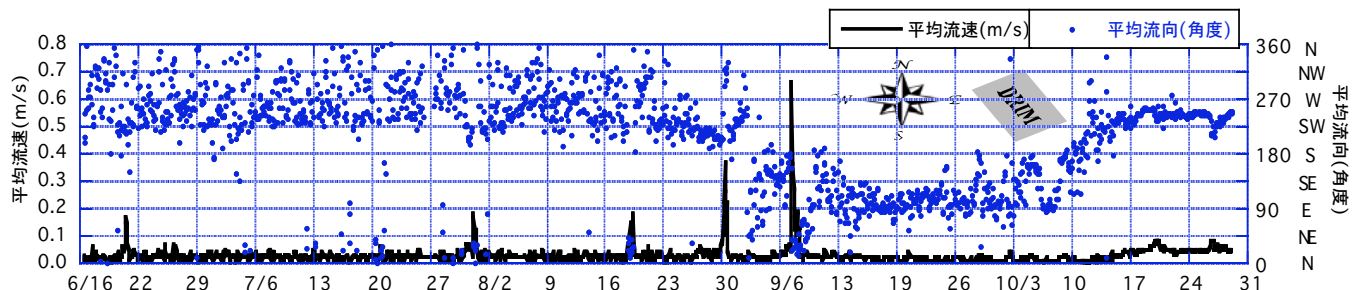


図-12 DRIM 近傍における平均流速と流向の経時変化

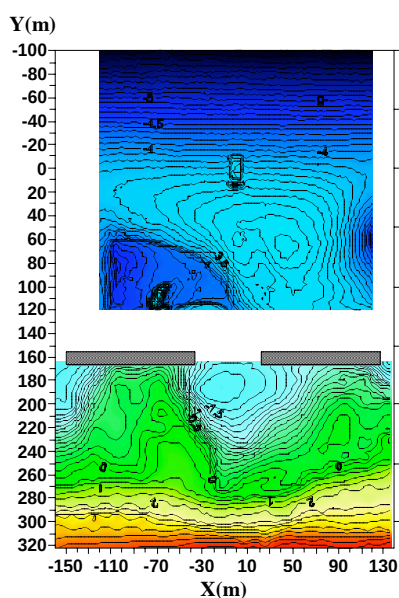


図-13 第1回目の等深線

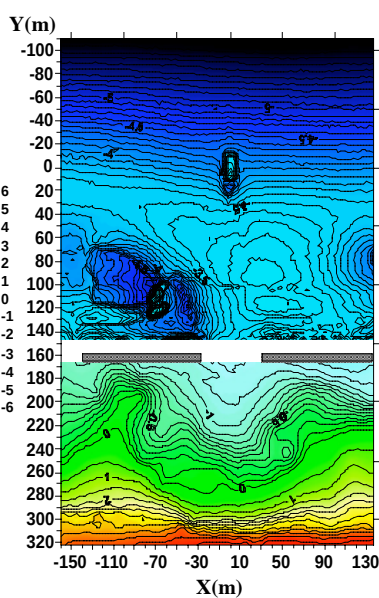


図-14 第3回目の等深線

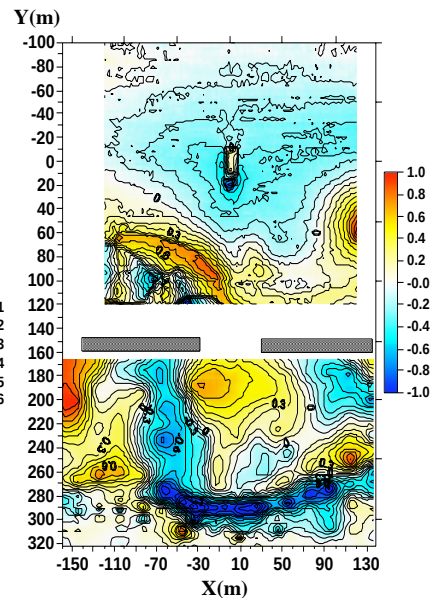


図-15 3回目-1回目の地形変化量

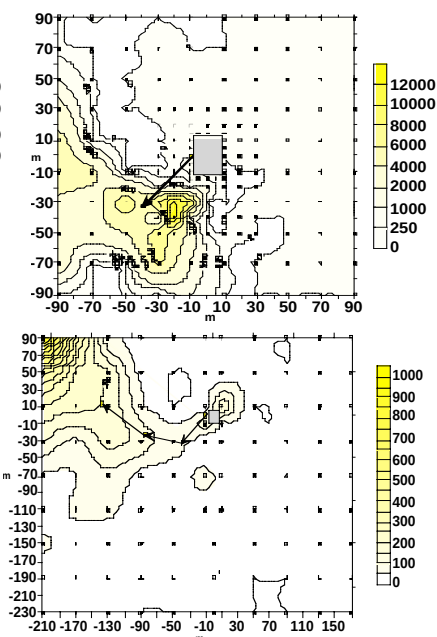
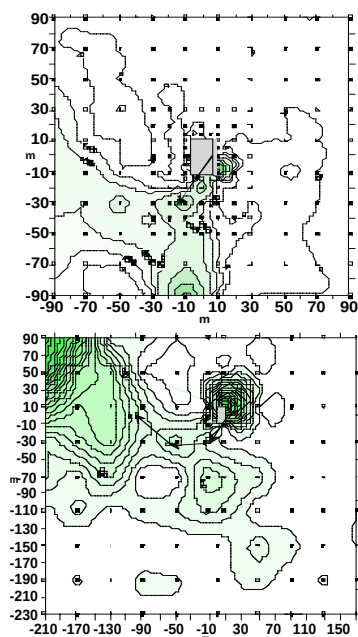
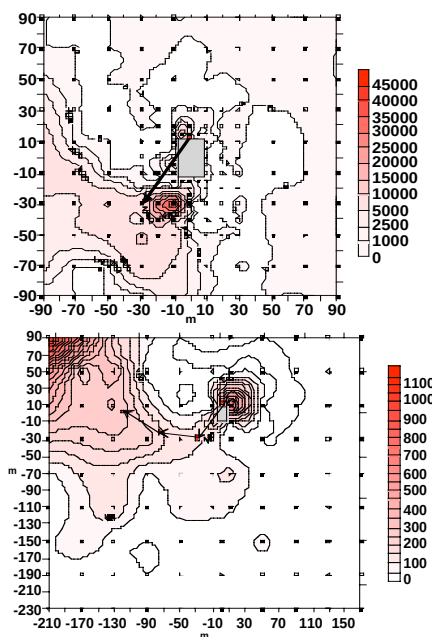


図-16 第1回目（上図）と第3回目（下図）の蛍光砂の等カウント線