

# 大田市仁摩町馬路琴ヶ浜の海浜地形

林 広樹\*

図の挿入位置↓

## 1. はじめに

島根県中央部沿岸、大田市仁摩町馬路に位置する琴ヶ浜（図 1）は、日本有数の鳴り砂海岸として広く知られている。鳴り砂になるための条件として、円磨された石英砂により主に構成されていること、粒径が細粒砂程度で淘汰良好であること、および砂が汚れていないことがあげられる。こうした鳴り砂の海岸は、かつては全国各地に分布していたが、近年は沿岸域の開発によって急速に減少しつつある。琴ヶ浜においても、1964 年からの離岸堤設置工事により、一時ほとんど鳴らなくなるまで音質が悪化した。しかし、その後 1989 年から開始された潜堤への付け替え工事により鳴りが復活し、現在では良好な鳴り砂が全域で見られる。

図 1

琴ヶ浜における鳴り砂の供給システムを解明するうえで、海浜地形の経時変化を把握することは重要である。本研究では、電子水準器を用いて年 4 回（2013 年 5 月から 2014 年 2 月にかけて）の琴ヶ浜の地形測量を実施した。合わせて、航空写真の判読および測量データの整理により、長期的な海浜地形の変化を考察した。

## 2. 地形概説

琴ヶ浜は日本海に向かって西北西に開口した円弧状のポケットビーチで、海浜長は約 1.38 km、開口長は約 2.25 km、奥行き長は約 1.20 km となっている（図 1）。湾内の最大水深は 20 m 程度で、非常に遠浅である。南北両端の岬は海食崖を形成し、北東方向からの風波を防御する形態となっている（財団法人日本ナショナルトラスト、2006）。

琴ヶ浜より陸側には、汀線と平行に標高 10 m 前後の砂丘が位置し、馬路および神子路の集落が立地している。砂丘上の集落と琴ヶ浜の後浜の間には、防潮堤および防砂フェンスが設置され、砂丘と琴ヶ浜の間の自然の砂循環プロセスは現在機能していない。さらに陸側（南東側）では、後背湿地と扇状地を経て、標高 499.4 m の馬路高山へと続いている。

琴ヶ浜には小規模な河川が流入するが、最長の河川（塩郷川）でも全長約 1.41 km に過ぎず、砂浜の規模と比して集水域が狭いという特徴をもつ。塩郷川の河川縦断面をみると、河口から上流に向かって約 680 m にわたって 0~2° の低勾配を示す（図 2）。したがって、山地に由来する粗粒粒子の大半は低勾配の谷底低地および後背湿地で堆積し、琴ヶ浜まで到達しにくくなっているものと考えられる。

図 2

## 3. 海浜の測量調査

琴ヶ浜の測量調査を 2013 年 5 月 17 日、7 月 19 日、12 月 3 日、2014 年 2 月 25 日に実施し、海浜地形の断面図を作成した。測定にあたっては、琴ヶ浜を横切る 16 測線を設定し、そのうちの 11 測線について標高を 1mm 精度で求めた。なお、2013 年 5 月 17 日の測定では、測線 3, 5, 7, 10, 12 を欠測している。測定には電子水準器（ソキア製 SDL30）を用いた（図 3）。

図 3

得られた 11 測線の標高データに基づいて海浜地形の断面図を作成した（図 4）。4 回の

図 4

測定結果から、以下の点が指摘される。5月、7月および2月の測定時では、汀段の発達  
が顕著に認められた。汀段の高度は、北部では1.0 m程度、南部では1.2~1.5 m程度であ  
り、南ほど高い傾向を示す。特に2月では汀段が汀線に接近し、前浜の傾斜が最大になる  
とともに、浜の面積も最大となっている。これは季節的な変化というよりも、むしろ測定  
日直前の波浪条件が影響している可能性が高いと考えられる。一方、12月では、陸側の防  
潮堤付近まで砂が押し寄せて急傾斜面を形成していた。これは、冬季の北西季節風により、  
汀線から陸側へ砂が移動して汀段を破壊したことが原因と考えられる。

上記4回の測量結果を三角測量の原理で補間し、標高0.2 mコンターで海浜の地形図を  
作成した(図5)。海浜の北端および南端の位置は測定していないため、今回の補間では南  
北両端の位置を国土地理院発行2万5千分の1地形図「仁万」から読み取り、固定した。  
各測定時点における地形差をわかりやすくするため、4回分の平均標高(図6)を求め、  
その平均標高からの差分を示した(図7)。以上の解析にはGeneric Mapping Tools (GMT,  
バージョン4.5.8; Vessel and Smith, 1991)を用いた。得られた差分図に基づくと、5月お  
よび7月測定時は南部と北部における前浜の標高低下と中央部での標高増加が認められ、  
両端部における前浜侵食と中央部への砂の移動が示唆される。12月測定時には、標高低下  
が南部から中央部の前浜で広く認められる一方、北部では前浜で標高が増加している。中  
央部の顕著な標高低下は塩郷川の河口における流路と一致し、河川流量の一次的な増加に  
よる侵食の可能性がある。2月測定時は南北全域にわたって前浜の標高増加が顕著であり、  
断面形状からバームの発達が示唆される。

図5

図6

図7

#### 4. 長期的な海浜地形の変化

琴ヶ浜の環境は、1950年代の防潮堤の設置や1960年代からの離岸堤設置、1980年代  
後半からの離岸堤の人工リーフ(潜堤)への切換工事などの人為改変を被ってきた。これ  
らの人為改変による長期的な影響を調べるため、国土地理院から航空写真を入手し、海岸  
地形の変遷を調査した。調査に用いた航空写真は、琴ヶ浜の形状が鮮明に写っている戦後  
以降の11枚(1947年10月3日、1964年10月11日、1972年5月6日、1976年10月  
7日、1977年7月31日、1983年5月31日、1988年4月16日、1993年5月13日、1998  
年4月20日、2004年5月1日、2010年4月25日)である(図8)。

図8

航空写真上に離岸堤が現れるのは1972年5月6日の写真からであるが、それ以降、砂  
浜が海側に前進している(砂浜が広がっている)のが明らかである。また、この写真以  
降は海浜に尖角州が形成されており、離岸堤との関連が示唆される。

離岸堤完成後の1986年から2000年にかけて、大田技術コンサルタントが年に3回(3  
月、7月、11月)の砂浜の測量調査を実施している(財団法人シルバーランド振興事業団、  
2001)。彼らの結果と本研究による航空写真の解析結果(図8)、測量結果(図5)を総合  
し、1947年以降の琴ヶ浜の面積変化を求めた(図9)。それによると、離岸堤設置工事の  
期間中に琴ヶ浜の面積はほぼ2倍に急増し、1988年に極大(91,450 m<sup>2</sup>)に達している。  
なお、その後の人工リーフへの付け替え工事は、離岸堤設置により浜が鳴らなくなったた  
めに実施されたものである。その結果、浜は鳴るようになったが、切り替え工事の終了す  
る1999年までに浜の面積は22%ほど減少した(財団法人シルバーランド振興事業団、  
2001)。

図9

今回の測量の結果に基づくと、その後、浜の面積は再び増大し、1980年代後半の水準をほぼ取り戻しているように見える(図9)。実際、地元の住民の方々にお聞きしても、浜がかなり広がったという印象を持たれているようである。一方で、1980年代と異なっている点は、鳴り砂の発音が明らかに良くなっていることである。人工リーフ設置後、なぜ面積がふたたび増大したのか、それにも関わらず鳴り砂の発音が悪化していないのはなぜかについて、継続的な環境モニタリングによって明らかにする必要がある。

## 5. まとめ

本研究の要点は以下の通りである。

- (1) 大田市仁摩町馬路琴ヶ浜の測量調査を2013年5月17日、7月19日、12月3日、2014年2月25日の4回実施し、海浜地形の断面図および地形図を作成した。5月および7月測定時は汀段が発達し、また南北両端での前浜部の侵食と中央部での標高増加が認められた。12月測定時では汀段が認められず、この時期に卓越する北西季節風によって汀段が破壊されたものと考えられる。2月測定時は汀段が発達するが、5月や7月測定時と異なり全域で前浜の標高増加が認められ、断面形状よりバームの発達が示唆される。
- (2) 航空写真判読および既報測量データの整理により、琴ヶ浜の1947年以降の長期的な海浜地形の変動を調べた。その結果、1960年代からの離岸堤設置によって浜が広くなり、また、その後1980年代からの環境回復工事(離岸堤から人工リーフへの付け替え工事)によって浜の面積が急激に減少したが、今回の測量では浜の面積は再び増大し、1980年代後半の水準をほぼ取り戻していることが明らかになった。

## 謝 辞

島根大学大学院総合理工学研究科の酒井哲弥博士には、電子水準器の使用についてご協力頂いた。現地調査にあたっては、島根大学地球資源環境学教室の学部生および大学院生(出原裕樹、岩永あかり、大田莉穂、岡田博貴、北堀健太、幸村哲也、月俣馨介、藤本真弥、横地由美:50音順、敬称略)にご協力を頂いた。この場をお借りして深く感謝申し上げます。なお、本研究は平成25年度大田市教育委員会受託研究の一環として実施された。ご協力頂いた関係各位に心からお礼申し上げます。

## 文 献

- Wessel, P. and Smith, W.H.F., 1991; Free software helps map and display data. EOS Trans. Amer. Geophys. U., 72, 441, 445-446.
- 財団法人日本ナショナルトラスト, 2006; 鳴り砂の浜を守る 観光資源としての鳴り砂(鳴り砂)の浜の総合調査報告書II. 財団法人日本ナショナルトラスト, 80p.
- 財団法人シルバーランド振興事業団, 2001; 琴ヶ浜海岸環境整備事業の施行に伴う海岸環境の事業効果調査報告書. 財団法人シルバーランド振興事業団, 78p.

1 ページ目脚注(所属および住所)

\*島根大学大学院総合理工学研究科  
松江市上乃木3-14-40-205

## 図表の説明

- 図 1 琴ヶ浜周辺の地形図. 国土地理院発行 2 万 5 千分の 1 地形図「仁万」を使用した.
- 図 2 塩郷川の地形縦断面 (標高 : 距離 = 2:1)
- 図 3 電子水準器 (ソキア製 SDL30) を使用した測量風景
- 図 4 琴ヶ浜の海浜地形の断面図. 陸側境界 (防潮堤) を基点とし, 汀線までの断面図を作成した. 縦横比は適宜誇張して示した.
- 図 5 本研究の測量により作成した琴ヶ浜の海浜地形図 (0.2 m コンター). 黒小点は測定点を示す.
- 図 6 図 5 の 4 枚の地形図におけるグリッド標高データを算術平均して作成した平均地形図 (0.2 m コンター)
- 図 7 図 5 の各地形図と図 6 の平均地形図との差分を求めた (0.2 m コンター). 濃色は平均より低くなる箇所を, 淡色は平均より高くなる箇所を示す.
- 図 8 国土地理院で公開されている航空写真から, 砂浜の部分 (灰色) をトレースして海浜形状の変遷を示した.
- 図 9 文献調査, 写真調査および本研究の測量に基づく琴ヶ浜の面積の変遷. ◇ : 本研究による航空写真の判読結果 (図 8). × : 大田技術コンサルタントによる測量調査 (財団法人シルバーランド事業団, 2001). ▲ : 本研究による測量結果.

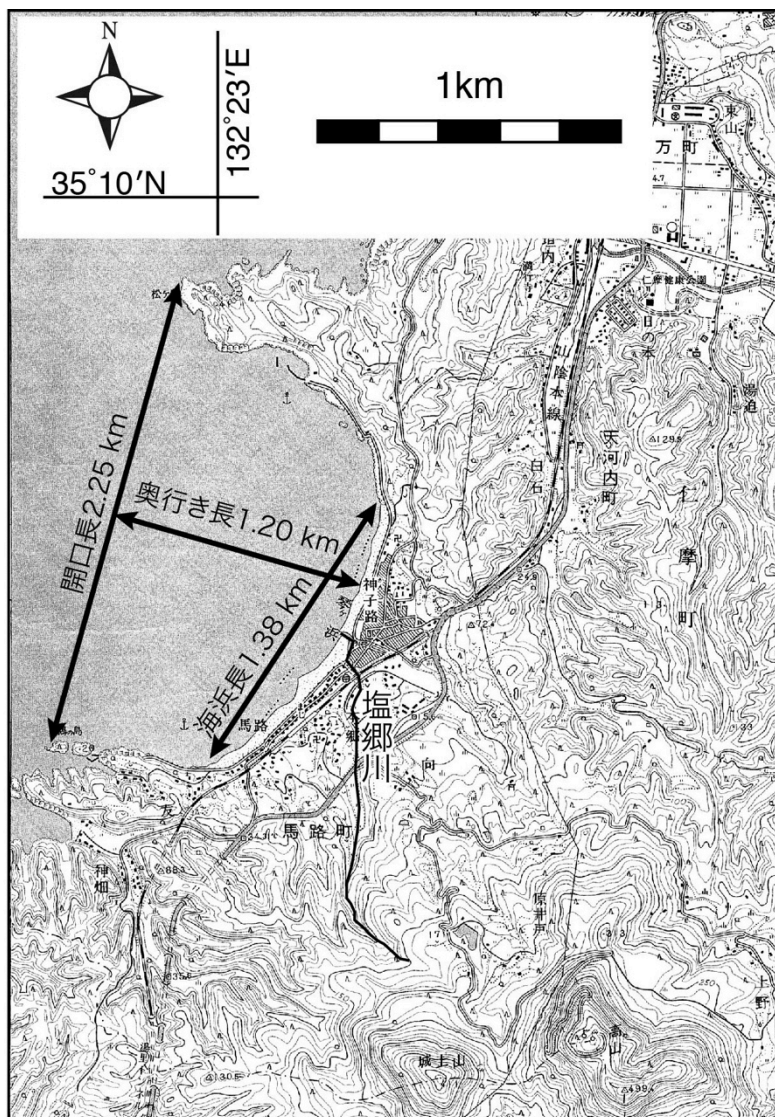


図 1 (50%程度縮小)

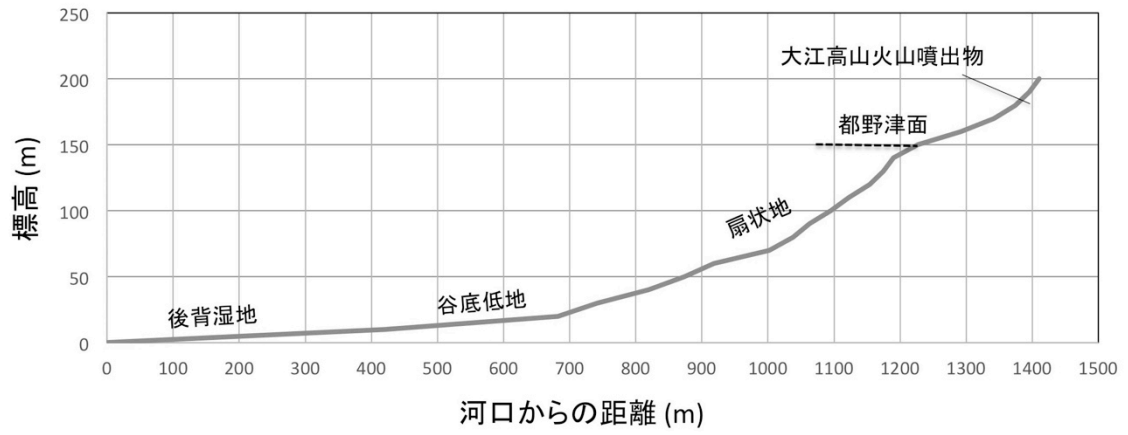


図 2 (50%程度縮小)



図 3 (70%程度縮小)

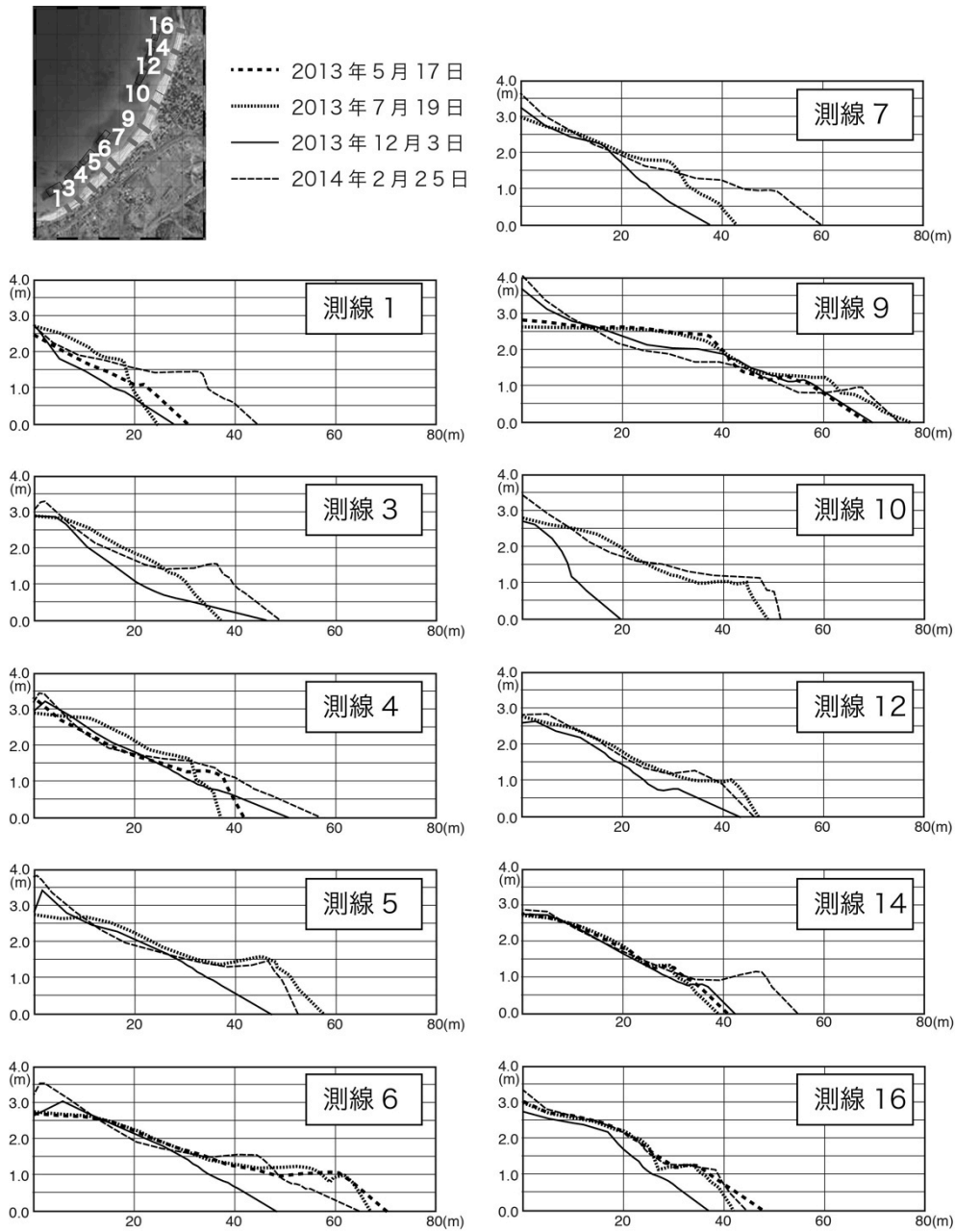


図 4 (キャプション込みで 1 ページに入る程度に縮小)



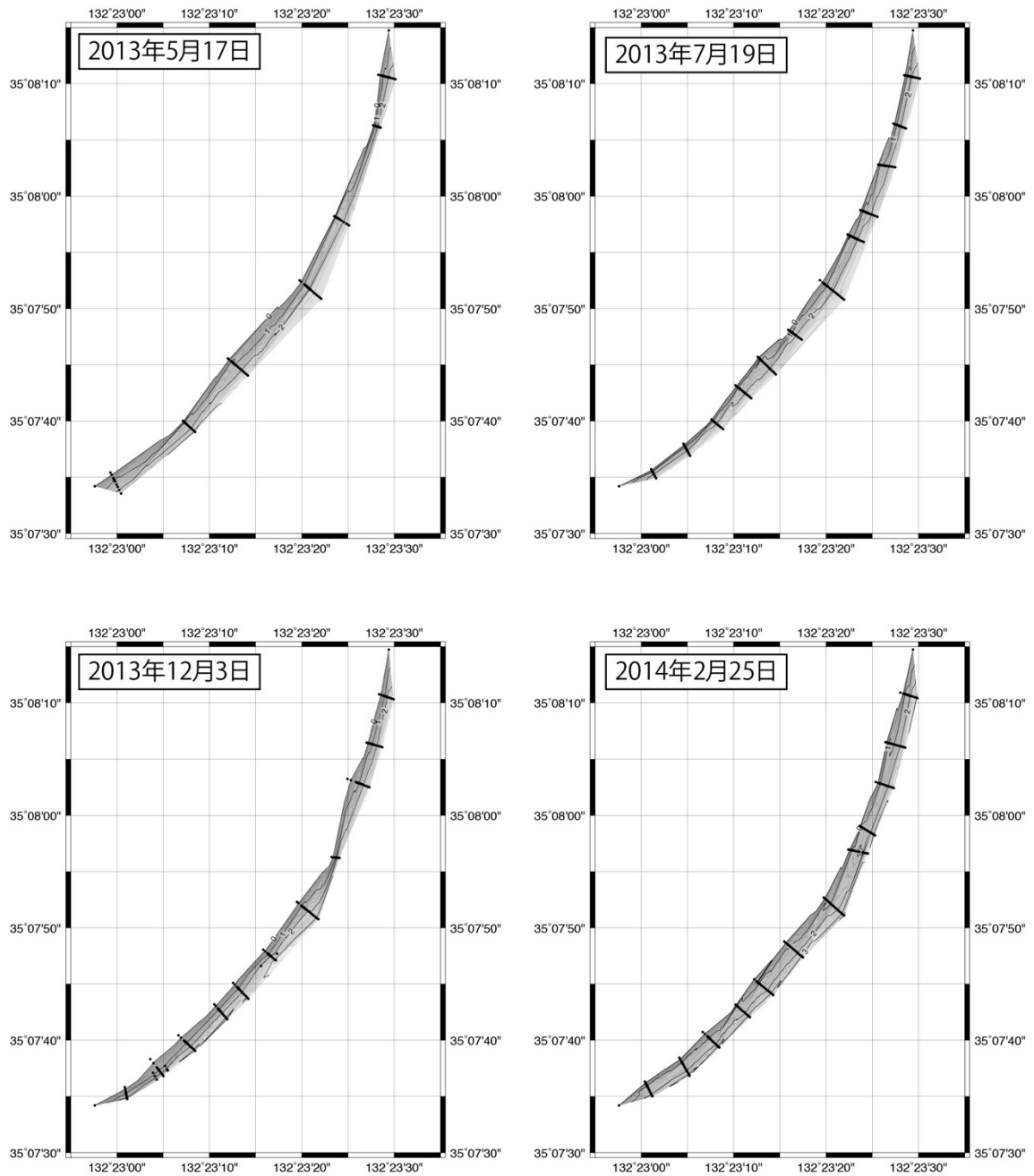


図 5 (50%程度縮小)

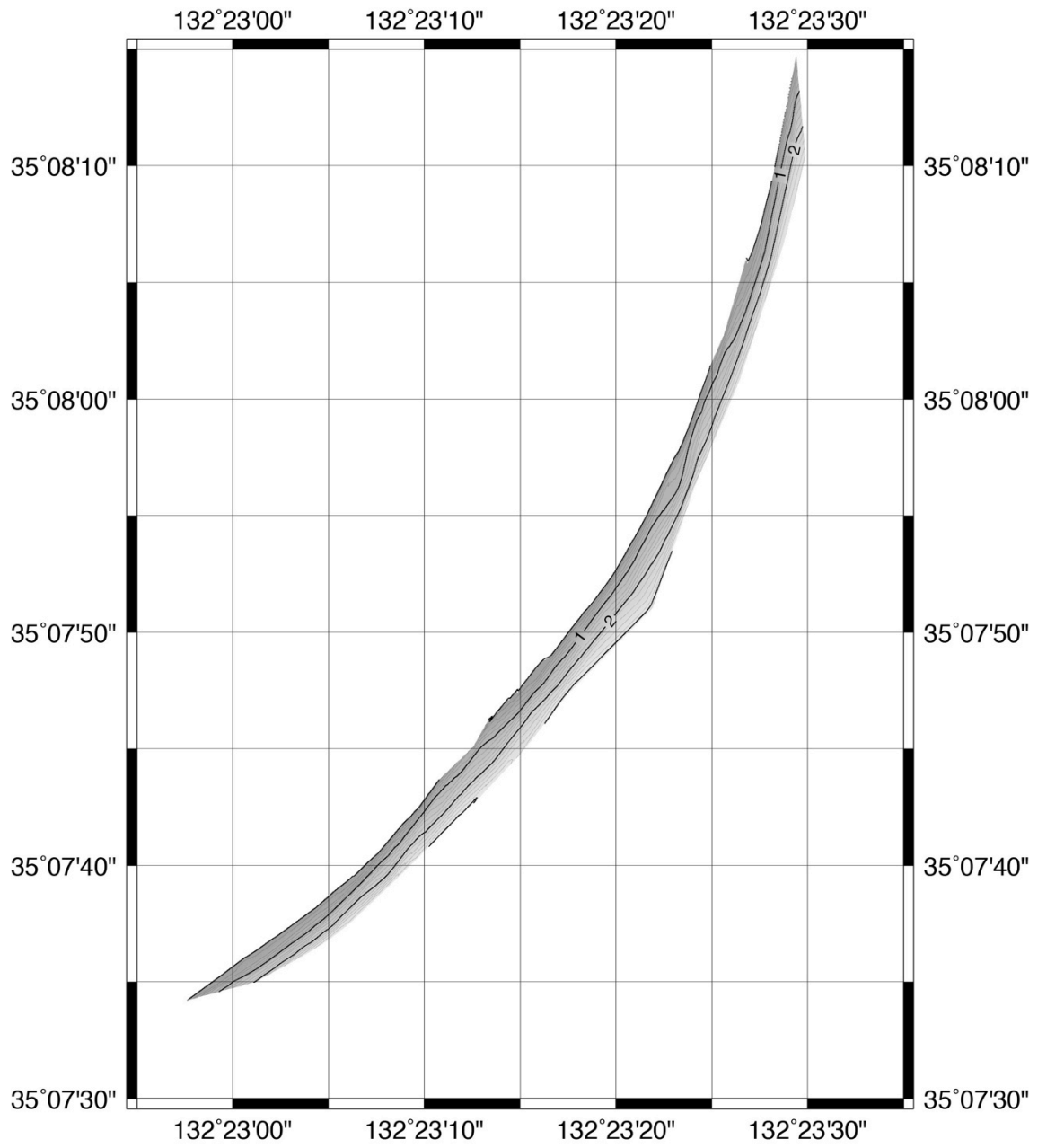


図 6 (50%程度縮小)

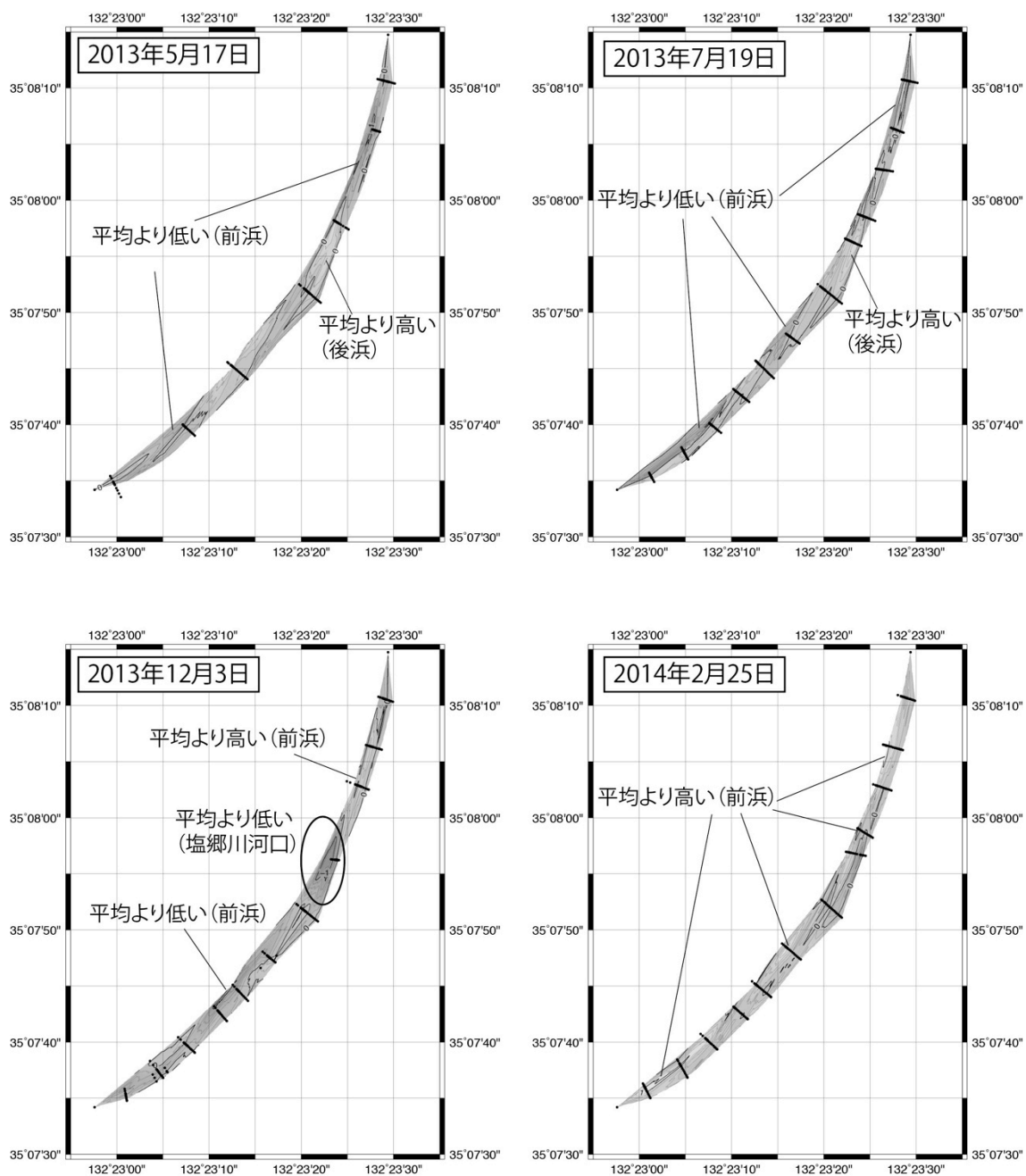


図 7 (50%程度縮小)

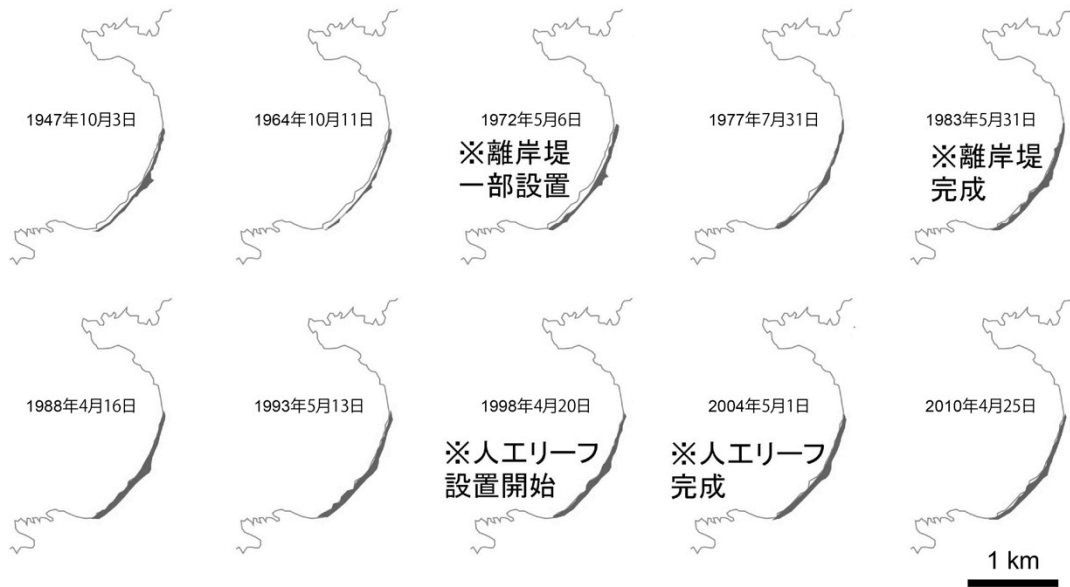


図 8 (70%程度縮小 : 印刷 B5 の横幅に入るように)

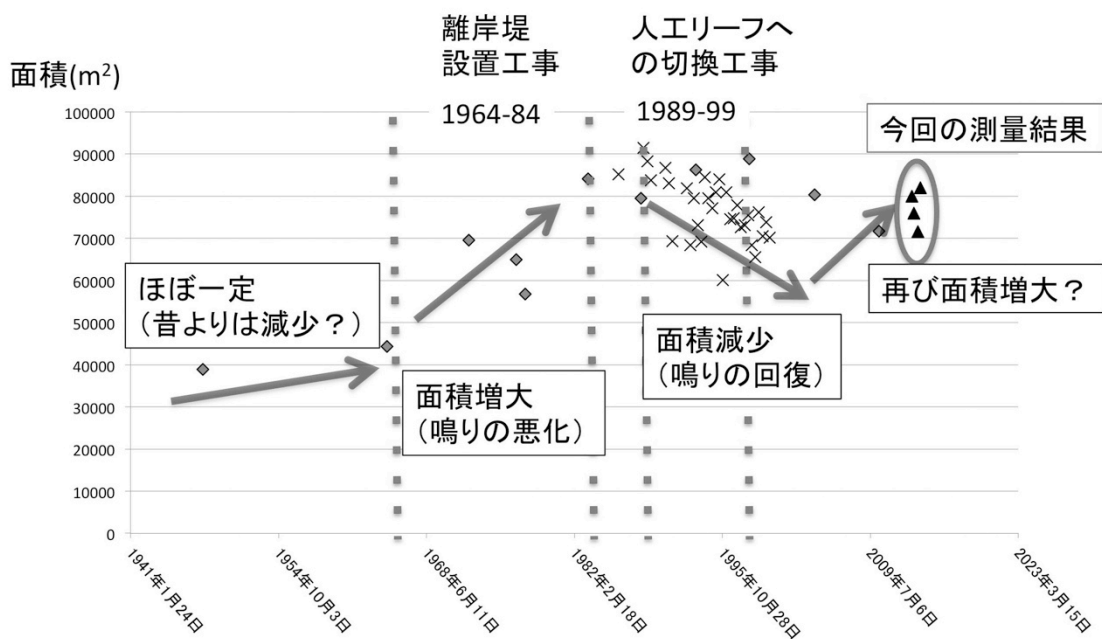


図 9 (70%程度縮小 : 印刷 B5 の横幅に入るように)