

失われていく海岸線 ～ 駿河海岸と大井川での礫調査 ～

藤枝市立高洲中学校

3 年 杉本恭太郎

1 動機・目的

昨年、地元の焼津～吉田の海岸で、海岸に漂着するマイクロプラスチックの調査をした時、海岸の浜が消波ブロックだらけになってしまっていることを知り、

(写真1)、「どうして浜にこれほど多くの消波ブロックを設置しなければいけないのか」という疑問を持った。このことについて調べるまでは、消波ブロックの設置は高潮や津波の対策のためだと予想していたが、海岸に行ったときに見かけた消波ブロック工事の説明板によって、それが海岸の侵食を食い止めるためのものであることがわかった。そこで、焼津～吉田の海岸



写真1

の侵食がどれだけ進んでいるのかを知りたくなり、インターネットで調べたり、海岸を管理している国土交通省や焼津市の事務所の方に教えていただいたりしたところ、次のことがわかった。

- ・焼津～吉田の海岸は、駿河海岸と呼ばれていること。
- ・駿河海岸は大井川の扇状地の海岸部で、大井川から運搬された土砂によって形成されたこと。
- ・一年を通して海岸に打ち寄せる南南東方向からの波(図1)によって、大井川から流れ出た土砂は海岸に沿って北側(焼津側)に運ばれていること。
- ・海岸の侵食は1960年頃から進行し、過去に焼津の海岸では、台風時の高潮で波が防波堤を越えて死者が出たり、破損したりする被害が生じていること。
- ・現在も大井川河口より北側(焼津側)の海岸では、侵食が続いていること。
- ・駿河海岸で侵食が起こる原因として、大井川上流部でのダム建設や河原での土砂採取によって大井川から海に運ばれる土砂の量が減ったことと大井川河口と大井川港の間に設置された港の突堤(写真2)が、大井川から流れ出た土砂が海岸沿いに北側(焼津側)に移動するのを阻んでいることが考えられていること。
- ・現在、海岸侵食を食い止める対策として、大井川の河原での土砂採取の規制、大井川のダム上流部や河口部で採取した土砂を侵食が進行している海岸にトラックで輸送するサンドバイパス、波による海岸の侵食を弱めるための消波ブロック(写真3)や離岸堤(写真4)の設置などが、国や県や焼津市によって行われていること。

そこでこの研究では、大井川から海に流れ出た土砂が本当に南から北に向かう波によって北側(焼津側)に移動しながら浜を形成しているのかを、駿河海岸や大井川の河原の多くの地点で礫を採取し、その種類、大きさ、形を比較することによって、確かめてみようと思った。また、礫の調査をしながら、駿河海岸の侵食を食い止める方法についても考えてみることにした。



写真2



写真3

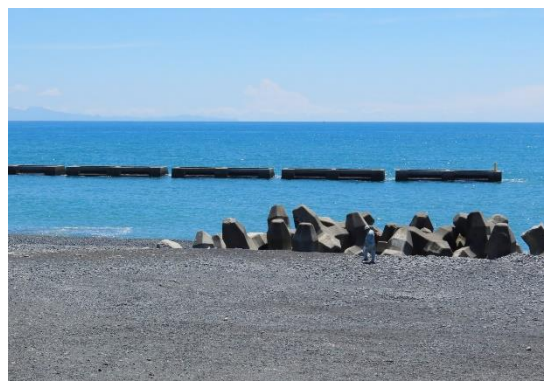


写真4

2 仮説

大井川河口から海に流れ出た土砂が、南から北に向かう波によって北側（焼津側）に移動しながら浜を形成するのなら、浜に打ち上げられた礫には次のような特徴があると予想した。

- どの地点の礫も大井川から運搬されたものであるため、礫の種類と割合はどこでもだいたい同じであること。
- 礫は波による反復運動と運搬によって削られていくため、礫の粒径は河口から離れるほど小さくなっていくこと。また、礫の形は河口から離れるほど似たような形に変化していくこと。
- 河口の南側（吉田側）に流れ出た礫も波によって北側に移動していくため、河口の南側の海岸では、大井川から流れ出た礫が見られる範囲は限られていること。

3 方法

礫の調査は、駿河海岸の浜と大井川の河原の20地点で行った（図1）。

海岸では、焼津市石津～牧之原市静波の間で間隔が1kmくらいになるように調査地点17か所(01～17)を決めた。間隔が1kmよりも長い区間があるのは波打ち際に消波ブロックが続いていたり、礫のない砂浜が続いていたりして1kmの間隔で礫の採取ができなかったことによる。

大井川の河原では、河口から上流に向かって間隔が2kmくらいになるように調査地点3か所A～Cを決めた。

礫の採取は、各地点での条件をそろえるために次の方法で行った。

海岸での礫の採取は、波打ち際の近くで、海岸線に沿って海岸が盛り上がっている部分（満潮の時、波が達する最も高い部分）に長さ2mのひもを海岸と平行になるように張り、ひもに接



図1 調査地点

している礫のうち、大きなものから 20 個を採取した。これを長さが 10m 分になるように 5 回行い、合計 100 個の礫を採取した。

河原での礫の採取は、川になるべく近い川岸に沿ってひもを張り、海岸と同じ方法で行った。

採取した礫は、粒径の測定、形の分類、種類の分類を行った。

礫の粒径を求めるために、木材と定規を組み合わせて自作したノギス（写真 5）を使って礫の長径 a ・中径 b ・短径 c を測定し、 $\sqrt[3]{a \cdot b \cdot c}$ を礫の粒径とした。

礫の形は、礫の b/a と c/b を求めて比較した。

礫の形は、 b/a の数値が大きくなるほど丸く、小さくなるほど細長くなり、 c/b の数値が大きくなるほど厚く、小さくなるほど薄くなる。それらの関係から礫の形を示したのが図 2 である。この図では、 b/a の数値が $2/3$ よりも大きいと円盤状または球状、 $2/3$ よりも小さいと小判状または棒状になり、 c/b の数値が $2/3$ よりも大きいと球状または棒状、 $2/3$ よりも小さいと円盤状または小判状になることを示している。

礫の種類は、礫の表面を観察して判断した。どこの地点でも、礫の種類のほとんどが「砂岩」（粒子が肉眼でわかるザラザラした堆積岩・写真 6）か「泥岩・頁岩」（粒子が肉眼でわからないツルツルした黒っぽい堆積岩・写真 7）であったため、礫の種類は「砂岩」「泥岩・頁岩」「その他」の 3 つに分けて集計した。

今回の研究では、礫の粒径を求めるための三乗根の計算が電卓ではできないことや、調べた礫の数が合計 2000 個と多いことを考えて、計算やグラフの作成は、エクセルを使って行った。



写真 5

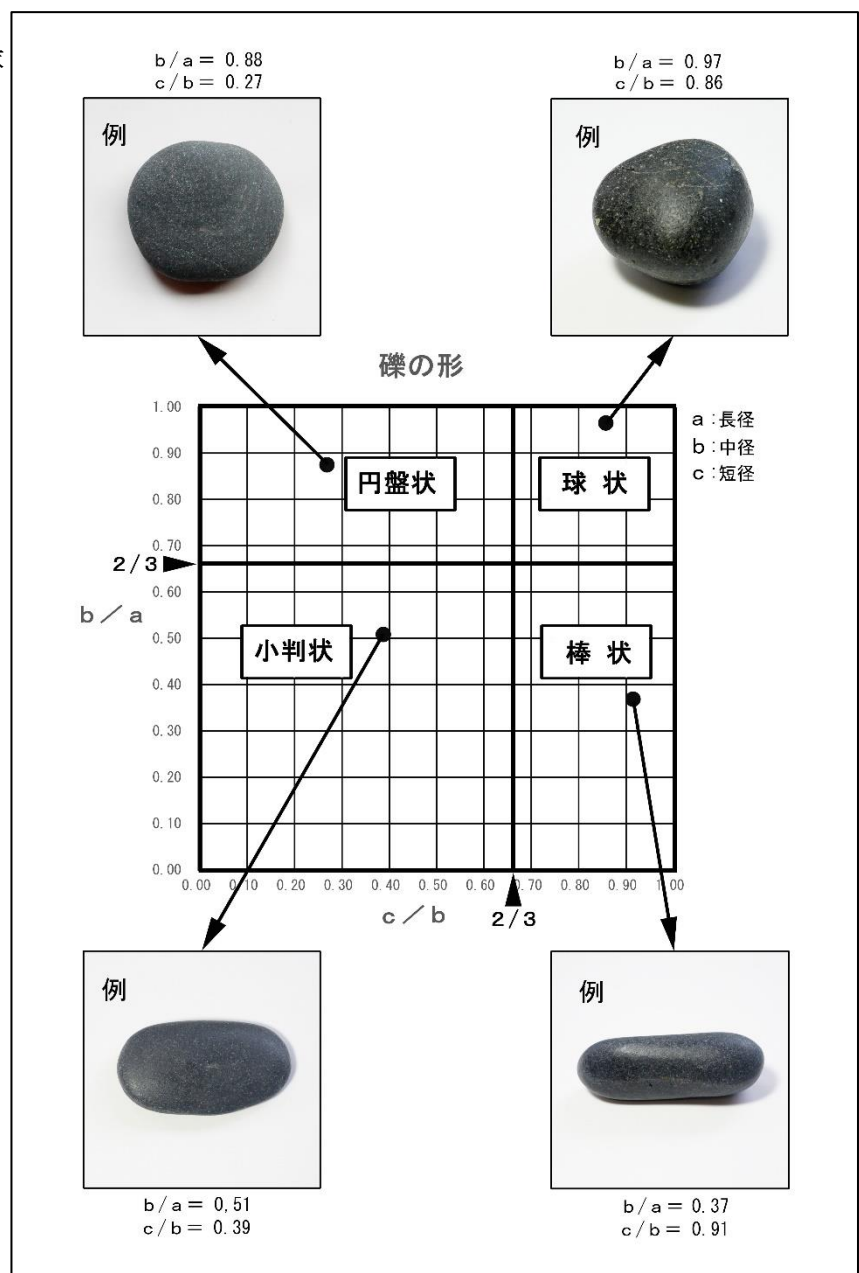


図 2 礫の b/a ・ c/b と形



写真 6



写真 7



写真 8



写真 9

4 結果・考察

各調査地点での礫の調査結果をまとめたところ、次の表 1 のようになった。

調査 地点	大井川河口からの 方向・距離	砂岩の 個数	泥岩頁岩 の個数	その他の 個数	$3\sqrt{abc}$ の平均	b/a の平均	c/b の平均
0 1	焼津側 9.6km	51	43	6	32	0.75	0.58
0 2	焼津側 8.9km	55	40	5	37	0.75	0.57
0 3	焼津側 8.0km	58	40	2	43	0.75	0.55
0 4	焼津側 7.0km	59	33	8	41	0.75	0.60
0 5	焼津側 6.2km	68	28	4	51	0.71	0.65
0 6	焼津側 5.3km	68	29	3	52	0.76	0.59
0 7	焼津側 4.4km	72	20	8	60	0.73	0.67
0 8	焼津側 3.3km	70	25	5	55	0.70	0.60
0 9	焼津側 2.1km	70	24	6	62	0.73	0.69
1 0	焼津側 1.5km	72	25	3	66	0.79	0.64
1 1	焼津側 0.8km	75	24	1	67	0.75	0.68
1 2	焼津側 0 km	76	24	0	67	0.76	0.67
A	上流 1.7km	70	28	2	71	0.78	0.66
B	上流 4.4km	73	19	8	76	0.73	0.68
C	上流 7.3km	74	21	5	79	0.74	0.68
1 3	吉田側 0 km	70	24	6	64	0.78	0.67
1 4	吉田側 0.9km	71	25	4	62	0.76	0.70
1 5	吉田側 1.7km	66	29	5	59	0.76	0.62
1 6	吉田側 4.2km	64	32	3	51	0.71	0.56
1 7	吉田側 5.3km	57	35	7	50	0.72	0.58

表 1 各地点で採取した礫の調査結果

(1) 各地点での礫の種類と割合から考えられること

次の図3は、各地点での礫の種類と割合をグラフでまとめたものである。

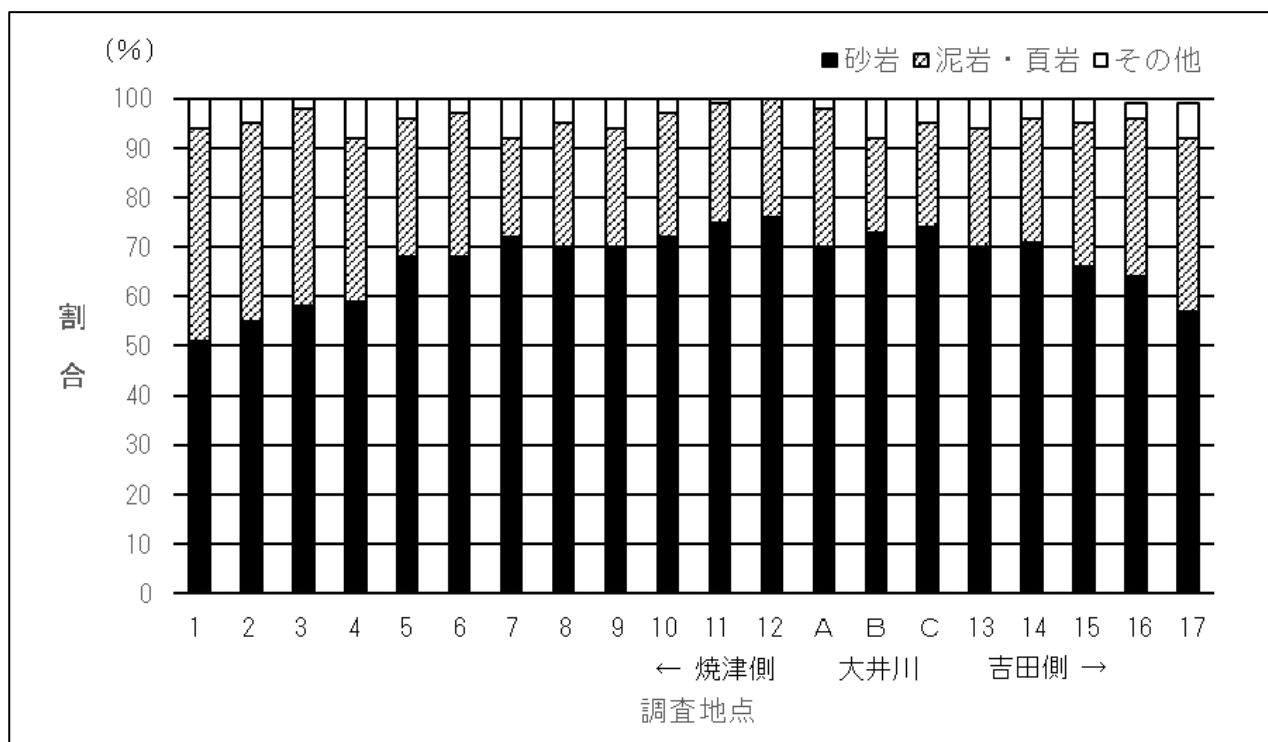


図3 各地点で採取した礫の種類と割合

このグラフを見ると、すべての地点で砂岩（写真6）の割合が最も多く、次に泥岩・頁岩（写真7）の割合が多いことと、砂岩、泥岩・頁岩の割合を合計すると、どの地点でも90%以上になっていることがわかる。この結果は、大井川流域の地層が主に砂岩、泥岩、頁岩からできていることで説明がつく。

あと、このグラフを見てわかることは、大井川の河口から離れた地点ほど砂岩の割合が減り、泥岩・頁岩の割合が増えていることである。これは、泥岩・頁岩の方が砂岩よりも波によって遠くまで運ばれやすいことを示しているが、各地点での泥岩・頁岩と砂岩の粒径を比べてもあまり違いはなく、またこれらの岩石の比重も同じくらいなので、その理由はよくわからなかった。

その他の種類として多くの地点で見られたのが、チャート（固くてカッターナイフで引っかいても傷がつかない赤・緑・灰色をした堆積岩・写真8）と礫岩（米粒大以上の粒子を含んだ堆積岩・写真9）である。

チャートのうち、赤色をしたものは、大井川上流の南アルプスの赤石岳付近の地層をつくっているため、今回海岸や河原で見られた赤色のチャートは、この場所から流れ下ってきた可能性がある。

また、ここで見られる礫岩は、砂岩の中に角張った黒色の泥岩の破片が含まれており、これは海底に堆積してまだ固まっていない砂と泥の地層が、海底の地滑りによって混ざってできたものだという。海底の地滑りは主に大きな地震によって発生することから、このような礫岩は大きな地震があったことを示す石だとされている。

(2) 各地点での礫の粒径から考えられること

次の図4は、各地点での礫の粒径（平均）をグラフで示したものである。

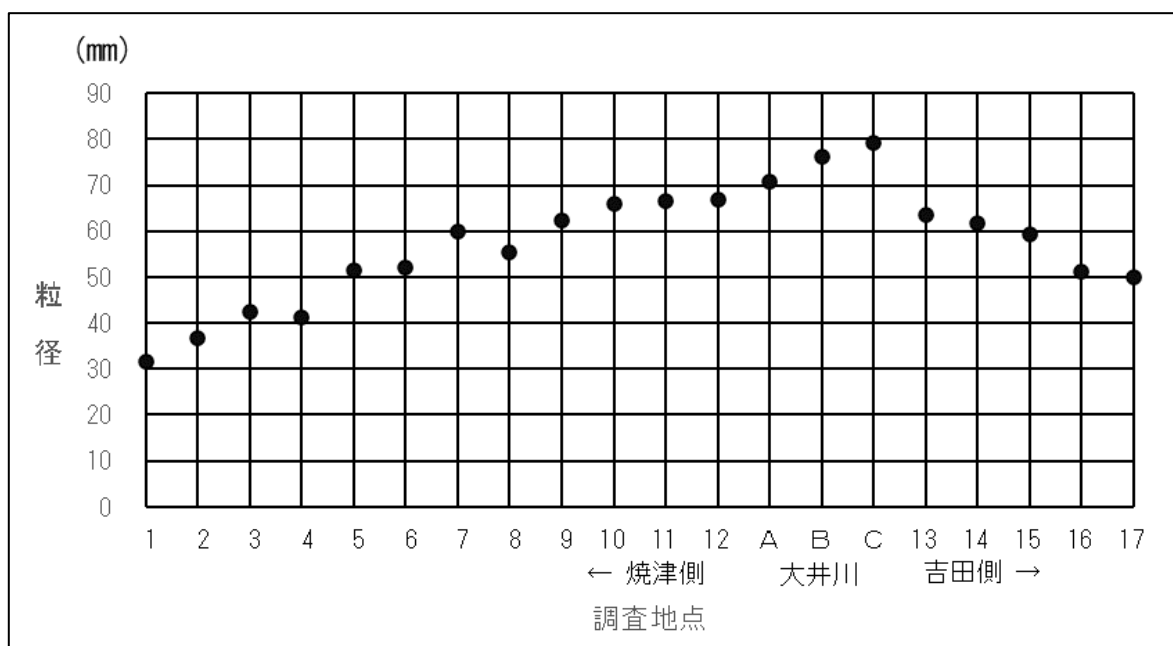


図4 各地点での礫の粒径(平均)

このグラフを見ると、予想したとおり、礫の粒径は、大井川の河原（地点A～C）では上流の地点ほど大きく、河口の北側（焼津側）の海岸（地点1～12）では、河口から離れた地点ほど小さくなっていることがわかる。このことは、大井川から流れ下り、河口から海に流れ出た礫が、南から北に向かう波によって北側（焼津側）に移動するとき、波による反復運動と運搬によって削られ、だんだん小さくなっていくと考えると説明がつく。

また、河口の南側（吉田側）の海岸（地点13～17）でも、河口から離れるほど礫の粒径が小さくなっているが、これは南から北に向かう波の働きでは説明がつかない結果である。河口から南側に6 km（地点17より約400m）以上離れると、海岸には礫は見られず砂浜が続いていくことから、河口の南側（吉田側）で、南から北に向かう波の力よりも河口から南に流れ出た水の流れの力の方が強い範囲では、礫が南側に移動していくことも考えられる。

(3) 各地点での礫の形から考えられること

次の図5は各地点での礫の b/a （平均値）と c/b （平均値）の関係を図で比較したものである。

これを見ると当てはまらない地点もあるが、河口から離れるほど c/b の値が小さくなっていることがわかる。

これは河口から離れるほど礫の形が平たくなっているということであり、この形の変化は、礫が南から北に向かう波によって移動していく間に、波による礫の反復運動と運搬によって削られていき、平たくなっていったと考えよううまく説明がつく。

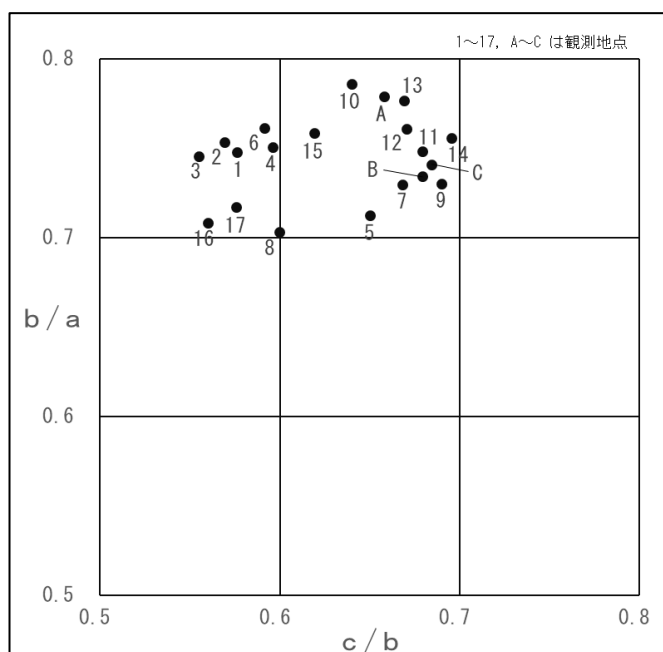


図5 各地点での礫の $b/a \cdot c/b$ (平均値)

5 まとめ

今回の礫の調査により、次の4つのことがわかった。

- ・どの調査地点でも、礫の種類と割合は、砂岩、泥岩・頁岩を合計すると90%以上になり、これらは大井川流域の地層をつくる主な岩石であること。
- ・礫の粒径は、大井川の河口から離れた地点ほど小さくなっていること。
- ・河口の南側（吉田側）の海岸では、河口から南側に6 km以上離れると、海岸には礫は見られず砂浜が続いていくこと。
- ・礫の形は、河口から離れた地点ほど c/b の値が小さくなり、平べったくなっていく傾向があること。

以上のことから、駿河海岸の浜は大井川から供給された土砂によって形成されたものであることと、大井川から海に流れ出た土砂は、駿河海岸に打ち寄せる南から北に向かう波によって北側（焼津側）に移動していることを確かめることができた。

6 海岸侵食を食い止めるには

現在駿河海岸で侵食が起こっている主な原因として、大井川上流部でのダム建設や河原での土砂採取などによって大井川から海に運ばれる土砂の量が減ったことと、大井川河口と大井川港の間に設置された港の突堤が、大井川から流れ出た土砂が海岸沿いに北側（焼津側）に移動するのを阻んでいることが考えられている。

駿河海岸の浜は、大井川から供給された土砂によって形成されたものであることと、浜の土砂は南から北に向かう波によって北側（焼津側）に移動していくことを考えると、海岸の侵食を食い止めるためには、大井川から供給される土砂の量を増やすことと、土砂を北側に移動させる波の働きを弱くすることしか方法はないと思う。したがって、現在、国などで行っている大井川の河原での土砂採取の規制、大井川の河原や河口部で採取した土砂を侵食が進行している海岸にトラックで輸送するサンドバイパス、波による海岸の土砂の北側への移動を弱めるための消波ブロックや離岸堤の設置は、海岸侵食を食い止める方法として適していると思う。

この夏も駿河海岸の浜では、新しい大型の消波ブロックが設置されたり（調査地点3・写真10）、大井川港の突堤の南側に溜まった土砂を、大井川港の北側の利右衛門の海岸に運ぶサンドバイパスが行われていたり（調査地点11・写真11・12）、大井川上流の長島ダムに溜まった土砂を海岸に運ぶサンドバイパスが行われていたり（調査地点4と5の間・写真13・14）と、海岸侵食を食い止めるための対策が進められていた。



写真 10



写真 11



写真 12

自然の力で駿河海岸の浜を元通りにするためには、大井川や駿河海岸を人工物がない自然な姿に戻して大井川からの土砂の供給を増やすしかないが、そんなことは今からではできない以上、海岸侵食を食い止めるためには、これからもずっと人工的にサンドバイパスや消波対策を続けていくしか方法はないと思う。



写真 13



写真 14

7 謝辞

ふじのくに地球環境史ミュージアム客員教授の柴正博先生には、駿河湾での礫調査についての研究論文を送っていただき、海岸や河原での礫の調査方法について教えていただいた。国土交通省静岡河川事務所（駿河海岸出張所）の職員の方と、焼津市大井川港管理事務所の職員の方には駿河海岸での侵食と対策について教えていただいた。父親には、研究の進め方についてアドバイスをしていただいたり、礫の調査やエクセルでの表計算や図の作成などで協力していただいた。ありがとうございました。

8 参考文献

地学ハンドブック（築地書店） 大久保雅弘・藤田至則 1990

駿河湾西岸における海浜礫の移動（東海大学紀要） 柴正博・森田瑞裕・藪一典 1994