

5

河成堆積物・海成礫の認定に関する検討

■新野川 1, 2 及び敷地 3, 4 の礫層について、それぞれ河成堆積物、海成礫と評価した根拠や、礫形状に関する検討結果を示す。

5

河成堆積物・海成礫の認定に関する検討

5.1 新野川の河成堆積物の認定根拠


■新野川 1, 2 の礫層を河成堆積物と認定した根拠を示したうえで、調査地点の地史及びボーリング調査結果（堆積物の層相）から、一般的な河成堆積物との関係について検討した結果を示す。

- ・新野川 1, 2 の礫層を河成堆積物と認定した根拠（層相と連続性）について説明するとともに、河床等の礫及び海浜の礫を採取し礫形状に関する定量的なデータを加え、新野川 1, 2 の礫が河成堆積物だとする評価が妥当であることを示す。
- ・また、一般的な河川システムや新野川周辺の堆積環境について文献を基に整理して、比較検討し、新野川 1, 2 の礫は、河川に直結する湖沼の泥質堆積物を主体とした湖沼成層の一部に該当すると考えられることを示す。

- 一般に海成礫は円くて扁平で淘汰度、円磨度が高く、河成礫はゴロンとした形で、淘汰度、円磨度が低いとされている。これを踏まえれば、新野川1, 2の礫層は、ゴロンとした形の亜角～亜円礫からなり、また、基質に粗砂を含み淘汰が悪く級化構造が見られないことから、河成礫と考えられる。
- また、仮に新野川1, 2の礫層が津波によるものだとする、粒径の大きな礫層が海側に連続して分布すると考えられるが、それらより海側の新野川3, 4のいずれの深度にもそのような礫層が認められないことから、津波によって遡上した礫層ではないと判断される。



以上のことから、新野川1, 2の礫層は河成堆積物であると評価した。

- 
- さらに、礫形状について定量的な検討を加えた結果、新野川1, 2に含まれる礫は、海側の新野川河口前面の海浜礫及び浜岡砂丘前面の海浜礫よりも、上流側の新野川河床及び朝比奈川河床の礫並びに新野川1の背後に位置する南山丘陵の礫に類似していることから、河成堆積物であるとした評価が妥当であることを確認した。

河成礫と海成礫の特徴を踏まえた定性的な評価

- 一般に海成礫は円くて扁平で淘汰度、円磨度が高く、河成礫はゴロンとした形で、淘汰度、円磨度が低いとされている。これを踏まえれば、新野川1, 2の礫層は、ゴロンとした形の亜角～亜円礫からなり、また、基質に粗砂を含み淘汰が悪く級化構造が見られないことから、河成礫と考えられる。

項目	海成礫	河成礫（陸成礫）	新野川1, 2の例（N2-①）
砂礫の淘汰度	高い	低い	基質は極粗粒砂～極細粒砂 ↓ 基質に粗砂を含み淘汰が悪く級化構造が見られない。
砂礫の円磨度	高い	低い	礫径～3cm 亜角～亜円 （砂岩、泥岩礫） ↓
礫の形状	円くて扁平	ゴロンとした形 （ジャガイモやカキフライのような形）	亜角～亜円礫からなり、ゴロンとした形を示す。

河成礫に近い特徴を持つ

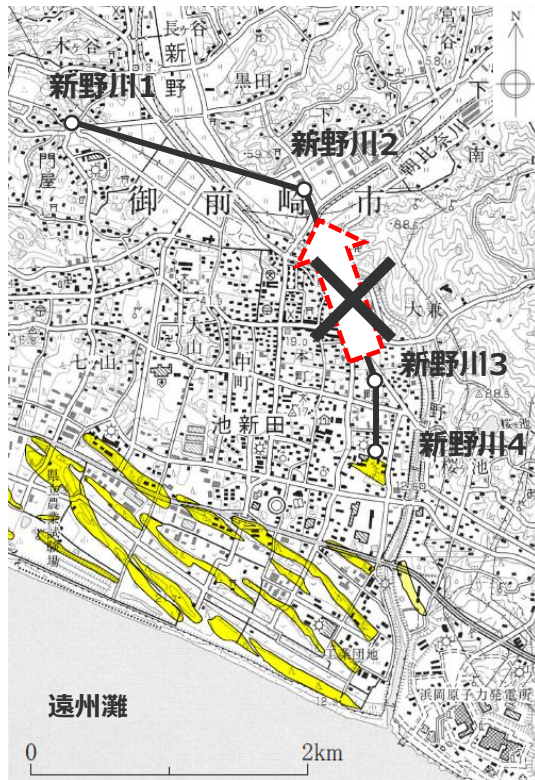
新野川1, 2の礫の例（N2-①の深度9～11m）

コア写真	柱状図記事	評価
	<p>8.90-11.07 砂礫 礫径～3cm 亜角～亜円 砂岩、泥岩 礫 基質は極粗粒砂～ 極細粒砂</p> <p>9.17-9.42 砂層を挟む</p> <p>10.50-10.79 極粗粒砂主体</p>	<p>泥質堆積物中に砂や礫を含み、明瞭な基底面境界が見られ、陸側のN1-②もしくは③から連続的に分布していることを否定できないが、基質に粗砂を含み淘汰が悪く級化構造が見られず河成堆積物と考えられることからイベント堆積物でないと認定した。</p>

- 藤原（2015）では、海浜と河川では一般に堆積物を構成する粒子の特徴が異なる。例えば砂や礫の淘汰度や円磨度は海砂で高く川砂で低いのが通常である。海岸の池や湿地などで、淘汰度や円磨度が高い砂の層が堆積していれば、それは海から運ばれた可能性が高いとしている。
- 石渡ほか（2019）などによると、海岸礫は河川礫より円くて扁平であり、河川礫の形を一言で言えば「ゴロンとした形」（ジャガイモやカキフライのような形）と言える。

補足説明資料5.1 新野川の河成堆積物の認定根拠 礫層の海側への連続性

■ 仮に新野川 1, 2 の礫層が津波によるものだとすると、粒径の大きな礫層が海側に連続して分布すると考えられるが、それらより海側の新野川 3, 4 のいずれの深度にもそのような礫層が認められないことから、津波によって遡上した礫層ではないと判断される。これは、遠州灘沿岸域では、3~4m程度の浜堤を大きく超えて広域に分布する巨大な津波を示す津波堆積物は確認されず、津波の規模が時代によって顕著には変わらない結果が見られている（藤原(2013)等）ことも整合的である。

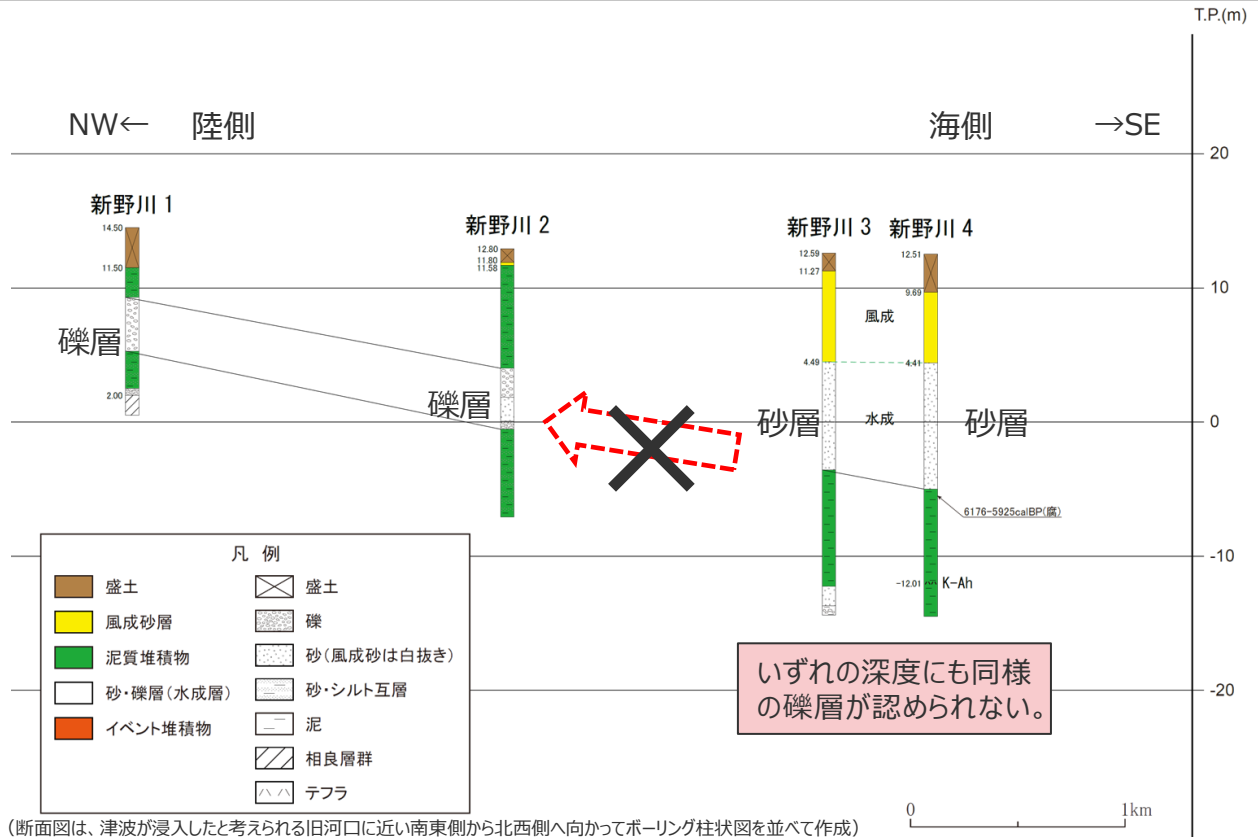


国土地理院（2.5万分の1地形図「御前崎」）に加筆

- : イベント堆積物が確認された地点
- : " が確認されなかった地点
- : 砂丘

— 断面線

ボーリング調査地点



(断面図は、津波が浸入したと考えられる旧河口に近い南東側から北西側へ向かってボーリング柱状図を並べて作成)

- ・地層境界の標高を黒字で示す。
- ・図中に示す年代測定結果は、¹⁴C 年代に基づいて較正された年代値 (±2σ) である。
- ・図中に年代測定結果とともに測定に用いた試料を記号で示す。記号の凡例は以下の通り。
- (腐) : 腐植質シルト

地質断面図

河成礫と海成礫の特徴を踏まえた定性的な検討及び礫層の海側からの連続性に関する検討の結果から、新野川 1, 2 の礫は河成堆積物であると評価した。

補足説明資料5.1 新野川の河成堆積物の認定根拠

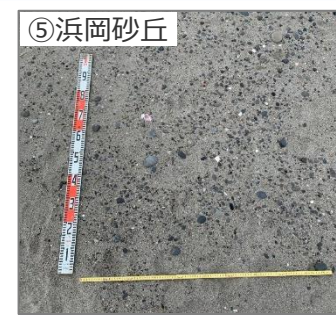
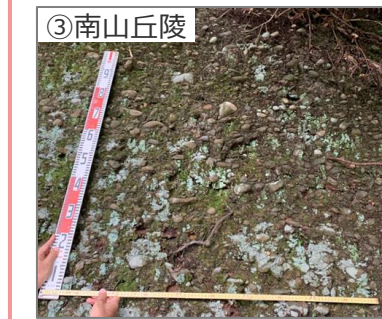
新野川流域の礫の形状について (定量的な比較検討)

- これまで新野川 1, 2に見られる礫層について、層相観察及び連続性の検討により河成堆積物と判断していたが、画像解析ソフト(Image-J^{*1})により礫形状を測定し石渡ほか(2019)等で提案されている様々な指標を用いて、定量的な比較検討を行った。
- はじめに、新野川流域の礫形状の特徴を把握するため、河成礫として、ボーリング調査地点より上流側に位置する①新野川河床の礫、②朝比奈川河床の礫、新野川 1 の背後に位置する③南山丘陵の礫を、海成礫として、海岸付近の④新野川河口前面の海浜礫、⑤浜岡砂丘前面の海浜礫を採取し、各指標値を求め、さらに、新野川 1, 2に含まれる礫層から求められる各指標値と比較した。

*1 Image-J(<https://imagej.nih.gov/ij/>)

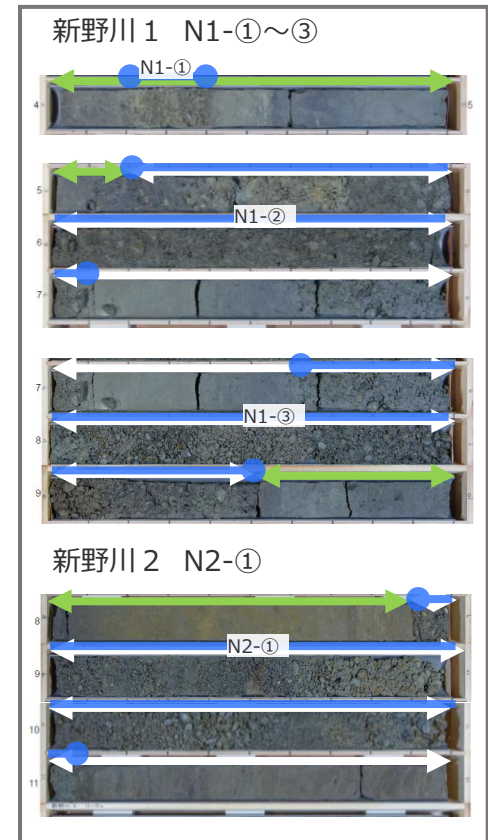


国土地理院 (2.5万分の1地形図「御前崎」) に加筆
調査位置図



河成礫

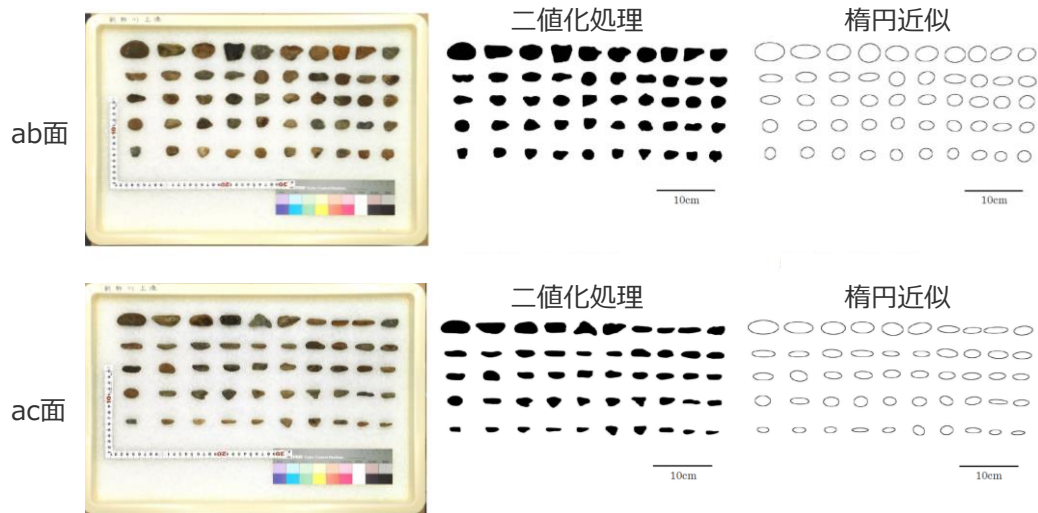
海成礫



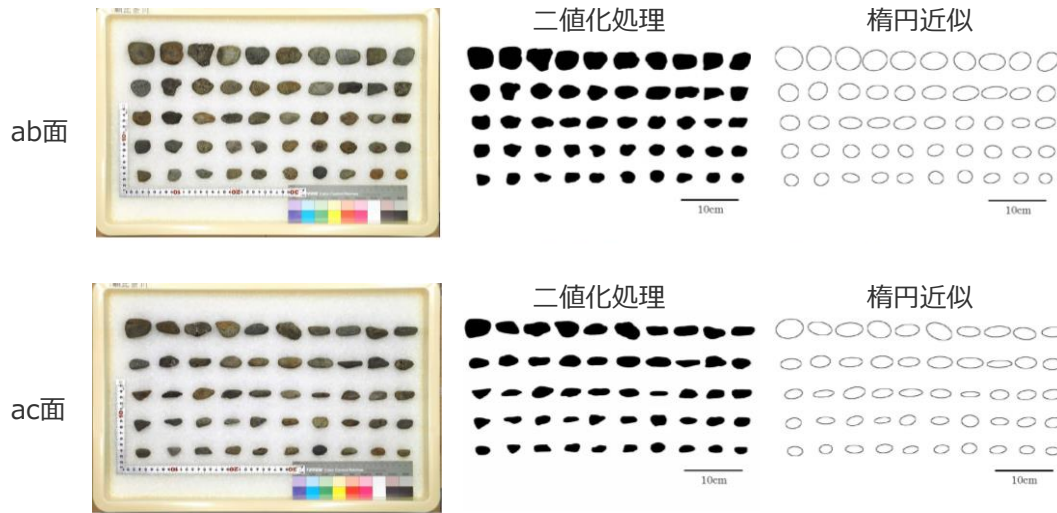
補足説明資料5.1 新野川の河成堆積物の認定根拠 河成礫の写真及びImage-J画像

- 採取した礫のab面及びac面の写真及び画像解析ソフト（Image-J）の画像を以下に示す。
- なお、採取個数は、礫の数が限られるボーリング試料の新野川1、2に合わせ、河床等の礫も50個とした。

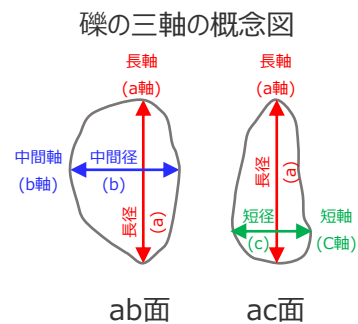
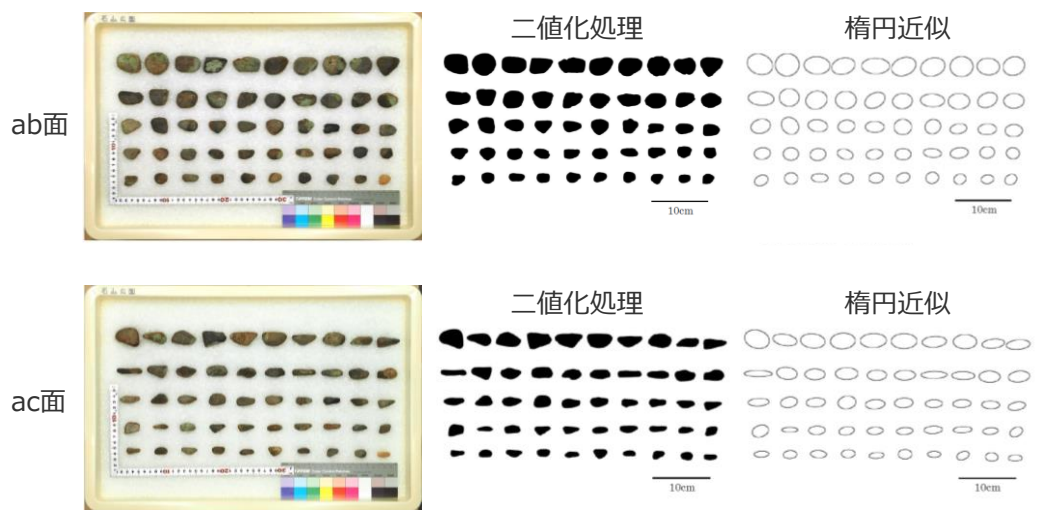
①新野川河床



②朝比奈川河床



③南山丘陵

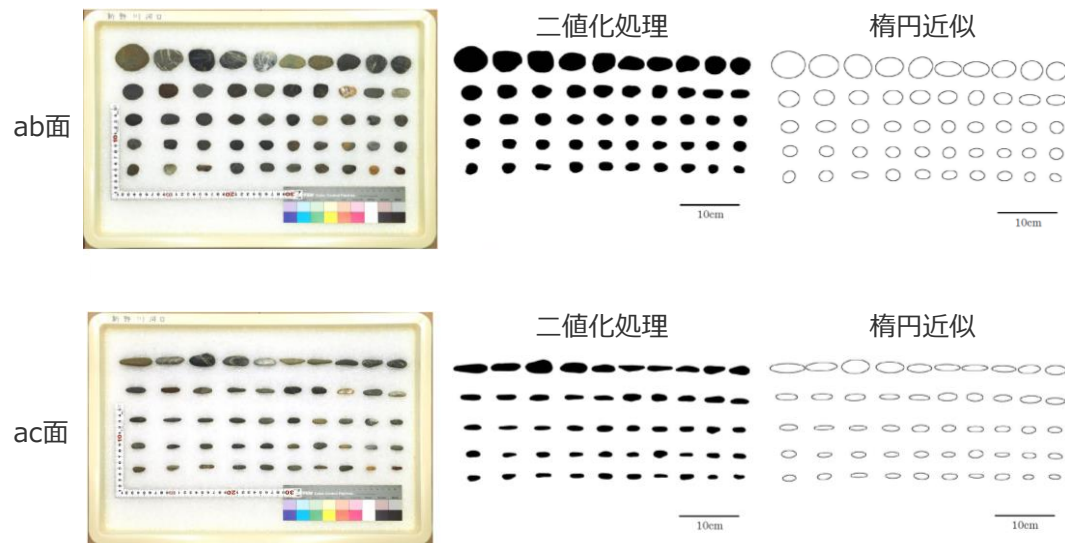


各指標値を求める際に用いる長径(a)は、ab面の長径とac面の長径を比べて大きい方の値とした。

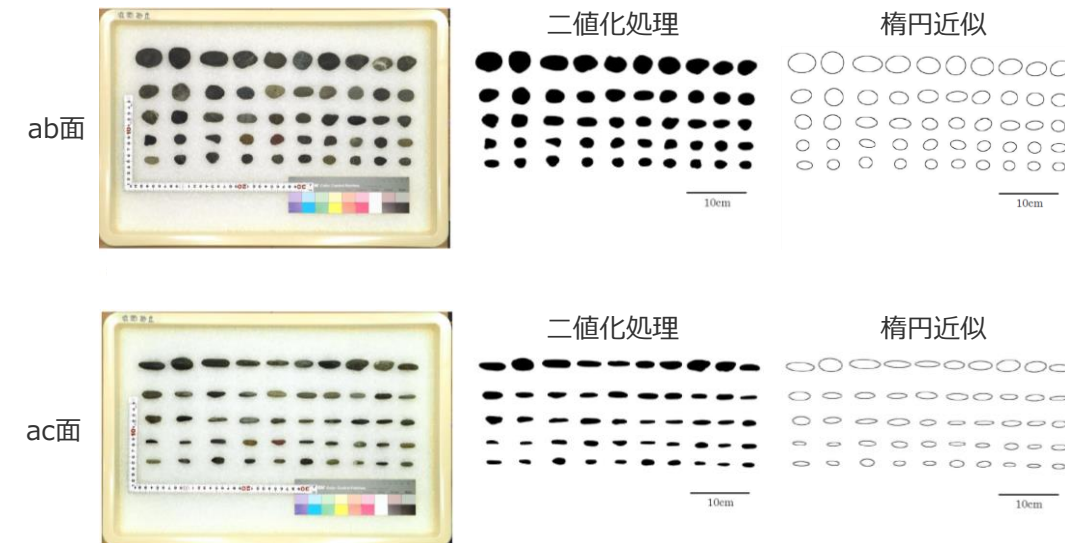
補足説明資料5.1 新野川の河成堆積物の認定根拠 海成礫の写真及びImage-J画像

- 採取した礫のab面及びac面の写真及び画像解析ソフト（Image-J）の画像を以下に示す。
- なお、採取個数は、礫の数が限られるボーリング試料の新野川 1、2 に合わせ、海浜礫も50個とした。

④新野川河口



⑤浜岡砂丘

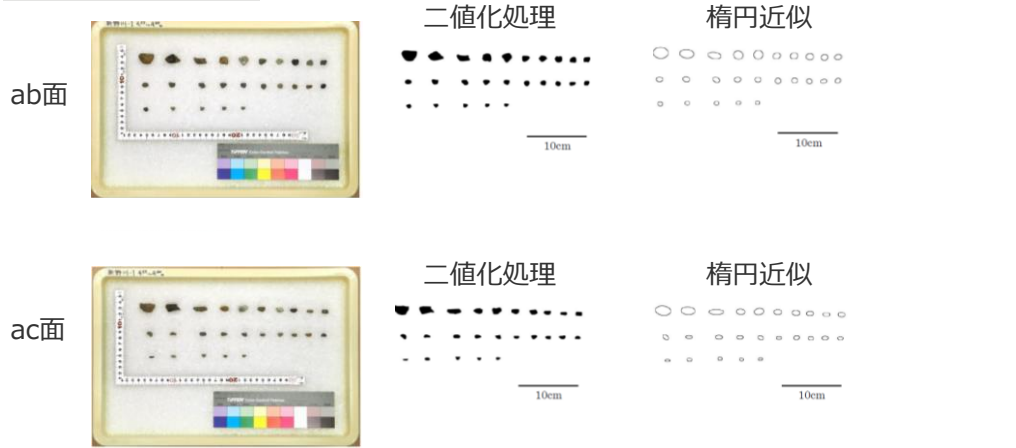


補足説明資料5.1 新野川の河成堆積物の認定根拠

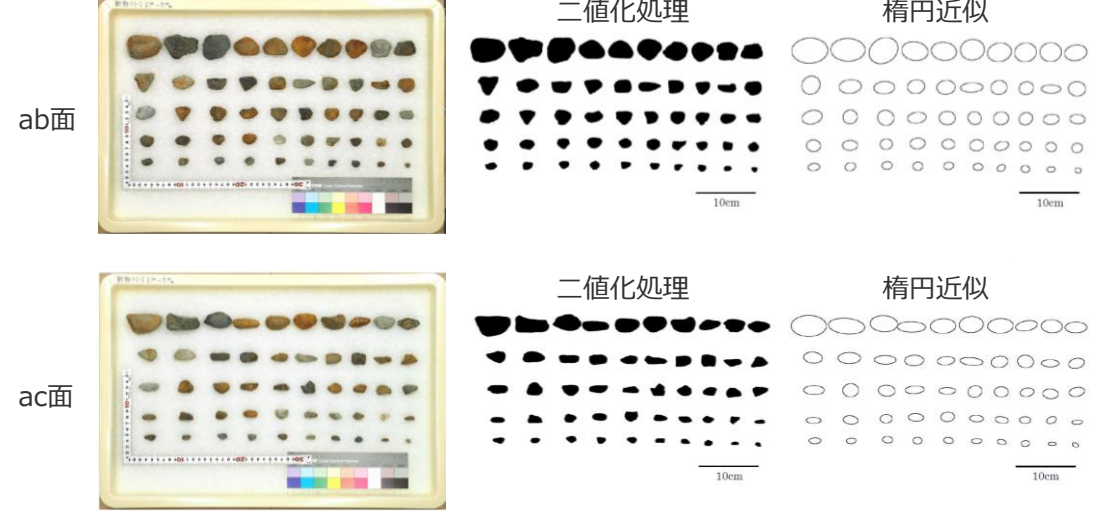
新野川 1、2のコアから採取した礫の写真及びImage-J画像

- 採取した礫のab面及びac面の写真及び画像解析ソフト（Image-J）の画像を以下に示す。
- なお、採取個数は、ボーリング試料中の礫の数に限りがあるため、50個を基本とし、層厚が薄いN1-①については、25個とした。

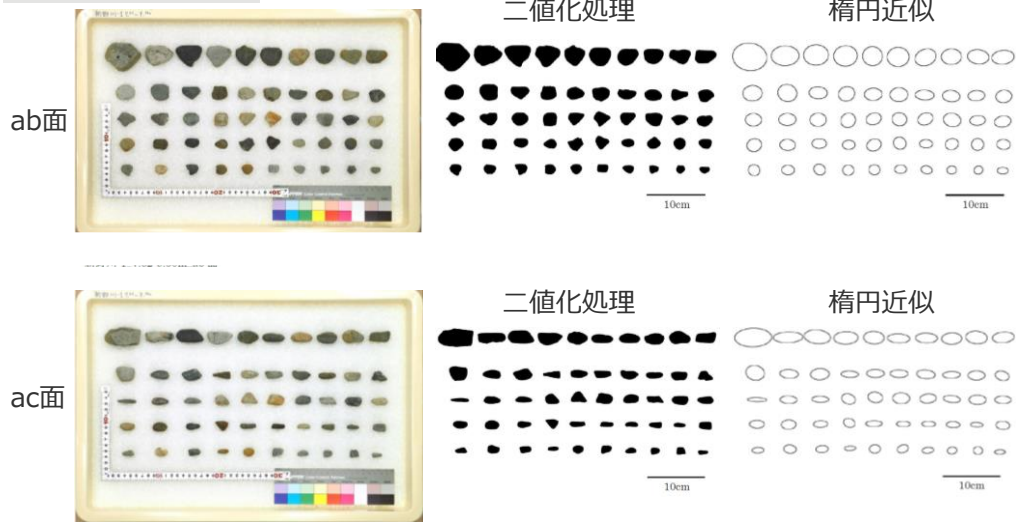
新野川 1 N1-①



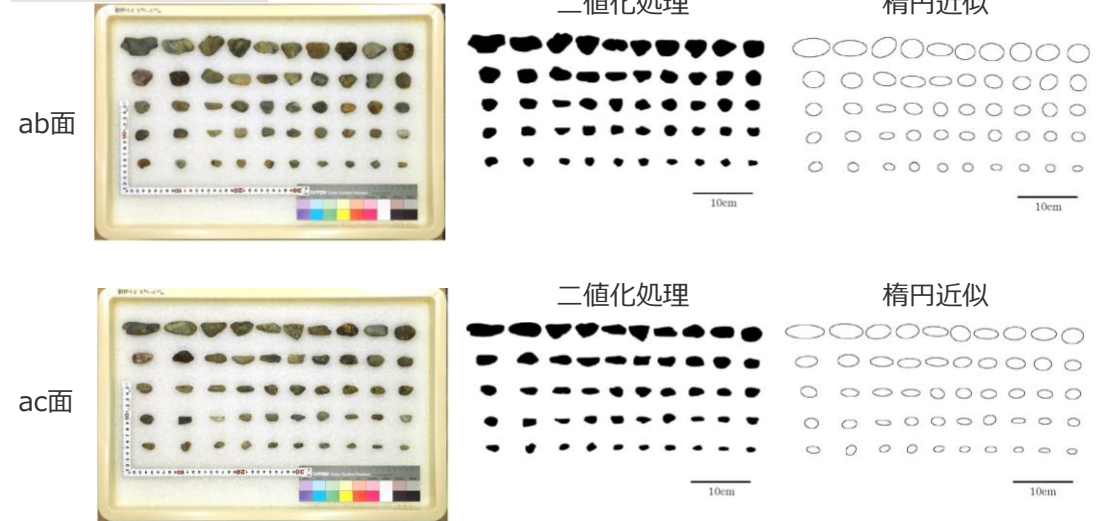
新野川 1 N1-②



新野川 1 N1-③



新野川 2 N2-①



補足説明資料5.1 新野川の河成堆積物の認定根拠

河成礫及び海成礫の形状比較結果 (1 / 2)

- 新野川流域の礫形状の特徴を把握するため、河成礫として、ボーリング調査地点より上流側に位置する①新野川の河床礫、②朝比奈川の河床礫、新野川1の背後に位置する③南山丘陵の礫を、海成礫として、海岸付近の④新野川河口前面の海浜礫、⑤浜岡砂丘前面の海浜礫を採取し、河成礫と海成礫の区別に関する様々な指標（石渡ほか(2019)等）を基に比較を行った。
- 河成礫と海成礫を比較すると、真円度、楕円径比（b/a）及び球形度には大きな違いが認められないものの、その他の指標では、河成礫と海成礫の数値に差異が認められる。差異が認められる指標の定義式には、いずれも分子にc（短径）が含まれていることから、新野川流域においては、a（長径）及びb（中間径）に対するc（短径）の比率の違いが、河成礫と海成礫の数値の差異として表れていると考えられる。
- 河成礫と海成礫の数値に差異が認められた指標を用いると、新野川1、2の礫は海成礫より河成礫と近い数値を示しており、新野川1、2の礫が河成堆積物とした評価は妥当なものであると判断される。（次ページにグラフを示す。）

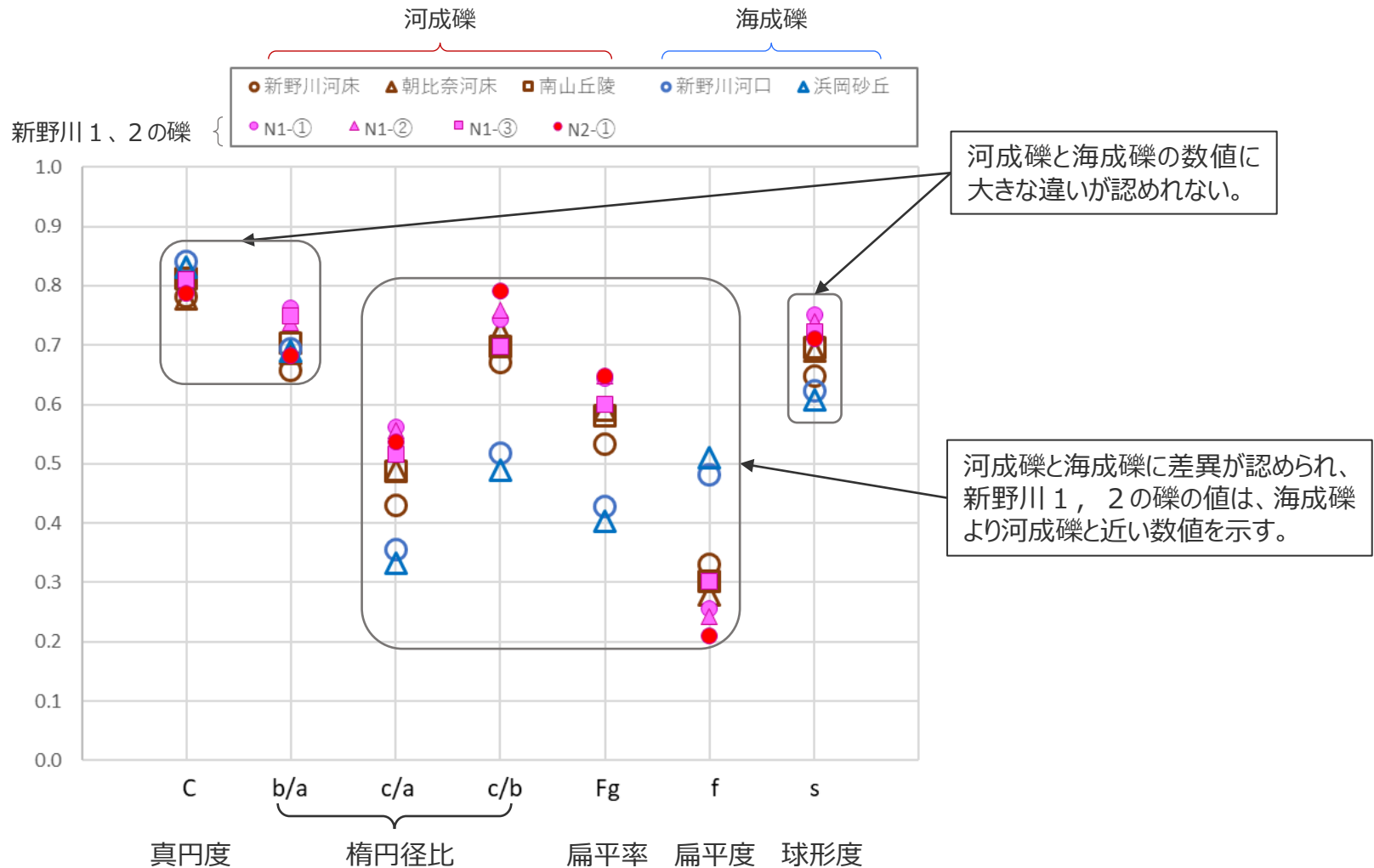
指標	定義	新野川流域（①～⑤）に見られる河成礫と海成礫の違いの目安		調査結果（値はいずれも平均値）								
				新野川流域の礫					新野川1, 2 ボーリングコアの礫			
		河成礫（①～③）	海成礫（④、⑤）	①新野川河床	②朝比奈川河床	③南山丘陵	④新野川河口	⑤浜岡砂丘	N1-①	N1-②	N1-③	N2-①
真円度*1 (ab面)	$C = \frac{4\pi A}{P^2}$	この地域では大きな違いは認められない		0.782	0.778	0.812	0.841	0.832	0.806	0.802	0.810	0.786
楕円径比 *1*2	$\frac{b}{a}$	この地域では大きな違いは認められない		0.657	0.686	0.704	0.694	0.690	0.763	0.737	0.749	0.682
	$\frac{c}{a}$	0.42以上	0.36以下	0.429	0.488	0.487	0.356	0.333	0.561	0.556	0.517	0.536
	$\frac{c}{b}$	0.67以上	0.52以下	0.670	0.722	0.698	0.518	0.490	0.743	0.758	0.698	0.791
扁平率*2	$Fg = \frac{c}{\sqrt{ab}}$	0.53以上	0.43以下	0.533	0.591	0.582	0.428	0.402	0.644	0.647	0.599	0.648
扁平度*3	$f = \frac{b-c}{b}$	0.33以下	0.48以上	0.330	0.278	0.302	0.482	0.510	0.257	0.242	0.302	0.209
球形度*4	$s = \sqrt[3]{\frac{bc}{a^2}}$	この地域では大きな違いは認められない		0.648	0.690	0.695	0.623	0.608	0.751	0.739	0.723	0.711

P：周囲長、A：面積、a：長径、b：中間径、c：短径

*1 石渡ほか(2019)、*2 平塚市博物館地層観察会(1986)、*3 中山(1965)、*4 Krumbein(1941)

河成礫及び海成礫の形状比較結果 (2 / 2)

- 指標毎の各地点の調査結果（前頁）を下のグラフに示す。
- 河成礫と海成礫を比較すると、真円度、楕円径比（b/a）及び球形度には大きな違いが認められないものの、そのほかの指標では、河成礫と海成礫の数値に差異が認められる。
- 河成礫と海成礫の数値に差異が認められた指標を用いると、新野川1、2の礫は河成礫と近い数値を示しているため、それらを河成堆積物とした評価は妥当なものであると判断される。



河成礫と海成礫の数値に大きな違いが認めれない。

河成礫と海成礫に差異が認められ、新野川1、2の礫の値は、海成礫より河成礫に近い数値を示す。

補足説明資料5.1 新野川の河成堆積物の認定根拠

一般的な河成堆積物との関係

- 河川システムは、保柳ほか(2004)によると、一般に蛇行河川システム、網状河川システムに大別され、湖沼成層も河川堆積相の一部を構成することが多いとされている。それらの堆積物の特徴は下記のとおり。
 - 蛇行河川：勾配の小さな沖積平野に形成されることが多く、河道の移動によって粗粒堆積物からポイントバーの砂を経て後背湿地の泥質堆積物に変化する上方細粒化がみられることが多く、全体として泥質堆積物に富む。
 - 網状河川：急勾配の幅広い河床上に砂礫堆が多数発達した網状砂州が形成される。
 - 湖沼：湖沼は河川と直結していることが多く、そのため河川堆積相の一部を構成していることが多い。緩やかな流れで運搬・沈積する細粒物を主体とし、三角州堆積物や河川堆積物へ漸移することが多い。
- 新野川 1, 2 の堆積物は、ボーリング調査結果より、シルト層を主体とし、礫層および砂の薄層を挟在している。
- 新野川 1, 2 の調査地点周辺は、氷河期以降に海水面が上昇したことにより内湾化し、その後、河口部に形成された砂州により堰き止められ、約6000年前には新野池と呼ばれる池となっていたことが知られている。(新野池は、近世初頭に干拓され、現在は水田地帯となっている)

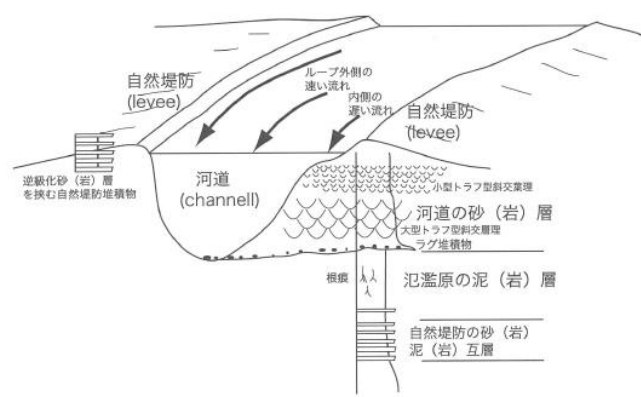
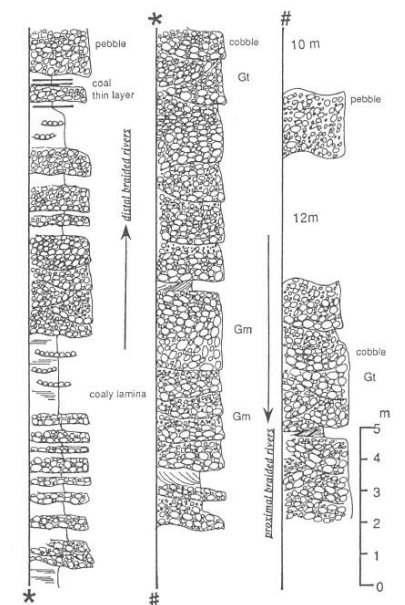
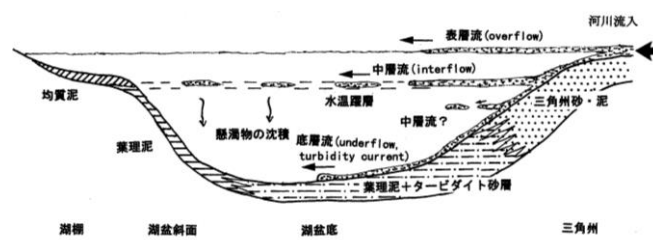
新野川 1, 2 の礫層が泥層に挟まれていること、調査地点が近世初頭以前は池であったことから、新野川 1, 2 の礫層は、河川に直結する湖沼の泥質堆積物を主体とした湖沼成層の一部に該当すると考えられる。

補足説明資料5.1 新野川の河成堆積物の認定根拠

河成堆積物の特徴

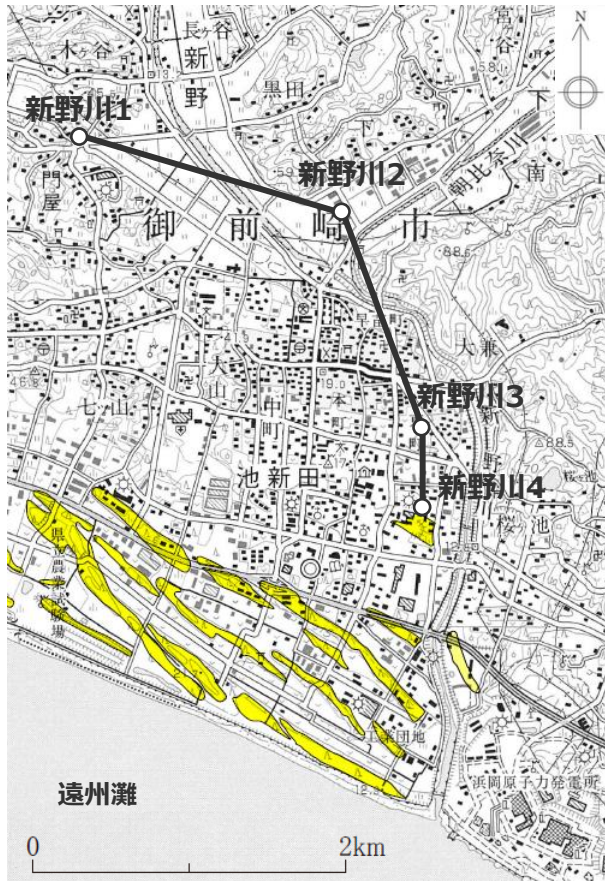
- 河川システムは、保柳ほか(2004)によると、一般に蛇行河川システム、網状河川システムに大別され、湖沼成層も河川堆積相の一部を構成することが多いとされている。それらの堆積物の特徴は下記のとおり。
 - 蛇行河川：勾配の小さな沖積平野に形成されることが多く、河道の移動によって粗粒堆積物からポイントバーの砂を経て後背湿地の泥質堆積物に変化する上方細粒化がみられることが多く、全体として泥質堆積物に富む。
 - 網状河川：急勾配の幅広い河床上に砂礫堆が多数発達した網状砂州が形成される。
 - 湖沼：湖沼は河川と直結していることが多く、そのため河川堆積相の一部を構成していることが多い。緩やかな流れで運搬・沈積する細粒物を主体とし、三角州堆積物や河川堆積物へ漸移することが多い。

河成堆積物の特徴(保柳ほか(2004)に基づき作成)

河川成層		湖沼成層
蛇行河川システム	網状河川システム	
<p>勾配の小さな沖積平野に形成されることが多く、河道の移動によって粗粒堆積物からポイントバーの砂を経て後背湿地の泥質堆積物に変化する上方細粒化がみられることが多く、全体として泥質堆積物に富む。</p>  <p>蛇行河川システムの堆積相</p>	<p>急勾配の幅広い河床上に砂礫堆が多数発達した網状砂州が形成される。</p>  <p>網状河川の堆積相の組み合わせ</p>	<p>湖沼は河川と直結していることが多く、そのため河川堆積相の一部を構成していることが多い。湖沼成層は、緩やかな流れで運搬・沈積する細粒物を主体とし、三角州堆積物や河川堆積物へ漸移することが多い。</p>  <p>図 B-5-8 温度成層した通常の湖沼における陸源碎屑物の堆積モデル</p> <p>河川からの湖への流入部では、粗粒な堆積物の急速な沈積により三角州が形成される。いっぽう、湖水は密度成層しており、河川からの流入水はその密度によって、3つのタイプの流れになりうる。その結果、湖沼の場所ごとに異なった岩相の堆積物が形成される (Sturm and Matter, 1978)</p>

新野川流域の完新世の堆積環境について

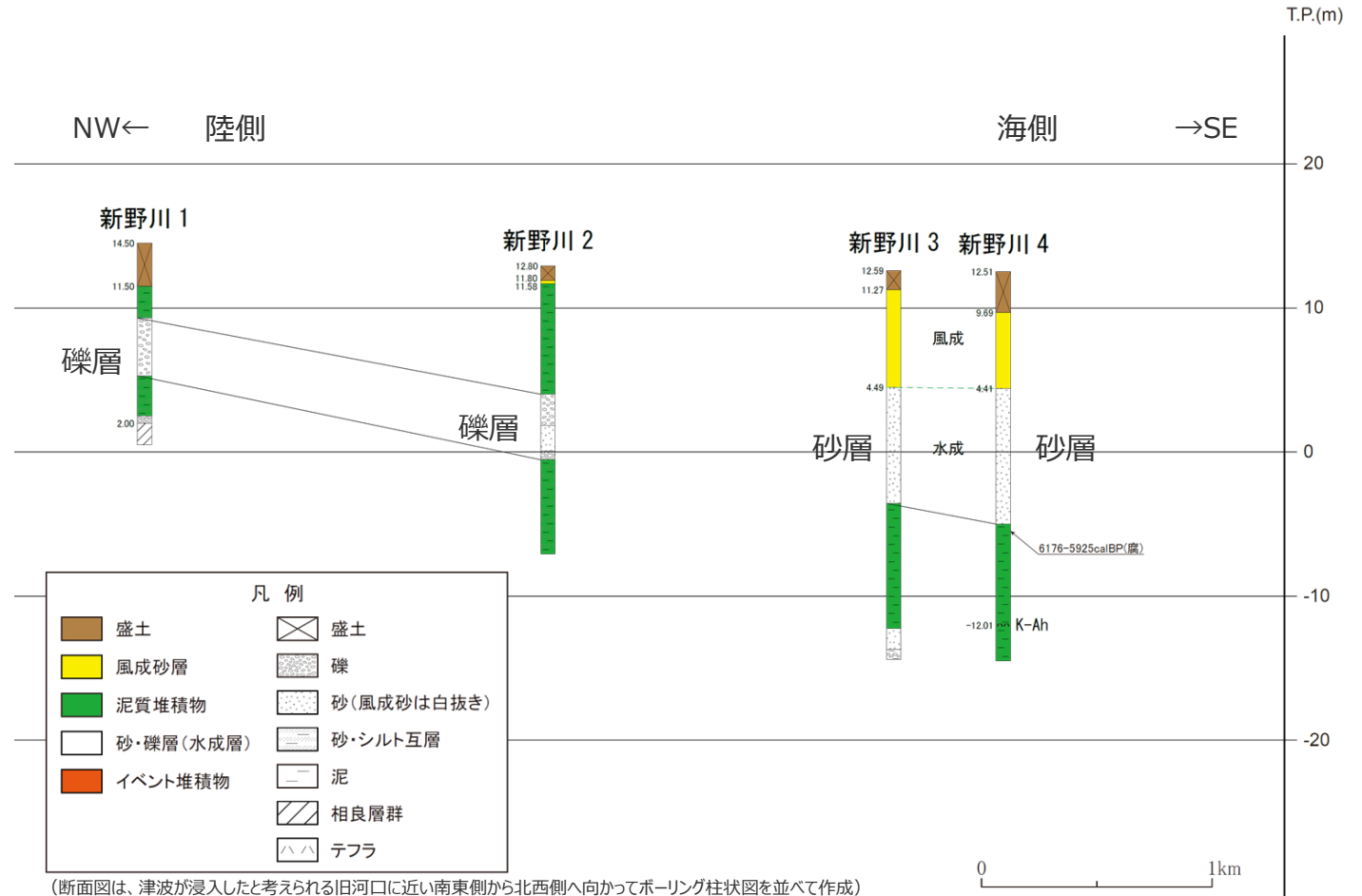
■ 新野川 1、2 の堆積物は、ボーリング調査結果より、シルト層を主体とし、礫層および砂の薄層を狭在している。



国土地理院（2.5万分の1地形図「御前崎」）に加筆

- : イベント堆積物が確認された地点
- : " が確認されなかった地点
- : 砂丘

— 断面線
● ボーリング調査地点

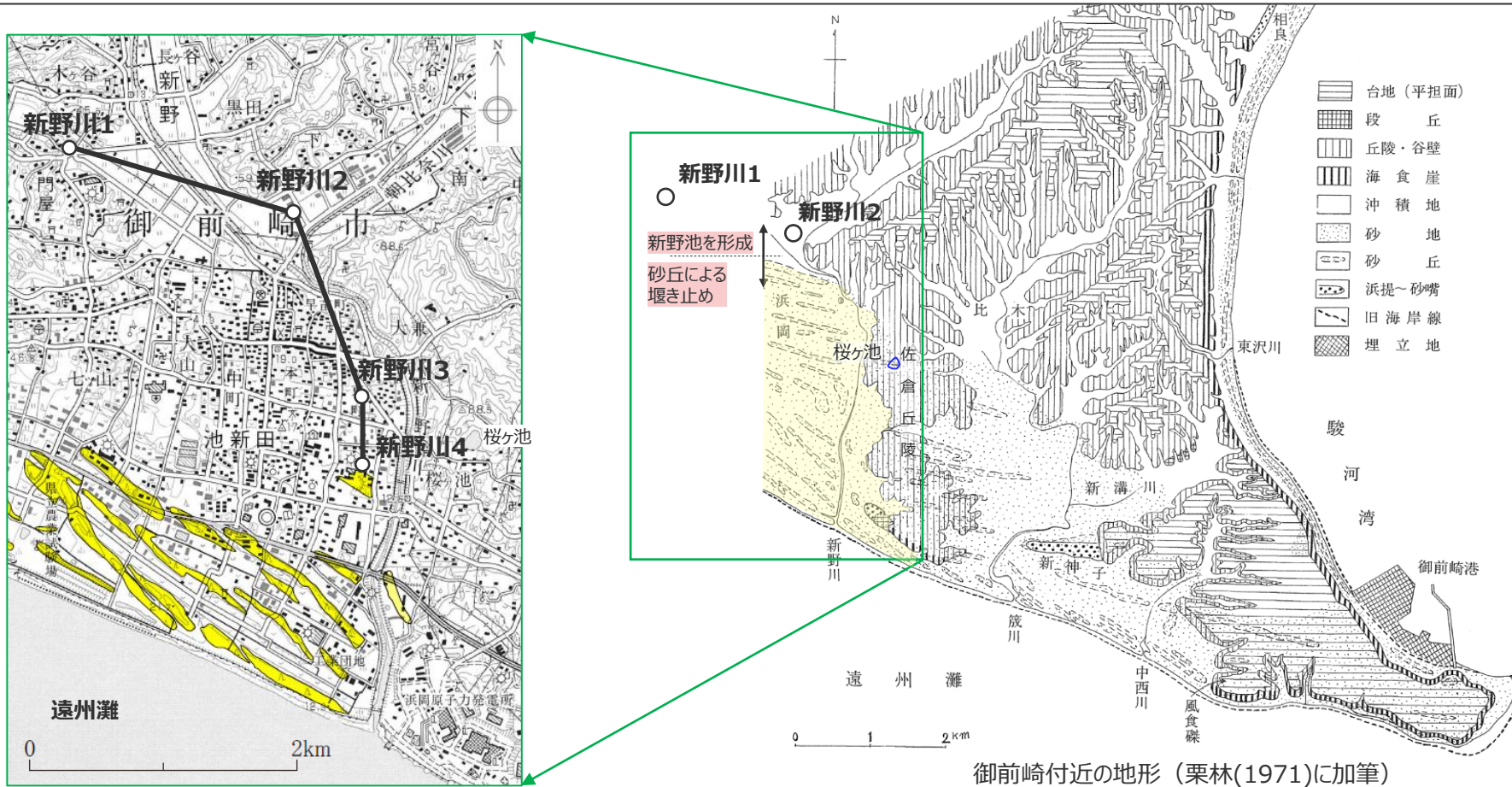


(断面図は、津波が浸入したと考えられる旧河口に近い南東側から北西側へ向かってボーリング柱状図を並べて作成)
 ・地層境界の標高を黒字で示す。
 ・図中に示す年代測定結果は、¹⁴C年代に基づいて較正された年代値 (±2σ) である。
 ・図中に年代測定結果とともに測定に用いた試料を記号で示す。記号の凡例は以下の通り。
 (腐) : 腐植質シルト

地質断面図

補足説明資料5.1 新野川の河成堆積物の認定根拠 新野川流域の完新世の堆積環境について

■ 新野川1、2の調査地点周辺は、氷河期以降に海水面が上昇したことにより内湾化し、その後、河口部に形成された砂州により堰き止められ、約6000年前には新野池と呼ばれる池となっていたことが知られている。（新野池は、近世初頭に干拓され、現在は水田地帯となっている）



国土地理院 (2.5万分の1地形図「御前崎」) に加筆

- : イベント堆積物が確認された地点
- : " が確認されなかった地点
- : 砂丘

— 断面線

ボーリング調査地点

栗林(1971)

佐倉丘陵の南端にも海食崖が認められ、崖下には岬端部同様巾狭い带状平野が付属する。丘陵の西方は急に開けて約3kmの内陸にまで砂丘の発達を認めることができる。この砂丘は東進して佐倉丘陵に達し、ついに新野川を堰き止め、新野池のバックマーシュ(約1.5 km²)を形成した。新野池は近世初頭に干拓されて今は跡かたもないが、佐倉丘陵中には砂丘によって谷を堰き止められた桜ヶ池が今も残存し、小規模ながら同種の地形の見本を示している。

しずおか河川ナビゲーション

新野川中流部は、かつて氷河期以降に海水面が上昇したことにより内湾化し、その後、河口部に形成された砂州により堰き止められ、約6000年前には新野池と呼ばれる池となっていた。新野池は、海面の低下とともに徐々に埋積され低湿地帯となり氾濫を繰り返していたが、江戸時代の慶長年代(1605年頃)から、大石宗兵衛久末、本間惣兵衛清光ら地域の人々の手で干拓されたことで、現在の中流部に低平地が形成された。

5

河成堆積物・海成礫の認定に関する検討

5.2 敷地3,4の海成礫について

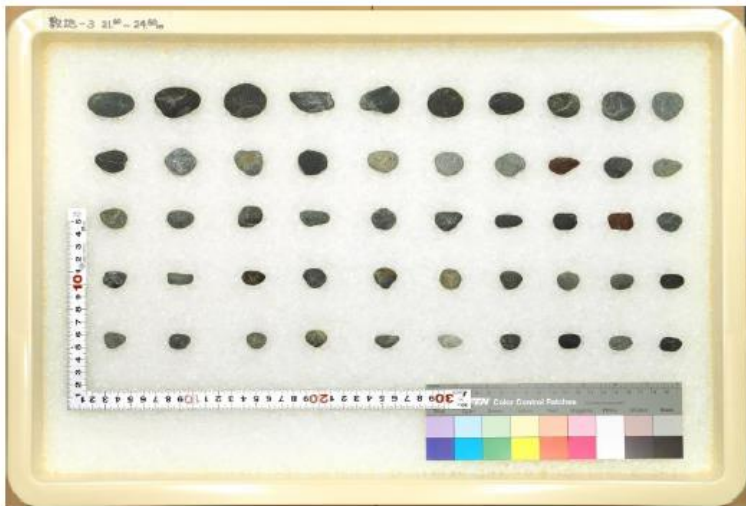
- 敷地3,4のイベント堆積物であるE3-②, E4-②の礫は、淘汰の良い円礫であること、硬岩礫であることから、海成礫と評価している。
- 本章では、E3-②, E4-②の礫の種類を示すとともに、新野川における検討（5.1章参照）と同様に、E3-②, E4-②の礫と、河成礫及び海成礫の礫形状に関する定量的なデータを比較した結果を示す。

補足説明資料5.2 敷地3,4の海成礫について E3-②及びE4-②の礫種

- E3-②及びE4-②に含まれる礫種を目視により判定した。採取個数は新野川流域の礫形状の検討に合わせ50個を基本とし、層厚が薄いE4-②については25個とした。
- E3-②及びE4-②に含まれる礫は、いずれも硬岩であり、以下の表のとおり、砂岩、チャート、流紋岩質凝灰岩等からなる。

礫種	礫岩	砂岩	泥岩	チャート	頁岩	流紋岩	デイサイト	安山岩	玄武岩	花崗岩	石英閃緑岩	流紋岩質凝灰岩	デイサイト質凝灰岩	安山岩質凝灰岩	玄武岩質凝灰岩	片岩	合計
E3-②	0	38	1	6	0	0	1	0	0	0	0	3	0	1	0	0	50
E4-②	0	16	0	4	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	25

敷地3 E3-②



敷地4 E4-②



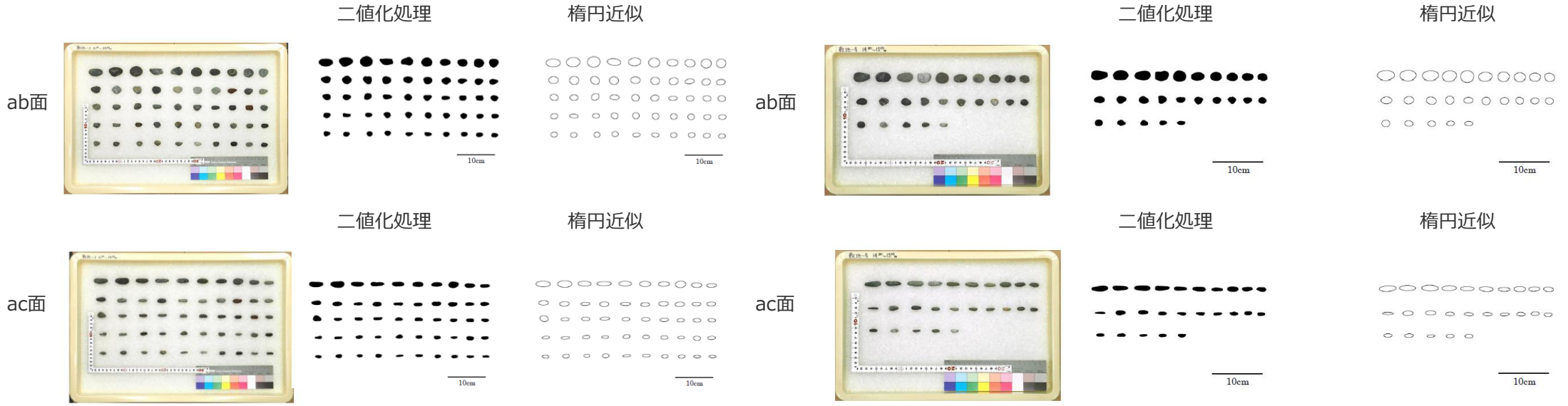
補足説明資料5.2 敷地3,4の海成礫について

E3-②及びE4-②の写真及びImage-J画像

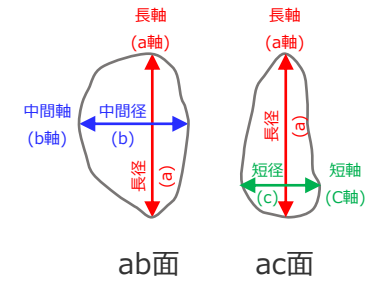
■ 採取した礫のab面及びac面の写真及び画像解析ソフト（Image-J）の画像を以下に示す。

敷地3 E3-②

敷地4 E4-②



礫の三軸の概念図



各指標値を求める際に用いる長径(a)は、ab面の長径とac面の長径を比べて大きい方の値とした。

河成礫及び海成礫の形状比較結果 (1 / 2)

- 新野川 1, 2 の礫に関する検討 (5.1章) と同様に、敷地 3, 4 の礫と、河成礫及び海成礫の礫形状に関する定量的なデータを比較した結果を示す。
- 新野川 1, 2 の礫に関する検討で得られた河成礫及び海成礫の値と比較した結果、E3-② (敷地3)、E4-② (敷地4) の礫は河成礫と海成礫の間の値を示した。E3-② (敷地3) の礫が比較的河成礫に近い値を示しているが、この要因としては、これらの礫が礫浜由来の礫 (海成礫とした河口礫や海浜砂中の礫に比べスライドによる研磨が比較的少ない) である可能性が考えられる。

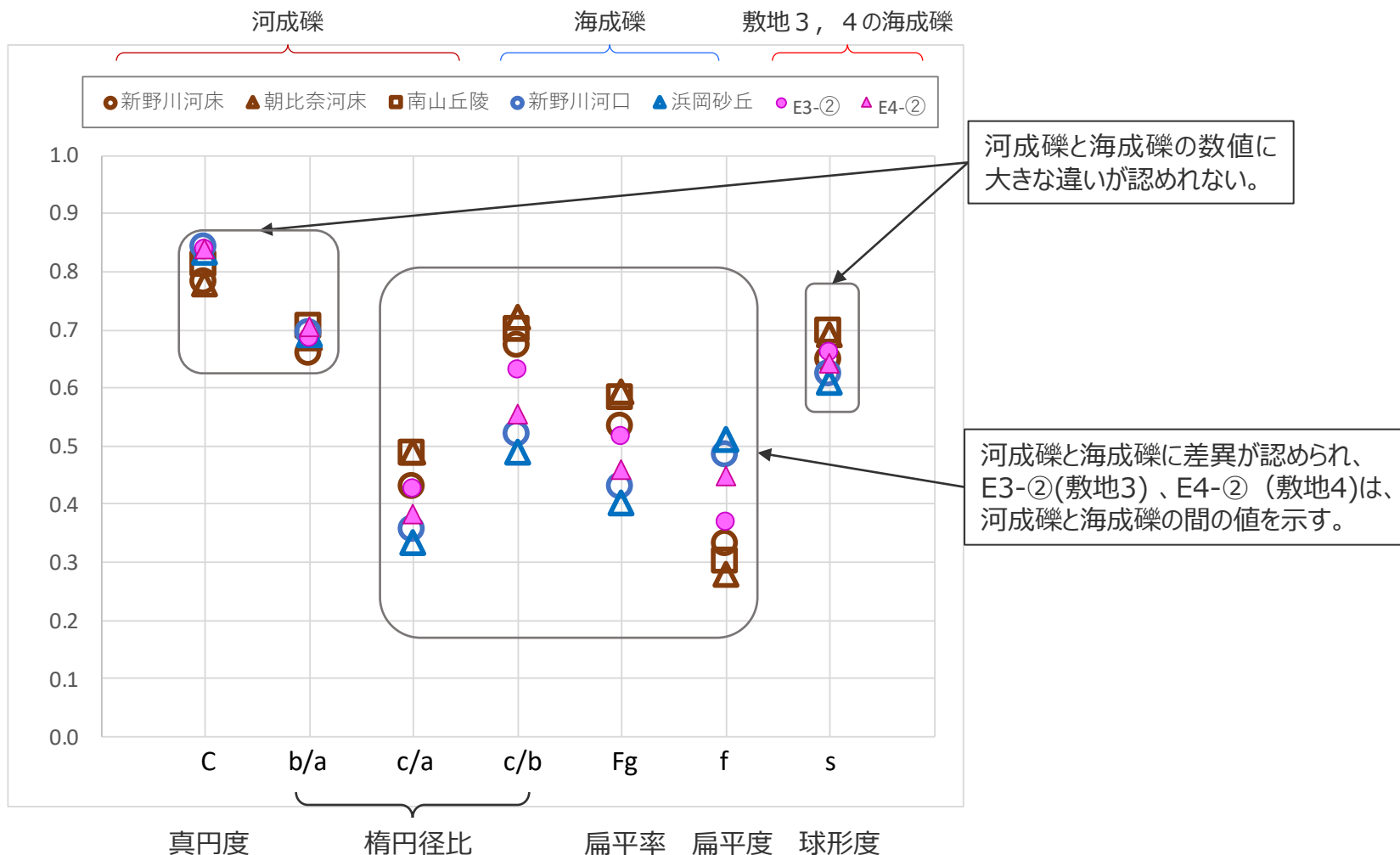
指標	定義	新野川流域 (①~⑤) に見られる 河成礫と海成礫の違いの目安		調査結果 (値はいずれも平均値)						
				新野川流域の礫			敷地 3, 4 の礫			
		河成礫 (①~③)	海成礫 (④, ⑤)	河成礫			海成礫		E3-②	E4-②
				①新野川 河床	②朝比奈 川河床	③南山 丘陵	④新野川 河口	⑤浜岡 砂丘		
真円度*1 (ab面)	$C = \frac{4\pi A}{P^2}$	この地域では大きな違いは認められない		0.782	0.778	0.812	0.841	0.832	0.837	0.838
楕円径比 *1*2	$\frac{b}{a}$	この地域では大きな違いは認められない		0.657	0.686	0.704	0.694	0.690	0.686	0.703
	$\frac{c}{a}$	0.42以上	0.36以下	0.429	0.488	0.487	0.356	0.333	0.426	0.383
	$\frac{c}{b}$	0.67以上	0.52以下	0.670	0.722	0.698	0.518	0.490	0.631	0.553
扁平率*2	$Fg = \frac{c}{\sqrt{ab}}$	0.53以上	0.43以下	0.533	0.591	0.582	0.428	0.402	0.517	0.459
扁平度*3	$f = \frac{b-c}{b}$	0.33以下	0.48以上	0.330	0.278	0.302	0.482	0.510	0.369	0.447
球形度*4	$s = \sqrt[3]{\frac{bc}{a^2}}$	この地域では大きな違いは認められない		0.648	0.690	0.695	0.623	0.608	0.660	0.642

P: 周囲長、A: 面積、a: 長径、b: 中間径、c: 短径

*1 石渡ほか(2019)、*2 平塚市博物館地層観察会 (1986)、*3 中山(1965)、*4 Krumbain(1941)

河成礫及び海成礫の形状比較結果 (2 / 2)

- 指標毎の各地点の調査結果（前頁）を下のグラフに示す。
- 新野川 1, 2 の礫に関する検討で得られた河成礫及び海成礫の値と比較した結果、E3-②（敷地3）、E4-②（敷地4）の礫は河成礫と海成礫の間の値を示した。E3-②（敷地3）の礫が比較的河成礫に近い値を示しているが、この要因としては、これらの礫が礫浜由来の礫（海成礫とした河口礫や海浜砂中の礫に比べスライドによる研磨が比較的少ない）である可能性が考えられる。

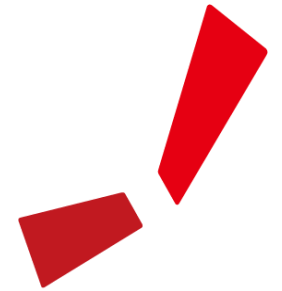


参考文献

- 飯村康二, 本名俊正, 山本定博, 岡崎宏樹, 沖田智, 川上健太郎 (2001) 「鳥取県の砂丘における土壌生成 II 砂丘土壌中の粘土鉱物について」『ペドロジスト』第45巻, 第2号, pp.84-93。
- 石渡明, 田上雅彦, 谷尚幸, 大橋守人, 内藤浩行 (2019) 「海岸礫は河川礫より円くて扁平である」日本地質学会HP (<http://www.geosociety.jp/faq/content0864.html>)。
- 井関弘太郎 (1975) 「砂丘形成期分類のためのインデックス」『第四紀研究』第14巻, 第4号, pp.183-188。
- 亀井健史, 石原廣和, 近藤英昭 (2002) 「全硫黄,全窒素,全有機炭素からみた高岡平野完新世堆積物の堆積環境評価」『応用地質』第43巻, 第1号, pp.35-42。
- 木村隆行, 山本裕雄, 磯野陽子 (2011) 「仙台海岸部における津波堆積物と被災状況」『日本応用地質学会中国四国支部平成23年度発表論文』p.1, pp.1-6。
- 栗林沢一 (1971) 「御前崎付近の地形—第一報—」『静岡地学』第20巻, pp.19-23。
- 国土地理院『2万5千分の1地形図』『5万の分の1地形図』。
- 小玉芳敬, 永松大, 高田健一 (2017) 『鳥取砂丘学』鳥取大学国際乾燥地研究教育機構監修, 古今書院, 2017年3月。
- 佐藤裕司 (2008) 「瀬戸内海東部, 播磨灘沿岸域における完新世海水準変動の復元」『第四紀研究』第47巻, 第4号, pp.247-259。
- しずおか河川ナビゲーション「新野川水系の基本情報」(http://www.shizuoka-kasen-navi.jp/html/niino/basic_01.html)。
- 柴正博 (2017) 『駿河湾の形成 島弧の大規模隆起と海水準上昇』東海大学出版部, 2017年11月。
- 柴正博 (2021) 「本州中央部における鮮新世以降の隆起運動の特徴と海水準上昇」『地球科学』第75巻, 第1号, pp.37-55。
- 芝野照夫, 土屋義人, 富谷雄, 山本武司 (1988) 「天竜川扇状地と遠州灘海岸の形成」『京都大学防災研究所年報』第31号, B-2, pp.775-791。
- 杉山雄一, 寒川旭, 下川浩一, 水野清秀 (1988) 『地域地質研究報告 5万分の1地質図幅 御前崎地域の地質』地質調査所。
- 多田文男, 長沼信夫, 阿由葉元, 角田清美, 市瀬由自, 小林和子 (1971) 「砂丘の形成と腐植層に関する研究」『第四紀研究』第10巻, 第3号, pp.124-133。
- 谷野喜久子, 細野衛, 渡邊眞紀子 (2013) 「下北半島尻屋崎砂丘の理化学特性と形成史」『地理学評論』Ser.A, 第86巻, 第3号, pp.229-247。
- 土谷信之, 大沢穠, 池辺穰 (1984) 『地域地質研究報告 5万分の1地質図幅 鶴岡地域の地質』地質調査所。
- 中山正民 (1965) 「礫浜における堆積物の諸性質について」『地理学評論』第38巻, 第2号, pp.103-120。
- 成瀬敏郎 (1989) 「日本の海岸砂丘」『地理学評論』Ser.A, 第62巻, 第2号, pp.129-144。
- 浜岡町 (2004) 『風紋 浜岡町・閉町記念写真集』静岡県小笠郡浜岡町, 218p。
- 平塚市博物館地層観察会 (1986) 「平塚市周辺の河川礫及び海浜礫の諸特性と礫調査における問題点」『自然と文化』平塚市博物館研究報告, 第9号, pp.13-142。
- 藤則雄 (1971) 「北陸の海岸砂丘の埋積腐植土層の編年とその生成環境」『第四紀研究』第10巻, 第3号, pp.134-146。
- 藤原治, 平川一臣, 入月俊明, 長谷川四郎 (2006) 「静岡県御前崎付近の完新統に見られる地震性地殻変動を示すサイクリックな岩相変化 (総特集 堆積物から紐解く自然災害)」『月刊地球』Vol.28, No.8, pp.577-581。
- 藤原治 (2013) 「地形・地質記録から見た南海トラフの巨大地震・津波 (東海地域の例)」『GSJ地質ニュース』Vol.2, No.7, pp.197-200。
- 藤原治 (2015) 『津波堆積物の科学』東京大学出版会, 2015年11月。

参考文献

- 保柳康一, 公文富士夫, 松田博貴 (2004) 『堆積物と堆積岩』日本地質学会フィールドジオロジー刊行委員会, 共立出版, 2004年4月。
- 宮本新平・玉井孝謙 (2014) 「島根半島における津波堆積物調査について (佐陀本郷および千酌の事例)」『日本応用地質学会中国四国支部平成26年度発表論文』p.3, pp.1-6。
- Berner, A. Robert and Robert Raiswell(1984), "C/S method for distinguishing freshwater from marine sedimentary rocks", *Geology*, Vol.12, No.6, pp.365-368.
- Fujiwara, Osamu, Kazuomi Hirakawa, Toshiaki Irizuki, Shiro Hasegawa, Yoshitaka Hase, Jun-ichi Uchida, Kohei Abe (2010), "Millennium-scale recurrent uplift inferred from beach deposits bordering the eastern Nankai Trough, Omaezaki area, central Japan", *Island Arc*, Vol.19, pp.374-388.
- Krumbein, William Christian(1941), "Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles", *Journal of Sedimentary Research*, Vol.11, No.2, pp.64-72.



中部電力