

1 「遠州灘海岸の砂の性質と起源 ——特にガーネットの起源について——」

1. 動 機

私達は2007年度まで、遠州灘海岸で見られる風紋の形態や成因についての研究を行ってきた。この研究をする過程で、風紋をつくる砂はどこからやってきたのかという疑問が生じた。

一方、風紋調査で遠州灘海岸の各地に出かけると、場所によって砂の色や明るさが異なることも分かってきた。これもまた、砂の起源と関係があると思われる。これを追求するために、2008年度は砂の色や明るさの原因となる鉱物組成を調べてみた。この結果特徴的な鉱物としてガーネットを発見した。そこで、今年度は特にガーネットを中心にその特徴や起源を追究することにした。

昨年度の論文集では、遠州灘の砂の性質について述べたので、今年度は遠州灘と天竜川の砂との比較について述べることにする。

2. 目 的

- (1) 遠州灘海岸の砂の鉱物学的な性質を調べる。
- (2) 天竜川の砂の鉱物学的な性質を調べる。
- (3) 遠州灘海岸の砂の起源について、天竜川の砂の性質や周辺の地質と比較して推定する。
- (4) 遠州灘海岸の砂を特徴づけるガーネットの性質を調べ、その起源を推定する。

3. 方 法

昨年度は静岡県の駿河湾の安倍川河口から遠州灘西端の愛知県伊良湖岬までの33カ所について、砂の色と明るさ・鉱物組成・重鉱物組成・ガーネット・磁性鉱物・円磨度の項目に分けて調査を行ったので今年度は、静岡県の天竜川河口から長野県の諏訪湖までの27カ所について、砂の色と明るさ・重鉱物組成の項目に分けて調査を行った。特にガーネットについては、X線マイクロアナライザーを用いて化学組成を調べ、地質図と対比して起源を推定した。

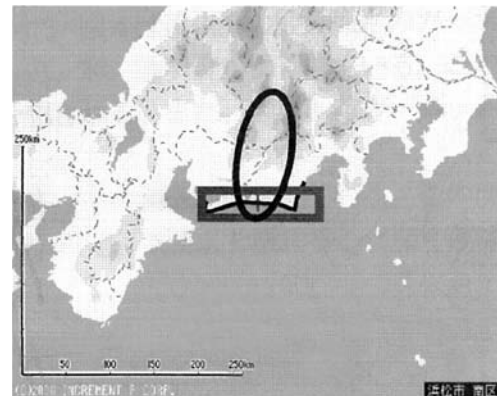


図1 調査地域(黒線は遠州灘を示し、
楕円は天竜川河口から諏訪湖
までを示す)

4. 天竜川の砂の色と明るさ

方法は、砂をシャーレに入れてデジタルカメラで撮影し(図11参照)、これを天体画像解析ソフト「マカリ」を用いて、砂の明るさを測定した。また、色は赤、緑、青の3成分に分けて分析した。図2は砂の明るさ、図3は砂の色の3成分を示す。図2より、愛知県豊根発電所から駒ヶ根大田切駅北までは砂の色が明るい。これはこの地域が石英、長石などの無色鉱物からなる花崗岩帯のためである。図3より、箕輪村伊那松島駅北より上流では砂の色が暗くなり、青成分が減って赤成分が多くなる。これは、上流が塩嶺累層などの火山岩地帯で、砂に有色鉱物が多く含まれているためと思われる。

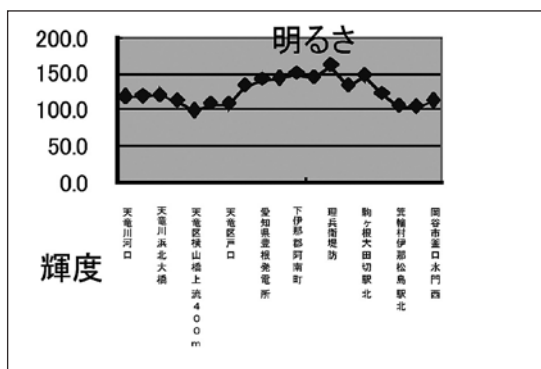


図2 砂の明るさ

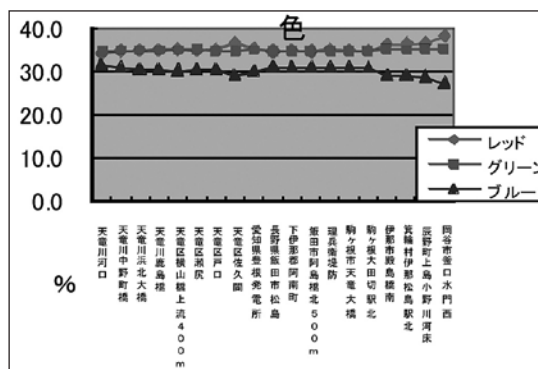


図3 砂の色

5. 天竜川の砂の重鉱物組成

砂の重鉱物は椀掛けとプロモホルムを用いた重液分離により分離し、双眼実体顕微鏡を用いて観察した。この結果、白雲母は下流で多く、これは天竜川下流の三波川帯の泥質片岩、黒色片岩、緑色片岩中の白雲母に由来すると推定される。天竜川中流に多い黒雲母は、領家帯の花崗岩、片麻岩、ホルンフェルスに黒雲母が含まれていると思われる。天竜川上流に多い斜方輝石、単斜輝石は、諏訪湖周辺に分布する塩嶺類層の中～塩基性火山岩や火山砕屑岩に由来するとと思われる。下流で多くなるかんらん石は、御荷鉾帯の塩基性～超塩基性の火成岩が分布するためと思われる。

6. 天竜川のガーネットの分布

重鉱物組成と同じ方法でガーネットの抽出と観察を行った。図4は遠州灘の鮫島海岸のガーネット、図5は天竜川の鹿島橋のガーネットである。どちらも色、形、透明度がよく似ている。このことから、遠州灘のガーネットは天竜川起源であることが予想される。また、図13はガーネットの産出地点、図6は地点別の産出数を示す。

図6のとおり上流から下流に向かって次第にガーネットの個数が増加している。この理由は、ガーネットは他の鉱物と異なり硬くて壊れにくい鉱物なので、下流まで壊れることなく運ばれて、相対的に下流でその割合が増えたためと考えられる。

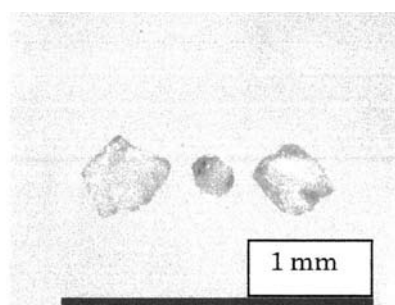


図4 鮫島海岸のガーネット

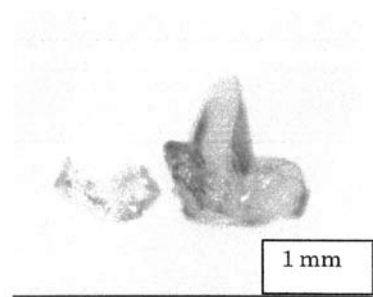


図5 鹿島橋のガーネット

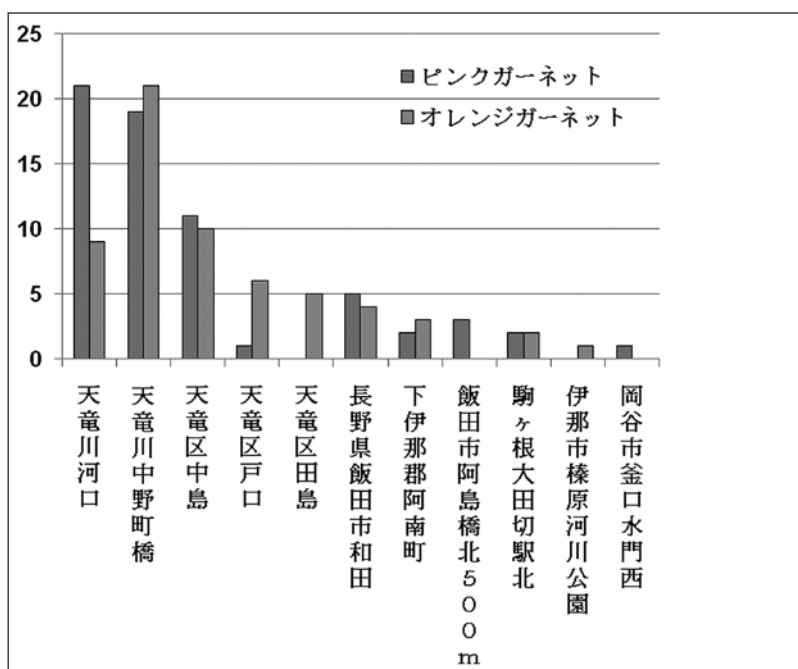


図6 天竜川のガーネットの分布

7. 天竜川のガーネットの化学組成

鮫島海岸のガーネットの化学組成をX線マイクロアナライザーで分析し、図7の三角ダイヤグラムで表した。ピンクの丸はピンクガーネット、オレンジの四角はオレンジガーネットを示している。図7より、遠州灘海岸のガーネットはアルマンディン成分に富み、(スペッサルティン+グロシュラライト+アンドラダイト)成分にやや乏しく、パイロープ成分に乏しいことが分かった。また、点が混じりあっていることから、オレンジガーネットとピンクガーネットは、光学顕微鏡では識別ができて、化学組成上は連続的に変化する固溶体で、明確に区別ができないことも分かった。

さらに天竜川でガーネットを発見した地点から鹿島橋、瀬尻、戸口、阿南町の4か所を選びガーネットの化学組成を分析した。図9がその結果で、四角は鹿島橋、丸は瀬尻、三角は戸口、ダイヤは阿南町を示している。図7と図9を比べるとほぼ同じ領域にプロットされることから、遠州灘のガーネットは天竜川起源であることが分かった。

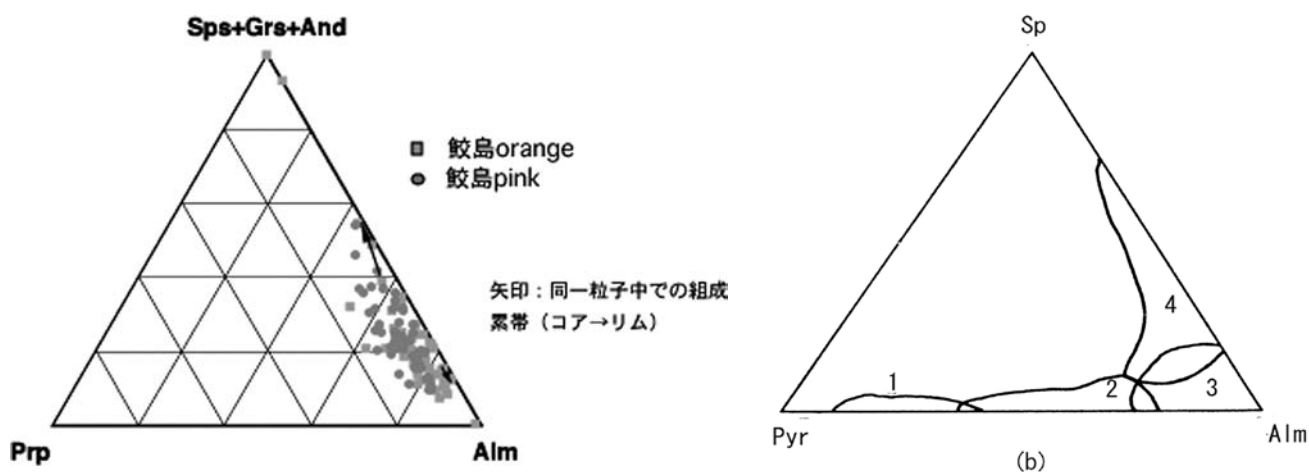


図7 鮫島海岸のガーネットの化学組成

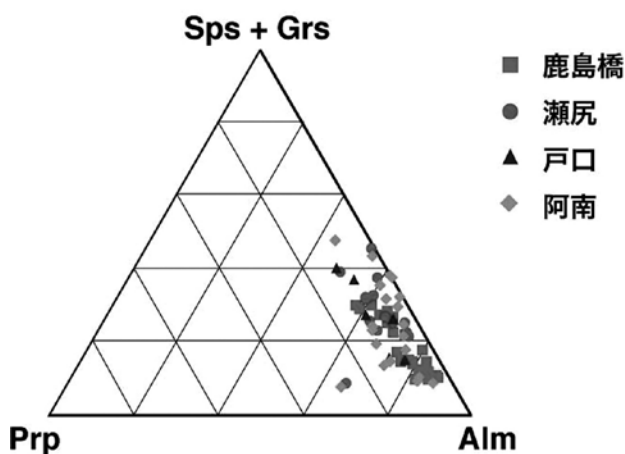


図9 天竜川のガーネットの化学組成 (地点別)

- | | |
|---|-----------------|
| 1 | キンバーライトやエクロジャイト |
| 2 | グラニュライト相の変成岩 |
| 3 | 角閃岩相の変成岩 |
| 4 | 花崗岩質ペグマタイトや結晶片岩 |

図8 ガーネットの化学組成と産状の比較

黒田・諏訪 (1983) 「偏光顕微鏡と造岩鉱物第2版」より引用

8. ガーネットを含む岩石の推定

図8は黒田・諏訪 (1983) 「偏光顕微鏡と造岩鉱物第2版」より引用したガーネットの化学組成と産状の比較であり、表1はそれをまとめたものである。図7の鮫島海岸のガーネットや図9の天竜川のガーネットは図8の4の領域と重なることから、遠州灘のガーネットは、花崗岩質ペグマタイトや結晶片岩に多く含まれることが分かった。よって、遠州灘のガーネットは、花崗岩質ペグマタイトや結晶片岩が起源であると推定される。

表1 ガーネットの化学組成

固溶体	パイラルスパイト			ウグランダイト		
端成分	アルマンディン (Alm)	パイロープ (Prp)	スペッサルティン (Sps)	ウバロバイト	グロシュラライト (Grs)	アンドラダイト (And)
化学組成	$\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	$\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{13}$	$\text{Mn}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{14}$	$\text{Ca}_3\text{Cr}_2\text{Si}_3\text{O}_{15}$	$\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{17}$	$\text{Ca}_3\text{Fe}_2\text{Si}_3\text{O}_{18}$
薄片の色	淡桃色・淡褐色	淡桃色	淡桃色	緑色	無～淡黄褐色	黄～黄褐色
含む岩石	結晶片岩 片麻岩	超塩基性岩	結晶片岩・花崗岩質 ペグマタイト	クロム鉱床	ホルンフェルス 石灰質変成岩	スカルンホルンフェルス
予想される 地質帯	領家帯 三波川帯	三波川帯 御荷鉾帯 瀬戸川帯	領家帯 三波川帯	なし	領家帯	領家帯

9. ガーネットの起源となる地域の推定

次に、天竜川や大井川流域における花崗岩類や結晶片岩類の分布を調べた。図12は天竜川流域の地質図、図13は砂を採取した27カ所の中でガーネットを発見できた地点を示す図である。図12と図13を比較するとガーネットを発見した地点は領家帯、三波川帯に重なっていることが分かる。以上から、遠州灘のガーネットは天竜川下流の三波川帯の結晶片岩や中流の領家帯の花崗岩類、片麻岩に由来することが明らかになった。このことをまとめて、ガーネットの運搬経路をモデルで示したものが図10である。

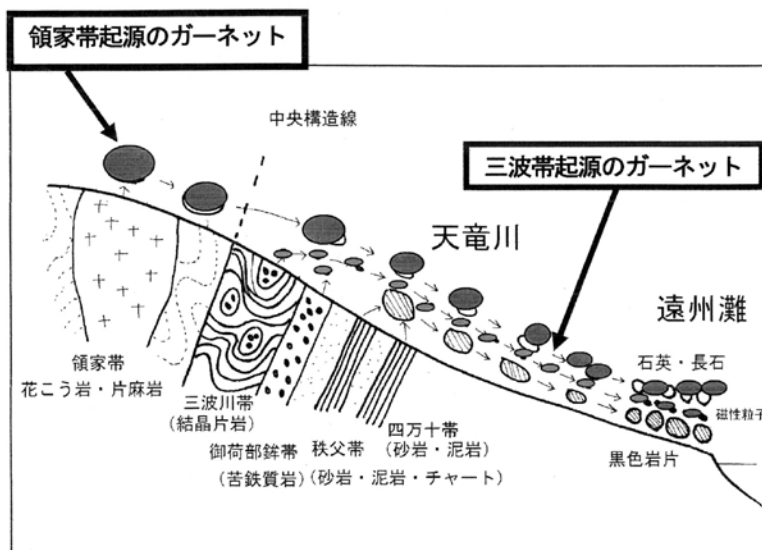


図10 天竜川の砂の運搬モデル

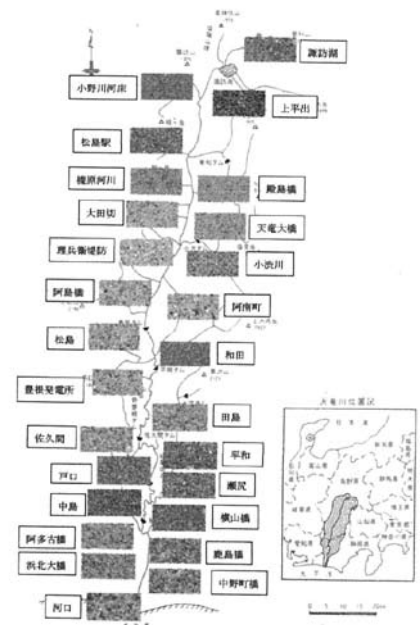


図11 天竜川の調査地域と砂の写真

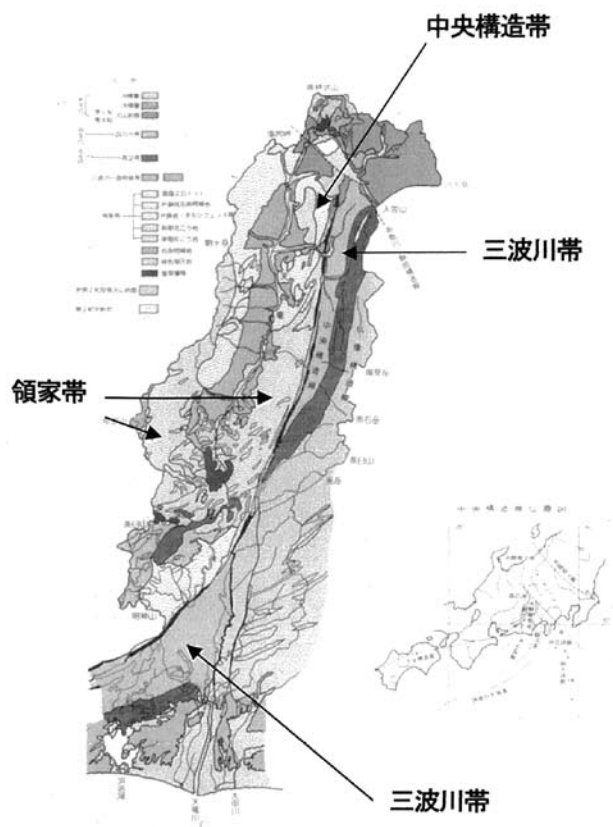


図12 天竜川の地質図

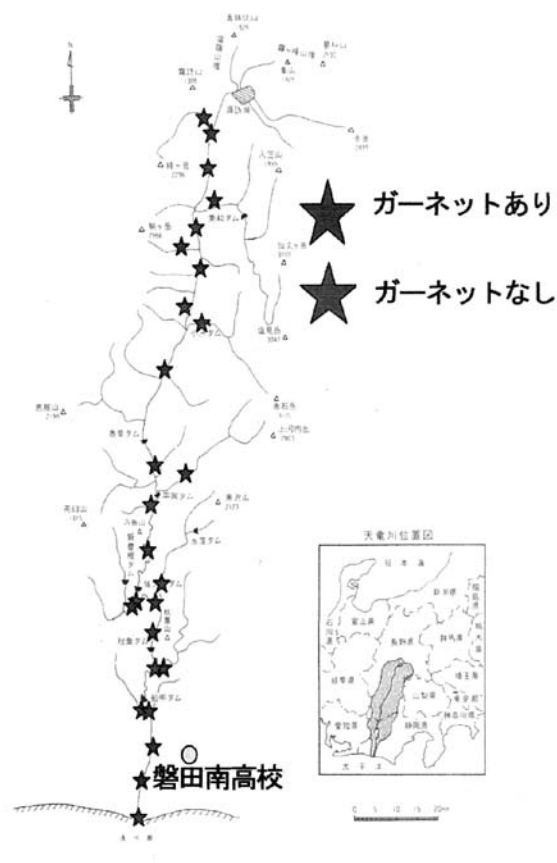


図13 ガーネットの産出地点

10. 結 論

- (1) 天竜川のガーネットは、遠州灘のガーネットと同様に、双眼実体顕微鏡下ではピンクとオレンジの2種類が識別できるが、その化学組成にほとんど違いはみられない。
- (2) 天竜川河口付近の砂に含まれるガーネットは、パイロープ成分とスペッサルティン成分が少なく、アルマンディン成分が多い。
- (3) ガーネットの起源は、地質図と岩石に含まれる鉱物の対応により、天竜川上流の三波川帯の結晶片岩や領家帯の花崗岩質ペグマタイトと予想される。

11. 今後の課題

- (1) 天竜川の支流をさかのぼってガーネットの産出地点を特定する。
- (2) ガーネットの色の違いの原因を調べる。

12. 参考文献

- ・ (社)中部建設協会 浜松支所 (1990) の「天竜川 治水と利水」
- ・ 公文不二夫・立石雅昭 (1998) 新版碎屑物の研究法 地学双書 地学団体研究会
- ・ 黒田吉益・諏訪兼位 (1983) の「偏光顕微鏡と岩石鉱物第2版」