奄美大島住用湾における採石場からの海域への流入負荷の現状と提言

安部真理子(海の生き物を守る会/日本自然保護協会) 中野義勝(海の生き物を守る会/琉球大学)

調査日時、天候

日時: 2015年12月18日(金)9:30-13:30

天候:曇り

波:なし

調査地概要

調査地は住用町市地区の港の北西に隣接する海域で、東向きに開口する住用湾に面し、住用川の河口域から 3.8km 程離れたトビラ島の周辺域である。隣接する採石場は海岸まで迫る急峻な山肌を掘削する露天掘りである。グーグルアースの画像判読のかぎりでは(画像所得日:2013/11/8)、3カ所認められる最大の採掘現場(青線:周囲 1.5km、面積は 7.1ha)は、この採掘現場を含む集水域(赤線:周囲 1.59km、面積 11.5ha)の面積のおよそ 61.7%を占める(図 1)。採掘現場の北西側は集水域から反対斜面を流れ落ちたと思われる一部土砂の堆積が認められる(現場の確認が必要であるが)。集水域の海域への流出口は1カ所で、普段は枯れ川である。投影面積だけから推定すると雨天時には(降水量 x 1.6 x 降水時間)で算出される水量が採掘場の表土を洗い落とすことが考えられる。2006年には未採掘であった残り 2カ所の採掘現場は地形的に盆地状に採掘が進められているように見受けられ、2013年現在では雨水の流出は軽微であると思われる(図 2)。調査海域に接続する集水域(緑線)には表土を流入しうる耕地などの大規模な裸地が他に見られないことから、当該海域の表土の流出源は前出の採掘現場であると強く推定される。しかしながら、第2・第3の採掘現場が存在する現状では、調査海域の流入負荷を管理するには接続する集水域(緑線)全体を管理対象とする必要がある。

また、市地区の港の東に接して養殖池が認められ、排水管理について確認が必要である。



図 1.

各調査点での被度および群集の状態、堆積物に関する所見

1) 調査位置

WP385: 山間港市地区港(28°13'40.70"N、129°26'54.24"E)

WP387: 測線#1 基点(28°13'59.55"N、129°26'48.67"E) WP388: 測線#2 基点(28°13'50.82"N、129°26'43.34"E) WP389: 測線#3 基点(28°13'54.34"N、129°26'29.30"E)



図 3.

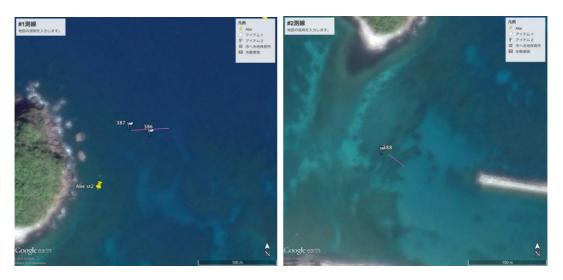


図 4. 測線#1:基点から 290°N で 50m 測線を 図 5. 測線#2 : 基点から 230°N で 25m を設置。 設置



図 6. 測線#3:基点から 270°N で 20m 測線を設置。

2) 各測線周辺の状態

a) 測線#1 トビラ島周辺にて

(1)ライントランセクト調査

距離 50m の測線を張り、50cm おきに、底質の内訳を記録した。調査方法は世界規模のサンゴ礁モニタリング調査リーフチェック (www.ReefCheck.org)に従った。内訳は、HC (ハードコーラル) 46%、SC (ソフトコーラル) 2%、RKC (最近死んだサンゴ) 1%、RC (岩) 52%となった。良好で健全なサンゴ礁であることが確認された。

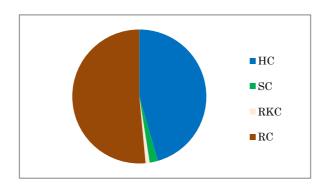


図7 底質の割合

HC: ハードコーラル (造礁サンゴ)、RC: 岩、

SC: ソフトコーラル、RKC: 最近死んだサンゴ

また時間の制限により生息数はカウントできなかったが、スズメダイ類やチョウチョウウオ類、ブダイ類、シャコガイ類、タカセガイなど、健全なサンゴ礁の指標となる魚類の生息が確認できた。

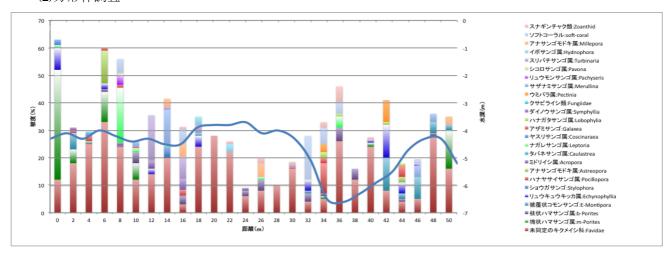
過去の記録を見ると、奄美群島は広く 2010 年の豪雨の影響を受け、トビラ島周辺のサンゴ群集もその中に含まれる(参考資料 3)。その際に、ストレス耐性に弱いミドリイシ類等が主に被害を受けたことが推察される。今は生き残った塊状のサンゴ類(キクメイシ属、ハマサンゴ属など)が優占しているものの、直径 10cm程度のミドリイシ類なども確認されたため、このまま成長すれば元に近い状態に回復すると思われる。





写真1、写真2 スズメダイ類、チョウチョウウオ類。奥にカマスの仲間の群れが泳いでいる。

(2)方形枠調査



距離 50m の測線に対して 2m 間隔で 0.25 ㎡ (一辺 50cm) の方形枠を設置して撮影を行った。写真判読によって属レベルでの種の同定を行い、それぞれの種の合計被度 (左縦軸(%)) を記録した (写真 1)。併せて、同間隔で水深を記録し (右縦軸(m))、地形断面の概略を作成した (図 8 中の青曲線)。水深 9~10m の砂底から盛り上がる尾根状の岩盤上部の水深 4~6.5m にサンゴ群集が形成されていた。26 個の方形枠撮影画像から算出した、ソフトコーラル (写真 4)・スナギンチャク類を含めた群集の平均被度は 31.5%であった。ソフトコーラルとスナギンチャク類はサンゴに含めないので出現種数は 23 であるが、未同定のキクメイシ科には少なくとも 5 属は含まれているので、方形枠内に見られた出現種数は 28 以上になる。各種の平均被度を見ると未同定のキクメイシ科(写真 5) が 16%ほどで卓越し、次いで塊状ハマサンゴ属(写真 6) が 11%、スリバチサンゴ属・ウミバラ属(写真 7)・サザナミサンゴ属・被覆状コモンサンゴ属が 5%台、リュウキュウキッカ属(写真 7)・ナガレサンゴ属が 4%台を示しており、この群集はキクメイシ科を優占種とした比較的多様性の高い混合群集と言える。測線を設置した岩盤上にはかなりの時間を経た卓状ミドリイシ属の死骸も散見され、方形枠内にも少数ながらミドリイシ類(写真 8) の出現が見られた。外洋に面した礁斜面など開放的な環境で形成されるサンゴ群集ではしばしば卓状のミドリイシ属の単純群集が形成されるが、測線上に見られる群集構造は湾内の遮蔽的な環境を反映した特徴を示していると思われる。

サンゴの食害生物であるシロレイシガイダマシの貝殻を背負ったヤドカリが観察されたが、生貝および食害そのものは観察されなかった。岩盤上では窪地の砂の堆積部でもシルト質の泥の堆積は認められず(写真 9, 10)、泥の堆積に弱いとされる大型のタカセガイ(写真 11)やシャコガイが見られるなど、泥や濁りの影響は軽微であると思われる。以上のことから、現在の測線周辺の岩盤上の生物群集の状態は良好であると考えられる。

しかしながら、岩盤から水深 9.6m の海底の砂地に下りてみると粘土質の泥が混ざった堆積が見られた(写真 12)。吹きだまりやすいと思われる地形部では、泥の混ざった砂の深さが差し込んだ折れ尺で 20cm に達する場所も観察され(写真 13, 14)、手で仰ぐと簡単に懸濁した(写真 15)。海底に近い岩盤の斜面下部では、岩盤上部では見られなかった岩盤への泥の付着が観察され、サンゴの被覆成長を妨げていた(写真 16)。砂泥底にはテッポウエビやハゼによるとおぼしき生物の巣穴が観察された(写真 13)。シルト質の泥がこれ以上の堆積を続けるとこれらの生物に影響が及ぶことも危惧される。また水深差が $4\sim6m$ ある岩盤上も、荒天時には再懸濁した濁りの影響を被るものと考えられ。

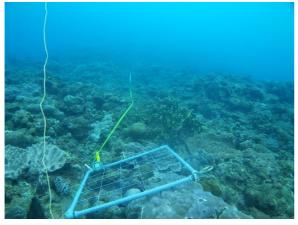


写真 3. 岩盤上の測線

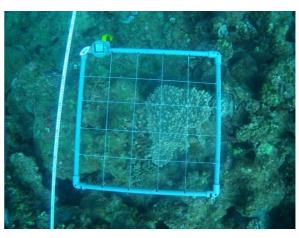


写真 4. 方形枠内のソフトコーラル

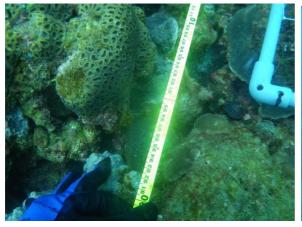


写真 5.20m 付近のキクメイシ科(左)



写真 6. 大型の塊状ハマサンゴ属

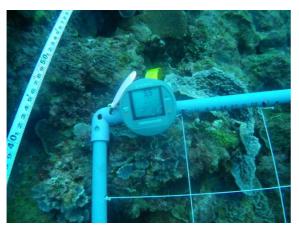


写真7. リュウキュウキッカ属とウミバラ属



写真 8. ミドリイシ属



写真 9. 岩盤上の窪地の堆積



写真 10. 窪地の堆積砂



写真 11. タカセガイ (サラサバテイ)



写真 12. 岩盤周辺海底の吹きだまり



写真 13. 砂泥の堆積 (20cm)・海底の巣穴



写真 14. 泥をふくんだ砂

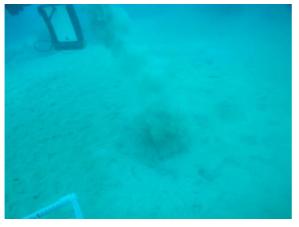






写真 16. シルト・泥の付着した海底付近の岩盤

b) 測線#2 (採石場直下に位置しない岸近くの場所)

水深 3m ほどの平坦な海底の大部分は砂泥底でありサンゴの分布がまばらであることから、周辺から 50cm 程隆起した堆積礫のマウンド上に 25m の側線を張り 5m 間隔で方形枠を設置して調査するとともに、測線周辺を含めて観察を行った(写真 17)。測線上に設置した方形枠 6点での平均水深は 2.2m でほぼ水平であった。マウンドは枝状ミドリイシの死骸の堆積によって形成されており (写真 18)、礫のすき間は粘土質の砂泥が充満していた。

方形枠内にサンゴが観察されたのは 2 点のみで、それぞれヒラフキサンゴ属・ユビエダハマサンゴであり、 側線の平均被度は 1%ほどであった(写真 19,20)。

測線周辺を15分ほど観察したところ、ユビエダハマサンゴの大型群体もみられるとともに(写真21)、塊状ハマサンゴ属・トゲコモンサンゴ・チジミコモンサンゴ・アザミサンゴ・ショウガサンゴ・キクメイシ科・アナサンゴモドキ属・ソフトコーラルが観察された。このうち、塊状ハマサンゴ属は大型の群体が海面にまで成長しマイクロアトールを形成しているのが観察された(写真22)。トゲコモンサンゴも大型で葉状の群体に成長していたが、群体周辺よりくぼんだ中心部では砂泥の堆積によって死亡した部分が見られるとともに、これを再被覆するように成長する様子も観察された(写真23)。また、死亡した大型の塊状ハマサンゴ属群体の上にミドリイシ属や新たな塊状ハマサンゴ属の成長も観察された(写真24)。サンゴの生息に適した固い岩盤が元々少ない底質であるが、砂上に群落を形成する枝状ミドリイシの群落後が測線に沿って25mもの広がりを持つこと、塊状ハマサンゴ属の群体が大きなマイクロアトールを形成することなどから、パッチ状にサンゴ群落の形成される内湾の砂礫底に特徴的な景観が発達していたものと推察されるが、現在は景観としては崩壊したものと捉えられる。残存する群体も大きなストレスに曝されており、群体の一部の死亡と再成長を繰り返している。露出した基盤岩や死サンゴの表面は藍藻や糸状藻類が繁茂しシルト・泥をトラップしており、硬い基盤に生えた藻類をかじり取って生活するウニ類や腹足類の姿が見えない。このことは測線3ではおいても同様であるが、サンゴを始めとした基盤の裸地に定着する生活型の底在生物の幼生の加入が困難であることを示している。しかしながら、群体の死亡部分に現れた硬い基質にはミドリイシ属の新た

な加入も見られることから、基盤表面の泥やシルトが軽減されれば景観の回復にも期待が持てる。

周辺に広がる砂泥底の表面は付着珪藻またはラン藻で被覆され、ゴカイなどの小型の巣穴が多数観察されたことから泥底に特徴的は生物相の存在が見て取れる(写真 27)。底質は深さ 15~25cm ほどの粘土質で、手で握るとそのままの形が保たれる(写真 28, 29)。



写真 17. 堆積礫のマウンド

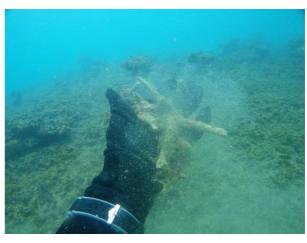


写真 18. 堆積した枝状ミドリイシの死骸

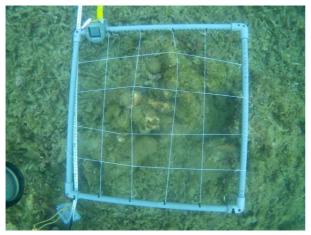


写真 19. ヒラフキサンゴ属群体



写真 20. ユビエダハマサンゴ群体



写真 21. ユビエダハマサンゴの大型群体



写真 22. マイクロアトールを形成する塊状ハマサ ンゴ属



写真 23. 大型のトゲコモンサンゴ群体

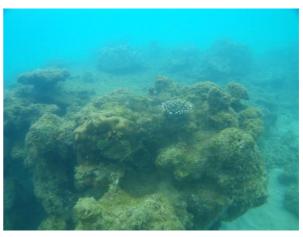


写真 24. 死亡した塊状ハマサンゴ属群体上のミドリイシ属

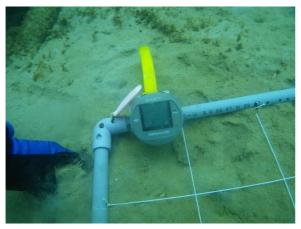


写真 25. 砂泥底に突き出すゴカイ類の棲管



写真 26. 握り固めることの出来る底質

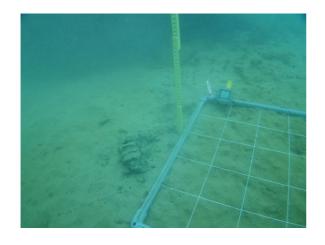


写真 27. 固まった底質。深さは 15cm ほど。

c) 測線#3 採石場直下の岸よりの場所。2015年5月の調査地点付近

水深 $4.5\sim5.5$ m ほどの砂泥底に露出した陸上と同質の基盤岩が点在するため、大型の基盤岩の一つの上部に沿って張られた 20m の測線に 5m 間隔で方形枠を設置して調査した(写真 28)。測線上に配置

した方形枠 5 点での平均水深は 3.5m で、緩やかな窪みを示すもののほぼ水平で高低差は 0.4m 程であった。

方形枠 5 点に出現したサンゴはキクメイシ科・ミドリイシ科・トゲキクメイシ属・塊状ハマサンゴ属で、平均被度は 8%を示した。この側線では調査時間が充分とれなかったために、測線上に充分な数の方形枠を設置できなかった。このため、一枠に大型の塊状ハマサンゴ属が入って平均被度を押し上げたデータとなってしまい(写真 29)、実際の被度を反映しているとは言いがたい。測線に接したサンゴのみを調査対象とするラインセンサス法を想定し、測線上の景観を展望した限りでは、被度は数%ほどであろうと推定される(写真 30)。

測線周辺で見られたその他のサンゴは、ハナガササンゴ属・ユビエダハマサンゴ・トゲコモンサンゴ・ウミバラ属・スリバチサンゴ属・リュウモンサンゴ属・ヘルメットイシ・ソフトコーラル類であった。周辺では塊状ハマサンゴ属の直径数 m に及ぶ大型群体も見られた(写真 30)。同様に、ハナガササンゴ属とユビエダハマサンゴも大型群体が観察された(写真 31,32)。出現種構成と大型群体のサイズから、この調査点では長期に亘って安定した内湾部特有の群集が維持されていたことが分かる。しかしながら、砂泥底に近い塊状ハマサンゴ属やユビエダハマサンゴの大群体にその大部分が死亡したものがあることや(写真 33,34)、その死亡した群体表面や枝のすき間、あるいは岩盤上に泥の堆積が見られることから、流入した泥のストレスが群体を死に追いやったことがうかがえる。側線3は側線2以上に過酷なストレス状態あると考えられ、現存の群集が危機的状態にあるものと考えられる。岩盤表面の泥の堆積付着状態は側線2と同様かそれよりも激しいが、僅かに加入し生存した小型群体が観察されることは(写真35)、ストレスの軽減による群集の回復能力は存在することを示している。

基盤岩周辺の砂泥底の堆積は厚く 20~30cm におよびシルト・泥を多量に含有しており、海底表面には生物の巣穴が多数見られる(写真 36, 37)。周辺には、流入したと思われる鋼板なども見られる(写真 38)。

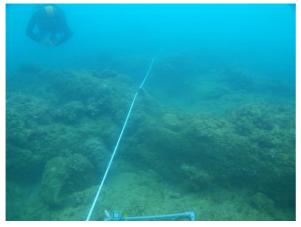


写真 28. 側線の景観



写真 29. 点在する塊状ハマサンゴ属群体



写真 30. 大型の塊状ハマサンゴ属群体

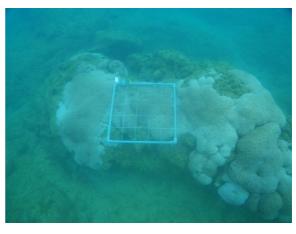


写真 31. 大型のハナガササンゴ属群体

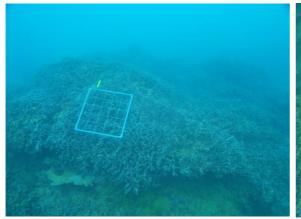


写真 32. 大型のユビエダハマサンゴ群体



写真 33. 死亡部が目立つ塊状ハマサンゴ群体



写真34. 大部分が死亡したユビエダハマサンゴ群体



写真 35. 小型のスリバチサンゴ属群体

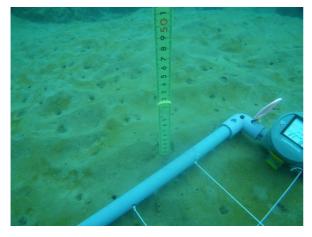


写真 36. 砂泥底の生物の巣穴。堆積は 30cm。



写真37.シルト・泥をふくんだ底質

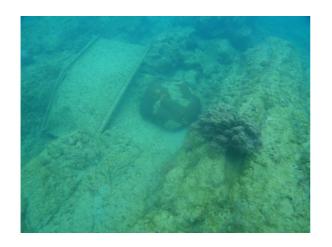


写真 38. 塊状ハマサンゴ属群体そばの鋼板

3) 総合所見

トビラ島沖側の側線3では、良好な状態のキクメイシ科サンゴ優占の混合群集が観察された。基盤岩へのシルト・泥も堆積もなく、岩盤表面に波多くの固着生物と表面の藻類を囓り取る底在生物も観察されたことから、健全なサンゴ礁群集が維持されているものと思われる。しかしながら、岩盤下の砂底では一部でシルト・泥の堆積が見られ、懸濁物の付着の影響は岩盤下部にも及んでいた。砂底にはハゼとテッポウエビの共生する巣穴も観察され岩盤上部の群集と間レンズ家手捉えることが出来る群集が存在しているが、この様なサンゴ礁性の砂底の群集の今後の推移を注視する必要がある。

トビラ島と採石場下の海岸の間は砂底に基盤岩が点在し、砂底には枝状ミドリイシ属やユビエダハマサンゴの群落が発達し、塊状ハマサンゴの大型群体の死亡部分や基盤岸上にはキクメイシ科サンゴなど固着性のサンゴが被度こそ高くないものの多数見られる遮蔽環境特有のサンゴ群集が発達していたことが観察された。しかしながら、度重なる土砂流入を物語るように砂底は大量の泥・シルトを含み、基盤岩も懸濁物の付着が著しい。土砂流の始まる以前から生息していたであろう大型に成長する種の大型の老成群体がかろうじて生存していることでかつての群集景観を残しているが、小型群体が少なく順調な加入と世代更新が行えない回復力の衰退を示している。また、懸濁物の付着した基盤

岩表面は小型の固着生物や囓り取りをする底在生物の存在を妨げている。なお、耕地や市街地からの 懸濁土砂の流入ではしばしば富栄養化を伴い、サンゴの死亡に伴い固着生物相が移行し従属栄養的な イソギンチャク類の繁茂が観察されるが、調査地においては観察されなかった。砂泥底でも海底面直 下にまで達するような極端な硫化層は観察されなかったことから、栄養塩の過度な流入はないように 思われる。サンゴ礁性の砂底は流入土砂によってより粒度の細かい砂泥底に代わり、これに伴って海 底に埋材して生活する生物相が変化したことが伺える。この様な群集の回復力の衰退もしくは位相の 変異を引き起こした原因を採石場からの流入土砂とすることに、不合理は無いものと思われる。本調 査からは、現在までのところサンゴ群集への流入土砂の影響の及ぶ範囲は限定的でトビラ島の岸側で あるが、流入砂泥はトビラ島の沖側にまで広がりつつあり、将来的にはトビラ島沖側のサンゴ群集の 健康を損なう危惧は拭えない。

提言

本調査結果を踏まえて、以下の2点を実施することを提言する

- 1) 群集の状態と堆積物の状態のモニタリング (図1参照)
 - (ア) トビラ島沖側と岸側にブロック分けをして今回調査を個なった地点を含めた観測用の定点を基盤 岸上と砂底に設け、以下の項目を追跡調査する。

生物相(サンゴ群集・基盤岩上の底在生物・砂底の底在生物)・砂泥(堆積厚・粒度組成)

(イ) 流入土砂の拡散状態のモニタリング

集水域前面の海域の海水の流向・流速を調査し、海底地形に応じた堆積物のモニタリング点を設 定し追跡調査する。

2) 発生源対策

集水域全体の管理計画を作成し、発生源となる採掘地の勾配管理など土木的対策を講じる。管理計画には上記モニタリング結果を反映した見直しを常時組み込むことを企図しなければならない。また、管理計画の実行に際しては、行政・地域住民も交えた全関係者による協議会がこれに当たることが望ましい。

参考資料:

- 1) 第4回自然環境保全基礎調査、海域生物環境調査報告書 (干潟、藻場、サンゴ礁調査) 第3巻 http://www.biodic.go.jp/reports/4-13/s00a.html
- 2) 奄美群島サンゴ礁保全対策協議会 豪雨災害後モニタリング調査報告書 http://www.synapse.ne.jp/kaiyo/sango/report/h22gouu.pdf
- 3) 奄美群島サンゴ礁保全対策協議会 サンゴ礁モニタリング・オニヒトデ駆除集計データ http://www.amami-sango.com/#!report/c1nm0
- 4)2015年5月調査報告書

http://www.nacsj.or.jp/katsudo/wetland/2015/06/post-42.html