

移植したサンゴに係る沖縄県からの照会に対する回答について

令和2年1月

沖縄防衛局

○ 移植したサンゴに係る沖縄県からの照会に対する回答について

【経緯】

オキナワハマサンゴ9群体については、これらの移植に係る特別採捕許可申請を平成30年3月及び同年4月に沖縄県に提出し、同年6月の追記文書の提出を経て、同年7月に特別採捕許可がなされました。

その後、平成30年7月～8月に移植を実施し、経過観察を行っていたところ、同年10月から経過観察の実施頻度の変更について沖縄県と協議を開始し、同年11月、平成31年4月に同県から受けた協議文書への照会に対し、それぞれ平成31年1月、令和元年6月に回答を行い、令和元年8月に経過観察の実施頻度の変更について同意を得られました。

今般、これら移植したオキナワハマサンゴについて、沖縄県から、令和元年11月29日付け「オキナワハマサンゴの取り扱いについて」において照会を受けており、以下のとおり回答する考え。

【沖縄県の照会内容及び回答案】

| 項目 | 照会内容 | 回答案 |
|----|---|---|
| 1 | <p>食害対策について</p> <p>協議文書の(1)において、「一般に、サンゴ類を移植した後は、周辺の魚類が突いたり、移植のストレスでサンゴ類から粘液が出ればこれを食べに魚類が集まったりするといった現象があり得るところ、移植したオキナワハマサンゴについては、これらの現象は確認されませんでした。」としていますが、魚類が集まったりするといった現象が確認されなかったのは、サンゴ類の粘液の有無にかかわらず、籠を設置していたためとも考えられるが、移植当初の食害対策として、籠設置の効果の程度及び設置した期間の妥当性について、専門家の意見を確認した上で貴局の見解を示してください。</p> | <p>オキナワハマサンゴの食害対策のための籠設置については、第15回環境監視等委員会において、食害防止のほか、移植直後にサンゴ食でない魚類等が興味をもってサンゴ類を突きに来る可能性があり、そのダメージを避けるという効果もあるとの御意見を頂いております。このような籠設置の効果については、移植直後に魚類等により突かれたような形跡も確認されていないことからすれば、食害防止等の効果は否定されないと考えますが、多数群体につき、籠を設置したものとしないものとを分けて移植をしたものではなく、定量的な評価はできません。他方、籠内部への堆積物の蓄積や籠への藻類付着といった事象もみられ、これらが生息環境に与える影響について留意が必要であると考えています。なお、移植したオキナワハマサンゴが粘液を出していないことは、モニタリングにより確認されており、粘液を食べる魚類が集まっていないことのみを根拠としたものではありません。</p> <p>設置した期間については、「公共用財産使用協議書(平成30年7月9日付け沖防第3733号)」に記載のとおり、一定の期間(おおむね3か月)の経過観察の状況を踏まえ、専門家と相談しながら、撤去・回収を行うことを計画していたものです。</p> <p>実際の撤去にあたっては、食害及び食害生物の状況を調査した後、「オキナワハマサンゴに係る経過観察の実施頻度について(協議)(平成30年10月23日付け沖防第5208号)」に記載のとおり、移植先におけるオキナワハマサンゴへの魚類の蟄集は確認されていないこと、食害生物による捕食圧は対照区と同等であることに加え、籠の内部に堆積物が蓄積したり、籠に藻類が付着したりするというサンゴの成育環境への弊害となり得る事象が認められ、早期に籠を撤去して自然の状態に戻す必要があることも踏まえ、専門家から籠の撤去が相当であるとの御意見を頂いた上で、貴県に説明を行った後に食害防止籠を撤去したものです。以上から、設置から約3か月で籠を撤去したことは妥当であったと考えております。</p> |

| 項目 | 照会内容 | 回答案 |
|----|---|--|
| 2 | <p>捕食圧の調査について</p> <p>協議文書の(5)において「捕食圧の調査については、移植時に設置した食害対策のための籠の撤去にあたり、移植したオキナワハマサンゴの周辺の魚類及び底生生物の出現種、個体数を把握して食害生物の出現状況を確認した上で、対照区と比較して、捕食圧が、自然環境と同等かどうかを検討したものであり」とありますが、食害生物の出現頻度に関する調査は平成30年10月2日から19日にかけて各ポイント1回行ったのみであり、評価を行うには実施頻度が低いと考えられます。</p> <p>また、食害生物調査結果表(平成30年10月23日付け沖防第5208号 3. 移植先における魚類及び底生生物の状況表8、9)の食害生物について、摂餌に関わる生態、運動性等を踏まえた上で、オキナワハマサンゴにとってどの程度影響があるか検討が必要と考えられます。</p> <p>さらには、食害生物の出現状況と、オキナワハマサンゴの食害状況にどのような相関関係があるのか、統計的手法によって検討する必要があると考えられます。</p> <p>同様に、籠撤去後の食痕の出現状況について、移植サンゴと移植先に元々生息していたサンゴに有意な差はなかったのか統計的手法によって確認し、捕食圧が自然環境と同等かどうか検討する必要があると考えられます。</p> <p>これらのことをふまえ、今後の捕食圧の調査計画について、専門家の意見を確認した上で示してください。</p> | <p>「オキナワハマサンゴに係る経過観察の実施頻度及びオキナワハマサンゴの取扱いについて(回答)(令和元年6月10日付け沖防第663号)」に記載のとおり、捕食圧の調査は、移植時に設置した食害対策のための籠の撤去にあたり、移植したオキナワハマサンゴの周辺の魚類及び底生動物の出現種、個体数を把握して食害生物の出現状況を確認した上で、対照区と比較して捕食圧が周辺環境と同等かどうかを検討したものであり、食害防止籠の撤去後は、当該調査を実施することは考えていません。</p> <p>捕食圧の調査について、魚類は移動性が高く不確定なところ週2回の調査において魚類が蟄集する状況が確認されていないことを踏まえた調査であること、匍匐性の底生動物については移動性が低いことから各ポイント1回の調査で十分把握できること等から、実施頻度も妥当であると考えます。</p> <p>食害生物の状況については、移植後の事後調査の項目の一つとして観察することとしており、食害防止籠の撤去後も継続して観察を実施しております。なお、食害生物の生態等を踏まえたオキナワハマサンゴへの影響等の検討は、食痕とみられる痕跡から食害生物を特定する確立した学術的知見があるとは承知しておらず、困難と考えます。また、食害生物の出現状況とオキナワハマサンゴの食害状況には一般的には相関関係があると推測されますが、標本数が少数であることから、統計的な手法による検討も困難と考えます。</p> |

| 項目 | 照会内容 | 回答案 |
|----|--|--|
| 3 | <p>移植先の評価について</p> <p>調査計画書の2の目的において「当該サンゴの移植の妥当性の評価を行い、その移植技術の向上を目指す」とあり、また、調査計画書の「平成29年12月15日付け「オキナワハマサンゴの特別採捕許可申請書に関する説明要求について（農水第2219号）」の3-(3)において「自然現象として避けられない原因で死亡であるとした場合などを除き、基本的に本件サンゴが健全な状態で生存し続けることができなかつた場合には、移植の失敗と評価できる」とされています。</p> <p>移植技術の向上のためには、「サンゴ自体の状況」と「自然の物理環境」の双方を勘案し、生存し続けることができる最適な移植先を選定することが重要であり、そのためには、移植先を適切に評価する必要があると考えます。</p> <p>併せて、移植先の選定理由及び項目が妥当なものであったのか、検証する必要があると考えます。</p> <p>「サンゴ自体の状況」として、移植先の海域ごとに、移植したサンゴ及び移植先に元々生息していたサンゴについて、成長度合、生息状況、白化状況、食害状況等について、統計的検定を行い、移植先の評価を行う必要があると考えられます。</p> <p>また、「自然の物理環境」として、移植先の海域ごとに、サンゴの生息状況と水温、流向、流速、波高、水位、濁度、栄養塩、美謝川からの淡水流入等の生息環境と相関関係があるか、統計的手法によって検討する必要があると考えられます。</p> <p>さらには、「自然の物理環境」について、普天間飛行場代替施設建設事業の実施に伴う環境の変化が移植先にどのような影響を及ぼしているのか検討する必要があると考えます。</p> <p>具体的な状況について、令和元年9月9日に開催された第21回環境監視等委員会資料によれば、オキナワハマサンゴ1群体(No.23)の死亡した要因の考察において、「移植先において移植したオキナワハマサンゴの生息に影響を与えるような特異な水質及び流れのデータは確認されておらず」とし、同様に、令和元年11月12日に開催された第22回環境監視等委員会資料によれば、オキナワハマサンゴ1群体(No.15)の死亡した要因の考察において、「移植先において生息に影響を与えるような特異な水質及び流れのデータは確認されておらず」としていることから、移植先ごとの水温、流向、流速、波高、水位、濁度、栄養塩等の調査結果及び「特異なデータ」と判断する際の項目ごとの基準について示す必要があると考えます。</p> <p>また、移植先に元々生息していたサンゴのうち、※ 重要な種の保護の観点から表示していません。では平成30年11月までに5群体中3群体の死亡が確認されていることから、上述の水質や流れのデータ及びオキナワハマサンゴの特性を踏まえて、移植先がオキナワハマサンゴの生息環境として妥当であったか評価する必要があると考えられます。</p> <p>これらのことをふまえ、今後の移植先の評価手法について、専門家の意見を確認した上で示してください。</p> | <p>オキナワハマサンゴの移植先の選定に当たっては、環境省が作成した「レッドリスト掲載サンゴの種ごとの環境特性について」に記載された特性を考慮し、現地調査を行い、サンゴ群生の種別生息状況、群体数、生息環境(地形、水深、生息基盤、水質(水温、塩分濃度、濁度)、波当たり、流れの状況、食害生物、付着藻類、移植可能スペースの有無)が移植元と類似しているとともに、ハビタットマップにおける場が一致していること、同種のサンゴが生息していることを確認した上で、移植先として相当であると判断し移植を行っております。</p> <p>移植先の評価を統計的に行う手法について、確立されたものはないと認識していますが、これまでに、移植したオキナワハマサンゴ及び移植先に元々生息しているオキナワハマサンゴの育成状況や、工事中における水の濁り、水温、塩分、流速等についてモニタリングを行い、事後評価を実施しているところです。</p> <p>「サンゴ自体の状況」については、白化の回復と縁辺部の成長(第17回環境監視等委員会)、食痕らしき箇所(第18回環境監視等委員会)及び再生産の確認(第19回環境監視等委員会)などを報告してきたところです。さらに、第22回環境監視等委員会では、このような状況を総合的に踏まえ「移植サンゴと元々生息しているサンゴを比較した上で、移植そのものがうまくいっている」との評価を頂いております。</p> <p>「自然の物理環境」については、移植先において工事による水の濁りの基準値超過は確認されておらず、水温、塩分、流速についても、移植元や対照区で観測された範囲で推移しており、これまでサンゴの生息に影響を与えるような環境の変化は確認されていません。また、「特異なデータ」の判断基準については、現状ではオキナワハマサンゴの生息環境に関する知見が少ないため、明確な数値基準を設定することは一般的に困難であり、移植元や対照区の物理環境から大きく逸脱しないこととしております。</p> <p>これまでモニタリングを行った結果、移植したオキナワハマサンゴは、いずれも移植先の環境に順応したと判断しております(「移植先の環境に順応する」の意義については、後記「5について」参照)。移植したオキナワハマサンゴ及び移植先に元々生息しているオキナワハマサンゴにおいて死亡した群体が確認されていますが、これらについては第22回環境監視等委員会において「移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴを見ますと、部分的に白化しているものが多く、しかも観察中に死亡しているものが3群体となっており、その原因もよくわからない状況かと思えます。頻度から考えても、移植群体で死亡率が高いということもありませんので、これがこの種類のサンゴの生態をそのまま示していて、ある程度の大きさになったら、ある程度の確率で死んでしまうため、小型のサンゴであるということが考えられます。」「移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴも観察したところ、7群体のうち3群体が死亡していることで、移植は成功しているのではないかと思います。」との意見を頂いており、これらの現象は正常な生活史の一環である可能性が高いと考え、検証していく予定としております。</p> <p>これらのことから、オキナワハマサンゴの移植先の選定は妥当であったと考えておりますが、引き続き、移植先のオキナワハマサンゴの育成状況及び自然の物理環境について変化の有無を確認するためにモニタリングを継続していく考えです。</p> |

| 項目 | 照会内容 | 回答案 |
|----|--|---|
| 4 | <p>移植の成功の定義について</p> <p>調査計画書の「平成29年12月15日付け「オキナワハマサンゴの特別採捕許可申請書に関する説明要求について」(農水第2219号)」の3-(3)において「自然現象として避けられない原因で死亡であるとした場合などを除き、基本的に本件サンゴが健全な状態で生存し続けることができなかつた場合には、移植の失敗と評価できる」としているが、「自然現象として避けられない原因で死亡である」また「健全な状態で生存し続ける」とは、どのような場合を示しているのか、また、移植の成功の定義及びその判断の時期について、専門家の意見を確認した上で、具体的に示してください。</p> <p>上記の定義を踏まえて、調査計画書の7.事後調査において、オキナワハマサンゴの移植先での評価基準として示された項目ごとに、専門家の意見を確認した上で、現状での具体的な評価結果を示してください。</p> <p>また、上記の定義に当てはめた場合、<small>※ 重要な種の保護の観点から表示していません。</small>に移植したNo.15及び<small>※ 重要な種の保護の観点から表示していません。</small>に移植したオキナワハマサンゴNo.22及びNo.23並びに<small>※ 重要な種の保護の観点から表示していません。</small>に元々生息していたオキナワハマサンゴ1、3及び4については、どのように評価しているのか、専門家の意見を確認した上で、説明してください。</p> <p>令和元年9月9日に開催された第21回環境監視等委員会資料によれば、オキナワハマサンゴNo.23の死亡については、「移植前から全体的に白化していた」としていることから、移植したオキナワハマサンゴの移植前と移植後の状態(白化、食痕等)を比較し、どのような関連性があるのか検討し、専門家の意見を確認した上で、オキナワハマサンゴが移植可能な程度に健全であったのか評価してください。</p> | <p>「自然現象として避けられない原因で死亡」とは、台風、大規模白化、オニヒトデ・貝類の食害、病気などによる死亡を想定しており、「健全な状態で生存し続ける」とは、回復不可能な白化、病気又は群体の縮小(部分死)等が発生せず生存している状態であると考えております。</p> <p>オキナワハマサンゴの移植成功の定義及び判断の時期については、明確な判断基準や判断時期を設けることは一般的に困難であると認識していますが、調査計画書の「7.事後調査」で掲げた「サンゴ群集の成育状況」、「生物生息状況」、「サンゴの再生産」の3つの指標を踏まえ、移植したオキナワハマサンゴ9群体が移植先の環境に順応しているかという観点(「移植先の環境に順応する」の意義については、後記「5について」参照)から評価すると、移植したオキナワハマサンゴには白化の回復及び縁辺部の成長、食痕らしき箇所の回復がみられるものがあり、平成30年度末に至るまで死亡する群体もなく群体の順調な成育を確認しております。また、移植先において周辺生物の出現生物相や個体数等が著しく減少している状況は確認されておらず、また、移植したサンゴの再生産を確認し継続的な幼生の放出および放出の兆候を確認しており、令和元年12月現在で生存している全ての群体で再生産を確認しているところです。</p> <p>以上の状況については、第17回環境監視等委員会において「移植したオキナワハマサンゴは十分に定着していると判断されます」、第19回環境監視等委員会において「半年を経ても生存しており、しかも幼生が放出されたということで移植が成功したことに安堵」、第20回環境監視等委員会において「移植したオキナワハマサンゴが生残し、幼生放出もしていることが分かり、移植試験の成功とともに、生態が不明だったこのサンゴについて非常に貴重なデータが得られました」、第22回環境監視等委員会において「移植したオキナワハマサンゴで170個体の再生産が認められたということで移植としては成功しているのではないかと思います」と評価されております。</p> <p>以上から、オキナワハマサンゴ9群体の移植は成功していると考えております。</p> <p>移植したオキナワハマサンゴの死亡について、No.15は移植後に物理的な損傷からの回復や縁辺部の成長が確認され、十分に定着し移植先の環境に順応していると評価された後の死亡であり、移植の影響による死亡ではないと考えております。No.22は台風による消失であり、No.23は移植元から観察されていた白化や部分死などの状況から衰弱が進行したことによる自然死であると考えております。御指摘の<small>※ 重要な種の保護の観点から表示していません。</small>に元々生息していたオキナワハマサンゴ1、3及び4の死亡については原因が不明であり、これについては、第18回環境監視等委員会において「移植先に元々生息していたサンゴでも死亡する群体がありますが、こういった原因不明で死亡してしまうサンゴというのがいろいろなところでよく観察されます」との意見を頂いております。</p> <p>また、オキナワハマサンゴNo.23の移植時点における健全性については、移植したオキナワハマサンゴの移植前のモニタリングにおいて食害は確認されておらず、ハマサンゴ属は一般的に高水温耐性が中程度からやや高く、白化の影響を受けにくい分類群であるという知見から、白化が確認されたものの移植可能と判断し特別採捕許可の申請を行ったものです。そして、移植直後は、白化の回復や群体の成長も確認されており、これらのことに加え、死亡に至るまでの期間が移植後11か月以上であったことをも踏まえると、移植によるストレスが白化等を促進させ、それが直接の死因となったとは考えにくく、移植時におけるサンゴの状態は移植可能な状態であったものと考えております。</p> |

| 項目 | 照会内容 | 回答案 |
|----|--|--|
| 5 | <p>「環境に順応している」の定義について 協議文書において度々「環境に順応している」という評価をしておりますが、「環境に順応している」と評価する基準について、オキナワハマサンゴの特徴をふまえ、専門家の意見を確認した上で、お示してください。</p> <p>また、「健全な状態で生存し続ける」との違いについて、専門家の意見を確認した上で、お示してください。</p> <p>また、白化や部分死が見られるオキナワハマサンゴについて、協議文書オキナワハマサンゴの取り扱いについて(回答)の(1)において「自然界においても頻繁に起こる現象であり、移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴにも死亡した群体が見られたところ、これらとの比較においても、移植したオキナワハマサンゴに特に問題は見られませんでした。」とありますが、どのような点を比較し、移植したオキナワハマサンゴに特に問題はないとしたのか、専門家の意見を確認した上で、説明してください。</p> | <p>移植したオキナワハマサンゴが移植先において「環境に順応している」とは、白化や部分死の発生状況を含め、移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴと同様に生息していることであると考えますが、そのような評価をする基準について確立したものがあれば承知しておらず、本年6月10日付け沖防第663号の「(1)について」に記載のとおり、移植したオキナワハマサンゴが移植先の環境に順応したとの評価は、移植したオキナワハマサンゴの状態に関する様々な要素を総合的に考慮・検討して判断されるものであると考えております。また、「健全な状態で生存し続ける」とは、前記のとおり、回復不可能な白化、病気又は群体の縮小(部分死)等が発生せず生存している状態であると考えておりますが、移植したサンゴに白化や部分死がみられたとしても、それが元々生息していたオキナワハマサンゴに生じるものと同程度であれば、移植先の環境に順応しているとの評価を否定するものではないと考えます。</p> <p>移植したオキナワハマサンゴ9群体に関しては、移植直後に周囲の魚がつつく現象や粘液の分泌といった移植のストレスの徴表となるような現象がみられないこと、移植群体の白化からの回復、群体縁辺部の成長や再生産の状況が確認されること、モニタリング期間における移植したオキナワハマサンゴの白化や部分死の発生状況も移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴのそれと同程度であること(第22回環境監視等委員会資料3の18ページ)など複数の要素を総合的に考慮・検討した上で、おおむね移植先において環境に順応していると判断しております。</p> |
| 6 | <p>オキナワハマサンゴの固定方法について 調査計画書4の③固定において「同種事業において」とあることについて、具体的に想定したサンゴの種名を挙げて、同サンゴの特性とオキナワハマサンゴの特性を比較し、固定方法の評価をする必要があると考えますが、専門家の意見を確認した上で、説明してください。</p> | <p>固定方法の検討に当たり具体的に想定したサンゴ類は、オキナワハマサンゴと同属のハマサンゴ属や塊状や被覆状のサンゴ種が多いキクメイシ科等です。</p> <p>オキナワハマサンゴや上記サンゴ類の多くは群体形が塊状であり、枝状や卓状の群体形と比較して群体サイズに対し基盤との接地面積が広いという特性を有しています。なお、今回移植の対象としたオキナワハマサンゴは、長径が最大6.5cmと小型であったため、周囲の基盤ごと採取しているところ、この場合にも固定する際に設置面積が広がることから、想定したサンゴ類との特性の違いはないと考えています。そのため、固定方法の評価として、設置面積全面を接着するため最大限活用できる水中ボンドによる固定が最適であり、今回の固定方法の選定は妥当であったと判断しております。なお、水中ボンドによる固定は、「沖縄県サンゴ移植マニュアル」においても「これまで最も広く用いられてきた固定方法のひとつ」とされており、那覇空港滑走路増設事業、竹富南航路整備事業、石垣港整備事業、平良港整備事業など多くの実績がある固定方法であると承知しております。</p> |
| 7 | <p>プラヌラ放出の挙動の把握に係る調査について 協議文書の3において「今後の経過観察においても、移植したオキナワハマサンゴの状態に適切な把握に努め」とありますが、今後のプラヌラ放出の挙動の把握に係る調査計画について、専門家の意見を確認した上で、今後の計画を示してください。</p> | <p>プラヌラ放出の挙動に係る調査については、オキナワハマサンゴの状態を評価する指標の一つとして、今後も目視観察により幼生放出及びその兆候を記録し、オキナワハマサンゴの繁殖生態に関する知見を蓄積することとしております。</p> |