

辺野古新基地建設に伴うサンゴ移植事業についての意見書

造礁サンゴの多様性

沖縄周辺海域の造礁サンゴ（以下サンゴ）は少なくとも 400 種が確認されている。これらの種は島嶼沿岸の汽水域や潮間帯から水深 50m ほどの浅海域の多様な環境に適応して生息している。個体に相当する生存単位であるポリプ（個虫）が単独で生活する種も見られるが、ほとんどの種ではポリプが無性的に増殖し連結した群体という生活型を形成する。群体は、生息環境に適応して成長し樹枝状・テーブル状・葉状・塊状・被覆状など多様な立体構造の生活形態を示し、生態学的機能として個体的に振る舞う。動物であるサンゴの有性生殖の様式も多様で雌雄異体と雌雄同体のものが見られ、卵には浮遊性のものと沈降性のものがある。雌雄異体の種は卵と精子を海中に放出して受精させることが一般的であるが、雌雄同ポリプの種では、産卵時に各ポリプ内でいくつもの卵で多くの精子を包み込んだ球形の塊（バンドル）を作り海中に放出し、海面近くに浮上したバンドルがほどけることで卵と精子が分散し受精に至る種もある。またある種では、卵を放出することなく受精後もポリプ内で幼生（サンゴではプラヌラと称する）まで保育し放出するものもある。

これら多様な種の中で 100 種以上からなる大きなグループがミドリイシ属（ミドリイシ類と一般に称される）である。ミドリイシ属は、種ごとに樹枝状・テーブル状のほかに被覆しながら樹枝状に突出するなど多様な群体の生活形態をとりながら、前述の多様な生息環境のほとんどのに進出する現在のサンゴ礁海域で優占するグループである。ミドリイシ属のほとんどの種は雌雄同ポリプで、産卵時にバンドルを形成する。サンゴ礁域でミドリイシ属に匹敵する広範な分布を示し、種数の多いグループにはコモンサンゴ属・ハマサンゴ属がある。

サンゴの移植と養殖

群体性のサンゴでは群体が破断しても、破片上のポリプが生存し増殖することで新たな群体として成長し続けることが可能である。このため、一つの群体から複数の群体を人工的に作り出すことが可能である。こうして作り出した扱いに適切な大きさの群体片を任意の場所に固定することをサンゴの移植と呼び、安定して成長するとともに生殖による再生産を期待することを以って移植は成功したと考えるのが一般的である。初期の移植では、群体片を得る元となる群体（ドナー群体）は野外から得る場合が多く、自然界への負荷が懸念されていた。近年では、いったん野外から得た群体片を育て、大きくなったらその一部をさらに群体片として採取し育てることを繰り返すことで、ドナー群体を自然界に頼ることなく

多くの移植用の群体片を得ることができるようになった。これは植物の栽培における挿木に相当する技術であり、一連の栽培技術は漁業におけるサンゴの養殖の要素技術に他ならない。養殖の一義的な目的は多くの種苗を得、目的に応じた品質にまで育成し出荷することである。この過程で、その生物学的特性を応用した多くの要素技術の開発が行われている。例えば、養殖の過程で繰り返される無性的な群体片の作出では遺伝的多様性が損なわれるので、これを避けるために有性生殖などにも着目した工夫がなされている。こうして得た大量の種苗が観賞用や事業用などに出荷されているが、養殖可能なサンゴはほとんどがミドリイシ属であり、その種数は10数種に過ぎない。

以上のようにサンゴの移植技術はその養殖技術とともに一定の進歩を示しているが、一括りに「サンゴの移植」によってサンゴ 群集の種の多様性を維持・保全・再生することが事業として可能であるとするには遠く及ばない。この認識が欠如してしまうと、公共事業の実施においてはその結果に対する評価において、科学的客観性を逸脱した希望的観測による過大な評価を導きかねない。

サンゴの移植と公共事業のあり方

衰退が危惧されるサンゴ礁生態系の保全に向けて、サンゴの移植による自然再生が期待を集めている。ここで言う自然再生とは生態系の維持増進であるので、生態学で言うところの景観レベルを含めた群集レベルでの構造と機能を管理することにある。同様に、開発によってダメージが予想されるサンゴ礁生態系の避難的措置としても、サンゴの移植による新たな生態系の補完と創出が期待されている。いずれの場合にせよ、事業の目的とするところは景観をなす群集の一定構造を維持管理することが目的となるので、事業開始時にはどのような構造の群集をどのような技術・手順でいつまでに創出するのかの行程を明確にしておく必要がある。産業として群集過程を扱う業態としては、造園と造林がこれにあたるが、どちらも世代を超えた長期にわたる管理プロセスを完成させている。造園と造林では目的の違いから個体の扱いに違いはあるものの、生態系という巨大な複雑系の理解をもとに、その傍らで人為的及び範囲で群集過程を管理している。

ある空間で生物とその環境の相互作用を扱う生態学で、個体レベルでは個体が生物学的ないし非生物学的な環境にどのように作用し合うかが問題であるので、養殖技術はこのレベルでの所作である。個体群レベルでは同種の集まりである個体数の変動についての種の特性を個体の生活史における様々な局面から扱う。複数の種の集まりである群集レベルではその成分あるいは構成に着目し、物質の経路などを手掛かりに種が多様性とその過程を探求するものである。個体レベル・個体群レベルを加味した総合的な理解なしに、生態系の管理は成し得ない。

個体の増殖を目的とする養殖では、結果的に個体の遺伝的特性を増殖に向けて選択することとなる。自然界では種ごとの個体群では遺伝的多様性がかなりの幅を持つことが知られているが、養殖で賄われる同数の種苗にはこれが期待できない。また、現在養殖可能な種

数では、種の多様性を意識した群集の構築ができないので、自然再生事業の場合は他所から補完的に移植を行うか、長期的な視点から自然界からの幼生加入による群集の再構成に頼らざるを得ない。また、避難措置では移植可能な種ないし個体の属性が限られているので、自然再生事業と同様に完全な形での群集の避難移動は実質的に難しく、移動先に既存の群集が存在する場合、幼生加入を含めた長期的な種間競争も含めて群集過程の予測は困難なものとなる。現段階では、このような予測技術は未開発であり、今後の発展に待たなければならない。当該事業の環境監視等委員会ではこの点にも踏み込んだ議論がなされて然るべきであるが、一部でハビタットマップを資料として議論がなされているが各論の域を出ず、未開発の技術への認識としては不十分と言わざるを得ない。

サンゴ礁保全の目的と実際

日本も締約国である国際的な湿地保護の枠組みであるラムサール条約（1971）では、戦略計画（1997）の中でサンゴ礁、マングローブ、藻場、泥炭地といった、これまであまり登録湿地として指定されていない湿地タイプが新規登録されるよう優先的に注意を払うことを締約国に要請している。また、生物多様性条約では締約国に国家戦略の策定と実行を義務付けている。このような世界的な先進性をも念頭に国内のサンゴ礁保全は進められ、地域指定の方策として国立公園の拡充や世界自然遺産登録を企図し、サンゴ礁生態系保全行動計画（2016、環境省）を策定し実行している。しかしながら、それらを推進し運用するに際しての方途は限定的であり、法的整備も十分とは言えない。サンゴ礁保全ではサンゴ礁生態系の骨格をなすサンゴの保全が大きな意義を持つので、現行の法律の枠内でこれを補完するためにサンゴの特別採捕許可制度が運用されている側面はたいへん重要である。

当然ながら、学術においても世界的な枠組みのサンゴ礁保全の議論は重要視されており、ホノルルで開催された直近の国際サンゴ礁シンポジウム（2016）でもサンゴ礁の管理運営をめぐる諸課題におよそ 1/3 ものセッションが費やされている。それらの議論の多くは生態系サービスを含めた多くの生態系機能の持続性を統合的に管理することを主眼としており、サンゴの移植はその要素技術に過ぎない。

当該サンゴ移植事業においては、サンゴ移植を不可避の開発行為における避難措置としてその目的を位置付けている。しかしながら、開発行為は現場の自然資源を消失させるばかりでなく、その営為によって周辺域へも影響を広げることが危惧されるのは周知のところである。この点の議論が先進しているのは森林保全の分野であるが、これらの先進事例との対照検討がなされていないことは自然資源保全の観点から妥当性が危ぶまれる。

本来であれば将来展望をもって規範を示すべき国家事業である当該サンゴ移植事業において、上述した一連の社会情勢を無視し、事業目的をサンゴの移植技術のみに矮小化して調査研究目的としているのは残念なことであり、前述のような生態学全般及び自然保全政策に対する巨視的な見識がその環境監視等委員会に欠落していることがその要因の一つとも考えられる。

まとめ

以上述べてきたように、環境保全措置を考えると、生態系の機能の持続性を統合的に管理するためには、群集過程の多様性の理解が不可欠であり、この過程の評価なくして環境保全措置は成立しない。残念ながら、当該事業においてはこの視点が全く欠落しており、議論の方向性を十分再検討して、事業実施区域のサンゴの避難措置に伴う、1) 移植先を含めた連続した生態系全般に及ぶ環境影響の中長期的な予測を実施し、目標とする生態系像を作成するとともに、2) 予測の実証的モニタリングを実施し、その結果を基に目標への達成状況を評価・変更するなどした連続地域の戦略的管理のあり方を日本のサンゴ礁生態系保全の先進例として提示することを切望する。