

那覇空港滑走路増設事業における 貴重藻類の移植について

照屋 雅彦¹・鈴木 真也¹・宇江城 菜乃¹

¹沖縄総合事務局 開発建設部 空港整備課（〒900-0006 沖縄県那覇市おもろまち2-1-1）

那覇空港滑走路増設事業は、平成25年度に環境影響評価や公有水面埋立等の諸手続を終えて既に現地に着工している。しかし、埋立工事の予定地には沖縄県RDB等に記載されているクビレミドロの生育が確認されており、本種については移植を行うことを環境保全措置として位置付けている。本種については、これまでの移植実験や室内試験等から様々な知見が得られているが、今回、移植の確実性・効率性の観点から新たな移植方法を開発し移植を実施した。その結果、1～2カ月経過した時点では生育が良好であることが確認された。今後、モニタリングを継続し、移植先での再生産の状況を確認し移植技術について検証していく必要がある。

キーワード：滑走路増設事業，クビレミドロ，絶滅危惧種，移植，環境保全措置

1. はじめに

那覇空港滑走路増設事業では、将来の需要に適切に対応するとともに沖縄県の持続的振興発展に寄与すること、また、国内外航空ネットワークにおける拠点性を発揮することを目的として、那覇空港の沖合に2本目の滑走路を新設する。

新設する滑走路は空港の沖合に約160haの埋立地を造成し、既存の滑走路から1310m離して整備される。埋立地の造成により、護岸の勾配を勘案した海域を改変する面積は約180haである。これが本事業により、海域に直接影響を与える面積となり、この中に様々な海域植物・動物が生息し、その中には沖縄県のレッドデータブック（以下、RDB）に記載の絶滅危惧種であるクビレミドロも含まれている。本種は沖縄本島のみで生育が確認されている黄緑藻であり、その形態から「海のマリモ」等と称される海藻である。また、黄緑藻と緑藻の2つの形態を併せ持つ1属1種の藻類であるため、藻類の進化をたどる上で学術的に希少な種とされている。

本事業を実施するにあたり、環境影響評価法に基づき実施した「那覇空港滑走路増設事業に係る環境影響評価」の中で、クビレミドロは移植により保全を図ることと位置づけており、本事業により改変される区域内のクビレミドロの一部を実行可能な範囲で移植するとともに、移植後は環境監視委員会等で専門家の意見を踏まえた上で適切な措置を講じることとなっている。

今回、新たに移植方法を開発し、移植を実施したので結果を報告する。



図-1 那覇空港滑走路増設事業概要

2. クビレミドロの特徴

(1) 生活史と形態

クビレミドロは、毎年冬季に出芽し夏季には藻体が消失する生活史を繰り返す1年藻である。図-2に示すように、水温が低くなる10～12月頃に底砂泥中で休眠していた卵が出芽し始め、11～1月頃には糸状体が伸長する。生長した藻体が12～2月にかけて群生域を形成し、2～4月にかけて成熟した藻体は枯死・流失すると同時に卵は再び底砂泥中に纏絡し休眠する。肉眼で確認することは難しいが、糸状体の1本1本にくびれがある。その糸状体

の藻がいくつも集まり、3～5cmほどのドーム状の藻体を形成する。

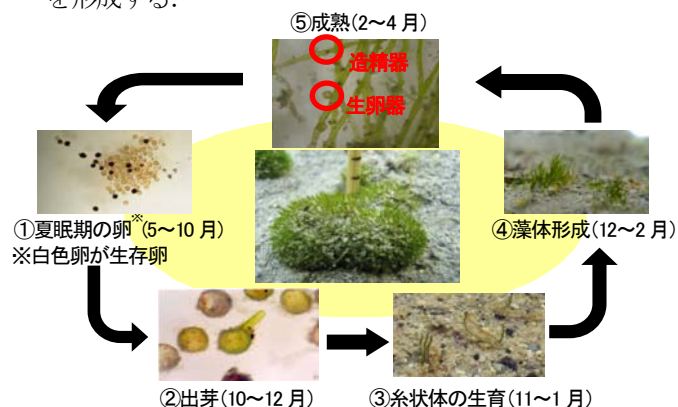


図-2 クビレミドロの生活環

(2) 生育条件

これまでの知見から、本種は表-1のような生育条件で生育することが知られている。那覇空港沖での生育環境を本種の主な生育地である泡瀬・屋慶名地区の生育環境と比べてみると、水深が深く、底質も細粒分が多い箇所

表-1 クビレミドロの生育条件

項目	環境条件（泡瀬，屋慶名）
水温	<ul style="list-style-type: none"> ・泡瀬地区の生育域で平成 21 年度の測定結果は、周年で 13.6～33℃，生育期は 13.6～25.4℃の範囲にあった。 ・屋外大型水槽の平成 20 年度の測定結果は、周年で 13.0～33.5℃，生育期には 14.3～24.4℃の範囲であった。
底質	<ul style="list-style-type: none"> ・細砂（0.075～0.25mm）～中砂（0.25～0.85mm）が主体。 ・礫分は 10%前後，砂分 80%前後，シルト・粘土分は 7%前後，中央粒径 0.2～0.7mm 程度。
水質	<ul style="list-style-type: none"> ・光合成を妨げない程度として，平常時において SS 2mg/L 程度。（水産用水基準） ・全窒素 0.2mg/L 前後，全リン 0.02mg/L 程度。 ・恒常的に淡水の影響を受けない環境。
外力条件	<ul style="list-style-type: none"> ・砂漣が形成されない程度（砂漣が形成されるような場では卵が流出する恐れがある）。 ・通常波浪時の底面せん断応力 $\tau < 0.8 \text{ N/m}^2$。 ・高波浪時の海浜流速 $U < 0.1 \text{ m/s}$。（※泡瀬地区の生育域での調査結果から夏眠期，生育期を通じて，流速は 10cm/s 以下。）
地盤高	<ul style="list-style-type: none"> ・C.D.L. 0～1.0m の範囲。 ・泡瀬海域では C.D.L. 0.3～0.5m に濃生域が形成される。 ・地盤高の変動が小さい場所。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・マツバウミジグサ，ウミジグサ，コアマモ等と同所に生育。 ・これら小型海草の被度 5%未満～50%の分布範囲と重なる。 ・卵は，5cm 程度まで埋まっても出芽が確認されている。

出典：平成 21 年度中城湾港海藻類保全検討調査業務報告書
(平成 22 年 3 月，那覇港湾・空港整備事務所)

に生育しており，図-2で示したようなドーム状の藻体を形成せず糸状体のままで生育している。

また，クビレミドロは卵として夏期に底砂泥中に概ね 5cm 以浅で休眠することから，高波浪や潮流により卵が流出しない外力条件が重要と考えられる。

3. 移植計画と移植の実施

(1) 移植計画

クビレミドロの移植については，先ず移植先の適地の候補として，現況と増設事業が完成した後の波浪・潮流シミュレーションから，表-1に示す流速が 10cm/s 以下の場所を抽出した。その結果，事業により沖合に空港島が形成されれば，現空港との間の護岸近くや新設される護岸近傍の箇所にクビレミドロの生育条件が整う場所が出現する。また現状でも，北側海域に外力条件を満たす箇所を確認している。なお，平成 24 年度から試験的にプラスチック容器を用いて北側海域や干潟域に移植したところ，北側海域への移植結果が良好であった。よって，北側海域と空港島の護岸概成後に出現する静穏な海域 2 箇所の合計 3 箇所を移植先として選定した。ただし，現時点では護岸が概成していないことから，北側海域以外の 2 箇所における移植は当面，陸上水槽に移植した本種の生産を行い，種苗を安定的に確保し再移植を行う計画とした。

また，移植を行うクビレミドロは本事業で改変される海域に生息している箇所から，移植の効率性を考慮し，生育箇所の中でも比較的被度の高い場所を対象とした。

(2) 移植方法の開発

本格的なクビレミドロの移植にあたり，移植実験の中で効率的な移植方法を開発した。

平成 24 年 12 月に行った移植実験では，プラスチック容器を使用してクビレミドロの移植を行った。本移植実験では，藻体と卵を含んだ底泥をスコップですくい，プラスチック容器に入れて移植先まで運び移植を行った。この方法では，スコップで底泥をすくうために表層が攪乱し，卵が埋没・逸散することが懸念される。また，容器も小さく，作業の効率性が良いとは言えない状況であった。

そのため，平成 25 年度以降の移植に際しては，図-3に示す採取器具を開発して移植を行った。この採取器具は縦が 44cm，横が 36cm であり，この器具を用いると 1 個あたり約 0.16m²の移植が可能となる。また，採取器具の両側には蓋が取り付けられており，採取した底泥を簡単に密閉することができる。底泥を採取している様子を図-4に示す。さらに，採取した底泥を取り出す際には採取器具の片側から押し棒によって底泥を押し出すことができ，

攪乱を抑え、効率的に移植作業を行うことが可能となった。この採取器具を使用した際には1日当たり採取器具64個分の移植が可能であり、約10㎡を移植することができる。



(a) 蓋を装着した状況



(b) 蓋を外し、押し棒を挿入した状況

図-3 クビレミドロの採取器具



(a) 底泥を採取する様子



(b) 底泥を押し出す様子

図-4 移植作業の様子

(3) 移植の実施

クビレミドロの移植時期は平成26年2月24日～3月19日及び平成26年5月8日～6月8日に実施した。

移植元では、専用の採取器具の両側にある取っ手をダイバーが持ち、クビレミドロを底泥ごと採取し、蓋で容器内を密閉した後に船上に引き上げた。船上では水温低下を防ぐために採取器具を海水で満たしたケースの中に保管し、移植先まで運搬した。移植先では、3(2)で述べたように採取器具を海底に下ろし、押し棒で採取器具から底泥を押し出すことにより底泥を配置し、移植を行った。底泥の採取から運搬、移植先に底泥を配置するまでの一連の作業は1日で実施した。

移植先は空港の北側海域及び種苗を確保するための陸上水槽とした。なお、陸上水槽では常に水交換が行われており、実海域の環境をある程度再現している。

移植後のクビレミドロに関しては、実海域と陸上水槽共にモニタリングを行った。モニタリングは移植先内に詳細観察枠を設定して、表-2に示す項目と方法にて行った。

表-2 モニタリング項目

項目	方法
移植先の概略分布図	潜水目視観察を行い、クビレミドロの生育範囲のスケッチと写真撮影を行う。
詳細枠による被度別分布図	詳細枠（2m×2m）において、潜水目視観察により本種藻体の被度分布状況のスケッチを行う。
詳細枠の代表箇所における群体数	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細枠の中から、代表的な箇所（0.5m×0.5m）（5箇所程度）内の群体数を計数する。 ・生育期（5月）に一部の藻体を採取し、その外部形態（造精器・生卵器）について、顕微鏡観察を行う。 ・衰退期（6月）に代表的な箇所（1～2箇所程度）の泥中の卵数を計数する。
生育環境の把握	水深及び底質の概観を記録する。

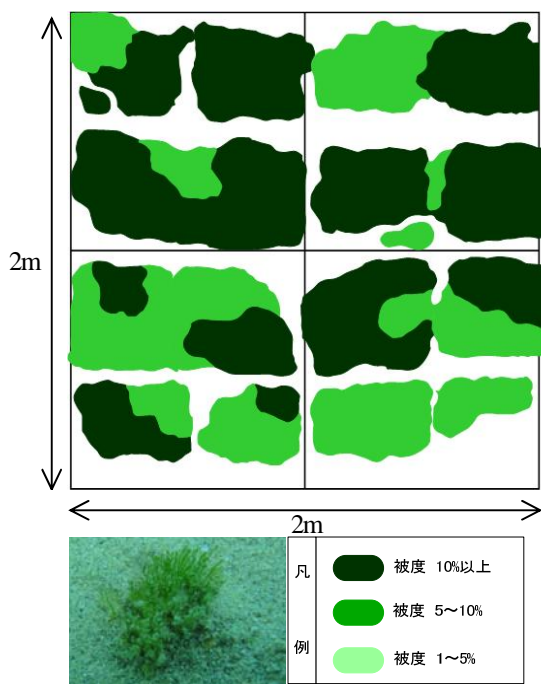
4. 移植の結果

本事業の環境保全措置において、平成25年度と平成26年度で移植目標の318㎡を達成した。平成25年度においては北側海域に80.9㎡、陸上水槽に40.4㎡の移植を行い、合計で121.3㎡の移植が完了している。また、平成26年度においては、北側海域に202㎡の移植が完了している。

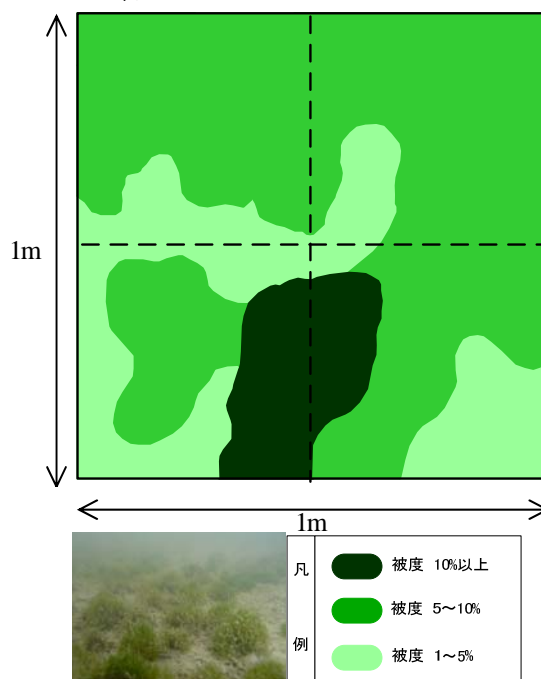
移植後の北側海域と陸上水槽のクビレミドロについて、代表するモニタリング詳細観察枠の結果を図-5に示す。北側海域への移植においては、海域が深場であるため移植後1ヵ月経過しても移植元と同様にクビレミドロはドーム状にはならず、糸状体のまま衰退した。それに対し陸上水槽への移植においては、移植直後は糸状体であったクビレミドロは移植後1ヵ月経過するとドーム状の藻体を形成した。

本事業の環境保全措置を行うにあたり、新たな移植方法を開発することにより1日で10㎡の移植が可能となり、移植作業の効率を上げることができた。また、平成24年度の移植実験時の移植方法と比較しても、クビレミドロの卵をより確実に採取することが可能となった。北側海域の移植直後と移植から1～2ヵ月後のモニタリングにお

いては、クビレミドロが急激に減少することなく生育していた。また、陸上水槽におけるモニタリングでもクビレミドロの生育が確認された。陸上水槽はクビレミドロの種苗を安定確保し、護岸が概成し実海域に再移植を行うまでの期間、また、増設滑走路を供用するまでの間に実海域のクビレミドロに問題が生じてしまった時のために保管しておくことができる。



(a)実海域に移植したクビレミドロ



(b)陸上水槽に移植したクビレミドロ

図-5 移植後の状況

5. 今後の課題

現時点では、本移植を行ってから1年が経過しておらず、今後もモニタリングを継続し、夏眠するクビレミドロの卵が移植先で冬季に再び発芽し、翌年以降も継続して安定的に再生産を行うことの確認をする。

また、護岸概成後に陸上水槽から閉鎖性海域に再移植を行う際にも、流況を確認しながら作業を行う必要がある。

なお、現在種苗を確保している陸上水槽は1つのみであるため、陸上水槽に不具合があった場合や種苗の大量確保を行う場合には、別の水槽を確保する必要がある。

6. おわりに

本事業を行うにあたり、環境保全措置の一環としてクビレミドロの移植を行った。その移植方法を新たに開発することにより、確実性や効率性の良い方法で実施することができた。今後は、モニタリングを継続するとともに、陸上水槽からの再移植により干潟域での本種の生育を確認していくこととする。

参考文献

- 1) 沖縄総合事務局那覇港湾・空港整備事務所：平成 21 年度中城湾港海藻類保全検討調査業務報告書，2010。