レポート REPORT

那覇空港滑走路増設事業における希少海藻類クビレミドロ *Pseudodichotomosiphon constricta* の移植技術とその効果

平中 晴朗^{1)*}・鳥居 高志¹⁾・金城 健吾²⁾・大城 直³⁾

1) いであ株式会社 沖縄支社 〒900-0003 沖縄県那覇市安謝 2-6-19

2) 内閣府沖縄総合事務局 那覇港湾・空港整備事務所 〒900-0001 沖縄県那覇市港町 2-6-11

3) 内閣府沖縄総合事務局 空港整備課 〒900-0006 沖縄県那覇市おもろまち 2-1-1

Haruo HIRANAKA^{1)*}, Takashi TORII¹⁾, Kengo KINJOU²⁾, Naoshi OOSHIRO³⁾:

A transplant technique of rare seaweed (*Pseudodichotomosiphon constricta*) in the Naha Airport expansion runway construction and the effect. *Ecol. Civil Eng.* 19(1), 101-106, 2016

1) IDEA Consultants, Inc., Okinawa Branch, 2-6-19 Aja, Naha, Okinawa 900-0003, Japan

2) Okinawa General Bureau Naha Ports and Airport Office, Government of Japan, Minatomachi, Naha, Okinawa 900-0001, 2-6-11, Japan

3) Okinawa General Bureau Airport Construction Division, Government of Japan, Omoromachi, Naha, Okinawa 900-0006, 2-1-1, Japan

Abstract: We conducted an assessment of the Naha Airport expansion runway construction. The assessment reported that there will be a partial habitat loss of *Pseudodichotomosiphon constricta* (*Vaucheriaceae*, *Vaucheriales*) during the construction. Hence, transplant of the algae was conducted for mitigation to the partial loss. As a result of the transplant, next-generation algae body was confirmed and habitat range expansion was also confirmed after a year. This was the first case of the wide area micro algae transplant reported in Japan, however, there are some macro algae transplant cases reported in the subtropical area. Here we reported methods of the transplant and the results. Moreover, we reported issues remained and foresight schedules for the transplant.

Key words: transplant, rare seaweed, airport expansion runway construction, Okinawa Island

はじめに

那覇空港滑走路増設事業に伴う環境影響の評価・検討によって、事業実施に伴い希少海藻類クビレミドロ *Pseudodichotomosiphon constricta* の生育地の一部が消失すると予測された。そのため、これを踏まえた代償措置として、本種を地形改変の受けない場所に移植した結果、次世代の発芽及び生育範囲の拡大を確認できた。これまで亜熱帯地域において、大型海藻類の移植事例は報告さ

れているが、小型海藻類の大規模移植は、本件が国内で初めての事例となる。そのため、今回実施した本種の移植技術の紹介とその効果、今後の課題・展望を報告する。
クビレミドロについて

クビレミドロは、黄緑藻綱に属する糸状の藻体が塊状となる小型の海藻である。

本種は、冬季から初夏にかけて、海底面に藻体を形成する生育期と、夏季から秋季にかけて、シスト（強固な膜を形成して休眠する状態）が底泥中に存在する夏眠期を繰り返す1年生の藻類である（Fig. 1）。

本種は、一般的に潮間帯の砂泥底に生育するとされて

2015年12月22日受付, 2016年2月16日受理

*e-mail: hharuo@ideacon.co.jp

Fig. 1. Life cycle of *Pseudodichotomosiphon constricta*.
クビレミドロの生活史

Fig. 2. Summary of Naha Airport expansion runway construction.
那覇空港滑走路増設事業の概要

いる（環境省 2015）。ただし、那覇空港滑走路増設事業実施区域では、水深 4～5 m 程度の常時冠水する窪地（以下「深場」と呼ぶ）で静穏な環境下に生育していた。

那覇空港滑走路増設事業の概要

那覇空港滑走路増設事業は、沖縄の玄関口として、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ため、また、将来にわたり国内外航空ネットワークにおける拠点性を発揮しうよう、那覇空港の現滑走路の沖合 1,310 m の海域に滑走路（滑走路長：2,700 m）を新設するものである（内閣府沖縄総合事務局・国土交通省大阪航空局 2013）。対象事業の種類としては、「滑走路の新設を伴う飛行場及びその施設の変更」と「公有水面の埋立て」である（Fig. 2）。

これらの事業は、環境影響評価法に基づき、「那覇空

港滑走路増設事業に係る環境影響評価書（内閣府沖縄総合事務局・国土交通省大阪航空局 2013）（以下、環境影響評価書）」によって環境変化に関する予測・評価がとりまとめられ、2014 年 1 月に公有水面埋立の承認を得て、同年 2 月より工事に着手した。

事業におけるクビレミドロの保全の方針

本種は、沖縄島の固有種で、環境省 RDB 及び沖縄県 RDB において絶滅危惧Ⅰ類のランクに指定されており、学術上及び環境保全上の観点から重要な種とされている（環境省 2015；沖縄県 2006）。

環境影響評価書によると、事業実施に伴い本種の生育地の一部が消失すると予測され、その代償措置として、移植を行うとされている。また、国土交通大臣意見及び知事意見において、移植後は環境監視委員会等の専門家

Table 1. Selection criterion of the transplant suitability.
移植適地の選定条件

選定条件	内容
条件① 流況条件	底面せん断力 0.8 N/m^2 未満かつ流速 10 cm/S 以下の場所
条件② 底質条件	上記の範囲のうち、砂泥質底の場所
条件③ 地形条件	上記の範囲のうち、最干潮時でも干出ししない地盤高の場所

<参考—天然生育域の生育条件>

- ・流況条件：静穏な海域
- ・底質条件：砂泥地に生育
- ・地形条件：深場（窪地）に生育（水深 $4 \sim 5 \text{ m}$ ）

Fig. 3. Result of tide simulations that affect expansion runway construction.
那覇空港滑走路増設事業に係る潮流シミュレーション結果
底面せん断力 0.8 N/m^2 未満かつ流速 10 cm/S 以下の場所を抽出して表示した。

の意見を踏まえた上で適切な措置を講じることとされた。具体的には、事業実施に伴って消失されるとされた本種の生育地の一部（ 1.62 ha ）から実行可能な範囲で事業実施区域外に移植する（移植目標：約 280 m^2 ）計画が示された（内閣府沖縄総合事務局・国土交通省大阪航空局 2014）。

移植技術の概要

移植適地の選定

移植適地の選定条件を Table 1 に示す。採取地である天然生育域の生育環境条件の整理・検討及び既存知見（内閣府沖縄総合事務局開発建設部・沖縄県土木建築部・（財）港湾空間高度化環境研究センター 2010）による情報収集から、クビレミドロの生育に適した①流況条件（Fig. 3）、②底質条件、③地形条件の範囲を整理し、これらの条件に適合する移植候補地を抽出し、その中から事業実施区域の北側海域を移植先として選定した。

移植手法の開発

Fig. 4 に移植手法の基本方針を示す。前述のように本種の藻体を確実に視認できる生育期は冬季から春季の限

Fig. 4. Basic policy of the transplantation technique.
移植手法の基本方針

られた期間であり、大規模に藻体を移植するには効率的な移植手法が必要となる。ここで、藻体の下部は根のように底泥中に入り、上部は底泥表層をマット状に被覆するように生育しているため、藻体だけを摘み取る移植手法は損傷を与えることになり、適用できなかった。また、移植の際の損傷をできるだけ小さくするため、常に海水中に浸った状態で移動させることが必要であった。これらの条件を踏まえて、効率的かつ効果的な新たな採

取器具を開発した。

開発した採取器具を Fig. 5 に、移植の手順を Fig. 6 に示す。本器具は、採取・移植の一体型の器具で、本体は前後2つの側面が開放した箱であり、直接海底を削るように底泥を採取し、採取後、両側の蓋を装着して、採取

した底泥を密閉状態で運搬することができる。移植する際には、容器の片側から押し棒によって底泥を押し出し、海底上に配置する。この器具を用いることにより、採取時、移植時ともに底泥表面の攪乱や濁りの発生を抑え、効率的に移植作業を行うことが可能となった。

Fig. 5. Development of the transplant tool.
開発した移植器具

Fig. 6. Procedure for the transplant.
移植の手順

Fig. 7. Secular change of the growth area of *Pseudodichotomosiphon constricta* at the transplanted location.

移植先のクビレミドロの生育面積の経年変化

2014年3月～6月は第1世代，2015年1月～3月は第2世代。

移植の実績

本器具を用いて，2014年3月～6月に，改変区域に生育するクビレミドロの個体群を事業実施区域北側の砂泥地に移植した。改変区域の高被度域（被度6%以上）の場所を移植対象の個体群とし，移植した面積は合計283 m²（採取器具：1,787個相当）となった。この移植作業は延べ40日程度であり，本種藻体の生育期間内に移植作業を行うことができた。

移植技術の効果

移植後は，次世代の生育期にあたる翌年の2015年の1月～3月にかけて月1回，藻体の被度別の生育面積について，目視観察によりモニタリングした。

移植先のクビレミドロの生育面積の経年変化をFig. 7に示す。移植直後の2014年6月以降には藻体が消失し，2015年1月から再び藻体が出芽した。2015年3月には第2世代の生育面積が合計1,036 m²に増加した。

この季節的な消長は自然でみられる消長と同じであり，移植個体群が順調に生育しているものと考えられた。また，移植1年後に生育面積が当初の移植面積と比較して，約3.6倍に拡大しており，本事業の環境保全措置として有効な成果が得られたと考えられた。

第2世代の生育面積が移植直後（第1世代）と比較して大きく増加した要因として，移植藻体で形成されたシストが底泥に堆積し，これらのシストが移植先内で広く拡散したためと考えられ，その拡散要因として「波浪による底質の攪乱」，「舞い上がった底泥の潮流による移動」，「生物による底質の攪乱」の3つが考えられた。なお，海域の海藻類において，採取地の底泥を含む大規模

な移植は本報告が初の事例と考えられた。

今後の課題・展望

本移植技術の開発により，底泥表面を被覆するような小型海藻類の大規模移植が効率的・効果的に実施することが可能となった。今後は，本種の移植地において，第3世代以降の個体群が継続的に維持されるかを引き続きモニタリングし，必要に応じて，改善策を講じていく順応的な管理を行う予定である。

今後，沖縄県下等において，移植の必要性が生じた場合は，今回の移植技術を用いて本種を保全することができると考えられる。また，本移植技術は，水中において生育基盤ごと大量に採取・移植ができることから，これまで個体のみ移植することが困難であった淡水域も含めた他の小型の藻類や水草類，埋土種子の移植に応用することが可能である。例えば，湖やため池のシャジクモ類等の移植が挙げられる。また，採取器具の高さを調整することによって，小規模な海草類の移植においても本採取・移植手法を適用できると考えられる。

謝 辞

那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会，特に香村眞徳琉球大学名誉教授には，委員会の場等を通じて，大変有意義なご助言・ご指導を頂きました。ここに記して深く感謝の意を表します。

引用文献

環境省編（2015）レッドデータブック 2014—日本の絶滅のおそれのある野生生物—9 植物Ⅱ（蘚苔類・藻類・地衣類・菌類）. ぎょうせい, 東京.

内閣府沖縄総合事務局開発建設部・沖縄県土木建築部・（財）港湾空間高度化環境研究センター（2010）平成 21 年度中城湾港泡瀬地区環境保全・創造検討委員会第 2 回海藻草類専門部会部会資料.

内閣府沖縄総合事務局・国土交通省大阪航空局（2013）那覇空港滑走路増設事業に係る環境影響評価書.

内閣府沖縄総合事務局・国土交通省大阪航空局（2014）第 3 回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会資料.

沖縄県（2006）改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物（菌類編・植物編）—レッドデータおきなわ—. 沖縄県, 沖縄県.