

# 琵琶湖内の有人島“沖島”における 環境に配慮した急傾斜地崩壊対策について

安井 潤

滋賀県 大津土木事務所 河川砂防課 (〒520-0807 滋賀県大津市松本1丁目2-1)

滋賀県の琵琶湖内に浮かぶ有人島“沖島”は、日本で唯一、世界でも数少ない淡水湖内の有人島である。島の大半は山地が占めており、わずかな平地に住家が立ち並び、山地と住家の隣接部は土砂災害特別警戒区域に指定されていることから、急傾斜地崩壊対策事業を実施している。希少な離島環境における大規模な工事にあたっては、自然環境への配慮が必要不可欠であった。そこで、滋賀県生物環境アドバイザーのご意見を踏まえながら必要な対策を講じたことにより、工事と自然環境保全の両立を図った。本稿では、その経過と成果を報告するものである。

キーワード 島嶼部 急傾斜地崩壊対策 法面緑化 滋賀県生物環境アドバイザー

## 1. はじめに

### (1) 沖島の歴史・地勢

沖島は、滋賀県近江八幡市長命寺の沖合約2kmの琵琶湖に浮かぶ面積1.52km<sup>2</sup>の島である。琵琶湖内の4つの島のうちの1つで、人が定住する唯一の島であり、現在約240人が漁業を中心とした産業のもと、生活を営んでいる。淡水湖内の有人島は、日本では沖島のみであり、世界的にみてもスコットランドとデンマークにあるだけで、学術的にも価値の高い貴重な自然環境が残されている。

沖島の大部分は山地が湖岸に迫る地形で、石英斑岩からなり風化・浸食が進み、湖岸には多くの岩石が露出している。南西部の0.1km<sup>2</sup>にも満たない狭小な平地に人家が軒を接して密集し、その間を軒下道が続くという独特の集落景観を形成している。

その歴史は古く、近辺の湖底から縄文土器や土師器、和同開珎などが採集されている。人の定住は、かつて源平合戦の源氏の生き残りの臣下が住み着いたことから始まっているとされている。そのほか、織田信長が沖島を政治的・軍事的な要所として重要視し、湖上を行き交う船の監視を命じたり、1572年の小田城攻め時に船を三隻出陣させたりし、歴史に深く関わっていたことが沖島共有文書に書き記されている。<sup>1)</sup>

現在は、通航が一日13往復(日曜日は11往復)運行されており、通勤、通学、レジャー等に利用されている。島内に自動車は無く、島民の移動手段として三輪車が利用されることが多い。

また、島全体が琵琶湖国定公園特別地域(第2種特別地域)内に位置し、沖島頭山城遺跡が発見されている。

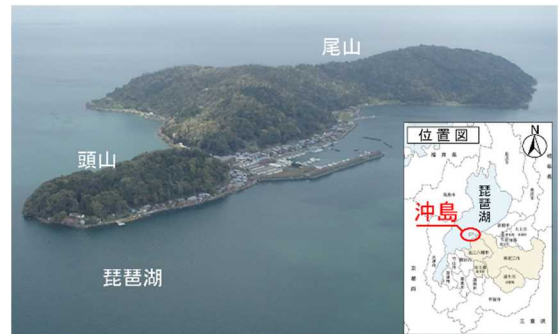


図-1.1 沖島の位置と概況



写真-1.1 島内の様子1



写真-1.2 島内の様子2

### (2) 沖島の植物

図-1.2に示す植生図<sup>2)</sup>より、沖島の植生は大部分が二次林で、モチツツジ-アカマツ群集が島の半分を占め、ついでアベマキ-コナラ群集が広い面積を占めている。

沖島は、「近江八幡市沖島の維管束植物目録」(大谷,2007年)<sup>2)</sup>によれば、生育が確認できた維管束植物は合計116科538種類であり、滋賀県レッドデータブック2005年版の掲載種および沖島希産種は12種類確認された。

また、確認された外来植物は86種類(16%)となっている。このことから、外来種が占める割合は増加傾向であるものの、離島という地理的条件のため、外来植物の侵入・繁茂が限定的であると考えられる。

以上のように、唯一の文化、景観、自然環境を有する

沖島の環境を保護・活用するため、2013年に離島振興法による離島振興対策実施地域に追加指定され、滋賀県離島振興計画の下、様々な振興策が進められている。

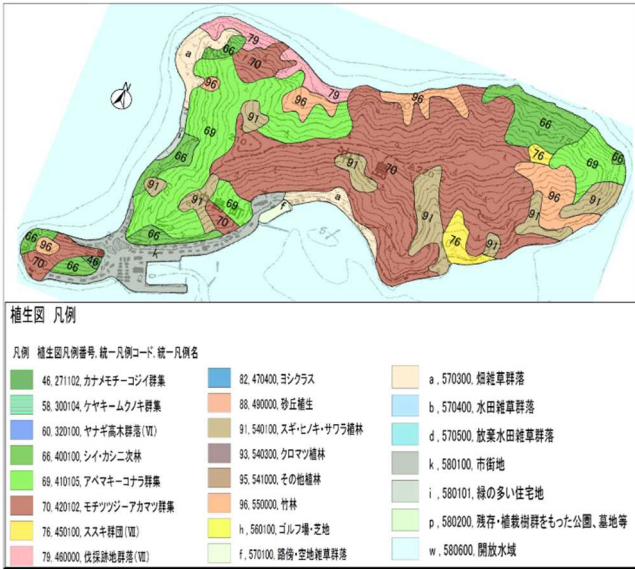


図-1.2 沖島植生図<sup>3)</sup>

## 2. 沖島における急傾斜地崩壊対策課題

### (1) 土砂災害の危険性

沖島は、北東部の尾山(標高220m)と南東部の頭山(標高140m)の2つの山で構成されている。

今回の事業実施箇所である頭山の基盤岩である沖島溶結凝灰岩は、本質的には硬質な岩盤であるが、浅層部分における風化が著しく、概ね1~5mの層厚の表層部は風化が進み土砂化しており、全般的に軟質で平均N値は10以下となっている。

表-2.1 対象斜面の表層部の地盤構成

区分	記号	N値目安	主な岩盤等級	主な地質状況
崩壊土	dt	10以下	—	礫混じり砂状主体。全体に緩いが、硬質溶結凝灰岩の玉石を多く含む
沖島溶結凝灰岩 極風化部	Rw3	10以下	DL	風化によって半固結砂~半固結シルト質砂状。元の岩盤の構造は識別不能。風化残留の硬質部分も点在

また、事業実施箇所は、平均斜度は勾配34度、高さ33mの急傾斜地となっており、表層崩壊が懸念される。

頭山外縁部は、この急傾斜地を背に、琵琶湖との間の狭い平坦地に人家が密集している。被害想定区域には保全対象人家34戸があり、道路も狭小であることから、表層崩壊などの災害が発生すると高齢者を中心とする密集人家に大きな被害が予想される。

以上の状況から、図-2.1のとおり土砂災害特別警戒区域(いわゆるレッド)に指定されており、急傾斜地崩壊対策が喫緊の課題となっている。

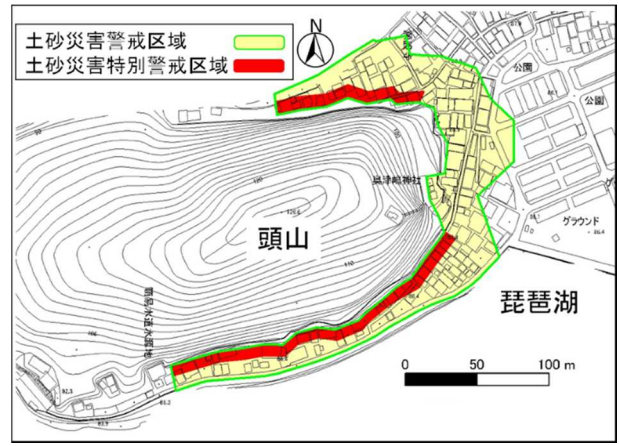


図-2.1 土砂災害警戒区域・土砂災害特別警戒区域 区域図

### (2) 事業の概要

沖島地区急傾斜地崩壊対策事業では、頭山の急傾斜地に対して、次のとおりA~D工区に工区分けし、対策をおこなうこととした。

- ・A工区…高強度ネット待受工(2022年1月21日完成予定)
- ・B工区(上部)…ワイヤロープ工, ロープ伏工, ロープ掛工(2019年1月29日完成)
- ・B工区(下部)…吹付法砕工(2021年1月29日完成)
- ・C工区…吹付法砕工(2017年2月28日完成)
- ・D工区…ワイヤロープ工(2019年1月29日完成)

また、設計段階では極力自然環境への影響が小さい工法として、高強度ネット待受工, ワイヤロープ工, ロープ伏工, ロープ掛工を積極的に選定した。

一方、比較的想定崩壊土量大きいB工区(下部), C工区では、面的に法面の安定を図る必要があったことから、吹付法砕工を選定した。なお、事業箇所の計画平面図は図-2.2に示すとおりである。

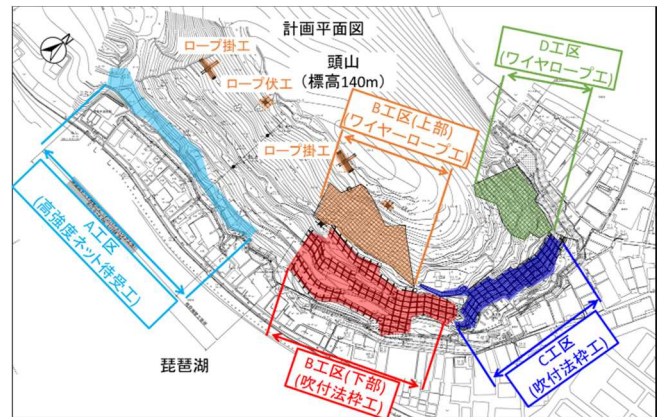


図-2.2 急傾斜地崩壊対策工事 計画平面図

### (3) 事業実施による課題

沖島は、自然公園法により第二種特別地域に指定されていることから、優れた自然の風景地として保護することが重要である。なかでも、今回対策を実施する頭山は、斜面中腹部に奥津島神社があり、神社周辺には大径木のシイ、アラカシなどからなる照葉樹が残存し、自然植生

の名残をとどめており、沖島の希少な植生と景観を象徴しているエリアである。

このようなエリアにおいて、大規模な工事をおこなうことで、外来種を持ち込み、植生の大攪乱を起こし、希少な沖島の自然環境を未来永劫失いかねない。

特に、B工区(下部)やC工区で実施する吹付法砕工は、通常、施工範囲の植生の大半の伐採を伴うことから、多大な影響をおよぼすことが懸念された。

つまり、吹付法砕工における植生の回復速度は土質、斜面の向き、標高、周辺環境等、あらゆる要因によって大きく変わるが、図-2.3の施工事例のように、低木林が群落を構成するまで少なくとも数年単位の期間が必要である場合が多く、沖島のB工区(下部)やC工区においても、植生の回復には長期間を要することが想定された。

したがって、この急傾斜地崩壊対策事業に際しては、植生の早期回復と景観の保全を図りつつ、工事を実施することが課題となった。

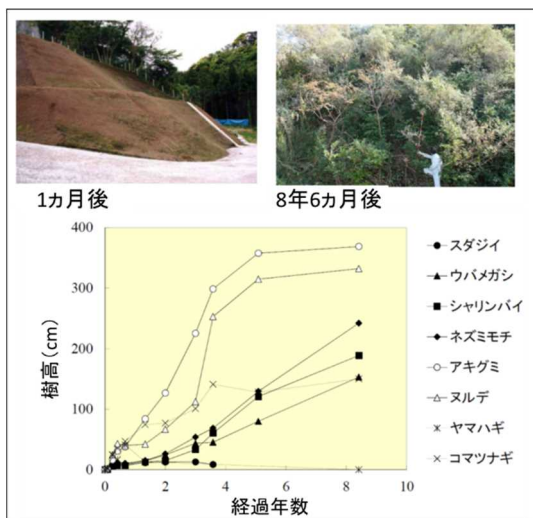


図-2.3 法面緑化工法の植生遷移事例<sup>4)</sup>

### 3. 環境保全との両立の取り組み

この急傾斜地崩壊対策工事に際しては、植生の早期回復と景観の保全を図るため、滋賀県生物環境アドバイザー制度を活用し、学識者の知見を得ながら事業を進めることとした。

なお、生物環境アドバイザー制度地区別連絡会の委員である滋賀県立大学名誉教授小林圭介先生には、特に植生学の専門的立場から継続的な指導・助言とともに、経過観察も含めて全面的にご協力いただいた。

#### (1) 生物環境アドバイザー制度の活用状況

生物環境アドバイザー制度地区別連絡会は、工事着手の2014年度に先立って2013年度から、現地調査を重ねながら、各工区の工事内容に即して9回開催し、アドバイザーの指導・助言のもとに、最適と考えられる対策の検討をおこなった。

なお、生物環境アドバイザー制度地区別連絡会におけ

る指導・助言の概要を表-3.1に示す。

表-3.1 生物環境アドバイザー制度地区別連絡会助言概要

	開催日	助言の概要
①	2013年7月11日	・人為的に外来種を持ち込まないよう配慮する。 ・工事区間内の樹木は可能な限り残す。 ・法枠内については緑化に配慮する。 ・施工前にアドバイザーの指導を受ける。
②	2015年3月16日	・C工区の伐採予定範囲を確認(現地確認含む) ・樹齢400年程度の大樹は必ず残すこと。 ・枠内緑化方法に関して自然の摂理に基づいた植生回復を図ること。
③	2015年10月6日	・C工区の枠内緑化の方法について、試験施工のうえ、総合的に判断で工法決定する。
④	2016年12月8日	・C工区の枠内緑化の方法について、試験施工結果も勘案し、環境配慮型マットで施工すること。対象は植被率25%以下の法枠内とすること。
⑤	2017年5月24日	・C工区の試験施工結果を確認 ・B工区(上部)、D工区の残すべき樹木について、現地にマークのうえ改めて確認する。
⑥	2017年9月26日	・B工区(上部)、D工区の現地で残す樹木を確認。
⑦	2019年8月27日および9月9日	・B工区(下部)の吹付法砕工施工にあたり、現地で残す樹木を確認。斜面に対して垂直の高木・亜高木は伐採。水平面に対して垂直の高木は、倒伏しても人家に届かないものは残すこと。 ・C工区の経過は良好(事後の経過観察)
⑧	コロナ禍により、連絡調整会議のみ書面で開催	・A工区の施工に際して、常緑樹・落葉樹共に出来るだけ保護する。
⑨	2021年6月24日	・A工区の支障木について、伐採了承。 ・施工済み区間(B,C,D)の経過は良好



写真-3.1 生物環境アドバイザー制度地区別連絡会開催状況

#### (2) 対策内容

本急傾斜地崩壊対策工事におけるA工区、B工区(上部)、D工区では比較的自然環境への影響が小さい工法を選定することができた。しかし、B工区(下部)、C工区については、吹付法砕工により自然環境の改変が大きく、対策が重要になった。そこで、B工区(下部)、C工区において実施した対策の詳細を述べる。

##### a) 法枠内植生工の見直し

設計便覧(案)急傾斜地編(滋賀県土木交通部, 2005年)<sup>5)</sup>によると、枠内斜面への浸透水の防止、降雨および表流水による浸食防止のため、中詰工として植生工が望ましいとされている。これに則り、設計段階では予め種子を配合した植生基材吹付工を実施することとしていた。

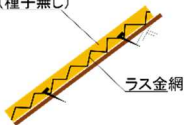
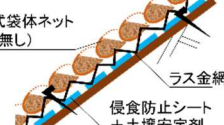
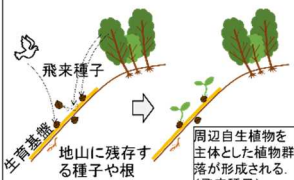
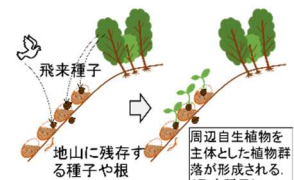
しかし、次の理由①~④より、C工区、B工区(下部)においては、自然植生の早期回復を基本とすることとした。

- ① 種子を含んだ植生基材吹付工によって外来種の侵入を誘発するリスクがあるため。
- ② 施工箇所のうち、切土を伴う箇所は部分的であり、土壌中に埋土種子(シードバンク)が十分含まれていると考えられるため。
- ③ ②および周辺の大径木等からの飛来種子が供給される状況から、植生の自然回復を促すことで結果として植生の早期回復が期待できるため。
- ④ 崩壊が想定される土塊自体は法枠で固定済みであり、

万が一、法枠内に表流水による浸食等が発生した場合は、すぐさま対策が可能であること。

なお、理由②のうち、切土を伴う箇所については、埋土種子が期待できず、飛来種子も捕捉しにくいいため、部分的に枠内の緑化をおこなうこととした。現場条件から、適用可能な無播種植生基材吹付工と環境配慮型マット工を選定した。選定した2工種の概要を表-3.2に示す。

表-3.2 選定した法面緑化工法の概要

無播種植生基材吹付工	環境配慮型マット工
ラス金網を法面に設置後、生育基盤材(種子無し)を吹き付ける。 植生基材(種子無し) 	ラス金網を法面に設置後、飛来種子の定着率を高めた誘導型植生マットを設置する。 半開式袋体ネット(種子無し) 侵入防止シート 土壌安定剤 
飛来種子 地山に残存する種子や根 周辺自生植物を主体とした植物群落形成される。(飛来種子) 	飛来種子 地山に残存する種子や根 周辺自生植物を主体とした植物群落形成される。(飛来種子) 

ただし、埋土種子や飛来種子がどの程度緑化に寄与するかが不明確であったことから、現場条件に近いC工区隣接地に2m四方の仮設枠を設け、試験施工をおこない、比較したうえで、その結果を勘案して緑化工の工種を選定することとした。



写真-3.2 試験施工の状況

また、C工区切土部以外とB工区(下部)においては、現地盤の埋土種子、後述する大径木の存在、伐採株からの萌芽、斜面の向き(日当たり)、施工区間周辺の植生状況から、早期の自然回復が期待でき、植生回復工事としての手を加えず、経過観察をおこなうこととした。

#### b) 大径木の残存

各工区内にある大径木は、沖島の景観の主軸となっていること、周囲に多くの種子を供給していること、その根で斜面の露岩を抱えている状況より、可能な限り残存させることとした。

施工上やむを得ず支障となり、伐採が必要な樹木については、生物環境アドバイザーによって、現地で1本ごとに確認したうえで、伐採すべき立木にマーキングをおこない、後に伐採をおこなった。

また、斜面に垂直に生えている木は倒伏の危険性があ

ったことから、伐採することとし、水平面に垂直に生えている木のうち、倒伏しても崖下の住居まで到達しないと考えられる樹木については残存させることとした。(図-3.3, 写真-3.3)



図-3.3 大径木の対応模式図



写真-3.3 大径木の対応結果状況

#### 4. 取り組みの結果

##### (1) 植生回復状況

C工区隣接地において実施した試験施工の結果、写真-4.1のとおり、環境配慮型マット工の方が植生の回復が良好であったことから、C工区切土部には環境配慮型マット工を施工することとした。



写真-4.1 試験施工結果

施工後の状況については、写真-4.2のとおりであり、切土部を含めて植生が回復している状況が確認できた。



写真-4.2 C工区の植生回復状況

(2) 施工後の追跡調査 (B工区(下部)での植生調査)

B工区(下部)では、自然回復による植生回復を図ったが、回復状況は写真-4.3に示すとおり、法枠が見えなくなるほど順調に回復していることが確認できた。



写真-4.3 B工区(下部)の植生回復状況

その後の回復状況および植生遷移の詳細な状況を確認

するため、生物環境アドバイザーの大谷一弘先生のご協力のもと、2021年10月27日に追跡調査をおこなった。

調査は、B工区(下部)のうち7箇所の法枠内を対象に実施した。調査結果の概要は表-4.1のとおりである。

表-4.1 調査結果概要

【植生調査結果概要】	
●調査日時	2021年10月27日
●群落名	アカメガシワ-カラスザンショウ群落
●総出現数	60種(内、外来種数8種:13.3%)
●亜高木層 T2	高さ6.5m, 植被率45%
●低木層 S	高さ3.7m, 植被率81%
●草本層 H	高さ0.8m, 植被率28%
・先駆種であるアカメガシワ、カラスザンショウ、クサギが優占種となっている。	
・木本類では、ヤブツバキ、イロハモミジ等、もともと現地斜面に生育していたと思われる種が確認された。	
・周辺に残存する大木等の種子からの発芽や切株から萌芽したと考えられるシイやクロガネモチも確認された。	
・外来種はヒメムカシヨモギやヨウシュヤマゴボウなど先駆性の植物が数種類確認された。	



写真-4.3 調査状況



写真-4.4 どんぐりからの発芽



写真-4.5 カラスザンショウ



写真-4.6 切株からの萌芽

植生調査結果から、特に低木層の植被率が高い値となっていることがわかった。これはアカメガシワ、カラスザンショウに代表される先駆性植物が先行して侵入してきた結果と考えられる。

また、施工前のB工区(下部)の主要な樹種であったシイや、イロハモミジといった種の発芽が確認されたが、これは周囲の大径木や残存していた樹木からの飛来種子によるものと考えられる。

これらの結果から、B工区(下部)では、施工後半年経過時点で既に先駆性植物が占めている状況から、通常数年かかるとされる自然林(常緑広葉樹林)に遷移しつつあることが明らかであり、早期の植生回復が確認された。

さらに、追跡調査で確認された外来種が占める割合は13.3%(8種/60種)であり、前述の2007年調査での16%と同程度であった。これは、元の植生が回復しており、事業実施による外来種の侵入が抑えられた結果と考えられる。

## 5. まとめ

### (1) 沖島での取り組み結果

今回の取り組みの結果、施工箇所の植生は、本来沖島に生育している種を中心に驚くほど順調に回復していることが確認できた。このことから、今回の事業の実施により、急傾斜地崩壊対策工事と希少な沖島の自然環境・景観保全との両立を達成することができた。

なお、追跡調査実施日(2021年10月27日)の約2ヶ月前の2021年8月14日には滋賀県の近江八幡観測所において、観測史上1位の225mmの日雨量が観測されている<sup>6)</sup>が、法枠内には浸食跡等は確認されなかった。よって、適切な自然植生回復により植生工の本来の目的である表流水による浸食防止の機能を有していることが裏付けられた。

### (2) 土木工事と植生

ここまで、沖島における急傾斜地崩壊対策工事と植生の両立について述べてきたが、近年、経済活動のグローバル化や地球温暖化の影響等もあり、外来生物が侵入・繁茂し、社会問題になっている。

特に、河川におけるヤナギ類、ハリエンジュ、タケ・ササ類の繁茂は、流下能力を低下させる原因になる場合があり、気候変動により災害が激甚化しているなかで深刻な課題である。

一方、表-5.1のとおり、これらの種は特性が異なることから、特性に応じた対応が重要である。例えば、ヤナギ類を伐採し枝の処理がおそろかになることで、落枝から萌芽し、ヤナギ林の大繁茂を助長してしまった事例も報告されている。ヤナギは落枝から8割程度の高い確率で萌芽するとされており、その特性を把握せずに対応した結果と考えられる。

表-5.1 ヤナギ類、ハリエンジュ、タケ・ササ類の特性<sup>7)</sup>

特性	ヤナギ類	ハリエンジュ	タケ・ササ類
萌芽に関する特性の違い			
落枝からの再生	○	×	×
切株からの再生	○	○	×
地下系・根からの再生	×	○	○
種子に関する特性の違い			
散布数	非常に多い	多い	不明
埋土種子	作らない	作る	不明
発芽スイッチ	吸水	非休眠種子：吸水 休眠種子：傷+吸水	不明

※ タケ・ササ類の種子は数十年に一度しか作られないことから不明な点が多い

筆者を含む土木技術者の多くは、植生回復したい時は単に緑化すればよい、あるいは、防除したい時は単に伐採すればよい、と考えてはいないだろうか。植物は、その種類によって生育する環境に合わない箇所には生えず、逆に生育する環境が揃えば爆発的に繁茂する。

今回の急傾斜地崩壊対策事業の取り組みを通して、植物の特性を知り、特性に合った緑化や防除をおこなうこ

との重要性に気づかされた。今後、緑化や防除をおこなう際には、短絡的な対応をせず、生育している植生を考慮した対応を心がけたい。グリーンインフラが注目され、全国的に導入が進んでいるなか、土木技術者の植物に対する意識の改革が求められている。

### (3) 今後の予定

沖島地区急傾斜地崩壊対策事業は、2021年度に残るA工区の高強度ネット待受け工が完成した。今後は、施工後の植生回復状況について、生物環境アドバイザー制度地区別連絡会をとおして、引き続き経過観察を実施していく予定である。

最後に、沖島について詠まれた歌を紹介し、沖島への誘いとして、来春にはさらに本来の自然の植生に回復した頭山を背景に、沖島港の桜が楽しめるかもしれない。



謝辞：本事業に携われた関係者のみなさまに感謝します。とりわけ、本稿執筆に際し、生物環境アドバイザーの枠を超えてご指導・ご鞭撻いただきました小林圭介先生、大谷一弘先生の両先生に深く感謝します。

### 参考文献

- 1) 小川四良. 1996. 沖島に生きる. 淡海文庫7. サンライズ印刷出版部. 滋賀県彦根市
- 2) 大谷一弘. 2007. 近江八幡市沖島維管束植物目録 ―沖島の森林環境調査より―
- 3) 環境省. 1999. 1/2. 5万現存植生図. 自然環境調査web-GIS
- 4) 斜面樹林化技術協会. 2017. 国内産在来種による自然回復緑化工 斜面樹林化工法 施工事例集(第3版). 斜面樹林化技術協会事務局. 東京都
- 5) 滋賀県土木交通部. 2005. 設計便覧(案)急傾斜地編
- 6) 気象庁. 2021. 観測史上1~10位の値(年間を通じての値). 気象庁ホームページ
- 7) 国土交通省水管理・国土保全局 河川環境課. 2019. 大河川における多自然川づくり ―Q&A形式で理解を深める―. 国土交通省ホームページ
- 8) 岩根順子. 2003. 琵琶湖流域を読む 下 多様な河川世界へのガイドブック. サンライズ印刷出版部. 滋賀県彦根市