

大震災を乗り越えて ～海岸のシンボル「サクラソウ」の保護と塩害花壇の再生活動～

青森県立名久井農業高等学校 TEAM FLORA PHOTONICS

1 動機

平成23年3月11日に発生した東日本大震災は、青森県にも大きな被害を及ぼした。なかでも八戸市には大津波が押し寄せ、海岸沿いの被害は甚大である。八戸市の沿岸12km880haは「種差海岸階上岳県立自然公園」に指定されており、貴重な植物が自生する地域として長年保護されてきた。なかでもサクラソウは自生地が海岸沿いと大変珍しく公園のシンボルとして愛されている。しかしこの自生地も津波に飲み込まれ、今まさに絶滅の危機に瀕している。

さらに大津波は土壌にも甚大な被害を与えている。海水をかぶった土壌では高い塩分のため、浸透圧によって植物の細胞から水が抜け出し枯れてしまう。ま



写真1 津波で崩壊した種差海岸の家



写真2 種差海岸のサクラソウ（短柱花）

たEC(電気伝導度)が0.3~0.6mS/cm以上になると植物によっては塩害が発生するといわれている。被災地の調査によれば約2~4mS/cmとかなり高いことがわかっている。農業指導機関では耕起した水田や畑に真水を入れてECが0.3mS/cm以下になるまで何度も洗い流すよう除塩指導を行っている。しかしこの方法にも問題がある。

海水をかぶった土壌は団粒構造が壊されヘドロのような隙間のない通気性、排水性の悪い構造になるので、水がしみ込みにくくなる。それでも洗浄を繰り返すと除塩はできるが、空気を含んだ隙間のある構造を再生するには時間がかかる。また隙間のない土壌には酸素が少ないため、植物の根が呼吸できず根腐れをおこしてしまう。さらに酸素が必要な好気性細菌が増殖できないため、有機物やヘドロを分解できず栄養も不足する。今後このような問題が各地で発生する可能性がある。

2 研究の目的

- (1) 津波による種差海岸の被害状況を探る
- (2) 貴重なサクラソウを保護して栽培する
- (3) 被災花壇のより効果的な除塩及び土壌改良技術を考案
- (4) 被災地の花壇再生活動に取り組み花の力で人々の心を支える



図1 種差海岸の位置

3 研究方法

＜サクラソウ保護の研究＞

(1) 津波による種差海岸の被害状況を探る

サクラソウの自生地は一時的だが完全に水没した。4月に海岸を調査してみると、津波の引き波で植物がなくなったり塩害で赤茶けて枯死しているところが容易に確認できた。これによると津波は約10mも遡上したと思われる。

また私たちは震災1ヶ月後に現地の土壌調査を行った。採取は海水をかぶった海拔約7mのサクラソウの自生地と、かぶらなかつた海拔約12mの福寿草の自生地とし、土壌に含まれる塩類の量が推測できるEC(電気伝導度)を測定した。

その結果、サクラソウの自生地は、福寿草の自生地に比較してECは4倍も高い数値となった。肥料を播く関係からECが高くなる農場の土と比べても約15倍もの高さである。

(2) 貴重なサクラソウを保護栽培する

ア 保護申請

種差海岸は国の名勝地に指定されている。さらに青森県から県立自然公園の指定も受けている。したがって法的にこの地域の植物を採取することは禁じられている。そこで種子を採りチームで万が一のために保護栽培するという提案をしたところ、5月17日に青森県知事から採種の許可通知が届いた。

イ 自生地調査と人工授粉

人工授粉を行う前に自生地の生育状況について調査した。また津波をかぶったサクラソウと高台にあって塩害を免れたサクラソウとの比較も行った。

調査の結果、自生地のサクラソウはおよそ250株。長柱花と短柱花は2:1の比率で存在し(自然界では1:1)、やや長柱花に偏っていることがわかった。またそこに育つサクラソウは塩害を受けなかった別のサクラソウと比較すると草丈で40%も小型で、葉も小ぶりで

表1 種差海岸のサクラソウと福寿草の自生地のEC(電気伝導度)

調査：4月18日	サクラソウ自生地	福寿草自生地	本校の農地	本校の校地
単位：mS/cm	4.4	1.1	0.3	0.1



写真3 海岸沿いのサクラソウ自生地



写真4 津波による海面上昇の跡(草が生えない)

表2 種差海岸のサクラソウの個体数

調査：5月19日	自生地全体(株)	長柱花(株)	短柱花(株)
個体数	236	155	81

表3 種差海岸のサクラソウの生育調査

調査：5月19日	草丈(cm)	葉幅(cm)	葉身長(cm)	SPAD (葉緑素含有量)
普通のサクラソウ	26.6	6.1	7.6	40.5
塩害のサクラソウ	15.7	3.6	5.6	28.6



写真5 種差海岸での人工授粉活動



写真6 種差海岸での結実状況調査

あることがわかった。さらに葉緑素含有量が少なく葉色がやや黄色であることもわかった。これは塩害によって肥料分を吸収できないためではないかと推測される。そこでピンセットで雄しべをとり、雌しべにつける人工授粉を行った。

<被災地の花壇再生研究>

(1) 塩害土壌の再現

除塩実験を行うため塩害土壌を再現する必要がある。そこで直径11cm、長さ90cmの煙突を地上部30cm地下部60cmになるよう埋め、中に地面と同じ高さまで土を入れる。次に濃度3%の塩水を煙突に800ml入れしみ込ませる。7日後に測定するとEC4.0となり被災地土壌を再現できることがわかった。

ア 測定項目

煙突を掘り地下10cm、30cm、50cmの3ヶ所から各3サンプル採取して測定し平均値を出す。これを2回繰り返した。

・EC(mS/cm)

土壌の肥料分(塩類)が増えると電気が流れやすくなる。この性質を利用して土壌の塩分の多少を測定できる。被災地の水田再開の目安は0.3mS/cmである。
イ マイクロバブル

マイクロバブルとは直径0.05mm前後の微細気泡。本実験に用いたのは、水と空気を毎秒約400~600回転で旋回させ気泡を発生させる装置(オーラテック社)である。

ウ 実験方法

①除塩実験1

塩害土壌を地表から10cm耕す。その後、蒸留水1,000mlをかん水する区とマイクロバブル1,000mlをかん水する2区を設けECを比較する。(かん水量は除塩指導に基づく)

②土壌酸素濃度

耕さない塩害土壌に蒸留水1,000ml及びマイクロバブル1,000mlをかん水して24時間後に酸素濃度を比較する。土の酸素濃度は深いほど低くなる。また地

表4 再現した塩害土壌

EC	地下 10cm	地下 30cm	地下 50cm
単位 : m S / c m	4.0	3.6	3.5

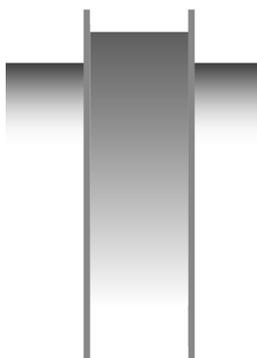


図2 煙突の試験区

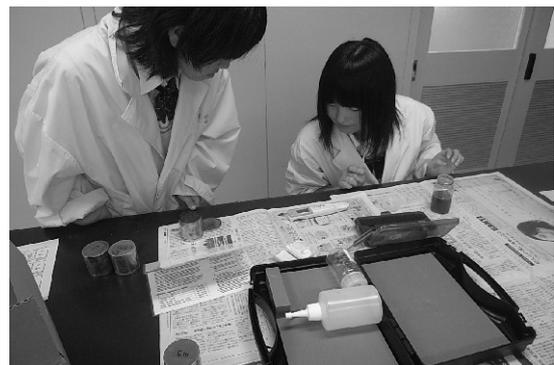


写真7 塩害土壌分析



写真8 マイクロバブル



写真9 マイクロバブルの発生装置

震による塩害土壌は、酸素濃度が低下するといわれている。

③透水性実験

プラスチック鉢に培養土を340g入れた後、濃度3%の塩水400mlをかん水して、塩害土壌を作る。最初に蒸留水400ml及びマイクロバブルを400mlかん水してそれぞれのしみ込む時間を測定する。次に400mlの水及びマイクロバブル水をかん水してしみ込む時間を測定する。これを4回行い平均値を出す。

④土壌細菌数

通気性が改善されれば土壌の好気性細菌は増える



写真10 土壌の採取

はずである。そこで10%の高濃度の塩水1,000mlをしみ込ませた土壌を除塩し、48時間後に地下30cmのサンプルを採取し、一般細菌試験紙で24時間培養して細菌数を測定する。

4 研究の結果と考察

<サクラソウ保護の研究>

人工授粉後、何度も自生地に足を運び、結実状況を調査した。すると人工授粉を行った花は確実に結実していることがわかった。そして7月1日、採種を行った。

採取後、種子数と種子の入っているさやの大きさを



写真12 結実したサクラソウ



写真11 酸素濃度測定

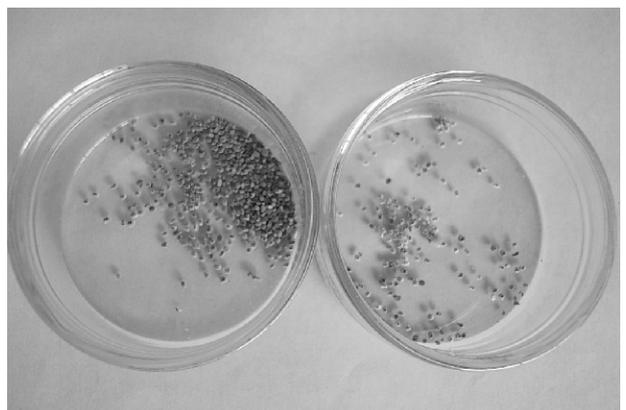


写真13 さや10個の種子数 (左:人工 右:自然)

表5 サクラソウの種子数

調査：7月7日	さやの直径 (mm)	ひとさやの種子数 (個)
自然受粉	4.5	20.5
人工授粉	5.3	41.6

測定した。その結果、人工授粉したものはさやの直径で約18%、種子数では2倍となった。これにより人工授粉することで確実に種子を得られることがわかった。現在は発芽に成功し、平成24年5月に開花した。

<被災地の花壇再生研究>

(1) 除塩実験

塩害土壌は地下10~50cmまでECが高い。これは地下深くまで塩水がしみ込んでいることを意味している。

水とマイクロバブルでは地下10cmのECは大差ないが30~50cmではマイクロバブルの方が低い。特にマイクロバブルでは1回の除塩で被災地の水田再開基準となるEC0.3まで改善している。このようにマイクロバブルが水より効率的に除塩していることがわかった。

(2) 土壌酸素濃度

塩害土壌は予想通り酸素濃度が低かった。また水よ

りもマイクロバブルで除塩した方が酸素濃度は20.9%と高くなった。大気の酸素濃度が20.9%であることから土壌に空気が十分に含まれていると考えられる。この状態であれば好気性細菌の繁殖も進み、早期土壌再生も可能と思われる。

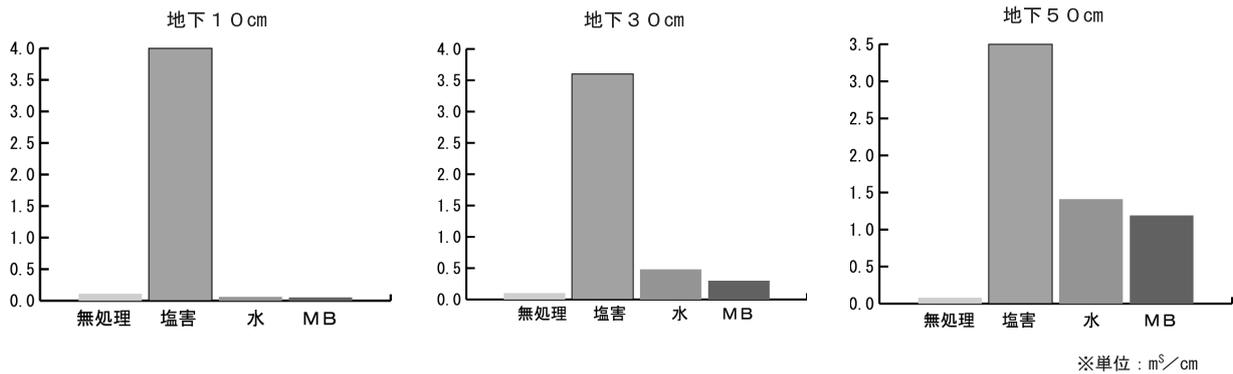
(3) 浸透性実験

塩害土壌に水とマイクロバブルを2回かん水し、そのしみ込む早さを測定したところ1、2回目ともマイクロバブルの方が早かった。一般的に土壌は一度水を含むとなかなか吸水しなくなる。マイクロバブルが早かったのは、微細な気泡により土壌の中にたくさんの隙間ができ、浸透性が高まっているからだと考えられる。

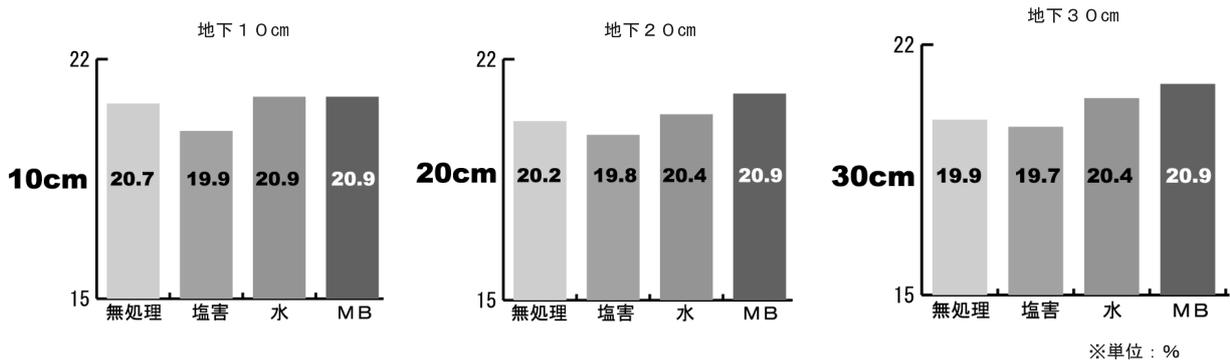
(4) 土壌細菌数

細菌数は予想通りマイクロバブルで除塩した区の方が4倍以上多かった。これはマイクロバブルが土壌酸素濃度を高めたことを意味している。

グラフ1 EC



グラフ2 土壌酸素濃度



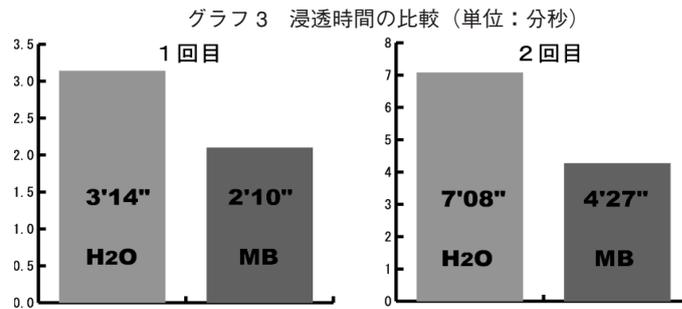


表6 土壌0.1gの細菌数比較 (単位:個)

	塩害土壌	水	マイクロバブル
コロニー数	10	40	170

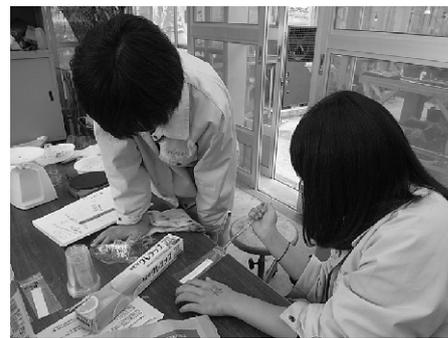
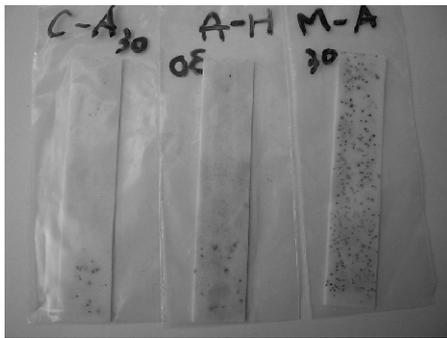


写真14 細菌数調査 (右:マイクロバブル 中:水 左:塩害)

(5) 花壇再生の取り組み

以上の実験によりマイクロバブルが土壌の通気性、排水性を高め効率的に除塩でき、さらに酸素を増やすなど土壌改良もできることがわかった。そこで実際に被災地で活動を行った。

ア 八戸市浜市川保育園(面処理)

河川を遡った津波により床上浸水した保育園で、次のように花壇再生実験を行った。

- ① 花壇全体を地下15cm掘り起こし水がしみ込みやすくする。
- ② マイクロバブルを発生させ水深2cm程度になるま

で花壇全面に水を入れる。

- ③ 水がしみ込んだら花を植え生育の変化を見る。

イ 岩手県山田町の海岸沿いの花壇(点処理)

津波により町全体が水没し大きな被害を受けた場所である。地元の高校生や住民と連携して海岸沿いの花壇再生実験を行った。

- ① 土壌を農業機械で約20cm耕す。
- ② 花壇に40cm間隔で直径15cm、深さ30cmの穴を開け、その穴一杯にマイクロバブルを流し込む。
- ③ 水がしみ込んだら穴と穴の間に花を植え生育の変化を見る。



写真15 塩害花壇の土



写真16 面処理



写真17 岩手県山田町



写真18 塩害花壇の耕起

現場実験の結果、いずれの花壇でも草花が順調に生育したことがわかった。ただし山田町で行った点処理では場所によっては葉先が褐変するなどの塩害が一部見られた。原因は点処理では除塩しない場所が残るためと考えられる。この現地実験により花壇全体を耕起し、マイクロバブルで除塩する面処理の方が効果的であることがわかった。

5 まとめ

東日本大震災により県民が愛してやまない種差海岸のサクラソウが海の底に沈んだ。私たちは今救わなければならないという思いに突き動かされて、4月から夢中で今まで活動してきた。活動を通してさまざまな人のサクラソウへの想いを知ることができ大変有意義であった。現在、地域の子ども達にサクラソウを題材に環境教室を開催するなど、環境保護意識の向上に努めている。さらにサクラソウの里親制度など市民参加型保護活動も関係機関に提案している。

また塩害土壌を再生するには、空気を含んだマイクロバブルで除塩するのが効果的だということがわかつ

た。日本は台風のために高波による塩害が発生している。さらに世界では乾燥地などで塩類害が発生している。私たちが考案したマイクロバブルによる土壌再生はこのような地域でも広く使える技術であると考えられる。今後は空気の代わりに酸素を送る方法やより効率的に注水する方法等を研究して、今度は世界中の人に震災支援の恩返しをしたい。

6 参考文献及び資料

- (1)NHK趣味の園芸 サクラソウ
(NHK出版:矢澤秀成 著)
- (2)NHK趣味の園芸 プリムラ
(NHK出版:鈴鹿冬三 著)
- (3)色分け花図鑑 桜草
(学習研究社:鳥居恒夫、さくらそう会 著)
- (4)マイクロバブルの世界
(森北出版:上山智嗣、宮本誠 著)
- (5)農地の除塩マニュアル
(農林水産省)

青森県立久井農業高等学校 TEAM FLORA PHOTONICS