きしわだ自然資料館研究報告 *Bull. Nat. Hist. Mus. Kishiwada*, No. 7, 43-48, 2022

コマツヨイグサは海流散布が可能か

岡本　素治 [1)]

Is it possible for *Oenothera laciniata* to be dispersed by sea current?

Motoharu OKAMOTO [1)]

Abstract: *Oenothera laciniata*, an invasive plant from North America, is widely distributed in Japan in various open habitats particularly in coastal sand dunes. Because their seeds sink immediately in seawater, dispersal by sea current has not been taken into account for their arrival to the coast concerned. However, the capsule gradually open in each rainfall and some seeds usually remain in the capsule even when the plants have withered. It may be possible for *O. laciniata* to be dispersed by sea current through the withered plant body containing the seeds. To test the possibility of drift-seed-dispersal along with the withered plant body, two experiments were conducted; i.e. germination test of the seeds contacted to seawater for one month and floating time test of the withered plant body containing the capsules. 60-70 % seeds germinated in ten weeks. Results of the floating test were ambiguous. Plants with many undamaged capsules sank in about two days for their heavier fruit walls. Plants with capsules of their fruit walls partly broken away can float for more than a few weeks. Chance dispersal by sea current may be possible for *O. laciniata*.

Key words: *Oenothra laciniata*, dispersal by rain-wash, drift dispersal, seed dispersal along with plant body

キーワード：コマツヨイグサ，海流散布，雨水散布，植物体とともに漂着

はじめに

コマツヨイグサ（*Oenothera laciniata* Hill）は北米原産の帰化植物で，本州以南の路傍や荒地，畑地などに広く分布するほか，とくに海岸の砂地に多いのが特徴的で（長田，1972；大場，2003；中西，2018），そこでは在来の海浜植生に及ぼす影響が危惧されるほどになっている（環境省，2016）．関東以南の砂浜海岸では，常在すると言ってよいほど海浜植生に結びついた植物ではあるが，一方で内陸環境にも広範に分布しており，種子は水にも海水にも浮遊する能力を有さないために，海流や沿岸流で分布を拡げている可能性はこれまであまり考慮されてこなかった．しかしながら，人為による移入の可能性が低い無人島海浜での生育例や（山﨑ほか，2019），地域フロラへの最初の侵入が海岸である例など（鈴木，2015），海流散布を強く示唆する事例は少なからず見受けられる．

コマツヨイグサの海流散布の可能性を検討するために果実形態を観察したところ，一部の種子が植物体と共に運ばれうることが分かった．そこで，コマツヨイグサの種子が植物体とともに海流で運ばれる可能性を調べるために，海水に沈めた種子の発芽実験と種子を持った植物体の浮遊実験を行った．

材料と方法

発芽実験：2016 年 1 月に，兵庫県西宮市高須町の路傍で，裂開中の果実をつけたコマツヨイグサを採集し，おもりを付けて西宮市鳴尾浜海岸の海中に約 1 ヶ月放置した．採取地は海岸近くではあるが市

Contributions from the Natural History Museum, Kishiwada City, No. 49 (Received October 20, 2021)
1) きしわだ自然資料館 〒 596-0072 大阪府岸和田市堺町 6-5
Natural History Museum, Kishiwada City 6-5 Sakaimachi, Kishiwada, Osaka, 596-0072 Japan

街化区域で海浜環境ではない．

2 月 20 日に海中から引き上げ，種子を選別採取した．表面に懸濁物が付着しているもの（海水に直接に接していた種子），懸濁物が付着していないもの（果壁と露出種子に囲まれて海水に直接には触れていない種子），それぞれ 70 個を採取して発芽実験に供した．

2 月 21 日，バーミキュライトを詰めた小ポットに 1 粒ずつ蒔き，底水で吸水させて屋外に設置，以後 1 週間ごとに発芽苗をチェックした．

浮遊実験：鳴尾浜沿岸で汲んできた海水を入れた水槽に植物体を浮かべて何日間浮遊するかを調べた．

実験結果と補助的観察

果実形態と種子散布に関連した動き

果実は細長い円柱形の蒴果で，4 室からなり，各室に多数の種子がある．胚珠時には各室に 2 列に並んでいるが，種子段階では互いに押し合って不規則な配列になる．果実が熟して果皮が乾燥した状態で雨が降ると，各室の背面に割れ目ができて果壁の上部が反り返り（胞背裂開），種子を放出する（図 2）．雨が上がり果皮が乾燥してくると，反り返っていた果壁は再度閉じて次の降雨を待つ．裂開は上から下まで一時に起こるのではなく，一雨ごとに徐々に進んでいく．そして植物体がほとんど枯れた時点に至っても，果実の基部には未裂開の部分があり，少数の種子が残っていることが多い（図 3, 5）．

発芽実験

播種日から 1 週ごとの累積発芽苗数を図 1 に示した．播種後 5 週目（3 月 20 日ごろ）から発芽が始まり，7 週目（4 月 7 日）までに 50 %程度が発芽した．その後は，新規発芽数はしだいに少なくなり，10 週目以降は新規発芽は見られなかった．懸濁物が付着した種子と付着していなかった種子の発芽率には有意な差はなかった．

12 週目（5 月 12 日）で実験を打ち切った．未発芽種子の生死は確認していない．シャーレに湿らせた濾紙を敷いて，無処理種子を播種した予備実験でも 1 ヶ月後の発芽率は 50 %程度で，多数の外形的には健全な種子が残ったので，本実験の未発芽種子の中に休眠状態の生きた種子が残っている可能性もある．なお，播種した種子は事前に浮遊チェックをしなかったので，シイナ種子が混じっていた可能性もある．

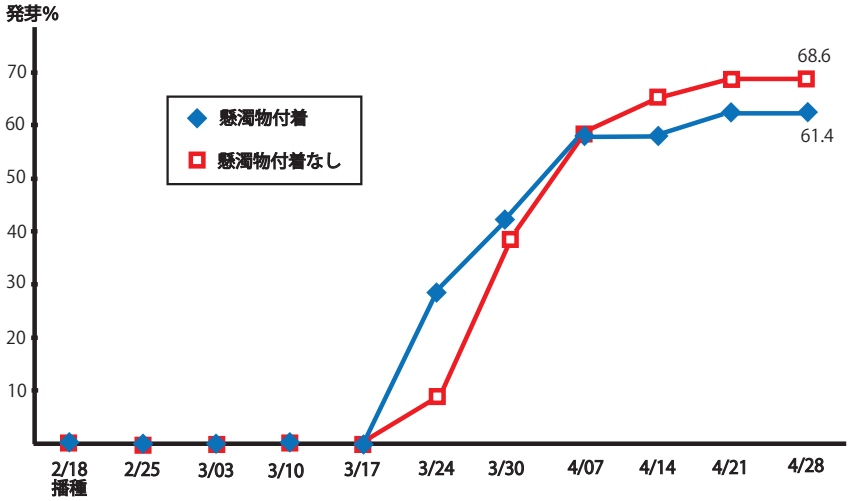

図 1. 海水中に約 1 ヶ月沈めておいた種子の発芽率．

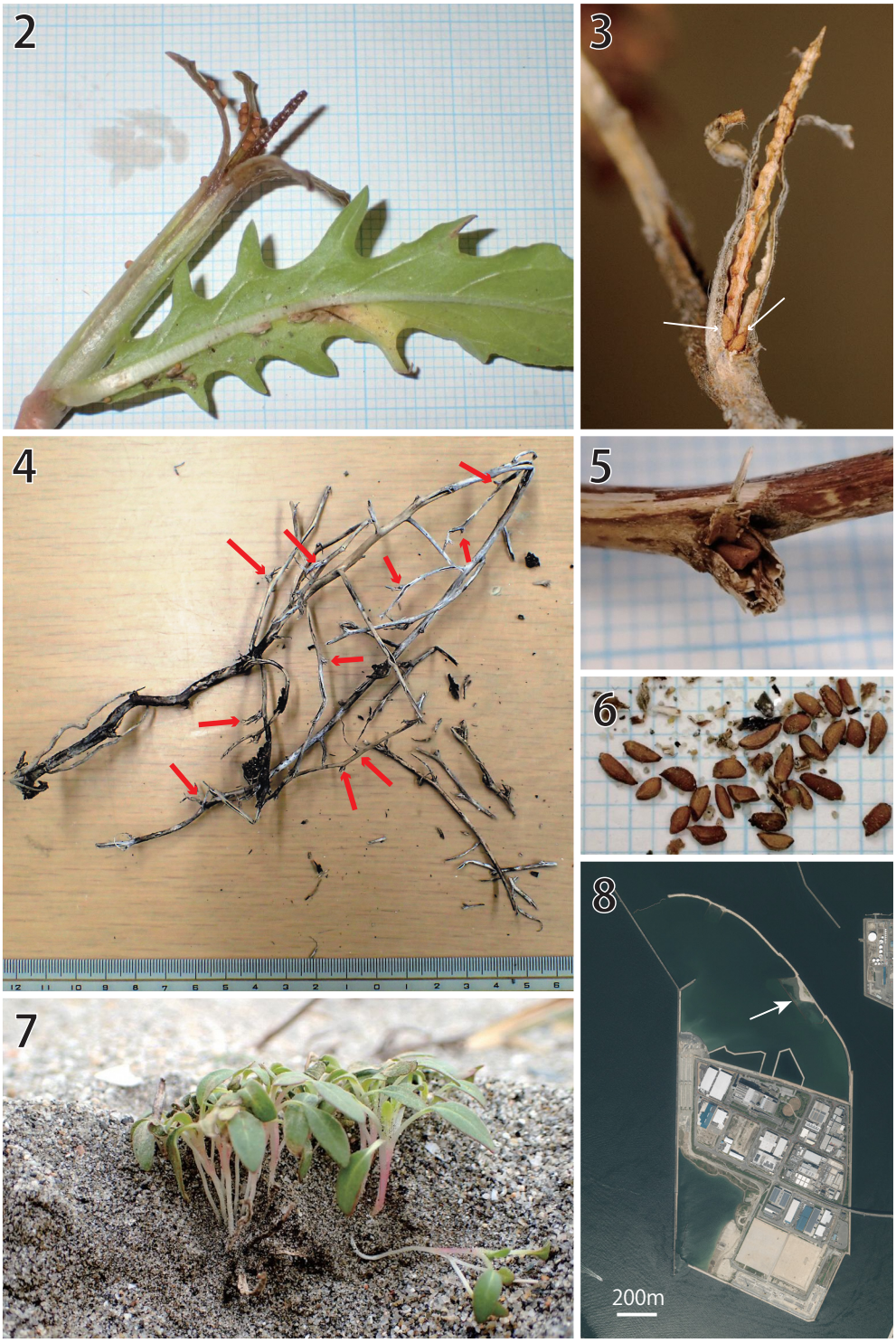

図 2-8. 2，果実の裂開．乾燥すると子房室の背面に割れ目ができ，水に濡れると開く．濡れた種子は弱い粘着性をもつ．裂開は一雨ごとに徐々に進む．3，基部まで裂開が進んだ果実．果壁片の 1 枚を取り除き，種子（矢印）が残っていることを示す．4，海岸に漂着した植物体．矢印は果実の位置を示す．5，果壁が破損し基部のみが残った果実．中に種子が残存している．6, 図 4 の漂着体から取りだした種子．7，砂に埋まった果実からの集団発芽．8，岸和田市沖合の人工干潟の位置（矢印）（公益財団法人大阪府都市整備推進センター撮影）．

浮遊実験

裂開した果実をつけて枯れたコマツヨイグサの植物体は，当初は海水の水面上に浮かんでいたが，徐々に吸水が進むにつれ，2 日程度ですべて沈んだ．根付きの状態でも，断片でも，図 3 のように果壁が破損せずに残っている果実を多数つけた植物体はすべて沈んだ．

果実を取り除いた植物体は楽に 1 週間以上の浮遊に耐える．裂開した果実（種子はほとんど残っていない）の何らかの構造が早い沈降の原因となっていることが推測されたので，反り返った果壁を剥ぎとって海水に漬けたところ吸水するとすぐに沈んだ．

湿状態で開き乾燥状態で閉じるという開閉運動を司る果壁の構造が，コマツヨイグサ植物体の長期間浮遊を阻んでいることが示唆された．そこで，枯れた植物体から，基部 5 mm 程度を残してすべての果実を切り取り，海水に浮遊させてみた．この長さは，内部に種子 10 個余りを残している状態である．結果は，楽に 1 週間以上の浮遊に耐えた．

海岸漂着コマツヨイグサと海浜での果実内発芽の事例

海岸漂着物の中にコマツヨイグサ植物体が見られることは非常に稀である．観察できた一例では，全長約 40 cm の漂着植物体に残存していた果実中に 25 個の種子を確認することができた（図 4–6）．地上での欠損か，漂流中での欠損かは不明であるが，ほとんどの果実が基部の一部を残すだけになっていた．このような形態であれば，前記した浮遊実験の結果から，数週間にわたる長期の浮遊が可能である．ただし，当該海岸にもコマツヨイグサが生育しており，この漂着体が他地からのものか，当該海岸からのものかは不明である．

砂浜にコマツヨイグサの実生が密生した状態で見られることがある．これは，種子が残存している果実が砂に埋まり，果実内で吸水して発芽したものであることが多い（図 7）．ただしこの場合も，漂着した植物体から発芽したケースもあれば，元々の生育地が砂をかぶり，果実内に残存していた種子から発芽したケースもある．

考　察

果実の裂開と種子散布様式

コマツヨイグサの果実は，湿状態で果壁が開き，種子を裸出する．種子は雨水とともに流されるほかに，水に濡れた種子表面は少量の粘液に包まれており，付着散布の可能性も持っている（図 2）．雨が上がり乾くと果壁は閉じる．日本に帰化しているマツヨイグサ属植物の多くが風散布であるので，コマツヨイグサも同列に扱われていることが多いが（岡ほか，2009 など），風による散布の可能性はごく低い．ちなみに，日本に帰化しているマツヨイグサ属のうち，マツヨイグサ（*Oenothera stricta* Ledeb. ex Link）やユウゲショウ（*O. rosea* Ait.）が同様に雨水による種子散布を行う．

果実の裂開は一時に起こるのではなく，一雨ごとに徐々に進む．裂開が最下部まで進む前に枯れていることも多く，また果壁が基部まで裂開してもその中には種子が残っているということが多い（図 3）．すべての種子を放出して枯れているという株は皆無といってよいであろう．

海水に接した種子の発芽能力

海中に 1 ヶ月沈めておいた種子は，播種後約 2 ヶ月で 60 ～ 70 %発芽した．この実験ではコントロールは置かなかったが，予備実験では無処理種子の 3 ヶ月程度内での発芽率も同程度である．澤田・津田（2005）は日本の暖温帯の海浜に生育する 14 種の植物の種子について，海水接触後の発芽能力の有無を調べ，コマツヨイグサについては 1 日，15 日，60 日間の食塩水接触後，播種後 40 日で 70 ～

80 %の発芽を確認，無処理種子と差が見られなかったことで，発芽能力低下は見られないとしている．海水に接触することによる発芽能力の低下は，コマツヨイグサ種子には見られないと結論して良いであろう．

海水浮遊能力

コマツヨイグサの種子は淡水にも海水にも浮遊できない．小型種子なので，水につけた直後は表面張力で浮いているが，少し震動を与えると沈んでしまう．そのために多くの研究で，海流散布の可能性はないであろうとして詳しく検討されずにきた（澤田・津田，2005；岡ほか，2009 など）．

本研究では，コマツヨイグサの種子の一部が散布されることなく果実内に残り，植物体とともに運ばれる可能性があることを示した．種子を残した植物体が長期の浮遊に耐えれば海流散布が可能であることになるが，実験結果は両義的であった．すなわち，図 3 のように果壁が完全な形で残っている植物体は，2 日程度で沈んでしまうが，果壁が破損し基部のみが残った状態（図 4，5）であれば長期の浮遊が可能である．浮遊期間の長短は，比重の重い果壁部と軽い茎部分の比率による．ただし，沈んだ状態でもトータルの比重は海水とほぼ同じくらいと考えられ，台風などの激しい乱流の中であれば，長距離運搬されることもあり得るであろう．

海岸漂着物の中にコマツヨイグサの植物体が見られることは稀である．その理由としては，(1) 果壁が残っている状態では長期の浮遊に耐えないこと，(2) 果壁の大部分が破損し，果実の基部のみが残って枯れた植物体上に付いているという状態は，自然状態ではあまり見られないこと，(3) 枯れた状態でも支持根や茎はかなり丈夫で，水や風で容易に植物体が運ばれるようにはなっていないこと，などが上げられるであろう．(3) は特に重要で，いわゆるタンブル・ウィードのように果実を付けた植物体が風で転がって種子が運ばれる，あるいは，オカヒジキのように枯れた植物体は非常にもろくなり，容易に折れて，種子を内蔵した状態で海流散布される，というような生態はコマツヨイグサには見られない．ただ，海岸の砂浜は，植物体全体が根ごと波にさらわれる機会がしばしば訪れる環境であるということは注目すべきであろう．

漂着地での生態

以上のように，コマツヨイグサには海流散布を促進するような積極的形質は種子の海水耐性の他には見られないが，海流散布が不可能であると言うことはできない．特に，沿岸砂浜から沿岸砂浜への散布は比較的起こりやすいと考えることもできそうである．そして，稀な機会であっても，ひとたび漂着すれば，以下のようなたくましい生活力を発揮する．

まず，コマツヨイグサはアーバスキュラー菌根を有しており，内生菌痕菌との共生で砂浜の乏しい養分や水分を効率的に利用できる．ただし，菌痕菌の存在が必須ではないことも実験で確かめられている（Funatsu *et al.*, 2005）．繁殖生態面では，発芽後，数ヶ月で開花し結実を始める．開花前の自動同花受粉で種子をつくることができるため，繁殖相手や花粉媒介者の少ない環境であっても種子生産が可能で，しかも Permanent Translocation Heterozygotes という，自家受精した場合でもホモ接合を回避し，ヘテロ接合体を維持したままクローンを形成することができるという仕組みを持っている（坂本・廣田，2015）．そして何よりも，匍匐性の強いコマツヨイグサの生育型は，高茎植物の少ない海岸植生に合っていると言えるであろう．

このような生育・繁殖特性で，コマツヨイグサは植生に乏しい海浜環境で旺盛に繁茂しているが，海浜環境に適応した植物とは言えない側面もある．潮風による被害はあまり見られないが，高潮等で海水につかると，同所的に生えているハマヒルガオ等が生きているにもかかわらず，コマツヨイグサ

は枯れてしまう．ただし，植物体は枯れても，果実内の種子は生きているので，種子を含んだ植物体を沿岸流に委ねるという側面ではチャンスを増大させているとも考えられる．

孤立海岸での生育

鈴木（2015）は，東日本大震災の津波被害を受けた植物標本のレスキュー作業の記録の中で，2002年8月24日に陸前高田市高田の松原で採集されたコマツヨイグサが岩手県初記録となったとしている．岩手県初記録地が海岸であったということは，内陸部から進出してきたとは考えにくい事例と言えるであろう．

山﨑ほか（2019）は沖縄本島の北にある伊平屋伊是名諸島の総合調査で，諸島内の3つの無人島すべてでコマツヨイグサの生育を確認している．無人島の海岸でのコマツヨイグサの生育は，漂着種子からの発芽を考えるのが最も合理的と思われる．報告書こそ出されていないものの，無人島の海岸におけるコマツヨイグサの生育は，もっと頻繁に見られるもののように思われる．

きしわだ自然資料館では，岸和田市沖合にある阪南2区埋立地内に造成された人工干潟で2009年から継続して生物相調査を行ってきた．この人工干潟は，2004年に，満潮時には水没する石積み囲いの中に海砂を敷きつめて，その後の環境変化を継続観察するために放置されたものである．植生の存在する陸地とは，400 m余りの細い石積みの堤防で結ばれている（図8）．2009年調査時には，ツルナ，オカヒジキ，ハマボウフウ，ハマヒルガオなどの海流散布型海浜植物とともにコマツヨイグサも生育していた（楠瀬・村上，2016）．当該陸地の孤立性を考慮すると，風による散布がほとんど考えられないコマツヨイグサの到来は海からの漂着によるとしか考えられないのではないだろうか．

以上のような考察から，海岸のコマツヨイグサは，ひとつの生育海岸から他の海岸へと，稀な漂着機会を旺盛な繁殖力で確実に活かして，沿岸から沿岸へと分布を拡げているのではないかと考えた．少なくとも，「種子が海水に浮かばないので海流散布は考えられない，広範に生育している内陸からの侵入であろう」と安易に海流散布の可能性を排除することは，重点対策外来種にもリストアップされているコマツヨイグサの生態研究に一つの限界を設けることになり，さらなる発展を阻むものとなる可能性もある．

引用文献

Funatsu, Y., Nakatsubo, T., Yamaguchi, O. and Horikoshi, T., 2005. Effects of Arbuscular Mycorrhizae on the establishment of the alien plant *Oenothera laciniata* (Onagraceae) on a Japanese coastal sand dune. *Journal of Coastal Research*, 21(5): 1054–1061.

環境省 , 2016. 我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト－重点対策外来種 . https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/list/list.pdf（2021年6月30日閲覧）

楠瀬雄三・村上健太郎 , 2016. 阪南2区の人工海浜における植物相の変遷 . きしわだ自然資料館研究報告 , 4: 25–30.

中西弘樹 , 2018. 日本の海岸植物図鑑 . 272 pp. トンボ出版 , 大阪 .

大場秀章 , 2003. アカバナ科 . 清水建美（編）. 日本の帰化植物 . pp. 143–149. 平凡社 , 東京 .

岡　浩平・大熊麻実子・吉﨑真司 , 2009. 湘南海岸東町地区への海流散布による種子の供給源の推定 . 景観生態学 , 13(1, 2): 45–54.

長田武正 , 1972. 日本帰化植物図鑑 . 93 pp. 北隆館 , 東京 .

坂本亮太・廣田　竣 , 2015. 帰化植物コマツヨイグサの日本国内における繁殖形態の検証 . *Bunrui*, 15(2): 137–145.

澤田佳宏・津田　智 , 2005. 日本の暖温帯に生育する海浜植物14種の海流散布の可能性 . 植生学会誌 , 22(1): 53–61.

鈴木まほろ , 2015. 高田松原で採集された植物標本 . 津波により被災した文化財の保存修復技術の構築と専門機関の連携に関するプロジェクト実行委員会（編）. 安定化処理～大津波被災文化財保存修復技術連携プロジェクト～ . p. 239.

山﨑仁也・横田昌嗣・阿部篤志 , 2019. 伊是名島・屋那覇島・野甫島・具志川島の植物相（FLORA）. 沖縄県立博物館・美術館（編）. 伊是名島・伊平屋島総合調査報告書 : 37–58.