

阪南 2 区埋立地内の近距離隔離された人工海浜における 植物相の変遷 (2009 ~ 2023 年)

岡本 素治¹⁾・楠瀬 雄三²⁾・村上 健太郎³⁾

Floral change in 2009–2023 at a short-range isolated, artificial beach
in Hannan Second Reclaimed Land, Osaka, Japan

Motoharu OKAMOTO¹⁾, Yuzo KUSUNOSE²⁾, Kentaro MURAKAMI³⁾

Abstract: The changes in coastal flora from 2009 to 2023 in an artificial beach, built in 2004, is recorded in Kishiwada City, Osaka Prefecture, Japan. The beach is situated at 300–500 m offshore from the near lands, and connected by a narrow embankment built with rocks and hardly covered with vegetation. In 2004, *Phragmites australis* was experimentally planted. Since then the beach was left for free succession except the refilling of marine sand in 2017 around the land area which had been severely eroded by wave. The plants recorded in each year are shown in a table along with the dispersal agents for their arrival. Among the 106 species, including those only the juveniles were found and washed away before seeding (shown by triangle since 2017), about 60% were speculated to have arrived by sea current and about 40% by wind. The drastic change of species number during 2017–2019 was brought about by two typhoons; sprouts of diaspores of many species, drifted to the refilled sandy beach by a typhoon in 2017, were swept away by a typhoon in 2018.

Key words: coastal plants, coastal flora, isolated beach, seed dispersal, dispersal agent

キーワード: 海浜植物, 海浜植物相, 孤立海岸, 種子散布, 移入方法

はじめに

岸和田市沖合の造成中の埋立地（阪南 2 区）の先端部において、生物多様性の保全と市民のための親水環境の創設を目的として、干潟と砂浜からなる人工海浜の成立を目指した事業が進行している。予備実験を経て、2004 年に基盤工事が完成し、その後は基本的に自然の力に委ねられた。きしわだ自然資料館では、2004 年からのモニタリング調査に隨時参加してきたが、平成 21（2009）年度からは、きしわだ自然友の会とともに調査主体となって干潟と海浜の生物相のモニタリング調査を継続してきた。本報告は、2009 年から 2023 年にかけての維管束植物相の変遷リストを提示するとともに、近隣陸地から数百メートル程度の近距離隔離された島環境に、いかにして植物が侵入・定着するかという見地を中心にして考察を加えるものである。なお植物相リストは、本稿著者らだけでなく、謝辞に述べる多くの方々による継続観察の結果であるが、著者らの責任で細部の調整を行ったことをお断りしておく。

Contributions from the Natural History Museum, Kishiwada City, No. 59 (Received January 20, 2024)

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

2) エコシステムリサーチ 〒 782-0038 高知県香美市土佐山田町秦山町 3-1-52-B202

Ecosystem Research, 3-1-52-B202 Jinzancho Tosayamadacho, Kami, Kochi, 782-0038 Japan

3) 北海道教育大学函館校 〒 040-8567 北海道函館市八幡町 1-2

Hokkaido University of Education Hakodate Campus, 1-2 Hachimancho, Hakodate, Hokkaido, 040-8567 Japan

調査地と方法

本調査地は、岸和田市の西方海上に位置し、古い埋立地で工業団地になっている臨海町から約300m海で隔てられ、新しい埋立地の阪南2区（岸之浦町）とは約500m離れているが、高さ約3m、幅約5mの石積み工法の堤防で結ばれている（図1A, B）。堤防上には、ところどころに砂や土のたまつた場所があり数種の植物が見られるが（図1D, E）、全体としてはほとんど無植生と言つてよい。

2004年2月初期工事完成：堤防に付設した潜堤内を礫と海底浚渫土で埋め、北半分については、その上を海砂で覆砂するという人工干潟造成工事が完成した。本報告の調査範囲は、覆砂に用いられた砂で形成された陸地とそれに接する堤防上（以下では「既設護岸」と呼称する）に限定している。そこ至るまでの堤防については、以下では「渡り堤防」と呼称する。

2004年ヨシ移植実験：2004年5月からヨシ移植実験が行われ、2006年3月まで継続観察が行われた。観測終了時点でもヨシは生残しており、定着が期待される状態であった（林ほか、2006）。本調査地のヨシの大部分は、この実験の生残植物である可能性が高い。

2017年2月再覆砂：本調査地を囲む潜堤は、満潮時には水面下に沈むため、陸地は開口部から押し寄せる北西からの波浪の影響を強く受ける。北端から次第に侵食され、ヨシ群落の地下茎が海水に洗われて露出し、大規模な枯死や流失が見られるようになった。陸地面積の減少が植物相の貧弱化をもたらしていると思われる事態に至り（楠瀬・村上、2016）、2017年2月に再覆砂が行われた。砂は博多湾の海底から採取されたもので、船で運ばれ、一度も陸揚げすることなく直接投入された後、重機を船で持ち込んで整地が行われた。

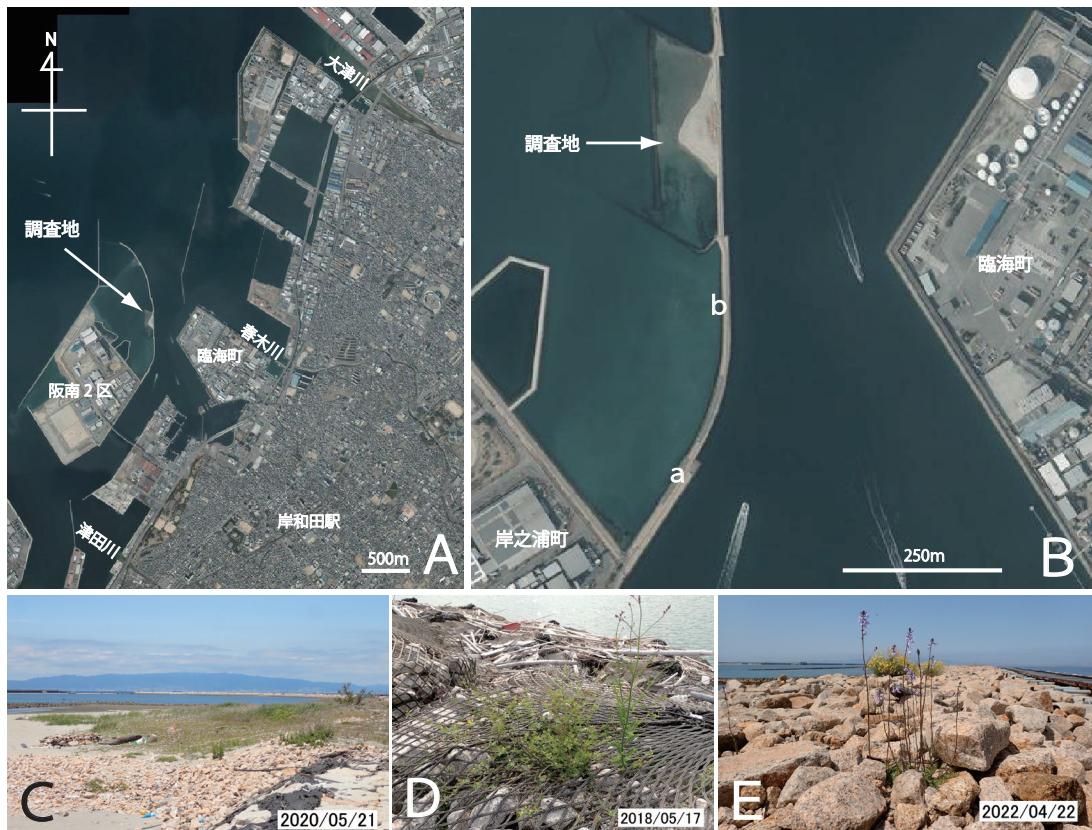


図1. 調査地の概要。A, B:調査地の位置を示す航空写真（国土地理院公開サービスより作製）。C:調査地の一部。D, E:渡り堤防上の植物生育地の一例。図1Bのa地点にはヒメクマツヅラ、マツバゼリ、コメッツブウマゴヤシ、ベニバナルリハコベが生育、b地点にはマツバウンランが生育。背後にはナルトサワギクが見える。

開口部の形態：本調査地は北方向以外、堤防に囲まれている上、北方向の堤防間も狭く、さらにオイルフェンス状のブイで仕切られている。これは埋め立て土砂の混じた海水の流出を防ぐ汚濁防止膜を吊すための設備で、通常は海上にあるが、台風等による高波浪が予想される時には、設備の破損を防ぐために水面下に沈められる。このような堤防の形態とフェンス状のブイにより、本調査地の海浜には通常は漂着物が限定されているが、台風等の高波浪時にはブイが沈んでいるため、より漂着しやすい状況になる。

土壤：基本的に海砂からなり、粘土質をほとんど含まないため、保水性が極めて低いのが特徴であるが、漂着物等の堆積や植物の繁茂により肥沃化しつつある場所もある。

調査方法：陸地を踏査し、目視観察により生育種を記録した。調査は、原則として毎月 1 回行った。個体数が限られる種類が多いので、採集は極力控え、現地での同定を基本とした。

結果と考察

2009 年から 2023 年の年ごとの確認種を表 1 に示す。表 1 には各種の「移入方法」の欄を設けた。これは、その種の一般的に知られている散布様式ではなく、当地へのどのような手段で移入したかに重点を置いたものである。特別な散布手段を持たず、一般的には「重力散布」とされている種についても、海を隔てた当地への移入方法をできる限り推定するよう努めた。特にその種の当地における初期生育地に注目した。たとえば、波打ち際近くの砂浜の芽生えは海流散布の可能性が高い、あるいは、この間に既設護岸が冠水したのは 2018 年の台風 21 号の時のみなので、それ以外の時に既設護岸に出現した種類は風散布の可能性が高い、などの判断を行った。

人為移入の可能性が高い種

「調査地と方法」の項でも述べたように、2004 年の造成直後にヨシの植栽実験が行われており、現存ヨシはその実験の生残植物と判断した。再覆砂事業の直後に出現したアメリカネナシカズラとウラジロアカザは、工事用機械に付着しての移入の可能性が高い。

アメリカネナシカズラについては、再覆砂の直後に既存陸地の草地内に当地の土とは異なる粘土質の土塊が落ちており、そのそばから当該植物が広がり始めたことで判断した。本種は海浜環境によく見られるが、種子は海水に沈み、果実も単独では長期の海水浮遊には耐えない。

ウラジロアカザは、再覆砂された砂上に点々と生育していた。本種は阪南 2 区の造成中の砂礫地にも生育しているが、当地への出現があまりにも突然で再覆砂工事とタイミングが一致していること、砂に混じって種子が運ばれた可能性は使われた砂の来歴から考えにくことから判断した。なお、ウラジロアカザは 2017 年 9 月の台風 18 号により新規砂浜上の植物が一掃された際に消失し、以後は広い裸地が存在したにもかかわらず当地では確認されていない。本種の当地への出現は、本報告の期間外を含めると 2 回目で、初期工事が完了して間もない 2004 年 8 月にも覆砂上に生育を確認している。2 度にわたる工事直後だけの出現は、工事にともなう移入であることを強く示唆している。

コセンダングサは、当地に通じる門扉の周辺に群落があり、調査員や工事関係者の衣服に付着して持ち込まれた可能性が高い。これらの 4 種は、以下の移入手段別の比率の解析からは除外した。

台風と植物相

表 1 の年別種数の変動を見ると、2018 年の種数が極端に大きくなっていることが分かる。2017 年 2 月の再覆砂によって、既存の陸地と 20 cm 程度のギャップをともなった広い砂浜ができ、台風等による漂着散布体の、漂着から定着または消滅の過程が観察できる絶好の実験場となった。そして、2017

表1. 阪南2区人工干潟実験区における年度別確認植物リスト. △は当該年度に出現も定着または結実に至らなかった種 (2017年以降区分). ×は出芽後に枯死消滅. 移入方法; H: 海流 (Hydrochory, いくつかの種については推定根拠を添字で示す), A: 風 (Anaemochory), N: 被食 (Endozoochory), P: 付着 (Epizoochory), Planted: 植栽, Engin.: 工事用機械付着, Human: 調査員付着. 流による移入の推定根拠; H: 一般的に認められている水・海流散布種, Ha: 漂着帶で出・発芽を確認, Ha': 同, 他所で確認, Hb: 漂着帶で散布体を確認, Hb': 同, 他所で確認, Hc: 生きた植物体または種子を付けた植物体が漂着, Hc': 同, 他所で確認

表1. つづき

分類	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	移入方法
オニマツヨイグサ	Oenothera grandiflora	○	○													A? H?
コマツヨイグサ	Oenothera lacinata	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Ha Hc
アオイ科																
ヤノネボンテンカ	Pavonia hastata								△							Ha
アオギリ	Firmiana simplex									○	○	○				Ha
センダン科																
センダン	Melia azedarach									△						Ha Hb'
アブラナ科																
マメグンバイナズナ	Lepidium virginicum	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					A? Ha
ハマダイコン	Raphanus sativus var. raphanistrroides							△	△	△	△	△				H
タデ科																
オオイヌタデ	Polygonum lapathifolium									○	○	○	○	○	○	Ha
スイバ	Rumex acetosa	○														H?
アレチギンギン	Rumex conglomeratus	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	H
ギジギシ	Rumex japonicus	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	H
ナデシコ科																
ノミノツヅリ	Arenaria serpyllifolia					○	○	○		○	○	○	○	○	○	A
オランダミミナグサ	Cerastium glomeratum						○	○								A
ミチバタナデシコ	Petrohragia nanteuilii															A
ハマツメクサ	Sagina maxima					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	A
シロバナマンテマ	Silene gallica	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	A? H?
ツキミマンテマ	Silene nocturna					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	A? H?
ミドリハコベ	Stellaria neglecta					○										A?
ヒユ科																
シロザ	Chenopodium album	○		○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Ha
ケアリタソウ	Chenopodium ambrosioides	○	○	○												A?
ウラジロアカザ	Chenopodium glaucum								○							Engin.
オカヒジキ	Salsola komarovii	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	H
ハマミズナ科																
ツルナ	Tetragonia tetragonoides	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	H
ヤマゴボウ科																
ヨウシュヤマゴボウ	Phytolacca americana									○	○	○	○	○	○	N
アカネ科																
メリケンムグラ	Diodia virginiana								△							Ha
ガガイモ科																
ガガイモ	Metaplexis japonica							○	○	○	○	○	○	○	○	A
リンドウ科																
ハナハマセンブリ	Centaurium tenuiflorum							○								A
クマツヅラ科																
ハマゴウ	Vitex rotundifolia									○	○	○	○	○	○	H
ヒルガオ科																
ハマヒルガオ	Calystegia soldanella	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	H
アメリカネナシカズラ	Cuscuta pentagona							○	○	○	○	○	○	○	○	Engin.
アサガオ属の一種	Ipomoea sp.						○	△			△					Ha
ナス科																
イヌホオズキ	Solanum nigrum	○	○	○	○	○	○		○	○	△	○	○	○	○	N?
オオバコ科																
ヘラオオバコ	Plantago lanceolata	○	○	○	○											A?
キク科																
オオブタクサ	Ambrosia trifida	○								△	△					H
カワラヨモギ	Artemisia capillaris						○	○	○	○	○	○	○	○	○	A
ヨモギ	Artemisia princeps	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	A
ヒロハホウキギク	Aster subulatus var. sandwicensis	○		○	○	○										A
コセンダングサ	Bidens pilosa var. pilosa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Human
アメリカセンダングサ	Bidens frondosa	○							△	△	△	△	△	△	△	Ha
タカラブロウ属の一種	Eclipta sp.							△								H
アレチノギク	Erigeron bonariensis	○		○	○	○	○	○								A
ヒメムカシヨモギ	Erigeron canadensis var. canadensis	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	A
オオアレチノギク	Erigeron sumatrensis	○	○	○	○	○	○									A
キヌゲチチコグサ	Facelis retusa						○	○								A
タチチチコグサ	Gnaphalium purpureum								○							A
ヒメタナ	Hypocharis glabra								○	○						A
ナルトサワギク	Senecio madagascariensis	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	A
ノボロギク	Senecio vulgaris								○	○	○	○	○	○	○	A
セイタカアワダチソウ	Solidago altissima	○	○	○	○	○	○									A
ノゲン	Sonchus oleraceus	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	A
タイワンハチジョウ	Sonchus wightianus				○	○										A
イガオナモミ	Xanthium italicum	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	H? P?
オオオナモミ	Xanthium canadense									△						Hb
セリ科																
ハマボウフウ	Glehnia littoralis	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	H
オアブジラミ	Torilis scabra									○						H
計	106	43	39	46	51	47	48	36	36	46	67	50	55	53	50	49

年には大量漂着をもたらす台風があり、2018年にはそれらを一掃する台風があったことによる結果である。

2017年台風21号による大量漂着：10月22日に紀伊半島沖を通過した台風21号により、大阪湾には強い北風が吹いた。高潮の影響は少なく、新規砂浜の汀近くに大量の漂着物が集積した。2018年の2月頃から6月頃にかけて、漂着物中の種子や果実、むかご、根株等から多数の発芽が見られた。以下に確認できた33種を表1の順にリストアップする。(R)を付けたものは少数個体が確認された種である。

ニガカシュウ・キショウブ・ジュズダマ・ネズミホソムギ・クサネム・イタチハギ・アレチヌスピトハギ・メドハギ (R)・オニグルミ・ムクノキ (R)・カナムグラ・ゴキヅル・アレチウリ・オオニシキソウ (R)・ナンキンハゼ (R)・メマツヨイグサ (R)・コマツヨイグサ・ヤノネボンテンカ・センダン (R)・ハマダイコン (R)・マメゲンバイナズナ・オオイヌタデ・ギシギシ類・マンテマ属 (R)・オカヒジキ・ツルナ・ハマヒルガオ・アサガオ属 (R)・メリケンムグラ (R)・アメリカセンダングサ・タカサブロウ属・オオブタクサ・オナモミ属 (当地に生育するイガオナモミではなく、オオオナモミ果実の漂着を確認している)。

海流散布する海浜植物と海岸近くの荒れ地等の植物、河川敷等の水辺に生育する種、オニグルミのように水流散布の種が多い。イタチハギが多産したことが意外であったが、その後の調査で、阪南2区の造成地に本種の結実株があることが確認できた。表1にはナワシログミの発芽がリストアップされているが、これは波打ち際のゴミを漁りに来たカラスのペリットからの発芽であることが確認されており、上のリストには収録していない。上記の33種については、通常の散布様式は様々であるが、表1では海流による移入とした。

2018年台風20号、21号による大攪乱：20号は8月22～23日に、21号は9月4日に、いずれも強烈な南風をともなって大阪湾の西を通過した。20号により、砂浜上の植物は一掃され、漂着物の多くは当陸地の深部に運ばれた。21号は、所によっては3mを超える高潮をともない、波は既設護岸を越えた。

台風21号直後の調査日には、緑色を保っている植物はまったく見られなかつたが、翌月からは徐々に回復し、翌春には元と変わらぬ姿に戻つた。高波によって枯死消滅したと思われる種は、砂浜から流失したもの以外には見られなかつた。

2017年台風による漂着物の一部の二次的堆積と2018年台風による漂着物で、陸地深部には相当量の漂着物が溜まつておつり、数年にわたつてアレチウリやゴキヅルなどの発芽が観察された。しかし、2023年時点できつて生き残つてゐるのはオニグルミ1個体のみで、他は夏の乾燥や草丈1mに近いチガヤの繁茂で結実に至らず枯死してしまつた。オニグルミは砂浜や既設護岸でも発芽が観察されたが、いずれも夏の高温乾燥で枯死している。

2018年の台風は、コウボウムギとハマゴウという当地初記録となる海浜植物をもたらした。コウボウムギは2019年6月の発見当初から数枚の成熟葉をつけており、果実ではなく根茎の漂着であったと思われる。株は雄株であったが、2023年には一部の果序の基部に成熟果実をつけていることが確認された。現在では直径10m程度の範囲に地下茎を張り巡らせているが、今後は種子による拡散も期待できる。ハマゴウは2021年11月に発見されたが、枝条解析により2019年の発芽個体であると判断された。どちらの種も陸地の奥地に生育しており、今後も安定的に見られる可能性が高い。

漂着散布体の命運：2017年台風による大量漂着物からの発芽苗は、2018年台風により一掃されるという衝撃的な結果になつたが、通常時でも、汀線近くに漂着・発芽した植物の命運は極めて不安定で、波浪により生育地ごと消滅した事例が多数見られた。漂着散布体にとって、波浪の影響から遠ざかっ

た生育適地で発芽することが極めて重要である (Murray, 1986). 最初の漂着地が、その散布体にとつての発芽地となるとは限らず、その後の波浪によってより安全な高地に運ばれる可能性もある。その視点に立てば、2017 年台風による漂着散布体からと思われる発芽苗が、2019 年以降にも断続的に見られたことにも意味があるのかもしれない。

意外な形の海流散布

表 1 の「移入方法」の項には、通常は海流散布するとは考えられていない種のいくつかに「H（海流移入）」のマークが付いている。これは、当地での出現状況が海流によって運ばれたとしか考えられないことや、他地での観察でこれらの種の散布体の漂着を確認できたこと、などから判断したものである。以下に、そのいくつかの具体例を示す。

ネズミホソムギ：ネズミホソムギの仲間は日本各地の海岸砂浜に広く生育する帰化植物であるが、内陸の道ばたや荒れ地にも普通であり、果実が海水に沈むことから内陸からの侵入とされることが多い (澤田・津田, 2005; 岡ほか, 2009)。当地では、2009 年の観察開始時から渚に近い砂浜に大群落が見られ、何らかの方法で海流散布をしているのではないかと考えていたが、2017 年 10 月の台風 21 号による大量漂着物からの出芽 → 開花の状況を観察して、その一端を確認することができた。2018 年 2 月に漂着したイネ科植物の根株からの出芽が多数見られたが、花期まで待ってネズミホソムギであると確認できた (図 2A, B)。

折れて砂に埋もれた果穂からの発芽も観察された (図 2C, D)。小穂の下部の穎果が丈夫な苞に包まれて脱落せずに残っていたものからの発芽と思われる。本調査地外から漂着した果穂からの発芽は確認できていないが、このような残存果実を含んだ果穂による海流散布も考慮に入れる必要がある。

カモジグサ：砂浜に孤立して生育するカモジグサを掘り返してみると、根株は周囲の砂とは異なる土で包まれていた (図 2E)。これは海流で運ばれた根株が砂に埋もれた結果であろうと判断した。カモジグサは果実も海流で運ばれ得るが、砂浜への定着の可能性は根株の方が高いであろう。

キンエノコロ：エノコログサの仲間は熟した果実が水に沈むため、一般に海流散布が可能とは考えられていない。当地で 2009 年から連続して観察されているエノコログサについては、初期生育地が不明のために、移入方法の判断を保留した。

2022 年に漂着帶に生育していたイネ科植物が、8 月の調査でキンエノコロであることが判明した (図 2F, G)。漂着帶で生育していることから、何らかの形で海流散布したと考えられた。この株は、翌月には高潮によって根を洗われて枯死倒伏していたが、ある程度の種子を散布した後であり、また生存種子を植物体上にも残した状態であったため、散布種子による定着が期待できた。翌年には、周辺にキンエノコロの小群落が形成された。果実を付けた株の漂着が、エノコログサ類にとって、最もありそうな海流散布手段かもしれない。

イソヤマテンツキ：2010 年 6 月に汀近くの砂浜に、開花結実している大きな株が一株だけ発見された (図 2H)。2011 年 5 月には衰弱が著しく、やがて枯死してしまった (図 2I)。漂着根株の一時的生存だったと見ることができる。本種は、果穂は水に浮くが、成熟果穂はばらけ、果実自体は水に沈むので、果実による長期の海流散布は難しいと思われる。本種が干潟のような塩湿地を生育適地としていることを考えると、広範囲への散布はシギチドリのような干潟で採餌する水鳥の足に付着しての散布が主となっている可能性がある。

ムクノキ、センダン：2017 年 10 月の大量漂着物の中から、翌年の春に、少数ながらこれらの種の発芽が見られた。これらは典型的な被食散布型果実であり、また散布された核は散布直後には水に沈む。地上で乾燥過程を経て水に浮くようになった核の一部が発芽能力を保持している可能性がある。岡ほ

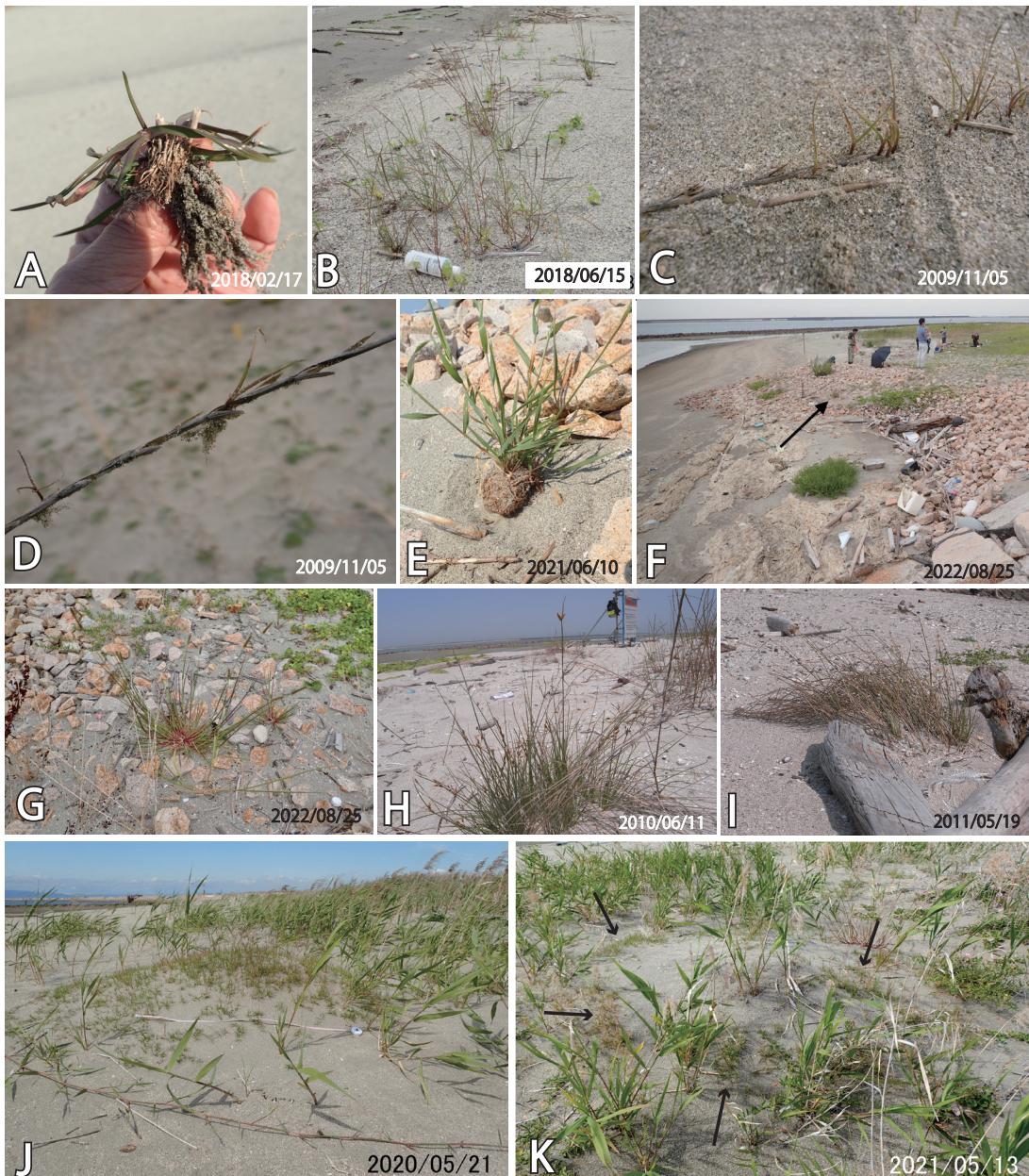


図2. 注目すべき海流による移入とギョウギシバの衰弱過程. A: ネズミホソムギの漂着根株からの出芽. B: 漂着根株から成長したネズミホソムギ. C, D: 倒伏した果穂からのネズミホソムギの発芽. 苞葉に包まれた小穂下部の果実を含む果穂による海流散布も可能と思われる. E: 根株が漂着したと思われるカモジグサ. F, G: 漂着帶で発芽定着したキンエノコロ(矢印). H: 汀近くの砂浜で発見されたイソヤマテンツキ. 株が漂着したものと思われる. I: 衰弱したイソヤマテンツキ. J: 飛砂に埋もれて小山を形成したギョウギシバ. 巻き尺は1mを示している. K: 砂に埋もれた中心部が枯死してリング状に残ったギョウギシバ(矢印). この株は2022年夏に枯死した.

か（2009）では両種とも核の漂着が報告されているが、発芽はしなかったとされている。氏らの実験では、漂着物採集日が 7 月 8 日と 9 月 12 日であり、前年の種子の最適発芽時期（5 月前後）を過ぎた時期に採取されているため、生存種子が採集される可能性は低かったかもしれない。なお、センダンの果実は熟して果皮に少し皺が寄ったような段階になると、果皮と果肉を付けた状態で水に浮く。この形での海流散布も可能である。大阪周辺の海岸では、この状態の果実が冬季の漂着帶で頻繁に観察されるので、こちらが中心なのかもしれない。

ナンキンハゼ：本種はアキニレと並んで当地に最初に定着した樹木である。2009 年の継続観察開始時には、すでに 4～5 年を経過した株となっていた。風散布のアキニレが既設護岸上に生育していたのに対し、本種は創設後に何回か高潮をかぶった砂浜の奥地に生育していた。2017 年の大量漂着物の中からも少数ながら発芽苗が見られた。もっとも、前述したナワシログミの例で明らかなように、カラスが漂着ゴミを漁っているのは事実で、ナンキンハゼもカラスのペリットからの発芽だったかもしれない。別の機会には、当地でもカラスのペリットからと思われる本種の集団発芽が観察されている。

ナンキンハゼは基本的には被食散布で、種皮外層が可食部となっている。可食部を取り除いた種子は水に沈む。可食部が残っていれば 1 日程度は水に浮かぶ。ただし、本種の種子はたいへん強固に枝に付着しているので、鳥に食べられなかった種子が枝から離れる機会はほとんどない。都会では、種子や未裂開果実を受けた枝が頻繁にカラスによって切り落とされている。これが水に流され、海流によって運ばれる可能性もあるが、果実や種子を受けた当年枝の浮遊期間は 1 日未満である。茎における木部比率が増大する 2 年枝、3 年枝では浮遊期間は増大する。海浜環境に頻繁に見られるナンキンハゼであるが、海流散布が可能であるか否かは今後の検討課題である。

コマツヨイグサ、メマツヨイグサ：コマツヨイグサの種子は風で運ばれる可能性は極めて低く、基本的には雨時に種子が水流散布されるが、植物体と共に海流散布される可能性があることを岡本（2022）で議論した。

メマツヨイグサの種子は基本的には風散布であるが、蒴果の中に残った種子が果序ごと海流散布される可能性がある。また種子自体も半数程度が 1 週間以上の海水浮遊能力を持っており、沈んだ種子も浮かんだ種子も 90% 以上の発芽能力を維持している。風による散布と共に海流散布も行われていると思われる。

風散布種の由来地

風による移入と思われる種がどこから来たかを推定するために、人工海浜と渡り堤防への入口周辺、対岸の臨海町先端部にある出光興産油槽所構内との植物相の比較を行った。量的解析を行うには不十分な調査であるが、多くは 3 地点共通種で、人工海浜の風移入種のうち、アキニレ、ガガイモ、ミチバタナデシコは入口周辺のみにあり、ハナハマセンブリ、ヒメブタナ、キヌゲチコグサ、タチチコグサは臨海町側のみにあった。

渡り堤防に点々と見られる植物も、風散布型の種子や果実の分散パターンについて興味深い事例を提供している。堤防は基本的に大きな礫が敷きつめられた形態であるが、ところどころに細かい砂礫が詰まった場所があり、そこには植物が生育している。特に印象的な 2 地点（図 1B の a, b）について写真を提示する（図 1D, E）。

a 地点は堤防保護のためと思われる礫を詰めた網目袋が積み重ねられた場所であるが、大型礫に混じって細かい砂礫が溜まっている一部の袋に限って植物が生育している。遅くとも 2018 年 5 月には、ひとつの袋上にヒメクマツヅラ、マツバゼリ、コメツブウマゴヤシ、ベニバナルリハコベが生育していた。b 地点は砂礫上のマツバウンランの生育地で、2020 年から確認されている。写真的背後に見え

るナルトサワギクは、堤防上の広い範囲に点々と生育している。これらの種は、マツバゼリを除いて入口周辺に生育が確認されている。一方、人工海浜では、ナルトサワギクとコメッブウマゴヤシ以外はこれまで一度も記録されていない。渡り堤防上の生育適地は極めて稀である。それほど稀な生育適地にたどりつくためには、それだけ密な散布密度が必要であると思われる。渡り堤防上に生育適地を見つけた種が人工海浜にまで達していないということは、特別な散布器官を持たない風散布種子が、500 m 余り隔てられた生育適地にたどりつくことは、かなり稀な事象であるということを示唆しているのかもしれない。b 地点のマツバウンランは 2020 年以後も継続して結実している。そこから人工海浜にまで到達する可能性もあり、注意深く見守る必要がある。

いくつかの種の消滅過程

当地に継続して生育しており安定植物相の一員と思われた種のいくつかが近年になって消滅した。消滅原因はそれぞれの種によって異なっているが、当地のような小規模海浜における植生や植物相の変遷を考える上で重要な事象と思われる。

カワラヨモギ：本種は 2014 年以来、陸地奥のチガヤ草原内に 1 株と既設護岸の砂礫地に 1 株が継続して生育確認されていた。2018 年の台風による冠水で両株とも地上部は枯れた。翌年 4 月に既設護岸の株は芽吹いたが、陸地奥の株は芽を出さなかった。既設護岸の冠水は 21 号による 1 回のみで、冠水時間も短かったのに対し、陸地部は 20 号も含む 2 回の長時間の冠水を受けたこと、陸地部の株はチガヤの繁茂により株自体が衰弱気味であったことが両株の差の原因と思われる。既設護岸の株は、2022 年に芽を出した後に枯死した。この株は 2020 年夏に葉がすべて枯れる程のダメージを受けた後から衰弱気味であり、夏の高温と乾燥に耐えられなかったものと思われる。

ギョウギシバ：本種は 2009 年の継続観察開始時から連続して生育確認されていた。2009 年には陸地奥の後背地の一画に広い群落を形成していたが、2013 年までにその群落のかなりの部分がヨシ群落とハマヒルガオ群落に置き換わっていた。2015 年には残った部分もチガヤ群落になっており、ギョウギシバのまとまった群落は見られなくなった（楠瀬・村上、2016b）。

2017 年の再覆砂後は、ヨシと共に新規砂浜に進出する様子が見られたが、株の周辺に飛砂の堆積が著しく、当地の最後の群落は直径 1 m 余、高さ 50 cm ほどのマウンドを形成した後、群落を拡大することなく 2 年後に枯死した（図 2J, K）。跡にはヨシとハマヒルガオやコマツヨイグサ、チガヤなどが残ったが、直接の競争というよりは飛砂に埋もれることによる光合成器官の消耗が大きかったのではないかと思われる。2009 年～2013 年の植生遷移も同じような経緯があったのかもしれない。他地での観察ではあるが、チガヤとは直接の競合関係にあるように思われる。

ハルノノゲシ：本種は既設護岸上の常在種であったが、2022 年からは記録されなくなった。この間の環境変化として、再覆砂後に飛砂の堆積が次第に既設護岸上まで及んできたことがあげられる。これにより、大きな礫の隙間を細かい砂礫が埋めているような環境が失われた。ハマツメクサやキヌゲチコグサのような小型植物が見られなくなったのも同じ原因によると思われる。ハルノノゲシと同じ越年草のノボロギクは健在である。ハルノノゲシはロゼット生活を長く続けた後に花茎を上げるが、ノボロギクは成長初期から茎が立ち上がりほとんど周年にわたり開花結実する。ロゼットが砂に埋没する可能性があることや繁殖開始の遅さがハルノノゲシの消滅をもたらしたのかもしれない。ヒメブタナが開花結実しながら種子繁殖できなかったのもロゼットの埋没が主要な原因であろう。

移入方法別の種数

15 年間に確認された 106 種のうち、海流によって当地に移入した種は 48 種と推定され、他手段と

の重複移入が考えられる種や、他の移入手段との判断がつきかねた種を含めると 56 種となり、最多で半数以上を占めている。次に多いのは、風による移入の可能性がある種で、重複等を含めると 39 種となる。移入方法の判断を保留した種や人為移入種を除いた 96 種を母数にとると、それぞれ 58%, 37% となる。

2023 年に定着しているか、あるいは種子生産した種類は 44 種であったが、その上で上記と同じ計算方法で海流移入の占める割合は 62%，風による移入と思われる割合は 36% となる。この中には、2017 年の台風による漂着種子から発芽しながら種子生産までには至らなかった種（表 1 中の△印の 5 種）は含まれていない。これらの種は、多様な環境を有する自然海岸であればもちろんのこと、当海浜がもう少し保水性が高い環境を有していれば、容易に種子生産段階にまで達し得たと思われる。これらの種を含めると、推定海流移入種の割合は 66% となる。

初期の移入種のうち、イヌムギ、メヒシバ、オニウシノケグサ、シマズズメノヒエ、エノコログサ、カラスノエンドウについては、初期生育地の記録が不明のために判断を保留した。これらの種も成熟種子を付けた株の漂着による移入であった可能性が高い。特にカラスノエンドウは、成熟種子を有しつつ未裂開の果実を付けた株の漂着以外には考えにくいであろう。

当地の植物相の構成種は、海流によって移入したものが圧倒的に多いと思われるが、この数値を他地と比較する適切な資料は見あたらない。これまでの海浜植生研究のほとんどが、出現種の「移入方法」を考察するのではなく、その種類の一般的な「散布様式」を参照するに留まっているからである。これらの研究地のほとんどが内陸環境と連続しており、各種のその地への移入方法を考える切実性が小さく、また、考え得る移入方法も多様すぎて考察が困難であることが主要原因であろう。その意味で、近隣陸地から適度に隔離された当地は、沿岸植物相の形成過程や変遷過程などを考察する上で絶好の実験場であると言えるのではなかろうか。

謝 辞

本研究は、きしわだ自然資料館及びきしわだ自然友の会が公益財団法人大阪府都市整備推進センターからの委託を受けて、2009 年から継続している事業の一部である。植物相・植生の継続観測と植物相リストの作製は著者らを含む多くの方の継続観察によるものである。以下にお名前を記して謝意を表明する：上久保文貴、岡崎芳樹、岡本由希子、橋本友世、長谷川湧人、白井史昌、楠本勝、下村健太。

引用文献

林 文慶・田中昌宏・新保裕美・高山百合子・片倉徳男・上野成三・勝井秀博・古川恵太・岡田知也, 2006. 淡水供給が雨水のみの海岸におけるヨシ移植実験 阪南 2 区干潟創造実験. 海岸工学論文集（土木学会）, 53: 1186–1190.

楠瀬雄三・村上健太郎, 2016a. 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.

楠瀬雄三・村上健太郎, 2016b. 岸和田市沖に造られた海浜における植生の初期動態. 日本緑化工学会誌, 42(1): 116–121.

Murray, D. R., 1986. Seed dispersal by water. Murray, D. R.(ed.) pp. 49–85. Seed Dispersal, Academic Press, Sydney.

岡 浩平・大熊麻実子・吉崎真司, 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.

岡本素治, 2022. コマツヨイグサは海流散布が可能か. きしわだ自然資料館研究報告, 7: 43–48.

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.