

自然海浜環境保全のための基礎研究

東海大学附属静岡翔洋高等学校
自然科学部

1 はじめに

本校は静岡市清水区折戸に位置し、三保松原は富士山世界文化遺産構成資産に登録された。この登録は同時に、三保松原を保全していくためのさらなる努力が課せられたことになる。ダムなどによる土砂運搬量が減少することで河口付近の土砂運搬量が減少し、土砂不足による海岸浸食、津波対策設備の建設により海岸浸食に拍車がかかり、人の踏み付けや盗掘、車の乗り入れなどにより海浜植物が質・量ともに減少傾向していることも問題となっている。したがって、海浜植物の保全を進めるため方形区を用いて海浜植物種の特定及び分布を調査した。一部の海浜植物は移植により保全活動が進められているが、活着が良いとはいえず、元の環境を復元するには困難である。そこで、種子を用いた海浜植物の保全対策を検討するため、種子の特徴を調査する基礎研究を行うこととした。

2 研究対象地

三保松原がある三保半島は、安倍川から海へと流された土砂が太平洋の荒波に運ばれ、日本平を擁する有度山を削りながら出来た砂嘴である。何百年にわたり流された土砂や漂砂が静岡海岸、さらには清水海岸に幅 100m を超える砂浜を作り、現在の清水港を囲む三保半島および三保松原の砂浜を形成した。三保松原は静岡市により砂浜や松原の全体を含む構成資産 64.4ha、緩衝地帯 252.0ha となっている。本校は「名勝三保松原規制地区図」によると第 1 種規制地区に指定されている。今回の調査では本校南の第 1 種規制地区に指定されている海浜を対象地とした。GPS は 34.985696, 138.515956 である。

3 研究の方法

3.1. 海浜に自生する植物種

研究対象地に自生する種を特定した。種名、学名及び配列については河川水辺の国勢調査のための生物リスト(H28)³⁾に従った。出現した種は海浜植物・外来種植物・内陸植物の 3 つに分類した。このうち海浜植物については澤田ほか⁴⁾において生育地が砂浜・礫砂と記載されているものと定義し、外来種植物については、宮脇⁴⁾に帰化と記載のあるものと定義した。

3.2. 方形区調査

研究対象地の植生変化を把握するため、2017 年 7 月・8 月・9 月に植生調査を実施した。汀線側から内陸側にかけて 1m×1m の方形区を約 10m 離れた場所 A・B を設置し、出現した全ての種を対象に braun-blanquet の全推進法による優占度階級を 5 段階の階級で記録した。種別の植被率を階級で示した被度階級は 5 : 75-100%, 4 : 50-75%, 3 : 25-50%, 2 : 10-25%, 1 : 1-10%, + : 1%以下とした。どのような状態で群落をつくっているか、あるいは単独で存在するかなどを示す群度階級は 5 : 大きなマット状を覆う, 4 : パッチ状または切れ切れのマット状, 3 : 大きな群を作る, 2 : 小さな群



Fig. 1 海岸浸食
(2017 年 7 月 16 日撮影)

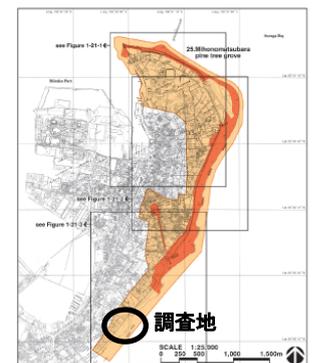


Fig. 2 富士山世界文化遺産
構成資産三保松原範囲図



Fig. 3
名勝三保松原規制地区図

を作る, 1: 単独で生えるとした。被度階級と群度階級から優占度の最も高いものを優占種とした。

3.3. 海浜植物の種子及び果実の特徴

3.3.1. 種子及び果実の採取

ハマヒルガオ(*Calystegia soldanella*)・コウボウムギ(*Carex kobomugi*)・コウボウシバ(*Carex pumila*)・ハマゴウ(*Vitex rotundifolia*)の種子及び果実を2017年7月~9月に採取した。自然群落から種子及び果実を手で採取し、室内でバットに収めて自然乾燥させた。また、昨年以前のハマゴウの果実が多く砂浜に落ち堆積していた。これらも採取し、室内でバットに収めて自然乾燥させた。

3.3.2. 種子及び果実の大きさ測定

各種子及び果実の種子長(果実長)及び種子幅(果実幅)は双眼実体顕微鏡を用いて測定した。コウボウムギについてはノギスを用いて種子厚を測定した。各種子重(果実重)は電子天秤にて測定した。



Fig. 4

コウボウシバの種子長測定

3.3.3. 種子切片の観察

各種子及び果実の縦切片と横切片を剃刀で切り取り、切片を双眼実体顕微鏡で観察した。

4 研究の結果

4.1. 海浜に自生する植物種

研究対象地に自生する植物を特定したところTable 1に示す1門3綱2亜綱22科40種を確認した。

Table 1 植生調査により出現した種

種名	学名	分類	種名	学名	分類
クロマツ	<i>Pinus thunbergii</i>	海浜植物	ハマネナシカズラ	<i>Cuscuta chinensis</i>	海浜植物
ウバメガシ	<i>Quercus phillyraeoides</i>	内陸植物	アメリカネナシカズラ	<i>Cuscuta pentagona</i>	外来種植物
ムシトリナデシコ	<i>Silene armeria</i>	外来種植物	シチヘンゲ	<i>Lantana camara</i>	外来種植物
マルバアサガオ	<i>Chenopodium acuminatum</i>	海浜植物	ハマゴウ	<i>Vitex rotundifolia</i>	海浜植物
シロザ	<i>Chenopodium album</i>	外来種植物	カワラヨモギ	<i>Artemisia capillaris</i>	内陸植物
クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	内陸植物	オオアレチノギク	<i>Conyza sumatrensis</i>	外来種植物
ハマダイコン	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>raphanistroides</i>	海浜植物	ハマニガナ	<i>Ixeris repens</i>	海浜植物
オカタイトゴメ	<i>Sedum japonicum</i> ssp. <i>oryzifolium</i> var. <i>pumilum</i>	外来種植物	アキノノゲシ	<i>Lactuca indica</i>	内陸植物
トベラ	<i>Pittosporum tobira</i>	内陸植物	セイタカアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i>	外来種植物
テリハノイバラ	<i>Rosa wichuraiana</i>	内陸植物	ネコノシタ	<i>Wedelia prostrata</i>	海浜植物
カワラケツメイ	<i>Chamaecrista nomame</i>	内陸植物	タカサゴユリ	<i>Lilium formosanum</i>	外来種植物
ヤハズソウ	<i>Kummerowia striata</i>	内陸植物	アツバキミギヨラン	<i>Yucca gloriosa</i>	外来種植物
ハマエンドウ	<i>Lathyrus japonicus</i>	海浜植物	ギョウギシバ	<i>Cynodon dactylon</i>	内陸植物
ヒメユズリハ	<i>Daphniphyllum teijsmannii</i>	内陸植物	メヒシバ	<i>Digitaria ciliaris</i>	内陸植物
センダン	<i>Melia azedarach</i>	海浜植物	シナダレスズメガヤ	<i>Eragrostis curvula</i>	外来種植物
ノブドウ	<i>Ampelopsis glandulosa</i> var. <i>heterophylla</i>	内陸植物	ケカモノハン	<i>Ischaemum antheperoides</i>	海浜植物
コマツヨイゲサ	<i>Oenothera lacinata</i>	外来種植物	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	内陸植物
ハマボウフウ	<i>Glehnia littoralis</i>	海浜植物	コウボウムギ	<i>Carex kobomugi</i>	海浜植物
オオフタバムグラ	<i>Diodia teres</i>	外来種植物	コウボウシバ	<i>Carex pumila</i>	海浜植物
ハマヒルガオ	<i>Calystegia soldanella</i>	海浜植物	ピロードテンツキ	<i>Fimbristylis sericea</i>	海浜植物

1門3綱2亜綱22科40種 海浜植物:15 内陸植物:13 外来種植物:12



Fig. 5 ハマヒルガオ Fig. 6 ハマゴウ

Fig. 7 オオフタバムグラ

Fig. 8 ハマネナシカズラ

Fig. 9 コウボウシバ Fig. 10 コウボウムギ

4.2. 方形区調査

調査地の方形区による植生調査を2017年7月・8月・9月に行い、被度階級と群度階級から優占度の最も高いものを優占種とした結果をTable 2に示した。遊歩道より内陸側にはクロマツ(*Pinus thunbergii*)やトベラ(*Pittosporum tobira*)などの木本が多く自生し、ノブドウ(*Ampelopsis glandulosa* var. *heterophylla*)やススキ(*Miscanthus sinensis*)などの内陸植物が木本の下に多く自生していた。遊歩道や車が通行するような砂利道(裸地)の付近には、外来種植物であるオオフタバムグラ(*Diodia teres*)が多く自生し、テリハノイバラ(*Rosa wichuraiana*)、カワラケツメイ(*Chamaecrista nomame*)、ススキなどの内陸植物も多く自生していた。8月から9月にかけてオオフタバムグラの個体が大きくなり、被度階級が上がったことによりオオフタバムグラの優占度が増した。汀線側では9月にハマヒルガオの群度階級が上がったことにより優占度が増した。マルバアサガオは7月から8月にかけて地上部の葉が枯れ始め被度階級は小さかったが、9月になると種子から発芽した個体数が増え、群度階級が上がったことにより優占度が増した。

Table 2 方形区による植生調査

内陸側	A		B		A		B		A		B	
	si	クロマツ・ノドウ	i	トベラ・ススキ	si	クロマツ・ノドウ	i	トベラ・ススキ	si	クロマツ・ノドウ	i	トベラ・ススキ
60m	sa	ハマゴウ・オオフトアムグラ	a	オオフトアムグラ	sa	ハマゴウ・オオフトアムグラ	a	オオフトアムグラ	sa	ハマゴウ・オオフトアムグラ	a	オオフトアムグラ
	s	ハマゴウ										
	s	ピロードテンツキ										
	s	ハマゴウ	a	オオフトアムグラ	s	ハマゴウ	a	オオフトアムグラ	s	ハマゴウ	a	オオフトアムグラ
	a	オオフトアムグラ	sa	ハマゴウ・オオフトアムグラ	a	オオフトアムグラ	sa	ハマゴウ・オオフトアムグラ	a	オオフトアムグラ	sa	ハマゴウ・オオフトアムグラ
	裸	ハマゴウ	i	カワラケツメイ	s	ハマゴウ	i	カワラケツメイ	裸	ハマゴウ	ai	カワラケツメイ・オオフトアムグラ
	裸		裸		裸		裸		裸		裸	
	a	オオフトアムグラ	i	ススキ	a	オオフトアムグラ	i	ススキ	a	オオフトアムグラ	i	ススキ
	s	ハマゴウ・コウボウムギ	s	ハマゴウ	s	ハマゴウ・コウボウムギ	s	ハマゴウ	s	ハマゴウ・コウボウムギ	s	ハマゴウ
	s	コウボウムギ	s	ハマゴウ	s	コウボウムギ	s	ハマゴウ	s	コウボウムギ	s	ハマゴウ
	s	ハマヒルガオ・コウボウシバ	s	コウボウムギ	s	ハマヒルガオ・コウボウシバ	s	コウボウムギ	s	ハマヒルガオ・コウボウシバ	s	コウボウムギ
	s	コウボウシバ	s	コウボウシバ	s	ハマヒルガオ・コウボウシバ	s	コウボウシバ	s	ハマヒルガオ・コウボウシバ	s	コウボウシバ

汀線側

裸: 裸地 s: 海浜植物 i: 内陸植物 a: 外来種植物

4. 3. 海浜植物の種子及び果実の特徴

4. 3. 1. 種子及び果実の大きさ測定

4. 3. 1. 1. ハマヒルガオ

種子長と種子重を比較した結果は Fig. 11 のようになり、I と II の 2 つのグループに分けられた。100 個体のうち I は 90 個体、II は 10 個体であった。I の近似直線をとったところ、 $R^2=0.9212$ となり正の相関があった。種子長と種子幅を比較した結果は Fig. 12 のようになった。Fig. 11 の II の個体を除き近似直線をとったところ $R^2=0.9685$ となり、正の相関があった。平均種子長は I が 5.7mm、II が 5.0mm、平均種子幅は I が 3.9mm、II が 3.0mm、平均種子重は I が 0.44mg、II が 0.23mg であった。

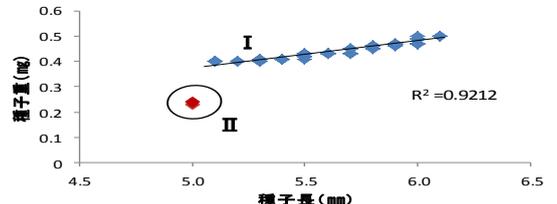


Fig. 11 ハマヒルガオの種子長と種子重

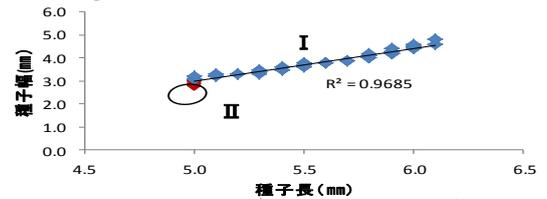


Fig. 12 ハマヒルガオの種子長と種子幅

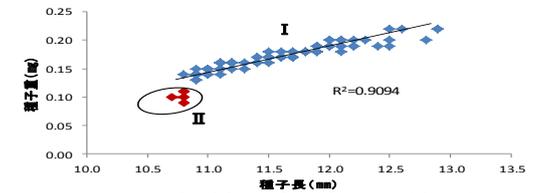


Fig. 13 コウボウムギの種子長と種子重

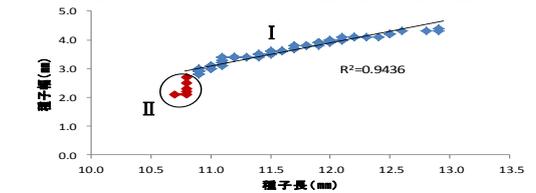


Fig. 14 コウボウムギの種子長と種子幅

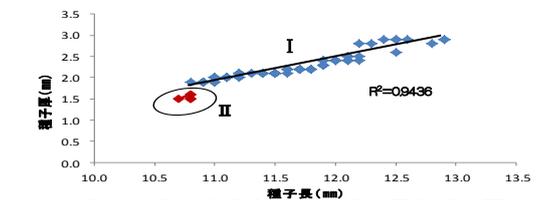


Fig. 15 コウボウムギの種子長と種子厚

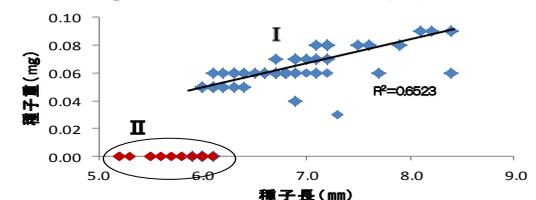


Fig. 16 コウボウシバの種子長と種子重

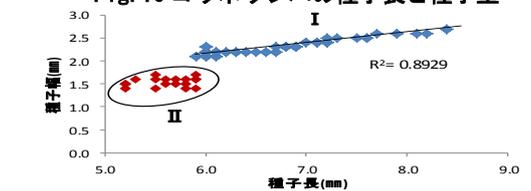


Fig. 17 コウボウシバの種子長と種子幅

4. 3. 1. 2. コウボウムギ

種子長と種子重を比較した結果は Fig. 13 のようになり、I と II の 2 つのグループに分けられた。100 個体のうち I は 95 個体、II は 5 個体であった。I の近似直線をとったところ、 $R^2=0.9094$ となり正の相関があった。種子長と種子幅を比較した結果は Fig. 14 のようになった。Fig. 13 の II を除き、近似直線をとったところ $R^2=0.9436$ となり、正の相関があった。種子長と種子厚を比較した結果は Fig. 15 のようになった。Fig. 13 の II の個体を除いて近似直線をとったところ、 $R^2=0.9223$ となり、正の相関があった。平均種子長は I が 11.6mm、II が 10.8mm、平均種子幅は I が

3.5mm、II が 2.2mm、平均種子厚は I が 2.2mm、II が 1.5mm、種子重は I が 0.17mg、II が 0.10mg であった。

4. 3. 1. 3. コウボウシバ

種子長と種子重を比較した結果は Fig. 16 のようになり、I と II の 2 つのグループに分けられた。100 個体のうち I は 57 個体、II は 43 個体であった。I の近似直線をとったところ、 $R^2=0.6523$ となり正の相関があった。種子長と種子幅を比較した結果は Fig. 17 のようになった。Fig. 16

のⅡの個体を除き近似直線をとったところ $R^2=0.8929$ となり、正の相関があった。平均種子長はⅠが6.9mm、Ⅱが5.8mm、平均種子幅はⅠが2.3mm、Ⅱが1.9mm、平均種子重はⅠが0.06mg、Ⅱが0.00mgであった。

4.3.1.4. ハマゴウ(今年)

果実長と果実重を比較した結果は Fig. 18 のようになった。近似直線をとったところ、 $R^2=0.9833$ となり正の相関があった。果実長と果実幅を比較した結果は Fig. 19 のようになり、近似直線をとったところ $R^2=0.9662$ となり、正の相関があった。平均果実長は 5.8mm、平均果実幅は 5.6mm、平均果実重は 1.17mg であった。

4.3.1.5. ハマゴウ(昨年以前)

果実長と果実重を比較した結果は Fig. 20 のようになった。近似直線をとったところ、 $R^2=0.5442$ となり相関はなかった。果実長と果実幅を比較した結果は Fig. 21 のようになり、近似直線をとったところ $R^2=0.8937$ となり、正の相関があった。平均果実長は 5.5mm、平均果実幅は 5.1mm、平均果実重は 0.33mg であった。

4.3.2. 種子及び果実切片の観察

4.3.2.1. ハマヒルガオの種子切片

Fig. 11 のⅠの切片をとったところ、Fig. 22 のようになっていた。種子の中に子葉、胚軸、幼根などの胚が存在し、胚乳はなかったため無胚乳種子であることがわかった。Fig. 11 のⅡの切片をとったところ Fig. 23 のようになっており、種皮の内側は空洞で胚を確認することはできなかった。

4.3.2.2. コウボウムギの種子切片

Fig. 13 のⅠの切片をとったところ、Fig. 24 のようになっていた。種子の中に胚乳を確認することができ、有胚乳種子であることがわかった。Fig. 13 のⅡの切片をとったところ Fig. 25 のようになっており、胚乳を確認することはできなかった。

4.3.2.3. コウボウシバの種子切片

Fig. 17 のⅠの切片をとったところ、Fig. 26 のようになっていた。種子の中に胚乳を確認することができ、有胚乳種子であることがわかった。Fig. 17 のⅡの切片をとったところ Fig. 27 のようになっており、胚乳を確認することはできなかった。

4.3.2.4. ハマゴウ(今年)の果実切片

今年つくられた果実の切片をとったところ、Fig. 28 のようになっていた。中は4つの部屋に分かれており、1つの部屋の中に1つの種子があった。内果皮はとても硬く、木質になっていたため核果であることがわかった。

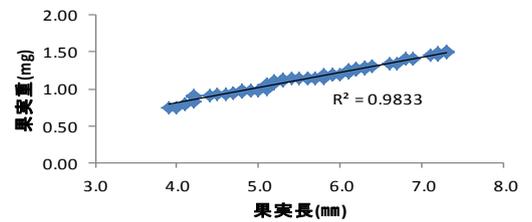


Fig. 18 ハマゴウ(今年)の果実長と果実重

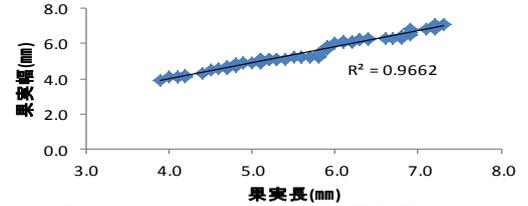


Fig. 19 ハマゴウ(今年)果実長と果実幅

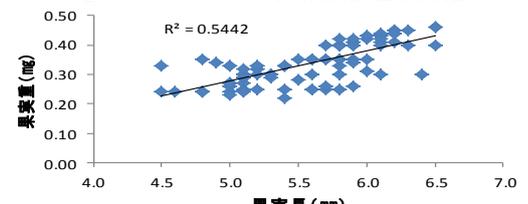


Fig. 20 ハマゴウ(昨年以前)果実長と果実重

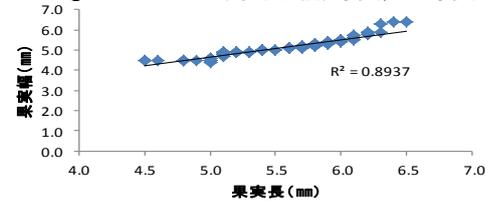


Fig. 21 ハマゴウ(昨年以前)果実長と果実幅

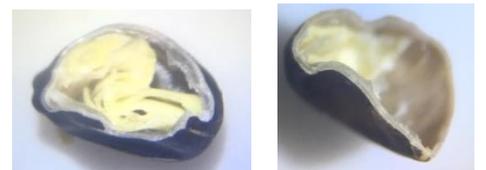


Fig. 22 ハマヒルガオⅠ Fig. 23 ハマヒルガオⅡ



Fig. 24 コウボウムギⅠ



Fig. 25 コウボウムギⅡ



Fig. 26 コウボウシバⅠ



Fig. 27 コウボウシバⅡ



Fig. 28 ハマゴウ(今年)

4.3.2.5. ハマゴウ(昨年以前)の果実切片

昨年以前の果実の切片をとったところ、Fig. 29 のようになっていた。中は4つの部屋に分かれていたが、中は空洞であった。内果皮はとても硬く、木質になっていた。



Fig. 29 ハマゴウ(昨年以前)

5 考察

5.1. 植生と分布

植生と分布を比較すると、内陸側にはトベラやクロマツなどの木本が多く自生し、汀線側に向かうにつれコウボウシバやコウボウムギなどの小さな海浜植物が多く自生していることがわかった。内陸部から汀線部にかけて優占種の特徴からクロマツ帯→ハマゴウ帯→コウボウムギ帯→ハマヒルガオ帯・コウボウシバ帯となっていた。また、調査地にはハマゴウに寄生するハマネナシカズラやアメリカネナシカズラの両方が自生しており、雑種形成が危惧される。ハマネナシカズラは環境省絶滅危惧Ⅱ類(IU)に選定されており、保護をする必要があると考えられる。また、遊歩道や車が通行する砂利道(裸地)付近には外来種植物や内陸植物が多く自生しており、人為的攪乱に強い外来種植物や内陸植物が多く優占していると考えられる。

5.2. 海浜植物の種子

今回調査した海浜植物 4 種の種子及び果実の中で種子重(果実重)が小さな個体は種子長(果実長)及び種子幅(果実幅)も小さく、種皮の内側が空洞であることがわかった。したがって、これらの個体は未受精であると考えられる。したがって、今回の結果から各海浜植物の受精率はハマヒルガオ約 90%、コウボウムギ約 95%、コウボウシバ約 57%、ハマゴウ約 100%であることがわかった。ハマゴウの昨年以前の果実は多く落果していたが、どれも種子がなく、木質の内果皮が存在するだけであった。よって、昨年以前のハマゴウは多く落果しているが発芽能力がないと考えられる。

6 おわりに

本研究では海浜の植生について A・B の 2 ヶ所のみ調査であり、植生がよく似ていた。したがって、植生が違う箇所や地形が違う箇所を選定し調査する必要があると考えられる。さらに、今回は 7 月～9 月の 3 か月のみの植生変化であるため、今後も調査を続けていく必要がある。

種子及び果実の調査では、種子重(果実重)が小さな個体は未受精であることがわかり、発芽能力がないと考えられる。よって、今後行う発芽実験には種子重(果実重)の小さな個体を除外することで発芽率を高めることができると考えられる。移植による保全活動よりも種子を用いる保全活動をすすめることで、より安価で簡単に環境を復元することが可能となり、さらに自生する植物の種子及び果実を用いるため遺伝子汚染も起こらない。さらに、ハマゴウの発芽実験を成功させることができれば、ハマゴウに寄生するハマネナシカズラ(環境省絶滅危惧Ⅱ類(VU))を保護するための研究に用いることができる。したがって、今後はハマゴウを中心とした海浜植物の発芽実験も行っていきたい。

引用文献

- 1) 岡浩平・吉崎真二・小堀洋美(2010), 静岡県遠州灘海岸における堆砂が海浜植物に及ぼす影響
- 2) 岡浩平・吉崎真二・小堀洋美(2008), 静岡県遠州灘海岸における海浜植物の成帯構造の成立要因
- 3) 澤田佳宏・中西弘樹・押田佳子・服部保(2007), 日本の海浜植物チェックリスト, 人と自然
- 4) 宮脇昭 編(1994), 改訂新版日本植生便覧, 至文堂
- 5) 河川水辺の国勢調査のための生物リスト(H28)

<http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkanky/mizukokuweb/system/seibutsuListfile.htm>

- 6) 静岡市(2014), 三保松原保全活用計画

謝辞 本研究の指導をして下さった顧問 品川杏彩先生に感謝申し上げます。