

高知県における外来種ウチワサボテン属の分布と防除方法の検討

倉岡 木花¹・藤川 和美²

¹高知大学理工学部・²高知県立牧野植物園植物研究課

はじめに

サボテン科ウチワサボテン属 (*Opuntia* Mill.) はアメリカ大陸を原産とする植物で、250種が報告されている (環境省 2014)。植物体の大部分が茎であることが特徴で、葉に見える扁平なウチワ型の部分は茎で、茎節ともよばれ、葉は鱗片葉が見られるものもあるが、多くは茎の成長に伴って離脱する (堀部 2020)。茎には刺座とよばれる器官があり、刺や新たな茎、花などがこの器官から発生する (堀部 2020)。

日本には園芸目的で導入されており、最も古い記録は1688年の貝原好古の著書『和爾雅』で、江戸時代初期に渡来したと考えられている (湯浅 2021)。現在は沖縄から中部地方にかけて野生化し、海岸や河原に広がって在来植物を圧迫していることから、環境省の公表する生態系被害防止外来種リストでは「甚大な被害が予想されるため、特に、各主体のそれぞれの役割における対策の必要性が高い」種である重点対策外来種に選定され (環境省 2014)、高知県では県が公表する高知県で注意すべき外来種リストで「定着が確認されている外来種のうち、重要な地域に生息・生育するなど特に緊急性が高く、各主体のそれぞれの役割において積極的に防除を行う必要がある種」である防除対策外来種に選定されている (高知県 2020)。また、ウチワサボテン属の1種であるセンニンサボテンはICUN (国際自然保護連合) によって「世界の侵略的外来種ワースト100 (100 of the World's Worst Invasive Alien Species)」の1種に挙げられており、世界的に侵略的外来種と認識されている (中村ら 2009)。

高知県内での分布は室戸市、安芸郡安田町、安芸郡田野町、安芸郡北川村、安芸郡芸西村、香南市吉川町、香南市香我美町、香南市赤岡町、香美市土佐山田町、高知市、須崎市、吾川郡仁淀川町、高岡郡中土佐町、土佐清水市、宿毛市で確認されており (田邊ら編 2019)、特に高知市種崎海岸や室戸岬で大量繁殖し、景観等に影響を与えている (田邊ら編 2020)。海岸砂浜や河原に分布域を広げ

て在来植物を圧迫し、鋭い刺により人間を傷つける可能性があることから危険視されており、数少ない防除成功例もあるが (愛知県環境調査センター編 2021)、現在国内で有効な防除方法は確立されていない。

そこで、本研究では高知県内のウチワサボテン属について分布を把握するとともに、効果的かつ労力と危険を抑えた防除方法を検討することを目的として、野外における生態調査と栽培実験によって特徴を把握し、防除方法を検討した。

1. 材料と方法

(1) 種の同定

高知県内に分布するウチワサボテン属について、高知県立牧野植物園 (以下、牧野植物園) の標本庫 (MBK) に所蔵されている腊葉標本と野外に生育する個体を用い、Pinkava (2004) と Li and Taylor (2007) の検索表に従い同定した。ウチワサボテン属の各部の名称を図1に示す。



図1. ウチワサボテン属の各部の名称。

(2) 分布調査

標本調査および田邊ら編 (2019) の既存の分布情報に基づき、野生化した個体群が確認されている室戸岬、芸西村琴ヶ浜、香南市香我美町、香南市吉川町、高知市種崎の海岸線沿いで分布調査を行い、各地域でGPSを用いて個体の位置を記録し、個体数を把握した。

(3) 生態調査

生育型と個体サイズを、室戸岬、芸西村琴ヶ浜、香南市香我美町、香南市吉川町、高知市種崎の海岸線沿いの個体群で観察、記録した。また、高知市種崎海岸の個体群では、1個体につき果実数を調べた。種子数と刺座数を、高知市種崎海岸で採取した果実、茎を用いて計測した。茎の重さ、幅と高さのサイズ、面積を計測し、刺座数との関係性を調べた。

(4) 栽培実験

繁殖能力を把握するために、牧野植物園のバックヤードである長江圃場で、高知市種崎海岸と芸西村琴ヶ浜から採取した個体を用いて栽培実験を行った。茎は、そのままの状態、刺座を含む5~10g、15~20g、25~30gの重さに切り分けたもの、刺座を含まないように切り分けた刺座なしのもの、茎の付け根部分、茎の頂点部分の7つの区分、加えて子房（熟す前の果実）を挿し穂にして繁殖能力があるか実験した。また、種子を水洗して乾燥させたものと果肉付きのものを播種し発芽の有無を確認した。

(5) 防除方法の検討

抜き取りによる防除（物理的防除）、除草剤散布防除（化学的防除）、除草剤注入防除（物理・化学的防除）を実施した。除草剤散布防除（化学的防除）で使用した除草剤は、日産化学株式会社製のラウンドアップマックスロード[®]（以下ラウンドアップ）とフマキラー株式会社製のカダン[®] 除草王シリーズビネガーキラー（以下ビネガーキラー）の2種類である。抜き取り防除は、高知市種崎海岸と芸西村琴ヶ浜で行い、厚手ゴム手袋で抜く、大きい個体は刈り込み鋏で茎を刈り取ってから、根元をつるはしで掘り返して抜き取った。抜き取った個体は近くにスコップで穴を掘って海岸砂浜の地中に埋める処理をした。除草剤散布防除は、高知市種崎海岸、芸西村琴ヶ浜で、除草剤を霧吹きに入れ、周辺の植物に極力かけないように気をつけながら、個体全体にかかるように除草剤を散布した。除草剤注入防除は、高知市種崎海岸で実施した。刈り込み鋏で茎を刈り取り、根元を鎌やのこぎりのできる限り地面から出ない状態にしてから、根元にシリンジを使って除草剤を注入した。

2. 結果と考察

(1) 同定

高知県で確認されたウチワサボテン属は、細かい刺を持つ濃い緑色の肉厚な茎と鮮やかな黄色の花が特徴のセンニンサボテン [*Opuntia dillenii* (Ker Gawl.) Haw.] と、1ないし2本の太い刺を持つ明るい黄緑色の薄い茎と外花被片に赤い筋が入った黄色の花が特徴のタンシウチワ (*Opuntia monacantha* Haw.) の2種が確認された(図2)。



図2. a: センニンサボテン. b: タンシウチワ.

(2) 分布調査

1) 室戸岬

室戸岬では、岬観光ホテルの裏手の岩礁遊歩道沿いは個体が密集しており、1個体ずつを識別して記録することが困難であった(図3)。Google マップの航空写真から個体が分布する範囲の面積を計測した結果、約608m²で、数えられた個体は94個体、主にタンシウチワが分布していた。「名称室戸岬、天然記念物室戸岬亜熱帯性樹林および海岸植物群落保存管理計画」における2016~2018年の調査では、1000個体以上の分布が報告されている(室戸市・室戸市教育委員会2019)。



図3. 室戸岬のタンシウチワ群落.

2) 芸西村琴ヶ浜

センニンサボテンが137個体、タンシウチワは14個体、合計151個体を確認した。分布位置はごめん・なはり線高架下の自転車専用道路沿いの斜面と斜面上の墓、堤防沿いのハマゴウの茂みの中とトイレの周辺だった。鱗片葉を持つ若い茎や、地面に落ちた子房や茎の刺座から発根し、栄養繁殖している個体が観察された。

3) 香南市香我美町

センニンサボテンを21個体確認した。ごめん・なはり線香我美駅から西に100mほどの高架下と、住宅付近に分布していた。

4) 香南市吉川町

センニンサボテンが325個体、タンシウチワは1個体の合計326個体が、香南市天然色劇場付近から赤岡町方面に続く堤防沿いに集中して分布していた。耕作放棄地と見られる場所に生育し(図4)、抜き取られてそのまま地面に捨てられていたことから、抜き取った個体がそのまま周辺に捨てられることで、栄養繁殖によって分布域を拡大している可能性が示唆された。



図4. 香南市吉川町のセンニンサボテン。

5) 高知市種崎海岸

センニンサボテンが523個体、タンシウチワが4個体、合計527個体の生育を確認し、海水浴場より東に分布が集中していた。5月から6月が主な開花時期であった。また、種子から発芽したとみられる実生(図5)や、地面に落ちた茎の刺座から発根し、栄養繁殖している個体を確認した。



図5. 高知市種崎海岸で確認された実生。

(3) 生態調査

1) 生育型、個体サイズと開花時期

センニンサボテンは細かい刺を持つ濃い緑色の肉厚な茎と黄色の花をつけ、高さが2m以下で地面に這うように広がって成長する特徴があった。タンシウチワは1つの刺座に1ないし2本の太い刺を持つ明るい黄緑色の薄い茎と外花被片に赤い筋の入った黄色い花をつけ、高さが2~3mになり幹をのぼして樹木のように成長する特徴があることが確認された(図6)。野外での観察結果にもとづく生活サイクルを図7に示す。主に5~6月にかけて開花し、7月頃に花が終わって子房が発達しはじめ、10月頃に果実が熟していた。



図6. 樹木のように成長するタンシウチワ(室戸岬)。

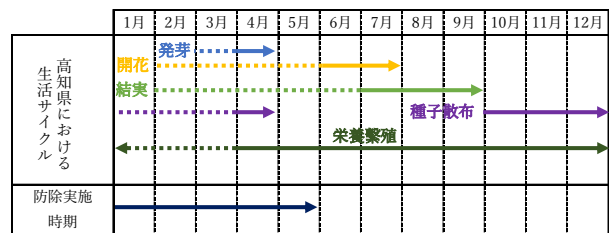


図7. 高知県におけるウチワサボテン属の生活サイクル。

2) 果実数

高知市種崎海岸に分布する527個体のうち果実をつけていたのは197個体で、そのうち137個体から果実を採取し果実数を計測した。その結果、1個体がつける果実数は最大で330個で、平均は47個であった。果実をつける個体の体積をもとめ、果実数と体積の関係について散布図を作成すると、ばらつきはあるが正の相関が見られた(図8)。さらに、相関係数を計算すると0.7であり、正の相関があった。したがって、果実数は個体サイズの増加に伴って増加していることが示された。

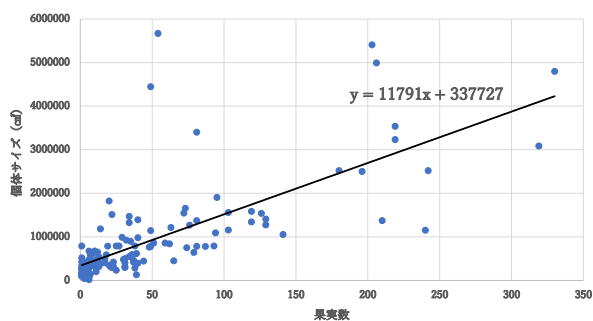


図8. 果実数と個体のサイズ.

3) 種子数

高知市種崎海岸で採取した51個の果実を解剖した結果、1つの果実に入っていた種子は最大321個、平均170個であった。

4) 刺座数

茎50枚の刺座を数えた結果、1枚の茎が持つ刺座は最小で26個、最大は68個、平均値は45個であった。刺座数と茎の重さおよび面積の関係についてそれぞれ散布図を作成し、相関係数を計算すると、散布図ではともに正の相関が見られた。図9に刺座数と茎の面積の関係を示す。また、相関係数は重さで0.6、面積で0.7であり、正の相関があった。したがって、刺座数は茎の成長に伴って増加していることが示された。

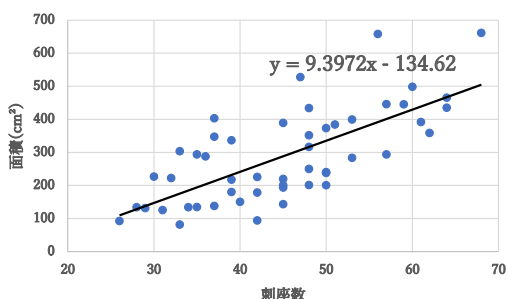


図9. 刺座数と茎の面積.

(4) 栽培実験

1) 茎

茎をそのまま、重さで3区分に切り分けた茎、刺座なしの茎、付け根部分、頂点部分を挿し穂した結果を表1に示した。そのままの茎で発根率が100%、重さ5～10gにおいても発根率が30%となった。

表1. 茎挿しによる発根率.

	刺座なし	刺座あり					茎そのまま
		5-10g	15-20g	25-30g	付け根	頂点	
発根率 (%)	0	30	59	75	80	80	100

土に触れているウチワサボテン属の茎は、発根して新しい植物体を出すことが報告されており (USDA 2014)、本研究においても茎を土の上に置くだけで発根して根付いた。

2) 子房

付け根を土に挿して18個体を植え付けた結果、すべてが発根して根付き、10個体の刺座から新たな茎が発生した (図10a)。野外においても子房から栄養繁殖していることが確認された (図10b)。

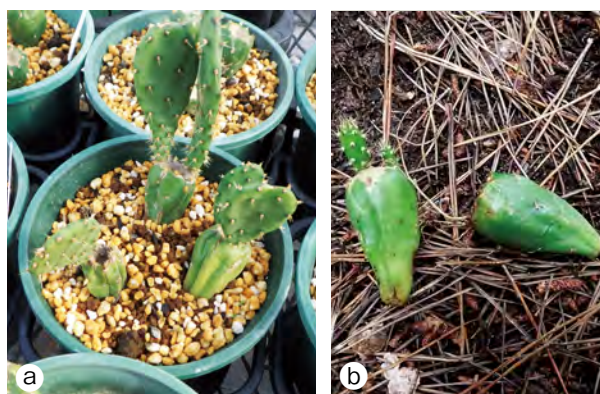


図10. 子房からの栄養繁殖. a: 栽培株. b: 野外で観察された株.

3) 種子播種

果肉付きの種子と水洗・乾燥させた種子を播種した結果、果肉付きのもので3個体発芽を確認した。

野外観察において茎と子房の刺座からの発根と新たな茎の発生が観察され、栽培実験でも確認された。USDA (2014) や García-de-Lomas et al. (2018) には栄養繁殖では茎による繁殖のみが報告されていたが、本研究によって、子房からも栄養繁殖することが明らかになった。また、今回の予備的な実験において種子からの発芽を確認し、野外では実生を観察したことから、高知県内でも種子繁殖をすることがわかった。

(5) 防除方法

1) 抜き取り防除 (物理的防除)

高知市種崎海岸で18個体、芸西村琴ヶ浜で85個体の合計103個体を抜き取り、根を含めた植物体を完全に除去することができた。三重県での根から掘り返す方法による除去の成功事例 (愛知県環境調査センター編 2021) と同じ結果を得ており、スペインでは機械と人力による個体の除去が効果的であったことから (García-de-Lomas et al. 2018)、抜き取りによる植物体の除去は防除に効果的であると考えられる。一方、重量があり鋭

い刺を持っていることから運搬しての廃棄が難しい。そこで、除去後は海岸砂地の地中に埋めて処理したところ、個体は再生せず、運搬して廃棄することによる労力と危険を抑えることができた。

2) 除草剤散布防除（化学的防除）

高知市種崎海岸で、ラウンドアップを18個体、ビネガーキラーを18個体に散布した結果、ラウンドアップ散布個体ではすべての個体で茎の末端や刺座付近、節から変色しはじめ、茎全体が茶色くなって水分が抜けて軽くなり、個体から落ちて枯死する様子が観察されたが、植物体全体が枯死する個体はなかった。ビネガーキラー散布個体は17個体で茎が白く変色するか表面に赤茶色の筋が浮き出てくるという変化が現れたが、茎のしおれや枯れ落ちが見られたのは2個体で、ほかの個体は茎の表面以外にダメージを受けている様子がなく、枯死する個体はなかった。

芸西村琴ヶ浜では、ラウンドアップを42個体、ビネガーキラーを12個体に散布した結果、ラウンドアップ散布個体は31個体で茎の末端や刺座、節に変色やしおれが見られたが、枯れ落ちる茎はなく個体は枯死しなかった。ビネガーキラー散布個体は3個体で若干の変色と表面に赤茶色の筋が現れる変化が見られたが、枯死する個体はなかった。

以上の結果から、除草剤の散布では個体を枯死させて除去することはできなかった。ポルトガルではグリホサートを塗布する方法で効果が低く防除に適さないこと (Monteiro et al. 2004)、南アフリカでは除草剤の散布では十分な防除ができなかったと報告されており (Hoffmann et al. 1998)、本研究でも同様の結果となった。また、芸西村で一昨年にラウンドアップの原液をかけた個体がばらばらの破片になって散り、一部の生きた個体から新たな茎が発生していることが確認された。グリホサートの有効性は180日を超えるとわずかに減少し、枯死した植物の一部が再成長する可能性があることと示されていることから (Monteiro et al. 2004)、除草剤の散布ではウチワサボテン属の個体を完全に枯死させることはできず、加えて個体がばらばらの破片になることで、より分布域を拡大する可能性もあり、防除には適さないと考えられる。

3) 除草剤注入防除（物理・化学的防除）

高知市種崎海岸で、ラウンドアップとビネガーキラーをそれぞれ5個体ずつに注入した結果、ラウンドアップ

注入個体は5個体すべてで茎の切り口がしおれ、1個体では茎の一部が空洞になり組織が溶けて腐っている様子が観察されたが、別の1個体では土の中の根元はしおれず枯死していなかった。ビネガーキラー散布個体では5個体すべてで軽く茎表面のしおれが見られたが、個体を枯死させることはできず、注入から48日後に1個体で6か所の刺座から新芽が発生していることを確認した。従って、茎を除去して根元のみ除草剤を注入する方法では、すべての個体を枯死させることはできなかった。グリホサートの注入が塗布よりも被覆面積を減少させることに有効との報告はあったが (Monteiro et al. 2004)、枯死させるためには、さらなる工夫が必要であると考えられる。

(6) 効果的な防除方法

ウチワサボテン属の効果的な防除方法は植物体をすべて除去し、海岸砂浜の地中に埋めて処理する方法であった。今後の高知県における防除のために、今回提案する効果的な防除方法について、その手順のフローを図に示す (図11)。まず個体の茎を刈り取り、根元を抜き取りやすくする。次に、根元を厚手のゴム手袋を着用した手で直接または、つるはしやクワを使って掘りかえすようにして抜き取る。根は長く1m以上のものもあるため、ちぎれないように引き抜く。刈り取った茎や根は一時的に厚手のビニール袋や紙袋に入れ、地面に破片を落とさないようにする。その後、付近の海岸砂浜に穴を掘り、刈り取った茎と抜き取った根を穴に入れ、破片が地面に残っていないことを確認して埋める。このとき、周囲の植生への影響を最小限にするために、周囲に植物がなく台風などで攪乱されない場所の砂浜を選んで穴を掘る。周囲に植物がないことで、穴を掘る際に根に邪魔されることがないため、労力を抑えることもできる。土は穴に入れた個体が完全に隠れ、上を歩いたときに沈んだり土が穴の奥に流れこんだりしなくなるまでかけ、表面の土を踏み固めて埋める。また、個体を掘り返した場所も地面をならし、できる限り元の状態に戻して在来の植生に悪い影響を与えないようにする。防除実施時には、刺による怪我を防ぐために厚手のゴム手袋とゴム長靴を着用し、服は上下ともにサラサラした生地の手袖を着用することが望ましい。

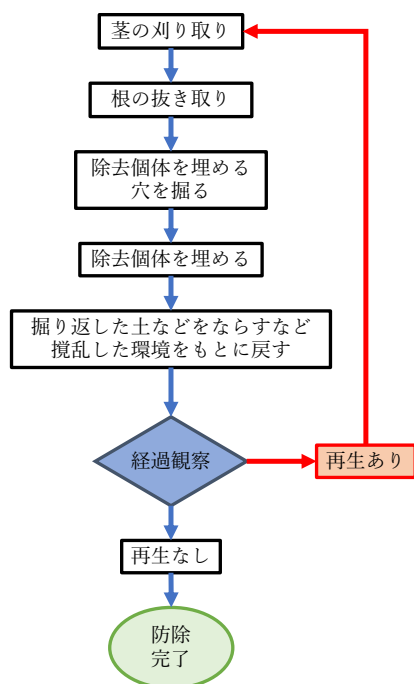


図 11. ウチワサボテン属の防除フロー。

まとめ

本研究により、高知県内にはセンニンサボテンとタンシウチワの2種が分布していることが明らかになった。また、センニンサボテン1個体は1つあたり平均170個の種子が入った果実を平均47個つけていた。果実は秋から冬にかけてよく熟し、成熟した種子をより多く持っていた。野外調査では実生を観察しており、予備的な播種実験でも野外において種子からの発芽を確認していることから、秋以降に熟した果実から種子を散布し、種子繁殖をしていることが示唆された。茎には1枚当たり平均45個の刺座があり、5～10gの大きさに切り分けても刺座から発根し、サイズが大きくなるとより発根して根付く確率が高くなった。果実が熟す前の子房にある刺座から発根し、新たな茎を発生した。野外調査でも、地面に落ちた茎や子房の刺座から発根して根付き、また新たな茎を刺座から発生して成長した個体を観察した。従って、高知県では種子繁殖と栄養繁殖の両方によって個体を増殖することで、分布域を拡大していると考えられる。

防除方法の検討では、抜き取り防除によって完全に植物体を除去することに成功し、三重県の根から掘りかえす方法の成功事例（愛知県環境調査センター編 2021）と同じ結果が得られた。スペインにおいても機械や人力によって物理的に個体を除去する方法が効果的であったことから（García-de-Lomas et al. 2018）、抜き取りによ

る防除が効果的な防除方法であることが示された。また、除去した個体を海岸砂浜の地中に埋める処理で個体が再生しなかったため、鋭い刺と重量のある個体の運搬を行わない分、廃棄の労力と怪我の危険を減らすことができた。防除実施に適した時期は、子房の拡散による栄養繁殖を防ぐことができ、かつ種子をつくらぬ開花・結実前の1～5月の間であると予測される。また、現在牧野植物園の外来植物防除活動で行われているように人員を増やし、本研究によって提案した方法で一斉に抜き取り除去を行うことがさらに効果的であると考えられる。

これらのことから、1～5月の間に茎の刈り取りと根の抜き取りによって植物体全体の除去を行い、海岸砂浜の地中に埋めて処理する方法によって、高知県のウチワサボテン属を防除することを提案する。他方、防除とともに、ウチワサボテン属の園芸品種の植栽には注意喚起が必要であり、栽培している個体を逸出させないように適切に管理し、破片であっても野外にそのまま捨てないことを周知するといった普及活動が重要である。

謝辞

本研究の実施にあたり、調査にご協力いただいた芸西村、情報提供をいただいた室戸ジオパーク推進協議会の中村昭史氏、高知県自然共生課の谷仁氏に深謝申し上げます。また、高知大学理工学部生物科学科植物分類学研究室の岡本達哉准教授には連携を図っていただきましたこと感謝いたします。

引用文献

- García-de-Lomas J., Martín I., Saavedra C., Fernández-Carrillo L., Martínez E. and Rodríguez C. 2018. Mechanical and manual control of prickly pear *Opuntia dillenii* in lakeside dunes at Laguna del Portil, southern Spain. *Conservation Evidence* 15: 32–36.
- Hoffmann J.H., Moran V.C. and Zeller D.A. 1998. Long-term population studies and the development of an integrated management programme for control of *Opuntia stricta* in Kruger National Park, South Africa. *Journal of Applied Ecology* 35: 156–160.
- Li Z. and Taylor N.P. 2007. *Opuntia* in Flora of China. http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=123045 (2022年1月22日閲覧).
- Monteiro A., Cheia V. M., Vasconcelos T. and Moreira I.

2005. Management of the invasive species *Opuntia stricta* in a Botanical Reserve in Portugal. *Weed Research* 45 (3): 193–201.
- Pinkava D.J. 2004. *Opuntia* in Flora of North America. http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=123045 (2022年2月2日閲覧).
- USDA (United States Department of Agriculture). 2014. Field Guide for Managing Prickly Pear in the Southwest. 8 pp. Forest Service, Southwestern Region.
- 愛知県環境調査センター(編). 2021. 愛知県の外来種ブルーデータブックあいち 2021. 愛知県環境局環境政策部自然環境課. <https://www.pref.aichi.jp/kankyo/sizen-ka/shizen/gairai/handbook/> (2022年1月7日閲覧).
- 堀部貴紀. 2020. サボテンのトゲについての解説(形態と機能). *生物機能開発研究所紀要* 21: 50–63.
- 環境省 自然環境局. 2014. 生態系被害防止外来種リスト. <https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/iaslist.html> (2022年1月29日閲覧).
- 高知県 林業振興・環境部 自然共生課. 2020. 高知県で注意すべき外来種リスト. <https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030701/2020070200344.html> (2022年1月29日閲覧).
- 室戸市・室戸市教育委員会. 2019. 名称室戸岬, 天然記念物室戸岬亜熱帯性樹林および海岸植物群落保存管理計画. 109 pp. <https://www.city.muroto.kochi.jp/pages/page0606.php> (2022年1月29日閲覧).
- 中村剛・佐藤亜希子・小林峻・伊澤雅子・傳田哲郎・横田昌嗣. 2009. 「世界の侵略的外来種ワースト100」の1種センニンサボテン *Opuntia stricta* (サボテン科) の北大東島への侵入とその防除法. *分類* 9:159–165.
- 田邊由紀・坂本彰・栗原妙子・鴻上泰・藤川和美(編). 2019. 高知県の外来植物 2019. 54 pp. 高知県立牧野植物園.
- 田邊由紀・坂本彰・栗原妙子・鴻上泰・藤川和美(編). 2020. 高知県の外来植物 2019 調査報告書. 80 pp. 高知県立牧野植物園.
- 湯浅浩史. 2021. "サボテン", 日本大百科全書(ニッポニカ), JapanKnowledge. <https://japanknowledge.com> (2022年1月22日閲覧).