

原著論文

宮崎県北東部，大分県東部および鹿児島県薩摩半島南部の 沿岸地域におけるサトウキビ野生種の探索と収集

服部 太一郎¹⁾・境垣内 岳雄¹⁾・松崎 直哉¹⁾・山下 浩²⁾

1) 九州沖縄農業研究センター種子島試験地

2) 九州沖縄農業研究センター合志拠点

Exploration and Collection of Sugarcane Wild Species (*Saccharum spontaneum* L.) in Coastal areas in Northeastern Miyazaki Prefecture, Eastern Oita Prefecture and Southern Satsuma Peninsula in Kagoshima Prefecture

Taiichiro HATTORI¹⁾, Takeo SAKAIGAICHI¹⁾, Naoya MATSUZAKI¹⁾
and Hiroshi YAMASHITA²⁾

1) NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, 1742-1, Anno, Nishinoomote, Kagoshima 891-3102, Japan.

2) NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, 2421, Suya, Koshi, Kumamoto 861-1192, Japan.

Summary

Exploration for collecting sugarcane wild species, *Saccharum spontaneum* L., was carried out from 22 to 26 August in 2011 along coastal regions in northeastern Miyazaki prefecture, eastern Oita prefecture, and southern Satsuma peninsula in Kagoshima prefecture. During this exploration, three accessions were collected. One of the collected wild species in Miyazaki prefecture showed quite high Brix, indicating it would be useful as breeding material for improving sugar content of commercial sugarcane.

1. 背景と目的

サトウキビにおける人為的な交配技術は 1880 年代後半に確立した^{1), 2)}. その後, 世界の各サトウキビ育種機関では, 当時の主要な栽培種であった高貴種 (*Saccharum officinarum* L.) と, サトウキビ野生種 (*Saccharum spontaneum* L.) との種間交雑に取り組むようになった. 種間交雑の目的は, サトウキビ野生種が有する有用形質を高貴種に導入することにあった.

サトウキビ野生種が有する主な有用形質としては, 当時問題となっていた各種病害に対する抵

抗性や、多けつ性、茎の強健性等が挙げられる。加えて、生態的側面からは、種々の自然環境下での生存競争の過程で獲得した、耐冷性や耐湿性、耐乾性などの優れた環境適応性も重要視されていた。

国内でも、古くから、南西諸島を中心に、茨城、埼玉、千葉や静岡の太平洋沿岸などでも野生種の自生が確認されており³⁾、1940年代には、育種における野生種遺伝資源の重要性が指摘されていた⁴⁾。戦後の空白期間を経て、1980年代には複数回にわたる南西諸島の野生種探索・収集が実施され^{4)・5)}、多くの野生種遺伝資源が収集された。また、海外のサトウキビ育種機関とも野生種などの遺伝資源交換・導入を進め、利用可能な遺伝資源を増やしてきた。

国内外の野生種を活用して、種間交雑を通じて野生種の有用形質をサトウキビ経済品種に導入し、品種改良に役立てようとする試みは、現在まで継続的に行われている⁶⁾。九州沖縄農業研究センターは、約250点の野生種を保存しており、サトウキビ多用途利用に向けた品種開発の過程で積極的に交配利用してきた。サトウキビ経済品種との種間交雑および戻し交配（高貴化）に伴う後代の特性変化に着目した研究⁷⁾等を踏まえ、これまでに、インドネシア由来の野生種を用いて、生産性や株出し能力に優れる飼料用サトウキビ品種「KRFO93-1」や、砂糖・エタノール複合生産に利用可能な高バイオマス量サトウキビ品種「KY01-2044」を育成している^{8)・9)}。また、更なる品種改良に向け、主として国産野生種を対象に耐病性や品質的特性等の評価を進め、有用な交配材料の選定を進めている¹⁰⁾。

野生種遺伝資源を用いた品種改良の試みは、海外のサトウキビ育種機関でも継続的に行われている。例えば、オーストラリアのBSES（Bureau of Sugarcane Experimental Stations、オーストラリアサトウキビ試験場事務局）では、野生種利用の主目的を生産性の改良よりも耐病性関連形質の導入による生産性の安定化に位置付けており、日本の国産野生種にも関心を寄せている（BSES, Dr. G. Piperidis, 私信）。国産野生種については、遺伝資源交換等で海外に提供した事例が少なく、こうした観点からも、国産野生種遺伝資源の拡充と特性把握が、将来的な海外との遺伝資源交換等を推進する上で必要となる。

また最近では、サトウキビ育種の高効率化に向けたDNAマーカー開発やゲノム解析が進められており¹¹⁾、サトウキビの染色体における野生種ゲノム由来領域の同定も可能になりつつある¹²⁾。このような、野生種からの有用形質導入を飛躍的に効率化し得る技術の開発にともない、利用可能な野生種遺伝資源の拡充が、一層、その重要度を増している。

野生種遺伝資源の拡充に向けた、国内の未探索地域を対象とした探索活動は、2000年代に入って再び活発化している。現在でも、依然として国内には未探索の地域が多く残されているが¹³⁾、気候が温暖で野生種の生育に比較的適すると考えられる九州地域については、鹿児島湾内や宮崎県南部を対象とした探索を通じて、野生種群落が確認された範囲が拡大している^{13)・14)・15)}。今回、我々は、九州地域における探索範囲を、さらに北および西へと拡大した（Figure 1）。すなわち、北に向かっては宮崎県北東部から大分県東部にかけての沿岸地域を、西に向かっては鹿児島湾から薩摩半島南西部の沿岸地域を、それぞれ対象として、野生種遺伝資源探索を実施した。その結果、複数の野生種遺伝資源の発見・収集に成功したので、ここに報告する。

2. 探索・収集方法

今回、探索対象とした宮崎県・大分県および鹿児島県薩摩半島では、南西諸島に比べて出穂時期が早いことが予想されたため¹⁴⁾、探索期間は、それぞれ、2011年の8月22～25日（Table 1）および8月25～26日（Table 2）に設定した。

サトウキビ野生種が群落を形成し得る環境では、形態的および生態的に類似点が多いススキ等



Figure 1. Previously and newly explored areas in Kyushu.
九州における過去に探索実施済みの地域および今回新たに探索を実施した地域.

Table 1. Exploration schedule and collection sites in Miyazaki and Oita prefectures.
宮崎県及び大分県における探索・収集日程と収集地点

日付	旅程と探索地点
8月22日	鹿児島県西之表市→鹿児島市→宮崎市→日向市小倉ヶ浜 (A) ¹⁾ →延岡市
8月23日	延岡市→延岡市石田町 (B) ¹⁾ →大分県佐伯市→津久見市→臼杵市→大分市
8月24日	大分市→別府市→日出町→杵築市→国東市→大分市
8月25日	大分市→鹿児島県鹿児島市→西之表市

1) 表中のアルファベット (A, B) は Figure 2 に示した各収集地点を示す.

Table 2. Exploration schedule and collection sites in Kagoshima Prefecture.

鹿児島県における探索・収集日程と収集地点

日付	旅程と探索地点
8月25日	鹿児島県西之表市→鹿児島市→指宿市→南九州市→枕崎市 (C) ¹⁾ →南さつま市
8月26日	南さつま市→鹿児島市→西之表市

1) 表中のアルファベット (C) は Figure 2 に示した収集地点を示す.

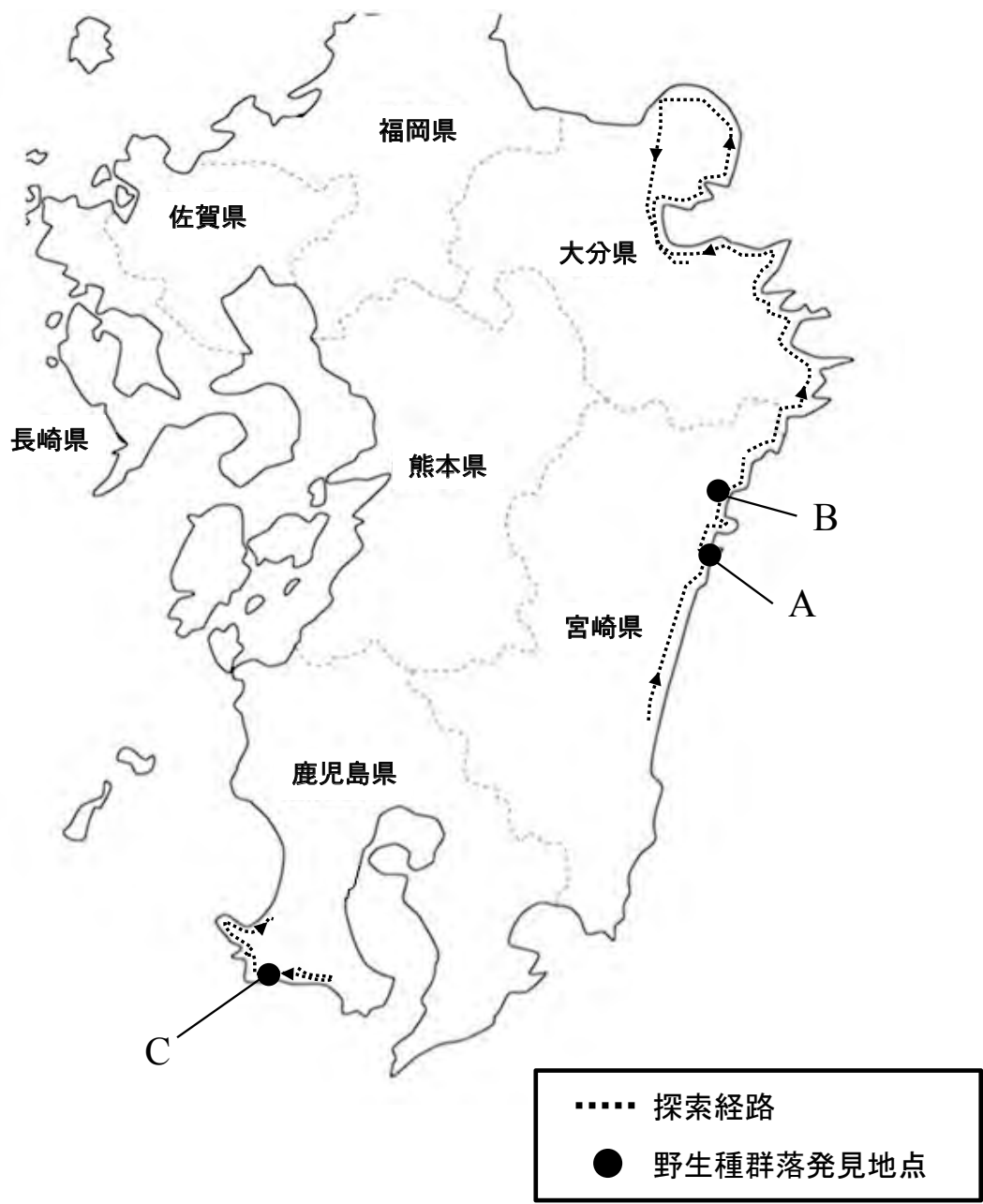


Figure 2. Exploration route in Miyazaki, Oita and Kagoshima prefectures.
 宮崎県、大分県および鹿児島県におけるサトウキビ野生種探索・収集経路。
 図中のアルファベットは野生種群落の発見位置を示す。

も自生している場合が多い。そのため、サトウキビ野生種の探索では、穂の形態の相違に注目して野生種群落を特定することが効率的である。具体的には、サトウキビ野生種の穂は一次枝梗と二次枝梗がそれほど長くなく、全体として菱形となり、直立しているのに対し、ススキ類の穂は一次枝梗がより長く、そのため下垂気味でやや楕円形となる。また、サトウキビ野生種の穂は、銀白色を基本として、成熟した穂軸では若干、紅色を帯びており、全体的に淡黄色となる場合の多いススキ類とは異なっている。

探索に先駆けて、探索対象地域の植生に詳しい現地の博物館等から情報を収集し、これに基づいて、重点的に探索を実施する範囲を設定した。具体的には、宮崎県と大分県では、宮崎市の一ツ瀬川近辺から北上して延岡市、佐伯市を通り、国東半島の杵築市から国東市にかけての地域を探索対象とし、日向市および延岡市を重点探索範囲とした (Figure 2)。また、鹿児島県における探索では、指宿市から南九州市、枕崎市、南さつま市にかけての地域を対象とし、枕崎市を重点探索範囲とした (Figure 2)。野生種は海岸線や河川流域、湿地帯等に自生する機会が多いため^{4) 5)}、沿岸部を中心に探索経路を設定し、比較的大きな河川を発見した場合には、やや内陸部の河川流域まで調査の対象とした。探索は乗用車にて移動しながら、車窓から見える範囲で行い、必要に応じて徒歩での探索も実施した。野生種群落を発見した場合の調査には、国際遺伝資源委員会 (IBPGR: 現在は国際生物多様性センター, Bioversity International) の資料に基づいて杉本が作成した調査票を用いた¹⁶⁾。収集は栄養体で行い、収集したサトウキビ野生種は九州沖縄農業研究センター種子島試験地に保存した。

3. 収集の結果

宮崎県と大分県における探索では、日向市小倉ヶ浜の赤岩川河口付近、延岡市南部の沖田川流域の計 2 地点において野生種群落を発見した (Table 3)。発見した群落については、発見現場にて、それぞれ 3 ~ 4 個体を対象に特性調査を実施した (Table 4)。そのうち、沖田川流域で採集した野生種は、Brix が約 18 % と、野生種としては極めて高い値を示した。

大分県では、国東半島を含めて、探索対象地域の多くがリアス式海岸であり、沿岸部は岩場が多く植生がまばらな一方で、やや内陸に入ると急激に標高が増して樹林帯が形成されている場合が多かった。そのため、同地域では、点在する砂浜の周辺や比較的大きな河川流域を主な対象として野生種群落を探索したが、いずれもススキ類が優占しており、野生種群落の発見には至らなかった。

鹿児島県における探索では、枕崎市塩屋北町の馬迫川河口付近の 1 地点において野生種群落を発見した (Table 3)。ただし、当該群落は、事前に刈り込みが行われた形跡があり、草高が低い個体のみであった。そのため、発見現場にて実施した特性調査の結果 (Table 4) については、参考値として扱う必要があると考えられた。

以上のように収集した 3 つの野生種群落について、収集地点の周辺状況を Photo 1 ~ 3 に示した。なお、収集した野生種 3 点には、収集順に JW779 から JW781 までの系統番号を付与した。

4. 所感

今回の探索では、宮崎県の 2 地点及び鹿児島県の 1 地点において新たにサトウキビ野生種群落を発見できた一方で、より北に位置する大分県では野生種群落の発見に至らなかった。大分県東部沿岸地域は、全体的にサトウキビ野生種の定着に不適である地形が多かったものの、砂浜周辺や河川流域の草地・土手など、比較的、定着に適すると考えられる場所も存在した。これらの場所で、サトウキビ野生種が定着していなかった要因として、生育温度の点で、ススキ類に比べ

てサトウキビ野生種が不利であったこと、あるいは、サトウキビ野生種の伝播に関与したと考えられている海流が¹⁷⁾、地理的に届きにくい位置にあること、等が考えられる。しかし、前者については、静岡県や千葉県など、より低温の地域でも他の草本類と混在するサトウキビ野生種群落が確認されていること¹⁸⁾、後者については、同様に海流が届きにくいと考えられる広島県安浦町でサトウキビ野生種（ワセオバナ）が自生しているとする報告もあること¹⁹⁾等から、いずれも決定的な要因とは判断しにくい。地理的な観点からは、豊後水道を隔てて大分県に面している高知県西部でも、過去の探索でサトウキビ野生種が発見できておらず¹⁶⁾、大分県の場合と何らかの共通した要因が存在している可能性もあるが、この点については、今後、愛媛県西部なども含めた各地域の再探索を通じて検討する必要がある。

他方、今回の探索で収集した野生種の特性に注目すると、細茎、多けつ性で茎内にはスポンジがみられるという一般的な野生種の特徴が共通して確認された。一方で、延岡市で収集した野生種については、Brixが17.8%と、野生種としては高い値を示した。境垣内¹⁰⁾は、国内で収集されたサトウキビ野生種を対象に種子島における12月のBrixを評価し、関東・東海地域で収集された野生種は、南西諸島の野生種よりもBrixが高い傾向にあることを報告した。この報告の中では、静岡県で収集された2種の野生種系統が最も高いBrixを示し、18.1～18.6%に達していたが、今回、延岡市で収集した野生種が、一般にサトウキビのBrixが低い夏季においても17.8%という高い値であったことは非常に興味深い（Table 4）。出穂の早晚とBrixの推移との関係についても注意深く検証しなければならないが、当該野生種の利用により、従来よりもBrixが高い種間雑種を作出できる可能性がある²⁰⁾。人為的な刈り込みにより厳密な特性調査が実施できなかった鹿児島県の野生種とともに、今後、同一の栽培条件下で他の野生種を含めた特性調査・比較を行い、生産性や各種特性を見極めた上で、交配等に活用していく予定である。

最後に、今回、探索範囲とした地域のうち、宮崎県延岡市近辺では、最近、サトウキビの近縁種である*Erianthus*属植物（和名ヨシススキ）や*Narenga*属植物（和名ムラサキワセオバナ）の自生が確認されている²¹⁾。とくに*Narenga*属植物については国内初の確認事例である。同地域を中心として、サトウキビ近縁種の探索を実施し、こうした貴重な遺伝資源についても早期に収集・保存することが望ましいと考えられる。

5. 謝辞

今回の探索・収集にあたり、宮崎県文化財課の黒木秀一氏、宮崎県総合博物館の斉藤政美氏、宮崎県立考古博物館の藤木聡氏には、野生種の自生に関する貴重な情報を頂いた。ここに記して謝意を表する。

6. 引用文献

- 1) 宮里清松 1986. サトウキビとその栽培. 日本分蜜糖工業会 pp.20-29.
- 2) 永富成紀 1989. サトウキビの起源と遺伝資源. 農業技術 44 (9) : 21-24.
- 3) Moriya, A. 1956. Contributions to the cytology of the genus *Saccharum* VI. Chromosome number of *Saccharum spontaneum* in Japan islands. *Cytologia* 21 : 188-191.
- 4) 永富成紀, 大城良計, 仲宗根盛徳 1984. 南西諸島におけるサトウキビ遺伝質の探索; 第1・2次調査. 沖縄県農業試験場研究報告 9 : 1-27.
- 5) 永富成紀, S. Sastrowijono, G. T. Silverio, R. Pillado, 杉本明, 大城良計 1985. 南西諸島におけるサトウキビ遺伝質の探索; 第3次調査. 沖縄県農業試験場研究報告 10 : 1-24.
- 6) Wang, L.P., P. A. Jackson, X. Lu, Y. H. Fan, J. W. Foreman, X. K. Chen, H. H. Deng, C. Fu, L.

- Ma and K. S. Aitken 2008. Evaluation of Sugarcane x *Saccharum spontaneum* progeny for biomass composition and yield components. *Crop Science* 48 : 951-961.
- 7) 島袋正樹, 杉本明, 金城鉄男, R.D. Pillardo, G.T. Silverio, S. Sastrowijono 1986. サトウキビの野生種交配集団の高貴化に伴う実用形質の変異. 第1報 各育種世代における高貴化に伴う実用形質の変異. *九州農業研究* 48. pp. 73.
- 8) 小原聡, 福島康裕, 杉本明, 寺島義文, 石田哲也, 迫田章義 2009. 砂糖・エタノール複合生産プロセスにおけるサトウキビ品種改良とプロセス変更による温暖化ガス削減効果. *日本LCA学会誌* 5 : 439-445.
- 9) 境垣内岳雄・寺島義文 2008. 飼料用サトウキビ「KRf93-1」の育成と普及に向けた研究展開. *農業技術* 63 : 24-29.
- 10) 境垣内岳雄, 寺島義文, 寺内方克, 服部太一郎, 松岡誠, 杉本明 2009. 日本で収集されたサトウキビ野生種の蔗汁 Brix の評価. *日本作物学会紀事* 78 (別2) : 248-249.
- 11) 服部太一郎, 寺内方克, 石川葉子, 境垣内岳雄, 榎宏征, 木村達郎, 島田武彦, 都築祥子, 西村哲 2012. サトウキビ品種 NiF8 と Ni9 における黒穂病抵抗性関連の QTL の同定および他の生育特性との関連性. *日本作物学会紀事* 81 (別1) : 344-345.
- 12) 西村哲, 榎宏征, 島田武彦, 木村達郎, 都築祥子, 服部太一郎, 石川葉子, 境垣内岳雄, 寺内方克 2012. マイクロアレイベースマーカー技術を用いたサトウキビ種間交配系統 S3-19 の連鎖地図構築. *育種学研究* 14 (別1) : 274
- 13) 松岡誠, 佐藤光徳, 小笠原篤 2004. 南九州におけるサトウキビ野生種の探索収集. *植物遺伝資源探索導入調査報告書* 20 : 39-43.
- 14) 佐藤光徳, 野島秀伸, 高木洋子 2005. 鹿児島県大隅半島東岸, 宮崎県南部におけるサトウキビ野生種の探索収集. *植物遺伝資源探索導入調査報告書* 21 : 23-29.
- 15) 服部太一郎, 境垣内岳雄, 久保光正 2010. 宮崎県南部におけるサトウキビ野生種の探索と収集. *植物遺伝資源探索導入調査報告書* 26 : 46-51.
- 16) 勝田義満, 中西建夫, 松岡誠, 杉浦誠, 氏原邦博, 前田秀樹, 杉本明 1996. 香川県, 徳島県, 高知県におけるサトウキビ遺伝資源の収集. *植物遺伝資源探索導入調査報告書* 12 : 59-64.
- 17) 下田聡, 末川修, 武宮清和, 光富弘, 當好二, 肥後芳郎, 永政幸, 政倉慶一, 氏原邦博, 杉本明 2000. 鹿児島県奄美諸島におけるさとうきび遺伝資源の収集. *植物遺伝資源探索導入調査報告書* 16 : 29-33.
- 18) 石川葉子, 境垣内岳雄, 服部太一郎, 上床修弘, 我有満, 松岡伸之 2011. 千葉県内房におけるサトウキビ野生種の探索と収集. *植物遺伝資源探索導入調査報告書* 27 : 61-67.
- 19) 広島大学理学部附属宮島自然植物実験所・比婆科学教育振興会(編) 1997. *広島県植物誌*. 中国新聞社. pp.832.
- 20) 島袋正樹, 金城鉄男, 杉本明, 永富成紀, S. Sastrowijono, G.T. Silverio, R. Pillado 1986. サトウキビの野生種交配集団の高貴化に伴う実用形質の変異 第4報 高貴化に伴うブリックスの発現. *九州農業研究* 48. pp.76.
- 21) 斉藤政美 2012. 近年の帰化植物情報. *宮崎県総合博物館研究* 32 : 37-42.

Table 3. A passport data of sugarcane wild species (*S. spontaneum*) collected in Miyazaki and Kagoshima prefectures.

宮崎県と鹿児島県で収集したサトウキビ野生種 (*S. spontaneum*) のパスポートデータ

	収集日	系統名	JP 番号	種名	植生	収集地点	Collection site	標高 (m)	緯度・経度	土壌	収集形態
A	8/22/2011	JW779	244485	<i>Saccharum spontaneum</i> L.	wild	宮崎県日向市小倉ヶ浜	Okuragahama, Hyuga, Miyazaki	2	N32-23-365 E131-38-086	砂質土	栄養体
B	8/23/2011	JW780	244486	<i>Saccharum spontaneum</i> L.	wild	宮崎県延岡市石田町	Ishida-machi, Nobeoka, Miyazaki	9	N32-31-972 E131-40-461	壤土	栄養体
C	8/25/2011	JW781	244487	<i>Saccharum spontaneum</i> L.	wild	鹿児島県枕崎市塩屋北町	Shioyakitamachi, Makurazaki, Kagoshima	1	N31-16-255 E130-17-025	砂壤土	栄養体

Table 4. Characteristics of sugarcane wild species (*S. spontaneum*) collected in Miyazaki and Kagoshima prefectures.

宮崎県と鹿児島県で収集したサトウキビ野生種 (*S. spontaneum*) の特性概要

	群落の直径 (m)	Brix ¹⁾ (%)	草高 ¹⁾ (cm)	茎径 ¹⁾ (mm)	分けつ	茎内部	出穂 ²⁾	備考
A	20	10.2	2.3	6.8	中	スポンジ	有	赤岩川河口北側
B	7	17.8	1.3	4.0	中	スポンジ	有	沖田川流域の笹目橋西側草地
C	20	9.0 ³⁾	0.3 ³⁾	4.0 ³⁾	中	スポンジ	無 ³⁾	馬迫川河口周辺の草地

1) 特性値は 3 ~ 4 個体の平均値.

2) 出穂は収集日における状況を示す.

3) 人為的な刈り込みの形跡が認められたため参考情報として扱う必要がある.



Photo 1. Population found in a bush near the mouth of the Akaiwa river, Okuragahama, Hyuga, Miyazaki; JW779.
日向市小倉ヶ浜の赤岩川河口付近の茂みで発見した群落 (JW779).



Photo 2. Population found in bush along the Okita river, Ishida-machi, Nobeoka, Miyazaki; JW780.
延岡市石田町の沖田川流域の茂みで発見した群落 (JW780).



Photo 3. Population found near the mouth of the Umasako river, Shioyakitamachi, Makurazaki, Kagoshima; JW781.
鹿児島県枕崎市塩屋北町の馬迫川河口付近で発見した群落 (JW781).