

胞子を用いたクサソテツ（コゴミ）の低コスト大量苗生産技術開発

Matteuccia struthiopteris Low-Cost Mass Seedling Production Technology using a Spore

本田真也*・坂梨二郎

Shinya HONDA and Jiro SAKANASHI

要 約

クサソテツ (*Matteuccia struthiopteris*) はシダ植物であり、胞子およびランナーで増殖し、春の山菜コゴミとして知られ、近年球磨地域における新たな野菜品目として定着が期待されている。これまでその苗確保は業者からの購入や自生地からのクサソテツ自体の移植が一般的であるが、組織培養等による幼苗生産も確立されている。しかし、民間販売の苗は高価であり、さらに熊本県では、クサソテツは準絶滅危惧種 (NT) に指定されているため、自生地から苗を移植することは困難である。一方、組織培養等による幼苗生産技術では恒温器等の特別な機器による精密な管理が必要であるため、試験場では実施可能であるが農家に普及するに至っていない。

そこで、本研究ではクサソテツの胞子を用い、生産現場で簡単に低コストな苗を大量に生産する技術を開発した。その結果、クサソテツの胞子を10月に採種し、3月に市販培養土を詰めた水稻育苗箱に播き、蛍光灯とコンテナを組み合わせた簡易な装置の下に置き、蛍光灯による24時間日長下で、乾燥させないように管理すると、前葉体を経て播種後140日程度で定植可能な胞子体苗が大量 (水稻育苗箱1つから1,000株程度) に生産された。これにより、生産現場で市販の1/10程度の低コスト (1セル当たり生産費; 養成期間2年間として28円程度) な苗を大量生産する技術が確立され、球磨地域におけるクサソテツ生産の定着に寄与すると考えられた。

キーワード: クサソテツ, 胞子, 胞子体苗, 日長, 大量増殖, 低コスト

I 緒言

クサソテツ (*Matteuccia struthiopteris*) は日本では北海道から九州まで広く分布し、イワデンタ科クサソテツ属のシダ植物であり、一般的には俗称のコゴミとして、ゼンマイやワラビと同様に春の山菜として広く知られている。それは、山菜特有の食味や風味を持ちながらゼンマイやワラビに比べアクが少なく、一般的な野菜と同様に調理できるため、今後消費拡大が期待される山菜である¹⁾。秋田県や山形県など東北地方を中心に栽培が行われており、2014年は全国で68.6トンが出荷されている²⁾。一方、熊本県球磨地域では近年クサソテツの栽培が始まり、新たな野菜品目として定着するための栽培技術の開発が望まれている。

クサソテツの増殖は胞子とランナーで行われる。しかし、胞子による増殖は自然環境で子株 (塊茎の直径がおおむね2cm以下) となるまでおよそ7~8年、さらに子株から収穫可能な成株 (塊茎の直径がおおむね4cm以上) となるまで7年と長い年月を要する。またランナーによる増殖は1) 成株から伸びたランナーの伏せ込み、ある

いは2) ランナーの先に形成される子株の株分けが知られているが、熊本県では成株が簡単に安く入手できないため、有効な増殖方法とならない。(熊本県ではクサソテツは準絶滅危惧種 (NT) に指定されており成株を自生地から採取することは困難。また成株の購入は、1株300円程度で10a当たり5,000~12,000株程度必要となるため、導入経費 (10a当たり150万円~360万円) が高くなり、一般出荷価格 (10a当たり50万円/10a) の3~7.2倍となるため定着化は困難。)

これまでに、幼苗を大量に作り育てる方法として、組織培養法と胞子を用いた増殖法が報告されている。福島県では1997年に井内ら^{3),4)}が根茎から摘出した茎頂および若いランナーの先端から植物体を再生する組織培養による大量苗作成方法を確立している。また富山県では1998年に梅林⁵⁾が胞子を用い20℃,3,000luxの条件で幼苗を得ることに成功している。しかし、どちらも特別な機器 (恒温器等) や精密な温度・湿度等の管理が必要なこと苗の生産経費が高価になるため、試験場以外の一般農家に取り組めるものではない。その他、山梨県で2002

*現 熊本県立農業大学校

年に雨宮ら⁶⁾が孢子を用い、特別な機器を使わず孢子を得ることに成功しているがほ場に定植できる苗となるまで1年10ヵ月と長い期間が必要であり、作出した株数も孢子0.5gで20株以上と少ないなど課題が残っていた。

そこで、球磨地域のクサソテツの産地化の足掛かりとするため、本研究で特別な機器を用いず、農家が簡易に孢子から大量に苗を生産する技術を開発したので報告する。

II 材料および方法

孢子は、タキイ種苗株式会社から購入したクサソテツ苗を2012年4月に研究所内のほ場に定植し育成した株から発生した孢子葉を2014年10月に採取し、孢子のう群に切り分け、ジッパー付食品保存用袋に入れ、温度5℃の冷蔵庫で4ヵ月保存したものを用いた。(なお、孢子は採取2年以内であれば発芽するとされる⁵⁾) 播種床は水稻中苗育苗箱(縦30cm横60cm)に市販の培養土(ピートモス、パーミキュライト、鹿沼土等の混合土で肥料は含まない)を充填したものをを用いた。また、水稻育苗箱は播種直後に蛍光灯とコンテナを組み合わせた簡易な装置の下に置いた(第1図)。

試験1 日長時間が前葉体の発生数に及ぼす影響

2015年3月20日に十分に散水した播種床へ孢子100mgを均一に播き、保湿のため水稻中苗育苗箱を食品用ラップで包んだ。その直後、自然光が当たらない段ボール内で、育苗箱を40W直管蛍光灯(FLR40S・W/M)の下20cm(2500lux)に置き、0時間/日、6時間/日、12時間/日、24時間/日と日長時間が異なる区を設け、2015年5月7日に前葉体(幅2mm以上)の発生数について、水稻中苗育苗箱内縦10cm横10cmを2か所調査し平均値を求めた。

試験2 孢子の播種量が前葉体の発生数に及ぼす影響

2015年3月5日に10mg、50mg、100mg、500mg、1,000mgに量った孢子をそれぞれ播種床に均一に播き、水稻中苗育苗箱を食品ラップで包んだ。その直後、直射日光が育苗箱にあたらない室内で、24時間日長40W直管蛍光灯の下20cm(2,500lux)に置き、2015年4月15日に前葉体(幅2mm以上)の発生数について、水稻中苗育苗箱内で縦10cm横10cmを3か所調査し平均値を求めた。

試験3 前葉体の移植数または移植したセルトレイの大きさが孢子体発生セル率、生育に及ぼす影響

2015年4月15日に試験2の前葉体(播種した孢子100mg、24時間日長)1個体を2箱の288穴あるいは128穴セルトレイの全穴に、または3個体を2箱の全穴に移植し、5月下旬に孢子体が発生したのち1日2回程度のかん水と併せて、1週間に1回の割合で500倍希釈の市販液肥肥料(ハイポネックス6-10-8)を施用し、6月30日に胞

子体苗の発生したセル割合(孢子体が1個以上発生しているセルの割合)について調査し、平均値を求めた。

試験4 液肥施用が孢子体の生育に及ぼす影響

2015年3月5日に水稻育苗箱に100mg/箱の孢子を播種し、その直後から24時間日長処理し発生した前葉体を4月15日に2箱の288穴セルトレイに3個体ずつ移植し、孢子体発生後1日2回のかん水と併せて5月23日から1週間に1回の割合で液肥(ハイポネックス6-10-8)を500倍、1,000倍、2,000倍に分けて施用する区(1回に1.5mL/セル施用)と無施用区(水のみで管理)を設け、6月30日に288穴セルトレイの各区10セルで孢子体の葉数4枚目の草丈、葉幅(最も広い長さ)について調査し、平均値を求めた。なお、1セルから孢子体が1株以上発生した場合は1株に間引いた。

試験5 定植後の遮光率が生育および株枯に与える影響

2015年6月30日に、試験3の288穴セルトレイから得られた定植可能な孢子体苗(500倍希釈のハイポネックス施用区)を基肥10a当たりN:P:K=10kg:10kg:10kgを施用したほ場に畝幅60cm、条間15cm、株間10cmの2条植えて定植した。定植後に遮光なし、22%遮光(白寒冷紗)、51%遮光(黒寒冷紗)、75%遮光(遮光ネット)下で管理する区を設け、10月30日に各区10株の草丈、葉数、葉幅、塊茎、枯死率について調査し、平均値を設けた。なお定植後は、活着するまでかん水を行い、適宜除草作業も行った。

試験6 本研究で確立されたクサソテツの孢子由来苗生産に係る経費について

肥料費(液肥・基肥)、動力光熱費(電気代)、諸材料費(水稻中苗育苗箱、床土、蛍光灯器具、蛍光灯、288穴セルトレイ、遮光ネット、遮光資材)、労働費(熊本県最低賃金694円/h)について、1株当たりの生産経費を1年目、2年目、収穫できるまでの1年目+2年目について調査した。

III 結果

1 日長時間が前葉体の発生数に及ぼす影響

孢子播種から約2週間程度で前葉体が発生し始め、40日程度経過すると、移植に適した幅2mm程度の大きさとなる。

第1表 日長時間と前葉体発生数

日長 (時間)	前葉体発生数 (個)
0	0
6	0
12	22
24	319

注) 調査は100cm²の2か所(1水稻育苗箱内)で行い、2mm以上の前葉体を数え、平均した。

第1表に示したとおり、前葉体(幅2mm以上)の発生数は、日長時間が24時間、12時間、6時間、0時間の順に多かった。6時間は幅2mm以下の前葉体の発生は確認できたが、0時間は前葉体の発生自体確認できなかった。

2 胞子の播種量が前葉体の発生数に及ぼす影響

前葉体(2mm以上)の発生数は、第2表に示したとおり、100mg、50mg、10mg、500mg、1,000mgの順に多かった。1,000mg播種した場合、調査日においては前葉体の発生は確認できたが幅2mm以下であった。

第2表 胞子の播種量と前葉体発生数

胞子量 (mg)	前葉体発生数 (個)
10	21
50	71
100	266
500	13
1000	0

注) 調査は100cm²の2か所(1水稻育苗箱内)で行い、2mm以上の前葉体を数え、平均した。

3 前葉体の移植数または移植したセルトレイの大きさが胞子体発生セル率、生育に及ぼす影響

第3表に示したとおり、胞子体の発生セル率は、前葉体を3個体ずつ移植した方が、1個体ずつ移植するより高くなった。また、128穴セルトレイと288穴セルトレイに前葉体を3個体ずつ移植した場合、第4表に示したとおり、胞子体発生セル率および生育に大きな差はなかった。

第3表 前葉体移植数と胞子体発生セル率および生育

セルトレイ	前葉体移植 数(個体)	胞子体発生 セル率(%)	草丈 (cm)	葉幅 (cm)	葉数 (枚)
288穴	1	42.4	5.3	2.4	4.0
	3	89.9	4.9	2.3	4.0

注1) 胞子体発生セル率は胞子体が1個体以上発生しているセルの割合。

注2) 調査は各2箱ずつで行い、その数を平均した。

注3) 草丈は葉数4枚目の地際から葉の先端までの長さを計測した。

注4) 葉幅は葉数4枚目の最も広い長さを計測した。

第4表 セルトレイの大きさと胞子体発生セル率および生育

セルトレイ	前葉体移植 数(個)	胞子体発生 セル率(%)	草丈 (cm)	葉幅 (cm)	葉数 (枚)
128穴	3	85.9	4.9	2.4	4.0
288穴	3	89.9	4.9	2.3	4.0

注1) 胞子体発生セル率は胞子体が1個体以上発生しているセルの割合。

注2) 調査は各2箱ずつで行い、その数を平均した。

注3) 草丈は葉数4枚目の地際から葉の先端までの長さを計測した。

注4) 葉幅は葉数4枚目の最も広い長さを計測した。

4 液肥施用が胞子体の生育に及ぼす影響

第5表に示したとおり、胞子体の生育は、液肥を施用した方が、無施用の場合より、草丈が高く葉幅が広がった。また液肥の希釈倍数による生育の差はほとんどなかった。

5 定植後の遮光率が生育および株枯に与える影響

第6表に示したとおり、定植後の枯死率は遮光率75%、50%、25%、無処理の順位低かった。また草丈、葉幅は遮光率75%、50%、25%、無処理の順で長く、塊茎は大きかった。

第5表 液肥施用と胞子体の生育

液肥濃度 (倍)	草丈 (cm)	葉幅 (cm)
無処理	3.4	1.6
500	6.0	2.4
1000	5.4	2.3
2000	4.9	2.1

注1) 調査は288穴セルトレイの各処理区10セルの2か所を行い、平均した。

注2) 液肥には、ハイポネックス6-10-8を使用した。

第6表 遮光処理と定植後の生育および株枯死率

項目 遮光率	定植前		定植後120日			
	草丈 (cm)	葉幅 (cm)	草丈 (cm)	葉幅 (cm)	塊茎 (mm)	株枯率 (%)
無処理	5.3	2.6	9.5	6.0	6.7	80
25%	5.3	2.8	19.3	7.2	11.4	25
50%	5.2	2.7	20.9	7.6	13.0	10
75%	5.3	2.7	26.0	10.5	17.2	0

注1) 調査は各処理区10株ずつを行い、平均した。

ただし、無処理区の定植後120日は4株調査(株枯が多かったため)。

注2) 草丈、葉幅は各株の最も長いものを調査した。

6 本研究で確立されたクサソテツの胞子由来苗生産に係る経費について

第7表に示したとおり、1株当たりの生産経費(肥料費、動力光熱費、諸材料費、労働費)は、1年目21.6円、2年目6.5円、2年計28.1円となった。

第7表 生産経費

経費	1年目 (円/株)	2年目 (円/株)	2年計 (円/株)
肥料費	0.8	0.8	1.6
動力光熱費	3.0	0.0	3.0
諸材料費	6.5	0.0	6.5
労働費	11.4	5.7	17.1
合計	21.6	6.5	28.1

注1) 諸材料費には水稻育苗箱、床土、ラップ、蛍光灯器具、蛍光灯、セルトレイ、遮光ネット、トンネル資材が含まれる。
注2) 労働費は熊本県の最低賃金694円/hを用いて計算した。

IV 考察

1 日長時間が前葉体の発生数に及ぼす影響

日長時間が0時間で前葉体の発生を確認できなかった。また12時間より24時間の方が幅2mm以上の前葉体数が多かった。このことから、前葉体の発生とその生育に光と日長時間が影響していると考えられた。効率よく前葉体を確保するには日長時間は24時間が良いと思

われる。

2 胞子の播種量が前葉体の発生数に及ぼす影響

水稻中苗育苗箱(縦 30cm 横 60cm)に対し、胞子播種量が 10mg, 50mg では、均一に播種しても播種床に前葉体が発生していないスペースが見られた。

一方、500mg, 1,000mg では播種床いっぱい前葉体が重なり合うように発生し生育も悪かった。100mg では前葉体が発生していないスペースも少なく、前葉体の重なりも少なく、生育も順調に進んだ。このことから水稻育苗箱(縦 30cm 横 60cm)に対しては胞子量 100 mgが適当と考えられる。

3 前葉体の移植数または移植したセルトレイの大きさが胞子体発生セル率、生育に及ぼす影響

他県では前葉体の時点で移植は行われず、胞子体の 2 葉展開期に移植が行われている。湿度が保たれている場合⁵⁾は移植された胞子体の 9割程度が活着し生育するが、室内で湿度が保たれていない場合⁶⁾は 2 割以下しか活着せず、多くが枯死する(データ省略)。その原因は移植の際、根が切れるため、移植後に胞子体が十分な水を吸い上げることができないためと考えられる。

この対策として本研究では前葉体の時点で移植することとした。理由として、前葉体(2mm 程度)は、短い仮根から必要な水分を確保している状況であり、播種床の表面ごと移植すれば前葉体が枯れることはなく、移植作業による根傷みの発生や活着不良が発生しないため、移植後の生育が順調に進むと考えたからである。また、セルトレイ深く入っている根を丁寧にほる必要がないため作業時間の短縮にもつながる。

前葉体の移植数は 1 個体より 3 個体移植した方が胞子体発生セル率は高くなった。移植数 1 個体の場合、胞子体発生セル率は 42.4%と低いため、移植数 3 個体に増やすことで胞子体が発生しないセル数を減らすことができたと考える。また、移植後に発生した胞子体の草丈は移植数や移植したセルの大きさによる差は見られなかった。定植までの期間が胞子体発生から 2 ヶ月と短いこと、多少密植になってもクサソテツの光飽和点が低いことから、288 穴セルトレイで育苗できると考える。

4 液肥施用が胞子体の生育に及ぼす影響

液肥を施用することで胞子体は草丈が高く、葉幅が広くなった。施用しない場合は達観で葉色が薄くなり、やや黄色くなっていたことから、施用しない場合は肥料切れとなり、胞子体の生育が抑制されたと考えられる。また液肥濃度では、希釈倍数による生育差はほとんどなかったことや施用による生理障害は見られなかったから、不足することがないよう希釈倍数は 500 倍が適当と考える。

5 定植後の遮光率が生育および株枯に与える影響

遮光率が 75%, 50%, 25%, 0%の順で定植後の胞子体の生育が良く、株枯も少なかった。クサソテツの大規模な自生地は北海道や東北地域等の冷涼な気象条件や土壌の乾燥しない林間や河川敷に多く見られる。このことから遮光することでより栽培適地に近い条件となり、生育阻害や株枯れの原因となる定植後の高温と乾燥を抑制できたと考える。

6 生産経費

生産経費は、種苗会社から苗を購入すると約 300 円/株かかるが、本研究では、特別な機器を用いないため、10 分の 1 程度の約 28 円/株で苗を生産することが可能であった。今後は光の強さや種類について試験することでさらに生産コストを下げる検討が必要と考える。

これらのことから、以下の手順で、特別な機器を用いず、農家が簡単に低コストな苗を大量生産することが可能になる(第 2 図, 第 3 図)。

(1) 培養土を充填した水稻育苗箱に胞子 100mg を播種し、ラップをかけ保湿状態を保ち、蛍光灯とコンテナを組み合わせた簡易な装置を用い、24 時間日長下(2,500lux)で管理すると 40 日程度で鉢上げに適した幅 2mm 以上の前葉体が得られる。

(2) 培養土を充填した 288 穴セルトレイに前葉体を 1 セル 3 個体ずつ移植し、再びラップをかけ、24 時間日長の蛍光灯下(2,500lux)で管理する。その後、一部で胞子体の発生が見られ始めたならラップを剥ぎ、霧吹き等を使い培養土と前葉体が乾かないように管理すると移植後 40 日程度で胞子体苗が得られる。

(3) 胞子体発生後は、霧吹き等を用いて乾かない管理をすることと併せて、1 週間に 1 回の割合で液肥を施用すると 2 ヶ月程度で定植可能な苗となる。

(4) 苗の 1 セル当たりの生産経費は養成期間 2 年間として 28 円程度である。

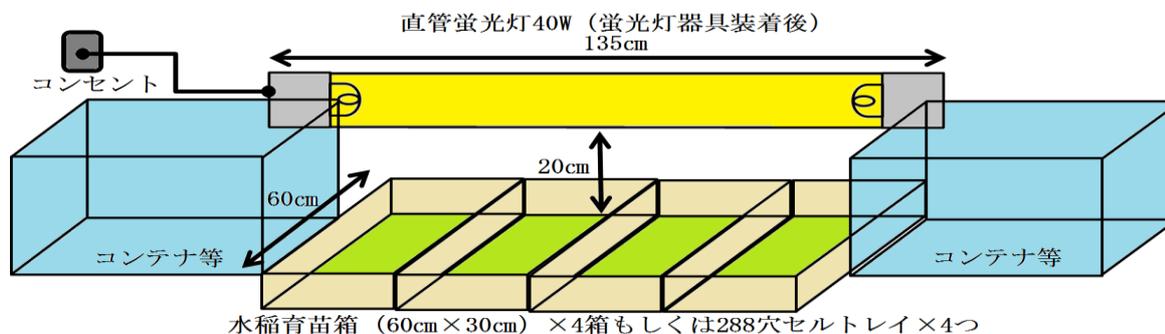
V 謝辞

本稿の作成にあたり、ご指導、ご校閲を賜りました熊本県農業研究センター元特別研究員 齋藤彰氏、熊本県農業研究センター元茶業研究所長(現 熊本県北広域本部農林水産部農業普及・振興課) 小野誠氏に厚く謝意を表します。

VI 引用文献

- 1) 阿部清(2003):クサソテツ. 新特産シリーズ, 農文協, 東京.
- 2) 農林水産省(2014):特用林産物基礎資料. 品目別資料, 49, 山菜の生産量.

- 3) 井内美砂 (1997) : クサソテツの組織培養による大量増殖 (第1報). 徳島県立農業試験場研究報告, 33, 13-17
- 4) 井内美砂・後藤昭文・川村泰史 (1999) : クサソテツの組織培養による大量増殖 (第2報). 徳島県立農業試験場研究報告, 35, 14-19
- 5) 梅林智美 (1998) : クサソテツ (コゴミ) の胞子による苗大量生産技術. 平成10年度園芸学会北陸支部発表要旨.
- 6) 雨宮圭一・望月太 (2002) : クサソテツ (コゴミ) の胞子による増殖法. 山梨県総合農業試験場研究報告, 11, 45-50.



第1図 装置模式

3月→4月

生育ステージ：胞子→前葉体

作業：胞子散播

胞子

散播

電照

前葉体

※散播時期は3月上中旬頃.
 ※保湿のため,散播後は水稻育苗箱をラップで包む.
 ※蛍光灯は40Wの直管蛍光灯を使用する.
 ※水稻育苗箱1箱から2mm以上の前葉体が3,000個程度得られる.

4月→6月

生育ステージ：前葉体→胞子体

作業：前葉体移植、水やり・液肥

移植

胞子体

電照

定植苗

※前葉体の移植は仮根を切らないように注意する.
 ※セルトレイの端は特に乾きやすいので霧吹き等を用いて乾かないようにする.
 ※水稻育苗箱1箱から胞子体発生セルが1,000セル程度得られる.
 ※液肥はハイポネックス6-10-8を週1回500倍に希釈して施用する.
 ※胞子体発生後2ヵ月程度で草丈6cm程度となる.

第2図 本技術 (胞子播種～前葉体)

第3図 本技術 (移植～胞子体～定植苗) の流れ

Summary

Matteuccia struthiopteris Low-Cost Mass Seedling Production Technology using a Spore

Shinya HONDA and Jiro SAKANASHI

The problem with cultivation of *Matteuccia struthiopteris* is that it is not easy to mass-produce seedlings at a lower cost. Therefore, studies were conducted to develop technology for mass production by simply growing seedlings from the spores of *Matteuccia struthiopteris*. We found that when the nursery box was seeded with spores of *Matteuccia struthiopteris* grown under 24-h fluorescent lighting, seedlings could be mass-produced through the spore from prothallium. Thus, producers could mass-produce inexpensive seedlings easily without using special equipment.