

令和 6 年 5 月 24 日現在

機関番号：37604  
研究種目：若手研究  
研究期間：2021～2023  
課題番号：21K15290  
研究課題名（和文）ミシマサイコの増産を志向した発芽勢向上のためのシードコンディショニング開発

研究課題名（英文）Development of seed conditioning to improve germination with the aim of increasing production of *Bupleurum falcatum*.

研究代表者  
渥美 聡孝（Atsumi, Toshiyuki）  
九州保健福祉大学・薬学部・准教授

研究者番号：60453651  
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は生薬「サイコ」の国産化および安定供給を目指し、ミシマサイコ栽培において最大の障害となっている発芽勢を改善することを目的としている。本研究では目的の一つとして掲げていた発芽抑制物質を明らかにすることはできなかったものの、シードコンディショニング（SC）による発芽期間の短縮と、発芽勢の改善を達成した。さらにその原因として、種子の胚がSC中に成長することによって達成されることを明らかにした。本研究によって開発したSCは、実圃場においても発芽期間の短縮・発芽勢の改善が可能であることを確認しており、早期に社会実装可能な成果を得た。

#### 研究成果の学術的意義や社会的意義

漢方薬原料（生薬）は約9割を海外からの輸入に頼っているため生薬の調達は海外の情勢に左右されやすく、不安定な状態であると言える。医薬品である漢方薬は国民の健康をまもるものであり、安定供給が不可欠である。生薬サイコは国内需要の約9割を輸入に頼っている。国内自給率が低い原因として、基原植物であるミシマサイコ種子の発芽に時間を要することや発芽の斉一さが低いことが挙げられる。本研究では、サイコ生産における最大の障害となっていた発芽に関する課題を解決した。さらに本研究内容は他の生薬生産にも応用可能であり、国内での生薬自給を改善する糸口となる社会的意義の大きい研究と言える。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to improve germination vigor, which is the biggest obstacle in *Bupleurum falcatum* cultivation, with the goal of domestic production and stable supply of the crude drug "Bupleurum Root". Although we were unable to identify the germination inhibitor, which was one of the objectives of this study, we were able to shorten the germination period and improve germination vigor by seed conditioning (SC). Furthermore, it was clarified that this was achieved by the growth of seed embryos during SC as the cause. The SC developed in this study was confirmed to be capable of shortening the germination period and improving germination vigor in the actual field, and the results can be implemented in society at an early stage.

研究分野：薬用植物学，生薬学

キーワード：ミシマサイコ サイコ 発芽勢 栽培研究 シードコンディショニング

## 1. 研究開始当初の背景

漢方生薬「サイコ」はセリ科ミシマサイコの根を基原とし、日本では使用量で14位(約600トン, 2016年度)の生薬である。近年では中国産生薬の高騰や品質低下から生薬国産化の需要が高まり、ここ10年でミシマサイコなど薬用植物の栽培を開始する自治体が急増している。しかし、国産サイコの生産はむしろ減少しており、その原因は栽培の難しさや不安定さにあると考えられる。ミシマサイコの栽培が困難な理由の一つとして、播種から出芽までの期間が長く(約1ヶ月)不斉であることが挙げられる。これまでにミシマサイコの発芽率を高めるための様々な研究が行われているが、申請者は実圃場にてミシマサイコの栽培を行っている中で、発芽率よりも発芽勢(はつがぜい)が低いことの方がより大きな問題であると考えた。ミシマサイコをはじめとするセリ科の植物は種子に発芽抑制物質を含み、後熟性で胚が未熟なため、播種後2~5週で散発的に発芽する。一般的な作物(セリ科ニンジン)の発芽勢が播種6日後に60%に達するのに対し、ミシマサイコの場合は播種14日後であっても発芽勢は20%未満である。さらにはその後は散発的に発芽し、発芽が終了するまでに要する日数は40日以上である。

## 2. 研究の目的

ミシマサイコの種子が含有するとされる発芽抑制物質の構造や化学的性質、後熟過程と発芽のトリガー、ミシマサイコの種子が有する生理的・構造的な発芽問題を明らかにすることで、発芽率を高めるためのシードコンディショニング方法を提案することを目的とする。

## 3. 研究の方法

### 発芽抑制物質の同定と除去方法の開発

ミシマサイコ種子の抽出エキスを分離精製し、LC-MSやDART-MS、NMRによってこれまで未同定だった発芽抑制物質の特定を行った。発芽抑制物質を分離する過程の評価はミシマサイコ種子のほか、発芽抑制物質の探索で頻用されているレタスなどの種子を用いて行う。抽出・分離は2020年産の保存種子を用いて行った。

### 後熟過程の生理的変化と発芽トリガーの特定

ミシマサイコは種子が小さく、胚の成熟が落果後に発生する後熟成種子であることが報告されている。ミシマサイコ種子に後熟処理を行い、1週間毎に種子を取り出し、クロロホルムによって固定後、半割して実体顕微鏡を用いて胚内部を観察、胚成長比を算出した。種子の後熟および発芽には人工気象器や恒温恒湿器を用い、胚の成長を促進する因子として、水・温度のほか発芽抑制物質と拮抗する植物ホルモン処理を検討した。

### 発芽率を高めるシードコンディショニングの開発

ミシマサイコ種子の発芽勢向上を目指し、人工気象器や大学附属薬用植物園を用いてシードコンディショニングを検討した。シードコンディショニングでは、乾燥・湿潤それぞれで低温処理や種々の加温条件に曝露させ、播種後に種子が受ける環境を播種前に人工的・集約的に与えることで、発芽率と発芽勢の改善を目指した。

## 4. 研究成果

種子からの発芽抑制物質の探索において、その存在を示唆する既報[川谷ら, 日作紀, 45(2), 243-247, 1976]に従って種子の抽出エキスをレタスの種子に導入する方法で実施した。しかし、既報と同様の発芽抑制作用を再現することはできなかった。一方で既報とは異なる画分にレタス種子の発芽を抑制する作用を確認したが、その画分からはサイコサポニンCを単離した。そこでサイコサポニン類を含む画分であると予想して、サイコサポニンC以外にもサイコサポニンA、B1、B2、Dの標品を用いて試験したものの発芽抑制作用は認められなかった。

ミシマサイコ種子の後熟過程における胚内部の成長について、種々の条件下でミシマサイコ種子を加温し、種子を半割して観察した。乾燥状態での加温や、湿潤状態での低温処理では、種子内部の胚の成長は確認できなかった。一方で、湿潤状態15~25の間で加温した場合には種子内の胚の成長が観察され、その胚の形状は1週間で心臓型胚~魚雷型胚、2週間で魚雷型胚~初期成熟胚へと成長することが明らかとなった(図1)。最大4週間まで観察を行ったが、2週間以上の観察時にはすでに発芽・出芽を起こしている種子が時間依存的に増加した。

発芽トリガーを特定するために、温度の積算過程における変温・一定温度の比較を行った。なお、積算温度はどちらも同じになるように設定した。その結果、発芽に関しては変温・一定温度のいずれも同様か、一定温度において発芽率が高い傾向結果を得た一方で、出芽率においては変温条件の方が有意に高い結果を得た。これらのことから、発芽についてはおおそ積算温度がトリガーとなっており、出芽については変温刺激がトリガーとして重要であることが考えられた。

以上の結果を統合し、シードコンディショニングに関する検討を行った。胚の成長は2週間をピークとしていたこと、シードコンディショニング中に発芽・出芽する率が2週間目から増加の一途をたどることから、2週間以上のシードコンディショニングではむしろ、発芽能力が高い種子がシードコンディショニング中に消費されてしまうリスクがあることを明らかにした。また、



図 1: シードコンディショニング中の胚。a: シードコンディショニング未処置の種子(球状胚), b: シードコンディショニング処理 1 週間後の種子(心臓型胚), c: シードコンディショニング処理 2 週間後の種子(初期成熟胚)

スムーズに出芽する条件を整えるため、温度の積算方法として変温であることが重要であると考えられ、これらの予想の下、低温処理、変温、一定温度によってシードコンディショニングを行った種子を用いて発芽試験を行った結果、2 週間および 3 週間の変温処理群は播種 7 日後の発芽率として 60%以上を達成した。

この方法を活用して実圃場に応用できる技術として確立するため、シードコンディショニング後の種子を薬用植物園内に設置した試験ほ場を用い、発芽に要する日数の調査と、生産物の収穫量と質(形状・成分含量)に与える影響を調査した。この結果は現在解析中であるものの、同一種子数を播種した場合に、シードコンディショニングを行った群はシードコンディショニングを行っていない群に比べて発芽に要する時間および発芽勢を改善した。さらにシードコンディショニングを行うことによって収穫物である根の形状(長さ及び直径)は、シードコンディショニングを行っていない群に比してその標準偏差が小さくなる傾向を見出した。成分含量は現在測定中である。以上のことから、本研究課題で開発したシードコンディショニングは実圃場においても応用可能であることを明らかにした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 横川貴美、渥美聡孝、上地徳道、福田浩三、大塚功	4. 巻 56
2. 論文標題 籾殻マルチがミシマサイコ ( <i>Bupleurum falcatum</i> L.) の発芽及び収穫量へ与える影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本植物園協会誌	6. 最初と最後の頁 44-49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 横川貴美、渥美聡孝、井原進貴、福田浩三、大塚功	4. 巻 45
2. 論文標題 ミシマサイコ種子の選別方法が発芽に与える影響	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 薬用植物研究	6. 最初と最後の頁 11-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 横川貴美、渥美聡孝、上地徳道、福田浩三、大塚功
2. 発表標題 籾殻マルチがミシマサイコ ( <i>Bupleurum falcatum</i> L.) の発芽及び収穫量へ与える影響
3. 学会等名 日本植物園協会第56回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渥美聡孝、芝原一樹、南基泰、塚本創士、横川貴美、福田浩三、山本成郎、大塚功
2. 発表標題 シートコンディショニング時の温度がミシマサイコの発芽勢に与える影響
3. 学会等名 薬用植物栽培研究会第4回研究総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 横川貴美, 渥美聡孝, 井原進貴, 福田浩三, 大塚功
2. 発表標題 ミシマサイコの種子選別方法の違いによる種子重量と発芽との関係
3. 学会等名 薬用植物栽培研究会第4回研究総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渥美聡孝
2. 発表標題 薬用作物栽培指導の現状と、自治体との連携方法の一例
3. 学会等名 薬用植物フォーラム2022（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渥美聡孝
2. 発表標題 薬用作物産地化の必要性と各薬用植物の栽培方法について
3. 学会等名 令和4年度 薬用作物産地支援栽培技術研修会（福岡）（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 塚本 創士, 渥美 聡孝, 南 基泰, 横川 貴美, 福田 浩三, 大塚 功
2. 発表標題 発芽勢向上を指向したミシマサイコのシードコンディショニング方法の開発
3. 学会等名 日本薬学会第143年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渥美聡孝
2. 発表標題 薬用作物の産地化に必要な技術と生産者との向き合い方
3. 学会等名 令和5年度 薬用作物産地支援栽培技術研修会（熊本）（招待講演）
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	芝原 一樹  (Shibahara Kazuki)  (80825844)	九州保健福祉大学・生命医科学部・講師   (37604)	シードコンディショニングを行った種子の胚を観察する際に協力を得た。
研究協力者	横川 貴美  (Yokogawa Takami)  (00825862)	城西大学・薬学部・助教   (32403)	発芽試験において協力を得た。
研究協力者	南 基泰  (Minami Motoyasu)  (90340207)	中部大学・応用生物学部・教授   (33910)	胚の観察に際し、観察の方法やその手法について植物学の見地から多くのアドバイスを受けるなどの協力を得た。

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------