

小学校4年生理科「季節と生き物(春～夏)」での ツルレイシ発芽条件の改善

Experimental Conditions Optimized for Budding of Balsam Pear
(*Momordica charantia* L.)
in Science Class of Primary School 4th Grader

西野秀昭

Hideaki NISHINO

(福岡教育大学・理科教育講座・生物教室)

(平成30年10月1日受付, 平成30年12月3日受理)

要 約

小学校4年生理科「季節と生き物(春～夏)」に関して福岡県採択の理科教科書では, 草本ではツルレイシ(ニガウリ, ゴーヤ)の栽培を通じて植物の成長過程を調べる学習が行われている。しかし, 小学校で栽培する際に, ツルレイシの発芽がなかなか見られない, 発芽が揃わないことから小学校教師に難教材として挙げられている現状がある。そこで, 小学校での栽培に際して, できるだけ多くの種子が発芽できる条件, または班に数本の発芽種子を確実に準備できるようにするための実験条件を報告する。文献調査を踏まえ, ツルレイシ種子は硬実であることから, 種皮の傷つけ処理や種皮除去処理の効果等について検討した。その結果, 種皮に傷をつける・つけないに関わらず, 種子を一晩暖かいお湯に浸し, 沈んだ種子を水はけの良い育苗トレイの5 cmほどの床土上に置き, 同じ土を1 cm以下ほど覆土して, 更に新聞紙を1枚敷き, 太陽光が直接当たらない30℃以上の場所に置いて毎朝一回灌水する方法を見いだした。この方法では7日ほどで12個中5個前後の種子が発芽し, 小学校に適切な実験条件であると考えられた。発芽したツルレイシは, 雌花・雄花を順次咲かせて大きく結実し, 種皮を除去して発芽させたものについても同様であった。

キーワード: ツルレイシ, 硬実種子, 種皮, 発芽, ネイキッド

1 目 的

次の小学校学習指導要領(文部科学省, 2018a)において, 小学校4年生理科「(2) 季節と生物」の学習では, 「身近な動物や植物について, 探したり育てたりする中で, 動物の活動や植物の成長と季節の変化に着目して, それらに関係付けて調べる活動を通して, 次の事項を身に付けることができるよう指導する。」ため, 「ア 次のことを理解するとともに, 観察, 実験などに関する技能を身に付けること。(ア)(省略)(イ)植物の成長は, 暖かい季節, 寒い季節などによって違いがあること。」を学ぶこととされている(この(イ)の記述は現行の小学校学習指導要領(文部科学省, 2008a)と同じ記述である)。そのため, 次の小学校学習指導要領解説理科編(文部科学省, 2018b)では, 「ここでは, 児童が, 動物を探したり植物を育てたりしながら, 動物の活動や植物の成長の様子と季節の変化に着目して, それらに関係付けて, 身近な動物の活動や植物の成長と環境との関わりを調べることを通して, それらについての理解を図り, 観察, 実験

などに関する技能を身に付けるとともに, 主に既習の内容や生活経験を基に, 根拠のある予想や仮説を発想する力や生物を愛護する態度, 主体的に問題解決しようとする態度を育成することがねらいである。」とされている。そのため, 「(ア)(省略)(イ)季節ごとの身近な植物の成長の様子と季節の変化に着目して, それらに関係付けて調べる。これらの活動を通して, 季節による植物の成長の変化について, 既習の内容や生活経験を基に, 根拠のある予想や仮説を発想し, 表現するとともに, 植物の成長は, 暖かい季節, 寒い季節などによって違いがあることを捉えるようにする。その際, 植物を育てたり, 身近な植物を一年間を通して定期的に観察したりする活動を通して, 身近な植物は, 暖かくなる夏までは体全体の成長が顕著に見られ, 寒くなり始めると体全体の成長はほとんど見られないが結実するなど, 季節によって成長の仕方に違いがあることや, 冬になると種子をつくって枯れたり形態を変えて越冬したりすることなどを捉えるようにする。」とある。ここで扱う対象としては, (ア)(略)

(イ)については身近で、季節による成長の変化が明確な植物とし、それぞれ2種類以上観察するようにする。」とある。また、「地域性を活かし、地域の特徴的な動植物を取り上げることを通して、身近な自然に愛着をもつようにすることが考えられる。」とされている。ここでの指導にあたっては、「植物の成長について、同地点で同一の対象を定期的に観察するようにする。また、観察したことを図や表、グラフなどを用いて整理し、比較するなど、(略)植物の成長について考えたり、説明したりする活動の充実を図るようにする。さらに、観察の時期については、「暖かい季節」、「寒い季節」として、それぞれ夏、冬を想定しているが、春や秋を含めることが考えられる。」とある。現行の福岡県採択の小学校理科教科書では、ツルレイシ(ニガウリ、ゴーヤ)が取り上げられている(有馬他, 2015a)が、次の学習指導要領解説理科編(文部科学省, 2018a)でも「季節による成長の変化が明確な植物とし、それぞれ2種類以上観察するようにする。」とあり、これは現行の学習指導要領解説理科編(文部科学省, 2008b)の記述とほぼ同じことから、次の教科書にも取り上げられる可能性が高い。

ツルレイシの種子をまく時期については、種子の袋裏の説明を参照することが教科書(有馬他, 2015a)に記載がある。別の植物として、種子のまき方や育て方がツルレイシとほとんど同じことからヘチマも取り上げられているが、教科書(有馬他, 2015a)の「ツルレイシのかわりにヘチマを育ててもよい。」との記載から、ツルレイシを栽培しない場合の選択肢の一つとして紹介されており、この場合、教師はツルレイシの栽培を先に考える。しかしツルレイシは、発芽し難いため難教材として取り上げられている(表1)。教科書の内容に沿ったテスト問題などもあることから、この単元では教師はツルレイシの栽培を望んでいる。しかし、発芽しにくく、授業での必要数を満たせないことから授業で利用し難い、との声があるのが現実である(表1)。

表1 小学校教師によるツルレイシの発芽や植物の成長の観察に関する課題

- | |
|--|
| <p>①ツルレイシの発芽がなかなかむずかしくて時間だけが過ぎてしまいました。10個までは水につけてうえていましたが、芽が出たのが4つほどでした。</p> <p>②ツルレイシを育てているが、成長をまちながらの観察なので、なかなか計画的に進まない。</p> <p>③植物の観察における準備。学校によって植物の育成までの準備に時間がかかること、環境が整備されていないことが困りました。</p> <p>④植物の観察は日数が必要で、天気などにも左右されやすく、計画的に授業が行えないのが悩みでした。</p> |
|--|

平成30年度教員免許状更新講習における理科・生命の難教材のアンケート調査による。

そこで本研究では、小学校4年生理科授業での班単位でのツルレイシの栽培活動を視野に、班の中で必ず発芽したツルレイシを育てることができるようにするための実験条件を検討した。具体的には、まずツルレイシの発芽に関する記述がある様々な書籍や種苗会社のホームページを参考に、ツルレイシ発芽のための実験条件を共通項目として取り出す。その発芽実験条件に沿って栽培を行い、課題や授業での工夫を提案する。また、種皮が鎧のように堅く、胚が種皮を割って外に根を出すことができない場合を想定し、暗条件下、種皮の有り無しでの発芽状況も観察した。

2 方法

ツルレイシの種子は、「トーホク交配よくなる節成ゴーヤー新風(みーかじ)」(生産地 中国;有効期限 2019年2月;発芽率70%以上;(株)トーホク, 品種番号 02982),「トーホク交配あばしゴーヤーえいさ〜」(生産地 ベトナム;有効期限 2019年2月;発芽率70%以上;(株)トーホク, 品種番号 02965),または「植物の種 ツルレイシ(ニガウリ)」(ナリカ CatNo L55-7902-37)(供給元は,(株)花の大和;発芽率 標準発芽率以上)を用いた。以下の実験では、日光が当たる場所では、30~38℃ほどになる南側の陽当りの良い室内を選んだ。床土は、排水をよくする必要があるので(川越, 2001),「花と野菜の土」(例えば, 緑産業)と、砂の代わりに、理科教科書ではインゲンの栽培に使われている(有馬他, 2015b)「パーライト」(家庭園芸用)を1:1に混合して用いた。覆土もおなじものを用いた。**文献調査**:発芽時の温度条件等, 種子の前処理, ポット・水・土, 保温方法, 発芽日数等の, これまで知られている至適条件を確認した。

実験Ⅰ:発芽孔の傷つけと発芽率との相関性。種子の尖った部分である発芽孔付近に対して、爪切り(日置他, 2015), ヤスリ(住友化学園芸), ハサミなどで傷つけを行った。

実験Ⅱ:種皮2枚割り有り無しでの発芽への影響。

実験Ⅲ:種皮を取り除いた場合の発芽率。ツルレイシの種子は硬実であるため吸水に支障がある(川城, 2001;住友化学園芸;日置他, 2015)。発芽時に割れる種皮の線にそって種皮のみをカッターナイフで切った種子を水で湿ったろ紙に置いて上から霧吹きで水を与え、暗所30℃前後で発芽率を検討した。

実験Ⅳ:表2「まとめ」の発芽実験の検証。

3 結果と考察

文献調査:ツルレイシの栽培方法に関して記載がある書籍やホームページを参照して整理した(表2)。各文献から抽出した共通内容等を最下段の「まとめ」に記した。傷つけ処理, 水への浸漬処理, 30℃ほどの温度管理, 与えすぎない水の管理, 発芽時の十分な酸素等がツルレイシの発芽に大切なことが分かる。

表2 ツルレイシを発芽させるための文献での工夫と本研究での対応のためのまとめ

出典	発芽時温度など	前処理	ポット・土・水	保温	発芽日数
そだててあそぼう ニガウリ(ゴー ヤー)の絵本	最低25℃ できれば30～33℃	30℃くらいのぬるま湯 に1～2時間つける	園芸用育苗ポット に育苗用培土	ビニールで覆った発泡 スチロール箱。 農業用加温マット。	4～5日(30℃くらいのとき)
住友化学園芸HP ゴーヤ(ニガウリ) の育て方	まき時は4月中旬～6 月頃(早まきは禁物)	種皮が硬い硬実種子 (こうじつしゅし)なの で、ヤスリなどで種皮を 削るか、一晩水に浸し てからまく。	1～2cmの覆土。プラン ターには市販の肥料 入り野菜用培養土。		ニガウリは発芽までに日数のか かる作物。条件が良くてもタネを まいてから2週間くらいはかかる ので、その間は発芽温度の地温 25～30℃となるような工夫や、 乾燥させないよう管理が必要。
大日本図書 たの しい理科4年 教 師用指導書	低温だと発芽しない か、発芽率が悪くなる (気温、地温が25℃程 度)。	一晩水に浸したものと 傷つけて吸水しやすく して使う(深く傷をつけ ると発芽しないことがあ る)。	水やりを欠かさない が、水をやりすぎると種 を腐らせる。地表が乾 かない程度の水やり。	発泡スチロールの箱の 中に鉢を入れる。黒の 育苗ポットにビニール袋 をかける。ホットキャッ プ。	気温が上がらないと発芽に時間 がかかる。
新 野菜つくりの 実際 果菜2(ウリ 科 イチゴ オウ ラ)	種子の発芽適温は25 ～30℃で、高温で良く 発芽	ニガウリの種子は硬実 で、発芽を均一にする ため種皮に傷をつけ、 水に2時間程度浸漬す る。このようにして播種 すると発芽揃いが良く なる。	床土(5cm)は水はけが 悪いと発芽前に腐ったり 発芽不良が起こったり するので、排水のよ い床土を用いる。市販 のガーデンパンやトロ 箱に播種する(種子間 2cm, 条間4cm)。 播種は浅くし、薄く覆 土(1cm程度)して、新 聞紙で覆いをかぶせる (床土の乾燥を避ける ため)。その後、新聞 紙の上から軽く灌水。		
農家が教えるキュ ウリ・ウリ類つくり ゴーヤ・ヘチマ・ユ ウガオ・ヒョウタン	また、発芽適温も30℃ 程度と高いため、温度 不足による発芽不揃い を起こしやすい。	ニガウリは硬実種子で あり、その種皮は厚く 硬いため吸水しにく い。ベンチなどで種子 の発芽孔を開いて、水 に12時間浸漬し発芽 促進をはかる。			
農学基礎セミナー 新版 野菜栽培の 基礎	種子が発芽するには、 適当な水分と温度と酸 素が必要である。しか し、過湿状態になると 酸素が不足して発芽 が悪くなることが多い (野菜の一般論)。	休眠種子、吸水しにく い種子などの発芽をよ くするためには、乾燥 処理、吸水種子の低 温処理、摩擦(ましょ う)処理、果皮除去、 ハードニング(吸水と 乾燥を繰り返す行)、 各種溶液(硝酸カリウ ム、チオ尿素、ジベレ リンなど)の浸漬処理、 などがある。			
農学基礎シリーズ 野菜園芸学の基 礎	種子は、胚の成長があ る段階で停止し、休眠 した状態である。この 胚が吸水によって成長 を再開し、発芽が開始 される。種子の発芽に は、適度な水分、酸 素、温度が必要であ り、どれか一つでも欠 けると発芽しない。 暗発芽種子のため、好 暗性、休眠性あり。	休眠種子や吸水しにく い種子は、発芽促進 処理が必要である。 …、硬実種子の吸水を うながす傷つけ処理、 …。		最適発芽温度20～ 30℃最高発芽温度 35℃。	
(株)トーホクHP			直径9センチ程度の ポットに市販の育苗培 土を8分目までつめ る。深さ2センチ位のま き穴を3カ所あけタネ をまいて土をかけ、上 から軽く押さえる。しっ かり水をやり、陽当りの良 い場所で育てる。	発芽適温は地温25～ 30℃	2週間くらい。
まとめ	発芽温度は30℃を確 保(化学カイロを利用 する場合は酸素不足 にならないように密閉 はしない)。	水に浸漬するのであれ ば効果は見られない が、発芽孔をヤスリや ベンチ、爪切りなどで 傷つけ、12時間30℃ ほどのお湯に浸漬(化 学カイロを入れた箱内 で保温)。	水はけのよいガーデン パンに5cmの水はけの よい床土に前処理した 種子を置き、上から床 土と同じ土を1cmほど 覆土し、新聞紙を1枚 かけてその上から灌 水。	保温は室内南側で昼 間30℃以上を保てる 場所、または化学カイ ロを入れた箱内。ウリ 類は暗発芽種子なの で光は積極的には当 てない。	早ければ4～5日で。2週間は 待った方がよい。温度と水の管 理が大切。



図1 ツルレイシ種子の発芽孔（赤丸部分）

表3 発芽孔の傷つけと発芽には相関性が見出せない

傷つけ	発芽	種子数
なし	なし	1
	あり	3
あり	なし	2
	あり	2

実験Ⅰ：発芽孔（図1）の傷つけ効果の検証を行った。傷つけは、節成ゴーヤーの種子8個のうち4個の発芽孔の先端をカッターナイフで切り取り、傷つけた部分から種子内部の胚が見える事を確認した。四つ折りにしたキムワイプ2枚とろ紙1枚を重ねて水で十分に湿らせた上に種子を置き、霧吹きで種皮全体も水で湿らせ、30℃前後で暗所に置いた。12日間での結果を表3に示す。その結果、傷つけの効果は特に見出せなかった（表3）。しかし、傷つけが発芽率を落とすことはないようなので、「おまじない」的に傷つけを行っても良いと考えられる。

実験Ⅱ：節成ゴーヤーの種子を水へ浸漬すること無く、3号ポリポットの「花と野菜の土」に1～2 cmの深さに水平に置き、上から軽く土で覆って灌水し、室温が30℃前後を保てる日当たりの良い室内南側に置いた。12日間での発芽個数を示す（表4）。事前の水への浸漬が無い条件では12個中1個しか発芽しなかった（表4：種皮2枚割りなし）。土には水はけを良くするためのパーライトは混ぜていないので酸素不足の可能性もあり、小学校での発芽しない状態を再現していると考えられる。このような条件下では一班に12個の種子を与えても一粒程度の発芽しか得られない事になる。

そこで「種皮2枚割り」（図2）を行って、種皮は胚に被せたまま上記と同様に「花と野菜の土」で栽培したところ、12個中5個（42%）が発芽した（表4：種皮2枚割りあり）。これは水とともに酸素の供給も行われやすくなったためとも考えられる。

実験Ⅲ：文献調査（表2）にあるような、発芽孔（図1）を爪切りやヤスリ、カッターナイフなどで傷つけることの効果を表3のように検討したが、傷つけなくても発芽する事もあり、また傷つけても発芽しない事もあり、発芽孔の傷つけと発芽率向上の因果関係は

表4 「種皮2枚割り」あり・なしの発芽への影響

種皮2枚割り	発芽個数/12個（%）
なし	1（8.3%）
あり	5（42%）

3号ポリポットに「花と野菜の土」を入れて深さ1～2 cmの穴を開け、そこに種皮を被せた状態で種子を置き、上から軽く土を被せて上から一日一回灌水した。ポリポットは南側陽当りの良い室内に置き、室温は30℃前後を保った。

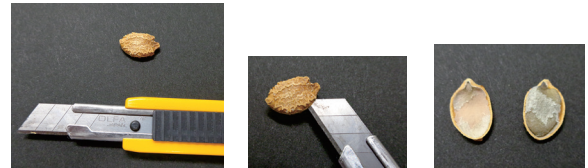


図2 種皮2枚割り

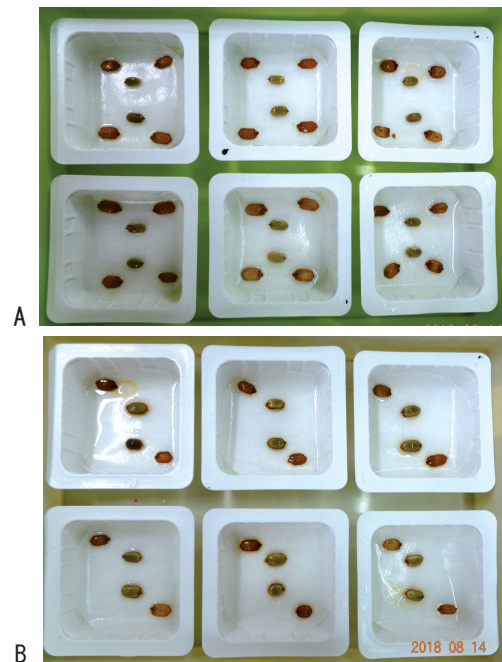


図3 ネイキッド胚の吸水処理

豆腐の空き容器に、キムワイプを四つ折りにして2枚重ねて置き、その上に丸ろ紙を置いて十分に水を湿らせ、ネイキッド胚と2つに割った種皮を置いた。暗所で30℃ほどを保った。A：両面除去、B：上片面のみ除去

見出せなかった（表3）。そこで、種皮をカッターナイフで割って、中の胚を取り出し（ここでは、「ネイキッド胚」と呼ぶ）、その胚を直接、湿った紙の上に置き、毎日一回軽く霧吹きで水を与え、暗所の暖かいところ（30℃前後）に置いたところ（図3）、種皮があるのと同じ40%前後の発芽率が得られた（表4：種皮2枚割りあり、表5）。このことから、温度と酸素

表5 ネイキッド胚の発芽率

種皮の除去	発芽個数 / 全個数	発芽率 (%)
両面	9/24	38
上片面のみ	10/24	42

太レイシの種子を用いた。カッターナイフで種皮を割り取り、胚を取り出して、四つ折りにしたキムワイプ2枚とろ紙1枚を重ねて水で十分に湿らせた上に胚を置き、霧吹きで胚全体も水で湿らせ、30℃前後で暗所に置いた。12日間での結果を示す。

が充分で適切な（多すぎない）水分があれば、発芽し難いと言われているツルレイシでも一定の発芽は起こる事が分かる。従って小学校で難教材となっている原因として、種子を土に埋めて灌水しすぎる事により「酸素不足」になっているため、ツルレイシが発芽しにくくなっている可能性が考えられた。

実験Ⅳ：小学校での成長観察のための最初の植物で、ネイキッド胚の状態から栽培を開始することは、小学校としては手を入れすぎの感もある。そこで、実験Ⅰ～Ⅲを踏まえ、本研究でのツルレイシ種子の発芽のための小学校での条件の結論は、表2「まとめ」の方法を基本にした。その結果、傷をつけてもつけなくても、30℃ほどの水200 mLほどに一晚（12時間ほど）浸漬して、図4のように排水性の良い土で水を遣りすぎず乾燥もしない状態で栽培すると、5～7日で12個中5～6個（50%ほど）の発芽が観察された（表6）。従って小学校でのツルレイシ栽培開始では、水に一晚浸漬することでツルレイシ種子の発芽を促進させ、種皮がある状態で水はけの良い酸素を供給できる土へ植え、上から新聞紙で覆って一日一回灌水することで水のやり過ぎを防ぎ、かつ乾燥を防ぐことが有効と考えられる。

外気温がそれほど高くない頃から栽培を始める場合は、比較的暖かい室内で栽培を開始し、発芽に必要な30℃ほどの温度は、化学カイロを発泡スチロールの箱へ入れ、そこに種子を水に浸したビーカーを置くことで保つことができる。この条件で、一晚の温度の維持については、デジタル温度計で確認したところ、翌朝でも30℃前後が保たれていた。

灌水による水のやり過ぎで酸素を取り込めず、腐ってしまうことがある（大日本図書、2015；川城、2001）ことから、ネイキッド胚でも種皮がある状態でも、本研究のように湿らせたろ紙上・暗所で発芽させてから土での栽培へ引き継ぐことも、ツルレイシの栽培では有効と考えられる。このように栽培を始めても、図5のように開花し結実することを確認した。ちなみにこの図5の栽培では、成長の観察で結実を観察しやすいように小学校4年生の背の高さと同じくらいの高さ（1.2 m）までで茎をカットしている。

屋外での栽培は、例えば緑のカーテンのように、児童の背よりも高い位置で結実してしまう可能性もある

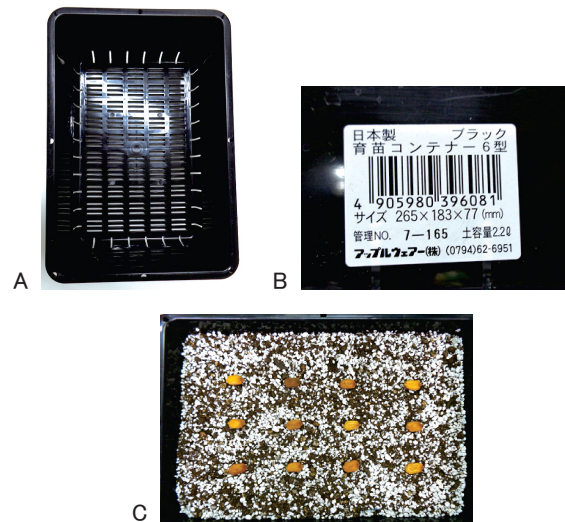


図4 ツルレイシの発芽に使った育苗コンテナ

「花と野菜の土」1 Lと「パーライト」1 Lを混合した水はけの良い土を床土として、その2 Lを育苗コンテナに入れた（A、B）（高さ5 cmほど）。その上に、30℃ほどの水に一晚浸漬したツルレイシの種子を置き（C）、その上から1 cmほど同じ土を覆土した。さらに新聞紙を1枚置いて、その上から灌水した。土の白い粒は「パーライト」。

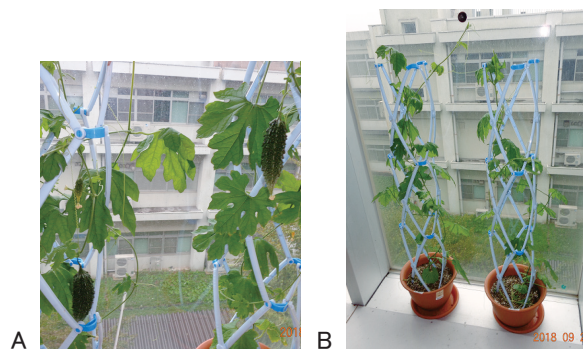


図5 ツルレイシの室内南側栽培

室内南側で栽培することで、外よりも高い温度を保つことができた。結実が見られる（A、湿ったろ紙上で吸水発芽後に「花と野菜の土」と固形肥料少々で栽培）。背丈は、茎をハサミでカットして1.2 mほどを保った（B、発芽したネイキッド胚を「花と野菜の土」と固形肥料少々で栽培）。雄花の花粉は黒綿棒に取り、雌花に受粉した。

表6 水はけを良くした土での発芽率

種皮の傷つけ	発芽個数 / 全個数	発芽率 (%)
なし	6/12	50
あり	5/12	42

12日間の観察による。

が、室内栽培では図5のように伸びすぎる茎をハサミでカットして茎の長さを整えることで実がなる位置も低くなり、実の変化も観察しやすくなるものと考えられる。屋外と室内栽培の両者の利点を活用すればさらに良いと考えられる。

エセフォン（エチレン）など植物ホルモンの利用で、品種によらず80%～100%の発芽を観察している研究（岩本・石田，2005）もあるが、肥料の働きでさえ、小学校4年生ではまだ学んでいない内容であることから、本研究では植物ホルモン等の発芽促進効果は利用しなかった。エセフォン等の今後の活用の可能性は残る。

小学校での栽培の場合もそうだが、農業でも種子によって発芽が不揃いになることが問題視される（川城，2001）。しかし、ツルレイシという植物種の存続という視点から考えると、発芽不揃いはツルレイシにとって利点があるのかもしれない。例えば、同じ種間で限られた栄養を奪い合わない、即ち競争を避けるという一般論に加え、栽培の始めに同時に発芽した本研究での植物体と比較すると、どちらも最初の頃は雌花ばかり咲き雄花は少なかったり、開花のタイミングが雌花雌花でずれて受粉ができなかったり、雌花があまり咲かなくなると雄花がたくさん咲き始めることがあった。これは植物体1個体内での受粉を考えると、受粉できる雌花数が少なくなり、子孫を残す上で非常に効率が悪いことになる。しかし、発芽時期が異なる複数の植物体がある場合は、ある植物体では雌花が多い時期に別の植物体では雄花が多いことにもなり、これは自家受粉では無く、植物体間での受粉（他家受粉）ができる事を意味している。更に、違う植物体の花粉ならば、多少の遺伝情報の変異があることも考えられ、その変異が種の存続に重要であるならば、その変異が種間に広がることにもつながる。とすれば、発芽時期が揃わないことも、ツルレイシの生存戦略の一環として理解できることになる。従って、農業の上では発芽時期は揃った方が生産性の上で良いという考えもある一方、小学校での学習では発芽の時期が揃わないことの意味を取り上げないものの、後の適切な学齢、例えば中学校第3学年での「生物の種類の多様性と進化」（文部科学省，2018c）で考察する教材になると考えられ、また、生き物の多様性の意義や理解へつながるものと考えられる。このように総合的に捉えると、小学校第4学年の「季節と生物 植物の成長と季節」は、「生命の連続性」の区分で中学校第3学年での「生物の種類の多様性と進化」と結びつけられている（文部科学省，2018c）ことから、「季節と生物 植物の成長と季節」単元でのツルレイシの栽培の困難さは意義深いと考えられる。

4 まとめ

小学校でのツルレイシの発芽を50%ほどに保ち授業の各班で必要な発芽種子数を揃えるための工夫を行った。ネイキッド胚にすることで、水のやり過ぎによる酸素不足や腐敗を防ぐ事ができた。しかし種子の種皮を取り除く手法は小学校では馴染みが無いため、種皮を取り除かずに、排水が良く酸素が種子に届く土を入れた育苗コンテナを各班で準備して、30℃ほどに発芽温度を維持することで、児童による小学校での栽培に必要な数の発芽ツルレイシを確保できる方法を確認した。この方法では12個の種子で5～6個は発芽することから、成功体験による学習意欲の維持向上のため、各実験班で12個ほどの種子から栽培を始めることが推奨される。

附 記

本研究は、科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）（基盤研究（C）「次期改訂理科教科書の生命生物観察実験の再現性と科学性に視する根拠データベース構築」課題番号16K01021）の交付を受けて行えた成果である。

参考文献

- ・ 有馬朗人他，新版 たのしい理科4年，大日本図書，2015a，59-60，日本
- ・ 有馬朗人他，新版 たのしい理科5年，大日本図書，2015b，30-37，日本
- ・ 日置光久他，新版 たのしい理科4年教師用指導書 研究編，大日本図書，2015，76-80，日本
- ・ 藤枝國光・中山美鈴編，そだててあそぼう [51] ニガウリ（ゴーヤー）の絵本，農山漁村文化協会，2003，10-15，日本
- ・ 岩本英伸，石田豊明，ニガウリ（*Momordica charantia* L.）の出芽に及ぼすエセフォンの効果，園学研，4(4)，2005，401-404
- ・ 川越英夫編，新 野菜づくりの実際 果菜Ⅱ（ウリ科・イチゴ・オクラ）－誰でもできる露地・トンネル・無加温ハウス栽培－，農山漁村文化協会，2001，199-203，日本
- ・ 文部科学省，小学校学習指導要領 平成20年3月告示 第2章第4節 理科 第4学年東京書籍，2008a，63-65，日本
- ・ 文部科学省，小学校学習指導要領 平成29年3月告示 第2章第4節 理科 第4学年，東洋館出版社，2018a，98-102，日本
- ・ 文部科学省，小学校学習指導要領解説 理科編 平成20年8月，大日本図書，2008b，32-42，日本
- ・ 文部科学省，小学校学習指導要領解説 理科編 平成29年7月，東洋館出版社，2018b，45-60，日本
- ・ 文部科学省，小学校学習指導要領解説 理科編

- 平成 29 年 7 月, 東洋館出版社, 2018c, 24, 日本
- ・ 農文協編：農家が教えるキュウリ・ウリ類づくり
ゴーヤ・ヘチマ・ユウガオ・ヒョウタン, 農山漁
村文化協会, 2015, 161-162, 日本
- ・ 篠原温, 農学基礎シリーズ 野菜園芸学の基礎農
山漁村文化協会, 2014, 17, 日本
- ・ 杉山直儀編, 「農耕と園芸」創刊 40 周年記念出版
最新園芸技術 4 野菜の発育生理と栽培技術, 誠文
堂新光社, 1969, 7-13 24-25 30-31 58, 日本
- ・ 住友化学園芸 植物栽培ナビ ホームページ：ニ
ガウリ ③タネまき
[https://www.sc-engei.co.jp/cultivation/
details/160.html](https://www.sc-engei.co.jp/cultivation/details/160.html) (平成 30 年 9 月 26 日アクセス)
- ・ (株) トーホク ホームページ ニガウリ栽培方
法：<http://tohokuseed.co.jp/beginners/nigauri/>
(平成 30 年 10 月 1 日アクセス)