

課題研究Ⅰ 第6テーマの成果報告Ⅱ

— 一般教育科理科選択者の取り組み（生物分野） —

松尾 明洋・廣瀬 大翔*・奥菌 有真*・奥井 陽月*・龍 奨悟*
 外村 優菜*・右田 茉音*・久保 奏大*・星野 快斗*・福井 麗生*
 宮腰 桃太郎*・古川 一輝・森田 恵一

< 令和7年1月9日受理 >

Report on the results of theme 6 II of the Exercises on Engineering I.

— Report on the results (Biology) of students who chose science in the Department of General Education —

MATSUO Akihiro・HIROSE Haruto・OKUZONO Yuma・OKUI Hizuki・RYU Shogo
 HOKAMURA Yuna・MIGITA Marin・KUBO Kanata・HOSHINO Kaito・Fukui Rei
 MIYAKOSHI Momotaro・FURUKAWA Kazuki・MORITA Keiichi

Theme Study I was offered in the first semester of the 2nd Grade. Of the 24 students who applied for the theme 6, 10 students worked on the biology theme. When the students were asked to decide on their own themes, three themes were proposed: “Observation of quail growth,” “Mechanism of photosynthesis in CAM plants,” and “Bactericidal action of soap.” Despite the short time they had, they enjoyed themselves and carried out the themes they had decided on. They summarized their results, which are presented here.

I はじめに

本校では、2年生全学生に対し、教員17名（専門コース10名，一般教育科7名）で課題研究Ⅰを担当し、今年度は教員1名あたり学生12名が割り当てられた。第6テーマの教員は松尾・古川，技術部より森田が担当することになり，24名の学生を受け入れた。テーマは昨年度と同様，「スプラウトを育てるとどのようなになるだろうか」，「化学全般の実験」で学生を募集した。24名のうち，第1希望：19名，第2希望：3名，第3希望：2名であった。第1希望が19名だったのは意外であったが，24名のうち10名が3グループに分かれ，生物の内容をテーマとして取り組んだので，その成果を報告する。

II それぞれのテーマ報告

1. うずらの成長（廣瀬・奥菌・奥井・龍）

1.1 研究目的

うずらは成長が早いことが知られている。そのうずらの有精卵を温め，胚がどのように成長して器官が形成されていくのかを観察し，孵化してから成鳥になるまでの過程を観察しながら，生命の尊さ，雛

から育てることの大変さを体験することを目的として研究を進めることにした。

1.2 準備したもの

うずらの有精卵（浜名湖ファーム），自動孵卵器（SOHAPI YZ-36），段ボール箱，不織布マスクの箱，ガムテープ，ペットボトル（キャップ，容器），携帯カイロ，スチロールトレイ，キッチンペーパー，新聞紙，バードサンド，うずらのエサ（市販品，ハコベ，豆苗，ミールワーム）

1.3 観察方法と結果

【孵化するまでの様子】

- ・5月12日：孵卵器に説明書に記されている量の水を入れ，番号をつけたうずらの有精卵20個を14時ごろから温め始めた。孵卵器の設定は，温度38.5℃，転卵回数 2～3時間に1回とした。
- ・孵卵器内の湿度を保つように，孵化するまで毎日水の量を確認した。
- ・1週間ほどは，図1－1（a）のように光を照射しても血管が赤く見えるような様子は観察できな

* 有明高専創造工学科学生

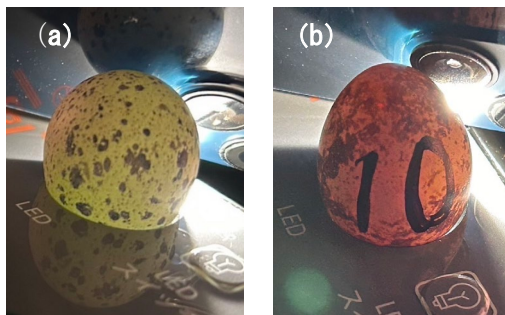


図1-1 (a) 温め始めて1週間後
(b) 温め始めて10日後

かった。

- ・5月22日（温め始めて10日後）：卵に光を照射したところ、図1-1 (b) のように赤くなった卵が16個あった。
- ・数日ごとに卵を割って、胚の成長の様子を観察した結果を表1-1に示す。

表1-1 卵を温め始めてからの胚の成長の様子

10 日 目	心臓の鼓動が確認できた。 体などができ始めていたが、目が大きいのが特徴的だった。 羽毛はまだ生えていなかった。	
12 日 目	羽毛が生え始めた。 翼、足の区別ができた。	
15 日 目	体がかなり羽毛で覆われてきた。 眼が瞼で覆われていた。	
17 日 目	ほぼ雛としての体ができ上がっており、生まれる準備ができていた。	

- ・5月29日：観察を終え、残った卵は2個となった。
- ・5月30日：始業前に卵を確認したところ、図1-2 (a) のように殻が割れ始めていた。昼休みには、図1-2 (b) のように円形にヒビが入っていた。夕方には1羽の雛が生まれていた（図1-3）。うずらは卵を温め始めてちょうど18日後に孵化するというが、まさにその通りだった。
- ・5月31日：始業前には、残りの卵から雛が孵っていた。

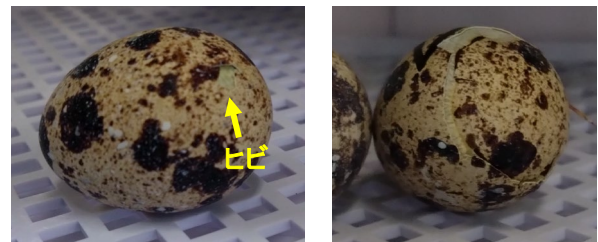


図1-2 (a) 卵にヒビが入っている様子
(b) 円形にヒビが入り孵化直前の様子



図1-3 孵化直後の様子

【飼育箱の製作】

卵から孵るうずらの数は2羽を想定していたので、それに合わせた大きさの箱を製作した。A4サイズのコピー用紙500枚束が5束入る段ボール箱を用意し、上面を切り取り、底面にキッチンペーパーを敷いた。不織布マスクの箱を加工して、砂浴び場を作った。まだ、朝晩が冷えていたので、図1-4のように四角いペットボトルとスチロールトレイ、携帯カイロで保温用の部屋を作った。エサ入れはペットボトルキャップ、水入れはペットボトルを加工した。箱を大きくしたり、エサ入れを陶器にしたり、砂浴び場を広くしたりするなど、うずらの成長に合わせて改良を重ねた。



図1-4 保温用の部屋に入っているうずらの雛

【孵化後の雛の様子】

- ・孵化したばかりの雛は、羽毛が濡れた上に寒さに弱いので、羽毛が乾くまで孵卵器に入れたままにしておいた。
- ・羽毛が乾いたところで、生まれた2羽の雛を事前に作製した保温用の部屋を入れた段ボールの飼育箱に移した。生まれたばかりの雛は小さいので、しばらくの間ペットボトルキャップをエサと水入れとし、バードサンドも一緒に入れた。
- ・飼育箱に移してから1日ほどは何も口にしまか

ったが、親鳥がいなくても関わらずエサと水を少しずつ口に入れ始め、生きていくために必要なものと認識していることを不思議に感じた。

- ・3日目には1羽が砂浴びを始めた。誰かに教えられたわけでもなく、生命の神秘を感じた。
- ・1週間もすると翼に羽が目立ってきた。頭は雛、体は成鳥の姿になった。市販のエサだけでなく、ハコベや豆苗をあげたところ、喜んで食べた。
- ・図1-5のように、1ヵ月経った頃には、ほとんどの羽が生えそろう成鳥のような容姿が変わった。この頃になると、オスの胸元は茶色くなり、メスの胸元には特徴的な斑点模様が目立つようになってきた。羽の先には生まれたときに生えていた羽毛が付いていた。
- ・孵化して65日目の8月5日、メスが初卵を産んだ。オスには、その10日ほど前から、排泄口に泡状の精子が確認されていた。

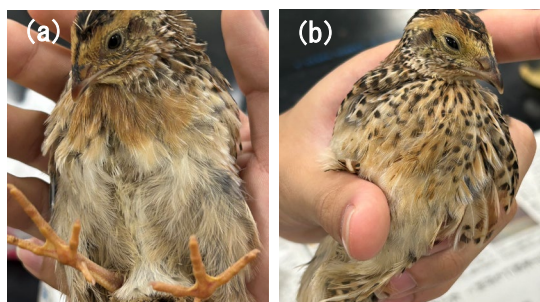


図1-5 (a)オス (b)メス

1.4 まとめ

- ・孵化する前の胚の成長を観察するため、同じ日に複数個の卵を割ったとき、個体によって成長の速さが異なっていた。
- ・温める日数が進むにつれて、黄身の量が減っており、黄身の中に胚が成長するための栄養分がすべて含まれていることが確認できた。
- ・雛は大きくなるにつれて、蹴る力、飛ぶ力など日に日に強くなっていった。

2. CAM*植物の葉の組織内の pH 変化 (外村・右田)

植物は主に、広く世界に分布するC₃植物(CO₂が外界から取り入れられ、最初にできるホスホグリセリン酸C₃H₇O₇PがCを3つ含んでいるのでC₃植物という)と熱帯・亜熱帯の草原に多く分布するC₄植物(最初にできるオキサロ酢酸C₄H₄O₅がCを4つ含んでいるのでC₄植物という)からなる。CAM植物

とは、C₄植物と似た反応を示すが、乾燥地に適した植物が多く、昼間は気孔を閉じて夜間に気孔を開きCO₂を取り込む違いがある。

*Crassulacean Acid Metabolism (ベンケイソウ型有機酸代謝)

2.1 実験目的

CAM植物の葉の組織内では、朝はリンゴ酸の存在によりpHの値は低く、リンゴ酸がCO₂に変わるにつれてpHの値は高くなるはずである。

そこで、CAM植物と思われる多肉植物4種類の葉について1日の各時間の葉の組織内のpHを調べてみることにした。

2.2 準備したもの

サボテン、ハオルチア、エケベリア、ピレア、ガラス棒、pH試験紙、パレット

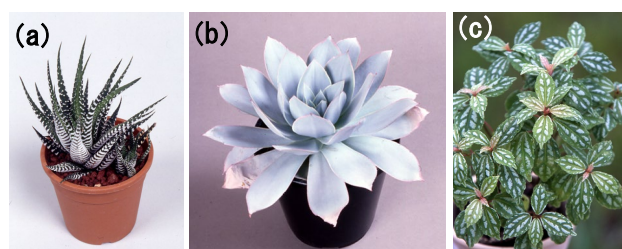


図2-1 (a)ハオルチア¹⁾*

(b)エケベリア²⁾*

(c)ピレア³⁾* *NHK出版から引用

2.3 実験方法

実験① サボテン、ハオルチア、エケベリア、ピレアの4種類につき、1日に朝、昼、夕の計3回実験を行った。

1. 葉をちぎる。
2. ガラス棒で葉をすりつぶす。
3. 出てきた液をpH試験紙に染み込ませる。
4. pH試験紙の色の变化からpHを判断する。

実験② 植物に水を与えないとどうなるのか、枯れそうになったら水を与える。

2.4 実験結果の予想

実験①について: 多肉植物は、昼間は蒸散を防ぐために気孔を閉じるので、pHはアルカリ性側に变化し、夜は気孔を開き呼吸を始めるため、pHは酸性側に転換すると予想した。

実験②について: 多肉植物は変化がなく、そうでない植物は枯れるだろうと予想した。

2.5 結果と考察

表2-1に4種類の植物の葉のpH変化を示す。

表2-1 各植物の葉のpH変化

	朝	昼	夕
サボテン	4 (黄)	4 (黄)	6 (緑)
ハオルチア	5 (黄緑)	5 (黄緑)	7 (深緑)
エケベリア	4 (黄)	5 (黄緑)	7 (深緑)
ピレア	6 (緑)	6 (緑)	6 (緑)

CAM植物は日光が当たると夜間に生成されたリンゴ酸が分解され CO_2 が発生し、その CO_2 を用いて光合成を行う⁴⁾ため、葉の内部のpHが上がると予想される。ピレア以外は、昼から夕方にかけて葉のpH値の増加を確認できた。

表2-2に、水を与えなかったときの植物の変化を示す。表2-1の結果から分かるように、ピレア以外の植物はCAM植物と考えられ、それを裏付けるようにピレア以外は乾燥に強い植物であることが分かった(図2-2)。

表2-2 水を与えなかったときの植物の変化

サボテン	葉が薄くなった。
ハオルチア	葉がしぼんだ。
エケベリア	葉にハリが無くなった。 枯れてはいなかった。
ピレア	枯れた。



図2-2 水を与えなかったときの植物の変化

5. 考察

実験①の結果から、多肉植物とそうでない植物では時間帯によってpHの変化に違いがあることが分かった。

多肉植物は時間が経つにつれpHの値が高くなったことから、リンゴ酸が CO_2 に変化したと考えられ

る。しかし、朝と昼でpHの値に変化が見られなかったのは、プランターを置いていた場所が午前中は日陰となりそのことが原因であろう。

ピレアは、時間とともにpHの値に変化が見られずほぼ中性であることから、リンゴ酸を生成しない C_3 植物⁵⁾であると思われる。

実験②の結果より、多肉植物は生息地が乾燥すると、自らの葉や根、茎の貯めていた水を使い生き延びていることが分かった。

今回の実験により、乾燥に強い植物は葉や茎に水を貯めているだけでなく、他の植物と異なった方法で光合成を行っていることが分かった。

3. せっけんの効果を調べよう (久保・星野・福井・宮腰)

3.1 はじめに

私たちが毎日使う石鹸は、衛生の面から私たちの健康に役立っている。

昨今の新型コロナ、インフルエンザ等、アルコール消毒や石鹸での手洗いが効果的であることは周知の事実であるが、その殺菌効果がどれほどのものか気になったので、寒天培地を使いその効果を調べてみることにした。

3.2 実験器具・薬品

粉寒天、砂糖(寒天が固まりやすくするため)、水、滅菌シャーレ、綿棒、スライドガラス、カバーガラス、顕微鏡、石鹸、洗剤、アルコール消毒液

3.2 実験方法

熱湯に粉寒天と砂糖を溶かし、かき混ぜた。寒天が冷めたところで、10個の滅菌シャーレに流し込みフタをかぶせ冷蔵庫で冷やした。

校内で細菌類が多く存在するところはどこかと考えたとき、階段の手すりを思いついた。そこで、4人で階段の手すりを触り手を汚した後、手のひらを綿棒でこすり、寒天培地に押し付けた(これをサンプルA~Dとした)。常温で2週間放置(室温 25°C 前後、湿度60%前後)し、その間の寒天培地の変化の様子を観察した。

対照実験として、汚した手をアルコール消毒のみ、洗剤のみ、石鹸洗浄後アルコール消毒、石鹸のみで手洗いをし、手のひらを綿棒でこすり、寒天培地に押し付け、手洗いをしなかった場合と同様に2週間観察した。1つは滅菌シャーレに寒天培地を作り何もしないまま放置した(サンプルE)。

3.3 結果と考察

図3-1に、実験開始4日目のサンプルA～Dの様子を示す。

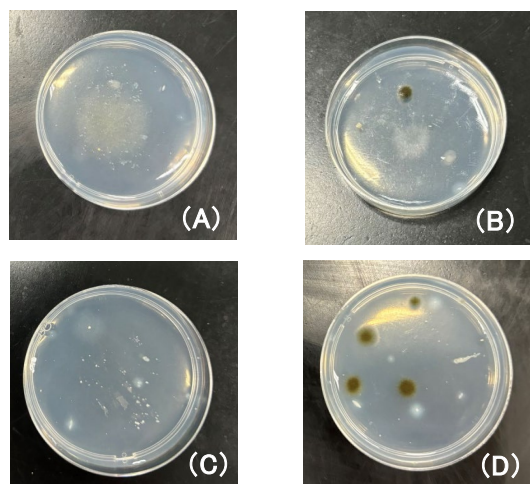


図3-1 実験開始4日目の各サンプルの様子

サンプルAは中心付近がぼんやりと白くなり、サンプルBおよびDにはアオカビのような黒カビのようなコロニーが形成された。サンプルCの白く見えるのは、綿棒でついた傷である。

表3-1は、汚れた手から採取した菌類・細菌類から発生したコロニーの様子をまとめたものである。

表3-1 汚れた手から採取した菌類・細菌類から発生したコロニーの様子

	2日目	4日目	14日目
サンプルA	変化なし	白く変化	4日から変化なし
サンプルB	変化なし	コロニー発生	コロニーが大きくなった
サンプルC	変化なし	変化なし	小さいコロニーの発生
サンプルD	コロニー発生	コロニー数が増加	コロニーが大きくなった

サンプルA～Dは久保、福井、星野、宮腰のいずれかであるので、コロニーの発生に差が生じている。サンプルC以外は4日目にコロニーが発生するなど変化が起きているので、階段の手すりは多くの人が触りかなり汚れていることが分かった。

表3-2は、表3-1のサンプルA～Dの汚れた手をアルコール消毒液、洗剤、石鹼で洗浄した後に手から採取した菌類・細菌類から発生したコロニーの様子をまとめたものである。

いずれも4日目までは変化がなかったが、洗剤のみ、石鹼のみの場合と比べて、アルコール消毒液を使用した場合は、14日放置しても寒天培地にコロニーは発生しなかった。

表3-2 アルコール消毒液、洗剤、石鹼で洗浄した後に手から採取した菌類・細菌類から発生したコロニーの様子

	2日目	4日目	14日目
サンプルA 消毒液	変化なし	変化なし	変化なし
サンプルB 洗剤	変化なし	変化なし	コロニー発生
サンプルC 石鹼+消毒液	変化なし	変化なし	変化なし
サンプルD 石鹼	変化なし	変化なし	コロニー発生
サンプルE ブランク	変化なし	変化なし	変化なし



図3-2 カビの顕微鏡写真

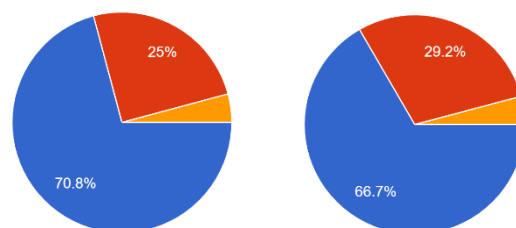
図3-2は、寒天培地に生えたカビ状のものの顕微鏡写真である。粒状、糸状、数珠状の3パターンが確認できた。カビの種類までは特定できなかったが、身の回りには色々な種類の細菌・菌類が存在することが分かった。

洗剤のみ、石鹼のみでの洗浄でも十分な殺菌効果は得られたが、アルコール消毒液を使用した場合はさらに殺菌効果が得られた。以上のことから、新型コロナ、インフルエンザ等、石鹼での手洗いが効果的であることが証明されたが、手洗い後のアルコール消毒はさらに効果があり、アルコール消毒のみでも十分効果があることが分かった。

Ⅲ アンケート結果

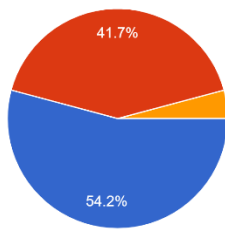
最後の授業後に、各テーマについて相互評価を行った。その結果を示す。円グラフの色は、●大変よかった、●よかった、●ふつうである。

【うずらの成長】



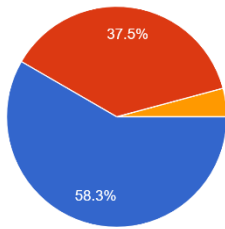
課題の選定はどうでしたか？

発表はどうでしたか？

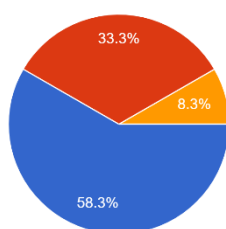


資料（パワポ、レジメ等）の作り方はどうでしたか？

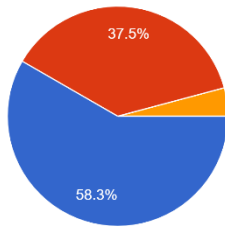
【CAM*植物の葉の組織内のpH変化】



課題の選定はどうでしたか？

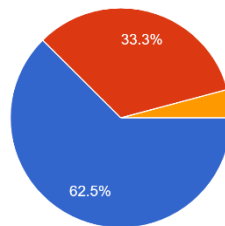


発表はどうでしたか？

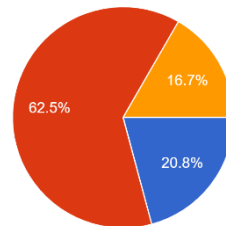


資料（パワポ、レジメ等）の作り方はどうでしたか？

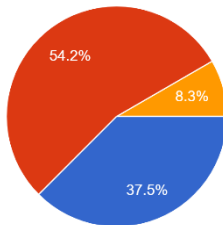
【せっけんの効果を調べよう】



課題の選定はどうでしたか？



発表はどうでしたか？



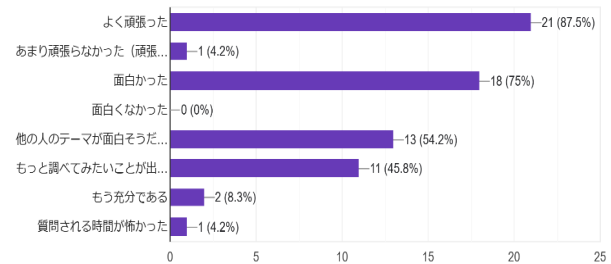
資料（パワポ、レジメ等）の作り方はどうでしたか？

【自分のテーマへの取り組み等】

複数回答として、以下の8問を設定した。

「よく頑張った」、「あまり頑張らなかった（頑張れなかった）」、「面白かった」、「面白くな

った」、「他の人のテーマが面白そうだった」、「もっと調べてみたいことが出て来た」、「もう充分である」、「その他（自由記述）」．これらの結果を次に示す．



【感想など、何かあれば書いてください】

※原文のまま．誤字脱字は修正．

- ・みんなのテーマがとても面白そうだった．
- ・色々な実験があつて面白かった．うずらの成長観察の発表が特に面白かったです．理由は、うずらの成長を見ていて生命の成長過程が詳しく見られたからです．
- ・実験がとても楽しかったです．最後の発表の際に何も出来なかったもので、とても申し訳ないです．
- ・掴める水の原理を楽しく学ぶことができた．また、環境問題についても考えることができた．
- ・普段では出来ないような実験だったり、今まで知りたかった事などを出来たりして非日常な感じで楽しかったです．
- ・上手に発表することが出来ました．
- ・楽しく実験が出来ました．今回の発表で何個か先生方から質問がまだまだ調べられることがあったので、また次の実験に活かしたいと思いました．
- ・他のグループにはとても面白い研究結果を報告しており、聞いていてためになったところもあったが、自分の知識不足であまり理解がしづらいところもあった．
- ・特につかめる水の班がすごいなと感じました．自分で実験内容を考えてするのは難しかったです．
- ・課題研究を一年の時にして通年にした方がいい．
- ・今回は対照実験を行ってスライドをまとめたのですが、先生からの指摘があったように茶葉の種類を変えてみるなどの他の工夫をすれば更に良い結果が得られたのではと考えました．
- ・自分たちとは分野が違うテーマの発表など沢山あつて、初めて知ることも多く楽しかった．私はCAM植物について研究したけど調べても分か

らないようなことがたくさんできたので、Lコースに行きもっと学びたいと思った。

- ・自分たちで実験する内容を決めて、実験に必要な道具を準備して決められた時間内に実験をしてみて、計画的にやらないと終わらないことがわかりました。でも楽しみながら学べたのでいい経験になりました。
- ・詳しく実験すると色々な問題が出てきて、とても面白かったです。
- ・各テーマがそれぞれ興味深く、特色のある発表でとても良いと感じた。質問される時間がとても怖くて苦痛だった。
- ・水を掴む実験にとっても興味を引かれた。私も研究してみたいと思った。
- ・前期だけでなく後期もやってほしい。
- ・命が出来ていく過程を知り、命の大切さをしれた。
- ・命の尊さを学べました。

Ⅳ まとめ

学生はインターネットからいろいろな情報を得て、課題研究のテーマを決めているので、すでに答えが出ているものが多い。しかし、学生にとっては不思議に思う点があったり、自らそのことについて確認したい、調べてみたいという気持ちで、取り組んでいた。

生き物を扱う研究は、正規の授業時間以外に毎日の世話が大変ではあるが、学生は毎日欠かさず実験室を訪れ、観察を行っていた。課題研究の時間になると座学の授業と違って、化学や生物を苦手とする学生も目を輝かせながら取り組んでいた。指導する側も、そのような学生の様子を見たり、一緒になって考えることで、座学にはない授業の楽しさを感じることができた。

アンケート結果からも分かるように、学生たちには探究心が芽生え、半期ではなく通年を通してやってみたいとの意見もあった。学生には常にこのような気持ちをもって、学校生活を送ってもらいたいものである。

参考文献

- 1) NHK出版 みんなの趣味の園芸ウェブサイト
https://www.shuminoengei.jp/m-pc/a-page_p_detail/target_plant_code-993, (2024年12月閲覧)
- 2) NHK出版 みんなの趣味の園芸ウェブサイト
https://www.shuminoengei.jp/m-pc/a-page_p_detail/target_plant_code-985, (2024年12月閲覧)

- 3) NHK出版 みんなの趣味の園芸ウェブサイト

[https://www.shuminoengei.jp/m-pc/a-](https://www.shuminoengei.jp/m-pc/a-page_p_detail/target_plant_code-258)

[page_p_detail/target_plant_code-258](https://www.shuminoengei.jp/m-pc/a-page_p_detail/target_plant_code-258), (2024年12月閲覧)

- 4) 数研出版編集部 改訂版 フォトサイエンス 生物図録 2023, 67.
- 5) 数研出版編集部 改訂版 フォトサイエンス 生物図録 2023, 66.