



植物検索のための分類についての一考察 —
検索項目の選択について —

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-04-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 柚木, 朋也, 藤枝, 秀樹, 並川, 寛司 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00007101

植物検索のための分類についての一考察

— 検索項目の選択について —

柚木 朋也・藤枝 秀樹*・並川 寛司**

北海道教育大学札幌校理科教育研究室

*国立教育政策研究所

**北海道教育大学札幌校生物教育研究室

Classification for Plant Retrieval

— Selecting Search Items —

YUNOKI Tomoya, FUJIEDA Hideki* and NAMIKAWA Kanji**

Department of Education, Sapporo Campus, Hokkaido University of Education

*National Institute for Educational Policy Research

**Department of Education, Sapporo Campus, Hokkaido University of Education

概 要

本論の目的は、初心者が植物検索（草本植物）を行うための分類形質について考察することにより、植物検索における検索項目の選択について検討することである。被子植物の分類では、APG植物分類体系が主になりつつある。しかし、小・中学生や初心者は外観から同定することになる。植物は多種多様であり、身の回りの植物であっても、その種類は多く、外観からの分類形質は数多くある。また、検索ツールの検索項目はその目的や制作者によりかなりの差異が見られる。ここでは、次の観点をもとに考察し、検索項目の選択について考察した。

- a 植物についての学習に資すること。
 - b 植物名を効率的に知ることができること。
- なお、補助的に次の観点についても考慮した。
- c 観察に適した項目であること。
 - d 初心者に適した項目であること。

キーワード：外部形態，教材，植物検索，分類形質，草本植物

I はじめに

多様である植物の理解には分類が必要である。被子植物の分類には、新エングレー体系、クロンキスト体系、APG植物分類体系などによるいくつかの分類体系が存在する。また、それらに使用されている多くの分類形質が存在する。

しかし、初心者を対象とした植物検索などでは、実質的に観察可能な分類形質を適切な数に制限し、効率を高めることが必要になる。そのため、多くの分類形質の中から検索に使用する分類形質を選択する必要が生じる。検索のために選択された分類形質をここでは検索形質、検索形質のそれぞれの特徴を示すものを選択肢、合わせて検索項目と呼ぶことにする。

植物検索のための検索項目については、各種検索ツールなどで表示されている。また、斎木・天野・林（2012）は各検索ツールの検索項目を整理した上で、検索項目の設定に関する誤認¹⁾について検討を行っている。しかし、各種検索ツールにおける検索項目の設定理由についての議論は必ずしも明確ではない。

ここでは、植物の分類そのものについての議論ではなく、初心者が検索を行う場合に有効である検索項目を検討する。

II 分類の観点

平成 29 年に告示された学習指導要領では、「身近な植物の外部形態の観察を行い、その観察記録などに基づいて、共通点や相違点があることを見いだして、植物の体の基本的なつくりを理解すること。また、その共通点や相違点に基づいて植物が分類できることを見いだして理解すること。」

（文部科学省，2018a）とある。また、「ここでの分類は、観察及び資料等から見いだした観点や基準を基にして行わせるものとし、目的に応じて多様な分類の仕方があり、分類することの意味に気付かせるような学習活動を設定することが重要であり、学問としての生物の系統分類を理解させる

ことではないことに留意する。」（文部科学省，2018b）と解説されている。学習としての分類の意味は、単に既成の分類に当てはめるのではなく、「分類することの意味に気付かせるような学習活動を設定する」ことにある。

被子植物の場合、新エングレー体系、クロンキスト体系、APG植物分類体系などいくつかの分類体系が存在する。ただし、外部形態による分類を考える場合、ゲノム解析などによるAPG植物分類体系を直接取り扱うことができない。そのため、かつての植物図鑑や多くの教科書は新エングレー体系を考慮した記述が多い。しかし、現在では、植物図鑑などもミクロなゲノム解析から実証的に構築したAPG植物分類体系に移行しつつある。今後、APG植物分類体系による分類が標準的なものとして定着していくことを考えた場合、APG植物分類体系による分類の結果に配慮することは重要である。

検索は、分類体系に対して、観察された個体がどれに当たるか（同定）を行う手続きである。外部形態からの分類体系では、分類のための分類形質と検索のための検索形質とは、基本的には同じになると考えられる。しかし、植物は多種多様であり、身の回りの植物であっても、その種類は多く、外観からの分類形質は数多くある。多くの分類形質をすべて網羅することは実用的には難しく、利用できる分類形質は限られたものになる。そのため、検索の目的や使用する対象によっては、分類形質と検索のための検索形質は一致しない場合もある。実際、検索ツールの検索項目はその目的や制作者によりかなり違いが見られる。そのため、どのような観点から検索項目を決めるのかについては議論が必要である。

ここでは、次の観点をもとに考察し、初心者が検索をする場合の検索項目の選択について考察する。

- a 植物についての学習に資すること。
 - b 植物名を効率的に知ることができること。
- なお、補助的な観点として、
- c 観察に適した項目であること。

d 初心者に適した項目であること。
も考慮する。

本論の目的から観点aは、検索項目を考える上で最も重要な観点と考える。検索項目の設定により、植物の観察の視点が影響され、植物の見方・考え方の育成に関係すると考えられるからである。一方、観点bは、識別・同定の効率を高めるという点で意味があり、他種と明確に区別できることが重要となる。そのため、系統分類的には評価できない検索項目もあり得る。

観点cは簡易に観察できるかどうかの観点であり、観察を重視する検索では重要な観点である。観点dは、「例外が少ない」、「誤認しにくい」、「判断が容易である」など初心者に適しているかどうかの観点である。

III 検索についての基本的な考え方

検索の過程は探究の過程に似た過程を辿ると考えることができる。すなわち、同定は、アブダクションからインダクションに至る過程²⁾を経ることになる(柚木, 2020)。探究と異なるのは、仮説に相当するのが植物名の選択であり、信念(正解)に相当するのが図鑑などに記されていることである。すなわち、限定された探究である。しかし、図鑑などの数多くの植物の中から正解の可能性の高い植物を選ぶのは非常に難しい問題である。そこで、植物検索ツールが有用となる。つまり、植物検索ツールの主な目標はアブダクションの過程を助けることである。

実際、植物検索ツールを作成する場合、すべての植物をデータとして網羅することは困難であり、初心者用の検索ツールでは、検索される可能性の高い植物(有限個)が主な対象となる。そのため、ここで取り扱う検索ツールは、調べた分類形質が一致する植物に絞ったり、対象とならない植物を排除したりすることによって、可能性のある植物の数を絞り、検索の効率を高めることが重要である。こうして選ばれた植物を調べ、検索項目以外の様々な分類形質や特徴(例えば図や写真

など)が観察された植物と一致するかどうかを調べ、評価する。もし、否定的な評価であれば、再び他の植物を選び、同様の過程を経る。

もちろん、ここに記したことは基本的な流れであり、実際には、様々な過程が錯綜する。

さて、以上の基本的な考え方を基に、観点a~dを考慮しながら、多くの植物の特徴の中から検索項目として利用できるものを選ぶこととする。なお、以下の議論の中で、参考とした検索項目(A~C)³⁾については、基本的には上記の考え方に近い書籍やツールを選んだ。しかし、対象や基本方針が必ずしも一致しているとはいえないので検索項目にはかなりの差異が見られる。

IV 検索項目の選択について

被子植物の基本的な構造としては、「根」、「茎」、「葉」に分けることができ、観察の対象として、「花」、「果実」、「芽生えの様子」なども分類形質として考えることができる。しかし、中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編では、「花」や「葉」を中心に扱うことが示されており、「葉脈の形状、芽生えの様子、根の様子に関する共通点や相違点から、被子植物が単子葉類と双子葉類に分類できることを理解させる。」(文部科学省, 2018c)ことも示されている。ただし、「根」は植物を引き抜く必要があること、また、「芽生えの様子」は不明な植物の芽生えを観察することが難しいことなどがあり、観点cから検索項目に適しているとは言えない。

以上のことから、初心者の検索形質として、「花」、「葉」、「茎」を中心に扱うことが望ましいと考える。

V 各分類形質に関する検索項目の策定

(1) 「花」

「花」に着目する場合、「花の色」、「花の形」、「花序」、「花序と花序の性」、「子房の位置」、「胎座」、「胚珠」、「雄蕊」などの分類形質がある。

「花の色」

植物検索において、「花の色」は多くの植物図鑑などにも採用されている検索形質である。しかし、「花の色」を明確に規定することに課題がある。通常、最も目立つのは花卉であることを考えると「花卉（花被）の色」と規定することも一つの方法である。しかし、植物によっては、萼や総苞が花卉のように見えたり、花卉が小さくて他の部位が目立っていたり、花卉が存在しなかったりという植物もある。そのため、検索（まだ植物の特徴が明確でない）を前提にする場合には、相同性認識の誤り¹⁾が多くなる可能性がある。

「花」として「一つの花全体」から最も目立つ色を代表的に取り扱うことも一つの方法である。しかし、キク科などのように複数の異なる花が存在することもある。その場合、「花序に舌状花と管状花とがあるときには舌状花の花びらの色だけをさすこともある。」（山田他, 1983a）に従うのも一つの方法である。例えば、フランスギク (*Leucanthemum vulgare* Lam.) などのように白色の舌状花と黄色の管状花（筒状花）をもった頭花の場合には、個別の「花の色」を見ると「白色」と「黄色」となるが、舌状花の花の色だけを取り上げて「白色」とするのである。

さらに、「花」として「花の部分全体」から最も目立つ色を代表として取り扱うことも考えられる。ただし、この場合には、「花」ではなく、「蕾」や「果実」を誤認する場合も考えられる。つまり、花全体を対象とすることで視認性不良による誤り¹⁾を少なくすることが可能であるが、相同性認識の誤りは増えることが考えられる。

表1は、検索ツールなどにおける「花の色」で取り扱われている選択肢の例である。

「花の色」については、多少の選択肢の差異があるものの、各ツールの選択肢がよく似ている。前述のように、「花の色」をどのように規定しているかは不明であるが、共通するのは、「白」、「黄」、「青」、「赤」である。また、「橙」、「緑」、「茶」、「黒」などの選択肢を追加し、細かく分けている場合もある。色の微妙な区分は難しく、ツールに

表1 「花の色」についての分類例

A	B	C
赤の系統 黄の系統 青の系統 白	白 黄色 青～紫 橙～赤 緑～茶 選ばない	白 赤 橙 黄 緑 青 紫色 茶色 黒

よっては、色を例示しているものも多い。

「花の色」の観察では、同じ種の花でも部位、時期、環境、個体差などにより微妙に異なることも多い。例えば、ゲンゲ (*Astragalus sinicus* L.) は、「花の色」がほとんど「赤紫色」であるが、少数ながら「白色」も存在する。また、ゲンノショウコ (*Geranium thunbergii* Siebold ex Lindl. et Paxton) のように、分布場所によって「赤紫色」と「白色」のどちらかが多い種もある。園芸種から野生化した種の中には、3色以上の「花の色」が存在するものもある。こうした場合、選択肢をどのようにするのが重要な問題となる。いずれの場合も、観察の視点を明確にし、選択肢を選ぶルール(例えば、最も多く見られる色を選ぶなど)を明確にすることが重要であると考えられる。

なお、「花の色」は、分類形質としては、他の形質に比べるとそれほど重要視されない。しかし、検索形質としては、高い有効性を認めることができる。つまり、観点aからはあまり評価できなくても、観点bから検索形質としては有効であり、そのため図鑑や検索ツールでは多く使用されていると考えられる。

「花の形」

表2は、「花の形」で取り扱われている検索項目の例である。

検索項目は、作成者により様々であることが窺われる。以下、選択肢について考える。

まず、「放射相称」、「左右相称」などの相称性は、観察も容易であるので、観点cから有効な選択肢と考えることができる。

次に、「離弁花」と「合弁花」の区別について

表2 「花の形」についての分類例

A	B	C (1個の花の形)
放射相称 左右相称 花びらが4枚以下 花びらが5枚 花びらが10枚以上	単穂 複数無柄 複数有柄 球状 葉間散在 4弁 5弁 6弁 漏斗・釣鐘 左右相称 選ばない	花びらが1枚1枚離れ放射相称 花びらが1枚1枚離れ左右相称 花に筒部があり放射相称 花に筒部があり左右相称 花は小さく花弁がない

である。「離弁花類」と「合弁花類」の区別については、クロンキスト体系やAPG植物分類体系では使用されていないこと、また、実際の観察でも花弁が離れているかどうかだけでは判断できない場合や同じ科であっても両者が存在する場合も見られる⁴⁾など観点dからは必ずしも有効な選択肢であるとはいえない。しかし、「離弁花」と「合弁花」の区別は観察によりある程度可能であるため観点cから有効であると考えることができる。また、「離弁花類」と「合弁花類」の区別については、かつての図鑑や教科書などで使用されていることなどを考慮すると観点aからは有効であると考えられる。例えば、令和3年度に改訂された中学校理科教科書5社のうち、3社で取り上げられている⁵⁾。そのため、花の構造を見る視点の一つとして選択肢に入れることは有効であると考えられる。

その他、「花の形」については、植物を同定するための特徴が表れていることも多く、図鑑などには、「蝶形」、「鐘型」、「壺形」、「漏斗形」、「スマイレ形」、「ラン形」など多くの「花の形」が記載されている。それらのうち特色のあるものをいくつか選択肢に入れることは観点bから適切であると考えられる。ただし、選択肢が重複することは好ましくないため、ルール（優先順など）を明確にする必要がある。

「花弁数」

表3は、「花弁数」に関し取り扱われている選択肢の例である。

ただし、「花弁数」については、前述のように、

表3 「花弁数」に関する分類例

A	B	C
花びらが4枚以下	4弁	0～2個
花びらが5枚	5弁	3の倍数
花びらが10枚以上	6弁	4の倍数
		5の倍数

「花の形」の中で取り扱われていることもあるので、ここでは、「花弁数」に関するものだけを取り出した。

「花弁とは花冠を構成している裸花葉」（山田他, 1983b）であり、顎と花弁がはっきりと異なることも多い（異花被花）。ただし、「双子葉植物（双子葉類）」の「離弁花類」については比較的明確であるが、「合弁花類」については明確でない場合もある。例えば、ヒルガオ (*Calystegia pubescens* Lindl. f. major (Makino) Yonek.) やセイヨウタンポポ (*Taraxacum officinale* Weber ex F.H. Wigg.) は花弁5枚が一つに繋がっていると考え、「5」とするが、「1」と数えてしまう場合も見られる。

また、「単子葉類（単子葉植物）」の場合は、「内花被」と「外花被」の区別が付きにくい場合もあり、まとめて「花被」として数えることが多い。例えば、ユリ科のチューリップ (*Tulipa gesneriana* L.) のように顎と花冠の区別のない同花被花の場合、「花弁数」は「3」であり、「花被片数」は「6」になる。

一般に、双子葉類については、「4」、「5」が比較的多く、単子葉類については「3」、「6」が多いなどの特徴がある。また、「萼」や「雄蕊（雄

しべ)」の数なども「花卉数」(及びその倍数)と関連する場合も多いため、「器官数」として捉えることもある(北沢・藤本, 2019)。ただし、「器官数」にも問題があり, 例えば, ウスユキマンネングサ(*Sedum hispanicum* L.)のように、「器官数」が「5」または「6」と複数ある場合もある。

「花卉数」の観察では, 種や生育状況によっては, 例外も見られる。また, 花卉以外を花卉と誤認する場合や「花卉数」が一意的に定まらない場合があるなどの問題もある。例えば, ドクダミ(*Houttuynia cordata* Thunb.)は白い花卉を4枚持つように見える。しかし, 白い4枚の花弁のように見えるのは総苞で, 花卉も顎もなく, 黄色い雄しべの葯が目立つ。また, ニリンソウ(*Anemone flaccida* F. Schmidt)では, 花卉のように見えるのは顎である。顎の数は, 「5」が多いが, 「6」「7」やさらに多い場合も見られる。また, アカネ(*Rubia argyi* (H. Lév. et Vaniot) H. Hara ex Lauener et D.K. Ferguson)は通常5裂し, 「花卉数」は「5」となるが, 「4」, 「6」の場合も見られる。

以上のように, 「花卉数」についても観察の視点(単子葉類の花被をどのように扱うかなど)を明確にし, 選択枝を選ぶルール(例えば, 最も多く見られる数を選ぶなど)を明確にすることが重要であると考えられる。

花 序

表4は, 「花序」で取り扱われている選択枝の例である。

花序は, 基本的には, 「総穂花序」と仮軸分枝による「集散花序」に分けるか, 花の開花順位の方向によって求心性の「無限花序」と遠心性の「有限花序」に分ける(山田他, 1983c)。そして, それぞれの形によってさらに多くの型に分類されることが多い。ただし, 図鑑によっても取り扱いや分類例に差がある。検索でもあまり重点的に取り扱われておらず, 分類例でも, Aでは, 「花の形」の中で取り扱われている。

「花序」の観察では, 個体差や生育状況などによって花数が「1」の場合, 「花序」を決められ

表4 「花序」に関する分類例

A	C
単穂	枝先に1つ
複数無柄	枝先に数個
複数有柄	枝先に多数
球状	枝の側方に1~数個
葉間散在	枝の側方に多数
	葉腋に1~数個
	葉腋に多数
	葉腋に咲く

ないことや複合している場合もあり, 分類が難しい場合がある。初心者を対象とするのであれば, 「総状系」, 「散形系」, 特殊な形態として, 「穂状系」, 「頭上系」を加えた選択枝とし, 判断が難しい場合には「不明」を選ぶようにするのが適切であると考えられる。なお, 選択に当たっては, 「穂状系」, 「頭上系」が優先であり, 該当しない場合には, 「総状系」, 「散形系」, 「不明」から選ぶなどのルールを明確にすることが必要である。

「雄蕊」, 「雌蕊」

「雄蕊」, 「雌蕊」は花の最も重要な器官である。しかし, 「雄蕊の形」や「雌蕊の形(子房の位置や柱頭の分裂数など)」の分類については, 初心者には判断が難しい場合が多いと思われる。また, 「雄蕊の数」は検索形質として可能であるが, 「雌蕊の数」については, 「1」が基本であり, 検索形質としてはあまり適していない。

そこで, ここでは比較的観察の容易な「雄蕊の数」を取り上げることにした。「雄蕊の数」を観察することで, 「雄蕊」や「雌蕊」にも着目させることができ, 観点aからも適切であると考えた。ただし, 「雄蕊の数」の観察では, 生育状況, 個体差, 欠損などによって, 一意的に定まらない場合がある。例えば, シロイヌナズナ(*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.)は, アブラナ科(4強雄蕊)であり, 「雄蕊の数」は通常「6」であるが, かなりの確率で「4」, 「5」が見られる。また, 植物によっては, 「単体雄蕊」, 「集葯雄蕊」などの変形や花卉状への変形などがあり, 判別が難しい場合もある。

「雄蕊の数」についても観察の視点を明確にし,

選択肢を選ぶルール（例えば、明確に数えられるもののみを扱うことや複数の花から最も多く見られる数を選ぶなど）を明確にすることが重要であると考えられる。

「その他の花に関する検索項目」

「花序と花序の性」, 「子房の位置」, 「胎座」, 「花の性」については, Cでは取り扱われ, 「両性花」, 「単性花で雌雄同株」, 「雌雄異株」の選択肢が設定されている。しかし, 「花の性」は, 初心者には判断が難しい場合が多く, 「子房の位置」, 「胎座」も観察や判断が難しい場合が多い。そのため, 初心者を対象とした検索形質としては適していないと考える。

また, 「花」に関しては, Cでは, 「1個の花の大きさ」についても取り扱われ, 「5mm以下」, 「5mm～1cm」, 「1cm～3cm」, 「3cm以上」の選択肢が設定されている（規格分類）。「花の大きさ」については, 個体差や生育状況により変化が見られる場合がある他, 「1個の花」を誤認する場合が考えられる。検索項目としては, 観点aからはあまり評価できないが, 観点bからは有効である場合もあると考えられる。

(2) 「葉」

「葉」は「花」や「果実」と異なり, 観察できる期間が長く, サンプルの収集も容易である。そのため, 阿部(1988)などのように, 「葉」を中心とする検索も試みられている。特に, 木本植物については, 分類形質として多くの書籍やwebで重視されている。また, 例えば, B.S. Bama et al

(2011)のように, コンピュータによる画像認識の研究などと合わせて研究されていることも多い。「葉」に着目する場合, 「葉の形」, 「葉脈」, 「葉のつき方」などの分類形質がある。

「葉の形」

基本的な形に関しては, 相称的で平面的な形の国際基準 (Simple symmetrical plane shapes (= SADT)) として95種類にまとめられている⁶⁾。しかし, これを初心者向けの検索に用いるのは実質的に難しいと思われる。

表5は, 「葉の形」で取り扱われている選択肢の例である。

「葉の形」では, さらに細かく「葉の先」, 「基部の形」, 「葉の裂け方」, 「葉の縁 (葉縁の形)」, 「複葉」など細かく分けることができる。しかし, 表5では, 基本的には「単葉などの形」に関するものと「複葉」とで区別され⁷⁾, 「単葉」の葉の形に関しても, 全体的な形が重視されている。

Aでは, 「細長い葉」と「細長くない葉」で区別されている。B, Cでは「円形」, 「卵形」, 「針・線形 (披針形)」などが共通である。「葉の形」は, 植物の同定では重要な分類形質の一つである。ただし, 草本植物では, 葉の数が少なかったり, 変異が多かったりということもあり, 検索形質として詳細な区別は難しく, 選択肢の工夫が求められる。

複葉の存在は, 初心者が誤認する (複葉を単葉の集まりと考える) 場合もあり, 取り扱いが難しい。しかし, 「全縁→鋸歯→切れ込み→複葉」と

表5 「葉の形」に関する分類例

A	B	C (葉の形 (単葉, 複葉))	C (単葉または小葉の形)
細長い単葉 細長くない単葉 小葉が3枚以下の複葉・てのひら状の複葉 羽状複葉 その他の複葉 切れ込みがある単葉, 複葉 りん片葉だけ・葉がない	舟・へら形 針・線形 スベード 卵形 円形 羽状複葉 複数羽状 へら状深裂 卵形深裂 三出複葉 選ばない	単葉 偶数羽状複葉 奇数羽状複葉 掌状またはとりあし状複葉 出複葉	心形 三角形 ひし形 円形 楕円形 長楕円形 卵形 倒卵形 披針形 倒披針形 広線形

いう流れで「葉の形」の基本的な理解が可能であると思われることから、それらを一つのまとまりとして取り扱うことは有効であると思われる。また、「複葉」の種類分けについては、「羽状複葉」、「掌状」、「鳥足状」、「三出複葉」などに分類されているが、初心者には言葉や区別が難しい。複葉をもつ植物数が単葉をもつ植物数と比べると少ないこともあり、観点dから複葉の種類分けについても選択肢の工夫が求められる。

「葉縁」

表6は、「葉縁」で取り扱われている選択肢の例である。

「葉縁の形」については、A、Bでは、「全縁」、「鋸歯縁」の区別となっているが、Cは「全縁」、「鋸歯縁」、「鈍鋸歯縁」、「重鋸歯縁」、「波状縁」、「歯牙縁」、「基部は全縁で鋸歯がある」と細分化されている。これは、Cでは木本植物を多く対象としているからであると考えられる。基本的には、「全縁」、「波状縁」、「鋸歯縁」、「歯牙縁」、「重鋸歯縁」、「欠刻」に分類している図鑑が多い。『生物学辞典』（山田他，1983f）によれば、「葉縁」の形は、だいたい植物によって定まっている。ただし、種によっては同個体上でも変動が見られ、季節によって変化する種もある⁸⁾。特に、草本植物では、葉の数が少なかったり、変異が多かったりということもあり、細分化しすぎるとかえって判別が難しく、検索が困難になることも考えられる。観点dから、「全縁」、「鋸歯」程度の区別が妥当と考えられる。

「葉脈」

中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編に「被子植物が単子葉類と双子葉類に分類で

きることについては、葉のつくりを中心に扱うこと。」（文部科学省，2018d）とあり、「さらに、葉脈の形状、芽生えの様子、根の様子に関する共通点や相違点から、被子植物が単子葉類と双子葉類に分類できることを理解させる。」（文部科学省，2018c）とある。そのため、「葉脈」に着目することは、観点aから重要である。「葉脈」に関しては、双子葉類の「網状脈」と単子葉類の「平行脈」が基本である。ただし、双子葉類のオオバコ（*Plantago asiatica* L. var. *densiuscula* Pilg.）は平行脈を、単子葉類のエンレイソウ（*Trillium apetalon* Makino）やウバユリ（*Cardiocrinum cordatum* (Thunb.) Makino）は網状脈を持つというようにいくつかの例外が知られている。

他に、イチヨウ（*Ginkgo biloba* L.）やシダ植物に見られる「2叉脈」がある。また、「網状脈」を細分化して、「掌状脈」、「羽状脈」、「鳥足状脈」、「三行脈」などに分類することもある。

表7は、「葉脈」で取り扱われている選択肢の例である。

Aでは「中央に一本の脈・見えない」、Bでは「見えない」が選択肢として挙げられている。実際の観察では、針状の葉や厚みのある葉などで葉脈そのものを認めることができない場合もある。「その他」や「選ばない」とすることもできるが、明確な葉脈が見えないとして選択肢に入れることも一方法であると考えられる。

草本植物で詳細な葉脈の区別は、初心者には難しいので、「網状脈」、「平行脈」を基本に選択肢とすることが妥当であるように思われる。

「葉のつき方」

「葉のつき方」については、「葉序」と「葉が

表6 「葉縁」に関する分類例

A	B	C（葉の切れ込み）	C（葉の縁の状態）
歯がある 歯がない	全縁 鋸歯縁	葉は切れ込まない 3～5裂 5～7裂 7～11裂 羽状裂 卵形深裂	全縁 鋸歯縁 鈍鋸歯縁 重鋸歯縁 波状縁 歯牙縁 基部は全縁で鋸歯がある

表7 「葉脈」に関する分類例

A	B	C (葉の脈の走り方)
魚の骨状の脈	網状脈	羽状脈
てのひら状の脈	平行脈	羽状から3行脈への移行型
平行脈	見えない	3行脈
中央に一本の脈・脈が見えない	選ばない	掌状脈

表8 「葉序」に関する分類例

A(葉のつき方)	B(葉の位置)	C(葉序)
互生 対生 輪生 束生 根生	互生 対生 輪生 根生 選ばない	対生 輪生 互生 コクサギ型の互生

茎につく形態」に分けることが多い。表8は、「葉序」で取り扱われている検索項目の例である。

「葉序」は、「種特異的な、外的条件では容易に変化しない安定した性質」(山田他, 1983d)を示す。基本的には、「互生」,「対生」,「輪生」で区別される。A, Bでは「根生」も選択肢に挙げられているが、「根生」については注意が必要である。例えば、ナズナ (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.)などは、上部に「互生」の茎葉があり、下部に「根生」の根生葉(根出葉)がある。

また、センダングサ (*Bidens biternata* (Lour.) Merr. et Sherff) やオオイヌノフグリ (*Veronica persica* Poir.)のように、上部が「互生」で下部が「対生」の植物もある。また、ツリガネニンジン (*Adenophora triphylla* (Thunb.) A. DC. var. *japonica* (Regel) H.Hara)のように、個体により、「輪生」,「対生」,「互生」が存在する場合もある。このように、選択肢が重複することは好ましくないため、ルール(優先順など)を明確にするとともに検索方法の工夫も必要である。

他に誤認の問題もある。例えば、アヤメ (*Iris sanguinea* Hornem.)などは、一見「根生」に見えるが、「跨状互生」であるとされている。また、フキ (*Petasites japonicus* (Siebold et Zucc.) Maxim.)の花茎には、苞が多数つき、葉と誤認する場合もある。また、アカネ (*Rubia argyi* (H. Lév. et Vaniot) H.Hara

ex Lauener et D.K. Ferguson)やヤエムグラ (*Galium spurium* L. var. *echinospermon* (Wallr.) Desp.)のように、本来は「対生」であるが、ほぼ同形の托葉があるため、「輪生」のように見えるものやヒトリシズカ (*Chloranthus quadrifolius* (A. Gray) H. Ohba et S. Akiyama)のように、2対の葉が十字形に対生するが、節間がごく短いので、4個の葉が「輪生」のように見えるものもある。これらの誤認の対策についても、選択肢や検索方法の工夫が必要である。

「葉が茎につく形態」としては、B, Cでは取り上げられず、Aでは、「葉の柄」として、「柄がある」,「柄がない」,「托葉」,「さや・茎をだく」が選択肢として挙げられている。これらは、植物を同定するための特徴が表れていることも多く、例えば、『日本の野生植物』(大橋他, 2015)などでは、「束生」,「沿着(茎に流れる)」,「つき抜き(貫生)」,「茎を抱く(抱茎)」,「楕状」などが挙げられている⁹⁾。それらのうち特色のあるものをいくつか選択肢に入れることは、「花の形」などと同様に、観点bから有効であると考えられる。ただし、選択肢が重複することは好ましくないため、ルール(優先順など)を明確にする必要がある。

「その他の葉に関する検索項目」

「葉」に関するものでは、Aは、「葉の匂いの有無」や「葉のつけねのへこみの有無」に着目している。Bは、「葉の表面」に着目し、「なめらか」,「毛がある」,「すじ」,「すじ・毛」,「トゲ」,「選ばない」が選択肢として挙げられている。Cは、「常緑落葉の別」,「側脈の先端の状態を選ぶ」,「葉の毛の有無」,「その他の特徴」として、「棘がある」,「星状毛がある」,「綿毛がある」,「鱗片がある」,「葉身基部、葉柄に腺体がある」,「葉の裏面の側脈に毛、ひれ、あながある」,「葉の裏面に腺点がある」

ある」,「葉を透かして見たときに油点がある」,「葉や茎を傷つけたときに強いにおいがある」が選択肢として挙げられている。Cは前述のように、木本植物も対象としているため、葉に関する選択肢が詳細になっていると考えられる。

その他,「葉」に関しては、Bでは,「葉の長さ」,「葉の幅」についても取り扱われている(規格分類)。葉の場合は、複葉の場合などで誤認が生じる可能性がある。また,「葉の長さ」,「葉の幅」の定義を明確にする必要がある。「花の大きさ」と同様に、観点aからはあまり評価できないが、観点bからは有効である場合もあると考えられる。

(3) 「茎」

「茎」は植物の主要な器官であり,「葉」と同様、観察できる期間が長い。しかし、ここで取り扱う「茎」を検索形質として利用することは意外と難しい。例えば,「地下茎」,「花軸」,「花茎」,「匍匐枝」なども茎の一種である。例えば、オオイタドリ (*Fallopia sachalinensis* (F. Schmidt) Ronse Decr.) の「茎」は「無毛」であるが,「花序軸(花軸)」は「有毛」であるなど「茎」によって形質が異なることがある。また、初心者にとっては,「花柄」,「葉柄」,「偽茎」などを茎と誤認することもある。

表9は,「茎」と関係する検索項目の例である。

Aでは,「茎の形」と「茎の切り口」, Bでは,「全体の形」と「茎の表面」, Cでは,「生活型」として取り扱われている。

「茎の形」

「全体の形」や「生活型」は観点が異なるが茎の形状と関係するため,「つる」,「自立」などの

選択肢が挙げられている。「つる」には、基本的に,「右巻き」と「左巻き」があり、分類形質として有効である。ただし、図鑑により、左右の定義が異なる場合があること,「両巻き」も存在すること、特に巻きつかないが這い上がる植物があることなどの留意点がある。そのため、初心者対象の検索形質としては、特に左右に関わらず,「つる」性の有無で判断するのが適切であると考えられる。

「茎の表面」

「茎の表面」としては,「毛」,「トゲ」の有無が基本的な検索形質になると考える。「毛」に関しては,「刺毛」,「鉤状毛」,「星状毛」など多くの種類があり、分類形質としては有効である。しかし、実際には、ルーペなどが必要であり、初心者には判断が難しいことが多い。また,「トゲ」は「毛」との区別が難しい場合もある。つまり観点c, dから、初心者対象の検索形質として詳細に取り上げることは適切ではなく,「毛」,「トゲ」の有無程度で判断するのが適切であると考えられる。

「茎の切り口」

「茎の切り口」は、図鑑などで取り上げられることは少ないが、例えば、『学生版牧野日本植物図鑑』(牧野, 1967)では,「円柱状の茎」,「中空で角張った円柱状の茎」,「四角柱状の茎」,「翼のある茎」という図説が取り上げられている。茎の切り口はシソ科(四角が多い)やカヤツリグサ科(三角が多い)のように「科」としての特徴を表していることもある。そのため、初心者にとっては,「カヤツリグサ科」や「シソ科」などの区別に有効である。また、例えば、ハルジオン(*Erigeron philadelphicus* L.) (中空)とヒメジョオン(*Erigeron*

表9 「茎」に関する分類例

A (茎の形)	A (茎の切り口)	B (全体の形)	B (茎の表面)	C (生活型)
木 草 つる とげ・はね	円形・その他の形 四角形 三角形 中空 汁	ツル 自立 ロゼット はう 叢生そうせい シダ 選ばない	なめらか 毛がある すじ すじ・毛 トゲ 選ばない	高木 低木 矮小低木 つる 寄生

annuus (L.) Pers.) (中空でない) の区別などにも有効である場合があり、観点dからは評価できると考える。

表9では、「茎の切り口」の形状は、Aのみで取り上げられている。形状については基本的に、「円形」、「三角」、「四角」、「多角形（あるいはその他）」などに分けることができる。ただし、「多角形」は「稜（すじ）」が原因になることが多いので、「三角」、「四角」との明確な区別が難しく、「翼」の有無とともに、選択肢の設定に課題がある。しかも、「茎の切り口」の形状は、実際の観察では、同じ種の茎でも部位、個体差などにより異なることや誤認もあり、明確な区別が難しい場合もある¹⁰⁾。また、「中空」に関しても明確な区別が難しい場合もある。例えば、ネビキミヤコグサ (*Lotus pedunculatus* Cav.) は「中空」とされているが、茎の上部では「中空」でない場合もある。正確に茎の断面（「中空」や「汁」）を調べるためには、茎を切断する必要がある。しかし、希少性のある植物の茎の切断は好ましくなく、茎に触れることや切断によって毒性のある汁が出るなどの危険性もある。そのため、観点c、観点dからも、必ずしも適切とは言えない。

選択肢の設定に関しては、「稜（すじ）」、「翼」の有無や「中空」、「汁」の有無は形状とは異なるカテゴリーであり、重複が生じるなど選択肢の設定が難しくなる。選択肢が重複することは好ましくないため、ルール（優先順など）を明確にする

必要がある。検索形質として採用する場合には選択肢をどのように設定するのが課題となる。

(4) その他

「果実」は、植物によっては非常に目立ち、分類形質としても重要な役割を示す。ただし、初心者にとっては、観察の時期が制限されること、果実の成長の過程があること、果実がない場合や目立たない場合があることなど、検索形質としては必ずしも適しているとは限らないと考える。

表10は、「果実」に関する検索項目の例である。

「果実」については、「果実の色」、「果実の形状」、「果実の大きさ」が取り上げられている。

「果実の色」

「果実」の色については、AとCで取り上げられている。「果実」は成長とともに色が変わる場合があるので、Cの表題にもあるように、熟した時の色などの指定が必要である。例えば、緑→黄→赤→黒などに変化する場合、明確に色を選ぶのは難しい場合がある。また、「花の色」と同様にどの部分の色を対象にするのかなどの問題もある。しかし、例えば、ヘビイチゴ (*Potentilla hebiichigo* Yonek. et H.Ohashi) などのように「赤い果実」などの特徴が明確な種もあることから、観点bからは有効である場合もある。

「果実の形」

「果実の形」に関しては、「果実の構造」に関するものと「果実の形状」に関するものに分けることができる。Cでは、「豆果」、「さく果」、「袋果」

表10 「果実」に関する分類例

A (実の色)	A (実の形)	B (実の形)	C (果実のタイプ)	C (果実の熟したときの色)	C (果実の大きさ)
赤の系統 黄の系統 青の系統 白 黒	松かさ状の実 果物・野菜状の実 とげ・はね・長い毛のある実	球状 トゲ 羽 毛 さや 胞子 穂 粒が複数 小粒 選ばない	豆果 さく果 袋果 堅果 液果 なし状果 きいちご状果 いちじく状果 ばら状果 核果 連果 異果	白 赤 橙 黄 緑 青 紫色 茶色 黒	5 mm以下 5 mm～1 cm 1 cm～3 cm 3 cm以上

など「果実の構造」に関する「選択肢」が示されている。これらは、分類形質としても有効であり、観点 a からは評価できる。ただし、初心者にとっては、果実の詳細な区別は難しいと思われる。一方、A、B の中には、初心者にも選択が可能のように、外見的な「果実の形状」に関する特徴を選択肢に設定している。これは、観点 a からはあまり評価できないが、観点 c、d からは評価できる。上手く特徴的な選択肢を合わせて設定することも一方法である。ただし、選択肢に重複ができるため、ルール（優先順など）を明確にする必要があると考える。

その他、「果実」に関しても、Cでは、「果実の大きさ」について取り扱われ、「5 mm以下」、「5 mm～1 cm」、「1 cm～3 cm」、「3 cm以上」の選択肢が設定されている（規格分類）。「果実の大きさ」については、個体差、生育状況、成長の過程により変化が見られる場合が考えられる。

「大きさによる分類に関する考察」

植物を同定するのに、「植物体の大きさ(高さ)」や「花」、「葉」、「果実」などの大きさを参考にすることも多い。例えば、「植物体の大きさ(高さ)」は、全体の姿とともに、植物の種類によって概ね定まっており、植物を同定する上で有力な手懸かりを与えてくれる。ただし、こうしたことが可能なのは、多くの植物を見慣れているものか既知の植物に対してである。実際には、植物体の大きさや姿は、環境や個体によっても変化する場合や成長の過程もあるため、初心者を対象とした検索形質としては、必ずしも適切とは限らない。しかし、大きさによって分類する規格分類については、数値で明確に区別することができるため、分類することは比較的容易であり、観点 b からは、有効である場合もある。

VI 環境要因の取り扱い

植物にとって、環境は重要である。そのため、検索するための観察においては、環境要因に注目することは重要である。植物の環境要因には、「非

生物的環境要因（温度、光、大気、水、土など）」と「生物的環境要因（共生、寄生、群落など）」がある。

「非生物的環境要因（温度、光、大気、水、土など）」は植物への影響が大きく、具体的には、「生育環境（生育地）」の特徴、「地域」、「季節」などに表れる。例えば、高山植物や海浜植物は特定の「生育環境（生育地）」で生育する。また、北海道だけで見られる植物もあるように、植物が分布する「地域」についても特徴が見られる。同様に、「花の開花期（季節）」も植物の特徴が表れる。これらは、分類形質ではなく、生育条件である。しかし、自然環境を考え、自然を総合的に見ることは観点 a からも重要であり、観点 b からも検索においては有効であると考えられる。

なお、「日当たりがよい所」、「湿った所」などの条件は、観点 a からは重要であるものの区別する基準が明確ではなく、例外も多いため、検索条件としては利用が難しいと考える。同様に、好石灰植物（石灰岩地植物）などに対する土質についても、基準が難しく、やや特殊であることから検索条件としては好ましくないと考える。

また、「生物的環境要因（共生、寄生、群落など）」は、「非生物的環境要因」と同様に、生育条件に関係すると考えられる。例えば、共生はその植物の生育条件の一つの特徴を明確に示している。しかし、初心者にとっては、共生の基準そのものが難しいし、初見の植物がその条件を満たしているかを判断するのも難しいと思われる。そのため、生物的環境要因は検索条件としては利用が難しいと考える。

表11は、「環境要因」に関する検索項目の例である。

ただし、Aに関しては、特に記述がなかったため、A*として、Aと関わり深い「植物の観察すみれ」から抽出した。B、Cについては、それぞれ千葉県、神奈川県が主であると考えられるので、地域の項目がないと思われる。「花の咲いた時期」について、Cが春の選択項目とともに葉との関係が重視されているのは、木本植物も対象に

表11 「環境要因」に関する分類例

A* (花期)	A* (分布)	A* (環境)	B (季節)	C (花の咲いた時期)
春 夏 秋 冬	北海道 東北 関東 中部 近畿 中国 四国 九州	人里 高山 海辺 水生 湿地	春 夏 秋 冬 選ばない	春, 葉が出る前に咲く 春, 葉が出ると同時に咲く 春, 葉が出た後に咲く 初夏 秋 冬

しているためであると考えられる。

以上の考察から、環境要因に関係する取り扱いとしては、比較的基準を明確にしやすい「生育環境（生育地）」、「地域」、「開花時期」などを基礎的条件として、検索に取り入れることが有効であると思われる。なお、「生育環境（生育地）」、「地域」、「開花時期」はそれぞれ関係がある。例えば、本州では「高山」で見られる植物が北海道では普通の「野山」で見られたり、同種であっても「地域」が異なれば「開花時期」が異なったりすることがある。そのため、検索の条件としては、選択肢の設定の仕方などに注意が必要であると考ええる。

VII 検索項目の設定例

各植物検索ツールには、各々目的とする対象、目標があり、それらによって検索形質が異なることが明らかになった。また、検索ツールの仕様や検索方法などによっても選択肢が異なることが明らかになった。そのため、どれが最も適切かは容易には結論できないと思われる。

ここでは、これまでの検討の結果をもとに、主に初心者（小・中学生）対象の検索ツールを想定して設定した検索項目の例を表12に表す。

検索形質を単純に羅列したところ、19項目に及んだ。初心者を対象にする場合、検索形質の数が多きことは、観察の視点を絞りにくいので、必ずしも利点とはならない。そのため、約10項目に抑えることを試みた。まず、「大きさ」に関する検索形質はすべて省いた。次に、「果実」に関する

検索形質も省いた。「葉」に関する分類形質のうち、「葉の形」と「葉の縁」はまとめて「葉の形（葉形）」とし、「葉のつき方」も「葉序」の部分だけを残した。「茎の形」と「茎の表面」もまとめて「茎の形（茎形）」とすることによって10項目に収めた。

表13は、以上を整理した検索項目の例である。

選択肢については、「花の形」の選択肢が多いため、「放射総称」、「左右相称」と「合弁」、「離弁」を組み合わせることで基本的な選択肢とした。ただし、「スミレ形（距をもつ）」、「舌状花or管状花」などの特徴的なものを追加し、優先的に選ばせることで観点bを考慮した。「葉脈」の「脈は見えない」は「不明」に含めた。「葉の形」の選択肢は、「全縁」、「鋸歯」、「切れ込み」、「複葉」、「不明」にまとめ、「茎形状」も「つる（毛やトゲがない）」、「つる（毛、トゲ）」、「直立（毛やトゲがない）」、「直立（毛、トゲ）」、「不明」にまとめた。「茎の切り口」については、切断が難しい場合もあるので、「円形」、「三角」、「四角」、「その他の形（五角形以上や三日月形など）」を基本的な選択肢とし、可能な場合には、「中空」を特徴的なものとして追加し、優先的に選ばせることにした。ただし、「汁」については選択肢が複雑になるので省いた。

また、環境要因については、3項目について記載した。「地域」は、詳細に分けると複雑になるので、大きく分けることにした。また、「開花時期」は、植物によっては、花期が短いものも多いので、月単位で示すこととした。

表12 検索項目の設定例

検索項目		選択肢	観点 a	観点 b	観点 c	観点 d	採否
花	① 花の色	赤, 黄, 青, 緑, 白	×	○	○	○	採用予定
	② 花の形	放射総称, 左右相称, 合弁, 離弁, 蝶形, 鐘型, 壺形, 漏斗形, スミレ形, …不明	○	○	△	△	採用予定
	③ 花弁数	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7以上, 不明	○	○	○	△	採用予定
	④ 花序	総状系, 穂状系, 散形系, 頭上系, 不明	△	△	△	△	採用予定
	⑤ 雄蕊の数	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7以上, 不明	○	△	○	○	採用予定
	⑥ 花の大きさ	5mm以下, 5mm~1cm, 1cm~3cm, 3cm以上, 不明	×	○	○	○	-
葉	⑦ 葉の形*	単葉, 複葉	○	△	○	△	採用予定
	⑧ 葉の縁*	全縁, 鋸歯, 切れ込み, 不明	○	△	○	○	採用予定
	⑨ 葉脈	網状脈, 平行脈, 脈が見えない, 不明	◎	△	○	△	採用予定
	⑩ 葉のつき方	互生, 対生, 輪生, 根生, 不明, 柄がある, 柄がない, 托葉	○	○	○	○	採用予定
	⑪ 茎が葉につく形態	束生, 沿着(茎に流れる), つき抜き(貫生), 茎を抱く(抱茎), 楕状, 不明	△	○	○	△	-
	⑫ 葉の大きさ(長さ)	0~1cm, 1~2cm, 2~4cm, 4~8cm, 8~16cm, 16cm以上, 不明	×	○	○	○	-
茎	⑬ 茎の形*	つる, 直立(つるなし)	○	△	○	○	採用予定
	⑭ 茎の表面*	なめらか, すじ, トゲ, 毛, 不明	△	△	△	△	採用予定
	⑮ 茎の切り口	円形, 三角, 四角, その他の形, 中空, 汁, 不明	△	△	×	△	採用予定
	⑯ 全体の大きさ	0~5cm, 5~10cm, 10~30cm, 30~60cm, 60cm以上, 不明	×	○	○	○	-
果実	⑰ 果実の色	赤, 黄, 青, 緑, 白, 黒, 不明	×	△	△	△	-
	⑱ 果実の形	球状, トゲ羽毛のあるもの, さや, 穂, 不明	○	△	△	○	-
	⑲ 果実の大きさ	5mm以下, 5mm~1cm, 1cm~3cm, 3cm以上, 不明	×	○	△	○	-
環境	① 生育環境(生育地)	平地, 海岸, 山野, 高山	○	○	○	△	採用予定
	② 地域	中部以北, 中部以西, 沖縄, あるいは北海道, 東北, …九州, 沖縄	△	○	○	○	採用予定
	③ 開花時期	1月~12月, あるいは, 春夏秋冬	△	○	○	○	採用予定

(*は検索項目をまとめる予定。青字は不採用の予定。)

表13 検索項目の設定例2

検索項目		選択肢	観点 a	観点 b	観点 c	観点 d
花	① 花の色	赤, 黄, 青, 緑, 白	×	○	○	○
	② 花の形	放射総称合弁, 放射総称離弁, 左右相称合弁, 左右相称離弁, スミレ形, 舌状花or管状花, 不明	○	○	△	△
	③ 花弁数	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7以上, 不明	○	○	○	△
	④ 花序	総状系, 穂状系, 散形系, 頭上系, 不明	△	△	△	△
	⑤ 雄蕊の数	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7以上, 不明	○	△	○	○
葉	⑥ 葉の形	全縁, 鋸歯, 切れ込み, 複葉, 不明	○	△	○	△
	⑦ 葉脈	網状脈, 平行脈, 不明	◎	△	○	△
	⑧ 葉序	互生, 対生, 輪生, 根生, 不明	○	○	○	○
茎	⑨ 茎形状	つる, つる(毛, トゲ), 直立, 直立(毛, トゲ), 不明	○	△	△	△
	⑩ 茎の切り口	円形, 三角, 四角, その他の形, 中空, 不明	△	△	×	△
環境	① 生育環境(生育地)	平地, 海岸, 山野, 高山	○	○	○	△
	② 地域	中部以北, 中部以西, 沖縄	△	○	○	○
	③ 開花時期	1月~12月	△	○	○	○

(青字は変更した検索項目, 選択肢。)

VIII おわりに

今回、初心者を対象とした検索ツールにおける検索項目の設定についてそれぞれの観点をもとに検討し、検索項目の設定を試みた。目標や対象の他に、検索方法によっても検索項目は変化することが考えられるので、最良の検索項目の設定は一意的には定まらない。実際、検索の有効性を考えると検索形質や選択肢が詳細になる傾向がある。しかし、詳細になると初心者には使いにくいツールになるように思われる。今後は、実際にツールを使用することによるデータを集めることで、更なる改善を図りたいと考える。

謝 辞

本研究の一部はJSPS科研費19K02695の助成を受けたものである。

註

- 1) 誤認については、齋木・天野・林 (2012) が次の3点を論じている。
 - ① 相同性認識の誤り
形態学的に誤った認識による誤りで、具体的には葉を花卉と誤認したり、複数の花の集合体を一つの花と誤認したりする誤りである。
 - ② 視認性不良による誤り
観察対象の器官が小さい場合や外見上不明瞭な場合の誤りで、具体的には、茎の断面の形、葉脈のパターン、花の色で起こりやすい誤りである。
 - ③ 適切な選択肢の欠落による誤り
製作者側の技術上の問題で、用意した選択肢に、当てはまる選択肢が見当たらない場合の誤りである。
- 2) Pierce, C.S. によれば、探究の過程はアブダクション (abduction), デイダクション (deduction), インダクション (induction) の推論が深く関係する三段階から構成される。アブダクションからインダクションに至る過程とは、探究の過程に関わる3種の推論による探究の三段階を示している。
なお、abductionはパースが導入した推論で仮説的推論、仮説発想、仮説形成、推測、予測的推測、遡及推測などと訳されている。通常、inductionは帰納、deductionは演繹と訳されている。しかし、パースにおいては、その意味が若干異なるため、ここでは誤解の

ないようにあえてアブダクション、インダクション、デイダクションと表記した。

- 3) 今回参考にした文献等は、以下のとおりである。
 - A 大川ち津る：『植物の特徴を見分ける本』, 恒星社厚生閣, 2013。
 - A*「植物の観察 すみれ HD」(<https://appadvice.com/app/e6-a4-8d-e7-89-a9-e3-81-ae-e8-a6-b3-e5-af-9f-e3-81-99-e3-81-bf-e3-82-8c-hd/606694906> (参照2021/9/2)) (A*はAの代わりに一部参照)。
 - B 千葉県立中央博物館, 茨城大学教育学部情報文化課程：「野草・雑草検索図鑑」(<http://chiba-muse.jp/yasou2010/> (参照2021/7/2))。
 - C 神奈川県立生命の星・地球博物館：「神奈川の自然植物を探す」(https://nh.kanagawa-museum.jp/size/n42/top_menu.cgi (参照2021/7/2))。
- 4) 「合弁花類」と「離弁花類」の区別は、花卉が相互に癒合する形質を基準として設けており、「合弁花類」を「離弁花類」より進化した群とする。「離弁花類」は、やや混在的で花冠のないものも含まれる (古生花被類) (山田他, 1983e)。ただし、「離弁花類」に含まれるツバキ科のヤブツバキ (*Camellia japonica* L.) などは、花卉が基部で合生した「合弁花」を持ち、「合弁花」に含まれるツツジ科のホツツジ (*Elliottia paniculata* (Siebold et Zucc.) Hook. f.) などは「離弁花」を持つ。また、単子葉類には、「合弁花類」と「離弁花類」の区別は存在しない。ただし、「合弁花」と「離弁花」を区別することができる。例えば、ユリ科のエゾスカシユリ (*Lilium pensylvanicum* Ker Gawl.) は離弁花であるが、タカサゴユリ (*Lilium formosanum* Wallace) は合弁花である。
- 5) 令和3年度発行の中学校理科教科書では、「離弁花類」と「合弁花類」の分類は、学校図書「科学I」, 啓林館「未来に広がるサイエンスI」, 教育出版「自然の探求 中学理科I」には掲載されている。しかし、大日本図書「理科の世界I」及び東京書籍「新しい科学I」には、掲載されていない。
- 6) 「国際的に共通的に形と用語が定められているのはごく一部の基本的な「相称的で平面的な形」Simple symmetrical plane shapes (=SADT)である(Systematics Association Committee for Descriptive Biological Terminology 1962a, 1962b)。これは植物学にかぎらず、生物学共通の形および用語としてまとめられたものである。SADTでは95種類の形に対して名称を与えて図示すると共に、長さや幅の範囲を明示して、形を定義している。」(大橋, 2002)
大橋広好：分類学私考, 分類2(2), pp.65-73, 2002。
- 7) 例えば、「葉による野生植物の検索図鑑」(阿部, 1988)によれば、(つる, 樹木, 草) → (互生, 対生, 輪生, 束生, 根生など) → (単葉 (→全縁, 鋸歯, 切れ込み), 各種複葉) の順に設定されている。
- 8) 「葉縁」の形は、「全縁」の他、「浅裂」, 「中裂」, 「深

裂]、「全裂」などの種々の段階の切れ込み(欠刻)を生ずるものもある。「浅裂縁では、その切れ込みの形によって、刻み(鋸齒serrate)・歯状(dentate)・鈍鋸齒(crenate)・波形(undulate)・うねり形(repandous)などの区別がある。このような葉縁の形は大体は植物によって定まっているが、種によっては同じ個体上でも相当に変動がみられ、タンポポ属では全く不定であるし、エイザンスミレでは季節によって変化が起る。」(山田他, 1983f)。

- 9) 「葉が茎につく形態」は分類形質としては、有用なこともある。例えば、ノゲシ (*Sonchus oleraceus* L.) とオニノゲシ (*Sonchus asper* (L.) Hill) については、「基部は丸く張りだして茎を抱く」か「基部は両側が先のとがった三角状に張りだして茎を抱く」かで区別することができるため、ある程度種が絞込まれた状態では有用である。しかし、検索形質として「葉が茎につく形態」を考えた場合、選択肢を「茎を抱く(抱茎)」とした場合は両種の他多くの種が該当すること、また、両種を区別するために、さらに細かい選択肢を設けることは、観点c、観点dから適切ではないと考える。
- 10) 齋木他(2012)では、「視認性不良による誤り」にあたり、「茎を切断しないと視覚で確認することができず、茎が細い場合も多いので、外見からの観察では判断を誤ることが多かった。」「茎の断面形は切断せずに視認することができないので三角形、四角形、多角形の区別は難しい。」とある。

引用・参考文献

B.S. Bama, S.M. Valli, S. Raju, and V.A. Kumar, "Content based leaf image retrieval (CBLIR) using shape, color and texture features," *Indian Journal of Computer Science and Engineering*, vol.2(2), pp.202-211, 2011.

Simple symmetrical plane shapes (=SADT). Systematics Association Committee for Descriptive Biological Terminology, pp.145-156, 1962a.

Simple symmetrical plane shapes (=SADT). Systematics Association Committee for Descriptive Biological Terminology, pp.245-247, 1962b.

阿部正敏:『葉による野生植物の検索図鑑』, 誠文堂新光社, 1988.

有馬朗人他:『理科の世界 I』, 大日本図書, 2021.

梶田隆章・真行寺千佳子・永原裕子・西原寛他:『新しい科学 I』, 東京書籍, 2021.

霜田光一・森本信也他:『科学 I』, 学校図書, 2021

北沢美帆・藤本仰一:花の器官数を決める数理, *生物物理*59(5), pp.266-270, 2019.

林弥栄・平野隆久:『山溪ハンディ図鑑 1 野に咲く花』, 山と溪谷社, 1989.

牧野富太郎:『学生版牧野日本植物図鑑』, 北隆館, p.15, 1967.

文部科学省:中学校学習指導要領(平成29年告示), 東山書房, p.88, 2018a.

文部科学省:中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編, 学校図書, p.76, 2018b.

ibid., p.78, 2018c.

ibid., p.77, 2018d.

邑田仁・米倉浩司編:『APG原色牧野植物大図鑑 I』, 北隆館, 2012.

室伏きみ子・養老孟司他:『自然の探求中学理科 I』, 教育出版, 2021.

中尾佐助:『分類の発想』, 北海道大学出版会, 2005.

大橋広好:分類学私考, *分類* 2(2), pp.65-73, 2002.

大橋広好・門田裕一・邑田仁・米倉浩司・木原浩編:『改訂新版日本の野生植物 1』, 平凡社, 2015.

大川ち津る:『植物の特徴を見分ける本』, 恒星社厚生閣, 2013.

大矢禎一・鎌田正裕他:『未来に広がるサイエンス I』, 啓林館, 2021.

齋木健一・天野誠・林延哉:野外植物の検索における教師の誤認の原因について, *理科教育学研究*, 52(3), pp.103-111, 2012.

山田常雄他編:『生物学辞典』第3版, 岩波書店, p.191, 1983a.

ibid., p.210, 1983b.

ibid., pp.190-191, 1983c.

ibid., p.1319, 1983d.

ibid., p.414, 1983e.

ibid., p.1315, 1983f.

柚木朋也:植物検索と探究との関連についての一考察, *北海道教育大学紀要*, 教育科学編71(1), pp.227-235, 2020.

「植物の観察 すみれ HD」(<https://appadvice.com/app/e6-a4-8d-e7-89-a9-e3-81-ae-e8-a6-b3-e5-af-9f-e3-81-99-e3-81-bf-e3-82-8c-hd/606694906> (参照2021/9/2)).

「千葉県立中央博物館, 茨城大学教育学部情報文化課程:「野草・雑草検索図鑑」」(<http://chiba-muse.jp/yasou2010/> (参照2021/7/2)).

「神奈川県立生命の星・地球博物館:「神奈川の自然 植物を探す」」(https://nh.kanagawa-museum.jp/sizen/n42/top_menu.cgi (参照2021/7/2)).

(柚木 朋也 札幌校教授)

(藤枝 秀樹 国立教育政策研究所
教育課程調査官)

(並川 寛司 札幌校名誉教授)