

2 花と葉の表面構造の違いについて

1 動機

私たち磐田南高校理数科1年生は、平成23年の夏に、学校設定科目『磐南スーパーサイエンスI』の一環として、走査型電子顕微鏡（以下 SEM と略す）を用いて植物の表面構造の観察を行った。その観察の目的は次のような仮説を検証することである。

《仮説》花と葉は同じ茎頂分裂組織から分化してくるものの、美しい形や色を持つ花は、花粉を媒介してくれる動物を呼ぶために、葉より複雑な表面構造を持つのではないかと。

2 材料と方法

(1) 材料

以下の8種類の植物を SEM で観察した。

バラ (*Rosa*,バラ科)、ディサ (*Disa*,ラン科)、ジニア (*Zinnia*, キク科)、アジサイ (*Hydrangea*, アジサイ科)、カラー (*Zantedeschia*,サトイモ科)、クロコスミア (*Crocasmia*,アヤメ科)、グラジオラス (*Gladiolu* アヤメ科)、キキョウ (*Platycodon*,キキョウ科)

(2) 方法

花と葉から 10mm角の切片を数枚切り取り、2%グルタルアルデヒド/0.1M リン酸緩衝液で前固定を行った。後固定は2%四酸化オスミウム水溶液を用い、30%~100%エタノールで脱水後、t-ブチルアルコール凍結乾燥を行い、オスミウムプラズマイオンコートによりコーティングした。なお、後固定からコーティングまでは、岡崎市の花市電子顕微鏡技術研究所に委託した。

完成した試料の観察と写真撮影は、掛川市にある静岡県総合教育センターの SEM を利用させていただき自分達で行ったが、この報告書を作成するに際し、一部は花市電子顕微鏡技術研究所撮影の写真も用いた。



図1 バラ



図2 ディサ



図3 ジニア



図4 アジサイ



図5 カラー



図6 クロコスミア



図7 グラジオラス



図8 キキョウ

3 結果

8種類の観察結果を、花や葉の構造の違いに基づき次のグループA~Dに分けて述べる。

(1) グループA

グループAは仮説通りの構造を持っていた植物である。

図1のバラや図2のランの仲間のディサの花は、ビロードのような感じのある深い色をしてい

る。花の表面には多数の突起があり（図 9-1、図 11-1）、その突起の表面にも多数の溝が走っていた（図 9-2、図 11-2）。それに対して葉は平坦であった（図 10、図 12）。ジニア（図 3）

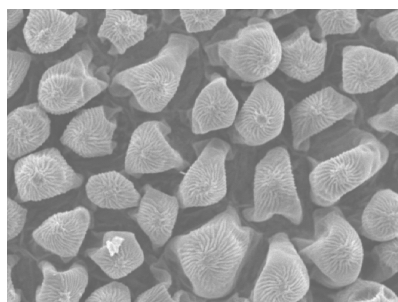


図 9-1 バラ 花卉の表

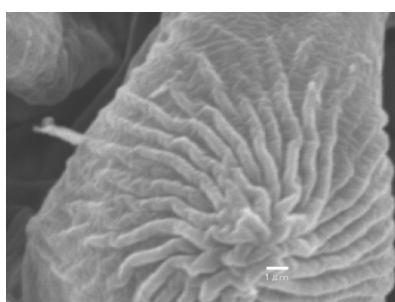


図 9-2 バラ 花卉の表

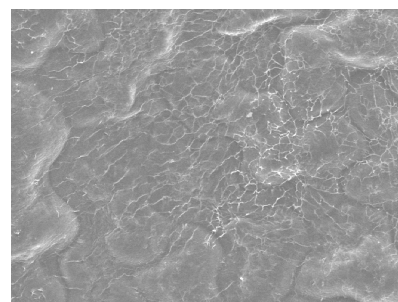


図 10 バラ 葉の表

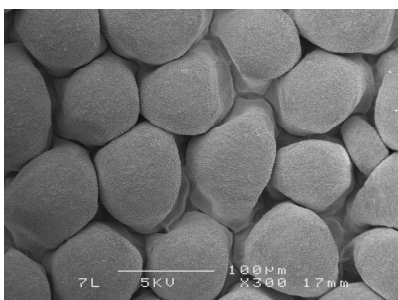


図 11-1 ディサ 花卉の表

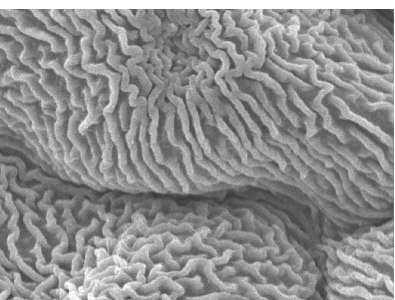


図 11-2 ディサ 花卉の表

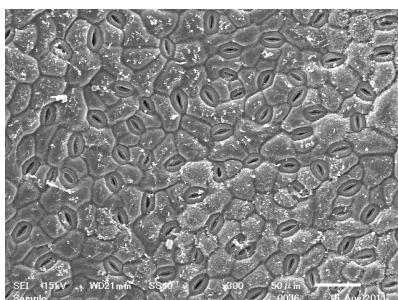


図 12 ディサ 葉の表

は花が比較的小さいので見た目にはビロード感が感じられなかったが、表面構造はバラやディサに近かった（図 13）。特に突起が長く、多数の細かい溝が走っていた（図 13）。一方、ジニアの葉は花に比べて平坦だった（図 14）。

(2) グループB

アジサイ（図 4）では花卉の役割をしているのはがくである。また、カラー（図 5）では黄色く美しい花のような部分は苞という葉の一種である。どちらも形態学的には花卉ではないので、一つのグループとして分けた。アジサイは図 15 に示したように、グループ A の花卉にも見られたような突起と溝が観察できた。アジサイの葉については花の表面と同じような溝が見られ、凹凸が見られたが、花の表に比べれば起伏が大きくなかった。

次にカラーであるが、花の表（図 17-1）と葉の表（図 18）のどちらにもなだらかな突起が見られた。しかし、突起の密度は花が葉の約 3 倍あり、また花の表には図 17-2 のような多数の溝が見られた。

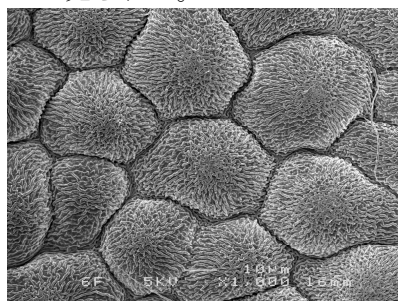


図 15-1 アジサイ 花の表

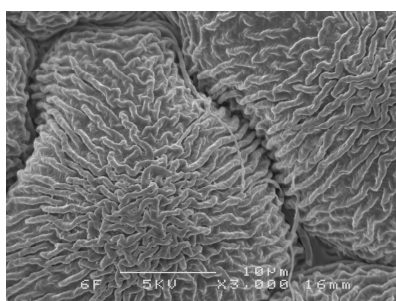


図 15-2 アジサイ 花の表

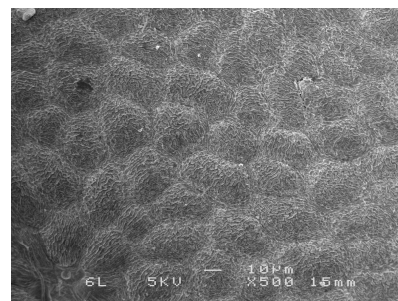


図 16 アジサイ 葉の表

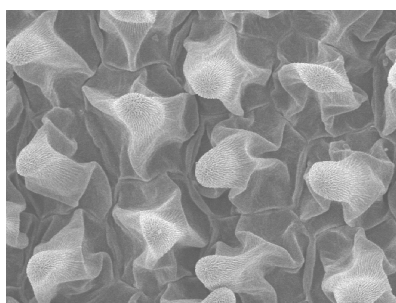


図 13-1 ジニア 花卉の表

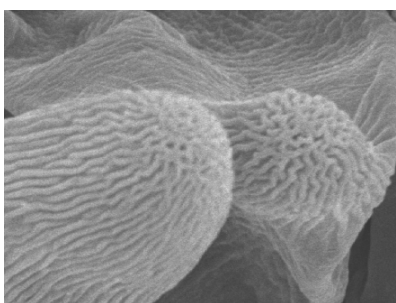


図 13-2 ジニア 花卉の表

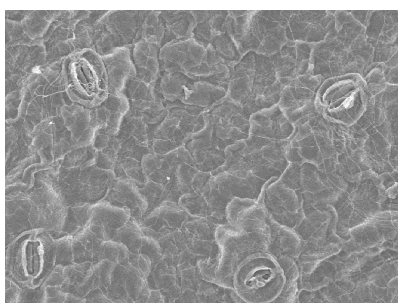


図 14 ジニア 葉の表

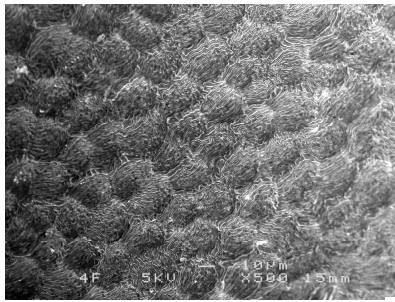


図 17-1 カラー 花の表

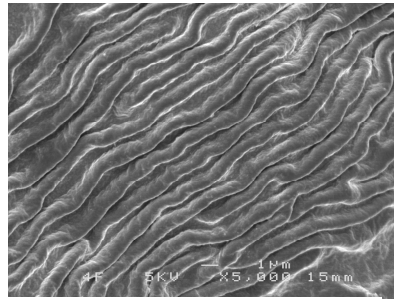


図 17-2 カラー 花の表

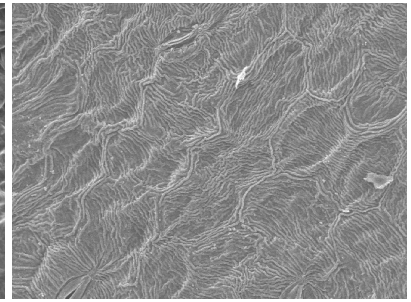


図 18 カラー 葉の表

(3) グループC

グループCはアヤメ科で単面葉をもつことが特徴である。クロコスミア(図6)もグラジオラス(図7)も南アフリカ原産であり、図20と図22を比べれば明らかなように、葉の表面の様子はとてもよく似ていた。

クロコスミアとグラジオラス両種とも、図19と図21のように花の表面には突起が見られた。また、葉においても花とは形の異なる突起が発達していた。花卉の一個の突起の直径はクロコスミアでは約30 μ m、グラジオラスでは約50 μ mであるのに対し、葉の突起は両種とも7～8 μ mほどであった。

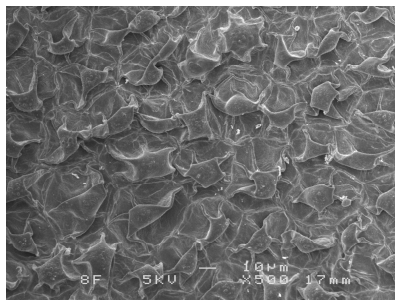


図 19-1 クロコスミア 花卉の表

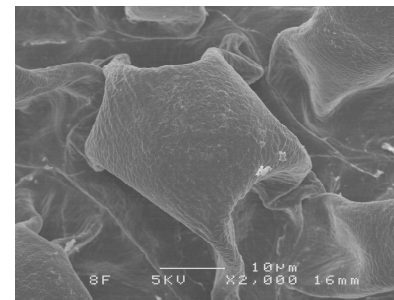


図 19-2 クロコスミア 花卉の表

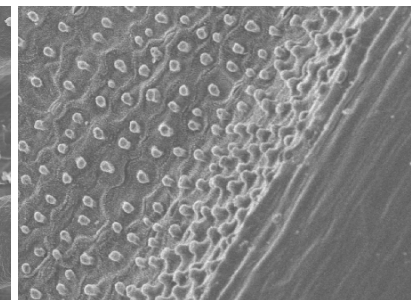


図 20 クロコスミア 葉の表

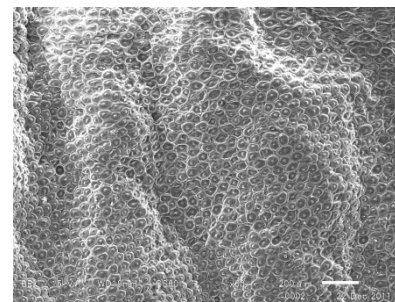


図 21-1 グラジオラス 花卉の表

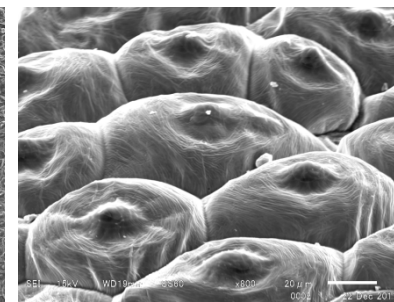


図 21-2 グラジオラス 花卉の表

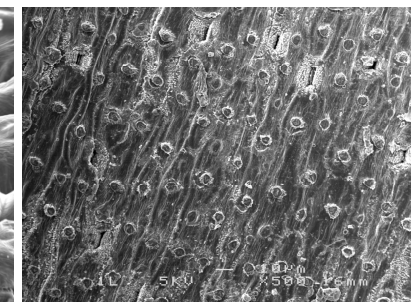


図 22 グラジオラス 葉の表

(4) グループD

グループDに分類されるは図8のキキョウのみである。花と葉の表面構造に違いがあったが、その違いは他のグループのものとは異なっていた。花には、円錐形の突起がないうえに、溝もない(図23-1)。さらに気孔が非常に多く見られた。図23-2のように、気孔の周辺は盛り上がっており、それ以外のところは凹んでいるという凹凸があった。一方、図24に示したように葉は花に比べて単純で、なだらかであり、低いドーム型の突起が広く分布していた。葉の表には気孔が全く見られなかったが、裏にはたくさん存在した(図24-4)。

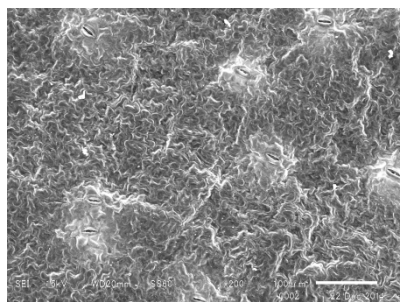


図 23-1 キキョウ 花卉の表

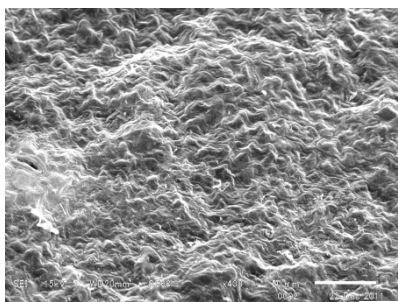


図 23-2 キキョウ 花卉の表

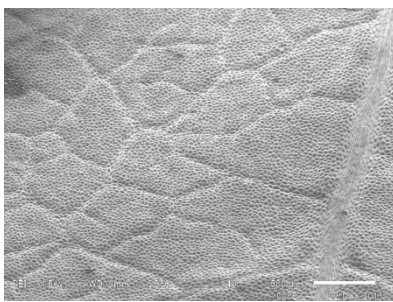


図 24-1 キキョウ 葉の表

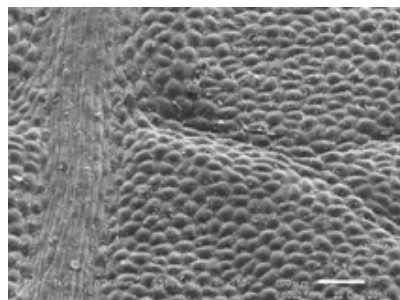


図 24-2 キキョウ 葉の表

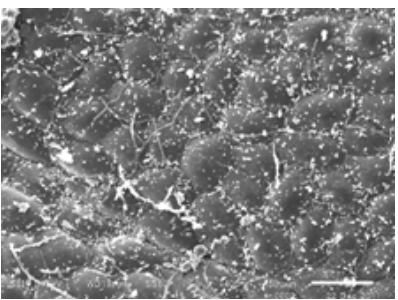


図 24-3 キキョウ 葉の表

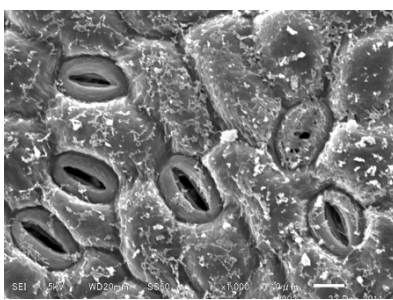
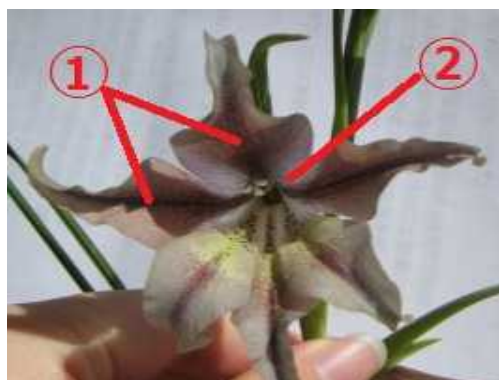


図 24-4 キキョウ 葉の裏

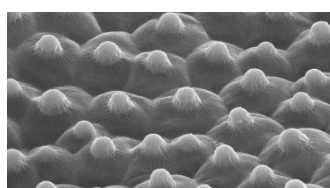
4 考察

被子植物 60 科の 201 種の花の色素組成と表面構造を観察した Kay ら (1981) は、その内の 112 種で乳頭状突起が観察でき、一方、花の表面が平らだったのは 11 種だったと報告し、突起の役割について考察している。すなわち突起のある表面はその突起により光が複雑に屈折し(図 25-D)、花卉の内部にまで入り込むが、平らな表面では光が中まで入らず、表面で反射してしまう(図 25-E)。また、突起の表面にある多数の溝も複雑な屈折を促進していると述べている。突起のある表面では光が花卉の内部まで導かれるために、色がよく映え、ビロード感が出る。平らな表面では光がよく反射されるために、花卉は透明感のある色になる。

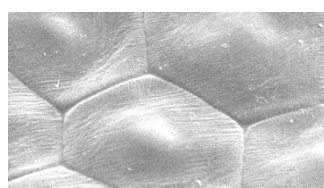
Gladiolus liliaceus (アヤメ科) は、花に見え方が異なる部分がある。図 26-A はその花の写真であるが、①で示した部分は花色が濃く、中心付近の②で示した部分は色素が無く透明で夕方の薄暗い中で目立つ部分である。SEM の観察では、①では(図 25-B)のように多くの突起をもつ表面構造であり、②(図 26-C)のように透明な部分では、平らな表面構造をしている(石野ら 2011)。すなわち、Kay ら (1981) の述べた通りの構造となっている。



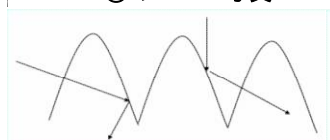
B: 花の全体像 ①: 花色が濃い部分 ②: 透明な部分



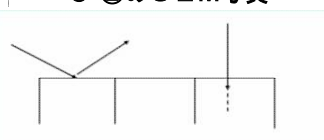
B: ①のSEM写真



C: ②のSEM写真



D: 突起のある表面模式図



E: 平らな表面模式図

図 25 *Gladiolus liliaceus* の花とその表面の走査型電子顕微鏡観察像及びその模式図

私たちの結果ではグループ A に示したバラやディサは花卉表面に多数の突起と、その表面に多数の溝が発達していた。そのために、ビロードのような深い色合いの花となっていると考えられる。グループ B のアジサイはグループ A と同様の表面構造を持っていて、苞葉であるカラーの花は突起こそ目立たないものの、溝は多数表面を走っていた。

Glover ら (1998) は、キンギョソウの花の表面に円錐形突起を形成させる遺伝子 MIXTA をタバコの葉に導入し、葉には本来なかった突起を形成させた。グループ A や B では花の表面には突起が発達していて、葉の表面は比較的平らだった。したがって、これらの花では、キンギョソウの MIXTA 遺伝子のような円錐形突起をつくらせる遺伝子が働いており、葉ではキンギョソウと同様、そのような遺伝子が働いていないと考えられる。

グループ C の花の表面には突起があったが、その突起の表面にはグループ A やグループ B のような細かい溝はなかった。特にグラジオラスは他には見られないレモン搾り器型の複雑な突起があった。グラジオラスの花はやや透明感があり、この特異的な突起がそれに影響を与えているのかもしれない。一方、葉であるが他のグループの葉には見られない独特な突起があった。アヤメ科の葉は、剣型の葉といわれることがあるが、形だけでなく、その硬さにも由来するのかもしれない。このアヤメ科 2 種の葉に共通にみられる突起はその硬さに関係している可能性がある。

グループ D については、他のグループに見られたような円錐形の突起はなかったが、気孔が多くあった。Glover らの論文によると、MIXTA 遺伝子は花の表面に円錐形突起をつくらせるほか、気孔を減少させる働きもある。したがって、キキョウの花では、MIXTA 遺伝子のような遺伝子が働いていないと考えられる。葉は、一般的な構造をしていた。

私たちが調べたキキョウの花は白花（アルビノ）だった。野生型の紫色のキキョウの花でも調べたかったが、既に手に入らない季節になっていた。円錐形突起は持たないものの、葉に比べれば起伏の激しい表面構造をもっていたので、もし紫花でも同じ表面構造が見られるなら、花の色合いに影響を与えるかもしれない。

まとめると、私たちが調べた 8 種すべてにおいて、花と葉の表面構造は違っていて、仮説通りであった。ただし、花に固有の突起が見られたのはそのうち 7 種で、キキョウ 1 種が異なっていた。現在、地球上に単子葉類が 5,5 万種、双子葉類が 19,5 万種が存在するとされている。まだまだ美しい花を持つ植物は多くあるので、より多くの植物で観察を行いたい。

5 謝辞

静岡県総合教育センター指導主事、飯田寛志先生、同、後藤昌英先生、同センター実務研修員、増田典子先生、岡崎市の花市電子顕微鏡技術研究所社長、花市敬正様他同研究所スタッフの皆様にご感謝申し上げます。

6 参考文献

- ・ Q.O.N. Kay ,H.S. Daoud & C.H.Stirton. Pigment distribution, light reflection and cell structure in petals. Botanical Journal of Linnean Society 1981.vol.83. p.57-84.
- ・ Glover, B. J., Prez-Rodriguez,M. and Martin, C. Development of several epidermal cell types can be specified by the same MYB-related plant transcription factor.1998.Development **125**, 3497-3508
- ・ 石野綾子他. “*Gladiolus liliaceus* の花色の可逆的变化について”. 2010. 第 54 回静岡県学生科学賞県知事賞受賞作品.
- ・ 加藤雅啓. “単子葉植物,双子葉植物”.植物の百科事典・石井・岩槻・竹中・土橋・長谷部・矢原・和田編 朝倉書店.2009.p.316-317.