

# 植物の表面と茎部分の SEM観察とEDS分析

試料：葉(フロンティア応用科学研究棟の近く)

前処理：①一晩超純水で水やり、②一晩塩水で水やり、  
ハサミで切断、カーボンテープで接着、Ptで60秒コーティング  
分析条件：10kVss40(SEM),10kVss65(EDS)



### 【目的】

植物にとって水以外の害のある溶液を与えたら、植物の表面、内部にどのような影響が現れるのか気になったため。

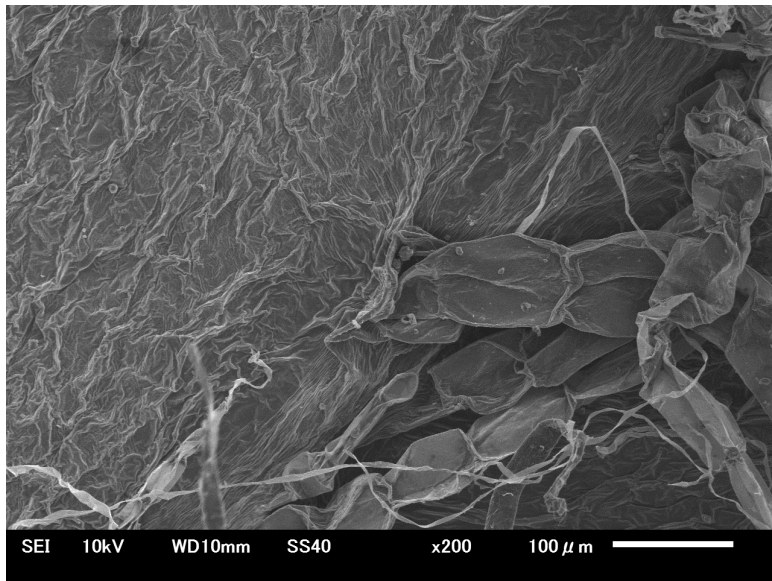
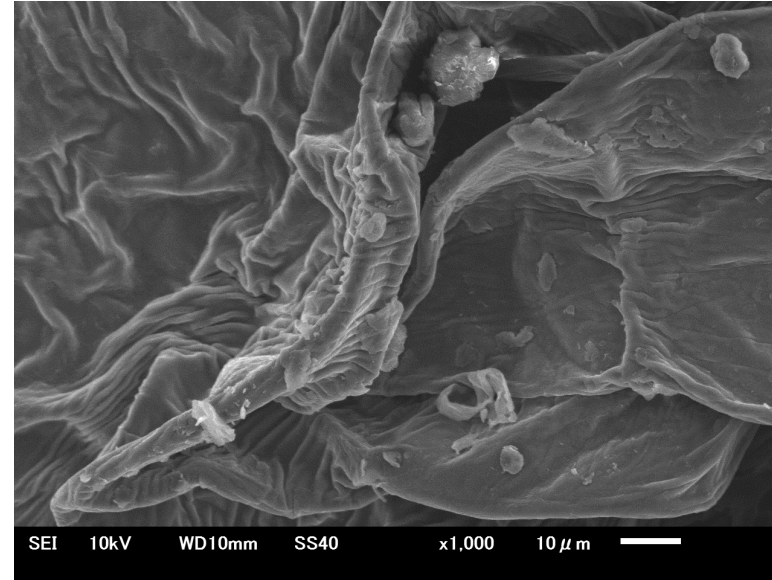
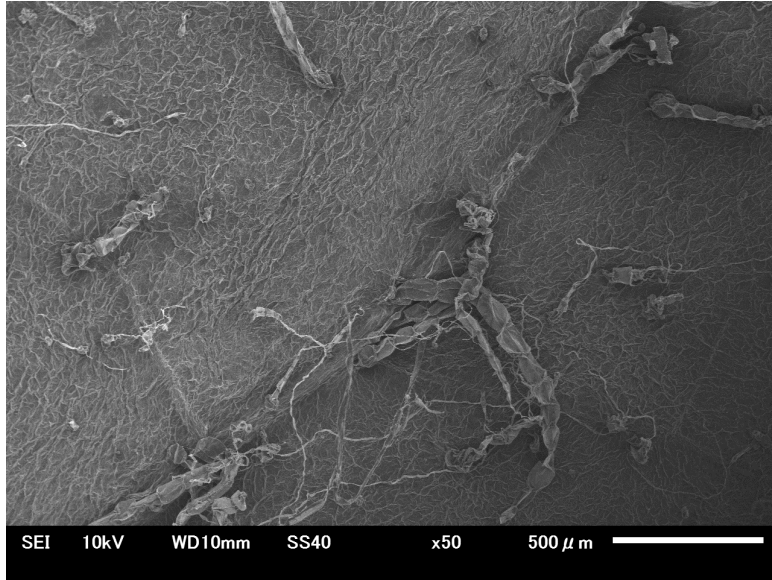
### 【手順】

- ①超純水で一晩水を吸わせる
- ②飽和するほどの塩水で一晩水を吸わせる

フロンティア応用科学研究棟の所に生えていた野草



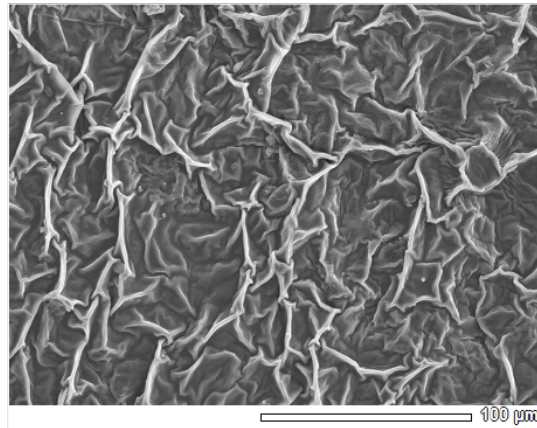
## ①葉の表



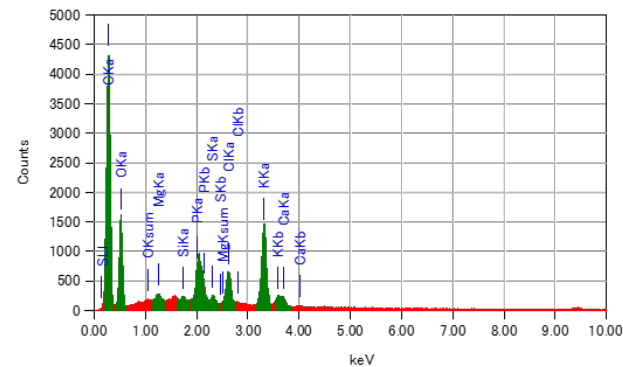
- ・ 葉の表面にある毛と葉脈が良く見える。
- ・ 真空を引いているため、細胞などが収縮している。

View001

SEM 1/1



タイトル : IMG1  
 装置 : 6510(LA)  
 加速電圧 : 15.00 kV  
 照射電流 : × 500  
 測定日時 : 2023/05/19  
 検出器 : 1024 × 768

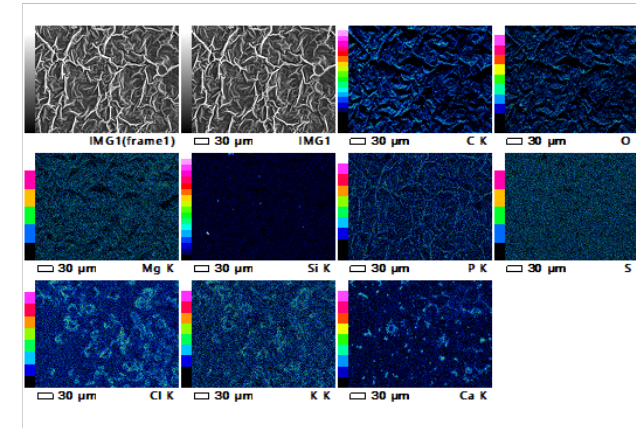


ZAF法 簡易定量分析  
 フィッティング係数 : 0.0954

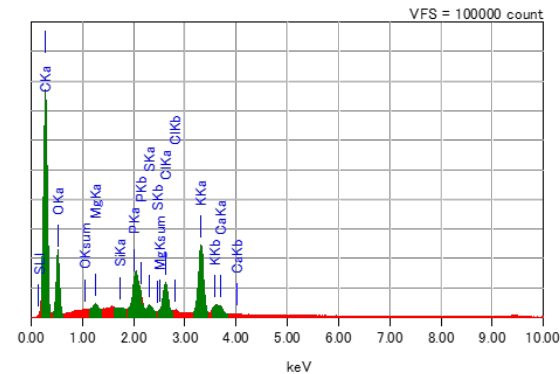
| 元素   | (keV) | 質量%    | $\sigma$ | 原子数%   | 化合物 | 質量% | カチオン数 | K       |
|------|-------|--------|----------|--------|-----|-----|-------|---------|
| C K  | 0.277 | 62.05  | 0.14     | 83.71  |     |     |       | 45.9387 |
| O K  | 0.525 | 32.90  | 0.27     | 30.23  |     |     |       | 26.3077 |
| Mg K | 1.253 | 0.34   | 0.03     | 0.20   |     |     |       | 0.4315  |
| Si K | 1.739 | 0.18   | 0.02     | 0.09   |     |     |       | 0.2917  |
| P K  | 2.013 | 1.49   | 0.04     | 0.71   |     |     |       | 2.5717  |
| S K  | 2.307 | 0.67   | 0.02     | 0.31   |     |     |       | 1.2304  |
| Cl K | 2.621 | 2.53   | 0.04     | 1.05   |     |     |       | 4.7508  |
| K K  | 3.312 | 8.76   | 0.09     | 3.29   |     |     |       | 15.8807 |
| Ca K | 3.690 | 1.09   | 0.04     | 0.40   |     |     |       | 1.9967  |
| 合計   |       | 100.00 |          | 100.00 |     |     |       |         |

View001

SEM 1/1



測定日時 : 2023/05/19  
 画像枚数 : 512 × 384  
 装置 : 6510(LA)  
 加速電圧 : 15.00 kV  
 照射電流 : × 500  
 センサタイプ : 0.50 msec.  
 スリプ回数 : 10



ZAF法 簡易定量分析  
 フィッティング係数 : 0.0832

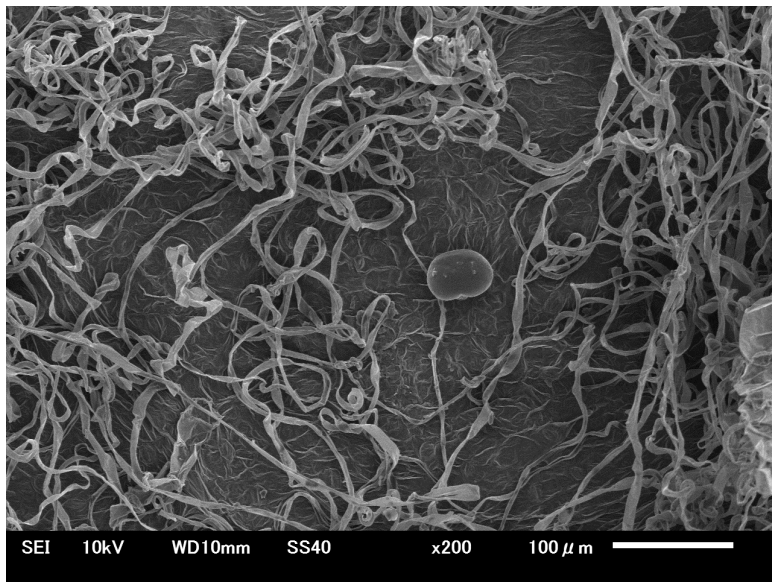
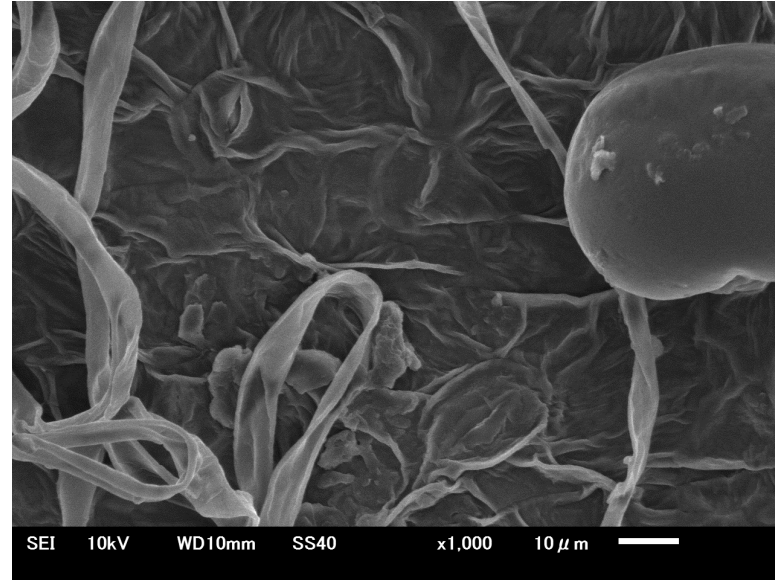
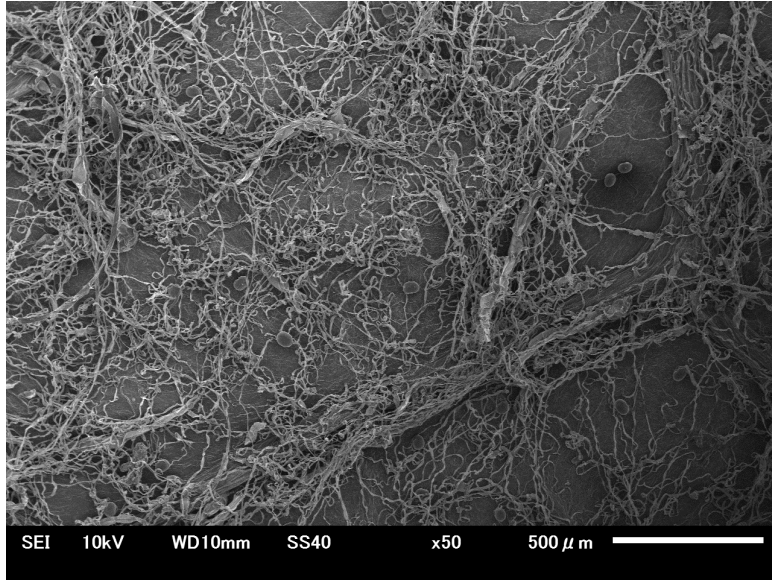
| 元素   | (keV) | 質量%    | $\sigma$ | 原子数%   | 化合物 | 質量% | カチオン数 | K       |
|------|-------|--------|----------|--------|-----|-----|-------|---------|
| C K  | 0.277 | 55.05  | 0.03     | 67.08  |     |     |       | 48.7017 |
| O K  | 0.525 | 29.04  | 0.07     | 26.56  |     |     |       | 22.4306 |
| Mg K | 1.253 | 0.33   | 0.01     | 0.24   |     |     |       | 0.5058  |
| Si K | 1.739 | 0.10   | 0.01     | 0.05   |     |     |       | 0.1881  |
| P K  | 2.013 | 1.46   | 0.01     | 0.69   |     |     |       | 2.5580  |
| S K  | 2.307 | 0.67   | 0.01     | 0.31   |     |     |       | 1.2508  |
| Cl K | 2.621 | 2.77   | 0.01     | 1.14   |     |     |       | 5.2284  |
| K K  | 3.312 | 9.32   | 0.02     | 3.49   |     |     |       | 16.9771 |
| Ca K | 3.690 | 1.19   | 0.01     | 0.43   |     |     |       | 2.1838  |
| 合計   |       | 100.00 |          | 100.00 |     |     |       |         |

測定条件  
 装置 : 6510(LA)  
 加速電圧 : 15.0 kV  
 照射電流 : 1.00000 nA  
 PHAモード : T3  
 経過時間 : 1042.33 sec  
 有効時間 : 882.86 sec  
 デッドタイム : 5 %  
 計数率 : 2525 cps  
 エネルギー範囲 : 0 - 20 keV

・表層部でもミネラル成分が検出された。



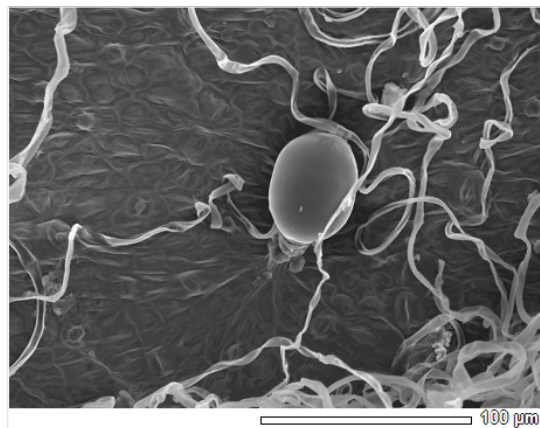
## ①葉の裏



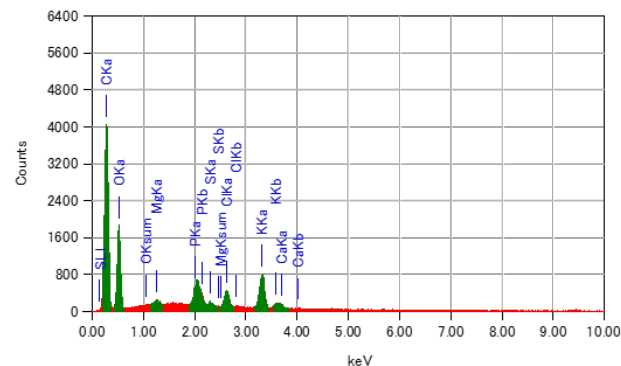
- ・ 葉の表面にある毛と葉脈が良く見える。
- ・ 表に比べて、毛が多い。
- ・ 綺麗な楕円型のものが付着している。

View000

SEM 1/1



タイトル : IMG1  
 装置 : 6510(LA)  
 加速電圧 : 15.00 kV  
 倍率 : × 500  
 撮影日時 : 2023/05/19  
 解像度 : 1024 × 768

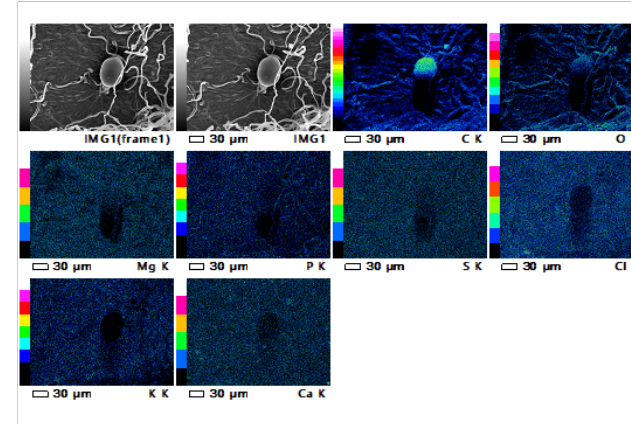


ZAF法 簡易定量分析  
 フィッティング係数 : 0.0903

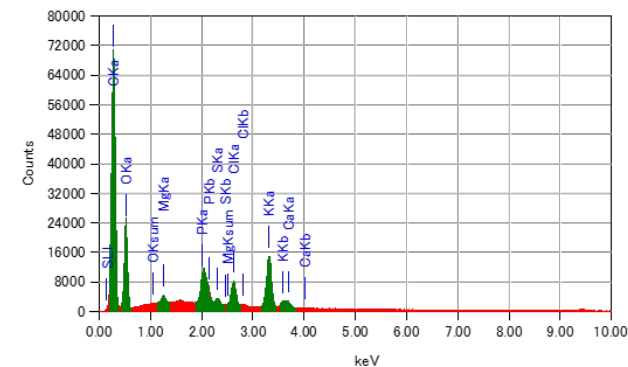
| 元素   | (keV) | 質量%    | σ    | 原子数%   | 化合物 | 質量% | カチオン数 | K       |
|------|-------|--------|------|--------|-----|-----|-------|---------|
| C K  | 0.277 | 51.20  | 0.14 | 81.18  |     |     |       | 48.0034 |
| O K  | 0.525 | 38.30  | 0.30 | 34.30  |     |     |       | 34.6543 |
| Mg K | 1.253 | 0.31   | 0.03 | 0.18   |     |     |       | 0.3750  |
| P K  | 2.013 | 1.10   | 0.04 | 0.51   |     |     |       | 1.8952  |
| S K  | 2.307 | 0.53   | 0.02 | 0.24   |     |     |       | 0.3532  |
| Cl K | 2.621 | 1.86   | 0.04 | 0.75   |     |     |       | 3.3691  |
| K K  | 3.312 | 5.47   | 0.07 | 2.01   |     |     |       | 9.6433  |
| Ca K | 3.690 | 0.64   | 0.04 | 0.23   |     |     |       | 1.1564  |
| 合計   |       | 100.00 |      | 100.00 |     |     |       |         |

View000

SEM 1/1



測定日時 : 2023/05/19  
 画素数 : 512 × 384  
 装置 : 6510(LA)  
 加速電圧 : 15.00 kV  
 倍率 : × 500  
 デュエルタイム : 0.50 msec.  
 スイープ回数 : 10



測定条件  
 装置 : 6510(LA)  
 加速電圧 : 15.0 kV  
 照射電流 : 1.00000 nA  
 PHAモード : T3  
 経過時間 : 1033.48 sec  
 有効時間 : 382.31 sec  
 デッドタイム : 4 %  
 計数率 : 2141 cps  
 エネルギー範囲 : 0 - 20 keV

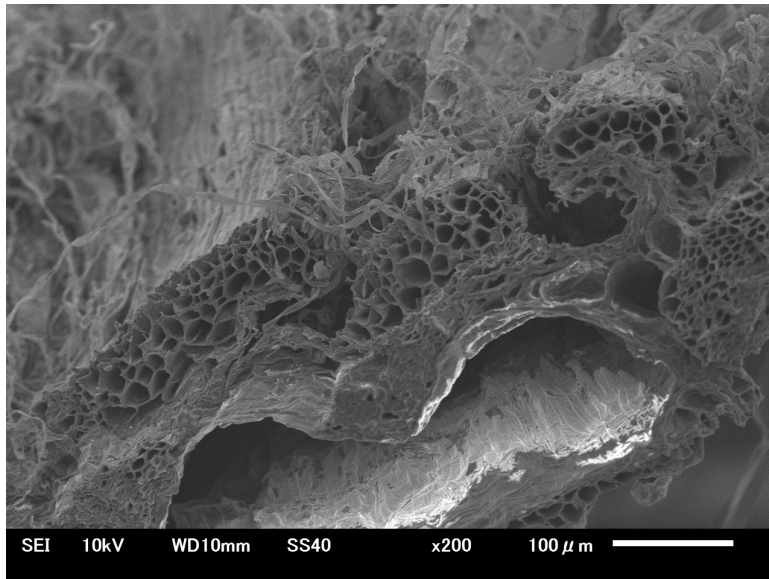
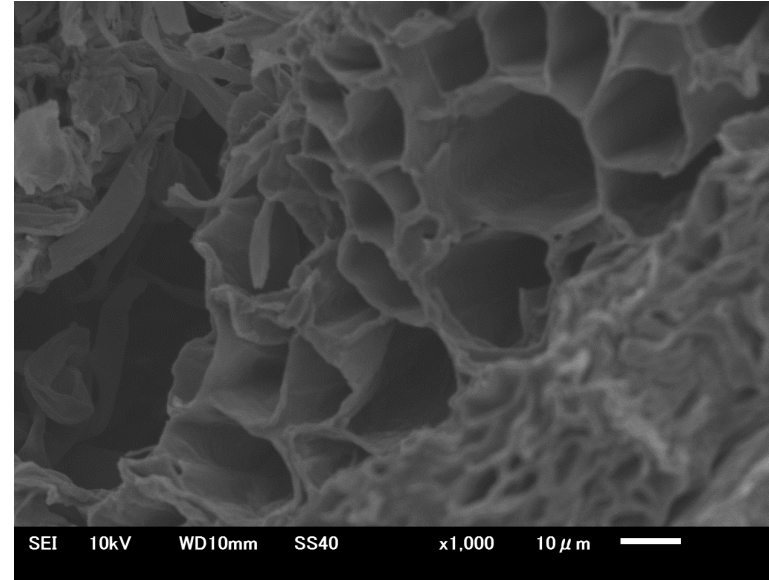
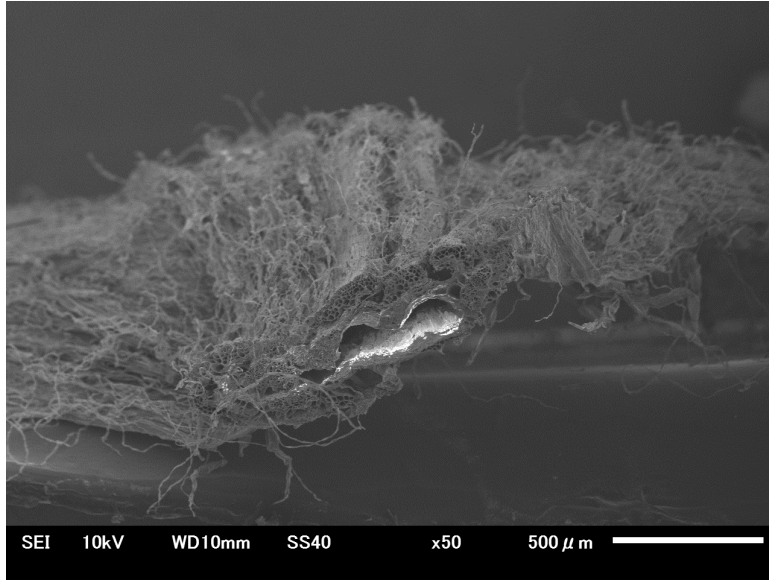
ZAF法 簡易定量分析  
 フィッティング係数 : 0.0780

| 元素   | (keV) | 質量%    | σ    | 原子数%   | 化合物 | 質量% | カチオン数 | K       |
|------|-------|--------|------|--------|-----|-----|-------|---------|
| C K  | 0.277 | 54.71  | 0.04 | 65.22  |     |     |       | 51.1069 |
| O K  | 0.525 | 33.73  | 0.07 | 30.19  |     |     |       | 28.2621 |
| Mg K | 1.253 | 0.50   | 0.01 | 0.29   |     |     |       | 0.6351  |
| P K  | 2.013 | 1.27   | 0.01 | 0.59   |     |     |       | 2.1798  |
| S K  | 2.307 | 0.66   | 0.01 | 0.29   |     |     |       | 1.2087  |
| Cl K | 2.621 | 2.07   | 0.01 | 0.84   |     |     |       | 3.8469  |
| K K  | 3.312 | 6.29   | 0.02 | 2.30   |     |     |       | 11.3319 |
| Ca K | 3.690 | 0.78   | 0.01 | 0.28   |     |     |       | 1.4286  |
| 合計   |       | 100.00 |      | 100.00 |     |     |       |         |

- 葉の裏側についている球体のものは不明だが、裏側の他の場所にもいくつも綺麗な形で存在していた。ごみとは考えられにくく、植物由来のものと予想する。例えば、におい玉など。

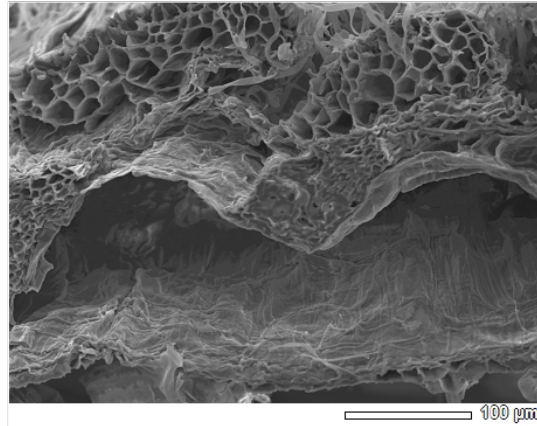


## ①葉の管部分

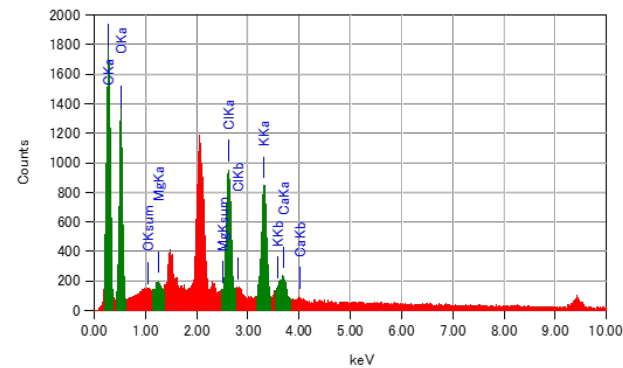


- ・それぞれの葉脈に沿って、いくつも維管束がばらばらに散らばっている。



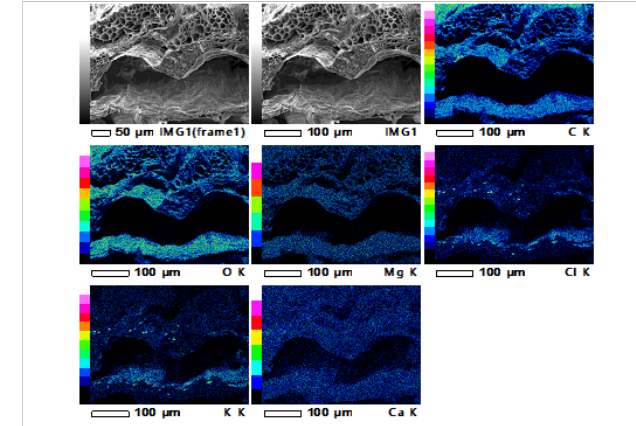


タイトル : IMG1  
 装置 : 6510 (LA)  
 加速電圧 : 15.00 kV  
 検出器 : × 300  
 測定日時 : 2023/05/19  
 有効画素 : 1024 × 768

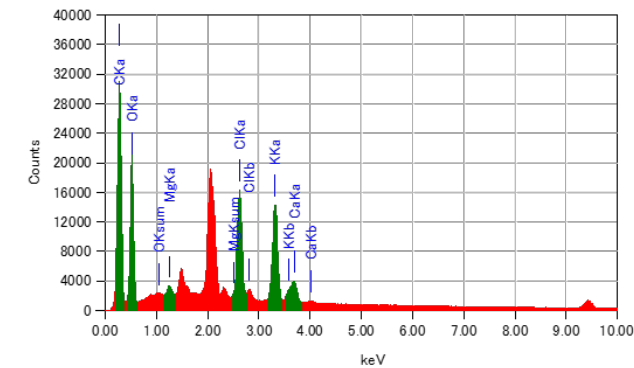


ZAF法 簡易定量分析  
 フィッティング係数 : 0.1962

| 元素   | (keV) | 質量%    | $\sigma$ | 原子数%   | 化合物 | 質量% | カチオン数 | K       |
|------|-------|--------|----------|--------|-----|-----|-------|---------|
| C K  | 0.277 | 41.52  | 0.18     | 59.25  |     |     |       | 30.0840 |
| O K  | 0.525 | 41.06  | 0.37     | 39.53  |     |     |       | 37.8535 |
| Mg K | 1.253 | 0.47   | 0.04     | 0.30   |     |     |       | 0.5928  |
| Cl K | 2.621 | 6.51   | 0.08     | 2.83   |     |     |       | 12.4320 |
| K K  | 3.312 | 8.46   | 0.11     | 3.33   |     |     |       | 15.3828 |
| Ca K | 3.690 | 1.98   | 0.07     | 0.76   |     |     |       | 3.8548  |
| 合計   |       | 100.00 |          | 100.00 |     |     |       |         |



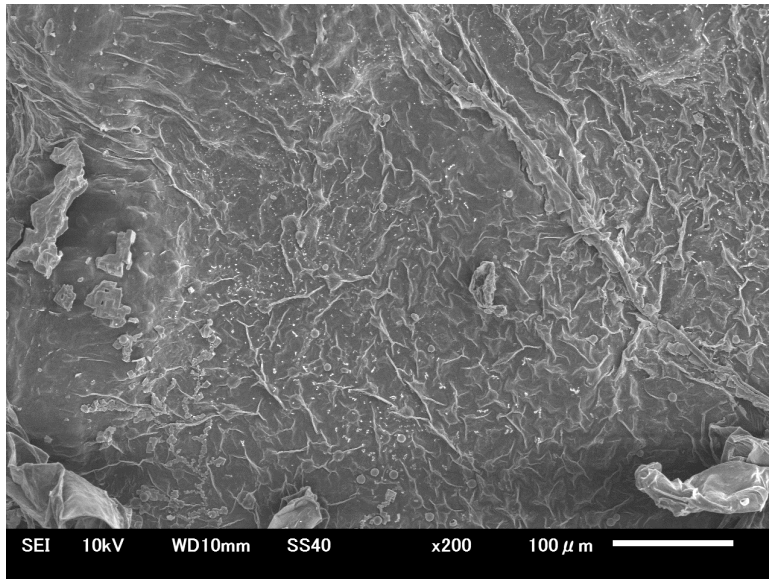
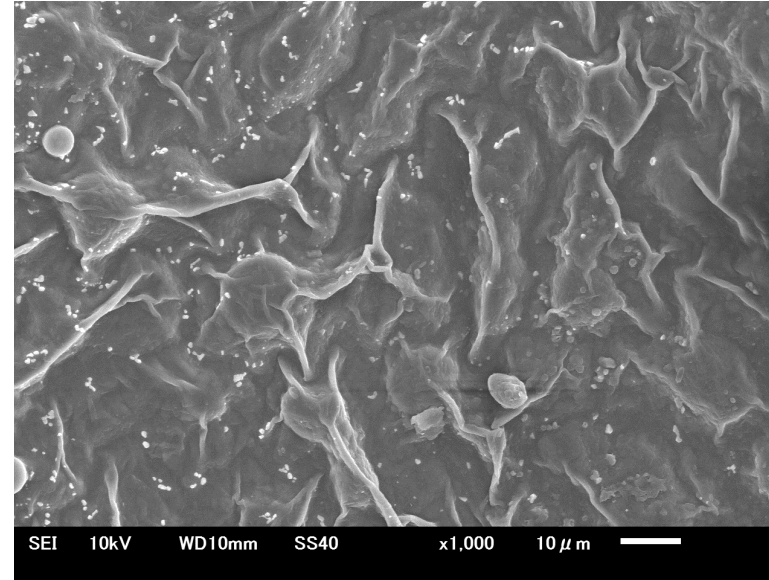
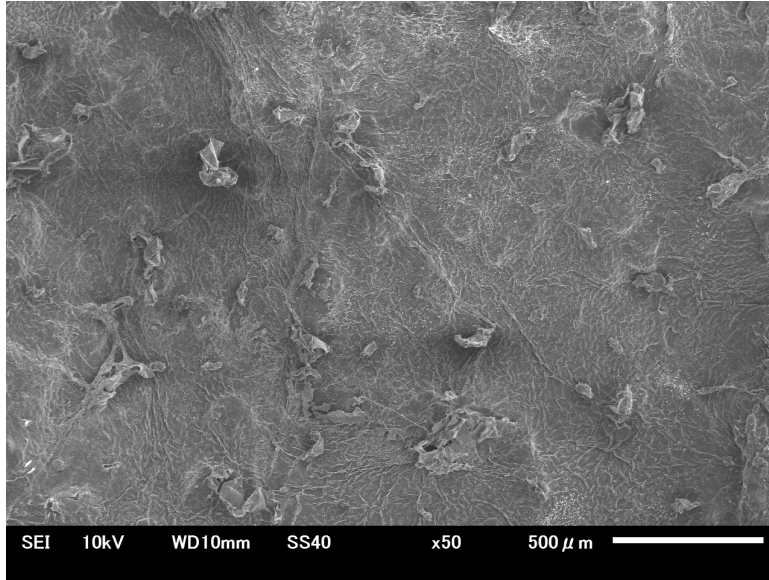
測定日時 : 2023/05/19  
 画像枚数 : 512 × 384  
 装置 : 6510 (LA)  
 加速電圧 : 15.00 kV  
 検出器 : × 300  
 エレメントタイム : 0.50 msec.  
 スリープ回数 : 10



ZAF法 簡易定量分析  
 フィッティング係数 : 0.1757

| 元素   | (keV) | 質量%    | $\sigma$ | 原子数%   | 化合物 | 質量% | カチオン数 | K       |
|------|-------|--------|----------|--------|-----|-----|-------|---------|
| C K  | 0.277 | 43.23  | 0.04     | 55.26  |     |     |       | 31.7508 |
| O K  | 0.525 | 38.98  | 0.09     | 37.39  |     |     |       | 35.0737 |
| Mg K | 1.253 | 0.46   | 0.01     | 0.29   |     |     |       | 0.5888  |
| Cl K | 2.621 | 6.57   | 0.02     | 2.85   |     |     |       | 12.7134 |
| K K  | 3.312 | 8.71   | 0.03     | 3.42   |     |     |       | 16.0151 |
| Ca K | 3.690 | 2.07   | 0.02     | 0.79   |     |     |       | 3.8582  |
| 合計   |       | 100.00 |          | 100.00 |     |     |       |         |

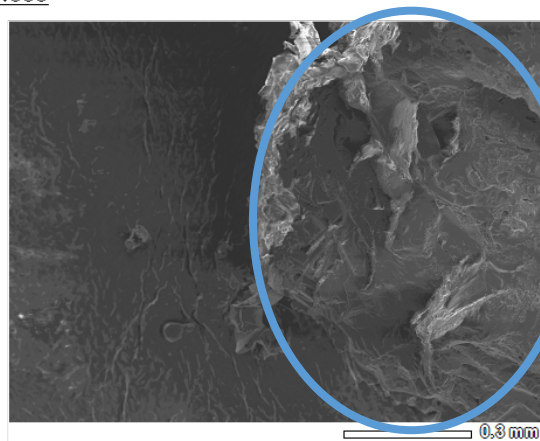
## ②葉の表



- ・ 葉の表面に薄っすらと白い結晶のようなものが析出されていたのを確認した。
  - ・ ①の超純水処理では見られなかった小さな粒子が②では見られた。
- 塩の結晶？

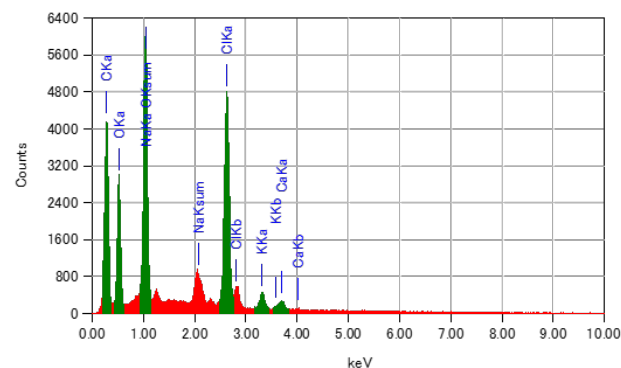
View000

SEM 1/1



結晶化して  
いたもの

タイトル : IMG1  
装置 : 6510(LA)  
加速電圧 : 10.00 kV  
倍率 : × 100  
測定日時 : 2023/05/19  
解像度 : 1024 × 768

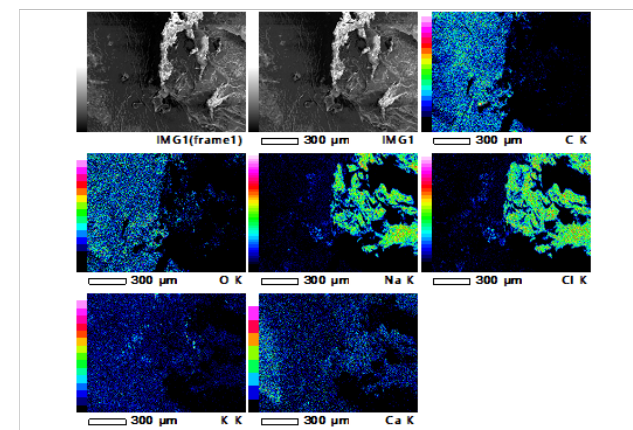


ZAF法 簡易定量分析  
フィッティング係数 : 0.0505

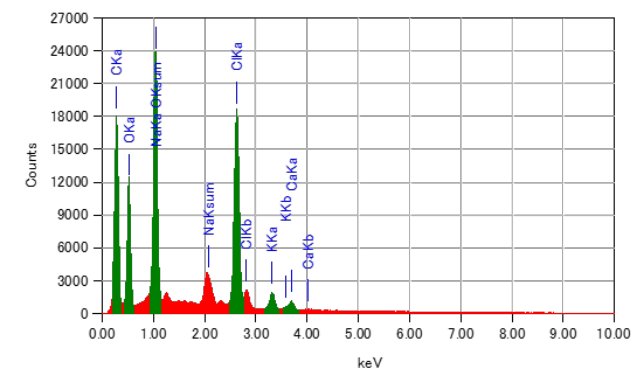
| 元素   | (keV) | 質量%    | $\sigma$ | 原子数%   | 化合物 | 質量% | カチオン数 | K       |
|------|-------|--------|----------|--------|-----|-----|-------|---------|
| C K  | 0.277 | 42.40  | 0.12     | 58.62  |     |     |       | 19.3460 |
| O K  | 0.525 | 20.33  | 0.13     | 21.10  |     |     |       | 19.9981 |
| Na K | 1.041 | 11.94  | 0.07     | 8.63   |     |     |       | 17.8439 |
| Cl K | 2.621 | 20.87  | 0.11     | 8.78   |     |     |       | 35.8455 |
| K K  | 3.312 | 2.82   | 0.06     | 1.20   |     |     |       | 4.5741  |
| Ca K | 3.690 | 1.64   | 0.06     | 0.88   |     |     |       | 2.7925  |
| 合計   |       | 100.00 |          | 100.00 |     |     |       |         |

View000

SEM 1/1



測定日時 : 2023/05/19  
画素数 : 256 × 192  
装置 : 6510(LA)  
加速電圧 : 10.00 kV  
倍率 : × 100  
測定時間 : 0.50 msec.  
スキャン回数 : 10

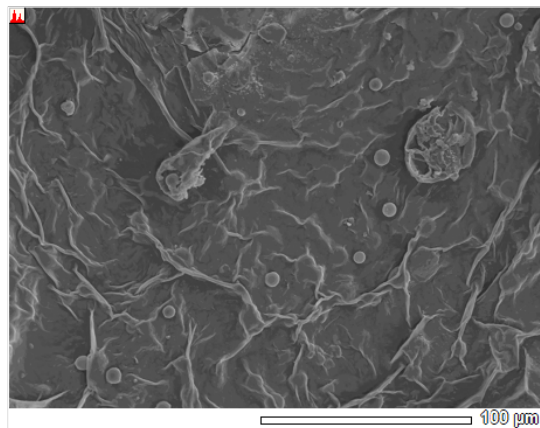


ZAF法 簡易定量分析  
フィッティング係数 : 0.0459

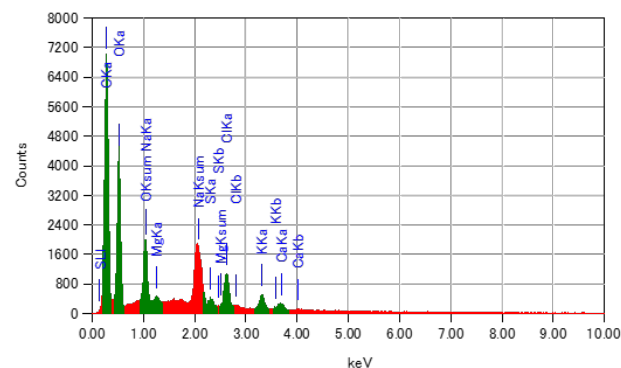
| 元素   | (keV) | 質量%    | $\sigma$ | 原子数%   | 化合物 | 質量% | カチオン数 | K       |
|------|-------|--------|----------|--------|-----|-----|-------|---------|
| C K  | 0.277 | 43.35  | 0.06     | 59.40  |     |     |       | 20.6170 |
| O K  | 0.525 | 20.62  | 0.06     | 21.21  |     |     |       | 20.3905 |
| Na K | 1.041 | 11.49  | 0.03     | 8.22   |     |     |       | 17.0400 |
| Cl K | 2.621 | 19.98  | 0.05     | 9.27   |     |     |       | 34.3414 |
| K K  | 3.312 | 2.95   | 0.03     | 1.24   |     |     |       | 4.8135  |
| Ca K | 3.690 | 1.64   | 0.03     | 0.87   |     |     |       | 2.8076  |
| 合計   |       | 100.00 |          | 100.00 |     |     |       |         |

- 葉の表面に白い結晶が点々と乗っていたため、分析。予想通り、NaCl水由来のものだった。





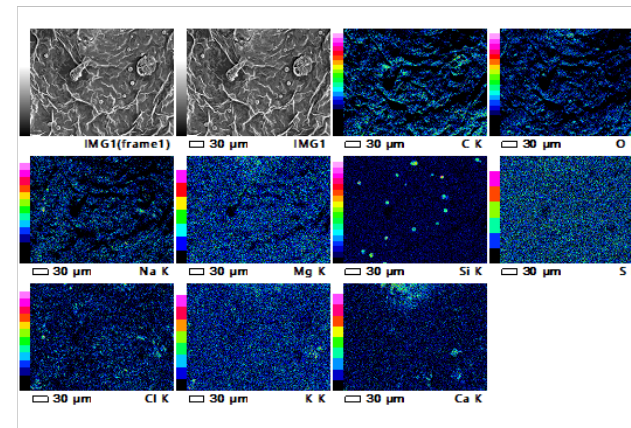
タイトル : IMG1  
 装置 : 6510(LA)  
 加速電圧 : 10.00 kV  
 検出器 : x 500  
 測定日時 : 2023/05/19  
 解像度 : 1024 x 768



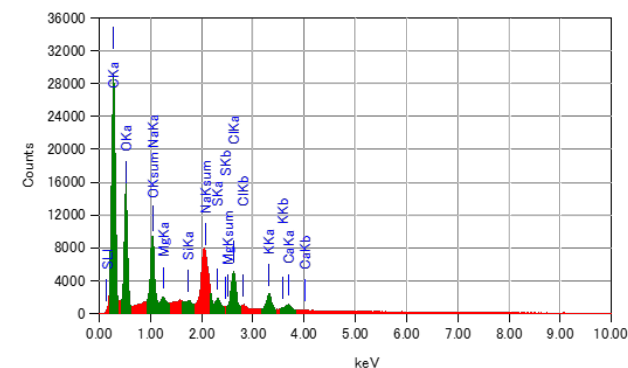
ZAF法 簡易定量分析

フィッティング係数 : 0.1103

| 元素   | (keV) | 質量%    | $\sigma$ | 原子数%   | 化合物 | 質量% | カチオン数 | K       |
|------|-------|--------|----------|--------|-----|-----|-------|---------|
| C K  | 0.277 | 47.40  | 0.10     | 58.95  |     |     |       | 38.5167 |
| O K  | 0.525 | 35.05  | 0.18     | 32.73  |     |     |       | 35.2083 |
| Na K | 1.041 | 4.51   | 0.05     | 2.93   |     |     |       | 5.8532  |
| Mg K | 1.253 | 0.44   | 0.03     | 0.27   |     |     |       | 0.5680  |
| Si K | 2.307 | 1.48   | 0.04     | 0.69   |     |     |       | 2.2856  |
| Cl K | 2.621 | 5.25   | 0.06     | 2.21   |     |     |       | 8.3609  |
| K K  | 3.312 | 3.97   | 0.08     | 1.52   |     |     |       | 6.1560  |
| Ca K | 3.690 | 1.90   | 0.07     | 0.71   |     |     |       | 3.0531  |
| 合計   |       | 100.00 |          | 100.00 |     |     |       |         |



測定日時 : 2023/05/19  
 画像枚数 : 256 x 192  
 装置 : 6510(LA)  
 加速電圧 : 10.00 kV  
 検出器 : x 500  
 センサ : 0.50 msec.  
 スキャン回数 : 10



ZAF法 簡易定量分析

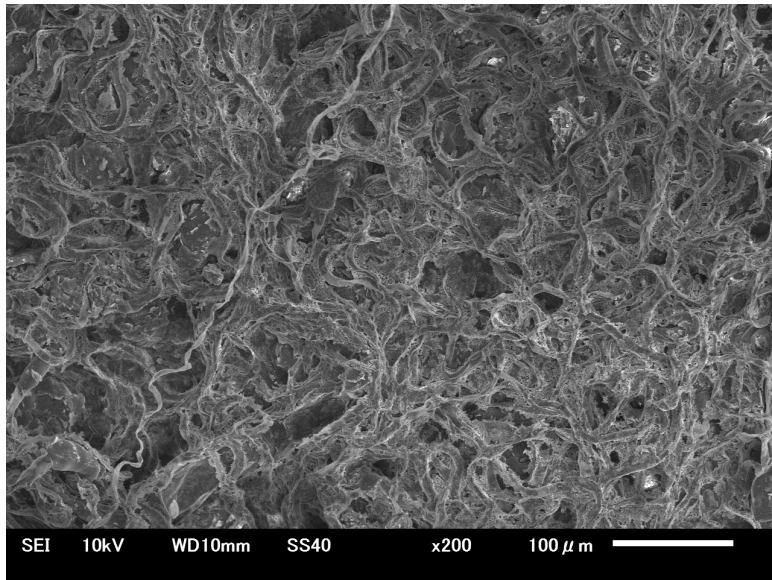
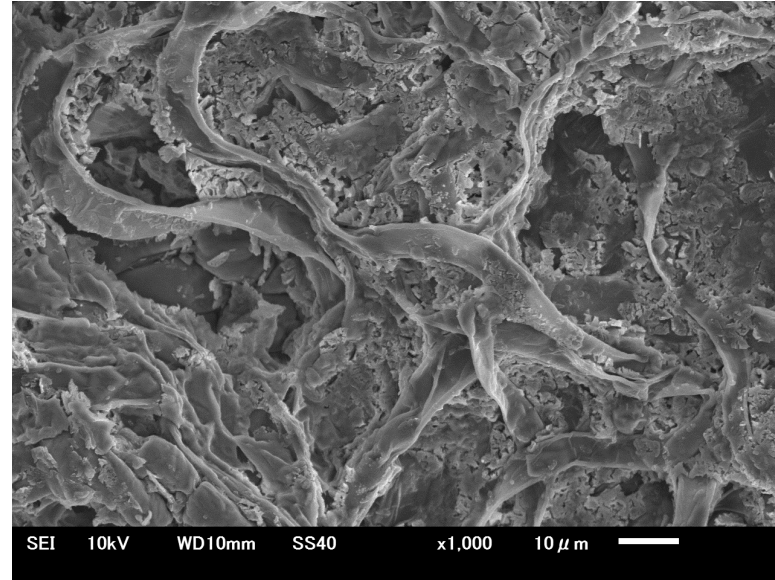
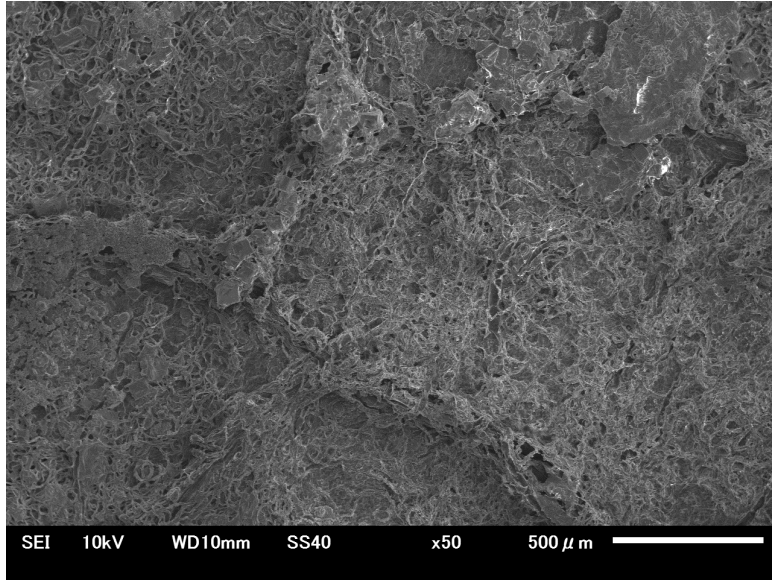
フィッティング係数 : 0.1094

| 元素   | (keV) | 質量%    | $\sigma$ | 原子数%   | 化合物 | 質量% | カチオン数 | K       |
|------|-------|--------|----------|--------|-----|-----|-------|---------|
| C K  | 0.277 | 49.53  | 0.05     | 61.87  |     |     |       | 39.1476 |
| O K  | 0.525 | 30.41  | 0.08     | 28.52  |     |     |       | 29.3423 |
| Na K | 1.041 | 5.17   | 0.03     | 3.38   |     |     |       | 6.3960  |
| Mg K | 1.253 | 0.49   | 0.01     | 0.30   |     |     |       | 0.6591  |
| Si K | 1.739 | 0.36   | 0.01     | 0.19   |     |     |       | 0.5856  |
| S K  | 2.307 | 1.56   | 0.02     | 0.73   |     |     |       | 2.4770  |
| Cl K | 2.621 | 6.03   | 0.03     | 2.55   |     |     |       | 9.8588  |
| K K  | 3.312 | 4.54   | 0.04     | 1.74   |     |     |       | 7.2123  |
| Ca K | 3.690 | 1.90   | 0.03     | 0.71   |     |     |       | 3.1415  |
| 合計   |       | 100.00 |          | 100.00 |     |     |       |         |

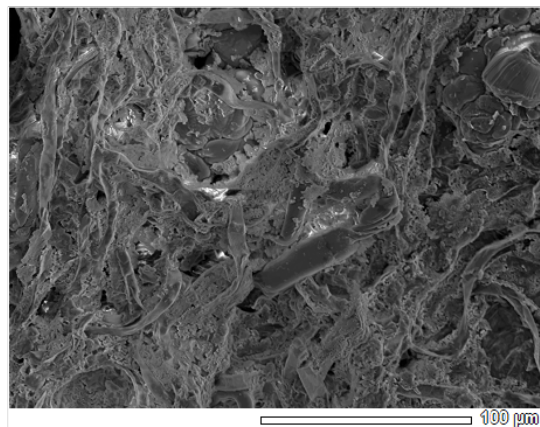
測定日時 : 6510(LA)  
 加速電圧 : 10.0 kV  
 検出器 : 1.00000 nA  
 PHAモード : T3  
 経過時間 : 262.19 sec  
 有効時間 : 245.71 sec  
 デッドタイム : 6 %  
 計数率 : 4240 cps  
 エネルギー範囲 : 0 - 20 keV

- ・表面にNaClらしき結晶が析出されていない葉を使ったが、NaとClが検出された。

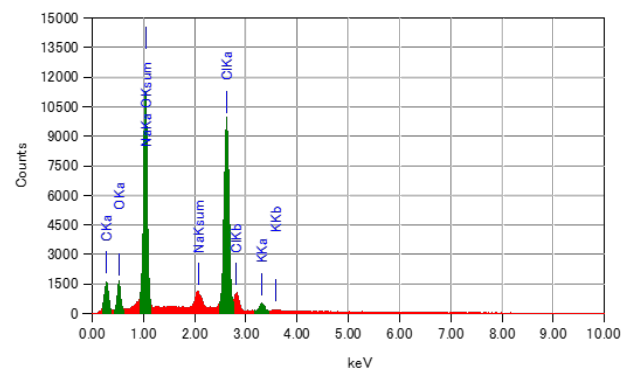
## ②葉の裏



- ・ ①に比べて、結晶化しているものが付着している。

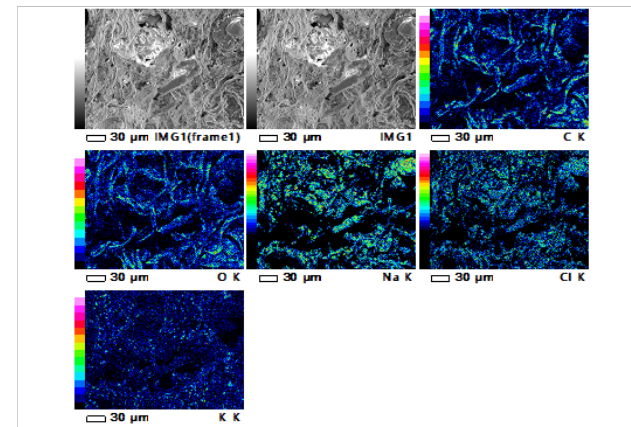


タイトル : IMG1  
 装置 : 6510 (LA)  
 加速電圧 : 10.00 kV  
 倍率 : × 500  
 撮影日時 : 2023/05/19  
 解像度 : 1024 × 768

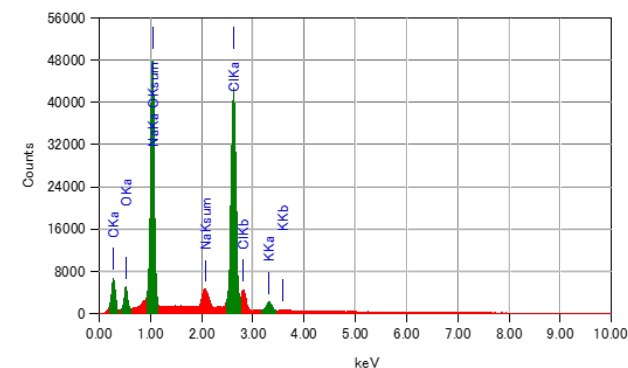


ZAF法 簡易定量分析  
 フィッティング係数 : 0.0334

| 元素   | (keV) | 質量%    | σ    | 原子数%   | 化合物 | 質量% | カチオン数 | K       |
|------|-------|--------|------|--------|-----|-----|-------|---------|
| C K  | 0.277 | 25.90  | 0.12 | 44.13  |     |     |       | 5.3904  |
| O K  | 0.525 | 10.11  | 0.09 | 12.38  |     |     |       | 9.0259  |
| Na K | 1.041 | 19.69  | 0.08 | 17.53  |     |     |       | 25.0688 |
| Cl K | 2.621 | 41.24  | 0.15 | 23.81  |     |     |       | 57.5687 |
| K K  | 3.312 | 3.07   | 0.06 | 1.61   |     |     |       | 3.9452  |
| 合計   |       | 100.00 |      | 100.00 |     |     |       |         |



測定日時 : 2023/05/19  
 画像枚数 : 256 × 192  
 装置 : 6510 (LA)  
 加速電圧 : 10.00 kV  
 倍率 : × 500  
 センサタイプ : 0.50 msec.  
 スリープ回数 : 10



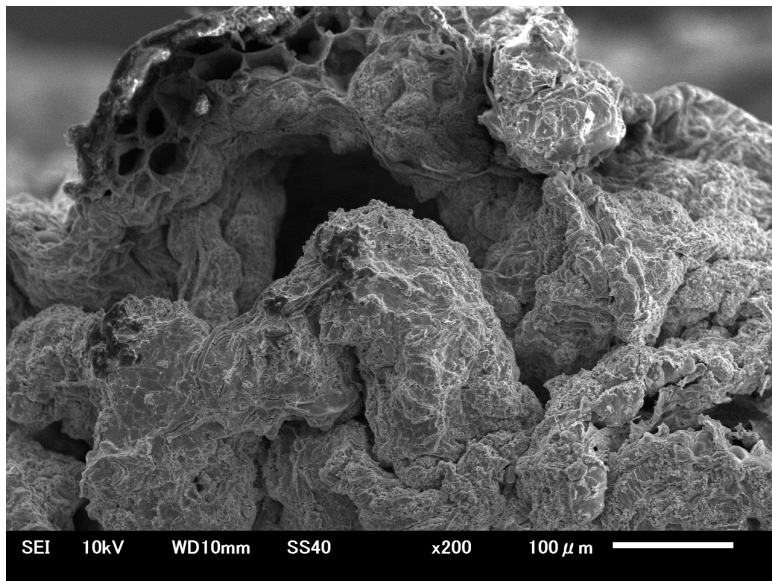
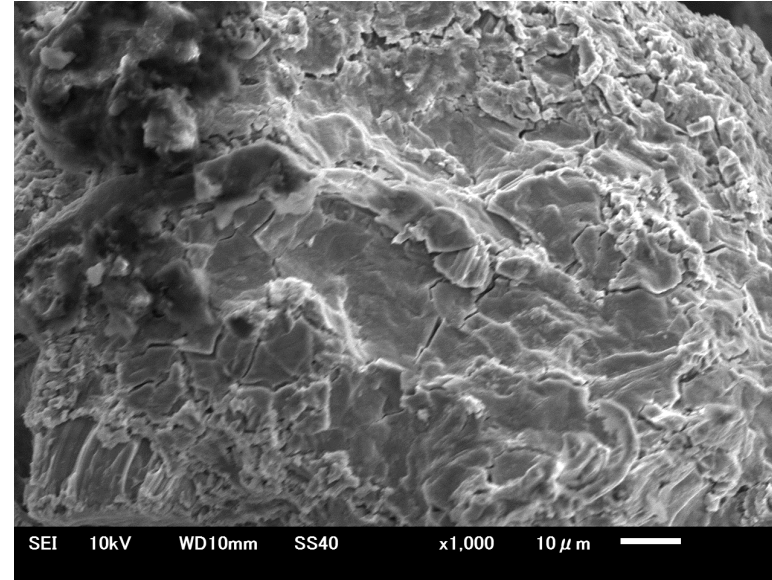
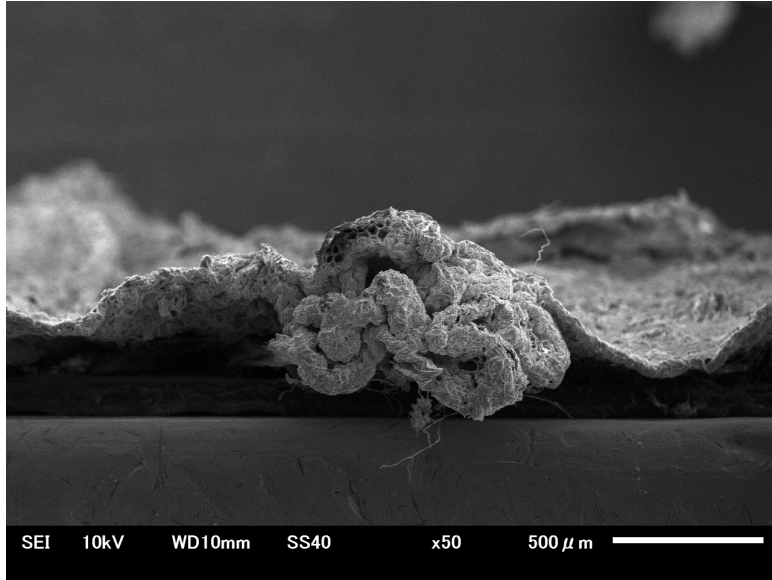
ZAF法 簡易定量分析  
 フィッティング係数 : 0.0311

| 元素   | (keV) | 質量%    | σ    | 原子数%   | 化合物 | 質量% | カチオン数 | K       |
|------|-------|--------|------|--------|-----|-----|-------|---------|
| C K  | 0.277 | 26.17  | 0.06 | 45.19  |     |     |       | 5.1932  |
| O K  | 0.525 | 7.51   | 0.04 | 9.73   |     |     |       | 5.7837  |
| Na K | 1.041 | 20.34  | 0.04 | 18.35  |     |     |       | 25.8465 |
| Cl K | 2.621 | 42.89  | 0.07 | 25.09  |     |     |       | 59.2515 |
| K K  | 3.312 | 3.10   | 0.03 | 1.64   |     |     |       | 3.9251  |
| 合計   |       | 100.00 |      | 100.00 |     |     |       |         |

- ・ 結晶化しているように見えた部分はNaとClが多く検出されていた。



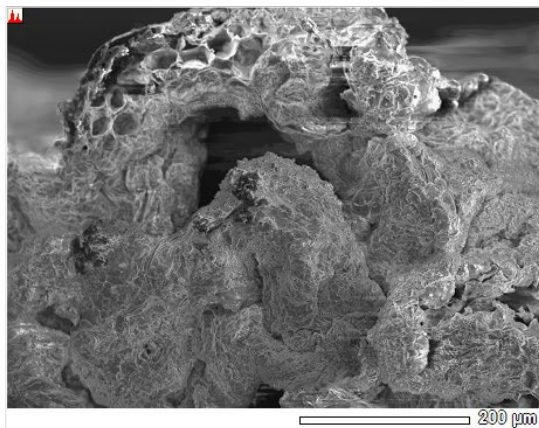
## ②葉の管部分



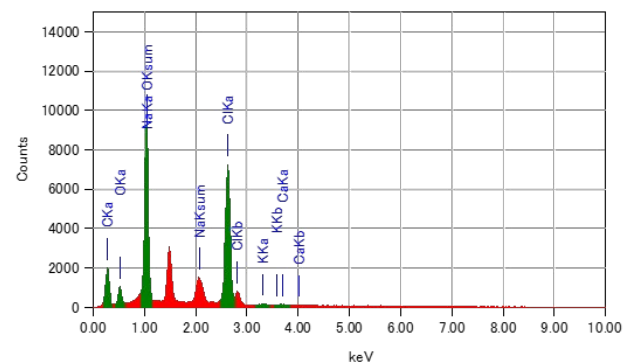
- ・ ①に比べて維管束に何か詰まっているような見た目になっている。

View003

SEM 1/1



タイトル : IMG1  
 装置 : 6510(LA)  
 加速電圧 : 10.00 kV  
 検出器 : × 200  
 測定日時 : 2023/05/22  
 解像度 : 1024 × 768

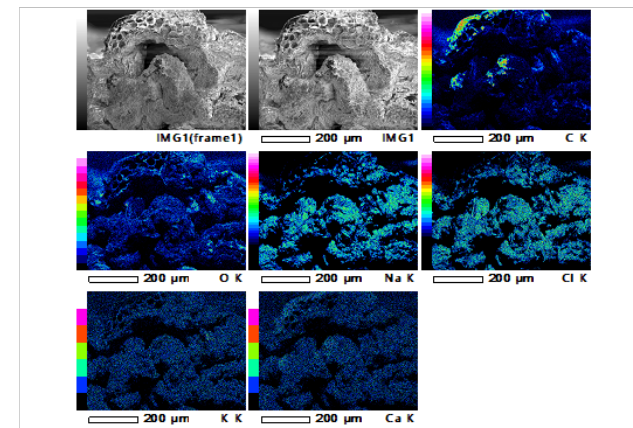


ZAF法 簡易定量分析  
 フィッティング係数 : 0.1146

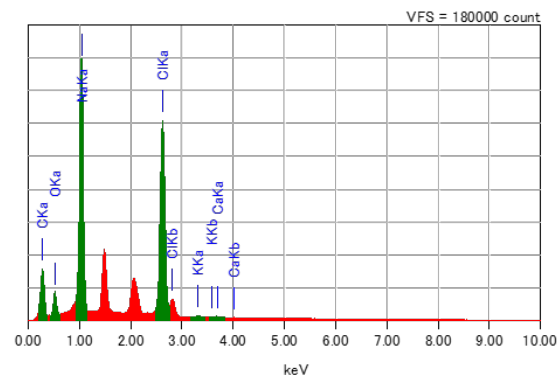
| 元素   | (keV) | 質量%    | σ    | 原子数%   | 化合物 | 質量% | カチオン数 | K       |
|------|-------|--------|------|--------|-----|-----|-------|---------|
| C K  | 0.277 | 35.76  | 0.15 | 55.66  |     |     |       | 9.0961  |
| O K  | 0.525 | 7.74   | 0.09 | 9.04   |     |     |       | 6.8045  |
| Na K | 1.041 | 19.41  | 0.09 | 15.79  |     |     |       | 27.4919 |
| Cl K | 2.621 | 38.27  | 0.15 | 19.13  |     |     |       | 55.8035 |
| K K  | 3.312 | 0.34   | 0.04 | 0.16   |     |     |       | 0.4882  |
| Ca K | 3.690 | 0.47   | 0.05 | 0.22   |     |     |       | 0.7157  |
| 合計   |       | 100.00 |      | 100.00 |     |     |       |         |

View003

81802 1/1



測定日時 : 2023/05/22  
 画素数 : 512 × 384  
 装置 : 6510(LA)  
 加速電圧 : 10.00 kV  
 検出器 : × 200  
 エネルギー範囲 : 0.50 msec.  
 スイープ回数 : 10



ZAF法 簡易定量分析  
 フィッティング係数 : 0.1044

| 元素   | (keV) | 質量%    | σ    | 原子数%   | 化合物 | 質量% | カチオン数 | K       |
|------|-------|--------|------|--------|-----|-----|-------|---------|
| C K  | 0.277 | 34.01  | 0.04 | 53.90  |     |     |       | 8.2211  |
| O K  | 0.525 | 7.37   | 0.02 | 8.77   |     |     |       | 6.1832  |
| Na K | 1.041 | 20.30  | 0.02 | 16.81  |     |     |       | 28.2144 |
| Cl K | 2.621 | 37.37  | 0.04 | 20.06  |     |     |       | 56.0322 |
| K K  | 3.312 | 0.48   | 0.01 | 0.23   |     |     |       | 0.6841  |
| Ca K | 3.690 | 0.46   | 0.01 | 0.22   |     |     |       | 0.6850  |
| 合計   |       | 100.00 |      | 100.00 |     |     |       |         |

詰まっているように見えた部分は、おそらく NaCl が結晶化したものだと考えられる。