

## 乾燥、低温およびアブシジン酸処理によるギンゴケの糖量変化

沓名亨<sup>1</sup>, 三宅剛史<sup>2</sup>, 西平直美<sup>3</sup>, 藤井暁子<sup>1</sup>, 小野文久<sup>4</sup>, 山下雅道<sup>5</sup>, 三枝誠行<sup>1</sup>

(1: 岡山大・理, 2: 岡山県工業技術センター・研究開発部, 3: 岡山コケの会, 4: 岡山理科大学, 5: JAXA)

### Changes of sugar content in the moss *Bryum argenteum* exposed to desiccation, low temperature and administration of ABA

T. Kutsuna<sup>1</sup>, T. Miyake<sup>2</sup>, N. Nishihira<sup>3</sup>, A. Fuji<sup>1</sup>, F. Ono<sup>4</sup>, M. Yamashita<sup>5</sup>, M. Saigusa<sup>1</sup>

[1: Okayama Univ, 2: Industrial Technology Center of Okayama Prefecture, Department of Research and Development, 3: Research group for the moss in Okayama, 4: Okayama Rika Univ, 5: JAXA]

**Abstract:** Mosses are tolerant to excess environmental conditions such as desiccation and freezing. Tolerance may be generated by increase of sugar concentration. A moss, *Bryum argenteum* is widely distributed on stones and concrete walls all over the world, and is tolerant to desiccation for a long time. Several kinds of sugar are synthesized by this species. We have investigated whether some of these sugars increased upon desiccation. The moss was collected from the field, and was kept in three conditions; i.e., 80 % relative humidity, low temperature (4°C), and ABA (abscisic acid) for 1, 3 and 6 days, respectively, and the sugar content was analyzed using HPLC. For control experiment, *B. argenteum* was kept in moist condition at 25°C as control experiment. Sucrose content (mg/g dry weight) increased in low temperature and ABA treatment as well as control experiment. This suggests that sugars are synthesized without exposure to excess stresses.

### 背景

蘚苔（コケ）植物は凍結や乾燥に対して強い耐性を持っており、地球上に広く分布している。これらの耐性の機構には糖が関与していることが示唆されている。ヒメツリガネゴケ (*Physcomitrella patens*) ではアブシジン酸 (ABA) 処理を施したとき、凍結耐性が高くなると同時に糖量が増加することが報告されている。

凍結や乾燥に対する耐性能力は真空や超高压といった極限環境に対する耐性にも共通すると考えられる。

そこで本研究では、コケ植物の中でも強い耐性を持つと思われる、南極大陸にも自生しているギンゴケ (*Bryum argenteum*) を使い、乾燥や低温、アブシジン酸 (ABA) 処理による糖量の変動を調べた。

今回明らかにした糖量の変化と対応させ、極限環境への耐性強度の変化を見るのが宇宙生物学の基礎的データになると考えられる。

### 材料と方法

実験に使用したギンゴケは野外より採集し、風乾して使用するまで 4°C で保存した。処理

を行うときは、事前に蒸留水に漬けて戻し、湿らせたろ紙の上で 25°C, 600Lux の条件で一日間培養した。

乾燥、低温と ABA による処理を一定期間 (1, 3, 6 日間) 施した後に高速液体クロマトグラフィーで、糖量を測定して比較した。

乾燥処理はギンゴケをガラス上に乗せ、十分に水を含ませた状態から、25°C, 相対湿度約 80% の条件下で乾燥させた。コントロールと低温処理は 2% 寒天培地上で、ABA 処理は 10 $\mu$ mol/L の ABA を含んだ 2% 寒天培地で行った。低温処理は 4°C に保たれた冷蔵庫で、ABA 処理とコントロールは 25°C の恒温インキュベーター内で培養した。処理中は全てのサンプルに 600Lux の光を与え続けた。

### 結果

高速液体クロマトグラフィーにより、ギンゴケでは主に 5 種類の可溶性炭水化物が検出された。フルクトース、グルコース、スクロース、X1, X2 である。X1 はフルクトースより前の保持時間に現れた。X2 は三糖のラフィノースと保持期間が近いので、三糖である可能性が高い。本文においては便宜上 X1, X2 を糖

として扱う。

糖の総量に対するスクロースと X2 の割合は各処理を通して、それぞれ約 8.2-14.8%、約 79.2-88.6%であった。

6 日間のコントロール、低温処理、ABA 処理により糖量は増加したが、乾燥処理では増加しなかった (Table 1)。

Table 1. Total sugar content of samples after 6-day treatments.

	糖5種の総量 (mg/gDW±SEM)	0日目からの 増加量 (mg/gDW)
0日目	303±9.8	
コントロール	453±26.5	150
乾燥処理	295±23.2	-8
低温処理	464±15.9	161
ABA処理	534±21.6	231

乾燥処理 1, 3, 6 日目で糖量に有意差はなく、0 日目から糖量の増加はみられなかった (Fig. 1)。

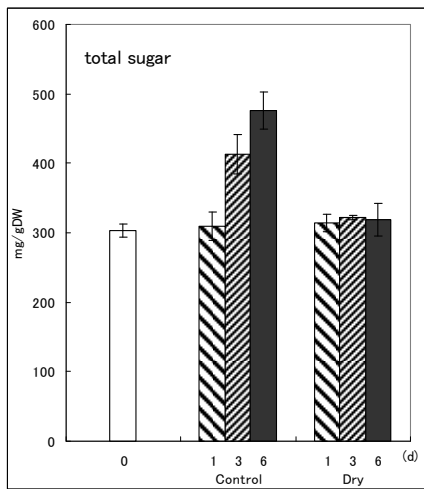


Figure 1. Effect of desiccation on sugars accumulation in *B. Argenteum* cells.

一方、コントロール、低温処理と ABA 処理においては、処理期間が長くなるにつれて糖量の増加がみられた。しかし各処理期間において、それぞれの処理による増加量の間には差はみられなかった (Table 1, Fig. 2)。

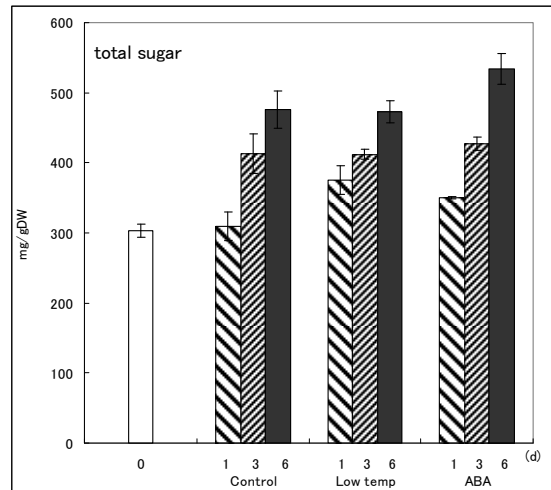


Figure 2. Effect of low temperature and ABA administration on carbohydrates accumulation in *B. argenteum* cells.

## 議論

乾燥処理については、今回の条件 (ガラス上、相対湿度約 80%) では糖量が増加することがなかった。今回は処理後の生存率を実験していないが、野外でギンゴケが自生しているコンクリート上での乾燥に比べれば今回の乾燥条件は緩やかな乾燥速度になると思われる。したがって今回の条件でも乾燥後の生存が確認されれば、0 日の時点での糖量で十分乾燥に対する保護となることを意味すると考えられる。

コントロール、低温処理と ABA 処理による糖の増加量に差がなかった。ヒメツリガネゴケの原糸体の実験では、培養条件を 25°C から 0°C に変えることで糖量が増加することが報告されている。しかし、今回の実験では 25°C でも 4°C でも糖量は同等に増加している。これらのことから、ギンゴケは極限的環境に曝されなくとも、今回のような条件 (600Lux の光, 2%寒天培地から吸収できる水) であれば、常に糖を蓄積する機構を備えていることが推察される。

ヒメツリガネゴケにおいて、三糖のテアンデロースが凍結耐性の大きな要因である可能性が報告されている。しかしそのテアンデロースはスクロースよりも少量もしくは同量程度しかない。一方ギンゴケにおいて、同じ三糖の一種だと考えられる X2 はスクロースよ

りも重量にして約 6 倍，糖の総量の約 80%以上をどの処理においても維持している。

以上のことから，ギンゴケが厳しい環境でも生存できる理由は，X2 を多量にかつ恒常的に維持する機構により，乾燥や凍結に対して高い耐性を持っていることだと考えられる。