

## 「カタバミの葉の開閉運動にみる体内時計の研究」

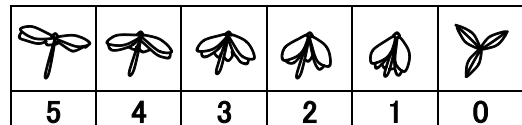
千葉市立星久喜中学校  
1年 小林 祥 季

### 1 研究の動機と目的

道端でよく見かける植物カタバミは、日中は葉を開き、夜は閉じることから、太陽の光に合わせて葉を開閉しているように見える。人間が太陽に合わせた体内時計を持っているように、カタバミにも体内時計があるのではないかと関心を持った。人間は昼夜のサイクルが変化すると体内時計が狂って時差ボケになることから、カタバミにも同様に体内時計があるのなら、カタバミを昼夜の光サイクルの違う環境に置くと、一時的に時差ボケになり、次第に新しい光環境に順応した葉の開閉をするのではないかと考えた。このような仮定のもと、明暗サイクルの異なる環境でカタバミの葉の開閉リズムを観察することで、カタバミが体内時計を備えているかを確認することを研究の目的とする。

### 2 研究の方法

以下の様々な環境の下でカタバミの葉の開閉の様子を観察する実験を行った。各鉢に2～3株を植えて平均化し個体差を減らす。葉の開閉の程度は、接触の影響が出ないように目視判定で株ごとに数値化し（表1）、平均値で表した。



（表1）葉の開閉の程度の数値対応表

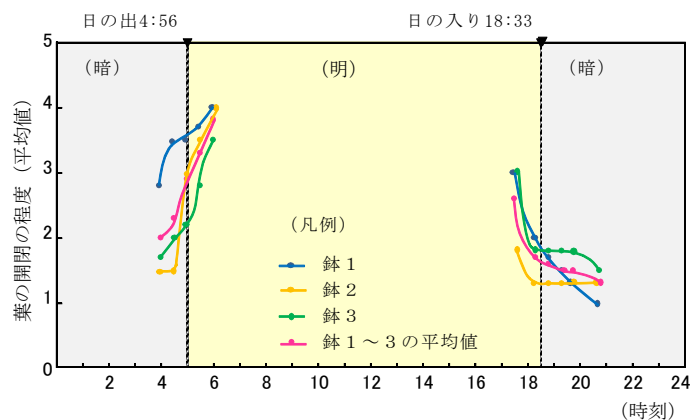
- (1) 予備実験：通常サイクル、(2) 本実験：①明暗逆転サイクル（明：暗＝12時間：12時間）、②明処理（明：暗＝24時間：0時間）、③暗処理（明：暗＝0時間：24時間）及び(3) 発展実験：①光以外の刺激に対する反応、②葉のどこで光を感じるのかについて調べた。

### 3 研究の内容

#### (1) 予備実験：通常サイクル

カタバミの鉢を3個用意し、日の出、日の入り時刻の前後1時間の葉の開閉の程度を30分毎に観察し、昼夜の光サイクルとの関係を調べた。

結果をグラフ1に示す。鉢1～3の全てで、日の出の1時間前のまだ暗い状態のうちから葉を開き始めて日中は開き、日の入りの1時間前の明るい状態から閉じ始めて夜間は閉じていた。このことから、カタバミ



（グラフ1）日の出、日の入り時刻と葉の開閉との関係

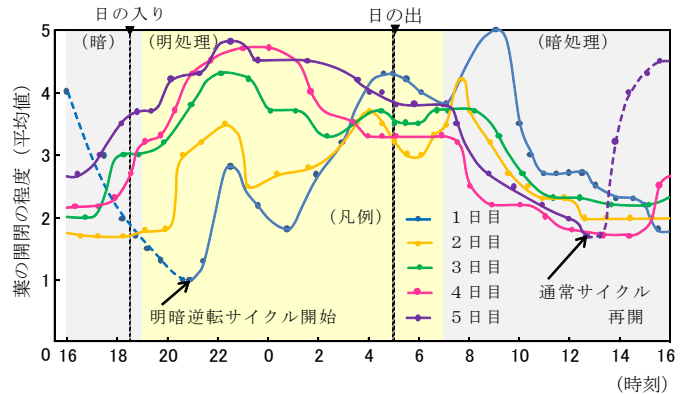
は太陽の明暗サイクルに順応したリズムで葉を開閉していることが確かめられた。

## (2) 本実験

### ① 明暗逆転サイクル (明：暗=12時間：12時間)

19～7時は室内で電気スタンドの光を当てる明処理、7～19時は室内の暗い場所で暗処理とする明暗逆転サイクルの環境にカタバミの鉢を置き、5日間、葉の開閉リズムを観察した。

結果をグラフ2に示す。1～2日目は新旧各サイクルに応じた動きが交互に見られる時差ボケの状態から次第にリズムの乱れが小さくなり、5日目には新サイクルに順応していた。よって、カタバミは光の明暗サイクルに従って葉を開閉する体内時計を持ち、サイクルが乱れると次第に体内時計の乱れを調整し、新しい光環境に順応することがわかった。

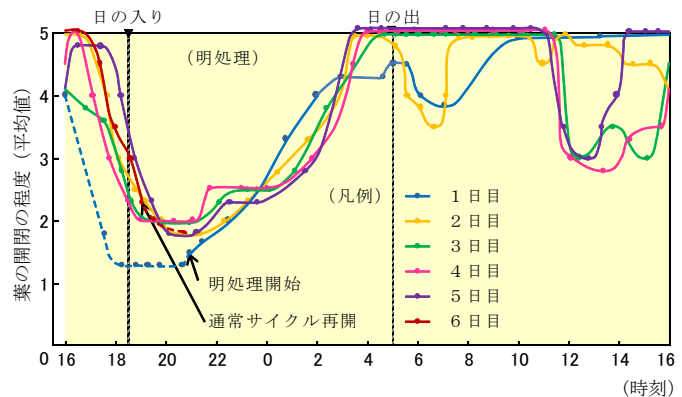


(グラフ2) 明暗逆転サイクルにおける葉の開閉状況

### ② 明処理 (明：暗=24時間：0時間)

暗くなる前から明るくなるまでの間は、室内で電気スタンドの光を当てる明処理とした24時間明るい環境に5日間カタバミの鉢を置き、その前後を含めて葉の開閉リズムを観察した。

結果をグラフ3に示す。5日間とも、カタバミは常に明るい環境で葉を開き続けるのではなく、仮眠のように葉を閉じるリズムをとった。特に日の入り前に閉じ始め、就眠のリズムをとった後に緩やかに葉を開いたことから、明暗サイクルがなく常に明るい環境では、通常サイクルの体内時計に準じた開閉リズムをとることがわかった。

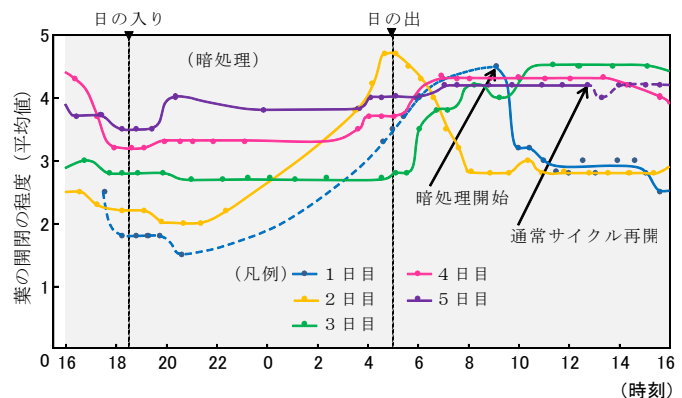


(グラフ3) 明処理における葉の開閉状況

### ③ 暗処理 (明：暗=0時間：24時間)

明るくなり始める前から暗くなるまでの間は、室内の光の入らない暗い場所に置く暗処理とした24時間暗い環境にカタバミの鉢を置き、5日間、葉の開閉リズムを観察した。

結果をグラフ4に示す。1～2日目は日の出を中心に葉を開いた後に暗処理に従って葉を閉じる時差ボケの状態がみられたが、常に暗い環境では次第に通常サイクルの体内時計に準じた開閉リズムをとることがわかった。ただし、明処理の時よりも閉じ方があまく、開閉の程度の変化が小さいことから、暗い環境でできる限り光を得ようとしたと思われる。



(グラフ4) 暗処理における葉の開閉状況

### (3) 発展実験

#### ① 光以外の刺激に対する反応

自然環境で起こる光以外の刺激に対する葉の開閉反応を調べた。

##### a. 強風

カタバミに扇風機の強風を当て、葉の開閉の変化を調べた。

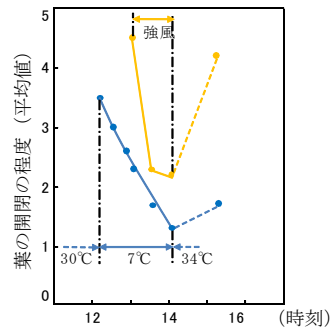
強風を当てている間は葉を閉じたが、風を止めると再び開いた。

##### b. 低温への急激な温度変化

光が入る袋を被せた発砲スチロールの箱を保冷剤で約7℃に冷やした中にカタバミを置き、葉の開閉の変化を調べた。

急激な低温変化に対して葉を閉じた。常温に戻した後の葉の開きは強風時よりもにぶく、低温刺激の方がカタバミへの影響が大きいことがわかった。

(凡例) a. 強風による葉の開閉状況  
b. 低温による葉の開閉状況



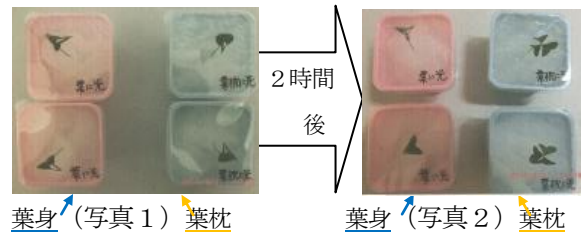
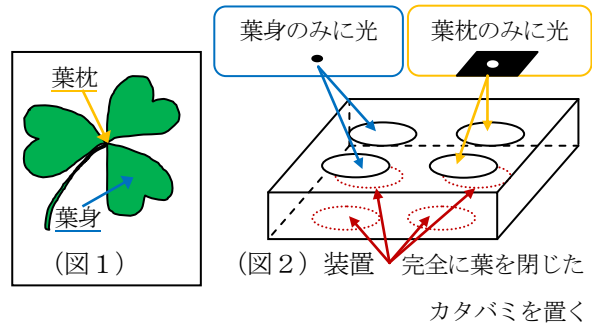
(グラフ5) 強風、低温による

葉の開閉状況

#### ② 葉のどこで光を感じるのか

カタバミは葉のどこで光を感じるのか。葉の開閉は、葉枕（小葉の結合部/図1）が行うため、葉身か葉枕のどちらかと考えられる。葉身、葉枕に局部的に光を当てる装置（図2）を製作し、完全に閉じた葉に光を当てて開閉するかを調べる実験をした。

結果を写真1、2に示す。葉身だけに光を当てたものは葉を閉じたままだったのに対して、葉枕だけに光を当てたものは葉を開いていた。よって、光を感じているのは葉枕の部分であることがわかった。



### 4 研究の成果とまとめ

カタバミは太陽の明暗に合わせた葉の開閉を繰り返すが、この明暗サイクルが逆転すると、新旧の光サイクルに従った動きが交互に見られる時差ボケの状態になった後、次第に新サイクルに順応する。よって、カタバミは光の明暗サイクルに従って葉を開閉する体内時計を持っていることが示された。また、常に明や暗の環境では時差ボケ後に従来の体内時計に準じた開閉リズムをとることから、通常サイクルのように安定した明暗サイクルに体内時計を合わせる傾向があるといえる。そして、カタバミが明暗を感じて葉を開閉している部位は、葉枕であることがわかった。

### 5 今後の問題点

カタバミは明暗の比が通常サイクルに近い環境では安定した体内時計リズムを保つが、常に明か暗のみの環境が今回の実験期間よりもっと長期間続く場合において、従来の体内時計が維持され続けるのかという疑問が生じた。

### 6 参考文献

- ・植物の観察と実験を楽しむー光と植物のくらし/出版社：裳華房/著者：松田仁志
- ・動く植物 植物生理学入門/出版社：八坂書房/著者：ポールサイモンズ