

外来アカウキクサ属の駆除に向けた温度
条件が色調および成長率に及ぼす影響の
評価

愛媛県立松山南高等学校 3 年

代表者：菊池 裕太

上村 芽生 保手浜 拓 三上 秋人

1. はじめに

アカウキクサ(*Azolla* sp.)(図1)はサンショウモ科¹に属する浮遊性の水棲シダ植物であり、日本を含む温帯、熱帯の水田や池沼などといった止水域に広く分布している(渡辺ら,1996)。アカウキクサは共生する窒素固定性らん藻(*Anabaena azollae*)によって窒素固定を行うことができるため、体内の窒素含量が高く、可給態窒素に欠乏する条件でも良く生育できる(渡辺ら,1996)。そのため繁殖力が非常に強く、本邦に持ち込まれた外来アカウキクサが各地に拡大している。アカウキクサが水面を覆うことにより水中に光が届きにくくなり、水中の植物や藻類などの光合成が阻害されることで、水中の生物に悪影響を及ぼすことや、景観を損ねることが懸念されている。

愛媛県では三町新池(図2)や道後公園をはじめとしてダムやため池で猛威を振るっており、夏季や冬季においては赤色へ変色した植物体が水面を覆う様子が報道された(FNN,2022)。植物が赤く変色するのは、環境ストレスに対する生理的応答を反映したアントシアニンの合成によるものであると知られている。先行研究ではブドウ(黒王)が生育温度によって、アントシアニン含有量が異なるという報告がなされているものの(森ら,2004)、温度変化に対するストレス応答に関する本種の研究例は見られない。

本研究では、一定の照度環境下において、アカウキクサを栽培し、温度条件の違いによって生じるストレス応答について、葉の色調変化の指標として赤—緑方向の色成分を表す a^* 値変化量および成長率(面積比)の測定を通して非破壊的な解析を行い、温度変化に対するアカウキクサの生理的応答特性を明らかにし、効果的な駆除時期の提案を目的とする。



図1 *A.cristata*×*filiculoides*



図2 三町新池 (2025/7/2)

2. 実験方法

1-1 アカウキクサの同定

光学顕微鏡を用いてアカウキクサを検鏡し、外見的特徴(細胞突起、根毛)を「特定外来生物アメリカオオアカウキクサを含む外来アゾラの現状」『種生物学研究』(鈴木ら,2010)を参照して同定する。

2-1 アカウキクサの個体間相互影響の評価(予備実験)

2株、5株のアカウキクサを入れたビーカーを10℃に設定したインキュベーター内で飼育しImageJを用いて日ごとのアカウキクサの a^* 値と表面積を測定し、 a^* 値変化量、成長率をもとに個体間相互影響の評価を行う。この実験はアカウキクサの色調変化や成長率が個体間で交互に影響するかを検証するために行った。

本実験において画像内におけるアカウキクサの範囲はRGB及びLab空間において、 $(1 \leq R \leq 255, 0 \leq G \leq 255, 0 \leq B \leq 40) \cup (0 \leq L \leq 255, 0 \leq a \leq 255, 170 \leq b \leq 255)$ を満たす範囲と定義する。

また、a*値変化量、成長率は

$$\Delta a^*_{n} = a^*_{n} - a^*_{0} \quad (n \text{ は } 0 \text{ 以上の整数})$$

Δa^*_{n} : n 日目の a*値変化量

a^*_{n} : n 日目の a*値

$$GR_n = \frac{A_n - A_0}{A_0} \times 100 \quad (n \text{ は } 0 \text{ 以上の整数})$$

GR_n [%]: n 日目の成長率 A_n : n 日目のビーカー内に占めるアカウキクサの面積比と、定義する。これらは、2-2,3-1 についても同様である。

2-2 沈水処理によるアカウキクサへの影響評価（予備実験）

アカウキクサに付着した虫の駆除に際し、ビーカーにピンセットを用いた物理的駆除とアカウキクサを 60 分沈める沈水処理を行ったものを入れ、2-1 と同様の手法で飼育・解析し、アカウキクサの a*値変化量と成長率に対する影響を評価する。

3-1 温度変化による a*値と成長率の変化

採取時の気温で飼育した個体群を 20 °C、20 °C で飼育した個体群を 10 °C でそれぞれインキュベータを用いて飼育し、上記と同様の手法で解析を行う。

3. 実験結果

1-1 アカウキクサの同定

図 3 に示す根毛と図 4 に示す 1 段と 2 段の細胞突起の混在が見られたことから、本種をアメリカオオアカウキクサ(*Azolla cristata*)とニシノオオアカウキクサ(*Azolla filiculoides*)との人工交雑種²であるアイオオアカウキクサ(*A.cristata*×*filiculoides*)であると同定した。

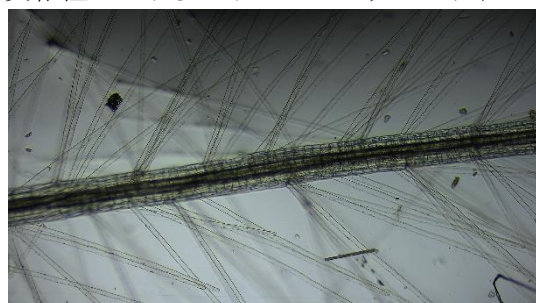


図 3 根毛

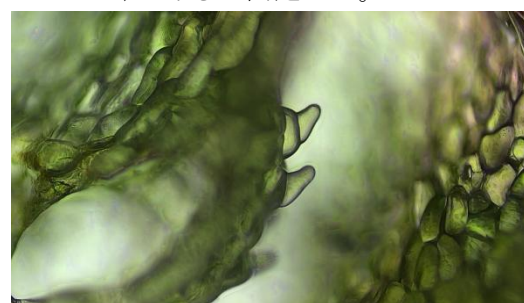


図 4 細胞突起

表 1 アカウキクサ属の外見的特徴（鈴木ら,2010）

学名	和名	根毛	突起	備考
<i>A. japonica</i>	オオアカウキクサ	無	目立たない	在来
<i>A. cristata</i>	アメリカオオアカウキクサ	有	2 段	外来
<i>A. filiculoides</i>	ニシノオオアカウキクサ		1 段	外来
<i>A.cristata</i> × <i>filiculoides</i>	アイオオアカウキクサ		1 段と 2 段の混在	外来

2-1 アカウキクサの個体間相互影響の評価（予備実験）

結果を図 5.6 に示す実験前の栽培温度についてはともに 20°C に設定した。株数の違いにより若干のばらつきは見られるものの 2 株と 5 株の a*値、成長率についていずれも差は見られなかった。

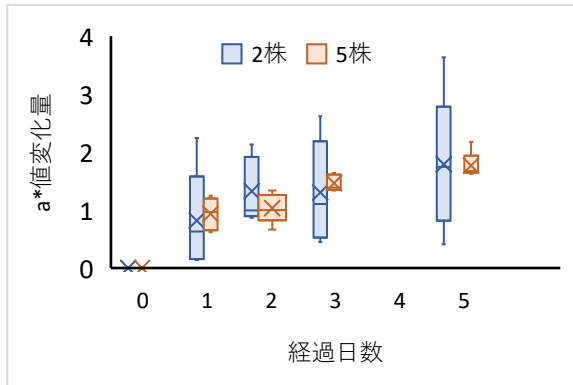


図 5 2-1 の a*値変化量 (n=5)

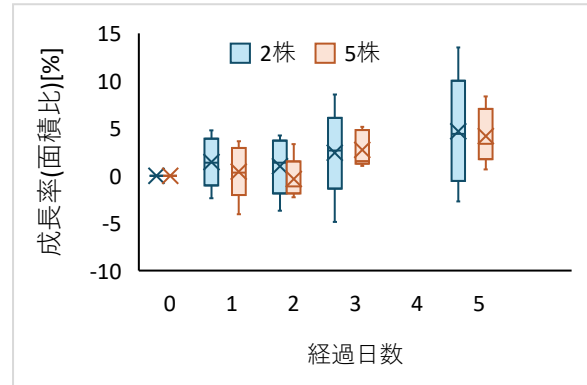


図 6 2-1 の成長率 (n=5)

2-2 沈水処理によるアカウキクサへの影響評価(予備実験)

結果を図 7.8 に示す。実験前の栽培温度についてはともに 20℃に設定した。株数が少ないことにより、若干のばらつきはみられるものの沈水処理有と沈水処理無の a*値、成長率についていずれも有意差は見られなかった。

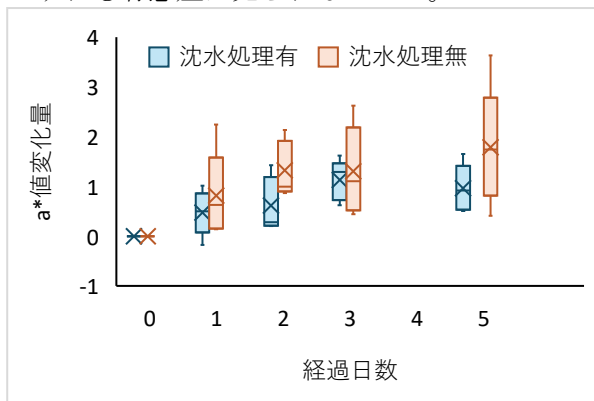


図 7 2-2 の a*値変化量 (n=5)

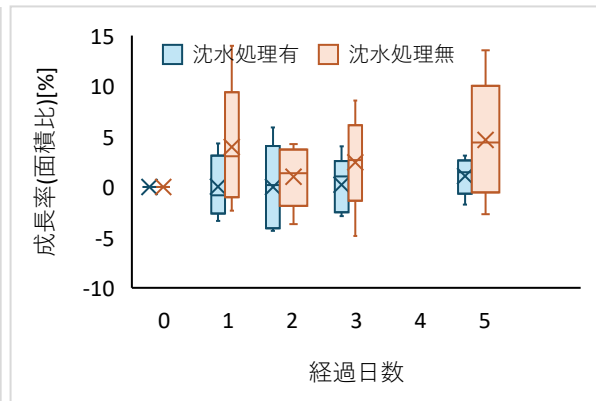


図 8 2-2 の成長率 (n=5)

3-1 温度変化による a*値と成長率の変化

結果を図 9.10 に示す。実験前の栽培温度において 10℃飼育のものを 20℃、20℃飼育のものを 10℃で飼育した。20℃飼育では a*値が平均して 5.6 減少、10℃飼育では平均して 0.8 増加が見られた。

この 2 つの実験群においてそれぞれの 0 日目と 9 日目の a*値平均値で t 検定を実施しいずれも有意差があった (20℃ : $p=0.008$, 10℃ : $p=0.009$)。また、20℃飼育は 10℃飼育に比べ、約 10.7 倍成長率が大きかった。

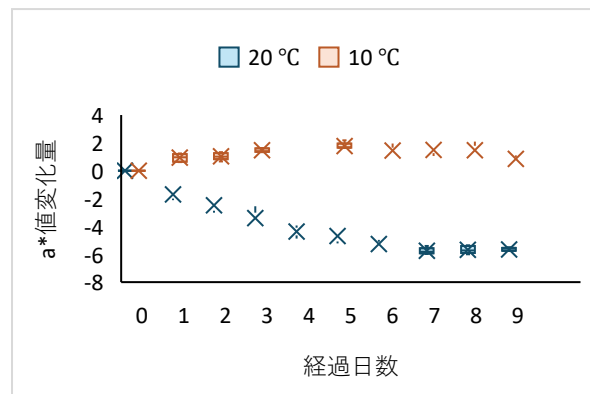


図 9 3-1 の a*変化量 (n=5)

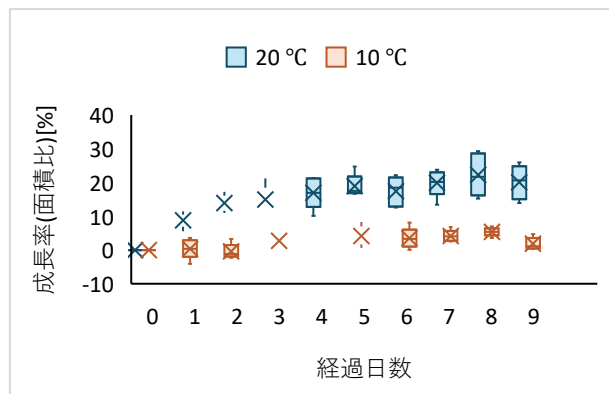


図 10 3-1 の成長率 (n=5)

4. 考察

予備実験(2-1,2)より、沈水处理の有無及び、株数の違いは成長率、 a^* 値変化量においてはその影響を無視できることが明らかとなった。また、3-1において、10℃飼育より20℃飼育の成長率が高かったことは、渡辺ら(1996)で示された至適温度18-28℃と合致する。これらのことから、10℃飼育での a^* 値上昇はアカウキクサの低温ストレスに対する応答であることが示唆された。先行研究では、ブドウ(黒王)が15℃前後でアントシアニンを生成し、赤みがかかることが示されている(森ら,2004)。葉表面でのアントシアニンの合成は温度ストレスなどといった環境要因による光合成抑制を阻害する役割を持つ(日本植物生理学会,2026)。しかし、 a^* 値の上昇が若干であったのは10℃という温度条件がアカウキクサにとって、大きなストレスではなかったと考えられる。

5. まとめ（結論と今後の課題）

アカウキクサの a^* 値上昇はアカウキクサが受ける低温ストレスに対しての応答反応であることが示唆された。今回の実験ではサンプルサイズが少ないことによるデータのばらつきが見られたことから、今後は十分なサンプルサイズで実験を行っていく。また、より低い温度での応答反応、高温条件下での応答反応を観察していく。また、アントシアニンの含有量を測定し、アカウキクサの成長率が最も低下する色調を特定し、効果的な駆除につなげることが今後の課題である。

6. 参考文献

- ・ 渡辺巖ら(1996). 「本邦における導入アゾラの生育について」. 『熱帯農業』, 40(3), 123-130.
- ・ 森健太郎ら(2004). 「ブドウ‘黒王’の成熟期における温度が果実の着色およびアントシアニン関連酵素活性に及ぼす影響」. 『園芸学研究』, 3(2), 209-214
- ・ The Pteridophyte Phylogeny Group. (2016). A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. *Journal of Systematics and Evolution November*, 54(6), 561-705
- ・ FNN プライムオンライン(2022). 「まるで陸地？ため池を覆い尽くす赤い物体は外来種「アゾラ」 大量発生で生態系に影響も」. <https://www.fnn.jp/articles/-/420929>. 2026年1月29日.
- ・ 鈴木武(2010). 「特定外来生物アメリカオオアカウキクサを含む外来アゾラの現状」. 『種生物学研究』, 33, 181-194
- ・ 角野康郎(2018). 『日本の水草』. 文一総合出版
- ・ 環境省(2025). 「同定支援マニュアル(植物)」. https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/manual/10hp_shokubutsu.pdf. 2026年1月30日.
- ・ 日本植物生理学会(2026). 「アントシアニンの出る理由 | みんなのひろば | 日本植物生理学会」. https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=1903. 2026年2月13日