

魚粉を用いた芝の緑化研究

2年3組 梶田 怜 2年3組 福田 祥子 2年3組 水田 侑輝
2年4組 岡崎 綾香 2年4組 水野 凜
指導者 窪地 育哉

1 課題設定の理由

宇和島では、宇和海の恵まれた自然環境を生かして真鯛の養殖が盛んに行われている。養殖真鯛は刺身などに加工され、全国の食卓に届けられるが、骨や内臓など約 65%は未利用部位として廃棄される。宇和島市に本社を置く秀長水産株式会社では真鯛の未利用部位を食品素材として利用することに取り組み、こうして作られた製品は「カルペイン」と呼ばれている。

カルペインは窒素やカリウムを豊富に含むことから、肥料としての効果が期待されており、実際に米栽培にも活用されている。一木ら (2020) は、カルペインを用いて芝を育成し、芝の緑化に対する魚粉肥料の有効性を示したが、データ量や測定期間の設定に課題を残している。我々は測定期間を延ばし、測定時期によるデータの変化を明らかにすることを目的に本研究を行った。

2 実験・研究の方法

(1) 試験区について

校内の花壇（芝の生育地）に約 30 cm × 30 cm の区画を設け、芝以外の雑草等を取り除き、カルペインと硝酸アンモニウム硝酸カリウムをそれぞれ散布する。実験に用いた芝の品種は高麗芝である。

(2) 散布について

散布量は、カルペイン 20 g / 200 mL 水を基準として、カルペイン 20 g に含まれるカリウム、窒素の物質量と同量となるように算出した硝酸カリウム水溶液および硝酸アンモニウム水溶液を用意し、それぞれの区画に散布した。カリウム、窒素の物質量を算出する際に、秀長水産株式会社から提供していただいた成分表を利用した。

【表-1】に、各区画区分および散布した溶液を示している。散布頻度は約 2 週間に 1 回とした。

【表 - 1】各区画区分における散布物

区画／区分	①	②	③
I	カルペイン 20 g / 水 200 mL	無散布	KNO ₃ / 水 200 mL
II	カルペイン 20 g / 水 200 mL	無散布	NH ₄ NO ₃ / 水 200 mL
III	カルペイン 20 g / 水 200 mL	無散布	無散布

(3) 結果の解析方法について

ア 画像による色の解析

週 5 日程度のペースで芝生の撮影を続けた。デジタルカメラで撮影して記録した。記録した写真はフリーソフト「GIMP for Windows」を用いて、画像の RGB 値を読み取りデータ化した。

「GIMP for Windows」では、画像データのピクセルごとに得られた RGB 値を度数分布として表す。その度数分布の平均値と中央値を区画ごとに測定し芝の色の変化とした。

ここで RGB 値について説明する。RGB 値とは光の三原色 R（赤）G（緑）B（青）を組み合わせた値であり、色を表現する際に用いられる。RGB 値は加法混色であるため、RGB

それぞれの値が最大であれば白色を示し、最小であれば黒色を示す。【図-1】によると、RGB 値の最大、つまり白色の状態から R 値と B 値を小さくしていくと、白は緑に近づいていく。また、R 値最小、G 値最大、B 値最小の色から G 値を小さくしていくと、緑色が濃くなり黒に近づいていく。そこで私たちは、「緑化」について R 値、B 値が小さくなり緑色が鮮やかになるプロセスと、G 値が小さくなり緑色が濃くなるプロセスの二つがあると考えた。



【図-1】RGB 値の変化のモデル

イ クロロフィルの定量による解析

各区画区分の芝を刈り取り細かく切ったものを約 1g 量りとり、アセトンにおよそ 48 時間浸してクロロフィル抽出液とする。そして抽出液から吸光度測定器を用いて吸収スペクトルを測定し、「Porra の式」【式 1】【式 2】によりクロロフィル濃度を算出する。

クロロフィル a [μg]

$$12.25 \times (\text{664 nm における吸光度}) - 2.55 \times (\text{647 nm における吸光度}) \dots \text{【式 1】}$$

クロロフィル b [μg]

$$20.31 \times (\text{647 nm における吸光度}) - 4.91 \times (\text{664 nm における吸光度}) \dots \text{【式 2】}$$

ここでクロロフィル a,b について説明する。クロロフィル a と b は、光合成に関与する二つの主要な色素である。クロロフィル a は青緑色の光を、クロロフィル b は黄緑色の光を反射しており、その反射した光が私たちには緑色として見えることになる。また、薄い色の葉から濃い色の葉になるにつれてクロロフィルの量が増えていくことが分かっている。

3 結果と考察

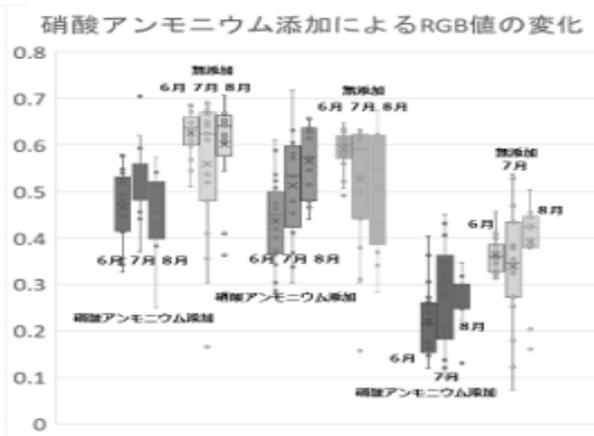
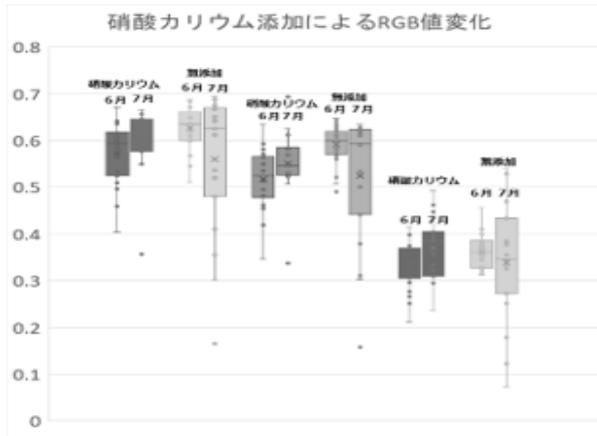
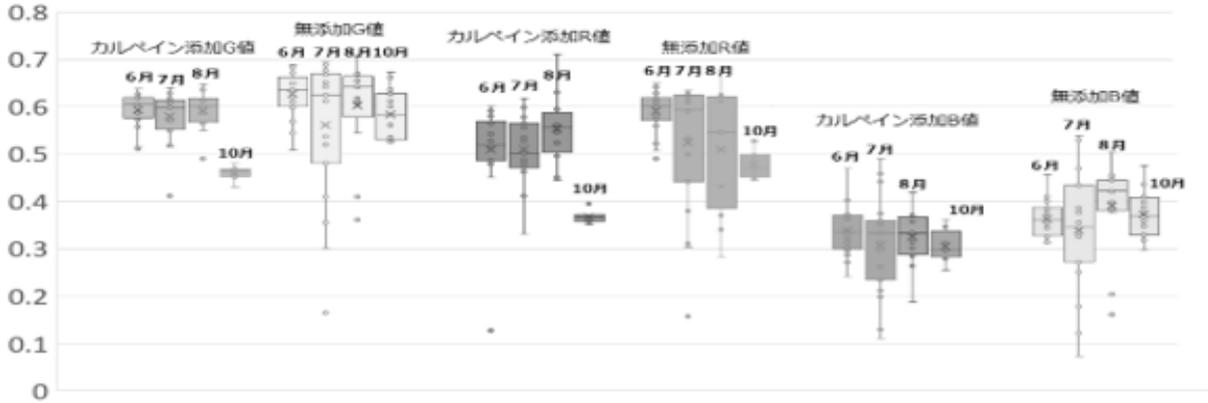
(1) 画像解析による結果

【図-2】に今年度 6 月から 10 月にかけてのカルペイン添加、硝酸カリウム添加、硝酸アンモニウム添加による芝の画像の RGB 値の変化を示した。また、【図-3】に昨年度秋期の画像解析による RGB 値の平均値を示した。

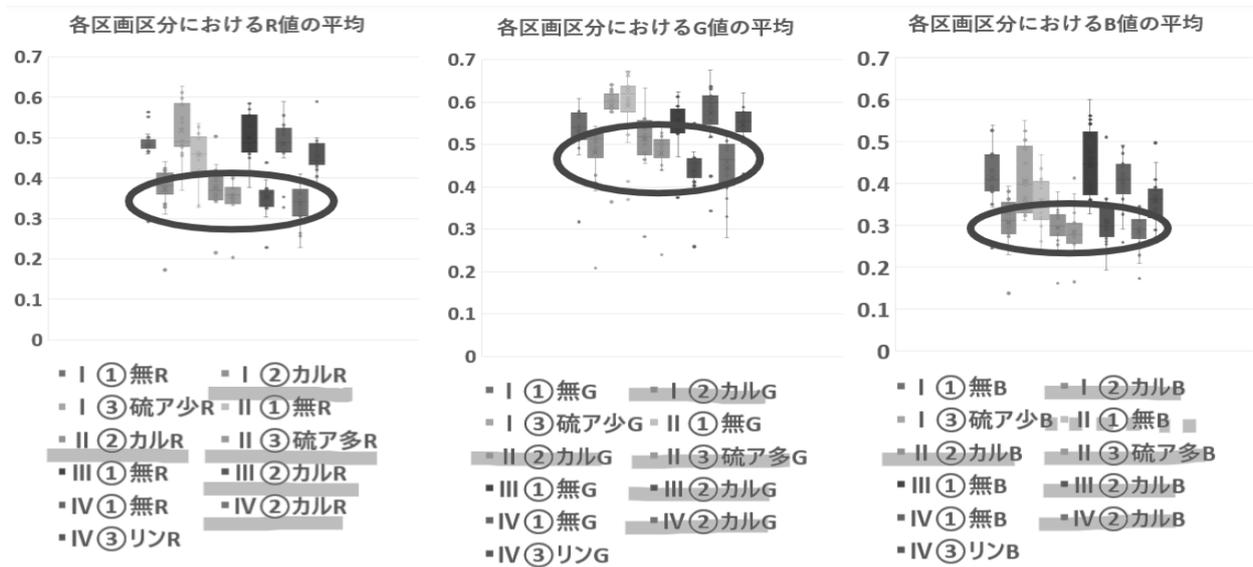
図によると、今年度のカルペインを散布した区分は全体的に RGB 値がやや低めになっている。また硝酸カリウムを散布した区分は R 値 G 値がやや低めになり、硝酸アンモニウムを散布した区分において、G 値 B 値は大幅に低くなり、R 値はやや低めになった。しかし、昨年度と比較においては全体的に高い値となっている。

RGB の値は RGB それぞれの値が最大であれば白色で、R 値と B 値が小さくなるにつれて緑色になる。また、R 最小、G 最大、B 最小から徐々に G 値を小さくしていくと少しずつ緑色が濃く、黒色に近づいていく。

カルペインRGB値の平均



【図—2】今年度の各区画区分における RGB 値の平均値



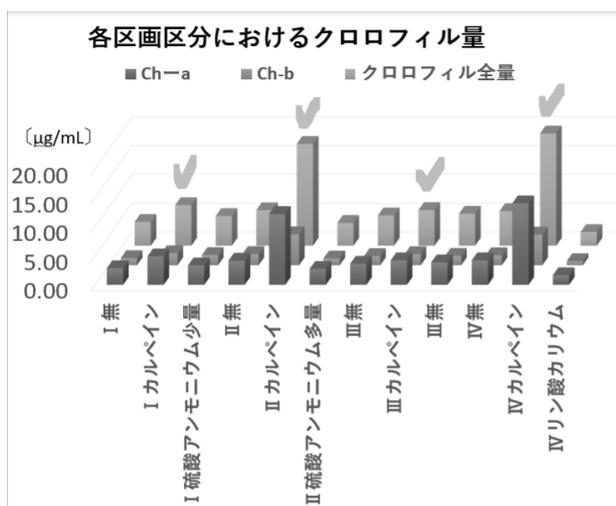
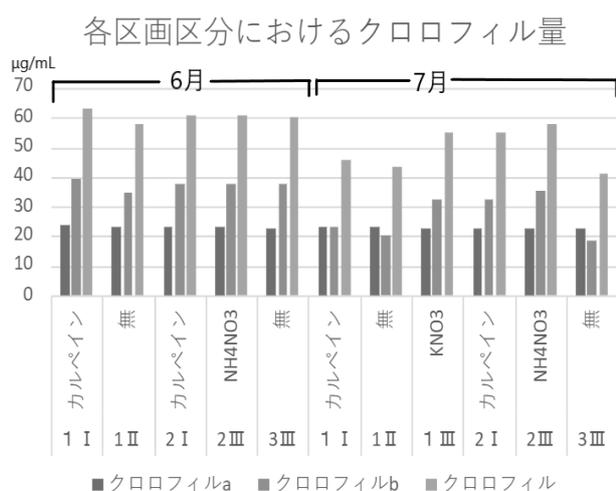
【図—3】昨年度の各区画区分における RGB 値の平均値

結果から、夏は秋ほどではないものの、カルペインが R 値 B 値を低下させ、緑を鮮やかにし、また G 値を低下させ、緑を濃くする効果があった。

また、目視で確認すると、カルペインを散布した区画、硝酸アンモニウムを散布した区画では、芝全体の背丈も高くなっていることが観察できた。

(2) クロロフィル量の吸光度測定による結果

【図-4】に今年度、【図-5】に昨年度の各区画区分におけるクロロフィル量を示す。



【図-4】今年度の各区画区分におけるクロロフィル量

【図-5】昨年度

図によると、昨年度の秋季はカルペイン区分のクロロフィル量が多くなっている一方で、今年度の夏季は区分ごとのクロロフィル量にあまり差がなく、カルペインの緑化作用が弱かったと考えられる。

4 まとめの今後の課題

GIMP を用いた RGB による画像解析と、クロロフィルの吸光度測定によって、カルペインの芝に対する緑化作用は、芝の鮮やかさが失われる冬季によく見られることが分かり、夏季は、特別化学肥料を与えなくても芝に十分な緑色が見られることがデータとして明らかになった。また、カルペインの散布区画において草丈が長くなっていたことから、カルペインは芝の緑化だけでなく生育にも大きな効果があることが確認できた。

今回は身近な場面でのカルペインの活用の一例として、芝の緑化に焦点を当てて実験、観察を行ったが、カルペインの商品価値をさらに高めるには、農作物の栽培への活用など、より直接的に我々の利益となる場面での活用を進めることが望ましい。冒頭でも述べたように、カルペインを用いた米栽培は実際に行われ成功している。今後、さらに広い場面でのカルペインの利用可能性について明らかにしていきたい。

参考文献

- ・一木昂大ほか、「魚粉を用いた芝の緑化研究」『令和2年度 SSH 生徒課題研究論文集』愛媛県立宇和島東高等学校,31-32
- ・静岡県総合教育センター第27回山崎賞「10 葉の色素の違いII」