

「カメ農法で生物多様性と農耕地の保全、循環型有機農業の実現」

愛知県立佐屋高等学校

3年 石井日香留 澤井亮太 屋宜虎我

1 はじめに

近年、農耕地を脅かす外来種が問題視されています。「農業と環境」の授業で農耕地での外来種の増加は、生物多様性の損失や農作物の捕食など様々な問題点があり、外来種を適切に駆除し、農耕地の保全と創造に努める必要があることを学びました。そこで私たちは外来種問題についてのプロジェクトを立ち上げ、佐屋高校周辺の生態系調

査を2018年より開始しました。また、2019年度からは愛知学泉大学の矢部隆教授にもご指導いただき、本格的なカゴ罠による捕獲調査も実施しました。

2 生態系調査の結果

捕獲した在来種はフナやモロコ、スジエビなど約17種類で、多種多様な生物が生息していることが分かりました。捕獲している生物の中にはオイカワやカマツカ、テナガエビなど木曽川水系の魚が見られました。また、水生植物のヨシやオモダカなども多く確認できました。さらに絶滅危惧種のニホンイシガメやメダカなども見られました。17種類の在来種を捕獲できたのは、本校周辺に豊かな自然環境が残っていることを物語っています。



木曽川水系の魚が確認できたのは水田に木曽川の水を組み入れており、パイプラインで運ばれてきたのだと推測されます。近年は農薬などで水生植物が減っていますが、本校周辺では多く生息していることが分かりました。水生植物は浄水効果なども期待でき、ヨシはオオヨシキリなどの貴重な住処となっています。さらに絶滅危惧種を捕獲できたことも驚きでした。ただ、メダカに関しては本校周辺でも、カダヤシより数を減らしていたので心配になりました。また、ニホンイシガメは本来、中山間地域の河川や田んぼに生息しており、クサガメとの交雑個体が見つっています。



そのため、遺伝子汚染が深刻化していることが示唆されました。一方、外来種もブルーギルやスクミリンゴガイ、ヌートリアなど8種類と多く生息しており、生態系の破壊や農業被害を出していることが考えられました。生物多様性や農耕地の保全のためには、外来種の適切な駆除が必要であり、私たちは外来種の中で最も多く捕獲したミシシッピアカミミガメ（以下、アカミミガメと記載）に焦点を当て、研究を進めることにしました。

3 アカミミガメとは

アカミミガメの学名は *Trachemys scripta elegans* で、北米原産の外来種です。繁殖率が極めて高く、成体になると草食傾向が強くなり、イネやハスなどを食害することが知られています。

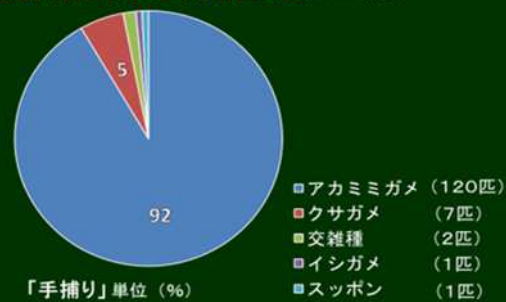
下の図は、佐屋高校周辺の水田で発見したアカミミガメの食害と思われる痕跡です。



4 カメ類の捕獲調査



佐屋高校周辺のカメ類の捕獲状況 (2018年度)



佐屋高校周辺のカメ類の捕獲状況 (2019年度)

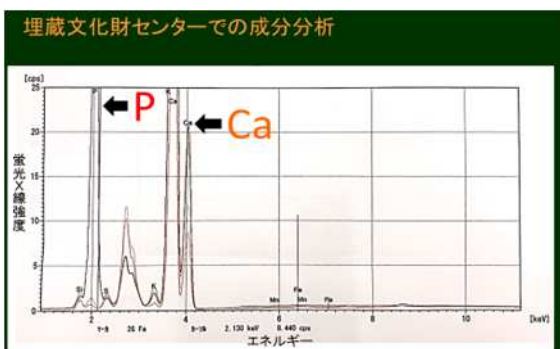


私たちは農耕地の保全や、生物多様性を守るためにカメ類の捕獲調査及び、アカミミガメの適切な駆除を行い、2年間で約450匹のアカミミガメの駆除に成功しました。調査の結果、捕獲したカメ類の中に占めるアカミミガメの割合は2018年度では92%、2019年度では86%という結果になりました。

しかし、このアカミミガメは人間が飼育しきれなくなった個体が野に放たれたものであり、彼らに罪はありません。そこで、恵まれなかった命を肥料化することで農業に役立てることにしました。

5 甲羅の成分分析

はじめに、甲羅に含まれている成分を調べるため、愛知県埋蔵文化財センターに蛍光線分析を依頼しました。分析の結果、カメの甲羅には、リンとカルシウムが多く含まれていることが分かりました。特にリンは肥料の三要素のひとつで、花付きや実つきを良くするなどの効果があり、農業



リンとカルシウムが多く含まれている

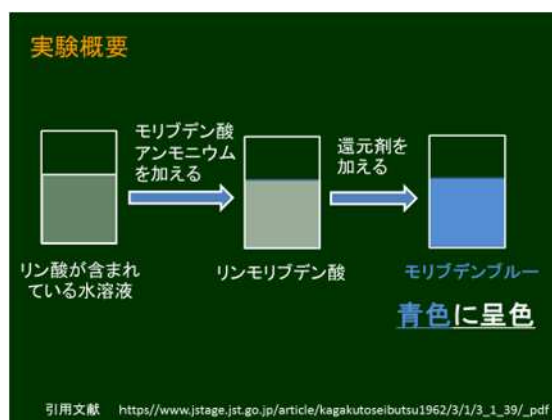


に役立てられると考えられました。ただし、作物に栄養分が吸収されるためには、水に溶け出す必要があります。そこで、甲羅を水に浸すことでリンが溶け出すか実験を行いました。

6 リン酸の比色定量法

水溶液中におけるリン酸の検出は、次のような方法が広く知られています。

リン酸は、モリブデン酸イオンと反応し、リンモリブデン酸へと変化します。このリンモリブデン酸を還元することで、青色のモリブデンブルーへと変化します。試料溶液に同様の操作を行いモリブデンブルーが生成すれば、リン酸が存在しているといえます。詳しい実験操作については、1965年に日本農芸化学会から発表された中村道徳さんの「リン酸の比色定量法Ⅰ」という文献を参考にしました。



参考文献

リン酸の比色定量法Ⅰ
中村道徳(1965)

引用文献 https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakutoseibutsu1962/3/1/3_1_39/_pdf

7 リン抽出実験

はじめに、甲羅を水に入れ数時間放置し成分を抽出しました。この液体をカメ抽出液と名付けました。

次に、カメ抽出液に希硫酸水溶液を加えます。そこにモリブデン酸アンモニウム水溶液を加え、さらに硫酸鉄水溶液を加えました。その結果、カメ抽出液が青色を呈しました。この青色は、モリブデンブルー由来と考えられます。この実験から、カメの甲羅からリン酸が水溶液中に溶け出していることが明らかとなり、カメの甲羅を肥料として活用できることが考えられました。

使用器具・試薬

器具 100 mLビーカー 薬さじ 駒込ピペット メスシリンダー

試薬

3.75 mol/L 硫酸 (H ₂ SO ₄)  使用量 5 mL	10% 硫酸鉄(II) 水溶液 (FeSO ₄)  使用量 10mL	6.6% モリブデン酸 アンモニウム水溶液  使用量 5 mL
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

結果



カメの甲羅からリン酸が溶け出していることが分かった。

考察

カメの甲羅を肥料として農業に活用できると考えられる。

8 カメ肥料の作成

続いて、肥料化の検討及び植物の生育への評価を行いました。

カメ肥料の作成方法は、捕獲したアカミミガメを安楽死させるため冷凍処理した後、堆肥製造装置に投入します。すると、1、2週間ほどで、甲

羅だけになって出てきます。この甲羅をハンマーで砕きチップ状にします。これでカメ肥料であるカメチップの完成です。

方法(カメの肥料化)

①



方法(カメの肥料化)

②



方法(カメの肥料化)

甲羅をハンマーで砕く



9 ニンジン栽培

作成したカメチップを用いてニンジン栽培を行いました。栽培方法はプランター栽培で行いました。ニンジンの生育具合でカメ肥料の有用性を検証しました。

肥料の散布においては、用土に混ぜ込む方法お

よび表面にまく方法の2通りを検証しました。混ぜ込む方法については、カメチップの量を、100、200、300gの3通りの試験区を作成し、カメチップの量による生育の違いも検証しました。比較としてカメチップなしの対照区を設定し、栽培しました。

方法(ニンジンの栽培)

試験地 佐屋高校敷地内(プランター栽培)

栽培期間 2018年 10月1日～12月26日

調査項目 ニンジンの生育具合

調査道具 ノギス



ニンジン栽培の結果、生育具合は対照区よりカメチップを用いた試験区の方が大きく成長し、表面にまいたものが最も大きく成長しました。また混ぜ込みでは、カメチップの量が多くなるにつれ可食部が1cm程度大きく成長しました。

表面にカメチップを散布した試験区の生育が最も良かった理由は、土壌表面に散布したことによって、雨などがカメチップに良く当たり、甲羅に含まれている成分を多く土壌に浸透させることが出来たからだと考えられました。ここからカメチップは肥料としての有用性が高いと考えました。

方法(ニンジンの栽培)

混ぜ込み

100g 200g 300g

表面散布

対照区



3 生育具合



生育具合の結果

対照区よりも、カメチップを使用した試験区が大きく成長した。表面散布が最も大きく成長した。

考察(ニンジンの栽培)

考察

雨などにより甲羅に含まれるリン酸成分が溶け出したと考えられる。



リン酸の肥料としての有用性がある。

10 カメ炭の作成

さらに「植物バイオテクノロジー」の授業で活性炭培地の発育阻害物質を吸着するという活性炭の役割を学び、カメの甲羅も炭化させることで活性炭の代わりに活用できるのではないかと考えました。そこで、青森県にある三本木農業高校で、殺処分された動物の骨を炭化して活用している、『命の花プロジェクト』を参考にし、カメの甲羅を炭化させました。甲羅の炭化は、甲羅を密閉可能な缶に詰め、その上からもみ殻をかぶせ、1日以上蒸し焼きにして作成しました。炭化させた甲羅はカメ炭と名付けました。甲羅を炭化させたことで、硬くて砕きにくかった甲羅がパウダー状にまで簡単に加工することが可能となりました。

炭化させてみよう！



三本木農業高校



カメチップ



カメ炭

カメ炭パウダーの作成



カメ炭



乳鉢ですり潰す



カメ炭パウダー

1 1 植物組織培養での利用

「植物バイオテクノロジー」の授業で学んだ無菌操作の技術を活かし、植物組織培養での研究も開始しました。カメ炭パウダーを活性炭の代わりに利用し、シンビジウムの茎頂培養とコチョウランの無菌播種を行っています。現在シンビジウム、コチョウランともに、カメ炭培地ですくすく成長しています。

植物組織培養への利用

シンビジウムの茎頂培養



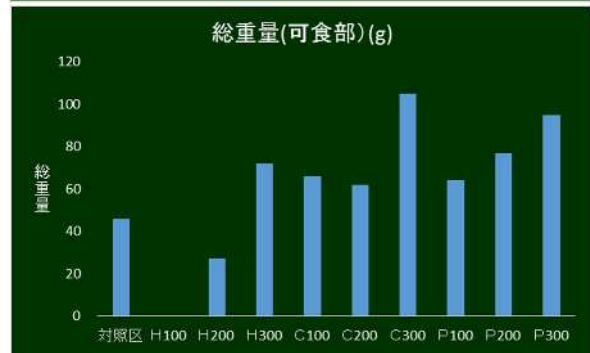
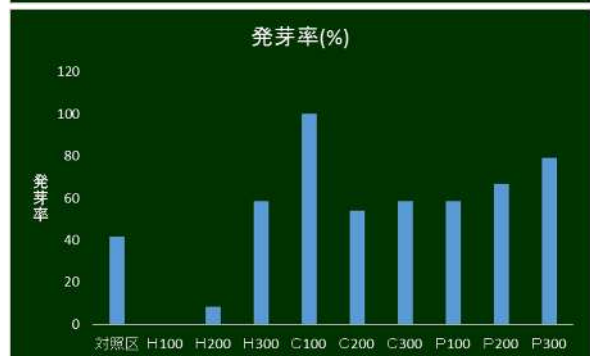
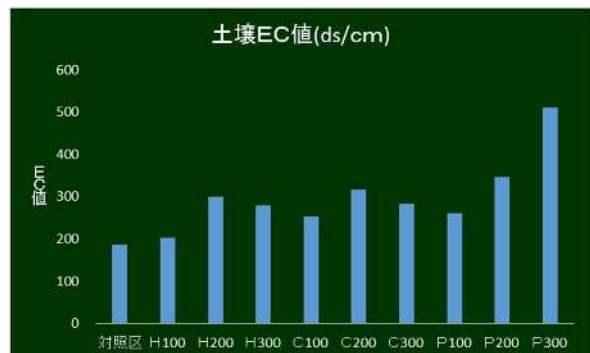
コチョウランの無菌播種



1 2 ミズナの栽培

ニンジン栽培の結果を参考に対象野菜を変え、ミズナによる調査を行いました。調査方法は、ニンジンのときと同様に、混ぜ込みと表面散布を100g、200g、300gの試験区を作成し行いました。また、今回はチップ状とパウダー状にしたカメ炭による生育の差や、土壌EC値、発芽率を研究しました。

実験の結果です。グラフのHは表面散布を、Cは混ぜ込みチップを、Pは混ぜ込みパウダーを示しており、そのあとの数値はカメ肥料の量を示しています。100だとカメ肥料100g、200は200g、300は300gを表しています。



EC値をみると、カメ肥料を用いた試験区が、対象区に比べて、パウダー300g区が最も高く510 ds/cm でした、一般的に植物体の生育に適したEC値にするには理論上、カメパウダーが1.4kg必要だということもわかり、今後の駆除活動に力を入れる必要があることが分かりました。

発芽率もカメ肥料を多く用いた方が高く、混ぜ込みチップ試験区の100gが100%となりました。しかし表面散布では発芽率が悪く、カメチップが重しとなってしまったと考えられます。

可食部の総重量は、混ぜ込みチップ試験区の300gが最も高く、次いで混ぜ込みパウダー試験区の300gが高くなりました。そのため、カメ肥料の量が多いほど総重量が増えると考えられました。

以上の結果から、カメ肥料を用いることは植物の生育に有効であることが分かり、リンなどの肥料成分を土壤に浸透させることが出来たと考えられました。表面散布区においては土壤水分の蒸発を防ぐ効果が期待されました。また、甲羅には小さな穴がたくさん開いており、チップ状にしたカメ肥料を用土に混ぜ込むと、気相を作る効果も考えられました。さらに、パウダーにして混ぜ込むことで、土と結合し、土壤の団粒化につながる事が証明されました。現在は甲羅に含まれるリンの効果を調べるため、骨粉との比較実験をトマト栽培で検証しています。

13 カメチップの普及活動

カメチップの認知度の向上にも取り組みました。昨年の12月26日に行われた第一回尾張農クフェスタでは、鉢植えを美しく見せる化粧砂として炭化させたカメチップを使った多肉植物の寄せ植え体験を行い、校外にカメチップを知っていただく機会となりました。さらに、この取り組みが評価され多くのコンクールで入賞し、中日新聞

や日本農業新聞などで掲載していただきました。また、弥富市長の安藤様に表敬訪問させていただきました。



14 まとめ

- ・捕獲作業を行い、アカミミガメを駆除することが出来た。
- ・カメの甲羅から植物の生育に有効な成分が溶け出すことが実験により明らかになった。
- ・カメの甲羅は肥料としての有用性があることが分かった。

15 今後の目標

今後は、カメ肥料の普及に向けて、カメ肥料を用いた循環型有機農業で作物を栽培し、カメ農法によりブランド化していきたいと思っています。企業や行政とも協力をして、産・官・学で連携し、地域でカメ農法を行い地域農業の発展や生物多様性の保全を目指したいと思います。さらに、カメ農法により栽培した作物を子供たちに食べてもらい、外来種問題や食の安全、命の大切さを知ってもらうきっかけになればと思います。

私たちは生物多様性の観点からも、引き続きアカミミガメの適切な駆除を行っていきます。そしてカメ肥料の有用性を確立させ、農耕地の保全と農業の発展につなげていきます。

