

とやま科学オリンピック 2024

# 分野問題

## 生物

(高校部門)

2024年8月9日(金)

時間：10時50分～12時10分(80分)

### 注意事項

1. 指示があるまで問題冊子を開かないで以下の注意事項をよく読むこと。
2. 問題は1と2で、5ページにわたって印刷してあります。
3. 机の上に置けるものは、筆記用具のみとします。
4. 実験はチームで協力して行うこと。他のチームの実験操作を参考にしてはいけない。
5. 解答はすべて解答用紙に記入、チームで1部を提出すること。
6. 参加番号を解答用紙の決められた欄に記入すること。
7. 観察・実験等に当たっては、安全に十分注意すること。
8. 実験中にけがをしたり、器具の故障・破損が生じたりしたときは速やかに申し出ること。
9. 途中で気分が悪くなった場合や、トイレに行きたくなった場合には、すぐに申し出ること。

みなさんの健闘を期待しています。

富山県 富山県教育委員会

1 富山県内を含め、日本国内にはさまざまな外来生物が生態系内に移入してきており、生態系全体への影響が懸念されている。ある山の西側の標高 650m 付近で外来生物である植物種（以下、植物Aとする）が繁茂していることが確認され、西側ではおおよそ標高 600m～700m にのみ生育していた。（図 1）そこで、標高 600m～700m における植物Aの個体数を調査するために区画法による個体数の推定を行った。以下はその説明である。

- [1] 標高 600m～700m 付近において一定面積の区画を 20 区画設け、区画内に生育する外来植物Aの個体数を数えた。なお、図 1 はこの山の地図に区画の位置をプロットしたものである。図中の ↑ の太曲線は 700m の等高線を示す。
- [2] 1 区画あたりの平均個体数を求めた。
- [3] この山全体の標高 600m～700m の総面積を計測した。
- [4] 総面積と区画の面積との比率を求め、この山の 600m～700m における植物Aの総個体数を推定した。

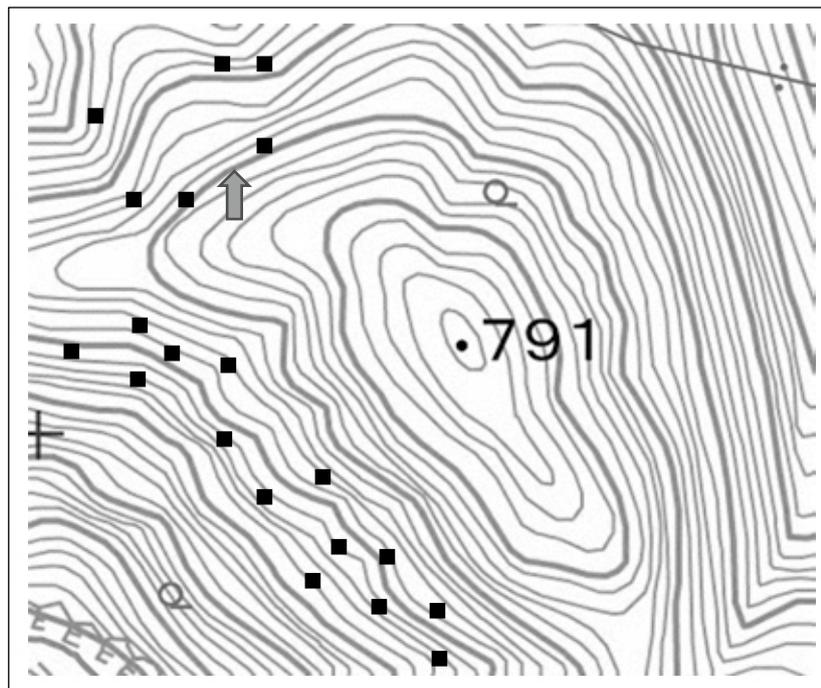


図 1 区画法におけるプロット図（縮尺 1/25000）

- (1) 外来生物の侵入が、侵入した地域の生態系にもたらす影響について述べたア～オの記述のうち、正しいと判断できるものを**すべて**選び、記号で答えなさい。  
ア 近縁の在来種とのあいだで雑種が生じて繁殖し、在来種の遺伝的多様性が失われることがある。

- イ 外来生物が近縁の在来種よりも高い繁殖力や強い適応力をもつ場合、在来種の生息域の縮小や個体数の減少をもたらすことがある。
- ウ その地域の生態系には存在していなかった新たな種が加わるため、種多様性が増し、生態系が安定しやすくなる。
- エ 外来生物と在来種とのあいだに直接的な食う食われるの関係性がみられない場合でも、その外来生物の侵入が在来種の個体数に影響を及ぼすことがある。
- オ 外来生物の侵入によって、それまでその地域には存在していなかった病気の発症や病原体への感染が発生することがある。

(2) 前ページ調査では改善すべき点やあらかじめ調査すべき点があり、この調査で個体数を推定しても実測値とは大きく異なる可能性が考えられる。少しでも正確性のある調査とするための改善点または調査事項を、そのように判断した理由とともに、考えられる限り列挙しなさい。ただし、山の全域を調査する、調査区画数を増やす、という改善は現実に厳しいとみなし、改善点からは除くこととする。

(3) 植物の中には、競争する他の植物の生育を阻害する化学物質を分泌するものが知られており、そのような生育阻害作用はアレロパシーといわれる。図2は日本でみられる外来生物であるセイタカアワダチソウである。アレロパシーの作用をもつ外来植物が移入すると、在来植物の生育が阻害され、生態系に大きな影響を及ぼす。ある外来植物（以下、植物Bとする）と在来植物（以下、植物Cとする）が混在している場所では、徐々に植物Cの分布度が低下していた。そこで、カズヤさんとミナミさんはこの作用をさらに調べようと思い、それぞれ実験を企画した。以下はそのときの会話である。空欄①、②の部分ではそれぞれの実験の目的を述べているが、それぞれ適する文章を答えなさい。

著作物引用箇所のため非公表

図2 セイタカアワダチソウ

カズヤ：ほぼ同じ生育状態の植物Bが生育しているプランターを2つ用意して、  
1つは植物Bが生育するプランター内の、植物Bから30cm離れた位置に植物Cの種子をまくんだ。もう1つの方は、植物Bが生育するプランター内にはまかずに別のプランターにCの種子をまいて、植物Bが生育するプランターから30cm離れた位置に置く。そして、植物Cの発芽率とその後の生育度を比較することで、( ① ) を明らかにすることができると思うんだ。

ミナミ：いい案だと思うよ。私は、それとは別の視点から実験をしてみたい。発芽後2週間が経過した同じ生育状態の植物Cのみが生育するプランターを2つ用意して、1つは別プランターに植えた植物Bから30cm離れた位置に置く。もう1つは、植物Bから10m離れた位置に置いて、植物Cのその後の生育度を比較することで( ② ) を明らかにできるんじゃないかと思うの。

カズヤ：それもいいアイデアだね。それぞれやってみよう。

- (4) (3)の植物Bと植物Cとの関係において、植物Cの生育を阻害する水溶性の物質が植物Bのある器官で合成され、土壤に放出されていることが調査によって示唆された。この物質が個体のどの器官で合成されているのかを推定するには、どのような実験を行えばよいか。実験方法を立案しなさい。ただし、合成器官以外にこの物質が含まれていたとしても少量であるものとする。

2 地球上には175万種以上の生物が生息しているといわれる。地球上で繁栄する生物集団の1つに昆虫類があるが、その中でもアリは生態系の重要な担い手といわれる。アリは、南極大陸、グリーンランド、アイスランド、一部の島国を除く地球上のほとんどの場所に生息し、1万2000種以上いるとされる。2022年には米国科学アカデミー紀要で、地球上に生息するアリは2京(20,000,000,000,000,000)匹という報告がなされた。

- (1) 7匹のアリを準備した。デジタル顕微鏡、アリに関する資料、その他バットの中の観察器具を必要に応じて活用し、次のことを確かめなさい。
- ① 準備したアリは、アリに関する資料に記載されたアリのいずれかである。アリの同定を行い、何種類のアリがいるか答えなさい。またアリについて観察し、その種であると同定した根拠となるアリの特徴をすべて記入しなさい。
  - ② 同定したアリについて、アリの形態がわかるようにデジタル顕微鏡を用いて、アリの背面、側面の様子を写真に記録し保存しなさい。(2種類の場合は背面・側面×2で計4枚)また、解答と保存資料とを照合をするため、解答用紙の例にならって、保存をした順番を①の解答欄右端に数字で書きなさい。提出しない写真については、デジタル顕微鏡のデータから削除しなさい。
- (2) (1)で同定したアリの形態的特徴から系統樹を作成しなさい。また例にならって形態的特徴を系統樹中に書き記しなさい。

#### 4種類の場合の例



- (3) 身近な地域のアリの分布域を調べるために、あなたが通う高校敷地内にどのようなアリが生息しているのか調べたい。その場合、どのようなアリの採集方法が考えられるか、①準備物②方法を立案しなさい。

- (4) ① アリのように，生態系において土壌有機物の解体を行う生物を何というか。
- ② 同じ生態系での役割を担う仲間にシロアリがいる。シロアリは「アリ」と名前につくが，アリとは全く異なる系統に位置する種である。図3はシロアリの写真である。同定したアリの身体の形態的特徴と比べて，シロアリの形態的特徴の違いについて述べなさい。その際，(1)で活用したアリに関する資料の情報を基に考えてよい。

著作物引用箇所のため非公表

図3 シロアリ

- (5) アリはハチと同じ系統の生物であり，社会性昆虫の1種でもある。社会性昆虫とは「個体がコロニーと呼ばれる集合体を作って生活する種」であり，ワーカーと呼ばれるアリが姉妹の世話をする。
- ① アリAと下記に示すアリとの血縁度を答えなさい。なお血縁度とは「2つの個体がどれだけ近縁か」のことである。
- 女王アリ（母），アリB（姉妹）
- ② ①の結果から，ワーカーはなぜ姉妹の世話をを行うのか。考えられることを述べなさい。



