

理学部理学科生物科学コースの出題例(学校推薦型選抜)

生物科学コースでは、以下のようなテーマ問題を提示し、時間内(90分)での解答を求めます。
なお、これはあくまで出題のイメージを理解いただくための例題であり、実際の出題において取り上げるテーマや問題の分量などは年度によって変わります。

問題

植物の種子の発芽には、水分のほかに、温度、光などさまざまな要因が関係する。ホウセンカの発芽に影響を与える養分などを調べる目的で、次のような実験を行った。この実験について、問1～問4に答えなさい。

- (1) 図1に示すように、ホウセンカの種子200粒をシャーレの中の湿らせた「ろ紙」の上に置き、ふたをして25℃の暗所に7日間おいた。なお、「ろ紙」には、表1および表2に示すように、いろいろな条件の水溶液や浸出液〔注1〕をしみこませている。
- (2) 7日後に、発芽している種子と発芽していない種子を数えて「発芽率」を求めたところ、表1および表2のような結果が得られた。

〔注1〕：この実験で用いた「浸出液」とは、50gの土壌などを200mLの蒸留水と混合し、4時間おいた後に「ろ紙」でろ過した液である。

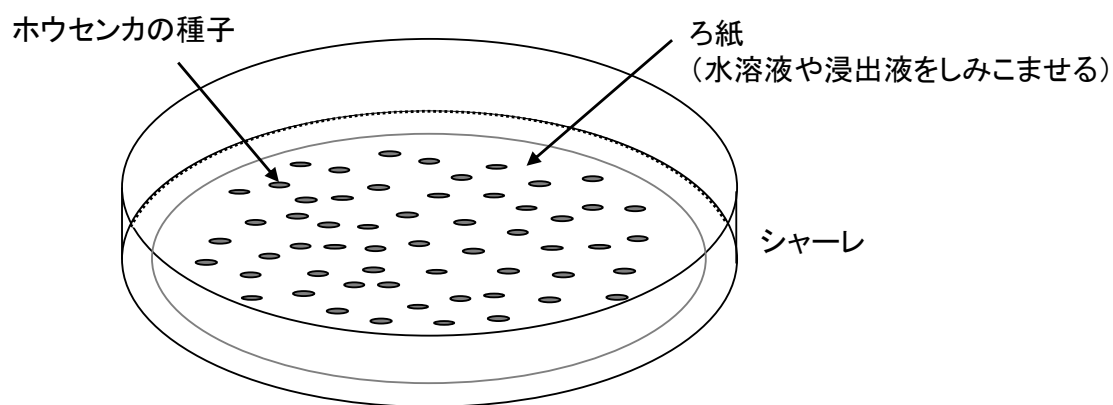


図1 ホウセンカの発芽実験の方法

表1 しみこませた水溶液の硝酸イオン濃度と発芽率

硝酸イオン濃度 ($\times 10^{-3}$ mol/L)	発芽率 (%)
100	86
25	98
4.5	98
2.5	92
0.4	56
0.1	34
0.01	13
0	11

表2 いろいろな浸出液中の硝酸イオンの有無および pH と発芽率

ろ紙に染みこませた液	硝酸イオンの有無	用いた溶液の pH	発芽率 (%)
庭土の浸出液	あり	6.0	97
水洗した庭土の浸出液	なし	6.2	13
腐葉土の浸出液	あり	5.8	91
ピートモス ^{*1} の浸出液	なし	4.4	11
バーミキュライト ^{*2} の浸出液	ア	6.8	8
水道水	イ	6.8	53
蒸留水	なし	6.8	4

*1 ピートモス：寒冷地の湿原に堆積したコケなどを利用した園芸用土

*2 バーミキュライト：「ひる石」という石を焼いて作った土壌改良材

問 1 表 1 に示した実験について、発芽率の違いが硝酸イオンのみによる影響であると結論づけるためには、あらかじめ統一しておくべき実験条件がある。その条件を 75 字以内で述べなさい。

問 2 表 2 の硝酸イオンの有無に関して、「ア」および「イ」には「あり」または「なし」のどちらが入ると考えられるか。表 1 を参考にして「ア」、「イ」に記入すべき語句を解答欄に答えなさい。次に、そのように考えた理由、さらに、表 1 および表 2 の実験結果からわかるホウセンカの種子の発芽率に対する硝酸イオンと pH の影響を 300 字以内で述べなさい。

問 3 自然界では、硝酸イオンの供給に微生物の働きが必要である。このことについて述べた次の文章の「ウ」～「キ」に適切な語句を答えなさい。

生物の遺骸に含まれる有機窒素化合物が微生物に分解されて生じた「ウ」は、「エ」や「オ」といった細菌の働きで硝酸イオンとなる。「ウ」を硝酸イオンに変換する働きは「カ」と呼ばれる。一方で、一部の植物の根に共生する細菌は空気中の窒素分子を窒素化合物に変えることができる。この作用を「キ」という。

問 4 この実験で浸出液を作るのに用いた「ピートモス」とは、寒冷地の湿原に生育しているコケや草の繊維が、枯れた後も完全に分解されることなく厚く堆積したものである。この実験で用いたピートモスは、年平均気温が 4℃(月平均気温が、冬期-10℃から夏期 12℃の範囲)の地域で形成されている。

暖地(たとえば、月平均気温が、冬期 3℃から夏期 25℃の範囲にある水戸市)の湿原では、植物の繊維が数ヶ月で分解されてしまい、ピートモスはできない。これは何故だろうか。その理由を考えるために、植物の繊維質を分解する酵素の一つについて、その反応速度(繊維の分解速度)が温度によってどのように変化するかを調べたところ、表 3 のような結果になった。表 3 をもとに、「温度」と「繊維の分解速度の相対値」の関係を、解答用紙の(A)の方眼を利用してグラフにきなさい。ただし、定規の使用は不可なので、線はフリーハンドで描きなさい。また、グラフをもとにして、ピートモスが寒冷地の湿原で形成され、暖地の湿原では形成されない理由を解答用紙の(B)に 250 字以内で述べなさい。

表 3 ある酵素による植物繊維の分解速度と温度の関係

温度 (°C)	繊維の分解速度の相対値
0	4
10	15
20	27
30	55
40	100
50	60
60	25
70	2
80	0