

試験問題 I

2026 年度 酪農学研究科 修士課程 第 1 期入学試験問題

(選択： 地球環境保全学)

【解答又は解答例】

本試験問題は、「試験問題 I」と「試験問題 II」からなっています。これらのいずれかを選択し、その中の全ての設問に回答しなさい。I と II の中から任意の設問を選択して回答することはできません。

次の問題 1~4 について答えよ。なお、問題文の最後にキーワードがある場合は、それらのキーワードを用いても用いなくとも良い。

問題 1. 陸域生態系における炭素の蓄積量は、植物体と土壌とで比較するとどうか。また、土壌の中では深さにより、何によってどのように変わるか、それぞれ説明せよ。(キーワード：土壌有機物、炭素濃度)

陸域生態系における炭素の蓄積量は、多くの場合植物体よりも土壌に多く貯蔵されている。森林の場合、地上部・地下部の植物バイオマスに蓄えられる炭素よりも、土壌中に存在する土壌有機物 (SOM: soil organic matter) として存在する炭素量の方が数倍大きいことが多く、土壌は長期的な炭素の貯蔵庫として機能する。さらに土壌内の炭素量は、深さによって性質と量が大きく変化する。表層土では地表の生物の遺骸、主に植物の落葉落枝など新鮮な有機物が供給されるため、土壌有機物の量が多く、炭素濃度も表層に近いほど高い。そして、深層に向かうほど有機物の供給が減少するため、土壌有機物量は一般に減少し、炭素濃度も低くなる傾向にある。また、深層ほど鉱物の風化も小さく、そうした風化生成物による有機物安定化も有機物量に寄与する。

問題 2. 土壌有機物中に見られる主要な生体分子について、物質名とその特徴を挙げながら概説せよ。(キーワード：植物細胞壁、難分解性、微生物体)

土壌有機物を構成する主要な生体分子には、植物起源と微生物起源のものがある。植物起源のものとしては、まずセルロースやヘミセルロースがあり、これらは植物細胞壁を構成する多糖で、比較的分解されやすい。これに対し、植物細胞壁の重要な構成要素であるリグニンは芳香環構造をもつ高分子であり、化学的に安定で難分解性であるため、土壌中に長く残留しやすい。微生物起源の成分としては、細胞壁を構成するキチンやペプチドグリカン、さらにアミノ糖や微生物残渣由来のタンパク質が含まれる。これらの一部は、土壌中の鉱物と結びついて長い滞留時間を示すこともある。このように、植物細胞壁由来の多糖類・リグニン、そして微生物体由来のアミノ糖・タンパク質などが、土壌有機物の主要な生体分子として存在している。

問題 3. 森林などの陸域生態系土壌の物理的環境において、リターや土壌有機物が特に土壌の水分環境および土壌構造に与える影響について説明せよ。(キーワード：リター直下、硬度)

森林土壌では、リターと土壌有機物が水分環境と土壌構造に大きな影響を与える。リターはリター層を形成し、地表を覆って蒸発や急激な乾燥を防ぐため、リター直下の土壌は保水性が高く湿度が安定する。さらに土壌有機物は多孔質で毛管も豊富なため、水を保持し、土壌全体の保水力を高める。構造面では、リター分解で生じる有機物が豊富に存在するため土壌の硬度は低く、有機物はさらに鉱物粒子を結びつけ、団粒構造を形成して通気と水分の浸透性を改善する。一方、有機物の少ない土壌では団粒が壊れやすく、土壌が締まり、硬度が高くなる。このように、リターと土壌有機物は森林土壌の水分安定化と柔らかい表層構造の維持に重要な役割を果たしている。

問題 4. 土壌有機物が植物の養分供給源となるのはどのようなプロセスを経てか。窒素を例に詳しく解説せよ。(キーワード：無機態窒素、吸収)

土壌有機物は、植物にとって直接利用できるものは少なく、多くは微生物による分解と無機化を経て植物の養分供給源となる。窒素を例にとると、まず有機物中のアミノ酸・タンパク質またはアミノ基に近い部分などが微生物分解を受け、アンモニウムなどの無機態窒素へと変換される。続いて、一部はさらに硝化細菌により硝酸へ酸化される。このようにして生成された無機態窒素が、土壌溶液から根へと吸収されて利用される。このように、土壌有機物は微生物の分解作用を介して無機態窒素を土壌へ供給し、それが植物の主要な窒素源となっている。アミノ酸や一部の有機態窒素も、直接または菌根などを介して窒素源として植物へ供給されている。

試験問題Ⅱ

2026年度 酪農学研究科 修士課程 第1期入学試験問題

(選択： 地球環境保全学)

【解答又は解答例】

本試験問題は、「試験問題Ⅰ」と「試験問題Ⅱ」からなっています。これらのいずれかを選択し、その中の全ての設問に回答しなさい。ⅠとⅡの中から任意の設問を選択して回答することはできません。

次の問題1～4について答えよ。

問題1. 地球温暖化問題の概要と、IPCCの第6次評価報告書で公表されている科学的知見を述べよ。

地球温暖化問題とは、主に化石燃料の燃焼に伴う二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガスの排出量増加により、地球の平均気温が上昇することに起因し、異常気象の頻発や海面上昇、氷河の融解などの現象が生じる問題を指している。具体的には、豪雨や干ばつ、熱波や寒波の頻発、氷河の融解、海水の膨張による海面上昇、生物多様性の損失、農業や漁業への被害などが挙げられる。IPCCが公表した科学的知見によると、以下の点などが示されている。

- 人為的要因による温暖化には疑いの余地がない。
- 人為的な気候変動は、すでに世界中のすべての地域において、気象及び気候の極端な変動に影響を及ぼしている。
- 将来的には、高い確信度で「気候変動に起因するリスクおよび予想される悪影響、損失と損害は、地球温暖化が進むにつれて増大する」と予測されている。

問題2. 環境省の「モニタリングサイト1000 第4期とりまとめ報告書概要版」において、生態系における気候変動の影響として見られている自然の変化・異変の事例をいくつか述べよ。

身近な生き物の減少傾向として、里地や森林・草原ではスズメやヒバリ、内陸湿地や沿岸域ではシギ・チドリ類、小島嶼ではカモメ類など、身近に見られる生き物の数が減少していることが示された。気候変動による環境の変化として、陸域では高山帯のハイマツの生長量の増加や、森林での暖かい地域を好む樹種の増加と寒冷地の樹種の減少、里地での南方系チョウ類の増加などが観察された。海域では、各地のアマモ場や藻場の衰退・消失が見られ、サンゴ礁では夏期の高水温が原因と考えられる白化現象が頻繁に発生している。外来種の拡大として、ガビチョウやソウシチョウなどの分布が拡大している。大雪山では、近年セイヨウオオマルハナバチの目撃例も増えている。小笠原諸島の原生林では、アカギやパイア、モクマオウ、クマネズミ、グリーンアノールなど、多くの外来種が侵入している。

問題3. 公共用水域において問題視となっている有機フッ素化合物(PFAS)による環境汚染について、該当物質や発生源、有害性や対策(規制)について解説せよ。

消火剤、電子部品の製造など幅広い用途に利用されている。これらは、耐化学性や脂溶性が高く、環境中に蓄積・拡散しやすいため、特に公共用水域での汚染が問題となっている。工場排水や長期間の使用・廃棄によって土壌や地下水に溶出し、長期にわたり環境中に残留し続けるため、ヒトを含む生物への健康リスクも指摘されている。健康への影響は、免疫機能低下やホルモン異常、がんのリスク増加などが懸念されており、世界的に規制や排出抑制策が進められています。日本でも環境省や厚生労働省が排出基準や取り締まりを強化するとともに、浄化技術の導入やモニタリングを推進し、汚染の拡大抑制と被害の軽減に努めています。PFAS汚染対策は、今後も長引く課題であり、規制の強化とともに安全な除去技術の開発が求められている。

問題4. マイクロプラスチックを含むプラスチック汚染の排出源とその自然環境への影響について、解説せよ。

プラスチック汚染の中でも、マイクロプラスチックは海や河川、陸地に広く拡散し、環境問題となっている。主な排出源は、使い捨てのレジ袋やペットボトルなどのプラスチック製品の破損や風雨による分散、合成繊維の洗濯時に放出される微細な糸くず、車のタイヤの摩耗粉や産業排水、廃棄物の不適切処理や焼却過程などがある。これらの微細なプラスチックは長期間にわたり分解されにくく、海鳥や魚、哺乳類が誤飲し、消化器官に障害をもたらすほか、化学物質を吸着し食物連鎖を通じて人体にも影響を及ぼす可能性がある。環境中に蓄積したマイクロプラスチックは、生態系のバランスを崩し、多様性を減少させるとともに、長期的な健康リスクを高めている。したがって、排出源を抑制し、適切な処理や除去技術を推進することが、二次汚染の防止と生態系保護に不可欠となっている。