

平成31年度 島根大学大学院自然科学研究科博士前期課程
入試問題（第2次）

解答例

《自然科学研究科 環境システム科学専攻（環境共生科学コース）》

1 共通問題

解答例なし

2 専門問題

問1

ダルシーの法則とは、土壌中の水の流れに対して、フラックスが動水勾配に比例するという関係のことである。この比例定数のことを透水係数という。また、フラックスは単位土壌断面あたりの流量、動水勾配は流れの方向に対するポテンシャルの勾配である。ポテンシャルとしては、重力ポテンシャルと圧力ポテンシャルおよびマトリックポテンシャルを考慮すればよい。また、飽和状態だけでなく不飽和状態のフラックスにも適用可能である。飽和透水係数は、水分飽和状態の土壌試料に対して水を流し、動水勾配とフラックスを測定しフラックスを動水勾配で除してもとめる。フラックスは、試料からの流出水量や試料に取り付けたパイプ内の水位の低下量などを時間とともに測定することで求める。また、動水勾配は、試料の異なる2点における位置と圧力から求める。標準的な試験方法である変水位透水試験では、土壌試料にスタンドパイプと呼ばれる円筒を取り付け、パイプ内の水位の時間変化を測定することで、動水勾配とフラックスを評価できるようになっている。

問2

流体の微小部分に働く力には、慣性力、圧力、粘性力があり、これらがつりあっている。レイノルズ数とは慣性力を粘性力で除した値である。レイノルズ数が等しい流体は、慣性力、圧力、粘性力が相似となり、例えば2つの幾何学的に相似な物体のまわりの流れを考えた時、流れも相似になるといえる。このことを力学的相似といい、レイノルズ数の意味の一つである。また、例えば、円管内流を考えたとき、レイノルズ数が小さい場合、層流となり、ハーゲン・ポアズイユ流れ(放物線分布)が成立する。レイノルズ数が大きくなり限界レイノルズ数を超えると乱流となり対数則などが成立する。すなわち、レイノルズ数には流れの遷移を特徴づけるという意味もある。

問3

日本では主に高度経済成長期に、埋め立てに必要な土砂を海から採取していたため、沿岸域の海底が本来の水深より深くなっている地形が存在する。このような浚渫（しゅんせつ）による「深掘れ」は、浚渫窪地と呼ばれ、東京湾、三河湾、中海など日本各地にあり、その水環境への影響が問題となっている。このような深くなった地形では、一度入った海水がその窪地に留まる時間が長くなり、また水中から様々な無機懸濁物および有機懸濁物が沈降・堆積する現象が見られる。一般的に、滞留時間が長くなると有機物を分解する微生物等によって消費される酸素量が増大するため、浚渫窪地は貧酸素もしくは無酸素の状態が継続することが多い。また、無酸素になった海底堆積物からは、リンの溶出が促進されるため、水質悪化の原因となると考えられている。海底に生息する大型底生生物の生息にも影響が見られ、多くの場合、無生物か貧酸素耐性の高い環形動物などの種群しか生息が認められない。浚渫される前の水深の海底を沿って流動がある場合、それらが浚渫窪地に入った後、浚渫窪地内の無酸素水が周辺水域に押し出されるため、そのような水域における大型底生生物や魚類へ及ぼす影響が大きいことが考えられる。

問4

バイオマスとは生物の現存量(生物量)を表す言葉であり、そのような生物に由来する物質を燃料として発電を行うことをバイオマス発電と呼ぶ。具体的には、森林管理の際に出る間伐材、竹林から竹を切り出して燃料として加工したもの、畜産で排出される糞尿、使用済み天ぷら油等、がある。基本的には、これらを燃料としてボイラーにより水蒸気を発生させ、タービンを回すことで発電をする仕組みとなっている。本来、廃棄してしまうものや、余剰となった資源を有効に活用できる点で注目されている。

日本では地方の中山間地域などにおいて、小規模のプラントを設置して燃料と電気の「地産地消」の試みが行われている。しかし多くの場合、コストに見合った事業として成立させることが困難な状況が続いている。その理由として、バイオマス燃料を高い効率で電気に変える技術が発展途上であり、プラントを長期間安定的に運転する技術が確立していないこと、地方単位で小規模のプラントが設置されることで、効率的な送電のネットワークが未構築であること、などが挙げられる。

長期的な視点からは、化石燃料や原子力に頼らない小回りの利くエネルギー源として活用されることが望ましいと考えられているものの、事業に参入するメリットや技術的な点において、現時点で課題が多く、今後はそれらの解決を目指した研究開発が必要な状況と言える。