

令和8年度春季入学秋季募集 熊本県立大学大学院 環境共生学研究所
博士前期課程 一般選抜試験問題 専門科目 解答例

【専門科目番号：1 専門科目名：海洋生態学】

- 問1 純一次生産量（NPP）とは、植物が光合成で固定した有機物の総量（総一次生産量）から、呼吸によって失われる有機物を差し引いたものである。単位は $\text{gC/m}^2/\text{年}$ や $\text{mgC/m}^2/\text{日}$ などが用いられる。
- 問2 陸上生態系では気温や降水量により熱帯で高く極地で低い傾向があるが、海洋では栄養塩の供給によって決まり、沿岸や湧昇域で高くなる。
- 問3 合計： 44 mg/m^3
- 問4 利点：Chl-a は光合成生物の量を素早く推定可能。限界：含量は種や栄養条件で異なるため、生産性の絶対量を示さない。
- 問5 懸濁態有機炭素は懸濁物中の有機態炭素の総量を示し、C/N 比は有機物の質（例：タンパク質、脂質、炭水化物の構成比など）を推定する指標となる。
- 問6 (1) 起源の違い：陸上植物は C/N が高く、植物プランクトンは低い。ある有機物粒子において、これらの成分の相対的な構成比によって変動する。
(2) 分解の進行：分解が進むと窒素が失われ C/N 比が高まる。
- 問7 【化学的観点】有機物の分解に伴って底層で酸素が消費され、還元的な環境が形成される。その結果、硫酸還元が進行し、硫化水素などの還元物質が生成・蓄積する。
【生物学的観点】低酸素・無酸素環境や硫化水素の毒性により、多くの底生生物が生存できなくなり、耐性の高い少数種（例：多毛類など）に偏った群集構造へと変化する。結果として種多様性が低下する。
- 問8 ロトカ・ヴォルテラ型モデルでは、捕食者と被食者の個体数は時間とともに位相のずれを伴う周期的変動を示す。まず、被食者の個体数が増加すると、それを餌とする捕食者にとって資源が豊富になるため、捕食者の個体数も遅れて増加する。捕食者の増加により被食者への捕食圧が強まり、やがて被食者の個体数は減少に転じる。その後、被食者の減少に伴い捕食者は餌不足となり、捕食者の個体数も遅れて減少する。捕食者の減少によって捕食圧が弱まると、再び被食者の個体数が増加に転じる。
- 問9 種多様性が高い群集では、環境変動や攪乱に対して異なる応答特性をもつ種が複数存在するため、一部の種が減少しても他の種が機能を補完する。このため、生産の低下が抑制され、群集全体としての生産の持続性や攪乱からの回復力が高まる。

【専門科目番号：2 専門科目名：環境分析化学】

- 問1 (1) イオンクロマトグラフィーは溶液中のイオンを測定する装置である。炭酸水素ナトリウム等が含まれる水溶液などを溶離液（移動相）とし、試料とともにイオン交換樹脂などを固定相としたカラムに送液する。カラムにて試料に含まれるイオンを分離し、分離したイオンごとに電気伝導度検出器等で検出する。なお、溶離液中にも多量の電解質が含まれるため、サプレッサーを用いて溶離液の電気伝導度を低減させる必要がある。

- (2) 分光光度計は光を利用した分析装置であり、可視および紫外領域が測定可能な領域である。光源には重水素放電管およびハロゲンランプが汎用される。分光光度計にて測定される物質は、それぞれの分子構造に応じた光の吸収波長を持つ。光源から発せられた可視・紫外光は回折格子によって目的の波長に分光され、試料溶液に入射させられる。入射した光が試料溶液でどの程度吸収されたか（吸光度）を測定し、対象物質の濃度を求める。
- (3) pH ガラス膜電極と比較電極を試料溶液に浸し、これら2つの電極間の電位差（起電力）を測定することでpHが求められる。近年は外部比較電極と一体化した複合ガラス電極が普及している。ガラス膜電極の感応部には内部比較電極として銀-塩化銀電極が内蔵され、その内部液として塩化物イオンを含む pH7 の緩衝液が用いられる。ガラス膜の電気抵抗は数 MΩ から数十 MΩ と高いため、pH メーターには高入力抵抗の電位差計が用いられる。
- (4) 液体クロマトグラフでは水に溶解しやすい物質、熱分解しやすい物質などを測定することができる。移動相として酢酸アンモニウムなどの水溶液およびメタノールなどの有機溶媒が用いられる。カラムには ODS (C18) カラムが汎用されている。多くの場合、溶離液中の有機溶媒の比率を時間経過とともに上昇させるグラジエント法が用いられ、試料中の成分を効果的に分離することができる。検出器には吸光度検出器などが用いられる。

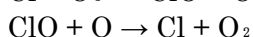
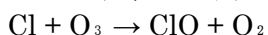
- 問2
- (1) 電子イオン化法ではフィラメントが発する熱電子が気相中の試料分子の近傍をかすることで陽イオンが生成する。熱電子に由来するエネルギーにより、分子イオンから m/z のより小さいイオンへと断片化が生じる現象である。
 - (2) イオン源でイオン化されたフラグメントイオンのうち、強度の高いイオンを選択し、定量を行う方法である。選択したイオンのみをモニタリングするため、スキャン法よりも高感度で目的物質を検出することができる。
 - (3) 磁場強度を変化させることで質量分離を行う装置である。イオン源にてイオン化された荷電粒子が磁場を通過する際、磁場強度を変化させると粒子の質量に応じて進行方向を曲げることができ、各物質を分離できる。
 - (4) 内標準物質は内標準法による定量の際に加えられる物質である。分析対象物質と化学的な性質が類似しており、測定の妨害をしない物質が選択される。重水素や ^{13}C などの安定同位体で標識された物質が汎用される。

【専門科目番号：3 専門科目名：大気環境学】

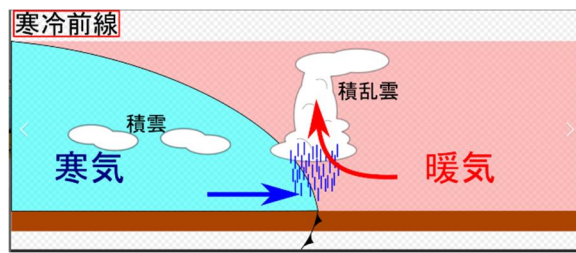
問1 どのような現象か：オゾンホールとは、主に南極上空の成層圏で、オゾン (O_3) の濃度が著しく減少し、通常よりも“穴があいたように”薄くなる現象のことです。南半球の春（9～11月）に顕著に現れます。

主な発生要因：①人工的な化学物質(冷媒やスプレーに使われていたフロン類(CFCs))の排出(この物質は成層圏で分解され、南極の上空で一定の条件の下に大量な塩素分子(Cl_2)を放出し、その酸素分子の分裂で酸素原子(Cl)を作り出すことによりオゾンを破壊する)；②南極の冬季に極めて低い温度の環境(約 -80°C 以下：この条件の下で、南極上空に極地渦が生じ、その渦の中に成層圏雲(PSCs)が形成され、その PSCs 粒子の表面に①に記述された過程で効率よく塩素分子を作り出される)；③春の太陽光：南極が春になると、日光が戻り、可視光線と紫外線により塩素を活性化(塩素分子から、塩素分子になる： $\text{Cl}_2 + h\nu \rightarrow \text{Cl} + \text{Cl}$)。

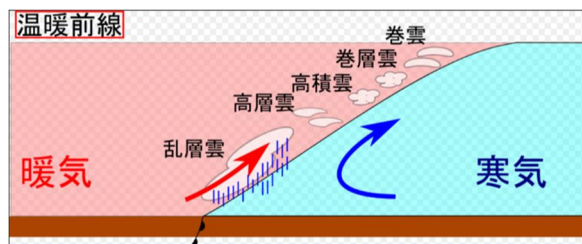
その塩素原子は下記の過程で繰り返してオゾンを破壊する。



問2 図(例：ネットから)寒冷前線と温暖前線について：



寒冷前線図例 (出典：インターネット；小林製薬/テイラック【公式】)



温暖前線図例(出典：インターネット；(株)環境シミュレーション)

その違いについて：

「寒冷前線」においては、冷たい空気が暖かい空気の下に入り込み、暖かい空気を押し上げる。前線の傾きが急で上昇気流が強い。それに伴って短時間で激しい天気変化（にわか雨・雷・突風）する。通過後には気温が低下し、風向が急変する。

「温暖前線」においては、暖かい空気が冷たい空気の上にゆるやかに乗り上げる。前線の傾きが緩やかで、上昇気流は弱い範囲が広い。天気変化は長時間で穏やかで、持続的な雨がある。通過後には気温が上昇し、風向が徐々に変化する。

通過前後においてその風向の変化について：

「寒冷前線」の通過前には、暖かい空気に覆われ、風は南寄り、南～南西風が多い。通過後には、冷たい空気に入れ替わり、風は北寄りになり、北西～北風が多い。

「温暖前線」の通過前には、冷たい空気に覆われ、風は東～北東風が多い。通過後には、暖かい空気に入れ替わり、風は南～南西風が多い。

【専門科目番号：4 専門科目名：沿岸海洋資源学】

問1 (1) 海洋プランクトンの体元素組成の比

- (2) High Nutrients, Low Chlorophyll 海域の略称であり、窒素、リンなどのマクロ栄養塩濃度が高いにもかかわらず、植物プランクトン現存量が低い海域
- (3) 光合成有効放射 (Photosynthetic Available Radiation) の略称であり、植物（プランクトン）が光合成に利用できる波長（400-700 nm）の光
- (4) 渦鞭毛虫類や繊毛虫類などの原生生物（や軟体動物）が、捕食した餌藻類の葉緑体を細胞内に取り込み、自らの葉緑体として光合成を行う現象
- (5) 沿岸性の珪藻類が増殖不適な期間を海底で過ごすため、無性的に形成する耐久細胞

問2 (1) 高緯度海域では太陽放射の季節変動が大きいため、表面海水温の季節変動が大きい。そのため混合層深度が深くなり、冬期の鉛直混合によって表層へ供給される栄養塩が多くなるため植物プランクトン生産は高くなる。

- (2) 多獲性小型浮魚類の特徴として、小卵・多産、回遊、変態を挙げることができる。これらの魚類は多産によって、環境条件が不適な場合には初期減耗が大きくなるものの、好適な場合には資源量を増大させ、分布を拡大することができる。また、小さな卵を産むことで仔稚魚期には栄養段階が低いプランクトンを利用するため、転送効率が高い。さらに、回遊行動によって、仔稚魚には捕食圧の低い海域で生残率を高め、変態後の成長期には生産性の高い海域を利用する。このように、多獲性小型浮魚類は生活史戦略を駆使することにより、時空間的に不均一な餌環境を効率的に利用することができるため、魚類群集で卓越することができると考えられる。

【専門科目番号：6 専門科目名：環境材料科学】

- 問1 1) ①マテリアル
②ケミカル
③フューエル
④サーマル
2) ⑤事業系
⑥市町村
⑦19
⑧処理
⑨輸入
⑩事業者
⑪爆発性
⑫毒性
⑬人の健康
⑭生活環境、
3) ⑮発生抑制
⑯再使用
⑰再生利用
⑱熱回収
⑲中間処理
⑳埋立

- 問2 (1) 重合度 $X_n = 1/1 - P$
(2) 重合度 $X_n = 1.0 \times 10^5$

- 問3 (1) 数平均分子量 $M_n = 4000$
重量平均分子量 $M_w = 6000$
(2) 分散度 $M_w/M_n = 1.5$

【専門科目番号：7 専門科目名：水環境科学】

問1 ① LC₅₀

半数致死濃度と言ひ、化学物質に曝露された生物の半数（50%）が試験期間内に死亡する濃度のことで、化学物質の急性毒性の強さを示す指標として利用される。実際には、実験データから濃度-死亡率のグラフを描き、死亡率 50%の濃度（LC₅₀）を求める。50%値が用いられる理由は、統計学的に最もばらつきが小さいからである。

② 化学的酸素要求量

化学的酸素要求量（COD）は、水中の有機物などの汚染物質を酸化剤で分解する際に

消費される酸素の量で、湖沼や海域の水質汚濁を示す代表的な指標である。COD 値が高いほど有機物が多く、水の汚濁が進んでいることを示す。魚が生息できる環境や水の自浄作用に影響するため、水質管理に用いられる。

③ 水俣病

水俣病は、1956年に公式認定された公害病である。原因は、チッソ水俣工場のアセトアルデヒド製造工程で使用していた無機水銀の触媒から生じたメチル水銀であり、工業排水として水俣湾に排出され、食物連鎖を介してプランクトンから魚介類中に生物濃縮し、それらを摂食した地域住民に中枢神経系の疾患が発症した。

④ 水質汚濁防止法

工場及び事業場の排水の公共用水域への排出及び地下への浸透を規制、生活排水対策の実施を推進することによって、人の健康を保護し、生活環境を保全し、また工場及び事業場から排出される汚水及び廃液により人の健康に係る被害が生じた場合の事業者の責任を定め、被害者の保護を図ることを目的とする法律。

⑤ 足尾銅山鉱毒事件

明治期、足尾銅山から排出された鉱毒ガスや鉱毒水が、渡良瀬川下流域の農地や住民に甚大な被害をもたらした。田中正造は、被害農民を救うため、衆議院議員として議会で政府を追及する一方、明治天皇への直訴を試みた。この日本初の公害事件は、近代化の影を象徴する出来事として、社会に大きな影響を与えた。

⑥ 活性汚泥法

好気性微生物を利用して排水中の有機物を分解する最も代表的な水処理法である。好気性微生物を含む汚泥（活性汚泥）を人為的に排水に加え、長時間空気を吹き込むこと（曝気すること）により、有機物が酸化分解される。曝気後、汚泥を沈降分離や濾過により水中から除去することで、清浄な水を得ることができる。

⑦ 海洋プラスチック

海洋に流出したプラスチックごみの総称。海洋プラスチックの主な問題点は、海洋生物や生態系への悪影響、漁業や観光業への経済的損失、人体への健康被害の懸念などが挙げられる。プラスチックが自然分解されにくいこと、有害物質を吸着しやすいこと、食物連鎖を通してヒトが摂取する可能性がある。

⑧ 薬物代謝

薬物、毒物などの生体異物の代謝反応の総称であり、主に対象物質の親水性を高め分解・排出しやすくする。これらを行う酵素を薬物代謝酵素といい、主に肝臓で行われる。医薬品の効果や副作用の個人差などに大きく関わる過程である。薬物代謝によって生体にとって毒性の高い化合物に変換される場合もある。

問2 ① ガスクロマトグラフ法

ガスクロマトグラフ法とは、気化しやすい化合物を分離し、その成分を特定・定量するための分析手法である。加熱して気化させた試料は、移動相となるキャリアガスに乗

せられて、固定相となるカラムに送られる。カラム内部では、固定相との相互作用の違いを利用して試料の各成分が分離され、検出器で信号に変換される。その後、時間を横軸に、信号強度を縦軸にしたクロマトグラムが作成される。このクロマトグラムのピークの保持時間から成分を特定し、ピークの高さや面積から定量する。主に揮発性の高い有機化合物の分析に用いられ、食品、化学、環境などの幅広い分野で活用されている。

② フーリエ変換赤外分光法

フーリエ変換赤外分光法 (FT-IR) は、赤外線を物質に照射し、分子の振動や回転に対応する特定の吸収スペクトルとして測定することで、その分子構造や化学組成を分析する手法である。従来の分光法と異なり、干渉計を用いて全ての周波数の赤外線を同時に測定し、フーリエ変換という数学的手法で、高速かつ高感度に赤外スペクトル (IR スペクトル) を取得することができる。このスペクトルは、物質固有のパターンを示すため、化合物の同定に利用することができる。また、IR スペクトルのピークの高さや面積は濃度に比例するため、定量分析も可能である。有機化合物の構造解析、ポリマー、医薬品、環境分析などに利用されている。

③ 原子吸光光度法

原子吸光光度法 (AAS) は、試料を炎 (フレイム法) や電気加熱炉 (ファーンネス法) で原子化させ、測定対象元素の特有波長の光を吸収する現象を利用して分析する方法。光の吸収の度合いは、試料中の元素濃度に比例する (ランベルト・ベールの法則に従う) ため、吸収された光の減少量を測定することで、試料中の元素濃度を定量することができる。特定元素の吸収波長を使うため、干渉が少なく、選択性が高い。誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) のように多元素同時分析はできないが、装置構成が比較的シンプルなため、ICP-MS よりも低コストで運用できる。環境水、食品、金属材料などの分析に広く使われている。

④ 誘導結合プラズマ質量分析法

誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) は、ネブライザーでエアロゾル化した液体試料を 6000K 以上と高温のアルゴンプラズマに導入し、試料中の元素をイオン化させ、質量分析計によりイオンの m/z (質量電荷数比) におけるイオン個数を測定することで、元素およびその同位体の濃度を測定する分析法。多くの元素を一度に、かつ高感度で ppt (10-12) レベルまで検出することが可能である。また、ダイナミックレンジが広いいため、微量濃度から高濃度まで対応して分析することができる。環境、食品、医薬、ライフサイエンス、マテリアルなど様々な分野の微量元素分析で用いられている。

【専門科目番号：9 専門科目名：森林資源学】

- 問 1
- (1) 植生の大きな分布を規定する要因は気候と植物相であり、前者では気温と降水量が特に重要である。植生の小分布は地形、地質および攪乱の発生や植生が成立してからの時間にも影響され、人間活動も影響を及ぼす要因である。
 - (2) 周食散布と貯食散布は種子の動物散布のうちの被食散布の 1 種である。周食散布は果実等が食べられ一定時間後に糞と一緒に種子が排出されることで散布される。国内の森林を構成する木本に多い。貯食散布は種子食動物の貯食行動により散布がなされ、食べられると種子は死亡するが、食べられず放置されると生き残ることができる。貯食型散布はブナ科やトチノキ科に多い。
 - (3) 種類の異なる生息地と接するエッジ (周縁部) では外部の影響によって環境や種組成が変化すること。
 - (4) リター分解速度は気温や降水量、土壌水分量などの「環境条件」、リター内におけるリグニンや窒素の含有量などの「リターの質」、白色腐朽菌や土壌動物などの「分解者の群集組成」により影響される。
 - (5) 在来昆虫であるマツノマダラカミキリが北米原産の外来線虫であるマツノザイセンチ

ユウの媒介者となり、アカマツやクロマツ等のマツ類の大量枯死を引き起こしている森林病害である。感染すると、マツ類は通水阻害を起こし衰弱・枯死する。

- (6) 植栽木の下枝を切り、節のなく（無節）で完満な材を得ることを主な目的としている。
- (7) 天然下種更新とは、母樹から種子を散布させて、自然に生えてくる稚樹を利用する森林の更新方法である。上層木からの種子散布を利用する上方下種更新と、伐採地側方に残る母樹からの種子散布を利用する側方下種更新がある。
- (8) スギ、ヒノキ、カラマツ

- 問 2 (1) ①パッチ状の生息地の面積が大きい、②他の生息地と近接している、③移動路となる空間で生息地同士が接続されている場合、生息地内の生物種の種数が高まる。
- (2) 林床植生や落葉落枝層が発達すると、①地表面の被覆による雨滴衝撃および雨滴侵食の防止、②植生や落葉落枝層の存在による地表流の減速、③土壌浸透能の改善による地表流の流量の減少、④根茎の土粒子緊縛による土壌流出量の減少、⑤落葉落枝層による保温による土壌の凍上の抑止、が生じ、土壌侵食が抑制される。

- 問 3 (1) 強度間伐を行うことにより、林内は明るくなる。その結果、林床植生の発達や広葉樹の進入が生じ、落葉の供給や細根の増加を通して土壌浸透能が向上し、土壌侵食（流出）も抑えられる。また、間伐による植栽木の成長の向上とそれに伴う根系の発達のため、表層崩壊の抑止効果も高まる可能性がある。林冠が疎らになるため、林分の蒸発散量は減少し、また樹冠遮断が減少するため林内通過雨も増加すると予測される。
- (2) 個体数密度を抑えることで林業被害が抑えられることが期待されることから、まずは有害駆除や捕獲による個体数の低減を行う必要がある。また、高密度化した地域では、防護柵の設置、食害防止チューブ等の設置、忌避剤の散布等により、目的的林分や植栽木を保護することも重要になる。

【専門科目番号：16 専門科目名：栄養生化学】

問 1 臓器：肝臓

律速酵素：カルバモイルリン酸シンテターゼ I

問 2 解糖系によって産生されたピルビン酸は、その後アセチル CoA に転換され、オキサロ酢酸と縮合してクエン酸を生じ、その後も様々な反応を経てクエン酸回路を一巡する。しかし、クエン酸回路の代謝中間体はアミノ酸などへの転換等にも利用されるため、次のアセチル CoA と縮合するために必要なオキサロ酢酸のレベルは低下してしまう。これを補うために、ピルビン酸からオキサロ酢酸への直接的な供給経路がある。

問 3 骨格筋等の末梢組織では、解糖によりピルビン酸が産生される。産生されたピルビン酸の一部には、アミノ基転移反応によりアミノ基が転移されアラニンが生じる。産生されたアラニンは、血流を介して肝臓に運ばれ、アミノ基転移反応によってアミノ基を 2-オキソグルタル酸に転移してピルビン酸となり、グルタミン酸を生成する。このピルビン酸は糖新生に用いられ、産生されたグルコースは血中に放出されて血糖維持に利用される。

問 4 ヒトにおいて、腸内細菌叢は、ヒトが消化できなかった食物残渣を分解して利用している。ヒトの腸内細菌叢は様々な細菌で構成されているが、ヒトに有益な短鎖脂肪酸を産生するものや、有害な尿毒物質を産生するものなど様々である。近年では、腸内細菌叢が腸管内でインドールや p-クレゾール等を産生しており、これらの代謝産物がヒトの体内に移行することで、末梢組織の代謝に影響していることが報告されている。例えば、慢性腎臓病では、腸内細菌叢によって産生されたインドールやフェノールが肝臓でインドキシル硫酸、フェニル硫酸に代謝されることで、腎障害の進展や骨格筋萎縮と関連することが報告されており、ヒトの健康に腸内細菌叢が関連することが知られている。

【専門科目番号：19 専門科目名：食品分析学】

- 問1 (1) GCにおける「気-液クロマトグラフィー (GLC)」と「気-固クロマトグラフィー (GSC)」の分離原理の違い
GLC (気-液クロマトグラフィー) は、液体の固定相と気体の移動相の間の分配 (partition) により分離する。一方、GSC (気-固クロマトグラフィー) は、固体の固定相表面への吸着 (adsorption) に基づく分離である。GLCは有機化合物に、GSCは永久ガスや極性物質の分離に適している。
- (2) GC検出器 (FID, TCD, ECD) の原理と食品分析における特徴
FID (水素炎イオン化検出器) : 炎中で有機化合物がイオン化し、電流を検出。高感度で有機物に特化し、脂質・香気分析に適する。
TCD (熱伝導度検出器) : 熱伝導率の変化を検出。無機・有機両方に対応できるが感度は低め。
ECD (電子捕獲検出器) : β 線による電子の流れを電気陰性物質が捕獲。塩素系農薬などの高感度分析に適する。
- (3) キャピラリーカラムとパックドカラムの構造的な違いと利点・欠点
キャピラリーカラムは内径の小さな熔融シリカキャピラリーチューブで内壁に固定相をコーティング、コーティング後架橋、コーティング後キャピラリー内壁と化学結合しており、高分離能で少量試料に適するが高価で取り扱いが難しい。パックドカラムは管内に担体粒子を充填しており、装填が簡単で堅牢だが分離能は劣る。
- 問2 (1) 多糖やオリゴ糖類は加水分解により単糖に分解する必要がある。
(2) 単糖類はヒドロキシル基が多く極性が高く、分子間水素結合により揮発しにくい。また熱に不安定でGCでの直接分析には不適である。
(3) TMS誘導体化について
① TMS化の目的は極性と熱不安定性を改善し、揮発性を高めてGCに適するようになることである。
② 一般的な試薬としてBSTFA (N,O-ビス(トリメチルシリル)トリフルオロアセトアミド) があり、ヒドロキシル基と反応してトリメチルシリル基 (-Si(CH₃)₃) を導入する。
③ GC-MSでは保持時間とMSスペクトルから糖の種類や構造、異性体の識別が可能となり、高感度・高精度な定性・定量ができる。
(4) ソモギー変法は還元糖がアルカリ性下でCu²⁺を還元しCu₂Oを生成する反応に基づき、生成物をヨウ素滴定などで定量する。定量できる糖はグルコース、フルクトース、マルトース、ラクトースなどの還元糖である。

【専門科目番号：20 専門科目名：食品微生物学】

- 問1 (1) × 細胞壁
(2) × ペプチドグリカン
(3) × 脱炭酸反応
(4) ○
(5) × 麦芽
(6) × 対数増殖期

- 問2 基本原理は、殺菌、除菌、遮断、静菌
4つの基本原理を述べて、それぞれどのような手法があるかを記述する (表1参照)。

表1 食品の微生物制御法分類

原理	手 法 等
殺菌	加熱—高温、高周波加熱、赤外線加熱、通電加熱、低温加熱、乾熱
	非加熱—薬剤殺菌：液体殺菌剤、ガス殺菌剤 放射線殺菌：紫外線、γ線、電子線、X線 その他：超音波、超高压、電氣的衝撃、パルス光
除菌	ろ過、沈降、洗浄、電氣的除菌
遮断	包装、コーティング、クリーンルーム
静菌	低温保持 —冷蔵、冷凍
	水分活性低下—乾燥、濃縮、物質添加
	酸素除去 —真空、脱酸素、ガス置換
	微生物利用 —発酵、拮抗微生物
	化学物質添加—アルコール、塩、酸、糖、抗菌性物質

各手法を組み合わせて実施することが多い。放射線殺菌は、わが国では、未だ認可されていない。殺菌剤、抗菌性物質、包装材料等も、食品衛生法により認可されたものしか使用できない。

問3 コロニー形成法

寒天平板培地上のコロニー数を計測する。死菌や増殖できない細胞はコロニーを形成しないので、生菌数のみが測定できる。

分光光学法

吸光度（濁度）と菌体量が一定の範囲で比例することを利用して測定する。可視光線（600, 610あるいは660 nmなど）の波長の吸光度を分光光度計で求める。別の方法で求めた総菌数と吸光度との関係を求める。

乾燥重量法

菌体を 105～110 °Cで恒量になるまで乾燥させ、重量を測定する。凍結乾燥や減圧乾燥も行われる。

その他に、顕微鏡と計数盤による測定法、希釈法、体積法、菌体成分測定法などがある。

- 問4 (1) 高コピープラスミド、強力なプロモーター、大腸菌に最適化されたリボソーム結合部位 (SD 配列) を用いる。さらには、コドン最適化を行う。また、必要に応じて誘導発現 (例：IPTGによる誘導など) を利用すると、発現のタイミングを制御し、宿主への毒性を軽減しつつ効率的な発現が可能となる。
- (2) 仔牛の第4胃の細胞からキモシンの成熟 mRNA を取得する。その後、逆転写酵素を用いて RT-PCR を行って cDNA (二本鎖) を合成する。それを大腸菌プラスミドに挿入して組換えプラスミドを構築し、大腸菌に導入した組換え株を作製・培養することにより、遺伝子組換えキモシンが生産される。
- (3) エリスロポエチン (EPO) は糖タンパク質であり、大腸菌のような原作生物は糖鎖を付与する能力がないためである。そのため、天然 EPO と似た糖鎖を付与することができるチャイニーズハムスター卵母細胞 (動物細胞) を宿主に用いて活性型の EPO を生産させる

【専門科目番号：24 専門科目名：栄養教育学】

問1 計画的行動理論は、行動の意図が行動を予測する要因であるとし、意図は「態度」「主観的規範」「行動のコントロール感」の3要素によって形成されることを示している。

「態度」に対しては、住民の多くが「野菜は健康に良い」と認識している点から、ポジティブな態度はすでにある程度形成されていると考えられる。しかし、これをより具体的なメリットとして強化する必要がある。たとえば、血圧改善や生活習慣病予防といった中高年層にとって切実な健康課題に直結する情報を提供する。また、簡単に取り入れられる野菜レシピやコンビニ商品、冷凍野菜の活用法を提示することで、「野菜摂取＝手間がかかる」という否定的態度を改善することができる。

「主観的規範」への介入としては、家族の嗜好が野菜摂取を妨げているという点に着目する。家族の協力や理解を得ることが必要であり、家族単位での参加型プログラムの実施が有効である。たとえば、簡単な料理教室やレシピ交換会などを通じて、家族全体で野菜料理へ

の関心を高める工夫が求められる。さらに、同年代の住民同士による成功体験の共有やピアサポートの仕組みを導入することで、社会的支援を強化し、規範的圧力を形成できる。

「行動のコントロール感」については、「忙しくて調理ができない」といった声に対応する必要がある。ここでは、調理時間を短縮する工夫や、外食時の野菜摂取方法、スーパーでの買い物時の工夫など、実行可能性を高める具体的なスキルの習得支援が重要である

問2 フレイルは高齢者の健康と生活の質に大きく影響する重要な課題であり、予防のためには多面的な支援が求められる。生態学的モデル (Ecological Model) は、個人の健康行動に影響を与える複数のレベル (個人、対人、組織、地域社会、政策) を考慮する包括的な枠組みであり、地域におけるフレイル予防の実践に有効である。以下に、各レベルでの介入の方向性を示す。

- ①個人レベルでは、フレイルに関する知識の普及と、健康行動の自己効力感の向上が重要である。健康教室において、フレイルの早期兆候や予防方法 (運動・栄養・社会参加など) をわかりやすく伝え、高齢者自身が「自分にもできる」と感じられるような具体的な行動目標の設定支援を行う。また、スマートフォンやテレビを活用した在宅プログラムの提供も、有効な手段となる。
- ②対人レベルでは、家族や友人、近隣住民とのつながりが鍵となる。社会的孤立が参加率の低下に寄与していると考えられるため、地域ボランティアや民生委員が高齢者を個別に訪問・声かけを行うなど、人と人とのつながりを活かした介入が必要である。また、ペアでの参加や友人同士の紹介制度など、「一人ではない」環境をつくる工夫も効果的である。
- ③組織レベルでは、地域包括支援センターや自治会、医療機関などと連携し、多職種での情報共有や支援体制の構築が求められる。たとえば、かかりつけ医や薬局を通じたフレイルリスクのスクリーニングや、介護予防プログラムへの案内を強化する。また、買い物支援や通院送迎など、日常生活のサポート機能も組織的に整備する必要がある。
- ④地域社会レベルでは、交通手段の乏しさに対する対応が重要である。地域の実情に応じて、移動販売車の活用、送迎付きの教室運営、集会所など身近な場所での開催を進めるべきである。また、地域におけるフレイル予防の認知度向上を図るために、地元メディアや広報紙での情報発信も積極的に行う。
- ⑤政策レベルでは、交通インフラの整備や高齢者の社会参加を促進する施策の強化が必要である。市町村の健康増進計画において、フレイル対策を明確に位置づけ、地域間格差の是正や財源の確保を進める。また、民間団体との協働によるモデル事業の展開も有効である。多層的な介入を統合することで、地域住民のニーズに応じた実効性のあるフレイル予防が可能となる。

問3 Aさんのように「変わりたい気持ち」と「変わりたくない気持ち」が同時に存在する状態は、「両価性 (アンビバレンス)」と呼ぶ。

動機づけ面談 (Motivational Interviewing) では、この両価性を否定せず、共感的な態度で受け止めることが重要である。まずはAさんの思いを傾聴し、「挫折を繰り返してきた中でも、また痩せたいと思っていること」に注目し、本人の中にある前向きな意図を強化する。指示や助言ではなく、「変わる理由」「変わらないことでの困りごと」「過去の成功体験」などを一緒に整理することで、Aさん自身の内発的動機を引き出していくことが効果的である。最終的には、自らの言葉で「変わる決意」を語れるよう支援することが、持続可能な行動変容への第一歩となる。

【専門科目番号：25 専門科目名：給食経営管理論】

- 問1 (1) サブシステムの実働システムのうち、生産管理に分類されるシステムの1つ。肉、魚、野菜などの食材料を減圧下で真空包装し、蒸気、湯煎などで加熱調理するシステム。素材の風味、香りを逃さずに加熱調理できることが特徴である。
- (2) 化学的要因 (呈味成分、香気成分など) の測定や物理的要因 (テクスチャー、色、組織など) の測定などがある。測定結果は、対象の食品と測定方法が同じであれば、再現性がある。おいしさそのものを測定する機器は存在しないため、客観的評価方

法でおいしさを測定するには限界がある。

- (3) 分析型は、訓練されたパネルが行う官能評価で5～20人で評価する。室温、湿度、照度、騒音、臭気などが管理された官能評価室で行う。嗜好型は、訓練されていないパネルが行う官能評価で最低30人は必要である。食堂などパネリストがリラックスできる環境で行ってもよい。

問2 テクスチュロメーターは、ヒトの咀嚼運動を模したもので、プランジャーで食品を圧縮したときの力学的応答から客観的にテクスチャー特性が得られる測定機器である。硬さ、付着性、凝集性などが測定できる。

食品のテクスチャーに影響を及ぼす要因の1つは、加熱時間がある。一般的に長時間の高温加熱(90～100℃)により食品は軟化して食べやすくなる。2つ目はゆで汁のpH濃度が挙げられる。例えば野菜のペクチン酸は中性およびpH5以上で加熱するとトランスエリミネーションにより分解し、pH3以下では加水分解することで野菜は軟化する。一方、pH4付近ではペクチン質の分解は起こりにくい。

- 問3 (1) 授乳・離乳を取り巻く最新の科学的知見等を踏まえた適切な支援の充実
食物アレルギーの予防や母乳の利点等の乳幼児の栄養管理等に関する最新の知見を踏まえた支援の在り方や、新たに流通する乳児用液体ミルクに関する情報の記載。
- (2) 授乳開始から授乳リズムの確立時期の支援内容の充実
母親の不安に寄り添いつつ、母子の個別性に応じた支援により、授乳リズムを確立できるよう、子育て世代包括支援センター等を活用した継続的な支援や情報提供の記載。
- (3) 食物アレルギー予防に関する支援の充実
従来のガイドでは参考として記載していたものを、近年の食物アレルギー児の増加や科学的知見等を踏まえ、アレルゲンとなりうる食品の適切な摂取時期の提示や、医師の診断に基づいた授乳及び離乳の支援について新たな項目として記載。
- (4) 妊娠期からの授乳・離乳等に関する情報提供の在り方
妊婦健康診査や両親学級、3～4か月健康診査等の母子保健事業等を活用し、授乳方法や離乳開始時期等、妊娠から離乳完了までの各時期に必要な情報を記載
改善すべき点は、月齢に応じた離乳ガイドではなく、口腔機能の発達を意識した支援ガイドとすべき点であると私は考えている。なぜならば、乳幼児期の口腔発育発達は個人差が極めて大きく、発育発達に適した刺激を与えることで好ましい口腔機能を得ることができると考えられるためである。