

[C1]  
[C2]—2024—**農業科学・水産**

専門(記述式)試験問題

注意事項

1. 問題は**20題**あります。このうち**任意の2題**を選んで解答してください。
2. 解答時間は**3時間**です。
3. 答案用紙の記入について  
(ア) 答案は濃くはっきり書き、書き損じた場合は、解答の内容がはっきり分かるように訂正してください。  
(イ) 問題**1題につき1枚**(両面)を使用してください。  
(ウ) 表側の各欄にそれぞれ必要事項を記入してください。  
問題番号欄には、解答した問題の番号を記入してください。  
(エ) 試験の公正を害するおそれがありますので、答案用紙の切取線より下の部分に氏名その他解答と関係のない事項を記載しないでください。
4. この問題集は、本試験種目終了後に持ち帰りができます。
5. 本試験種目の途中で退室する場合は、退室時の問題集の持ち帰りはできませんが、希望する方には後ほど渡します。別途試験官の指示に従ってください。なお、試験時間中に、この問題集を切り取ったり、転記したりしないでください。
6. 下欄に受験番号等を記入してください。

第1次試験地	試験の区分 農業科学・水産	受験番号	氏名
--------	------------------	------	----

指示があるまで中を開いてはいけません。

途中で退室する場合………本試験種目終了後の問題集の持ち帰りを 希望しない

【No. 1】～【No. 20】から**任意の2題**を選択して解答してください。

(作物学)

【No. 1】 作物に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 作物の形態に関する以下の問いに答えなさい。ただし、いずれの問いも枠内の用語を全て使用し、用語を用いた箇所に下線を付すこと。

① イネ科作物とマメ科作物の根系の形態における相違点を説明しなさい。

主根、種子根、側根、不定根

② イネとトウモロコシの葉の内部構造における相違点を説明しなさい。

C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>、維管束鞘細胞、クランツ構造

③ ジャガイモとサツマイモの芋内の形態における相違点を説明しなさい。

木部、師部、柔細胞

(2) 作物の栽培管理や栽培技術に関する以下の問いに答えなさい。

① サツマイモの生理障害である「つるぼけ」について説明し、その発生を防ぐための栽培上の留意点を述べなさい。

② イネの直播栽培の長所と短所について述べなさい。

③ 作物栽培において雑草の防除が必要な理由を説明しなさい。

(3) 飼料や緑肥として用いられる作物に関する以下の問いに答えなさい。

① 我が国で栽培されているイネ科の寒地型牧草と暖地型牧草をそれぞれ三つ挙げなさい。また、マメ科の冬作緑肥作物と夏作緑肥作物をそれぞれ二つ挙げなさい。

② サイレージについて、その利点を含めて説明しなさい。

③ 緑肥の施用は、土壌の化学性、物理性、生物性を改善して、いわゆる「土づくり」を促すことが知られている。緑肥作物を栽培した場合に期待される具体的な効果について四つ挙げなさい。ただし、土壌の化学性、物理性、生物性について、少なくとも一つずつ挙げること。

(園芸学)

【No. 2】 園芸作物に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 蔬菜栽培に関する以下の問いに答えなさい。

① 戦後高度経済成長期における蔬菜栽培の変化について、以下の表から読み取れる傾向を述べなさい。また、その要因について考察しなさい。

主な蔬菜の作付面積と生産量の推移

作付面積 (単位:千ha)				種類	生産量 (単位:万t)			
1955	1965	1975	1985		1955	1965	1975	1985
25	35	26	23	キュウリ	40	77	102	103
-	8	12	17	メロン類 (マクワウリを含む)	-	11	24	37
29	30	23	19	ナス	47	62	67	60
12	19	19	15	トマト	19	53	102	80
-	3	4	5	ピーマン	-	5	15	17
-	10	12	11	イチゴ	-	8	16	20
41	39	31	29	サトイモ	50	48	37	38
94	98	73	67	ダイコン	234	309	255	254
18	24	23	25	ニンジン	24	40	50	66
18	19	15	14	ゴボウ	25	31	26	26
30	50	42	34	ハクサイ	59	154	161	148
23	43	41	42	キャベツ	44	116	142	159
-	3	13	21	レタス	-	5	26	46
15	24	22	26	ホウレンソウ	16	32	35	38

資料：農林水産省「作物統計」を基に作成

② マルチングを行う目的は多岐にわたる。このうち、六つを挙げなさい。

(2) 果樹の自家不和合性に関する以下の問いに答えなさい。

① 自家不和合性とは何かを説明しなさい。

② バラ科果樹における自家不和合性の遺伝学的メカニズムを説明しなさい。

③ バラ科果樹栽培において、自家不和合性がもたらす問題点に対する主な対策を述べなさい。また、対策を取る際の注意点を、遺伝学的メカニズムを踏まえて説明しなさい。

(3) 花きの出荷調節に用いられる電照栽培について、以下の問いに答えなさい。

① 電照栽培の原理と目的を「長日植物」、「短日植物」の語を用いて説明しなさい。また、電照時間の異なる三つの電照方法を具体的に述べなさい。

② キク栽培において、電照の打ち切り後一定期間をおいて再電照を行う目的を述べなさい。

(育種遺伝学)

【No. 3】 植物の育種と遺伝に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 植物の栽培化と育種に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 農耕の始まりとともに植物の栽培化が始まり、栽培化の過程で従来の野生種が持つ形質は大きく変化していった。栽培化に伴い変化した形質を三つ挙げ、変化した理由とともに、どのように変化したか述べなさい。
- ② 自殖性植物の育種の開始から育成した品種を普及させるまでの過程について説明しなさい。ただし、枠内の用語を全て使用し、用語を用いた箇所に下線を付すこと。

育種計画、現地試験、固定、選抜、増殖、品種登録、変異の拡大

(2) 植物の遺伝構成に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 自殖性植物の各遺伝子は世代を経るごとにホモ接合型が増えていく。一組の対立遺伝子  $A$  と  $a$  について、ホモ接合型  $AA$  と  $aa$  を交雑し、その後、自殖を繰り返したとき、雑種第 5 代 ( $F_5$ ) におけるヘテロ接合型の出現頻度 (%) はいくらか。算出の過程を示して答えなさい。
- ② 完全他殖を行う二倍体植物は Hardy-Weinberg の法則により、一定不変の遺伝構成を示す。この法則が成り立つ条件を述べなさい。また、そのような植物集団において、一組の対立遺伝子  $B$  と  $b$  について集団内の頻度をそれぞれ  $p$  と  $q$  ( $p + q = 1$ ) とするとき、次世代の遺伝子型頻度を表しなさい。

(3) 育種技術に関する以下の問いに答えなさい。

- ① MAS (marker assisted selection) は、目的形質の原因遺伝子又はその形質に強く連鎖した DNA 配列をマーカーとして利用し、交雑後代の集団からその形質を持つ個体を選抜する技術である。育種の効率化に大きく貢献する技術であるが、目的形質に連鎖した DNA マーカーでは、低頻度ではあるが選抜ミスを引き起こす。その原因と対策について説明しなさい。
- ② 近年、育種への利用が拡大しているゲノム編集技術について、従来の突然変異誘発法や遺伝子組換えとの違いを説明しなさい。ただし、植物に利用されている技術に限るものとする。

(植物病理学)

【No. 4】 植物病理に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 植物の病気に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 植物が病気になる要因である、主因、素因及び誘因について簡潔に説明しなさい。
- ② 植物病原体であることの証明としての「コッホの4原則」について簡潔に説明しなさい。
- ③ 植物病原微生物の栄養摂取様式について簡潔に説明しなさい。ただし、枠内の用語を全て使用し、用語を用いた箇所に下線を付すこと。

絶対、条件、寄生、腐生

(2) イネいもち病について、その病原体と感染様式及び宿主植物の病徴を説明しなさい。

(3) 植物線虫病に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 植物病原線虫の移動性及び寄生様式について簡潔に説明しなさい。
- ② 次の枠内の線虫病のうち一つを選択し、病名を記した上で、その特徴について簡潔に説明しなさい。

サツマイモ根こぶ線虫病、ダイコン根腐線虫病、ダイズシスト線虫病、マツ材線虫病

(4) 主要農薬の一つであるボルドー液の有効成分及びその作用機構について説明しなさい。

(昆虫学)

【No. 5】 昆虫に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 幼若ホルモン (JH) に関する以下の問いに答えなさい。

- ① JH が昆虫の脱皮や変態にどのように関与しているか説明しなさい。ただし、チョウ目など一般に広く知られている例を念頭に置くものとする。
- ② JH が害虫管理においてどのように応用されているか説明しなさい。

(2) 昆虫個体群の成長に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 内的自然増加率及び環境収容力とは何か、それぞれ簡潔に説明しなさい。
- ② 内的自然増加率を  $r$ 、最初の個体数を  $N_0$ 、 $d$  日後の個体数を  $N_d$  とすると、理想的環境下における  $N_d$  は以下のとおり表すことができる。

$$N_d = N_0 e^{rd}$$

ここで、 $e$  は自然対数の底 (ネイピア数) である。

ある昆虫の内的自然増加率  $r$  が 0.2/日 で、最初の個体数が 100 個体である場合、理想的環境下において個体数が 10,000 個体を超えるのは最も早くて何日後であるか答えなさい。ただし、答える日数は整数値とし、計算過程を示すこと。また、 $e = 2.718$ 、10 の自然対数  $\log_{10} = 2.303$  とする。

- ③ 理想的環境下では昆虫個体群が無限に成長することとなるが、実際には、個体数の増加に伴って負の影響が生じることにより個体数の増加程度に歯止めがかかると考えられる。時間を  $t$ 、内的自然増加率を  $r$ 、個体数を  $N$ 、個体群の成長に対して個体数に依存して現れる影響の程度を  $h$  とすると、個体数の増加率  $dN/dt$  は以下のとおり表すことができる。

$$dN/dt = N (r-hN)$$

この式を利用した場合、環境収容力  $K$  が  $r$ 、 $h$  を用いてどのように表されるか答えなさい。ただし、 $K$  の導出過程を示すこと。

(3) 害虫防除に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 施設栽培において、ハウスの被覆資材に紫外線除去フィルムを用いると害虫防除効果が期待されるが、イチゴの施設栽培では利用されないことが多い。その理由を説明しなさい。
- ② 天敵防除としてコレマンアブラバチを放飼する野菜の施設栽培において、ムギ類を同時に植栽する手法がある。この手法は、どのような効果を期待したものであるか説明しなさい。
- ③ 特定農薬として指定された土着天敵を使用する際に、法令上遵守すべき事項を述べなさい。

(農業資源経済学)

【No. 6】 農業資源経済に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 農業生産における共有資源と公共財について、以下の問いに答えなさい。

① 経済学で取り扱う財やサービス（以下では財と総称する）は、排除可能性と競合性という二つの基準によって、私的財、クラブ財、共有資源、公共財の4種類に分類できる。それぞれの財の特徴について、排除可能性と競合性の視点から説明しなさい。

② 共有資源の利用に関する「コモンズ（共有地）の悲劇」について、排除可能性と競合性に触れつつ、具体的な例を示しながら説明しなさい。

③ 農業生産に伴って生じる公共財の例を一つ示し、公共財となる理由について説明しなさい。

(2) 農業生産では、生産の意思決定と収穫の間に大きな時間差があることが特徴の一つとして挙げられる。競争的な市場を前提とすれば、収穫時点の価格予想に基づいて生産の意思決定を行うこととなる。そのため、実際の価格と予想価格とのズレによって、農産物市場に独特の変動をもたらす。

特に、牛肉や豚肉の生産では、ビーフ・サイクルやピッグ・サイクルと呼ばれる周期的な変動が知られている。このような周期的変動を説明するモデルの一つに、「クモの巣モデル」がある。クモの巣モデルは、収穫時の予想価格を作付け開始時（生産の意思決定時）に実現されている価格と同じであるとして、生産者は作付けを行うという仮定に依拠している。

以上を踏まえて、クモの巣モデルに関する以下の問いに答えなさい。なお、図の描画に際しては、縦軸に価格を、横軸に数量をとり、必要な記号は適宜設定すること。

① クモの巣モデルにおいて、スタート時点から期を追うごとに均衡に収束する場合を考える。需要曲線と供給曲線を描いた図を用いて、この様子を説明しなさい。

② ①の場合とは逆に、スタート時点から期を追うごとに均衡から離れていく場合を考える。需要曲線と供給曲線を描いた図を用いて、この様子を説明しなさい。

③ 均衡に収束するパターンと発散するパターンは、どのような条件によって規定されるか、それぞれ説明しなさい。

(農業経営学)

【No. 7】 農業経営に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 表は、我が国の米の生産費を示したものである。このことに関する以下の問いに答えなさい。

	単位	実数	構成割合
10a当たり			%
物財費	(円)	79,324	70.3
うち			
A	(円)	24,264	21.5
B	(円)	12,359	11.0
C	(円)	9,810	8.7
D	(円)	7,664	6.8
労働費	(円)	33,478	29.7
費用合計	(円)	112,802	100.0

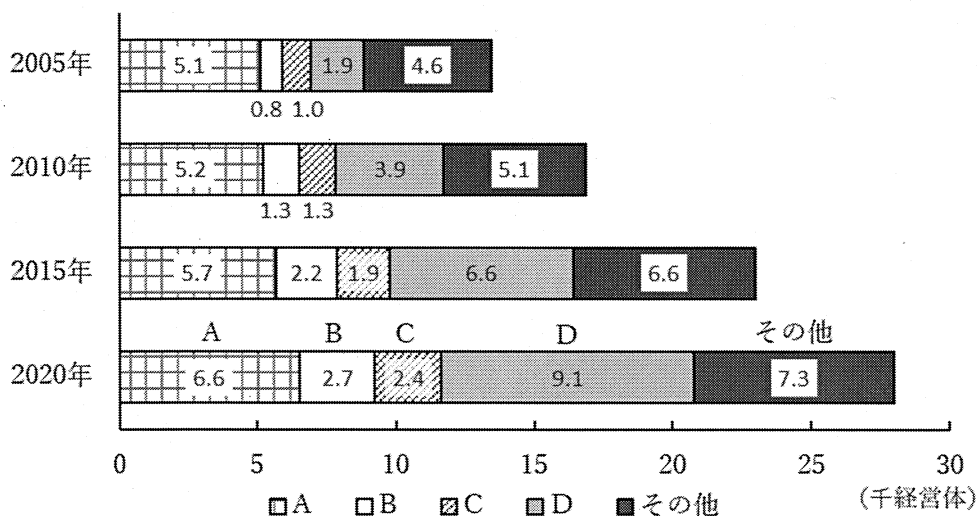
資料：農林水産省「令和4年産 米生産費（個別経営体・全国）」

① Aに当てはまる費目を、枠内から一つ選んで答えなさい。

賃借料及び料金、農機具費、農業薬剤費、肥料費

② Aの費用を削減するための改善策について、農業経営における具体例を用いて三つ挙げなさい。

(2) 図は、我が国の法人経営体数の推移（販売金額1位部門別）を示したものである。このことに関する以下の問いに答えなさい。



資料：農林水産省「農林業センサス」を基に作成

注：1) 法人経営体数には販売のない経営体を含まない

2) 畜産は酪農、肉用牛、養豚、養鶏、養蚕、その他畜産の合計



① Dに当てはまる作目・部門を、枠内から一つ選んで答えなさい。

稲作、施設野菜、畜産、露地野菜

② Dについて、2005年以降、法人経営体数が増加している理由について二つ簡潔に答えなさい。

③ 法人化による経営上のメリットについて、農業経営の具体例を用いて四つ挙げなさい。

(食料政策・農業政策)

【No. 8】 食料政策・農業政策に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 食料自給率に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 「食料・農業・農村基本計画」(令和2年閣議決定)の総合食料自給率では、食料に関して二つの指標から国内生産の割合をそれぞれ目標として設定している。この二つの指標及び目標数値について答えなさい。
- ② 食料自給率目標達成のため、「農地の集積・集約化」が目指されている。この「農地の集積・集約化」とはどのようなことを指しているのか、「農地の集積」と「農地の集約化」に分けて説明しなさい。
- ③ 食料自給率目標達成に向け、「農地の集積・集約化」以外に生産面でどのような政策を講じることが必要であるか、「生産基盤の強化」と「需要の変化」の二つの観点からあなたの考えを述べなさい。なお、解答は現在政府が講じている施策に合致するものでなくても差し支えない。
- ④ 食料自給率目標達成に向け、消費面ではどのような政策を講じることが必要であるか、「政策の目的」と「実際の取組方法」の二つの観点からあなたの考えを述べなさい。なお、解答は現在政府が講じている施策に合致するものでなくても差し支えない。

(2) 令和3年5月に策定された「みどりの食料システム戦略」に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 戦略策定の背景にある、我が国の食料・農林水産業が直面する持続可能性の課題について、説明しなさい。ただし、枠内の用語を全て使用し、用語を用いた箇所に下線を付すこと。  

生産者の減少・高齢化、環境負荷の軽減、持続的な食料システム
-------------------------------
- ② 政策手法のグリーン化(補助、投融資、制度等の政策誘導の手法に環境の観点を盛り込むことで、環境配慮の取組を促すこと)について、考えられる政策の例を述べなさい。ただし、解答に当たっては、その政策の対象者及び期待される環境面での効果を明らかにすること。なお、解答は現在政府が講じている施策に合致するものでなくても差し支えない。

(家畜育種学)

【No. 9】 家畜育種に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 家畜の形質と遺伝に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 質的形質と量的形質について、家畜での具体例を一つ挙げながらそれぞれ説明しなさい。
- ② 伴性遺伝と従性遺伝について、それぞれ説明しなさい。

(2) 集団の遺伝的構成に関する以下の問いに答えなさい。

- ① ある遺伝子座の二つの対立遺伝子  $A1$  及び  $A2$  が家畜の生存に関係しており、潜性 (劣性) 遺伝子のホモ接合体  $A2A2$  が致死となる。Hardy-Weinberg 平衡下において、ある世代において潜性 (劣性) 致死となる個体の割合は  $0.09$  であった。この集団を無作為交配した場合に、次世代において潜性 (劣性) 致死となる個体の割合を計算過程も含め示しなさい。ただし、小数点第3位を四捨五入し、小数点第2位まで示すこと。
- ② 集団の有効な大きさについて説明しなさい。ただし、枠内の用語を全て使用し、用語を用いた箇所に下線を付すこと。

雄の数、メンデル集団、近交係数、遺伝的浮動

(3) 量的形質の遺伝と選抜に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 顕性 (優性) 偏差とエピスタシス偏差について、それぞれ説明しなさい。
- ② 遺伝効果として育種価のみが関与している形質において、個体自身の表現型値のみに基づいて選抜を実施する場合、育種価及び選抜の正確度がどのように算出できるかを述べなさい。ここで、表現型値は各個体1回ずつ記録されていること、育種価とそれ以外の効果に共分散は存在しないこととする。なお、解答に当たっては式を用いてもよい。
- ③ 表現型値が正規分布する形質に対して、切断型選抜を実施した場合に遺伝的改良量 (選抜反応) をどのように予測するかを述べなさい。ただし、枠内の用語を全て使用し、用語を用いた箇所に下線を付すこと。なお、解答に当たっては式を用いてもよい。

選抜差、遺伝率、選抜強度、相加的遺伝標準偏差

(4) 我が国の家畜の育種手法に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 和牛の改良の現状と課題について述べなさい。ただし、枠内の用語を全て使用し、用語を用いた箇所に下線を付すこと。
- 産肉能力検定、BLUP 法、脂肪交雑、遺伝的多様性
- ② 乳用牛や肉用牛で実用化されているゲノミック評価とはどのような手法か説明しなさい。ただし、解答に当たっては、ゲノミック評価の原理や従来の血統情報のみを利用した方法と比べた際の実用上の利点について触れること。

(家畜繁殖学)

【No. 10】 家畜の繁殖に関する以下の問いに答えなさい。

(1) ウシの繁殖障害に関する以下の用語について、それぞれ3行程度で説明しなさい。

- ① リピートブリーディング
- ② フリーマーチン
- ③ 子宮内膜炎
- ④ 胎盤停滞

(2) 哺乳動物の精巣に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 精巣の断面像を書きなさい。ただし、断面像には生殖細胞群、セルトリ細胞、ライディッヒ細胞を図示すること。
- ② 精巣下降及び停留精巣について、それぞれ説明しなさい。
- ③ 精巣は体温より低い温度で保たれている。その温度調節機構について説明しなさい。

(3) ウシの人工授精の問題点に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 近年問題となっている、ウシ、特に乳用牛における受胎率の低下について、その原因を含め、説明しなさい。なお、必要に応じて枠内の用語を用いてもよいが、用語を用いた箇所に下線を付すこと。

泌乳量、発情徴候、エネルギーバランス

- ② 受胎率の低下に伴う空胎期間の延長は、酪農家の収益性に影響を与える。その理由及び解決策を、泌乳曲線の観点から論じなさい。

(家畜生理学)

【No. 11】 家畜生理学に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 乳牛の泌乳に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 水分を除く主な乳成分は乳タンパク質、乳糖、乳脂肪であるが、これらの原料となる主な血中前駆物質を挙げ、各乳成分がどこでどのように合成・分泌されるかを、それぞれ説明しなさい。
- ② 分娩前後において、泌乳を開始するきっかけとされているホルモンの濃度変化について、主要なホルモンを三つ挙げ、その濃度変化と濃度変化が起きる時期について、それぞれ説明しなさい。

(2) 家畜・家禽の体温調節と暑熱環境における生体機構に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 乳合成のために代謝量が多い泌乳牛では、環境温度と湿度の上昇による影響を受けやすい。高温環境下の乳牛における体温調節機構について簡潔に説明しなさい。ただし、枠内の用語を全て使用し、用語を用いた箇所に下線を付すこと。

顕熱放散、潜熱放散、GH、インスリン、トリヨードサイロニン

- ② 高温環境下のニワトリの体内において、どのような現象が起こっているかについて、卵殻の形成機能にも触れつつ簡潔に説明しなさい。ただし、枠内の用語を全て使用し、用語を用いた箇所に下線を付すこと。

汗腺、パンティング (熱性多呼吸)、呼吸性アルカローシス

(3) 家畜・家禽の消化と吸収に関する以下の問いに答えなさい。

- ① ブタにおいて、口から摂取された飼料が大腸までの消化管で消化・吸収され、糞として排せつされるまでの過程を簡潔に説明しなさい。
- ② 家禽類は粒度が大きく、比較的硬い飼料を消化できる。その理由について触れつつ、家禽類において、口から摂取された飼料が大腸までの消化管で消化・吸収され、糞として排せつされるまでの過程を簡潔に説明しなさい。
- ③ 哺乳子牛における第二胃溝反射 (食道溝反射) について説明しなさい。

(家畜飼養学・家畜栄養学・飼料学・家畜管理学)

【No. 12】 家畜の飼養、飼料、管理に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 放牧牛の飼養に関する以下の問いに答えなさい。

- ① グラステタニーの症状、発生原因、予防法について述べなさい。
- ② 肉用牛の放牧における栄養管理について、育成牛、繁殖雌牛それぞれの栄養要求量の違いを踏まえながら、説明しなさい。

(2) 乳用子牛の飼養に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 哺育期の飼養について、免疫と第一胃の発達に注目しながら説明しなさい。ただし、枠内の用語を全て使用し、用語を用いた箇所に下線を付すこと。

初乳、固形飼料、離乳、微生物

- ② カーフハッチについて、飼養上の利点を挙げながら、説明しなさい。

(3) エコフィードに関する以下の問いに答えなさい。

- ① エコフィードとはどのようなものかを説明し、さらにエコフィードを生産・利用する意義について論じなさい。
- ② エコフィードを製造するために一般的に用いられる加工技術を二つ挙げて、それぞれの技術の概要と特徴を説明しなさい。

(4) 反芻家畜用飼料の栄養価を評価するために用いられる方法として、人工消化試験法(in vitro 法)、ナイロンバック法、動物を用いた消化試験法がある。それぞれについて、どのような方法であるか概要を説明しなさい。

(漁業学)

【No. 13】 漁業学に関する以下の問いに答えなさい。

(1) はえ縄漁業に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 標準的なまぐろはえ縄漁業で用いる漁具構造の概略図を書きなさい。また、「枝縄」、「幹縄」がそれぞれどの部分に該当するか、矢印とともに記しなさい。
- ② 近年、高度回遊性魚類であるマグロ類を漁獲対象としたまぐろはえ縄漁業における海鳥類やウミガメ類などの混獲が問題となり、その対策として様々な混獲防除技術が考案されている。以下の(i)～(v)の用語について、その仕組みと対象生物を簡潔に説明しなさい。
  - (i) トリライン
  - (ii) 舷側投縄
  - (iii) 加重枝縄
  - (iv) サークルフック
  - (v) デフッカー

(2) かご漁業に関する以下の問いに答えなさい。

- ① かご漁具の一般的な長所を、以下の(i)～(iv)の四つの観点のうち二つ選んで、それぞれ簡潔に述べなさい。ただし、選んだ記号をはじめに明記すること。
  - (i) 漁船設備
  - (ii) 海底地形
  - (iii) 資源保護
  - (iv) 漁獲効率
- ② かご漁具による対象生物のサイズ選択的な漁獲を行うために、浸透時間(かごが海中に設置されている時間)が重要な要素である理由について、網目の大きさに触れながら説明しなさい。

(3) 資源管理に関する文章を踏まえ、以下の問いに答えなさい。

水産資源を経済的に最適利用することは資源管理の一つの目標である。ある資源から持続的に得られる最大の利益を $L_{max}$ とし、教科書的な余剰生産量モデルを用いて $L_{max}$ の簡単な導出を行う。

はじめに、資源量 $B$ の時間的変化を以下の通り表す。

$$\frac{dB}{dt} = rB \left(1 - \frac{B}{K}\right) - Y$$

ただし、 $r(r > 0)$ は資源の自然増加率、 $K(K > 0)$ は環境収容力(資源量 $B$ の理論的最大値)、 $Y$ は漁獲量である。ここで、資源量 $B$ の時間的変化がない平衡状態( $\frac{dB}{dt} = 0$ )を仮定すると、余剰生産量 $P$ を資源量 $B$ の関数と考え、放物線を仮定する Schaefer モデルで以下のように表現することができる。

$$P = rB\left(1 - \frac{B}{K}\right)$$

また、漁獲量 $Y$ は、努力量 $X$ と資源量 $B$ にそれぞれ比例するものとする。

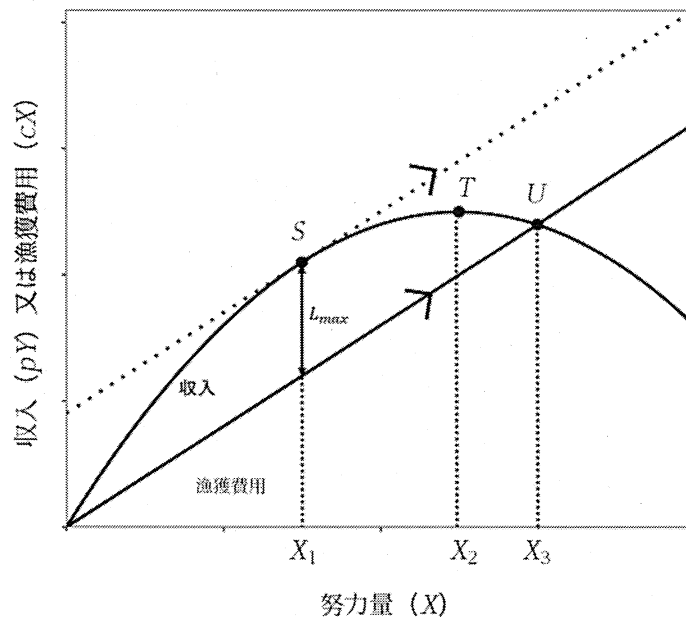
$$Y = qXB$$

ただし、 $q$  ( $q > 0$ )は漁具能率（定数）である。また、持続的な漁獲量は、 $Y = P$ である。

続いて、魚価（定数）を $p$  ( $p > 0$ )、努力量当たり経費（定数）を $c$  ( $c > 0$ )と表す。収入は漁獲量 $Y$ に比例すると仮定して $pY$ とし、漁獲費用は努力量 $X$ に比例すると仮定して $cX$ とすると、利益 $L$ は以下のとおり表すことができる。

$$L(X) = pY - cX = pqKB\left(1 - \frac{qX}{r}\right) - cX$$

利益 $L$ が最大になるときが、 $L_{max}$ である（以下図）。



- ①  $L_{max}$ を達成する努力量 $X$ （図中の $X_1$ ）を求めなさい。
- ②  $L_{max}$ を求めなさい。
- ③ 一般に、誰でも資源の利用が可能な漁業では、努力量 $X_1$ が実現せず、 $L_{max}$ は達成されない。その理由を、上記の図を用いて説明しなさい（新たに作図する必要はないが、図中の点 $S$ 、 $T$ 、 $U$ 及び努力量 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ の記号のうち、二つ以上を用いて説明すること。）。
- ④ 令和2年に施行された改正後の漁業法（新漁業法）に基づく我が国の資源管理システムにおいては、国や都道府県による公的規制と漁業者の自主的管理が組み合わされて運用される。特に、漁獲可能量（TAC）による管理が行われていない魚種については、漁業者による自主的な資源管理措置を定める「資源管理協定」の活用が図られる。新漁業法に基づく資源管理協定の活用は、共有資源の持続的な管理にどのように貢献し得るか、資源管理協定の制度的特徴に触れながら論じなさい。



(水産資源学)

【No. 14】 水産資源学に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 再生産関係に関する以下の問いに答えなさい。

① 代表的な再生産関係式である以下の三つについて、どれか一つを選び数式で示しなさい。

ただし、 $R$ は加入量、 $S$ は親魚量とする。

(i) ベバートン・ホルト型

(ii) リッカー型

(iii) ホッケー・スティック型

② ①で選んだ再生産関係式の特徴を説明しなさい。ただし、説明は概念図を用い、概念図には縦軸と横軸に何を取ったのかを明記すること。

(2) 資源量推定手法に関する以下の問いに答えなさい。

① 水産資源の資源量推定値(単位は尾数)を得る手法である底びき網を用いた掃海面積法(面積密度法、試験漁獲調査ともいう)の概要を説明しなさい。

② 掃海面積法を用いて、資源量推定値を得るために必要な情報を箇条書きで書き出しなさい。このとき、必要な情報の一つである採集効率(曳網域内に生息する尾数のうち、漁獲される尾数の割合)は書き出さなくてよい。

③ ②で箇条書きにした情報をアルファベット・記号にて定義した後、掃海面積法によって資源量推定値を得るまでに必要な全ての計算手順を、数式を用いて説明しなさい。なお、採集効率は  $p$  ( $0 \leq p \leq 1$ ) と定義し、曳網するサンプリング地点は複数あるものとする。

(水産海洋学)

【No. 15】 水産海洋学に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 海洋環境に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 海底地形を表す用語のうち、大陸棚、堆、海盆についてそれぞれ簡潔に説明しなさい。
- ② 海洋大循環（熱塩循環）について、時間スケールに触れながら説明しなさい。
- ③ 我が国では水深 200 m 以深から採取した海水を「海洋深層水」として利用しているが、この海洋深層水について、表面海水とは異なる特徴を説明しつつ、海洋深層水の一般的な利用法を述べなさい。

(2) 水塊構造に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 暖水塊について、渦の向きに触れながら簡潔に説明しなさい。
- ② 異なる水塊の表層の境を海洋前線と呼ぶ。海洋前線は発生する海域の違いにより沿岸前線、陸棚前線、外洋前線の三つに分類される。それぞれの具体的な前線の名称を一つずつ示し、それらの発生メカニズムについて簡潔に説明しなさい。
- ③ 海洋前線付近は一般に好漁場とされているが、その理由について述べなさい。

(3) 急潮に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 急潮とはどのような現象か簡潔に説明しなさい。
- ② 急潮が発生する原因として、暖水の侵入、台風や低気圧の通過、内部潮汐によるものなどが考えられる。これらのうち、台風などの強風に起因する急潮発生メカニズムについて説明しなさい。ただし、枠内の用語を全て使用し、用語を用いた箇所に下線を付すこと。

エクマン輸送、沿岸捕捉波、近慣性内部波

- ③ 急潮による漁業被害について具体例を挙げつつ、その被害軽減策や急潮発生予測について述べなさい。

(水産環境保全)

【No. 16】 水産環境保全に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 沿岸海域で観察される現象に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 青潮について、発生海域と原因物質及び水産生物への影響に触れながら、発生メカニズムを説明しなさい。
- ② 我が国で赤潮を引き起こす原因となる渦鞭毛藻類とラフィド藻類をそれぞれ一つ挙げ、それぞれが引き起こした漁業被害について、実例と被害規模に触れながら説明しなさい。
- ③ 近年、気候変動により各地で磯焼けと呼ばれる藻場の消失が確認されている。磯焼けの原因と藻場の回復方策について述べなさい。ただし、枠内の用語を全て使用し、用語を用いた箇所に下線を付すこと。

一時的な環境変化、長期的な環境変化、温暖化の影響、磯掃除、囲い網

(2) 養殖場における海洋環境保全に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 魚類養殖場の海洋環境が悪化するメカニズムを説明しなさい。
- ② ノリの色落ちが発生する原因とその対策について説明しなさい。
- ③ 給餌養殖と無給餌養殖を同時に行う複合養殖の利点について、実際の養殖対象生物を例に挙げて海洋環境保全の観点から述べなさい。

(3) 平成 23 年に発生した東日本大震災により被災した東京電力福島第一原子力発電所には、核燃料の冷却に使用した冷却水や施設内に侵入した地下水を多核種除去装置により複数の放射性核種を取り除く処理をした処理水を保管している。この処理水に含まれるトリチウム（三重水素）について以下の問いに答えなさい。

- ① トリチウムの物理的性質及び化学的性質についてそれぞれ説明しなさい。
- ② トリチウムの生物体内での挙動を、「自由水型」と「有機結合型」の二つの場合に分けて説明しなさい。
- ③ トリチウムを含む処理水を海洋放出することに対する次の意見に対し、科学的な誤りを指摘しつつ、海洋放出による放射線の人や環境への影響の有無を論じなさい。

トリチウムは人工放射性核種の一つであり、福島第一原子力発電所の事故により、世界で初めて放出された。海洋放出された処理水に含まれるトリチウムは、生物濃縮により魚介類に蓄積され、魚介類を通じて人の体内に入る。トリチウムが人体、特に DNA に取り込まれると、その強い放射線により遺伝子が破壊され、発がんする頻度は自然発生頻度より明らかに高くなる。

(水産生物学)

【No. 17】 水産生物に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 魚類の浸透圧に関する以下の問いに答えなさい。

① 次の文章は真骨魚類の浸透圧調節について説明したものである。A～Nに当てはまる語句を答えなさい。また、解答に当たっては、A～Nとの対応が分かるように記すこと (例 A: ○○、…、N: □□)。

真骨魚類における淡水適応ホルモンとして、 で産生される  が知られている。 は鰓に作用すると、 イオン及び塩化物イオンの体外への流出を防ぎ、これらを体内に保持する。また、このホルモンは腎臓にも作用し、糸球体でのろ過量を  させ、尿量を  させる。また、尿細管及び膀胱では  イオンと水の再吸収をそれぞれ  及び  させることで、淡水魚に特徴的な尿を産生させる。

一方、海水適応に重要なホルモンは  である。 は哺乳類では副腎皮質で作られるが、魚類ではこれに相同な  で産生され、鰓の  細胞でのイオンの排出を  する。また、 においては、イオン及び水の吸収を  させる。

に加えて、 も海水適応ホルモンとして機能することが知られている。すなわち、サケ科魚類やティラピアを淡水から海水に移すと、血中の  濃度が上昇する。

② ①の下線部を10文字程度で具体的に説明しなさい。

③ サケ科魚類は代表的な遡河回遊魚である。サケ科魚類では、河川生活期から降海期へ移行する際、体色が劇的に変化する。この変化について、それを誘発するホルモンを明記しながら具体的に説明しなさい。

④ ウナギ類は代表的な降河回遊魚である。一方で、一生を海で過ごす、いわゆる海ウナギの存在が示されている。この海ウナギについて、具体的にどのような解析に基づいてその存在が証明されたのか、その解析法の原理に触れながら説明しなさい。

(2) 魚類の性成熟に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 次の文章は真骨魚類の卵形成について説明したものである。A～Nに当てはまる語句を答えなさい。また、解答に当たっては、A～Nとの対応が分かるように記すこと（例 A：○、…、N：□□）。

性成熟に適切な環境及び生理状態では、まず  で生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン (GnRH) が合成・放出され、 における  及び  の分泌を促進する。 は卵黄形成期の卵巣に作用して  の合成を促進させる。 は  に作用して、卵黄タンパク質前駆体である  の合成を促進する。 は血液中を通過して  に運搬され、 細胞内に取り込まれる。 細胞内では  は 、ホスビチン、βプライムコンポーネントなどに切断され、卵黄タンパク質として卵黄球内に貯蔵される。さらに、卵成熟期には、 の作用により卵巣での  の産生が促され、卵成熟及び排卵が起こる。

卵巣の形態は魚種によって様々であるが、成熟卵が直接体腔に排卵される  型と、成熟卵が卵巣腔に排卵され、 を通って生殖孔から放出される  型に大別される。

- ②  型の卵巣を持つものを以下の中から全て選びなさい。

- ③  は本来、性成熟に達した雌の血中にもみ認められるが、ある条件では雄でも産生する。この特性を利用して、ある環境調査が行われている。その調査の仕組みについて、具体的に説明しなさい。
- ④ 魚類では、同一個体が異なる時期に異なる機能的な生殖腺を有する隣接的雌雄同体現象、いわゆる性転換がしばしば生じる。クマノミの性転換について、社会性や体サイズに触れながら説明しなさい。

(増養殖学)

【No. 18】 我が国の水産増養殖に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 水産資源の増殖に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 増殖の方法について、繁殖保護、環境改善、移植・放流の三つに分けて簡潔に説明しなさい。
- ② 人工種苗放流は、資源増殖に多くの成果を挙げてきた一方で、遺伝的多様性を損なうリスクがあることも指摘されている。遺伝的多様性を担保するため、種苗生産において取り組むべき点を四つ挙げなさい。

(2) 魚類養殖に用いる種苗に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 天然種苗に対する人工種苗の利点を五つ挙げて説明しなさい。
- ② 集約的な人工種苗生産が可能になった要因の一つに、初期餌料生物としてシオミズツボウムシを利用するようになったことがある。シオミズツボウムシの生物餌料としての長所を二つ挙げて説明しなさい。また、シオミズツボウムシの栄養学的な短所とその改善法について説明しなさい。
- ③ 多くの魚種で人工種苗生産が可能になったのは、人為的な採卵技術が発達して、飼育下で産卵させることが難しい魚種でも採卵できるようになったためである。人為的に採卵するために行う処理を二つ挙げ、それぞれについて説明しなさい。

(3) 養殖における疾病に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 枠内の疾病の中から三つを選び、病名を記した上で、病原体の種類（細菌、ウイルス、真菌、寄生虫のいずれか）、主な感染魚種及び主な病状についてそれぞれ説明しなさい。

エドワジエラ症、伝染性造血器壊死症、ノカルジア症、白点病、ベコ病、 ホワイトスポット病、冷水病
--

- ② 細菌疾病に対する一般的な対策について簡潔に説明しなさい。
- ③ 魚病の診断に一般的に用いられる抗原検査、抗体検査、核酸検出検査についてそれぞれの特徴を説明しなさい。

(水産化学)

【No. 19】 水産化学に関する以下の問いに答えなさい。

(1) テトロドトキシン (TTX) に関する以下の問いに答えなさい。

- ① TTX が作用する人体内のタンパク質名を挙げなさい。
- ② ①で挙げたタンパク質の人体内での役割とそれに対する TTX の作用を示し、中毒症状発症に至るまでの生理学的な変化を説明しなさい。

(2) イミダゾールジペプチドに関する以下の問いに答えなさい。

- ① イミダゾールジペプチドとして分類される物質の中で水産物の筋肉 100g 当たり 1000mg を超える高含量で含まれる化合物がある。その化合物名を一つ挙げ、それを上記の高含量で含む水産物を枠内から一つ選びなさい。

マアジ、マイワシ、カツオ、ヒラメ、マッコウクジラ、マサバ、イワシクジラ

- ② イミダゾールジペプチドは、高速遊泳や潜水などに適応した嫌氣的運動能力が高い魚種の筋肉に多い。その嫌氣的運動を支える機構として考えられることについて、簡潔に説明しなさい。なお、説明に当たっては化学反応式を用いてもよい。

(3) 魚介類のエキス成分の一部は、魚介類の味に寄与していることがオミSSIONテストにより明らかになっている。魚介類の味に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 味の種類にはこく、まろやかさのほかにもどのようなものがあるのか、基本味を五つ挙げなさい。
- ② 水産物のこく、まろやかさ以外の五つの基本味について、それぞれの呈味成分として知られている化合物名を一つずつ挙げなさい。
- ③ 水産物の味を人工的に再現するためには、各種の化合物を混合することが有効である。呈味成分を混合することで味がどのように変化するのかについて説明しなさい。

(4) 酸素貯蔵の役割を持つミオグロビンの酸化 (メト化) はマグロ肉等の色調の変化の原因となる。以下の問いに答えなさい。

- ① メト化とはどのような化学的変化なのか説明しなさい。
- ② 生体内でメト化が進行しない理由について簡潔に説明しなさい。

(5) 海藻に含まれる粘質多糖であるアルギン酸の水溶液 (ゾル) に 2 価以上の陽イオンを加えるとゲル化するが、アガロースのゾルに多価の陽イオンを加えてもゲル化は起こらない。以下の問いに答えなさい。

- ① このように性質が異なる理由をそれぞれの構造式上の違いをもとに簡潔に説明しなさい。なお、説明に当たっては図を用いてもよい。
- ② アルギン酸を多く含む海藻の分類群とアガロースを多く含む海藻の分類群をそれぞれ答えなさい。

(水産利用学)

【No. 20】 水産物の利用・加工及び機能性物質に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 魚油に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 原料魚から抽出した粗魚油には様々な不純物が含まれており、それらを除くため、脱ガム、脱酸、脱色、脱臭の工程を経て、食品加工用魚油となる。脱ガムと脱酸の工程それぞれにおいて除去される物質を挙げ、また、それぞれの工程においてどのような操作でそれらの物質が除去されるのか簡潔に説明しなさい。ただし、解答に当たってはそれぞれ対応が分かるようにすること。(例：脱ガムでは、○○○。脱酸では、○○○。)
- ② 一次精製を行った魚油は更なる工程を経て種々の製品に加工される。加工時に行う水素添加はどのような方法か、化学的観点から簡潔に説明しなさい。
- ③ ②の方法で加工された魚油を何と呼ぶか答えなさい。
- ④ 魚油を利用した製品として一般にどのようなものがあるか、二つ挙げなさい。

(2) 魚粉（フィッシュミール）に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 魚粉のブラウンミールとホワイトミールについて、使用する魚種とそれらの肉質の違いを明確にしなさい。
- ② 湿式法による魚粉の製造法について簡潔に説明しなさい。
- ③ 魚粉の乾式法による製造工程では、条件が不適切な場合に、ある成分が生じ、畜産動物にそれを含んだ魚粉を与えると胃潰瘍（gizzard erosion）を発症する。この原因物質名と、この物質が生じる要因について説明しなさい。

(3) 水産物に含まれる様々な機能性物質に関する以下の問いに答えなさい。

- ① 水産物に含まれる機能性物質のうち、ドコサヘキサエン酸（DHA）とタウリンの化学構造式を示しなさい。
- ② アスタキサンチンの化学構造上の特徴と抗酸化作用について説明しなさい。ただし、枠内の用語を全て使用し、用語を用いた箇所に下線を付すこと。  

共役二重結合、消去能、カロテン類、キサントフィル類
---------------------------
- ③ アルギン酸やフコイダンなどの食物繊維の持つヒトへの効能について三つ挙げなさい。