

食べ物とは？海洋生物の食への利用と生理調節作用 (潮秀樹)1、日本の海と資源

- ・日本近海の生物多様性…世界トップレベル (全海洋生物種の 14.6%)
- ・この生物多様性ゆえに漁業が盛んだったが盛んになりすぎて資源量が減少している
- ・「The ecological footprint」

→地球の環境容量をあらわしている指標で人間活動が環境に与える負荷を資源の再生産および廃棄物の浄化に必要な面積として示した数値

- ・「SDGs (Sustainable Development Goals) (持続可能な開発目標)」

→両立しえないものが含まれている (例:「産業、技術革新、基盤」と「不平等削減」など)

→利用するからには資源を無駄にしないことが重要

2、海洋生物と食

- ・根本的な考え方として「遺伝的乖離があっても高等・下等というような区別はない」
- ・草食・肉食・雑食の動物がいる中で食物連鎖・生態ピラミッドが作られてゆく
- ・大が小を (強が弱を) 食べる弱肉強食の関係性…小 (弱) の個体数は多い
- ・高次になれば動物同士の捕食になるためある意味みな「肉食」とも言える
- ・「食品の機能性について」

① 栄養性

例 1 : デンプン/炭水化物・脂質・タンパク質 (アミノ酸) cf. アミノ酸の「味」について
必須アミノ酸

→体内で構成不可能なため外部から摂取しなくてはならない (容易に外部から摂取できる)

→逆に体内で構成できるアミノ酸 (非必須アミノ酸) は外部摂取が困難なため体内構成が必要

例 2 : ビタミン…生物の生存生育に必要な栄養素のうち例 1 以外の有機化合物の総称

cf. ビタミン B1 の発見…鈴木梅太郎が 20 世紀初頭に発見、ビタミン命名のきっかけ

② 嗜好性

人間の感覚…視覚、嗅覚、味覚、触覚、温覚、聴覚 + 生理的・心理的・文化的状態

A 視覚…期待・想像との整合性、経験との照合、生理的嗜好との照合

B 嗅覚…食可能性の判断、「おいしい」かどうかの判断 cf. 嗅覚受容体の多対多の受容

C 味覚…食可能性の判断、「おいしい」かどうかの判断、身体への必要性の判断 cf. 味蕾

基本味…苦味 (毒物)、酸味 (腐敗物)、塩味 (ミネラル)、うま味 (アミノ酸)、甘味 (糖)
+ 脂肪味 (脂肪)、カルシウム味 (カルシウム)

D 触覚…咀嚼や嚥下によるテクスチャー (食品と身体との接触による物理的刺激) と楽しみ

E 温覚…食品の適温、生理的要求

F 聴覚…音や骨伝導によるテクスチャーの評価

「食べるかどうか」から「多様な食べ物の複雑さを味わう」へ

味覚器と5基本味の受容…Gタンパク質共役型受容体（甘苦旨）、イオンチャンネル（酸塩）

A 甘味…糖・エネルギーを想起、低カロリー甘味料の極端な利用ではカロリー不足を感知

B 旨味…アミノ酸や核酸などを想起、おいしさとの関係

C 苦味…毒成分を想起、適度な状態での味の深さ・厚みとの関係

D 酸味…腐敗や未熟を想起、適度な状態での味の深さ・厚みとの関係

E 塩味…ミネラルを想起、適度な状態での味の深さ・厚みとの関係

③ 生体調節

生体防御・恒常性維持・疫病予防回復 cf. 医薬品、保健機能食品（トクホ）、一般食品

3、海洋生物と食と生理調節

例1：セレン…大量では死をもたらすが少量は必要

例2：DHA（ドコサヘキサエン酸）…海洋生物の含有量が多く海洋生物への注目のきっかけ

例3：EPA（エイコサペンタエン酸）…海洋生物の含有量が多く海洋生物への注目のきっかけ

4、日本食と海洋生物の利用

・魚の食べ方（刺身、湯引き、酢締め、煮物、焼き魚、などなど）

・だし（かつお節、煮干し、昆布）

→塩分過多になりやすい食事

・塩分の多い食事 ⇔ 腐敗を抑える

・塩分制限の動き→調味料の制限・だしの使用（味覚錯誤）・油の使用（呈味の増強）

5、海洋生物の特殊性・多様性とその利用

例1：魚類はコレステロールとは異なるステロールを吸収する

→人間にはコレステロールがないと生存不可能だが魚類にはコレステロールが不要

→体温が高い人間などの哺乳類と体温が低い魚類など水生生物との違いが要因

例2：「セサミン」中の γ オリザノール

→植物性ステロールと類似した構造を持つ

→人の血中コレステロールレベルを下げる

6、海洋生物のアレルギー・毒

アレルギーは後天的に発生すること多い

例1：フグのテトロドトキシン→体内生成ではなく蓄積している 例2：ヒョウモンダコ
(まとめ)

・鮮度低下しやすく汚染も起こりやすい

・コストが上昇しやすい（運輸・燃料・管理・飼料）

・猛毒・アレルギーのリスクが高い

7、水産業・水産物のあり方

→近年養殖業が盛ん

→穀類生産・畜産業は容易に破綻し得る（例：バーチャルウォーター）

・ヒトの三大栄養素（炭水化物・タンパク質・脂質）

例：デンプン→分解酵素はアミラーゼ（唾液）→他の動物ではほとんど見られない

・そもそも（特に穀物消費が多い）人間は今現在でもデンプンに適応するように変化している

例：ウシ→消化に応じた変化（第一胃～第四胃）

・タンパク質の要求性→より若いほどより肉食なほど要求性は高い（水生生物は高い）

→水生生物は体外が水に囲まれておりイオンバランスを保つエネルギーは少なくてよい

→水生生物は体外が水に囲まれており浮力を利用し重力を支えるエネルギーは少なくてよい

→代謝産物を排出しやすい（アンモニアを尿素に変化させる必要がない）

cf. 尿酸の利点→浸透圧の強変化を起こしにくい、水の排出を抑える、水を嫌い体を軽くする

→水生生物はアミノ酸を分解することでエネルギーを産出している＝タンパク質要求が高い

陸上生物→海洋環境で弱者のため別の場所（陸上）に移った

→ニッチの分割・獲得（棲み分け・食べ分け＝競争排除）

8、味覚の受容

・人間の場合→甘味：T1R2 と T1R3、旨味：T1R1 と T1R3、苦味：T2Rs

・魚類の場合→T1R2 と T1R3 の組み合わせはアミノ酸→T1R は「アミノ酸→甘味」の受容体へ

9、和食について

・一汁三菜（米・魚介・醤油・味噌・野菜・海藻・漬物など）

・米→脱穀・搗精により胚乳へ（搗精で除去された米糠に多くの栄養素）

摂取量の減少、代わりに油脂類・畜産物の摂取量が増加→糖尿率の上昇

・米糠→生活習慣病の予防、インスリン感受性を上昇させ二型糖尿病を抑制

・糠漬け→大根の場合皮付きの方がγオリザノールは豊富（皮に栄養が多い）

・パルミチン酸→飽和脂肪酸の一種で二型糖尿病増加の要因

→昔は糠成分を食べγオリザノールを摂取していたが、搗精技術の発達により米摂取量の減少

かつ畜脂摂取量の増加で二型糖尿病が増加した

10、人類活動の持続性

・「The Ecological Footprint」

→地球の環境容量（生活維持のために必要な一人当たりの陸地・水域の面積）

→生態系再生国と生態系破壊国、各国の Footprint（先進国が高め）

→現在の自然資源に対する需要を満たすには地球が 1.65 個必要な現状（カーボンと耕作地）

→つまり Footprint > 生物生産力という現状

→特に漁場（水圏）の Footprint は小さい、一方で水産物の 2 割は枯渇の危機

cf. レジームシフト→急な種の変化（例：カタクチイワシの減少）

→そこまで水産物に依存していなかった現状←エネルギー源がなくリスクも大きい

→近年の養殖業の増加（生態系の多様性のどこが大事なのか）

11、水産物の利点

・淡水資源に依存する穀類栽培は温暖化で衰退予想（日本は仮想水輸入も踏まえると破綻予想）

- ・穀類栽培が衰退すると畜産業は破綻予想
- ・水産物は淡水を扱わない点で水資源にはやさしい
- ・魚とヒトに共通する感染症が少なく安全性が高い
- ・資源枯渇の面では穀類などの主食は数種類しかなく感染症ですぐに消滅しうる
- ・動物性タンパク質は畜産物では数種類しかないが水産物では多様である

cf. 昆虫食（節足動物アレルギーに対して注意）

12、農学の使命

- ・経済活動に終始するあまり量的にも質的にも生産力に問題が生じる中で生物の存続のためには経済活動に直接的に関与してこなかったものにも目を向ける必要性（水産物はその一つ）

13、試験について

昨年の問題…「食品としての海産物の利点について 200 字程度で説明せよ。」

化学物質と海洋生物毒 (松永茂樹・岡田茂)

天然物化学→二次代謝産物 (ある特定の生物において特定の反応を示すような物質) の研究
ホルモン→個体の体内で作用する物質、フェロモン→同種の他の個体に作用する物質

i カイコの性フェロモン

メスのガがオスのガを誘引する化学物質を発散しておりオスにはそれを受容する受容器がある
ブテナントの研究→カイコの成虫から様々な過程を経てボンビコールを抽出

ボンビコールの構造決定 (二重結合・シス/トランス)

後になってガのフェロモンはいくつか成分の構成比によって種で異なることがわかった
ボンビコールは親和性の高いタンパク質と結びつき細胞膜上の受容体まで運ばれる

ii アリの化学物質

なぜ他巣のアリを区別できるのか→何かを触角で感じ取っているから、では何かとは？

他巣のアリでは表面の炭化水素 (CHC) 組成が異なる

炭化水素の受容→輸送タンパク質を介して触角表面から細胞膜上の受容体まで運ばれる
触角の位置と「道しるべ」フェロモン→触角が正常でないと正しく進めなくなる

iii クマノミとイソギンチャク

特定のクマノミと特定のイソギンチャク (組み合わせは決まっている)

仔魚の時には誘引されず刺されれば死亡するが幼魚になると誘引されて刺されても死亡しない

クマノミが誘引される理由→イソギンチャクの粘液中の化合物 (例: アンフィキューミン)

クマノミが死亡しない理由→体表面の粘液による保護

iv ゴンズイの群認識

体表の成分→自らの群の成分に反応 (ホスファチジルコリン)

多様なホスファチジルコリン→ある特定の成分ではなくその脂肪酸組成比として感じている

v ウミウシの化学防御

体表分泌物の強酸性→硫酸イオンの存在 (生存中のみ)

苦味物質の存在→ポリゴジアル (植物の苦味成分と同じ)

毒性物質の存在→ミカドウミウシの卵の内部や背中には毒性物質が存在

【カイメンについて】

「海からの薬」→医薬品は大抵の場合天然有機化合物 (植物・微生物由来の二次代謝産物)

抗がん剤と細胞周期→G₁期移行中に対応するパクリタキセル (ある樹木の樹皮にいる内生菌)

cf. クロイソカイメン→抗がん剤のエリブリン

無脊椎動物の進化の多様性→特に水中の無脊椎動物

海洋天然物→微生物やカイメンや腔腸動物 (クラゲなど)

① カイメン (Sponges) について

アスコン型→サイコン型→ロイコン型

組織がなく単なる細胞の集まりだが大きいもので2m程に及ぶ

自体積と同程度の海水を20sおきに濾過しその中の微生物を捕食

数種の細胞以外はコラーゲン繊維と骨片から成る

襟細胞→各細胞の鞭毛が独立に動き体内の水流を作る、断面積を広げ水流を遅くする仕組み

カイメンの捕食→原始細胞が餌の摂取と不要物の運送の役割を担う

cf. 原始細胞か襟細胞か？

② カイメン中のバクテリアについて

カイメンには環境水中にはおらず人工培養も不可能なバクテリアが多種にわたっている

cf. コッホの3原則（病原体特定に関する）

A 特定臨床症状を示す患者から常に検出される

B 特定患者から純粋培養の状態で分離できる

C 純粋培養された菌を動物に接種すると特定症状を示す疾患が起こる

③カイメン由来の化合物について

カイメン由来の二次代謝産物はカイメン細胞由来か共生微生物由来か？

「海洋無脊椎動物由来化合物の生体内局在を細胞レベルで解明」

しかし「微生物の化合物の細胞外放出」「化合物の餌由来」の問題から生産保証はない

A 非リボソーム性ペプチド生合成酵素によりアミノ酸を原料に生合成されるペニシリン

B 脂肪酸合成酵素により酢酸を原料に生合成される脂肪酸

④ カイメンと毒（アオバアリガタハネカクシ）

カイメンの細胞毒はペデリン（虫の毒）と酷似

⑤ まとめ

天然化合物（ユニークな構造活性⇔供給限界や化学合成の難しさ）

生合成メカニズム（生合成酵素遺伝子）の明確化が課題・展望

生物の物質生産のポテンシャルを見極める

【本論回帰】

vi 海洋生物による食中毒

生物毒の強力性（シアン化ソーダ（青酸カリ）の何倍も強い）

TTX（テトロドトキシン）の器官差・種類差・個体差

TTXはフグにしかない毒ではない→ヒョウモンダコ・スベスベマンジュウガニなど

「TTX＝フグ毒」という認識→後のTTXがフグの卵巣から発見されたものだったから

【TTXが毒性を示すとはどういうことか？】

神経毒→筋肉硬直→呼吸困難→死去

細胞膜の組成→脂質二重膜（親水性と疎水性）

細胞膜の物質透過とタンパク質→イオンは透過不能

活動電位→ナトリウムイオンの流入により活動電位は上昇

TTX と活動電位→TTX は活動電位を上昇させない＝ナトリウムイオンの流入を抑制

ナトリウムイオンの流入→ナトリウムチャネルの作用

【フグはなぜ TTX に強いのか？】

フグ毒結合タンパク質の存在

ナトリウムチャネルのアミノ酸変異

① 麻痺性貝毒

渦鞭毛藻の生産

② シガテラ

シガトキシンを摂取した魚を食べることによる中毒

症状→神経系障害（ドライアイスセンセーション→冷たいものに触れて強い痛みを伴う）

要因→ナトリウムチャネルを活性化しナトリウム流入を促進

【生物が毒を持つということ】

藻食魚が海藻に付着した毒を摂取し肉食魚がその藻食魚を摂取する（食物連鎖間での移行）

③ シアノバクテリアの毒

アナトキシン→神経ガスとの類似性（アセチルコリン抑制の抑制）

ミクロシスチン（肝臓毒）

ゲノムと海洋生物 (浅川修一)

ゲノム→生物の持つすべての遺伝情報=生物の持つすべての DNA の塩基配列

エピジェネティクス→ゲノム以外にも遺伝情報の指標となるものが存在 (分化に関わる情報)

獲得形質の遺伝→環境要因とは異なる形質遺伝的な要素 (RNA の関与)

真核細胞と原核細胞、ドメインによる分類 (真核生物・真正細菌・古細菌)、共生説

1、真核生物個体と DNA

細胞から成り立つ、単細胞生物と多細胞生物、細胞・染色体・DNA

染色体のクロマチン構造 (タンパク質のヒストンに DNA が巻きついている)

ゲノムサイズは種によって異なる

2、ゲノムを調べる

意味 1: 分子レベルで生き物の成り立ちや生命活動のメカニズムを知る

意味 2: 生き物の進化のプロセスを知る

意味 3: 生き物の多様性を知る

(ヒトの場合) 意味: 健康のため

(水圏生物の場合) 優れた個体集団を得るため、多様性・環境相関の把握

歴史: アベリー→フランクリン・ワトソン・クリック→サンガー・マムサム・ギルバート

(遺伝子実体としての DNA→構造解明→塩基配列決定→「ヒトゲノム計画」)

cf. ジデオキシシーケンス法 (サンガー法) →蛍光シーケンサー

cf. ミトコンドリアゲノム (ミトコンドリア DNA) →共生当時の名残

3、ゲノムと進化

ウィルソン・パーボ

DNA 系統樹→最小回数の変換による現在の DNA までの変遷 (ミトコンドリアゲノムでの比較)

例 1: フグの分類 例 2: クジラ偶蹄目→SINE 法

4、SINE 法

SINE→DNA 内に散在した反復配列のこと、この挿入の歴史を調べる

レトロトランスポゾン→可動遺伝因子

SINE の挿入と DNA の電気泳動の長短を調べることで SINE がいつ挿入されたか調べる

従来仮説とは異なりクジラとカバに近いことが判明

5、ヒトゲノム解析

自動 DNA シーケンサー (DNA の塩基配列を自動で決定する機械)

CBC (整列クローン) と WGS (全ゲノムショットガン)

ゲノム解析→コリンズによる大規模な投資

次世代シーケンサー

→ゲノムシーケンシング、トランスクリプトーム解析、遺伝発現制御解析、メタゲノム解析

cf. エマルジョン PCR (DNA 増幅法の一つ)

cf. 1 分子シーケンサー (長いリードが特徴)

【シーケンスの例】

① ハラビレイルカ

後脚の名残だと考えられていたヒレを持つバンドウイルカの研究

後脚形成に関わる遺伝子 Pitx1 の変異

② ニホンウナギ

産卵地はマリアナ海溝の近辺

太平洋周辺諸国のウナギが遺伝的に同一かそれとも異なるかどうか、一塩基多型 (SNP)

【本論回帰】

6、メタゲノム解析

培養困難な各種環境における細菌や微生物のゲノムをまとめて解読 (種ごとでなく出現種全て)

7、海洋メタゲノム解析

連続した地点 (繋げば線状になる各地点) の海水を採取し各地点の細菌や微生物のゲノムを解読
微生物の存在や各地点の類似性・相違性の発見

社会問題 (環境問題: 赤潮など) に対し従来よりも時間・手間・費用をかけずに分析可能

海水の環境変化予測が可能となり早期対応 (→被害削減) が可能

方法: サンプル採集→ろ過→フィルター捕集 (大きさ分類) →DNA 抽出→シーケンシング

メタゲノムデータベースの構築→生物種組成情報の入力

8、真珠の色調に関わる遺伝子について

色調と品質の関係、黄色色素の蓄積の如何で色調が決まる

真珠の核につけるピースを提供する貝 (ピース貝) と真珠の成長に関わる貝 (母貝) の関係性

真珠の黄色度はピース貝の性質を反映し遺伝的に決定する

ピース貝も母貝の成長に関わっている可能性が高い

色調決定遺伝子 (正確には不明) の候補

例: MRNP (色素蓄積のないアルビノ種において発現が少ないという報告)

白色貝は色素を作るものの分泌か蓄積ができない

メンデル遺伝の法則に従う顕性 (優性)・潜性 (劣性) に従えば白色遺伝子は潜性遺伝子

染色体上で発現が野生型のものではヘテロで発現型が白色貝のものではホモになる領域の探索

RAD-seq (Restriction site Associated DNA sequence)

単一遺伝子による潜性遺伝子のホモにより発現 (白色遺伝子は単一で潜性遺伝子)

9、出題範囲

ゲノムを用いた生物の進化系統の解析、ミトコンドリアゲノムを用いた手法、SINE 法

海洋生物の生命科学 (金子豊二)

胸鰭・腹鰭 (対になっている) と背鰭・臀鰭・尾鰭 (1 つしかない)

標準体長 (尾鰭を含まない全長) と尾叉長

魚類の大きな分類 (無顎上綱/スタウナギ・ヤツメウナギ、顎口上綱)

ヤツメウナギの寄生生活→鰓孔から水の出し入れ

軟骨魚類と硬骨魚類

軟骨魚類 (全頭類・板鰓類) cf. サメとエイの違い→鰓孔の位置 (横か下か)

脊椎動物の進化 (淡水への進出)

→鰓の獲得・鰾 (うきぶくろ・肺の前身) の獲得・骨の成分変化 (リン酸カルシウム)

鰓の構造→鰓弓 (さいきゅう)・鰓弁 (さいべん)・鰓薄板 (さいはくばん) (二次鰓弁)

鰓の役割→ガス交換・イオン調節・酸塩基調節・アンモニア排出

窒素の排出→魚類のアンモニア排出・哺乳類の尿素排出・鳥類の尿酸排出

cf. 魚の耳→内耳のみ (空気中にいないので体で感じた振動を内耳に集約して音は感知できる)

細胞膜について (脂質二重膜)

→親水性の部分と疎水性の部分からなる 1 セクションが縦対称に 2 層並び親水部分が外を向く
細胞骨格について

→中間径フィラメント・微小管・アクチンフィラメント

細胞接着→細胞間から分子が漏れ出ないようにする

細胞分裂を可能にする細胞膜の構造・細胞の形を保つ細胞骨格・細胞を密着させる細胞接着

1、外部環境と内部環境

単細胞生物は細胞が外部環境に接する・多細胞生物は細胞が内部環境に接する

浸透圧調節の種類

完全順応型 (スタウナギ) →イオン濃度や浸透圧が海水とほぼ同じで浸透圧調節能を欠く

半調節型 (鰓板類) →イオン濃度は調節するが浸透圧は尿素蓄積により海水とほぼ同じ

完全調節型 (ヤツメウナギ・真骨魚類) →イオン濃度も浸透圧も調節する

血液浸透圧→基本的には海水中に多い Na と Cl の mol 濃度の合計として考える

血液塩分濃度は淡水魚・海水魚ともに海水の約 3 分の 1

淡水魚：入ってくる水を尿として排出し不足する塩類を鰓から補給する→尿は多く低張尿

海水魚：入ってくる塩類を鰓から排出し不足する水を口から補給する→尿は少なく等張尿

2、浸透圧調節に関わる器官

塩類調節と鰓の塩類細胞

鰓弁による表面積拡大とガス交換の効率化

塩類細胞：ミトコンドリアが多いなど

海水型塩類細胞→入ってくる塩類を常に排出する必要がある

淡水型塩類細胞：不足する塩類を常に取り込む必要がある

飲水と腸の水分吸収

海水を飲む→NaCl の食道における受動吸収→NaCl の前腸における能動吸収

→飲水の浸透圧を下げ水を吸収できるようにするため（1 価イオンの吸収による浸透圧低下）

Ca、Mg の前腸・後腸における不溶化（重炭酸イオンをつけて不溶沈殿物とする）

→飲水の浸透圧を下げ水を吸収できるようにするため（2 価イオンの不溶化による浸透圧低下）

水の後腸・直腸における吸収（アクアポリン浸透圧差・内圧→後腸・直腸間の弁）

腎臓と尿排泄

ネフロン構造

淡水魚：遠位細尿管で Na・Cl を吸収するため低張尿

海水魚：遠位細尿管はなく Ca・Mg を排出するため等張尿

塩類細胞の形成→海水に入れると海水型で大きくなる一方、
淡水に入れると淡水型で小さくなる

魚類の浸透圧調節器官とその機能		
器官	淡水	海水
鰓(塩類細胞)	イオンの取込み	イオンの排出
腎臓(尿)	多量の低張尿 (水の排出)	少量の等張尿 (2価イオンの排出)
腸(飲水)	ほとんど飲まない	多量の海水を飲み、 腸から水を吸収

塩類細胞の変化→淡水型がアクセサリー細胞を取り込み肥大化し海水型になる（機能の可塑性）

3、浸透圧研究の活用・応用

広塩性魚（通し回遊魚）と狭塩性魚（淡水魚・海水魚）

広塩性魚→塩類細胞の可塑性がある（塩類の取込・排出の双方が可能）

狭塩性魚→塩類細胞の可塑性がない（淡水魚は塩類取込・海水魚は塩類排出に限定）

温泉トラフグ（温泉水によるトラフグ養殖の可能性）→海水外環境における無毒化

味上げ（浸透圧調節機構を利用し魚の呈味を一時的に向上、高塩分の水にさらすだけで可）

セシウム問題（カリウムとして取り込む）→代謝回転がより速いのは海水魚（除染にも有効）

海産無脊椎動物と汚染→汚染されにくいのではなく除染されやすいすなわち汚染されやすい

塩と生命→大地の塩分をなめる「なめ塩」（cf. 塩分表出地は植物が枯死し不毛地である）

海の生命科学 問題演習

問1 食品としての海産物の利点について 200 字程度で説明せよ。

淡水資源に依存し種数の少ない穀物の栽培が温暖化・仮想水輸入・感染症感染等の問題で破綻し得てそれに伴い畜産業も破綻し得る中で、淡水資源に依存せず地球の環境容量に占める割合も少ない水圏の水産物は水資源にやさしく、また感染症の面ではヒトとの共通項が少ないため安全性も高く種数が多いため完全消滅のリスクも低く、さらに栄養・生理調節の面では動物性タンパク質の多様性や要求性に優れ DHA や EPA 等も多く含み味覚の嗜好性にも優れている。

問2 和食と水産物の関係について以下の問いに答えよ。

① 和食における水産物のあり方について 100 字程度で説明せよ。

② 近年の日本の食生活の変化による弊害とその解決に水産物が果たし得る役割について 200 字程度で説明せよ。ただし「 γ オリザノール」の語を必ず用いること。

①

刺身・湯引き・酢締め・煮物・焼き魚等多様な食べ方があるが、腐敗を抑え保存を行うために塩分過多になりがちである。一方で、煮干し・鰹節・昆布等からとるだしを用いて旨味を引き立たせる役割もある。

②

一汁三菜の基本的な食事が崩れ、脱穀・搗精による米糠の除去により米糠中の γ オリザノール摂取量が減り、また油脂成分や畜産物の摂取量が増えたため、生活習慣病である二型糖尿病のリスクが増えた。 γ オリザノールは植物性ステロールに類似した構造を持ち魚類はステロールを吸収しやすいため、近年盛んな養殖業において γ オリザノールを含ませることで養殖魚がそれを吸収し γ オリザノールを多く含んだ水産物が流通することで二型糖尿病抑制に寄与する。

問3 食品としての海産物の欠点について 100 字程度で説明せよ。

流通等において鮮度が低下しやすく汚染も生じやすく、流通の他に燃料・管理・飼料等の面でコストがかかりやすく、さらに毒性の強い水圏生物も多くアレルギーをヒトに生じさせやすい水圏生物も多い。

問4 ゴンズイの群認識はどのように行われているのか、カイコの性フェロモンやアリの巣認識に関する事柄との共通性にも触れながら 200 字程度で説明せよ。

アリにおいては体表の炭化水素である CHC の組成が巣ごとで異なることを利用して触覚を通じ自巣と他巣のアリを区別しているが、ゴンズイも体表のホスファチジルコリンの組成が群ごとで異なることを利用して自群と他群のゴンズイを区別している。また、カイコにおいては種ごとでフェロモンのボンビコール内の成分組成比が異なるが、ゴンズイもホスファチジルコリン内の脂肪酸組成比が異なりこの違いによって自群と他群のゴンズイを区別している。

問5 カイメンについて知るところを 200 字程度で説明せよ。

組織を持たず細胞が集まっており数種の細胞以外はコラーゲン繊維と骨片から成る。襟細胞の鞭毛が動きまた断面積を広げることで体内に緩やかな水流を作り海水の濾過効率を上げ海水中の微生物を原始細胞が捕食・摂取し不要物も運送する。環境水中におらず人工培養も不可能なバクテリアを多く有しているが、それらに由来する二次代謝産物がカイメンの細胞由来か共生している微生物由来かは不明確であり、それらの生合成酵素や遺伝子の明確化が課題である。

問6 TTX についてそれが毒性を示す理由とフグが TTX に強い理由を 200 字程度で説明せよ。

通常細胞膜は脂質二重膜でイオン透過が不可能なため、体内の活動電位を上昇させるナトリウムイオンはナトリウムチャネルを通じて体内に流入させるが、TTX はナトリウムチャネルに作用することでナトリウムの流入を抑制し活動電位を上昇させなくするために、神経系に影響し筋肉が硬直し呼吸困難に陥り死亡に至らせるため。フグにはフグ毒結合タンパク質が存在しナトリウムチャネルにおいてアミノ酸の塩基の変異があり TTX への親和性が低いため。

問7 以下に挙げる事柄について知るところをそれぞれ 100 字程度で説明せよ。

- ① クマノミとイソギンチャクの関係について
- ② ウミウシの化学防御について
- ③ 麻痺性貝毒について
- ④ シガテラについて
- ⑤ シアノバクテリアが持つ毒について
- ⑥ 水圏生物における天然化合物の活用について

①

仔魚の際クマノミは誘引されずイソギンチャにク刺されると死亡するが、幼魚以降はイソギンチャクの粘液中の化合物に誘引され刺されても体表面の粘液に保護され死亡しない。この誘引関係も種ごとで異なる。

②

体表の分泌物には硫酸イオンが含まれているため強酸性を示す。また植物の苦味成分と同様のポリゴジアルが苦味物質として含まれている。さらに卵の内部や背中の部分に毒性物質を有しているウミウシもいる。

③

過鞭毛藻と呼ばれる藻類が原因物質を生産している。近年では地球温暖化による海水温上昇、工業発達による富栄養化地域の拡大、船舶バラスト水による原因物質の拡大等により麻痺性貝毒の発生地域が拡大している。

④

シガトキシンを摂取した魚を食べることで起こる中毒で、ナトリウムチャンネルを活性化しナトリウムイオンを流入させることで活動電位を過度に上昇させドライアイスセンセーション等の神経系障害を引き起こす。

⑤

一つには神経ガスと類似したアナトキシンと呼ばれる物質があり、これは神経系のアセチルコリンの抑制物質の働きを抑制することで中毒を引き起こす。もう一つには肝臓毒を引き起こすミクロシスチンという物質がある。

⑥

医薬品の中心を担う天然有機化合物の発見においては、多様な水中無脊椎動物のユニークな構造活性を持った二次代謝産物は有効だが、供給量が頭打ちで生合成も困難な今、生産の本質にある生合成メカニズムの解明が肝要である。

問8 ミトコンドリア DNA を調べることで進化系統を明らかにする実験手法について 200 字程度で説明せよ。

可動遺伝因子の一つで SINE と呼ばれる DNA の塩基配列内に散在した反復配列に着目しこの SINE がいつ挿入されたかを DNA の電気泳動の長短を調べることで明らかにする SINE 法と呼ばれる実験手法がとられている。この手法を通じて、ミトコンドリア DNA のゲノムを用いて今まで DNA が最小でどれだけ変換されて現在の塩基配列に至るかの変遷を明らかにし、DNA 系統樹を作ることができるため、正確な進化系統を明らかにすることができる。

問9 ヒトゲノム解析についてその意味と近年のシーケンス法について200字程度で説明せよ。

分子レベルでヒトの成り立ちや生命活動のメカニズムを明らかにし現在のヒトに至るまでの進化のプロセスを知る意味がある。初期の蛍光シーケンサーを用いるサンガー法から、近年では自動DNAシーケンサーの誕生でヒトゲノム解析も進み整列クローンを用いるCBCや全ゲノムショットガンとも呼ばれるWGS等の手法が用いられ始めた。次世代型シーケンサーとして、ゲノムシーケンシング・トランスクリプトーム解析・遺伝発現制御解析等の手法も知られている。

問10 シーケンスが具体的にどのような発見につながったのか、具体例をできるだけ多く交えながら200字程度で説明せよ。

ミトコンドリアゲノムを用いたSINE法はフグの正確な分類やクジラ等偶蹄目の正確な進化系統の解明に寄与した。また近年では培養困難な各種環境における細菌や微生物のゲノムをまとめて解読するメタゲノム解析も進んだためそれらの生物のゲノム解析にも寄与した。さらに、ハラビレイルカの後脚形成に関わる遺伝子変異の解明、ニホンウナギと周辺諸国のウナギとの一塩基多型に関する発見、真珠の色調決定遺伝子のホモ発現に関する発見などにも寄与した。

問11 メタゲノム解析の海洋生物解析における利点について100字程度で説明せよ。

出現種全てのゲノムを連続した地点ごとに解読できることで、各地点の類似性・相違性を見出しやすく水圏の環境問題に対して時間・手間・費用をかけずに分析でき海水の環境変化を予測し環境問題への早期対応も可能となる。

問12 海水型真骨魚が体内に水分を吸収するためにとる過程について300字程度で説明せよ。

浸透圧により水分が体外環境に流出するため濃度の高い海水を飲み込み鰓の塩類細胞で一定の塩類排出を行うが、それでも浸透圧が下がらないため3つの過程を経て飲水の浸透圧を下げる。始めに1価イオンであるNa、Clを食道において受動吸収・前腸において能動吸収することで浸透圧を下げる。次に2価イオンであるCa、Mgを前腸・後腸において重炭酸イオンをつけて不溶沈殿物化することで浸透圧を下げる。最後に浸透圧が下がった水を後腸・直腸においてアクアポリンの浸透圧差や内圧差を利用して吸収する。このように海水型真骨魚は水分を吸収した後、不溶沈殿物化した2価イオンとともに少量の等張尿を体外に排出する。

問 13 海水で脊椎動物が拡大できたのは淡水環境下での進化によるが、その進化とはどのようなものだったか 100 字程度で説明せよ。

顎を獲得したことで自らが捕食者となり得たこと、肺の前身である鰓を獲得したこと、浸透圧や体外環境の変化に対応する外骨格や腎機能を得たこと、不足するミネラル貯蔵のためにリン酸カルシウムの骨を獲得したことである。

問 14 脊椎動物における窒素の排出について 100 字程度で説明せよ。

魚類は体内で生成されたアンモニアを鰓から排出している。鳥類は体内環境を軽く保つため非水溶性の尿酸に作り変え排出している。哺乳類は毒性の強いアンモニアを解毒し尿素に作り変え排出している。

問 15 体内構造における細胞の位置付けについて 100 字程度で説明せよ。

細胞膜は外部に親水性・内部に疎水性を有した脂質二重膜であり細胞分裂を可能にしている。細胞の形を保つのにアクチンフィラメント等の細胞骨格が存在する。分子の流出を防ぐため細胞接着の構造も有している。

問 16 淡水魚はどのようにして浸透圧調節を行っているのか 100 字程度で説明せよ。

体外環境よりも体内環境の方が浸透圧が高いため体内に水分が流入する一方で塩類は不足する。そのため、鰓の塩類細胞で不足する塩類を取り込み腎臓の遠位細尿管で 1 価イオンを吸収し大量の水分とともに多量の低張尿を排出する。

問 17 浸透圧機能を活用してどのようなことが行われているか 100 字程度で説明せよ。

温泉トラフグでは海水外環境のためトラフグの無毒化が研究されている。味上げでは高塩分水中にさらすことで一時的に魚の呈味を上昇できる。セシウムについては海水魚の代謝回転の速さを活用して除染への実用が研究されている。

定期試験

1月22日(火)17:00～ 90分

記述式4問(小問あり)全てに解答

1. 海水に適応した真骨魚は、体内外の浸透圧差により脱水され、水分が不足する傾向にある。不足する水分を補うため、海水の魚は塩辛い海水を飲む。飲み込んだ海水から水分を体内に吸収するメカニズムを、3つのステップに分けて300字程度で説明せよ。

2. 以下の2小問について解答せよ。

(1) フグが、一般に、テトロドトキシンを保有可能で、現に、保有している個体の割合が高いことの理由を、生理学的観点、進化生物学的観点、および天然物化学的観点などから160字程度で述べよ。

(2) タスマニアで麻痺性貝毒による貝類の毒化がある年に突発し、その後も毒化が続いていることの、原因と理由について80字程度で述べよ。

3. ミトコンドリアのゲノム配列を用いて進化の系統関係を明らかにする手法は、海洋生物の分類においても活用されている。その手法について200字程度で説明せよ。図を使っても良い。

4. 食品としての海産物の利点について200字程度で説明せよ。

科目名 海の生命科学	教員名 浅川 修一	1月25日5時限 試験時間 90分	
指定クラス 1年(文1, 2, 3 理1, 2, 3), 2年(文1, 2, 3 理1, 2, 3)	解答用紙 1枚	計算用紙 0枚	持ち込み 無

全問解答せよ。

1. 淡水資源の持続的利用の観点から、海産魚の利用の利点について 200 字程度で考察せよ。
2. マフグ科のフグの多くが、テトロドトキシンを保有可能で、現に、保有している個体の割合が高いことの理由を、生理学的観点、進化生物学的観点、および天然物化学的観点などから 200 字程度で述べよ。
3. 鯨類と陸上哺乳類の系統関係を明らかにした SINE 法について 200 字程度で説明せよ。図を使っても良い。
4. 淡水魚であるキンギョは海水には順応できない。授業での説明を踏まえて、その理由を 200 字程度で説明せよ。