

中間試験問題（家畜栄養学・平成 25 年度前期）

問題 1.

次の(a)～(d)の設問の中から、2 問を選んで解答しなさい。(c)は①②で 1 問とします。

- (a) 牛乳に含まれる脂肪（乳脂肪）の脂肪酸組成を測ると、一般的に飽和脂肪酸の占める割合が高い。その理由を 2 点挙げて説明しなさい。
- (b) ヒト・ウシ・ニワトリを、血中グルコース濃度の高い順に並べ、そう考える理由を述べなさい。
- (c) ①タンパク質を構成するアミノ酸 20 種類のうち、不斉炭素を持たず D 体・L 体の区別がないものを挙げなさい。また、②有機化学における立体配置表示は通常 RS 表記法によるが、アミノ酸の立体配置表示には DL 表記法が主に使われている。その理由を簡潔に述べなさい。
- (d) 塩素(Cl)は細胞外液（血しょう、間質液）に塩素イオンとして局在するが、その意義または役割について簡潔に述べなさい。

【正解例と採点基準】

- (a) ・第一胃内で微生物による飼料中不飽和脂肪酸への水素添加が行われるから
・ウシの乳腺細胞において、乳脂肪は主に酢酸や酪酸から生合成されるから
<それぞれ内容が合っていれば各 5 点。別解については【解説】参照>
- (b) ウシ<ヒト<ニワトリ（ウシ=ヒト としても可）
ニワトリが高い理由：体細胞（とくに筋肉細胞）が常にグルコースを利用できるようにしておき、肝臓の負荷を軽減する
ウシが低い理由：分子としてのグルコース吸収がほとんどなくプロピオン酸からの糖新生に依存するため、血中濃度が低くなる
<順位があっていれば 5 点、ニワトリが高い理由 or ウシが低い理由のどちらかについて考えを論理的に述べることであれば 5 点>
- (c) ①グリシン（残基が H であるもっとも単純なアミノ酸） ②タンパク質の構造においてアミノ基・カルボキシル基・残基の配位が一定であることが生物学的に重要な意味を持つので、DL 表記のほうが合理的である（RS 表記で考えるとほとんどの L-アミノ酸は S 型だが、L-システインのみ R 型となる）
<①②各 5 点、②については、タンパク質が L-アミノ酸だけから構成されていることが読み取れば可>
- (d) 主要な陰イオンであり、金属イオンや水素イオンとの共存において組織液の pH が低下するのを防ぎ、恒常性を保つ役割を果たす。
<陰イオンであること、陽イオンと共存して液の pH 低下を防ぐこと、恒常性を保つこと、それぞれ 5 点で 10 点上限>

【解説】

(a)(b)の組み合わせで解答した学生が多かった。(a)で正解例として挙げた 2 つの理由はいずれも授業中に説明したもので「反芻動物の生産物に飽和脂肪酸が含まれやすい理由」を問うたものだが、「牛乳が子牛の栄養であり、より高いエネルギーが保持される必要があるため」のように、生乳中に飽和脂肪酸が多いことの「意義」を自分なりに考えて記述した学生も複数いた。世代間の栄養授受という動物栄養の本質をある意味とらえており、そのような視野を持ってこれからも授業に臨んでもらいたいという激励？の意味を込めて、こうした解答にも 5 点を与えた。(c)の②は有機化学の授業で学んだことと組み合わせれば解答可能だが、例示したような解答がなかったため、（本授業で説明した）タンパク質が L-アミノ酸のみでできていることを記述できていることを基準として配点した。

問題 2.

生体の活動にとって不可欠な脂質であるコレステロールについて、その構造上の特徴を 3 点挙げなさい。また、コレステロールは一般に「善玉コレステロール」「悪玉コレステロール」のような表現で広く認識されているが、この両者の共通点と相違点について説明しなさい。

【正解例】

構造上の特徴①非常に疎水的である、②反応基が多くさまざまな物質を作りやすい、③骨格が安定しており分解されにくい。善玉コレステロール(HDL)と悪玉コレステロール(LDL)の共通点はどちらも肝臓⇄組織のコレステロール分子輸送にかかわるリポタンパクであり、役割 (LDL: 肝臓→組織で組織にコレステロールを分配する, HDL: 組織→肝臓で組織からコレステロールを回収する) と比重が違うことが相違点である。

【採点基準】

構造上の特徴 (①②③) と HDL/LDL の④共通点および⑤相違点について、内容が合っていれば各 5 点で 20 点上限とする。共通点・相違点については正解例以外の記述でも可。

【解説】

「わからなければ関連する内容を、とにかく記述すること」と指示したこともあって、コレステロールではなく脂肪酸の特徴や機能を記述した学生が目についた (12 点を満点として配点)。動物栄養にとってコレステロールは極めて特別な意味を持つものであり、一般的な脂質とは特徴を異にすることをぜひ覚えておいてほしい。また、HDL と LDL の対比では、輸送方向が逆転している解答が多かった。

問題 3.

反芻動物におけるタンパク質の利用において、必須アミノ酸がない (飼料からの摂取を必要としない) とされている理由を、第一胃における炭水化物消化の特徴と合わせて説明しなさい。

【正解例】

反芻動物第一胃では、微生物が難消化性炭水化物を基質として嫌気発酵を行うことによってエネルギー(ATP)を得る。同時に微生物は飼料中タンパク質をアミノ酸・アンモニアのレベルまで分解し、獲得した ATP を用いて自らの細胞増殖のために必要なタンパク質を合成する。こうして生成する微生物タンパク質は宿主にとっての必須アミノ酸を含んでおり、最終的に宿主の消化・吸収機構によってその組織内に取り込まれるため、すべての種類のアミノ酸を自らまかなうことが可能である。

【採点基準】

「反芻動物においては第一胃で合成される微生物タンパク質が直接の主たるタンパク質となっている」ことが書けていれば 10 点、「微生物はそのために必要なエネルギーを炭水化物の嫌気発酵によって得ている」ことが書けていれば 10 点を与える。そのほかの記述は内容により配点する。

【解説】

炭水化物消化については解答例の記述からさらに踏み込んで、「繊維をエネルギー源として利用できる一方で、宿主動物は揮発性脂肪酸の形で体内に吸収するため、利用できるエネルギー量が相対的に減少する」とした解答も目立ち、得点率は高かった。動物栄養においてタンパク質と炭水化物とは様々な点で関連しているが、そのなかでも反芻動物第一胃で起こる微生物によるタンパク合成は栄養消化の合理性が凝縮されたいわばハイライトであり、その仕組みをぜひ自身の言葉で説明できるようにしておいてほしい。

問題 4.

日常の動物生命活動においてグルコースと長鎖脂肪酸はともに重要な物質だが、エネルギー源としての相違点を、次の単語を3つ以上用いて説明しなさい：「ケトン体」「β酸化」「筋肉」「血中」「グリコーゲン」

【正解例】

- ①「単位分子あたりのエネルギー量は脂肪酸のほうが高い」
- ②「**筋肉**ではどちらもエネルギー源として利用できるが、脳細胞ではグルコースのみが利用可能である」
- ③「グルコースは**グリコーゲン**として、長鎖脂肪酸はトリグリセリドとして蓄積される。また、グルコースはそのまま**血中**を移動できるが、長鎖脂肪酸はトリグリセリドの状態で、コレステロールなどと結合してリポタンパクの状態で移動する」
- ④「グルコースは単独で燃焼可能だが、脂肪酸は脂肪酸-CoA が**β酸化**を繰り返し受けてアセチル CoA が生成され、グルコース等に由来するオキサロ酢酸と反応することで**完全燃焼**が可能となる。何らかの理由でオキサロ酢酸が不足しているとき、アセチル CoA は速やかに**ケトン体**となる」

【採点基準】

指定した語を使って論理的な文章が書けていれば1語あたり7点を与える（合計で20点上限）。指定語が使われていない場合も、記述内容により配点する。

【解説】

この問題も得点率が高かった（昨年と類似した出題のためかも）。なお、脂肪酸がエネルギーとして利用されるとき、（脂肪酸-CoA）がミトコンドリア内膜に輸送されてβ酸化され、生成するアセチル CoA がクエン酸回路に取り込まれて水と二酸化炭素になる（完全燃焼する）が、β酸化自身でも電子 e⁻が生じるので若干はエネルギーを得ることができる。第4回目の講義（脂質について）ではこの部分を「脂肪酸単独ではエネルギーが得られない」と説明した（後日の講義で修正）ことから、今回に限っては「単独では完全燃焼できない」「単独ではエネルギーが得られない」どちらも正解とした。

問題 5. 次の（ ）内に当てはまる単語を書きなさい。

- ・小腸上皮細胞で消化吸収される主な二糖類には3種類あり、このうちマルトースは多くが（ ① ）の加水分解によって生成する、α-グルコース2分子が（ ② ）結合したものである。他の2種類はスクロース（β-フルクトースとα-グルコース）および（ ③ ）（β-ガラクトースとα-グルコース）である。これら二糖類は上皮細胞の微絨毛上に配置された加水分解酵素により単糖類に分解され、極めて速やかに細胞中に取り込まれる。このように、単糖への分解と吸収が並行して行われる機構を（ ④ ）という。
- ・動物は脂肪酸のカルボキシル基末端から一定数以上の炭素に二重結合を導入する不飽和化酵素を持たないことから、外から摂取しなければならない不飽和脂肪酸（必須脂肪酸）がある。そのひとつに「18:2 (9, 12)」で表現される（ ⑤ ）があり、細胞膜を形成するリン脂質の疎水性部分を構成する。一方で「18:1 (9)」で表現される（ ⑥ ）は必須脂肪酸ではなく、必要に応じ動物体内で合成可能である。
- ・血液中のカルシウム濃度は狭い範囲で一定に維持される必要があり、そのために動物には様々なメカニズムが働いている。たとえば、血中カルシウム濃度が低下するとビタミン（ ⑦ ）のはたらきにより、消化管からのカルシウム吸収が促進される一方で、副甲状腺ホルモン(PTH)のはたらきにより（ ⑧ ）からの体外排出を抑制する。また、ある種のミネラルはその吸収過程でカルシウムと拮抗的に働くことから、血中カルシウム濃度が高いときに吸収阻害が起きる場合がある。このようなミネラルの例として、（ ⑨ ）やリンがあり、いずれも骨や（ ⑩ ）にある意味「蓄えられて」いる点も共通している。

【正解】

① デンプン	② α -1,4 (グルコシドも可)	③ ラクトース (乳糖)	④ 膜消化
⑤ リノール酸	⑥ オレイン酸	⑦ D ₃ (D も可)	⑧ 腎臓 (尿も可)
⑨ マグネシウム	⑩ 歯	それぞれ表記揺らぎ、略称も可	

【解説】

昨年とは異なる内容で穴埋め問題を出題したが、残念ながら今年”も”、他の設問と比べ得点率が非常に低かった。家畜栄養学は日常的なヒトの栄養と密接に関連しているからこそ、他種の動物体内で起こっていることへの理解を通じて自分自身を含めた生命のメカニズムについての関心を深めてもらうことをひとつの狙いとしており、ことさらに暗記を求めるものではないが、用語レベルで区別して覚えるべきものについても等閑（なおざり）にせず取り組んでほしい。