

動物栄養学 (第5回：栄養素の化学Ⅳ：ビタミンとミネラル)

- ・エネルギーとはならない栄養素であるビタミン、ミネラルは多くの場合体内合成できず、飼料からの摂取が必要
- ・動物体内におけるビタミンの主要な役割は①補酵素として機能、②抗酸化作用
- ・動物体内におけるミネラルの主要な役割は①骨形成と維持、②生体高分子、③細胞内外の浸透圧調節、④補酵素成分
- ・飼料中に含まれるビタミン・ミネラルはばらつきが大きいので、添加剤の併用が効果的

ビタミン (vitamin)

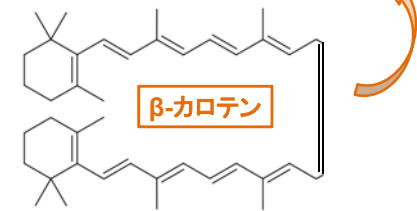
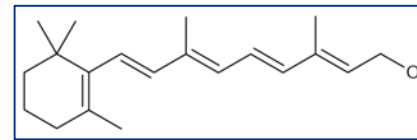
- 脂溶性ビタミン (ビタミンA、ビタミンD、ビタミンE、ビタミンK)
- 水溶性ビタミン (ビタミンB群、ビタミンC)

ビタミン：生物の生存・生育に微量に必要な栄養素のうち、炭水化物・タンパク質・脂質以外の有機化合物の総称

- ・体内のあらゆる代謝調節に関わり、欠乏すると重大な症状 (ビタミン欠乏症) を発生させる
- ・多くの場合体内で合成できない → 食品・飼料から摂取する

ビタミンA

化合物名 []



所在・合成

動物体内(肝臓)に存在
プロビタミンA(⇒カロテノイド)から合成される

機能

- a. 抗酸化作用 (=自身は酸化されやすい)
- b. 細胞の増殖と成長
- c. 光感受性物質の材料

欠乏症

- a. 夜盲症
- b. 細胞分化不良による発育停滞

カロテノイド：化学式 $C_{40}H_{56}$ の基本構造を持つ化合物の誘導体
 植物に豊富に存在する赤橙色色素
 → 牧草やトウモロコシ子実によく含まれる

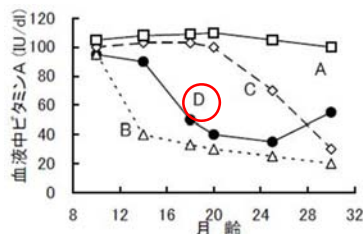
ビタミンAと肉牛生産

① ビタミンAは脂肪細胞分化を抑制する
 → 脂肪交雑 (いわゆるサシ) の形成を妨げる



左： ビタミンA制限なし
 右： ビタミンA制限あり

② 行き過ぎたビタミンA制限は、当然欠乏症を招く
 視覚不良、毛づやの悪化、関節のむくみ (とくに四肢に出やすい)



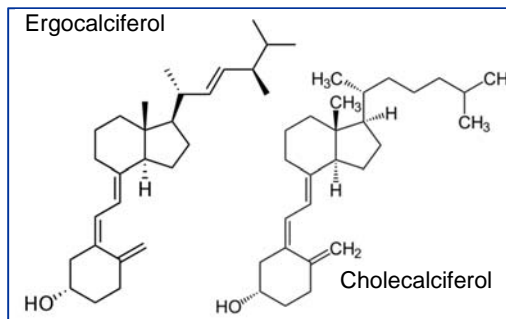
ハターン	増体	脂肪交雑
A	◎	×
B	×	△ (病氣)
C	×	◎
D	○	◎

もっとも効果が期待できる時期にだけ制限をかける

エサに含まれるβカロテンと添加剤的に用いるレチノールの双方の量を考慮する

ビタミンD

化合物名 **エルゴカルシフェロール (Ergocalciferol) [D₂]**
コレカルシフェロール (Cholecalciferol) [D₃]



所在・合成

D₂は植物体に、D₃は動物体に存在
 コレステロールを出発物質として皮膚で紫外線の作用により合成

機能

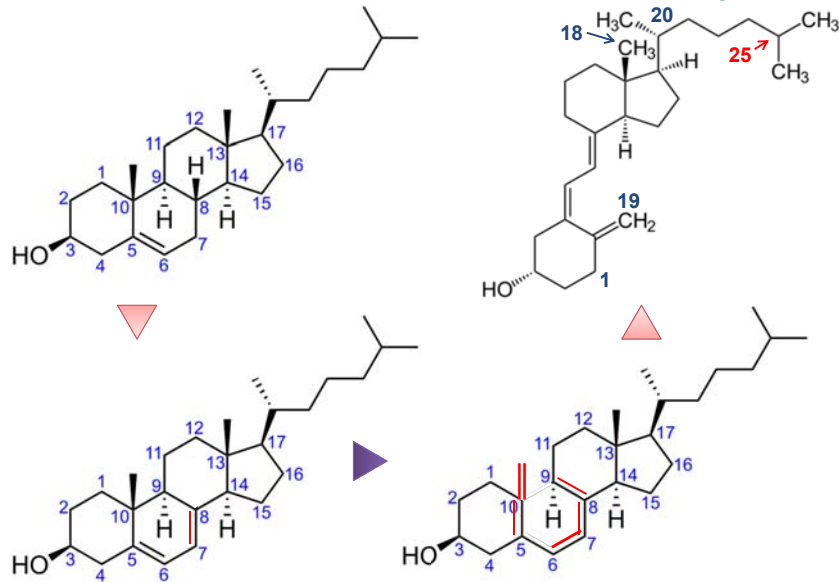
- a. 骨形成(小腸からのCa, Pの吸収、骨へのCa, Pの沈着を促進)
- b. 免疫機能の調節

欠乏症

骨機能の不良 (くる病、骨粗鬆症)

哺乳動物ではビタミンD₂とD₃はほぼ同じ効力を持つが
 鳥類ではビタミンD₂の効力は非常に低い… D₃を与える必要
 動物体内では、肝臓で25-ヒドロキシビタミンD(カルシフェジオール)として保持

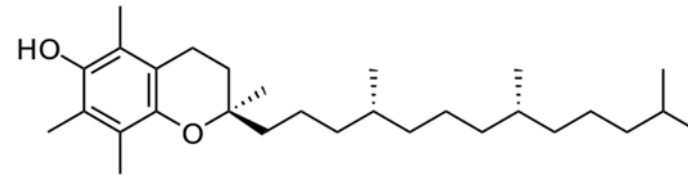
コレステロール → → → ビタミンD₃



5

ビタミンE

化合物名 [_____]



所在・合成

光合成生物（植物・藻類）により合成される

機能

a. 抗酸化作用(過酸化脂質生成の防止 → 生体膜の安定化に重要)

欠乏症

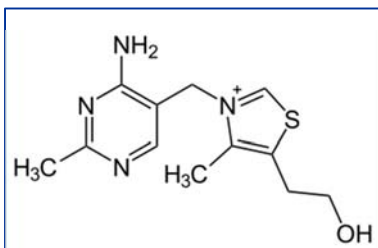
- a. 筋萎縮症
- b. 繁殖不良 [ブタ]
- c. 脳軟化症 [鳥類]

6

水溶性ビタミン

共通した特徴

- ・一部の種類を除き通常の飼料に十分量含まれているほか、家畜体内で合成できるものも多い
- ・過剰摂取による有害性が低い（尿中に排泄される）
⇔体内に蓄積されず、日常的な摂取が必要



ビタミンB₁

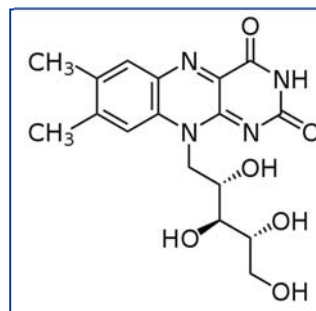
化合物名 [_____]

所在 酵母、穀物（特に糟糠類）

機能 炭水化物代謝
(脱炭酸酵素の補酵素)

欠乏症 神経障害（脚気）、食欲減退

7



ビタミンB₂

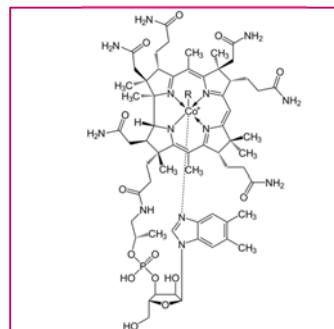
化合物名 **リボフラビン (riboflavin)**

所在 乳、酵母

機能 栄養素代謝
(補酵素[FADなど]として重要)

欠乏症 成長阻害、繁殖障害、皮膚炎

家禽、豚では必要量に比べて合成量が少なく、
欠乏しやすい



ビタミンB₁₂

化合物名 **コバラミン (cobalamin)**

所在 肉類

機能 栄養素(アミノ酸、核酸)代謝

欠乏症 成長阻害、神経障害、貧血

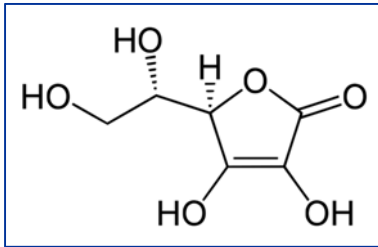
植物中にほとんど含まれていないが、腸内細菌
によって合成される

8

その他のビタミンB群

名称	所在・合成	機能など
ビタミンB ₆ (ピリドキシン)	多くの飼料中	補酵素(アミノ酸代謝)
ナイアシン (NIACIN, ニコチン酸アミド)	腸内細菌	電子受容体補酵素(NAD, NADP) トリプトファン(必須アミノ酸)から合成
葉酸	多くの食品・飼料中	栄養素代謝
パントテン酸		_____の構成成分

ビタミンC



化合物名 [_____]
 所在 青果
 機能 強力な還元作用
 (特にコラーゲン合成で重要)
 欠乏症 壊血病

ヒト以外の多くの動物では体内合成が可能

9

ミネラル

ミネラル(無機質) : 生体に必要な元素のうち、C,H,O,N以外のものの総称

- ・体内のあらゆる代謝調節に関わり、欠乏すると重大な症状を発生させる
- ・体内で合成できない→食品・飼料から摂取する

多量元素 (マクロミネラル)		微量元素 (ミクロミネラル)	
元素記号	体内濃度(mg/kg)	元素記号	体内濃度(mg/kg)
Ca	15,000	Fe	20-80
	10,000		10-50
K	2,000	Cu	1-5
Na	1,600	Mo	1-4
	1,100		Se
S	1,500		0.3-0.6
	400	ほかにCo, Cr	

10

カルシウムとリン

カルシウム

_____ %が骨や歯に存在

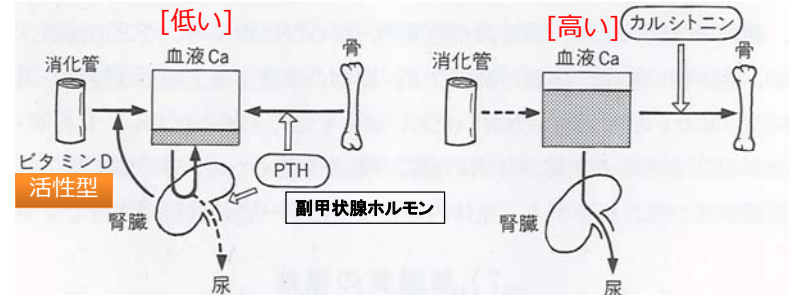
機能 ・骨形成/維持 ・細胞分裂
 ・血液凝固 ・筋収縮
 ・免疫機能 ・神経活動
 欠乏症 骨粗鬆症 くる病(幼獣)

リン

_____ %が骨や歯に存在

機能 ・骨形成/維持
 ・細胞膜/核酸/ATPの構成成分
 欠乏症 骨軟化症

血中カルシウム濃度の調節

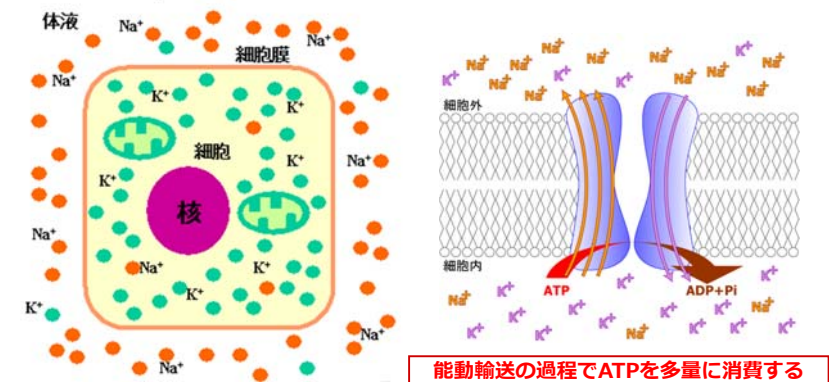


11

ナトリウムとカリウム

ともに体液、軟組織中に存在 浸透圧調節とpHの維持
 栄養素の移動、酵素反応の活性化に関与
 欠乏症：食欲と成長の低下(Na)、不整脈(K)

細胞内外のNa, K濃度の調節 -受動拡散と能動輸送-



能動輸送の過程でATPを多量に消費する

12

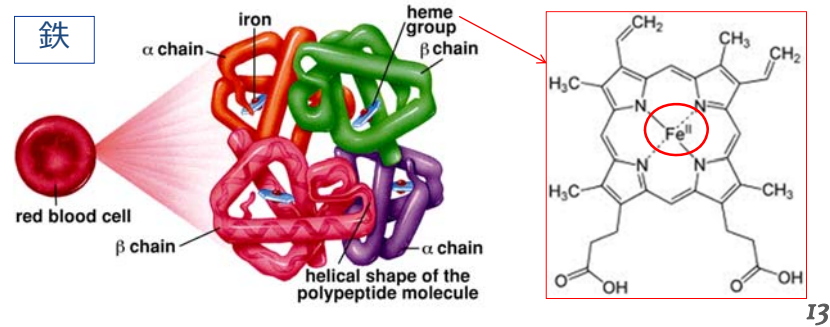
そのほかの主要ミネラル

マグネシウム

60%が骨や歯に存在
 →Ca, P濃度と深く関係
 機能
 ・骨形成/維持
 ・酵素反応の必須因子
 欠乏症 低Mg血症
 (グラスステタニー)

塩素

細胞外液に存在
 →Na, K濃度と深く関係
 機能
 ・細胞外液浸透圧とpH維持
 欠乏症 食欲と生産性の低下



そのほかの主要ミネラル

元素記号	どこに含まれる？
S	
Zn	DNAポリメラーゼ
	甲状腺ホルモン
Mn	酵素 (ピルビン酸カルボキシラーゼ, SOD)
Co	ビタミンB ₁₂

14

ビタミン・ミネラルと家畜栄養

①「必要量の充足」が基本

- ・畜種・ステージによって所要摂取量が大きく異なる
- ・分娩前後は特に注意を要する
- ・近年の個体能力向上で、抗酸化作用を持つビタミンの重要性が増大
- ・過剰摂取にはほとんど意味がない

②特にミネラルについては、元素間の量的なバランスが重要

- ・飼料作物中は通常Kが過剰→鉍塩を給与してNaを補給する
- ・Mg, Ca, Pについても同様の配慮が必要

③飼料由来のものは成分値の変動が大きい

- ・生育状況、収穫後の処理、日数etc
- ・分析値をどこまで信用するか



- ・適切な個体/群の飼料設計とモニタリング
- ・効果的な添加剤の使用

15

予告

来週の内容 **「消化と吸収 I : 消化機構」**

来週の小テスト 必須単語を使って、**脂質に関する**要約文章を作成しなさい
 (150-250字程度；選択単語を3つ以上用いること)

必須単語：水素、蓄積

選択単語：β酸化、揮発性脂肪酸(VFA)、リポタンパク質、
 燃焼、ケトーシス、細胞膜、飽和脂肪酸、グルコース

あわせて：「もう一度説明してほしい項目」のアンケートを取ります
 (アンケート結果をもとに、6/1の授業で対応します)

16