

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 ②
- 動物体内におけるミネラルの主要な役割は① ② ③ 生体高分子・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)

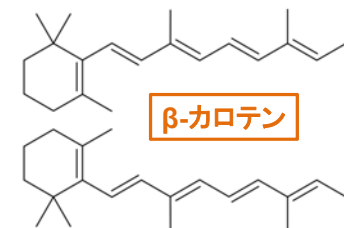
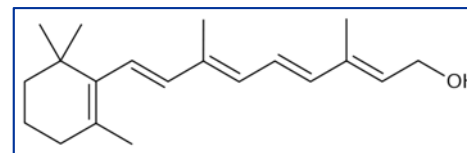
ビタミン: 生物の生存・生育に微量に必要な栄養素のうち、炭水化物・タンパク質・脂質以外の有機化合物の総称

- 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

I

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

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

欠乏症

- 夜盲症
- 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

2

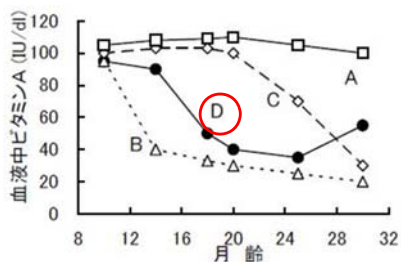
ビタミンAと肉牛生産

- 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)



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

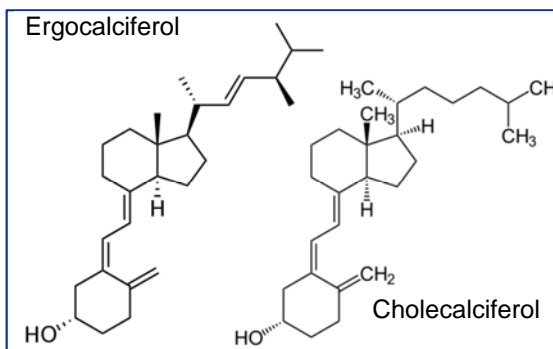
もっとも効果が期待できる時期にだけ制限をかける

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

3

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

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

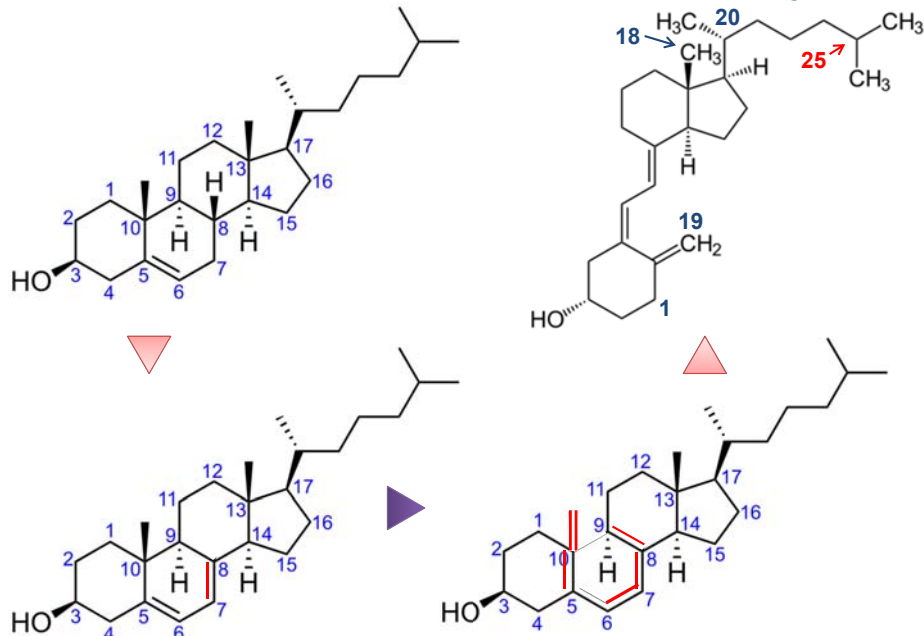
欠乏症

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

4

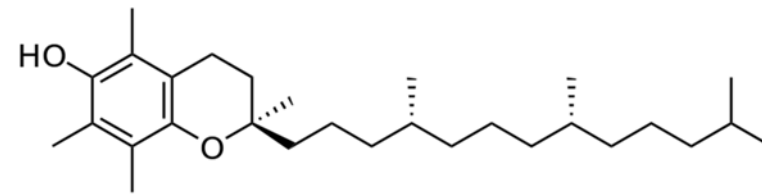
コレステロール → → → ビタミンD₃



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

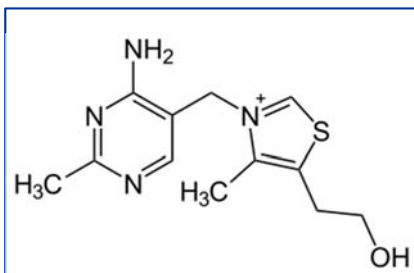
- a. 筋萎縮症
- b. 繁殖不良 [ブタ]
- c. 脳軟化症 [鳥類]

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 []

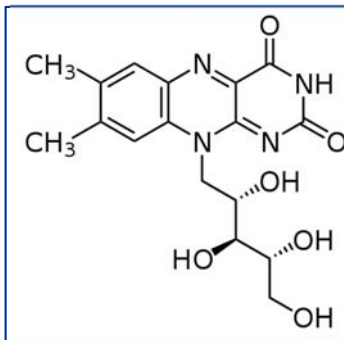
所在 酵母、穀物（特に糟糠類）

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)**

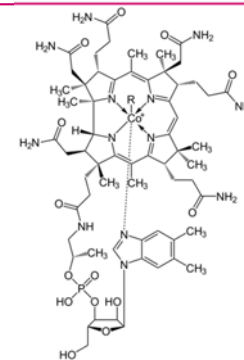
所在 乳、酵母

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

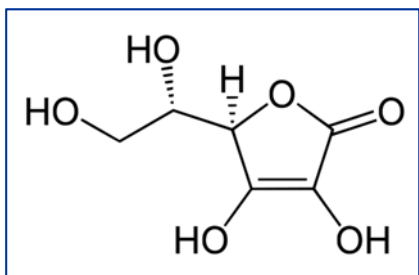
欠乏症 成長阻害、神経障害、貧血

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 (マイクロミネラル)	
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	1-2
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)

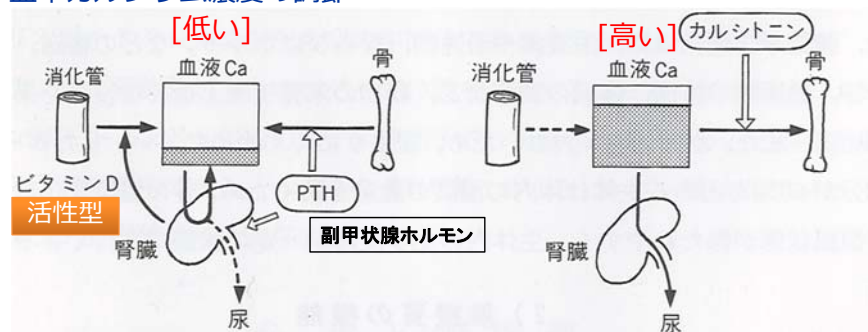
リン

_____ %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

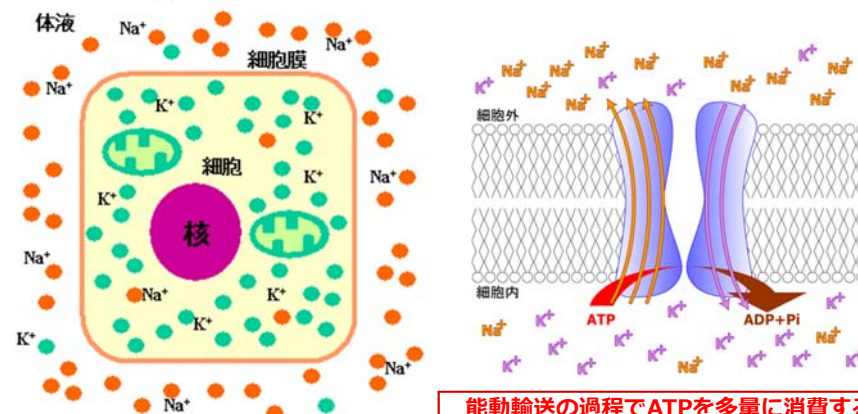


11

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

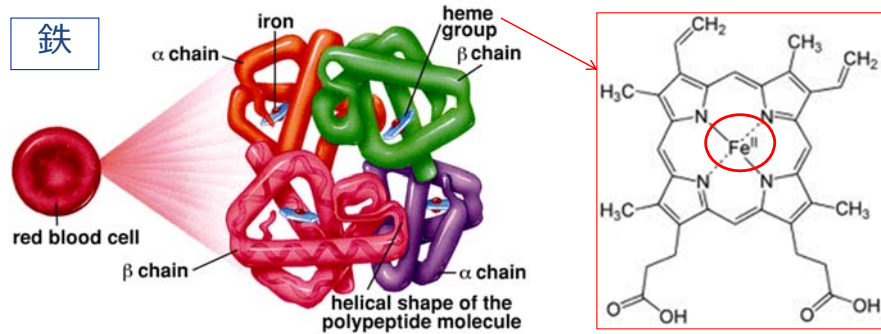
60%が骨や歯に存在
→Ca, P濃度と深く関係

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



13

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) 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

ビタミンの中から化合物レベルで1種類、
ミネラルの中から元素レベルで1種類、
合計2つを挙げて動物栄養学的に解説してください
(1種類につき100-150字程度)

また、これまでの講義の中でもう一度説明してほしい項目についてのアンケートを取る予定です。(5/23 授業で対応します)

16