

令和4年度 JRA畜産振興事業に関する調査研究発表会  
2022年11月17日 14:30-15:10

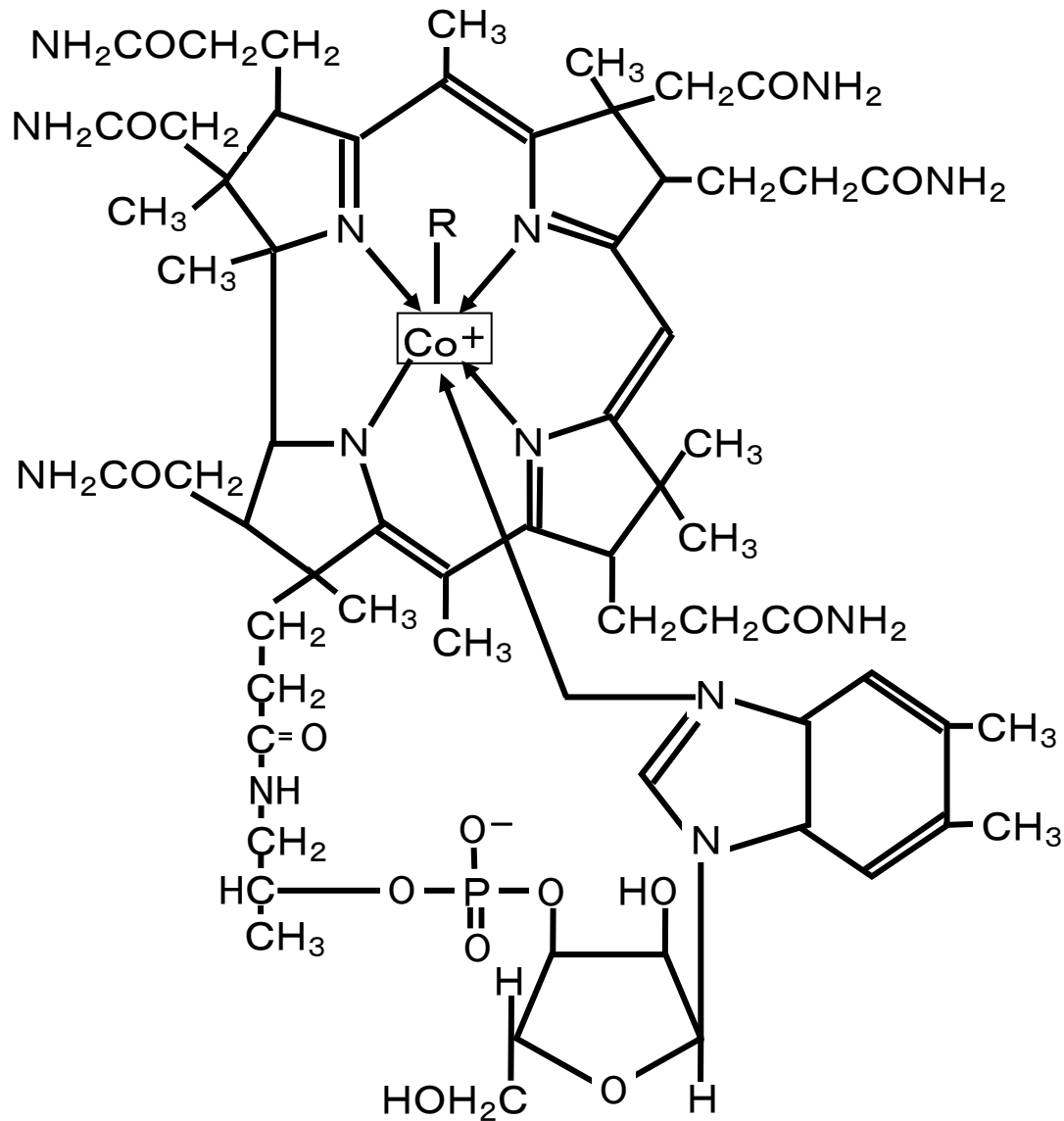
# 黒毛和種肥育牛におけるコバルト欠乏とその改善 濃厚飼料多給時におけるコバルト補給の必要性

京都大学名誉教授  
松井徹

- コバルトとビタミンB<sub>12</sub>
- 牛におけるビタミンB<sub>12</sub>合成
- ビタミンB<sub>12</sub> (コバルト)働きと栄養状態指標
- 肉用牛におけるコバルト栄養
- 国内の肉用種牛におけるコバルト欠乏発生事例
- 黒毛和種肥育牛におけるコバルト欠乏
- 肥育牛に多用されている濃厚飼料中コバルト含量
- 黒毛和種肥育牛における摂取飼料中コバルト含量とビタミンB<sub>12</sub>栄養指標調査によるコバルト要求量の推計
- なぜ、国内で肥育牛におけるコバルト欠乏は見逃されてきたのか？
- 肥育牛に対するコバルト補給法

# コバルトとビタミンB<sub>12</sub>

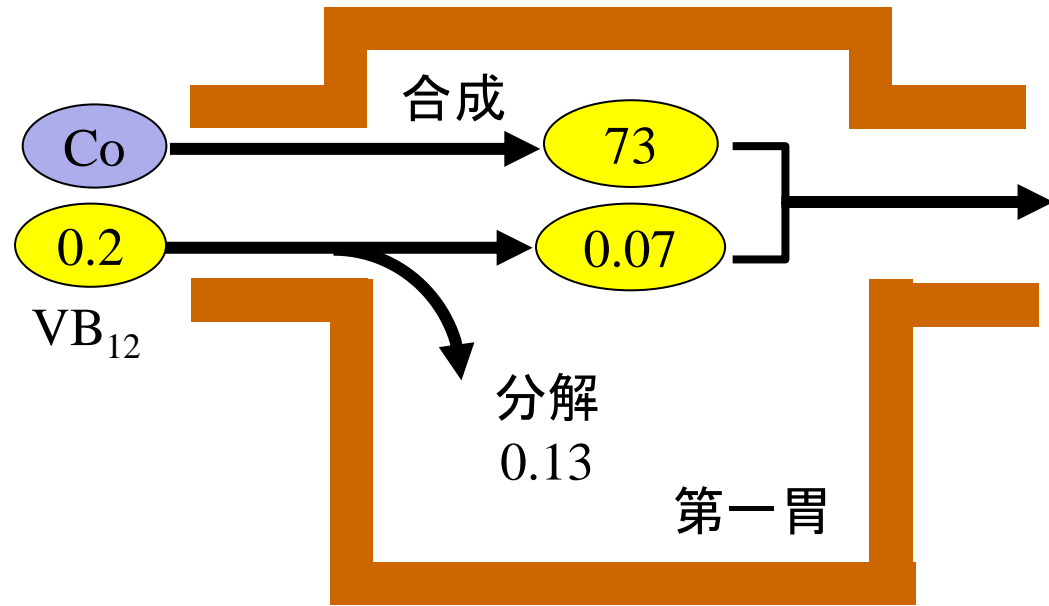
動植物はビタミンB<sub>12</sub>を生合成しないとされているが、コバルトがあればビタミンB<sub>12</sub>を生合成できる微生物は多く、天然のビタミンB<sub>12</sub>は微生物由来と考えられている



ビタミンB<sub>12</sub>の構造

# 牛におけるビタミンB<sub>12</sub>合成

第一胃内ビタミンB<sub>12</sub>代謝 mg/日



給与飼料の構成がビタミンB<sub>12</sub>合成に影響を及ぼす

- 大麦主体の配合飼料を給与する場合、コバルト要求量は上昇する可能性があり、給与飼料の相違がコバルト要求量に及ぼす影響の検討が必要 (NASEM(2016))
- デンプンなど非繊維性炭水化物の増加によって第一胃内のビタミンB<sub>12</sub>合成が減少 (松井徹 ルーメンの科学 (板橋久雄 監修・小林泰男 編) 養賢堂 出版準備)

Santschi DE. et al., J Dairy Sci, 88: 2043-2054. 2005

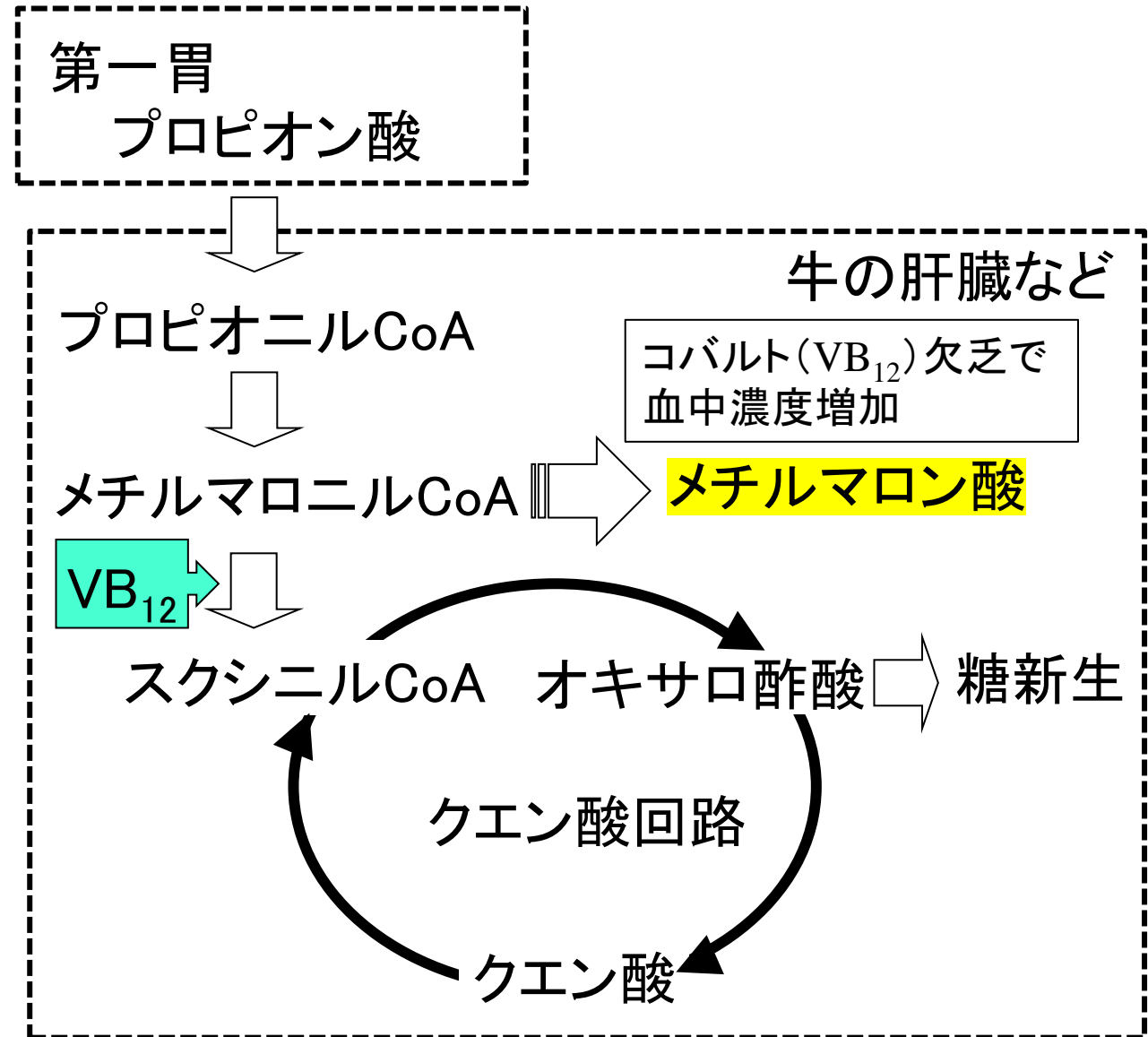
ウシにとってコバルトはビタミンB<sub>12</sub>と同じ意味を持つ必須栄養素と言える

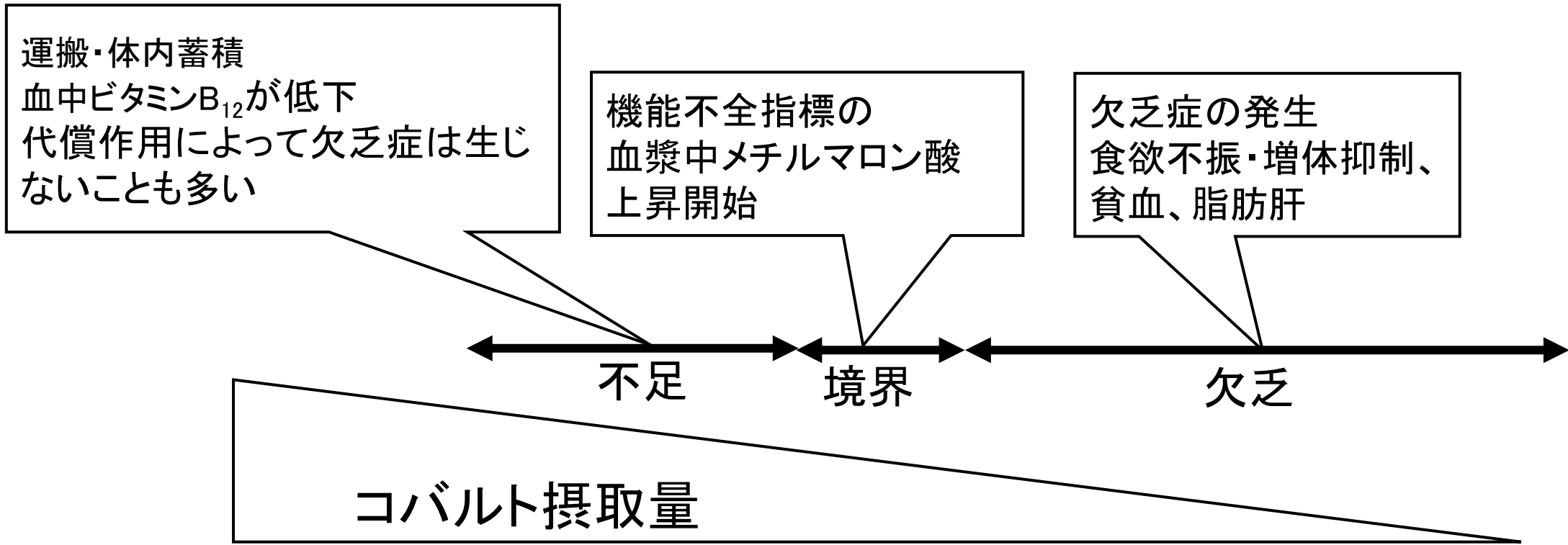
# コバルト(ビタミンB<sub>12</sub>)の働きと栄養状態指標

ビタミンB<sub>12</sub>の機能(プロピオン酸代謝)  
ビタミンB<sub>12</sub>はプロピオン酸代謝の要であり、特に多くのプロピオン酸を糖源やエネルギー源として利用している反芻動物では重要である

ビタミンB<sub>12</sub>栄養状態指標

- ✓ 血清中ビタミンB<sub>12</sub>濃度の低下
- ✓ ビタミンB<sub>12</sub>不足による輸送量の減少を示す
- ✓ 血漿中メチルマロン酸濃度上昇
- ✓ ビタミンB<sub>12</sub>欠乏による代謝機能の異常を示す



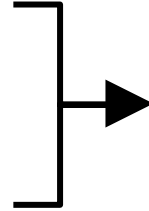


肥育牛におけるビタミン・ミネラル栄養状態による変化

# 一般的な飼料設計

飼養標準(要求量)

飼料成分表



栄養素摂取が適切になるように飼料を設計

# 肉用牛におけるコバルト栄養

牛のコバルト要求量 (mg/kg 乾物)

肉用牛 日本飼養標準 (2008)

推奨量 0.10

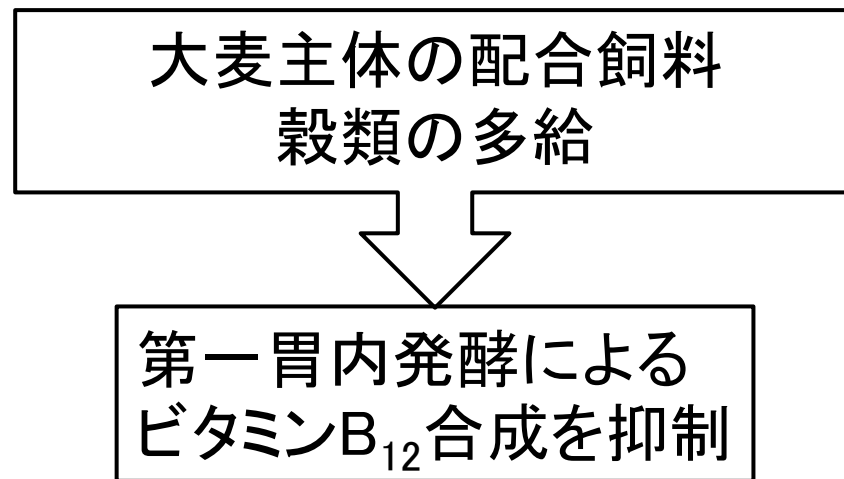
要求量 (範囲) 0.07-0.11

肉用牛 NRC米国 (2000) 0.10

肉用牛 NASEM米国 (2016) 0.15

ウシ INRA仏国 (2019) 0.3

第一胃内発酵によるビタミンB<sub>12</sub>合成に必要なコバルト(要求量)は給与飼料の影響を受ける



国内では長期間穀類の多給が行われているため、海外のデータを適用できるかは不明

現行の国内における日本標準飼料成分表(2009)には、肉牛に広く用いられているトウモロコシ、大麦、フスマに含まれるコバルトの記述はない



# 国内の肉用種牛におけるコバルト欠乏発生事例

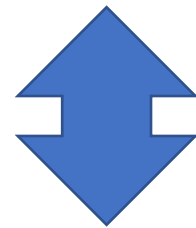
中国山地の黒毛和種牛

(川島良治. 微量栄養素研究. 1: 1-10. 1984.)

根釧地域の自給粗飼料を給与された乳用種若齢去勢牛

(Ishii T, et al., Bull Fac Agric Tamagawa Univ, 25: 1-12. 1985.)

いずれも、**地域性が高く**、強度のコバルト欠乏症状を示しており、「くわす症」の名前の通り、飼料の摂取量が著しく低下し、体重が減少した  
これらの試験では、牛はコバルト含量が低い自給牧草を主に摂取しており、牧草が利用できる土壤中コバルトが少ないことが原因であると考えられる



多様な地域から輸入された穀類が多く与えられている国内の肥育牛では飼料中コバルト含量は注目されておらず、コバルト欠乏の報告はなかった

# 黒毛和種肥育牛におけるコバルト欠乏

## 供試牛

22か月齢黒毛和種去勢肥育牛

## 飼料

配合飼料 大麦(38%)、トウモロコシ(32%)、フスマ(14%)

粗飼料 稲わら主体

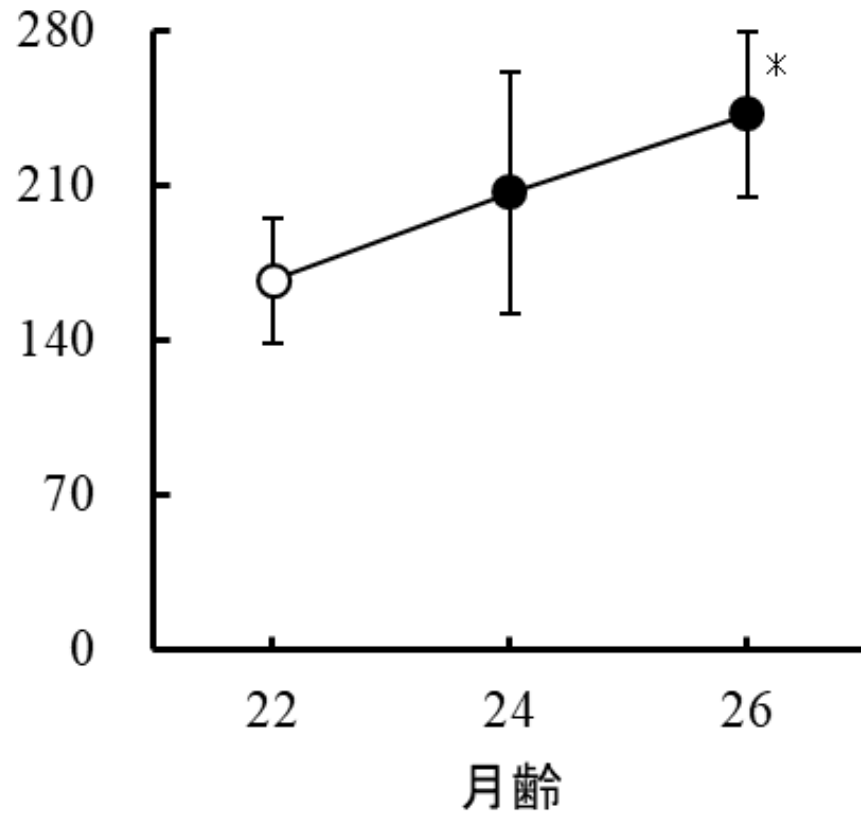
## コバルト含量

配合飼料:0.04 mg/kg乾物 稲わら:0.20 mg/kg乾物

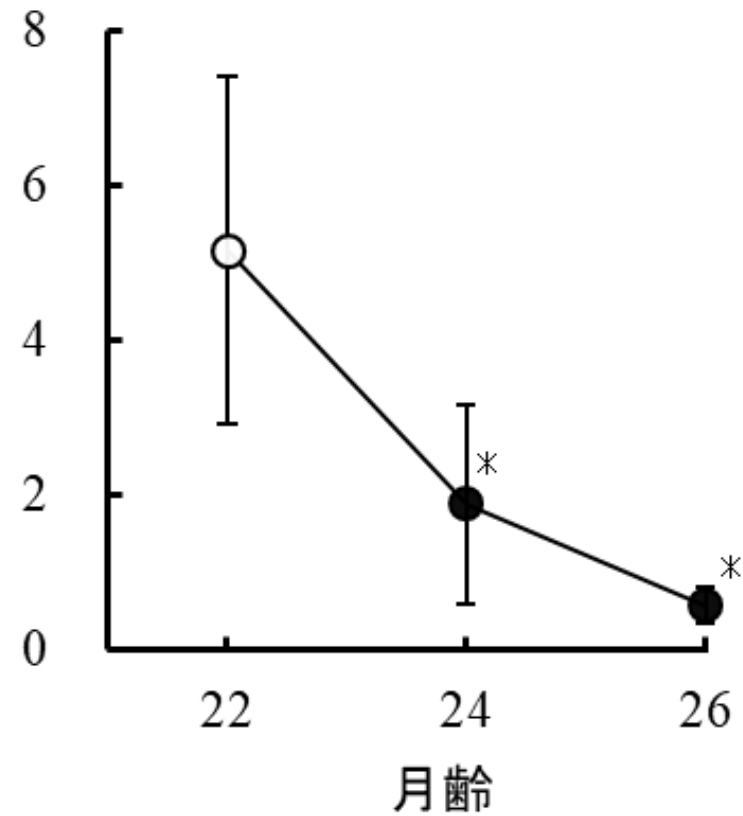
摂取飼料: 0.07 mg/kg乾物

摂取飼料+コバルト:0.25 mg/kg乾物

血清中ビタミンB<sub>12</sub>濃度 (ng/L)



血漿中メチルマロン酸濃度 (μmol/L)

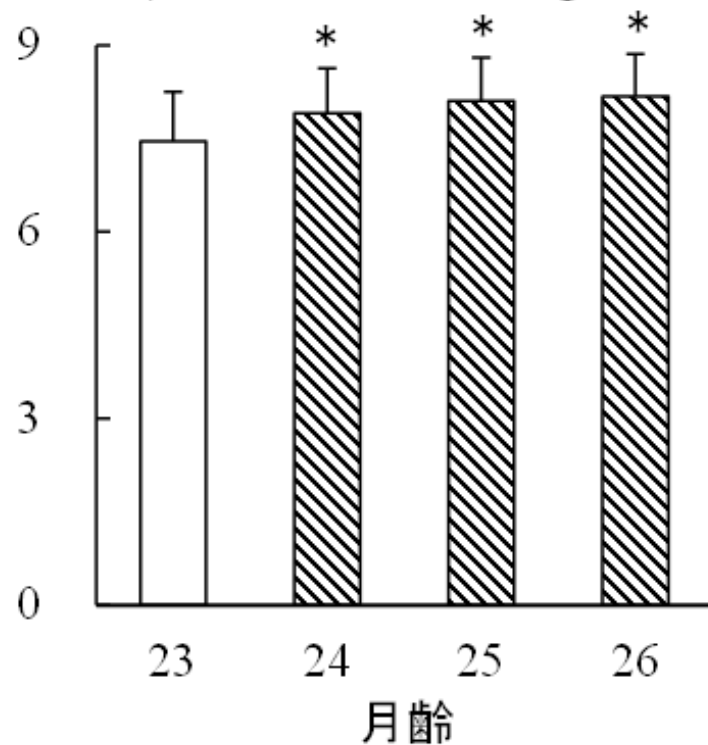


○補給前 ●補給

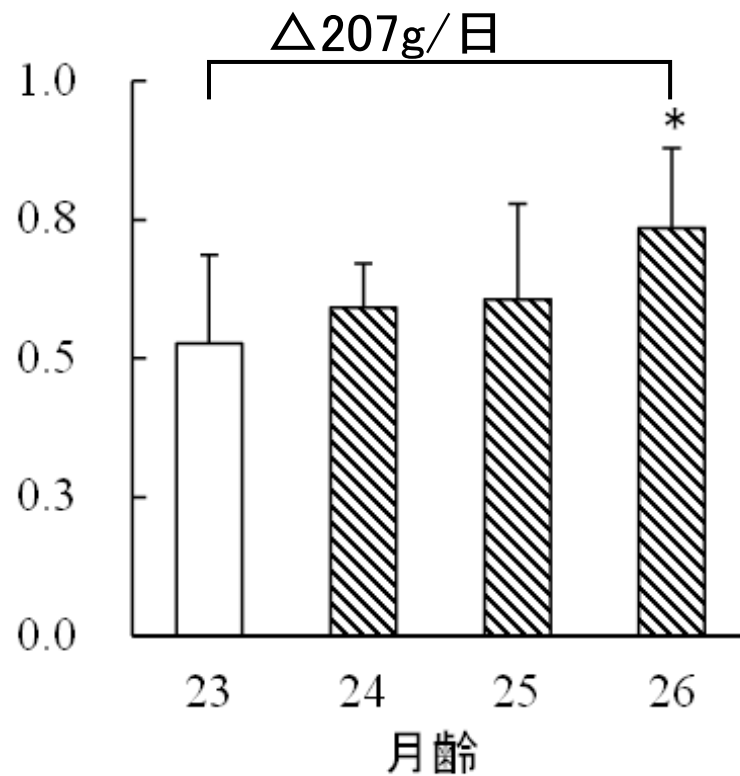
平均 ± 標準偏差 (n = 7)

\* : 補給前と比較して有意差あり (P < 0.05)

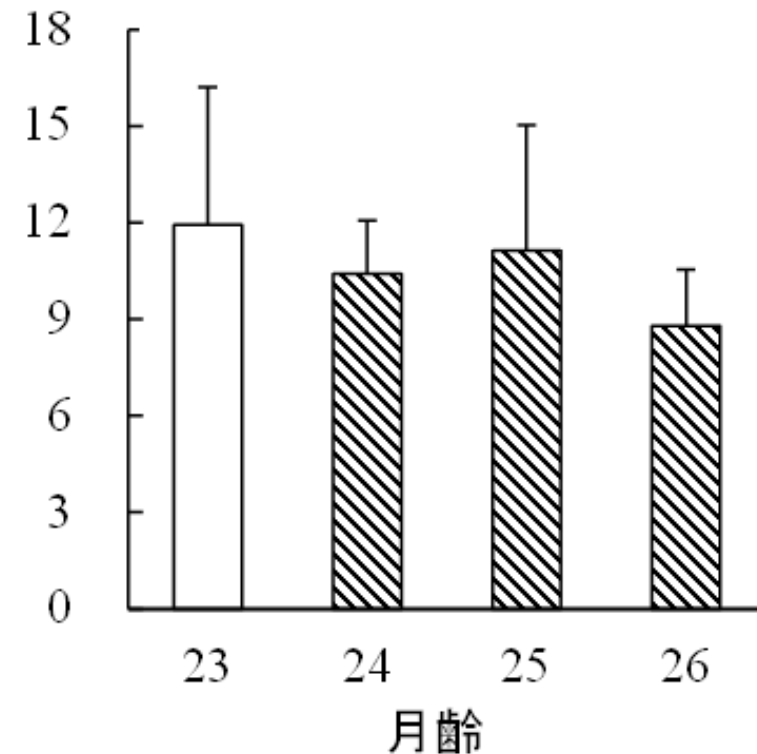
配合飼料摂取量(kg 乾物/日)



日増体量(kg /日)



飼料効率(kg /kg 乾物)



□ 補給前    ▨ 補給

平均 + 標準偏差 (n = 7)

\* : 補給前と比較して有意差あり (P < 0.05)

# 肥育牛に多用されている濃厚飼料中コバルト含量

先の試験では、配合飼料中コバルト含量が低かったためコバルト欠乏となったが、これは特殊例かもしれない

国内の飼料成分表では肥育牛に多く給与されることが多いトウモロコシ、大麦、フスマ飼料中コバルト含量が示されていない

国外の飼料成分表等では濃厚飼料中コバルト含量が示されているが、大きな相違がある

市販のトウモロコシ、大麦、フスマおよび大豆粕に含まれるコバルト含量を調査した

# 肉用牛の配合飼料で多用されている濃厚飼料中コバルト含量 (mg/kg乾物)

	トウモロコシ	大麦	フスマ	大豆粕
本調査				
試料数	20	20	20	20
平均±標準偏差	0.07±0.04	0.08±0.06	0.10±0.04	0.17±0.07
範囲	ND-0.15	ND-0.25	0.03-0.18	0.10-0.32
95%信頼区間	0.05-0.09	0.05-0.11	0.08-0.12	0.14-0.20
NRC肉用牛(2000)				
試料数		16	3	
平均±標準偏差	0.43(代表値)	0.35±0.28	108±0.03	0.12(代表値)
NRC乳牛(2001)				
試料数		16		
平均±標準偏差	NS	0.35±0.28	NS	NS
NASEM肉用牛(2016)				
試料数	4			2
平均±標準偏差	0.51±0.35	NS	NS	1.07±0.76
NRC成分表(1982)	0.05	0.10	0.11	0.37
日本標準飼料成分表(2009)	NS	NS	(0.51)	0.53
INRA成分表(2020)	0.05	0.10	0.10	0.10

# 黒毛和種肥育牛における摂取飼料中コバルト含量とビタミンB<sub>12</sub>栄養指標調査によるコバルト要求量の推計

一般的な栄養素の要求量の推定

栄養素が欠乏している基礎飼料に、異なる水準の栄養素を添加した際に生じる応答を基に要求量を推計

コバルトの場合は用いる基礎飼料によって要求量が異なる可能性

多様な飼料を給与されている黒毛和種肥育牛(44牛群の黒毛和種肥育牛172頭)における調査から得られた摂取飼料中コバルト含量と血中ビタミンB<sub>12</sub>栄養指標の関連を解析し、要求量を推計

## 飼料中コバルト(Co)含量がビタミンB<sub>12</sub>栄養指標濃度に及ぼす影響

分位	1	2	3	4	5
飼料中Co含量 mg/kg 乾物	0.053 - 0.07	0.08 - 0.10	0.11 - 0.13	0.13 - 0.23	0.25 - 1.5
個体数 <sup>b</sup>	34(34)	34(33)	34(34)	34(30)	36(34)
牧場数 <sup>c</sup>	5	11	10	5	7
牛群数 <sup>c</sup>	6	14	11	9	8
血漿中メチルマロン 酸濃度 μmol/L	1.14 ± 0.06*	0.75 ± 0.06	0.69 ± 0.06	0.62 ± 0.07	0.55 ± 0.07
血清中ビタミンB <sub>12</sub> 濃 度 ng/L	208.9 ± 13.4*	242 ± 13.5*	279.4 ± 13.6	239.7 ± 16.3*	295.7 ± 15.0

最小二乗平均±標準誤差

\*, P < 0.05 (第5分位を基準としたダネット検定)

築谷愛未ら 肉用牛研究会報, 113:7-12. 2022

20%の肥育牛に給与されている飼料のコバルト含量が日本飼養標準(2008)のコバルト要求範囲下限と同程度以下であり、補給試験の結果を考慮すると、コバルト栄養状態を改善することによって、体重は0.2 kg/日増加することが期待できる



## コバルト要求量の推計

- 本試験

血漿中メチルマロン酸濃度を基準 0.11 mg/kg 乾物

血清中ビタミンB<sub>12</sub>濃度を基準 0.25 mg/kg 乾物

- 大麦を23.2%含む配合飼料とトウモロコシサイレーズを給与した育成雄牛

(Stangl GI, et al., Br J Nutr, 84: 645-653. 2000.)

血漿中メチルマロン酸濃度を基準 0.16 mg/kg 乾物

血清中ビタミンB<sub>12</sub>濃度を基準 0.26 mg/kg 乾物

肝臓中ビタミンB<sub>12</sub>濃度を基準 0.24 mg/kg 乾物

(Schwarz FJ, et al., J Anim Physiol Anim Nutr, 83: 121-131. 2000)

飼料摂取量を基準 0.16 ~ 0.18 mg/kg 乾物

黒毛和種肥育牛においてコバルト不足を回避できる0.25 mg/kg を要求量として提唱する

# なぜ、国内で肥育牛におけるコバルト欠乏は見逃されてきたのか？

## 粗飼料多給時のコバルト欠乏症

体重はほとんど増加しない

試験地域におけるほとんどの牧草中コバルト含量は0.04 mg/kg 乾物を下回っていた  
(Ishii T, et al., Bull Fac Agric Tamagawa Univ, 25: 1-12. 1985.)

衰弱から斃死することがある(川島良治. 微量栄養素研究. 1: 1-10. 1984.)

## 肥育牛のコバルト欠乏症

最小コバルト含量は0.053 mg/kg 乾物

0.07 mg/kg 乾物のコバルト含量(第一分位)に相当する飼料を給与されていた肥育牛における配合飼料採食量は8 kg/日であり日増体量は0.5 kg/日

粗飼料多給によるコバルト欠乏時の症状と比べると肥育牛における欠乏は軽度であり、異常とは診断できなかった

食欲抑制や体重増加抑制などが生じていても、広く行われている臨床検査ではコバルト欠乏とは診断できない

# 肥育牛に対するコバルト補給法

## 1) 配合飼料に十分量の硫酸コバルト/炭酸コバルトを添加

### 肥育牛における微量無機物要求量と最大許容量

	要求量	最大許容量	許容量/要求量
鉄	50	500	10
銅	10	40	4
コバルト	0.25	25	100
亜鉛	30	500	17
マンガン	20	1,000	50
ヨウ素	0.50	50	100
セレン	0.10	5	50

他の微量元素  
より安全

(飼料中 mg/kg)

## 2) コバルトが多いミネラルブロックを利用

黒毛和種肥育牛(16ヵ月齢～25ヵ月齢)の平均ミネラルブロック摂取量 30 g/日

(坂下邦仁ら 鹿児島県農業開発総合センター研究報告 1:5-9 2007)

Z社ミネラルブロック(コバルト含量 25 mg/kg) → 0.75 mg/日

調査において最も低い飼料中コバルト含量 0.053mg/kg 乾物

乾物摂取を9 kg/日とする → 飼料由来コバルト摂取 0.477 mg/日

総コバルト摂取量 1.23 mg/日(9 kg) → 飼料中コバルト含量 0.136 mg/kg乾物

ミネラルブロックのコバルト含量が3倍ならば要求量を満たすことが可能

ミネラルブロックなら放牧牛にも利用可

## 3) ビタミンB<sub>12</sub>製剤

高価であり、第一胃内で容易に分解されるので、経口補給は効率的ではない

応急処置としてならば、筋肉内投与可能なビタミンB<sub>12</sub>製剤の利用も考えられる

# 謝辞

今回示した試験は、令和3年度日本中央競馬会畜産振興事業および国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うち先導プロジェクト)-国際競争力強化に向けた黒毛和種短期肥育技術の開発-」の資金により行った

ご清聴ありがとうございました