

### C. MPT 検査結果の読み方

血液検査値や BCS、RS の検査結果が出たら、

- ・ 5-B の各 MPT 項目の適正範囲グラフに、得られた MPT 検査結果をプロットしていきます。(図 5-C)
- ・ 適正範囲グラフの上下限值から逸脱している項目、あるいは逸脱しそうな項目をチェックしていきます。
- ・ 前回の検査があれば、それに比べてプロットの動きがどのように変化したかも調べます。この場合は値が適正範囲内にあってもその変化の状況を把握しておきます。
- ・ 血液検査値をエネルギー代謝、脂質代謝、タンパク質代謝、ミネラル、肝機能の各関連項目毎および BCS、RS について検討していきます。
- ・ 牛群としての繁殖の状況を調べます。(繁殖供用率、受胎率、流産など)
- ・ 分娩後の子牛の状況も調べます。(損耗、下痢や肺炎の罹患、発育など)
- ・ 給与している飼料等の記録を調べます。(TDN, CP, DMI, NFC などの他、給与された飼料が平等に摂取されているか、水が十分に供給されているか、なども)
- ・ 一般的な飼養管理の状況を調べます。(飼養密度、牛群編成、敷料の状況、群全体がゆったりした状況か、ストレスがかかっていないか、など)
- ・ MPT の各項目を分類すると以下ようになります。

エネルギー代謝関連項目：遊離脂肪酸 (FFA) , グルコース (Glu) ,

$\beta$ -ヒドロキシ酪酸 (BHB) , アセト酢酸 (ACAC)

脂質代謝関連項目：総コレステロール (T-cho)

タンパク質代謝関連項目：尿素窒素 (BUN), アルブミン (Alb) ,

アンモニア (NH<sub>3</sub>) 、乳酸 (LA)

ミネラル：カルシウム (Ca)

肝機能の各関連項目毎：アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (AST) ,

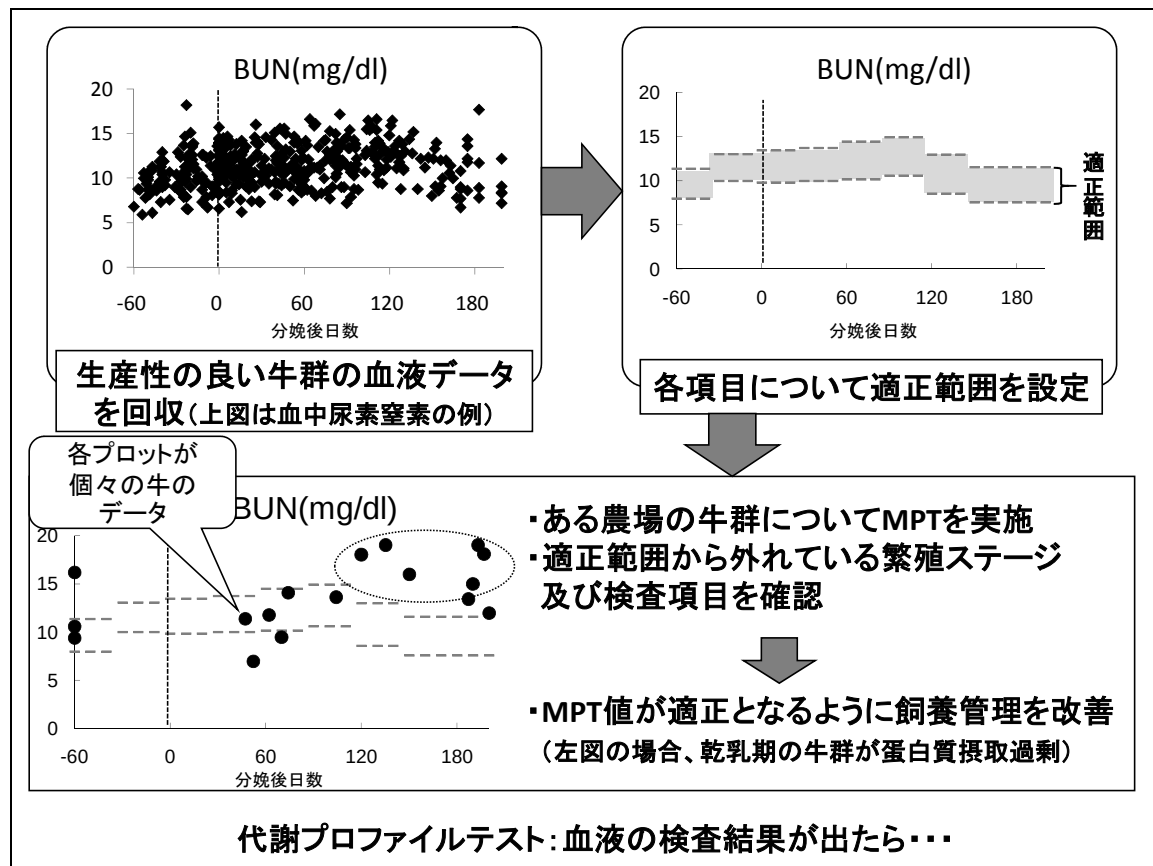
$\gamma$ -グルタミルトランスペプチターゼ (GGT)

体表脂肪の把握 (エネルギー出納の状況)：ボディコンディションスコア

(BCS、体表と尾根部)、体重

乾物摂取状況の把握：ルーメンサイズ (RS)

- ・ 各検査項目の意義や検査項目間の関係を理解するとともに、牛群の臨床状況や飼料の充足率も見ながら牛群としての状態を診断していきます。
- ・ 診断後は速やかに改善方向を決めて実行します。



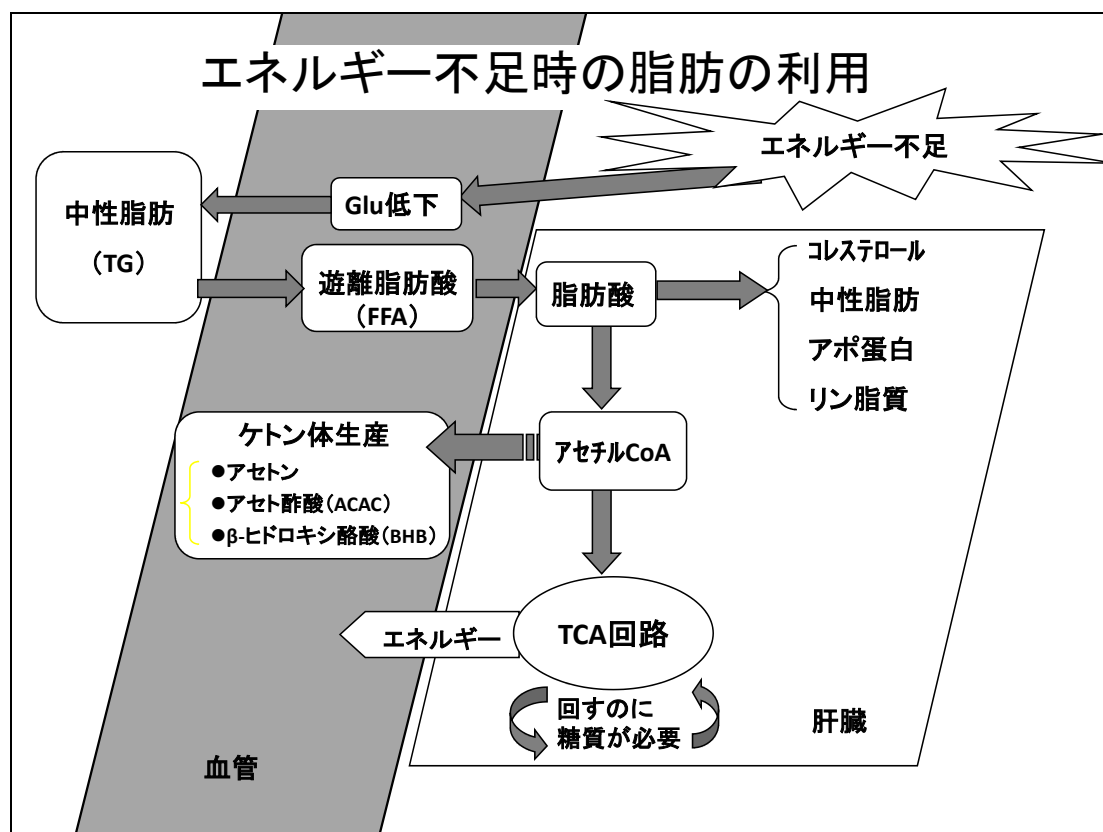
(図 5-C)

## 1) MPT 検査項目の意義

### ア. エネルギー代謝関連項目 (図 5-C-1-1~6)

#### a. 遊離脂肪酸 (FFA)

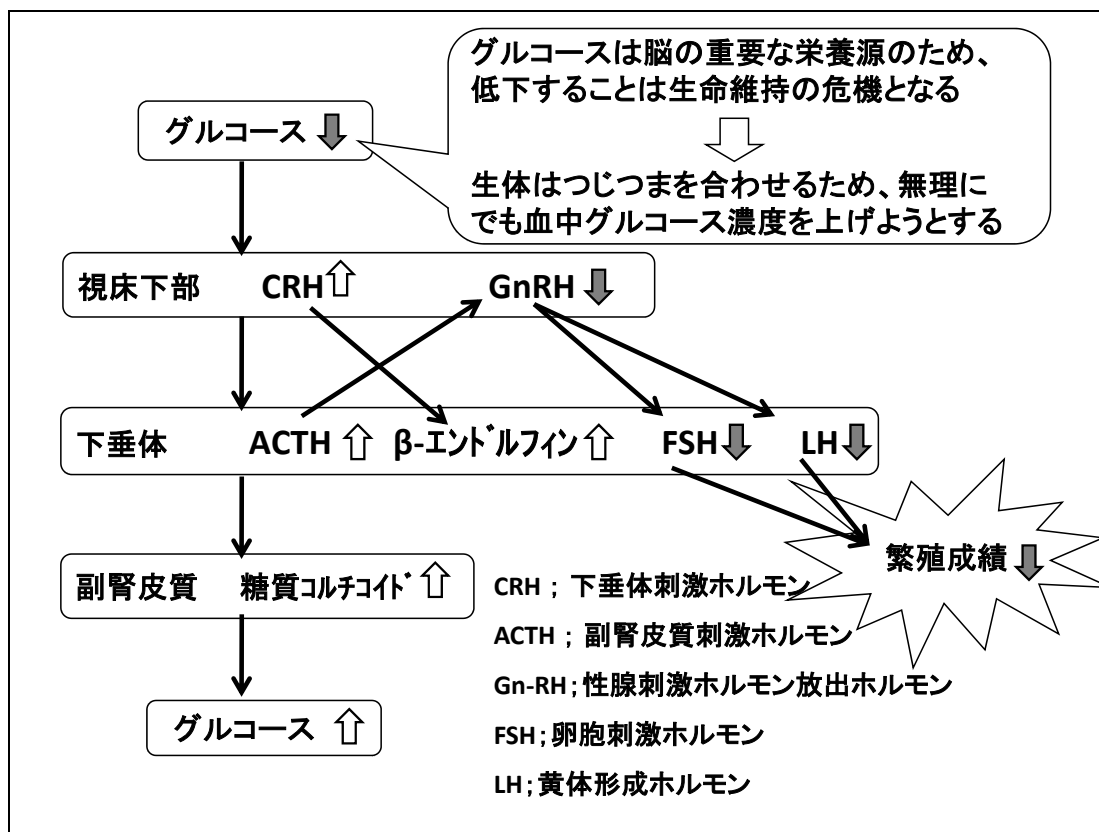
- ・ 体脂肪動員の指標となり、エネルギー代謝の診断に利用します。
- ・ エネルギーが不足し脂肪の燃焼が起こっている場合、FFA は高くなります。
- ・ エネルギー不足になると血糖 (Glu) が低下しますが、Glu 低下によりホルモン感受性リパーゼが活性化され、中性脂肪が分解されて血中 FFA が上昇します。
- ・ エネルギー不足の初期には FFA は高くなりますが、エネルギー不足が慢性化すると FFA は低下するので、FFA が低くてもエネルギー不足の可能性はあります。
- ・ 従って、Glu やケトン体 ( $\beta$ -ヒドロキシ酪酸 (BHB)、アセト酢酸 (ACAC)) と併せて診断します。
- ・ 脂肪の燃焼には肝臓が利用されるため、長期間エネルギーが不足している場合は肝機能の低下や脂肪肝にも注意が必要となります。
- ・ ストレスを受けると Glu と共に FFA が上昇します。



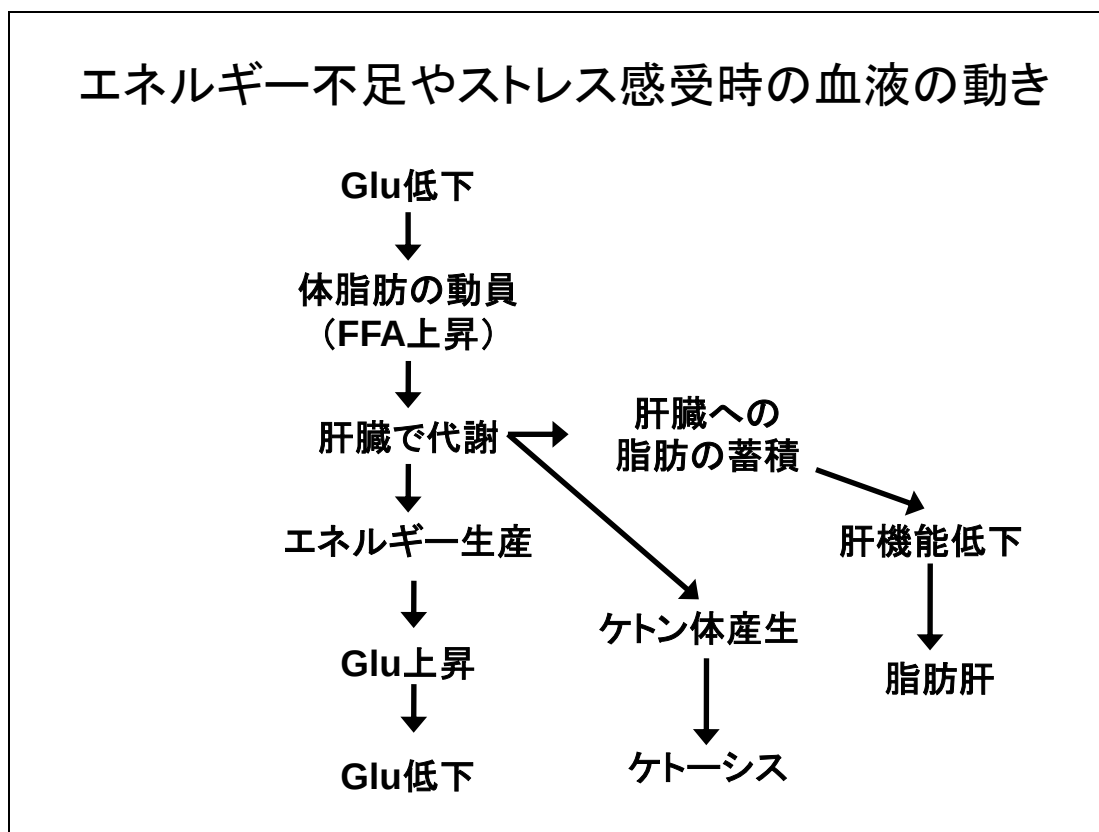
(図 5-C-1-1)

b. 血糖（グルコース（Glu））

- ・エネルギー代謝の重要な指標になります。
- ・エネルギー不足の初期には一般的に上昇しますが、エネルギー不足が慢性化すると低下します。
- ・そのため、エネルギー不足の初期では、通常は **FFA** が同時に上昇します。
- ・適正な飼料給与が行われている黒毛和種繁殖牛群の場合、繁殖ステージ（妊娠末期、泌乳期、乾乳期）による変動もあまり大きくありません。
- ・つまり恒常性が強く維持されている項目だといえます。
- ・**Glu** は脳の重要なエネルギー源であり **Glu** の低下は生命維持に関わる問題となり、牛はなんとしてでも **Glu** を適正範囲で維持させようとします。
- ・そのため、適正範囲より高値でも低値でもエネルギー不足と診断しますが、低値は特に要注意です。
- ・**Glu** の低下は視床下部からの **Gn-RH** の分泌を抑制すると言われ、**Glu** が低い牛群は発情微弱や無発情、分娩後であれば発情回帰が遅くなる傾向があります。  
（図 5-C-1-2）
- ・**Glu** の低下がみられているような牛群では、繁殖性が良好である場合はほとんどありません。
- ・ストレスでも上昇します。
- ・**FFA** と同様に **Glu** に異常が見られた牛群では、肝機能に関する項目も必ずチェックする必要があります。（図 5-C-1-3）
- ・分娩直前や直後（分娩前日や当日等）は高値を示しますが、これは異常ではありません。



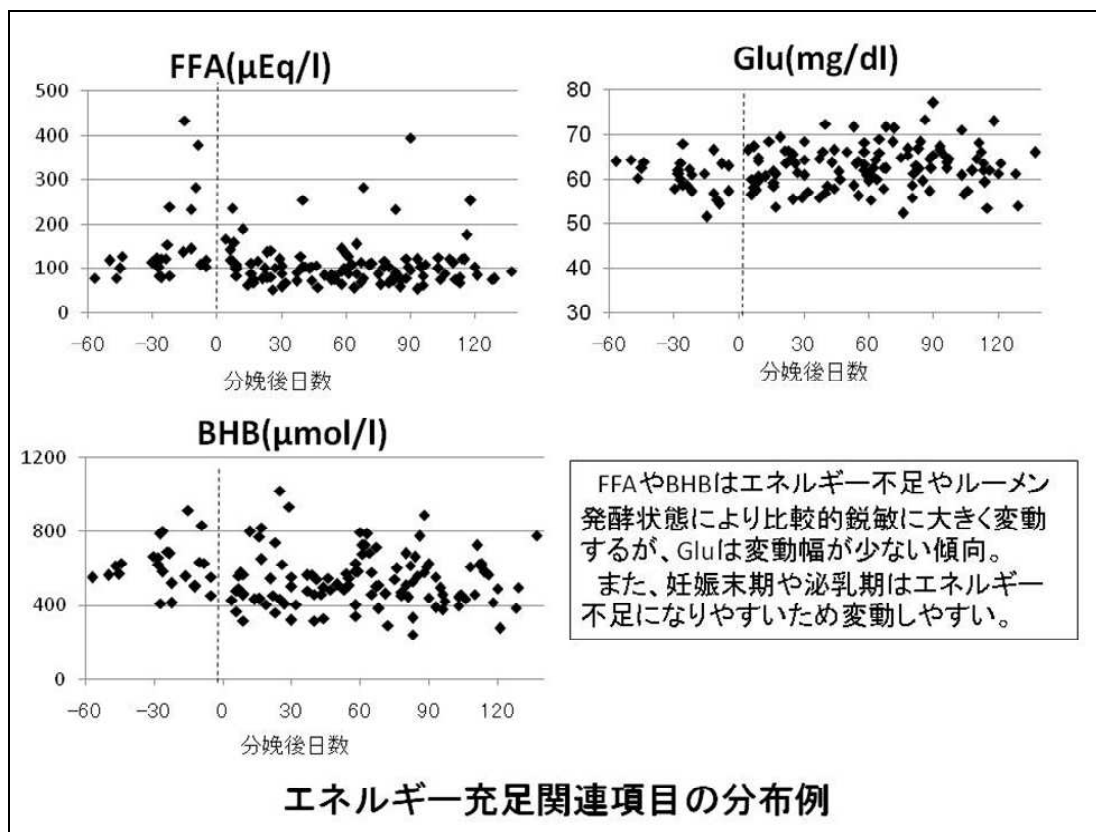
(図 5-C-1-2)



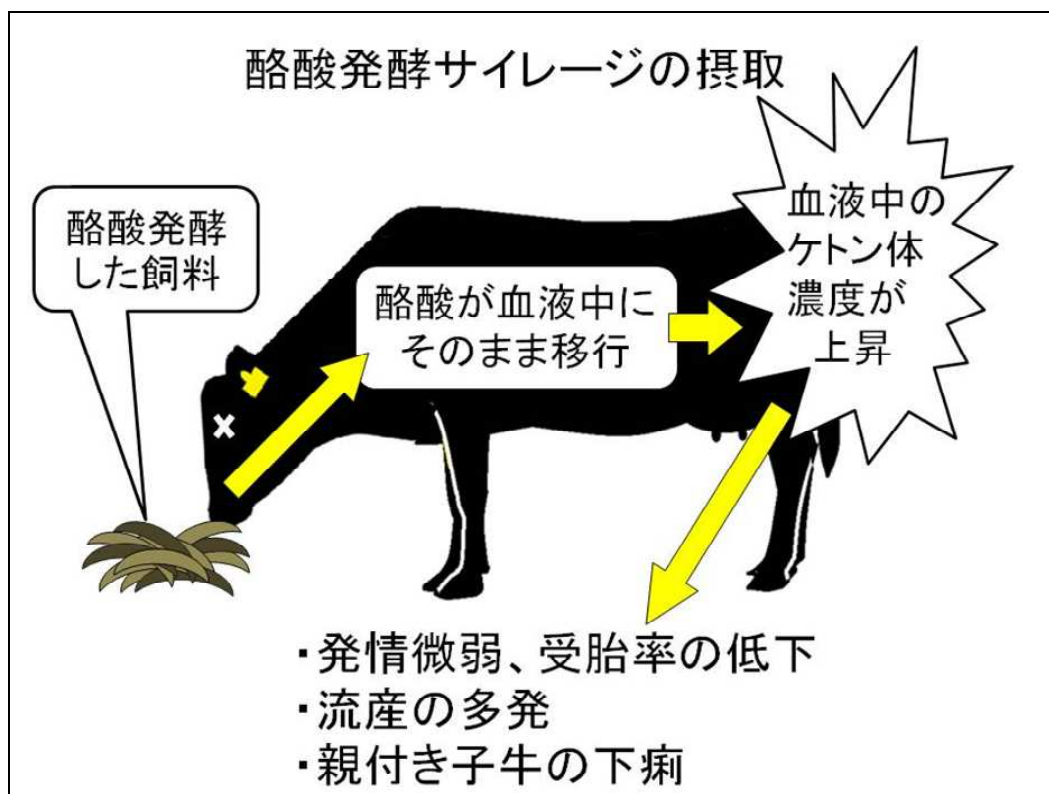
(図 5-C-1-3)

c.  $\beta$ -ヒドロキシ酪酸 (BHB)

- ・ルーメン発酵産物である VFA (酢酸、プロピオン酸、酪酸；エネルギー源となります) の一部がルーメン壁から吸収され血液中に入ると  $\beta$ -ヒドロキシ酪酸になります。
- ・従って、ルーメン発酵が適正な健康牛においては BHB は一定範囲にあります。
- ・MPT 項目の中でも BHB はルーメン発酵の状況を知る重要な手がかりとなります。
- ・BHB はケトン体のひとつで、エネルギー不足により脂肪が燃焼し、肝臓に負荷がかかっている場合に上昇する物質でもあります。
- ・BHB はルーメン発酵産物と脂肪の不完全代謝産物という両面があることから、判断がやや難しい項目です。
- ・FFA や Glu も見ながら総合的に判断します。(図 5-C-1-4)
- ・黒毛和種繁殖雌牛の場合、粗飼料のみで飼養管理している場合は低く出る傾向があります。
- ・これは、粗飼料は栄養成分がばらつくことが多いため、粗飼料のみの給与ではルーメン発酵基質である非繊維性炭水化物 (NFC) やタンパク質の量が安定せず、ルーメン発酵が不安定なり、発酵産物である BHB が低下するためです。
- ・黒毛和種繁殖雌牛では、飼料中の NFC 濃度が 20% くらいでルーメン発酵が安定する傾向があります。配合飼料やトウモロコシを利用して飼料中の NFC 濃度を調整し、BHB をある程度高めておいた方が飼養管理による失敗が少なくなります。
- ・エネルギー不足による脂肪の燃焼では BHB は高値となり (ケトーシス)、繁殖性が低下します。
- ・分娩後の牛で BHB が高い牛群 (FFA や Glu が適正範囲から外れている場合が多い) では、分娩後の発情回帰が遅れる他、子宮の回復遅延也多発する傾向があります (潜在性子宮内膜炎等)。
- ・このような牛群では母牛の乳質低下をもたらす、子牛は下痢を発症しやすくなります。
- ・BHB は日内変動が比較的大きい物質のため、飼料摂取後の時間によっても変動があります。
- ・その他にも、サイレージを給与しているケースでは、酪酸発酵している飼料を摂取すると血中の BHB は上がります (食餌性ケトーシス)。(図 5-C-1-5)
- ・この場合は原因となる飼料の給与を直ちに中止しないと、発情微弱だけでなく妊娠牛では流産等が多発することがあります。



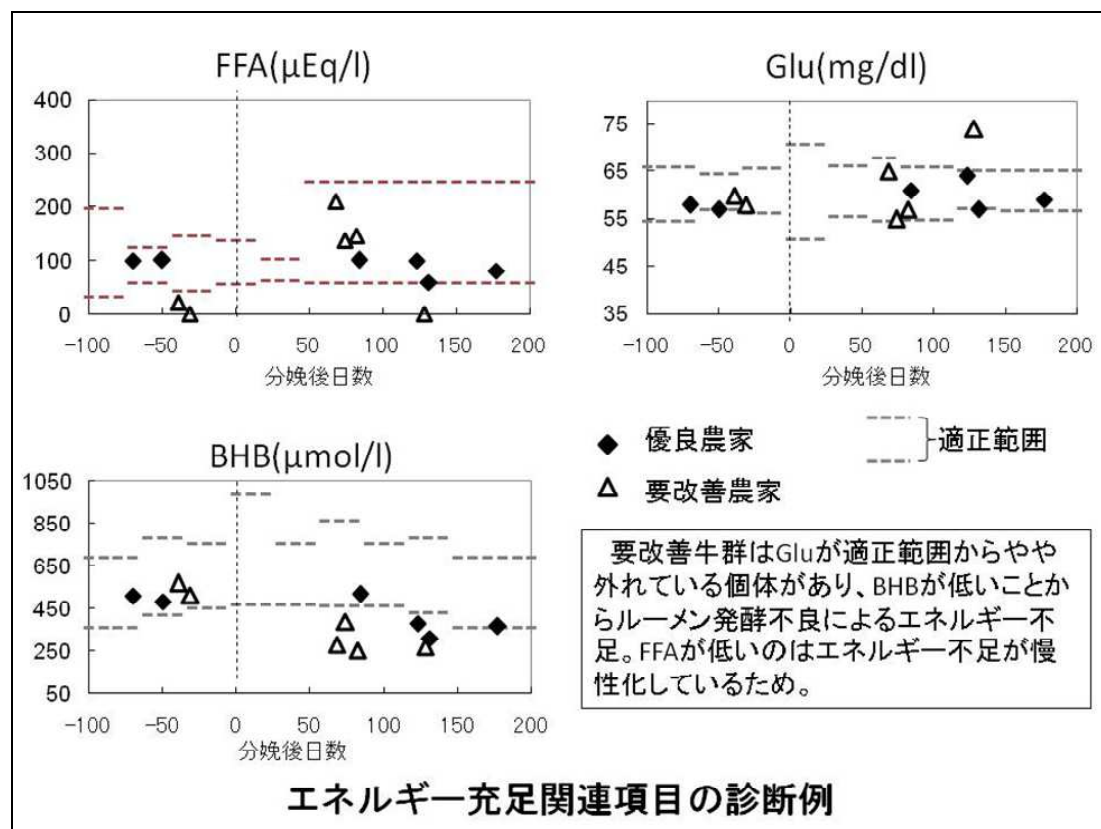
(図 5-C-1-4)



(図 5-C-1-5)

d. エネルギー代謝関連項目における診断の注意事項

- ・ Glu の値が大きくばらついている牛群はエネルギー不足ですので、その原因がどこにあるのかを調べなくてはなりません。(図 5-C-1-6)
- ・ 単純に摂取している栄養量が少ない(給与量が少ない)可能性があります。
- ・ 給与量が適正でも牛群の各個体に飼料が平等に行き渡っていない場合もあります。
- ・ 飼料中の NFC や CP のバランスが悪いことによるルーメン発酵不良かもしれません。
- ・ ストレスの可能性もあります。
- ・ Glu がある程度適正な状態でも、FFA が高ければエネルギー不足により脂肪が燃焼していることになります。
- ・ この場合、その時の牛の状態が良くても、その後繁殖性が低下していく可能性があります。
- ・ その他にも、肝機能が低下している場合やエネルギー不足が慢性化している場合は FFA が低くても BHB は高くなります。



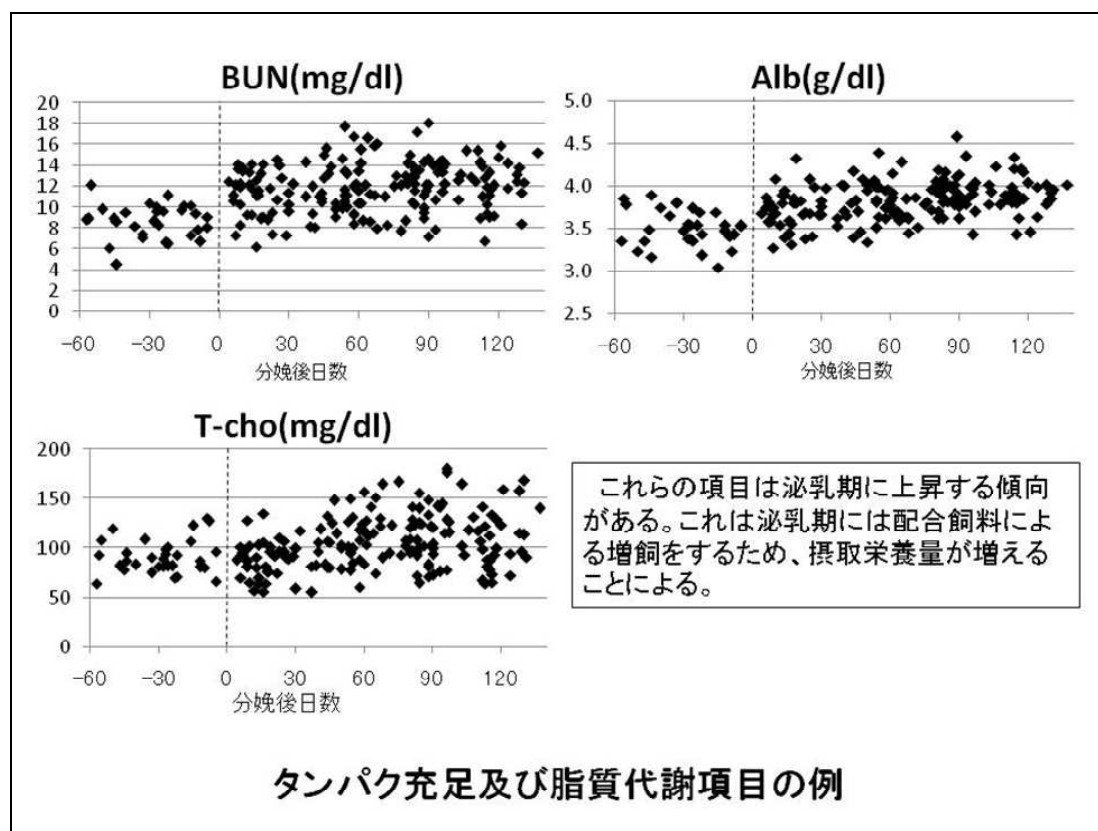
(図 5-C-1-6)



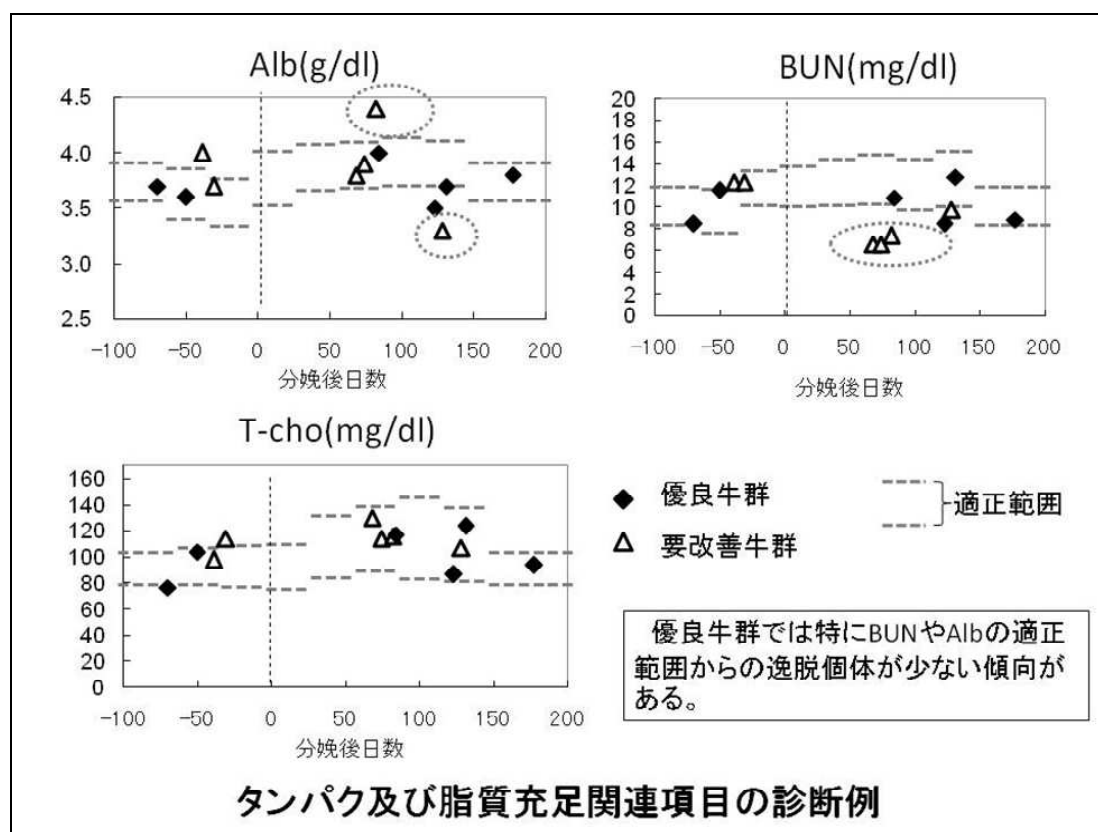
## イ. 脂質代謝関連項目

### a. 総コレステロール (T-cho) (図 5-C-1-7, 8)

- ・エネルギー代謝の指標となり、黒毛和種繁殖雌牛の場合乾物摂取量 (DMI) と正の相関があります。
- ・油脂を含む飼料の多給で増加しますが、黒毛和種繁殖雌牛の場合油脂を含む飼料を多給する例はあまりありません。
- ・脂肪酸カルシウムの給与や米ぬか等を多く給与している場合には高くなります。この場合、既存の適正範囲内には収まりません。
- ・泌乳期にやや上昇しますが、これは泌乳に併せて配合飼料を増飼するためです。
- ・コレステロールは主に肝臓で合成され、分解もされるので、肝機能の指標になり、摂取エネルギーに対して T-cho が明らかに低い場合や高い場合は肝機能の低下が起きていると考えられます。
- ・コレステロールは細胞膜の構成要素のひとつであり、非常に重要な血液成分です。
- ・コレステロールはステロイドホルモンの材料ですので、低下すると繁殖性に影響を与えるといわれています。
- ・肝機能の低下によりコレステロールの合成や分解に支障が出ている場合、同じような化学構造骨格のステロイドホルモンも分解や合成に支障が出ている可能性があります。
- ・T-cho が適正範囲を外れた牛が多い牛群では、肝機能の低下に伴い、発情がだらだら続いたり、排卵遅延が起きている場合があります。
- ・繁殖ステージを通じてほぼ一定で標準値に収まっているようなら、飼料設計がきちんと行われていると考えられます。



(図 5-C-1-7)



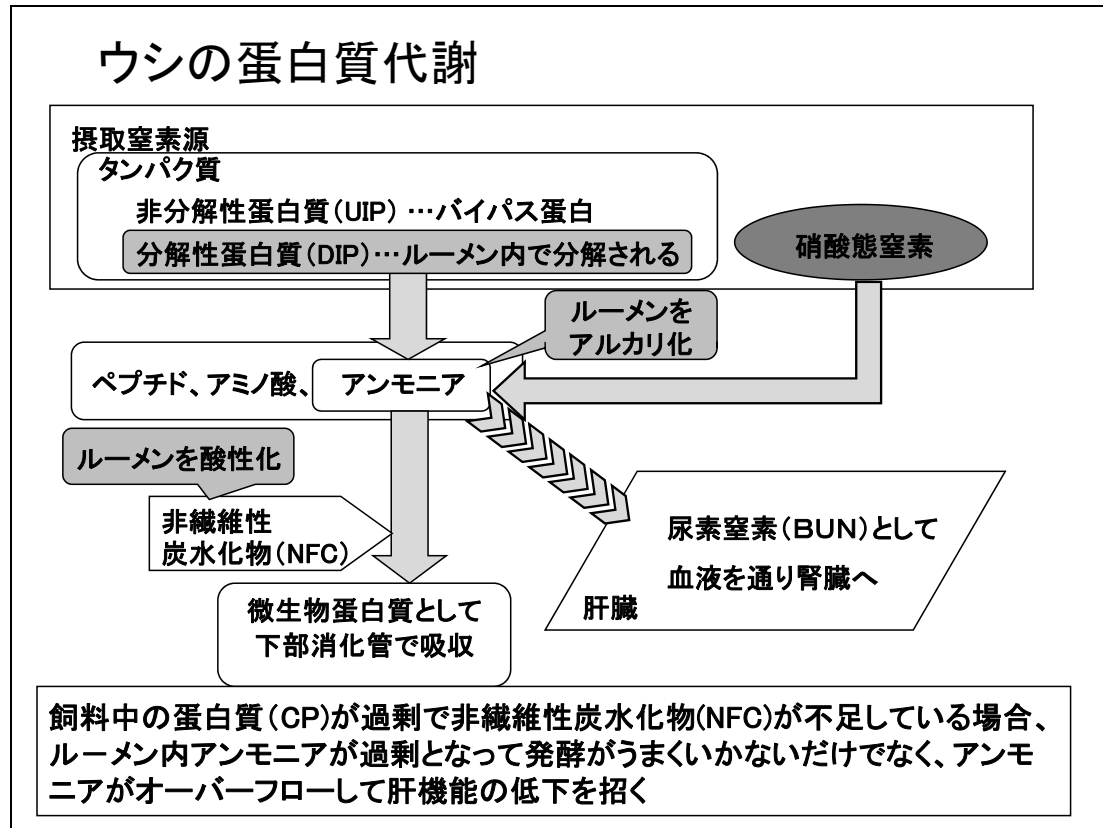
(図 5-C-1-8)

ウ. タンパク質代謝関連項目 (図 5-C-1-7~10)

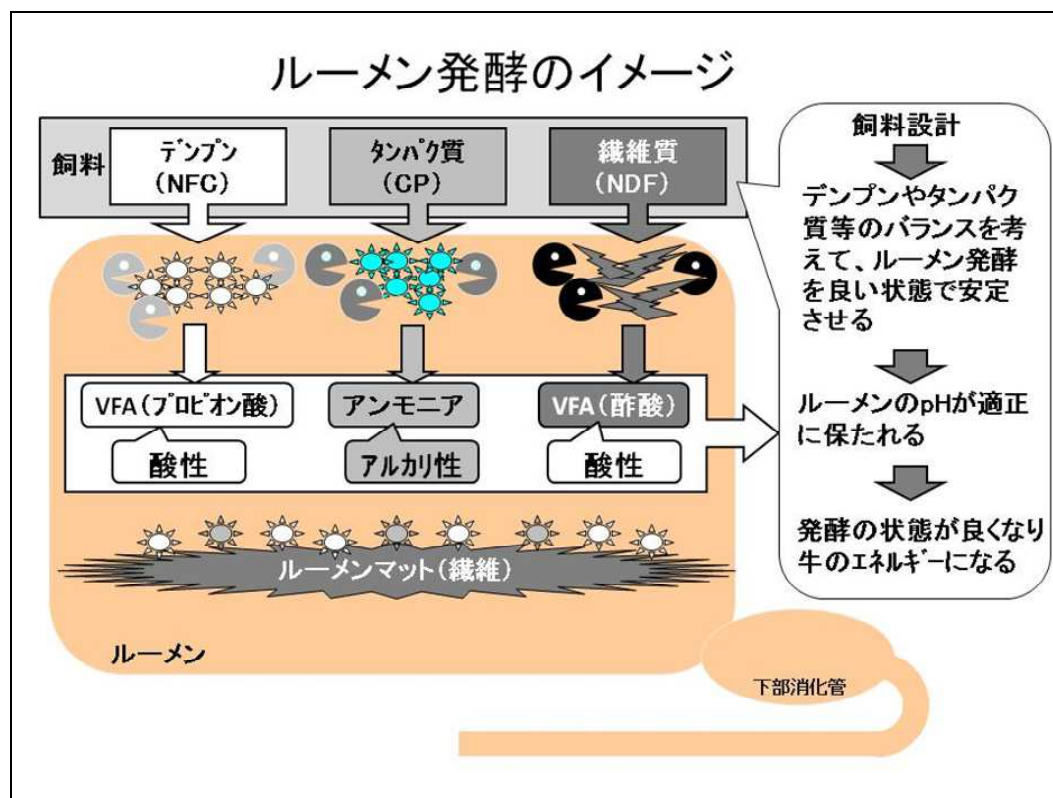
a. 尿素窒素 (BUN)

- ・ 摂取蛋白量と相関があり短期的な蛋白質代謝の指標です。
- ・ CP はルーメンでアンモニアに分解されますが、ルーメンから出たアンモニアが肝臓で代謝され BUN が生成されます。
- ・ 黒毛和種繁殖雌牛では乳牛に比べ必要とされる CP 量が少ない。また、高 CP の粗飼料も存在することから CP 過剰となるケースが少なからず見られます。
- ・ 高 CP 飼料を長期間摂取している牛群の場合、ルーメン環境が悪化しているケースが多く見られます。
- ・ ルーメン内の環境は、pH が中性に近いとき時に最もルーメン微生物の発酵が良くなります。
- ・ ルーメン内 pH を酸性に傾けるのは揮発性脂肪酸 (VFA) であり、その原料は炭水化物です。
- ・ ルーメン内 pH をアルカリ性に傾けるのはアンモニアでその原料は CP です。
- ・ CP を過剰に摂取してしまうと、ルーメン内にアンモニアが大量に発生し、アルカリ性に傾いてしまいます。
- ・ pH が中性を好むルーメン微生物にとって、この状態は増殖しにくい環境のため、発酵不良になってしまいます。
- ・ 発酵不良により大量に発生したアンモニアはルーメンから吸収されますが (アンモニアオーバーフロー)、アンモニアは毒性が強いため、肝臓で分解して無毒化します。つまり、BUN は上昇します。
- ・ この過程で肝臓を酷使することになり肝機能が低下します。
- ・ 逆に CP が不足している場合には、ルーメン発酵基質不足によるルーメン発酵不良によりエネルギー不足となり、繁殖性が低下します。
- ・ このため、Glu や BHB も併せて確認する必要があります。
- ・ BUN が高い場合や低い場合は飼料設計を見直す必要があります。
- ・ 特に高 CP 飼料摂取等による高 BUN 牛群は、急激な肝機能低下に陥ることがあるため、T-cho (総コレステロール) や Alb (アルブミン)、AST、GGT 等の値により肝機能や肝障害を確認する必要があります。
- ・ BUN が 20 mg/dl を越えると卵子に悪影響があるといわれています。
- ・ 適正な TDN で管理されていても、高 BUN 牛群は受胎率が低下することがあります。妊娠牛の場合、流産率が高くなることもあります。
- ・ BUN は一定の CP 含量飼料を摂取している場合、乾物摂取量と相関があり、BUN にばらつきがみられる牛群は乾物摂取量が均一化できているかを確認する必要があります。

- ・繁殖ステージを通じてほぼ一定で適正範囲に収まっているようなら、飼料設計がきちんと行われていると考えられます。
- ・硝酸態窒素濃度の高い飼料を摂取すると高くなるケースがあります。



(図 5-C-1-9)



(図 5-C-1-10)

#### b. アルブミン (Alb)

- ・ 栄養・代謝物質の運搬や浸透圧の維持などの働きをする蛋白質です。
- ・ 半減期が長いため比較的安定した血液成分です。
- ・ 血液中では Ca と複合体を形成するため、血中 Ca と強い正の相関があります。
- ・ Alb はヘマトクリットと同様に血液濃縮や脱水時に増加するため、高い場合は脱水が疑われます。
- ・ この場合、飲水器の確認（サイズや水量、水压等）をして、十分に水が飲めているかチェックが必要です。
- ・ Alb は肝臓で作られることから、肝臓での蛋白合成能の指標となり、肝機能の評価に有用です。
- ・ 低値は長期のタンパク不足、肝機能低下が疑われます。
- ・ エネルギー不足ではアミノ酸から糖が作られるため、その影響で低下する可能性があります。
- ・ Alb が低い牛群は飼料設計や繁殖を含め大きな問題を抱えている牛群が多いようです。

c. タンパク質代謝関連項目における診断の注意事項

- ・ 高 BUN 牛群は低 Glu や肝機能低下を伴っていることが多く、飼料設計を適正に変更しても、繁殖性の回復にしばらく時間がかかることがあります。
- ・ Alb は肝臓で生産されますので、肝機能が低下した場合は低 Alb となることがあります。
- ・ このため、低 Alb の牛群においては飼料設計を適正に変更しても、Alb 回復にはしばらく時間がかかることがあります。
- ・ 黒毛和種繁殖雌牛では牧草放牧地に放牧された牛で高 BUN がよく見られます。
- ・ これは高 CP 牧草を飽食摂取しているためです。
- ・ 高 BUN では流産率が高くなることもあることから、放牧の際には草種にも注意してみてください。

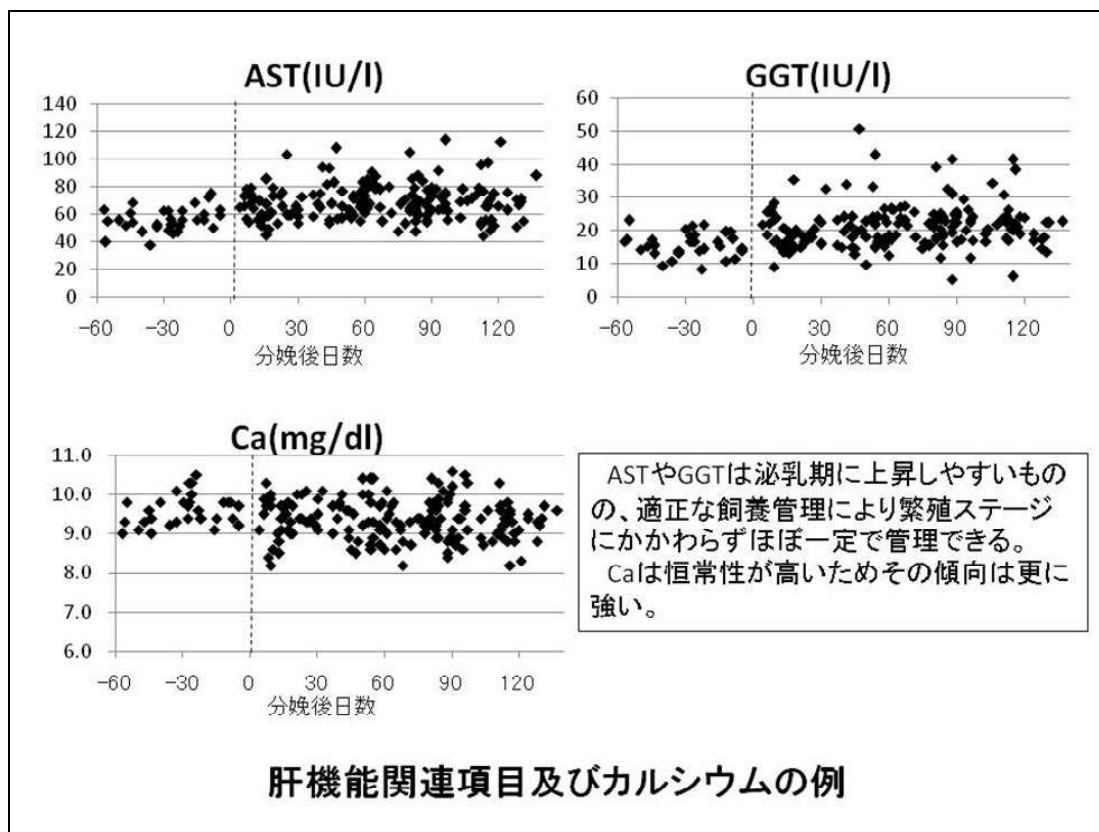
エ. 肝機能関連項目 (図 5-C-1-11, 12)

a. アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (AST)

- ・ AST はアミノ酸の 1 つであるアスパラギン酸を作る酵素であり、肝細胞、心筋、骨格筋等に存在します。
- ・ これらの細胞が破壊されると血液中に流出することから、肝臓の実質障害の程度を知ることができます。
- ・ 高 CP 飼料を摂取していると高くなる傾向があります。
- ・ 泌乳牛は乾乳牛より高くなります。

b.  $\gamma$ -グルタミルトランスペプチターゼ (GGT)

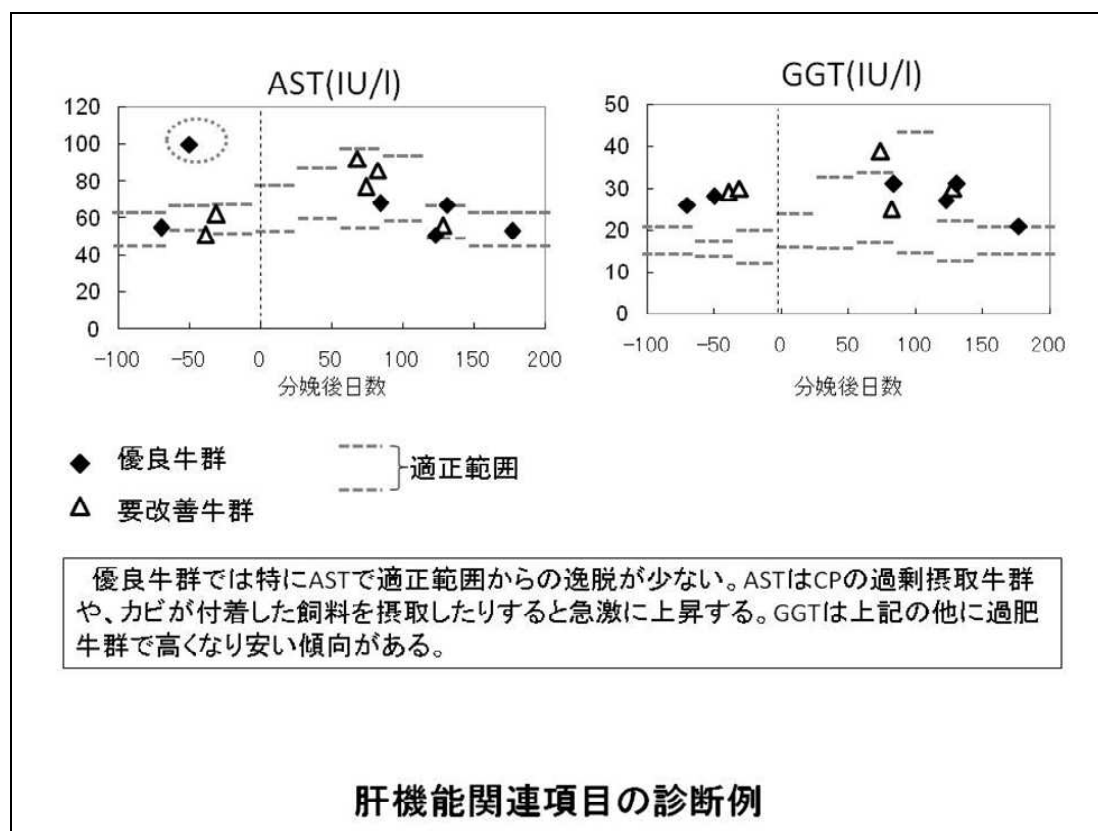
- ・ GGT はタンパク質分解酵素の一種です。
- ・ 主に胆管系から出現する酵素で肝細胞が破壊されると血液中に流出することから、肝臓障害や胆管障害などで数値が上昇します。
- ・ 肝てつ症で高くなることがあります。
- ・ 肝てつは胆管内で血液や肝臓実質を栄養にして寄生しており、増殖すると肝機能障害を起こします。肝てつ症の発生地域では駆虫薬を投与する必要があります。



(図 5-C-1-11)

c. 肝機能関連項目における診断の注意事項

- ・肝臓機能が低下して T-cho や Alb 等が低下しても AST や GGT が上昇しないケースがあります。
- ・AST や GGT は肝細胞が破壊された際に血液中に流出することで血中濃度が上昇する項目なので、必ずしも肝機能が低下した際に上昇するわけではありません。
- ・従って、MPT の AST や GGT は肝機能を直接意味しているわけではありません。
- ・一時的な肝障害で AST や GGT が上昇し、その時点で破壊されつつある肝細胞量を反映します。
- ・また、一時的な肝障害で肝機能が低下する場合がありますが、低下しない場合もあることを認識しておく必要があります。既に破壊された肝細胞量は反映していません。



(図 5-C-1-12)

## オ. ミネラル

### a. カルシウム (Ca)

- ・ 恒常性が強く変動が少ない項目です。
- ・ Ca 給与量の不足やリンの過剰給与で減少します。
- ・ ただし、ルーメン環境が悪くないと、Ca を増給しても血中濃度は上がりません。
- ・ そのため、低 Ca の牛群では飼料中の Ca 含量を調べると共に飼料設計を見直す必要があります。
- ・ また、血中では Alb と複合体を形成しているため、Alb が低い牛群では低い傾向があります。血中濃度が減少すると起立不能、骨軟症の他、繁殖障害が起こるといわれています。

### b. カルシウムにおける診断の注意事項

- ・ 血中 Ca が低いからといって単純に Ca を増給すると Mg の吸収低下をもたらす等、良い結果が得られないケースがあります。
- ・ ルーメン環境の変化と肝機能の改善で適正な Ca レベルが得られることが多いので、飼料設計とあわせて診断する必要があります。
- ・ Ca が低い牛群も飼料設計や繁殖を含め大きな問題を抱えている傾向があります。



## カ. その他

### a. 乳酸 (LA)

- ・急激な飼料設計の変更により血中濃度が上昇するため、ルーメン環境が安定しているかどうかの指標となります。
- ・肉用繁殖牛ではあまりみられませんが、配合飼料の多給等でも上昇します。
- ・採血時の暴れ等ストレスがかかると上昇するため、採血時には注意が必要です。

### b. アンモニア (NH<sub>3</sub>)

- ・急激な飼料設計の変更（高 CP 飼料の給与）により血中濃度が上昇しますが、その後は低下し安定します。
- ・このことから、給与飼料成分の変動が大きい場合高くなり、ルーメン環境推定の指標となります。
- ・注意点として、他の検査項目より血中濃度が低く不安定な物質ですので、採血やその後の保管状況の影響を受けやすい傾向があります。
- ・環境中にも存在する物質ですので、採血や血液分析を実施する場所にも注意が必要です。

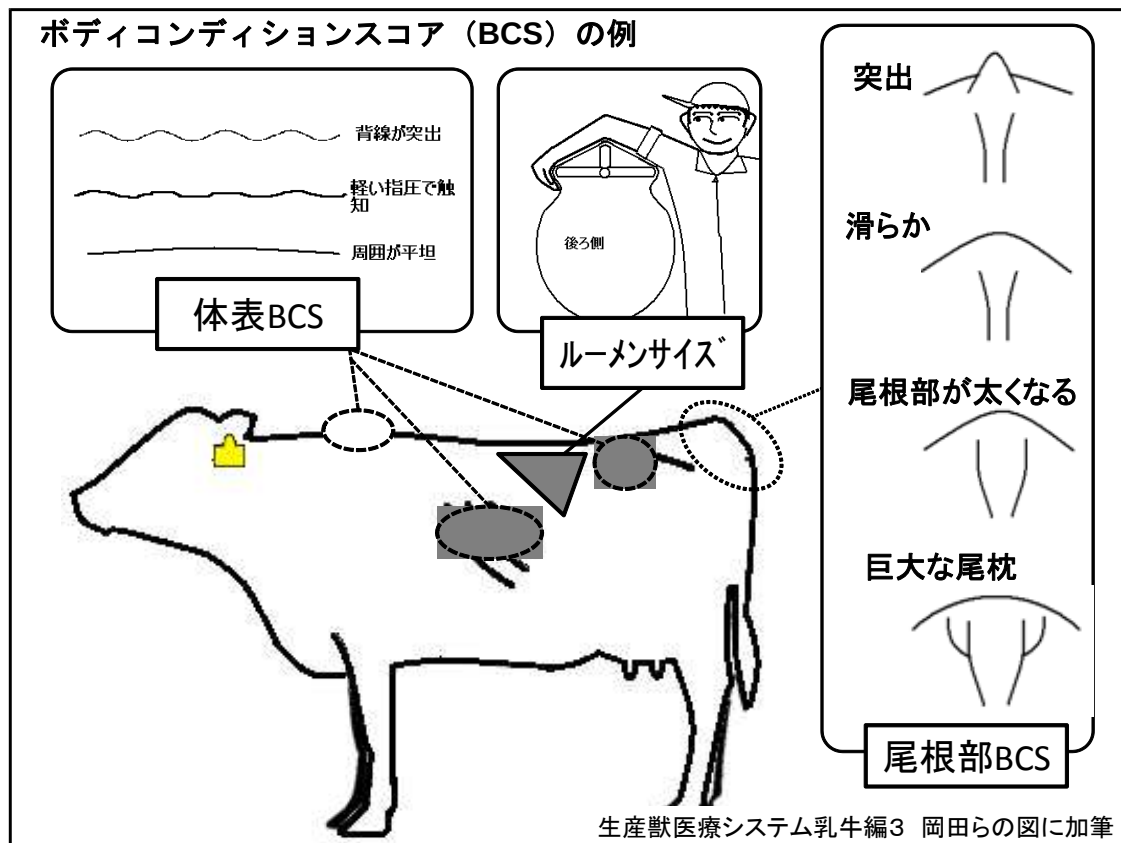
## キ. ボディコンディションスコア (BCS)とルーメンサイズ (RS)

- ・飼料設計を開始して給与量を記録した後は、失敗がないか客観的なチェックが必要です。
- ・いくつか調べる方法がありますが、最も簡易で比較的信頼性が高いチェック項目にボディコンディションスコア (BCS) があります。
- ・牛の太り具合、やせ具合を見る方法です。
- ・BCS と RS の測定方法については記載済み (1-B-3)。(図 5-C-1-13~15)も参照。
- ・牛はエネルギー不足でやせてくると発情微弱や無発情になりやすく、逆に太っても受胎性が低下したり、分娩の時に難産になりやすくなる傾向があります。
- ・「太る」「やせる」では脂肪の代謝が起こりますから、肝臓に負担をかけることになります。
- ・肝機能の低下は生産性の低下を引き起こします。
- ・BCS が変動する際には体重や FFA と相関があります。
- ・体表 BCS は特に強い相関があります。
- ・体重低下時（特に泌乳時）には肛門周辺のスコア低下が顕著となるため、肛門周辺スコアが低下している場合はその後の BCS に注意する必要があります。

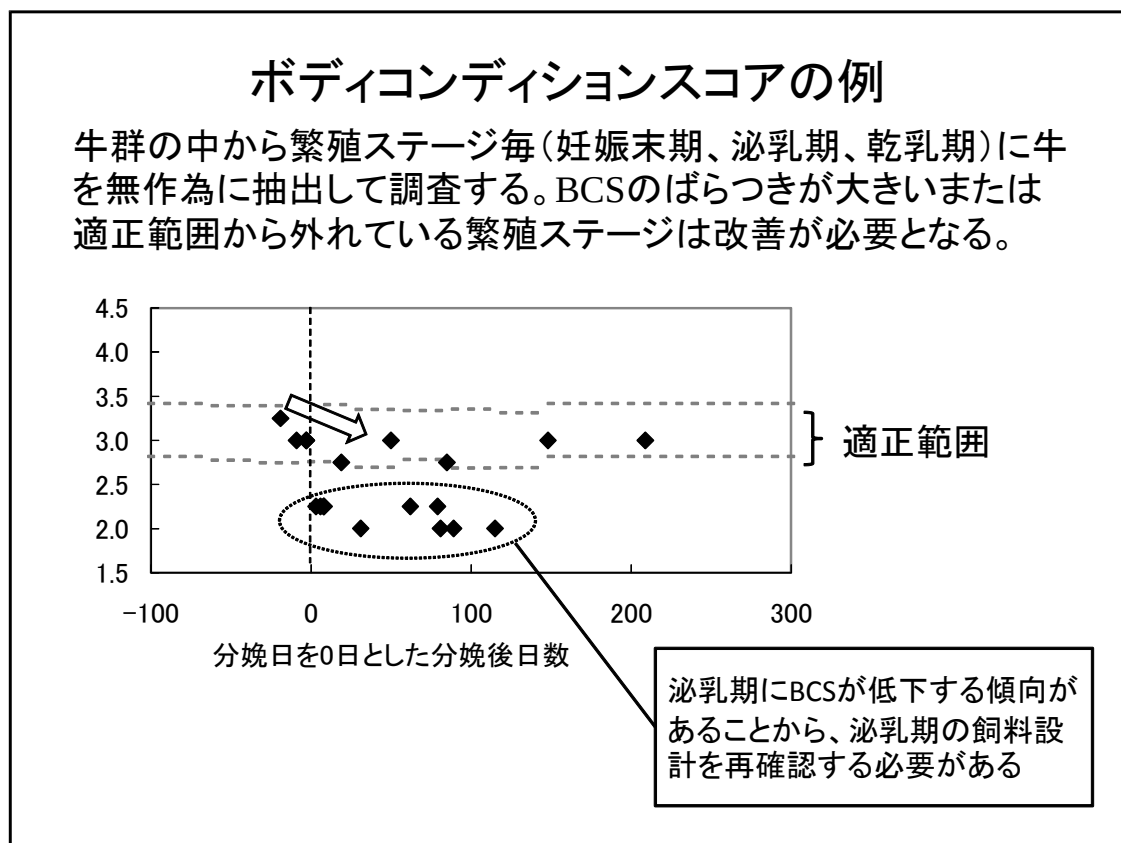
#### a. BCS と RS の調査方法

BCS の調査方法には主に 2 種類あります。

- ・ 1 つ目は繁殖ステージ毎に調査する方法です。
- ・ この方法は 1 回の調査で農場の飼養管理の弱点を調べることができます。
- ・ 例えばある農場について妊娠末期、泌乳期、乾乳期の BCS を調査し、泌乳期の牛で BCS が低い傾向が見られれば泌乳期の栄養不足が疑われます (図 5-C-1-14)。
- ・ この場合、BCS のデータは飼料設計の自己診断に利用するため、繁殖ステージ毎に調べる必要があります。
- ・ 2 つ目は個体を見る場合です (図 5-C-1-15)。
- ・ これは例えば泌乳期や妊娠末期のような必要栄養量に変化する時期の牛について BCS を毎月調査します。
- ・ この結果から現在給与している飼料の栄養量が多いのか少ないのかちょうど良いのかを知ることができます。
- ・ 農場の頭数が少ない場合は全頭調べても良いのですが、頭数が多い場合は繁殖ステージ毎に 2~3 割の牛を無作為に抽出して調べます。
- ・ 黒毛和種繁殖雌牛の場合、泌乳量は多くないため繁殖ステージ毎の適正な BCS に大きな変動はなく、ほぼ一定で管理することができます。
- ・ そのため大きく変動しているステージがあれば、そのステージの飼料設計に問題があると考えられます。
- ・ BCS を調べる際にはできれば RS も調べると、より牛群の栄養状態の傾向をつかみやすくなります。
- ・ 方法については記載済み (1-B-3)。(図 5-C-1-14)も参照。
- ・ BCS や RS の記録を取ることは手間がかかりますが、直接的に経費がかかるものはほとんどありません。
- ・ 黒毛和種繁殖雌牛の受胎率や生産性改善の取り組みでは、血液生化学検査も必要ですが、こうした科学的な手法を用いても飼料分析値や飼料設計、飼料給与データ、BCS、RS がなければその改善効果は半減してしまいます。
- ・ まずは記録をとりデータを残すことで農場の飼養管理レベルを高めることが重要です。



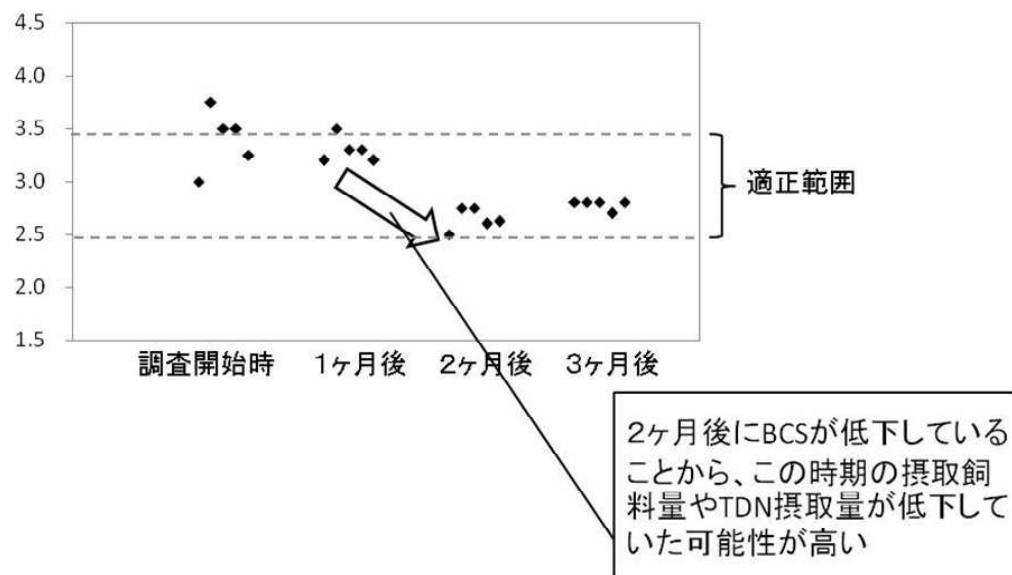
(図 5-C-1-13)



(図 5-C-1-14)

## ボディコンディションスコアの例2

同一の牛について一定期間経過後に調査する。放牧牛の栄養状態把握等にも有効。



(図 5-C-1-15)