

肥育牛における第四胃変位

一 條 俊 浩

岩手大学農学部

はじめに

臨床現場で多く遭遇する第四胃疾患は、食滞、潰瘍、変位および捻転である。このうち、第四胃変位(DA)は単胃動物では見られない反芻動物に特異的疾患で、特に乳牛の生産性に影響を与える重要な疾患^{11,21)}として位置づけられている。DAは、左方変位(LDA)と右方変位(RDA)に分類されるが、LDAは弛緩した第四胃が第一胃の下を左腹壁に沿って移動し、左側胸部の肘頭部付近から左臍部まで拡張した状態で特有の金属性有響音(PS)が聴取される²⁾。これに対してRDAは、ガスおよび内容物が貯留した第四胃底部が右腹壁に沿って上昇し、右胸部第9肋骨から最後肋骨2分の1上方でPSが聴取される²⁾。RDAは、しばしば捻転に移行し、脱水や電解質異常^{48,56)}を伴うことが多い。このようにDAは、胃運動の減退とガスの貯留を伴う急性、亜急性あるいは慢性的な消化障害を呈する疾患²⁾で、乳牛では乾乳期から分娩後の移行期における栄養管理状態やルーメン・第四胃機能の異常に関連した生産病と考えられ、分娩前後の周産期に多発している²¹⁾。乳牛のDAの発症は、前述のようにデンプン含量の高い濃厚飼料の給与による多量のVFAの生成と第四胃への流入や低カルシウム血症に伴う第四胃運動の減退^{8,25)}および第四胃内のガスの貯留⁵⁵⁾が一因とされ、分娩前後におけるルーメン容積の減少^{50,57)}、周産期におけるケトージス¹⁰⁾や乾乳期の低エネルギー状態との関連^{4,6,11,12,22)}のように、多因子疾患⁵⁵⁾であることがこれまでの報告から伺われる。

農林水産省経済局から公表されている家畜共済統

計³²⁾によると、国内における乳牛のDAの発生頭数は、平成11年度から15年度までの5年間で46,000～48,000頭、うち死亡および廃用の経緯をとったものは6,400～8,200頭(発生頭数割合で13.9～17.1%)であった。一方、肉用牛では、DAの発生頭数は、2,000～2,100頭、死亡および廃用は900～1,200頭(発生頭数割合で45～57%)と、発生頭数は乳牛と比べ少ないものの、死亡および廃用率は極めて高い状態にある。しかし、乳牛と比較して肥育牛におけるDAの発生要因、機序および詳細な病態に関する報告は極めて少ない¹⁶⁾。

肥育牛の消化器病は、ルーメンアシドーシスが主因と考えられている^{9,30,49)}。その誘因としては、多頭飼育・大規模化により飼養管理が簡素化・画一化していること、個体管理面において合理化が求められること¹⁵⁾、十分な粗飼料給与が行われず²⁶⁾、穀類を主体とした濃厚飼料の多給により短時間に増体する飼養形態がとられていることが挙げられる。また、肥育牛における飼養管理の特徴は、脂肪交雑を中心とした肉質を重視する飼養が優先され、ビタミン類の制限給与が行われている^{24,35～37)}。しかし一方では、ビタミン欠乏症の発生¹⁴⁾や粗飼料不足から増体の低下や肉質の低下を招いている²⁶⁾。このことが肥育牛の消化器病の発生に関与していることが考えられる。

一般的に、肥育牛のうち黒毛和種去勢牛は、肥育開始時の月齢は9.5ヵ月、体重は290kg、出荷時月齢は30ヵ月で体重695kgとされている³³⁾。通常、肥育開始期から出荷までの肥育期間は、管理マニュアル^{27,31)}により、前期、中期および後期の3段階に分

けられている。肥育牛の出荷時の肉質は肥育期間中における飼料中のビタミンA含量と密接な関係にあることが知られている^{35,36)}。肥育牛のすなわち、肥育前期（素牛導入時から2ヵ月間）は、乾草や稲わらのような粗飼料とビタミン含量が比較的高い前期濃厚飼料が給与^{18,36)}され、この期間における計算値によるビタミンA含量は、濃厚飼料中1,700IU/kgである。その後、肥育専用濃厚飼料に変更され、肥育中期（13～23ヵ月齢）に給与される濃厚飼料のビタミンA含量は、420IU/kgまで暫時制限される。肥育後期（生後24ヵ月齢以降）に入ると、逆に濃厚飼料中のビタミンA含量を600IU/kgまで増量する方法が行われ、粗飼料としては主に稲ワラが給与されている。

一方、大規模農場では、群管理の簡素化を目的とした飼料給与体系が取り入れられている。交雑種では肥育前期から飼料給与割合は、稲ワラが20～25%、肥育専用濃厚飼料（デンプン含量40～45%）75～80%に達している。このようなデンプン質配合割合の高い農場では、亜急性ルーメンアシドーシスの高い発生³⁰⁾が報告されている。そこで、管理指導の一環として、肥育牛で増加しているDAについて、乳牛の知見を基に病態解析を行ってきたが、乳牛と肥育牛では飼養方法や発症時期に関して大きな乖離があり、同一視して考えることに疑問が生じた。肥育牛の場合、その殆どが分娩を経験せず、周産期疾患として研究されている乳牛のDAの誘因や病態および予後判定要因が異なることが報告されている⁴⁴⁾。そこで、肥育牛におけるDAの発生要因と病態および発生機序を明らかにするとともに、LDAにおける予後判定に利用可能な因子を探索することを目的に検討を行った。

1. 肥育牛におけるDAの発生状況および臨床所見

農林水産省畜産統計 (<http://www.maff.go.jp/tokei/kouhyou/tikusan/>) によると、平成18年度の我が国における肥育牛の平均飼養頭数は1戸あたり32頭であり、平成8年度に比べ、約1.7倍増加し、飼養頭数500頭以上の農場も706農場（平成20年度）と増大していた。これに伴い疾病も増加し、死亡・廃用率は、「緒言」で述べたごとく消化器病が最も多く、飼養頭数の増加と飼

養管理の合理化がその一因と考えられている。

肥育牛におけるDA発生の誘因として、素牛導入直後の呼吸器病の発生¹⁷⁾、ルーメンアシドーシスの発生^{9,18)}による慢性的なエネルギー不足、肉質重視を目的とした飼養形態^{35,37)}の結果として、ビタミンA欠乏症やそれに関連した食欲の低下^{14,60)}が考えられている。しかし、乳牛と異なり、肥育牛においてはDAの発生要因に関する報告は、極めて少なく、Rousselら⁴⁵⁾が19例のDA（LDA1例、RDA4例、第四胃捻転14例）について報告しているに過ぎない。

1-1. DAの発生状況

NOSAI宮城管内の2年間におけるDAの転帰を表1に示した。DAの発生頭数は、LDAが238頭、RDAは40頭であり、LDAの方が有意に高かった。品種において、F₁牛では、LDAに比べてRDAの死亡例が有意に高かった。また、去勢と雌ともRDAの死亡例が高く、雌の治癒頭数がLDAに比べて有意に低い値を示した。死亡例は、LDAに比べてRDAの方が有意に高かった。月齢別のDA発生頭数を図1AとBに示した。LDAの発生頭数（図1A）は、生後14ヶ月齢までの牛に比べ、生後15～17ヵ月齢から有意に増加し、18～20ヵ月齢でピークに達し、その後27～29ヵ月齢まで有意に高値で推移した。RDAの発生頭数（図1B）には、有意差はみられなかった。

表1 肥育牛の第四胃左方および右方変位における転帰

項目	左方変位 (n = 238)			右方変位 (n = 40 [†])		
	治癒	廃用	死亡	治癒	廃用	死亡
品種別 JB	13/35	18/35	4/35	6/21	12/21	3/21
F ₁	104/203	91/203	8/203	8/19	6/19	5/19**
性別 去勢	93/191	86/191	9/191	12/28	11/28	5/28**
雌	24/47	20/47	3/47	2/12*	7/12	3/12**
計	117/238	109/238	12/238	14/40	18/40	8/40*

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, 左方変位牛に対する有意差 (Fisherの直接確立検定)

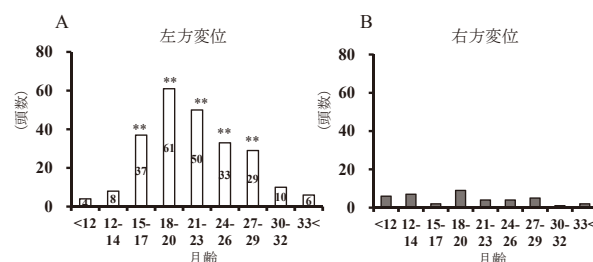


図1 宮城県内の肥育牛における第四胃左方変位(A)と右方変位(B)の生後月齢別発生頭数(平成14～15年度)
** $P < 0.01$ (Fisherの検定) n=278

1-2. DAの臨床所見

DAにおける初診日の臨床所見を表2に示した。RDAの廃用例では、LDAの合併症が認められた頭数に比べて合併症の頻度が高く、RDAの死亡例では、LDAの死亡例に比べて、体温 (<38.5℃) の低下の頻度が高く、食欲低下、第一胃運動低下、第四胃運動低下、金属性有響音 (PS) が広範 (+++) に聴取され、合併症 (気管支炎、肺炎あるいは腸炎) の頻度も有意に高かった。

表2 肥育牛の第四胃左方および右方変位における転帰別の初診日臨床所見の比較

項目	左方変位 (n = 238)			右方変位 (n = 40)		
	治癒	廃用	死亡	治癒	廃用	死亡
n	117	109	12	14	18	8
体温	39.5℃ <	5/11	5/11	1/11	1/4	3/4
	< 38.5℃	24/44	16/44	4/44	2/7	3/7*
食欲低下	117/238	109/238	12/238	14/40	18/40	8/40**
第一胃運動低下	117/237	108/237	12/237	14/39	17/39	8/39**
第四胃運動低下	114/227	101/227	12/227	14/39	17/39	8/39**
有響音 ¹⁾	+	14/30	15/30	1/30	4/7	3/7
	++	96/178	72/178	10/178	5/17	9/17
	+++	6/19	12/19	1/19	4/14	5/14*
グルー音 ²⁾	+	5/11	6/11	0/11	2/11	6/11
	++	5/12	6/12	1/12	1/2	0/2
	+++	0/3	1/3	2/3	1/4	2/4
合併症 ³⁾	26/102	40/102	7/102	6/16	6/16*	4/16*
病歴 ⁴⁾	10/77	33/77	8/77	0/2	2/2	0/2

¹⁾ +; 人頭大に限局, ++; 2人頭大, +++; 広範に聴取

²⁾ +; 2分間に1回, ++; 1分間に1回, +++; 強勢と亢進

³⁾ 左方変位における気管支炎・肺炎22頭 (右方変位では6頭), 腸炎6頭 (0頭), その他12頭 (4頭)

⁴⁾ 左方変位における気管支炎・肺炎13頭 (右方変位では1頭), その他20頭 (1頭)
P* < 0.05, *P* < 0.01, 左方変位牛に対する有意差 (Fisher の直接確立検定)

1-3. DAにおける治療および経過

DAにおける初診日の臨床所見を表3に示した。RDAの治癒例では、LDAの治癒例に比べて診療回数が有意に増加していたが、他の項目に有意差は認められなかった。

表3 肥育牛の第四胃左方および右方変位における治療経過の比較

項目	左方変位 (n = 238)			右方変位 (n = 40)		
	治癒	廃用	死亡	治癒	廃用	死亡
発症病日	n = 117	n = 109	n = 12	n = 14	n = 18	n = 8
平均	1.9	2.0	1.2	3.0	1.5	1.4
±標準偏差	±3.7	±3.8	±0.4	±2.5	±0.5	±0.9
整復手術	92/99	2/99	5/99	7/9	1/9	1/9
平均実施病日	4.7	5.0	3.3	5.0	5.0	5.0
±標準偏差	±5.4	±0	±1.7	±3.6	±0	±0
整復手術時所見						
第一胃	容積減少	90/96	1/96	5/96	6/7	1/7
	硬固感	90/96	1/96	5/96	6/7	1/7
第四胃	アトニー	87/94	2/94	5/94	4/6	1/6
	ガス貯留	85/92	2/92	5/92	4/6	1/6
	内容物貯留	2/2	0/2	0/2	0/2	1/2
診療回数	平均	4.5	3.5	5.8	6.8	5.1
	±標準偏差	±3	±1.9	±3.7	±3.0*	±5.0

**P* < 0.05, 左方変位の治癒牛に対する有意差 (Student の *t* 検定)

1-4. 血清生化学検査結果

血清生化学検査値を表4に示した。LDAおよびRDAとも、健康牛に比べ、血清Tcho, CaおよびClが健康牛に対して有意に低下していた。また、RDAで、血清Naの有意な低下がみられた。

表4 F₁肥育牛における健康牛に対する第四胃左方および右方変位の血清生化学検査値の比較

項目	(単位)	健康牛 ¹⁾ n = 8	左方変位牛 n = 8	右方変位牛 n = 8
総コレステロール	(mg/dl)	107 ± 25	72 ± 16**	72 ± 6*
カルシウム	(mg/dl)	10.4 ± 0.5	9.1 ± 1.0**	9.3 ± 0.3*
無機リン	(mg/dl)	7.7 ± 0.8	7.2 ± 1.5	7.2 ± 1.3
ナトリウム	(mmol/L)	148 ± 11	140 ± 7	136 ± 1*
カリウム	(mmol/L)	4.7 ± 0.3	4.5 ± 0.4	4.5 ± 0.3
クロール	(mmol/L)	113 ± 10	104 ± 6*	99 ± 5**

¹⁾ 同牛群における同月齢の健康牛

P* < 0.05, *P* < 0.01, 健康牛に対する有意差 (Tukey の多重検定)

1-5. 血清ビタミンA濃度

宮城県内の肥育牛における月齢別の血清ビタミンA濃度を図2に示した。血清ビタミンAは生後14ヵ月齢以下に比べ、生後15~17ヶ月齢から24~26ヵ月齢まで、有意に低値を示した。

以上の結果からRDAでは、LDAに比べて死亡頭数の増加が認められ、特に雌牛においては、治癒頭数も少なかった。これはLDAとRDAで病態が下記に示すように違うことが考えられた。まず、DAの初診日の臨床所見において、RDAによる死亡例では、体温の低下、食欲の低下、第一胃と第四胃運動の低下を伴っており、PSの聴取範囲が拡張していた。また、廃用牛においても、気管支炎および肺炎による合併症が多く認められた。このことからRDAが、LDAに比べて一般臨床症状が重篤であることが考えられた。血清生化学検査では、LDAお

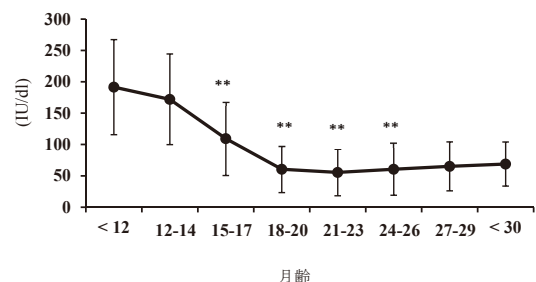


図2 宮城県内の肥育牛における月齢別血清ビタミンA濃度
***P* < 0.01, 14月齢以下に対する有意差 (Tukey の多重検定) n = 606

よびRDAとも、Tcho, Ca および Clが低下していたが、RDAでは、さらにNaの低下も伴っていた。Tchoの低下は、変位により慢性的なエネルギー摂取不足²⁰⁾、CaおよびClの低下は、食欲減退による吸収量の低下が考えられた。RDAにおけるNaの低下は、捻転に伴う循環障害により電解質の吸収障害がより重度であったことが推察された。

肉用牛におけるDA発症に関し、Rousselら⁴⁵⁾は、RDAや捻転の場合には、第四胃破裂を伴うことがあることを報告している。また、Sahinduranら⁴⁶⁾は、RDAでは、重篤な肝機能障害と関連した高血糖と血漿電解質濃度の低下による重度の代謝性アルカローシスを報告している。このようにRDAは、臨床症状が重篤な場合が多い⁵⁾。このため治療および経過において、診療回数が多いことが考えられた。RDAの場合、捻転時には低Ca血症や電解質の低下を伴うことが報告^{8,40)}されており、整復手術や治療に際しては、血液検査による電解質補正が重要^{41,43,53)}と思われた。また、体温の低下やPSが広範囲から聴取される場合には、低Ca血症に伴う第一胃と第四胃の平滑筋運動の低下^{7,23)}と捻転⁸⁾を疑う必要が考えられた。

品種において、F₁牛では、RDAでの死亡例が有意に増加したが、これはF₁牛の肥育開始体重がJB牛に比べて早かったことから、発症月齢が若齢となり、死亡頭数に差が出たことが推察された。

肥育牛ではビタミンA給与量をコントロールすることで脂肪交雑やロース芯面積を増加させる飼養管理技術が普及^{19,24,35,37,38)}しているが、極端なビタミンA制限を行うと、免疫機能の低下(易感染症)、眼の網膜変性(夜盲症)、発育不良、筋肉水腫や尿石症が多発することが指摘されている¹⁴⁾。また、ビタミンA欠乏症による食欲の低下は第一胃容積の減少³⁶⁾やルーメンアシドーシス⁹⁾に繋がることが報告されている。本章の結果から、生後月齢別の発生頭数はLDA発症牛が15~17ヵ月齢から増加し、18~20ヵ月齢でピークとなりその後漸減した(図3A)。

このことは、血清ビタミンA濃度の低下時期と一致することから、血清ビタミンA濃度の低下がLDAの発症に深く関与していることが示唆された。

DAの治療法として、ハノーバー法による整復手術^{53,61)}が繁用されていた。LDAで99頭(全体の41.6

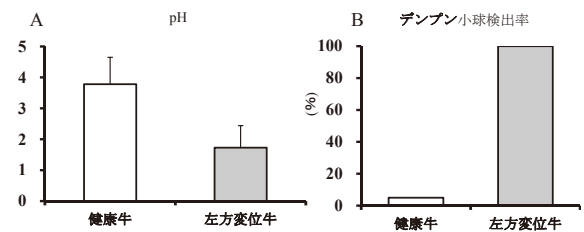


図3 F₁牛の左方変位における第四胃液のpH(A)とデンプン小球検出率(B) 対照牛(□; n=19)と左方変位牛(■; n=20)

%)、RDAで9頭(22.5%)実施され、治癒率はLDAで97/99頭(92.7%)、RDAで7/9頭(77.8%)と高率を示した。この結果は、彦坂らの報告¹⁵⁾とほぼ一致していた。したがって、従来は肥育牛において外科的整復手術は積極的に行われていなかったが、肥育中期で全身症状がそれほど重篤でないDAでは積極的に外科的整復手術の実施が推奨された。

以上、臨床所見はRDAが重篤であったが、発生頭数は、明らかにLDAが多く、国内の肥育牛の特徴でもあるビタミンA欠乏症との関連が疑われた。

2. JBおよびF₁肥育牛の第四胃左方変位における血液生化学所見と第四胃液性状

近年、大規模肥育農場では、JB牛とともにF₁牛の飼育が急激に増加し、これに伴い肥育牛のLDAが問題化してきている。しかし、肥育牛のLDAにおける品種差間の検討は殆ど行われていない。そこで、品種間のLDAの病態および臨床所見の特徴を明確にする目的で、LDAと診断されたJBとF₁牛に注目し、初診日に、血液および血清生化学検査値を解析とともに、整復手術前後の臨床所見と転帰を調べ、両品種間で差異があるか検討した。

興味深いことに、LDAの外科的整復手術時に採取された第四胃液の性状は、肥育牛と乳牛とで異なっていた。乳牛では淡緑色水様物であることが多いのに対し、肥育牛では、黄褐色のやや粘性のある内容物が認められた。そこで、発生頭数の多いF₁牛におけるLDA発症時の第四胃液内容物の特徴を調査する目的で、性状(pH、ヨウ素デンプン反応および細菌検査)に検討を加えた。なお、後述するように、F₁牛は、JB牛に比べ、臨床所見および検査値の変化が強い傾向にあった。

2-1. 供試牛

2-1-(1). 血液生化学検査

供試牛としては、食欲不振の稟告で往診依頼のあった症例のうち、左側胸部肘頭部から膝部までの間にPSの聴取によってLDAと診断されたJB牛10頭（雄去勢牛7頭および雌牛3頭、20.3±6.3ヵ月齢、体重301~477kg）とF₁牛20頭（雄去勢牛16頭および雌牛4頭、18.0±2.9ヵ月齢、体重388~677 kg）を用いた。雄去勢牛と雌牛のLDAの転帰に大きな差はみられないため、本研究では性別は混在して用いた。対照としては、臨床学的に健康JB牛10頭（雄去勢牛、23.8±0.9ヵ月齢、体重450~510kg）とF₁牛10頭（雄去勢牛、18.0±0.7ヵ月齢、体重460~550kg）をそれぞれ使用した。血液および血清生化学検査は、LDAの症状が確認された日（初診日）に血液および血清生化学検査を実施した。また、手術前（1~5日以内）と術後10日目（抜糸日）に臨床所見（術前：食欲低下、第一胃運動低下、第四胃有響音、合併症およびLDA発症月齢と発症病日、術後：開腹整復手術実施病日、診療回数および転帰）をとり、術後転帰（治癒、廃用および死亡）は、約1ヵ月間観察した。臨床所見のうち、第四胃有響音は、3段階に分類した。術後転帰のうち、JB牛2例については多項目試験紙キット（ウロペーパーⅢ[®]、栄研化学、栃木）を用いて尿検査を実施した。

JBとF₁牛の手術前後における臨床所見、経過および転帰の比較を表5に示した。F₁牛の方が、JB牛に比べて発症月齢が有意に若く、診療回数も短かった。合併症はJB牛では、手術時の肉眼所見と血清

生化学検査データから診断されたビタミンA欠乏症と急性肝炎、肺炎と気管支炎が3頭認められ、F₁牛ではビタミンA欠乏症および肝炎が8頭認められた。

術後転帰のうち、死亡したJB牛2例は、抜糸後に共通して容態が急変し、著しい高血糖（192~279 mg/dL）、低インスリン血症（0.3~2.6 μU/L）、多項目試験紙キットを用いた反応で、重度のケトン尿（3+：アセト酢酸リチウムとして80mg/dL以上に相当）および糖尿（3+：グルコース500mg/dL以上に相当）を示し、腎不全（BUN60mg/dL、Ca8.1 mg/dLおよびiP12mg/dL）の様相を呈して死亡した。なお、F₁牛の雄去勢と雌の間には差は認められなかった。

2-1-(2). 第四胃液検査

第四胃液検査の供試牛は、外科的整復手術を実施したF₁牛20頭（雄去勢牛16頭および雌牛4頭、20±4ヵ月齢、体重535±83kg）と、健康牛としてF₁牛19頭（雄去勢牛14頭、雌牛5頭、28±2ヵ月齢、体重681±51kg）を用いた。なお、F₁牛は、JB牛に比べ、後述するように臨床所見および検査値の変化が強い傾向にあり、発症数も多いため、第四胃液検査は、F₁牛で解析した。健康牛は、屠場での食肉検査時に選別した健康牛を用いたが、生後月齢がやや高いため、実際には“参考比較健康牛”である。文中では“健康牛”とした。

2-2. 血液および血清生化学検査と結果

ヘマトクリット測定用EDTA-2K入り真空採血管（バキュティナ採血管、日本ベクトン・デッキンソン（株）、福島）、血糖値および乳酸濃度測定用フッ化ナトリウム加ヘパリン入り真空採血管（ベノジェクトⅡ 真空採血管、テルモ（株）、東京）および血清分離剤凝固促進フィルム入真空採血管（ベノジェクトⅡ 真空採血管、テルモ（株）、東京）を用いて頸静脈より採血した。採血した血液は、氷冷保存し、ヘマトクリット値（Ht）を測定後、2時間以内に血漿および血清を分離した。血漿グルコースおよび乳酸は直ちに測定し、その他の血中成分は-20℃で凍結保存後測定した。

血漿グルコースと乳酸および血清遊離脂肪酸（FFA）、Tcho、尿素窒素（BUN）、総蛋白（TP）、アルブミン、Ca、iP、Na、Cl、アスパラギン酸アミ

表5 JBとF₁肥育牛の第四胃左方変位における初診日の血液および血清生化学検査値の比較

項目	(単位)	JB 牛		F ₁ 牛	
		健康牛 n=10	左方変位牛 n=10	健康牛 n=10	左方変位牛 n=20
ヘマトクリット	(%)	36 ± 3	35 ± 2	35 ± 2	36 ± 3
グルコース	(mg/dl)	65 ± 5	69 ± 10	65 ± 6	77 ± 17*
乳酸	(mg/dl)	7.5 ± 5.5	12.5 ± 5.2	5.8 ± 1.9	11.4 ± 6.7*
遊離脂肪酸	(μEq/L)	131 ± 27	439 ± 180**	166 ± 84	606 ± 309**
総コレステロール	(mg/dl)	108 ± 19	61 ± 23**	118 ± 22	58 ± 24**
血中尿素窒素	(mg/dl)	14.2 ± 1.4	13.6 ± 4.4	12.7 ± 2.5	10.6 ± 3.3**
総タンパク	(g/dl)	7.4 ± 0.4	7.2 ± 1.1	7.1 ± 0.8	7.1 ± 0.8
アルブミン	(g/dl)	3.6 ± 0.2	3.5 ± 0.4	3.7 ± 0.4	3.3 ± 0.4*
カルシウム	(mg/dl)	10.0 ± 0.4	9.4 ± 1.0	10.2 ± 0.6	8.8 ± 1.2**
無機リン	(mg/dl)	7.0 ± 0.5	6.2 ± 1.1*	7.6 ± 0.8	6.3 ± 1.3
ナトリウム	(mmol/L)	139 ± 1	138 ± 8	145 ± 9	138 ± 7*
カリウム	(mmol/L)	4.0 ± 0.4	4.1 ± 0.3	4.5 ± 0.5	4.0 ± 0.3*
クロール	(mmol/L)	104 ± 1	103 ± 7.0	110 ± 8	101 ± 8*
AST	(IU/L)	70 ± 18	218 ± 186*	72 ± 17	123 ± 117
GGT	(IU/L)	21 ± 4	24 ± 9	18 ± 3	20 ± 7
ビタミンA	(IU/dl)	30 ± 10	68 ± 65	39 ± 9	13 ± 4*
ビタミンE	(μg/dl)	257 ± 61	201 ± 75	338 ± 74	153 ± 61*
コレチゾール	(μg/dl)	0.2 ± 0.1	0.8 ± 0.7	1.7 ± 1.7	1.3 ± 1.3

* P < 0.05, ** P < 0.01, JBおよびF₁の健康牛に対する有意差(Studentのt検定)

ノトランスフェラーゼ (AST) およびγグルタミルトランスペプチダーゼ (GGT) は、オートアナライザーで測定した。ビタミンAおよびEは、高速液体クロマトグラフィー法 (LC-10A、(株)島津製作所、京都) で、コルチゾールは化学発光酵素免疫測定法 (アクセス281600N、ベックマンコールター社、東京) により測定した。

JBとF₁牛の初診日の血液および血清生化学検査値を表6に示した。JB牛では、健康牛に比べて血清FFAおよびASTが高値を示し、血清TchoおよびiPが低値を示していた。一方、F₁牛では、健康牛に比べて血漿グルコース、乳酸、血清FFAおよびASTが増加し、血清Tcho、BUN、アルブミン、Ca、Na、K、Cl、ビタミンAおよびビタミンEが低下していた。なお、F₁牛の雄去勢と雌の間には差は認められなかった。

表6 JBとF₁肥育牛の第四胃左方変位整復手術前後における臨床所見、経過および転帰の比較

項目	JB 牛 n = 10	F ₁ 牛 n = 20
手術前		
食欲低下	10/10	20/20
第一胃運動低下	10/10	20/20
第四胃有響音 ¹⁾	+	2/20
	++	16/20
	+++	2/20
合併症	3/10 ²⁾	8/20 ³⁾
発症月齢	20.3 ± 6.3	18 ± 32.9*
発症病日	2.1 ± 2.0	2.1 ± 2.3
手術実施病日	4.1 ± 1.7	5.8 ± 6.1
手術後		
診療回数	12.0 ± 13.5	5.5 ± 1.6*
転帰		
治癒	8/10	18/20
廃用	0/10	2/20
死亡	2/10	0/20

¹⁾ +; 金属性有響音 (PS) が人頭大に限局聴取, ++; PS が2人頭大聴取, +++; PS 広範に聴取

²⁾ ビタミンA欠乏症と肺炎・気管支炎2頭およびビタミンA欠乏症1頭

³⁾ ビタミンA欠乏症5頭、肝炎2頭およびビタミンA欠乏症と肝炎1頭

* $P < 0.05$, JB牛に対する有意差(Student の t 検定)

2-3. 第四胃液性状検査

2-3-(1). pHの測定と結果

F₁牛の手術時に切開部より左手を挿入し、静脈注射用の滅菌済補液管 (動物輸液セット、フォルテグロウ メディカル社、栃木) のバイアル刺入針を用いて、左側肋骨と第一胃の間に滑り込んでいる第四胃に直接刺入して採取した。採取した第四胃液pHは、pHメーター (Horiba pHメーター D-52、HORIBA社、東京) で直ちに測定した。健康牛は、食肉検査時に、第四胃中央部より滅菌注射器を用い

て滅菌スピッツ管に採取し、直ちに凍結保存した後、融解してpHを測定した。

第四胃液のpHを図3Aに示した。第四胃液pHは、健康牛では 3.78 ± 0.87 であったの対し、左方変位牛が 1.73 ± 0.71 で強酸性を示した。

2-3-(2). ヨウ素デンプン反応と結果

pH測定後に第四胃液の0.1mLをスライドガラスに塗抹、カバーガラスで封印した後、ヨウ素 (60g/1,000mL、吉田製薬、東京) をカバーガラス横から浸透させ、ヨウ素デンプン反応³⁹⁾で紫色に染まる未消化のデンプンの状態について顕微鏡を用いて観察した。

デンプン小球検出率を図3Bに、ヨウ素デンプン反応の代表例を図4に示した。デンプン小球検出率は、健康牛で1/19頭 (5%) で、左方変位牛で20/20頭 (100%) であった。顕微鏡下において、健康牛の1例と左方変位牛の全例で、ヨードデンプン反応で紫色に染まる未消化のデンプン小球が多数観察された。

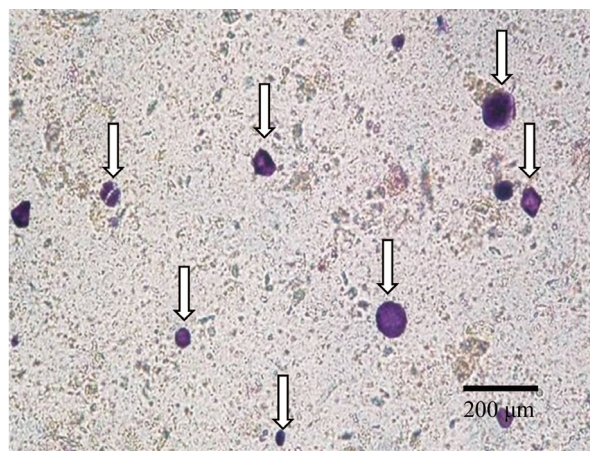


図4 F₁肥育牛の第四胃左方変位における第四胃液中において、ヨウ素デンプン反応で紫色に染まる未消化デンプン球 (矢印)

2-3-(3). 細菌検査と結果

凍結保存した第四胃液の検査は、培地の面積に対して3分の1以上増殖した3菌属 (*Bacillus*属、*Pseudomonas*属および*Clostridium*属) について実施した。すなわち、*Bacillus*属については、試料を羊5%血液加培地 (日本ベクトン・デッキンソン社、東京) に塗抹・画線し、37°Cで48時間培養後、*Bacillus*様コロニーを純培養した。顕微鏡検査によ

りグラム染色と菌形を確認しキット (Api50E シスメック・バイオメリュウ社、リヨン、フランス) を用いて同定した。*Pseudomonas* 属については、DHL 寒天培地 (日水製薬株、東京) に塗抹・画線し、37°C で18時間培養後コロニーを羊5%血液加寒天培地で純培養した。顕微鏡検査によりグラム染色と菌形を確認し、キット (Api20E) を用いて同定した。*Clostridium* 属については、材料をカナマイシン含有CW寒天培地 (日水製薬、東京) に塗抹・画線し、ガスパック (三菱ガス化学、東京) を用いて37°C で24時間嫌気培養後、*Clostridium* 様コロニーを純培養した。顕微鏡検査によりグラム染色と菌形を確認し、キット (Api20E) を用いて同定した。*Candida* 属については、真菌選択培地 (シスメック・バイオメリュウ社) を用いて顕微鏡検査により酵母様真菌を確認し、同社の酵母用同定キットを用いて同定した。

細菌の分離状況を図5に示した。LDAの第四胃液からは、*Bacillus* sppが11/20頭 (55%)、*Pseudomonas* sppが2/20頭 (10%)、*Clostridium* sppが2/20頭 (10%) および *Candida* sppが3/20頭 (15%) 認められた。これに対して健康牛では、*Bacillus* sppが14/19頭 (74%) 認められたが、他の細菌類は確認されなかった。

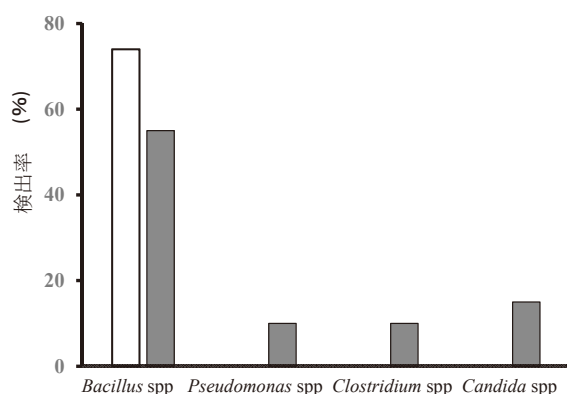


図5 F₁肥育牛の第四胃左方変位における第四胃液の細菌検出率
健康牛 (□; n=19) と左方変位牛 (■; n=20)

以上の検査結果から、初診日の血液および血清生化学検査では、JBとF₁牛ともFFAの上昇とTchoとiPの低下が共通して見られたが、さらにJB牛ではASTの高値、F₁牛では、血漿グルコースと乳酸の高値、血清BUN、アルブミン、Ca、Na、K、Cl、ビタミン

AおよびビタミンEの低値を伴っていた。これらの所見より、F₁牛はJB牛に比べ、臨床検査値が極端に異常値を示し、その異常値も多項目におよぶ傾向にあることが示唆された。この理由として、F₁牛の肥育開始体重 (去勢牛で260kg) はJB牛 (290 kg) に比べて少なく、かつ若齢時よりビタミンA制限濃厚飼料の給与が開始されることにより、LDA発症が促進された可能性がある。血清生化学値のうち、血清Tcho、BUNあるいはアルブミンの低下は、エネルギーおよびタンパク摂取の低下²⁰⁾、特に血清FFAの高値を伴う場合や、食欲低下によるエネルギーおよびタンパク不足が長期的であることを示唆している。F₁牛での血漿グルコースおよび乳酸の上昇は、左方変位で危険因子になりうることを報告¹³⁾されていること、乳酸の上昇は、高デンプン濃厚飼料によるアシドーシス⁴⁹⁾、iPあるいはCaの低下は、ビタミンA欠乏症と関連して低Ca血症が多発するとの報告²⁸⁾があることから、低ビタミンA濃厚飼料の給与によるビタミンA欠乏症の関与が疑われた。電解質であるNa、KおよびClの低下は、第四胃変位による吸収障害によるものと考えられ、これは第I章のJBとF₁牛が混在した発生状況調査結果 (左方変位での血清Tcho、CaおよびClの低下と右方変位での血清Naの低下) を裏付けるものであった。

血清ビタミンAおよびビタミンE濃度は、F₁牛のLDA発症のみ有意に低下したが、上述したごとく、F₁牛では、肥育開始体重が少ない若齢時期より、長期間ビタミンAの給与制限をしたことと関連すると考えられた。これらの結果は、左方変位の発症月齢において、F₁牛の方が若齢であるとの結果 (表5) とよく一致していた。また、血清ビタミンEとTchoは相関関係にあり、飼料摂取量と関連⁶⁰⁾すること、さらにビタミンEは乳牛においてLDAの危険因子として報告⁴³⁾があることから肥育牛でもLDAの発生に関与が否定できない。

反面、JB牛では、F₁牛に比べ著明な血清ASTの上昇が認められたことから急性肝炎が疑われ、診療回数 (表5) も増加していた。この有意な変化は、JB牛のAST上昇例 (200IU/L以上が10頭中2頭) がF₁牛 (20頭中1頭) に比べ、多いためと考えられた。JB牛における死亡牛の2例はいずれも抜糸後に容

態が悪化したためDAとの関連は不明である。乳牛においても、DAでは血清ASTの上昇が多数報告^{10,11,22)}されていることから、濃厚飼料多給時にルーメンで生産されたエンドトキシンの関与⁵⁹⁾を含め、今後更なる検討が必要である。

血清生化学検査結果、健康牛に比べて異常値を示す項目がJB牛に比べてF₁牛で多いことから、F₁牛の方がJB牛よりも重篤化しやすいと考えられた。したがって、以下の第四胃液性状の検討には、F₁牛を用いた。

第四胃液に関し、肥育牛での報告は少ないが、乳牛では第四胃液pHが5.5を超えると細菌が増殖し、ガスを産生する危険がある⁵⁸⁾と報告されている。また、逆に第四胃運動の停滞によりpHが1.9~2.0まで低下し、左方変位の潜在的な危険因子になり得る¹³⁾との報告もある。F₁牛のLDAでは、第四胃液のpHが、強酸性を示し、第四胃液からルーメン由来と思われる未消化のデンプン小球と各種の細菌が確認された。一般的にルーメン中のデンプンは微生物によって分解²⁹⁾される。今回検討した濃厚飼料中のデンプン割合は40~45%であった。通常、肥育中期の濃厚飼料中のデンプン割合の推奨値は30~35%³¹⁾である。一方、健康牛からは未消化小球はほとんど検出されなかったことから、LDAにおいては、ルーメン内微生物では十分なデンプンの消化が出来ず、第四胃運動の停滞や、第四胃アトニーがDAの発生に大きな役割を果たしていると考えられた。なお、第四胃液pHの低下は、未消化デンプンに対する対応的反応と考えられたが、今後精査する必要がある。

細菌検査では、LDA第四胃液から*Bacillus* sppの他に3種類の細菌が検出されたが、健康牛からは、*Bacillus* sppが検出された以外、細菌は検出されなかった。Sarashinaら⁴⁸⁾は、乳牛において濃厚飼料多給によって発生したルーメン内のメタンガスがVFAとともに第四胃へ流入し、第四胃アトニーを引き起こすことを報告している。また、ルーメン由来の細菌が第四胃におけるガストリン分泌（胃酸分泌亢進）に影響する可能性も指摘⁵¹⁾されている。したがって、肥育牛のLDAにおいては、ルーメン内微生物の正常細菌叢が破綻した結果、未消化デンプン

小球などの食塊とともに細菌が第四胃に流入し、ガスが貯留したと考えられた。

3. F₁肥育牛のLDAにおける術後予後に関する因子の検討

通常、LDAを発症した牛は、確定診断後、直ちに外科的整復手術が施されるが、術後に廃用や死亡の転帰をたどる場合がある。たとえば、F₁牛のLDA203頭のデータ（表2）を基にすると、治癒は51%、廃用は45%および死亡は4%であり、約半数の動物が廃用または死亡し予後不良であった。したがって、術前あるいは手術直後に、これらの牛を早期に選別できれば、経済的損失は、大きく軽減できる可能性がある。一方で、Rousselら⁴⁵⁾は、乳牛のLDAの予後の指標としてされる血清CaやKは、肉用牛には利用できないことを指摘している。

F₁牛のLDAの初診時（表6）に、血漿グルコースが有意高値を示すことを明らかにしたが、乳牛では高血糖が第四胃の運動性を低下させ、第四胃液のpHを低下させる¹³⁾ことや、ジャージー牛で、アシドーシスによりグルコース負荷試験によるインスリン分泌能が低下する³⁾こと、発育不良の黒毛和種牛にグルコース負荷試験を行ったところインスリン分泌能が低下すること⁵⁶⁾が報告されている。また、乳牛のLDAでグルコース負荷試験を行ったところ、インスリン分泌能の低下がみられた⁴²⁾という報告もある。逆に、高泌乳牛では、高インスリン血症がLDAの危険因子になりうるとの報告⁵⁷⁾もある。これらの報告から、肥育牛のLDAでも、糖代謝の異常が生じていると考えられた。乳牛ではLDAにおける膵臓β細胞からのインスリン分泌能を調査する目的で、グルコースの静脈内投与によるグルコース負荷試験が報告されている⁴⁷⁾。

そこで糖代謝機能がF₁牛のLDAの予後判定因子になりうるという仮説を検証する目的で、手術前後の血液および血清生化学データについて健康牛と予後良好牛と予後不良牛について比較した。その後、F₁牛の左方変位では、血漿グルコース濃度と血清インスリン濃度の異常が特徴的にみられたため、特にグルコース負荷試験を行い、糖代謝機能を確認することを試みた。

3-1. 供試牛

血漿および血清生化学検査には、外科的整復手術を実施したF₁牛のうち、治癒牛8頭（雄去勢6頭、雌2頭、生後18.5±3.8ヵ月齢、体重433±78kg）、術後4週間以内に廃用および死亡した予後不良となったF₁牛8頭（去勢7頭、雌1頭、生後18.4±22.9ヵ月齢、体重458±53kg）を予後不良牛、および臨床的に健康と診断されたF₁牛8頭（去勢8頭、雌2頭、生後19.6±1.9ヵ月齢、体重475±41kg）を対照として用いた。

グルコース負荷試験には、LDAと診断されたF₁牛5頭（去勢、生後24.6±1.1ヵ月齢、体重509±69kg）および臨床的に健康と診断されたF₁牛5頭（去勢、生後24.7±1.6ヵ月齢、体重510±34kg）を対照として用いた。

3-2. 整復手術前後の血漿および血清生化学検査と結果

血液検査は予後良好牛および不良牛はそれぞれ、手術前（初診日から5日以内）と手術後10日（抜糸日）に静脈血を採血し、2時間以内に血漿および血清を分離した。血漿グルコースおよびFFA、Tcho、BUN、TP、アルブミン、Ca、iP、Na、Cl、ASTおよびGGTは、それぞれ前述の方法で測定した。インスリンとコルチゾールは化学発光酵素免疫測定法により測定した。

整復手術前後の健康牛、予後良好群と予後不良群の血漿グルコースおよび血清インスリン値を図6に、その他の血清生化学検査値を表7に示した。健康牛に対し、予後良好群および予後不良群の全てで、手術後に血漿グルコースが有意に高値を示した（図6A）。また、予後不良群のみで、手術後の血清インスリンが有意に低下し、これらの変化は、予後良好群の手術前後に対しても有意な低値を示した（図6B）。

その他、予後良好群では、健康牛に比べて、術前に血清Tcho、CaおよびKが低値を示し、血清ビタミンAの高値、術後に血清ビタミンEの低値がみられた。一方、予後不良群では、健康牛に比べて、術前に血清Tcho、Ca、KおよびビタミンEの低値と血清ビタミンAの高値が、術後に血清Tcho、アルブミン、CaおよびビタミンEの低値が認められた（表7）。

術後の予後良好と予後不良群を比較すると、予後

不良群で血清アルブミンとCaが有意に増加していたが、これらの変化はごく軽度であった。

なお、F₁牛の雄去勢と雌の間には差は認められなかった。

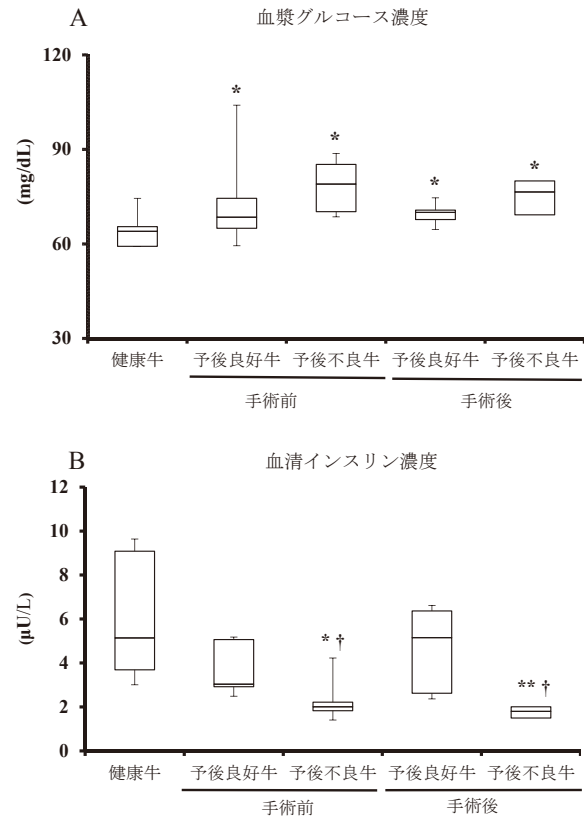


図6 F₁肥育牛の第四胃左方変位における血漿グルコース(A)と血清インスリン濃度(B)

箱ヒゲ図は下限10、箱下段25、箱中央50、箱上段75および上限90パーセンタイルを示す
* $P < 0.05$ 、** $P < 0.01$ は健康牛に対する有意差 (Kruskal-Wallisの検定)

† $P < 0.05$ は手術前後の各予後良好牛に対する有意差 (Studentの t 検定) $n = 8$

表7 F₁肥育牛の第四胃左方変位整復手術前後における予後別の血清生化学値の比較

項目	(単位)	健康牛 ¹⁾ $n = 8$	手術前		手術後	
			予後良好牛 $n = 8$	予後不良牛 $n = 8$	予後良好牛 $n = 8$	予後不良牛 $n = 8$
遊離脂肪酸	(μEq/L)	165 ± 40	362 ± 240	353 ± 256	256 ± 100	203 ± 85
総コレステロール	(mg/dl)	113 ± 19	78 ± 13*	71 ± 27*	101 ± 35	85 ± 35*
血中尿素素	(mg/dl)	14 ± 3	10 ± 3	10 ± 4	10 ± 3	11 ± 3
総タンパク	(g/dl)	7.5 ± 0.4	7.3 ± 1	6.9 ± 0.9	7.6 ± 0.2	7.4 ± 0.3
アルブミン	(g/dl)	3.7 ± 0.1	3.5 ± 0.6	3.2 ± 0.5	3.8 ± 0.2	3.5 ± 0.1†
カルシウム	(mg/dl)	10.3 ± 0.7	9.1 ± 1.2*	9.2 ± 0.9*	10.1 ± 0.4	9.5 ± 1.0†
無機リン	(mg/dl)	7.6 ± 0.8	6.7 ± 1.6	6.3 ± 0.8	7.3 ± 0.6	6.2 ± 1.4
ナトリウム	(mmol/L)	147 ± 10	142 ± 10	137 ± 8	140 ± 2	138 ± 3
カリウム	(mmol/L)	4.7 ± 0.4	4.2 ± 0.2*	4.1 ± 0.3**	4.6 ± 0.4	4.2 ± 0.5
クロール	(mmol/L)	112 ± 9	106 ± 9	102 ± 8	105 ± 2	103 ± 4
AST	(IU/L)	78 ± 16	86 ± 19	86 ± 35	68 ± 7	88 ± 46
GGT	(IU/L)	19 ± 5	17 ± 4	23 ± 9	17 ± 3	20 ± 9
ビタミンA	(IU/dl)	37 ± 12	40 ± 25*	84 ± 51†	76 ± 15	71 ± 23
ビタミンE	(μg/dl)	346 ± 85	223 ± 100	193 ± 67**	300 ± 35*	254 ± 72*
コルチゾール	(μg/dl)	2 ± 1.8	2.3 ± 2.2	1.2 ± 0.9	1.5 ± 0.9	0.9 ± 1.2

¹⁾ * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 健康牛に対する有意差 (Kruskal-Wallisの検定)

† $P < 0.05$, 手術前後の予後良好牛に対する有意差 (Studentの t 検定)

3-3. グルコース負荷試験と結果

Andersonらの報告¹⁾を修正してグルコース負荷試験を行った。すなわち、体重比から半量として、25%ブドウ糖（ゼノアック社、福島）を500mL/頭（グルコース125g/頭）を静脈内に50mL/minの注入速度で投与した。採血は、負荷前、負荷後60分および90分の3回行い、血漿グルコース測定用には、フッ化ナトリウム加ヘパリン入り真空採血管（ベノジェクトII真空採血管、テルモ㈱、東京）を用いて2mL、血清インスリン測定用には、血清分離剤凝固促進フィルム入真空採血管（ベノジェクトII真空採血管、テルモ㈱、東京）を用いて8mLを対側頸静脈より採取した。3回の採血時間は、健康牛において、血漿グルコースおよび血清インスリンの反応が負荷後30~60分後に起こり、120分以内に投与前に復帰するというデータ^{1,47)}を基に設定した。

グルコース負荷試験における血漿グルコース濃度と血清インスリン濃度の推移を図7に示した。血漿グルコースは、LDAで負荷90分後に有意に高値を示し（図7A）、算出した $AUC_{0-90min}$ は、対照（ $49.1 \pm 6.9 \text{ mg} \cdot \text{min/mL}$ ）に対し、左方変位（ $64.7 \pm 11.9 \text{ mg} \cdot$

min/mL）で有意な高値を示した。

血清インスリンは、LDAで負荷60分後に有意に低値を示し（図7B）、算出した $AUC_{0-90min}$ は、対照（ $2.13 \pm 1.36 \mu \text{ U} \cdot \text{min/mL}$ ）に対し、LDA（ $0.95 \pm 0.39 \mu \text{ U} \cdot \text{min/mL}$ ）で有意な低値を示した。

以上の結果から、F₁牛のLDAの初診時には、血漿グルコースが有意な高値を示すことを前述（図6）で明らかにしたが、乳牛のLDAにおいても、インスリン分泌能が低下するとの報告⁴²⁾がある。このため、肥育牛においても、糖代謝の異常が生じているものと考えられたため、整復手術前後の血液および血清生化学データの再現性を試みた。その後、グルコース負荷試験を行い、血漿グルコースと血清インスリンの反応が予後判定に利用できるか検討した。

血漿グルコースは、手術前後および予後（良好・不良）に係わりなく、健康牛に比べ全ての群で有意に高値を示していた。Holteniusら¹³⁾によると、乳牛のDAにおいて、高血糖が持続すると第四胃平滑筋運動抑制が続発し、第四胃アトニーにより内容物の停滞が起こり、第四胃液pHが低下することを報告している。これらの病態は、本研究の左方変位の所見とほぼ一致しており、血漿グルコースの持続的上昇が左方変位の潜在的な危険因子となりうる事が確認された。

血清インスリンは、手術前後の予後不良群で健康牛に比べ有意に低値を示したが、この変化は、予後良好群に対しても有意な低値であった。乳牛のLDAでは、持続的な第四胃アトニーがみられ、血清インスリンの低下と強い関連性のあることが報告¹⁾されている。したがって、上記の血漿グルコースの上昇と合わせ血清インスリンの低下を考えると、膵臓からのインスリン分泌抑制が血漿グルコースの上昇に繋がったことが仮説として考えられた。

これらの仮説を検証するために、LDAと診断されたF₁牛と健康牛を用いて、確定診断のためグルコース負荷試験を行ったところ、LDAでは、血漿グルコースが負荷後90分に有意に高値を示したのに対し、血清インスリンが負荷後60分に有意に低値を示した。このように、LDAでは、血漿グルコースの上昇と血清インスリンの低下には時間的差異がみられたが、これはグルコース負荷に係わらず、膵臓β細胞からインスリンが十分分泌されず、結果とし

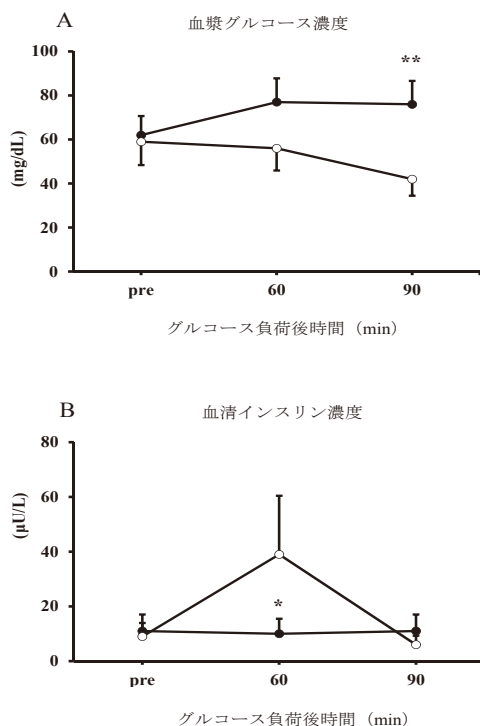


図7 F₁肥育牛の第四胃左方変位におけるグルコース負荷試験による血漿グルコース(A)と血清インスリン濃度(B)の推移

●は第四胃左方変位牛(n=5)、○は健康牛(n=5)
* $P < 0.05$ 健康牛に対する有意差 (Studentのt検定) pre ; 事前値

て、肝臓でのグリコーゲン合成が抑制され、血漿中のグルコースが上昇したと考えられた。したがって、LDAでの血漿グルコース上昇は、膵臓β細胞の機能不全に由来すると考えられた。なお、健康牛の場合、グルコース負荷直後にグルコース値が上昇し、これに対してインスリンが反応していたが、この反応は既報⁴⁷⁾と一致していた。

上記F₁牛の結果は、乳牛におけるグルコース負荷試験の報告^{42,47)}とも一致していた。すなわち、Samancら⁴⁷⁾は、乳牛のLDAにグルコース負荷試験を行い、膵臓のβ細胞からのインスリン分泌機能障害を指摘し、さらにLDAが発症してから整復手術までの日数を比較し、手術日が遅いほどインスリンの分泌反応が低かったことを報告している。また、Pravettoniら⁴²⁾は、LDAにおいて、血清インスリン濃度と第四胃アトニーには関連性があることを報告している。これらのことを総合して考えると、膵臓からのインスリンの分泌が低下し、血漿グルコースの上昇が持続され、第四胃平滑筋の運動性の低下が誘発され、その結果、第四胃の食塊停滞のため第四胃液pHの低下が起こったと考えられた。

なお、血漿グルコースと血清インスリン以外の血清生化学検査値を、術前に血清Tcho、CaおよびKの低下と血清ビタミンAの増加、術後に血清ビタミンEの低下という予後良好群の成績を基に、術前に血清Tcho、Ca、KおよびビタミンEの低下と血清ビタミンAの増加、術後に血清Tcho、アルブミン、CaおよびビタミンEの低下という予後不良群の成績を比較してみると、健康牛に比べ有意差はあるものの実数値の差異は軽微であり、予後不良群の特性を表わす変化ではないことから、整復手術後の予後指標にはなりえないと考えられた。

以上、F₁牛のLDAにおいて、整復手術直後の血漿グルコースと血清インスリンの測定は、予後判定因子に利用できると考えられた。また、グルコース負荷試験は、判定の確認手法として有用であることが示唆された。

引用文献

- 1) Anderson, D. E., Monke, D. R., Silzvia, F., Ayars, W. and Rings, D. M. (2000). Determination of serum insulin concentration during intravenous glucose tolerance testing of healthy bulls. *Am J. Vet. Res.* 61: 61~63.
- 2) 安保佳一 (2001). 第四胃変位, 津田恒之監修, 柴田章夫編, 新乳牛の科学, pp. 347~354. 農山漁村文化協会, 東京
- 3) Biger, D. R., Goff, J. P., Faust, M. A., Burton, J. L., Tyler, H. D. and Horst, R. L. (1996). Acidosis effects on insulin response during glucose tolerance tests in Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 79: 2182~2188.
- 4) Cameron, R. E. B., Dyk, P. B., Herdt, T. H., Kaneene, J. B., Miller, R., Bucholtz, H. F., Liesman, J. S., Vandehaar, M. J. and Emery, R. S. (1998). Dry cow diet, management, and energy balance as risk factors for displaced abomasum in high producing dairy herds. *J. Dairy Sci.* 81: 132~139.
- 5) Constable, P. D., Jean, G. S., Hull, B. L., Rings, D. M. and Hoffsis, G. F. (1991). Preoperative prognostic indicators in cattle with abomasal volvulus. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 198: 2077~2085.
- 6) Constable, P. D., Miller, G. Y., Hoffsis, G. F., Hull, B. L. and Rings, D. M. (1992). Risk factors for abomasal volvulus and left abomasal displacement in cattle. *Am. J. Vet. Res.* 53: 1184~1192.
- 7) Daniel, R. C. (1983). Motility of the rumen and abomasum during hypocalcaemia. *Can. J. Comp. Med.* 47: 276~280.
- 8) Degade-Lecaroz, R., Wamick, L. D., Guard, C. L., Smith, M. C. and Barry, D. A. (2000). Cross-sectional study of the association of abomasal displacement or volvulus with serum electrolyte and mineral concentration in dairy cows. *Canadian Veterinary Journal.* 41: 301~305.
- 9) Galyean, M. L. and Rivera, J. D. (2003). Nutritionally related disorders affecting feedlot cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 83: 13~20.
- 10) Geishauser, T., Leslie, K. and Duffield, T. (1997). Evaluation of aspartate transaminase activity and β-hydroxybutyrate concentration in blood as tests for prediction of left displaced abomasum in dairy cows. *Am. J. Vet. Res.* 58: 1216~1220.
- 11) Geishauser, T., Leslie, K. and Duffield, T. (2000). Metabolic aspects in the etiology of displaced abomasum. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 16: 255~265.
- 12) Geishauser, T., Shoukri, M., Kelton, D. and Leslie, K. (1998). Analysis of survivorship after displaced abomasum is diagnosed in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81: 2346~2353.
- 13) Holtenius, K., Stembauer, K. and Holtenius, P. (2000). The effect of the plasma glucose level on the abomasal function in dairy cows. *J. Anim. Sci.* 78: 1930~1935.
- 14) 甫立京子 (2004). ビタミンA欠乏と疾病. 家畜診療. 51: 5~17.
- 15) 彦坂幸夫, 原田勝由, 住 伸栄, 小林斉司, 横山秀敏, 森田修 (1993). 肥育牛群の第四胃変位の発生と整復手術実施による経済効果. 家畜診療. 361: 23~26.
- 16) 一條俊浩, 松田敬一, 高畑幸子, 佐藤 繁 (2005). 肥育牛における第四胃変位の発生状況および臨床所見. 日本家畜臨床学会誌. 28: 42~46.
- 17) 一條俊浩, 渡辺昭夫, 大石武志, 八島 正, 林野世子 (1999). 黒毛和種肥育牛群における疾病浸潤調査および予防対策の検討. 東北家畜臨床研究会誌. 22: 21~24.
- 18) 一條俊浩, 河野充彦, 吉田裕貴, 木南藍子, 菊池朋子, 高橋千賀子, 沼津敬治 (2010). 黒毛和種牛の肥育前期から中期における生菌剤の投与効果. 産業動物臨床医学雑誌. 1: 10~14.
- 19) 伊藤 貢, 広岡博之 (2003). 黒毛和種とホルスタイン種の交雑種における血清ビタミンAおよび総コレステロール濃度と枝肉形質との関連性. 日畜会報. 74: 43~49.
- 20) 木田克弥 (2000). 代謝プロファイルの実際, 内藤善久, 浜名克己, 元井霞子編, 生産獣医療における牛の生産病の実際. pp.13~30. 文永堂出版. 東京
- 21) 家畜共済の診療指針 I. (2003). pp.106~124. 全国農業共済協会. 東京
- 22) LeBlanc, S. J., Leslie, K. E. and Duffield, T. F. (2005). Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 88: 159~170.
- 23) Madison, J. B. and Trout, H. F. (1988). Effect of hypocalcaemia on abomasal motility. *Res. Vet. Sci.* 44: 264~266.
- 24) Marti, S., Realini, C. E., Bach, A., Perez-Juan, M. and Devant, M. (2011). Effect of vitamin A restriction on performance and quality in finishing Holstein bulls and steers. *Meat Sci.* 89: 412~418.
- 25) Massey, C. D., Wang, C., Donovan, G. A. and Beede, D. K. (1993). Hypocalcemia at parturition as a risk factor for left displacement of the abomasum in dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 203: 852~853.
- 26) 松田敬一, 渡辺昭夫, 一條俊浩 (2004). 黒毛和種肥育牛の飼

- 料の中性デタージェント繊維含量および血清ビタミンA値と枝肉成績の関連. 日獣会誌. 57: 227~230.
- 27) 松本大策 (2012). 肥育管理プログラムの内容, 生産獣医療システム, 肉牛編, pp.75~83. 農山漁村文化協会, 東京
- 28) 松本大策, 石田学, 松本久美 (1995). 肥育牛に多発する低カルシウム血症の病態とグルコン酸カルシウムの経口投与による治療効果. 家畜診療. 389: 35~39.
- 29) Mendoza, G. D., Britton, R. A. and Stock, R. A. (1993). Influence of ruminal protozoa on site and extent of starch digestion and ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.* 71: 1572~1578.
- 30) Nagaraja, T. G. and Lechtenberg, K. F. (2007). Acidosis in feedlot cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 23: 333~350.
- 31) 日本飼養標準肉用牛 (2008). pp.68~80. 中央畜産会. 東京
- 32) 農林水産省経済局 (2005). 平成15年度農業共済災害補償制度 家畜共済統計表. 東京
- 33) 農林水産省生産局 (2008). 平成18年度家畜改良増殖目標 肥育牛の能力. 東京
- 34) NOSAI宮城家畜部 (2009). 家畜共済事業実績. 宮獣会報. 62: 249~253.
- 35) 岡 章生 (1999). 肉用牛飼養におけるビタミンA. 栄養生理研究会報. 43: 137~144.
- 36) Oka, A., Dohgo, T., Juen, M. and Saito, T. (1997). Effects of Vitamin A on Beef Quality, Weight Gain, and Serum Concentrations of Thyroid Hormones, Insulin-like Growth Factor-I, and Insulin in Japanese Black Steers. *Anim. Sci. Technol.* 69: 90~99.
- 37) Oka, A., Maruo, Y., Miki, T., Yamasaki, T. and Saito, T. (1997). Influence of Vitamin A on the Quality of Beef from the Tajima Strain of Japanese Black Cattle. *Meat Sci.* 48: 159~167.
- 38) Oka, A., Dohgo, T., Ohtagaki, S. and June, M. (1999). Effects of roughage level on growth, beef quality, ruminal contents and serum constituents in Japanese Black steers during the growing period. *Anim. Sci. J.* 70: 451~459.
- 39) Peterson, W. H. and Churchill, H. (1920). The carbohydrate content of the navy bean. *J. Am. Chem. Sci.* 43: 1180~1185.
- 40) Pravettoni, D., Bertagnoli, A., Morandi, N., Coiattelli, M. G. and Belloli, A. G. (2008). Clinical findings and treatment of right displaced abomasum. *Large Anim. Rev.* 14: 5~11.
- 41) Pravettoni, D., Doll, K., Hummel, M., Cavallone, E., Morandi, N. and Belloli, A. G. (2007). Glucose tolerance test during abomasoduodenal electromyography in three cows operated for left displaced abomasum. *Deut. Tierarz. Woch.* 114: 58~63.
- 42) Pravettoni, D., Doll, K., Hummel, M., Cavallone, E., Re, M. and Belloli, G. A. (2004). Insulin resistance and abomasal motility disorders in cow detected by use of abomasoduodenal electromyography after surgical correction of left displaced abomasum. *Am. J. Vet. Res.* 65: 1319~1324.
- 43) Qu, Y., Lytle, K., Traber, M. G. and Bobe, G. (2013). Depleted serum vitamin E concentrations precede left displaced abomasum in early-lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96: 3012~3022.
- 44) Rohn, M., Tenhagen, B. -A. and Hofmann, W. (2004). Survival of dairy cows after surgery to correct abomasal displacement: 2. Association of clinical and laboratory parameters with survival in cows with left abomasal displacement. *J. Vet. Med. A.* 51: 300~305.
- 45) Roussel, A. J., Cohen, N. D. and Hooper, R. N. (2000). Abomasal displacement and volvulus in beef cattle: 19 cases (1988-1998). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 216: 730~733.
- 46) Sahinduran, S. and Albay, M. K. (2006). Haematological and biochemical profiles in right displacement of abomasum in cattle. *Revue de Medecine Veterinaire.* 157: 352~356.
- 47) Samanc, H., Stojic, V., Kirovski, D., Pudlo, P. and Vujanac, I. (2009). Glucose tolerance test in the assessment of endocrine pancreatic function cows before and after surgical correction of left displaced abomasum. *Acta Vet.* 59: 513~523.
- 48) Sarashina, T., Ichijo, S., Takahashi, J. and Osame, S. (1990). Origin of abomasum gas in the cows with displaced abomasum. *J. Vet. Med. Sci.* 52: 371~378.
- 49) Schwaiger, T., Beauchemin, K. A. and Penner, G. B. (2013). Duration of time that beef cattle are fed a high-grain diet affects the recovery from a bout of Ruminant acidosis: Short-chain fatty acid and lactate absorption, saliva production, and blood metabolites. *J. Anim. Sci.* 91: 5743~5753.
- 50) Shaver, R. D. (1997). Nutritional risk factor in the etiology of left displaced abomasum in dairy cows: a review, *J. Dairy Sci.* 80: 2449~2453.
- 51) Simcock, D. C., Lawton, D. E. B., Scott, I. and Simpson, H. V. (2006). Abomasal bacteria produce inhibitor of gastrin secretion in vitro. *Res. Vet. Sci.* 81: 152~157.
- 52) 鈴木 惇 (1998). 反芻動物の消化管の形態, 佐々木康之監修, 小原嘉昭編, 反芻動物の栄養生理学, pp.33~46. 農山漁村文化協会, 東京
- 53) 田口 清 (2002). 主要症状を基礎にした牛の臨床, 監修 前出吉光, 小岩政照, pp.233~242. デイリーマン社, 札幌
- 54) Taguchi, K. (1995). Relationship between degree of dehydration and serum electrolytes and acid-base status in cows with various abomasal disorders. *J. Vet. Med. Sci.* 57: 257~260.
- 55) 田口 清, 田幡欣也. (1998). 乳牛の第四胃変位の予防. 家畜診療. 45: 429~442.
- 56) Takasu, M., Ohba, Y., Hagiwara, Y., Hosoda, I., Nishii, N., Kitoh, K., Miyazawa, K. and Kitagawa, H. (2005). Japanese black cattle with ateliosis showed lower insulin responses during glucose tolerance test. *J. Vet. Med. Sci.* 67: 635~637.
- 57) Van Winden, S. C. L., Jorritsma, R., Muller, K.E. and Noordhuizen, J. P. T. M. (2003). Feed intake, milk yield, and metabolic parameters prior to left displaced abomasum in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86: 1465~1471.
- 58) Van Winden, S. C. L., Müller, K. E., Kuiper, R. and Noordhuizen, J. P. T. M. (2002). Studies on the pH value of abomasal contents in dairy cows during the first 3 weeks after calving. *J. Vet. Med. A.* 49: 157~160.
- 59) 渡辺大作 (1993). 黒毛和種肥育牛に発生する急性肝炎の臨床病理学に関する研究. 東北家畜臨床誌. 16: 71~82.
- 60) 渡辺大作, 河野 詠, 長谷川真一, 板垣昌志, 阿部栄, 阿部省吾, 遠藤祥子, 今野幹雄, 斎藤博水 (1999). 黒毛和種牛における肥育成績と血清ビタミンA, Eおよび総コレステロールの関連性. 栄養生理研究会報. 43: 119~128.
- 61) Weaver, A. D., StJean, G. and Steiner, A. (2005). Bovine Surgery and Lameness: 2nd ed, pp. 100~103. Blackwell Publishing Ltd. Oxford

プロフィール

一條 俊浩 (いちじょう としひろ)
生年月日 昭和35年 3月12日 (56歳)

略歴

昭和58年 3月 酪農学園大学酪農学部獣医学科 卒業
昭和58年 4月 酪農学園大学大学院獣医学研究科修士課程 (獣医学専攻) 入学
昭和60年 3月 酪農学園大学大学院獣医学研究科修士課程 修了
昭和60年 4月 宮城県農業共済組合連合会 就職
平成19年 4月 NOSAI宮城家畜診療研修所 次長 (東北地区新規採用獣医師研修並びに学生実習を実施)
平成19年 6月~平成24年 5月 NOSAI東北家畜臨床部門 部門長
平成24年 8月 NOSAI宮城 (宮城県農業共済組合連合会) 退職
平成24年 9月~平成28年 3月 岩手大学附属動物医学食品安全教育研究センター (通称: FAMS) 特任准教授
平成27年 3月 博士 (獣医学) (岐阜連合大学院) 取得
平成28年 4月 岩手大学農学部共同獣医学科 産業動物内科学研究室 准教授 現在に至る