

奨励研究報告：総説

Kasari の評価法に対する批判的考察

山田 裕

磯動物病院

〒329-3152 栃木県那須塩原市島方451-14

(2006年1月19日受領・2006年1月25日受理)

要 約

Kasari らは、循環器系および中枢神経系の機能と関連する7つの臨床症状をスコア化して欠乏塩基を推定する「沈鬱スコア」を提唱した。このスコアが常に酸塩基平衡状態を反映するの否かを、彼らが沈鬱スコアの根拠とした二つの試験成績と、著者の遭遇した2症例を題材として検討した。沈鬱スコアは、初診時において欠乏塩基を反映した。しかし、輸液開始後は欠乏塩基の変化と沈鬱スコアの変化は一致しなかった。さらに、輸液治療を受けた日以降の治療時において、沈鬱スコアから塩基欠乏を推定することは困難と思われた。キーワード：アシドーシス、子牛下痢、臨床症状、輸液療法

獣医輸液研究会会誌, 6, 11~19. (2006)

緒 言

輸液療法は子牛の下痢治療において非常に重要であるが、あくまでも対症療法にすぎないことは万人が認めるところであろう。そして、対症療法である輸液を実施するにおいて重要なことは、病態を正確に把握しそれに見合った治療を行うことである。輸液を行う場合に決定すべき事は、何（輸液剤）をどれだけ（量）どこから（ルート）どのぐらいかけて（投与速度）投与するのかということである。そしてその根拠となるものは患畜の病態であり、輸液剤に関する知識である。

下痢の病態は大きく二つに分けて考えられる。一つは量的変化であり、もう一つは質的变化である。前者は脱水の程度であり、その程度に基づいて輸液量が決定される。そして、脱水症状から体液の喪失量を推定し、輸液量を算出する方法もいくつか提唱されている [1-6, 15-18, 20]。後者として、電解質の不均衡、尿毒症およびアシドーシスが考えられる。これらのうち電解質不均衡と尿毒症は、量的変化を是正することで大部分は解決可能である。他方、アシドーシスは、積極的に塩基を投与しなければ症状が改善されない症例にしばしば遭遇する。一般的にアシドーシスに特有な臨床症状はない [11, 12, 14] といわれているが、アシドーシスに起因する種々の障害が知られている [13]。そして、その障害や代償作用によって

中枢神経や呼吸器系の症状が発現する [7, 11, 12]。

しかし、脱水の程度とアシドーシスの程度の関連性低く [5]、臨床症状からアシドーシスの程度を評価する方法についての記載は少ない [3]。

Kasari らは下痢にみられる症状を、脱水に関連するものと中枢神経異常に関連するものとに区分し、それらをスコア化することでアシドーシスの程度診断を行う「沈鬱スコア」を提唱した [8-10]。本稿では、沈鬱スコアがいかなる状況においてもアシドーシスの程度を診断するのに有効であるの否か、またはある一定の条件下でのみ有効であるのかということについて考察を加えてみたい。

1. Kasari らの報告の検証

アシドーシスの程度診断に関する Kasari らの報告には次に示す3報がある。第1報の論文表題は Clinical evaluation of sodium bicarbonate, sodium L-lactate and sodium acetate for the treatment of acidosis in diarrheic calves (論文A) [8] で、次は Further studies on the clinical features and clinicopathological findings of metabolic acidosis with minimal dehydration in neonatal calves (論文B) [9] である。最後に Metabolic acidosis in calves (論文C) [10] として前述の2報を総括している。そこで、沈鬱ス

表 1. 論文 1 で供試した輸液剤の組成

mmol/L	被 験 輸 液 剤			
	酢 酸	乳 酸	重炭酸	生食(対照)
Na ⁺	146	146	146	146
Cl ⁻	101	101	101	151
K ⁺	5	-	-	5
酢酸	50	-	-	-
乳酸	-	50	-	-
重炭酸	-	-	50	-

出典：Kasari TR, Naylor JM： Clinical evaluation of sodium bicarbonate, sodium L-lactate, and sodium acetate for the treatment of acidosis in diarrheic calves. J Am Vet Med Assoc 187：392, 1985 [1]

表 2. 沈鬱スコアの評価基準

	変 数	評 価 方 法
循環器系の ・機能 ・量	1 眼球陥没	視認
	2 口腔の温かさ	指で硬/軟口蓋粘膜に触れる
	3 四肢の温かさ	球節周囲をつかむ
中枢神経系 の機能	4 吸乳反射	舌の上に指をのせる
	5 威嚇反射	目に向けて手を素早く動かす
	6 触覚応答	腰部をつまむ
	7 起立能力	ペンで胸を突く

出典：Kasari TR, Naylor JM： Clinical evaluation of sodium bicarbonate, sodium L-lactate, and sodium acetate for the treatment of acidosis in diarrheic calves. J Am Vet Med Assoc 187：392, 1985 [1]

コアの根拠となっている最初の 2 報（論文 A および B）について検証したい。

論文 A [8] は、①下痢をして脱水した子牛のアシドーシスに対する、重炭酸ナトリウム、L-乳酸および酢酸ナトリウムの輸液による治療の評価、②下痢子牛に対する一般的な輸液量を、急速（80mL/kg/hr）投与したときの評価、および③下痢子牛において臨床症状から、重炭酸の喪失量を数量化し、これが実用できるか否かの評価を実施した。試験には 30 日齢未満、下痢期間が 72 時間未満、8%以上の脱水およびアシドーシスを呈し、そして最初の治療後 4 時間以上生存した子牛を供試した。8%脱水の基準は眼球陥没が認められ、皮膚のテント形成は 8 秒以上持続することとし判断している。そして、静脈血 pH が 7.250 未満、重炭酸イオン濃度が 20mmol/L 未満であるものを代謝性アシドーシスと診断した。この試験において使用した輸液剤の電解質組成を表 1 に示した。

これらの輸液剤のいずれかを、体重 45kg、8%脱水の子牛が喪失した細胞外液量に相当する 3.6 L を最初の 1 時間で投与した。この投与速度は急速輸液に関する試験として設定された。輸液剤投与中、中心静脈圧を測定し、12mmH₂O になった時は一時輸液を中止し、中心静脈圧が正常に復してから輸液を再開した。最初の 3.6L の輸液剤投与に引き続き、さらに 3 時間かけて 3.6L を追加投与した。血液検査および臨床スコアは最初の投与前、1 時間後、通算 4.8L 投与時および全量投与時に実施した。臨床スコアの評価方法は表 2 に示したとおりで、循環器系評価として循環器の機能と循環血液量とに関連する 3 つの変数、中枢神経系の機能と関連する 4 つの変数の合計 7 項目について、それぞれの症状に合わせてポイントを設定している。

各輸液剤を一定量投与した時点における沈鬱スコアの変化を表 3 に示した。輸液剤の種類に関係

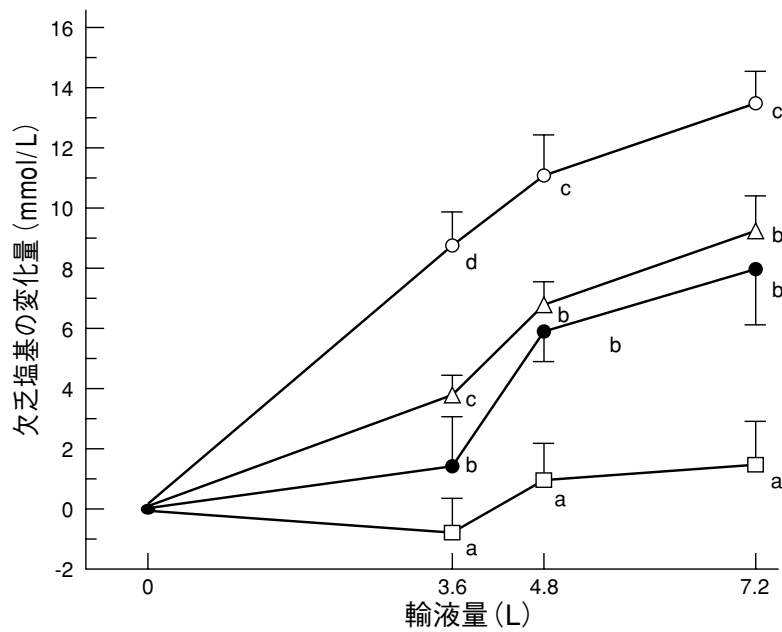


図1 細胞外液補充療法中に異なったアルカリ化剤 (50mmol/L) を投与された36頭の脱水した下痢症子牛 (頭/群) の欠乏塩基. 垂直線は標準誤差を示す. 輸液量ごとに上付で有意差を示した ($p < 0.01$). 輸液開始前の欠乏塩基は $18.2 \pm 1.3 \text{ mmol/L}$ であった. (Kasari TR, Naylor JM: Clinical evaluation of sodium bicarbonate, sodium L-lactate, and sodium acetate for the treatment of acidosis in diarrheic calves. J Am Vet Med Assoc 187: 392, 1985 [8])

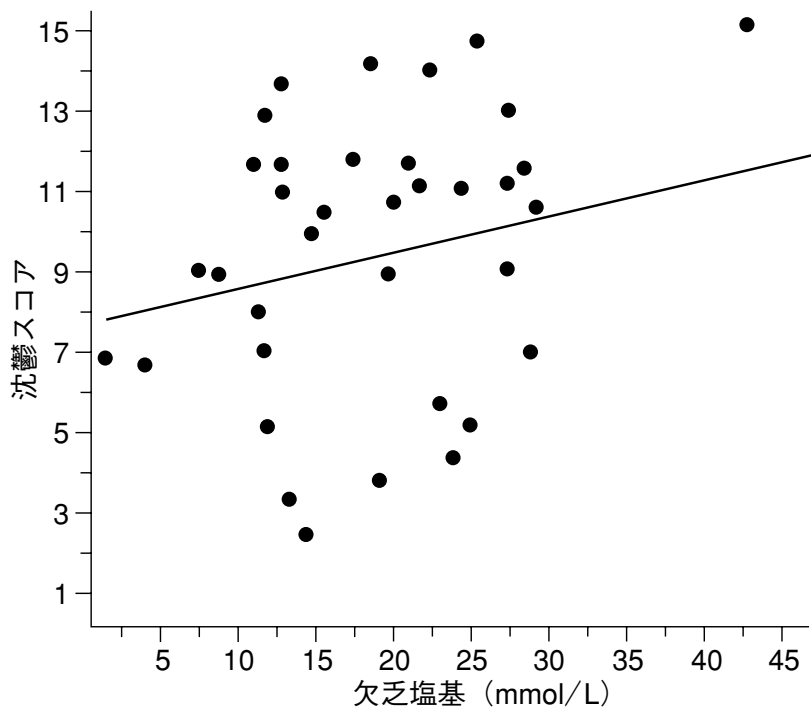


図2 代謝性アシドーシスを呈する36頭の脱水子牛における0時間目の沈鬱スコアと欠乏塩基 (BD) の相関性. 最大沈鬱スコアは15. 実線は回帰直線 ($r = 0.30, p < 0.05$). (Kasari TR, Naylor JM: Clinical evaluation of sodium bicarbonate, sodium L-lactate, and sodium acetate for the treatment of acidosis in diarrheic calves. J Am Vet Med Assoc 187: 392, 1985 [8])

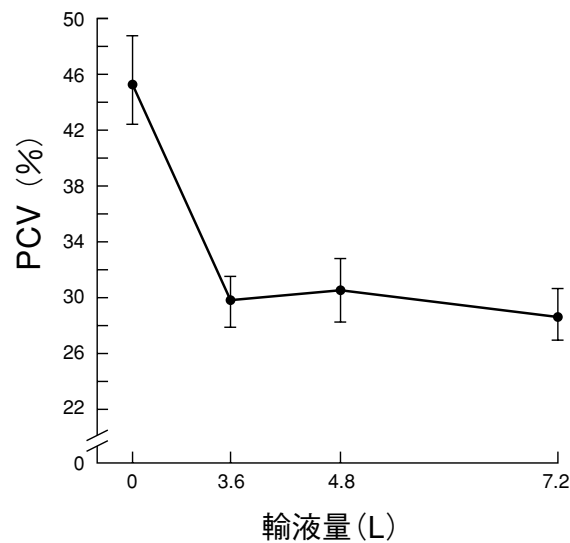


図3 36頭の脱水子牛（9頭／群）の細胞外液補充療法中における細胞容積（PCV）。PCVの減少は群間で有意差が認められなかったため、全ての輸液剤群のPCVの変化を実線で示した。垂直線は標準偏差を示す。（Kasari TR, Naylor JM: Clinical evaluation of sodium bicarbonate, sodium L-lactate, and sodium acetate for the treatment of acidosis in diarrheic calves. J Am Vet Med Assoc 187:392, 1985 [1]）

表3 脱水下痢症子牛における細胞外液輸液療法が沈鬱スコアに及ぼす影響

輸液群	輸液量 (L)			
	0	3.6	4.8	7.2
酢酸	9.22±0.94	6.94±1.11	5.17±0.59	3.06±0.44
乳酸	9.39±0.85	6.61±1.04	4.94±0.95	2.61±0.82
重炭酸	9.33±1.34	6.06±1.21	4.28±1.18	2.78±1.25
生食(対照)	9.39±1.44	7.06±1.55	5.22±1.47	3.94±1.31
総合平均	9.33±1.12	6.67±1.25	4.90±1.12	3.10±1.10

* 平均値±標準偏差

分散分析法による統計学的解析の結果、各群間に有意差は認められなかった。

出典：Kasari TR, Naylor JM: Clinical evaluation of sodium bicarbonate, sodium L-lactate, and sodium acetate for the treatment of acidosis in diarrheic calves. J Am Vet Med Assoc 187:392, 1985 [1]

なく、投与量による沈鬱スコアの変化はほぼ同じであった。次に、輸液開始時を基準とした各観察時点での欠乏塩基の変化量を示したのが図1である。3.6L投与時点において各輸液剤の間に有意差が生じており、重曹、酢酸ナトリウム液、L-乳酸ナトリウム液の順にアルカリ化作用が強く、生理食塩液ではほとんど変化が認められなかった。そしてこれは7.2L投与時点まで継続した。また、投与開始時の沈鬱スコアと欠乏塩基との関係を示したのが図2で、両者の相関係数は0.30であり、寄与率は0.09と極めて低かった。4種類

の輸液剤を投与した後のヘマトクリット値(Hct: Kasariは細胞容積であるPCVを用いている)の変化は、輸液剤の種類によって差は認められず、3.6L投与時点まで急速に低下し、その後はほぼ一定の値を推移した(図3)。

これらの結果に対してKasariらはその考察において、沈鬱スコアが改善された原因の70%は患者が起立可能になったことや循環器系の変数の改善に由来するものであることを挙げ、実際に血液pHは7.2L投与時においても全群において正常範囲までは復さず(図4)、中枢神経系の変数であ

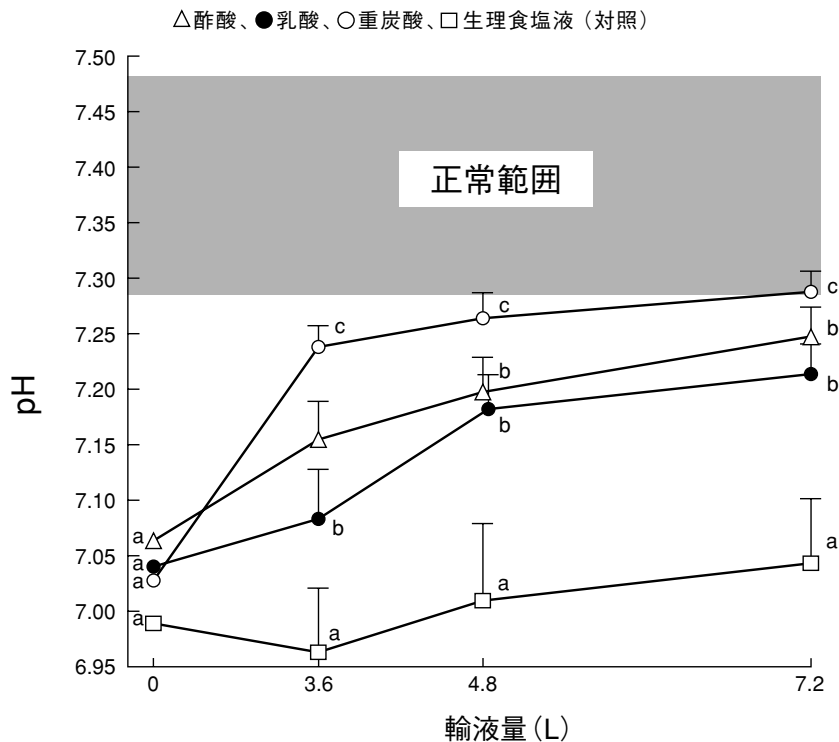


図4 細胞外液補充療法中に異なったアルカリ化剤 (50mmol/L) を投与された36頭の脱水した下痢症子牛 (9頭/群) の静脈血液 pH. 垂直線は標準誤差を示す. 輸液量ごとに上付で有意差を示した (p<0.01). 網掛領域は健全子牛の静脈血液 pH の正常範囲である. (Kasari TR, Naylor JM: Clinical evaluation of sodium bicarbonate, sodium L-lactate, and sodium acetate for the treatment of acidosis in diarrheic calves. J Am Vet Med Assoc 187:392, 1985 [1])

る吸乳反射および威嚇反射の異常がほとんどの子牛で観察されたと述べている. さらに, 彼らは沈鬱スコアが下痢脱水子牛の重炭酸イオン喪失量を推定する手段としてその優位性は低いと結論づけている.

この研究の結論に基づいて, Kasari らはアシドーシスを呈するが脱水症状の認められない子牛を供試して沈鬱スコアの評価を実施したものが“論文B [9]”である. ここで用いた子牛の供試条件は, 31日齢以下で意識不明または虚弱と運動失調を伴う活力低下を呈してはいるが, 水和状態は正常で明らかな疾病を認めないこととした. そして臨床的な水和状態の判断は, 眼球と瞬膜が正常な位置にある場合を正常とした. 代謝性アシドーシスの診断は, 静脈血 pH が7.250未満, 重炭酸イオン濃度が20mmol/L 未満としている. アルカリ化剤の投与量を次式より算出し, その塩基量を含む等張輸液剤を4時間かけて投与した. なお, 対照には生理食塩液を用いている.

$$\text{投与量 (L)} = \frac{\text{体重} \times 0.3 \times \text{欠乏塩基量 (mmol/L)}}{\div 150}$$

投与前後に採血して成績を比較検討した. そして, 今回の沈鬱スコアでは循環器系の変数のひとつである眼球陥没を除外し, 残りの6つの変数を用いて臨床症状を評価した. その結果, 初診時の沈鬱スコアと欠乏塩基の間に高い相関関係 (r=0.87) を認めた (図5) ことを示している. これらの2報告を総括すると, 脱水が存在する時には7つの変数, 脱水が存在しない時は眼球陥没を除外した6つの変数によって求めたスコアで塩基欠乏状態が反映されると Kasari ら [10] は結論づけている.

一連の研究成果より, Kasari らは最終的に「初診時において沈鬱スコアにより塩基欠乏について一定の評価ができる」と結論づけている. では, 輸液後の沈鬱スコアも同様に塩基欠乏を反映するのだろうか.

輸液開始後の沈鬱スコアの変化は表3に示すと

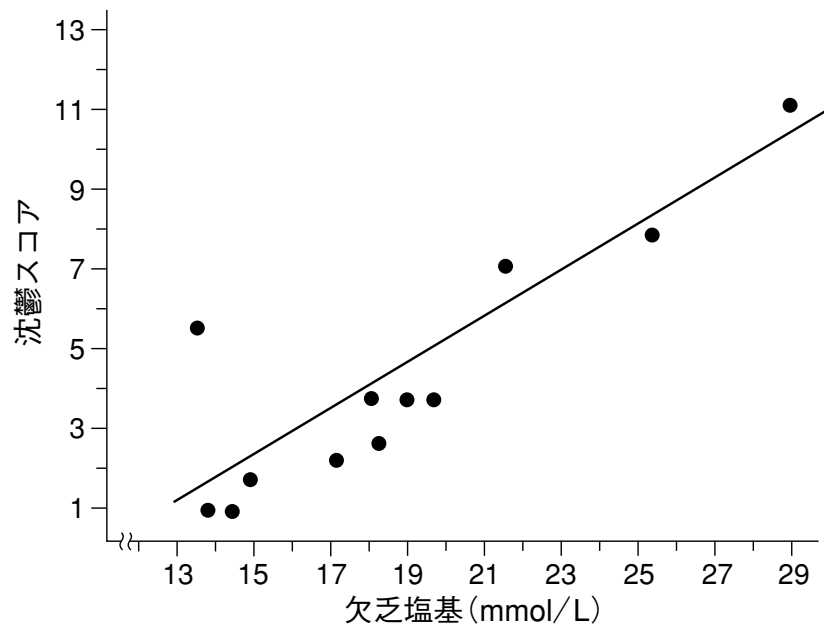


図5 異なった代謝性アシドーシスを呈する12頭の子牛における0時間目の沈鬱スコアと欠乏塩基(BD)の相関性。最大沈鬱スコアは13。実線は回帰直線($r=0.87$, $p<0.05$)。(Kasari TR, Naylor JM: Further studies on the clinical features and clinicopathological findings of a syndrome of metabolic acidosis with minimal dehydration in neonatal calves. Can J Vet res 50: 502, 1986 [2])

おり、輸液剤の種類に関係なくほとんど同じであり、Hctの変化も同様に輸液剤による違いは認められない(図4)。このことは沈鬱スコアの改善の70%が循環器系の変数の改善に起因するというKasariらの主張を裏付けるものである。では、塩基欠乏状態はどうであろうか。図2に示すとおり、輸液開始後の各観察時点において輸液剤群間に有意差が認められているにもかかわらず、沈鬱スコアの変化に試験群間の差は反映されていない。また、試験終了時において血液pHは正常範囲まで復しておらず、中枢神経系の異常が消失していないにもかかわらず、試験終了時の沈鬱スコアはかなり低い(症状が軽い)ものとなっている。このことから、沈鬱スコアは初診時に塩基欠乏を反映し、治療による病態の変化に関しては循環器系の改善状態を良く反映する。これに対し、塩基欠乏状態の病態変化についてはあまり反映しないと著者は考える。

しかし、Boothら[2]の経口輸液剤による下痢子牛の脱水症治療試験においては、血液pH、重炭酸濃度およびBEの変化と臨床症状のスコア(Kasariの沈鬱スコアを改変して使用)に関連性が認められている。このことは、急速に細胞外液量の変化が生じる静脈内輸液と、変化が緩やか

な経口輸液に対する生体反応の違いによるためと考えられる。

ただし、輸液の途中における観察では沈鬱スコアは塩基欠乏状態を反映しないが、輸液終了後一定の時間が経過し、投与された輸液剤による再水和が行われた後では、再び初診時と同様に沈鬱スコアが有効となる可能性も考えられる。この点について、著者が遭遇した2症例を題材に診療簿に記載された臨床症状からスコア化できる項目を選択し、沈鬱スコアと塩基欠乏との関連性について次項で検討を加える。

2. 黒毛和種子牛症例からみたKasariの臨床スコアの検証

症例1(表4)は初診時18日齢の黒毛和種子牛である。臨床所見をみると、第3病日の午後から起立可能となり、第4病日にはほぼ正常となっている。他方、血液検査所見では第3病日午前からHctがほぼ安定し、臨床症状がほぼ正常となった第4病日午前にはBUNおよび K^+ 濃度も正常に復している。他方、血液pH、重炭酸濃度およびBEは第2病日以降もほとんど変化しておらず、酸塩基平衡状態の改善はなされていない。このこ

表 4 臨床症状と酸塩基平衡 (症例 1)

初診時 18日齢	第 1 *	第 2	第 3 午前	第 3 午後	第 4 午前	第 4 午後
Hct			25.4	22.6	23.6	21.4
BUN	46	53	48	32	25	20
K	3.9	2.4	2.4	2.7	4.7	4.0
pH	6.842	7.056	7.055	7.168	7.099	7.187
HCO ₃	5.2	9.6	8.4	10.1	8.7	10.7
BE	-29	-21	-22	-18	-21	-18
眼球陥没		2	2	2	0	0
起立能力		2	2	0	0	0
口腔内温度		1	1	0	0	0
四肢端温度		1	1	1	0	0
歩様蹠踉				○	○	○

* : 病日

表 5 臨床症状と酸塩基平衡 (症例 2)

初診時 19日齢	第 1 病日	第 9 病日	第 11 病日	第 12 病日	第 13 病日	第 14 病日
Hct	40.6	38.2	ND*	37.3	35.1	33.8
BUN	25	15	ND	ND	14	11
K	4.1	4.5	4.5	4.5	4.4	4.6
pH	7.263	7.291	7.354	7.362	7.245	7.400
HCO ₃	12.0	16.6	22.1	17.4	10.3	22.3
BE	-15	-10	-3	-8	-17	-3
眼球陥没	1	0	0	0	0	0
起立能力	2	0	0	2	2	0
口腔内温度	0	0	0	0	1	0
四肢端温度	1	0	0	0	2	1
歩様蹠踉		○	○		←Sto. t**	○

* : 実施せず, ** : ストマックチューブにより人工乳投与

とは沈鬱スコアの変数には反映されていない。つまり、治療経過中においては、沈鬱スコアの改善が酸塩基平衡の状態を反映しないという結論に至る。そして、変数には含まれていない歩様蹠踉が第 3 病日以降も認められ、明らかに中枢神経症状が消失していないことが認められた。

症例 2 は初診時 19 日齢の黒毛和種子牛である。患畜は出生時難産で衰弱していたため自力で吸乳できず、ストマックチューブを使用した。その後も母牛から吸乳せず、哺乳瓶を用いても吸乳しないためストマックチューブによる人工乳の給与を継続していた。下痢が慢性化し、畜主が自家治療していたが好転しなかったため、診療依頼を受けた。初診時は起立不能であったが、第 3 病日から

起立可能となり、血液 pH は 7.3 前後まで復した。しかし、沈鬱および歩様蹠踉を呈しており、重炭酸濃度は鈴木ら [19] が重炭酸ナトリウム液を用いる基準とし、これ以下に低下すると自力では塩基の欠乏を回復できないとされる [5] 20mmol/L 以下で推移した。この間は、ポータブル血液分析器 (iSTAT : 扶桑薬品工業) を用い現場で血液検査を実施し、その結果に基づいて 7% あるいは等張の重炭酸ナトリウム液を主体とした治療を実施した。第 12 病日には起立不能となり、そして第 13 病日には増悪した。ストマックチューブによる人工乳給与により第一胃で異常発酵がおり、有機酸が発生して代謝性アシドーシスに陥っていると判断し、第 13 病日にストマックチューブによ

る人工乳を中止し、第一胃汁500mLを移植した。その結果、第14病日に患者は起立可能となり、血液pH、重炭酸濃度およびBEも上昇して治癒に至った。

この症例の経過のうち、特に第1, 9および11から14病日の血液検査成績を表5に示した。第9病日と第12病日を比較すると、患者は第11病日には歩様蹠踉が認められるが起立し、第12病日には増悪して起立不能に陥っている。血液検査成績は第9病日より第11病日の方がpHが上昇しているが、重炭酸濃度およびBEはほとんど差が認められない。つまり、血液検査成績がほぼ同じでありながら臨床症状には違いがあることから、血液検査成績の変動と臨床症状の変化は必ずしも一致しないと考えられる。同様に、第13病日を第9病日と比較すると、臨床症状の増悪に比べ血液検査成績の変動は小さいと思われる。このように、第9から13病日における臨床症状の変化と、酸塩基平衡状態の変化は必ずしも関連しておらず、沈鬱スコアにより酸塩基平衡状態を推定することは困難であると考えられた。したがって、症例1と同様に治療経過中は沈鬱スコアによって酸塩基平衡状態を評価することは困難であると思われる。

また、症例2の第1病日と症例1の第4病日を比較すると、症例2は起立不能であるが症例1は起立しており、症例2の臨床症状の方が重度である。にもかかわらず、血液検査成績はpH、重炭酸濃度およびBEのすべてが症例2より症例1の方が低下している。このことは、症例2のように慢性経過をとっている症例では、初診時に沈鬱スコアを適用した場合でも酸塩基平衡状態を反映しない可能性があると考えられた。

3. まとめ

Kasariらの2つの報告[8,9]の検証および著者が遭遇した症例の検討から、「沈鬱スコアを治療経過中の症例に適用しても、病態を正しく評価していない」という結論が得られた。

著者が遭遇した2症例ともに、共通して歩様蹠踉という中枢神経系症状が、酸塩基平衡状態の異常とともに常に認められた。このことは、Kasariらが最初の報告[8]において「治療4時間後の血液pHが正常範囲に復していないときには吸乳反射などの中枢神経系の異常は回復しなかった」という記述と一致する。代謝性アシドーシスに特

有の臨床症状はないとされているが[11,12,14]、それでも、呼吸性代償作用により呼吸が深くなるといった変化(重度の場合はKussmaul大呼吸)[7,11,12]、沈鬱、意識障害、歩様蹠踉および動作緩慢などの神経症状[7,12]があげられる。Kasariらの提唱した沈鬱スコアとそこに記載された臨床症状(変数)は、輸液を必要とする子牛の状態を評価する上で重要なポイントであることは言うまでもないが、Kasariの臨床スコア項目以外にも注意深く臨床症状を観察し、さらに可能であれば血液検査を実施して総合的な評価に基づいて治療方針を決定することがもっとも重要と考えられる。今後は、Kasariの沈鬱スコアの発展系、または黒毛和種に最も適したスコアリングシステムの構築が期待される。

引用文献

1. Bogan JA, Lees P, Yovall AT. Pharmacological basis of large animal medicine. pp361-362. Blackwell Scientific Publications. USA. 1983
2. Booth AJ, Naylor JM. Correction of metabolic acidosis in diarrheal calves by oral administration of electrolyte solutions with or without bicarbonate. J. Am. Vet. Med. Assoc. 191:62-68. 1987
3. Corke MJ. Economical preparation of fluids for intravenous use in cattle practice. Vet. Rec. 122:305-307. 1988
4. Donawick WJ, Christie BA. Clinico-pathologic conference. J. Am. Vet. Med. Assoc. 158:501-510. 1971
5. Grore-White DH. Acidosis in the scouring calf: a field study. British Cattle Veterinary Association. Proceedings of autumn meeting at Bristol:66-75. 1992
6. Howard JL. Current veterinary therapy. Food animal practice 3. W. B. Saunders Company. USA. 1-5. 1993
7. 石田尚志, 小椋陽介. 水・電解質テキスト. pp212-214. 文光堂, 東京, 1987
8. Kasari TR, Naylor JM. Clinical evaluation of sodium bicarbonate, sodium L-lactate, and sodium acetate for the treatment of acidosis in diarrheic calves. J. Am. Vet.

- Med. Assoc. 15 ; 187 (4) : 392-397. 1985
9. Kasari TR, Naylor JM. Further studies on the clinical features and clinicopathological findings of a syndrome of metabolic acidosis with minimal dehydration in neonatal calves. *Can. J. Vet. Res.* Oct ; 50 (4) : 502-508. 1986
 10. Kasari TR. Metabolic acidosis in calves. *Vet. Clin. North. Am. Food. Anim. Pract.* Nov ; 15 (3) : 473-486. 1999
 11. 加藤映一, 山内真. 体液バランスの基礎と臨床. pp253-254. 文光堂. 東京. 1976
 12. 越川昭三. 輸液療法のチェックポイント. pp51-52. 日本メディカルセンター. 東京. 1987
 13. Michell AR. Bywater RJ. Clarke KW. Hall LW. Waterman AE. 輸液療法. pp23-26. 本好茂一監訳. チクサン出版. 東京. 1993
 14. Michell AR. Bywater RJ. Clarke KW. Hall LW. Waterman AE. 輸液療法. pp75-77. 本好茂一監訳. チクサン出版. 東京. 1993
 15. Michell AR. Understanding fluid therapy. *Irish. Vet. J.* 37 : 94-103. 1983
 16. Radosits OM. Clinical management of neonatal diarrhea in calves, with special reference to pathogenesis and diagnosis. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 147 : 1367-1376. 1965
 17. Roussel Jr. AJ. Kasari TR. *Veterinary medicine.* March : 303-311. 1990
 18. 清水高正, 稲葉右二, 小沼操, 金川弘司, 藤永徹. 本好茂一編. 牛病学第二版. pp. 近代出版. 487-491. 東京. 1988
 19. 鈴木一由, 浅野隆司. 輸液療法の実際26. 酸塩基平衡補液7. *臨床獣医.* 20 : 67-71. 2002
 20. Watt JG. The use of fluid replacement in the treatment of neonatal disease in calves. *Vet. Rec.* 77 : 1474-1483. 1965