

寒冷草地における草質改善による放牧牛の栄養障害防止技術の確立

第1報 放牧地における低マグネシウム (Mg) 血症性テタニーの発生要因と防止対策

及川稜郎、久根崎久二、小針久典、谷地 仁、落合昭吾、新渡戸友次、笹村 正、山田和明、蛇沼恒夫、道又敬司、菅原休也、^{*}帷子剛資、^{*}淵向正四郎、^{*}桜田奎一、佐藤勝郎、^{*}沢田 実、^{*}太田繁、^{*}吉川恵郷、^{*}菊池文也
(※ 盛岡家畜保健衛生所)

目 次

緒 言

I 放牧地における低Mg 血症性テタニーの発生要因

1. 試験方法
2. 結果および考察
 - 1) 低Mg 血症性テタニーの発生実態
 - 2) 放牧地土壤のミネラル組成
 - 3) 施肥による土壤の化学性の年次変化
 - 4) 飼料草のミネラル組成
 - 5) 放牧地の植生
 - 6) 低Mg 血症性テタニーの発生時期と気象の関係
 - 7) 低Mg 血症性テタニーの発生予知
3. 要 約

II 放牧地における低Mg 血症性テタニーの防止対策

1. 野草・樹葉の利用が放牧牛の血清ミネラル組成に及ぼす影響
 - 1) 試験方法
 - 2) 結果および考察
 - ア) 野草のミネラル含量
 - イ) 野草、樹葉の利用が血清ミネラル濃度に及ぼす影響
 - ウ) 野草地放牧開始時期の目安
 - エ) 野草地の利用期間
 - 3) 要 約
2. 牧草と野草、樹葉の組合せ利用が放牧牛の血清ミネラル組成に及ぼす影響

1) 試験方法

2) 結果および考察

- ア) 牧草と野草、樹葉の組合せ利用が放牧牛の血清ミネラルに及ぼす効果
 - イ) 組合せる野草地の草質が放牧牛の血清ミネラルに及ぼす影響
 - ウ) 組合せる牧草地の割合とその配置方法が放牧牛の血清ミネラルに及ぼす影響
 - エ) エネルギー補給が血清Mg値に与える効果
 - 3) 要 約
- #### 3. Mg入り配合飼料給与による低Mg 血症性テタニーの予防効果

1) 試験方法

2) 結果および考察

- ア) Mg入り配合飼料の給与効果
- イ) Mg入り配合飼料の給与時期および給与期間
- ウ) 放牧前の血清Mg値とMg入り配合飼料の給与効果
- エ) Mg入り配合飼料の嗜好性
- オ) Mg入り配合飼料とMg剤注射の併用
- 3) 要 約

III 低Mg 血症性テタニー牛の治療

1. Mg剤投与による治療効果

1) 試験方法

2) 結果および考察

ア) 低Mg血症性テタニー発症牛の臨床
症状

イ) 低Mg血症性テタニー発症牛の血清
ミネラルの変動

ウ) 低Mg血症性テタニーで死亡した牛
の解剖および組織所見

エ) 低Mg血症性テタニー牛の治療方法
の検討

3) 要 約

IV 総合考察

V 参考文献

結 言

岩手県における農業経営は、その置かれた立地条件から単一作目では経営上のリスクが大きく、このため複合的な営農へと移行してきている。そしてその経営改善の柱とすべく畜産の振興が計られてきた。土地利用型畜産の振興に伴ない広域農業開発事業等により、主に山地高冷傾斜地域での草地開発が進められてきた。その結果、牧草放牧地が年々増大し、肉用牛の放牧も大多数が牧草主体と変わってきた。しかしながら、これに伴ない放牧牛の疾病も年々増加してきており、とりわけその中でも低Mg血症性テタニーに代表される牧草のミネラルの不均衡からくると思われる疾病が増加し、放牧飼養を主体とする肉用牛繁殖農家に多大な被害を与えている。

Mgは家畜にとって必須なミネラルであり、主要な細胞内で2価の陽イオン (Mg^{++}) の形で存在している。その働きはアデノシリン3リン酸 (ATD) を利用しているほとんどの物質、あるいはリン酸の運搬の触媒をする酵素の補酵素的役割を果している。このため、エネルギー代謝等に伴ない常に細胞内のMgは消費されている。しかしながら体内最大のMgの保育場所である骨中のMgは、不活性な状態で保有されているため、その不足はカルシウム (Ca) のよ

うにすぐには補給することができない状態にある。

したがって家畜は常に飼料による規則正しいMgの補給に依存しているのである。このような事実にもかかわらず、単胃動物では低Mg血症性テタニーの発生はまれであり、反芻動物ではごく普通の疾病なのである。

その原因は反芻動物では単胃動物と異なり、腸管からのMgの吸収は極くわずかであり、その大部分が反芻胃で局部的に行なわれていることに起因するといわれている⁽¹⁾。このため最近の低Mg血症性テタニーの研究は、Mgの吸収機構に重点をおいた研究が数多くなされている。低Mg血症性テタニーの発生要因は、従来の報告を総合すると①Mgの吸収能の低下 ②体内でのMgの再配分 ③Mgの摂取量の低下 ④正味のMg要求量の増加とMgの吸収能の低下が結びついたものとに大別される。

この他に栄養的要因として飼料中のエネルギー不足、ストレス要因として発情等による情緒ストレス、寒冷ストレス¹⁾があげられる。

このように低Mg血症性テタニーの発生要因は多岐にわたっているが、岩手県畜産試験場では放牧現地に適応する本症の予防、治療法を確立するため1977年から5ヶ年間にわたって、放牧地での低Mg血症性テタニーの発生状況ならびに発生牧野における土壌、飼料草のミネラル、植生、気象条件、放牧牛の血清ミネラルの変動等を調査し、低Mg血症性テタニーの発生要因を探究すると共に発症予防、治療試験を実施した。

研究立地は低Mg血症性テタニーの発症が予想される実用規模の放牧体系が必要とされるため、1971年に岩手県における低Mg血症性テタニーの初発地である岩手県畜産試験場外山分場ならびに、岩手県肉牛生産公社玉山牧場の低Mg血症性テタニー多発牧区を選定した。

なお、この研究を進めるに当っては、農林水産省畜産試験場栄養部第二研究室、同東北農業

試験場家畜部、草地部、岩手大学、盛岡家畜保健衛生所の各位から設計、研究の全般にわたって多大なご指導ご協力をいただいた。ここに深く感謝申し上げる。

I 放牧地における低Mg血症性テタニーの発生要因

1. 試験方法

1) 低Mg血症性テタニーの発生調査

県内8ヶ所ある家畜保健衛生所の疾病発生調査および牧野調査結果を用いた。

2) 土壌調査

放牧開始前の5月上旬に放牧予定地の0~5cmの土壌を各牧区ごとに5地点から採取し、各成分の平均値を求め、低Mg血症性テタニーの発生年と非発生年を比較した。なお、1977年以前の土壌成分については、低Mg血症性テタニー発生時の土壌調査結果を用いた。

3) 飼料草の調査

各牧区ごとに牛群が入牧する前日、または当日に5地点から坪刈り法により、地上5cm以上を刈取り分析に供した。低Mg血症性テタニー発生時の牧草の成分は、当场で発生した時のものと過去に発生があった牧野のものを用い、非発生時の牧草の成分は当场の放牧後2週間まで

の牧草の成分の平均値を用いた。

また、野草の成分については1977年に調査したものを用いた。

4) 気象調査

試験地から約2kmにある藪川局地農業気象観測所の観測データを用いた。

5) 低Mg血症性テタニーの発生予知

1977年~1981年までの間に調査された牧草成分・気象、血清成分を基に重回帰分析を行ない、その結果から血清Mg値に与える牧草成分、気象の影響および放牧地における低Mg血症性テタニーの発生予知を試みた。

分析に用いたデータの構成ならびにその内容は、表I-1、2に示したとおりである。また、サンプルの分析方法は表I-3に示したとおりである。

表I-1 分析に用いたデータの構成

年次区分	5(1977~1981)
牛群数	43
分析に供された形質数	10
調査期間	5月6日~6月23日
一群の大きさ	4~9頭
牧区数	43

表I-2 分析に用いたデータ

血清Mg値		Y	採材日ごとの群平均
牧草中のミネラル(DM%)	Mg	x_1	サンプル採材は各牧区ごとに牛群が入牧する前日または当日に行ない、血液サンプルの採材日間に採食されたと推定される牧草の平均値を用いた。 なお、サンプルの草種は混播牧草である。 血液サンプル採材日間の平均気温の平均を用いた。 血液サンプル採材日から過去30日間の平均気温が10℃以上の日数+5~10℃以下の日数×2 × 過去30日間の日照時間 180
	Ca	x_2	
	P	x_3	
	K	x_4	
	N	x_5	
	K/Ca+Mg 当量比	x_6	
	Ca/P 重量比	x_7	
	平均気温	x_8	
	牧草生育可能日数	x_9	

表 I - 3 サンプル材量の分析方法

血清	Mg、Ca、K：原子吸光法 P：Fisk-subbarow法
牧草	Ca、Mg：原子吸光法、K：炎光法 N：ケルダール法、P：比色法
土壌	pH：ガラス電極法、K：炎光法 Ca、Mg：原子吸光法 P：トローン法

分析の手順

ア) 各形質の平均値、標準偏差、変動係数を求めた。

イ) 各形質間の相関行列を求めこれに基づき、血清Mg値を推定する重回帰式を組立て、簡略化した変数減少法により^{2,3)}各形質の血清Mg値に与える影響の重要性を比較した。

ウ) 各形質の水準が一定量変化した時に予想される血清Mg値の変化量を推定した。

エ) 分析により得られた重回帰式を用いて、推定した血清Mg値と実際に得られた血清Mg値とが具体的にどのような関係にあるかを調べた。

なお、分析に用いたデータは全て牛群の平均値を用い、分析は5ヶ年間のデータをプールする方法を採用した。

2. 結果および考察

1) 低Mg血症性テタニーの発生実態

岩手県における低Mg血症性テタニーの発生は、1971年の外山分場での初発生以来、1981年までの間に判明しただけでも表 I - 13に示し

たように、306頭に及んでいる。⁶⁾ そのうち死澁頭数は144頭にのぼり、致死率は47%の高率に達している。低Mg血症性テタニーの発生の大部分は早春に集中しており、晩秋の発生は24%と少ない。品種別に見た場合、日本短角種の発生が圧倒的に多く黒毛和種の発生が晩秋に集中しているのは、分娩時期が日本短角種と違い周年であるため、晩秋でも子付で放牧されていることが多いと思われる。

本病の発生と牛の年齢との関係では、3才以下の発生率は3.2%と少ない。また、放牧時に子牛が付いているか否かでは、子付牛に多発し子無牛の発生率は6.5%と低い。

これらのことから、低Mg血症性テタニーの発生しやすい牛は泌乳量の多い品種で、しかも3才以上の子付牛であるといえる。

以上の結果から、牛側における低Mg血症性テタニーの発生要因は、分娩ストレスとそれに続く泌乳ストレスならびにMg、Caの生体内での消費量の増加および放牧当初のルーメン発酵の異常等によるMgの吸収不全にあると思われる。

1980年の七時雨牧野における本病の発生は、放牧直前に全頭に硫酸マグネシウム(MgSO₄) 25%溶液を100ml皮下注射して放牧したにもかかわらず発生した例である。

このことから、Mg剤の一時的投与では本病の予防はなし得ず、予防にはMg剤の連続投与が必要である事が示唆された。

表 I - 4 岩手県における低Mg血圧性テタニーの発生状況

年度	発生 牧野	放牧 頭数	品種	発生 時期	発病 頭数	発病牛				死廃 頭数	回復 頭数	発病 率(%)	致死 率(%)	備考
						3才 以上	3才 以下	子付き	子無し					
46	外山	298	J S	5~6	10	9	1	8	2	2	8	3.4	20.0	
	区界	170	H・B	8~9	8	8	—	8	—	5	3	4.7	62.0	
	小計	2			18	17	1	16	2	7	11	3.8	38.9	
47	外山	280	J S	3~5	3	3	—	3	—	0	3	1.1	0	舎飼 1
	区界	145	H・B	5	5	5	—	5	—	2	3	3.4	40.0	
	滝沢	540	J S	5	1	1	—	1	—	1	0	0.2	100.0	
	早坂	126	"	5	15	15	—	12	3	1	14	11.9	6.7	
	遠野	146	"	5	8	8	—	8	—	3	5	5.5	37.5	
	釜石	130	"	9	9	9	—	9	—	2	7	6.9	22.2	
小計	6	1,367			41	41	—	38	3	9	32	3.0	22.0	
48	外山	200	J S	5	8 (JS6)	8	—	8	—	3	5	4.0	37.5	
	区界	110	H・B	5	H2)	4	—	4	—	3	1	3.6	75.0	
	遠野	146	J S	5~6	21	21	—	21	—	6	15	14.4	28.6	
	高森	96	"	9	1	—	1	—	1	—	—	1.0	100.0	
	西岳	94	"	9	1	—	1	—	1	—	—	1.1	100.0	
	安代	149	"	10	6	—	6	—	6	5	1	4.0	83.3	
	種市	200	B	10	1	1	—	1	—	—	1	0.5	0	
小計	7	995			42	34	8	34	8	19	23	4.2	45.2	
49	外山	200	J S	5	1	1	—	1	—	0	1	0.5	0	舎飼
	区界	168	H・B	5~6	13	13	—	13	—	0	13	7.7	0	
	滝沢	799	J S	8~10	7	7	—	7	—	4	3	0.9	57.1	舎飼
	早坂	450	"	4	3	3	—	3	—	3	0	0.7	100.0	
	玉山	340	H	5	5	5	—	5	—	5	0	1.5	100.0	
	安代	165	J S	5	6	4	2	4	2	1	5	3.6	16.7	
	田代平	130	"	5	4	4	—	4	—	2	2	3.1	50.0	
	新町	120	"	5	5	3	2	3	2	3	2	4.2	60.0	
	高森	100	"	9	1	—	1	—	1	0	1	1.0	0	
	種市	200	B	10	1	1	—	1	—	0	1	0.5	0	
小計	10	2,672			46	41	5	41	5	18	28	1.7	39.1	
50	区界	170	J S	5~6	9	9	—	9	—	0	9	5.3	0	
	玉山	280	H	9	3	3	—	3	—	3	0	1.1	100.0	
	滝沢	580	J S	3	3	3	—	3	—	3	0	0.5	100.0	

年度	発生 牧野	放牧 頭数	品種	発生 時期	発病 頭数	発病牛				死廃 頭数	回復 頭数	発病 率(%)	致命 率(%)	備考
						3才 以上	3才 以下	子付き	子無し					
50	I放地	80	B	5	1	1	—	1	—	0	1	1.3	0	
	新山	180	J S	5	1	—	1	—	1	1	0	0.6	100.0	
	大槌	130	B	5	1	—	1	—	1	1	0	0.8	100.0	
	石沢	360	J S	5~6	4	4	—	4	—	4	0	1.1	100.0	
小計	7	1,780			22	20	2	20	2	12	10	1.2	54.5	
51	芳力沢	—	B	—	1					0	1	—	0	
	七時雨	469	J S	5	3					3	0	0.6	0	
	区界	342	"	—	15					0	15	4.4	0	
	金ヶ崎	—	H	4	1					1	0	—	100.0	
	住田	—	B	11	3					3	0	—	100.0	
	川井	134	J S	4~5 11	7					7	0	5.2	100.0	
	上外山	300	"	9	3					3	0	1.0	100.0	
	一戸	—	"	—	2					0	2	—	0	
安代	227	"	4	2					2	0	0.8	100.0		
小計	9	—			37					19	18	—		
52	七時雨	422	J S	—	1					—	1	0.2	0	
	区界	340	"	—	5					—	5	1.5	0	
	玉山	546	"	5~6	6					6	0	1.1	0	
	滝沢	810	"	5	1					—	1	0.1	0	
	和山	404	"	5	1					1	0	0.2	100.0	
	川井	113	"	5	5					1	4	4.4	20.0	
	高森	703	"	7~8	2					2	0	0.3	100.0	
	大野	428	"	4	2					2	0	0.5	100.0	
	山形	167	"	5	3					1	2	1.8	33.3	
種山	—	B	9	2					2	0	—	100.0		
小計	10	—			28					15	13		53.6	
53	七時雨	386	J S	—	2					—	2	0.5	0	
	玉山	479	"	6	2					1	1	0.4	50.0	
	田代平	303	"	—	1					—	1	0.3	0	
	安代	245	"	—	1					—	1	0.4	0	
小計	4	1,413			6					1	5		16.7	
合計	55				240					100	140		41.7	

年度	発生 牧野	放牧 頭数	品種	発生 時期	発病 頭数	発病牛				死廃 頭数	回復 頭数	発病 率(%)	致命 率(%)
						3才 以上	3才 以下	子付き	子無し				
54	新田沢	115	J S	6	1	1		1		1	0	0.9	100
	区界	170	"	5	3	3		3		0	3	1.8	0
	滝沢	540	"	5	2	2		2		0	2	0.4	0
	荒川	400	"	5	3	3		3		0	3	0.8	0
	住田(1)	300	B	10~11	4	4		4		3	1	1.3	75
	住田(2)	410	"	11	3	3		3		1	2	0.7	33
	金松	115	J S	5	2	2		2		2	0	1.7	100
小計		2,050			18	18		18		7	11	0.9	39
55	大槌	298	J S	5	2	2		2		2	0	0.7	100
	貞任	577	"	5	2	2		2		2	0	0.3	100
	荒川	404	"	5	2	2		2		2	0	0.5	100
	和山	601	"	4~5	3	3		3		3	0	0.5	100
	住田(1)	293	B	11	5	5		5		4	1	1.7	80
	住田(2)	411	"	11	1	1		1		1	0	0.2	100
	高森	633	J S	5	1	1		1		1	0	0.2	100
	七時雨	340	"	5	2	2		2		2	0	0.6	100
久慈	8	ホルズ	11	1	1		1		1	0	12.5	100	
小計		3,565			19	19		19		18	1	0.5	95
56	区界	175	J S	5	1	1		1		1	0	0.6	100
	玉山	350	"	9	1	1		1		1	0	0.3	100
	七時雨	350	"	5	4	4		4		4	0	1.1	100
	外山	320	"	5	14	14		14		5	9	4.4	36
	高森	716	"	9	1	1		1		1	0	0.1	100
	田代平	238	"	7	1	1		1		1	0	0.4	100
	小国	75	"	7	1	1		1		1	0	1.3	100
	荒川	410	"	5	1	1		1		1	0	0.2	100
	和山	597	"	10	1	1		1		1	0	0.2	100
	住田(1)	307	B	10~11	3	3		3		3	0	1.0	100
住田(2)	411	B	11	2	2		2		1	1	0.5	50	
小計		3,949			29	29		29		19	10	0.7	66
合計					306					144	162		47

注) J S : 日本短角種 H : ヘレホード B : 黒毛和種

2) 放牧地土壌のミネラル組成

低Mg血症性テタニー発生牧野の土壌の化学性は、表I-5に示したように正常な土壌の化学性と比較した場合、土壌pHおよび置換性カルシウム(CaO)値、マグネシウム(MgO)値、MgO/K₂O重量比は低く、カリウム(K₂O)値が高くなっている。また、表I-6に示したように、低Mg血症性テタニーの発生年と非発

生年の土壌の化学性の比較では、発生年のK₂Oが著しく高くなっており、MgO/K₂O重量比は著しく低くなっている。

このように低Mg血症性テタニー発生牧野における土壌の化学性はK₂Oが著しく高く、MgO/K₂O重量比が著しく低い特徴的であり、このことが土壌に起因する低Mg血症の主要因であろうと推定される。

表I-5 低Mg血症性テタニー発生牧野の土壌の化学性

場所	採土年月	pH (H ₂ O)	置換性塩基 (mg/100g)			MgO K ₂ O
			CaO	MgO	K ₂ O	
外山分場	1971.4	5.80	125.1	10.48	30.1	0.35
外山分場	1972.5	5.87	258.2	16.13	29.2	0.55
早坂牧野	1972.5	5.77	131.2	6.05	38.2	0.16
区界牧野	1972.5	5.78	287.4	9.07	37.7	0.24
和山牧野	1972.5	5.69	226.4	9.48	35.8	0.26
外山分場	1981.5	4.90	78.5	10.75	35.8	0.30
※ 正常値		6.2 / 6.5	200 / 400	25	15	1以上

※岩手県土づくり資料(1975年)

表I-6 土壌の化学性

年次	置換性塩基 (mg/100g)			pH (H ₂ O)	MgO K ₂ O	発症の 有無
	CaO	MgO	K ₂ O			
1978	138	14.8	32.3	5.20	0.50	1頭有
1980	106	11.65	12.5	5.16	1.01	無
1981	78.5	10.75	35.8	4.90	0.30	11頭有

(低Mg血症性テタニーの発生年と非発生年の比較)

3) 施肥による土壌の化学性の年次変化

表I-7に示した施肥区分で5年間使用された放牧地土壌のミネラル組成の年次変化は、表に示したとおりである。通常、放牧地で実施している施肥をしたI区における土壌の置換性MgO量は年々減少し、5年後の1981年には初年度の33%量までになった。同様に置換性CaO量も5年後には37%量まで減少した。

一方、置換性K₂O量は5年の経過により初年度の116%量に増加し、MgO/K₂O重量比は30%と著しい低下を示した。

このように通常放牧地で実施されている施肥条件でも年次経過により、置換性MgO、CaOの減少は著しいことが判明した。K₂Oを多施用したII区においては、MgO/K₂O重量比がより低下していることから、K₂Oの多施用はK₂O蓄積型の土壌においては、低Mg血症性テタニーの発生要因をより助長することが判明した。

このように苦土、石灰を施用しない放牧地では、使用経過年数が長くなるほど土壌の化学性は悪化していくことが判明した。

表 I-7 施肥による土壌の化学性の変化

区 分		I 区					II 区				
施肥区分 (kg/ha)		N	P ₂ O ₅		K ₂ O	N	P ₂ O ₅		K ₂ O		
		120	60		60	120	60		120		
土 壌 の 成 分 項 目	pH	置換性塩基mg/100g			MgO	pH (H ₂ O)	置換性塩基mg/100g			MgO	
	(H ₂ O)	CaO	MgO	K ₂ O	— K ₂ O		CaO	MgO	K ₂ O	— K ₂ O	
年 次	1977	—	231	38.4	27.0	1.42	—	135	28.1	26.5	1.06
	1978	5.43	170	21.5	25.5	0.84	5.47	170	20.0	33.5	0.60
	1979	5.58	135	21.0	33.0	0.64	5.44	245	28.0	41.0	0.58
	1980	5.32	110	17.3	24.5	0.71	5.59	144	16.5	28.7	0.57
	1981	5.34	85	12.5	29.0	0.43	5.30	154	13.6	84.0	0.16

注：1981年のII区はK₂Oの施用量を240 kg/haとした。

4) 飼料草のミネラル組成

表 I-8 は野草、樹葉、牧草のミネラルの含有率を示したものである。表に示したように野草をのミネラル含有量は、イネ科、カヤツリ草科をのぞけばMg、Caの含有量が多く、K/Ca+Mg当量比は全野草で低くなっている。

4) これらは表 I-9 に示す牧草のK/Ca+Mg当量比と低Mg血症性テタニーの発生率の関係に示された発生率0~0.06%の範囲にあり、総合的に見た場合、野草のミネラルバランスは非常に良いものであった。

表 I-8 野草のミネラル含量 (年平均) 1977年

科 名	乾 物 %					ミネラルバランス		サンプル数	
	N	P	K	Ca	Mg	K/Ca+Mg	Ca/P		
草 本 類	キ ク	2.94	0.26	3.13	1.18	0.44	0.84	4.54	36
	バ ラ	2.04	0.21	1.74	1.33	0.39	0.45	6.33	20
	ユ リ	2.49	0.21	3.38	1.22	0.33	0.95	5.81	12
	イ ネ	1.44	0.12	1.65	0.35	0.16	1.37	2.69	13
	カヤツリ リンザ	1.84	0.12	2.16	0.45	0.17	1.80	3.75	7
	そ の 他	1.53	0.21	2.62	1.44	0.39	0.64	6.36	26
木 本 類	バ ラ	2.27	0.24	1.45	1.46	0.41	0.35	6.03	12
	カ エ デ	2.20	0.20	1.21	1.09	0.38	0.36	5.45	5
	モ ク セ イ	2.19	0.21	2.14	1.18	0.30	0.65	5.62	7
	そ の 他	2.30	0.26	1.85	1.57	0.34	0.44	6.56	42
オーチャード グラス	3.30	0.34	4.64	0.28	0.22	3.63	0.82	16	

表 I-9 牧草のK/Ca Mg当量比と牛の低Mg血症性テタニー発生率

K/Ca+Mg当量比	低Mg血症性テタニー発生率
1.40以下	0 %
1.41~1.80	0.06 %
1.81~2.20	1.70 %
2.21~2.60	5.10 %
2.61~3.00	6.80 %
3.01~3.40	17.40 %

Kempら (1957)

これに比べ牧草のミネラル含有量は野草よりMg、Ca含有量が少なく、K/Ca+Mg当量比も高くミネラルバランスの不均衡な飼料草となっている。一方表 I-10に示すように低Mg血症性テタニー発生牧野の牧草のミネラル組成は、正常値と比較した場合、いずれの牧野においてもMg含有量が少なく、K、P、N含有量が多

く K/Ca + Mg 当量比も高くなっている。 Mg、Ca 含有量が少なく、N、K 含有量が多く特に低 Mg 血症性テタニー多発年においては、 K/Ca + Mg 当量比も高くなっている。

表 I - 10 低 Mg 血症発生牧野の牧草の成分含有率

場 所	採草月日	成分含有率 (乾物%)				N	K/Ca+Mg 当量比
		Ca	Mg	K	P		
外山分場	1971. 6. 4	0.23	0.17	4.90	0.41	3.83	4.91
区界牧野	9.27	0.33	0.15	3.30	0.30	3.06	2.69
外山分場	1972. 5. 9	0.26	0.19	4.22	0.38	5.34	3.71
早坂牧野	5. 6	0.40	0.12	2.92	0.38	3.62	2.51
区界牧野	9.11	0.25	0.16	4.09	0.36	3.83	4.07
和山牧野	10. 4	0.30	0.17	4.09	0.34	3.22	3.61
外山分場	1981.5.6~14	0.24	0.14	3.61	0.52	5.65	3.97
正 常 値		0.20 0.53	0.22 ※ 以上	0.31 0.71	0.17 0.39	2.85 *	2.2 以下

※米国ペンシルバニア州の実用的指導規準
* NRC 飼養標準による (1971)

また、表 I - 11 に示した低 Mg 血症性テタニー な傾向がみられる。
一の発生年と非発生年の比較においても、同様

表 I - 11 放牧後 2 週間までの牧草 (混播草) の成分 (平均)

年 次	N	P	K	Ca	Mg	K/Ca+Mg 当量比	発症の 有 無
1977	5.43	0.47	3.92	0.35	0.24	2.72	無
1978	4.28	0.41	3.76	0.30	0.19	3.16	1頭有
1980	4.47	0.47	3.66	0.31	0.20	3.17	無
1981	5.62	0.50	3.72	0.24	0.14	4.15	11頭有

(低 Mg 血症性テタニーの発生年と非発生年の比較)

これらのことから牧草のミネラルバランスは、低 Mg 血症性テタニーの非発生牧野にあっても不均衡な状態にあり、牧草地のみの放牧では常に低 Mg 血症性テタニーの発生の危険性にさらされていると考えてよい。したがって放牧における牧草・野草の組合せ利用が飼料草のミネラルの均衡を保つ意味からも不可欠な条件であろうと思われる。一方、低 Mg 血症性テタニーの発生した牧野のミネラル組成は Mg、Ca 含有量の著しい減少と N および K/Ca + Mg 当量比の著しい増加が見られていることから、飼料草に

起因する低 Mg 血症性テタニーの発生要因は牧草中の Mg、Ca 含有量の低下ならびに N および K/Ca + Mg 当量比の増加にあるといえよう。

5) 牧草地の植生

表 I - 12 に示すように低 Mg 血症性テタニーの発生牧野における牧草は Mg、Ca 含有量の多いマメ科牧草の割合が非常に少ない。逆に放牧草のほとんどが一般的に Mg、Ca 含有量が低く、K/Ca + Mg 当量比が高いといわれているオーチャードグラス (Or)、チモシー (Ti) 等のイネ科牧草で占められている。

また、表 I-13 に示すように 1981 年に当場で低 Mg 血症性テタニーの大発生があった試験牧区においても同様な植生であった。

血症性テタニーの発生要因は、篠原ら⁵⁾のいう低 Mg 血症性テタニー非発生要因的牧草であるマメ科牧草の割合の極端な低下にあるといえよう。

このことから放牧草の植生に起因する低 Mg

表 I-12 低 Mg 血症性テタニー発症牧野の植生 (1977 年) (%)

草種	場所	大 野			安代	玉 山		区 界		遠野
	牧区	4 牧区	6 牧区	11 牧区		26 牧区	31 牧区	1 牧昭	3 牧区	
or		67.5	44.1	42.6	10.0	41.6	63.6	45.3	44.3	59.4
Ti		7.4	30.5	31.2	26.1	15.4	11.3	4.6	3.3	0
Kb.		0	0	0	1.6	0.9	5.6	14.6	39.4	20.2
Tf		24.7	17.0	23.3	1.0	24.3	5.2	3.0	0	0
Pr		0	0	0	0.1	0.1	0.4	1.3	0	9.2
Rt		0	0	0	0	8.5	6.8	4.5	0	0
Wc		0.4	8.2	3	4.7	0.8	3.5	24.3	8.5	7.2
Rc		0	0	0	0	0	0	0.	0.6	0
雑 草		0	0	0	0	8.4	3.6	2.4	3.9	4.1
発症の有無		6 頭 有			無	6 頭 有		5 頭 有		1 頭有

表 I-13 供試放牧地の草種構成 (重量%) (1981 年)

牧 区 名	or	Ti	Kb	Rt	Tf	Wc	その他
9 号 畑	40	50	5	1	3	1	—
10 号 畑	30	55	8	2	2	1	—
11 牧 区	35	40	10	5	2	2	5

6) 低 Mg 血症性テタニーの発生時期と気象の関係

図 I-1 は低 Mg 血症性テタニーの発症年と非発症年の気温の変化を示したものである。非発症年の放牧時の半旬期の平均気温は、いずれの年の場合も 1 時的な低下は認められるが、低温期間が短くほぼ 10℃前後で推移している。これに比べ発症年では半旬期の平均気温が 10℃以下であり、1981 年の大発生があった年では低温期間が 2 週間以上も続いている。

また、図 I-2 に示した平均気温と血清 Mg 値の推移の関係では、気温の上下とおおむね平行して血清 Mg 値の低下、上昇が認められている。

これらのことから、放牧地における気温の変化と低 Mg 血症性テタニーの発症との間には、密接な関係があることが示唆され、おおむね 10℃以下の気温でその発症が多く、低温期間が長いほどその危険性が增大するものと考えられる。

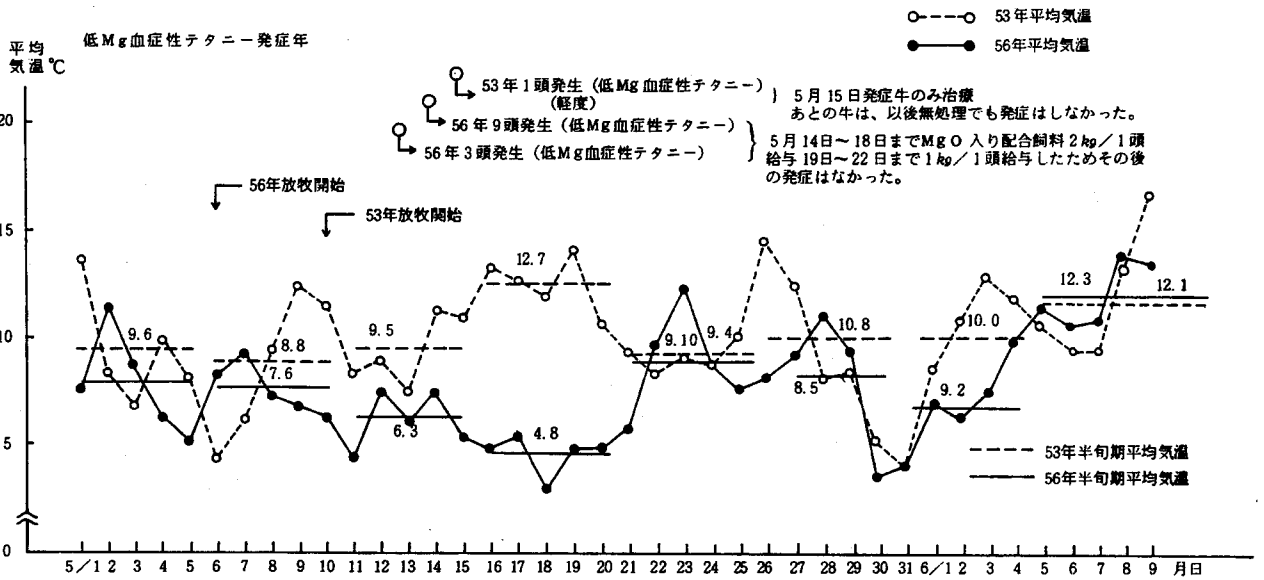
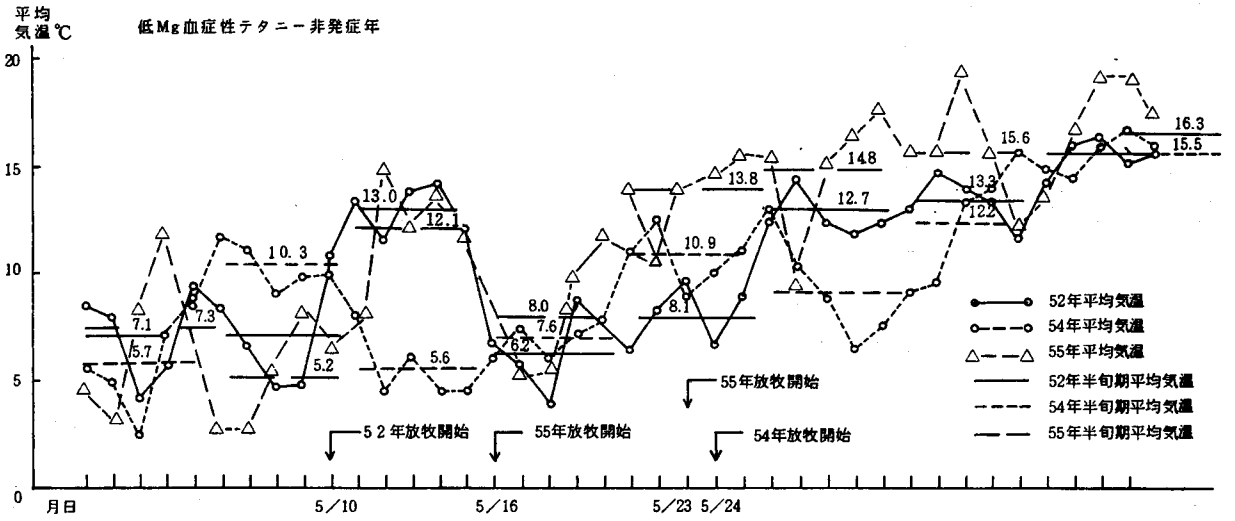


図 I - 1 放牧時の気温の変化

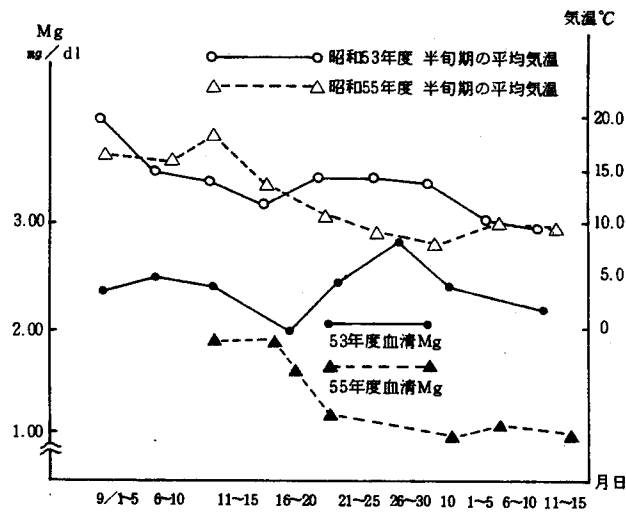


図 I - 2 半旬期の平均気温と血清Mg値

7) 低Mg血症性テタニーの発生予知

-14に示したとおりである。

各形質の平均値、標準偏差、変動係数は表 I

表 I - 14 各形質の平均値、標準偏差、変動係数

形 質		平 均 値	標 準 偏 差	変 動 係 数 (%)	
血 清 Mg 値	Y	1.679	0.543	32.34	
牧 草 中 の ミ ネ ラ ル (DM%)	Mg	x_1	0.167	0.038	22.75
	Ca	x_2	0.277	0.044	15.75
	P	x_3	0.398	0.095	23.95
	N	x_4	3.522	0.437	12.41
	K	x_5	4.220	1.116	26.44
K / Ca + Mg 当量比		x_6	0.782	22.87	
Ca / P 重 量 比		x_7	0.222	29.27	
平 均 気 温 (°C)		x_8	11.102	3.37	30.36
牧草生育可能日数		x_9	18.395	6.16	33.50

表 I - 15 用いた形質間の相関行列である。血清Mg値と各形質間の相関は、牧草中のCa含量を除いては全て有意の相関を示している。中でもN、P、Ca/P重量比、平均気温との間に高い相関がある。しかしながら、単純な相関関係からだけでは、低Mg血症性テタニーの発

生要因はつかみきれないことは従来の研究から明らかである。そこでこの相関行列を用いて重回帰分析により、血清Mg値に与える各形質の影響を調べ、得られた重回帰式により放牧地での低Mg血症性テタニーの発生予知を試みた。

表 I - 15 相 関 行 列

	血清Mg (Y)	牧 草 中 の ミ ネ ラ ル							平 均 気 温 (x_8)	牧草生育 可能日数 (x_9)
		Mg (x_1)	Ca (x_2)	P (x_3)	K (x_4)	N (x_5)	K/Ca+Mg (x_6)	Ca/P (x_7)		
血 清 Mg (Y)	1.00	**	0.17	***	***	***	***	***	***	***
牧 草 中 の ミ ネ ラ ル	Mg (x_1)	0.41	1.00	***	***	***	***	***	*	**
	Ca (x_2)	0.17	0.61	1.00	0.07	-0.05	0.11	***	*	0.25
	P (x_3)	-0.74	-0.06	0.07	1.00	0.72	0.88	0.45	***	***
	K (x_4)	-0.51	-0.14	-0.05	0.72	1.00	0.69	0.65	***	***
	N (x_5)	-0.76	0.06	0.11	0.88	0.69	1.00	0.38	***	***
	K/Ca+Mg (x_6)	-0.52	-0.74	-0.66	0.45	0.65	0.38	1.00	***	***
	Ca/P (x_7)	0.72	0.33	0.35	-0.88	-0.74	-0.75	-0.74	1.00	0.59
平 均 気 温 (x_8)	0.68	0.33	0.25	-0.58	-0.55	-0.71	-0.54	0.59	1.00	
牧草生育可能日数 (x_9)	0.58	0.42	0.18	0.47	-0.40	-0.63	-0.48	0.44	0.67	

* 5%で有意 ** 1%で有意 *** 0.1%で有意

表 I-16 は各形質のもつ水準を一定量変化させた場合に、その形質自身の変化とそれに伴って他の形質に引き起される相関反応とが原因

となって血清 Mg 値に生ずる変化量を示したものである。

表 I-16 各形質の水準を一定量変化させた時の血清 Mg 値の変化

形質	変化量 +	各形質を通して引き起される血清 Mg 値の変化 (mg/dl)									合計 (mg/dl)
		N% x_5	P% x_3	Mg% x_1	平均気温 x_8	Ca% x_2	牧草生育 可能日数 x_9	K% x_4	K/Ca+Mg x_6	Ca/P x_7	
N	%(x_5) 0.1	## -0.020	-0.033	-0.002	-0.005	0.001	0.004	-0.002	0.008	0.012	-0.037
P	%(x_3) 0.01	-0.021	## -0.044	-0.002	-0.005	0.001	0.003	-0.003	0.011	0.017	-0.043
Mg	%(x_1) 0.01	0.004	0.007	## 0.083	0.007	0.025	-0.008	0.001	-0.045	-0.016	0.058
平均気温 (°C)	x_8 1	0.047	0.075	0.033	## 0.023	0.011	-0.014	0.006	-0.036	-0.032	0.113
Ca	%(x_2) 0.01	-0.005	-0.007	0.044	0.004	## 0.036	-0.003	0	-0.034	-0.014	0.021
牧草生育 可能日数	x_9 1	0.023	0.031	0.025	0.008	0.004	## -0.011	0.002	-0.018	-0.013	0.051
K	%(x_4) 0.1	-0.035	-0.069	-0.010	-0.010	-0.002	0.006	## -0.008	0.034	0.031	-0.063
K/Ca+Mg	x_6 0.1	-0.011	-0.024	-0.030	-0.005	-0.013	0.004	-0.003	## 0.029	0.017	-0.063
Ca/P	x_7 0.1	0.075	0.167	0.047	0.021	0.025	-0.013	0.012	-0.075	## -0.081	0.178

+ 各形質の変化量は実際に血清 Mg の値に影響を与える最低の変化量とした。

各形質を通して最終的に引き起される血清 Mg 値の変化量。

太字は左欄の形質の水準が変化したことにより、直接的に生ずる血清 Mg 値の変化。

他は相関反応により間接的に生ずる血清 Mg 値の変化。

この表に示されているように血清 Mg 値に対する各形質の影響は、形質の直接的な影響と相関反応により間接的に生ずる影響の総合から判断すべきものであることが理解できる。

各形質の水準が高まることにより血清 Mg 値に良い影響を与える形質は、Mg、Ca、Ca/P 重量比、平均気温、牧草生育可能日数であり、悪い影響を与える形質は N、P、K、K/Mg+Ca 当量比であるといえる。これら血清 Mg 値に悪い影響を与える形質は、全て反芻胃で Mg が吸収される時の吸収阻害物質である。

春先の牧草中に多量に含有されている N は、ルーメン内のアンモニア濃度を急激に高める。¹⁾ その結果 Mg のルーメン吸収は著しく阻害され、結果的に N が血清 Mg 値を低下させているものと推定される。また、牧草中に含有される P の

大部分は、フィンチ体で存在している。このため摂取された過剰な P は第一胃内にあるマグネシウムイオン (Mg^{++}) と結合し、多量の Mg^{++} を不溶性のマグネシウム塩に変えてしまう。⁷⁾ このため実質的に吸収される Mg が少なくなることにより、結果的に P の過剰が血清 Mg 値の低下に結びついているものと推定される。K の Mg 吸収阻害作用は、K の濃度そのものより、Na : K 比に左右されるといわれており、その比率が 5 : 1 の時 Mg の吸収が最も良いといわれている。¹⁾ このため K の比率が増加すれば Mg のルーメン吸収が弱められ、その結果血清中の Mg も低下するものと推定され、牧草中の K 過剰が結果的に血清 Mg の低下に結びついているものと推定される。

一方気象関係の要因からは平均気温の低下が

低Mg血症性テタニーの発症要因として大きな役割を果していることが理解できる。

寒冷感作は体内脂肪の分解を促進するとともに血中の遊離脂肪酸 (FFA) の増加を引き起す¹⁾。その結果、血中FFAは血中Mgとキレート⁷⁾を形成し血中Mg値を低下させるといわれている。このことから平均気温の低下による血清Mg値の低下する原因は、寒冷感作による脂肪分解刺激ならびにエネルギー代謝の促進による

ものと推定される。

以上述べて来たように血清Mg値の変動は、Mgの摂取量よりむしろルーメン吸収の良否ならびにエネルギー代謝の促進により、引き起されるものと推定された。

春季放牧牛の血清Mg値の予測

表I-17は血清Mg値を推定するために行なった重回帰分析の結果である。

表I-17 血清Mg値推定のための重回帰分析 (変数減少法) の結果

	N%	P%	Mg%	平均気温	Ca%	牧草生育 可能日数	K%	K/Ca+Mg	Ca/P	RY \hat{Y}	R ² %
	(x ₅)	(x ₃)	(x ₁)	(x ₈)	(x ₂)	(x ₆)	(x ₄)	(x ₉)	(x ₇)		
b	-0.199	-4.391	8.327	0.023	3.571	-0.011	-0.082	0.289	-0.810	0.881	77.62
R.C (%)	39.92	73.52	30.80	12.54	6.37	-8.82	4.32	-27.93	-30.70		
b	-0.179	-2.909	8.393	0.028	2.223	-0.007	-0.066	0.338		0.879	77.26
R.C (%)	36.14	48.85	31.13	15.38	3.98	-6.195	3.48	-32.77			
b	-0.231	-2.268	5.386	0.028	0.078	-0.010	0.261			0.872	76.04
R.C (%)	47.36	38.72	20.31	15.72	0.14	-8.16	-14.08				
b	-0.204	-1.718	5.181	0.024	0.051	-0.007				0.861	74.13
R.C (%)	43.01	30.11	20.06	13.46	-0.10	-6.54					
b	-0.173	-1.898	4.757	0.020	-0.002					0.859	73.79
R.C (%)	36.60	33.38	18.48	11.54	-0.003						
b	-0.173	-1.898	4.756	0.020						0.859	73.79
R.C (%)	36.61	33.38	18.48	11.54							
b	-0.224	-1.783	5.280							0.855	73.10
R.C (%)	47.66	31.64	20.70								
b	-0.229	-1.857								0.773	59.75
R.C (%)	59.67	40.33									

b=血清Mg値の各形質に対する偏回帰係数 R.C=血清Mg値推定上の相対的な重要性

RY \hat{Y} =重相関係数 R²(%)=血清Mg値の分散のうち重回帰に帰せられる部分の割合

血清Mg値の分散に寄与する割合の最も大きい形質から順に並べてみるとN、P、Mg、平均気温、Ca、牧草生育可能日数、K、K/Ca+Mg当量比、Ca/P重量比の順であった。また、全形質を用いた場合の重相関係数は0.881と高く、これら9個の形質により血清Mg値の変動の77.6%が説明されることが確認された。

血清Mg値を求める推定式は血清Mg値に対

するこれら全部の形質の偏回帰係数を用いて作れば最も良いが、一般的にはこれら全部の形質を測定することは困難な場合が多いため、より簡単な推定式が望まれる。そこで推定の正確度がさほどそこなわれない限界を見た場合、N、P、Mg、平均気温の4つの形質を用いた推定式が良いと考えられたので、これら4つの形質に対する血清Mg値の偏回帰係数を用いて放牧牛

の血清Mg値を推定するための式を次のように作った。

$$Y = 4.756x_1 - 1.898x_3 - 0.173x_5 + 0.02x_8 + 2.148$$

Y…推定血清Mg値

x_1 …牧草中のMg含量 (DM%)

x_3 …牧草中のP含量 (DM%)

x_5 …牧草中のN含量 (DM%)

x_8 …平均気温

この式にそれぞれの形質の実際に測定された値を代入してやれば、その放牧地に放牧される牛の血清Mg値を推定することができる。

しかしながら、放牧地の平均気温はあらかじめ測定しておくことができないので、放牧予定時期の平年の平均気温を用いて計算しておき、放牧時の実測値との間にずれがあった場合には実測値を代入しなおせば良いと考える。この場合平均気温に対する血清Mg値の偏回帰係数が

0.02であることから、平均気温が1℃変化することにより得られた推定値が0.02変化するものと思えば良い。

例：牧草のMg含量が0.2 Pが0.47

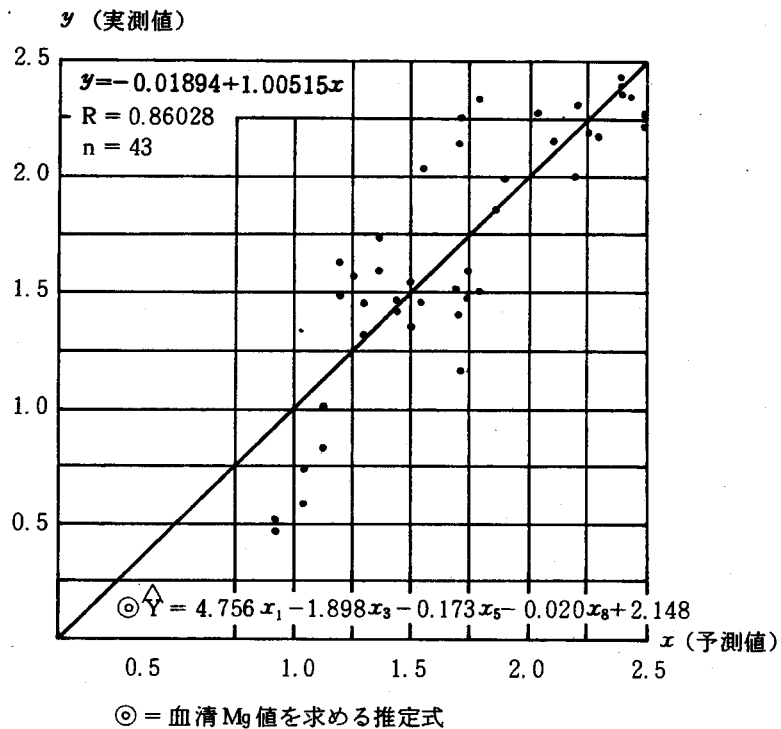
Nが4.47で平均気温の平均値が10℃であった場合

$$Y = (4.756 \times 0.2) + (-1.898 \times 0.47) + (-0.173 \times 4.47) + (0.02 \times 10) + 2.148$$

$$= 0.951 - 0.892 - 0.773 + 0.2 + 2.148 = 1.628$$

実際の平均気温が3℃平年値より低下した場合には、 $1.628 - (0.02 \times 3) = 1.568$ となり逆に上昇した場合には、 $1.628 + (0.02 \times 3) = 1.688$ となる。

この式を用いて1977年～1981年までの血清Mg値を算出し、得られた推定値と実際に測定された血清Mg値との間の相関を示したのが図I-3である。



図I-3 1977年～1981年までの血清Mg値の実測値と予測値の相関

また、放牧牛の血清Mg値が放牧期間中高く推移した年と、中程度に推移した年と、低下した

年の血清Mg値の推定値と実測値を放牧経過日数ごとに比較したものを図I-4に示した。

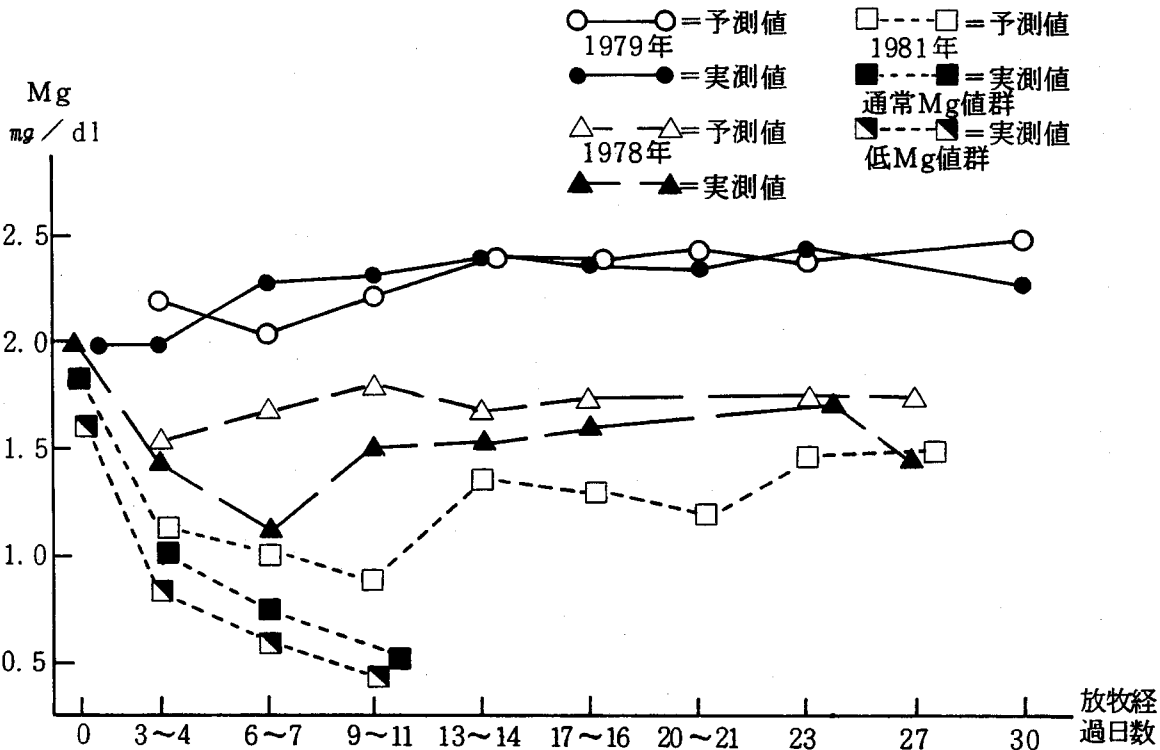


図 I - 4 血清Mg 値の予測値と実測値の関係

図に示すとおり血清Mg 値の推定値と実測値の間には、高い相関がありかなりの正確度で放牛の血清Mg 値が推定できることが確認された。しかしながら、図 I - 4 に見られるように推定された血清Mg 値が高い場合には、実測値との差は少ないが、推定値が低くなるほどその差は広がり、その差の大きさも放牧経過日数が2週間前後までが大きく、その後の差は小さくなっている。このことは放牧2週間までのルーメン状態が牧草に適合していないことからくるものと推定されるので、放牧2週間までの推定値は多少低めに見た方が良く考える。また、推定値が 1.8 mg/dl 以上であればその時の実測値は低Mg 血症性テタニーが発症する危険値まで低下しておらず、推定値が 1.2 mg/dl 以下であれば非常に危険な状態まで実測値が低下している。

このことから、血清Mg 値の推定値が 1.8 mg/dl 以上であればその放牧地では推定に用いた平均気温より、実際の放牧地の平均気温が大中に低下しないかぎり低Mg 血症性テタニーの発症はないものとする。同様に推定値が 1.8 mg/dl 以下 $\sim 1.2 \text{ mg/dl}$ までの場合は発症の危険

性が多少あるといえ、 1.2 mg/dl 以下では発症の危険性がかなり高いと考える。

なお、この推定式は用いたデータが標高 $620 \text{ m} \sim 980 \text{ m}$ の寒冷放牧地の春季のデータであるため、この推定式の適用範囲は同条件の放牧地に限定されるべきものとする。

今後、秋期や低標高等の条件に応じた推定式を作り、発症防止に備えることが必要と考える。

3. 要約

1) 低Mg 血症性テタニー発症牧野の特徴放牧地における低Mg 血症性テタニーの発生要因の第1は、放牧地ならびに放牧環境にある。

ア) 土壌の化学性

置換性MgO、CaOが少なく K_2O が多い。

このため $\text{K}_2\text{O} / \text{MgO}$ 比が著しく低下している。

イ) 施肥による土壌の変化

苦土、石灰を施肥することなく草地化成N

(2) : P_2O_5 (1) : K_2O (1) のみの施肥では、5年後には低Mg 血症性テタニー発症しやすい土壌となり、 K_2O の多施用は土壌の悪化速度を早める。

ウ) 牧草中のミネラル含量

Mg、Ca含有量が少なく、N含有量が多くK / Ca + Mg 当量比が高い。

エ) 牧草地の植性

or、Ti 等の一般的にMg、Ca含有量の少ないイネ科牧草の割合が多く、Mg、Ca含有量の多いマメ科牧草の割合が極端に少ない。

オ) 気象状況

放牧時の平均気温が10℃以下で気温の不安定な冷湿な気象条件が続く。

カ) 放牧時期および放牧地の飼料草

低Mg血症性テタニーの多発する時期は早春晩秋であり、牧草地が大部分を占める放牧地に放牧された時に発症することが多い。

2) 低Mg血症性テタニーの発症しやすい放牧牛の特徴

発症要因第2は放牧牛個体の側にある。

ア) 子付の繁殖牛である。

イ) 放牧時の泌乳量が多い。

ウ) 高年齢牛ほど発症する確率が高い。

エ) 舎飼期の栄養状態が悪い。

オ) 放牧前の血清Mg値が低い牛ほど発症する確率が高い。

カ) 放牧馴致がほとんど行なわれていない。

低Mg血症性テタニーの発症要因を現象面から捕えると以上のように要約される。

3) 低Mg血症性テタニーの発生予知

放牧牛の血清Mg値を推定することにより、低Mg血症性テタニーの発生予知技術を確立した。

牧草のミネラル成分および放牧環境を用いて行なわれた重回帰分析の結果からは、春季における低Mg血症性テタニーの発症要因は、牛体に摂取されるMg量も大きな要因であるが、むしろMgのルーメン吸収を阻害するN、Pの摂取量ならびにエネルギー代謝を促進する低温が最も大きな要因であろうと推定された。

また、分析により得られた結果から放牧牛の血清Mg値の推定式を作った。

$$Y = 4.756x - 1898x^3 - 0.173x^5 + 0.02x^8 + 2.148$$

Y…推定血清Mg値

x₁…牧草中のMg含量(DM%)

x₂…牧草中のD含量(DM%)

x₃… " N含量(DM%)

x₄…平均気温(DM%)

この式から得られた血清Mgの推定値と実際に測定して得られた血清Mg値を比較したところ、両者の間には高い相関があり、かなりの正確度で放牧牛の血清Mg値を推定することが可能であった。

この結果から、推定値で血清Mg値が1.80 mg / dl以上であれば低Mg血症性テタニーの発症する危険性はなく、1.80 mg / dl以下～1.20 mg / dlであれば低Mg血症性テタニーが発症する可能性があり、1.20 mg / dl以下であれば発症する危険性がかなり高いと推定された。

但し、この推定式は高標高の寒冷放牧地のデータを用いて作られたものであるため、その適用範囲は同条件の放牧地に限定されるべきものと考えられる。

II 放牧地における低Mg血症性テタニ一の防止対策

1. 野草、樹葉の利用が放牧牛の血清

ミネラル組成に及ぼす影響

1) 試験方法

表 I - 7 放牧方法

年次	月日	7 月 10 20	8 月 10 20	9 月 10 20	10 月 10 20
51	7/8	←-----→ I、II、III、IV区	←-----→ II区	-----→ III区 -----→ IV区	-----→ 10/21
52			8/24 ←-----→	-----→	-----→ 10/18
53			8/22 ←-----→	-----→ I区 -----→ II区	-----→ 10/11 -----→ III区

←-----→ 試験期間

-----→ 野草地放牧期間

対照区は、各年全試験期間中牧草地に放牧

供試牛：日本短角種子付牛、供試頭数：各年各区8頭（51年各区6頭）

調査項目：牧草、野草、樹葉、血清のミネラル成分および気象

2) 結果および考察

ア) 野草のミネラル含量

表 I - 7 に示したとおり草本類、木本類共にイネ科、カヤツリ草科を除いては野草は牧草よりミネラルバランスが良好であり、ミネラル補給上の飼料草としては非常に良いものであった。

イ) 野草、樹葉の利用が血清ミネラル濃度に及ぼす影響

表 II - 1、図 II - 1、2 に示すように血清 Mg 濃度は、野草地放牧により有意の上昇を示し、牧草地放牧では有意の低下を示している。

また、放牧地放牧群で血清 Mg 濃度が低下している同時期においても野草地放牧群の血清 Mg 濃度は低下していない。このことから、野草、樹葉を利用することにより放牧牛の血清 Mg 濃度は維持、上昇することが確認され、野草地の放牧利用が秋季における低 Mg 血症性テタニ一の適切な防止方法の一つであることが確認された。

表 II - 1 野草地組み合わせ別放牧牛の血清Mg 値の変動 (1976年)

区 分	N		7.9	7.28	8.12	8.26	9.10	9.24	10.21
対 照 区	6	X	2.42	2.45	2.58	2.55	2.17	2.10	2.67
		S D	0.25	0.10	0.22	0.16	0.12	0.17	0.12
牧 草									
野草地組合 (I)	6	X	2.47	2.68	2.67	2.52	2.20	2.15	2.57
		S D	0.20	0.19	0.16	0.19	0.21	0.16	0.16
			牧 草	野 草	牧 草	野 草			
草 地 組 合 (II)	6	X	2.33	2.73	2.42	2.77	1.95	2.00	2.60
		S D	0.27	0.24	0.44	0.29	0.34	0.38	0.28
			牧 草	野 草	牧 草	野 草	牧 草		
野草地組合 (III)	6	X	2.32'	2.70	2.45	2.70	2.60	2.02	2.53
		S D	0.22	0.23	0.29	0.25	0.31	0.13	0.25
			牧 草	野 草	牧 草	野 草	牧 草		
野草地組合 (IV)	6	X	2.33	2.82	2.55	2.67	2.58	2.62	2.63
		S D	0.48	0.33	0.21	0.23	0.31	0.38	0.33
			牧 草	野 草	牧 草	野 草	牧 草		

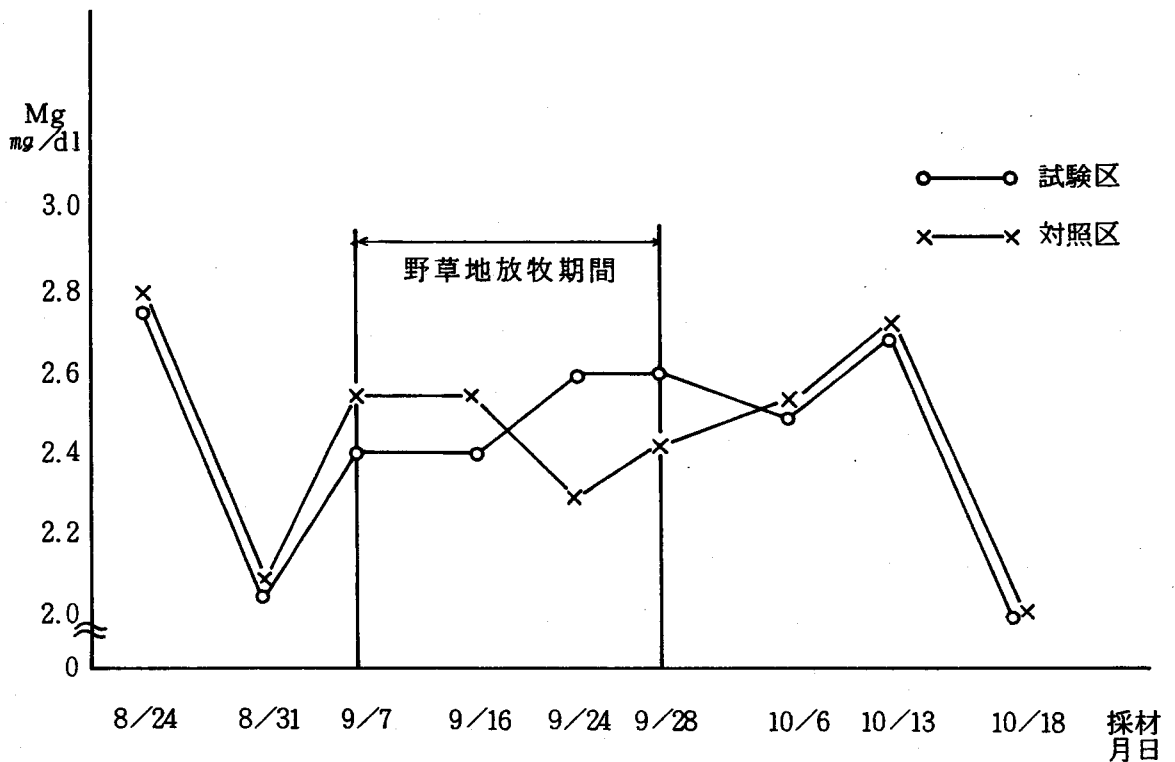


図 II - 1 血清Mg値の変動 (1977年)

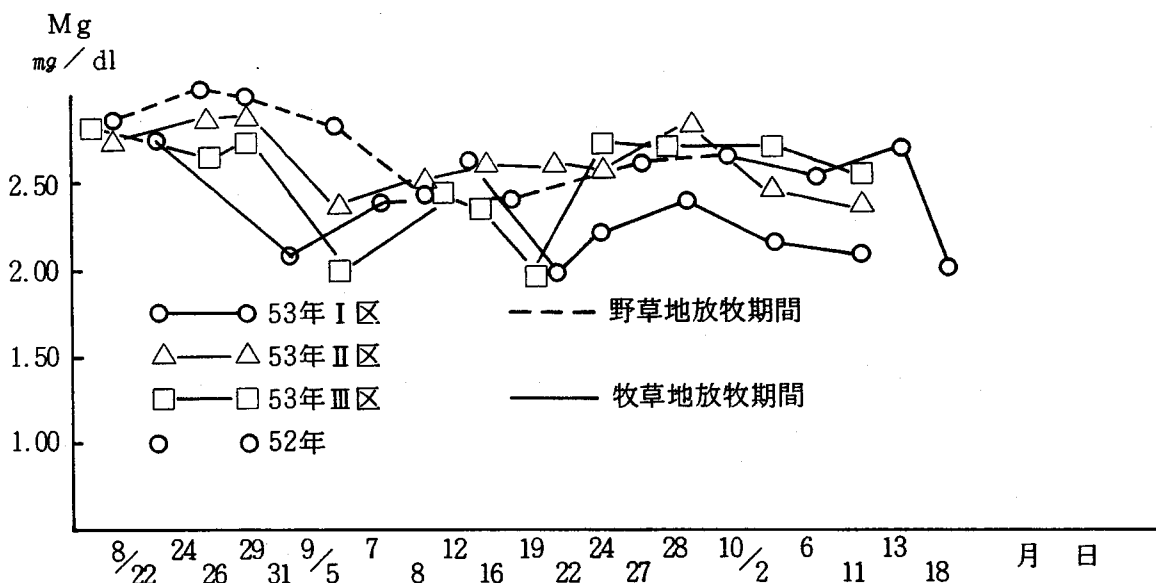


図 II - 2 野草地放牧による血清 Mg の変動

ウ) 野草地放牧開始時期の目安

表 II - 2 に示したようなミネラル成分を含有する牧草地に放牧された牛群の血清 Mg 値の低下時期は、図 I - 2 に示したように半月期の平均気温が前半旬期の平均気温より 2~3°C 低下する時期、もしくは平均気温が 10°C 以下に低下する時期とほぼ一致する。また、図 II - 3 に示

すような春季の 5 ヶ年間の平均気温と血清 Mg 値の間には有意の相関があり、平均気温が 10°C 以下になると血清 Mg 値も 1.5 mg / dl 以下に低下している。

このことから、ミネラル補給を目的とした野草地の利用開始時期は、平均気温が前半旬期より 2~3°C 低下する時期、もしくは平均気温が 10°C 以下に低下する時期を目安とすれば良いものとする。

表 II - 2 1978 年、1980 年供試 混播草の成分 (牧草放牧区)

区分	採取月日	放牧区	成分 (DM%)					Ca / P	K / Ca + Mg 当量比
			N	P	K	Ca	Mg		
一九七八年	8 / 31	10号畑	2.85	0.35	3.89	0.29	0.20	0.83	3.31
	9 / 3-12	15牧区	3.33	0.25	3.41	0.37	0.25	1.43	2.30
	10 / 4	11牧区	2.93	0.32	3.15	0.36	0.23	1.13	2.23
	10 / 6	12牧区	2.81	0.28	3.82	0.32	0.23	1.14	2.87
	10 / 11	15牧区	2.49	0.27	3.02	0.36	0.22	1.33	2.20
		X	2.88	0.29	3.46	0.34	0.23	1.18	2.58
	入	0.30	0.04	0.39	0.03	0.02	0.24	0.49	
一九八〇年	9 / 11	10-1	2.34	0.31	3.47	0.33	0.15	1.06	3.23
	9 / 25	10-2	2.31	0.28	3.84	0.31	0.15	1.09	3.58
		X	2.33	0.30	3.66	0.32	0.15	1.08	3.41
		入	0.02	0.02	0.26	0.01	0	0.02	0.25

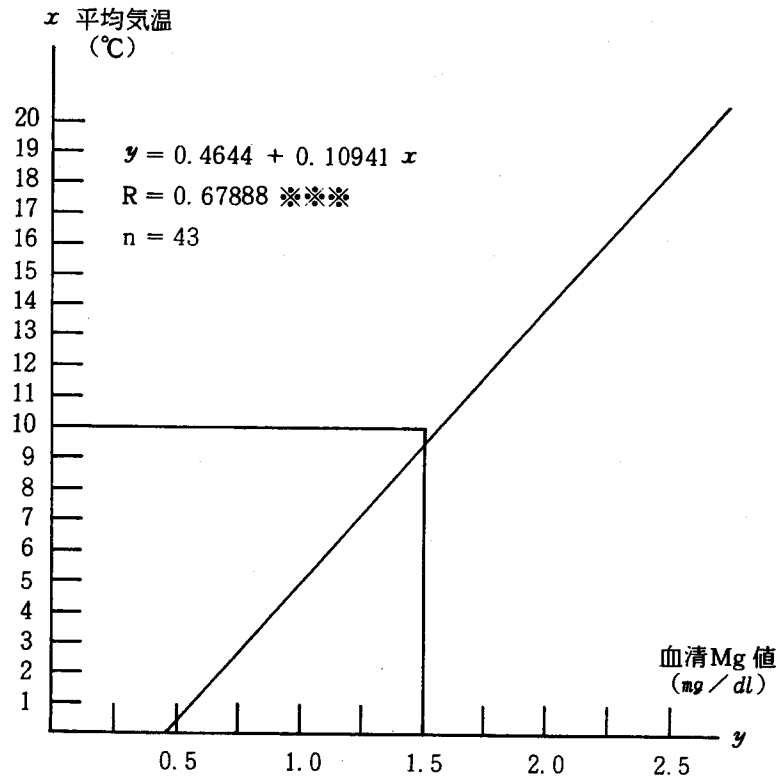


図 II - 3 平均気温と血清Mg値の相関

エ)野草地の利用期間

ることから、野草地の利用期間は4週間程度で良いものとする。

図 II - 4 に示すように牧草地放牧で血清Mg値が減少している期間は約2~4週間程度である

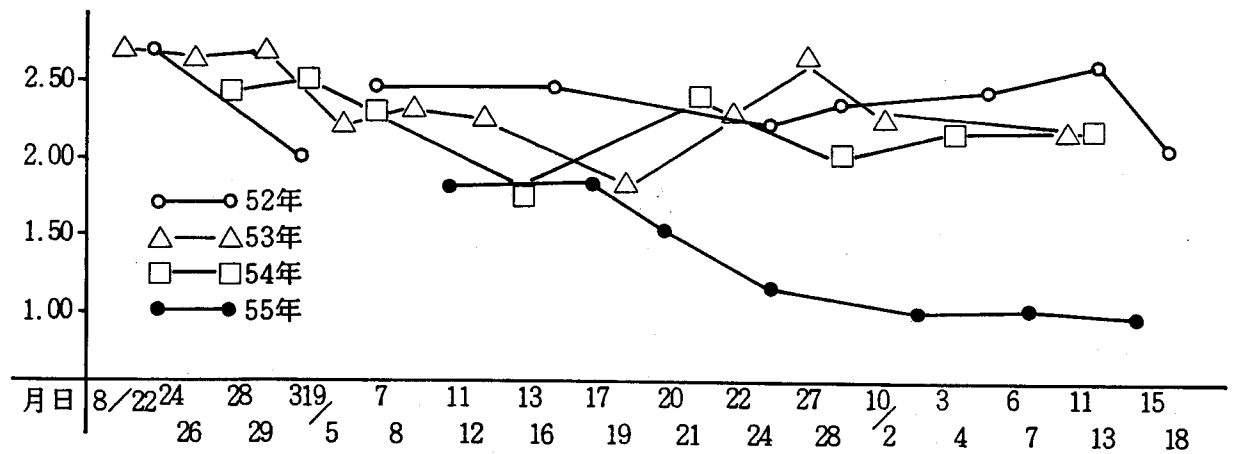


図 II - 4 牧草地放牧期間の血清Mgの変動

3) 要約

野草、樹葉の放牧利用による低Mg血症性テタニーの防止技術を確立した。

により牛体の血清Mg濃度は上昇もしくは維持されることが確認されたことから、秋期の低Mg血症性テタニーの防止に野草地放牧が有効であることと、第2に野草地の放牧開始は平均気温が前半旬期より2~3℃低下する時期、も

その内容の第1は野草、樹葉の大部分はミネラルバランスが良好であり、これらの放牧利用

しくは10°C以下になる時期を目安とし、また利用期間は約4週間程度でよいということである。

2. 牧草と野草、樹葉の組合せ利用が放牧牛の血清ミネラル組成に及ぼす影響

1) 試験方法

ア) 供試牛

日本短角種子付牛

イ) 供試頭数

各年各区8頭(1979年のⅡ区のみ7頭)

ウ) 供試放牧地

試験区はキク科、バラ科、イネ科が主体の低木雑草型の野草地にオーチャードグラス(or)が主体の混播草地を点在させるように配置した放牧地である。

対象区となる牧草放牧区はor、チモシー(Ti)が主体でマメ科牧草の割合が5%前後ときわめて少ない混播草地である。

放牧方法

草地化率 %	年次	8月		9月			10月			11月	
		10日	20日	1日	10日	20日	1日	10日	20日	1日	10日
37.5 20.0	53		←ポ		×ポ+ヤ			→			
22.5 7.4	54		←		ポ+ヤ			→			
22.5	55				←ポ+ヤ			→			
43.4	56							←ポ+ヤ			→

←ポ→ 牧草地 ←ポ+ヤ→ 野草、牧草、組合他

※対象区は牧草地だけに同期同放牧

55年は、牧草放牧区のⅡ区に9/17~15/11までトウモロコシ(圧ベン)2kg/1頭給与

エ) 調査項目

血清、牧草、野草のミネラル変動

2) 結果および考察

ア) 牧草と野草、樹葉の組合せ利用が放牧牛の血清ミネラルに及ぼす効果

表Ⅱ-3に示したように放牧草の推定採食可能草量は野草地組合せ牧区の方が少なく、放牧のミネラル含量は表Ⅱ-4に示すとおり牧草放牧群の方が少し悪い状態にあったが、両群の牧草成分は共に正常値と比較した場合、Mg、Ca含量が少なくミネラルバランスの良いものではなかった。このような放牧地に放牧された牛群の血清ミネラルの変動を示したのが表Ⅱ-5、図Ⅱ-5である。

野草地組合せ群の血清Mg値は牧草放牧群に比べ有意に高い値を示し、放牧期間中有意の低下も示さずほぼ正常な範囲内で推移した。

これに対し、牧草地放牧群では血清Mg値に有意の低下が認められ、その値も低Mg血症性テタニーの発生直前まで低下した。

このことから牧草と野草、樹葉の組合せ放牧による低Mg血症性テタニーの予防効果は、組合せる野草地が低木雑草型の野草地で牧草地の割合が22%以内であるならば非常に高いものであることが確認された。

血清Ca、P、K値の変動は両群共に正常値の範囲内で推移し、両群間における有意差はなかった。

表Ⅱ-3 推定採食可能草量と血清Mg値の変化(1980年)

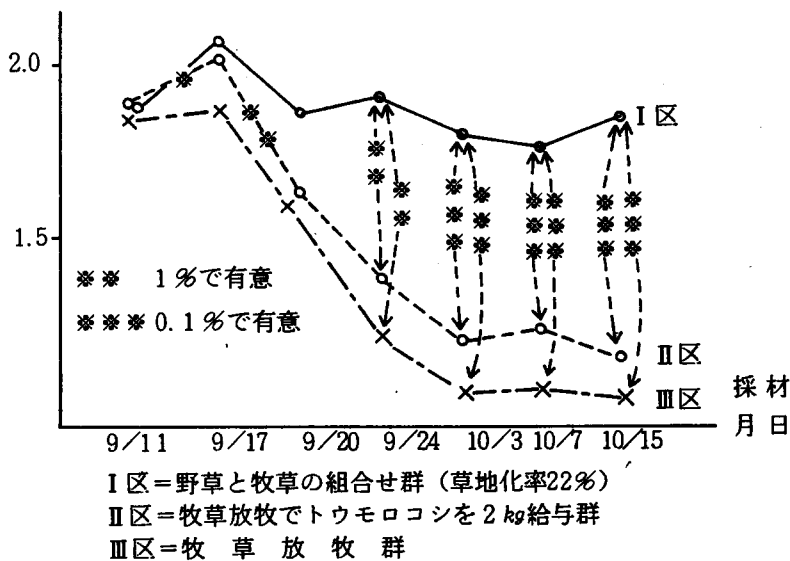
月日	牧草地放牧				野草組合せ放牧					
	Mg値		期間	1日1頭当り 利用可能草量	月日	Mg値 1区	期間	1日1頭当り利用可能草量		
	Ⅱ区	Ⅲ区						牧草	野草	合計
9月11日	1.90	1.86	9/11	146 kg	9月11日	1.90	9/11-9/19	59.5	47.7	107.2 kg
9月14日	2.05	1.89	}		9月14日	2.11	9/18	45	25	70 kg
9月20日	1.62	1.58	9/24		9月20日	1.89	9/19-9/26	52.4	6.8	59.2 kg
9月24日	1.33	1.16			9月24日	1.92	9/27-10/2	31.7	21.8	53.2 kg
10月3日	1.13	0.99	9/25	63 kg	10月3日	1.79	10/3-10/6	27	1.5	28.5 kg
10月7日	1.17	1.00	}		10月7日	1.77	10/4-10/13	26.9	11.8	38.7 kg
10月15日	1.08	0.96	10/15		10月15日	1.86				

表Ⅱ-4 放牧草のミネラル含有率(DM%) (1980年)

項目			N	P	K	Ca	Mg	Ca/P	K/Ca +Mg 当量比
牧草・ 組合せ 樹葉 区野	牧草 (混播草)	n	6	6	6	6	6	6	6
		x	2.49	0.27	3.27	0.29	0.19	0.98	2.85
		α	0.44	0.03	0.62	0.04	0.02	0.18	0.69
	野草	n	8	8	8	8	8	8	8
		x	2.28	0.14	1.55	1.24	0.34	3.22	0.44
		α	0.71	0.05	0.84	0.52	0.08	1.46	0.32
牧草 区 牧	牧草 (混播草)	n	2	2	2	2	2	2	2
		x	2.33	0.30	3.66	0.32	0.15	1.08	3.41
		α	0.02	0.02	0.26	0.01	0	0.02	0.25

表Ⅱ-5 血清ミネラルの変動

無機 月日	区分 成分	Ⅰ 区				Ⅱ 区				Ⅲ 区			
		Mg	Ca	I-P	K	Mg	Ca	I-P	K	Mg	Ca	I-P	K
9月11日	X	1.90	9.10	5.66	4.37	1.90	9.05	5.9	4.99	1.86	8.95	5.23	4.60
	SD	0.21	0.18	0.90	0.43	0.10	0.39	0.24	0.24	0.21	0.34	0.65	0.57
9月17日	X	2.11	9.70	4.73	4.74	2.05	9.19	5.09	5.09	1.89	9.05	5.29	4.87
	SD	0.21	0.40	1.14	0.75	0.12	0.64	0.53	0.42	0.27	0.61	0.54	0.37
9月20日	X	1.89	8.76	4.73	4.13	1.62	9.06	4.94	4.23	1.58	9.1	4.86	3.91
	SD	0.19	0.73	0.67	0.43	0.34	0.46	0.64	0.26	0.47	0.27	0.87	0.35
9月24日	X	1.92	8.95	4.89	5.13	1.33	9.41	4.84	5.53	1.16	9.21	4.50	5.11
	SD	0.3	0.50	0.70	0.55	0.43	0.38	0.46	0.37	0.43	0.40	0.87	0.65
10月3日	X	1.79	9.21	4.81	4.53	1.13	8.90	5.49	4.70	0.99	8.89	5.34	4.72
	SD	0.21	0.38	0.88	0.35	0.30	0.39	0.94	0.49	0.20	0.62	0.60	0.32
10月7日	X	1.77	8.84	3.86	4.51	1.17	8.83	6.25	4.78	1.00	8.86	5.65	4.79
	SD	0.28	0.58	0.58	0.58	0.29	0.45	0.45	0.31	0.19	0.20	0.69	0.40
10月15日	X	1.86	9.24	4.89	4.19	1.08	8.90	6.10	4.41	0.96	8.74	5.9	4.36
	SD	0.24	0.39	1.10	0.39	0.21	0.32	0.76	0.19	0.25	0.32	0.09	0.33



図II-5 血清Mgの変動 (1980)

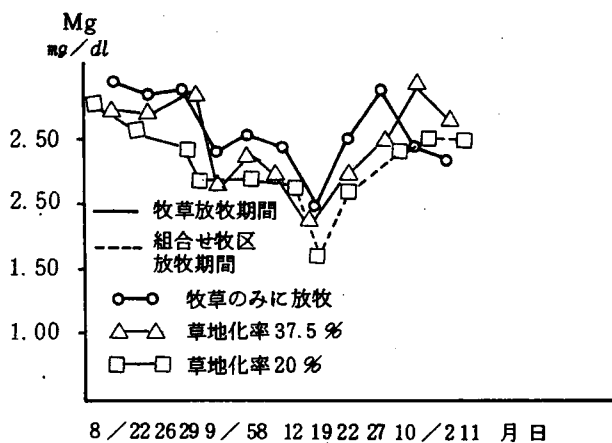
イ) 組合せる野草地の草質が放牧牛の血清ミネラルに及ぼす影響

供試牧区の飼料草のミネラル成分を表II-6に示し放牧牛群の血清ミネラル成分の変動を図II-6に示した。組合せた野草地はススキ、ササが主体の林内野草地であったため、野草の生産量も少なく、質的にも悪かった。

このため野草組合せ群の血清Mg値は、牧草放牧群と同様な推移を示し、図II-5に示した低木雑草型の組合せと比べ、その効果に大きな差が認められた。このことから、組合せる野草地の植生がススキ、ササのようにMg含量の少ないもの場合は、低Mg血症の予防効果はかなり低下するものと推定された。

表II-6 飼料草のミネラル含有率 (1978年)

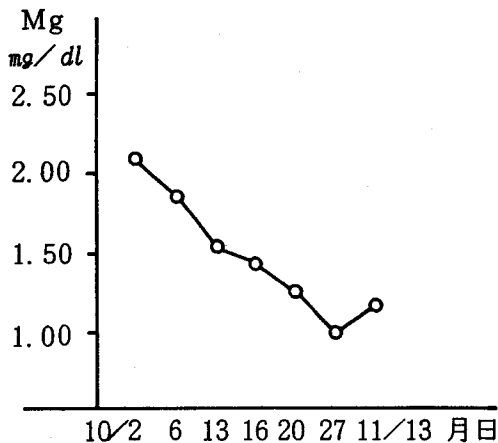
サンプル 採材月日	放牧 地	成分 (DM%)					Ca / P	K/Ca+ Mg 当量比	使用区および使用期間
		N	P	K	Ca	Mg			
8 / 22	10号畑	2.85	0.35	3.89	0.29	0.20	0.83	3.13	8 / 22~9 / 8全区
9 / 8	15-1	3.33	0.25	3.41	0.37	0.25	1.48	2.30	草地化率20%区
9 / 12	15-2	2.49	0.27	3.02	0.36	0.22	1.33	2.20	草地化率37.5%区
9 / 8	野草 7牧区	1.39	0.11	1.54	0.36	0.18	3.27	1.23	9 / 8~10 / 11草地化率20% 27.5%区
9 / 21	10号畑	2.93	0.32	3.15	0.36	0.20	1.13	2.23	9 / 8~10 / 11牧草放牧区



図III-6 血清Mgの変動 (1978年)

ウ) 組合せる牧草地の割合とその配置方が放牧牛の血清ミネラルに及ぼす影響

野草地組合せ牧区における牛群の日の出から日没までの採食行動は、野草地内にI区画面積の小さい牧草地を数カ所に点在させた牧区では、野草と牧草の採食時間は半々であった。しかし、牧草地のI区画面積が大きく、牧草地と野草地を2分した牧区で、しかも、牧草地割合が43%に増加した牧区では、牧草地に草量が多いところは牧草採食時間が9割を占め、草量が減少した時点でも野草の採食時間は全採食時間の30%程度でその利用率は悪かった。この結果は図II-7の草地化率を43%に増加し、牧草地と野草地を2分した型の牧区に放牧した時の牛群の血清Mg値の変動となって表われている。図に示されているように放牧時期が少し遅いということもあるが、血清Mg値は低下していく一方であり、低木雑草型の野草地を組合せても草地化率が高すぎたり牧草が大面積で一カ所に集中している場合は、血清Mg値を維持、増加させる効果は低下するものと考えられる。



図II-7 草地化率43%牧区に放牧した時の血清Mg値の変動(1981)

エ) エネルギー補給が血清Mg値に与える効果

エネルギー供給量を高めることによるMgの吸収促進の機序は、ひとつにはルーメン内の揮発性脂肪酸(VFA)と炭酸ガス(CO₂)濃度

を上昇させることによるルーメン壁からのMgの吸収促進であり、もうひとつは微生物による蛋白合成能が高まることによるMgの吸収抑制作用の減弱であるといわれている¹⁾。

そこでエネルギー価を高める目的で圧ペントウモロコシを日量1頭当り2kgを23日間給与した。この時の血清Mg値の変動を示したのが図II-5のII区である。

図に示したように血清Mg値は牧草のみを採食したIII区より多少高い値を示しているが、その差は有意のものではなく、その程度のエネルギーの補給ではその効果に疑問が持たれた。

3) 要約

低Mg血症性テタニー防止のための野草地のタイプと、それに組合せる牧草地の比率ならびにその配置を明らかにした。

低木雑草型野草地の植生はバラ科、キク科の野草が多く、これに樹葉が加わった形のものであるため、そのミネラル組成もCa、Mg含量が多く、N、P、K含量が少なくK/Ca+Mg当量比も低い。したがって、ミネラルバランスの良い野草地であるといえよう。

このような野草地に牧草地を数カ所に20%前後の割合で点在させた場合、野草の利用率も高く、その結果図II-5に示したように利用した牛群の血清ミネラルは、ほぼ正常に推移し、同時期に牧草地に放牧された牛群の血清Mg値より有意に高い値を示した。

このことから、低木雑草型の野草地に牧草地を20%前後の割合で点在させた形の組合せ牧区であれば、低Mg血症テタニーの発症は防止できるものと考えられる。

3. Mg 入り配合飼料給与による低Mg血症

性テタニーの予防効果

1) 試験方法

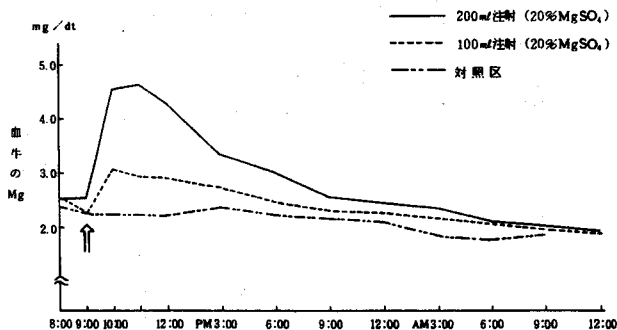
ア) 試験区分

年度	区分	供試牛	1群の頭数	供試頭数	試験期間	処理内容	給与期間	給与方法	給与量	放牧開始	放牧方法	施肥(10a/kg)	使用牧区数	使用草地面積				
52 53	I II III IV V	日本	40	各区 6	52年4/26 ~6/7	MgO入り 飼料給与	4/26~5/23 5/10~5/23 4/26~5/9	個別	1	5/10	輪換	草地化成 (211)	52年 7 53年 9	52年 17.8 ha				
					53年4/26 ~6/13	無給与	5/17	20						53年 24.5 ha				
					54年5/9 ~6/23	MgO入り 飼料給与	54年 5/17~6/13 55年 5/12~6/5	草接 地山 に ず 直 み						1 頭 1 kg	54年 5/24 55年 5/23	輪 換 定 置	草地 化成 (211)	54年 8 60.8 ha
					55年5/7 ~6/18	無給与	55年 5/23	20										1 54 55 6ha 3ha
					4/26	MgO入り 飼料給与	4/30~5/29	個別										5/16
6/13	無給与		20	1 16.5 ha														
4/23 6/11	血 清 Mg 値	低レベル 高レベル 低レベル 高レベル	Mg給与 個別	4/28~5/22	5/6	輪 換	草地 化成 (211)	4 16.5 ha										

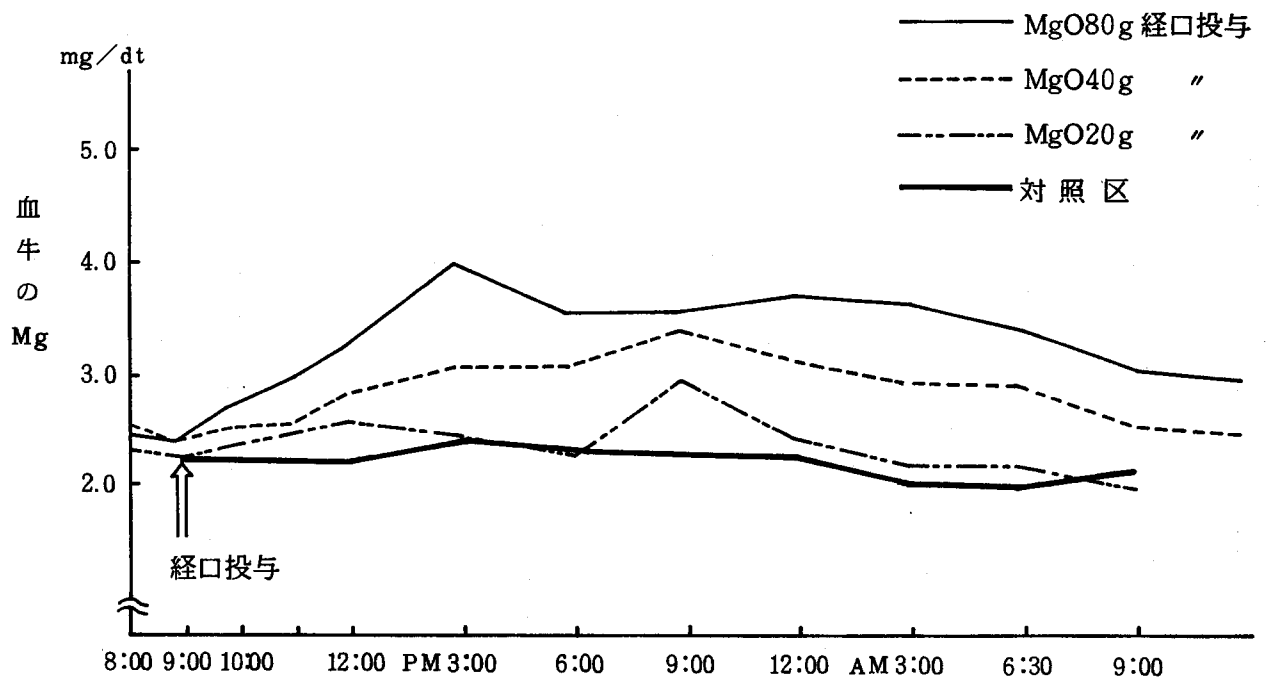
※供試MgO添加配合飼料の内容その他については表II-7に示すとおりである。

※Mg入り配合飼料の放牧時の給与期間を2~3週としたのは、低Mg血症性テタニーの発生が同時期に集中しているためである。また、添

加飼料の型をとったのは、図II-8、9に示すように、投与されたMg剤の効果は持続性がなく、24時間後には投与前の血清Mg値まで低下する。



図II-8 MgSO₄ Solution 皮下注射試験



図Ⅱ-9 MgO経口投与試験

このため予防には連日の投与が必要となり、したがって簡便に投与できる方法としてMg入配合飼料が合理的と考えられたからである。

イ) 調査項目
 土壤、牧草、血清のミネラル成分、気象

表Ⅱ-7 Mg入配合飼料の配合割合

材	量	配合割合	備考
大	麦	30 %	全粒粉碎2 m/m パス
小	麦	21.6 %	
フ	スマ	30 %	豚脂又は鶏脂
大	豆粕	7 %	
動	物性油脂	2 %	
糖	蜜	3 %	
炭	酸カルシウム	2 %	
酸	化マグネシウム	3.3 %	
食	塩	1 %	
ビ	タミンA D E 剤	0.1 %	
合	計	100 %	

TDN・69 DCP・11 7m/mペレット

(農林水産省畜試 浜田氏試作)

2) 結果および考察

ア) Mg入り配合飼料の給与効果

表Ⅱ-8に示すように供試放牧地の土壤の化学性は置換性MgO含量が少なく、K₂O含量が

多くMgO/K₂O比も低い。また、表Ⅱ-9に示すかうに牧草成分もCa、Mg含量が少なくN、K、P含量が多く、K/Ca+Mg当量比も高くなっている。

表Ⅱ-8 供試放牧地の土壌の化学性 (mg/100g) (1981)

区分	採材深度	P H (H ₂ O)	置換性塩基			MgO / K ₂ O	有効リン酸	T-N %
			CaO	MgO	K ₂ O			
9号畑	0~5	4.82	51.0	7.1	28.3	0.25	5.36	0.88
	5~10	4.95	67.5	6.3	23.5	0.27	2.08	0.74
10-1枚区	0~5	5.06	95.0	12.0	38.0	0.32	4.96	0.98
	5~10	5.19	135.0	10.6	29.8	0.36	2.24	0.76
10-2枚区	0~5	5.18	82.5	12.0	35.2	0.34	6.56	0.91
	5~10	5.35	92.5	8.0	26.3	0.30	2.08	0.62
11枚区	0~5	4.54	86.3	12.0	41.8	0.29	8.16	1.13
	5~10	4.80	80.0	8.0	31.0	0.26	3.44	0.80

表Ⅱ-9 供試放牧地の牧草成分 (混播草)

5月6日~6月9日までの平均 (DM%) (1981)

区分		Mg	Ca	P	K	N	Ca/P	K/Ca+Mg 当量比
9号畑	\bar{X}	0.13	0.23	0.47	3.66	4.92	0.57	3.86
	S D	0.02	0.09	0.08	0.28	0.87	0.14	0.54
10-1枚区	\bar{X}	0.13	0.24	0.47	3.65	5.24	0.51	4.17
	S D	0.01	0.10	0.01	0.42	0.37	0.01	0.66
10-2枚区	\bar{X}	0.12	0.24	0.45	3.70	4.87	0.56	4.41
	S D	0.03	0.05	0.10	0.05	0.81	0.15	0.62
11枚区	\bar{X}	1.17	0.27	0.49	3.98	5.4	0.56	3.73
	S D	0.03	0.04	0.07	0.14	1.44	1.44	0.17

次に放牧時の気象状況を表Ⅱ-10に示した。放牧開始から低Mg血症性テタニー発症までの平均気温は7℃と低く、日照時間も短かく小雨まじりの低温で冷湿な気象条件であった。

表-10 低Mg血症発症時の気象状況 (1981)

月 日	平均 気温	最高 気温	最低 気温	日気温 差	風速 m/S	降水量 mm/day	日照 時間
4月11日~4月20日	1.79	6.49	-3.47	9.94	2.33	3.3	6.78
4月21日~4月30日	7.00	12.88	-0.76	13.64	2.49	0.21	7.41
5月8日~5月10日	7.80	13.2	1.4	11.76	1.80	3.9	6.23
5月11日~5月20日	5.53	9.8	1.25	9.17	1.96	5.6	4.55
5月21日~5月31日	8.41	13.95	1.25	12.69	2.55	3.2	5.95
6月1日~6月11日	11.1	16.15	5.70	10.44	1.28	0.72	5.10

これに加え表Ⅱ-11に示したように放牧開始から低Mg血症性テタニーが発症するまでの期間に採食されたと推定される生草の量は、平均

で約50kgであり、早春の牧草の水分含量が85%前後あるものとすれば、摂取された幹物量としては1日当たり約7.5kgで少ない。

表Ⅱ-11 供試放牧地の草生状況

牧区名	入牧期間	面積 (ha)	入牧時		現存草量 (kg/10a)	入牧期間 の生産量 (kg/10a)	1頭当りの 採食可能 草量 (kg)	推定利 用 率 (%)	推定採 食 量 (kg)
			草丈 (cm)						
			or	wc					
10-1	5/6~7(2日)	3.9	14.8	-	83.8	11.5	58.1	65	38
10-2	5/8~11(3.5)	3.9	17.7	-	122.6	27.2	52.2	75	39
9号畑	5/12~14(3.5)	3.8	20.7	-	276.1	37.6	113.5	60	72
11枚区	5/15~17(3日)	3.0	19.4	-	203.8	24.5	108.7	65	71
10-1	5/18~21(4日)	3.9	19.6	-	232.6	16.4	104.1	65	68
10-2	5/22~24(3日)	3.9	22.6	6.9	183.0	39.7	103.4	65	67
9号畑	5/25~29(5日)	3.8	25.3	7.8	425.2	124.9	149.3	60	90

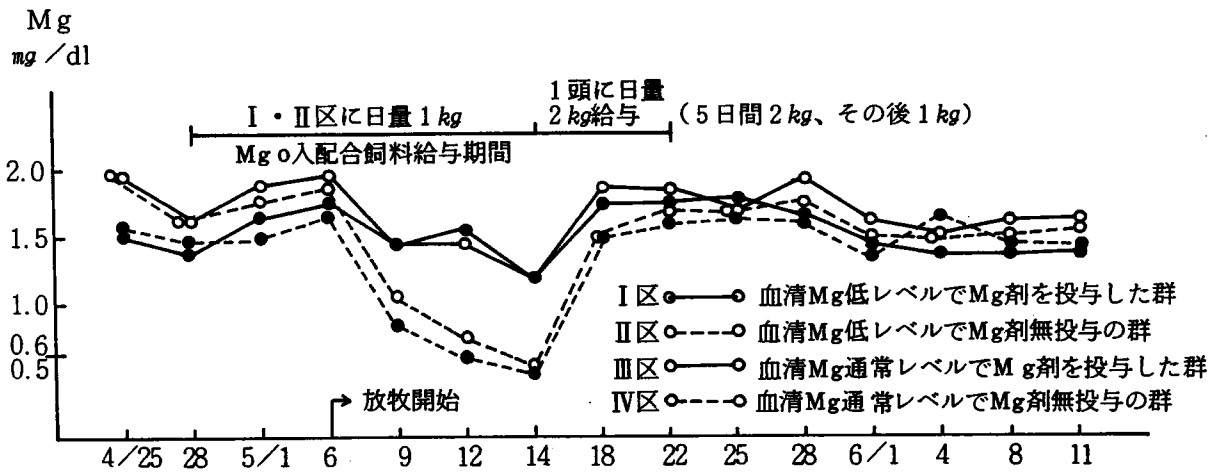
注：入牧期間の生産量は萌芽生育開始を4月21日として計算した。

このように試験に用いた放牧地の放牧環境は、放牧地の土壌、牧草、気象、草生状況のいずれの要因をとってもきわめて低Mg血症性テタニーの発症しやすい状況下にあったといえる。このような放牧条件下であったが、表Ⅱ-12に示すような処理内容で放牧した牛群の血清Mg値

は、図Ⅱ-10、表Ⅱ-12、13に示したように、Mg入り配合飼料無給与の対照群に比べ、給与群では血清Mg値の低下は見られるが、対象群より有意に高い値を示し発症する値にまで至らなかった。その結果対象群に多数の発症牛を出しながら、給与群では1頭の発症牛もなかった。

表Ⅱ-12 放牧牛群の処理内容および群別低Mg血症発生状況

区 分	処 理 内 容				供 頭 試 数	入 牧 時				入血Mg 牧清植 時 (mg/dl)	発血Mg 症清植 時 (mg/dl)	発頭 症数	死頭 廃数	備 考
						母年	栄 度	産	子 日					
						牛令	養	次	牛 令					
I	血清 マグ ネシ ウム (Mg) 値	\bar{x} 1.47	Mg 入 飼 料 給 与	低レベ ル群	日本 短 角 種 子 付 牛	\bar{x} 8.9	\bar{x} 4.12	\bar{x} 7	\bar{x} 20.6	\bar{x} 1.72	\bar{x} 1.16	0	0	-
		Σ 0.26				Σ 2.9	Σ 0.79	Σ 2.76	Σ 5.31	Σ 0.23	Σ 0.26			
II		\bar{x} 1.98	無 給 与	通常レ ベル群		\bar{x} 8.4	\bar{x} 4.07	\bar{x} 5.85	\bar{x} 31.85	\bar{x} 1.92	\bar{x} 1.16	0	0	-
		Σ 0.14				Σ 2.1	Σ 0.49	Σ 2.11	Σ 7.85	Σ 0.17	Σ 0.30			
III		\bar{x} 1.54		低レベ ル群		\bar{x} 8.6	\bar{x} 4.10	\bar{x} 6.57	\bar{x} 27.0	\bar{x} 1.63	\bar{x} 0.47	6	3	5/13 2頭発症 (放牧8日目) 5/14 4頭発症 (放牧9日目)
		Σ 1.11				Σ 2.4	Σ 0.20	Σ 2.50	Σ 14.0	Σ 0.08	Σ 0.11			
IV		\bar{x} 1.75		通常レ ベル群		\bar{x} 7.4	\bar{x} 4.01	\bar{x} 5.12	\bar{x} 30.0	\bar{x} 1.83	\bar{x} 0.52	5	1	5/13 1頭発症 (放牧8日目) 5/14 4頭発症 (放牧9日目)
		Σ 0.13				Σ 2.1	Σ 0.64	Σ 2.10	Σ 10.15	Σ 0.22	Σ 0.13			



図II-10 血清ミネラルの変動 (1981)

表II-13 血清Mgの区間差 (対III区比)

採材月日 区分	4月23日	4月28日	5月1日	5月6日	5月9日	5月12日	5月14日	5月18日	5月22日	5月25日	5月28日	6月1日	6月4日	6月8日	6月11日
I 区	N S	N S	*	N S	***	***	***	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
II 区	***	**	***	***	***	***	***	*	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
III 区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IV 区	***	**	*	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S

このことから、Mg入り配合飼料給与で低Mg血症性テタニーは防止できることが確認された。

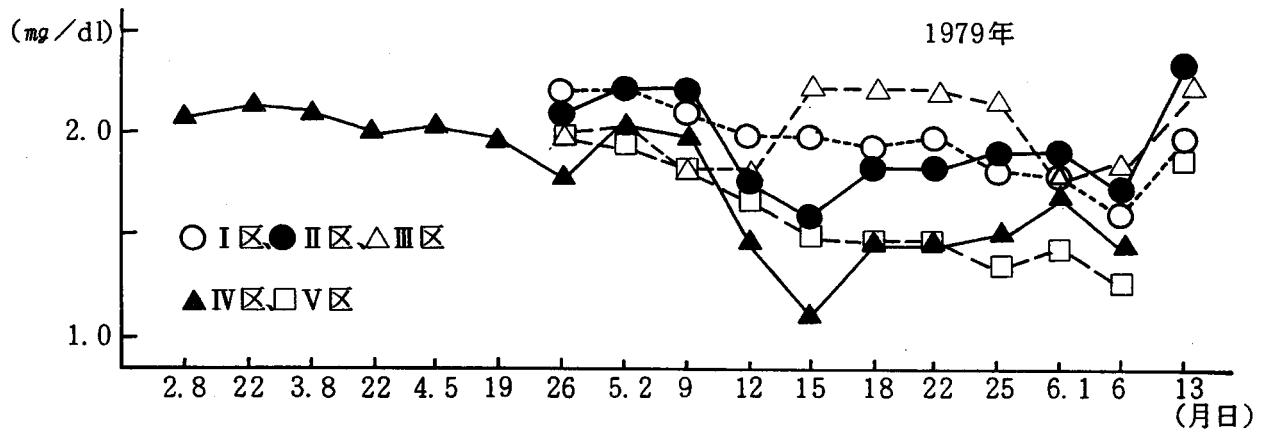
試験の方法は表II-14に示した。

図II-11、表II-15、16は1979年にMg入り配合飼料の給与時期および期間を変えて実施した試験の結果である。

1) Mg入り配合飼料の給与時期および給与期間

表II-14 試験方法

区分	供試牛	試験期間	舎飼期間	放牧期間	Mg給与期間	使用放牧地
I 区	日本短	4月26日 ~6月13日	4月26日 ~5月9日	5月10日 ~6月13日	4月26日 ~5月23日	24.7ha(9 牧区)を輪 換放牧
II 区	角種子				4月26日 ~5月9日	
III 区	付牛各				5月10日 ~5月23日	
IV 区	6頭				無給与	
V 区					4月26日 ~5月16日	



図II-11 血清マグネシウムの推移 (mg/dl)

表II-15 放牧草のミネラル含量 (1979年)

放牧期間	利用 牧区	牧草成分および当量比 (DM%)												オーチャードグラス草丈 (cm)	入牧時 草量 (kg/10a)
		オーチャードグラス						混播草							
		N	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	K/Ca +Mg	N	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	K/Ca +Mg		
5/10~12	14-2	5.65	1.14	4.46	0.19	0.16	5.04	4.30	0.95	3.41	0.31	0.20	2.73	15.8	97.3
12~13	14-1	4.83	1.31	4.77	0.15	0.16	5.91	4.76	1.08	4.12	0.27	0.19	3.62	16.0	82.5
13~15	12-2	3.84	1.16	4.27	0.26	0.19	3.82	4.78	1.08	3.84	0.29	0.21	3.09	19.3	125.7
15~16	12-1	3.38	1.14	4.67	0.19	0.16	5.28	4.16	0.95	3.72	0.33	0.21	2.82	20.4	110.2
16~20	11	4.93	0.88	4.20	0.19	0.18	4.42	4.22	0.80	3.74	0.31	0.17	3.25	23.3	202.2
20~23	13-2	4.70	0.90	4.07	0.23	0.16	4.23	4.08	0.86	3.94	0.26	0.17	3.74	27.1	235.9
23~25	13-1	4.11	0.97	4.33	0.29	0.16	4.01	3.68	0.85	3.53	0.34	0.19	2.77	32.6	358.8
25~31	10号畑 の1	2.74	0.60	4.98	0.29	0.19	4.23	4.21	0.92	4.15	0.21	0.14	4.83	26.8	215.5
31~6/5	10号畑 の2	3.62	0.80	3.95	0.18	0.13	5.14	3.29	0.81	3.94	0.16	0.14	5.17	44.8	837.5
6/5~6	14-2	4.45	0.90	4.44	0.19	0.16	5.02	5.04	1.04	4.09	0.22	0.18	4.06	36.0	342.8
6~9	14-1	4.27	0.85	4.14	0.19	0.15	4.65	4.14	0.92	4.27	0.19	0.14	5.02	52.7	708.1
9~13	11	4.61	1.12	4.81	0.19	0.18	5.07	4.88	1.08	3.81	0.31	0.21	2.98	43.6	594.2

表 II-16 マグネシウム入り配合飼料の給与方法と血清マグネシウムの区間差 (IV区対比)

区	マグネシウム入り配合飼料の給与方法	4/26	5/2	5/9	5/12	5/15	5/18	5/22	5/25	6/1	6/6	6/13
I	放牧前後2週間給与	*	NS	NS	**	**	*	*	NS	NS	NS	NS
II	放牧前2週間給与	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
III	放牧後2週間給与	NS	NS	NS	*	***	**	**	*	NS	NS	NS
IV	無給与											
V	無給与(放牧開始1週間遅)	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS = 有意差なし、* = 有意差 5%、** = 1%、*** = 0.1%

この結果からわかるとおり、放牧前後2週間および放牧直後から2週間Mg入り配合飼料を1日1頭当り1kg給与した群では、放牧期間中の血清Mg値はほぼ正常に推移している。

これに比べ放牧前2週間同量を給与し、放牧後は無給与のII区においては、放牧時の血清Mg値の低下が大きくMg入り配合飼料の給与効果はなかった。したがって、Mg入り配合飼料の給与は、放牧前の血清Mg値が低い場合には1日1頭当り1kgを放牧前後2週間にわたり給与し、放牧前の血清Mg値が通常の場合には同量を放牧直後から2週間にわたり給与すれば良いものと思われる。なお、1981年のように放牧時に低温期間が長く続く場合には、更にあと1週間程度の給与期間の延長が必要であると考える。

ウ) 放牧前の血清Mg値と配合飼料の給与効果

図II-12に示すように放牧前の血清Mg値が正常な群では、舎飼期、放牧期を通して血清Mg値は高い値で安定した推移を示している。

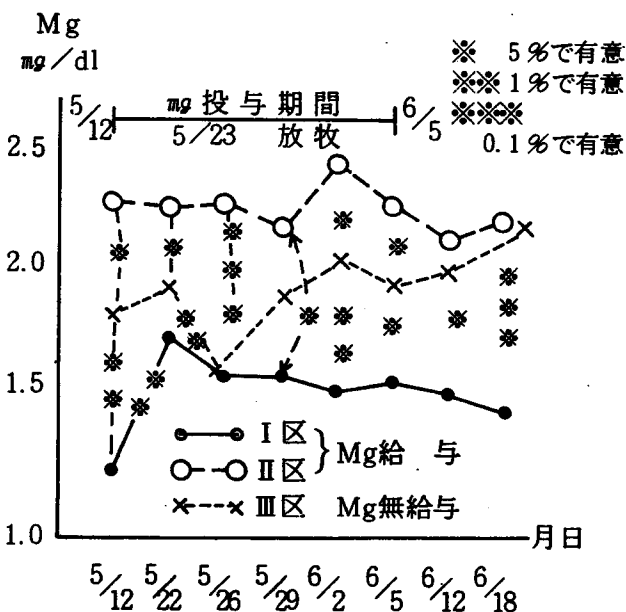
一方血清Mg値の低い群では、舎飼期では有意の上昇を示しているが、放牧期では有意差のある低下は示さず低い値で推移している。

以上のことを表II-10に示した1981年の低Mg血症性テタニーの発症例から、放牧前の血清Mg値が低い牛は、Mgの吸収能が何らかの

原因で低下しているものと推定される。

このことから、放牧前の血清Mg値の低い牛は、正常な牛よりMg入り配合飼料の給与効果が多少低下するものと思われた。しかしながら、放牧前に血清Mg値が低下している牛でも、Mg入り配合飼料を給与することにより血清Mgは低いながらも発症する値まで低下せず、安定した推移を示している。また、図II-10に示した1981年の低Mgレベル群においては、正常レベル群と差のない血清の推移を示した。

このことから、Mg入り配合飼料給与効果そのものについては差のないものと思われ、放牧前の血清Mg値の高低にかかわらず、Mg入り配合飼料の給与により低Mg血症性テタニーは防止できるものとする。



エ) Mg 入り配合飼料の嗜好性

Mg 入り配合飼料の嗜好性は舎飼期では良いが、放牧地では放牧3日目あたりまでは5~10%程度の牛に食いつきの悪いものが散見された。しかし3日を過ぎれば100%近い嗜好性が得られた。

放牧初期の嗜好性の低下は通常舎飼期で与えている配合飼料を与えた場合にも同様な傾向が見られていることから、この時期の食いつきの低下は青草嗜好によるものと考えられる。

また、嗜好性の悪い牛でも通常給与している配合飼料を少量振り掛けてやれば良く食べるようになるので心配はそれほどないものと考えられる。

オ) Mg 入り配合飼料の給与とMg 剤

注射の併用

図II-8に示したように注射によるMg 剤の投与方法では、その効果は速効性はあるが持続性に欠ける。一方経口投与方法では図II-9に示したように速効性はないが、血清Mg 値を高レベルに持続させている時間が長い。この効果の差を利用する方法として、放牧時に硫酸マグネシウム ($MgSO_4$) 20~25%溶液 100 ml を皮下注射し、放牧直後から1日1頭1 kg のMg 入り配合飼料を2週間給与する方法がある。

この方法であれば放牧前の血清Mg 値が低い牛であっても、舎飼期のMg 入り配合飼料の給与がいらなくなり、より経済的な低Mg 血症性テタニーの予防が可能であると考えられる。

3) 要 約

Mg 入り配合飼料給与による低Mg 血症性テタニーの予防効果は、激烈な発症が予想される放牧環境にあってもその効果は多大であり、放牧前の血清Mg 値の差に関係なく低Mg 血症性テタニーの発症を防止することができる。

Mg 入り配合飼料の給与方法は、放牧前の血清Mg 値が低い牛の場合は、1日1頭当り1 kg のMg 入り配合飼料を放牧前後2週間給与し、放牧前の血清Mg 値が正常な場合には、放牧直

後から2週間給与すれば良い。また、注射法と本法を併用する場合には、放牧前の血清Mg 値が低い牛であっても放牧直後から2週間の給与で良いものとする。但し、前例において放牧時の気温が長期にわたり低下する場合には、あと1週間程度の給与の延長が必要である。また、放牧前だけのMg 入り配合飼料の給与や注射は低Mg 血症性テタニー防止効果はないものと考えられる。

Ⅲ 低Mg血症性テタニー発症牛の治療

1 Mg剤投与による治療効果

1) 試験方法

低Mg血症性テタニー発症牛の臨床的症状を観察し、同時に血清ミネラルの経時的変化を調査し、その結果から種々の治療法を試みた。

2) 結果及び考察

ア) 低Mg血症性テタニー発症牛の臨床症状

本試験で考察された臨床症状の大部分は、村上^{8,9)}の分類による急性型が多く、その症状は些細な刺激により興奮し眼光は鋭く鼻鏡、腹部、四肢筋肉の振戦を發し知覚過敏であった。歩様は強拘で後軀踴躍の状態を呈し、重症例ではちくちくおよび強直性痙攣を發し、転倒し起立不能になった。体温は39℃～40℃で脈数は65～100であった。甚急性と見られる症状は発症牛中の1頭に見られ、正常に採食していたが血液採材のため、パドックに追込む際に急に立ちどまり、突然その場の牧草を暴食を始め、続いて四肢筋肉の振戦が始まり咆哮を發し、方向感覚を失った感じで斜めに暴走し、人を寄せつけないほど興奮し転倒した。その直後に強直性痙攣を發し、痙攣発作を3回繰り返し臨床症状発症後40分で死亡した。

イ) 低Mg血症性テタニー発症牛の血清ミネラルの変動

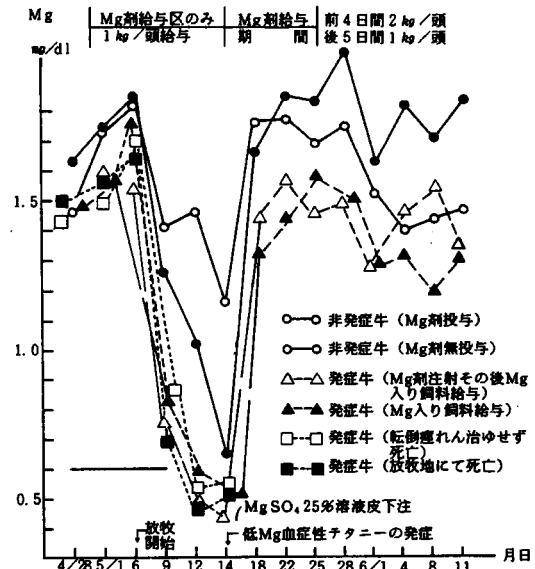
図Ⅲ-1、2、3は臨床症状および治療方法別に血清Mg、Ca、およびCa/Mg重量比の変動を示したものである。図に示したように低Mg血症性テタニー発症時の血清Mg濃度は、0.7 mg/dl以下でCa濃度は8.0 mg/dl以下、Ca/Mg重量比は10以上となっている。

一方、Mg剤無投与群の非発症牛ではMg濃度は低下し、Ca/Mg重量比が上昇してもCa濃度はさほど低下していない。また、Mg濃度、Ca/Mg重量比が危険な値まで変動しても、

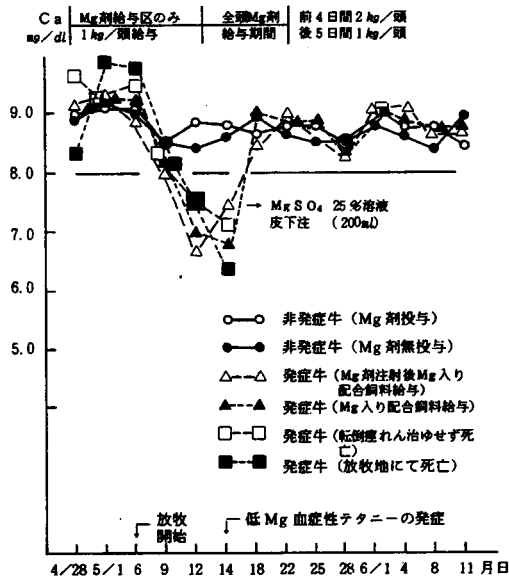
その変動は一時的な変動で持続性がない。

このように本症と非発症の差は、血清ミネラル濃度の差だけでなく、ミネラル濃度およびCa/Mg重量比の低下、上昇している継続期間の差となって現われてきている。

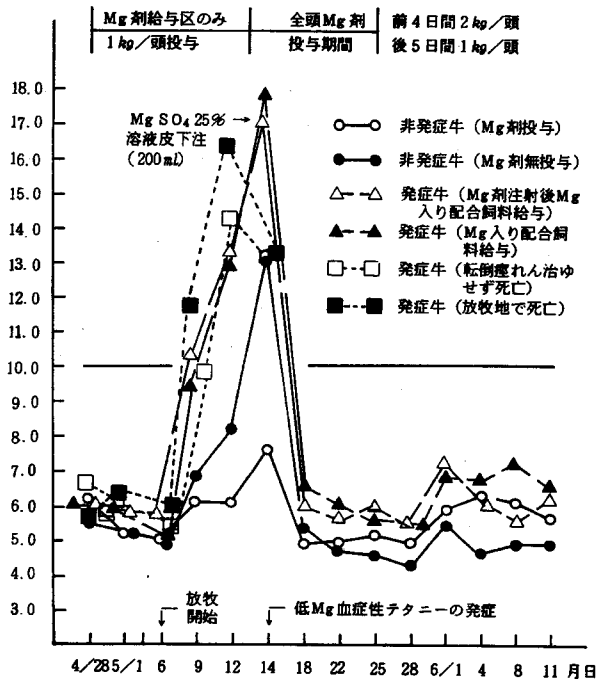
このことから、低Mg血症性テタニーの発症は、血清Mg、Ca濃度およびCa/Mg重量比が前記のような状態で数日間つづいた時に起るものと推定された。つまり低Mg血症性テタニーの発症は、血清Mg値が0.7 mg/dl以下でCa/Mg重量比が10以上の時に起り、Ca濃度の低下は低Mg血症をより早めるものと推定された。



図Ⅲ-1 血清Mgの変動



図Ⅲ-2 血清Caの変動



図Ⅲ-3 血清のCa/Mg重量比の変動

ウ) 低Mg血症性テナーで死亡した牛の解剖および組織所見

低Mg血症性テナーで急死した3例 (No. 1、2、3) および加療中途死 (No. 4) の共通所見は、全身の躯幹筋、心内外膜、皮下織、脂肪織漿膜などの点状ないし班状の多発性出血が見られ、更に気管粘膜の充出血、肺の充血水腫、体表リンパ節の充血腫大などである。しかし、肉眼的には実質臓器に著しい変化は認めなかった。また、発病後1週間の経過で鑑定殺に付した例 (No. 5) は、後大動脈周囲、心内膜腹腔漿膜などの出血、肺の間質性気腫、体表リンパ節の出血と腫大を伴ってきた。

組織所見

組織変化は、1973年大島らが報告した成績に一致するものであった。

出血は気管支粘膜、気管支周囲組織、舌、咽頭、食道などの筋層、骨格筋、横隔膜の間質に認められた。筋線維は広範囲の部位で高度の水腫性膨化、断裂、横紋消失を示していた。

石灰塩の沈着は、子宮血管壁、腎の皮髓境界下の尿管管狭部、脾の梁材、筋線維などに観察

され肺、心、筋肉の小動脈外膜の水腫性膨化を認めた。(写真3) 肺の充血水腫は死亡4例に共通し、間質気腫は全例にみられた。また、Na 4にカタル性気管支炎、Na 4、5の脾濾胞周囲に好中球が浸潤していた。特にNa 5は汎動脈周囲炎、大脳血管壁の硝子様変性、肝細胞、尿管管上皮、副腎皮質細胞の変性が著しく、かつ変性した筋線維に多くの組織球性細胞が集簇していた。

細菌検査

主要臓器とリンパ節の一部をFieldesの消化血液加寒天培地に塗布し、37℃ 48時間好嫌気培養を実施したが有意菌は、いずれからも分離されなかった。

病理学的所見に関する考察

- ① 広範囲な組織内出血や筋線維の高度変性は全身性の著しい痙攣によるものと推定される。
- ② 急死例における肺の充血水腫と間質気腫は、持続性痙攣による呼吸不全から発現した窒息の所見と解される。
- ③ 共通所見である軟部組織の石灰塩沈着は、HERMANらのMg欠乏飼料をラットに給与した実験成績と類似所見であった。したがって、今後発病要因の検討を進めるなかで、本所見は重要と考える。
- ④ 急死例は、安易に腐敗性変化が進行する一方で、菌の増殖に対する組織反応は軽微であり、かつ有意細菌は分離されなかった。

このことから、今後異常呼吸時の気道感染についても検討する必要があると考える。

エ) 低Mg血症性テタニーの治療方法の検討

図Ⅱ-8および図Ⅲ-4に示したとおりMg剤の注射効果は、皮下注射の場合、注射後3時間以内に血清Mg値濃度は上昇するが、その濃度の減少速度は早く、24時間後には注射前の濃度とほぼ同じ程度まで低下している。

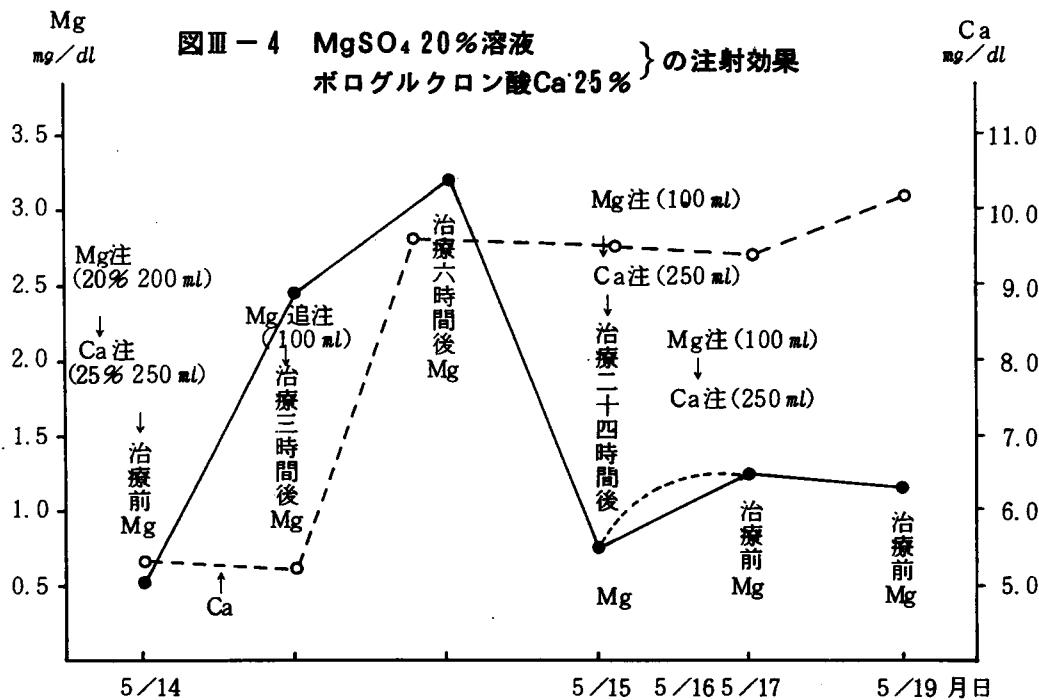
図Ⅲ-9に示したようにMg投与量を多少増加してもその結果は同じであった。このことは注射による血清Mg濃度の上昇効果は、速効性はあるが持続性がないことを示しており、治療には連日のMg剤の投与が必要であることを示唆している。

一方低Mg血症発症牛は血清Ca濃度が減少していることが多く、このためCa剤の投与も必要になってくる。血清Ca濃度は注射後6時間程度で正常な濃度まで回復しており、その後の持続性もあった。このことはCa剤の投与は1~2回で良いことを示唆している。

図Ⅱ-9はMg剤を経口投与した場合の血清Mg濃度の推移を示したものである。注射の場合と異なりMgの吸収速度はおそいが血清Mgの高濃度持続時間は長くなっている。

以上のように投与されたMgは、投与方法により吸収速度や血中での高濃度持続時間に差があり、また、CaはMgと異なり1~2回の投与で血中濃度を正常に維持している。

このような事実は治療に大いに応用すべきものとする。



図Ⅲ-1、2、3の▲印は転倒するまでに至らない軽、中症程度の臨床症状を呈した時点で、表Ⅱ-7に示したMg入り配合飼料を日量2kg 4日間給与し、その後1kgを5日間給与した時の血清ミネラルの推移を示したものである。

図にみられるように、血清Mg、Ca濃度は急上昇し、Ca/Mg重量比も改善され臨床症状も給与開始後4時間後には消失し、その後の

発症もなかった。このことから、転倒するまでに至らない症状を示すものに対する治療法としては、Mg入り配合飼料の給与だけでも充分であろうと推定され、これは人手のかからない集団治療用として応用できるものとする。

しかしながら、前述のようにMg剤の経口投与の場合、血清Mg濃度を注射による投与より長時間高く維持するが吸収速度がおそい。

このことから、現実的にはMgSO₄ 20~25% 溶液を100~200 ml、臨床症状の出た時点で皮下注射し、その後2~3日間Mg入り配合飼料を日量2 kg給与し、その後4~5日程度日量1 kgを投与する方法が望ましい。

図Ⅲ-1、2、3の△印はこの方法で集団治療をした時の血清ミネラル推移を示したものである。血清ミネラルの回復度およびCa/Mg重量比の改善度は、Mg入り配合飼料給与だけの場合と比較して多少ながら良い結果を得ている。転倒し痙攣発作を起すような重症例の場合は、速効性のあるMg剤の注射が不可欠であり、また、Ca剤の併用も必要となる。

重症例では往々にして外傷が多いため細菌による二次感染を防止する意味から、抗性物質の併用が望まれる。また、体力の回復および水分補給の意味から補液および栄養剤の投与が必要である。更に、解剖および組織所見に見られるように、本症の重症例では実質臓器に障害を受けていることが多い。このため、強肝、強心利尿剤の投与が病勢の回復を助長すると思われるので、これら併用も必要であると考えられる。

以上のような処置で痙攣発作が1回で治まるような症例では、病勢の回復も早く、早いものでは処置後2~3時間で起立し予後も良く、治癒率も高い。しかし、痙攣発作を2度、3度と繰り返すような症例では、死の転機が早い、もしくは予後不良なものが多い。

予後不良となる症例では、血清ミネラルは回復しているにもかかわらず、起立できないで死亡、廃用となる例が多い。これらの牛に共通する解剖組織所見は骨格筋および心筋線維の変性である。この所見は低Mg血症性テタニーにより起ったものかどうかは不明であるが、いずれにしても予後不良となる原因は骨格筋および心筋線維の変性に起因するものと推定された。

(3) 要約

低Mg血症性テタニーの治療法を明らかにした。

本試験で発生した痙攣発作を主徴とする疾病

は、臨床症状、血液所見、病理解剖所見から低Mg血症性テタニーであることが確認された。本症は血清Mg濃度が0.7 mg/dl以下でCa濃度が8.0 mg/dl以下、Ca/Mg重量比が10以上の期間が数日続くことにより発症し、Ca濃度の低下は病勢をより悪化させるものと推定された。

本症の治療は軽、中症のものであれば、表Ⅱ-7に示したMg入り配合飼料の給与で病状が回復するが、Mg剤注射を併用すれば病勢回復速度を早める。重症例では痙攣発作をくり返し起すものでは予後不良となる例が多く、その原因は骨格筋および心筋織の変性によるものと推定された。痙攣発作が1回で治まるような症例では病勢の回復も早く予後も良い。重症例の治療には硫酸Mgの20~25%溶液を200 mlを連日3日間皮下注射し、ポログルコン酸Ca 250 mlの静脈注射を1~2回連日または隔日に行ない症状に応じて、抗性物質、強心、強肝、輸液などの処置を適宜実施することにより、骨格筋、心筋織等に変性を起してないがぎり病勢は回復するものと考えられる。

IV 総合考察

低コスト肉生産の手段として放牧は重要な手段であることは論を持たない所であろう。その放牧も期間が長いほど越冬飼料、人件費等の節減がはかられその経済効果も大きくなる。この観点から放牧延長技術の確立を目的とした試験研究がなされ、その技術の確立と共に早春、晩秋の放牧が盛んになされるようになった。その結果、早春、晩秋の牧草放牧地において、低Mg血症性テタニーが多発し放牧延長技術の大きな障害となってきた。

この障害を取り除くべく1977年~1981年にかけて低Mg血症性テタニーの発症要因を調査し、その予防、治療方法を確立すべく調査試験を実施した。その研究の成果から若干の知見を得たので考察を加えてみる。

1. 低Mg血症性テタニーの発症要因

低Mg血症性テタニー発生牧野の放牧環境調査から共通するものを取り上げて見ると次のようになる。

低Mg血症性テタニー発生牧野においては苦土、石灰の施肥がほとんど行なわれてなく、その施肥は草地化成2-1-1あるいは2-1-2の連年施用である。このような施肥を連年続けることにより、本論中の表I-6に示したように置換性MgO、CaOが少なくK₂Oが多く、K₂O/MgO重量比が著しく低い土壤に変わるものと考えられる。実際に低Mg血症性テタニー発生牧野の土壤調査からも同様な結果が得られている。このことは放牧牛の排泄する糞尿中に含有されるMgO、CaO量よりK₂O量が多いこととMgO、CaOの流亡とK₂Oの蓄積による相剰された結果と推定される。

このため、K₂Oの多施用はK₂O蓄積型の土壤では土壤の化学性の悪化速度をますます早めるものと思われるので、K₂Oの施用量は置換性加里が15mg以上の放牧地では6kg/10a以下で良いものと考ええる。

K₂O蓄積型の土壤条件で生育した牧草のミネラル成分は、表I-9に示したようなミネラルバランスの非常に不均衡な牧草となる。

しかしながら、低Mg血症性テタニーは牧草ミネラルの不均衡からだけで起るものではなく、牛側の条件ならびに気象条件が加わることにより初めて発症するものと考ええる。牛側の条件としては、分娩ストレスとそれに続く泌乳ストレス、Mg、Caの生体内での消費量の増加および放牧当初のルーメン発酵の異常によるMgの吸収不全にあると考える。

また、低Mg血症性テタニーの発症の多くは低温で冷湿な気象条件が一定期間続く場合に起っている。このことは、H、MARTEN やY、RAYSSIGUIER¹⁾が述べているように寒冷感作による脂肪分解刺激により引き起されるものと考ええる。つぎに調査により判明した低Mg血

症性テタニーの発症要因と考えられる形質を用いた重回帰分析により得られた結果によると、その形質が増加することにより血清Mg値を低下させる形質は、牧草中のN、P、K、K/Ca+Mg当量比であり、上昇させる形質は牧草中のMg、Ca、Ca/P重量比と平均気温、牧草生育可能日数であった。また、血清Mg値の変動に最も強い影響力をもつ形質は、用いた形質の中では牧草中のN含量についてP、Mg、平均気温、Ca、牧草生育可能日数、K、K/Ca+Mg当量比、Ca/P重量比の順であった。血清Mg値を低下させるN、P、Kはエの7)で述べたように、反芻胃でのMgの吸収に関連が深い物質である。

また、平均気温はエネルギー代謝と関連が深い。このことから、血清Mg値の変動要因は牧草中のMg含量も重要な要因ではあるが、それよりもルーメン吸収の良否ならびにエネルギー代謝による影響が大きいものと考ええる。

このためMgの吸収ならびに体内でのエネルギー代謝に関連したMgの動態を解明する必要があり、今後いろいろな分野からのアプローチが必要になるものと考ええる。また、調査結果から、重回帰分析により放牧牛の血清Mg値の推定式($\hat{Y} = 4.756x_1 - 1.898x_2 - 0.173x_3 + 0.2x_4 + 2.148$)が得られた。

この推定式を用いて放牧地の牧草中のMg(x₁)、P(x₂)、N(x₃)及び平均気温(x₄)から放牧牛の血清Mg値を推定した結果、寒冷放牧地の春季の放牧牛の血清Mg値であればかなりの正確度で推定が可能であると考ええる。この推定式で得られた血清Mg値が1.8mg/dl以上であれば低Mg血症性テタニーの発症の危険性はなく、1.2mg/dl以下であれば発症の危険性が非常に高いことが明らかになった。

2. 低Mg血症性テタニー防止対策

低Mg血症性テタニーの防止対策としては、牧草のミネラル成分の改善が最も良い方法であろうと考える。しかしながら、この方法は時間

と経費がかかる。また、発症要因の所でも述べたが低Mg血症性テタニーの発症は、牧草成分だけの問題ではない。

このため本症の予防は飼料草、牛、気象の3つの事項から総合的に考えていくべきものと考ええる。

飼料草の面から本症の予防を考えた場合、重回帰分析の結果からもMg、Ca含量が多くN、P、K含量の少ない飼料草であれば本症の発症はないと考えられる。このような条件をそなえた飼料草に野草がある。このことは野草地放牧では低Mg血症性テタニーの発症がない事実からも、うなずけよう。この野草を利用した予防法は、野草の生育期間とその生産量との関連から考えていかねばならない。

野草を利用する場合、その生育の関係から早春の利用は無理であり、したがってその利用は秋季に限られてくる。そこで早春の本症の予防には不足するMg、Caの人為的補給が必要となり、その方法としてMg、Ca剤の投与が考えられる。しかしながら、投与されたMg、Caの利用状況および体内での残留状態等を考えた場合、特にMgについては利用性、体内での保有再配分に問題があり、連続投与が必要となってくる。連続投与する場合、注射による方法は繁雑で実用的でない。このため、牛が自然摂取できる方法が最も手間のかからない方法であろうと考える。

その方法としては、飲水に溶かして投与する方法、鉍塩に混合してなめさせる方法、飼料に混合して食べさせる方法、アルミナ合金を作り第一胃内に投与してその融解物によりMgを補給する方法が考えられる。

このうち鉍塩に混合する方法は摂取されるMgの絶対量が少なく、これのみでは予防効果は期待できない。また、アルミナ合金はルーメン状態により、その融解度が異なるためその効果は不安定である。飲水投与の場合は経済的に一番安くできる予防方法であるが本県の放牧地の

状況を考えた場合飲水施設の完備されている牧野は少ない。

この様なことから、どの様な状況にある牧野でも実施可能な方法として、飼料にMgを混合しそれを牛に食べさせる方法が最も実用性があると考えられる。表II-7に示した配合飼料は、この目的で試作したものである。

このMg入り配合飼料用いた低Mg血症性テタニーの発症予防試験の結果、激烈なる発症が予想される放牧環境下においてもその発症は防止できることが証明された。したがって、本方法は低Mg血症性テタニーの発症防止に有効であると考ええる。また、予防経費をより安くする方法として本予防法と注射によるMg剤の投与を併用した形の方法が考えられる。

具体的には、入牧時に20~25% Mg SO₄ 溶液 100 mlを皮下注射し、放牧直後からMg入り配合飼料を1日1頭当たり1kg、2~3週間給与する。給与方法は採食時の競合を避けるため、2~3頭分ずつ小分けにして放牧地に直接山積して給与すれば良く、このための飼槽等の設置は不必要である。

この方法であれば放牧前のMg入り配合飼料の給与は不用となるので、予防経費もその分安くなる。また、飼料給与の効果は低Mg血症性テタニーの発症防止効果だけにとどまらず、牛群管理がしやすくなる利点がある。つまり、飼料給与時にある一定の信号音を出すことにより、牛群は集合するようになるので牛群の管理、観察がしやすくなる。この条件反射を飼料給与を中止した後も塩の給与等に連動させれば牛群の行動、転牧も非常に楽になるものと考ええる。

秋季の本症の予防対策は、前述のように野草利用による方法が理想的な方法と考える。しかしながら、野草はその資源に限りがあるため、その資源状況により使いわけをする必要がある。特に野草資源の少ない所では、野草をより効率的に用いるため、野草地放牧は低Mg血症性テタニーの発症が予想される時期に限定すべきも

のとおえる。血清Mg値が低下する時期を調査した結果、気温の変化と血清Mgとの間には強い関連性があることが認められている。このことから、気温の変化が野草地放牧開始時期の目安になるものとおえる。

野草地利用開始時期の具体的な目安は、半旬期の平均気温が2～3℃急激に低下する時期、もしくは平均気温が10℃以下になる日が数日続くようになる時期とおえる。

つぎに野草地放牧の期間であるが、秋の血清Mg値の低下し続ける期間は長くて約1ヶ月間であり、また、気温の不安定な期間も同様でもあることから、その利用期間は約1ヶ月で充分とおえる。野草資源が豊富な所ではそのまま野草地を利用することが一番良い方法である。しかしながら、野草地放牧のみではその牧養力に限界があり、また、放牧期間も野草の生育期間の関係から短縮せざるをえない。そこで牧養力を高め放牧期間を延長するには生育が早く、利用期間の長い牧草を導入することが不可欠な条件となる。牧草導入もその比率が高すぎると野草利用による低Mg血症テタニーの発症防止効果がなくなる。

このような問題を解決すべく行なった牧草地、野草地組合せ放牧による低Mg血症性テタニーの発症予防試験の結果から低Mg血症性テタニーの発症防止効果のある組合せは、低木雑草型の野草地に牧草地を20%前後の割合で点在させた配置が良い験判明した。

3. 治療方法の検討

低Mg血症性テタニー発症牛の血清ミネラルの変動で共通する所見は、Mgの低下とCa/Mg重量比の増加である。Caの場合は低下するものとしなないものがある。一般的にはCaはMgの低下に伴ない減少することが多い。このためMg剤の投与と平行してCa剤の投与が必要となる。また、死亡牛の組織所見からは心臓、肝臓、腎臓の変性が見られていることから、重症例では強肝剤、強心利尿剤の投与も必要になると考

える。この外に転倒、痙攣発作時に作られる外傷からの細菌の二次感染の防止対策として、抗生物質の併用が望まれる。

このような事項を念頭におき、種々の治療方法を検討した結果、転倒までに至らない軽中症牛においては、Mg入り配合飼料を1日1頭当たり2kgを連日4～5日間給与し、その後4～5日間1kgを給与すれば血清ミネラルは回復することが判明し、これは集団治療法としては良い方法であろうとおえる。

注射によるMg剤の投与を併用する場合は、20～25% MgSO₄溶液 100～200 mlを症状に応じて皮下注射し、その後1週間程度Mg入り配合飼料を1日1頭当たり1kg給与すれば良いものとおえる。

重症例では前記Mg剤を200 ml皮下注射すると共にボログルコン酸Caを200～250 ml 静脈注射し、症状に応じて強心利尿剤、強肝剤および抗生物質を併用する。但し、Mg剤は2～3日間の連日投与が必要である。このような治療により骨格筋、心筋等に異常がない限り早いもので2～4時間程度で起立できるようになり、7～10日前後で治癒するものとおえる。

V 参考文献

- 1) Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants
Ist ed PP447～467 AVI Westport
1980
- 2) 西田朗他 日本禽学会誌 第6巻第3号
P 147～158 (1969)
- 3) 西田朗他 日本家禽学会誌 第7巻第1号
P 30～38 (1970)
- 4) KEMP, A, and 't, HART M.L.
"Grasstetany in grazng milking
Cows"
Netherlands. J. Agrie sci 5: 4～
46 (1957)
- 5) 條原 功 グラース第21巻3号および4号

- P. 3~5 (1976)
- 6) 岩手県盛岡家畜衛生保健所
病性鑑定報告第1号 (1979)
- 7) 神立 誠 家畜栄養学 国立出版 (1981)
- 8) 其田三夫 牛の臨床 P. 334 (1978)
- 9) 村上大蔵 栄養生理研究会報17巻1号
(1973)
- 10) 大島、三浦、沼宮内、岩崎、日獣誌
34(補) : 105 (1972)

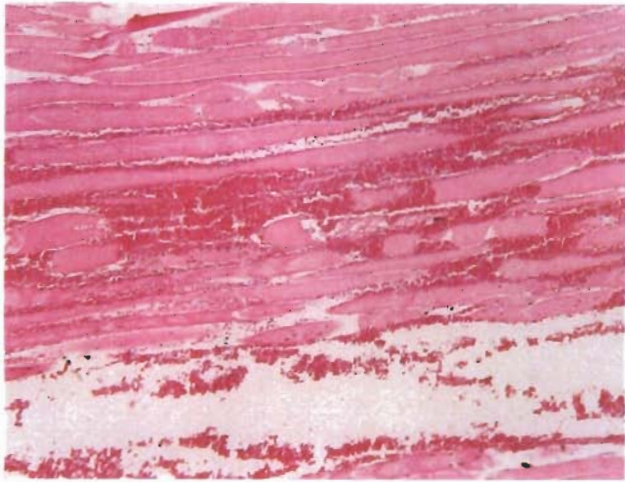


写真1 横隔膜の筋線維間出血と筋変性
(H-E 染色×33)

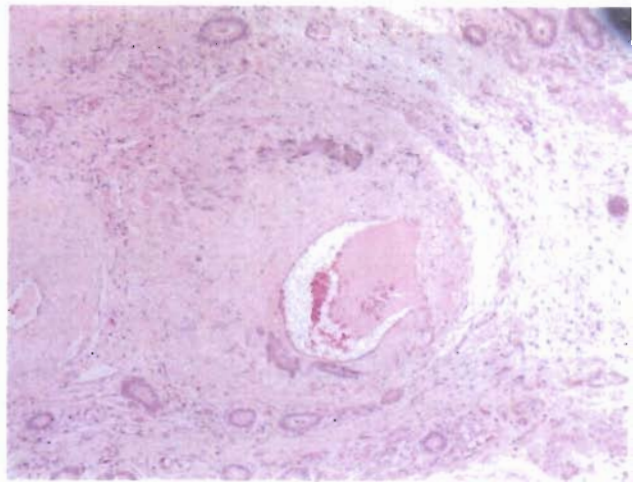


写真4 子宮粘膜血管壁の石灰塩沈着
(H-E 染色×33)

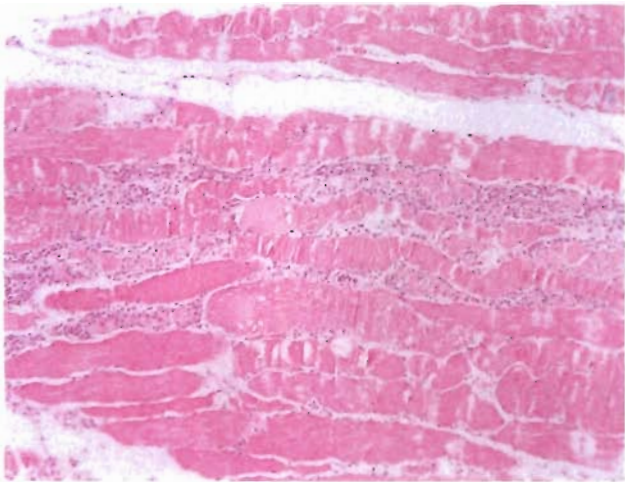


写真2 浅胸筋の高度変性と単核細胞浸潤
(H-E 染色×33)



写真5 子宮粘膜血管壁の黒染する石灰塩
(Kossa 染色×33)

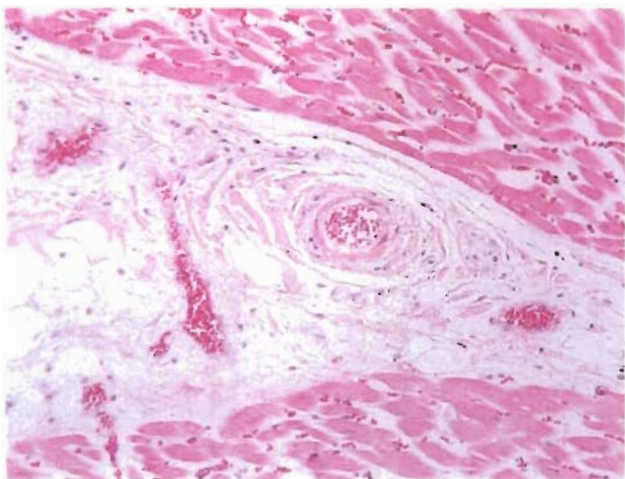


写真3 心臓間質の小血管壁の水腫性膨化
(H-E 染色×66)

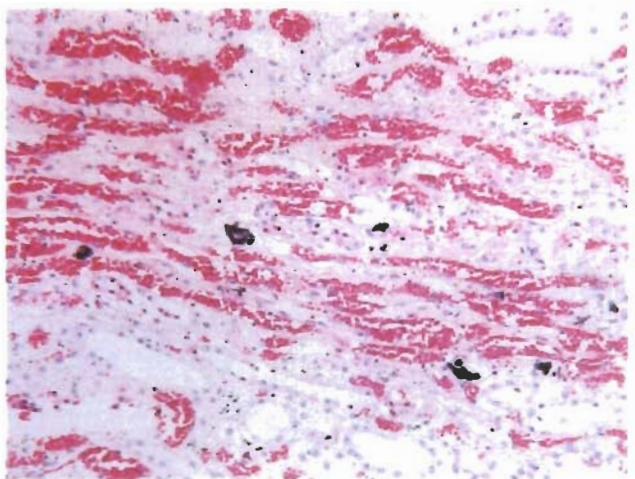


写真6 腎髄質部の石灰塩沈着 (紫黒色部)
(H-E 染色×66)