

草地利用のための牧柵設計(1):

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	細川, 吉晴
巻/号	32巻4号
掲載ページ	p. 395-401
発行年月	1987年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



草地利用のための牧柵設計

I. 牧柵構造が放牧牛の頭出し行動に及ぼす影響

細川吉晴

要 旨

細川吉晴 (1987) : 草地利用のための牧柵設計 I. 牧柵構造が放牧牛の頭出し行動に及ぼす影響. 日草誌 32, 395-401.

草地利用を適切に行う牧柵を設計するために各種の牧柵と、架線の高さに応じて可変できる餌棚を設置して、供試牛 2 頭を用い、柵外の餌棚に対する放牧牛の頭出し行動を制御する牧柵構造を検討した。頭出し行動は架線間からの頭出し回数でとらえたが、スパンが 2~12 m、餌位置が 0.5~1.5 m の範囲における頭出し回数は、スパンが狭く、餌位置が牧柵架線から遠いほど少なくなった。また、3, 4, 5 段の架線段数、有刺鉄線と丸鉄線とこれらの組み合わせの架線種類、および 25 kgf と 50 kgf の架線張力の条件下における頭出しの頻度は地上 60~100 cm に多く、これは供試牛の体高の 45~75% に相当した。架線張力の差異は明らかでなかったが、有刺鉄線は丸鉄線や組み合わせ架線よりも牧柵からの頭出し行動を制御する機能が高かった。また架線張力は頭出し行動によって低下したが、このことは放牧牛が有刺鉄線の上側よりも下側から頭出しを行ったために生じやすいと思われた。

キーワード: 架線張力, 脱柵, 牧柵設計, 有刺鉄線.

緒 言

積雪寒冷地における公共育成牧場を対象とした放牧施設に関するアンケート調査によれば、草地面積 500 ha 当たりの飼養頭数は平均 622 頭であり、これらを放牧管理するための牧柵延長は平均 42.0 km であったが、草地面積が 500 ha を越えると飼養頭数や牧柵延長に大きなばらつきがみられ¹⁾、草地面積に対する飼養頭数や牧柵延長が決して適切ではないように思われた。このばらつきの要因には、牧場への預託頭数の減少のみならず、放牧技術の未熟さや適切な牧区割りでなかったことなどが考えられる。一方、放牧牛の脱柵は空腹時や水不足時、異質の草を欲しがるとき、発情時、さらに驚いた場合などに起きる²⁾といわれているが、一度脱柵すると放牧牛群の制御が極めて困難となり、牧場管理上大きな問題になる。牧柵の構造や設置方法について調査した結果ではこれらの多くは画一的である場合が多く、放牧牛の脱柵を制御するような牧柵の構造や設置方法が十分に検討されているとは思われなかった³⁾。そのため、草地利用を適切に行うために放牧施設の面からの検討、特に牧柵の構造や資材の設計や立地・配置の設計、利用技術・維持管理方法などについての検討が必要である。

本論文は、脱柵を制御する牧柵構造を明らかにする研究の第一歩として架線の高さと間隔に応じて可変できる餌棚を用い、各種牧柵のどの箇所から放牧牛の頭出し行動が生じやすいかを実験で明らかにし、また、この頭出し行動によって牧柵構造が受ける影響について検討したものである。

材料および方法

1. 牧柵の資材と構造

当学部付属農場のパドック内に、牧柵柱のスパン、架線高、架線の種類や張力などの条件を変えた試験牧柵を設置した。この牧柵の資材には表 1 に示したようなコーナー柱、支柱、架線材、架線緊張器などを用いた。また、牧区の構造は図 1 に示すように 1 辺が 24 m の正方形とした。牧区の各辺にそれぞれ 2, 3, 4, 6, 8, 12 m の 6 種類のスパンを取り、架線は各実験ごとに張り替えた。この架線の張り方は 3 段、4 段、5 段張りの 3 種類であり、架線方法はステンレス線 (直径 2.6 mm) の金具で架線を柵柱に留めるものである。架線の種類は丸鉄線、有刺鉄線、そしてこれらの組み合わせであり、この組み合わせは 4 段張りでは 2, 3 段目に、5 段張りでは 2, 4 段目に有刺鉄線を用い、他は丸鉄線を用いた。架線の高さは 3 段張りが地上 40, 80, 120 cm で、4 段張りが 30, 60, 90, 120 cm で、5 段張りが 40, 60, 80, 100, 120

cmである。さらに架線の張力は25 kgfと50 kgfの2種類とし、張力はコーナー柱に取り付けた緊張器で架線を調整しながら、図2に示す測定器とスプリングバランス(最大5 kg)で測定した。この架線の張力測定方法は諸外国ではよく紹介されている⁹⁾ものであるが、架線にスプリングバランスの先を引っ掛けて図2中の釘Bまで引っ張ったときのスプリングバランスの読みの20倍が、架線の張力になるものである。例えば50 kgfの架線張力は、スプリングバランスの読みが2.5 kgになるように緊張器で調整することで得られる。

2. 放牧牛の脱柵行動と柵構造変化の調査方法

実験に供試した放牧牛は日本短角種の成雌牛2頭で、平均体高が132 cm、平均体重が533 kgである。実験の時間帯はあらかじめ供試中の行動調査を行って決めた。

すなわち、パドックに放される午前10時から午後4時までの間では、供試中の採食に要する時間のピークが午前10時から12時と午後2時から3時までの間に見られたので、この二つの時間帯に実験を行った。実験中の供試牛への給餌は夜間の濃厚飼料のみとし、できるだけ実験条件が一定になるように留意した。

餌の位置は柵架線から0.5, 1.0, 1.5 mの3種類としたが、架線の高さと間隔に応じて可変できる餌柵を作成し、その柵板の上に生草を適量載せながら各実験ごとに移動した。各実験は、柵の架線間から最も頭出し行動が行われやすいと考えられる柵構造の条件から実施した。すなわち、架線が丸鉄線の3段張り、スパンが12 m、餌位置が0.5 m、架線張力が25 kgfの柵構造について最初に行い、次にこれらのうちからスパン、餌

Table 1. Specifications of fence materials

Materials	Specifications
Corner post	V-shaped steel post, Cross section area of 6.67 cm ² , Length of 1.8 m, Unit weight of 5.23 kg/m
Line post	V-shaped steel post, Cross section area of 3.47 cm ² , Length of 1.8 m, Unit weight of 2.72 kg/m
Wire Strainer	Length of 28 cm with handle
Gate	Length of 4 m, Height of 1.2 m, 4-wire fence
Round wire	Diameter of 2.57 mm, Zine coating of JIS class 3, Tensile strength of 43.7 kgf/mm ² , Unit weight of 0.0411 kg/m
Barbed wire	Diameter of 1.97 mm, Zine coating of JIS class 1, Tensile strength of 45.2 kgf/mm ² , Unit weight of 0.0854 kg/m, Iowa type, Barbed pitch of 86.8 mm

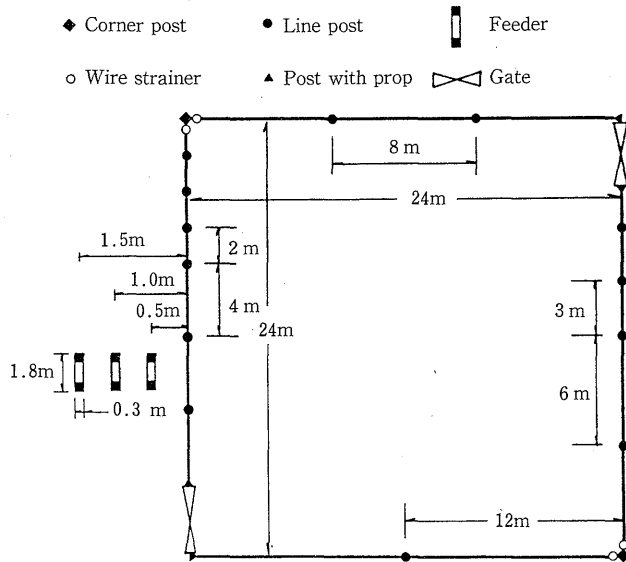


Fig. 1. Situation of the experimental fence

位置、架線張力、架線材、架線段数を順に変え、最後は有刺鉄線の5段張りでスパンが2 m、餌位置が1.5 m、架線張力が50 kgfの牧柵構造である。

供試牛の頭出し行動としては、牧柵の架線間から採食のために頭出しをする回数（家畜の目が架線位置よりも出た回数）を観察調査した。この場合、頭出し行動によって牧柵構造は変化するので、架線張力については各実験の前と後の変化を図2の要領で測定した。

なお、この実験は牧柵構造の条件が多く、測定回数が

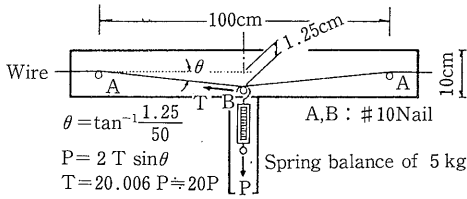


Fig. 2. Tension tester

膨大であるために各1回のみ行ったものであり、また、各実験の観察時間は5分間である。実験期間は、1984年4~5月である。

結果および考察

1. スパンと餌位置が頭出し回数に及ぼす影響

供試牛2頭の架線間からの頭出し回数の例を表2に示した。これは、5段張りで架線張力50 kgfの場合のスパン、餌位置および架線の種類別に観察した結果である。

スパン12 mから2 mまでの頭出し回数の合計は、各々25, 27, 23, 21, 19, 20であり、若干ではあるがスパンが狭くなるほど頭出し回数が少なくなる傾向がみられる。また、全体の頭出し回数の合計は、餌位置が0.5, 1.0, 1.5 mの順に78, 47, 10回となり、餌位置が牧柵架線から遠いほどその回数は少なくなることが明らかである。この傾向は、個別に各スパンの頭出し回数を比較した場合でもみられた。

Table 2. Frequency of sticking poll out of the fence with 5 wire and the wire tension of 50 kgf.

Span (m)	12			8			6			4		
Feeder's distance from fence (m)	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5
Space of wire in the fence	6	0, 1, 2	1, 0, 1	0, 0, 0	1, 0, 1	0, 0, 1	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0
	5	1, 2, 0	0, 1, 2	1, 0, 0	0, 1, 0	0, 3, 1	2, 0, 0	1, 1, 1	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 1	0, 2, 0
	4	1, 0, 0	2, 1, 1	1, 0, 0	2, 1, 1	1, 2, 1	0, 0, 0	2, 1, 2	1, 1, 1	2, 0, 0	2, 1, 3	1, 0, 1
	3	1, 0, 1	1, 0, 1	2, 0, 0	0, 0, 1	2, 0, 0	1, 0, 0	1, 3, 1	3, 0, 0	0, 0, 0	1, 2, 2	1, 1, 0
	2	0, 1, 0	0, 0, 0	0, 0, 0	1, 1, 1	0, 1, 0	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 2, 0	0, 0, 0	0, 1, 0	0, 0, 0
	1	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 1, 0	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 1	0, 0, 0
Total	3, 4, 3	4, 2, 5	4, 0, 0	4, 3, 4	3, 7, 3	3, 0, 0	4, 5, 4	4, 3, 1	2, 0, 0	3, 4, 7	2, 3, 1	0, 0, 1
Total	11, 6, 8 ^{a)} (25) ^{b)}			10, 10, 7 (27)			10, 8, 5 (23)			5, 7, 9 (21)		
Span (m)	3			2			Whole of span					
Feeder's distance from fence (m)	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5	Total		
Space of wire in the fence	6	0, 0, 1	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 1, 1	0, 0, 0	0, 0, 0	1, 2, 5	1, 0, 2	0, 0, 0	2, 2, 7	
	5	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0	1, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0	3, 4, 2	0, 6, 3	3, 0, 0	6, 10, 5	
	4	2, 1, 3	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 4	1, 2, 0	0, 0, 0	9, 4, 13	6, 6, 4	3, 0, 1	18, 10, 18	
	3	1, 3, 1	2, 2, 0	0, 0, 0	2, 3, 1	0, 1, 0	0, 0, 0	6, 11, 7	9, 4, 1	3, 0, 0	18, 15, 8	
	2	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 2, 0	0, 0, 0	0, 0, 0	1, 5, 1	0, 3, 0	0, 0, 0	1, 8, 1	
	1	0, 1, 1	0, 1, 0	0, 0, 0	0, 1, 0	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 2, 2	0, 2, 0	0, 0, 0	0, 4, 2	
Total	3, 5, 6	2, 3, 0	0, 0, 0	3, 7, 6	1, 3, 0	0, 0, 0	20, 28, 30	16, 21, 10	9, 0, 1	45, 49, 41		
Total	5, 8, 6 (19)			4, 10, 6 (20)			(78)	(47)	(10)	(135)		

a) Each number in this table is shown the frequency of sticking poll out of the round wire fence, the fence of a combination of round and barbed wire and the barbed wire fence, respectively from the left-hand side to the right-hand one.

b) Number in parentheses is total of each frequency of sticking.

餌位置が 0.5 m の場合は、牧柵架線に近すぎるために、スパンの広い方では供試牛が架線間から頭を出しっぱなしで餌を食べ、食べ終わると近くの柵に口先を移動させる行動がよく観察されたが、このような行動は特に隔障機能が劣る丸鉄線の牧柵に多く観察された。また、餌位置が 1.5 m の場合は、頭出し回数がいずれのスパン、架線の種類でも極端に少なくなり、この中ではやはり隔障機能が劣る丸鉄線に頭出しの頻度が多かった。1.5 m の餌位置は供試牛にとって苛酷な実験位置であり、段々厳しい牧柵構造になっていくために、餌に届かず、あきらめやいら立ちの行動が頻繁に観察された。さらに、前述したような傾向や行動観察は張力や架線段数が異なっても大同小異であった。以上のことから、スパンが狭くなるほど頭出し回数は少なくなり、このことは餌位置が牧柵架線から遠いほど顕著になるといえる。

牧柵構造のスパンが狭ければ牧柵工事には多くの柵柱を要し、その資材や施工の費用がかさむことになる。だから、適切なスパンの検討が必要になる。いま、表 2 において餌位置 1 m の頭出し回数の合計（架線の種類の全体）は、スパン 12~2 m の順に 11, 13, 8, 6, 5, 4 回となり、スパン 6~4 m の付近にやや変化点が見いだせるようである。ただ、架線の種類や段数などについて考え合わせた検討が必要であり、スパンについてはさらに実験をこなして判断しなければならない。また、餌位置はどの架線間からの頭出し回数が多いかをもみるために架線の高さに応じた餌柵を移動して決めたので、一般的な草地の状態に近いものではなく、この点は、放牧牛の草地における牧柵からの頭出し行動を直接当てはめられないが、餌柵があることでどのような行動が観察されたかの把握はできよう。そういう観点から、牧柵構造が放

牧牛の頭出し行動に及ぼす影響について検討しなければならない。

2. 架線の高さ、種類および張力が頭出し回数に及ぼす影響

各架線の頭出し回数頻度の合計を 100% とした場合の各架線段数ごとの頭出し回数の分布を、図 3 に示した。この中で、頭出し回数の頻度が最も多く分布するのは、有刺鉄線のみ 3 段張りが 80~120 cm の間、丸鉄線および有刺鉄線、そしてこれらの組み合わせの 4 段張りが 60~120 cm の間、同じく 5 段張りが 60~100 cm の間であった。特に 5 段張りの高さ 80~100 cm では、丸鉄線と有刺鉄線が突出していた。また、5 段張りと 4 段張りの場合で、スパン 12~2 m の全体における頭出し回数の分散分析結果を表 3 に示したが、5 段張りでは架線間、つまり、架線の高さによる主効果に顕著な差異があり、また架線間と架線種類の交互作用にも有意差が認められ、さらに 4 段張りでは架線間のみ顕著な有意差が認められた。この表からは、頭出し回数からみた架線の張力と種類に有意差は認められなかった。

図 3 から頭出しの位置を重ね合わせ、総合的に頭出し回数の頻度の多い位置を検討すれば、架線の種類全体では 60~100 cm である。この位置は、供試牛の体高が 132 cm であるので体高の 45~75% に相当する。またこの位置は、供試牛が餌柵に進もうとして頭を若干下げたような部位に当たるもので、もっぱら放牧牛が目的を果たしやすい位置ではないかと考えられ、こうした行動には餌柵の存在が強く影響していると考えられる。次に供試牛の行動に影響したのが、架線の高さや種類であり、特に刺のある有刺鉄線の位置に応じて頭出し行動に変化が見られた。すなわち、餌に近づぐために牧柵までやって

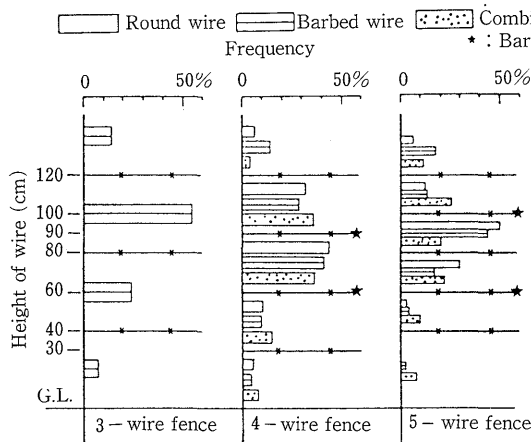


Fig. 3. Distribution of the frequency of sticking.

Table 3. Analysis of variance of the frequency of sticking in the whole of span

Fence	Factor	Variation	Degree of freedom	Variance	Variance ratio
Five wire fence	Wire tension (A)	4.7	1	4.70	0.49
	Space of the wire (B)	935.8	5	187.16	19.35***
	Kind of the wire (C)	8.4	2	4.20	0.43
	A×B	96.1	5	19.22	1.99
	A×C	7.0	2	3.50	0.36
	B×C	333.6	10	33.36	3.45*
	A×B×C	96.7	10	9.67	
	Total	1482.3	35		
Four wire fence	Wire tension (A)	1.6	1	1.60	0.14
	Space of the wire (B)	1327.3	4	331.83	28.54***
	Kind of the wire (C)	33.8	2	16.90	1.45
	A×B	12.6	4	3.15	0.27
	A×C	5.3	2	2.65	0.23
	B×C	89.9	8	11.24	0.97
	A×B×C	93.0	8	11.63	
	Total	1563.5	29		

***, *: Significant at 0.1, 5% level, respectively.

きて、丸鉄線のように痛くない架線では最も近い餌棚の生草に向って簡単に頭出しをするが、有刺鉄線のように刺があるものでも架線間が広い3段張りでは供試牛は頭を楽に出し入れでき、頸峰部と胸垂部に架線を押し付けても痛みを感じないかのように1回の頭出し時間が長かった。一方、架線間が20cmと狭い有刺鉄線の5段張りでは、顔を横にして鼻先から架線間に突っ込み、目の上の辺りに架線の刺が当たれば痛みを感じて頭出しをやめ、またしばらくして頭出しを試みるが多かった。このような架線間への頭出し行動は渡辺ら⁵⁾も同様に確認しているが、有刺鉄線における頭出し行動は丸鉄線や組み合わせなどとは異なり、試みの回数を含むために頭出し回数は意外に多く、したがって1回の頭出し時間は短かった。このことは、表2の結果にも現れたものと判断してよいであろう。

また、架線張力の強弱による頭出し回数には差異が見られず、放牧牛にとっては50~25kgfではあまり違いないと思われる。したがって、牧棚構造の架線の高さや種類が頭出し回数にかなり影響していると考えられる。

3. 頭出し行動と架線張力の変化

今までは牧棚構造のスパン、架線の種類、高さ、張力、餌位置などから放牧牛の頭出し回数について検討したが、今度は逆に、頭出し行動が牧棚の構造、特に架線張力に及ぼす影響について検討してみたい。

図4は、5段張りの丸鉄線および組み合わせ架線の牧棚における頭出し回数と架線張力の低下率との関係を示したものである。架線の張力は、架線間からの頭出しによって弛みが生じて低下するが、架線張力の50kgfと25kgfでは張力の低下の仕方あまり差異がみられなかった。また、組み合わせ架線の牧棚では頭出し回数が少な

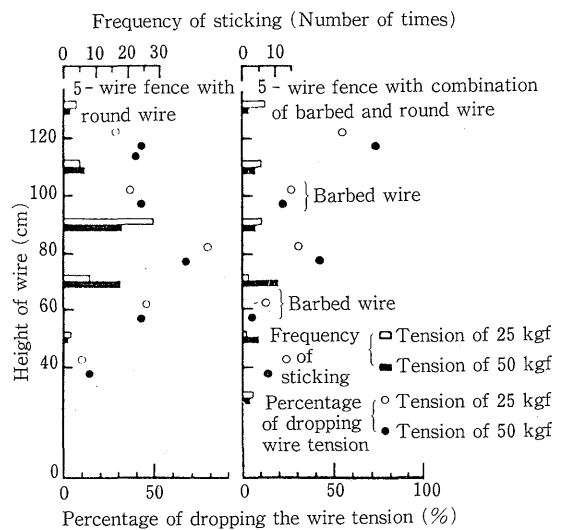


Fig. 4. Frequency of sticking poll out of the 5-wire fence and the change of wire tension after sticking

Table 4. Correlation coefficient between the frequency of sticking and the percentage of dropping the wire tension

Kinds of the frequency of sticking		Mean of the frequency of sticking over and under the wire	Frequency of sticking over the wire	Frequency of sticking under the wire
Round wire	5-wire fence	-0.811**	-0.851**	-0.361
	4-wire fence	-0.948***	-0.565	-0.733
Barbed wire	5-wire fence	-0.777**	-0.477	-0.668*
	4-wire fence	-0.603	-0.174	-0.675
Combination	5-wire fence	-0.038	0.287	-0.353
	4-wire fence	0.053	0.381	-0.412

***, **, *: Significant at 0.1, 1, 5% level, respectively.

いものの、丸鉄線よりも有刺鉄線の張力の低下が少なく、架線材の差異が若干みられた。一方、丸鉄線の牧柵では頭出し回数が多い個所の架線ほど張力が低下する傾向がみられた。こうした架線張力の低下は供試牛の頭出しが架線の上側や下側で行われて生じたからなのか、あるいは、上側と下側の両方の影響を受けて生じたからなのかを把握するために、頭出し回数と架線の張力低下率との相関関係を求めてみた。表4にはこれらの5~4段張りの架線種類別の相関係数を示したが、架線の上・下側の頭出し回数の平均において、丸鉄線の5~4段張りに負の非常に強い相関がみられ、有刺鉄線の5段張りに負の相関がみられた。また、架線の上側においては丸鉄線の5段張りに、並びに、架線の下側においては丸鉄線の4段張りと有刺鉄線の5段張りに負の相関がみられた。ところが、組み合わせ架線では全く両者の相関がみられず、図3にも一例を示したように頭出し回数と架線の張力低下率の関係は明らかではなかった。

以上のことから、丸鉄線の牧柵では頭出しが架線の上側、あるいは、下側で行われたものよりも平均化された形で架線に影響しており、さらに、有刺鉄線の牧柵では架線の下側における頭出し回数が架線張力の低下に大きく影響しているようである。組み合わせ架線の牧柵では、むしろ有刺鉄線の近くの頭出しが多く行われたものの、それ以上に頭出し行動が架線に及ぼす影響は小さかったものと判断される。そして、架線間への頭出し行動につ

いては、有刺鉄線の上側では顔面の頬や顎で痛く感じるために逆にその下側に顔を突っ込みやすく、頸峰部で架線を押し広げる行動に移るものと考えられる。さらに、実験中のこうした頭出し行動によって柵柱から架線が一部外れたり、架線緊張器が回って架線が弛んだり、図1に示すコーナー柱が試験牧区の内地側に5程度も倒れたりしており、放牧牛の頭出し行動が架線の張力のみならずその他の牧柵構造要素にも影響を及ぼすことになる。なお、今回の実験中の脱柵は、丸鉄線の3段張りのスパン12mにおいて若干見られた程度であった。

謝 辞

本研究は当学部付属農場及び畜産土木工学科卒業生御子神君らの協力、並びに当学部特別研究助成(No. 6015)をいただいた。ここに記して感謝申し上げる。

引用文献

- 1) 細川吉晴・小林裕志 (1985) 日草誌 31, 339-347.
- 2) 細川吉晴・小林裕志 (1985) 日草誌 31, 348-357.
- 3) 農用地開発公団 (1978) 共同利用模範牧場建設の記録, 日本草地協会, 東京, pp. 137-138.
- 4) United States Steel (1980) Measuring Wire Tension, How to Build Fences with High-Tensile Fence Wire, USS Catalog No.T-111575, p. 40.
- 5) 渡辺・高尾・井芹 (1977) 新得畜試研報 8, 29-32.

(昭和61年4月8日受理)

Fencing for the Pasture Utilization

I. Effects of fencing on the grazing behavior with the feeder adjusted the wire height.

Yoshiharu HOSOKAWA

Kitasato University, Towada, Aomori 034, Japan

Summary

Fencing to control the behavior of cattle escaping is very important for the pasture utilization. Effects of various fences were experimented on the grazing behavior with the feeder adjusted the wire height. Two cows used in this experiment were Japanese Shorthorn with mean height of 132 cm and mean weight of 533 kg.

The grazing behavior was studied on the frequency of sticking of cattle's poll out of the fence. Its frequency decreased as the post's span subdivided 2, 3, 4, 6, 8 and 12 meters in the fence became short and as the feeder became more distant among 0.5-1.5 meters from the fence line. Its frequency was found often in the height of 60-100 cm in case of the 3, 4 or 5-wire fence with the wire of round barbed or a combination of both wire. This height was suitable for 45-75% of the height of cattle.

The difference between the wire tension of 25 and 50 kgf was not clear, but the barbed wire was more effective to control the cattle sticking rather than the round and the combination wire. The behavior of sticking out of the fence dropped the wire tension, and it was surmised that the cattle was apt to stick not over the wire but under one in case of the barbed wire fence.

Key words : Barbed wire, Behavior of cattle escaping, Fencing, Wire tension

(J. Japan. Grassl. Sci., 32, 395-401, 1987)