

草地利用のための牧柵設計(2):

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. 402-407
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

II. 牧柵架線の弛みが放牧牛の脱柵行動に及ぼす影響

細川吉晴

要 旨

細川吉晴 (1987): 草地利用のための牧柵設計 II. 牧柵架線の弛みが放牧牛の脱柵行動に及ぼす影響. 日草誌 32, 402-407.

牧柵架線に弛みがあれば放牧牛の脱柵行動がどのように行われるかについて、1群 22頭で実験を行った。牧柵スパンの中央に 10 cm の弛みがある場合は、架線間への頭出し回数は弛みがない場合よりも 1.3~1.4 倍多く、脱柵そのものの回数は 4 段張り牧柵よりも架線間隔の広い 3 段張り牧柵に多かった。こうした脱柵行動は、餌位置が 1 m のとき体高の 38~70% に当たる 50~90 cm の架線間に多かった。また、コーナー柱が鉛直であれば架線が緊張しているため、頭出し回数はコーナー柱が約 5 度傾いた場合よりも多かったが、脱柵回数は架線が弛んだ後者の場合に多かった。さらに脱柵行動に伴う架線張力の変化は、弛みがない架線に顕著でその張力は 47~81% 低下したが、弛んだ架線では張力の増減が若干生じた。したがって、脱柵行動を制御するには、全体的に 50~90 cm 間の架線を補強したり、コーナー柱を堅牢に設置すべきである。また、脱柵行動では脱柵経験牛や比較的体高の低い放牧牛が先導し、他の牛もこれに追随する群としての特徴が見られた。

キーワード: 架線張力, 脱柵, 牧柵設計, 有刺鉄線.

緒 言

草地の放牧利用にとって家畜の脱柵行動を制御する牧柵を設計することは大変重要である。前報¹⁾では、架線の高さに応じて可変できる餌柵を用いて、種々の牧柵構造のもとで、放牧牛の牧柵架線間からの頭出し回数と架線張力の変化について検討した。頭出し回数は餌柵の位置や架線の高さで異なり、放牧牛の体高の 45~75% にあたる架線間に多く、また有刺鉄線の隔障機能が丸鉄線やこれと有刺鉄線の組み合わせよりも高かった。ところが、実際の牧柵は家畜の脱柵行動や雪害²⁾などを受けながらその構造が変化し、特に架線の弛みや牧区角部柵柱の倒れ³⁾などが生じやすくなる。このような牧柵構造の場合にどのような脱柵行動が取られるのかを把握した上で牧柵の設計に当たらなければならない。

本報は、牧柵のスパン中央に架線の弛みがある場合とコーナー柱が牧区の内側に傾いて架線に弛みが生じた場合について実験を行いながら、牧柵構造が放牧牛の脱柵行動に及ぼす影響について論じたものである。

材料および方法

北里大学獣医畜産学部付属農場の細長いパドックに、
北里大学獣医畜産学部 (〒034 青森県十和田市三本木)

実験 1 と実験 2 について図 1 に示すような長さ 36 m の試験牧柵を設置した。牧柵資材は表 1 に示すものを用いたが、架線は実験 1, 2 とも有刺鉄線を使用し、高さは 3 段張りが地上 40, 80, 120 cm, 4 段張りが 30, 60, 90,

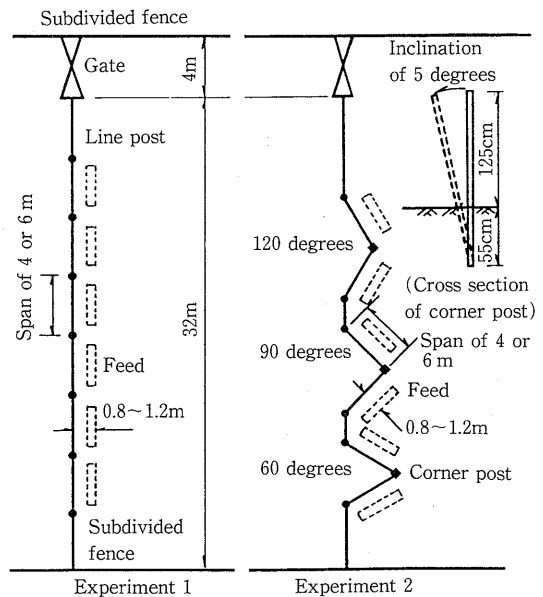


Fig. 1. Situation of the experimental fence

Table 1. Specifications of fence materials

Materials	Specifications
Line post & Corner 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
Barbed wire	Diameter of 1.97 mm, Iowa type, Pitch of 86.8 mm, Unit weight of 0.0854 kg/m, Tensile strength of 45.2 kgf/mm ²
Gate	Length of 4 m, Height of 1.2 m, 4-wire fence

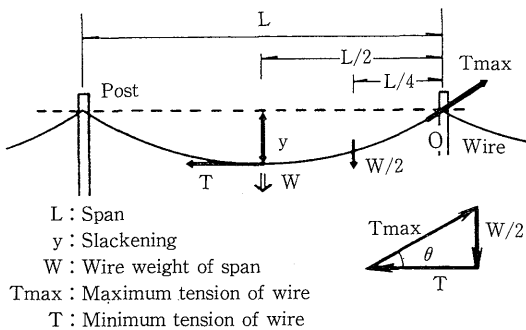


Fig. 2. Relation between slackening and tension of wire.

120 cm であり、止め金具で柵柱に結んだ。

実験1の牧柵構造は、スパンが4 m と 6 m の2種類、段数が3段張り と 4段張りの2種類、架線の緊張方法がスパン中央に10 cm の弛みのあるものと人力で緊張したものの2種類とした。架線の張力は柵柱間に水系を張りスパン中央で架線までの弛みをコンベックスで測って求めた。すなわち、図2に示すようにスパンをL、スパン中央の弛みをy、スパンの架線重量をW、架線の単位長さ当たりの重量をw、点Oで水平方向と弛んだ架線のなす角をθ、架線の張力をT_{max} (最大)、T (最小) とすれば、 $W/2 = T_{max} \cdot \sin \theta$ 、 $T = T_{max} \cdot \cos \theta$ 、 $T_{max} = \sqrt{T^2 + (W/2)^2}$ 、 $W = w \cdot L$ である。また力学的に点Oのまわりのモーメントは釣り合うから、 $T \cdot y - W/2 \cdot L/4 = 0$ である。この式を整理すると $T = (WL)/(8y)$ となるから、架線張力の最小と最大はおのおの $T = (wL^2)/(8y)$ 、 $T_{max} = wL \sqrt{L^2 + 16y^2}/(8y)$ で求まるが、ここでは弛みが最大になるスパン中央における最小張力で検討する。

実験2では牧区角部柵柱が傾き、架線が弛んだ箇所から放牧牛の脱柵行動がどのように生じるかを把握するために、牧柵のスパンが4 m と 6 m の2種類、架線が3

段張り で設置水平角度が120度、90度、60度の3種類、コーナー柱が鉛直の場合と約5度傾いた場合の牧柵構造とした。そして前述のように架線張力を測定したほか、架線の最大弛みを測り、これと比較するためにコーナー柱の傾いた角度θを測定し、水平角α、架線の高さh、スパンLとして、最大弛み⁴⁾を $Y_{max} = 1/2 \sqrt{h \cdot \sin \theta (2L \cos 1/2 \alpha - h \cdot \sin \theta)}$ で求めた。さらに、放牧牛の脱柵行動が牧柵構造に及ぼす影響をみるために、実験後の架線張力も測定した。

2. 脱柵行動調査

供試牛は日本短角種20頭とホルスタイン種2頭(去勢牛)の22頭で、平均体高は129.9 cm (標準偏差±5.6 cm)、平均体長が149.8 cm (同±10.9 cm)、平均体重が569.8 kg (同±26.2 kg) である。実験は午前1回、午後1回の割で行い、実験期間中は制限給餌して一定の実験条件になるように留意した。餌は適量の乾草や稲ワラを牧柵から1±0.2 m の位置で高さを30 cm までとして並行に配置した。

供試牛の脱柵行動は、採食のために架線間から頭出しをした時に目の位置が架線よりも出た回数(以後、頭出し回数という)や実際に脱柵した回数(以後、脱柵回数という)、群行動の状況などを観察調査した。実験1では架線に弛みのないものを先に、弛み10 cm をつけたものを後に行い、最初に4 m スパンで4段張りの後に3段張り、次に6 m スパンで4段張りの後に3段張りで行った。また実験2では最初6 m スパンでコーナー柱が鉛直の場合を先に、コーナー柱を人力で約5度内側に傾かせた場合を後に行い、次に4 m スパンで同様に行った。脱柵行動の観察調査は、各実験ごとに供試牛を一旦パドックの隅に追い込んでから牧柵を作り直して餌を敷き、22頭を同時に解放したのち5分間実施した。なお、二つの実験は1回のみ行ったものであり、実験期間は1984年10~11月である。

結 果

1. 牧柵のスパン中央に架線の弛みがある場合

1) 架線間からの頭出し回数と脱柵回数

表2に実験1の結果を示した。全体的にみると3段張り、4段張りとも家畜の頭出し回数は、架線に弛みがある方がないものより1.3~1.4倍多かった。脱柵回数は4段張りではほとんどないが、架線間隔の広い3段張りでは全体で24回もあり、架線に弛みがある方がやや多かった。頭出し回数のスパンの違いは明らかではないが、3段張りにおける脱柵回数は6 m スパンの方が4 m スパンよりも多かった。また、供試牛の脱柵回数は3段張

Table 2. Frequency of sticking cattle's poll out of the fences and escaping from them

Span	Wire condition	4 m		6 m		Total	
		Without slackening	With slackening	Without slackening	With slackening	Without slackening	With slackening
Wire space of 3-wire fence	Above 120 cm	0	0	0	0	0	0
	80—120 cm	64	98 (3)	78 (8)	81 (5)	142 (8)	179 (8)
	40— 80 cm	48 (1) ^{a)}	102 (1)	45 (2)	59 (4)	93 (3)	161 (5)
	Below 40 cm	1	0	0	0	1	0
	Total	113 (1)	200 (4)	123 (10)	140 (9)	236 (11)	340 (13)
Wire space of 4-wire fence	Above 120 cm	0	0	0	0	0	0
	90—120 cm	13	6	28	58	41	64
	60— 90 cm	141 (1)	195	127	190	268 (1)	385
	30— 60 cm	36	8	20	6	56	14
	Below 30 cm	0	0	0	1	0	1
Total	190 (1)	209 (0)	175 (0)	255 (0)	365 (1)	464 (0)	

a) Number in parentheses is the frequency of escaping from the fences.

りでは地上 40~80 cm と 80~120 cm の架線間にほぼ同程度生じ、4 段張りでは 60~90 cm の架線間に多く生じ、架線間への頭出し行動は架線位置の影響が大きかった。

2) 放牧牛の脱柵行動

供試牛群のボスは体高の高い牛であり、これが他の供試牛の採食行動を邪魔する行動を頻繁に取り、また、1 頭が頭出し行動を行うと他のものも同じ個所において追隨する行動が頻繁に見られた。さらに、脱柵行動は、頭出し行動と同様に 1 頭が脱柵し始めると他のものも同じ個所から脱柵しようと試みる場合が多く、このことが 3 段張りにおける脱柵回数が多いという結果になった。この脱柵を頻繁に行う供試牛は、一度脱柵を経験したものや比較的体高が低いものに限られていた。また、架線の 30 cm 以下、120 cm 以上では頭出し行動はほとんどなかった。4 段張りでは 30~60 cm 間から前足を折り曲げ、3 段張りでも餌が若干遠い位置にあると頸峰部や胸垂に有刺鉄線を当てながらやはり前足を折り曲げて首を伸ばして採食する行動を多く観察した。特に架線間からの頭出しは、4 段張りでは架線間隔が狭いので顔を横にしながる行う場合が多く、中には顔面に有刺鉄線の刺がささり血を流しながら採食する供試牛も見られた。

3) 脱柵行動に伴う牧柵構造の変化

供試牛の脱柵行動によって架線張力は低下した。特に人力架線して張力が大きい 6 m スパンで 3 段張りの 2 段架線の張力は 81% 低下し、同じく 4 段張りの 2 段および 3 段架線のそれは 76 および 75% 低下した。4 m スパンでも同様の傾向がみられ、頭出し回数が多い位置の架線の張力は低下し、特に人力で緊張した架線ほどその張力の低下割合は大きかった。一方、架線に 10 cm の

弛みをつけたものはむしろ張力が増加する場合が多かった。

2. コーナー柱が傾いて架線が弛んだ場合

1) 架線間からの頭出し回数と脱柵回数

実験 2 の結果は、表 3 に示した。全体的にはコーナー柱が鉛直で架線に弛みがない方が頭出し回数は多いが、脱柵回数はむしろコーナー柱が傾いて架線に弛みの多い方が多かった。実験は 6 m スパンを先に行ったが、6 m よりも 4 m の方の脱柵回数が多かった。ただ、6 m スパンのコーナー柱に傾きのある場合の頭出し回数は少ないが、脱柵回数は多かった。一方、4 m スパンではコーナー柱の水平設置角度が大きいくほど頭出し回数は多いが、脱柵回数は水平設置角度が 90 度では少なかった。

脱柵行動が頻繁に見られた架線位置は表 3 から 40~120 cm であるが、コーナー柱が傾いたものにはこの架線高さに架線の弛み分が加味されていない。実際の架線の弛みは 4 m スパンで設置水平角度が 120 度の場合、架線高 120, 80, 40 cm においてはそれぞれ 30, 30, 22 cm、同様に 90 度および 60 度ではそれぞれ 33, 32, 22 cm および 42, 36, 28 cm であり、したがって供試牛が架線を意識した高さは、4 m スパンでは 120 cm 架線の場合が地上 78~90 cm、80 cm の場合が 40~50 cm、40 cm の場合が 12~18 cm であり、設置水平角度が小さいほど架線は弛んで低い位置になった。また 6 m スパンではこれらはもっと低い位置になり、高さ 120 cm の架線が 81~91 cm に、80 cm では 43~52 cm、40 cm では 11~16 cm になった。

2) 放牧牛の脱柵行動

最初の実験で 6 m スパンで行ったので、4 m スパンでは供試牛が脱柵行動の学習をしたためか、脱柵回数は 6

Table 3. Frequency of sticking out of the fences and escaping from them

Span			4 m		6 m		Total	
Condition of corner post			Vert. ^{a)}	Incl. ^{b)}	Vert.	Incl.	Vert.	Incl.
Plane angle of 120 degrees	Wire space of 3-wire fence	Above 120 cm	0	0	0	1	0	2
		80—120 cm	20	80 (18)	77	21	97	101 (18)
		40—80 cm	60	17 (1)	41	6	101	23 (1)
		Below 40 cm	0	0	0	0	0	0
		Total	80	98 (19)	118	28	198	126 (19)
Plane angle of 90 degrees	Wire space of 3-wire fence	Above 120 cm	0	3	0	4	0	7
		80—120 cm	33 (3) ^{c)}	11 (1)	22	21 (6)	55 (3)	32 (7)
		40—80 cm	25 (1)	20	47	8	72 (1)	28
		Below 40 cm	0	0	0	0	0	0
		Total	58 (4)	34 (1)	69	33 (6)	127 (4)	67 (7)
Plane angle of 60 degrees	Wire space of 3-wire fence	Above 120 cm	0	2	0	2	0	4
		80—120 cm	9 (8)	22 (7)	26	48 (8)	35 (8)	70 (15)
		40—80 cm	5 (4)	7	32	10	37 (4)	17
		Below 40 cm	0	0	0	0	0	0
		Total	14 (12)	31 (7)	58	60	72 (12)	91 (15)
Total			152 (16)	163 (27)	245 (0)	121 (14)	397 (16)	284 (41)

a) Vertical, b) Inclination of about 5 degrees, c) Number in parentheses is the frequency of escaping.

m スパンよりも 4 m の方に多かった。実験 1 と同様に、架線の弛みが少ないほど架線張力が大きいので、コーナー柱が鉛直であるほど頭出し回数が増えたものもみられた。さらに群行動として、脱柵を経験した供試牛が先導したり、1 頭が頭出しや脱柵を始めた個所から、他の供試牛が追従して頭出しや脱柵するのをよく観察できた。設置水平角度別では、頭出し回数や脱柵回数に明らかな差異はみられなかった。また、脱柵した家畜は、実験 1 と同様に比較的小柄な供試牛に多く見られた。

3) 脱柵行動に伴う牧柵構造の変化

スパン中央で頭出しした場合には、架線の自重による弛み以上に大きな弛み（ここでは、最大弛みという）が生じ、脱柵できるほどの架線間隔が生じてしまう場合が多かった。コーナー柱の設置水平角度が 90 度の 6 m スパンについて、図 3 にこの架線の最大弛みと張力の変化を示した。スパンや設置水平角度が大きくなり、架線の高さが高くなるほど、架線の最大弛みは多くなるが、この図から実験後にはコーナー柱が 6 度から 6.5 度に傾き、この弛みが増加していることが分かる。また計算値よりも実測値の方の弛みが多く、一般的な牧柵構造の変化以上に供試牛の脱柵行動に伴う構造の変化が生じていた。一方、コーナー柱が鉛直である場合の架線張力の変化は、高さ 120 cm の架線では 47%、80 cm では 70%、40 cm では 62% の低下が実験後にみられ、このことは 40~80 cm の架線間に最も多かった頭出し回数の影響を受けた

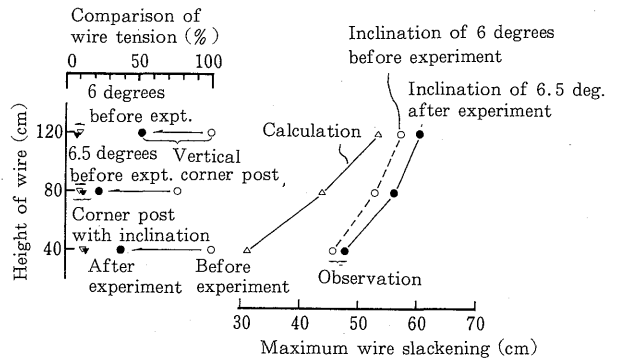


Fig. 3. Change of slackening and tension of wire in the span of 6 m with the plane angle of 90 degrees.

ためである。

コーナー柱の傾きは実験前は 4~7 度の範囲であり、実験後には設置水平角度が 60 度と 90 度では 0.5~1 度傾いたが、120 度では逆に 0.5~1 度起こされてしまった。このことにより、架線の張力はコーナー柱を傾けたために鉛直の場合よりも約 90% 低下し、架線高別では 120 cm で 92%、80 cm で 89%、40 cm で 79% も低下し、高い架線ほど張力が低下する割合が大きかった。ちなみに図 3 では、約 10 分の 1 程度に低下している。しかし、実験後の張力には極端な低下はみられず、実験前の張力の 81~109% の範囲で若干増減する程度であった。

考 察

牧柵の架線に弛みがあれば、架線張力が低下し、放牧牛の頭出し回数は多くなり、さらに脱柵回数も増加する。ただ、架線を人力で緊張した場合やコーナー柱が鉛直の場合は、架線張力が大きいために放牧牛の頭出しは架線に弛みが多い場合よりも頻繁に行われるが、有刺鉄線の刺の影響で脱柵行動は制限されていると考えられる。また、脱柵行動が頻繁に行われる位置は、実験1では架線に10 cmの弛みがあるため実際に頭出しを行う架線間は10 cm下がり、3段張りりと4段張りを併せて考えれば、餌位置が1 mのときに体高の38~70%に相当する50~90 cmであり、この位置の架線を補強すべきであろう。この架線間は、牧柵から0.5 mの位置にある採食が自由な餌棚を用いた実験では体高の45~75%に頻繁に頭出しが見られた結果¹⁾よりも低い位置に当たり、餌位置によって脱柵行動の取られる架線位置が異なるものと考えられ、放牧草地では牧柵付近の採食行動が多いのでさらに低い架線位置での脱柵行動が取られると思われる。両角⁹⁾は、2 m スパンで6段張りでは30~60 cmの位置の架線に弛みが多く、これは放牧牛の接触頻度が多かったためであるとしているので、今後さらに餌位置が架線に近い場合について実験しなければならない。また実験2において脱柵行動の行われやすい架線位置は、コーナー柱が鉛直な場合は40~120 cmであるが、これが約5度傾いた場合は架線の弛みを考慮して45~85 cmであるといえる。そしてコーナー柱が傾けば4 m スパンでは架線はスパン中央で20~40 cm下がり、6 m スパンではさらに下がった位置になるため、表3に見られるように80~120 cmの間に頭出し回数が最も多かったものと考えられる。さらにこうした牧柵の架線間隔は、3段張りでは40 cm、4段張りでは30 cmといった画一的な間隔⁹⁾ではなく、補強すべき所は間隔を狭める必要があると思われる。またこれらのことから、コーナー柱はできるだけ傾倒が生じないように堅牢に設置する必要がある。

脱柵行動では、ボス牛が他の供試牛の採食行動を邪魔したり、脱柵を試みる供試牛は脱柵経験牛や比較的体高の低いものに限られ、その行動には追従する行動が多く、実験1・2とも群としての特徴ある行動が見られた。牛の牧柵に対する行動は、最初に押し分けて進む(Push through)、次にひっくり返す(Push over)という見方がある⁷⁾が、今回の実験ではまず餌を発見して接近し、次に牧柵架線を意識して慎重に架線間へ鼻先を通しながら頭出しを行い、架線間隔を押し広げながら脱柵する場

合が多かった。架線間への突っ込みは、有刺鉄線のため顔面の鼻先や目の周囲を避けるように行っているから、この部位に対して隔障機能を発揮する牧柵構造も考えられる。これは、電気牧柵への訓練では牛体の鼻や首にショックを与えて行う例⁸⁾が多いことからいえる。また実験2では、コーナー部の三角形の面積は6 m スパンの場合、設置水平角度120度と60度では15.6 m²、90度では18 m²であり、90度の場合に頭数が最も多く入るようであるが、実際には架線に直角に頭出しを行う場合が多く、放牧牛の体長と体幅によって120度の方に頭数が最も多く入るので、表3のように頭出し回数が120度のコーナー部に多かったものと判断される。

脱柵行動に伴う牧柵構造の変化の特徴は、架線に弛みがない場合の架線の張力低下が著しく、明らかに脱柵行動が頻繁に行われた個所に生じている。一方、架線に前もって弛みがある場合の実験後の架線の張力は、実験前よりも増減するが、その割合は小さい。この架線張力の増減は、有刺鉄線の刺が架線留め金具や柵柱に引っ掛かかることが多いために生じる。有刺鉄線は刺があるために隔障機能は良いものの、架線張力の変化に影響し、一度弛んだ架線の緊張作業も難しい。さらに放牧草地ではこれが経年で錆はじめ、架線強度の低下⁹⁾や刺の鋭利さの減退があるので、ますます脱柵要因が増加しよう。そこで牧柵架線としての有刺鉄線の是非については、牧柵架線作業や補修作業における安全性、あるいは、家畜のWelfare¹⁰⁾の観点から見直す必要があるかもしれない。

謝 辞

本実験を行うに当たり、当学部付属農場並びに畜産土木工学科卒業生御子神正人君らの協力を得た。また本稿の取りまとめには、北里大学獣医畜産学部特別研究費(No. 6015)の一部を活用した。併せて感謝申し上げる。

引用文献

- 1) 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.
- 2) HOSOKAWA, Y. (1985) Snow Damage to Pasture Fences in the Highland of Tohoku District of Japan, Proceedings of the XVth International Grassland Congress, pp. 1349-1350.
- 3) 細川吉晴 (1984) 積雪寒冷地における放牧施設に関する研究 I. 高標高地の牧柵設置の実態, 日草誌 30, 140-144.
- 4) 細川吉晴 (1985) 積雪寒冷地における放牧施設に関する研究 III. 牧区角部柵柱の傾倒に影響を及ぼす要因, 日草誌 31, 214-215.
- 5) 両角清一 (1983) 有刺鉄線の規格と経年変化, 関東草飼

- 研誌 7 (2), 15-16.
- 6) 細川吉晴・小林裕志 (1985) 積雪寒冷地における放牧施設に関する研究 V. 公共育成牧場における牧柵及び飲水施設の実態, 日草誌 31, 351-352.
- 7) LUND, R. and S. SILVA (1985) Fencing to allow for the behaviour and movement of animals. Proceedings of Gallagher's 2nd world wildlife power fencing seminar, Dubbo (N.S.W., Australia), 7 pp.
- 8) McCUTCHAN, J. (1976) Electric fences, —some outstanding problems. Dairy Farming Digest (Victoria), 23 (1): 2-5.
- 9) 細川吉晴 (1986) 牧柵架線用の有刺鉄線の劣化と強度—牧柵の雪害に関する研究 (I) —, 農業土木学会論文集, 124, 27-33.
- 10) 三村 耕 (1985) 家畜の行動 (I) 家畜の行動と家畜行動学, 畜産の研究 39 (1), 51-56.

(昭和 61 年 4 月 26 日受理)

Fencing for the Pasture Utilization

II. Effects of fencing on the cattle behavior of escaping from fences with slackening wire

Yoshiharu HOSOKAWA

Kitasato University, Towada, Aomori 034, Japan

Summary

The behavior of escaping from fences with slackening wire was studied about the flock of 22 cattle with mean height of 130 cm and mean weight of 570 kg by 2 experiments. One was experimented by using the fences with no slackening wire and with slackening wire of 10 cm in the center of span of fence. The other was experimented by using fences with no slackening wire of the vertical corner post and with slackening wire after the corner post was tipped by about 5 degrees inside pasture. In the former experiment, the frequency of sticking cattle's poll out of fences with slackening wire was only 1.3-1.4 times frequency in fences with no slackening wire, but the behavior of escaping from fences with no slackening wire was hardly found. The behavior of escaping in the feed distance of 1 m from fence line was found frequently in the wire space between 50 and 90 cm above ground, which space was 38-70% of the withers height of flock. In the later experiment, the sticking in fences with no slackening wire was more frequent rather than in fences with slackening wire, but the behavior of escaping was found frequently in fences with slackening wire. These escaping behavior made a 47-81% decrease in the wire tension of no slackening wire fences, but the change of wire tension in the slackening wire fences after the experiment was a little.

The escaping was caused by the cattle experienced in escaping or the cattle with comparatively lower withers height, and the characteristic behavior of flock was observed that the cattle being just about to escape led other cattle to escape from fences.

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

(J. Japan. Grassl. Sci., 32, 402-407, 1987)