

役畜のけん引機構に関する研究

— けん引の場合の歩期について —

盛 政 貞 人

(島根大学教育学部)

Sadato MORIMASA : A Study on the Draught-Mechanism of
the Draught Animal — On the Periods of Walking with
Imposed Draught

ABSTRACT. In the present study, the results of the following experiments are presented. The goat was let to walk, on the treadmill moving at the speed of 42.9 meter per minute, with the draught imposed upon in these varied ways : (a) with the point of the attachment of the trace of the draught along the middle line of the breast-band and its extension line on the draught-saddle in the four different ways : at the height of the chine (=A); at the height about the middle between the chine and the point of the shoulder (=B); at the height of the point of the shoulder (=C); at the height of the lowest part of the breast-band (=D); (b) with the direction of the trace or the draught angle (which the trace makes with the horizontal line) in the three different ways : horizontal, 10 degrees, and 20 degrees ; and (c) with the weight of the draught imposed upon in the two different ways : 10% and 20% of the goat's body-weight.

This writer made 16 mm films of 24 frames per minute of these experiments, and took from each of the conditions given above those frames which compose of the duration of one stride. Each and every frame was enlarged at a certain rate to get on the photographic paper a series of prints to be arranged in the order of the frames of the films. By means of these arranged prints (shown in Pictures 1-6) analyses were made of the periods of walking.

(1) The average of the duration of one stride composed of 25.4 frames, which is equivalent to 1.06 seconds in time.

(2) The average of the ratio of one duration of support to the duration of one stride ($= \frac{\text{one duration of support}}{\text{the duration of one stride}} \times 100$) was measured 69.4 % for the fore-limbs and 74.6% for the hind-limbs, which was greater than the former. It is to be understood that this accounts for the fact that the hind-limbs work mainly as the fulcrum and to generate power of propulsion, and that the fore-limbs fill a very important role for an effective use of the body-weight to maintain equilibrium in the movement of rotation conducted along the longitudinal section of the body.

(3) The average ratio of the duration of support occupied in the duration of one stride in draught is classified as follows according to the combination of the supporting limbs :

The duration of support by 3 limbs — 1 fore-limb and 2 hind-limbs : 47.2%

The duration of support by 3 limbs — 2 fore-limbs and 1 hind-limb : 36.8%

The duration of support by 2 limbs — 1 fore-limb and 1 hind-limb on one side : 8.1%

The duration of support by 2 limbs — 1 fore-limb and 1 diagonal hind-limb : 5.8%

The duration of support by 4 limbs : 2.1%

All these values presented here differed from those acquired when the animal was only saddled without any imposed draught.

(4) The duration of support by the 2 limbs on one side became shorter as the weight of the draught got heavier. This will account for the adjustment to prevent the movement of rotation forced by the draught along the horizontal section of the animal body.

(5) The duration of support by the 2 diagonal limbs became longer as the draught angle which the trace made with the horizontal line got greater. This will account for the adjustment to prevent the movement of rotation forced by the draught along the cross section of the animal body.

(6) In the beginning period of the duration in which one hind-hoof worked as a major fulcrum (or the beginning period of the duration of non-support by the opposite hind-limb), the position of one fore-hoof on the same side marked the period when 98.2%, in average, of the duration of non-support had progressed. This, admittedly, will make favourable use of the weight of the animal body, and be in the condition effective to create the condition of equilibrium in the movement of rotation along the longitudinal section of the animal body ($FDl - Wp Dg = 0$, or $FDl = Wp Dg$, to be shown in absolute value. F ... the weight of the draught, Dl ... the vertical distance between the hind-hoof which works as the axis of rotation and the trace, Wp ... the bodyweight which takes part in the moment of rotation, and Dg ... the horizontal distance between the hind-hoof which works as the axis of rotation and the center of gravity).

(7) In the beginning period of the duration in which one hind-hoof worked as a major fulcrum the position of one fore-hoof on the opposite side marked the period when 71.1% of the duration of support had progressed. This, admittedly, will be in a favourable condition for the use of the weight of the animal body, and the extension of the hind-limb.

I. 緒 論

さきに、役畜がけん引歩行する場合の、体の縦断面に沿う回転運動の平衡条件は、(4-55,5-49)
 $FDl - WpDg = 0$ 、絶対値で言って、 $FDl = WpDg$ 、(F:けん引量, Dl:回転軸となる後蹄とけん引線との垂直距離, Wp:体重の回転能率関与量, Dg:後蹄と重心との水平距離)であることを解明し、ついで、この条件を踏まえながら、1歩長を推進するための姿勢的要素(6-36)の変化を、 $Dp = Les' \left(\frac{Les}{Les'} \cos \theta es - \cos \theta es' \right)$ 、〔Dp:1主支点期間の腕関節運動中心(1-30)

(以下、腕心と略称)の推進距離=1歩長, Les:後肢負重終期の後蹄~腕心斜距離, Les':反対後肢負重終期の後蹄~腕心斜距離, θes :後肢負重終期の後蹄と腕心とを結ぶ線分の傾角, $\theta es'$:反対後肢負重終期の後蹄と腕心とを結ぶ線分の傾角]の如く解析したが、この度の研究においては、敍上の研究の中で解明した条件あるいは法則といったものと歩期とはどのように関連しているかをみることを1つの着眼点としながら、その解析を行なった。

II. 材料および方法

さきの報告において詳述しているが要点を述べればつぎの如くである。

- (1) 山羊2頭を用い、
- (2) 分速42.9mの treadmill 上を、
- (3) 胴引によって、(a) けん引点, The point of the attachment of the trace を腹帯の大体中央を通る線上、あるいは鞍の上においての、その延長線上における、背の高さ(以下、この点をAで表わす)、背と肩端との中間の高さ(B)、肩端の高さ(C)、腹帯の下端の高さ(D)に、(b) けん引角度, The direction of the trace, or the draught angle (which the trace makes with the horizontal line) を水平、 10° 、 20° に、けん引量, The weight of the draught を体重の10%、20%に、それぞれ、変化させたけん引をかけて歩行させ、また、対照として、鞍づけだけを行なって、けん引をかけないで歩行させ、
- (4) 1定の距離より、1秒当り24コマの16mm映画にとり、
- (5) そのフィルム中から、個体別、けん引条件別に、それぞれ、左後肢負重始期から、同肢の脱重終期に至る1完歩期間をとり出し、それらの1コマ1コマを大体キャビネ大の印画紙に一定の率で引き伸ばして焼きつけ、歩期解析の資料に供した。

III. 成績および考察

まず、引き伸して焼つけた写真について、個体別、けん引条件別に、左前肢負重始期、bsf、同負重終期、esf、同脱重始期、bnf、同脱重終期、enf、右前肢負重始期、bsf'、同負重終期、esf'、同脱重始期、bnf'、同脱重終期、enf'、左後肢負重始期、bsh、同負重終期、esh、同脱重始期、bnh、同脱重終期、enh、右後肢負重始期、bsh'、同負重終期、esh'、同脱重始

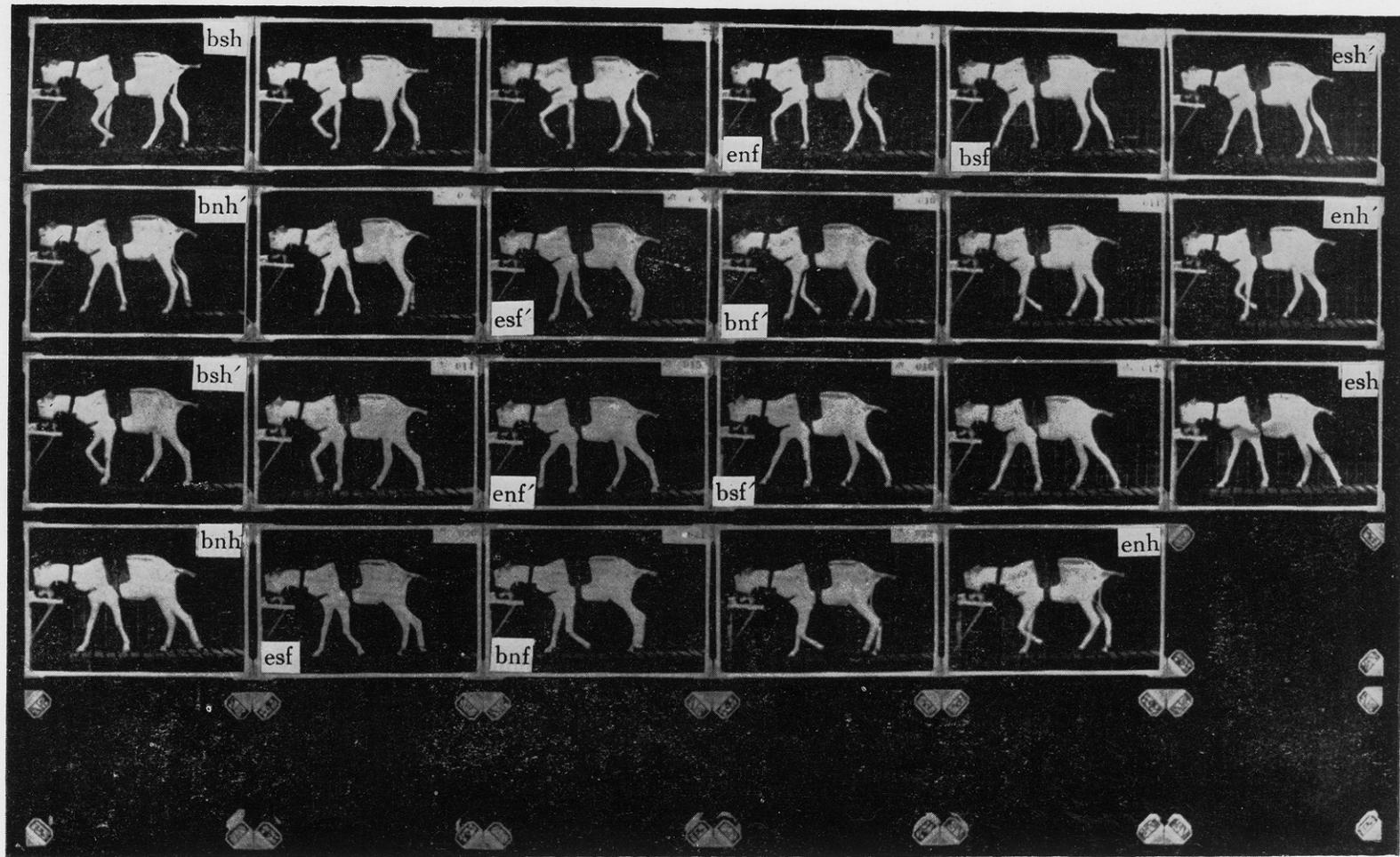


写真 1. N号山羊, 鞍づけだけ

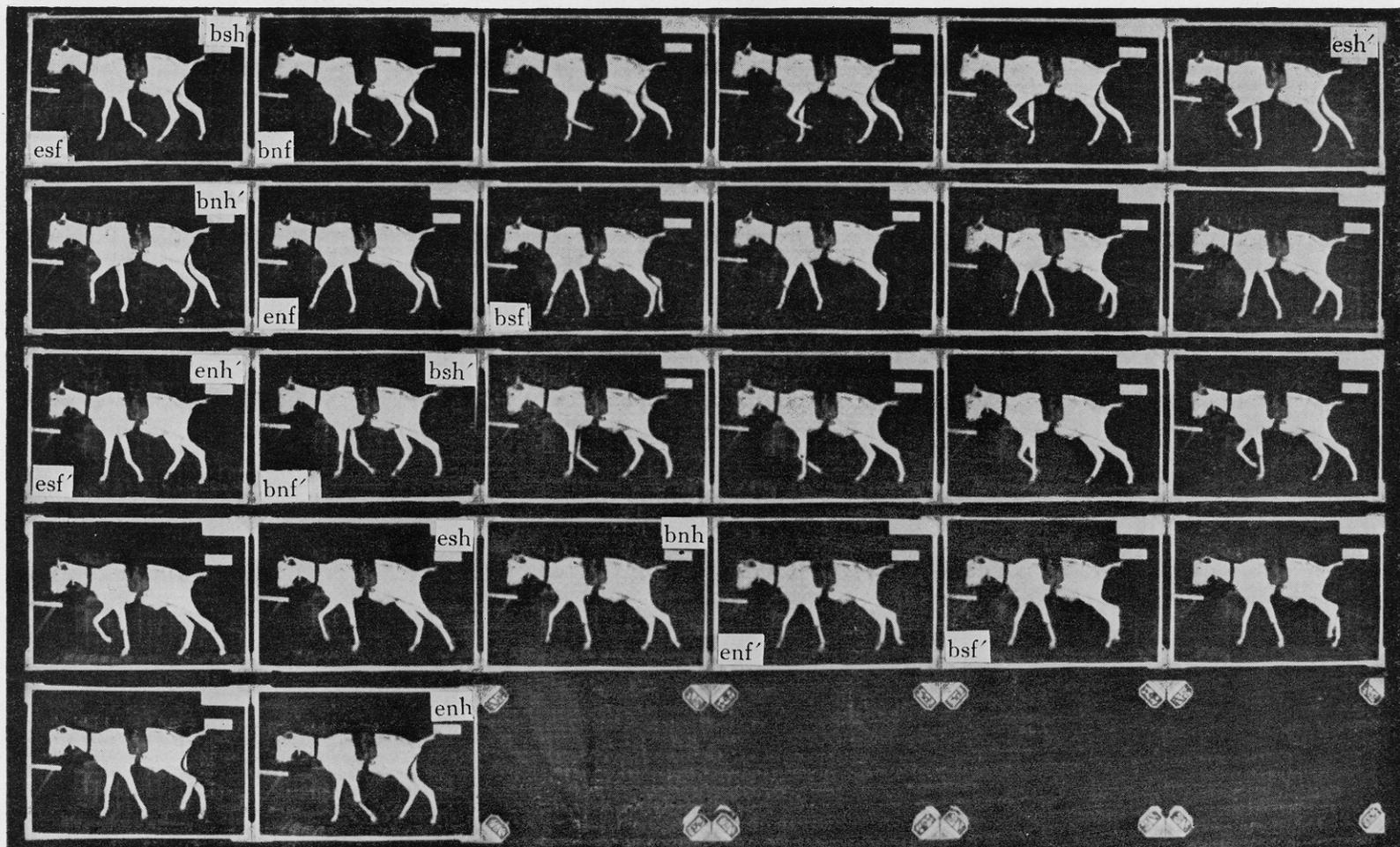


写真 3. N号山羊C, 20°, 20%

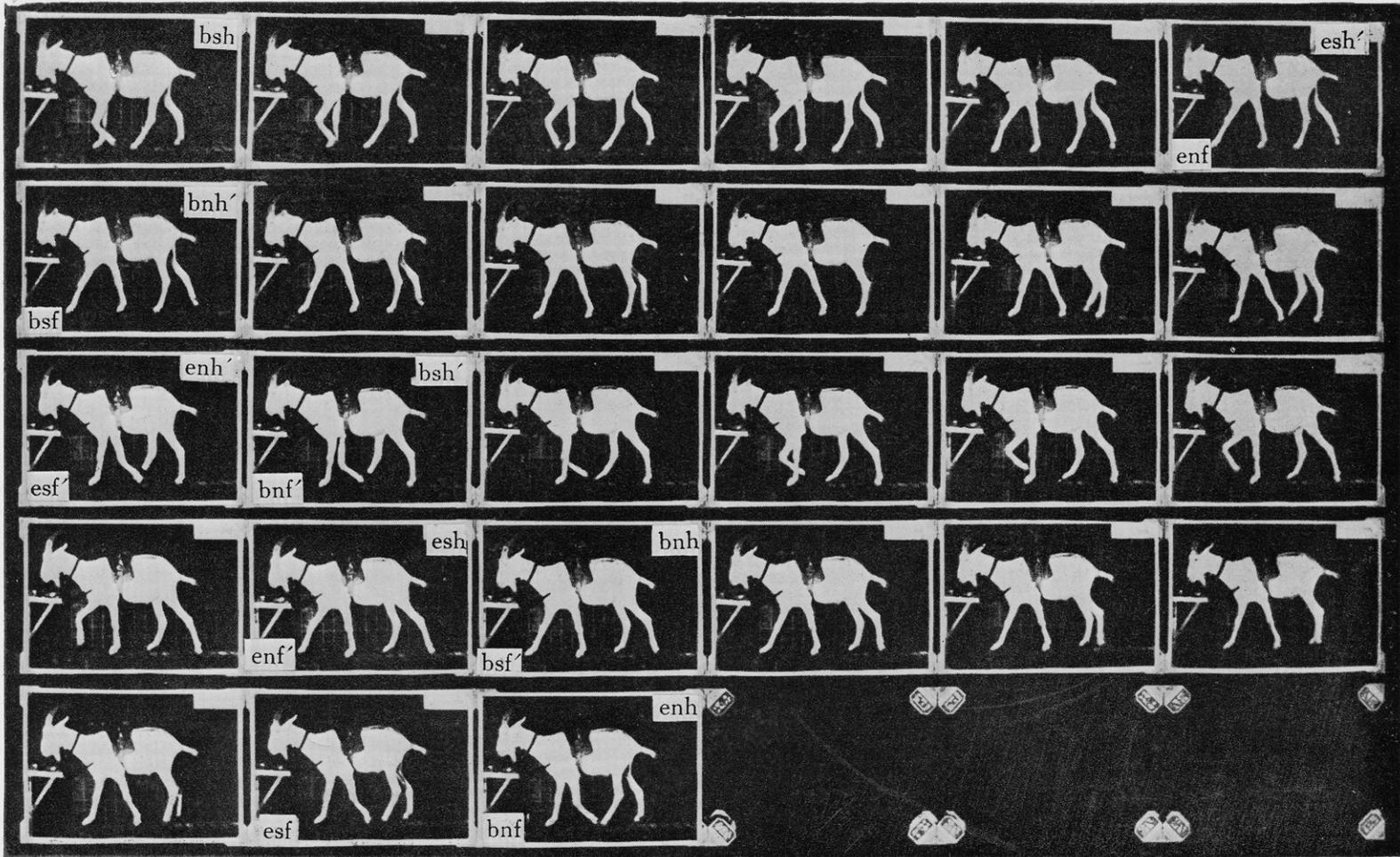


写真 4. H号山羊, 鞍づけだけ

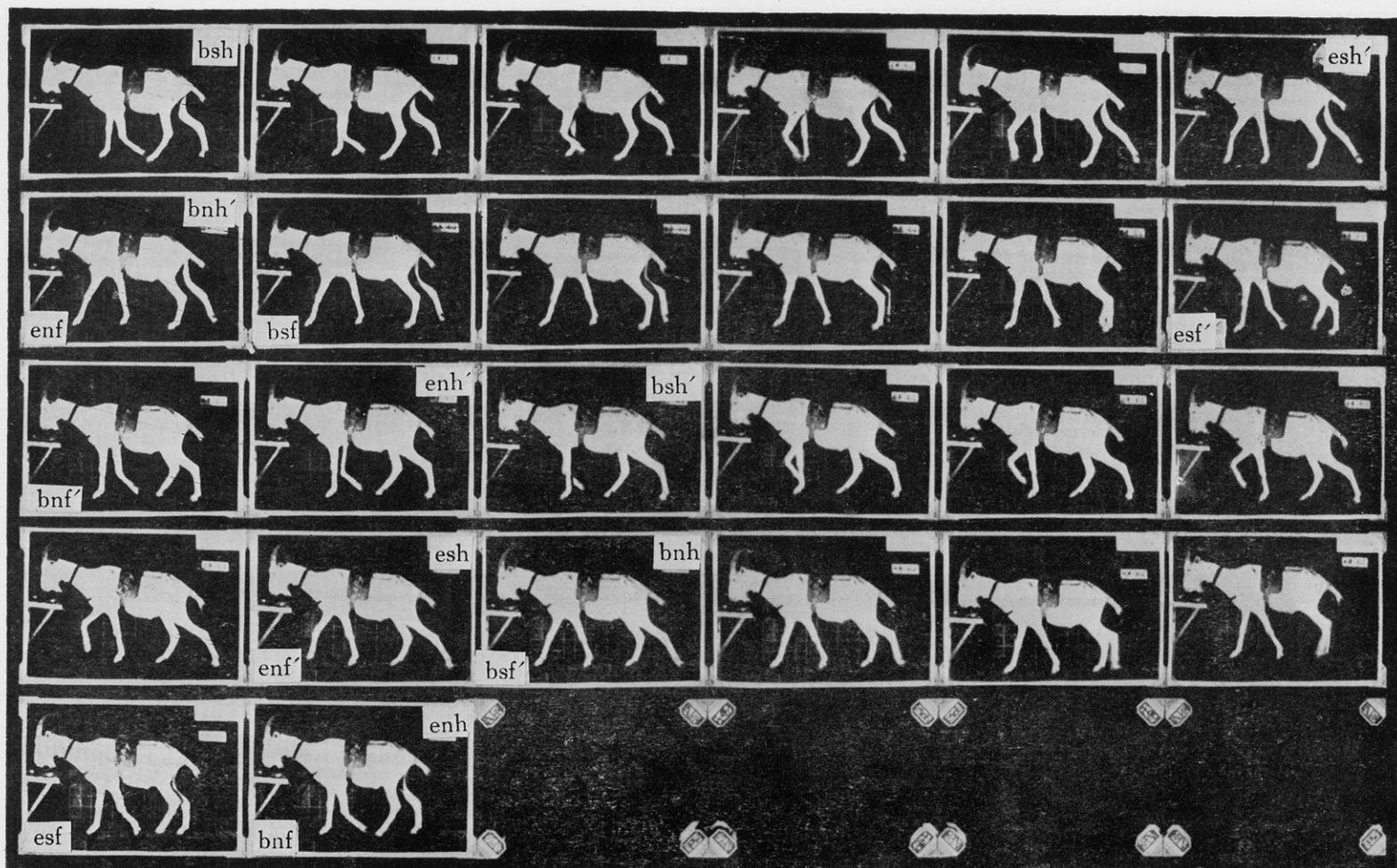


写真 5. H号山羊, A, 0°, 10%

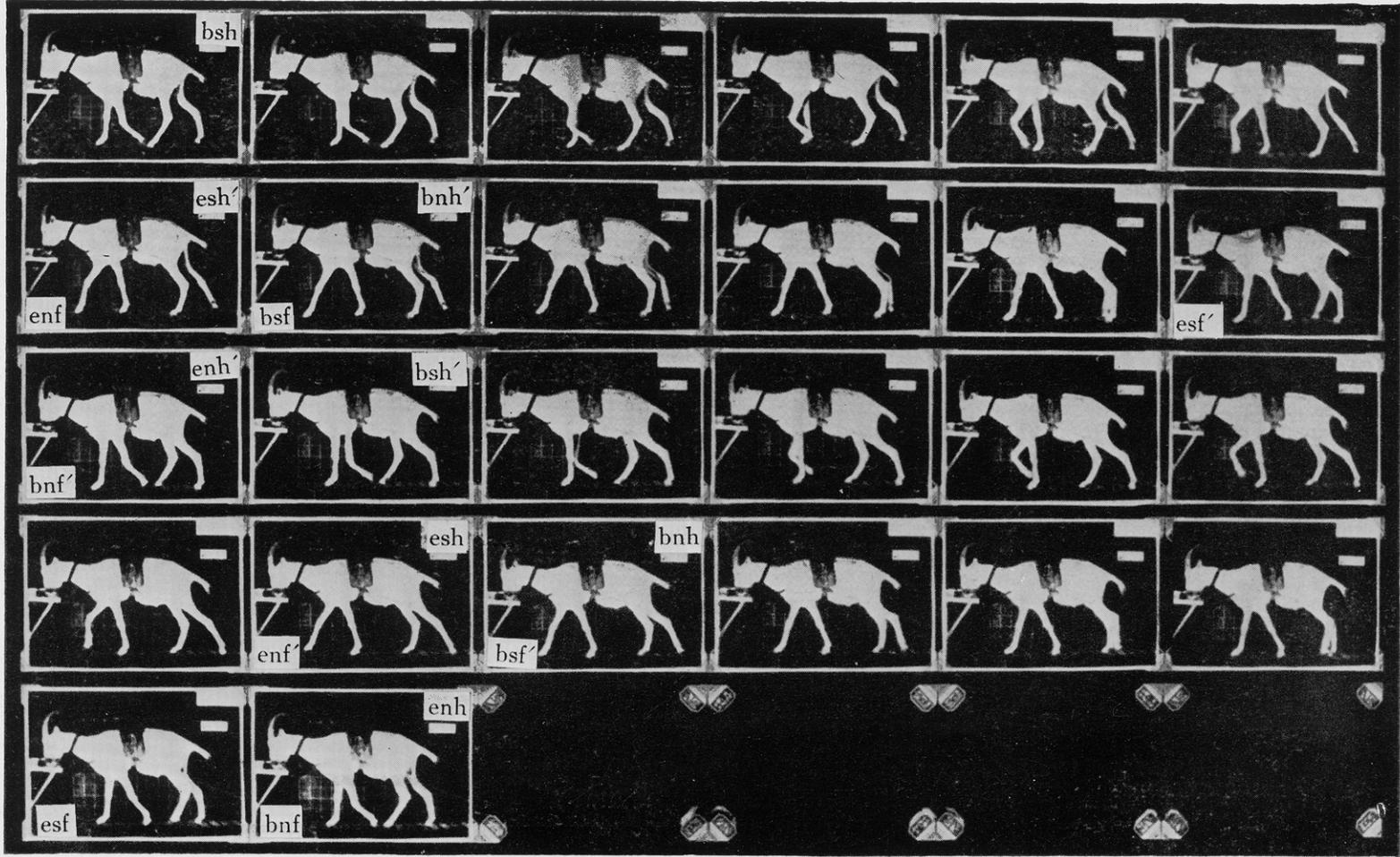


写真 6. H号山羊, C, 20°, 20%

期, bnh' および同脱重終期, enh' の16期を判定, 記入し, それらの写真を左後肢負重始期よりフィルムのコマの順序にしたがって, 上段より左に進みながら下段に及び, 左後肢脱重終期までの1完歩を配列した。ここには紙面の制限上, N号山羊およびH号山羊の, それぞれ, 鞍づけだけした場合, けん引点A, けん引角度 0° , けん引量体重の10%の場合, およびC, 20° , 20%の6例を写真1~6によって示すにとどめた。ついで, この写真をもととし, 4肢別に, 写真1枚毎に, 負重している肢は●(前肢), または▲(後肢) 1個, 脱重している肢は□1個の割合で記録したものが図1である。以下, 図1の成績について解析を行なってゆくこととする。

A. 1完歩期間, The duration of one stride

左後肢の負重始期から, 同肢の脱重終期に至るコマ数でみた1完歩期間は図1, 表1および図2の如くである。その相当時間は, そのコマ数に $\frac{1}{24}$ 秒をかけると得られる。

鞍づけだけの場合: N号山羊(以下, Nと略記) 23コマ, H号山羊(以下, Hと略記) 27コマ

けん引をかけた場合の平均: N25.0コマ, H25.8コマ, 総平均25.4コマ=1.06秒

けん引条件の影響: けん引点別平均はAが24.6コマ, Bが26.9コマ, Cが25.0コマ, Dが25

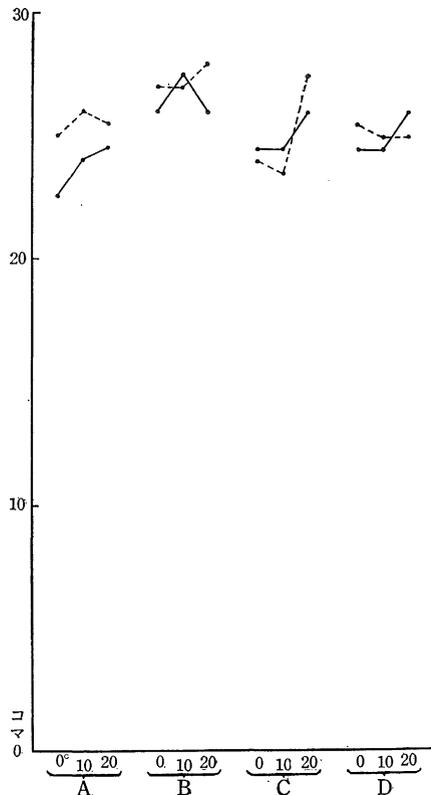
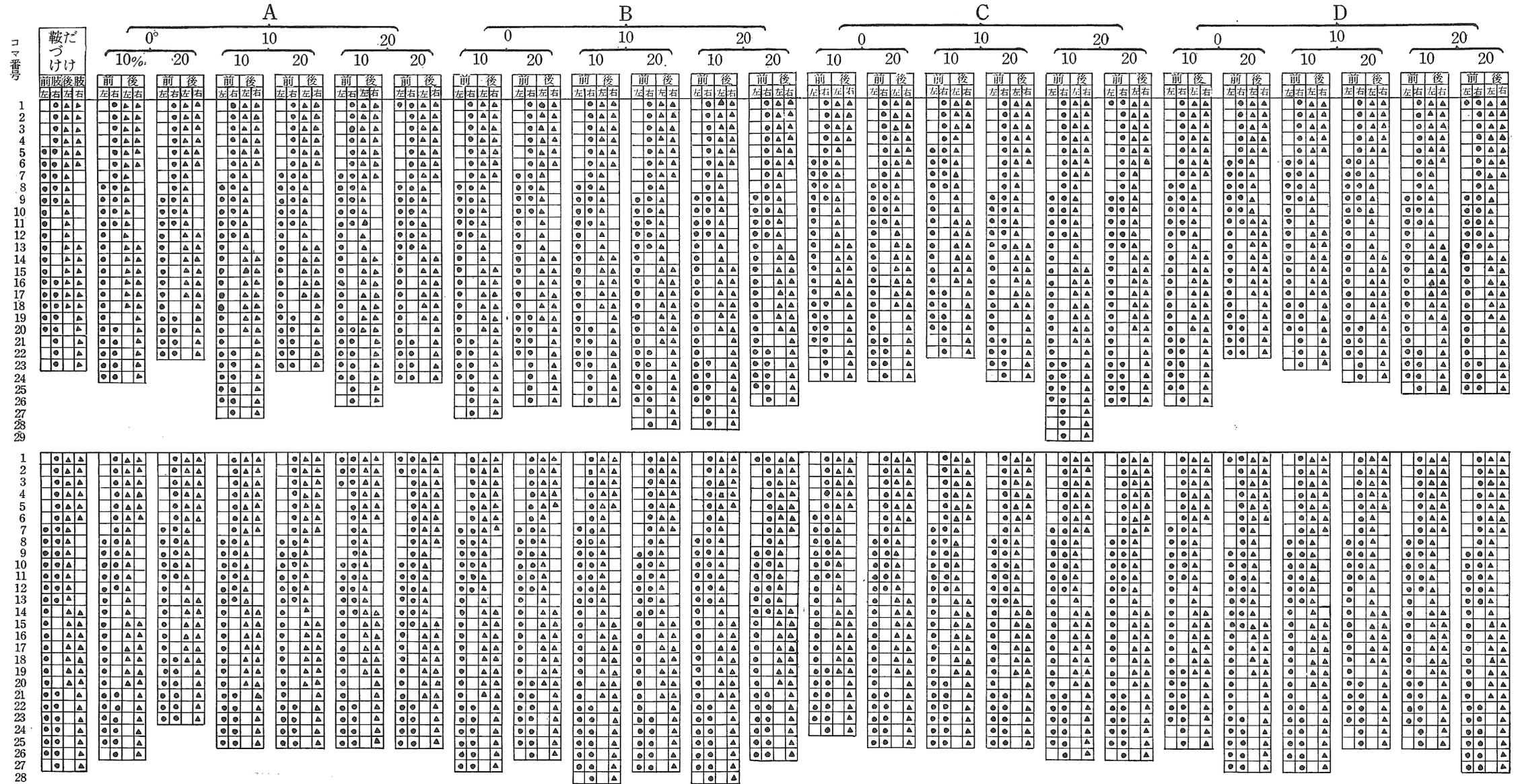


図 2. 1完歩期間 (コマ数)

注: 体重の10%, —— 体重の20%

図 1. 歩期の記録図

注：● (前肢) または▲ (後肢) は負重，□ は脱重を示す。



.1コマで、けん引点がBにある場合やや長く、Aにある場合やや短くなる傾向がみられた。けん引角度別平均は 0° が24.9コマ、 10° が25.3コマ、 20° が26.1コマで、けん引角度が大となるにつれてやや長くなる傾向がみられた。けん引量別平均は体重の10%（以下、単に10%と略記、体重の20%の場合もこれにならう）が25.8コマ、20%が25.0コマで、けん引量が大きくなれば、けん引点がAにある場合には明らかに短くなった。

B. 負重期間, 脱重期間, ならびに負重期間率

1. 負重期間, The duration of support

a. 前肢の1負重期間

前肢の1負重期間は表2および図3に示す如くである。

鞍づけだけの場合：N16.5コマ、H20.0コマ

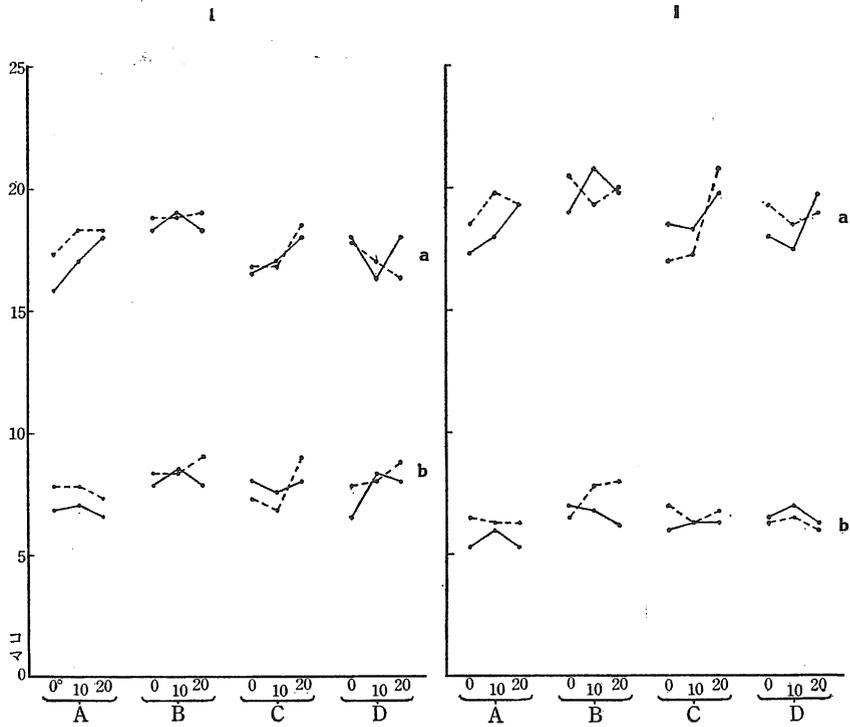


図 3. 前肢 (I) および後肢 (II) の1負重期間(a)および1脱重期間 (b)

けん引をかけた場合の平均：N16.8コマ、H18.4コマ、総平均17.6コマ

けん引条件の影響：けん引点別平均はAが17.4コマ、Bが18.7コマ、Cが17.3コマ、Dが17.2コマで、けん引点がBにある場合やや長くなる傾向がみられた。けん引角度別平均は 0° が17.4コマ、 10° が17.5コマ、 20° が18.0コマで、けん引角度が大となるにつれて、けん引点がAならびにCにある場合には長くなったが、BやDにある場合には趣を異にした。けん引量別

表 2. 前肢の1負重期間（左右平均コマ数）1脱重期間，および負重期間率（%）

けん引量	けん引点 角度 個体	A				B				C				D				けん引角度別平均			けん引 別平均	敏づけ だけ			
		水平	10°	20	平均	0	10	20	M	0	10	20	M	0	10	20	M	0	10	20					
負 重 期 間	体重の10%	N号山羊	16.5	18.5	18.0	17.7	18.0	17.0	18.0	17.7	16.0	15.0	18.5	16.5	18.0	15.0	15.5	16.2	17.1	16.4	17.5	17.0	N: 16.5 H: 20.0		
		H号山羊	18.0	18.0	18.5	18.2	19.5	20.5	20.0	20.0	17.5	18.5	18.5	18.2	17.5	19.0	17.0	17.8	18.1	19.0	18.5	18.5			
		平均	17.3	18.3	18.3	17.9	18.8	18.8	19.0	18.8	16.8	16.8	18.5	17.3	17.8	17.0	16.3	17.0	17.6	17.7	18.0	17.8			
	" 20 "	N	14.5	16.5	17.5	16.2	17.0	19.0	17.0	17.7	15.5	16.0	18.0	16.5	16.0	16.0	17.0	16.3	15.8	16.9	17.4	16.7			
		H	17.0	17.5	18.5	17.7	19.5	19.0	19.5	19.3	17.5	18.0	18.0	17.8	20.0	16.5	19.0	18.5	18.5	17.8	18.8	18.3			
		M	15.8	17.0	18.0	16.9	18.3	19.0	18.3	18.5	16.5	17.0	18.0	17.2	18.0	16.3	18.0	17.4	17.1	17.3	18.1	17.5			
	けん引別点平均	N	15.5	17.5	17.8	16.9	17.5	18.0	17.5	17.7	15.8	15.5	18.3	16.5	17.0	15.5	16.3	16.3	16.4	16.6	17.4	16.8			
		H	17.5	17.8	18.5	17.9	19.5	19.8	19.8	19.7	17.5	18.3	18.3	18.0	18.8	17.8	18.0	18.2	18.3	18.4	18.6	18.4			
		M	16.5	17.6	18.1	17.4	18.5	18.9	18.6	18.7	16.6	16.9	18.3	17.3	17.9	16.6	17.1	17.2	17.4	17.5	18.0	17.6			
	脱 重 期 間	体重の10%	N号山羊	7.5	8.5	8.0	8.0	9.0	9.0	10.0	9.3	8.0	7.0	10.5	8.5	8.0	8.0	9.5	8.5	8.1	8.1	9.5		8.6	N: 6.5 H: 7.0
			H号山羊	8.0	7.0	6.5	7.2	7.5	7.5	8.0	7.7	6.5	6.5	7.5	6.8	7.5	8.0	8.0	7.8	7.4	7.3	7.5		7.4	
			平均	7.8	7.8	7.3	7.6	8.3	8.3	9.0	8.5	7.3	6.8	9.0	7.7	7.8	8.0	8.8	8.2	7.8	7.7	8.5		8.0	
" 20 "		N	7.5	6.5	6.5	6.8	9.0	9.0	9.0	9.0	8.5	8.0	8.0	8.2	6.0	8.0	8.0	7.3	7.8	7.9	7.9	7.8			
		H	6.0	7.5	6.5	6.7	6.5	8.0	6.5	7.0	7.5	7.0	8.0	7.5	7.0	8.5	8.0	7.8	6.8	7.8	7.3	7.3			
		M	6.8	7.0	6.5	6.8	7.8	8.5	7.8	8.0	8.0	7.5	8.0	7.8	6.5	8.3	8.0	7.6	7.3	7.8	7.6	7.5			
けん引別点平均		N	7.5	7.5	7.3	7.4	9.0	9.0	9.5	9.2	8.3	7.5	9.3	8.3	7.0	8.0	8.8	7.9	7.9	8.0	8.7	8.2			
		H	7.0	7.3	6.5	6.9	7.0	7.8	7.3	7.3	7.0	6.8	7.8	7.2	7.3	8.3	8.0	7.8	7.1	7.5	7.4	7.3			
		M	7.3	7.4	6.9	7.2	8.0	8.4	8.4	8.3	7.6	7.1	8.5	7.8	7.1	8.1	8.4	7.9	7.5	7.8	8.0	7.8			
負 重 期 間 率		体重の10%	N号山羊	68.8	68.5	69.2	68.8	66.7	65.4	64.3	65.4	66.7	68.2	63.8	66.0	69.2	65.2	62.0	65.5	67.8	66.8	64.8	66.4	N: 71.7 H: 74.1	
			H号山羊	69.2	72.0	74.0	71.7	72.2	73.2	71.4	72.3	72.9	74.0	71.2	72.7	70.0	70.4	68.0	69.5	71.1	72.4	71.2	71.5		
			平均	69.0	70.2	71.6	70.3	69.4	69.4	67.9	68.9	69.8	71.3	67.3	69.3	69.6	68.0	65.0	67.5	69.5	69.7	67.9	69.0		
	" 20 "	N	65.9	71.7	72.9	70.3	65.4	67.9	65.4	66.3	64.6	66.7	69.2	66.9	72.7	66.7	68.0	69.0	67.0	68.2	68.8	68.0			
		H	73.9	70.0	74.0	72.6	75.0	70.4	75.0	73.4	70.0	72.0	69.2	70.4	74.1	66.0	70.4	70.3	73.3	69.6	72.1	71.7			
		M	70.0	70.8	73.5	71.5	70.2	69.1	70.2	69.8	67.3	69.4	69.2	68.7	73.5	66.3	69.2	69.7	70.3	68.9	70.5	69.9			
	けん引別点平均	N	67.4	70.0	71.0	69.5	66.0	66.7	64.8	65.8	65.6	67.4	66.4	66.4	70.8	66.0	65.0	67.2	67.4	67.5	66.7	67.2			
		H	71.4	71.0	74.0	72.1	73.6	71.8	73.1	72.8	71.4	73.0	70.2	71.5	72.9	68.3	69.2	69.9	72.2	71.0	71.6	71.6			
		M	69.5	70.5	72.5	70.8	69.8	69.3	69.0	69.3	68.6	70.3	68.2	69.0	71.5	67.2	67.2	68.6	69.8	69.3	69.2	69.4			

表 3. 後肢の1負重期間（左右平均コマ数），1脱重期間，および負重期間率（％）

負重期間	けん引量 個体	けん引点 角度		A				B				C				D				けん引角度別平均			けん引量 別平均	数づけ だけ
		けん引量	角度	水平	10°	20	平均	0	10	20	M	0	10	20	M	0	10	20	M	0	10	20		
				0	10	20	M	0	10	20	M	0	10	20	M									
負重期間	体重の10%	N号山羊	18	20	20	19.3	20	18.5	20	19.5	16.5	15.5	21.5	17.8	20	17	19	18.7	18.6	17.8	20.1	18.8	N:17.5 H:20.0	
		H号山羊	19	19.5	18.5	19.0	21	20	20	20.3	17.5	19	20	18.8	18.5	20	19	19.2	19.0	19.6	19.4	19.3		
		平均	18.5	19.8	19.3	19.2	20.5	19.3	20.0	19.9	17.0	17.3	20.8	18.3	19.3	18.5	19.0	18.9	18.8	18.7	19.8	19.1		
	" 20 "	N	17	17	18.5	17.5	19	21	19.5	19.8	18	18	19.5	18.5	17	17.5	19	17.8	17.8	18.4	19.1	18.4		
		H	17.5	19	20	18.8	19	20.5	20	19.8	19	18.5	20	19.2	19	17.5	20.5	19.0	18.6	18.9	20.1	19.2		
		M	17.3	18.0	19.3	18.2	19.0	20.8	19.8	19.8	18.5	18.3	19.8	18.8	18.0	17.5	19.8	18.4	18.2	18.6	19.6	18.8		
	けん引点別平均	N	17.5	18.5	19.3	18.4	19.5	19.8	19.8	19.7	17.3	16.8	20.5	18.2	18.5	17.3	19.0	18.3	18.2	18.1	19.6	18.6		
		H	18.3	19.3	19.3	18.9	20.0	20.3	20.0	20.1	18.3	18.8	20.2	19.0	18.8	18.8	19.8	19.1	18.8	19.3	19.8	19.3		
		M	17.9	18.9	19.3	18.7	19.8	20.0	19.9	19.9	17.8	17.8	20.3	18.6	18.6	18.0	19.4	18.7	18.5	18.7	19.7	18.9		
脱重期間	体重の10%	N号山羊	6	7	6	6.3	7	7.5	8	7.5	7.5	6.5	7.5	7.2	6	6	6	6.0	6.6	6.8	6.9	6.8	N:5.5 H:7.0	
		H号山羊	7	5.5	6.5	6.3	6	8	8	7.3	6.5	6	6	6.2	6.5	7.0	6	6.5	6.5	6.6	6.6	6.6		
		平均	6.5	6.3	6.3	6.3	6.5	7.8	8.0	7.4	7.0	6.3	6.8	6.7	6.3	6.5	6.0	6.3	6.6	6.7	6.8	6.7		
	" 20 "	N	5	6	5.5	5.5	7	7	6.5	6.8	6	6	6.5	6.2	5	6.5	6	5.8	5.8	6.4	6.1	6.1		
		H	5.5	6	5	5.5	7	6.5	6	6.5	6	6.5	6	6.2	8	7.5	6.5	7.3	6.6	6.6	5.9	6.4		
		M	5.3	6.0	5.3	5.5	7.0	6.8	6.2	6.7	6.0	6.3	6.3	6.2	6.5	7.0	6.3	6.6	6.2	6.5	6.0	6.2		
	けん引点別平均	N	5.5	6.5	5.8	5.9	7.0	7.3	7.3	7.2	6.8	6.3	7.0	6.7	5.5	6.3	6.0	5.9	6.2	6.6	6.5	6.4		
		H	6.3	5.8	5.8	5.9	6.5	7.3	7.0	6.9	6.3	6.3	6.0	6.2	7.3	7.3	6.3	6.9	6.6	6.6	6.3	6.5		
		M	5.9	6.1	5.8	5.9	6.8	7.3	7.1	7.0	6.5	6.3	6.5	6.4	6.4	6.8	6.1	6.4	6.4	6.6	6.4	6.4		
負重期間率	体重の10%	N号山羊	75.0	74.1	76.9	75.3	74.1	71.2	71.4	72.2	68.8	70.5	74.1	71.3	76.9	73.9	76.0	75.7	73.8	72.4	74.5	73.6	N:76.1 H:74.1	
		H号山羊	73.1	78.0	74.0	75.0	77.8	71.4	71.4	73.5	72.9	76.0	76.9	75.3	74.0	74.1	76.0	74.7	74.5	74.8	74.5	74.6		
		平均	74.0	76.0	75.5	75.2	75.9	71.3	71.4	72.9	70.8	73.4	75.5	73.3	75.5	74.0	76.0	75.2	74.1	73.6	74.5	74.1		
	" 20 "	N	77.3	73.9	77.1	76.1	73.1	75.0	75.0	74.4	75.0	75.0	75.0	75.0	77.3	72.9	76.0	75.4	75.5	74.2	75.7	75.2		
		H	76.1	76.0	80.0	77.4	73.1	75.9	76.9	75.3	76.0	74.0	76.9	75.7	70.4	70.0	75.9	72.2	73.8	74.0	77.4	75.1		
		M	76.7	75.0	78.6	76.8	73.1	75.5	76.0	74.8	75.5	74.5	76.0	75.3	73.5	71.4	76.0	73.7	74.6	74.1	76.6	75.1		
	けん引点別平均	N	76.1	74.0	77.0	75.7	73.6	73.1	73.1	73.3	71.9	72.8	74.5	73.2	77.1	73.4	76.0	75.5	74.6	73.4	75.1	74.4		
		H	74.5	77.0	77.0	76.2	75.5	73.6	74.1	74.4	74.5	75.0	76.9	75.5	72.1	72.1	76.0	73.4	74.1	74.4	76.0	74.8		
		M	75.3	75.5	77.0	75.9	74.5	73.4	73.6	73.8	73.2	74.0	75.7	74.3	74.5	72.7	76.0	74.4	74.4	73.9	75.5	74.6		

平均は10%が17.8コマ, 20%が17.5コマで, けん引量が大となると, けん引点がAにある場合には明らかに短かくなった。

b. 後肢の1負重期間

後肢の1負重期間は表3および図3に示す如くである。

鞍づけだけの場合：N17.5コマ, H20.0コマ

けん引をかけた場合の平均：N18.6コマ, H19.3コマ, 総平均18.9コマ

けん引条件の影響：けん引点別平均はAが18.7コマ, Bが19.9コマ, Cが18.6コマ, Dが18.7コマで, けん引点がBにある場合1負重期間はやや長くなる傾向がみられた。けん引角度別平均は0°が18.5コマ, 10°が18.7コマ, 20°が19.7コマで, けん引角度が大となるにつれて, けん引点がAならびにCにある場合には長くなったが, BやDにある場合には趣を異にした。1完歩期間, 前肢負重期間, ならびに後肢負重期間との間には, けん引角度に対する影響がやや似通っている傾向がみられた。けん引量別平均は10%が19.1コマ, 20%が18.8コマで, けん引量が大となると, けん引点がAにある場合には短かくなった。

c. 前肢の1負重期間と後肢の1負重期間との比較

前肢の1負重期間の平均:後肢の1負重期間の平均は, Nにおいては16.8コマ:18.6コマ, Hでは18.4コマ:19.3コマ, 総平均では17.6コマ:18.9コマで, 後肢の1負重期間が前肢の1負重期間より明らかに長かった。このことについては負重期間率の項で更めて述べることとする。

2. 脱重期間, The duration of non-support

a. 前肢の1脱重期間

前肢の1脱重期間は表2および図3に示す如くである。

鞍づけだけの場合：N6.5コマ, H7.0コマ

けん引をかけた場合の平均：N8.2コマ, H7.3コマ, 総平均7.8コマ

けん引条件の影響：けん引点別平均はAが7.2コマ, Bが8.3コマ, Cが7.8コマ, Dが7.9コマで, けん引点がBにある場合やや長く, Aにある場合やや短くなる傾向がみられた。後者はけん引点がAにある場合に1完歩期間が短くなることに関係している。けん引角度別平均は0°が7.5コマ, 10°が7.8コマ, 20°が8.0コマで, けん引角度が大となるにつれて, 1負重期間が長くなったけん引点がAにある場合には, けん引角度が大となるにつれて, 1脱重期間が短くなり, 1負重期間に対するけん引角度の影響があまり明瞭でなかったけん引点がDにある場合に, けん引角度が大となるにつれて, 1脱重期間が長くなっていることなどは注目される点であった。けん引量別平均は10%が8.0コマ, 20%が7.5コマで, けん引点がAにある場合にはけん引量が大となれば明らかに短かくなった。

b. 後肢の1脱重期間

後肢の1脱重期間は表3および図3に示す如くである。

鞍づけだけの場合：N5.5コマ, H7.0コマ

けん引をかけた場合の平均：N6.4コマ，H6.5コマ，総平均6.4コマ

けん引条件の影響：けん引点別平均はAが5.9コマ，Bが7.0コマ，Cが6.4コマ，Dが6.4コマで，けん引点がBにある場合にやや長く，Aにある場合やや短くなる傾向がみられた。後者はけん引点がAにある場合に1完歩期間が短くなることに関係している。けん引角度別平均は0°が6.4コマ，10°が6.6コマ，20°が6.4コマで，けん引角度の影響による差があまり大でないようであるが，その変化の様子が1歩長（=1主支点期間の腕心の推進距離）⁽⁶⁻⁴⁴⁾の変化の様子に似通っていることが注目された。けん引量別平均は10%が6.7コマ，20%が6.2コマで，けん引量が大となれば，けん引点がAにある場合には短くなったが，けん引点が低くDにある場合には逆に長くなったことが目立った。

c. 前肢の1脱重期間と後肢の1脱重期間との比較

前肢の1脱重期間の平均：後肢の1脱重期間の平均は，Nにおいては8.2コマ：6.4コマ，Hでは7.3コマ：6.5コマ，総平均では7.8コマ：6.4コマで，後肢の1脱重期間は前肢の1脱重期間より明らかに短かかった。

3. 負重期間率，The ratio of one duration of support to the duration of one stride

さきに，1負重期間は前肢におけるより後肢において長く，1脱重期間は前肢におけるより後肢において短いことを指摘したが，この関係は1負重期間の1完歩期間に対する割合（ $= \frac{1 \text{ 負重期間}}{1 \text{ 完歩期間}} \times 100$ ）によってみることによって一層明瞭に把握できる。この割合を負重期間率と呼ぶこととする。脱重期間率は，100%－負重期間率によって求められる。

前肢の負重期間率は表2および図4に示す如く，後肢の負重期間率は表3および図4に示す如くである。

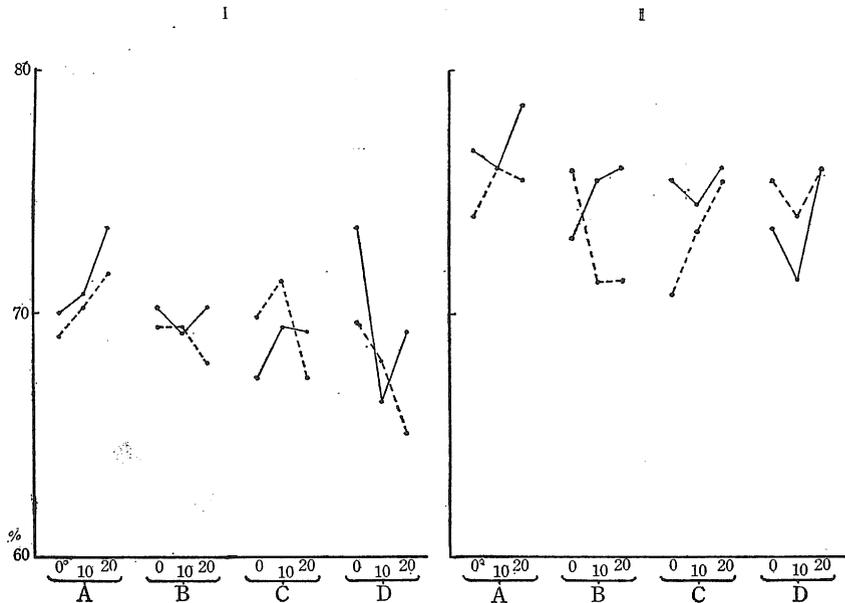


図 4. 前肢 (I) および後肢 (II) の負重期間率

表 4. 同時に負重する肢の組合せ別期間率 (%)

けん引量	けん引点 角度 個体	A				B				C				D				けん引角度別平均			けん引量 別平均	軟づけ だけ			
		水平	10°	20	平均	0	10	20	M	0	10	20	M	0	10	20	M	0	10	20					
1 前 後 3 肢 負 重 期 間 率	体 重 の 10%	N号山羊	50.0	48.1	46.2	48.1	48.1	42.3	42.9	44.4	37.5	40.9	48.3	42.7	53.8	47.8	52.0	51.4	47.5	44.9	47.2	46.6	N ; 30.4 H ; 48.1		
		H号山羊	46.2	56.0	32.0	44.7	51.9	42.9	42.9	45.8	41.7	52.0	50.0	48.0	44.0	48.1	52.0	48.1	46.1	49.5	44.2	46.6			
		平 均	48.0	51.9	39.2	46.4	50.0	42.6	42.9	45.1	39.6	46.8	49.1	45.3	49.0	48.0	52.0	49.7	46.8	47.3	45.8	46.6			
	" 20 "	N	54.5	47.8	50.0	50.7	42.3	50.0	50.0	47.5	50.0	45.8	46.2	47.3	50.0	45.8	48.0	47.9	48.9	47.5	48.5	48.3			
		H	47.8	52.0	48.0	49.3	42.3	51.9	46.2	46.8	52.0	48.0	53.8	51.3	33.3	40.0	51.9	41.8	43.6	48.0	50.0	47.2			
		M	51.1	50.0	49.0	50.0	42.3	50.9	48.1	47.2	51.0	46.9	50.0	49.3	40.8	42.9	50.0	44.7	46.2	47.8	49.3	47.8			
	けん引点別平均	N	52.2	48.0	48.0	49.3	45.3	46.3	46.3	46.0	43.8	43.5	47.3	45.0	52.1	46.8	50.0	49.7	48.2	46.2	47.8	47.4			
		H	46.9	54.0	40.0	47.0	47.2	47.3	44.4	46.3	46.9	50.0	51.9	50.0	38.5	44.2	51.9	44.9	44.8	48.8	47.1	46.9			
		M	49.5	51.0	44.0	48.1	46.2	46.8	45.4	46.1	45.4	46.9	49.5	47.3	45.0	45.5	51.0	47.2	46.5	47.5	47.5	47.2			
	両 前 1 後 3 肢 負 重 期 間 率	体 重 の 10%	N号山羊	37.5	37.0	30.8	35.1	33.3	30.8	28.6	30.9	33.3	36.4	27.6	32.0	38.5	30.4	24.0	31.1	35.6	33.7	27.8		32.2	N ; 21.7 H ; 48.1
			H号山羊	38.5	44.0	32.0	38.2	40.7	46.4	42.9	43.4	41.7	48.0	38.5	42.7	36.0	40.7	36.0	37.7	39.2	44.8	37.5		40.5	
			平 均	38.0	40.4	31.4	36.6	37.0	38.9	35.7	37.2	37.5	42.6	32.7	37.3	73.3	36.0	30.0	34.4	37.4	39.4	32.5		36.4	
" 20 "		N	31.8	43.5	41.7	39.1	26.9	35.7	30.8	31.3	29.2	29.2	34.6	31.1	40.9	33.3	32.0	35.2	31.9	35.4	34.7	34.0			
		H	43.5	40.0	36.0	39.7	46.2	40.7	42.3	43.0	40.0	44.0	38.5	40.8	40.7	32.0	40.7	38.0	42.6	39.2	39.4	40.4			
		M	37.8	41.7	38.8	39.4	36.5	38.2	36.5	37.1	34.7	36.7	36.5	36.0	40.8	32.7	36.5	36.7	37.4	37.3	37.1	37.3			
けん引点別平均		N	34.8	40.0	36.0	37.0	30.2	33.3	29.6	31.1	31.3	32.6	30.9	31.5	39.6	31.9	28.0	33.1	33.8	34.5	31.1	33.1			
		H	40.8	42.0	34.0	38.9	43.4	43.6	42.6	43.2	40.8	46.0	38.5	41.7	38.5	36.5	38.5	37.8	40.9	42.0	38.5	40.5			
		M	37.9	41.0	35.0	38.0	36.8	38.5	36.1	37.2	36.1	39.6	34.6	36.7	39.0	34.3	33.3	35.5	37.4	38.4	34.8	36.8			
片 側 2 肢 負 重 期 間 率		体 重 の 10%	N号山羊	4.2	7.4	15.4	9.1	18.5	19.2	14.3	17.3	25.0	18.2	17.2	20.0	7.7	21.7	8.0	12.2	14.0	16.3	13.9	14.7	N ; 26.1 H ; 3.7	
			H号山羊	11.5	0	0	3.9	3.7	7.1	7.1	6.0	12.5	0	7.7	6.7	16.0	7.4	12.0	11.7	10.8	3.8	6.7	7.1		
			平 均	8.0	3.8	7.8	6.5	11.1	13.0	10.7	11.6	18.8	8.5	12.7	13.3	11.8	14.0	10.0	11.9	12.3	9.9	10.4	10.8		
	" 20 "	N	0	4.3	0	1.4	26.9	10.7	7.7	15.0	8.3	4.2	0	4.1	0	20.8	0	7.0	9.6	10.1	2.0	7.1			
		H	4.3	4.0	0	2.7	7.7	0	0	2.5	0	0	7.7	2.6	0	16.0	3.7	6.3	3.0	4.9	2.9	3.6			
		M	2.2	4.2	0	2.1	17.3	5.5	3.8	8.8	4.1	2.0	3.8	3.3	0	18.4	1.9	6.6	6.2	7.5	2.4	5.3			
	けん引点別平均	N	2.2	6.0	8.0	5.5	22.6	14.8	11.1	16.1	16.7	10.9	9.1	12.1	4.2	21.3	4.0	9.7	11.8	13.2	8.1	11.0			
		H	8.2	2.0	0	3.4	5.7	3.6	3.7	4.3	6.1	0	7.7	4.6	7.7	11.5	7.7	9.0	6.9	4.3	4.8	5.3			
		M	5.3	4.0	4.0	4.4	14.2	9.2	7.4	10.2	11.3	5.2	8.4	8.3	6.0	16.2	5.9	9.3	9.3	8.7	6.5	8.1			
	対 側 2 肢 負 重 期 間 率	体 重 の 10%	N号山羊	8.3	7.4	0	5.2	0	7.7	14.3	7.4	4.2	4.5	6.9	5.3	0	0	16.0	5.4	3.0	5.1	9.3	5.9		N ; 0 H ; 0
			H号山羊	3.8	0	20.0	7.9	0	3.6	7.1	3.6	0	0	0	0	0	3.7	0	1.3	1.0	1.9	6.7	3.2		
			平 均	6.0	3.8	9.8	6.5	0	5.6	10.7	5.5	2.1	2.1	3.6	2.7	0	2.0	8.0	3.3	2.0	3.4	8.0	4.5		
" 20 "		N	13.6	4.3	4.2	7.2	0	3.6	11.5	5.0	12.5	16.7	15.4	14.9	4.5	0	16.0	7.0	7.4	6.1	11.9	8.5			
		H	0	4.0	4.0	2.7	0	7.4	3.8	3.8	8.0	8.0	0	5.3	18.5	12.0	3.7	11.4	6.9	7.8	2.9	5.9			
		M	6.7	4.2	4.1	4.9	0	5.5	7.7	4.4	10.2	12.2	7.7	10.0	12.2	6.1	9.6	9.3	7.2	7.0	7.3	7.2			
けん引点別平均		N	10.9	6.0	2.0	6.2	0	5.6	13.0	6.2	8.3	10.9	10.9	10.0	2.1	0	16.0	6.2	5.1	5.6	10.5	7.2			
		H	2.0	2.0	12.0	5.4	0	5.5	5.6	3.7	4.1	4.0	0	2.6	9.6	7.7	1.9	6.4	3.9	4.8	4.8	4.5			
		M	6.3	4.0	7.0	5.8	0	5.5	9.3	5.0	6.2	7.3	5.6	6.3	6.0	4.0	8.8	6.3	4.5	5.2	7.7	5.8			
4 肢 負 重 期 間 率		体 重 の 10%	N号山羊	0	0	7.7	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9	0.7	N ; 21.7 H ; 0	
			H号山羊	0	0	16.0	5.3	3.7	0	0	1.2	4.2	0	3.8	2.7	4.0	0	0	1.3	2.9	0	4.8	2.6		
			平 均	0	0	11.8	3.9	1.9	0	0	0.6	2.1	0	1.8	1.3	2.0	0	0	0.7	1.5	0	3.3	1.6		
	" 20 "	N	0	0	4.2	1.4	3.8	0	0	1.3	0	4.2	3.8	2.7	4.5	0	4.0	2.8	2.1	1.0	3.0	2.0			
		H	4.3	0	12.0	5.5	3.8	0	7.7	3.8	0	0	0	0	7.4	0	0	2.5	4.0	0	4.8	2.9			
		M	2.2	0	8.2	3.5	3.8	0	3.8	2.5	0	2.0	1.9	1.3	6.1	0	0	2.7	3.1	0.5	3.9	2.5			
	けん引点別平均	N	0	0	6.0	2.1	1.9	0	0	0.6	0	2.2	1.8	1.3	2.1	0	2.0	1.4	1.0	0.5	2.4	1.3			
		H	2.0	0	14.0	5.4	3.8	0	3.7	2.5	2.0	0	1.9	1.3	5.8	0	0	1.9	3.4	0	4.8	2.8			
		M	1.1	0	10.0	3.7	2.8	0	1.9	1.5	1.0	1.0	1.9	1.3	4.0	0	1.0	1.7	2.3	0.2	3.6	2.1			

鞍づけだけの場合：Nは前肢71.7%，後肢76.1%，Hは前後肢とも74.1%

けん引をかけた場合の平均：Nは前肢67.2%，後肢74.4%，Hは前肢71.6%，後肢74.8%，総平均は前肢69.4%，後肢74.6%で、何れも後肢負重期間率が前肢負重期間率より明らかに大であった。このことは前肢と後肢との主要な機能の差異にもとづくもので、体の縦断面に沿う回転運動の平衡⁽⁵⁻⁴⁹⁾の上からみれば、後蹄は回転軸として働くことが重要な役割であり、これにひきかえ、前肢は体重を有効に体重の回転能率関与量として働かしめるよう、体重の回転能率非関与量の前肢配分量⁽⁵⁻⁶¹⁾だけをうまく支持することが重要な役割であることにより、また、推進の上からみても、後肢は後蹄を支点として、その伸展と前傾とによって臍心を推進せしめる重要な役割をもっていることなどに關係しているものと推定される。

けん引条件の影響：けん引点別平均は、前肢ではAが70.8%，Bが69.3%，Cが69.0%，Dが68.6%で、Aにある場合に大となった。後肢ではAが75.9%，Bが73.8%，Cが74.3%，Dが74.4%で、Aにある場合に明らかに大となった。けん引角度別平均は、前肢では0°が69.8%，10°が69.3%，20°が69.2%で、けん引角度が大となるにつれて、けん引点がAにある場合には大となったが、Dにある場合には却って小となる傾向がみられた。後肢では0°が74.4%，10°が73.9%，20°が75.5%で、この平均にもあらわれているように、10°の場合一度小となり、20°の場合に大きくなって、0°の場合よりもさらに大となる場合が多くみられた。けん引量別平均は、前肢では10%が69.0%，20%が69.9%で、けん引量が大となると、けん引点がA、B、Cにある場合には大となる傾向がみられたが、Dにある場合には却って小となる傾向がみられた。

C. 同時に負重する肢の組合せ

同時に負重する肢の組合せ、ならびにそれらが継続する期間は、けん引時の体の平衡と推進などのけん引機構上重要な意義をもつものと思われる。そして、体の平衡には、主要なものとして、体の縦断面に沿う回転運動の平衡、体の水平断面に沿う回転運動の平衡、体の横断面に沿う回転運動の平衡などがあげられる。そのような観点から、まず、同時に負重する肢の組合せ別の継続コマ数を観測し、さらに、その大小関係を明確にするために、それらの1完歩期間に対する率(%)を求めた。そして、それぞれ、1前両後3肢負重期間率、両前1後3肢負重期間率、片側2肢負重期間率、対角2肢負重期間率、四肢負重期間率と呼ぶこととした。これらの値は表4、図5および図6に示す如くである。概観して、鞍づけだけの場合には個体による差異というか、癖が大きく認められたが、けん引をかけた場合には法則的になるというか、非常に似通ってくるということが認められた。

1. 1前両後3肢負重期間率, The ratio of one duration of support by three limbs consisting of one fore-limb and both hind-limbs to the duration of one stride

鞍づけだけの場合：N30.4%，H48.1%

けん引をかけた場合の平均：N47.4%，H46.9%，総平均47.2%

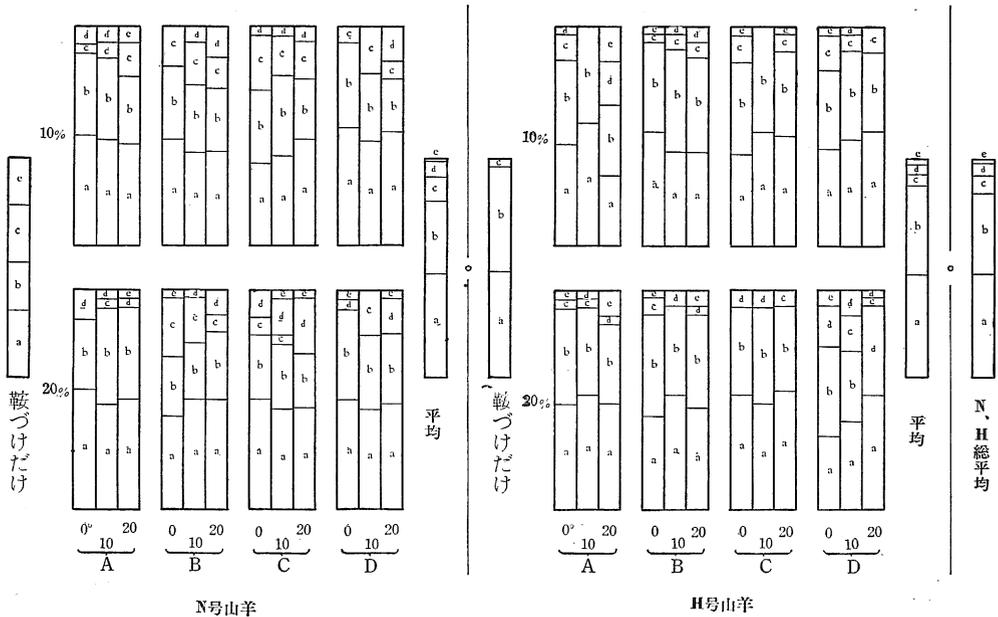


図 5. 同時に負重する肢の組合せ別期間率(1)

注：a；1前後2肢負重期間率 b；両前1後3肢負重期間率 c；片側2肢負重期間率
d；対側2肢負重期間率 e；4肢負重期間率

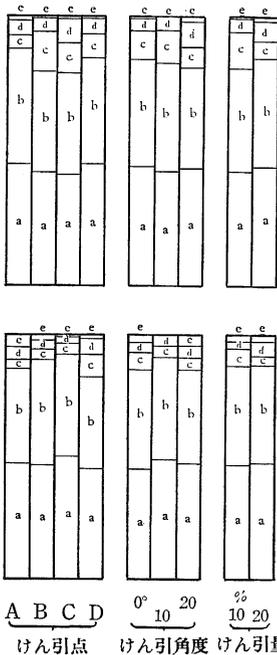


図 6. 同時に負重する肢の組合せ別期間率(2)

けん引条件の影響：けん引量別平均は10%が46.6%，20%が47.8%で，個体間の傾向にも差異が認められなく，けん引量が大となればやや大となる傾向がみられた。

2. 両前1後3肢負重期間率，The ratio of one duration of support by three limbs consisting of both forelimbs and one hind-limb to the duration of one stride

鞍づけだけの場合：N21.7%，H48.1%

けん引をかけた場合の平均：N 33.1%，H40.5%，総平均36.8%

3. 片側2肢負重期間率，The ratio of one duration of support by two one-side limbs to the duration of one stride

鞍づけだけの場合：N26.1%，H3.7%

けん引をかけた場合の平均：N11.0%，H5.3%，総平均8.1%

けん引条件による影響：けん引角度別平均は0°が9.3%，10°が8.7%，20°が6.5%で，けん引角度が大となるにつれて

小となる傾向がみられた。けん引量別平均は10%が10.8%，20%が5.3%で，個体間の傾向にも差異が認められなく，けん引量が大となれば小となった。これはけん引量が大となれば，片側2肢負重の状態では体の水平断面に沿う回転能率が大となるであろうことに対応するものと推定される。

4. 対角2肢負重期間率, The ratio of one duration of support by two diagonal limbs to the duration of one stride

鞍づけだけの場合：N 0%，H 0%

けん引をかけた場合の平均：N 7.2%，H 4.5%，総平均5.8%

けん引条件の影響：けん引角度別平均は0°が4.5%，10°が5.2%，20°が7.7%で，個体間の傾向にも差異が認められなく，けん引角度が大となるにつれて大となった。これはけん引量が大となった場合，体の横断面に沿う回転運動の平衡上，片側2肢負重の状態より有利であるためと推定される。けん引量別平均は10%が4.5%，20%が7.2%で，個体間の傾向にも差異が認められなく，けん引量が大となれば，片側2肢負重期間率とは逆に大となった。

5. 四肢負重期間率, The ratio of one duration of support by four limbs to the duration of one stride

鞍づけだけの場合：N 21.7%，H 0%

けん引をかけた場合の平均：N 1.3%，H 2.8%，総平均2.1%

けん引条件の影響：けん引点別平均はAが3.7%，Bが1.5%，Cが1.3%，Dが1.7%であって，けん引点がAにある場合に大となることが目立った。けん引角度別平均は0°が2.3%，10°が0.2%，20°が3.6%で，10°の場合非常に小となることが注目された。けん引量別平均は10%が1.6%，20%が2.5%で，けん引量が大となれば大となった。

以上通覧して，1前両後3肢負重期間率が最も大で，ついて，両前1後3肢負重期間率，片側2肢負重期間率，対側2肢負重期間率，4肢負重期間率の順で小となっている。1前両後3肢負重期間率が，両前1後3肢負重期間率より大であることは，後肢の負重期間率が前肢の負重期間率より大であることに関係している。

D. 後肢が主要な支点として働く時期における前肢の状態

さきに，後肢負重期間率が前肢負重期間率より大であることの意義について述べた際にも触れた如く，けん引歩行の場合，後肢の主要な機能が回転軸あるいは支点として働き，軀幹推進の基礎となることであり，前肢の重要な機能が体重の利用をたすけることにあるとするならば，果して，後肢が主要な回転軸あるいは支点として働く時期において，前肢がそれに適応する状態にあるかどうかを追究してみよう。このような観点から，後肢の主支点期間始期をとりあげてみよう。

この時期は他方の後肢が脱重を始めて1後肢だけの負重が始まる時期で，反対後肢脱重始期とも呼んでいる。この時期は支点が最も前方に寄る時期であるから，体重の回転能率関与量は

表 5. a. 後肢の主支点期間始期における同側前蹄のコマの位置, ならびに該当の脱重期間進行率 (%) あるいは負重期間進行率

けん引量		けん引点 けん引角度 個 体		A				B				C				D				けん引角度別平均			けん引量 別 平均	靴づ け だ け
				水平	10°	20	平均	0	10	20	M	0	10	20	M	0	10	20	M	0	10	20		
体 重 の 10%	N号山羊	コマの位置	-0.5	-0.5	1.5	0.17	0.5	-0.5	-1.5	-0.5	0	0	-0.5	-0.17	0.5	0.5	-1.5	-0.17	0.13	-0.13	-0.5	-0.17	N; 3.0コマ 18.2%	
		進行率	93.3	94.1	8.3	1.0	2.8	94.4	85.0	94.2	0	0	95.2	98.0	2.8	3.3	84.2	98.0	7.6	98.4	94.7	98.0		
	H号山羊	n	0	0.5	-1.5	-0.33	1.0	0	-0.5	0.17	1.0	0.5	1.0	0.83	1.0	0	0.5	0.5	0.75	0.25	-0.13	0.29		
		%	0	2.8	76.9	94.9	5.1	0	93.8	0.9	5.7	2.7	5.4	4.6	5.7	0	2.9	2.8	4.1	1.3	98.3	1.6		
	平 均	n	-0.25	0	0	-0.08	0.75	-0.25	-1.00	-0.17	0.50	0.25	0.25	0.33	0.75	0.25	-0.50	0.17	0.44	0.06	-0.31	0.06		
		%	96.8	0	0	98.9	4.0	97.0	88.9	98.0	3.0	1.5	1.4	1.9	4.2	1.5	94.3	1.0	2.5	0.03	97.5	0.03		
" 20 "	N	n	-1.0	0	0	-0.33	1.0	0	-1.0	0	-1.0	-1.5	-1.5	-1.33	0	0.5	-1.5	-0.33	-0.25	-0.25	-1.00	-0.50	H; 0.5コマ 2.5%	
		%	86.7	0	0	95.1	5.9	0	88.9	0	88.2	81.3	81.3	83.8	0	3.1	81.3	95.5	96.8	98.1	87.3	93.6		
	H	n	1.0	0	0	0.33	1.0	-0.5	0	0.17	-0.5	-0.5	0.5	-0.17	-2.0	-1.0	0	-1.00	-0.13	-0.50	0.13	-0.17		
		%	5.9	0	0	1.9	5.1	93.8	0	0.9	93.3	92.9	2.8	97.7	71.4	88.2	0	87.2	98.1	93.6	0.7	97.7		
	M	n	0	0	0	0	1.00	-0.25	-0.50	0.08	-0.75	-1.00	-0.50	-0.75	-1.00	-0.25	-0.75	-0.67	-0.19	-0.38	-0.44	-0.33		
		%	0	0	0	0	5.5	97.1	93.6	0.04	90.6	86.7	93.8	90.4	84.6	97.0	90.6	91.2	97.4	95.1	94.2	95.6		
けん引点別平均	N	n	-0.75	-0.25	0.75	-0.08	0.75	-0.25	-1.25	-0.25	-0.50	-0.75	-1.00	-0.75	0.25	0.50	-1.50	-0.25	-0.06	-0.19	-0.75	-0.33		
		%	90.0	96.7	4.2	98.9	4.3	97.2	86.8	97.3	94.0	90.0	89.2	91.0	1.5	3.2	83.0	96.8	99.2	97.6	91.4	96.0		
	H	n	0.50	0.25	-0.75	0	1.00	-0.25	-0.25	0.17	0.25	0	0.75	0.33	-0.50	-0.50	0.25	-0.25	0.31	-0.13	0	0.06		
		%	2.9	1.4	88.5	0	5.2	96.8	96.6	0.9	1.4	0	4.1	1.8	93.2	94.0	1.4	96.8	1.7	98.3	0	0.03		
	M	n	-0.13	0	0	-0.04	0.88	-0.25	-0.75	-0.04	-0.13	-0.38	-0.13	-0.21	-0.13	0	-0.63	-0.25	0.13	-0.16	-0.38	-0.14		
		%	98.2	0	0	99.4	4.8	97.0	91.1	99.5	98.3	94.6	98.5	97.3	98.2	0	92.5	96.8	0.8	97.4	95.3	98.2		
注	この表において、(1)コマの位置が負(-)で示されている場合は、絶対脱重終期より遡って数えたコマ数をあらわし、その際の進行率は脱重期間進行率をあらわしている。(2)コマの位置が正(+)で示されている場合は、絶対負重始期より進んで数えたコマ数をあらわし、この際の進行率は負重期間進行率をあらわしている。																							

b. // 対側前蹄のコマの位置，ならびに該当の負重期間進行率 (%)

けん引量	けん引点		A				B				C				D				けん引角度別平均			けん引量 別平均	数 づ け
	個 体	けん引角度	水平	10°	20	平均	0	10	20	M	0	10	20	M	0	10	20	M	0	10	20		
体重の10%	N号山羊	コマの位置	-5.0	-5.5	-3.5	-4.67	-4.0	-4.5	-5.5	-4.67	-4.0	-4.0	-4.5	-4.17	-4.5	-3.0	-4.5	-4.00	-4.38	-4.25	-4.50	-4.38	N:-2.0コマ 87.9%
		進行率	69.7	70.3	80.6	73.6	77.8	73.5	69.4	73.6	75.0	73.3	75.7	74.7	75.0	80.0	71.0	75.3	74.4	74.1	74.3	74.2	
	H号山羊	n	-5.0	-5.0	-8.0	-6.00	-5.0	-6.5	-6.5	-6.00	-4.5	-5.5	-4.5	-4.83	-4.0	-5.5	-4.0	-4.50	-4.63	-5.63	-5.75	-5.33	
		%	72.2	72.2	56.8	67.0	74.4	68.3	67.5	70.0	74.3	70.3	75.7	73.5	77.1	71.1	76.5	74.7	74.4	70.4	68.9	71.2	
	平均	n	-5.00	-5.25	-5.75	-53.3	-4.50	-5.50	-6.00	-5.33	-4.25	-4.75	-4.50	-4.50	-4.25	-4.25	-4.25	-4.25	-4.50	-4.94	-5.13	-4.85	
		%	71.1	71.3	68.6	70.2	76.1	70.7	68.4	71.6	74.7	71.7	75.7	74.0	76.1	75.0	73.9	75.0	74.4	72.1	71.5	72.8	
" 20 "	N	n	-4.5	-5.0	-5.5	-5.00	-3.0	-5.0	-5.0	-4.33	-4.5	-5.5	-6.5	-5.50	-5.0	-3.5	-6.0	-4.83	-4.25	-4.75	-5.75	-4.92	H:-6.0コマ 70.0%
		%	69.0	69.7	68.6	69.1	82.4	73.7	70.6	75.5	71.0	65.6	63.9	66.7	68.7	78.1	64.7	70.4	73.1	71.9	67.0	70.5	
	H	n	-4.5	-5.0	-6.0	-5.17	-5.5	-6.0	-6.5	-6.00	-5.5	-6.0	-4.5	-5.33	-8.5	-5.0	-5.5	-6.33	-6.00	-5.50	-5.63	-5.71	
		%	73.5	71.4	67.6	70.8	71.8	68.4	66.7	68.9	68.6	66.7	75.0	70.1	57.5	69.7	71.1	65.8	67.6	69.1	70.1	68.8	
	M	n	-4.50	-5.00	-5.75	-5.08	-4.25	-5.50	-5.75	-5.17	-5.00	-5.75	-5.50	-5.42	-6.75	-4.25	-5.75	-5.58	-5.13	-5.13	-5.69	-5.31	
		%	71.5	70.6	68.1	69.9	76.8	71.1	68.6	72.1	69.7	66.2	69.4	68.5	62.5	73.9	68.1	67.9	70.0	70.3	68.6	69.7	
けん引点別平均	N	n	-4.75	-5.25	-4.50	-4.83	-3.50	-4.75	-5.25	-4.50	-4.25	-4.75	-5.50	-4.83	-4.75	-3.25	-5.25	-4.42	-4.31	-4.50	-5.13	-4.65	
		%	69.4	70.0	74.7	71.4	80.0	73.6	70.0	74.6	73.1	69.4	69.9	70.7	72.1	79.0	67.8	72.9	73.7	72.9	70.5	72.3	
	H	n	-4.75	-5.00	-7.00	-5.58	-5.25	-6.25	-6.50	-6.60	-5.00	-5.75	-4.50	-5.08	-6.25	-5.25	-4.75	-5.42	-5.31	-5.56	-5.69	-5.52	
		%	72.9	71.9	62.2	68.8	73.1	68.4	67.2	66.5	71.4	68.6	75.4	71.8	66.8	70.5	73.6	70.2	71.0	69.8	69.4	70.0	
	M	n	-4.75	-5.13	-5.75	-5.21	-4.38	-5.50	-5.88	-5.25	-4.63	-5.25	-5.00	-4.96	-5.50	-4.25	-5.00	-4.92	-4.81	-5.03	-5.41	-5.08	
		%	71.2	70.9	68.2	70.1	76.3	70.9	68.4	71.9	72.1	68.9	72.7	71.3	69.3	74.4	70.8	71.4	72.4	71.3	69.9	71.1	
注	この表においては，コマの位置は全部負（-）で示されているが，これは絶対負重終期より遡つて数えたコマ数をあらわし，この際の進行率は負重期間進行率をあらわしている。																						

最も大とならねばならない時期である筈である。

1. 後肢の支点期間始期における同側前蹄の位置, The position of one fore-hoof in the beginning period of the duration in which one hind-hoof on the same side works as a major fulcrum

この位置は大体、脱重終期から負重始期の近くにあるので、フィルム上での脱重終期と負重始期との中間に絶対的な脱重終期、あるいは負重始期があるとして、0とし、脱重期間中のもものは、フィルム上の脱重終期のコマを絶対脱重終期-0.5コマ、それから1コマ遡ったものは絶対脱重終期-1.5コマと数える方法により、また、負重期間中のもものは、フィルム上の負重始期のコマを絶対負重始期0.5コマ、それから1コマ進んだものを絶対負重始期1.5コマと数える方法で、数えたコマ数を示すと表5 aの如くであり、そのコマ数で示した位置の脱重期間中あるいは負重期間中での相対的な位置を明らかにするため、絶対脱重終期より遡ったコマ数の場合には、 $\frac{\text{脱重期間のコマ数} - \text{絶対脱重終期より遡ったコマ数}}{\text{脱重期間のコマ数}} \times 100$ により求めた脱重期間進行率(%) (以下、脱進率と略称)、The ratio of progression of the duration of non-support, 絶対負重始期より進んだコマ数の場合には、 $\frac{\text{絶対負重始期より進んだコマ数}}{\text{負重期間のコマ数}} \times 100$ により求めた負重期間進行率(以下、負進率と略称)、The ratio of progression of the duration of support で示すと表5 aならびに図7の如くである。

鞍づけだけの場合：Nは負進率18.2%，Hは負進率2.5%

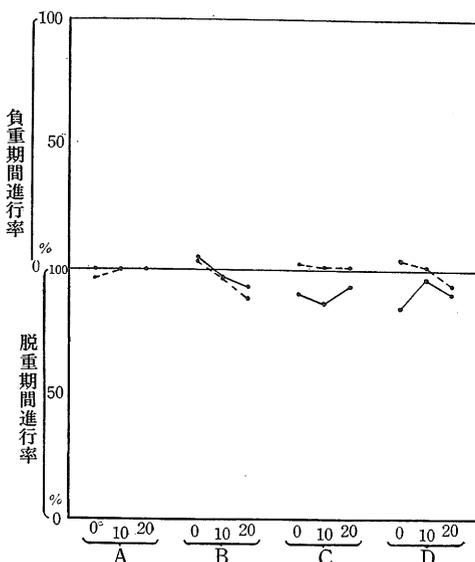


図 7. 後肢の支点期間始期における同側前蹄の脱重期間進行率あるいは負重期間進行率

けん引をかけた場合の平均：Nは脱進率96.0%，Hは負進率0.03%，総平均は脱進率98.2%。すなわち、Nでは脱重期間の末期にあり、Hでは肢を斜前方に差し出したままで、まさに、負重を始めた時期にあり、総平均では、前肢は前方に伸びていて間もなく負重しようという時期にあたっていて、体重は同肢によって全然負重されないうか、負重され始めても、まだ、極く僅かにしか過ぎない時期にあっている。更めて述べると、後肢の支点期間始期における同側前肢は、体重のより大きい部分が体重の回転率関与量として利用され易い状態にあり、力学的意義上での対応が極めて合理的に行なわれていることが認められる。このことは鞍づけだけ行なった場合の状態

と対比してみればよりはっきりする。

けん引条件の影響：けん引点別平均は A が脱進率99.4%， B が脱進率99.5%， C が脱進率97.3%， D が脱進率96.8%で、けん引点が C および D にある場合のけん引量20%の場合には脱重期間の進行が遅れていることが目立った。けん引量別平均は10%が負進率0.03%，20%が脱進率が95.6%で、けん引点が C， および D にある場合にはけん引量が大となると脱重期間の進行が遅れた。

2. 後肢の主支点期間始期における対側前蹄の位置, The position of one fore-hoof in the beginning period of the duration in which one hind hoof on the opposite side works as a major fulcrum

この位置は大体負重期間の後半にあるので、絶対負重終期から遡って数えたコマ数で示すと表 5 b の如くである。またこの位置を、 $\frac{\text{負重期間のコマ数} - \text{絶対負重終期より遡ったコマ数}}{\text{負重期間のコマ数}} \times 100$ により求めた負重期間進行率（以下、負進率と略称）で示すと表 5 b ならびに図 8 の如くである。

鞍づけだけの場合：N は負進率 87.9%，
H は負進率 70.0%

けん引をかけた場合の平均：N は負進率 72.3%，H は負進率 70.0%，総平均は負進率 71.1%，すなわち、何れも負重期間の中期を越えて、すでに前傾状態に入っていて、体重の利用にも、後肢の伸展にも都合のよい時期にあたっていることが認められる。

けん引条件の影響：けん引量別平均は 10%が負進率72.8%，20%が負進率69.7%で、けん引点が C， および D にある場合、けん引量が大となると負重期間の進行が遅れた。

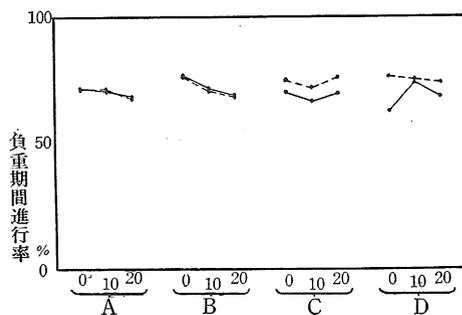


図 8. 後肢の主支点期間始期における対側前蹄の負重期間進行率

以上の成績にみられた如き、けん引条件の差異によってもたらされる前肢と後肢との歩期中の時的関係の差異は、同じく、けん引条件の差異によって4肢の負重始期の間隔(4-137)，あるいは脱重始期の間隔に変化が起ることに関係している。

本研究の全成績を通して総括的に言って、従来の研究においてみだしてきた条件あるいは法則には、歩期においても合理的な適応がなされていることがうかがわれた。

なお、本研究は昭和33年度文部省科学研究費交付金（各個研究）をうけて行なった研究の一部であり、京都大学農学部上坂章次教授よりは御懇切な御指導をいただき、島根農科大学加藤正信教授、青木晋平助教授よりは研究協力者としての御協力をいただき、京都大学農学部の川島良治助教授、入谷明講師はじめ研究室関係の方々、島根農科大学の、きの助手田畑一良氏、

現在の助手春本直氏らの諸氏よりは種々御援助をいただいた。ここに記して、深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) 盛政貞人 (1952) : 和牛四肢骨の運動軸に関する研究, 第1報。島根大学論集 (自然科学) 2
- (2) 盛政貞人 (1960) : 役畜の歩様の解析に関する研究。島根大学開学十周年記念論文集 (自然科学)
- (3) 盛政貞人 (1961) : 役畜のけん引機構に関する研究——駐立した役畜にけん引をかけた場合の平衡——。島根大学論集 (自然科学) 10
- (4) 盛政貞人 (1962) : 役畜のけん引機構に関する研究——役畜がけん引歩行する場合の, 平衡上の問題——島根大学論集 (自然科学) 11
- (5) 盛政貞人 (1962) : 駐立した役畜にけん引をかけた場合の平衡条件についての解析的証明。島根大学論集 (自然科学) 12
- (6) 盛政貞人 (1964) : 役畜のけん引機構に関する研究——後蹄を支点としての軀幹の推進および支点となる後蹄自身の推進をもたらす姿勢変化についての幾何学的解析——島根大学論集 (自然科学) 13