

けん引用役畜に適する生体条件 (とくに
体型・体重) に関する内外の諸業績

Ⅱ. 推進機能上有利な生体条件

盛 政 貞 人

Sadato MORIMASA : Researches at Home and Abroad on the Body Condition
(Especially, the Conformation and the Body-weight) to Fit the Draught
Animal. II. The Body Condition Favourable for the Function of Propulsion.

ABSTRACT. The present writer has so far verified the following theories regarding the draught mechanism of the draught animal. That is to say, when the animal is in draught, the length of one step, measured along the line in the direction of the body propulsion (S_p) is equivalent to the horizontal propulsive distance of the centre of movement of the coxa in the duration in which one hind-hoof works as the major fulcrum (= the duration between the beginning period of the duration of non-support by the opposite hind-limb and the ending period of the duration of support by one hind-limb) (D_c^{mf}) :

$$S = D_c^{mf}$$

And based on the factors in the posture of the draught animal, D_c^{mf} can be geometrically analysed as follows [D_{ch}^{esh} : The horizontal distance between the centre of movement of the coxa and the axis of rotation of the hind-hoof in the ending period of the duration of support by one hind-limb (P_{esh}) ; $D_{ch}^{esh'}$: The horizontal distance between the centre of movement of the coxa and the axis of rotation of the hind-hoof in the ending period of the duration of support by the opposite hind-limb ($P_{esh'}$) ; L_{ch}^{esh} : The oblique length between the centre of movement of the coxa and the axis of rotation of the hind-hoof in P_{esh} ; $L_{ch}^{esh'}$: The oblique length between the centre of movement of the coxa and the axis of rotation of the hind-hoof in $P_{esh'}$; $\frac{L_{ch}^{esh}}{L_{ch}^{esh'}}$: The ratio of the oblique length between the centre of movement of the coxa and the axis of rotation of the hind-hoof in P_{esh} to the oblique length between the centre of movement of the coxa and the axis of rotation of the hind-hoof in $P_{esh'}$; θ_{ch}^{esh} : The inclination of the hind-limb, or the angle which the straight line between the centre of movement of the coxa and the axis of rotation of the hind-hoof make in the fore part with the horizontal line in P_{esh} ; $\theta_{ch}^{esh'}$: The inclination of the hind-limb, or the angle which the straight line between the centre of movement of the coxa and the axis of rotation of the hind-hoof makes in the fore part with the horizontal line in $P_{esh'}$] :

$$D_c^{mf} (= S_p) = D_{ch}^{esh} - D_{ch}^{esh'} \quad \dots\dots \text{Formula 1}$$

$$= L_{ch}^{esh} \cdot \cos \theta_{ch}^{esh} - L_{ch}^{esh'} \cdot \cos \theta_{ch}^{esh'} \quad \dots\dots \text{Formula 2}$$

$$= L_{ch}^{esh'} \left(\frac{L_{ch}^{esh}}{L_{ch}^{esh'}} \cdot \cos \theta_{ch}^{esh} - \cos \theta_{ch}^{esh'} \right) \quad \dots\dots \text{Formula 3}$$

And D_{ch}^{esh} , a factor in Formula 1, can be analysed as follows :

$$D_{ch}^{esh} = L_{ch}^{esh} \cdot \cos \theta_{ch}^{esh} \quad \dots\dots \text{Formula 4}$$

$$= L_{ch}^{esh} \cdot \frac{L_{ch}^{esh}}{L_{ch}^{esh'}} \cdot \cos \theta_{ch}^{esh} \quad \dots\dots \text{Formula 5}$$

And $D_{ch}^{esh'}$, accordingly $L_{ch}^{esh'}$ and $\theta_{ch}^{esh'}$, bear relation to “the condition for enabling the animal to walk in relation to the equilibrium along the longitudinal section of the body of the draught animal in draught” [F: The weight of the draught; $D_{lh}^{bnh'}$: The vertical distance between the trace and the axis of rotation of the hind-hoof in the beginning period of the duration of non-support by the opposite hind-limb ($Pe^{bnh'}$); $W_p^{bnh'}$: The body-weight which participates in the moment of rotation in $Pe^{bnh'}$; $D_{gh}^{bnh'}$: The horizontal distance between the centre of gravity and the axis of rotation of the hind-hoof in $Pe^{bnh'}$]:

$$| F \cdot D_{lh}^{bnh'} | \leq | W_p^{bnh'} \cdot D_{gh}^{bnh'} | \quad \dots\dots \text{Formula 6}$$

And $D_{lh}^{bnh'}$, a factor in Formula 6, can be analysed as follows ($H_{ph}^{bnh'}$: The height between the point of the attachment of the trace and the axis of rotation of the hind-hoof in $Pe^{bnh'}$; $D_{ph}^{bnh'}$: The horizontal distance between the point of the attachment of the trace and the axis of rotation of the hind-hoof in $Pe^{bnh'}$; α : The angle which the line of direction of the trace makes with the horizontal line):

$$D_{lh}^{bnh'} = (H_{ph}^{bnh'} - D_{ph}^{bnh'} \cdot \tan \alpha) \sin(90^\circ - \alpha) \quad \dots\dots \text{Formula 7}$$

$$= D_{ph}^{bnh'} \left(\frac{H_{ph}^{bnh'}}{D_{ph}^{bnh'}} - \tan \alpha \right) \sin(90^\circ - \alpha) \quad \dots\dots \text{Formula 8}$$

Based on these theories it can be assumed that the following is “the body condition which is favourable for the increase of the propulsive function of the draught animal in draught, especially S_p ”

1. $D_{ch}^{esh'}$ is small (according to Formula 1). And for this purpose

- a. $W_p^{bnh'}$ is great. (This bears relation to Formula 6. In addition $D_{gh}^{bnh'} = D_{gc}^{bnh'} + D_{ch}^{bnh'}$. Since $Pe^{esh'}$ and $Pe^{bnh'}$ are the periods appearing consecutively, $D_{ch}^{bnh'} = D_{ch}^{esh'}$. $D_{gc}^{bnh'}$: The horizontal distance between the centre of gravity and the centre of movement of the coxa in $Pe^{bnh'}$; $D_{ch}^{bnh'}$: The horizontal distance between the centre of movement of the coxa the axis and of rotation of the hind-hoof in $Pe^{bnh'}$).

- b. $D_{gc}^{bnh'}$ is great. (This bears relation to Formula 6.) That is to say, the trunk is long and strong, or the conformation is the one which has the centre of gravity placed forward.
- c. $D_{lh}^{bnh'}$ is small. (This bears relation to Formula 6.) And for this purpose
- (1) In the horizontal traction ($D_{lh}^{bnh'} = H_{ph}^{bnh'}$), $H_{ph}^{bnh'}$ is low (according to Formula 7). Accordingly the height of the animal-body is low, or he has the body condition which enables him to take a posture which makes $H_{ph}^{bnh'}$ low.
 - (2) In the non-horizontal traction, $\frac{H_{ph}^{bnh'}}{D_{ph}^{bnh'}}$ is small (according to Formula 8). Accordingly, the height of the animal-body is relatively small against the length of the animal-body, or the animal has the body condition which enables him to take a posture which makes $\frac{H_{ph}^{bnh'}}{D_{ph}^{bnh'}}$ small.
- d. $L_{ch}^{esh'}$ is small (according to Formula 2). In other words, in the bent condition, the hind-limbs are short in length. Accordingly, the hind-limbs are originally short, or can become short through the bending.
- e. $\theta_{ch}^{esh'}$ is great (according to Formula 2). In this connection the body condition is the one which, when the animal has the draught imposed upon him, enables to get the longer distance between the footprint of the fore-limb and that of the hind-limb which steps beyond the fore-limb, measured along the line in the direction of the body progression.
2. D_{ch}^{esh} is great (according to Formula 1). And for this purpose
- a. L_{ch}^{esh} is great (according to Formula 4). In other words, in the extended condition the hind-limb is long. And for this purpose
 - (1) $L_{ch}^{esh'}$ is great (according to Formula 5). This is inconsistent with the body condition given in 1. d. above in relation to the equilibrium in the movement of rotation along the longitudinal section of the animal-body. Therefore, this must be understood as follows: the draught animal has a big body, besides having the body condition favourable for the equilibrium in the movement of rotation along the longitudinal section of his body. And the draught animal which is required to walk fast with the light draught is to have the body condition similar to that of the draught animal for the heavy draught and at the same time have somewhat longer hind-limbs.
 - (2) $\frac{L_{ch}^{esh}}{L_{ch}^{esh'}}$ is great (according to Formula 5). That is to say, the hind-limbs extend well.
 - b. θ_{ch}^{esh} is small (according to Formula 4). That is to say, the hind-limb, when extended backward with the hoof treading the ground, can get a good forward-leaning. And for this purpose

- (1) θ_{sch}^{esh} (the angle which the straight line between the centre of movement of the scapula and the centre of movement of the coxa makes in the fore part with the straight line between the centre of movement of the coxa and the axis of rotation of the hind-hoof in Pe^{esh}) open better and greater.
- (2) H_c^{esh} (the height of the centre of movement of the coxa in Pe^{esh}) is lowered in a greater degree.

In other words, the construction of the coxa is reasonable and the muscles in charge of its opening are well developed.

Here in Review II, the researches and explanations made both at home and abroad are collected in proper classifications according to the construction of these theories, with a view to contributing to the theorization and systematization of those achievements, and at the same time to the backing of the theory of this writer.

昨年(1967), 島根大学教育学部紀要第1巻に掲載した「(文献1・頁57)I. 回転運動の平衡機能上有利な生体条件」に関する内外の諸業績にひきつづいて, ここには, 「推進機能上有利な生体条件」に関する内外の諸業績をとりあげる。

そして, この総説においても, 前回同様, さきに, 京都大学農学部上坂章次教授の指導をうけ, 加藤正信助教授(現島根大学農学部教授)ほか多くの方々の協力を得て, 「役畜のけん引機構に関する研究」を行ない, 明らかにすることができたところの「けん引用役畜に適する生体条件(とくに, 体型・体重)に関する基礎理論」の大系にしたがい, 内外の成績, 説明を分類して収録し, それらの理論づけ, 大系づけに資するとともに, 併せて, 著者の理論の裏づけに資したいと思う。

II. 推進機能上有利な生体条件

役畜のけん引は, その体に働く回転運動の平衡機能が保たれながら, 推進機能が果されることによって行なわれる。したがって, けん引に適した役畜の生体条件は, これら回転運動の平衡と推進(並進運動)との両面から論じなければならない。そして, ここには, 後者の推進機能上有利な生体条件について述べることとする。

1. 歩長(S_p)を大とするために有利な生体条件

さきに, S_p は, 後肢の主支点期間(反対後肢脱重始期~後肢負重終期)の股心水平推進距離(D_c^{mf})に一致することを明らかにし,

$$S_p = D_c^{mf}$$

そして, D_c^{mf} を役畜の姿勢的要素に基礎をおいて, 幾何学的につぎの如く解析した〔 D_{ch}^{esh} : 後肢負重終期(Pe^{esh})の股心~後蹄水平距離, $D_{ch}^{esh'}$: 反対後肢負重終期($Pe^{esh'}$)の股心~後蹄水平距離, L_{ch}^{esh} : Pe^{esh} の股心~後蹄斜長, $L_{ch}^{esh'}$: $Pe^{esh'}$ の股心~後蹄斜長, $\frac{L_{ch}^{esh}}{L_{ch}^{esh'}}$:

後肢の主支点期間の後肢の伸長率, θ_{ch}^{esh} : Pe^{esh} の股心～後蹄傾角, $Pe^{esh'}$ の股心～後蹄傾角。

$$D_c^{mf} (=S_p) = D_{ch}^{esh} - D_{ch}^{esh'} \dots \text{式1}$$

$$= L_{ch}^{esh} \cdot \cos \theta_{ch}^{esh} - L_{ch}^{esh'} \cdot \cos \theta_{ch}^{esh'} \dots \text{式2}$$

$$= L_{ch}^{esh'} \left(\frac{L_{ch}^{esh}}{L_{ch}^{esh'}} \cdot \cos \theta_{ch}^{esh} - \cos \theta_{ch}^{esh'} \right) \dots \text{式3}$$

また, 式1中の1要素である D_{ch}^{esh} はつぎのように解析できる。

$$D_{ch}^{esh} = L_{ch}^{esh} \cdot \cos \theta_{ch}^{esh} \dots \text{式4}$$

$$= L_{ch}^{esh'} \cdot \frac{L_{ch}^{esh}}{L_{ch}^{esh'}} \cdot \cos \theta_{ch}^{esh} \dots \text{式5}$$

これらの解析をよりどころとして, 「 S_p を大とするために有利な生体条件」はつぎのように推論できる。

a. S_p 程は, 式1にしたがえば, $D_{ch}^{esh'}$ が小であり, D_{ch}^{esh} が大である程, 大となる。

(1) $D_{ch}^{esh'}$ が小であること。

前回の報告においても述べた如く, ^(3・96, 4・47, 5・55) さきに, 役畜がけん引歩行する場合には, 「反対後肢脱重始期 (=後肢の主回転軸期間始期) の体の縦断面に沿う回転運動の平衡条件」

$$F \cdot D_{lh}^{bnh'} + W_p^{bnh'} \cdot D_{gh}^{bnh'} = 0$$

が基本的に重要であり [F: けん引量, $D_{lh}^{bnh'}$: 反対後肢脱重始期 ($Pe^{bnh'}$) のけん引線～後蹄垂直距離, $W_p^{bnh'}$: $Pe^{bnh'}$ の体重の回転能率関与量, $D_{gh}^{bnh'}$: $Pe^{bnh'}$ の重心～後蹄水平距離], そして, ^(1・60) 「役畜がけん引歩行できるための体の縦断面に沿う回転運動の平衡上の許容条件」は,

$$| F \cdot D_{lh}^{bnh'} | \leq | W_p^{bnh'} \cdot D_{gh}^{bnh'} | \quad (6 \cdot 145)$$

であることを明らかにしたが, $D_{ch}^{esh'}$ の大きさは, これらの式中の $D_{gh}^{bnh'}$ の大きさに関係してきまる性質をもっている。^(6・152) 何故ならば, $D_{gh}^{bnh'} = D_{gc}^{bnh'} + D_{ch}^{bnh'}$, ($D_{gc}^{bnh'}$: $Pe^{bnh'}$ の重心～股心水平距離, $D_{ch}^{bnh'}$: $Pe^{bnh'}$ の股心～後蹄水平距離) また, $Pe^{bnh'}$ と反対後肢負重終期とが隣接した歩期であるため, $D_{gc}^{bnh'} = D_{gc}^{esh'}$, $D_{ch}^{bnh'} = D_{ch}^{esh'}$ の関係があるからである。

したがって, $D_{ch}^{esh'}$ が比較的小であるためには, これらの平衡上の理論にしたがえば,

(a) $W_p^{bnh'}$ が大であること。ひいては, 体重が大であること。

このことに関して, つぎの如き報告がある。すなわち, 石崎, 本沢, 篠原, 小山村 (1954)^(7・156) は「輓曳の場合, 馬の体重が増加するに従って歩巾は増大する傾向がみられる。歩巾と体重との相関係数は+0.88であり, 危険率1%で有意と認められる」と, 富永, 浅井, 高橋(久), 高橋(英), 沼川, 木下, 渡辺, 針生, 村田ら (1959)^(8・110) は「日本短角種に橇をけん引させた場合,

体重の大きさに比例して歩巾が大となることが認められた。」と述べている。

なお、一般に、けん引用役畜に体重が重要であることに関して、前回の報告に未掲載のものに、つぎの如き報告がある。すなわち、体重そのものが大であること：日本馬政史、五（1928）には「^(9・28)今井博士曰う、七戸馬は本邦における最重の馬匹と称するを得べく昔七戸青の名声海内に轟きしは偶然にあらざるなり、輕輓馬として第一位にあり」と、石埼、本沢、篠原、小山ら（1961）は「^(10・256)和犁を用い、平均耕深18~20cmの畑深耕試験を行ない、体重498kg以上の馬が深耕作業を4時間持続した。」と述べている。

体重に対するけん引力の割合：芝田（1943）は「^(11・7)荷車の輓曳量は馬体重の $\frac{1}{2}$ を越してはならぬ規定がある。」と、葛野および吉富は「^(12・256)瞬間最大けん引力の平均値の体重に対する百分率は印度牛（カンクレージ及び同系種）の牡及び閏84.2%，牝99.4%，印度牛（シンド系種）閏92.4%，水牛牝113.1%であった。」と、朝鮮総督府農事試験場の試験成績では「^(12・256)瞬間最大けん引力の平均値の体重に対する百分率は朝鮮牛牝68.9%，牝71.0%であった。」と、野田、中野、渡辺、石塚ら（1957）は「^(13・30)ジャージ種乳牛の羽部氏最大けん引力は体重の25~33%，KRÜGER氏最大輓曳力は体重の27~32%，持久輓曳力（1回4時間連続3日）は体重の6~7%であった。」と、菊池、久木田、淵向、宍戸、沢口ら（1961）は「^(14・9)最大けん引力は体重と相関し、ペルシュロン種>アングロノルマン種>中半血種>米系トロッター種>北海道和種の順で、体重の30~40%に相当した。」と述べている。

体重に総体として関係ある体型とけん引力：兼松（1943）は「^(15・102)輓用騾は駄用騾より少し大格で、より充分な体量を要す。」と述べている。

(b) $D_{gc}^{bnh'}$ が大であること。すなわち、軀幹が長く強いこと。あるいは、重心が前寄りにある体型であること。

さきに述べた如く、 $D_{gh}^{bnh'} = D_{gc}^{bnh'} + D_{ch}^{bnh'}$ 、そして、 $D_{gc}^{bnh'} \approx D_{gc}^{esh'}$ 、 $D_{ch}^{bnh'} \approx D_{ch}^{esh'}$ の関係がある。したがって、 $D_{gh}^{bnh'}$ の大きさが一定である場合、 $D_{gc}^{bnh'}$ が大である程、 $D_{ch}^{esh'}$ は小でありうるわけである。

この $D_{gc}^{bnh'}$ が大であることは $D_{gh}^{bnh'}$ が大であることに関係をもつ。したがって、前回の報告において、 $D_{gh}^{bnh'}$ が大であることに関係して掲げた諸報告の中の多くのものがこの $D_{gc}^{bnh'}$ が大であることに関係をもっているであろう。

(c) $D_{in}^{bnh'}$ が小であること。すなわち、水平けん引の場合には反対後肢脱重始期のけん引点~後蹄間高 ($H_{ph}^{bnh'}$) が低いこと。ひいては、体高が低いこと。角度けん引の場合には $H_{ph}^{bnh'}$ の反対後肢脱重始期のけん引点~後蹄水平距離 ($D_{ph}^{bnh'}$) に対する比 ($\frac{H_{ph}^{bnh'}}{D_{ph}^{bnh'}}$) が小であること。ひいては、体長に対して体高が相対的に小であること。あるいは、水平けん引の場合、角度けん引の場合、ともにそのような姿勢をとることができる生体条件であること。

何故ならば、けん引線~後蹄垂直距離 (D_{in}) は、^(3・116) さきに明らかにした如く、役畜の姿勢的要素に基礎をおいて、幾何学的につぎの如く解析でき (H_{ph} :けん引点~後蹄間高、 D_{ph} :け

ん引点～後蹄水平距離, α : けん引角度)

$$\begin{aligned} D_{lh} &= (H_{ph} - D_{ph} \cdot \tan \alpha) \sin (90^\circ - \alpha) \\ &= D_{ph} \left(\frac{H_{ph}}{D_{ph}} - \tan \alpha \right) \sin (90^\circ - \alpha) \end{aligned}$$

水平けん引の場合には, D_{lh} を計算すれば,

$$\begin{aligned} D_{lh} &= (H_{ph} - D_{ph} \cdot \tan \alpha) \sin (90^\circ - \alpha) \\ &= (H_{ph} - 0) \times 1 \\ &= H_{ph} \end{aligned}$$

となる。

そして, $D_{lh}^{bnh'}$ もこれにならって解析できるからである。

前回の報告において $D_{lh}^{bnh'}$ が小であることに關係して掲げたもののほかにつぎの如き報告がある。すなわち,

今井 (1910) は「^(16・164)馬車馬として有名なりピツア馬は 軀幹長くして四肢が短かい。」と HAYES (1930) は「^(17・60)It is manifest that the flatter this irregular line of lavers (Which extend from the toe of the hind foot, along the bones of the hind leg, pelvis, spinal column, up to the centre of pressure on the inner side of the collar) is with reference to the line of propulsion from the toe of the hind foot to the collar, the greater will be the mechanical advantage at which the hind limb will act. Consequently, we may infer that *the cart-horse should be long in the body, as compared to his height*; that he should be lower over the croup than he is at the withers; and that he should not have a horizontal croup. We should not, however, desire his hind-quarters to be so dropping as to cause him to be actually "goose-rumped"」と, HAYES (1930) は「^(17・51)The cart-horse, When in heavy draught, moves his load with his hind limbs in a more or less bent condition, which gives his hind-quarters *the crouching appearance* which must be familiar to us all.」と, 山根 (1943) は「^(18・112,114)水田の耕作に最適の家畜である水牛の体型について測定し, ^(19・155)き甲高に対する軀幹長の百分率は, 東印度水牛 (バイテンゾルフ) ♂116.9%, ♀111.9%, 海南水牛 (瓊山県) ♂111.5%, ♀110.7%, 台湾水牛 (高雄州) ♂113.5%, ♀109.9%であった。」と, 小津 (1949) は「^(19・155)輓曳力の増加する程低い姿勢をとる。それであるから, 馴れた者は, その輓曳姿勢を見て積載重量を判断することができる。」と述べている。

また, $D_{ch}^{esh'}$ が小であるためには, 姿勢の幾何学的解析, すなわち, 式2の $D_{ch}^{esh'}$ の關係部分の解析にしたがえば, $L_{ch}^{esh'}$ が小で, $\theta_{ch}^{esh'}$ が大であることがよいことになる。

(d) $L_{ch}^{esh'}$ が小であること。すなわち, 屈曲状態にある場合の後肢の長さが短かいこと。このため, 後肢が本来短かいが, 屈曲することによって短くなること。このことに關係する報告は, 前回の報告の, 回轉運動の平衡上有利な生体条件の項 (D_{lh} あるいは $D_{lh}^{bnh'}$ が小であること), および前項(c)において掲げている。

(e) $\theta_{ch}^{esh'}$ が大であること。これに関係して、けん引をかけた場合の踏込みをよくすることができる生体条件であること。

(2) D_{ch}^{esh} が大であること。

D_{ch}^{esh} は、式4にしたがえば、 L_{ch}^{esh} が大である程、 θ_{ch}^{esh} が小である程、大となる。

(a) L_{ch}^{esh} が大であること。すなわち、伸展状態にある場合の後肢の長さが長いこと。

そして、この L_{ch}^{esh} が大であることは、 $L_{ch}^{esh'}$ を基準にすれば、(式5の L_{ch}^{esh} の部分の解析にしたがえば)、その $L_{ch}^{esh'}$ が大であることと、 $\frac{L_{ch}^{esh}}{L_{ch}^{esh'}}$ が大であることによらねばならない。

① $L_{ch}^{esh'}$ が大であること。すなわち、このことは、前項(1)・(d)において、体の縦断面に沿う回転運動の平衡に関係して述べた生体条件とは矛盾する。したがって、つぎのように解釈されねばならない。すなわち、役畜の体の縦断面に沿う回転運動の平衡上有利な生体条件を保ちながら体格が大であること。また、軽い荷物を引いて歩くことが要求せられる役畜は、重い荷物を引く役畜と類似の生体条件を有しながら、幾分後肢が長いこと。

このことに関して参考になると思われるものにつぎの如き報告がある。ANDERSON (1943)^(20・587) は「The good draft horse is neither low set nor rangy, as a moderate length of leg is desired. Low-set horses have a low centre of gravity, but *they are usually poor movers.*」と、吉田 (1957)^(21・13) は「耕地面積が非常に大きければ、速力を速くして能率を高めねばならないから、大柄のものが必要になろう。」と述べている。体格が大となり、ひいては体重があまり大となれば、推進機能上つぎの如き不利が生じることも考慮しなければならないであろう。すなわち、HAYES (1930)^(17・59~60) は「We may, however, take for granted that *the comparative weight which would be an advantage to a heavy draught-horse in a city like London, would be a decided drawback to the efficiency of a cart-horse that had to do his work on arable land, especially if it was rough, like on "ridge and furrow"; because the raising of his weight at each step, would entail far greater muscular exertion, than if his labour was on a smooth road.*」と述べている。

② $\frac{L_{ch}^{esh}}{L_{ch}^{esh'}}$ が大であること。すなわち、後肢がよく伸展すること。

この後肢の支点期間の後肢の伸長率 ($\frac{L_{ch}^{esh}}{L_{ch}^{esh'}}$) を大とするためには、骨 格 の 構 成 ・ 肢 勢 がよいこと。また、強力な筋肉をもつことなどがのぞまれる。直接歩長に関係して論じたものではないけれども、参考になる報告として、つぎの如きものがある。すなわち、REYNOLDS (1882)^(22・86) は「For the purposes of heavy draught the necessity for *excellent conformation of the hind-limbs* is of far more importance than the symmetry of the anterior extremities.」と、HAYES (1930)^(17・50) は「We have seen that the greater the ability to *straighten the leg*, the higher will be the speed of propulsion; and *vice versa*. Hence, if a horse is, for instance, unable, from peculiarity of conformation, to straighten his

hocks (a condition called "sickle-hocks"), he will not be so fast as he would have been had he greater freedom in these joints.」と、また、同氏 (1930) は「Sloping pasterns from a load-pulling point of view are objectionable in the cart-horse; for the more oblique they are, the greater is the mechanical disadvantage at which they work.」^(17・51)と、高亀 (1933) は「^(23・111) 輓馬の優秀馬は股の長さ中庸、脛以下の諸骨共に短かく、臑股角開大股脛角及び飛節角閉合し、繫は起ち、飛節および管囲大にして脛筋の発達特に良好である。」と、ANDERSON (1943) は「^(20・646) The hock joint is the most important single joint in the body of the horse. The muscles in lever fashion flex and then extend the leg at the hock joint and by so doing the horse is moved forward」^(24・110)と述べている。黒毛和種審査標準 (1947) には「^(24・110) 肢はその長さ体の深さに釣合い、肢勢は正しく、筋腱と関節とはよく発達して緊実し、飛節は高く直飛や曲飛でなく緊って強く、管は細く形よく、つなぎは強くて弾力あるもの。」と定められており、そして、石原、奥井、上坂ら (1949) は、その審査標準の解説の中で「^(24・110) 直飛の牛は後肢が多くは前踏であり、歩く際に踏込みが足りない。曲飛の牛は飛節が低く緊りがなく力も弱く、また歩く際に腰や飛節のゆれが甚だしくてよくない。この強く緊っていることは牛の役利用上非常に大切なことである。」^(25・303)と、石原および吉田 (1952) は「^(25・303) 飛節は正常なものが直飛や曲飛のものに較べてけん引力が強いことが解る。直飛のものは股骨や脛骨の短かいものによく見受けられ、踏込不良と共に推進力が弱く、曲飛のものは前者の反対のものに多く見うけられ、また、腱や靭帯の弛んでいるものが多く、踏込は深い、推進力は小さい。飛節の角度は大にすぎず、小に失せず適当なものがよろしい。」と述べている。

(b) θ_{ch}^{esh} が小であること。

θ_{ch}^{esh} が小となることは、さきに明らかにした如く、後肢負重終期 (P_{esh}) の股関節角度 (θ_{ch}^{esh}) の開大、および P_{esh} の股心の高さ (H_c^{esh}) の低下などに伴ってもたらされる。したがって、 θ_{ch}^{esh} が小となるためには、股関節を開くのに都合のよい骨骼構成と、強力な筋肉をもつことがのぞまれる。

参考となる報告としてつぎのものがある。羽部 (1946) は「^(26・26) 全力をつくす強い牛は重い抵抗に対しては、頭を下げ腰を沈め張り、後肢を踏ん張って推進する。」と述べている。

2. 後軀 (骨骼・筋腱) の発達

前項の「 S_p を大とするための生体条件」について明らかにしたところからもわかる如く、推進力には後軀が関係する。そして、より強力な推進力の発揮のためには、その後軀の骨骼・筋腱の十分な発達が要求せられる。このことに関係して、つぎの如き報告がある。

後肢による推進力：上坂 (1947) は「^(27・7) ^(28・57) 牛の推進力の根拠は後肢にあると解される。」と、新関 (1956) は「^(29・30) 推進力は主として体重を多くうけている後肢によって発揮される。」と、森 (1947) は「^(30・25) 牛馬がけん引の仕事をするには、挺子の原理によりその後脚を支点とする。」と、小津 (1949) は「^(19・48) 輓馬が物を輓く場合は後肢に支点をとる。」^(31・117)と述べている。

後軀の発達：羽部 (1941) は「後軀が発育不良、貧弱であると却って推進力は乏しくなる。」

と、上坂 (1942) は「^(32・270)余りに前勝ちにして後軀の發育不良、貧弱なものは却って推進力の乏しいものであるという事実も想起すべきである。」と、HAYES (1930) は「^(17・52)*The loin muscles* may be observed to act energetically in flexing and extending the loins when the animal is leaping and galloping, and when his Powers are taxed in drawing a heavy load.」と、DUERST (1931) は「^(33・92)*Die Sitzbeinlänge* steht jedoch in unbedingter Korrelation mit der Entwicklung der größten Fleischmasse des Rindes, der Schenkelmuskeln.」と、また、同氏 (1931) は「^(33・92)Für die eben erwähnten Schenkelmuskeln kann nur die möglichste Ausdehnung des *Sitzbeinhöckers* in die Breite die günstigsten Grundlagen schaffen.」と、石原および吉田 (1952) は「^(25・300~301)坐骨巾率（体高に対する坐骨巾の割合）とけん引力との相関は $r = 0.588$ で有意な正の相関が認められた。臀の広いことがけん引力の発揮上有利である。即ち、坐骨から下に向っている筋群の強大を意味しているからである。」と述べている。

3. 後軀の力学的構成

後軀の力学的構成に関する、著者のこれまでの研究において、まだ、とりくんでいない面の、報告につきの如きものがある。参考のために掲載しておく。

臑の位置 : HAYES (1930) と「^(17・49)Propulsion by the hind limb of the horse takes place through the *hip joint* and *pelvis*.」と、DUERST (1931) は「^(33・92)Je länger das *Sitzbein*, desto mehr ist die Stoßkraft vorwärts gerichtet, je kürzer es ist, desto mehr zielt sie aufwärts.」と、羽部 (1946) は「^(26・42)推進に最も関係大なるものは臑の位置である。臑より下したる垂線が後蹄より前にあればある程推進力は大となる。また、重役には臑の位置は比較的下に、軽役には上にあるのがよろしいということが出来る。」と上坂 (1947) は「^(27・7~8)後肢の推進力は ^(28・57~58)後肢の筋肉・骨骼等総ての部分がこれに関係しこれを生ぜしめることは勿論であるが、その中でも最も関係ある部位は臑股関節であり、臑と蹄との位置的関係である。腰角と坐骨が一定ならば臑の位置が前に来る程、また、臑の位置が下ると推進力は大となる。」と、石原および吉田 (1952) は「^(25・300~301)臑の前後的位置とけん引との関係を見るため、腰臑長に対する臑坐長の割合とけん引力との相関を求めたところ、 $r = +0.112$ で余り相関はないという結果になった。しかし、けん引力の大小によって、この割合の平均値を比較して見ると、けん引力の大きいものは腰臑長に対する臑坐長の割合が大きい傾向があるように思われる。すなわち、これは臑の位置が前方にあるものの方がけん引力が強いことを意味している。」と述べている。

臑骨の角度 : DUERST (1931) は「^(33・92)Je kleiner der Winkel zwischen *Darmbeinachse* und *Sitzbeinachse*, also je abschüssiger des Becken als Ganzes, desto vertikaler ist die Kniestoßkraftresultante gerichtet, und umgekehrt, je horizontaler des Becken, desto flacher vorwärts die Stoßrichtung.」と述べている。

参 考 文 献

- (1) 盛政貞人 (1967) : けん引用役畜に適する生体条件 (とくに, 体型・体重) に関する内外の諸業績 I 回転運動の平衡機能上有利な生体条件 島根大学教育学部紀要第1巻 (自然科学)
- (2) 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) (第13号)
- (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) : 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)
- (5) 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)
- (6) 盛政貞人 (1966) : 役畜のけん引機構に関する研究——けん引歩行する場合の姿勢 (とくに, 前傾姿勢) について—— 島根大学論集 (自然科学) (16)
- (7) 石碓三郎, 本沢昌一, 篠原旭男, 小山錦也 (1954) : 馬の大きさと役力との関係 第IV報 馬の体重と役力との関係 関東東山農業試験場研究報告 (6)
- (8) 富永信, 浅井豊太郎, 高橋久男, 高橋英伍, 沼川武雄, 木下善之, 渡辺昭三, 針生程吉, 村田和子 (1959) : 日本短角種に関する研究 東北農業試験場研究報告 (16)
- (9) 帝国競馬協会 (1928) : 日本馬政史, 五 東京, 帝国競馬協会
- (10) 石碓三郎, 本沢昌一, 篠原旭男, 小山錦也 (1961) : 馬の大きさと役力との関係 第VI報 深耕するためには, どれ位の大きさの馬が必要か 関東東山農業試験場研究報告 (18)
- (11) 芝田清吾 (1943) : 改訂畜産学講義 東京, 産業図書株式会社
- (12) 石原盛衛 (1949) : 和牛 東京, 共立出版株式会社
- (13) 野田真五郎, 中野優, 渡辺和雄, 石塚卓磨 (1957) : ジャージー種乳牛の使役能力 日本畜産学会報 28 (別)
- (14) 菊池武昭, 久木田睦夫, 淵向正四郎, 宍戸弘明, 沢口よしの (1961) : 馬の品種の特性に関する研究 (IV) 日本畜産学会報 32 (別)
- (15) 兼松満造 (1943) : 驢と騾 東京, 養賢堂
- (16) 今井吉平 (1910) : 馬政学 東京, 成美堂書店
- (17) HAYES, M. H. (1930) : Points of the Horse. London : Hurst & Blackett Limited
- (18) 山根甚信 (1943) : 東印度の畜産 東京, 養賢堂
- (19) 小津茂郎 (1949) : 鞍馬の手引 東京, 日本通運株式会社
- (20) ANDERSON, A. L. (1943) : Introductory Animal Husbandry. New York : The Macmillan Company
- (21) 吉田武紀 (1957) : 役牛の使役と飼養 大阪, 富民社
- (22) REYNOLDS, R. S. (1882) : An Essay on the Breeding and Management of Draught Horses. London : Ballière, Tindall, and Cox
- (23) 高亀広 (1933) : 軍馬の外貌と能力との関係 陸軍獣医団報 (291)
- (24) 羽部義孝, 奥井廉, 石原盛衛, 上坂章次 (1949) : 和牛の審査 東京, 朝倉書店
- (25) 石原盛衛, 吉田武紀 (1952) : 牛の役用体型に関する研究 中国四国農業試験場報告 1 (2)
- (26) 羽部義孝 (1946) : 牛の役利用に関する研究 東京, 畜産技術協会
- (27) 上坂章次 (1947) : 畜力利用の理論と実際 東京, 農業技術協会
- (28) 上坂章次 (1949) : 和牛の乳利用と乳牛の役利用 大阪, 東京, 富民社

- (29) 新関三郎 (1956) : 装具の構造と装着理論に関する研究 農林省農業改良局研究部
- (30) 森周六 (1947) : 畜力利用とその農機具 東京, 畜産技術協会
- (31) 羽部義孝 (1941) : 和牛の改良と登録 東京, 養賢堂
- (32) 上坂章次 (1942) : 和牛飼育精説 東京, 朝倉書店
- (33) Duerst, J. U. (1931) : Grundlagen der Rinderzucht. Berlin : Verlag von Julius Springer