

牛の多趾症肢の解剖学的所見

那須 哲夫*・萩尾 光美**・村上 隆之*
平石 敏***・斎藤 勇夫*

Anatomy of Polydactylous Limb of Cattle

Tetsuo NASU, Mitsuyoshi HAGIO, Takayuki MURAKAMI,
Satoshi HIRAISHI and Isao SAITO

(昭和59年5月8日受理)

緒 言

四肢奇形には、多指(趾)症、合指(趾)症、寡指(趾)症、短指(趾)症等のように、異常が指趾に限局したものであるから、大腿骨欠損症、下腿骨欠損症、内反手症のように、異常がそれ以上の近位骨にまで及ぶものがあり、異常の程度も多彩である。

種々の奇形のうち、四肢奇形はその発生頻度が高く、安田²⁶⁾は新生児奇形のうち1/3が四肢奇形であると報告している。また四肢奇形のうち多指(趾)症は最も発生頻度が高いとされている^{8),11),18)}。

家畜の多指(趾)症については、Roberts¹⁶⁾、Leipoldら⁹⁾(牛)、Hughesら⁵⁾(豚)、Dennisら²⁾(羊)の報告があり、我が国ではUeshimaら²¹⁾によって前腕骨以下の重複奇形に伴う多指奇形の報告がなされている。今回、左側後肢に多肢奇形を有する牛を入手したので、その奇形肢の解剖学的所見について報告する。

材料および方法

観察した牛は生後4日目の黒毛和種(雄)で、昭和58年2月23日、本学家畜病院に搬入されたものである。出生直後は起立不能であったが、その後は起立可能となった。しかし3月27日、衰弱のため死亡したので、ただちに剖検を行った。この子牛は左側後肢の奇形のほかに、過剰肋骨(第14肋骨)の存在、左側精巢の腹腔内停留、小腸のカタル性炎などの異常が認められたが、

内臓等に著明な病変はなかった。母牛は13歳で、今回は7産目であり、前産までの子牛には異常は認められなかった。

腹大動脈から朱・ラテックス・ホルマリン混合液を注入したのち、左側後肢を取りはずし、10%ホルマリン液中に浸漬固定した。

固定後、筋、血管(動脈)および神経の走行を肉眼的に観察した。また骨学的には、外部からソフテックス写真を撮影し、趾骨、中足骨の数および下腿骨の状態等を観察したのち、蹄、皮膚、腱等を除去、骨格標本を作製して詳細に調べた。



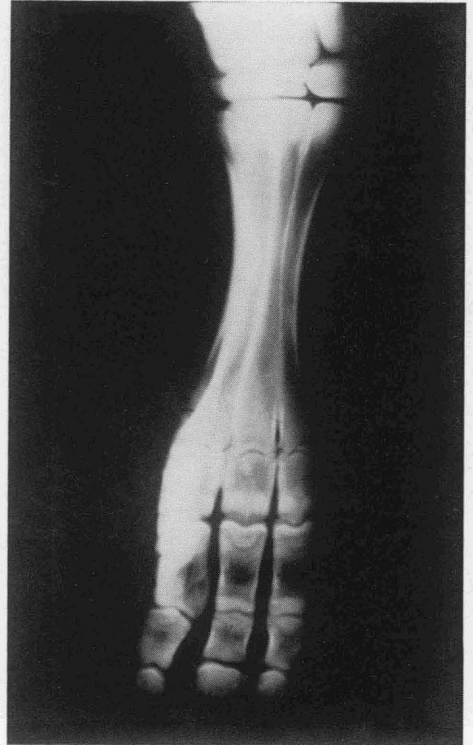
第1図 左側後肢に多趾奇形が認められる。



第2図 左側後肢
後方から趾列と副蹄を示す。



第3図 奇形肢のソフトテックス写真
大腿骨と足根骨は接近し、下腿骨と
膝蓋骨を欠いている。



第4図 奇形肢のソフトテックス写真
癒合中足骨と3趾列が認められる。

結 果

1. 後肢の外観

左側後肢は、下腿骨欠損のため右側に比べて短く、蹄は地面に着地していない状態である（第1図）。趾列は5列認められ、外側の3列は正常の大きさであるが、内側の2列は小さい。便宜上内側から第一、二、三、四および五趾とする。副蹄は外側に1個存在する（第2図）。

2. 骨格の形状

左側後肢の骨格の形状は次のとおりである。

(1) ソフテックス写真による観察

大腿骨と中足骨は異常に接近し、それらの間に足根骨が認められるが、下腿骨と膝蓋骨は全く欠損している。中足骨は3個の癒合骨から成る（第3～4図）。

(2) 骨格標本の観察

大腿骨の形態は、近位側は正常であるが、遠位端では滑車溝および顆間窩を欠いている。そのため遠位端に存在する外側顆と内側顆の判別が困難である。足根骨は互いに癒合するほか、中足骨とも癒合しており足根・中足関節は不動性である。中足骨は骨体中央幅 31.4mm で、右側の 18.5mm に比べて大きい。遠位端には3個の滑車が存在し、それぞれ第三～五趾の基節骨と関節する。また癒合中足骨の遠位内側面に小さい中足骨が1個付着し、第一趾の基節骨と関節する。第一趾と第三趾の間に第一趾よりやや小さい第二趾が存在するが、これは3個の趾骨のみから成り、この骨のための中足骨は認められない（第5～6図）。

3. 筋の走行

左側後肢では、下腿骨欠損のため、この部位に起始および停止する筋は右側のそれと異なる形状を示す。すなわち、薄筋、半膜様筋、半腱様筋は水平に近い走行を示している。また、縫工筋が欠損しているため、薄筋が最内側に認められる。大腿四頭筋の各筋（大腿直筋・外側広筋・内側広筋・中間広筋）は互いに癒合して区別が困難であり、内側広筋に相当する部位は形成不全を起こしている。またこれらの共同停止腱は、右側に比して幅が広く、扁平で、大腿部下端の前半を覆っている。この腱が大腿骨に接する部位は肥厚し、内面は滑膜によって覆われている。薄筋、大腿筋膜張筋、半膜様筋、半腱様筋はこの腱肥厚に停止し、それらの筋のさらに表層に下腿部の伸筋群が付着する。後面の下腿三頭筋、屈筋群および前面の伸筋群は短縮癒合し、形成不全を起こしているものもあって、各筋の区別は困難である。この癒合伸筋群のうち、長趾伸筋と第四趾伸筋と思われる筋から腱が起り、中足骨背側面を下走する。そして長趾伸筋腱は第三～五趾の末節骨および第四趾の中節骨へ停止する。これら伸筋腱の深層には、中足骨近位端に3個の異常に増幅した短趾伸筋が存在する。この筋の腱は分岐して長趾伸筋腱と癒合し、その外側の一部は第一および第三趾の中節骨に停止する。

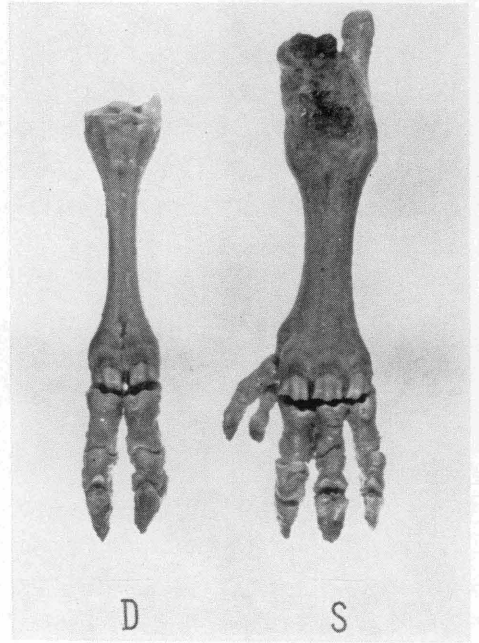
掌側面の屈筋群も背側面と同様に各筋の区別が困難である。浅趾屈筋および深趾屈筋と思われる筋から腱が起り、中足骨掌側面を下走し、中足・趾節関節部で分岐、浅趾屈筋は第三～五趾の中節骨に、深趾屈筋は第一趾および第三～五趾の末節骨に停止する。また、浅趾屈筋腱は中足骨中央部で筋腹に移行し、中足骨下部で再度腱に変わるといふ二腹筋の形態をとる（第7～9図）。

4. 動脈の走行と分布

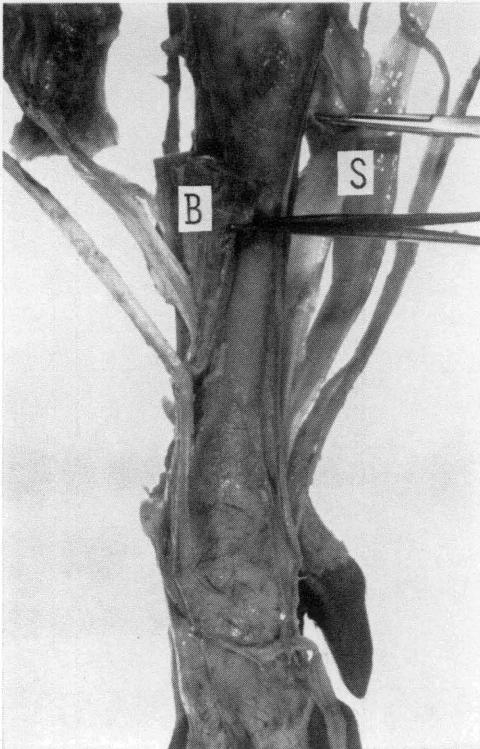
左側後肢の膝窩動脈は、下腿三頭筋の深部で前・後枝に分かれ、後枝は伏在動脈と吻合し、前枝は前脛骨動脈となって中足骨前面を下走する。前脛骨動脈は、中足骨近位 1/3 のところで分岐し第二～五趾に分布する。



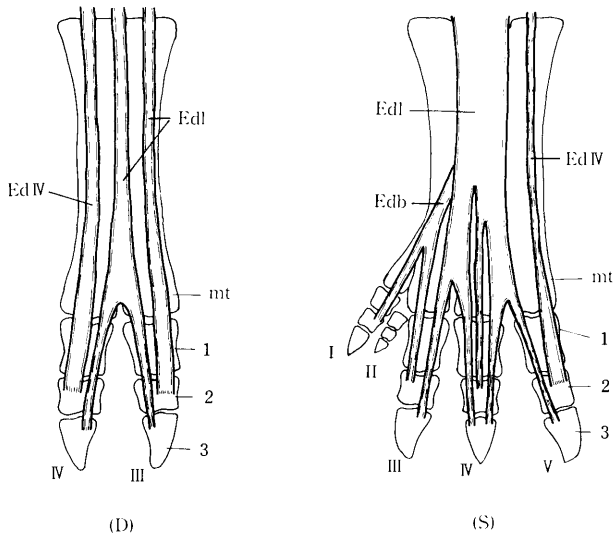
第 5 図 後肢の骨格標本 (背側面)
D : 右側大腿骨
S : 左側大腿骨



第 6 図 後肢の骨格標本 (背側面)
D : 右側中足骨と趾骨
S : 左側足根骨, 中足骨および趾骨



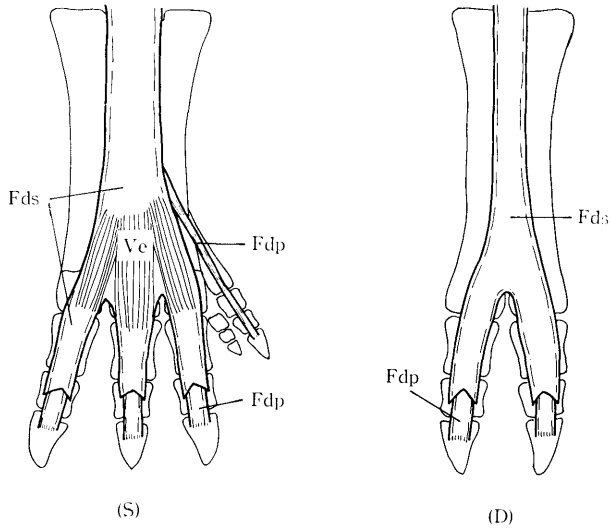
第 7 図 伸筋と屈筋の異常 (左側後肢外側面)
増幅した短趾伸筋 (B) と浅趾屈筋
筋腹 (S) が認められる。



第 8 図 長趾伸筋，第四趾伸筋，短趾伸筋の停止部位，後肢背側面を示す。

(D)：右側 (S)：左側

- | | |
|------------|---------|
| Edl：長趾伸筋 | I：第一趾 |
| EdIV：第四趾伸筋 | II：第二趾 |
| Edb：短趾伸筋 | III：第三趾 |
| mt：中足骨 | IV：第四趾 |
| 1：基節骨 | V：第五趾 |
| 2：中節骨 | 以下同じ |
| 3：末節骨 | |

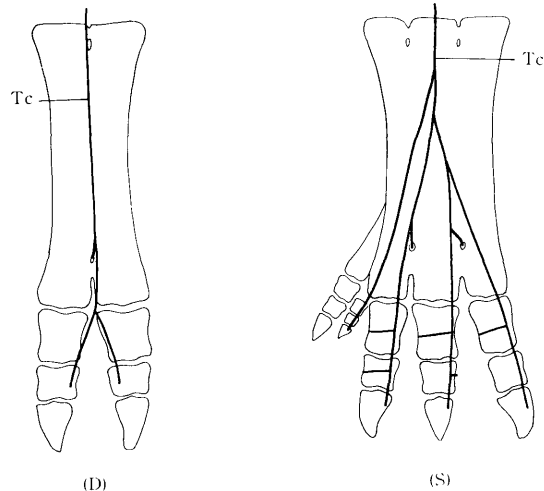


第 9 図 浅趾屈筋，深趾屈筋の停止部位，後肢掌側面を示す。

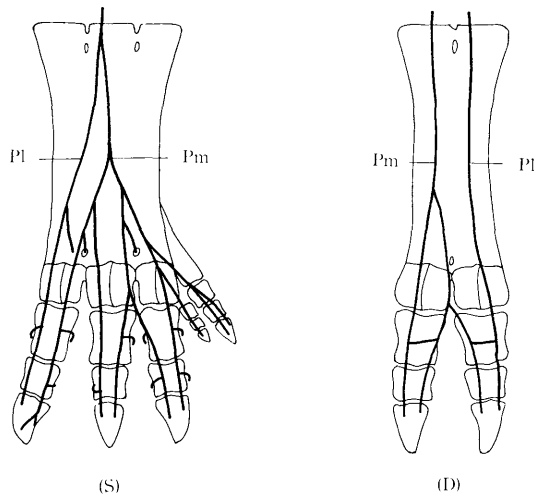
(D)：右側 (S)：左側

- | | |
|----------------|----------|
| Fds：浅趾屈筋 | Fdp：深趾屈筋 |
| Ve：浅趾屈筋筋腹（遠位部） | |

伏在動脈は大腿動脈から分岐したのち、恥骨筋と内側広筋の間を通り、内転筋の深部へと走る。この動脈は、内転筋の遠位部で表層に出たのち、中足骨後面を下走し、中足骨の近位 1/3 で内・外側枝に二分する。外側枝は、外側足底動脈となって中足骨外側を下行し、第五趾の外側と副蹄に分布する。内側枝である内側足底動脈は、中足骨遠位 1/3 のところで分岐し、第五趾の内側および第一～四趾に分布する (第10～11図)。



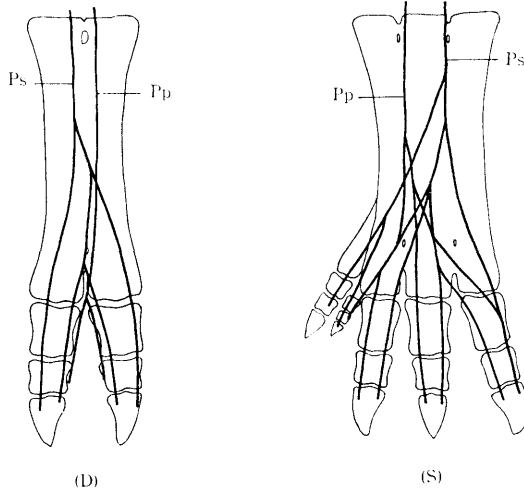
第 10 図 動脈の走行，後肢背側面を示す。
 (D)：右側 (S)：左側
 Tc：前脛骨動脈



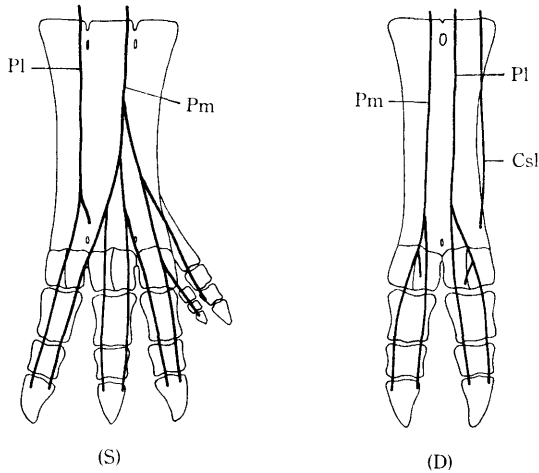
第 11 図 動脈の走行，後肢掌側面を示す。
 (D)：右側 (S)：左側
 pl：外側足底動脈
 pm：内側足底動脈

5. 神経の走行と分布

左側後肢の総腓骨神経は、大腿部下端外側で形成不全を起こした癒合筋に枝を出したのち二分し、浅および深腓骨神経に分かれる。前者は第三腓骨筋と思われる筋の外側表層を下走し、第一～五趾に分布する。深腓骨神経は、前脛骨動脈とともに第三腓骨筋の深層を走り、短趾伸筋へ枝を出したのち、中足骨下端部で表層に現われ、浅腓骨神経と交通する。



第 12 図 神経の走行，後肢背側面を示す。
 (D)：右側 (S)：左側
 Ps：浅腓骨神経
 Pp：深腓骨神経



第 13 図 神経の走行，後肢掌側面を示す。
 (D)：右側 (S)：左側
 Pl：外側足底神経
 Pm：内側足底神経
 Csl：外側腓腹皮神経

また脛骨神経は、下腿三頭筋の深部を下走し、踵骨腱と屈筋群の間に枝を出したのち、表層へ出て外側および内側足底神経に二分する。外側足底神経は第五趾の外側と副蹄に分布し、内側足底神経は中足骨中央部で分岐したのち、第一～五趾に分布する (第12～13図)。

考 察

奇形の成因には内因性と外因性とがある。前者は遺伝、胚芽原基の病的変化、原発性の胚芽異常などによるものであり、後者は種々の外力、子宮および羊膜の病的変化、母体の伝染性および先天性疾患などによるものである。このうち、遺伝によるものは優性を示すことが多く、ヒトの多指 (趾) 症は遺伝的要素が強く作用していると言われている^{4),15)}。家畜の多指 (趾) 症の場合も、表現度は異なるが、強い遺伝性を示すことが報告されている¹⁶⁾。また実験動物では多指 (趾) 症に関する遺伝学的研究がなされている^{1),17),23)}。

これを本例についてみると、母牛は7産目でその子牛は本例を除いてすべて正常である。したがって、本例の場合、奇形成立に母体の遺伝的要因が強く作用しているとは思われない。

一方、奇形肢の趾列および趾骨発生のメカニズムについては次の諸説がある。その一つは、趾骨発生の過程で、趾芽原基内間葉細胞の生理的消滅によって起こる第一、二および五趾の退化が、何らかの原因によって阻害され、本来あるべき趾 (潜伏趾) がそのまま残り、いわゆる先祖帰りの状態を現わすに至るという説¹⁶⁾である。本例もこれに該当するものであろう。もう一つは、第一趾 (母趾) の趾骨数は、両棲類、は虫類、鳥類、哺乳類ともすべて1個もしくは2個であり、第一趾に3個の趾骨を有す動物は存在しないことから^{14),22)}、3個の趾骨を保有する第一趾はむしろ本来の第二趾で、本例にみられるような第二趾は本来の第二趾と本来の第三趾の間に生じた過剰趾であるという説である。この説は、先祖帰りと言うよりも、むしろヒトの例のように、趾芽の発生段階で、趾放線形成を誘因する外胚葉性の頂堤が、何らかの原因で近位側へ延長し、その退縮が遅れて過剰趾が生じるという頂堤異常説^{24),25)}に基づくものである。

これに対し、第一趾が2個であるのは、中節骨と末節骨が融合して1個になった結果であるという説があり、これが今日の定説になっている²⁰⁾。

本例の場合、第一趾と第三～五趾は基節骨、中節骨、末節骨が完全にそなわっている。さらに第二趾にも、小さいながら3個の骨が認められるので、これもすべて趾骨と考えられる。これを前記の説にあてはめると、第一趾に3個の骨があってもおかしいことではなく、第二趾は本来の第二趾であり、過剰趾ではない、と考えるのが適当であろう。さらに、筋、動脈および神経の走行は豚、犬等と類似し⁷⁾、また短趾伸筋の発達等から考えると本例は先祖帰りの要素が強いと思われる。

下腿骨欠損症についてはヒトで多くの報告があり、そのほとんどが趾骨の奇形を伴っている^{6),12),19)}。その発生原因は内因性的のもので遺伝性が強いと言われている。

Guffyら³⁾、Ojoら¹³⁾、Leipoldら¹⁰⁾は、牛の下腿骨欠損症を Tibial hemimelia として報告しており、特に Ojo らは7例の Tibial hemimelia をもつ牛を調べ、そのほとんどが両側性に生じ、恥骨結合の不全などの奇形を併発していると述べている。さらに筋の解剖学的な観察では、下腿骨に起始および停止する筋は大腿骨に起始、停止すると報告している。

本例における上記の筋は確かに大腿骨に相当する部位に起始および停止しているが、ほとんどの筋が形成不全のため短縮しており、明確ではないにしても、大腿骨自体に起始および停止しているとは考えられない。

以上を要約すると、多指（趾）症の発生原因としては、遺伝的要素が強いと言われているが、本例は遺伝的なものではなく、母牛が13歳の高齢出産であることを考え併せると、それ以外の要因、すなわち、内因性ではあるが胚芽原基の病的変化あるいは原発性胚芽異常による奇形ではないかと考えられる。

要 約

下腿骨欠損症と多趾症の合併奇形を有する牛（黒毛和種，雄，4日齢）の奇形肢（左側後肢）について解剖学的観察を行った。得られた結果は次のとおりである。

1. 下腿骨および膝蓋骨は欠損し、足根骨は互いに癒合するとともに中足骨とも癒合していた。中足骨は3個の癒合中足骨から成り、遠位外側に小さい中足骨が付着していた。趾列は5列認められ、第二趾以外は中足骨と関節していた。
2. 縫工筋は欠損していた。下腿骨に起始および停止する筋は *dysplasia* (異形成) を起こして短縮していた。趾骨の背側面には、長趾伸筋、第四趾伸筋、短趾伸筋が下走していた。長趾伸筋は第三～五趾の末節骨と第四趾の中節骨に、第四趾伸筋は第五趾の中節骨に停止していた。発達した短趾伸筋は中足骨近位端に起こり、その腱は長趾伸筋腱と癒合していた。趾骨の掌側面には浅趾屈筋、深趾屈筋が走行し、前者は第三～五趾の中節骨、後者は第一趾および第三～五趾の末節骨に停止した。浅趾屈筋は二腹筋の形態を呈していた。
3. 膝窩動脈から分岐した前脛骨動脈は、中足骨前面を下走し、中足骨近位1/3のところまで二分し、第二～四趾に分布していた。伏在動脈は、内転筋の深部を下走したのち、表層に出て中足骨後面を下走し、中足骨近位1/3で外側および内側足底動脈に分岐していた。外側足底動脈は第五趾の外側と副蹄に、内側足底動脈は第一～四趾および第五趾の内側に分布していた。
4. 坐骨神経から分岐した総腓骨神経は、大腿骨下端部で浅および深腓骨神経に分かれ、浅腓骨神経は第一～五趾に分布していた。深腓骨神経は短趾伸筋に分布する枝を出したのち、浅腓骨神経と交通していた。脛骨神経は下腿三頭筋の深部を下走し、屈筋群へ分布する枝を出したのち、表層へ出て外側および内側足底神経に分かれていた。これらの両神経は、中足骨後面を下走し、外側足底神経は副蹄と第五趾に、内側足底神経は第一～四趾に分布していた。

文 献

- 1) Danforth, C. H. : *Am. J. Anat.*, 80, pp. 143-171 (1947).
- 2) Dennis, S. M. and Leipold, H. W. : *Cornell Vet.*, 62, pp. 322-327 (1972).
- 3) Guffy, M. M. and Leipold, H. W. : *J. Am. Vet. Rad. Soc.*, 18, pp. 109-116 (1977).
- 4) 花園美地雄：朝鮮医会誌，24，126-134 (1934).
- 5) Hughes, E. H. : *J. Hered.*, 26, pp. 415-418 (1935).
- 6) 加倉井周一，本多純男，栗村 仁，松浦美樹雄，高橋 勇，佐藤和男：臨整外，3，883-894 (1968).
- 7) 加藤嘉太郎：家畜比較解剖図説，上・下，養賢堂，東京 (1980).
- 8) 小西陽一，大島照夫：臨床外科，14，373-378 (1959).
- 9) Leipold, H. W., Dennis, S. M. and Huston, K. : *Cornell Vet.* 62, pp. 337-345 (1972).
- 10) Leipold, H. W., Saperstein, G., Swanson, R., Guffy, M. M. and Schalles, R. : *Z. Tierzücht. Zücht. biol.*, 94, pp. 291-295 (1978).
- 11) 水野東明，笠原正秀：北海道婦会誌，4，61-63 (1953).
- 12) 尾畑静夫，中井達郎：東北整災外紀要，7，219-223 (1963).
- 13) Ojo, S. A., Guffy, M. M., Saperstein, G. and Leipold, H. W. : *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 165, pp. 548-550 (1974).
- 14) 岡村周諦：実験動物解剖の指針，風間書房，東京 (1956).

- 15) 奥山通雄: 産と婦, 20, 628-631 (1953).
- 16) Roberts, E.: J. Hered., 12, pp. 84-86 (1921).
- 17) Roberts, R. C. and Mandell, N. R.: Proc. R. Lond. B., 191, pp. 427-444 (1975).
- 18) 杉浦保夫: 医学のあゆみ, 103, 1050-1066 (1977).
- 19) 高津良夫, 古川 力, 吉田博利, 森 清, 當田常夫, 牟田義人, 林 栄一: 整形外科, 13, 469-473 (1962).
- 20) 寺田春水, 藤田恒夫: 骨学実習の手びき, 南山堂, 東京 (1976).
- 21) Ueshima, T. and Uehara, M.: Jpn. J. Vet. Sci., 43, pp. 351-357 (1981).
- 22) 内田 享, 岡田弥一郎: 動物の解剖・組織・発生, 2. 脊椎動物, 中山書店, 東京 (1960).
- 23) Wright, S.: Genetics, 20, pp. 85-107 (1935).
- 24) Yasuda, M.: J. Embryol. exp. Morph. 33, 745-756 (1975).
- 25) 安田峯生: 整形外科, 27, 1197-1203 (1976).
- 26) 安田峯生: 広島医学, 30, 898-905 (1977).

Summary

Left hindlimb of 4-day-old Japanese black calf which had congenital malformations such as polydactyly and tibial hemimelia was dissected to be description.

The details were reported as follow.

1) The outstanding radiologic feature was congenital agenesis of the tibia and patella. The tarsal and metatarsal bones were intimately fused with one another. The confused metatarsus was attached on the laterodistal end by a small metatarsal bone. These metatarsuses were articulated by four proximal phalanges.

2) The sartorius was absent from the left hindlimb. Muscles that normally inserted on and originated at the tibia were dysplasia and contracted. On the dorsal aspect of the tarsus, metatarsus and digit the extensor digitorum longus was provided with a long tendon which divided into four branches. These tendons inserted on the distal phalanges of the third to fifth digits, and middle phalanx of the fourth digit. The extensor digit IV inserted on the dorsal side of the middle phalanx of the fifth digit. The extensor digitorum brevis was relatively large muscle which arised from the dorso-proximal surface of the metatarsus and the tendons were finally united with the long digital extensor tendon.

On the volar side of the metatarsus the flexor digitorum superficialis descended with the flexor digitorum profundus and inserted on the middle phalanges of digits III, IV and V. This muscle had digastric shape that two bellies united by an intermediate tendon.

The flexor digitorum profundus inserted to the volar surfaces of the distal phalanges of digits I, III, IV and V.

3) The popliteal artery divided into the cranial and caudal tibial arteries. At the proximal third of the metatarsus the cranial artery which descended along the dorsal surface divided into two arteries supplying the dorsal surfaces of digits II, III and IV. Arising from the femoral artery the saphenous artery coursed from inside of the adductor and appeared on the plantar surface of the metatarsus. It divided into lateral and medial plantar arteries at the proximal third of the metatarsus, the former furnished the dew-claw and lateral side of the fifth digit and the latter furnished the digits I, III and IV and medial side of digit V.

4) Arising from the ischiatic nerve, the common peroneal nerve divided into superficial and deep branches. The superficial fibular nerve supplied dorsal surfaces of each digits. After branching to the extensor digiti brevis, the deep fibular nerve anastomosed with the terminal branch of the superficial fibular nerve. The tibial nerve was one of the two terminal branches of the ischiatic nerves, it gave off muscular branches

to the flexor muscles while coursing under the triceps surae, and appeared on the volar surface to divide into the lateral and medial plantar nerves. These nerves coursed plantar surface of the metatarsus toward the digits, the lateral plantar nerve innervated the dewclaw and the fifth digit, the medial plantar nerve supply the digits I, II, III and IV.