

---

原 著

---

## 結合体子ウシの心大血管系

村上隆之<sup>1)</sup>, 内田和幸<sup>1)</sup>, 浜名克己<sup>2)</sup>

1) 宮崎大学農学部

〒889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1

2) 鹿児島大学農学部

〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-24

(受理 2003 年 7 月 8 日)

## Cardiovascular System in Conjoined Calves

Takayuki MURAKAMI<sup>1)</sup>, Kazuyuki UCHIDA<sup>1)</sup> and Katsumi HAMANA<sup>2)</sup>

1) Faculty of Agriculture, Miyazaki University, 1-1, Nishi, Gakuen-Kibanadai, Miyazaki 889-2192, Japan

2) Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Kohrimoto, Kagoshima 890-0065, Japan

---

**Abstract.** The morphology of the cardiovascular system in 54 conjoined calves including 29 previously reported cases was investigated. All of the 21 cases of diprosopus had a single heart. Among 19 cases of dicephalus, 2 cases had two separate hearts with vascular union between great vessels, and the other 2 cases had separate hearts with no vascular union. Four cases had a compound heart with cardiac fusion at the atrial level, other 4 cases had a compound heart with fusion at both atrial and ventricular levels, and remaining 7 cases showed a single heart. In 8 cases of thoracopagus, 4 cases had separate hearts with no vascular fusion, one case had a atrial compound heart, and 3 cases had a single heart. In 5 cases of cephalothoracopagus, 2 cases had separate hearts with vascular union, 1 case had a compound heart with fusion at both atrial and ventricular levels, and 2 cases had a single heart. A case of pygopagus had separate hearts with no vascular union. Fourteen of 33 single hearts showed various congenital anomalies. Conjoined calves with separate hearts commonly had two sets of the lung and ventriculus, and the cases having a single heart showed a set of the lung and ventriculus.

**Key words:** cardiovascular system, conjoined calf, compound heart

---

*Adv. Anim. Cardiol.* 36(1): 18-26, 2003

ウシでは約 100,000 回に 1 回の割合で結合体が発生し<sup>1)</sup>, その結合体の中では二顔体や二頭体など, 体前部の重複が多いといわれている<sup>1-4)</sup>。結合体における心大血管の形態はヒトで

は詳しく報告され<sup>5-9)</sup>, 心大血管の結合程度に基づいて 5 型に分類されている<sup>8)</sup>。一方, ウシの結合体における心大血管の形態に関する報告は乏しく, また, それらの多くは断片的な症例報

**Table 1** Fusion type<sup>1)</sup> of cardiovascular system and autopsy findings in diprosopus of calves

Type, Case no.	Breed <sup>2)</sup>	Sex	Trachea	Lung	Tongue	Esophagus	Ventriculus	Heart and great vessels <sup>3)</sup>	Reference
Single heart									
1	HOL	♂	1	2	1	1	1	DORV, VSD	
2	HOL	♀	1	2	1	1	1	Left aortic arch with right aorta, Situs inversus of atria, Straddling mitral valve	12
3	JBL	♂	1	2	1	1	1	Normal	
4	JBL	♂	1	2	2	1	1	ASD, VSD	
5	JBL	♂	1	2	2	1	1	VSD	
6	JBL	♀	1	2	2	1	1	THA, VSD	
7	JBL	?	1	2	2	1	1	DORV, VSD	
*	HOL	♂	1	2	2	1	1	VSD	13
*	H-A	♀	1	2	2	1	1	Fallot	13
*	L-F	♀	1	2	2	1	1	ASD, PTA, VSD	14
8	JBL	♂	1	2	2	1	1	Normal	
9	JBL	♂	1	2	2	1	1	Normal	
10	JBL	♀	1	2	2	1	1	Normal	
11	JBL	♀	1	2	2	1	1	Normal	
12	JBL	♀	1	2	2	1	1	Normal	
13	JBR	♀	1	2	2	1	1	Normal	
*	HOL	♂	1	2	2	1	1	Normal	15
*	HER	♂	1	2	2	1	1	Normal	13
*	HER	♂	1	2	2	1	1	Normal	16
*	BUF	♂	1	2	2	1	1	Normal	17
*	HER	♀	1	2	2	1	1	Normal	13

告である。そこで著者らはウシにおける種々の結合体における心大血管の形態を検索した。

## 結 果

### 材料および方法

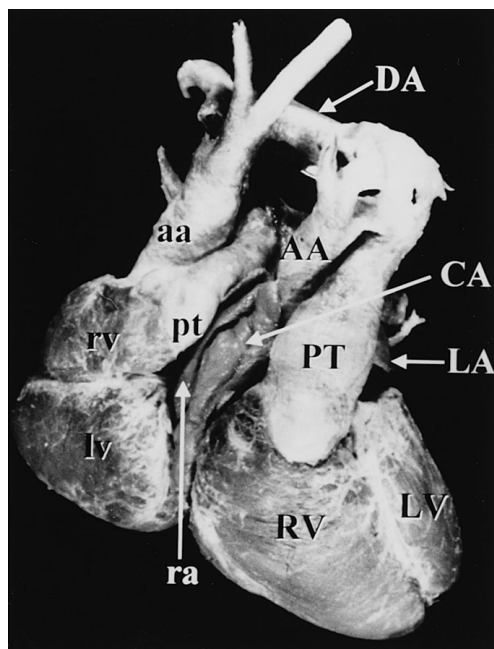
材料は宮崎大学と鹿児島大学で剖検された結合体の子ウシ 25 例で、それらを肉眼的に観察した。また、過去の報告例で、心臓の形態が明らかにされているウシの結合体 29 例の剖検所見を検索した。なお、結合体の分類は Szabo<sup>10)</sup> と先天異常用語集<sup>11)</sup>に従い、非対称性二重体の寄生体は除外した。また、結合心の分類は Seo<sup>8)</sup>に従った。

著者らの観察例と過去に報告されたウシの二顔体 diprosopus 21 例、二頭体 dicephalus 19 例、胸結合体 thoracopagus 8 例、頭胸結合体 cephalothoracopagus 5 例、および殿結合体 pygopagus 1 例の剖検所見を Table 1~3 に示した。なお、症例 2<sup>12)</sup>と 17<sup>24)</sup>は既に報告したものである。

二顔体 21 例のうち、18 例は舌が 2 個存在していたが、食道より末梢の消化管は 1 体分で、気管と肺は 21 例とも 1 体分であった。心臓はいずれも 1 体分の単一心で、そのうち 12 例の心臓は正常であったが、他の 9 例の心臓には種々の先天異常が認められた (Table 1)。

Table 2 Fusion type<sup>1)</sup> of cardiovascular system and autopsy findings in dicephalus of calves

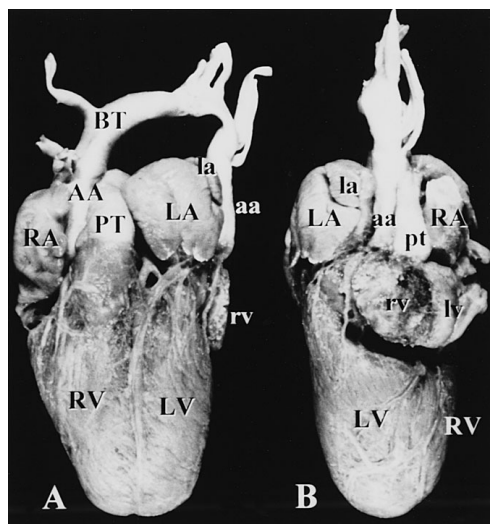
Type, Case no.	Breed <sup>2)</sup>	Sex	Trachea	Lung	Tongue	Esophagus	Ventriculus	Heart and great vessels <sup>3)</sup>	Reference
Two hearts with no significant fusion									
14	JBL	♂	2	4	2	2	2	L: APV, CEC, DAA, DORV, ECD R: ARA, CEC, PLA	18
*	HOL	♀	2	4	2	2	2	L: Abnormal great cardiac vein R: Normal	18
Two hearts with fusion of large vessels									
*	?	♀	2	4	2	2	2	Fusion between internal jugular veins, Y-shaped fusion of descending aorta L: APV R: Normal	19
*	?	♀	2	4	2	2	2	Fusion between internal jugular veins, Y-shaped fusion of descending aorta L: APV, CEC, VSD R: CEC	19
Atrial fusion									
*	HOL	♂	2	4	2	2→1	1	Fusion with a common venous sinus, Y-shaped fusion of descending aorta, Four atria	20
*	?	?	?	?	2	2→1	1	Fusion with a common venous sinus, Four atria	21
15	JBL	♀	2→1	2	2	2→1	1	Fusion of left atrium of right heart and right atrium of left heart, Y-shaped fusion of descending aorta, Three atria	22
*	FRI	♂	2→1	2	2	2→1	1	Fusion of left atrium of right heart and right atrium of left heart, Y-shaped fusion of descending aorta, Three atria	22
Atrio-ventricular fusion									
*	HER	?	2	3	2	2→1	1	Two atria, 4 ventricles, 4 great arteries	23
16	JBL	♂	2	2	2	2→1	1	Fusion of brachiocephalic trunk and descending aorta, Three atria, 4 ventricles, 4 great arteries	24
17	JBL	♀	2→1	2	2	2→1	1	Three atria, 3 ventricles, 3 great arteries	25
*	ABA	?	2→1	2	2	2→1	1	Three atria, 3 ventricles, 3 great arteries	25
Single heart									
*	SHO	♀	2	4	2	2	2	TAP of left individual	26
*	DES	♂	2	4	2	?	1	Normal	27
*	BUF	♀	2→1	2	2	2→1	1	Normal	28
*	BUF	♀	2→1	2	2	2→1	1	Normal	29
18	JBL	♂	1	2	2	1	1	ASD, DORV, VSD	
19	JBL	♂	1	2	2	1	1	DORV, VSD	
20	HOL	♂	1	2	2	1	1	DAV, DORV, VSD	



**Fig. 1** Atrial fusion in dicephalus, case 15, anterior view.  
 AA, aa: ascending aorta CA: common atrium DA: fused descending aorta  
 LA: left atrium LV, lv: left ventricle  
 PT, pt: pulmonary trunk ra: right atrium RV, rv: right ventricle

二頭体の子ウシ 19 例の心臓をその結合程度で分類すると、分離した 2 個の心臓が存在するもの 4 例、心房部で融合した結合心 4 例、心房部と心室部が融合した結合心 4 例、単一心が 7 例であった (Table 2)。

分離した 2 個の心臓が存在するもの 4 例のうち、2 例では両心臓の大血管間に吻合は存在しなかったが、他の 2 例では両心臓の内頸静脈間に吻合が存在し、下行大動脈は 1 本に融合していた。これら分離した 2 個の心臓が認められた 4 例には、いずれも 2 体分の気管、肺、食道および胃が存在していた。心房部の結合心 4 例のうち、2 例は右側心臓の左心房と左側心臓の右心房が共通腔を形成し、3 心房であった (Fig. 1)。他の 2 例は遺残した静脈洞によって 2 個の



**Fig. 2** Atrio-ventricular fusion in dicephalus, case 16 (A: anterior view, B: posterior view).  
 AA, aa: ascending aorta BT: brachiocephalic trunk LA, la: left atrium LV, lv: left ventricle PT, pt: pulmonary trunk RA: right atrium RV, rv: right ventricle

心臓の心房部が結合され、4 心房であった。これら 4 例のうち 1 例は気管と肺が 2 体分存在していたが、4 例とも 2 本の食道は 1 本に融合し、胃は 1 体分が存在していた。心房部と心室部の結合心 (Fig. 2) の 4 例では、心房数と心室数および気管と肺の形態は種々であったが、2 本の食道は 1 本に融合し、胃は 1 体分であった。二頭体 19 例のうち 7 例は単一心であった。そのうち 5 例の肺と 6 例の胃は 1 体分であった。7 例中 4 例の心臓には種々の先天異常が認められ、3 例の心臓は正常であった。

胸結合体 8 例のうち 4 例では大血管間の吻合が存在しない分離した 2 個の心臓が存在し、1 例は心房部の結合心、3 例は単一心であった (Table 3)。気管と肺は全例で、胃は 7 例で 2 体分が認められた。

頭胸結合体 5 例のうち、2 例では両心臓の大

結合体子ウシの心大血管系

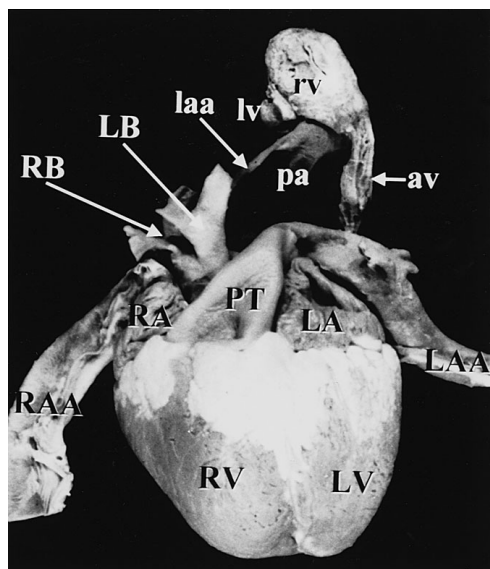
**Table 3** Fusion type<sup>1)</sup> of cardiovascular system and autopsy findings in thoracopagus, cephalothoracopagus and pygopagus of calves

Type, Case no.	Breed <sup>2)</sup>	Sex	Trachea	Lung	Tongue	Esophagus	Ventriculus	Heart and great vessels <sup>3)</sup>	Reference
Thoracopagus									
Two hearts with no significant fusion									
21	HOL	?	2	4	2	2	2	A: VSD B: Rudimentary myocardial mass	
22	JBL	♂	2	4	2	2	2	A: Normal B: Normal	
*	AFR	♀	2	4	2	2	2	A: Normal B: Normal	30
*	H-A	♀	2	4	2	2	2	?	31
Atrial fusion									
*	HOL	♂	2	4	2	2	2	Connected walls of both right atria, Four atria	32
Single heart									
*	HOL	♂	2	4	2	2→1	1	?	25
*	FRI	♂	2	4	2	2	2	Normal	33
*	BUF	♂	2	4	2	2	2	?	34
Cephalothoracopagus									
Two hearts with fusion of large vessels									
23	JBL	♀	2	4	1	1	1	Fusion between aortic arches A: DAA, DAV B: ASD, PTA, VSD	
*	FRI	♀	2	4	2	1→2	2	Fusion between brachiocephalic trunks, A: VSD B: normal	35
Atrio-ventricular fusion									
*	?	♂	?	2	2	?	?	Two atria, 3 ventricles, 3 great arteries	36
Single heart									
24	JBL	♂	1	2	1	1	1	ARA, ASD, DAA, PLA	
*	BUF	♀	1	2	1	1	1	?	37
Pygopagus									
Two hearts with no significant fusion									
25	JBL	♂	2	4	2	2	2	A: normal B: normal	

1) Adopted from Seo *et al.*<sup>8)</sup>

2) ABA: Aberdeen Angus AFR: Afrikander BUF: buffalo DES: Deutsches Schwarzbuntes FRI: Friesian H-A: Hereford-Angus crossbred HER: Hereford HOL: Holstein JBL: Japanese Black JBR: Japanese Brown L-F: Limonsin-Friesian crossbred SHO: Shorthorn

3) APV: absence of posterior vena cava ARA: absence of right anterior vena cava ASD: atrial septal defect CEC: cervical ectopia cordis DAA: double aortic arch DAV: double anterior vena cava DORV: double outlet right ventricle ECD: endocardial cushion defect Fallot: tetralogy of Fallot PLA: persistent left anterior vena cava PTA: persistent truncus arteriosus TAP: total anomalous pulmonary venous connection THA: tubular hypoplasia of aorta



**Fig. 3** Two hearts with fusion of large vessels in cephalothoracopagus, case 23.

av: anterior vena cava LA: left atrium  
LAA: left aortic arch laa: left aortic arch  
conjoined with right aortic arch (RAA) of large heart LB: left sided  
bicarotid trunk LV, lv: left ventricle  
pa: pulmonary arteries PT: pulmonary  
trunk RA: right atrium RB: right  
sided bicarotid trunk RV, rv: right  
ventricle

血管間に吻合の存在する2個の心臓が認められ (Fig. 3), 1例は心房部の結合心, 残り2例は単一心であった。

殿結合体の1例には大血管間に吻合が存在しない2個の心臓が存在していた。

### 考 察

過去の報告例の8例<sup>13-17)</sup>を含む21例の二顔体の子ウシでは, いずれも単一心であった。21例のうち12例の心臓は正常であったが, 他の9例 (42.9%) には種々の心奇形が認められ, その心奇形の発生率は剖検されたウシにおける心

奇形の発生率が0.7~8.7%<sup>38-42)</sup>であるのに比べ, 著しく高い値であった。

報告例12例<sup>18-23, 25-29)</sup>を含むウシの二頭体19例にはヒトの結合体で認められている5型<sup>8)</sup>すべての心臓形態が認められた。しかし, ヒトの二頭体では分離した2個の心臓の型と心房部で融合した結合心の型が, 単一心の型や心房部と心室部で融合した型より多いといわれているが<sup>9)</sup>, ウシでは単一心が19例中7例で最も多く, 2個の心臓の型, 心房部で融合した型および心房部と心室部で融合した型はそれぞれ4例であり, ヒトとウシの二頭体における心臓の型別出現頻度は異なることがうかがわれた。ヒトの胸結合体では心房部と心室部が融合した結合心が圧倒的に多く, 心房部の結合心がそれに次ぎ, 分離した2個の心臓の型と単一心の型は著しく少ないといわれているが<sup>9)</sup>, ウシでは8例中4例が分離した2個の心臓, 3例が単一心, 残り1例が心房部の結合心であり, 胸結合体でもヒトとウシでは心臓の型別出現頻度は異なるようであった。

ウシの結合体における心臓の結合程度と肺および胃との関係についてみると, 2個の分離心が存在するもの11例のうち, 肺は全例とも2体分, 胃は2体分が存在するもの10例, 1体分が存在するもの1例で, 2個の分離心が存在する場合は肺と胃はほとんど常に2体分が存在することが明らかになった。また, 単一心が存在するもの33例では肺が1体分存在するもの28例, 2体分存在するもの5例, 胃が1体分存在するもの29例, 2体分存在するもの4例であり, 単一心が存在する場合には肺と胃は1体分存在する傾向が強かった。一方, 心房部の結合心5例では肺が1体分のもの2例, 2体分のもの2例, 胃は5例とも1体分が存在し, 心房部と心室部が融合した結合心5例では肺

が1体分のもの4例, 2体分のもの1例, 胃は4例で1体分が存在しており, 結合心の場合はほとんど常に胃は1体分であることが明らかになった。

ヒトの結合体における結合心では, 心房部の融合は右心房間, 心室間の融合は左心室間に生じることが多いといわれている<sup>9)</sup>。ウシでは胸結合体における心房部の結合心の報告例<sup>32)</sup>は両心臓の右心房壁が結合した4心房の心臓であった。しかし, 二頭体における心房部の結合心の症例15と報告例の1例<sup>22)</sup>は一側の心臓の左心房と他側心臓の右心房が融合した3心房の心臓であった。また二頭体の心房部と心室部の融合した結合心のうち, 症例16は一側の心臓の右心房が未発達<sup>3)</sup>の3心房4心室, 症例17は一側の心臓の左心房と左心室が未発達<sup>3)</sup>の3心房3心室の心臓であった。以上のように, ウシの結合心における心房間と心室間の融合にはヒトでみられるような一定の原則は認められなかった。

頭胸結合体と殿結合体はウシでは報告例を含めても発生が少なく, 症例の蓄積を待ってさらに検討する必要があると考えられた。

## 要 約

過去の報告例29例を含む54例のウシの結合体における心大血管系の形態について検索した。二顔体21例は全例とも単一心であった。二頭体19例のうち, 2例は大血管間に吻合が存在する2個の分離心, 他の2例は吻合が存在しない分離心, 4例は心房部が融合した結合心, 他の4例は心房部と心室部が融合した結合心, 7例は単一心であった。胸結合体8例のうち, 4例は吻合が存在しない分離心, 1例は心房部の結合心, 3例は単一心であった。頭胸結

合体5例のうち, 2例は吻合が存在する分離心, 1例は心房部と心室部の結合心, 2例は単一心であった。殿結合体の1例は吻合が存在しない分離心であった。33例中14例の単一心には種々の心奇形が認められた。分離心が存在する結合体には一般的に2体分の肺と胃が存在し, 単一心の結合体には1体分の肺と胃が存在していた。

## 文 献

- 1) Keller, K. and T. Niedoba (1937): Untersuchungen an Doppelmonstren des Rindes im Sinne der Zwillingsforschung. *Z. Zuchtg. B Tierzuchtg. Zuchtgsbiol.*, **37**, 245-293.
- 2) Leibold, H. W., Dennis, S. M. and K. Huston (1972): Embryonic duplications in cattle. *Cornell Vet.*, **62**, 572-580.
- 3) 浜名克己・下別府 功(1983): ウシの先天異常: 1972-1981年に宮崎県において観察された482例. 家畜繁殖誌, **29** (別輯22号), 16-20.
- 4) Hiraga, T., Abe, M., Iwasa, K. and K. Takehana (1989): Anatomical investigation of 39 cases of congenital duplication in calves. *Cong. Anom.*, **29**, 139-149.
- 5) Nichols, B. L., Blattner, R. J. and J. Rudolph (1967): General clinical management of thoracopagus twins. *Birth Defct. Origin. Art. Ser.*, **3**, 38-51.
- 6) Izukawa, T., Langford Kidd, B. S., Fred Moes, C. A., Tyrrell, M. J., Ives, E. J. and J. S. Simpson (1978): Assessment of the cardiovascular system in conjoined thoracopagus twins. *Am. J. Child.*, **132**, 19-24.
- 7) Marim-Padilla, M., Chin, A. J. and T. M. Marin-Padilla (1981): Cardiovascular abnormalities in thoracopagus twins. *Teratology*, **23**, 101-113.
- 8) Seo, J. W., Shin, S. S. and J. G. Chi (1985): Cardiovascular system in conjoined twins. *Teratology*, **32**, 151-161.
- 9) Gerlis, L. M., Seo, J.-W., Ho, S. and J. G. Chi



- (1993): Morphology of the cardiovascular system in conjoined twins. *Teratology*, **47**, 91-108.
- 10) Szabo, K. T.: Congenital Malformations in Laboratory and Farm Animals. pp.279-286, Academic Press, San Diego, 1989.
- 11) 池田高良: 連絡二重体, 先天異常用語集 (先天異常学会編), 182-185 頁, 金原出版, 東京, 1991.
- 12) 福元 彩・村上隆之・内田和幸・津野健一郎 (2001): 子牛に認められた右下行大動脈を伴う左大動脈弓. 日獣会誌, **54**, 99-101.
- 13) Leipold, H. W. and S. M. Dennis (1972): Diprosopus in newborn calves. *Cornell Vet.*, **62**, 282-288.
- 14) Camon, J., Lopez-Bejar, M. A., Verdu, J., Rutlant, J., Sabate, D., Degollada, E. and C. Lopez-Plana (1995): Persistent truncus arteriosus in a diprosopic newborn calf. *J. Vet. Med. A*, **42**, 41-49.
- 15) Hishinuma, M., Kohnose, M., Takahashi, Y. and H. Kanagawa (1987): Diprosopus in a Holstein calf. *Jpn. J. Vet. Res.*, **35**, 287-293.
- 16) Saperstein, G. (1981): Diprosopus in a Hereford calf. *Vet. Rec.*, **108**, 234-235.
- 17) Bhaskar Singh, K., Srirama Murthy, M. and K. J. Christopher (1978): Some developmental abnormalities in domesticated mammals. *Ind. Vet. J.*, **55**, 1007-1008.
- 18) Vanderzon, D. M., Partlow, G. D., Fisher, K. R. S. and W. G. Halina (1998): Parapagus conjoined twin Holstein calf. *Anat. Rec.*, **251**, 60-65.
- 19) Drommer, W. (1967): Morphologische und Röntgenologische Untersuchungen an dicephalen Doppelmißbildungen beim Rind. *Zentralbl. Veterinaermed. A*, **14**, 515-527.
- 20) McGirr, W. J., Patlow, G. D. and K. R. S. Fisher (1987): Two-headed, two-necked conjoined twin calf with partial duplication of thoracoabdominal structures. *Anat. Rec.*, **217**, 196-202.
- 21) Easton, T. W. (1985): A possible mechanism of partial twinning in a calf. *Anat. Rec.*, **212**, 100-102.
- 22) Gruys, E. (1973): Dicephalus, spina bifida, Ar-nord-Chiari malformation and duplication of the thoracic organs in a calf. *Zbl. Vet. Med. A*, **20**, 789-800.
- 23) Eichler, V. B. and J. E. Krogh (1985): Developmental abnormalities of a newborn two-headed calf, with special reference to the anterior vessels and compound heart. *Vet. Pathol.*, **22**, 189-191.
- 24) 村上隆之・内田和幸・川越久徳: 二頭体子牛に認められた結合心の1例. 日獣会誌 (印刷中).
- 25) Leipold, H. W. and S. M. Dennis (1973): Dicephalus in two calves. *Am. J. Vet. Res.*, **33**, 421-423.
- 26) Hughes, H. V. (1946): A case of duplicitas in a calf. *Vet. J.*, **102**, 227-235.
- 27) Schumacher, G. H., Freund, E. and K. Dreus (1971): Dicephalus bicordis bei einem Kalb. *Anat. Anz.*, **129**, 531-540.
- 28) Bhasker Singh, K. (1973): Some developmental abnormalities in domesticated mammals. *Ind. Vet. J.*, **50**, 853-855.
- 29) Narasimha Rao, A. V., Joseph Satya Satry, G., Krishnamurthy, I. V. and A. Kesavamurthy (1971): Incidence of monosomian monstrosity in Indian water buffaloes. *Ind. Vet. J.*, **48**, 799-800.
- 30) Peterson, R. J. and H. P. A. De Boom (1970): Siam twins. *J. S. Afr. Vet. Med. Assoc.*, **41**, 69-70.
- 31) Dunn, D. G. and R. E. Moreland (1983): Conjoined twins in a bovine fetus. *Vet. Med. Small Anim. Clin.*, **78**, 1441-1444.
- 32) 阿部光雄・平賀武夫・岩佐憲二・沼田芳明・小谷忠生・安藤由章 (1978): 牛の胸結合体の1例. 酪農学園大紀要, **7**, 331-336.
- 33) Gordon, A. S. M. and R. J. Lowe (1973): A bovine double monster. *Vet. Rec.*, **93**, 67-69.
- 34) Gadgil, B. A. (1967): Dicephalous monstrosity in a buffalo. *Ind. Vet. J.*, **44**, 255-256.
- 35) Dransfield, J. W. (1956): The anatomy of a case of cephalothoracopagus monosymmetros in the bovine species-Part II. *Br. Vet. J.*, **112**, 341-347.
- 36) Wacker, R. and H. Glaser (1988): Dicephale



- Doppelmißbildung beim Rind. *Tierärztl. Umschau.*, **43**, 248-252.
- 37) Sahu, S. (1968): A cephalothoracophagus dissymmetos buffalo calf. *Ind. Vet. J.*, **45**, 1046-1047.
- 38) Sandusky, G. E. and C. W. Smith (1981): Congenital cardiac anomalies in calves. *Vet. Rec.*, **108**, 163-165.
- 39) Schmidt, P. and C.-U. Von Mickwitz (1964): Zur Häufigkeit und Pathologie der Kongenitalen Herzfehler Bei Schwein und Rind. *Monatsh. Veterinaermed.*, **19**, 541-546.
- 40) Kast, A. (1970): Angeborene Transpositionen von Aorta und A. pulmonali beim Rind. *Zbl. Net. Med. A*, **17**, 780-795.
- 41) Bellows, R. A., Patterson, D. J., Burfening, P. J. and D. A. Phelps (1987): Occurrence of neonatal and postnatal mortality in range beef cattle. *Theriogenology*, **28**, 573-586.
- 42) 大和田孝二・村上隆之 (2000): 牛の先天性心疾患と心外奇形との関係. 日獣会誌, **53**, 210-214.