

## 子牛の水無脳症および水頭症の超音波診断

萩尾 光美\*・村上 隆之\*\*・山口 良二\*\*\*  
杜 杰 憲\*・山口 徹\*・福島 敬之\*  
大塚 宏光\*

### Two-Dimensional Ultrasonographic Observations of Hydranencephaly and Hydrocephalus in Calves

Mitsuyoshi HAGIO, Takayuki MURAKAMI, Ryoji YAMAGUCHI, Chieh-HSIEN,  
TU, Toru YAMAGUCHI, Hiroyuki FUKUSHIMA and Hiromitsu OTSUKA  
(昭和61年5月10日受理)

#### 緒 言

最近、獣医学領域において超音波診断法の臨床応用に関する研究が内外共に盛んになってきている。その応用疾患領域は循環器、腹部、産科・繁殖にとどまらず、乳房、四肢軟部組織、精巣などのいわゆる体表臓器（部位）や、眼、頭部などにも拡大されつつある。

脳の超音波診断はヒトではかなり古くから行われており、1942年に DUSSIK<sup>5)</sup> が透過法による診断法を発表して以来、LEKSELL<sup>12)</sup> が1956年にAモードパルス反射法を、そして1963年には VLE-IGER<sup>ら<sup>3)</sup></sup> がBモード法（断層法）をそれぞれ応用している。新生児や乳児においては、開大している大泉門から超音波ビームの投入が可能のため、頭蓋骨による超音波の減衰を全く受けず、きわめて鮮明な画像を描出できる利点がある<sup>4,20)</sup>。このため小児科領域では現在、脳の超音波断層診断法は、脳の出血、奇形、腫瘍、感染症などの診断上、X線 CT などとならんで重要な検査法の一つとなっている<sup>19)</sup>。

一方、獣医学領域における、頭部の超音波診断法に関する研究は、はなはだ少なく、SMITH(1972)<sup>15,16)</sup> のAモード法による犬の脳エコー像の基礎的検討と田浦ら(1984)<sup>17)</sup> のBモード法による水無脳症子牛の診断の報告以外にはほとんど見あたらない。今回、我々は1985年12月頃から、鹿児島・宮崎を中心に多発した原因不明の小脳低形成を伴う水無脳症の子牛を主体に、頭部の超音波断層検査を実施し、本法の水無脳症診断に対する有用性と限界について検討した。また一部の例では、脳室空気造影法を併せて行った。

#### 材料および方法

##### 1. 対象子牛 (Table 1)

対象は1986年1月から同年4月までの間に本学に搬入された小脳低形成を伴う水無脳症40例、水頭症2例、および正常脳を有する子牛8例である。

臨床症状は、水無脳症ではほとんどの例が吸乳不能（哺乳可能）、盲目、旋回運動、頸部伸長、発

\*家畜外科学研究室 \*\*家畜解剖学研究室 \*\*\*家畜病理学研究室

Table 1. Ultrasonographic data of 40 calves with hydranencephaly, 2 calves with hydrocephalus, and 8 calves with normal brain

Calf No.	Breed <sup>a)</sup>	Age	Sex	Demonstrability of brain structures by ultrasonography <sup>b)</sup>
1. Hydranencephaly				
1	JB	-30 D <sup>c)</sup>	F	AV
2	JB	1 D	M	AV
3	JB	2 D	F	AV
4	JB	2 D	M	AV
5	JB	3 D	F	AV
6	JB	3 D	F	AV
7	JB	3 D	F	AV
8	JB	3 D	M	AV
9	JB	4 D	F	AV
10	JB	4 D	F	AV
11	JB	4 D	F	AV
12	JB	4 D	F	AV
13	JB	6 D	M	AV
14	JB	6 D	M	AV
15	JB	7 D	F	AV
16	JB	7 D	F	AV
17	JB	37 D	F	AV
18	JB	53 D	F	AV
19	JB	2 D	F	IV
20	JB	5 D	M	IV
21	JB	13 D	M	IV
22	JB	49 D	M	IV
23	JB	62 D	M	IV
24	JB	-	F	IV
25	JB	3 D	M	NV
26	JB	6 D	F	NV
27	JB	7 D	M	NV
28	JB	13 D	-	NV
29	JB	44 D	F	NV
30	JB	47 D	M	NV
31	JB	50 D	F	NV
32	H	1 D	F	AV
33	H	4 D	M	AV
34	H	8 D	M	AV
35	H	11 D	F	AV
36	H	17 D	M	AV
37	H	18 D	F	AV
38	H	19 D	M	AV
39	H	4 D	F	IV
40	H	12 D	F	NV
2. Hydrocephalus				
1	H	28 D	F	AV
2	H	36 D	F	IV
3. Normal brain				
1	JB	-40 D <sup>d)</sup>	M	AV
2	JB	10 D	F	AV
3	JB	10 D	M	AV
4	JB	4 M	M	AV
5	JB	3 D	M	IV
6	JB	3 M	F	IV
7	H	10 D	M	AV
8	H	7 D	F	IV

<sup>a)</sup> JB: Japanese black, H: Holstein-Friesian

<sup>b)</sup> AV: Adequately visualized (possible to diagnose), IV: Inadequately visualized (difficult to diagnose), NV: Not visualized

<sup>c)</sup> <sup>d)</sup>: premature birth

育不良・遅延などの特徴的な症状を示したが、一部これらの症状がきわめて軽く、虚弱子牛などとの鑑別が困難な例も見られた。水頭症では、1例(No. 1)は痴呆性で頭部の膨隆(doming)が観察され、他の1例(No. 2)では臨床上、特に異常は認められなかった。正常脳を有する子牛8頭は、本研究期間中、何らかの異常子牛として大学へ提供されたもので、生前明らかな神経症状を示す例は認められなかった。

品種、年齢、性別の内訳は Table 1 に示す通りである。

## 2. 超音波検査法

使用した超音波装置は、日立社製 EUB-40(探触子は 3.5 MHz メカニカルセクタ型と 5MHz 電子コンベックス型)と同社製 EUB-25 M(探触子は 3.5 MHz 電子リニア型)である。検査は大半が無麻酔下、一部キシラジン鎮静下で行った。頭部を剪毛後、超音波ゼリーを介して、探触子を前頭骨、頭頂骨、側頭骨およびこれら骨間の縫合の皮膚面に垂直にあて、頭蓋腔を観察した。なお、最適な画像が得られるように、症例ごとに適宜 Gain 調整を行うとともに、多重反射や超音波ビームの透過不足などにより脳エコー像が不明瞭な場合には、装置(EUB-40)に付属する画像処理(post-processing)機構<sup>11)</sup>を用いて、画像上のエコーレベルの強弱を補正しながら観察した。記録は全例 VTR に録画し、撮影はホラロイドカメラ(タイプ 107 フィルム使用)にて行った。

## 3. 脳室空気造影法

水無脳症 8 例(No. 9, 19, 21, 23, 29, 32, 35, 40)、水頭症 1 例(No. 1)、正常脳 1 例(No. 6)、計 10 頭に対して、超音波検査後、脳室空気造影法を実施した。方法は BARTELS ら<sup>2)</sup>や田浦らの方法に準じた。撮影は頭頂部が上方に位置するように保定し、前後および側方向から X 線ビームを水平に照射して行った。

## 4. 剖検

上記の検査終了後、全例とも剖検し、脳の形態異常について肉眼的検索を行った。なお、本論文では、大脳半球がほぼ完全に欠損し、その空隙が脳脊髄液で充満しているものを水無脳症、大脳半球は比較的多く残存するが側脳室は異常に拡張し、中に脳脊髄液が貯留しているものを水頭症として取扱った<sup>7)10)</sup>。また、32 例(水無脳症 24 例、水頭症 2 例、正常脳 6 例)については、生前、超音波検査時に探触子をあてた部位の頭蓋骨の厚みを計測し、骨の厚みと脳の超音波描出能との関連について検討した。

# 結果および考察

## 1. 経頭蓋骨的描出法

子牛でも、ヒトの乳幼児と同じように、大泉門を音響窓として利用できれば、脳エコー像の描出はきわめて容易であると考えられるが、家畜ではこの泉門は出生時までにほとんど閉鎖するといわれている<sup>11)12)13)</sup>。田浦は泉門開口例の水無脳症に対しての本診断法の有効性を報告しているが、今回の対象例の中には剖検で肉眼的に泉門の開大を認めたものは 1 例(正常脳 No. 1)のみであった。したがって、今回はほとんど頭蓋外より頭蓋骨を通して、脳エコー像を描出する方法(経頭蓋骨的描出)を

### 注 1

3 種のガンマカーブのうち、任意の一つを選んで、エコーの入力信号の中にあるエコーレベルの信号幅だけを強調したり、減弱したりする。さらに Rejection, Saturation, あるいは  $\gamma$  値を変えることにより、ガンマカーブで設定した領域の信号軸を変化させたり(Reiection と Saturation)、信号幅をかえず信号レベルだけを強弱どちらかの方向に移動させる( $\gamma$ )などの処理が可能である。

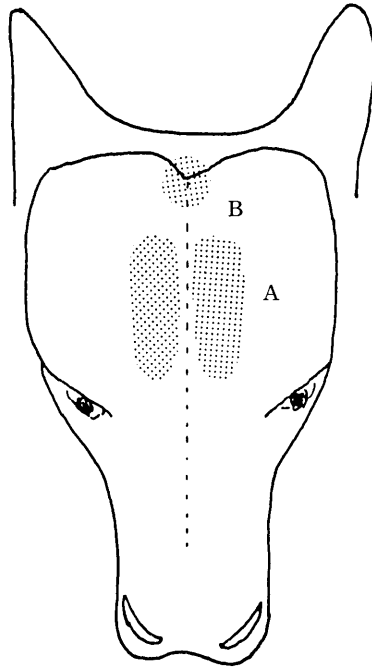


Fig. 1. Transducer positions on the head.  
 A: frontal region  
 B: fronto-parietal region (intercornual protuberance)

用いた。探触子をあてる領域は主として Fig. 1 に示すように前頭骨の領域 (A) か前頭骨と頭頂骨の縫合領域 (B) であった。この2つの領域のうち、どちらからアプローチする方法が脳エコー像の描出が良好であるかは、個体差がみられ、(A) の方からしか描出できないもの、(B) の方からしか描出できないもの、あるいは (A) の中でも右側 (または左側) からしか描出されないものなどさまざまであった。いずれにせよ、後述するように、描出能は頭蓋骨の厚さ、とくにその中でも緻密質骨の厚さに依存するところが大と考えられた。この他にもヒト<sup>6,9,14)</sup> やイヌ<sup>15,16)</sup> で利用されている側頭骨頬骨突起と側頭稜の間で、外耳孔より少し前背方の側頭骨領域からも脳エコー像の描出を試みたが、今回はその例数がきわめて少なかったために、描出能の優劣に関して、(A)、(B) から行う方法と比較検討するまでには至らなかった。

## 2. 正常例および症例の超音波像

以下に脳エコー像が明瞭に描出された例を呈示する。

Fig. 2 は Fig. 1 の B の部位に探触子をあてて描出した正常脳の超音波断層像 (A, B) と正常脳の剖面 (C, D) を示す。A は冠状断面 (C の 2 本の矢印で囲まれた領域に相当)、B は矢状断面 (D の 2 本の矢印で囲まれた領域に相当) である。断層像の表示方法は、冠状断面では画面の上方を探触子のあたる部分 (皮膚面)、子牛の右側を画面の右とした。また、矢状断面では画面の上方を探触子のあたる部分、子牛の尾側を画面の右とした。描出された脳エコー像の微細構造を判読するのは、本例のように描出が非常に良好であった例でもかなり困難と思われたが、大脳半球、側脳室および脳幹部などのおおまかな区別は可能であった。

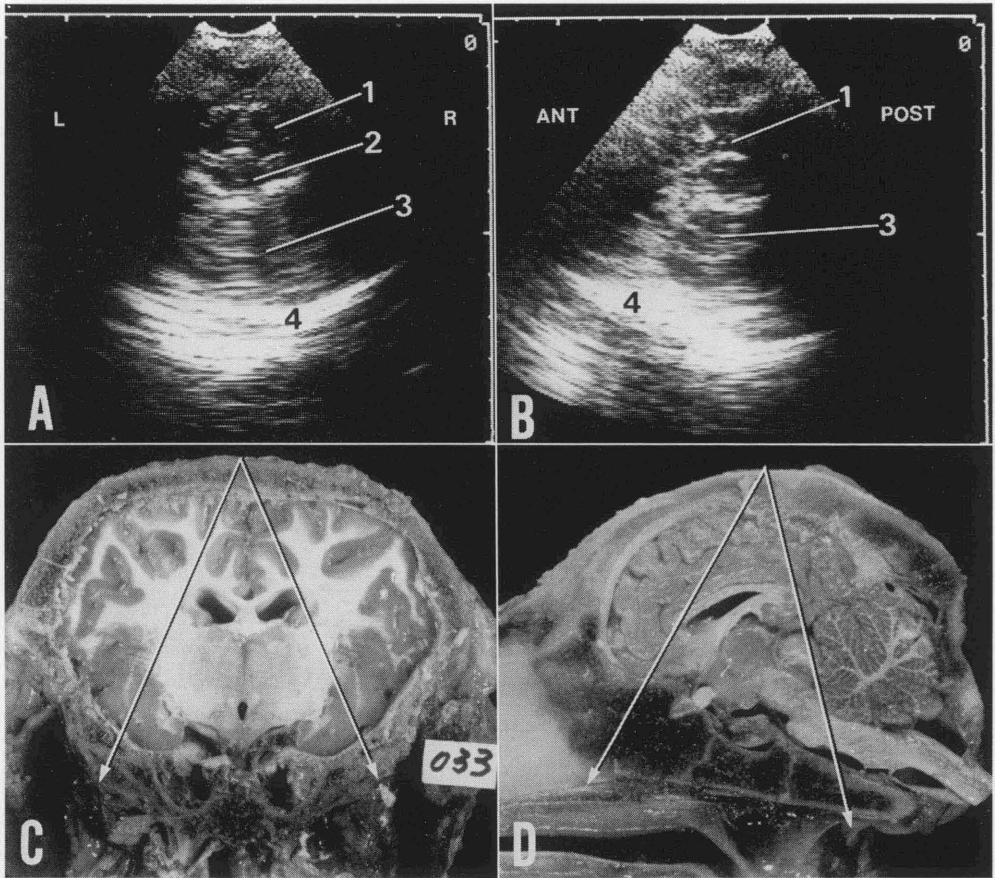


Fig. 2. Sonograms of calf 2 of 10 days with normal brain. A: coronal section, B: sagittal section. Both sonograms are obtained with the transducer positioned at B in Figure 1. The cerebral hemisphere (1), lateral ventricle (2) and brain stem (3) are clearly demonstrated on sonogram A. Below the brain stem is a stronger echo from the base of the skull (4). C, D: anatomic sections of skull of normal calves. The area surrounded by the arrows roughly corresponds to the brain echoes recorded on sonograms A and B.

Fig. 3 は Fig. 2 と同様の位置 (Fig. 1, B) から描出した水無脳症 (No. 5) の断層像である。A は冠状断面, B は矢状断面, C, D はそれぞれの断層像に対応する水無脳症脳の剖面を示す。正常脳では頭蓋腔は頭蓋骨 (頭蓋背壁) 下から頭蓋底まで脳エコーが認められるのに対し, 本例では頭蓋底に接する小さな部分 (脳幹) しか描出されておらず, それより背方の頭蓋骨下までは無エコー (脳脊髄液貯留) となっているのがわかる。すなわち大脳半球エコーはほとんど認められない。これはヒト<sup>19)</sup> や子牛<sup>17)</sup> の水無脳症の特徴的な超音波所見であり, この他に田浦は頭部振動で, 残存する軟膜エコーの無エコー部内での遊泳運動を挙げている。我々の水無脳症例においても, 断層像をリアルタイムで観察しながら頭部を左右に振ると, 脳幹部辺縁の小さな突起様のエコーが無エコーの中で揺れ動

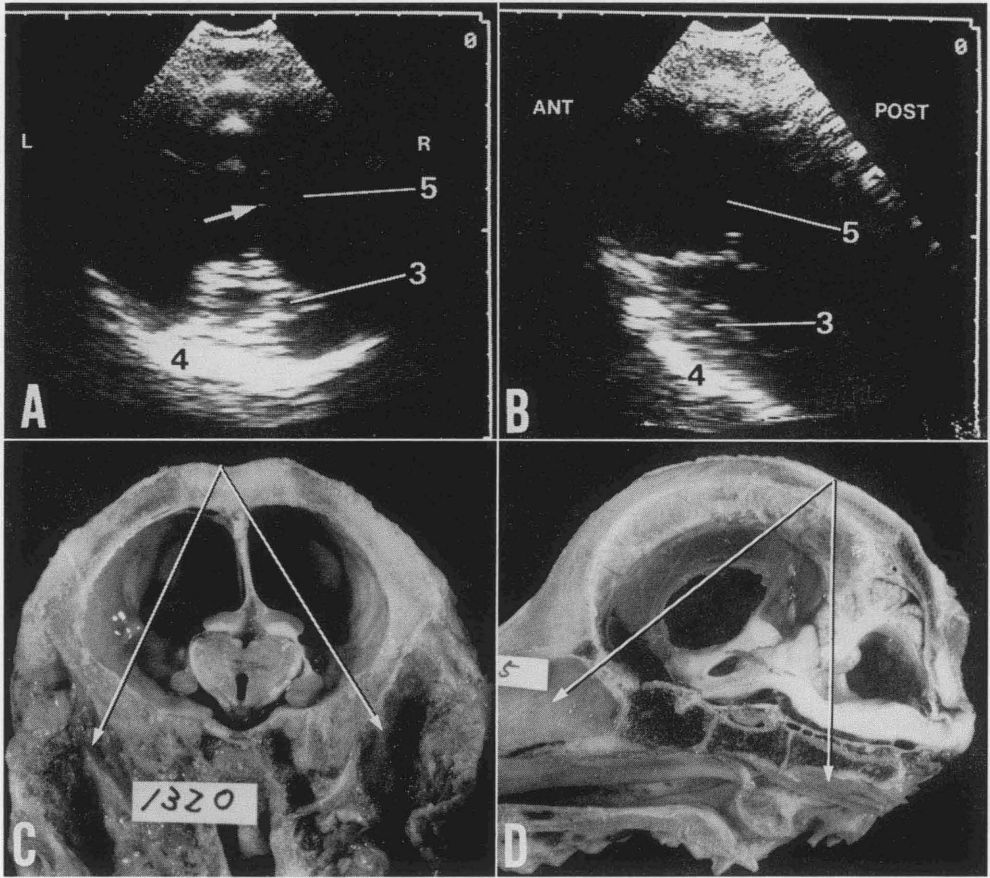


Fig. 3. Sonograms of calf 3 of 2 days with hydranencephaly. A: coronal section sonogram with the transducer positioned at B in Figure 1. Note the total absence of the cerebral hemispheres, which are described as a echo-free space (5) with only the septum pellucidum (arrow). B: sagittal section sonogram. C, D: anatomic sections of skull of calves with hydranencephaly. D is the same case as in sonograms A and B.

く像が、描出が可能であった例の約半数に認められた。

Fig. 4はFig. 1Bの位置から描出した水頭症の断層像である。上段のA(冠状断面)とB(矢状断面)は原画像で、中段のCとDは上段A, Bを画像処理し、中高エコーレベルを強調して側脳室の輪郭を明瞭に描出表示させたものである。下段Eは、A, Cに対応する脳の冠状断面を示す。Fig. 2の正常脳に比べて側脳室の拡張(軽度)が明らかである。なお、頭蓋骨直下に残存する大脳半球エコーを認めるかどうか、水無脳症との鑑別上のポイントとなると思われるが、側脳室拡張が高度になった場合、實際上、その鑑別は困難と思われる。

### 3. 描出能

各例の超音波検査結果の一覧をTable 1に示した。結果は前述したFig. 1A, Bいずれかの領域において、脳エコー像が十分描出できたもの、すなわち描出された脳エコー像から水無脳症、水頭

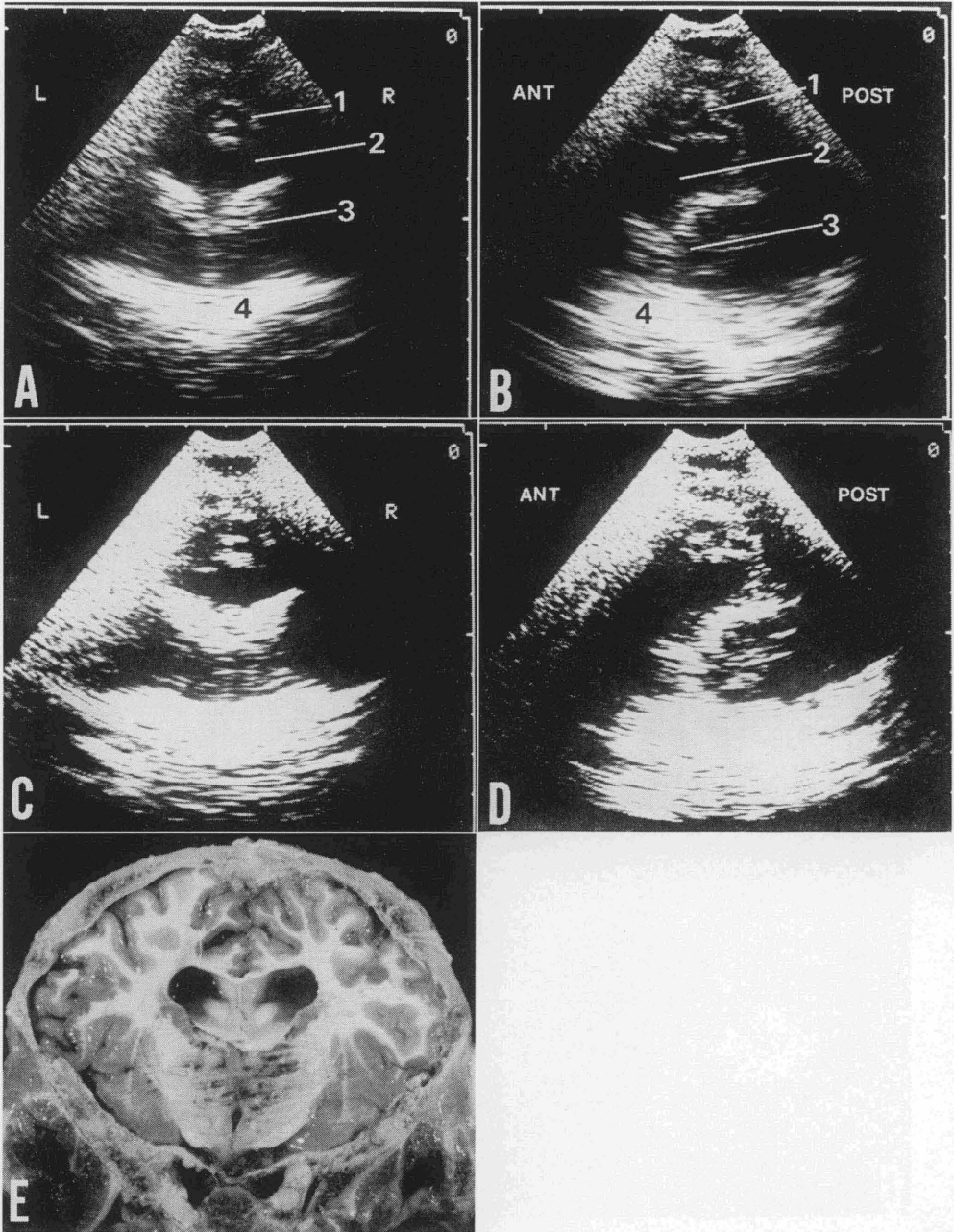


Fig. 4. Sonograms of calf 1 of 28 days with hydrocephalus. Coronal (A) and sagittal (B) section sonograms with the transducer positioned at A in Figure 1. Both sonograms show mildly dilated lateral ventricles (2). In processed images (C,D), the margins of the dilated lateral ventricles are well outlined. E: anatomic section of skull of the same case as in sonograms A-D.

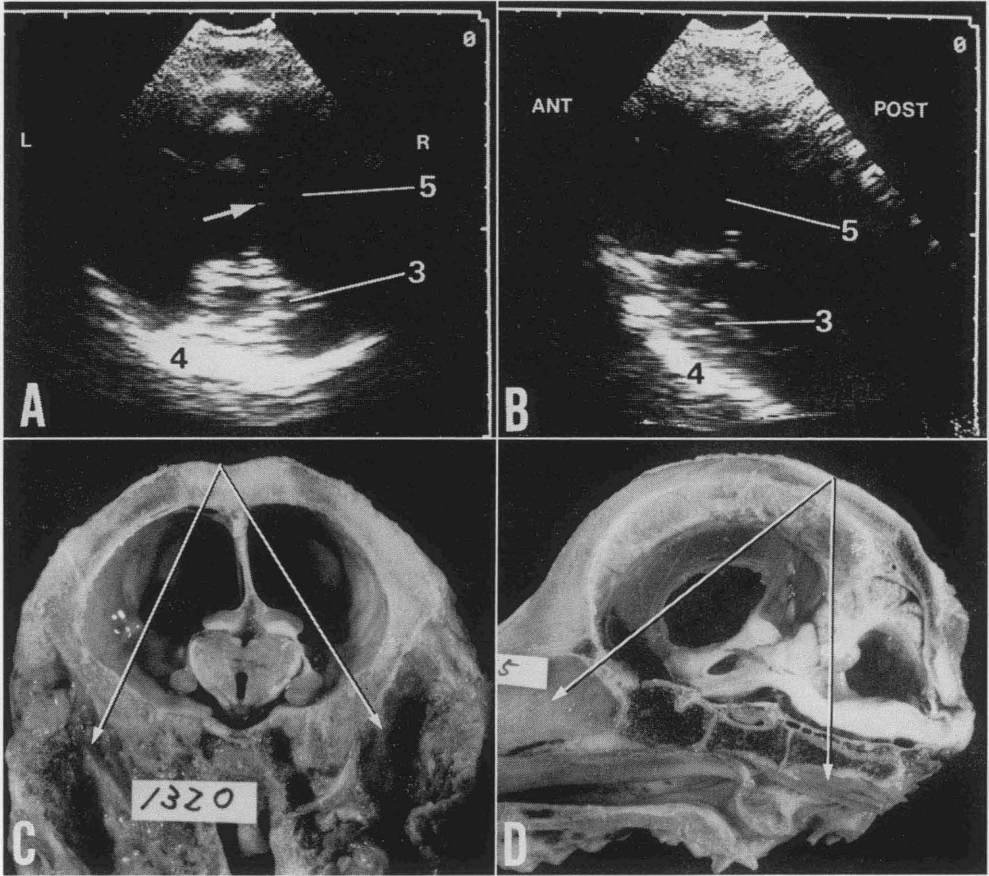


Fig. 3. Sonograms of calf 3 of 2 days with hydranencephaly. A: coronal section sonogram with the transducer positioned at B in Figure 1. Note the total absence of the cerebral hemispheres, which are described as a echo-free space (5) with only the septum pellucidum (arrow). B: sagittal section sonogram. C, D: anatomic sections of skull of calves with hydranencephaly. D is the same case as in sonograms A and B.

く像が、描出が可能であった例の約半数に認められた。

Fig. 4 は Fig. 1 B の位置から描出した水頭症の断層像である。上段の A (冠状断面) と B (矢状断面) は原画像で、中段の C と D は上段 A, B を画像処理し、中高エコーレベルを強調して側脳室の輪郭を明瞭に描出表示させたものである。下段 E は、A, C に対応する脳の冠状断面を示す。Fig. 2 の正常脳に比べて側脳室の拡張 (軽度) が明らかである。なお、頭蓋骨直下に残存する大脳半球エコーを認めるかどうか、水無脳症との鑑別上のポイントとなると思われるが、側脳室拡張が高度になった場合、実際上、その鑑別は困難と思われる。

### 3. 描 出 能

各例の超音波検査結果の一覧を Table 1 に示した。結果は前述した Fig. 1 A, B いずれかの領域において、脳エコー像が十分描出できたもの、すなわち描出された脳エコー像から水無脳症、水頭



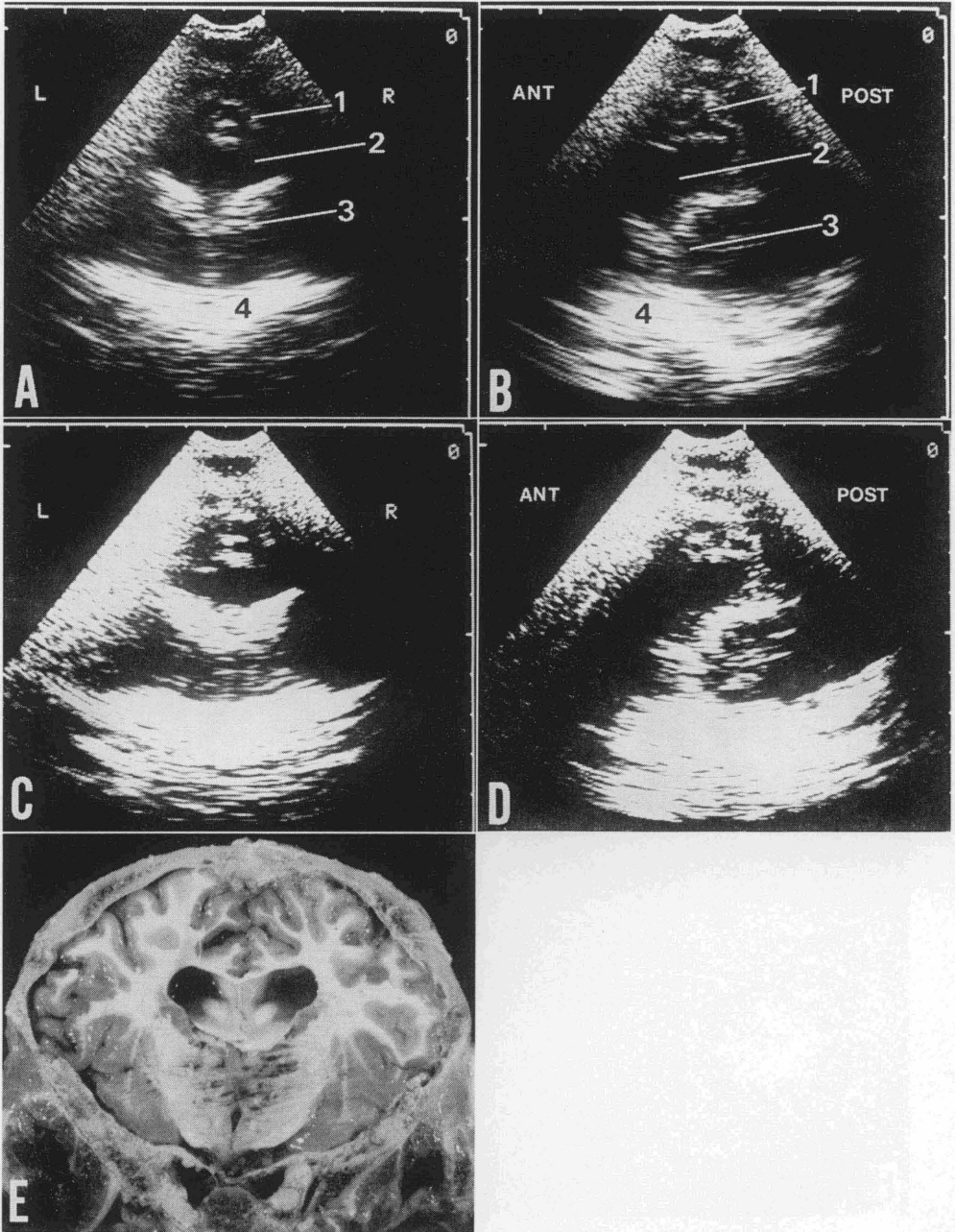


Fig. 4. Sonograms of calf 1 of 28 days with hydrocephalus. Coronal (A) and sagittal (B) section sonograms with the transducer positioned at A in Figure 1. Both sonograms show mildly dilated lateral ventricles (2). In processed images (C,D), the margins of the dilated lateral ventricles are well outlined. E: anatomic section of skull of the same case as in sonograms A-D.

症あるいは正常脳かの鑑別が可能であったもの (AV), 脳エコー像は不明瞭ながら一部描出はできたが, その像から水無脳症, 水頭症あるいは正常脳かを鑑別するのが困難であったもの (IV), および脳エコー像がまったく描出できなかったもの (NV) の3つに便宜上分類し判定した. なお, 判定に際しては原画像ばかりでなく, 処理画像の結果も含めて行った. AV 群を診断に有用とすれば水無脳症の診断率は 63% (40 例中 25 例), 水頭症では 50% (2 例中 1 例), 正常脳では 63% (8 例中 5 例) であった.

年齢別にみると, 若齢の子牛ほど描出能が高い傾向が窺われたが, 例外も多く, 3 日齢で描出でき

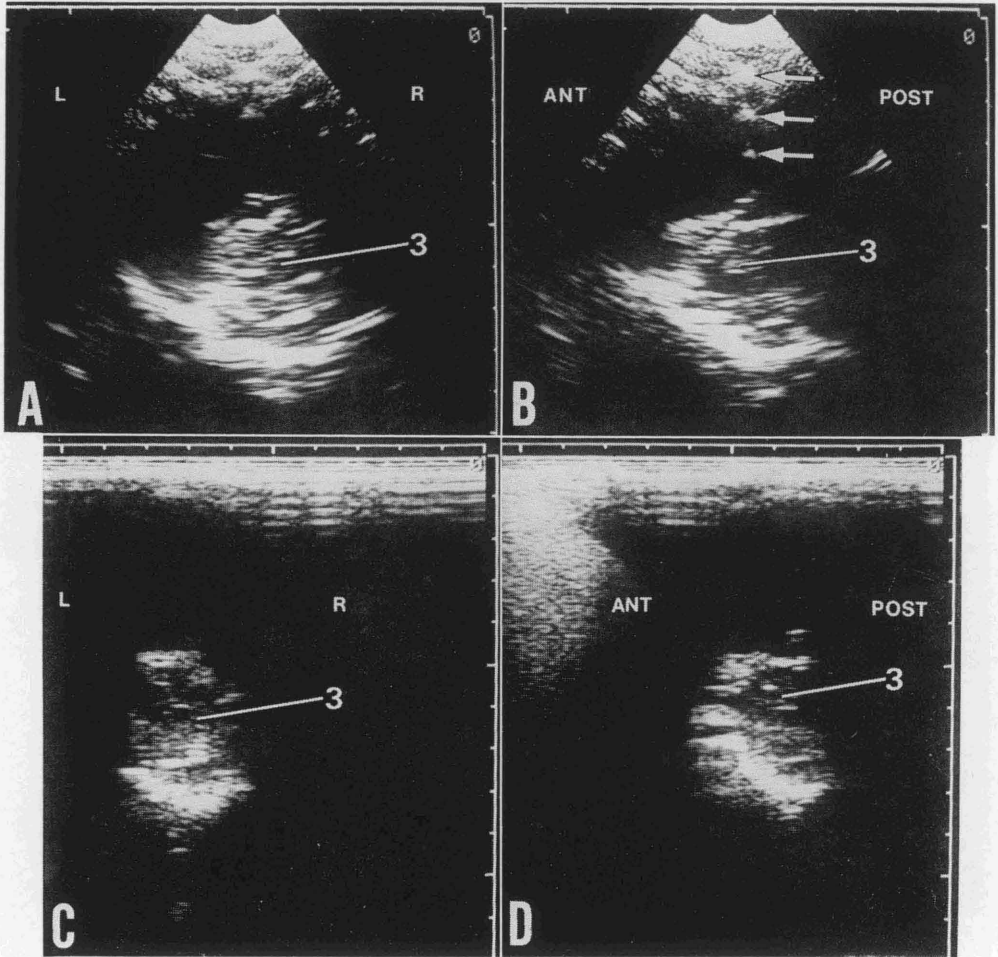


Fig. 5. Comparison of sector images (A,B) and linear images (C,D). A,C: coronal sections. B,D: sagittal sections. The comparative scans were performed in the same case (calf 37) of 18 days with hydranencephaly and also at the same transducer position of B in Figure 1. The area of images obtained with the linear array scanner is less than that with the sector one. However, the quality of the image obtained with the former is superior to the latter. Arrows indicate an artifact of near-field reverberations.

なかったもの（水無脳症 No. 25）や4ヵ月齢で描出・診断のできたもの（正常脳 No. 4）が認められた。

頭蓋骨と描出能の関係についてみると、一般に頭蓋骨の厚さが大きくなる程、描出能が低下する傾向が認められた。しかしながら、頭蓋骨が緻密質骨だけから成り、その厚みが3.5 mmで描出が困難であった例（正常脳 No. 6）や、緻密質骨が3 mm、海綿質骨が4 mm、計7 mmの厚さで描出が可能であった例（水無脳症 No. 2）が示すように、描出能を左右する決定的な因子は頭蓋骨の中の緻密質骨の厚さ（割合）と考えられた。このことは硬骨における超音波の吸収減衰が軟骨のそれよりはるかに大であることを示すものである。

探触子の種類や周波数の相違と描出能との関係についてみると、まず種類については、メカニカルセクタ型は凹凸の一様でない頭部において探触子面と頭部表面との接着が良好で、しかも小さな音響窓から頭蓋内腔を広く観察できる利点があった。反面、描出画像の近距離部分が不鮮明かつ多重反射が生じ易く、脳エコー像の判読を困難にさせる欠点が認められた（Fig. 5B）。これに対し、電子リニア型では、近距離部分の画像が広く、画質も鮮明で、しかも多重反射の発生はきわめて少なかった（Fig. 5C, D）。しかしながら、探触子面が直線で幅広いため、頭部表面との接着が不良となり、セクタ型では脳エコー像が描出可能であった例でも、リニア型探触子ではまったく描出されない例も認められた。これらのことから、頭部超音波検査においては、両探触子の併用が最も有効と考えられた。なお、メカニカルセクタ型の欠点であった、近距離部分の解像力の劣下と多重反射エコーの発生頻度については電子セクタ型との比較が今後必要であろう。

次に周波数についてみると、前述の通り、骨組織では超音波の吸収減衰が極端に大きい上に、この吸収減衰の度合は周波数が高くなる程増大するという超音波の特性上、経頭蓋骨の描出法を前提とした場合には、分解能の優れる5 MHzより、吸収減衰の少ない3.5 MHzの方が明らかに有利である。事実、今回の例で5 MHz探触子により描出が可能であった例は少数であった。高い描出率を得るためには、骨の影響をあまり受けない、より低い周波数（1～2 MHz）の探触子の使用が考えられ、今

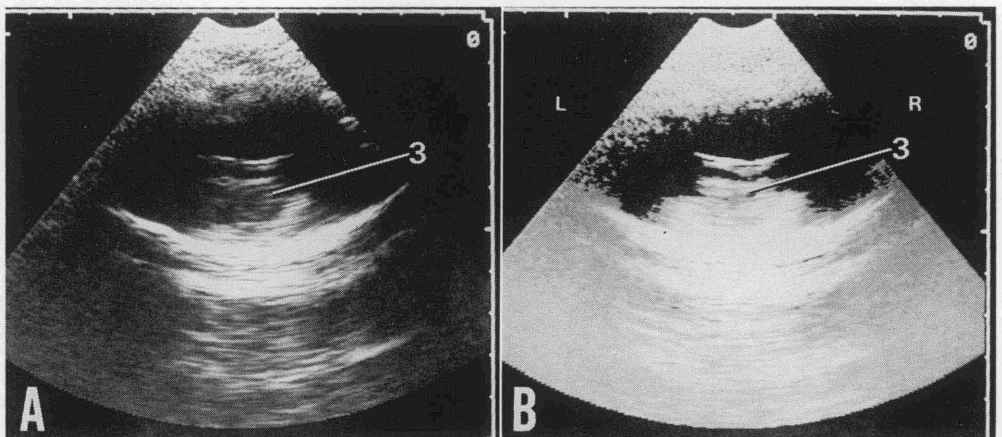


Fig. 6. Image processing of sonogram in a 37-day-old calf with hydranencephaly.

Coronal section with the transducer positioned at A in Figure 1. A: original image. B: processed image. After low- and middle-level echo enhancement, the poorly-defined cerebral margins are well defined.

後の検討が待たれる。ただし現在、2 MHz 以下の断層用の探触子は国産品ではほとんど市販されていないようである。

画像処理の診断効果については、原画像の中で大脳半球の信号レベルが微弱で、大脳半球エコーと無エコー領域との鑑別が困難な場合に、これらの微弱信号を画像処理によって強調させることでその境界領域が比較的明瞭になった (Fig. 6)。また、原画像では多重反射エコーに埋没するように存在する大脳半球エコーが、画像処理によって、その辺縁、境界の識別がかなり容易になった (Fig. 4)。画像処理法による超音波断層法の解析は、人医学では近時盛んになりつつあり<sup>8,21)</sup>、獣医学領域でも、心臓、肝臓、乳房に応用し、その有用性を認めた報告<sup>18)</sup>がすでに発表されている。画像処理の意義は、何らかの処理機構を用いて、原画像では不鮮明であったり、判読し難い健常あるいは病変部の各構造物を鮮明に描出させたり、組織の性状(質的)診断をはかろうとするものである。

今回の脳エコー像への応用結果からも本法の有効性が十分示唆された。今回の水無脳症例で超音波診断の可能であった 25 例のうち、小脳低形成を画像上、明らかに確認し得た例は 1 例もみられなかった。これは探触子の走査位置が比較的頭部の前方に限定されていたことや、頭部では探触子の傾斜がきわめて制限されることから、十分に小脳を描出できなかつたためと考えられる。

#### 4. 脳室空気造影所見

水無脳症 8 例では、全例とも脳穿刺により多量 (20 ml~60 ml) の脳脊髄液が容易に吸引でき、吸

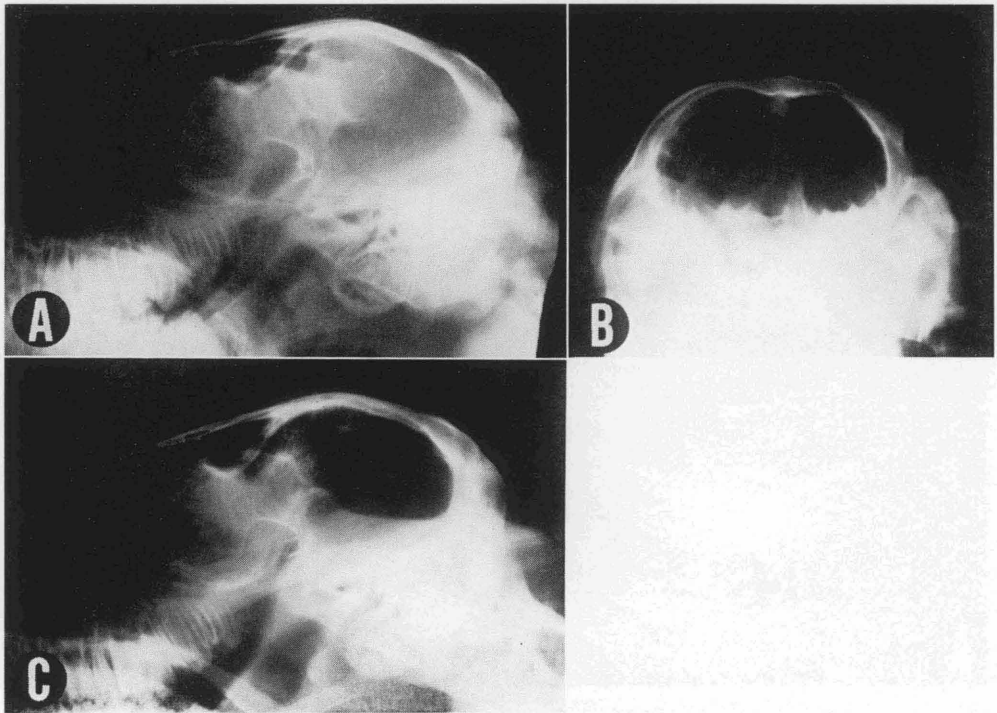


Fig. 7. Pneumoventriculograms of calf 29 of 44 days with hydranencephaly.

A: plain lateral radiograph. B: frontal pneumoventriculogram taken after injection of 50 ml of air. C: lateral pneumoventriculogram.

引後同量の空気を注入し、水平方向での撮影を行うことにより、明瞭な脳室造影像（水平画像）が得られた（Fig. 7）。ただし、脳脊髄液の排除が左右いずれかの脳室に片寄っていたため、一側の脳室しか造影できなかった例もみられた。水頭症と正常脳の各1例では、側脳室内への注射針の刺入が不完全であったため、明瞭な側脳室造影ができず、注入された空気は頭蓋骨下の脳表面にのみ認められた。なお、本法の副作用については、一過性の呼吸異常を呈した例が、一部に認められただけであった。

以上の結果から、超音波断層法は脳エコー像の描出能自体について、未だ問題は残るものの、本法の有する非侵襲性、安全性、簡便性の点から、水無脳症や水頭症の各種診断法の中で一次選択となり得る可能性が十分示唆された。また、水無脳症の確定診断については、脳室空気造影法がきわめて有効であると考えられた。

## 結 語

1. 子牛の水無脳症40例、水頭症2例および対照正常脳10例に対して、超音波断層法を応用した。一部の例では脳室空気造影法を併用した。
2. 超音波断層法により、診断が可能と判断されたものは、水無脳症40例中25例（63%）、水頭症2例中1例（50%）、および正常脳8例中5例（63%）であった。
3. メカニカルセクタ型探触子（3.5 MHz）と電子リニア型探触子（3.5 MHz）とを比較した結果、前者は操作性、脳エコー像の描出率について後者よりも優れていた反面、多重反射エコーの出現、画像の鮮明さの点で、後者よりも劣っていた。
4. 頭蓋骨の厚さ、とくに緻密質骨の厚さが、画像描出能に最も影響が大であると考えられた。
5. 脳室空気造影法を実施した水無脳症8例では、全例で大脳半球の完全欠損を示唆する水平画像（水平方向撮影）が得られた。

最後に、材料収集に対して多大な協力をいただいた宮崎県内農業共済組合の各獣医師および開業獣医師の各位に深謝致します。

## 文 献

- 1) 江口保暢：新版家畜発生学，文永堂，東京，p.152（1985）。
- 2) Bartel, J.E., Hoerlein, B.F. and Boring, J.G.: Ventriculography. In Hoerlein, B.F. (ed): Canine Neurology, 3rd ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia (1978), pp. 127-130.
- 3) De Vleiger, M., Sterke, A., de Molin, C.E. and Van der Ven, C.: Ultrasonics, 1, 148-151 (1963). [文献20より引用]
- 4) Dewbury, K.C. and Aluwihare, A.P.R.: Brit. J. Radiol., 53, 81-84 (1980).
- 5) Dussik, K.T.: Z. ges. Neurol. Psychiat., 174, 153 (1942). [文献9より引用]
- 6) Garrett, W.J., Kossoff, G. and Jones, R.F.C.: Neuroradiology, 8, 279-288 (1975).
- 7) Hamana, K.: Bovine Practice, 1, 18-27 (1980).
- 8) 平野淳子，今陽一，鈴木伸：日本超音波医学会講演論文集，pp.37-38（1985）。
- 9) Hovind, K.H., Galicich, J.H. and Matson, D.D.: Neurology, 17, 253-262 (1967.)
- 10) Jones, T.C. and Hent, R.D.: Veterinary Pathology, 5th ed., Lea & Febiger, Philadelphia (1983), pp. 1650-1656.
- 11) 加藤嘉太郎：家畜比較発生学，養賢堂，東京，p.110（1971）。
- 12) Leksell, L.: Acta. Chir. Scand., 110, 301 (1955). [文献9より引用]

- 13) 佐藤幸雄: 家畜の発生・解剖要説, 第5報, 学窓社, 東京, pp.183-184(1973).
- 14) Skolnick, M.L., Rosenbaum, A.E., Matzuk, T., Guthkelch, A.N. and Heintz, E.R.: *Radiology*, **131**, 447-451 (1979).
- 15) Smith, C.W., Marshall, A.E. and Knecht, C.D.: *Amer. J. Vet. Res.*, **33**, 2416-2421 (1972).
- 16) Smith, C.W., Marshall, A.E. and Knecht, C.D.: *Amer. J. Vet. Res.*, **33**, 2423-2427 (1972).
- 17) 田浦保穂, 浜名克己: 第98回日本獣医学会講演要旨, p.258(1984).
- 18) 山田明夫, 宮原和郎, 佐藤基佳, 山田修義, 澤田史, 亀谷勉, 広瀬恒夫: 第98回日本獣医学会講演要旨, p.261 (1984).
- 19) 谷野定之, 伊東紘一, 鴨下重彦: 小児の頭部超音波検査法, 中外医学社, 東京, (1985).
- 20) 谷野定之, 松本のぞみ, 宮尾益知, 柳沢正義, 鴨下重彦, 伊東紘一: 脳と発達, **14**, 497-503(1982).
- 21) 横井浩, 本田伸行, 中間慧, 島谷裕子, 日浅義雄, 関浅男, 伊東健一, 渋谷昇: 日生医誌. **13**. 19-24(1985).

### Summary

Recently, over a period of 4 months, 40 calves with hydranencephaly, 2 calves with hydrocephalus and 8 normal calves as a control were examined by transcranial two-dimensional, real-time ultrasonography, and some also by X-ray pneumoventriculography. The ages of the animals were all under 4 months, and more than two thirds were less than 2 weeks old. A 3.5-MHz mechanical sector scanner and occasionally a 3.5-MHz electronic linear array or 5-MHz convex array scanner were used, with the transducer placed along the surface of the head over the frontal and/or fronto-parietal region indicated in Figure 1.

The results are shown in Table 1. The proportions of cases diagnosed correctly, i.e., the success rates of adequate visualization of brain structures by ultrasonography were 63% (25/40) for hydranencephaly, 50% (1/2) for hydrocephalus, and 63% (5/8) for normal calves. Measurement studies of cranial thicknesses at necropsy clearly showed that the thickness of the skull, especially compact substance, is the major limiting factor in obtaining adequate ultrasound penetration of the skull.

In accordance with the ultrasound principle that the higher the ultrasound frequency, the higher the absorption rate of the ultrasound in bone tissue, the 3.5-MHz transducer had superior ability to the 5-MHz one for visualizing the brain, at least for ultrasonographic examination via the transcranial approach. The mechanical sector scanner had the major advantage of providing large areas of cerebral visualization from limited acoustic windows on the skull but had the disadvantage of frequently producing an artifact of near-field reverberations, which interfered with the quality of the brain image. By contrast, the advantage of the linear array scanner was that it revealed a comparatively larger area of near-field structures with only slight reverberations. However, only a small part of the scanner could usually make contact with the skull, so that the area of the image obtained with this scanner was much less than that obtained with the sector scanner.

By the use of image-processing techniques for ultrasonograms, low-level echoes obtained from the cerebrum were delineated more clearly than those of the original image, which assisted in differentiating normal brain echoes from echo-free areas of fluid-filled dilated ventricles in hydranencephaly and hydrocephalus.

As it is non-invasive, safer, and simpler, two-dimensional ultrasonography would seem to be a valuable adjunct to the initial examination of calves with suspected hydranencephaly and hydrocephalus.