

## 組織内気泡検知の試み（第2報）

### — 超音波断層装置による —

江田文雄\* 小林 浩\* 梨本一郎\*  
福永哲夫\*\* 角田直也\*\*\* 池川繁樹\*\*\*\*

#### 緒 言

減圧症は、不適切な減圧により発生した血管内、または血管外の気泡が原因とされている。われわれは、1974年の第9回日本高気圧環境医学会総会において、梨本が、「ドップラー法による血管用気泡検知」について報告して以来、機会ある毎に血管内気泡検知について報告を行ってきた。また、外国でも多くの報告が見られるが組織内気泡についての報告は散見するのみである。

われわれは、第52回日本衛生学会で組織内気泡に関する「超軟X線による減圧性気泡について」報告し、第17回日本高気圧環境医学会総会ではリニヤ・スキャンによる「組織内気泡検知の試み」を報告した。今回、水浸式のメカニカル・スキャンを用いて寒天及び鶏肉中の、空気とほぼ同じ超音波反射率を有する600 $\mu\text{m}$ と200 $\mu\text{m}$ のガラス玉の検知を試み、若干の知見を得たので報告する。

#### 方法および結果

実験に使用した超音波断層装置は、東京大学教養学部で主として人体の筋肉組織の計測に用いられ、ALOKA Echo Vision SSD-120に円形コンパウンド・スキャナーを接続したもので、スキャンニング方式はセクターで周波数は5MHZである。無気泡水を水槽に注入して使用した。

最初に、ガラス玉の断層像を知る目的で、直径

1.6cmのビー玉をタッパーウェアに入れ、寒天で満し水槽内に入れて断層撮影を行った。

図1に見られるように、ほぼ円形のビー玉の断層像の周囲に強い反射波と虚像が認められ、ビー玉を2個埋めたものでは互いに干渉し合い、断層条件を変えてもacoustic shadowや虚像を消失させることは不可能であった。

次に600 $\mu\text{m}$ と200 $\mu\text{m}$ のガラス玉をそれぞれ数を変えて別々のフィルムケース内の寒天に層状に埋め込んで水槽内に入れ、各層毎に断層撮影を行った。図2は600 $\mu\text{m}$ のガラス玉1個の断層像である。強い反射波が存在するが1個のガラス玉として認められる。図3は600 $\mu\text{m}$ のガラス玉を3個入れたものである。数は明瞭に識別出来るが反射波及び虚像のために円形には見えない。図4は200 $\mu\text{m}$ のガラス玉を入れたものであるが、ガラス玉の存在は判るが数の断定は不可能である。

最後に、無気泡水の中で鶏のささみ2片の間に600 $\mu\text{m}$ と200 $\mu\text{m}$ のガラス玉を別々にはさみ、コンドーム内に挿入して組織内気泡のsimulatorとして水槽内で断層撮影を行った。

図5は鶏肉中の600 $\mu\text{m}$ のガラス玉である。ささみの境界面に寒天中のガラス玉と同様な像が3個認められる。

図6は鶏肉中の200 $\mu\text{m}$ のガラス玉であるが、境界面にガラス玉は認められるが数は不明である。

#### 考 察

1945年に、I. Gersh等<sup>1)</sup>は減圧直後のモルモットの左後肢を凍結した後で動物を殺し、左後肢を切断して標本を作製し、骨髓中や血管中や血管内

\*埼玉医科大学衛生学教室

\*\*東京大学教養学部

\*\*\*国士館大学体育学部

\*\*\*\*日本女子大学

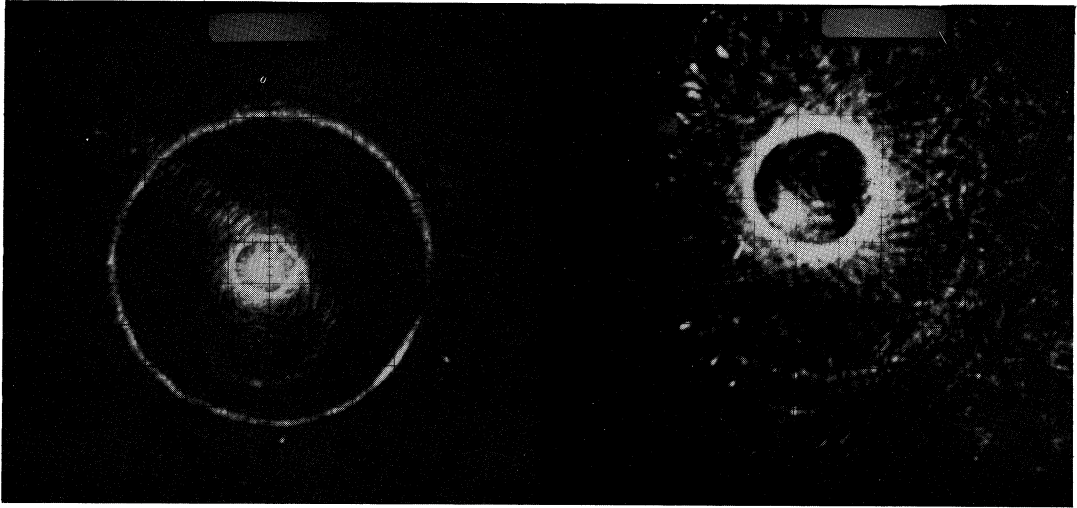


図1 寒天内のビー玉

図2 600 $\mu$ m のガラス玉1個

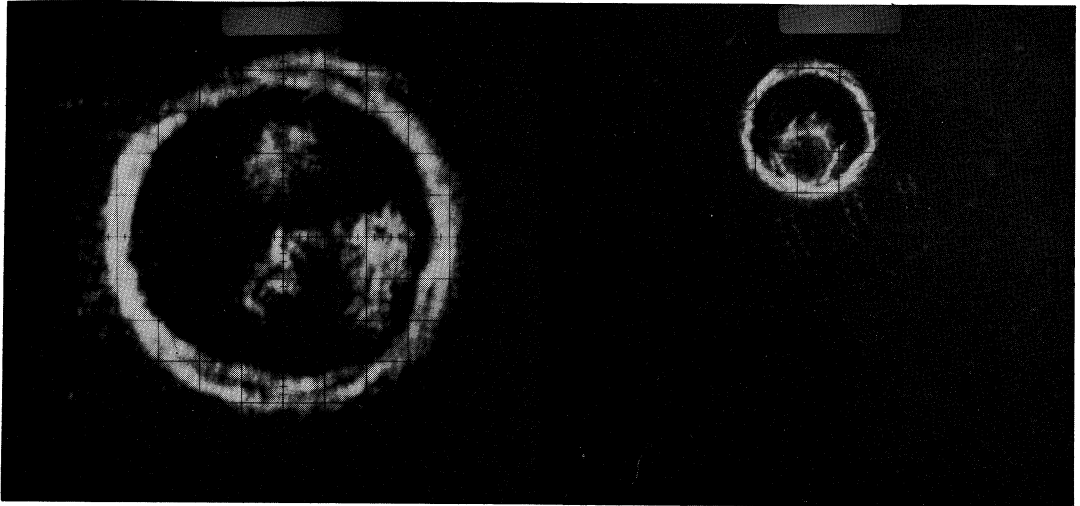


図3 600 $\mu$ m のガラス玉3個 (拡大図)

図4 200 $\mu$ m のガラス玉

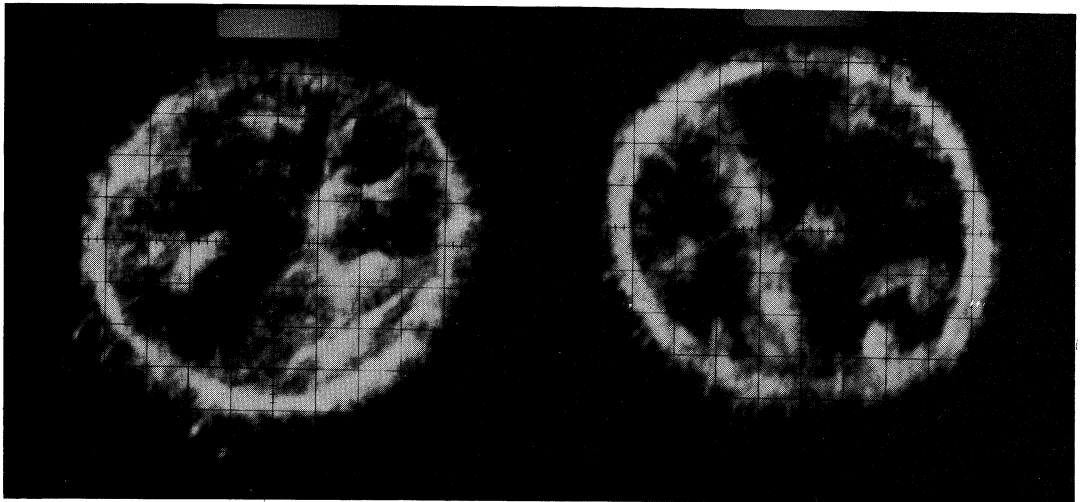


図5 鶏肉中の600 $\mu$ m のガラス玉 (拡大図)

図6 鶏肉中の200 $\mu$ m のガラス玉 (拡大図)

の気泡を測定して直径15~750 $\mu\text{m}$ と報告している。

超音波断層法により検知可能な組織内気泡のsizeに関して1971年のR.S.Mackay等<sup>2)</sup>の報告や1979年のS.Daniels等<sup>3)</sup>の報告がある。5 $\mu\text{m}$ というR.S.Mackay等の報告は例外として、S.Daniels等は200 $\mu\text{m}$ 離れた400 $\mu\text{m}$ の気泡の識別は可能とし、さらに、1980年にはS.Daniels等<sup>4)</sup>はモルモットを用いて減圧前、減圧後の左後肢を8MHZのセクター・スキャンで観察して100 $\mu\text{m}$ 以下、100 $\mu\text{m}$ 以上500 $\mu\text{m}$ 以下、500 $\mu\text{m}$ 以上の3classに気泡を分類し、気泡を形成する気体の量を計算している。

われわれが今回実験に使用したのは、あらかじめsizeの判っているガラス玉で、600 $\mu\text{m}$ では個々の識別が十分可能であった。200 $\mu\text{m}$ では個々の識別は不能であったがmassとしては検知可能であった。組織内気泡の検知法として前述した諸家のin vivoの実験結果からみても、十分とはいえないが実用的価値があると思われる。

ALOKA Echo Vision SSD-120は、現在、四肢の全断面積、皮下脂肪、筋断面積の測定に使用され、福永<sup>5)</sup>によれば小さな物体ほど超音波測定値が実際の値よりもより大きく拡大される。超軟X

線は放射能防御に難があり、臨床的には、いまだ活用されていない。一方、ALOKA Echo Vision SSD-120は水浸式のメカニカル・スキャンのため、曲面の多い四肢のベンズの気泡検知にはリニヤ・スキャン断層法より有用であると考えられる。

#### 〔参考文献〕

- 1) I. Gersh: Gas bubbles in bone and associated structures, lung and spleen of guinea pigs decompressed rapidly from high pressure atmospheres. *Journal of Cellural and Comparative Physiology*, 26: p101-117, 1945
- 2) G. J. Rubissow and R.S. Mackay: Ultrasonic imaging of in vivo bubbles in decompression sickness, *Ultrasonics*, October, p225-234, 1971
- 3) S. Daniels, W. D. M. Paton, and E. B. Smith: Ultrasonic imaging system for the study of decompression-induced gas bubbles. *Undersea Biomedical Research*, 6(2): 197-207, 1979
- 4) S. Daniels, J. M. Davies, W.D.M. Paton: The detection of gas bubbles in guinea-pigs after decompression from air saturation dives using ultrasonic imaging. *J Physiol* 308: 369-383, 1980
- 5) 福永哲夫: ヒトの絶対筋力, 杏林書院, 1978, p23~69