

## 減圧性気泡のガス分析（第5報） 家兎の場合

石山 明\* 真野喜洋\* 芝山正治\* 高橋茂樹\*  
 ロー・バン・チャイ\* 大串貫太郎\*  
 柏倉章男\* 前田 博\*

## 目 的

第4報に同じ。

## 方 法

体重 2.5kg 前後の雄の家兎（日本白色在来種）6羽を、1回の実験で1羽ずつペントバルビタールナトリウム（25mg/kg）で静脈麻酔した後、一側

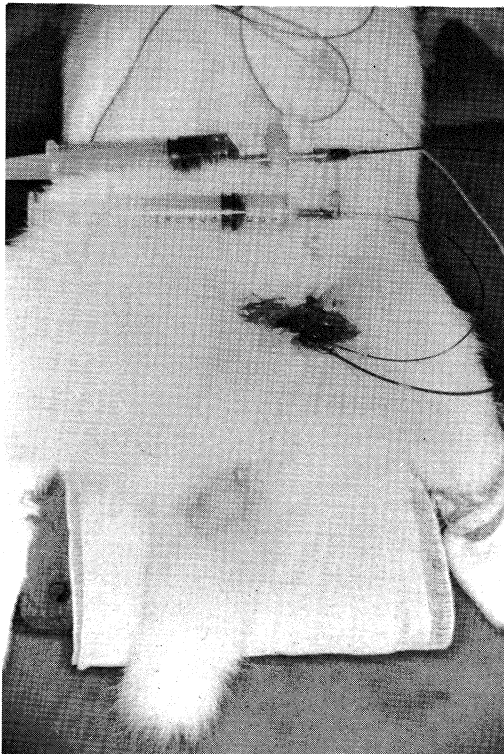


図1 左大腿動静脈にカテーテルを挿入したところ（手前が静脈，奥が動脈）

の大股動静脈から大動脈，下大静脈にそれぞれカテーテルを挿入し（図1）へパリンナトリウム（500単位/kg）を静注後高圧タンクに収容した。カテーテルは，血液採取用に高圧タンク壁を貫通して設置されたバルブに連結され，タンク外から動静脈血を自由に採血できるようにした。また家兎の四肢には心電図の電極をつけ，四肢誘導の心電図をタンク外でモニターできるようにした。加圧減圧は図2に示したプロフィールで行った。即ち4kg/cm<sup>2</sup>までは毎分1kg/cm<sup>2</sup>で，それ以後は毎分2kg/cm<sup>2</sup>の速さで8kg/cm<sup>2</sup>まで空気で加圧し，30分間おいたあと，減圧は0.2kg/cm<sup>2</sup>まで2分間で行った。なおタンク内の温度は23℃前後を保つようにし，換気は一度も行わなかった。減圧終了後，数分間隔でタンク外から採血を行い，気泡が確認できた時点で，へパリンとオクチルアルコールで前処理をしてある注射器を用いて，気泡を血液と共に採取した。タンク内外の0.2kg/cm<sup>2</sup>の圧力差を利用して，空気を混入することなく気泡を血液と

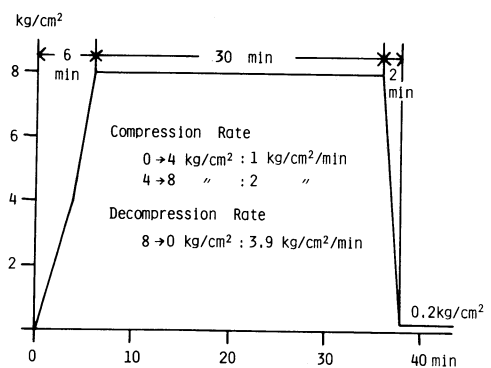


図2 Compression-Decompression Profile

\*東京医科歯科大学医学部公衆衛生学教室

共に採取することができた(図3)。続いて気泡だけを gas-tight の microsyringe に移し、ガスクロマトグラフで成分の分析を行った。分析方法は第4報と同様である。

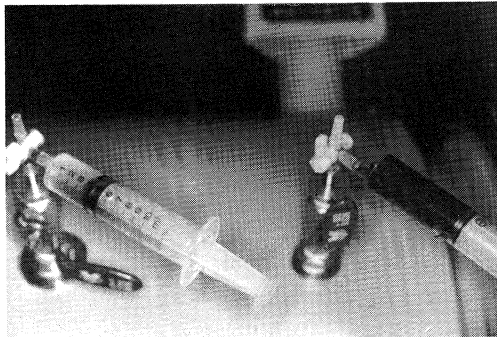


図3 タンク外から血液と共に気泡を採取している(左側)様子

## 結 果

減圧直前にタンク内の環境ガスを採取し、各成分の濃度をガスクロマトグラフによって測定した。その結果、6回の実験ではいずれも、二酸化炭素の相対濃度が0.1%をこえることはなく、酸素の相対濃度が20%を切ることはなかった。

気泡の組成については、6羽の家兎に対して、合計10回の分析を行うことができた。その結果は、表1に示すとうりである。

表1 The Gas Composition of the Bubbles in the Inferior Vena Cava of Rabbits (%)

O <sub>2</sub>	12.19±2.07
CO <sub>2</sub>	3.08±0.77
N <sub>2</sub>	84.83±1.75
(x̄±S.D. n=10)	

減圧終了から気泡を採取するまでの時間は短いもので3分、長いもので25分、平均すると約9分であった。また減圧終了から死亡するまでの時間は、短いもので7分、長いもので29分、平均すると約15分であった。

## 考 察

今回の実験の結果、第4報と同様に、血管内に形成される気泡の大部分は窒素であることが確められた。しかし、酸素や二酸化炭素の生理的ガスが占める割合も決して無視することはできない。

第4報のラットの実験と、今回の実験の結果を比較してみると、減圧終了から気泡を採取するまでの時間が異なっている。即ち、ラットの場合は平均5分で、家兎の場合は平均15分であるから、家兎の方が10分間だけ遅いことになる。そこで両者の気泡の組成の違いを見てみると、酸素は採取時間の遅い家兎の方が3.2%だけ多く、二酸化炭素は逆に採取時間の早いラットの方が1.7%だけ多くなっている。

以上のことから、気泡の組成は、減圧終了後の時間経過と共に変化しているであろうことが予想される。即ち、減圧終了後の時間経過と共に、二酸化炭素の占める割合が減少しこれに対して酸素の占める割合は増加するがやがてチョークスから死へと到る段階で、今度は逆に二酸化炭素が増加して、酸素は減少し続け、動物の死後はこの傾向が一層著明になるものと予想される。

最初に二酸化炭素が減少し酸素が増加するのは、気泡の形成からその後の成長過程におけるこの2つのガスの拡散速度の違いから説明がつく。即ち、形成された気泡中に含まれていた二酸化炭素は、その後の血液中における成長過程において、急速に血液中に再溶解していくものと思われる。二酸化炭素より拡散速度の遅い酸素は、二酸化炭素より遅れて血液中に再溶解するため、一見気泡中の割合が増加するように見えるが、これはおそらく気泡中の二酸化炭素が減少した分だけ、酸素の相対濃度が増加するためではないかと思われる。

その後減圧症による呼吸循環不全の結果、血液中の酸素分圧が減少し、二酸化炭素分圧が上昇するにつれ、気泡中のガス組成も、酸素の割合が減少し、二酸化炭素の割合が増加し続けるものと思われる。

今後は同一の個体から時間経過を追って数回にわたって気泡の採取を行い、気泡の組成がどのように変化していくか、その時の血液ガスとの関係はどうかというような問題を解明していきたいと考えている。