

10. ラットの繁殖における高圧環境 (31ATA、 $\text{He-N}_2\text{-O}_2$) の影響

他谷 康* 中野正美* 水嶋康男*
設楽文朗* 関 邦博* 中山英明*

Effect of hyperbaric environment (31 ATA, $\text{He-N}_2\text{-O}_2$) on the reproductive function in rats

Y. Taya, M. Nakano, Y. Mizushima, F. Shidara, K. Seki and H. Nakayama

Japan Marine Science and Technology Center, Yokosuka

The reproductive function of rats after hyperbaric exposure was discussed. Both male and female rats, 11-13 weeks old, were exposed to hyperbaric environment (31 ATA, $\text{He-N}_2\text{-O}_2$) for 5-7 days. Each male was then mated with two females after decompression. Unpressurized rats were mated concurrently as controls.

Experimental results indicated that females showed normal estrus cycle were gestated and proved the normal reproductive function and those showed delayed estrus cycle were not gestated.

They were gestated after recovery of estrus cycle. Both male and female offsprings of exposed rats were born in the normal condition. Sex ratio and litter size found to be normal. Post-pressurization studies indicated that both male and female offsprings of exposed rats had normal reproductive function.

目 的

高圧環境に曝露された生体の繁殖能力、特に精子及び卵子への影響を含めての報告は少なく、僅かに Brennan らが 4ATA と 7ATA ($\text{N}_2\text{-O}_2$) でマウスを用いた実験を行い、雌の仔が多く産まれる傾向にあったこと、また、4ATA の曝露群では産子数の減少が認められたと報告している。また Kennedy らの報告では、幼若ラットを用いて 21

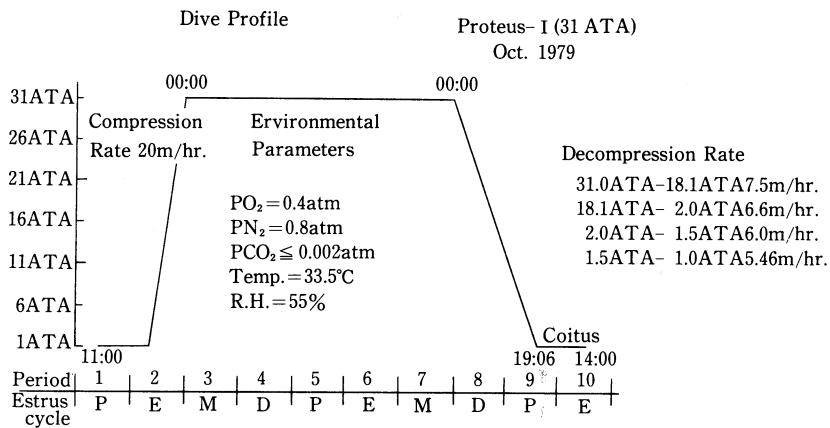
ATA (He-O_2) 環境下で長期間飼育した場合、体重及び副生殖器管の重量が減少、ならびに成長ホルモンの活性低下がみられたが、甲状腺や精巣には組織学的な異常は認められなかったという報告がある。しかしながら、高圧 $\text{He-N}_2\text{-O}_2$ 環境下に曝露された生体の繁殖能力については未だ検討されておらず、本実験では 31ATA の高圧 $\text{He-N}_2\text{-O}_2$ 環境下に雌雄のラットを曝露し、減圧後ただちに交配させ、これらのラットの繁殖能力の有無、その結果としての第 1 世代 (F_1) の奇型の有無ならびに雌雄の性出現の比率、また F_1 における繁殖能力について検討した。

方 法

実験動物は、温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 $55 \pm 5\%$ 、12L-12D の照明条件下で飼育した 11~13 週令、体重 250~300g の Wister-Imamichi Rat を用い、雌は正常な 4 日の性周期を 2 回以上繰り返したラットを用いた。実験は 20m/hr の加圧速度で 300m に加圧した後、5~7 日間、温度 $32^\circ\text{C} \sim 33.5^\circ\text{C}$ 、湿度 $55 \pm 5\%$ 、12L-12D の照明条件下で飼育し、その後、約 19 時間かけて減圧を行い、減圧後ただちに次の 4 つの実験群に分けて交配実験を行った。なお実験期間を含めて、水及び餌は自由摂取とした。

実験群

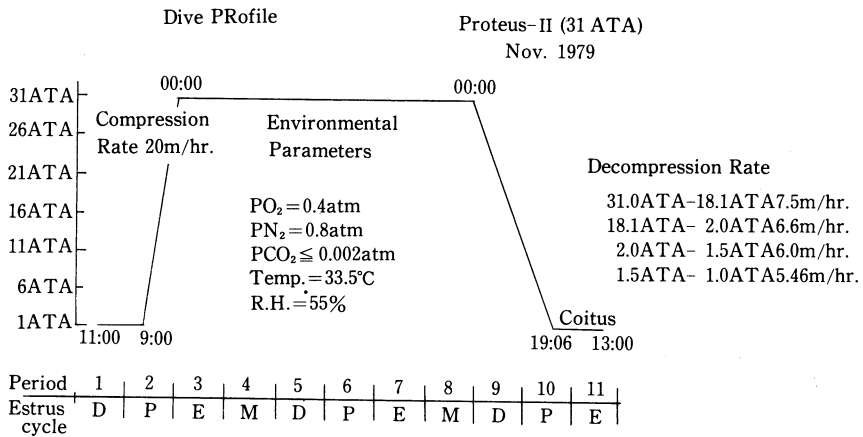
- I. 高圧曝露♂ (2匹) + 高圧曝露♀ (4匹)
- II. 高圧曝露♂ (2匹) + 常圧下飼育♀ (4匹)
- III. 常圧下飼育♂ (2匹) + 高圧曝露♀ (4匹)
- IV. 常圧下飼育♂ (2匹) + 常圧下飼育♀ (4匹)



Protus- I (Oct. 1979)

Exp. Group	Pregnancy	Delivery	Litter Size	Male	Female
I (31ATA ♀ + 31ATA ♂)	1/4	1/4	7	2	5
II (31ATA ♀ + 1 ATA ♂)	1/4	1/4	11	7	4
III (1 ATA ♀ + 1 ATA ♂) Cont.	2/4	2/4	12 14	6 8	6 6

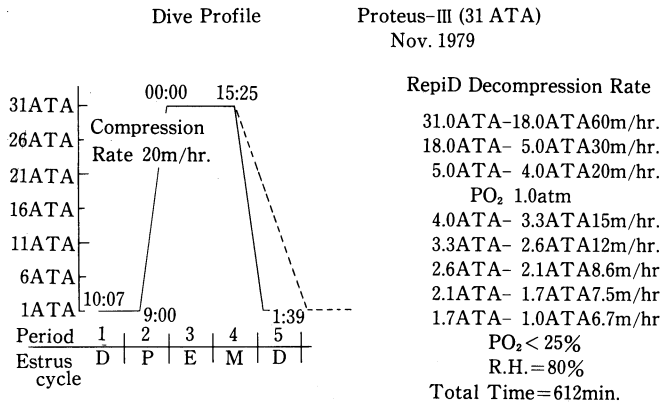
図1 ラットの妊娠とその産子数に及ぼす高圧環境の影響



Proteus-II (Nov. 1979)

Exp. Group	Pregnancy	Delivery	Litter Size	Male	Female
I (31ATA ♀ + 31ATA ♂)	1/4	1/4	12	6	6
II (31ATA ♀ + 1 ATA ♂)	2/4	2/4	7 6	4 3	3 3
III (1 ATA ♀ + 31ATA ♂)	2/4	2/4	10 15	6 7	4 8
IV (1 ATA ♀ + 1 ATA ♂) Cont.	4/4	3/4	9 13 14	4 7 6	5 6 8

図2 ラットの妊娠とその産子数に及ぼす高圧環境の影響



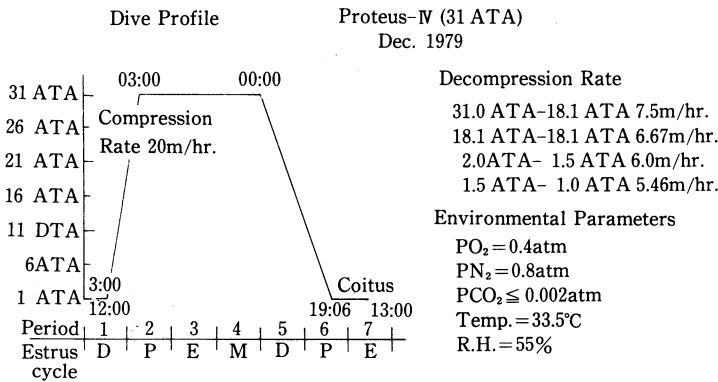
Proteus-III (Nov. 1979)

Exp. Group	Pregnancy	Delivery	Litter Size	Male	Female
I* (31ATA ♀ + 31ATA ♂)	6/8	5/8	13	6	7
			10	5	5
			14	7	7
			11	4	7
			—	—	—
II** (31ATA ♀ + 31ATA ♂)	1/1	1/1	9	4	5

図3 ラットの妊娠とその産子数に及ぼす高圧環境の影響

* : 減圧後, 2 回目の正常性周期時に交配

** : 減圧後, 4 回目の正常性周期時に交配



Proteus-IV (Dec. 1979)

Exp. Group	Pregnancy	Delivery	Litter Size	Male	Female
I (31ATA ♀ + 31ATA ♂)	2/4 1/2*	2/4 1/2*	10	6	4
			14	6	8
			4*	3	1
			—	—	—
II (31ATA ♀ + 1 ATA ♂)	2/4 2/2*	1/4 2/2*	12	6	6
			11*	6	5
			11*	6	5
III (1 ATA ♀ + 31ATA ♂)	2/3 1/1*	1/3 1/1*	11	6	5
			3*	2	1

図4 ラットの妊娠とその産子数に及ぼす高圧環境の影響

* : 減圧後, 4 回目の正常性周期時に交配

Proteus- I, III&IV (Mar. 1980)

Exp. Group	Pregnancy	Delivery	Litter Size	Male	Female
Proteus- I	3/3	3/3	9	3	6
			7	5	2
			6	3	3
Proteus-III	5/5	5/5	14	7	7
			14	8	6
			12	7	5
			11	4	7
			7	4	3
Proteus-IV	5/5	5/5	16	8	8
			13	6	7
			12	6	6
			11	5	6
			11	5	6

図5 高圧暴露ラットの第1世代における妊娠とその産子数

結果及び考察

4回に亘る実験のダイブ・プロファイルとその結果を図1~4に示した。保圧期間の長さについては、ラットの性周期が減圧終了日に発情前期となるように設定し、少なくとも高圧環境下で性周期を1回以上繰り返したと推察されるラットによる交配実験を行った。第1回目の実験(Proteus I)では、加圧前からラットの状態が悪く、特に雄にその影響が顕著であり、予定していた実験群を変更して行ったが、高圧暴露群にも4例中1例ではあるが妊娠が認められた。また正常な妊娠期間を経て分娩が認められ、産まれた仔には視察において奇型は認められなかった。またこの実験では産子数が若干少なく、雄に比して雌が多い傾向が認められた。しかし、対象群も4例中2例と妊娠率は低く、本実験から高圧環境の影響を考察することは困難であった。第2回目(Proteus II)の実験では、4回の実験中、最も長い保圧期間をとったが、各実験群とも正常な繁殖能力が認められた。しかし、妊娠率は高圧環境に雌雄ともに曝露されたI群が25%と最も低く、II群、III群は50%であった。このことは、高圧環境下における何らかのストレス性の要因が雌雄のラットに作用しているものと考えられる。また実験中における視察による行動観察等でも、常圧時の活動性に比して31ATA保圧時にはその低下が見られ、“毛づくろい”等の行動の減少や、Heガス環境によると思われる立毛状態が観察されたことから推察される。産子数については、I群にも正常な産子数が認められ、雌雄の差は認められなかった。また仔

の奇型は1回目の実験と同様認められなかった。第3回目(Proteus III)の実験では、39ATA保圧後39時間後にケージ移動装置の故障があり、急速減圧を余儀なくされ、性周期の回復を待って減圧後の2周期目及び4周期目に交配実験を行った。その結果、急速減圧を行ったラットにも性周期の回復とともに正常な繁殖能力が認められ、産子数及び仔にも異常は認められなかった。第4回目(Proteus IV)の実験では、I群の成績が最も良く、4例中2例が減圧直後の交配で妊娠し、産子数及び奇型についても異常は認められなかった。さらに本実験では、減圧直後の交配において妊娠しなかったラットについても、性周期の回復を待って同様の実験群に分けて交配実験を行った。その結果、I群は2例中1例、II群及びIII群は全て正常な繁殖能力を示した。しかし、産子数については分娩時が飼育室の移動と重なり、仔を食殺したことから正確な数を確認することは出来なかった。以上の実験から、Proteus I, IIIおよびIVの実験において高圧暴露ラットを両親にもつI群から産まれたF₁についてもその繁殖能力を検討した。図5から解る通り、各れも正常な繁殖能力を示し、産子数及び性出現率も正常で、産まれた仔にも奇型は認められなかった。以上の結果より、本実験での高圧環境下では、ラットの卵子及び精子に影響はなかったものと推察される。しかし、4回の実験において妊娠率の低下が認められたことから、ラットに何らかのストレス性の要因が加わったことも考えられる。特に雌ラットには、性周期の変動に関わってくる要因として全ての環境因子が報告されており、本実験でも交配時におい

て、発情期の遅延が認められ、このことが妊娠率の低下と関係しているものと考えられ、高圧環境によるストレス等の影響を含めて今後更に検討する必要がある。

[参 考 文 献]

- 1) Brennan, D.M.A. and S.J. Brumleve: Alteration of offspring sex ratios in mice after air dives to an equivalent of 198 feet seawater. Proc. N. Dakota Acad. Sci. 27 (1): 5, 1973.
- 2) Brennan, D.M.A. and S.T. Brumleve: Sex ratios of laboratory rodents exposed to hyperbaric N₂-O₂. In: Aerospace Medical Association Reprints, 1974 Annual Scientific Meeting, p.199-200. Washington, D.C., published by the Association, 1974.
- 3) Kennedy, C.G., J.N. Boelkins and D.L. Matthies: Effect of continuous long-term hyperbaric He-O₂ exposure on endocrine function of rats. In: Aerospace Medical Association Preprints, 1975 Annual Scientific Meeting, p.117-118, Washington, D.C., published by the Association, 1975.
- 4) 田島嘉雄編集: 実験動物学総論, p.151-184, 1970, 朝倉書店.