

微小重力下での胎児の動きを推察するための模擬実験

岩田 香織^{1,2}, 三木 猛生³, 阿部 詩織⁴, 根津 八紘⁴ 吉川 文彦⁴, 上條 かほり⁴,
浜 正子⁴, 山崎 将生², 清水 強^{1,5}

1. 諏訪マタニティークリニック 附属清水宇宙生理学研究所
2. 藤田保健衛生大学 医療科学部
3. JAXA
4. 諏訪マタニティークリニック
5. 福島県立医科大学 (名誉教授)

A simulation experiment to speculate changes in fetus movements under micro gravitational conditions

*Kaori Iwata^{1,2}, Takeo Miki³, Shiori Abe⁴, Yahiro Netsu⁴, Fumihiko Yoshikawa⁴, Kaori kamijo⁴,
Masako Hama⁴, Masao Yamasaki², Tsuyoshi Shimizu¹*

1. Shimizu Institute of Space Physiology Suwa Maternity Clinic
2. Fujita Health University School of Health Sciences
3. JAXA,
4. Suwa Maternity Clinic
5. Fukushima Medical University School of Medicine (Professor emeritus)

Abstract: We have studied the effect of gravity on the fetus development to speculate the reproduction process in space. Results of these experiments suggested that the fetus may move independently to buffer the influence caused by movements of the mother under 1G environment, although it also tends to follow mother's movements. In the present study, we performed a simulation experiment to examine physical effects on the movement of fetus in the amniotic fluid. A doll made of vinyl chloride materials, a water bath made of acrylic plates, a rubber balloon and artificial seawater were used as models of fetus, uterus, amnion and amniotic fluid, respectively. The doll was placed in a bath (Pattern I) or a balloon filled with the sea water. In the latter case, the balloon was placed in the bath where the balloon was tightly touched to the wall of the water bath or it was separated from the wall. The bath was fixed on a tilting table. Three dimensional movements of models according to tilt of the table were recorded with three video cameras from the front, lateral and rostral sides of the doll. The side image demonstrated that displacement of the relative angle measured between an axis imaged on the doll and an axis on the bath wall increased when the table was tilted. The relative angle observed from other two sides didn't change. These results show that a substance in a bath filled up with artificial seawater keeps the original position even when the bath was tilted and we were able to extract the voluntary action of the fetus during mother's movements using results of both previous and present experiments.

【はじめに】セクシュアリティは人類の宇宙進出に必然的に伴ってくる要因であるが、それに関する最も基本的事項として宇宙におけるヒトの生殖活動をどう考えるかということがある。宇宙での生殖行動についてはメダカを用いた研究があり、昨今 関心が高まってきているが、我々は 2004 年から微小重力ないしは低重力下でのヒトの生殖過程について考察を重ねてきた(1-7)。その課題の一つに、胎児の発育と重力との関係の問題がある。この問題について、我々は母体の動きと胎児の動きとの関係を定量的に

把握する方法を工夫し、妊娠 12~15 週の妊婦への傾斜刺激中の胎児の動きについて超音波診断装置により観察し、分析を試みた。その結果胎児は母体内の動きに影響されるが、独立の動きもあることが推定された。しかし、その際みられる胎児の動きの能動的部分と受動的部分の判別は必ずしも明確ではない。本研究では、胎児の動きの受動的部分を解析するために今回は密閉容器の水中内での物体の動きを観察するモデル実験を行った。

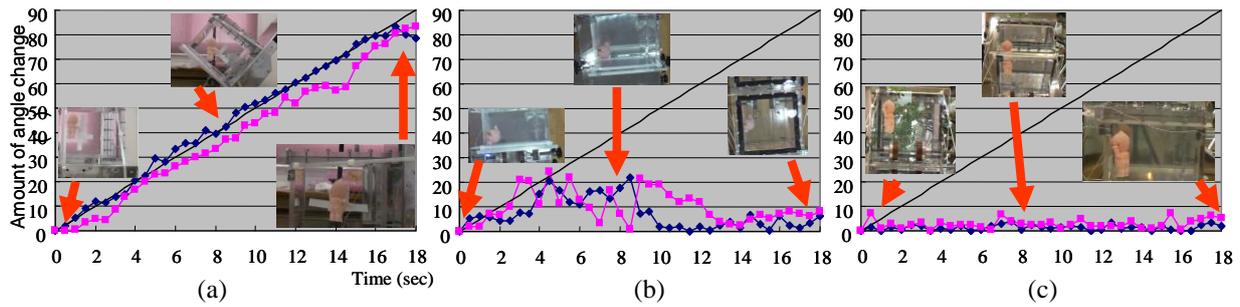


Fig.1 Angle displacement in (Pattern I model)

【方法】

従来行った人体での観察では被験者は妊娠12～15週で、この時期の胎児はおよそ体長18cm、体重120gくらいである。従って、モデルはこれに準じて作成した。胎児モデルは塩化ビニール製のキューピー人形を用い、体長10cm、重さ70～80gになるよう調整した。重量の調節は人形の中に高分子吸収体と水を注入して行った。子宮、臍帯、羊水、羊膜モデルには、それぞれ、アクリル製の水槽、ゴムバンド、市販の人工海水、ゴム風船を用いた。人工海水を用いたのは羊水の成分と海水の成分とが比較的共通していることによる。比重は羊水で従来報告されている値に近似するよう1.009-1.012に調整した。また、人工海水を入れた時人形が立位となるよう重心位置を調節した。水槽は密閉状態にした。

実験は各モデル部分の組み合わせ状態により3パターンを試みた。パターン1は、水槽内に直接人形を入れ水槽内を人工海水で満たした。パターン2は、人形をゴム風船の中に入れ、風船内を人工海水で満たし、その人工海水を入れた風船を水槽内に入れた。ゴム風船の大きさ(容積)を水槽とほぼ同じ位に膨らませて、ゴム風船が水槽内壁に密着するようにした。パターン3はパターン2に準じて作成し、風船の大きさ(容積)を水槽より小さくし、水槽内壁と離れるようにした。即ち、風船は水槽内で全体が自由に動けるようにした。

各モデルパターンについて、水槽を自動制御式電動傾斜台の上に結束バンドで固定し傾斜実験を行った。記録はビデオカメラを用いた。撮影方向は人形の正面、側面、頭部からの3方向とした。傾斜速度は、毎秒1度、5度及び10度の3速度を試みた。傾斜角度は、水平位から90°迄変化させ、次いで再び水平位に戻した。

解析は2次元画像解析ソフト(ライブラリー社製)を用いてPC上で行った。水槽壁または風船上と人形の表面上で各々任意に2点を定め、それら2点間と人形上の2点間をそれぞれ直線で結び、この2直線のなす相対角度 $=\angle a_0 - \angle a_1$ を計測し相対角度変位 $=|\angle a_0 - \angle a_1|$ を求めた。

【結果と考察】

各パターンについて5回ずつ試行して、傾斜台の動きに伴う相対角度変位の経時的変化をFig.1示した。Fig.1及びFig.2は5回の変化を平均値で示したものである。

Fig.1はパターンIでの側面(a)、頭部(b)、正面(c)からの結果で、傾斜速度は5°/秒である。側面画像は、相対角度変位が傾斜台の角度変化にほぼ追従していた。このことは傾斜角度が大きくなるにつれて水槽壁と人形はどんどん離れて行くことを示すものである。正面と頭部方向からの画像は変位は0近くを維持しており、水槽壁と人形の距離はほぼ一定であることを示していた。これらの結果から人形全体は重力方向に対してほぼ元の位置を保っていたと考えられる。

Fig.2パターンII(a)とパターンIII(b)との側面の結果である。パターンIIは、パターンIとほぼ同様の結果であった。パターンIIIでは、傾斜しても相対角度変位はほぼ0を維持した。このことは、水槽が傾いても風船と人形も傾くために、風船と人形との位置関係は変化しなかったためと考えられる。また、傾斜速度を変えた場合、角度変化に大きな違いは生じなかった。

胎児の自発的行動による変化分をみるため実際の胎児の観察で得られた相対角度変位と本模擬実験で得られた数値との差をとってみた。Fig.3に示すように傾斜に伴う角度変化は一定せず多彩であった。特に胎児は通常前後への動きを盛んに行っていることが推定される。

以上の結果から人工海水中では物質は重力方向に従って位置を保つということが言える。また、浮いている物体に対して傾斜速度はその動きにはほとんど関係の無いと考えられる。更に、胎児には重力方向とは関係ない動きが多々見られ、胎児自身の自発的な動きがかなりあるものと考えられる。こうした自発的動きは重力に抗しているものかもしれず、ある程度発達しており、重力が胎児の発育に影響を及ぼしていることを推定させるものである8)。

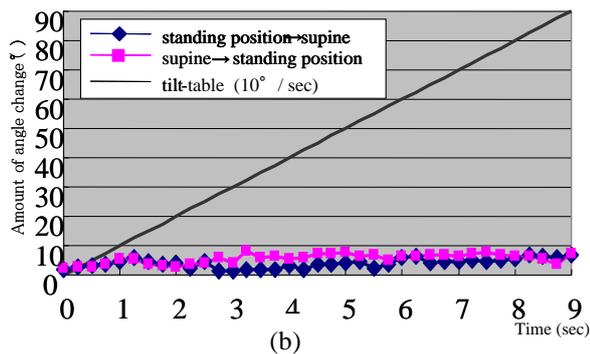
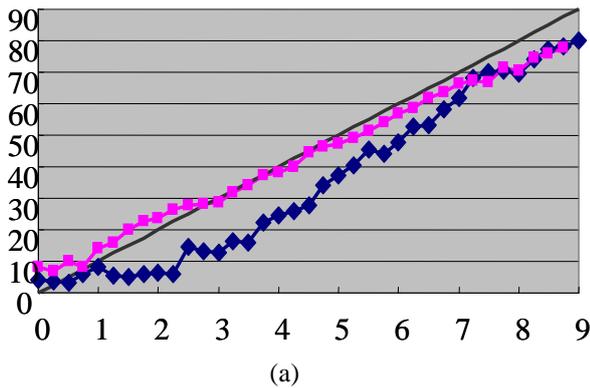


Fig.2 Angle displacement observed from lateral side in pattern II (a) and III(b)

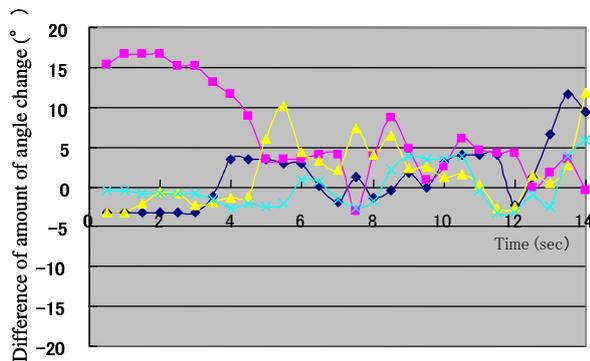


Fig.3 Independent movements observed in the fetus

【おわり】

本モデル実験の結果から超音波診断装置による胎児の動きの観察を考察することにより重力による受動的動き以外の胎児の自発的行動の程度を抽出することができた。

側方から観察した動きの分析結果は胎児が母体への傾斜刺激とは関係なく変動することも多く、また、このことから胎児は常時前後に揺れていることが推定される。微小重力環境では重心を取ることが困難となるため、この揺れも大きくなるかもしれず、重力による胎児の発達への影響も変化するであろう。宇宙環境での出産時には頭位以外のケースが多くなる可能性も考えられる。

【REFERENCE】

1. Shiori A., et al. An observation method to study the effect of gravity on the fetus Space Utiliz. Res. vol.22, 244-247, 2006.
2. Shimizu, T., Netsu, Y. et al. Prospects for reproductive medicine in space. Space Utiliz Res.20, 15-18, 2004.
3. Shimizu, T., Netsu, Y. et al. A proposal on a contribution of space biological sciences to sexual health in the human space life. Biological Science in Space 18, 169-170, 2004.
4. Shimizu, T., Netsu, Y. et al. The importance of sexuality for establishing a happy and peaceful space human society, IAC-05-A.P01, 2005, Fukuoka
5. Miki, T., Abe, S., Netsu, Y., Yoshikawa, F., Kamijo, K., Hama, M., Yamasaki, M., Hazama., A., Shimizu, T. A trial for studying effects of gravity on the fetus. The 27th Annual Gravitational Physiology Meeting Journal of Gravitational Physiology 13(1):175-6, 2006
6. Miki, T., Abe, S., Netsu, Y., Yoshikawa, F., Kamijo, K., Hama, M., Yamasaki, M., Hazama., A., Shimizu, T. A possible participation of gravity on the fetus development. Space Utilization Research, Vol.24, 273-275, 2008
7. Miki, T., Abe, S., Ito, C., Hama, M., Sakai, M., Kamijo, K., Yoshikawa, F., Yamasaki, M., Shimizu, T. Netsu, Y., Consideration of influence of gravity to the fetal attitude. Space Utilization Research, Vol.25, 138-140, 2009
8. Sekulic SR., Lukac DD, Naumovic NM The fetus cannot exercise like on astronaut Med Hypoltheses.64(2); 221-8, 2005.