

日本小児科学会こどもの生活環境改善委員会

## Injury Alert (傷害速報) Follow-up 報告 No. 4

この速報は、会員からの貴重な投稿事例を紹介し、同じ傷害の発生を予防するために委員会からのコメントを載せています。しかし、コメントするだけでは具体的な予防にはつながりません。そこで、予防につながる活動も行っています。今回は、日本技術士会に検討を依頼し、検討結果が送られてきましたので下記に報告いたします。

### 浴槽用浮き輪による溺水に関する日本技術士会の検討結果

(No. 4: 日児誌 2008年5月号, No. 18: 日児誌 2010年7月号)

公益社団法人日本技術士会登録「子どもの安全研究グループ」小田部 譲

私たちは Injury Alert No. 4「浴槽用浮き輪による溺水事故」について技術的な面から研究を行いました。これは、浴槽内でパンツ型の浮き輪に座らされて浮かんでいた生後9か月の子どものが、母親が気づかない3~4分のうちに浴槽内で溺れて一時呼吸停止したという事故でした。

子どもがパンツ型浮き輪に乗って水に浮かんでいる状態では、子どもの重心は浮き輪に作用する浮力の中心(「浮心」)より高い位置にあります。子どもが浮き輪から身を乗り出すなどすると浮き輪は傾きます。しかしながらその傾きに応じて「浮心」がその方向に移動し、それにより復元力が働くことで転覆することなく安定を保つことが出来ます。(船の原理)

子どもが身を乗り出すような行動を更に進めると、重心の移動が進むのに対して「浮心」の移動がそれに対応できなくなります。3つの計算方法で検討したところ、浮き輪の傾きがあるところまで進むと「浮心」の移動方向が反転してしまい、復元力は消失して転覆します。この状態が「転覆限界」で、このときの傾きはおおよそ25~30度程度であることがわかりました。

計算には3つの方法を使いました。下記の方法以外は、浮き輪を画像処理でスライスして浮心の移動を図形から解析する方法、浮き輪を立体的な形のまま積分によって直接浮心の移動を解析する方法で検討しました。

#### 検討内容：直方体の浮き輪モデルにより幾何学的に解析する方法

子どもは2歳児モデルを想定、子どもの体重は浮き輪の全容積の半分相当の浮力で支えると仮定します(図1)。

直方体の浮き輪モデルでは、図2の水面下の台形部分の幾何学的重心を求めればそれが水面下にある浮き輪に働く浮力の中心になります。浮き輪の回転角度を変えてそれに対応する浮心の位置を浮き輪の中心からの水平距離で求めることができます。回転角度と浮心位置の関係は図3のようになります。

この図から、最初のうちは回転角度が増すと浮心の位置が次第に浮き輪の外側に移動し、復元力の作用によりその角度で安定しますが、角度が25度を超えるあたりから浮心の移動は止まり、やがて逆転することがわかります。つまり「転覆限界」があるということです。

これらの解析においては、回転角度は途中までしか計算していませんが、角度が90度では子どもが水平になり、浮き輪は垂直になります。この状態では子どもの重心は浮き輪の中心から一番遠い位置にあり、一方浮き輪の浮心は中心位置に戻っていますから、回転の力は最大になります。回転が更に進行すると浮き輪は裏返しになり、浮心は子どもの重心とは反対方向に急速に進むので回転力は増し、一気に逆さまの状態になります。パンツ型の浮き輪では子どもの足が浮き輪にはまっているので、子どもは浮き輪と一体で回転し、ついには逆さ宙吊り状態になります。

計算の結果を確かめるために、産業技術総合研究所の協力を得て、6か月児相当のダミー人形を浮き輪に乗せて実験を行いました。実験では実際に事故を起こした浮き輪の他、インターネットで購入したいくつかの浮き輪を使いました。人形の乗せ方を変えると浮き輪はある角度で安定します。人形の位置を少し

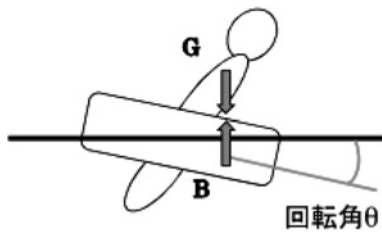


図1 子どもと浮き輪のモデル

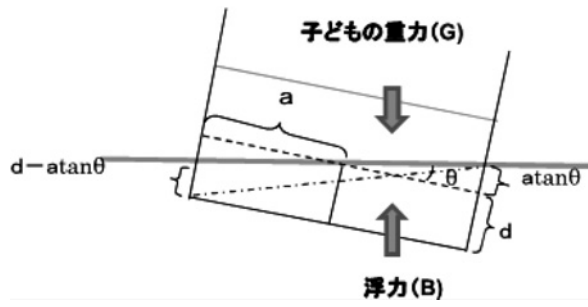


図2 直方体断面モデル

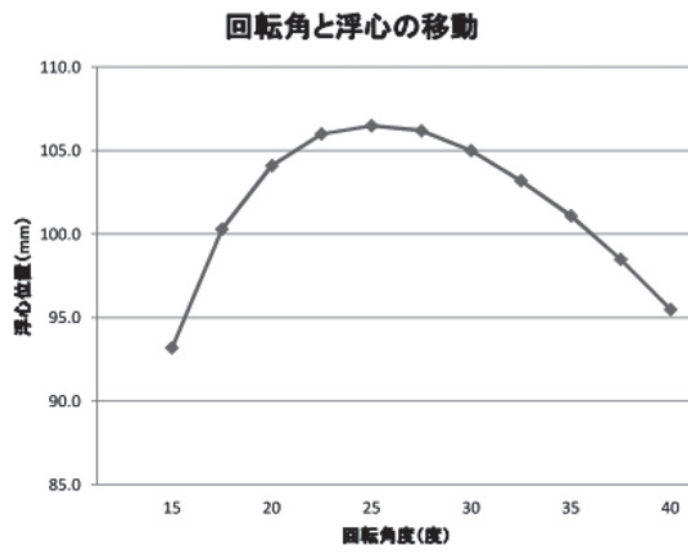


図3 回転角度と浮心の移動の関係



図4 ダミー人形による浴槽用浮き輪の転覆実験

ずつずらして行き、浮き輪がある傾斜角度に到ると、手を離れたとたんに「あっ」という間に転覆して人形は逆さの宙吊り状態になってしまいました。(図4参照)

ビデオ画像により転覆開始から逆さ宙吊りまでの時間は2秒足らずであることがわかりました。

これらの研究結果から、パンツ型浮き輪は小さい子どもにとって極めて危険なものであることがわかりました。「目を離さないで」というキャンペーンが行われていますが、わずか2秒で逆さ宙吊りにまで到るといふ危険の本質まで周知されているとは思えません。「浴槽では使わないで」という警告が表示されているだけで、ほとんど同じ構造の浮き輪がネットで購入できる状態にあります。

このような危険は、子どもの重心が浮き輪の浮心より高い位置にあることが危険の本質と言えます。解析の計算の中で、復元力を大きくするとか浮心の移動をなるべく遠くする方法も検討することが出来ますが、重心が浮心より上にある以上、最後に逆さになることは避けられません。この問題を解決するために、浮心が必ず重心より上にある構造を考えることが出来ます。そのためには浮き輪を体の重心よりもできる限り高い位置に置くことが重要です。たとえば脇の下の位置、あるいは肩の位置などです。子どもは大人が思う以上に活発に動き回るものであり、そのような動きがあっても体が安定して子どもの顔が必ず水の上にあることが求められます。

「浴槽用浮き輪(座れるタイプ)」は業界が販売を自粛しており、また保護者に対して「目を離さないで」という警告が行政機関から出されていますが、ほとんど同じ構造の浮き輪がカタログやインターネットで購入することが出来ます(浴槽では使わないで下さいという表示はされています)。保護者が子どもと一緒に風呂に入るとき、洗髪などのためにほんの数分、一時的に子どもをどこかに保持したいというニーズがあり、ちょっとした時間だから、と手元にある浮き輪を使ってしまう危険は今でもあります。

私たちは上記の研究の成果から浮き輪の本質的な危険を関係先に伝え、事故の再発防止に少しでも貢献出来るよう活動を続けたいと考えています。

## 日本小児科学会こどもの生活環境改善委員会

### Injury Alert (傷害速報)・再掲載

#### No.4 浴槽用浮き輪による溺水

事例	年齢:0歳 9か月 性:男	
傷害の種類	溺水	
原因対象物	Tレックス スマートフロート	
臨床診断名	呼吸停止。(心停止は不明)	
発生状況	発生場所	自宅の浴槽内。
	周囲の人・状況	母と一緒に浴室におり、母は洗髪中だった。
	発生時刻	11月21日 午後19時頃
	発生時の詳しい様子と経緯	母が洗髪中、患児はオムツ型の浮き輪に座らされ、足はついていない状態で浴槽内に浮かばされていた。母が、患児の声がしないのに気づき(長くて3~4分)確認したところ、患児は浮き輪からはずれ、うつ伏せで浴槽に浮かんでいた。すぐに浴槽より引き上げたところ息をしておらず、顔色不良のため人工呼吸を行った。1~2分で呼吸が再開し、ミルクの嘔吐もみられた。救急車で近医に搬送され、今後の加療のため同日当院へ搬送され入院となった。
治療経過と予後	当院来院時、呼吸はやや不規則、100%酸素投与でSpO <sub>2</sub> は100%であった。意識はやや混濁していたが循環は安定していた。集中治療室に入室して管理した。呼吸は数時間で安定し、抗痙攣薬、浸透圧利尿薬を使用した。翌日には意識清明となり、哺乳も普段どおり出来るようになった。頭部CTに異常を認めず、脳波所見も正常範囲内であった。その後著変なく、麻痺、失調など認めず11月27日に退院となった。以後外来で経過をみており、翌年3月9日(1歳1か月)外来受診時の発達状況は、伝い歩き可能、単語は「わんわん」、「おっばい」が言える。後遺症は残さない可能性が高い。	

【こどもの生活環境改善委員会からのコメント】

1. この浮き輪は、浴槽内ですべるなどの危険性を減らすために作られた乳幼児用商品である。
2. この浮き輪は座るようになっているため、乳幼児の重心の位置が高くなる。子どもの頭が前方、あるいは後方に移動すると容易に前方、あるいは後方に転倒する。
3. いったん転倒すると、元の位置に戻ることができず、溺水となる可能性が高い。溺死例も報告されている。
4. 保護者といっしょに入浴する以外にも使用される可能性がある。危険性が高い商品であり、保護者にはこの商品を使用しないよう勧告する。

No. 18 解決したはずの浴槽用浮き輪による溺水（2009年3月、10月の2例）

事例	年齢：7か月 性：男	
傷害の種類	溺水	
原因対象物	浴槽用浮き輪	
臨床診断名	呼吸停止	
発生状況	発生場所	自宅の浴槽内
	周囲の人・状況	母親と一緒に入浴していた
	発生時刻	2009年3月15日 午後9時15分頃
	発生時の詳しい様子と経緯	浴槽内で、子どもを座面つきの浮き輪に座らせていた。母親が洗髪のため2～3分間目を離れたところ、浴槽内でうつ伏せになって浮かんでいた。直ちに抱き上げたがぐったりとして泣かず、顔面は蒼白であった。21時23分に救急車を要請した。救急隊による電話の指示で心肺蘇生を開始し、その後泣き出したが、閉眼のまま体に力が入っていた。
治療経過と予後	午後9時54分に当院に到着した。入院時、体重は9.0kg、体温は36.0℃、脈拍は120/分、呼吸数は40/分、血圧は100/55であった。閉眼状態で、唸っていた。呼吸音は清で、外眼瞼に点状出血斑がみられたが、外傷痕はなかった。来院時に強直性痙攣が出現し、ジアゼパムの静注でいったん収まった。入院してマンニトール、ミダゾラム、抗菌薬の投与を行ったが痙攣が遷延し、意識レベルもJCS-200から回復せず、脳低温療法法の適応が考えられたため、入院2時間後に大学病院へ転院となった。転院後、低酸素性脳症による意識障害と考え軽度低温療法が行われた。入院4日目の頭部CTに脳浮腫はなく、7日目に復温を完了した。リハビリを行い、食事摂取、座位、つかまり立ちまで可能となった。脳波は正常睡眠徐波、頭部MRIでわずかな萎縮性変化を認めた。4月15日、自宅への退院となった。	

事例	年齢：10か月 性：女	
傷害の種類	溺水	
原因対象物	浴槽用浮き輪	
臨床診断名	呼吸停止	
発生状況	発生場所	自宅の浴槽内
	周囲の人・状況	母親と一緒に入浴し、浴槽用浮き輪に座らせていた
	発生時刻	2009年10月14日 午後6時15分頃
	発生時の詳しい様子と経緯	3～4分間目を離し、午後6時15分頃に気付くと浴槽の底に沈んでいた。引き上げて刺激したところ、2回嘔吐し、その後徐々に呼吸が再開した。既往歴では、低出生体重児で、心雑音を聴取していた。
治療経過と予後	午後7時10分に救急車で当院に到着した。意識は清明で、啼泣も盛んであったが、経過観察を目的に入院となった。入院時、体重は6.0kg、体温は36.1℃、脈拍は124/分、呼吸は22/分で、両肺野に湿性ラ音を聴取し、胸骨左縁にII/VIの収縮期雑音を聴取した。他の身体所見や神経学的所見には異常は見られなかった。血液検査、胸部X線写真、頭部CTにも異常はなく、胸部超音波にて軽度の肺動脈弁狭窄、卵円孔開存が認められた。マンニトール、抗菌薬を投与して経過を観察した。入院後、発熱、痙攣、呼吸障害はなく、溺水の合併症は出現しなかったため、10月16日に退院となった。	

【こどもの生活環境改善委員会からのコメント】

1. 2008年5月号の本雑誌のInjury Alert No.4でも浴槽用浮き輪による溺水例を報告(1)している。今回

は同じ医療機関から2例の報告があった。

2. Injury Alert No. 4 の情報は消費者庁の前身である内閣府に伝えた。2009年5月の段階で、「浴槽用浮き輪については、小児科医からの情報提供を踏まえ、2007年1月に当該製品をST対象外とする手続きがとられた。同年、国民生活センターの要望を踏まえ、(社)日本玩具協会は注意喚起の共同社告を全国紙に掲載し、現在、製造・販売している会社はない」という報告があった。すなわち、行政レベルでは2009年春の段階で、問題は解決したという認識であった。
3. しかし、現実には浴槽用浮き輪による溺水が発生し続けている。販売は中止されたが、すでに購入されていたものは実生活で使用され、同じ傷害が発生している。インターネット上では、類似品の販売やオークション取引がある(2010年6月現在)。
4. 今回の報告例を経験した医療機関では、外来に浴槽用浮き輪についての注意のポスターを掲示している。やむにやまれぬ気持ちでの注意喚起と思われるが、一医療機関のこのような対応では効果は期待できない。
5. 死亡、あるいは重症化する可能性が高い製品の規制の在り方について検討する必要がある。規制ができたとしても、規制以前に購入された製品の安全性についても検討する必要がある。

#### 文献

- 1) 日本小児科学会こどもの生活環境改善委員会：Injury Alert (傷害注意速報) No. 4 浴槽用浮き輪による溺水。日児誌 112：910, 2008
-