

01-5

液体と軟質部材が混在する軽量ウォーターマットの開発

Development of lightweight Water-mat including liquid with flexible materials

○ 池田浩之 (静岡大院)      正 鳥居孝夫 (静岡大)      美津島隆 (浜松医大)  
 高野純一 (ウォーキング DAY)      中村利治 (ナチュラル)      正 森田信義 (静岡大)

Hiroyuki IKEDA, Shizuoka University  
 Takao TORII, Shizuoka University  
 Takashi MIDUSHIMA, Hamamatsu University School of Medicine  
 Junichi TAKANO, WalkingDAY  
 Toshiharu NAKAMURA, Natural  
 Nobuyoshi MORITA, Shizuoka University

**Abstract:** A water-mat including water in the baggy mat was developed for persons in need of nursing care. A flow of water in this mat is controlled by the positions, sizes, number and shape of some weirs and some orifices in the water-mat. This mat is designed to have a good body pressure distribution and to follow smoothly the posture of patient. This Water-mat is however, too heavy for elder people to use easily. If more lightweight Water-mat can be developed, more people can used it in home care. So we newly developed lightweight A water-mat including liquid with flexible materials. We verified the pressure dispersion of The lightweight water-mat by comparing it with existing Water-mat.

**Key Words:** Water-mat, Flow of liquid, Body pressure distribution, Flexible material, Home care

1. 緒言

超高齢社会を迎え、寝たきりの高齢者が増加しているなか褥瘡 (床ずれ) の発生する危険が高まっている。

褥瘡の要因はいくつかあるが主な要因は身体に加わる集中的、長期的な圧力である。したがって、介護者は褥瘡を予防するため、数時間おきに被介護者の体位変換を行なって、身体に加わる局所的な圧力を下げなくてはならず、介護時の大きな負担となっている。

これまでの研究で、液体の圧力分散性と人体追従性を利用し、ベッド上で使用する体圧分散効果を有する腰部ウォーターマットが研究開発され、その体圧分散効果が実証されている。しかし、在宅介護においてウォーターマットを用いるにはさらなる軽量化が望まれている。本研究ではウォーターマットの一部分に軟質部材を用いることで体圧分散効果を維持しつつ軽量化を行い、在宅介護でも使用できるような新型のウォーターマットを開発する。そして開発したウォーターマットの体圧分散効果の検証を行う。

2. ウォーターマット

2.1 ウォーターマットとは

ウォーターマットとは、袋状シートの内部に液体を充填し、その内部にセキ (水止め:Weir) とオリフィス (流出口:Orifice) を設けることにより、内部の液体の流れをコントロールすることで、体圧の分散と、体位変換時の液体の追従性を得ることのできるマットであり、主にベッドマットレスの腰部に敷いて使用するものである。

袋状シートの材料はEVA (エチレン酢酸ビニル)、内部の液体は塩化カルシウム 30%水溶液で、高周波ウェルダーにより溶着されている。

図1にこれまでに開発されたウォーターマットを示す。表1にウォーターマットの諸元を示す。

このウォーターマットは仰臥位での寝姿勢やベッドのギャッジアップ時に、高い圧力がかかる仙骨部と尾骨部、坐骨部に液体が溜まるようにセキを配置している。そうすることで腰部や臀部における集中圧力を広い面で支えることができ、圧力を分散する効果がある。

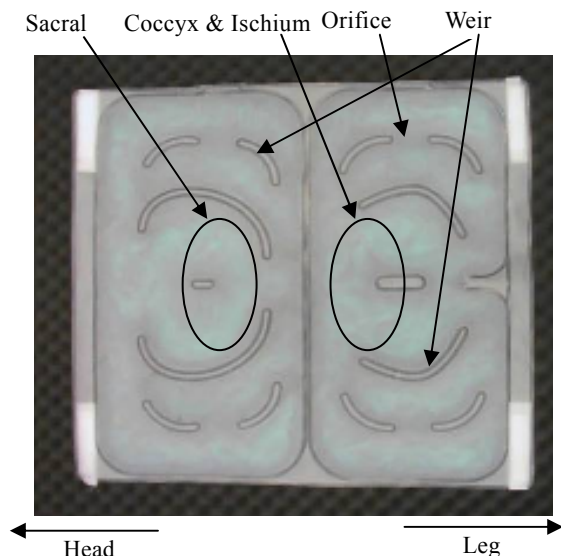


Fig.1 Water-mat

Table 1 SPEC List of Water-mat

	Size[mm]	Mass[kg]
Water-mat	510×544	2.4

**2.2 ウォーターマット内蔵敷パッドの体圧分布測定実験**

実際の介護現場においてウォーターマットを使用する場合と条件をそろえるため、本実験ではウォーターマットを厚さ 50[mm]のパッド(マットレス上部に敷く敷パッド)に内蔵した(以下ウォーターマット内蔵敷パッドと呼ぶ)。このパッドをマットレスもしくは布団上に敷くこととする。

ウォーターマット内蔵敷パッドの性能を評価するために通常のマットレスにウォーターマット内蔵敷パッドを付加した場合、体圧がどの程度減少するかを測定する。実験風景を図 2、ウォーターマット内蔵敷パッドを図 3 に示す。

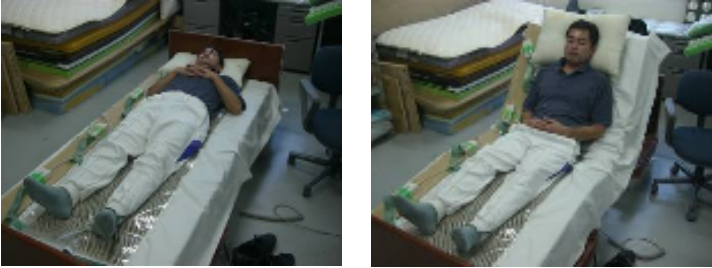


Fig.2 Scene of experiment

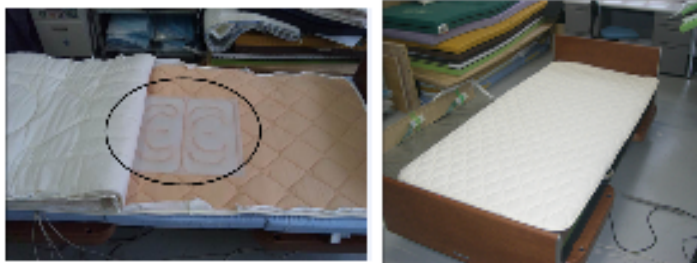
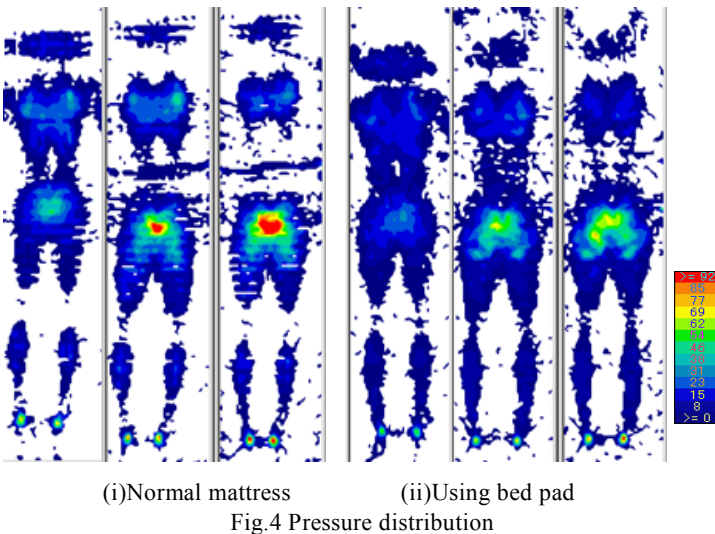


Fig.3 Bed pad within Water-mat

被験者は 20 歳代から 70 歳代の男性 6 名である。

なお測定はギャッジアップをしながら行い、ギャッジアップ角は 0°、15°、30°、45°、60°、75° とする。測定回数は 3 回とし最大体圧は 3 回の平均値とする。図 4 に体圧分布測定結果の一例を示す。(左から順に 0°、60°、75°)



(i)Normal mattress (ii)Using bed pad  
Fig.4 Pressure distribution

図 4 よりウォーターマット内蔵敷パッドの使用により体圧が高い赤い部分(青から赤になるにつれて圧力が上がる)が減少していることがわかる。30 歳代男性の最大体圧を比

較した結果を図 5 に示す。どの角度でもウォーターマット内蔵敷パッド使用時の最大体圧が、通常マットレス単体使用時のそれよりも下がっていることがわかる。

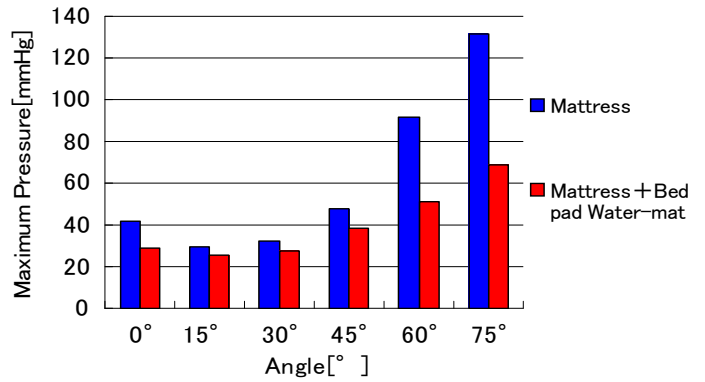
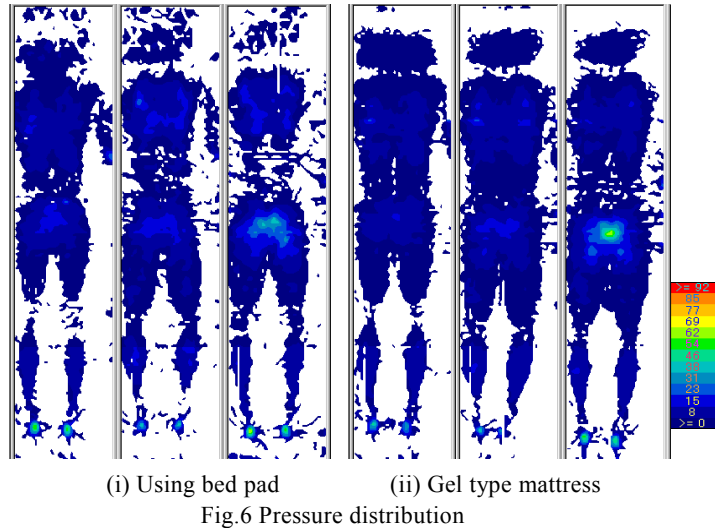


Fig.5 Maximum body pressure

この傾向は被験者 6 名とも同様であり、腰部での体圧がすべての角度において減少している。また、特にギャッジアップ角が大きくなるにつれて体圧の減少率が高くなっていることがわかる。

**2.3 褥瘡予防用マットレスと、通常マットレス上に敷パッドを付加した場合の体圧比較実験**

現状の褥瘡予防用マットレスと、ウォーターマット内蔵敷パッドを付加したマットレスとで体圧の比較を行った。用意した褥瘡予防用マットレスはジェルマットレス、高機能ウレタンマットレス、エアーマットレスの 3 点で、通常マットレスにウォーターマット内蔵敷パッドを付加したものと比較した。実験方法は先ほどと同様である。実験結果の一例として、ジェルマットレスと比較した際の体圧分布図を図 6 に示す。



(i) Using bed pad (ii) Gel type mattress  
Fig.6 Pressure distribution

図 6 より、ジェルマットレス使用時とウォーターマット内蔵敷パッド使用時の体圧分布を比較した場合、どちらも体圧が高い部分(赤色)がなく、全身で低い圧力に抑えられていることがわかる。

体圧分布図より最大値を抽出したグラフを図 7 に示す。

図 7 より、通常マットレスにウォーターマット内蔵敷パッドを付加すると、褥瘡予防用マットレスと同程度の体圧分散効果を持つことがわかる。

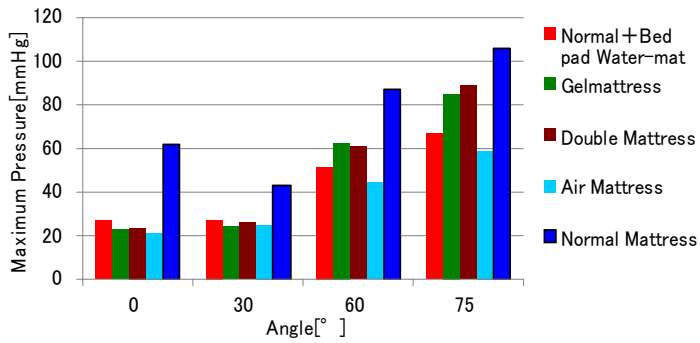


Fig.7 Maximum body pressure

### 3. 軽量ウォーターマットの開発

#### 3.1 開発の目的

図1で示したウォーターマットに体圧分散効果があることは実証された。

しかし、このウォーターマットは表1で示すように重量が2.4kgあるため着脱や位置の変更などは介護士や看護師などの健常者でなくては行うことが難しい。そのため、これまでは介護施設や病院での使用に限られてきた。

しかし、要支援、要介護認定を受けている方々の半数以上は在宅において介護を受けている。また現在の在宅介護では介護者と被介護者の関係が夫婦間や親子間である場合が全体の60%を超えており、いわゆる老老介護が一般的となっている。そのため、本研究では、より軽量のウォーターマットを開発し、これまで以上に幅広い要支援者、要介護者の褥瘡を予防しつつ、介護者の負担を軽減することを目指す。

#### 3.2 開発方法

図8にウォーターマットと腰部での圧力分布図を示す。

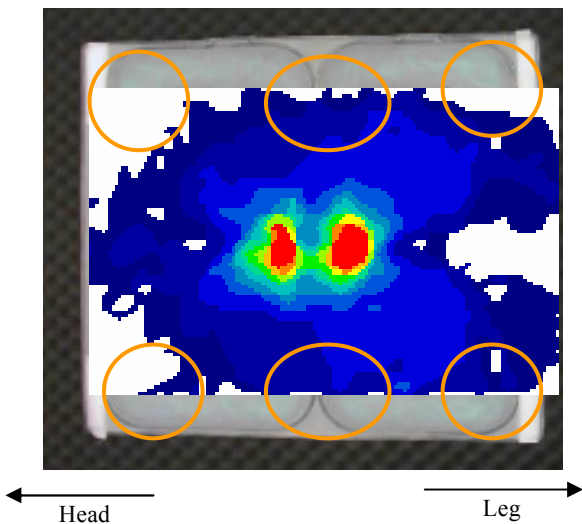


Fig.8 Water-mat&Pressure distribution

図8から腰部での圧力分布は主に仙骨部と尾骨部と座骨部に集中しており、その他の部分には褥瘡の発生要因となるほど大きな圧力はかかっていないことがわかる。そのため、高い圧力がかかる部分以外には水が流れないように仕切りを作り、その仕切りの内部には液体のかわりに空気と軟質部材を用いる。図9に液体と気体が混在する軽量ウォーターマットを示す。表2に液体と気体が混在するウォーターマットの諸元を示す。

圧力分布図を参考にして、圧力が低い部分に水溶液のかわりに軟質部材を用いることでウォーターマット内の水量を50%少なくし、重量も1kg以上軽くなった。

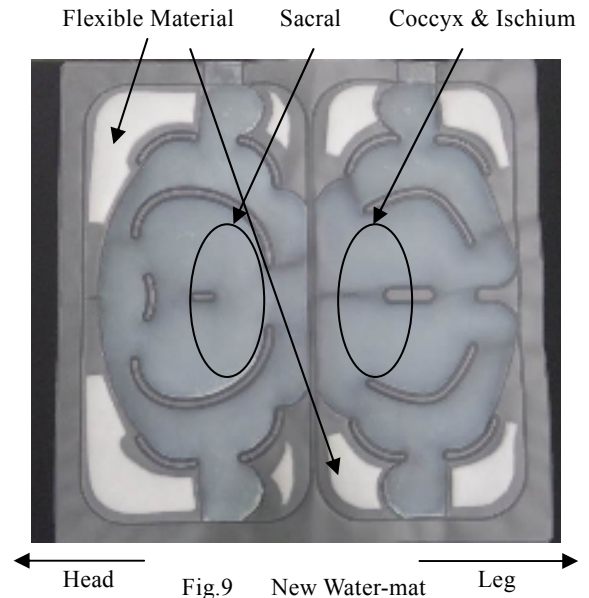


Fig.9 New Water-mat

Table 2 SPEC List of New Water-mat

Water-mat	Size[mm]	Mass[kg]
	510×544	1.3

軟質部材は軽量、安価であり、多くのベッドマットレスに使用されているウレタンとの組み合わせも非常に良いためポリエステル綿を用いることとした。

### 4. 軽量ウォーターマット性能実験

#### 4.1 実験方法

今回の実験ではウレタンマットレス単体とウレタンマットレスに現行品のウォーターマットを内蔵した敷パッドを付加したもの、ウレタンマットレスに軽量ウォーターマットを内蔵した敷パッドを付加したものの3種類で体圧の比較を行った。実験方法はウォーターマット性能実験と同様である。

被験者は20歳代から69歳までの男女7名であり、ギャッジアップ角は0° 30° 60° 75°とする。

表3に軽量ウォーターマット性能実験の被験者データを記す。

Table 3 Body Data Of Subjects

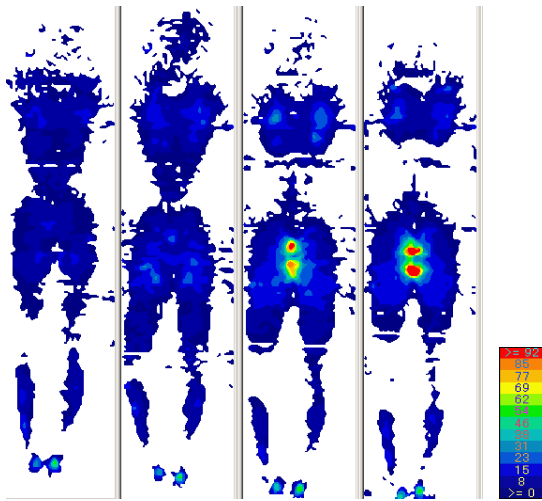
No.	Sex	Age	Height[m]	Weight[kg]
1	M	39	1.69	63
2	W	60	1.54	45
3	M	69	1.64	58
4	M	67	1.70	52
5	M	69	1.66	70
6	W	65	1.56	55
7	W	29	1.72	52

#### 4.2 実験結果と考察

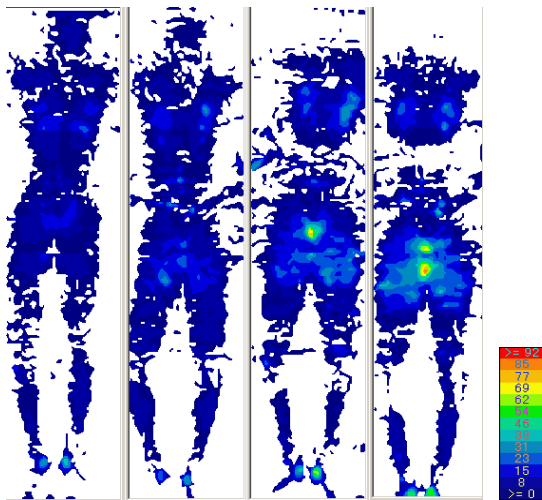
図10に60代男性の体圧分布測定結果の一例を示す。(左から0° 30° 60° 75°)図10の(i)からウレタンマットレス単体ではギャッジアップ角が大きくなると腰部と臀部において高い圧力がかかることが確認できる(赤色)。しかし、ウォーターマット内蔵敷パッドを付加した場合、局所的にかかっていた高い圧力が分散され赤色の部分がなくなることがわかる。

現行品のウォーターマットを内蔵した敷パッドを付加した場合と今回新たに開発した軽量ウォーターマットを内蔵した敷パッドを付加した場合との間には体圧分布上では大きな差は見られなかった。

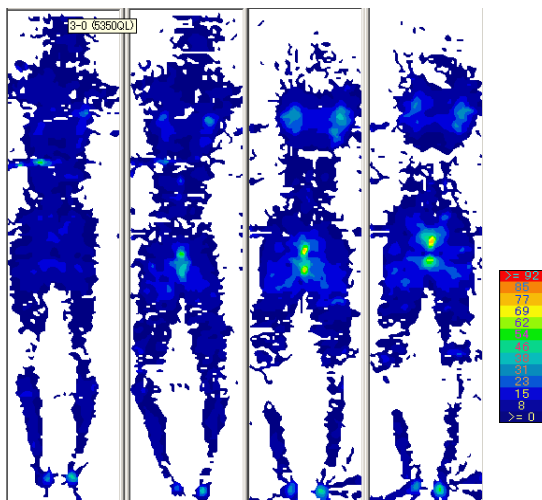
図 10 の体圧分布図から最大体圧を抽出したグラフを図 11 に示す。



(i) Mattress Only



(ii) Using bed pad Water-mat



(iii) Using bed pad Lightweight Water-mat  
Fig.10 Pressure distribution

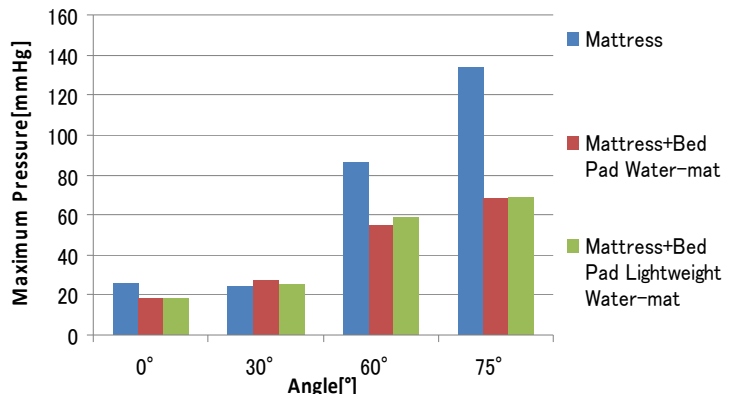


Fig.11 Maximum Body Pressure

図 11 よりマットレスにウォーターマット内蔵敷パッドを付加することにより、最大体圧が 60° の場合では約 30%、75° の場合では約 50%減少していることがわかる。そして現行のウォーターマットと今回開発した軽量ウォーターマットの間には 5%程度と誤差の範囲内の差しか生じていないことがわかった。この結果は7名全ての被験者において同様の傾向であった。

このような結果が得られた要因は高い圧力がかかる仙骨部周辺と尾骨部、坐骨部周辺にのみ液体を入れたためであると考えられる。荷重がかかった時のウォーターマット内の液体の逃げが現行品よりも少なくなったことにより、現行品よりも必要な部分にのみ液体をためることが出来た。そのため水量を減らしつつも体圧分散効果を維持することが出来たと考えられる。

これにより液体と気体が混在する軽量ウォーターマットを用いたウォーターマット内蔵敷パッドには現行品のウォーターマット内蔵敷パッドと同程度の体圧分散効果があることがわかった。

## 5. 結言

本研究では新たに液体と軟質部材が混在するウォーターマットの開発を行ない、現行品のウォーターマットとの体圧の比較実験を行った。その結果を以下に記す。

1. 液体と気体が混在する軽量ウォーターマットには現行品のウォーターマットと同程度の体圧分散効果がある。
2. 液体と気体が混在する軽量ウォーターマットは現行品のウォーターマット 2.4kg と比べて約 45%軽量の 1.3kg であるため高齢の方でも扱いやすく幅広い介護現場で使用することができる可能性がある。

## 6. 参考文献

- (1) 杉野典利他,体圧分散効果を有するウォーターマットの開発,日本機械学会,スポーツ工学/ヒューマンダイナミクス,ジョイントシンポジウム 2009(2009.12)
- (2) 大島新他,新ウォーターマットの開発と体圧分散効果の検証,東海支部第 60 期総会・講演会 2011(2011.3)