209 心の可視化によるウォーターベールの癒し効果の検証

中山泰喜[○] (未来技術研究所), 沖 眞 (東海大学), 音成直樹 (ジャパン アクアテック)
青木克巳 (東海大学), 小倉理一 (西日本流体技研), 武者利光 (脳機能研究所)

Verification of Healing Effect of Water Veil by Visualization of Mind

Yasuki Nakayama, Makoto Oki, Nawoki Otonari, Katsumi Aoki,
Michihito Ogura and Tosimitsu Musha

ABSTRACT

A very thin water veil like a transparent thin sheet of vinyl has been produced by shaping a double-disk nozzle in such a way to accelerate the water flow inside the nozzle. Comparison of the simulated shape of the water veil with that of the experiment shows that they are almost identical.

Human mind can be refreshed and relaxed by being inside of this water veil. In this paper, the application of water veil to healing of mind and body is examined. The analysis of the brain wave data using the emotion spectrum analysis method (ESAM) elicited that the water veil is very useful to recover the freshness and effective to healing of mind and body.

Keyword : Water veil, Healing, Computer simulation, Visualization of mind, Brain wave

1. 緒 論

二枚円板形ノズルの流出流れを加速流れになるように出口形状を工夫することにより、極めて薄い、ビニールシートのような透明膜からなるウォーターベールを形成することに成功した。この現象を水膜の微少部分における重力、表面張力、慣性力、空気抵抗による力の釣り合いについての式をもとに、数値解析を行った。小形のウォーターベールについて、数値シミュレーション結果と実験結果と比較し、良い一致を見た¹⁾。この装置はインテリアデザインとしても有用である。

このウォーターベールは空気清浄効果、加湿効果があり、またレナード効果によりマイナスイオンを発生することもあり、ゆらぎの効果も認められた。そこで、このウォーターベール内の空間を癒しに使うことを考えた。

この論文では、大きなウォーターベールについて数値解析と実験を行い、その特性を明らかにするとともに、これを、心身の癒しに利用した場合についての効果が検証されている。

2. ウォータベール

2.1 理論解析

いま、表面張力 T を一定と考え、任意の点の流体速度を u 、ノズルからの流出速度を u_0 、重力加速度を g とし、空気抵抗を省略すると、次の式が得られる。

$$u^2 = u_0^2 + 2gz \quad (1)$$

垂直軸に対するウォーターベール表面の傾斜を ϕ 、任意の点のウォーターベールの厚さを t 、ウォーターベール内外の圧力差を p 、流出流量を Q 、子午線面の曲率半径を r_c とすると、表面張力、圧力、重力、慣性力の釣り合いから次の式が得られる。

$$\frac{2T}{r_c} + \frac{2T \cos \phi}{x} - p + gpt \sin \phi - \frac{u^2 \rho t}{r_c} = 0 \quad (2)$$

$$\text{連続の式は, } 2\pi x u t = Q \quad (3)$$

式(1)および(2)は、次式の関係により、無次元化することができる。

$$\frac{X}{x} = \frac{Z}{z} = \frac{S}{s} = \frac{4\pi T}{\rho Q u_0} = \frac{1}{R} \quad (4) \quad U = \frac{u}{u_0} \quad (5)$$

ここに、 s は原点から測った子午線で切ったフィルム弧の長さ、 R は二枚円板形ノズルの半径とする。

式(1)に式(4)および(5)を代入すると

$$U^2 = 1 + 2\beta Z \quad (6) \quad \text{ここに, } \beta = \frac{g\rho Q}{4\pi u_0 T} \quad (7)$$

$$\frac{1}{r_c} = -\frac{d\phi}{ds}, \quad \sin \phi = \frac{dX}{dS} \quad \text{および式(3), (4), (5)}$$

より式(2)は

$$-\sin \phi \frac{d\phi}{dX} \left(1 - \frac{U}{X}\right) + \frac{\cos \phi}{X} - \alpha + \beta \frac{\sin \phi}{UX} = 0 \quad (8)$$

$$\text{ここに } \alpha = \frac{\rho u_0 Q P}{8\pi T^2}, \quad (9)$$

式(8)に, 初期条件 $\phi = \phi_0, X = Z = S = 0$ を与えて, ルンゲ・クッタ法により数値解析を行った。

2.2 実験装置

実験装置を Fig.1 に示す。ノズルの外径は 160cm, 高さは 100 cm である。ポンプからの水は, 流量測定装置をへてノズルに供給される。流量は超音波流量計により求めた。ポンプの回転数を変えることにより, 流量を変え, 最も見事なウォーターベールを形成する出口隙間なら

びに出口流速を求めた。

側面から撮ったウォーターベールの写真を Fig.2 に示す。実験結果と計算結果との比較を Fig.3 に示す。両者は概ね一致している。

3. 心の可視化

3.1 脳波とは

Fig.4 に示すように, 大脳皮質の断面を見ると, 表面の数 mm の層内にニューロンといわれる神経細胞が詰まっている。ニューロンの内部は外部に対して 60~90mV くらいマイナスに保たれている。ニューロンが他のニューロンから電気的な信号を受けてイオン電流が細胞内に流れ込み脱分極(興奮)すると, 灰白質の層の表面に垂直方向に電流が流れ出し, 更に頭蓋骨を通して頭皮に達する

Fig. 1 Mind and body care system using water veil

Fig. 2 Water veil for healing

Fig. 3 Results of calculation and experiment

Fig. 4 Section of cerebral cortex

Fig. 5 Measuring state of brain wave

ので頭皮上に電位が発生する。これが脳波である。

3.2 脳波の測定法

Fig.5 に示すように、頭皮上に 11 個（1 個はアース）の円盤電極を国際脳波学会で標準方式として奨励している国際 10-20 標準によって決められた位置に貼り付ける。基準電極を右の耳たぶに 1 個取り付け。

3.3 心の数値表現

脳波を周波数領域にわけたとき 5~8Hz の間にある成分を θ 波、8~13Hz の間にある成分を α 波、13~20Hz の間にある成分を β 波という。 θ 波は通常、緊張時や心配事がある時に発生する。 α 波は集中している時や瞑想、リラックス時に発生する。 β 波はまどろんでいる時やひらめいた時に発生する。人間の感性は脳波に複雑な信号として表れる。その中から、複数の基準となるような感性要素＝怒り/ストレス (Mental stress), 喜び/達成感 (Positive feeling), 悲しみ/落ち込み (Depression), リラックス (Relaxation) に対応する脳波の特徴パターンを見出し、それが互いに独立、直交関係にあるとすれば複雑な脳波の現象も、それぞれの基準となる感性の状態の特徴パターンが一定の強さで混ざり合ったものとみなせる。そこで識別したい感性要素の脳波上の特徴を感性マトリクスで定める。そして、電極の電位を脳波用のデジタル増幅器で増幅して数値に変換し記録する。記録したデータをマトリクス演算を行い、感性マトリクスで定められた各識別要素の脳波に含まれる特徴量を計算、感性スペクトル表示する。この新しい方法は ESAM と呼ばれている^{2), 3)}。

4. ウォータベールの癒しへの応用

4.1 ウォータベールを用いた心身の癒しシステム

癒しシステムを Fig.1 に示す。この浴槽にはウォーターベールで閉鎖された空間を利用し、外部から内部に向けて、色付の光を照射しウォーターベールのゆらぎによって光が揺らいで見えるようにした。また、内部では浴槽底面からの色付水中光を照射し、ヒーリング音楽やアロマ

セラピーで用いられる香りを発生させた。更に、被験者の背中全体に流水をあてた。

4.2 実験とその結果

浴槽にウォーターベールで閉鎖された空間を造り、その中に人が入ると脳にどのような影響がおこるのか脳波計測によって実証した。被験者は 8 人で入浴前に脳波を計測し、10 分間ウォーターベール付浴槽に入浴した。入浴中の状況を Fig.6 に示す。10 分間の入浴後脳波を計測した。それらの結果の一例を Fig.7 に示す。その脳波の信号を ESAM により処理すると Fig.8 のようになった。入浴前は Mental stress の値は大きく表れ、Relaxation の値は小さかった。入浴後は、逆に Mental stress の値は小さく表れ、Relaxation の値は大きかった。被験者 8 人中 6 人が同様の結果となった。

4.3 将来展望

現代人はストレス社会の中にあり、ストレス関連症が数多く指摘され始めた。蓄積したストレスに対して適切に対応・除去する必要があるが、現代社会、特に都会においては容易ではない。そこでウォーターベールと呼ばれる水の薄膜(直径 4m)の空間を作り、光、香り、音、さらには流水による皮膚表面のゆらぎ刺激を総合的に空間内部に発生させ、脳波を α 波に変調することにより、リラックスできるケアシステムのモデル化を行い、健康産業、予防医学(心身のケア)分野の産業、さらには

Fig. 6 Test of healing inside a water veil

Fig. 7 Brain waves of 10 parts of head and θ , α and β waves

(a) Before experience

(b) After experience

Fig. 8 Comparison of brain waves before and after experience of water veil

ヒーリング産業の一分野を形成することとなる。

参考文献

5. 結論

- 1) 新しく開発したウォータベールの数値解析結果は実験結果と概ね一致した。
- 2) ウォータベール内はマイナスイオンを多量に含む、快適な空間を形成し、それは心の癒しに効果のあることが分かった。
- 3) ウォータベールの空間に光、香り、音、さらに流水による皮膚表面のゆらぎ刺激を総合的に加えれば、癒しの効果は一層大となることも明らかとなった。

- 1) Nakayama Y., Aoki K. and Oki M. : Computer graphics of water veil, Proc. 4th Asian Symposium on Visualization, Beijing, China (1996) pp. 557-562.
- 2) Musha T., Terasaki Y., Haque H. A. and Ivanitsky G. A. : Feature extraction from EEG associated with emotions (Invited Paper), Art. Life Robotics (1997) 1: pp. 15-19
- 3) Musha T., Kimura S., Kaneko K., Nishida K. and Sekine K. : Emotion spectrum analysis method (ESAM) for monitoring the effects of art therapy applied on demented patients, CyberPsychology & Behavior, Vol. 3, No. 3 (2000) pp. 451-456.