



## Effects of Negative Air Ions on Living Body (1)

Hisanobu SUGANO<sup>1</sup>, Shigenori SHIROUZU<sup>1</sup>, Eiko SHIROUZU<sup>2</sup>

Yasumi KAWAMATA<sup>3</sup> and Iwao TSUTSUMI<sup>4</sup>

<sup>1</sup>MOA Health Science Foundation (Fukuoka, Japan)

<sup>2</sup>Office Hudson (Fukuoka, Japan)

<sup>3</sup>NEOBIS Co., Ltd. (Fukuoka, Japan)

<sup>4</sup>Tsutsumi Planning Co., Ltd. (Fukuoka, Japan)

**Abstract:** The effects of negative air ions on living body were evaluated. Negative air ions were generated by an ultrasonic humidifier, and changes in heart rate, blood pressure, accelerated pulse wave and peripheral blood flow were measured. Negative air ions seemed to inhibit the sympathetic activity and to decrease blood vessel tone of the subjects whose sympathetic activities were accelerated.

**Keywords:** air ion, ultrasonic humidifier, autonomic function, heart rate, blood pressure, accelerated pulse wave, peripheral blood flow

### 1. Introduction

As for the therapeutic effects of sanitarium, lakes and beachside, the effects of negative air ions attract public attention<sup>1</sup>. It is said that negative air ions affect the parasympathetic activities and immune function<sup>2-7</sup>.

The study of negative air ions on living body dates away back to more than 60 years. Measurement methods of air ion, its physiological effects, its relationship to ventilation, its distribution in sanitarium and air ion therapy were done as earlier as in 1938<sup>1</sup>. More recently, in 1998, an increase in the alpha wave of EEG was reported<sup>8</sup>. The present study has been performed to elucidate its effects on autonomic functions by monitoring the changes in blood pressure, heart rate, accelerated pulse wave and peripheral blood flow in subjects.

### 2. Negative air ion, properties, generation and their measurement

#### 2-1 Negative air ion in nature

Negative air ions are produced by air molecules capturing isolated electrons produced by the collision of cosmic rays and arc discharges of lightning<sup>9</sup>. In the case

of the artificial corona discharge,  $O_2^-$ ,  $CO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $O^-$  and  $O_3^-$  are produced<sup>10</sup>. In nature,  $O_2^- (H_2O)$  or  $CO_4^- (H_2O)_n$  are generated according to the concentration ratio of  $H_2O$  to  $CO_2$ ; that is, for more  $H_2O$ , the former appears, and for  $CO_2$ , the latter appears<sup>9</sup>. These small ions adhere to aerosols, and form bigger ions. In nature, negative air ions generated by the dissolution of fine water drops are present around waterfalls<sup>11</sup>.

#### 2-2 Measurement of air ion concentration

Concentration of air ions is measured by using a Gerdien type condenser with double cylinders<sup>9</sup>. Negative voltage is applied to the outer cylinder, and the inner one is connected to the ground. When the air (volume  $V$ ) runs into the cylinders, the negative air ion flows into the inner cylinder. In the atmosphere, ions with various mobilities exist, and all ions which have more than critical mobility are captured. Suppose only small ions existed and all of them are captured, and the ion concentration is  $n$ , absorption volume  $V$  and charge  $e$ , then the current flowing into the inner cylinder is  $I=enV$ . Concentration of negative air ion is  $n=I/(eV)$ <sup>9</sup>.

#### 2-3 Artificial ion generator

Three types are used. The corona discharge type is commonly used as a commercial air cleaner<sup>10</sup>. The splitting of fine water droplets as in waterfalls is also used. Recently, the electron radiation type has come to the market.

---

Hisanobu SUGANO, Ph.D., in<sup>1</sup>  
 162-1 Ohkuma, KasuyaMachi, KasuyaGun, Fukuoka, Japan.  
 Phone +81-92-938-0605, Fax. +81-92-931-3063  
 Tr2s-ucd@asahi-net.or.in



### 3 Generation of negative air ions

#### 3-1 Apparatus

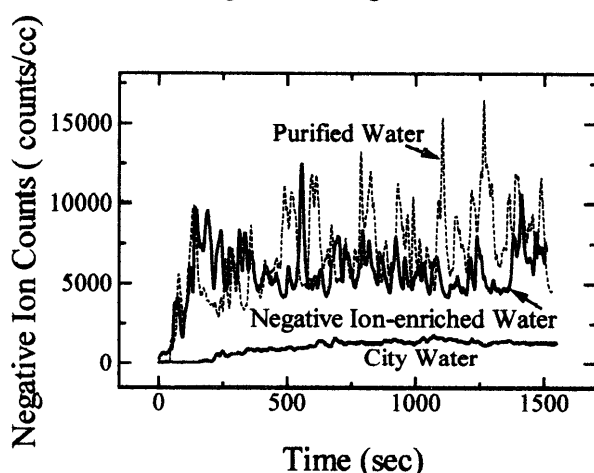
The ion generator tested in our experiments was DC ionizer (Hugle Electronics), corona discharge type. The generation of ozone is less than 0.004ppm. To detect ions, an ion tester, KT-900 (Kobe-Denpa) was used. Changes in the ion concentration were continuously recorded.

#### 3-2 Evaluation

The subjects sat in the room with negative air ions atmosphere, put their hands on a desk and sensors for ECG recording, blood pressure monitoring at finger and finger photo-plethysmogram measurement were attached. The ion generator was set 30 cm behind and 30 cm on the subjects, and ion tester was set 30 cm in front of them. The concentration of ions was not constant, it frequently decreased to zero. In such cases, when the ultrasonic humidifier was started, then the ion concentration increased again. Simple air convection or tobacco smoke did not increase the ion concentration. It is said that the existence of water molecules is needed to stabilize the negative air ion concentration<sup>7,9)</sup>. It is suggested that water molecules are indispensable to move ions to distant locations even in the corona discharge type. Humidity in the room was kept at 40%.

#### 3-3 Ultrasonic humidifier and negative air ions

As water molecules were important to move ions, the concentration of negative air ions using an ultrasonic humidifier was measured. As water for the humidifier, city water, pure water and commercially marketed negative ion-enriched water (PANACEA, NEOBIS) were used. As shown in Fig.1, pure water and negative ion-enriched water generated negative air ions which



**Fig.1 Negative air ion generation with an ultrasonic humidifier.**

were equivalent to the corona discharge type ion generators. On the contrary, city water generated less. In the generation of negative air ions by fine water droplets, it is well known impurities in water decrease the ion generation<sup>11)</sup>. It is interesting to note that the same phenomenon was observed even with the ultrasonic humidifier. From the above results, we used ultrasonic humidifier instead of corona discharge type. As water, negative ion-enriched water which does not contain harmful impurities, such as halogen atoms, was used.

### 4. Effect of negative air ions on living body

#### 4-1 Measurement

The present experiments were performed under the following conditions. The subjects sat in the room with negative air ion atmosphere (ion number 8000/cc), and changes in heart rate, blood pressure and peripheral blood flow were measured. Heart rate, blood pressure, and peripheral blood flow were measured by the ECG, Finapres (OMEDA) and laser Doppler flow meter (Moor Instruments) and reflective type photo-plethysmogram, respectively. Blood pressure was measured from the left middle finger, and blood flow was measured on the forehead. To decrease subject's mental load, we shortened the measuring duration of one session to five minutes and put a short rest between successive sessions. We monitored the changes in subjects 5 successive sessions. At the beginning and the last of the test, finger photo-plethysmograms were measured using accelerated pulse meter (Dynapulse, Fukudadensi)<sup>12)</sup>.

#### 4-2 Analysis

Usually, cardiac information is analyzed with 1 ms accuracy. In the case of heart rate fluctuation, R-R interval calculated by pulse wave using a 5 ms sampling rate gave the same result as done by 0.1 ms accuracy<sup>13)</sup>. The present experiments were done with 5 ms sampling rate.

Changes in heart rate was analyzed by extracting from the first 128 R-R interval of each period, and an auto-regression model using Burg's method. Therefore the unit was not Hz but C/B. The sum of low frequency component LF and high frequency HF was obtained, and normalized LF (NLF), which is the sympathetic activity scale, was calculated. From blood pressure data, mean systolic and diastolic pressures in the corresponding period were calculated. For plethysmographic data, the mean amplitude in corresponding periods was calculated. In laser Doppler flow, the mean blood flow in the first 1/3 division of 5 minutes recording was obtained. In the last session, it was calculated not only for the first part, but in the last 128 pulses.



Table 1 Summary of results

|   | Sex | Age | Pulse Rate |     | NLF   |       | EAG   |     | RAPLAE |
|---|-----|-----|------------|-----|-------|-------|-------|-----|--------|
|   |     |     | Start      | End | Start | End   | Start | End |        |
| 1 | m   | 45  | 87         | 76  | 0.903 | 0.662 | 36    | 30  | 1.7    |
| 2 | m   | 37  | 80         | 75  | 0.491 | 0.709 | 30    | 31  | 1.1    |
| 3 | m   | 45  | 73         | 71  | 0.981 | 0.617 | 43    | 38  | 1.2    |
| 4 | m   | 37  | 72         | 71  | 0.521 | 0.348 | 38    | 39  | 1.1    |
| 5 | m   | 45  | 69         | 67  | 0.932 | 0.594 | 63    | 54  | 1.2    |
| 6 | m   | 33  | 100        | 94  | 0.551 | 0.754 | 36    | 42  | 0.9    |

#### 4-3 Results

The changes in pulse rate, NLF, estimated arterial age (EAG)<sup>12)</sup> obtained by accelerated pulse wave method and average wave height of peripheral blood flow are summarized in Table 1. Here, we normalized average wave height of peripheral blood flow by dividing its value at start (RAPLAE: relative amplitude of plethysmogram at the end).

It is well known that the effects of mental stress reduction methods are influenced by the subject's initial condition, and results shown in Table 1 had the same tendency.

When NLF was larger than 0.9, subjects 1, 3, 5, NLF decreased to below 0.7 by the ion exposure for 30 minutes, and corresponding decreases of EAG were observed. Peripheral blood flows at the forehead increased. Negative air ions seemed to inhibit the sympathetic activity and to decrease blood vessel tone.

When NLF were around 0.5, NLF decreased in one subject (4) and increased in two subjects (2,6). There was no clear relationship with EAG, and there was no change in peripheral blood flow.

#### 5. Conclusion

The present experiments suggested that negative air ions to inhibit the sympathetic activity, and they decreased blood pressure when its activity was accelerated. More data are needed to evaluate the true effects of negative air ions.

Impurities contained in water seem to lower the generation of ions. Commercial negative ion-enriched water we used gave good results, however, it is uncertain that all other ion-enriched waters on the market would show the same result.

#### Acknowledgement

The authors would like to express their thanks to Universal Kikaku Co., Ltd. (<http://www.n-ion.com>) for providing lists of information sources and preparing a Japanese translation of reference 11.

#### References

- 1) Kimura S. and Taniguchi M.: *Medical area; Air ion, its theory and practice*, Tokyo, Nanzandou-Shoten, 1938, 248, [in Japanese].
- 2) Horiguchi N. and Yamanoi N.: *Negative air ion changes the medicine*, Tokyo, Kenyou-Kan, 1995, 263, [in Japanese].
- 3) Yamanoi N.: *Negative air ion and human health*, Tokyo, Sunroad-Syuppan, 1995, 203, [in Japanese].
- 4) Yamanoi N.: *Negative air ion, a human body revolution*, Tokyo, Kosaidou, 1996, 251, [in Japanese].
- 5) Ishikawa K.: *Negative air ion, effective for human body*, Tokyo, KK-Bestsellers, 1996, 205, [in Japanese].
- 6) Horiguchi N.: *Negative air ion and restoring human health*, Gendai-Shorin, 2000, 252, [in Japanese].
- 7) Sugawara A.: *Comfortable! A guide for negative air ion life*, Tokyo, PHP-Kenkyuusyoo, 2001, 212, [in Japanese].
- 8) Watanabe I., Noro H. and Mano Y.: The effect of negative air ions on EEG, *J. Balneo-climate Med. Phys. J.*, 61: 121-126, 1998 [in Japanese with an English abstract].
- 9) Kitagawa N.: *Atomospheric Electricity*, Tokyo, Tokai Univ. Publishing, 1996, 200 [in Japanese].
- 10) IESJ ed.: *New Electrostatics Handbook*, Tokyo, Ohm-Sya, 1998, 1294 [in Japanese].
- 11) Lenard P.: Ueber die Electricitat der Wasserfalle, *Wied Ann. Physik*, 46, 584-636, 1892 [in German].
- 12) Takasawa K.: Diagnosis of arteriosclerosis by plethysmogram measurement, *Frontiers of Arteriosclerosis Diagnosis*, 204-210, Tokyo, Medical-Sense, 2000 [in Japanese].
- 13) Shirouzu S., Inagaki N., Sugano H., Sato N and Kitajima S.: Do flower arrangements and loving flower have the mental stress removing effect?, *Jpn. J. Physiol. Psych. and Psychophysiol.* 19, 147, 2001 [in Japanese].



## マイナスイオンが生体に及ぼす効果 (1)

(Effects of Negative Air Ions on Living Body (1))

菅野久信<sup>1</sup>、白水重憲<sup>1</sup>、白水鋭子<sup>2</sup>、川俣保美<sup>3</sup>、堤巖<sup>4</sup>  
(Hisanobu SUGANO<sup>1</sup>, Shigenori SHIROUZU<sup>1</sup>, Eiko SHIROUZU<sup>2</sup>,  
Yasumi KAWAMATA<sup>3</sup> and Iwao TSUTSUMI<sup>4</sup>)

<sup>1</sup> (財) エム・オー・エー健康科学センター (日本, 福岡)

<sup>2</sup> オフィスハドソン (日本, 福岡)

<sup>3</sup> (株) ネオビス (日本, 福岡)

<sup>4</sup> (有) ツツミプランニング (日本, 福岡)

要旨: マイナスイオンが生体に及ぼす効果の評価に着手した。超音波加湿によりマイナスイオンを発生させ、被験者の心拍・血圧変動、加速度脈波及び末梢血流量を測定した。被験者の交感神経活動が大きい場合には、その抑制により血管の緊張を緩和する効果がある事が示唆された。

**Keywords:** air ion, ultrasonic humidifier, autonomic function, heart rate, blood pressure, accelerated pulse wave, peripheral blood flow

### 1. はじめに

気象性疾患、高山等への転地療法及び温泉地や湖畔・海浜の保養効果に関連してマイナスイオンが着目されるようになった<sup>1)</sup>。マイナスイオンは副交感神経に作用してメンタルストレスを低下し、ひいては免疫学的な差異までもたらすとされている<sup>2-7)</sup>。

マイナスイオンの人体への影響に関する研究の歴史は長い。1938年には空気イオンの性状から測定法、生理学的影響、室内換気に関連した衛生学的側面、各種保養地の空気イオン分布等気候療法的側面及び空気イオン療法までを体系化しようとした研究書が出版されている。人工的マイナスイオン発生装置とそれによる治療例も紹介されている<sup>1)</sup>。最近では、1998年に脳波測定等による $\alpha$ 波の増加等が初めて報告されている<sup>8)</sup>。本研究では、自律神経活動への作用を評価する為に、マイナスイオン雰囲気中での被験者の心拍・血圧変動、加速度脈波及び末梢血流量を連続モニターした。

### 2. マイナスイオン ー性状・測定・発生ー

#### 2-1 自然界のマイナスイオン

宇宙線の衝突や雷によるアーク放電によりできた離脱電子を空気分子が捕獲してマイナスイオンになる<sup>9)</sup>。人工的にコロナ放電を発生させた場合は、 $O_2^-$ 、

$CO_3^-$ 、 $NO_2^-$ 、 $NO_3^-$ 、 $O^-$ 、 $O_3^-$ が生成するが<sup>10)</sup>、自然界で宇宙線等により自由電子が生成されると、 $H_2O$ と $CO_2$ の濃度比により、 $H_2O$ の方が多い場合には $O_2(H_2O)_n$ が、そうでなければ $CO_2(H_2O)_n$ が生成する<sup>9)</sup>。これら小イオンはエアロゾルに付着して大イオンを形成する。その他、滝のまわり等では微細水滴の分裂によりマイナスイオンが生成される<sup>11)</sup>。

#### 2-2 空気イオン濃度測定器

イオン濃度を連続的に測定する場合にはゲルディエンコンデンサとよばれる2重円筒を使用する<sup>9)</sup>。外円筒に負電圧を印加し、内筒を接地する。円筒間を流量Vの空気が流れているとすると負イオンは内筒面に流れ込む。大気中には種々の移動度をもったイオンが存在するが、装置の仕様によって定まる臨界移動度以上の移動度をもつイオンは全て補足される。移動度の大きい小イオンのみが存在し全てが補足されるとすると、イオン濃度をn、大気吸入量をV、素電荷量をeとして、内筒に流れ込む電流Iは

$$I = e \cdot n \cdot V$$

となり、マイナスイオン濃度は $n=I/(eV)$ として測定される<sup>9)</sup>。

#### 2-3 人工的発生装置

3種類の方法が応用されている。コロナ放電によるものが最も古くから普及しており、産業用の空気清浄機や除電装置から家庭用の空気清浄器まで幅広く利用されている<sup>10)</sup>。又、滝と同様に微細水滴の分裂によりマイナスイオンを発生するものも提案され

菅野久信, <sup>1</sup>内 福岡県糟屋郡粕屋町大隈 162-1  
電話 092-938-0605, Fax.092-931-3063  
E-mail tr2s-ucd@asahi-net.or.jp



ている。近年、第3の方法といわれる電子放射式によるという製品が多く出回っている。

### 3. マイナスイオンの発生

#### 3-1 装置

本研究で用いた電気的イオン発生装置はヒューグルエレクトロニクス(株)のDC型イオナイザーのコントロール電源(MODEL430)とエミッター(MODEL421E)である。正負2本のタングステン製の放電針が60mm間隔で設置されており、正負6KVまでの電圧の印加が可能である。コロナ放電タイプであるが、発生するオゾン濃度は0.004ppm以下となっている。本来は除電装置であるが、負電圧のみを印加する事でマイナスイオンの発生装置として使用できる。マイナスイオン生成機構の詳細や発生するイオン種などは評価されていない。尚、近年出回っている電子放射式の発生器は装置的には本装置の負イオン発生部と同様である。

イオンの検出には神戸電波(株)のイオンテスターKT900を使用し、RS232Cを介してパソコンによりイオン数のリアルタイムモニターを行った。

#### 3-2 予備評価

マイナスイオン雰囲気下の測定室内の机に向かって被験者を座らせ、机の上に両手を置かせてセンサー類を装着し生体計測を行う事とした。被験者を十分にマイナスイオン雰囲気下に曝すために、被験者の後方30cmの頭上30cmに発生器を設置し、被験者の右前方30cmの机の上にイオンテスターを設置した。マイナスイオン発生時にオゾン臭等、不快な匂いは発生しなかった。

この状態で予備評価として被験者抜きでのイオン数のモニターを重ねたが、モニター中イオン数が0になりイオン数の増加が無くなる事がしばしばあった。このような場合、超音波加湿器(TUH-5S, (株)トヨトミ)を作動させるとイオン数は再び増加したが、単なる空気の強制対流やタバコの煙等の導入ではイオン数の増加は認められなかった。超音波加湿器の動作を止めるとイオン数はしばらく後に0に戻った。マイナスイオンの安定化には水分子の存在が必要と考えられているが<sup>9)</sup>、我々の観察は、発生方式がコロナ放電であってもマイナスイオンが持続し離れた場所に移る為には水の微粒子の存在が不可欠である事を示唆する。尚、湿度は40%前後であった。

我々は上記システムでマイナスイオン数の増加が無くなった場合に、空気清浄器として市販されているコロナ放電式のマイナスイオン発生器(ioncrysta IC-290, ティアック(株))の併用も試みた。この場合もマイナスイオン数の増加が認められた。この発生器のみによる予備実験も重ねたが、オゾン臭による不快感や頭痛を訴える被験者が続出した為、この

発生器の使用は取りやめた。

#### 3-3 超音波加湿とマイナスイオン

不快感なくマイナスイオンを発生させる為には水の微粒子の存在が重要である事が判明した為、確認の為に超音波加湿のみを行った場合のマイナスイオン数の動向を測定した。加湿の為の水としては、水道水、精製水及び市販のいわゆるマイナスイオン水(ネオビス、パナシーア)を使用した。図1に結果を示す。超音波加湿のみによってもマイナスイオンが発生する事が判る。水道水では発生量は少ないが、精製水やマイナスイオン水ではコロナ放電式装置に匹敵する程度の発生が認められた。水流による微細水滴の分裂によるマイナスイオンの発生では、水中の不純物の存在により発生量が低下する事が知られているが<sup>11)</sup>、超音波加湿でも同様の傾向がみられる事は興味深い。実際、超音波加湿器の内部では水が激しく波立っており、滝等と同様に同様に微細水滴の分裂でマイナスイオンが発生しているものと考えられる。

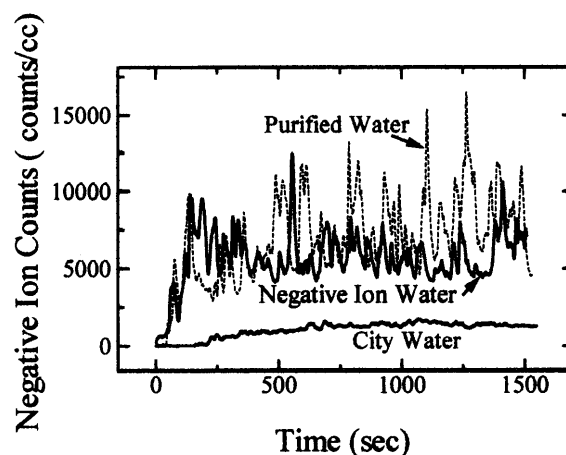


図1 超音波加湿によるマイナスイオン発生

上記の結果に基づき、我々はコロナ放電式装置の併用を取りやめ、超音波加湿によるマイナスイオンの生体に及ぼす影響を評価した。マイナスイオン発生量、塩素等の有害な成分を含まない事及び入手の便宜性より我々は市販のマイナスイオン水を使用した。比較の為に同じマイナスイオン水を用いて過熱型加湿器(セラミックヒーターSH-206、兼松家電販売(株))でもテストを行ったがマイナスイオンの発生は僅かであった。

### 4. 生体に及ぼす効果

#### 4-1 測定

本研究では、被験者を30分間マイナスイオン雰囲気下(イオン数8000個/cc程度)に置き、心拍・血圧変動、末梢血流量を連続モニターし、血管の柔



らかさの変化を測定した。心電測定は、両手首と右足首に電極を付けて行った。血圧のモニターはフィナプレス (OMEDA) を使用し左手中指で行った。レーザードップラー血流計 (Moor Instruments) と反射型プレシモグラフを使用して額中央の血流量をモニターした。被験者のロードを勘案して一回の連続モニターの持続時間は5分間とし、1分間の休みを入れて計5回のモニターを行った。最初と最後に加速度脈波計 (ダイナパルス、フクダ電子) <sup>12)</sup> を使用して右手人差し指の指尖容積脈波からの血管年齢を測定した。

#### 4-2 解析

心電情報は通常 1m秒の時間精度で解析するが、我々は心拍変動の周波数揺らぎのみに着目する場合、0.1m秒の時間精度で測定された RR 間隔も、5m秒でサンプリングされた脈波から抽出した脈波周期も同様の結果を与える事を確認している <sup>13)</sup>。本研究では、4つのモニター量全て 5m秒でサンプリングした。

心拍変動は、各モニター区間最初の 128RR 間隔を抽出し、バークの方法で自己回帰モデルを求め周波数解析した。単位は Hz ではなく C/B となる。低周波成分 LF と高周波成分 HF を総和により求め、交感神経活動の尺度である規格化 LF (NLF) を算出した。血圧データからは、対応する区間の平均最高血圧と平均最低血圧を算出した。末梢血流のうち、プレシモグラフによる方は明瞭な脈波形を示すので対応する区間の平均波高を算出した。レーザードップラーによる方は5分間の最初の 1/3 の平均血流量を求めた。最後のモニター区間だけは、最初のみではなく最後の 128 拍に関しても同様のものを求めた。

#### 4-3 結果と考察

脈拍数、NLF、加速度脈波法による推定血管年齢 (EAG) <sup>12)</sup> 及び末梢血流平均波高変化の現状のまとめを表 1 に示す。ここに末梢血流平均波高は終期の値を初期の値で割って規格化したものである。(RAPLAE: relative amplitude of plethysmogram at the end)

一般にストレス解除法等の効果は被験者の初期状態の影響を受ける事が知られているが、表 1 に示す

表 1 結果のまとめ

| Sex | Age | Pulse Rate |     | NLF   |       | EAG   |     | RAPLAE |     |
|-----|-----|------------|-----|-------|-------|-------|-----|--------|-----|
|     |     | Start      | End | Start | End   | Start | End |        |     |
| 1   | m   | 45         | 87  | 76    | 0.903 | 0.662 | 36  | 30     | 1.7 |
| 2   | m   | 37         | 80  | 75    | 0.491 | 0.709 | 30  | 31     | 1.1 |
| 3   | m   | 45         | 73  | 71    | 0.981 | 0.617 | 43  | 38     | 1.2 |
| 4   | m   | 37         | 72  | 71    | 0.521 | 0.348 | 38  | 39     | 1.1 |
| 5   | m   | 45         | 69  | 67    | 0.932 | 0.594 | 63  | 54     | 1.2 |
| 6   | m   | 33         | 100 | 94    | 0.551 | 0.754 | 36  | 42     | 0.9 |

結果でも同様の傾向が認められる。

初期の NLF が 0.9 以上の場合 (被験者 1,3,5)、30 分間のマイナスイオン暴露により NLF は 0.7 以下へと低下し、血管推定年齢にも対応した年齢の低下が認められた。マイナスイオンにより交感神経活動が抑制され、血管の拡張が起こったものと考えられる。額中央の末梢血流量も増加する傾向にある。

初期の NLF が 0.5 程度と比較小さかった場合には、更に低下した場合もあるが (被験者 4)、逆に増加した場合もある。(2,6) 推定血管年齢との対応も 1 対 1 ではなく、末梢血流量は殆ど変化していない。30 分間測定の為に束縛される事が結構負担になる被験者もあるものと考えられる

#### 5. まとめと今後の課題

超音波加湿によるマイナスイオンの生体に及ぼす効果の評価に着手した。被験者の交感神経活動が大きい場合には、その抑制により、血管を柔らかくする効果がある事が示唆された。今後、データ数を増やして統計的検定を行う。

水中に存在する不純物はマイナスイオン発生量を低下させる可能性がある。我々が使用したマイナスイオン水は良好な発生挙動を示したが、市販のマイナスイオン水やミネラル水等は含有成分がそれぞれ異なる為、同様の発生挙動を示すとは限らない。比較検討を行うと面白いかも知れない。又、ランニンググロストの面からは、水道水の手軽なフィルタリング方法の確立が必要だと考えられる。

#### 謝辞

各種参考資料に関する情報及び文献 (11) の日本語訳の提供に対し有限会社ユニバーサル企画 (<http://www.n-ion.com>) に感謝致します。

#### 参考文献

- 1) 木村正一、谷口正弘：医学領域 空気イオンの理論と実際、東京、南山堂書店、1938、249、日本語。
- 2) 堀口昇、山野井昇：マイナスイオンが医学を変える、東京、健友館、1995、263、日本語
- 3) 山野井昇：マイナスイオンの健康学 東京 サンロード出版 1995 203 日本語。
- 4) 山野井昇：イオン体内革命、東京、廣済堂、1996、251、日本語。
- 5) 石川健次：体に良く効くマイナスイオン、東京、KK ベストセラーズ、1996、205、日本語。
- 6) 堀口昇：マイナスイオンでよみがえる健康、東京、現代書林、2000、252、日本語。
- 7) 菅原明子：快癒！マイナスイオン生活のすすめ、東京、PHP 研究所、2001、212、日本語。
- 8) 渡部一郎、野呂浩史、真野行生：空気中のマイナス



イオンが脳波に与える影響、*日本温泉気候物理医学誌*, 61, 121-126, 1998, 日本語.

- 9) 北川信一郎: *大気電気学*, 東京, 東海大学出版会, 1996, 200, 日本語.
- 10) 静電気学会編: *新版 静電気ハンドブック*, 東京, オーム社, 1998, 1294, 日本語.
- 11) Lenard, P.: Ueber die Electricitat der Wasserfalle, *Wied Ann. Physik*, 46, 584-636, 1892, ドイツ語.
- 12) 高沢謙二: 脈波測定による動脈硬化の診断, *動脈硬化診療の新展開*, 204-210, 東京, メジカルセンス, 2000, 日本語.
- 13) 白水重憲、稲垣昇、菅野久信、佐藤信茂、北島茂樹: 活花及び花観賞にストレス解除効果はあるか?, *生理心理学と精神生理学*, 19, 147, 2001 日本語.