

# マイナスイオンの人体への生理学的効果の検証

社内研修用

2001.3.21

菅原研究所 山之内健二

# マイナスイオンの人体への生理学的効果の検証

ここ数年来のマイナスイオンに関する動向は、21世紀の環境・健康というベクトルと相まって、メーカー主導の玉石混合の様相を呈してきている。学問レベルでも事実と仮説が混合し、さながらかつての遠赤外線ブームと同じ終焉を迎えるかのごとき危機感を覚えないでもない。

今回は、マイナスイオンの生理学的な、臨床及び実験結果のみをピックアップしてみた。ここ数年、論文及び媒体ベースでもマイナスイオンに関する様々な実験が行われており、多くの仮説の元にメーカー主導の実験が行われている。

実験データに関しては、快適さの指標である

- ・ 波 波測定
- ・ フリッカー測定
- ・ 発汗量
- ・ 心拍数
- ・ 血圧変動

等の実験に関しては、数多くのデータが出そろい、マイナスイオンは人に快適な環境を作り出す、という傾向がはっきりと伺えるので今回は除いた。

これら快適さの指標に関しては、数多くの実験が組まれており、はっきりとした結論を導くまでは行かないと思われるが、マイナスイオン環境における、人間工学的アプローチによる快適性に関しては、低度ではあるがベクトルは存在するといつて差し支えないと思われる。

生理学的な、信憑性のあると思われるマイナスイオンの実験データを拾い上げてみた。

マイナスイオンはその暴露中は快適な空間を作る、という傾向の一步先を探るべく、

免疫系

神経系

活性酸素系

その他摂取機構・ph関連

と言った生理学的な実験データの中で、ここ数年の新しいモノをいくつか集めてみた。

## マイナスイオンとは

一般的にマイナスイオンと呼ばれるものは、大気中にある1nm前後のマイナスに帯電した小イオンを指す。現在マイナスイオンと考えられているモノは $O_2-(H_2O)_n$ と $OH-(H_2O)_n$ であり、その他にも大気中に含まれる $NO_x$ -や $CO_3$ -、 $SO_x$ -、 $O^-$ 、 $O_3^-$ 、さらに塵などに負に分離した水分子が結合したのもも存在すると考えられる。

現在商品化されているマイナスイオンの発生器に関しても放電式、水破式、電子放射、鉱石系などいくつかの系でラインナップが分けられるが、それぞれの系によって、暴露する大気中のマイナスイオンの内容はかなり異なると考えた方が良さそうである。

# 免疫活性に関する実験

## 1・空气中負イオンのヒトNK細胞への影響

渡部一郎 北大医学部

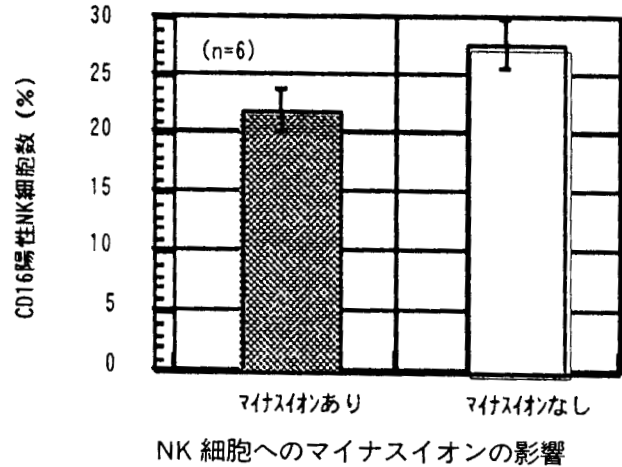
山内俊幸 松下電工

日本温泉気候物理医学学会誌 36p 2000

マイナスイオン発生器（気化・放電）

3週間、健康人寝室に夜間負イオン発生器を設置稼働、CD+16NK細胞は、25.1+2.3%  
21.9+1.8%に低下。対照は 27.7+2.1%。

マイナスイオン存在下におけるNK細胞の減少



## 2・マイナスイオン治療によるNK細胞の活性化

堀口昇 堀口医院理事長

マイナスイオンが生命危機を救う

168p 1996

マイナスイオン発生器（放電）

遠赤外線温熱器

木炭

被験者2名（72歳女性・70歳男性）に一ヶ月間のマイナスイオン療法を行い、NK細胞の活性の強さが、表の通り上昇した

マイナスイオン治療におけるNK細胞の活性化

NK細胞活性に及ぼすマイナスイオンの効果 (症例1)

	免疫能(NK細胞)		
	CD57- CD16+ (基準値: 2~19%)	CD57+ CD16+ (基準値: 2~23%)	CD57+ CD16- (基準値: 2~26%)
マイナスイオン療法前	6.4	5.8	3.4
マイナスイオン療法後	8.8	15.7	7.4
上昇値	+2.4	+9.9	+4.0

NK細胞活性に及ぼすマイナスイオンの効果 (症例2)

	免疫能(NK細胞)		
	CD57- CD16+ (基準値: 2~19%)	CD57+ CD16+ (基準値: 2~23%)	CD57+ CD16- (基準値: 2~26%)
マイナスイオン療法前	2.6	14.9	8.4
マイナスイオン療法後	3.4	26.4	8.9
上昇値	+0.8	+11.5	+0.5

## 免疫活性に関する考察

二つの実験で異なる結果がでている。

渡部、山内らの実験では、マイナスイオン効果によるリラックスに伴い、免疫学的なストレスが低下した為の細胞数の低下、という考察であり、堀口の実験ではマイナスイオン治療によるリラックスによる細胞活性値の上昇という考察である。

あわせると、ストレスフリー時には、NK細胞の数は減少するが活性力はアップすると言うことになるのか。

ガン NK細胞 活性化による破壊・増殖抑制という、マイナスイオンの制ガン力検証にはまったくならないと思われるが、他実験で検証される、血中phの変化やSOD活性の上昇などをベースに組み立てた説明の方が、免疫活性に関しては把握しやすいと考えられる。

様々な生理的効果のあると思われるマイナスイオンだが、ここでも、その基幹となる理論の登場が待たれる。

# 活性酸素除去抑制に関する実験

## 3・負イオン導入による活性酸素毒性の防御

古津みお（日大薬）古賀義久（日本理工）

日本薬学会年間講演要旨集

111p 1998

ステンレス板による負電位の負荷

マウスに1週間の負電位の負荷後、パラコート経口投与による活性酸素の発生及び肺の損傷を投与後1週間で観察。

負電位負荷群では投与による体重減少の有意な抑制、及び肺の肥大抑制の確認。観察では肺の損傷を抑制していた。

負イオンの生体への負荷は、生体内活性酸素のダメージを防御できる

## 4・マイナスイオン治療による血清中SOD活性

堀口昇 堀口医院理事長

マイナスイオンが生命危機を救う

114p 1996

マイナスイオン発生器（放電）

遠赤外線温熱器

木炭

被験者58名・一ヶ月間のマイナスイオン治療により男性血清総SOD平均値は2.56U/ml対照群は2.05U/ml、女性2.44U/ml対照群2.00U/ml、

マイナスイオンが酸化型SODを還元型に還元

同一日に連続治療した場合のSOD変化

SOD活性（基準値：男1.04～2.84U/ml 女0.97～2.29U/ml）		
治療前 （午後10時）	治療後 （午後3時）	上昇値
0.6	2.1	+1.5

## 5・マイナスイオン発生装置による活性酸素の除去

堀口昇 堀口医院理事長

マイナスイオンが生命危機を救う

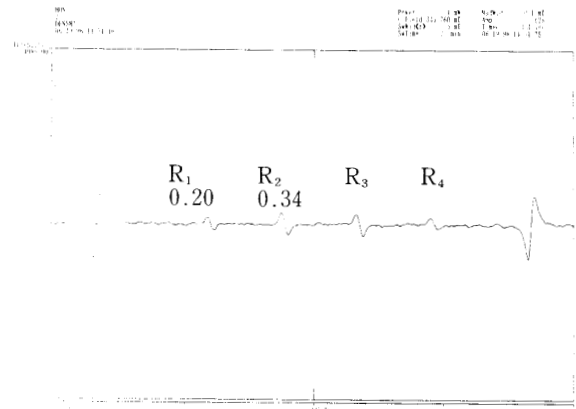
130p 1996

マイナスイオン発生器

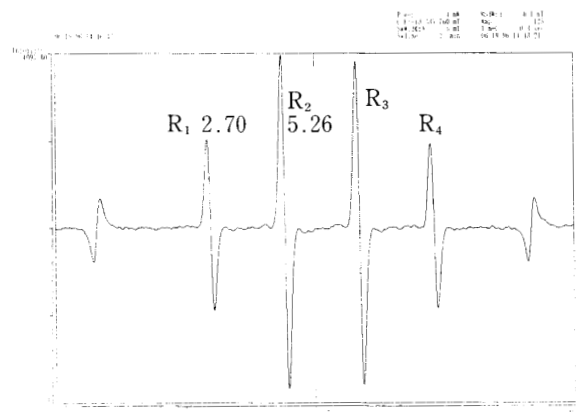
・OHヒドロキシラジカルにマイナスイオン処理の水道水を与え・OHの不活性度合いを対照群と比較検証

マイナスイオン処理した水は活性酸素を不活性化させる

マイナスイオンによる活性酸素の抑制力



マイナスイオン（電子）を与えた場合



マイナスイオン（電子）を与えない場合

## 6・マイナスイオン治療による血中過酸化脂質濃度の変化

堀口昇 堀口医院理事長

マイナスイオンが生命危機を救う

153p 1996

マイナスイオン発生器（放電）

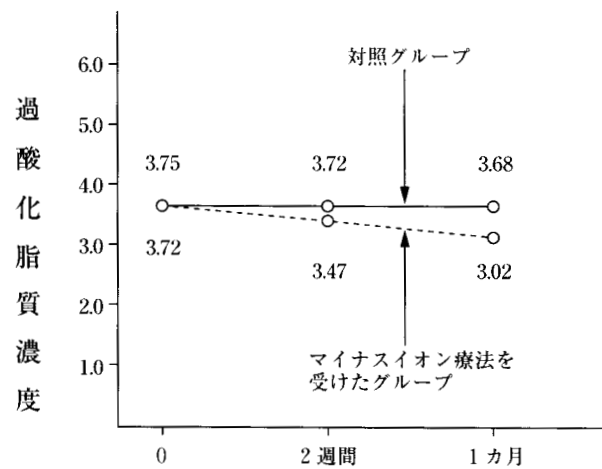
遠赤外線温熱器

木炭

一ヶ月の治療により、血中過酸化脂質濃度が  
3.72nmol/ml 3.02nmol/ml、対照群は  
3.75nmol/ml 3.68nmol/ml

マイナスイオンによる体内酸化の防止

nmol/ml



血中過酸化脂質濃度の変化

## 活性酸素除去に関する考察

生体内での活性酸素による害の防御、というベクトルに沿った結果がズラリと並んだ。

水溶液中でのヒドロキシラジカルの不活性化というのは、生体内を想定してのことであろう。しかし、現在確立されつつあるマイナスイオンを利用した殺菌技術では、微量のオゾンを加えたマイナスイオンの照射により、食品の表面部などで、ヒドロキシラジカルを発生させ殺菌効果をみる理論を考えれば、大気吸入によるマイナスイオンの生体内での直接的な活性酸素の抑制除去と言うより、体内抗酸化物質であるSOD酵素などの活性による活性酸素の抑制と考える方がしっくりくる。

今後とも、マイナスイオンの直接の活性酸素の抑制除去の効果を検証することは難しいと考えられる。

# 摂取機構に関する実験

## 7・ マイナスオンの咽頭分への付着性の検討

山内俊幸 松下電工  
渡部一郎 北大医学部

エアロゾル科学技術研究討論会  
260-262p 2000

マイナスイオン発生器

マウス実験データ。トリチウムチミジンを標識とし、マウスに30分、60分と照射、マイナスイオン存在時には咽頭分と肺部への水分の付着及び取り込みが多くなった。

マイナスイオンにより、呼吸器系への水分の付着量が増加

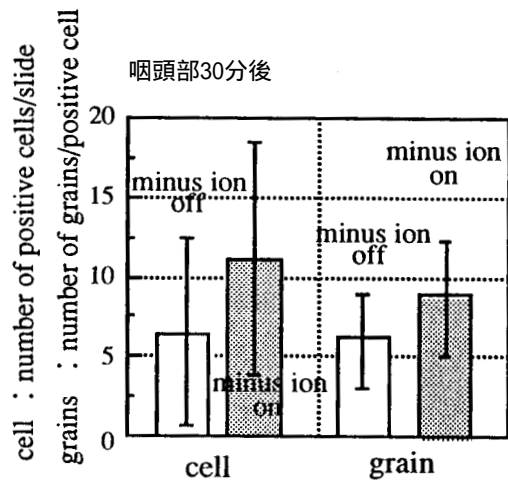


Fig.1. Number of positive cells and silver grains at phaynx after exposure of minus ions for 30minutes

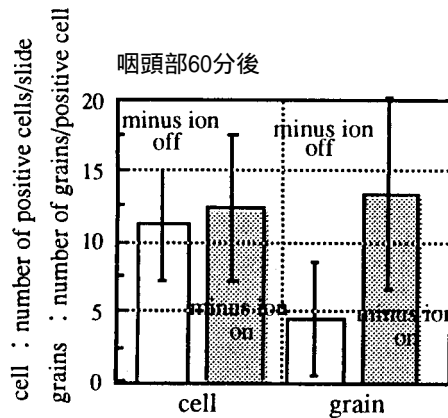


Fig.2. Number of positive cells and silver grains at phaynx after exposure of minus ions for 60minutes

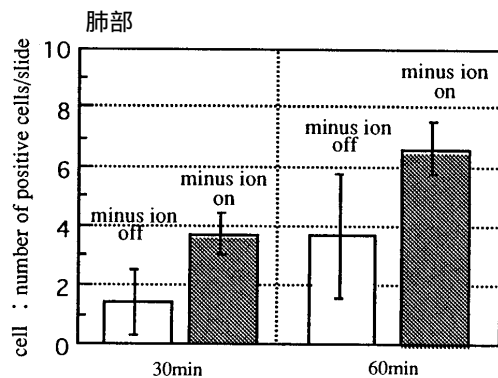


Fig.3. Number of positive cells at phaynx after exposure of minus ions for 30 and 60minutes



## 摂取機構に関する考察

マイナスイオンが生体に与える影響に関しては、経皮及び経口よりの呼吸器系など、いくつかのルートが存在が考えられるが、実験検証されたデータは少ない。

この実験をマイナスイオンの生体内への取り込みルートに関する、呼吸系の存在を確認する結果を示すデータと、解釈もできる。

山内・渡部らによる考察では、この結果は小イオンの帯電による生体への付着量の増加及び粒子間の相互作用であるファンデルワース力の両方が示唆されている。

咽頭部の乾燥は、細菌の増殖などを防ぐ役割があり、繊毛の動きを十二分に働かせるために適時な水分量の保持は欠かせない。

呼吸器系の入り口での免疫機能をにげるとも言え、溜咽頭部への水分付着の増加は、マイナスイオンによる生体内取り込みのルートの一つとして、呼吸器経由を再確認する事が出来る。

マイナスイオン小イオンの質は、現在、発生器の構造による所が大きいと言われる。

マイナスに帯電した小イオンには、水分子とNO<sub>x</sub>,SO<sub>x</sub>などの酸化物が結合した物もあると考えられるので、その発生方法にも注意が必要であろう。

# 神経系に関する実験

## 8・マイナスイオン暴露後の血漿中神経伝達物質の変化

琉子友男 都立大理学研究所

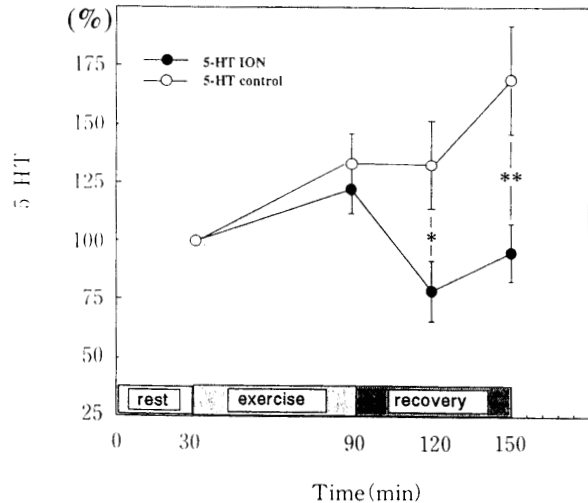
臭気研究

306-311p 2000

マイナスイオン発生器

被験者10名・1時間程度の中運動後のマイナスイオン環境での回復過程に置いて、セロトニンとドーパミン値が対照より有意に低くなっていた

J. Odor Research and Eng. Vol. 31 No. 6 2000



セロトニン (5-HT) の相対値 (運動開始時を 100) の推移

●印は負イオン暴露時、○時は非暴露時の平均値と標準誤差 (SE)。

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$  (paired t-test)。

### マイナスイオン暴露時に置けるモノアミン系伝達物質の減少

## 9・マイナスイオン環境下に置ける脳内物質の変化

Livanova L. M

Neuroscience and Behavioral Physiology

393-395p 1999

マイナスイオン発生器

8週間の飼育後、ラット視床下部におけるアミノ酪酸、アスパラギン酸の増加

### マイナスイオンが脳内物質を変化させる

## 10・ マイナスオン及び芳香のストレス緩和効果

中根英雄 (株) 豊田中央研究所

徳島一雄 (株) デンソー

室内環境学会誌

90-91p 1999

マイナスイオン発生器

被験者12名 60分間のマイナスイオン環境に置く軽作業時の唾液中コルチゾール値の経時的変動の測定によりマイナスイオンと芳香の条件下唾液中コルチゾール濃度は著しく抑制された

マイナスイオンと芳香によるストレス緩和効果の確認

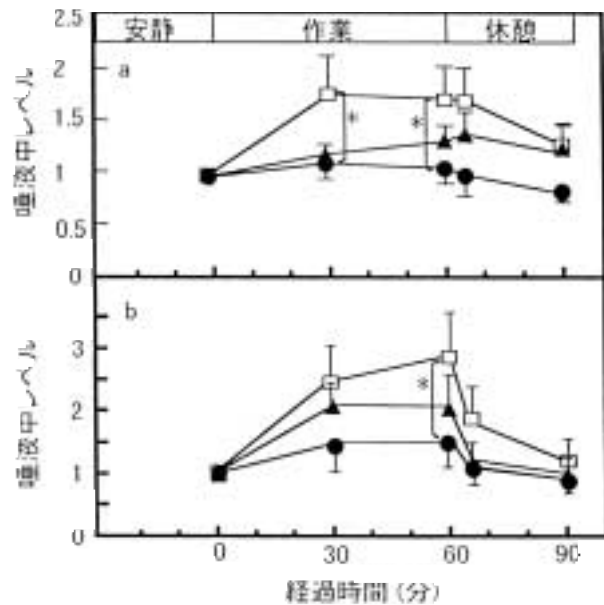


図1. 唾液中ストレス応答物質の変化 a) コルチゾール, b) α-アミラーゼ (n=12, mean±SEM)

試験室気質は、作業および休憩を通じて変えた。

通常空気質 (□), [マイナスイオン単独] (▲), [マイナスイオン+芳香] (●) \*p<0.05

## 神経系に関する考察

NK細胞の活性がストレスフリーによるのであれば、副交感神経に働き心地よさや快適さを与えるマイナスイオンの生理学的な効果の多くの機能面は、神経系への働きかけ、と言う部分に集約できそうである。

マイナスイオン照射によるセロトニンやドーパミンと言ったアミン系の神経伝達物質の減少が意味するところを、談じるのは現在不可能である。

唾液中コルチゾールの減少という結果は、マイナスイオン環境におけるストレスの緩和効果を示す力強い結果であると考ええる。

ストレスのバランスをとるホルモンや神経伝達物質系のほとんどが脳内でコントロールされていることを考えると、特に旧皮質関連の視床及び視床下部へのマイナスイオンの影響を優先的に取り上げてみたくなる。

経皮によるマイナスイオンの吸収による生理的效果が皮脂・血液を通り脳内へ流入するという面と、呼吸器系からの血液中へのダイレクトな小イオンの取り込みによる脳内への循環作用と言う面に魅力が上がる。

あと、鼻腔・粘膜経由でのダイレクトな脳内への伝達の可能性も今後見えてくるかもしれない。

# 血清phに関する実験

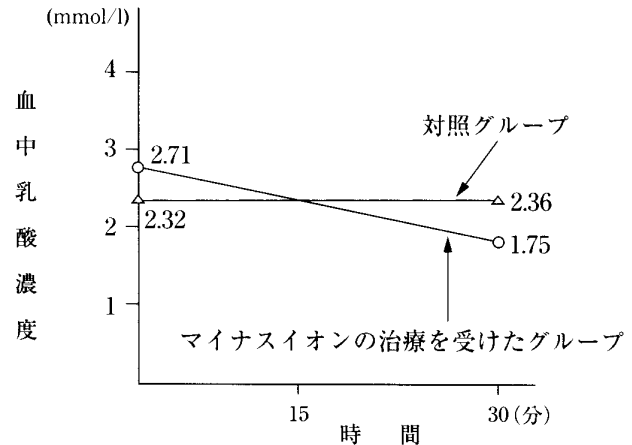
## 11・マイナスイオン環境に置ける血中乳酸値濃度の変動

堀口昇 堀口医院理事長

マイナスイオンが生命危機を救う  
32、157p 1996

マイナスイオン発生器（放電）  
遠赤外線温熱器  
木炭

被験者10名・治療前の平均乳酸値データは  
2.71mmol/l 15分治療で30分後検査では  
1.75mmol/lに。対照群は2.32mmol/l 30分後  
2.36mmol/l



マイナスイオン療法後の血中乳酸濃度の変化

マイナスイオンは乳酸などの酸化の抑制が大きい

## 12・マイナスイオン治療による生体の血中phの上昇

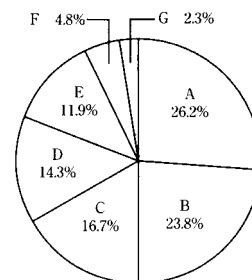
堀口昇 堀口医院理事長

マイナスイオンが生命危機を救う  
142p 1996

マイナスイオン発生器（放電）  
遠赤外線温熱器  
木炭

被験者50名・8分間のマイナスイオンの吸入  
により経時的に静脈phの測定、8割の被験者  
に0.02-0.07のphの上昇

pH値上昇症例の内訳



pH上昇値

A	0.05	E	0.02
B	0.04	F	0.07
C	0.03	G	0.01
D	0.06		

8分間治療後の血液pHの変動

マイナスイオンの吸入により即時的に血中phがアルカリ化する

# 13・マイナスイオンによるラット細胞間質液phの上昇

奥田拓道 愛媛大学医学部

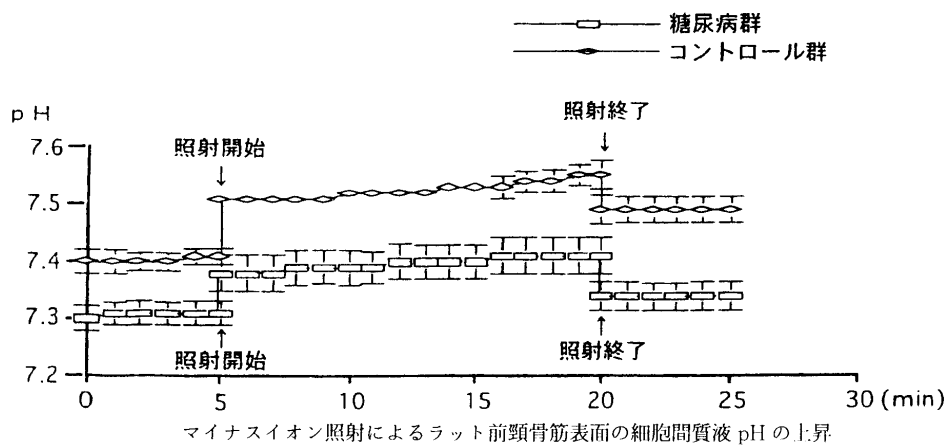
医療における技術動向

2-8p 2000

マイナスイオン発生器

糖尿病ラットにマイナスイオン発生器を照射、細胞間質液のphの上昇を確認

## マイナスイオンによる細胞間質液phのアルカリ化



## 血中phに関する考察

堀口によるヒト血清中のphの変化の実験結果は、吸入後8分間後という、短時間の測定結果であり、血液の緩衝作用を考えると、マイナスイオンによらずともの変化の範囲内であると十分に考えられる。長期間のマイナスイオン暴露によるphの変化のデータを待ちたい。

血中の乳酸値の減少は、主に呼吸器系による吸入と考えられ、スポーツ工学や疲労回復やストレスフリーに対して、十分な効果が考えられる。

phの変動は、マイナスイオンの生理的効果と言うより、別の部分での効果の結果であり、一般的に言われるph調節機能、「phのアルカリ化というマイナスイオン直接の効果」は、直接的には考えずらく、それら理論はあくまで仮説にとどまるのではないか。

## 総論

マイナスイオンの効果を快適さから生体への医療・及び予防医学へと広げていくためにはクリアしなければいけない課題がまだいくつかある。

その一つに、生体への取り込みの機構の解明があると思われる。生体内での機能に関しては、細胞間液のミネラルのイオン化によるpHの調節等の魅力のある仮説が出てきている。

マイナスイオンの生理学的な効果は、それぞれの実験を注意深く位置づけることにより、神経系への作用に集約される感もある。

とにかく利くからいい、と言う乱暴な商品開発は、業界自体、マイナスイオンテクノロジーの先行きを暗くする事は間違いない。

電子理論をベースとした量子化学・量子物理学の生体への応用とも言える検証不可能なこれらの流れは、21世紀の動かしがたい課題でもあると考えられるが、現状では、

マイナスイオンの質と暴露量  
個体差ならぬ使用する場所の環境差  
自然界の力で一変するイオンバランス

によって大きくその結果にも変動があると考えられる。

「万能ではないが、確実に私たちの体を、少しだけ、良くしてくれるマイナスイオン」と言うのが答では無かるうか。