

過剰マイナス空気イオン曝露がヒトの 感性スペクトラムに与える影響

中谷 純¹⁾、阿岸祐幸²⁾、大塚吉則³⁾
高橋俊一⁴⁾、坂本若夫⁴⁾、岩崎輝雄⁵⁾

- 1) 東京大学医科学研究所
- 2) 健康保養地医学研究所
- 3) 北海道大学保健管理センター
- 4) アンデス電気株式会社
- 5) 日本獣医大学

Emotional Effect of Excessive Negative Air Ions to Human Emotion Spectrum

Jun NAKAYA¹⁾, Yuko AGISHI²⁾, Yoshinori OHTSUKA³⁾
Shunichi TAKAHASHI⁴⁾, Wakao SAKAMOTO⁴⁾, Teruo IWASAKI⁵⁾

- 1) Institute of Medical Science of the University of Tokyo
- 2) Research Institute for Health Resort Medicine
- 3) Health Administration Center, Hokkaido University
- 4) Andes Electric co., Ltd.
- 5) Nippon Veterinary and Animal Science University

Summary

It is believed that one of the principal effects of negative air ion is refreshing human psychological condition. Negative air ion can be observed in natural environments such as forest, fountain, and hot spring. In order to elucidate scientific reason of psychological effects by negative air ions, quantifying psychological effects will be important.

Healthy sixteen examinees (8 young candidates around 20 years, 8 old candidates around 60 years) are tested by SRS-18, blood pressure, questionnaire, and electroencephalogram. SRS-18, blood pressure, questionnaire was performed before and after experiment. Electroencephalogram was continuously measured during whole experiment and used for emotional spectrum analysis method (ESAM) calculation. Experiment was divided into three conditions (initial normal condition, negative air ion boosted condition at middle concentration, after ventilated condition) and three phases (accommodation, rest, calculation) at each condition.

At young group, excessive negative air ions increased human psychological concentration which is calculated by ESAM. At calculation phase, psychological concentration has a posi-

tive correlation with psychological stress (correlation factor 0.505). Otherwise at old aged group, no significant change was observed. It shows that sensitivity of negative air ions at old persons will be reduced. It also suggests that human sensitivity for negative air ion decreases with aging.

At rest phase of young group in negative air ion boosted condition, elementary emotions are balanced at ESAM. This shows that balancing among four elementary emotions is related with psychological effects of negative air ions.

Key words : emotion spectrum, ESAM, negative air ion, stress

1 緒言

森林・温泉地・滝の周囲などの自然環境に多数存在するとされるマイナスイオンの効果のひとつにヒトの爽快感への影響が挙げられている^{1, 2, 3, 4)}。タラソテラピー・保養地療法などはヒトの精神的ストレスを和らげ健康上有益な効果をもたらすことが知られている。最近、空気中のマイナスイオンがヒトの免疫機能・生理機能について与える影響について、いくつかの研究^{5, 6)}がなされるようになってきたが、「こころ」あるいは「感性(感情)」に対する影響については、定量化が難しいこともあり未だ科学的に解明されていない。

一方で、近年、「こころ」あるいは「感性(感情)」を工学的な手法により解明しようとする研究が始まっている⁷⁾。そのさきがけのひとつとして、ゆらぎの理論を取り入れて脳波情報を解析しヒトの感性状態(喜び・怒り・哀しみ・弛緩)を感性スペクトラム分析法(Emotion Spectrum Analysis Method=ESAM)を用いて定量化する手法の研究が始められている⁸⁾。

今回、我々は、感性スペクトラム分析法を中心としたこれらの工学的手法を用いて、ストレス治療上有効とされる中等度濃度⁹⁾のマイナス空気イオン過剰状態における感性状態の変化を定量化して検討したので報告する。

Table 1 Characteristics of the subjects

ID No.	Age	Sex	Disease
Y-1	22	F	
Y-2	21	F	Bronchitis
Y-3	23	M	
Y-4	28	F	
O-1	60	F	
O-2	61	F	
O-3	65	F	HT
O-4	56	F	
Y-5	20	M	
Y-6	25	M	Common Cold
O-7	67	M	Disc Herniation
O-8	67	M	Lumbago
Y-7	20	F	
Y-8	18	M	
O-5	56	M	
O-6	56	M	

ID No: Y means Group around 20 years old. O means Group around 60 years old.

II 計測項目と方法

被験者は、健康な20歳前後の男女8名(以下Yグループ、18-28歳、 22.1 ± 3.0 歳、平均 \pm SD、Table 1) および、60歳前後の男女8名(以下Oグループ、56-67歳、 61.0 ± 4.5 歳、平均 \pm SD、Table 1) であり、前もってインフォームドコンセントを得た後に、マイナスイオンの効果を検討した。

室温約27℃、湿度約50%程度の一定条件を保ち、マイナスイオン発生器(アンデス電気製 ITG-313A型)10個からマイナスイオンを発生させマイナスイオンの過剰状態、および換気を容易に行いうる簡易実験室を作成し実験を行った(Fig.1)。マイナスイオンおよびプラスイオンの濃度は、ある一定の移動度を持つイオンを捕らえてその総電荷からイオン数を計算するエーベルト式ゲルディエンコンデンサ法¹⁰⁾を測定原理とする空気イオンカウンター(アンデス電気製 ITC-201A型)を用いて0.5秒間隔で連続的に測定を行った。

被験者は、別室で脳波測定器を取り付け、SRS-18検査¹¹⁾、血圧測定(パラマテック製 FT-101型)、アンケート調査を行った後、簡易実験室へ移動した。実験中は、読書・おしゃべり・睡眠などを禁止し、リクライニング式の椅子に座って自分に適した体

勢を保った。実験は2名ずつ実施し、各被験者の脳波を10個の電極で約91分間測定した。その間、三種の空気イオン組成状態(初期通常状態A、マイナスイオン過剰状態B、マイナスイオン換気後の通常状態C)を設定し、そのそれぞれにおいて、三つのイベント(空気状態になじませる20分間、安静5分間(rest)、計算2分間(cal))を設け比較を行った(Table 2)。各三種の空気状態の間には、それぞれ5分間の空気状態調整時間を設けた。測定した脳波を元に、専用コンピュータによる感性スペクトラム分析を行い、各感性状態を算出した(脳機能研究所製 感性スペクトル解析装置ESA-16)。

また、実験後にも血圧測定・SRS-18検査を行った。SRS-18検査は、心理的ストレス反応を評価する尺度であり、心理的ストレス反応の三つの側面(抑うつ・不安、不機嫌・怒り、無気力)を見ることが出来る。点数が高いほど、それぞれの心理的ストレス反応が強く出ていることを示す。

III 感性スペクトラム分析法

感性スペクトラム分析法⁸⁾は、脳波の変化として現れるヒトの感性の変化を読み取る目的で脳波を解析し感性を定量化する

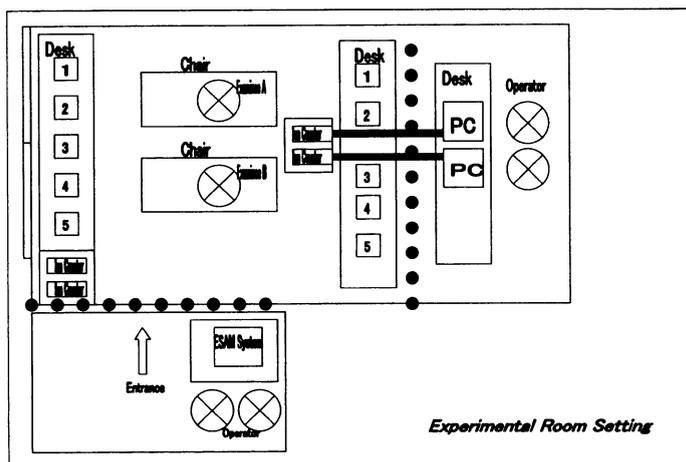


Fig.1 Experimental Room Setting

学際領域の手法である。工学的には、10点の電極から得られる脳波(複合的感性状態)から分離抽出した周波数帯域毎(シータ、アルファ、ベータ)の相互相関係数をもとに計算を行い感性状態を喜び・怒り・哀しみ・弛緩の四つの要素に分解した上でマトリクス(行列)として表現しそのマトリクスの経時的变化を定量的に評価する手法である。今回は、これらに加えて各要素から情報学的推論手法の一つであるファジイロジックを用いた複合心理(覚醒・集中・爽快・憂鬱)判定も行った¹²⁾。被験者どうしの比較にあたっては、区間ごとの平均値を元に無次元化を行い単位による影響を無効化した。結果は、平均±SDにて表した。

IV 結果

実験中のマイナスイオン濃度はTable 2に示すような値をとった。初期状態ではプラスイオンが優勢(プラスイオン 1050±360個/cc、マイナスイオン 590±230個/cc、平均±SD)であったが、マイナスイオン充満状態ではプラスイオン 54±30個/cc、マイナスイオン 92200±15000個/ccとマイナスイオン過剰状態となった。この時のマイナスイオン濃度は、ストレス治

療上有効とされる中等度濃度⁹⁾であった。換気後はマイナスイオンは大幅に減少した(プラスイオン 343±210個/cc、マイナスイオン 876±260個/cc)。

被験者のうち電極の接点不良により、Yグループ2名、Oグループ1名のデータを除外した。

ESAMによる計算例(Fig.2)を見ると、マイナスイオンの存在下では、リラックスが増加しているほか、時間が経過してもストレス、喜び、悲しみなどに大きな変化が現れないことがわかる。マイナスイオンを排気することにより、喜び、リラックス、覚醒、集中が大きく低下する一方で、ストレス・怒り、悲しみが大きく増加していることがわかる。

Yグループの被験者6名では、計算を行った状態どうし(cal A, cal B, cal C)で比較すると、マイナスイオン過剰状態では、ストレス・悲しみが有意に増加し、喜び・リラックスが有意に減少した(Fig.3, $P<0.05$)。一方で、安静状態どうし(rest A, rest B, rest C)で比べると、マイナスイオン過剰状態では、4感性が有意にゼロ点近傍に収束し4感性のバランスが平衡化した(Fig.4, $P<0.05$)。また、安静・計算いず

Table 2 Period of the examination

	Initial phase	Negative ion boost phase	After Ventilation phase
5 minutes rest	rest A	rest B	rest C
2 minutes calculation	cal A	cal B	cal C
Concentration of Plus air ion (counts/cc)	1050±360	54±30	343±210
Concentration of Minus air ion (counts/cc)	590±230	92200±15000	876±260

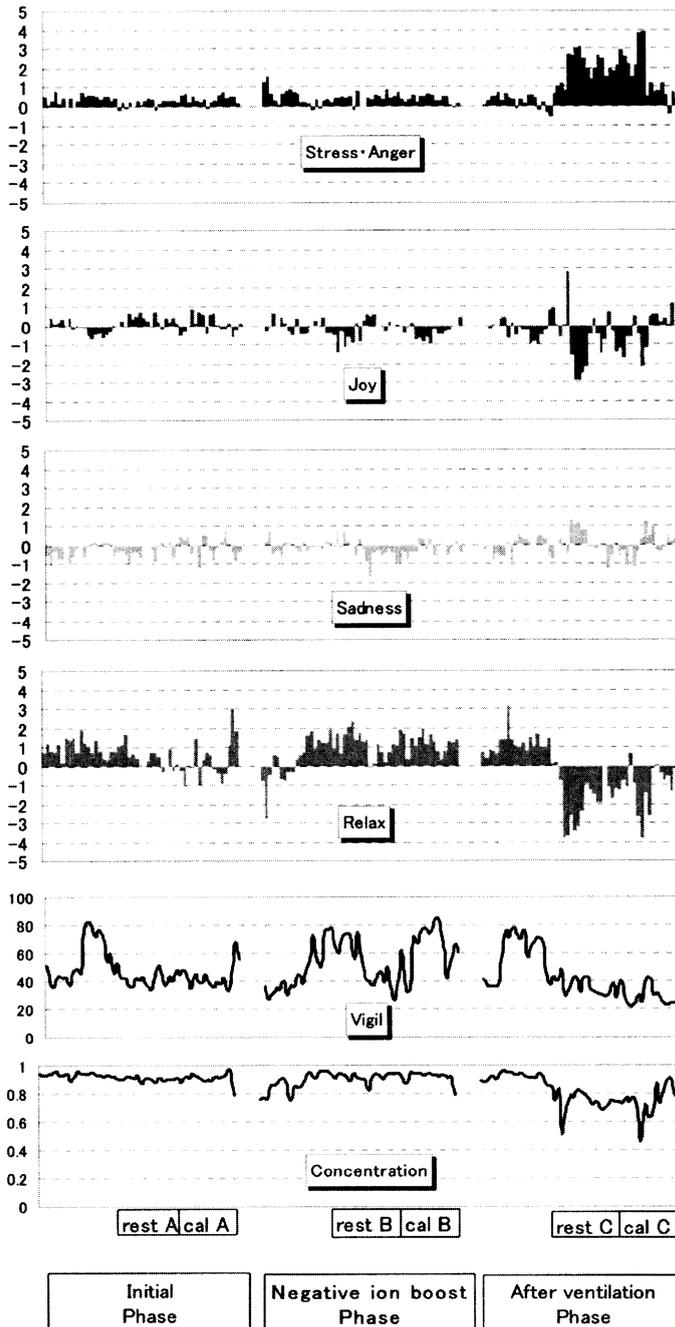


Fig.2 Example of ESAM results (O group, male)

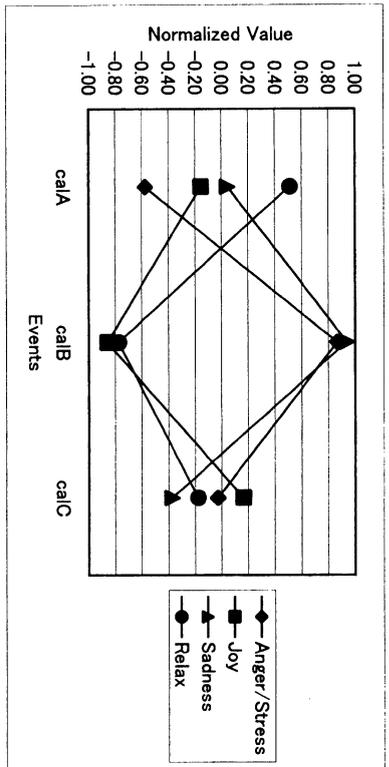


Fig. 3 Four Emotions of young examinee during calculation
Four emotions during calculation from 6 young examinee are shown.

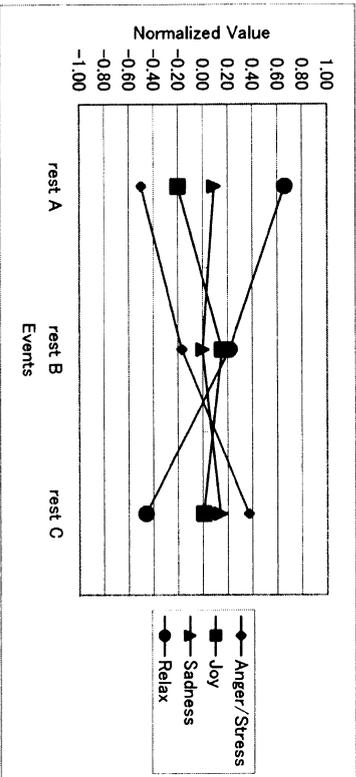


Fig. 4 Four Emotions of young examinee during rest
Mean four emotions during rest from 6 young examinee are shown.

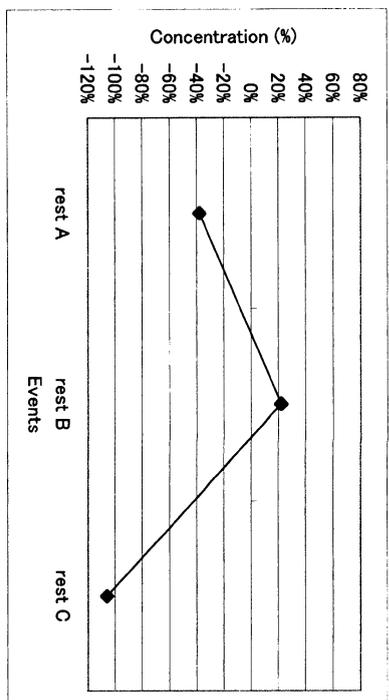


Fig. 5 Psychological concentration from young examinee during rest
Mean concentration from 6 young subjects during rest are shown.

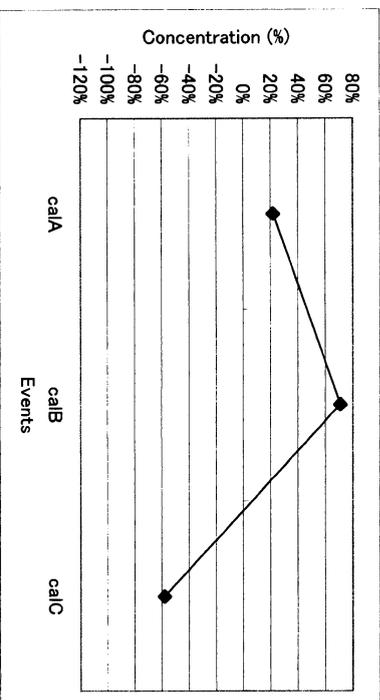


Fig. 6 Psychological concentration from young examinee during calculation
Mean concentrations from 6 young subjects during calculation are shown.

れの状態においても、マイナスイオン過剰状態では、集中は有意に増加した (Fig.5、Fig.6、 $P<0.05$)

○グループの被験者7名では、マイナスイオンの濃度変化による4感性および覚醒・集中の有意な変化は見られなかった (データは示さない)

全被験者13名で、マイナスイオンの存在による、爽快感・憂鬱感の有意な変化は見られなかった (データは示さない)。

血圧は、実験前後において、大きな変化はなかった。

SRS-18は、実験前よりも実験後の点数が有意に減少していた (Table 3、 $P<0.05$)。

アンケート調査では、半分以上の被験者が

途中気持ち良かったと答え、途中のイライラも半数以上の被験者がなかったと答えた。

IV 考察

Yグループにおいては、マイナスイオン過剰環境下では、計算状態、安静状態にかかわらず、集中が増加していた。また、換気後の低マイナスイオン濃度環境下では、計算状態、安静状態にかかわらず、集中は低下していた。このことから、マイナスイオンはヒトの集中を高める作用を有していることが示唆される。

Yグループで、ストレスは、安静状態においては時間の経過とともに増加したが、

Table 3 Results of SRS-18 test

I.D. No.	Sex	Age	Before/After Experiment	Depression Anxiety	Displeasure Anger	Inactive
Y-1	F	22	Before	2	0	10
			After	1	1	8
Y-2	F	22	Before	8	11	16
			After	6	2	10
Y-3	M	23	Before	2	3	5
			After	0	0	2
Y-4	F	28	Before	0	3	0
			After	0	3	0
O-1	F	61	Before	0	5	7
			After	0	0	0
O-2	F	60	Before	5	6	8
			After	0	0	0
O-3	F	65	Before	2	7	5
			After	7	4	3
O-4	F	56	Before	0	1	1
			After	0	1	0
Y-5	M	20	Before	1	1	4
			After	0	0	0
Y-6	M	25	Before	0	1	0
			After	0	0	0
O-7	M	67	Before	8	18	1
			After	7	12	1
O-8	M	67	Before	0	2	4
			After	0	3	4
Y-7	女	20	Before	1	1	3
			After	1	1	0
Y-8	M	18	Before	4	2	7
			After	0	2	3
O-5	M	56	Before	0	0	0
			After	0	0	0
O-6	M	56	Before	0	1	0
			After	0	0	0

計算状態においてはマイナスイオン過剰環境下で最大となり換気後の低マイナスイオン濃度環境下では低下した。安静状態における時間に比例したストレスの増加は、実験への拘束による時間変化と思われる。計算状態におけるストレスの変化は、集中の変化とかなりの正の相関を示しており（相関係数0.505）、ストレスと集中が何らかの関係を有している可能性が示唆された。

一方、Oグループではマイナスイオンの濃度差による感性状態の有意な差は見られなかった。このことは、高齢者のマイナスイオンに対する感受性が低下していることを示唆し、Yグループで有意差が見られたことを考慮すると、マイナスイオンに対する感受性が年齢に依存して低下する性質があることを示していると思われる。

また、Yグループでは、ストレス治療上有効とされる⁹⁾マイナスイオン過剰環境下において、安静状態での4感性の平衡化（ゼロ点収束化現象）が見られた。この時のアンケート調査では、半数以上の被験者は気持ちよかったと解答しており、マイナスイオンによる爽快感、精神的ストレスの低減は、4種の感性要素のバランス平衡化と関係している可能性がある。

今回の実験ではマイナスイオン効果の機序についての検討はしなかったが、可能性としてマイナスイオンに対する化学受容器の存在、マイナスイオンによる脳を中心とした血流の増加などが考えられ、今後の検討課題である。

謝辞

本研究に当たり、被験者をしていただいた奥平戸100人衆の皆様、実験を手伝っていただいた音成直樹氏（ジャパンアクアテック）、支援をしていただいた安田昭夫

氏、満田民雄氏、荘司宏輝氏（アンデス電気）に深謝いたします。

参考文献

- 1) 木村正一, 谷口正弘: 空気イオンの理論と実際. 南山堂書店, 東京, 1938; p198-202.
- 2) Hawkins LH, Barker T: Air ions and human performance. *Ergonomic* 1978; 21: 273-278.
- 3) Yates A, Grey FB, Misiaszek JI: Air ions: past problems and future directions. *Environment international* 1986; 12: 99-108.
- 4) Goldstein NI, Goldstein RN, Merzlyak N: Negative air ions as a source of superoxide. *J. Int. Biometeology* 1992; 36: 118-122.
- 5) 渡部一郎, 眞野行生: 空気中のマイナスイオンが脳波に与える影響. *日温気物医誌* 1998; 61: 121-126.
- 6) 渡部一郎, 眞野行生: 長期マイナスイオン暴露がヒトの生理機能・免疫機能に与える影響. *日温気物医誌* 2001; 64: 123-126.
- 7) Toshimitsu M, Yumiko T, Haxwine AH, George AI: Feature extraction from EEGs associated with emotions. *Artif. Life Robotics* 1997; 1: 15-19.
- 8) 田垣内博一: 感性によるソフトウェアのユーザビリティの評価. *Unisys Tech. Rev.* 2000; 64: 103-114.
- 9) 木村正一, 谷口正弘: 空気イオンの理論と実際. 南山堂書店, 東京, 1938; p23-24.
- 10) 木村正一, 谷口正弘: 空気イオンの理論と実際. 南山堂書店, 東京, 1938; p66-67.
- 11) 鈴木伸一, 嶋田洋徳, 三浦正江, 片柳弘司, 他: 新しい心理的ストレス尺度 (SRS-18) の開発と信頼性・妥当性の検討. *行動医学研究* 2001; 4: 22-29.
- 12) 武者利光: EEGから精神機能は推定できるか. *精神医学レビュー*, ライフサイエンス社, 1996; 21 “精神疾患の脳イメージング”: 36-43.