

15 マイナスイオンのドライバへの影響

榊原清美¹⁾ 田口敏行¹⁾ 田嶋一郎¹⁾ 浅見修¹⁾ 中根英雄¹⁾ 西沢一敏²⁾ 岩間伸治²⁾ 鈴木義信²⁾

¹⁾ (株) 豊田中央研究所 ²⁾ (株) デンソー

Influence of Negative Air Ions on Drivers

Kiyomi Sakakibara¹⁾ Toshiyuki Taguchi¹⁾ Ichiro Tajima¹⁾ Osamu Asami¹⁾ Hideo Nakane¹⁾

Kazutoshi Nishizawa²⁾ Shinji Iwama²⁾ Yoshinobu Suzuki²⁾

¹⁾ TOYOTA CENTRAL R&D LABS., INC ²⁾ DENSO CORPORATION

The influence of negative air ions on driver's mental stress and fatigue was investigated in this study. Two kinds of driving-task loading, produced by a simple driving simulator, were conducted under negative air ions. Although there was no difference in sensory evaluation between the negative ion condition and the control condition, the level of adrenaline in the urine was lower under the negative ion condition than that under the control condition. Misses in detecting the lighted LEDs were decreased under the negative ion condition. These results show that negative air ions can improve fatigue and cognition performance of the drivers.

Key Words : Driver Behavior, Air Conditioning / Negative Air Ion, Mental Stress, Driver Fatigue

1. はじめに

自動車の商品性を高めるため、ドライバにとってよりよい車室内環境づくりが求められている。空気中のマイナスイオンもその手段の一つである。マイナスイオンは負の電荷をもつイオンで、自然の滝の水際やヒノキの森林などの空気に多く含まれている。皮膚や呼吸を通じて人体に取り込まれると、疲労低減、ストレス緩和、心身のリラックス、免疫力向上などの効果があるといわれており、気分状態や作業能力に及ぼす影響、生理学的影響に関する研究が多数報告されている^{(1) - (4)}。

マイナスイオンのドライバへの影響、特に運転中のストレス・疲労に対する影響を評価するため、簡易型ドライビングシミュレータを用いた2種類のモデル運転課題実験を行い、主観評価、生化学指標、運転行動指標を測定し、マイナスイオン有、無の条件で比較した。

2. 方法

2.1. 課題1 : 緊張運転

第1のモデル運転課題(課題1)は高い緊張感を維持して運転することが要求される課題である。運転時間は50分間とし、運転前後にリラックスシートに座り、音楽をきいて40分間安静にし、生化学指標(尿中アドレナリン)の基準データをとった。モデル運転は図1のような簡易型ドライビングシミュレータを用いてCRT画面上で運転ゲームを行った(課題1, 2共通)。課題1はカーブが多いコースを時速約120kmで走行するもので、被験者は加減速を行わずにステアリングのみを操作した。1周約2分間のコ

ースを50分間周回した。この運転課題ではステアリング操作を誤ると一周に要する時間(ラップタイム: テレビ画面上に表示)が遅くなる。被験者はラップタイムができるだけ短くなるように運転するよう指示された。

運転中はシートを、実車走行を模擬した上下動で振動させた(振動周波数1~10Hz, 平均加速度0.04m/s²)。

被験者は男性6名(20~40歳代, 平均年齢37.5歳)を対象とした。運転ゲームはPlay Station (SONY製), RIDGE RACER REVOLUTION (ナムコ社製)を使用した。

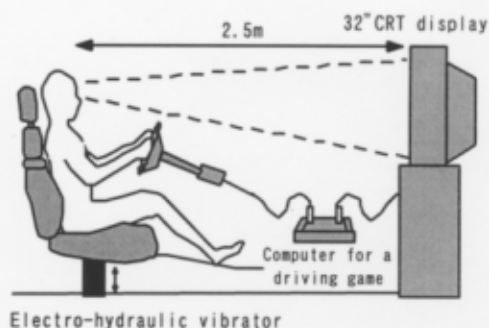


Fig.1 Driving simulator for the driving-task loading.

2.2 課題2 : 主運転+選択的反応

第2のモデル運転課題(課題2)は主運転課題と選択的反応課題を組み合わせた二重課題である。主運転課題とし

て、CRT画面上でカーブが少ないコース（自然が多い郊外の道路のような風景）を時速約40kmで走行する運転ゲームを実施した。運転ゲームはV-RALLY2（スパイク社製）を使用した。

選択的反応課題は次のような方法で実施した。CRT画面の左右と上にLEDランプ（左右は緑、上は赤）を取り付け、ランダムな順序、ランダムな時間間隔（平均20sec、5～35sec）で100msec点灯させた。被験者が操作するステアリングホイールの左右に押しボタンスイッチ、被験者の右足部分にフットペダルスイッチを取り付けた。被験者はランプの点灯に気づいたら、左ランプの場合は左ボタン、右ランプの場合は右ボタン、上ランプの場合はフットペダルをできるだけ早く押すよう指示された。

運転時間は60分間とし、課題1と同様、運転前後に40分間安静にした。被験者は男性14名（20～40歳代、平均年齢34.3歳）を対象とした。そのうち5名について生化学指標（尿中アドレナリン）を測定した。

2.3. マイナスイオン呈示

マイナスイオンは電子放電式マイナスイオン発生装置により発生させ、イオンカウンターにてイオン数を計測し、運転席で約10,000個/mlとなるよう発生装置から運転席までの距離を調節した（2.5～3.5m）。マイナスイオン条件ではモデル運転中、マイナスイオンを連続的に発生させた（課題1：50分間、課題2：60分間）。マイナスイオンを発生させないコントロール条件では送風のみとした。この時のマイナスイオン数は100個/ml程度であった。被験者にはマイナスイオン発生の有無を知らせずブラインドテストとした。各被験者は午前または午後の同じ時間帯に2回（2日間）のモデル運転実験を実施し、マイナスイオン有、無の2条件を行った。順序による影響を考慮して、各課題とも被験者のうち半数で1回目にマイナスイオン有、他の半数では2回目にマイナスイオン有とした。

2.4. 測定内容

主観評価（官能評価）は運転前、運転後、安静後（運転後40分）の精神・心理状態について、精神的ストレスの評価に使われるRAS（Roken Arousal Scale：労働科学研究所）を基にした16項目、7段階（あてはまらない～非常にあてはまる、スケールの中間も可）で評価した。

RASの評価法に従い、

- ①活性あり：活力がみなぎっている、積極的な気分だ
- ②緊張あり：緊張している、どきどきしている
- ③注意集中困難：思考がにぶっている、注意の集中がでにくい
- ④やる気がしない：やる気がでない、何かすることに気

乗りがしない

- ⑤眠気：まぶたが重いと感じる、眠い

⑥リラックス：くつろいだ気分だ、ゆったりした気分だの6分類について各2項目を平均して評価点を求めた。生化学指標として蓄積的な疲労の指標である尿中アドレナリンを測定した。尿は運転前（安静後）、運転後、安静後（運転後40分）に採取し、尿中のカテコールアミンをHPLC（高速液体クロマトグラフ）にて測定した。尿の濃度を補正するため、別に測定した尿中クレアチニン濃度で補正した。運転前の安静時の値を基準とした相対値で比較した。

運転行動指標は操舵特性としてラップタイムを測定し（課題1、2共通）、課題2では他に認知・反応特性の指標としてLED点灯の見逃し率、選択的反応時間を測定した。

主観評価、生化学指標、運転行動指標について、統計解析ソフトSPSSを用いて解析した。

3. 結果と考察

3.1. 課題1：緊張運転

(1) 主観評価 課題1における運転後の主観評価結果（平均値±標準誤差）を図2に示す。ノンパラメトリック検定であるWilcoxonの符号付順位検定による有意差検定の結果、マイナスイオンによる統計的な有意差は認められなかった。

(2) 生化学指標（尿中アドレナリン） 運転課題による尿中アドレナリンレベルの変化を図3に示す。マイナスイオン、コントロールの両条件ともに、運転終了直後の尿中アドレナリンレベルは、運転前の安静に比べ上昇した。これは運転課題による疲労を反映したものと考えられる。マイナスイオン条件ではコントロール条件に比べ運転終了直後の尿中アドレナリンレベルが有意に低かった（ $p < 0.05$, paired t-test）。これはマイナスイオンにより運転疲労が低減されたためと考えられる。ただし、被験者6名中1名はマイナスイオン条件の方がコントロール条件に比べ運転終了直後の尿中アドレナリンレベルが高かった。この1名は後述する課題2においても同様に他の被験者とは逆の変化であったことから、例外的なケースである可能性が考えられた。このため同被験者を除いた5名で比較した。

(3) 操舵特性（ラップタイム） 操舵特性の指標であるラップタイムは、事前に運転課題に対する練習を実施したにもかかわらず、課題に対する慣れの影響が大きく、ほとんどの被験者で1回目よりも2回目で成績がよくなった。マイナスイオンによる操舵特性の統計的な差は認められなかった。

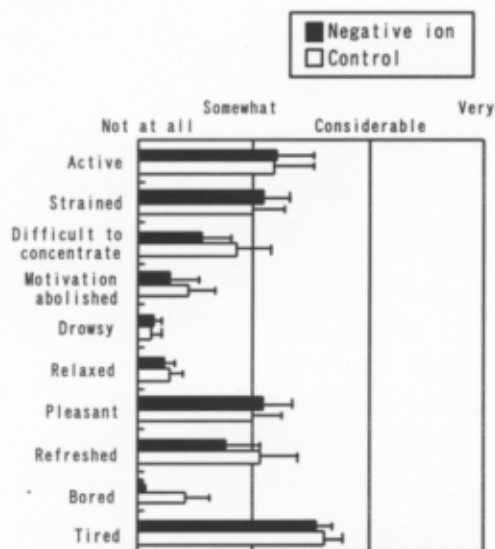


Fig.2 Sensory evaluation result (mean with SEM) in driving-task 1 loading.

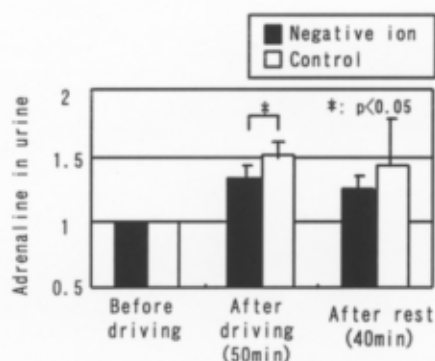


Fig.3 Adrenaline levels in the urine (mean with SEM) in driving-task 1 loading.

3.2. 課題2：主運転+選択的反応

(1) 主観評価 課題2における運転後の主観評価結果は、課題1の場合と同様、マイナスイオンによる統計的な有意差は認められなかった。

(2) 生化学指標（尿中アドレナリン） 運転課題による尿中アドレナリンレベルの変化を図4に示す。課題1と同様、マイナスイオン、コントロールの両条件ともに運転終了直後の尿中アドレナリンレベルは、運転前の安静に比べ上昇した。マイナスイオン条件ではコントロール条件に比べ運転終了直後の尿中アドレナリンレベルが有意に低かった ($p<0.05$, paired t-test)。これは課題1と同様な変化であり、マイナスイオンにより運転疲労が低減された

ためと考えられる。ただし、課題1で述べたように、5名中1名の被験者（課題1と同一）はマイナスイオン条件の方がコントロール条件に比べ運転終了直後の尿中アドレナリンレベルが高く、他の被験者とは逆の変化であった。このため同被験者を除いた4名で比較した。

(3) 認知・反応特性 認知・反応特性のうち、LED点灯に対する見逃し率(10分間毎のLED点灯数に対する見逃し数の割合)を測定した結果、被験者14名中8名で運転開始直後の10分間における見逃し率が、マイナスイオン条件でコントロール条件に比べ減少した(周辺認知特性の向上、図5)。14名中5名は両条件ともに見逃しがなく、マイナスイオン条件で逆に見逃し率が増加したのは1名のみであった。10分間毎の見逃し率についてマイナスイオン条件とコントロール条件で比較した paired t-test による有意差検定の結果、見逃し率は運転開始直後の0~10分で有意な差が認められ ($p<0.05$)、マイナスイオン条件でコントロール条件に比べ見逃し率が有意に減少した。一方、10分以降ではマイナスイオンによる有意な差は認められなかった。

選択的反応時間について、10分間の平均反応時間の変化(平均値)を図6に示す。同じ時間帯のマイナスイオン条件とコントロール条件で比較した paired t-test による有意差検定の結果、どの時間帯もマイナスイオンによる有意な差は認められなかった。

マイナスイオン存在下で運転開始直後(0~10分)に周辺認知特性(見逃し率)が向上したのは、マイナスイオンのストレス緩和効果によるものと考えられる。しかし10分以降では差がなかったことから、その効果は短時間なもの(10分程度)である可能性がある。

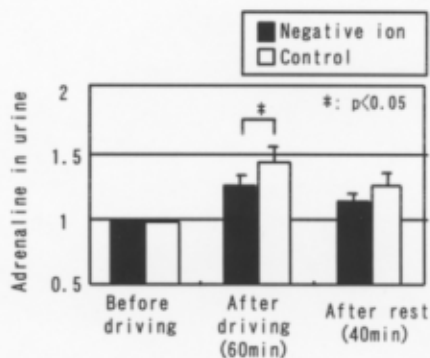


Fig.4 Adrenaline levels in the urine (mean with SEM) in driving-task 2 loading.

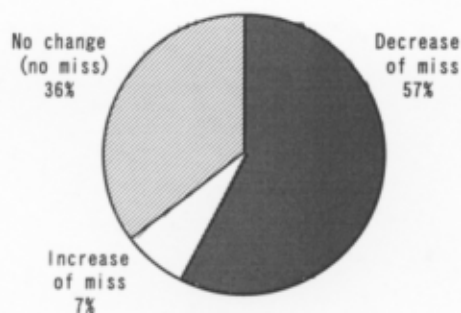


Fig. 5 Effect of negative ions on miss of detecting lighted LED during 10 minutes from the beginning in driving-task 2 loading.

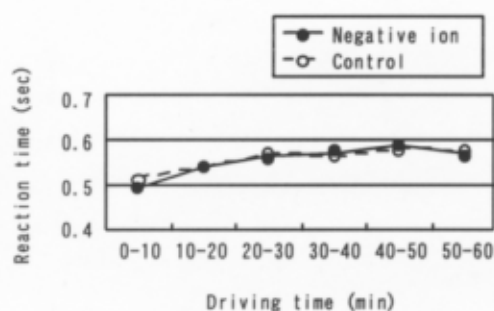


Fig. 6 Reaction time (mean) in driving-task 2 loading.

4. まとめ

2 種類のモデル運転課題においてドライバに対するマイナスイオンの影響を評価した。これらの結果を表 1 にまとめた。この結果、課題 1, 2 ともにマイナスイオンによる主観評価への影響は認められなかったが、運転後の尿中アドレナリンレベルがマイナスイオン条件でコントロール条件に比べて低くなり、マイナスイオンによる運転疲労低減効果が示唆された。ただし、例外的に逆の変化が認められた場合があり、全ての人に同じような効果があるわけで

はないと考えられる。運転行動指標のうち操舵特性、選択的反応時間に対する影響は認められなかったが、マイナスイオン条件でコントロール条件に比べ周辺認知特性（見逃し率）が向上した。ただし、その効果は短時間（10 分程度）であった。

Table 1 Influence of Negative Air Ions

	Method	Task 1	Task 2
Sensory Evaluation	Questionnaire	—	—
Fatigue	Adrenaline	○	○
Steering accuracy	Lap time	—	—
Reaction	Reaction time	/	—
Cognition	Miss in detecting	/	○*

—: no change, ○: improved, /: not observed

*: improved during 0-10 minutes

5. 参考文献

- (1) Hawkins, L. H. and Barker, T.: "Air Ions and Human Performance", *Ergonomics*, 21-4(1978), 273-278
- (2) Tom, G., Poole, M. F., Galla, J. and Berrier, J.: "The influence of negative air ions on human performance and mood", *Human Factors*, 23-5(1981), 633-636
- (3) 琉子友男: " マイナスイオンに着目した空気質の現況と開発応用 マイナスイオンの生体に及ぼす影響", *臭気の研究*, 31-6(2000), 306-311
- (4) 山野井昇: " 負イオン環境下における人間の疲労と快適性の実験的評価", *静電気学会誌*, 22-4(1998), 199-203