

# 森林セラピー機能の生理学的影響に関する考察

## Study on the physiologic influence of the forest therapy function

加藤悟・菅井径世・小川克郎・小串重治・芝垣正光

KATO Satoru & SUGAI Michiyo & OGAWA Katsuro  
KOGUSHI Shigeharu & SHIBAGAKI Masamitsu,

\*名古屋産業大学環境情報ビジネス学部 Nagoya Sangyo University, Faculty of Environmental Information Business

**Abstract:** This paper is about the human stress that is one of the most important issue in the modern society, using vital signs such as amylase measurements, a heart rate, the blood pressure. The standardization of the amylase measurements using the normal distribution and removing an abnormal value statistically is applicable. In addition, the stress can be evaluated using vital signs such as a heartbeat or the blood pressure instead of the amylase measurements. There are simple action-reaction relations between the urban environment and the human, so the therapy function can be realised.

**keywords:** Forest Therapy Function, Physiologic influence

### 1. はじめに

森林浴の効果については、医学的なデータが少なく、客観的な根拠も乏しいことから、あまり科学的に取り上げられることが少なく、一部の環境ブームとして取り扱われることが多かった。しかし、2006年に森本兼曩<sup>1)</sup>らによる『森林医学』が刊行され、科学的な分析による森林の快適性増進効果や森林セラピー効果について研究が急速に進められてきた。2009年には大井玄<sup>2)</sup>らによる『森林医学Ⅱ』が刊行され、その流れは確固たるものとなった。

森林セラピーとは、科学的なエビデンスに裏付けされた森林浴効果であり、森林環境を利用して心身の健康増進を行うことである<sup>3)</sup>。NPO 法人森林セラピーソサエティはこれらの効果に基づいて、「森林セラピー基地」や「森林セラピーロード」の登録を行っており、2015年3月現在、日本で60の森が認定を受けている<sup>4)</sup>。

これらの認定を受けている森は、ほとんどが都会から離れた森林である。都会の緑では、このようなセラピー効果はあるのだろうか。Takano(2002)らは、東京都内に住んでいた75歳以上の高齢者3,144人の居住空間に、緑があるかどうかを調査し、近くに緑がある所に住んでいる人は、平均寿命が長くなることを示した<sup>5)</sup>。

このように、地方の森林に限らず、都市部における街路樹や都市内樹木についても、地域住民に対して癒やしの効果があると期待されている。

街路樹は都市の美観の向上や道路環境の保全、歩行者等に日陰を提供することなどが目的である。都市内樹木については、都市公園や寺社林などがその場所としてあげられる。これらの都市内の樹木はまとまりが小さく生物多様性の観点からはその効果が限定的とされているが、都市の美観向上などにより、人間のストレスを軽減することが期待されている。

しかし、これらの都市内樹木によるセラピー機能の評価に関する先行研究は少なく、これらの科学的データの蓄積は十分ではない。

本研究では、都市内にあるさまざまな樹木のある区域を対象とし、それらの樹木がどの程度のセラピー機能を発揮しているかについての科学的データを蓄積し、都市内樹木の評価をすることが目的である。

具体的には、名古屋市内の点在する緑地を現地調査し、その際のストレスを、アミラーゼ活性値という生理的評価手法だけでなく、血圧、心拍数など、バイタルサインを用いて森林セラピー機能の効果を検証する。この手法は、森林セラピーロードなどでも援用が可能であり、都会での森林評価の手法を確立する上でも重要な研究である。

前報<sup>6)</sup>では、アミラーゼ活性値のみを分析対象としたが、今回は血圧、心拍数などのバイタルサインと組み合わせた評価を行うことで、緑が人間に与える影響を多面的に評価する。

## 2. バイタルサインの測定

### (1) アミラーゼ活性値

唾液に含まれるアミラーゼは、人間が受けるストレスと関係があると言われている<sup>7)</sup>。すなわち、身体に受けたストレスは、情報として神経系の視床下部を介して交感神経系の興奮を促す。この興奮が体外のストレスに対する体内の自己防衛反応としてアミラーゼ活性を高める。この身体反応を利用して、アミラーゼ活性値を測定することにより、被験者が測定時にどの程度ストレスを受けているかを評価できると考えられる。

なお、アミラーゼ活性値の測定方法については、前報<sup>6)</sup>に詳しく示した。

### (2) 血圧・脈拍

野外で簡易に測定するために、図1の手首式血圧計(CITIZEN CH650F)を用い、最高血圧、最低血圧(ともに、オシロメトリック法)、心拍数の3つのデータを測定する。

測定方法は、測定開始ボタンを押し、約30秒~1分で測定が完了する。同じ測定点で5分間隔で10回程度測定を行う。

## 3. 現地調査の方法

### (1) 調査場所の選定

前報<sup>6)</sup>に詳細を示したとおり、都市内緑地調査の場所として、熱田地区周辺から6地点を選定した。調査地点の地図を図2に示した。この地区を選んだのは、この地区には熱田神宮をはじめとした都市部に点在する緑地、国道1号線や国道19号線など交

通量の多い道路、運河や白鳥庭園など、都市のさまざまな構成要素が密集している場所であり、同じ日に連続的に調査するには適切な場所であると判断したからである。

6地点は次のような地点である。

- ・地点1：白鳥庭園内の池の近く
- ・地点2：熱田神宮内の明るい緑地
- ・地点3：熱田神宮内のよく茂った暗い緑地
- ・地点4：堀川(運河)沿いの緑地
- ・地点5：熱田図書館の玄関前
- ・地点6：熱田神宮前交差点の歩道橋のたもと

それぞれの地点の地図を図2に、写真を図3にそれぞれ示した。



図2 6つの測定地点<sup>6)</sup>



図3 6つの調査地点<sup>6)</sup>

(左上①、右上②、左中③、右中④、左下⑤、右下⑥)



図1 血圧・心拍数測定装置

(2) 調査方法

アミラーゼ値分析を行った前報<sup>6)</sup>では、各被験者が現地調査を行う前に、自宅で安静時にアミラーゼ値・血圧・脈拍の測定をしておき、ここで得られた結果を被験者の平常時の値とし分析を進めたが、自宅での安静値には、被験者ごとにさまざまな要因が影響しており、この値を用いて測定データの標準化を行う際には、注意が必要であると指摘した。

このため、今回の報告では、自宅での測定値を用いずに、現地で調査した際の測定値を被験者ごとに標準化するという方法を用いてストレス度及びバイタルサインの変化を考察する。

本調査の測定方法は以下のとおりである。調査地点に移動し、約10分間の安静状態を維持し、その場所の雰囲気を感じるようにする。この安静状態の時には、測定値に影響を及ぼさないように他の被験者との会話はしないようにする。各調査地点で5分に1回の頻度で約45分連続してアミラーゼ値やバイタルサインを測定する。これで9回前後の測定データを得る。得られた測定結果の中から異常値とみられるデータを除いた上でその地点でのその被験者の観測値として扱う。

4. 現地調査の結果と考察

(1) 観測値の精査

被験者13人(A~M)の観測値(現地の測定で測定エラーが出たものや、明らかな異常値が観測され

た場合は現地で観測値を破棄した)について、各被験者ごとに平均値と標準偏差を算出した。

被験者ごとの観測値が正規分布に従うと仮定し、得られた平均値 $\mu$ と標準偏差 $\sigma$ を用いて。各観測値 $x$ を標準化値 $z=(x-\mu)/\sigma$ で標準化して変数 $z$ を算出し、 $z$ の絶対値が2を越える観測値については、異常観測値として分析データから除外した。これにより、確率4.55%以下で発生する値を異常値として除外したことになる。

このような異常値を除外した結果、各被験者のデータは表1のようになった。また、被験者ごとの心拍数と最大血圧値について、標準誤差とともに、図4に示した。

この結果から、被験者間で観測値が大きく異なることが明らかとなった。しかし、変動係数(標準偏差÷平均値)は、心拍数と血圧については、最大でも0.15、アミラーゼ値についてもほぼ0.5以下に収まり、被験者ごとに信頼性のある観測値が得られたことを示している。

(2) 各地点ごとの標準化値の比較

前項で被験者ごとの個人差が大きいことが明らかとなったため、各地点ごとの分析では標準化値を用いる。

被験者ごとに各地点の各標準化値の平均値を算出し、各地点ごとに被験者13人の平均値の平均値を算出した。平均値の平均値を算出したのは、被験者ごとに有効測定回数が異なるため、その影響を除外す

表1 各被験者の測定値(心拍数:拍/分、血圧:mmHg、アミラーゼ値:kIU/L)

心拍数	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
データ数	37	22	40	45	40	39	46	42	40	46	44	43	45
平均	79.3	94.4	87.6	90.3	91.8	67.2	72.6	86.6	71.4	84.9	67.0	61.0	87.9
標準偏差	4.05	7.25	9.07	9.11	6.35	3.24	4.30	7.17	3.34	9.00	6.25	3.89	5.99
zの最大値	1.89	2.30	2.47	1.73	2.07	1.79	2.41	1.87	2.87	1.68	2.72	2.06	1.68
zの最小値	-2.55	-1.57	-2.60	-1.79	-1.86	-2.22	-2.24	-2.46	-1.92	-1.88	-2.24	-1.79	-2.15

最大血圧	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
データ数	39	23	40	42	38	39	47	42	40	44	43	41	44
平均	103.3	132.8	116.2	99.8	131.2	110.7	122.0	126.5	118.1	109.9	102.0	137.6	129.5
標準偏差	5.32	6.76	4.99	4.90	8.95	6.18	6.27	6.78	10.03	4.82	5.25	8.91	7.83
zの最大値	2.01	1.81	1.56	2.50	2.22	2.64	1.91	2.14	1.99	1.68	1.71	1.84	1.98
zの最小値	-1.75	-1.74	-2.44	-2.20	-2.48	-2.05	-1.60	-2.29	-2.00	-1.64	-1.72	-1.75	-1.85

最小血圧	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
データ数	39	23	40	45	39	38	45	40	38	45	42	40	44
平均	66.3	84.3	76.3	64.8	85.2	63.9	71.1	86.6	82.3	72.3	67.5	89.8	85.0
標準偏差	6.11	11.17	7.69	8.68	9.97	8.86	9.83	9.28	12.09	9.42	5.44	11.65	6.25
zの最大値	2.07	1.94	2.17	1.63	2.49	1.93	2.02	2.20	2.21	1.88	2.66	1.91	1.92
zの最小値	-1.69	-2.09	-1.86	-1.94	-3.03	-2.36	-2.05	-1.89	-1.84	-2.26	-1.75	-2.30	-2.08

アミラーゼ値	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
データ数	38	22	39	45	44	38	45	42	39	44	42	38	48
平均	31.1	31.2	18.0	41.8	39.4	9.7	27.7	92.5	46.1	23.1	69.0	35.5	30.8
標準偏差	15.13	10.22	7.79	13.70	11.58	5.08	12.28	27.87	8.60	10.82	23.71	37.94	16.11
zの最大値	2.11	1.94	2.31	2.79	2.90	2.23	2.79	2.75	2.08	2.58	2.24	3.97	1.94
zの最小値	-1.79	-2.07	-1.92	-1.30	-1.85	-1.31	-1.77	-2.28	-2.22	-1.58	-1.81	-0.70	-1.48

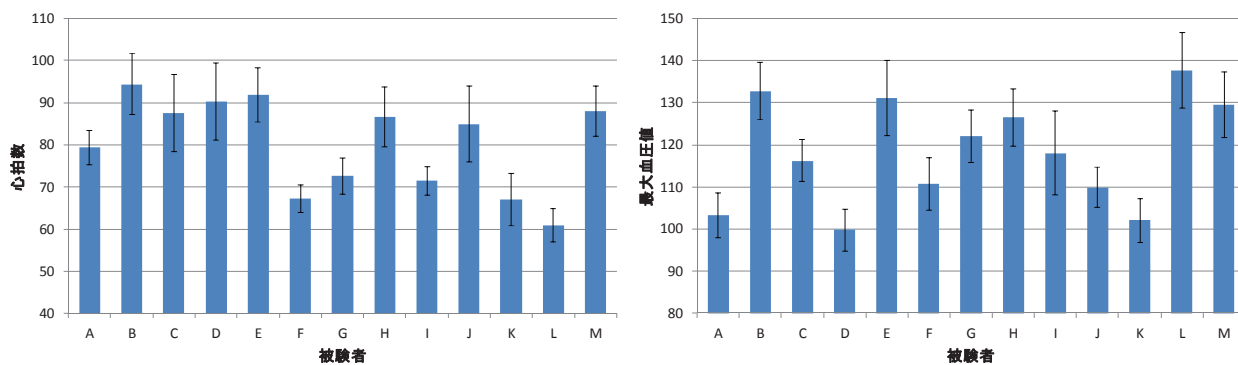


図4 心拍数、最大血圧値の被験者13人の各平均値と標準偏差

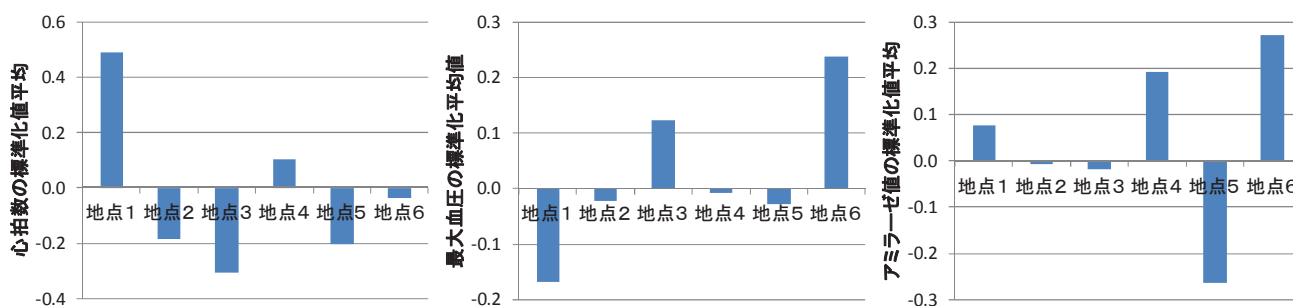


図5 心拍数、最大血圧、アミラーゼ値の各地点ごとの被験者13人の標準化値平均

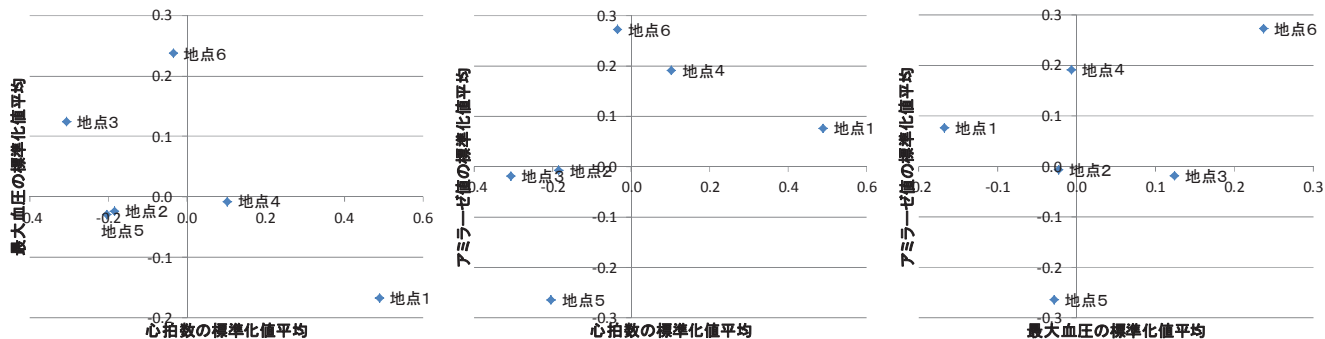


図6 心拍数、最大血圧、アミラーゼ値の標準化値の各相関図

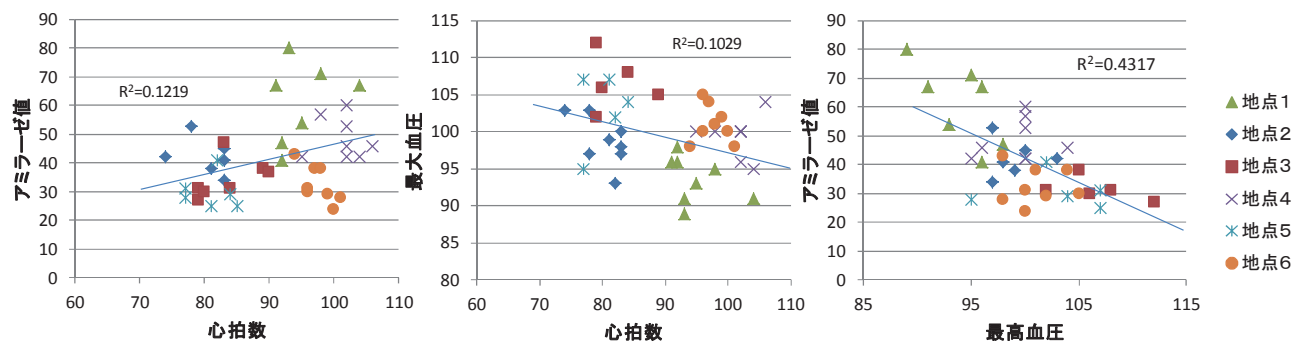


図7 被験者Dの心拍数、最大血圧、アミラーゼ値の相関図



るためである。

心拍数、最大血圧、最小血圧、アミラーゼ値の4つの測定のうち、最小血圧を除いた3種類の標準化値平均を図5に示した。

アミラーゼ値の標準化値平均の比較から、アミラーゼ計測値が一番高かったのは地点6（熱田神宮前交差点の歩道橋のたもと）であり、一番低かったのは地点5（熱田図書館の玄関前）であった。これらの結果は前報<sup>6)</sup>で「アミラーゼ平常値による標準化」を行った結果と一致している。

また、3種類の測定値うち2種類を選び、各地点ごとの平均をプロットした散布図を図6に示した。

この図を見ると、心拍数、血圧、アミラーゼ値には相関関係が見られないことが分かる。

**(3) 各被験者の特徴**

各バイタルサイン間に関連があまり見られないのは、被験者ごとの傾向にばらつきがあるためである。そのため、被験者ごとに分けて分析を行う。

例として、被験者Dを取り上げ、心拍数、最高血圧、アミラーゼ値の相関分析を行った。その結果を図7に示した。

この分析から、すべての地点で何らかの相関があることが確認され、特に最高血圧とアミラーゼ値には強い相関が見られた。このことから、アミラーゼ値によるストレス測定を、最高血圧により代替することができる可能性が指摘できる。

また、図7を見ると、明らかに地点ごとに違いがあることが分かる。この被験者の場合、地点1（白鳥庭園内の池の近く）や地点4（堀川（運河）沿いの緑地）では、ストレスが高く、脈拍が早くなり、相対的に最大血圧が低下するという特徴が見られた。逆に、地点3（熱田神宮内のよく茂った暗い緑地）、地点5（熱田図書館の玄関前）では、ストレスが低く、心拍数も低くなっているという特徴が見られた。

これらの分析から、個人の地点選好により、環境が個人に与える影響は大きく異なるといえる。

**(4) 地点や個人の特徴分析**

ここまでの分析で、その土地の環境が個人に与える影響については、個人差が大きいとともに、個人を特定した場合には、ある程度確実な効果が見られることが明らかとなった。

そこで、全地点の実験に参加できなかった被験者Bを除く12人の被験者のデータを用いて、地点や個人の特徴分析を行う。

ここでは、アミラーゼ値について各地点、各被験

表2 アミラーゼ値の各地点、各被験者の標準化値

アミラーゼ値	地点1	地点2	地点3	地点4	地点5	地点6
A	-0.81	1.00	0.39	0.04	-0.80	-0.21
C	0.58	0.45	-0.77	-0.15	-0.13	0.22
D	1.40	0.33	-0.54	0.49	-0.85	-0.67
E	0.83	-0.29	-0.02	0.06	-0.35	-0.07
F	-0.85	0.10	0.80	-0.06	0.26	-0.64
G	0.64	-0.79	-0.17	0.51	-0.38	0.14
H	0.43	0.14	-0.17	0.17	-0.04	-0.51
I	0.20	-0.08	0.13	-0.47	0.04	0.20
J	-0.33	-0.36	-0.25	1.22	-0.27	0.03
K	-0.56	0.01	0.26	-0.01	-0.61	0.84
L	-0.48	-0.30	-0.08	-0.20	-0.03	3.94
M	-0.12	-0.30	0.61	0.68	-0.70	0.00

者の標準化値（表2）を用い、各地点間の単相関係数を算出し、「1-単相関係数」を各地点間の距離として数量化IV類を行う。数量化IV類とは、各項目の近親性をデータとして、目的変数のない場合に、平面上に各対象物をプロットして視覚化を図る手法である。今回の分析では、この近親性に「1-単相関係数」を用いて分析を行う。

数量化IV類を行った分析結果を図8に示した。これを見ると、今回調査を行った6つの地点の特徴の類似を見ることができる。

まず、地点5と地点6は類似性があることが分かる。地点5は熱田図書館の玄関前で、地点6は、熱田神宮前交差点の歩道橋のたもとであり、どちらも人工的な空間である点が共通点である。

次に、地点1と地点4にも共通点が見られる。地点1は白鳥庭園内の池の近くで、地点4は堀川（運河）沿いの緑地であり、どちらも水辺であることが共通点である。平面的に解放されていることが共通の特徴といえる。

地点2は、熱田神宮内の明るい緑地であり、より自然に近い空間（人工物が少ない）として構成されている。これに対して地点3は、熱田神宮内のよく茂った暗い緑地であり、自然的要素もあるが、コンクリートによる歩道などもあり、人工的要素も強い。

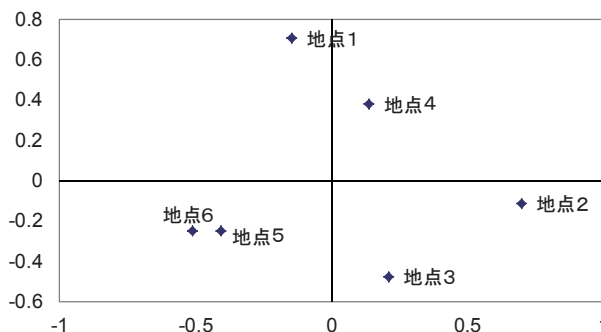


図8 各地点の数量化IV類の分析結果

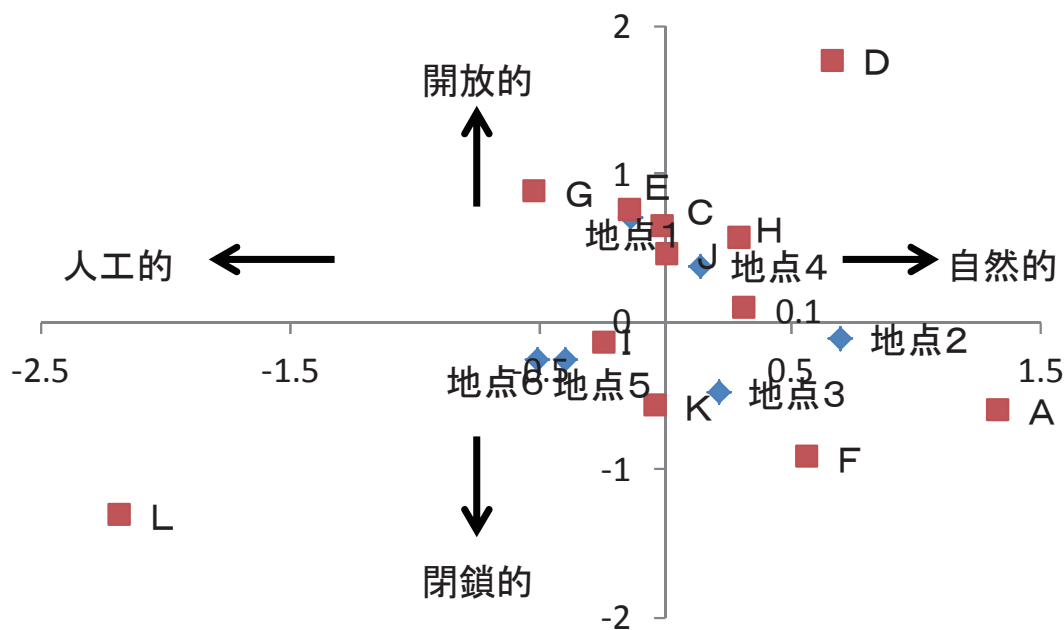


図9 各地点と被験者の数量化IV類によるコレスポンデンス分析の結果

これらの考察結果から、縦軸は空間の開放度を示すと考えられ、上が「開放的」下を「閉鎖的」とする。横軸は、人工度を示すと考えられ、右を「自然的」、左を「人工的」とする。

各地点の固有ベクトル値（図8の値）と、各被験者の標準化値の行列積を求め、各被験者のスコアを図8と重ね合わせて、ここまでの考察で得られた注を加えた図（コレスポンデンス分析の結果）を図9に示した。

この図では、ストレス度から見た被験者の選好タイプを見ることができる。例えば被験者Lは、人工的なものに強いストレスを感じていることが分かる。これに対して被験者Bは自然的なものに対して強いストレスを感じていることが分かる。被験者Fは、閉鎖的な空間にストレスを感じる傾向があり、地点3では、実際にストレス値が上昇している。

個別にバイタルサインの考察を行った被験者Dは、自然的で開放的なものにストレスを感じており、今回の調査地点1、地点2、地点4などで実際にアミラーゼ値が高くなっており、これまでの分析と整合性がある。

#### (5) 考察

本研究により、都市においても周辺環境が人間にストレスを与えたり、リラックス効果を与えたりすることが明らかとなった。しかし、環境が人間に与える影響は個人により大きく異なり、人工的な空間がストレスとなっている人もいれば、自然的な空

間がストレスとなっている人もいることが明らかとなった。

また今回の分析により、ストレスと、心拍数や血圧などのバイタルサインとは一定の相関があることが確認された。特にストレスと最高血圧とは相関が強く、血圧の測定を代替指標とすることで、今後安価に多くの実証データを得る可能性が指摘できる。

個人差が大きい研究テーマであることから、今後も多くのデータを集め、分析をしていくことが望まれる。

#### 5. 結論

本論文では、現代社会における重要問題の1つである日常生活における人のストレスについて、アミラーゼ測定値、心拍数・血圧などのバイタルサインを利用し、調査、分析を行った。

本研究で得られた結論は以下のとおりである。

アミラーゼ測定値は、正規分布を仮定して統計的に異常値を取り除く等の処理を行うことで、標準化を行うことが可能である。さらにこの標準化を行うことで重要な差異をさらに浮き立たせることが可能であることを示した。

また、ストレスは、心拍や血圧などのバイタルサインでも代替計測することが可能である。

都市の環境は、人間に対してストレスやストレス緩和作用などの機能があることが実証された。ただ、難しいのは、都会において人間がストレスを感じる

対象は、人工的であったり、閉鎖的であったりするものとは限らず、自然な空間や、開放的な空間でもストレスを感じる人間が少なからず存在するということである。このことが、いわゆる「ストレス研究」を難しくしている要因であることが今回の研究でも実証された形である。

しかし、一人ひとりで見ると、作用・反応関係は比較的シンプルであり、個人個人の反応タイプを明確化することで、セラピー機能を実現することは可能と考察される。

## 謝辞

本研究推進にあたり、平成 26 年度環境経営研究所の補助を得た。記してここに感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 森本兼曩、平野秀樹、宮崎良文編著 『森林医学』、朝倉書店、370pp.、2006
- 2) 大井玄、平野秀樹、宮崎良文編著 『森林医学Ⅱ 環境と人間の健康科学』、朝倉書店、265pp.、2009
- 3) 森林セラピーソサエティ、『森林セラピーガイドブック』、JTB パブリッシング、160pp.、2009
- 4) 森林セラピーソサエティ「全国の森 | 森林セラピー®総合サイト」全国の森 森林セラピー®総合サイト <http://www.fo-society.jp/quarter/>
- 5) Takano T, Nakamura K, Watanabe M., "Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces.", *Epidemiol Community Health.*, 56(12): pp.913-918., 2002
- 6) 加藤悟・平岩卓・菅井径世・小川克郎・小串重治・芝垣正光、「森林セラピー機能のアミラーゼ活性値による効果の検証」名古屋産業大学・名古屋経営短期大学環境経営研究所年報、vol.13, pp. 54-58, 2014
- 7) 芝垣正光・菅井径世・小串重治、「森林の癒し効果の評価に唾液アミラーゼ活性値は利用できるか？」名古屋産業大学・名古屋経営短期大学環境経営研究所年報、vol.11、pp.28-33、2012