

# 園芸作業に伴う人の快適性の心拍変動性に基づく評価 —播種およびハーブ苗移植の事例—

古橋 卓<sup>1</sup>・平田 眞<sup>1</sup>・田中絵利子<sup>1</sup>・角田英男<sup>2</sup>・鈴木 卓<sup>1</sup>・大澤勝次<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究科 060-8589 札幌市北区北9西9

<sup>2</sup>(社)植物情報物質研究センター 061-1374 恵庭市恵み野北3-1-1

## Evaluation of Human Pleasantness Based on the Heart Rate Variability Related to Horticultural Working —In case of sowing and transplanting herbs—

Suguru FURUHASHI<sup>1</sup>, Makoto HIRATA<sup>1</sup>, Eriko TANAKA<sup>1</sup>, Hideo KAKUTA<sup>2</sup>,  
Takashi SUZUKI<sup>1</sup> and Katsuji OOSAWA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Nishi 9, Kita 9, Sapporo 060-8589

<sup>2</sup>Plant Ecochemicals Research Center, Megumino-Kita 3-1-1, Eniwa 061-1374

### Summary

In order to establish a convenient method for evaluating human physical pleasure associated with horticultural work, such as sowing and transplanting herbs, changes in activity of the parasympathetic nervous system were examined utilizing a portable electrocardiograph. High frequency (HF) value calculated from heart rate variability (HRV) was used as an index for the nerve activity. At the same time, other indices, including changes in brain waves, skin temperature and sense of subjects based on questionnaire were also examined. The HF values increased after working in transplanting, which indicate post-work relaxation in the parasympathetic nervous system. In this case the post-work HF value was consistently higher with transplanting than with sowing. Furthermore, post-work skin temperature and the 'activity' scale of Profile of Mood States (POMS) were reduced significantly with sowing. These results suggest that sowing is more stressful for subjects than transplanting in this study, and that the HF value is a useful index for evaluating work-associated human pleasure.

**Key words** : horticultural working, heart rate variability (HRV), skin temperature, POMS

### 緒 言

近年、ガーデニングや家庭菜園、市民農園など園芸が注目され、多くの人々が園芸作業を楽しんでいる。「園芸と人との関わり」はこれからの園芸学研究の展開方向として重要視されるものと考えられる。植物と関わることによる心理的な癒しや回復の反応については、これまで質問紙による心理指標を中心に多くの研究例がある (Ulrich, 1984; Relfら, 1992)。最近では心理指標による快適性と生理的指標とを結び付けて把握しようとする試みが始まっている。遠藤ら (2001) はプランターの植物を「見る」区と「育てる」区における生理的・心理的変化について脳波等を用いて報告し、植物を育てることによりα波が増加する傾向があ

ることを報告した。また山根ら (2002) は、パンジー鉢苗の植え替え作業が人に与える影響を脳波、筋電図等を用い評価し、園芸作業は筋電図および脳波のβ波を低下させるなど生理的リラクゼーションの促進が示唆されたことを報告している。

しかし、これまでの生理的な指標の数値化は脳波や筋電図など測定装置が重厚かつ精密なものであり、被験者は移動困難で心理的な負荷がかかるなどの問題点があった。したがって、移動する作業が日常的である園芸作業における作業者の生理的な指標の数値化には適応困難であると考えられた。園芸作業における快適性の簡易測定には、移動が可能でかつ装着していることを忘れる程度に簡便な装置による測定方法が望ましい。

そこで筆者らは、被験者への負担が少ない生理的指標の測定法として、小型で携帯性に優れた心電図モニ

2006年7月13日受付、9月5日受理。

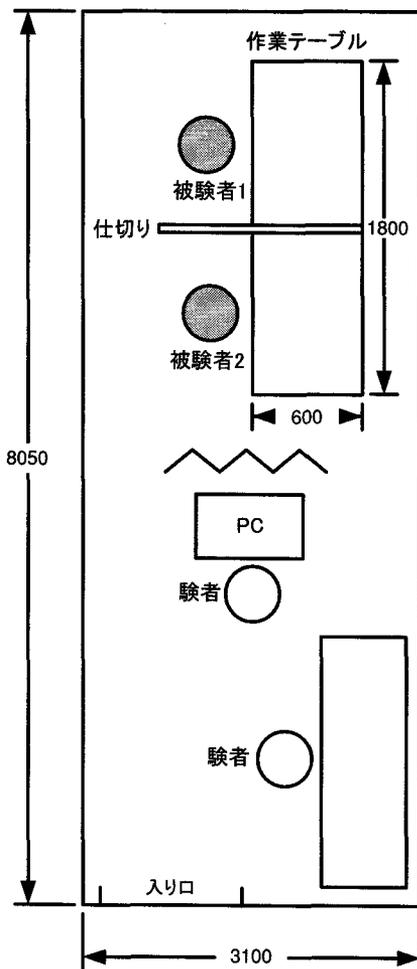


Fig. 1. Setting of the experimental room (unit : mm).  
第1図. 実験室の配置 (単位mm).

ターにより測定可能な心拍変動性に注目した。心拍変動性のパワースペクトル解析は、心拍を制御している交感神経あるいは迷走神経などの自律機構の活動を測定する有効な技術になると指摘されている (Åkselrodら, 1981)。

本研究は室内で行える園芸作業の具体的事例として、ハーブ苗の移植作業および播種作業を取り上げた。園芸作業時における作業者の快適性の変化を、生理指標として心拍変動性と併せて皮膚温、脳波を用いて測定し、同時に質問紙による心理的な変化を調べた。それらの結果を心拍変動性との対応から分析することによって、心拍変動性による簡易測定法の有効性を明らかにしようとした。

## 材料および方法

### 1. 実験環境

実験は2003年4月に、(社)植物情報物質研究センター (恵庭市) 内の実験室 (間口3.10m×奥行8.05m : 24.95 m<sup>2</sup>) にて行った。作業以外の影響をできる

限り排除するため実験室内の窓はブラインドを閉め、外の景色が見えないようにし、被験者どうしお互いの姿が見えないよう作業テーブルにスチレンボードで仕切りを設けた (第1図)。平均室温は  $26.2 \pm 0.6^\circ\text{C}$ 、平均相対湿度は  $38.0 \pm 2.3\%$  であった。

### 2. 被験者

本研究の趣旨を理解し、文書で承諾を得た同市同町の団地内に居住している30~40歳代 ( $40.6 \pm 2.3$  歳) の女性8名を被験者とした。

### 3. 実験手順

実験は移植作業の日、播種作業の日に分けて各2日間行った。作業順序の影響を考慮し、移植作業を先に行う区と、播種作業を先に行う区の半数 (4名) ずつに分けた。また、人体の生体リズムの日内変動を考慮し、両作業日とも同時刻に実験を開始した。実験の手順は被験者が実験室入室後、本研究の趣旨を説明し、作業テーブルに着席した状態で測定する各電極を装着した。その後POMS (質問紙) への回答を求め、その日の作業内容を説明した。被験者が実験室の環境に慣れた入室30分後から測定を開始し、各3分間の閉眼、開眼、閉眼のあとハーブ苗の移植作業および播種作業をスタートした。作業時間は30分間とし、作業後に再び閉眼と開眼を更に3回繰り返す。測定開始から56分後に生理指標の測定を終了し、再びPOMSに回答を求め測定を終了した。また作業の直前、直後にMCL-S.1 (質問紙) への回答を求めた。実験全体の所要時間は約120分間とした。

### 4. 作業内容

作業は室内の椅子に着席した状態で行える軽度な園芸作業であること、また作業内容に明確な違いが認められることを考慮し、葉の緑や芳香のあるハーブ苗の移植作業と、細かい作業で集中を求められる播種作業を設定した。移植作業はセルトレイで5cm程度に成長させたローズマリーを指先で押し上げて抜き取り、口径6cmのプラスチックポットに移植するよう指示した。播種作業は土が入ったバットから128穴のセルトレイに素手で土を入れ、指先第一関節程度の穴をあけ、パセリの種子を一粒ずつ丁寧に3~5粒撒くよう指示した。どちらの作業においても作業終了までの時間は伝えず「作業を終了してください」の合図があるまで作業を続けること、またノルマを課すわけではないため、それぞれ自分のペースで作業を行うことを指示した。

### 5. 測定項目

#### 1) 生理指標の測定

(1) **心拍変動性** 心拍変動性の分析は以下の方法で

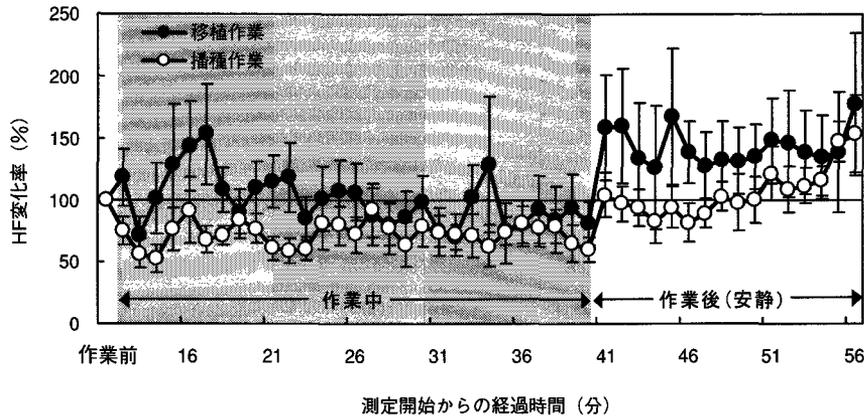


Fig. 2. Change in the average value of the normalized HF power during transplanting and sowing. Data represent the mean  $\pm$  SE (n=7).  
 第2図. 作業前を基準としたHF (副交感神経活動) 変化率の推移. 平均値 $\pm$ SE (n=7).

行った。アクティブトレーサーAC-301 (GMS社) による心拍の計測からR-R間隔を算出し、解析ソフトTARAWA (GMS社) を用いたR-R間隔変動スペクトル解析により、1分ごとのLF (低周波成分: 0.04-0.15Hz), HF (高周波成分: 0.15-0.4Hz) を算出しHFの値を求めた。HFは副交感神経活動の状態を示すと考えられている (Kamath・Fallen, 1993)。測定に用いたアクティブトレーサーは小型 (H52×W80×D17 mm)・軽量 (約 72 g) であり、ベルトで腰に装着することで作業中に拘束感を感じることなく測定が可能である。心拍変動性は作業前3分間の平均値を基準とし、作業開始からのHF変化率で比較した。被験者の一人にデータの欠損があったためデータの得られた7名について分析を行った。

(2) **皮膚温** 皮膚温はサーミスタ高精度温度計D642型 (テクノセブン社) を用い、被験者の右足第5趾趾根部にテープで固定し測定した。末梢皮膚温は不安、緊張などの情動、あるいは暗算や騒音負荷などの精神負荷時に低下することが報告されている (苗村ら, 1993; 吉田ら, 1995)。皮膚温は測定開始から終了まで1分間隔で計測し、作業前3分間の平均値を基準とし作業開始からの変化量を求めた。被験者の一人にセンサーのとり付けが不十分であったため、データの得られた7名について分析を行った。

(3) **脳波** 脳波はESA-16 (株脳機能研究所) を用い、国際 10-20 法に準じて 10 か所の電極を配置し、ネットを被せ固定し測定した。データは1区間 (1 エポック) を 5.12 秒として、閉眼後すぐの1区間目はアーチファクト (瞬きやノイズ) の混入を考慮のうえ削除し、閉眼後2区間目からの10区間を選択した。選択したデータを $\alpha$ 波: 8~13Hz,  $\beta$ 波: 13~20Hzで周波数解析を行った。 $\alpha$ 波は肉体的、精神的に落ち着いた状態に多く出現するといわれており、リラックスした覚醒状態を反映すると言われている (Bensonら, 1974)。分析では算出された $\alpha$ 波と $\beta$ 波の含有量か

ら $\alpha/\beta$ 比を求め被験者のリラックス度の指標とした。

## 2) 心理指標の測定

(1) **POMS (Profile of Mood States)** POMSは、米国で開発された人の気分や感情を評価する自記式質問紙法の一つである。POMSは、気分を表す65の質問項目で構成されている。回答者には、実験当日の現在の気分が各項目を表す気分のどこに位置するかを「まったくなかった」(0点) から「非常にたくさんあった」(4点) の5段階のいずれかを選択させる。回答結果は「緊張-不安」, 「抑うつ-落ち込み」, 「怒り-敵意」, 「活気」, 「疲労」, 「混乱」の六つの尺度に分類され、尺度ごとに合計点を算出し気分プロフィール換算表 (横山・荒木, 1994) によりT得点化した。

(2) **MCL-S. 1 (Mood Check List-Short form-1)** MCL-S. 1は運動に伴う気分や感情の変化を捉えることを目的として橋本・徳永 (1996) により作成された質問紙であり、その信頼性と妥当性が確認されている。感情尺度は「爽快な気分である」「落ち着いている」などの10項目からなり、「快感情」「リラックス感」「不安感」の三つの尺度で構成されている。質問数が少ないため、運動中の感情を比較的簡便に測定できる。回答は「まったくそうである」(7点) と「まったくそうでない」(1点) を両極とし、調査時点での率直な感情を回答用紙に記入させた。

得点化の際に「まったくそうである」という最も肯定的な意見を3点、「どちらともいえない」という中間回答を0点、「まったくそうでない」という最も否定的な回答を-3点とするリッカート法を用い、尺度毎に得点を算出した。したがって、「快感情」「リラックス感」の尺度得点が高いほど肯定的な感情を持つことを意味し、負の得点は不快・緊張状態を意味する。また、「不安感」は尺度得点が高いほど不安感情が高いことを示し、負の得点は逆に自信や安心状態を意味する。

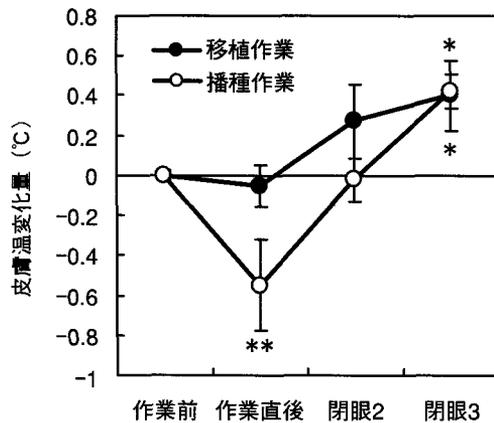


Fig. 3. Average differences of skin temperature before and after (just after work, after 10 min after 16 min) work. Data represent the mean  $\pm$  SE (n=7).

\*\*\*Significant at 0.05, 0.01 level by Bonferroni/Dunn method.

第3図. 作業前を基準とした作業後閉眼時3分間ごとの皮膚温変化量の推移. 平均値 $\pm$ SE (n=7).

\*, \*\*はBonferroni/Dunn法の結果, それぞれ5%, 1%水準で作業前と比べ有意差が認められた数値を示す.

## 結果および考察

### 1. 生理指標

1) **心拍変動性** 心拍変動性の解析によるHF値の変化率は, 移植作業において作業直後の早い時間帯での上昇, またその値が持続する傾向が見られた。このことは移植作業後に作業前に比べ副交感神経活動の値が高まっていたことを示している。一方で播種作業においては, 作業後安静時においても作業前と同じ値での推移を示し, 移植作業ほどの副交感神経活動の高まりは見られなかった(第2図)。Gardeら(2002)は, コンピューター作業により交感神経活動の指標が上昇し, 副交感神経活動の指標が減少することを報告している。このことから, 細かい作業を要求される播種作業では作業後のリラックス効果が現れにくかったことが示唆され, また移植作業においては視野に入る緑や芳香のあるハーブ苗を用いたことにより, 落ち着いた状態, リラックス効果が高まっていたと考えられる。

2) **皮膚温** 皮膚温変化量は作業終了後の閉眼3分間(3回)の平均値で比較した。作業直後の閉眼時において, 播種作業で作業前に比べ有意に低下した( $p < 0.01$ )(第3図)。皮膚温の下降は不安や緊張などの精神的な負荷に反映される(苗村ら, 1993; 吉田ら, 1995)。このことから細かい種を扱う播種作業は, 移植作業に比べ負荷の大きい作業であったことが考えられる。作業後3回目の閉眼時では, 移植作業および播種作業において作業前に比べ有意に上昇した( $p < 0.05$ )。皮膚温の上昇はリラックスの効果とも考えられ, 作業後の速やかな回復および増加は, 時間が

Table 1. Changes in brain wave ( $\alpha/\beta$ ) with closed eyes before and after work (transplanting and sowing).

第1表. 作業前後における閉眼時の $\alpha/\beta$ 比の変化。

実験区	作業前	作業後	変化量 <sup>2</sup>
移植作業	0.648 $\pm$ 0.131 <sup>1</sup>	0.641 $\pm$ 0.137	-0.007
播種作業	0.631 $\pm$ 0.134	0.641 $\pm$ 0.131	0.010

<sup>1</sup>作業前後での変化量.

<sup>2</sup>平均値 $\pm$ SD.

<sup>3</sup>Difference before and after work.

<sup>4</sup>Mean $\pm$ SD.

経過するにつれての園芸作業のプラス効果を示唆するものである。

3) **脳波** 脳波 $\alpha/\beta$ 比は作業前後の比較において有意な差は見られなかった(第1表)。本実験では, 得られたデータに個人差によるばらつきが大きく, また被験者数の少なさも影響したものと思われる。遠藤ら(2001), 山根ら(2002)は脳波における $\alpha$ 波の増加,  $\beta$ 波の減少といった大脳活動の面でのプラスの効果を報告しているが, 本実験ではそのような結果は得られなかった。山根らの実験では作業時間が約10分であったのに対し, 本実験では30分の作業を行った。このような作業時間および実験時間の長さなどの影響も考えられる。また, 遠藤らの実験では大脳活動の面でのリラックス効果はあったが自律神経機能では効果が現れにくいと報告したが, 本実験では大脳活動ではその効果は見られず, 自律神経機能(心拍変動性, 皮膚温)においてのリラックス効果が認められる結果となった。今後は作業時間や環境といったより多くの場面を検討したうえでの事例報告の蓄積が必要である。

### 2. 心理指標

1) **POMS** POMSでは移植作業後に「抑うつ-落ち込み」の尺度において改善がみられた。一方播種作業では, 作業後の「活気」が有意に低い値を示した。(第2表)。丁寧に一粒ずつ播種することを求めた播種作業は, 被験者に心理的な負荷を与えていたことが考えられる。全体として播種作業に比べ移植作業の方が, 心理的にプラスの感情が高い傾向が認められた。

2) **MCL-S.1** MCL-S.1では作業間に違いは見られなかったものの, 作業後の「快感情」において, 播種作業, 移植作業ともに有意に高い値を示した(第4図)。園芸作業を行うことには「生き生きしている」「はつらつしている」といった気分を高めることがわかった。「リラックス感」「不安感」においては有意な差は認められなかった。

Table 2. Change in the average value POMS test score before and after work.  
第2表. 作業前後におけるPOMS得点の変化.

尺度	移植作業			播種作業		
	作業前	作業後	P	作業前	作業後	P
緊張-不安	47.3 ± 6.8 <sup>z</sup>	44.3 ± 3.8	0.062	45.9 ± 4.6	44.9 ± 4.6	0.050
抑うつ-落ち込み	48.3 ± 6.8	45.8 ± 5.1	0.032 <sup>*</sup>	46.6 ± 4.3	44.8 ± 2.8	0.085
怒り-敵意	47.0 ± 7.0	46.3 ± 7.7	0.133	45.6 ± 4.7	43.9 ± 5.1	0.093
活気	41.1 ± 7.9	40.9 ± 8.8	0.395	41.9 ± 7.1	39.1 ± 7.5	0.045 <sup>*</sup>
疲労	48.6 ± 4.4	47.6 ± 5.3	0.247	47.5 ± 6.7	47.5 ± 7.1	1.000
混乱	52.3 ± 12.7	49.9 ± 8.3	0.167	50.3 ± 4.8	48.9 ± 6.9	0.517

<sup>z</sup>平均値±SD.

<sup>\*</sup>はt検定の結果, 作業前後に5%水準で有意差が認められた項目を示す.

<sup>z</sup>Mean±SD.

<sup>\*</sup> Significant at 0.05 level by t-test.

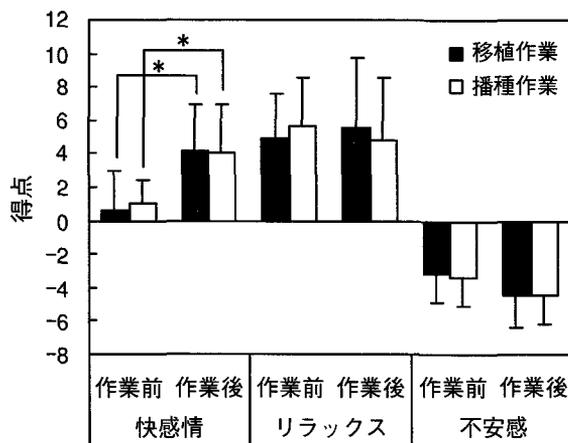


Fig. 4. Change in the average value MCL-S.1 test score before and after work. Data represent the mean ± SE (n=8).

<sup>\*</sup>Significant at 0.05 level by t-test.

第4図. 作業前後におけるMCL-S.1の変化. 平均値±SE (n=8).

<sup>\*</sup>はt検定の結果, 作業前後に5%水準で有意差が認められた項目を示す.

### 3. 心拍変動性の簡易測定の有効性

心拍変動性その他の指標との対応を見てみると, 生理指標では心拍変動性と皮膚温の推移において, 作業終了後からの回復に同様の傾向を示し, 移植作業は播種作業に比べ負荷が少なく, 作業後にリラックス感を増加する傾向が見られる結果となった。しかしながら脳波においては, 作業前後に差は見られず心拍変動性との対応を見ることはできなかった。心理指標では, POMSにおいて播種作業における「活気」の低下といった負荷の大きさが, 心拍変動性の結果と対応していた。MCL-S.1では両作業とも作業後に「快感」が増加したが, 「リラックス感」では作業後の値に大きな変化は見られなかった。この結果は副交感神経活

動の高まりには対応しておらず, 心理指標だけでは抽出できない園芸作業時の感情の変化を, 心拍変動性を測定することで評価可能であることが示唆された。

心拍変動性の測定は, これまで臨床(大塚, 1998)や健康スポーツ科学(井瀧ら, 2003)などで利用されてきている。本研究はこれを園芸作業に用いることで, 情動・感情などの心的事象を指標として測定可能であることを明らかにしようとした研究であったが, 本研究でその可能性が開かれたと考える。このような簡便な装置による心拍変動性の測定は, 他の生理指標に比べて拘束感, 身体的負担が少ない状態での測定が可能であることが大きな利点である。さらに, 計測器を装着したまま自由に移動することが可能なことで, 屋外での園芸作業等における生理的変化をリアルタイムに測定するうえでの心拍変動性測定の有効性が期待できる。

以上のことから園芸作業の快適性を, 心拍変動性を指標として測定可能であることが示された。

## 摘 要

ハーブの播種や苗移植など園芸作業に伴う快適性の簡便な評価法を確立するため, 携行型心電図計を用いて副交感神経活動の変化を調査した。心拍変動性(HRV)の周波数解析から得られる値(HF値)を, 副交感神経活動の指標として用いた。このほか, 脳波, 皮膚温および心理指標に基づく被験者の意識変化についても調査した。その結果, HF値はハーブ苗移植で作業後に上昇し, これは作業後に作業前に比べリラックスしていたことを表している。また, 作業後のHF値は, 播種よりも移植作業で高く推移した。さらに, 皮膚温およびPOMSの「活気」は, 播種作業後に有意に減少した。以上の結果から本実験では, 播種作業は移植作業に比べ負荷が大きいこと, ならびに心拍変動

性の測定は、人の快適性を評価する有用な指標であることが示唆された。

## 謝 辞

被験者の皆様および実験手法でのアドバイスをいただいた北海道大学大学院教育学研究科の森谷 絜教授に感謝いたします。

## 引用文献

- Akselrod, S., D. Gordon, F. A. Ubel, D. C. Shannon, A. C. Barger and R. J. Cohen. 1981. Power spectral analysis of heart rate fluctuation: A quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science* 213: 220-222.
- Benson, H., J. F. Beary and M. P. Carol. 1974. The relaxation response. *Psychiatry* 37: 37-46.
- 遠藤まどか・三島孔明・藤井英二郎. 2001. プランターでの植物栽培が脳波, 心拍変動, 感情に及ぼす影響. *人間・植物関係学会誌* 1(1): 25-27.
- Garde, A. H., B. Laursen, A. H. Jorgensen and B. R. Jensen. 2002. Effects of mental and physical demands on heart rate variability during computer work. *Eur. J. Appl. Physiol.* 87: 456-461.
- 橋本公雄・徳永幹夫. 1996. 運動中の感情状態を測定する尺度(短縮版)作成の試み —MCL-S.1尺度の信頼性と妥当性—. *健康科学* 18: 109-114.
- 井瀧知恵子・森谷 絜・門間正子・小田史郎・大塚吉則・武田秀勝. 2003. 青年期女性の快適自己ペース走が心臓自律神経活動とカテコールアミン濃度に及ぼす影響. *体力科学* 52(6): 783.
- Kamath, M. V. and E. L. Fallen. 1993. Power spectral analysis of heart rate variability: A non-invasive signature of cardiac autonomic function. *Crit. Rev. Biomed Eng.* 21: 245-311.
- 苗村 晶・津田兼六・鈴木直人. 1993. 騒音刺激が鼻部皮膚温に及ぼす効果. *心理学研究* 64: 51-54.
- 大塚 健. 1998. 心拍変動解析を用いた心臓自律神経機能の有効性. *臨床病理* 46(10): 1025-1029.
- Relf, D., A. R. McDaniel and B. Butterfield. 1992. Attitudes toward plants and gardening. *HortTechnology* 2(2): 201-204.
- Ulrich, R.S. 1984. View through a window may influence recovery from surgery. *Science* 224: 420-421.
- 山根健治・川島 桃・藤重宣昭. 2002. 鉢苗の移植作業が脳波, 筋電図, 瞬き率, 感情に及ぼす影響. *人間・植物関係学会誌* 2(1): 34-38.
- 横山和人・荒木俊一. 1994. 日本語版POMSの手引き. pp.5-10. 金子書房. 東京.
- 吉田倫幸・菊本 誠・松本和夫. 1995. 白色雑音に対する鼻部皮膚温と主観的状态の対応. *生理心理学と精神生理学* 13: 29-38.