

環境と健康(第57報)¹⁾: 喫茶や飲酒の心拍数変動への効果

佐藤英助、岡田洋二*、丘島晴雄*
青森大学大学院環境科学研究科
*杏林大学大学院保健学研究科

Environment and Health (Part 57): Effects of Tea and Liquor on the Heart Rate Variability

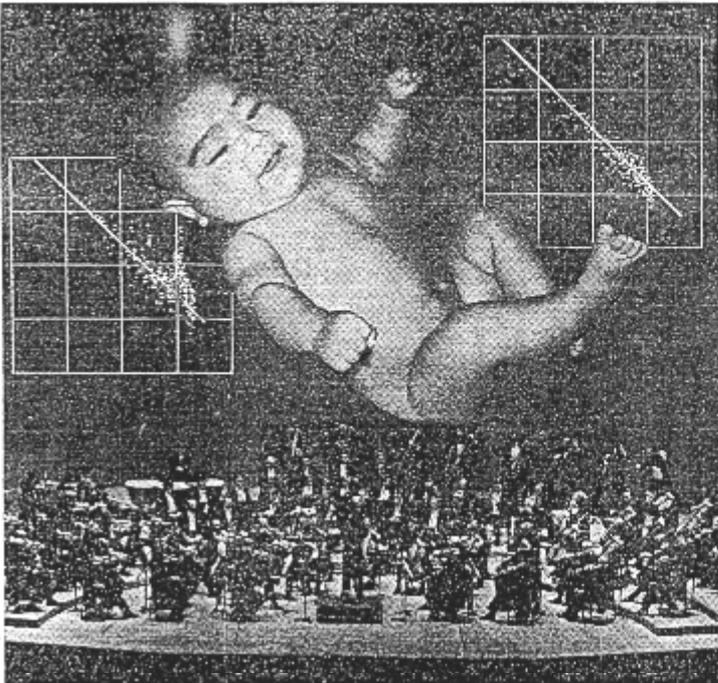
SATO Eisuke, OKADA Youji and OKAJIMA Haruo

1. はじめに:心拍数のゆらぎ

和田孝雄著『生体のゆらぎとリズム - コンピュータ解析入門』には、「彼(宮本武蔵)の残した代表的な書物である『五輪の書』の水の巻の中には次のような記載がある。…、心を静かにゆるがせて、能々(よくよく)吟味すべし、静かなる時も心は静かならず、何とはやき時も心は少しもはやからず、… (宮本武蔵著、渡辺一郎校注、五輪の書、1985)。彼はさらに太刀のにぎりかた、手の動き、足のはこびかた、体の動きすべてに変幻自在を求め、それが失われた状態を“いつく”(居着く、固着して動きのないこと)と表現し、生命を失ったことであるとしている。」とある。²⁾ さらに、「…又敵かかりくる時、われも猶(なお)つよくなって出る時、敵のかかる拍子のかはる間をうけ、その儘勝を得ること、是(これ)待(たい)の先(せん)の理」という表現が記述され、生体のホメオスタシスやフィードバックとも大いに関係している考え方であるとされる。²⁾ 武者利光著『ゆらぎの発想』にも同様の引用がある。³⁾ そして、フィードバック制御の考え方は、一般的に、James Wattの蒸気機関の制御から始まったとされ、蒸気機関の回転速度を一定に制御するために、エンジンにつながる回転軸の頂点に重みを持った大きなはずみ車をつけ、エンジンの回転が上がると遠心力によりはずみ車が外側に引っ張られるため、それにつれて中心の軸が押さえつけられ、蒸気の流れを調節する弁がふさがれ、エンジンに流入する蒸気量が減少するという仕組みである。自動制御装置の蒸気機関のフィードバックループの中の各部の動作の遅れ(信号伝達の遅れ)が制御動作を振動的にする原因とされ、フィードバックという概念自体はエンジニアリングの領域から生まれたものであるが、現在では生体の調節機構の基本原則とされていると言う。⁴⁾ 例えば、神経性飲水過多症では、体は過剰に摂取された水分を排泄せざるを得ないので、防御反応として下垂体からの抗利尿ホルモン(ADH: antidiuretic hormone)の分泌をおさえて、尿量を増加させようとするが、

このようなフィードバックの制御の遅れの結果として、生体の“ゆらぎ”が生じるとされる。⁵⁾ その生体のゆらぎの一例として、武者らにより、胎児の心拍の周波数も1/fゆらぎをしていることが見出され、⁶⁾ 正常な胎児の心臓のビートは微妙にゆらいであり、逆に母体が妊娠中毒症にかかっている場合の胎児の周波数は全くゆるがず規則正しいという(新聞記事1)。⁷⁾ そして、治療して妊娠中毒症から母親が回復するとまた胎児の心拍はゆらぎ始めるのだと言う。⁸⁾

新聞紙面 1982年10月1日 10月1日 10月1日 10月1日



未来序曲

□ □ 2

感性が“科学”になる

音と命に宿る 不思議なゆらぎ

「胎児の心拍は、母体の心拍と同期してゆらぎを示す。これは、母体の心拍が胎児の心拍にフィードバックしているからである。このフィードバックの遅れが、胎児の心拍のゆらぎを生じさせる。」

「胎児の心拍は、母体の心拍と同期してゆらぎを示す。これは、母体の心拍が胎児の心拍にフィードバックしているからである。このフィードバックの遅れが、胎児の心拍のゆらぎを生じさせる。」

田中 研一

胎児の心拍は、母体の心拍と同期してゆらぎを示す。これは、母体の心拍が胎児の心拍にフィードバックしているからである。このフィードバックの遅れが、胎児の心拍のゆらぎを生じさせる。

武者 利光

胎児の心拍は、母体の心拍と同期してゆらぎを示す。これは、母体の心拍が胎児の心拍にフィードバックしているからである。このフィードバックの遅れが、胎児の心拍のゆらぎを生じさせる。

「胎児の心拍は、母体の心拍と同期してゆらぎを示す。これは、母体の心拍が胎児の心拍にフィードバックしているからである。このフィードバックの遅れが、胎児の心拍のゆらぎを生じさせる。」

「胎児の心拍は、母体の心拍と同期してゆらぎを示す。これは、母体の心拍が胎児の心拍にフィードバックしているからである。このフィードバックの遅れが、胎児の心拍のゆらぎを生じさせる。」

新聞記事1.胎児の心拍のゆらぎ(引用文献7)

心拍変動に関する先の報告において、⁹⁾ 日常の勤務における心電図の測定結果から心拍の“ゆらぎ”を検証し、さらに、自律神経活動(図1)の知見も得ることが出来た。その中で、お茶類を飲用した日には交感神経(図1)の活動が高まる傾向がみられたが、サンプル数が小さかった。そこで、今回、お茶や飲酒などの直前・直後における心拍変動について例数を多くして調べたので、その結果を報告する。

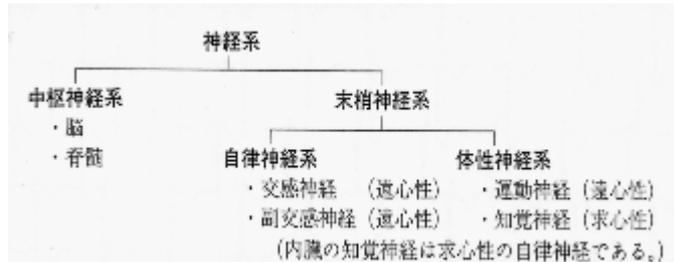


図1. 神経系統の図(引用文献10)

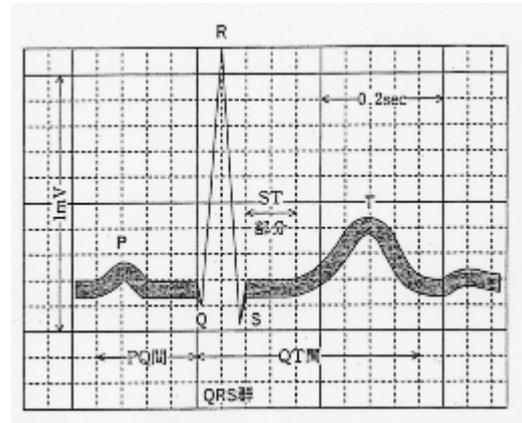


図2. 心電図(引用文献11)

2. 心拍変動解析

心臓の律動的な活動にともなう電位変化を電極により導入し増幅・記録するのが心電計であり、心臓には電氣的興奮を伝える刺激伝導系があり、興奮はまず洞結節に始まり、房室を経てヒス束から左右に分かれて心筋内のプルキンエ線維に伝わる。この興奮にやや遅れて心筋が収縮する。心電図は、この刺激伝導系の電氣的興奮によって心筋が動作する過程で発生する電位の時間変化を体表面の部位から記録したものであり、心房を収縮させる房室結節までの電位変化がP波、心室の興奮がQRS波、心室の興奮がおさまるときに発生するのがT波とされる(図2)。¹²⁾ 心電図は1903年にオランダの生理学者ウィレム・アイントホーフェンによって検流計で測定されたのが始まりで、この業績により1924年ノーベル生理学・医学賞を授与されている。

そして、心電図のR波ピーク毎の間隔(R-R間隔)を計測し、心拍変動(Heart Rate Variability)の解析により自律神経活動の情報を得ることが出来る。¹³⁻¹⁴⁾ 心拍変動スペクトルの解析において、Lo/Hiを交感神経活動指標、Hi/Totalを副交感神経活動指標、Total powerを自律神経全体の活動の目安となるとされることから、¹⁵⁻¹⁶⁾ パワースペクトルのLo成分(0.04-0.15 Hz)、Hi成分(0.15-0.4 Hz)、Total(Lo成分とHi成分の和)の各スペクトル積分値および心拍数の時間変化を計測し、心拍変動を解析することにした。

3. 測定機器および測定方法など

心電計: 携帯型心電計チェック・マイハート(Handheld HRV) Model:CMH3.0(写真1)

選任製造販売業者: 株式会社トライテック

製造業者: デイリーケアバイオメディカル(台湾)

管理医療機器承認番号:21900BZI00001000

製品仕様;サンプリング周波数:250 samples/sec

測定時間:300 seconds

使用環境;保管温度:-20 ~ 50

操作中温度:10 ~ 40

湿度:25% ~ 95%

測定範囲;平均心拍数:45 ~ 180 bpm

ST部分:-3 ~ +3 mm

心電用電極:サニーローデ (フクダ電子株式会社)型式:TEO-01DS

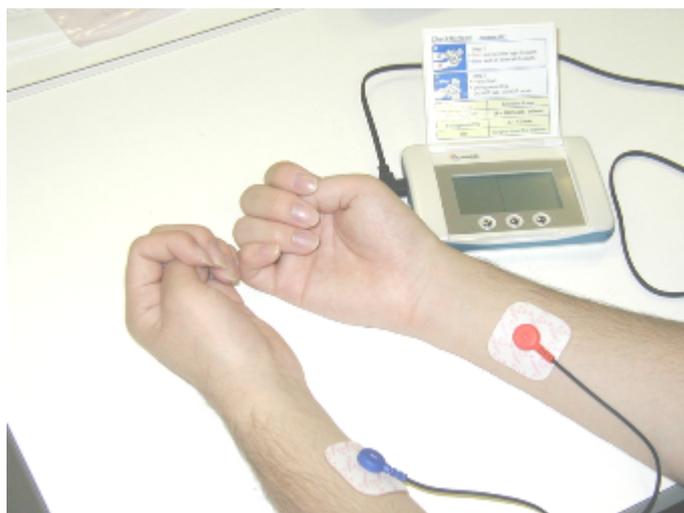


写真1.携帯型心電計チェック・マイハート

飲み物:お茶;緑茶(静岡県産) (株)大井川茶園、静岡県島田市東町1408

茶葉おおよそ2 gにお湯100mLを注ぎ、2回溶出した。

ビール;アサヒ生スーパードライ 缶入り350mL 1本

計測方法:被験者は椅子に腰を掛け、右腕に赤い電極、左腕に青い電極となるように両腕の内側中央に心電用電極パッドを貼り付け(写真1)、10秒位で呼吸を整えてから計測。緑茶の場合には白湯を飲んだ時の計測値を負荷前とした。

計測時刻:表1の時刻欄に記した。

被験者:男性60代(筆者、ES)

測定場所:お茶;青森大学5号館5209室

ビール;青森市幸畑3-1-27 アパート居室

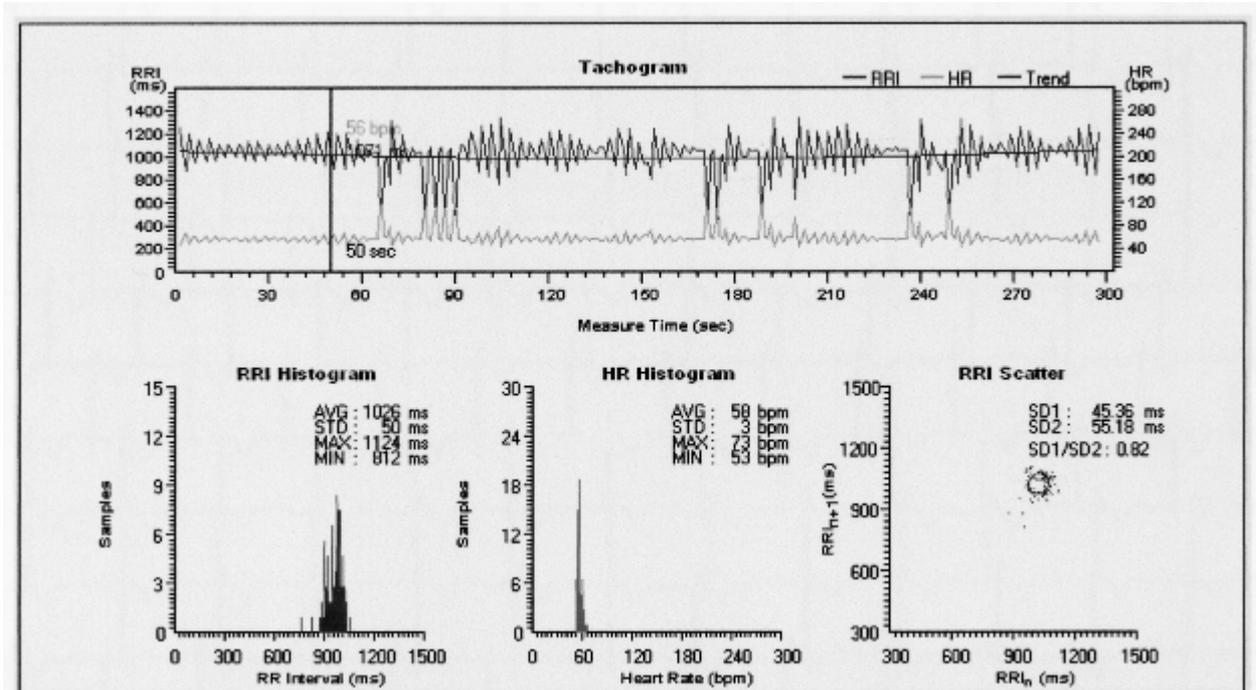
4. 測定結果

測定結果の一例として、表2(飲酒)測定番号2(2010年2月2日)の心電図の一部(5秒間の計測結果)を図3に示す。



図3. 心電図の一部(表2、測定番号2、2010年2月2日)

次に心拍変動の解析結果を示す。グラフ1および表1はRR間隔の変化をそのまま評価する時間領域解析(time domain法)の結果である。グラフ1に表4(飲酒)測定番号2(2010年2月2日)の5分間での心拍変動解析結果を示す。タコグラム・RRIヒストグラムやRRI分散図から心拍がゆらいでいることを示している。



グラフ1. 時間領域解析画面(表4:測定番号2、2010年2月2日)

表1. 時間領域解析結果(表4:測定番号2、2010年2月2日)

Time Domain Measurements		
Variable	Non-detrend Value	Detrend Value
Mean	1026.37ms	---
SDNN	50.51 ms	55.29 ms
RMSSD	66.90 ms	66.84 ms
NN50	40.00	40.00
pNN50	47.06 %	47.06 %
SD1	45.36 ms	45.33 ms
SD2	55.18 ms	63.71 ms
SD1/SD2	0.82	0.71

Mean: RR間隔の平均

SDNN: 全てのRR間隔(NN)の標準偏差

RMSSD: 連続したRR間隔の差の2乗の平均値の平方根

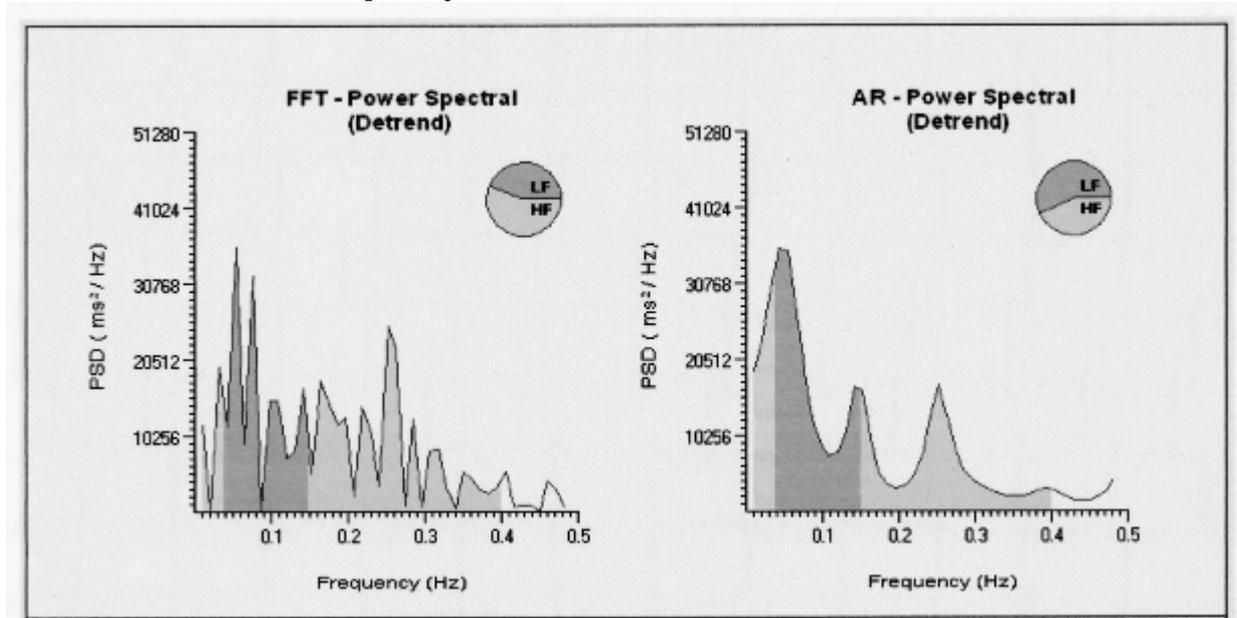
NN50: 連続したRR間隔の差が50msを超える総数

pNN50(%): 連続したRR間隔の差が50msを超える心拍の割合

SD1: プロット散布図の縦軸方向の標準偏差

SD2: プロット散布図の横軸方向の標準偏差

さらに、グラフ2および表2には、RR間隔の変化を周波数軸に変換して各周波数ごとの成分を評価する周波数領域解析 (frequency domain法) の結果を示す。



グラフ2. 周波数領域解析画面 (表4: 測定番号2、2010年2月2日)

表1. 周波数領域解析結果 (表4: 測定番号2、2010年2月2日)

Variable	Non-detrend		Detrend		Units
	FFT	AR	FFT	AR	
VLF power	275	737	350	985	ms ²
LF power	1756	2214	1664	2007	ms ²
HF power	2184	1620	2132	1517	ms ²
Total power	4217	4572	4147	4510	ms ²
LF norm	44.57	57.75	43.84	56.95	nu
HF norm	55.43	42.25	56.16	43.05	nu
LF/HF	0.80	1.37	0.78	1.32	

FFT: 高速フーリエ変換 (FFT) 法

AR: 自己回帰 (AR) 法^{17 - 20)}

LF norm: $LF / (Total\ Power - VLF) \times 100$

HF norm: $HF / (Total\ Power - VLF) \times 100$

nu: normalized unit

VLF: Very low frequency

LF: Low frequency

HF: High frequency

今回の測定のまとめには、自己回帰 (AR) 法による結果を考察することにした。それは収集データ数に関係なく高い周波数分解能が得られることが知られているからである。²¹⁾ これらの測定結果のまとめを、お茶の効果に関しては表3に、ビールの効果については表4に示し、自律神経の活動指標 (Total power) を、お茶の効果に関してはグラフ3に、ビールの効果についてはグラフ4に示す。

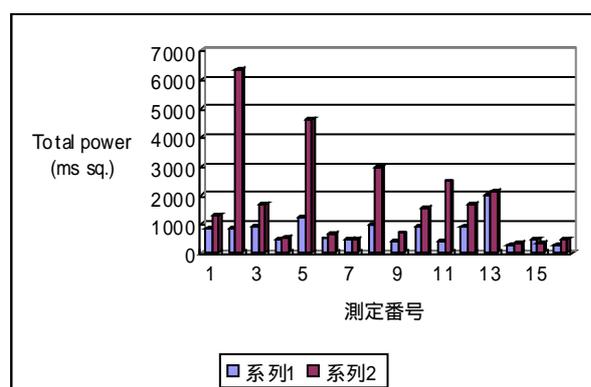
表3. お茶による心拍変動解析

測定番号	測定年月日 (曜日)	測定時刻	負荷	心拍数 (bpm)	LF/HF	HF/Total	Total power (ms sq.)
1	2010.1.28(木)	19:24	前	68	0.88	0.36	873
		20:12	後	66	0.90	0.42	1274
2	2010.1.29(金)	8:54	前	73	1.18	0.34	834
		9:18	後	68	1.22	0.35	6340
3	2010.1.30(土)	9:14	前	63	1.12	0.27	917
		9:39	後	62	1.49	0.15	1674
4	2010.1.31(土)	11:54	前	60	1.59	0.26	452
		12:16	後	61	0.79	0.34	526
5	2010.2.02(火)	20:33	前	75	0.69	0.32	1246
		20:58	後	73	1.55	0.29	4593
6	2010.2.04(木)	20:17	前	75	1.17	0.26	499
		20:37	後	73	0.55	0.48	638
7	2010.2.05(金)	20:46	前	75	0.77	0.40	460
		21:00	後	75	0.79	0.36	443
8	2010.2.06(土)	15:53	前	70	0.65	0.42	990
		16:10	後	67	1.08	0.35	2983
9	2010.2.08(月)	20:01	前	74	0.94	0.36	393
		20:52	後	71	1.22	0.24	693
10	2010.2.09(火)	20:16	前	73	0.83	0.17	912
		20:56	後	73	0.94	0.33	1570
11	2010.2.10(水)	20:10	前	78	1.07	0.40	405
		20:34	後	74	0.25	0.60	2477
12	2010.2.12(金)	20:13	前	75	0.52	0.48	921
		20:38	後	73	0.71	0.41	1684
13	2010.2.13(土)	9:55	前	71	0.71	0.36	1990
		10:19	後	69	0.65	0.51	2145
14	2010.2.16(火)	20:17	前	74	1.52	0.25	306
		20:46	後	71	1.23	0.36	351
15	2010.2.17(水)	20:22	前	76	0.66	0.43	463
		20:37	後	75	1.65	0.21	339
16	2010.2.18(木)	20:28	前	73	0.51	0.29	291
		20:49	後	70	0.66	0.47	456

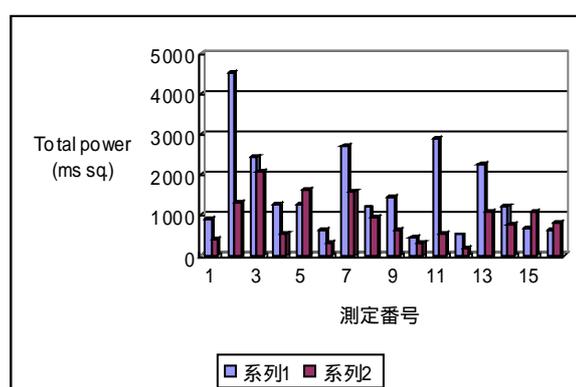
表4. 飲酒による心拍変動解析

測定番号	測定年月日	測定時刻	負荷	心拍数	LF/HF	HF/Total	Total power
------	-------	------	----	-----	-------	----------	-------------

	(曜日)			(bpm)			(ms sq.)
1	2010.1.31(日)	23:06 23:54	前 後	64 64	0.90 0.69	0.31 0.36	911 392
2	2010.2.02(火)	22:30 23:21	前 後	61 66	1.32 1.15	0.34 0.32	4510 1301
3	2010.2.03(水)	22:25 23:10	前 後	67 67	0.57 0.81	0.45 0.42	2425 2055
4	2010.2.04(木)	22:23 23:49	前 後	69 73	0.52 0.39	0.42 0.57	1247 521
5	2010.2.05(金)	22:28 23:55	前 後	69 70	0.60 0.67	0.54 0.44	1274 1600
6	2010.2.07(日)	21:27 22:40	前 後	72 72	0.77 1.11	0.23 0.38	639 318
7	2010.2.08(月)	22:14 23:17	前 後	67 67	0.79 0.57	0.33 0.49	2715 1583
8	2010.2.09(火)	22:12 23:08	前 後	72 72	1.38 1.21	0.35 0.27	1192 934
9	2010.2.10(水)	22:35 23:22	前 後	66 68	0.84 0.65	0.45 0.42	1456 631
10	2010.2.11(木)	21:59 22:56	前 後	80 77	1.49 0.74	0.28 0.43	437 318
11	2010.2.13(土)	18:22 19:33	前 後	70 71	1.17 0.85	0.38 0.44	2903 515
12	2010.2.14(日)	21:10 21:43	前 後	71 74	2.27 1.66	0.16 0.31	514 190
13	2010.2.15(月)	22:35 23:33	前 後	63 66	2.64 0.84	0.22 0.36	2272 1063
14	2010.2.16(火)	22:57 23:51	前 後	64 70	0.82 0.52	0.43 0.32	1220 771
15	2010.2.17(水)	22:23 23:28	前 後	70 69	0.92 1.28	0.31 0.23	674 1095
16	2010.2.18(木)	22:14 23:12	前 後	63 67	1.01 0.83	0.41 0.30	611 796



系列1:お茶飲用前 系列2:お茶飲用後
グラフ3.お茶の自律神経活動への効果



系列1:ビール飲用前 系列2:ビール飲用後
グラフ4.飲酒の自律神経活動への効果

5.まとめおよび考察

お茶による自律神経活動への効果に関する表3に示した結果より、お茶の飲用前のLF/HF値(交感神経の活動指標)の負荷前の平均値は0.93で負荷後は0.98で、t-検定(等分散を仮定した2標本による有意検定)における両側有意確率(p)は0.67であり、有意な上昇とは言えず、交感神経活動の有意な増加は見られなかった。先の日常の勤務における心拍変動の予備的な報告(引用文献1)においては、お茶を飲用した日には小さい標本数でもあったせいか交感神経活動が上昇する傾向がみられたが、例数を多くし飲用の直前・直後の今回の比較ではLF/HF値の有意な上昇とは言えなかった。HF/Total(副交感神経の活動指標)について負荷前の平均値は0.34で負荷後は0.37であり、t-検定において $p = 0.38$ であり、これも有意な変化とは言えず、お茶の飲用前と飲用後での副交感神経の活動にも有意差は認められなかった。しかし、Total power値(自律神経全体の活動)では飲用前は 747 ms^2 で、飲用後の値は 1761 ms^2 であり、有意検定で $t = 0.027$ で有意な増加が認められ、お茶の飲用により自律神経全体の活動は有意に上昇していた。

さらに、表4の飲酒による心拍変動の結果から、ビールの飲用前のLF/HF値の平均値は1.13で飲用後は0.87であったが、 $t = 0.15$ でビールによる交感神経活動の有意な減少は見られなかった。HF/Total値の飲用前は0.35で、飲用後は0.38で、 $t = 0.40$ であり、これも有意な副交感神経活動の上昇とは言えなかった。しかし、Total power値の飲用前は 1563 ms^2 で、飲用後の値は 880 ms^2 であり、 $t = 0.040$ であったので有意な自律神経活動の低下が認められた。

カフェインには中枢興奮作用が、アルコールには中枢抑制作用があるが、以上の測定結果から、お茶には自律神経活動を増加させる効果もみられ、ビールには自律神経活動を減少させる効果も見られた。

6. 今後の課題

- (1)喫煙による心拍変動への効果についても関心がある。
- (2)香りや音楽による、心拍変動の解析にも興味がある。
- (3)病院などの診療室のように静かな環境での安静水平仰臥位での計測が望まれ、それにより精度の高い結果が期待される。

謝辞

本研究を進めるにあたり、研究費の一部は青森大学雪国環境研究所(関 幸子所長)の研究助成および私立大学教育研究高度化推進特別補助「共同研究経費」(代表者:杏林大学岡田洋二准教授)により援助されたものであり、関係各位に記して感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 第56報:高橋純一、佐藤英助、雪国環境研究(青森大学雪国環境研究所) 第16号 xx-xx頁 (2010).
- 2) 和田孝雄著、赤池弘次監修、生体のゆらぎとリズム - コンピュータ解析入門(講談社) 11-13頁 (1997).

- 3) 武者利光著、ゆらぎの発想 ~ 1/fゆらぎのなぞにせまる ~ (日本放送協会) 180-182頁 (1994).
- 4) 和田孝雄著、赤池弘次監修、生体のゆらぎとリズム - コンピュータ解析入門(講談社) 163-165頁 (1997).
- 5) 和田孝雄著、赤池弘次監修、生体のゆらぎとリズム - コンピュータ解析入門(講談社) 170-171頁 (1997).
- 6) M.Kobayashi and T.Musha, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol.BME-29, No.6, pp.456-457 (1982).
- 7) 武者利光、感性が“科学”になる、毎日新聞、昭和64年1月3日(火)23面 (1989).
- 8) 武者利光編・著、ゆらぎの科学3(森北出版) 176-177頁(1993).
- 9) 佐藤英助、岡田洋二、丘島晴雄、研究紀要(青森大学・青森短期大学学術研究会)第32巻 第3号 109-119頁 (2010).
- 10) 日本医薬アカデミー編集、薬剤師国家試験対策 医療薬学 (日本医薬アカデミー)29頁 (2006).
- 11) 日本医薬アカデミー編集、薬剤師国家試験対策 基礎薬学 (日本医薬アカデミー)441頁(2007).
- 12) 木村雄治、医用工学入門(コロナ社)4-5頁(2002).
- 13) 吉武康栄、大分看護科学研究 Vol.4, No.1, pp.27-32 (2003).
<http://www.sasappa.co.jp/online/abstract/jsasem/1/044/1110450102.html>
(accessed 2009/12/04).
- 14) 貴志浩久、“生体信号解析プログラムの作成”、http://www.ehdo.go.jp/shizuoka/hamamatsu/.../kiyou_16_2_07.pdf (accessed 2009/12/26).
- 15) 山口英峰、関 和俊、高原皓全、小野寺 昇、永見邦篤、第24回健康医科学研究助成論文集 平成19年度 pp.134~143 (2009.3).
- 16) 河合房夫、“アロマセラピーにおけるコーヒーの香りの有効性に関する研究”、
www.asahibeer.co.jp/csr/philanthropy/ab.../image/.../sci_07.pdf (accessed 2009/12/04).
- 17) 田中英之、統計の見方・使い方が面白いほどわかる本(中経出版)128-131頁(2008).
- 18) 石村貞夫、ステイファニー・リチャルト、Excelでやさしく学ぶ時系列(東京図書)122-133頁(2001).
- 19) 赤池弘次監修、尾崎 統、北川源四郎編集、時系列解析の方法(朝倉書店)61-63頁(2000).
- 20) 和田孝雄著、赤池弘次監修、生体のゆらぎとリズム - コンピュータ解析入門(講談社サイエントフィク)116-119頁(1997).
- 21) 谷 明博、山崎義光、堀 正二、心拍変動の意義と測定・解析法(林 博史編、心拍変動の臨床応用 -- 生理的意義,病態評価,予後予防)(医学書院)30-31頁(1999).