

唾液アミラーゼを用いた 河川空間癒し効果の定量評価

THE QUANTITATIVE EVALUATION OF HEALING EFFECT ON THE RIVER FRONT WITH SALIVARY AMYLASE ACTIVITY

畠堀 誉子¹・菅 和利²・丸井英一³

Noriko HATABORI, Kazutoshi KAN and Eichi MARUI

¹ 学生員 芝浦工業大学大学院 工学研究科建設工学専攻

² 正会員 工博 芝浦工業大学教授 工学部土木工学科

³ 正会員 (株) 地域環境コンサルタント

(〒108-8548 東京都港区芝浦3丁目9-14)

The river front has several environmental effects to citizen activities. These effects have been evaluated as the mental relaxation effect, but its evaluation does not quantitative. This study was focused to the mental and biochemical effect on the river front and we tried to qualitative evaluation using stress relaxation index. The stress relaxation effects can be evaluate by activity of α -amylase in saliva (salivary amylase), which was focused widely noticed as the marker of human stress. In field experimentation, the activity of α -amylase on pre (before arriving at the river front) was compared with the activity of α -amylase on middle-10, 20, 30 minute (for staying on the river front). The activity of α -amylase on middle-10minute was the lower significant difference as compared with the activity of α -amylase on pre by Student's *T* test.

Key Words: α -amylase, healing effect on the river front, quantitative evaluation

1. はじめに

河川空間は親水性、環境保全空間として我々の生活に貢献しており、精神的、肉体的な安らぎ空間として評価する研究が、今日多岐にわたり行われている。また、病院内から堤防へ直接アクセスできる建物構造、あるいはカヌーでの水遊び、水や水辺への接触によるリハビリテーションも各地で実践されており、医療面での効果が注目されている。一方、都市に暮らす健常者にとっても河川空間は快適性空間として貢献しており、河川景観、せせらぎ音、散策等多くの恩恵を受けている。

このように、河川空間が人間に与える効果を総称し、河川における「癒し効果」として様々な視点から研究がなされているが、河川の環境要因とこの「癒し効果」とを結びつけた定量評価は十分ではない。本研究では、人間の快ストレス効果を指標に河川空

間の有する「癒し効果」の定量評価を目的とした。

また、測定が比較的簡易である、唾液中に含まれる唾液アミラーゼの活性をストレス指標として用いた。河川空間と教室等の他空間でのストレス指標の比較から、河川空間が有する快ストレス効果を抽出した。さらに、被験者の心理状態を把握するために STAI 状態特性不安検査を併せて行った。

2. ストレス指標の選定

ストレスとは、本来「外界からの刺激に対する生体に生じる反応」を示す学術用語であり、「快ストレス」と「不快ストレス」とに分類され、交感神経系が亢進している状態のことを「快ストレス」、沈静している状態のことを「不快ストレス」という。したがって、河川空間でのせせらぎ音、開放的な景観などによるリラックス効果を「癒し効果」と定義する

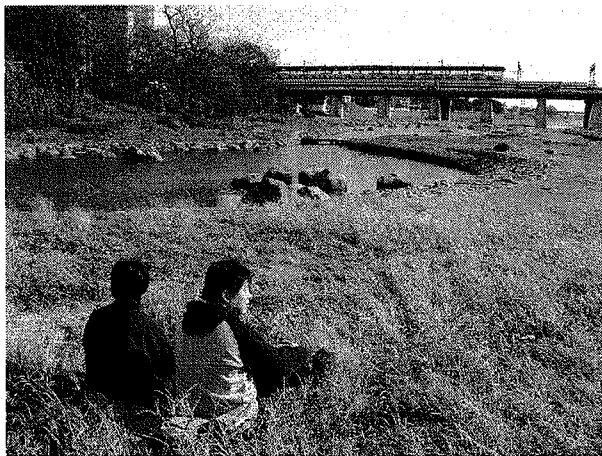


図-1 河川空間での実験の様子

と、この快ストレス状態を測定することになる。

本研究では、ストレス状態を示す指標として、生化学的指標である唾液アミラーゼ (α -アミラーゼ) を選定した。脳波や血流量等の測定といった生理学的手法が侵襲的でそれ自体がストレスになるのに対し、生化学的手法である唾液アミラーゼの測定は非侵襲であるため、余計な負担が掛らずより正確なストレス状態を反映することができる。そしてこれまでに注目されていたコルチゾール等の他の生化学的指標は、ノルアドレナリン作用によるホルモン作用の応答に時間がかかることが課題であったが、唾液アミラーゼの活性は、低濃度のノルアドレナリンを唾液腺により高濃度で検出することができ、さらにホルモン作用だけでなく、直接神経作用からも分泌されるために、ストレス刺激に対して速やかに反応するとして昨今注目されてきている。

さらに、唾液採取による測定に加えて、心理学的評価として、実施・採点共に短時間で容易に行うことができる、STAI(State-Trait Anxiety Inventory) 状態特性不安検査を行った。STAI 状態特性不安検査は特性不安検査と状態不安検査の2つからなり、特性不安は「普段一般どのように感じているか」という不安体験に対する比較的安定した反応傾向を、状態不安は「今まさにどのように感じているか」という不安を喚起する事象に対する一過性の状態反応をそれぞれ表す。いずれも20項目から成り、「全くあてはまらない」から「非常によくあてはまる」の4件法で、標準化することにより標準得点 T (点) として求まる。

3. 実験概要

(1) 現地実験－多摩川河川敷

河川空間での実験として、多摩川兵庫島河川敷に

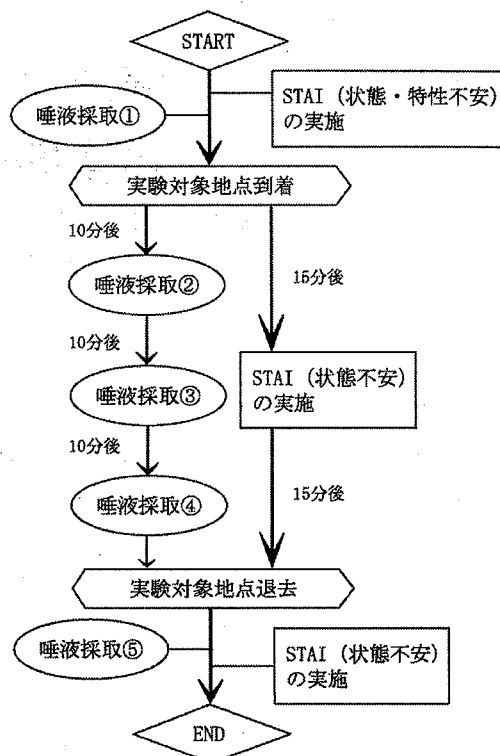


図-2 現地実験フローチャート

において、2004年12月7日から16日にて、被験者16人(男13人、女3人、22歳～25歳)を対象に、各日午前11時半より現地実験を行った。現地実験対象地点は、多摩川と野川の合流地点で河川敷が広く、親水護岸が整備され、休日には親子連れ等にぎわい、また、昭和59年に現国土交通省関東整備局が行った住民投票により、多摩川八景として評価された場所である。(図-1)

通常時の唾液アミラーゼ活性を測定するため、河川敷到着約10分前に被験者各々から唾液を採取し、河川敷に到着した後に流軸方向平靜着座状態にて10、20、30分後、最後に河川敷退去約10分後に唾液を採取し唾液アミラーゼ活性値を測定した。唾液採取には、ロートと試験管を重ねそれに対し吐出するという方法で行った。実験にあたっては、実験開始3時間前から水以外の飲食を控えるよう協力を促した。採取した唾液は氷冷にて保存し、本大学実験室に持ち帰り、遠心分離を行い上澄みのみをサンプルとし適当な倍率に希釈した。これをテストサンプルとしてアミラーゼ活性キット(アミラーゼテストワコー(ヨードデンプン法)、(株)和光純薬工業)を用い吸光度計(UV-12000GLP、島津製作所)にてABS(Absorbance;吸光度)を求め、式(1)を用いてアミラーゼ活性値を算出した。 E_{BI} は、初期値(通常時)におけるABS、 E_S は経時変化後におけるテストサンプルのABSとする。

$$\text{アミラーゼ活性値} = \frac{E_{BI} - E_S}{E_{BI}} \times 800 \quad (1)$$

さらに、STAI 状態特性不安検査（新版 STAI-JYZ、実務教育出版）を使用し、河川敷到着約 10 分前、河川敷到着 15 分後、及び退去後にその時の心理状態として状態不安検査を実施した。尚、河川敷到着前における検査においては特性不安検査も実施している。現地実験の概要を図-2 に示す。

尚、実験の際には、10 分毎に現地における気温、相対湿度、風速を携帯用風速計（CLIMOMASTER MODEL 6511, KANOMAX）にて測定した。

(2) 対照実験—本大学教室内

河川空間におけるアミラーゼ活性の変化を他の空間と比較するために、本大学教室内におけるアミラーゼ活性の変化を測定した。対象被験者は、現地実験での被験者の中から 8 人（男 7 人、女 1 人、22 歳～25 歳）を選出し、2004 年 12 月 16 日、18 日及び 2005 年 1 月 11 日、各日午前 11 時半より実施した。教室における体感温度等の環境は、普段使用している際とおおよそ同等に空調調節した。

教室内では、前方 5m 先に黒板がある場所の椅子に着席し、ある程度落ち着いた段階で唾液を採取し、その後に平静状態を維持して、10、20、30 分後の唾液を採取した。その後採取した唾液を、氷冷にて保存、実験室に運び、現地実験の際と同様に分析を行い、式（1）を用いアミラーゼ活性値を算出した。

さらに、STAI 状態特性不安検査を用い、実験開始前、15、30 分後にて状態不安検査を実施した。

また、現地実験と同様に 10 分毎に気温、相対湿度、風速を測定した。

4. 実験結果及び考察

(1) 河川空間におけるアミラーゼ活性の経時変化

a) 気象

表-1 現地観測気象データ

実験日	天気	気温 (°C)	相対湿度 (%)	風速 (m/s)	風向
12/7	晴	17.0	43.9	4.72	南
12/8	晴	18.3	34.0	1.40	北東
12/9	曇	11.5	68.2	1.47	北
12/11	晴	18.6	37.8	2.10	北
12/13	晴	18.0	39.7	3.50	北
12/14	晴	15.0	34.0	1.35	北東
12/15	曇	11.3	52.1	1.45	北西
12/16	晴	18.4	51.8	2.16	南

現地実験で観測した気象データ（気温、相対湿度、

表-2 アミラーゼ活性変化-現地

実験日	被験者 No.	アミラーゼ活性値 AMY (単位)				
		Pre	Mid 10min.	Mid 20min.	Post 30min.	Post
12/7	1	574.65	676.06	587.04	485.63	521.69
	2	558.87	467.61	474.37	428.17	378.59
12/8	3	255.68	55.68	54.55	37.50	153.41
	4	162.50	81.82	126.14	204.55	226.14
12/9	5	432.43	661.62	686.49	655.14	714.59
	6	405.41	321.08	298.38	298.38	357.84
12/11	7	199.47	87.60	186.81	165.70	270.18
	8	96.04	68.60	85.49	85.49	201.58
12/13	9	102.17	85.87	57.61	70.65	82.61
	10	157.61	26.09	67.39	55.43	57.61
12/14	11	111.35	29.19	37.84	137.30	138.38
	12	60.54	27.03	57.30	15.14	67.03
12/15	13	108.20	87.43	139.89	109.29	45.90
	14	38.25	66.67	74.32	77.60	126.78
12/16	15	167.12	94.88	98.11	81.94	134.77
	16	93.80	80.86	61.46	81.94	74.39

表-3 アミラーゼ活性減少率-現地

被験者 No.	アミラーゼ活性減少率				
	Pre	Mid 10min.	Mid 20min.	Mid 30min.	Post
1	1	1.18	1.02	0.85	0.91
2	1	0.84	0.85	0.77	0.68
3	1	0.22	0.21	0.15	0.60
4	1	0.50	0.78	1.26	1.39
5	1	1.53	1.59	1.52	1.65
6	1	0.79	0.74	0.74	0.88
7	1	0.44	0.94	0.83	1.35
8	1	0.71	0.89	0.89	2.10
9	1	0.84	0.56	0.69	0.81
10	1	0.17	0.43	0.35	0.37
11	1	0.26	0.34	1.23	1.24
12	1	0.45	0.95	0.25	1.11
13	1	0.81	1.29	1.01	0.42
14	1	1.74	1.94	2.03	3.31
15	1	0.57	0.59	0.49	0.81
16	1	0.86	0.66	0.87	0.79

風速等）を表-1 に示す。実験を行った 2004 年 12 月は暖冬傾向にあったため、全体的に比較的温暖な気候で、気象による不快ストレスは小さいと考えられる。

b) 唾液アミラーゼ活性値

河川空間到着前（Pre）、到着後平静状態 10 分後（Mid-10min.）、20 分後（Mid-20min.）、30 分後（Mid-30min.）、退去後（Post）におけるアミラーゼ活性値を表-2 に示す。到着前（Pre）のアミラーゼ活性値を基準値 1 とし、その後のアミラーゼ活性値を減少率として比率に変換したのが表-3 である。比率に変換した後、被験者 16 人分の Pre、Mid-10min.、Mid-20min.、Mid-30min.、Post での各時点における

表-4 状態不安得点変化-現地

実験日	被験者 No.	特性不安	T 得点		
			状態不安		
			Pre	Mid	Post
12/7	1	122	98	87	104
	2	116	103	96	109
12/8	3	106	91	88	89
	4	134	108	85	72
12/9	5	92	76	81	83
	6	92	109	61	53
12/11	7	138	100	92	93
	8	100	92	84	81
12/13	9	78	97	78	72
	10	97	93	81	90
12/14	11	74	110	75	67
	12	84	85	78	67
12/15	13	88	90	82	87
	14	102	102	108	82
12/16	15	70	90	67	63
	16	61	74	59	57

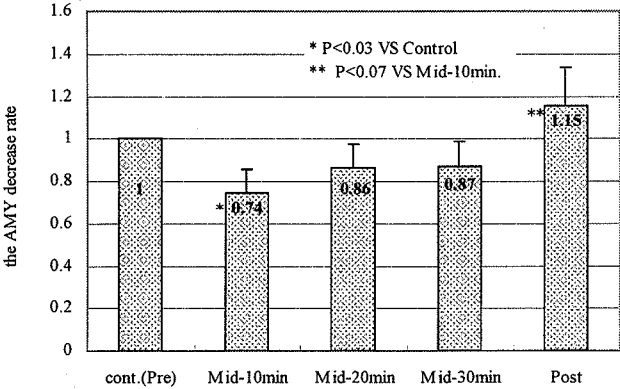


図-3 アミラーゼ活性経時変化-現地 (全被験者)

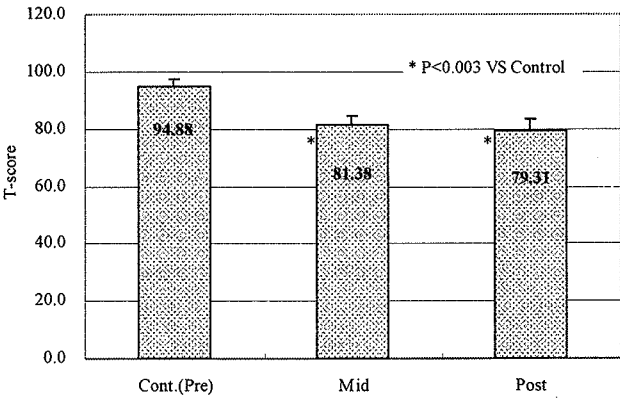


図-4 状態不安得点 T 変化-現地 (全被験者)

アミラーゼ活性減少率を有意水準 $\alpha=0.05$ で student' s-*t* 検定を行った. その経時変化を示したものが図-3 である. Control 群に対して 10 分後のアミラーゼ活性は, $p<0.03$ で有意な減少が見られたが, 20 分後, 30 分後, 退去後 (Post) では, 有意差は出なかったものの, 概ね減少する傾向が見られた.

表-5 室内観測データ

実験日	気温 (°C)	相対湿度 (%)
12/16	22.1	48.6
12/18	21.6	27.8
1/11	20.2	23.3

表-6 アミラーゼ活性変化-教室内

実験日	被験者 No.	アミラーゼ活性値 AMY (単位)			
		Pre	Mid 10min.	Mid 20min.	Post 30min.
12/16	2	457.45	278.72	468.09	370.21
	3	305.32	80.85	82.98	128.72
	6	119.13	64.48	86.34	110.38
12/18	7	255.74	136.61	200.00	157.38
	8	184.50	266.31	83.02	135.85
	10	69.15	59.57	14.89	19.15
1/11	12	142.30	31.37	76.19	58.26
	15	79.55	50.42	42.58	67.23

表-7 アミラーゼ活性減少率-教室内

被験者 No.	アミラーゼ活性減少率			
	Pre	Mid 10min.	Mid 20min.	Mid 30min.
2	1	0.61	1.02	0.81
3	1	0.26	0.27	0.42
6	1	0.54	0.72	0.93
7	1	0.53	0.78	0.62
8	1	1.44	0.45	0.74
10	1	0.86	0.22	0.28
12	1	0.22	0.54	0.41
15	1	0.63	0.54	0.85

さらに, 実験対象地点から退去後のアミラーゼ活性は, 10 分後のアミラーゼ活性に対して $p<0.06$ と有意に増加している. これらの結果より, アミラーゼ活性は河川空間に行く前と比較して, 河川空間到着後には減少し, 退去後には増加していることから, 河川空間は快ストレス効果を発揮したものと評価できる.

c) 状態不安得点 (STAI 状態特性不安検査)

河川空間到着前 (Pre), 到着後平静状態 15 分後 (Mid), 退去後 (Post) の各々における STAI 検査での状態不安の標準得点 T と, 河川空間到着前に状態不安と同時にとした特性不安の標準得点 T を, 表-4 に示す. また, 各時点での全被験者の標準得点 T を平均し, 標準偏差を求め, 棒グラフで表したのが図-4 である.

また, 各時点での状態不安得点 T を有意水準 $\alpha=0.05$ で student' s-*t* 検定を行った. Control 群に対して, 河川空間にて 15 分経過後の状態不安および河川空間退去後の状態不安は, いずれも $p<0.003$ と有意な減少が見られた. 状態不安得点は, アミラ

表-8 状態不安得点変化-教室内

実験日	被験者 No.	T 得点		
		状態不安		
		Pre	Mid	Post
12/16	2	114	106	101
	3	105	92	84
	6	70	75	72
	7	124	127	100
12/18	8	84	90	88
	10	97	101	108
	12	74	67	75
1/11	15	101	85	78

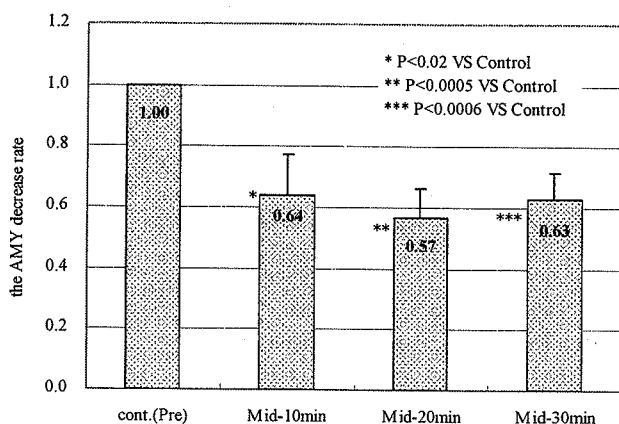


図-5 アミラーゼ活性経時変化-教室内 (8 被験者)

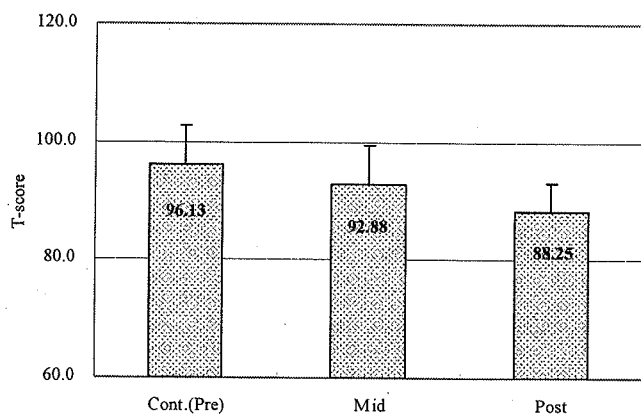


図-6 状態不安得点 T 変化-教室内 (8 被験者)

一ゼ活性値と比較すると被験者毎のばらつきが少なく、より信頼性のある結果が得られている。但し、被験者の先入観が入る恐れがあることも否定できない。また、アミラーゼ活性の変動と状態不安得点 T の変動を比較すると、相反する変化を見せた被験者も一部にみられた。

(2) 教室内的アミラーゼ活性の経時変化

a) 室内気候

現地実験と同様、観測した室内気候データ(気温、相対湿度、風速)を表-5 に示す。風速は全て 0m/s にて割愛する。

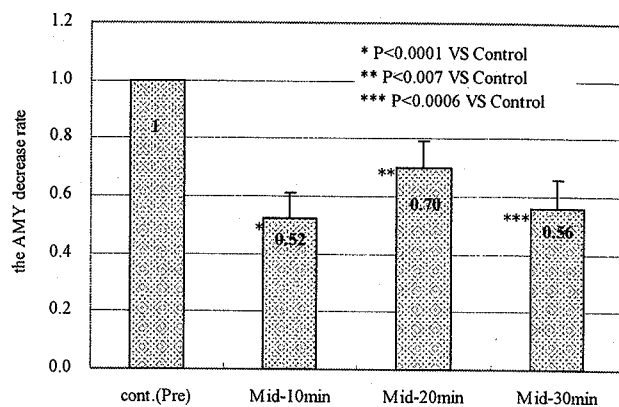


図-7 アミラーゼ活性経時変化-現地 (8 被験者)

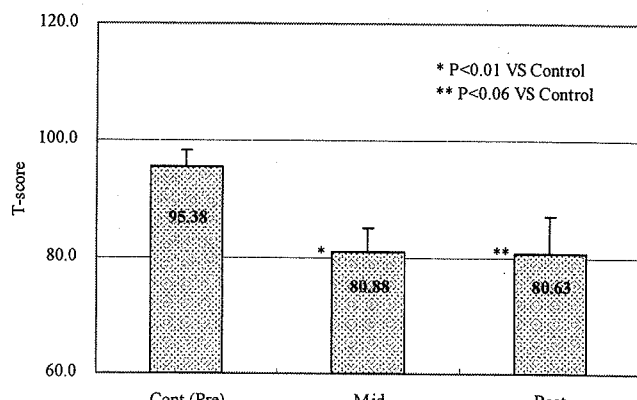


図-8 状態不安得点 T 変化-現地 (8 被験者)

b) 唾液アミラーゼ活性値

実験開始直後 (Pre), 開始平静状態 10 分後 (Mid-10min.), 20 分後 (Mid-20min.), 30 分後 (Mid-30min.) におけるアミラーゼ活性値を表-6 に示す。現地実験同様、アミラーゼ活性減少率を示したものが表-7 である。被験者 8 人の Pre, Mid-10min., Mid-20min., Mid-30min. でのアミラーゼ活性減少率からそれぞれ平均及び標準偏差を出し、各時点でのアミラーゼ活性減少率を有意水準 $\alpha=0.05$ で student' s-*t* 検定を行った (図-5)。

Control 群に対して開始 10 分後のアミラーゼ活性は、 $p<0.02$ で有意な減少が見られ、また、20 分後、30 分後の Control 群に対するアミラーゼ活性は、 $P<0.0005$ と非常に有意な減少がみられた。このことから、教室においても 30 分平静状態にいることは、快ストレスとなっていることがわかる。

c) 状態不安得点 (STAI 状態特性不安検査)

実験開始直後 (Pre), 開始平静状態 15 分後 (Mid), 30 分後 (Post) の各々における STAI 検査での状態不安の標準得点 T を表-8 示す。また、現地実験と同様に各時点での被験者 8 人の標準得点 T を平均し、標準偏差を求め、示したのが図-6 である。

さらに、現地実験同様、student' s-*t* 検定を行った。Control 群に対して、15 分経過後の状態不安お

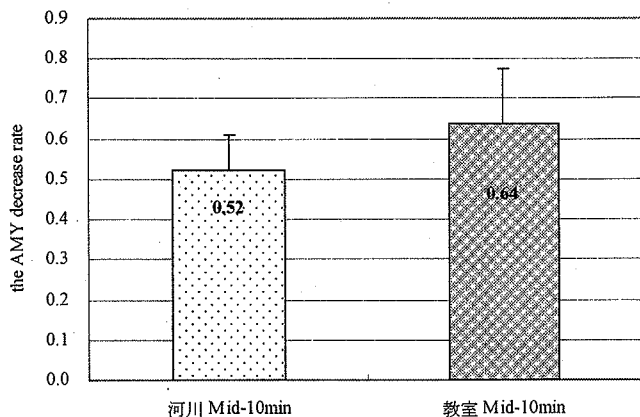


図-9 10 分後のアミラーゼ活性減少率の比較

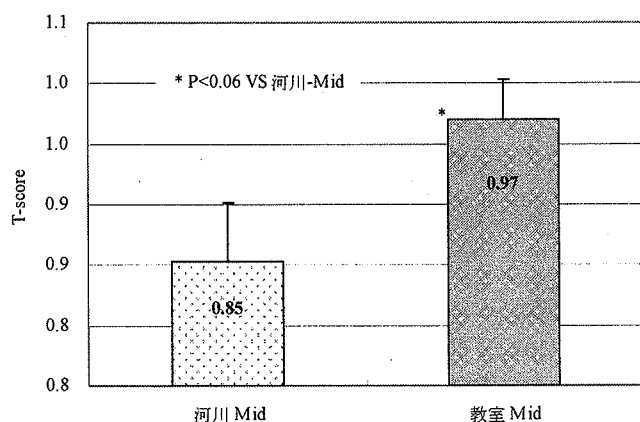


図-10 15 分後の状態不安得点減少率の比較

よび 30 分後の状態不安は、河川空間とは異なり有意差は出なかったが、減少する傾向が見られた。これは、教室内という殺風景・無音な状況での人それぞれの感覚の違いが反映されたものと考えられる。

(3) 河川空間と教室内との比較

現地実験と対照実験とを比較できるよう、現地実験の結果から対照実験対象被験者の結果のみを抽出した。また、現地実験のデータは、Mid-30min. までを参照にした。そして 8 人分のデータから平均および標準偏差を算出した (図-7, 図-8)。

a) 唾液アミラーゼ活性値

異なる 2 空間におけるアミラーゼ活性減少率を比較するため、活性の減少が顕著に表れる 10 分後のアミラーゼ活性に注目して示したのが図-9 である。有意水準 $\alpha=0.05$ で student's *t*-検定を行った結果、2 つの空間からは $p<0.5$ と有意差はでなかったが、河川空間における 10 分後のアミラーゼ活性の方が急激に減少する傾向を推察することができた。したがって、教室よりも河川空間の方がアミラーゼ活性の減少傾向は大きく、癒し効果の出現を評価していると見ることが出来る。

b) 状態不安得点 (STAI 状態特性不安検査)

2 空間における 15 分後 (Mid) の T 得点に注目し比較した。最初の状態不安得点 T を基準値 Control 群とし、それに対しどれだけ T 得点が減少したかを比較するため、Control 群を 1 に揃え、15 分後の状態不安得点 T を比率に変換した。2 空間の T 得点減少率を比較したものを図-10 に示す。結果、 $p<0.06$ と有意な減少を抽出することができ、教室よりも河川空間における 15 分後の T 得点の方が急激に減少することがわかった。したがって、有意差のある相違が認められたことから、河川空間における癒し効果が反映されていると考えられる。

5. 結論

河川空間における現地実験及び教室内における対照実験を行った結果、以下の知見が得られた。

- 1) 唾液アミラーゼ活性は河川空間、教室内においても静穏にすると減少傾向を示した。その減少傾向からは有意差ではなかったが、河川空間における減少率の方が教室内より急激な減少傾向がみられ、河川空間における「癒し効果」の反映が考えられる。
- 2) 状態不安得点 T においては、2 空間での実験とも減少傾向があったが、10 分後の減少率では河川空間と教室内に有意な差が見られ、状態不安得点 T から「癒し効果」が反映されていることを示唆することができる。

謝辞：本研究は芝浦工業大学応用化学科浦野四郎教授ならびに生物化学研究室の学生の皆様に実験器材の使用法等多くのご指導を賜った。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) Masaki Yamaguchi, Takahiro Kanemori, Masashi Kanemaru, Yasufumi Mizuno and Hiroshi Yoshida : Test-Strip-Type Salivary Amylase Activity Monitor and Its Evaluation, Sensors and Materials, Vol.15, No.5, p.283-292, 2003
- 2) 宮原紀子, 内海滉 : 質問紙・STAI からの不安の研究-看護学生 的精神看護学実習前後の不安による因子得点の比較検討-, 日本看護研究学会雑誌, Vol.22, No.3, 1999
- 3) 春田幹子 : 唾液アミラーゼの個人差に関する研究第 1 報, 第 2 報, 日法医説, 42(3), 282-291, 1988
- 4) 木内豪, 小林裕明 : 屋外空間における快適性と脳波の関連について, 土木学会論文 No.629, Vol.12, p.143-152, 1999.

(2005. 4. 7 受付)