

道路交通事故と心拍変動の相關に関する研究

名城大学 学生会員 ○藤井 貴浩
名城大学 フェロー 松井 寛

1. はじめに

交通事故防止を目的にした研究は数多くあり、わが国では昭和 45 年前後から研究が増加し、交通事故・重傷事故を研究目的にしたものが多く行われてきた。しかし、これまでの研究では事故件数の推移に着目したものが多く、交通事故の発生は道路構造のみならず、人間的要因も一因として考える必要がある。そこで、人間・環境・車両系に関する要因が相互に複雑に関係することによって引き起こされているため、運転者の運転負担度を運転者の主観的官能評価手法によるだけでなく、客観性や再現性に優れた整理情報に着目した生理学的に分析する研究が行われるようになってきた。

本研究では、比較的交通事故が多い都市部の街路での走行時の心拍変動を測定した。交通事故が多いと都市部の街路を自動車で走行した時の心拍変動を目的変数とし、街路の道路交通環境・交通施設を説明変数として両者の関係を数量化理論 類により求め、運転者の運転負担のかかる道路交通環境を予想し、その道路交通環境・交通施設の改善により道路交通事故の減少をはかることを目的とした。

2. 心拍

心臓が単位時間に行う脈拍数を心拍数という。心拍数は心筋の興奮に伴う電気的变化（活動電位）を胸部に取り付けた二点間の電位差として増幅し、そのときの R 波単位時間あたりに記録した数である。

一連の心電波形の中で、一番顕著な R 波について隣り合う R 波形の間隔時間を R-R 間隔という。一般に R-R 間隔変動は周波数により低周波成分 LF (0.04 ~ 0.15Hz) と高周波成分 HF (0.15 ~ 0.40Hz) に分けられる。LF 成分は交感神経と副交感神経の指標に HF 成分は副交感神経の指標とされている。このことから、LF/HF 成分は交感神経の指標とされている。

本研究では、交感神経 (LF/HF) に着目している。交感神経の働きを表 - 1 に示す。

キーワード；交通事故，心拍，道路交通環境
名城大学理工学部建設システム工学科

〒468 - 8502 名古屋市 天白区 塩釜口 1 - 501

3. 心拍の基礎分析

自律神経系活動は一日中一定の状態を維持するわけではなく、大きく日内変動をされている。

そこで、日内変動をする LF/HF の特徴を把握する為に、時間帯別実験を実施した。実験は平成 15 年 10 月に実施し、20 歳代の被験者 35 名に Makin を装着してもらい座位の状態、安静状態・緊張状態の心拍を測定する。安静状態の計測では被験者は目を閉じ、CD (リラックス効果のある) を聴いている状態、緊張状態の計測では被験者はパソコンによるトラッキング作業している状態で実施した。安静状態・緊張状態の計測はそれぞれ 5 分を連続して行い、これを朝 (8 時 ~ 11 時)、昼 (13 時 ~ 16 時)、夜 (19 時 ~ 22 時) と 3 つの時間帯に分けてそれぞれを測定した。被験者 35 名の時間帯別に分析した LF/HF を表 - 2 に示す。時間帯における平均値は安静状態では朝が一番 LF/HF 値が 2.03 と低く、昼が一番 LF/HF 値が 2.75 と高く、夜は朝と昼の間ぐらゐの値の 2.51 になった。緊張状態でも朝が一番 LF/HF 値が 3.40 と低く、昼が一番 LF/HF 値が 3.97 と高く、夜は朝と昼の間ぐらゐの値の 3.77 となり、安静状態と同じ傾向を示した。以下、分散と変動係数は表 - 2 に示す。これらの時間帯別の結果から、時間帯により LF/HF が変化することを示せた。よって、LF/HF を計測する際には、朝・昼・夜のいずれかの時間帯に絞り測定することが望ましい。

4. 実験概要

実験は平成 15 年 11 月の平日の昼間に実施した。被

表 - 1 交感神経の働き

LF/HF (交感神経の働き)	心臓脈動	血 圧	呼吸運動	心理状態
強い	促進	上昇	促進	緊張
弱い	抑制	下降	抑制	リラックス

表 - 2 被験者 35 名の時間帯別の LF/HF 値

	朝		昼		夜	
	安静	緊張	安静	緊張	安静	緊張
平均値	2.03	3.40	2.75	3.97	2.51	3.77
分散	7.26	9.92	17.30	18.39	7.43	13.16
変動係数	1.33	0.93	1.51	1.08	1.09	0.96

験者は近年の総事故件数の年齢別割合に 20 歳代が多いことから、運転免許歴が約 2 年～5 年で、年齢は 21～24 歳の学生を 18 名選定した。交通事故多発路線は名古屋市港区の東海橋線のうち、東は名古屋市競馬場前交差点付近から、西は南洋中学校前交差点付近までの約 4,900m 区間を測定区間として採用した。測定区間内は、片側 2 車線道路(一部交差点内 3 車線)で両側に歩道が設置されており、歩道沿いには民家や商店などが密着した区域である。信号交差点は 19 個あり、区域内の信号機は系統制御されている。道路交通量は約 94,000 台/24 時間と多く、大型自動車に特に多い道路である。また、測定区間内を 375m で 1 区間として 13 等分し、東から西行きを区間番号 (1)～(13)、西から東行きを区間番号 (14)～(26) とした。各被験者は、電極を胸部に 3 点装着し、測定区間を 3 往復した。脳波モニター (MWM01) を用いて、測定区間ごとの心拍変動を連続的に抽出した。

5．交通事故と心拍変動との関係

本研究では、測定区間内の人身・物損事故件数の平均値より、全 26 区間内の平均事故件数を 1.5 倍した値の 104 件以上の区間を事故多発区間と定義したところ、区間 7 と区間 10 が該当した。測定区間内の心拍変動と交通事故件数とを比較した結果を表 - 3 に示す。事故多発区間においては LF/HF の平均値は区間 7 で 3.36、区間 10 で 3.60 と最小値を示し、分散も区間 7 で 7.80、区間 10 で 9.97 と最小値を示した。また、変動係数をみると、区間 7 の変動係数は 0.73、区間 10 では 0.78 と他の区間に比べて低い値を示した。このことから、交通事故と LF/HF には何らかの関係があると考えられる。

6．数量化理論 類による分析結果

測定された区間ごとの LF/HF 値を目的変数として、説明変数には道路交通環境データの中から様々な要因を取り出し、どの組み合わせが最も LF/HF に影響を及ぼすかを数量化理論 類の手法により分析した。その結果を表 - 4 に示す。

数量化理論 類による分析結果は説明変数 11 個で構成され、重相関係数が 0.724 となり、若干低いものの、LF/HF と道路交通環境の間には相関が見られた。LF/HF に最も影響を及ぼした道路交通環境は、レンジの値より、運転速度と停止回数を掛け合わせた「障害レベル」という、走行のスムーズさを表す係数であることが分かった。

7．結論

これらのことから、交通事故多発路線での緊張感の途切れ、つまり、“気の緩み”が交通事故発生の一つの要因になっていることが分かった。また、交通流のスムーズさによって運転者の心拍に影響を与えることを示せた。よって、交通事故の減少には、運転者の心理状況をあまり変化させることのない円滑な交通流を確保することが必要であると思われた。

本研究は去る 3 月 9 日に急逝された名城大学理工学部教授栗本譲教授の指導のもとに行った研究成果である。ここに先生のご冥福をお祈りします。

表 - 3 事故件数と LF/HF の基本統計量

区間	事故件数	LF/HF			区間	事故件数	LF/HF		
		平均値	分散	変動係数			平均値	分散	変動係数
1	59	4.68	17.12	0.89	14	56	4.86	19.16	0.90
2	48	4.66	16.93	0.89	15	96	4.89	12.77	0.73
3	52	4.25	15.54	0.93	16	57	4.68	19.22	0.94
4	47	4.05	13.18	0.90	17	99	4.40	14.99	0.88
5	91	3.97	17.36	0.86	18	32	4.30	15.04	0.90
6	33	4.16	10.43	0.78	19	52	4.03	13.43	0.91
7	127	3.36	7.80	0.73	20	54	3.88	15.68	1.02
8	95	4.06	12.67	0.83	21	36	4.29	12.42	0.98
9	52	3.96	12.81	0.91	22	94	4.45	16.12	0.90
10	114	3.60	9.97	0.78	23	58	3.90	11.41	0.87
11	63	4.41	16.22	0.91	24	90	4.02	21.38	1.15
12	97	3.92	15.33	1.00	25	70	3.62	13.89	1.03
13	39	4.03	11.76	0.85	26	94	4.27	13.03	0.85

表 - 4 数量化理論 類による分析結果

アイテム	カテゴリ	カテゴリ数量	レンジ
障害レベル	1～5	1.451	3.421
	6～10	0.020	
	11～15	0.119	
	16～20	0.107	
	21～25	-0.022	
	26～30	-1.971	
	31～35	-1.764	
大型交差点	なし	0.470	1.478
	1個	-1.007	
中型交差点	なし	0.031	0.695
	1個	0.212	
	2個	-0.482	
小型交差点	なし	0.251	1.811
	1個	0.894	
	2個	-0.917	
駐車場入口	なし	0.040	1.285
	5箇所以下	-0.731	
	10箇所以下	0.530	
	11箇所以上	0.554	
信号機なし交差点	なし	0.314	3.040
	1個	0.523	
	2個	-2.517	
進入禁止	なし	-0.128	2.008
	1個	0.096	
	3個	1.880	
案内標識数	なし	-0.059	0.199
	2個以下	-0.068	
	4個以下	0.131	
	5個以上	0.032	
規制標識数	1～3個	1.354	2.950
	4～6個	0.058	
	7～9個	-1.596	
	10個以上	-0.561	
右折車線なし交差点	なし	0.021	1.593
	1個	-0.328	
	2個	1.265	
ガードレール設置率 (%)	5%未満	-1.169	3.096
	10%未満	0.145	
	20%未満	0.385	
	50%未満	0.703	
	50%以上	1.927	
定数項		4.875	
重相関係数		0.725	