

1 要旨 車種別交通のトリップ長分布の実測データはかなりあるが、それを一般的にどのような分布をするかその分布曲線を定めることは今後交通問題を取扱うのに重要なことと思われる。本論文では九州地方建設局で行ったトリップ長分布の結果を利用して考察を行い、結果次のことが判明した。すなわちY軸上に全体に占める比率(分布率)をとり、X軸上に距離をとり実測値をプロットすると超越関数 Fresnel の余弦積分 $Ci(x) = -\int_x^{\infty} \frac{\cos t}{t} dt$ に近い曲線になる。曲線はXの値が大きくなって、曲線が波打った後の収束値に問題があり計算が複雑である。一方半対数グラフにプロットすれば、ほとんど直線になるので、一次関数として相関式を求めるのが簡単で実用的であることが判った。

2. 車種別トリップ長分布の一般的傾向

車のトリップ長と分布率の関係は距離が長くなるに従って分布率は0に収束するのであるが対象地域の社会経済的背景を複雑に反映しているため単純に理論的な相関関係を求めることは困難である。当研究では、理論的な追求はさておいて、実測値をマクロ的にとりあつて分析して一般的傾向を掴むことにした。トリップ長分布の一般的な形をグラフに表わすと、グラフ1の如くなる。トリップ長分布状況は表-1、及び表-2～5と対称させて考えると、その地域の社会経済構造や、人口、及び自動車の保有台数に密接なつながりがある。又トリップ長はトリップ目的によっても異なる。車はこれらの目的に応じてそれぞれ使い分けされているのであり、トリップ目的 $\leftrightarrow$ 車種 $\leftrightarrow$ トリップ長分布の間には一連の関連があると思われる。この研究では車種を自家用車と営業用車に分類しさらにそれぞれを乗用車と貨物車に分類した。80年ODから福岡県及び佐賀県について集計して単純な折れ線グラフに表したのがグラフ1トリップ長別トリップ分布表である。この表によるとグラフはだいたい滑らかな曲線を描いており、対数曲線に近い。いずれの場合においても8～10kmの距離の部分の分布率が非常に小さくなっている。乗用車については、自家用車の方が営業用車より長い足をもっている。貨物車については営業用車の方が足が長い。次に線形について検討すると、これらの折れ線グラフは8～10kmにおける低比率の部分を見捨てることによって単純な直線式とみなすこともできるが、その場合はZの範囲を例えば0～15km位の範囲に限定しなくてはならないであろう。このことは特に貨物車の分布曲線において不都合である。直線を8～10kmの点で大きく2本に折って2本の直線式として求めることもできるが、大体をだらかな曲線であると仮定すると、Fresnel の余弦関数と対数関数のふたつが近似曲線として考えられる。

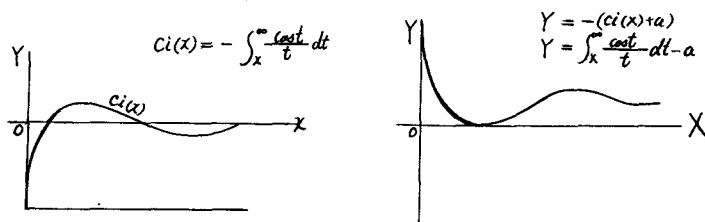
3. Fresnel の余弦関数の適用

余弦関数式

$$\begin{aligned} Ci(x) &= -\int_x^{\infty} \frac{\cos t}{t} dt \\ &= C + \log x - \int_0^x \frac{1 - \cos t}{t} dt \\ &= C + \frac{1}{4} \log x^4 - \frac{1}{2 \cdot 2!} + \dots \\ (C &= 0.57721) \\ \text{Euler の定数} \end{aligned}$$

$$Y = Q(x) = \int_x^{\infty} \frac{\cos t}{t} dt = -C - \log x + \int_0^x \frac{1 - \cos t}{t} dt = -Ci(x) - \frac{\pi}{2}, \quad (X \text{ 軸に対象を初期})$$

Fresnel の余弦積分関数



さらにY軸方向に平行移動をほどこしX軸の目盛を対数目盛に転換しScaleを小さくすると

$$Y = -\{ci(x) + a\}, \quad X = b \log x, \text{ を代入して}$$

$$Y = -\{ci(x) + a\} = \int_x^{\infty} \frac{Cost}{t} dt = a - C - \log x + \int_0^x \frac{(-Cost)}{t} dt - a,$$

この式によると8~10kmの極小点及びグラフが波を打った後の15~50kmの極大部を含む曲線部分が式の上から捕えられる利点がある。一方欠点としては長距離トリップの収束値が $x \rightarrow \infty, Y \rightarrow 0$ とならないこと、 $x \rightarrow 0, Y \rightarrow \infty$ となる点、及び x の取り方式の求め方が非常に複雑であり実用性に乏しい。

4. 対数函数の適用

40年ODから福岡県佐賀県をいくつかの地域に分割して集計解析した結果を一覧表にまとめると表-2, 3, 4, 5であるが、これらの実測値を半対数表に表わすとグラフ-2に示す如くなる。この表ではグラフ-1でみられたような曲線関係より、むしろ直線式の方がよく近似していると考えられる。そこで分布率を半対数函数式と仮定して、その式を回帰分析して最小自乗法により求めると次の表のようである。

トリップ長トリップ分布率関連式

$$Y = m \log x + b, \quad x > 1$$

$$Y = mX + b \quad X = \log x > 0$$

この式によると計算が単純であるため求めやすい利点があるが8~10kmにおける値が必ず高めにでてくるのでこの区間 $8 < x < 10$ では別途1~6%位の範囲で補正する必要がある。つまり

	車種	相関係数
1	営業用車 乗用車	$Y = -0.323 \log x + 0.423 \quad (r = 0.95)$
2	営業用車 貨物車	$Y = -0.113 \log x + 0.209 \quad (r = 0.83)$
3	自家用車 乗用車	$Y = -0.184 \log x + 0.289 \quad (r = 0.93)$
4	自家用車 貨物車	$Y = -0.211 \log x + 0.317 \quad (r = 0.93)$

$$1 < x \leq 3 \log 2, \quad Y = m \log x + b \quad (1 < x \leq 8)$$

$$3 \log 2 < x < \log 10, \quad 0.01 < Y < 0.06 \quad (8 < x \leq 10)$$

$$\log 10 < x, \quad Y = m \log x + b \quad -$$

となる。なお分布率の分布曲線は先に述べた如く地域の経済的背景にも影響されるから、直線上を中にして上下にゆをもった点と考える必要がある。

5. 折れ線グラフの適用

—グラフ-2に点線でもって示す

6. 平均トリップ長について

ある地域に於いて、発生トリップ数が求まっている時平均トリップ長は次のようにして求まる。

$$\left\{ \begin{aligned} Li &= \frac{\sum_{n=1}^N (X_n \wedge X_n)}{\sum_{n=1}^N \{(mi \log X_n + bi) \wedge X_n\}} = \frac{\sum_{n=1}^N \{(mi \log X_n + bi) X_n\}}{\sum_{n=1}^N \{(mi \log X_n + bi) X_n\}} \\ &= \frac{1}{N} \int_{x=0}^{\infty} (mi \log X_n + bi) dx = \int_0^{\infty} (mi \log X_n + bi) dx \end{aligned} \right.$$

ただし Li = 車種別の平均トリップ長, $Y_n = X_n$ に対する分布率, $\wedge$ = 総トリップ数

$X_n = x$ の範囲を任意の大きさの切った時の各範囲 x の平均値, 例, $2 < x < 5, x = 3.5$

mi, bi : 平均トリップ分布曲線係数,

7. 結論, トリップ長と分布率の関係は、折れ線グラフ、二本の直線式、余弦積分函数、対数函数式等で表わすことができるが、折れ線グラフ、二本の直線式は普遍性が薄く当初の目的に合致しない。又

余弦函数式は線形としては近似した曲線であり、貨物自動車の線形にはよくあてはまるがZの値が両極限に近づいた時の収束値に($Z \rightarrow \infty, Y \neq 0, Z \rightarrow 0, Y \neq 0$)問題があり計算が複雑なため、実用性が乏しい。対数函数式は $Z = 8 \sim 10 \text{ km}$

の点が曲線にのらないこと。
 $Z > 30 \text{ km}$ のトリップ長部分の分布率 0~5% が削除される...
 という点があるが、線形もよく計算もやさしく実用性が強い。
 これらの結果から判断すると、それを用用途によって一長一短は、あるが、前表の相関率をみても、わかることと分布率を対数函数として、表わすことは妥当であると思われる。

表-1 経済指標一覧表

項目 ゾーン	人口 (人)	産業生産額 (100万円)	工業生産額 (1000万円)	商品販売額 (億円)	自動車保有台数					
					乗用車	バス	貨物車	軽貨物車	軽自動車	その他
1	1042308	3736	55075	6033	18265	1182	29338	5035	53820	
2	1059215	14685	14631	11731	28810	1272	44547	6131	80760	
3	218456	8342	6308	855	4916	197	10761	1436	17310	
4	553229	11381	3107	771	6589	600	16818	2276	26263	
5	154443	12948	1699	141	1917	150	7273	246	10094	
6	214111	2611	5794	424	2455	178	5454	726	8813	
7	166816	8209	682	292	1363	236	3867	444	5910	
8	371033	23282	3955	885	4227	242	13157	1415	19041	
9	101184	4440	867	125	886	78	2711	206	3881	
10	88513	8397	388	87	533	134	2816	187	3670	
福岡県	3964611	91145	95054	20661	71082	4005	139024	18715	232826	
佐賀県	871885	53295	8477	1515	8251	817	26706	2620	38394	

表-2

営業用乗用車

表-3

営業用貨物車

ゾーン	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
0~20	398	10.2	518	522	320	583	503	445	427	228	405	206	151	185	106	131	321	272	217	8.7	127	189
21~50	319	277	237	226	303	266	254	242	210	259	259	223	293	154	163	103	370	256	204	77	247	209
51~80	171	327	133	107	147	117	136	129	96	92	146	195	161	80	126	86	134	112	188	67	123	127
81~100	30	146	19	31	22	09	04	28	58	08	36	24	83	61	30	25	19	21	16	31	03	31
101~150	43	99	31	60	09	01	12	62	07	85	41	98	88	44	106	55	0	25	33	05	27	58
151~200	24	32	10	22	58	02	50	21	37	92	33	92	41	44	141	106	03	97	74	36	233	87
201~300	09	08	33	13	58	09	06	44	93	134	41	42	15	40	77	63	34	37	74	379	34	70
301~500	04	05	14	12	46	03	15	21	06	62	19	54	39	203	96	225	25	86	72	36	123	96
501~100	01	03	02	06	25	05	17	06	62	40	17	34	67	52	49	93	41	73	80	262	72	82
1001~	01	01	03	01	12	05	03	02	04		03	32	62	137	16	113	53	21	42	20	11	51

表-4

自家用乗用車

表-5

自家用貨物車

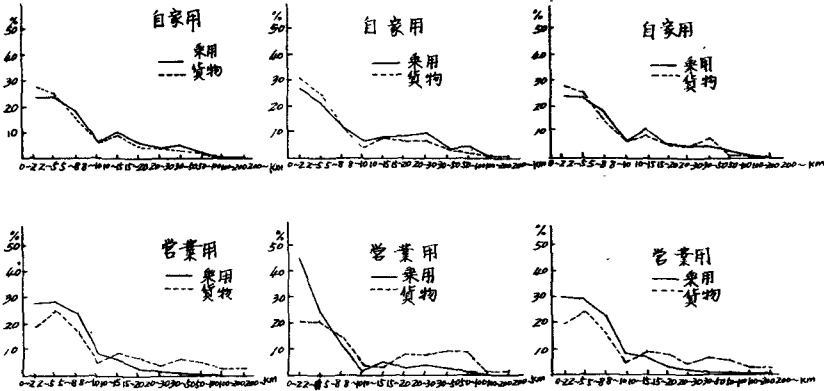
ゾーン	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
0~20	211	198	334	290	199	427	316	258	312	258	280	254	210	326	328	233	424	332	284	950	317	306
21~50	269	224	235	237	190	316	241	197	221	209	234	272	236	228	257	237	334	237	216	270	276	256
51~80	236	168	144	153	163	124	149	136	86	131	149	217	153	163	139	159	124	148	140	114	105	146
81~100	40	109	43	51	54	36	48	75	16	32	50	34	110	47	47	64	26	39	53	53	31	50
101~150	114	121	84	94	64	10	08	98	13	44	65	101	117	82	93	37	16	17	99	20	78	66
151~200	53	74	41	43	133	14	102	68	50	161	74	54	71	43	48	92	14	117	63	35	73	60
201~300	39	32	39	41	71	24	48	92	152	73	61	34	32	45	46	69	24	37	87	79	57	51
301~500	18	39	63	65	83	19	29	33	34	34	42	16	37	46	29	67	14	30	33	25	39	34
501~100	15	27	10	22	20	16	56	38	108	55	37	13	26	11	10	20	12	37	21	51	24	23
1001~	05	08	07	04	23	14	03	05	08	03	08	05	08	09	03	22	12	06	04	03	00	08

グラフ1. トリップ長別トリップ分布表

福岡県全域

佐賀県全域

福岡県佐賀県 全域



グラフ2 トリップ長別トリップ分布表 (平均数)

営業用乗用車

営業用貨物車

