

駐車実態調査方式の研究*

STUDY ON THE METHODS OF PARKING SURVEY

毛 利 正 光**

By Masamitsu Mori

要 旨 本文は從来諸外国ならびにわが国で実施されてきた駐車実態の調査方式について比較検討し、その利害得失を明らかにするとともに、駐車場の計画に当って必要な基礎事項とその意義を明確にし、駐車実態調査の新しい一つの方式を提案したもので、この方式によった場合の調査結果の精度および結果の補正の方法について述べたものである。

1. まえがき

最近の急激な自動車交通の増加にともなう都市交通の混雑渋滞は、いまや街路計画に抜本的手段を施さねばとうてい救いがたい状況となってきた。しかるに街路の新設・幅員の増大は用地・財政上の観点から、きわめて至難の事業であると考えなければならない。しかして都市活動の能率・利便、交通の安全・緩和を計るために都市における駐車の問題は、今ただちにその解決を計らなければならない焦眉の急にある。その対策上の根幹は路外駐車場の建設であり、駐車場整備地区の指定にともなう駐車場の指定・建設に当っては、限られた場所が能率よくもっとも有効に利用されるように、駐車の実態、駐車の習性の科学的調査にもとづいて、問題解決のためのもっとも好ましい方策が樹てられなければならない。駐車現象はきわめて複雑でその地域的性格を究明する必要があり、かなり大規模な実態調査を行なわれなければならない。これには多大の経費を必要とする。わが国大都市においても、まだ駐車に関する資料はきわめて乏しい状態にある。このためなるべく広範囲にわたる調査を行ない、駐車に関する概況を把握して、問題解決上の基本的方針が確立されなければならない。

ここに提案した駐車実態調査方式は、きわめて容易に実用に供しうるものと思う。ここに從来諸外国ならびにわが国において実施せられてきた各調査方式について検討するとともに、改めて計画に必要な基礎的事項について再考し、最後に実測例について述べることとした。

2. 駐車に関する基本的問題

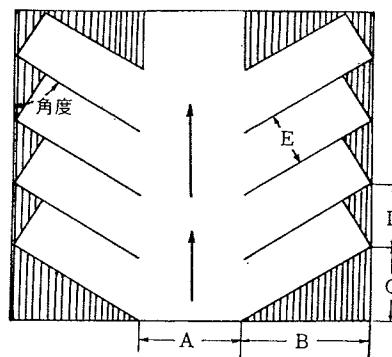
最近の急激なる自動車交通の増加にともない、大都市における駐車の問題は、都市活動の能率化、利便と合わ

せて交通の安全、緩和を計るための種々なる問題を提起しているが、一体、道路は人や物を輸送するためのものであって、そこに駐車することは与えられた特典であると考えるべきことであって、権利ではない。交通量の増加につれて、その道路を最大限に利用できるようになることがもっとも重要なことである。したがって、その利用効果をもっとも大ならしめるためには、駐車の制限や禁止が必要で、これらのこととは交通安全のためにも必要とされることである。

それで交通容量を増加するために考えられる第一のことは、最大交通時の間、最大容量の必要とされる街路の重交通側の駐車の制限や禁止をすることである。

つぎに、安全、便宜および街路幅員の効果的利用という見地からすると、路上駐車の形式としては、平行駐車(Parallel Curb Parking)がもっとも障害が少ない。斜角駐車(Angle Curb Parking)は同一縁石長については平行駐車の場合より多くの車を収容しうるが、二、三の不利な点もある。すなわち、平行駐車の場合より一層

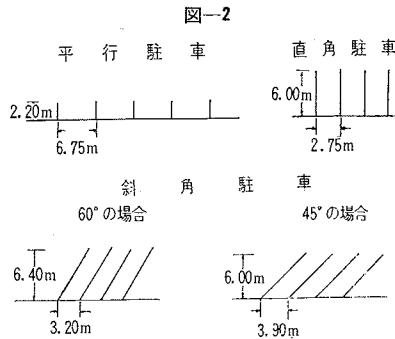
図-1



駐車形式	1台当りの面積	A	B	C	D	E
平行	297 ft ² (27.59 m ²)	11'	8'	22'	—	8' (2.44m)
35°	335 ft ² (31.12 m ²)	11.5'	15'	21.4'	14'	8' (2.44m)
45°	299 ft ² (27.78 m ²)	12'	17'	17'	11.3'	8' (2.44m)
60°	276 ft ² (25.64 m ²)	18'	18'	10.4'	9.2'	8' (2.44m)
90°	228 ft ² (21.18 m ²)	23'	17'	—	8'	8' (2.44m)

* 一部第4回日本道路会議論文集・土木学会第13回年次学術講演会で発表

** 正員 工博 名大教授兼大阪市大講師 工学部土木教室



街路容量を減じ、駐車場所への出入の際の見通しが悪く、より危険が多い。また出入に際して、隣接走行車線の1車線あるいはそれ以上の交通車両に対して妨害を与えたる、抵触したりする。またつぎに駐車場の整備・計画に当たっては、種々なる駐車位置に対する必要なスペースを明らかにする必要がある。いま車両1台当たり必要とされるスペースについて米国における例を示すと、図-1のようである。またわが国において、技術的な基準として考えられているものを示すと、図-2のごとくである。これらの図-1, 2に示す値は駐車スペースの配置計画に当たって参考となる値である。

つぎに問題を将来について考えるならば、都市が成長発展するにつれて、建物の改善とか、交通の変動に関連して、サービスのためとか交通規制により、路側スペースはますます制約・制限をうけることになり、一方路側スペースの物理的拡張には限度があるから、都心業務地区の路上駐車可能スペースは減ることになる。したがって、路側スペースの減少と自動車利用の増大を補償するためには、当然路外駐車施設を設備しなければならないことになってくる。

世界の大都市はこのような状況下にあるので、駐車と貨客の積降しの問題に対処するために設けられなければならない路上駐車スペースと路外駐車スペースの容量と位置を決定する必要があり、またこれらの施設の将来の必要量についても考慮することが肝要である。

3. 駐車場計画に必要な調査事項

計画に当たって必要な調査すべき一般的な事項はつぎのようである。

- (1) 駐車台数 (時刻別、車種別、駐車時間別)
- (2) 既設の駐車施設の利用状況 (駐車時間、利用目的などをふくむ)
- (3) 駐車形式 (路側一平行、直行、斜角、2列など、ガレージ、画地、その他)
- (4) 平均駐車時間
- (5) 駐車地と目的地との関係 (位置、距離、歩行時間など)
- (6) 駐車による占用状況、集中の度合 (平均占用

率、回転率、駐車集中指数)

- (7) 駐車施設および貨客の積降し施設に対する要求度 (その緊急度および将来の推定)
 - (8) 新設駐車場の位置と計画 (将来施設の希望的位置などをふくむ)
 - (9) 駐車および乗客の乗降の制限、禁止の状況
 - (10) 駐車場がある地域の交通流におよぼす影響
 - (11) 財政的観点からの調査
- 以上は駐車場の計画整備に当たって必要な一般的な調査事項であるが、駐車場の計画設計に当たって技術的に必要とせられる基礎的事項について述べると
- (a) 時刻別駐車台数と駐車集中の度合
 - (b) 駐車の場所的特性 (駐車時間別台数および平均駐車時間)
 - (c) 時刻別駐車の発生状況 (駐車需要)

であって、これらの事項は観測によりその実態を把握することができ、駐車場の容量、形式を決めるために必要な基本的事項であって、これはまた駐車場の運営管理上にも重要な事項である。

つぎに計画に必要な一般的な事項に関する用語について説明するつぎのようである。

- ① 実駐車台数：調査時間中に調査区域に駐車していた自動車の総台数。
- ② 観測延台数：各調査時刻に観測された駐車台数の総和である。したがって1台の車が何回にも観測されることがある。
- ③ 許容台数：駐車容量ともいい、調査区域に同時に合法的に駐車できる台数である。

したがって路上駐車の許容台数は

$$\frac{\text{路上の駐車許容延長}}{\text{自動車1台当たりの駐車スペースの長さ}}$$

で表わされる。

④ 駐車需要量：駐車に対する要求度の大きさを表わすもので、一般には、その量を示す単位は明確にされていないようであるが、通常①の実駐車台数で示されている。いまここでは需要量の大小をより厳密に表わすものとして(台一時)なる単位を用いることになると、ある調査時間中の駐車需要量はΣ(駐車時間×台数)を単位台一時で表わしたものとなる。

⑤ 平均回転率：調査時間中に区域内の駐車1台当たり平均何回出入があったかを示す数値で、

$$\frac{\text{実駐車台数}}{\text{許容台数}}$$

として算出される。

入車台数が多いほど、また1台の駐車時間が短いほど、回転率は大きくなる。

⑥ 平均占用率：駐車による占用時間の程度を示す比率であり、

$$\frac{\Sigma (\text{駐車時間} \times \text{台数})}{\text{調査時間} \times \text{許容台数}}$$

として算出される。

回転率がいかに小さくても、個々の車の駐車時間が長ければ、占用率は大きくなる。駐車施設や路上駐車場の利用状態はこの値によって示される。したがって駐車施設の容量を決めるためには駐車時間の測定が必要となってくる。

⑦ 平均駐車時間

$$\frac{\Sigma \text{各自動車の駐車時間}}{\text{実駐車台数}}$$

で表わされるが、調査に当たって後述の断続式観測を行なった場合には、個々の車の駐車時間はわからないが、あとで述べるような調査方式によって、適当な補正をして求めることができる。

⑧ 駐車（集中）指標：駐車場所の混雑の度合を示す値で、ある時刻の駐車台数を許容台数で割った値で表わされる。

⑨ 駐車と停車の区別：調査に当たって駐車、停車のいずれと判定すべきかに迷うことがあるが、駐車とは客待ち、荷待ち、貨物の積降し、故障などのため車を継続的に停止させることをいい、したがって、タクシーの発着、バスの乗降などは駐車調査の対象とならないが、これらについても一般的調査事項のに示したごとく、その実態は知つておくことが必要である。なお従来的には短時間の車の停止においても運転者が車を離れた場合には駐車とみなされていたが、新道路交通法によれば、短時間（5分以内）であれば運転者がその車両を離れても、ただちに運転に從事することができる状態にあるときは駐車とみなされない。

⑩ 駐車禁止区域：道路交通法によれば、一般に駐車が禁止されている場所としては、

- 1) 交差点、横断歩道、踏切または軌道敷内
 - 2) 交差点の側端または道路の曲り角から（5m）以内
 - 3) 安全地帯の左側およびその両端から（10m）以内
 - 4) 軌道車の停留場または乗合自動車の停留所から（10m）以内
 - 5) 鉄道または軌道の踏切から（10m）以内
 - 6) 消火栓・消防用機械器具の置場から（5m）以内
 - 7) 道路工事区域の側端から（5m）以内
 - 8) 道路に接する自動車用出入口から（3m）以内
 - 9) 火災報知器から（1m）以内
 - 10) 消防用防火水槽の側端、吸水口・吸管投入孔またはこれらの道路に接する出入口から（5m）以内
 - 11) その他公安委員会の指定する場所
- また駐車場法による駐車場整備地区に指定された地域においては駐車場法によらなければならぬ。

4. 駐車実態の調査方法とその比較検討

駐車状況調査の方法には、一般に人力（徒歩）により記帳する方法と写真撮影、自動車上から記録して行く方法が考えられるが、要求される観測の精度と経費、時間などにより決められるが、およそつきのようになる。

(1) 観測による方法

駐車台数の算定を主眼とする調査方法であり、つぎのような方法がある。

a) 断続式調査

① プレート断続式：受持ち区域に駐車のために出入する自動車の登録番号をある一定時間ごとに調査表に記入する方法。

② ノンプレート断続式：受持ち区域に駐車のために出入する自動車の台数をある一定時間ごとに調査表に記入する方法。

b) 連続式調査

③ プレート連続式：① の調査を連続的に行なう方法。

④ ノンプレート連続式：② の調査を連続的に行なう方法。

なおプレート断続式と同様の操作を写真撮影により、また自動車上から記録していく方法などもある。

(2) 質問による方法

駐車場所と目的地との関係を知るための調査方法であるが、車種、駐車時間、駐車場所の利用頻度などに関する情報も得られる。

a) 面接式　出発地、目的地、駐車目的、駐車（見込）時間、利用頻度などを運転手に直接質問して、記録する方法。

b) カード式　駐車場の入口、路側・駐車地などで調査カードを手渡して、上記質問の回答を記入させる方法。

c) ハガキ式　面接の質問に応じてくれる暇のない人に、あらかじめ印刷してあるハガキにカード式同様の質問を書き、これに記入して折返し郵送してもらう方法。

以上いろいろな方法があるが、これらの各種調査方法

表-1 調査方法別調査可能事項一覧

事項	方 法	面接	ハガキ	ブレ	ノイ	ブ連	ノイ
		カ	ー	統	ント	レ	ント
時 刻 別 駐 車 台 数	×	×	△	△	○	○	○
最 大 駐 車 台 数	×	×	△	×	○	○	○
車 種 別 駐 車 台 数	△	△	△	△	○	○	○
駐 車 時 間 別 駐 車 台 数	△	△	×	×	○	○	×
駐 車 形 式	○	△	○	○	○	○	○
平 均 駐 車 時 間	△	△	×	×	○	○	○
最 大 駐 車 時 間	△	△	×	×	○	○	×
平均占用率および回転率	△	△	△	△	○	△	○
駐車場所と目的地の関係	○	△	×	×	×	○	×

○ 調査可能・正確 △ 調査可能・不正確 × 調査不可能

別調査可能事項を示すと表一1のようである。

これらの各種調査方法の得失について検討すると、

① カード式調査はわが国の現状では実施困難であり、運転手に質問する面接式の方が容易かつ確実である。

② ハガキ式調査は通常回収率がきわめてわるく効果が少ない。

③ 駐車状況一般の大局的把握のためには、ノンプレート断続式が容易簡便で適当である。

④ 駐車時間の正確な調査はプレート連続式によらなければならぬが、この方式は最も労力経費を必要とする。

⑤ 駐車場所と目的地との関係は広範囲にわたる調査を必要とし、これは真の駐車需要を捕捉するために必要な事項である。この調査には面接式が推奨される。

⑥ 駐車状況に関して正確な資料をうるために、ブ

レート連続式によらなければならないが、駐車現象は一種の社会現象であって、同一状態は2度と起こらないと考えられるから、その大局を把握し、計画に必要な調査資料をうる方法として、プレート断続式調査に属する方法であるが、つぎに述べる調査方式によれば、経費も少なく容易に広範囲の調査が可能で、また調査結果の補正も可能である。

5. 駐車実態調査方式の提案とその実測例

実際に駐車実態の調査を行なうに当たって、駐車時間を正確に決定するためには、ある地域に入出する車を全部連続して観測すればよい。

しかしこの方法では駐車数の多少にかかわらず観測者にかなり長時間の緊張を強制することになり、また相当多大の人員と経費を必要とすることになる。したがってこの方法は駐車時間の非常に短い場所とか、特別の目的

表一2 駐車現況調査用紙

場 所 河原町(四条~仏光寺)西側
日 時 昭和 年 月 日 ()
延 長 250m 駐車可能区間 164m

調査時間 2.00 PM~4.10 PM
観測時間間隔 10分
観測者

車種	観測番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	観測回数合計
		時刻	2.00	10	20	30	40	50	3.00	10	20	30	40	50	4.00	
5	362	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	2
4	983	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	13
3	156	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	14
5	937	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	4
5	222	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	14
3	258	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	14
3	536	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	2
5	244	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	14
3	036	(1)														1
3	951	(1)														1
3	836	(1)														1
5	765	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	10
3	576	(1)														1
5	211		(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	12
5	002		(1)													1
5	113		(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	12
5	018			(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	2
4	143				(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	2
5	678					(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	9
3	357						(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	5
3	468							(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	2
5	245							(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	3
5	467							(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	7
4	538							(1)								1
5	000								(5)	(6)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	5
6	414								(1)							1
5	132									(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	5
5	456										(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	1
6	987										(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	4
3	754										(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	4
5	305											(2)	(2)	(2)	(2)	2
5	688											(2)	(2)	(2)	(2)	2
6	735											(2)	(2)	(2)	(2)	2
6	113											(1)	(1)	(1)	(1)	1
5	415												(1)	(1)	(1)	1
5	188															1
計		10	11	10	9	9	11	11	14	15	14	16	13	16	17	176

1: 大型トラック 2: バス 3: 普通乗用車 4: 小型貨物車 5: 小型乗用車 6: 三輪貨物車

以外は不要であつて、つぎに述べる一種のプレート断続式調査による記帳法にもとづいて、適当な時間間隔をおいて観測することによってより安価にかつ十分実用的な資料をうることができる。しかして観測の時間間隔の選定は要求される精度による。間隔が長いと短時間駐車を見逃しやすくなり、一方間隔が短いと調査費用が高くなる。この調査方法によれば、徒歩あるいは写真、自動車を利用して小人数で相当広範囲な地域の実測を行なうことができる。

(1) 調査方法および記帳法

観測にあたっては調査員に担当の調査区域を指定し、表-2(駐車現況調査用紙)のごとき調査用紙を携行せしめ、指定した時間間隔(実測例では10分間隔)ごとに区域をまわり調査用紙に車種別(業種別)およびプレートナンバーの下3桁を記入せしめる。表の観測番号は指定した観測時間間隔ごとに観測すべき回数の順番を示す。観測間隔を一定にするため、調査員は巡回方向を一定にし、観測時刻に近づけるようにする。

観測した車をその観測時刻の下欄に○印をつけ、つぎの観測時に同じ車があれば、同じ横の欄に○印をつけてゆき、車がなければ空欄とする。新たに駐車した車は下欄に書き加えてゆく。同じような操作を行ない、所定の観測が終った後、同一車について観測された回数を調べその観測合計回数を○印の中に記入する。つぎに観測番号の縦欄ごとに○印を集計すると、その観測時刻における駐車台数を表わす。

(2) 調査結果の解析

上記駐車現況調査の記録から表-3を作成する。すなわち、表-2において○印中の数字は駐車時間の長さ(観測時間間隔の長さを単位とした)を表わすことにな

るから、各観測番号ごとの縦欄について、同一駐車時間のものの○印の数を合計して表-3のような表につくる。これを全観測番号について集計すれば、表-3の(a)欄には各駐車時間の長さ別の観測延台数、下段には各観測番号(時刻)ごとの駐車台数が表示され、これから駐車(集中)指數が計算される。以下(b)欄は平均1回の観測値で(a)÷観測回数(実測例では14)で計算され、(c)欄は実駐車台数で(a)÷駐車時間の長さで算出される。(d)欄は(c)の実駐車台数を%で表したものので、(e)欄は(d)の値を駐車時間の長い方から累積した値で、これらの値は駐車の場所的特性、その他観測値の補正などの理論計算に使用するものである。

上記調査方式は調査員による人力、写真撮影あるいは自動車による観測によつても行なうことができ、これらの実測結果にもとづいて、表-3のような時刻別、駐車時間長さ別駐車現況表を作成すれば、これから駐車状況の時間的変動、駐車時間別の台数の頻度など駐車の実態を知ることができる。

表-3は予備調査として、京都市において行なった実測の一例であつて、全調査時間は2.00~4.10 PMの観測例に過ぎないが、表からこの観測時間中に実測された実駐車台数の合計は(c)欄の計36台で、駐車時間が30分以上の車は全体の47.3%であり、平均の駐車指數は0.52であるから $0.473 \times 0.52 = 0.246$ 、全体の車のうち約24.6%は30分以上の駐車の車で占められていることがわかる。この調査時間中のピークは観測番号14、すなわち時刻4.10 PMのときで、そのときの17台の車のうち6台は駐車時間が30分以下の車であることがわかる。

なお平均駐車時間は

表-3 駐車現況集計表

駐車時間の長さ	観測番号														駐車時間長さ別				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	観測延台数(a)	平均1回の観測台数(b)	実駐車台数(c)	(c)の百分率(d)	(d)の累計(e)
1	2	2	1					1	1		1			3	11	0.79	11	30.5	100.0
2	2	2			1	2	1	1	1				3	16	1.14	8	22.2	69.5	
3								1	1	1				3	0.21	1	2.8	47.3	
4	1	1	1	1						2	2	2	2	12	0.86	3	8.3	44.5	
5								1	1	2	3	3	2	15	1.07	3	8.3	36.2	
6																	"		
7								1	1	1	1	1	1	7	0.50	1	2.8	27.9	
8																	"		
9								1	1	1	1	1	1	9	0.64	1	2.8	25.1	
10		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	0.71	1	2.8	22.3	
11																	"		
12			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	1.71	2	5.6	19.5	
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	0.93	1	2.8	13.9	
14	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	56	4.00	4	11.1	11.1	
計	10	11	10	9	9	11	11	14	15	14	16	13	16	17	176	12.56	36	100.0	
駐車指數	0.41	0.45	0.41	0.37	0.37	0.45	0.45	0.58	0.62	0.58	0.66	0.54	0.66	0.70		0.52			

$$\text{平均駐車指數 } \frac{12.56 \times 6.75}{164} = 0.52 \quad \text{平均駐車時間 } \frac{176}{36} \times 10 = 48 \text{ 分}$$

$$\text{平均駐車時間} = \frac{(a) \text{ 欄の計}}{(c) \text{ 欄の計}} \times \text{観測時間間隔}$$

で計算される。表-3 の場合には 48 分となる。

また駐車指数の計算に必要な許容台数の算出には路上平行駐車に必要な 1 台分の駐車スペースは 6.75 m であるとして計算したものである。

なお 3. の (4) で定義した駐車需要量の単位として(台・時)を用いれば、観測延台数は (a) の計 176 から、 $176 \times 1/6 = 29.3$ (台・時) である。

平均占用率は 3. の (6) で定義した値で、

$$\frac{\text{平均駐車台数}}{\text{許容台数}}$$

としても表わされるから、(b) の最下欄に示す平均駐車指標の 0.52 が所要の値となる。

なお実測に当たっては最初と最後の観測の前後に、それぞれほぼ観測時間間に等しい時間を置いて、補足的調査を行なえば、駐車時間はいっそう実際に近くなる。

以上の調査方法ならびに記帳法は、観測ができるだけ容易簡便にして、経費、手数を節約して、駐車の実態を把握しようとするものであって、きわめて容易に実用に供しうるものである。しかし (2) の調査結果の解析において述べたことからわかるように、短時間の駐車台数の何パーセントかは調査もれとなり、ここで考へている駐車時間と実際の車の駐車時間とは、観測時間間に長さの範囲内の違いが生ずることになる。ここに駐車時間はあくまで見掛け上の値であって、実用上は十分利用しうるものであるが、厳密には調査もれの車とともに調査結果を補正することが必要となる。この補正の方法およびその理論についてつぎに考えてみることにする。

6. 観測値の補正の理論

(1) 駐車の一般的特性

一般に駐車継続時間の分布は指數分布にしたがうものと考えてよいから、駐車の全時間 t がある与えられた時間 t をこえる確率はつぎのように書くことができる¹⁸⁾。

$$P\{t > t\} = e^{-lt} \quad (l: \text{正の定数}) \dots \dots \dots (1)$$

駐車継続時間の確率法則が式 (1) にしたがうときは、

図-3

その確率密度関数 $f(t)$ は次式で与えられる。

$$f(t) = l \cdot e^{-lt}, \quad (t \geq 0) \\ = 0, \quad (t < 0) \dots \dots \dots (2)$$

したがって $f(t)$ と t 軸とで囲まれる面積 F は

$$F = \int_0^\infty f(t) dt = [-e^{-lt}]_0^\infty = 1 \dots \dots \dots (3)$$

であり、平均駐車時間 \bar{t} は、

$$\bar{t} = \frac{\int_0^\infty f(t) \cdot t dt}{F} = \left[-e^{-lt} \cdot t - \frac{1}{l} e^{-lt} \right]_0^\infty = \frac{1}{l} \dots \dots \dots (4)$$

したがって定数 l は平均駐車時間の逆数であることがわかる。

(2) 観測もれとなる車とその補正

いま観測の一例として、観測時間間に 30 分の調査を行なった場合を考えると、1 回観測の車には、駐車時間 1 分程度のものから 59 分程度のものまで、約 1 時間の幅をもつたものをふくむことになる。これらの車の 1 台が駐車時間の長さにしたがって、観測にのる確率はつぎのようになる。駐車時間 30 分の車は皆 1 回の観測にのることになり、5 分のものは観測時刻 5 分前から観測時刻までに駐車を始めた場合にのみ観測され、観測時間間隔 (30 分) の $1/6$ の確率となる。15 分の車では $1/2$ の確率、45 分では $1/2$ (残りの $1/2$ は 2 回観測される)、60 分で 0 (全部 2 回観測される) という確率となる。いまこれを一般的に考えて、観測時間間隔を T とすると、一般に i 回観測される車は駐車時間が $(iT \pm T)$ の範囲の任意時間駐車しているものである。したがって駐車時間 t が $(i-1)T \sim iT$ および $iT \sim (i+1)T$ の範囲の車が i 回観測される確率をそれぞれ $p_i(i)$ 、 $p_r(i)$ とすると、

$$p_i(i) = \frac{t}{T} - (i-1), [(i-1)T \leq t \leq iT] \quad \dots \dots \dots (5)$$

$$p_r(i) = (i+1) - \frac{t}{T}, [iT \leq t \leq (i+1)T] \quad \dots \dots \dots$$

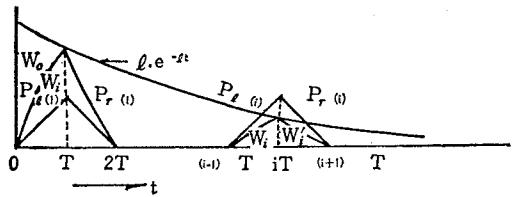
と/or ことができる。しかるべきは駐車時間 t が、 $iT \leq t \leq (i+1)T$ の車が i 回もしくは $(i+1)$ 回観測される確率 $P\{i+(i+1)\}$ は、

$$P\{i+(i+1)\} = p_r(i) + p_i(i+1)$$

$$= \left\{ (i+1) - \frac{t}{T} \right\} + \left\{ \frac{t}{T} - i \right\} = 1 \dots \dots \dots (6)$$

すなわち確率 1 をもって i もしくは $(i+1)$ 回のいずれかの観測に入ることになるから、一般に駐車時間が T 以上の車は観測もれとなることはない。

図-4



ただ $0 < t \leq T$ の車については式 (5) から、

$$p_r(0) = 1 - \frac{t}{T}, \quad (0 < t \leq T) \dots \dots \dots (5')$$

なる確率で観測もれを生ずる。すなわち以上のことが、駐車の全時間を連続調査した場合の結果とくに違った調査結果を与えるおもな原因となるから、その影響および補正について考えてみる。

駐車の特性が式 (2) で与えられるときは i 回観測されるものは

$$\int_{(i-1)T}^{iT} f(t)p_l(i)dt + \int_{iT}^{(i+1)T} f(t)p_r(i)dt$$

にて計算される。上式の第1項を W_i , 第2項を W_i' とすると,

$$\begin{aligned} W_i &= \int_{(i-1)T}^{iT} l \cdot e^{-lt} \left\{ \frac{t}{T} - (i-1) \right\} dt \\ &= \left[-e^{-lt} \left\{ \frac{t}{T} - (i-1) \right\} - \frac{1}{lT} e^{-lt} \right]_{(i-1)T}^{iT} \\ &= \frac{e^{-itT}}{lT} (e^{itT} - lT - 1) \quad \dots \dots \dots (7)_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_i' &= \int_{iT}^{(i+1)T} l \cdot e^{-lt} \left\{ (i+1) - \frac{t}{T} \right\} dt \\ &= \left[-e^{-lt} \left\{ (i+1) - \frac{t}{T} \right\} + \frac{1}{lT} e^{-lt} \right]_{iT}^{(i+1)T} \\ &= \frac{e^{-itT}}{lT} (e^{-itT} + lT - 1) \quad \dots \dots \dots (7)_2 \end{aligned}$$

したがって i 回観測されるもの $W_{①}$ は,

$$\left. \begin{aligned} W_{①} &= W_i + W_i' = \frac{e^{-itT}}{lT} (e^{itT} + e^{-itT} - 2) \\ &\text{or} = \frac{2e^{-itT}}{lT} (\cosh lT - 1) \\ &\text{or} = \frac{4e^{-itT}}{lT} \sinh^2 \frac{lT}{2} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (8)$$

つぎに観測もれとなるもの W_0 は W_1 と駐車時間が T 以上のものとの和を全体から引けば求められるから,

$$\begin{aligned} W_0 &= 1 - \left\{ W_1 + \int_T^\infty le^{-lt} dt \right\} \\ &= 1 - \frac{e^{-lT}}{lT} (e^{lT} - lT - 1) - e^{-lT} \\ &= \frac{1}{lT} (e^{-lT} + lT - 1) \quad \dots \dots \dots (9) \end{aligned}$$

すなわち全車両の内式(9)で与えられる割合のものが観測されないことになる。

観測される全体を W とすれば,

$$W = 1 - W_0 = \frac{1}{lT} (1 - e^{-lT}) \quad \dots \dots \dots (10)$$

であるから、いま W に対する W_0 の割合を求めるとき、

$$\frac{W_0}{W} = \frac{e^{-lT} + lT - 1}{1 - e^{-lT}} \quad \dots \dots \dots (11)$$

また $W_{①}$ に対する W_0 の割合は、

$$\frac{W_0}{W_{①}} = \frac{e^{-lT} + lT - 1}{2e^{-lT} (\cosh lT - 1)} \quad \dots \dots \dots (12)$$

すなわち、式(9),(11),(12)のいずれかを用いて観測もれの台数を推定することができる。

表-4 観測もれとなるものの割合 ($W_0\%$)

平均駐車時間 $1/l$ (分)	観測時間間隔 T (分)					
	0	5	10	15	20	30
30	0	7.8	14.8	21.3	27.0	36.8
60	0	4.0	7.8	11.5	14.8	21.3

いま計算の一例を示すと表-4のごとくなる。

いま式(9),(11),(12)の値を lT を横軸にとって計算した値を示すと図-5のようになる。

また駐車場計画に当たって考慮しなければならない全

図-5

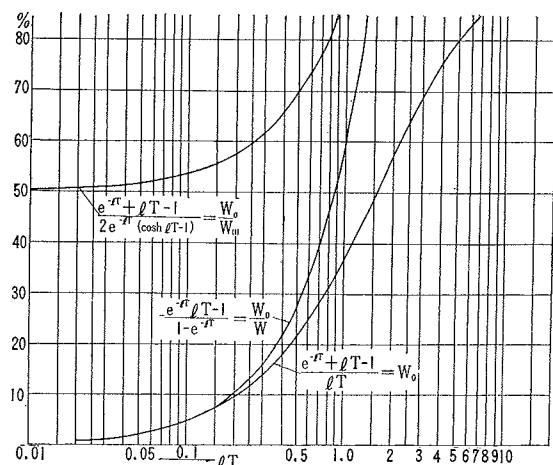
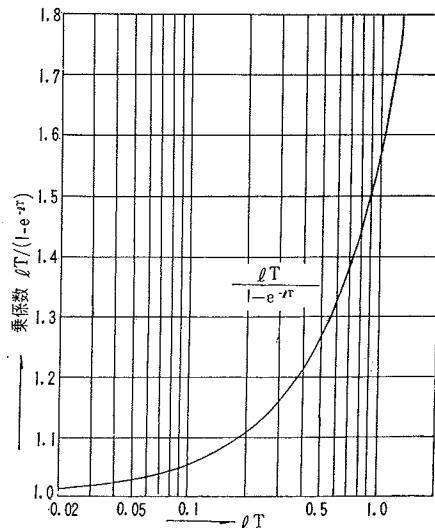


図-6



台数は観測実台数〔駐車現況集中表-3の(c)欄の計の値〕を $(1 - W_0)$ の値で割れば求められるから式(10)を参照して、

$$\text{全台数} = \text{観測実台数} \times \frac{lT}{1 - e^{-lT}} \quad \dots \dots \dots (13)$$

上式の乗係数 $lT/(1 - e^{-lT})$ の値を示すと図-6のごとくである。

(3) 补正量とその

平均駐車時間

a) 観測もれに対する

平均駐車時間

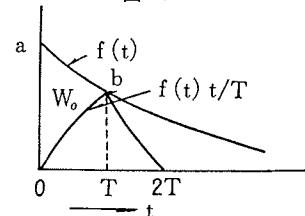
観測もれ W_0 の平均駐車

時間 \bar{t}_0 とすると、

図-7において曲線 Ob

の方程式は式(5)を参照して $le^{-lt} \cdot t/T$ であるから、

図-7



$$\bar{t}_0 = \frac{\int_0^T l e^{-lt} (1-t/T) t dt}{W_0}$$

上式の分子 = $\int_0^T l e^{-lt} (t-t^2/T) dt$

$$= \left[-e^{-lt} (t-t^2/T) - \frac{e^{-lt}}{l} \left(1 - \frac{2t}{T} \right) + \frac{2}{l^2 T} e^{-lt} \right]_0^T$$

$$= \frac{1}{l^2 T} \{ 2(e^{-lT} - 1) + lT(e^{-lT} + 1) \}$$

$$\therefore \bar{t}_0 = \frac{1}{l} \frac{lT(1+e^{-lT}) - 2(1-e^{-lT})}{e^{-lT} + lT - 1}$$

$$= [\text{平均駐車時間}] \times M_0$$

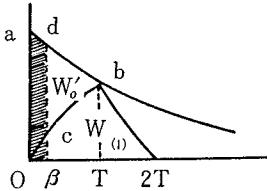
$$\text{ただし } M_0 = \frac{lT(1+e^{-lT}) - 2(1-e^{-lT})}{e^{-lT} + lT - 1} \quad \cdots (14)$$

b) 特定の駐車時間以下のものを除外した場合の補正

実際の駐車場の計画に

おいては、短時間駐車のものは計画から除外することが行なわれるから、いま駐車時間が β 以下のものは除くものと考えると、図-8 の斜線の部分を計算から除外すればよいことになる。したがって当然計画上考慮すべきもののうち、 W'_0 が観測もれとなり、一方除外すべきもののうち面積 $0c\beta$ の部分が $W①$ の中に観測せられているからこれを $W①$ のうちから引き去ればよいことになる。

図-8



$$W'_0 = \frac{\int_{\beta}^T l \cdot e^{-lt} \left(1 - \frac{t}{T} \right) dt}{W_0}$$

$$= \left[-e^{-lt} \left(1 - \frac{t}{T} \right) + \frac{e^{-lt}}{lT} \right]_{\beta}^T$$

$$= \frac{e^{-lT} + lTe^{-l\beta} \left(1 - \beta/T \right) - e^{-l\beta}}{lT} \quad \cdots (15)$$

また W'_0 に対する平均駐車時間を \bar{t}'_0 とすれば、

$$\bar{t}'_0 = \frac{\int_{\beta}^T l \cdot e^{-lt} \left(1 - \frac{t}{T} \right) t dt}{W'_0}$$

$$= \frac{1}{W'_0 l^2 T} \left[2(e^{-lT} - e^{l\beta}) \right]$$

$$+ lT \left\{ e^{-lT} + e^{-l\beta} \left(1 - \frac{2\beta}{T} \right) \right\}$$

$$+ l^2 Te^{-l\beta} \left(\beta - \frac{\beta^2}{T} \right)$$

$$= \frac{1}{l} \cdot \frac{e^{-lT}(2+lT) + lTe^{-l\beta}(1-2\beta/T)}{e^{-lT} + lTe^{-l\beta}(1-\beta/T)}$$

$$* \frac{-2e^{-l\beta} + l^2 Te^{-l\beta}(\beta - \beta^2/T)}{-e^{-l\beta}} \quad \cdots (16)$$

上式において、 $\beta=0$ のときは式 (14) に等しくなる。

つぎに $0c\beta$ の部分が全体に占める割合は、

$$\Delta_{\beta}^c = \int_0^{\beta} l \cdot e^{-lt} \frac{t}{T} dt = \frac{e^{-l\beta}(e^{l\beta} - l\beta - 1)}{lT} \quad \cdots (17)$$

したがって $0c\beta$ の部分が駐車時間 T なる観測値すなわち $W①$ に対する比率は式 (8) を用いて、

$$\frac{\Delta_{\beta}^c}{W①} = \frac{e^{-l\beta}(e^{l\beta} - l\beta - 1)}{e^{-lT}(e^{lT} + e^{-lT} - 2)} \quad \cdots (18)$$

すなわち $W①$ に相当する観測実台数から式 (18) で示される割合を差し引いたものを駐車時間が T に相当する台数とすればよいことになる。実際上の問題としては観測もれとなるものの全体 W_0 を推定して全台数を求めそのうち駐車時間が $\beta \sim T$ の範囲のものを計算して、それを差し引く方が計算が容易であろう。

図-9

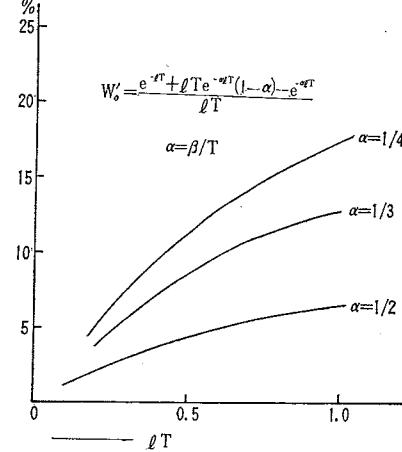
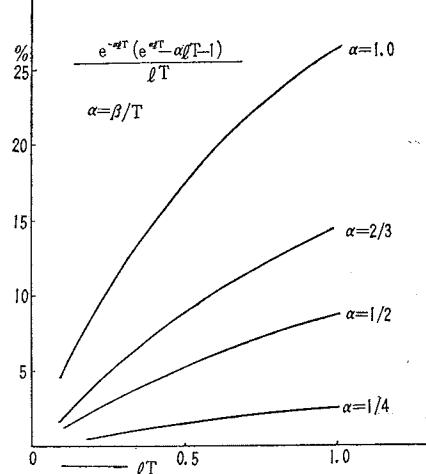


図-10



式 (15) で与えられる観測もれとなるものの割合 W'_0 を $a=\beta/T$ とおいて a の実用範囲の値について計算した値を示すと 図-9 のようになる。また同様に式 (17) で与えられる1回観測のデータ $W①$ から除外しなければならないものの割合を計算すると 図-10 のようになる。

(4) 駐車継続時間を連続調査した場合との相違

a) 統計的処理方法に起因する誤差 いま観測の時間間隔を T として調査を行なった場合、 i 回観測され

た車の駐車時間は iT であるとして集計を行なうことになる。これを別の言葉でいえば「調査中 i 回観測される車の台数は iT 時間駐車している車の台数に等しい」と仮定して計算を進めることになるが、これらの車は先に述べたとく、 $iT \pm T$ 時間中の任意時間駐車しているから厳密には正しくない。しかして i 回観測されるものは、式(8)にて与えられる図-11の $W_{(i)}$ の部分である。

一方駐車の全時間を調査した場合に iT 時間駐車する車は統計処理上 $(iT \pm T/2)$ のものをとることになるから iT 時間駐車するものの台数は、

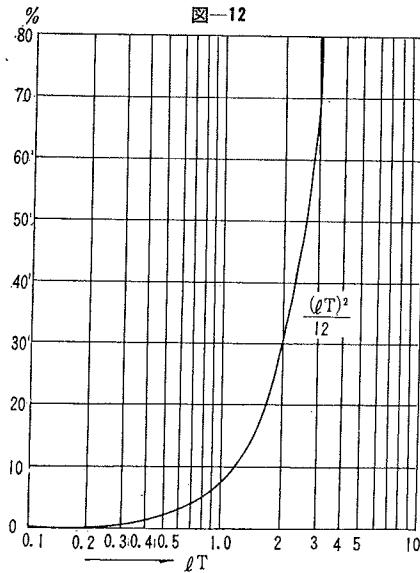
$$l \cdot e^{-iT} \times T' \quad \dots \dots \dots (19)$$

したがって式(8)と式(19)との比をとると、

$$\frac{\frac{4e^{-iT}}{iT} \cdot \sinh^2 \frac{iT}{2}}{lTe^{-iT}} = \left(\frac{\sinh iT/2}{iT/2} \right)^2 \div 1 + \frac{(iT)^2}{12} \quad (20)$$

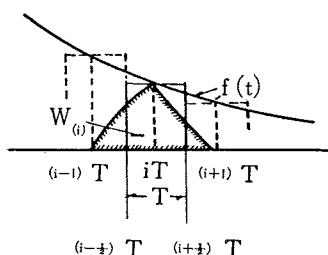
$$\left[\because \sinh x = x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \dots \dots \right]$$

すなわち調査結果のくい違いは i には無関係にほぼ $(iT)^2/12$ で与えられる。したがって l が一定の場合には T が大すなわち観測の時間間隔が大となるほど誤差は大きくなる。いま iT を変数と考えた場合の $(iT)^2/12$ の値を示すと図-12 のようになる。



いま $iT=0.5$ なる場合の一例として、平均駐車時間が 60 分であるとき、すなわち 30 分間隔の観測を行なった場合を考えてみると、そのくい違いは約 2.1% であ

図-11



るにすぎない(図-12 参照)。

b) 仮想的無限調査を行なった場合との誤差 駐車は一種の社会現象であって、これを統計的にみれば 24 時間を周期として、大体同じような変化をしているものと考えられるが、個々の駐車については 2 度とは起こり得ない現象である。これを総括的に眺め現象を統計的に数式化して考えると、その生起の確率が密度関数 $f(t)$ にしたがうことになるのである。したがって密度関数 $f(t)$ は無限の連続調査を行なうことにより決定されることになる。いまその極限において確率密度関数 $f(t)$ が連続関数として与えられたものと考えると、駐車時間が iT であるものはつぎの積分により与えられる。

$$\int_{(i+1/2)T}^{(i+1/2)T} l \cdot e^{-it} dt = 2e^{it} \sinh \frac{iT}{2} \dots \dots \dots (21)$$

$W_{(i)}$ との比を求めるとき、

$$\frac{4e^{-iT} \sinh^2 \frac{iT}{2}}{lTe^{-iT} \sinh \frac{iT}{2}} = \frac{\sinh iT/2}{iT/2} \div 1 + \frac{(iT)^2}{24} \dots \dots \dots (22)$$

すなわち、この場合の誤差は a) の場合の $1/2$ となることがわかる。しかしこの場合の誤差は問題の処理上、現実には行ないえない仮想的な場合の理論誤差であるから、実際上は式(20)で与えられる大きさをその誤差と考えればよい。

(5) 駐車時間の補正

観測資料を整理するに際して、 i 回観測された車の駐車時間はいずれも iT 時間であると考えて計算を行なうが $W_{(i)}$ に属する車の平均駐車時間を \bar{t}_i とすると、 \bar{t}_i は次式により計算される。

$$\bar{t}_i = \frac{\int_{(i-1)T}^{iT} f(t) \cdot p_l(i) t dt + \int_{iT}^{(i+1)T} f(t) \cdot p_r(i) t dt}{W_{(i)}}$$

上式の

$$\text{分子の第1項} = \int_{(i-1)T}^{iT} l \cdot e^{-it} \left\{ \frac{t^2}{T} - (i-1)t \right\} dt \\ = e^{-iT} \left\{ -iT - \frac{i+1}{l} - \frac{2}{l^2 T} (1 - e^{iT}) + \frac{e^{iT}}{l} (i-1) \right\}$$

$$\text{分子の第2項} = \int_{iT}^{(i+1)T} l \cdot e^{-it} \left\{ (i+1)t - \frac{t^2}{T} \right\} dt \\ = e^{iT} \left\{ iT - \frac{i-1}{l} - \frac{2}{l^2 T} (1 - e^{-iT}) + \frac{e^{-iT}}{l} (i+1) \right\}$$

したがって

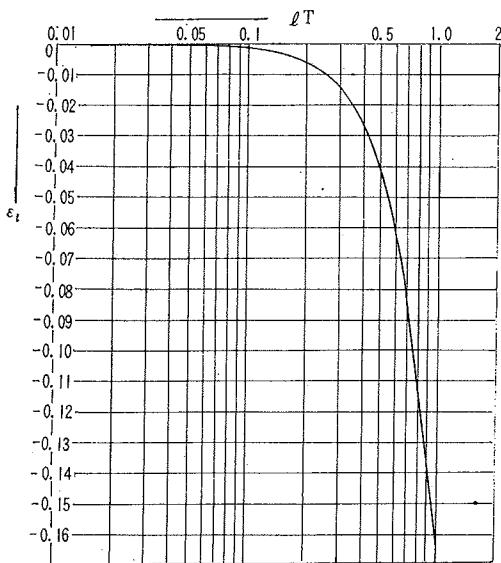
$$\text{分子} = e^{-iT} \left\{ \frac{-2i}{l} + \frac{4}{l^2 T} (\cosh iT - 1) \right. \\ \left. + \frac{2i}{l} \cosh iT - \frac{2}{l} \sinh iT \right\}$$

$$\therefore \bar{t}_i = \frac{\text{分子}}{2e^{-iT} (\cosh iT - 1)} = iT + \frac{1}{l} \left\{ 2 - \frac{lT \sinh iT}{\cosh iT - 1} \right\}$$

.....(23)

いま $(\bar{t}_i - iT) = 4t$ として $4t$ を駐車時間の補正量ということにすれば、

図-13



$$\Delta t = \frac{1}{l} \left\{ 2 - \frac{lT \sinh lT}{\cosh lT - 1} \right\} \quad (24)$$

となり Δt は i には無関係な一定の値となる。式 (24) の { } の中の値を ε_t と置き、これを駐車時間補正係数とよぶことにすると、

$$\Delta t = [\text{平均駐車時間}] \times \varepsilon_t \quad (24')$$

なお ε_t を種々なる lT の値に対して計算すると 図-13 の曲線のようになる。

(6) 実測資料から平均駐車時間 $1/l$ を算定する方法

今まで述べてきたことによって、観測もれその他各種の補正を行なうためには、確率密度曲線の特性を示す l の値を知る

ことが必要と

なってくる。

しかし観測

資料は W_0 を

除いた部分し

か得られてい

ない。したが

ってこの資料から算出した平均駐車時間は計算に必要な $1/l$ とは違った見掛け上の平均値を与えてくれるにすぎない。いまこの見掛け上の平均駐車時間の値を $1/l_a$ と

すると次式で計算できる(表-3 参照)。

$$\frac{1}{l_a} = \frac{\sum_{i=1}^m W_{(i)} i T}{\sum_{i=1}^m W_{(i)}} \left[\begin{array}{l} \text{ここに } m \text{ は全観測} \\ \text{回数である} \end{array} \right] \quad (25)$$

上式に式 (8) の $W_{(i)}$ の値を代入すると、

$$\text{分子} = K \cdot \sum_{i=1}^m e^{-iT} \quad \left[\text{ただし } K = \frac{e^{lT} + e^{-lT} - 2}{lT} \right]$$

$$\text{分母} = T \cdot \sum_{i=1}^m i e^{-iT}$$

分母、分子の共通因数 K を約分したあとの値をそれぞれ S, U とおき

$$e^{-lT} = x \quad (26)$$

とおくと、

$$S = \sum_{i=1}^m x^i = x + x^2 + \cdots + x^m = \frac{x(1-x^m)}{1-x} \quad (27)$$

$$U = T \sum_{i=1}^m i x^i = T(x + 2x^2 + \cdots + mx^m) \\ = \frac{(1-x^m)x}{(1-x)^2} T \quad (28)$$

したがって、つぎの関係が成立する。

$$\frac{1}{l_a} = \frac{U}{S} = \left\{ \frac{1}{1-x} - \frac{mx^{m+1}}{x(1-x^m)} \right\} T$$

計算すると、

$$(ml_a T - 1)x^{m+1} - ((m+1)l_a T - 1)x^m \\ + x + l_a T - 1 = 0 \quad (29)$$

なる高次方程式がえられる。この方程式の係数はすべて実測値から決定できる値であるから一般に解くことができる。いまその 1 つの実根を x_1 とすると式 (26) から l を求めることができる。すなわち

$$l = \frac{-\log_e x_1}{T} \quad (30)$$

として計算することができる。

つぎに $|x| < 1$ であるから m がかなり大きい数であるときは近似的に

$$S \approx \frac{x}{1-x}, \quad U \approx \frac{x}{(1-x)^2} T$$

となるから

$$\frac{1}{l_a} \approx \frac{T}{1-x} \\ \therefore x = 1 - l_a T \quad (29')$$

から x の値を求め、式 (30) の計算を行なって、 l の値を求めることができます。

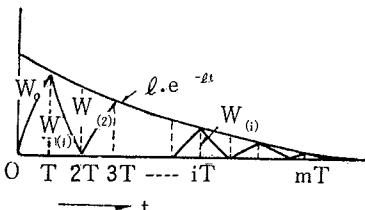
厳密にはこのようにして求めた l の値を第 1 近似値として、式 (24) に示す駐車時間の補正量 Δt を計算し、 Δt を考慮した場合について、式 (25) に示した見掛け上の平均駐車時間と観測値との関係から、以下いまここに述べたと同様な計算をくり返して l の正しい値を求めていけば、これら既述のすべての補正值、誤差などを求めることができます。

また実用的には、調査区域中の二、三の標本調査地点について、駐車の全時間の連続調査を行ない、これから求めた l の値を用いて既述の各種の補正を行なうことでもできる。

(7) 補正に関するより進歩的な解法

路外あるいは路上駐車に関する施設を計画するに当たってはごく短時間の駐車は除外して考えられることが多い。しかるに駐車の実態を知るために駐車継続時間を連續観測によって調査するときは、計画に必要な相当多

図-14



数の車についてもかなりの経費と時間を費して観測し、集められた資料から定められた特定の駐車時間 β 以下のものを除くためのむだな費用と手数を掛けなければならぬ。

したがって β 以下の部分を除いたものについて

駐車時間の分布を考え、適当な補正を行なう方法を考えればよい。

実測によると駐車時間の分布は 図-15 に示すようないろいろな分布をなし、必ずしも今まで論じてきたような完全な指數分布にしたがうとは限らない。したがって駐車時間が β 以上のものについては、次式に示すような確率密度関数にしたがい、 β 以下のもので観測に入る部分を資料から差し引くことを考える。

すなわち

$$\text{A) } f(t) = l' e^{-l'(t-\beta)}, \quad (t > \beta) \\ = l', \quad (t \leq \beta) \quad \left\{ \right. \quad (31)$$

なる密度関数にしたがうと考えると、 β 以上の部分について式(3), (4)と同じようにして

$$\text{面積} = \int_{\beta}^{\infty} l' e^{-l'(t-\beta)} dt = 1$$

この場合の平均駐車時間を \bar{t} とすると、

$$\bar{t} = \int_{\beta}^{\infty} l' e^{-l'(t-\beta)} t dt = \frac{1}{l'} + \beta$$

したがって l' は、

$$l' = \frac{1}{(\bar{t} - \beta)} \quad (32)$$

にて与えられる定数である。

観測回数1回の資料中には図-16 に示す $0 \leq \beta$ の部分が付加されることになるから、この部分の計算を行なうため、 $t \leq \beta$ の

場合の分布を考えて、図-15 の3)に示す $f(t) = l'$ なる式で近似せしめることにする。

$$\text{0} \triangle_{\beta}^c = \int_0^{\beta} l' \frac{t}{T} dt = \frac{l' \beta^2}{2 T} \quad (33)$$

観測もれとなる部分 bcd については、

$$\text{0} \triangle_{\beta}^c = W_{0\beta} = \int_{\beta}^T \left\{ l' e^{-l'(t-\beta)} - l' e^{-l'(t-\beta)} \frac{t}{T} \right\} dt \\ = \frac{1}{l' T} \{ e^{-l'(T-\beta)} + l' T - 1 - l' \beta \} \quad (34)$$

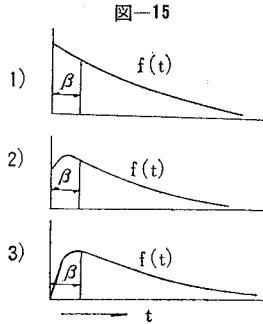


図-15

またその平均駐車時間 $\bar{t}_{0\beta}$ は、

$$\bar{t}_{0\beta} = \frac{\int_{\beta}^T l' e^{-l'(t-\beta)} \left(1 - \frac{t}{T}\right) t dt}{W_{0\beta}} \\ = \frac{1}{l'} \frac{e^{-l'(T-\beta)} (l' T + 2) + l' T - 2 - l'^2 \beta^2 + l'^2 T \beta - 2 l' \beta}{e^{-l'(T-\beta)} + l' T - 1 - l' \beta} \\ \bar{t}_{0\beta} = (\bar{t} - \beta) M_0' \\ \text{ただし} \\ M_0' = \frac{e^{-l'(T-\beta)} (l' T + 2) + l' T - 2 - l'^2 \beta^2 + l'^2 + \beta - 2 l' \beta}{e^{-l'(T-\beta)} + l' T - 1 - l' \beta} \quad (35)$$

またこの場合1回だけ観測されるものは図-16 の

$$\text{0} \triangle_{\beta}^c + \frac{c}{\beta} \square_T^{\beta} + \frac{d}{T} \triangle_{2T} = W \quad (36)$$

で左辺の第1項は式(33)で与えられ、第2項は

$$\frac{c}{\beta} \square_T^{\beta} = \int_{\beta}^T l' e^{-l'(t-\beta)} \frac{t}{T} dt \\ = \frac{-e^{l'(T-\beta)}}{l' T} \{1 + l' T - e^{l'(T-\beta)}\} + \frac{\beta}{T} \quad (36)$$

第3項は

$$\frac{d}{T} \triangle_{2T} = \int_T^{2T} l' e^{-l'(t-\beta)} \left(2 - \frac{t}{T}\right) dt \\ = \frac{e^{-l'(T-\beta)}}{l' T} (e^{-l' T} + l' T - 1) \quad (37)$$

$$\therefore W \triangle = \frac{e^{-l'(T-\beta)}}{l' T} \{e^{l'(T-\beta)} + e^{-l' T} - 2\} + \frac{\beta}{T} + \frac{l' \beta^2}{2 T} \quad (38)$$

とくに観測時間間隔 T を β に等しくとった場合は、

$$W \triangle_{T=\beta} = \frac{1}{l' T} (e^{-l' T} + l' T - 1) + \frac{l' T}{2} \quad (38')$$

となり、右辺の第2項は計画対象以下の駐車時間の車で占められる割合であるから $W \triangle_{T=\beta}$ の観測資料から $l' T / 2$ を引き去った部分のみについて考え、以下先に述べたような計算手続きを踏めばよいことになる。

B) つぎに駐車時間が β 以下の部分の分布が式(31)でなく、図-15 の3)に示すような分布にしたがう場合には、 β 以下の部分の分布が近似的に次式のような一次式にしたがうものと考えると、

$$f(t) = l' \frac{t}{\beta} \quad (t \leq \beta) \quad (39)$$

駐車時間が β 以下のもので観測回数1回の資料中に観測されるものは式(33)に準じて、

$$\int_0^{\beta} l' \frac{t}{\beta} \frac{t}{T} dt = \frac{l' \beta^2}{3 T} \quad (40)$$

となり、観測もれとなるものは式(34)で与えられる。この場合1回観測されるものは式(38)を参照して

$$W \triangle = \frac{e^{-l'(T-\beta)}}{l' T} \{e^{l'(T-\beta)} + e^{-l' T} - 2\} + \frac{\beta}{T} + \frac{l' \beta^2}{3 T} \quad (41)$$

T を β に等しくとった場合には、

$$W \triangle_{T=\beta} = \frac{1}{l' T} (e^{-l' T} + l' T - 1) + \frac{l' T}{3} \quad (41')$$

計画に当たっては1回観測の資料から $l' \beta^2 / 3 T$ (または

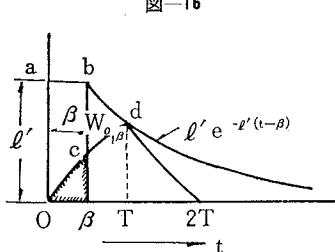


図-16

$l'T/3$) を差し引いたものを考えればよいことになる。

C) 特別な場合として駐車時間が β 以下のもので観測に入るものと ($\beta \sim T$) の範囲で観測もれとなるものとが等しくなるような観測時間間隔 T について考える式 (33) と (34) を等しいとおいて

$$\frac{l'\beta^2}{2T} = \frac{1}{l'T} \{e^{-l'(T-\beta)} + l'(T-\beta) - 1\}$$

$$\therefore e^{-l'(T-\beta)} + l'(T-\beta) = 1 + \frac{(l'\beta)^2}{2} \quad \dots \dots \dots (42)$$

$$l'(T-\beta) = y \quad \dots \dots \dots (43)$$

とおくと、

$$e^{-y} + y - 1 - \frac{(l'\beta)^2}{2} = 0 \quad \dots \dots \dots (42')$$

なる超越方程式をうる。この方程式の定数項は一般に定まった値であるから、数値計算により近似的に方程式を解くことができる。たとえばニュートンの方法によればよい。

求めた y の値を式 (43) に代入して所要の T の値を求めることができる。なお近似解として

$$e^{-y} = 1 - y + \frac{y^2}{2!} + \dots$$

として第3項までとて考えると式 (42') は、

$$y^2 \div (l'\beta)^2 \quad \therefore y \div l'\beta$$

ゆえに式 (43) から

$$T - \beta \div \beta \quad \therefore T \div 2\beta \quad \dots \dots \dots (44)$$

ゆえに 2β なる時間間隔で観測したときの1回観測の資料は所要の台数を与えてくれることになる。このときには平均駐車時間の補正のみを行なえばよいことになる。すなわちこの場合、観測もれとなると考えられるものの割合は式 (33) において $T=2\beta$ とおいて、

$$W_{0\beta} = \frac{l'\beta}{4} \quad \dots \dots \dots (34')$$

その平均駐車時間の補正是式 (35) から、

$$M'_{0\beta} = \frac{2e^{-l'\beta}(l'\beta+1) + l'^2\beta^2 - 2}{e^{-l'\beta} + l'\beta - 1} \quad \dots \dots \dots (35')$$

にて計算できる。 β 以下の部分が式 (39) の分布にしたがうと考えた場合も同様に解くことができる。

(8) 計算例

表-3 の実測例について、補正の理論を適用した計算例を示すと観測時間間隔 $T=10$ 分、観測資料にもとづく見掛け上の平均駐車時間 $1/l_a=48$ 分、したがって l の値を求めるため、近似式として式 (29') を用いること

$$x = e^{-lT} = 1 - \frac{10}{48} \div 0.792$$

$$\therefore lT = -\log_e 0.792 \div 0.233$$

$$\therefore l \div 0.0233$$

したがって

$$\text{平均駐車時間 } \frac{1}{l} = 42.9 \text{ 分}$$

つぎに観測実台数に対する観測もれの台数の割合は式

(11) (あるいは図-5 のグラフ) から求めて、

$$\frac{W_0}{W} = \frac{e^{-lT} + lT - 1}{1 - e^{-lT}} = 0.119$$

$$\therefore \text{観測もれの台数} = 36 \text{ 台} \times 0.119 \div 4 = 4 \text{ 台}$$

$$\therefore \text{全駐車実台数} = 36 \text{ 台} + 4 \text{ 台} = 40 \text{ 台}$$

この計算はまた式 (13) (あるいは図-6 のグラフ) から

$$\text{全駐車実台数} = 36 \text{ 台} \times \frac{lT}{1 - e^{-lT}} = 36 \text{ 台} \times 1.11 \div 40 = 40 \text{ 台}$$

として求めることもできる。

つぎにこの4台の観測もれの車に対する平均駐車時間 (\bar{t}_0) は式 (14) から

$$M_0 = \frac{lT(1 + e^{-lT}) - 2(1 - e^{-lT})}{e^{-lT} + lT - 1}$$

$$= \frac{0.233(1 + 0.792) - 2(1 - 0.792)}{0.792 + 0.233 - 1} = 0.04$$

$$\therefore \bar{t} = \frac{1}{l} \times M_0 = 42.9 \text{ 分} \times 0.04 = 1.7 \text{ 分}$$

したがって観測もれの車4台を考慮した場合の

$$\begin{aligned} \text{駐車需要量} &= 4 \times 1.7 + 176 \times 10 = 1766.8 \text{ (台-分)} \\ &= 29.5 \text{ (台-時)} \end{aligned}$$

ゆえに求むる平均駐車時間は、

$$1766.8 \div 40 = 44.2 \text{ (分)}$$

なお厳密には式 (24') あるいは図-13 に示した駐車時間の補正係数 ϵ_t によって補正すると、

$$\epsilon_t = -0.01 \text{ となるから}$$

$$\text{所要の平均駐車時間} = 44.2 \times (1 - 0.01) \div 43.8 \text{ (分)}$$

これから計画に必要な駐車実態を示す値を計算すればよい。すなわち1台分の駐車スペースを 6.75 m とすれば

$$\text{駐車許容台数} = 164 \div 6.75 \div 24 = 24 \text{ (台)}$$

となり、実駐車台数は上に述べた補正計算から 40 台であるから

$$\text{平均回転率} = 40 \div 24 = 1.67$$

以下表-3 に示す実測値から計画に必要な基礎事項を知ることができるから、これら所要の値を示すと表-5 のようになる。

つぎに特定の駐車時間 β 以下のものを除外した場合の補正については、今仮りに $\beta=5$ 分以下の駐車は計画に入れないとすると、この場合の観測もれの車は式 (15) (あるいは図-9) から求めて、 $\alpha=\beta/T=1/2$ なることを考慮して、

$$W'_0 = 3.3\%$$

また5分以下の車で観測されているものは式 (17) (あるいは図-10) から 3.8% となり、実用的には、この値

表-5

駐車許容台数	実駐車台数	平均回転率	最大駐車台数	最大駐車指標	平均駐車台数	平均占用率	駐車需要量	平均駐車時間
24 台	40 台	1.67	17 台	70%	12.56 台	52%	29.5 台・時	43.8 分

は観測ものと大体同じ割合となっているから、一応観測実台数36台が所要の台数であるとしてよいことになる。しかるときは1回観測資料中 W_0' に相当するものは式(18)で計算されるから、その台数について式(16)の駐車時間を求め、以下上に述べたと同じ方法によって所要の値を計算すればよい。

7. むすび

以上諸外国ならびにわが国で実施されてきた駐車実態の調査方法について、比較検討を加えてその得失を明らかにし、駐車場の計画にあたって必要な基礎事項とその意義を明確にするとともに、駐車実態の調査方式として1種の断続的調査方法であるが、きわめて容易に実用に供しうる方法を提案した。駐車現象はきわめて複雑で、その実態を把握するため調査には多大の経費と労力を必要とするものであるが、ここに提案した方法によれば、容易に少人数で広範にわたる調査が可能となり、駐車問題解決上益すところ大なるものがあると確信する。

なおこの調査方法に起因する観測ものの車、駐車時間の補正は、ここに述べた理論にしたがって容易に算出できることを明らかにするとともに、従来もっとも事実に則しているが手数のかかる方法として行なわれてきた連続調査方法と比較し、ここに提案した調査方式による観測値の精度、誤差に関する理論的根拠を与えることができた。これらの結果は駐車問題解決のための基礎的指針を与えるために有効に利用されるものと思う。

最後に本研究は文部省科学試験研究費による研究の一部であって、京大米谷栄二教授・名工大渡辺新三教授・岐阜大加藤晃助教授の方々のご指導ご協力を戴いたことに対して深甚なる謝意を表すとともに、京都・名古屋両市における駐車場整備計画に当たって、駐車実態を把握するために行なった調査、ならびに大阪市において道路公団大阪支社が路外駐車場建設に必要とした駐車状況の調査等はいざれも主としてここに述べた調査方式によったもので、この研究の完成実行に非常なご援助を賜った名古屋市計画局 谷重幸計画部長、京都市都市計画局森田長雄技術長、道路公団大阪支社 清水正夫調査課長を初め関係部局の方々に対して心からの謝意を表する次第である。

参考文献および資料

- 1) Shopping Centers Re-Studied, Urban Land Institute Technical Bulletin No. 30, Washington D.C. Feb. 1957, p. 39~51
- 2) Traffic Engineering Guide, National Safety Council 425, N. Michigan Ave., Chicago 6, Ill., p. 22~27
- 3) Matson, Smith & Hurd : Traffic Engineering, 1955, Chapter 17, Curb Parking Regulation, p. 278~293
- 4) Henry K. Evans : Traffic Engineering Handbook, 1950, Chapter X, Parking and Loading, p. 290~317
- 5) Burrage, R.H. & Mogren, E.G. : Parking, The Eno Foundation for Highway Traffic Control, Saugatuck Connecticut, 1957
- 6) Ricker, E.R. : Traffic Design of Parking Garages, The Eno Foundation, 1957
- 7) Baker, G. & Funaro, B. : Parking, Reinhold Publishing Corporation, N.Y., U.S.A. 1958
- 8) Zoning for Parking Facilities : Highway Research Board Bulletin No. 24, 1950
- 9) 駐車場法(昭32.5.16. 法律第106号 改正昭37.4.16. 法律第81号)
- 10) 京須実：駐車場法について、新都市第11巻第6号(昭32.6) p. 7~11
- 11) 駐車場法施行令(昭32.12.13. 政令第340号 改正昭37.7.27. 政令第310号)
- 12) 村山幸雄：駐車場法に伴う技術的基準の考え方、新都市第11巻第6号(昭32.6) p. 12~19
- 13) 日本道路協会編：道路手帳、技報堂(昭32.10.20) p. 124
- 14) 小清水勇：パークイング・ロットの選定と設計、ばあきんぐ、日本駐車協会 1958年第2号 p. 2~6
- 15) 並木昭夫：自動車駐車場について、第4回日本道路会議論文集(昭33.6) p. 779~782
- 16) 新谷洋二：駐車場設計に関する一考察、第4回日本道路会議論文集(昭33.6) p. 770~774
- 17) 道路交通法(昭35.6.25. 法律第105号、施行昭35.12.20)
- 18) 毛利正光：駐車現象の統計解析、土木学会論文集第66号、昭35.1.
- 19) 毛利正光：交通流の分布に関する統計学的考察、都市計画学会誌、第5巻4号、1956、No. 4, p. 13~21
- 20) 毛利正光：駐車場計画に関する基礎理論の研究、土木学会論文集第38号、昭31.10, p. 47~53
- 21) 駐車場計画における車両の出入量強度の算定法と運営に関する基礎的考察、土木学会論文集第46号、昭32.6. p. 41~51
- 22) 毛利正光：観光駐車場の将来計画に関する研究、土木学会論文集第61号、p. 54~62
- 23) 毛利正光：同上、土木学会論文集第62号、p. 49~55
- 24) 毛利正光：駐車スペースの利用指標について、第5回日本道路会議論文集、昭35年、
- 25) 米谷栄二・毛利正光：路外駐車場の経済的管理運営機構について、土木学会第14回年次学術講演会
(1964.3.25・受付)

昭和39年度土木学会論文集編集委員会

委員長 委員	奥村敏彦 阿部英彦 栗津清彦 赤井浩一 伊藤一 伊藤喜行 石原研而 池守昌而 植村幸而 江崎一 大沼博	副委員長 委員	三木五三郎 岡田宏 神山光男 栗林栄一郎 小寺重雄 小佐武雄 杉木正典 鈴木雄太 曾根孝太 多田野宏 津野和男	委員	土中正 肥川明 瀬村貢 中西紀 伯野元 正嘉夫 嘉夫 口田重 田增嘉	委員 彦次 治昭 彦夫 夫司	宮原 上本 山村 横山 崎沢	典智丸 克博良時 和慶周 也一祐
								幹事 西脇威夫

昭和39年12月15日印刷
昭和39年12月20日発行 土木学会論文集 第112号 定価 150円(税20円)

編集兼発行者 東京都新宿区四谷一丁目 社団法人 土木学会 羽田巖
印刷者 東京都港区赤坂溜池5 株式会社 技報堂 大沼正吉

発行所 社団法人 土木学会 振替東京 16828番
東京都新宿郵便局区内 新宿区四谷一丁目 電話(351)代表 5138番