

違法駐輪の増加特性に基づく自転車の撤去の影響に関する研究*

Research on the Change in the Distribution of Illegal Parking Bicycle by Removal Based on Property of Increase*

西川秀一郎**・外井哲志***・梶田佳孝****・松岡淳*****・辰巳浩*****

By Shuichiro NISHIKAWA・Satoshi TOI・Yoshitaka KAJITA・Atsushi MATSUOKA・Hiroshi TATSUMI

1. 背景と目的

鉄道駅や商業施設周辺の歩道上に駐輪されている自転車は、歩行者や交通および緊急車両の対する交通阻害、都市景観の悪化などの問題を引き起こしている。これに対して、違法駐輪自転車の撤去や路上駐輪施設の整備などの対策が各自治体によって行われているが、これらの対策の中で特に効果大きいとされる違法駐輪の撤去についてはその具体的な効果が検証されていない。

違法駐輪の観測調査としては、内閣府が2年に1度の間隔で経年変化を継続的に調べた「駅周辺における放置自転車等の実態調査」¹⁾がある。この調査によれば、平成16年に撤去された違法駐輪台数は265万台で撤去実施市区町村数は648箇所及び、依然として違法駐輪問題は都心部における交通問題となっている。しかし、最短で数日ごとに行われる撤去活動との関連については具体的に調査されておらず、その実態と効果は明らかになっていない。

既往文献を見ると、違法駐輪問題に関する研究^{2),3),4)}はあるが、撤去の効果を重点的に取り扱った研究は少ない。撤去到着目した研究として、梶田ら⁵⁾は福岡市天神地区で自転車を撤去された人の以後の駐輪意識および駐輪行動の変化を調査し、撤去の頻度や保管に関する効果的な撤去方法について分析を加えている。

本研究ではこれに引き続き、同地区を対象として撤去前後の違法駐輪台数の変化を調査し、撤去の効果を時間的・空間的に定量的に把握してモデル化し、撤去強度（撤去率）や撤去の場所の選定が違法駐輪台数に及ぼす影響しているかをシミュレーションモデルにより分析する。

2. 撤去と違法駐輪台数の関係の概念

*キーワード：交通行動分析, 自転車交通行動

**学生会員, 九州大学大学院 工学府

(〒819-0395 福岡市西区元岡774,

TEL092-802-3408 (内線3408))

,*正会員, 博(工), 九州大学大学院 工学研究院

*****正会員, 国土交通省

*****正会員, 博(工), 九州産業大学

(1)撤去業務の流れ

違法駐輪自転車は、通常各市町村において制定された放置規制条例に基づき、その長によって命じられた自治体職員等により、通行阻害等を引き起こさない場所へ移動（撤去）される。

福岡市の現状に基づいて撤去作業の流れを示す。撤去計画は市民の要請や現況を把握した上で決定し、予算や人員、保管所の容量等を考慮して撤去の場所と日時を策定する。福岡市天神地区では区域を8つのゾーンに分割しすべてのゾーンを約1ヶ月の期間で巡回できるようにランダムに選定している。

撤去自転車は効率的かつ集約的に管理して所定の手続きを行うため、保管所へ運送されるが、民法上の財産権を有することから、撤去された自転車であっても即刻処分はできない。違法駐輪自転車を保管しながら所定の手続きとして保管台帳への記録と警察への照会を行う。また、所有者が保管所へ取りに来た場合には移動保管料として2,000円を徴収している。

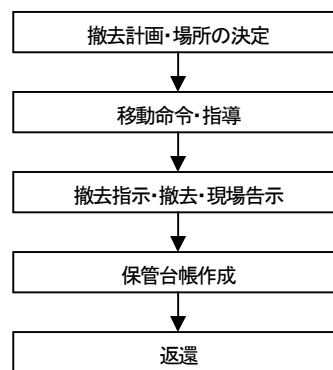


図-1 撤去から返還までの流れ

(2)撤去後の行動変化

違法駐輪自転車の撤去はその後の自転車利用行動に影響を及ぼすと考えられる。

まず、撤去された違法駐輪者は、他の駐輪施設への移行者（移行者）、違法駐輪を繰り返すもの（再違反者）、他の交通機関への転換や当該地区への来街そのものをやめるなどの当該地区への自転車乗り入れをやめるもの（退出者）に分かれる。これに対して、新たに違法駐輪を繰り返すものを参入者と呼ぶことにする。

再違反者についてはさらに撤去されたゾーンに直接復帰するもの（直接復帰者）、一時的に撤去ゾーンの外側のゾーンで様子見をしたあとに復帰するもの（間

接復帰者)、そのまま外側ゾーンに定着するもの(他ゾーン復帰者)の3種類に分けられる。

外側のゾーンでは、撤去の視覚的影響として撤去ゾーン近縁の違法駐輪者が外側ゾーンに回避し、遠方で様子見をした後に復帰するものを回避者と呼ぶ。

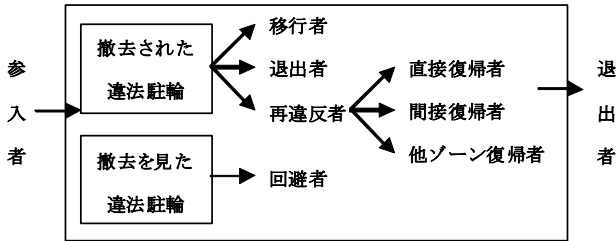


図-2 撤去後の行動変化

3. 調査概要

2006年7~9月に、調査地区の違法駐輪台数の一斉カウントを行った。撤去は図-3に示すようなゾーン単位で行われているため、4回の異なるゾーンの撤去を対象とし、各撤去日の前日、直後(1または2日後)、5(または6,7日後)、8日後、20日後を目標として晴天の平日を選び調査を行った。違法駐輪撤去は主に駅端末利用の通勤・通学者を対象として午前10時~11時に行われるため、調査時間帯もこれに合わせて行った。

違法駐輪台数の詳細な分布を求めるため、調査対象地区をリンク(交差点から交差点まで)、歩道、公園など性質が同じと考えられる最小単位として146区間を設定し、その区間ごとに違法駐輪台数を調査した。

自転車利用者は目的地や対象地区への進入点を考慮してある程度の広さを持つ範囲(駐輪ゾーン)を考慮して駐輪すると考えられるため、撤去を行っているゾーン単

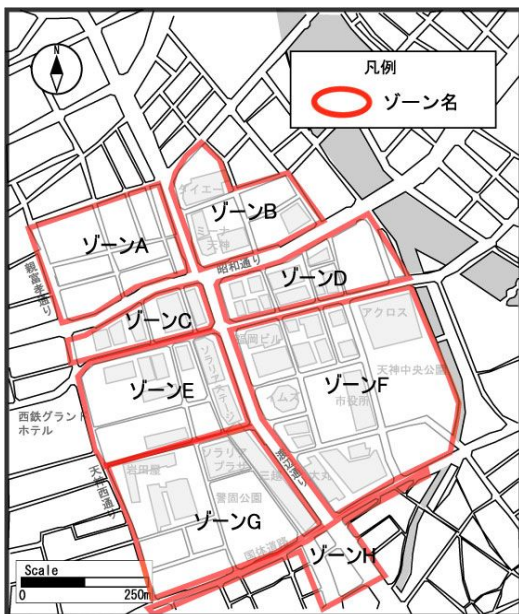


図-3 撤去ゾーン

位で時間的に推移する駐輪台数の特性を把握する。駐輪者の行動変化から、撤去の影響が具体的に数値として表現される「撤去した自転車を保管する保管所」における自転車の台数、「自転車を撤去したゾーン(以下撤去ゾーン)」、さらに「撤去ゾーン以外のゾーン(以下外側ゾーン)」におけるそれぞれの違法駐輪台数を時間的・空間的に分析することで撤去の影響を把握する(図-2)。

4. 違法駐輪台数の増加特性

(1) 生物増殖モデル

違法駐輪台数が増加するシステムの基本的な考え方として、生物個体の増加する減少をモデル化して個体群生物学のロジスティックモデル^⑥を適用する。これは1組の親が作る子孫の数が常に一定の場合、増加率を r とすれば個体数 x のある時間 t における増加速度 dx/dt は rx となり、増殖に伴う環境の悪化により増加速度が次第に小さくなり、やがて個体数が k に収束すると考えるものである。 k は環境収容力と呼ばれ、個体数増加速度に関してこれら k, r を用いた以下のような微分方程式が示されている。

$$\frac{dx}{dt} = xr\left(1 - \frac{x}{k}\right) \quad (1)$$

(2) 撤去後の違法駐輪台数の増加特性

違法駐輪の増加についてこのモデルを適用すると各パラメータは次のように考察される。

まず、環境収容力 K は「違法駐輪が可能な空間的広さ」、すなわち物理的な駐輪可能スペースや目的施設による駐輪需要量に比例すると考えられる。

一方、自然増加率 R は「目的施設からの距離などの利便性」といった環境要因と、「違法駐輪自転車がさらなる自転車を呼び込む性質」の心理的要因の2つの要因からなると考えられる。後者に関しては違法駐輪を軽微犯罪とみなす「割れ窓理論」^⑦を適用したものである。これは、一見無害な秩序違反行為が野放しにされると、秩序維持に関心が払われていないとみなされ、さらに犯罪の起こりやすい環境ができるとする理論である。すなわち、違法駐輪を呼び込む性質は撤去などの心理面に働きかける対策によって抑えられ、自然増加率に影響を及ぼすと考えられる。

式(1)を違法駐輪台数に適用すると、ゾーンごとに自然増加率 R 、環境収容力 K が駐輪環境に影響を受けると考えられる。ゾーン i ($i=1,2,\dots$)における R_i, K_i を仮定すれば、違法駐輪台数 X_i における増加速度を式(2)のように表し、これを積分すれば、時刻 t における違法駐輪台数が式(3)に示すとおりとなる(図-

4)。

$$\frac{dX_i}{dt} = X_i R_i \left(1 - \frac{X_i}{K_i}\right) \quad (2)$$

$$X_i(t) = \frac{K_i}{(1 + C_i e^{-R_i t})} \quad (3)$$

ここに、

R_i : ゾーン i の自然増加率

K_i : ゾーン i の環境収容力

C_i : 積分定数 (初期値より $C_i = K_i / X_0 - 1$)

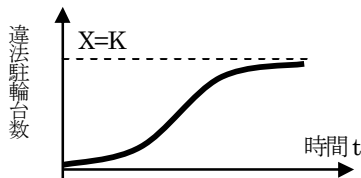


図-4 ロジスティック曲線の増加特性

対象地区では撤去作業を8ゾーンに分割して行っているため、本研究ではこれを「撤去ゾーン」と定義し、撤去区域ごとに違法駐輪台数 (X_i) と違法駐輪台数増加速度 (dX_i/dt : 違法駐輪台数の差/経過時間) を求め、環境収容力 K_i と自然増加率 R_i を算出した (表-1)。

表-1 ゾーンごとの環境収容力と自然増加率

区域	環境収容力K	自然増加率R
A	261.9	0.838
B	183.5	0.789
C	260.8	0.307
D	168.8	0.168
E	231.5	0.337
F	297.2	0.252
G	310.0	0.246
H	176.0	0.334

(3)受取者の時間分布

前述の通り撤去された違法駐輪者は再違反者等により撤去ゾーンと外側ゾーンに移行する。受取に来るまでの時間分布は指数分布と仮定した。結果は図-5の通りであり、相関係数は0.98であった。

受取後の行動変化として、梶田ら⁵⁾の研究により「保管所における撤去後の行動変化」として「違法駐輪を繰

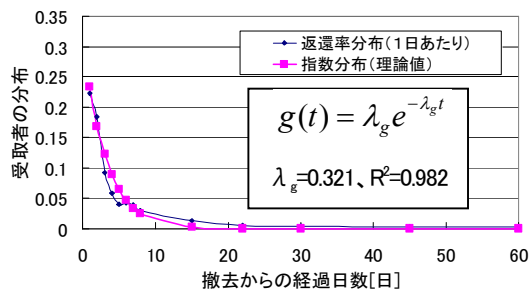


図-5 撤去ゾーン内の台数分布

り返し、駐輪場所を変更しない者」と「駐輪場所を変更する者」の割合が明らかになっており、この割合を撤去ゾーンと外側ゾーンにそれぞれ移行する割合と考えてモデルに用いる。

(4)回避者による空間分布

前述の通り、撤去活動を見た違法駐輪者が、外側ゾーンのより遠くへ駐輪場所を変更する行動が考えられる。撤去直後における撤去ゾーン外の距離と違法駐輪台数の関係を表したものが図-6である。撤去ゾーン近くの違法駐輪者は一時的に外側のゾーンへ移行する。

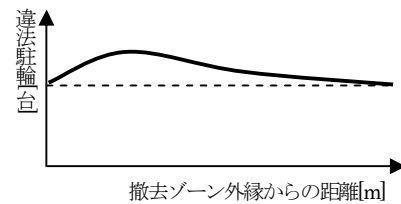


図-6 外側ゾーンの台数分布

5. シミュレーションモデルの作成

(1)シミュレーションの構築

撤去後の対象地区の違法駐輪の状況を再現し、撤去強度や場所選定などの撤去方法が違法駐輪台数にどのように影響するか検討することを目的として、シミュレーションモデルを作成した。前述した式(2)の違法駐輪台数の増加特性モデルに差分法を適用し、 Δt を1日とおくと、ゾーンごとの環境収容力 K_i と自然増加率 R_i を用いて前日の x_{t-1} から数値解析的に翌日の x_t を求めることができる。

シミュレーションのフローは図-7に示すとおりである。入力条件は全ゾーンの初期台数、撤去ゾーンの撤去率 (撤去台数/撤去ゾーン初期台数)、各ゾーンの環境収容力と自然増加率、撤去間隔である。全ゾーンの初期台数は2006年7月18日の駐輪分布をリンク単位で

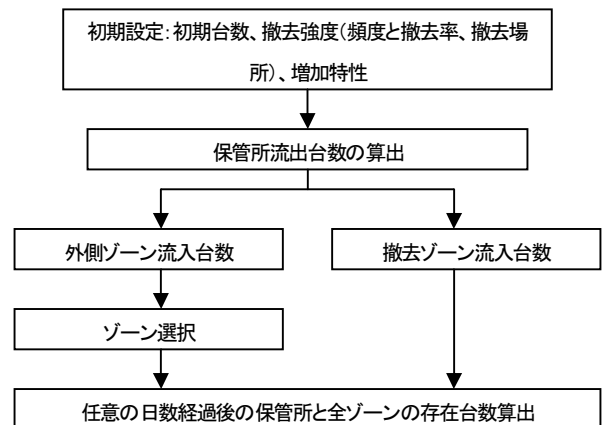


図-7 シミュレーションのフロー

与える。次に、受取までの時間分布から保管所の流出台数を算出し、再違反者の行動割合から撤去ゾーンと外側ゾーンへの流入台数を算出する。また、外側ゾーンでは回避者と間接復帰者、他ゾーン復帰者の行動分布をもとにゾーンごとに流入台数を算出する。これを数値解析的に計算して保管所と全ゾーンの違法駐輪の存在台数を出力する。

(2)シミュレーションによる再現

保管所、撤去ゾーンおよび外側ゾーンにおける駐輪台数の時間変化を算出するため、ゾーンごとの増加特性と受取者の時間分布のみを用いたシミュレーションモデルを構築した。ここに、例として撤去場所をゾーンA、外側ゾーンを隣のゾーンBとした場合のシミュレーションを行った結果を示す。

1)保管所における台数

保管所においては受取による流出が起こるが、これは受取までの指数分布によって図-8のように決まり、時間が経つにつれて減少する。

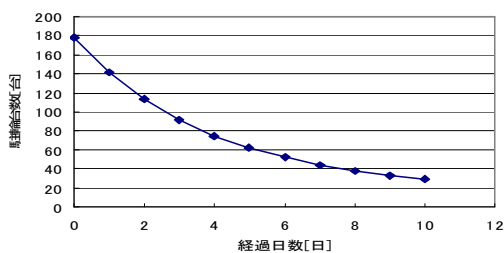


図-8 保管所の台数時間分布

2)撤去ゾーンにおける台数

撤去ゾーン内では、①増加特性による新規流入、②保管所からの流入が考えられるため、一定の環境収容力に漸近していくと考えられる(図-9)。

3)外側ゾーンにおける台数

外側ゾーン内では①増加特性による流入、②保管所からの流入、③回避者による流入が考えられるため、数日後に保管所からの流入がピークを迎え、やがて一定の環境収容力に回復して漸近していく(図-10)。

6. 結論

自転車を撤去した後の違法駐輪台数分布の変化について分析を行った結果、以下のことが明らかになった。

(1)撤去後の駐輪行動の変化として、生物個体増加のモデルを採用し、撤去後の違法駐輪増加速度の分析を行い、違法駐輪台数の増加特性として、各ゾーンにおける環境収容力 K 、自然増加率 R を求めた。

(2)増加特性によるゾーン特性を基本として、受取後の復帰行動と回避者の行動により時間的変化と空間的変化が存在することをもとに、撤去台数や撤去場所を考慮し

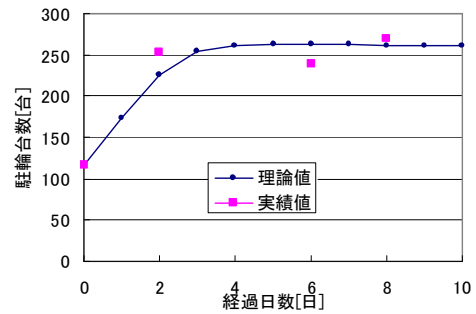


図-9 撤去ゾーンの台数時間分布

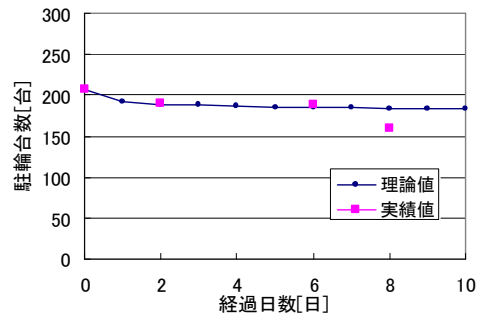


図-10 外側ゾーンの台数時間分布

たシミュレーションモデルを構築した。外側ゾーンを一括として表したシミュレーションではほぼ一致した。

今後は、ゾーン選択後の台数変化を組み込んだシミュレーションを用いて、違法駐輪の撤去を行う際に、撤去強度として撤去の頻度と撤去率および撤去場所の選定が違法駐輪台数の減少にどのような影響を与えているかを分析する。さらに、撤去頻度や撤去台数を組み合わせた撤去策のうち、予算・保管場所等を考慮して効率的に違法駐輪を減少させる方法を検討する。

参考文献

- 1)内閣府交通安全対策担当：駅周辺における放置自転車等の実態調査の集計結果，内閣府，2006
- 2)室町泰徳：違法路上駐輪の撤去活動の認知レベルが鉄道駅前地区アクセス交通手段選択に与える影響に関する研究，都市計画学会一般研究論文集，No.41-1，pp37-42 日本都市計画学会，2006
- 3)湯沢昭，瀧上幸治：中心市街地における迷惑駐輪の現状と駐輪対策に関する検討，交通工学，第38巻6号，pp42-52，2003
- 4)家田仁，加藤浩徳：大都市郊外駅へのアクセス交通における自転車利用者行動の分析，都市計画学会学術研究論文集，No.30，pp643-648，1995
- 5)梶田佳孝，外井哲志，松岡淳：違法駐輪自転車の撤去が自転車利用者に与える影響に関する研究，土木計画学研究講演集，Vol. 33，CD-ROM，2006
- 6)巖佐庸：数理生物学入門，HSJ出版，1990
- 7)Levine, M. : Broken Windows, Broken Business : How the Smallest Remedies Reap the Biggest Rewards, Business Plus, 2005 [佐藤桂訳，壊れ窓理論の経営学：犯罪学が解き明かすビジネスの黄金律，光文社，2006]