

違法駐輪自転車の防犯登録番号からみた自転車の社会的寿命の分布に関する研究*

Social Longevity Distribution of Bicycles based on the Crime Prevention Registration Number of Illegal Parking Bicycles*

秋枝隆浩**・外井哲志***・梶田佳孝****

By Takahiro AKIEDA**・Satoshi TOI***・Yoshitaka KAJITA****

1. はじめに

鉄道駅や商業施設周辺の歩道上の違法駐輪に対し、各自治体は駐輪場の整備および短時間無料開放、駐輪指導員の配置、違法駐輪自転車の撤去などの対策を行っているが、予算上の制約や、建物が密集している都心部での空間的な制約のため、対策の規模には限界がある。特に、効果が最大である撤去に関しては、撤去された自転車を所有者が受け取りに来ない場合が多く、その処分費用が問題となっている。

撤去の既往研究として、撤去の効果を時間的・空間的に把握し、最適な撤去強度や撤去場所の選定について分析した研究¹⁾、自転車を撤去された人の以後の駐輪意識・行動の変化を調査し、最適な撤去頻度や保管料について分析した研究²⁾などがある。しかし、撤去自転車の非受取の発生原因に関する研究は見られない。

本研究では、自転車が古くなると残存価値が下がるため、受取に來なくなる傾向にあると考え、基礎的研究として自転車の使用年数に着目し、撤去自転車（受取・非受取台数）、路外駐輪場、路上駐輪施設を利用している自転車の使用年数の分布を分析した。

2. 自転車の使用年数の推定方法

(1) 自転車の防犯登録および撤去自転車保管台帳

自転車の防犯登録は自転車の盗難防止、放置された盗難自転車の所有者への迅速な返還、違法駐輪自転車の迅速な撤去及び処分などを目的として1994年6月から都道府県ごとに義務化された。防犯登録の登録料および有効期限は各都道府県で異なるが、福岡県の場合はそれぞれ500円、7年間である。福岡県の防犯登録ステッカーは図-1のように2桁の数字、かな、5桁の数字で構成されている。

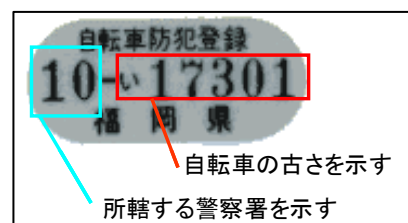


図-1 福岡県の防犯登録ステッカー

福岡市では撤去された自転車を管理するため、撤去自転車の各保管所において保管台帳が作られている。この保管台帳は2005年10月から電子的に記録されるようになった。この保管台帳には、表-1に示すように、各自転車の撤去日、車体番号、防犯登録番号、撤去場所、返還日、盗難届の有無などといったデータが記載されている。しかし、自転車が購入された時期および所有者に関するデータは記載されていない。

なお、今回は2005年10月以降に福岡市中央区天神地区で撤去され、那の津保管所で保管された自転車のうち、防犯登録されている約23000台を分析対象とした。

(2) 使用年数の推定方法

保管台帳データの中で、防犯登録番号と、それに対応する撤去日の最古値に着目すると、以下のように防犯登録番号から自転車の購入年月を推定できる。例えば、図-1を例にとると、「10-い1」で始まる番号の撤去日の最古値は1997年2月であり、それ以前に撤去された自転車がいないことから「10-い1」で始まる番号をもつ大部分の自転車の購入年月は1997年2月以降であると判断できる。仮にこれを購入時期と推定すれば、この判断方法から、防犯登録番号と自転車購入年月の関係を分析することが

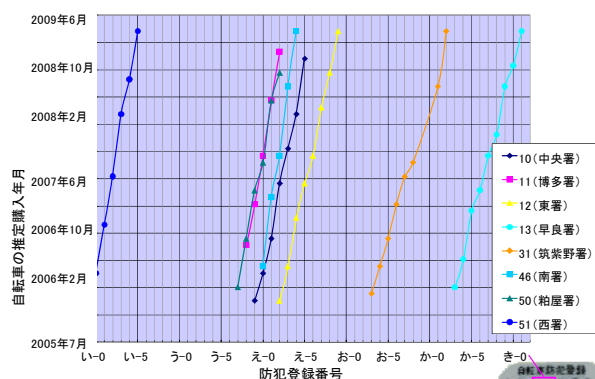


図-2 防犯登録番号と自転車購入年月の関係

*キーワード：違法駐輪、撤去、受取・非受取

**正員、九州大学大学院工学府

都市環境システム工学専攻

(819-0395 福岡市西区元岡744 TEL092-802-3408)

***正員、工博、九州大学大学院工学研究院

****正員、工博、九州大学大学院工学研究院

表-1 天神地区保管台帳の記録様式（一部）

整理番号	車種区分	撤去日	無機能	保管告示日	撤去回数	色コード	車体番号	車体不明	盗難届	番号	保管所コード	返還日	処分コード	処分詳細
60908311127	1	2006/9/8 0:00	0	2006/9/24 0:00	1	1	G05121345	0	0	10-ア98862	4	2006/10/20 0:00		
70327311112	1	2007/3/27 0:00	0	2007/4/9 0:00	1	2		0	0	10-イ01890	4		1	0
70410311141	1	2007/4/10 0:00	0		1	2	K60741339	0	0	10-イ09067	4	2007/4/11 0:00		
90323311077	1	2009/3/23 0:00	0		1	12	T3E47632	0	0	10-イ09251	4	2009/3/23 0:00		
80124311034	1	2008/1/24 0:00	0	2008/2/14 0:00	1	12	4U319857	0	0	10-イ13081	4		1	0
61018311259	1	2006/10/18 0:00	0	2006/11/12 0:00	1	15	XXXXXX	0	0	10-イ13483	4		1	0
51004311095	1	2005/10/4 0:00	0	2005/12/12 0:00	1	3	SC460813	0	0	10-イ16538	4		1	1
70227311168	1	2007/2/27 0:00	0		1	5	4Y13760	0	0	10-イ21702	4	2007/3/6 0:00		

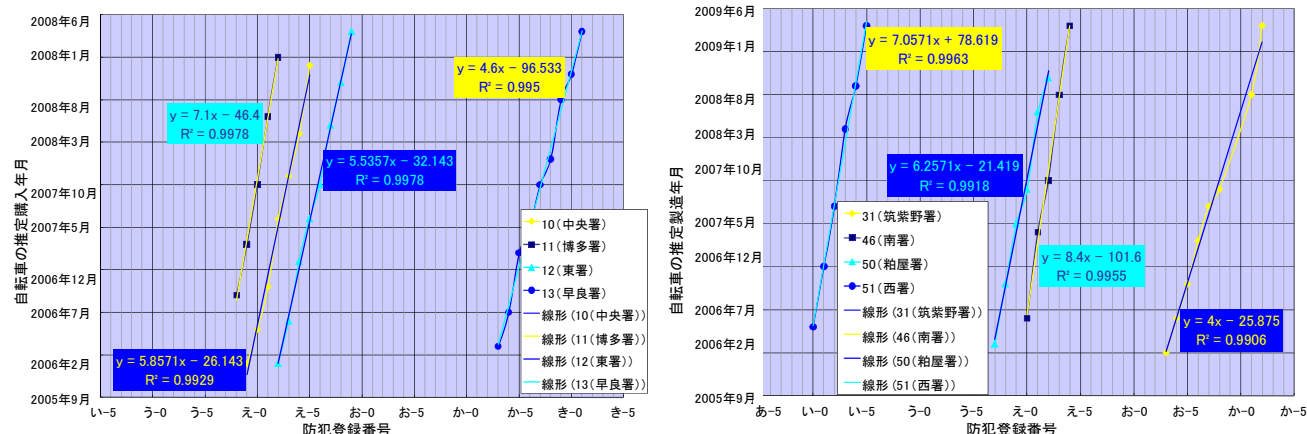


図-3 防犯登録番号と自転車購入年月との関係の数式化

表-2 xの値 表-3 yの値

x		y	
防犯登録	番号	推定購入年月	番号
う-7	27	2008年1月	169
う-8	28	2008年2月	170
う-9	29	2008年3月	171
え-0	30	2008年4月	172
え-1	31	2008年5月	173
え-2	32	2008年6月	174

注)xの値 :防犯登録は1994年に原則義務化されたので、1994年1月を1とした。
yの値 :かなと下5桁の頭に着目し、10の位には、あ:0, い:1, う:2,...に対応させ、1の位には下5桁の頭の数字を対応させた。

表-4 回帰式

警察署コード	回帰式	相関係数
10(中央署)	$y=5.9x-26.1$	0.9929
11(博多署)	$y=7.1x-46.4$	0.9978
12(東署)	$y=5.5x-32.1$	0.9978
13(早良署)	$y=4.6x-96.5$	0.9950
31(筑紫野署)	$y=4x-25.9$	0.9906
46(南署)	$y=8.4x-101.6$	0.9955
50(粕屋署)	$y=6.3x-21.4$	0.9918
51(西署)	$y=7.1x+78.6$	0.9963

できる。結果を図-2に示す。防犯登録番号と推定購入年月との間に強い相関関係がみられる。したがって、以降、この推定購入年月を用いて分析を行う。

推定購入年月及び防犯登録番号を表-2、表-3に例示するようにそれぞれx、yに変換すると、図-2のグラフを図-3に示すように回帰式で近似できる。これらの回帰式を所轄警察署ごとに表すと表-4のようになる。全て相関係数が0.99を超えており、極めて精度が高い。

3. 自転車の使用年数の分布

- (1) 撤去自転車の使用年数による受取・非受取台数変化
2. の結果を用い、各撤去自転車の防犯登録番号から自転車の購入年月を求めた。次に、購入年月と撤去月との差をとることにより各自転車の使用年数を求めた。

この、自転車の使用年数と各使用年数ランクにおける天神地区の撤去自転車台数、受取・非受取自転車台数との関係を示すと図-4のようになる。撤去された自転車を対象とした場合の図-4の曲線は使用年数ランクにおける自転車の生存率を表す。また、違法駐輪車がランダムに撤去されると仮定すれば、この曲線は天神地区の違法駐輪車の使用年数ランク別の生存率を代表していると考えることができる。

図-4において、平均使用年数は撤去自転車が1.90(年)、受取自転車が1.71(年)、非受取自転車が2.27(年)

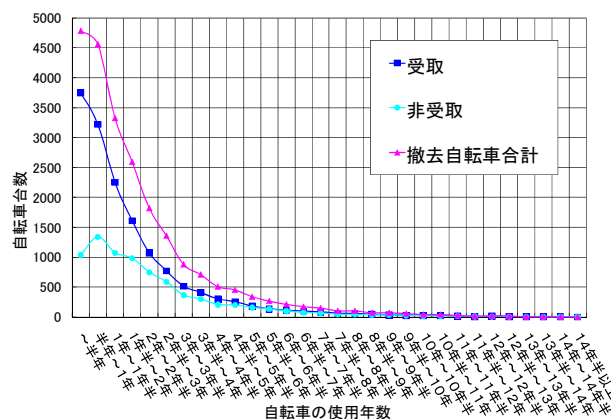


図-4 使用年数と撤去自転車・受取・非受取自転車台数

となった。グラフの形状をみると、受取自転車は急激に減っていく一方で、非受取自転車は初めは増加し、その後穏やかに減っている。また、受取自転車と非受取自転車の台数の差は使用年数とともに少なくなり、使用年数が5年程度でほぼ同数になることが分かる。

(2) 駐輪場調査・路上駐輪場調査について

(1) により、使用年数と違法駐輪台数・受取台数・非受取台数の関係が分かった。しかし、駐輪場利用者・路上駐輪場利用者の自転車については使用年数と台数の関係が異なることが予想される。そこで、駐輪場利用・路上駐輪場利用の自転車について使用年数と台数の関係を分析するため、天神地区の有人の駐輪場、及び路上駐輪場で調査を行った。その概要を表-5に示す。調査内容は駐輪場および路上駐輪場に駐輪している自転車の防犯登録のみである。

(3) 駐輪場・路上駐輪場の使用年数による台数変化

(1) と同様にして、(2) で得られたデータをもとに自転車の使用年数と、使用年数ごとの天神地区の違法駐輪自転車、駐輪場利用自転車、路上駐輪場利用自転車の台数の割合との関係をグラフに示すと図-5 のようになる。図-5 には撤去自転車の曲線もあわせて示した。

図-5 において、平均使用年数は撤去自転車が 1.90 (年) であるのに対して、駐輪場利用自転車、路上駐輪場利用自転車がそれぞれ 2.65 (年)、2.46 (年) と長くなっている。また、違法駐輪自転車の分布曲線は他の 2 曲線に比べて急激に減少する傾向がみられる。

表-5 駐輪場・路上駐輪場調査の概要

	駐輪場調査	路上駐輪場調査
調査箇所	①警固公園地下駐輪場 ②きらめき通り地下駐輪場	福岡市天神地区の 路上駐輪場
調査日	①2009年10月26日(月) ②2009年11月9日(月)	①2009年10月13日(火) ②2009年12月3日(木) ③2009年12月4日(金)
時間帯	①14時～17時 ②10時～12時	①17時～18時 ②13時～14時 ③11時～13時
全データ数	825台	890台
防犯登録有データ数	519台	579台
購入年月判明データ数	477台	514台

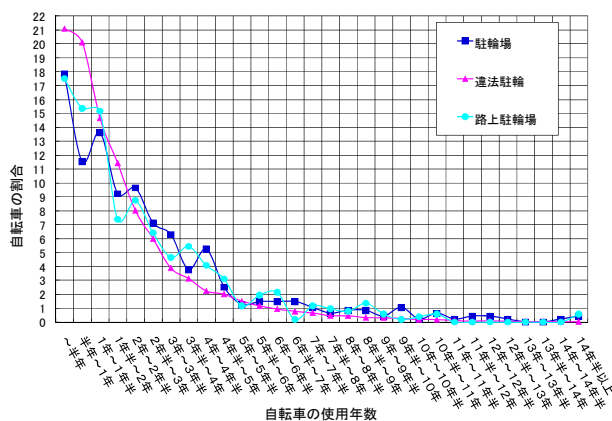


図-5 使用年数と駐輪場・路上駐輪場利用自転車台数の割合

(4) ワイブル分布モデルについて ^{3) (1)}

図-4、図-5 の自転車生存率を、機械部品などの寿命を表す際に用いられるワイブル分布を用いて表すことを考える。

ワイブル分布の分布関数は以下の式(1)で表される。

$$F_1(t) = 1 - \exp(-t^m / t_0) \quad \dots \dots (1)$$

また、生存率は分布関数を 1 からひいたものなので、以下式(2)で表される。

$$F_2(t) = 1 - F_1(t) = \exp(-t^m / t_0) \quad \dots \dots (2)$$

ここで、 t : 使用年数、 t_0 : 平均寿命、 m : 形状母数である。形状母数は故障のモードを表し、 $m > 1$ の場合は摩耗故障型、 $m = 1$ の場合は偶発故障型、 $m < 1$ の場合は初期故障型である。

さらに、分布の初期値を u で表すと、式は以下(3)式のようなになる。

$$F(t) = u \exp(-t^m / t_0) \quad \dots \dots (3)$$

この、(3)式を用いて各理論曲線を求める。

(5) 各自自転車台数分布の理論式

図-4、図-5 の各曲線から、分布の初期値 u および平均寿命 t_0 を求め、それらの値を式(3)に代入したうえで、形状母数 m を変動させ、相関係数が最も高くなる m を求めた。これにより撤去自転車台数分布 $a(t)$ および受取台

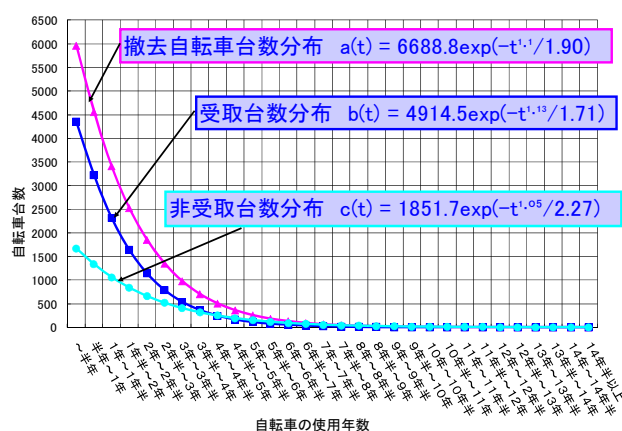


図-6 使用年数と撤去自転車・受取・非受取自転車台数の理論式

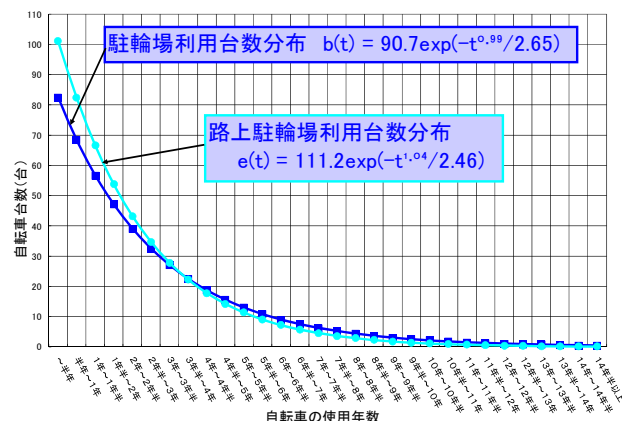


図-7 使用年数と駐輪場・路上駐輪場利用自転車台数の理論式

表-6 各分布式における形状母数 m と平均寿命 t_0 の値

分布名	データ数	相関係数	平均寿命 t_0	形状母数 m
違法駐輪台数分布 $a(t)$	22655	0.9929	1.90	1.10
受取台数分布 $b(t)$	15056	0.9969	1.71	1.13
非受取台数分布 $c(t)$	7599	0.9615	2.27	1.05
駐輪場利用台数分布 $d(t)$	477	0.9832	2.65	0.99
路上駐輪場利用台数分布 $e(t)$	514	0.9837	2.46	1.04

※ $m > 1$: 摩耗故障型
 $m = 1$: 偶発故障型
 $m < 1$: 初期故障型

数分布 $b(t)$ 、非受取台数分布 $c(t)$ の式を図-6のように求めた。さらに、駐輪場利用自転車および路上駐輪場利用自転車の分布曲線についても同様に求めると、図-7のようになった。相関係数は $a(t) \sim e(t)$ の5者とも0.96を超え、精度は高いといえる。

(6) 平均寿命および形状母数の考察

$a(t) \sim e(t)$ の各分布式の、データ数と相関係数、平均寿命 t_0 、形状母数 m の値をまとめると表-6のようになる。

まず、駐輪場所別に自転車の平均寿命を比較すると、駐輪場利用車は2.65(年)、路上駐輪場利用車は2.46(年)、違法駐輪車は1.90(年)となった。価格が高い自転車の場合には、盗難に遭いやすく、汚損しやすい屋外に置いておきたくないという心理、さらに、大切に使用しようとする心理が働くため、有料の路外駐輪場を利用する傾向があるのではないかと考えられる。

一方、価格が低い自転車の場合には、価格の高い場合よりも盗難、汚損を気にかける割合は低くなるであろう。このため、屋外あるいは無料の路上駐輪をする割合が高まると考えられる。

路上駐輪場所では、盗まれる危険性は低いが、汚損しやすさの点では違法駐輪とほとんど変わらないため、路上駐輪場利用自転車の平均寿命は路外駐輪場と路上駐輪の間にあるものと考えられる

次に、違法駐輪自転車の中で受取・非受取別に平均寿命を比較すると、受取自転車は1.71(年)、非受取自転車は2.27(年)となった。これは、受取に際して自転車の選別が起り、使用年数が短いほど受取に来る割合が高く、使用年数が長いほど受取に来る割合が低くなるためであろうと考えられる。言い換えれば、残存価値が大きい(新しい)自転車は受取率が高く、残存価値が低い(古い)自転車は受取率が低くなる傾向にあると推測できる。

さらに、駐輪場所別に形状母数を比較すると、駐輪場利用自転車は $m=0.99$ 、路上駐輪場利用自転車は $m=1.04$ 、違法駐輪自転車は $m=1.10$ となった。この3つの数値はいずれもほぼ1であり^②、いずれも偶発故障型であると考えてよい。すなわち、走行途中で事故などで壊れることが多く、機械的寿命が来て使えなくなるまで利用されることは少ないのではないかと考えられる。

4. おわりに

本研究では、防犯登録番号から自転車の使用年数を推定する方法を確立し、これを用いて使用年数と撤去自転車受取・非受取台数の関係を分析し、さらに違法駐輪車・駐輪場利用車・路上駐輪場利用車における違いを分析した。その結果、使用年数に対する自転車の生存率はワイブル分布に従うことが明らかになった。また、それぞれの分布曲線の違いが明らかになった。

今後は本研究の成果を活用して、撤去自転車の移動保管料を低減させた場合の受取台数の増加について考察する予定である。

補注

- (1) ワイブル分布とは、1951年にスウェーデンの機械工学者Weibullが、ベアリングボールの寿命分布の記述のために考案したものである。その後、Kaoが真空管の寿命を記述できると報告し、それ以降さらにあらゆる機械や部品、あるいは産業システムなどの寿命に当てはまることが分かった。このモデルは比較的取り扱いが容易で、各種導関数が簡単に導かれるなどの利点から、安全性工学分野で広く使われている。また、本モデルでは形状母数 m が導入されていることにより、融通性が拡大されている³⁾。
- (2) 文献3)によれば、日本人の寿命にワイブル分布をあてはめた場合、誕生から成長期の初めに見られる死亡は初期故障モードであり、形状母数は時代を問わずほぼ一定で、 $m=0.276$ と与えられ、加齢とともに摩耗故障モードの死亡発生は形状母数4.9~5.6で安定している。

偶発故障モードによる死亡とは、年齢と無関係におこる死亡であり、例えば、交通事故や災害、犯罪の被害などに遭遇し、突然死を迎える死亡である。これは年齢と無関係に一律にランダムにおこる死亡であり、死亡年齢の確率密度が指数分布に従う。すなわち、ワイブル分布で $m=1$ とした場合に相当する。

本文中の値は $m=0.99$ 、1.04、1.10ときわめて1.00に近く、偶発故障モードであると考えて差し支えない。

参考文献

- 1) 西川秀一郎, 外井哲志, 梶田佳孝, 松岡淳, 辰巳浩:「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」土木計画学研究・講演集, vol.38, CD-ROM, 2008
- 2) 梶田佳孝, 外井哲志, 佐々木友子:「違法駐輪の撤去が駐輪行動の変化に及ぼす影響」土木学会論文集 D, vol.66 No.2, pp137-146, 2010
- 3) 古川俊之:「寿命の数理」, 朝倉書店, pp3~4, 1996