

【研究ノート】

公共空間における散乱ごみ防止のための、実験系の設定、 散乱ごみの分析、人員の動態計測および ごみ発生原単位に関する基礎的研究

早瀬 光司*・錫木 圭一郎*

【要旨】 散乱ごみ防止のための基礎データを得ることを目的として、広島大学構内の公共空間である「スペイン広場階段部」を実験系に設定し、20の小系に分け、雨天の日を含む一週間にわたって散乱ごみの組成分析を行い、排出源としての滞留・通過人員を写真撮影により計測した。雨天時の結果から、散乱ごみ発生に対する通過人員のみの寄与を観測することができ、散乱ごみ発生原単位として、缶びんごみでは滞留人員を基に、吸殻ごみでは全人員を基にして算出するのが適当であることが示された。缶びんごみ、吸殻ごみの発生原単位はそれぞれ、0～0.16（一週間平均で0.10）、0.54～1.00（同平均で0.66）個/人・時と算出された。本実験系は、散乱ごみの研究を行う上で充分実用的な系であると考えられ、今後は、通常の状態における散乱ごみ発生をレファランスとして、法的規制、用具類の設置、啓発活動などを行った後の散乱ごみ発生の状態変化を探り、散乱ごみ防止のための実践的研究を行っていく場として活用される。

キーワード：散乱ごみ、公共空間、実験系の設定、人員の動態、ごみ発生原単位

1. はじめに

これまで地方自治体による散乱ごみ防止条例制定が相次ぎ¹⁻³⁾、また、街路や海浜などにおける散乱ごみについて報告されている^{4,5)}。散乱ごみ問題の解決には、公共空間の利用者数がどれほどであり、どのようにどれだけ散乱ごみを発生しているかという実態を調査することがまず第一に必要となり⁶⁾、そのデータを基にして初めて、法的規制、環境整備⁷⁾、啓発活動等を考えることができる。そのためには、「散乱ごみ」が発生している現場で、散乱ごみの実態を実証的に明らかにするための実験系を設定する必要がある。一方、筆者らの所属する広島大学構内には「スペイン広場」と呼ばれる公共空間があり、特にその階段部は、これを利用した学生によっ

てごみが放置・散乱されることが常態化している。そこで、「スペイン広場」の中でも散乱ごみの顕著な「階段部」を散乱ごみ問題の実証研究に活用することが考えられた。

本研究では、散乱ごみ防止のための方法論と改善策を探る現場の実験系として広島大学「スペイン広場階段部」を選択し、これを実験系として設定することの実用性、有用性を考察し、合わせて、散乱ごみ発生、人員の動態、および散乱ごみ発生原単位などの基礎データを得ることを目的とした。

2. 実験

2.1 実験系の設定

Fig. 1 に広島大学構内の通称「スペイン広場階段部」とその周辺の図を示した。「スペイン広場階段部」を利用する人員の流れに関係するものとしては、階段の上部（西側に当る）では、北側に1, 2年生約5,000名が受講している総合科学部（Faculty of Integrated Arts &

原稿受付 1997.11.25

* 広島大学大学院生物圏科学研究科

連絡先：〒739-0046 広島市鏡山1-7-1

広島大学総合科学部 早瀬 光司

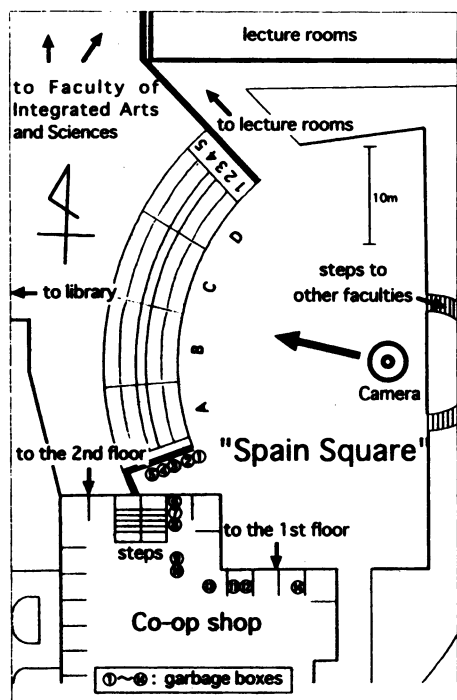


Fig. 1 Map and outline of Spain Square Steps in Hiroshima University

Sciences)へ繋がる空間、西側には通路を兼ねた広い平らな空間を隔てて図書館、南側には生協(Co-op shop)の食堂(生協の建物の2階に相当)があり、階段の下部(東側に当る)では、南側に生協の売店(生協の建物の1階に相当)、東側には他学部へ向かう(下る)階段、北側には総合科学部の講義室に連絡する通路がある。学生は「スペイン広場階段部」を通過するのみでなく、段差があるため腰掛けやすいので、休憩・雑談・間食の時間としたり、昼食を摂ったりなどして過ごしている。

「スペイン広場階段部」の形は弧を描いた長方形で幅9.8 m、長径34.5 m、短径26.5 mである。段数は全部で22段あり、各段の高さは14~15 cm、幅は33~35 cmで、第11段目は幅が155 cmと広く、また、第22段目は最上部であり広場兼通路になっていて総合科学部や図書館へと連絡している。ここで実験系を細分化して研究するため、「スペイン広場階段部」を上下に5段[第1段=0~5段、第2段=6~10段、第3段=11段、第4段=12~16段、第5段=17~22段]、左右に4列(A列~D列)に区切って20の小系(A列1段目、A列2段目、……、D列4段目、D列5段目)に分けて実験を行った。これは、滞留・通過人員と散乱ごみとの関係に、空間の相違による差異が見られるか否か

を探るためである。

2.2 測定項目

測定項目は以下の4項目とした。

① 散乱ごみに関する項目：以下のように分別して20の小系毎に計量した。

「スチール缶」「アルミ缶」「びん」「紙コップ・紙パック」「紙類」「プラスチック類」「木材」「吸殻」「たばこ包装物」「菓子類」「プリント類」「冊子類」「レシート」「その他」

② ごみの発生源となる人員に関する項目：「系内に座っている人、または立ち止まっている人」を「滞留人員」、「系内を通過中の人」を「通過人員」とし、20の小系毎に計測した。立っている人の場合、歩いているか、立ち止まっているかは写真から充分明瞭に判断できた。

③ 気象条件に関する項目：「天候」および「気温」とした。

④ 実験系周辺のごみ箱に関する項目：Fig. 3に示したように、南側の生協売店前に設置された14個のごみ箱とした。ごみ箱の分別形態は、「缶」=5個(5, 6, 7, 9, 12)、「びん」=3個(4, 10, 11)、「紙コップ」=2個(3, 8)、「無表示(階段側)」=2個(1, 2)、「無表示(生協側)」=2個(13, 14)の5種であり、組成分析の項目としては、「スチール缶」、「アルミ缶」、「びん」、「紙コップ・紙パック」、「その他」とした。

2.3 測定方法

2.2の各項目についての測定は次のように行った。

① 散乱ごみに関する項目：測定期間中は系内の清掃を午前8:00に行って、毎日ごみのない状態から実験をスタートした。発生した1日分の散乱ごみは20の小系毎に回収し、研究室に持ち帰って調査票にしたがって分別・計量・記録した。

また、実験中に清掃を専門とする人に「スペイン広場階段部」が清掃されることのないよう、事務部学生課および総合科学部学生係に赴き、「実験期間中には筆者らが毎日清掃するので掃除をしないよう」に依頼した。

② 人間に関する項目：インターバルカメラをFig. 1の東側の地点に置き、自動化して定点定時撮影を行った。インターバルカメラの撮影は5分間隔に設定し、8:50~18:20までの間を4本のモノクロフィルムを用いて撮影した。最初の3本はフィルム感度ISO 32を使用し、最後の1本は夕方になるため、感度の良いISO 400を用いた。撮影後のフィルムを現像し、印画紙(キャビネサイズ)に焼き付けてからA列1段目~D列5段目までの20の各小系ごとに「滞留人員」・「通過人員」を読み

取り計数した。

「滞留人数」・「通過人数」の計数は以下のように行った。5分間隔の撮影時刻毎にその一枚の写真に映っている人員が、その時刻の前後2.5分間の計5分間広場に滞留・通過したと考えて、人・時 (man・hour) の単位で人員を算出し、その日の全写真を合計して「滞留人員」・「通過人員」(人・時)とした。たとえば、一枚の写真に24人の滞留が確認されると、 24×5 (人・分) = 120 (人・分) = 2 (人・時) と計算される。また、写真では人数までは数えられるが、同一人物かどうかの判断まではできなかったため、述べ人数では数えなかった。また、述べ人数がカウントできたとしても、述べ人数では、ある人がどれだけの時間そこに滞留したのかが考慮されないため、不適当と考えられる。また、座ったり立ち止ったり、歩行したりしている人の足の位置(段列)を以てその人の滞留・通過位置とした。

③ 気象条件に関する項目：天候は目視観測し、気温はアスマン通風乾湿計を用い、東広島地域におけるアメダスの気象データと比較・参照した。

④ 実験系周辺のごみ箱に関する項目：5種14個のごみ箱について、撮影終了後回収し、研究室に運んで10kg秤を用いて分別・計量した。

2.4 予備実験および実験期間

測定項目・測定方法等を熟知、改善するため、1995年10月25、26日の2日間に、予備実験を行った。予備実験の結果から調査票や測定項目、測定方法等について改良を加え、実測期間を11月13日(月)～20日(月)の一週間に設定した。この実験期間を設定するにあたり、滞留・通過人員による散乱ごみへのそれぞれの寄与を識別できるよう、天気予報により雨の降る確率の高い週をねらって実験を遂行した。

3. 結果と考察

3.1 散乱ごみの計測(組成分析)

考慮しなければならない点として、散乱ごみは風に飛ばされたり、蹴られたり、空き缶なら転がり落ちたりする可能性があげられる。しかし、空き缶はほとんどの物が立っていたので移動はなかったものと考えられる。また、紙等も風に飛ばされれば、階段最下部の東側の広場の面に多く散乱するはずであるが、そのような所には存在せず、階段部にのみ存在したため、風による移動もほとんどなかったと考えられる。

ただ、一週間のうち一度だけ初日(11月13日)に、生協の人による不定期な清掃が行われたが、それは追跡

調査し補正した(清掃した人を探し出し、幸い、集めたごみの種類と個数を計数することができた)。その後このような出来事はなかった。

3.2 人員の計測(写真撮影)

実験を行ってみて気付いた点としては、カメラに興味本位で触ろうとする学生がいたことや、カメラの自動焦点設定のピントがずれてしまったこと等がある。前者については、カメラの設置場所や監視方法などを再考するとともに「カメラに触れないでください」という注意書きをカメラに添付し、後者については、手動焦点設定に変更して解決した。

3.3 気象条件

11月13日と17日は晴天で気温も17～18℃に達し、14日は一日中雨で15日の午前中まで続き、気温も12℃前後にとどまった。15日の午後と16日は晴れであった。気温について東広島地域におけるアメダスの気象データと比較したところ、全体的に実験現場の値の方がわずかに高かったがほとんど差はなかった。

3.4 散乱ごみの組成と分布

一週間に発生した散乱ごみの組成について、重量での最大はスチール缶の2,183gを筆頭に、びん：206g、吸いがら：202g、冊子類：174gであった。個数での最多は吸殻の477個をトップに、スチール缶：48、冊子類：4、びん：1であった。たばこや菓子箱の小さな破片等は多くなると予想していたが、あまり多くはなかった。重量、個数とも、最大(多)のものが2番目の約10倍量となっていた。

散乱ごみの「個数」は行われたポイ捨ての回数であり、「重量」は回収・処理作業に影響を与える因子であり、「容積」は景観・美観上の問題とつながるものである。個数、重量、目立つという3点からも、缶びんと吸殻が散乱ごみの代表的なものであることが明らかになった。

3.5 人員の分布

一週間合計の各小系毎の滞留人員と通過人員とを算出し、立体棒グラフでFig. 2に示した。滞留人員では、各列とも5段目が最も多く全段合計の53%を占めており、これは、5段目は最上部として見晴らしが良く、また背後が広い空間になっていて圧迫感が少なく座りやすいためと考えられた。

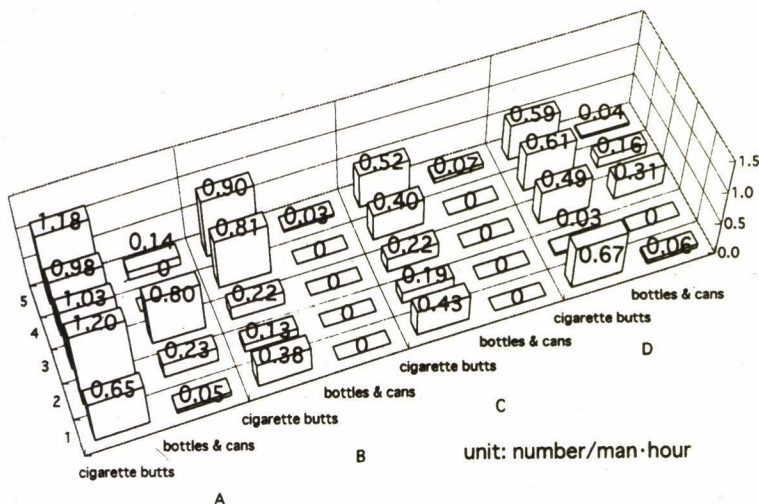


Fig. 2 The distribution of staying and passing people in Spain Square Steps in Hiroshima University

Table 1 Weekly changes of staying and passing people, scattered wastes and the unit in Spain Square Steps in Hiroshima University

| | | 13 th Nov. | 14 th | 15 th | 16 th | 17 th | 20 th | all days |
|-----------------------------------|---------------------|------------|-------|--------|-------|-------|--------------------------|----------|
| Staying people [man·hour] (A) | | 177 | 0.33 | 20.8 | 142 | 176 | 38.4 | 555 |
| Passing people [man·hour] (B) | | 32.3 | 18.3 | 27.1 | 33.6 | 31.5 | 29.7 | 173 |
| bottles & cans [number] (C) | | 29 | 0 | 1 | 9 | 15 | 0 | 54 |
| cigarette butts [number] (D) | | 143 | 12 | 48 | 113 | 124 | 37 | 477 |
| The unit (number/ man·hour) | bottles & cans (E) | 0.16 | 0 | 0.05 | 0.06 | 0.09 | 0 | 0.10 * 1 |
| | cigarette butts (F) | 0.69 | — | 1.45 | 0.64 | 0.59 | 0.46 | 0.66 * 2 |
| | (G) | 0.68 | 0.64 | 1.00 | 0.64 | 0.60 | 0.54 | 0.66 * 3 |
| weather | | fine | rain | cloudy | fine | fine | rain (in the morning) | — |

- * 1 : C/A
- * 2 : [D - (12/18.3) × B] / A
- * 3 : D / (A + B)

3.6 散乱ごみ発生原単位

3.6.1 発生原単位の算出

実験期間中の一日毎の滞留人員、通過人員、散乱ごみ(吸殻・缶びん) 個数、散乱ごみ発生原単位、および天候を Table 1 に示した。吸殻および缶びんの散乱ごみ発生原単位を算出するにあたって、滞留・通過・全人員のうちのどれを基にして(除数にして)の原単位が最も適当であるかを以下に考察した。

(缶びんごみ) ここで、11月14日が終日雨天であったことにまず注目された。すなわち、この日は終日雨であったので、滞留人員は0.33人・時となり他の日のわずか0.2~1.6%という極めて小さい値を示した。そこで、11月14日は滞留人員の散乱ごみへの寄与は無視できると考えられるので、通過人員(18.3人・時)のみの寄与が観測されたことになる。そして11月14日は散乱缶びんごみがゼロであったことから、通過人員によって

は散乱缶びんごみは発生しないことがわかった。したがって、散乱缶びんごみ発生原単位の算出においては、滞留人員を基にして(除数にして)計算し考察に供するのが適当と判断された。その結果を Table 1 に示したが、散乱缶びんごみ発生原単位は天気が良く気温の高かった13, 17日に高い値を示し、雨天、曇天の14, 15, 20日には低かった。天気が良いと液体飲料の消費が増加し、それにつれて原単位が増加したと考えられる。また、重量ベースでの発生原単位は一週間平均で4.5g/人・時であった。

(吸殻ごみ) ここでも、やはり11月14日が雨天で滞留人員の存在が極めて小さく、通過人員のみの寄与が観測されることに注目された。そこで、この日は散乱吸殻ごみが12個検出され、その発生因は通過人員によるものである(歩きながら煙草のポイ捨てをしている人を良く見かけることと符合している)、通過人員による

散乱吸殻ごみ発生原単位として、この12個を14日の通過人員(18.3人・時)で除し、0.66個/人・時を得ることができる。そして、この通過人員による発生原単位を他の日にも適用すると仮定して、他のそれぞれの日の通過人員にこの発生原単位を乗じて通過人員による散乱吸殻ごみの個数を算出し(11月13, 15, 16, 17, 20日においてそれぞれ21, 18, 22, 21, 19個)、それらの個数を散乱吸殻ごみの全個数から減じて滞留人員による散乱吸殻ごみの個数を計算し、それらを滞留人員で除したものがTable 1のF欄の滞留人員による散乱吸殻ごみ発生原単位である。ここで、これらの値の一週間の平均値は0.66個/人・時となり、ちょうど通過人員による散乱吸殻ごみの発生原単位にはほぼ等しくなった。F, G欄の標準偏差はそれぞれ0.35, 0.15であった。したがって、散乱吸殻ごみ発生原単位の算出にあたっては、散乱缶びんごみの場合とは異なって滞留人員と通過人員との寄与が同程度であり、両者を区別する必要がなく、滞留・通過人員を合計した全人員を基にして(除数にして)計算することが考えられた。全人員を基にして計算した結果をTable 1のG欄に示したが、15日(水)に少し高い値を示しているほかは日による相異はほとんど見られず、散乱ごみ発生原単位に対しての曜日の影響はあまりないことがわかった。それは、常日頃の学生の動きの観察結果とも一致している。そこで、G欄の値はF欄より標準化されていることやG欄の方法によれば通過人員による発生原単位を一定と仮定する必要もなくなるので、G欄による発生原単位を今後の考察に供するのが適当と判断された。また、重量ベースでの散乱吸殻ごみ発生原単位は一週間平均で0.28g/人・時であった。

3.6.2 発生原単位の変化

基礎データとして一週間全体での各小系毎の散乱ごみ発生原単位をFig. 3に示した。缶びんごみは、A列、D列および最上段の5段目で発生があり、B, C列は5段目以外では発生がなかったが、吸殻ごみは、A列で発生原単位がやや大きいもののゼロのところはなく分布していた。すなわち、缶びんごみでは周囲外側の小系に偏っているが、吸殻ごみでは小系による相異は存在するものの、缶びんごみに比べて全体に広くまんべんなく分散していることがわかった。これは、缶びんごみは(周囲外側に多い)滞留人員のみの寄与により、吸殻ごみは小系毎の差異の小さい通過人員による寄与も含まれていることと符合している。

3.7 生協売店前のごみ箱内ごみの組成

生協前のごみ箱へ投入されたごみの一日の量は10,700~17,500gであり、そのうち53%が缶びんごみであった。一方、散乱ごみの一日の発生量は16~1,470gであり、ごみ箱内ごみ量に対する割合は天候により異なり、雨天・曇天で低く0.1~0.6%、晴天では高く3.9~8.9%となり、一週間平均では3.4%であった。これは雨天・曇天では滞留人員が少なく、吸殻ごみ以外の散乱ごみの発生が小さかったためと思われる。同様に、散乱缶びんごみ重量のごみ箱内缶びんごみ重量に対する割合は、晴天時では13~31%であったが、雨天時では0%であった。ごみ箱内缶びんごみの総重量は、雨天時は晴天時の約30%であった。

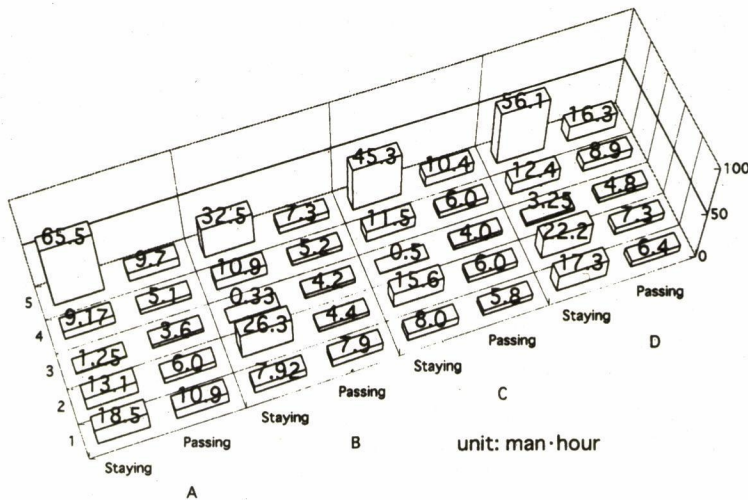


Fig. 3 The distribution of the unit of scattered wastes (number per man・hour) in Spain Square Steps in Hiroshima University

3.8 実験系の設定について

散乱ごみ防止の基礎資料を得るため、広島大学構内「スペイン広場階段部」を実験系として研究を進め、実験系設定の実用性、有用性について以下のように考察した。

- (1) 散乱ごみ問題を研究するためには、なんらかの実在する実験系を設定しなければならない。それは限定された対象系になるが、現場での実証的な取組みの継続・積み重ねにより、散乱ごみ問題の一般化や有用性に通じていくものと考えられる。本研究は散乱ごみ問題に対する実証的研究の第一ステップである。
- (2) 実験系として、滞留・通過人員の把握の容易さと精確さが必要とされるが、本研究においてはインターバルカメラを用いる手法により充分実用にたえる結果が得られた。また、5分間隔の計測値であるが、10分、20分間隔の結果と大きな相違はなかったため、人員の計測法として、適当であったと思われる。
- (3) 実験系として、散乱ごみの綿密な定性・定量分析の可能なことが必要であるが、本研究では20の小系に分け、詳細に散乱ごみの組成分析を行うことができた。ただ、考慮しなければならない点として、散乱ごみは風に飛ばされたり、蹴られたり、空き缶なら転がり落ちたりする可能性があげられるが、そのような移動はほとんどなかった。
- (4) 「スペイン広場階段部」に系を限定したことにより、そこはその周辺の平らな広い空間とは異なり、学生が多く滞留・通過し散乱ごみの発生が多く、人口および散乱ごみ密度が周辺より高かったため、実用に供せる比較的集積されたデータを得ることができた。
- (5) 一週間の実験のうち初日に、生協の人による不定期な清掃が一度あったが、速やかに追跡調査を行い補正した。その後、清掃を役目とする人による清掃はなかった。
- (6) 広島大学の学生が対象であるため、実験系内の人員に定常性、継続性があった。
- (7) 雨天時の結果を利用することにより、実験系に見

合った散乱ごみ発生原単位の算出法を確定することができた。

- (8) 研究者らにとって身近な場を実験系として選択したので、常日頃良く目視観測できる状態にあり、実験の事前事後をも含めて実験系を十分に把握しておくことができた。

4. ま と め

本研究では、公共空間の散乱ごみについて、広島大学「スペイン広場階段部」を実証の実験系として採用し（生（ナマ）の現場として）、散乱ごみ、人員動態を計測し、散乱ごみ発生原単位の算出法を確定することができた。また、本実験系の設定に関しては、多面的な観点から考察を行い、散乱ごみ問題を研究する上で実用的であり、有用性があると判断された。

今後は本実験系を活用し、通常の状態における散乱ごみ発生の状態をレファランスとして、法的規制、用具類の設置、啓発活動など、または、これらの組み合わせによる様々な刺激を与えた後、それによる応答として散乱ごみ発生の状態変化を調べ、減少させる方法を探り、散乱ごみ防止のための実践的研究を行う予定である。

参 考 文 献

- 1) 兼子 仁・関 哲夫編著：条例検討シリーズ3 空き缶対策条例、北樹出版、pp. 1-237 (1984)
- 2) 松下啓一：ポイ捨て条例の法的検討、自治体学会編 年報自治体学第7号「環境と自治」、良書普及会、pp. 167-181 (1994)
- 3) 福岡県弁護士会：空き缶ポイ捨て禁止条例を考える、pp. 1-102 (1993)
- 4) 勝矢淳雄：海浜地区における散乱ごみ回収への一取り組み、月刊廃棄物1月号、pp. 42-48 (1996)
- 5) 勝矢淳雄：街路散乱ごみ対策などからみた街路保全に関する基礎的考察、第8回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp. 25-28 (1997)
- 6) 柳井昭司：空き缶散乱に想う、月刊廃棄物1月号、pp. 154-159 (1993)
- 7) 安田八十五：筑波大学における廃棄物のリサイクルシステムの開発と評価、筑波大学大学院環境科学研究科年報、16号、pp. 80-87 (1993)

**Fundamental Study about Setting Up an Experimental Field,
Analysis of Scattering Wastes and Behavior of People,
and their Relations for Prevention of
Littering in Public Space**

Kohji Hayase* and Keiichiro Suzuki*

* Graduate School of Biosphere Sciences, Hiroshima University

*Correspondence should be addressed to Kohji Hayase :
(1-7-1, Kagamiyama Higashi-Hiroshima 739-0046 Japan)

Abstract

To obtain basic data for the prevention of littering, a public space in the Hiroshima University campus, "Spain Square Steps" was set up as an experimental field and its adaptability was discussed. Dividing a week —including rainy days— into 20 parts, the composition of the litter was analyzed. Using an interval camera, the sources of the litter —passersby and people at rest— were also recorded.

Since only passersby were observed littering on a rainy day, it was suggested that the unit of scattered wastes per man-hour be calculated by using the number of people at rest for bottles & cans, and by the total number of people for cigarette butts. The units for bottles & cans and cigarette butts were 0 ~ 0.16 (0.10 for a weekly average) and 0.54 ~ 1.0 (0.66) (number/man-hour), respectively.

The setting up of the experimental field was considered to be adaptable. This experimental field can be put to practical use for the study of prevention of littering. Using the amount of litter under usual circumstances as reference, changes in littering may be sought after establishing legal regulations, setting out garbage receptacles, and/or carrying out education activities.

Key words : scattered wastes, public space, setting up experimental field behavior of people, the unit of scattering wastes per man-hour