

途上国におけるゴミ集積場の立地とリサイクル活動の経済分析

福 山 博 文*

鹿児島大学法文学部

1 はじめに

大量生産・大量消費・大量廃棄といった現代のライフスタイルが原因で発生したゴミ問題は、以前は経済的に豊かな先進国の問題であったが、現在、途上国の都市部でも、急速な経済発展および人口の増加によりゴミの発生量が爆発的に増え大変深刻な問題となっている。途上国でのゴミの処分方法は集積・埋め立て処分が一般的である。しかしながら、無防備なゴミの集積・埋め立ては衛生上問題があり、ゴミ集積所の周辺地域で環境汚染事故を引き起こす可能性がある。ゆえに、ゴミの集積所等の迷惑施設の立地は時代と場所を問わず常に人類が直面してきた問題と言えるだろう。本稿の第一の目的は、途上国におけるゴミの集積所の最適な立地について考察することである。

途上国のリサイクル（資源回収）の技術は先進国と比較すると非常に低い水準にあり、途上国のリサイクルは主にスカベンジャーやウェイストピッカーといったインフォーマルな組織が現在でも重要な役割を果たしている。Medina(2007)によると、世界全体でインフォーマル部門としてゴミのリサイクル（回収）を行う人は1500万人にのぼり、その経済効果は年間数億ドルに達する。インドではインフォーマル部門としてゴミのリサイクルを行う人が約100万人、ブラジルではブラジルの企業が再利用している資源の90%はインフォーマル部門がリサイクルしたものである。したがって、途上国においてインフォーマル部門の経済に与える影響は非常に大きい。本稿の第二の目的は、インフォーマル部門のリサイクル活動を定式化し、ゴミ問題を解決し失業問題にも対処できる持続可能な政策とはどのようなものかを明らかにすることである。

本稿で用いるモデルはハリス＝トダロ・モデル（Harris and Todaro(1970)）である。ハリス＝トダロ・モデルでは、都市部のフォーマル部門における賃金が高い水準に固定されていることを想定しており、農村部に居住する家計はその高賃金を求め都市に移住する誘引をもつが、工業部門では賃金が固定されているので、完全雇用を達成するような賃金決定メカニズムが作用しないため、都市部において失業が発生することを示した研究である。近年では、このハリス＝トダロ・モデルに環境問題を組み込み、途上国の経済発展と環境保全の間のトレードオフ問題について分析した研究が数多く発表されている（Dean and Gangopadhyay(1997), Chao, Kerkvliet and Yu(2000), Daitoh(2003), Fukuyama and Naito(2007) など）。

しかしながら、これまで途上国のゴミ問題を取り扱った研究は未だに少ない。福山（2010）は、

* E-mail: fukuyama@leh.kagoshima-u.ac.jp Address 1-21-30 Korimoto Kagoshima, 8900065 JAPAN

途上国のゴミ処理問題に注目し、これまでゴミのリサイクルにおいて重要な役割を担ってきたインフォーマル部門のリサイクル行動を定式化し、インフォーマル部門への支援策が経済にどのような影響を与えるのかを考察した研究であるが、住民の移住行動が都市部と農村部の賃金の大小関係のみによって決定され、移住地周辺の住環境の良し悪しが住民の移住行動に全く影響を与えないことを前提としていた。本来、住民が移住地を決定する際、その地域で得られる賃金だけでなく移住地の住環境の水準は極めて重要なファクターと言える。例えば、人口集中が問題になっている都市部にゴミ集積所が立地している場合、悪臭や土壌汚染などが顕在化し住環境は都市部よりも農村部の方が良いと考えられる。その一方で、都市部の失業者（インフォーマル部門）はゴミ集積所から有価物（リサイクル可能資源）を取り出して生産者に売却することで生計を立てることができることから、ゴミ集積所が都市部にある方がインフォーマル部門の効用を高めることになるかもしれない。したがって、本稿では、福山（2010）を修正し、ゴミ集積所が都市部にある場合と農村部にある場合について比較分析を行い、最適なゴミ集積所の立地問題について考察を行い、途上国政府の政策および先進国の支援のあり方について考察を行う。

2 モデル

本稿の想定する経済は農村と都市の2地域からなる。農村には中間財部門が存在し、都市には最終財部門とゴミ収集部門が存在する。都市部の賃金は高い水準に固定されており、農村部に居住する家計はその高賃金を求め都市に移住する誘引をもつが、都市部において完全雇用を達成するような賃金決定メカニズムが作用しないため、都市部において失業が発生する。

失業者（インフォーマル部門）は路上や裏庭で各種の商売等を行うことにより生計を立てている。インフォーマル部門の活動の一つとして、ゴミの集積所から有価物を取り出して生産部門に売却することで生計を立てている人々がいる。このようなインフォーマル部門によるゴミのリサイクル活動は途上国のゴミの再資源化量の大部分を占めており無視できない活動である。いま、ゴミの集積場が都市部にある場合、失業者はリサイクル活動に従事することで所得を獲得できる可能性があるが、ゴミの集積場が農村にある場合、地理的に失業者はゴミのリサイクル活動を行うことができないものとする。以下では、部門別に定式化を行っていく。

2.1 中間財部門

農村には中間財部門のみが存在する。ここで想定している中間財は木材資源などである。中間財の唯一の生産要素は労働のみとする。中間財の生産量を X で表記し、以下のように労働について線形の生産関数を仮定する。

$$X = bL_x \quad (1)$$

L_x は中間財生産における労働投入量を表わし、 b は限界生産力を表わす。いま中間財の価格を q で

表すと、中間財部門の利潤関数 Π_x は以下の通り与えられる。

$$\Pi_x = qbL_x - w_xL_x \quad (2)$$

ここで、 w_x は中間財部門に従事する労働者に支払われる賃金を表す。中間財部門における労働市場の競争条件によって、中間財部門の賃金 w_x は以下のように求められる。

$$w_x = qb. \quad (3)$$

2.2 最終財部門

最終財は労働と資源の2つの生産要素を用いることで生産される。生産要素として投入される資源は、農村で生産され供給される中間財資源、海外から輸入される中間財資源、そしてゴミ集積場が都市部にあるケースにおいてインフォーマル部門のリサイクル活動によって取り出されたりサイクル資源の3つである。なお、本稿ではこれら3つの資源は同質的であると仮定するので、その価格は中間財価格の q になる。また、本稿では、中間財資源に関して小国の開放経済を仮定するため q は中間財資源の世界価格でありモデルでは定数として扱われる。最終財部門の労働需要量を L_y 、資源需要量を M で表わし、最終財の生産関数を以下のように定義する。

$$Y = L_y^\alpha M^{1-\alpha} \quad (4)$$

ただし、 $0 < \alpha < 1$ を仮定する。都市における賃金は最低賃金制等の理由により、 \bar{w} に定められているものとする。また、最終財価格を p で表す。ここで、最終財部門の利潤関数 Π_y は以下の通り表すことができる。

$$\Pi_y = pL_y^\alpha M^{1-\alpha} - \bar{w}L_y - (q + t)M \quad (5)$$

t は資源使用に関する課税率を表しており、得られた税収はゴミ収集・運搬コストに充てられるものとする。利潤最大化の一階条件より、

$$p\alpha \left(\frac{M}{L_y} \right)^{1-\alpha} = \bar{w} \quad (6)$$

$$p(1-\alpha) \left(\frac{L_y}{M} \right)^\alpha = q + t \quad (7)$$

と表すことができる。

2.3 ゴミ収集部門

最終財は家計の消費後、ゴミとなる。最終財を生産するために投入された資源が最終財の消費後、ゴミとなることからゴミの排出量は M で表される。

ゴミ収集部門は家計が排出したゴミを収集しゴミ集積所まで運搬する。ゴミを収集・運搬するには労働を投入しなければならない。ここで、1 単位のゴミを収集するのに必要な労働量を \bar{l}_r とする。また、この \bar{l}_r は当該途上国のゴミ収集技術レベルを表している。ゴミ収集部門は都市部にあるものとする、その賃金率は \bar{w} となる。以上より、ゴミ収集・運搬の総コストは、 $\bar{w}M\bar{l}_r$ で表される。

ゴミ収集部門は公的部門であり、ゴミ収集・運搬コストは税収で賄われるものとする、途上国政府の収支均等式は以下のように表すことができる。

$$\bar{w}M\bar{l}_r = tM \Leftrightarrow \bar{w}\bar{l}_r = t \quad (8)$$

右辺は途上国政府の最終財部門から徴収した資源使用課税による税収を表している。

2.4 家計

本稿において家計は都市もしくは農村に居住する。農村に居住する家計は中間財部門に雇用され賃金 w_x を得る。一方、都市に居住する家計は最終財部門あるいはゴミ収集部門に従事し賃金 \bar{w} を得るが、これらの部門に雇用されなかった家計は失業者となる。失業者は都市部にゴミ集積所がある場合、ゴミ集積所からリサイクル資源を獲得することに成功し最終財部門に売却することで賃金を得ることができるが、農村部にゴミ集積所がある場合、都市部の失業者は居住地にゴミ集積所がないためリサイクル資源を獲得できないため賃金を得ることができない。

以上、4つのタイプの家計が存在することになり、それぞれ添え字で中間財部門に雇用されている家計を $i=x$ 、最終財部門に雇用されている家計を $i=y$ 、ゴミ収集部門に雇用されている家計を $i=r$ 、失業している家計を $i=u$ で表すものとする。農村に居住する家計の数を L_x 、都市に居住し工業財部門に雇用されている家計の数を L_y 、ゴミ収集部門に雇用される家計の数を $L_r = M\bar{l}_r$ 、失業者数を L_u で表し、経済全体の家計の総数を L とするならば、人口制約式が以下の通り与えられる。

$$L = L_x + L_y + M\bar{l}_r + L_u \quad (9)$$

ここで、代表的な家計の効用関数を以下の通り設定する。

$$U(y, e) = ay - v(e) = ay - \frac{c}{2}e^2 \quad (10)$$

y は代表的家計の最終財の消費量、 e ($0 \leq e < 1$) は失業者になった場合のゴミ集積所からリサイクル資源を獲得するための努力水準（＝リサイクル資源獲得確率）、 $v(e) = \frac{c}{2}e^2$ はリサイクル資源獲得努力に伴う不効用を表している。家計は得られた賃金すべてを最終財の消費に使うことから、(10) の代表的な家計の効用関数は以下のように書き直すことができる。

$$U(w_i, e) = a \frac{w_i}{p} - \frac{c}{2}e^2 \quad (11)$$

$w_i(i = x, y, r, u)$ は家計 i の賃金を表している。

2.5 インフォーマル部門によるリサイクル活動

途上国におけるゴミのリサイクルはインフォーマルな形で行われていることが多い。ここでは、インフォーマル部門のリサイクル活動について考える。ゴミ集積所が農村部にあるケースでは、都市失業者は地理的にリサイクル活動を行うことができないが、ゴミ集積所が都市部にあるケースでは、ゴミ集積所からリサイクル資源を探し出し最終財部門に売却することで賃金を得ることができる。ここでは、都市部にゴミ集積所があるケース、すなわち失業者がリサイクル活動を行うケースについて定式化を行う。

都市部において、最終財部門にもゴミ収集部門にも雇用されなかった失業者は、ゴミ集積所に集められたゴミの山（ゴミの総排出量 M ）から資源になりうるものを取り出し、最終財部門に売却することで賃金を得ることができるものとする。ただし、失業者はゴミの取り扱いにおいて専門的な知識を有していないことから、山積みになっているゴミの山からリサイクル資源を取り出すことができない可能性もある。なお、最終財部門が需要する「資源」は、失業者（インフォーマル部門）が供給するリサイクル資源に加え、中間財部門が供給する中間財（ヴァージン資源）および海外から輸入される輸入資源があるが、これらの「資源」はすべて同質である。リサイクル資源とヴァージン資源の性質は一般的に異なるため、その異質性を表すパラメータを入れる必要があるが、異質性のパラメータの導入が結果に大きな影響を及ぼすことはないため、本稿では、これらの資源は同質的として取り扱う。

先述の通り失業者のリサイクル資源獲得確率（リサイクル資源獲得努力）を $e(0 \leq e < 1)$ で表す。また、インフォーマル部門によるリサイクル資源の獲得行動は危険を伴うものであり、途上国の埋立地ではゴミの山で火災が発生したり、山が崩壊し作業員が死亡する等の事故が発生していることから、リサイクル資源の獲得努力が上昇すればするほどその事故が発生する確率は高まると考えられるため、その不効用を $v(e) = \frac{c}{2}e^2$ で表わす。 c は不効用を表すパラメータである。

代表的な失業者は (11) の間接効用関数を最大にするようにリサイクル資源獲得努力水準 e を決定する。1 人の失業者はリサイクル資源の獲得に成功したとしても高々 1 単位のリサイクル資源しか得られないとすると、代表的な失業者の間接効用最大化問題は以下ようになる。

$$\max_e a \frac{w_u}{p} - \frac{c}{2}e^2 = a \frac{eq}{p} - \frac{c}{2}e^2 \quad (12)$$

(12) より効用最大化の一階条件は、

$$e = \frac{aq}{pc} \quad (13)$$

となる。なお、 $aq < pc$ が成り立つようなパラメータの範囲で考えるものとする。

3 市場均衡

3.1 農村部にゴミ集積所があるケースでの市場均衡

本節では、農村部にゴミ集積所があるケースでの市場均衡を考える。農村部にゴミ集積所がある場合、都市失業者はリサイクル活動を行うことができないことに注意されたい。

まず、中間財部門の均衡賃金 w_x^* は、(3) より中間財価格 q が小国の仮定より外生的に与えられていることから、 $w_x^* = qb$ に決まる。資源使用に対する均衡課税率 t^* は、(8) よりゴミ 1 単位の収集コストに等しくなり、 $t^* = \bar{w}l_r$ となる。最終財の均衡価格 p^* は、中間財価格 q および都市部の賃金率 \bar{w} が外生的に与えられていることから、(6) および (7)、(8) より、

$$p^* = \left(\frac{q + \bar{w}l_r}{1 - \alpha} \right)^{1-\alpha} \left(\frac{\bar{w}}{\alpha} \right), \quad (14)$$

となる。なお、ゴミ集積所は農村部にあることからインフォーマル部門のリサイクル資源獲得努力水準はゼロとなる ($e^* = 0$)。

次に、最終財は国内の最終財部門で全て生産され国内で全て消費されることから、以下のように最終財の需給均等式が成り立つ。

$$L_x \frac{qb}{p} + (L_y + M\bar{l}_r) \frac{\bar{w}}{p} = L_y^\alpha M^{1-\alpha}. \quad (15)$$

左辺は家計による最終財の総消費量であり、右辺は最終財部門による生産量である。なお、本節では、失業者は賃金収入がないため最終財消費量はゼロである。

最後に、家計は都市に移住した場合の期待間接効用と農村に移住した場合の間接効用を比較して、都市に移住するかもしくは農村に移住するかを決定する。まず、農村に移住した場合、家計は農業部門に雇用されるため賃金 $w_x^* = qb$ を得てリサイクル資源獲得努力は行わないため ($e = 0$)、間接効用は (11) より、

$$U(qb, 0) = a \frac{qb}{p} \quad (16)$$

となる。次に、都市に移住した場合、家計は最終財部門あるいはゴミ収集部門に雇用されたならば賃金 \bar{w} を得てリサイクル資源獲得努力は行わない ($e = 0$)。一方、失業した家計は賃金ゼロとなりリサイクル資源獲得努力を行うこともできない ($e = 0$) ため、期待間接効用は (11) より、

$$\frac{L_y + M\bar{l}_r}{L_y + M\bar{l}_r + L_u} U(\bar{w}, 0) + \frac{L_u}{L_y + M\bar{l}_r + L_u} U(0, 0) = \frac{L_y + M\bar{l}_r}{L_y + M\bar{l}_r + L_u} a \frac{\bar{w}}{p} \quad (17)$$

となる。したがって、(16) と (17) より、都市－農村間の移住が止まる均衡条件（いわゆるハリス＝トダロ条件）は以下のように与えられる。

$$qb = \frac{L_y + M\bar{l}_r}{L_y + M\bar{l}_r + L_u} \bar{w} \quad (18)$$

なお、ハリス＝トダロ条件が成り立つには、 $qb < \bar{w}$ でなければならない。ここで、(6) を M の式に

変形し、(9)、(15)、(18) に代入すると、(9)、(15)、(18) は以下ようになる。

$$L = L_x + \left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}\right) L_y + L_u \quad (19)$$

$$L_x q b + \left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}\right) L_y \bar{w} = \frac{\bar{w}}{\alpha} L_y \quad (20)$$

$$q b = \frac{L_y \left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}\right)}{L_y \left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}\right) + L_u} \bar{w} \quad (21)$$

(19)～(21) の3式から (L_x, L_y, L_u) を以下のように求めることができる。

$$L_x^* = L \left(1 - \frac{\alpha (1 + \bar{l}_r (\bar{w}/p^* \alpha)^{\frac{1}{1-\alpha}})}{\bar{w}}\right) \quad (22)$$

$$L_y^* = \frac{q b L}{\bar{w}^2} \quad (23)$$

$$L_u^* = L \left(\frac{1 + \bar{l}_r (\bar{w}/p^* \alpha)^{\frac{1}{1-\alpha}}}{\bar{w}}\right) \left(\alpha - \frac{q b}{\bar{w}}\right) \quad (24)$$

(23) を (6) に代入することで均衡資源投入量 (= 廃棄物発生量) である M は以下ようになる。

$$M^* = \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \frac{q b}{\bar{w}^2} L \quad (25)$$

3.1.1 中間財価格の変化に対する影響

ここで、農村部にゴミ集積所があるケースでの市場均衡解 $(t^*, p^*, L_x^*, L_y^*, L_u^*, M^*)$ について、政策パラメータ (q, \bar{l}_r) に関して比較静学を行う。

まず、中間財の世界価格 q に関して比較静学を行う。途上国政府は輸入資源に対し関税をかけることにより国内における中間財価格を間接的にコントロールすることができる。したがって、中間財価格 q の変化による市場均衡解への影響を考察することは重要である。

(14) より中間財価格 q の上昇は最終財価格 p^* を上昇させる。これは、最終財の生産要素である中間財の価格が上昇するとその一部は最終財価格に転嫁され最終財価格も上昇することを意味している。

(22) より中間財価格 q の上昇は中間財部門の労働需要 L_x^* を上昇させる。これは、中間財価格の上昇により労働需要が高まるためである。

(23) より中間財価格 q の上昇は最終財部門の労働需要 L_y^* を上昇させる。これは、中間財価格の上昇により最終財価格が上昇するため最終財部門は労働投入量を増やすことを意味している。

(25) より中間財価格 q の上昇は資源投入量 (ゴミの発生量) M^* を減少させる。これは、中間財価格の上昇は資源投入コストを上昇させるため資源投入量が減少することを意味している。

(24) より中間財価格 q の上昇は失業者数 L_u^* を減少させる。これは、中間財価格の上昇により中間財部門の労働需要および最終財部門の労働需要が高まることから失業者数が減少することを意味している。

命題 1 中間財価格の上昇は、中間財部門の労働需要および最終財価格を上昇させるため最終財部門の労働需要を増大させ失業者数を減少させる。

3.1.2 ゴミ収集技術の変化に対する影響

次に、ゴミ収集技術 \bar{l}_r に関して比較静学を行う。先進国の途上国への支援の一つとして、途上国のゴミ収集の技術提供が考えられる。ここでは、途上国のゴミ収集技術の上昇が各部門の労働需要にどのような影響を与えるのかを考察する。

(8) よりゴミ収集技術の改善（すなわち、 \bar{l}_r の低下）は資源使用課税率 t^* を低下させる。これは、ゴミ収集部門に従事する労働者への賃金は資源使用課税の税収によって賄われていることから、1 単位のゴミ収集コストが減少すると資源使用課税率は低下することを意味している。

(14) よりゴミ収集技術の改善（すなわち、 \bar{l}_r の低下）は最終財価格 p^* を低下させる。これは、ゴミ収集技術が改善され資源使用課税率が低下するため最終財の生産要素である中間財投入コストが低下し最終財価格も低下することを意味している。

(25) よりゴミ収集技術の改善（すなわち、 \bar{l}_r の低下）は資源投入量（ゴミの発生量） M^* を上昇させる。これは、ゴミ収集技術が改善されると最終財の生産要素である中間財投入コストが低下するため資源投入量（ゴミの発生量）は増加することを意味している。また、ゴミ収集技術の改善（すなわち、 \bar{l}_r の低下）はゴミ収集部門の労働需要 $\bar{l}_r M^*$ を上昇させるのか減少させるのか分らない。それは、ゴミ収集技術が改善されることで資源投入量（ゴミの発生量）が増加し労働需要は増加するが、ゴミ収集技術の改善により必要な労働量が減少するためである。

(23) よりゴミ収集技術の改善（すなわち、 \bar{l}_r の低下）は最終財部門の労働需要 L_y^* に影響を与えない。これは、ゴミ収集技術の改善効果はゴミ収集部門の労働需要のみに影響を与えることを意味している。

(22) よりゴミ収集技術の改善（すなわち、 \bar{l}_r の低下）は中間財部門の労働需要 L_x^* を上昇させるのか減少させるのか分らない。これは、ゴミ収集技術の改善は最終財部門の労働需要に影響を与えないため、ゴミ収集技術の改善によりゴミ収集部門に雇用される労働者が増加するならば、都市部の就職率が上昇することから都市部に人口流入が起こり中間財部門の労働需要は減少し、ゴミ収集部門に雇用される労働者が減少するならば、都市部の就職率が低下することから農村部に人口流入が起こり中間財部門の労働需要は増加することを意味している。

(24) よりゴミ収集技術の改善（すなわち、 \bar{l}_r の低下）は失業者数 L_u^* を上昇させるのか減少させるのか分らない。これは、中間財部門の労働需要に与える影響と同様、ゴミ収集技術の改善によりゴミ収集部門に雇用される労働者が増加するならば、都市部の就職率が上昇することから都市部

に人口が流入し失業者が増加し、ゴミ収集部門に雇用される労働者が減少するならば、都市部の就職率が低下することから都市部から人口が流出し失業者数は減少することになる。

命題2 ゴミ収集技術の改善は、最終財部門の労働需要には影響を及ぼさないが、ゴミ収集部門の労働需要に影響を与え、(1) ゴミ収集部門の労働需要を増加させるならば、中間財部門の労働需要は低下し失業者数は増加し、(2) ゴミ収集部門の労働需要を減少させるならば、中間財部門の労働需要は増加し失業者数は減少する。

3.2 都市部にゴミ集積所があるケースでの市場均衡

ここでは、都市部にゴミ集積所があるケースを考える。農村部にゴミ集積所があるケースと異なるのは、第1に、インフォーマル部門がゴミ集積所からリサイクル資源を探し出し最終財部門に売却することで賃金を得る可能性があるという点である。第2に、人口密度の高い都市部にゴミ集積所を設置することは悪臭や土壌汚染など都市環境を著しく悪化させ都市部に住む家計の効用を引き下げるという点である。

まず、インフォーマル部門の行動は、(14)を(13)に代入することで、代表的なインフォーマル部門の有価物獲得努力 e^* が以下のように求まる。

$$e^* = \frac{aq}{p^*c} \quad (26)$$

(26)より、リサイクル資源獲得努力 e^* は、中間財価格 q の上昇に対して増加し、最終財価格 p^* の上昇に対して減少することが分かる。すなわち、 q の上昇はリサイクル資源を獲得したときの収入を高めることからより高い獲得努力へのインセンティブを高めるが、 p の上昇は最終財価格の上昇により消費できる最終財が減少し間接効用が減少することからより低い獲得努力しか実行できないことを意味している。

次に、都市部にゴミ集積所を設置することによる都市環境の悪化について、本稿では、都市に住む家計は都市環境の悪化により λ ($0 < \lambda < 1$) 倍だけ間接効用が低下すると仮定する。ここで、農村部に移住する場合と比較すると、インフォーマル部門（失業者）が(26)のようにリサイクル資源の供給により期待賃金を得て最終消費財を消費し間接効用を得る一方で、都市に移住する家計はゴミ集積所からの環境汚染により間接効用の低下を招くことから、農村部にゴミ集積所がある場合のハリス＝タドロ条件式(21)は、都市部にゴミ集積所がある場合、(26)を代入することにより以下のように書き換えられることになる。

$$qb = \frac{L_y \left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \right)}{L_y \left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \right) + L_u} \bar{w} \lambda + \frac{L_u}{L_y \left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \right) + L_u} \frac{aq^2}{2cp^*} \lambda \quad (27)$$

(27)の左辺は農村部に移住した場合の間接効用、右辺の第1項は都市に移住し最終財部門あるい

はゴミ収集部門に雇用されたときの間接効用、右辺の第2項は都市に移住し失業者になった場合の期待間接効用である。(21)と異なっているのは、右辺の第2項が追加されていること、右辺の間接効用に都市環境パラメータ λ が乗じられていることである。

さらに、都市部にゴミ集積所がある場合、失業者も賃金を得て最終財を消費する可能性があることから(20)の最終財の需給均等式も(26)を代入することにより以下のように書き換えられる。

$$L_x q b + \left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}\right) L_y \bar{w} + L_u \frac{a q^2}{p^* c} = \frac{\bar{w}}{\alpha} L_y \quad (28)$$

(28)の左辺は最終財の消費量を表しており、第3項の失業者の最終財消費量が(20)に追加されたものになっている。

以上より、都市部にゴミ集積所があるケースにおける市場均衡解(L_x^{**} , L_y^{**} , L_u^{**} , M^{**})は、(6), (9), (27), そして(28)から以下のようにそれぞれ求めることができる。

$$L_u^{**} = \frac{q b L}{q b - \frac{a q^2}{p^* c} \lambda - \left((q b - 1) \left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}\right) + \frac{\bar{w}}{\alpha}\right) \left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}\right) \left(\frac{q b - q^2 \lambda / 2 c p^*}{q b - \bar{w} \lambda}\right)} \quad (29)$$

$$L_y^{**} = \left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}\right) \frac{q b - \frac{a q^2}{2 c p^*} \lambda}{\bar{w} \lambda - q b} L_u^{**} \quad (30)$$

$$L_x^{**} = L - \left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}\right) L_y^{**} - L_u^{**} \quad (31)$$

$$M^{**} = \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} L_y^{**} \quad (32)$$

3.2.1 都市環境の改善による影響

ここでは、都市部にゴミ集積所があるケースでの市場均衡解(L_x^{**} , L_y^{**} , L_u^{**} , M^{**})に対する都市環境パラメータ λ の影響について考察を行う。先進国の支援の一つとして、途上国の都市部の環境を整備することは都市部に住む家計の効用を改善する上で重要である。

まず、(29)を都市環境パラメータ λ について偏微分すると、 \bar{w} は十分大きいことから、

$$\frac{\partial L_u^{**}}{\partial \lambda} = \frac{(q b)^2 L \left(\bar{w} - \frac{q^2}{2 c p^*}\right)}{\left(q b - \frac{a q^2}{p^* c} \lambda - \left((q b - 1) \left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}\right) + \frac{\bar{w}}{\alpha}\right) \left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}\right) \left(\frac{q b - q^2 \lambda / 2 c p^*}{q b - \bar{w} \lambda}\right)\right)^2} > 0 \quad (33)$$

が成り立つ。すなわち、都市環境が改善される(λ が上昇する)と失業者が増加する。これは、都市環境が改善されたことにより都市部への人口流入が生じるためである。

次に、都市環境パラメータ λ の L_x^{**} , L_y^{**} に及ぼす影響を求めるために、(8)を(9)に代入し L_u について式変形を行い、(27)および(28)の L_u に代入し L_y について解くと、

$$L_y = \frac{(L - L_x) \left(\frac{qb}{\lambda} - \frac{aq^2}{2cp^*} \right)}{\left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \right) \left(\bar{w} - \frac{aq}{2cp^*} \right)} \quad (34)$$

$$L_y = \frac{\left(qb - \frac{qq^2}{p^* c} \left(1 - \frac{aq - aq/2cp^*}{\bar{w} - aq/2cp^*} \right) \right) L_x + \frac{aq^2}{p^* c} L \left(1 - \frac{aq - aq/2cp^*}{\bar{w} - aq/2cp^*} \right)}{\frac{\bar{w}}{\alpha} - \left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \right)} \quad (35)$$

のように L_x と L_y の式に書き換えることができる。図 1 には、 L_x^{**} 、 L_y^{**} が (34) および (35) の交点として求められることを表している。ここで、都市環境パラメータ λ の上昇によって中間財部門の労働需要 L_x^{**} 、最終財部門の労働需要 L_y^{**} がどのように変化するかを図を用いて分析する。なお、 λ の上昇後の均衡解を $L_x^{**'}$ 、 $L_y^{**'}$ とおく。

図 1 より、都市環境の改善は、中間財部門の労働需要 L_x^{**} 、最終財部門の労働需要 L_y^{**} をともに減少させることが分かる。また、(32) より都市環境の改善はゴミ収集部門の労働需要 $\bar{l}_r M^{**}$ を減少させることが容易に確認できる。

まとめると、都市環境の改善は都市部への人口流入を生じさせるため中間財の労働需要を減少させ失業者数を増加させる。一方、失業者数が増加する、すなわち賃金収入が低い人口の割合が増加

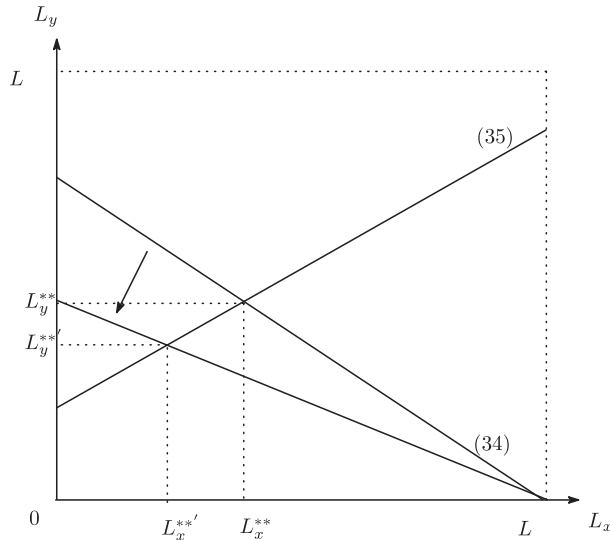


図 1：都市環境の改善による影響

すると最終財の需要量が減少するため最終財の供給量も減少する。したがって、都市環境が改善されると最終財部門の労働需要は減少し、ゴミ収集部門の労働需要も減少することになる。

命題 3 都市環境の改善は、都市部への人口流入を誘発し失業者数を増大させるが、最終財部門の労働需要およびゴミ収集部門の労働需要、中間財部門の労働需要を減少させる。

4 都市部にゴミ集積所がある場合と農村部にゴミ集積所がある場合の比較分析

本節では、都市部にゴミ集積所があるケースと農村部にあるケースの市場均衡解の比較分析を通して、途上国の失業問題およびゴミ集積所の設置による都市環境問題に対する途上国政府の対策および先進国の支援のあり方について政策的インプリケーションを提示する。

図2は、農村部にゴミ集積所がある場合の均衡解と都市部にゴミ集積所がある場合の均衡解を比較したものである。図2は都市部にゴミ集積所がある場合の均衡を表している図1に農村部にゴミ集積所がある場合の均衡を表す(36)と(37)の2つの直線を加えたものである。ここで、(36)および(37)は、(19)を L_u について解いて(20)および(21)に代入して得られる。

$$L_y = \frac{(L - L_x)qb}{\left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}\right) \bar{w}} \quad (36)$$

$$L_y = \frac{qb}{\frac{\bar{w}}{\alpha} - \left(1 + \bar{l}_r \left(\frac{\bar{w}}{p^* \alpha}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}\right)} L_x \quad (37)$$

(34)の直線および(36)の直線の位置関係は、都市環境パラメータ λ の大きさに依存して決まる。(34)および(36)の比較により、 λ がある値より大きい場合、図2の左側のようになり、 λ がある値より小さい場合、図2の右側ようになる。すなわち、

$$\lambda > \frac{\bar{w}qb}{\bar{w}qb + (\bar{w} - qb) \frac{aq}{2cp^*}} \Rightarrow \text{図2左側}$$

$$\lambda < \frac{\bar{w}qb}{\bar{w}qb + (\bar{w} - qb) \frac{aq}{2cp^*}} \Rightarrow \text{図2右側}$$

である。

図2より、 λ の大きさに関係なく、 $L_x^* > L_x^{**}$ 、 $L_y^* < L_y^{**}$ が成り立つことが分かる。すなわち、中間財部門の労働需要は農村部にゴミ集積所がある場合の方が大きくなり、一方で最終財部門の労働需要は都市部にゴミ集積所がある場合の方が大きくなる。また、 $L_y^* < L_y^{**}$ が成り立っているの、(6)より $M^* < M^{**}$ となり $L_r^* = \bar{l}_r M^* < L_r^{**} = \bar{l}_r M^{**}$ が成り立つことになる。すなわち、ゴミ収集部門の労働需要は都市部にゴミ集積所がある方が大きいことになる。失業者数については、(24)と(29)を比較しても大小関係は分からないが、(33)より λ が大きくなると都市部にゴミ集積所があるケースでの失業者数が増大することから、 $L_u^* < L_u^{**}$ の関係が成り立ちやすくなる。すなわち、都市環境が改善されると、都市部にゴミ集積所がある場合の方が失業者数が増大する可能性が高い。

命題4 最終財部門およびゴミ収集部門の労働需要は都市部にゴミ集積所がある場合の方が大きい、中間財部門は農村部にゴミ集積所がある場合の方が大きい。また、都市環境が改善されると都

都市部にゴミ集積所がある場合の方が失業者数は大きくなる。

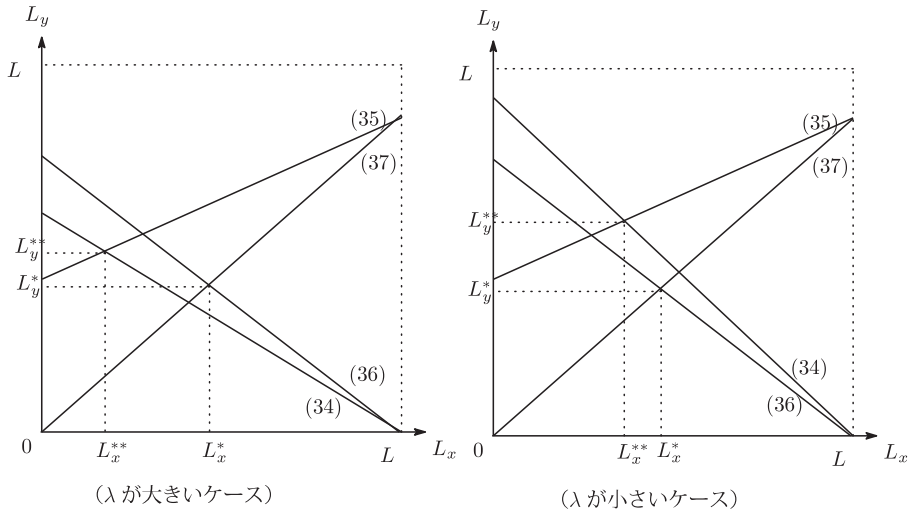


図2：農村部にゴミ集積所があるケースと都市部にゴミ集積所があるケースの比較

以上の考察から、以下のような政策的インプリケーションを導くことができる。都市部にゴミ集積所を設置した場合、失業者はリサイクル活動を行うことにより賃金を得るため間接効用が高まる。したがって、都市部の魅力が高まり都市部への人口流入が生じ農村部にゴミ集積所を設置している場合より最終財部門およびゴミ収集部門の労働需要、失業者は増大する。しかしながら、都市部にゴミ集積所を設置した場合に都市環境を改善するような政策を実施すると、さらに都市の魅力が高まり都市部への人口流入が生じるが、都市部の賃金は固定されていることから最終財部門およびゴミ収集部門に雇用できる人数は限られており、失業者数がさらに増大する。賃金収入が低い失業者数が増大すると最終財の需要量が減少することから、最終財部門の労働需要およびゴミ収集部門の労働需要は逆に減少してしまう。したがって、都市部にゴミ集積所がある場合、都市環境を改善することは、高賃金収入であり間接効用の高い最終財部門およびゴミ収集部門の労働者を減少させ低賃金収入であり間接効用の低い失業者数を増大させることから社会厚生を減少させてしまう。ゆえに、途上国政府は、都市部にゴミ集積所を設置する場合、都市環境整備を行うのではなく、中間財価格を上昇させることで中間財部門の労働需要を高め最終財価格を上昇させ最終財部門の労働需要を高める必要がある。

5 おわりに

本稿では、ゴミ集積所が都市部にある場合と農村部にある場合での各部門の労働需要および失業者の比較分析を行い、途上国政府の政策および先進国の支援のあり方について考察を行った。

分析の結果として、最終財部門およびゴミ収集部門の労働需要は都市部にゴミ集積所がある場合

の方が大きい、中間財部門の労働需要は農村部にゴミ集積所がある場合の方が大きくなる。しかしながら、都市部にゴミ集積所がある場合、都市環境が改善されると失業者数が増大することから途上国政府は中間財価格を上昇させ中間財部門および最終財部門の労働需要を高める必要があることが分かった。

なお、本稿に残された課題は以下の通りである。まず、最終財部門の投入資源として、中間財（ヴァージン資源）とリサイクル資源を同質的に扱っている点である。ヴァージン資源とリサイクル資源の異質性を考慮した分析も今後必要であろう。次に、本稿では、中間財については貿易のあるケースを想定しているが、最終財については貿易のないケースを想定している点である。貿易の形態について様々なケースを想定して分析することも重要であると言える。最後に、本稿では社会厚生分析を行っていない。社会厚生分析を入れて最適な政策手段を検討することが今後の大きな課題と言えるだろう。

参考文献

- [1] Chao, C., J. R. Kervliet, and E. S. H. Yu, 2000, “Environmental Preservation, Sectoral Unemployment, and Trade in Resources,” *Review of Development Economics*, 4, 39–50.
- [2] Daitoh, I., 2003, “Environmental Protection and Urban Unemployment: Environmental Policy Reform in a Polluted Dualistic Economy,” *Review of Development Economics*, 7, 496–509.
- [3] Dean, J. M, and S. Gangopadhyay, 1997, “Export Bans, Environmental Protection, and Unemployment,” *Review of Development Economics*, 1, 324–336.
- [4] 福山博文, 2010, 「ハリス＝トダロ・モデルにおける途上国のリサイクル事業と失業」, 『経済学論集』, 19, 154–172.
- [5] Fukuyama, H. and T. Naito, 2007, “Unemployment, Trans-boundary Pollution, and Environmental Policy in a Dualistic Economy,” *Review of Urban and Regional Development Studies*, 19, 154–172.
- [6] Harris, J. R. and M. P. Todaro, 1970, “Migration, Unemployment and Development: A Two-sector Analysis,” *American Economic Review*, 60, 126–142.
- [7] Medina, M., 2007, 「3Rと途上国における持続可能な消費と生産—インフォーマルセクターを通じた取組み—」, *mimeo*, (IGES 関西研究センター2006年度「産業と環境」国際シンポジウム資料).