

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*

福山博文[†]

鹿児島大学法文学部

1. はじめに

世界各国で環境への対策が議論されるようになって久しい。環境問題の中でも廃棄物問題は地球温暖化問題同様、重要な問題であり早期解決が求められている。特に、途上国の都市部では、人口の増加により廃棄物の発生量が爆発的に増え大変深刻な問題となっている。先進国と比較し途上国の廃棄物問題の特徴として、①ごみ収集サービスが不十分でない、②資源回収（リサイクル）においてインフォーマル部門の関与が強い、③埋立地での環境汚染の発生等が挙げられる。

①は途上国ではインフラ整備が不十分であり、収集システムが技術的に対応できないことからごみが十分に収集されないという問題点である。②は途上国のリサイクルは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重要な役割を果たしており、リサイクル品の価格変動の予測の難しさが民間の業者の参入を阻害しているという問題点である。Medina (2007) によると、世界全体でインフォーマルセクターとして廃棄物のリサイクル（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セクターとして廃棄物のリサイクル（回収）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%はインフォーマルセクターがリサイクル（回収）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セクターの経済に与える影響は非常に大きく、インフォーマルセクターを支援することは、雇用促進、廃棄物埋立地の延命、安価な原材料の企業への供給など持続可能な開発を可能にする。③は埋立地の管理が不十分なことによる衛生上の問題やごみの山（スモークーマウンテン）が崩壊しスカベンジャーが死亡する事故などを引き起こしてしまうという問題点である。

池口（2006）は、アジア諸国を例に途上国の廃棄物処理のレベルを収集状況や処理・処分状況に応じて4つのレベルに分類している。日本は、ごみの分別、物質回収や熱回収といったリサイクル、そして衛生的な埋立処分が行われているレベル4に属しているのに対し、バングラディッシュ、インドネシア、フィリピン、ベトナムといった途上国はシステマティックなごみ収集が行われておらず、開放投棄（オープンダンプ方式）によってごみ処分が行われ、スカベンジャーやウェイストピッカーによるインフォーマルな形でのリサイクルしかなされていないレベル1に分類されている。

* 本稿の作成にあたり、細江守紀先生（熊本学園大学）、内藤徹先生（釧路公立大学）、須賀宣仁先生（北海道大学）、大東一郎先生（東北大学）には大変有益なコメントを頂きました。ここに記して感謝いたします。なお、本稿のすべての誤謬は筆者の責任です。本研究は、平成21年度科学研究費補助金（若手研究(B)、課題番号19730179および基盤研究(C)、課題番号20530203）による研究成果の一部である。

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

このように途上国は先進国に比べ、分別・収集・リサイクル・処分の各過程において技術や人材、資金において乏しく、また環境に対する意識も低いため、先進国以上に廃棄物問題の解決は難しいと言えるだろう。一方で、途上国の都市部では急速な経済発展に伴い農村部から都市部への大量の人口移動が起こり、多くの都市失業者（都市のインフォーマル部門の従事者）が発生している。したがって、途上国政府は廃棄物問題解決に向けた環境政策を実行しつつ失業問題にも配慮しなければならない。本稿の目的は、廃棄物問題を解決し失業問題にも対処できる持続可能な環境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ている。したがって、家計は失業を考慮した都市部の期待賃金と農村における賃金とを比較して都市・農村間の移動を決定し、その両者が一致したとき、都市・農村間の人口移動はなくなる。また、Corden and Findlay(1975)は、ハリス＝トダロ・モデルに都市・農村間の資本移動を加え、小国モデルで考察している。

本稿では、都市部におけるリサイクル部門（フォーマル部門）と都市失業者によるインフォーマルごみ収集行動を考慮したハリス＝トダロ・モデルを用いて、途上国における廃棄物の処理・リサイクル問題と失業問題について考察を行う。これまでハリス＝トダロ・モデルを拡張した研究は数多く存在する。近年はハリス＝トダロ・モデルに環境問題を考慮した研究が進められている。Dean and Gangopadhyay(1997)では、工業部門に投入される中間財（製材）の生産が農業部門に負の影響を与える経済を想定し、最終財である工業財に輸出税をかけ、中間財の輸出を禁止するような政策が経済にどのような影響を与えるのかを検討し、輸出禁止政策は失業に大きな影響を与えない為、このような政策は有効であることを示した。一方、Chao, Kerkvliet and Yu(2000)では、工業部門に投入される中間財の生産が家計の効用に負の影響を与える経済を想定し、中間財の使用制限政策について閉鎖経済モデルおよび開放経済モデルのもとで分析している。Daitoh(2003)では、工業部門に投入される汚染財が家計の効用に負の影響を与える経済を考え、関数の特定化を行うことで環境政策（汚染税）が社会厚生を改善するための十分条件を導き出している。Fukuyama and Naito(2007)では、工業部門に投入される汚染財が農業部門の生産性および家計に負の影響を与える経済を考え、雇用促進政策、環境政策（環境税）、そして汚染削減技術の向上が雇用、汚染財の使用、失業率等に与える影響について考察を行い、環境税の上昇は失業率を改善する可能性があり環境政策の強化は失業率を悪化させるものではなく、経済発展に対し有効な政策であることを示した。

以上より、ハリス＝トダロ・モデルに環境問題を考慮し、途上国の失業問題と環境問題を同時に分析した研究は近年活発に行われているが、途上国の廃棄物問題を取り扱った研究はまだ少ない。大東・柳瀬(2009)はハリス＝トダロ・モデルを用いてリサイクル資源の貿易に関する考察を行っ

ており、リサイクル資源の輸入拡大が途上国の経済にどのような影響を与えるのかを分析しているが、インフォーマルセクターのリサイクル行動について言及していない。そこで、本稿では、途上国の廃棄物処理問題に注目し、これまで廃棄物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セクター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する。また、フォーマル部門としてのリサイクル部門を導入し、政府のリサイクル部門への補助金政策が新たな雇用を創出し経済に正の影響を及ぼすのかどうかについても分析を行っている。

本稿の構成は以下のとおりである。次節では、ハリス＝トダロ・モデルに都市部におけるリサイクル部門（フォーマル部門）と都市失業者によるインフォーマルなごみ収集行動を加えたモデルの構築を行う。3節では、2節において構築されたモデルをもとに均衡条件を導出し、比較静学を行いインフォーマル部門への支援策およびリサイクル部門への補助金政策の効果を検討する。最後に、本稿で分析されたことに関するまとめと分析の中で残された課題についての言及を行う。

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。農村には農業部門が存在し、都市には工業部門とリサイクル部門が存在する。家計は農業財と工業財を消費するが、工業財を消費すると廃棄物を排出する。廃棄物はリサイクル部門によって収集・リサイクルされ工業部門に売却される。一方、都市の失業者はリサイクルされず投棄された廃棄物の山から資源ごみを回収し工業部門に売却することで生計を立てているものとする。また、本稿では小国モデルの開放経済を仮定する。

2.1 生産部門

2.1.1 農業部門

農村には農業部門のみが存在する。農業財の唯一の生産要素は労働のみとする。農業財の生産量を 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。

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

L_x は農業財生産における労働投入量を表わし、 a は限界生産性を表わす。いま農業財の価格を1に基準化するならば、農業部門の利潤関数 Π_x は以下の通り与えられる。

$$\Pi_x = aL_x - w_x L_x \quad (2)$$

ここで、 w_x は農業部門に従事する労働者に支払われる賃金を表す。農業部門における労働市場の競争条件によって、農業部門の賃金 w_x は限界生産性 a に等しくなるので、

$$w_x = a \quad (3)$$

が得られる。

2.1.2 工業部門

工業財は労働と資源の2つの生産要素を用いることで生産される。資源にはヴァージン資源とリサイクル資源の2種類が考えられるが、本稿では分析の簡単化のためリサイクル資源のみを投入するケースを考える。工業部門の労働需要量を L_y 、リサイクル資源需要量を R で表わし、工業財の生産関数を以下のように定義する。

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

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。リサイクル資源はリサイクル部門あるいはインフォーマル部門から購入しその価格を q とおく。また、工業財の国際価格を p (固定) で表す。ここで、工業部門の利潤関数 Π_y は以下の通り表すことができる。

$$\Pi_y = pL_y^\alpha R^{1-\alpha} - \bar{w}L_y - qR \quad (5)$$

利潤最大化の一階条件より、

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

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

と表すことができる。なお、工業部門において発生した利潤は政府によって徴収され家計に一括して配分されるものとする。

2.1.3 リサイクル部門

工業財は家計の消費後、廃棄物となる。リサイクル部門は家計が排出した廃棄物を収集しリサイクルを行い、リサイクル資源を工業部門に供給する。廃棄物を収集・リサイクルしリサイクル資源を生産するには労働を投入しなければならない。ここで、廃棄物の収集・リサイクルに投入される労働量を L_r で表し、リサイクル資源の生産関数を以下のように表す。

$$Z = \theta(L_r)\bar{C}_y \quad (8)$$

\bar{C}_y は家計の工業財の消費量=廃棄物量を表わすものとする。 \bar{C}_y は外生変数であるとする。 $\theta(L_r)$ ($0 < \theta < 1$) は廃棄物量 \bar{C}_y のうちリサイクルされる廃棄物量の割合を示しており、リサイクルへの労働投入量 L_r が増加すると上昇するものとする。すなわち、 $\theta' > 0$ 、 $\theta'' < 0$ を仮定する。リサイクル部門は都市に存在すると仮定するならば、最低賃金 \bar{w} が採用される。いま、途上国政府は

失業対策として、リサイクル部門に対して補助金を与えるものとし、それを s_r で表す。なお、 s_r の原資は先進国からの援助金を充てるものとする。以上より、リサイクル部門の利潤関数は以下のように表すことができる。

$$\Pi_r = q\theta(L_r)\bar{C}_y - (\bar{w} - s_r)L_r \quad (9)$$

利潤最大化の一階条件は、

$$q\theta'(L_r)\bar{C}_y = \bar{w} - s_r \quad (10)$$

となる。なお、リサイクル部門において発生した利潤も政府によって徴収され家計に一括して配分されるものとする。

2.1.4 インフォーマルセクター

廃棄物のリサイクルはリサイクル部門によって行われるが、途上国ではインフォーマルな形で廃棄物の回収が行われているのが現状である。都市において、工業部門にもリサイクル部門にも雇用されなかった都市失業者は、リサイクル部門によってリサイクルされず埋立地に投棄された廃棄物 $(1 - \theta)\bar{C}_y$ から資源になりうるものを取り出し、工業部門に売却することで生計を立てているものとする。ただし、失業者はリサイクル部門と異なり廃棄物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、埋立地に山積みになっている廃棄物の山から有価物を取り出すことができない可能性もある¹。ここで、失業者の有価物獲得確率（有価物獲得努力）を e ($0 \leq e < 1$) とおく。一方で、インフォーマルセクターによる有価物の獲得行動は危険を伴うものである。先述のように途上国の埋立地ではごみ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。有価物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、単位あたりの事故被害額を $v(e) = \frac{b(s)}{2}e^2$ で表わす。 $b(s)$ は事故被害額を表わすパラメータであり、例えば、埋立地の整備が不十分であれば事故の起こる確率は高まるので、そのとき $b(s)$ は大きくなると考えられる。 s は途上国政府のインフォーマルセクターに対する支援金額であり、 s を大きくする（埋立地の整備を行う）と $b(s)$ は減少するものとする ($b' < 0$)。なお、 s の原資は先進国からの援助金を充てるものとする。ここで、失業者の数を L_u とおくと、埋立地に投棄された廃棄物の総量は $(1 - \theta)\bar{C}_y$ であるから、1人の失業者は $\frac{(1-\theta)\bar{C}_y}{L_u}$ の有価物しか獲得できないと仮定すると、代表的失業者の利潤最大化問題は、

$$\max_e \left(qe - \frac{b(s)}{2}e^2 \right) \frac{(1-\theta)\bar{C}_y}{L_u} \quad (11)$$

¹ リサイクル部門が生産するリサイクル資源とインフォーマル部門が生産するリサイクル資源は同質であると仮定する。本稿における「リサイクル」とは、廃棄物から有価物を取り出す工程を意味しており、有価物を加工し製品を作り出す工程は工業部門が行うものとする。

で表わされる。利潤最大化の一階条件は、

$$q = b(s)e \tag{12}$$

となる。

2.2 家計

本稿において家計は都市もしくは農村に居住する。都市に居住する家計は工業部門あるいはリサイクル部門に従事するが、これらの部門に雇用されなかった家計は失業者として都市に居住し廃棄物リサイクルに成功した失業者は所得を得ているが、リサイクルに失敗した失業者は所得を得ていない。一方、農村に居住する家計は農業部門に雇用される。したがって、5つのタイプの家計が存在することになり、それぞれ添え字で農業部門に雇用されている家計を $i = x$ 、工業部門に雇用されている家計を $i = y$ 、リサイクル部門に雇用されている家計を $i = r$ 、失業していて所得を得ている家計を $i = u1$ 、失業していて所得を得ていない家計を $i = u2$ で表すものとする。

ここで、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 、リサイクル部門に雇用される家計の数を L_r 、都市に居住してはいるが工業財部門あるいはリサイクル部門に雇用されない家計の数、すなわち失業者数を L_u で表し、考察する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。

$$L = L_x + L_y + L_r + L_u \tag{13}$$

家計は都市に居住した場合の期待賃金と農村に居住した場合の賃金を比較して、都市に居住するかもしくは農村に居住するかを決定する。農村に居住し農業部門に雇用されている家計は賃金 w_x 、都市に居住し工業部門あるいはリサイクル部門に雇用されている家計は賃金 \bar{w} 、都市に居住し失業している家計は e の確率で有価物を獲得し賃金 $w_u = \frac{(1-\theta)\bar{c}_y}{L_u}q$ を得ている。したがって、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。

$$w_x = \frac{L_y + L_r}{L_y + L_r + L_u} \bar{w} + \frac{L_u}{L_y + L_r + L_u} e w_u \tag{14}$$

なお、家計は賃金以外に工業部門およびリサイクル部門から徴収された税収を一括移転されるが、全家計に等しく配分されるため、ハリス＝トダロ条件：(14) 式には影響を及ぼさないことになる。

各タイプの家計は雇用されている各部門に対し労働を供給することで賃金を得る。また、工業部門およびリサイクル部門から徴収された税収が一括移転される。家計はそれらを工業財および農業財の消費に充てる。ここで、家計の効用関数を以下の通り設定する。

$$U_i = \begin{cases} u(c_x, c_y) & (i = x, y, r) \\ u(c_x, c_y) - v(e) & (i = u1, u2) \end{cases} \tag{15}$$

C_x, C_y は農業財の消費量ならびに工業財の消費量を表わす。ここで、 $u(c_x, c_y)$ はホモセティックな関数を仮定する。工業財の価格と農業財の価格はそれぞれ p と 1 で表されており、予算制約の下で効用最大化問題を解くと、以下のような間接効用関数を導出することができる。

$$V_x = \xi(p)(w_x + T) \quad (16)$$

$$V_y = \xi(p)(\bar{w} + T) \quad (17)$$

$$V_r = \xi(p)(\bar{w} + T) \quad (18)$$

$$V_{u1} = \xi(p)(w_u + T) - v(e) \quad (19)$$

$$V_{u2} = \xi(p)T - v(e) \quad (20)$$

なお、 T は工業部門およびリサイクル部門から徴収された税金の 1 家計あたりの一括移転額を表している。また、 $\xi'(p) < 0$ となる。各タイプの家計は工業財を消費すると消費量と同量の廃棄物を排出する。効用最大化問題より導出された各タイプの家計の工業財の消費量を $c_y^x(p)$ 、 $c_y^y(p)$ 、 $c_y^r(p)$ 、 $c_y^{u1}(p)$ とおくと、経済全体の廃棄物の総量 C_y は、以下ようになる。

$$\bar{C}_y = L_x c_y^x(p) + L_y c_y^y(p) + L_r c_y^r(p) + e L_u c_y^{u1}(p) \quad (21)$$

3. 市場均衡解

前節において、各生産部門の行動および家計の行動に関する定式化を行ってきた。ここでは、市場均衡解 (w_x^* , q^* , e^* , R^* , L_x^* , L_y^* , L_r^* , L_u^*) を求める。まず、農業部門の均衡賃金 w_x^* 、リサイクル資源の均衡価格 q^* を導出する。 w_x^* についてはすでに (3) 式のように農業財の限界生産性に等しくなるよう $w_x^* = a$ に決まる。また、本稿では小国モデルを仮定していることから相対価格 p は外生的に与えられており、都市における生産部門の賃金 \bar{w} も外生的に与えられていることから、リサイクル資源の均衡価格 q^* は、工業部門の 2 つの要素需要を表わす (6) 式および (7) 式から以下のように自動的に求められる。

$$q^* = p(1 - \alpha) \left(\frac{p\alpha}{\bar{w}} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (22)$$

ここで、(22) 式を (12) 式に代入することで、代表的なインフォーマルセクターの有価物獲得努力 e^* は以下のように表すことができる。

$$e^* = \frac{q^*}{b(s)} \quad (23)$$

(23) 式より、インフォーマルセクターに対する支援策 s の上昇に対して有価物獲得努力 e^* は増加することが以下の通り分かる。

$$\frac{de^*}{ds} = -\frac{q^*b'(s)}{b^2(s)} > 0 \quad (24)$$

次に、各部門の均衡労働投入量 (L_x^* , L_y^* , L_r^* , L_u^*) を導出する。まず、(10) 式より、リサイクル部門への均衡労働投入量 L_r^* が求まる。(10) 式について陰関数定理を用いると以下の関係が成り立つ。

$$\frac{dL_r^*}{ds_r} = -\frac{1}{q\theta''(L_r)\bar{C}_y} > 0 \quad (25)$$

(25) 式はリサイクル部門への補助金率 s_r の上昇により、労働投入コストが低下するためリサイクル部門の労働需要は増加することを意味している。

ここで、リサイクル資源市場においては、以下のように工業部門の需要量 R とリサイクル部門の供給量 $\theta(L_r)\bar{C}_y$ およびインフォーマルセクターの供給量 $\frac{(1-\theta)\bar{C}_y}{L_u} \times eL_u$ の和が等しくならなければならない。

$$R = \theta(L_r)\bar{C}_y + (1-\theta(L_r))\bar{C}_ye \quad (26)$$

(26) 式に (10) 式で求められる L_r^* と (23) 式で求められる e^* を代入すると、リサイクル部門のリサイクル資源の均衡需要量 R^* は以下ようになる。

$$R^* = \theta(L_r^*)\bar{C}_y + (1-\theta(L_r^*))\bar{C}_ye^* \quad (27)$$

(27) 式を工業部門の労働需要を表わす (6) 式に代入し式変形すると、工業部門への均衡労働投入量 L_y^* は、

$$L_y^* = \left(\frac{p\alpha}{\bar{w}}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \bar{C}_y[\theta(L_r^*) + (1-\theta(L_r^*))e^*] \quad (28)$$

のように求めることができる。(28) 式を s_r について微分すると、(25) 式より、以下の関係式が成り立つ。

$$\frac{dL_y^*}{ds_r} = \left(\frac{p\alpha}{\bar{w}}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \bar{C}_y\theta' \frac{dL_r^*}{ds_r}(1-e^*) > 0 \quad (29)$$

これは、リサイクル部門への補助金率 s_r の上昇によりリサイクル部門の労働需要が増加しリサイクル資源の供給量が増加するため工業部門の労働需要は増加することを意味している。次に (28) 式を s について微分すると、(24) 式より、以下の関係式が成り立つ。

$$\frac{dL_y^*}{ds} = \left(\frac{p\alpha}{\bar{w}} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \bar{C}_y (1-\theta) \frac{de^*}{ds} > 0 \quad (30)$$

これは、インフォーマルセクターに対する支援策 s の上昇によりインフォーマルセクターの有価物獲得努力水準が上昇しリサイクル資源の供給量が増加するため工業部門の労働需要は増加することを意味している

以上より求めた均衡解 L_y^* , L_r^* , e^* を代入することで (14) 式のハリス＝トダロ条件は次のように書き直すことができる。

$$a = \frac{L_y^* + L_r^*}{L_y^* + L_r^* + L_u} \bar{w} + \frac{e^{*2} b(s) (1 - \theta(L_r^*)) \bar{C}_y}{L_y^* + L_r^* + L_u} \quad (31)$$

(31) 式より、均衡失業者数 L_u^* は、

$$L_u^* = \frac{(\bar{w} - a)(L_y^* + L_r^*) + e^{*2} b(s) (1 - \theta(L_r^*)) \bar{C}_y}{a} \quad (32)$$

のように求めることができる。(32) 式を s_r について微分すると、(25) 式および (29) 式より、以下の関係式が成り立つ。

$$\frac{dL_u^*}{ds_r} = \frac{\bar{w} - a}{a} \left(\frac{dL_y^*}{ds_r} + \frac{dL_r^*}{ds_r} \right) - \frac{e^{*2} b(s) \theta' \bar{C}_y}{a} \frac{dL_r^*}{ds_r} \stackrel{?}{\leq} 0 \quad (33)$$

(32) 式は2つの効果を持つ。まず、リサイクル部門への補助金率 s_r の上昇は工業部門およびリサイクル部門の労働需要を上昇させ都市に移住したときに職を得られる確率を高めるため都市に移住するインセンティブを高めることになる。したがって、第1項は s_r の上昇は失業者の数を増加させる効果を持つ。一方で、第2項は s_r の上昇によって、リサイクル部門によってリサイクルされる廃棄物量が増えることにより、インフォーマルセクターがリサイクルできる廃棄物量が減少するためインフォーマルセクターの利益減少により失業者の数が減少する効果を表している。どちらの効果が大きいかによって (33) 式の符号は決まることになり、例えば、農業部門の限界生産性 α が十分大きいならば、リサイクル部門への補助金率 s_r の上昇は失業者数を減少させることになる。すなわち、失業者数を減少させるためには、リサイクル部門への補助金を補足する形で農業部門の生産性を上昇させることが重要であることを示している。

命題 1 農業部門の限界生産性が十分大きい場合、リサイクル部門への補助金率の上昇は失業者数を減少させる。

次に、(32) 式を s について微分すると、(24) 式および (30) 式より、以下の関係式が成り立つ。

$$\begin{aligned} \frac{dL_u^*}{ds} &= \frac{\bar{w} - a}{a} \frac{dL_y^*}{ds} + \frac{2eb(s)(1-\theta)\bar{C}_y}{a} \frac{de^*}{ds} + \frac{e^{*2}b'(1-\theta)\bar{C}_y}{a} \\ &= \frac{\bar{w} - a}{a} \frac{dL_y^*}{ds} - \frac{e^{*2}(1-\theta)\bar{C}_yb'}{a} > 0 \end{aligned} \quad (34)$$

(34) 式は2つの正の効果を持つ。インフォーマルセクターに対する支援金 s の上昇は工業部門の労働需要を上昇させ都市に移住したときに職を得られる確率を高めるため都市に移住するインセンティブを高める。したがって、 s の上昇は失業者の数を増加させる効果を持つ。また、 s の上昇は失業者の有価物を獲得する確率を高めるため失業者を増やす効果も持つ。

命題2 インフォーマルセクターに対する支援金額の上昇は失業者数を増加させる。

最後に、人口制約 (13) 式より、農業部門への均衡労働需要量 L_x^* が以下のように求められる。

$$L_x^* = L - L_y^* - L_r^* - L_u^* \quad (35)$$

(35) 式を s_r, s についてそれぞれ微分すると、以下の関係式が成り立つ。

$$\frac{dL_x^*}{ds_r} = -\frac{dL_y^*}{ds_r} - \frac{dL_r^*}{ds_r} - \frac{dL_u^*}{ds_r} \geq 0 \quad (36)$$

$$\frac{dL_x^*}{ds} = -\frac{dL_y^*}{ds} - \frac{dL_u^*}{ds} < 0 \quad (37)$$

(37) 式より、インフォーマルセクターに対する支援策 s の上昇はインフォーマル部門および工業部門の労働需要を高めることから農業部門の労働需要を減少させることになる。一方、リサイクル部門への補助金率 s_r の上昇は失業者数に対して効果が定まらないので農業部門の労働需要への効果も定まらないことになる。

4 厚生分析

本節ではリサイクル部門への補助金率 s_r およびインフォーマルセクターに対する支援金額 s が社会厚生に与える影響について分析する。ここで、社会厚生関数を以下のように、経済全体における家計の間接効用の和として表すことにする。

$$W = L_x^*V_x + L_y^*V_y + L_r^*V_r + e^*L_u^*V_{u1} + (1 - e^*)L_u^*V_{u2} \quad (38)$$

ここで、(38) 式に (16) 式から (20) 式を代入し、さらに (35) 式を代入して (38) 式を変形すると、社会厚生関数は以下のように書き直せる

$$\begin{aligned}
 W &= L_x^* \xi(p) a + L_y^* \xi(p) \bar{w} + L_r^* \xi(p) w + L_u^* \xi(p) e^* w_u - \frac{b(s)}{2} e^{*2} (1 - \theta(L_r^*)) \bar{C}_y + L \xi(p) T \quad (39) \\
 &= L \xi(p) a + \xi(p) (\bar{w} - a) (L_y^* + L_r^*) - L_u^* \xi(p) a + \left[b(s) e^{*2} \xi(p) - \frac{b(s)}{2} e^{*2} \right] (1 - \theta(L_r^*)) \bar{C}_y + L \xi(p) T
 \end{aligned}$$

L_y^* , L_r^* , L_u^* は工業部門への補助金 s_r の関数であるので社会厚生関数 W も s_r の関数になっている。社会厚生 (39) 式を s_r で微分し整理すると、

$$\frac{dW}{ds_r} = \xi(p) (\bar{w} - a) \left(\frac{dL_y^*}{ds_r} + \frac{dL_r^*}{ds_r} \right) - \xi(p) a \frac{dL_u^*}{ds_r} - (2\xi(p) - 1) \frac{b(s)}{2} e^{*2} \bar{C}_y \theta' \frac{dL_r^*}{ds_r} \quad (40)$$

となる。(40) 式の第1項は s_r の上昇により農業部門から工業部門およびリサイクル部門で雇用される家計が増えることで賃金の上昇が生じ、その分間接効用が上昇するという正の効果を表している。第2項は s_r の上昇により農業部門から都市に移り住み失業状態になった家計が増えることで賃金の減少が生じ、その分間接効用が減少するという負の効果を表している。第3項は s_r の上昇によりリサイクル部門の労働需要が増加し埋立地に投棄される廃棄物が減少し獲得できる有価物が減少してインフォーマルセクターの間接期待効用が減少するという負の効果を表している。

さらに、(42) 式に (24) 式および (34) 式を代入し変形すると、

$$\frac{dW}{ds_r} = \frac{b(s)}{2} e^{*2} \theta' \bar{C}_y \frac{dL_r^*}{ds_r} > 0 \quad (41)$$

となり、 s_r の上昇は社会厚生を上昇させることが分かる。以上のことから、次の命題3が成り立つ。

命題3 リサイクル部門への補助金率の上昇は社会厚生を改善する。

次に、 L_y^* , L_u^* , e^* はインフォーマルセクターへの支援金額 s の関数であるので社会厚生関数 W も s の関数になっている。社会厚生 (39) 式を s で微分し整理すると、

$$\frac{dW}{ds} = \xi(p) (\bar{w} - a) \frac{dL_y^*}{ds} - \xi(p) a \frac{dL_u^*}{ds} + b(s) e^* (2\xi(p) - 1) \frac{de^*}{ds} (1 - \theta) \bar{C}_y + \left(\xi(p) - \frac{1}{2} \right) b' e^{*2} (1 - \theta) \bar{C}_y \quad (42)$$

となる。(42) 式の第1項は s の上昇により農業部門から工業部門で雇用される家計が増えることで賃金の上昇が生じ、その分間接効用が上昇するという正の効果を表している。第2項は s の上昇により農業部門から都市に移り住み失業状態になった家計が増えることで賃金の減少が生じ、その分間接効用が減少するという負の効果を表している。第3項および第4項は s の上昇によりインフォーマルセクターの有価物獲得確率が上昇しインフォーマルセクターの期待賃金が上昇しインフォーマルセクターの間接期待効用が増大するという正の効果と s の上昇により失業者数が増大し事故被害を受ける確率が高まるという負の効果を表している。

さらに、(42) 式に (24) 式および (34) 式を代入し変形すると、

$$\frac{dW}{ds} = \frac{e^{*2}}{2}(1-\theta)\bar{C}_y b' < 0 \quad (43)$$

となり、 s の上昇は社会厚生を悪化させてしまうことを意味している。すなわち、インフォーマルセクターへの支援金額の上昇はインフォーマルセクターの有価物獲得確率を上昇させインフォーマルセクターの期待賃金を上昇させるが、その一方でインフォーマルセクターへの支援金額の上昇は失業者数を増大させるため、失業者一人あたりの有価物獲得量は減少し、また事故被害を受ける確率が高まってしまうため、社会厚生は悪化することになる。以上のことから、次の命題3が成り立つ。

命題4 インフォーマルセクターに対する支援金額の上昇は社会厚生を悪化させてしまう。

1. おわりに

本稿では、都市におけるリサイクル部門（フォーマル部門）と都市失業者によるインフォーマルなごみ収集行動を考慮したハリス＝トダロ・モデルを用いて、途上国における廃棄物の処理・リサイクル問題と失業問題について考察を行った。特にリサイクル部門への補助金とインフォーマルセクターへの支援策が途上国の社会厚生にどのような影響を及ぼすのかを明らかにした。

分析の結果として、リサイクル部門への補助金率の上昇は社会厚生を上昇させ、逆にインフォーマルセクターへの支援金額の上昇は社会厚生を悪化させることを示した。これは、途上国で深刻な問題になっている廃棄物問題と失業問題を同時に考えた場合、これまで途上国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セクターを支援することよりもリサイクル部門に補助金を与え成長させることが途上国の社会厚生上昇に繋がるということの意味しており、本稿の分析結果は途上国への援助を考える上での政策的インプリケーションを与えている。

一方、本稿の分析で今後改善されるべき点がいくつかある。1つ目は、本稿では開放経済の小国モデルを前提として議論を進めてきた点である。閉鎖経済モデルでの分析を行い、本稿で得た結果と比較してみることが今後必要であると考えられる。

2つ目は、本稿ではリサイクル部門への補助金やインフォーマル部門への支援金の原資は先進国からの援助金が充てられることを想定しこれらの政策を外生的に取り扱ってきた点である。今後は途上国政府の予算制約も含めた分析を行い最適な補助金率および支援金額を求めることは非常に有益であろう。

3つ目としては、本稿のモデルに大東・柳瀬（2009）のようにリサイクル資源の輸入を考慮することも大変興味深い拡張であると言える。これら残された点については今後の課題としたい。

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] Corden, W.M. and R. Findlay, 1975, “Urban Unemployment, Intersectoral Capital Mobility and Development,” *Economics*, 42, 59-78.
- [3] Daitoh, I., 2003, “Environmental Protection and Urban Unemployment: Environmental Policy Reform in a Polluted Dualistic Economy,” *Review of Development Economics*, 7, 496-509.
- [4] 大東一郎・柳瀬明彦, “Waste Recycling and International Trade in a Dualistic Economy,” *mimeo*, (2009年度日本応用経済学会春季大会報告論文).
- [5] Dean, J. M, and S. Gangopadhyay, 1997, “Export Bans, Environmental Protection, and Unemployment,” *Review of Development Economics*, 1, 324-336.
- [6] 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.
- [7] Harris, J. R. and M. P. Todaro, 1970, “Migration, Unemployment and Development: A Two-sector Analysis,” *American Economic Review*, 60, 126-142.
- [8] 池口孝, 2006, 「開発途上国のごみ処理－現状と課題, そして解決策－」, *mimeo*, (平成18年度埼玉県環境科学国際センター講演会特別講演資料).
- [9] 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).