

開発途上国農村部における災害リスク下の 人的資本の蓄積過程に関する研究： インフォーマル保険と人口流出に着目して

張詩雨¹・横松宗太²

¹学生会員 京都大学大学院工学研究科 (〒 611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所)
E-mail: shiyu.zhang@drs.dpri.kyoto-u.ac.jp

²正会員 博士(工学) 京都大学准教授 防災研究所 (〒 611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)
E-mail: yoko@drs.dpri.kyoto-u.ac.jp

本研究では、世代間の外部性を考慮した3期間生存世代重複モデルを定式化し、途上国農村部における自然災害リスク下の人的資本の蓄積過程について分析する。また、インフォーマル保険の典型例である準クレジット契約と、家畜による貯蓄を取り上げ、それらが人的資本の蓄積及び人口流出に与える影響について考える。分析の結果、インフォーマル保険が存在しない場合には、災害によって農家は生活を維持するための収穫が得られず、都市へと転出する可能性が高いことが示された。また、人的資本の水準が低いほど人的投資をしないという悪循環が存在することが判明した。農家間の相互扶助の仕組みである準クレジットは、災害による集団転出を抑えるのに有効であるが、個人の人的資本の水準を引き下げる可能性もある。一方で、家畜による貯蓄は、人的資本の増加と転出確率の減少を同時に達成することなどが明らかになった。

Key Words : human capital, disaster, informal insurance, emigration, overlapping generation model, agriculture, developing country

1. はじめに

「災害と貧困」の問題は、国連開発計画 (UNDP) や世界銀行、国、NGO 等によっても深刻に認識されており、さまざまな援助が行われている。とりわけ自然条件が生産水準を決定する農業に従事している人々にとって、災害は貧困の根源的な要因である。

貧困層の人々の特徴に、彼らが金銭的な貯蓄をもたない点や、容易に金融機関から借入を行えない点がある。貯蓄や借入は保険機能を有するので、それらをもたないことは災害に対する脆弱性を高めているといえる。

開発途上国の農村地域では、概して自給自足の生活がなされているので、天候が良好であれば最低水準の食糧を得ることができる人々が多い。一方、貨幣を用いた市場取引が盛んではないところも多く、金銭的貯蓄をほとんどもたない人々も多い。したがって自然災害や飢饉によって収穫が得られないと、農家は生存が脅かされてしまうであろう。そのような農家は、都市に出て未熟練労働者として働き、急場をしのぐための収入を得るしかなくなるものと推察される。

しかしながら、農村から都市への人口移動自体は途上国の社会現象となっているものの、実際に災害をきっかけとして起こった事例は多くない。その理由は、多

くの農村社会が独自の保険システムをもっているからではないかと考えられる。例えば、同じコミュニティの農家の間で、資金や作物、労働を無利息で貸し借りすることは途上国の農村部では普遍的な現象である。このような約束をする動機は、「私が今あなたを援助してあげる代わりに、将来私の収穫が少ない時に援助してもらいたい」¹⁾と農民たちが思っているからである。このような仕組みは「準クレジット (Quasi-Credit)」と呼ばれている²⁾。また、収穫に恵まれた年に余剰で家畜を購入し、収穫が少ない年に売買したり食したりすることによって、現在の消費と将来の消費を平準化するという災害リスクを時間的に分散する仕組みもある。このような仕組みは正式な保険ではないが、災害のリスクファイナンスの機能を果たしているので、インフォーマル保険と呼ぶことができる。様々なインフォーマル保険は、災害をきっかけとする人口流出を抑え、農村社会を安定させる一方、農村社会の成長の停滞に繋がることもあり得る。具体的には、農民が現状の生活に慣れると、新しい技能の獲得や技術革新、品種開発、品質改良などの意欲が失われてしまうことが考えられる。

Devereux(2001)³⁾は家畜といった形の貯蓄や家計同士の助け合いが農業生産の脆弱性と不確実性への対応とする保険メカニズムであると論じている。また、彼

は農民たちの自発的な対応は農業生産の効率を低めることを指摘している。Platteau and Abraham (1987)²⁾は準クレジットの特徴及び役割について分析している。黒崎・澤田 (1999)⁴⁾は途上国農村における家計の消費安定化が実現する際に、相互保険が大きな役割を果たしていることをパキスタンで行われた実証研究で示している。相互保険によって、農家は村落内部で生じる個人的なショック (idiosyncratic shock) を平準化できるが、集合的なショック (collective shock) に対応できないことも指摘している。また、転出が人的資本形成に与える影響は、Vidal(1997)⁵⁾によって論じられている。Vidal(1997)は世代重複モデルの枠組みで、個人の人的資本は前世代の外部性を受けながら、自分自身の人的投資によって形成されると主張している。また、農業に関する教育やトレーニングなどの人的投資については、Alamら (2009)⁶⁾やRodgers(1994)⁷⁾などによって分析されている。特に、Huffman(2001)⁸⁾は人的投資に着目して農村の発展を分析する際に、3期間生存モデルが妥当であると指摘している。

開発途上国において、農民が貧困状態から抜け出せない悪循環、すなわち「貧困の罠 (Poverty trap)」について分析した研究も数多く存在する。それらのうち、信用市場の不完全性と貧困の罠の関係を分析した研究として、例えば、Ljungqvist(1993)⁹⁾は教育投資の非分割性に着目し、個人が将来の所得を担保とした借入ができないことが教育への支出を不可能にしていることを指摘している。Galor and Zeira(1993)¹⁰⁾は、マクロ経済の視点から、教育投資の非分割性と金融市場のモニタリングコストの存在によって貧富の差が拡大する構造を記述している。以上のモデルでは、将来の貧富の決定要因が、初期資産の水準であると考えられている。一方、Eswaran and Kotwal(1990)¹¹⁾は、信用市場へのアクセシビリティが社会の階層化に繋がることを示している。また、Rosenzweig and Wolpin(1993)¹²⁾やZimmerman and Carter(2000)¹³⁾は、不確実性に対する農民の行動に着目している。後藤 (2008)¹⁴⁾は、災害によって農民が担保としての土地を失う問題に着目している。

本研究では、自然災害や不作への対策として農村社会が作り出してきたインフォーマル保険の典型例として、準クレジット契約と家畜の飼育を取り上げる。そしてそれらの制度が農民の人的資本の蓄積及び人口流出に与える影響を分析する。モデルでは生存必要消費水準という概念を導入し、被災した農民の選択を嗜好の問題としてではなく、生存できるかどうかの問題として定式化する。また、世代間の外部性を、途上国の農業における人的資本形成のための重要な要素として取り込む。以下、2. では農村家計の3期間世代重複モ

デルを定式化し、インフォーマル保険がない場合を対象に家計の最適化行動と人的資本蓄積経路を導出する。3. と 4. では準クレジット契約と家畜が存在する場合の最適化行動を分析し、インフォーマル保険が人的資本の形成に与える影響について分析する。5. では本研究の結論を取りまとめる。

2. インフォーマル保険がない場合の人的資本の成長過程

(1) 基本モデルの設定

農村地域で農業を営む代表的な家族を考える。当該家系は祖父と親と子の3人からなっている。この世代間の連なりを3期間生存世代重複モデルにより表現する。各世代の個人は若年期、壮年期、老年期の3期間を生存する。若年期には学習のみ行うものとする。この期には親の農業を手伝うことを通じて農業の技能や知識を身につけるものとする。そのような学習の努力を人的資本への投資と呼び、 z_t により表すものとする。下付き t は、 t 期に生まれた個人 (世代 t) の変数であることを意味する。若年期の人的投資 z_t によって、壮年期の期初に世代 t の人的資本 h_t は以下の水準に形成されるものと仮定する。

$$h_t = 1 + h_{t-1}^\beta z_t^\alpha \quad (0 < \alpha < 1, 0 < \beta < 1) \quad (1)$$

すなわち人的投資の限界効果は、親の人的資本 h_{t-1} によって大きくなる。人的資本の形成に世代間の外部性が存在するものと仮定する。そして、まったく努力をしない、すなわち人的投資がゼロの場合の人的資本は1になるものとする。なお、 α と β はそれぞれ、人的投資の効果と世代間の外部性の強さを表している。また、世代 t の個人が壮年期に都市に転出する場合、当該個人は子どもを連れて農村地域を離れるものと仮定する。よって、転出が起こる場合、その家系に伝わる農業の技能の継承は途絶えることになる。このとき老人は農村地域に残るものと仮定する。

農業の生産技術は土地と人的資本の積で与えられるものとする。土地の大きさは1人当たり1単位とし、壮年期の人的資本水準 h_t が家計の生産水準を決定するものと仮定する。そして災害 θ によって収穫が少なくなるとする。それによって災害後の個人の収穫は $h_t \cdot 1 - \theta$ で与えられるものと仮定する。家族全員の収穫は、壮年期の親がもつ人的資本と災害の被害で決められる。ただし災害 θ は $0 \leq \theta \leq 1$ の範囲の確率変数であり、確率密度関数 $f(\theta) = 1(0 \leq \theta \leq 1)$ の一様分布を仮定する。また、生産 $h_t \cdot 1$ や災害被害 θ は、家計の中の1人当たりの量を表すものと仮定する。すなわち実際には家族3人分に相当する3倍の量が存在するものとする。また、モデルの単純化のため、個人は完全に利己的で、

親は子供に対する利他的選好をもたないものと仮定する．利他的選好を導入したとしても，本研究の本質的結論は変わらない．

個人の効用は，消費による効用から人的投資すなわち努力の費用を減じることにより定義する．各期の消費による効用は，収穫 $h_t \cdot 1 - \theta$ から生存必要消費量を差し引いたものにより与えられるものとする．生存必要消費量とは，生存するための最低限の消費量であり，若年期と壮年期は1期間当たり1の量と仮定する．生存必要消費による効用を0に基準化し，それ以上の消費が正の効用を生み出すものとする．なお，老年期には学習も仕事もしないので消費エネルギーが少ないものと考え，生存必要消費量は0と仮定する．都市に転出した場合，壮年期の個人は未熟練労働者として働くこととなり，生存必要消費水準と等しい最低賃金しか得られないものとする．よってこのときの効用は0となる．また，家計はリスク中立的とする．

個人の視野は1期先までとする．つまり若年期には壮年期までのことを考え，壮年期には老年期までのことを考えることとする．これを効用の割引因子を使って表すと，1期先の割引因子を $\delta_1 = 1$ ，2期先の割引因子を $\delta_2 = 0$ となる．本章の基本モデルでは個人的意思決定問題は若年期の人的投資問題のみとなるため，老年期を考慮した計算が行われることはない．4. では老年期の考慮が必要となる場合を扱う．

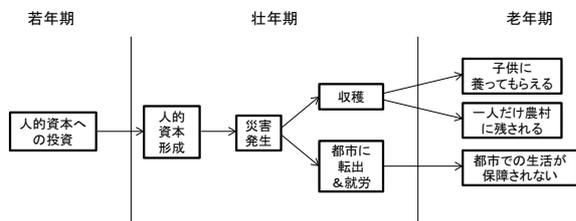


図-1 イベントの順序

イベントの発生順序を図-1 のように仮定する．災害被害 θ の密度関数 $f(\theta) = 1$ の情報は事前に公開されているとする．個人は若年期にリスクを考慮した上で人的投資水準 z_t を決定する．壮年期の初めの時点で人的資本が形成され，その後に災害が発生する．災害後，自分の h_t と θ の値によって，収穫を見積もることができる．このとき，個人が農村に残ることができる唯一の条件は，生存必要消費1以上の収穫が得られることとなる．よって，見積もった収穫が1以上の場合は農村に残り，そうでない場合は収穫をせずに，子を連れて都市へ転出する．壮年期に収穫をして農村での生活を続けた場合，老年期には子世代に農業生産を任せる．子が災害後にも収穫できる場合は子に養ってもらえ， $h_{t+1} \cdot 1 - \theta$ の消費ができる．子が災害後に都市に転出すると，老年期の個人は1人だけ農村に残されることになる．本

章の基本モデルではこのときの老年期の消費はゼロになり，この期の効用もゼロになる．一方，個人が壮年期に都市に転出した場合にも，老年期には働けないため収入と効用はゼロと仮定する．

(2) 人的資本の蓄積経路

災害後の意思決定から後ろ向きに考える．実際に θ の災害が発生した場合，壮年期の個人が農村に残れるかどうかを次のように判定する．

$$h_t - \theta \geq 1 \Leftrightarrow \theta \leq \tilde{\theta}(h_t) := h_t - 1 \Rightarrow \text{Stay} \quad (2a)$$

$$\theta > \tilde{\theta}(h_t) \Rightarrow \text{Leave} \quad (2b)$$

$\tilde{\theta}(h_t)$ を臨界災害水準と呼ぶ．臨界災害水準は人的資本水準の関数となる．“ Stay ”は農村地域にとどまることを，“ Leave ”は都市へと転出することを意味する．上式の {Stay, Leave} の選択を図-2 に示す．図-2 の斜線部分の高さは各 θ に対応した壮年期の個人の消費の効用を表す． θ の一様分布の仮定より，斜線部分の面積は人的資本が h_t のときの消費の期待効用を表している． h_t が2よりも大きくなると，図-2(b) に示すように，転出する可能性がなくなる．

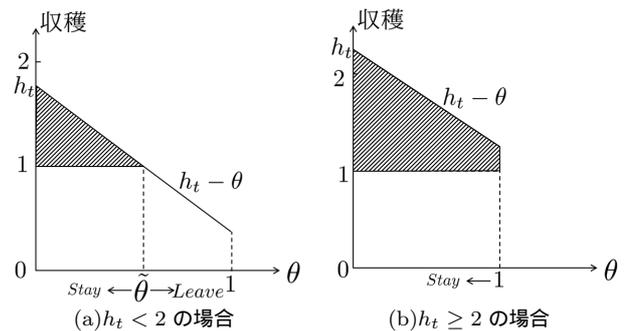


図-2 災害と収穫，転出の関係

若年期の意思決定問題を考える．若年期は災害リスクに応じて人的資本への投資を決定する段階である．人的投資 z_t の費用を z_t^2 と仮定する．この投資の問題は自身の人的投資の結果 $h_t < 2$ となる場合と， $h_t \geq 2$ となる場合に分けて考える必要がある．個人の視野が1期先までという仮定より，ここでは老年期の効用は考慮されない．

(1) $h_t < 2$ の場合

$$\max_{z_t} EU = \int_0^{\tilde{\theta}(h_t)} (h_t - \theta - 1) \cdot f(\theta) d\theta - z_t^2 \quad (3)$$

ただし $h_t = h_t(z_t)$ は式(1)を満たす．1階の最適化条件より，最適な投資水準 z_t^* は以下のように決まる．

$$z_t^*(h_{t-1}) = \left(\frac{\alpha}{2}\right)^{\frac{1}{2-2\alpha}} h_{t-1}^{\frac{\beta}{1-\alpha}} \quad (4)$$

すなわち親世代の人的資本 h_{t-1} の関数になる．上式を式(1)に代入すると，最適な h_t は h_{t-1} の関数として次

のように表される．

$$h_t^*(h_{t-1}) = 1 + h_{t-1}^\beta z_t^*(h_{t-1})^\alpha = 1 + \left(\frac{\alpha}{2}\right)^{\frac{\alpha}{2-\alpha}} h_{t-1}^{\frac{\beta}{1-\alpha}} \quad (5)$$

若者の合理的行動によって、与えられた h_{t-1} に対して、 z_t は $z_t^*(h_{t-1})$ に、 h_t は $h_t^*(h_{t-1})$ に一意に決まる．上式に示すように、 h_t の形成は h_{t-1} に関して逓増する場合と逓減する場合に分けられる．

$$\frac{\beta}{1-\alpha} > 1 \Leftrightarrow \alpha + \beta > 1 \Rightarrow \text{逓増} \quad (6a)$$

$$\alpha + \beta \leq 1 \Rightarrow \text{逓減} \quad (6b)$$

すなわち、自身の努力の効果 α と、親の技能や知識ストック水準の効果 β の和が 1 より大きければ（小さければ）、 $h_t < 2$ の範囲で $h_t^*(h_{t-1})$ は h_{t-1} に関して収穫逓増（逓減）となる．

(2) $h_t \geq 2$ の場合

$$\max_{z_t} EU = \int_0^1 (h_t - \theta - 1) \cdot f(\theta) d\theta - z_t^2 \quad (7)$$

ただし $h_t = h_t(z_t)$ は式 (1) を満たす．式 (7) の積分範囲は式 (3) のそれよりも広いので、 $h_t \geq 2$ の場合の方が人的投資による限界的效果が大きくなる．1 階の最適化条件より、最適な投資水準 z_t^* は以下のように決まる．

$$z_t^*(h_{t-1}) = \left(\frac{\alpha}{2}\right)^{\frac{1}{2-\alpha}} h_{t-1}^{\frac{\beta}{2-\alpha}} \quad (8)$$

すなわち親の人的資本 h_{t-1} の関数になる．上式を式 (1) に代入すると、最適な h_t は h_{t-1} の関数として次のように表される．

$$h_t^*(h_{t-1}) = 1 + h_{t-1}^\beta z_t^*(h_{t-1})^\alpha = 1 + \left(\frac{\alpha}{2}\right)^{\frac{\alpha}{2-\alpha}} h_{t-1}^{\frac{2\beta}{2-\alpha}} \quad (9)$$

ここでも、与えられた h_{t-1} に対して、 z_t は $z_t^*(h_{t-1})$ に、 h_t は $h_t^*(h_{t-1})$ に一意に決まる．上式に示すように、 h_t の形成は h_{t-1} に関して逓増する場合と逓減する場合に分けられる．

$$\frac{2\beta}{2-\alpha} > 1 \Leftrightarrow \alpha + 2\beta > 2 \Rightarrow \text{逓増} \quad (10a)$$

$$\alpha + 2\beta \leq 2 \Rightarrow \text{逓減} \quad (10b)$$

すなわち、自身の努力の効果 α と、親の技能や知識ストック水準の効果 β の 2 倍の和が 2 より大きければ（小さければ）、 $h_t \geq 2$ の範囲で $h_t^*(h_{t-1})$ は h_{t-1} に関して収穫逓増（逓減）となる．

(1) と (2) を比較すると、 $h_t < 2$ の場合と $h_t \geq 2$ の場合では、最適人的投資水準は式 (4) と式 (8) が示すように異なった形になっていることが分かる．この違いの原因は期待効用の積分範囲が違うことにある．すなわち、 $h_t \geq 2$ の場合では人的投資の増加はあらゆる規模の災害下で効用を改善している一方、 $h_t < 2$ の場合では人的投資の増加は臨界災害水準 $\tilde{\theta}(h_t)$ を超える災害下での効用を改善していない．

また、式 (6) と式 (10) で場合を分け、人的資本 h_t の蓄積経路を図 3～図 5 のように描ける． $h_t < 2$ の部分と $h_t \geq 2$ の部分の蓄積経路をそれぞれ赤色と青色で表

している．また 45 度線との交点では、「●」と「○」により、それぞれ安定な定常点と不安定な定常点を表している．定常点では $h_t = h_{t-1}$ なので、人的資本の水準が変わらない定常状態に入る．

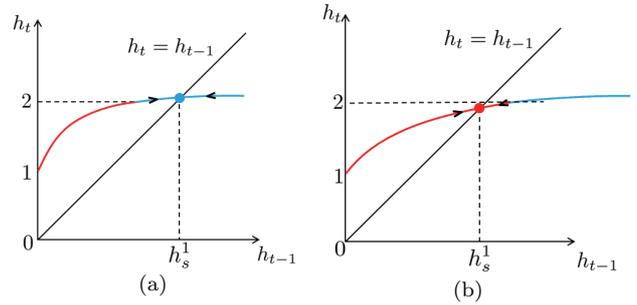


図-3 人的資本の蓄積経路
(Case1: $\alpha + \beta < 1$, $\alpha + 2\beta < 2$ の場合)

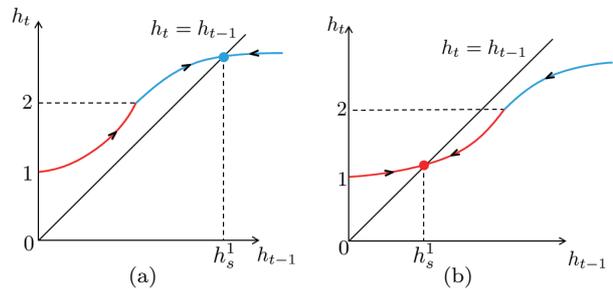


図-4 人的資本の蓄積経路
(Case2: $\alpha + \beta > 1$, $\alpha + 2\beta < 2$ の場合)

Case1 ($\alpha + \beta < 1$, $\alpha + 2\beta < 2$) では、(a) も (b) も一つの安定な定常点がある．(a) の定常点は $h_t > 2$ の範囲にある．この定常状態は、どのような規模の災害が発生しても転出する可能性がない状態である．これを「レジリエントな定常状態」と呼ぶこととする．また、(b) の定常点は $h_t < 2$ の範囲に入り、災害の規模によっては転出の可能性のある定常状態である．これを「脆弱な定常状態」と呼ぶこととする．このケースでは、最初に定常状態より高い人的資本を持っていても、時間が経つと最終的に定常状態の人的資本水準 h_s^1 に到達する．特に (b) の場合、最終的に脆弱な人的資本に辿り着く．

Case2 ($\alpha + \beta < 1$, $\alpha + 2\beta > 2$) では、Case1 と同じように (a) と (b) はそれぞれレジリエントな定常点と脆弱な定常点に収束することを表している．

Case3 ($\alpha + \beta > 1$, $\alpha + 2\beta > 2$) では、 α と β のとる値によって、5 通りの場合が考えられる．(a) では 45 度線との交点がないため、人的資本は初期の水準に関係なく成長し続けることができる．(b) では一つのレジリエントな定常点が存在し、Case1 と Case2 の (a) の場合と同じように解釈できる．(c) ではレジリエントな定常点が二つ生じ、低位の定常点 h_s^1 は安定で、高位の定常点 h_s^2 は不安定である．理論上、不安定な定常点 h_s^2 を超える家計は発展し続けることが可能であるが、数値計算によって h_s^2 は莫大な値をとることがわかったため (h_s^2

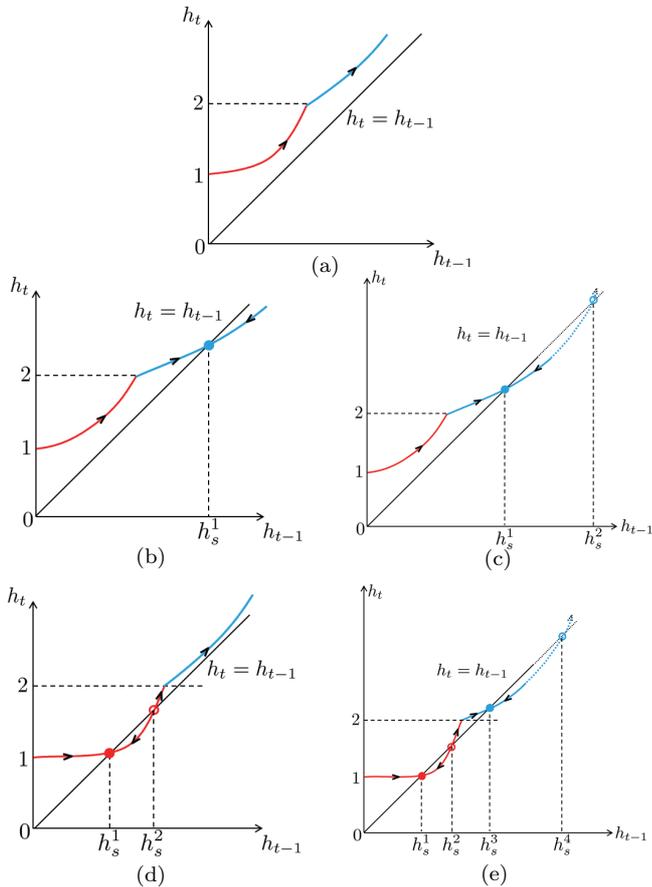


図-5 人的資本の蓄積経路
(Case2: $\alpha + \beta > 1$, $\alpha + 2\beta > 2$ の場合)

は 1000 を超え、本モデルが設定する 1 以下の災害規模や生存必要消費量とは規模が 3 桁違う) , 本研究では注意を払う必要がないと考える . よって , 実質的に (c) は (b) と同様の蓄積経路を示すものと考えてよい . (d) は (c) と逆で , 脆弱な定常点が 2 つでき , 低位の定常点 h_s^1 は安定で , 高位の定常点 h_s^2 は不安定である . h_s^2 以上の人的資本からスタートしたプロセスは成長を続ける一方で , h_s^1 と h_s^2 の間からスタートした場合 , 人的資本が次第に小さくなって , h_s^1 に収束する . これは初期状態から格差が拡大する構造である . (e) では脆弱な定常点 (h_s^1, h_s^2) とレジリエントな定常点 (h_s^3, h_s^4) が 2 つずつできている . h_s^1 と h_s^3 は安定な定常点で , h_s^2 と h_s^4 は不安定な定常点である . (c) と同様に , h_s^4 を超える家計にとっては発展し続けるのが理論的には可能であるが , この点も極めて高いところにあるため , 本研究の関心の対象とはしない . この場合 , h_s^2 以上の人的資本からスタートした場合には発展し続けることができず , 人的資本の上限 (h_s^3) が存在する . この蓄積経路では , 時間が経つと人的資本が高いレジリエントなグループと人的資本が低い脆弱なグループができ , 二極化する . なお , $h_t < 2$ の範囲と $h_t \geq 2$ の範囲の人的資本の蓄積関数 $h_t^*(h_{t-1})$ の形状の組み合わせについて , 上記以外のパターンも考えられるが , 本モデルのパラメータの範

囲で網羅的に行った数値計算では他のパターンの存在は確認されなかった .

(3) 災害の影響

農村コミュニティごとに人的資本の水準が異なり , そこに同一の水準の災害 $\hat{\theta}$ ($0 < \hat{\theta} < 1$) が発生する状況を考えよう . {Stay, Leave} を決める条件 (2a)(2b) を人的資本の水準に関して整理すると以下ようになる .

$$h_t - \hat{\theta} \geq 1 \Leftrightarrow h_t \geq \hat{h}_t(\hat{\theta}) := 1 + \hat{\theta} \Rightarrow \text{Stay} \quad (11a)$$

$$h_t < \hat{h}_t(\hat{\theta}) \Rightarrow \text{Leave} \quad (11b)$$

$\hat{h}_t(\hat{\theta})$ を災害 $\hat{\theta}$ に対する臨界的資本水準と呼ぶこととする . 災害がなければ , $h_t > 1$ は常に成り立つので , 転出は起こらないが , 災害のため $h_t < \hat{h}_t$ の農村の家計は転出する . 図-6 で分かるように , 最終的に $h_t < 2$ の脆弱な定常点に収束する農村では , 大規模な災害が起これば農家が転出して農村が消滅するリスクに恒久的に晒されることになる . 一方 , $h_t > 2$ のレジリエントな定常点に向かっていて農村では , 時間が経つとレジリエントな定常状態に辿り着けるが , 発展の過程で大きな災害が発生すると農家が都市に転出する .

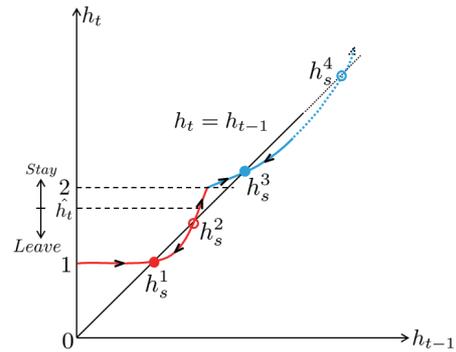


図-6 災害による家計の転出

(4) 比較動学分析

前節で示したように , 人的資本の蓄積経路は , 努力の効果 α と世代間外部性の強さ β の値によって形が違ったものになる . 本節では , β の大きさによって人的資本の蓄積がどのように変化するか , また親世代の h_{t-1} の大きさが如何に人的資本の蓄積行動に影響するかを分析する .

世代間の外部性の強さの尺度となる β が大きいほど , 親世代の人的資本 h_{t-1} が人的資本形成に与える影響は大きい . β と人的投資 z_t の関係を調べるために , 式 (4) と式 (8) で得られた z_t^* を β で微分する . $\frac{\partial z_t^*}{\partial \beta} > 0$ が常に成り立つので , z_t は β の増加関数である . つまり親の人的資本の影響力が大きいほど , 子の人的投資が増える . β と h_t の関係も同様に分析できる . 式 (5) と式 (9) より , $\frac{\partial h_t^*}{\partial \beta} > 0$ が得られる . よって h_t は β の増加関数であり , 世代間外部性が大きい時に形成される

人的資本も大きいことがわかる。

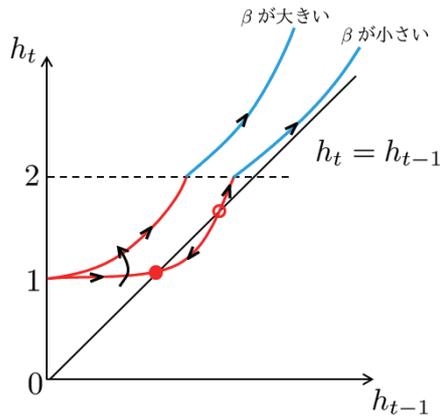


図-7 β と人的資本の蓄積経路

図-7はβの水準が高くなるときの人的資本の蓄積経路の変化を表している。βが大きくなると、曲線 $h_t^*(h_{t-1})$ が上にシフトし、脆弱な定常点がなくなる可能性がある。また、災害 $\hat{\theta}$ が起こった時、臨界的人的資本水準 $\hat{h}_t(\hat{\theta})$ に達するのに必要な親の人的資本 h_{t-1} は小さくなる。これは災害に強くなることを意味している。したがって、人口流出の抑制対策を考える際に、βを大きくするように工夫しなければならない。例えば、親子の繋がりを強くすることが必要となる。

また、式(4)と式(8)より、 $\frac{\partial z_t^*}{\partial h_{t-1}} > 0$ が得られる。すなわち h_{t-1} の増加によって人的投資 z_t は増加する。つまり、親世代の人的資本が大きい個人は、転出する可能性が低いので人的投資を少なめに行うのではなく、自身の人的投資の限界生産性の高さを活かして、より積極的に人的資本に投資するといえる。

3. 準クレジット契約が人的資本形成に与える影響

(1) 準クレジットモデルの設定

準クレジットは農民たちが互いに助けあう仕組みで、保険の役割を果たしている。発展途上国の農村では普遍的に存在している。準クレジットの最大の特徴は貸し借りは無利息による相互扶助を基本としていることである。大きな収穫を得た農民が収穫が少ない農民にその一部を分け与えることによって、消費の安定化が実現する。

同一の農村コミュニティに属する2つの家計が準クレジットの契約を結ぶことを考える。2つの家計は同じ水準の人的資本を持つものとする。また、モデルの単純化のため、災害事象は独立であるとする。つまり、2家計を考える場合、それぞれの農民の損失 θ_1 と θ_2 は同じ分布に従い、互いに独立であるとする。よって一般的に、災害の影響によって、2家計の収穫は異なることになる。そのとき2家計は同じ量を消費できるよう

に収穫の和を均等に分配しようとする。しかし、収穫の和が1以上2未満のとき、それを均等に分配すると2家計とも生き残ることができなくなる。よってそのときに最も合理的な戦略は、ひとつの家計だけ農村に残って2家計の収穫の和を消費し、もう1家計は都市に転出することとなる。ここでの準クレジット契約では、小さい災害で多い収穫を得られた方が農村に残り、転出する家計の収穫を吸収するものと仮定する。よって{Stay, Leave}は双方の収穫の比較によって決まる。以上の仮定により、収穫の和と{Stay, Leave}の意思決定、消費の部分の効用は表-1のように整理される。本章でも、2章の仮定を引き継いで、 h_t は1家計の1人当たりの量を表すものとする。したがって実際には3世代の消費を満たすための3倍の量が存在することになる。

表-1 準クレジット下の意思決定と消費効用

| | 収穫 | 意思決定 | 消費効用 |
|-----|--|-------|--|
| I | $0 \leq (h_t - \theta_1) + (h_t - \theta_2) < 1$ | leave | 0 |
| | | leave | 0 |
| II | $1 \leq (h_t - \theta_1) + (h_t - \theta_2) < 2$ | leave | 0 |
| | | stay | $2h_t - \theta_1 - \theta_2 - 1$ |
| III | $(h_t - \theta_1) + (h_t - \theta_2) \geq 2$ | stay | $\frac{2h_t - \theta_1 - \theta_2}{2} - 1$ |
| | | stay | $\frac{2h_t - \theta_1 - \theta_2}{2} - 1$ |

(2) 人的資本の蓄積経路及び人的投資

準クレジットは2つの家計の災害リスクを完全に分担するので、災害の被害を考える時に、各自の被害 θ_1 、 θ_2 より、両者の被害の和 $\mu = \theta_1 + \theta_2$ を考えるべきである。個人にとっての被害の確率分布は基本モデルと変わらず一様分布に従う。すなわち、 $f(\theta_1) = f(\theta_2) = 1$ である。準クレジットを契約する家計にとって、被害の確率分布 $g(\mu)$ は一様分布の和の確率分布なので、次のように与えられる。

$$g(\mu) = \begin{cases} \mu & (0 < \mu < 1) \\ 2 - \mu & (1 < \mu < 2) \end{cases} \quad (12)$$

農民は若年期で災害リスク $g(\mu)$ に応じて人的資本への投資を決定する。前述のように、人的投資の時点では2家計は対称的である。なお、1家計あたりの人的資本が $h_t \geq 2$ になれば災害による転出の可能性がない。また、1家計あたりの人的資本が $1.5 \leq h_t < 2$ になれば、災害で2家計とも転出する可能性がない。本研究では発展の初期段階にあたる農村社会を想定し、2家計とも都市への転出する可能性がある $h_t < 1.5$ となる状況を対象にする。

災害規模に対応した2家計の収穫の和は図-8のように表される。図-8に示すように、片方の家計が地域に残れる臨界災害水準を $\tilde{\mu}_1$ 、両方とも残れる臨界災害水準を $\tilde{\mu}_2$ とする。 $\tilde{\mu}_1$ から $\tilde{\mu}_2$ までの範囲では、各家計は50%の確率で(1人当たり) $2h_t - \mu$ を消費する。 $\tilde{\mu}_2$ から0までの範囲では、各家計は100%の確率で $(2h_t - \mu)/2$

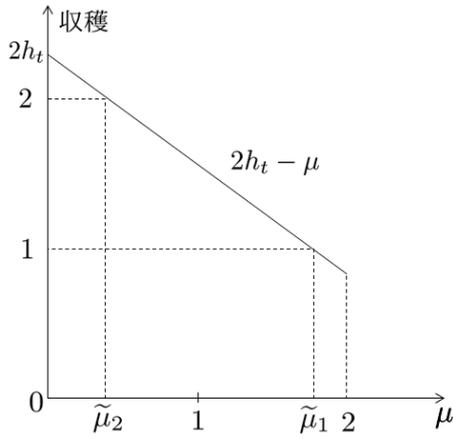


図-8 準クレジットの下での災害と収穫，転出の関係

を消費する．このとき若年期の個人は自身の期待効用を最大化するように人的投資を決定する．よって若年期の問題は以下のように定式化できる．

$$\max_{z_t} EU = \int_0^{\tilde{\mu}_2(h_t)} \left(\frac{2h_t - \mu}{2} - 1 \right) \cdot g(\mu) d\mu + \int_{\tilde{\mu}_2(h_t)}^{\tilde{\mu}_1(h_t)} \frac{1}{2} \cdot (2h_t - \mu - 1) \cdot g(\mu) d\mu - z_t^2 \quad (13)$$

ただし $h_t = h_t(z_t)$ は式 (1) を満たす．

本章では解を数値計算により分析する．図-9 は人的投資の効果 α と世代間外部性 β が小さい場合と大きい場合の数値計算の結果である．準クレジットがないときには，それぞれ3章の図-3(b) と図-5(c) に対応する環境である．青い線は準クレジットが存在しない場合，すなわち2章の基本モデルで得られる人的資本の蓄積経路を表し，赤い線は準クレジットが存在する場合の蓄積経路を表している．また，緑の線は45度線で $h_t = h_{t-1}$ を表している．

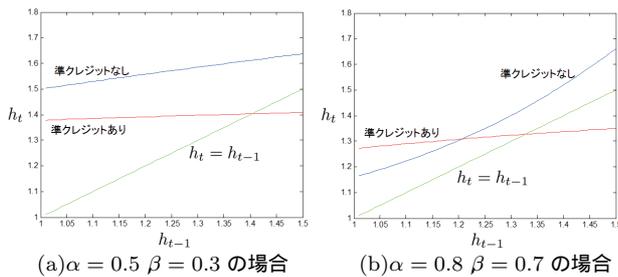


図-9 準クレジットの下での人的資本の蓄積経路 ($h_t < 1.5$ の場合)

図-9(a) に示すように，世代間外部性と人的投資の効果が小さい場合，準クレジットが存在しないほうが人的資本が高い．準クレジットがなければ， $h_t < 1.5$ の範囲では定常状態にならず，人的資本が成長し続けることが可能であるが，準クレジットの存在によって， $h_t < 1.5$ で成長が止まることになる．一方，図-9(b) で示すように，世代間外部性と人的投資が大きな場合，人的資本が低い段階では，準クレジットの存在によって，基本モ

デルより高い人的資本が形成される．ただし， h_{t-1} が大きくなると，この関係が逆転し，準クレジットが存在しないほうが大きな人的資本を形成できるようになる．また，準クレジットの存在は定常状態をもたらし，人的資本の成長は低い段階で止まる．

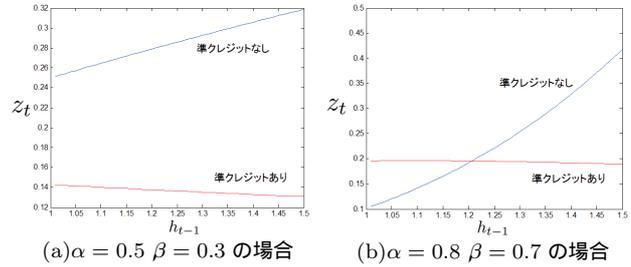


図-10 準クレジットの下での人的投資 ($h_t < 1.5$ の場合)

また，図-10 は人的投資 z_t の数値計算の結果である．図-9と同じように，青と赤はそれぞれ「準クレジットなし」と「準クレジットあり」の場合を表している．2章の比較動学で分析したように，準クレジットが存在しない場合， z_t は親世代の人的資本 h_{t-1} の増加関数である．一方，準クレジットの下では z_t は親の人的資本 h_{t-1} の減少関数になっている．つまり，農民は少しでも安心できるようになったら努力しなくなる．これはまた図-9の人的資本が伸びない原因になっている．ただし，(b) の場合，親の人的資本 h_{t-1} が1.2以下の低い領域では，準クレジットは農民たちが人的投資をするインセンティブになっている．

注目すべきことは，図-9(b)の環境において，基本モデルでは人的資本が持続的に成長を続ける構造をもっていたにもかかわらず，準クレジットの導入によって一定の定常状態に収束する構造に変化した点である．これは準クレジットの導入によって人的投資水準が減少することによっている．

(3) 準クレジットが農村社会へ与える影響

準クレジットの仕組みが長期的に農村社会に与える影響を調べるため， $h_0 = 1$ から始まる家計に対して，準クレジットが存在する場合と存在しない場合の人的投資，人的資本の蓄積，期待効用及び農村に留まる確率の時間的な変化をそれぞれ数値計算で比較する． α と β の値が小さい場合と大きい場合に分けて分析を行う．

a) α と β の値が小さい場合 ($\alpha = 0.5 \beta = 0.3$)

図-11 は，人的投資の効果 α と世代間外部性 β が小さいときの準クレジットの影響を示す．各図の横軸は期を，青い線と赤い線はそれぞれ準クレジットが存在しない場合と存在する場合の数値を表している．

(a) は各期の人的投資の比較を示している．準クレジットがある場合，農民による人的資本への投資は常に小さい値を取る．準クレジットの存在によって，農

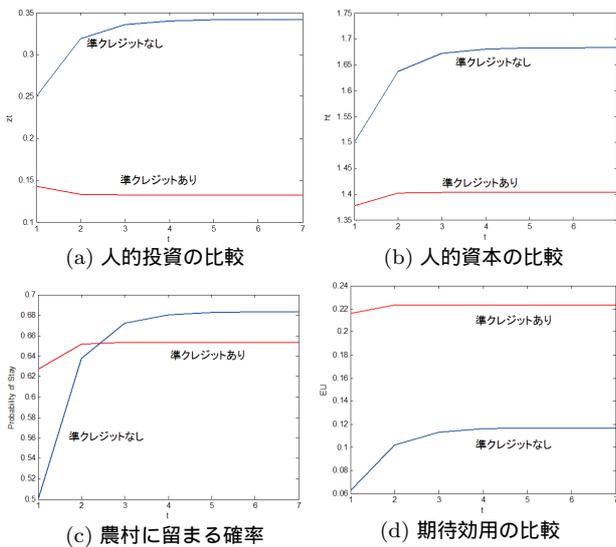


図-11 準クレジットの影響
($h_t < 1.5, \alpha = 0.5, \beta = 0.3$ の場合)

民は努力しなくなるといえる。

(b) は各期の人的資本を比較する図である。準クレジットがない場合の人的資本は常に準クレジットがある場合より高い。これは (a) に示す努力の差の結果である。この関係は図-9(a) の結果とも一致している。時間が経つとどちらの場合でも定常状態に収束するが、準クレジットは定常状態の人的資本を低くしている。つまり、準クレジットのシステムは農村社会の人的資本の蓄積には負の効果をもつ。

(c) は各期の農民が農村に留まる確率を比較したものである。準クレジットがない場合、農民が農村に留まる確率は臨界災害水準 $\tilde{\theta}(h_t)$ 以下の災害が起こる確率と一致している。また、準クレジットが存在する場合、農民が農村に留まる確率は $\tilde{\mu}_2(h_t)$ 以下の災害が起こる確率に、 $\tilde{\mu}_1(h_t)$ と $\tilde{\mu}_2(h_t)$ の間の災害が起こる確率の半分を足したものとして計算する。図からわかるように、初期の段階では、人的資本が小さく、準クレジットは農民が農村に留まる可能性を上げる効果をもっている。しかし時間が経過して、基本ケースの人的資本が大きくなってくると、それによって基本ケースの方が農民が農村に留まる確率が大きくなっている。すなわち準クレジットは農民の転出を防止する機能を果たしているとはいえなくなる。

最後に (d) において各期の期待効用を比較する。準クレジットのシステムを評価する際、もっとも重要なのは農民の厚生尺度となる期待効用になる。そこで (d) を見ると、期待効用は準クレジットが存在するほうが大幅に高くなっている。人的資本の水準が低く、都市への転出の確率が高いにも関わらず、準クレジットの導入により期待効用は上昇する。

なぜ期待効用の上昇が遂げられたかを理解するため

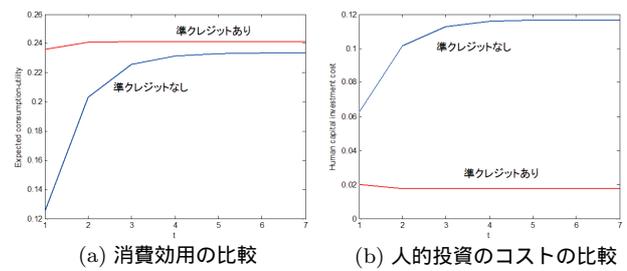


図-12 準クレジットの影響 (期待効用の内訳)
($h_t < 1.5, \alpha = 0.5, \beta = 0.3$ の場合)

に、期待効用を消費による効用と人的投資のコストに分けて分析する。図-12は期待効用を構成した2つの要素に対して、準クレジットの影響を示したものである。まず、図-12(a)で分かるように、消費による期待効用は準クレジットが存在するほうが高い。人的投資が少なく人的資本も低いのに消費の期待効用が高い理由は、 $1 \leq 2h_t - \mu < 2$ のケースにおいて、相手の家計が転出するときに相手が栽培した作物も吸収でき、それによって消費が増加するからである。この消費の増加は不連続なものである。簡単な数値例を用いよう。家計1と家計2の災害後の収穫がそれぞれ $(h_t - \theta_1, h_t - \theta_2) = (1.1, 0.9)$ のとき、両家計は農村に残り、 $(1.1 + 0.9)/2 = 1.0$ ずつを消費することになる。次いで家計1の被害が少しだけ大きくなり、 $(h_t - \theta_1, h_t - \theta_2) = (1.0, 0.9)$ になるとする。このとき家計1は $1.0 + 0.9 = 1.9$ を消費できるようになり、被害規模が大きくなったにも関わらず消費が増大する。理由は、この場合には家計2が転出することになり、家計1は家計2が残っていた作物を消費できるからである。準クレジット契約のメリットはこの点に存在する。繰り返して述べると、準クレジット契約を結んでいなければ、家計2の0.9の農作物は誰にも消費されずに捨てられてしまう。しかし準クレジット契約があれば、誰か1人は農村に残ることができる限り、転出する家計の作物は、残った家計によって有効に消費されることになる。そのことによって、図-11(c)の転出確率の比較に示されるように、家計はより積極的に都市の収入機会にアクセスする動機をもつことになる。農作物を捨てることになる確率が減少することにより、都市転出の機会費用が減少するからである。

また、 $(h_t - \theta_1, h_t - \theta_2) = (0.8, 0.7)$ の場合、準クレジット契約がなければ両家計ともに都市に転出し、ゼロの効用を得ることになる。しかし準クレジット契約によって、家計1は農村で $0.8 + 0.7 - 1 = 0.5$ の効用を得ることができる。その一方で、このような可能性は、人的資本を高めることによって災害に対して強くなるというインセンティブを弱くし、人的資本の成長を小さくする。

b) α と β の値が大きい場合 ($\alpha = 0.8 \beta = 0.7$)

人的投資の効果 α と世代間外部性 β が大きい場合の準クレジットの影響を図-13で示す。青い線と赤い線はそれぞれ準クレジットが存在しない場合と存在する場合の数値を表している。

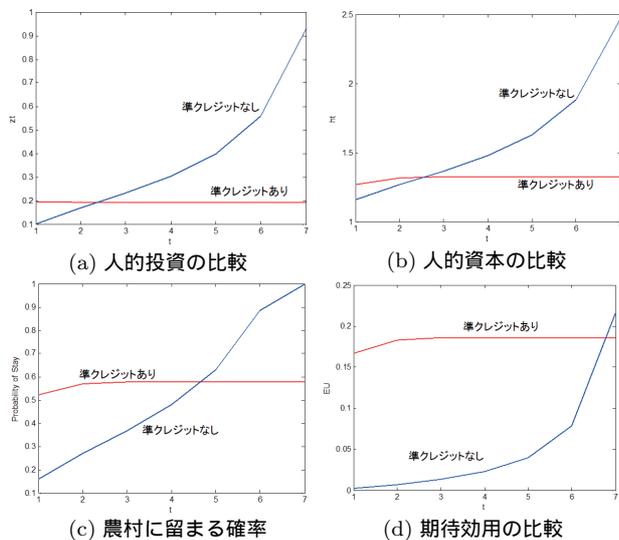


図-13 準クレジットの影響
($h_t < 1.5, \alpha = 0.8 \beta = 0.7$ の場合)

(a) は各期の人的投資の比較を示している。準クレジットがない場合には人的投資が期を追うごとに大きくなる一方、準クレジットがある場合には人的資本は常に小さい値をとる。ただし、第1期と第2期には準クレジットがあるほうが人的投資が大きいこともわかる。よって、人的資本が小さい最初の段階以外は、準クレジットが存在しないほうが、農民が人的資本へより多く投資するといえる。

(b) は各期の人的資本を比較する図である。この結果は、(a)の結果や図-9(b)の結果と整合している。基本モデルの式(6)より、 $\alpha = 0.8 \beta = 0.7$ の場合、人的資本 h_t の遷移過程は h_{t-1} に関して逓増する関数となる。すなわち定常点に収束せず、加速的に発展し続けることが可能となる。一方、準クレジットの下では、人的資本の形成過程は3期間で定常状態に到達し、資本は低い水準に止まる。準クレジットは農村社会の人的資本の蓄積には負の効果を持つといえる。

(c) は各期で農民が農村に留まる確率を比較したものである。(a) ($\alpha = 0.5 \beta = 0.3$) の環境と同様に、発展の初期段階においては、準クレジットの導入は農民が農村に留まる可能性を上げる。しかし、(a) で述べたように、準クレジットは都市への一定の転出確率を保つ。その間、準クレジットがないケースでは、人的資本は速く蓄積され、長期的には災害に対してレジリエントな状態にまで成長して転出する確率がゼロになる。

(d) は各期の期待効用の比較である。パラメータ α と β が小さいときには、常に準クレジットが存在するほう

が期待効用が高いが、 α と β が大きい場合には、最終的に準クレジットが存在しないほうが期待効用が高くなる。その理由は、準クレジットが存在しないときには人的資本 h_t が持続的に発展するからである。つまり、準クレジットは発展の初期段階では一時的に期待効用を上げるが、長期的な発展を目指す農村社会にとっては望ましくない仕組みであるといえる。

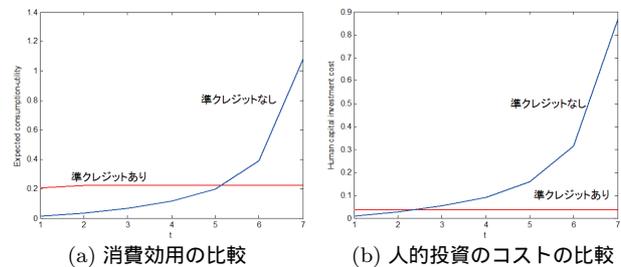


図-14 準クレジットの影響 (期待効用の内訳)
($h_t < 1.5, \alpha = 0.8 \beta = 0.7$ の場合)

図-14は期待効用を構成する要素である消費の期待効用と人的投資のコストに対して、準クレジットの影響を分析したものである。図-14(a)で分かるように、短期間では消費の部分の期待効用は準クレジットが存在するほうが高いが、長期的には準クレジットがないときの消費が成長し続ける結果、関係が逆転する。図-14(b)に示すように、準クレジットがないときには人的資本のコストも増加していくが、全体としての期待効用が増加し続ける理由は、消費の期待効用の増加の効果の方が大きいからである。

本章の結果をまとめよう。本モデルで定式化した準クレジットのシステムは、分析の都合上の単純化を施してはいるが、非現実的な要素を取り入れたものではない。開発途上国の農村社会では集落のメンバーの結束が強く、収穫をシェアして助け合っている。それと同時に、親族の中の誰かが都市で出稼ぎをするなど、一部の者が都市に出るケースも多くみられる。農地や作物が集落全体で管理されているところも多く、そこでは作物が無駄に捨てられるようなことはない。そのような社会を対象に、本章の分析結果から考察を行うと、ここでの準クレジットのような助け合いの仕組みは、人的資本の成長すなわち農村の技術的な発展を妨げる要因になっている可能性がある。その一方で、人的投資の効果 α と世代間外部性 β が小さい環境 a) では農家の期待効用は常に大きい。よって、農民たちは大きなコストを投じる人的投資をせず、客観的に観察される技術的發展は大きくなって、幸せな生活を送っているといえる。

人的投資の効果 α と世代間外部性 β が大きい環境 b) でも準クレジットのシステムは社会に同様の生活をもたらすが、この環境においては、地域は潜在的には持続

的に発展する可能性があることに留意する必要がある。準クレジットが存在しないとき、農家はいずれ災害に対して完全にレジリエントな状態にまで人的資本を形成する。そして、期待効用水準についても、準クレジットがあるときの水準を越えていくことになる。このような環境では、準クレジットのシステムは地域の成長の潜在力を奪っていることになる。無論、準クレジットが存在しなければ、大規模な災害が起こった時に全ての農家が都市に転出してしまい、農村がなくなってしまう危険もある。したがって、発展の各段階に応じて、準クレジットの仕組みを利用したり、しなかったりすることが重要と考えられる。

なお、本モデルでは両者の災害リスクを独立な確率変数として扱ったが、実際に、同じ地域において発生する災害は正の相関があると思われる。しかし、相関が1の場合には、両者は同じ被害を受け、収穫も同一水準になるので、2章の基本モデルで説明された状況になる。本節では両者の被害の相関は0と仮定した。現実はこちらら2つの分析の間にあると考えられる。

4. 家畜の保有が人的資本形成に与える影響

(1) 家畜モデルの設定

発展途上国の農村部には貨幣による貯蓄の習慣がないところが多いが、家畜によって資産形成を行っているところが多い。小さな災害しか発生せず収穫が多かった年に家畜を買っておき、大きな災害が起こった年には家畜を消費する。このように収穫の時間的な変動に家畜の蓄積と消費で対応することによって、消費の安定化が図られる。

本モデルでは、家畜の文化がない農村社会において、世代 t の個人のみが家畜という手法を導入する状況を考える。つまり、世代 $t-1$ の個人と世代 $t+1$ の個人は家畜を買わないと仮定する。また、世代 t の個人は2期先までの視野をもち、それ以外の個人は基本モデルの設定のままで視野は1期先までとする。

イベントの順序は図-15で示される。なお、 $t+1$ 期に起こる災害の被害を θ_t で表記するのは、 $t+1$ 期は世代 t の個人の壮年期にあたり、この期に生じる災害は世代 t の生産量に影響を与えるからである。

世代 t の個人にとって、時点 a で、親の人的資本 h_{t-1} が形成され、時点 b で起こる災害で θ_{t-1} の被害を受けた後、農村に残れる場合、時点 c で壮年期と老年期の2期間に亘る期待効用を考慮して人的投資 z_t を決定する。老年期の消費までを考慮するため、人的投資の際には、世代間外部性によって子の人的資本が高くなることも考慮に入れる。また家畜を買えるように壮年期の収穫をより多くすることも考える。本モデルでは、個人は

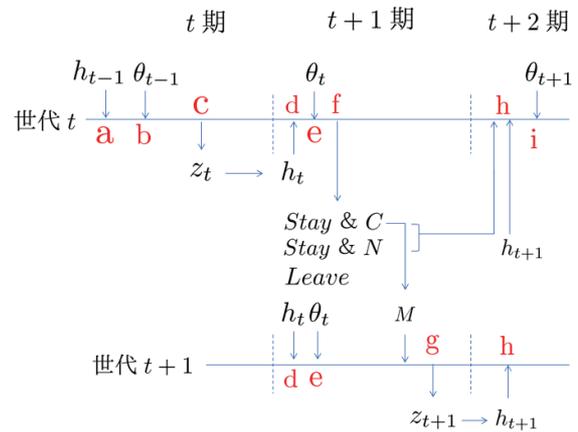


図-15 イベントの順序 (家畜モデル)

完全に利己的であると仮定し、世代 t のこのような行動は全て自分の効用を上げるためであると考えられる。

その後、世代 t の個人は壮年期に入り、時点 d で人的資本 h_t が形成される。時点 e で災害で被害 θ_t を受けた後、時点 f で収穫の見積もりに応じて、意思決定をする。ここの意思決定とは農村に残るかどうかの決定と家畜を買うかどうかの決定を両方含んでいる。つまり、収穫をあきらめて都市に転出するか、農村に残って家畜を買うか、または農村に残って家畜を買わないかを決定する。都市に転出した個人は壮年期で未熟練労働者として働き、生存必要消費しか消費できなく、老年期では働かないため収入がないとする。また、農村に残って家畜 M を買った場合には、家畜は自身の老年期の消費の一部となる。このとき子も老人も家畜を購入する。時点 g では子が人的投資 z_{t+1} を決定する。なお、世代 $t+1$ である子の視野は1期先までと仮定し、自身の壮年期には家畜は購入しないものとする。

次に $t+2$ 期に入り、世代 $t+1$ の壮年期の初めの時点 h に、世代 $t+1$ の人的資本 h_{t+1} が形成される。その後、時点 i で災害が起こって、世代 $t+1$ の収穫に θ_{t+1} の被害を与える。収穫によって、世代 $t+1$ の個人が農村に留まるか否かの意思決定をする。世代 $t+1$ の意思決定は世代 t の効用にも関わっている。世代 $t+1$ の個人が農村に残る場合、世代 t の個人は家畜を含めた収穫を消費できるが、世代 $t+1$ の個人が転出する場合、世代 t の個人の消費は家畜だけとなる。ただし、世代 $t+1$ の子とそのとき若年期の孫は家畜を残して転出すると仮定し、世代 t の個人は3人分の家畜を消費できる。なお、本節でも世代 t と世代 $t+1$ の人的資本が $h_t, h_{t+1} < 2$ の範囲にあると仮定し、家計が都市に転出する可能性がある状況を分析の対象とする。

(2) 世代 $t+1$ の意思決定

本モデルの焦点は世代 t の若年期の人的投資水準にあるが、有限期の動学問題であるため最適解を後ろ向

きに導出する．そのため，はじめに世代 $t+1$ の個人の意味決定及び人的投資の決定について分析する．世代 $t+1$ の個人は 1 期先までの視野しかもたないため，家畜を買わないとする．よって，実際に θ_{t+1} の災害が発生した場合，世代 $t+1$ の個人は式 (14) と式 (15) のように {Stay, Leave} の意思決定を行う．ただし，前期にストックした家畜がある場合とない場合において人的投資のインセンティブが異なるので，形成される人的資本も異なる値をとり，それぞれ h_{t+1}^C と h_{t+1}^N で表す．

家畜がある場合，世代 $t+1$ の個人は次のように意思決定を行う．

$$M + h_{t+1}^C - \theta_{t+1} \geq 1 \Rightarrow \text{Stay} \quad (14a)$$

$$M + h_{t+1}^C - \theta_{t+1} < 1 \Rightarrow \text{Leave} \quad (14b)$$

上式によって，臨界災害水準 $\theta^C(h_{t+1}) = M + h_{t+1}^C - 1$ が得られる．

家畜がない場合，世代 $t+1$ の個人は次のように意思決定を行う．

$$h_{t+1}^N - \theta_{t+1} \geq 1 \Rightarrow \text{Stay} \quad (15a)$$

$$h_{t+1}^N - \theta_{t+1} < 1 \Rightarrow \text{Leave} \quad (15b)$$

同様に，臨界災害水準 $\theta^N(h_{t+1}) = h_{t+1}^N - 1$ が得られる．

次に，世代 $t+1$ の人的投資について分析する．世代 $t+1$ の個人が形成する人的資本の高さによって，転出する可能性がない場合とある場合が考えられる．つまり，世代 $t+1$ の個人の人的資本 h_{t+1}^C が $h_{t+1}^C + M - 1 \geq 1$ を満たせば，転出する可能性がなくなる．

a) $h_{t+1}^C \geq 2 - M$ の場合

図-16(a) のように，この場合には農民は $\theta_{t+1} = 1$ の災害がきても農村に残ることができる．農民の人的投資は次式の期待効用を最大化する z_{t+1} である．この場合の期待効用を EU_1^C により表記する．

$$\max_{z_{t+1}} EU_1^C = \int_0^1 (h_{t+1}^C + M - \theta - 1) \cdot f(\theta) d\theta - z_{t+1}^2 \quad (16)$$

ただし，人的資本は $h_{t+1} = 1 + h_t^\beta z_{t+1}^\alpha$ にしたがって形成される．1 階の最適化条件より，

$$z_{t+1}^* (h_t) = \left(\frac{\alpha}{2}\right)^{\frac{1}{2-\alpha}} h_t^{\frac{\beta}{2-\alpha}} \quad (17)$$

が得られ，家畜がない場合の $h_{t+1} \geq 2$ のときと同じになる．つまり，家畜はレジリエントな状態に達するための人的資本水準を下げる効果のみをもつことになる．

b) $h_{t+1}^C < 2 - M$ の場合

図-16(b) のように，臨界災害水準 $\theta^C(h_{t+1})$ 以上の災害が起こる場合，世代 $t+1$ の個人は収穫できず，転出することになる．この場合の期待効用は次のように表される．この場合の期待効用を EU_2^C と表記する．

$$\max_{z_{t+1}} EU_2^C = \int_0^{\theta^C(h_{t+1})} (h_{t+1}^C + M - \theta - 1) \cdot f(\theta) d\theta - z_{t+1}^2 \quad (18)$$

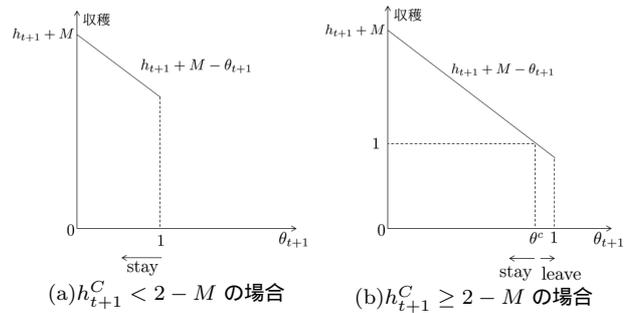


図-16 世代 $t+1$ の意思決定

ただし，人的資本は $h_{t+1} = 1 + h_t^\beta z_{t+1}^\alpha$ のように形成される．1 階の最適化条件は

$$(h_t^\beta z_{t+1}^\alpha + M) \alpha h_t^\beta z_{t+1}^{\alpha-1} = 2z_{t+1} \quad (19)$$

となる．陰関数定理より，最適投資水準 z_{t+1} に関して

$$\frac{dz_{t+1}}{dM} > 0 \quad (20)$$

を得る．よって家畜の規模が大きくなるほど，最適人的投資 z_{t+1} は大きくなる．

一方， $t+1$ 期に家畜のストックが残されていない場合については，上記の分析の $M = 0$ の場合が該当する．したがって $h_{t+1}^C < 2 - M$ のケースでは，式 (20) より，家畜ストックが残されていないときには，世代 $t+1$ の人的投資水準はより小さくなることがわかる．

(3) 世代 t の意思決定

以上で世代 $t+1$ の人的投資行動を求めたので，これより本題である世代 t の人的投資の決定を分析する．

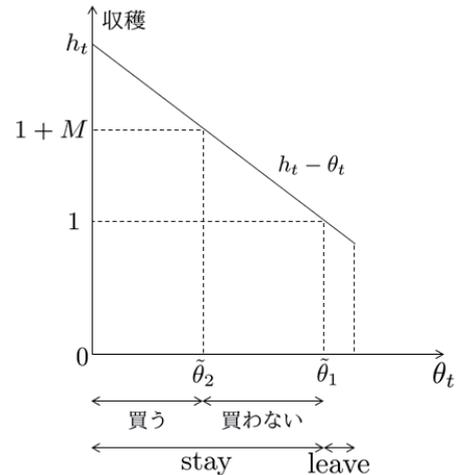


図-17 世代 t の意思決定

図-17 に示すように，世代 t の壮年期の {Stay, Leave} の意思決定は基本モデルと同様に式 (21) のように表される．

$$h_t - \theta_t \geq 1 \Leftrightarrow \theta_t \leq \tilde{\theta}_1(h_t) := h_t - 1 \Rightarrow \text{Stay} \quad (21a)$$

$$\theta_t > \tilde{\theta}_1(h_t) \Rightarrow \text{Leave} \quad (21b)$$

$\tilde{\theta}_1(h_t)$ を，家畜モデルにおける「農村に留まる臨界災害水準」と呼ぶこととする．

農村に留まる場合、収穫の一部で家畜を買える場合と買えない場合がある。本モデルでは家畜は M のサイズのものしか存在しなく、価格 M で買えるとする。 M は外生的に与えられたパラメータとする。したがって、家計は壮年期の生存必要消費の 1 を差し引いたうえで、さらに M 以上の収穫があれば家畜を購入することができる。収穫が $1+M$ 未満のときには家畜を購入することができない。よって以下のように場合分けがなされる。

$$h_t - \theta_t \geq 1 + M$$

$$\Leftrightarrow \theta_t \leq \tilde{\theta}_2(h_t) := h_t - M - 1 \Rightarrow \text{家畜を買う} \quad (22a)$$

$$\theta_t > \tilde{\theta}_2(h_t) \Rightarrow \text{家畜を買わない} \quad (22b)$$

$\tilde{\theta}_2(h_t)$ を「家畜を買う臨界災害水準」と呼ぶこととする。また、収穫水準 $h_t - \theta_t$ などと同様に、 M も一人当たりの家畜の水準とする。すなわち家計全体として老人と子供の分を合わせると $3M$ の家畜がストックされることになる。家計の意思決定は壮年期の個人によってなされるので、世代 t の個人が家畜 M を買うと決定すれば、その家計における子供も親も M の家畜を買うものとする。式 (21) と式 (22) より、収穫と意思決定の関係は次のようにまとめることができる。

表-2: 災害後、世代 t の意思決定

| 収穫 | 意思決定 1 | 意思決定 2 |
|--|--------|---------|
| $\theta_t \leq \tilde{\theta}_2(h_t)$ | stay | 家畜を買う |
| $\tilde{\theta}_2(h_t) < \theta_t < \tilde{\theta}_1(h_t)$ | stay | 家畜を買わない |
| $\theta_t > \tilde{\theta}_1(h_t)$ | leave | |

世代 t の個人と世代 $t+1$ の個人の意思決定によって、世代 t の個人が農村に留まる場合、老年期の期待効用は表-3 のようになる。

表-3: 老年期の効用

| 家畜のストック | 災害の範囲 | 老年期の効用 |
|---------|------------------------------|---|
| あり | $\theta_{t+1} \leq \theta^C$ | $v_1^C := M + h_{t+1}^C - \theta_{t+1}$ |
| あり | $\theta_{t+1} > \theta^C$ | $v_2^C := 3M$ |
| なし | $\theta_{t+1} \leq \theta^N$ | $v_1^N := h_{t+1}^N - \theta_{t+1}$ |
| なし | $\theta_{t+1} > \theta^N$ | $v_2^N := 0$ |

家畜ありで子供が転出する場合、家計のストックした家畜は農村に残る老年期の個人に全部吸収されるので、この場合、世代 t の個人の期待効用は $3M$ となる。

時点 h で評価する、世代 t の個人の老年期の期待効用は、表-3 を用いて次のように計算できる。

(家畜がある場合)

$$V(M, h_{t+1}^C) := \int_0^{\theta^C} v_1^C d\theta + \int_{\theta^C}^1 v_2^C d\theta \quad (23)$$

(家畜がない場合)

$$V(0, h_{t+1}^N) := \int_0^{\theta^N} v_1^N d\theta + \int_{\theta^N}^1 v_2^N d\theta \quad (24)$$

式 (23) と式 (24) は第 1 項で子供が収穫できる場合の期待効用を積分し、第 2 項で子供が転出する場合の期待効用を積分している。また、自身が $t+1$ 期の壮年期に転出した場合、老年期の期待効用は $V^U = 0$ である。

世代 t の個人は自身の老年期、壮年期、若年期の効用を全て考慮したうえで、 t 期の時点 c において生涯期待効用 W を最大にするように人的投資水準 z_t を決定する。

$$\begin{aligned} \max_{z_t} W = & \int_0^{\tilde{\theta}_2} \{h_t - \theta - M + V(M, h_{t+1}^C)\} d\theta \\ & + \int_{\tilde{\theta}_2}^{\tilde{\theta}_1} \{h_t - \theta + V(M, h_{t+1}^N)\} d\theta \quad (25) \\ & + \int_{\tilde{\theta}_1}^1 \{0 + V^U\} d\theta - z_t^2 \end{aligned}$$

右辺の一つ目の積分は壮年期に家畜を残す場合、二つ目の積分は壮年期に家畜を残さない場合、三つ目は壮年期に都市に転出する場合の期待効用を表す。最後の項は人的投資のコストである。

(4) 数値計算事例

ここでは数値計算を通じて、家畜のサイズ M と最適投資水準、人的資本、期待効用及び農村に留まる確率の関係を分析する。図-18 に $\alpha = 0.5, \beta = 0.3$ の環境を対象に数値計算をした結果を示す。各図において、横軸は家畜のサイズ M を示す。なお、ここでは数値解のスケールの調整のために人的投資のコストを $2z_t^2$ としたが、定性的な分析に影響するものではない。図-18 の結果は人的資本が相対的に低い $h_t < 2, h_{t+1} < 2 - M$ の範囲にある。

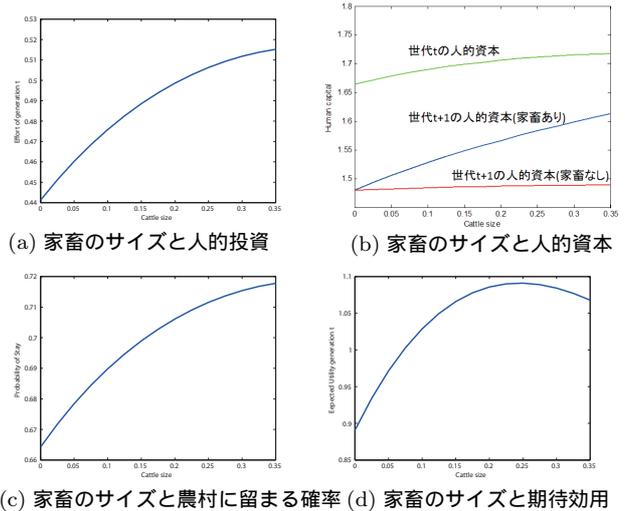


図-18 家畜の影響

(a) は家畜のサイズ M に応じて、世代 t の人的投資がどのように変わるかを示している。家畜のサイズが大きくなるほど、人的投資が大きくなる。なぜなら壮年期の収穫の中から家畜を残せる可能性を上げるため

には、より大きな人的資本を形成しなければならないからである。よって、1単位の家畜のサイズは人的投資に正のインセンティブを与えていることがわかる。

(b) は家畜が人的資本に与える影響を示している。緑の線は世代 t の人的資本 h_t 、青い線と赤い線はそれぞれ家畜ストックがある場合とない場合の世代 $t+1$ の人的資本 h_{t+1}^C, h_{t+1}^N を表している。(a) では家畜の量が多いほど世代 t の人的投資が多いことが分かった。その結果、世代 t の人的資本も家畜 M の増加関数になっている。一方、世代 $t+1$ の個人に関して、式 (20) において、与えられた家畜が大きくなるほど人的投資は大きくなることが示された。ここではその結果として、人的資本 h_{t+1}^C が家畜 M の増加関数となっていることを確認できる。家畜を与えられない場合には、当然のことながら人的資本形成は家畜の大きさには依存しない。したがって、子の世代により大きな家畜を残すことによって、子の人的資本形成を動機付けることができ、その結果、親世代は老年期により大きな消費を行うことができることになる。よって、家畜による資産形成は、老年期に子世代が転出して収穫がなくなった際の保険の機能を果たすと同時に、子の人的投資を促すことを通じて収穫自体を大きくする機能をもつことがわかる。

(c) は家畜のサイズと農村に留まる確率の関係を表している。農村に留まる臨界災害水準は $\tilde{\theta}_1(h_t) = h_t - 1$ で与えられるため、曲線は (b) に示す h_t と同じ形をしている。すなわち家畜のサイズが大きくなり、世代 t の人的資本水準が大きくなることに伴って、都市に転出する確率は減少する。この結果は、準クレジットによるインフォーマル保険とは対照的なものである。

(d) は家畜のサイズと農民の期待効用を表している。世代 t の個人の期待効用は極大値をもち、家畜のサイズがある最適規模よりも大きくなると、効用が低下してくる。家畜は人的投資を促すが、人的投資にはコストがかかる。前節でも見たように、人的資本の水準と期待効用水準は必ずしも単調な関係ではなく、過剰な人的投資は効用を減少させてしまう。また、 M が大きすぎると、家畜を購入することが難しくなってきたり、購入できる確率が減少してくると、そもそも家畜の方法が存在しない場合と変わらなくなってくることも影響していると考えられる。

以上をまとめると、家畜による資産形成を通じた時間軸上の災害リスク分散は、人的資本形成のインセンティブを増加させ、人的資本タームにおいて農村の発展を促すものであるといえる。また壮年期においては、収穫の一部で家畜を購入して資産としておくことによって、老年期に子世代が転出して収穫がなくなった際の保険を用意しておくことと、子の人的投資を促すことを通じて次期の収穫を大きくすることの二つの効果が

期待できる。さらに、家畜システムは、準クレジットの場合と異なって、農民の都市への転出を抑止する機能をもつ。一方、期待効用水準で評価すると、家畜による資産形成の規模は大きければ大きいほどよいわけではなく、最適な規模が存在する。

5. おわりに

本研究では、開発途上国の農村社会を対象に、世代間外部性を考慮した3期間の世代重複モデルを定式化し、自然災害リスクとインフォーマル保険の下での人的資本の形成過程について分析した。インフォーマル保険がない場合には、発展の初期段階で大規模な災害が発生すると、多くの農民が同時に農村からの転出する可能性がある。一方、人的資本が上昇して都市に転出する確率が小さくなると、さらに人的投資を大きくする誘因が生まれる。災害と転出のリスクは農村コミュニティの間の格差を拡げる構造を内包している。また、人的資本が低い段階に限らず、持続的な成長を目指すには、農村社会は世代間外部性が強く働くような技能伝承の方法を採用すべきであることが示された。

準クレジットが存在する場合、人的投資のインセンティブは減少し、人的資本は低い段階で留まることが明らかになった。その結果、準クレジットは保険であるにもかかわらず、農民が農村に留まる確率は低下することになる。その一方、農村の中の全ての家計が転出する確率は小さくなることが示された。したがって、準クレジット契約は小規模な人口流出をより頻繁に引き起こすようになるが、大規模な人口流出は抑える効果があると考えられる。また、転出家計が残した作物を残った家計が消費することによって、人的投資が少なくなにもかかわらず農民の効用は高まることが明らかになった。

また、家畜の保有によってリスクを時間的に分散する場合、家畜は老年期に子世代が転出して収穫がなくなった際の保険となることと同時に、子の人的投資を促すことを通じて次期の収穫を大きくすることの二つの機能をもつことが明らかになった。さらに、家畜型保険は人的資本の向上と人口流出の減少の双方の効果をもつことが示された。今後は、家計やコミュニティの一部の構成員のみが都市に出稼ぎに出ることを明示的に表現したモデルや、転出した農民の都市でのリスクや厚生を詳細に定式化した地域間人口移動モデルへと拡張することが課題である。

参考文献

- 1) Posner, R. A.: A Theory of Primitive Society, with Special Reference to Law, J. of Law and Economics, XXIII: 1-53, April 1980.

- 2) Jean-Philippe Platteau , Anita Abraham:An Inquiry into Quasi-Credit Contracts:The Role of Reciprocal Credit and Interlinked Deals in Small-Scale Fishing Communities,1987
- 3) Stephen Devereux:Livelihood Insecurity and Social Protection:A Re-emerging Issue in Rural Development,Development Policy Reviw,2001,19(4):507-519
- 4) 黒崎卓・澤田康幸:途上国農村における家計の消費安定化 研究展望とパキスタンへの応用 ,1999
- 5) Vidal, J.-P.: The Effect of Emigration on Human Capital Formation, Journal of Population Economics, vol.11, pp.589-600, 1998.
- 6) Gazi Mahabubul Alam, Kazi Enamul Hoque, Md.Taher Billal Khalifa, Saedah Binti Siraj and Muhammad Faizal Bin A.Ghani: The role of agriculture education and training on agriculture economics and national development of Bangladesh,African Journal of Agricultural Research Vol.4(12),pp.1334-1350,2009
- 7) John L.Rodgers: Differential human capital and structural evolution in agriculture,Agricultural Economics 11(1994)1-17
- 8) Wallace E. Huffman:Human Capital:Education and Agriculture,Handbook of Agricultural Economics, Volume 1,Edited by B.Gardner and G.Rausser,2001
- 9) Ljungqvist,L.: Economic Underdevelopment: The Case of a Missing Market for Human Capital, Journal of Development Economics, Vol.2, pp219-239, 1993.
- 10) Galor,O. and Zeira,J.: Income Distribution and Macroeconomics, Review of Economic Studies, Vol.60, pp35-52, 1993.
- 11) Eswaran,M. and Kotwal,A.: Implications of Credit Constraints for Risk Behavior in Less Developed Economies, Oxford Economic Papers, vol.42, Issue 2, pp473-482, 1990.
- 12) Rosenzweig,M. and Wolpin,K.: Credit Market Constraints, Consumption Smoothing and the Accumulation of Durable Production Assets in Low-income Countries: Investment in Bullocks in India, Journal of Political Economy, Vol.101, Issue 2, pp.223-244, 1993.
- 13) Zimmerman,F. and Carter,M.R.: Asset Smoothing, Consumption Smoothing and Reproduction of Inequality under Risk and Subsistence Constraints, Journal of Development Economics, Vol.71, pp.233-260, 2003.
- 14) 後藤忠彦: 開発途上国の農村地域における信用市場の不完全性と災害リスク, 貧困の関係に関する研究, 京都大学大学院工学研究科修士論文, 2008.
- 15) Population Division, Department of Economic and Social Affairs, UN:World Urbanization Prospects: The 2005 Revision
- 16) 農業部産業・政策法規司:『財経』2003年第3号
- 17) 謝旋:財経網,2012年05月04日
- 18) 竹内郁雄:ドイモイ下のベトナムにおける農村から都市への人口移動と「共同体」の役割試論,2006

DISASTER RISK AND HUMAN CAPITAL FORMATION IN RURAL AREAS OF DEVELOPING COUNTRIES : THE EFFECT OF INFORMAL INSURANCE ON EMIGRATION

Shiyu ZHANG and Muneta YOKOMATSU

Nowadays, in the rural areas of many developing countries, the farmers are still living a life depending on the weather conditions. They have little savings and little chance to finance from the banks, thus they are extremely vulnerable to the natural disasters. This paper aims to analyze the human capital formation under disaster risk in rural areas of developing countries. Taking intergenerational externalities into consideration, this paper builds a three-period overlapping generations model. Findings in this paper show that farmers are exposed to the risk of emigration without informal insurance and the existence of a vicious circle between low human capital and little human capital investment is confirmed. Moreover, quasi-credit contract could prevent large-scale emigration but might bring down the incentive to invest in human capital at the same time. However, within a certain range, saving of livestock might be effective to reduce emigration and raise the human capital investment as well.