

緊急時における途上国の食糧供給体制  
マレーシアのサラワク州を事例として

上原秀樹(農学博士)

アジア近代化研究所副代表、明星大学教授

## 1. はじめに

数年前から特に温暖化と気候変動による異常気象と自然災害が世界の様々な地域で多発している。このような災害時において被災地に緊急用食料を供給する体制の構築は、極めて重要である。そこで、本稿の目的は、発展途上国のリモート地域に限定した食糧備蓄と自給率の最適な組み合わせを求め、食糧の安定供給を可能にする政策的枠組みと課題について議論することである。調査対象地域は、大規模物流拠点の都市部から離れた遠隔地の農村地域であり、そこにおける予測不可能な自然災害の発生を想定し緊急の食糧供給の安定確保についての課題を取り上げる。要するに、本稿では、平常時の食糧供給の課題とは異なり、アジアの農村地域における「緊急時の食糧供給」を構築するための条件を解明することである。

「緊急時の食糧供給」は以下のような低所得層が集中する農村地域の緊急時の食糧の供給体制を想定している。つまり、ある特定の地域の災害時において、フードシステム内の経済主体を連結する流通システムが機能しなくなり、外部からの食糧支援が遮断され、短期的(10~15日前後)に地域の食糧市場が機能しなくなる事態を想定している。このような所得の低い地域では、

平時においても慢性的な食糧の需給ギャップが存在し、各家庭で食糧備蓄を実行する余裕が存在しないのが一般的である(アジアレポート第2号の上原による「インドの食料安全保障と食料供給」を参照)。従って、農村地域の公的機関が主体となって、平時には災害が発生した場合に備えて非常時用の食糧備蓄とその保管体制を図る必要がある。さらに、災害時には備蓄した食糧を対象地域内の各家庭に分配する配給体制を構築しなければならない。

次に考慮すべき課題は、貧困は自然災害によって発生する被災の程度と相関関係にあるという事実である(Amin and Goldstein, 2009)。被災の程度を軽減するには、貧困から脱出しなければならない。そのためには、持続可能な生産体制を導入し、それぞれの地域の生態系に合致した生産体系の構築と生産性の向上を図る必要がある。そして、食糧の生産性を引き上げ、自給率を高める政策的手段には、当該公的機関の財源の枠内で進めるという制約条件が伴う。本稿では、以上の食糧備蓄と自給率アップの効率的な政策的組み合わせについて議論をすすめる。

以下ではまず、国連(UNISDR, 2009)による自然災害と被災状況およびその対策と政策的課題の報告書に関して、モンスー

ンアジア地域に限定した事例の特徴と緊急時の食糧支援体制の課題について紹介し、若干の評価を加える。さらに、多様な生態系を有するモンスーンアジアの事例、特にマレーシア、サラワク州における実態調査を踏まえたうえで、この地域の災害に対する食糧生産の課題について言及する。以上の自然災害と被災事例を基に、備蓄政策と自給率向上政策の最適組み合わせに関する理論的モデルの基本的枠組みを【補論】で展開する。

## 2. モンスーンアジアにおける自然災害の特徴と被災事例について

### 2-1. 国連報告書からの事例

自然災害の代表的なものとして、旱魃・渇水、森林火災・煙害、サイクロン、豪雨・洪水、山崩れ、地震、津波、火山の噴火、熱波等を上げることができる。近年、特に90年代以降は、世界各地域で地球温暖化の進行と無関係とはいえない異常気象がもたらすこれらの自然災害の発生が多数報告されている (UNISDR, 2009 を参照)。このような自然災害の発生回数の増加とともに、被災額も急増しつつある。特にインフラ投資がある程度進行している中所得国の被災額が大きいのが特徴である (Cummins and Mahul, 2009, p.15)

表 1 においては、国連の ISDR (International Strategy for Disaster Reduction) が纏めたデータからアジアモンスーン地域の集計を行い、モンスーンアジアの特徴とも言える豪雨・洪水と台風の発

生状況およびこれら自然災害による経済的損失を示した。洪水による経済的損失 (GDP 比) を東アジア (東南アジアを含む) と南アジアで比較すると、南アジアが 3 倍程度高くなっている。このような経済的損失の差が発生する理由のひとつに、防水・洪水対策に関するインフラ整備を可能にする財政的規模に大きな差が存在することを挙げておきたい。それに対し、東アジアを中心に年平均 8.8 回と多発する台風 (またはサイクロン、ハリケーン) の場合は、南アジア (年平均 1.2 回の発生) よりも東アジア地域に大きな経済的損失をもたらしていることが表 1 から看取できる。

経済的損失の具体例は Cummins and Mahul (2009, pp123-125) が纏めた PML (probable maximum loss) 概念で推計した表が参考となる。それによると、フィリピンの地震と台風による被害総額は、2005 年度の GDP 比で最低が 7%、最大で 17.3% となっている。またインドの地震と台風による被害総額は、2005 年度の GDP 比で最低が 4.3%、最大で 13.7% であり、大きな被害をもたらしていることが分かる。中国の地震による被害額は、2005 年度の GDP 比で最低で 0.2%、最大で 1.2% であり、同様にインドネシアの地震の場合は、最低で 1.2%、最大で 4.3% であり、やや低めに見積もられている。

表1 アジアモンスーン地域を中心とした自然災害と経済的損失

災害の種類	発生数と損失	東アジア・太平洋	南アジア
洪水の発生(1999年～2007年平均値)	発生回数(年平均)	4	5.7
	各国の損失額(GDP比)	0.16	0.49
台風・ハリケーンの発生(1975年～2007年平均値)	発生回数(年平均)	8.8	1.2
	各国の損失額(GDP比)	0.22	0.11

出典: UNISDR (2009)

表2においては、死者数が1万人を超える大型の自然災害に関し、モンスーンアジア諸国を中心に纏めて示した。中国(四川省)の大地震に関する死者数の大きさは、この地域の生態系を無視した開発と急速な都市化、特に耐震性の低い家屋・建築物の倒壊が大きな要因となっている。ミャンマーサイクロンとインド洋津波に共通する被害の拡大は、災害発生情報を伝達する制度的欠陥とこれら災害に対する教育制度の欠落だけでなく、海の生態系と陸の生態

系の橋渡し役を果たすマングローブ林の破壊が原因の1つに上げられている。たとえば、マレーシア北西部沿海地域(ペナン島とランカーウィー島)における被害額と人命損失の数に差が生じたのもマングローブ林の消失程度の差が要因として挙げられている。沿海部地域の特異な生態系を形成する重要な要素であり、かつ自然災害の防波堤となるマングローブ林の役割が再認識されたわけである。

表2 アジアモンスーンを中心とした地域における大災害(1990年以降)

年	国・地域	災害名	死者数
1991	バングラデシュ	Cyclone Gorky	138,866
2001	インド	Gujarat earthquake	20,005
2004	インド洋	Indian Ocean tsunami	226,408
2008	ミャンマー	Cyclone Nargis	133,655
2008	中国	Sichuan earthquake	87,476

出典: UNISDR (2009)

以上のような自然災害に対し、国際社会は傍観しているわけではない。阪神・淡路

大震災を契機に、国連によるHFA(Hyogo Framework for Action 2005-2015:

Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters) が合意され、これをもとに世銀は、GFDRR (Global Facility for Disaster Reduction and Recovery)を2006年に設立し、災害危機に対するリスク管理と災害に備えたインフラ整備およびリスク対応型の保険制度を中心とした金融支援制度の確立を目指している。ただし、インドネシアのスマトラ沖大地震で発生した大津波(年2004)の際は、多くの被災地における食糧支援は、その大半が近隣の村、町からの援助であった(Goyet, 2009)。さらに、「緊急時の食糧供給」的な体制に関する議論は極めてまれであり、緊急時の食糧支援に関してはWFP (World Food Programme)にゆだねている印象を受ける。

## 2 - 2 . 東マレーシアにおける現地調査からの事例

次に、著者による東マレーシアに位置するサラワク州を対象とした科研費調査の事例(特に2009年2月)を挙げておく。今回のサバ州調査の成果としては、カキ養殖等では赤潮の問題に加え、近年の豪雨・洪水、道路開発等による水質劣化の被害が判明したことである。予想以上のスピードで都市化とインフラを中心とした開発が進行していることが推測できる。加えて、社会問題としては、マレーシアの非ブミプトラ系住民の底辺層として、インドネシア出身(主にスラウェシ島)の住民とフィリピン系住民は、それぞれ分離した形で小規模の集落を形成し、マングローブ林地域に居住

していることが判明した。サラワク州においては、数年前の調査で明らかにしたことではあるが、パコ国立公園内のマングローブ(red mangrove)の消失面積の拡大が現在も進行していることが判明した。ただし、他の地域における乱開発による結果として、砂の堆積が進行していることが政府関係者によって認識されていることは、数年前と比べて環境保全に向けて一歩前進したといえる。

東マレーシアのサラワク州は、低地の大部分の地域が酸性度の高い土壌と生態系、いわゆるピートスワンプで成り立っている(上原, 2008)。伝統的な地場産業としては、胡椒の栽培とその精製加工で付加価値をつけ最終財として販売する胡椒産業が知られている。サラワク州はマレーシアにおける胡椒の最大の生産地(約95%)で、日本が輸入する胡椒の60%はこのサラワク産が占めている。輸入のピートスワンプ土壌の特質故に、一部地域を除いて、大規模な土壌改良の投資を実施しない限り、持続可能な水田稲作は困難である。従ってサラワクの少数民族によって、起伏の多い丘の斜面等を利用した陸稲と胡椒の栽培は盛んであるが、低地ではマングローブ林系のサゴヤシ農園とニッパヤシ等の植生が見られる。

サラワク州の北部都市ミリ市から200キロ内陸部のTinjar区では、ロングハウスに居住するおよそ1800人の村人が2008年5月に断続的な豪雨と大洪水で、他の地域からの食糧と物資の輸送・補給ルートが数日間遮断された(The Star Online, 2008)。さらに、サラワク州の州都であるクチン市

から150キロの南西地方とインドネシア領のカリマンタン国境沿いまでの地域は、2008年暮れから2009年はじめにかけて発生した異常ともいえる集中豪雨によって、農作物と道路インフラ等が大きな被害を受けた。農業被害としては、水稲だけでなく、陸稲と胡椒栽培も含まれる。

さらに、鉄砲水の道路寸断の被害や2メートル以上冠水した中学校も存在した。その校長とのインタビューでは、中学校の敷地が数日間孤立したままだったという。さらに、数ヶ月間に渡って閉鎖された商店街等の被災が拡大した理由として、様々な要因が挙げられている。現地聞き取り調査では、南シナ海に面するサラワク川河口堰の設計に問題があるという意見や、違法な森林伐採が原因とする意見も聞かれた。いずれにせよ、これらの自然災害時に共通する課題は、緊急時の食糧備蓄計画が公的機関で実施されていないということである。

前マレーシア首相の Abdullah Ahmad Badawi は、食糧需給率を高めながら食糧安全保障を確立させるための政策の一環として、サラワク州の広大な土地と森林面積に着目し、この土地資源を活用したコメの生産奨励を公言した経緯がある (EIR, 2008)。マレーシアのサラワク州と南部カリマンタンに位置するインドネシア側の領土の大部分の低地湿地林の土壌は、マングローブ林以外の樹木が植生しにくい泥炭層が基礎となっており (IRRI, 2009)、マングローブ林を伐採すると、環境問題に甚大な影響を及ぼしかねない。この地域の低地林域は、海水の流入と汽水域が広がり、塩害も起こ

りうる地域である。かつてはインドネシアの大統領であったスハルトがカリマンタン島の泥炭層が広がる広大な土地で水田開発を奨励したこともある。彼の計画通り水田開発は進められたが、それが失敗に終わり、今日においても開発跡地の環境問題に悪影響を与えている経緯がある。このような政策的な「政府の失敗」に学び、過去の教訓を生かす必要があることはいうまでもない。

### 3.【補論】: モンスーンアジアにおける自然災害と食糧備蓄・供給の基本モデルの展開

#### 3-1. モデル作成の枠組み

雨季には世界に類を見ない雨量をもたらすモンスーンアジア地域またはアジア・グリーンベルト地域においては、当然ながら水災害に関する報告事例が多い。たとえば表2で示したように、広域の災害としては2008年5月のミャンマーのイラワディ河川のデルタ地帯を襲ったサイクロンが記憶に新しいが、そのときの自然の猛威は14万人近くの人命を奪った。そして同年8月には、インドのコシ河で大氾濫が発生し、これによる洪水は300万人以上の人々の日常生活を脅かした (UNISDR, 2009)。直近では、わが国においても2009年7月の集中豪雨が福岡市など九州北部と山口県を中心とした地域の家屋と道路等のインフラに大きな被害をもたらしている。このような水災害が直接的にまた間接的に発生する被災地において、緊急時の食糧支援と短期の供給の安定化を図る制度的な体系 (これを「緊急

時の食糧供給」と名づけておこう)の構築は、長期の食糧安全保障を提供するフードシステムの確立とともに、喫急の課題となっていると言えよう。ここでいう「緊急時の食糧供給」とは、外界と遮断された被災地における食糧分配システムを支える諸要素の構築とその体系を指している。本稿で想定している諸要素の中心となるものは、食糧備蓄体制、食糧分配システム、外界からの食糧支援システムの3点である。「緊急時の食糧供給」の構築には、これら諸要素の有機的な組み合わせと効率的な管理運営が求められる。

モンスーンアジアとアジア・グリーンベルト地域の発展途上国において、このような課題に取り組むためには、農村地域レベルを焦点に当てた長期目標をターゲットとしたフードシステム体系と短期的な「緊急時の食糧供給体系」を明らかにしながら、対象地域の食糧生産・供給の安定化を包摂した体制を築く課題に取り組むことが求められる。つまり、自然災害を経験しない平常時においては、それぞれの地域の生態系に即した食糧の生産体制を敷くことによって自然災害による被害を最小限に抑え、かつ持続可能な作物の生産増強の体制が求められる。食糧増産はこれら地域の貧困軽減と飢餓の縮小をもたらすことにもなる。特に貧困と災害時の被害の拡大との間には強い因果関係が存在するとされる論点については、FAO Regional Office for Asia and the Pacific (2006)の33ページとUNISDR (2009)の表3.5のネパール、インド、スリランカの事例を参照されたい。ただし、

洪水の頻発する地域では、洪水が少ない地域と比較し、肥料の投与が少なくなる傾向があることを示唆する調査も存在する (UNISDR, 2009, p.92)。このことは、洪水による被災頻度の高い地域ほど食糧生産の生産性が低くなることを示唆している。繰り返すが以上の課題に加え、災害の発生を想定した地域レベルの食糧備蓄体制の構築は飢餓と被害を抑えるための必須条件である。しかしながら、所得レベルの低い地域・国ほど食糧備蓄の対策が採られていないのが現状である。

ここでは、特に途上国の食糧不足地域における農村集落レベルを対象とした災害緊急時における食糧の安定確保の課題について、緩衝在庫とは異なる地域レベルの食糧の備蓄手段と平時の生産増強に焦点を当てる。そして、その基本的な相互の政策的組み合わせのあり方に関し確率論を考慮した経済学的均衡モデルのアプローチから接近することは可能である。ただし、ある地域の災害時において、この地域の住民が外部との交通手段が遮断されて、外部・外界から一時的に食糧の支援と移入(供給)が不可能になることは、特に途上国においては容易に想定できることである。先進諸国においては、当然ながら食糧を含む物資が空輸等様々な手段で可能であるが、このような近代的な輸送手段を備えることができない発展途上国では、農村地域の被災地に食糧等の支援を短期間に輸送できないと想定する。

被災地における短期の食糧供給を目的とした食糧備蓄費の支出と地域レベルにおけ

る中期の食糧生産増強費（地域の食糧自給率アップ補助金）の組み合わせについて、その最適な組み合わせを示すことは可能である。要するに、備蓄と自給率アップの政策的ミックスポリシーを進めるにあたり、効果的な政策手段の組み合わせについて議論を試みることである。生産性と自給率を高めることは貧困問題を解消することでもある。貧困問題が解消されていくことで災害からの影響を最小限に抑えることができる。

ある途上国の農村地域において地震・洪水など自然災害が発生した場合、地域外からの食糧支援と供給が可能になるまで、この地域内での食糧供給を可能にするためには一定の地域内での食糧備蓄が必要となる。この備蓄された食糧は、他地域が（たとえば都市部が）被災したときの食糧支援としても利用可能であり、市場を安定化させる緩衝在庫とは異なる目的で構築されるものと想定する。消費者への心理的な安全弁となる市場価格を安定化させるための食糧の在庫レベルは、経験則から消費量の20%程度が目安となっている。

既述したように、発展途上国の農村部では、貧困層も多く、食糧の生産性も低い故に平時の食糧自給率も高いとは言えないのが現状である（慢性的な食糧不足の仮定）。さらに、第2節でも議論したように、自然災害の発生時には外部からの食糧支援が移入できない状態を想定して、緊急用の食糧備蓄が必要となる（短期的に輸送手段が遮断される仮定）。したがって、被災地での飢餓と尊い人命が失われるという「想定外」

の事態が発生しないように、非常時と平時の食糧の供給安定化を図る上で適切な備蓄と自給率を高める政策が求められる。政策を実施するには、財政的予算の制約上、これら手段の組み合わせのバランス（均衡条件）を知る必要がある。以上のような食糧供給安定化に向けて実施する公共機関の政策単位は、途上国の地域に点在する市・町・村レベルと想定しておく。理論的仮説の実証検定を行う方法論としては、供給安定化のための政策モデルを適用し分析を進めるが、適用するモデルを作成する上で便宜上、次の仮定を設ける。

分析の対象となる食糧としては、対象地域（市・町・村）の食糧の移入量が国内市場の価格に大きな影響をおよぼさないある単一の商品に限定する（small country assumption）。この単一の商品のみを通して安定供給が確保されるのであり、他に代替品が存在しないということも含まれている。次に食糧の安全保障は短期的な時間の枠内で考察されるものと仮定する。例えば、半年あるいは一年以上持続されるような長期の移入が不可能であることは想定しない。第三の仮定としては、ここで間接的に想定される食糧の安定供給は、エネルギーの安全保障とは切り離して分析できるものと仮定すべきであろう。

### 3-2. 方法論の展開

以上の仮定と供給安定化のための二つの政策手段を基に本稿の問題意識に沿った適用モデルを展開することができる。ここにおける方法論の作成は Theil (1968)と

Tinbergen (1952)が提案した手順に従って行うことにする。彼らの手順を要約すると、その骨格には、経済組織を記述したモデルとその規約、および、市民の意向を受けた政策担当者の選好を記述した目的関数が示され、モデル内の規約の条件下に目的関数を極大化する数理プロセスの課題が上げられている。本節では、はじめに、政策担当者が市民・消費者の効用を代表する形をとった効用の期待値関数を求め、次に政策実施に伴う社会費用の関数を求める。ここでは、生産性向上のための補助金と備蓄費の兼ね合いの調整を行いながら、社会費用を極小化する方法論が適用される。もちろんこのことは、ある社会費用が生じた場合、補助金率と備蓄費の特定の組み合わせで、この社会費用の制約の元に効用の期待値関数を極大化する方法と同じである。最終的には、前述の手順に従い、これらの関数を基に、等拡張線の径路を求め、その結果から何が言えるかを述べることにする。

#### (イ) 効用の期待値関数

まず、消費は次の関数で定義されるものとする。

$$(1) C_t = C_t^T + k - aP_t$$

ここで、 $C_t$  は消費趨勢を表わし、 $C_t^T + C_0^T (N_t/N_0)(Y_t/Y_0)^q$  とし、 $t$  は災害発生年度であり、 $P_t$  は  $t$  年度の当該域内価格、 $N$  は人口、 $Y$  は一人当たりの所得、 $q$  は需要の所得弾力性を示し、 $k$  は定数である。ここで注意すべきことは、 $k > 0$ 、

$a > 0$  であり、平時または正常年度においては、 $P_t = P_t^w$  ( $P_t^w$  は国内価格) であり、危機年度(移入不可能時)においては、 $P_t < P_t^w$  の関係にあることである。

次に、生産は、生産趨勢 ( $Q_t^T$ ) と生産者価格、および、定数 ( $f$ ) に依存するから、次の生産関数で示すことができる。

$$(2) Q_t = Q_t^T + f + bP_t(1 + Z)$$

2式における  $Z$  は目標補助金率であり、 $b \cdot f$  はともに正の数である。生産趨勢の  $Q_t^T$  は、 $Q_t^T = Q_0^T e^{rt}$  で求めることができる。

以上の需要と供給の他に移入が当該域内の市場に重要な影響を及ぼす。移入需要 ( $M_t^D$ ) は、消費量と当該域内の生産量および、緊急用備蓄の変化量に従属するのであるから、次の恒等式が成り立つ。

$$(3) M_t^D = (C_t - Q_t) + (S_t - S_{t-1})$$

$S_t$  は  $t$  年度における緊急用備蓄量である。平時(正常年度)には、外部からの移入供給 ( $M_t^S$ ) が存在するから、 $M_t^S = M_t^D$  の関係が保持される。しかし、災害発生時(年度)においては、被災地への移入供給が停止されるのであるから、 $M_t^S = 0$  となり、 $0 = M_t^S < M_t^D$  の関係が成り立つ。以上の理由により、移入供給 ( $M_t^S$ ) は確率変数であることが理解できる。この関係を次の式で示すと、

$$M_t^S = \begin{cases} M_t^D & (\text{平時年度}) \\ 0 & (\text{危機年度}) \end{cases}$$



となる。ここで、各年度の確率の指定についてであるが、t年度が平時年度になる確率は $(1-p)$ とし、危機年度になる確率は $p$ とする。

さて、以上の(1)(2)(3)の関係式より、効用の期待値関数を求めることができる。まず、正常年度の場合を検討してみよう。(1)(2)(3)の式より、移入需要関数は次のように書き改めることができる。

$$(4) M_t^D = C_t^T + k - aP_t^w - Q_t^T - f - bP_t^w(1+Z)(S_t - S_{t-1}) \\ = (C_t^T + k - Q_t^T - f) - [a+b(1+Z)]P_t^w + (S_t - S_{t-1})$$

ここで、 $P_t = P_t^w$ である。つまり、正常年度においては、 $P_t^w$ の価格で総移入需要を十分に満たすことができる。当然のことながら、移入需要量は、生産者価格 $P_t^w(1+Z)$ に従属する当該域内生産量と消費者価格( $P_t = P_t^T$ )および、備蓄の調整によって決定される。

次に、災害発生の危機年度における条件を検討してみよう。移入供給 $M_t^S$ は停止され、 $M_t^S = 0$ となるのであるから、移入量の一部、又は全部に相当する量をその年の備蓄、 $s_t$ 、で補うことになる。備蓄量は、被災地を管轄する地方政府または公共機関の政策判断によって決定されるが、その備蓄可能量の範囲は、次の関数式で表すことができる。

$$(5) s_t = \begin{cases} \geq M_t^S = \dots\dots\dots (A) \\ < M_t^S = \dots\dots\dots (B) \end{cases}$$

仮に、(5)式の(A)が政策によって決定されていたとすれば、(4)式は次の(6)式に書き換えることができる。

$$(6) s_t = (C_t^T + k - Q_t^T - f) - (a+b+bZ)P_t$$

この式は危機年度における需要と供給の清算条件を表している。ここで、 $P_t = P_t^w$ であり、 $(S_t - S_{t-1}) = 0$ である。この条件下では、消費水準と同程度で維持されることになり、被災地内価格の上昇は避けられる。しかしながら、(5)式の(B)が政策決定で行われていたとすれば、(6)式と同じように清算条件関係式は次のように成り立つ。

$$(7) s_t = (C_t^T + k - Q_t^T - f) - (a+b+bZ)P_t$$

ただし、平時年度と違い、 $P_t = P_t^w$ となり、 $(S_t - S_{t-1}) = 0$ となる。

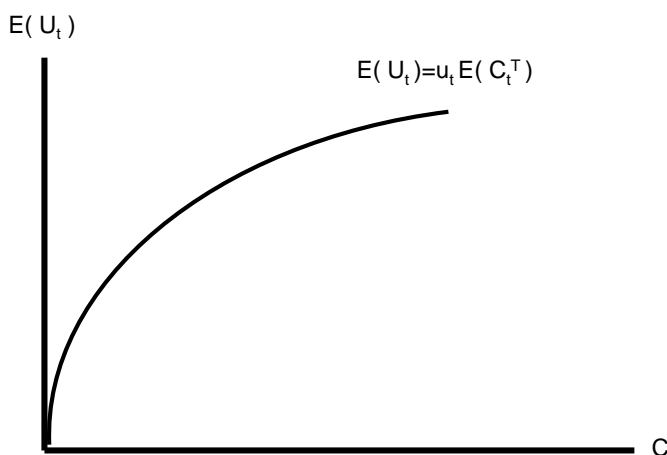
以上の議論より、一般的に言えば、危機年度における価格は、(6)式と(7)式の組み合わせによって(8)式のように導き出すことができる。

$$(8) P_t = [(C_t^T + k - Q_t^T - f) - s_t] / (a+b+bZ)$$

この式では、 $\hat{s}_t$ の量によっては、 $P_t = P_t^w$  度における消費が導き出される。  
 または  $P_t = P_t^w$  となる。

ここで、(8)式の  $P_t$  を (1) 式の  $P_t$  と (9)  $C_t = C_t^T + k - a [(C_t^T + k - Q_t^T - f) - \hat{s}_t] / (a + b + bZ)$  入れ替えると、(9)式の災害発生の危機年

図1 効用の期待値関数



次に、効用の期待値関数を求めるのであるが、それには、次に示す概念が必要となる。つまり、被災の可能性のある農村地域の厚生関数は政策担当者が代表して示すことができるという従来の効用の理論を一步進めた考え方であり、この手法は、Just and Schmitz (1977) と Jabara and Thomson (1980) によっても応用されている。この手法を適用することによって、実証検定の分析結果に大きな問題を与えないと思われる。したがって、本稿でも、次に定式化された厚生関数を適用することにする。

$$(10) U_t(C_t) = u_t C_t^e$$

$e$  は消費に対する効用の弾力性値であり、 $e < 1$  の制約を持つ。さらに、この式は、K・Arrow (1964) などによる危険回避の条件をも満たしている。そこで、(1)式と(9)および、(10)式をまとめると、平時年度と危機年度の消費を含んだ次の(11)式に代表される効用関数が求められる。

$$(11) U_t/u_t = C_t^e \begin{cases} (C_t^T + k - aP_t^w)^e \dots \text{平時年度の関数} \\ \text{で、確率は}(1-p)\text{とする。} \\ (C_t^T + k - a(C_t^T + k - Q_t^T - f - \hat{s}_t)) / (a + b + bZ) \dots \text{危機年度の関数で、確率は} p \text{とする。} \end{cases}$$

これより一歩進めると、効用の期待値関数が求められる。効用の期待値関数は、正常年度と危機年度における予想された消費の組み合わせによって構成されるが、それは、効用の期待値の仮説を応用することによって導くことができる。効用の期待値の仮説 (Layard and Walters, 1978, p.355) によると、両年度の予想消費量の組み合わせは、(11)式の右辺と左辺の期待値を求めて展開することによって表すことができる。その関係を、横軸に食糧の消費を、縦軸に効用の期待値を表せば、図1のような曲線になる。それで、(11)式の期待値を求めると、(12)式の関数となる。

$$(12) \quad (1/u_t)E(U_t) = (1-p)(C_t^T + k - aP_t^w)^e + p [C_t^T + k - a(C_t^T + k - Q_t^T + f - \hat{s}_t)/(a + b + bZ)]^e$$

ここで、簡略化のために、 $(1-p)(C_t^T + k - aP_t^w)^e = A$  と置き、 $a(C_t^T + k - Q_t^T + f) = B$  と置けば、(12)式は次式のように書き改められる。

$$(1/u_t)E(U_t) = A + p [(C_t^T + k - (B - a\hat{s}_t))/(a + b + bZ)]^e$$

最後に、この式の左辺と右辺に  $u_t$  を掛けると、求められている効用の期待値関数が13式のように得られるのである。

$$(13) \quad E(U_t) = u_t A + u_t p [(C_t^T + k - (B - a\hat{s}_t))/(a + b + bZ)]^e$$

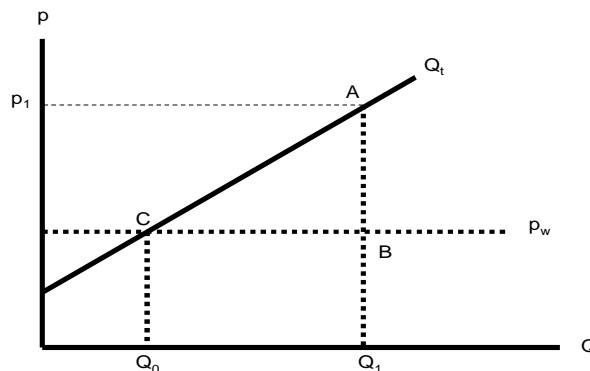
(ロ) 供給安定化政策に伴う社会費用の関数

本稿の分析の対象になる政策手段には、次の二種類の費用が伴う。第一に、食糧を生産する農業者への補助金によって当該域内生産を増大させる上で生じる社会費用である。ここでは、その費用を自給率の調整に伴う社会費用と呼ぶことにする。補助金と生産の関係は、すでに述べた(2)式を参照することによって理解できよう。(2)式の生産者価格の水準は、自給率を高める政策の変数、 $Z$ 、によって調整されるのであるから、その政策の費用が、政策の変数、 $Z$ 、とは正の関係にある。第二に、緊急用備蓄計画の運営に伴う費用が上げられる。この費用は、言うまでもなく、地域外からの食糧移入が遮断されることによって供給不足が生じた場合に、それを、補う目的で使用される食糧の備蓄に掛かる費用で、腐食を防ぐために、その食糧を民間企業の運用ストックに加えることも可能である。

(ロ) - 1 自給率調整に伴う社会費用

(2)式と小国規模の仮定(国内に占める一農村地域の需要量はきわめて小さく、その需要量の変化は国内価格に影響を及ぼさない)より、自給率を高めるための生産助成政策に伴う純社会費用を求めることができる。この場合、基礎となる理論としては、伝統的なマーシャル流の経済余剰の概念に基いて W・Gordon(1957) が開発した方法論が上げられる。

図2 生産助成政策に伴う純社会費用



社会費用の関数を求めるにあたり、当該地域内の生産と移入価格の関係を示した図を参照しながら議論を展開しよう。図2では縦軸に価格、横軸に食糧（ある単一の商品）の量が表わされている。供給曲線、 $Q_t$  は(2)式の  $Q_t = Q_t^T + f + bP_t(1 + Z)$  と同じであり、 $P_w$  は国内価格であるが、移入が自由に行われると  $P_w$  が当該地域内価格に適用されるから、 $P_t = P_w$  である。しかし、目標補助金率の  $Z$  は正の数であるから、 $P_1 > P_t$  または、 $P_1 = P_t(1 + Z)$  と表わされる。

厚生経済学で問題となる外部性が存在しない（つまり、生産によって生じる社会費用が生産の私的費用と同じ）ものと仮定すれば、生産助成政策の純社会費用は、移入によって賄われていた一部の食糧が当該地域の食糧生産の増加によって代替された結果生じる予算の節約を、その地域内生産の増加に伴う費用から差し引くことによって求められる。周知の通り、この純社会費用のサイズは、生産関数の  $b$  の値と国内価格

( $P_w$ ) に影響される。

さて、図中の  $AB$  について言えば、 $AB = P_t Z$  であり、また、 $Q_1 - Q_0 = b(P_t)Z$  であることが推定される。したがって、自給率を高める純社会費用関数 (NSC) を Gordon 手法の概念で表わせば、

$$(14) \text{ NSC} = (1/2) [b(P_t)^2 Z^2]$$

となる。当然ながら  $P_t = P_t^w$  である。

#### (口) - 2 備蓄運営に伴う社会費用

本稿における緊急用備蓄は、数量または価格を調整する目的で運営される緩衝在庫とは性格が異なり、市場に直接的には影響を及ぼすことなく運営されることも可能である。記述したように、緊急用の備蓄とは、短期的（最長3ヶ月が妥当か？）な供給不足が起こりうる場合の予備のものである。したがって、備蓄は、消費者にとってある程度の保障を与える。ただし、備蓄運営に伴う費用負担の形式については、様々な可

能性を持つが、ここでは議論の対象としない。

さて、緊急用備蓄の費用関数 (ESC: Emergency Stockpiling Cost Function) は、設備運営費と利子払いの費用から構成されているものと仮定する。設備運営費は二次式の関数 ( $gS_t^2$ ) で表すことができるものとする。そして、利子払いの費用を  $rP^wS$  で表すと、備蓄に関する費用関数は次のように定式化される。

$$(15) \text{ESC} = gS_t^2 + rP^wS_t$$

ここで、 $g$  は、費用のパラメーターで、 $g > 0$ 、 $S_t$  は、 $t$  年度における総備蓄量で、 $r$  は利子率である。

#### (ロ) - 3 総社会費用

前記の(14)式と(15)式を合計すると、以下の二次方程式で表された総社会費用の関数が成立する。

$$(16) Y_t = (1/2)b(P^w)^2Z^2 + gS_t^2 + rP^wS_t$$

右辺の  $Z$  と  $S_t$  が政策変数であり、これらの変数によって備蓄と自給率増大の総社会費用が決定される。

#### (ハ) シミュレーションによる結果

(イ) と (ロ) で得られた効用の期待値関数と社会費用の関数を基に、シミュレーションの実施が可能である。ここで示すシミュレーションの軌跡は、効用の期待値関数

を社会費用関数の制約の下で極大化した解を示したものである。すなわち、一般的には、

$$\begin{aligned} Z \text{ の限界効用} &= Z \text{ の限界費用} \\ S \text{ の限界効用} &= S \text{ の限界費用} \\ \text{あるいは} \quad MU_Z &= MC_Z \\ MU_S &= MC_S \end{aligned}$$

と表される。この関係を(13)式と(16)式に適用すれば、(17)式が得られる。

$$(17) \begin{aligned} dE(U_t)/dZ &= dY_t/dZ \\ dE(U_t)/dS &= dY_t/dS \end{aligned}$$

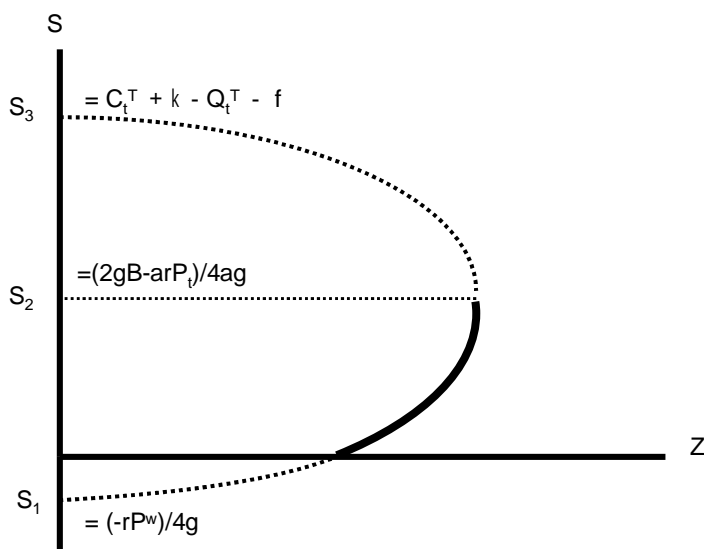
左辺は効用の期待値関数を自給率の変数  $Z$  に関して偏微分したものと備蓄の変数  $S$  に関して微分したものの比率を表し、右辺は社会費用を  $Z$  に関して微分したものと  $S$  に関して微分したものの比率を表す。この関係式を展開すると、次の(18)式が得られる。

$$(18) \frac{(B - aS)/(a+b+bZ)}{Z(P^w)^2} = \frac{a}{2gS+rP^w}$$

(18)式を書き改めると、以下の(19)式のシミュレーション軌跡の式が得られる。

$$(19) (a+b)a(P^w)^2Z + ab(P^w)^2Z^2 = BrP^w + (2gB - arP^w)S_t - 2agS_t^2$$

図3 シミュレーション径路



したがって、シミュレーションの径路は  $s_t$  と  $Z$  を変数とした二次式から成り立ち、危機年度が発生する確率 ( $p$ ) からは独立しており、その影響を受けない。それゆえに、仮に当該地域内生産が悪天候などによって大きな被害を受け、生産量が激減するという確率をモデル内に取り入れても (19) 式は変化しないことになる (この証明については、上原 1984 を参照せよ)。さらに、興味深いことに、シミュレーションの径路は、効用の期待値関数を決定する  $u_t$  と  $e$  から独立した存在となっている。極大化のプロセス (このプロセスについては、上原 1984、pp.46-47 を参照) を経た (19) 式のシミュレーション結果は、上の図 3 で示したとおりである。実線が現実的な径路で、点線は理論上のシミュレーション径路を表す。

$S$  と  $Z$  が正の区域 ( $S_2$  の前まで) は、移入が当該地域内生産によって代替されている

ことが推測できる。 $S_2$  の時点では、当該域内生産と備蓄の合計量が  $t$  年度の域内総消費量 ( $P_t = P^w$  の価格で) と同じであることが分かる。

### 3-3. 終わりに：暫定的なシミュレーションの結果から得られる政策的課題

具体的な備蓄、生産助成の数値目標額は、モデル内で示した地域別のパラメーター ( $C_t, G_t^T$  等) のデータを挿入して求められるが、以上の理論的な算定結果からも政策的に参考になる暫定的な結論を以下のように、導き出すことができる。

シミュレーション結果として、備蓄計画では、初期の段階 (備蓄が 0 の場合) で備蓄用のインフラ (倉庫など) にかかる初期費用が大きいため、自給率を高める生産助成の政策が備蓄よりも有利になっている。したがって、「緊急時の食糧供給」を構築す

る第一歩として、冒頭で述べたリスクファイナンス(リスク回避の保険金融)に関し、ODAのドナー国または国際的な金融機関が率先して食糧備蓄体制構築のための初期投資のノウハウと資金を支援すべきであろう。このような先進国による支援策を強く主張しているのが、Cummins and Mahul (2009)である。ただしこのモデルでは、初

期投資が完了した段階以降は、すなわち供給安定化のための自給率と備蓄を遞増させる段階においては、備蓄計画の政策手段が生産助成の政策よりも徐々に効率的になるような均衡で推移している。つまり図3において、政策的には、備蓄量の最大値は $S_2$ が限度となる。この時点で生産助成金も予算制約の範囲内で最大となる。

#### 【参考文献】

- 上原秀樹 (1984): 「供給安定化政策の経済評価 食糧備蓄と自給率を中心に」千葉大学教養部研究報告 A-17、1984年12月、Pp.33-52.
- 上原秀樹 (2008): 「東マレーシアにおける開発と資源管理 - サラワク州の事例にみる課題」明星大学経済学研究紀要第40巻第1号、2008年12月、pp1-17.
- Amin, Samia and Markus Goldstein eds. (2009): *Data Against Natural Disasters, Establishing Effective Systems for Relief, Recovery, and Reconstruction*, The World Bank, Washington, DC.
- Arrow, K (1971): *Essays in the Theory of Risk Bearing*, Chicago, Markham Publishing Co.
- Cummins David, J and Oliver Mahul (2009): *Catastrophe Risk Financing in Developing Countries; Principles for Public Intervention*, The World Bank, Washington, D.C.
- EIR (Executive Intelligence Review), (2008): "Sarawak Can Become Malaysia's Rice Field", May 2, p.51, 2008.
- FAO Regional Office for Asia and the Pacific (2006): *The State of Food and Agriculture in Asia and the Pacific*, Bangkok, 2006.
- Gordon, WM (1957): "The Calculation of the Cost of Protection," *Economic Record*, 33, pp29-51.
- Goyet, Claude de Ville de (2009): "Information Gaps in Relief, Recovery, and Reconstruction in the Aftermath of Natural Disasters," Chapter 2, *Data Against Natural Disasters, Establishing Effective Systems for Relief, Recovery, and Reconstruction*, Amin, and Goldstein eds., The World Bank, Washington, DC.
- International Strategy for Disaster Reduction (2005): *Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters*, World Conference on Disaster Reduction, January 2005,

- Kobe, Hyogo, Japan.
- IRRI (2009):Rice Statistics, Available at:  
<http://www.irri.org/science/cnyinfo/malaysia.asp>
- Layard, PRG and A Walters (1978): *A Microeconomic Theory*, New York, McGraw-Hill Book Company.
- Pratt, J (1964): "Risk Aversion in the Small and in the Large," *Econometrica*, 32, pp122-136.
- Thiel H (1968): *Optimal Decision Rules for Government and Industry*, Amsterdam: North-Holland and Publishing Co.
- Thien, Stephen (2008): "Bad Weather in Sarawak to Continue till March 23," The Star Online, March 11, 2008.
- Tinbergen, J (1952): *On the Theory of Economic Policy*, Amsterdam, North-Holland and Publishing Co.
- UNISDR (2009): *Risk and Poverty in a Changing Climate, International Strategy for Disaster Reduction*, United Nations, Washington DC.