

# 農業開発による食糧危機の解決を考える

慶應義塾大学

大沼あゆみ研究会

食糧資源パート

久保田 貴家 玉野 安田

# 目次

## はじめに

### 第1章 中国の穀物需給が世界に与える影響

- 1.1 中国の穀物需要増大
- 1.2 中国の供給面
- 1.3 穀物輸入国としての中国
- 1.4 穀物市場価格に与える影響

### 第2章 今後の中国における農業生産拡大の可能性

- 2.1 中国の水問題と農業
- 2.2 地下水問題からみる農業
- 2.3 水資源量に応じた農業生産の必要性

### 第3章 ブラジルでの農業生産拡大

- 3.1 ブラジルに注目した理由 豊富な土地と水資源
- 3.2 政治的背景
- 3.3 農作物別の生産量拡大ポテンシャル
- 3.4 ブラジル農業が抱える問題点を克服する方法とは

### 第4章 農業投資信託

- 4.1 農業投資の現状
- 4.2 今までの農業融資の問題点
- 4.3 農業投資信託の設立
- 4.4 農業投資信託の課題

### 第5章 モデルによる分析

### 結論

### 参考文献

## はじめに

レスターブラウンの発表した「誰が中国を養うか？」によればこのまま中国の人口が増加すると中国国内だけでは食糧生産が追いつかなくなり、中国の食糧輸入量が増え、それが世界的な食糧危機に発展する可能性があるという。この主張は悲観的すぎるという考えもあるが中国の食糧需要が増えているのは事実であり、輸入量増加が穀物の国際価格上昇などさまざまな悪影響をおよぼすということは十分に考えられる。

食糧生産の鍵を握っているのは膨大な農業用水の確保という問題である。しかしそうした中国の危機を解決するために中国国内での農業用水の管理で生産を上げるということは、中国の地理的問題、また政策的問題などから難しいと考えられる。

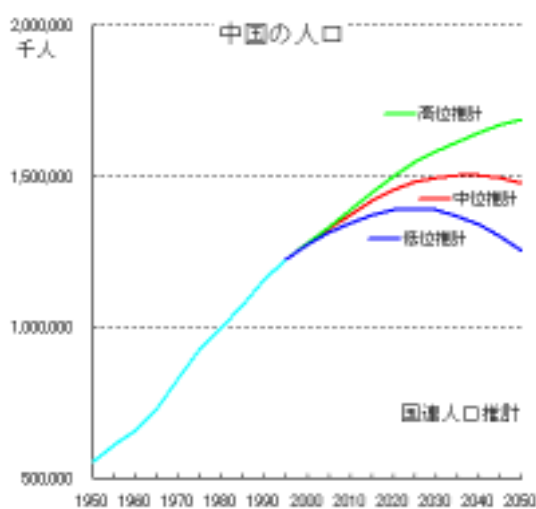
そこで我々は地球規模での適地適作、つまり農業に対する水、土地といった潜在能力を持つ国の穀物生産量を増加することで、増加する需要量に供給を追いつかせることはできないかと考えた。世界には開発資金がないばかりに潜在能力を出しきれていない国がいくつもあるが、その代表としてブラジルが挙げられる。ブラジルは現在でも農業国家であるが、環境を破壊せずにさらに農地へ転換できるポテンシャルをまだまだ持っているのだ。

このようなブラジルをはじめとした農業に対する潜在能力を持つ国で農業開発をおこなうために、我々は農業投資信託を設立することを考えた。投資信託には農業におけるリスク分散をはじめとして様々な利点がある。以下、レスターブラウンの主張を説明し、中国国内での解決が困難であることを示した後に、潜在能力を持つ国に農業を発展させるための方法として、投資信託によれば新規の農業開発への融資における問題点を克服できることを論じていく。

# 第1章 中国の穀物需給が世界に与える影響

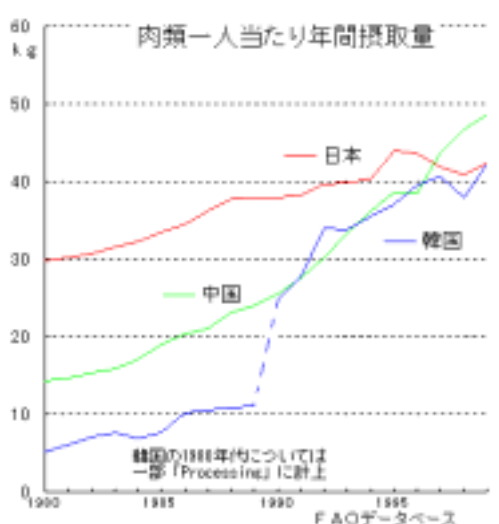
## 1.1 中国の穀物需要増大

中国の人口は、人口政策の継続を前提として **15 億人** で最大となると見られているが、政策に大きな変化があり抑制策が緩和されれば **15 億人** を上回る可能性もある。今後も人口増が以下のように継続すれば、それにともない穀物需要も増大することになるだろう。

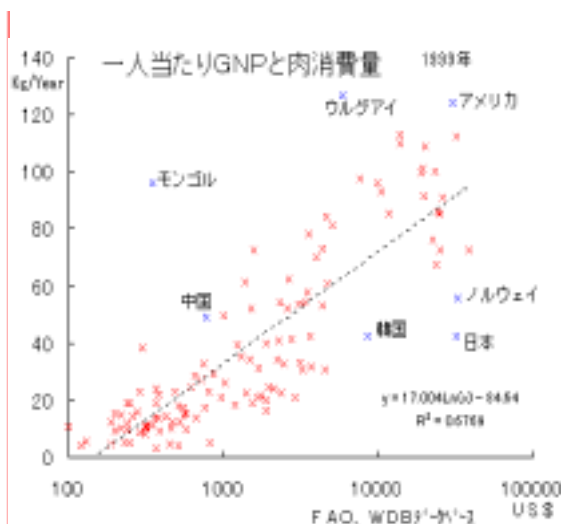


国連人口推計より

また、中国は食生活の欧米化が進んでおり、肉類一人当たり年間摂取量は増加傾向にある。一人当たり **GNP** と肉消費量に正の相関があることから、経済発展が著しい中国の肉消費量は、更に増加することが予想される。



FAO データベースより



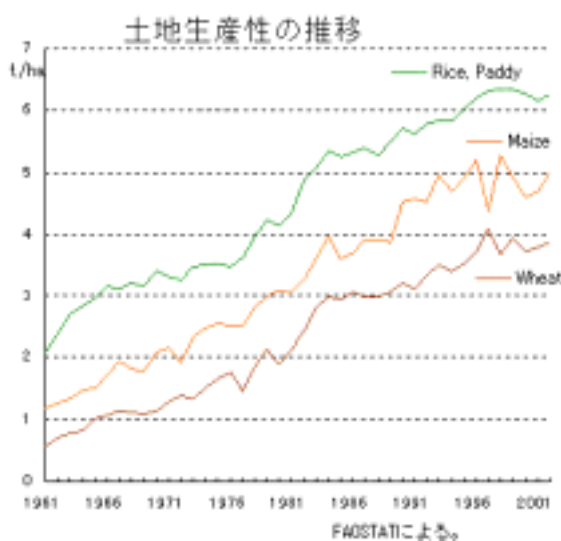
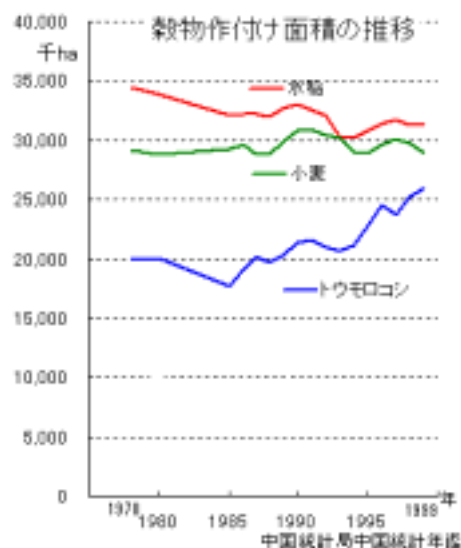
FAO データベースより

今後、さきほど述べたように肉への需要が増加すると、家畜の飼料となる穀物の需要も増加することになる。総穀物消費量に対する飼料用穀物消費量の割合は小さくなく、**1994**

年のデータでは、総穀物消費量 **3億 4800万トン** に対して、飼料用穀物消費量 **8000万トン** であり、総穀物消費量の **23%** が飼料用に消費されている。

肉を生産するためには多くの穀物が必要となり、畜産物 **1 kg** の生産に要する飼料穀物の量（トウモロコシ換算）は、鶏肉 **4 kg**、豚肉 **7 kg**、牛肉 **11 kg** となっている。中国の現在の食肉事情は、消費重量の **7割** が豚肉であるが、所得が高くなるにつれて豚から牛へと消費がシフトする傾向があるので、今後消費が牛へとシフトしていった場合には、牛肉は豚肉よりも多くの飼料を必要とすることから、飼料用穀物需要がさらに増加することになる。

## 1.2 中国の供給面



中国の穀物供給量は、**1998年**に記録的な生産高である**4億 6000万トン**を達成した後、**2001年**以降穀物の生産高は**4億トン**を下回った。その要因には、**1.農作物価格の低迷**による作付け転換、**2.干ばつによる水不足**、**3.過剰在庫**を背景とした農政転換があげられる。特に米は、従来水の豊富な華南を中心に生産が行われていたが、南部の工業化に伴い農地が減少したことが影響して生産量が伸び悩んでいる。また、小麦、米ともに生産性は世界的に見ても高い数値を示しており、その向上はあまり望めない。そのなかで唯一ト

ウモロコシはそれらの影響をあまり受けていない。近年の中国の食の欧米化により、肉需要が増えている。そのため飼料用のトウモロコシの需要が高いので、市場価格も安定し、

作付面積も伸びている。また、もうひとつの要因として、トウモロコシは米や小麦ほど灌漑用水を必要としていないので、乾燥地域での生産が可能であるという点があげられる。しかしながら、穀物供給全体としては今後さらに供給量の減少が懸念されている。

### 1.3 穀物輸入国としての中国

穀物生産高が4億トンを下回った時、約4000万トンの年間損失は国家の食糧備蓄で補われた。しかし、今後も干ばつが懸念されていて安定供給が難しいにもかかわらず、穀物需要増が確実である状況が続けば、WTOに加盟したことも影響して、中国の穀物輸入は拡大していくであろう。

さて、ワールドウォッチ研究所のレスター・R・ブラウンは、『誰が中国を養うか』のなかで、中国が穀物輸入国となることに警鐘を鳴らしている。彼の予想によると2030年の中国の穀物生産量は、非農業部門に土地を奪われることを考慮すると2億7200万トンになる一方で、2030年の中国の穀物需要量は4億7900万～6億4100万トンとなる。4億7900万トンの穀物需要量は、人口増大による消費増のみを考慮したもので、一人当たり年間穀物消費量を現状の300キロにとどまるとした場合の数値である。6億4100万トンの穀物需要量は、中国の肉食化をふまえて、一人当たり年間穀物消費量が台湾なみの400キロになった場合の数値である。その結果2030年の中国の穀物不足量は、2億700万～3億6900万トンとなると予想している。ちなみに、2億700万トンは1994年の全世界の穀物輸輸出量に等しい。その分を中国が輸入でまかなおうとすると、穀物の世界市場価格が上昇して、途上国に影響が出る可能性を指摘している。

### 1.4 穀物市場価格に与える影響

1972年、穀物の不作に見舞われたソ連は、その後も消費を抑制することなく穀物輸入を続けた結果、小麦の世界市場価格が72年にブッシェルあたり1.9ドルだったのが74年には4.89ドルに上昇した。中国も世界の穀物市場で輸入し続けると、前例のように穀物の世界市場価格は上昇するであろう。

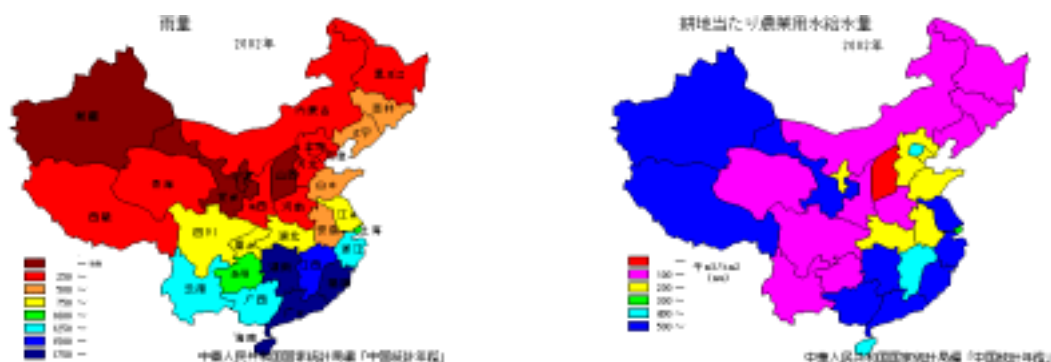
穀物価格が上昇する要因は中国の過剰需要が輸出国の過剰供給を上回ることから起きる。つまり、中国の需要量が世界の需要量の一端を担っているので中国の需要量が増加し国内の供給量で間に合わず超過需要が生じれば世界市場の需要量が増加する。また、逆に穀物を輸出する国の供給量が増えて輸出にまわす量が増えると世界市場の供給量は増加する。こうして穀物の国際価格が決まるわけだが、中国の超過需要の伸びが大きいと世界市場においても需要量が増加する。しかし供給量は決まっているから国際価格が上がるのである。

以上のように世界市場の穀物価格が上昇すると、資金力の乏しい途上国は穀物輸入量を減らすことを余儀なくされ、食糧危機問題に悩んでいる地域では、更なる危機に陥ってしまうことになる。では、このような危機を避けるため、中国国内で穀物生産を伸ばすことができるのか、次章では中国における農業生産拡大の可能性について検討していく。

## 第2章 今後の中国における農業生産拡大の可能性

### 2.1 中国の水問題と農業

日本の約 10 倍の人口を抱える中国。国土が広いこと水資源総量は世界第 6 位の 2.8 兆 m<sup>3</sup> と多いものの、1 人当たりの水資源量は 2300 m<sup>3</sup>/年と世界平均の 4 分の 1 しかない。水資源の大半は国土の南部、長江流域に集中しており、近年は「黄河の断流」と呼ばれる黄河の渇水現象が年々激しくなるなど、北部の水不足は深刻化である。中国水利部によると、現在の中国における水資源問題について、全国の 3 分の 2 の都市で深刻な水不足状態にあり、そのうち 110 都市が早急な措置を必要とする状態にあることを明らかにした。予測統計によれば、2030 年までに中国の総人口は 16 億に達し、1 人当たり水供給量はわずか 1750 m<sup>3</sup>になるといわれる。できるだけ節水したとしても、7000 億 - 8000 億 m<sup>3</sup>の水資源が消費されるとみられ、現在と比較して供給能力で 1300 億 - 2300 億 m<sup>3</sup>が欠乏することになる。



では、現在水資源の少ない中国ではどのように農業を行っているかを見ていく。この 3 つが表しているのはそれぞれ雨量、農業用水給水量、耕地の状況である。これを見ればわかるように、中国では南部に行くほど雨量も水資源も多く、北部では雨量も少なく乾燥地域である。そこで南部では水が多く必要となる稲作が中



心に、北部では畑作が中心に行われていたのだが、南部の工業化に伴い農業の中心地が北上して南部の農業は縮小した。現在中国の農業生産は乾燥地域の華北平原がその中心地となっている。雨量が少ないこれらの地域で多くの農業用水が使われているが、これらの地域における水利用について見ていく。

乾燥地域において農業用水を確保するために中国では地下水を取水することによって農業を行ってきた。しかし、近年この地下水の枯渇が問題となっている。中国の水収支に関する日中共同研究の報告によると、国土のほぼすべての平地で、地下水位が低下している。中国の北部全域で、地下水位が低下していることを示す徴候もある。中国の穀物の1/4以上を生産している華北平原における地下水位の低下は1990年代初期には、毎年1.5メートルと公表されていたが、今や3メートル近くに及ぶ。また、中国北部のフーヤン川流域では、表流水の水利をめぐる、農業部門は工業部門に譲歩する結果となった。このため農民は地下水に目を向け、約9万1000本の井戸を掘った。その結果、地域による違いはあるものの、1967年から2000年の間に地下水位は8メートルから50メートルにまで低下している。また、ある地域では、小麦農家は今や300メートルの深さから水を汲み上げている。これほどの深さになると揚水コストは非常に高くなり、収益は大幅に減少してしまう。

中国における農業は、生産性向上の低迷や作付面積の減少だけでなく、今後この水不足が中国の農業生産をさらに縮小させる可能性がある。このような問題に対して現在中国政府が進めている水政策は、水の豊富な長江から運河を掘って黄河流域に水を運ぶという、総額8兆円近くを投入する大規模な「南水北調」プロジェクトに代表される水資源の合理的配分と、地道な節水の推進である。水利用の約7割を占める農業部門では、水利施設の老朽化や農民レベルでの用水の浪費などで灌漑効率は約40%と、日本など先進国の60～65%を大きく下回っており、中国政府はこれらを見直し灌漑効率を上げ、急増する水需要に対応する戦略を掲げている。しかしながら、そのためには莫大な費用と時間がかかってしまうだろう。

## 2.2 地下水問題からみる農業

地球の水の中で、地下水は淡水量全体の30%を占め、世界では年間取水量の2割に当たる6,700億トンの地下水をくみ上げている。しかし、世界各地で地下水の過剰な利用、およびそれに伴う地下水位の低下、地盤沈下が起こり問題となっている。『地球白書』によると、1990年代半ばにおける地下水の過剰取水量は年間で、インドが最も多く1420億トン、次いで中国の300億トン、アメリカの136億トンとなっている。では最適な取水量はどのように決まるのかということについてみていく。

われわれが利用する水、すなわち淡水は再生可能資源である。水循環によって海洋から水が蒸発し、その多くが陸に戻ってくる。その水が、最後には河川や湖沼、地下帯水層を



経て海に戻っていく。その河川や湖沼、地下帯水層にとどまる時間を滞留時間と呼ぶが、地下水は川の約 **16** 日という速さで再生しているのに比べ長く、中には数百年、数千年かかるものもある。すなわち、地下水の過剰な取水によって地下水が枯渇した場合、再び元の状態に戻るのに数百年、数千年かかることになってしまう。地下水は河川の水などに比べて再生に非常に多くの時間を要し、さらに地下水は水循環において重要な役割を担っているとも言われており、地下水にふくまれる自然価値が高いといえる。ところが実際にはその地下水の希少性が評価されずに過剰な取水が行われている。では持続可能な地下水の利用とはどのようなものだろうか。

地下水の揚水量を決めるのは涵養量である。涵養とは降雨などが地下に浸透して帯水層に水が供給されることで、この涵養量を超えた取水を行うと地下水位は低下していく。涵養はおもに降雨によるものなので、降水量の多い地域では涵養量も多く、乾燥地では少ない。また、その土地環境にも依存しており、舗装された土地よりも農地のほうが地価に浸透しやすいので涵養量も多い。地下水の持続的利用のためには、この涵養量を把握し、涵養した分だけ取水を行うことが求められる。

また、地下水問題のもうひとつの側面として砂漠化があげられる。現在砂漠化しつつある土地は中国 **30** の省、区、市および **851** 県に分布。砂漠化・荒廃地の総面積は国土面積の **27.3%** を占める **262.2** 万  $\text{k m}^2$  (中国林業省 1997 年「中国砂漠化報告」より) で、毎年 **2460**  $\text{k m}^2$  の速度で砂漠化が進行しており、また、全国において水土流失面積は国土面積のほぼ **38%** にあたる **36,700** 万  $\text{ha}$  に達し、毎年 **100** 万  $\text{ha}$  ずつ新たに増加している。この砂漠化の原因のひとつが地下水による灌漑である。地下水には塩類が多く含まれるので、それが耕地に集積することにより砂漠化を引き起こしているのである。

さらに農業の近代化により、化学肥料の使用量が増加してきたことで地下水汚染も懸念されている。上記のように農地からは地下水がしみこみやすいので、灌漑用水とともに化学肥料が地下へと流れ込んでしまう。また、地下水は滞留時間が長いので、その汚染水が浄化されるにも非常に長い時間がかかってしまい、問題となっている。

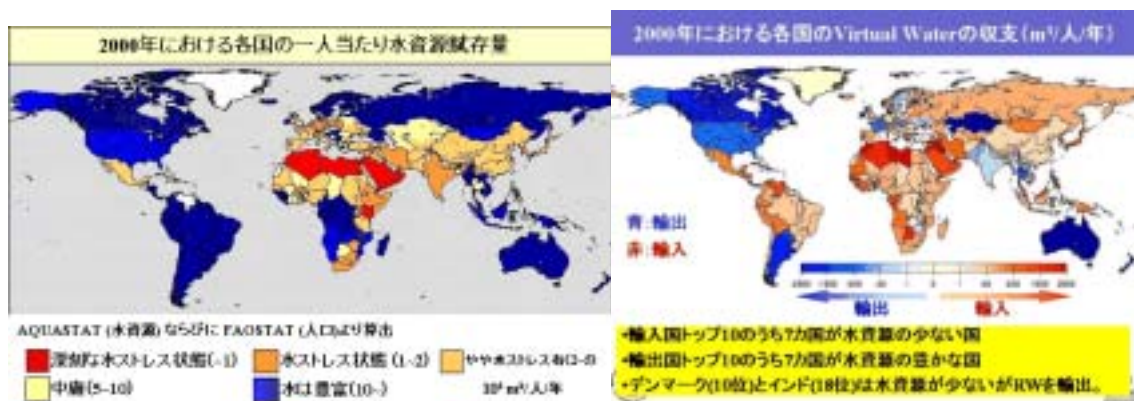
中国に限らず、地下水を利用した農業では地下水の価値が正しく反映されないために、過剰取水や塩害による砂漠化、地下水汚染など様々な問題をはらんでいる。

このような地下水の特徴を考えると、果たして中国における農業は今後拡大可能なのだろうか。中国の農業は乾燥地帯で、地下水を利用して行われていることは述べてきた。しかし、それらの地域は降水量も少ないので、地下水への涵養量も少ない。すなわち持続可能な地下水利用量は少ないので、中国の乾燥地帯での大規模農業の維持は難しいといえる。それを補うために中国の農家はさらに深い帯水層からの取水を行っているが、当然これがさらなる地下水の枯渇を加速している。すなわち、中国においては食糧自給のための農業生産の拡大ではなく、水資源量を考慮した長期的視点に立つての農業政策が求められる。そのためには農業生産を削減して輸入に転じることも必要である。

### 2.3 水資源量に応じた農業生産の必要性

農業生産は、その土地の水資源に応じた規模、生産量で行うことが最も望ましい状態である。水資源の少ない地域における農業生産は自然環境、特に水資源に対して大きな負荷を与えている。アメリカでも中国と同様の問題が発生しており、世界では水の枯渇している地域で、自然価値の高い地下水を使って農業生産を行っている。現在の農業生産を維持していくことは、長期的に見てこの水資源の問題から最適とは言えない。そこで近年、水の持つ価値をすべて価格に反映するというフルコスト・プライシングが提唱されている。しかし、実際には農業用水は他の用水に比べて安価で提供されている国が多い。農業は他の工業に比べて水を多く使い、かつ収益性が低いためである。そこで、農業用水を安価にすることで農業を保護しているのである。また、フルコスト・プライシングが行われられない理由として食糧の貿易自由化があげられる。貿易の自由化により価格競争が進み、大規模農業を行っているアメリカなどの先進国が穀物市場で安価で食糧を輸出している。フルコスト・プライシングを実施すれば、費用増加によって価格上昇が起こり、結果国際市場における競争力を失ってしまう。このように、フルコスト・プライシングは水資源の保護や持続的な農業経営を行うために必要ではあるが、世界各国で行わなければその効果は発揮できず実現性は低い。

この世界的なミスマッチが以下の世界地図からも読み取れる。左側が各国の一人当たりの水資源量、右の図は各国のバーチャルウォーター収支である。もちろんその他に気候や土地資源などの条件もあるが、必ずしも水資源の多い国が輸出国、少ない国が輸入国ではないことがわかる。特に南米などでは水資源が多いにもかかわらず食糧輸入国である。これらの国における農業生産が今後の世界の食糧問題のカギを握っている。



出典:沖研究室

そこで次章では農業に高い潜在能力を持つ国の代表として南米のブラジルを取り上げ、その可能性と課題について考える。

### 第3章 ブラジルでの農業生産拡大

水資源は高い偏在性を持つものであり、水のあるところで農業をするのが効率的であると考えられるが、世界には農業への高い潜在能力を活かしきれていない国家が多く存在する。十分な土地と水資源があり、労働力も安いにも関わらず、生産技術が低く設備投資の資金がない国では生産量を伸ばせずにいる。こうした地域で効率的に農業を発展させていくことができれば食糧問題解決の大きな力となるはずである。そこで我々はその代表としてブラジルを例に農業生産を拡大することを考えた。まずブラジルに注目した理由として土地と水資源の豊富さについて論じ、背景としてのブラジルの農業政策を説明し、次に農作物別の生産量拡大のポテンシャルと、最後にブラジルでの農業開発をするにあたっての問題点について触れていく。

#### 3.1 ブラジルに注目した理由 豊富な土地と水資源

世界的な適地適作での食糧生産を考えると、特に高い潜在能力を持つ国として注目されているのがブラジルである。ブラジルは農地利用が望める未開拓の土地を多く持つうえに、大変水資源にも恵まれている。

ブラジルは世界で 5 番目に広い面積を持つ国家であるがそのうちの農地面積が占める割合は 5%に過ぎない。しかしアメリカの農務省はブラジルの農業分野の今後について調査し、「ブラジルの農業潜在能力は低位に見積もられているが、米国に匹敵、または超過する強大なものである」という結論を出している。現在のブラジルの農地は 5 千万 ha、放牧地は 1.7 億 ha である。これはアメリカの農地 1.7 億 ha と放牧地 2 億 ha という数字に対して大変少ないものだが、ブラジルの放牧地 1.7 億 ha の内、9 千万 ha ほどは農地に転換することが可能であるとされている。ブラジルの放牧地は草ばかりの土地であることがほとんどで、農地への転換は土地の有効利用となるだろう。さらに、未利用の灌木地帯であるセラード地帯 6 千 5 百万 ha が農地へ転換できる。これらを合わせると 1.7 億 ha もの土地を、森林を伐採せずに農地へと転換させることができるのである。個人農家の焼畑による開拓が問題になっているがこうした放牧地や灌木地域の農地への転換の場合は環境に悪影響を与えることもない。

さらに既存の農地も未整備な部分が多く、設備投資によりさらにその農業発展の可能性は広がると考えられる。たとえばブラジルの大豆の生産コストは 1ha あたり 3 トンつくるとして 60 キロあたり 8 ドル前後でつくることができる。これはアメリカの生産コストより 3 ドルも安い。しかし現在のブラジルはインフラ整備が行き届いておらず、物流コストが非常に高い。今後設備投資が十分にされれば非常に安いコストで商品を市場に出すことができるようになるということである。

また、水資源に関してもブラジルは非常に恵まれた国であると言える。熱帯雨林は頻繁なスコールの影響で降水量は **2000mm** 以上である。雨季と乾季、また東部の半乾地帯、南部の湿地帯と分かれてはいるものの国全体の降雨量は平均して多い。

ブラジルでは農業用地としてセラード地帯を開発することが考えられている。そこでブラジルの土地資源から見た農業開発の可能性について見ていく。なお、以下数値データは「日伯セラード農業開発協力事業」合同評価調査 総合報告 (JICA、2002) によるものである。

州	セラード地帯の分布面積(ha)	%	国土面積に占める割合(%)
<b>1. 南東部地域</b>			
Minas Gerais (MG)	38,436,600	18.80	4.52
<b>2. 中西部地域</b>			
Goiás (GO)	35,509,200	17.37	4.17
Mato Grosso (MT)	42,212,500	20.65	4.96
Mato Grosso do Sul (MS)	20,646,300	10.10	2.43
Distrito Federal (DF)	577,100	0.28	0.07
Sub-total	98,945,100	48.40	11.62
<b>3. 東北部地域</b>			
Maranhão (MA)	14,070,200	6.88	1.65
Bahia (BA)	8,259,700	4.04	0.97
Ceará (CE)	235,600	0.12	0.03
Piauí (PI)	15,238,800	7.45	1.79
Sub-total	37,804,300	18.49	4.44
<b>4. 北部地域</b>			
Tocantins (TO)	24,977,300	12.21	2.93
Rondônia (RO)	3,197,300	1.56	0.38
Pará (PA)	1,107,000	0.54	0.13
Sub-total	29,281,600	14.31	3.44
<b>合計</b>	<b>204,467,600</b>	<b>100.00</b>	<b>24.02</b>
<b>総国土面積</b>	<b>851,199,600</b>		

出典: Sinopse preliminar do censo demográfico: Brasil, Rio de Janeiro, IBGE, v. 6, n. 1, 1991

セラード地帯の州別分布面積と割合

出典 [http://www.jica.go.jp/evaluation/etc/pdf/brazil\\_02.pdf](http://www.jica.go.jp/evaluation/etc/pdf/brazil_02.pdf)

土 壤	割合 (%)	自然植生
1. Latossolos	43.1	Cerradão/Cerrado Denso/Cerrado Típico
2. Latossolos Roxo	3.5	Mata Seca Semidecídua/Cerradão
3. Terra Roxa Estruturada	1.7	Mata Seca Semidecídua
4. Podzólicos	15.0	Mata Seca Semidecídua/Cerrado Típico
5. Cambissolo	3.0	Cerrado Típico/Cerrado Ralo
6. Solos Litólicos	7.2	Campo Rupestre/Cerrado Rupestre
7. Plitossolos	8.9	Campo Sujo Úmido/Parque de Cerrado
8. Hidromórficos	2.3	Vereda/Buritizeira
9. Arenas Quartzosas	15.1	Cerrado Ralo/Cerrado Típico
10.その他	0.2	Cerrados
<b>合計</b>	<b>100.0</b>	

出典: EMBRAPA/CPAC

注: Cerradão(セラード), Cerrado (セラード), Cerrado Denso (高密度セラード), Cerrado Típico (典型的セラード), Cerrado Ralo (疎密セラード), Mata Seca Semidecídua (半落葉常緑林), Buritizeira (ヤシ林)

セラード地帯における土壌の分布割合と植生タイプの組み合わせ

出典：[http://www.jica.go.jp/evaluation/etc/pdf/brazil\\_02.pdf](http://www.jica.go.jp/evaluation/etc/pdf/brazil_02.pdf)

ブラジルのセラード地帯は国土面積の**24%**を占め、その総面積は**2億400万ha**である。セラード地帯は、年平均気温が**18~23℃**、年間降雨量が**500~2000mm**にあるのが気候的な特徴として挙げられる。また、土壌は**10種類**に分類することができ、このうちラトルソと呼ばれる土壌が**43%**と主要な土壌となっている。これらの土壌は自然養分が著しく少なく、強酸性を示すなど農業に不向きな土壌といえる。しかし、サンパウロ大学の植物学者らによって土壌改良によってその科学性を矯正すれば極めて農業に適していることが報告され、ブラジル政府も**1975年**にセラード農業研究所を設立して、セラード地帯の農業研究を行っている。その研究によると「セラード地帯の研究に伴い、同地帯の耕作可能面積は**1億2700万ha**であることが明らかになり、これまでに短年性作物耕地**1000万ha**、永年性作物耕地及び林地の**200万ha**と牧草地**4500万ha**が農耕地として開発された。また、同地帯の開発可能面積（農業フロンティア）は**7000万ha**と推定されている」（**EMBRAPA Cerrados, 1998**）

このように農業に多大なる余力を持つブラジルで農地開拓をし、生産を拡大させたいと我々は考えた。

### 3.2 政治的背景

ではブラジルでは今まで農業に対してどのような政策がとられ、現在ブラジル農業には如何なる政治的背景があるのか。

ブラジル農業は大きく分けて三つの段階を経てきたと考えることができる。近代的農業が導入された時期、ブラジル農業の問題が表面化した時期、そして現在の持続的農業の開発を進めている時期である。

#### ① 1960年代から1980年代の中旬

近代的農業の導入は**1960年代**から**1980年代**の中旬にかけておこった。農産物の最低価格保証政策や国家農業金融システムといった農業政策が導入され、農業部門が新しい発展を遂げた。**1973年**のオイルショックにより石油価格が高騰し国家収支が悪化したことにより、産業政策が転換され穀物増産が推進されるようになり、輸出はコーヒーなど未加工品から大豆製品など加工品へとその中心がうつった。農産物を国内で加工することによって付加価値を付けるという、いわゆるアグロインダストリーの推進である。これにより未加工農産物の輸出は制限されるようになったが、農作物の国内価格が国際価格より低く設定されていたことで農業部門者は低価格で農作物を国内に販売したり、加工業者に卸したりしなくてはならなくなり打撃を受けた。またこの

時期にはセラード地帯の農業開発のために政府からの農業融資が大量に投入された。これは立場を弱くした農業事業者を救済し、生産の増大を目指す目的でおこなわれた。この当時の農業融資は非常に低金利でおこなわれており、補助金のような役割を持つものであった。

## ② 1980年代半ばから1990年代半ば

この時期にはブラジル農業にとってさまざまな問題が表面化することとなった。政府はインフレの中低金利でおこなっていた農業融資が負担となり、融資の金利にインフレ率を加味するようになった。これにより農家は負担を感じ始め、全国の農家は累積債務に苦しむようになった。また、ドルの実質価値の低下により大豆など輸出農産物を生産する農家は大きな痛手を負った。さらに無計画な農地開発のために焼畑の問題がおこるなど、環境問題との関連が表面化したのもこの頃である。

## ③ 1990年代半ばから現在

最後に1990年代半ばから現在にかけては持続的な農業開発が推し進められるようになった。農業政策や農業開発事業を考える際、一時の経済的側面だけでなく環境という要素を配慮するようになってきた。また市場は自由化がすすみ、累積債務問題については農家の経営状態に応じた融資や債務決済が考えられるようになった。

現政権は市場自由化とグローバル化に適応するため政府介入の縮小と市場原理の導入、また国際競争力強化と輸出振興とともに農家の自立を推進している。ブラジルの農業部門としては農務省と農地改革省の二つの省が置かれている。農務省は政府財源の投入を抑えつつ新たな農業金融手段の導入と普及をはかりたいとしつつ、競争力強化のためにはアグロインダストリー分野は引き続き力をいれ、生産技術向上も計っていきたいというのが基本方針である。一方農地改革省はアグリビジネスの支援をするとともに、農地改革の継続と入植事業地の自立発展を支援する姿勢である。

また、現ブラジル大統領のルイス・イナシオ・ルーラ・ダ・シウヴァ氏は農業分野においてのブラジルへの投資を待望する姿勢を見せている。ブラジルへの投資について需要増加傾向にあること、資金が低コストで済むこと、労働力が豊富にあることなどを利点として挙げ、「農業加工業は大きく成長するだろう。穀物生産、砂糖、アルコールにおいてはブラジルはすでに世界の主導的生産国である。」と自信を持って話している。

### 3.3 農作物別の生産量拡大ポテンシャル

では実際にブラジルでの農作物生産はどのようになっている、今後どれだけ拡大する余

地を残しているのだろうか。以下生産物別の具体的な生産量拡大の可能性について考える。  
なおここでの予想はすべて **EMBRAPA/CPAC** の発表にもとづくものである。

#### ① 大豆製品

ブラジルは **1990** 年以降大豆生産を倍増させ、世界市場での輸出の増大に貢献した。大豆製品は **2006** 年には **5000** 万トン生産するようになると考えられている。前述のようにブラジルにおける大豆の生産コストはすでに非常に安いので、今後はインフラの整備が急がれる。

#### ② トウモロコシ

トウモロコシの世界全体の生産高は約 **5 億 8600** トンだが、このうち **4** 割はアメリカが占めており、ブラジルの割合は **6.2%** ほどで **2.5** トンほど現在生産している。トウモロコシは栽培適応性が高く全国規模で栽培することが可能である。そこで食品としての他に家畜の飼料原料としても生産を拡大する方向に向かっている。ブラジルでもその総量の **3** 分の **2** が家畜飼料となるが、その生産量は養鶏、養豚の需要増加に対応して増えている。家畜飼料としての需要を満たすためにトウモロコシ生産には栽培技術投入の努力がされている。ブラジルでの環境条件に合致した蛋白含有量の多い品種改良などもすすんでおり、生産量増加が見込まれている。

#### ③ 綿花

綿花は国内生産の半分以上をマツグロソ州によってまかなっているが、ここでは繊維部門の持続的発展を目標に **1989** 年から綿花栽培技術開発がはじまった。この開発計画ではアメリカやオーストラリアから綿花の種子や栽培技術を輸入したがそれはマツグロソ州の湿地に合うものではなかった。そこで適正品種の開発に力を注ぎ、地域に合った栽培方法を確立した。これによりこの地域の綿花農家は **1989** 年の **2** 戸から **2000** 年には **725** 戸に増加するという大成長を遂げている。現在の州をあげての綿花事業への取り組みは綿花の生産の安定と品質の向上をもたらし、綿花生産農家の信用を高めることにもなった。今後はすでに作付面積を **60 万 ha** から **100 万 ha** に増やしたいという計画が始まっており今後も確実な成長が予想される。課題は生産費軽減である。

#### ④ サトウキビ

サトウキビはバイオマスエネルギー源としてもブラジルで非常に重宝されている作物である。現在世界でブラジルはサトウキビの最大の生産国である。栽培面積は **500 万 ha**、生産量は **3 億** トンほどであり、今後バイオマスエネルギーへの注目が集まる中サトウキビの需要も高まっていくものと思われる。最近のブラジルにおいてはサトウ



キビ栽培を機械化のすすむ大規模農業によっておこなえるようになってきており、サトウキビは土地利用型の栽培であるためさらなる供給量増加も見込まれる。

#### ⑤ コーヒー

世界のコーヒーの総供給量は1俵60キロとして1億3千万俵にものぼる。そのうちブラジルは世界の総供給量の**22.4%**を占める、世界最大の生産国であることから、ブラジルの農業を考える際にはコーヒー生産についても触れておく必要があるだろう。以前は霜害により供給が不安定になることがあったが、セラード地帯では霜害の危険がなく生産が安定しており、味がマイルドで高い評価を得るにいたっている。こうしたコーヒーはセラードコーヒーの名で売り出されさらなる生産拡大を狙っている。課題はさび病に抵抗力のある品種の改良が急がれるという点であろう。

#### ⑥ 養豚、養鶏

ブラジルの養鶏生産量はここ**30**年の間に**21**万トンから**600**万トンと、めざましい増加を見せている。また、養豚についても同期間で**852**万頭から**2627**頭へと成長している。こうした増加はブラジル国内での食肉需要が増えていることもあるが、輸出高においてもそれぞれ世界**10**位以内には入っている。今後は前述の飼料作物のコスト削減によりさらに生産増加が可能になる見込みである。

このようにブラジル農業は近年めざましい成長を遂げており、アメリカなど主要農業国からライバル視されるほどになっている。下はブラジルの農作物生産が世界の総生産に占める割合を示しているが、ブラジルのシェアはコーヒーやさとうきびに限らず大きいことがわかる。

品目	同国生産量 (千 t)	世界生産量 (千 t)	シェア (%)
米	<b>10,489</b>	<b>579,477</b>	<b>1.8</b>
とうもろこし	<b>35,479</b>	<b>602,027</b>	<b>5.9</b>
大豆	<b>41,903</b>	<b>179,976</b>	<b>23.2</b>
さとうきび	<b>360,556</b>	<b>1,287,805</b>	<b>28.0</b>
コーヒー	<b>2,390</b>	<b>7,581</b>	<b>31.5</b>
果実類	<b>34,516</b>	<b>471,377</b>	<b>7.3</b>
オレンジ	<b>18,694</b>	<b>64,713</b>	<b>28.9</b>



バナナ	6,369	69,511	9.2
野菜類	7,788	772,710	1.0
トマト	3,518	107,972	3.3
牛肉	7,050	57,711	12.2
鶏肉	6,660	61,892	10.8
丸太(2001年)	236,422 千 m3	3,060,362 千 m3	7.7
用材丸太	102,994 千 m3	1,552,132 千 m3	6.5
水産物(1999年)	775	126,179	0.6

出典:FAO 統計等

### 3.4 ブラジル農業が抱える問題点を克服する方法とは

こうした農業国であるブラジルがさらなる農業拡大を成せる土地と水を持っているにも関わらず開拓を達成しかねている要因は、先立つ資金がないことである。農業を始めるにあたって農地を開拓するには莫大な費用がかかる。こうした初期投資にあてる金を融通しようにもブラジルは非常に金利が高く、個人の農家が資金調達することが非常に困難なのである。下記はブラジルなど 5 カ国の金利であるが、ブラジルは群を抜いて高金利であることがわかる。また、既存の農地の農業効率が悪いのも資金不足によるところが大きく、それをカバーできれば農業生産は大きく増大するはずである。

ブラジル	16.25%
日本	0.02%
アメリカ	1.84%
アルゼンチン	5.63%
メキシコ	7.27%

よってブラジルで農地開拓をするためにはブラジル国内で融資を受ける以外の資金調達を考えなくてはならない。

また、新たに農地を開拓するにあたって考えなくてはならないのが農業のリスクである。農業は生産高が気候の変動や自然災害などの影響を直に受ける産業であり、そのリスクの測定は非常に難しい。以下は 2002 年において各国の気候、災害や社会情勢により農業の年

間生産量に支障がでた例である。

① コートジボアール

内戦が続き米の生産が落ち込んでいる。特に社会不安により農民の逃亡が起きている一部地域では米の生産は去年を **20** 万トンも下回る **80** 万トンにとどまった。

② ケニア

降雨が不順で小麦の生産が前年を大きく下回る。

③ 南部アフリカ

**2** 年続いて穀物の不作が続く。

④ アメリカ

去年も減産であったが今年はそれをさらに下回る減産となった。

⑤ カナダ

サスカチュアンおよびアルバータでの記録的干ばつのため小麦の生産は急減し、大麦の生産においても前年を下回った。

⑥ オセアニア

干ばつの影響で穀物生産はかなり減少している。小麦は前年を **58%** 下回り、大麦も前年を **55%** 下回った。

たった **1** 年だけでこれだけ予想外の事態がおこっている。ブラジルにおいてもこれは例外ではなく、アメリカの農務省はブラジルの **2003~2004** 年度の大豆生産を史上最大の豊作になると予想していたが、年明けの南部の干ばつと北部での降雨過多による収穫の遅れとサビ病発生により単収低下が懸念され予想を修正せざるを得なくなった。こうしたリスク発生を考えるとブラジル一国に集中しての新規農業開発に踏み切るのはなかなか難しいと考えられる。農地開拓にポテンシャルの高い国としてはブラジルの他にアルゼンチンや、アジアの湿地帯などが挙げられる。また、その他にも経済的に貧しいために満足に農地に設備投資できない発展途上国なども、土地、水にもう余力がないとしても資金さえあれば設備と技術の向上により生産力を大きく向上させることができる。

こうした複数の国にわたって農業開発をすることで天候、災害のリスクをカバーすることができると考えられる。以下は先ほどと同じく **2002** 年度において増作となった例である。

① インド、パキスタン

小麦の生産は過去 **5** 年の平均を上回った。インドでは **10** 月に十分な降雨にめぐまれ土壌の湿度の状態も良好であることから冬小麦が増産した。

② 北朝鮮

米の生産量が前年を **10** 万トン上回った。

③ アフガニスタン

天候にめぐまれ小麦生産は順調な回復を見せ、前年を **68%**上回った。

#### ④ EU

小麦生産は前年を **13%**上回った。

このように同じ年度において豊作な国と、生産が減少する国が出るのは避けられないことであり、数国にわたって農業開発することができればそのリスクを低減でき安定した収入を得ることができると考えられる。

以上二つの問題点を考えると、ブラジルなど外国で新たな農地を開拓するには、資金をブラジルの金融機関以外で莫大に調達できて、しかもリスク分散のために数国にわたって事業を展開できるような形態であることが理想的である。次章では我々の仮説を説得力のあるものとするためにパキスタンを取り上げ、これらの条件を満たす開発のあり方について考える。

## 第4章 農業投資信託

前章で述べたように、農業開発にはリスクを回避でき、資金が低い金利で調達できることが望まれる。こうした条件を満たす形態として、我々は農業投資信託を設立することを考えた。ここではまず今までの農業融資の失敗について言及し、農業投資信託の特徴を述べ、実際に投資信託により農業開発がおこなえることを説明する。

### 4.1 農業投資の現状

経済の根幹が農業となっているパキスタンでは、農業生産性の向上を目指しパキスタン農業開発銀行（ADBP）によって貸出金利 **2.6%**、返済期間 **30** 年で **100** 億円の融資を小農に対して実施することになった。この低金利かつ中長期的な融資によって、小農は新たな農業技術の導入や耕作農地の大規模化を導入でき、農業生産性を高めることに成功した。いかに示されるのがその結果である。

表5：作物別作付面積、合計生産量、及び単収（2001年面接調査）

作物・農業用資産種類	農家数		平均作付け面積 (エーカー)		平均合計生産量 (kg)			平均単収 (kg/ha)		
	融資前	融資後	融資前	融資後	融資前	融資後	増加率%	融資前	融資後	増加率%
(夏期)										
米	42	42	7.9	12.0	11900	19700	66	3760	4120	10
砂糖黍	31	30	4.6	5.7	83300	104500	21	45200	46000	2
綿花	34	32	7.0	7.9	4000	4690	10	1430	1490	4
飼料	63	62	2.4	2.9	28500	35800	24	30100	30900	3
野菜	16	16	1.0	2.2						
(冬期)										
小麦	80	78	9.0	9.3	11800	13400	11	3250	3620	11
飼料	66	66	2.3	2.8	27800	34100	23	29900	30200	1.0
果樹園	23	23	3.3	4.2						
乳用牛	89	89	2.2	5.0						

表6：融資前後平均純農業所得(1994年標本調査)

農家規模/融資種類	農家数	融資前(ルピー)			融資後(ルピー)			融資前後の変化(%)		
		合計農業	純農業所	純農家所	合計農業	純農業所	純農家所	合計農業	純農業所	純農家所
0 to 2.6ha	108	46430	23905	50695	124789	48117	78360	169%	101%	55%
2.6 to 5.1ha	123	83484	38120	47078	197835	86145	97260	137%	128%	107%
5.1 to 6.5ha	69	119577	55793	74576	262368	95080	121214	119%	72%	63%
6.5 to 10.1ha	34	136475	57476	74652	251570	96788	119358	84%	68%	60%
10.1 to 12.9ha	8	204748	82661	105561	326487	120602	152252	59%	46%	44%
More than 12.9ha	10	311342	114780	154220	508946	183085	245425	63%	60%	59%
トラクター	115	123924	52328	68660	296547	114520	133682	139%	119%	95%
農業機械	50	124305	54008	64858	213088	90271	105507	71%	67%	63%
灌漑	48	69131	35297	59889	134630	65218	101214	95%	85%	69%
その他農業開発	138	65759	32167	52631	150733	55257	79237	129%	72%	51%

出所: "Impact Study Report," December 1994

ここで示されているパキスタンの例は農業開発銀行が低金利で小農に融資して、小農が独自で生産性の向上をめざすものである。確かに小農の自主的努力でも生産性は向上するが、農業技術や知識に対して優位を持つ農業投資信託が行うことで、より高い生産性の向上がみこめる。また、農業開発銀行の融資対象はパキスタンの小農に限定されているのに対し、農業投資信託は農業に適した土地に国境を越えて、投資できる。また、この農業開発銀行の低金利による融資は、小農にとっては望ましいが貸出金利によって利益を得る農業開発銀行には大きな打撃を与えた。一方、貸出金利ではなく農業収入で儲ける農業投資信託ではこのようなことはなく、農業収入が増えればより大きな利益が得られるので、進んで投資を行う。以上の点からも農業投資信託の方が望ましい。

#### 4.2 今までの農業融資の問題点

農業の近代化により農業は以前より多くの資金を必要とするようになった。化学肥料や

農業機械導入などのためである。これにより途上国の農民は資金不足に陥った。この資金需要に対応するために多くの途上国で農業開発銀行が設立され、低金利で公的な信用供与がおこなわれたのだ。しかし小農は融資の対象とされず、また貸し倒れが続出するなどその経営はうまくいかなかった。

そこで一躍脚光を浴びたのが農村金融市場論である。これは途上国の農村信用市場は資金の機会費用が高いので政策により低金利の信用供与よりも金融自由化により市場の調整力や農民の自発性・合理性を活用すべきであるという考えである。しかし金融の自由化はあまり成功しないことが多かった。成功しなかった原因は金利を低くしたことで借り手を少数に制限したことである。これは情報の不完全さゆえのモラルハザードと逆選択という問題から起きた。

モラルハザードは貸し手が借り手の行動を監視できないことにより、借り手が金利支払いのためにリスクの高い事業を行うようになってしまうことである。もし貸し手が、借り手がどのような農業をおこなっているかの情報を持っている場合には、貸し手にとって他に融資するより効用が大きく、貸し手にとっては他の仕事に就くか他の業者に融資を受けるよりも効用が大きいという両者の条件を満たす利子率と労働投入量の組み合わせで契約が結ばれる。しかし貸し手は借り手の実際の労働投入量を知りえないので、借り手は貸し手には契約通りの効用を与えつつ、実は労働投入量を減らしてリスクの高い生産をおこなうということが起きるのである。そこで貸し手は金利を低くせざるを得なくなったのである。

モラルハザードとならんで問題になったのが逆選択である。これは貸し手が借り手の貸し倒れの可能性を把握できないことにより、利子率を高くすると逆にリスクの高い借り手ばかりが集まってしまうことである。タイプ1の土地とタイプ2の土地が存在するとする。タイプ2はタイプ1よりもリスクは高いがより大きい収益をあげる可能性のある土地である。農民がどちらのタイプの土地を保有しているか知りえた場合、その農民の持つ土地の追うリスクを把握できるのでそれによって契約を結ぶことができる。では農民がどちらのタイプの土地を保有しているかわからない場合はどうなるだろうか。貸し手にとっては、不作の時の借り手の損害補償が限定されているためタイプ1の土地の農民の方が大きな融資期待収入をもたらす。しかし貸し手は相手がタイプ1であるかタイプ2であるかわからないのでまずはどちらの農家にも融資をすることになる。そこでタイプ1が支払うつもりを超えた時点でタイプ1の農民は撤退してしまう。タイプ1が撤退すると貸し手の収入は下落する。さらにタイプ2の農民しかいない市場は非常にリスクである。そこで貸し手は金利を低く保たざるを得ないという問題が生じたのである。

どちらの場合においても利子率を上げる場合も借り手はつくが、だからといって利子率を上げるとリスクが高くなり貸し倒れが増加してしまうので貸し手の利潤は減少してしまう。そこで貸し手は結局低い金利で限定された農家にのみ融資するということがおこった。これにより貸す側は低金利で経営がきびしくなり、またリスクの低い農家に融資が集中し

たため小農は融資を受けることができなかった。

### 4.3 農業投資信託の設立

そこで我々は新たに農業投資信託を設立することで今までの農業金融の問題点を解決し、また新規農業開発における資金調達とリスクという課題もクリアできると考えている。

#### <投資信託の定義>

投資信託とは専門機関が複数の投資家から資金を集め、これをひとつの基金として集めて運用する仕組みの総称である。運用は有価証券や不動産などに分散投資され、その成果（運用損益）は投資額の割合に応じて投資家に還元される。ただし、運用成績が元本割れになったとしても、証券会社や投資信託会社が元本を保証するものではない。

投資信託に期待されるメリットは次の三点である。

- ・共同投資によるスケール・メリット

まとまった資金にすることで個人では投資できない短期金融商品やデリバティブ（金融派生商品）などへの大口投資が可能になり、取引コストを低減させる効果。

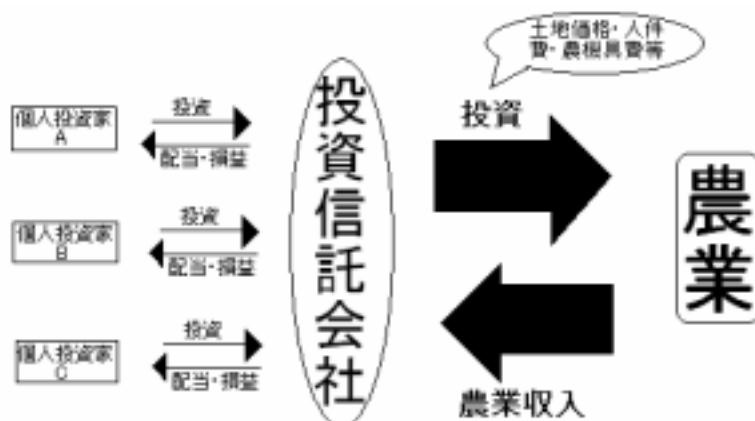
- ・分散投資によるリスク軽減

分散投資にはリスクを軽減させる効果が見込める。分散投資には、商品分散、業種分散、銘柄分散、国際分散、通貨分散などさまざまな方法がある。

- ・専門家による運用・管理

資産の運用・管理を専門家に託すことにより、個人のレベルでは容易にできない資金運用が可能になる。デリバティブへの投資など高度な運用手法や、高いリサーチ能力を活用できる点が、専門家に託することのメリットになる。

#### <農業投資信託の仕組み>

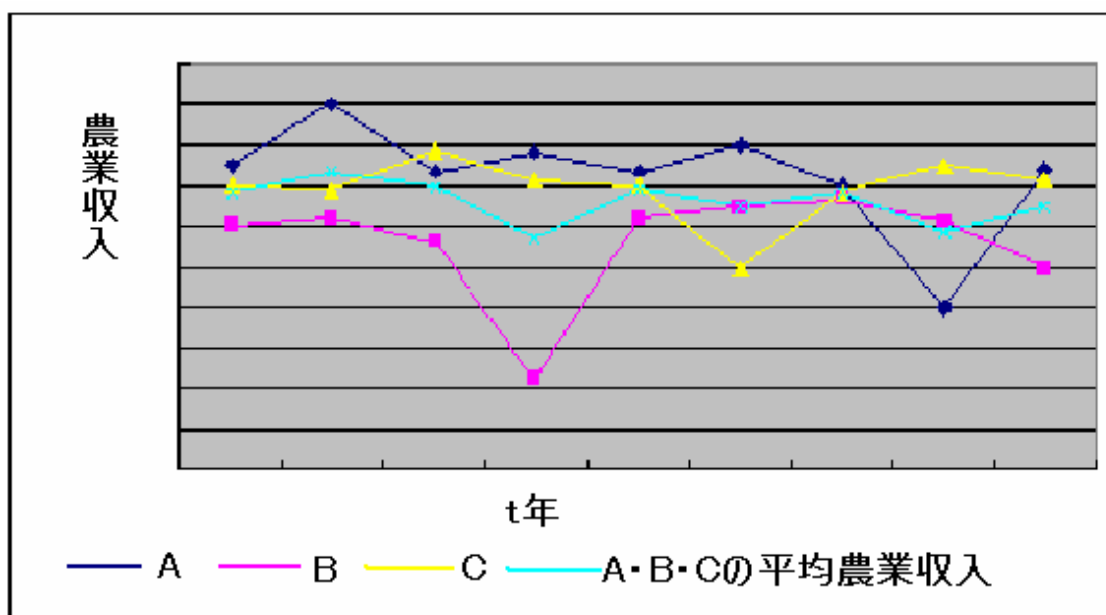


上記の図のように、農業投資信託とは個人投資家から集めた資金で、さまざまな場所で土地を購入し、労働者を雇って農業を行い、その投資先の農地から得られた農業利益を、配当金として投資家に分配する仕組みである。

#### 4.4 農業投資信託のメリット

- ・ハイリスクな農業のリスク分散

農業には、悪天候や害虫の発生、土壌の質の低下などさまざまなリスクが存在する。仮に農業投資信託会社が、個人投資家から集めた資金で **A・B・C** の三ヶ所に投資して農業を行うと仮定すし、**t**年に **B** のある地で長期間日照りが続き、**B** 点の農業収入が激減したとする。だが、農業投資信託会社は、**B** のほかに **A** と **C** でも農業に投資をしているので、リスクを分散・軽減でき、安定した農業収入が得られる。図で表すと以下のようになる。



上記の図で、それぞれ **A・B・C** の農業収入を見てみると、不定期で農業収入の激減が見られる。だが、**A・B・C** の平均農業収入にはそこまで急激な農業収入の下落は見られず、安定した農業収入が得られるといえる。つまり、複数の農地に分散投資を行うことで、リスクを分散軽減できるのである。

- ・農業の規模の経済

小規模な農業では経営が成り立たせるのは難しい。農林水産省のデータによると、**3ha** 以上層の **5** 割以上規模を拡大した農家は **2.4** 倍の農業純生産の伸びが見られ、また縮小お

よび現状維持農家に比べて、**1.8** 倍の高い生産性を上げることができたとされている。農業投資信託では集めた資金によって大規模な農業を展開することができる。

- ・積極的な技術改良・導入

個人で農業を行っている場合に、新農業技術の積極的採用は難しい。その理由としてまず資金不足が挙げられるが、それ以上に大きいのが新農業技術の存在自体を知らないということである。だが農業投資信託では、農業技術に詳しい専門家や集めた資金で、より効率的な生産を行える機械や技術を取り入れることができ、個人で農業を行っている人々よりも、より多くの単収をあげられる。

- ・適地適作にも有利

個人で農業を行う場合にも、利潤最大化行動から農業に適した土地で農業を行う。だが、個人で適地を探すのには限界がある。その理由として、個人で適地を探すときに、考慮されるのはその土地の年間降水量や気温、土壌の質にとどまってしまう。一方、さまざまな専門家によって農業投資信託では、より農業に適した土地を見つけることができる。具体的にいうと、農業投資信託では農業経営判断支援ソフトウェア（**FAPS**）を活用して適地を見つけることができる。**FAPS** は作業リスクを考慮した高度な多目的営農計画手法を取り入れたソフトウェアで、研究者・行政部局・専技等を主対象ととしていて、個人で扱うのは情報収集や技術の観点から難しい。**FAPS** の開発により、農業経営上起こってくる収量や価格の変動（収益リスク）や降雨等による農作業可能期間の変動（作業リスク）の評価を行い、ハイリスク・ハイリターンからローリスク・ローリターンまでの営農計画を呈示し、経営者の経営判断に定量的な指標を与えることが可能となった。このように、**FAPS** を利用して適地を探すことのできる農業投資信託とできない個人農家では、前者のほうが好ましい。



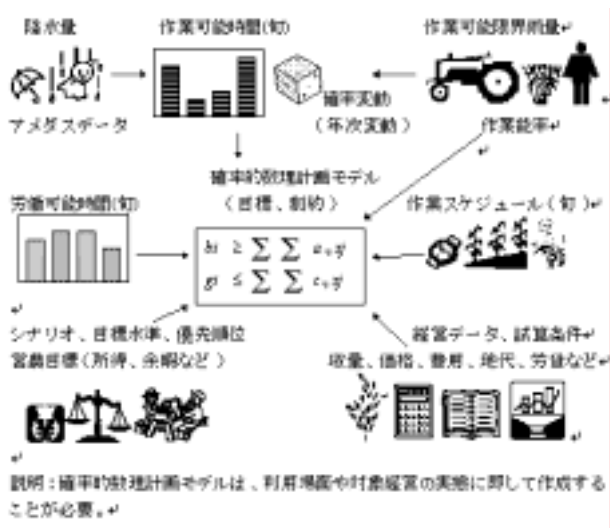
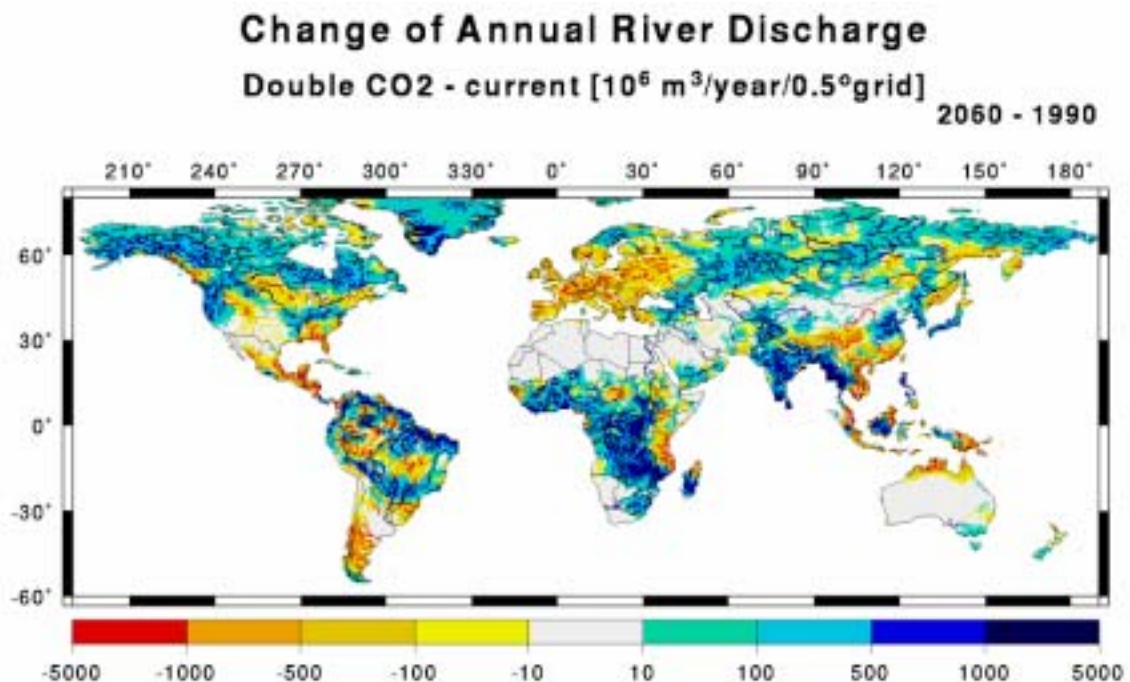


図 作業リスク回避型多目的営農計画手法の概念図

出典:農業研究センター

・ 地球温暖化がリスクに与える影響の緩和

東京大学気候システム研究センターと国立環境研究所が研究している、二酸化炭素の漸増実験の結果である下図を見ると、地球温暖化により河川流入水量の増減が激しくなることがわかる。これは農業投資において今後農業用水の獲得という面でのリスクが増加していくことを示している。モデルにおいてはこの点を考慮し、今後の地球温暖化の進行により降雨量の変化の幅が大きくなることを考える。



出典:総合地球環境学研究所

そこで増加するリスクを投資によって回避したい。投資することが地球温暖化のミティゲーションになると考えられる。ミティゲーションとは人間の活動により発生する環境への影響を緩和、補償する行為のことを指す。ここでは投資することにより灌漑設備の改善、向上などがされ、流入水量の増減による生産量への影響を緩和できるようになると考えられる。

#### 4.5 情報の不確実による問題の解決

前述の農業金融においては情報が不確実なせいでモラルハザードと逆選択が起き、リスク回避のため金融業者は金利を低くせざるを得なくなるという問題が生じた。では農業投資信託ではこのような問題は起こりえないのであろうか。

まず、農業投資信託では農家に融資するのではなく、投資信託機関が農家を雇って賃金を払うという形式をとるので、労働投入量を決定するのは投資信託機関であり、また、賃金制なので利子率の高低という問題は起きない。しかし雇われている農家が実際にどれほどの努力をしているのか管理できなければ賃金と生産量の関係でモラルハザードは起こりうる。つまり、生産量が伸び悩んでいようと農民が楽をしてリスクの高い生産をおこなっても賃金は支払われてしまうのである。また、逆選択は農業金融の場合投資する農民が持つ土地のリスクについての情報が得られないことからおこっていたが、我々の考える農業

投資信託においても農民を雇用する際に農民が勤労的であるかどうかという情報が欠けると逆選択の起こる余地がある。

こうした問題を解決するために、賃金の制度について考える。

賃金を固定額にすると、雇われている農家がどれほどの努力をしているのかわからない場合、農家が仕事を怠り生産量が落ちようと、また実はリスクの高い生産で楽に生産量を稼いでいたとしても投資信託機関側にはそれがわからず、農家が努力していた場合と同じ賃金が払われることになる。

しかし出来高制にして一定のリース料を投資信託に払うことにすると、農家の生産量は上がるがリスクの高い生産に走る危険性がある。また、投資信託に入るリース料が一定だと投資信託機関側の収益が上がらず投資信託の魅力がなくなってしまう。

そこで賃金は出来高の一定の割合とし、さらに、投資信託機関の従業員として農業の専門家を農地に派遣することで解決を図る。

固定額の賃金では農家側のインセンティブがおきないが出来高制でリース料を一定とすると経営側の利益があがらない。しかし出来高のうちのリース料の割合を一定とする契約ならば生産量が上がることで経営側にも農家側にも効用をもたらす。

そしてここで農家がリスクの高い生産で生産量を伸ばしてくるということが考えられる。それを防止するため農地には経営側の監視を置く。これは一般の会社における上司と部下の関係であり、投資信託が人気を集める要因である専門家による管理という特徴に沿うものである。監視をおく場合固定額制でもリスクは回避できるが、生産高を上げるために出来高制を採用し、さらに投資信託側の利益のために出来高の一定の割合をリース料として徴収する。こうした監視を置くためのモニタリングコストも考慮したうえで投資信託機関に設けが出るように実際にはさらに賃金は低めに設定されるだろう。

ここで農業金融の失敗と比較してみる。既存の農業金融では労働投入量が問題となったが、投資信託の場合農民は労働投入量を決められないが、努力をおこたることによってリスクの高い生産をおこなうことが考えられる。また、利子率ではなく、リース料にまわる割合を低くせざるをえなくなることが問題となる。

まず、最初の農業投資信託をはじめるときは独占の状態からはじまると考えられるので投資機関はこれ以上賃金を安くしたら農家が他の仕事をしてしまうというところまでリース料にまわす割合を上げる。その時監視がついているので努力量は確保される。もし監視がついていなかったら賃金を高くすると農家は低い賃金で効用を得るために努力量を減らしリスクの高い生産をおこなってしまう可能性がある。同じ収入を稼ぐために一単位あたりに使う努力量を少なくしてたくさん生産しようとするからである。しかし監視がつくことによって一定の努力をするようになり、リスクの高い生産をすることを防げる。

そして農業投資信託が利益を上げていき競争市場になったとすると、農家が他の投資信託のもとで働いた方が効用が高い場合よそに雇用されてしまうのでリース料にまわす割合が独占の時より小さくなり、農家の賃金が安定する。

次に逆選択についてだが、投資信託の場合農家を雇用するにあたってその農家が善良な農家か、高いリスクの生産をして楽に稼ごうとする農家かの情報が欠けてしまう危険性がある。善良でない農家を雇用してしまうリスクを考慮して賃金は低めに設定され、善良な農家はリスクの高い生産をしないので他の仕事での収入を得ることを選択し、善良でない農民は賃金が低くても1単位あたりの努力量を減らして生産量を増やし、収入を得ることを考えるので投資機関は善良でない農家しか雇用する機会を得られなくなってしまうのだ。

しかし投資信託の長所は専門家が投資先をしっかりと見極めることにあるので、農家を雇用する際の情報収集をしっかりとするであろうし、そもそも農地を監視することにより努力量は保たれるはずである。

このように投資信託においては賃金を、生産額を定率で投資機関と農家で分けるような賃金の制度をとり、専門家がしっかりと監視することによってモラルハザードと逆選択という、既存の農業金融の問題点を解決することができるのである。

#### 4.6 農業投資信託の課題

本当に個人投資家は農業投資信託に参加するのであろうか？個人投資家が投資をするには、安定した配当が得られなければならない。つまり、農業から利益が得られなければならない。下記の表より、農業では安定した収入が得られることが分かり、配当を個人投資家に分配できる。しかし、この表には農業に必要な初期投資費用（土地コスト・開拓コストなど）が考慮されていないという懸念が残る。この初期投資の費用は莫大にかかることが予想され、初期投資を行った年の費用にこれを全て反映してしまうと、初期投資をした年は損失が発生してしまう可能性が高くなってしまう。だが、毎年得られる農業利益のうち何割かで初期投資費用を負担するようになれば、このような心配はなくなる。実際に、安定した配当が得られることで人気のある不動産投資信託（REIT）も、初期において、土地の購入・ビルの建築など莫大な初期投資が必要になるが、これを毎期得られる賃料収入から少しずつ負担していく方式をとっている。

(1) 農業経営収支の総括

区 分	農 業		農 業			農業所得
	総収益	農業 現金収入	経費費	農業 現金支出	減価 償却費	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
稲作部門経営						
農業経営全体						
平 均	6 640	6 395	4 162	3 301	857	2 478
1.5ha 以上	7 591	7 340	4 762	3 806	951	2 829
1.5 ~ 2.0ha未満	4 354	4 042	2 751	2 035	715	1 513
2.0 ~ 3.0	6 039	5 827	3 595	2 831	757	2 443
3.0 ~ 5.0	9 294	9 045	5 794	4 685	1 091	3 500
5.0ha 以上	16 492	16 060	10 631	8 678	1 747	5 961
5.0 ~ 10.0ha未満	14 857	14 406	9 094	8 100	1 000	5 253
10.0ha 以上	24 333	23 819	15 536	12 619	2 921	8 777
15.0ha 以上	32 328	31 546	21 878	17 898	3 971	10 390

平成15年農林水産省統計より

## 第5章 モデルを用いた分析

このモデルでは、農業投資を行わなかった場合と行った場合の利潤を比較するとともに、気候変動のリスクを投資で緩和することができるのかを分析する。

モデル設定

t 期の降水量  $W_t$

年平均降水量  $W^*=75$

平均降水時の農業生産量  $A=10000$

投資額  $I_t$

累積投資額  $K_t=K_{t-1}+I_t$

投資効果  $E_t=\ln(1+K_t)$

投資を行わなかった場合の生産量  $Y_{at}=A-(W^*-W_t)^2$

投資を行った場合の生産量  $Y_{bt}=A(1+0.1 E_t)-(W^*-W_t)^2/E_t-(10 I_t)^2$

割引因子  $\rho=1/1.05=0.952381$

価格  $P=6$

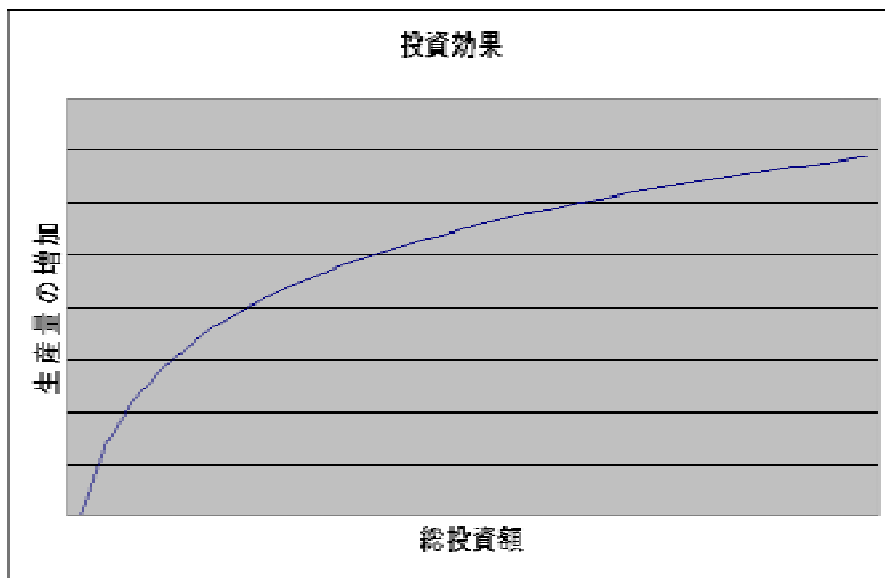
限界費用  $MC=3$

投資を行わなかった場合の利潤  $\pi_{at}=\rho^t [(P-MC) Y_{at}]$

投資を行った場合の利潤  $\pi_{bt}=\rho^t [(P-MC) Y_{bt}-2000 I_t]$

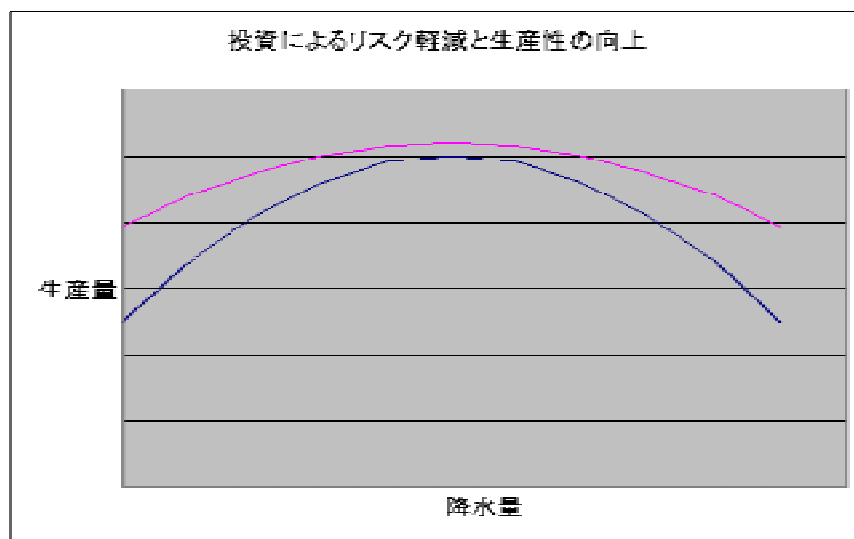
※モデルの補足

- ・投資効果の導入



投資が農業生産に与える影響を投資効果とし、投資効果  $E_t = \ln(1+K_t)$  を導入する。総投資額と生産量の増加は上記のグラフのようになる。投資効果  $E_t$  は投資額の上昇とともに逓減していくものとし、また投資効果は生産性の向上と環境リスクの軽減に寄与する。

- ・生産関数の導入



投資を行わなかった場合の生産量  $Y_{at} = A - (W^* - W_t)^2$

$(W^* - W_t)^2$  はリスクとして、気候変動による降水量の増減により生産量が減少することを

意味する。これにより生産関数  $Y_{at} = A - (W^* - W_t)^2$  が得られ、降水量  $W^*$  のときに生産量が最大となるような曲線として描かれる。

$$\text{投資を行った場合の生産量 } Y_{bt} = A(1+0.1 E_t) - (W^* - W_t)^2 / E_t - (10 I_t)^2$$

投資を行った場合は、リスクを  $(W^* - W_t)^2 / E_t$  とする。これは投資によって灌漑設備の機能を向上させることで、降水量の増減による生産量の減少を軽減できることを示す。さらに投資を行った場合は生産性の向上が見込めるので  $A(1+0.1 E_t)$  とし、投資による労働・資本の過剰投入の影響を考慮するために  $-(10 I_t)^2$  というパラメーターを用いて、 $Y_{bt} = A(1+0.1 E_t) - (W^* - W_t)^2 / E_t - (10 I_t)^2$  とする。

降水量と生産量の関係はグラフのようになり、投資によってリスクを軽減し、生産性が向上していることがわかる。

1. 1 期から 30 期の降水量が年平均降水量 75 であると仮定し、投資を行った場合の利

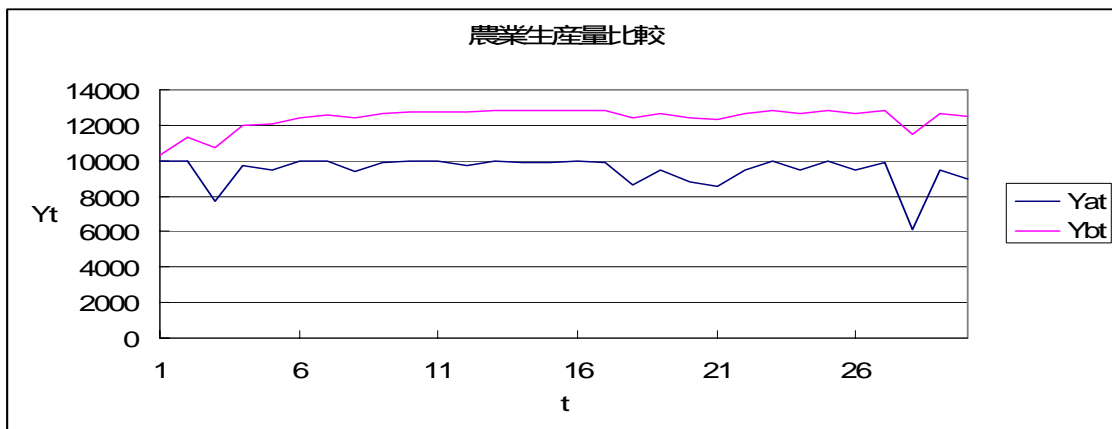
潤の総和  $\sum_{t=1}^{30} \pi_{bt}$  を最大にする投資計画をエクセルのソルバー(条件付最大化問題決定プログラム)で解くと、以下のような  $I_t$  となる。

農業投資信託は每期年平均降水量 75 が降ることを予測して、利潤が最大となる投資を行う。

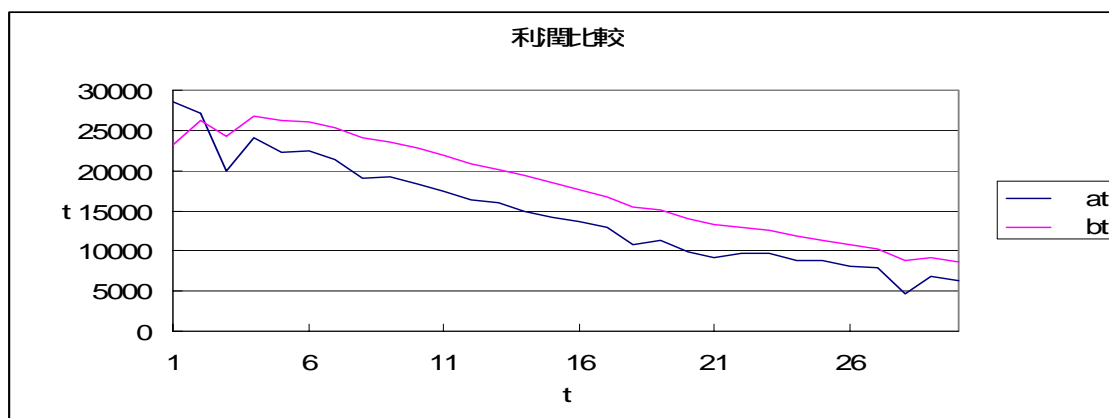
t期	降水量 $W_t$	農業生産量 $Y_{at}$	投資額 $I_t$	累積投資額 $K_t$	投資効果 $E_t$	農業生産量 $Y_{bt}$	利潤 at	利潤 bt	割引因子
1	75	10000	3.341746628	3.341746628	1.4682767	10351.54966	28571.429	23210.625	0.952381
2	75	10000	2.466316071	5.808062699	1.9181076	11309.8361	27210.884	26301.021	0.9070295
3	75	10000	1.985227458	7.793290157	2.1739889	11779.87614	25915.128	27097.872	0.8638376
4	75	10000	1.654154822	9.44744498	2.3463574	12072.73463	24681.074	27075.051	0.8227025
5	75	10000	1.401026064	10.84847104	2.4721988	12275.91143	23505.785	26660.012	0.7835262
6	75	10000	1.194628221	12.04309926	2.5682592	12425.54554	22386.462	26033.5	0.7462154
7	75	10000	1.018482097	13.06158136	2.6434464	12539.71577	21320.44	25287.593	0.7106813
8	75	10000	0.862677511	13.92425887	2.702988	12628.56675	20305.181	24474.745	0.6768394
9	75	10000	0.720669139	14.64492801	2.7501468	12698.21037	19338.267	23627.039	0.6446089
10	75	10000	0.587774472	15.23270248	2.7870279	12752.48	18417.398	22765.064	0.6139133
11	75	10000	0.46039849	15.69310097	2.8149955	12793.79884	17540.379	21902.437	0.5846793
12	75	10000	0.335602135	16.02870311	2.8349003	12823.63746	16705.123	21048.292	0.5568374
13	75	10000	0.210775473	16.23947858	2.847202	12842.75939	15909.641	20208.811	0.5303214
14	75	10000	0.083454385	16.32293297	2.8520312	12851.33477	15152.039	19388.092	0.505068
15	75	10000	0	16.32293297	2.8520312	12852.03123	14430.513	18546.14	0.4810171
16	75	10000	0	16.32293297	2.8520312	12852.03123	13743.346	17662.991	0.4581115
17	75	10000	0	16.32293297	2.8520312	12852.03123	13088.901	16821.896	0.4362967
18	75	10000	0	16.32293297	2.8520312	12852.03123	12465.62	16020.853	0.4155207
19	75	10000	0	16.32293297	2.8520312	12852.03123	11872.019	15257.956	0.395734
20	75	10000	0	16.32293297	2.8520312	12852.03123	11306.684	14531.386	0.3768895
21	75	10000	0	16.32293297	2.8520312	12852.03123	10768.271	13839.415	0.3589424
22	75	10000	0	16.32293297	2.8520312	12852.03123	10255.496	13180.396	0.3418499
23	75	10000	0	16.32293297	2.8520312	12852.03123	9767.1392	12552.758	0.3255713
24	75	10000	0	16.32293297	2.8520312	12852.03123	9302.0373	11955.007	0.3100679
25	75	10000	0	16.32293297	2.8520312	12852.03123	8859.0832	11385.721	0.2953028
26	75	10000	0	16.32293297	2.8520312	12852.03123	8437.222	10843.544	0.2812407
27	75	10000	0	16.32293297	2.8520312	12852.03123	8035.4496	10327.185	0.2678483
28	75	10000	0	16.32293297	2.8520312	12852.03123	7652.8091	9835.4142	0.2550936
29	75	10000	0	16.32293297	2.8520312	12852.03123	7288.3896	9367.0611	0.2429463
30	75	10000	0	16.32293297	2.8520312	12852.03123	6941.3235	8921.0106	0.2313774
							461173.53	546128.89	

2. しかし実際の降水量は毎期 **75** 降るわけではなく、期によって変動があると考えられる。  
 そこで、エクセルの分析ツールで乱数を発生させ(平均 **75**、標準偏差 **20** の正規分布)、  
 気候変動を考慮した降水量を想定すると、以下のようになる。

t期	降水量 $W_t$	農業生産量 $Y_{at}$	投資額 $I_t$	累積投資額 $K_t$	投資効果 $E_t$	農業生産量 $Y_{bt}$	利潤 at	利潤 bt	割引因子
1	77.6076	9993.200595	3.341746628	3.341746628	1.4682767	10346.91879	28552.002	23197.393	0.952381
2	67.9154	9949.808444	2.466316071	5.808062699	1.9181076	11283.66888	27074.309	26229.818	0.9070295
3	123.238	7673.081484	1.985227458	7.793290157	2.1739889	10709.531	19884.889	24324.058	0.8638376
4	58.7611	9736.296927	1.654154822	9.44744498	2.3463574	11960.34635	24030.227	26797.665	0.8227025
5	98.1137	9465.756112	1.401026064	10.84847104	2.4721988	12059.81073	22250.003	26152.051	0.7835262
6	75.1155	9999.986658	1.194628221	12.04309926	2.5682592	12425.54035	22386.432	26033.489	0.7462154
7	74.8646	9999.981667	1.018482097	13.06158136	2.6434464	12539.70884	21320.401	25287.578	0.7106813
8	50.2229	9386.095746	0.862677511	13.92425887	2.702988	12401.44615	19058.637	24013.573	0.6768394
9	66.8227	9933.131563	0.720669139	14.64492801	2.7501468	12673.89588	19208.956	23580.019	0.6446089
10	69.5549	9970.350398	0.587774472	15.23270248	2.7870279	12741.84157	18362.791	22745.471	0.6139133
11	82.2445	9947.517378	0.46039849	15.69310097	2.8149955	12775.1549	17448.322	21869.735	0.5846793
12	58.7164	9734.843113	0.335602135	16.02870311	2.8349003	12730.10441	16262.175	20892.044	0.5568374
13	75.4246	9999.819717	0.210775473	16.23947858	2.847202	12842.69607	15909.354	20208.71	0.5303214
14	64.2812	9885.106259	0.083454385	16.32293297	2.8520312	12811.04988	14977.951	19327.052	0.505068
15	64.3693	9886.989247	0	16.32293297	2.8520312	12812.40657	14267.433	18488.96	0.4810171
16	70.0044	9975.044165	0	16.32293297	2.8520312	12843.28103	13709.048	17650.965	0.4581115
17	83.389	9929.623962	0	16.32293297	2.8520312	12827.35547	12996.786	16789.598	0.4362967
18	111.738	8650.323244	0	16.32293297	2.8520312	12378.79772	10783.164	15430.938	0.4155207
19	97.7009	9484.66722	0	16.32293297	2.8520312	12671.34149	11260.215	15043.44	0.395734
20	109.718	8794.675929	0	16.32293297	2.8520312	12429.41171	9943.8626	14053.544	0.3768895
21	36.3876	8509.081357	0	16.32293297	2.8520312	12329.27446	9162.8093	13276.497	0.3589424
22	52.9091	9511.992194	0	16.32293297	2.8520312	12680.92237	9755.0199	13004.915	0.3418499
23	73.9706	9998.940405	0	16.32293297	2.8520312	12851.65971	9766.1043	12552.395	0.3255713
24	51.9548	9468.917305	0	16.32293297	2.8520312	12665.81914	8808.0222	11781.792	0.3100679
25	79.841	9976.564594	0	16.32293297	2.8520312	12843.81414	8838.3215	11378.442	0.2953028
26	52.3805	9488.356297	0	16.32293297	2.8520312	12672.63498	8005.5369	10692.184	0.2812407
27	85.0761	9898.472009	0	16.32293297	2.8520312	12816.43274	7953.8673	10298.58	0.2678483
28	137.527	6090.41562	0	16.32293297	2.8520312	11481.22423	4660.8788	8786.3617	0.2550936
29	51.3284	9439.65533	0	16.32293297	2.8520312	12655.55909	6879.9886	9223.8646	0.2429463
30	42.8806	8968.341443	0	16.32293297	2.8520312	12490.30358	6225.2159	8669.9237	0.2313774
							439742.72	537781.06	







### モデルを用いての考察

今回使用したモデルにおいて、農業投資は気候変動のリスクを軽減し、投資を行わなかった場合に比べて生産量を増加させることが証明された。初期においては投資費用の負担が大きく、投資を行わない場合に比べて利潤は少ないが、長期では初期に投資を行うことで利潤が拡大することも分かった。農業投資は、その回収期間の長さから資金調達が難しいとされるが、農業投資信託が将来の収益向上を見越して投資家への配当を行うことで、農業投資の活性化が期待できる。そのためには、農業投資信託による適切な農業経営・将来予測が重要である。

## 結論

中国の人口増加などによる世界の食糧需要増大による食糧不足の危機を回避するために論理を展開してきたが、農業に潜在能力を持つ国はまだ存在し、そうした国で新規農業開発をおこなうことで食糧供給量は確実に増加すると考えられる。

新規農業開発をするにあたっては投資信託により出資者を集め、農業収入を出資者に利益配当する方法を提案したが、この形態をとることは開拓のためのまとまった資金調達のために有利であるうえに、その規模の大きさゆえに幅広い投資が可能となり農業特有の気候、災害などによるリスクをカバーすることにつながり、さらには、今までの農業金融の失敗の原因であった情報の不確実によるモラルハザード、逆選択の問題も、投資信託の事業への専門的で深い関与という特質から単に融資するより監視が強まり情報管理ができるようになると考えられる。

エクセルを使ってのモデルの分析においては農業に投資をおこなうことでおこなわない場合よりも多くの生産量と利潤を上げることができ、また気候変動というリスクを投資によりカバーできることがわかった。

こうして新しい農地で生産された食糧が市場に流通することにより、作物の国際価格が暴騰したり、食糧自体不足するという問題は緩和されるだろう。なぜなら、ブラジルのような国が穀物供給量を増やすと世界市場の供給量はブラジルの供給増の影響により増加する。すると中国の人口増加などの影響により増加していた需要量との差を縮め、国際価格は低く保たれるはずである。つまりブラジルの穀物供給量増産は世界市場価格高騰を緩和させることができると考えられる。

## 参考文献

- レスター・R・ブラウン 「だれが中国を養うか?」 ダイヤモンド社 1995年
- レスター・R・ブラウン 「プランB エコ・エコノミーをめざして」 ワールドウォッチジャパン 2004年
- プラナブ・バーダン、クリストファー・ウドリー 「開発のミクロ経済学」 東洋経済新報社 2001年
- ジェトロ・アジア経済研究所 「テキストブック 開発経済学」 有斐閣ブックス 1997年
- 中野一新 「アグリビジネス論」 有斐閣ブックス 1998年
- 荏開津典生 「農業経済学」 岩波書店 2003年
- J・M・コンラッド 「資源経済学」 岩波書店 2002年
- OECD 環境局 「OECD 世界環境白書」 中央経済社 2002年
- <http://www.oecd-tokyo.org/index.html> OECD 東京センター
- <http://www.worldwatch-japan.org/> ワールドウォッチジャパン
- <http://www.jbic.go.jp/japanese/index.php> 国際協力銀行
- <http://www.maff.go.jp/> 農林水産省
- <http://www.nihonkaigaku.org/ham/eacoex/index.html> 浜松誠二 東アジア共生へのシナリオ
- <http://www.idi.or.jp/vision/indexj-top.html> 川と水委員会
- <http://www.fao-kyokai.or.jp/> 社団法人 国際食糧農業協会
- <http://www.marubeni.co.jp/research/> 丸紅経済研究所
- <http://www.mizu.gr.jp/index.html> ミツカン水の文化センター
- <http://www.jica.go.jp/Index-j.html> 国際協力機構
- <http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/indexJ.html> 沖研究室
- <http://misa.ac.affrc.go.jp/faps/> 農業研究センター