

多国籍種苗企業の国際展開（特集 発展途上国と知的財産権 -- 経済学的アプローチ）

| | |
|-----|--|
| 著者 | 伊藤 成朗 |
| 権利 | Copyrights 日本貿易振興機構（ジェトロ）アジア経済研究所 / Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization (IDE-JETRO) http://www.ide.go.jp |
| 雑誌名 | アジア経済 |
| 巻 | 45 |
| 号 | 11/12 |
| ページ | 49-79 |
| 発行年 | 2004-11 |
| 出版者 | 日本貿易振興機構アジア経済研究所 |
| URL | http://hdl.handle.net/2344/263 |

多国籍種苗企業の国際展開

いとうせいろう
伊藤成朗

はじめに
種苗知的財産権と途上国
仮説とデータ
推計
おわりに

はじめに

途上国の経済発展には、人口の多くが従事する農業セクターの発展が重要である。その農業が発展するためには、長期的には農業技術進歩を通じた生産性向上が必要である。よって、研究者には、農業発展に不可欠な技術開発とその伝播プロセスの理解を提供することが求められる。

本稿で着目するのは技術進歩の結晶ともいえる作物新品種である。「緑の革命」の事例を引くまでもなく、農業セクターが新品種の育種から得られる恩恵は大きい。研究開発を通じて生み出される新品種の質を高め、種類を増やすためには、研究開発環境を整え、さらに、新品種育成者に研究開発誘因を用意することが求められる。

しかし、一部を除いた多数の途上国では、新品種開発が成功しているとはいえない。とくに、低所得者の主食となる熱帯作物の反収増加率は、代表的な温帯作物や換金作物よりも著しく低い。

人材、資金、技術、ネットワークといった研究基盤が不十分であり、新品種の種苗生産能力も高くないからである。

さらに、作物新品種の育種方法は知的財産であり、公共財的性質を持つことを考えれば、途上国の多くにおける育種の停滞は、育成者の権利を十分に保護していないことが原因であるという見方もできる。研究基盤が不十分なために多国籍種苗企業の研究開発に育種を託そうと期待する途上国にとっては、この問題は深刻である。

TRIPS 27条 3(b)では、2000年1月までに途上国の WTO 加盟国 (69カ国) が、2006年1月までに低所得途上国の WTO 加盟国 (30カ国) が、種苗育成者の権利を保護する法を整備することが義務づけられている。法律の上では多国籍種苗企業が途上国各国に進出することを阻んでいた要因が取り除かれるはずであったが、法整備を行った途上国は2004年1月15日現在で31カ国に過ぎない (UPOV 加盟国数)^{注1)}。今後、育成者権保護法制に積極的に取り組まない国も残るなか、ゆっくりと法整備を進める途上国が増えていくことであろう。

そこで本稿では、多国籍種苗企業の途上国進出にあたり、作物新品種の知的財産権保護法制の内容や有無がどのような影響をもたらしてい

るのかを検討する。既存研究では、一国を取り上げて多国籍種苗企業がどのように進出を果たしているかを議論したものはあるが^(注2)、多国籍種苗企業がどのような国を進出先として選ぶか、その国際展開が分析されることは皆無であった。本稿では叙述的な議論と統計的な推計とを用い、農業技術革新の担い手として期待される多国籍種苗企業が、進出先の国をどのような基準で選定しているのか明らかにすることを目的とする。以下では、において、途上国と多国籍種苗企業を取り巻く環境を種苗の知的財産権を中心に紹介する。各国の例を引きながら、種苗の知的財産権が農業技術進歩に必要でありながらも、各国政府が十分に保護できていないことを示す。では、多国籍種苗企業の途上国市場参入に、PVP 法制の有無や内容は無関係であるという仮説を提示し、各国における種苗販売者の分布を概観したあと、多国籍種苗企業の業界再編について簡単に述べる。さらに、主要作物の反収増加率を比較し、熱帯作物の反収増加率が低いことを確認する。では、仮説を統計的に検定する。推計方法を説明した後、推計結果から種苗育成者権は多国籍種苗企業の進出に影響を及ぼしていないことを示す。最終節では議論をまとめ、熱帯農業に対するより強力な研究開発誘因を用意する必要性を指摘する。

種苗知的財産権と途上国

本稿で着目するのは技術革新の結晶ともいえる作物新品種である。新品種は人為的な努力を通じて開発されるものが大半なので、その育成努力を促す施策が求められる。しかし、その内容は多面的で、方法も容易ではない。例をいく

つか挙げて考えてみよう。

ブラジル大豆：ブラジル大豆は2002年現在、国際市場で第1位と僅差の第2位のシェアを誇り、重要な輸出品目である。意外なことに、ブラジルの大豆生産は1960年代には微々たるものであった。ブラジルは国土の大半が熱帯であり、とくに内陸部の半乾燥熱帯酸性土平原は、温帯作物の大豆を育成するには不向きであったからである。ブラジルが大豆生産拡大に成功した理由は、政府によるコーヒーから大豆への転作奨励、北西内陸地開拓に関わる金銭的誘因付与があったばかりでなく、国立農業開発機関である Embrapa によって大豆の新品種が開発されたためである。Embrapa は温帯品種の改良に加え、熱帯酸性土に適合する大豆の品種開発に成功し、耕土拡大を後押しした^(注3)。

パキスタン(パンジャーブ州)農村の小麦：パンジャーブ州には、小麦を生産する農家が数多く存在する。小麦は自家受粉品種なので農家が自家採種可能であり、新品種を開発しても開発者がその利益を回収することが難しい。小麦が重要な主食であることから、パキスタンでは小麦の新品種開発は公的研究機関が担っている。ところが、公的機関の種生産能力が不十分なため、新品種は在庫切れが常態化している。一方で、公的機関は利潤追求動機がないため、価格を固定している。この結果、小麦を含めてすべての作物新品種種苗で割当が発生し、1999-2000年では全作物作付面積の9%相当の新品種の種しか公的部門を通じて供給されていない(伊藤[2003])。しかも、割当の基準も、販売に携わる者との関わりが深い、警察に影響力を持っているな

国外進出にはさまざまな固定費用があることから、多国籍種苗企業はすべての国に進出するわけではない。また、たとえ進出したとしても、政府が期待した作物品種を期待した量だけ生産する必然性もない。民間は儲かる国・作物を選別して入ってくる、というのが実態であろう。たとえば、F1交雑（ハイブリッド）化が進んだトウモロコシやモロコシ（ソルガム）、一部の米などの穀物、フルーツ、野菜、花卉などは、民間種苗企業の参入が活発である。一方、自家受粉作物である通常の米、小麦、大豆などの穀物の多く、ジャガイモ、カッサバなどの栄養繁殖する塊茎植物は、民間企業の参入は不活発である^(注5)。ブラジルにおいても、主要輸出品目でありながら多国籍種苗企業が大豆の研究開発に本格的に乗り出さないのも、知的財産権保護の実効が弱く、自家受粉の制約に縛られるためという解釈が考えられる。アルゼンチンにおいてモンサント社の生産するGM大豆^(注6) 注7)があまねく違法増殖されている事態は、種苗育成利益回収における自家受粉制約が典型的な形で現れたものである。

さらに、国内に進出したとしても、多国籍種苗企業は途上国政府の期待通りの品種供給をしないばかりか、状況次第ではその市場力を背景に様々な駆け引きを展開することもある。典型的な事例としては、モンサント社がアルゼンチン政府とブラジルの州政府に対して行った“脅し”(threat of termination)が挙げられる。

モンサント vs. アルゼンチン：既述のように、モンサント社はGM大豆種の代表的生産者であるが、進出先のアルゼンチンでは、同品種の作付けは増えながらも、違法増殖・違法販売行為が横行していたために、ロイヤ

ルティ収入が年々減少していた^(注8)。アルゼンチンは植物品種保護(Plant Variety Protection, PVP)法制^(注9)がありながらも、違反行為の摘発がほとんど行われず、空文化した状態が続いていたためである。このため、モンサント社アルゼンチン法人は大豆生産第三位国のアルゼンチンにおける大豆種販売を2003年12月に停止し、04年1月18日にはGMトウモロコシ、GMモロコシ、新品种のひまわりなどの交雑作物に販売の重点を移すことを発表した(*Reuters*, 2004年1月18日)。翌日、モンサント社は状況が好転したら、大豆種販売を再開するとも発表している。04年2月、違法行為を放置し続けてきたアルゼンチン政府も、ロイヤルティ支払いのために基金を設立することを明らかにし、モンサント社の“脅し”に応えている(*St. Louis Business Journal*, 2004年2月20日)。

モンサント vs. ブラジル：アルゼンチンで違法に増殖されたGM大豆種は、国境を接するブラジルへ大規模に密輸、栽培されている。モンサント社は違法栽培、採種の取り締まりをブラジル政府に度重ねて要求してきたが、公式にはGMO栽培は禁止されていることもあり、種苗育成者権を申請できないため、その要求は無視され続けてきた。最南端にあるリオ・グランデ・ド・スル州では、2003年に生産された大豆のうち、GM大豆の割合は6割とも9割ともいわれ、近隣のパラナ州でも約2割がGM大豆といわれている。このため、モンサント社は、もしも輸出コンテナにGM大豆が含まれている場合には、輸出業者からロイヤルティを徴収するという方針も発表した^(注10)。しかし、モンサント社のア

ルゼンチンへの“脅し”の後、2004年1月28日にリオ・グランデ・ド・スル州の農業組合、農牧組合、農業労働者組合の三者は、モンサント社とロイヤルティ支払いに合意したと発表している。ロイヤルティは農家が直接支払うのではなく、農協、大豆加工業者、輸出業者などの二次的業者が消費者や相手国に販売する際に支払われる。適用は1月27日から始まり、継続年数は未定である。同農協の代表者は「モンサント社が州に新技術を導入することに期待している」と述べている（*Reuters*, 2004年1月28日）。

モンサント社の事例で分かるように、多国籍種苗企業が途上国に進出するか決める際には、進出先の知的財産権保護の程度が重要な判断材料となる。多国籍種苗企業が駆け引きをするのも、知的財産権保護が不十分であることが原因の一つである。新品種に関する知的財産権法制には、育成者と使用者の二者間で決める資源移転契約（material transfer agreements）や技術使用契約（technology use agreements）、公的に認可する特許（patents）、商標（trademark）、営業秘密（trade secret）、種苗育成者権（plant breeders right）などがある。しかし、WTOのTRIPS条約では、特許法制、育成権を保護できる各国に最も適合した法制（*sui generis system*）、またはその組み合わせ、を施行することがWTO加盟国すべてに条件付けられているだけで、その方法や細かな内容までは指定されていない。このため、途上国間で保護対象や内容にばらつきが発生している。

混乱がないようにしなくてはならないのは、Binenbaum et al. (2003) が強調するように、“国際特許”などというものは存在しない、と

いうことである。各国の知的財産権法制を調和することのメリット・デメリットは議論されるものの、知的財産権法制は各国固有のものである。125カ国が締結している特許協力条約（patent cooperation treaty, PCT）^{注11}が申請のみを一元化しているのを例外として、知的財産保護の申請と認可は各国ごとに行われている。よって、米国では特許を得ている種苗などの知的財産が、もしも途上国内で保護されていないければ、途上国内での増殖は違法ではない。作物が途上国内にとどまる限り、農家は国内法制に縛られる以外、操業の自由（freedom to operate）が保障されている。このため、多国籍種苗企業にとっては、各国における種苗保護法制の対象や内容が大事になってくるのである。

モンサント社の *Roundup-Ready* 大豆は、アルゼンチン国内では種苗育成者権でしか保護されていない。*Roundup-Ready* 大豆を用いて新品種を開発することは、研究目的の種苗利用を認めている種苗育成者権法制の下では合法である。さらに、新品種が親品種と比べてはっきりと区別できる特質があれば^{注12}、新品種を種苗登録して生産することは合法であり、そのうえ新品種は種苗育成者権保護の対象となる。ただし、*Roundup-Ready* の製法特許のあるアメリカに新品種を輸出すると、輸入業者が違法性を問われ、輸出も頓挫する可能性が高い^{注13}。

植物新品種の保護対象や内容を定める際、多くの国で参照されているのが、植物新品種の保護に関する国際条約（Union Internationale pour la Protection des Obtentions Végétales, UPOV）である^{注14}。欧州各国が発起したUPOVに加盟するためには、申請当時にUPOVが設定し

ていたガイドラインをクリアする必要がある。このため、同年代の加盟国においては、一定程度の保護内容の均質性があるといえる。UPOV は1961年、72年、78年、91年とガイドラインが改訂、保護内容が拡大強化されてきている^(注15)。

先に見たように UPOV に代表される種苗育成者権は、特許などの知的財産権に比べて権利保護の範囲が狭いことが知られている。途上国においてとくに大事なものは、農民例外規定 (farmers exemption clause) である。これは、農民が自ら所有する農地に限り、種苗会社には通常禁止されている無断の自家増殖を許容し、販売目的でない限り、種苗会社には禁止されている種苗交換を許容するという規定である。農民例外規定は、途上国農民が伝統的に行ってきた採種や他農家との交換の権利を奪うことができない、という政治的な配慮に基づいて導入された。

一方、アメリカなどで古くから採用されている無性繁殖作物への植物特許 (plant patent)、1985年に認められた有性繁殖する種苗、植物、培養組織への実用特許 (utility patent) などを *sui generis* system として選ぶ途上国は皆無である。権利のより弱い PVP 法制を途上国の大半が選んでいることは、種苗育成者にとっては政府が権利保護に熱心ではないと映るかもしれない。むしろ、遺伝子組み換え技術に対する特許が認められていれば、GM 品種に関しては特許法制による損害賠償が可能だが、こうした事例は先進国^(注16)以外では見あたらず、先進国でも主に種苗企業間の係争である^(注17)。知的財産権制度の整備が遅れているばかりか、司法における人材不足、摘発のための資源不足などが原

因となっているためであろう。

多国籍種苗企業が知的財産権保護に関心を払っていることが明らかにも関わらず、途上国政府は権利保護の弱い PVP 法制を不十分な体制でしか施行できていない。たとえば、ブラジルでは、PVP 法制施行後の6年間で違反件数はわずか5件のみである。むしろ、日本の PVP 法制のように違法複製を思いとどまらせる効果があるとも考えることも可能である。しかし、農業省は2003年11月現在、「摘発費用を政府が負担するのか種苗企業が負担するのか検討中」であり、摘発に関する行政の体制は整っていないので、そうした効果は大きくないと考えてよいだろう^(注18)。パキスタンでは、種苗流通監督官数は25名で、一人あたりの担当は可耕面積で25万ヘクタールにも及ぶ。権利保護が不十分になるのは、政府の政策実施能力が限定的なためである。

また、新品種登録から認定までの審査期間が長いと、その間に新たな品種が登場し、ロイヤルティの徴収が遅れたり、困難になる問題がある (農林水産省育成者権侵害対策研究会 [2003])。

知的財産権保護に以上のような難しさがあるとき、多国籍種苗企業は途上国政府の権利保護 (enforcement) をどのくらいあてにしているのだろうか。途上国政府の実施能力が低いことから、PVP 法制や UPOV ガイドラインの有無などは考慮せずに国際展開しているのだろうか。こうした疑問に答えるために、では、農業発展の原動力となる新技術を提供する多国籍種苗企業が、どのような要因に従って国際展開しているかを実証的に検討することを目的にする。次のでは、仮説を提示し、代表的作物別の生産性動向、多国籍種苗企業の国際展開の様子を

概観する。

仮説とデータ

1. 仮説

本稿で検討する仮説は、多国籍種苗企業の途上国市場参入に、PVP 法制の有無や内容は無関係である、というものである。アルゼンチンやブラジルにおける知的財産権侵害へのモンサント社の対処は、PVP 法制を用いない“脅し”であり、そもそも進出する際に PVP 法制をあてにしていなかった可能性もある。そこで以下では、他の代表的な多国籍種苗企業の動向もあわせて、PVP 法制が進出にどのような影響を与えているのか検討する。

ただし、多国籍種苗企業が国際展開するに際し、PVP 法制によって自らの知的財産権がどれだけ保護されるかという守備的な側面だけでなく、他者の知的財産がどれだけ利用可能かという戦略的な側面も考慮に入れることが考えられる。知的財産の利用可能性が高い国にほど進出しやすいことも考えられる^(注19)。よって、各国における公的、民間の種苗販売者数が進出とどのような関係を持つのかも考慮したい。

途上国における公的種苗販売者の多くは、主要作物の品種開発を行っていることが多いので、公的種苗販売者数は途上国における公的種苗開発の程度と相関している。よって、種苗企業は公的種苗販売者数の多い国に進出しやすいと期待できる。一方、途上国の民間種苗販売者の多くは種苗開発を活発に行っていない。よって、他者の知的財産の活用可能性と民間種苗販売者

数とは強い関係がないので、進出とは相関がないと期待される。または、民間種苗販売者が販売面での競争相手、もしくは、自らの知的財産を侵害する主体となる可能性を考慮すれば、進出と負の相関があっても驚くにはあたらないであろう。

他にも、進出に際しては、製造業企業等が直接投資する際に考慮する市場規模、所得水準なども考慮する必要がある。他方、農業特殊の要因としては、各国の気候や土壌の特性が進出にどのような影響をもたらすのかも考慮する。

2. データの概要

用いるデータの出所とその特徴は表1にある通りである。World List of Seed Sources は、FAO が認定した“Focal Point”の農業関係機関^(注20)によって収集され、毎年定期的に現地 FAO 職員が更新している世界各国の種苗販売者の名前と住所、扱う作物のリストである。188カ国(付表A)で7845企業が登録されていることから、大規模の種苗販売者のみが含まれ、小規模企業や農民の種苗販売等は含まれていないと考えてよいであろう。リスト自身に公的販売者、民間販売者の区別はないため、[national, nacional, federal, univers, minist, station, estacion, institut, direction, department, division, provincia, district, state, bureau, centr, center, experiment, extension, brasileir, secretaria, academy, CYMMIT, IRR, IFPRI, ICRISAT]などの文字列が含まれ、かつ、[Inc., Ltd, Co., S.A.]などの文字列が含まれていない販売者を公的販売者と判断した。

ただし、このリストが多国籍種苗企業をすべて含んでいない可能性もあるので、穀物育種に

表1 データの出所と用途

| 出所 | 情報 | 原出所・備考 |
|--|---|---|
| World List of Seed Sources | 全世界の種苗生産者、種苗育成者のリストを国別、作物別に収集。作物：全作物、および、カッサバ、綿花、ヒエ、トウモロコシ、モロコシ、米、大豆、小麦について利用。標本数7845（先進国含む）。 http://apps.fao.org/default.htm | FAOが指定した現地農業機関によるリストアップ。大中規模の生産者・育成者のみ。公的/民間の区分がない。名前の文字列検索で判別。*a |
| TERRASTAT | 全世界の土壌成分、可耕範囲、劣化度合い、気象帯を収集。農業の潜在性を測る情報として使用。標本数116（アジア太平洋、アフリカ、中東、ラテンアメリカ諸国のみ）。 http://www.fao.org/ag/agl/agll/terrastat/ | 土壌地図（FAO-UNESCO, 1995）、土壌劣化（Oldeman et al., 1990, 1991）、気象データ（Leemans and Cramer, 1991）、土壌肥沃度分類（Sanchez et al., 1982）、可耕地域（FAO, World Agriculture: Towards 2015/30）、人口（Tobler et al., 1995） |
| Global Agro-Ecological Zones (GAEZ) | 重要作物の生産適合性を各国ごと、投入物の多寡ごとに集計。未耕地森林地の生産適合性も作物ごとに収集。各作物生産の潜在性を測る情報として使用。作物：カッサバ、綿花、トウモロコシ、モロコシ、米（陸稲、水稲）、大豆、小麦について利用。標本数158。 http://www.fao.org/ag/AGL/agll/gaez/index.htm | 気候データ（Climate Research Unit of the University of East Anglia）表面土壌データ（USGS Eros Data Center）、標高データ（GTOPO30）。 |
| World Development Indicators (WDI) | 一人あたり所得、農業生産、人口を使用。 http://www.worldbank.org/data/dataquery.html | |
| CIA World Factbook | 各国の中心緯度を用いた。標本数191。 http://www.cia.gov/cia/download.html | |
| UPOV Statistics | UPOV加盟年、準拠条約、抛出口数。UPOV準拠のPVP法制の有無、準拠条約年度を利用。59カ国加盟。 http://www.upov.int/en/about/members/pdf/423_jan_2004.pdf | |
| WIPO Industrial Property Statistics, Publication B | WIPO加盟年、パリ条約批准、ヴェルヌ条約批准。加盟年次を知的財産権保護意欲の指標として利用。184カ国加盟。 http://www.wipo.int/ipstats/en/publications/b/index.htm | |

（注）*a文字列1が含まれ、かつ、文字列2が含まれない生産者を公的生产者と考えた。それ以外は民間生産者とした。

- ・文字列1：national, nacional, federal, univers, minist, station, estacion, institut, direction, department, division, provincaia, district, state, bureau, centr, center, experiment, extension, brasileir, secretaria, academy, CYMMIT, IRRRI, IFPRI, ICRISAT.
- ・文字列2：Inc., Ltd, Co., S.A.

おける5大企業に焦点を絞って、それぞれの企業グループのwebページから、子会社や支店のある国の情報を補完した。5大種苗企業グループとは、Bayer(グループ内企業および前身, AgrEvo, Aventis), Dow Chemical(同, Mycogen), Monsanto(同, Asgrow, Cargill 国際部門, Dekalb, Delta Pine Land)^{注21)}, Du Pont(同, Pioneer Hi-Bred), Syngenta(同, Zeneca, Advanta, Novartis, Ciba, Hilleberg)である。World List of Seed Sourcesに掲載されているケースとの重複も含め、加えた件数は205である。

TERRASTATはFAOが分析・集計した全世界における土壌成分、可耕面積、土壌劣化度合い、農業部門人口などの情報が国ごとに含まれている。これらは農業の潜在的な適合度を測る指標として用いる。国の標本数は116である。

Global Agro-Ecological Zonesは、重要作物ごとの生産適合度を各国ごとに様々な指標によって評価している。このデータからは、各作物の生産適合度を高・中・低の投入物水準で別々に知ることができる。たとえば、大豆を高投入農法で栽培した場合の生産適合度などが分かる。FAOが分析・集計し、158カ国が含まれる。

World Development Indicatorsは、世界銀行が収集したもので、一人あたり所得、農業付加価値比率、人口を用いた。CIA World Factbookは、米中央情報局の年次刊行物であり、気候帯の指標として各国の中心地点の緯度を用いた。

UPOV Statisticsは、UPOV事務局がとりまとめた加盟国の情報である。準拠する条約年、条約批准からの年数、内容抛出口数などで、それぞれ、PVP法制の有無、整備の程度、PVP保護への意欲を表す変数として用いた。WIPO Statisticsからは、国連世界知的所有権機関(World Intellectual Property Organization, WIPO)における加盟からの年数を知的財産権保護の意欲の指標として用いた。

3. 販売者内訳の傾向

種苗販売者データから、公的/民間の区分を作物別、所得水準別に集計したのが表2から表10までの表である。ここからは、どのような作物に民間種苗販売者が活発に参入しているかを観察することにする^(注22)。

表2 第一列目の全体集計からは、全作物にお

表2 種苗販売者の内訳

| | 全標本 | | 低所得国 | | 中所得国 | | 高所得国 | |
|------------------|-------|-------|---------|-------|----------|-------|---------|--------|
| | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 |
| 平均値 | 13.00 | 26.00 | 10.61 | 15.28 | 14.15 | 20.81 | 14.21 | 41.91 |
| 中央値 | 6.00 | 7.00 | 7.00 | 8.00 | 7.00 | 8.00 | 3.00 | 4.00 |
| 標準偏差 | 20.60 | 95.50 | 16.85 | 31.74 | 17.98 | 41.27 | 25.97 | 156.58 |
| 合計 | 2611 | 5226 | 711 | 1024 | 948 | 1394 | 952 | 2808 |
| 農業付加価値比率(agY, %) | NA | | 0.319 | | 0.117 | | 0.104 | |
| GDP(gdp, %) | NA | | 404.515 | | 2993.277 | | 16631.9 | |
| 農業人口比率(agp, %) | NA | | 0.613 | | 0.267 | | 0.241 | |
| 人口(pop, 100万人) | NA | | 72.079 | | 22.804 | | 25.485 | |

(出所) World List of Seed Sources, FAO; World Development Indicators, World Bank から集計。

表3 カッサバ種苗販売者数の内訳

| | 全標本 | | 低所得国 | | 中所得国 | | 高所得国 | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 |
| 平均値 | 0.60 | 0.20 | 0.78 | 0.30 | 0.65 | 0.24 | 0.32 | 0.19 |
| 中央値 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 標準偏差 | 1.30 | 0.90 | 1.24 | 0.71 | 1.78 | 1.07 | 0.76 | 0.76 |
| 合計 | 109 | 46 | 49 | 19 | 40 | 15 | 20 | 12 |

(出所) 表2と同じ。以下同じ。

表4 ヒエ種苗販売者数の内訳

| | 全標本 | | 低所得国 | | 中所得国 | | 高所得国 | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 |
| 平均値 | 0.60 | 0.60 | 1.38 | 0.83 | 0.23 | 0.03 | 0.24 | 0.85 |
| 中央値 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 標準偏差 | 1.60 | 3.20 | 2.32 | 2.81 | 0.73 | 0.18 | 0.84 | 4.71 |
| 合計 | 116 | 107 | 87 | 52 | 14 | 2 | 15 | 53 |

表5 モロコシ種苗販売者数の内訳

| | 全標本 | | 低所得国 | | 中所得国 | | 高所得国 | |
|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 |
| 平均値 | 1.30 | 2.80 | 1.46 | 2.16 | 1.65 | 2.77 | 0.79 | 3.39 |
| 中央値 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 標準偏差 | 3.00 | 11.00 | 1.97 | 3.02 | 4.15 | 7.46 | 2.53 | 17.47 |
| 合計 | 243 | 518 | 92 | 136 | 102 | 172 | 49 | 210 |

表6 綿花種苗販売者数の内訳

| | 全標本 | | 低所得国 | | 中所得国 | | 高所得国 | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 |
| 平均値 | 1.00 | 1.40 | 1.05 | 1.68 | 1.52 | 1.18 | 0.53 | 1.27 |
| 中央値 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 標準偏差 | 2.30 | 5.30 | 1.57 | 5.29 | 3.24 | 2.60 | 1.62 | 7.12 |
| 合計 | 193 | 258 | 66 | 106 | 94 | 73 | 33 | 79 |

表7 米種苗販売者数の内訳

| | 全標本 | | 低所得国 | | 中所得国 | | 高所得国 | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 |
| 平均値 | 2.20 | 2.10 | 3.08 | 2.03 | 2.71 | 2.92 | 0.82 | 1.44 |
| 中央値 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 標準偏差 | 4.00 | 6.50 | 3.52 | 2.79 | 5.52 | 9.50 | 1.66 | 5.39 |
| 合計 | 413 | 398 | 194 | 128 | 168 | 181 | 51 | 89 |

表8 トウモロコシ種苗販売者数の内訳

| | 全標本 | | 低所得国 | | 中所得国 | | 高所得国 | |
|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 |
| 平均値 | 2.70 | 6.10 | 2.40 | 4.60 | 3.39 | 5.27 | 2.18 | 8.35 |
| 中央値 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 標準偏差 | 5.00 | 21.70 | 3.33 | 8.31 | 6.14 | 8.07 | 5.21 | 35.94 |
| 合計 | 496 | 1135 | 151 | 290 | 210 | 327 | 135 | 518 |

表9 大豆種苗販売者数の内訳

| | 全標本 | | 低所得国 | | 中所得国 | | 高所得国 | |
|------|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|
| | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 |
| 平均値 | 1.50 | 3.40 | 1.11 | 1.37 | 2.08 | 3.03 | 1.27 | 5.97 |
| 中央値 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 標準偏差 | 3.50 | 22.20 | 1.82 | 2.50 | 4.67 | 13.52 | 3.51 | 36.08 |
| 合計 | 278 | 644 | 70 | 86 | 129 | 188 | 79 | 370 |

表10 小麦種苗販売者数の内訳

| | 全標本 | | 低所得国 | | 中所得国 | | 高所得国 | |
|------|------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|
| | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 | 公的 | 民間 |
| 平均値 | 2.60 | 7.20 | 1.37 | 2.05 | 3.03 | 5.44 | 3.40 | 14.06 |
| 中央値 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 標準偏差 | 4.70 | 32.60 | 3.054 | 4.20 | 4.48 | 14.21 | 5.92 | 54.16 |
| 合計 | 485 | 1338 | 86 | 129 | 188 | 337 | 211 | 872 |

いては民間販売者が公的販売者の約2倍存在することが分かる。種苗産業で公的部門が高い比重を占めるのが確認できる。一人あたり所得を基準にサンプル各国を数が等しくなるように高中低の3所得国グループに分け、それぞれのグループ内で集計したのが第2から第4列までである。下段の数字からは、低所得国の平均所得が404ドル、平均農業付加価値比率が32%、平均農業人口比率が61%、平均人口が7208万人となっている。所得グループを上がるごとに、農業付加価値比率と農業人口比率が低下していくことも確認できる。

所得グループごとに見ると、民間種苗販売者

の数は所得水準に比例することが見て取れる。しかし、(民間)/(公的)比率は所得水準に照らし合わせるとU字型であり、中所得国グループでは民間部門の比率が低所得国よりも低くなる。これは低所得国において、公的販売者・農業研究機関が中所得国に比べて少ないことを反映していると考えられる。また、中央値で見ると、低所得国の公的販売者は7、民間は7、中所得国では公的が9、民間は9、高所得国では公的が6、民間が8となっている。高所得国の官民の販売者数の中央値の差が少ないにもかかわらず、民間の平均値が大きいのは、一部の国(アメリカ)で多数の民間種苗販売者が存在す

ることの反映である。

作物別に見ると、熱帯作物（カッサバ、ヒエ、米）は高所得国生産者が少なく、低所得国では公的部門が優位なことが分かる（表3、表4、表7）。温帯作物（大豆、小麦、トウモロコシ、綿花）で輸出向け生産が多いもの（大豆、小麦）は、生産者が多く、とくに高所得国で民間優位が観察できる（表9、表10）。これは換金作物栽培が進んでいる傾向をくみ取ったものであろう。また、トウモロコシ、モロコシといった交雑化が進んだ作物では民間優位である（表5、表8）。これはF1交雑種の持つ優れた特性である雑種強勢（hybrid vigor）^{（注23）}が複数世代間持続しないために、農家が新種苗を継続して購入しなくてはならないことを反映したものと考えられる。

4. 多国籍種苗企業の動向

多国籍種苗企業の国際展開を考える際には、1990年代における業界再編を確認しておく必要がある。既述のように、穀物種苗開発・生産においては、5つの企業グループが代表的である。これらの企業グループが誕生した背景には、90

年代に技術的なブレークスルーのあった遺伝子工学の進展がある。

1990年代には、遺伝子工学の進展により、種苗に特定の耐性を付加できるようになった（第一世代GMO）。このため、自社の農業投入財と補完的な耐性を備えれば育種と投入財の補完性を高め、両者の利潤を引き上げることが可能になった。つまり、種苗企業、遺伝子工学ベンチャー、化学企業を同一企業グループ内に束ねることで、独立して存在するときよりも合計利潤が高まる技術的環境が整ったのである^{（注24）}。Kalaizandonakes and Bjornson（1997）は、表11にあるように、80年代後半からの活発な業界再編を指摘している。Fulton and Giannakas（2001, Table 2）によれば、1998年に最も活発に統合合併した10企業では、1990-98年だけでも205の統合、合併、合弁などの合従連衡を行っている。

ダウ・ケミカル社、デュ・ポン社、モンサント社は伝統的に化学会社であり、農業の分野では肥料や農薬等を生産していた。これらの企業が種苗育成に参入してきたのは、遺伝子組み換

表11 パイオテクノロジー産業の変遷，1981 - 1996

| 内容 | 期間 | | | 全期間 1981 - 96 |
|---------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| | 1981 - 85 | 1986 - 90 | 1991 - 96 | |
| 統合合併 | 19 | 115 | 274 | 4 |
| 資本参加 | 24 | 41 | 47 | 112 |
| 技術提携 | 84 | 244 | 147 | 475 |
| 合 弁 | 24 | 77 | 81 | 182 |
| ライセンス契約 | 6 | 78 | 122 | 206 |
| 販売契約 | 9 | 66 | 109 | 184 |
| 生産契約 | 1 | 3 | 21 | 36 |
| 合 計 | 167 | 624 | 801 | 1,592 |

（出所）Kalaizandonakes and Bjornson（1997，Table1）

えにより特定の耐性を持たせることができるようになったためである。一方、バイエル社、シンジェンタ社などのグループは、伝統的に医薬分野で活躍してきた企業である。医薬の分野でも、遺伝子組み換え植物に薬物成分を生産させる手法が開発され始め、医薬を中心とした関連分野の補完性が高まっている。また、食物の栄養成分を遺伝子操作によって変更させ、栄養摂取面での付加価値を高めた品種開発も行われるようになってきている（第二世代 GMO）^(注25)。

これらのグループは、製薬、育種、化学、遺伝子工学、食品加工の補完性から統合を進め、それぞれの知的財産の補完性を活かして「生命科学」と呼ばれる分野の企業グループを形成するようになった。

モンサント社の *Roundup-ready* ブランドの品種開発は、除草剤 *Roundup* に反応する酵素の遺伝子を各作物で突き止め、*Roundup* に反応しない遺伝子に組み替えることで可能になった。1983年にモンサント社と遺伝子工学のカルジーン社^(注26)の研究者が EPSP シンターゼ酵素をつくる遺伝子を分離し、その増殖、さらには他の作物に導入することに成功したのである。*Roundup-Ready* ブランドの種苗は、遺伝子工学、種苗、化学の三者の技術が補完性を持った結果の典型例である。

Roundup-Ready ブランドのラインナップは大豆の他、綿花、トウモロコシ、ナタネ^(注27)などを含み、現在では小麦も開発され、栽培申請中である^(注28)。

さらに、5大種苗企業グループは、遺伝子工学の進展を受けて、多様な生殖質（germplasm）の確保を目指し、国内外の種苗企業の買収を重ねるようになった。遺伝子組み換えでは異なる品種の遺伝子を組み合わせることで新たな品種を創り出すことが多く、多様な遺伝子資源を持つことが生産性向上に必要なからである。たとえば、ブラジルでは、モンサント社がトウモロコシ種苗市場国内最大手のアグロセレス社を買収し、ダウ・ケミカル社が子会社のマイコジェン社を通じてイブリス・コロラデ社や FT ビオジェネティクス・デ・ミルホ社などを買収している。

データからは国際展開についてどのような傾向が読み取れるであろうか。各企業のホームページから、進出先を所得グループごとにまとめたのが表12である。表の左半分は各企業の進出先の分布、右半分は受け入れ国における5大企業の進出数（0-5）の分布である。たとえば、バイエルは低所得国に3カ国進出し、中所得国に17、高所得国に14進出している。また、低所得国グループでは、5社のうち1社も進出してい

表12 多国籍種苗企業の投資先内訳

| | バイエル | ダウ | モンサント | バイオニア | シンジェンタ | 合計 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 合計 |
|------|------|----|-------|-------|--------|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|
| 低所得国 | 3 | 2 | 13 | 13 | 23 | 54 | 41 | 14 | 5 | 6 | 3 | 0 | 69 |
| 中所得国 | 17 | 6 | 24 | 25 | 41 | 113 | 25 | 14 | 6 | 11 | 6 | 6 | 68 |
| 高所得国 | 14 | 11 | 14 | 13 | 22 | 74 | 44 | 5 | 5 | 4 | 3 | 7 | 68 |
| 合計 | 34 | 19 | 51 | 51 | 86 | 241 | 110 | 33 | 16 | 21 | 12 | 13 | 205 |

（出所）各企業ホームページ。

（注）スコットランドやプエルトリコなどを一カ国として数えてあるため、サンプル数が7つ多くなっている。

表13作物別種苗販売者の内訳

| | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 5th | 6th | 7th | 8th | 9th | 10th |
|--------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 純合計 5大,1-10 | ARG | AUS | BRA | KOR | MEX | POL | SOA | CHL | CHI | COL |
| | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 純合計 5大,11-15 | HUN | IND | IDN | NZL | THA | | | | | |
| | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | |
| 純合計 地場,1-10 | IND | BRA | COL | MEX | AUS | THA | ARG | PHI | SOA | TUR |
| | 373 | 294 | 270 | 180 | 131 | 127 | 91 | 84 | 77 | 76 |
| 純合計 地場,11-15 | URU | POL | CHI | PAK | CHL | | | | | |
| | 65 | 61 | 61 | 61 | 60 | | | | | |
| 合計 地場 | US | IND | ITA | BRA | COL | FRA | MEX | UK | CAN | AUS |
| | 1384 | 373 | 350 | 294 | 270 | 239 | 180 | 172 | 168 | 131 |
| 合計 5大 | US | ITA | BRA | UK | CAN | ARG | AUS | FRA | ISR | MEX |
| | 15 | 10 | 8 | 7 | 6 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| カッサバ 地場 | BRA | ZAI | IDN | PER | KEN | MEX | PAP | ARG | CAR | HAI |
| | 20 | 8 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| カッサバ 5大 | | | | | | | | | | |
| ヒエ 地場 | US | IND | SEN | BKF | MLI | NGR | NIG | GHA | KEN | SOA |
| | 41 | 31 | 12 | 10 | 10 | 9 | 7 | 6 | 6 | 5 |
| ヒエ 5大 | US | IND | | | | | | | | |
| | 2 | 1 | | | | | | | | |
| モロコシ 地場 | US | MEX | COL | THA | URU | FRA | BRA | SUD | IND | ITA |
| | 147 | 61 | 42 | 27 | 20 | 19 | 18 | 15 | 14 | 14 |
| モロコシ 5大 | ITA | US | BKF | THA | AUS | MEX | ARG | CMR | COL | TAN |
| | 9 | 7 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 綿花 地場 | US | IND | MEX | PAK | COL | BRA | TUR | PER | THA | CHI |
| | 65 | 41 | 30 | 22 | 17 | 15 | 14 | 12 | 9 | 8 |
| 綿花 5大 | US | AUS | BRA | IND | MEX | MLW | NIG | | | |
| | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| トウモロコシ 地場 | US | IND | MEX | FRA | BRA | CAN | ITA | PHI | THA | VEN |
| | 305 | 78 | 64 | 58 | 41 | 39 | 38 | 36 | 35 | 28 |
| トウモロコシ 5大 | US | ITA | ARG | BRA | THA | AUS | CAN | ECU | FRA | BRN |
| | 9 | 8 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| コム 地場 | BRA | US | THA | COL | PHI | IND | IDN | MAL | ITA | MAD |
| | 82 | 45 | 44 | 42 | 32 | 27 | 16 | 16 | 15 | 15 |
| コム 5大 | NEP | THA | US | | | | | | | |
| | 1 | 1 | 1 | | | | | | | |

| | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 5th | 6th | 7th | 8th | 9th | 10th |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 大豆 地場 | US | BRA | THA | FRA | CHI | ITA | PAR | COL | MEX | URU |
| | 299 | 123 | 35 | 26 | 19 | 19 | 17 | 16 | 16 | 14 |
| 大豆 5大 | US | ITA | BRA | CAN | FRA | SWI | ARG | AUS | ETH | KOR |
| | 8 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 小麦 地場 | US | BRA | ITA | CAN | MEX | FRA | COL | UK | URU | PAK |
| | 450 | 103 | 77 | 71 | 60 | 59 | 57 | 37 | 37 | 35 |
| 小麦 5大 | US | CAN | FRA | SPA | UK | PAK | AUS | BRA | GER | KEN |
| | 6 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |

(出所) 表2と同じ。

(注) 1. 5大と地場は、それぞれ5大企業グループ、地場企業を表す。純合計は途上国における5大種苗企業グループ(Bayer, Dow Chemiacak, Du Pont, Monsanto, Syngenta)と地場企業の合計数。合計とは先進国を含む世界各国における5大グループ傘下企業の合計数と地場企業の合計数。空欄は進出企業なし。

2. 多国籍種苗企業はperl言語で以下の文字列を含む主体として検索した。

- Bayer: Bayer: Aventis, hoechst, poulenc, Schering, Agrevo, PGS, KWS.
- Syngenta: ICI, zeneca, Astra, Cosum, Advanta, Sandoz, ciba, Hillehog, New Farm Crops, Novartis, vander have, Morgan.
- Monsanto: Cargill. *sem, Cargill. *tohum, Cargill, Holden, Dekalb, hybritech, Asgrow, delta pine, plant breeding international, Monsoy, Agroceres, Braskalb.
- Du Pont: Pioneer, optimum quality, Moran seeds, hybrinova, dois marcos.
- Dow: Mycogen, dina/milho.
- その他: preegro, limagrain, biogemma, land-o-lakes.

さらに、上記に該当する5大グループとは無関係の下記の語句を含む販売者は除外した。

- bayern, Maharashtra, rue du point, dowd, dowe, down, ipswitch, farmingdale, morganfield, morgan hill, morganville, morgantown, mchoney, semillastransv, simshaba.

3. 国名略記は以下の通り。ARG (Argentina), AUS (Australia), BKF (Burkina Faso), BRA (Brazil), BRN (Burundi), CAN (Canada), CAR (Central African Republic), CHL (Chile), CHI (China, Peoples Republic of), CMR (Cameroon), COL (Columbia), ECU (Ecuador), ETH (Ethiopia), FRA (France), GER (Germany), HAI (Haiti), HUN (Hungary), IDN (Indonesia), IND (India), ISR (Israel), ITA (Italy), KEN (Kenya), KOR (South Korea), MAD (Madagascar), MAL (Malaysia), MEX (Mexico), MLI (Mali), MLW (Malawi), NEP (Nepal), NGR (Niger), NIG (Nigeria), NZL (Nwe Zealand), PAK (Pakistan), PAP (Papua New Guinea), PAR (Paraguay), PER (Peru), PHI (Philippines), POL (Poland), SEN (Senegal), SOA (South Africa), SPA (Spain), SUD (Sudan), SWI (Switzerland), THA (Thailand), TUR (Turkey), UK (United Kingdom), URU (Uruguay), US (United States of America), VEN (Venezuela), ZAI (Zaire).

低所得国

2 企業受入：エチオピア，ホンジュラス，マラウィ，ニカラグア*，ヴィエトナム

3 企業受入：ケニア*，パキスタン*，フィリピン，タンザニア，ウクライナ*，ジンバブエ

4 企業受入：中国*，インド，インドネシア

中所得国

4 企業受入：チリ*，コロンビア*，ギリシャ，ハンガリー**，ポルトガル*，タイ

5 企業受入：アルゼンチン*，ブラジル**，韓国，ポーランド**，南アフリカ*

*はUPOV1978年条約，**は1991年条約に準拠。

ない国が41カ国あり，4社進出している国が3カ国ある。

所得グループごとに、どの国がより多く5大企業を受け入れているかをまとめたのが上の表

である。このリストからは、中所得国にはより多くの企業が進出しているという傾向以外は、

UPOV加盟と進出の関係は明らかではない。サンプル全体に見られるシステムティックな傾

向を探るためには、推計によって統計的に情報を処理する必要があることが分かる。

次に、*World List of Seed Sources* を使って作物別の5大種苗企業グループの進出先を集計したのが表13である。表の最上段は、企業グループごとの進出数を先進国を除外して集計しているのに対し、それ以下の段では企業グループ内の企業ごとの進出数を集計している。よって、最上段では最大値が5であるのに対し、それ以下の段では最大値が5以上になる場合もある。各段においては、5大企業グループの進出数とそれ以外の「現地企業」の数を別々に合計し、

図1 カッサバの反収

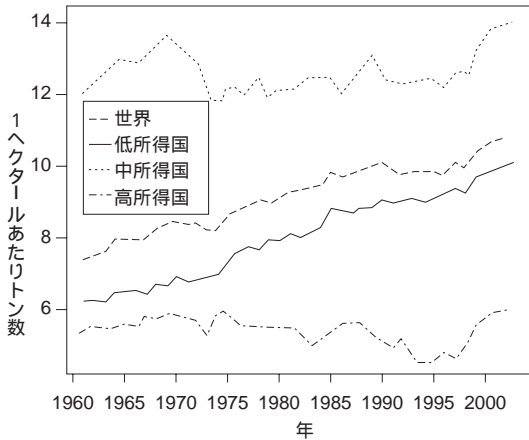
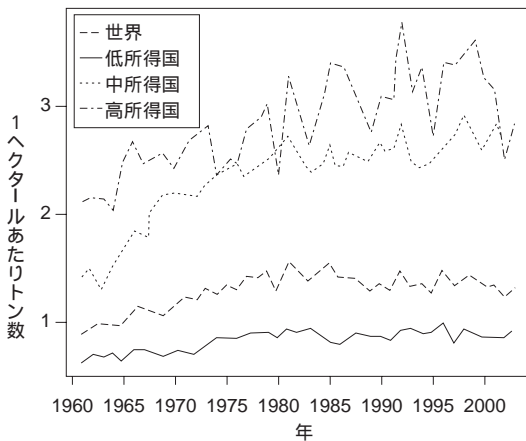


図3 モロコシの反収



値の最も多い10カ国をまとめている（最上段は上位15カ国をまとめている^(注29)）。

ここからは、アメリカを除き、熱帯作物は主に現地資本の企業が生産に従事していることが分かる。カッサバやキビなどはその傾向が強い。温帯作物については、トウモロコシを除くと、多国籍種苗企業は主に先進国に展開していることも分かる。自家受粉が主流の品種は、多国籍種苗企業は途上国への関与を避けているように見て取れよう。その反面、モロコシ、トウモロコシなどの交雑化が進んだ作物では、途上国への多国籍種苗企業の展開も進んでいるように見

図2 キビの反収

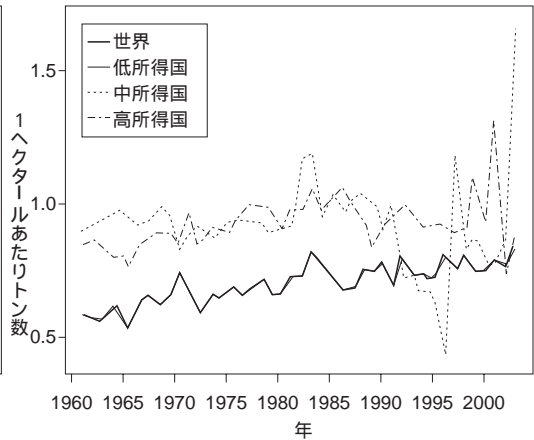


図4 綿花の反収

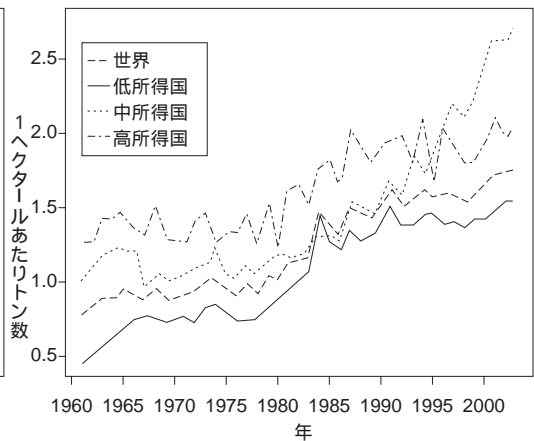


図5 トウモロコシの反収

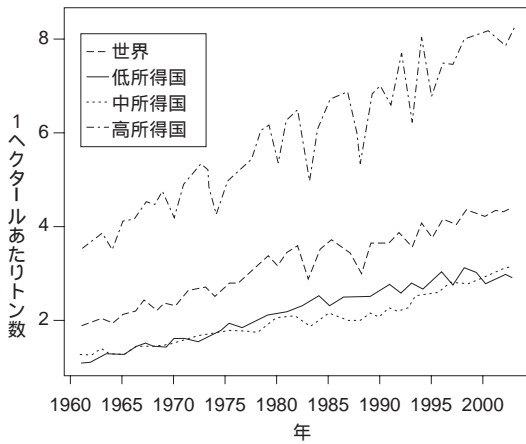


図6 米の反収

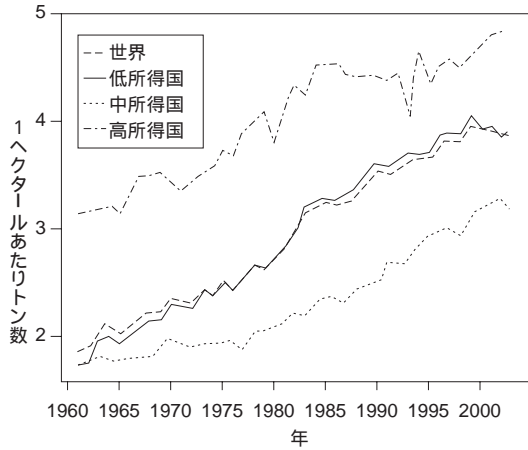


図7 大豆の反収

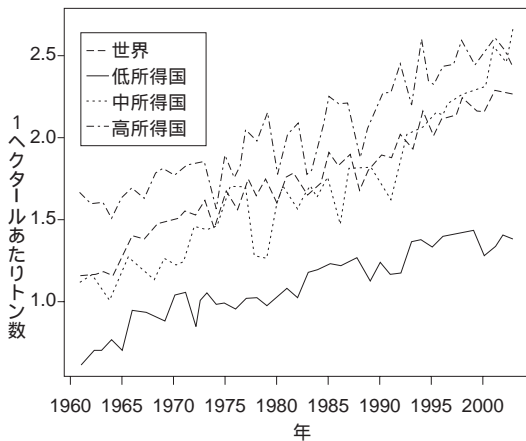
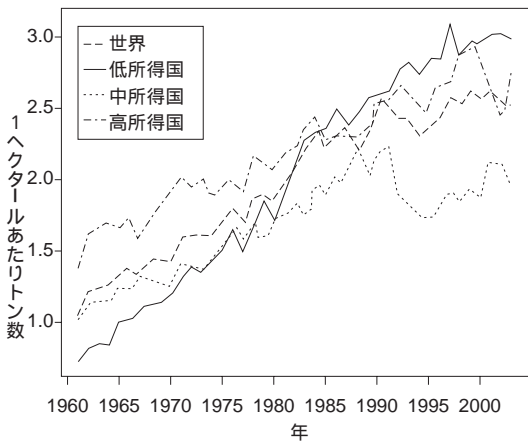


図8 小麦の反収



(出所) FAO, FAOSTAT と World Bank, World Development Indicators より筆者集計。

(注) 各所得グループは1998年 - 2000年平均一人あたり所得を3階層に均等分割したもの。各所得グループの反収は、各所得グループ内の各国土地面積をウェイトとした各国反収の加重平均値。

える。また、アメリカはどの作物においても企業数が世界最大であるため、全体から見るとアウトライヤーとなっていることも確認できる。

5. 反収の動向

以上の多国籍種苗企業の途上国への関与が、農業技術革新が実現した反収とどのような関係を持っているのか検討してみよう。図1から図8は、各国における各作物の反収を全世界、各所得国グループごとの面積加重平均値として、

1960年から2002年まで描いたものである。

これらの図では、熱帯作物は低所得国のシェアが支配的なことを反映し、低所得国の生産性伸び率に影響される度合いが大きい(図1カッサバ, 図2キビ)。つまり、熱帯作物の生産性上昇は低所得国のみが対処している。温帯に多い高所得国の種苗企業にとっては、カッサバなどの作物は国内育成が困難で、所得弾力性も低い。このため、育種対象としての魅力に欠け、企業

表14 作物別所得別の平均反収増加率，1961-2003（年率，％）

| | カッサバ | キビ | モロコシ | 綿花 | トウモロコシ | 米 | 大豆 | 小麦 |
|------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 世界全体 | 0.813 (27.224) | 0.752 (9.509) | 0.791 (6.075) | 1.982 (21.232) | 1.976 (23.215) | 1.896 (40.637) | 1.509 (22.114) | 2.039 (22.631) |
| 低所得国 | 1.198 (40.066) | 0.76 (9.355) | 0.77 (8.663) | 2.638 (18.909) | 2.374 (24.82) | 2.083 (34.223) | 1.609 (14.862) | 3.422 (26.047) |
| 中所得国 | 0.08 (1.399) | -0.24 (-0.962) | 1.314 (9.372) | 2.21 (12.841) | 2.044 (32.79) | 1.607 (29.517) | 1.985 (17.87) | 1.484 (11.376) |
| 高所得国 | -0.21 (-2.444) | 0.31 (2.525) | 0.963 (7.395) | 1.215 (10.906) | 1.935 (17.702) | 1.066 (18.197) | 1.203 (15.142) | 1.45 (20.798) |

（出所）図1と同じ。

（注）各所得グループの対数成長率推計値。括弧内はt値。

はその生産性向上に興味を持たないのであろう。

このように、因果関係こそ特定できないが、多国籍種苗企業が生産に従事することの少ない熱帯作物は、温帯作物に比して生産性上昇率格差がある^(注30)。カッサバ、キビ、モロコシで顕著なのが表14で確認できる。

また、温帯作物は中高所得国で栽培されている比重が高いが、低所得国でも生産性伸び率が高い。とくに、「緑の革命」作物である米、小麦は、低所得国における生産性伸び率が高い（図6、図8）。このことは、小麦などの温帯作物のR&D努力は主な産地である高所得国ばかりでなく、低所得国の生産性上昇にも反映される可能性を示している。つまり、栽培可能であれば低所得国でも温帯作物の研究開発の恩恵を受けており、新技術受容が低所得国グループでも進む可能性を示唆している。よって、熱帯作物に対するより活発な研究開発を促進すると、主に低所得国が栽培する作物の生産性が増加し、その新技術受容も進むことが期待できる^(注31)。

推計

1. 推計方法

本節では、多国籍種苗企業の国際展開を計量的に検討する。具体的には、国cにつき、以下を推計し、 $\delta = 0$ を検定する。 D_c はUPOV加盟を表すダミー変数である。

$$y_c = \alpha + \gamma'z_c + \beta'x_c + \delta D_c + \varepsilon_c,$$

$$\varepsilon_c | z_c, x_c \stackrel{iid}{\sim} (0, \sigma^2)$$

$$y_c \begin{cases} > 0 \\ = 0 \end{cases} \text{ if } y_c^* = \mathbf{g}'z_c + \mathbf{b}'x_c + dD_c \begin{cases} > 0. \end{cases}$$

ここでは、途上国cにおける多国籍種苗企業の拠点数を考えると、多国籍種苗企業が設置するか否か、設置するとしたら合計で何件設置されるかを推計する^(注32)。各企業ごとに拠点設置行動を推計することも可能だが、拠点設置数が少ないために、少数のデータによって推計値が影響を強く受け、頑健性にかけるおそれがある。よって、ここでは拠点設置行動が各企業において同質であるという仮定を置き、産業全体としてどのように拠点設置行動を採っているかを推計する。

一般に、UPOV加盟は各国の知的財産権一般に対する「保護態度」と相関があると考えられる。多国籍種苗企業がUPOV加盟やPVP法

制による恩恵をまったく期待せず、各国における保護態度のみを考慮して進出を決めるとすれば、UPOV 加盟のダミー変数は、保護態度を介して内生となり、見せかけの相関を捉えるに過ぎない^(注33)注34)。このため、保護態度を考慮しなければ、UPOV 加盟ダミーの係数は過大評価となる^(注35)。よって、ここでは UPOV 加盟ダミーに操作変数を用いる。用いる操作変数は、世界知的財産機構 WIPO 加盟経過年数と、UPOV 分担金払込口数である。この操作変数が有効なのは、WIPO 加盟年と UPOV 分担金は、各国の知的財産に対する態度を表し、多国籍種苗企業の進出によって影響を受けることもない、と考えられるからである^(注36)。また、UPOV 加盟国は1978年準拠が16カ国、91年準拠が15カ国であり、別々の変数にすると変動が不十分で推計精度が下がる。さらに、準拠条約が78年であっても91年であっても、実効性が伴わなければ法制の中身の違いを吟味することに意味はない。このため、準拠年次の差を無視して UPOV 加盟という1つのダミー変数として定義する。このように、UPOV 加盟を1つの UPOV 加盟ダミーにまとめ操作変数を用いる

表15 推計に用いる変数

| 変数 | 内容 |
|---------|---|
| y_e | 多国籍種苗企業数 |
| y_e^* | 多国籍種苗企業の進出を決める変数（観察不可能） |
| z_e | 各国の特徴ベクター：所得水準，農業比率，人口規模，可耕地比率，土壌成分，気候帯など |
| x_e | 各国の作物別の土壌成分 |
| w_e | 各国のWIPO加盟経過年数，UPOV分担金払込口数 |
| D_e | UPOV加盟ダミー |

ことで、知的財産権一般への保護態度を考慮し、推計精度を上げ、UPOV 加盟の内生性に対処することができる。

拠点設置数は、記述統計で確認したように、ゼロを多く含む censored variable である。よって、OLS での推計はバイアスをもたらす。ここでは標準的なトービット推計に加え、不均一分散や分布関数の特定エラーに対して頑健な CLAD 推計を行う^(注37)。

推計に用いたデータの記述統計は表16の通り。EU 加盟国，アメリカ，カナダ，日本を除く途上国を推計対象にした。国数の少ない国単位のデータと結合したため、用いる標本数は110に減少している。農業付加価値比率，一人あたり所得，農業人口比率，人口は、逆の因果関係をピックアップするのを避けるべく、慎重を期してデータ収集時点の2003年以前の値を用いた。年次の変動をならすため、すべて1998年から2000年までの3年間の平均値を使った。

2. 推計結果

表17は CLAD 推計結果のまとめである。付表 B のトービット推計において不均一分散が棄却されたため、トービット推計結果は CLAD 推計式の特定化の参考と CLAD 推計値との比較にのみ用いる。トービットの推計結果はバイアスが含まれているものの、高い有意性を示した変数の符号が逆転することは考えにくい。よって、CLAD 推計でも、付表 B で有意であった GDP，人口，総面積，可耕面積，公的種苗販売者数，UPOV 加盟ダミーなどを主に用いる。民間種苗販売者数の係数の符号は予想通り負で非有意であったことから、CLAD 推計からは落とすことにする。地質変数も頑健に有意なものではなく、各国の多様性をコントロールする以

表16 推計に用いたデータの記述統計

| | 最小 | 10% | 25% | 中央値 | 75% | 90% | 最大 | 平均 | 標準偏差 | 0s | NAs | 標本数 |
|---------------|------|------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|--------|----|-----|-----|
| <i>y</i> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 1.54 | 1.57 | 40 | 0 | 110 |
| <i>lat</i> | 1.00 | 5.00 | 10.00 | 18.13 | 35.00 | 46.38 | 60.00 | 23.01 | 15.80 | 0 | 2 | 110 |
| <i>total</i> | 0.01 | 0.03 | 0.07 | 0.24 | 0.80 | 1.64 | 16.74 | 0.87 | .12 | 0 | 0 | 110 |
| <i>arable</i> | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.10 | 0.19 | 0.32 | 0.69 | 0.14 | 0.14 | 1 | 27 | 110 |
| <i>agY</i> | 0.03 | 0.05 | 0.10 | 0.18 | 0.32 | 0.41 | 0.61 | 0.21 | 0.14 | 0 | 0 | 110 |
| <i>gdp</i> | 0.10 | 0.23 | 0.36 | 0.91 | 2.15 | 4.50 | 20.49 | 1.87 | 2.60 | 0 | 0 | 110 |
| <i>pop</i> | 0.41 | 2.00 | 4.31 | 10.10 | 25.27 | 67.15 | 1252.74 | 43.89 | 153.33 | 0 | 0 | 110 |
| <i>agp</i> | 0.01 | 0.14 | 0.23 | 0.47 | 0.66 | 0.77 | 0.94 | 0.46 | 0.25 | 0 | 27 | 110 |
| <i>pub</i> | 0.00 | 0.90 | 3.00 | 10.00 | 19.00 | 28.40 | 123.00 | 14.96 | 18.95 | 11 | 0 | 110 |
| <i>pvt</i> | 0.00 | 1.90 | 5.00 | 11.50 | 23.75 | 39.30 | 252.00 | 22.00 | 40.16 | 8 | 0 | 110 |
| <i>share</i> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.28 | 1.00 | 0.10 | 0.20 | 79 | 0 | 110 |
| <i>wipo</i> | 0.00 | 8.01 | 13.02 | 23.81 | 29.57 | 32.85 | 34.68 | 21.38 | 9.37 | 2 | 0 | 110 |
| <i>u78</i> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.14 | 0.35 | 94 | 0 | 110 |
| <i>u91</i> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.14 | 0.34 | 95 | 0 | 110 |

(注) *y* は進出企業数, *lat* は国の中心緯度(赤道からの度数), *total* は総面積, *arable* は可耕面積, *agY* は農業付加価値比率, *gdp* は一人あたり所得(1998 - 2000年の平均値), *pop* は人口(1998 - 2000年の平均値), *agp* は農業人口比率(1998 - 2000年の平均値), *pub* は公的種苗販売者数, *pvt* は民間種苗販売者数, *share* はUPOV出資口数, *wipo* はWIPO加盟年数, *u78* はUPOV1978条約準拠国, *u91* はUPOV1991条約準拠国。国は *u78* と *u91* の両方に準拠することはない。面積は100万km²単位, GDPは1000ドル単位, 人口は100万人単位。

外は用途がない。よって、収束が難しく、不均一分散に頑健な CLAD 推計においては、これらの地理変数は除外する。

表17では、(1)から(5)までが UPOV 加盟国なし、(6)から(10)までが UPOV 加盟国を含んだ推計、(11)から(14)までが UPOV 加盟国を操作変数なしで推計したものである。それぞれの推計式で標本数が異なるが、これは収束のためにいくつかの標本を落とさざるを得なかった結果である。

緯度と面積の情報だけを用いた推計が(1)である。ここでは総面積と可耕面積が有意に正である。可耕面積は経済変数を加えた(2)や(4)でも有意である。しかし、(5)などでは符号が逆転して非有意になっており、その影響は頑健ではない。同様に、GDP は(2)、(3)、(4)で有意

に正であるが、これも(5)では非有意である。

(5)においては農業付加価値比率 (*agY*) が加えられて有意となったため、*agY* とは独立に GDP だけで説明できる *y* との共変動が減ったのであろう。可耕面積も GDP も種苗企業の市場規模を表すため、正の符号が推計されたことは企業の進出行動として自然である。非有意な結果は、その他の有意な変数の存在以外にも、比較的小規模なサンプルが原因であると考えられる。これは一貫性を得るために、非効率な CLAD 推計を採用したコストである。

(4)と(5)で注目されるべきは公的種苗販売者数 (*pub*) の係数である。これは両方の特定化で有意である。表17には示していないが、(1)や(3)に *pub* を加えた推計も試みた結果、同様に正で有意であった。公的種苗販売者数の多くは

表17 CLAD推計結果

| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 定数項 | - 0.146 (0.624) | - 0.248 (0.631) | - 0.118 (0.449) | - 0.384 (0.575) | - 0.876 (1.101) | - 0.647 (1.277) | - 0.221 (0.887) | - 0.31 (0.733) | - 0.646 (0.803) | - 1.162 (1.39) | - 0.309 (0.524) | - 0.211 (0.41) | - 0.215 (0.503) | - 0.715 (0.991) |
| <i>lat</i> | - 0.025 (0.033) | - 0.008 (0.023) | - 0.006 (0.012) | 0 (0.021) | - 0.003 (0.024) | - 0.012 (0.033) | - 0.012 (0.028) | - 0.008 (0.013) | - 0.002 (0.027) | - 0.026 (0.027) | - 0.002 (0.021) | - 0.01 (0.013) | - 0.001 (0.021) | - 0.007 (0.023) |
| <i>arable</i> | - 3.511* (1.843) | - 2.854* (2.283) | - 1.932* (3.081) | - 1.932* (3.081) | - 2.424 (2.296) | - 3.489* (2.265) | - 1.564 (3.027) | - 1.716 (3.088) | - 1.716 (3.088) | - 1.878* (2.346) | - 2.989* (2.519) | - 1.806 (2.844) | - 1.806 (2.844) | - 0.829 (2.187) |
| <i>agY</i> | | | | | - 3.002* (3.041) | | | | | - 0.8 (3.355) | | | | - 0.856 (2.937) |
| <i>gdp</i> | - 0.54* (0.172) | - 0.496* (0.153) | - 0.296* (0.158) | - 0.296* (0.158) | - 0.169 (0.177) | - 0.504* (0.174) | - 0.376* (0.152) | - 0.242 (0.163) | - 0.242 (0.163) | - 0.196 (0.188) | - 0.289* (0.159) | - 0.271* (0.131) | - 0.085 (0.164) | - 0.03 (0.164) |
| <i>pop</i> | - 0.002 (0.012) | - 0.016* (0.009) | - 0.003 (0.012) | - 0.003 (0.012) | - 0.003* (0.008) | - 0.002 (0.012) | - 0.014* (0.008) | - 0.003 (0.011) | - 0.003 (0.011) | - 0.002 (0.008) | - 0.002 (0.011) | - 0.013* (0.009) | - 0.003 (0.012) | - 0.002 (0.008) |
| <i>agp</i> | | | | | - 2.508* (2.068) | | | | | - 2.239 (2.042) | | | | - 0.092 (1.776) |
| <i>pub</i> | | | | | - 0.047* (0.023) | | | | - 0.045* (0.019) | - 0.044* (0.019) | | | - 0.049* (0.02) | - 0.043* (0.017) |
| <i>total</i> | - 0.554* (0.247) | - 0.332 (0.374) | - 0.207 (0.428) | - 0.207 (0.428) | | - 0.487* (0.265) | - 0.272 (0.412) | - 0.195 (0.429) | - 0.195 (0.429) | | - 0.219 (0.331) | - 0.107 (0.396) | - 0.107 (0.396) | |
| <i>upov</i> | | | | | | | | | | | - 1.835* (0.73) | - 1.746* (0.498) | - 1.378* (0.718) | - 1.471* (0.709) |
| <i>upon.iv</i> | | | | | | - 3.099 (3.563) | - 1.773 (3.349) | - 4.041 (2.728) | - 1.846 (2.802) | - 0.836 (2.89) | | | | |
| <i>obs</i> | 82 | 80 | 103 | 78 | 61 | 78 | 75 | 94 | 77 | 72 | 78 | 102 | 77 | 71 |
| pseudo R2 | 0.134 | 0.21 | 0.218 | 0.332 | 0.351 | 0.145 | 0.21 | 0.24 | 0.332 | 0.337 | 0.283 | 0.294 | 0.381 | 0.357 |

(注) censored least absolute deviation による推計。STATA のCLAD コマンド (STB-58, [see 153](#)) を用いた。括弧内は標準誤差。ただし、推計値は t 分布に従わないので、ブートストラップで bias-correction を加えた信頼区間を用いて有意性を評価した。繰り返し回数は1000回。“*”は95%信頼区間の上限と下限の間に0を含まず、5%水準で有意なことを示す。収束が困難なため、地理変数は含めていない。

多国籍種苗企業進出よりも前に設立されており、多国籍種苗企業が進出する際、その数は与件である。また、多国籍種苗企業が進出したから設立されるという因果関係も、公的機関には考えにくい。よって、公的種苗販売者数は多国籍種苗企業の進出にとって外生と考えて、大きな過ちはないであろう。すると、ここでの正の係数は、公的種苗販売者が多いから進出が多いという因果関係として解釈できる。

CLAD 推計結果の傾向はトービット推計と同じであり、その値の大きさもほぼ同じである。公的種苗販売者は、多くの途上国では同時に種苗育成者であることが多く、その数が多いことは種苗に関する知識ストックや遺伝資源の量が多いと見てよい。つまり、多国籍種苗企業は、すでに存在する種苗の知識や遺伝資源を求めて進出する傾向がある。

進出企業数が可耕面積と公的種苗販売者数に正の相関を持つという結果は、利潤に敏感な多国籍種苗企業の行動を端的に示すものであろう。これは多国籍種苗企業がブラジルやアルゼンチンなどの研究基盤の整った途上国には積極的に参入する一方で、すぐ近くのボリビアなどの生産規模も小さく研究基盤も乏しい途上国には関心を払わない、という事実を確認する結果といえる。さらに、(5)で農業付加価値比率が正で農業人口比率の係数が負になっていることは、多国籍種苗企業の利潤追求的な行動を再確認するものである。なぜならば、農業付加価値比率も農業人口も多い低所得農業国ではなく、農業生産比重は高くても農業従事者は少ない中所得農業国に、企業進出が多いことを示しているからである。

(6)から(10)までの UPOV 加盟ダミーを含ん

だ推計では、(1)から(5)よりも有意性が落ちるが、上記変数に関してはほぼ同じ結果が得られた。可耕面積は正の効果が見られ、GDP は正だが農業付加価値比率と独立した共変動を持たない。農業付加価値比率と農業生産人口は、符号は同じだが非有意である。公的種苗販売者数は両方とも正で有意である。(6)と(8)に *pub* を追加した特定化でも有意であった。よって、公的種苗販売者数の効果は頑健である。

一方、トービット推計で公的種苗販売者数と同様に頑健であった UPOV 加盟ダミーは、正であるものの、すべて非有意でトービット推計値に比べて値が小さくなっている。これは不均一分散の関数である $\sigma_i \lambda_i$ (= 不均一標準偏差 × 逆ミルズ比) が UPOV 加盟ダミーとプラスの相関を持っていたことを意味する。 $\sigma_i \lambda_i$ は推計で仮定する誤差項の期待値ゼロの場合には σ_i の増加関数なので^(注38)、UPOV 加盟の国ほど、企業進出に関する変動が大きいことになる。このことは、UPOV 非加盟国には企業が進出することはまずなく、UPOV 加盟国のグループ内では進出する国としない国とでばらつきがあり、UPOV 加盟が企業進出の必要条件でしかないことを示している可能性がある。

操作変数を用いない UPOV 加盟ダミーは、(11)から(14)まですべてが正で有意である。これは知的財産権への保護態度と UPOV 加盟ダミーが正の相関を持っていたことを示し、われわれの内生性への懸念を裏付けている。

CLAD 推計結果、トービットにおける UPOV 加盟ダミーの過大推計は、UPOV 準拠の PVP 法制による権利保護を多国籍種苗企業があてにしていないことと整合的である。これは、モンサント社のアルゼンチンやブラジルで

の大豆に関する知的財産権侵害の経験とも整合的である。

このことから、UPOV や TRIPS などでの議論をうけて、各国が PVP 法制を整備したとしても、多くの途上国にとっては多国籍種苗企業の進出には結びつかない可能性があることがわかる。TRIPS などの国際的舞台上では、そうした議論よりも、熱帯農業を明確に意識した研究開発を進める誘因を話し合う方が大事であったかもしれない。

ここまでの議論と推計結果からは、多国籍種苗企業が主張するように PVP 法制自体は農業技術進歩にとっておそらく必要条件であり、整備が望まれるものの、農業技術進歩の十分条件ではないことが分かる。つまり、多国籍種苗企業が関心を示さない農業資源の少ない国で TRIPS に従って PVP 法制を整備したとしても、多国籍種苗企業が進出するとは考えにくい。このことは、種苗育成者権一般の保護を各国ごとに行うだけでは、多国籍種苗企業が多額の途上国に進出して農業技術進歩をもたらす、という展望は望みづらいことを示している。

農業資源小国にとっては、現在のところ、公的部門主導の研究開発努力を続けること、近似した栽培環境の農業資源大国からのスピルオーバーを期待すること、の2つしか生産性上昇の可能性が考えにくい。シンジェンタ社が販売権取得した栄養補強米のゴールデン・ライスも、たとえその効果が当初喧伝されたものであったとしても、残念ながら単発の開発でしかない。熱帯農業の持続的生産性上昇には、こうした努力が恒常的に必要である。よって、より直接的に、熱帯農業に限定した研究開発誘因作りを整備すること、農業技術の公共財的性質を考慮し、

各国が独立して行うのではなく、国際的な協調の下に研究開発を行うことが望ましい。そのためには、CGIAR などの研究基盤の予算増加や、Kremer and Zwane (2003) が提案するような賞金付き技術開発のメカニズム等を導入し、市場ベースでは実施されない農業研究開発を自発的に引き起こす取り組みが期待される。

おわりに

本稿では、農業技術革新の結晶ともいえる種苗新品種について考察した。ブラジルの例を引いて種苗開発が長期的な農業生産性引き上げの鍵となることを議論し、パキスタンの例を引きながら種苗開発と流通が困難な課題であることを示した。また、アルゼンチンとブラジルの例を引き、多国籍種苗企業による種苗開発促進には知的財産権制度の枠組みを整備することが重要であり、途上国政府は多国籍種苗企業による種苗開発を望んでおきながら、途上国政府自身が種苗育成者権を十分に保護できていないことを示した。

次に、FAO データを使い、世界188カ国における種苗販売者の分布を検討した。そこでは、販売者数と民間比率が所得水準と比例すること、民間種苗販売者はハイブリッド作物や輸出向け温帯作物に多く、熱帯作物に少ないことを示した。また、多国籍種苗企業が技術と知的財産の補完性を追求した業界再編を経てきたことに言及した後、各企業グループの情報をうい、記述統計では進出先にはシステムティックな傾向が見られないが、熱帯作物種苗は主に現地企業が販売し、自家受粉作物には多国籍種苗企業が積極的に関与していないことを見た。その一方で、

交雑化が進んだ作物では途上国への進出も進んでいることを確認した。

多国籍種苗企業が熱帯作物や自家受粉作物に関与していないことを生産性の側面からとらえるため、次には各作物の反収を見た。そこでは、主に低所得国グループが栽培する熱帯作物の生産性上昇率が、温帯作物の生産性上昇率よりも低いことが確認された。同時に、高所得国で新品種開発が活発な温帯作物の生産性上昇率が低所得国グループにおいても高く、農業技術開発の国際伝播を裏付ける証拠として確認された。

最後に、多国籍種苗企業の途上国進出行動を説明するために、トービットとCLAD推計を行った。CLAD推計結果からは公的種苗販売者数が有意に進出を促していることが頑健に示された。また、PVP法制の有無は進出の意志決定には重要ではないことも示唆された。このことから、農業資源小国では、TRIPSに基づくPVP法制を創設するだけでは、多国籍種苗企業を招き入れて農業技術進歩を促すには不十分と考えられる。知的財産権を保護するだけでなく、農業資源小国の農業技術開発を促すためには、より直接的に熱帯農業に焦点を絞り、賞金付きの農業技術開発等の仕組みを作るなどの国際的な努力が望まれる。

(注1) UPOV に関しては53ページを参照のこと。

(注2) たとえば、ブラジルを取り上げた Wilkinson and Castelli (2000) など。

(注3) Embrapa (*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*, 国立ブラジル農業研究公社) は大豆専門の研究所 (Embrapa Soja) を含めて国内15カ所に重要作物専門の研究所, 13カ所の地域研究所, 9の基礎技術研究所, 3のサービスステーションを持ち, 欧米等で教育を受けた農学者や種苗学者が各地の土壌

と気候に合致した品種育成を研究している。そのほかにも、全国から農家団体を招致して栽培に関わるデモンストラーションを開催している。

(注4) ただし、2004年2月5日付の *Bloomberg News* によれば、伯下院は、政府登録し育成者種との契約を済ませた農民のみ対象という限定つきで、GM大豆の栽培を2005年まで、収穫物の販売を2006年まで、「一時的に」認可する法案を可決している。

(注5) F1交雑種以外は、種の品質を安定的に保ちながら増殖することが容易なので、違法増殖を取り締まれないと種苗生産の利益は低くなってしまふ。よって、交雑化が難しい自家受粉作物の多くや、接ぎ木などで自己増殖が容易な栄養繁殖系の作物は、育種企業が参入して利益回収することは難しい。

(注6) *Roundup-ready* ブランドとして販売されている。*Roundup-Ready* ブランドは、化学企業モンサント社の除草剤 *Roundup* に耐性を持つ GM 作物品種群である。*Roundup-Ready* 大豆の畑では、除草剤 *Roundup* を大量散布しても、雑草のみが死滅し、*Roundup-Ready* 大豆は健やかに育つ。よって、収量が増加し、モンサント社にロイヤルティを支払った後にもコスト削減になり、農家利潤が高まることが報告されている。

(注7) 除草剤 *Roundup* は除草剤グリホサート (glyphosate) を有効成分とする除草剤の代表的製品。グリホサートは、数種類の雑草にしか効果を持たない他の除草剤と異なり、EPSP シンターゼというあらゆる植物に不可欠な酵素の働きを阻害することで、多種類の雑草に効果を持つ。しかも、土壌中で分解されやすいため、食品に残留する率が低くなり安全性が高いといわれる。しかし、雑草だけではなく、農作物本体も枯らせてしまう欠点が指摘されていた。農作物にグリホサート耐性を備えることができれば、安全性と収量増を兼ね備えた優良な品種が誕生することになる。グリホサート (*Roundup*) はモンサント社が特許を持っていたが、2000年9月に期限切れとなり、ジェネリック製品との競合により価格が低下している。なお、農薬有効成分の日本語名は、...ate を敢えて「...アート」と命名発音する。

(注8) モンサント・アルゼンチン社の広報担当者

によると、同国で撒布された大豆種の18%しか合法な種でないという（*La Nacion*, 2004年1月20日）。

（注9）種苗育成者権（Plant Breeders Right, PBR）法制ともいう。本稿では、種苗育成者の権利に言及する際には内容がはっきりする種苗育成者権という言葉を使い、法制に言及する際には英語表記で使われることの多いPVP法制と記述する。

（注10）法的強制力が微力で、かつ、生産者が多数で零細な場合、生産者からロイヤルティ徴収するのは難しい。よって、支払い義務を法的には負わない生産者団体や流通業者にロイヤルティ徴収を委託する、という商慣行は珍しくはない。たとえば、日本でも、海外で違法生産された菊の輸入に対し、育成権者が輸入する卸売業者の団体にロイヤルティ徴収を委託している。農林水産省育成者権侵害研究会（2003）の「第2回議事概要」を参照のこと。

（注11）加盟国数は2004年1月現在。

（注12）従属品種（essentially derived variety）ではないと認定されれば、という条件である。従属品種については（注15）を参照のこと。

（注13）モンサント社は、ビタミンAを補強したゴールデンライスの製造過程において、自社の特許をロイヤルティなしで使用許可するライセンス契約を結んでいる。さらに、特許取得したイネゲノム配列の情報を公開している。ゴールデンライスの販売権を取得したシンジェンタ社は、途上国に住む所得1万ドル以下の農民にはロイヤルティなしで販売することを発明者に許可している。このことは両者のwebページ上でも善意のしるしとして示されている。ただし、Binensbaum et al. (2003: 317) は、もともと特許として認可されていない途上国では、これらのどこまでが貧者のための「寄贈」に妥当するのか判断が難しい、としている。確かに、もともと自由に使ってもよいものをわざわざ「差し上げる」と申し出るのも奇妙であるが、両社の研究協力がなければゴールデンライスの開発は困難であったはずなので、こうした貢献は貴重なものとするのが妥当であろう。

（注14）<http://www.upov.int/>

（注15）たとえば、1991年条約では、保護品種である親品種から得た従属品種（essentially derived vari-

eties）が保護の対象に加えられている。1961年条約では、育成者権は保護されてきた既存の権利（農民の権利）を侵すものではないとされていただけであった。1991年条約では農民例外規定（optional exemption, 任意的例外）を明文化し、農民に適用される例外の範囲が限定された。農民の違反行為を定めていなかった61年条約から比べると、保護の強化と考えることができる。

（注16）たとえば、（注27）で述べるカナダのシュマイザー対モンサントのケースを参照のこと。

（注17）たとえば、グルホシナート（glufosinate）耐性を持つバイエル社 Liberty Link トウモロコシの特許に関するモンサント社との訴訟など。

（注18）リオ・グランデ・ド・スル州の農民は「アルゼンチンから種が風に乗って飛んできた」とうそぶくことも可能となっている。

（注19）他にも、バイオテクノロジー開発で決定的に重要な遺伝資源の豊富さも進出の重要な動機になると考えられる。ブラジルに進出が多いのも、ブラジルが広大な可耕面積を有している以外にも、アマゾンの遺伝資源の豊富さが魅力になっていることが想像される。しかし、遺伝資源バラエティの統計は見あたらないため、ここでは考慮しない。

（注20）典型的には中央政府や地方政府の農業省、研究所等である場合が多い。

（注21）モンサント社は同企業グループの持株会社ではなく、さらに Pharmacia Upjohn 社によって所有されている。

（注22）種苗企業には、開発者たる種苗育成者、開発された種苗を生産する種苗販売者、生産者から買い付けて販売する種苗販売者が存在する。

（注23）異なる親品種を掛け合わせて誕生するF1交雑種が、両親品種の優れた特性をそれぞれ受け継ぐこと。

（注24）これらの産業が関連産業を同一グループ内に入れることで利潤が増えるようになったことは、農業技術やバイオテクノロジー産業の分析で叙述的に指摘されてきた（Kalaizandonakes and Bjornson, (1997), Fulton and Giannakas (2001)）。Graff, et al. (2003) はアメリカのデータを用い、バイオテクノロジー関連産

業が他産業に比べ、合併統合を通じて業種を多様化させる傾向が強いことを初めて統計的に示した。

(注25) 通常は成人病予防対策の栄養成分操作が多いが、経済開発の文脈では、ゼネカ社(シンジェンタ・グループ)の開発したベータカロチン(摂取時ビタミン A に転化)などが補強されたゴールデン・ライスなどの例がある。貧困層のビタミン A 摂取を高めることができれば、小児期の失明などを減らすことができる。ただし、その効果が過剰に喧伝された経緯もあり(*The Guardian*, February 10, 2001), ゴールデン・ライスの恩恵がどこまで金色なのかは、GMO 推進派である種苗業界と反対派である環境保護団体や消費者団体などの中で議論が分かれている。<http://www.biotech-info.net/golden.html>などを参照のこと。

(注26) 1997年にモンサント社が買収。

(注27)(注16)で述べた GMO 訴訟は、カナダ・サスカチュワン州の農民 Percy Schmeiser がモンサント社に GM ナタネを違法増殖したとして訴えられた有名な争いである。モンサント社の訴えに対し、シュマイザー氏は GM 種苗が近隣農場から自然伝播したと主張していた。カナダの地裁、高裁はモンサント社の訴えを認め、シュマイザー氏に12万4千 US ドルの損害賠償と訴訟費用の支払いを命じ、シュマイザー氏は最高裁に上告していた。2004年5月25日、カナダ最高裁はシュマイザー氏の上告を退け、モンサント社所有の知的財産権侵害を認めた。購入すれば1万ドル以上する分量の GM 品種を1000エーカーの土地に「知らずに」栽培してしまった、という主張が十分に裏付けられなかったことが棄却理由である。モンサント社の損害賠償要求は退けられたが、今回の判例は、自然伝播で混入してしまった種苗まで知的財産権保護の対象に含めるものとして、一部の環境団体や消費者団体、そして有機農家から非難の声が上がっている。シュマイザー氏の上告が棄却された理由の一つは、60%というシュマイザー氏自身が計測した比率で GM 品種が混入していた事実が、自然伝播にしては高すぎる、と見なされたことである。仮にシュマイザー氏の主張通りにすべてが自然伝播だとすると、今後カナダの農業には、近隣の農場からの伝播を防ぐ費用が発生する。

ただし、こうした費用は競争環境や需要と供給の弾力性の大きさに応じて消費者と生産者に配分されるので、一部の有機農家や環境団体のように、非 GM 品種を栽培する農家(生産者)が一時的に不利になる、と結論づけるのは早計である。また、公害訴訟にならない、有機農家が GM 品種混入による有機農法侵害の訴えを起こすことが排除されているわけでもない。

(注28) ただし、2004年5月、日本、カナダを初めとする国外と米国内の消費者の食用 GM 品種への拒絶反応を重視し、モンサント社は米国における GM 小麦種苗の販売を取りやめた(*Reuters*, 2004年5月11日)。

(注29) 15カ国にとどめたのは、同率16位の国が数多くあるためであり、記載しきれないためである。

(注30) 多国籍種苗企業が従事しないから生産性上昇率が低いと考えがちだが、生産性上昇率が低いことが予想されたために多国籍種苗企業が従事していない、という逆の因果関係もあり得る。この因果関係を統計的に識別するためには、各国の生産性上昇率、多国籍種苗企業の当該国における作物別の従事、作物別の生産適合度の情報が必要となる。この推計は将来の課題としたい。

(注31) むろん、この傾向は所得国グループ単位の観察結果であり、各国間で新技術受容のペースにばらつきがあることを否定するものではない。一国内では、受容ペースは農家ごとにばらつきがあるのはよく知られている。富裕で教育のある農家層ほど新技術を早期に採用する傾向があることは、先行研究において様々な国で繰り返し確認されている。代表的研究としては Foster and Rosenzweig(1996)を参照のこと。

(注32) 先進国は推計から除外している。付表 A を参照のこと。

(注33) この指摘はアジア経済研究所の久保研介氏による。

(注34) 内生になる他の理由として、進出した種苗企業が進出先政府に UPOV 加盟を働きかける、ないしは、進出の条件として UPOV 加盟に合意させる、という逆の因果関係もありえる。この逆の因果関係は UPOV 加盟と進出の正の関係を強めるものなので、推計値の過大評価を招く。仮にこうした逆の因果関係

があったとしても、操作変数で対処可能である。

(注35) 保護態度が強い国はUPOVにも加盟しやすい、と考えられるからである。

(注36) 操作変数にWIPO加盟経過年数だけを用いても、表17の推計において *pub* は有意で *upov* は非有意という結果はすべての特定化で変わらなかった。操作変数が少ないと *upov* に測定誤差をより多く持ち込むことになるため、より多くの操作変数を用いた本論の結果を示している。

(注37) トービット推計は不均一分散や分布関数の特定エラーのある場合にはバイアスをもたらす。CLADは特定化が正しかった場合のトービットに比べて非効率であるが、不均一分散の場合、攪乱項分布が対称的であれば、分布関数を誤って特定した場合でも一致推計が可能である。不均一分散が常識のミクロ計量データでは、この長所は特筆すべきである。ただし、現在、トービット推計を行うミクロ経済学的研究は正規性と均一分散が成立すると仮定して推計することが多く、この仮定がいわば業界標準となってしまう。この背景には、CLAD推計の計算が困難で収束しづらいことが理由として挙げられる。というのも、CLADは絶対和の最小化 $\min \sum |y_i - \alpha - c'z_c - b'x_c - \delta D_c|$ を行い、解析的な解がないためである。CLAD推計の実際に関してはBuchinsky(1998)を参照のこと。

(注38) $\alpha_i = \frac{\mu}{\sigma_i}$ 、正規分布の確率密度関数を ϕ 、分布関数を Φ と表記すると、 $\lambda(a_i) = \frac{\phi(a_i)}{\Phi(a_i)}$ なので、

$$\frac{\partial(\sigma_i \lambda)}{\partial \sigma_i} = \frac{\phi}{\Phi} + \sigma_i \frac{\phi}{\Phi} \left(-\frac{\mu}{\sigma_i} \left(\frac{\mu}{\sigma_i^2} \right) \right) - \sigma_i \frac{\phi^2}{\Phi^2} \left(-\frac{\mu}{\sigma_i} \left(\frac{\mu}{\sigma_i^2} \right) \right)$$

$$= \frac{\phi}{\Phi} \left[1 - \frac{\mu}{\sigma_i} \left(1 - \frac{\phi}{\Phi} \right) \right] = \frac{\phi}{\Phi} \quad \text{if} \quad \mu = 0.$$

文献リスト

<日本語文献>

伊藤成朗 2003. 「パキスタンの種苗行政について」久保研介編『知的財産権制度の新たな枠組みと開発途上国』調査研究報告書 アジア経済研究所

<英語文献>

Binenbaum, Eran, Carol Nottenburg, Philip G. Pardy, Brian Wright, and Patricia Zambrano 2003. "South-North Trade, Intellectual Property Jurisdictions, and Freedom to Operate in Agricultural Research on Staple Crops." *Economic Development and Cultural Change* Vol. 51, No. 2 (January) 309-335.

Buchinsky, Moshe 1998. Recent Advances in Quantile Regression Models: A Practical Guideline for Empirical Research. *Journal of Human Resources* Vol. 33, No.1 (Winter) 88-126.

FAO-UNESCO. 1995. *The Digital Soil Map of World and Derived Soil Properties*. Land and Water Digital Media Series 1. FAO. Rome. CD-ROM.

Foster, Andrew and Mark Rosenzweig 1996. "Learning by Doing and Learning from Others: Human Capital and Technical Change in Agriculture." *Journal of Political Economy* 103(6) 1176-1209.

Fulton, Murray and Konstantinos Giannakas 2001. "Agricultural Biotechnology and Industry Structure." *AgBioForum* 4(2) 137-151.

Graff, Gregory D., Gordon C. Rausser, and Arthur A. Small 2003. "Agricultural Biotechnology's Complementary Intellectual Assets." *Review of Economics and Statistics* 85(2) (May) 349-363.

Kalaizandonakes, Nicholas and Bruce Bjornson 1997. "Vertical and Horizontal Coordination in the Agrobiotechnology Industry: Evidence and Implications." *Journal of Agricultural and Applied Economics* 29(1) (July) 129-139.

Leemans, H. and Cramer, W. P. 1991. *The IIASA Database for Mean Monthly Values of Temperature, Precipitation and Cloudiness on a Global Terrestrial Grid*. IIASA, Laxenburg, Austria.

Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A. and Sombroek, W. G. 1990. *World Map of the Status of Human-induced Soil Degradation: An Explanatory Note*. International Soil Reference and Information Centre and UNEP, Wageningen, The Netherlands.

Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., and Sombroek, W.

- G. 1991. *World Map of the State of Human-induced Soil Degradation*. UNEP, Nairobi.
- Sanchez, P. A., Couto, W., and Buol, S. W. 1982. "The Fertility Capability Soil Classification System: Interpretation, Application and Modification". *Geoderma* 27: 283-309.
- Tobler, W., et al. 1995. "The Global Demography Project". *Technical Report* TR 95-6. University of Santa Barbara, California.
- Wilkinson, John and Pierina German Castelli 2000. "The Internationalization of Brazil's Seed Industry: Biotechnology, Patents, and Biodiversity." Working Paper, Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

<インターネット>

- 農林水産省育成者権侵害対策研究会 2003.「育成者権侵害対策研究会議事概要」, 各回, <http://www.hinsyu.maff.go.jp/kenkyukai/kenkyukai>
- Kremer, Michael and Alix Peterson Zwane 2003. "Encouraging Technical Progress in Tropical Agriculture." Working Paper, Harvard University, http://post.economics.harvard.edu/faculty/kremer/webpapers/Encouraging_Technical_Progress.pdf

[付記]

Clovis Wetzel, Juan Carlos Bresciani, Flavio Avila (Embrapa), Norman Neumaier (Embrapa)

Sojda), Ywao Yamamoto (Abrosoja, Londrina), John Wilkinson (UFRRJ), Daniela Aviani, Jose Sampaio (Ministry of Agriculture), Leontino Taveira (Ministry of Environment) の各氏からは、ブラジルにおける種苗育成者権法制や大豆について有益なコメントを頂いた。Marilia Magalhaes 氏 (Embrapa) には、ブラジルにおける旅程調整で多大なお世話になった。野口博正, 青田祥雄 (サカタのタネ), Bon - Woo Koo, Eduardo Magalhaes (IFPRI), Paul Heisey (USDA), Robert Evenson (Yale) の各氏には、種苗育成者権一般に関する貴重なコメントを頂いた。FAO 広報官の Stefano Diulgheroff 氏には、データベースに関する質問に丁寧に答えて頂いた。アジア経済研究所「知的財産権と開発途上国」研究会委員の伊藤萬里, 岡田羊祐, 木村福成, 庄司直美, 石戸光, 久保研介 (主査), 山形辰文 (幹事) の各氏には、研究会を通じて知的財産と開発問題について広く学ばせて頂いた。記して感謝したい。原稿組版に使用した L^AT_EX₂ε (角藤版), dviout, dvipdfmx および各パッケージ, 計算に利用した GNU - R など, オープンソースソフト開発者とバージョン管理者の方々には、その努力に深く感謝の念を表明する。本稿における誤りはすべて筆者の責任である。

(アジア経済研究所開発研究センター, 2004年3月31日受付, 2004年6月25日レフェリーの審査を経て掲載決定。)

付表A World List of Seed Sourcesの国

| | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|
| Afghanistan | El Salvador | <i>Luxemburg</i> | Singapore |
| Albania | Eritrea | Macedonia | Slovakia |
| Algeria | Estonia | Madagascar | Slovenia |
| Angola | Ethiopia | Malawi | Solomon Isl. (UK) |
| Antigua and Barbuda | Fiji | Malaysia | Somalia |
| Argentina | <i>Finland</i> | Maldives | South Africa |
| Armenia | <i>France</i> | Mali | <i>Spain</i> |
| Australia | French Guyana | Malta | Sri Lanka |
| <i>Austria</i> | French Polynesia | Martinique (FR) | St. Helena |
| Azerbaijan | Gabon | Mauritania | Sudan |
| Bahamas, The | Gambia, The | Mauritius | Suriname |
| Bahrain | Georgia | Mexico | Swaziland |
| Bangladesh | <i>Germany</i> | Moldova | <i>Sweden</i> |
| Barbados | Ghana | Mongolia | <i>Switzerland</i> |
| Belarus | Greece | Morocco | Syria |
| <i>Belgium</i> | Grenada | Mozambique | Taiwan |
| Belize | Guadeloupe (Fr) | Myanmar | Tajikistan |
| Benin | Guatemala | Nepal | Tanzania |
| Bhutan | Guinea | <i>Netherlands</i> | Thailand |
| Bolivia | Guinea-Bissau | New Caledonia | Togo |
| Bosnia & Herzegovina | Guyana | New Hebrides | Tonga |
| Botswana | Haiti | New Zealand | Trinidad and Tobago |
| Brazil | Honduras | Nicaragua | Tunisia |
| Brunei Darussalam | Hong Kong | Niger | Turkey |
| Bulgaria | Hungary | Nigeria | Tuvalu |
| Burkina Faso | <i>Iceland</i> | Niue Islands | <i>U.K. England</i> |
| Burundi | India | <i>Norway</i> | <i>U.K. Ireland</i> |
| Cameroon | Indonesia | Oman | <i>U.K. Scotland</i> |
| <i>Canada</i> | Iran, Islamic Rep. | Pakistan | <i>U.K. Wales</i> |
| Cape Verde | Iraq | Panama | <i>U.S. America</i> |
| Central Afr.Rep. | <i>Ireland</i> | Papua New Guinea | <i>U.S. Guam</i> |
| Chad | Israel | Paraguay | <i>U.S. Hawaii</i> |
| Chile | <i>Italy</i> | Peru | <i>U.S. Puerto Rico</i> |
| China | Jamaica | Philippines | <i>U.S. Virgin Islands</i> |
| Colombia | <i>Japan</i> | Poland | Uganda |
| Comoros | Jordan | <i>Portugal</i> | Ukraine |
| Congo, Pr | Kazakhstan | Qatar | United Ar. Emirates |
| Cook Islands | Kenya | Reunion | Uruguay |
| Costa Rica | Kiribati | Romania | Uzbekistan |
| Cote D'Ivoire | Korea, DPR | Russia | Vanuatu |
| Croatia | Korea, Rep | Rwanda | Venezuela |
| Cuba | Kuwait | S.Christopher Nevis | Viet nam |
| <i>Cyprus</i> | Laos, PDR | Saint Lucia | Yemen |
| Czech Republic | Latvia | Samoa | Yemen, PDR |
| <i>Denmark</i> | Lebanon | Sao Tome and Principe | Yugoslavia |
| Dominica | Lesotho | Saudi Arabia | Zaire |
| Dominican Rep. | Liberia | Senegal | Zambia |
| Ecuador | Libya | Seychelles | Zimbabwe |
| Egypt | Lithuania | Sierra Leone | |

(注) 195あるリスト国のうち、U.K. England, U.K. Ireland, U.K. Scotland, U.K. Wales は一カ国、U.S.America, U.S. Guam, U.S. Hawaii, U.S. Puerto Rico, U.S. Virgin Islands は一カ国として数えたので、サンプル国総数は188である。斜字体の国々は推計から除外した先進国。

付表B トービット推計結果

| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) |
|-------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 定数項 | - 0.414 (0.546) | 0.174 (0.245) | - 1.987** (0.828) | - 0.938 (0.735) | - 0.87 (0.766) | - 1.817** (0.729) | - 1.063*** (0.405) | - 0.871 (0.87) | - 0.368 (0.772) | - 0.259 (0.806) |
| <i>lat</i> | - 0.021 (0.023) | | - 0.014 (0.022) | - 0.006 (0.019) | - 0.007 (0.019) | - 0.017 (0.022) | | - 0.014 (0.021) | - 0.007 (0.019) | - 0.008 (0.019) |
| <i>agY</i> | | | - 2.774 (2.306) | - 1.582 (1.951) | - 1.859 (2.042) | | | - 2.961 (2.212) | - 1.786 (1.929) | - 2.058 (2.022) |
| <i>gdp</i> | | 0.388*** (0.068) | - 0.226** (0.093) | - 0.104 (0.082) | - 0.098 (0.095) | | - 0.286*** (0.065) | - 0.12 (0.095) | - 0.053 (0.083) | - 0.049 (0.096) |
| <i>pop</i> | | 0.004*** (0.001) | - 0.006*** (0.002) | - 0.002 (0.002) | - 0.002 (0.002) | | - 0.004*** (0.001) | - 0.006*** (0.002) | - 0.001 (0.002) | - 0.002 (0.002) |
| <i>agp</i> | | | - 1.775 (1.322) | - 1.269 (1.122) | - 1.27 (1.13) | | | - 1.865 (1.275) | - 1.394 (1.113) | - 1.398 (1.123) |
| <i>pub</i> | | | | - 0.054*** (0.014) | - 0.052*** (0.014) | | | | - 0.048*** (0.014) | - 0.046*** (0.014) |
| <i>pvt</i> | | | | - 0.004 (0.006) | - 0.005 (0.007) | | | | - 0.003 (0.006) | - 0.004 (0.007) |
| <i>total</i> | - 0.72*** (0.172) | | | | - 0.036 (0.202) | - 0.523*** (0.171) | | | | - 0.023 (0.195) |
| <i>arable</i> | - 3.103* (1.73) | | | | - 1.186 (1.533) | - 2.995* (1.61) | | | | - 1.3 (1.489) |
| <i>upov. iv</i> | | | | | | - 6.447*** (2.16) | - 5.927*** (1.488) | - 5.56*** (1.974) | - 3.44* (1.759) | - 3.545** (1.771) |
| <i>obs</i> | 82 | 110 | 82 | 82 | 82 | 82 | 110 | 82 | 82 | 82 |
| <i>y>0</i> | 32 | 40 | 32 | 32 | 32 | 32 | 40 | 32 | 32 | 32 |
| skewness-kurtosis | 0.031 | 0.683 | 0.479 | 0.367 | 0.409 | 0.014 | 0.822 | 0.593 | 0.763 | 0.949 |
| Shapiro-Wilk | 0.001 | 0.008 | 0.641 | 0.434 | 0.489 | 0.037 | 0.71 | 0.238 | 0.841 | 0.944 |
| Shapiro-Francia | 0.003 | 0.009 | 0.811 | 0.479 | 0.503 | 0.088 | 0.521 | 0.282 | 0.958 | 0.98 |
| 地質変数 | なし | なし | なし | なし | なし | なし | なし | なし | なし | なし |

| | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) | (17) | (18) | (19) | (20) |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 定数項 | - 0.399 (0.668) | - 0.211 (0.297) | - 2.537*** (0.806) | - 1.858** (0.752) | - 1.94** (0.778) | - 0.938 (0.767) | - 0.952** (0.389) | - 1.477* (0.829) | - 1.245 (0.774) | - 1.297 (0.805) |
| <i>lat</i> | - 0.011 (0.025) | | - 0.037* (0.022) | - 0.038* (0.021) | - 0.04* (0.021) | - 0.011 (0.023) | | - 0.035* (0.021) | - 0.038* (0.02) | - 0.039* (0.02) |
| <i>agY</i> | | | - 0.481 (2.116) | - 0.768 (1.91) | - 0.561 (1.974) | | | - 0.663 (2.048) | - 0.536 (1.898) | - 0.377 (1.96) |
| <i>gdp</i> | | - 0.338*** (0.066) | - 0.182** (0.078) | - 0.087 (0.073) | - 0.062 (0.09) | | - 0.23*** (0.062) | - 0.096 (0.079) | - 0.042 (0.073) | - 0.026 (0.088) |
| <i>pop</i> | | - 0.004*** (0.001) | - 0.009*** (0.002) | - 0.003 (0.003) | - 0.003 (0.003) | | - 0.003*** (0.001) | - 0.008*** (0.002) | - 0.003 (0.003) | - 0.003 (0.003) |
| <i>agp</i> | | | - 3.084** (1.259) | - 2.743** (1.139) | - 2.803** (1.148) | | | - 3.046** (1.233) | - 2.812** (1.142) | - 2.856** (1.153) |
| <i>pub</i> | | | | - 0.047*** (0.013) | - 0.047*** (0.013) | | | | - 0.041*** (0.013) | - 0.041*** (0.013) |
| <i>pvt</i> | | | | 0 (0.006) | - 0.002 (0.006) | | | | - 0.001 (0.005) | - 0.002 (0.006) |
| <i>total</i> | - 0.654*** (0.165) | | | | - 0.09 (0.187) | - 0.42** (0.166) | | | | - 0.06 (0.181) |
| <i>arable</i> | - 3.475* (1.823) | | | | - 0.288 (1.545) | - 2.735 (1.673) | | | | - 0.327 (1.486) |
| <i>upov. iv</i> | | | | | | - 6.364*** (1.964) | - 6.061*** (1.345) | - 4.912*** (1.681) | - 3.412** (1.573) | - 3.388** (1.582) |
| <i>obs</i> | 82 | 110 | 82 | 82 | 82 | 82 | 110 | 82 | 82 | 82 |
| <i>y>0</i> | 32 | 40 | 32 | 32 | 32 | 32 | 40 | 32 | 32 | 32 |
| skewness-kurtosis | 0.108 | 0.717 | 0.967 | 0.972 | 0.951 | 0.103 | 0.899 | 0.914 | 0.947 | 0.914 |
| Shapiro-Wilk | 0.205 | 0.66 | 0.962 | 0.695 | 0.748 | 0.212 | 0.954 | 0.988 | 0.918 | 0.952 |
| Shapiro-Francia | 0.334 | 0.821 | 0.948 | 0.794 | 0.848 | 0.339 | 0.983 | 0.959 | 0.959 | 0.981 |
| 地質変数 | あり | あり | あり | あり | あり | あり | あり | あり | あり | あり |

(注) 括弧内は標準誤差。*, **, *** は、それぞれ10%, 5%, 1%水準で有意であることを示す。面積は100万km²単位, GDPは1000ドル単位, 人口は100万人単位。(11)-(20)までは地質に関わる変数を説明変数に含む。(表を簡潔にするため結果は省略)。正規性のテスト skewness-kurtosis, Shapiro-Wilk, Shapiro-Francia は*p* value. Breusch-Paganテストですべての回帰式で均一分散は1%水準で棄却された。よって、これらトーマス推計は不偏性も一貫性も持たない。