

国際農林業協力

JAICAF

**Japan Association for
International Collaboration of
Agriculture and Forestry**

特集：異常気象と途上国の農林業

アフリカにおける近年の異常気候イベント

気候変動が農業へ及ぼす影響

異常気象と林業

Vol. 30 (2007)

No. 3

社団法人

国際農林業協力・交流協会

巻頭言

バイオエネルギーの功罪	石寺 隆義……………	1
-------------	------------	---

特集：バイオ燃料生産と途上国の農林業

バイオディーゼルの製造 ージャトロファ等非食用油を中心にー	飯山 賢治……………	2
途上国における穀物生産の現状評価、 バイオエネルギーの利用拡大がもたらす影響	今村 卓……………	11
森林・林業とバイオ燃料 ーインドネシアの事例を中心にー	吉田 貴紘…………… 藤間 剛	25

解説

アフリカの農村開発 ーミレニアム・ビレッジ・プロジェクトの功罪と我が国による協力の可能性ー	木村 聖…………… 軸丸 優子 西川 芳昭	32
--	-----------------------------	----

資料紹介

「G8+5」におけるバイオエネルギー開発の現状	……………	39
-------------------------	-------	----

JAICAF ニュース

「アジア・アフリカ地域における鳥インフルエンザの現状と 国際的な取組みについてのシンポジウム」	……………	40
--	-------	----



バイオエネルギーの功罪

社団法人国際農林業協働協会

副会長 石 寺 隆 義

2006 年後半から原油価格の高騰を背景に、バイオエネルギーが注目されて、米国等を中心に急速なテンポで、その生産拡大が図られてきている。その結果生じていることは、バイオエネルギー需要向けのトウモロコシや大豆の供給量が急増したため、飼料用や食料用のものと競合して価格が高騰し、関連する小麦等の価格も災害の発生も加わって高騰し、これらの在庫がどんどん減っているという。さらに、原油価格が高止まりしている状況から見て、当分の間はこうした穀物の価格も高止まりして、畜産物価格や加工食品の価格を引き上げ、世界的なインフレの原因になるのではないかと危惧されている。

バイオエネルギーの大義名分は、石油等の化石資源と異なり、植物の炭酸同化作用を通じて得られるものであるから、それを燃焼させても、排出する炭酸ガスは植物が吸収した炭酸ガスと同量で、炭酸ガスを増加することにはならないという点にあるが、果たしてそうなのか。トウモロコシの生産過程を考えれば、栽培に必要な肥料や農薬の投入、収穫に必要なトラクタの燃料使用、エタノール工場に搬入するための輸送燃料使用、エタノール工場の動力燃料使用、できた製品のガソリン

スタンドまでの輸送燃料等を考えれば、石油よりは複雑な工程を経る分、製品使用に至るまでの総炭酸ガス排出量は、石油と比較して本当に少なくなっているかどうかの検証が必要である。

また、原料となるトウモロコシの生産拡大に関しても、米国では新規に開発する農地の余地は少なく、休閑地をやめてしまうとか、トウモロコシの連作をするとか、どちらかといえば環境に優しくない方法によって、環境に優しいといわれる燃料の原料を生産しようとしている。

このように書くと、今の状態では功よりも罪の方が大きそうであるが、世界の石油資源には限界があり、再生資源によるエネルギー確保は必須となろう。これには現在研究が進められているセルロース系のバイオエネルギーができれば、上記の問題点は解決される。わが国でも、木材の廃材利用の研究が成功したとの新聞報道があったが、こういう成果を早く実用化できるようにすることが重要である。空き地を放っておけば山に戻ってしまうというわが国の自然条件は、世界有数のバイオエネルギーの生産地になる可能性がある。資源がないといわれたわが国が資源国に転換できるチャンスでもあり、是非とも早期実現に向けて全力を尽くして欲しいと思う。



バイオディーゼルの製造

—ジャトロファ等非食用油を中心に—

飯山 賢治

背景

1. 世界経済と地球温暖化

今年頭、原油価格はついに1バレル100ドル(約7万5000円/kℓ)に達した。2000年まで20ドルで推移していたのが、2003年のイラク戦争で30ドル、2005年に40ドル、そして2007年当初に55ドルであった。この原油価格の急騰は、エネルギーの大半を原油に依存している経済の先行きに大きな影響を与えるだけでなく、多くの消費物資の高騰を招き、消費生活にも深刻な状態をもたらしており、原油価格の高止まりとの見通しの下で、世界的な経済不況が予想されている。

一方、原油をはじめとする化石エネルギー資源の消費が先進工業諸国だけでなく、中国、インドなどでも大幅に増加し、地球温暖化が深刻な問題を引き起こしつつある。洪水、干ばつなど大規模な気象災害の頻発、作物の高温障害などによる農業生産への影響が深刻化している。京都議定書の第一約束期間が今年2008年から実施される。2007年末にはインドネシアのバリ島で開催された京都議定書締結国会議(COP13)では、2012年の第一約束期間終了後さらに一層温暖化ガスを削減しなければならないことが合意された。

2. バイオ燃料の現状

以上のような状況の下で、各国は化石資源に代わる種々の再生産可能な資源のエネルギー資源化であり、その中心となっているのが植物を中心としたカーボン・ニュートラルな資源からのエネルギー生産、すなわちバイオエタノール、Ethyl-*t*-butyl ether (ETBE)、バイオディーゼル(BDF)、BTL(Biomass to Liquid)、メタン等である。特に注目されているのがガソリンや軽油を代替する液体燃料の製造である。EU諸国では1980年代末からナタネ油からのバイオディーゼルの生産、コムギからのバイオエタノールおよびETBEの生産が開始され、ブラジルではサトウキビ搾液からのバイオエタノール生産が進められた。

2006年、米国ではトウモロコシからエタノールが1840万kℓ製造されている。2007年8月中国大連市で開催された国際トウモロコシ産業大会での報告では、「現在9190万t(2007年の米国のトウモロコシ生産量2億8200万tの32.5%)のトウモロコシを使って2540万kℓ製造」しており、「2009年8月には約3倍の7730万kℓとなり、エタノール製造に回されるトウモロコシは1億8900万tになる」とのことである。その結果、米国産トウモロコシは全く輸出に回せなくなっており、シカゴ穀物市場でのトウモロコシの1t当り価格は2006年9月の1万800円から2007年7月には1万8000円と急

騰している。今後もトウモロコシの価格はますます上昇すると観測されている。併せて、トウモロコシ栽培面積の拡大により、ダイズ、コムギの栽培面積が減少しており、ダイズおよびコムギの価格も急騰している。米国がトウモロコシからのエタノール生産を進めるのは温暖化ガス (GHG) 排出削減を第一目標にしたものでなく、農産物生産への政府補助を制限している WTO の規制から逃れて生産者補助をするとともに、中東へのエネルギー依存を低下させるという米国の安全保障政策からである。

3. バイオエタノールとバイオディーゼル

トウモロコシの栽培、収穫および前処理に多くのエネルギーが投入され、エネルギー収支 (GHG 排出量) は極めて低いと計算されており、土地利用の変化による GHG 排出量を考慮すると、エネルギー収支はさらに悪くなり、GHG 排出削減にはならないとの指摘もされている。2007年8月にフィリピン・ロスバニョスにある国際イネ研究所で開催された国際農業研究協議グループ等主催の「バイオ燃料専門家協議会」に集まった農業研究者は、食料のバイオ燃料への転換に対して強い警鐘を鳴らした。

バイオエタノール生産にあたって、現状では発酵によって得られるエタノールの最大濃度は 17%程度である。高濃度アルコールでもエタノール醗酵が可能な酵母の開発が重要となってくるが、その目処がたっていない。17%濃度のエタノール 1ℓ から共沸点である 98%濃度まで濃縮するのに 826ml の水を除かねばならないが、この濃縮のためだけに $(7.53\text{kJ/mol} + 40.8\text{kJ/mol}) \times 826/18 = 2.2\text{MJ}$ の外部からのエネルギーの投入、すなわち 0.174ℓ のエタノールを得るのに、重油 (平均 39.0MJ/ℓ) 0.06ℓ に相

当、これはエタノール 1ℓ を得るのに 0.32ℓ の重油が必要である。エタノール 1ℓ 当りの発熱量は 21.16MJ であり、重油 1ℓ 当りのそれは 39.0MJ であることから、エネルギー換算で計算すると 21.16MJ のエネルギーを得るのに $0.32 \times 39.0 = 12.64\text{MJ}$ のエネルギーを投入、すなわちエタノールの濃縮だけに取り出すエネルギーの 60%の外部エネルギーを投入しなければならない。CO₂ 排出量から見たとき、エタノール 1ℓ の発熱量に相当するガソリン 0.64ℓ から排出される CO₂ 1493g の 62% (重油の CO₂ 排出係数は 73.2g/MJ であることから、CO₂ 発生量は 925g となる) が「蒸留濃縮工程」だけで排出されることになる。

一方、食用油ではあるが有力なバイオディーゼル (BDF) 原料であるパーム油製造にあたっては外部からのエネルギー投入はまったく必要なく、すべて油抽出残渣のコアアの燃焼によってまかなわれている (図 1)。収穫後のパーム果実にはリパーゼが含まれており、放置すると脂肪酸の一部が遊離し、油脂の品質が低下することから、原則として収穫後 72 時間以内に加熱水蒸気での処理が欠かせない。

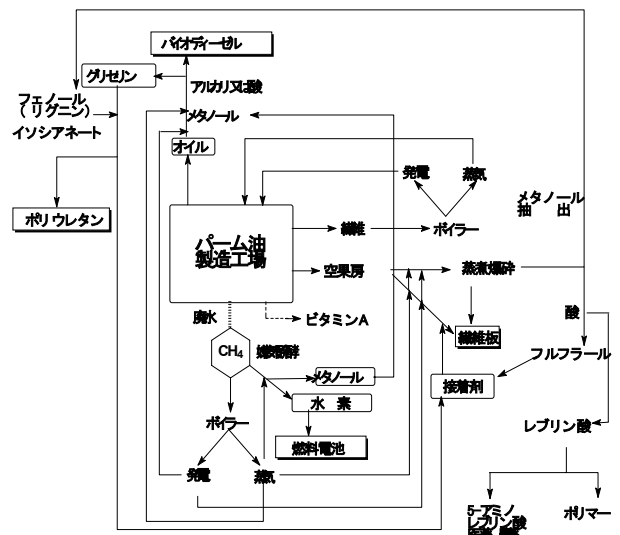


図 1 BDF製造を含むパーム油製造複合体

パーム油製造には外部からのエネルギー投入の必要がないこととあわせて、大規模なプランテーションではパーム油工場はプランテーション内に設置されている。パーム油製造、特に最初の加熱水蒸気処理にあたって極めて高い生物学的酸素要求量 (BOD) の有機物を含む (3 万~4 万 ppm) 大量の廃水が出てきており、ここからメタン醗酵により BDF 製造に必要なエネルギーを回収できるとともに、発生したメタンからメタノールの製造も可能である。後に詳細に記述するが、ジャトロファからの BDF についても同様なことが期待される。なおナタネ油から BDF を製造しているドイツの実績では、ナタネ油 BDF はナタネの栽培、収穫および輸送を含めて BDF 製造に投入されたエネルギーの 2.5 倍のエネルギーを有するとされている。パーム油からの BDF ではこの値はさらに大きくなるであろう。

パーム油、ジャトロファ油ともに国内での生産は不可能であるが、パーム油、ジャトロファ油からの BDF 生産に関する技術開発により、CDM 案件として成立するかが期待される。なお、エステル交換反応を酵素で行う技術を開発すれば、BDF 製造にかかるエネルギーはさらに少なくなり、残余のエネルギーを他にまわすことが可能であろう。

バイオディーゼル(BDF)の原料と製造

1. 食用植物油からの BDF の製造

エタノールの発熱量は 21.16MJ/ℓであり、ガソリン 32.9MJ/ℓの約 2/3 である。エタノールを 10%含むガソリン (E10) としたとき、燃費が 3.6%低下する。一方、パーム油からの BDF の発熱量は 35.4MJ/ℓ、軽油は 36.1MJ/ℓなので、BDF10%を含む軽油 (B10) でも軽油だけに比べて燃費は 0.2%低下するにすぎない。ガソリン自体、軽油に比べて 9%ほど発熱量が低いことから、両者のエンジン効率が同じだとすると、同じ距離を E10 と B10 で走行したとき、化石燃料由来の二酸化炭素の排出量は E10 の方が 12%多くなることから、地球温暖化という観点からは BDF の開発を優先されるべきであろう。BDF はまたアルデヒドの排出量はわずかに多いが、硫酸化物の排出、粒子状物質の排出も少なく、地域環境改善にも大きな効果があると考えられる。

BDF の原料となる植物油の脂肪酸組成 (表 1) は植物油ごとに異なっており、当然製造された BDF の融点等の性状も異なってくる。したがって、安定的な性状を有する BDF 生産のためには、原料となる植物油を限定すべきであろう。現在わが国で生産されている廃油

表 1 植物油の脂肪酸組成 (化学便覧から編集)

	飽和脂肪酸	不飽和脂肪酸
ジャトロファ油	Palmitic (C16:4.2%), Stearic (C18:6.9%)	Oleic (C18 Δ 1:43.1%), Linoleic (C18 Δ 2:34.3%)
パーム油	Palmitic (C16:47%)	Oleic (C18 Δ 1:44%)
ココナッツ油	Lauric (C12:50%), Myristic (C14:18%), Palmitic (C16:8%), Stearic (C18), Capronic (C6:8%), Capric (C10:8%)	Oleic (C18 Δ 1:6%)
ナタネ油	Stearic (C18:32%), Arachidic (C20)	Oleic (C18 Δ 1:20%), Linoleic (C18 Δ 2:21%)
ダイズ油	Palmitic (C16), Stearic (C18)	Oleic (C18 Δ 1:28%), Linoleic (C18 Δ 2:54%)

Δ : 二重結合の数

からの BDF はロットによりその脂肪酸の組成が変わることから、自動車用燃料としてではなく、ボイラー用燃料などに限定すべきであろう。なお、不飽和脂肪酸に富むことから、貯蔵中に変性することを考慮して、水素添加して飽和脂肪酸にすることも重要かも知れない。水素添加することにより、ジャトロファ油では84%がステアリン酸となり、パーム油ではパルメチン酸 47%とステアリン酸 44%と極めて単純な組成とすることができる。

EU 諸国では自動車用 BDF はナタネ油から、米国およびブラジルではトウモロコシ油およびダイズ油から製造されている。生産性、生産量および価格から BDF 生産原料として最適な食用植物油はパーム油であろう。2006 年の世界のパーム果実生産量は 1 億 7500 万 t (収率: 20.9t/ha) である。果実 1 t からオイルが約 0.2 t 製造され、世界全体で 3700 万 t である。マレーシアおよびインドネシアはそれぞれオイル生産量の 84%および 72%を輸出している。2006 年の輸出価格はそれぞれ 462 ドル/tおよび397 ドル/tとなっているが、近年上昇傾向にある。両国とも輸出価格を維持するため、大規模な増産を抑えているが、マレーシアで約 100 万 ha、インドネシアは約 200 万 ha、すなわちオイルで 430 万 tおよび 860 万 t の生産余力を持っており、日本で BDF が解禁されれば 3 年以内に十分な量のオイルを供給できるとしている。

オイルパームは他の作物が生育し得ない土壌 pH が 5 以下でも、旺盛に生育する。また、泥炭土壌でも生育する。マレーシア領ボルネオのサラワク州、サバ州には深さ 10m にも達する泥炭層が広がっている。インドネシア・スマトラ島北部にも泥炭層が広がるとともに、インドネシア領南カリマンタン州、東カリマ

ンタン州も同様である。これら地域はかつて熱帯樹林に覆われていたが、伐採により荒廃した泥炭層となってしまうところである。泥炭層という条件の下で植物の栽培、森林の再生ができず、放置された大規模な温室効果ガス (GHG) のソースとなっている。オイルパーム栽培のために森林を伐採していると伝えられているが、森林を伐採した後、植物の栽培、森林の再生ができない荒廃地に唯一適応するオイルパームが植栽されているのが実態である。

2. 非食用油からのBDFの製造：ジャトロファ (南洋アブラギリ：Physic nut)を中心として

特有な臭いや毒性があるため、食用にされず樹脂、塗料、印刷インク、化粧品、灯火、石鹸および潤滑油等に使われている植物油がある。良く知られているものは、主にインド、南米で生産されているヒマシ油 (*Ricinus communis*: トウゴマの種子油。英名: Castor oil)、旧ソ連、南米、カナダで生産されているアマニ油 (亜麻の種子油)、中国、日本で生産されている桐油 (ジャトロファと同じ科であるトウダイグサ科の油桐の種子油) がある。インドやアフリカではジャトロファ (*Jatropha*: *Jatropha curcas*)、ニーム (*Neem*: *Azadirachta India*)、カラングジュまたはポンガミア (*Karanj* または *Pongamia*: *Pongamia pinnata*)、メスワック (*Meswak*: *Salvadora species*)、マフア (*Mahua*: *Madhuca India*) などの種子油を伝統的に灯火、石鹸製造等の他に医薬品として使われてきた。これらのいくつかは食料と競合しない BDF 製造原料として注目を集めている。

1) ジャトロファ (*Jatropha*: *Jatropha curcas*)

(1) 生育環境

ジャトロファは中米が原生といわれており、

実生からでも挿木でも植栽できる樹高 4m ほどになるトウダイグサ科の灌木であり、熱帯、亜熱帯地域（年平均気温は 18~25℃、別の報告では 15~20℃）に生育する耐乾性の植物（降水量 480mm~2380mm、別の報告では 300mm~1000mm）である。また、ある程度の塩類集積土壌、砂質土壌を含めて、どのような土壌でも成長することから、BDF の原料植物としてオイルパームを植栽できない地域での栽培が注目されている。なお、トウダイグサ科の植物には食料として重要なキャッサバ (*Manihot esculenta*)、天然ゴムを採るパラゴムノキ (*Hevea brasiliensis*)、ヒマシ油をとるヒマ (トウゴマ: *Ricinus communis*)、和蠟燭用のロウをとるナンキンハゼ (*Sapium sebiferum*) があり、観賞用の植物としてはポインセチア (*Euphorbia pulcherrima*) など約 1500 種が知られている。

(2) 毒性と生理活性

種子にはクルシン (curcin: toxalbumin) という毒性の強い複雑なタンパク質および樹液 (乳液) には強力な発がんプロモーターを示すテルペノイドであるホルボール (12-O-テトラデカノイルホルボール-13-アセテート: TPA・図 2) が含まれていることから、食用にはならない。家畜や野生動物も近寄らないことから、ジャトロファはそれらが家屋や耕作地に入らないように生垣として使われるとともに、根、茎、葉および果実は伝統的医薬品として西アフリカ、南アフリカおよびインドで広く使われている。根は下剤として使われるとともに、抗血友病、妊娠中絶、腹水症、痛風、麻痺および皮膚疾患に効くとされている。種子油はリウマチ、解熱、黄疸、淋病、利尿剤および口腔洗浄に使われ、葉は止血に、そして樹皮は魚毒として使われている。

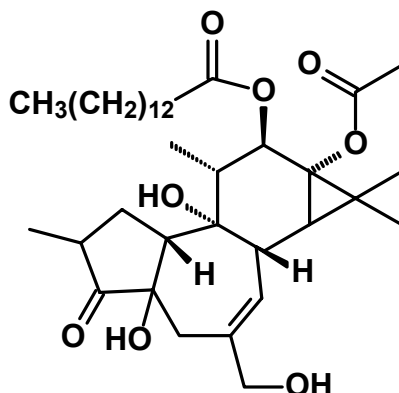


図 2 ホルボール (12-O-テトラデカノイルホルボール-13-アセテート)

(3) 栽培地域

このような生理活性に加えて、石鹼製造および灯火用に使うことを目的として、アフリカ南部 (図 3) およびインドデカン高原 (図 4) で比較的大規模に植栽されてきた。特に南アフリカでは政府の補助で南アフリカ種子油精製会社 (Seed Oil Refiner of South Africa: SORSA) がジャトロファから 250~350t/日の BDF を 2001 年に生産開始しており、西アフリカ (サブサハラ) でもドイツ資本が植栽を検討しているといわれている。

インドでは 2003 年 11 月より、ダイムラー・クライスラー社の支援によるドイツ・インド共同のジャトロファ・プロジェクトが開始された。5 年の期間で、ジャトロファの栽培から BDF 生産まで幅広く研究されている。ドイツ側からはホーヘンハイム (Hohenheim) 大学、インド側からはインド塩・海洋化学薬品研究センター (Indian Center Salt & Marine Chemicals Research Institute) がプロジェクトの中心的役割を担っている。ダイムラー・クライスラー社は、資金援助ならびに技術者の派遣と試験車両の提供を行っている。

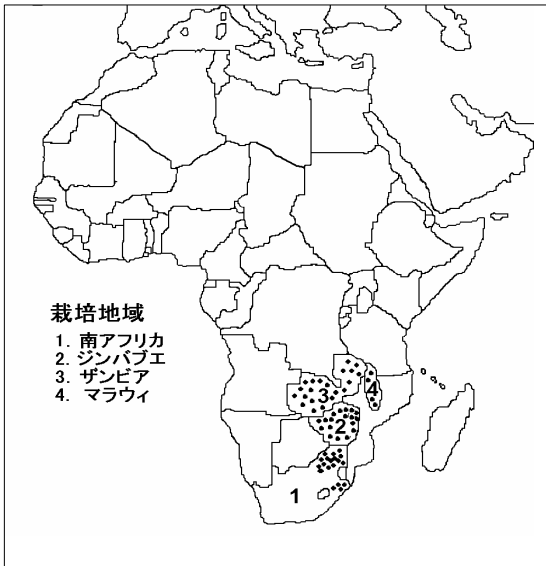


図3 アフリカでの Jatropha の栽培

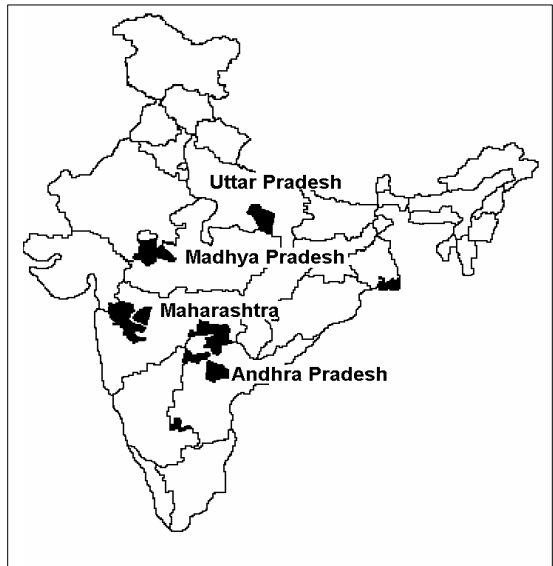


図4 インドでの Jatropha の栽培

Tamilnadu (タミルナドゥ) 州ではジャトロファを 15 万 ha に植樹し、BDF を生産するジャトロファ・プロジェクトが実施されている。インド鉄道では、鉄道軌道 2500km の両側にジャトロファを植樹して、ディーゼル機関車の軽油の 10% を BDF にする計画を進めている。さらにインド国立植物研究所では、ジャトロファの生産性、土壌への影響や肥料投入量などを研究している。特にジャトロファ植栽の環境への影響、正味エネルギー収支 (LCA) がどの程度良好なのかを慎重に見極める研究を進めている。

さらにインドネシア、タイ、フィリピン等東南アジア諸国および中国 (雲南省) もジャトロファの栽培に乗り出しており、インドネシアでは約 160 のバリエーションのコレクションを持ち、優良品種の選定を進めている。タイではカセサート大学がカンペンセンキャンパスの農場で栽培から BDF 製造、さらに副産物の利用開発まで多角的にデータを収集す

る (図 5) とともに、地域農民への啓発とトレーニングを行っている。

(4) 栽培と総合利用の試み

ジャトロファの栽培は 1ha あたり 2000～3000 本 (約 2.2m～1.8m 間隔) であり、タイでは実生から苗木を生産し、6 ヶ月生育させた後移植し、3 年後から果実が収穫されている。ジャトロファの植栽コストは 6 万 9500 円～11 万 1200 円/ha と推定されている。耐乾性が強い植物であるが、移植直後や果実収穫後 (タイのカセサート大学では根元から 15cm 程度のところから果実をつけている枝を切り取り、枝を持ち帰ってから果実を収穫している。なおフィリピン、インドネシアでは枝を残したまま果実だけを収穫している) 直後にスポット散水している。この操作により、年間 3～4 回、果実を収穫するとともに、副生した葉、枝木部、樹皮および BDF 製造工程からの油絞り粕、種子殻まで含めた総合利用のシステム化が検討されている。

ナンヨウアブラギリ (*Jatropha curcas*: Physic nut) の利用開発

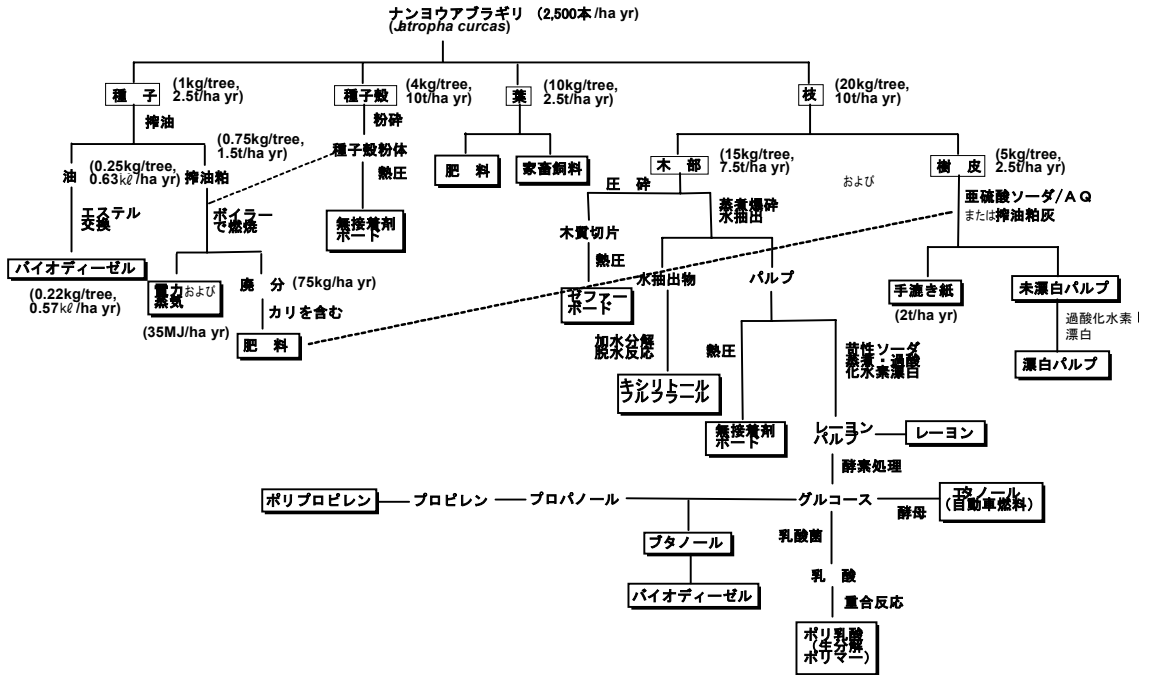


図5 ジャトロファの総合利用開発

種子の組成は、脂質 (38.0%)、繊維分を含む炭水化物 (32.5%)、タンパク質 (18%)、灰分 (5.3%) および水分 (6.2%) である。この種子から、カセサート大学のパイロットプラントでの実績では、油収量は年間 0.6 kℓ/ha 程度であるが、文献的には油収量は 1.9 kℓ/ha ともいわれている (表2)。この油の脂肪酸組成および BDF としたときのメチルエステルの融点を表3に示す。

以上のように、現在は限られた地域で生産および商取引されているにすぎないので、種子および油の価格についての情報は極めて限られている。2002年の世界銀行が報告しているアフリカ・マリ共和国のデータでは、ジャトロファの種子は 12 円/kg、油の生産者価格は 48 円/ℓ、油の市場価格は 72 円/ℓであり、またザンビアではそれぞれ 19~38 円/kg、お

よび 96~192 円/ℓとなっている。タイでは商取引がないため価格が設定されていないが、タイで種子の価格をいくらぐらいに設定すれば持続的に種子が供給できるのか試算を行ってみる。タイでは同国の中央部での畑作 (ワタ、サトウキビ) および水田からジャトロファ栽培に転換するとし、畑作・水田から

表2 植物からの BDF 生成量の比較

植物	kgBDF/ha	ℓ/ha
オイルパーム	4,300	4,980
ココナッツ	2,329	2,700
ジャトロファ	1,643	1,900
ナタネ	1,029	1,190
ラッカセイ	917	1,060
ヒマワリ	810	937
ダイズ	506	587
藻類	7,602	8,800
	(315,000)	(350,000)

表3 Jatropa からの脂肪酸メチルエステルの性状

脂肪酸	脂肪酸メチルエステル	組成(%)	融点(°C)
オレイン酸 C18 Δ1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOCH}_3$	43.1	19.9
リノレン酸 C18 Δ2	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOCH}_3$	34.3	30.9
ステアリン酸 C18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOCH}_3$	6.9	39.1
パルミチン酸 C16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOCH}_3$	4.2	30.6
ミリスチン酸 C14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOCH}_3$	1.4	18.5
アラキドン酸 C20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOCH}_3$		46.6

の平均的な農家収入である 5 万円/ha を保証するとすれば、ジャトロファ種子の価格は 14 円/kg 程度となり、前述したアフリカでの世界銀行のデータとほぼ同じである。種子の価格を 14 円/kg、樹 1 本当りの種子の年間収穫量を 1.5kg とすると、1 本当りの収入は 21 円となり、2500 本/ha での面積あたりの収入は 5 万 2000 円となる。

非食用油からの BDF の製造に限るものではないが、植物油からの BDF 製造にあたってアルカリまたは酸を触媒とするのではなく、超臨界メタノール条件で触媒なしに製造する報告 (40 分処理で 100%BDF に変換) および Novozym-435 のようなリパーゼ (脂肪分解酵素) およびそれらを高分子基材に固定し、再利用可能にした固定化リパーゼで製造する報告 (50°C、12 時間処理で 90~93% の収率で BDF が得られた) も出されている。

2) ジャトロファ以外の BDF 原料としての非食用油

主にインド、南米で生産されているヒマシ油 (Castor oil) や旧ソ連、南米、カナダで生産されているアマニ油のように食用にされず樹脂、塗料、印刷インク、化粧品、灯火および石鹼等工業的に使われ、国際的な取引が行われている植物油がある。加えてインドやアフリカで伝統的に灯火、石鹼製造等の他に医薬品として使われているニーム (Neem :

Azadirachta India)、カラングジュまたはポンガミア (Karanj または Pongam, その他インドでは Honge, Ponge, Indian Beech と呼ばれている : *Pongamia pinnata*)、メスワック (Meswak : *Salvadora species*)、マフア (Mahua : *Madhuca India*)、ポランガ (Polanga : *Calophyllum inophyllum*)、グアユール (guayule : *Parthenium argentatum*) などの種子油が、ジャトロファとともに BDF 原料として最近注目されている。いずれもジャトロファと同様に耐乾性植物であるとともに塩類集積土壌、砂質土壌を含めて、どのような土壌でも成長することから、BDF の原料植物として注目されている。なお、カラングジュ (*P. pinnata*) はマメ科植物なので、土壌への窒素固定も期待されている。2003 年にインドのヨガ科学・心理学ヒマラヤ研究所は二つの州でカラングジュの栽培を進め、4 万 5000 の農家に 20 万本の苗木を配布したとされている。

3. 藻類からの BDF の製造

最後に藻類からの BDF の製造について紹介する。クロレラとしてよく知られている淡水性の藻類である *Chlorella protothecoides* は増殖が極めて早く、その脂質含有量は細胞乾燥重量の 45~50% に達する。その他にも *C. vulgaris* および *C. emersonii* からの BDF 製造も検討されている。*C. protothecoides* を培養

し十分増殖させた後、遠心分離によりペーストとしたのち脂質をヘキサンで抽出する。ヘキサン抽出残渣は培養池にもどされ、次のクロレラ培養の栄養分として使われている。

1978～1996 年まで米国国立再生エネルギー研究所で藻類からの BDF 製造研究が実施され、砂漠地帯の 20 万 ha で藻類を育てることで年間 2800 万kℓ (142 kℓ/ha) の BDF の製造が可能であることを示した。藻類からの

BDF 生産量はオイルパームからの BDF 収率の 2 倍近い 8.8 kℓ/ha という数字が出されている (表 2)。報告によっては 350 kℓ/ha という数字も出されている。国内では日照時間の多い地域で休耕田を利用して藻類を生育することが可能であろうし、アジア、アフリカ地域に広がる砂漠地帯でも可能であろう。

((独)国際農林水産業研究センター 理事長)



途上国における穀物生産の現状評価、 バイオエネルギーの利用拡大がもたらす影響

今村 卓

近年、開発途上国の急速な経済発展が国民の所得水準を向上させ、食料需要に変化を及ぼす工業化の進展が農地面積の減少をもたらすなど、穀物生産と消費を取り巻く環境を大きく変化させている。また、近年急速に広がりつつあるバイオ燃料生産への各国の取り組みが、今後の穀物生産に与える影響が大きいとの見方も広がりつつある。そこで、最近の環境変化を踏まえた穀物生産と消費の状況を整理してみた。

拡大する開発途上国の穀物需要と生産

1. 開発途上国の着実な人口増加と急速な経済発展

近年の穀物を取り巻く国際情勢には、二つの重要な変化が生じている。一つは、開発途上国を中心に世界の人口が着実に増え続けていることである。世界の人口は1970年の37億人から2005年の65億人へと35年間で7割強も増え、開発途上国の人口は27億人から53億人へ2倍近く増えた(図1)。開発途上国の中でも、中国とインドは05年時点で世界の人口の37%を占め、穀物を含めた農産物需要を拡大に導く一因であり続けている。

もう一つは、開発途上国の順調な経済成長である。特に2004年以降は、中国やインドに代表される人口の多い開発途上国が高成長を続けることにより、世界経済が1970年代前半以来、30年ぶりに4年続けて5%台の成長を達成するまでになっている(表1、図2)。開発途上国の高成長、とりわけ中国やインドなど、最近まで一人当たりの所得が非常に低く、かつ人口の多い国が2ケタ前後の経済成長を続けることは、それぞれの国において国民の生活水準の急速な向上をもたらす。

食料需要の観点では、従来は高価で手が届かなかった畜産物を購入できる所得階層が急速に増え、国単位での畜産物の需要の大幅な増加が発生する。それは、牛肉1kgの生産に穀物量が11kg必要なことなどから、穀物の需要量を加速度的な増加に導くことになる。こうして、人口と経済成長という二つの要因が同時に作用して、開発途上国では、穀物需要の増勢傾向が強まり、世界全体の同需要をも押し上げることになる。

2. 増勢傾向強まる開発途上国の穀物需要

開発途上国の穀物消費量は、1970年度(以下、穀物年度)の5.0億tから2007年度の13.1億tへ、37年間で約2.6倍に拡大した(図3、表2)。世界全体の消費量に占める割合も、70年の45%から07年63%へと着実に上昇し

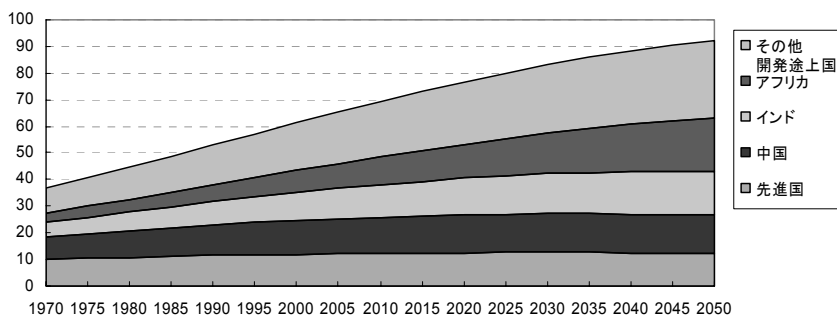


図1 世界の人口の推移

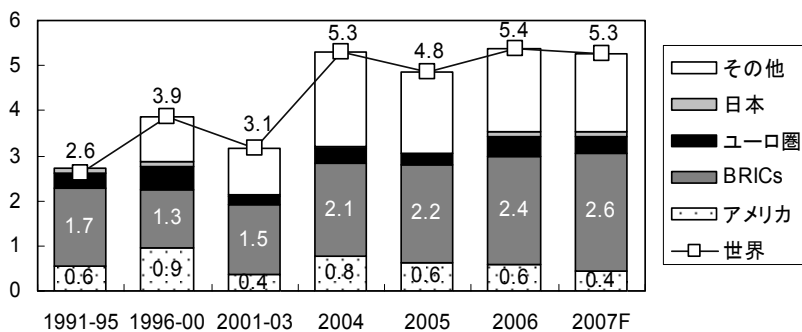


図2 世界実質 GDP 成長率に対する主要地域別寄与度

注：2005年の購買力平価換算の各地域 GDP に基づく。2007年は実績見込み
出典：IMF

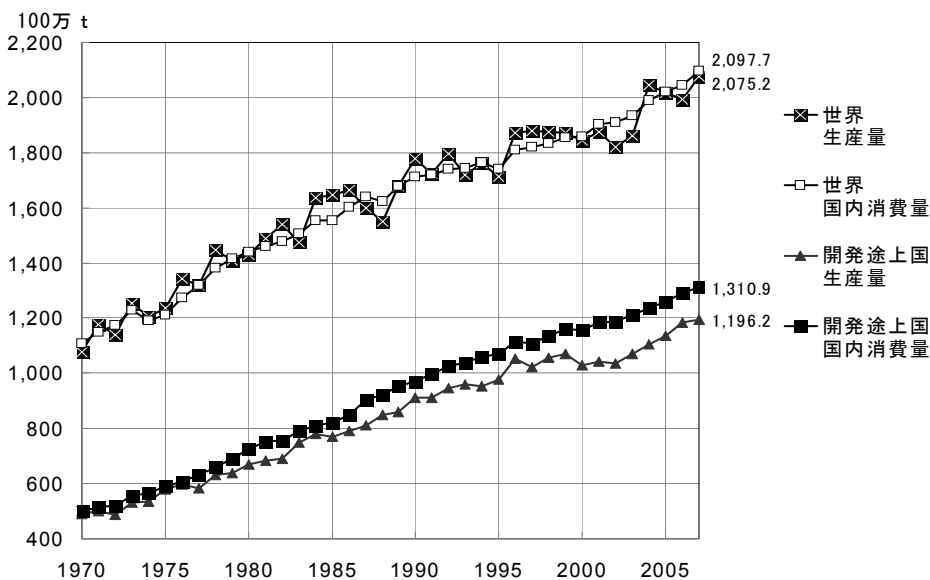


図3 世界と開発途上国の穀物生産量・消費量の推移

注：2007年度（07/08年度）はUSDA予測値。

出典：USDA World Agricultural Supply and Demand Estimates 2008.1.11, PS&D.

表1 世界主要国・地域の実質 GDP 成長率の推移

(%、10億ドル)

	構成比	2000	2001	2002	2002	2003	2004	2005	2006	2007
世界	100.0	4.8	2.5	3.1	3.1	4.0	5.3	4.8	5.4	5.3
先進国	48.6	3.7	1.2	1.4	1.4	1.8	3.2	2.5	2.8	2.4
アメリカ	19.7	3.7	0.8	1.6	1.6	2.5	3.6	3.1	2.9	2.2
ユーロ圏(13)	14.6	3.8	1.9	0.9	0.9	0.8	2.0	1.5	2.8	2.6
日本	6.3	2.9	0.2	0.3	0.3	1.4	2.7	1.9	2.4	1.9
英国	3.2	3.8	2.4	2.1	2.1	2.8	3.3	1.8	2.8	3.0
その他先進国	4.8	4.9	1.5	3.0	3.0	2.1	5.6	4.5	3.4	2.5
新興市場国	51.4	6.1	4.0	5.0	5.0	6.3	7.6	7.3	7.9	8.0
アフリカ	3.4	3.2	4.3	3.6	3.6	4.7	5.8	5.6	5.6	6.2
中東欧	3.5	4.9	0.2	4.5	4.5	4.8	6.7	5.6	6.3	5.5
CIS	3.8	9.0	6.3	5.3	5.3	7.9	8.4	6.6	7.7	7.4
ロシア	2.6	10.0	5.1	4.7	4.7	7.3	7.2	6.4	6.7	7.5
アジア	30.4	7.1	5.3	6.8	6.8	7.6	8.4	8.7	9.2	9.3
NIEs	3.4	7.9	1.2	5.5	5.5	3.2	5.8	4.7	5.4	5.4
中国	15.1	8.4	8.3	9.1	9.1	10.0	10.1	10.4	11.1	11.4
ASEAN5	4.0	5.9	2.9	4.9	4.9	5.7	6.1	5.5	5.7	6.1
インド	6.3	5.4	3.9	4.5	4.5	6.9	7.9	9.0	9.3	9.1
中近東	2.8	5.4	3.0	4.0	4.0	6.6	5.6	5.4	5.6	5.8
ラテンアメリカ	7.6	3.9	0.5	0.3	0.3	2.4	6.0	4.6	5.5	5.5
ブラジル	2.6	4.3	1.3	2.7	2.7	1.1	5.7	2.9	3.7	5.4
BRICs	26.5	3.9	2.1	1.4	1.5	7.9	8.8	8.9	9.5	9.9

注1：構成比、増加率は、2005年の購買力平価換算の各国・地域 GDP に基づく。

注2：2007年は丸紅経済研究所の算出による実績見込み。

出典：IMF、米商務省、欧州委員会、内閣府

表2 開発途上国の穀物需給見通し

(単位:100万t)

年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	前年度比
							見込み	予想	(%)
生産量	1,030.4	1,043.5	1,035.5	1,070.5	1,105.8	1,134.6	1,185.7	1,196.2	0.9
消費量	1,156.6	1,184.8	1,186.2	1,213.4	1,234.9	1,261.6	1,291.8	1,310.9	1.5
貿易量	69.8	72.4	86.1	81.8	77.3	72.7	92.0	85.1	-7.6
期末在庫量	413.4	374.3	309.6	250.9	229.2	220.3	220.8	207.8	-5.9
期末在庫率	35.7	31.6	26.1	20.7	18.6	17.5	17.1	15.9	-1.2

注1：期末在庫率(%) = 期末在庫量 / 消費量 * 100

2：年度の取り方は品目および地域により異なる。貿易量は輸ベース。

3：貿易量は輸出ベース。

4：開発途上国に含めた国は、FAOの基準に合わせている。

出典：USDA World Agricultural Supply and Demand Estimates 2008.1.11

てきた。各年代の消費量の年平均伸び率をみると、70年代と80年代が3.8%前後に対して90年代と00年代の1.8%前後である。この間の人口増加率は年平均2.3%前後から1.6%前後へと低下したことから、穀物消費量の増加の大部分は人口増加を反映したものであり、前述の所得水準の向上による効果は補完的であったと考えられる。

一方、開発途上国の穀物生産量は70年の4.9億tから07年12.0億tへ、約2.4倍に拡大した。世界全体の生産量に占める割合も70年46%から07年58%へと消費量と同様に着実な伸びを記録している。穀物生産量の伸び率は70年代と80年代は年率3.1%の堅調なペースだったが、90年代の伸び率は同1.2%と急低下、00年代(00~07年度)は同2.2%と持ち直している。90年代の減速は、第一に穀物収穫面積の伸び率が、80年代までの年率0.6%から同0.1%減とわずかだが縮小に転じたこと、第二に単収の伸びが、それまでの年率2.4%程度から同1.2%へと半減したことで説明できる。面積は農地開発が進んだ一方で、過度の放牧や塩類集積等によって、砂漠化が進んだことが原因であろう。なお、90年代以降は収穫面積も単収も、開発途上国が先進国を上回る成果を示しており、世界の穀物需要と供給の両面で、開発途上国の役割は高まる一方になっている。

2000年以降の開発途上国の穀物生産量は、収穫面積が拡大に転じたことで、拡大のペースがやや高まったが、消費量も順調に伸びているため、期末在庫は減少が続いている。07年度末の在庫は2.1億tと見込まれ(米USDA予測)、00年度の半分以下に減った。期末在庫率も00年には36%と60年代以降では最高の水準を記録していたが、その後は低下する

一方になり、07年度末には15.9%となる模様である(図4、表2)。この水準は世界全体や先進国に比べると低い。だが、USDAが適正在庫水準と考える18%程度を大きく下回り、食料危機といわれた70年代初めの水準になっている点では、世界・先進国と同じである。収穫面積は近年、カザフスタン、イラン、スーダン、ナイジェリア、ブラジルなど順調に増加している国も散見されるが、需給バランスが緩和するには至っていない。今後、大規模な不作など文字通りの外的ショックに対して、脆弱な構造が長引くことになりそうである。

3. 穀物の主要生産国・消費国の動向と特徴

開発途上国で最も穀物消費量が多いのは中国であり、次がインドである(表3)。この二カ国の消費量は開発途上国全体の5割弱(07年度予想)に達する。もっとも中国の需要の伸びは長期的にみれば低下傾向にある。70年代の消費量の伸びは年平均5%という高さであったが、80年代の同2.4%、90年代の同1.5%を経て、2000年代(07年度まで)は同0.5%と頭打ちになっている。1979年の「一人っ子政策」導入後の人口増加率の低下傾向、所得水準の向上による畜産物や油脂類の消費増加と米の消費量の減少傾向などが影響したものと考えられる。インドの消費量も80年代の同2.8%をピークに低下しているが、それでも2000年代は1.8%と堅調な伸びを維持している。中国に比べて、人口増加率の低下傾向が緩やかであること、人口の約8割がヒンズー教徒であり、その中の2割以上が菜食主義者であることから、中国ほど所得水準の拡大に応じた畜産物の消費量の伸びが高くないことも影響しているだろう。中国とインドの次

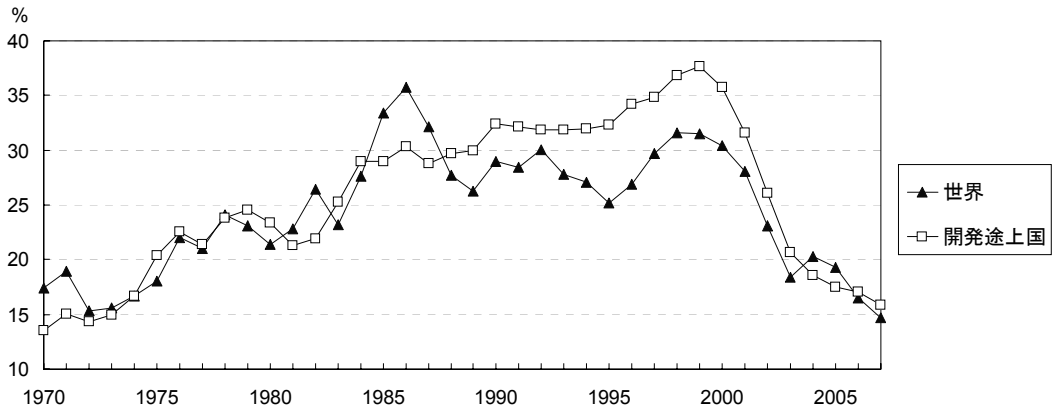


図4 世界と開発途上国の穀物期末在庫率の推移

注：2007年度（07/08年度）はUSDA予測値。

出典：USDA World Agricultural Supply and Demand Estimates 2008.1.11, PS&D.

表3 開発途上国の穀物生産量・国内消費量上位10カ国

	穀物生産										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 見込み	2007 予想	2007 構成比	07/00 前年度比 変化率	
開発途上国計	1,030.4	1,043.5	1,035.5	1,070.5	1,105.8	1,134.6	1,185.7	1,196.2	100.0%	0.9%	16%
中国	345.1	340.4	343.2	322.9	355.6	371.6	386.3	388.9	32.5%	0.7%	13%
インド	193.0	197.7	169.3	191.1	188.8	194.5	196.3	202.6	16.9%	3.2%	5%
ブラジル	51.7	47.1	57.1	59.4	52.7	56.9	63.1	64.2	5.4%	1.8%	24%
アルゼンチン	36.4	34.7	32.2	33.8	41.6	34.5	43.4	43.5	3.6%	0.1%	19%
インドネシア	38.9	39.0	39.5	41.4	42.0	41.5	40.0	41.0	3.4%	2.5%	6%
メキシコ	27.9	30.6	29.8	33.2	31.6	29.0	32.2	33.8	2.8%	4.9%	21%
パキスタン	28.1	25.1	24.9	26.4	27.8	29.0	28.9	30.4	2.5%	5.2%	8%
バングラデシュ	26.8	26.0	26.7	27.5	26.6	29.6	29.8	29.5	2.5%	-1.2%	10%
ベトナム	22.5	23.1	23.8	24.9	26.5	26.6	27.2	27.8	2.3%	2.3%	24%
ナイジェリア	19.9	21.0	21.3	22.6	25.6	27.5	29.0	27.1	2.3%	-6.6%	36%

	穀物国内消費量										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 見込み	2007 予想	2007 構成比	07/00 前年度比 変化率	
開発途上国計	1,156.6	1,184.8	1,186.2	1,213.4	1,234.9	1,261.6	1,291.8	1,310.9	100.0%	1.5%	13%
中国	375.0	378.1	377.3	375.3	373.5	376.5	381.6	387.3	29.5%	1.5%	3%
インド	174.3	186.7	180.9	189.5	186.9	188.9	194.7	199.5	15.2%	2.4%	14%
ブラジル	53.8	54.8	56.6	57.4	60.6	62.0	62.9	64.9	5.0%	3.2%	21%
インドネシア	47.3	47.5	48.1	47.6	48.2	48.3	48.5	49.5	3.8%	2.1%	5%
メキシコ	42.3	41.8	42.1	44.0	45.0	44.5	46.4	49.3	3.8%	6.2%	17%
バングラデシュ	27.9	28.6	29.2	29.8	30.0	32.0	32.6	32.8	2.5%	0.4%	18%
ナイジェリア	22.8	24.8	25.1	26.7	30.3	32.5	33.6	31.9	2.4%	-5.1%	40%
エジプト	27.4	28.0	28.0	26.8	29.8	29.3	30.4	31.3	2.4%	3.2%	15%
トルコ	27.6	27.4	28.0	28.5	28.9	28.1	28.9	28.6	2.2%	-1.0%	4%
パキスタン	25.2	24.6	23.2	24.0	25.5	25.6	26.5	26.8	2.0%	1.0%	6%

出典・注：表1と同じ。

にはブラジル、インドネシア、メキシコ、バン
グラデシュという人口大国が続いているが、メ
キシコ以外はそろって 00 年代も消費量の伸び
が 2%台と着実な拡大を示している。

これに対して開発途上国の穀物生産量では、
首位から 3 位までが消費量と同じく中国、イン
ド、ブラジルであり、その次に穀物輸出が多い
アルゼンチンを挟んで、インドネシア、メキシ
コ、パキスタンなど人口大国が並んでいる。

中国は 80 年代まで順調に生産が増えてき
たが、90 年代は横ばいにとどまった。98 年ま
では生産拡大が続いたが、その後は農地転用
による耕地面積の減少や農産物価格の低迷に
よる作付面積の減少、市場経済化が進展する
中で、穀物から野菜や果実など換金作物への
転換が進んだことが原因とみられる。実際、
中国における穀物の作付面積は 90 年代には
年平均 1%のペースで減少した。そもそも、
中国の農地面積自体が、1996～2005 年の 9 年
間に、日本の農地面積の 1.7 倍に相当する約
800 万 ha も減少した。90 年代は単収こそ伸び
たが、小麦も米も、そのペースは 80 年代の半
分以下であり、作付面積の減少分を補うには
至らなかった。それでも 00 年代は、特に 04
年以降、政府が格差是正の観点から、農業の
てこ入れに動き始めたことから、作付面積の
減少に歯止めが掛かり、生産量も同 1.7%増
と盛り返してきたところである。

インドは、東部・南部で米、北部・西部で
小麦をそれぞれ中心に、穀物生産量が 90 年代
まで年平均 2%台の安定した伸びを保ったが、
2000 年代は同 0.7%と増勢に陰りがみられる。
インドでは 80 年代以降、作付面積がわずかだ
が減少しつつある。米・小麦から野菜や果樹
などの高付加価値作物への転換が進んだこと
が一因である。それでも、90 年代までは単収

の向上によって穀物生産は伸びを保ってきた。
1960 年代後半から始まった「緑の革命」によ
り導入された高収量品種の普及率が順調に上
昇してきたこと、化学肥料の投入量の増加、
灌漑の整備の進展などが、その要因である。
だが、高収量品種の普及率が 90 年代までに小
麦で 9 割、米で 7 割強という高水準に達した
ことで、2000 年代の追加的な普及余地は小さ
くなった。そうなると高収量品種の普及によ
る単収拡大は難しくなる。灌漑率も小麦では
2000 年に 88%に達し、2000 年代の上昇の余
地は少なくなった。しかも、もともとインド
では水不足が深刻という問題もある。このよ
うな制約の拡大の中で、2000 年代の単収は小
麦で横ばい、米で微減になってしまい、生産
拡大にブレーキが掛かった。

一方、3 位と 4 位を占めるブラジルとアル
ゼンチンでは、90 年代以降は堅調なペースで
生産拡大が続いている。両国とも 2000 年代に
なって穀物輸出が順調に拡大している。とも
に 2000 年代初めに大幅な為替レートの下落
を経験しただけに、価格競争力を高めた穀物
が輸出を伸ばし、それが生産を拡大に導くこ
うな好循環が発生したのであろう。

なお、穀物消費量の多い上位 5 ヶ国について
期末在庫率を比較すると、ブラジルとメキシコ
を除けば、各国とも水準は低下傾向にある（表
4）。その中でも中国は、07 年度は 26.8%と他
国よりも高いが、00 年度の 76.7%から急速なペ
ースで低下しており、開発途上国全体での在庫
率低下の大きな一因になっている。インドも 00
年度の 27%から 07 年度は 9%へと在庫率は低
下している。開発途上国にとっての適切な在庫
率の維持という観点では、今後、中国とインド
という穀物の二大生産・消費国が在庫率低下に
歯止めを掛けられるかが注目される。

表4 穀物消費量上位5カ国の期末在庫量・在庫率の推移

	穀物期末在庫量(100万t)									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 見込み	2007 予想	前年度差	07/00 差
開発途上国計	413.4	374.3	309.6	250.9	229.2	220.3	220.8	207.8	-13.0	-205.5
中国	287.7	241.3	190.1	132.7	114.8	107.5	104.9	103.8	-1.1	-184.0
インド	47.6	49.3	27.4	18.8	13.6	13.2	16.6	17.8	1.2	-29.9
ブラジル	4.6	3.0	7.6	9.9	7.5	5.6	6.2	5.7	-0.5	1.1
インドネシア	6.1	5.9	5.5	5.9	5.1	5.0	4.9	4.1	-0.8	-2.0
メキシコ	4.6	5.4	4.9	6.7	5.9	3.8	4.0	4.4	0.4	-0.2

	穀物期末在庫率(%)									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 見込み	2007 予想	前年度差	07/00 差
開発途上国計	35.7	31.6	26.1	20.7	18.6	17.5	17.1	15.9	-1.2	-19.9
中国	76.7	63.8	50.4	35.4	30.7	28.6	27.5	26.8	-0.7	-49.9
インド	27.3	26.4	15.1	9.9	7.3	7.0	8.5	8.9	0.4	-18.4
ブラジル	8.6	5.5	13.4	17.2	12.3	9.1	9.8	8.8	-1.1	0.2
インドネシア	13.0	12.3	11.5	12.3	10.5	10.2	10.2	8.3	-1.9	-4.7
メキシコ	10.9	12.9	11.6	15.2	13.2	8.6	8.7	9.0	0.3	-1.9

出典・注：表1と同じ。

開発途上国における三大穀物の動向

1. 小麦

開発途上国の小麦生産量は1970年度の9254万tから2007年度の3.2億tへ、37年間で約3.5倍に拡大した(表5)。世界全体の生産量に占める割合も、70年度の30%から07年度は54%へと大幅に増えている。各年代の生産量の伸びを見ると、70年代と80年代は年率5%を上回る高い伸びが続いたが、90年代以降は同1.5%前後へと鈍化している。80年代までは、主要生産国である中国が同6%以上、インドが同4%台半ばの順調な拡大を果たしたが、90年代に中国、2000年代にはインドでそれぞれ成長が鈍化した(表6)。中国は耕地面積の減少と野菜や果樹など換金作物への転換がそれぞれ進んだことが響いた。インドも90年代まで続いた高収量品種の普及が2000年度には87%に達し、灌漑の整備も同年度の灌漑率が88%を記録するまでに進展するなどして、それ以上の単収拡大が難

しくなったことが原因と考えられる。中国とインドに次ぐ生産量を誇るパキスタンも、2000年代には伸びが年率1%台に鈍化し、トルコやアルゼンチンは減少を記録するなど、主要生産国の大部分において、生産が頭打ちになった。数少ない例外がカザフスタンとイランであり、それぞれ2000年代(07年度まで)の伸び率は年率8.4%と同9.4%を記録する好調さであった。

開発途上国の小麦需要も生産と同様に、伸びが鈍化しつつある。2000年代の消費量の伸びは年率1.2%にとどまっている。小麦の場合、長期的に見ても食用が9割弱を占め続けるなど、その需要構造に大きな変化は生じていない(図5)。開発途上国の所得水準向上等を反映した畜産物や油脂類への食料需要の多様化を反映した結果であろう。最大消費国の中国では2000年代の消費量が減少傾向にあり、その次のインドも90年代までの年率3%台半ばから、1.8%へ伸びが半減した。第3位のパキスタンも同様である。

表5 開発途上国の小麦需給見通し

(単位:100 万t)

年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 見込み	2007 予想	前年度比 (%)
生産量	288.6	283.7	286.5	287.2	302.8	306.5	318.1	323.7	1.8
消費量	352.7	353.7	362.8	359.8	371.8	376.8	381.7	383.6	0.5
貿易量	22.0	23.0	25.2	29.4	24.2	23.4	28.5	27.1	-4.8
期末在庫量	144.7	134.9	113.1	88.1	83.6	79.9	80.8	77.9	-3.6
期末在庫率	41.0	38.1	31.2	24.5	22.5	21.2	21.2	20.3	-0.9

注1：期末在庫率(%) = 期末在庫量 / 消費量 * 100

2：年度の取り方は品目および地域により異なる。貿易量は輸ベース。

3：貿易量は輸出ベース。

4：開発途上国に含めた国は、FAOの基準に合わせている。

出典：USDA World Agricultural Supply and Demand Estimates 2008.1.11

表6 主な小麦生産・消費国の動向

(単位:100 万t)

年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 見込み	2007 予想	前年度比 (%)
生産									
中国	99.6	93.9	90.3	86.5	92.0	97.5	104.5	106.0	1.5
インド	76.4	69.7	71.8	65.1	72.2	68.6	69.4	74.9	8.0
パキスタン	21.1	19.0	18.2	19.2	19.5	21.6	21.7	23.0	6.0
カザフスタン	9.1	12.7	12.6	11.0	10.0	11.0	13.5	16.0	18.5
トルコ	18.0	15.5	16.8	16.8	18.5	18.5	17.5	15.5	-11.4
アルゼンチン	16.2	15.5	12.3	14.5	16.0	14.5	15.2	15.0	-1.3
イラン	8.0	9.5	12.5	13.5	14.5	14.5	14.8	15.0	1.4
エジプト	6.4	6.1	6.3	6.4	7.2	8.2	8.3	8.3	0.6
消費									
中国	110.3	108.7	105.2	104.5	102.0	101.0	101.0	100.5	-0.5
インド	66.8	65.1	74.3	68.3	72.8	70.0	73.4	75.9	3.4
パキスタン	20.5	19.8	18.4	19.1	20.0	21.5	21.9	22.4	2.3
トルコ	16.7	16.5	16.8	16.8	16.8	16.1	16.7	16.5	-1.2
エジプト	12.5	12.8	12.8	13.3	14.2	14.8	15.5	16.1	4.2
イラン	15.5	14.8	14.4	14.3	14.7	15.0	15.3	15.6	2.0
ブラジル	9.5	10.0	9.9	9.8	10.2	10.8	10.5	10.5	0.0
アルジェリア	6.2	6.4	6.7	6.8	7.3	7.5	7.7	7.8	1.3

出典・注：表1と同じ。

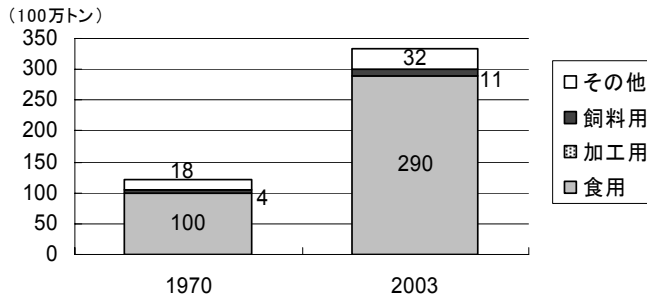


図5 開発途上国の小麦の需要の変化

表7 開発途上国の米(精米)需給見通し

(単位:100万t)

年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 見込み	2007 予想	前年度比 (%)
生産量	380.9	381.5	360.7	375.5	375.5	399.3	401.3	404.2	0.7
消費量	375.9	394.6	387.6	393.1	387.6	393.9	400.1	405.3	1.3
貿易量	22.0	23.0	25.2	29.4	24.2	23.4	28.5	27.1	-4.8
期末在庫量	142.2	127.7	98.6	78.2	69.8	71.2	70.5	67.9	-3.6
期末在庫率	37.8	32.4	25.4	19.9	18.0	18.1	17.6	16.8	-0.9

注1: 期末在庫率(%) = 期末在庫量 / 消費量 * 100

2: 年度の取り方は品目および地域により異なる。貿易量は輸ベース。

3: 貿易量は輸出ベース。

4: 開発途上国に含めた国は、FAOの基準に合わせている。

出典: USDA World Agricultural Supply and Demand Estimates 2008.1.11

表8 米(精米)の主要生産・消費国

(単位:100万t)

年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 見込み	2007 予想	前年度比 (%)
生産									
中国	131.5	124.3	122.2	112.5	112.5	126.4	127.8	129.5	1.3
インド	85.0	93.3	71.8	88.5	88.5	91.8	92.8	92.0	-0.8
インドネシア	33.0	33.0	33.4	35.0	35.0	35.0	33.3	34.0	2.1
バングラデシュ	25.1	24.3	25.2	26.2	26.2	28.8	29.0	28.5	-1.7
ベトナム	20.5	21.0	21.5	22.1	22.1	22.8	22.9	23.3	1.6
タイ	17.1	17.5	17.2	18.0	18.0	18.2	18.3	18.6	1.9
ミャンマー	10.8	10.4	10.8	10.7	10.7	10.4	10.6	10.7	0.6
フィリピン	8.1	8.5	8.5	9.2	9.2	9.8	10.1	10.0	-0.7
ブラジル	6.9	7.1	7.1	8.7	8.7	7.9	7.7	8.0	3.8
パキスタン	4.8	3.9	4.5	4.8	4.8	5.5	5.2	5.4	3.8
消費									
中国	134.3	136.5	135.7	132.1	130.3	128.0	127.8	129.1	1.0
インド	76.0	87.6	79.9	85.6	80.9	85.1	87.7	88.8	1.3
インドネシア	35.9	36.4	36.5	36.0	35.9	35.7	35.6	36.2	1.7
バングラデシュ	25.0	25.6	26.1	26.7	26.9	29.0	29.8	29.8	0.1
ベトナム	16.9	18.0	17.4	18.2	17.6	18.4	18.7	18.7	0.3
フィリピン	8.8	9.0	9.6	10.3	10.4	10.7	11.6	12.1	4.4
ミャンマー	9.7	9.9	10.1	10.2	10.3	10.4	10.6	10.7	1.3
タイ	9.3	9.4	9.5	9.5	9.5	9.5	9.9	9.6	-2.7

出典・注: 表1と同じ。

期末在庫量は2000年度の1.4億tから2007年度の0.8億tへと縮小傾向にあり、在庫率も2007年度は20.3%と2000年度から、ほぼ半減している。世界の期末在庫率もここ数年間急速に低下して、2007年度は1960年代以降では最低となる見通しである。先進国に比べれば開発途上国の在庫水準は高いが、世界的な在庫減少は開発途上国でも発生したといえる。

2. 米

開発途上国の米(以下、精米)生産量は1970年度の2億tから2007年度の4億tへと倍増した(表7)。世界の米生産量に占める開発途上国の割合は1970年度には92%と圧倒的な大きさであったが、その後も着実に増え続け、2007年度には96%に達する見込みである。各年代の生産量の動向を見ると、1970年代、80年代の年率2%台後半から90年代は1.3%、2000年代は0.8%と緩やかな低下傾向にある。80年代までは中国、インド、インドネシア、バングラデシュ、ベトナムというアジアの5大生産国がそろって年率2~3%の堅調な伸びを続けていた。それが90年代になると、生産量最大の中国で減少に転じ、インドとインドネシアは年率1%台の伸びに低下、一方でバングラデシュとベトナムは同3%以上の高い伸びを維持した。2000年代は、中国が減少基調のままであり、インドネシアが同0.4%へ低下、他の3カ国も年率1%台に低下という結果になっている。この他の国の大半も生産量の伸び率は低下傾向にあるが、生産量8位のフィリピンと9位のブラジルが2000年代になって、それぞれ伸び率を3%と2%に高めていることが注目される(表8)。

米の国内消費量も、生産量と同様に伸び率が緩やかな低下傾向にあるが、2000年代の伸

び率は年率1.1%であり、生産量を上回っている。主要消費国は主要生産国とほぼ同じ構成順位であり、首位の中国は生産同様に国内消費量も年率0.6%で減少を続けている。中国では、所得水準の向上に伴う畜産物と油脂の需要増加によって米の需要が代替されるという現象が1985年以降続いているが、2000年代の中国の経済成長の加速により、「米離れ」が一段と強まっていると考えられる。こうした変化と人口増加率の低下が重なった結果の米需要の減少なのであろう。他の主要消費国では減少こそ起きていないが、伸び率の低下は、インドネシアとベトナムで生じている。一方、インドとバングラデシュでは、2000年代になって、消費量の伸びが加速している。インドの場合、1人1日当たり供給熱量の構成で見れば、米は2000年代に入って減少傾向にあるが、そのペースが緩やかである一方、人口増加率が高いため、2000年代の安定した伸びになっているのであろう。また、インドにおける菜食主義者の存在や宗教上の理由から牛肉と豚肉の消費量が非常に少ないことから、近年の高い経済成長と所得水準の向上を経ても、中国のような畜産物等の需要増加と米離れが発生しなかったとも考えられる。なお、インドにおいても近年の油脂類の消費増加は発生していることから、所得水準の向上による食料需要の変化は起きていることは確かである。

開発途上国の米においても、2000年代は国内消費量の伸びが生産を上回っていることから、期末在庫量は減少傾向にある。その水準は2000年度の1.4億tから2007年度は6800億tと5割強の減少であり、期末在庫率も2000年度の38%から2007年度16.8%へ、やはり半分以下になっている。世界全体でみても期末

在庫率は1981年度以来26年ぶりの低さになる。天候要因など外的変化の影響を受けて、需給関係や価格が変動しやすい不安定な状態がしばらく続きそうである。

なお、米の場合、世界の生産量に対する輸出量は6~7%であり、小麦やトウモロコシの12~18%を大きく下回る。いい換えれば、米は国内財に位置付けられるのであり、米を安定的に輸出できる国の数は限られる。最近の代表的な存在は伝統的な輸出国のタイと新興輸出国のベトナムであり、2007年度はそれぞれ900万t、480万tの輸出が見込まれている(表9)。米の貿易量は近年、3000万t近辺で推移しており、この2カ国だけで5割弱、さらに新興輸出国のインドを加えれば、世界の

輸出量に占めるシェアは6割になる。

3. トウモロコシ

開発途上国のトウモロコシ生産量は、1970年度1.1億tから2007年度3.6億tへ、約3.1倍に拡大した(表10)。それでも世界のトウモロコシ生産量に占める開発途上国の割合は、70年度42%に対して2007年度46%であり、小麦や米ほどには開発途上国の存在感はない。米国やEUなど先進国の生産量の規模が大きく、その伸びも開発途上国に劣らず高いためである。開発途上国の生産量の伸びは、70年代4.3%から80年代と90年代は2%台前半に減速したが、2000年代は3.9%と再び増勢を強めている。伸び率が低下傾向にある小麦や

表9 開発途上国のコメ輸出量の推移

年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	(単位:100万t)		前年度比 (%)
							2006 見込み	2007 予想	
世界計	24.1	26.9	28.7	27.4	28.5	30.2	29.2	29.3	0.0
開発途上国	20.1	23.3	24.2	23.1	24.3	25.4	25.3	24.9	-1.5
タイ	7.5	7.2	7.6	10.1	7.3	7.4	9.5	9.0	-5.3
ベトナム	3.5	3.2	3.8	4.3	5.2	4.7	4.6	5.0	8.7
インド	1.7	6.3	5.4	3.1	4.6	4.7	4.2	3.4	-19.0
パキスタン	2.4	1.6	2.0	1.9	2.8	3.7	2.6	2.9	11.5
中国	1.8	2.0	2.6	0.9	0.7	1.2	1.3	1.3	0.0
エジプト	0.7	0.5	0.6	0.8	1.1	1.0	1.0	1.1	10.0

出典・注：表1と同じ。

表10 開発途上国のトウモロコシ需給見通し

年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	(単位:100万t)		前年度比 (%)
							2006 見込み	2007 予想	
生産量	269.2	277.5	291.9	295.8	315.0	320.7	351.0	355.7	1.3
消費量	316.0	319.1	323.1	333.8	351.3	361.1	379.3	393.6	3.8
貿易量	26.2	24.1	33.9	26.8	27.5	22.1	34.8	29.6	-14.8
期末在庫量	118.8	102.2	87.6	73.0	63.4	58.0	58.4	53.2	-9.0
期末在庫率	37.6	32.0	27.1	21.9	18.1	16.1	15.4	13.5	-1.9

注1：期末在庫率 (%) = 期末在庫量 / 消費量 * 100

2：年度の取り方は品目および地域により異なる。貿易量は輸ベース。

3：貿易量は輸出ベース。

4：開発途上国に含めた国は、FAOの基準に合わせている。

出典：USDA World Agricultural Supply and Demand Estimates 2008.1.11

米とは異なる展開である。この背景にはトウモロコシの需要構造の変化がある。FAO の Food Balance Sheet によれば、開発途上国のトウモロコシ需要は 70 年度には食用が半分近くを占めていた。しかし、03 年度になると、食用も増えているが、それを上回る勢いで飼料用が伸びている。全需要の半分以上は飼料用が占めているのである。前述の中国など所得水準の向上する開発途上国では畜産物需要が増えている。その畜産物の飼料としてトウモロコシの需要が膨らみ、それに対応して生産量も増えているのだから、トウモロコシは他の穀物と異なり、所得水準の向上とともに需要が増えやすい構造にあるといえる。

開発途上国における主な生産国は中国、ブラジル、メキシコ、アルゼンチン、インド、南アフリカなどである（表 11）。中国では 80 年代まで年率 4% を超える高い伸びが続いた後、90 年代には年率 0.9% に伸びが鈍化した。この時点では、前述の小麦や米と同様に、農業の衰退という潮流に巻き込まれていたと考えられる。しかし、2000 年代になると、トウモロコシの生産量の伸びは 4.6% と 80 年代の伸びまでも上回るようになった。同国内の畜産物需要の大幅な増加、その飼料としてのトウモロコシ需要の拡大というばねが働いた結果であろう。90 年代、需要の伸びが鈍化した後の 2000 年代の反発という現象は、程度の差こそあるが、インド、南アフリカ、インドネシア、ナイジェリア、フィリピンなどでも起きている。また、南米のブラジルとアルゼンチンでは 90 年代以降、安定的な増勢が持続している。トウモロコシの輸出では 2000 年代に入ってアルゼンチンが年率 7%、ブラジルが同 5% と大幅増加を続け、輸出量でも米国に

次ぐ世界 2 位、3 位の地位を確保している。南米に位置する気候面の優位性と生産性の高い農業を展開できる国土の広さなどを十分に活用した結果であろう。

開発途上国のトウモロコシ消費量は、2000 年代に年率 3.2% と堅調な伸びが記録されている。国別に見ても、国内消費量が最大の中国から、次のブラジル、メキシコ、インドまで、年率 3% を超える消費量の増大となっており、それぞれの需要構造からみて、今後の安定的な拡大が期待できそうである。なお、米国ではエタノール用途のトウモロコシの消費拡大が目覚しいが、開発途上国の中では中国が、その後を追っている（詳細は次項）。

旺盛な需要に供給が追いつかない構図は、トウモロコシも該当する。期末在庫量は 2000 年度の 1.2 億 t から減少の一途をたどり、2007 年度には 5300 万 t と半分以下になってしまった。2000 年度に 38% あった期末在庫率は 07 年度には 13.5% まで低下する見込みである。2007 年度の世界全体の期末在庫率は 12% を割り込む見通しであり、開発途上国を含めて世界全体がトウモロコシの作柄をめぐって、天候など各種要因を注意深く見守る状況がしばらく続くことになるだろう。

開発途上国のバイオ燃料への取り組み

近年、世界的に農産物を原料とするバイオ燃料の需要が増えつつある。地球温暖化防止の観点に加え、原油価格の高騰という環境変化を背景に、法律によって同燃料の使用を義務付けたり、補助金や税制優遇などを活用して、同燃料の利用を促進する国が増え、実際の需要も増えているという構図である。

バイオ燃料のうち、サトウキビやトウモロ

表 11 トウモロコシの主要生産・消費国

(単位:100 万t)

年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 見込み	2007 予想	前年度比 (%)
生産									
中国	106.0	114.1	121.3	115.8	130.3	139.4	145.5	145.0	-0.3
ブラジル	41.5	35.5	44.5	42.0	35.0	41.7	51.0	50.0	-2.0
メキシコ	17.9	20.4	19.3	21.8	22.1	19.5	22.0	23.2	5.5
アルゼンチン	15.4	14.7	15.5	15.0	20.5	15.8	22.5	22.5	0.0
インド	12.1	13.5	11.1	15.0	14.2	14.7	15.0	16.3	8.8
南アフリカ	8.0	10.1	9.7	9.7	11.7	6.9	7.3	10.0	37.0
インドネシア	5.9	6.0	6.1	6.4	7.2	6.5	6.7	7.0	4.5
ナイジェリア	4.0	5.0	5.2	5.5	6.5	7.0	7.8	6.5	-16.7
消費									
中国	120.2	123.1	125.9	128.4	131.0	137.0	143.0	148.0	3.5
ブラジル	34.5	35.0	35.8	36.3	38.5	39.5	41.0	42.5	3.7
メキシコ	24.0	23.6	24.7	26.4	27.9	27.9	30.3	33.3	9.9
インド	12.0	13.1	12.0	13.5	13.9	14.2	14.6	15.4	5.5
エジプト	10.9	11.2	10.9	9.2	11.3	10.1	10.5	10.7	1.9
南アフリカ	8.7	8.4	8.5	8.7	9.7	8.2	8.6	9.2	7.0
韓国	8.6	8.7	8.8	8.7	8.7	8.6	8.8	8.9	0.8
インドネシア	7.3	7.3	7.5	7.4	7.9	7.9	7.9	8.0	1.3

出典・注：表 1 と同じ。

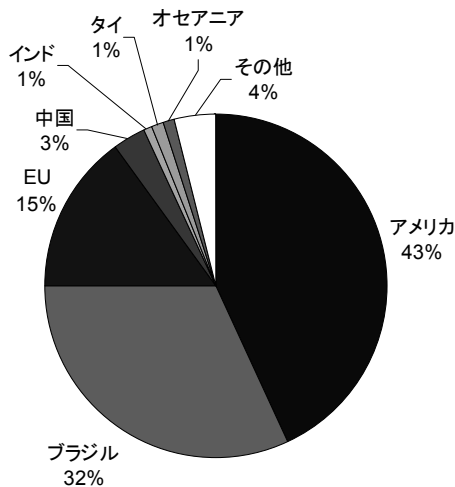


図 6 世界のバイオ燃料生産量の構成比(%、2007年)

出典：FO Licht.

コシを原料とするバイオエタノールは、2001年の3132万klから2007年には6256万kl(推計)へ倍増している。そのうち7割強がブラジルとアメリカでの生産である(図6)。また、欧州を中心に、大豆や菜種を原料とするバイオディーゼルは約400万kl生産されている。

開発途上国の穀物の観点では、中国におけるトウモロコシを利用したバイオエタノール生産が代表例の一つであろう。IGCの推定によれば、バイオエタノールへの利用を示すトウモロコシの産業用途での全世界の消費量は07年度で1億7800万tに達し、このうちアメリカが1億1600万t、その次に中国が3300万tを占める見通しであるという。中国でのバイオエタノール生産は、黒龍江、吉林、遼寧、河南、安徽などの省を中心に、ガソリンへのバイオエタノール混和を義務付けるなどして、2006年に入ってから本格化している。また中国の石油精製と販売の有力2社である中国石油(CNPC)と中国石化(SINOPEC)の競合関係も作用して、バイオエタノール生産は急速に進んだといわれる。もっとも、2007年に入ると、食料価格の高騰が胡錦濤政権にとっての一大問題となり、トウモロコシ原料のバイオエタノール生産の規制(トウモロコシ以外の原料による生産奨励)に乗り出すなど、それまでのバイオエタノール増産とトウモロコシ需要の拡大という基調を止める動きも出てきている。08年1月現在では、中国の食料価格の高騰は、胡錦濤政権にとって最重要課題の一つであり、トウモロコシ利用によるバイオエタノール生産にとって、逆風になっていることは確かである。今後の食料価格動向を踏まえて、その将来を見守ることが必要になろう。

なお、ブラジルや中国以外の開発途上国で

もバイオ燃料生産への取り組みは進んでいるが、サトウキビ(搾りかす)、大豆、パーム油、動物性・植物性油脂などを活用するケースが大半である。穀物価格が上昇する中で、穀物を利用したバイオ燃料生産は、既に生産が大規模化したアメリカ以外では、積極的な政府の補助金等がないかぎり、なかなか産業化は難しいのが現状である。今後の穀物価格への影響という観点でも、開発途上国の政府が積極的に取り組むことは、政治的にも難しい面が多い。むしろ、穀物以外の原料による生産など、今後の技術進歩とともに、バイオ燃料の生産は進んでいくとみるべきだろう。

参考文献

- 1) 農林水産省, 2007, 食料をめぐる国際情勢とその将来に関する分析, 24p.
- 2) 社団法人国際農林業協働協会, 2007, 平成19年度食料安定供給対策基本調査等事業第一回食料需給動向総合検討会報告書, 80p.
- 3) United States Department of Agriculture (USDA), World Agricultural Outlook Board (WASDE), 2007, World Agricultural Supply and Demand Estimates, 39p.
- 4) USDA, 2007, World Agricultural Production, 39p.
- 5) FAO, 2007, Food Outlook November 2007, 91p.
- 6) OECD-FAO, 2007, Agricultural Outlook 2007-2016, 88p.
- 7) Paul C. Westcott, 2007, Ethanol Expansion in the United States, USDA, 18p.
- 8) William Coyle, 2007, The Future of Biofuels, A Global Perspective, USDA, Amber Waves Volume 5 Issue 5, pp.24-29.
- 9) IMF, 2007, World Economic Outlook 2007 October, 275p.

(丸紅経済研究所 チーフエコノミスト)



森林・林業とバイオ燃料

—インドネシアの事例を中心に—

吉田 貴 紘^{*1}
藤 間 剛^{*2}

1. はじめに

世界的にバイオ燃料の需要が高まり、森林資源からのバイオ燃料製造の期待が高まっている。これは陸地のほぼ1/3を森林が占めることや木材が非食用であることから、量的・價格的安定性が期待できるためである。そうした中、森林のバイオマス賦存量が多いとされる熱帯アジア地域における関心が高まっている。

我々はASEAN地域、特にインドネシアを中心として木質バイオマス資源の利用の現状を調査し、今後の利用可能性を探っている。そこで本報告ではインドネシアを中心とした森林資源利用の現状、バイオ燃料政策、木質系油状作物植栽の動向を紹介する。また、後半では最近ブームとなっているナンヨウアブラギリについて紹介する。なお、関連の報告¹⁻⁵⁾についても参照いただければ幸いである。

2. ASEAN（特にインドネシア）における 木質バイオマス資源と木材生産

インドネシアはASEAN諸国の中で最も広い森林を有する（表1）⁶⁾。インドネシアの森林には乾燥林や劣化した森林も含まれるためか単位面積あたりの平均蓄積量は他のASEAN諸国に比べ大きくないものの、森林面

積が大きいことから森林蓄積量はマレーシアについて大きい（表2）。インドネシアは木材製品の生産もASEAN諸国の中で最大である（表3）⁷⁾。このように、豊富な森林資源を有するインドネシアであるが、違法伐採を含む過度の収穫利用、アブラヤシ農園の造成に代表される農地開発により、森林は急速に減少している（表1）。特に、バイオ燃料に対する需要の高まりにより、木材のさらなる収穫、大規模農園の開発等を通して、森林減少速度がさらに高まることが危惧される。

3. 木質バイオマス利用の現状

インドネシアのエネルギー統計によると2005年の一次エネルギー消費（バイオマス直接利用を含む）は石油換算8億バレルで、うちバイオマスは35%程度を占めている。首都ジャカルタなど大都市圏は化石資源に強く依存しているので、地方でのバイオマス依存度が高いことが予想できる。例外はあるものの、地方では木質バイオマス資源のほとんどが薪炭燃料用、マテリアル用として利用されており、利用可能な余地は低いと考えられる。以下、木質バイオマスの発生源別（ここでは林地残材、製材残材、建設発生木材の3タイプに分類）ごとの現状を述べる。

林地残材はわが国ではその利用率が低く有望な木質バイオマスとして期待されているが、

YOSHIDA Takahiro and TOMA Takeshi : Prospect of Forest, Forestry and Biofuel - A Case Study in Indonesia.

表1 ASEAN 諸国の森林面積とその変化

	森林面積 (1000ha)			平均森林面積変化速度、率			
	1990	2000	2005	1990-2000		2000-2005	
				(1000 ha yr ⁻¹)	%	(1000 ha yr ⁻¹)	%
ブルネイ	313	288	278	-2	-0.8	-2	-0.7
カンボジア	12,946	11,541	10,447	-140	-1.1	-219	-2
インドネシア	116,567	97,852	88,495	-1,872	-1.7	-1,872	-2
ラオス	17,314	16,532	16,142	-78	-0.5	-78	-0.5
マレーシア	22,376	21,591	20,890	-78	-0.4	-140	-0.7
ミャンマー	39,129	34,554	32,222	-466	-1.3	-466	-1.4
フィリピン	10,574	7,949	7,162	-262	-2.8	-157	-2.1
シンガポール	2	2	2	0	0	0	0
タイ	15,965	14,814	14,520	-115	-0.7	-59	-0.4
ベトナム	9,363	11,725	12,931	236	2.3	241	2

出展:FRA2005⁶⁾

表2 2004年現在のASEAN 諸国の森林蓄積量

	単位面積あたり 蓄積量(m ³ ha ⁻¹)	総蓄積量 (100 万m ³)
ブルネイ	219.4	61
カンボジア	95.5	998
インドネシア	58.9	5,216
ラオス	59.3	957
マレーシア	250.9	5,242
ミャンマー	58.9	2,740
フィリピン	174.3	1,248
シンガポール		
タイ	41.3	599
ベトナム	65.7	850

出展:FRA2005⁶⁾

表3 ASEAN 諸国の木材生産量および消費量

	燃料材 (1000m ³)	産業用丸太 (1000m ³)	製材 (1000m ³)	木質パネル (1000m ³)	製紙用パルプ (1000t)
ブルネイ	12	217	90	0	0
カンボジア	9,386	125	4	45	0
インドネシア	76,564	32,497	4,330	5,393	5,587
ラオス	5,928	392	182	13	0
マレーシア	3,119	22,000	5,598	6,963	124
ミャンマー	37,560	4,196	1,056	118	15
フィリピン	13,070	2,975	339	777	212
シンガポール	0	0	25	355	0
タイ	19,985	8,700	288	1,565	990
ベトナム	21,250	5,237	2,900	117	710

出展:State of the World Forests 2007⁷⁾

ジャワ島で幾つか見た植林地では、林地残材は地域住民の貴重な燃料としてほとんど利用されていた。ジョグジャカルタ近郊の施業地では、直径 10cm 以下の枝条など林地に残されるが、先を争う様に地域住民に持って行かれるという。スマトラ島にある大規模なアカシアの産業植林地（年間生産量 200 万 m³）では ha あたり 200m³ 程度のパルプ用材を生産している。こうした植林地では林地残材は林内に放置され、仮に用材比 5% とすれば年間 10 万 m³ 程度の収集が見込める。しかし、林地残材が用材に比べてかさ高い上に（＝密度が低い）、収集地から消費地まで数十 km も離れているため、輸送に要するコストは当然大きくなると予想できる。このような林地残材を利活用するためには、減容化による高密度輸送、高付加価値を与える加工・利用方法の開発が必要である。仮にこれをエタノールに変換できれば、約 3 万klの生産が可能となる。

製材残材は、製材工場や合板工場で発生されるおが屑や端材等であるが、やはり燃料利用されている。例えばジョグジャカルタ近郊ではおが屑、背板とも有価で取引されている。おが屑は屋台や食品加工業者での燃料、背板はレンガ工場での燃料に使われている。しかし、住民の収集範囲が狭いせいか、地域によっては未利用分も存在する。ボゴール郊外の製材工場群では背板は有価で取引（ただし、地域住民には無償提供）される一方、おが屑は地域住民へ提供（燃料、キノコ栽培用）しても捌ききれない状況で、余剰分は工場内で焼却処分されており、利用可能な余地もみられた。

合板工場における残材は他の木材製品の原料や工場内熱供給燃料として貴重な資源である。カリマンタン島の工場（合板生産 1 万 2000 m³/月）では日本製のボイラー・発電設備

（2500kW）が導入され熱電併給も実施されている。また、マテリアル利用の面では、既に合板工場では端材の一部をブロックボードの原料として利用されている他、ジャワ島中部では繊維板工場が建設中である。

建設発生木材については、その量は統計を入手できなかったのが不明であるが、ジョグジャカルタで調査した限りでは、大部分は建築用材としてリサイクルされているようであった。

したがって、小規模製材工場のおが屑の収集利用を除くと、インドネシアでは木質バイオマスを燃料として利用できる余地は小さいと考えられる。したがって、現状で量的に有望なのは、木質系油状作物（アブラヤシ、ナンヨウアブラギリ）等の残渣と考えられる。

4. 木質系油状作物への期待

インドネシアでは2006年1月にバイオ燃料推進の大統領令が出され、2025年にまでに一次エネルギー供給（バイオマス直接利用分を除く）の5%を賄う計画でバイオ燃料導入が進められている。図1に2010年におけるバイオ液体燃料（バイオエタノール、バイオディーゼル）の供給計画を示す⁸⁾。用途には輸送用、電力用、灯油代替利用の3形態がある。エタノール原料はサトウキビからの糖蜜、デンプン系のキャッサバなどの草本系作物が主となり、バイオディーゼル（BDF）原料は、パーム油、ジャトロファ（ナンヨウアブラギリ）油など木質系作物からが主となっている。図からはバイオディーゼルの寄与が大きいことがわかる。

表4にインドネシアにおけるアブラヤシの作付面積および生産量の推移を示す⁹⁾。作付面積は1990年から2000年までに約3倍、

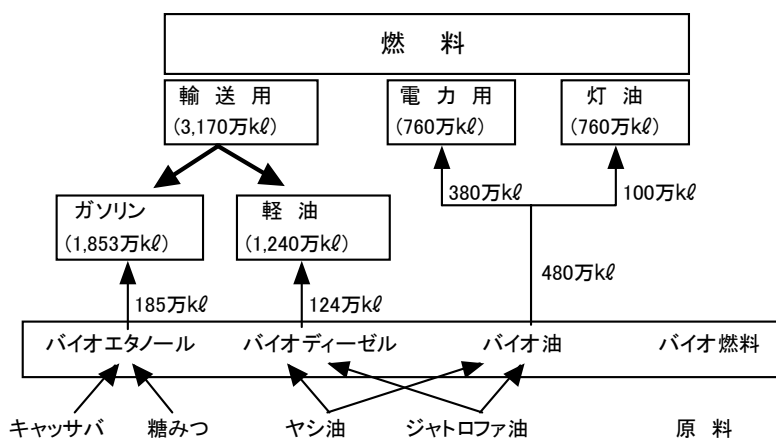


図1 インドネシアにおける2010年のバイオ燃料供給計画⁸⁾

2000-2006年からは1.5倍に増加している。前者の増加は食用向けとしての増加と思われるが、後者の増加はこれに加えてバイオ燃料需要を見込んだ増加も考えられる。しかし、過度の農園開発が森林面積減少(表1)の一因と考えられる他、カリマンタン島マレーシアとの国境付近では大規模なアブラヤシ植栽計画があり、森林の生物多様性、多面的機能の確保の面から問題視されている。また、パーム油は食用との競合があり、量的にも価格的にも安定生産できるかが疑問である。そうした中、ジャトロファ油の原料となるナンヨウアブラギリは、食用との競合がなく荒廃地に作付けできるため、新しい燃料源として期待されている。ナンヨウアブラギリについては後述する。

木質系油状作物からの油脂は果実あるいは種子を圧搾することで得られるが、この加工で大量の残渣が発生する。表5にアブラヤシ残渣の量を示す。このうち果実繊維のすべてと果実核殻の一部はパーム油加工時の熱源として利用されている。しかし、その他の部分はほとんどが未利用であり、新たな用途が期待されている。マレーシア・サバ州では空果房

(EFB)を燃料とした発電施設が(1万4000kW)が稼働し、電力利用が図られている。また、インドネシアではEFBと石炭との混焼発電の計画がある。残渣としての幹は寿命(約30年)に達したアブラヤシが伐倒されて発生する。マレーシアでは、幹は一部合板用に利用されている例があるが、ほとんどは植栽地に放置されている。

バイオエタノール源が食料と競合する草本系作物であるため、幹やEFBからのエタノール製造が期待される。表5において両国から発生するEFB、幹を合計すると約2000万tとなり、理論上のエタノール収率は540万kℓに達する。わが国においても森林総研、国際農林水産業研究センターなどの研究機関でアブラヤシ残渣からのエタノール変換製造研究が行われており、森、田中らは、アブラヤシ幹中の水分に糖分やデンプンが多いことに着目し、幹の絞り汁からのエタノール製造を試みている¹⁰⁾。また、森林総研ではアルカリ処理法による木材からのエタノール化製造技術開発を進めている¹¹⁾。今後こうした研究の進展が大きく期待される。

表4 インドネシアにおけるアブラヤシ作付面積、パーム油生産量の推移⁸⁾

年	作付面積 (1,000ha)	パーム油生産量 (1,000kl)
1980	290	721
1990	1,127	2,413
2000	4,158	7,001
2006	6,075	16,000

表5 アブラヤシ残渣の量⁹⁾

	単位:1,000t(乾燥ベース)	
	マレーシア	インドネシア
空果房(EFB)	4,713	3,455
幹	6,872	5,038
葉柄	32,930	24,144
果実繊維	4,956	3,634
果実核殻	3,345	2,452

5. ナンヨウアブラギリ植栽計画

ナンヨウアブラギリ (*Jatropha curcas*) は熱帯アメリカを原産とするトウダイグサ科の落葉低木で、熱帯地域において垣根用として植えられてきた。その主な特徴として (1) 乾燥、やせた土地でもよく育つ、(2) 約半年の生長で果実・種子 (写真1) を収穫可能 (油は種を圧搾して得る。種子収量は土壌にもよるが大体 2-4t/ha、油収量は種子基準で 30-50%)、(3) 油は毒性なので食料との競合がない、などがある。



写真1 ナンヨウアブラギリの果実と種子

インドネシアでは荒廃地を対象にナンヨウアブラギリの植栽を進めている。インドネシアには 2000 万 ha の荒廃地があるとされ、人民福祉省は当面約 400 万 ha を目標に植栽を実施している。BDF 生産に関しては、科学技術応用庁 (BPPT) 所轄のエネルギー技術開発センターに 1t/日のテストプラントを設置して生産実験を繰り返している他、5000t/年規模

の実証プラントをほぼ完成させている。BDF は軽油に混合して自動車燃料として利用する計画で、その混合率は 2010 年までに 10%、2025 年までに 20% となっている。しかし、ナンヨウアブラギリは成長が早いため、これほど広大な植栽計画とこれに見合ったプラント建設が計画通りに進むのか疑問である。

こうした中、既に実行へ移している企業がある。東カリマンタン州にある露天掘り炭鉱では、採炭後の埋め戻し地にナンヨウアブラギリを植栽し、ナンヨウアブラギリ油からの BDF を車両燃料として活用している。インドネシアの露天掘り炭鉱では、石炭採掘後は表土の埋め戻し・再緑化が義務づけられている。インドネシアには 100 万 ha の石炭鉱区があり、今後 70 万 ha の緑化が必要とされている。緑化方法として天然林に戻すことは不可能なので、アカシアマンギウム、ファルカタなどの早生樹を植栽してきた。露天掘り跡地に植えられた森林は転換林と定義され、樹木以外の商業作物 (アブラヤシなど) を植えることも可能である。そこでインドネシア東カリマンタン州の炭鉱 (年間約 1250 万 t 生産) では、ナンヨウアブラギリを新たな緑化樹種として採用して 2006 年より植栽試験を行っている。植え付けは、種の直播き、苗、直接差し木の 3 通りで実施され、約 3300 本/ha で行われて

いる。植栽の様子を写真2に示す。土地の侵食防止、養分補給のためカバー作物を植えている。現在の植栽面積は 62ha で、2009年の目標面積は 400ha である。植栽コストは苗の代金以外の分はアカシアマンガウム再緑化の場合とほぼ同様と試算している。これは再植林のための人員および石炭運搬ルートを活用するために新たな人件費や収集路建設が不要であることによる。また、構内に BDF 製造プラント（最大 3500ℓ/日）を設置し、得られた BDF を軽油に 10%混合して管理用車両の燃料として使用している（写真3）。将来的には採炭機械燃料としても利用し、総軽油消費量の2割程度をBDFに代替する計画である。搾油後の種子残渣はコンポスト化され、植栽時の肥料として用いられている。また、育苗は自社で行っているが、一部は地域住民に委託して地域振興の可能性を探っている。

種子残渣の利用法として、肥料の他に炭化して固形燃料としての利用法が検討されている。その他の用途としてタイの国立金属材料技術研究所ではペレット化¹²⁾、ボゴール農科大学ではブリケット化が検討されている。ペレット、ブリケット化は先に述べた地域に散在する未利用製材残渣の有効な利活用方法としても期待できる。

ナンヨウアブラギリは他の ASEAN 諸国、インド、ネパール、中国でも利用の検討が進められている。ナンヨウアブラギリ油はパーム油に比べ不飽和分が多く、低温での流動性に優れており、今後先進国向けの BDF として貴重な外貨獲得源になる可能性がある。先に開催された第3回、第4回バイオマスアジア・ワークショップ¹³⁾でもナンヨウアブラギリに対する関心が非常に高かった。



写真2 ナンヨウアブラギリ植栽地



写真3 炭鉱構内パトロール車両での BDF 利用
（軽油に 10%添加）

6. おわりに

インドネシアにおいては、バイオ燃料源として木質バイオマスに過度の期待をすることはできないのが現状である。これまで調査した限りでは木質バイオマスは人の手の届く範囲で概ね利用されていた。今後、石油の逼迫を受けて木質バイオマスの依存は強まることも予想される。その一方、木質系油状作物残渣には未利用部分が残されているため、これらをバイオ燃料として如何に高効率変換・利用するかが鍵であると考えられる。

最後に本情報収集にあたり、ガジャマダ大学 Sri Nugroho Marsoem 教授、双日（株）牧野英一郎氏、ボゴール農科大学 Erliza Hambali

教授、Efi Yulianti Yovi 博士、科学技術応用庁エネルギー技術開発センターFazul Ishom 氏、ボルネオ大学有菌健史氏はじめ多くの方々からのご協力、ご助言を賜った。また、本原稿の執筆にあたり、森林総合研究所山本幸一氏、今富裕樹氏、外崎真理雄氏、田中良明氏より有益なご助言を賜った。ここに深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 吉田貴紘ら 2006, インドネシアにおける木質バイオマス事情, 木材工業, 61, 404-407
- 2) 鈴木秀典ら 2006, インドネシアジャワ島における木質バイオマス利用の現状, 熱帯林業, No.67, 44-50
- 3) 吉田貴紘 2006, インドネシアにおける木質バイオマス利用について, 木材情報, 第 187 号, 2006 年 12 月号, 1-4
- 4) 吉田貴紘ら 2006, ナンヨウアブラギリ (*Jatropha curcas*) の特徴とインドネシア・露天掘り炭鉱への活用, 熱帯林業, No.67, 51-58
- 5) 山本幸一ら 2007, アセアン諸国における木質バイオマスの利活用, 日本エネルギー学会誌, 86, 375-379
- 6) FAO 2006, Global Forest Resources Assessment 2005.
- 7) FAO 2007, State of the World's Forests 2007. FAO, Rome, Italy
- 8) Soni Solistia Wirawan 2007, Energy Generation Opportunities from Palm Oil Mills in Indonesia, the 4th Biomass-Asia Workshop, Shar Alam, Malaysia
- 9) Yoshida, T. et al. 2005, Feasibility studies on woody biomass utilization in Malaysia and Indonesia, International Conference on Coal Science and Technology, Okinawa, Japan
- 10) 森隆, 田中良平ら 2007, オイルパーム幹からのエタノール及び乳酸の生産, 第 16 回日本エネルギー学会講演要旨集, p196-197
- 11) 野尻昌信ら 2008, アルカリ処理した木質系バイオマスを用いた糖化酵素生産, 日本エネルギー学会誌, 87, 68-71
- 12) Chatrchai Chandenduang et al. 2007, Solid Fuel Press Machine for Wasted *Jatropha* Seeds, the 4th Biomass-Asia Workshop, Shar Alam, Malaysia
- 13) <http://www.biomass-asia-workshop.jp/index.html>

*1 (独)森林総合研究所 加工技術研究領域
*2 (独)森林総合研究所 国際連携推進拠点



アフリカの農村開発

—ミレニアム・ビレッジ・プロジェクトの功罪と わが国による協力の可能性—

木村 聖*
軸丸 優子*
西川 芳昭**

はじめに

サハラ以南アフリカを中心とするアフリカ諸国は、世界の貧困地域と比べても、特に深刻な貧困状態にあるといわれている。国連開発計画 (United Nations Development Program : UNDP) の2006年度人間開発報告によると、世界で人間開発指数 (Human Development Index : HDI) の値が最も低い31カ国のうち28カ国がサハラ以南アフリカに属している [UNDP: 2006]。また、アフリカに住む40%以上の人々が1日1ドル以下の生活を強いられており、50%以上の人々がコレラ、下痢等の水に関する病に感染している。さらに、サハラ以南アフリカでは、マラリアによって30秒に1人の子供が死亡し、16人中1人の妊婦が出産時に死亡している。

このようなアフリカ諸国の貧困状況を改善するため、2004年ミレニアム・ビレッジ・プロジェクト (Millennium Village Project : MVP) が始められ、その成果は国際協力関係者だけ

ではなく、一般の経済紙などにも紹介され注目を浴びている⁽¹⁾。わが国も、プロジェクト実施に財政的貢献を行うとともに、日本企業が資材の提供も行って積極的に参画している。一方で同プロジェクトに対しては、従来からのギャップアプローチの延長であり、人間開発や地方分権化という開発政策の枠組みの中での広範な適用可能性に対する疑問を提起されている。そこで本稿では、MVPの経緯、概要を既出の報告書等の文献に加え、木村が2007年9月にケニアの Sauri (サウリ) で実施した聞き取り調査から得られた情報を基に現状の分析を行う。わが国がアフリカ農村の貧困削減対策として積極的に導入を図っている一村一品運動との関係も検討する。

MVPの概要

MVPは保健衛生、食糧生産、教育、清浄な水へのアクセス、基本的なインフラストラクチャの整備への投資を通じて、2015年までに貧しい村落における極度の貧困を解消し、自主的に発展する能力を備えた村落を形成する

KIMURA Sei, JIKUMARU Yuko and NISHIKAWA Yoshiaki : Rural Development in Africa —A Case Study of Millennium Village Project and Japan's Possible Cooperation—

(1) 例えば、朝日新聞 2007年12月9日朝刊「変わるアフリカ貧困撲滅への闘い」など。

ことを目標として、アフリカの各地で実施されているプロジェクトである。また、最終目標としては、同プロジェクトの実施によるミレニアム開発目標の達成を掲げており、それを達成するために、以下の八つの活動を行うとしている。

- (1) 食糧生産の増加、栄養価の高い食糧の普及によって村落における飢餓と栄養失調を解消する。特に、妊娠・授乳期の女性と2歳未満の幼児の栄養状態を改善する。
- (2) 住民の生活改善、農業およびその他の活動を通じた所得向上により極度の貧困から脱却する。
- (3) 男女児童の初等学校への完全就学率を実現し、さらに学校における男女間格差を縮小する。
- (4) 女性の健康改善と児童・妊産婦の死亡率の抜本的な低下を重視した医療サービスへのアクセスを改善する。
- (5) HIV/エイズ、マラリア、結核ならびにその他の主要疾病の感染率を低下させ、抗レトロウイルス剤等の基幹薬品の入手を改善する。
- (6) 環境資源の活用のために「持続可能な開発」の原則を村落開発プログラムに導入する。
- (7) 家庭、学校、医療機関における清浄な水および衛星サービスへのアクセスを改善する。
- (8) インターネットや携帯電話へのアクセス等の通信技術の導入によりデジタルデバイドを解消する。

実質的なプロジェクトの実施期間は、2006年から2011年の5年間とされているが、試験的な実施が始められたのは2004年からである。プロジェクトのパイロット地域としては、多様な農業生態系を備えていること、良く統治され安定した国における貧しい地域であること、NGO や国際機関が問題なく働ける地域である

ことを基準に、12の村が選定された。MVPは2004年にケニアの Sauri、2005年はエチオピアの Koraro (コラロ)、その後新たにケニア、ガーナ、マラウイ、マリ、ナイジェリア、ルワンダ、セネガル、タンザニア、ウガンダの10村が加わり、Millennium Village Type 1(MV1)と呼ばれる12村において試験的に実施され始めた。2006年には、パイロット地域に加えて、新たに Millennium Village Type 2(MV2)と呼ばれる66村でプロジェクトが実施されるようになり、将来的には2009年までに1000村、最終的に5000村以上の村で実施される予定である⁽²⁾。なお、MV2での1年目の活動は、コミュニティ・レベルでミレニアム開発目標を達成するためにコミュニティと政府の関係を改善することを目標とし、前述の八つの活動の中でも特に、食料の安全保障(種子と肥料の配布)、保健(基礎医療サービスの提供とマラリアを防止するための防虫蚊帳の供給)、水と衛生(清浄な水を確保できる場の提供)、教育(子供に対する教育の機会の提供)に焦点を当てた活動となった。



写真1 コミュニティ・ヘルス・センター全景
(撮影：木村)

⁽²⁾ この数は上述の MV1、MV2 に加え、開発途上国政府自身が同プロジェクトを参考として主体となって実施している Millennium Village Type 3(MV3)を加えた総数である。

MVPの主なアクターは、コミュニティ、UN Millennium Project（国連ミレニアム・プロジェクト）、コロンビア大学のThe Earth Institute（アース・インスティテュート）、UNDP、Millennium Promise（ミレニアム・プロミス）であり⁽³⁾、コミュニティは、これら関係諸機関の連携による金銭的、技術的な援助の下で主体的に活動している⁽⁴⁾。各関係機関の役割としては、国連ミレニアム・プロジェクトがプロジェクトを立案し、アース・インスティテュートが、主にコミュニティに対する技術的なアドバイスやプロジェクトの遂行を担っている。また、UNDPは主に必需品の調達、人材の確保、資金管理に関与しており、ミレニアム・プロミスは、資金調達とプロジェクトの実施、拡大の役割を担っている。

資金調達はドナー、地方・中央政府、NGOなどの関係組織、村民の協力によって行われる。1村当たりのプロジェクト年間総費用は60万ドルで、うち25万ドルをドナーが提供

し、30万ドルを地方・中央政府が50%、NGOなどの関係組織が33%、村民が17%の割合で負担している⁽⁵⁾。残りの5万ドルは、主にプロジェクトの実施・モニタリング・評価などプロジェクトの運営費として使用されるが、誰によって負担される費用であるかは明確にされていない。ドナーとしては、日本政府が2005年から2006年にかけて、人間の安全保障基金を通して約900万ドルの支援を行っており、それらはMV1においてプロジェクトを遂行するために使用された⁽⁶⁾。また、ミレニアム・プロミスは5年間で6400万ドルの支援を行うとしており、それらはMV2における活動に使用されている。さらに、個人や政府関係者のドナーによる国家レベルのプロジェクト

⁽³⁾ アース・インスティテュートは、科学技術の進歩による地球上のあらゆる問題の解決に取り組む研究所であり、これまでに様々な先駆的なプロジェクトを支援してきた。国連ミレニアム・プロジェクトは、ミレニアム開発目標の達成に必要な政策・制度改革、資金量・資金調達方法等とその戦略を算定・評価する国連事務総長の独立諮問機関である。ミレニアム・プロミスは、ミレニアム開発目標を達成するためのNPO団体である。これら全ての機関において、Jeffrey Sachs（ジェフリー・サックス）が代表を務めている。

⁽⁴⁾ MVPが支援する個々の活動については、各コミュニティのニーズに基づいた自主的な活動を支援する形式をとっている。ケニアのSauriにあるBar Sauri（パール・サウリ）小学校で実施されているSchool Feeding Program（給食制度）を例にとると、2000年の開始当時は資金的な制約のため7・8年生のみ（ケニアの初等教育は8年間）を対象としていたが、MVPの支援を受けた2004年以降は、併設する幼稚園児200人を含めた750人全員を対象とした活動に拡張されている。

⁽⁵⁾ Sauriで実施されている給食制度の例では、児童1人当たり年間24kgのトウモロコシと14kgの豆を提供しなければならないが、それぞれ6kgのトウモロコシと2kgの豆をMVPからの援助によって得ている。その援助を除いた物的負担を費用に換算した上で、その他の活動と合計したものの平均が17%の自己負担として表現されている。

⁽⁶⁾ 外務省によると、人間の安全保障基金とは、「現在の国際社会が直面する貧困・環境破壊・紛争・地雷・難民問題・麻薬・HIV/エイズを含む感染症など、多様な脅威に取り組む国連関係国際機関の活動の中に人間の安全保障の考え方を反映させ、実際に人間の生存・生活・尊厳を確保していくこと」を目的とし、1999年国連に設置された基金である。基金設立時、日本政府は約5億円を拠出し、その後、2006年までに累計約335億円を拠出した。具体的には「人間一人一人に焦点を当て、上記のような脅威から人々を保護するとともに、脅威に対処できるような人々の能力強化を図るプロジェクト」の支援を通して、目的の達成を目指すものとしている。また、支援金の額については、UNDPの2006年度報告書によると900万ドルとされているが、UNDPの東京事務所によると890万ドル、外務省によると917万9164ドルとされているため（「支援を行うことを決定した」と書かれていたため、この金額はあくまで計画段階のものである可能性がある）、本文には約900万ドルと記載している[外務省：2007、UNDP：2006、UNDP東京事務所（2007/08/22 アクセス）]。

トへの直接的な寄付も行われている。その例として、2006年、住友化学が八つの村に対してマラリア防止用の蚊帳を寄付したことが挙げられる。

現在、報告されているプロジェクトの成果として、例えばケニアの Sauri では、2005年時点で前年に比べ食糧の生産量が3.5倍に増加し、マラリアの感染率が低下し、全ての子供に対する給食の配給が実現されつつあると報告されている。



写真2 プロジェクトの一つとして作られたため池（撮影：木村）

このような成果を受け、現在 MVP は、ミレニアム開発目標の達成に向けてアフリカ各国へと拡大されようとしており、そのために四つの目標を掲げている。第1に、District 全土に渡って、またはその中でも特に重要な地域において、MV1での教訓を生かし包括的な村落レベルでの活動を行うこと、第2に、District レベルでミレニアム開発目標を達成するための活動をどのように調整、実施し、資金を調達するか、また、それらの活動を支援するためにどのような国家体系が必要であるかを理解し明確にすること、第3に、District レベルで必要とされる活動、また、活動の結果として発生する規模の経済からの利益の実

態を理解すること、第4に、実践的で結果重視、監視・観測される活動によってドナーを引き付けることである。前述のように、同プロジェクトは最終的に、アフリカ全土5000以上の村落で実施される予定である。

今後の課題として UNDP は、2006年の報告書で、UNDPにとって一つのプロジェクトをいくつもの国で同時に実施するケースは初めてであり、UNDPと各関係機関との連携を強化する努力をしていかなければならないと述べている[UNDP:2006]。特に、ミレニアム・プロミスのようにドナーとしてだけでなく、プロジェクトの実施機関としての役割を担う機関と UNDP との連携は初めてであり、制度上さまざまな問題が発生している。今後、プロジェクトを拡大していくに当たって、これらの関係諸機関内の調整が不可欠となっていくだろう。また、アース・インスティテュートは MVP の持続可能性に関して次のように述べている。農業の生産性を向上し、高収益作物に手を広げ、農閑期の雇用を促進すれば村の収入が向上する。その結果、経済成長が促進されるとともに貧困が軽減され、コミュニティのミレニアム開発目標達成のための活動に対する投資が増加する。したがって、将来的にコミュニティはドナーの資金に頼らず持続的にプロジェクトの運営を行うことができるようになる [The Earth Institute (2007/08/22 アクセス)]。

しかし、このような外部からのインプットに頼った開発のあり方は、資金面での持続性を議論する以前に、MVP が標榜するボトムアップ・アプローチに矛盾するものであり、その持続可能性に疑問を持たざるを得ない。MVP に対する評価については、以下の節で詳しく見ていきたい。

MVPに対する評価と わが国による協力の可能性

本節では、MVPに対する外部評価の一例を概括した後、日本の経験との比較からわが国による協力の可能性を探る。

イギリスの開発シンクタンクである Overseas Development Institute (ODI) は、MVP に対して以下のように非常に懐疑的な見解を抱いている。MVP は、貧困層の大半が位置する農村部への投入が不足しているということに注目を集めている点においては有益であるとしているが、詳細な計画に支えられているにもかかわらず、ボトム・アップであることを標榜しているように、理論としての多くの矛盾点を抱えているという。計画を実施する際の「キャンペーン」アプローチ⁽⁷⁾に関しても、パイロット・スケールでは容易に機能するものの、より長期的かつ大規模なものになればなるほど市場、経済・社会・環境などに関する様々な政策に対する優先順位付け、そして集中投下的な援助と連動する必要が大きくなるとしている。また、どのような規模であろうと一括実施を基本とした「ビッグ・プッシュ」戦略⁽⁸⁾は、地域間の相互補完性

を活かし、地方行政の対処し得る範囲内で入念に整理された戦略へと置き換えられなければならないとする。さらに、Integrated Rural Development (IRD) や SG2000 (笹川グローバル 2000)⁽⁹⁾といった、過去の多くの農村開発戦略が明らかにしてきたように、新たなものを広範かつ持続的に導入する際には、農業技術のように地域特性に適応した形での導入が望ましく、「ビッグ・プッシュ」戦略は不相当であるとしている⁽¹⁰⁾。New Partnership for African's Development (NEPAD) における the Comprehensive African Agriculture Development Program (CAADP)⁽¹¹⁾のようなアフリカのオーナーシップが確立されたより大きな開発戦略

要な分野において集中的に取り組む必要があるとする戦略[The Commission for Africa 2005]のことで、ミレニアム開発目標の達成のための複合的なプロジェクトである MVP は、「ビッグ・プッシュ」戦略とみなすことができる。

⁽⁹⁾ 近代的な農業技術の普及を通じて主食作物の増産を実現し、アフリカの食糧問題をアフリカ自身で解決できるようにすることを目的としたプログラム。1986年にガーナとスーダンで始まり、次いでタンザニア、ベナン、トーゴ、ナイジェリア、エチオピア、モザンビークと続き、ブルキナファソ、エリトリア、ギニア、マリ、ウガンダ、マラウイにも事業が拡大している [笹川アフリカ協会 (SAA) ウェブサイト <<http://www.saa-tokyo.org/>> (2007/10/12 アクセス)]。

⁽¹⁰⁾ William Easterly (ウィリアム・イースタリー) は、MVP のコンセプトは 1970 年代から提唱されてきた IRD と似通っているとし、貧困の終焉とはこのような外からの援助ではなく内からの政治・経済の改革によって実現されると主張する [Los Angeles Times 2006]。

⁽¹¹⁾ 2002 年にローマで開かれたアフリカ閣僚会議で最終承認された計画であり、下記の四つの点を基本的な政策の柱と位置づけている。①持続可能な土地管理の実施地域の拡大、②農村部インフラストラクチャの改善、③食料供給量の増加、④食料安全保障の向上を目的とする農業資源および農業技術の利用促進 [(特活) TICAD 市民社会フォーラムウェブ サイト <<http://www.ticad-csf.net/index.htm>> (2007/10/12 アクセス)]。

⁽⁷⁾ ここでいうキャンペーンとは、軍事上使われる用語を転用していると考えられ、英語本来の意味では特定の目的を達成するために特定の地域で行われる (周到に用意された) 一連の (軍事的) 活動 (投入) の全体を指している。この場合、当然のこととして、キャンペーンの相手方の受容能力や参加は問われない。また、このようなアプローチはあくまでも、特定の目的、地域に限定して適用されるものであることから、MVP に対して批判的意味でキャンペーンアプローチであるとの評価報告では説明されていると考えられる。したがって、わが国の一村一品運動を英文で紹介するときにキャンペーンという言葉を使うことは差し控えるべきであろう。

⁽⁸⁾ 貧困問題のように相互に絡み合った諸問題を解決するためには、部分的、限定的ではなく、全ての重

に MVP が到達する見通しは不透明なままであるとしている。より具体的には、政府の貧困削減戦略 (Poverty Reduction Strategy) との整合性の向上やオーナーシップの強化が提言されている [Cabral et al. 2006]。

上記のような批判的見解を踏まえた上で、わが国の経験との比較から可能となる独自の協力の可能性を探る上で真っ先に想起されるのは、大分県を発祥とする一村一品運動であろう⁽¹²⁾。一般に一村一品運動は、通産官僚から大分県知事となった平松氏が提唱したといわれており、氏自身もそのように述べている。一村一品運動は、その前夜、大分県下の各地で胎動していたこれらのムラおこし活動の高まりと無縁ではない。むしろ、これらの活動に光があてられ、一村一品運動のトップランナーだと位置づけられ、励まされて、活動に弾みがついていった。さらに先発のムラおこし活動に続く新たなモノづくり活動も続々と出現し、「一村一品運動」として全県的に組織化されていった。通産省の審議官から大分県に戻った平松氏は副知事時代に県内をくまなく歩き、大山町や湯布院町の行政に背を向けたともいわれるような地域おこしの現場の人々と直接の対話をして、一村一品運動の芽生えを見つけ出してきた。すなわち、もともとは行政や政策とはまったく別の次いで動いていた住民たちの運動に、政治家を目標とした官僚が気づいたことに原点があると考えられる [JAICAF:2007]。

このように始められた一村一品運動は、地域住民が自助、自立の精神で、自らの発想に

基づいて主体的に行動し、住民総参加の下に活力ある地域づくりと、人口の地方定住を推進しようとしたものであった。具体的には、地域の特性や資源を十分に活用しながら、工夫を凝らして、それぞれの地域の顔となる特色ある産品や文化を国内はもとより世界に通用するものとして育て上げる運動である。なんでもいいから世界に売れる産品を作り出すことだけが目的ではないし、たった一つの特定の産品に地域が依存することでもなかった [JAICAF2007]。

このような特徴を持つ一村一品運動を通じてわが国が協力する可能性の一つとしては、MVPにおける批判の対象となった「キャンペーン」アプローチに対して、一村一品運動の特徴である、「自慢できる価値ある地域資源を見つけ、加工・販売・マーケティングなどを通じてその価値を高めていくプロセス」[松井 2006:10] を重視し、直接的な外部投入によってではなく、「初めに地域の人々自らの発想と自助努力があり、それを行政が支援する」[松井 2006:10] ことによって、より持続的かつ広範囲にわたるものへとスケール・アップすることが考えられる。この地域からの発想を重視する姿勢は MVP 自身も有しているが、そこに大分県の一村一品運動が持っていた地域住民と行政との連携のメカニズムを具体例を通じて紹介することによって、上に挙げられた「キャンペーン」アプローチの問題点を克服することは可能であろう。

おわりに

本稿の目的は一村一品運動の宣伝をすることでもなく、もちろん MVP の批判をすることでもない。しかしながら、わが国が農業・農村開発の協力を貧困削減の有力な手段とし

⁽¹²⁾ 一村一品運動についての多角的分析とその開発途上国への適用について論じたものに、松井・山神編[2006]がある。

て実施していく場合に、関係者が他のドナーが行っている援助の思想や手法と、わが国の持つ思想や手法の相違点を整理することは不可欠であろう。それらの情報を基に、アフリカのステークホルダーとともに新たな知識を創造していくことによって、わが国の地域おこしを行ってきたリーダーたちのスピリットがアフリカの農業・農村開発に活かされることが期待される。

謝辞：本稿の執筆にあたって、木村が実施した現地調査の際に国際協力機構（JICA）ケニア事務所から協力を頂いた。狩野良昭所長（当時）をはじめ、所員の方々ならびに専門家の方々に感謝したい。なお、本稿に記載されている内容は筆者らの見解であり、所属する機関を代表するものではない。

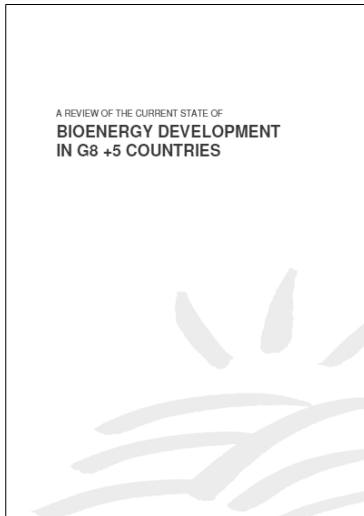
参考文献

- 1) Cabral, L., Farrington, J. and Ludi, E. (2006) The Millennium Villages Project - a new approach to ending rural poverty in Africa?, Natural Resource Perspectives, 101, ODI, London.
 - 2) Economist online (2006) The magnificent seven: How a few simple reforms can lift African villages out of poverty, April 27, 2006.
<<http://www.economist.com/>>
(2007/10/10 アクセス)
 - 3) Juliana Lara Resende (2006) It Takes a Village to Save the MDGs, Inter Press Service News Agency online, May 5, 2006.
<<http://ipsnews.net/news.asp?idnews=33140>>
(2007/10/10 アクセス)
 - 4) Los Angeles Times (2006) Foreign aid face-off — Can we end poverty with wads of cash?, Recent Los Angeles Times op-eds with opposing viewpoints, Reprinted in the Japan Times, May 15, 2006, p. 12.
<<http://www.latimes.com/>>
(2007/10/10 アクセス)
 - 5) Millennium Promise, Millennium Villages.
<<http://www.millenniumpromise.org>>
(2007/08/22 アクセス)
 - 6) The Earth Institute, the Millennium village: A New Approach to Fighting Poverty.
<<http://www.earth.columbia.edu/millenniumvillages/bg.php>> (2007/08/22 アクセス)
 - 7) UN Malawi, The Millennium Villages Scaling-Up Strategy.
<http://www.unmalawi.org/reports/m_village_scaling.pdf>
(2007/08/22 アクセス)
 - 8) UN Millennium Project (2005) Response to Queries Raised by Ms. Julie Howard at the UN ECOSOC Special Event on the Food Crisis in Africa.
 - 9) UN Millennium Project, UN Millennium Project Press Releases.
<http://mirror.undp.org/unmillenniumproject/press/gov_japan.htm>
(2007/08/22 アクセス)
 - 10) UNDP (2006) The Millennium Villages Project.
 - 11) UNDP (2006) Human Development Report 2006 — beyond scarcity: power, poverty and the global water crisis, Human Development Indicators.
 - 12) UNDP 東京事務所「日本政府による対 UNDP 拠出額の動向—アフリカにおける UNDP プロジェクトへの拠出額が急増」.
<<http://www.undp.or.jp/undpandjapan/20060428.shtml>>
(2007/08/22 アクセス)
 - 13) 外務省「人間の安全保障基金—21 世紀を人間中心の世紀とするために」.
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/press/pr/pub/pamph/pdfs/t_fund21.pdf>
(2007/10/25 アクセス)
 - 14) 社団法人国際農林業協力・交流協会 (JAICAF) (2007) 『アフリカにおける一村一品運動』調査研究叢書 No.23.
 - 15) 松井和久 (2006) 「日本の地域振興の展開と一村一品運動」(松井和久・山神進編、一村一品運動と開発途上国—日本の地域振興はどう伝えられたか—、アジア経済研究所) pp.5-18.
 - 16) 松井和久・山神進編 (2006) 『一村一品運動と開発途上国—日本の地域振興はどう伝えられたか—』アジア経済研究所.
- (国立大学法人名古屋大学大学院
国際開発研究科 *博士前期課程/**准教授)



A Review of the Current State of Bioenergy Development in G8+5 Countries

「G8+5」* におけるバイオエネルギー開発の現状



「G8+5」* が主導し FAO が事務局を務める「国際バイオエネルギーパートナーシップ (GBEP)」による報告書。バイオエネルギーは、適切に開発されれば原油高への対策となる他、途上国に新たな市場機会を提供するなど、複数の効果が期待できる一方、急激な成長は穀物の価格高騰や土地利用の変化による環境破壊など様々なリスクを伴う。しかし、持続可能なバイオエネルギー開発に必要な最新の統計・調査研究は、これまで十分とはいえなかった。本書は、世界人口の約55%を占め、世界 GDP の70%以上を生産、世界の二酸化炭素排出量(エネルギー・産業関連)の72%を占める「G8+5」諸国のエネルギー保障、気候変動、貧困削減等に関する総合的な調査研究であり、今後の世界のバイオエネルギー開発を考える上で有益な報告書である。

* 主要8ヵ国およびブラジル、中国、インド、メキシコ、南アフリカ共和国

目 次

1. 地球規模のエネルギーの観点からみたバイオエネルギー
2. 政策の概観

- 付表1 国別報告 (ブラジル、カナダ、中国、フランス、ドイツ、インド、イタリア、日本、メキシコ、ロシア、南アフリカ共和国、イギリス、米国)
- 付表2 地域別概観 (EU、NAFTA、APEC、MERCOSUR、CBI、CAFTA)
- 付表3 バイオエネルギー情報：データ源、用語、変換係数

(FAO 日本事務所)

※ この資料は、<http://www.fao.org/documents/> からダウンロードできます。

「アジア・アフリカ地域における鳥インフルエンザの現状と国際的な取組みについてのシンポジウム」



(会場風景)

農林水産省の補助事業である平成 19 年度「食料・農業協力啓発促進事業」の一環として、平成 19 年 9 月 26 日に東京都渋谷区にある国際連合大学ウ・タント国際会議場において「アジア・アフリカ地域における鳥インフルエンザの現状と国際的な取組みについてのシンポジウム」が開催されました。

近年、鳥インフルエンザは世界的に蔓延しつつあり、特に開発途上国においては家禽生産は、重要な産業の一つであるため、多大な影響を受けています。また、一部の国では、人への感染が確認されており、公衆衛生の観点からも重要な疾病として注目されています。わが国においても平成 16

年度の七十数年ぶりとなる鳥インフルエンザの感染報告以来、その対処も含めて、国民の重大な関心事となったことは記憶に新しいところです。

こうした鳥インフルエンザの蔓延を防ぐために、国際連合食糧農業機関（FAO）や国際獣疫事務局（OIE）等を通じて国際的な取組みが進められており、わが国もその一環として積極的な貢献を行なっています。今回は、アジアとアフリカにおいて鳥インフルエンザ対策の最前線に立ち、その対策に日夜東奔西走している FAO アジア・太平洋地域事務所越境性動物疾病管理緊急センター地域管理官であるローレンス・グリーンソン氏と FAO 東アフリカ地域越境性動

物疾病管理緊急センター地域管理官であるウィリアム・アマンフ氏のご兩名を招聘してアジアとアフリカにおける現状報告と対策につきご講演を頂きました。

また、パネルディスカッションでは、OIEアジア・太平洋地域代表の藤田陽偉氏に司会をお願いし、北海道大学人獣共通感染症リサーチセンター長である喜田宏教授および国立感染症研究所獣医科学部長の山田章雄氏のご参加を得てローレンス・グリーンソン氏およびウィリアム・アマンフ氏を交えた5名にてご討論をお願い致しました。さらに、パネルディスカッションに先立ち、喜田氏、山田氏および藤田氏にもそれぞれのご専門の立場から、ご講演をお願いしたところです。

シンポジウムは、日英同時通訳付きにて行なわれ、在京の大使館関係者22名、都道府県の動物衛生研究所、保健衛生所、畜産関係者および企業の食品安全・品質管理関係者ならびに畜産技術、試験研究機関関係者などの関連分野を含む一般参加者97名、中央官庁関係者27名、プレス11名、他の関係者11名の計168名の参加を得て開催されました。

パネルディスカッションは、「鳥インフルエンザの蔓延防止に向けた国際的な取組み」と題して行なわれ、各講師の講演内容に関する質問と次の3点に焦点を当てて討論が行なわれました。1点目は地球的な規模で発生している鳥インフルエンザの現状の分析と課題、2点目はこの病気への今後の対応のあり方はどうあるべきか。3点目は今後どのような国際的な貢献が求められるのか。このような点について討論が行なわれました。

結びとして、鳥インフルエンザの防疫については畜産分野の問題だけでなく、安定した食料の生産と供給という人間の食生活とのかかわりもあり、さらにこの病気が持つ人への感染、すなわち人の健康リスクとの関係があるので、今後とも専門分野の人だけでなく、幅広い分野の関係者がすべての人間生活に直接影響を及ぼす鳥インフルエンザについて引き続き考えていく必要があるとの司会者からのまとめを得て終了しました。

以上

(社団法人国際農林業協働協会

調査専門員 鈴木 陸保)

— お詫びと訂正 —

本誌第30巻第2号P2～の記事中、UNHCR（国際連合難民高等弁務官事務所）がUNCHRと表記された箇所がありました。正しくは、UNHCRです。ここに訂正し、お詫び申し上げます。

農林業技術相談室

—海外で技術協力に携わっている方のための—

ODA や NGO の業務で、熱帯などの発展途上国において、技術協力や指導に従事している時、現地でいろいろな技術問題に遭遇し、どうしたらよいか困ることがあります。JAICAF では現地で活躍しておられる皆さんのそうした質問に答えるため、農業技術相談室を設けて対応しております。

相談は無料です。ご質問に対しては、海外技術協力に経験のある技術参与が中心になって、分かりやすくお答え致します。内容によっては他の機関に回答をお願いするなどして、できるだけ皆様のご要望にお答えしたいと考えております。どうぞお気軽にご相談下さい。

相談分野

作物：一般普通作物に関する問題、例えば品種、栽培管理など
(果樹、野菜、飼料作物を含む)

土壌肥料など：土壌肥料に関する問題、例えば施肥管理、土壌保全、有機物など

病虫害：病虫害に関する問題、例えば病虫害の診断、防除(制御)など

質問宛先

国際農林業協働協会技術相談室 通常の相談は手紙または FAX でお願ひします。

〒107-0052 東京都港区赤坂 8 丁目 10 番 39 号 赤坂 KSA ビル 3F

T E L : 03-5772-7880 (代), F A X : 03-5772-7680

E-mail : info@jaicaf.or.jp

JAICAF 賛助会員への入会案内

当協会は、開発途上国などに対する農林業協力の効果的な推進に役立てるため、海外農林業協力に関する資料・情報収集、調査・研究および関係機関への協力・支援等を行う機関です。本協会の趣旨にご賛同いただける個人、法人の賛助会員としての入会をお待ちしております。

※団体統合により、2007年4月から賛助会員区分とサービス内容が変更となりました。

1. 賛助会員には、当協会刊行の資料を区分に応じてお送り致します。
また、本協会所蔵資料の利用等ができます。
2. 賛助会員の区分と会費は以下の通りです。

賛助会員の区分	賛助会費・1口
正会員（旧正会員）	50,000 円／年
法人賛助会員（旧法人賛助会員）	50,000 円／年
個人賛助会員A（A会員：旧 JAICAF 個人会員）	5,000 円／年
個人賛助会員B（B会員：旧 FAO 協会資料会員）	6,000 円／年
個人賛助会員C（C会員：新設）	10,000 円／年

※ 刊行物の海外発送をご希望の場合は一律 3,000 円増し（年間）となります。

3. サービス内容

平成 19 年度 会員向け配付刊行物等(予定)

主なサービス内容	正会員・ 法人賛助会員	個人 賛助会員 A (A 会員)	個人 賛助会員 B (B 会員)	個人 賛助会 C (C 会員)
国際農林業協力（年 4 回）	○	○	—	○
NGO と農林業協力（年 2 回）	○	○	—	○
世界の農林水産（年 4 回）	○	—	○	○
FAO Newsletter（年 12 回）	○	—	○	○
その他刊行物** （カントリーレポート、 世界食料農業白書*、 世界の食料不安の現状*）	○	—	—	—
JAICAFおよびFAO寄託図書館 の利用サービス	○	○	○	○

* インターネット web サイトに全文を掲載。

** 内容は変更されることがあります。

なお、これらの条件は変更になることがあります。

- ◎ 入会を希望される方は、裏面「入会申込書」を御利用下さい。

Eメールでも受け付けています。

e-mail : member@jaicaf.or.jp

平成 年 月 日

〔法人〕 賛助会員入会申込書 〔個人〕

社団法人 国際農林業協働協会

会長 真木秀郎 殿

住 所 〒

T E L

法 人

ふり がな
氏 名

印

社団法人国際農林業協働協会の〔法人〕 賛助会員として平成 年度より入会
いたしたいので申し込みます。

なお、賛助会費の額及び払込みは、下記のとおり希望します。

記

1. ア. 法人 イ. A会員 ウ. B会員 エ. C会員
2. 賛助会費 円
3. 払込み方法 ア. 現金 イ. 銀行振込

- (注) 1. 法人賛助会費は年間 50,000 円以上、個人賛助会費は A 会員 5,000 円、
B 会員 6,000 円、C 会員 10,000 円（海外発送分は 3,000 円増）以上です。
2. 銀行振込は次の「社団法人 国際農林業協働協会」普通預金口座をお願い
いたします。
3. ご入会される時は、必ず本申込書をご提出願います。

み ず ほ 銀 行 本 店 No. 1803822

三井住友銀行東京公務部 No. 5969

郵 便 振 替 00130-3-740735

「国際農林業協力」誌編集委員（五十音順）

池 上 彰 英	（明治大学農学部助教授）
板 垣 啓四郎	（東京農業大学国際食料情報学部教授）
勝 俣 誠	（明治学院大学国際学部教授）
紙 谷 貢	（前財団法人食料・農業政策研究センター理事長）
二 澤 安 彦	（社団法人海外林業コンサルタント協会専務理事）
西 牧 隆 壯	（独立行政法人国際協力機構農村開発部課題アドバイザー）
安 村 廣 宣	（社団法人海外農業開発コンサルタント協会専務理事）

国際農林業協力 Vol. 30 No. 3 通巻第 149 号

発行月日 平成 20 年 2 月 29 日

発行所 社団法人 国際農林業協働協会

編集・発行責任者 専務理事 佐川俊男

〒107-0052 東京都港区赤坂 8 丁目10番39号 赤坂KSAビル 3 F

TEL(03)5772-7880 FAX(03)5772-7680

ホームページアドレス <http://www.jaicaf.or.jp/>

印刷所 株式会社 創造社

International Cooperation of Agriculture and Forestry

Vol. 30, No.3

Contents

Merits and Demerits of Bioenergy

ISHIDERA Takayoshi

Special Topics: Bioenergy Production and Agriculture in Developing Countries

Production of Biodiesel —Focusing in Non-food Oil, *Jatropha curcas*—

IYAMA Kenji

The Grain Production Analysis and Influence by Biofuel Use in Developing Countries.

IMAMURA Takashi

Prospect of Forest, Forestry and Biofuel – A Case Study in Indonesia

YOSHIDA Takahiro • TOMA Takeshi

Pural Development in Africa

– A Case Study of Millennium Village Project and Japan’s Possible Cooperation –

KIMURA Sei, JIKUMARU Yuko and NISHIKAWA Yoshiaki