

修士論文

農村開発におけるモリンガ オレイフェラ (*Moringa oleifera*) の効果

The Effect of *Moringa oleifera* for Rural Development

東京大学 新領域創成科学研究科

国際協力学専攻

学籍番号 47-66878

氏名 吉武広樹

本論文は、修士（国際協力学）取得要件の一部として、2008年1月25日に提出され、同年2月5日の最終試験に合格したものであることを、証明する。

2008年2月5日

東京大学大学院 新領域創成科学研究科

環境学研究系 国際協力学専攻

主査 _____

第1章 序論.....	1
第1節 研究の背景.....	1
第2節 研究の目的.....	2
第3節 研究の方法.....	2
第4節 論文の構成.....	3
第2章 モリंगा オレイフェラ (<i>Moringa oleifera</i> Lamarck)	4
第1節 モリंगाとは.....	4
2-1-1 名前の由来	4
2-1-2 起源と地理学上の分布	4
2-1-3 外見の特徴	4
2-1-4 栽培方法.....	8
2-1-5 栄養成分と利用方法	10
第2節 各国での利用状況	12
2-2-1 インド	12
2-2-2 セネガル.....	12
2-2-3 タンザニア	13
2-2-4 マラウイ	13
2-2-5 ニジェール	13
2-2-6 ジンバブエ	13
2-2-7 ニカラグア	14
2-2-8 東南アジア	14
2-2-9 ドバイ	14
第3節 モリंगाの摂取体験	15
2-3-1 実験方法.....	15
2-3-2 実験道具.....	15
2-3-3 測定項目	15
2-3-4 実験結果.....	15
第3章 調査対象地の概要.....	17
第1節 南インド	17
3-1-1 地理と気候	17
3-1-2 インドの概要及び農業	17
第2節 マラウイ	18
3-2-1 地理と気候	18
3-2-2 マラウイの概要及び農業.....	18

3-2-3 JICA マラウイと一村一品運動	19
3-2-4 JICA によるモリンガの普及	20
第4章 聞き取り調査	21
第1節 インド調査	21
4-1-1 調査目的	21
4-1-2 調査地の位置と気候	21
4-1-3 農場の聞き取り調査	24
4-1-4 Coinbatore のモリンガ加工工場での聞き取り調査	30
4-1-5 Chennai のオフィスでの聞き取り調査	33
4-1-6 Erode の市場での聞き取り調査	33
第2節 マラウイ調査	34
4-2-1 調査目的	34
4-2-2 調査地の位置と気候	34
4-2-3 マラウイでのモリンガ栽培	36
4-2-4 農村調査	38
4-2-5 Khumbo オイル工場の調査	41
第5章 調査結果の考察	46
第1節 調査地の比較	46
5-1-1 調査地の気候の比較	46
5-1-2 モリンガの認知の比較	46
5-1-3 モリンガの植生状況の比較	46
5-1-4 栽培管理の比較	46
5-1-5 製品生産の比較	47
第2節 モリンガの普及過程	47
5-2-1 換金作物の普及過程	47
5-2-2 マラウイでモリンガが普及しない理由	49
5-2-3 イノベーションにおけるコミュニケーション	51
5-2-4 食害	52
第6章 農村におけるモリンガの効果	53
第1節 モリンガによる栄養改善	53
6-1-1 栄養失調による欠乏症	53
6-1-2 モリンガの栄養についての先行研究	55
6-1-3 単位面積当たりで収穫できる栄養素の比較	56

第2節 旱魃リスクに対する回避	57
第3節 農業経営の多角化	58
第4節 環境対策	59
第7章 結論	60
第1節 本研究の成果	60
第2節 今後の課題	60
引用文献	61
謝辞	65

第1章 序論

第1節 研究の背景

食糧農業機関 (FAO) の推計によれば、現在、世界全体で約8億人が栄養不足の状態にある(池本 2004)。また、2000年9月に国連総会で採択されたミレニアム開発目標(Millennium Development Goals)では、2015年までに1日1ドル未満で生活する人口比率を半減すると述べている。国連開発計画(UNDP)によれば、サブサハラの日1ドル以下で生活する人口の割合は、2001年の時点において46%で、32%の南アジアを大きく引き離して極めて深刻な状況である。このような貧困の状況は、様々な方法で明示されてきたが、この収入をベースにした貧困ラインは簡便な手法として広く用いられてきた。それによれば、世界で最も貧困率が高いのはサブサハラアフリカであり、このアフリカに集中する貧困の原因は、アフリカの基幹産業である小規模農業者による家族農業の停滞と危機によるものとされ、小規模農業者自身の生産力や収入機会を向上させることが求められている(高橋 1998)。

アフリカ諸国の多くは1960年代初期に独立したが、サブサハラ地域の国々では、その後の人口増加率が2.7%であったのに対し、同期間の農業生産増加は年率2%未満と低く推移した結果、穀物の自給率は1970年の81%から1980年には73%に低下し、深刻な食糧不足に陥った。サブサハラ諸国の食料需給バランスの悪化の原因については、政治的不安定や環境的要因である旱魃、不適切な土地利用による荒地化・砂漠化、土壌の低肥沃度が報告されている。近年になり、国によっては、食料需給バランスは回復の傾向にあるが、依然として高い率で人口増加が続いており、食料増産は多くの国々において政策の最優先課題の一つとなっている(AICAF 1999)。

また、世界経済のグローバル化によって、先進国や東アジア諸国に経済成長がもたらされたが、アフリカではグローバル化の恩恵を受けていない国々が多く見られる(谷口 2004)。アフリカの多くの国々がグローバル化の恩恵から見放されている要因の一つとして、アフリカ経済の中心であり、また最も重要な産業である農業の低生産性が考えられる。アフリカでは1990年代においても総人口の約70%が農業に従事していたが、その一方で農業の生産性は年々低下傾向にあり、1975年をピークにして1993年には1975年の水準の80%にまで落ち込んでいる(原島 2004)。

この低生産性の原因となっているのは、リスクの存在である。農業生産を行うにあたり、気候変動による天候不順、病虫害、投入財の不足等、農民は様々なリスクを負っている。このようなリスクの負担は低所得所や資産が少ない者にとって重くなるため、リスクの存在は開発途上国においてとりわけ深刻な問題となる。特にアフリカでは他の地域に比べ天候の問題が農業に大きな影響を及ぼしており、リスク自体が大きくなってしまふことは否めない(高根 2004)。収穫に不確実性がある場合、信用市場が不完全で十分な貯蓄がないと不作時には次期の投入量(肥料や灌漑設備等)が減少し、その量は利潤最大化レベルを

下回る可能性がある。農民がリスク回避的である場合には、生産性は高いがリスクも大きい技術の採用を控え、生産性は低いがリスクを小さい伝統的な農法といった収穫変動そのものを抑制する手段をとらざるを得ないが、多くの場合、低リスクの生産活動は高リスクの生産活動よりも収益が低く抑えられてしまう（福西 2003）。このような理由から、アフリカでは低リスクで高収量の農法、もしくは高リスクを取れるリスクヘッジの手法が必要となると考えられる。

第2節 研究の目的

本研究では、マルチパーパス・ツリーである熱帯早生樹のモリンガ オレイフェラ (*Moringa oleifera*) を植林し利用することによって農村開発にどのような効果が得られるのかを明らかにしていく。

このモリンガを研究することによって、発展途上国の多くを占める農村地域における栄養状態の改善（特にビタミンA欠乏症、タンパク質エネルギー栄養失調、鉄分欠乏貧血症）を行える可能性が高いと考えられる。また、発展途上国の農林水産部門は、発展途上国の国民所得や就業人口に大きなウェイトを占めているので、モリンガを利用することによって、農業の育成と振興することは、農村地域に必要な収入機会と食料供給をもたらすことになる。同様に発展途上国における環境破壊も深刻であるため、持続可能な土地利用についても考察を行う必要がある。特に不適切な土地利用による農業により地力が低下し荒地が増加しているなかで、さらに気候変動や森林破壊による砂漠化の進行により発展途上国の生産力が低下している。そのため持続的な土地利用を行う農業を実現するために樹木を利用した野菜や換金作物の生産について考慮する必要があると思われる。

本研究では以下の2点について明らかにする。

- ①有用樹として広くインドで利用されているモリンガが、なぜアフリカのマラウイでは普及していないのかの原因を明らかにする。
- ②モリンガを利用することによって、どのように農村における栄養改善や産業の育成、旱魃に対するリスクの管理が発生しているのかを明らかにする。

第3節 研究の方法

本研究の方法は、文献調査とフィールド調査での聞き取りである。フィールド調査は、インドで2007年1月8日～11日、マラウイで2007年9月3日～5日に行った。

第4節 論文の構成

本稿は、6章で構成されている（図1）。第1章では、研究の背景と目的について述べた。第2章では、本研究の対象であるモリンガ オレイフェラ（*Moringa oleifera*）の特徴と利用方法に関して概観する。次に第3章では、調査対象地であるインドとマラウイの概要について言及する。第4章では、フィールド調査を行った内容について述べる。第5章では、調査で得られた結果についてインドとマラウイで比較し相違点を出し、モリンガの普及について分析する。第6章では、本研究の目的であるモリンガがどのように農村開発に影響を与えるのかを考察し、モリンガが持つ可能性について言及する。第7章では、本研究で得た成果と今後の課題に関して述べる。

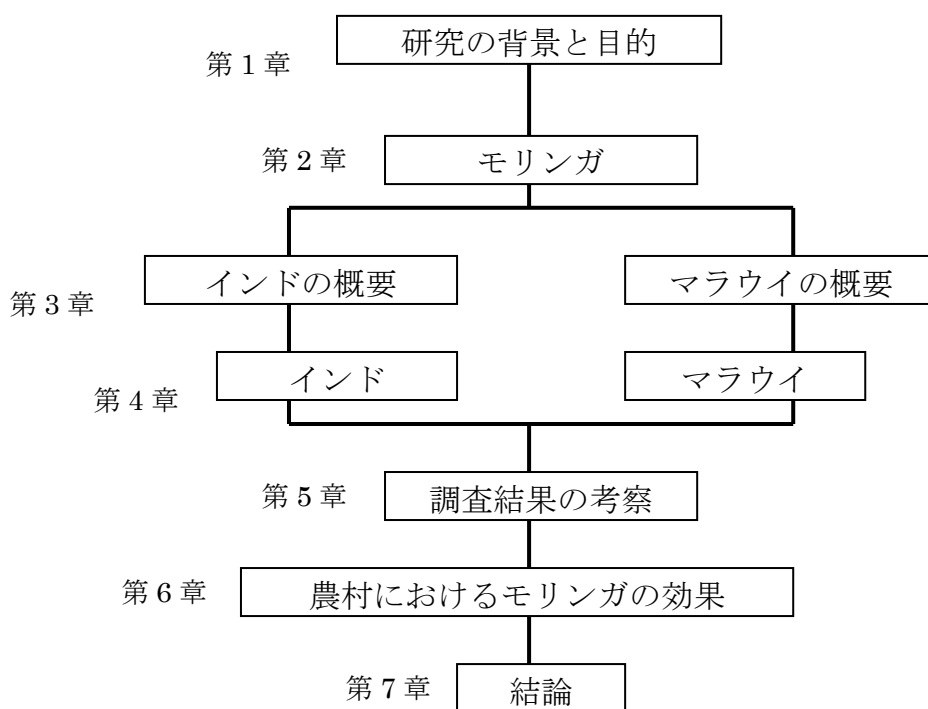


図1 論文の構成

第2章 モリंगा オレイフェラ (*Moringa oleifera* Lamarck)

第1節 モリंगाとは

2-1-1 名前の由来

モリंगाとは、学名 *Moringa oleifera* Lamarck のケシ目ワサビノキ科で、学名は「油を有する」という意のラテン語に由来する。ワサビノキ或いは英名の Horse Radish Tree の名称の由来は、この樹の根、茎、葉が辛味を帯びているのに起因する。また、この木は俗に Drumstick tree とも呼ばれているが、これは種子の鞘が長いことに由来している。インドでは、古くから利用されており、アーユルヴェーダにも取り上げられている (Sanford 2000)。

2-1-2 起源と地理学上の分布

Moringa oleifera は北インドとパキスタン原産の熱帯・亜熱帯地域にて生育する樹木である。現在、インドだけでなく、アフリカ大陸、マダガスカル島、アラビア半島、東南アジア、南アメリカに広く分布しており、帰化した野生のものを見ることが出来る。古い時代に東南アジアに導入され、19世紀にブラジルで導入されて栽培された。また、1759年に英国に入り、台湾に入ったのは1910年(明治43年)で、藤根吉春氏がシンガポールから苗をもたらし、紹介された。現在では熱帯の至る所で栽培されており人家付近に多い(熱帯植物研究会)。

2-1-3 外見の特徴

モリंगाは、数年で高さ3~10m、幹の直径10~30cmとなる熱帯早生樹である(写真1)。枝は、多分岐し、幹は屈曲する場合がある。樹皮はコルク質で灰色又は淡黄褐色で粗雑な繊維を含んでおり、傷つけると白色のゴム質を滲出する。根は塊根状で、ピリっとした味のする皮がある。若枝は帯紫白色又は帯緑白色で、通常軟毛に被われている。葉は2回又は3回羽状複葉で、4~6対の羽片がある。葉は、節があって早落し、枝の先端に向かってやや集中して着生する。葉柄は長さ4~15cm、小葉柄は1~6mm、小葉6~11枚、楕円形で0.5~3cm×0.3~2cmとなり無毛又は軟毛に被われている(写真2)。直立し広がった長さ8~30cmの円錐花序に白色からクリーム色の芳香のある花をたくさんつける(写真3)。小花柄は長さ1~2cmで先端近くに節がある。花弁は5枚で楕円状のへら形をしている。花弁の長さは、1~2cmになり、不揃いで最大のは直立し、他の4枚は反り返る。おしべは5本あり、不捻性おしべは3~5本にとり、どちらにも基部に毛がある。花柱は開いた管のある筒状で、先端は切形である。果実は、3稜形で、短剣の形をし、垂下する。果実の大きさは、10~50cm×1.5~2.5cmとなり、種子と種子の間がややくびれている(写真4)。最初は緑色だが、後に茶色になり、無毛である。種子(写真5)は亜球形で三角状になっており、

主要部は直径 1～1.4cm、長さ 0.5～2.5cm で薄い三枚の羽がある (J. S. Siemonsma 1994)。



写真1 モリンガ (撮影日 2007/1/9 場所:インド Erode の農場)



写真2 モリンガの葉 (撮影日 2007/1/9 場所:インド Erode の農場)



写真3 モリンガの花 (撮影日 2007/1/9 場所:インド Erode の農場)



写真4 モリンガの実 (左:若い実 右:乾燥した実 撮影日 2007/9/4
場所:マラウイ Lunzu の JICA 協力隊員宅)



写真5 モリンガの種 (撮影日 2007/9/4 場所:マラウイ Lunzu の JICA 協力隊員宅)

2-1-4 栽培方法

2-1-4-1 生育条件

モリंगाは、幅広い状況下で生育可能な植物である。モリंगाが、生育するのに最適な気温は 25℃～35℃であるが、影の中では 48℃まで耐え、軽い霜でも生き延びることが可能である。モリंगाは、耐乾性に優れた植物であるので、必要年間降水量は 250～1500mm である。高度は、600m より低い地域がモリंगाにとって最適な高度の地域とされている。

生育に最適な土壌は、よく乾いた砂状ローム土かローム土であるが粘土状の土壌でも耐え得る。しかしながら、長期間冠水している土壌や排水性の悪い土壌では、根腐れが発生するので生育できない。土壌の pH は、中性である pH7.0 が最適であるが pH5.0～9.0 まで耐えることができる (M. C. Palada 2003)。以下の栽培方法も Asian Vegetable Reserch & Development Center の M. C. Palade のレポートより引用した。

2-1-4-2 植林方法

モリंगाの植林の方法としては、直播、苗木移植、挿し木の 3 つがある。

2-1-4-2-1 直播

直播は、多量の種が入手可能で労働力が限られている場合に好まれて用いられる手法である。

直播を行う場合、一箇所に 2～3 個の種を深さ 2cm 程の地面に埋める。その後、2 週間程経過したら、出芽したモリंगाを選抜する。木の間隔は、生産目的によって異なる。モリंगाの葉の収穫のみを目的とした場合は、50cm 程の間隔で播種する。また、モリंगाの葉だけでなく、実や種の生産を目的とした場合は、3～5m 間隔で播種する。

2-1-4-2-2 苗木移植

モリंगाの苗木移植は、植林を土地に合わせて柔軟に対応できるが、播種に比べるとコストと労働力共に上昇する手法である。2 つの段階を踏む必要がある。第一段階は苗木の生産、第二段階は植林地への移植である。

第一段階の苗木生産は、ポットやプラスチックバックなどを苗床として使用し苗木を育成する。個々の苗床に 1 つずつ播種したほうが、移植する際の損傷が少なくすむ。苗木生産時の土は、保水性と排水性を考慮する必要がある。土は、ピートモス、園芸用土、コンポスト又はもみ殻、バーミキュライト又は砂を用いる。苗木は、2～3cm 程度の深さと間隔で播種して、日陰の中かスクリーンハウスで 50%程度の日陰をつくってやり育成させる。苗木には、土を湿らす程度の水遣りを毎朝行う必要がある。

第二段階の苗木移植は、播種から一ヶ月程で行う。モリंगाを生垣として利用する場合は、1m 以下の間隔で移植する。

2-1-4-2-3 挿し木

挿し木は、種が限られているが労働力が確保できる場合に用いられる手法である。挿し木は、播種と比較すると成長が早いですが、根が張っていない状態では水ストレスの発生や風によって倒される場合があります。

挿し木は、1年生以上のモリンガの枝の長さを45～150cm程度、直径を4～16cm程度に切って作る。挿し木を直接的に地面に植える場合は、1/3程度を地面に埋める。または、挿し木を苗木の作成した時のようなポットなどを利用して、90cm程度に切った挿し木を30cmほどの深さ埋めて、根を成長させてから植林する方法もある。

2-1-4-3 管理方法

モリンガの適切な生育の管理を行う場合は、施肥、灌漑、刈り込みを行う必要がある。

2-1-4-3-1 施肥

モリンガは、ほとんどの土壌で施肥なしで生育できるが、最適な条件で成長と収穫するために移植時に施肥を行う。植林した苗木の周りに深さ10～20cm溝を作り、苗木一本当たり約300gの窒素肥料を投入する。もし、窒素肥料が手に入らない場合は、堆肥を苗木一本当たり1～2kgを投入する。

2-1-4-3-2 灌漑

灌漑は、移植後、モリンガの根の成長を促進するためにすぐに行う必要がある。乾燥した気候では、移植後の最初2ヶ月間は灌漑を行う必要がある。根が成長した場合は、乾燥に耐えられるので、極端にしおれた状態になった場合のみ灌漑を行う。

2-1-4-3-3 刈り込み

モリンガは、収穫を容易にするためや収量を増やすために刈り込みを行う必要がある。主幹を刈り込むと幹の横から枝が何本か出てくるので、葉や実の収量が増加する。また、刈り込むことによって、高さが押さえられるので収穫が容易になる。もし、モリンガの主幹を刈り込まずに成長させた場合、すぐに真直ぐに伸びてしまい、主幹からのみモリンガの葉や実を生産することになるので、刈り込みを行なった場合と比較し収量が減ってしまう。刈り込みは、樹高が50～100cmになった場合に行う。モリンガは、木部がコルク状になっているので、刈り込みはナタを使い容易に行うことができる。

2-1-4-4 収穫方法

葉の収穫は、樹高が1.5～2.0m程度になれば可能であるので、樹齢1年程度で収穫が出来る。葉の収穫は、枝から葉がついている部分を折って行う。モリンガの葉は、収穫後は

急速に水分を失うので、葉を野菜として利用する場合は、早朝に収穫を行い同日内に消費をするのが望ましい。葉を乾燥させて利用する場合は、紫外線によって栄養成分が破壊されるのを防ぐために日陰で乾燥させる必要がある。葉は、厳しい乾季の時期を除き付いているので、随時収穫することが出来る。

実の収穫は、通常であれば樹齢が 2 年程度で可能である。実を野菜として利用する場合は、実がまだ若くて緑で柔らかい時に収穫を行う。実から種を採取することを目的とした場合は、皮が硬く茶色になった状態のまま枝に付いたままで乾燥させる。乾燥させた実が割れて種が飛び出す前に収穫する。実の収穫は、年に 2~3 回行うことが可能である。

(以上 Asia vegetable research & development center 2003)

2-1-5 栄養成分と利用方法

モリンガは、葉・果実・種のすべてに利用価値があるマルチパーパスツリーであることが古くから知られており、これらには、ビタミンやミネラル、アミノ酸が豊富に含まれている(表 1)。葉・果実からは豊富な栄養素が摂取できるため食料やサプリメント・家畜の飼料として利用されている。特に葉に関しては、カルシウムマグネシウム、鉄分、ビタミン A の含有量が、非常に高いので貧困地域での栄養改善に役立つことが期待される。1~3 歳の子供にモリンガの葉粉末を 8 g 与えたとすると、WHO/FAO が推奨している 1 日当たりに必要なカルシウムは 40%、マグネシウムは 20%、鉄分は 23%、ビタミン A は 87%を補給させることができる(Fuglie 1999)。また、種からはベンオイルと呼ばれる良質な油が取れるため、かつては時計用の潤滑油として用いられたが、現在では主に化粧品用の油や調理用オイルとして利用されている。皮をむいた種子からとれるオイルは、重量に対して約 42%に相当する。モリンガオイルの成分は、飽和脂肪酸が 13%、不飽和脂肪酸が 82%で構成されている。特にオレイン酸が 70%と高く含有されている(表 2, Foidl 2001)。

表1 モリンガの栄養成分表

100 g 当たり

	実	生葉	葉粉末
水分 (%)	86.9	75	7.5
カロリー	26	92	205
たんぱく質 (g)	2.5	6.7	27.1
脂肪 (g)	3.7	1.7	2.3
炭水化物 (g)	4.8	13.4	38.2
食物繊維 (g)	2	0.9	19.2
Ca (mg)	30	440	2003
Mg (mg)	24	24	368
P (mg)	110	70	204
K (mg)	249	259	1324
Cu (mg)	3.1	1.1	0.57
Fe (mg)	5.3	137	28.2
S (mg)	137	137	870
ビタミン A (mg)	0.11	6.8	16.3
ビタミン B1 (mg)	423	423	2.64
ビタミン B2 (mg)	0.05	0.05	20.5
ビタミン B3 (mg)	0.07	0.8	8.2
ビタミン C (mg)	120	220	17.3

(Martin L. Price 1985)

表2 モリंगाオイルの脂肪酸構成表

脂肪酸名	(%)
Lauric	微量
Myristic	0.08
Pentadecanoic	微量
Palmitic	5.45
Palmitoleic	1.48
Margaric	0.08
Margaroleic	0.05
Stearic	5.42
Oleic	72.9
Linoleic	0.14
Linolenic	3.39
Gadoleic	2.2
Eicosadieroic	-
Behenic	6.88
Erucic	0.14
Lignoceric	0.92
Nurvonic	微量
Cerotic	-
その他の脂肪酸	0.1

(Foidl 2001)

第2節 各国での利用状況

2-2-1 インド

インドでは、主に若い実を野菜として、カレーの具にして食べる。実には、硬い筋があるので前歯でしごきながら筋を除いて食べる。市場で鞘が1kgあたり20ルピー（約60円）程度で販売されている。しかしながら、近年モリंगाの葉や種子油の価値が認識されてきたため、食品会社の主導でサプリメントや食品添加用の葉の粉末の生産や化粧用油のための種子油の生産を行っている（ヒアリング）。

2-2-2 セネガル

NGOであるChurch World Serviceの主導により栄養失調の乳幼児や妊婦の健康増進を目的としたプロジェクトを立ち上げた。このプロジェクトで利用されたモリंगाは、乾燥さ

せた葉を粉末にして摂取させている（川村良治 2003）。

2-2-3 タンザニア

モリンガは乾燥に強いので、干ばつの際にモリンガから得られる鞘を非常食として確保するために植林されている。さらに乾燥した荒地にも根付き、窒素を多く含有している樹なので肥料木として土地改良のためにも植林されている（E. Munyanziza 2003）。また、ヒアリングによると Simangore と Barbarlr と呼ばれる少数民族が、モリンガの葉を胃腸薬として使用されている。一般のタンザニア人は、モリンガの種子を集めてクッキングオイルとして利用するために街にある搾油機にかけてオイルを生産している。

2-2-4 マラウイ

JICA が主導している「一村一品運動」の一環としてモリンガの種子油を利用して産業の育成を行い、雇用の機会や収入向上を図っている。また、モリンガの葉とトマトやオクラなどの野菜を用いて煮込み料理などを作っている。モリンガは家の周りや風呂場などのフェンスのポールとして利用されている（ヒアリング）。

2-2-5 ニジェール

ニジェールでは、モリンガは食料の供給源として重要な地位を占めている。モリンガの葉は、広く栽培されており、農民にとって利益率の高い商品である。750 平方メートルのモリンガのプランテーションを持っている農民は、雨季では一ヶ月当たり 220kg 葉を生産できる。モリンガの葉は一般的に 22kg 入りの袋に入れて、1 袋当たり 500～750FCFA（100～150 円）で販売されている。乾季では、一ヶ月当たり 2～4 袋分しか生産できないが、1 袋 1500～2000FCFA（300～400 円）で販売できる。ニジェールでは、モリンガの単一栽培の他にアグロフォレストリーとして間に野菜などを育てているケースもある。また、モリンガはフェンスのポールとしても利用されている（Saint Sauveur 2001）。

2-2-6 ジンバブエ

ジンバブエでは、モリンガはエイズ患者用の食品として利用されている。NGO である Chiedza Child care centre は、400 本のモリンガをセンターのある果樹園に植林しプロジェクトを始めた。このプロジェクトは、免疫を向上させるため乾燥させてパウダーにしたモリンガの葉を食事に混ぜて食べる事を目的とした。また、効果的なエイズ治療を望んでいるが、それに対してアクセス出来ないエイズ患者やそれを受けることが出来ないエイズ患者に対してモリンガを販売することにより、利益を上げることを可能にしている（Chiedza Child care centre 2006）。

2-2-7 ニカラグア

モリンガは、ニカラグアでは 1820 年頃に観賞用と生垣用、風除けとして導入されて帰化した。現在では、乾季での家畜飼料生産のための植物として利用されている。モリンガで 40～50%程度に構成された家畜飼料を利用した場合、日々のミルクの産出量と肉牛の体重を 30%増加することができる(Nadir Reyes Sanchez 2005)。

2-2-8 東南アジア

モリンガは、東南アジアでは、インドと同じように実・葉ともに樹木野菜として広く知られている存在である。市場には、実だけでなく葉も売りに出されており、家の庭に植えられていることも多い。そのため、フィリピンでは Malunggai、タイでは Marum、インドネシアでは Kelor と其々名前を持っている。利用方法は、スープやカレーに入れたりして食べるのが一般的である(川村 2005)。

2-2-9 ドバイ

中東の大都市であるドバイの大型ショッピングモールにあるスーパーマーケットでモリンガの実を見かけた(写真 6)。ドバイにはインドや東南アジアから多数の労働者やその家族が在住している。そのため、インドや東南アジアで広く食されているモリンガが販売されている。価格は、1kg 当たり 6.95 ディルハム(約 210 円)で販売されていた(ヒアリング)。



写真 6 ドバイで販売されているモリンガ (撮影日 2007/9/17 場所カルフル)

第3節 モリンガの摂取体験

モリンガを貧困地域での栄養補助食品としての可能性について体験してみるために、筆者は2008/12/25～27までの3日間モリンガのみを食べて生活した。

2-3-1 実験方法

3日間モリンガの葉とオイルと水のみを摂取する。朝、昼、晩の合計9回の食事をモリンガの葉の粉末10gとオイル30mlを摂取する。

方法は、モリンガの葉の粉末とオイルの両方とも水で流し込んで摂食した。

一食当たりの栄養価は、約320kcal、たんぱく質3g、βカロチン2mg、ビタミンC2mg、カルシウム200mg、マグネシウム40mgとなる。

2-3-2 実験道具

マラウイ産モリンガの葉の粉末200g、マラウイ産モリンガオイル500ml
体脂肪率計・体重計 (TANITA BF-220)
血圧計 (TERUMO ES-P2100)

2-3-3 測定項目

毎朝11時に東京大学柏の葉キャンパス保健センターの協力を得て体重、体脂肪率、血圧を測定した。

2-3-4 実験結果

3日間の摂食実験の結果、モリンガを食べ始めて3日間で約3～4kgの体重が減少した。原因として考えられるのは、モリンガの摂食実験を始める前日に食事を食べ過ぎてしまったため筆者の標準体重より1～2kg増加した事や1日当たりの摂取カロリーが成人男性の半分以下であったため体重が減少してしまったと考えられる。体脂肪率と血圧に関しては、特に変化が見られなかった (図2, 3)。

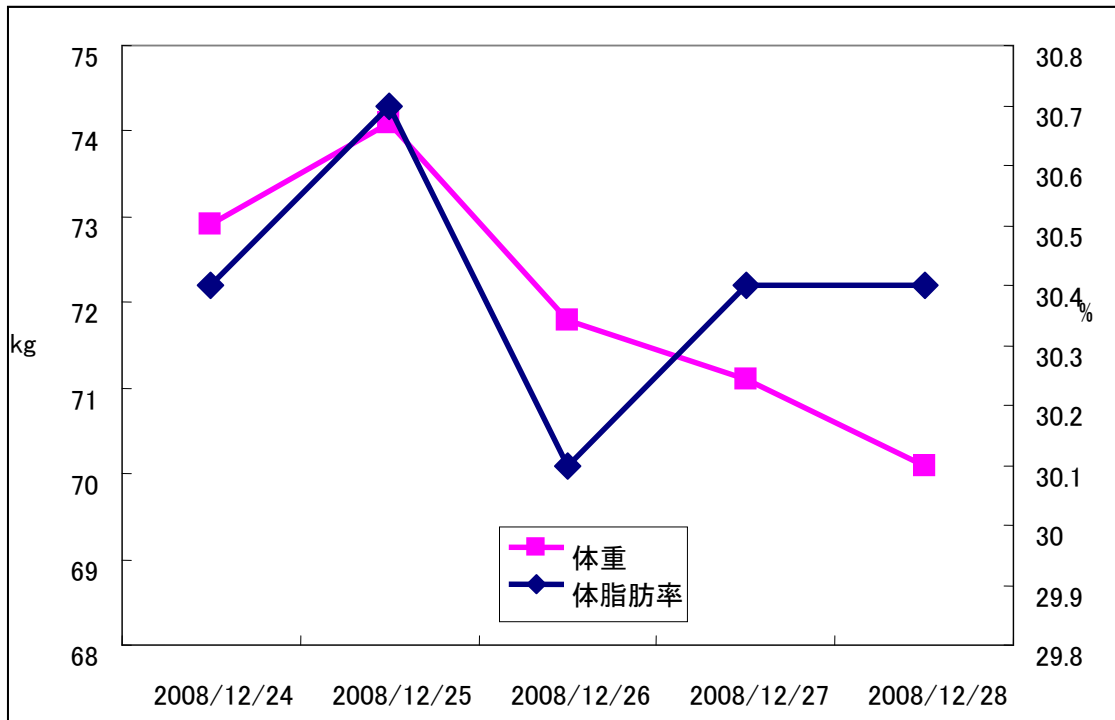


図2 体重と体脂肪率の変化

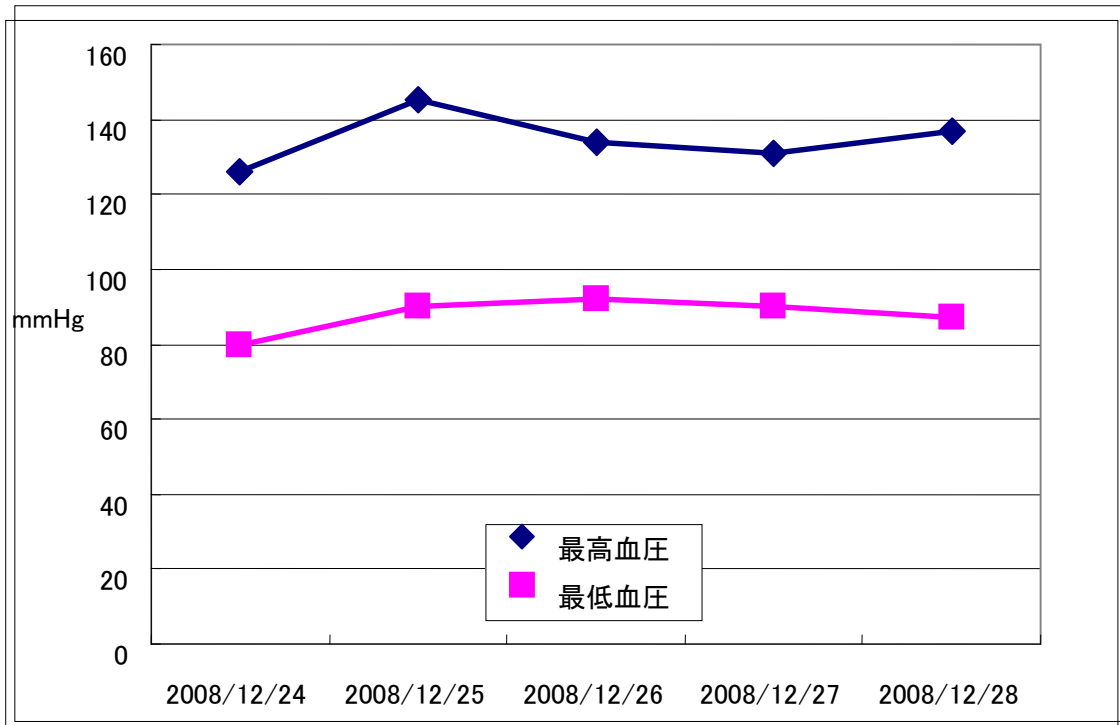


図3 血圧の変化

第3章 調査対象地の概要

第1節 南インド

3-1-1 地理と気候

インドは、北緯 8 度 4 分～37 度 6 分、東経 68 度 7 分～97 度 25 分の間に位置している。北部から北東部にかけてネパールとブータン、東部にはバングラデッシュとミャンマー、北西部から西部にはパキスタンが隣接している。

南インドと一般的に呼ばれる地方は、広義には北緯 24 度、ちょうど北緯回帰線の通るあたりにそびえたつビンジア (Vindhya) 山脈の南側とされ、狭義ではドラヴィダ (Dravida) 語族が多い南部 4 州、つまりカルナーカタ州、タミルナードゥ州、ケララ州、アンデラプラデーシュ州の事を指すとされる。南インドの南部 4 州を合わせた面積は 635,989 km²で、全インドの国土面積の約 20%を占める。南インドの年間降水量の月別変化をみると雨季・乾季の差がはっきりしている。南西モンスーンによるカリフ期には、300mm を超える降水量があるものの、北東モンスーンによるラビ期は降水量が 10mm を下回る月もある。このため、南インドにおいて、雨が降る時期はカリフ期がほとんどで、この時期にどれだけ雨が降るかが一年間の降水量を決めるので、日常生活や農業に必要な水がこの時期に左右される (小金澤考昭, 2006) また、気温は乾季 (11 月～2 月)・暑季 (3 月～6 月)・雨季 (7 月～10 月) に分けられる。乾季は比較的気温が低く過ごしやすいが、暑季は 40℃を超える日が続く。雨季はモンスーンの影響により湿度が高く、蒸し暑くなる。

3-1-2 インドの概要及び農業

インドは、近年急激に成長をしている発展途上国の一つであり、人口 1,094 百万人、識字率 64.8%、乳児死亡率は 1000 人当たり 56 人、一人当たりのカロリー摂取量は 1 日 2417kcal になる。国内経済は、2005 年の GDP は 805,714 百万 US ドル、一人当たりの GNP は 730US ドルである (JICA 2007)。

南インドに位置するタミルナードゥ州は、インドの他の地域と同様、住民のほとんどがモンスーンに依存した農業を営む。1989 年 12 月発行の FAO/WORLD BANK の報告書によれば、農業セクターでの従事者は就業人口全体の約 74%で既耕作地は州全体の約 45%である。米は主要農作物で、耕作地の約 36%で耕作され、農作物の州全体の約 77%を占めている。主な農作物は、米・メイズ・粟・豆類・繊維作物・油科種子・唐辛子であり、また数々の香辛料が栽培される。タミルナードゥ州の土地利用に関して熱帯モンスーン地帯として少ない森林面積を有し、樹園地及び牧草地を含めた耕地面積はおよそ 6,075 千 ha に上る。同面積は州の面積の約半分で、耕種農業に大きな比重が置かれている。作物は米が主体で、その生産量は増加傾向にある。穀物以外に重要な作物としては、落花生などの油科種子、工業原料となる繊維作物、サトウキビなどがある。農業経営は、土地持ち農業耕作者が約 5.644

千人いる一方、土地なし農業労働者が約 7,896 千人と全勤務者の 56%を占めている。農家の平均経営面積は、93.4a 程度と小規模である（国際協力事業団 1997）。

南インドでは、モリンガは高収益をもたらす作物なので 52,000 人の農民がモリンガ栽培に従事している。年間の全体収益総額は、小規模農家でヘクタール当たり USD1500(約 16 万円)にもなる。インド全体でモリンガを栽培している農地の面積は、38,000ha になり年間の生産量は 1.1~1.3 百万 t となる。南インドでのモリンガ農場の面積は、アンデラプラデーシュ州が 15,665ha、カルナーカタ州が 10,280ha、タミルナードゥ州が 7,408ha となっている(Rajangam 2001)。

第 2 節 マラウイ

3-2-1 地理と気候

マラウイはアフリカ南東部にあり、南緯 9 度 22 分から 17 度 3 分、東経 32 度 40 分から 35 度 55 分の間位置している。北部から北東部にかけてはタンザニア、南東から南西にかけてモザンビーク、西部はザンビアと国境を接する内陸国である。全国土の面積は、118,480 km²で、そのうち陸地面積が約 80%の 94,276 km²、残りの 20%はマラウイ湖 (23,162 km²) をはじめとする湖水が占めている。国土は地形的に、海拔 1,400m~2,300mに位置する高地、海拔 800m~1,400mに位置する中高度の台地、及びマラウイ湖沿岸やシレ川流域の海拔 50 m~800mに広がる地溝帯底部に分類される(Bunderson 1995)。降水はほぼ全域にわたって適度にあり、11 月から 4 月にかけて雨季に集中する。先に述べた 3 分類の地形において、高度が増すほど降水量が増えることが知られており、地溝帯底部では 800mm、中高度の台地では 800~1,000mm、高地では 1,000~1,500mm の降水量がある。また、気温は熱帯サバンナ気候帯に属しているため、気温は標高によって差がある。一般的に、9~11 月の非常に暑い乾季で平均気温 29.4℃、12~4 月の比較的温暖な雨季で平均気温 26.7℃、5~8 月の涼しく過ごしやすい小乾季で平均気温 22.2℃に分かれる (AICAF 2001)。

3-2-2 マラウイの概要及び農業

マラウイは、世界の最貧困国の一つであり、人口は 12.9 百万人、識字率は 56%、乳児死亡率は 1000 人当たり 78.9 人、一人当たりのカロリー摂取量は 1 日 1729kcal になる。国内経済は、2005 年の GDP は 2,072 百万 US ドル、一人当たりの GNP は 160US ドルである(JICA 2007)。

マラウイは農業国であり、GDP の 40%、輸出の 90%を農業に依存している。農業セクターの総生産のうち作物生産は圧倒的で 91%を占め、次いで畜産が 7%、漁業及び林業はそれぞれ 1%未満となっている。トウモロコシはほとんどのマラウイ国民の主食として最重要作物であるが、小規模農家の作付面積の 80%を占めている。トウモロコシは低収量の在来種が主に作付けられているが、近年高収量のハイブリッドの作付が増加している。他の重

要作物は、落花生、米、キャッサバ、綿、ソルガム、ミレット、豆類などである。野菜ではトマトが最も普通に見られる。労働人口では、85%が農業及び農業関連事業に従事しており、小農とエステートに分けられる。マラウイにおいては、エステートは借地権または自由保有権付きの土地を有する農地と定義される。一方、小農とは慣習的使用権を有する土地で耕作することを指す。このエステートからのタバコ、紅茶、砂糖等の農産物が全輸出の8割を占めており、これら農産物価格の国際市況に外貨収入を左右されている（原島2006）。

マラウイ経済の根幹をなす農業セクターが、発展を続けるにあたり障害となる要因は、土壌劣化、天水依存、高額な外部輸送費などが上げられる。土壌劣化は、高い人口密度によって土壌の肥沃度を維持するために農地に休閑期間を設けることが出来ず、輪作を不可能となり、小農は肥沃度の低い集約的農業に適さない丘陵の傾斜地に耕作地を拡げている。このため、林地は急速に枯渇し土壌が疲弊や侵食が進んでいる。マラウイの農業は、天水に依存しており、11月～4月の雨季に合わせて作付るが、降雨の変動によって農業生産も大きく変動する。内陸地であるマラウイは常に輸入の際に高い輸送コストを支払わねばならない。さらにモザンビークの内戦の勃発により、これまでの貿易輸送に利用してきた道路やインフラが破壊され、マラウイはタンザニアや南アフリカを経由した貿易を余儀なくされている（AICAF 1999）。

3-2-3 JICAマラウイと一村一品運動

一村一品運動とは、その地域に暮らす人々が、地元の資源や伝統的な技術を生かして地域の“顔” “誇り”となるものをつくり、自らの力で地域を活性化させていく運動である。過疎化が進み、地域の活力が失われていくのを案じた前大分県知事の平松守彦さんが提唱し、1979年に県内各地で始まった（Monthly JICA 2005 5月号）。

マラウイでは、大分県での「一村一品運動」の成果を手本として、マラウイ版の一村一品運動に取り組んでおり、2003年には政府内に一村一品事務局を設置し、国家プログラムとして実施体制を整えつつある。マラウイ版一村一品運動では、小規模農民グループを対象に、農林水産物を利用した加工技術の普及、品質改善、マーケティング能力向上を図り、産物の付加価値向上を目指している。

こうした動きに対し、JICAは一村一品パイロット事業に対する支援を行い、2005年度10月から技術協力プロジェクトとして「マラウイ一村一品運動のための制度構築と人材育成プロジェクト」を開始した。その一村一品運動のパイロット事業の一つであるクンボオイル工場にて今回調査を行った。このプロジェクトは、マラウイ南部のブランタイヤ周辺にあるミチルで実施されている。この工場で生産されている製品は、バオバブオイル、モリンガオイル、サンフラワーオイル、パームオイル、バオバブジュース、バオバブジャム、モリンガパウダーがある。このプロジェクトの特徴として、商品開発力のある女性を中心のグループとして活動しており、大型搾油機の導入により生産効率が上昇していることが

挙げられる。しかしながら、課題として製品の固定購買者がおらず、市場開拓に力を入れて販売力を伸ばす必要がある（JICA 2006）。

3-2-4 JICAによるモリンガの普及

モリンガを利用した JICA の活動は、マラウイでの海外青年協力隊員による有用樹種の植林活動で報告されている。この活動でモリンガは、マラウイの在来樹種であるために種の収集が比較的容易であったので、植林を行うための戦略樹種として選定した。このプロジェクトは、Moringa Oil Producers Association との連携しながら活動に当たっていた。この Moringa Oil Producers Association の代表である Mrs. Bonomali は、マラウイの一村一品事務所の協賛を受けて活動している団体である Khumbo Oil Refinery を経営している。この Khumbo Oil Refinery は、Blantyre の市外近郊にある Michiru 山の山麓に活動拠点を構え、モリンガオイルを精製するだけでなく木の実を原料とした製品を製造販売している。この組織が生産しているモリンガオイルの原料である種子が、モリンガが自生している村落で収集し購買されている。このことが、村の農民に大きな衝撃をあたえ、モリンガの植林活動における意識を変えることになった。プロジェクトにおけるターゲット村落の一つである kamwendo 村の村長は、村や近郊の村に出向いてモリンガの種子を収集して、Khumbo Oil Refinery に販売を行うことにより収益を上げていた。Khumbo Oil Refinery は、モリンガオイルの生産だけでなくワークショップを開くことにより、地域一帯で広く自生するモリンガの用途や有用性に関しての知識を人々に提供している。この活動に JICA の協力隊員も同行して協力を行っている。

第4章 聞き取り調査

第1節 インド調査

4-1-1 調査目的

インド原産の熱帯早生樹であるモリンガ (*moringa oleifera*) の栽培状況と利用状況を調査する。インドでは、モリンガの原産国でもあるので盛んに利用されており、モリンガの多数のプランテーションが存在している。そのため、モリンガを世界に普及させるためにインドでの成功例を基にして、普及のための糸口を探す事を調査目的とした。

4-1-2 調査地の位置と気候

Erode と Tuticorin の農場の位置 (図4) と気候 (図5, 6, 7, 8) は以下のとおりである。



図4 南インドの地図 (出典 MSN encarta)

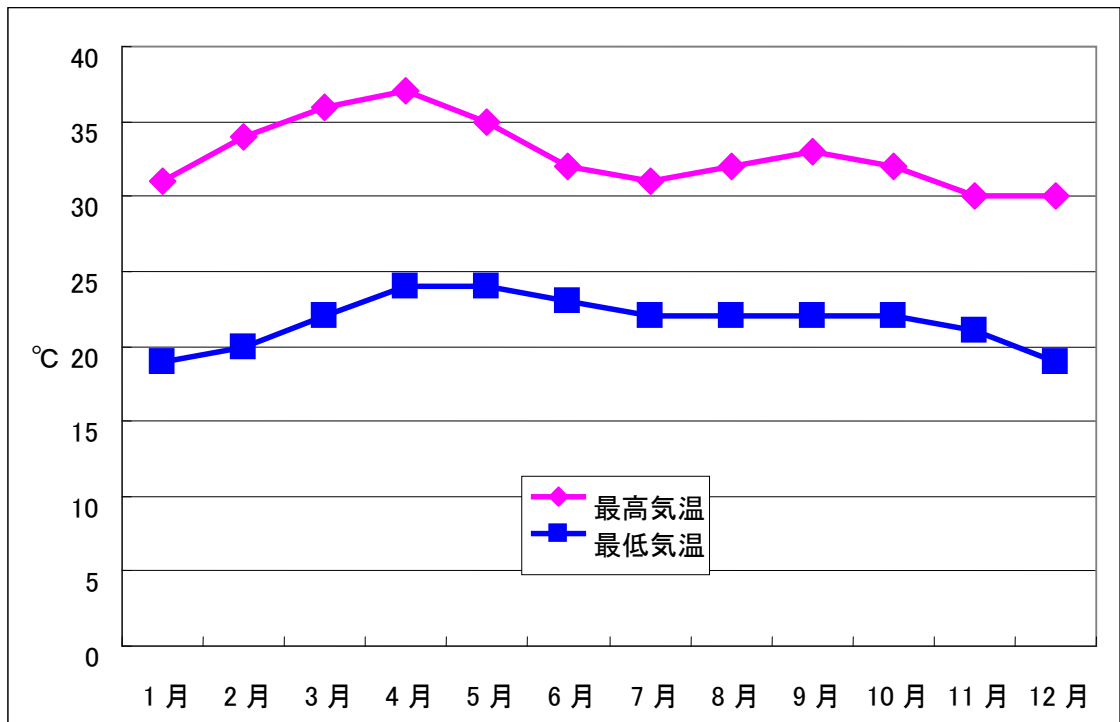


図5 Erodeの気温 (出典 MSN 天気予報)

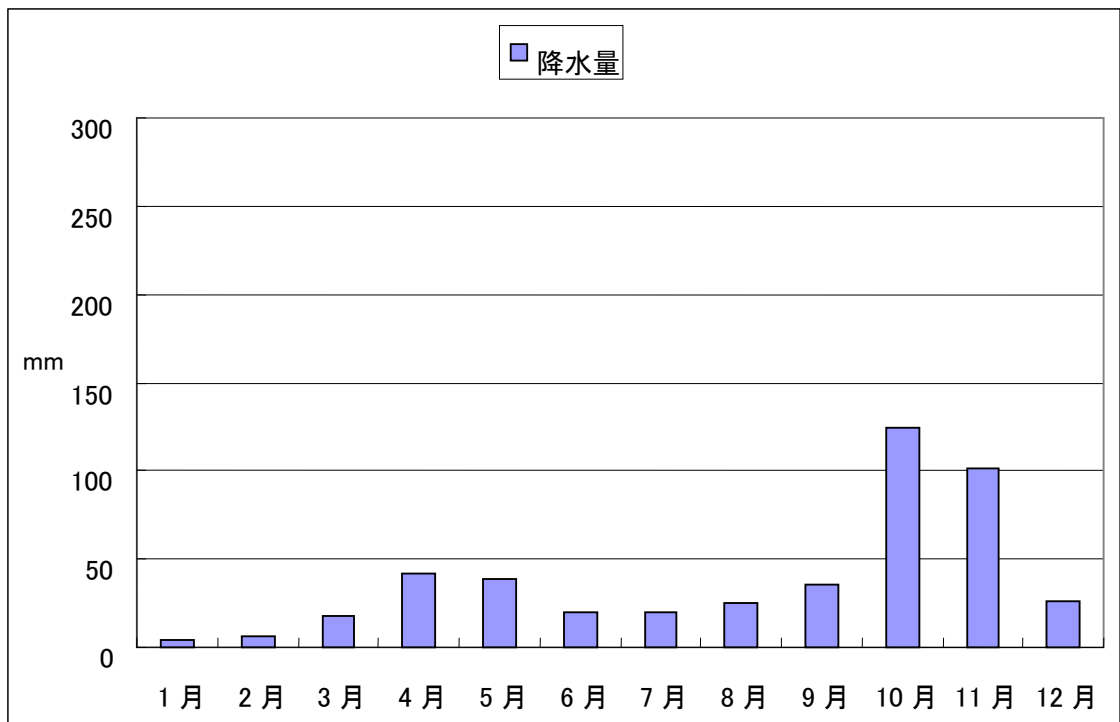


図6 Erodeの降水量 (出典 MSN 天気予報)

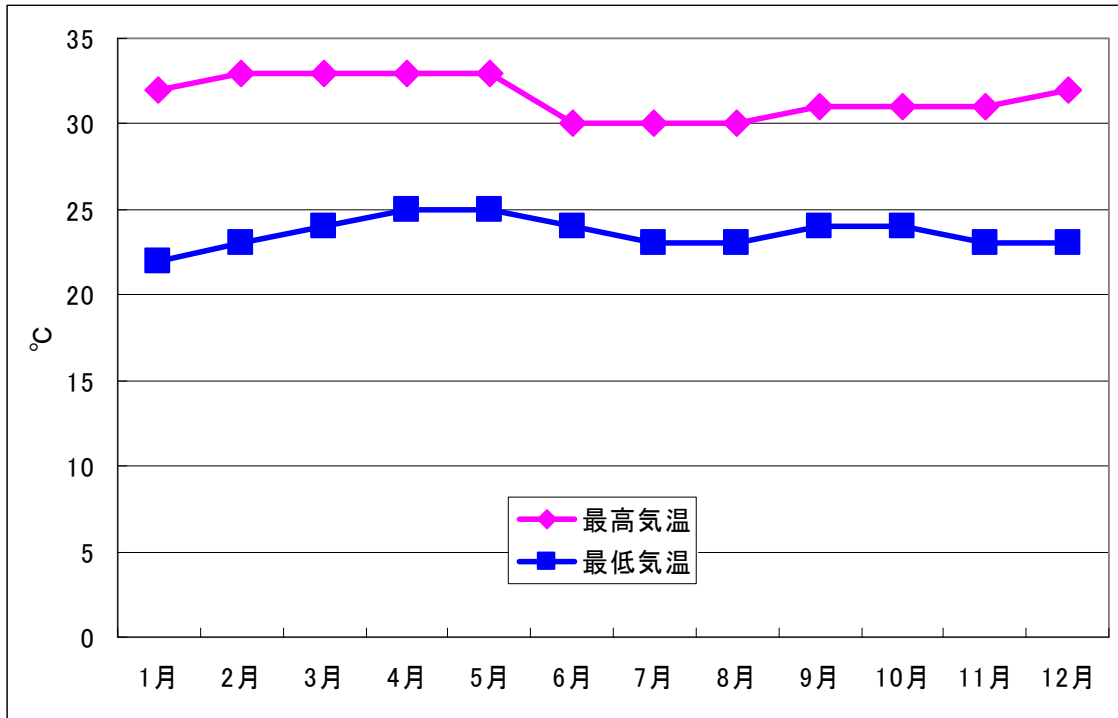


図7 Tuticorinの気温 (出典 MSN 天気予報)

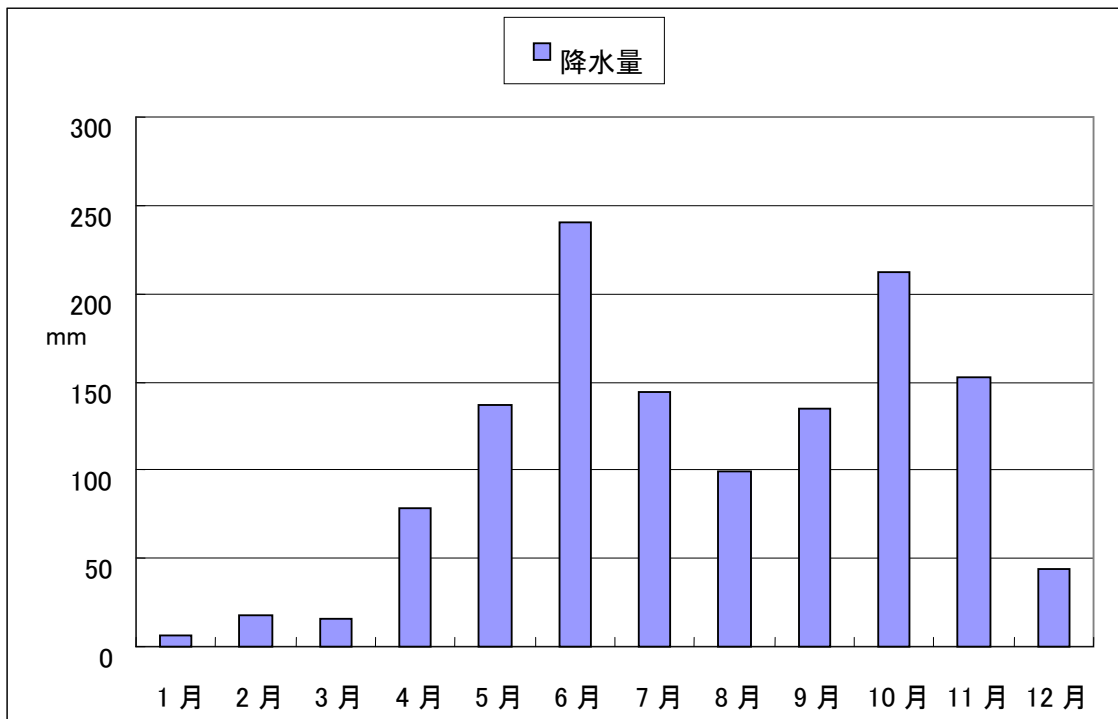


図8 Tuticorinの気温 (出典 MSN 天気予報)

インドの場合は、9～12月がモンスーンの影響により雨季となり、暑季を経て乾季となる。年間降水量は、Erode は 460.2 mm、Tuticorin は 1281.5mm となっており、内陸地の Erode の降水量が低くなっているが、モリンガのプランテーションでは灌漑を行っているので十分に成長していた。年間気温の変動は、インドの Erode と Tuticorin の両調査地ともに年間を通して大きな変動はなく、最高気温は 30～36℃、最低気温は 20～24℃になっている。

4-1-3 農場の聞き取り調査

VEG INDIA EXPORTS 社と Maiam Group Company 社がモリンガの葉や実、種子の取引を行っている農場に行き、聞き取り調査を行った。聞き取り調査の内容は、モリンガの栽培方法、灌漑手法、労働者の数と賃金、農地の造成コストなどを中心に聞き取り調査を行った。

4-1-3-1 Erode の農場

Erode で見学した農場は、葉と実の採取用にモリンガを分けておらず、葉は乾季と雨季の間に随時採集される（写真 7）。理由は、乾季では葉の品質が落ち、雨季では葉が落葉してしまうためである。実の収穫時期は、5月と11月の年二回である。採取や管理は日雇い労働者を一人当たり一日 100 ルピー（300 円）で使用している（写真 8）。灌漑手法は、現地の農民は Drop Irrigation と回答したが、正確にはパイプ灌漑であると考えられる（写真 9）。これにより、週に一回 30 分ほど水の供給を行っている。灌漑用水は地下水をポンプで引き上げて使用している。灌漑設備の設置コストは、ポンプ代込みで 1 エーカー当たり 2 万ルピー（6 万円）の費用がかかっている。また、農薬は使用しておらず、肥料も牛糞を少量与えている程度であった。別の農場では、モリンガの間にひまわりやナッツを植えるアグロフォレストリーを実行しており、灌漑は水路型の灌漑様式を使用していた（写真 10）。このように、アグロフォレストリーを行うことにより水を効率よく利用している事が考えられる。



写真7 モリンガのプランテーション (撮影日 2007/1/9 場所 : Erode)



写真8 モリンガの農場で働く日雇い労働者 (撮影日 2007/1/9 場所 : Erode)



写真9 プランテーションにある灌漑設備 (撮影日 2007/1/9 場所 : Erode)



写真10 モリンガとひまわりのアグロフォレストリー (撮影日 2007/1/9 場所 : Erode)

4-1-3-2 Tuticorin の農場

Tuticorin で見学した農場は、実の採取用と葉の採取用に分れていた（写真 11、12）。農場の土壌の状態は、砂状で保水力を持っていないように思えたが、20 cm ほど掘ってみると水分を含んだ部分が出てきた（写真 13）。採取や管理に必要な労働力は、近辺の村から日雇いで Erode の農場で同様の条件で雇用していた。灌漑手法は、パイプ灌漑を採用しており、水の供給は毎日 4L ほど行っている。水は地下水をポンプで引き上げて使用している（写真 14）。灌漑設備の設置コストは、ポンプ代を抜いて 1 エーカー当たり 1 万 5 千ルピー（4 万 5 千円）でポンプ代はポンプ一つ 9 万ルピー（27 万円）で 10 エーカーまかなえる。また、有機質が乏しい土壌であるため緑肥を利用しており、化学肥料であるポタシウムを使用している。モリンガの需要が伸びているので、トラクターを利用して農場を拡張しており、モリンガの農場を造成するためには、1 エーカー当たり 5 万ルピー（15 万円）の造成コストがかかる。そのため、モリンガを植林して成長して採取が可能になるまで、スイカやタピオカをモリンガの周りに植えて、収入を確保していた（写真 15）。



写真 11 実を採取するためのモリンガ（撮影日 2007/1/11 場所：Tuticorin）



写真 12 葉を採取するためのモリンガ (撮影日 2007/1/11 場所 : Tuticorin)



写真 13 灌漑用水の水源である井戸 (撮影日 2007/1/11 場所 : Tuticorin)



写真 14 プランテーションの砂状の土壌 (撮影日 2007/1/11 場所 : Tuticorin)



写真 15 外側がモリンガの挿し木 内側がタピオカ
(撮影日 2007/1/11 場所 : Tuticorin)

4-1-4Coinbatoreのモリンガ加工工場での聞き取り調査

Erode の農場と取引を行っている VEG INDIA EXPORTS は、世界中にモリンガの製品を生産し輸出を行っている食品会社である。この会社は、5 年程前からモリンガの加工・販売を始め、売り上げが 1 億円程度あり、現在では会社全体の売り上げの三分の一を占めている。この会社の工場は、農場があった Erode から西に 100km 程に位置しており、内部には搾油機と葉の選別機などがあった (写真 16、17)。会社ではモリンガオイル (写真 18)、オイルの絞るかす (写真 19)、モリンガの種子 (写真 20)、モリンガの葉の粉末、葉の粉末を固めた錠剤などの輸出販売を行っていた。それぞれの価格は、季節によって変動するものの平均して、モリンガオイル USD20/kg、オイルの絞るかす USD6/kg、モリンガの種子 USD8.5/kg、モリンガの葉の粉末 USD3.25/kg、葉の粉末を固めた錠剤 USD14.5/kg で販売されている。製品の主な輸出先は、モリンガのオイルが、フランス・イギリス・アメリカ、リーフパウダーが日本・アメリカ、オイルの絞るかすがフランス・アメリカに出荷されている。



写真 16 モリンガオイルの搾油機 (撮影日 2007/1/10 場所 : Coinbatore)



写真 17 モリンガの葉の選別機 (撮影日 2007/1/10 場所 : Coimbatore)



写真 18 並んでいる缶にオイルが入っている (撮影日 2007/1/10 場所 : Coimbatore)



写真 19 オイルの絞りかす (撮影日 2007/1/10 場所 : Coimbatore)



写真 20 モリンガの種子 (撮影日 2007/1/10 場所 : Coimbatore)

4-1-5Chennaiのオフィスでの聞き取り調査

Chennai にある Maiam Group Company のオフィスへ訪問し製品に関する説明を受けた。最近では、モリンガの製品がインド国内でも注目を浴びているので、モリンガの葉で作られたポリッジ、ジュース、チャツネ（漬物の一種）などが作られて販売されている。最近では、インド軍がモリンガの栄養食品としての効用に目をつけ、国境警備の軍人への栄養補給用に研究が進められている。

4-1-6Erodeの市場での聞き取り調査

Erode 近辺の市場で聞き取り調査を行った。調査を行った時期が、乾季の終わり頃であったため、モリンガのシーズンが終わっていたので、市場にはモリンガはほとんどなかった。市場に出回っているモリンガの実は、通常の倍の値段で販売していた（写真 21）。モリンガは、通常であれば 1kg あたり 20 ルピー（約 60 円）であるが、調査した時は 1kg あたり 40 ルピー（約 120 円）で販売してあった。また、調査では確認できなかったモリンガの葉は、朝市場で 1 束あたり 5 ルピー（約 15 円）程で販売できると聞き取りでわかった。



写真 21 マーケットで販売されているモリンガ（撮影日 2007/1/10 場所：Erode）

第2節 マラウイ調査

4-2-1 調査目的

マラウイで植林されているモリンガオルフエラ (*Moringa oleifera*) の利用方法の調査を行い、前回行ったインド調査の結果と比較する。

4-2-2 調査地の位置と気候

調査を行った Lunzu の位置 (図8) と気候 (図9,10) は以下のとおりである。



図8 マラウイの地図 (出典 MSN encarta)

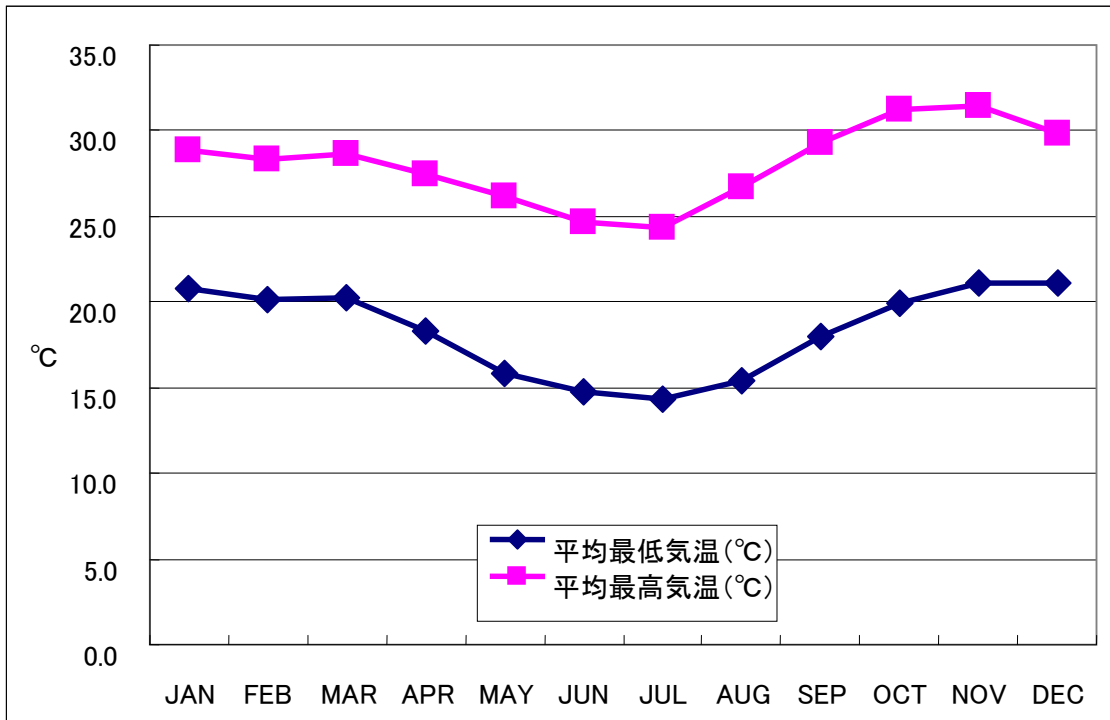


図9 マラウイの気温の変化 (出典 Chileka 国際空港観測データ)

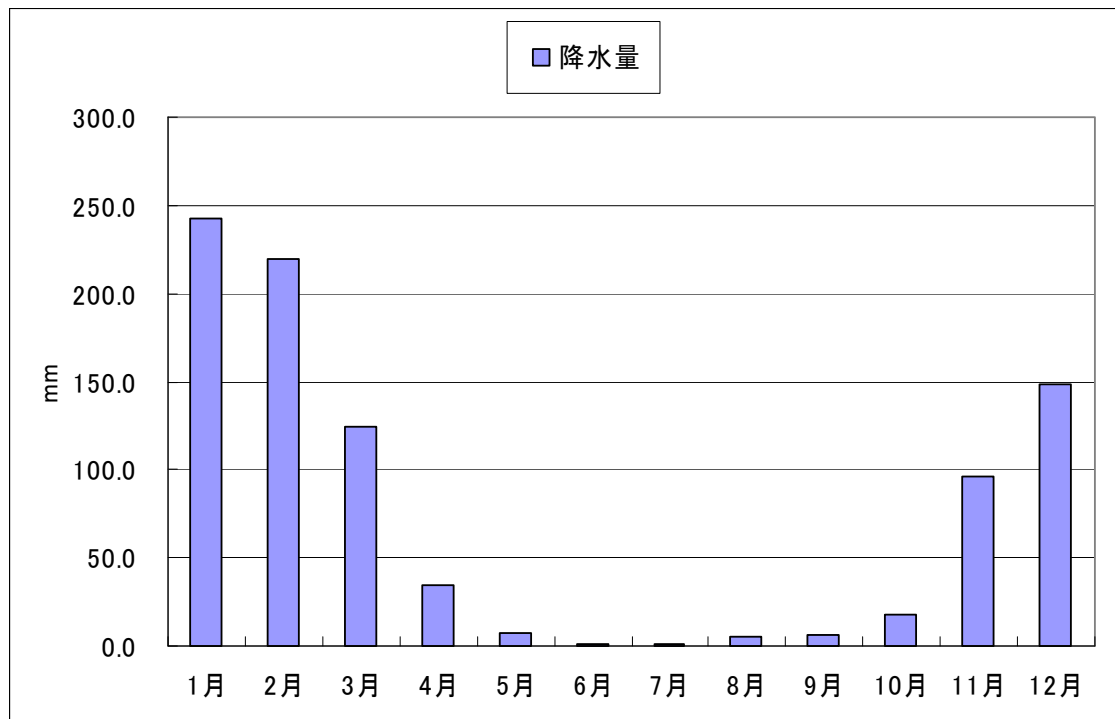


図10 マラウイの降水量の変化 (出典 Chileka 国際空港観測データ)

マラウイの場合は、9～11月が乾季、12～4月が雨季、5～8月が小乾季となる。マラウイの年間降水量は、903.3mmとなっている。マラウイは、内陸地であるのでインドと比較して年間の気温の変動が大きくなっている。マラウイの乾季は気温が下がり最低気温が15℃程度、最高気温が24℃程度となり涼しくなる。年間を通しての一番暑い時期の最低気温は21℃程度、最高気温は31℃程度になる。

4-2-3 マラウイでのモリンガ栽培

モリンガは、マラウイ全土で栽培されてはおらず、マラウイ湖周辺と南部の標高の低く温暖な地域に限られていた(写真21)。マラウイの西部の標高が比較的が高く冷え込むことの多い地域では、モリンガは栽培されておらず、モリンガの名前すらも知らない人が多かった。モリンガを栽培する場合は、主にチューブと呼ばれるビニールで出来た筒状のもので苗を育てている(写真22)。

このチューブで苗を育てる方法は、モリンガに限らず、様々な樹種で共通の方法で行われている。チューブ内の養土は、黒土、砂、堆肥をそれぞれ2:1:1で混ぜ合わせる。その後、種を植えて、朝夕に水をやり苗木を育てる。

直接、種を蒔く方法もあるが、ヤギの食害にあいやすいため一般的ではない。このヤギの食害は、モリンガに限らず、マラウイ全土で植林を作る際の障害になっている。そのため、植物の苗木の周りに柵を設置して食害を防いでいる。そのため、苗木を植える作業は、手間のかかるものになっている。

マラウイ南部での植林の年間スケジュールは、乾季の間の9～10月にチューブの中に種を蒔き、苗木の準備を行う。その後、雨季が始まる12～1月にかけて植林を行う。本格的な雨季の1～2月の間に苗木は根をはる。



写真 21 農村地帯で生えているモリンガ (撮影日 2007/9/3 場所 : Lunzu)



写真 22 苗木用のチューブ (高さ 20cm 程度 撮影日 2007/9/3 場所 : Lunzu)

4-2-4 農村調査

Lunzu 周辺の農村地域にて、村民及び村長に聞き取り調査を行った。聞き取り調査の内容として、主にモリンガの利用方法、知識、生産管理について行った。

モリンガの利用方法は、主にフェンスのポールとして利用されていた（写真 23）。ポールは、モリンガの幹を 150cm 程度に切って地面に植えていた。このポールは、挿し木として生長をしており、根が張ることにより丈夫になる。ポールとしての挿し木は家の回りや風呂場、トイレのフェンスとなっていた。また、生きている木をポールとして利用するためシロアリに対する抵抗力を持っている。次に多かった利用方法として、葉を食用とするものであった。調理方法として、市場で広く販売されているオクラ、トマト、かぼちの葉、グランドナッツパウダーなどを入れ煮込む（写真 24）。しかしながら、上記の野菜と比べて盛んに食べられている食材とはいえないものであった。また、インドを中心に盛んに食べられていた鞘に関しては、ほとんど食べられていなかった。

モリンガの知識に関して、聞き取り調査を行ったが、インドでは、広く知られていた葉や鞘の栄養について知っている者はいなかった。同様に種子から取れる油についても知る者は、ほとんどいなかった。また、木の管理方法などの知識もなく、インドのようにプランテーションを造成や枝を増やすための刈込などは行われていなかった（写真 25）。しかしながら、現在は、JICA の協力隊員やクンボオイル工場の責任者 Mrs. Bonomali によるワークショップなどを開催することにより、利用方法に関しての知識を広めている。

モリンガの生産に関しては、村にモリンガのプランテーションなどはなく、家の回りに生えている木から葉や鞘を採取している程度であった。採取された葉は食用にされ、鞘の中の種子は搾油用に販売している。オイル工場の関係者が村をまわり 1kg 当たり 50kw(約 40 円)ほどで買取をおこなっている。村の庭先にある木は、苗木から植林されたものだけでなく、自然に生えてきているものもあった。種を直播してモリンガを植林することは、やぎの食害により難しい。収穫は、葉は随時行っており、種は 12 月頃と 8 月頃の二回行っている。

Kamwendo 村の村長に聞き取り調査をおこなった。この村長は、若くて強いリーダーシップを持っており、JICA のプロジェクトに関しても非常に協力的な人物である（写真 26）。彼はモリンガに高い関心を持っており、モリンガの農場造成を計画している。そのため、村に植林委員会を作り、10 名ほどのメンバーがリーダーシップを取る予定である。その委員会は、苗木の作成の準備を始めており、今年 5,000 本の苗木の育成を計画している。植林地は、村長が管理している土地が提供される予定である。また、村長は、村に生えているモリンガの種を集めて一括販売を行うことにより交渉力を持ち、村へやってきた業者から買取価格を 50kw から 70kw(約 56 円)に引き上げた。去年は、村で集めた種は 125kg あり、今年の収穫量は 200kg 程になる予定である。



写真 23 風呂場のフェンスのポールとして利用されているモリンガ
(撮影日 2007/9/3 場所 : Lunzu)



写真 24 モリンガが入っている煮込み料理 (撮影日 2007/9/3 場所 : Lunzu)



写真 25 刈り込みが行われていないモリンガ (撮影日 2007/9/3 場所 : Lunzu)



写真 26 右が Kamwendo 村の村長 左が JICA 佐橋隊員 (撮影日 2007/9/3 場所 : Lunzu)

4-2-5 Khumboオイル工場の調査

Monthly JICA の 2007 年 2 月号に掲載されていたマラウイの一村一品運動で取り上げられていた Mrs. Bonomali が経営している Khumbo オイル工場で聞き取り調査を行った(写真 27)。調査は、製品と生産方法、現在までの工場の経緯などを中心に行った。

この工場で作られているモリンガ製品は、モリンガオイル、モリンガリーフパウダー、油の絞りかすなどがあった。

オイルは、マラウイ、南アフリカ、モザンビーク、ボツワナ、ジンバブエなどで販売している(写真 28)。販売価格は、マラウイでは、1 リットル当たり 950kw(約 760 円)、南アフリカでは、95 ランド(約 1,800 円)で販売しており、南アフリカは大学の研究用に大量に輸出を行っている。

リーフパウダーは、マラウイ、ザンビアなどで販売している(写真 29)。価格は、100g 当たり 250kw(約 200 円)、ティースプーン一杯 10kw(約 8 円)で販売している。利用方法として、エイズ患者用の栄養補給などでお粥、おかずに混ぜて摂取する。

また、搾り粕は、主に肥料や鶏の飼料として利用している。販売価格は、50kg 当たり 1,000kw(約 800 円)で販売している。2006 年の工場の全体の利益は、18 万 kw(約 14 万 4 千円)ほど出た。これは、モリンガ製品だけでなくひまわり油やバオバブオイル、バオバブジャムなどの製品の利益を含んでいる。

製品生産の流れとして、オイルの場合は、種子を手作業で分別して天日と日陰で交互に乾燥させる。乾燥後、種についている羽根を取り除き、ロースターの中で五分間加熱する。そして、搾油機の中に種を入れて油を生産する。搾油機は、電動型(写真 27)、ディーゼル型(写真 30)、手動型(写真 31)がある。この三つは、それぞれ性能が異なるため搾油の効率が変わってくる。電動型は、油 1 リットルを生産するために 8kg の種子が必要で、ディーゼル型は 13kg の種子、手動型は 26kg の種子が必要となる。搾油後は、フィルターにかけて油を濾す。その後、ボトリングを行う。ボトルは、マラウイにある poly pack 株式会社からボトル一つあたり 13kw(約 10 円)で購入していた。工場に必要な人員はロースターと搾油機は 1 台につき 1 人ずつ、フィルターは 2 人となっている。

リーフパウダーは、日陰で乾燥させて葉を臼と杵でついて粉末にして製造する(写真 32)。2006 年から JICA の支援によりディーゼル式の搾油機を導入した。このディーゼル式の搾油機の購入費は、JICA が 70%、Mrs. Bonomali のグループが 30%の比率で支払った。また、JICA は、オイル工場の電気を引くための 2500kw の費用も支援した。また、現在では、ナショナルバンクから 116 万 kw の資金を借り、

電動搾油機とフィルター、ロースターを購入した。この資金は、JICA などの支援団体の援助を得ずに自力で資金の借入れを行った。この資金は、Mrs. Bonomali が代表をしている組織の Khumbo Oil Refinery に対して融資されており、個人で借入れるより低利子で借入れることが出来た。通常、銀行で個人が融資される場合は、年率 50%程の高利子を取られるが、この Khumbo Oil Refinery が、この資金を共同管理することにより、通常の

半分程度の年利 27%の低利子で融資が行われた。この資金の返済額は月額で 61000kw が銀行に支払われている。

しかしながら、このオイル工場では、銀行からの資金で購入した電動の搾油機より JICA の支援で購入したディーゼル式の搾油機の方が好まれていた。電動式の搾油機は、馬力の不足によりモリンガより硬いバオバブの実などは搾油できない。また、ディーゼル式の方が操作が楽である事や電力不足、電気技師と機械技師が絶対的に不足していることが原因となっている。

Mrs. Bonomali が代表している組織が、Moringa Oil Producers Association がマラウイ各地でモリンガの普及を行っている。現在、メンバーが約 3000 人加盟しており、マラウイ各地 (Chikawawa, Nsanje, Mangochi, Chiladzolu, Salima, Karonga, Rumpi, Zonba, Balaka, Blantyre) に 10 つの支部が設立され運営がなされている。上記の支部は、モリンガの種子から生成されるオイルの製造を目的で結成された団体である。この団体は、モリンガの普及活動を行っており、具体的な活動内容としてモリンガの葉を使った料理方法や植樹活動、手動の搾油機を使ったクッキングオイルの生成することに関するワークショップを行っている (写真 33)。



写真 27 Mrs. Bonomali と電動式搾油機 (撮影日 2007/9/5 場所: Khumbo)



写真 28 工場で生産されたオイル (撮影日 2007/9/5 場所: Khumbo)



写真 29 工場で生産されたリーフパウダー (撮影日 2007/9/5 場所: Khumbo)



写真 30 ディーゼル式搾油機 (撮影日 2007/9/5 場所 : Khumbo)



写真 31 手動式搾油機 (撮影日 2007/9/5 場所 : Khumbo)



写真 32 リーフパウダーを作るための臼と杵 (撮影日 2007/9/5 場所 : Khumbo)



写真 33 Mrs. Bonomali が行っているワークショップ (撮影日 2007/9/5 場所 : Khumbo)

第5章 調査結果の考察

第1節 調査地の比較

5-1-1 調査地の気候の比較

今回、調査を行ったインドとマラウイの気候を比較する。降水量を比較するとインドの Erode と Tuticorin 及びマラウイ共に雨季と乾季が存在している。そのため、両国ともに数ヶ月間雨がほとんど降らない期間がある。しかしながら、年間降水量と気温は、調査地ごとに差があった。

5-1-2 モリンガの認知の比較

インドとマラウイでのモリンガの普及を比較すると、ヒアリングによるとインドでは伝統的に利用されている樹木であり、インドの伝統的医学であるアーユルヴェーダに記載されているので古くから利用されていたことがわかる。アーユルヴェーダには、モリンガの若木の根は発熱のための薬となり、樹液は消毒薬、葉は解熱剤と胃腸薬などに用いられている (Rajangam 2001)。インドでは葉や実を日常的に調理して食用とするだけでなく、種子からオイルの生産を行っていた。そのため、住民やその周辺の人々にモリンガについて質問すると、様々な人から『モリンガは成長が早くて、葉や実は豊富な栄養を持っている植物であるので、インドでは誰もが知っている植物である』との回答が得られた。一方、マラウイでは、一部の地区では煮込み料理の具としてモリンガの葉を利用していたが、主な利用方法としてはフェンスのポールとして利用しているケースが目立った。このフェンスのポールとしての利用法は、インドでは見かけなかったが、アフリカではよく見られる利用法であることが文献調査の結果わかった (Saint 2001)。マラウイ人にモリンガについて質問してみたところ、モリンガが栄養豊富であることや実から油が取れることについて知識のあるものは、Mrs. Bonomali がモリンガについての講習を行った地域以外では、ほとんどいなかった。近年、マラウイでは、Mrs. Bonomali を中心とした Moringa Oil Producers Association や JICA によってモリンガの普及活動が行われているが、過去インドではモリンガの普及活動が行われていたとの報告が文献調査を行った限りでは存在しなかった。

5-1-3 モリンガの植生状況の比較

インドではモリンガのプランテーションが存在するだけでなく、農村地区の家の庭にモリンガが植えられている。一方、マラウイでは、湖岸地区や南部地域の農村地区に広くモリンガが自生しているが、標高の高い地域では見られない。

5-1-4 栽培管理の比較

インドのモリンガのプランテーションでは、農場の規模に関わらずに灌漑や刈り込みを行

うことによって収量を増加させるための設備や知識を持っていた。しかし、マラウイでは、モリンガは主にフェンスのポールとして利用するだけなので、葉や実の収量を増加させるための刈り込みを必要とはしておらず、刈り込み方法の知識などは持っていなかった。

5-1-5 製品生産の比較

インドでは、食品会社によってモリンガのオイルやモリンガの葉を利用した食品が生産されて国内だけでなく国外へも輸出されている。一方、マラウイでは、Mrs. Bonomali が経営しているクンボオイル工場でのみモリンガのオイルが生産されている。このオイル工場では生産されているオイルは、南アフリカをはじめとする近隣の国々に輸出しているが、定期的に購買を行う顧客がおらず不安定な経営状態である。また、パッキングに問題がありオイルを入れるためのペットボトルからオイルが漏れ出しているため、衛生面や運搬に問題がある。また、モリンガオイルは、1リットル当たり 950kw (約 760 円) とサラダ油の 200kw (約 160 円) と比較して高額であるため、ほとんど国内では利用されていない。

第 2 節 モリンガの普及過程

5-2-1 換金作物の普及過程

普及過程の研究は、農業に限らず様々な分野で研究が行われていた。その普及学の第一人者であるロジャース(1982)は、世界各地で行われた 3000 余りの普及学を蓄積し、新たなイノベーションが導入される際の普及過程についてまとめている。

その中で、イノベーションの採用の頻度を時間の経過によってプロットしていくと、大抵の場合、正規性の釣鐘型の曲線になると述べている。また、導入者数を累積して図に描くと S 字型の曲線を描くことが多分野の普及学の研究によって明らかにされている(図 11)。農村社会学における先駆的な研究では、アメリカ合衆国のアイオワ州における一代雑種にトウモロコシの普及過程が調査され、これらの 2 つの分布曲線の存在が明らかにされている。

また、これらの導入者を 5 つに分ける分類法が提示され、普及学研究で主に用いられるようになった。この分類法は、平均値から両側に標準偏差ごとの間隔で分割して、革新的導入者 (2.5%)、初期少数導入者 (13.5%)、前期多数導入者 (34.0%)、後期多数導入者 (34.0%)、導入遅滞者 (16.0%) に分けるものである。これらの導入者カテゴリーの革新性を社会経済的特性で分析すると、早期導入者は後期導入者と比較して学歴が高い、読み書きができる能力がある、社会的地位が高い、経営規模が大きい、自給自足より商業的経済を志向しているなどの特徴があることが実証されている (ロジャース 1982)。事実、前述したアイオワ州の一代雑種トウモロコシ導入者の研究では、より後期の導入者と比較して、革新的導入者はより大きい農地、より高い所得を持ち、より多くの学校教育を受けていたという (ibid)。

アフリカの小規模農家への換金作物の導入について、穀物生産ならびに野菜生産などの単年生作物については研究が蓄積されている。吉川（2005）は、ザンビアのチェワ社会に注目して、耕作面積のより多い世帯が換金作物を導入しており、主食のみを栽培している世帯には未使用地が多いことを明らかにした。この差は土地保有面積の大きさによるものではなく、世帯に含まれる男性労働力の差によって生まれている。これを裏付けるものとして、同じくザンビアの事例では、Sugiyama（1992）が、換金用トウモロコシのファーム導入にあたって夫の農業従事時間が増加することが明らかにされている。

一方、農村の階層化という視点からも換金作物導入の過程が分析されており、杉原（1994）によれば、換金作物の導入次期は農村の上層ほど早く、順次下層へと普及していく。人類学の見地からは、掛谷（1994）が上述したザンビアにおけるファーム導入の事例において、少数の「変わり者」が先駆的に換金作物栽培を率先すると述べている。この「変わり者」は、個性もさることながら、その社会的地位や人生の経歴などの点において、他の人々とは異なった特性を持つことが多いという。さらに黒田（2001）はタンザニア高地農村における商業トマト栽培が、まず第一次的な段階として比較的裕福な農民である「先駆的導入者」によって開始され、普通の農民である「二次的導入者」の成功によって一般農民への普及が促進されたと述べている。また、トマト栽培者の約 50%が長期に渡っての村外での生活経験を有していた。

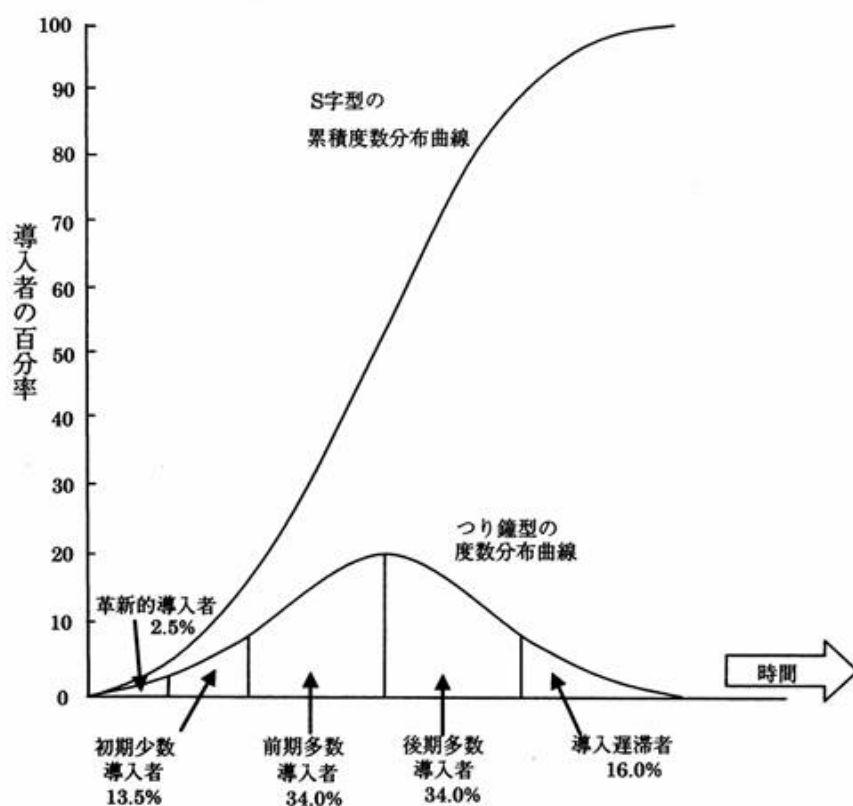


図 11 ロジャースが作成した普及導入者の分布と分類（出典 ロジャース 1982）

5-2-2 マラウイでモリングが普及しない理由

マラウイでのモリングは、インドで普及レベルと比較して大きく差があるものであった。なぜ、この2つの国はモリングの普及に関してギャップがあるのか考察を行った。

ロジャース(1982)は、イノベーションの特性について以下の5つの分析単位としての特性を挙げた。その5つの特性は、相対的有利性、両立性、複雑性、試行可能性、観察可能性である。この5つの特性についてモリングというイノベーションについて当てはめて分析をした。

5-2-2-1 イノベーションの5特性

①相対的有利性

相対的有利性とは、イノベーションがそれにとって替わるアイデアよりも良いものであると知覚される度合いである。相対的有利性の度合いは、経済的観点から測定されるかもしれないが、社会的威信、便益性、満足も重要な要因である。イノベーションが大きな客観的な利点を持っていくかどうかは重要ではないのである。重要なのは、人がイノベーションを利点があるものであると知覚するかどうかなのである。イノベーションの知覚された相対的有利性が大きければ大きいほど、そのイノベーションの普及はより急速なものになる。

②両立性

両立性とは、イノベーションが潜在的採用者の価値、過去経験、欲求と一致していると知覚される度合いである。社会システムの主要価値や規範と両立しないアイデアは、両立しているイノベーションのような速さでは採用されない。非両立的イノベーションの採用が行われるためには、その前に新しい価値体系の採用が必要である。非両立的イノベーションの一例は、イスラム教やカトリックの国々に見られるような宗教的信念が産児制限法の使用を禁じている国における避妊具の使用である。

③複雑性

複雑性は、イノベーションが理解することや使用することが難しいと知覚される度合いである。いくつかのイノベーションは、社会システムの大部分の成員によってすぐ理解されるが、あるものはより難しく採用されるのに時間がかかる。例えば、ロス・モノリスの村人達は、細菌理論を理解しなかったのである。この理論は、保健婦が水を煮沸する理由として村人に説明しようとしたものである。一般的に言って、採用するために新しい技術や知識を習得する必要があるイノベーションに比べて、理解することがより容易な新しいアイデアは急速に採用されると思われる。

④試行可能性

試行可能性は、イノベーションが小規模レベルで実験できる度合いである。分割できないイノベーションよりも、分割して試すことができる新しいアイデアは、一般的により急速に採用される。ライアンとグロスは、調査対象者のアイオワの農民全てが小規模に試行

してみても、一代雑種のトウモロコシを採用したことを発見している。もし、その新しい種子が実験的に試すことのできないものであったならば、その普及速度は、もっと遅いものであったであろう。試行可能なイノベーションは、その採用を考慮している個人にとって不確定性が少ないのである。なぜなら、そのイノベーションは試すことによって学ぶことができるからである。

⑤観察可能性

観察可能性は、イノベーションの成果が人々の目に見える度合いである。人々がそのイノベーションの成果を容易に見ることができればできるほど、彼らのそのイノベーションを採用する傾向を持つ。そのような可視性は、新しいアイデアについて仲間同士の話し合いを刺激するのである。採用者の友人や隣人達は、彼もしくは彼女にイノベーションについて、イノベーション評価情報を尋ねるのである。屋根の上に載っている太陽熱パネルは、高度に観察可能性を持っている。あるカリフォルニアの調査は典型的な太陽熱パネルの採用者は、約6人の仲間に設備を見せていたことを発見した。

5-2-2-2 マラウイにおけるイノベーションとしてのモリンガ

モリンガとの相対的有利性について比較する対象は、マラウイで一般的に食べられているパンプキンリーフやトマト、オクラなどの野菜だと考える。これらの野菜と比較してモリンガは、栄養価や耐乾性などに有利性を持っていると考えられる。また、これらの野菜と比較して味に関して満足を得られているかの比較データを得ていないが、JICA や Mrs. Bonomali が行っているモリンガを使った料理を食べたマラウイ人の反応は、概ね好評であったため、味に対しての満足が得られていないとは考えにくい。

両立性に関してモリンガとマラウイで一般的に食べられている野菜と比較する。マラウイでの一般の葉物野菜は、カウピーの葉、カブの葉、キャッサバの葉、パンプキンリーフなどがあるが、これらとモリンガと比較した時、モリンガは樹木という違いがあることがわかる。このような一般的な野菜とは単年生の野菜であるのに対して、モリンガは樹木野菜であることは、マラウイでの普及の際の非両立的なイノベーションになっている可能性がある。

モリンガが含有している栄養成分について、他の野菜と比較して多くの栄養成分を持っていると説明してある論文がいくつもあるが、モリンガを普及させる場合に栄養成分のみ着目して普及させる場合、そのことが複雑性になっている可能性がある。マラウイで普及させる必要のある農村地域では、教育が行き届いておらず食物が持っているタンパク質、ビタミン、ミネラルの働きを理解させるための食育がなされてはいない。そのため、モリンガが持つ栄養成分の比較優位性を説明したとしても理解することが難しいと考えられる。

試行可能性に関しては、モリンガの利用は実験的に試行することが容易なイノベーションであると考えられる。必要なものは種子、日当たりのいい土地、半年ほどの期間である。この三つさえ揃えばマラウイでは試行することができるので、モリンガは試行可能性の高

いイノベーションの特性を持っていると考えられる。

同様にモリンガは、観察可能性が高いイノベーションであると考えられる。しかしながら、農村地域ではモリンガが、多くの家でフェンスのポールとして利用されていたので、そのような地域ではモリンガを導入してもイノベーションの結果として受け入れられない可能性があると考えられる。

5-2-3 イノベーションにおけるコミュニケーション

大部分のマラウイ人は、インド人と比較してモリンガの知識をほとんど持っていない。そのため、現在、モリンガを普及させるためにチェンジ・エージェントが活動している。このチェンジ・エージェントとして、マラウイでは JICA の協力隊員や Mrs. Bonomali、Kamwendo 村の村長などによってモリンガを普及させている。ロジャース（1982）によるとイノベーションにおける最も特有な問題の一つは、コミュニケーションの参加者達は、通常の場合、かなり異類的であるとしている。つまり、チェンジ・エージェントは、彼らの普及対象者よりも専門技術的能力があり、そのことにより、非効率的なコミュニケーションをもたらしている。理想的なチェンジ・エージェントとは、イノベーションに関しては異類的であっても、その他の変数（教育、社会的地位など）において同類的であることである。しかしながら、通常の場合、チェンジ・エージェントと普及対象者の間には、これらの全ての変数において異類的である。なぜなら、イノベーションについての知識や経験は、社会的地位、教育などと非常に関連しているからである。実際、マラウイでのモリンガのチェンジ・エージェントは、JICA は言うまでもなく、Mrs. Bonomal に関しては高い教育水準や社会的地位を持っており、Kamwendo 村の村長も高い社会的地位を持っている。

また、チェンジ・エージェントの異類性による非効率なコミュニケーションだけでなく、インフラの未発達も普及の妨げになっていると考えられる。原島（2004）は、アフリカ農業の低生産性をインフラストラクチャーの未発達に焦点を当てて述べている。このようなインフラの未発達により情報へのアクセスを妨げているとしている。アフリカは他の地域と比べ人口密度が低く、遠方との情報交換を可能にする通信技術等も発達していないため、他の地域とのコミュニケーションが不足しがちである。また、道路普及率が非常に低いため、農業普及員が散在している農家を一軒一軒訪ねていくことが困難であり、農業普及員が農民に農業技術や農作物価格等の情報を与えることが難しい。さらに最近では構造調整により農業普及員の予算が削減されてしまったため、情報の伝達がますます困難になってしまっている。

マラウイとインドの道路普及率を比較すると大きく差があった。インドでは、モリンガのプランテーションで食品会社のスタッフと農民が容易にコミュニケーションをとれるため農業技術や農作物価格の情報などのやり取りを行っている。インドでの調査の時に、食品会社のスタッフが農民に対して品種改良したモリンガの種を販売していたことからそのことがわかる。

5-2-4 食害

清水（2007）は、マラウイにおいて果樹栽培がどのようにして小規模農家に採用されて定着していくのか研究を行った。特に果樹栽培の導入初期の採用者に注目して明らかにした。この研究によって果樹の導入過程で、果樹栽培採用者の間で果樹の現存率に分化が見られた。一方の世帯グループは植えつけた果樹を高い現存率で保有し、栽培管理を継続していた。もう一方では多くの果樹を枯死させてしまうグループが存在した。この分化には果樹の立地とヤギによる食害の有無が大きく影響していた。家畜保有場所から離れた所に果樹園を開いている世帯はヤギによる被害が少なかったが、家畜保有場所から距離が短い場所に果樹園を開いた世帯はヤギによる被害が大きくなっていた。

今回のマラウイでの農村調査でも、モリンガを庭先に植林したがヤギの食害を受けたと報告をした世帯があった。このことから、ヤギによる食害がモリンガの普及の妨げになっている可能性がある。

第6章 農村におけるモリンガの効果

第1節 モリンガによる栄養改善

6-1-1 栄養失調による欠乏症

インド及びマラウイなどでは、深刻な臨床症状と障害を患う栄養不足が貧困層の人々の間の存在している。この栄養失調は子供達の主な死亡原因である風土性伝染病を悪化させたり、母体死亡に関連したりする。栄養失調によって引き起こされる欠乏症のうち「四大欠乏症」とよばれる①タンパク質エネルギー栄養失調、②ビタミンA欠乏症、③鉄分欠乏貧血症、④ヨウ素欠乏症が発展途上国で大きな懸念となっている。

6-1-1-1 ビタミンA欠乏症

ビタミンAの欠乏は夜盲症を招き、さらに眼球乾燥症から角膜軟化症へと進行し、最悪の場合は失明する。またビタミンAは感染防御に関与する物質であるため、麻疹や下痢などの一般的な感染症で死に至る可能性がビタミンA欠乏では25%も高くなるとも、これらの疾患の罹患期間や症状が長引くとも言われる。

ビタミンA欠乏症はアフリカや東南アジアを中心に途上国では公衆衛生的問題とされている。特に発症リスクが高いのは途上国の乳幼児と妊婦である。おおよそ1億人の子どもがビタミンAの欠乏状態にある。また出産に関連した原因で死亡する妊産婦死亡の大部分が妊娠合併症によるもので、ビタミンAを含む母体の栄養状態改善によって改善が可能である。ビタミンA欠乏症の予防のため多くの途上国では拡大予防接種計画(EPI)の一部として生後9ヶ月に接種される麻疹のワクチンと一緒に100,000IUのビタミンAの投与が行われている。またポリオ撲滅のためのポリオワクチン一斉投与などのワクチン一斉接種日(NIDs)と同時にビタミンAの投与が行われている国も多く、通常の予防接種プログラムの下でのビタミンA投与が非常に重要な機会となっている。この他に予防には、食生活の改善、ビタミンA添加あるいは強化食品の取り入れがある。

6-1-1-2 タンパク質エネルギー栄養失調 (PEM)

このタンパク質エネルギー栄養失調は、体内のエネルギーとタンパク質の不十分な吸収と利用によって引き起こされる。これは学齢未満の子供達での間で蔓延している。これにより子供達の成長が阻害されている。

このPEMの基準としては、血清アルブミン値が3.5g/dl以下の場合、または体重の減少が一年間に5%以上の場合をPEM(タンパク・エネルギー低栄養状態)のリスクがあるとする。またタンパク・エネルギー低栄養状態は緊急事態で、最悪な健康上の問題であり、死亡原因になりやすい。臨床的および生化学的基準により、不十分な栄養摂取や不適切な栄養法に起因するカロリー不足である。従って体のエネルギー源の体脂肪と筋肉が大幅に失われ、

全身性の著明な体重減少を特徴とする消耗症である。低アルブミン血症による浮腫、特徴的な皮膚、髪の色の変化を伴う。極度のタンパク質の欠乏や不十分なカロリー摂取に起因するクワシオコル（極端な体重減少はあまりない）と、低体重と浮腫が併発する消耗性クワシオコルに分けられる。通常5歳未満の子どもが最も深刻な影響を受けるが、それより年長の子どもや成人が冒される危険性も高い。PEMで栄養失調にかかった小児に見られる免疫不全で、アフリカを中心に全世界で4億人が苦しんでいると言われている。と言うのもPEMでは体液性免疫、細胞性免疫共に働きが抑制され、麻疹に対するワクチン効果が健康児に比べて著しく劣るなど、様々な感染症にかかりやすくなっている。

6-1-1-3 鉄分欠乏貧血症（IDA）

鉄分欠乏貧血症（IDA）は、世界に約20億人いるといわれている貧血症の約50%を占めている。IDAの対策の重要性は、途上国の妊産婦死亡の10分の1が貧血症に起因すると推定されていることや、鉄欠乏症による子供の知能の発達延滞や労働生産力低下が、社会に与える損失は計り知れないことから明らかである。

途上国におけるIDAの主な原因は、鉤虫やマラリア等の寄生虫疾患と鉄と鉄の吸収にかかわる栄養素摂取不足がある。寄生虫疾患によるIDAへの対策には、すでに有効な方法が確立されており、日本は微量栄養素欠乏問題への途上国援助方針を明確に打ち出している。

IDAの一般的な症状は、蒼白、息切れ、めまい、疲労感、頭痛である。このような症状が出ても体がIDAに順応して、酸素供給不足を代償している間は、日常生活は可能である。しかし、こうした症状に伴って、IDAは運動能力や労働生産性を低下させ、さらに重度になると頻脈症、静止時の息切れ、浮腫が症状として現れる。

妊婦と5歳未満の子供は、IDAの高リスク群として知られている。妊婦は、胎児の成長に伴い鉄分の必要性が増加し、出産時には大量に出血するので、重度のIDAに陥った場合は、母体の罹病率、死亡率を増加させる。さらに胎児への酸素供給不足により、未熟児や早産、死産の原因にもなる。また、5歳未満の子供の場合には、身体の急速な成長に伴い、鉄の必要量が増加するため、欠乏症を引き起こしやすい。その結果、知力や身体能力の低下を引き起こし、集中力ややる気を低下させる。

6-1-1-4 ヨウ素欠乏症

ヨウ素が欠乏すると、甲状腺ホルモンの形成に必要なヨウ素をより多く取りこもうとして甲状腺が肥大し、甲状腺腫を形成する。ヨウ素欠乏症は、甲状腺の働きが不十分な甲状腺機能低下症と同様の症状を発生させる。成人では、皮膚の浮腫、しゃがれた声、精神異常、皮膚の乾燥やひび割れ、傷んで薄くなった毛髪、体重増加などの症状がある。妊婦がヨウ素欠乏症になると、胎児の成長や脳の発達に異常が生じることがある。生まれてすぐに治療を受けないと、小人症（クレチン症）を伴う精神遅滞が発生する。インド全体で2億7000万人が危険にさらされている。

(以上 日本国際保健医療学会HP <http://wiki.livedoor.jp/jaih/d/FrontPage>)

6-1-2 モリンガの栄養についての先行研究

モリンガの葉や実を食用とすることにより四大欠乏症のうちビタミン A 欠乏症、たんぱく質エネルギー栄養失調、鉄分欠乏貧血症に罹患している貧困層の人々を削減することができる。

モリンガの乾燥葉の粉末 8g (約スプーン 1 杯) を基準とすると 1~3 歳児の 1 日当たりの必要とされているビタミン A の 86.9%、タンパク質の 13.6%、鉄分の 22.6%をまかなえる。妊婦の場合は、ビタミン A の 22.9%、タンパク質の 3.3%、鉄分の 15.1%をまかなうことが可能である。特にビタミン A に関しては他の野菜の比較のならないほどの高水準で保有している。Babu(2000)によるとモリンガは、マラウイのマーケットで販売されている野菜の中で最もビタミン A に対するコストが安い野菜であることが示されている。ビタミン A1000 IU 当たりにかかるコストは、マラウイで一般的に食べられているパンプキンリーフと比較して 18 倍、キャッサバの葉では 54 倍、牛のレバーでは 9 倍も効率的が良いことが示された。また、同様にビタミン C やカルシウムに関しても同様な傾向にある。そのため、安価でなおかつローカルに根付いている植物であるモリンガが貧困層の人々にとって栄養改善を行う上で重要な食料となることが示唆された。

また、白鳥(2005)は、南インドで所得の増加と栄養素との弾力性について研究した結果、所得が増大するとビタミン A に関しては比較的高い弾力性を示すが、鉄分に関しては比較的低い弾力性を示した。また、タンパク質に関してはビタミン A と鉄分の間隔的な弾力性を示した。この理由は、貧し人々の主な食料である穀類にはほとんどビタミン A は含まれない。食料のビタミン A が豊富なものは、乳製品、肉と魚、野菜であるが、これら全て低所得者層と高所得者層との間で消費パターンに大きな違いがある。所得が向上するにつれ、穀物中心の食事から乳製品、肉や魚、野菜を含んだ食事となってくるためビタミン A 欠乏症は所得の増大によって速やかに改善されると考えられる。一方鉄分の摂取量は、所得とほとんど相関しない。これにより、所得の増大は栄養改善に効果があるので所得増大戦略を続けるべきである。しかし同時に、経済発展それだけでは栄養問題は解決しないため、各栄養素対して特別に戦略を練ることが栄養失調問題に取り組む際に必要となってくると結んでいる。

モリンガはビタミン A 欠乏症を予防するために効果的な特効薬なると考えたが、例え貧困層の所得が増大して、ビタミン A 欠乏症を予防するためにモリンガを摂取する必要がなくなったとしても、モリンガの必要性が下がるわけではない。なぜなら、所得が増大しても摂取量が比較的増加しない鉄分をまかなうためにモリンガを摂取することは、鉄欠乏貧血症の削減に大きな役割を果たすと考えられる。

6-1-3 単位面積当たりで収穫できる栄養素の比較

文献で得られたニジェールでのモリンガと他の野菜の栄養素の比較をおこなう。

Gamatie(2001)の調査によるとニジェールのモリンガのプランテーションでの葉の収量を計算すると、1ha 当たり雨季では 440kg、乾季では 44~88kg となっている。プランテーションは、0.7m×0.7m から 1m×1m の間隔でモリンガを植栽している。そのため、インド(3m×3m から 5m×5m の間隔)と比較して、植栽密度が高いためモリンガの実の収穫を主としたプランテーションではなく、葉の収穫を主としたものであると推測される。ニジェールの降水量は、年間 500~600mm 程度である。ニジェールの雨季は 6~9 月、乾季は 11~2 月となっているため 3~5 月と 10 月は乾季と雨季の収穫の半分として試算した。そうするとニジェールで収穫できるモリンガの葉は、年間で 4048kg となった。これは生葉であるので、Fugil (1985) のデータで計算するとたんぱく質は 271kg となる。同様の計算を他の栄養素で行うとビタミン A は 275g、ビタミン C は 8.93kg、鉄分は 280g、カルシウム 17.73kg が 1ha のモリンガのプランテーションで得られることになる(表 7)。

ニジェールの他の野菜の 1ha 当たりの収量で得られる栄養素を比較する。比較する野菜は、トマト、ニンジン、玉ねぎで行う。これらの野菜を FAOSTAT にて 1ha 当たり収量を検索して、収量と科学技術庁資源調査会編「五訂日本食品標準成分表」にて単位面積当たりの栄養素を計算する。比較の結果、ニンジンのビタミン A の項目以外はモリンガが圧倒的に高い栄養素を持っていることが示された。さらに比較された野菜は施肥などが行われているのに対して、モリンガは施肥をほとんどやっておらず、1人の農民が経営していることから労働投入量が低いので費用対効果の極めて高い植物だということが証明された。

表 3 単位面積当たりの栄養比較表

	モリンガ	トマト	ニンジン	玉ねぎ
収量 (kg/ha)	4048	22470	8003	6800
タンパク質 (kg/ha)	271	157	48	68
Ca (kg/ha)	17.33	1.6	0.02	0.01
Fe(g/ha)	280	45	16	14
ビタミン A(g/ha)	275	121	728	0
ビタミン C(kg/ha)	8.93	3.37	0.32	0.64

(出典 FAOSTAT と五訂日本食品標準成分表を元に計算)

第2節 旱魃リスクに対する回避

マラウイでは、2004/2005年の雨量不足によってメイズの不作による飢饉が発生し400万人が食料不足に陥った。しかしながら、マラウイは、天候不順に起因する不作が数年おきに発生しており、1990年以降では1991/1992年、1993/1994年、1996/1997年、2000/2001年度が不作で国内の農業生産が大きな打撃を受けている。数年おきに繰り返し発生するという意味で、天候不順に起因する農業所得の低下はマラウイ農村では半ば通常の出来事の範疇に入る。また、メイズが主食であり換金作物でもあるためメイズの自給は農村世帯にとって非常に重要である。しかしながら、天候不順による不作がいわば半常態化しているこのような現状のもとでは、農業に関連する所得に生計を依存し他の所得源を持たない世帯より脆弱な状態に置かれている。このような脆弱性とは、リスクや外的ショックに対処する能力が低いことである。さらにマラウイの農産物市場とりわけ主食のメイズの価格と流通市場が不安定で、不作の年などは市場取引を通じたメイズの確保が困難になる事態が発生する(高根 2007)。

このような旱魃に対するリスクを軽減させるためにもモリンガの植林は有効な手段になりうると考えられる。マラウイの農業は、ほとんど天水に依存しており、11月～4月の雨季に合わせて作付けるが、降雨変動により農業生産を大きく変動するため、農民は降雨により変動する新しい農業技術を採用することを嫌がる(AICAF 1999)。このことから、マラウイのような天水依存型の農業では、降水量によって収穫量が左右されることがない、旱魃に対するリスクヘッジのイノベーションが必要となる。マラウイでの降水量とメイズ収穫量の関係を比較すると、豊作時の1999/2000年の降水量は1028mmでメイズ収穫量250万tとなり、凶作時の2004/2005年度の降水量は552mmでメイズ収穫量125万tと半分以下になった。このようにメイズのように生育に年間降水量が800～1000mmが必要な作物に依存することは、降雨変動の激しいマラウイにとってリスクの高い農業経営となる。このような、旱魃の際のリスクを軽減するために年間降水量500～600mmで生育可能なモリンガを併用することは有効な手段になり得る。実際にMunyanziza(2003)によるとタンザニアなどでは旱魃の際の非常食としてモリンガを利用していると報告している。穀物であるメイズと野菜であるモリンガを単純比較できないが、1haあたりに得られるkcalを比較するとほぼ同量の熱量を得られることがわかった(表8)。さらにモリンガからは野菜として食されている実を採取することが出来る。モリンガの木一本あたり、長さ20～60cmの実が600～1000本(50～70kg)を採取することができる。また、この実から搾油できる種子が一本のモリンガから15,000～25,000個を得られる(Foild 2001)。

表4 モリンガとメイズの熱量比較

	モリンガ	メイズ
収量 (kg/ha)	4048	1138
1kg 当たりの kcal	920	3420
ha 当たりの千 kcal	3724	3891

(出典 FAOSTAT と五訂日本食品標準成分表を元に計算)

第3節 農業経営の多角化

マラウイのように天水依存型の農業経営を行っている農村世帯では、天候不順による脆弱性を回避する必要性がある。そのための方策として、自営農業以外の所得源を確保するために経済活動を多角化する戦略を取ることが考えられる。高根（2007）は、雨量不足の影響を受けた農村世帯は、農業所得の赤字を農業外所得が補填し、世帯総所得の赤字が回避したケースが報告している。しかしながら、農業以外の産業の発展が進んでいないマラウイにおいては非農業部門の就業機会は限られている。また、都市に近い一部の農村地域を除いては農業外経済活動の機会が少ない。このような状況の中で最も従事しやすいのは他者の農場での農業雇用労働であるが、この所得機会は低賃金で一時的であることに加えて天候不順などの影響を受けやすい。給与所得などの安定的な農外所得を得ている一部の世帯を除いては、所得源の多様化が安定的な生計に結びつくとは限らず、多くの世帯はその脆弱性を克服するには至ってはいないとされている。

モリンガを栽培することは、天候不順によるリスクヘッジのための所得源の多角化を行うことが出来ると考えられる。モリンガは、旱魃時の緊急用の食料としてだけでなく、搾油による産業を育成することができる可能性を持っている。オイルは、インドでのヒアリングによると 1kg 当たり USD 20 (約 2200 円) で各国に輸出されており、Saint (2001) によると ジンバブエ産のオイルが 1kg 当たり USD 15 (約 1600 円) で南アフリカへ輸出している。Martin(1985)によるとオイルは 11kg の種子当たり 2.6 リットルを生産が可能であるとしているが、マラウイでのヒアリングによると搾油機によって生産量はばらつきがあるが、油 1 リットルを生産するために、電動型は 8kg、ディーゼル型は 13kg、手動型は 26kg の種子が必要となっている。このため、Martin の報告と今回のヒアリングによる搾油効率に対しての大きく異なっていた。Foidl(2001)によると種子 1 つ当たり平均 0.3g としているので、モリンガの木一本当たりから種子は 4.5~7.5kg 収穫できると計算できる。マラウイでは、JICA の一村一品運動で支援しているオイル工場の者が農民から 1kg あたり 50kw (約 40 円) で買い取っており、Saint (2001) によるとセネガル 1kg では 500FCFA(約 100 円) で買い取っている。このことから、耐乾性のあるモリンガを栽培経営することは、旱魃の際でも食料と換金作物を得られるので、天候不順への脆弱性を軽減することができると考えられる。

第4節 環境対策

モリンガは、マルチパーパス・ツリー（多目的樹）として利用されている。AICAF(1990)によるとマルチパーパス・ツリーとは、単一樹木で多様な利用目的・用途をもつものをいう。利用目的は、食料・飼料・木材・公益的機能などを対象としている。食料は、葉・果実・種子・樹皮などが果実・野菜・ナッツ・油脂・でんぷん・スパイスとして利用される。飼料は、葉・果実などが生のままや加工して家畜飼料として利用される。木材は、木部・樹皮・枝が建築材・工芸品・薪炭材として利用される。公益的機能は、防風・土壤保全・飛砂防止・生垣・窒素固定などの効力を利用する。

モリンガのマルチパーパス・ツリーの特性として、前述した葉や果実から食料・飼料・油脂などを生産する事と土壤保全や窒素供給などがあげられる。モリンガを植林することは、土壤保全と土壤への窒素供給を中心に公益的機能を提供できることが考えられる。モリンガの植林の目的は、丸太・チップ・パルプといった木材生産ではなく、葉・果実といった非木材林産物の生産であるため、木を伐採することないので植林地の相観・構造を大きく破壊することなく保持でき、防風・土壤保全・飛砂防止・生垣・窒素固定など公益的機能を維持・発揮できると考えられる。

第7章 結論

第1節 本研究の成果

マラウイでモリンガが普及していない事に対して原因について分析を行ったが、主たる原因を導くことが出来なかった。しかしながら、筆者はモリンガが普及しないのではなく、マラウイはモリンガというイノベーションの導入段階にあるに過ぎないのではないかと結論に至った。理由は、ロジャース（1982）が定義したイノベーションの導入者カテゴリーの内、2.5%を占めている革新的導入者と呼ばれている人こそ、今回の調査で出会った Mrs. Bonomal や Kamwendo 村の村長ではないかと考えた。その理由は、早期導入者の社会的特徴である学歴が高い事、読み書き能力、社会的地位が高い、経営規模が大きい、自給自足より商業的経済を志向しているなど、この二人に関してほぼ合致している。このことから、先行研究でも明らかにされているように農村の上層部や比較的裕福なものから換金作物のようなイノベーションは進むので、Mrs. Bonomal や Kamwendo 村の村長は早期導入者となっていると考えられる。

また、モリンガを導入した場合の効果として最も大きいものは、栄養改善だとの結論に至った。先述のニジェールでのモリンガと他の野菜との栄養成分との比較でも、モリンガが圧倒的に高い栄養価を持っている植物であることが証明された。そのため、貧困地域の大部分を占める乾燥地帯でも栽培できるモリンガは、栄養失調で苦しんでいる人々を救える有効手段になるのではないかと考えられる。

第2節 今後の課題

今回の結論でマラウイは、モリンガというイノベーションの初期導入段階と結論づけたが、その結論が正しい事を証明するには時間の経過が必要となる。そのため、今後の経過について調査する必要があると考えられる。

同様に今回の研究を行う上で、最も困難だった事はモリンガの収量についてのデータがほとんどなかった点である。モリンガの先行研究は、モリンガの葉や実などの成分についての研究、もしくは栽培方法や特徴について報告書や定性的にモリンガ比較優位性を述べている論文などマイクロとマクロに二分されていた。つまり、農学実験的に単位面積や一本当たりのモリンガの収量や収益について定量的に調査を行っている論文がなかった。そのため、モリンガの生産物の成分研究で得られたものと定性的にモリンガが比較優位性を示した論文をつなげることができない状況である。そのため、今後の課題としてモリンガに対して定量的に比較優位性を示すような研究が必要とされると考えられる。

引用文献

<日本語文献>

AICAF,1990,アグロフォレストリー-東南アジアの事例を中心に-,p44-47,AICAF

AICAF,2001,アフリカ地域持続的農業開発事業計画策定調査 最終報告書,AICAF

相川律子・神馬征峰,2003.開発途上国における鉄欠乏性貧血症対策,国際協力研究 Vol.19
p39-48

アレキサンダー・メイサー（熊崎実訳）,1991.世界の森林資源,築地書店

池本幸生,2004,食料安全保障における開発協力,国連大学グローバルセミナー

科学技術庁資源調査会,2005,五訂日本食品標準成分表

掛谷誠,1994,焼畑農耕社会と平準化機構,雄山閣出版,p121-145

川村良治,2003,モリンガ 0・1,イッシンランバー

工藤九朗,1973,熱帯植物写真集,第一教育図書

黒田真,2001,タンザニア、イリంగా州高地農村における商業トマト栽培の拡大過程,アフリカ研究 56,p33-51

小金澤孝昭・福澤隼人・吉成安生,2006,南インド農村部における持続可能な地域振興,宮城教育大学紀要 第41巻,p33-46,宮城教育大学

国際協力事業団,1997,インド国タミルナードゥ州ため池改修計画事前調査 S/W 報告書,国際協力事業団

国際協力機構,2006,マラウイー村一品運動のための制度構築と人材育成プロジェクト運営指導調査団報告書,国際協力機構

柴田真,2006,隊員活動報告書,JICA

清水英明,2007,マラウイにおける果樹栽培の導入をめぐる制限要因,筑波大学大学院環境科学研究科 修士論文

杉原たまえ,1994,家族制農業の推転過程,日本経済評論社

白鳥佐紀子,2005,インド農村地域における所得が栄養状態に及ぼす影響,開発金融研究所

高橋基樹,2006,アフリカ開発の初期条件:その歴史、国々、人間、生業,アフリカ研究会

高根務,2003,アジアとアフリカの農産物流通,アジア経済研究所

高根務,2007,マラウイの小農,アジア経済研究所

西岡直樹,1988,インド花綴り,木屑社

日本貿易振興会,2000,インドの農業,日本貿易振興会

原島梓,2004,アフリカ農業の低生産性に関する考察,p67-79,アジア経済研究所

福西隆弘,2003,アフリカにおける開発ミクロ経済開発研究の成果,アジア経済研究所,p67-107

松井和久・山神進,2006,一村一品と開発途上国,アジア経済開発研究所

Monthly JICA 2005 5月号

ロジャース,1982,(青池慎一・宇野善康訳,1990)イノベーション普及学,産能大学出版社

吉川竜太,2005,ザンビア東部における社会変容と農地利用の変化,京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究科 博士論文

渡辺弘之,1994,熱帯林の保全と非木材林産物,京都大学学術出版会

<英語文献>

Chiedza Child care centre, 2006. Newsletter January 2006, Chiedza Child care centre

Foidl N, 2001, The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses, What development potential for *Moringa* products?

Gamatie M, 2001, *Moringa oleifera* management system in the river Niger valley: the case of sarando area, Development potential for *Moringa* products

Martin L, 1985, The moringa tree, ECHO

Sugiyama, 1995, *Agricultural production and environmental change of dambo*, Tohoku University

Munyanziza. E, 2003., Evaluation of *Moringa oleifera* for food security and environmental rehabilitation in Tanzanian rural areas. *Journal of tropical science* 15(3) p450-456

Nadir Reyes, 2006, Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforestry system* 66 pp231-242

Palada. M. C, 2003, Suggested cultural practices for *Moringa*. Asian Vegetable Research & Development Center

Rajangam J, 2001, Status of production and utilization of *Moringa* in southern India. Development potential for *Moringa* products

Rory P. H, 2004. The nutritional composition of African wild food plants: from compilation to utilization. *Journal of Food Composition and Analysis* 17 p-227-289

Saint sauveur A, 2001, *Moringa* Exploitation in the world: state of knowledge and challenges. Development potential for *Moringa* products

Sanford Holst, 2000, *Moringa*- nature's medicine cabinet, sierra sunrise books

Suresh Chandra Babu, 2000, Rural nutrition interventions with indigenous plant foods- a case study of vitamin A deficiency in Malawi, *Biotechnol. Agron. Soc* 4(3) p169-179

Siemonsma J. S, 1994, Plant resources of South-East Asia Vegetables. PROSEA Publication office

<web>

JICA,2007,国別主要指標.JICA 図書館ポータルサイト

<http://libportal.jica.go.jp/fmi/xsl/library/Index.html>

最終アクセス日 2008/1/22

日本国際保健医療学会 HP

<http://wiki.livedoor.jp/jaih/d/FrontPage>

最終アクセス日 2008/1/22

FAOSTAT

<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>

最終アクセス日 2008/1/22

謝辞

本研究を行うにあたって、研究テーマのモリングガを紹介して頂いた日本工営の佐藤周一氏、インド調査に同行させて頂いた日本モリングガ協会の山和孝氏・川村良治氏、マラウイ調査にご協力して頂いた JICA マラウイの高樋俊介氏・戸所直人氏・佐橋八衣氏には大変お世話になりました。

東京大学においては、指導教官及び主査をして頂いた山路永司教授、副査をして頂いた國島正彦教授・中山幹康教授には研究に関する助言や論文作成にあたり懇切丁寧な指導をしていただき深く感謝しております。また、山路研究室と国際協力専攻の皆さんの励ましなくては、この論文は作成できませんでした。

2年前の学部生時代には、本研究をする上で、これほど多くの人に出会い励まされるとは想像すらしていませんでした。皆様のおかげで、東京大学大学院に入学してからの2年間は、自身の人生の貴重な財産となりました。この場をお借りして厚くお礼申し上げますと共に筆を置きたいと思います。