

開発途上国への海外農業投資促進事業

事業報告書

JAICAF ジェイカフ

Japan Association for
International Collaboration of
Agriculture and Forestry

2017 年 3 月

公益社団法人 国際農林業協働協会

まえがき

食料増産に大きな潜在力を有する開発途上国へわが国民間企業からの農業投資を促進するため、現地におけるわが国実需者のニーズを踏まえた大豆の生産可能性に関する調査およびわが国企業等による海外農業投資についての関連情報の収集・分析を行うとともに、わが国企業と調査対象国関係者とのビジネスマッチングのためのフォーラムを開催することを目的として、「開発途上国への海外農業投資促進事業」を実施しました。

事業目的を達成するため、対象国として設定したケニアでは、現地の大豆農家による生産や流通の実態と課題を調査するとともに、ケニアにおける大豆の生育特性および生産拡大の可能性を明らかにするため、現地の試験圃場において大豆の栽培試験を行いました。

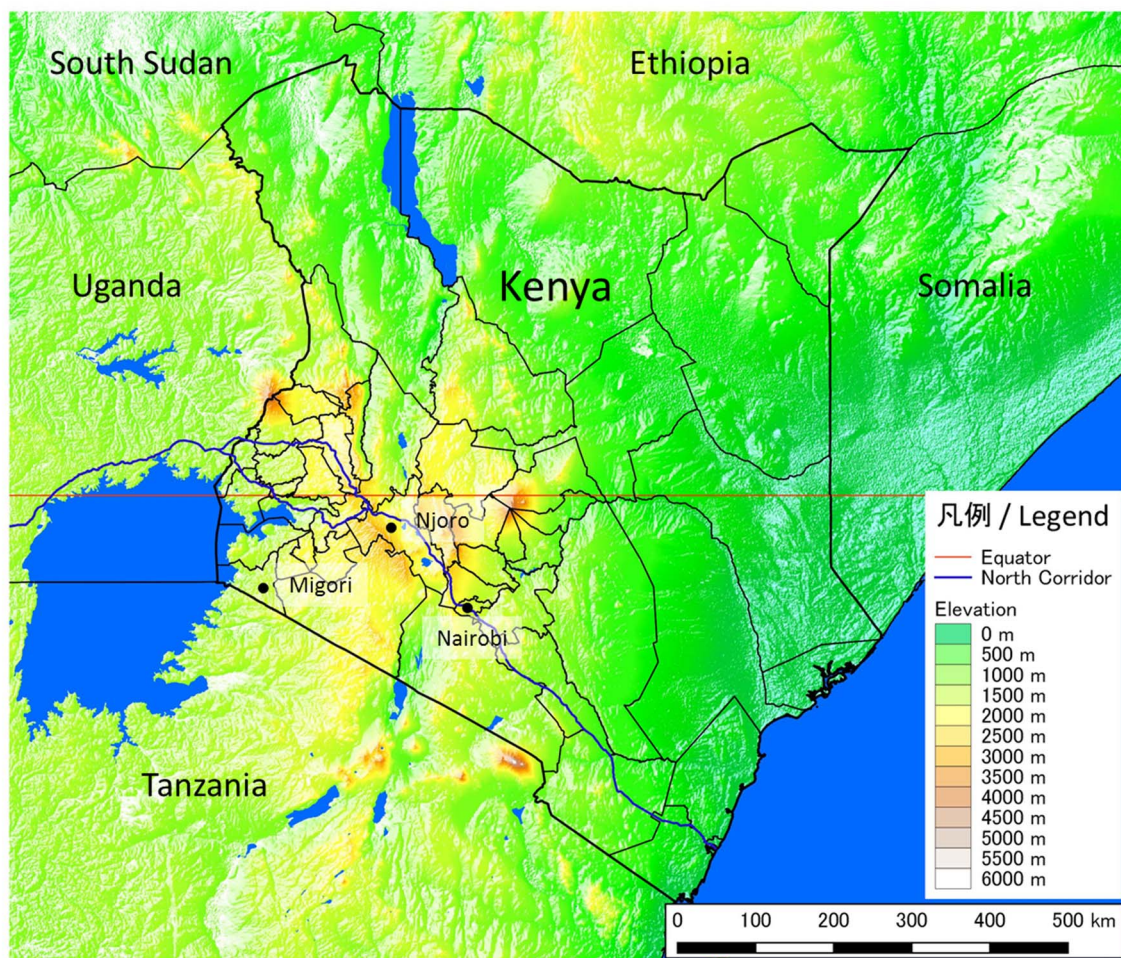
本報告書では、上記活動の概要と成果を取りまとめました。事業成果が現地の大豆の生産と普及に寄与しつつ、わが国の民間企業および国際協力関係者間で活用されることを期待するものであり、関係各位に活用していただければ幸いです。

なお、本事業の実施・運営にあたっては、現地に派遣した各専門家に多大なる支援を賜りました。また、現地における専門家活動にあたっては、Alphajiri Limited の薬師川氏およびケニア農業畜産研究機関の Njoroge 氏ならびに CDC インターナショナルの神田氏にご協力をいただきました。ここに、記して感謝申し上げます。

最後に、本報告書は当協会の責任において作成したものであり、農林水産省あるいは日本国政府の見解を代表するものではないことをお断りします。

2017年3月

公益社団法人 国際農林業協働協会
会 長 西 牧 隆 壯



事業関連地図：主要な調査対象地

出典：Javis, A., H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara, 2008, Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>)

略 語 一 覧

略 語	英 語	日 本 語
AGRA	Alliance of a Green Revolution in Africa	アフリカ緑の革命のための同盟
ASAL	Arid and Semi-arid Lands	乾燥・半乾燥地域
ASDS	Agriculture Sector Development Strategy	農業開発戦略
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical	国際熱帯農業センター
DAP	Diammonium Phosphate	リン酸二アンモニウム
ERS	Economic Recovery Strategy for Wealth and Employment Creation	経済復興計画
FAO	Food and Agriculture Organization	国連食糧農業機関
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GMO	Genetically Modified Organism	遺伝子組み換え作物
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
JAICAF	Japan Association for International Collaboration of Agriculture and Forestry	国際農林業協働協会
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KALRO	Kenya Agricultural and Livestock Research Organization	ケニア農業畜産研究機関
KEPHIS	Kenya Plant Health Inspectorate Service	ケニア植物衛生検疫所
KESOFA	Kenya Soybean Farmers Association	ケニア大豆農家組合
KIRDI	Kenya Industrial Research and Development Institute	ケニア産業研究開発機関
KU	Kenyatta University	ケニヤッタ大学
MoALF	Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries	農畜水産省
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
NIB	National Irrigation Board	国家灌漑公社
SRA	Strategy for Revitalizing Agriculture	農業再活性化戦略
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization	国連工業開発機関

ケニアシリング :

1 円 = 0.89050 Ksh (<http://www.exchange-rates.org/converter/JPY/KES/1/Y>, 2017/03/10 時点)

平成 28 年度 開発途上国への海外農業投資促進事業

事業報告書

— 目 次 —

1. はじめに.....	1
2. 事業の目的.....	1
3. ケニアの自然条件.....	1
4. ケニアの農業.....	2
5. ケニアの農業政策と行政組織.....	4
1) 農業政策の変遷.....	4
2) 行政組織.....	4
6. ケニアにおける大豆導入の歴史的経緯.....	5
7. ケニア大豆の生産、流通と利用状況.....	5
1) 需要と供給.....	5
2) 生産者側の実態.....	8
3) 大豆の生産拡大に関する検討.....	17
4) 大豆流通業者および加工メーカー等の実態.....	23
5) Alphajiri Limited のケニアにおける存在意義と展望.....	25
8. ケニア国ミゴリ県大豆農家への聞き取り調査.....	27
1) 要 旨.....	27
2) 目 的.....	28
3) 方 法.....	28
4) 結 果.....	28
5) 考 察.....	32
9. ケニアにおける大豆生産性の可能性調査（大豆栽培試験）の結果.....	32
1) 要 約.....	32
2) 背 景.....	33
3) 日本産大豆品種のケニアにおける生育特性に関わる栽培試験（品種比較試験）... 33	
4) 栽培法に関する基礎的試験（栽培試験）.....	39
5) 大豆栽培農家訪問記録.....	42
10. 農業投資促進フォーラム.....	43
11. 総括的結論.....	45
12. おわりに.....	46

別添資料

1. KALRO 所属 Njoroge 研究員による大豆栽培試験報告.....	49
2. 農業投資促進フォーラムの発表資料.....	69

1. はじめに

世界の大豆生産量は、2億9千万t（2014年）で、内訳は米国31%、ブラジル31%、アルゼンチン19%と、この3カ国だけで81%を占め、以下中国、インド、パラグアイ、カナダとなっている。このうち輸出に回るのは、1億1000tで、ブラジル41%、米国38%、アルゼンチン19%となっている。一方輸入は、中国が65%を占め、わが国は2.7%、270万tである。

わが国への輸入のうち、200万tは油糧用として国内で搾油される。70万tが食用大豆である。

油糧用については、GMO（遺伝子組み換え大豆）がほとんどみられるが、食用大豆については、消費者のGMOについての反発は強く、アメリカの生産者に割り増し料金を払って生産してもらったものを輸入しているものがほとんどであり、国産大豆の生産が伸びないなかで、非GMOの輸入先の拡大が求められている。

わが国の食用大豆の使用用途は、豆腐、油揚げ用が一番多く、次いで、味噌、納豆、植物たんぱく用、醤油用となり、その他として、惣菜、酢大豆、湯葉黄な、きな粉などとなっている。

食用大豆の将来の輸入先の候補1つとして、非GMOの生産が主と考えられるアフリカがあげられる。2013年現在、アフリカの大豆生産は、南アフリカが、78万t、ナイジェリアが60万t、ウガンダ19万t以下マラウイ、ジンバブエが続く。ケニアの大豆生産は現状では、3000tに過ぎないが、わが国食用大豆の輸入先国としての将来性に着目し、今回の海外農業投資促進事業の調査対象国として選定した。

2. 事業の目的

近年、世界的に食料の国際価格が高騰した際に、食料安全保障の観点から食料調達の安定化および多角化ならびに食料生産の増大を図ることが求められた。食料増産に大きな潜在力を有する開発途上国へのわが国民間企業からの農業投資を促進するため、現地におけるわが国実需者のニーズを踏まえた大豆の生産可能性に関する調査およびわが国企業等による海外農業投資についての関連情報の収集・分析を行うとともに、わが国企業と調査対象国関係者とのビジネスマッチングのためのフォーラムを開催することを目的として、「開発途上国への海外農業投資促進事業」を実施した。

3. ケニアの自然条件

ケニアは赤道を中心に、南北に5°、東西は東経34°から42°に位置する。北部はツルカナ湖を中心に砂漠地帯が広がり、東部も海岸に向かって半乾燥地となる（ただし海岸部は雨も多い熱帯地域である）。西部中央は、標高2000mほどの高地で雨量も比較的多く、農耕適地で、植民地以来の大農場地帯である。ただそのほぼ中央部には大地溝帯（グレートリフトバレー）が幅60kmほど走っており、この地域は標高、降水量ともに低く半乾燥地帯（ASAL）

である降水量と標高を組み合わせるとケニアの気候区分は次の7つに区分される。

- ①海岸部の熱帯気候地域：乾季はなく、5月と10月に降雨のピークをもつ。気温、湿度とも年間を通して高い。
- ②ケニア高地の熱帯気候地域：赤道直下にあるが、高地のため、冷涼な気候である。降水量は場所によってかなりの差がある。
- ③ビクトリア湖岸盆地の熱帯気候地域：湖の存在により、乾季はないが、降水量は多くはなく、気温も高くはない。
- ④北西部の熱帯気候地域：ウガンダ北東部に連なる国境地域で高地にあるため気温は高くはない。
- ⑤南部の熱帯気候地域：タンザニア中部に連なる小地域で、ケニアではナロック県とタイタ県およびクワレ県の南部の2つに分かれている。高地にあるため周辺の半乾燥地域よりしのぎやすい。
- ⑥東部の半乾燥地域：降水量500mm以下の広大な地域で、平均気温は22～27℃と高い。
- ⑦中北部の乾燥気候地域：降水量250mm以下の乾燥地域である。

地形

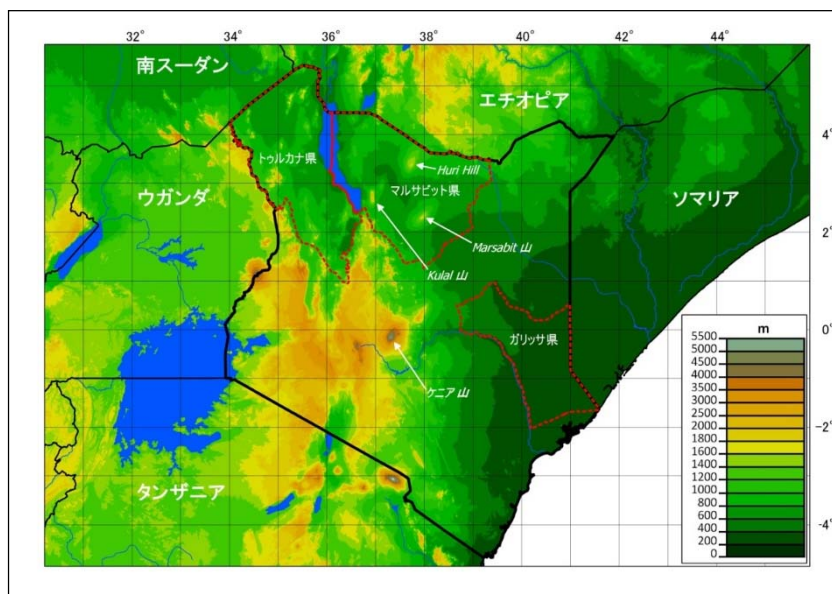


図 3-1 全国の地形

出典：Jarvis A., H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara, 2008, Hole-filled seamless SRTM data V4, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), available from <http://srtm.csi.cgiar.org>.

4. ケニアの農業

一般的な作物は、トウモロコシ、マメ類、コムギ、コメのほかに、バナナ、サツマイモ、ジャガイモがある。

伝統的な輸出作物は紅茶、コーヒー、サイザル、ワタ、除虫菊が有名であるが、近年ではヨーロッパやアラブ向けの花弁、野菜が大きなシェアを占めている。

家畜の飼育も盛んで、牛、羊、ヤギ、家禽である。役畜の活用はほとんどない。

小規模農家の土地所有面積は 1~2.5ha であるが、高地などの人口密度の高いところでは 1ha 未満である。半乾燥地などでは土地の所有は個人ではなく、コミュニティーのものとなっており、放牧が行われている。

一方、大農場は、植民地時代にホワイト・ハイランズとして白人に割譲された農地が主で、50ha 以上である。白人経営者たちは、①コーヒー、茶、サイザル、サトウキビなどの多年生作物を栽培するプランテーション、②コムギ、トウモロコシ、ヒマワリ、牧草、などの栽培に酪農を組み合わせた混合農場、③肉牛や綿羊を飼育する牧場などの経営を気候にあわせて行った。60 年代に入り、白人経営者の多くは独立を控え経営から手を引いていった。そのあつを 1962 年以降ケニア政府は、イギリス、西ドイツ、世銀などからの財政援助を受けて、白人経営者から有償で買い取り、ケニア人を再入植させた。この大農場経営と小規模経営農家の存在は、ケニアの農業を語る上で今日でも大きな課題となっている。たとえば、花卉、野菜の栽培を見ても、一方において大規模な農場が、水をふんだんに使い、ハウス栽培を行い、直接ヨーロッパに輸出するのに対し、小規模農家はそういった装備を全く持たない経営を行っている。

農業の多くは天水頼りで、降雨の状況が良い年は、食料はほぼ自給できるが、干ばつ年には 30%以上の穀物が輸入される。

灌漑地は限られているが、主な灌漑計画を次の表に示す

表 4-1 主な灌漑計画

事業名	地域	水源	規模	栽培作物
ペルケラ	リフトバレー	ペルケラ川	3,000ha	タマネギ、トウガラシ、スイカ、パパイヤ
ムエア・テベレ	中央部	ニヤミンディ川 ティバ川	13,000ha 6,400ha 開発済	コメ
ブラ	沿岸部	タナ川	2,500ha	ワタ、トウモロコシ、 トマト、タマネギ
タナ・ホラ	沿岸北部	タナ川	4,800ha 900ha 開発済	ワタ、ラッカセイ、サ サゲトウモロコシ
西カノ	西部	ビクトリア湖流 域	2,200ha	コメ

5. ケニアの農業政策と行政組織

1) 農業政策の変遷

独立直後(1963年-1980年代)の農業政策は、国の自主独立と経済発展志向の影響が大きく、小農の土地取得奨励をてこに土地生産性を上げることにあった。政府は基本的な農産物(トウモロコシ、トウモロコシ粉、サトウキビ、砂糖、コムギ、小麦粉、パン、ミルク、乳製品)について出荷から小売り価格の設定まで介入した。そのために公社を設立し、農家の協同組合設立が奨励された。また灌漑や農村道路などインフラ投資も進められた。この時期の農業政策の基本は食料自給の達成であった。しかし、実態は不透明な公社の運営、農家サービスの質の低さ、独占的な市場等によって、成果を上げることができなかった。

1980年代中期からの自由化の時代は、IMF、世銀といった外部からの圧力による「構造調整プログラム」と「自由な市場」によって特徴づけられる。民営化と規制緩和、貿易障壁の除去、為替の変動制、地方分権化などが打ち出された。しかし、その結果は非効率的な公社が廃止されたことぐらいで、自由市場が十分効果的であったという証明は得られなかった。

2003年、新政権は富と雇用創出による経済復興計画(The Economic Recovery Strategy for Wealth and Employment Creation: ERS)を発表。このなかで農業を貿易、工業化、観光開発とともに経済発展の重要であると位置づけ、2004年から2014年までの農業開発計画として、農業再活性化戦略(The Strategy for Revitalizing Agriculture: SRA)を策定した。

SRAは食料の自給という過去の目的とは異なり、商業的、市場志向的、利益重視の農業を目指し、そのことによって食料の安全保障を目指している。また、農業分野における横断的なアプローチと官民の連携を目指している。そのうえで、農業の近代化と機械化、農業インフラの改善、農業サービスの向上、国内外のマーケットへのアクセスの改善を目標としている。この政策によって、2003年から2007年までの農業セクターの成長率はGDPの伸びを上回り、マイナス0.3%からプラス6.3%に大きく改善した。

2008年、ケニア政府はVision2030を発表した。そしてこれに対応する形で、SRAを改定して、2010年から2020年までを目標年次とし、自給自足農業からビジネスとしての農業への転換を目指す、農業開発戦略(The Agriculture Sector Development Strategy: ASDS)を発表した。

2) 行政組織

農業普及については、農畜水産省(Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries: MoALF)の普及・研修局、普及サービス課が所掌し、実際の活動は、県、郡、サブカウンティの農業事務所が実施する。

研究については、MoALFのケニア農業畜産研究機関(Kenya Agricultural and Livestock Research Organization: KALRO、旧KARI)が所掌する。

本件の実証調査は KALRO—Njoro の Mr.James Njoroge がカウンターパートとして、Njoro 試験場とミゴリの Ragna で試験栽培を行った。

灌漑開発は、国家灌漑公社（National Irrigation Board : NIB）が実施している。

6. ケニアにおける大豆導入の歴史的経緯

ケニアの大豆生産量は 3000 t 程度とみられ、世界の大豆生産量(2015 年 3 億 1320 万 t) と比べて微々たるものであるが、隣のウガンダの 2 万 3000 t 程度 (2014 年) と比べてもはるかに小さい。ケニアに大豆が紹介されたのは、旧宗主国であったイギリスが 1909 年ケニア—ウガンダ鉄道の建設資金の一助とするため、大豆をキャッシュクロープの 1 つとして導入しようとしたのが最初とされる。コーヒー、茶、サイザルなどと同様に白人経営のプランテーション農場のみの栽培を認めたが、実際に栽培されることはほとんどなかった。1936 年頃には、Njoro と Kitare の試験場で大豆の品種試験が行われたという記録もあるが、第 2 次世界大戦を経て、独立にいたるまで農家レベルで栽培が進んだ記録はない。1963 年の独立以後に白人経営者がいなくなったあとも大農、小農ともあまり栽培に興味を示さなかった。

それでも 70 年代には、ムエアの畦に大豆が栽培されている様子が観察されており、農業試験場、灌漑地、宗教関係者（アドベンチスタ）の努力で、ムエア地区、西部地区で少しずつ栽培農家が増加していったものと思われる。

2011 年、UNIDO（United Nations Industrial Development Organization : 国連工業開発機関）が東アフリカの干ばつ対策の一環として日本の資金援助を得て、ミゴリ、ブンゴマ、キスムの 3 ヶ所で、KIRDI（Kenya Industrial Research and Development Institute : ケニア産業研究開発機関）の敷地内に大豆の加工機械を導入した（加工機として、熊本の精米設備設計製造販売の島田農機商会の焙煎機も納入された）。

独立行政法人国際協力機構（JICA）は青年海外協力隊員を 2011 年に大豆隊員としてミゴリに派遣し、栄養改善と貧困削減に寄与した。2016 年に派遣された薬師川隊員は隊員業務終了後も残り、ミゴリを本拠地に大豆の仲買業を開始しており、将来が期待される。ケニアの大豆消費は、イギリス式の工業用の搾油と、搾りかすの飼料としての利用からスタートし、アメリカ系の宗教団体の宗教的理由による、コーヒー代替、きな粉などの利用に供され、近年ではその栄養の価値に着目した、栄養改善の面からの利用に焦点が当たっている。

また、ムエア周辺の農家が、少量ながらエダマメをイギリスに輸出するなど、食用大豆の利用にも注目されている。

7. ケニア大豆の生産、流通と利用状況

1) 需要と供給

ケニアにおける大豆生産量の統計は、統計データに加味されない流通や自家消費が含まれているため、精緻な数字を算出するのは難しいが、FAO の統計によれば、ケニアの年間

大豆生産量は、1994年から2014年までの20年間に約2000tから約2500tに増えた。Wageningen UniversityのN2Africaプロジェクトによる報告(R.N. Collombet, 2013)によると、2009年の国内大豆生産量は5000tに満たないとあり、統計に加味されなかった生産量を加えれば、現在の年間生産量は2500t～5000tと推定するのが妥当である。

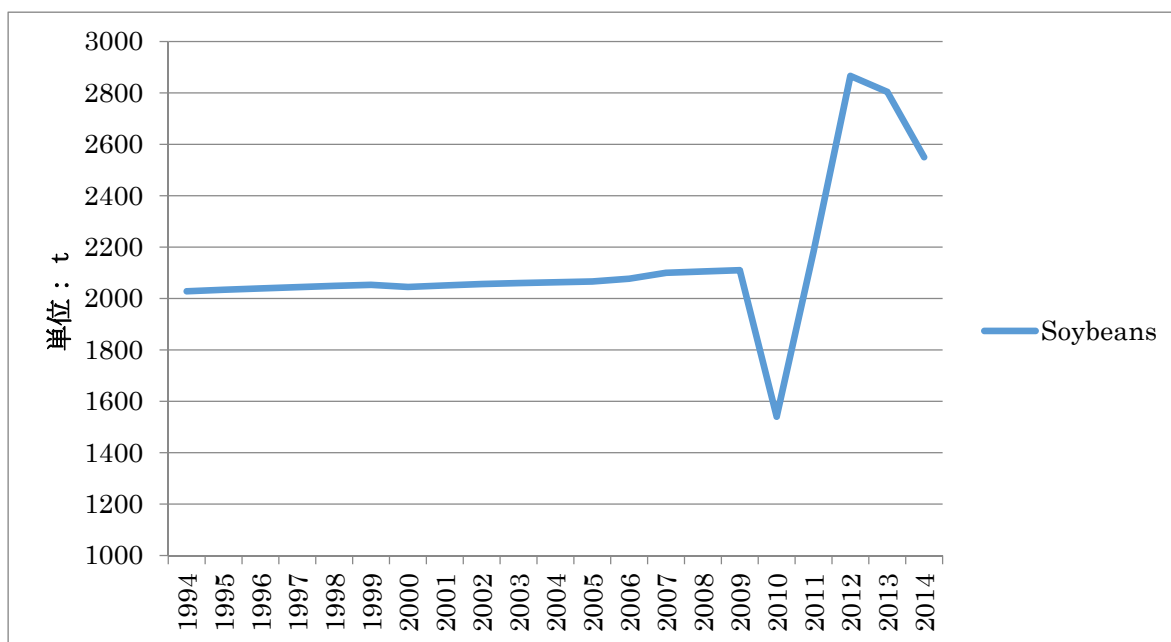


図 7-1 ケニア大豆生産量の推移 (FAO 統計データより)

一方で、ケニアの大豆国内生産量の増加は、大豆加工品の需要と比較すると微々たるものであり、需要には追いついていない。N2Africaプロジェクトの報告によると、2009年のケニアの大豆需要は10万tを超えているとある。

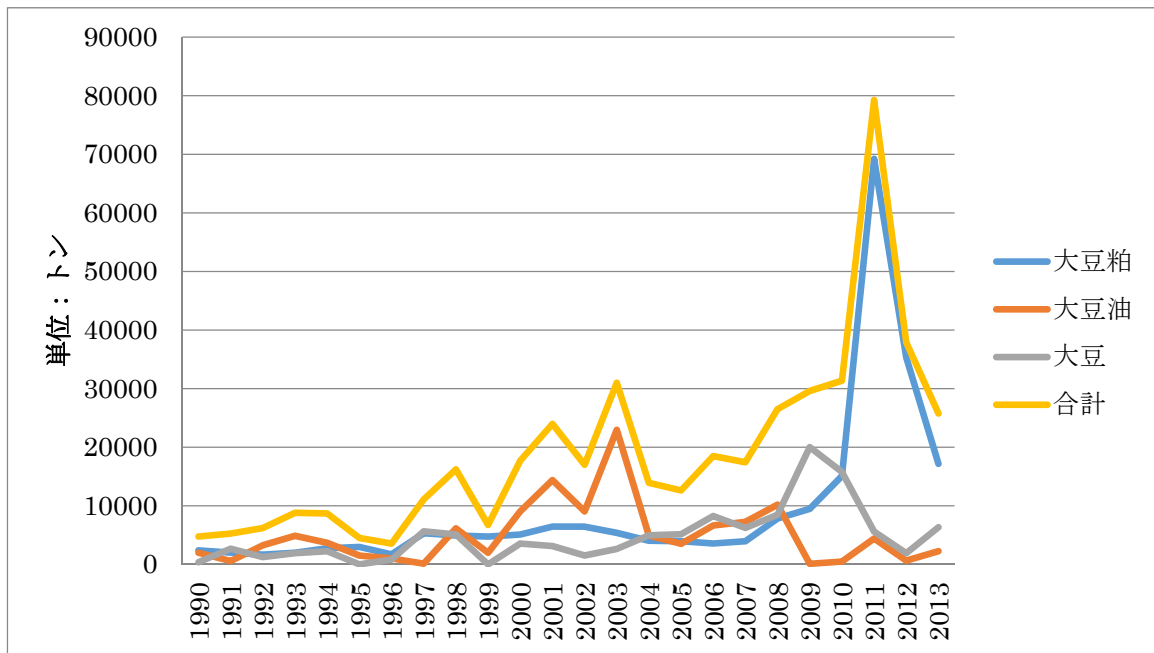


図 7-2 ケニアの大豆輸入量推移 (FAO 統計データより)

FAO の大豆および大豆関連商品の輸入量のデータも必ずしも信頼できるものではないが (年度によっては推定もしくは非公式データが含まれる他、近隣諸国からの輸入などは統計調査から漏れている場合がある)、FAO が大豆および大豆関連製品として算出している大豆・大豆粕・大豆油の輸入量合計は、年ごとに増減を繰り返しているものの、1990 年代の平均年間輸入量 7584 t から、2000 年代に入りおよそ 3.4 倍の 2 万 6061 t まで増加している。主に家畜飼料として使用される大豆粕の輸入量は 2007 年以降とくに急増している。

2013 年度の輸入実績を見ると、大豆は 6346 t で、そのうちウガンダから 6105 t (96%) 輸入し、エチオピアから 240 t (4%) 輸入している。大豆粕については、1 万 7170 t のうち、インド 8848 t (52%)、ウガンダ 6511 t (38%)、オランダ 1783 t (10%) の順になっている。大豆油は 2256 t で、アルゼンチン 1489 t (66%)、ウガンダ 763 t (34%) になっている (COMTRADE)。

ケニアでは大豆・大豆粕・大豆油に加え、大豆粉も輸入しており、2001 年の大豆粉・大豆粕の合計輸入量は 11 万 t、2002 年は 8 万 7000 t であったとの文献もある (Chianu, Vanlauwe, 2008)。このように加工品の種類の分類やデータの出所には違いがあるため、FAO の統計からだけでは、正確な需要量を把握することは難しいが、ケニアの大豆およびすべての大豆関連商品の需要は、10 万 t 前後と推定するのが妥当であり、またケニアの大豆生産量は、すべての大豆・大豆関連商品の加工に使用する大豆需要の 5% にも満たないと推定するのが妥当である。

ケニアも、大豆および大豆関連商品を輸出している。そのうち主要な輸出品は、難民キャンプ用の大豆栄養食品（主にポリッジ粉）であり（ケニア可能会社の聞き取り調査に基づく）、主に大型国際 NGO や国連組織を通じて、ソマリア等近隣諸国に輸出されている。

2) 生産者側の実態

(1) 気候条件

N2Africa の報告によると、ケニアの国内大豆生産は西部ケニアが 90%を占めており、大豆栽培に適している土壌は、22 万 4000ha である。そのうちニャンザ州およびウエスタン州は、もっとも大豆栽培に適した気候条件であり、これらの州は、22 万 4000ha のうち、それぞれ 15%と 13%を占める。大豆栽培に最も適した標高は、代表的な品種である SB19 で 900~2200m、Gazelle で 1200~2200 m であるが（KALRO 調べ）、ニャンザ州およびウエスタン州の標高は 1300~1500 m であり、大豆栽培に適している。また、両州の平均気温は 20℃、平均降水量は年間 1400~1700mm である。

ただし、降水量は地理的影響を受ける。また、降水パターンが不安定になることもある。調査地域のニャンザ州ミゴリ県のうち、中心地であるミゴリタウンの周囲半径 50km は年間 1400 mm であるが、県内の Nyatike、Ndiwa 等の地域の降水量は 600mm 程度でしかない。また、ミゴリ県内の大雨季は一般的に 3 月~5 月、小雨季は 9 月~11 月だが、雨季が突発的に止むことが頻繁にあり、平均降水量が 1400 mm に達する地域でも水不足による収量低下がみられる。

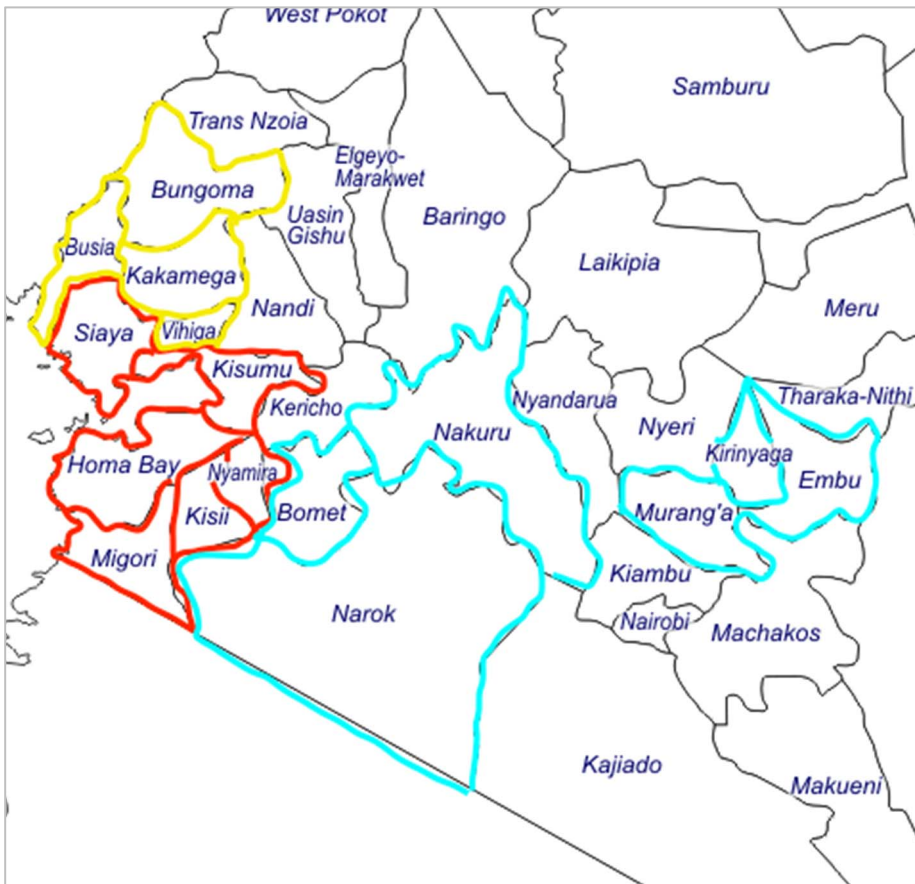


図 7-3 大豆の生産が最も行われているニャンザ州（赤色）、ウェスタン州（黄色）
 その他大豆生産実績がある県（水色）Tharaka-Nithi と Meru も囲む

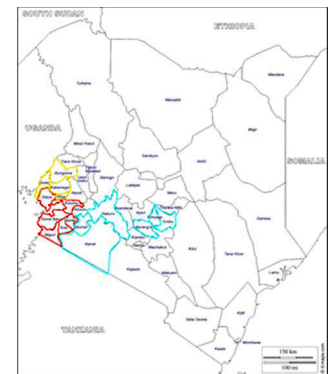


図 7-4 ケニア全体図

（2）農家の品種選択

ケニアには、KALRO が選抜し、登録した EAI3600、Black Howk、Gazelle、Hill、Nyala、DPSB19、DPSB8、Kensoy009 の 8 品種のほかに、Squire や SAGA、Bossier、NAMSOY などのように、海外で育成され KEPHIS（Kenya Plant Health Inspectorate Service：ケニア植物衛生検疫所）によって輸入を許可された外国品種、また、おそらくアフリカ各国から穀物として流れ込んだであろう品種が多数存在する。

小規模農家が一般的に認知している大豆品種は SB19 である。SB19 種子はケニア国家農業・家畜研究機関である KALRO のカカメガ県およびンジョロ県支部が生産を行なっているほか、ベンチャー企業の Greenspec Ltd. も生産している。

ケニア西部では Squire および SAGA という品種も一般的であり、Seed Co. が種子販売を行なっている。

Gazelle という品種はまだ西部では一般的でないものの、エンブ県では、農業省や大学のプロジェクトにより Gazelle と SB19 を中心に栽培が奨励されている。

種子の価格は、小売価格で 1kg あたり 300～400Ksh (ケニアシリング)、卸売価格で 190Ksh (配送費込み) と高額であるため、小規模農家が毎シーズン種子会社から種子を購入するのは難しい。小規模農家が種子会社から購入した種子を 1 エーカーに植えるとすると、種子のコストだけで 7500～1 万 Ksh (25kg) にかかることになり、赤字になる農家は多くなると考えられる。

このため、ほぼ 100% の小規模農家は、NGO や研究機関のプロジェクトにより種子を無料で、もしくはローンで配布されない限り、種子会社から大豆種子を購入することはほとんど無い。一度大豆種子を配布されたことのある農家は、収穫の一部を種子として何シーズンにもわたって利用するのが普通である。また新しく大豆を始めたい農家は、近所の大豆農家から種子を分けてもらうことが多い。このため、種子の純度は年々下がる上、品種の一次情報が入ってこないため、農家は品種の違いを正しく認識していないことが多い。たとえば、Squire と SAGA はへその色が違うにもかかわらず、大きさが似通っているため、全て Squire だと認識している。また、SB19 のほか、へその色が茶色い大豆品種は多数あるが、違う品種が混ざっていても、全てを SB19 と認識している。

ただし、Alphajiri の契約農家へのインタビューからは、品種の差による収穫までの日数については、良く観察していることがわかった。ミゴリ県の Ndiwa という地域では、以前政府組織が導入した大豆種子が (品種名不明) 収穫まで 120 日かかる品種だったため、SB19 のように 90 日程度で収穫できる品種は、干ばつのリスクを下げるとして好まれている。インタビューを受けた Ndiwa の農家 5 名のうち、3 名が収穫までの日数が短いことを理由に、SB19 を選択した。

また大豆栽培の経験が長い農家は、比較栽培により、収量が高い品種を選択している。Anjogo という地域では、インタビューを受けた 4 名中 2 名が、多収量を理由に SB19 よりも Squire を選択した。

(3) 生産方式

ミゴリ県内の小規模農家は全て、作付けから収穫までを手作業で行う。耕起は牛を用いて行い、作付けに畝作りは行わない。播種の方式はミゴリ県内でも地域によりさまざまである。Alphajiri Limited の契約農家のうち、耕起から播種、除草の方法に違いが顕著に見られるのは以下の地域である。

Anjogo および Masangora: 牛耕を終えたあとに 鋤で溝を掘り、播種を行う。播種方式は農業の知識や技術の習熟度によってさまざまであり、紐を使い直線に沿って播種する場合と、使わずに播種する場合がある。畝間は 30～60cm、株間は 5～10cm。除草は鋤で行う。

Ndiwa: 播種は、牛耕を行うと同時に、牛の後を追って播種する。そのため直線上に播種されず、畝間・株間ともにばらつきがある。除草を牛で行う農家もあり、その場合は畝間を 60～80cm に開けて播種する。農家の半数以上は、トウモロコシと混合栽培を行っている。

収穫の方法は、持っている農具により異なり、この違いが収穫後の大豆の調製の手間に違いをもたらす。刈り取りについては、草刈り鎌を持っている場合、根元を刈る。草刈り鎌を持たない場合は株を根ごと引き抜き収穫する。その場合、大豆を脱穀する際に、根についた土・砂・小石が混ざり、異物の混入や大豆の汚れを招く。昨年聞き取り調査を行った 22 名の契約農家のうち、草刈り鎌を持つ農家は 18%（4 名）であった。

刈り取った株は、地面で乾燥した後、棒で叩くことにより種子を鞘から取り出す。乾燥から鞘の除去作業は、ビニールシートの上で行うことが理想だが、ビニールシートを持たない農家は地面で直接作業するため、大豆に異物が混入したり、汚れがつく。また、天日干しの際に雨が降ると、大豆が濡れるためカビや汚れを招く。調査対象の契約農家のうち、ビニールシートを持っている農家は 36%（8 名）であった。

鞘の除去の後には、風を利用して、大豆を地上から地面に何度も落とすことで鞘、茎、砂などの軽い異物を取り除く。風の少ない日が続くと異物が飛ばないので、調製をうまく行うことができない。

大豆の基礎的な品質向上のためには、大豆農家が草刈り鎌およびビニールシートを持つこと、そして風の利用だけでなく、篩を使用することで、異物を取り除く作業の精度と効率を上げることが必要である。

（4）病害・虫害・獣害等

害虫：インタビューを受けた 22 名の農家のうち、大豆の害虫被害を報告したのは 5 名である。しかし、害虫被害がなかったと答えた農家の大豆畑で、筆者が実際に害虫被害を見つけたことがある。つまり農家は、被害がよっぽど深刻でなければどんな害虫が影響しているのか気にかけていないのではないかと予想される。

インタビューの中で報告のあった害虫は、シャクトリムシ、アオムシおよびカメムシである。

そのほかに調査団が見かけた害虫には、蛾の幼虫、シロアリ（大豆の幹を噛みちぎったり空洞化させる）、赤い幼虫（名称不明、鞘の中の大豆を食べる）、バッタ（大豆の葉を食べる）などがあった。

実際農家が持ってくる大豆には、カメムシの吸汁によると見られる歪んだ大豆や、赤い幼虫により食べられ形の欠けた大豆が混じっているものが頻繁にある。



写真 7-1 茎を食い荒らすシロアリ



写真 7-2 葉を枯らす *Tuta absoluta* の幼虫



写真 7-3 乾燥する前の大豆を侵食する *Maruca vitrata* の幼虫

害獣：害獣で代表的なのは、ハトとウサギである。ハトは子葉が緑色になる前の状態を食べる。ウサギは、大豆が開花する前の若い葉を食いあさる。また、サルが枝豆の中身を食べてしまうという報告もあった。

病気：農家から病気の報告は一切なかった。しかし、紫斑病にかかった大豆はしばしば見ら

れ、品種としては、Squire もしくは SAGA のみに観察される。少なくとも SB19 で紫斑病にかかった大豆は一度も見たことがない。大豆さび病も発生している。

農家は事態が深刻にならない限り、害虫・害獣・病気対策を行わないのが一般的である。それは対策を行えるだけの知識の欠如と、現金の欠如が理由である。以前 Anjago 地域で蛾の幼虫が大量に発生した際は被害が明らかであり、影響がほとんどの Anjago の農家に及んでいたことから、Alphajiri が殺虫剤を購入し、地域リーダーが殺虫剤を全農家に散布した。

(5) 施肥の状況

インタビューを受けた農家 22 名のうち、大豆に施肥をしたことがあると答えたのは 8 名であった (32%)。肥料の種類には以下のような肥料が挙げられており、肥料配合は以下のとおりである。

- ・ SYMPAL (MEA LTD) (NPK 0:23:15 + 10CaO + 4S + 1MgO) (4 名)
- ・ UREA 46% Nitrogen (1 名)
- ・ CAN (Calcium Ammonium Nitrate) (1 名)
- ・ NPK (Nitrogen Phosphorus Potassium) (1 名)
- ・ 不明 (1 名)

しかし、この回答者全員が毎シーズン施肥をしているわけではない。8 名中 4 名は、以前大豆に施肥をしたことがあるが、今シーズンはしていないと回答した。

SYMPAL は、ケニアの大手肥料メーカーが配合しているマメ科用の肥料であり、地方の小売店では扱っていない。SYMPAL は Alphajiri が MEA から直接仕入れ、これらの農家に対して貸付けたものである。また、肥料名が不明と答えた農家も、政府から無料で配布された肥料を使っていた。このように、換金作物への肥料を現金で購入することは少ない。タバコやサトウキビはケニア西部の最も一般的な換金作物だが、これらの作物も栽培契約を結んで小農が育てており、契約締結の際に、肥料も貸し付けられる。ただし大豆については、干ばつの影響などで貸し付けた肥料・種代などを差し引くと赤字になる農家が続出したことから、肥料の貸し付けを停止している。

また、Ndiwa 地域の農家は 5 人全員が「土地が肥沃なので、肥料は必要ない」と回答し、うち 4 名は施肥の経験が 1 度もなかった。このように地域によっては、施肥は必要でないと考える農家も存在するが、Ndiwa の農地をざっと観察した印象では、生育が良好な畑と、そうでない畑がまだらに存在している。ただし Ndiwa は降水量が少なく干ばつに影響を受けやすい地域なので、木が良く茂り、保水力の高い畑の大豆は青々としているし、また、別の畑は乾燥に強い雑草などが生え、大豆の成長も乏しい。このため要因は複雑である。

(6) 生産者組織

①Western Provice (ウェスタン州)

ウェスタン州は、Bungoma County (ブンゴマ県)、Busia Country (ブシア県)、Kakamega County (カカメガ県)、Vihiga County (ビヒガ県) の4つの県を包括する州である。継続的に大豆生産を行う団体はウェスタン州に集中しており、約20の生産者団体が確認されている。これは主に、Wagenigen University が行う N2 Africa というプロジェクトが、2009年より、小規模農家向けの大豆生産向上の取り組みを行なっているためである。N2Africaでは、ウェスタン州に約30の生産者団体/農家の集合体に対し集中的に、大豆の増収実験、種子会社や肥料会社との提携を行なっている。

これらの団体は、電話アンケートによると1団体につき30~500戸程度の農家を占めているというが、一戸あたり0.25~0.5エーカーなど、1エーカー未満で栽培を行う農家が多いこと、また登録人数に対して収量が3~4t、もしくは多くても20tなど非常に少ないため、各シーズンに栽培を行った農家数は登録人数以下であることが予想される。

②Nyanza Province (ニャンザ州)

ニャンザ州は、Siaya County (シアヤ県)、Kisumu County (キスム県)、Homa Bay County (ホマベイ県)、Nyamira County (ニヤミラ県)、Kisii County (キシイ県)、Migori County (ミゴリ県) の7つの県を包括する州である。ニャンザ州においても、N2Africaプロジェクトに関わる生産者団体が数団体存在する。確認されている生産者団体は約10団体存在するが、少なくともそのうち3団体においては、ほとんど組織としての機能を失っていることが確認されている。

(7) 生産の動機づけ

小規模農家による大豆の生産拡大可能性を考える時、動機づけとなる要素は多岐にわたっている。

インタビューを受けた契約農家22名が回答した「大豆栽培を始めた・辞めた理由」(問8)「および大豆栽培を続ける理由」(問9)には、以下のような回答があった。(調査対象は現在の契約農家なので、辞めた理由は「初めて大豆を栽培したときから、Alphajiri との契約で大豆栽培を再開するまでの間、大豆栽培を行わなかった理由」のこと)

大豆を始めた理由および続ける理由

- ・市場があるから (22名)
- ・短期間で収穫できるから (4名)
- ・労働負荷が軽いから (7名)
- ・収益が良いから (7名)
- ・食品としての魅力があるから (2名)

- ・支払いが早いから

大豆を辞めた理由

- ・今まで来ていた業者が買取りに来なくなったから（2名）
- ・支払いが遅かったから（1名）
- ・支払われなかったから（1名）

「市場があるから」という理由は、全ての回答者が選択しており、市場の確実性は換金作物を行う上での最重要事項であることがわかる。

しかし、この回答についてはケニアに存在する数ある換金作物を能動的に探した結果大豆を選んだというわけではないことに注目したい。ほぼ全員が仲介人や何らかの組織、会社が地域に入り大豆導入・買付を始めたことをきっかけに初めているのにもかかわらず、1つの買取先が買取りをやめたり、支払いに問題が起きると栽培をやめてしまう。Alphajiri が栽培契約をする以前に大豆栽培を経験していた農家 10 名のうち 2 名が、買取先がなくなると栽培をやめてしまった。他の 2 名は、売り先と支払いに問題があったため、別の市場を探さずに辞めてしまった。また、サトウキビやタバコはケニア国内に市場があるにもかかわらず、それらの作物の買取人がなくなったのを機に大豆を始めたという回答者も 5 名いた。つまり市場があるというのは、「買取りに来てくれる」、「身近に見える買取先がある」という意味である。ケニア全国の市場を探して回るということは、情報の格差という意味でも、わざわざ距離的に遠い売り先に自分で売るというコストの意味でも、小規模農家にとっては非現実的であるといえる。

また、市場があることを前提に、大豆を選択する動機は、小規模農家が現在栽培しているその他の作物との比較によりもたらされる。

「短期間で収穫できるから」という理由については、年に 1 度しか収穫できないサトウキビやタバコと比較しての理由である。また、労働負荷の軽さとしては、タバコ・トマト・サツマイモと比較しての評価である。回答者のうち 6 名が、タバコの乾燥作業、トマトの害虫対策、出荷前のサツマイモを洗う作業などの重労働と比較すれば、大豆栽培は楽だという理由で大豆栽培を続けている。しかしこれは単なる比較であるため、除草作業や大変である、また他のマメと比べれば収穫作業が大変などの苦労も聞かれた。しかし「大豆栽培で苦労している点」の問いに対し、「無し」と回答した回答者が半数以上だったことから、大豆は、小規模農家にとって栽培しやすい作物の 1 つであると捉えて良いと考えられる。

また、大豆栽培を続ける上での不満でみられたのは、価格が低いというものである（2名、Alphajiri の買取価格 40Ksh/kg について）。

ある農家からは、「0.5 エーカーから 1 万～2 万 Ksh の売り上げがあれば嬉しい」との希

望があった。つまり1エーカーあたり2万～4万 Ksh の売り上げである。この農家は肥料も使わず、外部から労働者を雇わないため、現金の出費はほとんどゼロである。

Alphajiri の買取価格である 40Ksh/kg と仮定すると、1エーカーあたり 500kg～1000kg の収量が必要である。しかし、農家のエーカーあたりの収量は、500kg に満たない農家は9割を超える（図 7-5）。

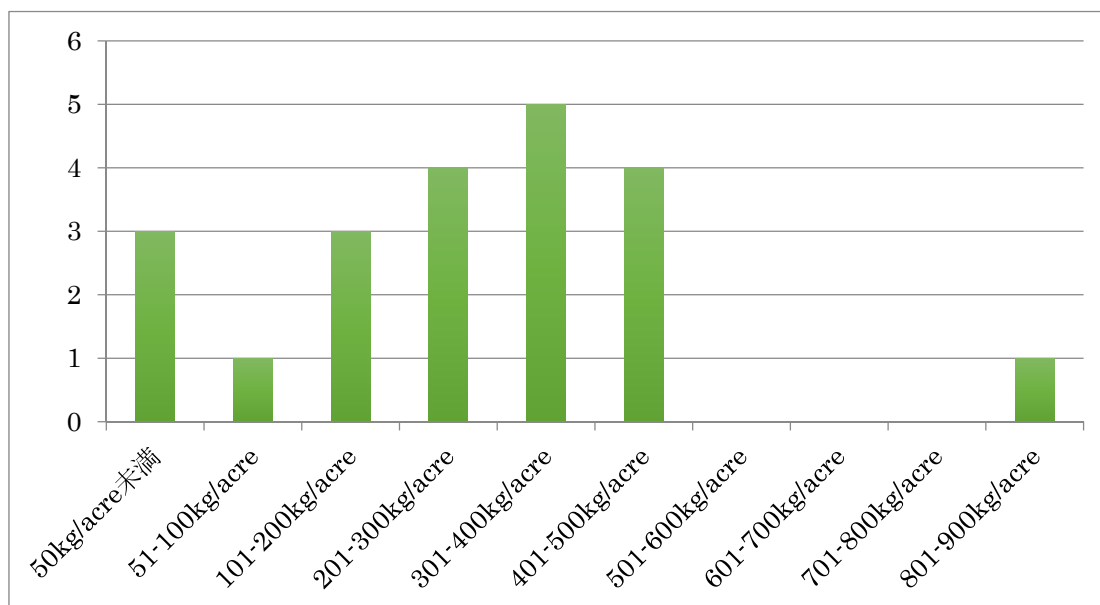


図 7-5 契約農家 21 戸における単収の分布

次項に記す大豆市場に関する実態でもわかるように、大豆の単価に 50Ksh/kg 以上（農家からの直接買取価格）を期待するのは難しい。

しかし一方で、ブローカーにより買い叩かれたり、市場価格の情報アクセスが不足しているために、マーケットで非常に安く買われている農家が存在するのも事実である。インタビューを受けた農家の過去の売値では、14Ksh/kg、28Ksh/kg、35Ksh/kg（全てマーケット着価格であり、輸送費は価格に含まない）など、市場価格から大きく逸脱した買取実態もあった。

つまり、農家が適正価格の市場へ売れるためのサポートを行うことは前提であり、その上で大豆収量を伸ばす工夫が必須である。

（8）大豆の自家消費

22 名の農家のうち、2 名が「大豆は食品としての魅力がある」ことを理由に大豆栽培を行なっているが、実際に大豆を家庭で調理したことのある農家は約半数の 12 名いた。

調理方法は以下のとおりである。

- ・大豆茶（焙煎した後粉にする）（6名）
- ・ギゼリ（マメとトウモロコシを煮て水を切った後、塩で味付けしたもの）（5名）
- ・炒り大豆（4名）
- ・きな粉/大豆粉（牛乳と塩を混ぜて食べる、ポリッジに入れるなど）（3名）
- ・枝豆をギゼリに入れる（1名）

これらの料理を食べる頻度は、収穫直後のみ（4名）という答えがもっとも多い。大豆は自家消費よりも換金作物としての比重が大きいため、収穫の1割未満を家庭用にとっておき、1ヵ月前後で消費する。大豆茶は一度に使用する量が少ないため、大豆茶は定期的に消費されている。

3) 大豆の生産拡大に関する検討

(1) Migori County

Alphajiri 社と契約する Anjago 地区の共同出荷を目的に形成された農家グループのリーダー宅で4名のメンバーと面談し、大豆栽培について生計上の作付け戦略に関する話を聞き取った。

まず初めに、農家が所有する限られた畑の中で、換金作物である大豆をどのような位置づけで栽培しているのかについて生産者の意見を聞いた。大豆栽培は主食ウガリの材料であるトウモロコシやトウモロコシとインゲンマメを煮込んだ主食料理ギゼリの材料になるインゲンマメと畑、作期ともに重なるため、栽培の優先順位としては、トウモロコシ、インゲンマメ、大豆の順番になるとのことであった。この地域は、図 7-6 の通り1年のうち大雨季（3月～5月）と小雨季（10月～12月）の2回作期があり、たとえば、主食のトウモロコシが大雨季に豊作であった場合、次作期（小雨季）でのトウモロコシの栽培面積は減少させるようである。一方、大雨季が不作であった場合は、その逆にトウモロコシの栽培面積を増加させる。インゲンマメも主食料理ギゼリまたは副食の材料として重要な作物であり、余剰は現金収入のため市場で販売されるため、重要な作物の1つである。主食作物の栽培規模は、各々の世帯における年間の自家消費量と前作の収量などから勘案して、決められているようである。

主食作物であり、換金作物としても位置付けられるインゲンマメと換金作物の大豆を比較した場合、作期が全く同じで、平年作であれば収量もほとんど変わらない大豆をなぜ栽培するのかという質問に対して、生産者の見解は、「インゲンマメは全国レベルで栽培されており、価格は全国の作況に大きく影響されるため、価格の季節変動が大きく不安定である。また、一般的にインゲンマメは市場まで自分で運んで売っており、市場業者の都合で買い取り量が決まるため、売れ残りが出る場合がある。一方、大豆の価格はそれほど高くはないものの安定しており、作ればすべて買ってもらえるため、換金作物としての作付けは大豆の方を優先させたい。栽培においても、大豆の方がインゲンマメより耐乾性が高いので、寡雨年

に対するリスクが低い」とのことであった。栽培形態については、比較的広い耕地を所有する世帯では単作が一般的であるが、所有する耕地面積が狭い世帯ではトウモロコシの条間に大豆を間作（混作）しているそうである。

（２）ケニア高地

Alliance of a Green Revolution in Africa（AGRA：アフリカ緑の革命のための同盟）が2010年からKenyatta University（KU）などと実施しているSoya and Climbing beans Commercialization Project（SoCo project、第1フェーズ2010–2013年、第2フェーズ2013–2017年）の最終評価調査に2017年2月7日、8日の2日間同行する機会を得た。調査はEmbu CountyのMbeere Nouth Sub-Countyに位置する農家1世帯とMaara Sub-countyの農家1世帯、Tharaka-Nithi CountyのChuka Sub-Countyに位置する農家1世帯、Meru CountyのTigania west Sub-Countyに位置する農家1世帯の計4世帯で大豆栽培に関する話を聞くことができた。

<1>Embu county（Mbeere nouth Sub-County、Nthawa Location）

訪問した2月7日は大豆品種SB19の収穫を終え、ちょうどGazelle種の収穫、脱穀を行っている時であった。栽培品種は当初プロジェクトから配布されたSB19とGazelle種を自家採種して使用している。プロジェクトに参加して以来4シーズン大豆を栽培してきたが、これまでに、病虫害をはじめ栽培上の大きな問題には当たっていない。栽培面積は約600㎡で昨シーズンの収量は47.4kg（316kg/エーカー）であった。栽培形態は大豆の単作（45cm×15cm点播）で、トウモロコシと輪作している。施肥については4kgのTSP（重過リン酸石灰）と牛糞、ヤギ糞を投入している。収穫した大豆はプロジェクト傘下のEmbuにある大豆加工業者または地元で直接販売している。価格はプロジェクトの買い取り価格と同じ60Ksh/kgで販売している。価格については安定していてとくに不満はない。

プロジェクトに参加して何を得ましたかという質問に対して、まず初めに、今まで栽培したことがなかった大豆という全く新しい作物を導入できたことは大きく、その栽培技術と大豆を組み込んだ輪作が地力維持になることを学んだ。その他、多くのセミナーに参加する機会を得、その中でも大豆の利用方法については関心があり、自宅でも大豆粉を作り、ウガリやチャパティ、ウジなどの材料に混ぜたり、お茶（Soya drink）にして飲んでいる。また、大豆は現金収入にもつながっている。

プロジェクト終了後も大豆栽培を続けるかという問いに対しては、このまま継続するとの回答であった。換金作物としてはインゲンマメよりも価格が安定しており、耐乾性もあるので、大豆を優先したい。もし、プロジェクト価格の60Ksh/kgより下がった場合はどうですかという問いに対しても、買ってくれるところがあれば、自家消費分もあるので栽培し続けるとの回答であった。

<2>Embu county (Maara Sub-County, Nguthi Location)

2月7日訪問時には収穫、脱穀がすべて終わっていた。今シーズンは雨が早く終わったため、ほとんど収穫できなかったとのことであった。3kgの種子を播種し、収穫したのは5kgだったそうである。収穫に1日300Kshで人を雇い、さらに脱穀で1日雇ったため、合計600Kshの支出になったので、大きな損失であったようである。

2015年に、所属するSelf Help Groupのグループミーティングで初めて大豆のことを知った。SB19とGazelle種の種子を計2kg入手し、3シーズン栽培した。所有する畑が小さいので、トウモロコシの条間約80cmに大豆を間作している。収穫した大豆から次シーズンの種子用を残し、残りを販売している。これまで近隣の農家に種子を譲渡したことがある。一般的には60Ksh/kgで大豆加工場に売っている。ブローカーも買い付けに来るが、単価は1kg当り60Ksh以下で、40Kshや20Kshといわれたこともある。今シーズンはトウモロコシが1kg当り60Kshでインゲンマメ75Ksh、大豆60Kshと収穫後の仕事量が多い割には価格が低いので、マーケットを含め大豆にはそれほど魅力を感じていないようである。

プロジェクトからこれまでにトレーニングやセミナーを受講したことがあるかとの問いに対して、一度もないとのことであった。大豆が導入されて何か変わりましたかとの問いには、屑大豆によって鶏のエサが改善されたそうである。換金作物としてはあまり期待できないと考えているようであった。大豆栽培を今後も続けますかという問いには、続けますという回答であった。売れば売るが、売れなくても飼料として利用できるし、Soya drinkを生産して販売することも考えている。大豆の収量は降雨次第であるが、増減はあるものの獲れないことはないので、大豆栽培は続けるとのことである。

<3>Tharaka-Nithi county (Chuka Sub-County, Karinganyi Location)

SoCoプロジェクトに参加するSelf Help Groupの主要メンバー3名(女性2名、男性1名)から聞き取りを行った。グループの主な活動は農業(トウモロコシ、インゲンマメ、大豆生産)と乳用ヤギ飼育(トッケンブルグ種の導入)、メリーゴーラウンド、テーブルバンキング(ローン金利10%)などを週に1度集まって実施している。これまでにEquity Bankの農業商業化(Kilimo Biashara)スキームからトウモロコシの種子と化学肥料の購入代を借りたことがあるが、天候不順で収穫できなかったため、ヤギやニワトリを売ってローンを返した経験があるので、今後は養豚や乳用ヤギ飼育の畜産に注力していきたいとのことである。

大豆栽培は、2010/11年からSoCoプロジェクトが始まり、マーケット(売り先)ができたので本格化した。種子はプロジェクトから配布されたSB19とGazelleを自家採種して使っている。栽培形態は大豆の単作(点播)とトウモロコシの条間に植える間作がある。大豆の間作には1条植えと2条植えがあった。単作の場合はトウモロコシ/大豆/トウモロコシ・シコクビエと輪作している。施肥はDAP(リン酸二安)と牛糞、ヤギ糞を基肥として投入している。害虫防除としてはトマト栽培で使用する殺虫剤を2回散布している。栽培

面積は不明であるが、昨シーズンの収量は 62 kgであった。(以前 2.7m×2.7m の坪刈りで 2.5 kg、エーカー当たり 1372 kg収穫した) そのうち種子用として SB19 を 6 kg、Gazelle を 6 kgと自家消費分を残して販売した。マーケットさえあれば大豆栽培は問題ない、と話している。以前はタバコが換金作物であったが、乾燥場所の確保と乾燥用薪の調達に苦勞した。大豆はタバコに比べると作業量が少ないので、労力的に主食作物の栽培と競合することはない。

プロジェクトに参加することで多くのことを学んだが、とくに大豆の食品利用に関するセミナーは役に立っている。加工方法は、沸騰したお湯の中に大豆を入れ 30 分間煮る。その後冷水に入れて冷やし、太陽の下で乾燥する。乾燥させた大豆を鉄製の鍋に入れて茶色になるまで乾煎りする。これを石うすで粉にして、ウガリやウジの材料と混ぜて利用している。大豆茶 (Soya drink) は以前から使っていたが、大豆を生産するようになってからは紅茶を飲むことはなく、大豆茶が定着した。

プロジェクトに参加して何を得ましたかという問いに対して、大豆という新しい換金作物の栽培技術や食品としての利用方法を習得し、販売して現金を得ることができた。プロジェクト終了後も栽培を続けますかという問いには、継続するとの回答で、売り先がすぐになくても保存ができるので心配していない。今後は大豆茶の販売も考えている。また大豆の油を搾って、石鹼の製造も考えているとの前向きな回答であった。

<4>Meru County (Tigania West Sub-County, Njia Location)

SoCo プロジェクトに参加する Self Help Group の主要メンバー 3 名 (女性 1 名、男性 2 名) から聞き取りを行った。3 名の大豆栽培地は盆地状地形に広がる耕作地の一角にあり、小川から水が引かれ、縦横無尽に張り巡らされた水路から通年灌漑が可能になっている肥沃な地域であった。一方、大雨による湛水が問題で、2 月 8 日の訪問時にも地域的ではあるが湿害が観察された。しかし、今回視察した 4 ヶ所の中では一番生育がよく、着莢数も多かったのが高収量地域であることが推察できる。聞くところによると、12m×23m の畑で 90 kg (エーカー換算で 1304 kg) の大豆を収穫したことがあるそうである。品種はプロジェクトが配布した SB19 と Gazelle を使用していた。栽培形態はプロジェクトの指導通りで大豆の単作 (点播) とトウモロコシの条間に植える間作が見られた。大豆の間作には 1 条植えと 2 条植えがあった。単作の場合はトウモロコシと大豆を輪作している。栽培管理に関しては、害虫の防除として栄養成長時に 1 回、開花期に 1 回トマト用殺虫剤を散布するだけである。盆地内では一切施肥の必要がないとのことであった。病害についても観察されていない。

大豆栽培を始めて何か生活に変化がありましたかという問いに対しては、大豆の収量はインゲンマメよりも多く、買い取り価格 (60Ksh/kg) も安定しているので、現金収入が増加した。具体的には日用品とラジオ、ヤギ 1 頭を購入した。また、食品用に大豆粉も生産しウガリやウジの材料と混ぜている。石臼がある家庭では大豆茶も生産している。将来的には大豆による収入から、畑を借りて耕作面積を拡大し、オートバイや搾油機を購入したいとの

換金作物としての大豆への期待が窺われた。

プロジェクト終了後大豆の買い取り価格が下がった場合どうするかとの問いに対しても、栽培し続けるという回答であった。たとえ売り先がなくても、大豆は日常食の必要不可欠な材料となってきたため、自家消費の生産が必要になる。また、ウシやブタなどの家畜飼料としても重要であり、搾油も検討しているとのことであった。

<5>Kirinyaga County (Mwea East Sub-County, Kimbimbi)

Kirinyaga County には NIB が管轄するムエア灌漑事業区があり、ごく僅かな農家がコメの裏作に大豆を生産している。近年では枝豆を海外に輸出する企業が買い付けに来ているようである。今回大豆栽培について話が聞けたのは、ムエア灌漑事業区外で川にポンプを設置して、トマト、ピーマン、トウガラシといった野菜とサツマイモ、大豆、トウモロコシを生産している農家であった。栽培総面積は 5.4 エーカーで、その内 0.4 エーカーは借地だそうである。この農家は 2006 年から大豆栽培を始めており、1 年 2 作型の輪作体系で圃場を回しているとのことであった。1 作期の収量は、降雨の状態が良ければ播種量の 7、8 倍になるようであるが、灌漑施設があるにもかかわらず、これまで見てきた地域と比べて非常に低い収量である。栽培管理については、無施肥で、とくに病害も見られないが、Tuta と呼ばれる Tomato leaf miner (Tuta absoluta) の幼虫の食害を受けるため、防除用としてトマト栽培で使用する殺虫剤を 2 回 (栄養成長期と開花期) 散布しているとのことであった。栽培品種については Anglican Development Services Kenya (ADS-Kenya) から入手した SC SAGA を使用していた。種子は種子会社から購入すると 1 kg 当り 250Ksh と高価であるため、自家採種していた。大豆の販売については、近くにある ADS の集荷場に持っていけば 60Ksh/kg で買ってくれるそうである。ADS は大豆を病院食や難民支援などの援助用に使っているのではないかと話していた。大豆栽培は比較的手間がかからないので、ADS が買い続けてくれるのであれば、耕地を借りて栽培面積を増やしていきたいと語った。

(3) 大豆の生産拡大の可能性

・農耕システムから見た大豆栽培の可能性

上述のニャンザ地域とケニア中央高地における大豆栽培事例の通り、トウモロコシを基盤とした農耕システム下での 1 年 2 作型 (二毛作) 輪作体系「トウモロコシー大豆」、「トウモロコシ・インゲンマメ大豆」、「トウモロコシ・シコクビエー大豆」は成立するものと考えられる。しかしながら、個々の小規模農家が生産できる大豆の量は僅かであり、国内加工メーカーの需要を満たすことは難しいと思われるが、Migori の Alphajiri 社が実施しているような契約栽培や集荷体制が構築できれば、大手加工メーカーを販売先とする流通経路に乗せることが可能になるものと推察される。

Soybean Crop Calendar

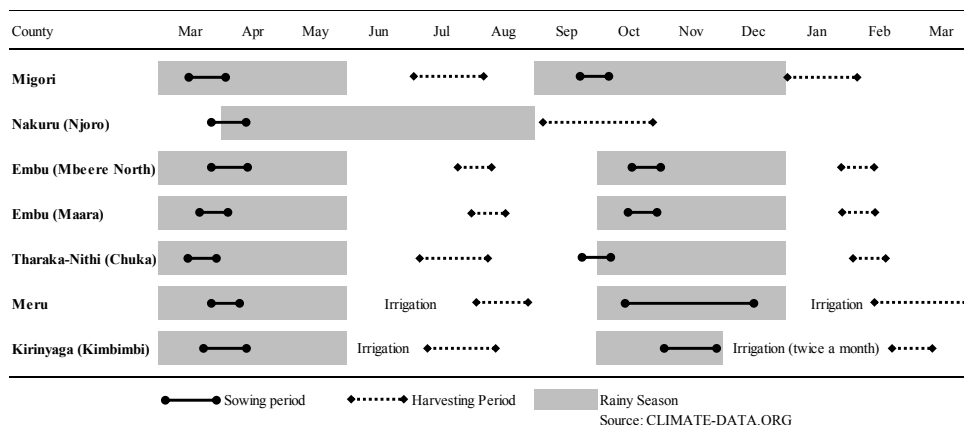


図 7-6 大豆の作物カレンダー

・小規模加工場を通じた大豆栽培振興の可能性

プロジェクト傘下の農家から直接大豆を買い付けている加工場が **Embu** と **Meru** に 2 カ所ある。プロジェクトは 2 加工場と連携して、生産者、加工業者の両者にとって適正と思われる 1 kg 当り 60Ksh に価格を設定して、地元の加工業者を通じた大豆のバリューチェーンを調査している。生産面においては、これまで見てきたようにマーケットさえあれば農家によって大豆を生産する体制を作ることは可能であるが、地域レベルの加工場で製造される商品の需要の増減が、この大豆・バリューチェーン成立の可否に大きく影響を与える。

Embu にある加工場は、煮沸機と焙煎機（ロースター 40 kg/時間）、製粉機、ビニールハウスの乾燥施設を設置し、大豆粉（Soya flour）や大豆茶（Soya drink）を生産している。本加工場は 2006/07 年から大豆加工に着手しており、当初は西部地域の **Busia** からウガンダ、タンザニア産の大豆を 40Ksh/kg で調達して、大豆粉（Soya flour）と大豆茶（Soya drink）を生産したそうであるが、業績はあまり芳しくはなかったため、販促活動に注力しながら少しずつ市場を拡大していったとのことである。2010 年頃から少しずつ売り上げが伸び始めたが、近年の業績は停滞しているそうである。市場の反応は、大豆粉よりも大豆茶の方が良いとのことである。農家からの大豆購入量と大豆加工品の生産量は不明であるが、現在は 50 農家から大豆を買い付けている。大豆加工商品は、現在も大豆粉と大豆茶の 2 商品だけで、1 kg 当り 300Ksh で量り売りしているが、大豆茶については内容量 200g と 500g のプラスチックボトル入り商品を作り、**Embu** 市内にある中央市場内の店舗で、それぞれ 120Ksh と 300Ksh で販売している。大豆粉と大豆茶の認知度はまだまだ低いので、大豆生産を拡大するためには、消費者ニーズに対応した商品開発と購買意欲を高めるための販促活動が必要と思われる。

4) 大豆流通業者および加工メーカー等の実態

(1) 大豆の流通経路と価格

丸大豆の流通経路は、ローカルマーケットもしくは加工メーカーがあるが、加工メーカーへの大豆のほとんどが、ブローカーもしくは農家が所属する農協のような団体を通して流通している。小規模農家一人の収量では、加工メーカーの最小ロットに満たないため、買い集めが必要であることは重要な一因である。もしくは、加工メーカー自身が農家との直接契約を結び、農家地域まで直接買取に来る場合もあるが、その頻度と量は極めて少ない。農家からの直接買取実績が分かっているのは、調査を行なった 19 社（丸大豆を使用する加工メーカー）のうち 3 社である。しかしそれらの会社のどれも、聞き取り調査の際の様子からは、90%以上の使用大豆が国外産であり、国内産の大豆も直接買取の割合は非常に低いと予想される。

また、調査対象の加工メーカーのうち、3 社は「農家からの直接買取は、農家が工場までの配達を行わない限り行わない」と明言している。その理由は「農家の品質を信頼しない」「農家から買い集めるのは手間である」というものである。

丸大豆の価格は、工場着価格で 45～65Ksh/kg の範囲である。輸送費は、ウェスタン州やニャンザ州からナイロビまでで、10 tトラックにつき 2 万～3 万 Ksh である。一般的に買取量が上がれば大豆単価も下がる。丸大豆価格が 45～50 Ksh/kg の会社は、丸大豆の使用量が月 100 t 単位を超える企業であり、55Ksh/kg 以上の価格で買い取る会社は、月数百 kg～数十 t など月間使用量が少ない。

家畜飼料の大豆は、脱脂大豆が使用されるが、零細企業は脱脂大豆製造機を保有しないことが多く、すでに脱脂大豆に加工されたものを仕入れている。この脱脂大豆の価格は、55～70Ksh/kg と丸大豆より高値である。

(2) 大豆加工メーカーの業態

ケニア国内の丸大豆加工メーカー/個人事業者には、主に以下のような種類が存在する (Alphajiri が調べた 30 社中の内訳、会社の重複あり)

- ・家畜飼料 (7 社)
- ・ポリッジ粉 (5 社)
- ・大豆油 (1 社)
- ・家畜飼料に使用する脱脂大豆 (2 社)
- ・大豆肉 (1 社)
- ・大豆茶 (4 社)
- ・きな粉 (1 社)
- ・日本食 (納豆・味噌・豆腐・油揚げ・厚揚げ) (事業主 1 名)
- ・中国食材・韓国食材としての豆腐 (複数の事業主)

- ・パッキング会社（丸大豆・大豆粉・大豆肉）（2社）
- ・大豆粉入りクッキー（1社）
- ・養殖魚用飼料（1社）
- ・その他零細企業による揚げ大豆

また、脱脂大豆を購入している会社は全て家畜飼料加工会社であり、これらは30社中6社であった。零細企業は脱脂大豆を製造する機械を保有せず、飼料の他の原料（トウモロコシや雑穀）の加工にも利用できる粉砕機と攪拌器もしくは、攪拌器のみを保有しているのが一般的である。脱脂大豆の製造機を保有していても、分離された油は精製機械で精製しなければ食用油には利用できないことから、石鹼や塗料などの工業用油として安く売られる（価格不明）ことが一般的である。このため、食用として大豆油は、アフリカの食用油製造において最大手の1つである BIDCO や、東アフリカおよびザンビア等で食用油や家畜飼料製造を行う Mount Meru Group がケニア国内流通量のほぼ100%を占める。

大豆加工商品としては豆乳もケニア全国展開を行う大型スーパーに陳列されているが、豆乳は全てマレーシア、イギリス、フランス等からの輸入品である。豆乳は、牛乳と同様に超高温加熱処理（UHT加工）を行わなければ保存期間を長く保つことができないため、少量を生産し即売するという地産地消としては利用できるが、1つの産業として確立させるにはハードルが高い。

（3）地産地消として大豆加工

半官半民組織である KIRDI が日本の政府開発援助で導入した豆乳製造機械一台がキスムに、またきな粉・大豆茶製造用として、大豆ロースト機と粉砕機がミゴリおよびブンゴマに角一台ずつ導入されている。これらの機械は、KIRDI に対して加工費用を支払えば誰でも利用できるため、地産地消を促進している。N2Africa の報告によると、キスムプラントでは、2016年5～6月に、3つの大豆生産者組織が3000lの豆乳を製造した。全て売り上げたかは定かでないが、全て売り上げたとすると合計9000Kshの売上である。ブンゴマプラントでは、同期間中に、3団体が492kgのきな粉（合計販売価格2万9520Ksh）を、5団体が689kgの大豆茶（合計販売価格6万8900Ksh）を製造した。ミゴリプラントでは、4団体が144kgのきな粉（合計販売価格8640Ksh）および376kgの大豆茶（合計販売価格3万7600Ksh）を製造した。きな粉と大豆茶は保存期間が半年以上あるため、売上実績は不明である。

（4）加工メーカーが求める大豆の種類・品種・品質

現状では、どの加工メーカーも品種にこだわらない。ポリッジ粉メーカーは白目大豆を好み、食用油メーカーは油含量の高い品種を好む、大豆肉メーカーは淡白含量の高い品種が良いなど、品種の希望を聞くと、より好む品種はあるようである。しかし結局、メーカーは「選

り好みしてられない」というのが現状で、大豆ならどの品種でも買っている。これまでの取引先に限れば検品の際に品種確認をされたことは今まで無く、希望品種以外的大豆でも積極的に買取りを希望される。また問い合わせを受ける際、品種確認をされたことは一度もない。

品種選択に関する事項で記したように、アフリカ全体でトレーサビリティが曖昧であること、また高純度品種の大豆を生産する農家が少ないこと、またそもそも、大豆の生産量が少ないことから、特定の品種しか購入しなれば、必要量を確保できないのは明白である。

また、現在のケニアの加工メーカーにとっては、品種の統一より価格の安さの方が重要である。たとえ油やたんぱく質の含有量が高い品種があっても、1～2%前後の違いであり、この程度の違いなら、栽培地域の高度や気温によっても変化する。常に同じ成分の大豆を仕入れたい場合、種子のトレーサビリティにかかるコストや農家の管理コストが価格に反映されなければ実現は難しい。

では何が大豆市場で競争力を持つのかというと、①大豆が土などで汚れていない、②腐食大豆がない、③鞘や石などの異物がない、といった基本的なことである。食品用大豆はとくに①および②の事項に困っているという加工メーカーは多く、またメーカーの商品にかかわらず、選別機械を持たない零細企業は、異物の除去に大変苦労している。もしくは、選別機械を持っていても、比重選別機がうまく機能せず、鞘や茎など軽い異物が除去できず、食品加工に利用できないという問題も報告されている。4社からは、異物や泥つき大豆の問題に直面しているとの報告があった。

5) Alphajiri Limited のケニアにおける存在意義と展望

(1) 農家と市場のロジックの違いがもたらす課題

これまでに述べたとおり、農家と加工メーカーの間には、異なる合理性が存在しており、それが原因で大豆のサプライチェーンはうまく機能していないと考える。

加工メーカーにとっては、効率的なオペレーションを実現したり、商品の在庫状況やキャッシュフローに合わせて、必要量を必要時に原料調達しなくてはならない。しかし、大豆についてはとくにケニア国内外ともに調達量と品質が安定しないのが現実である。

農家にとって、生産の安定に応えることは非常に難しい。マーケット情報入手の難しさ、気候変動や家族の労働力の増減（家族の病気や怪我など）など、不安定要素があまりにも多く存在するからである。また、農家の市場志向の欠落も問題である。トウモロコシならば、自分たちが食べるからと丁寧に選別するのに、売り物だと途端に努力を怠り、他人事になる農家も多い。確かに異物を混入させないために必要な草刈り鎌やビニールシートなど必要な農機具を持たない農家が多いことも原因だが、現在の国内市場が困るほどの粗悪品が出る理由のほとんどは、農家の基本的な意識が大きく関わっていると、現場で感じている。

農家は市場が自分の方に寄ってこない限り「市場がない・見つからない」と生産を諦めて

しまうが、加工メーカーにとって、小さな生産量の農家一人一人から同品質の大豆を買い集め、希望量を確保するのは加工メーカーの本業ではない。

農家・加工メーカー双方の調査によると、加工メーカーが農家から直接買い取ることは少なく、ブローカーや農家組織が取りまとめて買い取っているが、仲介人/組織が存在しているにもかかわらず加工メーカーが調達や品質に困っているのは、仲介人/組織の農家マネジメント力、生産計画性、教育、商社機能としての資金力などに問題があるからだとして強く推測される。実際、ミゴリに以前存在していた Kenya Soybean Farmers Association (KESOFA : ケニア大豆農家組合) や Uriri Cooperative、TUMSOF といった農家組織は、組成から数年で活動をほとんどやめている。また、ウェスタン州の農家組織の調査によれば、1 農家組織の集荷量は 3 t ~ 20 t と、非常に少なく、このような量であれば、零細企業に不定期に売るか、大手企業が無いよりはマシという理由の調達補填にしかならない。農家組織の脆弱性は、各農家が抱えている問題の解決にはあまり繋がっていないように思われる。

(2) 大豆流通における課題解決のために存在する、ケニア唯一の株式会社

上記の課題を踏まえて、大豆農家の組織化と調達計画を行い、加工メーカーへの営業・サプライヤーとして機能するのが Alphajiri である。2016 年 2 月、ケニア現地法人として設立された株式会社である。

農家の組織化は、やる気の高いリーダーと農家がおり、雨季・雨量も比較的安定しているエリアを特定するため 8 地域の農家と契約栽培を行ってきた。会社設立時から 3 シーズン目の 2017 年 2 月現在、契約地域を 4 地域に絞り、エリアマネジャーの特定、地域内の細分化、5 人グループを組み相互扶助を行う仕組みづくりを行なっている。教育の格差から理解力に相当な格差がある小規模農家に対し、組織を細分化し、現場の業況が随時会社に届き、下意上達する仕組みづくりを地道に行うことで、市場志向の農産物生産を実現するためである。

また、各地域には指定の集荷場を設置し、必ず集荷場でミーティング、契約、検品、集荷を行い、まとめて会社の倉庫に持ち帰る。買取時点で全ての大豆の検品を行うことで、倉庫に持ち帰ってから不備のある大豆を農家に返却したり、倉庫で再び選別作業を行うコストを削減する。また、1 度の集荷量をできるだけ大きくすることで、トラックの最大積載量を輸送することができ、不必要な輸送コストを削減している。

各シーズンの合計作付け面積に応じて、Alphajiri は収穫量を予測する。販売先との交渉を事前に行い、売り先を確保しているため、集荷を行うと随時販売を行い、在庫を過剰に持たないことで在庫管理のコストを削減する工夫をしている。収穫量が年間希望取引量に満たない場合は、契約外の農家からも積極的に購入し、メーカーの調達計画に添える努力を行なっているが、農家組織の強化と拡大に注力することで、生産量の増大を進め、調達計画に常に応えられる体制づくりを行なっている。

農家にとって、残された課題はエーカーあたりの収量をあげることである。これはサプラ

イチェーンの課題を解決するよりもずっと時間のかかる、農学的な課題である。農家の組織化と商社機能を高めると同時に、農業研究機関と連携し、地道に社員やエリアマネージャーの知識と技術レベルを上げていく努力を続けることが必須である。

(3) 実績

Alphajiri は 2016 年の大雨期および小雨期に、8 地域において約 500 名の農家（各シーズン 250 名程度、合計土地面積約 510 エーカー）と契約栽培を行った。また 2016 年中、2015 年小雨期および 2016 年大雨期に栽培された大豆合計約 120 t を、契約・契約外の小規模農家から買い取り、ポリッジ加工メーカー、家畜飼料メーカー、日本の大豆加工品製造業者等に販売。買い取りのほぼ全量の販売を 2016 年中に完了した。2017 年 1 月より、2016 年小雨期に栽培された大豆の集荷を開始している。2017 年の大雨期には、3 地域で合計約 500 名の農家と契約を行い、灌漑地域の農家とも新たに契約栽培を行う準備をすすめている。

また今シーズンは、電化地域に対する選別機械の導入、無電化地域への選別テーブル数の拡大、収穫用ビニールシートの貸付を行い、農家が労働負担を抑えながら、大豆の品質向上を図る取り組みを強化する。

(4) 将来の展望

将来的には、ヨーロッパや日本への輸出が実現できる品質・量の大豆生産を目指す。3 年程度を費やし農家の組織化を徹底し生産拡大を図る。その後市場の嗜好に合わせた統一品種の生産に向けた取り組みを行う。Alphajiri が種子生産会社となることで、契約者に対しては高純度だが安価な種子の貸付を実現することを目指している。

8. ケニア国ミゴリ県大豆農家への聞き取り調査

1) 要旨

ケニア国ミゴリ県にある 5 つの大豆栽培農家集団から計 22 戸を選抜して大豆栽培に関する聞き取り調査を行った。22 戸は平均 4.6 人の家族による農業経営であり、約 3.5 エーカーの農地で栽培する。作物は契約栽培の大豆の他に、主食であるトウモロコシ、インゲン、ケール、ラッカセイ等である。家畜は、役牛を含むウシ約 3 頭、ヤギ約 2 頭、ニワトリは約 12 羽を飼育する。主な農具は鍬とナタで、牛耕用の犁は約 70% の農家が保有する。

多くの農家が大豆栽培のメリットとして栽培の容易さや高い収益性等を挙げた。また、自家消費も行われている様子であった。今後栽培が拡大していくものと予想される。しかし、堆肥や肥料の投入があまり行われていない。平均収量が 291kg/エーカーであって低収量であることが明らかになった。大豆栽培の基本技術が普及していないと想像される。

2) 目的

ケニア国ミゴリ県大豆栽培農家の概況調査

3) 方法

ミゴリ県内の大豆栽培農家への聞き取り調査を行った。農家の選定は同郡で大豆の集荷・選別・保存・出荷を行う **Alphajili Limited** 社に委託した。同社は栽培契約を締結している郡内5地区の農家集団から合計 22 戸を無作為に選定した。聞き取りは 2016 年 11 月下旬から 12 月上旬に行った。なお、5 地区は、Ndiwa 地区（5 戸を選定）、Anjego 地区（4 戸）、Masangora 地区（5 戸）、Nyatike 地区（3 戸）、そして Ogwedhi 地区（5 戸）であって、ミゴリ市内から半径 50 km 圏内にある。

4) 結果

(1) 調査対象農家の概要

調査対象農家の農業従事家族者数は 2 名から 13 名の範囲にあり、平均 4.6 名であった。また、耕作面積は 1.0 エーカーから 7.5 エーカーの範囲にあり、平均 3.5 エーカーであった。

表 8-1 一戸あたり農業従事者数および耕作面積

項目	単位	有効回答数	最小	最大	平均
農業従事者数/戸	人	19	2	13	4.6
耕作面積	エーカー	21	1	7.5	3.5

1 エーカー = 4046.86 m²

調査対象農家の家畜は、牛、ヤギならびにニワトリが多く、それぞれ平均 2.9 頭/戸、2.4 頭/戸、そして 11.8 羽/戸であった。

表 8-2 家畜の種類と一戸あたり家畜数

家畜・家禽	単位	有効回答数	最小	最大	平均
牛	頭	22	0	10	2.9
ヤギ	頭	22	0	9	2.4
豚	頭	22	0	10	0.5
羊	頭	22	0	2	0.2
ロバ	頭	22	0	1	0.09
ニワトリ	羽	19	0	30	11.8

調査対象農家が保有する農機具等を調査したところ、全ての農家が保有する農具は鋤と

ナタのみであった。役牛と耕用犁を保有する農家は約 70%であったが全農家ではなかった。約 30%の農家は牛耕を委託するか、または鍬による手作業であると考えられる。さらに、運搬に便利な一輪車や脱穀等に重宝するビニールシートを保有している農家は半数以下であった。基本的な農具が十分でないと考えられる。

表 8-3 保有する農機具等

役牛	牛耕用 犁	4輪ト ラクタ	2輪ト ラクタ	鍬	鎌	鉈	一輪車	ビニール シート
15/22 (68 %)	14/22 (64 %)	0/22 (0 %)	0/22 (0 %)	22/22 (100 %)	4/22 (18 %)	22/22 (100 %)	10/22 (45 %)	8/22 (36 %)

調査対象農家が栽培した作物を調査した。トウモロコシはほぼ全ての農家が 2016 年大雨季にも小雨季にも栽培していた。現地の主食であるためであると考えられる。また大豆は、この調査対象が大豆栽培農家であることから、大雨季には半数の農家が、小雨季には全員が栽培した。その他にはインゲン、ケール、ラッカセイなどが栽培されていた。

以上より、本調査対象の大豆農家を次のように描写することができる。平均 4.6 人の家族による農業経営であり、約 3.5 エーカーの農地で栽培する。また、作物は契約栽培する大豆の他に、主食であるトウモロコシやインゲン、ケール、ラッカセイ等である。家畜は、役牛を含む牛約 3 頭、ヤギ約 2 頭、ニワトリは約 12 羽を飼育する。主な農具は鍬と鉈で、牛耕用の犁は約 70%の農家が保有する。

表 8-4 2016 年の栽培作物

2016年 栽培作期	トウモ ロコシ	大豆	インゲ ン	ケール	ラッカ セイ	サツマ イモ	トマト	サトウ キビ
大雨季 (3-5月)	22/22 (100 %)	11/22 (50 %)	10/22 (45 %)	5/22 (23 %)	4/22 (18 %)	3/22 (14 %)	2/22 (9 %)	1/22 (5 %)
小雨季 (10-12月)	21/22 (95 %)	22/22 (100 %)	9/22 (41 %)	5/22 (23 %)	4/22 (18 %)	1/22 (5 %)	1/22 (5 %)	2/22 (9 %)

(2) 調査対象農家の大豆栽培

22 戸の大豆栽培農家のうち最初の農家は 2001 年に栽培を開始したが、その後毎年 1 戸程度ずつ栽培を開始しており、とくに 2016 年度は農家 10 戸が Alphajiri Limited 社との契約によって大豆栽培を開始した。

2016 年小雨季の大豆栽培面積は 0.5 エーカーから 3.5 エーカーの間にあり、平均は 1.5 エーカーであった。平均耕作面積が 3.5 エーカーであることから耕地の約 40%を大豆栽培

に利用していることになる。

また、前作の収量は 291kg/エーカー（730 kg/ha）であった。これは日本の収量の 50% 以下であって低収量である。ほとんどの農家が堆肥も肥料も施用していないことから、養分不足が主要因と考えられる。

表 8-5 調査対象農家 22 戸の大豆栽培開始年

栽培開始年	農家戸数
2001	1
2002	1
2003	1
2007	1
2008	2
2009	0
2010	1
2011	0
2012	1
2013	1
2014	0
2015	3
2016	10
計	22

表 8-6 2016 年小雨季大豆栽培面積と前作大豆収量

調査項目	単位	有効回答数	最小	最大	平均
2016年小雨季栽培面積	エーカー	22	0.5	3.5	1.5
前作収量	kg/エーカー	11	76	688	291

表 8-7 2016 年小雨季栽培における肥料・堆肥の施用

処理	施用	無施用	計
肥料	5戸*	17戸	22戸
堆肥	3戸**	19戸	22戸

* : SYMPAL (1 戸)、UREA (1 戸)、DAP (2 戸)、不明 (1 戸)

** : 大豆残渣 (1 戸)、牛糞 (2 戸)

圃場での各種被害状況を表 8-8 にまとめた。虫害、獣害、鳥害そして干ばつが主要な被害であった。被害の程度に応じて、殺虫剤や防護ネットなどの対策が必要である。なお、これは農家の報告に基づく結果であり、農家が気付かない被害もあるものと思われる。

表 8-8 2016 年小雨季大豆栽培において調査対象農家 22 戸が受けた各種被害

被害	有り	無し	合計
病害	0	22	22
虫害	5	16	22
獣害 (ウサギ、サル)	4	18	22
鳥害	5	17	22
干ばつ	5	17	22
豪雨	1	21	22
強風	1	21	22

表 8-9 によれば、摂取量や摂取頻度は明らかでないが、ある程度大豆が自家消費されていると推測される。

表 8-9 2016 年小雨季大豆栽培農家 22 戸の大豆調理法 (自由回答、12 名記載)

加工・調理	戸数
大豆粉	2
きな粉	1
大豆茶	6
ギゼリ (ケニアのマメシチュー)	4
炒り大豆	5

表 8-10 によれば、多くの農家が大豆栽培のメリットを理解しており、継続して栽培したいとの意向であることがわかる。

表 8-10 2016 年小雨季大豆栽培農家 22 戸が栽培を
継続したい理由（自由回答、14 名記載）

理由	戸数
農作業が楽だから	8
大豆の高い収益性	6
販売先・市場があるから	4
大豆の高い換金性	3
大豆が土地を肥沃にするから	2
サトウキビ市場が喪失したから	2
大豆栽培法を知っているから	1
栄養価が高いから	1
ストライガの寄生性が低下するから	1
大豆栽培が好きだから	1
自分でも食べられるから	1

5) 考 察

Alphajili Limited 社が契約栽培を行った大豆農家から 22 戸を無作為に抽出して聞き取り調査を行った。多くの農家が大豆栽培の長所として栽培の容易さや高い収益性等を挙げた。また、自家消費も行われている様子であった。今後栽培が拡大していくものと予想される。しかし、堆肥や肥料の投入があまり行われていない。収量も低いことが明らかになった。大豆栽培の基本技術が普及していないと想像される。

9. ケニアにおける大豆生産性の可能性調査（大豆栽培試験）の結果

1) 要 約

- ・日本産大豆品種のケニアにおける生育特性を把握するため、KALRO-Njoro との共同研究による栽培試験を実施した。試験地は KALRO-Njoro 敷地内圃場および Migori 市内 Ragana 地区圃場の 2 ヶ所。
- ・Njoro は Migori に比較して涼しく、大豆栽培は年 1 回で 3～4 月播種である。本試験においては 9 月に播種したところ、2017 年 2 月上旬現在、いくつかの晩生品種は未だ完熟せず、収穫に至っていない。
- ・Migori 地区圃場では、日本品種が早生化し、脱粒性を示し、子実が小粒化し、また低収量化した。ただし、納豆小粒はわずかに大粒化した。
- ・成分分析を行った結果、3 種の日本品種（フクユタカ、エンレイ、納豆小粒）は高たんぱく質含量、高粗脂肪含量であった。また、日本品種大勝白毛は高ショ糖含量、高デンプン含量であった。日本産の特徴と一致することから、成分含量は主として遺伝的要因によ

て決定されるものと思われた。

- ・大豆収量増大を図るため栽培試験を Nyatyke 灌漑地区にて KALRO-Njoro の協力を得て実施した。その結果、除草は2回（播種後2週間後と4週間後）実施することによって収量が高まること、基肥は DAP を 50kg/エーカーまたは 100kg/エーカー施用することによって収量が高まることが判明した。しかし、播種密度を高めても収量に変化が認められなかった。
- ・ Migori 在住の大豆多収農家を訪問して聞き取り調査を行ったところ、土壌が湿潤であるため小雨季を待たずして8月上旬に播種をすること、その結果、収穫期には草丈約 1m にまで成長することが判明した。土壌が湿潤である理由は畑の地下に伏流水が流れているためと考えられた。このことから灌漑水を確保できる条件では、播種時期によって収量が高まる可能性があると考えられる。
- ・なお、本試験は KALRO-Njoro との共同研究によって実施した。担当は大豆研究者 Mr. James Njoroge であり、調査団が現地不在時には試験は彼が管理を行った。Mr. James Njoroge による試験報告については別添を参照されたい。

2) 背景

農林水産省は食料増産に大きな潜在力を有する開発途上国等へのわが国民間企業からの農業投資を促進するため、平成 28 年度に補助事業「開発途上国への海外農業投資促進事業」を公募し、JAICAF が補助金交付候補者に選定され、本事業実施者となった。

JAICAF は開発途上国としてケニアを選定した。その大きな理由は将来性である。同国の大豆生産量はわずかに年間 2550 t 程度であってアフリカで生産量第 19 位である（FAO）。しかし、気象条件が類似している隣国ウガンダでは年間生産量が 2 万 3400 t 程度（2014 年）であることから、ケニアにおいても将来の生産拡大を見込める。また、生産量が少ないことから遺伝子組み換え大豆が導入されていないものと推察される。さらに、後に判明したことであるが、KALRO には大豆研究者がおり、既に 8 品種が育成されていた。このことはケニア国に大豆生産の基盤があることを意味している。

JAICAF はケニアにおける大豆生産の可能性を農学的側面から栽培試験によって調査することとした。本報告はその試験結果である。内容は大きく 3 つから成り、①日本産大豆品種のケニアにおける生育特性に関わる栽培試験（品種比較試験）、②栽培法に関する基礎的試験（栽培試験）、③多収を実現している大豆農家への聞き取り調査である。

3) 日本産大豆品種のケニアにおける生育特性に関わる栽培試験（品種比較試験）

日本品種のケニアにおける生育特性を把握することを目的として実施した。試験地は KALRO-Njoro 敷地内圃場および Migori 市内 Ragana 地区圃場の 2 ヶ所であった。

供試する日本品種は海外へ種子を持ち出すことが可能な品種に限られる。そこで、育成者が設定されていない品種、もしくは失効した品種から選定することとし、最終的に 4 品種

(表 9-1)とした。なお、大豆は日の長さが短くなると開花が促進される短日植物であって、品種によってその日長反応性の程度が異なり、また栽培適地も異なる。選定した4品種の育成県や奨励品種採用都道府県が異なることからそれぞれの日長反応性も異なると思われた。

ケニアでは、外国から導入した品種を用いて研究を実施する場合、隔離圃場で試験栽培を複数年実施するか、または公的試験研究機関との共同研究として栽培するよう求められている。そこで、本試験は KALRO との共同研究としてフェンスで仕切られた区画内で栽培試験を実施することとした。対照となるケニア産品種には KALRO-Njoro で育成された8品種(後述)を用いた。

(1) 方法

- ・ 供試品種は日本産4品種(フクユタカ、エンレイ、大勝白毛、納豆小粒、表 9-1,2)とケニア産8品種(DPSB19、DPSB8、Black Hawk、EAI3600、Gazelle、Hill、Nyala、Kensoy009、表 9-3)
- ・ 栽培圃場は KALRO-Njoro 地区研究所(KALRO-Njoro)内の試験圃場(写真 9-1,2)と、Migori 市 Ragana 地区の民間圃場(写真 9-3,4)。
- ・ 2016年9月21日に KALRO-Njoro 内の圃場に上記12品種を播種した。その方法は、条の長さ2m、条間0.45m、株間10cm、1点3粒播きで、3反復とした。播種後約2週間で間引きと第1回除草を行った。播種後4週間目にも除草を行った。
- ・ 9月27日に Ragana 地区圃場にて播種した。播種法は KALRO-Njoro 内圃場と同一であった。なお、圃場外周へのフェンスの設置と、大豆以外の作物の周囲への作付けを行った(ゴマを栽培)。なお、鳥害防止のためネットを張った。
- ・ 播種後2週間で間引きと第1回除草を行った。播種後4週間目にも除草を行った。
- ・ 調査項目は KALRO-Njoro 内圃場での調査項目と同一であった。



図 9-1 Nairobi、Njoro、Migori の位置関係

表 9-1 : ケニア国における大豆品種比較試験に供試した日本品種

供試品種	原産地*	命名登録年月*	品種登録年月日**	育成者名**	育成者権消滅日**	奨励品種採用都道府県***	H25年度作付面積*** (ha)
フクユタカ	熊本県	1980/06	1982/2/3	九州農業試験場	1997/2/4	福岡、佐賀、三重など17県	32,321
エンレイ	長野県	1971/05	-	-	-	新潟、富山、山形など7県	12,785
納豆小粒 (ナットウシヨウリュウ)	茨城県	(受入年:1978)	-	-	-	茨城	1,516
大勝白毛 (タイシヨウシロゲ)	-	-	-	-	-	-	-

*: 農業生物資源ジェンバンク、植物遺伝資源の検索(来歴)、https://www.gene.affrc.go.jp/databases-plant_search.php

** : 品種登録データ検索 <http://www.hinsyu.maff.go.jp/vips/CMM/apCMM110.aspx?MOSS=1>

***: 水陸稲・麦類・大豆奨励品種特性表 平成25年度版

表 9-2 : 日本品種の成分・特徴

品種名	100粒重 (grams)	粗蛋白質含量 (%)	粗脂肪含量 (%)	全糖含量 (%)	へそ色	特徴
フクユタカ	31.1	42.3	23	-	淡褐	広域適応性、多収性、高豆腐加工適性
エンレイ	31.1	44.5	18.9	20.8	黄	中生種、高広域適応性、高蛋白質含量、豆腐用、味噌用
納豆小粒	9.4	39.4	17.2	-	黄白	高納豆加工適性
大勝白毛	-	-	-	-	-	-

表 9-3 : 対照ケニア品種の特徴

Soybean variety	Maturity (Months or Days)	Yield (t/ha)	100 seed weight (grams)	Protein (%)	Oil (%)	Color of seed hylum	Year of release.
Kensoy 009	160-170	1.5-3	16.7	35	24	Small brown	2014
DPSB 19	3-4	0.6-1.7	10.6	40	17	Brownish	2010
DPSB 8	4-5	0.5-2.6	12.3	38	18	Brown	2010
Black Hawk	150-165	1.8	12.8	37	18	Brown	2009
EAI 3600	153-142	0.5-2.5	14.0	38	18	Black	2009
Gazelle	73-175	0.8-2.1	17.5	36	22	Cream	2009
Hill	140-145	1.8	12.3	38	18-21	Black	2009
Nyala	82-163	1.2-2.5	17.6	38	19	Dark brown	2009

Based on fact sheet issued by Food Crops Research Centre Njoro, KALRO



写真 9-1,2 KALRO-Njoro 内圃場の試験区 (左 2016 年 9 月 21 日撮影 ; 右 ; 2016 年 11 月中旬 撮影)



写真 9-3,4 Ragana 圃場の試験区 (左 ; 2016 年 9 月 28 日撮影、右 ; 2016 年 11 月 14 日撮影)

(2) 結果および考察

KALRO-Njoro 敷地内圃場で実施した試験は、2017 年 2 月 3 日現在、日本品種を除いて未収穫である。Njoro は標高が約 1900 m であり、標高約 1500 m の Ragana に比較して気温が低い (表 9-4)。そのため、大豆作は年 1 作であり、3～4 月に播種し、10 月～11 月に収穫する。今回は昨年 9 月に播種したため、生育予測が困難であった。

表 9-4 : 試験地の気候

試験地	2016年月日	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計	
Njoro	月平均気温	最高	24	25	27	24	23	23	22	23	24	25	22	25	24
		最低	10	10	11	11	11	9	9.2	8	8	13	9	8	10
	降雨量 (mm)	70.2	15.8	49.5	244.0	125.7	105.5	98.8	128.5	105.9	65.8	46.8	4.7	1061	
Suna East (near Ragana)	月平均気温	最高	29	29.2	29.1	28	27.2	27	27	27.1	28.2	28.9	28.2	28.2	28
		最低	14.8	15.0	15.2	15.3	15.0	14.1	13.4	13.6	13.8	14.3	14.7	14.6	14
	降雨量 (mm)	62	90	130	231	175	85	39	61	95	124	154	115	1361	
Kituka (near Nyatike)	月平均気温	最高	29.7	30	29.9	28.9	28.4	28.3	28.2	28.3	29.4	30.1	29.3	29.2	29
		最低	16.8	17.1	17.2	17.3	17	16	15.3	15.9	16	16.5	16.9	16.5	17
	降雨量 (mm)	0	0	80	224	74	21	0	6	41.1	27.0	36.2	9.0	518	

Njoroでの大豆栽培は年1作で、期間は3月～11月頃まで。RaganaやNyatikeでは年2作で2月～6月と8月～12月頃まで。

Ragana で実施した試験は、全ての品種の収穫が終わり、種々の試験結果を得た。それらを収量の高い順に表にまとめた（表 9-5）。

上位 8 品種は全てケニア品種であり、日本品種との間に有意差が認められた。ケニア品種間には有意差が認められなかったが、これは収量のバラツキが大きかったためと考えられる。これらケニア品種は概ね草丈が 40 cm 以上と高く、登熟日数が 100 日以上で、個体あたりの莢数が 30 以上、莢あたりの子実数が 2 以上、100 粒重が



写真 9-5 KALRO-Njoro 圃場の大豆栽培試験（2017 年 2 月 3 日撮影）

10g 以上であった。ちなみに 8 品種の単位面積当たり収量の平均値を求めたところ 230 g/m²であった。

なお、DPSP8 のみは発芽率が 42% と低かった。この品種は晩生で多収の品種であることから、発芽率が正常であれば収量が高まった可能性がある。

一方、日本品種では、フクユタカが最も高い収量を示し、単位面積当たり収量は 161 g/m²であった。次いで、大勝白毛、エンレイそして納豆小粒の順であった。その特徴は、草丈が概ね 30 cm 以下、登熟日数は概ね 90 日未満、個体あたりの莢数が 20 以上、莢あたりの子実数が 2 以下、であって、いずれもケニア品種に比較して値が小さかった。ただし、フクユタカ、大勝白毛そしてエンレイの 100 粒重はケニア品種を上回って 20g 以上であった。

表 9-5 Ragana 地区における品種比較試験結果 (1)

Variety	Germination (%)	Plant population at harvest (number)	50% flowering (days)	Plant height (cm)	First pod height (cm)	Harvest maturity (days)	Pods per plant (number)	Seeds per pod (number)	100 seed weight (grams)	Plot yield (grams ± S.E.)	Yield (g/m ²)
Kensoy 009	97	25	50	44.0	11.4	119	31.2	2.86	13.76	246.4 ± 34.6 ^{abdef}	274
EAI 3600	95	21	48	52.1	10.5	110	31.5	2.67	13.96	230.8 ± 21.6 ^{abode}	256
DPSB 19	88	22	50	64.0	10.1	101	42.7	2.53	9.24	222.7 ± 20.0 ^{abode}	247
Gazelle	95	22	44	58.5	10.4	99	32.5	2.28	15.45	216.3 ± 25.8 ^{abodeg}	240
DPSB 8	42	8	59	81.4	13.5	129	65.5	2.37	13.86	203.7 ± 59.4 ^{abodeghi}	226
Nyala	72	15	39	33.3	6.9	107	25.7	2.35	18.63	187.6 ± 22.4 ^{abodeg}	208
Hill	87	20	45	44.4	10.7	97	35.3	2.73	11.41	175.4 ± 13.8 ^{abodeg}	195
Black-Hawk	87	18	46	46.3	9.9	95	35.5	2.70	11.97	172.5 ± 9.8 ^{abodeg}	192
Fuku-Yutaka	97	26	36	31.8	6.3	88	21.0	1.80	21.59	144.6 ± 5.0 ^{acdegh}	161
Taishow-Shiroge	95	19	33	28.5	5.6	88	24.0	1.87	20.77	142.0 ± 11.5 ^{cdegh}	158
Enrei	97	22	33	25.3	3.5	88	17.9	1.85	21.02	94.7 ± 20.7 ^{dghi}	105
Natto-Showryu	90	19	33	25.6	3.7	89	30.9	1.93	11.90	82.0 ± 16.8 ^{dhi}	91

NB: All Japanese cultivars prone to pod shattering at harvest.

No nodules observed on any of the varieties at Ragana.

No pest or disease affected adversely any of the varieties in the trial.

Ragana で栽培された各品種の成分分析を行った (表 9-6)。各品種の水分含量は5～6%であり、ほぼ同様に乾燥されていた。フクユタカ、エンレイそして納豆小粒はタンパク質含量が高く、逆に粗脂肪含量が低い傾向であった。これは国内での評価とも一致する。また、大勝白毛はシヨ糖含量とデンプン含量が低かった。大勝白毛の品種特性は明らかでないが、種子を販売しているみかど協和は「甘みが強い」と表現していることから、シヨ糖含量が高いと想像される。したがって、日本国内での品種特性と矛盾しないと思われる。

表 9-6 Ragana 地区品種比較試験における成分分析結果

variety	Moisture* (%)	protein* (%)	Crude fat* (%)	Crude fibre* (%)	Ash* (%)	Sucrose** (ug/g)	Starch** (ug/g)
Kensoy 009	5.65 ± 0.03	31.70 ± 0.84	26.31 ± 0.19	6.32 ± 0.09	5.14 ± 0.05	86.21	77.59
EAI 3600	5.49 ± 0.06	32.35 ± 0.33	25.01 ± 0.04	6.09 ± 0.09	5.06 ± 0.01	59.79	53.81
DPSB 19	5.51 ± 0.06	32.84 ± 0.78	22.09 ± 0.06	6.63 ± 0.13	5.03 ± 0.05	83.56	75.20
Gazelle	5.44 ± 0.03	30.53 ± 0.91	25.03 ± 0.09	6.30 ± 0.19	5.05 ± 0.02	59.00	53.10
DPSB 8	5.87 ± 0.08	39.73 ± 0.80	20.30 ± 0.07	6.29 ± 0.32	5.25 ± 0.02	79.21	71.29
Nyala	5.69 ± 0.09	34.28 ± 1.08	23.29 ± 0.29	6.27 ± 0.15	5.08 ± 0.03	74.94	67.44
Hill	5.34 ± 0.06	29.96 ± 1.00	23.74 ± 0.18	6.49 ± 0.07	4.91 ± 0.04	70.69	63.62
Black-Hawk	5.22 ± 0.09	30.07 ± 0.58	23.81 ± 0.17	6.40 ± 0.07	4.95 ± 0.03	67.97	61.17
Fuku-Yutaka	6.05 ± 0.06	39.98 ± 0.24	21.50 ± 0.17	5.09 ± 0.11	5.16 ± 0.03	67.66	60.89
Taishow-shiroge	5.66 ± 0.01	34.60 ± 0.24	22.02 ± 0.23	6.28 ± 0.04	5.06 ± 0.01	86.48	77.84
Enrei	6.18 ± 0.20	44.64 ± 1.41	16.59 ± 0.64	6.23 ± 0.23	5.27 ± 0.08	60.14	54.13
Natto-Showryu	5.89 ± 0.12	40.05 ± 1.22	20.50 ± 0.35	6.67 ± 0.44	5.25 ± 0.02	82.69	65.98

*: Measured by Near- Infrared refractometer (NIR) with 3 replication (average ±standard error)

**:.Measured by Phenol sulphuric acid method with 2 replication (average).

以上から、日本品種が早生化し、脱粒性を示し、小粒化し、また低収量化した。ただし、納豆小粒はわずかに大粒化した。成分分析を行った結果、3種の日本品種（フクユタカ、エンレイ、納豆小粒）は高たんぱく質含量、高粗脂肪含量であった。また、日本品種大勝白毛は高ショ糖含量、高デンプン含量であった。日本産の特徴と一致することから、成分含量は主として遺伝的要因によって決定されるものと考察された。

4) 栽培法に関する基礎的試験（栽培試験）

収量増加のための因子として、基肥（DAP）施用量、除草回数、ならびに播種密度を取り上げて、それらの最適条件を検討する栽培試験を実施した。

（1）方 法

試験は次の4つであった。

試験 2-1) リン酸二アンモニウム（Diammonium phosphate, DAP）施用実験；基肥施用量と収量との関連を明らかにするため、3つの処理区（0、50 or 100 kg/エーカー）を設けて3反復で栽培し、収量を比較する。なお、KARLO が定める大豆栽培施肥基準は基肥として DAP 50 kg/エーカーである。

試験 2-2) 除草試験；実用的な除草回数を明らかにするため、4処理区（除草0、1、2、完全除草（2週間ごとに除草））を設けて3反復で栽培し、収量を比較する。

試験 2-3) 二条播種試験；幅 75 cmの畝に二条播種の最適播種密度を明らかにするため、3つの処理区（株間5、10、および15 cm）を設けて3反復で栽培し、収量を比較する。

試験 2-4) 三条播種試験；幅 75 cmの畝に三条播種の最適播種密度を明らかにするため、3つの処理区（株間5、10、および15 cm）を設けて3反復で栽培し、収量を比較する。

試験区は Migori 市近郊の Nyatike 灌漑地域の一画に設置した。

対照区栽培法は次の通りであった。

- ・幅 75 cm の畝で二条に点播する、条間は 30 cm、株間は 10 cm。
- ・品種はジンバブエで育成された Squire で、白目、光沢のある表面を特徴とする。
- ・基肥として DAP を 50 kg/エーカーを施肥する。
- ・除草は2回とし、播種後2週間および4週間後に行う。

また、各試験の処理は下表の通り。

表 9-7 各試験の処理

試験	1 畝あたり 播種条数	株間距離 (cm)	DAP (kg/エーカー)	除草 (回数)
試験 2-1	2	10	0、50、100	2
試験 2-2	2	10	50	0、1、2、完全除草
試験 2-3	2	5、10、15	50	2
試験 2-4	3(対照区は 2 条)	5、10、15	50	2

なお、除草と施肥が大豆の生育や収量に及ぼす効果を近隣農民に明示するために、4 区（①DAP 施肥+無除草、② DAP 無施肥+無除草、③ DAP 施肥+除草、④ DAP 無施肥+除草）を道路近くに展示圃として設けて大豆を栽培した。



写真 9-6 Nyatike 灌漑地区での栽培試験圃場

（2）結果および考察

基肥として DAP を 0、50、または 100 kg/エーカーを施用したところ、施用量増加とともに収量が有意に増加した（表 9-8）。

表 9-8 基肥 (DAP) 施用量と収量との関係

Treatment	Germination (%)	Plant population at harvest (number)	Days to 95% maturity	Plant height (cm)	Pods per plant (number)	Seeds per pod (number)	100 seed weight (grams)	Plot yield (grams ± S.E.)
DAP 0 kgs/acre	99	150	97	53.8	25.5	2.35	17.72	1083.2 ± 34.9
DAP 50 kgs/acre	99	146	97	59.3	27.0	2.31	17.79	1229.7 ± 22.2 ^a
DAP 100 kgs/acre	96	143	97	65.4	30.6	2.27	17.80	1399.8 ± 41.6 ^{ab}

また、除草回数と収量との関係を明らかにするため、除草0回、1回、2回および3回を比較したところ、除草2回の場合に無除草よりも収量が有意に高まり、3回との有意差が認められなかった (表 9-9)。除草は播種後2週目と4週目の2回で十分と考えられた。

表 9-9 除草回数と収量との関係

Treatment	Germination (%)	Plant population at harvest (number)	Days to 95% maturity	Plant height (cm)	Pods per plant (number)	Seeds per pod (number)	100 seed weight (grams)	Plot yield (grams ± S.E.)
Weeding 0 times	99	134	98	44.5	10.4	2.16	21.51	651.7 ± 47.2 ^a
Weeding 1 time	93	134	98	44.6	17.2	2.74	18.38	773.3 ± 66.3 ^a
Weeding 2 times	92	131	98	40.9	19.8	3.05	18.48	1219.9 ± 2.8 ^b
Weeding 3 times	94	139	98	42.7	21.3	3.06	17.76	1253.0 ± 74.7 ^b

Variety; Squire, 2 sowing lines in a ridge, 10 cm spacing, DAP fertilizer applied at 50kgs /acre
Sowing at Sep. 25, 2016, and harvest at Jan. 12th, 2017.

幅 75 cmの畝に二条または三条となるよう播種し、播種間隔を 5 cm、10 cm または 15 cm となるよう点播して収量を比較した。その結果、二条、三条のいずれにおいても播種間隔と収量との間に有意差が認められなかった (表 9-10)。

表 9-10 播種密度と収量との関係

Treatment		Germination (%)	Plant population at harvest (number)	Days to 95% maturity	Plant height (cm)	Pods per plant (number)	Seeds per pod (number)	100 seed weight (grams)	Plot yield (grams ± S.E.)
2 lines/ ridge	Spacing of 5 cm	100	189	98	55.3	20.2	2.1	17.8	1214.9 ± 97.6 ^a
	Spacing of 10 cm	98	108	98	53.9	27.4	2.3	17.8	1057.3 ± 34.7 ^a
	Spacing of 15 cm	90	83	98	54.8	35.5	2.3	17.5	1115.0 ± 66 ^a
3 lines/ ridge	Control (2 lines, spacing of 10 cm)	97	117	98	57.4	29.7	2.2	18.0	1196.6 ± 21.9 ^b
	Spacing of 5 cm	98	228	98	52.5	17.5	2.1	18.0	1279.4 ± 30.4 ^b
	Spacing of 10 cm	97	179	98	55.5	20.3	2.1	18.0	1205.8 ± 13.2 ^b
	Spacing of 15 cm	96	111	98	58.9	30.1	2.1	18.5	1174.6 ± 48.9 ^b

以上の結果から、除草は2回（播種後2週間後と4週間後）実施することによって収量が高まること、基肥はDAPを50kg/エーカーまたは100kg/エーカー施用することによって収量が高まることが判明した。しかし、播種密度を高めても収量に変化が認められなかった。

5) 大豆栽培農家訪問記録

Migori 在住の大豆多収農家（単収 約 1.5t/ha）を訪問した（写真 9-7）。

彼の圃場は播種が一般農家よりも約1ヵ月早く8月上旬であったが、他には他農家の栽培法と大きな差異が認められなかった（DAP 施用量・回数は政府栽培法に準じている、播種密度は一般的な約5×45cm、根粒菌製剤の施用、大豆を3作したのち、他の作物を1作して、再び大豆を栽培するという）。収穫時期には腰の高さまで成長するという（膝の高さ程度が一般的）。



写真 9-7, 8 大豆優良農家圃場（左）とそこに生えるカヤツリグサ（右）

ただし、土壌は若干湿っており、多湿を好むカヤツリグサの類が所々に生えていた（達観によると1個体/m²程度）。また、その圃場は小高い山のなだらかな裾野にあった。山の伏流水が地下から圃場へしみ出していると想像された。

このことは、ケニアにおける大豆の本来の最適播種時期が必ずしも大雨季、小雨季の開始時期と一致していないことを暗示しているように思われる。灌漑設備が整った環境において最適播種時期を検討する研究を実施すれば多収につながる可能性がある。

なお、その圃場から500mほど山裾を登ったところには彼の別の大豆圃場があった（写真 9-9）。そこには直径30cm前後の岩がゴロゴロと散在しており、作土層が薄いと思われた。また、カヤツリグサの密度は幾分低いと思われた。圃場主によると、こちらの圃場

は毎年大豆収量が高く、一方、先の圃場は収量の変動があつて、低い時もあるという。

このことは、土壌水分が適度であつて、根腐れ等の害がないために収量が高く、また、安定しているためと思われた。大豆に最適の土壌水分が収量を高めることを示唆している。



写真 9-9 大豆収量が安定して高いという山裾の畑地

10. 農業投資促進フォーラム

本事業成果の発表・共有を兼ね、将来的な日本への大豆輸出と利用の可能性について考える場を提供する目的で、農業投資促進フォーラムを 2017 年 2 月 27 日（月）に実施した。フォーラムには、大豆を取り扱う商社、豆腐、味噌、醤油等の大豆加工食品を扱う民間メーカーや団体、JICA、JIRCAS 等の研究機関、コンサルタント、メディア等、約 70 名が参加した。発表者はケニアの大豆卸売会社、Alphajiri 社代表の薬師川智子氏、JAICAF 技術参与の新田直人氏、岩手大学農学部応用生物化学科准教授の塚本知玄氏、農研機構次世代作物開発研究センター畑作物研究領域長の羽鹿牧太氏である。発表者による講演の後、質疑を行っている。なお、当日の配布資料は別添資料を参照されたい。

（1）発表内容

薬師川氏からは現地の大豆生産の現状と課題について報告があつた。大豆のケニア国内需要は高く、輸入が増大している。栽培適地面積および大豆農家の収益性ならびに労働負荷に対する満足度から、大豆栽培が拡大する可能性は大きい。しかし、大豆のサプライチェーンがうまく機能しないことで、ケニアの大豆生産は伸び悩んでいる。Alphajiri 社は、商社機能を持ちながら、農家組織化と販売の取りまとめを行うことでサプライチェーンの課題解決に取り組んでいる。生産・流通の拡大を続け、農家や加工メーカーの満足度を向上するためには、同時に生産性向上・品質向上にも注力していく必要がある。家畜飼料としての脱

脂大豆生産、および加工食品の拡大と多様化により、ケニア国内での大豆生産と消費の拡大は期待できる。

新田氏からは大豆栽培試験の結果が報告された。ケニアでの大豆生産の可能性調査として、品種比較試験と栽培試験が行われた。その結果、ケニアでの栽培では日本産品種と比較してケニア産品種の収量が有意に高いことが明らかになった。また、栽培試験によって、除草回数は2回が収量に良い影響を与えることと、肥料についても収量を高める適量が明らかになった。一方で、肥料の種類と施用方法、播種密度および収量の関係や播種時期などの検討課題は残った。

塚本氏からは食品産業が求める食品用輸入原料大豆の品質と加工適性について話題提供があった。メーカーが求める大豆の味、触感、色、つや、匂いといった品質は、各メーカーにより異なる。メーカーは大豆が国産であるか外国産であるかを重視しない傾向にあるが、一方で、一般の大豆消費者は輸入品より国産品を好む傾向にある。大豆の供給は国産および外国産ともに安定はしていない。良い「ケニア産大豆」とは、消費者が求める商品を提供できる大豆のことであり、「ケニア産大豆」に求められる価値とは、国産大豆と同等品質かつ低価格な大豆を安定供給することではないか。

羽鹿氏からは日本の大豆研究とケニアの大豆生産への応用の可能性について発表があった。日本の大豆生産は、北海道を除く地域で単収水準は世界平均を大きく下回り、安定しない単収が課題となっている。重要なのは、低収原因の解明と対応策である。低収要因には、気象災害や病中被害、雑草害、冷害、湿害などがある。一方、北海道では品種育成によりストレス耐性、耐病虫性、機械化適性などの強化により単収が向上している。大豆の多収に向けて水分管理技術の改善や新たな播種機械の導入、地下灌漑システムの導入、肥料を用いた地力改善が行われている。日本で開発された品種の選択、栽培技術および保存技術は、ケニアの大豆生産の参考となる。

(2) 質 疑

(質問) 大豆はケニアでは伝統的な作物として定着しているのか

(回答：薬師川氏) 東アフリカ全体では、栄養改善の目的で NGO が 1990 年代後半から大豆生産に取り組んできた。ケニアで食用としての大豆生産が始まったのも 20～30 年前のことなので、大豆は伝統的な作物ではない。しかし、大豆は鶏肉や牛肉に比べて安価なタンパク源として普及しつつある。たとえば大豆茶はケニア全国のスーパーで見られることから、人々に広まりつつある。

(質問) 大豆の保管と輸送は具体的にどのように行われているのか

(回答：薬師川氏) 農家で生産された大豆は、村に1つあるコレクションセンターに集められる。その後、5～10tごとにトラックで県に1つある政府が運営する大型保管所に一度運ばれ、大都市へと23tほどの大型トラックで運ばれる。

(質問) 大豆はケニアで伝統的な印象がないが、小農の抱えている問題に JAICAF や農林水産省はどのようにアプローチしていくのか

(回答：農林水産省安原国際交渉官) JAICAF が実施している本事業には、ケニア国内と日本での安定した食料供給のために、ケニアでの大豆生産に日本企業が参画できないか、調査・検討に取り組んでいる。その一環として、現地調査を行い、このフォーラム等で民間企業の方々と情報交換をするものである。

(質問) 大豆生産における播種は具体的にどのように行われているのか

(回答：薬師川氏) 牛耕によって耕起した後、紐を張ってそれに沿って手で 5 cm 程の溝を掘り、同じく手で播種するのが一般的である。

(質問) 日本で要求される大豆の品質をケニアでも要求する必要はあるのか

(回答：薬師川氏) ケニアの大豆生産は現時点では地産地消であるので、その必要はない。

(回答：塚本氏) その必要はないが、食品加工を行う立場から、現地の人達が少しの加工で美味しく食べることができるよう援助できればと思う。

11. 総括的結論

本事業では、対象国をケニアとして大豆の生産可能性を見てきた。ケニアでの現在の年間生産量は 5000 t に満たないが、大豆栽培に適している土壌は 20 万 ha 程であり、かつ、国内の大豆需要も大きいことが分かってきた。また、これまでの大豆栽培事例をみる限り、大豆を組み込んだトウモロコシを主体とする農耕システムで成立することも分かった。農家にとっての大豆栽培は、栽培の容易さや大豆の高い収益性が認められつつあり、今後栽培が拡大していくものと予想される。

一方、栽培技術に関しては肥料の投入があまり行われておらず収量も低いことが明らかになってきた。大豆栽培の基本技術は普及しておらず、まだこれからといえる。また、地域レベルでみた大豆加工場の規模も小さくなく、大豆生産を拡大するためには、消費者ニーズに対応した商品開発と購買意欲を高めるための販促活動が必要とみられた。とくに注目すべき課題は大豆のサプライチェーンがうまく機能していないことであった。この課題解決に取り組むのが大豆農家の組織化と調達計画を行い、加工メーカーへの営業・サプライヤーとして機能する Alphajiri 社であり、今後の活躍が期待される。

本事業で実施した現地での栽培試験では、日本品種とケニア品種の両方を試験したが、日本品種では早生化し、脱粒性を示し、低収量化する結果となった。日本品種の成分含量は遺伝的要因によるもので、日本産の特徴と一致した。大豆収量増大を図る栽培試験では、除草回数について 2 回実施することで収量が高まることが分かった。また、基肥は DAP を 50 ~ 100 kg/エーカーの施用で収量が高まることが判明した。一方、播種密度の試験では収量に変化は見られなかった。これらの結果が、大豆栽培の基本技術に貢献されることを願う。

なお、フォーラムでは、以上の結果を参加者に共有するとともに、将来的な日本への大豆

輸出と利用の可能性について考える場を提供した。各分野の専門家から、様々な観点から現状や課題について講演頂いた。ケニア国内における大豆生産の拡大は、サプライチェーンが機能し、需要にあった商品展開がなされれば十分に可能性があるとともに、わが国への輸出拡大についても将来的には可能性があることが示された。

12. おわりに

ケニアの大豆生産量は、現状では、総需要量 10 万 t の 3 % の 3000 t に過ぎない。これは歴史的にみて、ケニアの穀倉地が白人植民者に押さえられ、彼らが大豆生産を望まなかったことによる影響が残っていると考えられる。現在では、需要に引っ張られて、小規模農家によって少しずつ生産が増えている。また今回の実証調査で KALRO の Njoro 試験場では、大豆の専門家がおおり、彼らの知見は十分活用できることがわかった。また、生産から加工までのバリューチェーンを繋ごうとする Alphajiri の薬師川氏のような起業家が増えてくれば、生産は飛躍的に伸びることが期待される。小規模農家からみて現金獲得に直結する大豆はコメとともに重要で、かつコメほどには水の制約を受けない大豆は魅力的である。現状からしてケニアの大豆がすぐにわが国の食用大豆の輸出国になるとはいえないが、今回の調査で実施したような地道な活動を続ければ大きな可能性を有しているといえよう。

参考文献

1. Abull S.Jackson (2016) A brief history of soybean production in Kenya. Research Journal of Agriculture and Environment. Vol.5(2),pp058-064
2. 大井嘉子、Gordon Cyrus Mwangi (1996).ケニアにおける大豆導入の可能性、「アフリカ研究」48 p.p79-97
3. Chianu Jonas N, et al. (2008) Soybean Situation and Outlook Analysis: The Case of Kenya. TSBF-CIAT, Nairobi, Kenya. KALRO Njoro, Njoro, Kenya. CIAT Africa, Kawanda, Uganda.
4. FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United States. <<http://www.fao.org/faostat/en/#data>>.
5. “N2Africa Podcaster no41,” <<http://www.n2africa.org/content/n2africa-podcaster-41-special-issue-tier-1-countries>>.
6. R.N. Collombet (2013) Investigating Soybean Market Situation in Western Kenya: constraints and opportunities for smallholder producers. Wagenigen University, Wagenigen, Netherlands.

Back to office report

Planting of KALRO-JAICAF trials at MIGORI-NYATIKE (24th -27th September 2016)

The trip was initiated by the collaborative KALRO-JAICAF soybean evaluation agreement in September 20th 2016. The trial sites were Lower Kuja Irrigation Scheme at Nyatike managed by the National Irrigation Board. The scheme uses furrow irrigation system. The other site was at Ragana, near Migori town.

At Nyatike, the field was under maize that was heavily infested by maize lethal necrosis disease. The trials were established on an area where part of the maize had been cleared to give room for the trials. The farmer intends to plant more soybean in the area mainly recycled Gazelle and DPSB 19. Four trials and two demonstration plots were established at Nyatike. The trials were designed by Dr. Naota Nita in consultation with Mr. Njoroge and Mrs. Tomoko Yakusigawa, the JAICAF consultant at Migori. The trials were designed to address the low soybean yields in the area.

NYATIKE

The trials were planted on 25th and 26th September 2016 as indicated below:

1. Intra- spacing on two rows on a ridge

The spacing between the rows was fixed at 30cm while the spacing between plants was varied at 5, 10 and 15 cm. Fertilizer applied was DAP at the recommended rate of 125kg/ha.

2. Inter and intra row spacing on the ridge

The spacing between rows on the ridge were decreased from 30cm to 15cm except the control that was retained at 30cm between the rows. The spacing between the now three rows on the ridge were varied at 5, 10 and 30cm as above. The fertilizer rate was maintained at 125kg/ha. The result will give the optimum plant population per unit area under furrow irrigation.

3. Fertilizer rate trial.

The trial was designed to determine the nutritive needs of soybean under furrow irrigation conditions. The fertilizer was applied at 0, 125, and 250 kg/ha. The spacing was maintained at 10cm between plants and 30cms between two rows on a ridge.

4. Weeding

It had been observed in the fields that farmers in this area are not keen on keeping the soybean crop free of weeds. The trial was designed to quantify the loss of yield due to weeds and indicate the need for weed control. The treatments were: - No weeding, weeding at two weeks, weeding at four weeks and a positive control which will be kept weed free.

DEMONSTRATIONS

1. Fertilizer application and weeding

Four plots were established at a spacing of 10cm between plants and 30cm between rows on the ridge as follows:-

- a) Application of fertilizer at 125kg/ha and no weeding
- b) No application of fertilizer and no weeding
- c) Application of fertilizer at 125kg/ha and weeding

d) No application of fertilizer and weeding

2. Soybean varieties

Ten plots were established on which 8 KALRO varieties were against the varieties the farmers are growing in the area. This will give a guide on the best KALRO variety for the area leading to production of certified seed of a specific variety.

MIGORI SITE

The trial at Migori (RAGANA) was established on 27th September 2016. It was a variety evaluation trial consisting of 8 KALRO soybean varieties against 4 Japanese varieties. The treatments were replicated three times and was planted in single rows due to the small quantities of the Japanese varieties.



Fencing off the site at RAGANA



Planting at Nyatike



Dr. Nita checking on the progress of planting. Note the black clay soils and MLND infected maize in the background.

Back to office report
Second field trip to Migori on 10th -12th October 2016

The purpose of the trip was to observe the trials and take notes that would be necessary at this stage of growth. This was about two weeks after planting which took place on 25th- 27th September. The status of the trials was as follows:-

RAGANA

The site is at an altitude of 4508ft(1375m) above sea level located 01° 06' S, 34° 28 E'. The site was fenced off as had been requested. The trial had been weeded but thinning was to be done in my presence. I demonstrated to David on how to carry out the thinning and take germination data as we were undertaking the activity. The crop had the 1st trifoliolate leaf in place and thus at the appropriate stage for thinning. The germination percentage was highest in Enrei, Fukut-Yakuta and Kensoy 009 at 97% and lowest in DPSB 8 at mean of 41%. The stand count was improved by allowing two plants next to the hill where there was no germination. There were disease symptoms observed but there were a few plants showing signs of insect damage. I recommended the use of systemic insecticide to avoid further damage.



Fenced off trial area



Demonstration on how to thin and take germination data to David



Crop at 1st trifoliolate leaf



Trial weeded and thinned at Ragana

NYATIKE

The site has an altitude of 3919ft which is about 1195 m.a.s.l. and is located 0° 55' S, 34° 17'E. The crop had generally germinated well. The crop was not all that weedy because there were few broad leaf weeds. Germination data was recorded before thinning was done. The mean germination was 76% for weeding demonstration plots, 95% for the weeding trial, 98% for the fertilizer trial, 96% for the spacing trial in two rows and 97% in the spacing trial in 3 rows. The low germination for the weeding demonstration plots was attributed to spot waterlogging along the ridges. The KALRO varieties germinated well except for DPSB 8 whose germination was about 60%. Weeding was done perfectly except for the no-weeding treatment plots. Thinning

was done as per my instructions for all the trials and demonstration plots. The casuals were encouraged to use the thinned material as vegetables. I instructed Jacktone on how to take care of insect damage for there were observable symptoms.



Weeding at Nyatike



Weeding at Nyatike



Weeding at Nyatike



Demonstration on germination data collection



Thinning at Nyatike



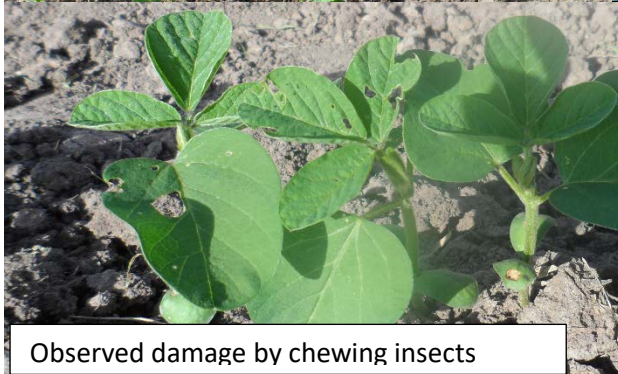
Three row crop before thinning



Three row crop after thinning



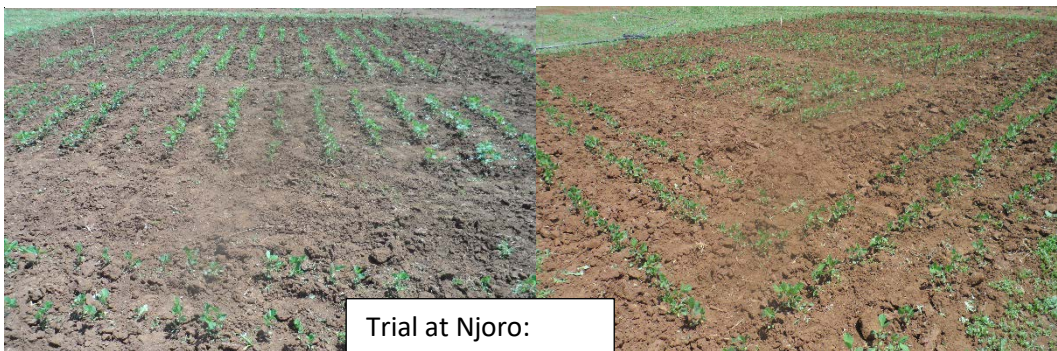
Preparation of thinned material as vegetables



Observed damage by chewing insects

NJORO

The site is at an altitude of 7110ft (2169 m.a.s.l). Its located 0° 20' S, 35° 56' E in a quarantine field at KALRO Njoro. Germination at the site was lower than in RAGANA with kensoy 009 having highest score of 100% while DPSB 8 had the lowest at 20%. Thinning was done in a similar way as in RAGANA. DPSB 8 viability seems to deteriorate faster than the other varieties since all the varieties were harvested at the same time in February 2016. This calls for investigation on the rate deterioration of viability for different varieties of soybeans at a later date. The remnant seed were planted later in a trial format for seed increase.



Trial at Njoro: weeded and thinned.



James Njoroge
PNo. 2363/3453

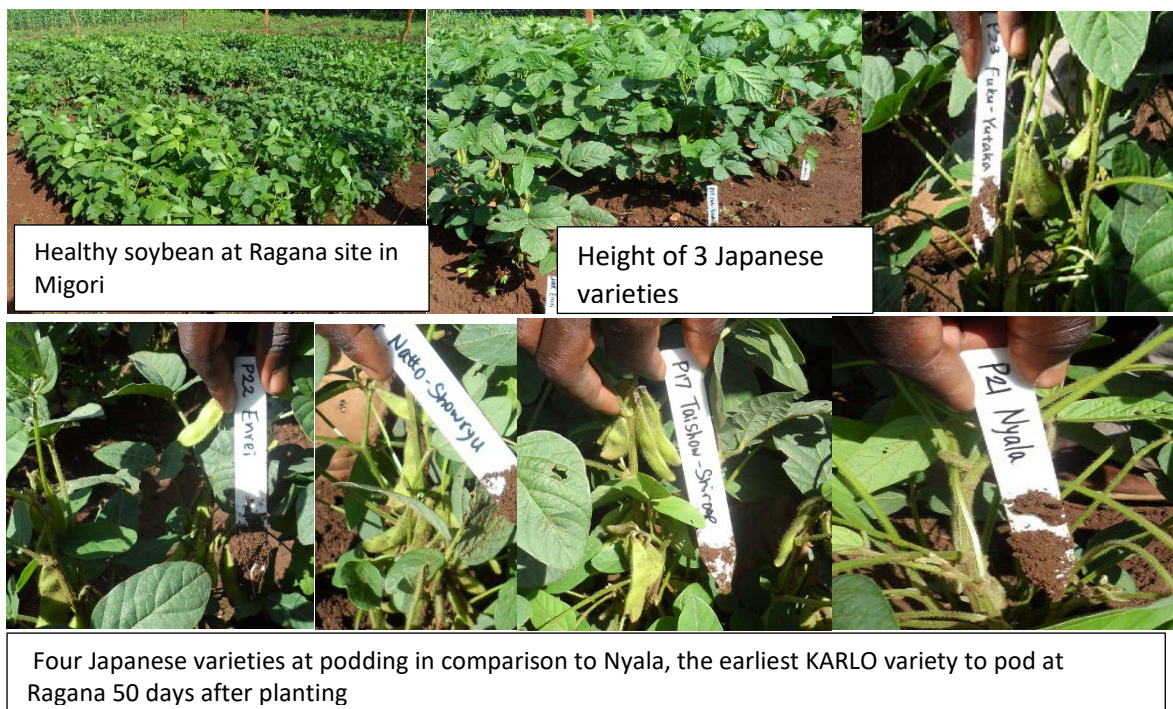
Back to office report

Third visit to Migori and Nyatike on 14th—16th November 2016

The objectives of the visit was to take notes on flowering and observe the status of the crop in all the trials. This was a critical time for disease development and there was need for keen observation of susceptibility of the soybean genotypes to common diseases especially so on the Japanese varieties.

RAGANA

The site had been clean weeded and the soil had adequate moisture. There was slight hailstone damage on foliage. All the varieties had flowered except variety DPSB 8. The Japanese varieties were first in flowering. All the Japanese had started podding and were at growth stage R3- R4. The Japanese varieties were the short except for Fuku-Yukata which was slightly taller than the rest. The rains are back and the crop is very healthy as observed on the photos below.



NYATIKE

All plots that required weeding had been weeded. Flowering was complete on all the varieties. Podding had already started in some varieties and was quite advanced in some of the KALRO varieties. Weeds on the weeding trial and exhibition plots were mainly grasses. There was slight damage by hailstone on the leaves and the crop needed spraying against insects that were making holes on the leaves. I advised on two watering periods in a week to avoid moisture stress at this period of pod filling. We meet with madam Tomoko Yakushigawa on the site and decided on hosting farmers at Nyatike in about three weeks' time to train them on best soybean production practices, appreciate the need for fertilizer application and weeding on soybean as expressed on the weeding exhibition plot and the farmers to carry out a participatory selection of the KALRO varieties established on the site.

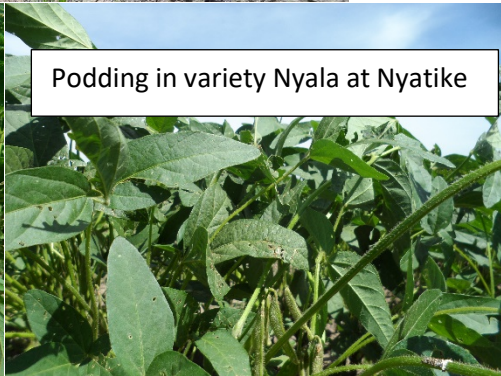


No weeding + Fertilizer

No weeding, No fertilizer



Grass weeds



Podding in variety Nyala at Nyatike



Hail and insect damage at Nvatike



Podding on EAI 3600 at Nyatike

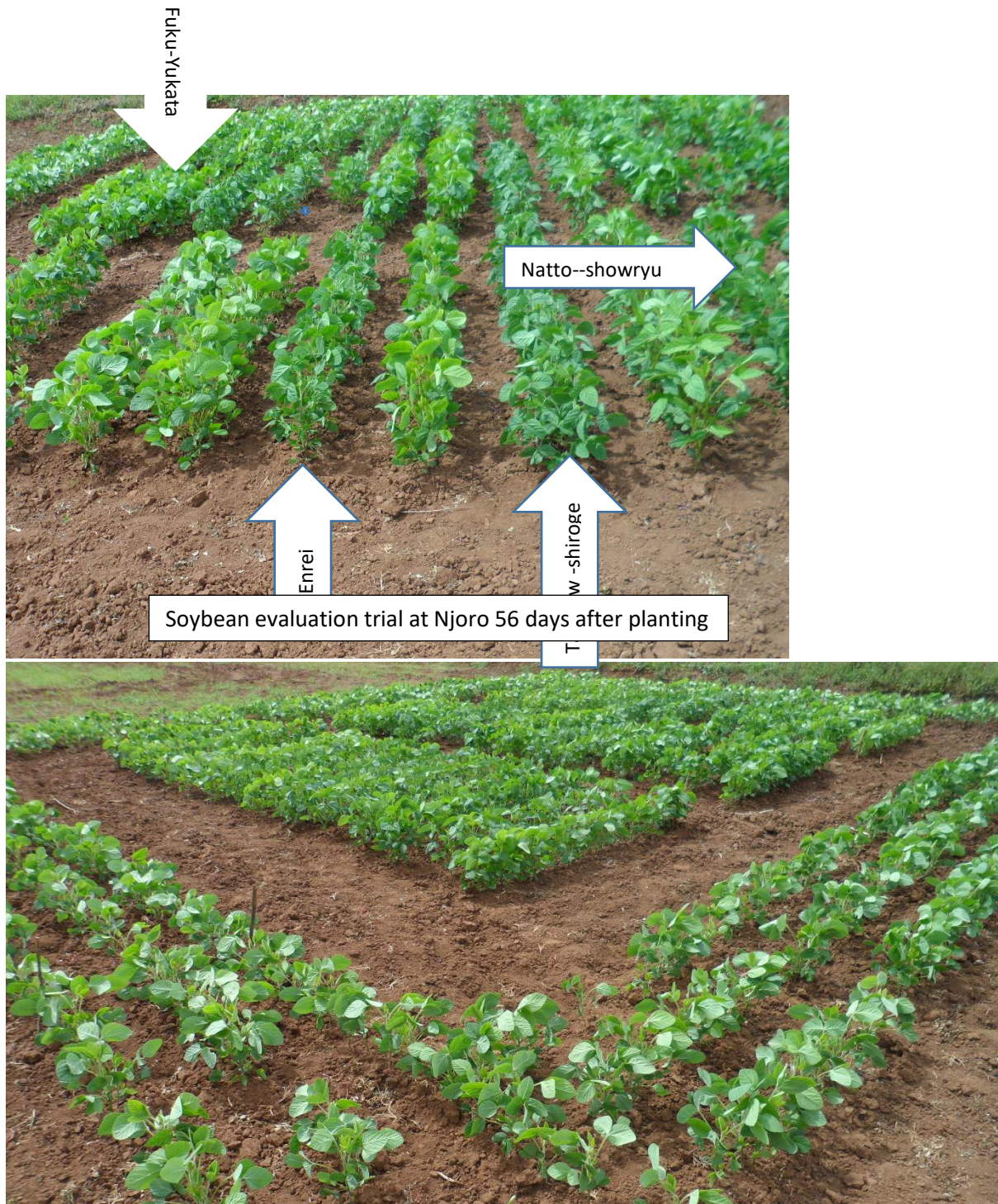


Meeting with the Migori team at NYATIKE



NJORO

The trial had been weeded and an insecticide applied. Flowering has started on the Japanese varieties except Fuku-Yukata. The height challenge on Japanese soybean varieties at this growth stage is not yet apparent at Njoro as was observed at Ragana. Growth is slow at Njoro probably due to the low temperatures.



James Njoroge
PNo. 3453(2363)

Back to office report

Fourth visit to Migori and Nyatike on 13th—16th December 2016

The visit was organised with the objective of holding a field day with the farmers within Nyatike and specifically those operating in the Kuja irrigation scheme. The field day was to afford the farmers the opportunity to

- i) Observe the effects of weeds on production of soybeans as displayed in the demonstration plots
- ii) Learn through a demonstration all that is required in successful soybean production from KALRO specialist.
- iii) Select a soybean variety of their choice for the area through a participatory approach.

RAGANA

The KALRO-JAICAF trial at Ragana near Migori town was progressing well. The Japanese varieties were showing signs of maturity for the leaves had turned yellow and the pods had started turning brown. Since there was a huge difference in maturity among the varieties, I indicated to Tomoko that they have to uproot and store the Japanese varieties until the rest were ready and then we may take the necessary data together.

Status of Natto-showryu, Fuku-Yukata and Enrei at Ragana site in Migori on 16th Dec.



Japanese Variety Taishow-shiroge in the middle dwarfed by EAI 3600 and SBH7/1/1



Status of the varieties on the KALRO-JAICAF trial at Ragana.



NYATIKE

The field day was held at Kuja irrigation scheme where the soybean trials and variety demonstration plots were planted. The field day was scheduled to start at 10.00 am but started later at 11.30am as we were waiting for more participants to arrive. The master of ceremony was Jared Ongalo on whose land the trials and demonstration plots were established. The attendance was not as high as expected because the crop was newly introduced in the area and the fact that acreage per individual in the scheme is high at 10-20 acres. Twenty four participants registered for the activity of which seven were females and seventeen were males.

The speeches were made by Jared Ongalo on behalf of the chairman of the Kuja irrigation scheme block H, the agronomist attached to the national irrigation board, the representative of sukari industries limited, Madam Tomoko Yakushigawa and finally Mr. Njoroge from KARLO Njoro. The scheme, according to national irrigation board agronomist is composed of 19,000 acres of which only 1000 acres is currently under cultivation. The agronomist informed the participants that the farmers have to grow a crop every season that takes about 4 months to mature such that the crop will be harvested at the same time. The farmers need to earn cash not only to cater for their economic growth but also for them to afford payment for the irrigation water and maintenance of irrigation infrastructure. The representative from Sukari industries informed the participants that their company will be willing to invest in sugarcane production in the areas where irrigation will easily be done by gravity. Soybean would be the better option for intercrop in the 10,000 acre sugarcane plantation. Madam Tomoko informed the participants that soybean is an important commercial crop that can be used in many industries, improve health, leading to better life.

Mr. Njoroge had the bulk of information on soybean to pass on. The introduction consisted mainly on the benefits of soybean to the natural resource base, individual health, animal nutrition and the impact of soybean to the economy. He gave the farmers a detailed participatory lecture on soybean production right from sourcing inputs, land preparation, planting, crop management, harvesting, storage and utilization at home level. The participants were taken through a questionnaire intended to capture the farmers' constraints in soybean production as well as participatory variety selection. The participants observed the impacts of weeds and appreciated the value of crop nutrition on the demonstration plots established for the purpose. The participants selected the variety of their choice through scoring each variety against the preferred traits. Overall, the participants preferred varieties Gazelle and DPSB 8. This information however, is not conclusive for a higher number of participants is required for an unbiased result.



Farmer field school at Nyatike



Demonstration on best production practices



Demonstration on best production practices



Participatory variety selection at Nyatike



KALRO soybean varieties on display



KALRO soybean varieties on display



Participatory variety selection at Nyatike

NJORO

The KALRO-JAICAF trial at Njoro is progressing well. It's weeded and only varieties Gazelle and Kensoy 009 have not attained 50% flowering.

KALRO-JAICAF trial at Njoro



KALRO-JAICAF trial at Njoro



James Njoroge
PNo. 3453(2363)

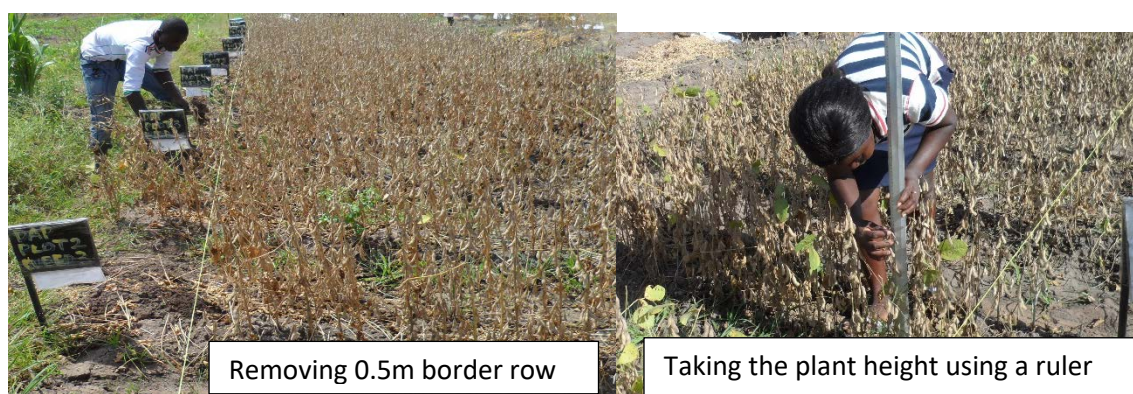
Back to office report

Fifth trip to Migori 10th -13th January 2017

The objective of making this trip was to carry out harvesting and collect harvest data on soybean trials at Kuja irrigation scheme at Nyatike and the soybean variety trial at Ragana near Migori. During the visit, I was also to observe and recommend on soybean pests that were damaging soybean crop in the farmers' fields in Ragana and Sirare areas of Migori County.

NYATIKE

There were four trials to be harvested (Spacing in double rows, Spacing in triple rows, Weeding regime, Fertilizer (DAP) rates of application), Exhibition (DAP use and weeding) and demonstration plots on KARLO varieties. The trials were harvested in the same format where 0.5m was left out on each end of the plot due to the border row effect. Each plot that was harvested composed of 3m long rows spread on two ridges. Data collected at harvest was on plant density per plot, plant height, number of pods per plant and number of seeds per pod. Apart from the plant density per plot, all other data was observed from a random sample of five soybean plants. The spacing trials and the DAP fertilizer rates trial had uniform maturity. The exhibition and the weed trials expressed non-uniform maturity due to the impact of weeds. Plots that were not weeded especially in the exhibition plots had non-uniform maturity, were difficult to harvest and had been damaged by rodents.





Counting the number of pods per plant

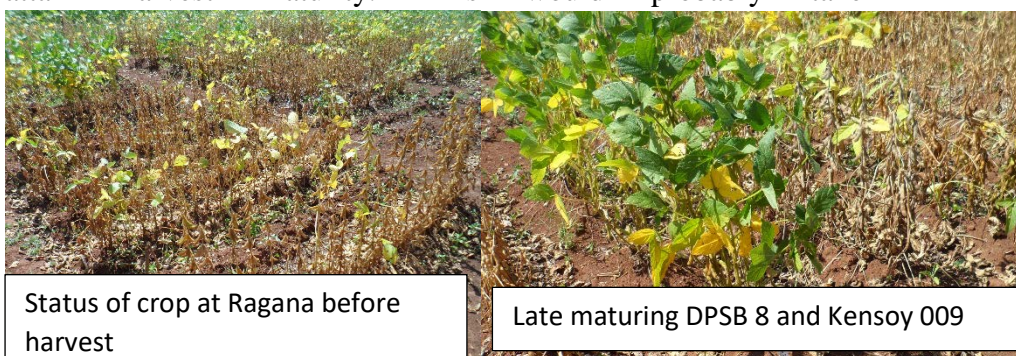
Removal of plants for threshing

winnowing

The final product-clean grain

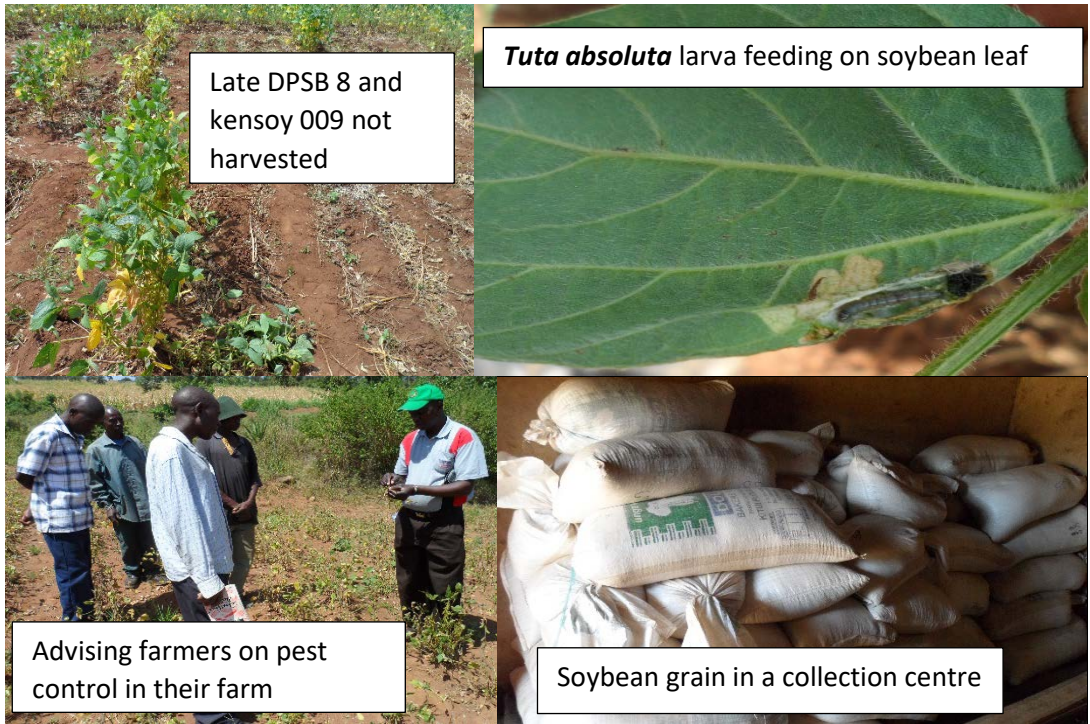
Ragana

At this site all the Japanese varieties had been removed from the field prior to my arrival due to pod shattering. Pods were shattering yet other pods in the same plant were still yellowing. This made it difficult to wait for the varieties to attain 95% maturity as the early maturing pods would have shattered and got wasted. Generally there was uneven maturity within the rows. The harvesting procedure was similar to what we had at Nyatike except that the whole plot was harvested. Data on first pod height was included among the traits to be recorded. Variety DPSB 8 and Kensoy 009 were yet to mature and thus were not harvested until later when they will attain harvest maturity. This would probably take 14-21 more days.



Status of crop at Ragana before harvest

Late maturing DPSB 8 and Kensoy 009



NJORO

The trial at the site is taking longer to mature than expected. Some varieties such as DPSB 8 are still flowering. However, the Japanese varieties have matured and have been harvested except Fuku-Yukata which has not attained maturity. The problem noticed on the Japanese varieties is their susceptibility to shattering soon after attaining maturity, a problem that was also noted at Ragana site. At Njoro, the varieties were browning on the leaves. The KALRO variety that is closer in maturity to Japanese varieties is DPSB 19.





James Njoroge

PNo. 3453(2363)

JAICAF 農業投資促進フォーラム

アフリカにおける食用大豆の生産・流通と 将来的な日本への輸出の可能性

日 時 2017年2月27日(月) 14時30分～17時(開場14時)
場 所 アクセス青山フォーラム
(青山ツインビル西館15階、地下鉄「青山一丁目」駅直結)
主 催 公益社団法人 国際農林業協働協会

プログラム

2017年2月27日(月)

- 14:30-14:40 開 会
主催者挨拶： 公益社団法人 国際農林業協働協会 (JAICAF)
来賓挨拶： 農林水産省大臣官房国際部海外投資・協力グループ
- 14:40-15:05 大豆をとおして、ケニアにおける農業サプライチェーンの課題を解決する
ケニア大豆卸売会社 Alphajiri 代表 薬師川 智子 氏
- 15:05-15:30 農林水産省補助事業の紹介およびケニアにおける大豆栽培試験結果報告
JAICAF 技術参与 新田 直人 氏
- 15:30-15:40 休 憩
- 15:40-16:05 食品産業が求める食品用輸入原料大豆の品質と加工適性
岩手大学 農学部 応用生物化学科 准教授 塚本 知玄 氏
- 16:05-16:30 日本大豆研究とケニア大豆生産への応用の可能性
農研機構 次世代作物開発研究センター畑作物研究領域長 羽鹿 牧太 氏
- 16:30-16:50 質疑応答・フロアとの意見交換
- 16:50-17:00 閉 会

講師紹介

大豆をとおして、ケニアにおける農業サプライチェーンの課題を解決する：

薬師川 智子（やくしがわ ともこ）氏

ケニア現地法人 Alphajiri Limited(アルファジリ)代表取締役社長。1988年奈良県生まれ。2006年渡米、2011年テキサス大学アーリントン校にて、政治学学士号およびフランス語学士号を取得。同年日本帰国。農林中央金庫へ入庫、長崎県内全域のJAバンク7行に対する財務モニタリング・業務推進・新規事業サポート等を担当。2014年より青年海外協力隊員としてケニア・ミゴリ県へ赴任、大豆農家組合にて大豆栽培および加工の普及に従事。2016年協力隊任期終了後の2月より、ミゴリ県を拠点に Alphajiri (Alfajiri=スワヒリ語で日の出を意味する) Limited を設立。ケニア国内の農産物流通に不足している「包括的なサプライチェーン」を提供すべく、小規模農家との大豆契約栽培・買取・加工メーカーへの卸業を行う。正社員4名、年間契約農家数約500名。

農林水産省補助事業の紹介およびケニアにおける大豆栽培試験結果報告：

新田 直人（にした なおと）氏

公益社団法人 国際農林業協働協会（JAICAF）技術参与。1982年九州大学農学部農芸化学科卒業。同年より日本専売公社（後の日本たばこ産業株式会社）にて植物病理、イネ育種関連の研究開発業務に従事。2009年から2012年まで独立行政法人国際農林水産業研究センター（JIRCAS）にて途上国農業研究に従事（マーシャル諸島共和国とウズベキスタンを担当）。2013年よりJAICAFにて途上国農業支援に従事。2013-2015年はラオス国南部メコン川沿岸地域参加型灌漑農業振興プロジェクトに営農担当として稲作・畑作の改善に尽力。農学博士。

食品産業が求める食品用輸入原料大豆の品質と加工適性：

塚本 知玄（つかもと ちげん）氏

岩手大学農学部准教授。現在は、大豆加工食品の味と健康機能性に影響を及ぼすサポニンの食品化学的研究と遺伝育種的研究に注力している。東京葛飾で生まれ育ったが、豊かな自然環境を求めて岩手大学農学部へ入学、1982年に修士課程を修了し青森県三戸町の太子食品工業（株）へ入社、研究員として「安全・安心・健康作りに奉仕する太子食品」の具現化に努めた。岩手大学農学部・喜多村啓介先生との産学協同研究「青臭みの無い新品種大豆」の開発と実用化などを進めた後、東北大学大学院農学研究科で大久保一良先生に師事し「大豆不快味配糖体の遺伝育種的改変」を進め1993年に博士課程を修了。新規事業部、営業企画、社長室等を経て1999年、岩手大学農学部へ割愛、現在に至る。

日本の大豆研究とケニアの大豆生産への応用の可能性：

羽鹿 牧太（はじか まきた）氏

農学博士。農業・食品産業技術総合研究機構 次世代作物開発研究センター 畑作物研究領域長。1988年農林水産省入省、九州農業試験場（現九州沖縄農業研究センター）で大豆育種に従事、成分改良育種や虫害抵抗性育種等を行った。その後、農林水産技術会議事務局の畑作担当研究調査官を経て、2001年から作物研究所（現次世代作物開発研究センター）で大豆育種に従事、成分改良育種やピンポイント改良育種等を行った。2014年より現職。

主な育成品種に「いちひめ」「サチユタカ」「なごみまる」などがある。

大豆をとおして、ケニアにおける 農業サプライチェーンの課題を解決する

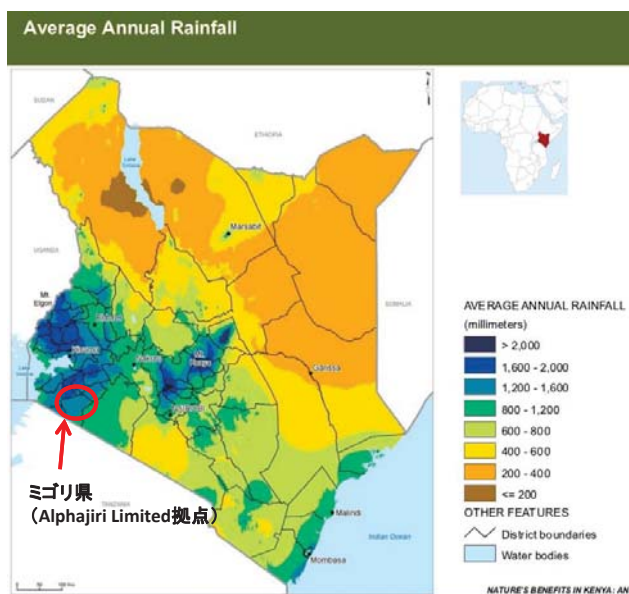
Alphajiri Limited(アルファジリ)
代表取締役社長 薬師川智子



目次

1. 大豆生産の現状
1. ケニアが抱える農業のサプライチェーンの課題
1. Alphajiriがどう解決し、どんな成果を上げたか
1. 世界標準に近づいていくための課題
1. 大豆加工の将来性と課題

大豆生産環境



ケニア全体耕作面積

5,500,000 ha

大豆栽培適地

224,000 ha (全体耕作面積の4%)

2014年の大豆栽培面積

1,800ha (適地の0.8%)

雨期は年に2回

農家の形態はほとんどが、毎シーズン4エーカー前後を家族で耕作する専門小規模農家。家族は10人前後、家計の収入は月1万~2万円。

西部ケニアの主要換金作物はサトウキビ・タバコなど

AlphaJiri契約農家22戸が栽培を継続する理由トップ5



理由	戸数
農作業が楽だから	8
大豆の高い収益性	6
販売先・市場があるから	4
大豆の高い換金性	3
大豆が土地を肥沃にするから	2
サトウキビ市場が喪失したから	2

- 大豆栽培農家は、収益性・換金性・市場性といった経済的因子だけでなく、労働負荷やマメ科の特性にも注目している
- 経済性だけでなく、生活バランスや他の作物との栽培バランスを考えると、農家の動機づけ・満足度につながる

ケニア国内の大豆需要と国内生産量



- 需要年間約100,000トン
(家畜飼料用・食用油等の加工大豆・丸大豆含む)
- 国内生産量は年間3,000トン
— 需要の3%程度しかない
- Alphajiri調査によると、ミゴリ県の小規模農家が初めて大豆を植えたのは2000年あたり。
- ポテンシャルは高いのに、なかなか生産量が増えてこなかったのはなぜ？

⇒ケニアが抱える「農業のサプライチェーン」の問題

Alphajiri契約農家22戸の、 以前の大豆栽培・販売状況



- Alphajiriとの契約以前に大豆を栽培したことのある農家数：10戸
- 10戸のうち、以前の売り先は？

売り先	戸数
政府系組織	2
個人ブローカー	2
民間農協	6

- Alphajiriとの契約栽培に
乗り換えた理由は？

理由	戸数
突然買取りに来てくれなくなった	6
いつも買ってくれるわけではなかった	3
自分で売りに行くのが大変だった	2
支払いが遅かった	1
支払われなかった	1

丸大豆を使用する国内加工メーカー 16社から聞いた、大豆仕入の状況



*Alphajiriと取引のある会社については、取引前の状況

仕入先と困りごと

仕入先	社数
100%もしくはほぼ全量輸入	9
100%国内	3
無回答	4

国産100%の理由は？

- 使用量が国産仕入れで足りているから(1社)
- 輸入先を知らないから(1社)

国内仕入れでの困りごとは？

- 大豆の品質が悪い(3社)

輸入の理由は？

- 需要量に追いつかないから(9社)
- 国内での買い集めが大変だから(2社)

輸入の困りごとは？

- アフリカ諸国からの輸入が不安定(3社)
- アフリカ諸国の大豆の品質が悪い(2社)

国内仕入れでの困りごとは？

- 直接契約栽培をやろうとしたが、大変で辞めた/うまくいってない(4社)
- 大豆の品質が悪い(2社)

農家とメーカーの異なるロジック



加工メーカーのロジック

物量が足りていない

買い集めが大変なので、誰かに取りまとめて欲しい

工場着で買いたい

品質が不安定

小規模農家のロジック

たくさんは作れない

農協が機能しない、ブローカーが信用できない

輸送が大変、マーケットがわからない

求められる品質を理解していない

誰かがロジックの調整役にならなくてははいけない

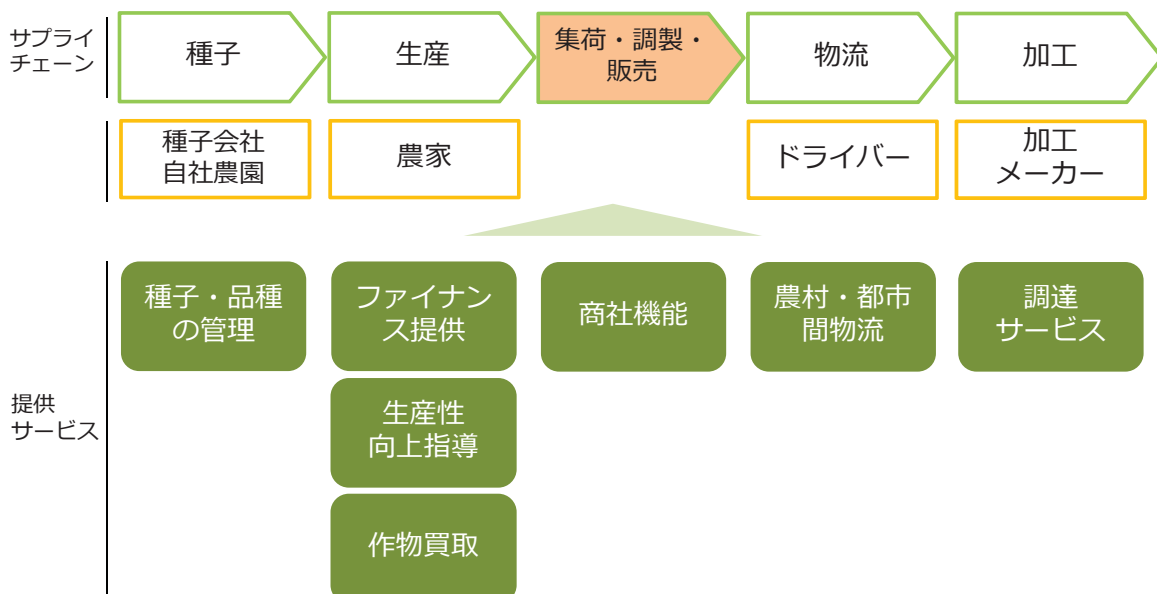
なぜ(大豆)農協は失敗してきたか？



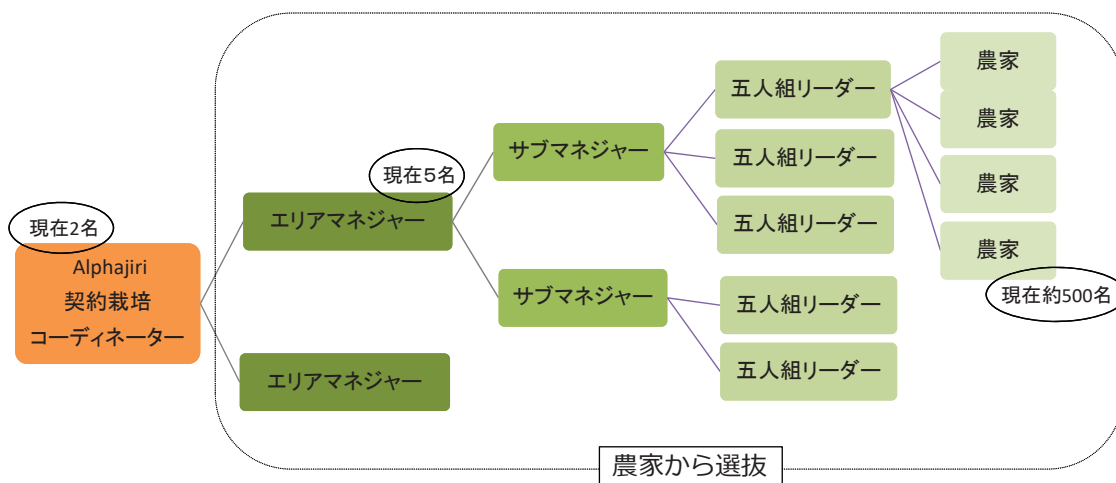
- 過去の失敗から学ぶ
 - * 農家による農協は難しい
 - ⇒農協の成功は、国家の統制があつてこそ
 - * 自助努力による小規模農家の収入向上という誤解
 - ⇒生産への集中を奪うな！時間的・金銭的・能力的限界。
- **管理**：登録会員の管理・在庫管理・品質管理・金銭管理・顧客管理・納期管理
- **営業**：自分の足と時間・上手な交渉・相手を喜ばせる工夫

⇒**Alphajiriが、管理と営業を徹底します！**

Alphajiriが提供するサービス



農家のゆるやかな組織化



組織化の目的

1. 良い農家を選ぶため（契約を守る、他に売らない、不作の時は早めに報告）
2. 効率的な連絡網（近所の状況把握、種子配布や集荷スケジュール等の連絡）
3. スケールメリット：一つの集荷場で種子や資材を貸付、集荷・検品

支払いはAlphajiriから個人へ。ほぼ全てお財布携帯(MPESA)で払う
(ケニアの携帯保有率80%)

品質による競争力



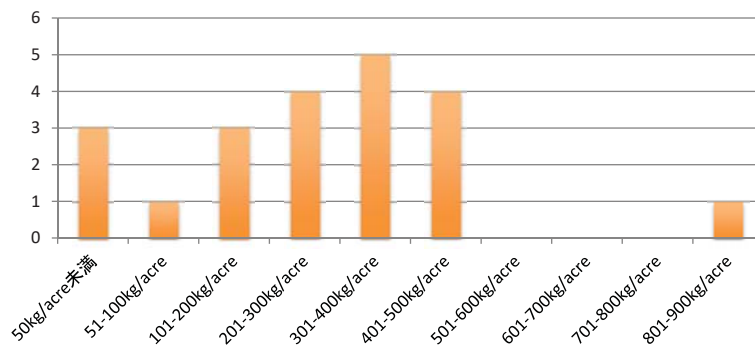
- 脱穀・選別作業の資材を貸付
 - 検品を集荷場で済ませる
 - 出荷前にもう一度選別・検品
- ⇒基本的オペレーションの徹底が競争力
- 現在おかゆの粉（ポリッジ）の製造最大手の加工メーカーに大豆を販売(100%大豆 海外輸入からほぼ100%国内産へシフト)



農家の生産性向上

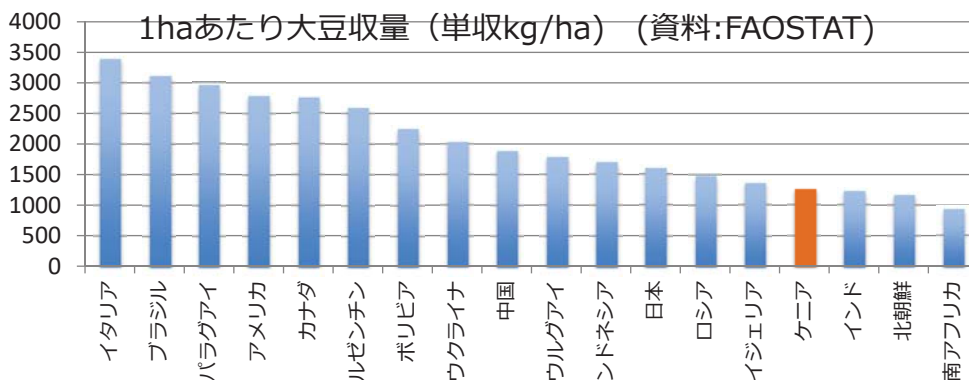
- 農家が生産に集中できる環境が整えば、生産性向上への取り組みへの余力ができていく
- ケニアの小農の単収にはかなりのばらつきがあるのが現状
- 湿害・害虫対策・施肥など、対策できる内容について指導・貸付を厚くしていく。農業研究機関との協働なども検討していく

契約農家21戸における単収(kg/acre)の分布



世界からみたケニア大豆と課題

生産量世界トップ16カ国、日本およびケニアの



- 価格：ブラジル・アメリカ産等の丸大豆の、日本へのCIF価格は約70,000円/トン
 Alphajiriの農家直接買取価格は40,000円/トン。
 ⇨ 小規模農家の単収および生産性を上げ、スケールメリットを出す必要性
 機械化・灌漑農地の利用など
- 品種統一：上記ブラジル・アメリカ産価格は品種統一のされているもの。
 ケニアではコスト削減のため種子をリサイクルしているため純度が低い。

ケニア大豆の国内流通の将来性



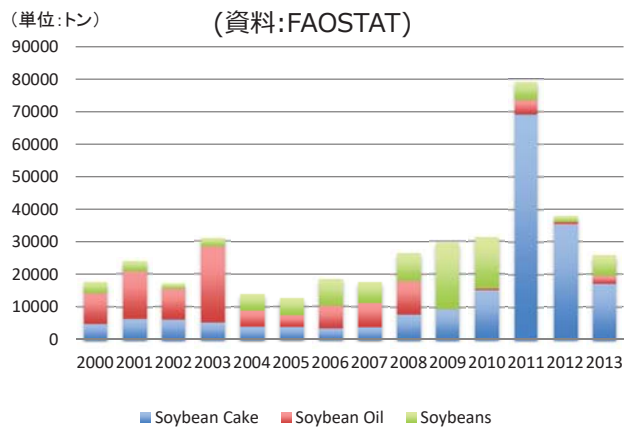
大豆を原料に含む加工品を製造する

国内メーカーの最終製品

(当該商品の年間売上が1,000万円程度～10億円程度以上を見込む21社、Alphajiri調べ)

最終製品	社数
家畜飼料	10
ポリッジ粉	8
脱脂大豆	2
大豆茶	1
大豆食用油	2
大豆肉	1

大豆・大豆油・脱脂大豆輸入量の推移



- 脱脂大豆に加工すれば販路は格段に広がる(家畜飼料の零細企業は山ほど存在する)
- 新しい機械や技術の導入で大豆商品の多様性を出すことができる(例：豆乳)が、前提として、国産大豆そのものの品質を上げる取り組みが必要

まとめ



- 大豆の国内需要は高く、輸入超過となっている。栽培適地面積や大豆農家の満足度から、大豆栽培を拡大する余地は大いにある
- しかし、大豆のサプライチェーンがうまく機能しないことで、ケニアの大豆生産は伸び悩んでいる
- Alphajiriは、商社機能をもちながら、農家サポート・取りまとめを行なうことでサプライチェーンの課題解決に取り組んでいる
- 生産・流通の拡大をつづけ、農家や加工メーカーをハッピーにしていくためには、同時に農業の生産性向上・品質向上にも注力していく必要がある
- 家畜飼料としての脱脂大豆生産、および加工食品の拡大・多様化により、ケニア国内での大豆生産・消費の拡大が期待できる

ご静聴ありがとうございました！

お気軽にご連絡ください
alphajiriltd@gmail.com
Facebook: Tomoko Yakushigawa
+254-725-036-155(ケニア)



農林水産省補助事業の紹介 および ケニアにおける大豆栽培試験 結果報告

公益社団法人 国際農林業協働協会
技術参与
新田 直人

平成29年2月27日

平成28年度農林水産省 「開発途上国への農業投資促進事業」

趣旨：

- 食料増産に大きな潜在力を有する開発途上国等への日本の民間企業からの農業投資を促進するため

概要：

対象：食料増産に大きな潜在力を有するサブサハラアフリカの国
(地域)

- (1) 大豆（非遺伝子組換え体）の生産の可能性調査
 - 農学的因子の調査
 - 生産者の行動決定因子の調査
- (2) 関連情報の収集（農業投資、穀物ビジネス動向など）
- (3) 農業投資促進フォーラムの開催

ケニアにおける大豆栽培

- 大豆栽培はこれから
 - 非遺伝子組み換え品種のみ
- KALRO（ケニア農業牧畜研究機構）では大豆品種を育成
 - 大豆に関する国家的研究基盤がある
- アフリカ大陸東海岸沿い
 - 日本との交易に有利

Soybean production in Africa in 2014

	Country	Production (ton)
1	South Africa	948,000
2	Nigeria	679,000
3	Zambia	214,179
4	Malawi	120,903
5	Benin	99,738
6	Zimbabwe	74,951
7	Ethiopia	72,184
8	Egypt	39,872
9	Uganda	23,400
10	Democratic Republic of the Congo	20,943
11	Rwanda	17,901
12	Burkina Faso	15,055
13	Cameroon	14,671
14	Angola	13,763
15	United Republic of Tanzania	6,025
16	Gabon	4,107
17	Burundi	3,648
18	Liberia	3,366
19	Kenya	2,550
20	Mali	2,175
21	Togo	1,758
22	Morocco	650
23	Côte d'Ivoire	329
24	Madagascar	38
25	Senegal	

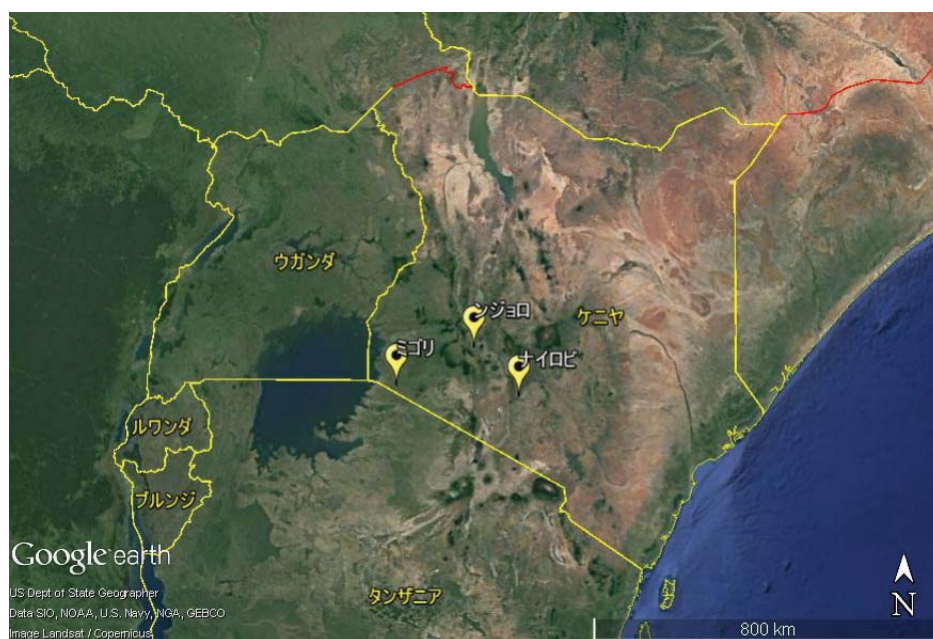
Reference: FAOSTAT

農学的因子の調査

1. 日本品種のケニアにおける生育特性の把握（品種比較試験）
 - KALRO-Njoroとの共同研究
 - 試験地はKALRO-Njoro敷地内圃場およびMigori市内Ragana地区圃場
2. 大豆収量増大を図るための栽培法の検討（栽培試験）
 - KALRO-Njoro協力の下にJAICAF単独栽培試験。
 - 試験地はMigori市近郊のNyatike灌漑地区内圃場
3. ケニアの大豆栽培の現状に関する調査（聞き取り調査）
 - 大豆多収農家の聞き取り調査

栽培試験地

- Njoro
 - 品種比較試験
- Migori
 - 品種比較試験 (Ragana)
 - 栽培試験 (Nyatike)



試験地の気候

試験地	標高	項目		測定値
Njoro	約1,900 m	年平均気温 (°C)	最高	24
			最低	10
		降雨量 (mm)		1,061
Suna East (near Ragana)	約1,500 m	年平均気温 (°C)	最高	28
			最低	14
		降雨量 (mm)		1,361
Kituka (near Nyatike)	約1,150 m	年平均気温 (°C)	最高	29
			最低	17
		降雨量 (mm)		518

Njoroでの大豆栽培は年1作で、期間は3月～11月頃まで。

RaganaやNyatikeでは年2作で2月～6月と8月～12月頃まで。

品種比較試験-供試日本品種

供試品種	原産地*	品種登録年月日**	育成者名**	育成者権消滅日**
フクユタカ	熊本県	1982/2/3	九州農業試験場	1997/2/4
エンレイ	長野県	-	-	-
納豆小粒 (ナットウショウリュウ)	茨城県	-	-	-
大勝白毛 (タイショウシロゲ)	-	-	-	-

*: 農業生物資源遺伝バンク、植物遺伝資源の検索(来歴)

** : 品種登録データ検索

ケニアでの試験栽培のポイント :

- ・ 品種未登録または育成者権消滅済み
- ・ 原産地が異なること (日長反応性が異なることの傍証)

品種比較試験-供試日本品種

品種名	100粒重 (grams)	粗蛋白質 含量 (%)	粗脂肪 含量 (%)	全糖含量 (%)	へそ色	特徴
フクユタカ	31.1	42.3	23		淡褐	広域適応性、多収性、高豆腐加工適性
エンレイ	31.1	44.5	18.9	20.8	黄	中生種、高広域適応性、高蛋白質含量、豆腐用、味噌用
納豆小粒	9.4	39.4	17.2		黄白	高納豆加工適性
大勝白毛	-	-	-	-	-	-

国産大豆の品種特性 ～加工適性と栽培特性～ (平成28年1月、農林水産省政策統括官付穀物課編集)より抜粋

日本品種の特徴 :

- ・ フクユタカ、エンレイは大粒、納豆小粒は小粒。
- ・ 蛋白含量が比較的高め、脂肪含量は比較的低め。

品種比較試験-対照ケニア品種

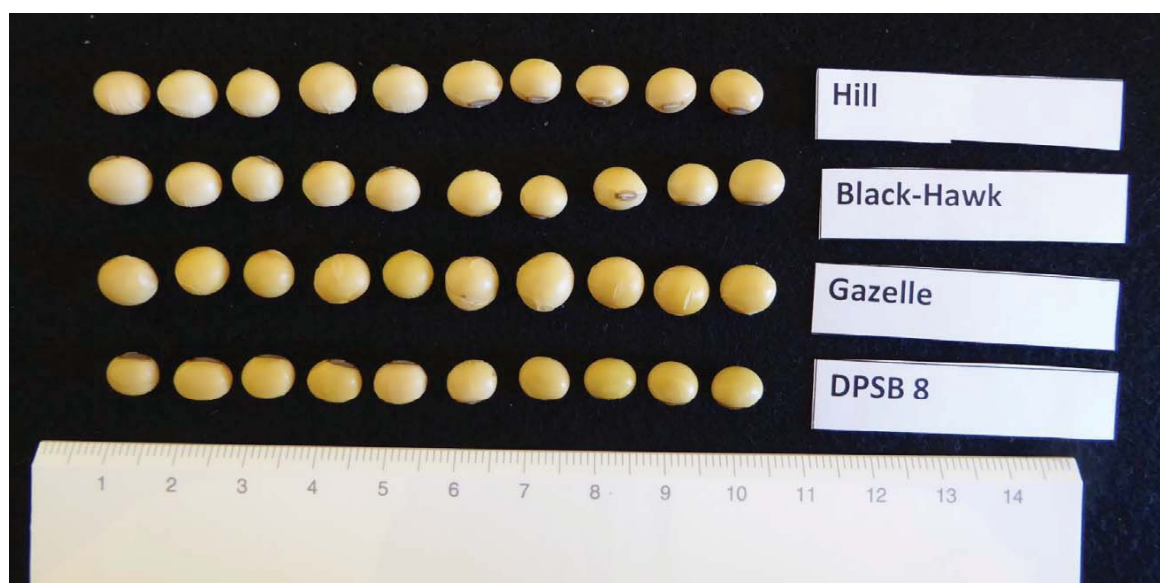
Soybean variety	Maturity (Months or Days)	Yield (t/ha)	100 seed weight (grams)	Protein (%)	Oil (%)	Color of seed hylum	Year of release.
Kensoy 009	160-170	1.5-3	16.7	35	24	Small brown	2014
DPSB 19	3-4	0.6-1.7	10.6	40	17	Brownish	2010
DPSB 8	4-5	0.5-2.6	12.3	38	18	Brown	2010
Black Hawk	150-165	1.8	12.8	37	18	Brown	2009
EAI 3600	153-142	0.5-2.5	14.0	38	18	Black	2009
Gazelle	73-175	0.8-2.1	17.5	36	22	Cream.	2009
Hill	140-145	1.8	12.3	38	18-21	Black	2009
Nyala	82-163	1.2-2.5	17.6	38	19	Dark brown	2009

Based on fact sheet issued by Food Crops Research Centre Njoro, KALRO

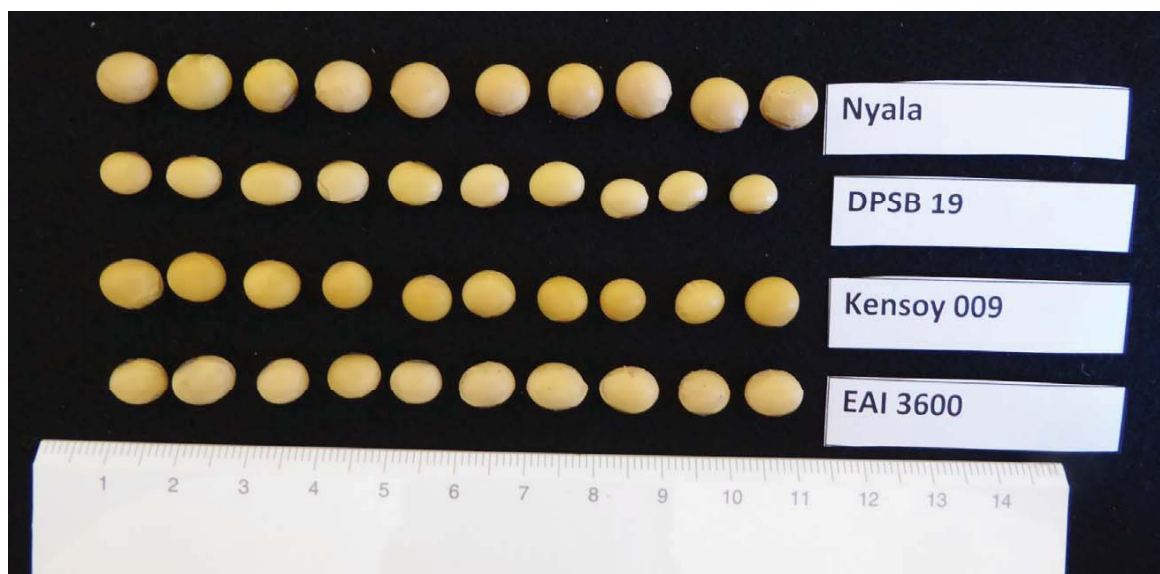
ケニア品種の特徴：

- ・ 2009年以来、同国育成品種は8品種。
- ・ 比較的低蛋白含量、小粒。
- ・ へそは黒色または褐色、例外はGazelle.

供試ケニア品種



供試ケニア品種



品種比較試験 KALRO-Njoro圃場 (2016年9月21日播種)

JAICAF ジェイカフ



品種比較試験

KALRO-Njoro圃場（2017年2月3日現在栽培中）



品種比較試験

Ragana圃場（2016年9月27日播種）



（2016年9月28日）



（2016年11月14日）

- ・ 2016年9月27日に播種。
- ・ 国外品種栽培につき植物防疫の観点からフェンス設置を義務付けられた。
- ・ 同年11月23日、2017年1月13日および2月3日に収穫。

品種比較試験(Ragana)の結果

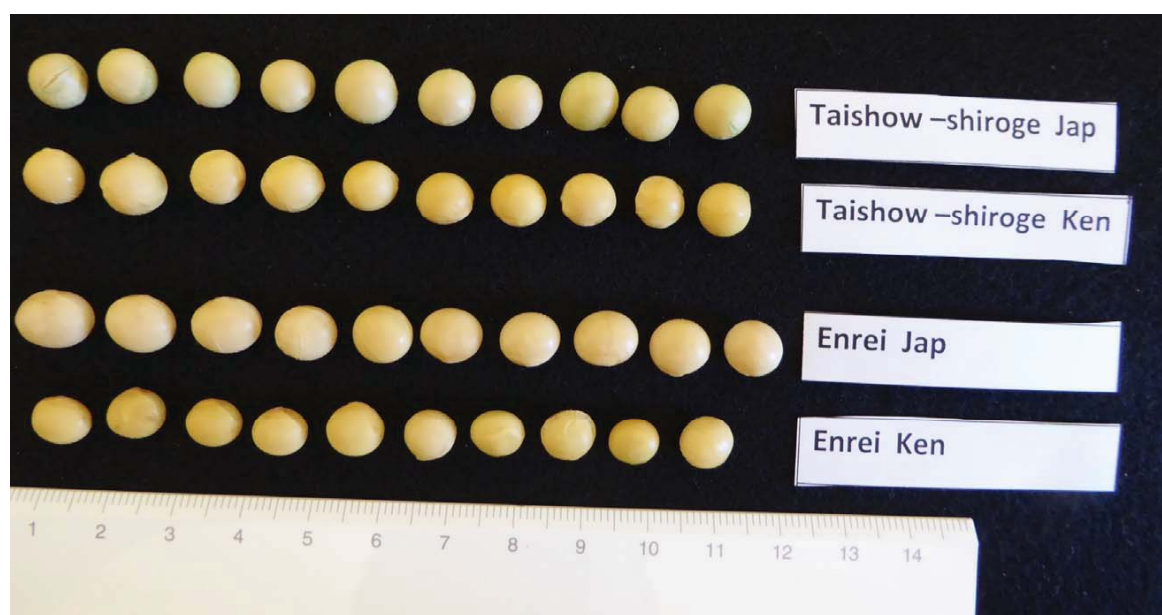
Variety	Germination (%)	Plant population at harvest (number)	50% flowering (days)	Plant height (cm)	First pod height (cm)	Harvest maturity (days)	Pods per plant (number)	Seeds per pod (number)	100 seed weight (grams)	Plot yield (grams ± S.E.)	Yield (g/m ²)
Kensoy 009	97	25	50	44.0	11.4	119	31.2	2.86	13.76	246.4 ± 34.6 ^{abcdef}	274
EAI 3600	95	21	48	52.1	10.5	110	31.5	2.67	13.96	230.8 ± 21.6 ^{abcde}	256
DPSB 19	88	22	50	64.0	10.1	101	42.7	2.53	9.24	222.7 ± 20.0 ^{abcde}	247
Gazelle	95	22	44	58.5	10.4	99	32.5	2.28	15.45	216.3 ± 25.8 ^{abcde^{fg}}	240
DPSB 8	42	8	59	81.4	13.5	129	65.5	2.37	13.86	203.7 ± 59.4 ^{abcde^{ghi}}	226
Nyala	72	15	39	33.3	6.9	107	25.7	2.35	18.63	187.6 ± 22.4 ^{abcde^{fg}}	208
Hill	87	20	45	44.4	10.7	97	35.3	2.73	11.41	175.4 ± 13.8 ^{abcde^{fg}}	195
Black-Hawk	87	18	46	46.3	9.9	95	35.5	2.70	11.97	172.5 ± 9.8 ^{abcde^{fg}}	192
Fuku-Yutaka	97	26	36	31.8	6.3	88	21.0	1.80	21.59	144.6 ± 5.0 ^{acde^{gh}}	161
Taishow-Shiroge	95	19	33	28.5	5.6	88	24.0	1.87	20.77	142.0 ± 11.5 ^{ode^{gh}}	158
Enrei	97	22	33	25.3	3.5	88	17.9	1.85	21.02	94.7 ± 20.7 ^{d^{ghi}}	105
Natto-Showryu	90	19	33	25.6	3.7	89	30.9	1.93	11.90	82.0 ± 16.8 ^{d^{hi}}	91

NB: All Japanese cultivars prone to pod shattering at harvest.

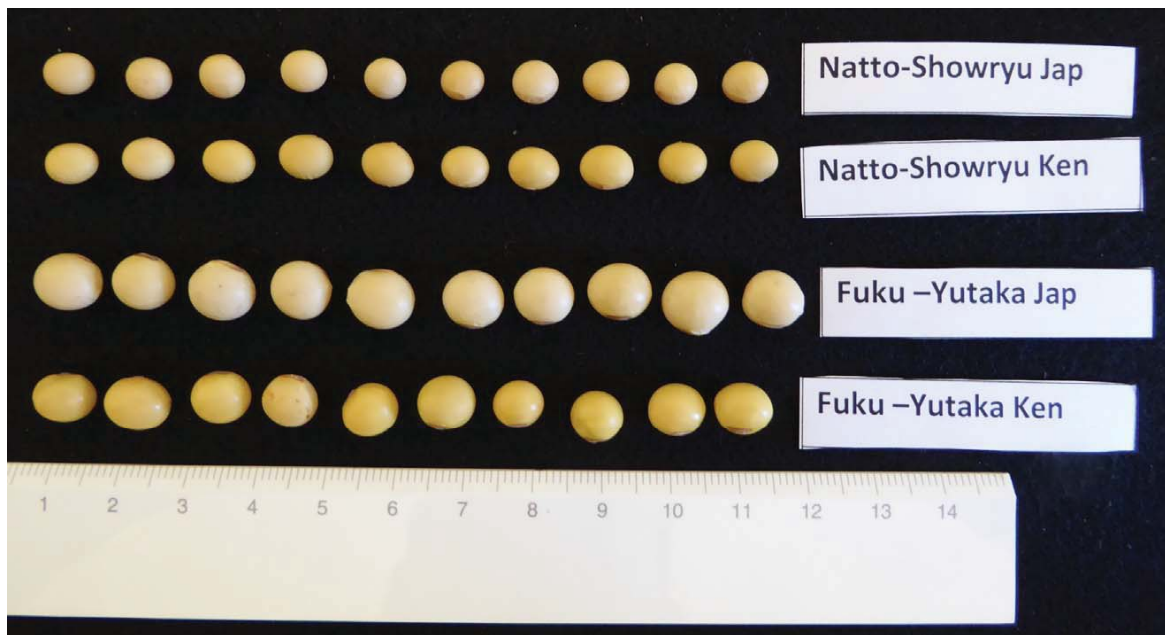
No nodules observed on any of the varieties at Ragana.

No pest or disease affected adversely any of the varieties in the trial.

日本品種の小粒化 (1)



日本品種の小粒化（2）



JAICAF ジェイカフ

品種比較試験（Ragana）の生産物分析

variety	Moisture* (%)	protein* (%)	Crude fat* (%)	Crude fibre* (%)	Ash* (%)	Sucrose** (ug/g)	Starch** (ug/g)
Kensoy 009	5.65 ± 0.03	31.70 ± 0.84	26.31 ± 0.19	6.32 ± 0.09	5.14 ± 0.05	86.21	77.59
EAI 3600	5.49 ± 0.06	32.35 ± 0.33	25.01 ± 0.04	6.09 ± 0.09	5.06 ± 0.01	59.79	53.81
DPSB 19	5.51 ± 0.06	32.84 ± 0.78	22.09 ± 0.06	6.63 ± 0.13	5.03 ± 0.05	83.56	75.20
Gazelle	5.44 ± 0.03	30.53 ± 0.91	25.03 ± 0.09	6.30 ± 0.19	5.05 ± 0.02	59.00	53.10
DPSB 8	5.87 ± 0.08	39.73 ± 0.80	20.30 ± 0.07	6.29 ± 0.32	5.25 ± 0.02	79.21	71.29
Nyala	5.69 ± 0.09	34.28 ± 1.08	23.29 ± 0.29	6.27 ± 0.15	5.08 ± 0.03	74.94	67.44
Hill	5.34 ± 0.06	29.96 ± 1.00	23.74 ± 0.18	6.49 ± 0.07	4.91 ± 0.04	70.69	63.62
Black-Hawk	5.22 ± 0.09	30.07 ± 0.58	23.81 ± 0.17	6.40 ± 0.07	4.95 ± 0.03	67.97	61.17
Fuku-Yutaka	6.05 ± 0.06	39.98 ± 0.24	21.50 ± 0.17	5.09 ± 0.11	5.16 ± 0.03	67.66	60.89
Taishow-shiroge	5.66 ± 0.01	34.60 ± 0.24	22.02 ± 0.23	6.28 ± 0.04	5.06 ± 0.01	86.48	77.84
Enrei	6.18 ± 0.20	44.64 ± 1.41	16.59 ± 0.64	6.23 ± 0.23	5.27 ± 0.08	60.14	54.13
Natto-Showryu	5.89 ± 0.12	40.05 ± 1.22	20.50 ± 0.35	6.67 ± 0.44	5.25 ± 0.02	82.69	65.98

*: Measured by Near- Infrared refractometer (NIR) with 3 replication (average ±standard error)

**:.Measured by Phenol sulphuric acid method with 2 replication (average).

品種比較試験まとめ

- 日本品種は早生化、脱粒性、小粒化、低収量化
- フクユタカ、エンレイ、納豆小粒
 - 高タンパク質含量、高粗脂肪含量
 - (日本産と同様の傾向)
- 大勝白毛
 - 高ショ糖含量、高デンプン含量
 - (日本産と同様の傾向と想像される)

栽培試験

Nyatike灌漑圃場 (2016年9月25-26日播種)



播種 (2016年9月25 - 26日)



除草 (2016年10月10 - 12日)

栽培試験-除草回数

Treatment	Germination (%)	Plant population at harvest (number)	Days to 95% maturity	Plant height (cm)	Pods per plant (number)	Seeds per pod (number)	100 seed weight (grams)	Plot yield (grams ± S.E.)
Weeding 0 times	99	134	98	44.5	10.4	2.16	21.51	651.7 ± 47.2 ^a
Weeding 1 time	93	134	98	44.6	17.2	2.74	18.38	773.3 ± 66.3 ^a
Weeding 2 times	92	131	98	40.9	19.8	3.05	18.48	1219.9 ± 2.8 ^b
Weeding 3 times	94	139	98	42.7	21.3	3.06	17.76	1253.0 ± 74.7 ^b

Variety; Squire, 2 sowing lines in a ridge, 10 cm spacing, DAP fertilizer applied at 50kgs /acre
Sowing at Sep. 25, 2016, and harvest at Jan. 12th, 2017.

- ・ 無除草区に比較して2回または3回除草区では収量が有意に約2倍高い。
- ・ なお、KALROは2回除草を推奨。

栽培試験-施肥量

Treatment	Germination (%)	Plant population at harvest (number)	Days to 95% maturity	Plant height (cm)	Pods per plant (number)	Seeds per pod (number)	100 seed weight (grams)	Plot yield (grams ± S.E.)
DAP 0 kgs/acre	99	150	97	53.8	25.5	2.35	17.72	1083.2 ± 34.9
DAP 50 kgs/acre	99	146	97	59.3	27.0	2.31	17.79	1229.7 ± 22.2 ^a
DAP 100 kgs/acre	96	143	97	65.4	30.6	2.27	17.80	1399.8 ± 41.6 ^{ab}

DAP: Diammonium phosphate、リン酸二アンモニウム

無施肥区に比較してDAP 50kg/acre区は収量が有意に高く、100 kg/acre区ではさらに高い。
なお、KALROはDAP 50kg/acreを推奨。

栽培試験-播種密度

Treatment		Germination (%)	Plant population at harvest (number)	Days to 95% maturity	Plant height (cm)	Pods per plant (number)	Seeds per pod (number)	100 seed weight (grams)	Plot yield (grams ± S.E.)	
2 lines/ ridge	Spacing of 5 cm	100	189	98	55.3	20.2	2.1	17.8	1214.9 ± 97.6	a
	Spacing of 10 cm	98	108	98	53.9	27.4	2.3	17.8	1057.3 ± 34.7	a
	Spacing of 15 cm	90	83	98	54.8	35.5	2.3	17.5	1115.0 ± 66	a
3 lines/ ridge	Control (2 lines, spacing of 10 cm)	97	117	98	57.4	29.7	2.2	18.0	1196.6 ± 21.9	b
	Spacing of 5 cm	98	228	98	52.5	17.5	2.1	18.0	1279.4 ± 30.4	b
	Spacing of 10 cm	97	179	98	55.5	20.3	2.1	18.0	1205.8 ± 13.2	b
	Spacing of 15 cm	96	111	98	58.9	30.1	2.1	18.5	1174.6 ± 48.9	b

- ・ 5 cm, 10 cm および15 cmの播種間隔が収量に及ぼす有意な影響はなかった。
- ・ KALROは10 cmを推奨。

栽培試験まとめ

- ・ 2回除草によって収量が有意に高まる。
- ・ DAP 50 kg/acreまたは100 kg/acreの元肥施用によって収量が有意に高まる。
- ・ 播種密度によって収量は変わらない。
(除草2回、元肥DAP 50 kg/acreの条件)

大豆多収農家の聞き取り調査



- ・ Migori在住のダイズ優良農家（単収 約1.5t/ha）
- ・ 彼の圃場は播種が一般農家よりも約1か月早いことその他に他農家の栽培法と大きな差異が認められなかった。（DAP施用量・回数は政府栽培法に準じている、播種密度は一般的な約5 x 45 cm、根粒菌製剤の施用、ダイズを3作したのち、他の作物を1作して、再びダイズを栽培するという）。
- ・ 収穫時期には腰の高さまで成長するという（膝の高さ程度が一般的）。

栽培に関する残された検討課題

- ・ 肥料・堆肥の種類、施用方法、播種密度および収量の関係
 - ・ 多収ダイズは秋まさりの生育をする
- ・ 根粒菌接種
 - ・ Ragana圃場では根粒が認められず
- ・ 輪作体系
 - ・ 連作を嫌う
- ・ 播種時期
 - ・ 日長反応性
- ・ 灌漑

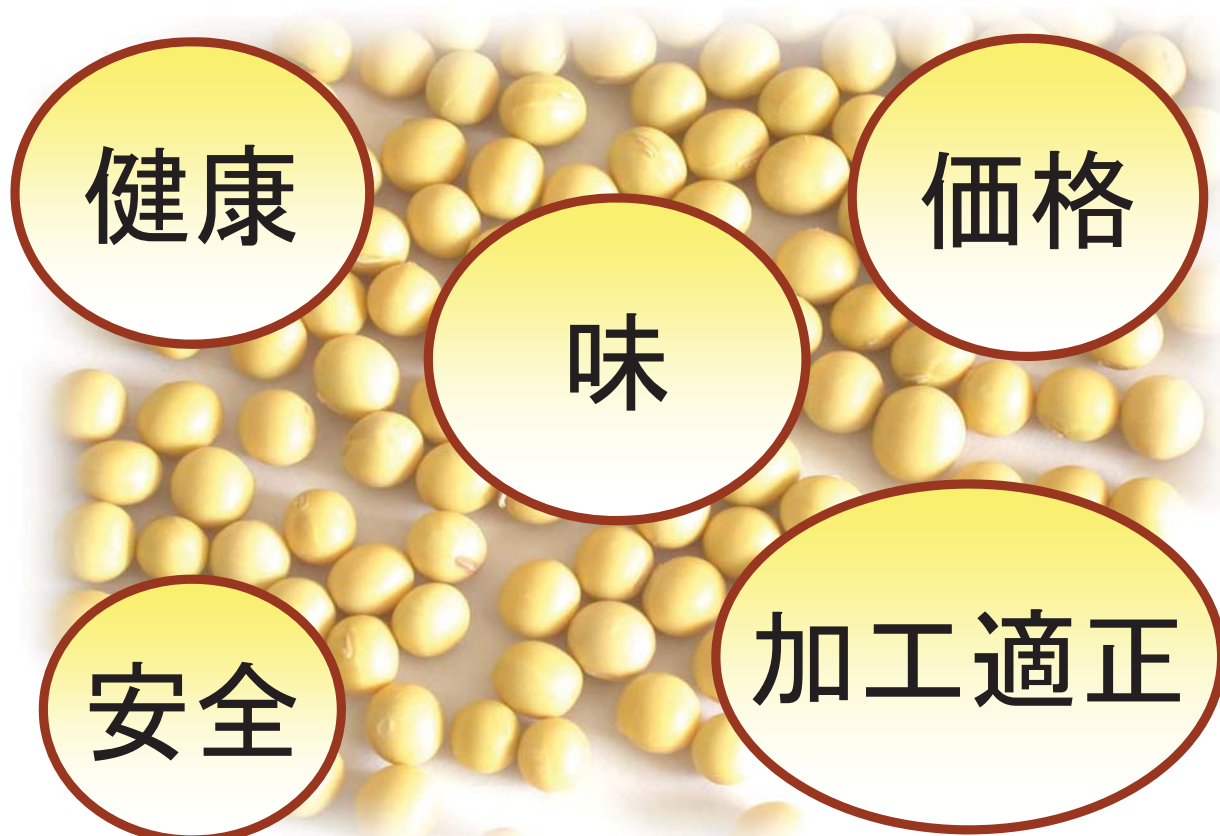
JAICAF 農業投資促進フォーラム (Feb.27, 2017)
アフリカにおける食用大豆の生産・流通と
将来的な日本への輸出の可能性

食品産業が求める 食品用輸入原料大豆の 品質と加工適性

岩手大学農学部応用生物化学科
食品化学研究室

塚本知玄

良い大豆とは？



1. 豆腐用大豆



豆腐に求められる品質

味(甘味コク)・食感(硬さ)・色・つや・匂い

一般的な豆腐用大豆

	豆腐	納豆	
外観	粒径	影響ない程度	一定
	臍色	特になし	黄色～薄茶
	種皮色	特になし	黄色
	着色粒・汚粒	影響ない程度	なし
	石豆	影響ない程度	なし
	異物混入	なし	なし
	傷豆率	低い	低い
成分	吸水率	一定	一定
	タンパク質	多い	少ない
	脂質	多すぎない	少ない
	遊離糖	多い	多い

青山、改訂版 豆腐入門、2014

大豆を生で食べますか？

大豆

豆腐

安い
美味しい
健康
安全安心

=
?

安い
美味しい
健康
安全安心

「1. 豆腐用大豆」に 求められる価値

大手：安定供給・低価格？

中小：低価格・品質？

零細：差別化・外観？

2. 納豆用大豆



納豆に求められる品質

味(旨味)・食感(硬さ)・粘り・匂い・外観

一般的な納豆用大豆

	豆腐	納豆
外観	粒径	影響ない程度
	臍色	特になし
	種皮色	特になし
	着色粒・汚粒	影響ない程度
	石豆	影響ない程度
	異物混入	なし
	傷豆率	低い
成分	吸水率	一定
	タンパク質	多い
	脂質	多すぎない
	遊離糖	多い

大豆外観と納豆品質

粒径：極小粒・小粒・中粒・大粒



製品クレームの原因

石豆

異物混入

選別不十分な
原料に由来

黒目・傷豆・着色粒

「2. 納豆用大豆」に 求められる価値

大手：安定供給・低価格？

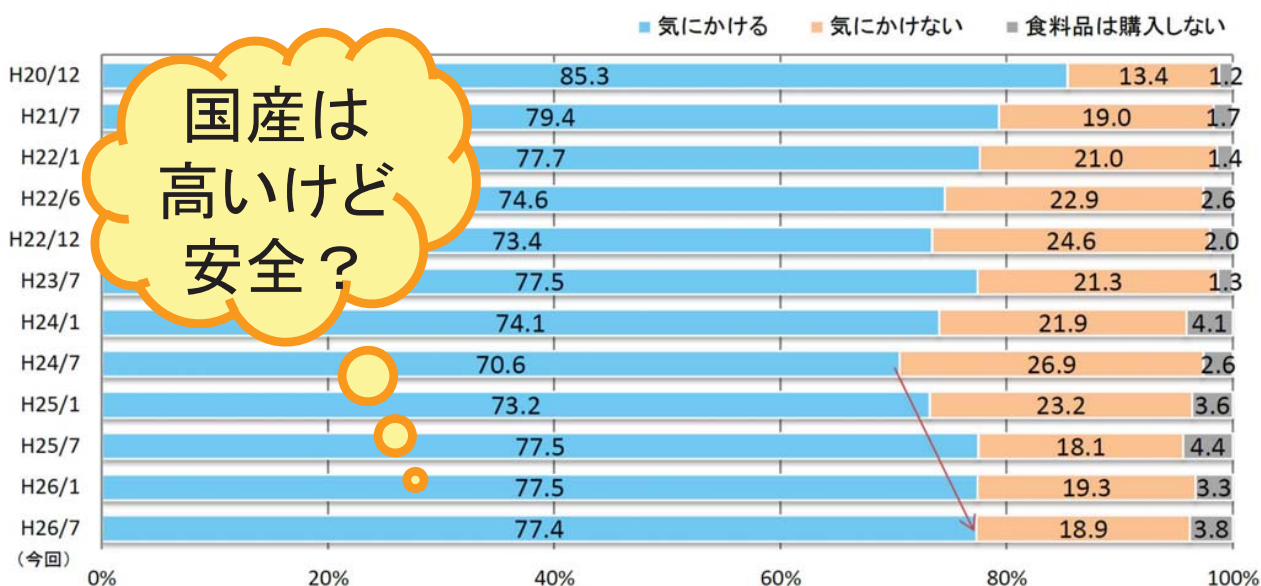
中小：低価格・品質？

零細：差別化・外観？

3. 国産大豆と 輸入大豆

消費者は国産志向？

Q. 食料品を購入するときに
国産品かどうかを気にかけるか？



平成26年度上半期消費者動向調査、日本公庫

国産大豆と輸入大豆

	国産	外国産
成分ばらつき	大きい	小さい
価格変動	大きい	小さい
生産量	少ない	多い
品種改良	遅い	早い
安定供給	？	？

原料としての適性
国産大豆 < 輸入大豆

「ケニア産大豆」に
求められる価値

大手をターゲットに！

安定供給
国産大豆と同等品質かつ
低価格

良いケニア産大豆とは

安定

価格

消費者が求める商品を提供できる大豆

安全

加工
適正

日本の大豆研究とケニアの 大豆生産への応用の可能性

農研機構次世代作物開発研究センター
畑作物研究領域長
羽鹿 牧太

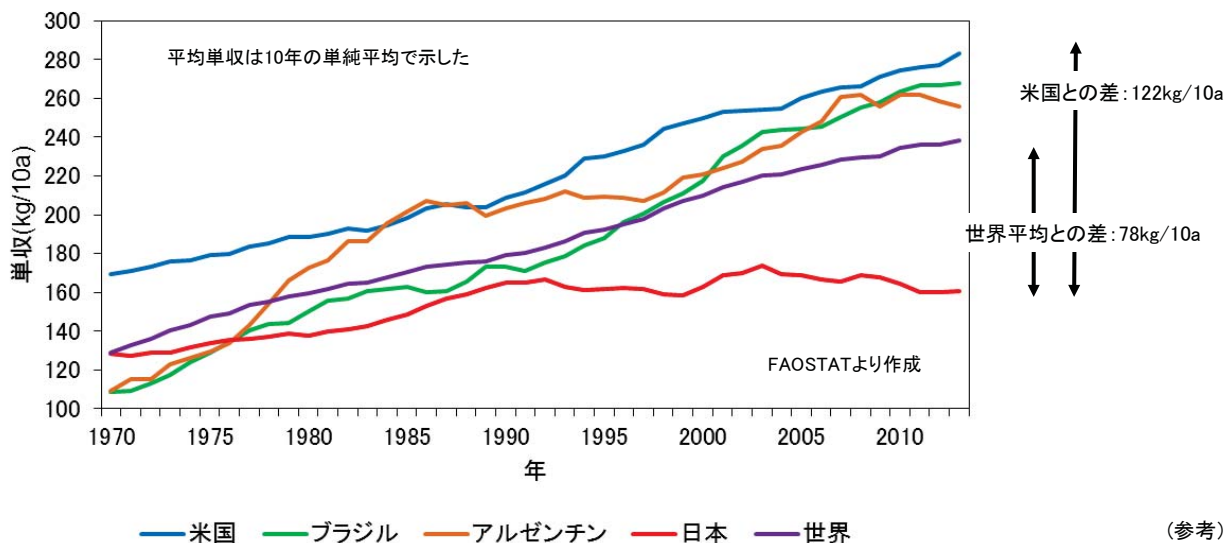
「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

本日の内容

1. 日本大豆生産の現状と課題
2. 日本大豆の低収要因
3. 多収化に向けた新たな大豆栽培技術
4. 新たな大豆育種技術
5. ケニア大豆生産に参考となる技術

1. 日本大豆生産の現状と課題

世界の大豆平均単収は過去30年以上継続して向上しているが、国内は1990年頃から横ばい状態

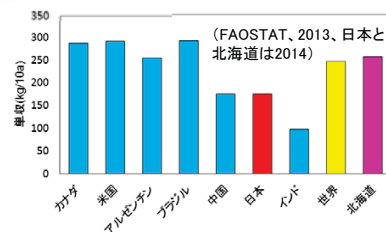


大豆単収の推移

北海道を除いて日本の大豆の単収水準は世界平均を大きく下回る

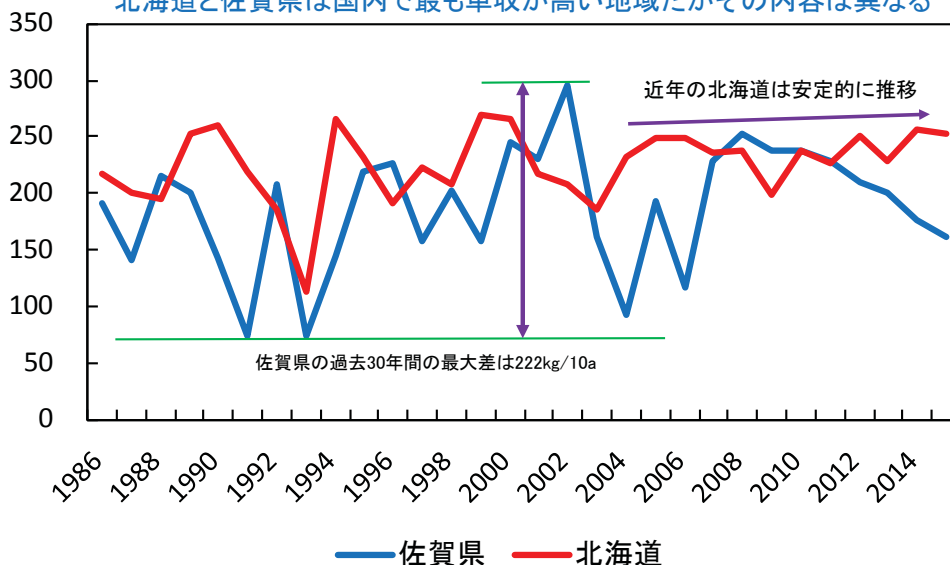


単収向上が喫緊の課題



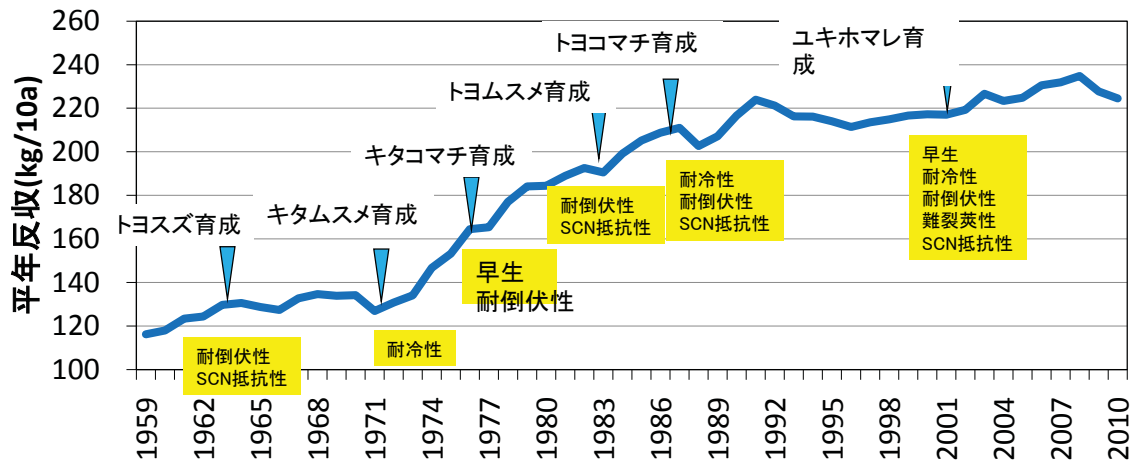
「不安定な単収」も重要な課題

北海道と佐賀県は国内で最も単収が高い地域だがその内容は異なる



北海道と佐賀県の単収の推移(1986～2015)

単収を安定させることが多収にもつながる



北海道の品種育成と反収推移

北海道は品種育成によりストレス耐性、耐病虫性、機械化適性などの強化により反収が向上

➡ 真の収量向上よりも弱点を着実に強化することが第一

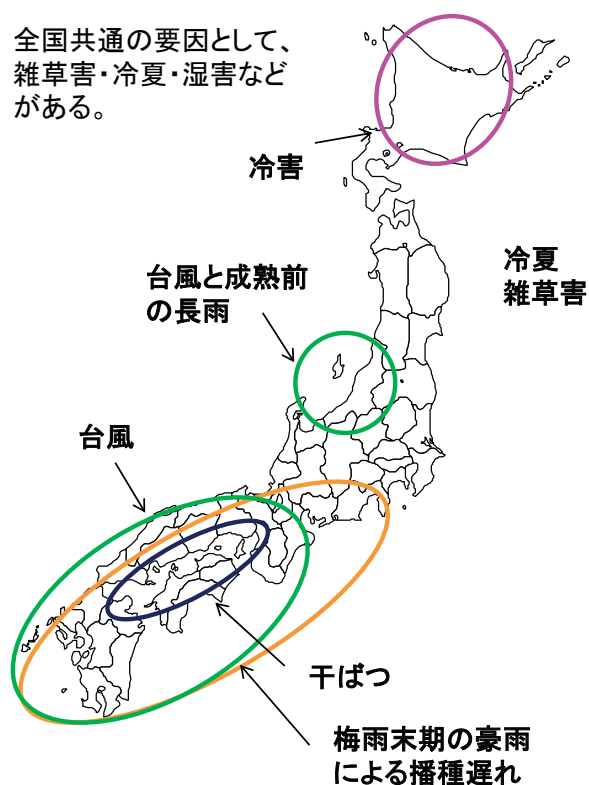
2. 日本のお大豆の低収要因



気象災害、病虫害被害等が低収の原因となっている。

主な低収要因

全国共通の要因として、
雑草害・冷夏・湿害など
がある。



北海道はベースは高いが、SCN・SDVなどの**病虫害**、冷夏を含む**冷害**により平均反収が低下。

東北地域や排水不良、**低い播種精度**、立ち枯れ性病害、SCN・SMVなど

関東はSCN、茎疫病等の**病虫害**、近年干ばつ？による青立ちが目立つ。

北陸は**台風と秋雨**による被害が大きい。平年反収が減少傾向で**地力低下**や干ばつ等も影響？近年**黒根腐病**などの立ち枯れ病が目立つ。

東海・九州地域(フクユタカ栽培地域)は長雨による**播種遅れ**の影響が大きい。収穫遅れによる**脱粒**も少なくない。

西日本は台風被害や**干ばつ**の影響が大きい。カメムシ・ハスモンヨトウなどの**虫害**は防除失敗時に影響が大きい。

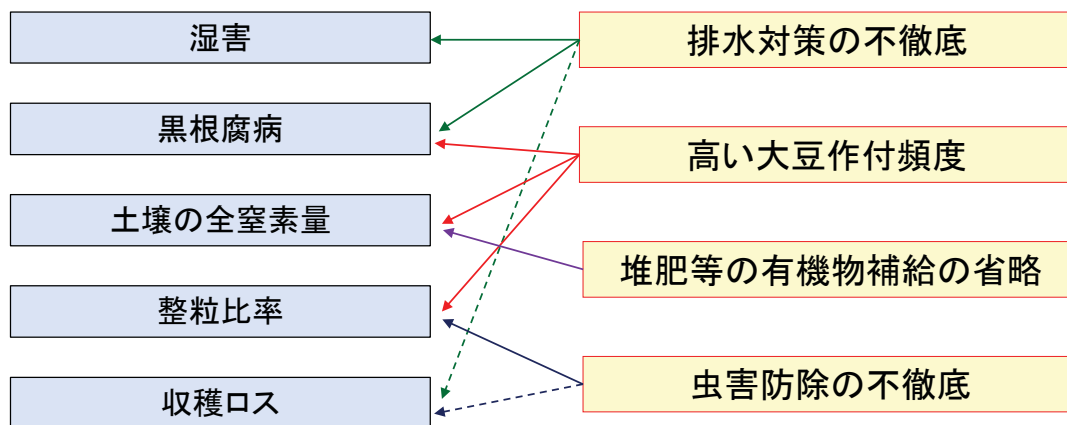
九州地域のベースは高いが、**台風**などの気象災害による低収年が平均値に影響。大規模化により虫害の影響は相対的に低下。

大豆の低収要因の解析調査(2013)から

2013年に全国10県で実施された大豆低収要因の解析結果から、大豆の低収に影響を与えた要因として湿害、土壌病害などが挙げられた。(「大豆・麦等生産体制緊急整備事業 大豆・麦の低収要因解明に向けた調査」より)

大豆の低収に影響を与えた要因

低収要因と関連が深かった栽培条件



これら以外に雑草の増加傾向があり、大規模化に伴う適期作業ができない圃場が課題

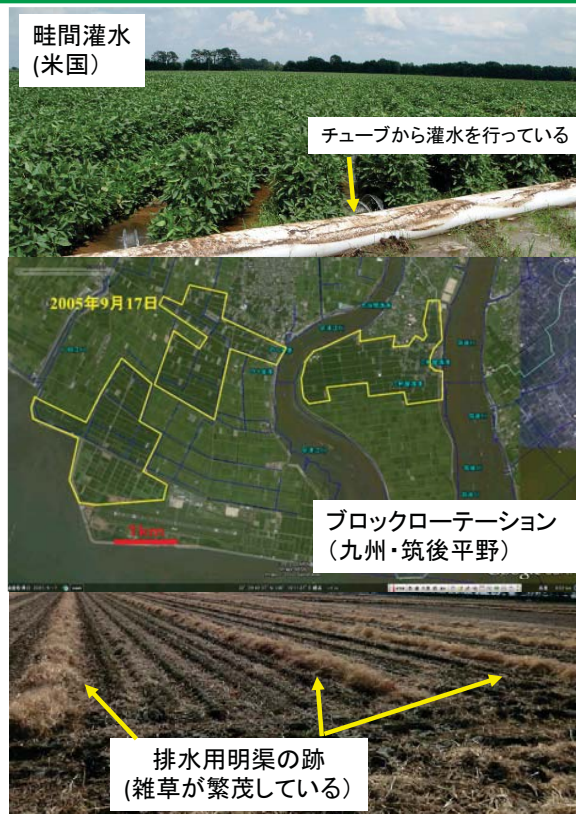
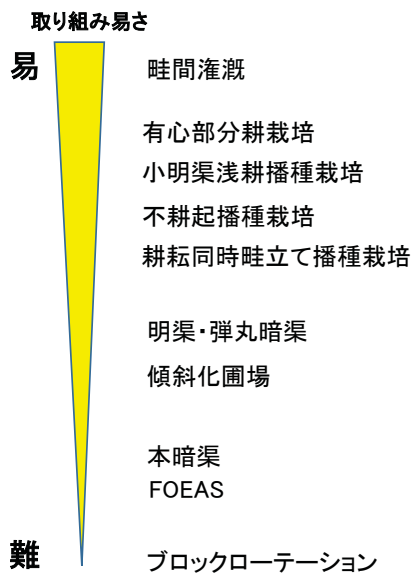
(中央研 島田信二氏提供)

3. 多収化に向けた新たな大豆栽培技術



(1) 水管理技術の改善

開発されたさまざまな水分制御技術



大豆には水分が過多・過小とも障害となる
→水管理は乾湿両面对応が必要

(島田信二氏提供)

(2)病虫害は複合対策

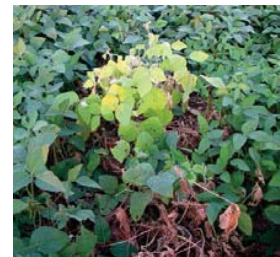


大豆の病虫害は多い



発生状況に応じた複合対策が重要

- 圃場の排水性を改善
- 薬剤(種子粉衣、株元処理)処理
- 予察による適期防除
- 抵抗性品種の利用
- 多発圃場での連作回避



(3)地力・土壌物理性の改善

日本は降水が多い上、水田を畑地化すると塩基がさらに溶脱されやすくなり、酸性化し易い。

酸性雨、酸性雪



土壌の酸性化が進行
↓
大豆の最適pHは6~6.5
↓
カルシウム資材などでpHを調整



水田では耕盤が根の伸長を阻害

耕盤などによる浅根化で干ばつが生じると、生育量抑制・根粒活性により減収

(島田信二氏提供)

通気性を確保するとともに、根を深く伸ばすために土壌物理性の改善は重要

(4)新たな雑草対策の構築

1. 利用可能な**除草剤種類が少**(米国の半分以下).
2. 特に**生育期茎葉処理除草剤が少ない**ので、多くの圃場では中耕・培土や手取り除草が必要.
3. 梅雨と重なる地域では適期中耕・培土が困難
4. アサガオ類などの**難防除帰化雑草**が増加中.

除草剤の新規登録(播種時&生育期)
 畦間除草剤の活用
 帰化雑草の新たな侵入防止
 畦間除草機などの新技術の導入
 苗立ちの確保による被覆効果の活用



総合的雑草防除対策の強化



4. 新たな大豆育種技術



従来の品種育成の流れ

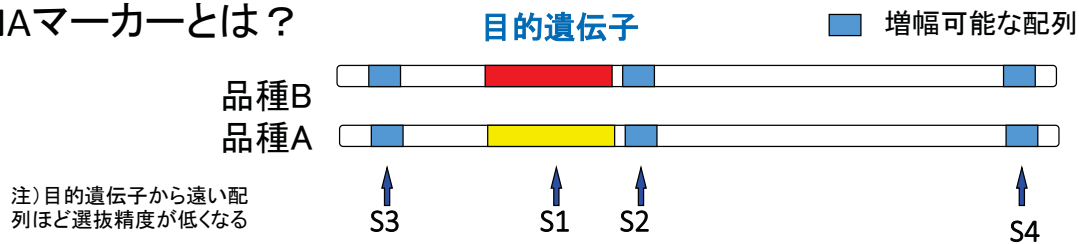


品種育成には多くの人手、コスト、時間がかかる



(1)DNAマーカーによる育種の効率化

DNAマーカーとは？



目的遺伝子の近傍にあって、増幅が可能なDNA配列のうち品種Aと品種Bで違いのある配列をマーカーとして用いる。増幅した配列は電気泳動等で区別ができる。



マーカーを使えば、誰でも、どこでも選抜が可能となった

これまでは形質測定や生物検定で時間がかかって精度も低かったが……

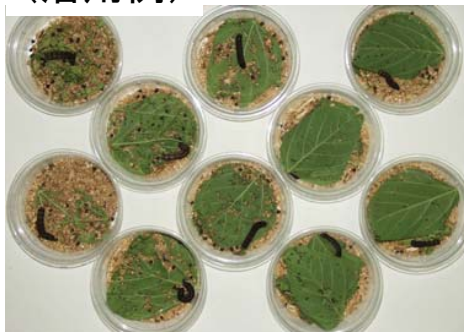
簡単な操作で遺伝子の有無もすぐ判定可能

選抜に手間がかかる形質やいくつもの遺伝子を集積するには極めて有効

DNAマーカー選抜で何ができるのか？

- 選抜形質を確実に選抜できる
- 表現型として現れないヘテロでも選抜可能
- 特別な検定技術や広大な検定圃場が不要
- 環境要因に左右されずに選抜が可能
 - 熟練した育種家でなくても取り組みやすい
 - 多数遺伝子を集積が容易
 - 種子、幼植物で検定できれば圃場面積を節約可能
 - 表現型として不安定なものでも選抜が可能
 - 効果の小さな遺伝子を集積が可能

(活用例)



ハスモンヨトウ抵抗性は室内での飼育試験が必要で、年に1回しか選抜ができなかった



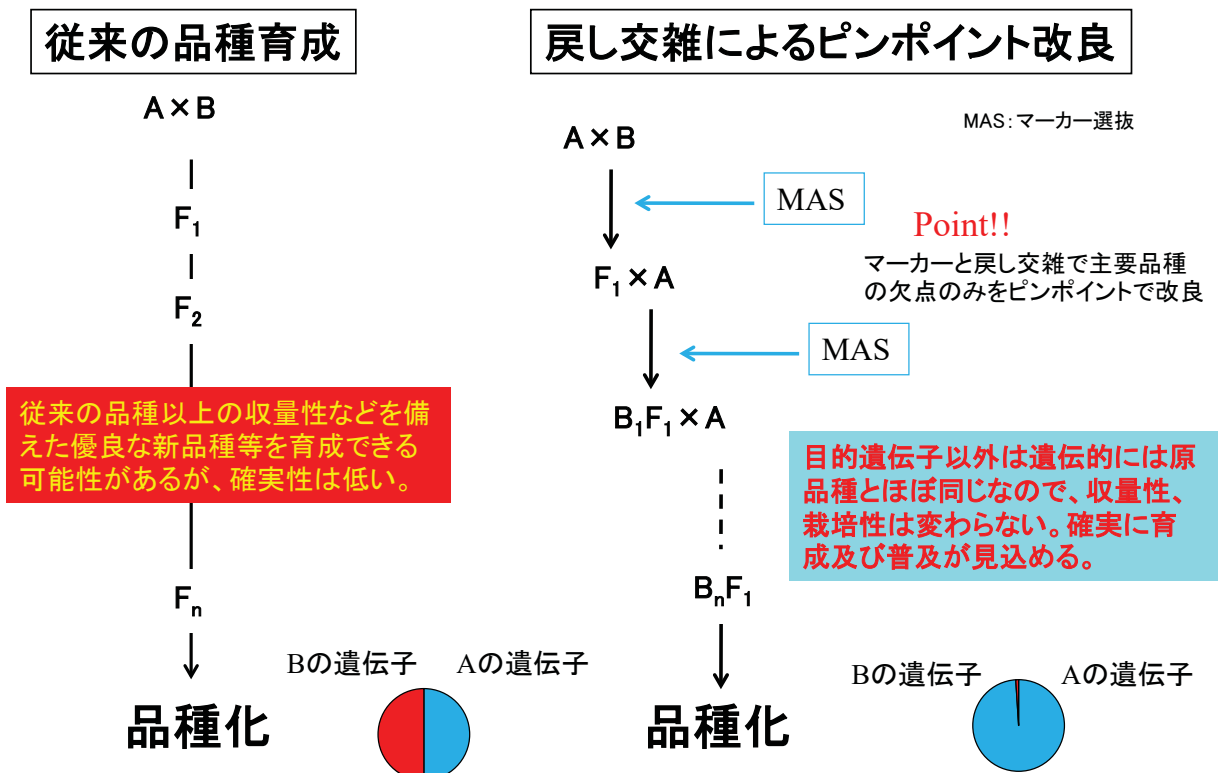
ハスモンヨトウ抵抗性関連マーカー(CCW-1、CCW-2)の開発

種子での検定が可能で、圃場での栽培は最終確認以外は不要。 → **育種の効率が大幅アップ**

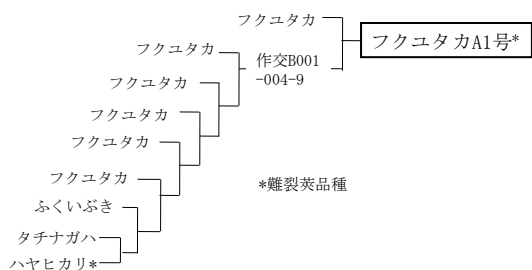
マーカーが利用できる特性	遺伝子座	参考文献
開花期遺伝子	<i>E1, E2, E3, E4</i>	Watanabe, <i>et al.</i> (2012) <i>Breed. Sci.</i> 61(5):531-543.
伸育性	<i>Dt1</i>	Liu, <i>et al.</i> (2010) <i>Plant Physiol.</i> 153:198-210
低温着色抵抗性	<i>Ic</i>	Ohnishi <i>et al.</i> (2011) <i>Theor. Appl. Genet.</i> 122:633-642
種皮色	<i>I</i>	Todd and Vodkin (1996) <i>The Plant Cell.</i> 8: 687-699.
モザイク病抵抗性	<i>Rsv3, Rsv4</i>	Jeong, <i>et al.</i> (2002) <i>Crop Sci.</i> 42:265-270, Gunduz <i>et al.</i> (2004) <i>Phytopathology</i> 94:678-692.
ラッカセイわい化ウイルス抵抗性	<i>Rpsv1</i>	Saruta <i>et al.</i> (2012) <i>Breed. Sci.</i> 61:625-630
シストセンチュウ抵抗性	<i>rhg1, rhg2, Rhg4</i>	Suzuki, <i>et al.</i> (2012) <i>Breed. Sci.</i> 61:602-607
ハスモンヨトウ抵抗性	<i>CCW-1, CCW-2</i>	Komastu, <i>et al.</i> (2005), <i>Crop Sci.</i> 42:2044-2048.
わいか病抵抗性	<i>Rsdv1</i>	Uchibori, <i>et al.</i> (2009) <i>Mol. Breed.</i> 23:323-328
難裂莢性	<i>PDH1</i>	Funatsuki, <i>et al.</i> (2006) <i>Breed. Sci.</i> 58:63-69.
葉焼け病抵抗性	<i>Rxp</i>	Kim, <i>et al.</i> (2010) <i>TheorApplGenet</i> 120:1443-1450.
茎疫病真性抵抗性	<i>Rps1-8</i>	Gordon, <i>et al.</i> (2006) <i>Crop Sci.</i> 46:168-173
カドミウム蓄積	<i>Cd1</i>	Benitez, <i>et al.</i> (2010), <i>Crop Sci.</i> 50:1-7.
貯蔵タンパク質(7Sサブユニット欠失)	<i>CG1, CG2, CG3</i>	Ishikawa, <i>et al.</i> (2006) <i>MolBreed.</i> 17:365-374
貯蔵タンパク質(7S全欠失)	<i>Scg1</i>	Tsubokura, <i>et al.</i> (2012) <i>PlantMolBiol</i> 78:301-309.

注) 遺伝子または近傍の配列に基づいて開発された主要マーカーを記載した。他にも多くのマーカーが利用されている。

(2) マーカーを利用した品種のピンポイント改良



「フクユタカA1号」の育成系譜



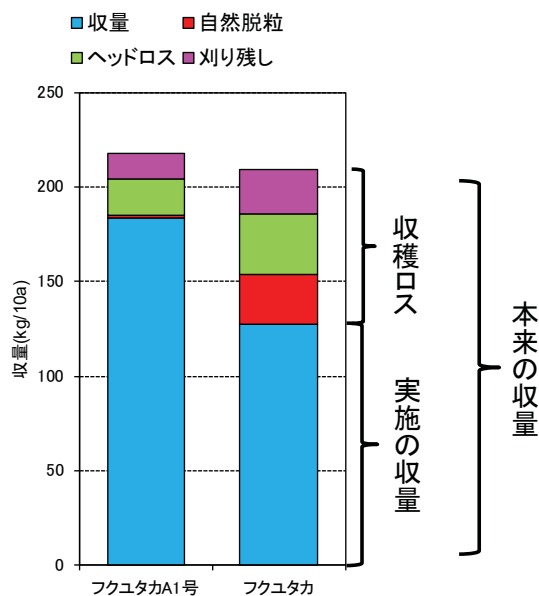
「フクユタカA1号」の裂莢性

(60°C3時間処理)



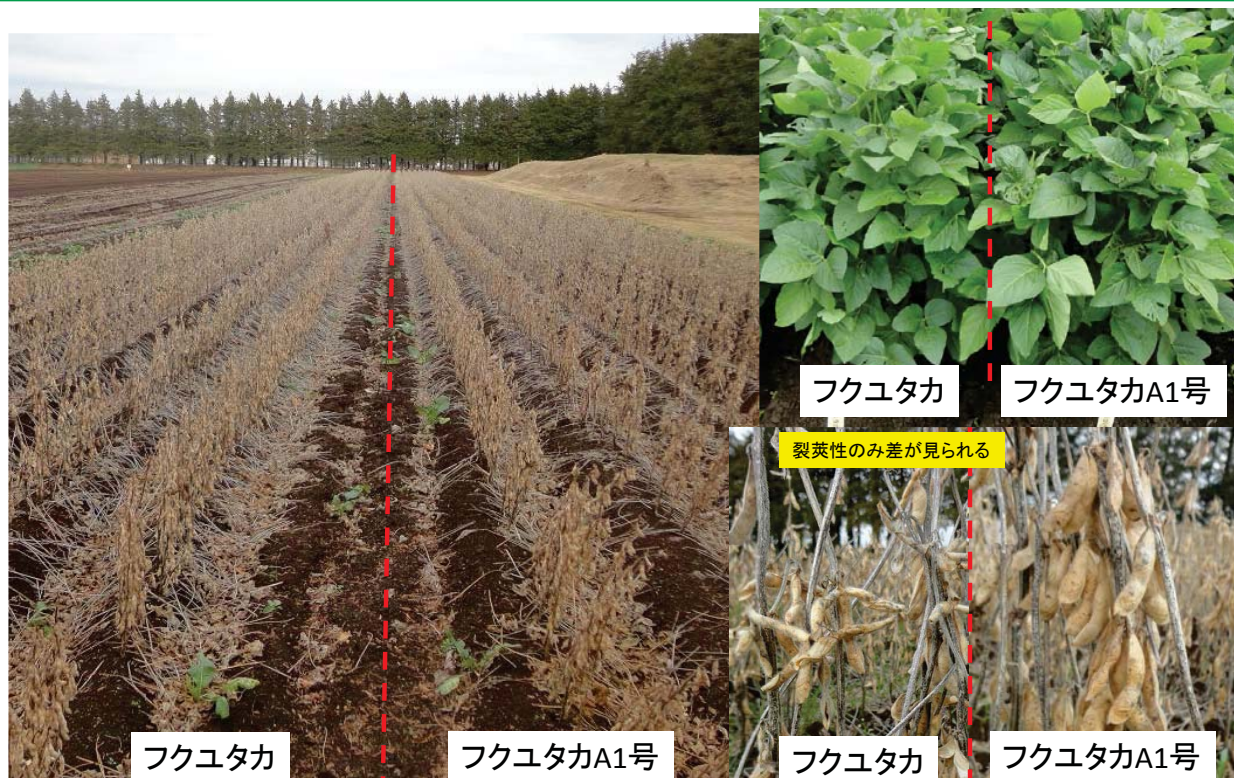
フクユタカ フクユタカA1号

裂莢しない特性以外はフクユタカとほとんど同じ



裂莢しにくい性質を導入するだけで収量が約40kg/10a向上

難裂莢ピンポイント改良品種の生育状況



ピンポイント改良品種は導入特性以外はほとんど差が無く区別が付かない



5. ケニアの大豆生産に参考となる技術

(1) 根粒菌活性維持は適温・適湿が重要

窒素固定の条件

- 通気性 ……根粒への酸素供給
- 土壌水分 ……容水量の60～75%
- pH ……6.0前後
- 温度 ……24℃(15～30℃)
- 日射量 ……(根粒菌への光合成産物の供給)
- モリブデン* ……(生育初期は子実中に依存)

*モリブデンは窒素固定酵素の構成元素

窒素固定を阻害

- 過剰窒素
- 通気性の悪い土壌
- 過湿、過乾
- 酸性土
- 極端な高温、低温



栽培技術でこれらを改善することで根粒菌の活性が向上

(2) 大豆の湿害対策

播種時の湿害は調湿種子と殺菌剤

大豆の種子水分が低いと急激に水を吸った際に子実が崩壊する



播種前に湿らせた布などにくるんで種子水分を15%程度になるまでゆっくり吸水させると、急速な吸水が抑えられて発芽率が向上する(高水分大豆は発芽力が落ちやすいので、播種直前に調湿する)

湿害の際は茎疫病などの土壌病害に侵されやすく、発芽率が低下する。



播種前に殺菌剤(クルーザーMAXXなど)を表面に粉衣することで土壌病害を抑制できる。(殺菌剤の持続期間は20-30日程度)

播種後に降雨がありそうなときには前日から種子を調湿し、当日殺菌剤粉衣することで発芽率を高めることができる

(3) 干ばつ対策

干ばつ耐性品種

- 国内では抵抗性品種はないが、「タマホマレ」に比べて「サチユタカ」はやや弱いなど品種間差は存在する。
- 海外では干ばつ耐性品種の育成が進んでおり、品種も育成されている。
- 干ばつ耐性の選抜指標としては①上位葉のしおれ具合、②灌水の有無による収量差、③乾燥ストレス下の窒素固定能、④高濃度糖液下での発芽率、初期生育量、⑤成熟時の青立ち程度などが用いられている。

灌水

- 発芽時の灌水は播種前に実施
- 葉が裏返り始めると水分ストレスはかなり強いと判断できる。
- 畦間灌水は明渠や畦間を利用して灌水するが、雑草の繁茂、茎疫病の蔓延に気をつける。
- 設備投資にコストがかかるが、FOAESによる地下灌漑が有効。暗渠利用の灌水は下層への水浸透が小さい場合に有効。



ベトナムの干ばつ耐性品種「DT96」

Dr.Mai Quang Vinh氏提供

鳥害対策

鳥害は出芽直後に食害を受けることで生じる。子葉が緑に色づくとはほとんど無くなる。

- 出芽時の食害は防鳥ネットが効果的だがコストが高い
- 忌避剤(チウラム)粉衣は一定程度の効果
- 大規模に栽培した場合は相対的に被害が少ない→一斉に播種する
- 麦の落ち穂など他のえさが豊富にあると相対的に被害が少ない。

獣害対策

国内ではシカ、ウサギなどの害が多く、生育初期～中期に多発。中山間地域で特に深刻だが決め手がない。

- 獣害防止用のネットや電柵が有効だが、コストが高く、適切な管理も必要
- 見かけたら常に追い払うなどヒトを怖がらせて圃場に近づけないようにする。
- 食害を放置せずに常習化させない
- 圃場周辺にえさ場を作らない
- 餌付けにもなりかねない作り捨ては行わない

大豆作りQ&A(農業改良支援協会)より作成

終わりに

ケニアの大豆栽培の参考になりそうなポイント

1. 品種選択

- 栽培地域の条件に応じた病虫害抵抗性品種を選択
- 想定される用途に応じた品質を備えた品種を選択
- 難裂莢性、耐倒伏性は必須形質
- 熱帯地域では発芽不良を避けるため小粒～中粒の品種を選択

2. 栽培

- 発芽時の過湿・過乾燥は避ける。必要に応じ畝立て栽培や播種前灌水などの対策をとる
- 可能なら、播種種子に殺菌剤や根粒菌を粉衣して安定出芽を図る。
- 生育中、特に開花期は干ばつに注意し、必要に応じ灌水する。
- 開花期以降は莢実害虫の防除
- 成熟後は速やかに収穫・乾燥

3. 保存

- 大豆種子は高温、高湿度ともに影響を受けやすいので、十分乾燥して冷暗所に保管

執 筆 者

(五十音順)

神 田 靖 範 (カンダ ヤスリ)

(株) シー・ディー・シー・インターナショナル 部長
執筆担当：7. 3) 大豆の生産拡大に関する検討

西 牧 隆 壯 (ニシキ リュウゾウ)

(公社) 国際農林業協働協会 会長
執筆担当：1. はじめに～6. ケニアにおける大豆導入の歴史的経緯、12. おわりに

新 田 直 人 (ニッタ ナホト)

(公社) 国際農林業協働協会 技術参与
執筆担当：8. ケニア国ミゴリ県大豆農家への聞き取り調査～9. ケニアにおける大豆生産性の可能性調査の結果

薬師川 智子 (ヤクシガワ トモコ)

Alphajiri Limited 代表 (ケニア在住)
執筆担当：7. ケニア大豆の生産、流通と利用状況

開発途上国への海外農業投資促進事業
事業報告書

2017年3月発行

編集 公益社団法人 国際農林業協働協会

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

TEL:03-5772-7880/FAX:03-5772-7680

URL: <http://www.jaicaf.or.jp>

ISBN: 978-4-908563-22-5 print

ISBN: 978-4-908563-23-2 pdf

印刷所 有限会社 曙光印刷

【農林水産省補助事業】