

循環型有機農業による地域創成事業 in ブータン

活動報告書

2016年10月～2019年10月



実験圃場約 10a

ブータンの首都 ティンプー王宮殿裏のモデル農場

NPO法人民間稲作研究所

循環型有機農業による地域創成事業 in ブータン 活動報告

2017, 4, 1~5, 7 第1次ボランティア活動 (その1)

NPO 法人民間稲作研究所によるブータンでの有機農業普及活動が JICA の支援を受け、2016 年 10 月 21 日から正式にスタートしました。仏教国のブータンでは農業で生き物を殺戮することを良しとせず、2020 年を目標に有機農業 100%の実現を国家目標としてきました。

しかし雑草の防除のために除草剤(ブタクロール)使い生産力向上のために化学肥料(尿素)を使って稲作をおこなってきました。この 2 つの化学物質を使わずに、生き物を豊かに育みながら有機稲作を普及すること。そしてイネ-麦-大豆・なたねなどの主要農作物を輪作し、加工も行って有機食品の自給圏を構築しようというプロジェクトです。日本でもその取り組みが始まりましたが、気候風土が異なり、水利施設の不備なブータンではそう簡単に普及できる状況ではありません。

そのためにプロジェクトのスタート時点でため池の設置による水利条件の整備から始めることにしました。

ボランティア参加者 9 名の皆さんと 4 月 1 日に成田を発ちバンコク経由で 2 日にはブータンの国際空港パロに入り、3 日にはパロの有機農家で播種作業を行いました。農林11号(北海道向けごく早生品種)を栽培する有機農家でササニシキの栽培試験を行うことにしました。マット苗の田植機を所有するこの農家は西岡京治氏の愛弟子のお嬢さんということでヒルムシロの除草技術に期待しているとのことでした。

4 日には首都ティンプーに移動し、王宮殿裏の棚田に試験圃場を開設してきました。ブータンの関係者のご尽力で、立派な侵入道路とため池兼ビオトープの設置場所、そして隣接した場所には比較的大きな耕地が造成されていました。お願いしていたバックホーもオペレータとともに待機して頂き、9 時から本格的なため池の造成が始まりました。

足場の悪い環境で、実に巧みな操作で耕地の均平とため池の造成をして頂きました。感謝・感激でした。新たに造成された耕地には雑草の切株や不熟厩肥が入っており、田んぼでは根腐れを起こす恐れがあり、畑として使用することにしました。6 月、7 月に大豆を栽培し、冬には小麦を栽培、その跡にイネを作付けしてヒルムシロが発生しなくなるかどうかを試験する圃場としました。かくして、いち早く循環型有機農業のモデル農場が設置されたことになりました。

ボランティア参加者の皆さんにはササニシキの播種作業と置き床の作成作業をお願いし、手慣れた作業で予定よりも早く播種作業を終わら

せることが出来ました。翌日にはブータン側最高責任者チェトリ氏とケサントモ氏、レプチャ氏が視察に訪れ、看板を建てようということになりました。早速 5 月末には千葉県木更津市のみなさんが視察にこられる予定とのこと。こうした試みが日本の自治体でも広がれば嬉しい限りです。



4月20日にはため池に水が溜まり、予定通り1回目の代掻きが終了したという嬉しい便りが写真とともに寄せられました。

除草剤を使わない雑草防除にとって決定的なのは安定した水の確保です。ため池設置によって何枚の水田がその条件を満たせるのか楽しみです。水持ちの良いブータンの水田はかなりの灌漑面積が確保されるのではないかと思います。

排水口の設置場所は満タン水面から約60cmの位置ですから、利用できる貯水量は約 $5\text{m} \times 30\text{m} \times 0.6\text{m} = 90\text{m}^3$ です。水深5cmを維持できる面積は $90\text{m}^3 \div 0.05 = 1,800\text{m}^2$ です。今回の試験圃場総面積は 1000m^2 ですから、減水深/1日 = 1.5cm とすれば毎日 15m^3 供給されれば維持できることとなります。つまり 90m^3 の有効貯水量があれば $90\text{m}^3 \div 15\text{m}^3 = 6$ 日間は持つこととなります。約1週間に1回雨が降ってくれば、5cmの水位は維持できると思われま

す。4月20日、1回目代掻き後の水位は写真の通りです。6月上旬の田植直後からはこの水位をパソコンで観測できる測定機器を取り付ける予定です。

最後の試験圃場であるバジョの種苗センターはヒルムシロの多く発生する水田の耕起作業が済み、1回目代掻きの準備が整っていました。置き床の設置作業を試験場のみなさんと一緒に行いましたが、播種作業は現地の皆さんに実施していただく事としました。とても暑い地域であるために、生育スピードが速く6月上旬の田植時期には徒長してしまうのではないかとこの予想から、4月下旬~5月上旬に播種することとしました。

チミパンにあるロイヤルプロジェクト農場には、大豆の栽培試験場を設置し、他の試験圃場に供給する予定とのことでした。私たちの提案を積極的に受け止めて頂き、プロジェクトが順調に進行しつつあることにほっとしました。驚いたことにこのロイヤルプロジェクト農場にも大きなため池が設置され、安定した水の確保が計画されることになったようです。次回訪問に向け、日本側、ブータン側とも万全の対応で望めるよう準備したいと思います。

5月27日~6月4日の日程で始まる第2次ボランティア活動が今年の山場です。2回目代掻き作業と田植え作業で今回のプロジェクトの成否が決まります。1回目代掻きで発芽したヒルムシロなどの雑草を徹底的に除去しなければなりませんので、日本から写真のような市販のレーキを持参します。一部手作りの除草器具も持参し、使用目的と方法を説明したいと考えております。

2回目代掻きは主にハンドトラクター（パロ・ティンパー）とパディハロー（バジョ）で行いますが、



その効果は未知数です。また多くの水田が狭い棚田であることや多くの農家がトラクターを持っていないことから、手作業が主力になります。レーキの効果、使い方など現地で模索することになります。日本では田植機を使って正条植えが行われていますが、ブータンでは「やたら植え」が一般的です。この方法では密植されたところが病害虫の発生場所になったり、光競合が早くから発生し実入りをさまたげることになります。また雑草が生えても手で取るか、中耕除草機を使えないので除草剤に頼らざるを得なくなってしまいます。

こうした弊害をなくすために簡単な田植定規を試作しました。これを田植に使用し、田植後の除草に「田擦り器」が使えるようにしたいと思います。もちろん使わないで済むのがベストですが、発生した場合を考えて準備したいと思います。

次回に使用する農機具です。(現地調達品以外は日本から持参します)



アルミレーキ 幅 80 cm
7,680 円(2016,10 持参)



スチールレーキ 幅 58 cm
(2017,5 持参予定)



伸縮自在レーキ 幅 100 cm
(2017,5 持参予定)



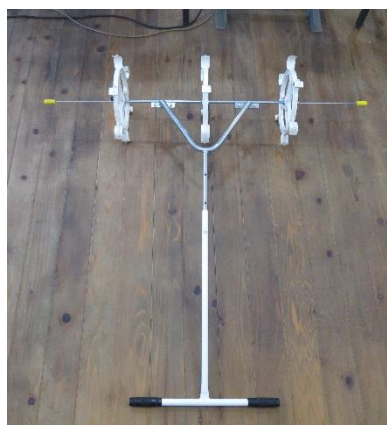
ハンドトラクター現地調達



マット用田植機現地調達



ポット用田植機 海上輸送 5/10 着



田植定規 2017,5 持参



散粒器(2016,10 持参品)



大豆・麦用播種機 2017,7 持参

循環型有機農業による地域創成事業 in ブータン 活動報告

2017、5、27～6、24 第2次ボランティア活動

5月27日からの訪問は、2回目の代掻きによる雑草防除と田植え作業という有機稲作にとって最も重要な時期にあたります。現地との連絡が十分でなく、雑草の防除対策が順調に進んでいるか不安が残る中での出発でしたが、それは全くの杞憂でした。

【パロ有機農家での抑草と田植え作業】

5月28日パロ到着1日目はプロジェクトの説明と打合せを行い、29日の早朝からパロ空港を見下ろす有機農家キンレイ氏の圃場に到着。既に2回目代掻きは済んでいましたが、緑肥の麦をすき込んだ田んぼで、根腐れの心配もあり、ヒルムシも散見されたために3回目の代掻きを実施することにしました。ハンドトラクターを操作した長男は母を助けるために高校を中退したとのこと、抜群の運動能力の持ち主で1m近くの段差のある棚田を移動するという曲芸運転をご披露し我々を驚かしました。家族一同(長女・長男・次男)とボランティアの皆さんのおかげで3回目の代掻きも12時に終了し、予定外のビオトープも富永氏の設計で作成することが出来ました。山からの冷水を温め、同時に水田の生物多様性を保全するホットスポットとして見学・調査の対象にして頂きたいものです。午後はブータン側の有機農業担当者3名とボランティア参加者11名総勢17名の大集団で田植え作業を行い、予定時間内に無事済ませることができました。当初の予定では所有するイセキの田植機(マット苗用)を使って実施する予定でしたが、播種後の管理に誤解があり、不揃いの苗になってしまったために手植えとしました。ただ脱脂大豆を使った発酵肥料区は良い生育を示し、分けつもみられたことから、来年度の育苗に大きなヒントを得ることが出来ました。

田植直後から水位を5cmに上げ、抑草を兼ねて民稲研1号を散布し、初期生育の促進を促すこととしました。もし、雑草の発芽がみられたら、持参した「田こすり器」(オリザネット発明品)

で対応して頂くようお願いして置きました。22歳の長男・10歳の次男が泥まみれで奮闘し、ボランティアで参加した大学生・中学生も大奮闘。有機農業の未来に希望をもたらす一日でした。



【ティンブー王宮殿裏の試験圃場】

3日目の5月30日は早朝から王宮殿裏の棚田に向き、3回目の代掻きを参加者全員で行いました。2回目代掻きで雑草を除去して頂いたものの、ホタルイ・ヒルムシロが再生しており、このまま田植を行ってはホタルイが相当繁茂すると思われましたので3回目の代掻きを実施しました。前回設置したため池のお陰で、田んぼに水を入れることが出来ました。水位を上げ、固まってしまった田んぼをレーキでひっかき、トロトロにしながら雑草を浮かしてとる作業はかなりの重労働でした。ハンドトラクターやパディハローを使えば容易な作業ですが、国勢調査のさなかで3日間の自宅待機とのことでオペレーターが確保できませんでした。



- ① 5月22日2回目代掻き前の雑草(ホタルイ・ヒルムシロ)
- ② ホーを用いた3回目代掻き(発芽したシズイと種子の除去作業)
- ③ 3回目代掻きで浮き出した大量のホタルイの種子。(黒く見える部分)



手作業による代掻き作業でホタルイの種子が大量に浮き、除去することが出来ましたが、全て除去できたとは限りません。この除去作業で発生をどの程度抑えることが出来るかどうか結果判明は10日後になります。

【バジヨ種子センターでの栽培試験】

ブータン4日目の6月1日はバジヨの種子センター圃場での代掻き田植え作業の予定でしたが、突然の国勢調査と重なり担当職員が出席できないかもしれないとの情報が入り、日本側だけで作業を進める覚悟で伺ったところ、何と4名の担当者がスタンバイして待っていただきました。



この圃場は毎年大量のヒルムシロが発生する水田でした。除草剤ブタクロールを使用しても防除出来ないほど繁茂し、人力による除草作業を強いられている圃場で、1回目代掻き後25日の5月18日には写真のような状況でした。



ヒルムシロとホタルイが優占種で、日本で大繁茂するコナギはごく少量でした。超粘質土壌の特徴のように見えます。現地から送って頂いた写真を見て、1ヶ月未満でこれほどの生長をみせるヒルムシロに驚きと防除の困難性を感じましたが、しばらく見ているうちに逆に防除が簡単確実にできるのではないかと考えることが出来ました。大繁茂した雑草をすき込むことによって、酸素を絶たれた雑草は還元状態のなかで腐敗発酵(酪酸発酵)し、大量の酪酸を発生し、ヒルムシロの球根やコナギ・シズイの種子根に大きなダメージを与え、圃場全体の雑草の発生を抑えることになるであろうという仮説を立ててみました。直ちに練り込みの代掻きを実施して頂くよう依頼をして、現地に赴きました。



現地のみなさんと固い握手を交わし、直ぐに圃場を見学。22日に2回目の代掻きが済んでいました。予想通り散

見されたのは6葉期に生育した掻き残しのコナギとホタルイ、周辺部に残るわずかなヒルムシロでした。圃場に入るとわずかに残る酪酸の臭いが立ち登り、仕上げの代掻きを行い田植えをすれば、酪酸は乳酸に変わり、抑草効果を発揮しながら、酸性植物のイネの根には悪影響をもたらさない状態になることが想定されました。

小型トラクターがあり、水をたっぷり入れ、タイヤ跡を付けてから、直ちに仕上げの代掻きを実施しました。発芽成長した掻き残しのコナギ、ホタルイの幼苗、大量のホタルイの種子が浮き上がりました。これを水と一緒に一気に排水除去するとトロトロ層を形成する微粒子も一緒に流れてしまい、養分の喪失とコナギの発芽を抑える遮光効果も失ってしまうこととなります。また河川の富栄養化にもなりますので、水が澄むのを待って、徐々に排水することにしました。また翌日の田植に間に合うよう、翌日の朝にはひたひたになるよう排水の調整をして、一日目は終了としました。

5日目は持参したポット苗用の田植機で移植作業を行いました。日本の方々でもこの田植機を使いこなすのは大変なのですが、ブータン側の作業員の能力は抜群で一回の操作説明で完ぺきに田植機を使いこなし、

整然とした田植えを実施して下さいました。移植した苗は当方の説明不足から、乾燥害を受けてしまいましたが、脱脂大豆区はほぼ満足する苗に生育していました。



ササニシキとブータン側品種 (IR24) のポット苗を田植機で植え、残りはブータン側品種 IR62 を手植えしました。

①がブータン在来種で一般的な苗代で育てた苗、②はポット育苗したササニシキ6.5葉苗、③はポット育苗したブータン在来種である。この田植作業には多くの関係者の方々にご参加頂き、感謝感激の一日でした。

3種類の苗の活着、初期生育、分けつ発生の状況など次回訪問時に調査を行い、安定多収の条件とその可能性を探ってみたいと思います。

2017年6月12日 稲葉記

パロ・ティンブー・バジヨの実験農場のその後

—お陰様で抑草対策はほぼ成功か。そしてイネの生育は… —

6月23日、Kinley 0mさんからパロとティンブーの実験圃場の写真が送られてきました。

5月29日に移植したパロの有機農家の水田6月23日には写真のように2~3本の分けつを出し、順調な生育です。ヒルムシロも全く見えないので、田んぼに草取りに入っていないとすれば大成功というところ です。



ササニシキ1本植区の雑草発生状況とイネの生育。4月3日播種、5月29日5.5葉苗移植。6月24日9葉期(?)か

7月4日の訪問で田植え後の管理状況を詳しくお聞きし、雑草発生の状況をお知らせしたいと思います。参加者の皆様による3回目

の代掻きで、ホタルイの種子、ヒルムシロが除去されたこと。1回目の代掻きで麦をすき込んだことで、有機酸が発生し、球根を含め、ヒルムシロがダメージを受け、発生がなかったと考えられます。

ティンブーの圃場は、ホタルイの発生が見られたために、3回目の代掻きを実施し、大量に浮き出したホタルイの種子を除去しましたが、完全に除去できた状態ではありませんでした。案の定6月21日には3段目の水田は写真のように除草後の水田が濁ったままで、ホタルイ以外の雑草は少なく、日本で問題になるコナギ



6月6日 2段目水田



6月21日 ホタルイが少し発生



6・22 手取り・田擦り器で除草

は全く発生していないようです。

ホタルイの未発芽種子の除去を徹底すれば、雑草防除は完ぺきになると考えられます。

イネの生育もパロとほぼ同じく、今後の生育、特に後半での分けつがどの程度発生するのか、7月6日の訪問時に確認し、安定多収のための肥培管理(特にりん酸の必要性)と植付密度の検討をしたいと思います。

田でホタルイの発芽あったことから、手取りと「田擦り器」で1回目の除草を行ったとのこと。

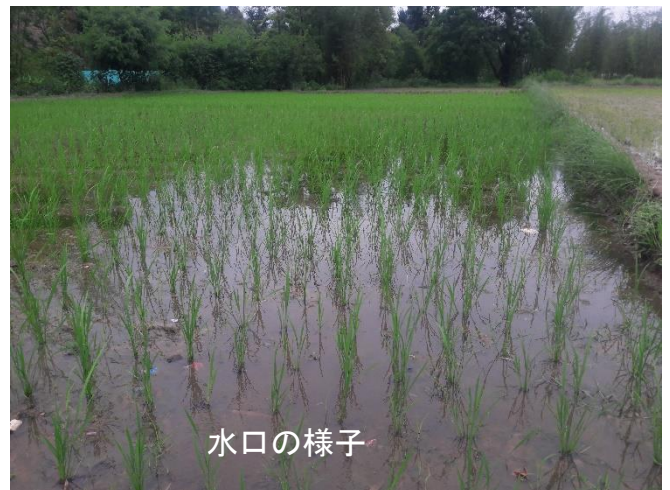


手取り除草後の2段目水田 濁りが強い

バジヨ種苗センターの抑草は劇的な効果をもたらしました。5月18日に水田を覆い尽くしていたヒルムシロとホタルイ、少量のコナギが2回目の代掻きでほぼ無くなったのに加え、3回目の代掻きで浮いたホタルイの種子が除去されたことによって、その後は稲の生育を妨害するような雑草の発生はなくなりました。



水尻？の様子



水口の様子

しかしながら、ゼロになったわけではなく、わずかではあるがヒルムシロ・コナギ・ヒエの発生があり、水管理の徹底の必要性が課題になりそうです。

いずれにしろ、7月訪問時に検討会を開催し、田植以降の管理状況を確認しながら、抑草技術の共有化をはかり、第1次の抑草マニュアルを作成したいと思います。

(2017,6,25 稲葉記)



水深が浅くなったところで発生したコナギとヒエ抑草ペレットが効果を発揮するためには7cm以上の水位が10日間維持されることが必要である。



水深の深い部分で発生したヒルムシロ・抑草ペレットとの関連を検討する必要がある。



トラクターで代掻きできなかった周辺部に発生したヒルムシロ(ロータリーの幅が車輪幅より短いため)

循環型有機農業による地域創成事業 in ブータン活動報告 2017、7、3～11 (その3)

1 パロ有機農家のイネと雑草

7月3日の訪問はまるで初恋の人に再会するようなトキメキの旅でした。最初の訪問先のパロ有機農家キンレイさんの圃場は一見すると抑草に大成功のような状態でした。コナギもヒルムシロもなく、除草に入る必要性は全くないように見えました。よく見ると、ホタルイの発生が多く、このまま放置しては収量に影響するレベルなので、雑草の発生状況を目視で確認し、生育調査を行い草取りに入ることにしました。

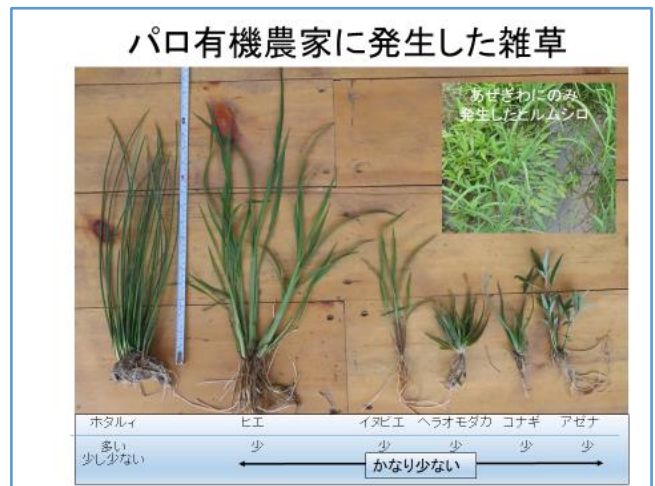


①雑草の発生状況

ブータンの雑草研究者のサンゲイ・ドルジ氏が3㎡悉皆調査を行いましたので正確には彼の発表を待ちたいと思います。とりあえず目視の結果を報告します。「田擦り器」で2回除草に入った後の発生程度です。

1㎡あたりの雑草の発生程度(目視による概数) 2017、7、5

区分	ホタルイ	コナギ	ヒエ	カヤツリグサ	ヘラオモダカ	ヒルムシロ
発生程度	120	21	2	1	0.1	0.01
昨年との比較	少し少ない	かなり少ない	かなり少ない	かなり少ない	大幅に少ない	大幅に少ない



一番問題とされたヒルムシロはハンドトラクターで代掻きが出来なかった畦畔部分にしか発生していない状態でした。その原因をめぐって意見交換がおこなわれ、ドルジ氏の意見は昨年徹底的に防除したからではないか、今年は3月に雪が降るなどの低温年なのでまだ発生しないのではないかという見解でした。小生は昨年徹底的に取ったからということはその通りと思いましたが、畦畔にしか発生していないことから、麦をすき込んで代掻きした1回目の代掻き以後、酪酸が発生し、ヒルムシロにダメージを与えた可能性があるのではないか。バジヨ種苗センターの事例を考えれば可能性として高いのではないかと考えました。有機農家の話では2回目の代掻き時にはほとんど草はなかったとのことで、ヒルムシロが酪酸によって阻害された可能性を示すものと思われました。(真実かどうかは来年の試験に委ねます)

もっとも発生の多かったホタルイは水口、水尻で少なく、少し高いところに密集する傾向があり、2回目代掻き時に浮き上がった種子の分布に符号するものでした。2回目代掻きをもっと水を多くして丁寧に代掻きし、浮いた種を徹底的に除去すればもっと良い結果になったと考えられます。巨大なヒエ、ホタルイの発生は田植え後2~3日後に水が少なくなり、高いところが露出したためと思われます。田植直後での露出でなければこれほどの草丈にはなっていないものです。またカヤツリグサの発生も田面が露出した証拠です。

雑草を手取りした後の様子は右のとおりで、すこぶる順調な生育でした。



② イネの生育調査の結果

調査は3か所実施しました。結果は下記の通りです。A区は脱脂大豆で育苗したポット苗を植えた場所で、B区は有機元肥と地元の山土を混合した有機培土のマット苗、C区は有機培土のポット苗を移植した場所です。播種・移植はNPO法民間稲作研究所とほぼ同じ時期に行ったササニシキであり、パコのイネは研究所と比べ、0.5葉齢の遅れでした。

元肥に発酵鶏糞 25 kg/4a×2枚投入、田植え時に7 kg×2か所投入ただけで、根は写真右側のとおり、健康そのもので根腐れは全く無く、白い活力に富んだ根でした。出穂予測が8月10~15日で、出穂前42日です。これから分けつが急速に増える時期に入ります。



隣接有機水田 (農林11号) 試験区 ササニシキ

6本⇒9本⇒
13本⇒19
本⇒27本と
増えていきま
すが、葉の出
る速度も6日
から8日に代
わり(出葉速
度転換期)、分
げつをしながら同時にゆっ
くりと止葉そ
して幼穂が分
化し、栄養成
長から生殖生
長に転換して
いきます。

この時

2017年7月4日 9.5葉期のササニシキ

NPO法民間稲作研究所 無除草







植付密度 — 15株/m²

A区 脱脂大豆 ポット 17.6本

B区 有機培土 マット 7.9本

C区 有機培土 ポット 10.9本

目標穂数 18本×15株×110粒
⇒ 29,700粒

田擦り器除草1回 手取り除草1回

期には多くの養分が吸収されることになるため、養分が少ないと折角分化した分けつ茎が退化して、目標穂数に届かなくなりますので、茎肥(出穂前42日以降に出現する分けつ茎を育てるための肥料)を追

肥してきました。(約 10 kg/0.8a) 目標穂数 18 本を確保するために 18-12=6 本の茎を一人前の穂に育てるための肥料です。この量で充分であったかどうかは、次回訪問時の収量調査で判明します。特筆すべきことに、温水池の青立ち防止効果があります。山水を使うブータンでは冷水による青立ち現象が顕著に出ます。それを防止するために設置したビオトープの効果が出ました。ブータンの田んぼづくりで生物の多様性を豊かにするためにも重要な意味をもつ取り組みとなります。



なお、今回の作業にご参加頂いた方々は 4 名でした。記念写真を撮って、ティンプーへ向かいました。



2 ティンプー王宮殿裏の実験圃場

今回の訪問で最も気になっていた圃場です。①諸般の事情で枯れ死寸前の苗を植えたこと。②仕上げの代掻きで大量のホタルイの種子が浮き、除去したこと。③ブータンのみなさまのご協力で出来たため池に一部越流の形跡があったこと。など現場を早く見るために8時30分現地集合、気になった部分を撮影し、除草作業と大豆の土寄せ作業に入りました。

① 6月2日田植直後の枯れ死寸前のイネ ⇒ 7月6日には立派に成長していました。



② 設置したため池の昇温効果と貯水効果は十分に発揮され、排水口に最も近い圃場でも低水温によるイネの生育停滞は見られませんでした。また水不足で田面が露出した場合に発芽するヒエやカヤツリグサの発生もありませんでした。問題の越流はその後何度かあり、これ以上の越流が続けば決壊の恐れが出ることを担当者に伝えたところ、越



流は水不足の際に国営農場の方が土手を削って水を確保したためとのことでした。貯水池における越流の怖さを経験したことのないブータンの人々の現実を教えられました。設置した越流場所も土を盛って止められており、越流堤設置の意味が良く伝わっておりませんでしたので、直ちに除去し、豪雨の予報が出た場合は予め放水して水位を下げておくことをお願いしてきました。

③ 仕上げの代掻きで大量のホタルイ種子が浮き上がり、それを除去した効果は間違いなく表れており、残ったホタルイが収量にどの程度現れるか確認するために4㎡の手取り除草を行わない試験区を設置しました。

この作業を1~2年続ければ、ホタルイも根絶できる可能性が見えてきました。

最も問題になっていたヒルムシロは周辺部に2個体発見されただけでした。近隣の圃場がヒルムシロで覆われていたのと同様に2回代掻きの効果が確実にあったと思われます。

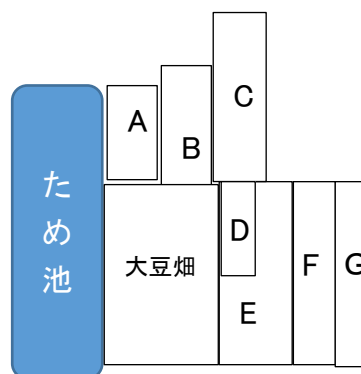
また田面が少し高くなった場所に、集中してコナギが発生しており、2回目代掻きでトトロ層を舞い上げ種子を覆う作業は今後とも丁寧に実施する必要があります。



圃場ごとの茎数調査結果

(2017, 7, 6)

	A	B	C	D	E	F	G
10株平均	8.4	8.6	8.1	15.3	9.7	11.6	15.9
最大値	14	17	12	25	11	16	20
最小値	1	6	6	10	8	6	11
標準偏差	4.0	3.5	2.3	4.8	1.1	3.2	3.4



7か所平均 11.1本 18本到達予測日 7月14日(出穂前30日)

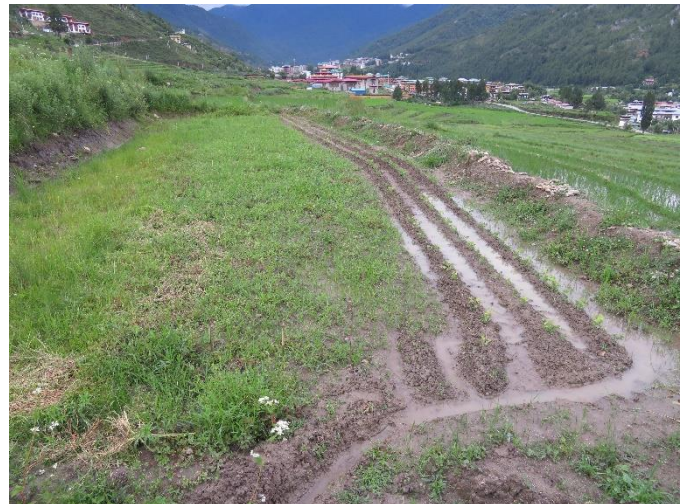
上記茎数調査を元に、最終分けつを伸長させる目的で、民稲研1号を全体で10kg追肥し、今後の様子を見ることとしました。

大豆畑の管理

- ①雨期に入り、大豆畑の一部に水が溜まる状態となっていたので、5月30日に播種した納豆小粒の土寄せを兼ねて畦をたて、排水を行いました。
- ②発生した雑草を除去して、畦をたて播種するよう見本の作業を行い、残りは同じように実施するよう依頼しました。
- ③防鳥用のテングスの効果があったのか食害はなかった。ただ発芽不良があったので追い播きするよう依頼しました。

大豆収穫後は、パン用小麦の播種を行い、試食する予定ですが、海外からの安い輸入小麦に押され、作る農家はいないとのこと。自給率を高めるには相当の困難が伴うものと思われ、日本と同じ課題に直面していることを実感させられました。

今回はブータン関係者が沢山参加して頂き、田んぼの除草作業と大豆畑の管理、播種作業を行うことが出来ました。有難うございました。



3 バジョ種子センターの試験圃場

バジョ種子センターの試験圃場は予想外の現象に戸惑うこととなりました。7月7日に異常出穂株が見られ、気象条件の大きな違いを見せつけられました。イネの品種には感温性の高い品種と感光性の高い品種があり、東北以北で栽培される早生品種や極早生品種は一般に感温性が高く、積算温度が一定の量に達すると幼穂が形成され、出穂するという性質があります。逆に関東以南で栽培される中生品種や晩稲品種は感光性が強く短日条件で花芽が分化します。ササニシキは前者の品種です。バジョの気温はパロやティンプーと違って、高温乾燥地帯のためユーカリやサボテンが自生する気象環境でした。そのことを過小評価したために、手痛いしっぺ返しを受けてしまいました。

幸い地元で普及を進めようとしているIR28とIR64を同一圃場に作付けしたことから収量試験まで実施されることとなりますので、そのための予備調査と抑草の成果を調査してきました。

① 抑草効果試験

送付された写真では3回代掻きによる抑草効果はかなり高いと考えられたが、完ぺきではありませんでした。



図2 低分けつ性同質遺伝子系統(NIL, BC5F4)
左 : IR64 (戻し交雑親)
中央 : NIL
右 : 合川1号 (遺伝子供給親)

Variety	Yield (/ha)	Variety	Yield (t/ha)
C-15	9.5	Ishin	6.8
C-6	9.3	Taichung 65	6.8
BG 90-2	8.7	IR 8	6.6
IR 2053	8.0	Taichung Native 1	6.3
TOS 103	7.6	C-11	6.2
BG 34-8	7.5	IR 28	6.0
IR 24	7.4	IR 30	6.0
IR 5	7.3	IR 20	5.3
IR 298	6.9		

出典: 熱帯農業 (Japan.J.Trop.Agr.)27(2):98-106,1983

ただし、イネの生育を抑制するレベルではなく、3品種とも窒素濃度は除草剤と化学肥料を用いた栽培圃場と比べ格段に高い状態であった。



有機栽培試験圃場(ササニシキ

IR28

IR64)



隣接する品種比較試験圃場(ヒルムシロ多発圃場)

隣接する除草剤・化学肥料使用水田

ササニシキ圃場における 3 m²の雑草発生量

(Types, numbers and fresh weight of weeds samples surveyed from the project trail field at ARDC-Bajo, Wangduephodrang)

S.no	Types		Plot				Fresh weight (g)
	学名	和名	1	2	3	Total	
1	Monochoria vaginalis	コナギ	40	66	26	132	428.4
2	Scirpus juncooides	ホタルイ	53	65	66	184	252
3	Rotala indica koehue var. uliginosa koehue	アゼナ?	3		2	5	2.3
4	Sparganium species	カヤツリグサ?	8	19	4	31	84.2
5	Potamogeton distinctus	ヒルムシロ	32	39	28	99	102.7

今後の収穫量に影響を与える密度ではなく、却ってイネの窒素濃度を引き下げ、食味改善に役立つレベルと思われるが、多収穫試験も目的の一つであることから一部無除草区を残して手取り除草を行うよう依頼してきました。



②各圃場ごとの茎数調査の結果と収量予測

下記の通り、他の地域と比べ、格段と多い茎数となっており、過剰繁茂の恐れがある。3品種とも短稈であり、耐倒伏性に優れた品種であるが、日射量の低い日本でこの葉色濃度で茎数が400本を超えると倒伏やイモチ病などの障害が出るレベルになります。

バジヨ地区の日射量と平均温度のデータを手し、単位面積当たりの最適葉面積を算出し、最適穂数を計算し、穂数確保の目標値を決定する必要があります。

なかでも異常出穂をしていない超多収品種で、緑の革命の有力品種であったIR28、IR64は専ら化学肥料の多投と農薬によって多収穫を実現してきた品種であり、有機栽培による栽培試験は見当たりません。もし、循環型の有機栽培で600kgを超

える籾収穫量が確保されれば、化学肥料と農薬によって実現してきた過去の実績(前出籾収量6.0t/ha)を超えることになり、近代稲作は化学肥料と農薬がなければ成り立たないという神話を覆すこととなります。日本を含め、アジアの稲作指導者や研究者の多くは国際稲研究所(IRRI)の影響を受け、化学肥料や農薬を使わない稲作は考えられないという方々がほとんどです。その常識を覆すことが出来れば、多国籍企業によって支配され、餌食にされようとしているアジアの農民の経済的自立に大きな武器を与えることになると思います。(2017, 7, 8 稲葉記)

バジヨ種子センターの品種別茎数調査結果 2017,7,7

品種名	10株平均茎数	標準偏差	植付密度	茎数/m ²
ササA	20.2	4.7		
ササB	14.9	5.6		
ササC	15.8	5.1		
ササAVG	17.0	5.1	13.4	228
IR28A	21.2	6.7		
IR28B	29.9	11.4		
28平均	25.6	7.7	13.6	348
IR64A	21.1	5.3		
IR64B	21	4.1		
64平均	21	4.7	14.8	311

危機一髪の脱出で得た貴重な「チラン地区」有機農業視察

2017年7月9日最終日はアジア学院に研修に来られたチラン地区普及員の活動を視察する旅でした。誰がご案内して下さるのか当日まで分かりませんでしたが、何とバジヨ種子センターに今年赴任した所長さんが日曜返上でご案内下さるとのことでした。今回のプロジェクトに関するブータン側の本気度が伝わってくる特別待遇に感動でした。チミパンはインド国境に接するブータン南部の地域とのことで、平野部が広がり、比較的広い水田があるのではないかと想像して伺いましたが、バジヨ種子センターからプナカ川に沿ってひたすら南下すること4時間(約200km)に位置する高原地帯でした。



海拔200m~2000mに点在する農家は基本的に自給自足の生活でつつましくも幸せな生活を送る人々でした。棚田を2頭立ての赤毛牛でプラウを引かせ、耕起する様子は固い粘質土壌の広がりを感じさせられました。ここで進める有機農業はどのような技術構成になるのか、農家や普及員の意見を拝聴し、一歩ずつ焦らずに改善することが基本と思われました。



地域農家の模範的農家では、豚や牛を飼育し、糞尿を発酵させ、液肥として肥料に使用するだけでなく、メタン発酵を行って家庭の炊飯に利用するなど、極めて合理的な自然の循環機能を活用した生活を作り上げていました。



家庭菜園とその延長であるハウス園芸に使用する肥料は養豚と役畜の糞尿を活用する有畜循環農業で充分であると言えますが、水田ではこの堆肥施用が逆に根腐れ症状を引き起こしてしまいます。秋に散布すればバランスの良いミネラルが供給され、高品質のお米になるのですが、窒素成分だけがアンモニアガスになって揮散してしまいます。そのため、窒素不足が恒常化し、貧弱なイネにしかならず、勢い密植をすることになります。



密植すれば通気性、透光性が悪くなり、いもち病のまん延に繋がります。日本でも享保17年(徳川吉宗将軍)には冷夏を引き金に、いもち病のまん延とウンカの異常発生によって西日本が大飢饉となった歴史があります。この背景に家畜や人糞の糞尿を肥料として散布するようになったことがあると言われております。



こうした技術的な問題を解決する方法が、大豆の窒素固定能力と鶏糞のりん酸成分を発酵処理によって無害化し、活用するという方法が考えられます。その第一歩としてチミパンの農業試験場で栽培試験を行うよう提案してきました。



ブータンの慎ましい生活の中で作り上げられる民芸品(竹細工)は素晴らしいアイデアが詰まっています。若い人に教えたいと思っているのだが、技術を習う人がいないとのことでした。日本の状況に似ていますが、民芸品の技術伝承館などを建設して若い後継者の育成を行い、観光資源の柱としても育て上げるては如何かなと思いました。



予定では、9日には伝統的なブータン豆腐づくりの現場を見させていただく予定でしたが、記録的集中豪雨に見舞われ、一刻も早く帰路に就くべきとの判断で、見学出来ませんでした。話では豆乳をつくり、それに古い豆腐を入れて発酵させるのがブータンの豆腐とのことでした。豆を腐らせる(発酵させる)のことで、これが本来の豆腐ではないかと思知らされました。是非ともこの豆腐作りを普及し、仏教国ブータンのタンパク源として、また優れた有機質の肥料源として活用するよう提案したいと思いました。

雨上がりとはいえ、帰路はまさに危機一髪の連続でした。う回路のないチラン～バジョの国道は倒木で行く手を阻まれ、木を切ってからでないと通行できませんでした。近所の農家が斧を持ってきて切って下さいましたが、直ぐ上にはもっと大きな木が今にも倒れそうな状況で、倒れる前に脱出しようと必死でした。

極め付きは延々と続くトラックの車列を塞いで



いる土砂崩れでした。もうだめか、帰国は諦めざるを得ないのかと思う緊急事態でした。

ランドクルーザーを運転する冷静沈着な種子センター所長と運転手の判断で、トラックの車列をごぼう抜きし、最前列に出て、瓦礫の上を強引に走りぬけて危機一髪の帰路となりました。

ブータンの皆さんの勇敢で高い運動能力に感動しながら、本当の幸福とはなにかを体感した訪問でした。

翌日の新聞には他の箇所でも土砂崩れがあり交通がマヒしたこと。異常気象で干ばつが発生し稲作が危機に陥っていること。灌漑施設の整備が緊急の課題であるとの報道があり、私たちの取り組みがヒントになるのではないかと予感した訪問でした。(稲葉記)



成果とともに新たな課題が生まれた 2017 年の取り組み

1 2017 年の成果の発表と課題の共有化

2017 年 10 月 3 日～8 日にかけて各試験圃場の収量調査を行い、ブータン側の栽培責任者の発表と私た

The screenshot shows the official website of the Ministry of Agriculture and Forests of the Royal Government of Bhutan. The page features a navigation menu at the top with links to Home, About Us, Agencies, Information, Services, Publications, Media Library, Forum, Webmail, and Contact Us. The main content area displays a news article titled "Seminar held on Organic Rice Production" posted on October 8, 2017. The article includes a group photo of participants and text describing a seminar on the JICA Joint Partnership Program. It mentions that the project was initiated in October 2016 and involves adaptive research trials in Tendrelthang, Thimphu, and other locations. The article also notes that the use of synthetic weedicides has been increasing, posing challenges for organic farmers. A field visit to the trial site is mentioned as concluding the seminar. The article is attributed to the National Organic Program, ARDC-Yusipang, DoA. The page also features sidebars for "HOTLINE Services", "Downloads", "Weather Forecast", "Follow Us On", "Publication Subscription", "Forum Discussions", and "Events". At the bottom, there are social media sharing options and a URL: <http://www.moaf.gov.bt/seminar-held-on-organic-rice-production/#more-8290>.

ちの見解を発表し、成果と課題を共有してきました。その様子がブータン農水省のホームページに掲載されました。ブータン側関係者 18 名と日本側 4 名（ジャイカ職員 2 名を含む）の参加で 8 時間に及び発表と討論で明らかになったことを中心に取りまとめてみました。

【2017年のササニシキ・IR28・64の有機栽培の結果】

収量調査直前に送られてきた下記の写真では良くわからない部分がありましたが、パロ・ティンプーの圃場では低温による受精障害（障害不稔）がみられました。またバジヨ種子センターでは鳥害と高温障害で登熟歩合が極端に落ちるといふ被害が出ました。



2017年各試験圃場の収量構成 (2017,10,8)

試験区	品種名	株数/ m ²	平均穂数	穂数/m ²	1穂粒数	総もみ数	登熟歩合	千粒重	玄米収量	粃収量
No.10ササ	ササニシキ	13	19.7	256.1	142	36,276	82.4	19	568	710
パロ	ササニシキ	10	25.7	257.0	124	31,868	76.6	21	513	641
ティンプー	ササニシキ	17	18.5	314.0	97	30,458	78.3	22	525	656
バジヨ	ササニシキ	13.4	17.8	238.5	156.4	37,305	41.5	20	310	388
	IR28	13.6	18.8	255.7	177.4	45,358	79.4	16	576	720
	IR64	14.8	21.2	313.8	121.4	38,090	85.0	16	518	648

黄色表示は推計値を示す。



注1 IR28：白葉枯耐性品種 インデカ米
IR64：熱帯地域で広く栽培されているとともに、
新品種作出の親品種としても広く用いられている。

注2 パロ及びティンプーでは低温障害があった。
バジヨのササニシキの登熟歩合の低下は鳥害及び
高温障害である。

【2017 有機栽培の成果と課題】

1 可能性を示したブータンの有機稲作

- ① 3 回代かきと深水管理によって、収量に大きな影響を与える雑草の繁茂はなかったが、ホタルイの異常発生があり、1 回目、2 回目の代掻きで浮かして除去することを徹底する必要があります。また雑草防除が種子を落とすたくないという思いから必要以上に実施された。次年度は 6 月下旬に 1 回だけ入ることとしたい。
- ② ため池・温水池・ビオトープの設置は大きな効果をもたらしたが、パロ・ティンブーの気象条件は予想以上の低温が続き、水口周辺の圃場では障害不稔の発生が見られました。来年度は障害不稔発生時期の出穂前 13 日前後は冷水かけ流しを行わない対策が必要です。
- ③ 育苗技術の安定が大きな課題です。苗質の良し悪しが 1 穂粒数に反映しており、次年度はオカラを使った自前の有機培土を作成して実験を行い、プール育苗で 4.5 葉苗の健苗育苗を実現する。
- ④ IR28.64 は緑の革命の主力品種であり、化学肥料と農薬をセットに普及されたが、700 kg の高収量を実現するためには 14 kg の窒素肥料(硫安 70 kg)の投入が必要であるとされ、農薬の購入と相まって農家を借金地獄に追いやる要因になった。

この品種は本当に化学肥料がなければ 700 kg は実現できないのか、今回の栽培試験はその常識を覆すこととなった。発酵肥料(民稲研 1 号)45kg、窒素成分 2.7 kg で 700 kg を超える収量となったことは大きな成果であり、国際的にも意義のある成果であったと言えます。

- ⑤ 全体としてブータンの収量水準を大きく超える成果となった。

Table 12.1: Paddy harvested area (Acres), Production (MT) and Yield (Kgs/Acre)

Dzongkhag	Harvested Area (Acres)	Production (MT)	Yield (kg/acre)
Bumthang	155	222	1,435
Chhukha	2,187	2,887	1,320
Dagana	3,950	5,238	1,326
Gasa	238	298	1,250
Haa	144	189	1,315
Lhuentse	1,840	3,570	1,940
Monggar	1,200	1,340	1,116
Paro	3,849	8,537	2,218
Pemagatshel	207	220	1,065
Punakha	7,489	14,361	1,918
Samdrup Jongkhar	2,320	3,464	1,493
Samtse	7,219	10,612	1,470
Sarpang	4,342	6,669	1,536
Thimphu	590	1,313	2,225
Trashigang	3,400	5,004	1,472
Trashi yangtse	2,359	4,184	1,774
Trongsa	1,470	2,314	1,574
Tsirang	3,639	5,254	1,444
Wangdue	5,141	7,741	1,506
Zhemgang	1,317	1,673	1,270
Bhutan	53,055	85,090	1,604

注:1 エーカー当りの籾収量である。平均玄米収穫量は $(1604 / 4) \times 0.8 = 320$ kg となる。

2 新たな体制とテーマ・地域で行われる 2018 年度 試験栽培

- ① 有機農業試験場に研究本部を置き、60 名体制で栽培試験が行われることになりました。
- ② 2017 年度はパロ有機農家、ティンブー試験圃場、バジヨ種子センターの 3 か所でしたが、新たにチミパンのロイヤルプロジェクトが独立して、4 か所で実施することになりました。
- ③ 有機稲作だけでなく、なたね、大豆、レンゲ、小麦などの輪作試験も行われることになりました。

- ④ ササニシキや IR などの近代品種はいずれも難脱粒品種であるために、脱穀機のないブータンでは一般に普及しにくい品種となっており、農家が栽培しているのは脱粒性の高い、赤米などの古代米が主力となっている。
- ⑤ ティンプーに豆腐工房のあることが判明し、オカラ・ナタネ油粕・大豆・鶏糞などを原料とした発酵肥料製造施設の建設が現実的になってきました。2020 年までには循環型の有機農業の推進体制が構築される見通しとなりました。

HOME

PAGE 2

Monday, July 10, 2017 | KUENSEL

Drying water thwarts rice self-sufficiency dream

From Pg.1
as the biannual survey excludes Gungtongs or empty households that do not engage in any form of agriculture activities.

In 2015, an average of 18 percent of farming households faced food shortage due to decreased rice production.

Why fallow?

It is reported that paddy fields remain fallow mainly because of drying up of irrigation water and poor agriculture practices. In many parts of the country, rice farmers said that availability of irrigation water is decreasing by the year.

In the last three years, Tashi, a rice farmer from Bayminang in Punakha, lost around 9,762 kgs of paddy after two acres of paddy fields had to be left fallow. The sixty-nine-year-old, who works as a sharecropper for his neighbour, has lost all hopes of recultivating the fallow land because of inadequate irrigation water.



Rice farmer Tashi shows his fallow land
rice farmer Tashi shows his fallow land

Dzongkhag-wise
record of fallow land

water.

Tashi said: "It's worrying to see our water drying up every year. It's not the water that is drying, but our food." The water sources for both irrigation and drinking are fast disappearing due to global warming.

Punakha has 335 acres of paddy fields that are now left fallow. If fully utilised, the dzongkhag could produce additional 545.045 MT paddy every year. Today, the dzongkhag produces 10,622.683 MT paddy from 6,529 acres.

Like Tashi, one of the farmers in Kanglung, Trashigang said that spring water that he used to irrigate his field has dried almost completely.

"Part of it has been piped for drinking by the people," he said

contribute to the drying of water sources.

Around 700 acres of paddy fields have been lost to infrastructure development, especially roads, building and townships. Around 323 acres more have been lost to illegal conversion of wetland for socioeconomic development purposes and natural disasters.

For instance, Bajo town in Wangdue was been established on paddy field. Infrastructure development ate up vast acres of the once lush paddy fields. The fields were left fallow also because of the wild animals' attack on the crop and rural-urban migration.

Rice self-sufficiency

From the total area of

of land is under cultivation.

According to the agriculture minister Yeshey Dorji, 160,000 acres of paddy fields is required if the country is to become rice self-sufficient, which would produce 260,320 MT of paddy annually.

However, the country has only 80,000 acres of registered paddy fields, of which only 49,325 acres have been utilised until 2015, producing 80,251.1775 MT paddy. Today, the country faces shortage of rice by almost 180,068.225 MT.

The minister said that given the limited scope of paddy fields, Bhutan would never achieve rice self-sufficiency.

"But we are trying to increase production by improving rice variety, developing

ble cropping of rice, which are in practice in the west and south," I hope with this mechanism we can at least reduce rice import."

Rice import

According to trade statistics, the country in 2015 imported 83,646.083 MT rice and spent Nu 1.6 B. In 2016, the country imported rice worth Nu 1.9 B.

The report shows a sharp rise in rice import in the last five years. In 2010, rice import stood at 52,008.038 MT, which increased to 54,042.481 MT in 2011. Expenses also increased from Nu 847.059 million (M) in 2010 to Nu 851.923 M in 2011.

Rice import figure stood at 72,290.806 MT in 2012, which increased to 72,585.987 MT in

record of fallow land

Dzongkhag	(Acres)
Bumthang	Nil
Chukha	214
Dagana	527
Gasa	2
Haa	39
Lhuentse	343
Mongar	313
Paro	41
Pemagatshel	194
Punakha	335
S/jongkhar	104
Samtse	829
Sarpang	686
Thimphu	43
Trashigang	493
T/yangtse	343
Trongsa	489

循環型有機農業による地域創成事業 in ブータン

2017年10月～2018年10月 2年次活動報告

1、2017年の実践活動で見えてきた新たな課題

(1) 2017年の「除草剤を使わない無農薬・有機栽培」は8割程度の成功率でした。

2020年までに有機農業100%を目指すというブータン王国の目標に向かって、挑戦が始まったNPO法人民間稲作研究所とブータン王国農業省によるJICA草の根支援プロジェクトは、除草剤を使っても消えることのなかった「ヒルムシロ」の防除が最初のターゲットであった。日本では姿を消してしまい、有機水田でごく希にしか見られない雑草であったために、その防除技術の確立は未知のテーマであり、確信の持てるものではありませんでした。

取り敢えず、2交代掻き、深水管理による防除試験を採用したところ、バジヨ種子センターでは想像を超える雑草の繁茂になり、2回目の代掻きを早めに行い有機酸を発生させてヒルムシロの球根を死滅させる作戦を採ったところ、狙いは的中し、代掻きされなかった周辺部以外は全く発生を見なくなった。代わって発生が旺盛であったのがホタルイであり、私たちには、その耕種的防除法に関する知見はなかった。

取り敢えず浮き上がってくるホタルイの種子を水と一緒に圃場外に排除したが、時間的な制約があって代掻きで浮き上がった泥と一緒に流さざるを得なかったために、極く少量ではあるがコナギの発生を許してしまった。

(2) 有機農業で1.5倍の収穫量の確保という目標は部分的に達成されたが、さらなる増収に向けたチャレンジがテーマに。

1) 有機稲作は苗八分作と言われるように、どのような苗を育苗したかで、抑草効果に大きな差が生じるとともに、分けつの伸長や1穂粒数に影響し、最終収穫量を大きく左右する。ササニシキを使ったポット苗の育苗は日本から持参した大豆を原料に発酵処理をした元肥の投入区が正常な生育を示した。その成果を踏まえ、今年度は現地調達資材を基本的に育苗試験を行うことにしました。また露地のプール育苗法を実践し、均一な生育の健苗を得るための技術ポイントを作り上げることを目標にした。

2) 昨年はパロ及びティンプーの圃場で、低水温による障害不稔が発生したことから、今年度は水温上昇を徹底するためのビオトープの増設と水温管理、出穂前13日の障害不稔発生危険期の水管理を徹底することを課題に、2月から圃場整備に取り組むよう依頼してきました。また5月訪問時に水温・水位・気温・湿度をリアルタイムで測定する観測機器の提供を受け、高温（バジヨ）・低温（パロ・ティンプー）障害の発生予測を行うこととしました。

3) バジヨ種子センターのササニシキがすすめの集中攻撃を受けたこと。高温のために異常出穂したことをヒントに2期作にチャレンジするというバジヨ種子センターの研究者 Passang Tshering 氏の申し出により、その栽培試験を通して1.5倍の収穫量への挑戦を行うことになった。



スズメの食害で約3割減収したササニシ

(3) 地域循環型有機農業の実現に向けた活動

1) 2017年の循環型有機稲作の成果と意義

IR28とIR64は緑の革命の主力品種で、化学肥料と農薬をセットに普及された。

700kgの高収量(粍)を実現するためには、約11kgの窒素肥料(硫安 52kg)の投入が必要であるとされ、農薬の購入と相まって農家を借金地獄に追いやる要因になった。

”本当に化学肥料がなければ、700kgの粍収量は実現できないのか？”今回のプロジェクトの大きな狙いが大豆を栽培し、その高い窒素固定能力を活かし、外部投入型の化学肥料農業から内部循環型の有機農業に転換することでした。

今回はブータンでの大豆を使った発酵肥料の製造が間に合わなかったために日本から民稲研1号45kgを持参し、試験を行いました、窒素成分で2.1kgを投入したことになります。その結果、700kgを超える粍収量となりました。

2017年各試験圃場の収量構成 (2017,10,8)

試験区	品種名	株数/m ²	平均穂数	穂数/m ²	1穂粒数	総もみ数	登熟歩合	千粒重	玄米収量	粍収量
No.10ササ	ササニシキ	13	19.7	256.1	142	36,276	82.4	19	568	710
パロ	ササニシキ	10	25.7	257.0	124	31,868	76.6	21	513	641
ティンプー	ササニシキ	17	18.5	314.0	97	30,458	78.3	22	525	656
バジヨ	ササニシキ	13.4	17.8	238.5	156.4	37,305	41.5	20	310	388
	IR28	13.6	18.8	255.7	177.4	45,358	79.4	16	576	720
	IR64	14.8	21.2	313.8	121.4	38,090	85.0	16	518	648

注 IR28:白葉枯耐性品種 インデカ米 ※IR64:熱帯地域で広く栽培されている。(新品種作出の親品種としても広く用いられている。)

これは、化学肥料による肥培管理論の常識を覆す結果であり、土壤に普遍的に常在する窒素固定細菌類(その実態は未解明)の活性を促した結果ではないかと想定しています。アジアで大きな話題を呼んでいるSRI農法の多収穫事例の謎を解くカギがここにあると思います。こうして、1年目のブータンでの有機稲作栽培試験は、国際的にも意義のある成果を出すことができました。

2018年 2年目前半の活動報告

1 2年目の課題

窒素固定細菌と共生し、大量の気中窒素を固定し、40%以上のタンパク質を含有する大豆を原料とした肥料を与えることで、同量のタンパク組成を持つ窒素固定細菌が増殖し、大量のアンモニアを生成し、これが栄養源となってイネの多収穫を実現するというメカニズム(仮説)がバジョ種子センターにおけるIR28、IR64の有機栽培で観察されたことから、ブータン国内で大豆を栽培し、大豆油を搾り、その油粕を肥料に使うこと。そして余った大豆で豆腐や味噌などへの加工を行いながらオカラなどの食品残渣も育苗用の肥料として活用する循環型有機農業を実現することが2年目の大きなテーマです。

1)大豆の栽培はティンプーのテンデルタン実験圃場とユシパン有機農業試験場果樹圃場で行われた。テンデルタン圃場の納豆小粒は播種時期が遅かったことと、乾くと固く引き締まってしまう粘土土壌であること。加えて湿害があつてわずかな収穫量であった。ただ、畦を高く立て播種する方式では酸素がよく入り、湿害も避けられ生育が旺盛になることが判明した。これは一歩前進と言える。また果樹園の間作として植えた大豆が良い成績であったことは果樹との共生栽培の可能性を示すものとして期待されるものでした。



左 高畦播種

右 平播き

2)収穫された大豆を搾油し、大豆油は食用として販売し、油粕を元肥として製造するプログラムは、機械化センターに借用し、実施する予定でいたが、「販売しかない」という機械化センターの方針で使用が出来なかった。購入する予算もブータン側にはないとのことで、同じ農林省の組織でありながら協力が得られない体制に大いに疑問が残った。



3)2017年10月訪問時の全体打合せ会議において、この問題を提案したところ、機械化センターの職員の方が自宅で豆腐の製造を始めたので、オカラがあるとの話があった。早速尋ねたところ育苗用のオカラの提供を受け、大豆油粕の代わりに床土の肥料に使うこととした。



2 ブータン関係者を中心に始まった 2018 年の循環型有機農業

(1) 2月4日～9日 第1回訪問と関係者全員による栽培講習会

1年目は成果を出すために日本側が中心になり、ブータン王国の栽培責任者だけが主に加わった活動であったが、2年目になる2018年からは作業員を含めたブータン関係者全員が参加する栽培講習会を行って技術の定着を図ることとなった。特に選種や代掻きなど作業員が中心で実施する作業に重要な技術のポイントがあることから、作業員の参加は不可欠であることを強調し参加を促してきた。

今年度から2期作の栽培試験が行われることになったために、第1回目の訪問は2月4日～9日までの訪問活動となった。

(2) パロ有機農家での講習会とマット育苗試験

1) パロの有機農家のキンレイ氏は今年度から農林11号からササニシキと赤米に転換するという決断を行い、田植機を用いた4.5葉の成苗移植に挑戦することとなった。馬鹿苗防除のために1.15の比重選を行い、浸種・催芽を行って、播種作業に入った。

2) 置き床は水口に最も近い約40㎡の棚田に横6列、縦17列 合計102枚の育苗箱を並べて育苗することとした。

被覆資材の関係で、今回は53枚の育苗箱にササニシキを播種。床土は①JAS有機培土28枚 ②ブータン育苗培土25枚播種し、被覆資材の関係で、残りは出芽後に実施することにした。



入水による灌水方式、水を抜いて出芽させる



40g精密播種機を使って薄まき播種

以上 簡易代掻きによる置き床作成、40g播種による成苗の露地育苗方式が成功すれば、育苗コストは大幅に軽減され、健苗が確保され、抑草技術の安定と多収穫の基本が整うこととなります。育苗圃場は7℃以下の低水温が入らないよう十分な温水帯を設けて入水するよう注意を促してきたが、5月31日の訪問時に移植した苗は低温の影響を受け、一部で生育が不十分であっ

た。4月中旬以降の播種育苗が安全であり、水温の昇温対策が課題であること。地元調達の有機培土は若干の根腐れが見られたことから、発酵期間の延長が必要であることが判明した。

3) イセキ田植機を用いた作業では健康な苗への損傷が見られ、ポット苗への転換が今後の課題であろう。



4) 本田における冷水被害対策

湧出する地下水を使っているパロの農家では水田に引き入れる水の水温は8.7℃であった。そのため、温水池を作らない限り、生育障害が発生することが常態化していた。2017年度は実験圃場の用水路だけに温水池を設置し、実験を行ったが、今年度は全圃場を対象にした温水池を設置し、地下水を温めてから入水するよう水路の整備を行うこととした。



また、本田での冷水被害を解消するために、温水池を設置した。次回訪問時までには雑草の発生程度を含めた本田の生育に関する報告を受け、対応することとした。

5) 大豆跡のカナダ小麦の無肥料栽培

大豆—小麦—イネの輪作によって循環型の有機農業を実現しようという試みはパロの有機農家によって実践され、その有



効性が確認された。写真はパン用カナダ小麦（ティンプーの圃場では牛に食べられ失敗）

(3) ティンプー、ユシパン有機農業試験場における育苗用床土製造試験

2017年度から開始した育苗用床土の製造試験は未熟な発酵鶏糞を使ったために根腐れを引き起こし、失敗に終わった。また発芽してから畑苗代での育苗であったために不均一な生育となり、全体として不十分な育苗であった。

今年度は、十分に発酵が進み、臭いの無くなった完熟発酵乾燥鶏糞と地元で調達したオカラを原料に、山土を混合して床土を作ることになりました。

5月訪問時にテンデルタン圃場の育苗成果をみた限りでは、発芽初期段階に苗床に水を張ったままであったため、発芽しない部分があっが、その後は周到的な管理で生育に問題はなかった。日本から持参したJAS有機元肥では窒素成分が多いことで緑の濃い生育となったが、オカラと発酵鶏糞を用いた地元産育苗培土はりん酸成分が効いた黄緑色の苗となった。

2018年度の目標とした地元資材による育苗培土の製造の技術的見通しが出来たことから、今後はそのスケールアップのための対策が求められる。



(4) バジヨ種子センターにおける2期作用育苗試験

2017年に試験栽培したササニシキが3品種中最も早く出穂し、スズメの集中食害を受けたことから、2期作適正品種で

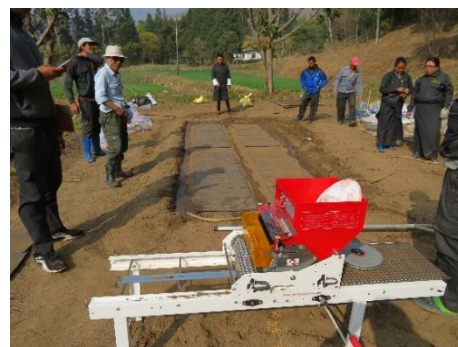
はないかと考え、ササニシキと既に2期作用早生品種として普及している農林11号を使って、2月8日に2期作用の育苗試験が行われた。

床土は民稲研の育苗用有機元肥と地元調達の完熟発酵肥料の2区分とした。手動播種機で土詰め、播種作業を行い、覆土にも肥料入りの土を使用した。

置き床には各肥料を混合した有機培土を約3cm敷きならべ、その上にポットを並べ、水を流し込み、その後完全に水抜きをしてからシルバーラブを被覆し出芽を行った。

現地での育苗培土製造技術を確認するために、ブータンで入手可能な完熟発酵鶏糞(臭い無し、砂状鶏糞)を窒素成分2%ととして山土に混合し育苗試験を行った。予備を兼ねた対象区として持参したJAS有機培土を設置し、育苗試験を行った。

結果は、農林11号が95%の発芽率であったが、ササニシキは発芽不良が大量に発生した。原因は40kgの種子をジューツ袋に入れ、浸種・催芽を行った



ことで発芽熱による障害を受けた種子が播種されたと考えられる。

発酵鶏糞区はりん酸成分が多く、黄緑色に育った。苗質としては問題ないが、苗床が木陰になり、日射量が不足し、生育が十分でない箇所があったことであり、設置場所の選定に留意する必要がある。本田には昨年と同じく民稲研1号を2袋(30kg 窒素成分で1.5kg)散布し、1回目の代掻きを行った。

1回目の代掻きに際し、ホタルイの種子を除去するよう努力した結果、大幅に減少したが、田植直後に「田擦り除草機」を使用したことによってコナギ種子が表面に移動し発生が極端に多くなり、生育に影響するレベルとなった。

担当者に抑草技術の基本が十分に伝わっていない実態が明確になり、講習会の徹底が必要であること。田植直後の抑草資材の投入が必要であることが判明した。



(5) チミパンのロイヤルプロジェクト農場での循環型有機農場造成事業

チミパンにあるロイヤルプロジェクト農場をブータン王国における有機農業のモデル農場にすることが関係者の間で合意され、圃場整備が推進されてきた。山からの冷たい水を温め、管理に十分な水量を確保するために約1000㎡の池を2つ設置し、有機稲作に必要な不可欠な安定した水利条件を確保することとなった。

平均100㎡程度の棚田を1000㎡に拡張し、18区画の圃場が整備され機械化稲作の可能な面積に整備された。ところが、大量の石があり、表面の石は人力で拾えるものの、中に入った石は取り除くのが困難であった。直径30cmの石を3cmまで砕く能力のあるストーンクラッシャーによる作土層の造成を提案した。

その後関係者のご努力で大半の石が取り除かれ、大豆の播種は可能になったので、今年度は緑豆と大豆の播種によって土づくりを行い、1月～3月にかけてストーンクラッシャーによる作土造成作業を実施できるよう資金募集を開始する予定です。

3月以降には第1回の代掻きを行い、全体を3区画に分け、イネー麦ー大豆の輪作を行って、循環型有機栽培のモデル農場を完成させる予定である。



直径30cmの石を3cmに粉碎する



第4次ブータン王国有機農業支援活動

5月下旬の田植え時訪問以来3度目の訪問は、6月下旬に元農水大臣の山田正彦弁護士、枝元なほみ氏を含む7名のメンバーで実施しました。最初に訪れたパロの有機農家の水田はほとんど雑草がなく、抑草技術が大成功していることにほっとしました。有機農家キンレイさんの的確な判断の賜物と言えます。草取りに入った1年目と違って、草がほとんどなかったために7月の中干し前に草取りを行うこととし、ビオトープに発生しているホタルイを全部抜き取り種子の流入と水温を温める作業を行いました。



訪問2日目のティンプー王宮殿裏の圃場もほとんど草がなく、抑草に成功していました。支援開始から2年目でこれほどの成果を挙げられたことは驚嘆に値します。

3回代掻き、米ぬか散布、深水管理の組み合わせ抑草技術がブータンでも適用できることが確定し、プロジェクトの目的の8割が達成できました。



残るは循環型の有機農場の建設です。ブータン側関係者の総意でチミパンのロイヤルプロジェクトがモデル農場として整備されることとなりました。

ところが、小さな棚田を 1000 m²の区画に整備したために大小の石が出てきてしまいました。それを取り除くのに重機と多くの方々の手作業が必要となりました。現地の皆さんがその作業に当たり、大豆を植え付けるまでに整備されました。

6月29日にチミパンのロイヤルプロジェクト農場を訪問した際には、地元の大豆が播種され、発酵肥料を投入したとのことで旺盛な生育でした。当日は石拾いと大豆の播種作業を行いました。総勢 25 名(日本 7 名)でエンレイと地元の大豆(納豆小粒?)を播種。無肥料でのスタートとしました。



2018 年度の成果と課題

1 パロ有機農家とテンプー王宮殿裏の実験圃場の成果

ブータン担当者が主体となって実施した 2018 年度の栽培試験は大きな成果とともに、課題も出てきました。10 月 22 日からバツコク経由で訪問し、パロ有機農家、ティンブー王宮殿裏の実験圃場と尋ねイネの収量調査の場所を確認した結果、予想以上の収穫量を達成していました。



パロ有機農家の圃場



ティンブー王宮殿裏の圃場

両者とも抑草に成功し、田植え後 30 日後の中干し前に 1 回と出穂後に 1 回手取り除草をただけで今まで人を雇っていた除草経費が無くなり経営的にも改善がみられるという大きな成果がありました。またティンブーの農場のササニシキは登熟歩合が90%以上を超え、籾収量が702.9g(玄米重換算 560 kg)という驚異的な収量でした。

また両者とも昨年見られた冷水障害と障害不稔が完全に解消され、圃場全体が均一な生育となり増収したことも大きな成果です。パロの有機農家では日陰の部分を少なくするために南側の藪をなくし、ビオトープを改修する工事を行っていました。日射量・気温とも日本を超える好条件を持つことから

Crop cut result of Paro (12/10/2018)

sl. No	Varie ty	No of harvest hills	No of Panicle	Grain wt(gram)	Paddy Weight	No of Grains /panicle	weight in 1000grain (Gram)	Yield(Gram)	Panicle length(cm)
1	Sasani shiki	19	254	483.2	245	101	28.8	536.5	16.2

crop cut result of Tendrilthang (11/10/2018)

sl.	Varie ty	No of harvest hills	No of Panicle	Grain wt(gram)	Paddy Weight	No of Grains /Panicle	weight in 1000grain (Gram)	Yield(Gram)	Panicle length(cm)
1	Sasani shiki	21	334	673.8	505.2	117.4	29.12	702.9	17.18
2	Khang ma Maap	21	271	555.8	770.4	87.5	31.75	587.6	17.1

日本の収穫量を超える成果となりました。

パロの圃場では収穫 1 か月前に水を切ってしまったことで千粒重が下がってしまったことが残念でした。田んぼの土が過乾燥になったことでトロト層が良く観察され、約3cmになっていました。これが雑草の発生を抑える仕組みの一つです。



2 チミパンのロイヤルプロジェクトの成果と課題

循環型有機農業のモデル農場として整備が始まったチミパンの王立農場では6月に播種した大豆が、手作業による行き届いた雑草管理によってすくすくと伸び、460 kg/1Acre (40a) の収穫を得たとのことです。写真の左4列がエンレイ、右4列が地元の大豆（納豆小粒に似た品種）です。日本のように大柄にはならず、ツルボケのない生育で、病害虫の発生もなく品質的にも優れた大豆に育ちました。



Royal Project at Chimipang; Growth of Soy beans

Soy beans of local variety showed wonderful growth!



高品質のエンレイ

納豆小粒に似た地大豆

病害虫発生
の形跡が
全く見ら
れない
地大豆



ストーンクラッシャーによる実演の映像を見た後、導入に関する打合せが行われ、ブータン側で100～110馬力のトラクターの購入の可能性を早急に検討すること。実演機よりも一ランク上の作土層が30cm形成できる機種を導入することで意見が一致したが、帰国して大型ストーンクラッシャーをみると想定以上に大きくブータンの圃場にはふさわしくないことが判明し、実演機に戻すことにしました。



小型ストーンクラッシャー導入の理由は以下の通りです。

- ① 66haの広大な敷地があり、今回整備した面積は約2haである。循環型の有機農場として機能すれば、今後東側の未開墾の部分も整備する予定になり、石の除去は現在以上に多くなること。
- ② 予算と職員に限りがあり、1粒播種機、田植機、トラクター、ハロー、大豆・麦用播種機、中耕機、草刈機などを導入し、管理労働の軽減を図る必要があること。特に大豆畑の中耕は石があっては不可能であることから、その粉砕が必要である。
- ③ 循環型有機農業に不可欠な大豆・なたねの搾油機の導入も早急に行い2019年に循環型のモデル農場の基礎が出来上がる状態にして引き渡すこと。

以上のような合意のなかで、日本側では2019年2月までにストーンクラッシャーと搾油機の調達を行うこと。ブータン側は70馬力の微速付きトラクターを導入することとしました。

なお、バジヨ種子センターの2期作は抑草・肥培管理で問題があり、2019年は暖地向きの品種で除草剤を使わないイネづくりを実践することとした。

ブータン王国有機農業支援プロジェクト

2019年 3年目の活動報告

1 見えてきた有機農産物の加工による地域創成事業の可能性

1月26日～2月3日ブータンで行った有機米と有機大豆をつかった有機味噌づくり

NPO 法人民間稲作研究所が取り組んでいる「ブータン王国における循環型有機農業による地域創成事業」は空の玄関口といわれるパロ空港を見下ろす「天空の棚田」。首都ティンプーの王宮殿裏のテンデルタン農場、そしてプナカ県チミパンの王立農場とバジョ種子センターを舞台に取り組み始めてきました。3年目の最終年を迎え、生産された有機米（ササニシキ）・有機小麦（カナダ小麦）・有機大豆（エンレイ）をどう消費者に届け、地域経済を活性化させるかが最終テーマです。除草剤を使わずに、田んぼに入らず草を取る技術の移転と収穫量を1.5倍にする技術はほぼ達成されました。最終の地域創成という課題は有機農産物を加工し、販売し消費者に提供するためには地元の方々の新たな参加が必須です。思い悩んでいる時に、意外にも私たちの宿舎や航空券、車の手配をして頂いている旅行会社「シデブータン」の経営者である青木さんが有機農産物で地域創成を考えておられる方でした。ブータンの未来を考え、若者への教育を通して有機農業に携わる人々を増やし、地元産の有機農産物を地元で加工し、一般市民やレストラン、ホテル、学校などへ提供し有機農業100%の国を築きたいと願っている日本人でした。

青木さんの紹介でティンプーの市場近くに出店している「颯ラーメン」の味噌・醤油ラーメン・餃子を頂きました。標高2300mのティンプーでは沸点が95℃とのこと。そのためにお米の芯が残り、麺もべとつきやすくなるという予想外のことを乗り越え、日本製の製麺機を整備し、一切の添加物を使わず自家製面で提供する、実に安全と地元産に拘ったラーメン店でした。こんなラーメン店が日本にあったらなーとの思いでオーナーのツェリンさんと桜井清香さんにお聞きしたところ、奥さんの桜井さんのご実家はなんと茨城県桜川市の著名な有機農家とのこと。ご主人は香川県の大和製麺所で修行して、開店した努力の人でした。地元食材をと願いながら実現していないのがもっとも大事な小麦粉と味噌とのこと。早速パロの有機農家が栽培した「カナダ小麦」を見せたところ、精麦機がないために精白粉が出来ず、インドからの輸入品に頼らざるを得ないとのこと。もし精麦機が手に入るなら、新しい事業として現地従業員に製粉所の開業を勧めたいとの希望でした。もし実現すればブータン最初の有機農家とコラボする製粉所として有機小麦を製品化する施設となることは確実です。



味噌もちミパンの大豆を使って有機の味噌づくりができればまさに地元産の味噌ラーメンが実現することになります。



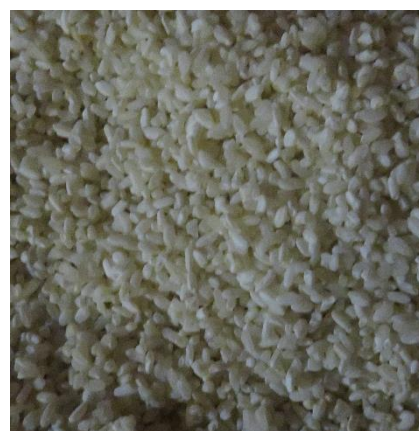
麴づくり参加された有機農業課のみなさ



素敵な笑顔のご家族と一緒に

早速実行しようと、パロの有機農家からササニシキを購入し、ユシパンの有機農業試験場で麴づくりからスタートしました。

車で移動しながらの麴づくりが果たしてうまくゆくのか不安を抱えながら、チミパンの王立農場で作った有機大豆(エンレイ)で味噌づくりが始まりました。標高2300では圧力釜でないと大豆が煮えないとのこと、標高1800のチミパンで上手く煮えるか、現地の方の4時間に亘る煮炊きで、無事柔らかな煮大豆が出来上がりました。



米袋に入れた米麴も予定よりも早く出来上がり、ティンブーから駆け付けた颯ラーメン店の従業員全員の参加で味噌づくり最後の作業が無事終了し、家に持ち帰って熟成させることになりました。

初めての味噌づくりに興味津々の現地従業員とチミパン農場のみなさん。

10月のプロジェクト最終日には味噌ラーメンとご飯、パンの試食会を行う予定です。



2 NPO 法人民間稲作研究所定期総会公開シンポでの発表会

2月16、17日の2日間にわたって恒例のNPO法人民間稲作研究所の公開シンポが開催されました。第1部はブータン王国での循環型有機農業の技術支援事業について、元アジア学院校長、元国際基督教大学教授の田坂興亜先生から事業開始の発端からのご報告があり、ブータン王国の農林大臣からの要請で始まり、ジャイカ筑波の委託事業として実施されていること。除草剤を使わない雑草防除技術と収穫量1.5倍の目標がほぼ達成されていること。収穫された米・麦・大豆などの有機農産物で味噌ラーメン製造の取り組みまで進んでいることが報告されました。

続いて稲葉より専門的な視点から、除草剤を使わずに雑草が防除出来た理由や1.5倍の収穫量を達成できた技術的背景について詳しい説明があり、チミパンの王立農場が循環型の有機農場の中核施設として整備され、ブータン王国全土に循環型有機農業が広まる可能性が生まれてきたことが報告されました。今回のプロジェクトを支えて下さったジャイカ筑波の担当者実方氏より草の根市民活動の紹介があり、会員のみなさまの国際協力に関する事業への関心を深めることが出来ました。

報告会のあとジャイカ筑波との相談会があり、パートナーシップ型支援活動への応募に関する説明を受けました。2020年から新たなプロジェクトが開始される予定です。



3 本格的に始まった循環型有機農業モデル農場の整備事業

①懸案であったチミパン農場の整備事業が3月26日～4月7日の訪問で本格的に開始されました。予定より大幅に遅れたクラウドファンディング寄贈品の ストーンクラッシャーと65馬力トラクターですが大きな威力を発揮し、現地の皆さんに大変喜ばれ、循環型有機農業のモデル農場開設と予算の裏付けをもった本格的な推進計画がスタートしました。

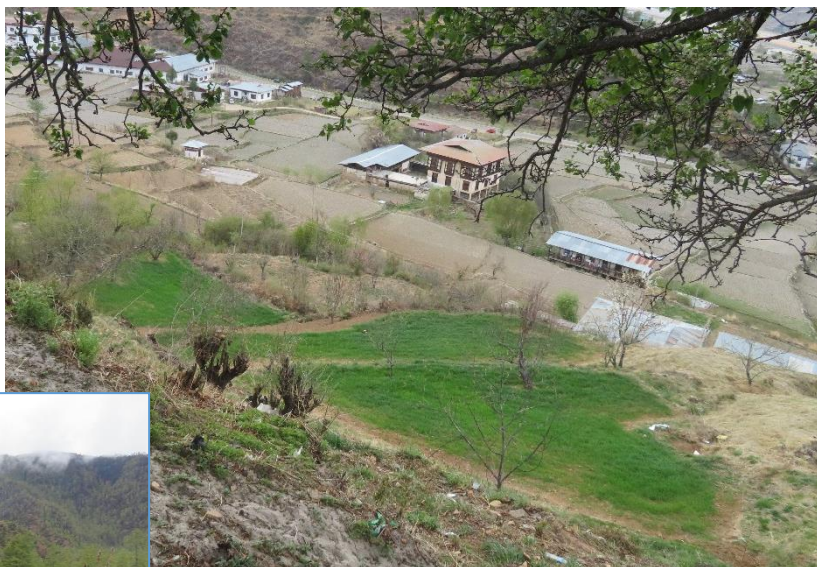
ブータン王国の有機農業100%という目標は「言うは易し、行うは難し」の典型でした。増え続ける除草剤の使用を食い止めるためにどうすればよいのか、このことを真剣に考える関係者は少なかったように思います。除草剤を使っても増え続けるヒルムシロ対策が当面の課題であり、それも薬剤対応しか考えられていませんでした。3か所で始まった除草剤を使わない雑草対策は日本からのボランティアの皆さんのご協力で、3回代掻き深水管理という方法でヒルムシロがゼロになりました。残ったホタルイも種子が水に浮くという特性を活用し除去すればゼロになることも実証されました。栽培試験に参加したパロの有機農家は近隣の方々に依頼していた除草経費が節約され経済的にも大きな前進を実感したようです。

お米の収穫量も1.5倍になり、大豆・小麦の栽培に1エーカー(40a)の畑を確保して着々と有機

圃場を拡大し、約 1.5 倍の面積
てしまいました。

田植機も新調し、小麦の販売
ティンブーにある「颯ラーメン
と契約済みとなり、有機農家と
確実な歩みを始めました。

同じパロで日本人を対象とし
イドを専業としているドルジ氏



にし
先も
店」
して
たガ
も今
年か
ら実
家の
農業

を有機に転換するとのことです。パロの観光寺院の
ふもとにある実家を案内して頂き、地域の農家の中
核として小麦粉の製粉所も作ってみたいとの希望で
した。

パロの有機農家が栽培に成功したことでうわさが
広まり、収穫した有機米は直ぐにうれてしまうとのことで、成功事例が生まれ転換のスピードは想
像以上に速まりつつあります。

クラウドファンディングなどを通してご支援頂いたストーンクラッシャーとトラクターが 4 月 2
日、やっと稼働を開始しました。満面の笑みで迎えて下さったチミパン王立農場のみなさんに A M
C (西岡京治氏の創設した農業機械化センター) の職員も加わって、トラクターにストーンクラッ
シャーを取り付け、颯爽と新規開田圃場に向かいました。



前回の訪問時には設置されていなかった池の水の取水口は写真のように木枠を使った取水口が
取り付けられ、常時表面の温かい水が取水されるように工夫されていました。職員の自然への配慮
を発揮した取水口の設計に感動しました。乾季にもかかわらず、水も十分に蓄えられ、何時でも使
える状態になっていました。しかし、この水量で 180 a のすべての水田が充足できるかどうか、代
掻きを終了し、実際に水を湛えた場合の減水深を測定し、除草剤を使わない抑草技術を成功させる

ための灌漑期間と水深、そして灌漑面積などを確定して積算しなければ必要水量は確定できません。次回訪問時には水利の専門家に設計を依頼し、水不足に悩むブータン全土の環境への配慮と有機農業の推進に役立つ灌漑施設設計の提案を行いたいと思います。

大川からの水路設置による灌漑と山の谷筋に流れる少量の水を水源とするため池方式が考えられますが、生物多様性の向上という視点とブータンの地形を利用した効果的な灌漑方式を考えた場合、ため池方式がより優れているのではなと考えられます。

1年目にバックホーを使い1日で設置したたは正確な測定をした場合、何エーカーの面積をことが出来るのか確定したいと思います。ため池設置によってよみがえる生き物たちの調行い、生物多様性への貢献度も見極めていきた考えています。

①は2017年4月にティンプーに1日で設置ため池であり、2年目にして猩々トンボの産卵った。②は同時期にチミパンの王立農場に畑灌として設置されたため池である。

③は有機水田用として2018年に設置された2のため池。2段階としたことで水温の上昇効果



復活した田んぼの生き物たち
6月にはオタマジャクシ・10月には猩々トンボの産卵が見られました

①



②



③

いか
め池
潤す
た、た
査も
いと
した
があ
漑用

段階
がど
の程
度向
上し
たか
を測
定し

たうえで生き物の復活も調査したいと考えています。

今回訪問のもっとも中心的なテーマであったチミパン農場の循環型有機農場の圃場整備は、多くの皆さんの資金援助で購入したストーンクラッシャーとトラクターを使って石の多い圃場の表土を作って有機水田として整備することでした。

チミパン農場の全職員の他に予想外のAMC（西岡京治氏創設の農業機械化センター）の中堅職員2名が満面の笑顔で出迎えて下さり、資金援助に感謝していることを表明して下さいました。前回訪問時に打ち合わせたとおり、圃場はソーを入れて石を掻きだしてあり、万全の状態で作業が始まりました。

ブータン初の65馬力のトラクターの威力はさすがで、10aの圃場を2時間で終わってしまいました。AMC職員も感嘆のまなざしでその粉碎効果を確認していました。



細かな粒子に粉碎されることを確認し、先に導入したもののブータン特有の田んぼの硬い土塊のために石と一緒に土塊を回収してしまい、使い物にならなかったストーンピッカーを持ち出してその効果を確かめることになりました。

作業は順調に進み、粉碎し残した石もきれいに回収する



ることが出来ていました。

石があまりにも多く、爪を損傷して使用でき

なかった田植機も使用可能になると喜んでいました。ただしこのマット苗用の田植機では、抑草と多収を同時に実現する稲作は難しいのでポット苗用の田植機の導入を進めたいと考えています。そのためは機械化の中心を担っている



AMCを説得しなければならず、今回の出会いによって信頼関係が生まれ、共同研究を行うことによって納得して頂けるものと思いました。

② 循環型有機農業の中心施設である搾油所の建設

今回の訪問のもう一つの目的であった搾油所の建設は、肝心の搾油機が到着していないことから次回に回すことにしました。かえってそれが幸いし、搾油所の整備に関して細かな打合せが出来ました。

①床はコンクリートを流し、表面を防水塗料で被覆すること。②壁は内外ともブータン特産の漆喰で塗ることを確認してきました。搾油所は単なる搾油だけではなく、大豆油粕、ナタネ油粕などの肥料製造所でもあり、特に大豆油粕はタンパク組成が細菌類とほぼ同じであることから、土壌中の窒素固定細菌類を活性化する働きがあると想定され、窒素カリ肥料として、化学肥料をはるかに凌ぐ効果のあることが確認されています。

5月には本格稼働の予定でしたが、ブータンの3相電源が400vと言うことでインバーターを導入しないと使用できないことが判明しました。7月訪問時に専門家の國母氏と再訪し、配線工事を行ってきたいと考えております。





4 本格化したブータン王国の有機農業100% 5か年計画

今回の訪問ではっきりしたのは、有機農業で100%自給するという壮大な、人類初の試みが本格的に始動することになったことです。政権交代直後ということで心配していましたが、前回の訪問時に、計画立案の責任者であるチェトリ氏にお伺いしたところ、政権交代は関係ないという当事者からの意思表示に安心はしておりましたが、これほど大きな前進が図られるとは思っても見ませんでした。農林予算は過去5年間約5億ヌルタムで、新規事業の多くは支援頼みといった傾向が強かったように見られました。チェトリ氏の奮闘で1.6倍に増額され、2019年7月にはブータン王国唯一の大学である王立ブータン大学の自然資源学部に有機農業学科が開講されるという大きな進展があり、その記念式典に招かれ、講演を依頼されました。今後も循環型有機農業のアドバイスをお願いしたいという依頼を受けたことから、草の根パートナーシップ型への応募をする予定であることを約束してきました。

2019年7月29日 CNRに有機農業学科が開講

1 CNR（王立ブータン大学自然資源学部）有機農業学科開講式

2017年10月から始まったブータン王国での循環型有機農業の普及による地域創成事業が確かな成果を残し、3年間の事業を終了します。ため池づくりから始まったプロジェクトの第1のミッション①除草剤ブタクロールを使用しないで抑草することは、除草剤を使っても防除出来なかったヒルムシロやホタルィを含め、すべての雑草を2~3回代掻きと深水管理、種子の回収除去によって発生を抑えることが可能であることを実証してきました。第2のミッションであったイネの収穫量を1.5倍にするというテーマも大豆を原料とした有機肥料と成苗の1本植えによってブータンの平均収量360kgを超え、500~700kgを達成することができました。

第3のミッションである自給率向上と地域創成事業もイネー麦一大豆の循環型有機農業によって、大豆の優れた窒素固定能力を活かし、麦の無肥料栽培、大豆によるたんぱく源の確保、油脂作物の栽培等によって自給率100%を達成する可能性を示してきました。また小麦・大豆を加工する新たな起業のチャンスも若者に提案することも出来ました。その手始めに米と大豆で味噌をつくり、カナダ小麦で味噌ラーメンを試作し、記念の試食会を実施して事業を終了する予定でした。しかし、カナダ小麦でラーメンを作るためには精麦機で表皮を削り、製粉機で粒子の細かい小麦粉を造らなければなりません。残念ながら、まだラーメンの出来る小麦粉を造る目途が立っていません。事前の加工品としてパンを作ることで、記念の食事会

にすることも検討中です。

7月29日には王立大学に有機農業学科が創設され、開講式に招かれプロジェクトの成果を発表してきました。真剣なまなざしで聞き入って下さった学生の皆さんに今後を託したいと思います。

循環型有機農業の中心機器である搾油機は、到着が遅れただけでなく、ブータンの動力用3相電源が400Vであることを知らずに、直結し壊してしまったために、稼働試験が大幅に遅れ、7月28日に國母克行氏のお骨折りで、200V単相電源を3相電源に変換するインバーターを取り付けることで、最も安価な活用法を採用することが出来ました。7月30日になって、搾油機の本格的な稼働が行われ、循環型の有機農業のモデル農場が完成しました。油が出た瞬間、チミパン農場の全員から一斉に上がった歓声が今でも耳に残ります。こうして地元の大豆の搾油ができましたが、水分が高くスムーズな搾油ができず、最終の訪問日である10月までに水分計を整備し、搾油する大豆の乾燥度を10%以下にして、本格的な搾油作業を行い、大豆油の生産と脱脂大豆による有機肥料の安定生産の目途を付けてお別れしたいと考えています。

65馬力トラクター、ストーンクラッシャー、搾油機の試運転がこうして無事終了し、本格的な活用に向け、関係者が一丸となって取り組み始めることになりました。有機農業で100%自給という目標達成に向けて決意を新たにしている関係者の皆さんに今後の活動を託し、3年間の事業がひとまず終了したことをご報告いたします。

最後になりましたが、多くのご支援を頂いたボランティア参加の皆さん、クラウドファンディングで資金援助を行って下さったみなさまにここまでこられたことを心から感謝しながら9月30日～10月7日に報告会と企画書の提出及びチミパンの王立農場にて機器贈呈式を行うこととなりました。



Home / News / CNR starts BSc in organic agriculture



CNR starts BSc in organic agriculture

July 30, 2019 News Leave a comment
1,856 Views



2019 年最終報告書の説明会と寄贈品贈呈式

3 年間に亘ったプロジェクトは 10 月 18 日をもって終了となりました。ブータン側の都合で 10 月 2 日にプロジェクトの最終報告会と寄贈品贈呈式が行われました。

バジヨの種子センターで行われた最終報告会では稲葉よりプロジェクト全体の成果にかんする報告と政策提言を行った後に、プロジェクトに参加されたブータン側からの報告があり、農林省審議官（有機農業担当）による評価と今後の取り組みについて、発言があった。特にこのプロジェクトは「予算規模の小さなプロジェクトであったがブータン王国における有機農業の今後の展開に大きな役割を果たした」という評価とともに、有機農業推進のスターラインを築いたにすぎず、さらに安定した技術に練り上げ、地域への普及はこれから取り組んで行きたいとの結語であった。実目的を得たまとめの結語でした。

実は最後の収量調査を行ったところ、暫定的な結果ですが、新たな課題と大きな飛躍へのヒントが見い出される内容となりました。

3年目(2019年)はブータンも異常気象に見舞われ、収穫量を減らす試験区もあったが、1000g/m²以上の籾収量実現の可能性も出てきた。2019年ブータン王国無農薬・有機栽培収量調査概算値（2019年10月1～3日）

試験区	品種名	株数	穂数	1穂粒数	総もみ数	登熟歩合	籾千粒重	籾収量
パロ有機農家	ササニシキ	23.6	594.7	89.7	53,344	82.1	(24)	1,051
ティンパー	ササニシキ	29.4	367.5	95.5	35096	(70)	(25)	614
チミパン	ヒノヒカリ	13.5	260	89.3	23,267	(90)	(26)	544

①パロのササニシキは田植機の株間調整が出来ず密植となったが、1穂粒数の減少が少なく総もみ数は5万粒と大幅に増加した。総もみ数と登熟歩合には反比例の関係があるが、南側の木を切って日当たりを良くしたことや昼夜の温度格差が10℃以上と大きいことで登熟歩合は80%台を確保した。籾収量は1,000g/m²を超える見込みである。

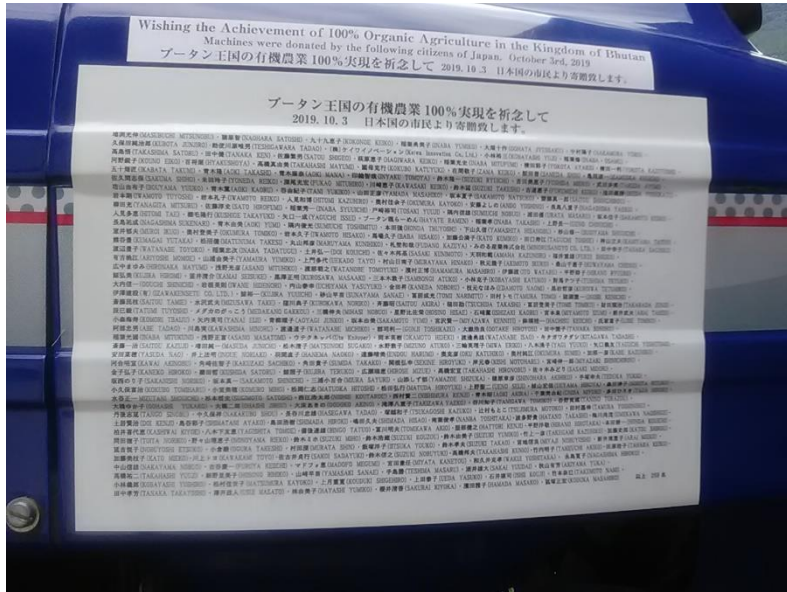
②ティンパーは周辺農家の雇用による手植え移植であったことからランダム移植となり、植付密度の高い栽培となったが、1本植えのため、1穂粒数の減少は少なかった。しかし出穂前13日前後の低温寡少によって受精障害が発生し、不受精籾が多く、登熟歩合が例年になく悪化した。籾数が少なくなった分、千粒重が高くなり、籾収量で600g台/m²は確保される見込みである。

③バジヨの代わりに新規造成されたチミパンのロイヤルプロジェクトは、高温条件に適したヒノヒカリを栽培した。新規開田のため石の除去に手間取り、移植時期が大幅に遅れた。また前作が大豆であったことから倒伏を恐れ、無肥料栽培とした。そのため、初期生育が貧弱となり、茎数が少なくなった。また1穂粒数も少なくなり、総もみ数が30000粒以下となった。総もみ数がすくなくなったことで登熟歩合、千粒重とも高く、かろうじて500g/m²台を確保することが出来ると考えられる。

注（ ）は推計値、他は実測値である。

この事実をブータン側のプロジェクト参加者と共有し技術の改善と安定性を確保するためにも、ジャイカ筑波の草の根パートナーシップ型支援事業への応募の必要性を痛感した次第です。

機器贈呈式では、資金提供を頂いた皆様の銘板をトラクター、ストーンクラッシャー、搾油機に取り付けました。



←搾油機を前に審議官と記念写真
ストーンクラッシャ
ーへの銘板取付



今回のプロジェクトを中心的に担って下さったブータン側の若い責任者のみなさんがビオトープの土手に記念植樹を行うことを提案され、菩提樹を植えてきました。

近くのプナカ城の中庭にある樹齢400年のみごとな菩提樹に匹敵する記念樹になるよう祈念しております。巻末に最終報告書を収録しておきますのでご覧下さい。

2019年10月3日
稲葉光國・田坂興亜

ブータン王国における
循環型有機農業の推進による地域創成事業実施報告書
委託機関 JICA 筑波草の根支援プロジェクト
実施団体 NPO 法人民間稲作研究所・アジア学院

目 次

- 1 プロジェクトの3つの課題
 - 1)3つの課題と生物多様性向上及び地球温暖化防止機能
 - 2)3つの課題とSDGS
- 2 除草剤を使わない雑草防除技術の確立
 - 1)ブータンの水田雑草の種類と除草剤による防除の問題点
 - 2)ヒエの防除—発芽を抑制する深水管理と水利条件の整備—
 - 3)コナギの防除法
 - 4)ヒルムシロ、オモダカなどの宿根性雑草の防除法
 - 5)ホタルイの防除法
 - 6)ヒエ・ホタルイ・コナギ・ヒルムシロ・オモダカなどの総合的な抑草技術体系
 - 7)イネ—麦—大豆の輪作による抑草技術
- 3 収穫量 1.5 倍の多収技術の確立
 - 1)ブータン王国における栽培技術の問題点—その低収性の要因
 - 2)恵まれた気象条件を活かすための水利条件の整備と新品種導入
 - 3)栽培試験の方法
 - 4)栽培試験の成果
 - 5)大豆由来の有機質肥料の肥効の特徴
 - 6)不足する窒素肥料の調達と大豆の活用技術
- 4 循環型有機農業の内容とその可能性
 - 1)水田における大豆—小麦又はなたね—イネの有機輪作の意義と可能性
 - 2)水田におけるイネ—小麦又はなたねの有機輪作
 - 3)畑地における大豆—小麦の循環型有機農業
- 5 循環型有機農業の推進による地域創成事業の可能性(提言)
 - 1)循環型有機農業の安定的な発展のための政策提言
 - 2)自給率向上のための可能技術の改善課題
 - 3)有機小麦の加工における課題
 - 4)循環型有機農業による自給率100%実現と新たな起業者の育成

2019, 9, 26 (第2次原稿)

1 プロジェクトの3つの課題

今回のプロジェクトは2016年にブータン王国において開催された IFOAM アジアの大会において、ブータン王国の農業大臣による報告がきっかけであった。ブータンは2006年に有機農業による国造りをめざし、豊かな天然資源を活用し、ブータン王国の憲法に相応しい農業政策を立案してきた。具体的には「①環境の保護、保全、促進と生物多様性の安全確保、②環境汚染と生態系破壊の防止 ③正当な経済的、社会的発展を、生態系のバランスが取れた持続的な発展と両立させること ④憲法が保障するような安全で健康な環境を確保すること。」

(有機農業による持続的な社会経済発展: Ganesh Chatri)が目標とされたが、殺虫剤は全廃したものの農村の労働力不足によって除草剤を使う農家が増え、その解決が課題であるとの報告があった。

参加者の一人であった田坂興亜氏が日本では除草剤を使わない雑草防除法が確立していると報告したことから、NPO 法人民間稲作研究所(以下当会という)

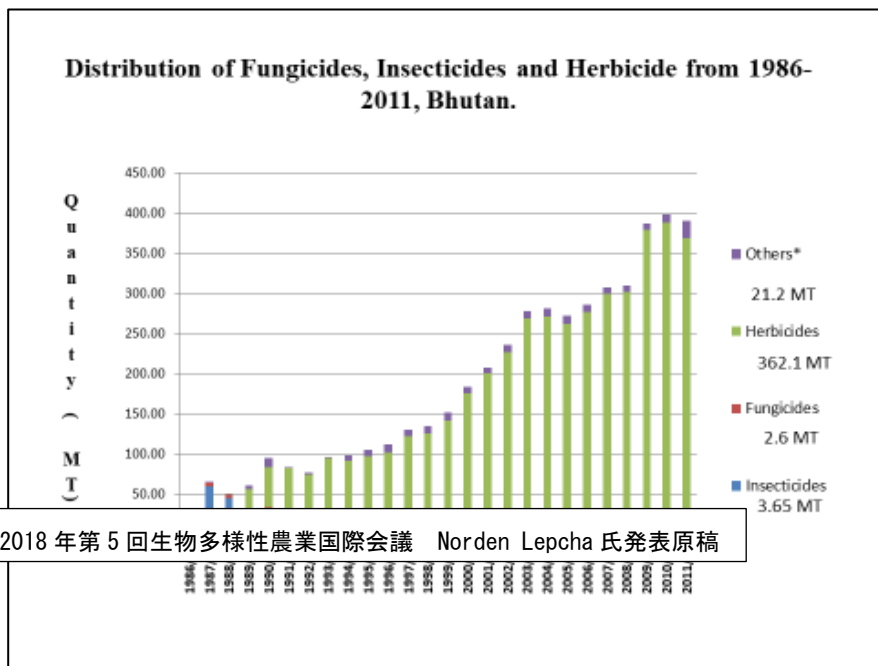
の抑草技術が紹介され、ブータン王国での技術支援活動を実施する契機となった。国際活動に関する支援団体に応募したところジャイカ筑波の草の根市民活動の枠での採用が決まり、以下の3つの課題を掲げた支援活動が2016年10月から開始されることとなった。

- ① 除草剤を使わない雑草防除技術の確立
- ② イネの収穫量を1.5倍にする安定多収技術の確立
- ③ 循環型有機農業の普及による地域創成

1) 3つの課題と生物多様性向上及び地球温暖化防止機能

以下の理由で上記3つの課題は生物多様性の向上及び地球温暖化の防止に貢献する技術移転である。

①生物多様性の向上 ブータン王国で使用されている除草剤のブタクロールはアメリカのモンサント社が開発した有機塩素系の除草剤であり、ノビエ・ホタルィ・ミズカヤツリ・アゼナなどに効果がある。田植え前に使用され魚毒性の高い除草剤であることから、カエルの幼虫やヤゴなどの水生生物、魚類などに大きなダメージを与え、水田生物の多様性を著しく阻害する除草剤である。



2018年第5回生物多様性農業国際会議 Norden Lepcha氏発表原稿



6月にはオタマジャクシ・10月には狸ヤトンの産卵が見られました

この除草剤を使用せず、ため池を設置したティンブーのテンデルタン実験農場では2年目6月にカエルの幼虫であるオタマジャクシ。2年目10月には、猩々トンボの産卵が見られ、プナカ県のチミパンにあるロイアルプロジェクトのため池には3年目の6月にタイコウチの生息が確認された。除草剤ブタクロールの使用中止とため池の設置による安定した水利環境の整備が水田周辺の生物の多様性を向上させる効果のあることが確認された。



② 地球温暖化の防止機能

今般のプロジェクトで使用された有機質肥料は大豆を搾油した後の油粕を用いていることから、地球温暖化の防止に貢献する持続可能な窒素肥料調達法である。現在ブータン王国の窒素肥料として主に使用されている尿素は、1960年代より省エネ技術が進化したとはいえ、尿素1トン（窒素460kg）当たりのエネルギー消費量は 0.58×10^6 kcalと報告されている。

これに対し大豆による窒素固定量は10a当り24kg~45kgとされており、最小の窒素固定（日本など）では1尿素1トンを固定する面積は1.9haにのぼる。この面積で吸収固定されるCO₂はタチュタカで1日当たり $5 \times 2.5 \text{ g} \times 19,000 \text{ m}^2 = 237.5 \text{ kg}$ となる。

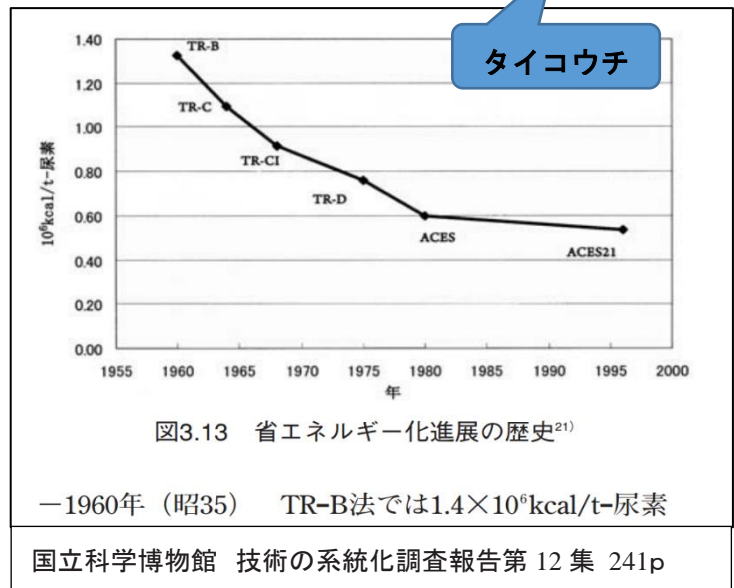


表2 生長パラメーター（1989）

栽植密度	8/5~9/7 開花期		
	CGR (g/m ² /day) 個体群成長率	NAR (g/m ² /day) 純同化率	MLAI 平均葉面積
12000 本 /10a	13.0	2.6	5

東北農業研究 第43号 155~156(1990年 齋藤敏一)

つまり、尿素は1tあたり膨大なエネルギーを消費して地球温暖化を促進するのにに対し、大豆は同じ1トンの窒素を吸収固定しながら、同時にCO₂を1日あたり237.5kg吸収固定し、地球温暖化の防止に貢献しているのである。

2) 3つの課題とSDGS

周知のようにSDGSは国連に加盟する193か国が2015年9月の国連サミットで採択した地球規模の持続可能な開発目標であり2016年から2030年の15年間で達成することとされた。しかし、農業分野におけるその具体的な内容は多国籍企業による巨大な地域開発ではなく、地元の農業者・市民・生協などの生活者を主体とした環境配慮型の家族農業の推進であり、食と環境の地域自給を目標とした地域農業の発展とい

う方向である。その農法はアグロエコロジーとして化学肥料や農薬などの使用量を削減する取り組みであるが、その具体的な技術内容は今のところ明確に示されているわけではなく、それぞれの地域に根差した伝統的農法と言った抽象的把握に留まっている。

今回のプロジェクトは SDGs で目標とされる持続的農業開発のモデルとして提案し、実践してきた成果を取りまとめたものである。農薬・化学肥料の不使用はもちろん、それを使わないことで実現される害虫防除・雑草・病害・気象災害などを解決する低コスト・省力技術の実践の成果を報告し、ブータン王国における今後の事業展開を提案するものである。







2 除草剤を使わない雑草防除技術の確立

1) ブータンの水田雑草の種類と除草剤による防除の問題点

ブータン王国の水田雑草は日本とほとんど変わらない。除草剤を使用しない農家や有機農家には表 1 のとおり日本と同様の雑草が発生し、その防除のために 2~3 回の手取り除草が行われてきた。苦役とも言える除草作業の労力軽減のために 1989 年から除草剤のブタクロールが使用されるようになり、2012 年には 362.1MT になっている。実にエーカー当り 6.4kg の使用量である。この除草剤は魚毒性の強い農薬であることから水田生物の多様性を失う恐れがあった。また人体への健康被害も懸念される散布法が行われている。加えて除草剤を使用しても防除出来ない雑草としてヒルムシロとホタルイがあった。

今回のテーマは除草剤を用いても防除出来なかったヒルムシロとホタルイの防除法を確立することであった。ブータンの有機農家では田植え後に発生したヒルムシロなどの雑草を手取りしており、家族労働だけでは間に合わず、近隣の主婦を臨時雇用し防除していた。

Basics of Weed Control Methods with Biodiversity
Categorize Harmful Weeds in Paddy Field into 4 Types.

 ① HIE	 ② KONAGI (<i>Monochoria vaginalis</i>)
 ③ HOTARUI (<i>Scirpus juncoides</i>)	 ④ SHOCHUM
 ④ <i>Sagittaria trifolia</i>	 ⑤ SHOCHUM

【Annual weeds (Multiply through seeds)】

① Wetland weeds like HIE (*Echinochloa crusgalli*) can not germinate & grow **without oxygen!** They germinate at 14°C.

② Aquatic weeds like KONAGI (*Monochoria vaginalis*) germinate **from the seeds at the surface of soil within 10mm depth. Germinate at 20°C earth temperature.** High sensitivity to light; Can not germinate & grow without light.

③ HOTARUI (*Scirpus juncoides*) 種子が固いキチン質の表皮で覆われ、吸水しないために代掻き時に浮き上がり、水田に長く深い根がある。【

Perennial weeds (Multiply by bulbs)】

- Perennial weeds such as *Eleocharus kuroguwai*, *Sagittaria trifolia* or SHOCHUM produce bulbs in underground soil at 15~20cm depth in Sept. To Oct. They die out in dry condition. They germinate 15~25 days after introducing water.

【Weeds which can co-exist with rice plants】

- Floating green algae like *Spirogyra arca* or *Spirodela polyrrhiza* absorb **the excessive nitrogen in nitrous acid form, phosphorous, & potassium**, thus, purify the water. They also suppress the growth of KONAGI. They stabilize the temperature of water, and finally, become nutrition of rice plants after death.

2) ヒエの防除—発芽を抑制する深水管理と水利条件の整備—

今般のプロジェクトは雑草の発芽生長の特性を科学的に解明し、発芽させない条件を栽培技術として組み立てるといふ抑草技術の構築であった。その具体的方法は以下の通りである。

①湿性雑草のヒエなどの防除は田植え直後から7cm以上の深水管理を30日間維持することで容易に解決す

る。天水に頼る水田の多いブータンにあっては、安定した深水管理を行うためには「ため池」を作ることが必須の条件である。今回のプロジェクトでは水田の水温を高め、初期生育を促すことも兼ねて、パロ、ティンプー、チミパンの3か所でため池を設置した。

その効果は絶大であった。パロの有機農家は標高が最も高い山からの天水で8℃の冷水が流れ込む環境であり、直接流入する水田は①のように冷水被害が顕著に出ている。この解消を兼ねて2段のビオトープを設置した結果②のように被害は回避され、ヒエの発芽も解消された。

同様にティンプー、チミパンにもため池が設置され、ティンプーのテンドルタン実験圃場の約1000㎡の水利を確保することが出来た。その水田では1年目の6月からオタマジャクシが復活し、10月には猩々トンボの産卵が確認された。

またチミパンのロイヤルプロジェクトでは約10000㎡の水田に水を供給することができた。またタイコウチが定着し、生物の多様性が回復される兆しとなっている。

このため池設置はバックホー1台で1～5日の作業時間で建設が可能であり、山間地の棚田の水源としてブータンの各地に設置することで除草剤を使わない抑草技術が定着する。5か年計画の中心的事業として強力に推し進めることを提案したい。

以上のような水利環境の改善があり、7cm以上の水位を30日間維持すればホタルイを除く湿性雑草のほ

とんどは抑草が可能である。

2) コナギの防除法 コナギの種子の発芽特性とその特徴を活用した防除法は右図の通りである。田植え前の代掻きで泥をはね上げ、コナギの種子を覆うのが容易にできる土壌と難しい土壌がある。ブータンの土壌は粒子の細かな

温水池兼ビオトープ設置の効果

パロ



①

㊦ 山水が直接流れ込む水田。生育が大幅に遅れる。


㊧ 同じ山水を温めてから入れた水田。生育の遅れはほとんどない





Decisive condition for rice cultivation without any use of herbicide is constant water supply!

We started our project by digging a pond at the top of the rice terrace!


Big pond was created at the top of Tinkiretang Field! (With the first volunteers from Japan in March 2017.)




復元した田んぼの生き物たち
8月にはオタマジャクシも月には猩々トンボの産卵が確認された



Water reservoir created at Chimipang



It provides water to 2000㎡ field!







Aquatic weeds: Strange character of KONAGI in germination & growth

KONAGI produce over 3000 seeds per 1 stock & spread around 5cm. You should not step into the paddy field after transplantation as it will promote germination!

KONAGI (*Monochoria vaginalis*)・MIZUAOI (*Monochoria korsakowii*): Each stock produce many seeds. When soil temperature become above 19°C without enough oxygen, seeds within 5mm from surface germinate & stretch roots to the soil surface. When roots get sun light, it turns into the soil & uphold the seed. The seeds below 5mm depth do not germinate as they can not feel the sun light! They may outbreak by puddling the paddy field after convert to organic. In such case, make the water level deep at ...

2nd puddling & cover the seeds before germination with fine, soft dirt by stirring the soil in water. Also, their growth is suppressed by organic acid produced from the weeds suppressing materials such as rice bran, pellet of waste soy beans which are sprayed right after transplant the rice plants, and by keeping water level above 7cm so that lower inside water becomes oxygen lacking state. Also, as it likes sun light, it can not grow if sun light is cut off by floating weeds.

粘土質であるために水を深くして代掻きすれば泥が舞いあがり容易に種子を泥で覆うことが可能であるため、あまり発芽をしてこない。河川周辺の砂質土壌では泥の沈降速度が速く、コナギの種子よりも早く沈んでしまい発芽するケースが多い。チミパン農場ではストーンクラッシャーを用いて石や土塊を粉砕したことによってトロトロ層が出来たために、コナギの発芽が抑えられたと考えられます。ただし田植え後、田擦り器などで表面を攪拌すると大量に発生する（右の写真）ので、抑草資材（トウモロコシ粉末など）20 kg/1000 m²を散布し7 cm以上の深水管理を行って成長を抑制し、田植え後は田んぼに入らないことが重要である。

4) ヒルムシロ、オモダカなどの宿根性雑草の防除体系

宿根性の雑草は田植え前に発芽させ、3回の代掻きによって防除するのが基本である。

バジヨにおけるヒルムシロの防除が最も成功した事例であり、宿根性雑草の防除法として記憶にとどめて頂きたい。

1回目の代掻き後大量に発生したヒルムシロ・コナギ・オモダカ・ヒエなどを浅水で代掻きを行ってから水を湛え酪酸発酵を促したことによって雑草が分解消滅し、3回目の代掻きによって酸素が供給され、酪酸が消失しイネの活着に障害を与えない水田

になって700 kg台の収穫量を実現したことは記憶に留めておくべきであろう。

Perennial weeds can be controlled within 2 to 3 years!

SHOCHUM・Sagittaria trifolia・Eleocharis kuroguwai are removed by floating them after puddling twice to three times.

Weeds which multiply by bulbs: SHOCHUM, *Sagittaria trifolia*, *Eleocharis kuroguwai*

They can not be removed by simple deep-water management. They have bulbs 10~15cm depth in the soil, & multiply in wet paddy field. If water is kept in paddy field through Winter, this type of weeds will outbreak within 4~5 years. In that case, keeping water in winter should be stopped and plow deeply after harvest, dry paddy field in winter. In early spring, after deep plowing, move the bulbs by the 1st puddling, let them germinate before transplantation, and then, remove them by floating after 2nd and 3rd puddling.

Move up the bulbs by 1st puddling — 49 —



5) ホタルイの防除法

1年目は2~3回の代掻きによってヒルムシロの防除に成功したが、ホタルイの発生を抑えることが出来ず、2年目の課題となった。

ホタルイの種子が固いキチン質状の表皮で覆われ、水を吸わないために代掻き時に水面に浮き上がり、四方八方に流れて子孫を増やす特性のあることが2年目の代掻き時に判明し、浮き上がった大量の種子を除去することで防除が可能であることが明らかとなった。

今回のプロジェクトの最大の成果と言っても良いと思います。参加者のみなさまに感謝です。

Aquatic weeds: Seeds of HOTARUI: *Scirpus juncoides* can be removed by floating over water surface

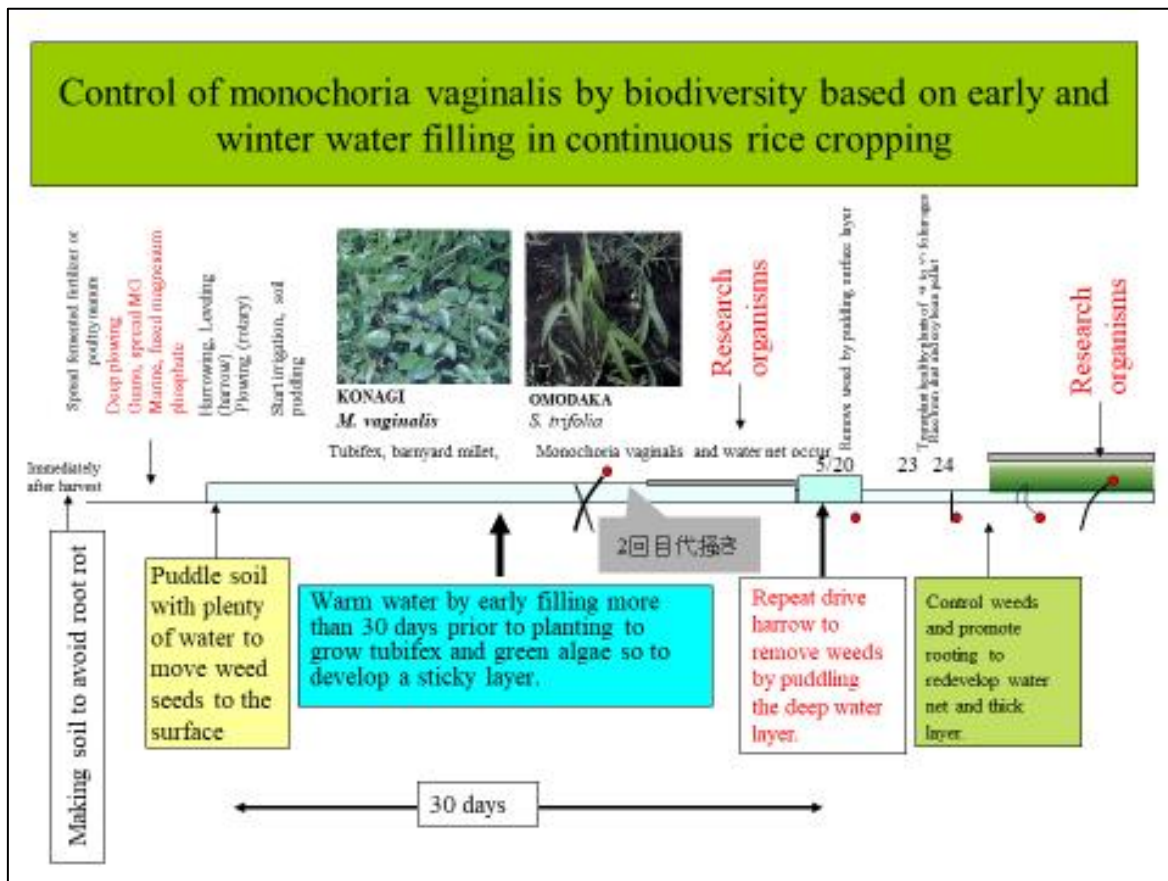
Seeds are staying within 5cm from surface of soil, so, they float up to the water surface by puddling with large amount of water!

Aquatic weeds: HOTARUI (*Scirpus juncoides*) - シズイ

The seeds of HOTARUI have hard cover at their surface, & water can not penetrate. After staying in soil during winter season, they float up with the introduction of water in next season, & spread their growing area with the water flow. By utilizing this property, most of them can be removed after 1st & 2nd puddling as they float above water surface. By repeating this process for 2, 3 years, most of HOTARUI will disappear!



6) ヒエ・ホタルイ・コナギ・ヒルムシロ・オモダカなど水田に発生する雑草の総合的な抑草技術の体系は下図の通りである。



7) イネ—麦—大豆—小麦の輪作による抑草


イネを栽培した跡に冬作物の小麦や大麦又はナタネを栽培し、その収穫後に大豆を栽培する輪作を行うことによって、水田は水を湛えた環境と畑環境が交互に繰り返され、雑草の発生量は大幅に少なくなります。同時に農地の高度利用が進み、耕地の少ないブータン王国の食料自給率を高めるうえで決定的に重要な農法となります。また大豆を栽培することで空気中の窒素を 24 kg /1000 m² も固定し、化学肥料の必要性がなくなりますから、地球温暖化の防止にも役立ちます。パロの有機農家の実践で、このような循環型の有機農業がブータン王国でも可能であることが実証されました。実に大きな成果です。

Weed control technique No.5
Management model of organic agriculture crop rotation (5 ha)
 ○The farm is intensively used for crop rotation of wheat/rape seed and soy beans/sunflower.
 ○Dried paddy field is used for triple-cropping recirculation of organic agriculture every two years for rice/wheat and rape seed/soy beans.
 ○Wet paddy field is used for organic rice crops though winter and early flooding to nurture life.
 ○More than 150,000 yen average gross income per 10a
 ○62% income ratio
 ○Achieved an annual income of 5 million yen for 5ha managed by a family


Interrow as a measure against fusarium and mildew

パロの有機農家(寒冷地)の大豆⇒小麦⇒イネの輪作
 この循環型有機農業が普及すれば自給率は100%を超えることになります。

大豆収穫後の
カナダ小麦(パン用)



小麦収穫後のイネ
(No11)





3 収穫量 1.5 倍の多収技術の確立

1) ブータン王国における栽培技術の問題点—その低収性の要因

ブータン王国のお米の生産力は 2016 年時点で表のとおりであった。栽培試験を行ったティンブーが籾収量で $2225/4=556$ kg/10a と最も高く、パロが $2218/4=554$ kg/10a、プナカ $1918/4=479$ kg/10a、ワングド— $1506/4=376$ kg/10a とワングド—を除き、全国平均 $1604/4=401$ kgを上回る地域であった。日本の平均玄米収量と比べ、籾収量 401 は玄米収量に換算すると約 320 kg/10 a である。こうした低収量の要因には天水による不安定な水利環境があった。移植直後に水が無くなり、畑状態になってしまう圃場が多く、こうした環境になっても生育できる乾燥に強い赤米が栽培されてきた。こうした赤米は品種特性として茎数の少ない低収性品種が多いという事情があった。

Table 12.1: Paddy harvested area (Acres), Production (MT) and Yield (Kgs/Acre)

Dzongkhag	Harvested Area (Acres)	Production (MT)	Yield (kg/acre)
Bumthang	155	222	1,435
Chhukha	2,187	2,887	1,320
Dagana	3,950	5,238	1,326
Gasa	238	298	1,250
Haa	144	189	1,315
Lhuentse	1,840	3,570	1,940
Monggar	1,200	1,340	1,116
Paro	3,849	8,537	2,218
Pemagatshel	207	220	1,065
Punakha	7,489	14,361	1,918
Samdrup Jongkhar	2,320	3,464	1,493
Samtse	7,219	10,612	1,470
Sarpang	4,342	6,669	1,536
Thimphu	590	1,313	2,225
Trashigang	3,400	5,004	1,472
Trashigang Yangtse	2,359	4,184	1,774
Trongsa	1,470	2,314	1,574
Tsirang	3,639	5,254	1,444
Wangdue	5,141	7,741	1,506
Zhemgang	1,317	1,673	1,270
Bhutan	53,055	85,090	1,604

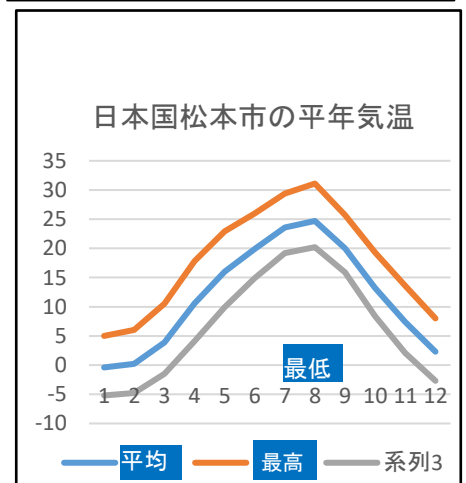
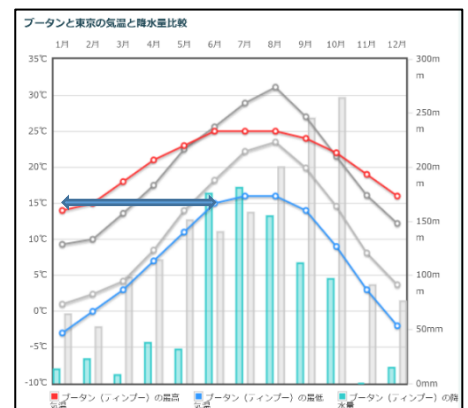
2) 恵まれた気象条件を活かすための水利条件の整備と新品種導入

上記の水環境の悪条件を除けば、栽培試験圃場の気象条件は昼夜の温度格差が大きく、日照時間も比較的多い地域で稲作に適した気象条件である。

ブータンの気象データは日本の気象庁の「世界の気候」に掲載がない。止むを得ず旅行誌よりティンブーの気象を見ると図の通り、稲作の栽培期間である 5 月～9 月までの最高気温と最低気温の日格差は 10℃前後である。出穂前 10 日 (7 月下旬) から出穂後 30 日 (9 月下旬) の平均気温は 20℃～22℃～19℃と推移し、日本の多収地域である長野県松本市の平年気温とほぼ同じである。

ちなみに長野県の平年収量は 2000 年より玄米収量で 1000 m²あたり 600 kg を超えており、5 年間の移動平均値は 608 kg となっている。籾収量に換算すると 760 kg となる。(農水省 作物統計)

また、出穂前 13 日の最低気温が 17℃以下になると低温障害が発生する。特にブータン王国では 7～8 月の真夏でも 10℃前後の低水温の天水が流入するために、障害不稔を発生させる恐れがある。そのことを念頭に置き、低水温の灌漑を避け、出穂前 20 日～13 日まで中干しを行えば 700 kg 台の安定多収は不可能ではないと考えられます。



3) 栽培試験の方法

今回のプロジェクトでは水管理の安定のために小規模なため池を作ることからスタートし、分けつの多く出るササニシキ・IR 種を試供することにした。各試験区とも尿素に代わる有機質肥料として大豆を主原料にグアノとシリカを加えペレット化した有機質肥料 (民稲研 1 号) を基肥に 30 kg/1000 m²、追肥に 15 kg/1000 m²を散布して栽培試験を行った。試供した苗は各試験区とも 4.5

～5.5 葉令の苗を 1～3 本移植する方式とした。各農場の栽培の方法と成果については下記の通りである。

① パロの有機農家（キンレイ・オム女史）の栽培試験

- 40 g のマット用播種機を用いて 4.5 葉苗を育苗し、2 条の歩行型田植機を使って移植した。
- 大豆はエンレイを試供し、栽培試験を行った。
- 大豆跡にカナダ小麦を栽培。その跡に農林 11 号を栽培した。

② ティンパー、テンデルタン農場

- 育苗ポットに 1 粒播種し、5.5 葉齢まで育苗し、移植した。

③ バジヨ種子センター

- 育苗ポットに 1～3 粒播種し、4.5～5 葉令で移植した。試供品種はササニシキ、IR28,64 であった。（ササニシキは鳥害により除外）



4) 栽培試験の成果

栽培試験の結果は鳥害に会ったバジヨのササニシキを除き、全て収量 600 g/m² を超える結果となった。

特に化学肥料を用いなければ 600 kg の高収量は達成できないと言われていた IR 種が 648 g/m²、720 g/m² という高収量を上げたことは、大豆由来の有機質肥料が化学肥料を超える肥効を持つことを示唆するものであった。

150% Increase of Rice Yield
360Kg (Average Yield at Present) x 1.5 = 540Kg

Table1 Survey of Component of Yield (2017年 variety; SASANISIKI)

Field	Number of Panicle	Number of grains per head	Total grains number	Ripening Ratio	Weight of 1000 grains	B-yield	G-yield
Paro	257	124	31,894	(76.6)	21	513	641
Thimphu	314	97	30,458	78.3	22	524	655
Japan	256	142	36,263	82.4	20	597	746

Table2 Survey of Component of Yield (2017年 variety; IR26, 64)

Field	variety	Number of Panicle	Number of grains per head	Total grains number	Ripening Ratio	Weight of 1000 grains	B-yield	G-yield
Bajo	IR 28	255.7	177.4	45,358	79.4	16	576	720
	IR64	313.8	121.4	38,090	85.0	16	518	648

It is said that Yield of IR Rice Variety cannot be more than 600 Kg without input of chemical fertilizer. But, we obtained more than 600Kg Yield with the use of 45Kg organic fertilizer made from soy beans which contains 2.25Kg of Nitrogen!

5) 大豆由来の有機質肥料の肥効の特徴

今回のプロジェクトとは別に、ミャンマー連邦共和国のピュー農業灌漑局試験場において 5.5 葉苗を化学肥料と大豆由来の有機質肥料で育苗し、同一圃場に移植し化学肥料と有機質肥料の肥効試験を実施する機会を得た。2018 年 1 月 7 日、ポットに 1 粒播種し育苗を開始。同日本田の化学肥料区に元肥として 15-15-15 の高度化成を 40 kg、有機肥料区には、30 kg を散布し 2 月 11 日に 5 葉苗を移植した。5 月 27 日に生育調査を実施したところ、10 株調査で有機栽培区が 30.5 本、化学肥料区が 19.2 本と大きな差が生じていた。根の鮮度も有機肥料区ははるかに高く維持され、吸肥力の高いことが想定された。（下図写真参照）化学肥料区では有機肥料区の旺盛な生育に追い付こうとして追肥を繰り返し、最終的には 75 kg/10a の化成肥料を投入した。それに対し有機質肥料区は出穂前 40 日に 15 kg 追肥したのみで収穫期に至り、下記の結果を得た。

もみ収穫量において有機肥料区が r 用の 842.6 g/m² に対し化学肥料区では 444.5 kg/m²（両区とも生育量の最も良い部分の 1 m² の坪刈り調査）と約 2 倍の差が生じた。これを窒素分量で評価すると有機質肥料では 2.25 kg の投入量に対し、収穫物に含まれる窒素量は約 6 倍の 13.48 kg となった。それに対し、化学肥料


区では窒素投入量 11.25 kg に対し、収穫物に含まれる窒素量は約 60% の 7.11 kg であった。

こうした現象は未だ十分に研究されている状態ではないので推定の域を超えないが、有機質肥料の原料である大豆は細菌類とほぼ同じタンパク組成を持つことから、細菌類の増殖に試供されてきた。この事実は温度に敏感に反応する特性があると言われる根粒菌（大豆栽培技術の現状と課題― 中央農業総合研究センタ


Comparative test of Organic Fertilizer and Chemical Fertilizer at Pew Agricultural Experiment Station, Myanmar

Big difference in yield and the efficiency of Nitrogen utilization by activating the nitrogen fixing bacteria through the application of organic fertilizer prepared from soy beans and by transplanting single well grown rice plants.


試供 品種IR	植付密度 (株/m ²)	1株穂数 Ear/stock	1穂 粒数	総もみ数 (総穂重/m ²)	登熟もみ数/m ² (登熟穂重 g)	登熟歩合 (重量比)	干粒重	籾収量 g/m ²
有機成苗 (Organic)	14.0	24.8	134.5	44.654 (905.6g)	34.533 (842.6)	77.3 (93.0)	24.4	842.6
化成成苗 (Chemical)	10.0	24.0	127.9	30.696 (541.3g)	18.143 (444.5)	59.1 (82.1)	24.5	444.5



Average stem Number
Org 30.5 chem 19.2



Organic vs. Chemical
Fertilizer



Organic vs. Chemical
Fertilizer

Grain Yield

試験区	投入窒素量(kg/10a)	産出窒素量(kg/10a)	窒素効率®/Ⓐ
Examination plot	ⒶInput nitrogen	ⒷOutput nitrogen	Nitrogen Fixation
有機成苗(Organic)	45×0.05=2.25	842.6×0.8×0.02=13.48	5.99
化学成苗(Chemical)	75×0.15=11.25	444.5×0.8×0.02= 7.11	0.63

一 嶋田信二) を含む多様な窒素固定細菌類の増殖を促す効果があると考えられる。これに対し化学肥料は窒素固定細菌類の増殖を妨げ、死滅させることから大豆栽培の基肥には使用されていない。化学肥料と大豆由来の有機質肥料の肥効の差がこれほど大きくなった理由は今後科学的に解明される必要があることは言うまでもない。

2018年度の栽培成果は大豆を原料とした有機質肥料の高い肥効が安定して発現することを示すものとなった。2018年度のティンブーの栽培試験には在来種の kanmamap が栽培され、529g/m²の成果を修め、在来品種での増収効果を確認することが出来た。

In our second year (2018), we achieved 700Kg yield by overcoming the negative impact of low temperature!

Yield Survey of Organic Rice Cultivation without any use of pesticide (Oct. 11&12, 2018)

Field	Rice Variety	Stock Nr.	Head Nr.	Grain Nr. per head	Total grain Nr.	Ripening Ratio	Weight of 1000 grains	Yield of grain
ParoOrg.Farm	SASANISHIKI	19	254	101.0	25,654	8.4	24.9	536
Tindreltang Farm	SASANISHIKI	21	334	117.4	39,211	91.5	25.0	702
	Kanmamap	21	271	87.5	23,712	91.1	24.5	529

Sasanishiki in Paro encountered water shortage after heading & the ripening ratio went down. Sasanishiki in Tindreltang showed very high ripening ratio, & there is possibility to give yield higher than average in Japan because of the big gap of temperature in day and night. The IR variety was believed to give high yield only with the help of nitrogen fertilizer and pesticide. However, in our trial, only 45Kg of organic fertilizer made from soy beans gave 600Kg yield!



パロの移植後20日の生育状況
除草作業なし



パロの収穫期 水不足で軽度の乾燥害が見られた



ティンブー テンデルタン圃場 登熟歩合の高いイネとなった。

最終年の2019年は全てブータン国内の資材を使い、ブータン担当者の主体的な栽培試験を行った。結果は下記の通り、基肥に発酵鶏糞を用いたパロの有機農家の成績が際立って良かったことから、今後の展開が楽しみである。ただ、田植え前の代掻きが2回になったことでヒルムシロが再発生し、防除に手間取ることとなった。

3年目(2019年)はブータンも異常気象に見舞われ、収穫量を減らす試験区もあったが、1000g/m²以上の籾収量実現の可能性も出てきた。2019年ブータン王国無農薬・有機栽培収量調査概算値(2019年10月1~3日)

試験区	品種名	株数	穂数	1穂粒数	総もみ数	登熟歩合	籾千粒重	籾収量
パロ有機農家	ササニシキ	23.6	594.7	89.7	53,344	82.1	(24)	1,051
ティンブー	ササニシキ	29.4	367.5	95.5	35096	(70)	(25)	614
チミパン	ヒノヒカリ	13.5	260	89.3	23,267	(90)	(26)	544

①パロのササニシキは田植機の株間調整が出来ず密植となったが、1穂粒数の減少が少なく総もみ数は5万粒と大幅に増加した。総もみ数と登熟歩合には反比例の関係があるが、南側の木を切って日当たりを良くしたことや昼夜の温度格差が10℃以上と大きいことで登熟歩合は80%台を確保した。籾収量は1,000g/m²を超える見込みである。

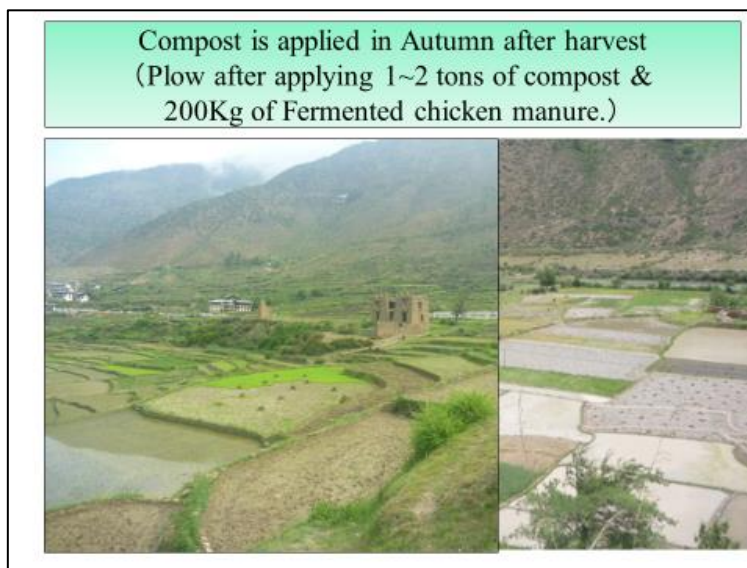
②ティンブーは周辺農家の雇用による手植え移植であったことからランダム移植となり、植付密度の高い栽培となったが、1本植えのため、1穂粒数の減少は少なかった。しかし出穂前13日前後の低温寡少によって受精障害が発生し、不受精籾が多く、登熟歩合が例年になく悪化した。籾数が少なくなった分、千粒重が高くなり、籾収量で600g台/m²は確保される見込みである。

③バジョの代わりに新規造成されたチミパンのロイヤルプロジェクトは、高温条件に適したヒノヒカリを栽培した。新規開田のため石の除去に手間取り、移植時期が大幅に遅れた。また前作が大豆であったことから倒伏を恐れ、無肥料栽培とした。そのため、初期生育が貧弱となり、茎数が少なくなった。また1穂粒数も少なくなり、総もみ数が30000粒以下となった。総もみ数がすくなくなったことで登熟歩合、千粒重とも高く、かろうじて500g/m²台を確保することが出来ると考えられる。

6) 不足する窒素肥料の調達と大豆の活用技術

①不足する窒素肥料

ブータン王国の水田土壌の肥沃度は急峻な傾斜地に設置された田畑が多く、窒素成分が常に流亡する環境にあった。ブータンの農業者は古くから役畜として飼育している牛糞堆肥を唯一の有機質肥料として春先に田畑に投入してきた。窒素の揮散を避けるために春先に堆厩肥投入することは有機農業の土づくりの基本形として広くアジアに普及してきた。ところが、水田地帯では湛水されるという環境で強還元状態となって堆肥に含まれるデンプン質が有機酸を



発生し、根腐れ症状を発現させ、害虫の多発も加わって初期生育が停滞するという悪影響が生じていた。それでも有畜複合経営を実践しているパロの有機農家や役畜を飼育している農家では施用時期さえ間違わなければ土壌微生物や小動物の多様性が増して安定した収量を確保することが出来るが、現状の収穫量をを超えるためには不足する窒素成分を新たに調達する必要がある。特に家畜を飼育しない農家にとって化学肥料の投入は魅力的であった。

化学肥料の尿素を購入する農家が増え、「2000年から2007年で約2倍になった」といわれる(ブータンの有機農業と国民総幸福 前田智佐子) そうした現状を踏まえ2011年にはBhutan Observer誌が

「オーガニック神話と現実」という記事を掲載し「深刻な土壌侵食により、もともと土壌肥沃度が低いブータンでは、化学肥料を投入しなければ十分な収量を確保することはできない。有機農業100%と食糧自給率100%の達成は両立できない。このままでは2兎追うもの1兎をも得ずになってしまうに違いない。」(Bhutan Observer 29 th April 2011) という認識が一般的になりつつあった。

こうした認識を根本的に改めるきっかけとして今回のプロジェクトの成果を参考にして頂きたい。特に、大豆を原料とした有機質肥料は土壌微生物の活性を促し、化学肥料の尿素より効率的な肥効をもたらすこと。イネー麦一大豆という輪作経営や畑地や耕作放棄地での大豆一小麦の輪作の過程で生み出され、地球環境の保全や生物多様性の向上、外部資本からの収奪を避け、農家経営の発展に繋がる内部調達可能な方法である。

その活用技術はイネ・麦・大豆・なたね等の循環型有機農業と同時に、大豆やなたねを搾油し、その残渣を肥料として活用する技術の確立が必要不可欠である。今回のプロジェクトの予算では調達できない機器であったために関係者への呼びかけやクラウドファンディング等で資金を集め、やっと韓国製の搾油機を導入することになったが、その運用はこれからである。

②大豆の搾油と脱脂大豆の肥料としての利用

食用大豆に含まれる油分は15%以下であり、圧搾による搾油は限られた機種でないと上手くできない。

現在、韓国製、ドイツ製などがあるが、搾り粕を肥料として使う場合は韓国製が優れている。搾油作業上の留意点は、まず第一に大豆の水分を10%以下にすることである。第2には搾油機の温度を70℃にセットし機械全体を良く温めること。第3には油が出始めるまでは少量の大豆を投入し、もし油の出るスリットから大豆粉末が出るようであれば、逆転スイッチを操作し、軸を逆回転させてから、軸を抜き取って良く掃除をします。大豆の乾燥度を高めて再稼働すれば問題は解消します。



搾油粕を受ける容器は木製で製作し、その中で搾油粕を細かく粉碎し、余熱を取ってから油が浸みださないようビニール袋などに入れ、それをさらに紙袋などに入れて2重袋にして保管します。

今回使用した民稲研1号は大豆油粕にグアノとシリカを混合したものです。ブータンではグアノの代わりに使用直前に炭化鶏糞(発酵鶏糞ではトラブルが出ます)を加え良く混合して使用すれば十分ではないかと思えます。また、搾油機を充分活用するためにナタネ栽培と搾油も是非実行してください。とくにナタネはイネの出穂前30日に追肥すれば食味・収量とも増加するという知見がありますから是非実行してきてください。ペレット成形機があれば散布しやすく、粉末による葉焼けなどの被害を防ぐことができます。搾油機を使い農場内で調達できる有機肥料の窒素(N)りん酸(P)カリ(K)の含有成分は以下の通りです。全て循環型有機農業で入手できます。土壌の改善、地球温暖化の防止、外貨流失の防止になります。

肥料成分	☆大豆油粕	大豆油粕 6 +炭化鶏糞 4	☆ナタネ油粕
窒素全量 (N)	6~7%	4.4%	5.7%
りん酸全量 (P)	1~1.3%	3.8%	2.6%
加里全量 (K)	1~2.5	3.6%	1.4%
微量元素	苦土、ホウ素、マンガン、亜鉛、銅	苦土、ホウ素、マンガン、亜鉛、銅、カルシウム	土、ホウ素、マンガン、鉛、銅
備考	○速効性肥料 ○すべての作物に使える。○草木灰と混合して使用すると良い。	○速効性肥料 ○すべての作物に使える。○P、Kが多く、分けつが取れる	○緩効性肥料 ○出穂前30日に追肥。長く穏やかに効く。 ○畑で全層施肥した場合は3週間後に作付ける

注 ☆印の出展 日本国 農林水産省 ポケット肥料便覧

注 混合肥料の計算式

炭化鶏糞	2, 8, 6	⇒ 4 kg	0.08、	0.32	0.24
大豆油粕	6, 1, 2	⇒ 6 kg	0.36、	0.06	0.12
混合後の成分 (10 kg)			0.44	0.38	0.36

③低温圧搾による大豆油、なたね油等の含有成分とその効用は以下の通りである。

溶剤抽出による市販品の植物油と比べ、ビタミンA やβ-カロチン、ビタミンE など重要な栄養分が含まれ、酸化しにくい良質の油である。その良さを宣伝しながら、販路を拡大して下さい。

グリーンオイルの成分分析結果 2013, 12								
(ビタミンA・カロチンはμg/100g: ビタミンEmg/100g: 脂肪酸組成は%)								
成分	ひまわり油		なたね油		大豆油		市販オリーブ油	効用
	G-OIL	市販品	G-OIL	市販品	G-OIL	市販品		
ビタミンA(レチノール当量)	2	0	4	0	2	0	30	網膜細胞の保護に用いられ、欠乏すると夜盲症になる
β-カロチン	26	0	47	0	26	0	180	抗酸化・抗ガン成分
ビタミンE	80.1	39.2	7.5	18.5	14.2	19.5	7.6	抗酸化。老化防止成分。疾病の治療、栄養補給、酸化防止剤として利用
パルミチン酸	4.4	4.1	4.1	4	9.6	9.9	9.8	中和して脂肪酸石鹸として、皮膚や毛髪を洗浄し清潔にするために使用
ステアリン酸	3.5	3.4	2.4	1.9	1.8	4	3.01	コレステロールへの影響は少ない
オレイン酸	65.3	57	67.2	58	41.1	22	70.5	酸化しにくい。悪玉コレステロールのみ引き下げる
リノール酸	25.3	28	17.3	19	40	50	9.78	必須脂肪酸: 過剰に摂取すると悪玉・善玉コレステロールを引き下げる
リノレン酸	0	0.2	7.8	7.5	6.6	6.1	0.75	必須脂肪酸: アレルギーや癌の発症を抑制する
コレステロール	検出せず	0	検出せず	2	検出せず	1	0	

市販品の脂肪酸データは<http://www.jr2bvb.com/index.html>より コレステロールは文科省 5訂増補日本食品標準成分表

注 市販品のビタミンEは搾油後に添加したものであり、酸化が早く捨てる油が多く出て環境汚染の原因になる。低温圧搾油は酸化が遅く、最後まで使い切ることができるのが特徴である。

7) 循環型有機農業による安定した農業経営体の創設

①水田における大豆—小麦—イネの輪作

イネの生産技術が高度化し、現在の1.5倍の収穫量が達成されれば、自家消費量を超える面積で、循環型有機農業が採用され大豆—小麦—イネの作付けが可能となる。

大豆を栽培することによって空気中の窒素が大量に固定され、大豆収穫後にも根粒菌や固定した窒素が小麦の生育に関わり、無肥料で300 kg/1000 m²の収穫量は可能である。また小麦収穫後に屑大豆や大豆油を搾った脱脂大豆を30 kg/1000 m²散布し、4.5葉齢以上のイネを移植することで、イネの収穫量は籾収量で500 kg/1000 m²は可能となる。加えて畑と水田が交互に繰り返されるので雑草の防除も容易になるなど持続可能な循環型有機農業が可能となる。その収支を試算すると以下のようになる。

日本における慣行栽培と循環型有機農業の10a当り収支差額(概算)

収支概算額	農薬・化学肥料使用稲作(480k)	大豆—小麦—イネの循環型有機農業		
		大豆(80kg)	小麦(300kg)	イネ(420kg)
収入	104,000 × 2年	32,000	60,000	140,000
費用	67,600 × 2年	9,600	15,000	49,000
純収益	36,400 × 2年	22,400	45,000	91,000
純収益比較	72,800	158,400		

右の写真はパロの有機農家キンレイオム氏の大豆⇒麦⇒イネの輪作風景の写真である。

大豆はエンレイ、小麦はカナダ小麦、イネはNo.11であった。

収量調査は実施しなかったが、大豆・小麦・イネの2年3作が可能であることが実証された。パロ空港近くのAMCの裏山に位置する農場で、2年3作が可能であれば、ブータンの多くの地域で栽培が可能であり、循環型のモデル農法として普及できる内容であろう。このことと小麦の製粉などの加工技術の定着発展によって、ブータンの



自給率は大幅に改善されることは間違いない。ブータンでのイネの収量が増加し、大豆と小麦で380kgの生産量となれば単位当たりの生産高は360×2年=720kgから米・麦・大豆で940kgと1.3倍となる。自給率はこれだけで65%台になる。

②水田におけるイネ—小麦の2毛作の普及と畑地における大豆—麦の有機輪作

耕作地が少なく自給自足経済の支配的な農村に在っては水田に大豆を栽培することはお米を犠牲とすることとなり、お米の増収がない限り不可能に近い。しかしイネ—小麦の2毛作であれば十分に有機輪作が可能である。イネの収穫後に地力増進も兼ねて1000㎡あたり堆肥を1tと脱脂大豆30kgを散布し、小麦を播種すれば300kg台の小麦は収穫できる。小麦収穫後は30kgの脱脂大豆を散布し、深水代掻きを行って4.5葉以上の苗を移植し7cm以上の深水管理を行えばイネの収穫量も収量で500kg以上は可能である。

また、窒素肥料として必要な脱脂大豆は畑や耕作放棄地などで大豆—小麦の輪作を行い、大豆油を生産しながら同時に脱脂大豆を生産し、水田の2毛作に必要な窒素肥料を確保するのが合理的である。特に大豆は連作障害が出やすい作物であるが、大豆と小麦・大麦などと輪作することで連作障害が解消され、麦の無肥料栽培が可能となる。こうして、低コストの持続的農業が循環型有機農業によって生み出され、経営的にもゆとりのある拡大再生産の可能な農業経営体の実現している。

日本における慣行栽培と有機輪作の10a当り収支差額(概算)

収支概算額	農薬・化学肥料 栽培稲作(530kg)	大豆—小麦(畑)		イネ—小麦(水田)	
		大豆(80kg)	小麦(300)	小麦(300kg)	イネ(420kg)
収入	114,800	32,000	60,000	60,000	140,000
費用	74,640	9,600	15,000	15,000	49,000
純収益	40,160	22,400	45,000	45,000	91,000
比較表	40,160	67,400		136,000	

5 循環型有機農業の推進による地域創成事業の可能性（提言）

①循環型有機農業の安定的な発展のための政策提言

i) 小型ため池の設置による水利条件の整備拡充

除草剤を使わず、田植え後は除草のために田んぼに入らに低コスト・省力の抑草技術は田植え前30日～田植え後30日間の常時湛水管理が必須の条件であることから、この技術の普及拠点から随時、十分な防災対策を備えた小型ため池を設置して、深水管理のできる幅の広い畦畔を作成する必要があります。バックホー1台で1日で完了するような小型ため池が数多く整備されることで、水田生物の多様性も大幅に向上し、環境保護を国是とするブータン王国に相応しい圃場整備になると考えられます。

ii) 水田でのイネ—麦又はなたねの輪作、畑地での大豆—小麦の輪作の普及事業

ブータン王国の耕地条件は急峻な傾斜地に点在する棚田が多くを占めており、これ以上の耕地の拡大は難しい、また風雨による土壌浸食が起きやすいので、夏も冬も作物が栽培され、生産と耕地保全が両立する栽培体系の普及が自給率の向上と環境の保全に役立つことになる。

この栽培方式が全土に普及すれば自給率は80%を超えることになり、主食作物の確保が問題になっているアジア各国の農業政策のモデルとなります。

iii) 有機農業に必要な良質の有機肥料の生産と販売の整備事業

チミパンのロイヤルプロジェクトに導入された搾油機によって大豆となたねの搾油が可能になった。その本格的な稼働によって脱脂大豆を原料とした即効性の窒素肥料となたね油粕を原料とした遅効性の有機質肥料の生産が可能になった。チミパンの農場内や周辺地域への供給であれば、そのまま袋詰めにして供給しても問題はないと考えられるが、ティンプーやパロ地域への発送や粉末散布による葉焼け現象を考えた場合、ペレット成形機を導入し、混合肥料のペレット化を中心に、遠方への輸送に耐える肥料製造工場を設置する必要がある。既存の肥料工場も3か所あるとのことなのでそれを活かす形で製造部門を設置し、各肥料工場を起点に周辺農家に呼びかけ講習会を行ったうえで有機農業者への供給をおこなう体制を構築すべきであろう。

② 自給率向上のための加工技術の改善課題

i) ブータンでは、日本と同じく海外の安価な輸入品に市場が奪われ、国内生産の有機農産物の流通が困難に直面する可能性がある。

それを克服するためには、イ) 石などの入らないお米の精米技術の向上、ロ) 小麦の製粉技術の向上、ハ) 大豆の加工技術の向上、二) 有機認証の制度確立と市場競争力の強化などが課題になる。

イ) 精米技術の向上

有機栽培米の精米には、収穫⇒脱穀⇒乾燥⇒脱ぶ⇒精米⇒梱包⇒出荷の工程があり、その工程で石や木くずなどの異物混入や異種穀粒の混入は避けなければならない。また、農薬や化学肥料を使ったお米との混入ももちろん避けなければならない。この工程管理は虫などの発生のない精米施設内で行わないと実際的には不可能である。少なくともパロ、ティンプー、プナカなどの大都市に1か所は建設し、専門に管理する必要がある。特に気圧の低いブータンでは圧力釜による炊飯技術の指導を含めた販売活動が必要であろう。

ロ) 小麦の製粉技術の向上

小麦の製粉にはパン用小麦粉、ラーメン用小麦粉、モモ（餃子）用小麦粉、ピザなどの用途に合った精麦・製粉工程が要請される。問題は10トン単位の製造施設はあるが、そのプラントは高額となり、ブータンの需要にマッチしたものは少ない。小規模用の製麦・製粉でも500万円程度は必要になるので、そのための製粉工場は精米工場と同じエリアで建設する必要があると考えられます。

特にこの分野は既存のパン工房やラーメン工房、菓子工房などとの連携事業が必要であり、行政の積極的な働きかけが必要であろう。

ハ) 大豆の加工技術の向上

大豆については大豆油の製造精製だけでなく、仏教国として肉に変わる優れた蛋白源として豆腐、味噌、納豆等の生産工房の創設と消費拡大がテーマになる。ブータンでは現在一社しかなく、消費拡大の働きかけとともに助成の対象の新規企業として普及する必要がある。

以上のような米、麦、大豆、植物油の生産と加工販売技術の定着発展によって、ブータンの自給率は大幅に改善されるであろう。ブータンでのイネの籾収穫量が現状の 360 kgから 560 kgに増加し、大豆と小麦で 380 kgの生産量となれば単位当たりの生産高は水田単作 $360 \times 2 \text{年} = 720 \text{kg}$ から米 (520 kg)・麦 (600 kg)・大豆 (80 kg) で 1200 kgと単位面積当たりの生産量は 1.6 倍となる。現状の 50%台の自給率はこれだけでも 80%台になります。これに野菜や果樹の生産を加えれば有機農業 100%で自給率 100%も夢ではなくなります。

世界初のこうした取り組みは日本を始め、アジアの国々の模範として高い評価を受け、普及するものと考えられます。

ジャイカ筑波 草の根支援事業最終報告書 (委託事業)

実施期間 2016年10月18日～2019年10月17日

事業名 ブータン王国における循環型有機農業による地域創成事業

実施団体 NPO法人民間稲作研究所：アジア学院

編集責任者 稲葉光國・田坂興亜 翻訳者 田坂興亜

発行者 NPO法人民間稲作研究所 (2019年10月20日)

住所 栃木県河内郡上三川町鞆堂72 Tel/fax0285-53-1133