

カンボジア  
農林水産省  
カンボジア地雷除去センター

カンボジア国  
畜産酪農向けサイレージ生産販売  
に係る普及・実証事業  
業務完了報告書

令和2年1月  
(2020年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)  
自然応用科学株式会社

民連
JR
20-016

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・ 本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・ 利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

## 目次

### 内容

A)	地図.....	vii
B)	案件概要.....	viii
C)	略語表.....	viii
D)	図表リスト.....	ix
E)	写真リスト.....	x
F)	要約.....	xi
1.	事業の背景.....	1
	(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認.....	1
	① 事業実施国の政治・経済の概況.....	1
	② 対象分野における開発課題.....	3
	③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度.....	6
	④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析.....	7
	(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要.....	8
2.	普及・実証事業の概要.....	9
	(1) 事業の目的.....	9
	(2) 期待される成果.....	9
	(3) 事業の実施方法・作業工程.....	10
	(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）.....	17
	(5) 事業実施体制.....	20
	(6) 事業実施国政府機関の概要.....	21
3.	普及・実証事業の実績.....	25
	(1) 活動項目毎の結果.....	25
	(2) 事業目的の達成状況.....	64
	(3) 開発課題解決の観点から見た貢献.....	67
	(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献.....	68
	(5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について.....	69
	(6) 今後の課題と対応策.....	69
	① 第二回運営委員会.....	70
	② 今後の主要検討課題（サイレージ生産販売事業の商業化）.....	72
4.	本事業実施後のビジネス展開計画.....	73
	(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定.....	73

① マーケット分析(潜在市場規模).....	73
② マーケット分析(実需).....	76
③ ビジネス展開の仕組み.....	77
④ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール.....	82
⑤ ビジネス展開可能性の評価.....	85
(2) 想定されるリスクと対応.....	85
(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果.....	85
(4) 本事業から得られた教訓と提言.....	86
① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓.....	86
② JICA や政府関係機関に向けた提言.....	87
参考文献.....	90

#### 添付資料

- A-1 カンボジア農業組合法(2013)の仮訳
- A-2 カンボジア農業組合法(2013)モデル農業組合内規の仮訳
- A-3 第一回運営委員会配布資料: Business Plan on JICA Verification Project
- A-4 第二回運営委員会配布資料: Performance Report and Operational Plan
- A-5 第三回運営委員会配布資料: Summary of Final Report
- A-6 第三回運営委員会配布資料: Manual on Mechanized Sorghum Cultivation and Silage  
Production in Cambodia
- A-7 CMAC 向けレクチャー : Lecture to CMAC Senior Staff concerning Draft Business  
Plan for the Proposed Agricultural Cooperative

写真：事業概要<sup>1</sup>

1. 倉庫全景



4. 堆肥散布作業



2. 作業前の圃場



5. 耕起作業



3. リッパー作業



6. 播種作業



<sup>1</sup> 出所：自然応用科学。本書において掲載する写真は全て自然応用科学が撮影したものである。

7. 栽培会議



10. フィールド・スクール



8. 収穫作業



11. サイレージ保管 (調製後)



9. サイレージ調製 (ロールペーラ)



12. 小袋サイレージの生産

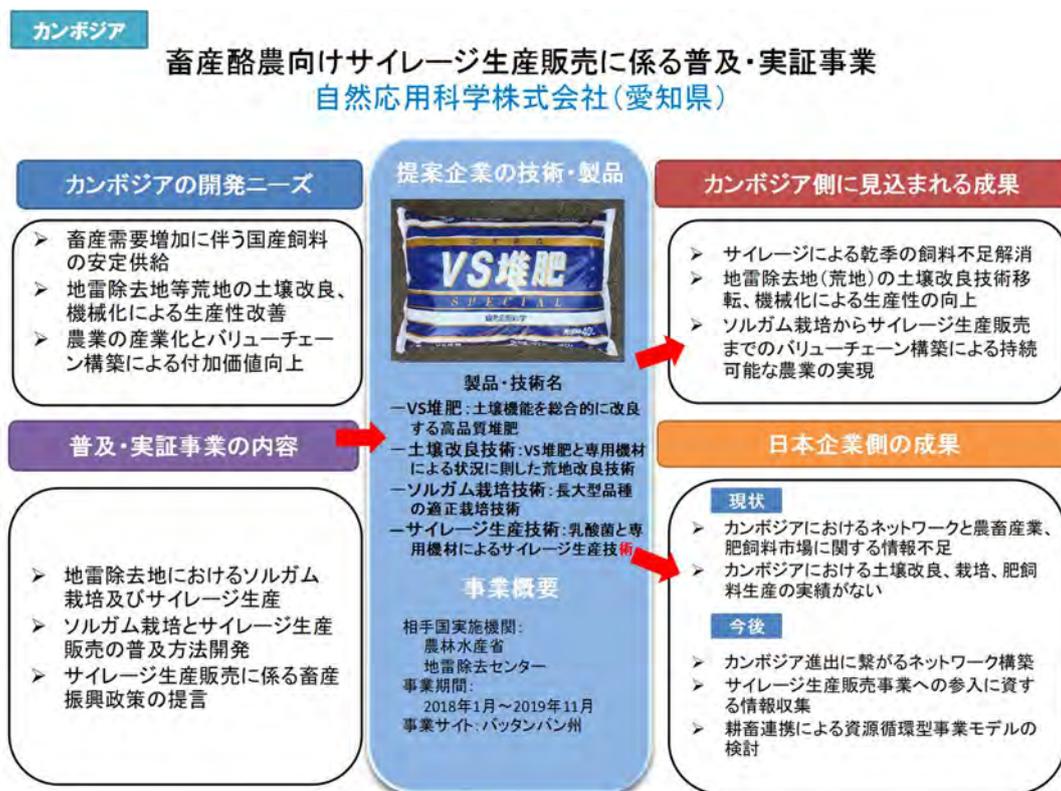


## A) 地図

本事業が実施されるのは、下記のカンボジア北部に位置するバタンバン州である。



## B) 案件概要



## C) 略語表

	略語	英文名称	日本語名称
1	CMAC	Cambodia Mine Action Center	カンボジア地雷除去センター
2	CMAC CDC	CMAC Community Development Center	CMAC コミュニティ開発センター
3	MAFF	Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries	農林水産省
4	WTO	World Trade Organization	世界貿易機関
5	GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
6	ASEAN	Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
7	UNTAC	United Nations Transitional Authority in Cambodia	国連カンボジア暫定統治機構
8	SNC	Supreme National Council of Cambodia	カンボジア最高国民評議会
9	ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
10	JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
11	ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
12	PDA	Provincial Department of Agriculture	州農業局
13	DAHP	Department of Animal Health and Production	家畜衛生生産局
14	DACP	Department of Agricultural Cooperative Promotion	農業組合推進局
15	FFS	Farmers Field School	農業実施セミナー
16	GDA	General Directorate of Agriculture	農業総局

## D) 図表リスト

	図表暗号	タイトル	頁
1	図表1-01	GDP成長率	2
2	図表1-02	一人当たりGDP成長率	2
3	図表1-03	家計が所有する家畜数 (2012-2016)	4
4	図表1-04	家計と商業法人が所有する飼育牛数の推移 (2012-2016)	4
5	図表1-05	商業法人が所有する飼育牛数と畜産法人の増加推移 (2012-2016)	5
6	図表1-06	主な製品の概要	8
7	図表2-01	業務フロー	18
8	図表2-02	要員計画・実績表	19
9	図表2-03	機材等調達リスト	21
10	図表2-04	業務実施体制	22
11	図表2-05	MAFFの組織図	24
12	図表3-01	成果区分と個別活動	26
13	図表3-02	圃場及び区画図	27
14	図表3-03	栽培作業日程	28
15	図表3-04	Y/C/D区画の位置	29
16	図表3-05	Y/C/D区画の栽培設計	30
17	図表3-06	B/X区画の位置	30
18	図表3-07	B/X区画の栽培設計	31
19	図表3-08	B7区画の位置	31
20	図表3-09	B7区画の栽培設計	31
21	図表3-10	収穫方法1	33
22	図表3-11	収穫方法2	33
23	図表3-12	収穫作業計画 (区画別)	35
24	図表3-13	作業機械マッチング表	36
25	図表3-14	B/X区画の生育調査	40
26	図表3-15	Y/C/D区画の生育調査	41
27	図表3-16	ソルガム栽培及びサイレージ生産実績 (2018年)	42
28	図表3-17	計画未達原因と今後の対応	43
29	図表3-18	栽培計画の比較	44
30	図表3-19	2019年度の栽培計画図 (C/D/Y試験区)	44
31	図表3-20	2019年度の栽培計画図 (B/X試験区)	45
32	図表3-21	2019年度の試験栽培の圃場場所 (B/X試験区)	46
33	図表3-22	2019年度の試験栽培計画図	47
34	図表3-23	生育面積	48
35	図表3-24	標準単収	48
36	図表3-25	2019年度ソルガムの単収予想(1回目予想)	49
37	図表3-26	2019年度コーン単収予想	50
38	図表3-27	2019年度ソルガムの単収予想(2回目予想/ベースシナリオ)	50
39	図表3-28	2019年度ソルガムの単収予想(2回目予想/ワーストシナリオ)	51
40	図表3-29	CMAC CDC気象観測データ	52
41	図表3-30	CMAC CDC月別降水量と気温	52
42	図表3-31	ソルガム栽培及びサイレージ生産実績 (2018)	62
43	図表3-32	FFS参加者名簿	62
44	図表4-01	カンボジアの飼養牛頭数推移 (州別)	79
45	図表4-02	畜産会社の数と飼養牛の頭数 (州別)	80
46	図表4-03	サイレージのバリューチェーン	84
47	図表4-04	堆肥生産事業に係る事業計画作成のための論点整理	88

## E) 写真リスト

写真番号	タイトル	頁
1	倉庫全景	iv
2	作業前の圃場	iv
3	リッパー作業	iv
4	堆肥散布作業	iv
5	耕起作業	iv
6	播種作業	iv
7	栽培会議	v
8	収穫作業	v
9	サイレージ調製（ロールベアラ）	v
10	ファーマーズ・フィールド・スクール	v
11	サイレージ保管（調製後）	v
12	小袋サイレージの生産	v
13	栽培説明会	11
14	UBBの牛舎（給餌試験場所）手前が給餌されるサイレージ	12
15	UBBの牛舎：稲わらを食べる試験牛	12
16	UBBの牛舎：サイレージを食べる試験牛	13
17	セミナー全景（1）	14
18	セミナー全景（2）	14
19	MAFF大臣との面談（1）	18
20	MAFF大臣との面談（2）	18
21	農機の受領時検査	20
22	収穫後のソルガム2番草（1）	34
23	収穫後のソルガム2番草（2）	34
24	収穫前のB1区画（1）	36
25	収穫前のB1区画（2）	36
26	B1区画の収穫開始（1）	37
27	B1区画の収穫開始（2）	37
28	裁断ソルガムをダンプトラックで倉庫に搬入	37
29	裁断ソルガム	38
30	調製されたロール	38
31	ラッピングマシン	38
32	ロールグラフで運搬	39
33	並べられたロール・サイレージ	39
34	灌水試験状況	54
35	灌水ポンプ設置状況	54
36	灌水用水路枯渇状況	54
37	気象観測データ収集	54
38	ポット試験（発芽・生育）1	55
39	ポット試験（発芽・生育）2	55
40	土壌pH・EC測定1	55
41	土壌pH・EC測定2	55
42	26 B1区画の収穫開始（1）と同一拡大写真	56
43	30 調製されたロールと同一拡大写真	57
44	31 ラッピングマシンと同一拡大写真	57
45	27 ロールグラフで運搬と同一拡大写真	58
46	出荷直前のロール数量確認	59
47	出荷前の品質チェック	60
48	出荷前の重量チェック	61
49	輸送トラックへの荷積み	61
50	ファーマーズ・フィールド・スクール	63
51	糖度・水分量のチェック	63
52	裁断機へソルガムを投入	63
53	裁断されたソルガム	64
54	参加者は裁断機から吐き出されるソルガムを注視	64
55	ソルガム袋詰め	64
56	バキューム・クリーナー	64
57	小袋サイレージの調製終了	65
58	第二回運営委員会（場所：CMAC本部）	72
59	第三回運営委員会（場所：CMAC本部）	73

## F) 要約

<p><b>案件名：畜産酪農向けサイレージの生産販売に係る普及・実証事業</b>  Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Sorghum Silage Production</p>	
1. 事業実施地	カンボジア国 バッタンバン州
2. 対象分野	農業
3. 事業の背景	カンボジアの主要産業である農林水産業において、農業技術、農産物の品質、生産性の低さが課題とされている。我が国は同国の農業、農村開発を対カンボジア援助の重点分野と位置付けている。これらの状況を踏まえ、提案企業は土壌改良技術を生かしたソルガム栽培とサイレージ生産によってカンボジア国における畜産分野の農業技術、品質、生産性向上に寄与するとともに成長力のあるアジア諸国への進出を検討している。
4. 提案製品・技術の概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>①VS 堆肥（製品）</li> <li>②土壌改良（技術）</li> <li>③ソルガム栽培（技術）</li> <li>④サイレージ生産（技術）</li> <li>⑤耕畜連携のバリューチェーン構築（ノウハウ）</li> </ul>
5. 事業の目的	バッタンバン州におけるソルガム栽培及びサイレージ生産の有効性が実証され、サイレージの流通市場が確認される。併せて同技術の同国への普及方法と課題が整理・検討される。
6. 事業の概要・期待される成果	<p><b>【提案事業の概要】</b></p> <p>バッタンバン州の地雷除去地においてソルガムの栽培及びサイレージの生産、給餌試験、市場調査等を実施し、当該事業の有効性が実証される。併せて、同技術の同国内における普及方法と課題を整理・検討される。</p> <p><b>【期待される成果】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① ソルガム栽培及びサイレージ生産・販売、並びに、給餌試験の基づく市場性等が確認される。</li> <li>② ソルガム栽培及びサイレージ生産・販売を実施し、普及方法及び課題が明らかになる。</li> <li>③ サイレージ生産販売に係る畜産振興政策が提言される。</li> </ul>
7. 事業の基本方針／実施方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>① カンボジアの農業振興政策に合致すること</li> <li>② 地雷除去地および周辺地域における未耕作地の有効活用</li> <li>③ ソルガム栽培およびサイレージ生産技術に係る技術移転</li> <li>④ 農業の組織化および効率化</li> </ul>

	⑤ 農家の所得向上
8. 事業の実施体制	<p>【日本側】 自然応用科学株式会社、アセアン協同組合、ヤンマー株式会社</p> <p>【カンボジア側】 MAFF (バタンバン州 PDA を含む)、CMAC</p>
9. 相手国政府関係機関	<p>① 農林水産省 【英文名】 Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF)</p> <p>② カンボジア地雷除去センター 【英文名】 Cambodian Mine Action Centre (CMAC)</p>
10. 受益者層 (ターゲットグループ)	バタンバン州内の農家
11. 契約期間	2018年1月～2020年2月(2年1ヶ月)
12. 契約金額	99,911,880円(税込)
13. 実績	<p>①ソルガム栽培(機械化農業)、サイレージ生産・販売を実施した。</p> <p>②サイレージの畜産飼料としての有効性を確認した。</p> <p>③サイレージの市場ニーズを確認した。</p>
14. 課題	2018年度の栽培収量は約14t/haで、想定収量を大きく下回った。2019年度収量は、28t/haでほぼ倍増が予想される。2020年の商業化に向けた課題は、①土壌改良努力に基づく収量増加(目標収量:40t/ha)及び②後継事業主体(農業組合)の設立。
15. 今後のスケジュール	2020年2月末日:事業終了
<b>II. 提案企業の概要</b>	
企業名	自然応用科学株式会社
企業所在地	愛知県名古屋市中区錦一丁目13番26号
設立年月日	1965年1月6日
業種	製造業
主要事業・製品	堆肥・培養土の製造・販売
資本金	98,000千円(2019年3月期)
売上高	5,379,604千円(2019年3月期)
従業員数	73名(2019年3月期)

## 1. 事業の背景

### (1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

#### ① 事業実施国の政治・経済の概況

##### ア) 政治の概況

カンボジアは立憲君主制である。1993年9月24日にカンボジア王国(Kingdom of Cambodia)が誕生し、カンボジア王国憲法が公布された。同憲法は、立法、行政、司法の三権分立を定め、自由、民主主義、複数政党制、人民主権を規定する。国王は、憲法に基づき、議会に対して任命権および解散権を有するが、直接的な政治への関与は行わない<sup>2</sup>。

2004年10月、ノロドム・シハヌーク国王が退位<sup>3</sup>し、国家元首は、ノロドム・シハモニ国王<sup>4</sup>となった。首相は、フン・セン氏<sup>5</sup>である。同氏は、1985年から首相を務めており、本年7月29日に実施された国民議会（下院、定数125議席）の総選挙で勝利し、同氏は再任された。当該選挙により、上院および下院共に人民党が独占することになった<sup>67</sup>。カンボジアは、1999年4月、ASEANに加盟した。また、2004年には、WTOへの加盟を実現し、それ以降、貿易・投資関連法制の整備を積極的に進めている。

##### イ) 経済の概況

カンボジアの一人当たり国内総生産（GDP）は1,016米ドルであり、ASEAN諸国ではミャンマーに次いで低い。他方、経済成長率はASEANの中でも高く、2011年以降、7%と高い成長率を維持している<sup>8</sup>。

1991年の内戦終結後、カンボジアの経済は、年次ベースで一度も成長率がマイナスを記

---

<sup>2</sup> 株式会社国際協力銀行、カンボジアの投資環境、2013年4月、9頁

<sup>3</sup> ノロドム・シハヌーク前国王は、退位後、余生のほとんどを北京で過ごし、退位後、公式行事に姿を見せることはなかった。現在、現国王の写真は、両親である前国王及び前王妃の写真と共に、公的機関の建物等において見られる（David Chandler, "A History of Cambodia" fourth edition, P.294 and P.295）

<sup>4</sup> ノロドム・シハモニ国王は、1953年5月14日、シハヌーク前国王と第6王妃モニニアトの間に誕生。現国王は、ブラハで教育を受け、バレエ教師やカンボジアのユネスコ大使としてフランスを含む海外に長期間滞在した。（前掲、株式会社国際協力銀行）

<sup>5</sup> フン・セン氏は、1951年4月4日、カンボジア中部のコンボンチャムで生まれた。1977年、ポルポト政権より離脱し反ポルポト軍を結成。1991年にグエン・アイ・コック越共産党学校政治学博士号取得。プノンペン政権下において、同氏は、1979年に外務大臣、閣僚評議会副議長（副首相、1981年）、同議長（首相、85年）、更に、1990年には、最高国民評議会（SNC）のメンバーとなる。国連カンボジア暫定機構（UNTAC）監視下の暫定政権時代には、1993年9月の第二首相就任を経て、1998年11月に首相に選出され、2008年に首相に再任される。（前掲、株式会社国際協力銀行）。また、次の文献を参照されたい：Astrid Noren-Nilsson, "Cambodia's Second Kingdom: Nation, Imagination, and Democracy", Cornell University, 2016, p.6 and p. 39.

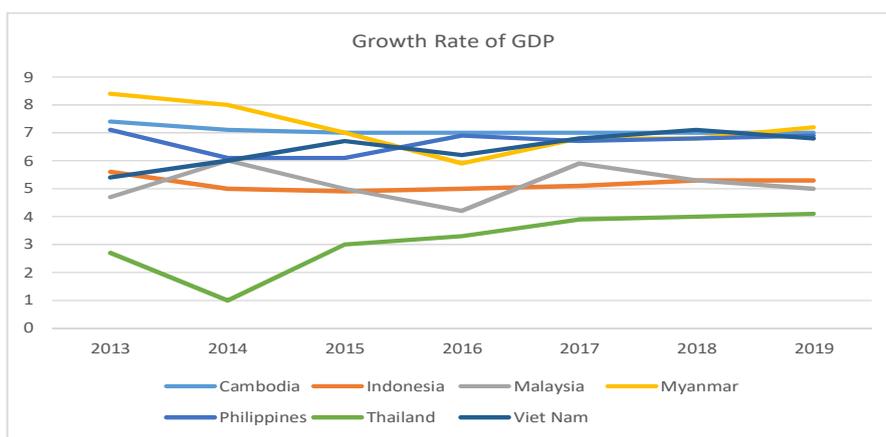
<sup>6</sup> 日本経済新聞、カンボジア総選挙、人民党120議席ほぼ一党独裁に、2018年7月30日

<sup>7</sup> 総選挙を終えて～投資環境への影響と日系企業動向について～Mizuho Country Focus, 1-3頁, 2018年8月6日,

<sup>8</sup> 一般社団法人 自治体国際化協会、CLAIR REPORT No. 626、カンボジアの地方行政、9-16頁

録したことがない。成長の原動力は縫製業を中心とする製造業及び観光業である。特に、2004年から2007年にかけては、農業、縫製業、観光業が成長のエンジンとなり、経済成長率は4年連続して10%を超えている。その後、リーマンショックの翌年には、経済成長率が減速したが、2010年から現在までほぼ7%成長を維持している。ADB（次頁のグラフ参照）によると、2018年および2019年、ほぼ7%成長が予想されている。

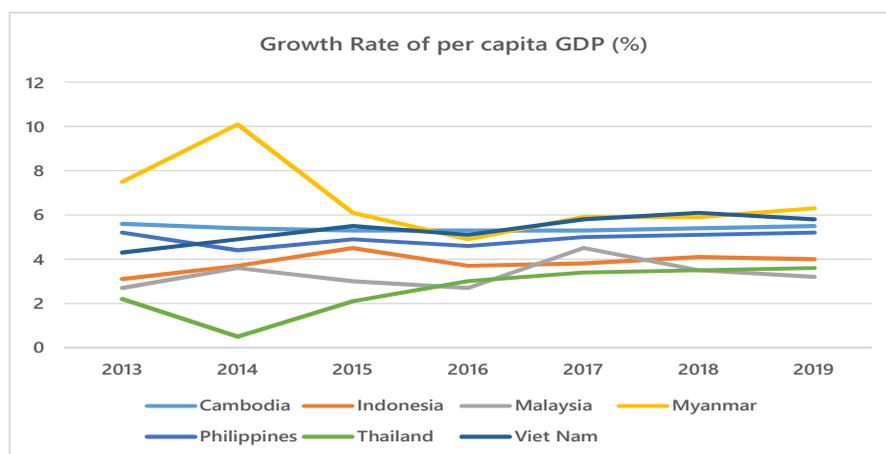
図表 1-1: GDP 成長率



(出所) ADB, Asian Development Outlook 2018, P.332.

(注) 2018年および2019年の数値は、推定値。

図表 1-2: 一人当たり GDP 成長率



(出所) ADB, Asian Development Outlook 2018, P.333.

(注) 2018年及び2019年の数値は推定値。

カンボジアの製造業の中心は、縫製業である。縫製業は、海外企業の縫製拠点がカンボジア国内に移転してきたことから、1990年代より急速に発展してきた。現在、縫製業は30

万人以上の雇用を創出し、輸出の 8 割を稼ぎ出している<sup>9</sup>。また、観光業の発展は、サービス業の発展に大きく寄与している。カンボジア訪問者の約 9 割は観光目的であり、訪問者数は、2000 年の 47 万人に対して、2014 年には 450 万人と 10 倍に増えている。主な観光地は、世界遺産に指定されているアンコールワットおよびプノンペンである<sup>10</sup>。

カンボジアの経常収支は、過去 10 年以上、慢性的に赤字である。これは、縫製業等の輸出が好調なのに対して、外資企業の進出に伴う生産設備等の資本財の輸入および ODA などによるインフラ建設関連の建設資材等の輸入が急増していることにより、貿易赤字が拡大していることに起因する。ADB の報告によると、外貨準備高 (foreign exchange reserves) は、2016 年度末の 67 億米ドルに対して、2017 年度末には 88 億米ドルに増加している<sup>11</sup>。但し、カンボジアは経済活動が「ドル化」し、中央銀行には最後の貸し手機能がないため、金融セクターへの信認の裏付けとしては外貨準備がとりわけ重要となる。この点から、国際機関等は外貨準備の更なる積み増しを要請する傾向にある<sup>12</sup>。

## ② 対象分野における開発課題

### ア) 畜産業の概況(総論)

カンボジアの農業(畜産を含む)セクターの GDP (名目) 構成比は、2016 年、26.3%である。製造業が 31.3%、サービス業が 42.4%となっている。農業の主なサブセクターを見ると、穀物生産が 14.6%、畜産が 2.8%、漁業が 5.7%、林業が 1.7%であり<sup>13</sup>、畜産の割合はそれほど大きくない。

他方、近年、畜産サブセクターには、伝統的な畜産から脱して近代化に向かう新たな動きが見られる。まず、MAFF が ASDP 2014-2018 の中に畜産振興を加えた結果、スタッフ及び管理者向けのキャパシティ・ビルディング、畜産業向けの各種行政サービスの強化及び関係法令の準備等が実施された。加えて、畜産サブセクターの発展に向けて、下記の措置が講じられた<sup>14</sup>。

- (a) 集合的な食肉加工地域(国内市場向け/輸出向け)の設定
- (b) ASEAN 規則に沿った食肉加工及び流通市場関連技術に関する事業者向け導入支援
- (c) 食肉加工業者と食肉流通業者の関係強化

---

<sup>9</sup> 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング・レポート(2015)、2 頁

<sup>10</sup> 前掲、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング、3 頁

<sup>11</sup> ADB, Asian Development Outlook 2018, P.252 and P.253.

<sup>12</sup> 前掲、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング、14 頁

<sup>13</sup> MAFF, Annual report 2016-2017 and Direction 2017-2018, April 2017, P.10 and P.11

<sup>14</sup> Ibid., MAFF, Annual report 2016-2017, P.32

## イ) 畜産業の概況(各論)

下記の図表 1-3 は、2014 年から 2018 年までの 5 年間に於ける家計所有の家畜頭数の推移を示している。家畜頭数全体は、5 年間、明確に増加傾向を示しているが、肉牛 (Cattle) に関しては、2015 年以降、減少傾向を示している。これは、伝染病の発生による被害が影響した。しかし、MAFF の事前の準備及び迅速な対応により、被害の拡大は食い止められた<sup>15</sup>。

図表 1-3: 家計が所有する家畜数 (2014-2018)

Household Animal (2014-2018)					
	(Unit: headcount)				
	2014	2015	2016	2017	2018
Cattle (A)	3,053,481	2,903,420	2,897,126	2,951,359	2,917,302
Buffaloes (B)	541,827	506,165	523,320	508,458	500,778
Cattle-Buffaloes (C)=(A)+(B)	3,595,308	3,409,585	3,420,446	3,459,817	3,418,080
Pig (D)	2,360,823	2,357,839	2,371,283	2,331,512	1,934,917
Poultry (E)	25,630,027	26,688,675	28,402,486	28,652,409	28,956,342
Total (F) = (C)+(D)+(E)	31,586,158	32,456,099	34,194,215	34,443,738	34,309,339

(出所) MAFF<sup>16</sup>

次に、飼育牛 (肉牛及び水牛) 総頭数に占める商業法人所有の飼育牛割合の推移 (図表 1-4)<sup>17</sup>を見ると、2015 年以降、顕著な増加傾向が見られる。これは、「伝統的な畜産業 (蓄財目的・役牛)」から「新たな畜産業 (商業目的)」への転換が始まったことを意味している<sup>18</sup>。

図表 1-4: 家計と商業法人が所有する飼育牛数の推移 (2014-2018)

Cattle-Buffaloes Raised by Household and Commercial farms (2014-2018)					
	(Unit: headcount)				
	2014	2015	2016	2017	2018
Household	3,595,308	3,409,585	3,420,446	3,459,817	3,418,080
Commercial farms	6,478	13,352	23,382	20,561	11,449
Total	3,601,786	3,422,937	3,443,828	3,480,378	3,429,529

(出所) MMF<sup>19</sup>

では、実際に、畜産法人数はどの程度増えているのか見てみよう。家禽又は豚を飼育する畜産法人数に比べて、肉牛を飼育する畜産法人数は少ないものの増加している<sup>20</sup>。この

<sup>15</sup> Ibid., MAFF, Annual report 2016-2017, April 2017, P.33

<sup>16</sup> MAFF, Annual report 2018-2019, 12 March 2019, P.25

<sup>17</sup> Ibid., MAFF, Annual report 2018-2019, P.25

<sup>18</sup> Op.cit., MAFF, Annual report 2016-2017, P.35

<sup>19</sup> Op.cit., MAFF, Annual report 2018-2019, P.25

<sup>20</sup> MAFF 年次報告書 (2017 年) によると、肉牛を飼育する畜産法人数は、2015 年 86 社に対して 2016 年

傾向は今後共続くことが予想されている。他方、現在、一部の畜産法人が益々大きくなり、今後のカンボジアの畜産事業をリードする可能性が見受けられる。

図表 1-5: 商業法人が所有する飼育牛数と畜産法人増加の推移 (2014-2018)

Commercial Animal (2014-2018)					
	(Unit: headcount)				
	2014	2015	2016	2017	2018
Cattle (A)	6,446	13,289	23,188	20,363	11,232
Buffaloes (B)	32	63	194	198	217
Cattle-Buffaloes (C)=(A)+(B)	6,478	13,352	23,382	20,561	11,449
Pig (D)	374,894	416,525	599,341	742,771	812,938
Poultry (E)	5,953,630	7,830,398	7,331,275	7,592,530	9,210,409
Total (F) = (C)+(D) +(E)	6,335,002	8,260,275	7,953,998	8,355,862	10,034,796

(出所) MAFF<sup>21</sup>

#### ウ) 対象分野（農業/畜産業）の開発課題

本事業は、カンボジアにおいて、畜産・酪農牛向けの発酵飼料の生産販売に係る実証試験を目的とする。具体的には、まず、（ア）飼料の原料となるスイートソルガム(以下、単に「ソルガム」という)の栽培を行い、次に、（イ）ロールベールサイレージの形が成型される。成型作業は、特殊な農機（ロールベアラ及びラッピングマシン）を使って、裁断したソルガムを円筒形のかたまりに成型しフィルムを巻く。

本事業の基本的な性格はソルガム栽培であり、対象分野としては、農業と言える。他方、最終製品となる発酵飼料は、カンボジアでは珍しく、これまで生産実績はない。従って、流通市場も存在しない。このような状況から、本事業では、生産した発酵飼料を需要家との相対取引に基づき市場形成を目指している。この意味から、本事業は、農業事業であると同時に、畜産酪農の関連事業と位置付けることができる。

カンボジアの畜産酪農は、現在、農業 GDP の約 10 パーセントを占め、また、同国 GDP の約 3 パーセントを占める<sup>22</sup>。今後、経済成長に伴い、肉類及び牛乳製品の消費量は飛躍的に伸びることが期待されている。同国政府は、畜産酪農を基本政策<sup>23</sup>の優先事業リスト (priority list) に含めている<sup>24</sup>。他方、現実にも目を向けると、現在のカンボジアの畜産酪

は7社増え93社になっている。(Op.cit., MAFF, Annual report 2016-2017, P.34) MAFF 農業総局の非公開資料 (Total Number of Livestock Farms (2018)) によると、2017年は83社、2018年には29社減少して54社となっている。畜産法人数は現在減少しているが、法人飼養頭数は概して拡大傾向にあると言える。つまり、一社当たり飼養頭数が増え、畜産会社の大型化の傾向が見られる。MAFF の直近の年次報告書 (2018年) では、記載内容が変更され、2017年度版で開示されていた肉牛等を飼育する畜産法人数の記載が見当たらない。

<sup>21</sup> Ibid., MAFF, Annual report 2018-2019, P.25

<sup>22</sup> Ibid., MAFF, Annual report 2018-2019, P.11

<sup>23</sup> Governmental Rectangular Strategy for Growth, Employment, Equity and Efficiency.

<sup>24</sup> Luong Pham et al, "Cambodia beef cattle industry", P.1, 2015.

農<sup>25</sup>は、成長を志向する場合、飼料不足、動物の衛生・疾病、流通市場整備などの多くの課題を抱えているのが実情である。特に、飼料不足の問題は、当該セクターにおける基本的な問題の一つを形成している<sup>26</sup>。

カンボジアの畜産酪農は、長年、飼料不足の状態にある。これは、同国の農業が歴史的に米作中心であることと深く関係している。乾季（12月～5月）には、野草はほとんどなくなり、飼育牛には通常稲わらが給与される。乾期及び雨季を通じて、飼育牛の主食は稲わらである<sup>27</sup>。この点は、家計及び法人に共通している。このような飼料内容では、プロテインが不足し、粗繊維（crude fiber）が高くなる。また、低栄養状況は、飼育牛の成長力及び生産性を弱め、病気になりやすくなる<sup>28</sup>。飼料の量及び栄養の両方が恒常的に不足している訳である。

本事業は、カンボジアの畜産酪農における飼料不足の現実に鑑み、新鮮なソルガムを原料とした発酵飼料を生産し、長年飼料不足に直面しているカンボジアの畜産酪農の一助になることを目指している。

### ③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

#### （ア） 四辺形戦略

2014年、カンボジア政府は全ての経済政策の政策基盤として四辺形戦略（Rectangular Strategy for Growth, Employment, Equity and Efficiency）を公表し、経済政策及び貧困削減戦略的な基盤を明確にした。当該戦略は、農業セクターの強化、インフラ整備・建設、プライベートセクターの発展・促進、能力開発・人的資源開発を含む。

四辺形戦略が公表され既に4年が経過した。その間、カンボジア政府は、毎年、当該戦略に基づく単年度政策（フェーズ1～フェーズ3）を公表し効果的な政策の実施を行っている。2018年には、四辺形戦略フェーズ4（Rectangular Strategy-Phase 4）<sup>29</sup>及び第六国会/カンボジア政府の政策基盤（The Political Platform of the Royal Government of the Sixth Legislative of the National Assembly）を公表した。これらの二つは、国家戦略開発計画（2019-2023）策定のための包括的な政策枠組みを構成する<sup>30</sup>。

四辺形戦略フェーズ4は、農業セクター及び農村開発に関して、次のように言及する<sup>31</sup>。

<sup>25</sup> 実際、カンボジアで酪農を行っている法人は一社しかないと言われている。従って、本稿において畜産酪農という場合は基本的に「肉牛」飼育を指す。

<sup>26</sup> Op.cit. Luong Pham et al, “Cambodia beef cattle industry”, P.6, 2015.

<sup>27</sup> 具体的には、雨季（6月から11月）において稲作は耕作地のほとんどを占め、家計飼育牛は道端の雑草を食べ、法人所有の飼育牛の場合は調達した稲ワラ等が給与される。また、乾季（12月～5月）には、雑草はほとんどなくなり、飼育牛は通常、調達した稲ワラが給与されるか、あるいは、稲の刈り株を食べる。

<sup>28</sup> Ibid., Luong Pham et al, P.6, 2015.

<sup>29</sup> Royal Government of Cambodia, Rectangular Strategy for Growth, Employment, Equity and Efficiency : Building the Foundation Toward Realizing the Cambodia Vision 2020 Phase IV, September 2018

<sup>30</sup> Ibid., P.2

<sup>31</sup> Ibid., P.37 and P.38

カンボジアの農業セクターの雇用人口は、総雇用人口の約 41.5 パーセントを構成する。カンボジアは、国内需要を超える食料を生産し、多種多様な農業生産物を輸出している。カンボジア米は、2017 年度において 60 万トンを超える輸出を達成した。加えて、農村地域では、道路建設、灌漑施設の建設、電化、衛生的な水資源へのアクセス等目覚ましい発展を遂げている。他方、農業セクターは依然として次のような問題を抱えている：低い生産性、農業資材の低品質、技術指導の不足、農業資材のサプライチェーンの未整備、畜産・養殖の未発達、輸出システムの未整備等。これらの諸問題に加えて、幾分発展したとは言え、インフラ整備、生成的な水資源へのアクセス、衛生設備等の質的改善及び維持管理は今後とも重要なテーマである。

#### (イ) ライスポリシー (Rice Policy)

カンボジア政府は、2010 年コメの生産・輸出振興に係る基本政策、「ライスポリシー」を公表し、2015 年までにコメの余剰を 400 万トンとし、少なくとも 100 万トン以上をコメ輸出目標として掲げた。この中では、市場原理に基づく市場において競争力のある輸出体制整備、並びに、農民の所得向上及び貧困削減が謳われた。実際、余剰 400 万トンは 2013 年に達成されたが、100 万トンのコメ輸出目標は未だ達成されていない。近年の輸出量は、50-60 万トンレベルで推移している<sup>32</sup>。

#### ④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

カンボジアは、2016 年 7 月に低中所得国に入りを達成し、2030 年には高中所得国入りを目指している。我が国は、2017 年 7 月に公表された国別開発協力方針において、重点分野の一つとして産業振興支援を掲げ、同国の最大のセクターである農業に関して、「地方部における主要産業である農業振興に取り組む」と言及する。

本事業は、カンボジアにおける機械化農業の実践（ソルガム栽培）、農産物の高付加価値化（飼料生産）および試験販売の実践を目指している。当該分野（農業）には、過去、我が国が実施した ODA プロジェクトあるいは他ドナーによる類似事業は見当たらない。

農業実施主体、すなわち、農民の組織化・グループ化に関して、近年大きな動きが見られるのは、農業組合の設立である。カンボジア農業組合法 (Law on Agricultural Cooperatives) は 2013 年 5 月 9 日に採択され、その後、ドイツ、日本等の先進国による ODA 支援により、農業及び農村開発のための農業組合の設立に係る支援事業が今も続いている。

---

<sup>32</sup> Cheu Ponleu and Heng Sola, “Overview of the Cambodian Rice Market\_Challenges and the way forward”, Cambodia Agriculture Value Chain Program, P.3.

## (2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

### ① 主な製品の概要

図表 1-6：主な製品の概要

名称	VS 堆肥
スペック (仕様)	主原料：木質 堆積・腐熟期間：10 カ月以上 形状：15mm 角メッシュ通過
特徴	植物繊維リグニンを多く含み、土壌中に効率よく腐植を形成することで、土壌を団粒化し物理性を改善する。緩衝能に富み土壌化学性、生物性を改善する。
競合他社製品と比べた比較優位性	露天堆積により木質特有のワックス、フェノール等植物に対する生育阻害物質を除去、有効微生物を添加する事で生物性改善効果を強化している。
サイズ	40L (約 20kg)
設置場所	CMAC-CDC 内圃場へ
今回提案する機材の数量	9,320 袋
価格	・1 袋当たりの製造原価：500 円 ・本事業での機材費総額 (輸送費・関税等含む) ：11,130,000 円

(注)：木質堆肥の使用方法

ソルガムの播種は帯状に行われる。播種床と並行にリッパーによる圃場改良（筋掘り）を施した後、播種床となる箇所集中的に木質堆肥を施用し、ロータリーにて十分に耕起する。使用量は 1ha 当り 600 袋。

### ② 土壌改良技術

本事業において実施した土壌改良技術は、第一がリッパー<sup>33</sup>の使用、第二が前述の VS 堆肥（主原料：木質）の使用である。本事業で使用された圃場のほとんどは、CMAC が不発弾等を除去し安全宣言された土地であり、所謂、「荒地」（耕作履歴がほとんどない土地）である。まず、2 種類のリッパーは、地盤等の状況に応じて使い分け、地表から 70-90 センチメートルの深度で土を掘り起こし、地中の水はけの改善あるいは土中の保水性を高める。他方、VS

<sup>33</sup> リッパーとは、元々、建設機械（バックホー）のアーム先端部に取付けられるアタッチメントであるが、沖縄の輝喜重機が新たに農業用に開発した農機具を指す。現在、一本爪と 3 本爪の二種類を製造している。わが国では、未だ、当該農業用リッパーは普及しておらず、現状としては、沖縄において限定的に活用されているに過ぎない。本事業ではその有効性に着目した。

堆肥は、土壌を団粒化し物理性を改善し、また、植物に対する生育阻害物質を除去し生物性の改善を行う。

### ③ ソルガム栽培技術

ソルガムとはイネ科の一年草の長大作物（最大5メートル程度まで生育する）であり、中国では高粱（コウリヤン）と呼ばれている。我が国では、ソルガムを原料とした畜産酪農用の発酵飼料生産あるいはエタノール生産研究が長年行われている。今回、カンボジアで活用されるソルガム栽培技術とは、その土地（気候および土壌性状）に合った合理的なソルガム栽培を実現する技術を指す。本分野では、補強会社であるヤンマー（株）は国内および海外において多くの経験を有する。

### ④ サイレージ生産技術

サイレージ生産技術とは、基本的には、優良な原料（ソルガム）および適切な乳酸菌並びに特殊農機（特に、ロールベアラ）の利用可能性および活用方法を指す。本分野では、補強会社であるヤンマー（株）は長年にわたり実証研究を続けており、国内および海外において多くの経験を有する。

### ⑤ 耕畜連携のバリューチェーン構築

本事業は、ソルガム栽培をベースとして、サイレージ（畜産・酪農飼料）を生産し、畜産酪農家に対して試験販売を行うことを目的とする。自然応用科学は、長年に渡り、農業に加えて、畜産酪農廃棄物に木質チップ等の追加資材を加えて、各種堆肥の生産販売を行っている。本事業が計画したカンボジアにおける耕畜連携によるバリューチェーンの構築は、このような経験に基づき実施された。

## 2. 普及・実証事業の概要

### （1）事業の目的

バタンバン州におけるソルガムの栽培及びサイレージ生産、並びに、カンボジア国内における試験販売に係る有効性が実証される。併せて、同技術の同国内における普及方法と課題が整理・検討される。

### （2）期待される成果

本事業では、以下の成果を予定する。

- ①ソルガム栽培/サイレージ製造後、給餌試験を通して現地適用方法が確認される。
- ②ソルガム栽培、サイレージ生産から販売までの普及方法が明らかになる。
- ③サイレージ製造、販売に係る畜産振興政策が提言される。

### (3) 事業の実施方法・作業工程

#### ① 成果1にかかる活動

##### A. 栽培実施計画が策定される。

栽培実施計画（下記）は、自然応用科学（株）およびヤンマー（株）が原案を作成し、カウンターパートであるCMACおよびMAFFとの協議を経て最終決定された（2018年3月）。栽培実施計画の作成は、調達される農機の性能および作業体系の影響を受ける。

##### 【栽培実施計画の内容】

- a. 圃場の正確な場所の特定：GPS測定標記
- b. 圃場面積：15ヘクタール
- c. 圃場場所：CMAC CDC
- d. 栽培作業日程（全般）
- e. 栽培作業の責任体制
- f. 土壌整備：具体的な設計（水利、石、表層土壌、深層土壌、雑草）
- g. 試験区画の設計
- h. 播種密度
- i. 施肥計画
- j. 栽培管理計画
  - j-1. モニタリング（害虫、病源体）
  - j-2. モニタリング（水被害、温度変化、風）
  - j-3. モニタリング（灌水）
- k. データ収集計画
- l. 写真撮影計画

##### B. 圃場所有者等に対して栽培実施に係る説明会の開催

本事業では、2018年5月30日、栽培実施に係る説明会を開催。比較的大規模な機械化試験栽培を実施することから、播種の直前に圃場において、実施計画を説明し役割分担を明確にすると同時に、ソルガムおよびソルガム栽培の特徴・留意点を解説した。本説明会の概要は次の通りである。

##### 【説明会の概要】

主催：自然応用科学（株）、MAFF（バットアンバン州のPDAを含む）、CMAC、

目的：作業担当および作業内容の決定・ソルガム栽培知識の普及

開催時期：2018年5月30日

参加者：ヤンマー（株）、タカキタ（株）、CMAC のオペレーター及び現場作業員

内容：栽培実施計画の説明・ソルガム栽培の留意点を紹介

### 13 栽培説明会



#### C. ソルガムを栽培する

栽培実施計画に基づき、ソルガム栽培が行われる。加えて、農機等の操作研修が実施される。

#### D. サイレージを生産する。

栽培実施計画に加えて、サイレージ生産計画が作成される。農機等の入札の結果次第で、想定する機械体系に影響する可能性があることから、同計画の最終決定は、2018年3月上旬に行われた。サイレージ生産を決める重要なポイントは、(1) 機械体系、(2) 収穫機の性能、(3) 収穫機の不具合発生率および(4) 効率的な圃場内輸送である。また、サイレージは、調製後、良好な発酵（熟成）を確保するために、約1か月の保管を要する。

#### E. 飼養牛に対するサイレージ試験給餌を行う。

生産されたサイレージは、将来の本格的な商業化を念頭に置いて、地元大学（University of Battambang. 以下、“UBB”）において給餌試験およびソルガム成分分析<sup>34</sup>が行われた。給餌試験の概要は、以下の通りである。給餌試験計画は、2018年3月に作成された。本給餌試験計画の概要は、以下の通りである。

---

<sup>34</sup> 大部分のサイレージの化学分析及び稲ワラ等との比較試験は、MAFFの研究機関で実施された。

### 【給餌試験計画の概要】

- 実施機関：バットアンバン大学農学部
- 試験目的：飼料価値評価
- 試験期間：6 か月（2018 年 10 月～2019 年 6 月）
- 対象家畜：畜産飼養牛頭数は約 30 頭。
- 試験区の設定：①サイレージのみ；②サイレージ+既存飼料（牧草）
- 対象区の設定：既存飼料（牧草）
- 評価方法：嗜好性および体重推移

14 UBB の牛舎（給餌試験場所）；手前が給餌されるサイレージ



15 UBB の牛舎；稲わらを食べる試験牛



## 16 UBB の牛舎；サイレージを食べる試験牛



### F. ソルガム栽培・サイレージ生産に関するマニュアルを作成する

マニュアル（英文）の作成は、将来的な事業化あるいは周辺農家による自家栽培・自家生産を念頭に置いて作成される。ソルガム栽培は、年2作を計画している。播種は6月を予定する。収穫時期は、一番草が8月、二番草が11月を想定している。サイレージ生産は、収穫後、速やかに実施されるので、上記とほぼ同時期となる。マニュアルの完成は、2019年第二四半期に作成され、同年10月に開催された第三回運営委員会において配布された<sup>35</sup>。

## ② 成果2にかかる活動

### A. カンボジアのソルガム栽培の現状を調査する

ソルガム栽培に係る調査は、2018年2月以降、継続的に①MAFF およびその関連機関へのヒアリング、種苗会社、農業法人などへのヒアリングを通じて情報収集を行い、以下の事実が判明した<sup>36</sup>。カンボジアではこれまで2015年から2017年の間、海外企業により幾つかの小規模な試験栽培が行われているが、商業栽培の実績はない模様である。

### B. 畜産農家に対するサイレージ適正価格調査、需要予測、流通ルートの調査・分析を行う

まず、周辺農家での試用に関しては、CMAC は既に周辺農家と一定の関係を有しており、その情報を活用し、バタンバン州のPDA と協議して飼料配布先<sup>37</sup>を決めた。将来的なサイ

<sup>35</sup> 当該マニュアルの名称等：JICA Sorghum Project, “Manual on mechanized sorghum cultivation and silage production in Cambodia”, October 10, 2019, JICA Sorghum Project

<sup>36</sup> 試験栽培を実施したのは、①日本アルコール協会、②茨城大学、③日本企業A社、④日本企業B社である。上記に加えて、カンボジア農業法人によると、2014年および2015年、オーストラリアの種苗会社がプノンペンで営業活動を行い、取り扱い商品の中にスイートソルガム及びグレイソルガムがあったという。

<sup>37</sup> 実際には、近隣農家を招待してソルガム栽培・簡易サイレージ生産に関するフィールド スクールを開催し、参加した農家に配布した。

レイジ生産販売事業を念頭に置いた市場調査<sup>38</sup>に関しては、本事業期間中、試験販売先（畜産酪農会社または一定規模以上の畜産酪農牛を飼育する農家）の発掘が重要となる。試験販売先は潜在的な顧客であり、試験販売先の発掘はバリューチェーンを構成する。

サイレイジの販売価格および需要予想は、前記の相対的に大規模な畜産酪農会社または多頭飼いをを行っている一定規模以上の畜産酪農家に対するヒアリング調査を実施した<sup>39</sup>。サイレイジは、概して、粗飼料として位置付けられる。従って、乾期の飼料不足時に、上記の畜産酪農会社または農家が粗飼料をいくらかで調達しているかという点が実勢適正価格を推定する上で重要な情報となる。

### C. ソルガム栽培・サイレイジ生産販売に関するセミナー（workshop）を開催する。

本セミナーは、2019年5月24日に開催された。本セミナーの概要は、次の通りである。

#### 【セミナーの概要】

- 目的：ソルガム栽培とサイレイジに係る基本知識の伝達並びに試験販売の促進
- 主催者：自然応用科学(株)、MAFF、CMAC
- 開催場所：バタンバン大学会議場
- 参加者：周辺農家、農業法人、畜産農家（法人を含む）
- 傍聴者：バタンバン大学農学部 of 学生及び職員

17. セミナー全景写真（1）



18. セミナー全景写真（2）



セミナーの参加者は、合計 65 名。その内、近隣農家は 19 名、UBB 職員・学生が 34 名、本事業関係者が 12 名であった。

<sup>38</sup> 市場調査は、UBB（バタンバン大学）に業務委託して、2018年9月から12月の3ヶ月間実施した。報告書名は：UBB, “Market Survey on Saleability of Sorghum Silage in Cambodia”, December 17, 2018

<sup>39</sup> 前掲 35、UBB 調査の一環として実施した。

#### D. 既存飼料の及びサプライチェーン及びサイレージの販売経路（バリューチェーン）の調査検討を行う

既存飼料の流通経路等に係る情報は、本事業の開始以降、随時、①側面調査（文献調査）、②MAFF およびその関連機関へのヒアリング、並びに、③主要な畜産会社へのヒアリングにより収集した。調査結果に関しては、本書 63 頁を参照。

#### E. ソルガム栽培、サイレージ製造から消費までの流通促進計画が作成される

サイレージの流通促進計画のコア部分は、本事業の実施を通じた試験販売および試験販売の実施により明確になる。ソルガム栽培の面的拡大およびサイレージ生産・販売の量的拡大に関しては、MAFF およびバタンバン州 PDA の助言及び UBB のローカル・ネットワークが不可欠となる。

#### F. 当事業の普及のための体制の検討をする

本事業では、本事業の普及のために、説明会およびセミナーを複数回開催した。本事業に参加した地元農家を中心として、事業参加に関して参加意向を示す農家等を集めて、ソルガム栽培・サイレージの市場ニーズ及び農業組合設立に係る予備的な意見交換を行った。また、本事業の事業化に関して、MAFF の助言を得て、CMAC と協議を重ねた。協議内容等に関しては、本書 63 頁を参照。

### ④ 成果 3 にかかる活動

#### A. カンボジアにおける畜産振興政策を把握する

カンボジア農林水産省（MAFF）は、2019 年 3 月 12 日付で年次報告書（2018 年）を発刊した<sup>40</sup>。同報告書によると、2019 年度の主な政策目標は次の 2 点である。第一は、2019 年度末までに食肉生産量を 31 万 6,000 トン増加させる。第二は、2019 年度末までに商業飼養頭数の割合を 20 パーセント増加させる。

また、上記の政策目標達成のための行動指針として毎年言及される「動物衛生サービスの提供」及び「畜産飼養技術に関する技術供与」に加えて、特に下記が記載されている。「高品質の動物製品の生産、市場のニーズを満たす十分で且つ持続可能な供給量の確保及び近隣諸国からの動物製品の輸入量の減少を目的として、飼育契約（“contract farming”）に基づく動物飼育農家の集団化」を奨励する<sup>41</sup>

#### B. カンボジアにおけるソルガム栽培及びサイレージ製造販売の普及政策を提言する

<sup>40</sup> Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Kingdom of Cambodia, “Annual report for Agriculture Forestry and Fisheries 2018-2019 and Direction 2019-2020”

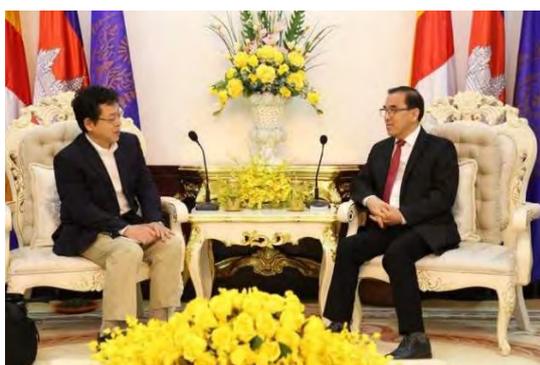
<sup>41</sup> Ibid., p.60.

MAFF が年次報告書において言及する通り、カンボジアの畜産業発展の阻害要因のひとつは、乾期における飼料不足がある。高価な輸入飼料に依存するのは、持続可能性に問題がある。従って、カンボジア国内で生産された飼料が畜産事業者に提供されることが必要となる。この意味から、サイレージの保存期間は一年以上あり、雨季に生産されたサイレージが乾期に提供されれば、乾期の飼料不足の解決策の一つになる可能性を秘めている。

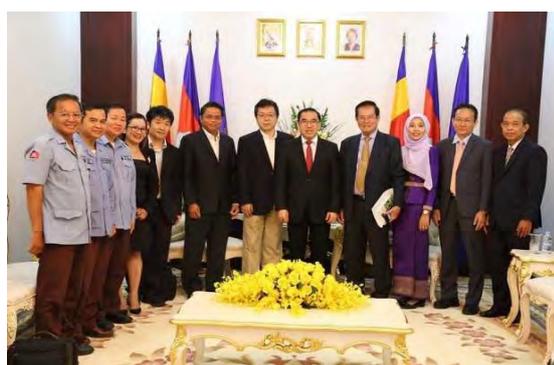
本事業では、サイレージの生産方法および生産コスト、並びに、必要に応じて簡易サイレージ生産方法などの検証を行い、その有効性を検証した。また、それと同時に、本事業の推進により、課題も明確になった。

本事業では、2019年5月21日、本事業の進捗状況の報告を目的として、MAFF 大臣を表敬訪問した。その際に、同大臣より普及のための課題は何かについて質問を受け、課題として次の3つを指摘した。第一は、輸送費用が近隣諸国に比べて著しく高い。これは、生産地から離れた場所にある需要家にサイレージを輸送する場合、著しい生産コストの上昇を招く。第二は、ソルガム栽培に関して、本来ソルガムは渇水状態には強い作物であるが、播種後の一定期間内に降雨がなければ、生育に多くを望めない。この意味から適切な灌漑施設<sup>42</sup>の普及が望まれる。第三は、土壌改良のための堆肥が不可欠である<sup>43</sup>。カンボジアには、高価な輸入堆肥以外、安価で良質な堆肥は市場にない。堆肥を生産するための原料（畜産廃棄物及び農業廃棄物等）は、同国内に豊富に存在している。堆肥には、土壌改良効果に加えて肥料効果もあり、化成肥料の部分的な代替可能性があることから、早急な産業化が望まれる。

#### 19. MAFF 大臣との面談 (1)



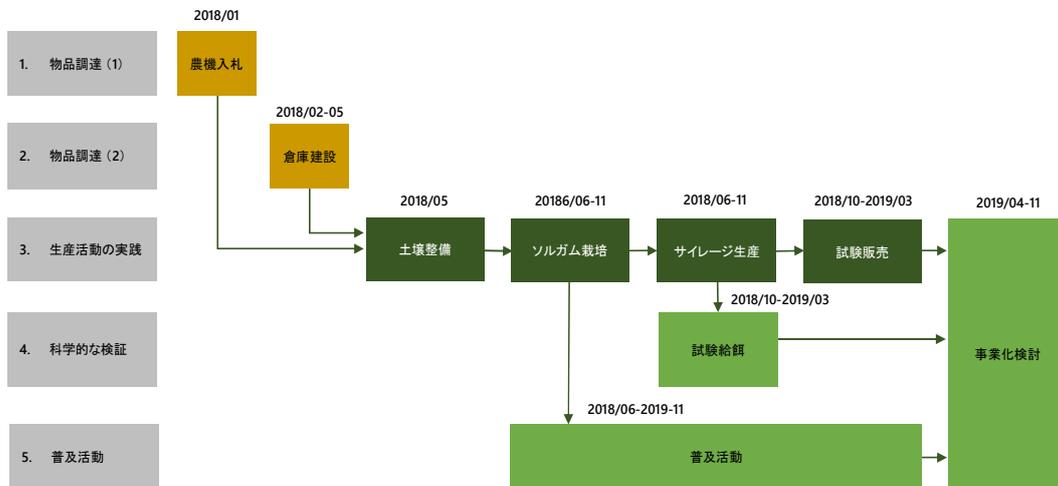
#### 20. MAFF 大臣との面談 (2)



<sup>42</sup> 現地では、水路・貯水池（“reservoir”）という。

<sup>43</sup> 本事業の事業地である CMAC CDC は、本来、耕作履歴のない荒地又は未利用地を活用して行われた。本事業では、大量の堆肥を日本から輸出して使用したが、事業終了後は別途手当てをする必要がある。しかし、現実としては、販売されている堆肥（有機肥料）は海外から輸入された高価なものであり、新規事業がこのような高価な堆肥を使用することは考えられない。カンボジアにおいて利用可能な原料（畜産廃棄物及び農業廃棄物など）を活用して、安価な堆肥生産事業が開始されることが望まれる。

図表 2-1：業務フロー



(注1) 本事業におけるソルガム栽培、サイレージ生産及び試験販売は、2019年も継続され、2020年1月以降は、カウンターパートであるCMA Cが後継法人（農業組合）を設立して、本事業を継続する予定である。  
 (作成) プロジェクトチーム<sup>44</sup>

#### (4) 投入（要員、機材、事業実施他）

##### A) 要員計画・実績表

要員計画・実績表(業務従事者の従事計画・実績表)は、次頁（図表 2-2）の通りである。

<sup>44</sup> 日本側プロジェクトチームは、自然応用科学株式会社及びビヤンマー株式会社で構成される。以下、同様。



## B) 機材等調達リスト

次頁の機材等調達リストは、本事業において使用される農機の調達リストである。これら農機の調達は、2018年1月及び2月にかけて実施された指名競争入札により行われた<sup>45</sup>。

これらの農機は、2018年2月7日に入札落札者との間で締結された契約（“Contract Agreement”）に基づき、二つのグループに分けて納品された。第一グループは、播種前の土壌整備、土壌改良及び播種に使用される農機群であり、同年5月31日に納品された。第二グループは、収穫及びサイレージ調製に使用される農機群であり、同年8月30日に納品された。いずれも、納品後、直ちに、農機販売会社及び農機製造会社の立ち合いの下で、受渡検査が実施された。

機材等の納品を二分割した主な理由は、農機等を受領後、直ちに農機操作の実地研修を効率的に行い、予定された圃場作業を実施することにある。実際、事前に精密な栽培計画が作成され、栽培会議において全ての栽培関係者に作業手順が周知徹底され、更に、各作業に使われる農機のオペレーターが特定された。同時に複数の圃場で作業が行われることから、グループを二つに分け、指導員及び研修員が農機に同乗して操作の実地研修が行われた。

### 21 農機の受領時検査



<sup>45</sup> 入札手続きは JICA カンボジア事務所で行われた。入札参加者数は、4社であった。主な入札日程は、次の通りである。(1) 入札書類の発送 (1月16日)、(2) 入札資格書類の受領 (1月19日)、(3) 応札者予定者から寄せられた質問に係る回答書の送達 (1月24日)、(4) 入札書類の提出 (1月30日)、(5) 開札日通知書類の発送 (2月2日)、(6) 入札会(2月6日)、(7) 契約の締結(2月6日)。

図表 2-3：機材等調達リスト

	物品名称	規格/品番	数量	検収日	配置場所
1	Tractor	EF494T with front loader	2	2018/5/28	CMAC CDC
2	Tractor	EF494T	1	2018/5/28	CMAC CDC
3	Tractor	EF725T	1	2018/5/28	CMAC CDC
4	Harvester	MC903	1	2018/8/28	CMAC CDC
5	Roll Baler	MR-820A	1	2018/8/28	CMAC CDC
6	Wrapping Machine	WN1071	1	2018/8/28	CMAC CDC
7	Disc Plow	Y2630DPL	1	2018/5/28	CMAC CDC
8	Power Harrow	ROTEX H230	1	2018/5/28	CMAC CDC
9	Manure Spreader	DH3070	1	2018/5/28	CMAC CDC
10	Broadcaster	BC6001D	1	2018/5/28	CMAC CDC
11	Seeding Machine	TFRG-2S	1	2018/5/28	CMAC CDC
12	Boom Sprayer	BSM301	1	2018/5/28	CMAC CDC
13	Roll Grab	RGB560S	1	2018/5/28	CMAC CDC
14	Pallet Fork	HPFK1180S	1	2018/5/28	CMAC CDC
15	Bucket	HBKT1745S	1	2018/5/28	CMAC CDC
16	Tine Bucket	HBKT1725S	1	2018/5/28	CMAC CDC
17	Counter Weight with Extension Hitch	Attached for tractor over 70hp	2 set	2018/5/28	CMAC CDC
18	Rear Wheel Weight	Attached for tractor over 70hp	1 set	2018/8/28	CMAC CDC
19	Rear Wheel Weight	Attached for tractor over 45hp	3 set	2018/5/28	CMAC CDC
20	Front Weight	Attached for tractor over 70hp	1 set	2018/5/28	CMAC CDC
21	Front Weight	Attached for tractor over 45hp	3 set	2018/5/28	CMAC CDC
22	Ripper	Single Blade and Three Blades	1 set	2018/5/28	CMAC CDC
23	VSCompost	n.a.	9,320	2018/5/28	CMAC CDC
24	Warehouse	n.a.	1	2018/5/28	CMAC CDC
25	Net	n.a.	90	2018/8/28	CMAC CDC
26	Wrap Film	n.a.	130	2018/8/28	CMAC CDC

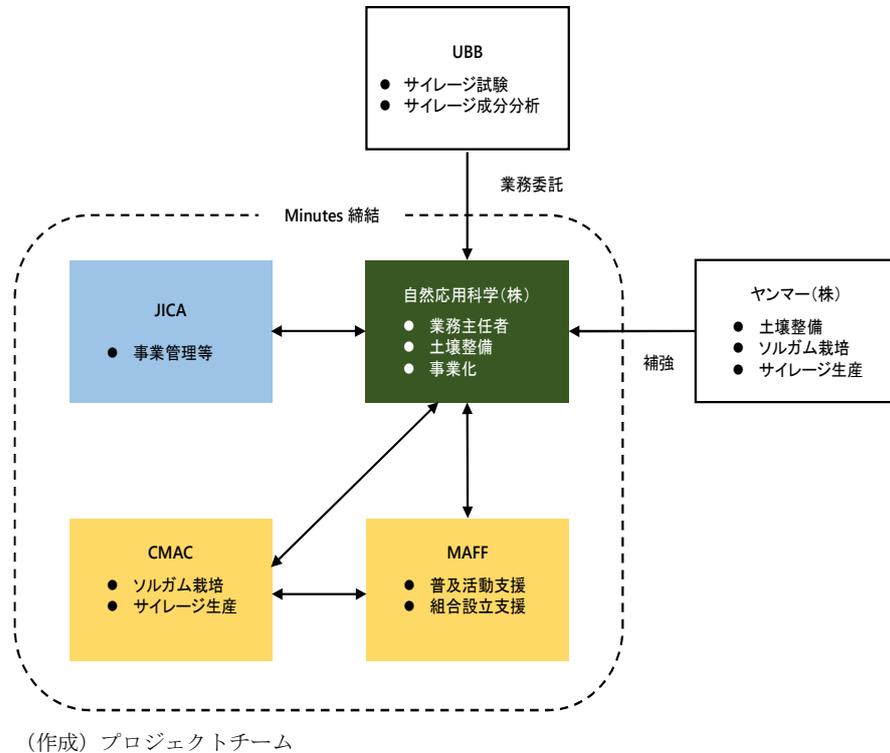
(作成) プロジェクトチーム

## (5) 事業実施体制

本事業は、カンボジア政府機関として、カンボジア地雷除去センター (CMAC) および農林水産省 (MAFF) をカウンターパートとして実施された。CMAC からは、(1) 実証圃場の土地の提供、(2) 農機のオペレーターの提供及び (3) 当地における開発活動を通じて獲得した知見または人的ネットワークに関する広範な協力を得た。更に、MAFF からは、ソルガムサイレージの化学分析に係る協力、畜産市場に係る市場調査、本事業の将来を見据えた普及活動 (農業組合設立を含む) を受含む多方面の支援を受けた。

自然応用科学株式会社 (提案企業) は、ヤンマー株式会社及びバタンバン大学 (UBB) の協力を得て、本事業を実施した。事業実施体制は、下記の図表 2-3 の通りである。

図表 2-4：業務実施体制



## (6) 事業実施国政府機関の概要

本事業の現地パートナー（ミニッツに署名した現地政府機関）は、次の2 政府機関である。両機関の概要は、以下の通りである。

### ① CMAC

#### ■ CMAC<sup>46</sup>とは

(Cambodian Mine Action Centre)は、1992 年に設立<sup>47</sup>された首相府直轄の政府機関である。CMAC 本部の住所は下記の通りである。

CMAC Building,  
Duong Ngeap Street,  
Phum Kork Chambak,  
Sangkat Teak Thia,

<sup>46</sup> CMAC ウェブサイト

<sup>47</sup> CMAC は、1992 年、国連暫定統治期間中、数千人の難民帰国を支援するために設立された。その後、カンボジア中の地雷/不発弾は、国家再建の大きな障害になる可能性を認識して、CMAC は、2000 年に政府機関となった。

Khan Sen Sok  
Phnom Penh, Cambodia

#### ■ CMAC の役割

CMAC の主な役割、は地雷及び不発弾を適切に処理し、汚染地を正常な土地に修復し、且つ、これらの土地を農業利用のために販売を目的として管理業務を行うすることにある。当該目的を達成するために、CMAC は、地雷/不発弾調査・分析並びに教育・訓練活動を行っている。CMAC の組織概要は、次の通りである。

- スタッフ数：1,715
- フィールド・スタッフ数：1,387
- 女性スタッフ数：113
- 訓練センター (Training Centre)：コンポンチャン
- ワークショップ (Central Workshop)：バットンバン

#### ■ CMAC の内部組織

CMAC の主な内部組織 CMAC の主な内部組織は、運営理事会 (Governing Council) 及び執行ユニット (Executive Unit) である。運営理事会は CMAC の全ての活動を管理監督し、政府の政策に従って、活動方針等を策定する。執行ユニットは、地雷及び不発弾処理活動の中核を構成する実践組織である。

#### ■ CMAC の活動活動

CMAC がこれまでに実施 (1992-2014) した地雷及び不発弾処理活動の実績は以下の通りである。

- 処理地の総面積：570,357,709m<sup>2</sup>
- 処理済地雷及び不発弾数：499,069 個
- 今後 10 年活動計画 (2016-2025)：170,000 ヘクタール<sup>48</sup>

#### ■ 本事業の関係部署

CMAC は、本事業を担当する特別チームを編成した。主なメンバーは下記の通りである。

- A) CMAC 長官：H.E. Ratana
- B) ダイレクター：Mr. Leng Chreang
- C) プロジェクト・マネジャー：Mr. Ros Sophea
- D) フィールド・マネジャー：Mr. Chem Sambath

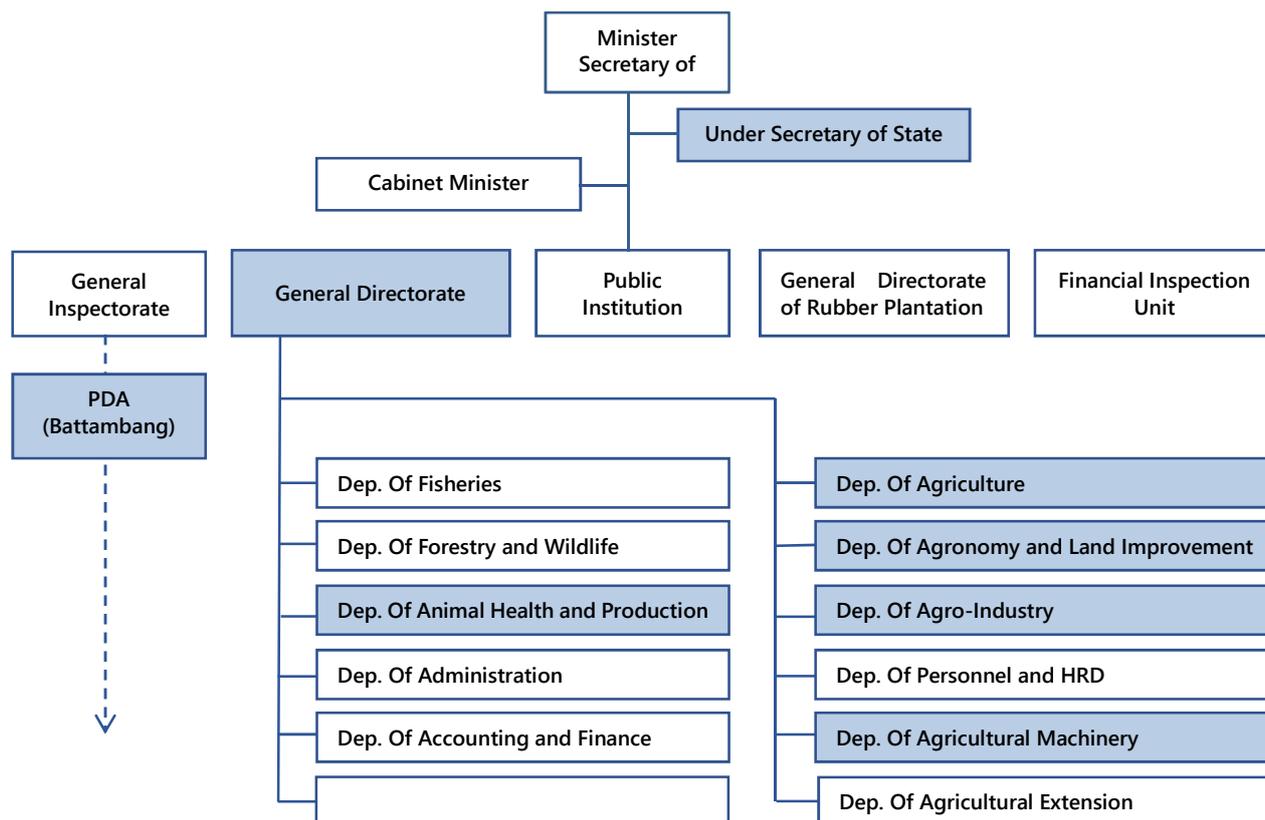
---

<sup>48</sup> 現地新聞記事 (The Phnom Penh), 2018 年 7 月 23 日、CMAC 新たな活動計画を発表。

## ② MAFF

MAFF (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries) は、カンボジアにおいて農業、林業、漁業に係る活動を所管する主務官庁である。MAFF の組織図<sup>49</sup>において、現在、本事業に関係している部署は次の通りである。

図表 2-5 : MAFF の組織図



(作成) プロジェクトチーム

## ③ カウンターパート機関 (CMAC/MAFF) との協力関係

本事業では、ミニッツ締結以降、カウンターパート機関との間で繰り返し打合せを続けた。主な協議事項は次の通りである。

### A) CMAC との関係

本事業の事業地は CMAC CDC 内にあることから、事業地の選定、圃場整備、栽培管理、ソルガム収穫、サイレーシ生産等の全ての工程において、密接に連携して行われている。本事

<sup>49</sup> MAFF Conference, Annual Report for MAFF 2017-2018, 30 April 2018 and WEPA Website, Water Environment Partnership in Asia, Organizational Arrangement: Cambodia.

業が想定するソルガム栽培は、機械化農業である。本事業のために調達・投入された農機の操作指導は、全て、CMACのスタッフに対して行われた。本事業終了後、CMACとの関係を規律する契約を締結することになるが、その中には、農機の使用及び農機のオペレーターに係る取り決めを含む多方面の取り決めが必要となる。

#### B) MAFF との関係（サイレージ生産）

本事業は、サイレージの生産、サイレージ試験給与及びサイレージの化学分析、農業組合設立等の分野において、MAFFの動物衛生生産局（Department of Animal Health and Production）及びバタンバン州PDA（農業局）との間で密接に連携した。

#### C) MAFF（PDA） との関係（近郊農家向けの小袋サイレージ生産）

本事業は、農家の当該事業への参加を促進するために、PDA及びUBBと密接な協力体制を敷いて実施された。具体的には、2018年9月、PDAの協力によりフィールド・ファーマーズ・スクールを開催した。一番草の収穫時において通常のロール・サイレージ（1ロール重量：260kg）に加えて、近郊農家向けの小袋サイレージ（1袋の重量：20kg）の生産を行った<sup>50</sup>。PDAからは、4名（①Deputy Director, ②Machinery Department, ③Agro-Industry Department, ④Agronomy Department）、10名の近隣農家が参加した。

#### D) MAFF との関係（農業組合の設立）

本事業終了後、現地農家が集まり農業組合が設立されることを視野に入れている。この点に関して、本事業は、MAFF農業総局の農業組合推進部（Department of Agricultural Cooperative Promotion）の助言を受けて、現状分析及び事業計画の精緻化を行った。また、CMACは、後継の事業主体として農業組合の設立準備に入っており、MAFF及びPDAは深く関与している<sup>51</sup>。

---

<sup>50</sup> 本書60-62頁（ファーマーズ・フィールド・スクール）を参照。

<sup>51</sup> 自然応用科学は、CMACが作成した事業計画原案に関して、2019年10月及び11月にCMAC幹部向けのレクチャーを実施した。二回目レクチャーにはMAFFも参加した。

### 3. 普及・実証事業の実績

#### (1) 成果区分と活動内容

本事業において予定された個別活動は下記の通りである。以下、基本的に、活動区分の順番に各個別活動の成果に言及する。

図表 3-1 成果区分と活動内容

特記仕様書上の活動分類		個別活動	参照ページ
成果区分	活動区分		
成果 1	活動 1-1	栽培実施計画を策定する	
		栽培計画 (2018) (圃場の位置等)	24~25
		栽培計画 (2018) (区画毎の内容・特徴)	25~28
		栽培計画 (2019) (圃場の位置・区画毎の内容・特徴)	39~43
	活動 1-2	圃場所有者に対して栽培実施説明会を開催する。	10
	活動 1-3	ソルガムを栽培する。	24~59
	活動 1-4	サイレージを製造する。	38~47
	活動 1-5	飼養牛に対するサイレージ給餌試験を行う。	11~12
活動 1-6	ソルガム栽培・サイレージ製造に関するマニュアルを作成する。	13	
成果 2	活動 2-1	同国 (カンボジア) のソルガム栽培の現状を調査する。	13
	活動 2-2	畜産農家に対するサイレージの適正価格調査、ニーズ調査、需要調査の調査分析を行う。	13, 56~58, 64, 73~76
	活動 2-3	ソルガム栽培・サイレージ製造に関するOMAC CDC向けセミナーを開催する。	14
	活動 2-4	既存飼料およびサイレージの製造から消費までの経路の調査および望ましい流通経路の検討を行う。	19~20, 78~81
	活動 2-5	ソルガム栽培・サイレージ販売から消費までの流通促進計画が作成される。	16, 56~59, 64
	活動 2-6	当事業の普及のための体制の検討をする (農業組合設立の可能性も検討する)	16, 66, 72~73
成果 3	活動 3-1	同国における畜産振興政策を把握する。	16
	活動 3-2	同国のソルガム栽培およびサイレージ製造・販売等に係る普及政策を提言する。	17, 86

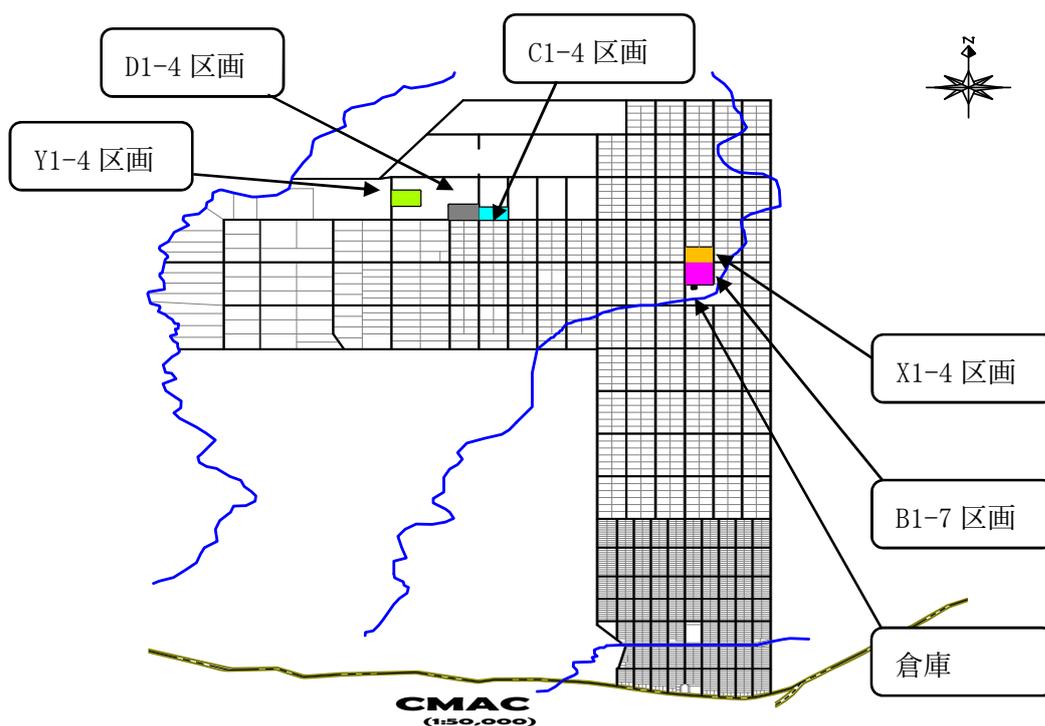
- 活動結果 1: 栽培計画 (2018 年度) (圃場の位置等)
- 活動結果 2: 栽培計画 (2018 年度) (各区画の内容・特徴)
- 活動結果 3: 収穫計画 (2018 年度) (区画別)
- 活動結果 4: 栽培実績 (2018 年度)
- 活動結果 5: 栽培計画 (2019 年度)
- 活動結果 6: 栽培結果予想 (2019 年度)
- 活動結果 7: サイレージ生産実績
- 活動結果 8: 試験販売実績
- 活動結果 9: 小袋サイレージ生産 (ファーマーズ・フィールド・スクール)
- 活動結果 10: 既存飼料のサプライチェーン及びサイレージの販売経路 (バリューチェーン) の調査

➤ 活動結果 11: 本事業普及のための体制検討

① 栽培計画(圃場の位置)

圃場は、CMAC CDC (1,740 ヘクタール) 内に位置する 20 ヘクタールである。圃場の位置は以下の通りである。また、栽培作業日程に関しては、次頁の図表 3-1 の通りである。

図表 3-2 圃場及び区画面

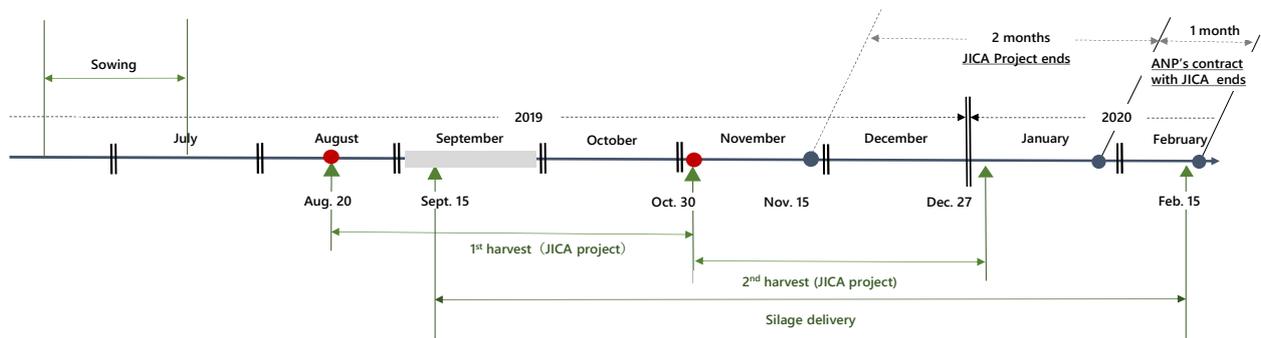


(作成) プロジェクトチーム

栽培作業の大枠は次の通り。2018 年及び 2019 年の栽培作業は基本的に同一である。

- 1) 圃場整備 ; 4 月～5 月
- 2) 播種 ; 6 月～7 月
- 3) 収穫 (1 番草) ; 8 月～10 月
- 4) 収穫 (2 番草) ; 11 月～1 月

図表 3-3 栽培作業日程



(作成) プロジェクトチーム

## ② 栽培計画

圃場設計の概要は、次の通りである。

### ア) 圃場面積

圃場の総面積は、20.06ヘクタールである。但し、正味耕作面積は、16.12ヘクタールである。この差異が発生するのは、畦の両端で農機が旋回する場所<sup>52</sup>が必要となるためである。

### イ) 区画毎の特徴

本事業に使用される圃場は全て栽培試験区であり、将来の商業化を念頭に置いて可能な限りより効率的なソルガム栽培方法を特定するために設計されている。主な栽培条件は次の通りである。

- A) リッパーを使用する区画と使用しない区画
- B) 堆肥を投入する区画と投入しない区画
- C) ソルガム種子の投入量
- D) 化成肥料 (20-20-15+TE) の投入量
- E) 化成肥料 (UREA) の投入量

### ウ) 各区画の耕作履歴の有無

- A) Y区画 (4区画) : ほとんど耕作履歴なし
- B) D区画 (4区画) : ほとんど耕作履歴なし
- C) C区画 (4区画) : 全く耕作履歴なし (荒地)
- D) X区画 (4区画) : 全く耕作履歴なし (荒地)

<sup>52</sup> 枕地 (まくらじ) という。

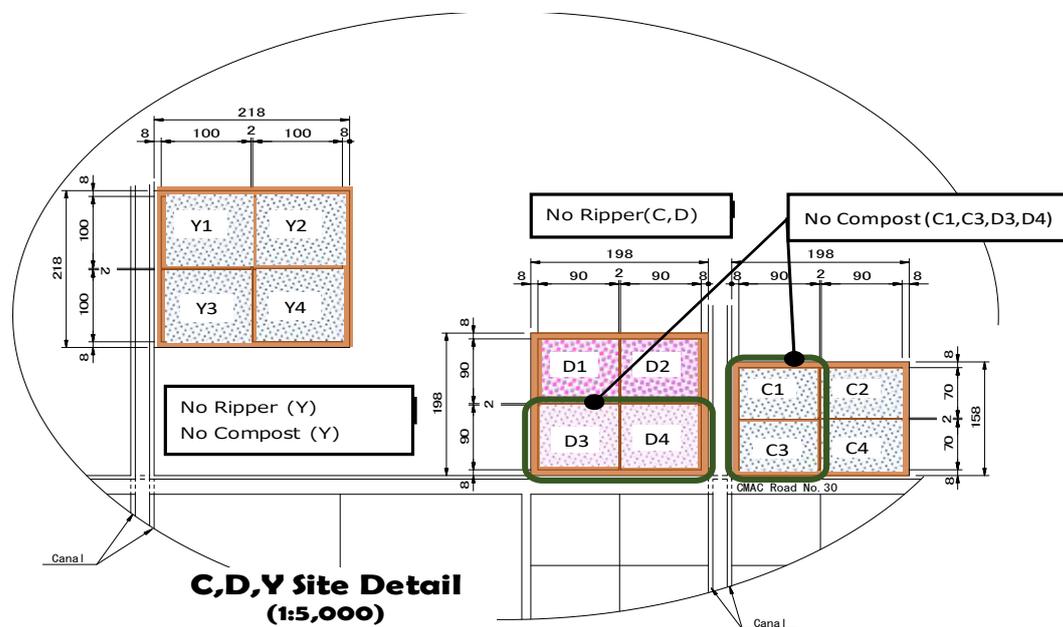
E) B区画 (6区画) : ほとんど耕作履歴なし

(注) 「ほとんど耕作履歴なし」とは、本事業が開始される以前に、圃場の一部で一回だけ栽培履歴を有する圃場をいう。但し、本事業が開始された時点におけるこれらの圃場の一般的状況は、全く耕作履歴のない「荒地」<sup>53</sup>とほとんど同一であった。

エ) 栽培計画 (Y、C、D区画の詳細)

A) Y、C、D区画

図表 3-4: Y、C、D区画の位置



<sup>53</sup> 本書において、「荒地」とは、未開拓の土地あるいは長期間に渡り耕作されていないために雑草や灌木が群生し土壌改良等を実施しない限り耕作に適さない土地を指す。

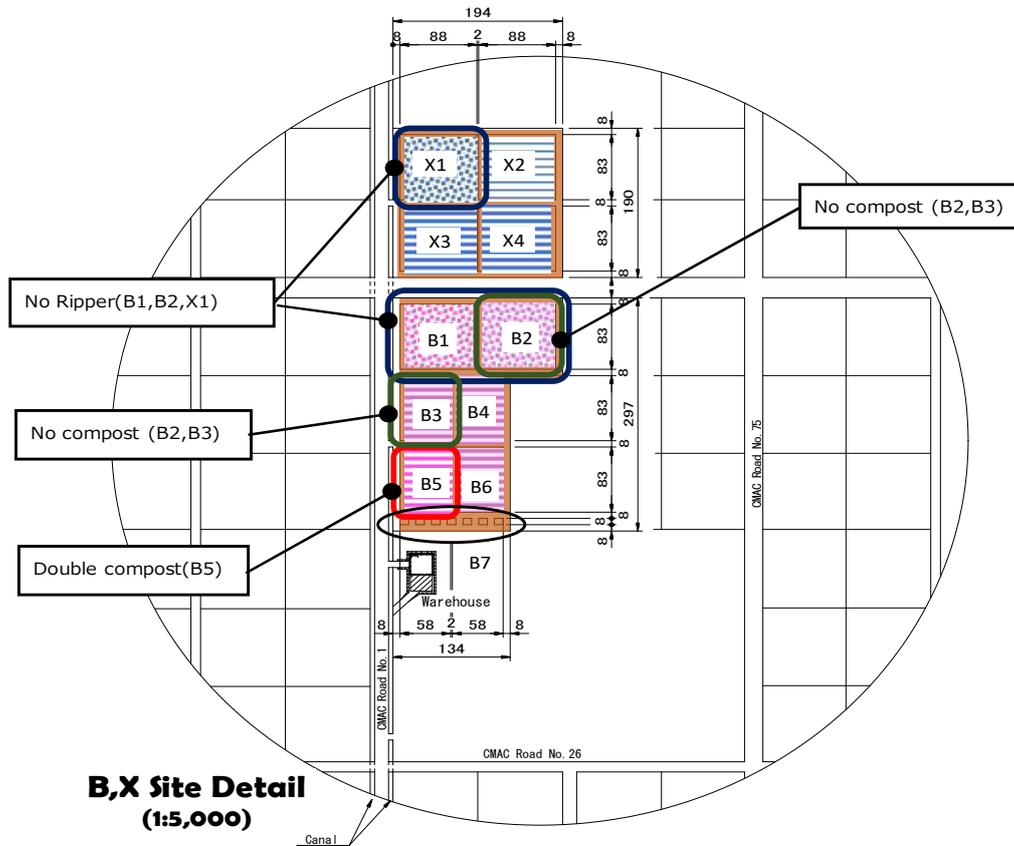
図表 3-5: Y、C、D 区画の栽培設計

Field design	Field No.														
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y	C1	C2	C3	C4	C	D1	D2	D3	D4	D
Field size (ha)					4.75					3.13					
Cultivated area (ha)	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	0.63	0.63	0.63	0.63	2.52	0.81	0.81	0.81	0.81	3.24
Ripper	-	-	-	-		-	-	-	-		-	-	-	-	
Compost	-	-	-	-		-	✓	-	✓		✓	✓	-	-	
Compost (Full Pallet)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	0.0	18.0	36.0	23.0	0.0	23.0	0.0	46.0
Compost (bag)	0	0	0	0	0	0	720	0	720	1,440	920	0	920	0	1,840
Seed (kg)-0050	14.7	14.7	14.7	14.7	58.8	9.3	9.3	9.3	9.3	37.2					
-											16.2	16.2	8.1	8.1	48.6
-othre															
Basal fertilizer															
20-20-15+TE (bag)	4.0	4.0	4.0	4.0	16.0	3.5	3.5	3.5	3.5	14.0	4.0	4.0	4.0	4.0	16.0
UREA (bag)	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0
Topdressing															
UREA (bag)	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0

(作成) プロジェクトチーム

B) B・X 区画

図表 3-6: B・X 区画の位置



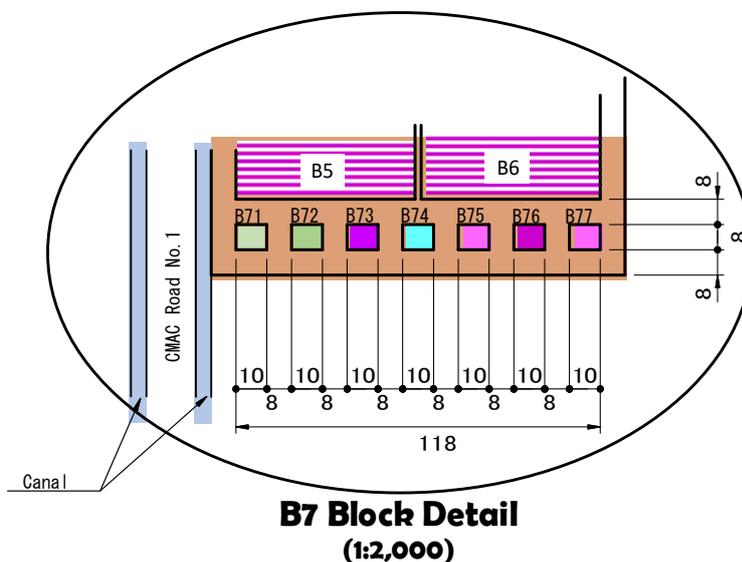
図表 3-7: B、X 区画の栽培設計

	Field No.													Total
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B	X1	X2	X3	X4	X	
Field size (ha)								4.57					3.69	20.06
Cultivated area (ha)	0.73	0.73	0.48	0.48	0.48	0.48	0.06	3.44	0.73	0.73	0.73	0.73	2.92	16.12
Ripper	-	-	✓	✓	✓	✓	✓		-	✓	✓	✓	✓	
Compost	✓	-	-	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
Compost (Full Pallet)	12.0	0.0	0.0	7.5	26.0	13.0	3.0	61.5	21.0	21.0	21.0	21.0	84.0	227.5
Compost (bag)	480	0	0	300	1,040	520	120	2,460	840	840	840	840	3,360	9,100
Seed (kg)-0050									10.7	10.7	21.5	21.5	64.4	160.4
-	14.6	14.6	9.6	9.6	9.6	9.6		67.6						116.2
-othre								1.0	1.0					1.0
Basal fertilizer														
20-20-15+TE (bag)	4.0	4.0	2.5	2.5	2.5	2.5	0.5	18.5	4.0	4.0	4.0	4.0	16.0	80.5
UREA (bag)	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.1	8.1	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0	40.1
Topdressing														
UREA (bag)	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.1	8.1	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0	40.1

(作成) プロジェクトチーム

C) B7 区画

図表 3-8: B7 区画の位置



図表 3-9: B7 区画の栽培設計

B7 Block							
	B71	B72	B73	B74	B75	B76	B77
Cultivated area (ha)	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
breed	corn1	corn2	0070	Sudan	sorgo1	sorgo2	sorgo3
Seed (kg)	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

(作成) プロジェクトチーム

### ③ 収穫計画（区画別）

ソルガムの収穫作業は2018年8月28日から始まった。また、収穫作業は、関連農機の操作研修も併せて実施された。検収概要は下記の通りである。

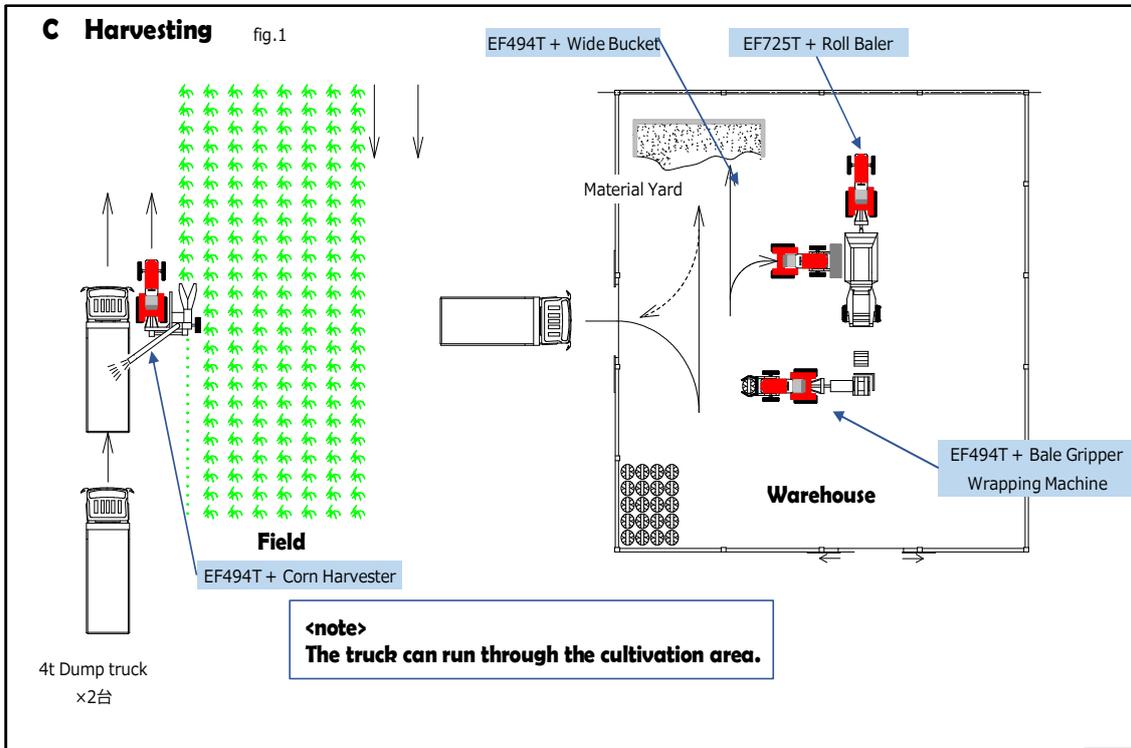
- ✓ 研修実施日 : 2018年8月28日～8月30日
- ✓ 研修圃場 : B1区画 W88.0m×L83.0m (0.73ha)
- ✓ 播種日 : 2018年5月31日～6月2日
- ✓ 収穫開始 : 下記

- ・8月28日 午前：各機器単体の取扱説明を実施。構造及びトラクターとのマッチング方法の指導。  
午後：収穫方法-1 研修（圃場収穫→収穫物をダンプ搬送→倉庫にてロールベールサイレージ調製）【図表3-8】
- ・8月29日 午前：収穫方法-2 研修（圃場収穫→圃場にてサイレージ調製→ラッピングしたロールベールサイレージを倉庫に輸送）【図表3-9】  
午後：収穫方法-1 にて引続き収穫作業研修。
- ・8月30日 終日：収穫機械のメンテナンス方法についての指導。

- ・各農機（ハーベスタ、ロールベアラ、ラッピングマシン）の設定は、以下とした。

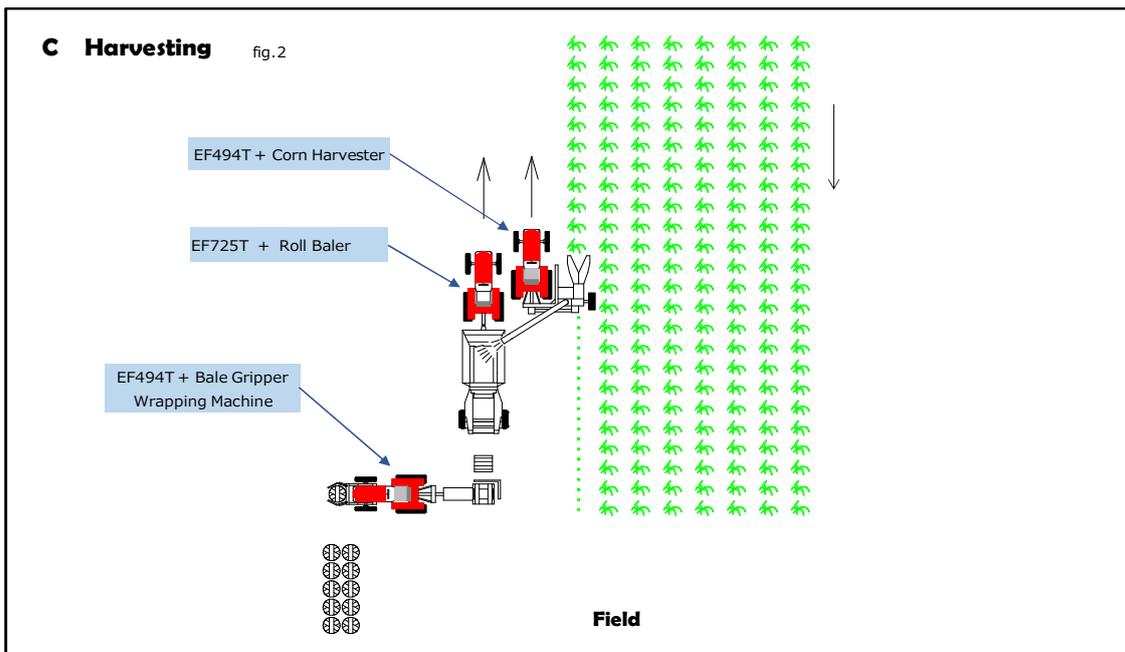
ハーベスタ細断長	: 15mm (設定範囲 10mm、15mm、20mm)
細断型ロールベアラ直径	: 85cm (設定範囲 85cm、90cm)
ネット巻付け数	: 4.5層巻 (設定範囲 4.5～9.9)
ラップフィルム巻付け数	: 6層巻

図表 3-10: 収穫方法 1



(作成) プロジェクトチーム

図表 3-11: 収穫方法 2



(作成) プロジェクトチーム

・導入したハーベスタは1条刈であり且つハーベスタがトラクターの右サイドに固定差されるタイプのため、一方向の作業しか出来なかった。このため、往路の収穫作業より復路の回送に時間が掛かっていた。

・2つの収穫方法を検証した結果、収穫機械の取回しに掛かる時間（作業性）、ハーベスタのシュートから吹き上げる原料の回収率（ダンプ荷台に比べ、細断型ロールベアラのホッパー部の面積が小さいのでロスが多い）、細断型ロールベアラから排出されたラッピング前のロールベールサイレージに圃場の土が付く（サイレージの品質低下）ことを勘案し、収穫方法-1が最適方法であることを確認できた。

・原料搬送用に4tダンプを圃場に入れたが、収穫後の株へのダメージは少なかった。また、収穫4日後、2018年9月1日に2番草の再生が確認できた。

22 収穫後のソルガム 2 番草



23 収穫後のソルガム 2 番草(2)



・収穫方法-1に基づき区画別の収穫計画を作成した。今回導入した機械体系では栽培面積16.12haを収穫するためには実働64日間要することになる。作業員の習熟度により短縮はできるが、天候を考慮すると極端な短縮は難しいと思われる。

図表 3-12: 収穫作業計画表 (区画別)

Harvesting (1回)		breed		0050		Big										
		Field No.														
Corn harvester		Y1	Y2	Y3	Y4	Y	C1	C2	C3	C4	C	D1	D2	D3	D4	D
Field size (ha)						4.75					3.13					3.92
Cultivated area (ha)		1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	0.63	0.63	0.63	0.63	2.52	0.81	0.81	0.81	0.81	3.24
1st Yield (t)		50	50	50	50	200	32	32	32	32	126	41	41	41	41	162
2st Yield (t)		50	50	50	50	200	32	32	32	32	126	41	41	41	41	162
Number of Roll (case/y)		286	286	286	286	1,144	180	180	180	180	720	231	231	231	231	924
Yield (t/ha)																
Yield (kg/m)																
Working Speed (km/h)																
Working width (m)																
Number of line		140	140	140	140	560	126	126	126	126	504	126	126	126	126	504
Total distance (km)		14	14	14	14	56	9	9	9	9	36	11	11	11	11	46
Number of Dump Truck (case)		12	12	12	12	48	8	8	8	8	32	10	10	10	10	40
Distance from Warehouse(km)		2.8					2.8					2.8				
Transportation time (h)		0.6					0.6					0.6				
4t Harvest time (h)																
Working hours (h)		11	11	11	11	43	7	7	7	7	29	9	9	9	9	36
Work day (day)		4	4	4	4	16	3	3	3	3	12	3	3	3	3	12

		Field No.													Total
Corn harvester		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B	X1	X2	X3	X4	X	
Field size (ha)									4.57					3.69	20.06
Cultivated area (ha)		0.73	0.73	0.48	0.48	0.48	0.48	0.06	3.44	0.73	0.73	0.73	0.73	2.92	16.12
1st Yield (t)		37	37	24	24	24	24		169	37	37	37	37	146	803
2st Yield (t)		37	37	24	24	24	24		169	37	37	37	37	146	803
Number of Roll (case/y)		209	209	137	137	137	137		966	209	209	209	209	836	4,590
Yield (t/ha)		50													
Yield (kg/m)		3													
Working Speed (km/h)		4													
Working width (m)		0.72													
Number of line		116	116	116	116	116	116		698	116	116	116	116	465	2,730
Total distance (km)		10	10	7	7	7	7		48	10	10	10	10	41	226
Number of Dump Truck (case)		9	9	6	6	6	6		42	9	9	9	9	36	198
Distance from Warehouse(km)		0.2								0.5					
Transportation time (h)		0.3								0.4					
4t Harvest time (h)		0.3													
Working hours (h)		5	5	4	4	4	4	0	25	6	6	6	6	25	158
Work day (day)		2	2	2	2	2	2	0	12	3	3	3	3	12	64

(作成) プロジェクトチーム

図表 3-13: 作業機械マッチング表

Tractor 1a : EF494T	Tractor 1b : EF494T
F1:1.6km/h, F2:2.3km/h, F3:3.3km/h, <b>F4:4.0km/h</b> , F5:5.6km/h	F1:1.6km/h, F2:2.3km/h, F3:3.3km/h, <b>F4:4.0km/h</b> , F5:5.6km/h
Corn Harvester : MC903	Front loader
Specification	wide bucket HBKT
Number Inter row : 1	Specification
Working Speed (km/h) : 4.0 (3~5)	Bucket Capacity : 0.2m3
Tractor 2 : EF725T	Tractor 1c : EF494T
PTO Speed : 540 min <sup>-1</sup>	PTO Speed : 300 min <sup>-1</sup>
Roll Baler : MR-820A	Wrapping Machine : WM1071
Specification	Bale gripper RGB
Roll Size & Weight : φ850×850mm 350kg/Roll	Specification
Number of Windings of Net : 4.5	Roll Size : φ850×850mm
Special specification : Injection of Lactic Acid Bacteria	Number of Windings of Film : 6

(出所) プロジェクトチーム

### 【収穫時の写真】

#### A) 収穫直前の圃場



24 収穫直前の B1 区画(1)

- ソルガム収穫の一週間前に区画毎の生育状況を確認
- 所々に生育不順の箇所あり。原因を協議



25 収穫直前の B1 区画 (2)

## B) 収穫作業



### 26 BI 区画の収穫開始 (1)

- ▶ ハーベスタの直線進行を確保すると同時にトラクター（ハーベスタ）とダンプトラックのスピード調整がポイントとなった。
- ▶ 一列目及び二列目の収穫にはインストラクターが同乗し、三列目から現地オペレーターのみが運転操作。
- ▶ オペレーターは約1時間で捜査を習得。



### 27 BI 区画の収穫開始 (2)

- ▶ サイレージの購入予定会社が畜産飼料の専門家（米国人）を圃場に派遣。
- ▶ 当該専門家は、収穫作業を視察し、サンプルの裁断ソルガムをプラスチックバッグに詰めて米国に持ち帰り、化学分析を実施。

## C) 裁断ソルガムの倉庫搬入



### 28 裁断ソルガムをダンプトラックで倉庫に搬入。

- ▶ トラック輸送の第一便で不慣れのため、ダンプの運転手は裁断ソルガムを荷台から全て落とせず、CMACスタッフが手作業で行った。
- ▶ 手前が裁断ソルガム



### 29 裁断ソルガム。

- 長さは2～3CM。
- 裁断ソルガムは、大量のため、青臭い匂いがした。

## D) ロール調製



### 30 調製中のロール

- ロールペーラに裁断ソルガムが投入され、数分後には、写真のネットを被って成型されたロールが排出された。
- 成型中に乳酸菌が自動散布された。
- ロールの重さは約260kg。
- オペレーターはロールペーラの操作と内部構造の説明を受ける。

## E) ラッピング作業



### 31 ラッピングマシン

- 成型されたロールはラッピングマシンでビニールフィルムを6重に巻かれた。
- フィルムは、外気を遮断して、ロール内の発酵を促進するため。
- オペレーターは、基本操作とフィルム交換の指導を受けた。

## F) 格納場所への移送



### 32 ロールグラブで運搬

- きれいにラップされたロールは、所定の保管場所に運ばれた。
- 倉庫内の限られた場所で4つの作業（①裁断ソルガムの搬入、②ロールの成型、③ラップ工程、④サイレージの格納庫移動）が同時に発生するため、若干の交通渋滞が見られた。慣れるとすぐに渋滞は解消した。

## G) 格納・貯蔵



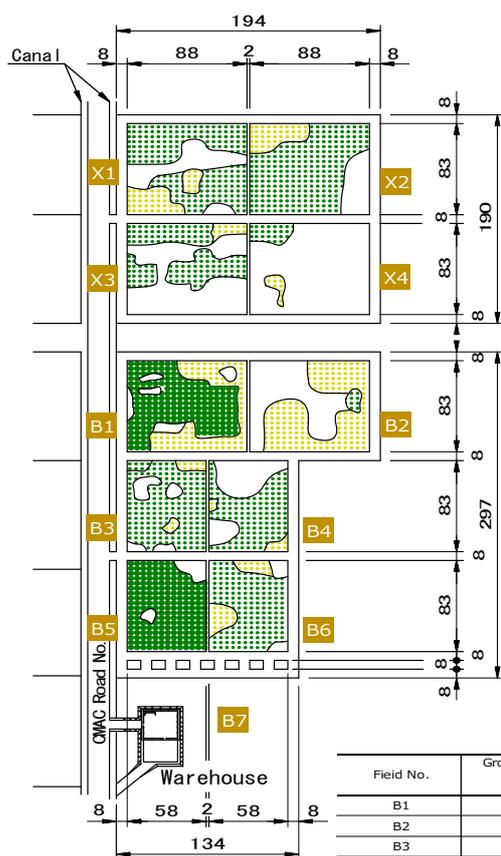
### 33 並べられたサイレージ・ロール

- きれいにラップされたロールは、所定の保管場所に運ばれ積みまれました。
- 収穫日初日の成果は、ロール65個の生産だった。日増しに作業生産性は向上した。

④ 2018年度の栽培実績

ア) B、X区画生育調査

図表 3-14: B, X区画の生育調査



Growing Data					2018, 7.26
Field No.	Growing Well	Not Soo	No Seen	Growing Well length	Date of Seed sowing
B1	80.0%	5.0%	15.0%	50-145cm	5/31, 6/1
B2	5.0%	55.0%	40.0%	20- 50cm	6/9-11
B3	62.5%	12.5%	25.0%	30-55cm	6/7-8
B4	45.0%	10.0%	45.0%	20-32cm	6/7-8
B5	85.0%	0.0%	15.0%	50-144cm	6/6-7
B6	55.0%	35.0%	10.0%	20-50cm	6/6-7
X1	65.0%	20.0%	15.0%	50-70cm	6/15
X2	5.0%	75.0%	20.0%	-	6/20
X3	65.0%	5.0%	30.0%	40-71cm	6/14
X4	10.0%	5.0%	85.0%	-	6/18

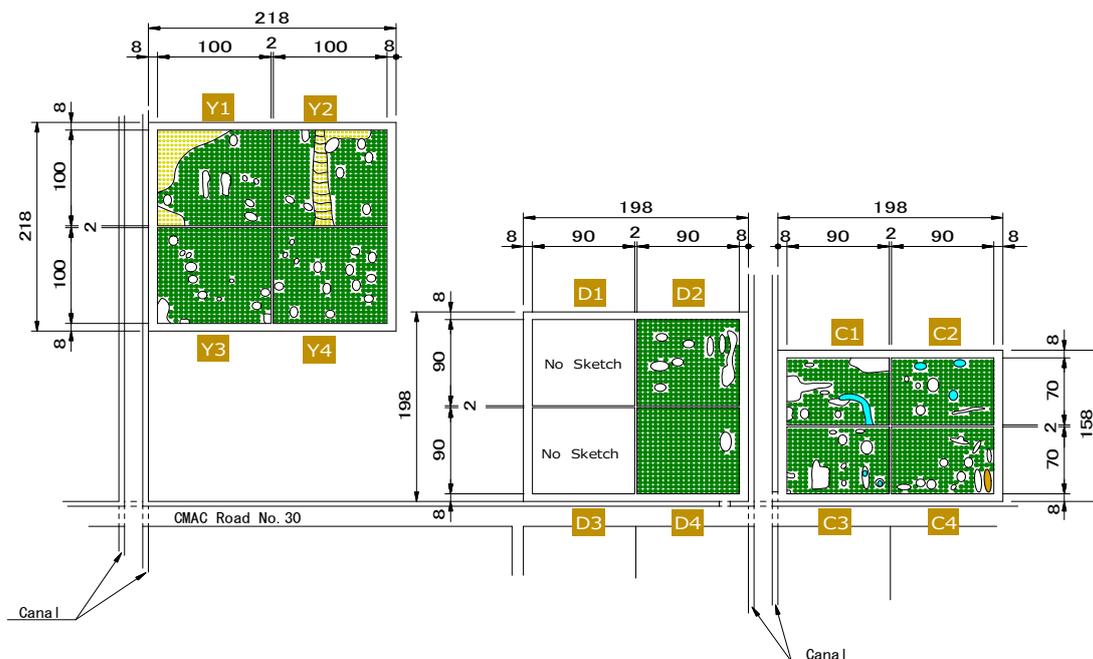
Field design

	Field No.													Total	
	X1	X2	X3	X4	X	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B		
Field size (ha)					3.69									4.57	8.26
Cultivated area (ha)	0.73	0.73	0.73	0.73	2.92	0.73	0.73	0.48	0.48	0.48	0.48	0.06	3.44	6.36	
Ripper	-	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓			
Compost	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓			
Compost (Full Pallet)	21.0	21.0	21.0	21.0	84.0	12.0	0.0	0.0	7.5	26.0	13.0	3.0	61.5	145.5	
Compost (bag)	840	840	840	840	3,360	480	0	0	300	1,040	520	120	2,460	5,820	
Seed (kg) - 0050	10.7	10.7	21.5	21.5	64.4									64.4	
- Big						14.6	14.6	9.6	9.6	9.6	9.6		67.6	67.6	
- othre												1.0	1.0	1.0	
Basal fertilizer															
20-20-15+TE (bag)	4.0	4.0	4.0	4.0	16.0	4.0	4.0	2.5	2.5	2.5	2.5	0.5	18.5	34.5	
UREA (bag)	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.1	8.1	16.1	
Topdressing															
UREA (bag)	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.1	8.1	16.1	

(作成) プロジェクトチーム

イ) Y、C、D 区画生育調査

図表 3-15: Y, C, D 区画の生育調査



Growing Data					
Field No.	Growing Well	Not So	No Seen	Growing Well length	Date of Seed sowing
Y1	73.0%	17.0%	10.0%	50-80(100)cm	7/19
Y2	77.0%	13.0%	10.0%	"	7/20
Y3	93.0%	--	7.0%	"	7/18
Y4	93.0%	--	7.0%	50-80(100)cm	7/17
C1	76.0%	--	24.0%	45-80(150)cm	7/3
C2	92.0%	--	8.0%	"	7/4
C3	87.0%	--	13.0%	"	7/5
C4	88.0%	--	12.0%	45-80(150)cm	7/6
D1	50.0%	40.0%	10.0%	40-80(200)cm	7/13-14
D2	89.0%	--	11.0%	"	7/13-14
D3	55.0%	40.0%	5.0%	"	7/12
D4	98.0%	--	2.0%	40-80(200)cm	7/13

\* ( ) 内は最大値を示す。

Field design

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y	C1	C2	C3	C4	C	D1	D2	D3	D4	D
Field size (ha)					4.75					3.13					3.92
Cultivated area (ha)	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	0.63	0.63	0.63	0.63	2.52	0.81	0.81	0.81	0.81	3.24
Ripper	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compost	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-
Compost (Full Pallet)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	0.0	18.0	36.0	23.0	0.0	23.0	0.0	46.0
Compost (bag)	0	0	0	0	0	0	720	0	720	1,440	920	0	920	0	1,840
Seed (kg) -0050	14.7	14.7	14.7	14.7	58.8	9.3	9.3	9.3	9.3	37.2					
- Big											16.2	16.2	8.1	8.1	48.6
- othre															
Basal fertilizer															
20-20-15+TE (bag)	4.0	4.0	4.0	4.0	16.0	3.5	3.5	3.5	3.5	14.0	4.0	4.0	4.0	4.0	16.0
UREA (bag)	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0
Topdressing															
UREA (bag)	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0

(作成) プロジェクトチーム

### ウ) 2018 年度の栽培実績

2018 年度のソルガム栽培実績（年二作）は、下記の図表 3-15 の通り、総収量は 223 トン、ヘクタール当たりの年間収量は 14 トンであった。これは、当初事業計画（1 年目の目標は 60-70 トン、二年目の目標は 100 トン）に比べて著しく低い。当初事業計画と比べると、2~3 割程度である<sup>54</sup>。

当初事業計画と栽培実績の主な乖離原因（参照：図表 3-16）は、第一に、播種後の厳しい旱魃の影響（6 月の播種後、旱魃は 8 月上旬まで続き、旱魃の影響で生育が遅れていた群の伸びが悪く、生育良好の群との差が埋まらなかった）、第二に、①鼠害、②種まき機から種子が適切に落下していない可能性<sup>55</sup>、第三は、生育のバラつき（土質又は地力の不均衡）が考えられる。

上記に加えて、Y 区画では、生育状態は極めて良かったものの、相当の面積において、植物の蔓がソルガムの茎又は葉に巻き付き、ハーベスタによる収穫できなかつた点<sup>56</sup>は大きなマイナス要因であった。

図表 3-16: ソルガム栽培及びサイレージ生産実績（2018 年）

（2019 年 1 月 15 日現在）

plots	size (ha)	Ripper	Compost	Seeds (kg)				Fertilizer (kg)		Number of Rolls Produced (1st crop)		Number of Rolls Produced (2nd crop)		1st + 2nd		yield/ha/pt (t)
				50	big	other	Total	20-20-15	UREA	Number of Rolls	Tons	Number of Rolls	Tons	Total Rolls	Total Yield (t)	
Total X Plot	2.92			64.4			64.4	16.0	8.0	218	56.7	7	1.8	225	58.5	20.0
X-1	0.73		✓	10.7				4.0	2.0	72	18.7	0	0.0	72	18.7	25.6
X-2	0.73	✓	✓	10.7				4.0	2.0	52	13.5	0	0.0	52	13.5	18.5
X-3	0.73	✓	✓	21.5				4.0	2.0	64	16.6	7	1.8	71	18.5	25.3
X-4	0.73	✓	✓	21.5				4.0	2.0	30	7.8	0	0.0	30	7.8	10.7
Total Y Plot	4.00			58.8			58.8	16.0	8.0	80	20.8	0	0.0	80	20.8	5.2
Y-1	1.00			14.7				4.0	2.0	2	0.5	0	0.0	2	0.5	0.5
Y-2	1.00			14.7				4.0	2.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0
Y-3	1.00			14.7				4.0	2.0	47	12.2	0	0.0	47	12.2	12.2
Y-4	1.00			14.7				4.0	2.0	31	8.1	0	0.0	31	8.1	8.1
Total B Plot	3.44				67.6	1.0	68.6	18.5	8.1	183	47.6	18	4.8	201	52.4	15.2
B-1	0.73		✓	14.6				4.0	2.0	54	14.0	0	0.0	54	14.0	19.2
B-2	0.73			14.6				4.0	2.0	31	8.1	0	0.0	31	8.1	11.0
B-3	0.48	✓		9.6				2.5	1.0	18	4.7	0	0.0	18	4.7	9.8
B-4	0.48	✓	✓	9.6				2.5	1.0	24	6.2	0	0.0	24	6.2	13.0
B-5	0.48	✓	✓	9.6				2.5	1.0	32	8.3	6	1.7	38	10.0	17.3
B-6	0.48	✓	✓	9.6				2.5	1.0	24	6.2	12	3.1	36	9.4	19.5
B-7	0.06	✓	✓			1.0		0.5	0.1	0	0	0	0.0	0	0	0
Total C Plot	2.52			37.2			37.2	14.0	8.0	94	24.4	0	0.0	94	24.4	9.7
C-1	0.63			9.3				3.5	2.0							
C-2	0.63		✓	9.3				3.5	2.0	54	14.0	0	0.0	54	14.0	11.1
C-3	0.63			9.3				3.5	2.0	40	10.4	0	0.0	40	10.4	8.3
C-4	0.63		✓	9.3				3.5	2.0							
Total D Plot	3.24				48.6		48.6	16.0	8.0	243	63.2	15	3.9	258	67.1	20.7
D-1	0.81		✓		16.2			4.0	2.0							
D-2	0.81		✓		16.2			4.0	2.0	116	30.2	0	0.0	116	30.2	18.6
D-3	0.81				8.1			4.0	2.0							
D-4	0.81				8.1			4.0	2.0	127	33.0	15	3.9	137	36.9	22.8
Grand Total	16.12			160.4	116.2	1.0	277.6	80.5	40.1	818	212.7	40	10.5	858	223.2	13.8

（作成）プロジェクトチーム

<sup>54</sup> 本事業開始前において、使用する圃場のほとんどが「荒地」であるという認識がなく、通常の耕作地に近い状態であれば、年間収量は 60-70t/ha 程度確保できるであろうというのが当初の想定であった。  
<sup>55</sup> 耕起作業等にも拘らず、所々、圃場の表面が水平ではなく凸凹ができたことにより、種まき機が正常に機能しなかった可能性がある。  
<sup>56</sup> 現象面を描写すると、「蔓がソルガムの茎や葉に巻き付いた」訳であるが、換言すると、ハーベスタのパワー不足で収穫できなかつたとも言える。

図表3-17:計画未達原因と今後の対策

圃場の状況	考えられる原因		対 策
生育不良 生育遅延	水不足	降水不足(旱魃) 灌水設備の不足	貯水池、用水路、灌水 設備の確保
欠株	枯死	水不足	
		低pHの可能性	
	マウスによる食害	発芽直後の新芽を目印 に掘返され種子部を食 べられる。	マウス駆除
生育のバラつき	種子が落ちていない	圃場内に凹凸があり (水平レベルが不均 等)、播種機やその他 農機が十分に動作でき ていない。	播種時期から逆算して 十分に土壌整備を行な う。 土壌分析を行ない、十 分量の堆肥や肥料を供 給する。
	肥料、堆肥の撒きムラ		
	土質、地力の不均衡 - 養分保持力 - 保水性 - 透水性	未耕作地を播種直前に 土壌整備したため、土 壌の均質化、作土層の 形成が不十分だった。	

(作成) プロジェクトチーム

## ⑤ 2019 年度の栽培計画

### ア) 栽培計画の比較 (2018/2019)

2018 年度の結果は単収 14 トン/ヘクタールと目標単収 60 トン/ヘクタールを大きく下回った。当該原因は、複合的であり明確に特定することは困難であるが、原因分析は不可欠である。2019 年度 (以下今年度) の栽培計画及び試験栽培計画は、2018 年度の経験を踏まえ策定された。

まず、栽培面積は、2018 年度においては栽培面積約 20 ヘクタール(正味 16 ヘクタール)の全てに試験栽培要素を盛り込んだ圃場計画を行った。圃場に管理通路を多く設けたため、連続した機械作業に不向きな効率の悪い圃場となった。他方、今年度は、基本的に 2018 年度と同じ圃場を使用した。ただし、Y 圃場 (4 ヘクタール) に関して、所有者の意向により場所の変更を余儀なくされ、新たな未耕作地に同じ面積の圃場を構えた。圃場区画は、2018 年度の反省を踏まえ、より効率良く商業生産が可能な栽培方向に長い、区画とした。栽培計画概要を比較すると、次頁、図表 3-17 の通りである。

図表 3-18 栽培計画の比較

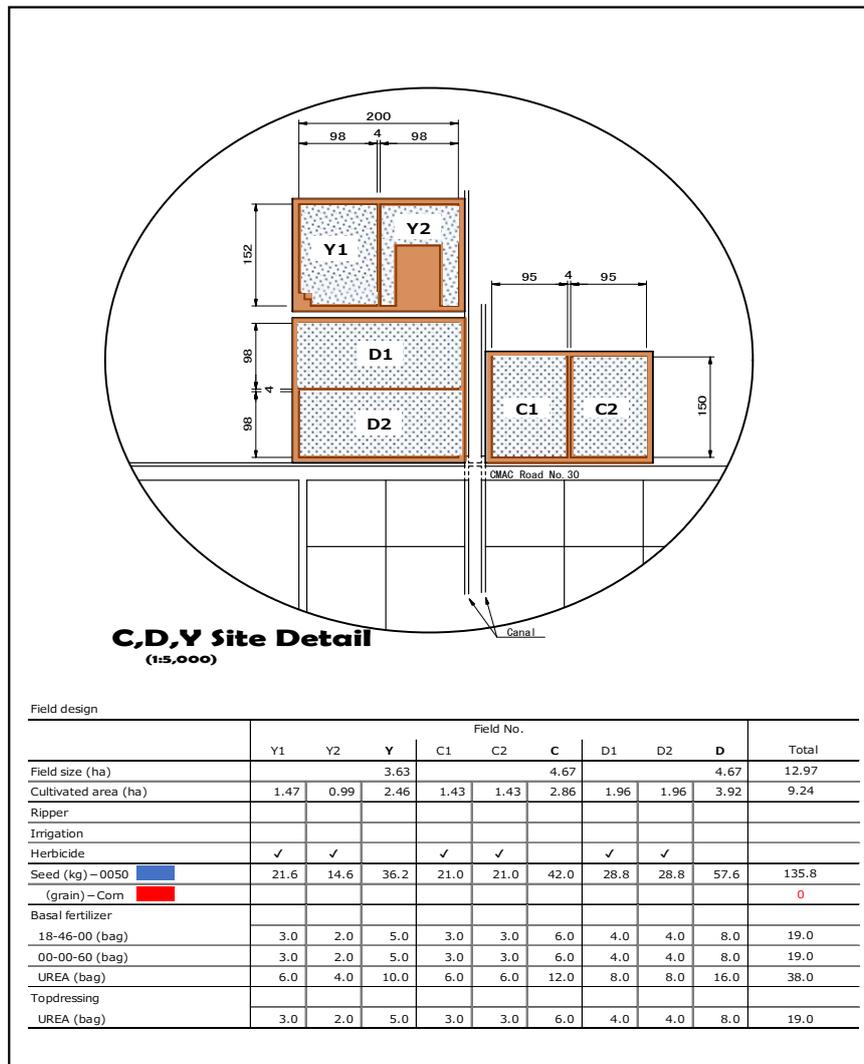
	2018 年度	2019 年度
栽培面積	16.12ha (試験圃場を含む)	15.92ha (Y 区画の 1 部を面積から削除) (試験圃場を含む)
栽培品種	ソルガム-1 ソルガム-2	ソルガム-1
播種量 <sup>※1</sup>	10kg/ha、20kg/ha	10kg/ha
施肥量	N : 100kg/ha P : 50kg/ha K : 37.5g/ha	同左

(作成) プロジェクトチーム

(注 1) ソルガム-1 は豪州産。播種量は発芽率の補正により 10kg/ha→15kg/ha、20kg/ha→30kg/ha とした。

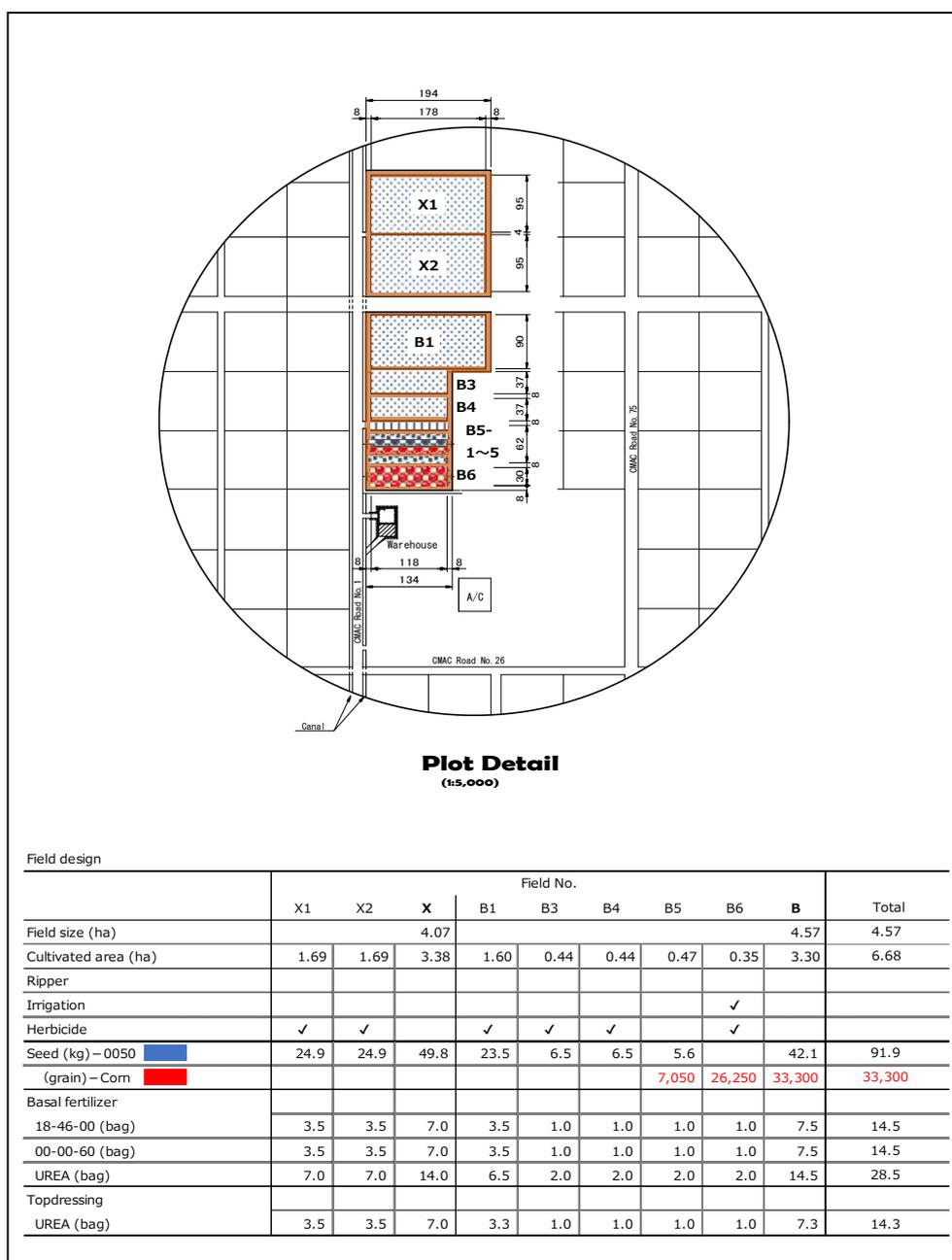
(注 2) ソルガム-2 は、ブラジル産。

図表 3-19: 2019 年度の栽培計画図 (C・D・Y 試験区)



(作成) プロジェクトチーム

図表 3-20: 2019 年度の栽培計画図 (B・X 試験区)



(作成) プロジェクトチーム

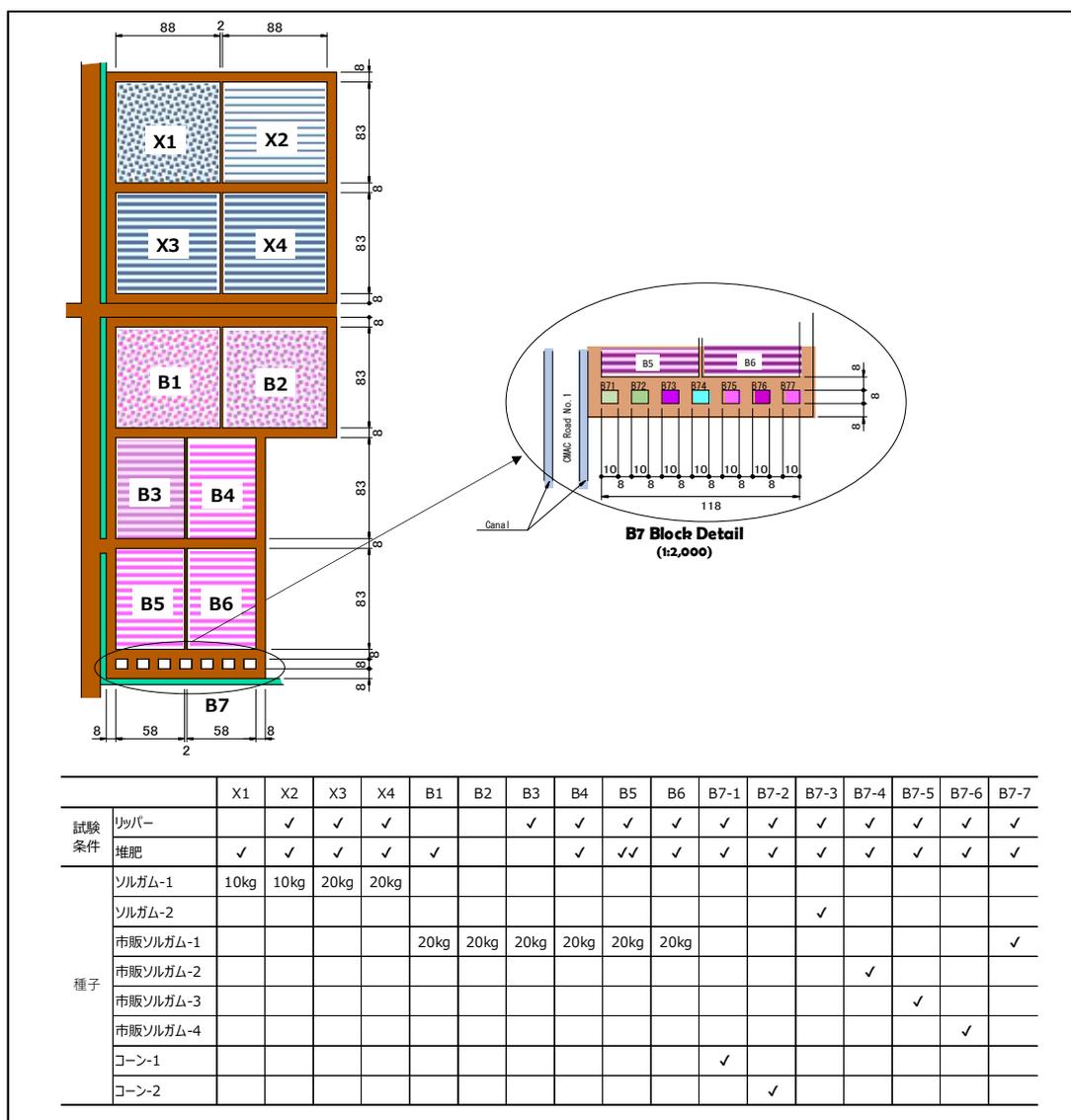
### イ) 2018 年度と 2019 年度の試験栽培計画の比較

2018 年度の試験栽培は、物理性（硬盤破壊）及び保水性を改善するリッパーの効果、土壌改良を含めた VS 堆肥の効果、栽培品種の現地環境適応性の比較、播種量の違いによる収量への影響などの課題を持って臨んだ。（参照：図表 3-6）

2018 年度の試験栽培の結果は、以下の①～④が確認された。

- A) リッパーの効果は見られない（渇水の深刻な影響はリッパー効果を減少させた可能性）。
- B) 堆肥の施用効果は期待できる。
- C) 早魖下や節水栽培におけるソルガムの生産性はコーンよりも高い。
- D) 播種量の違いによる収量の差はない。

図表 3-21: 2018 年度試験栽培区画の場所

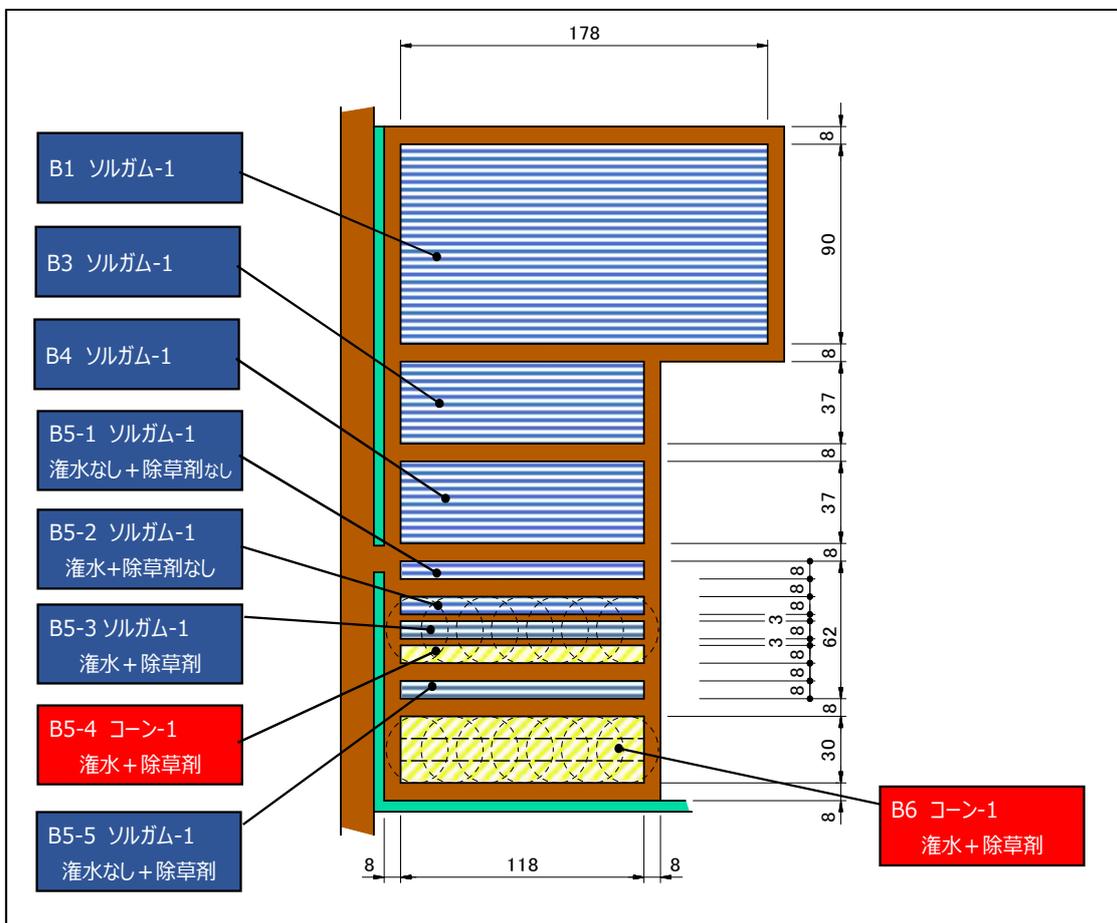


(作成) プロジェクトチーム

2019 年度の試験栽培計画は、次の三点である。第一は、2018 年の収量に最も影響があったと考えられる水（灌水）の効果を確認すること、第二は、雑草対策である除草剤の影響の確認、第三は、カンボジアで広く栽培されている飼料作物であるコーンをロールサイ

レージが作れる規模で栽培し、単収×栄養の栄養単収を比較する。さらに、コーンの収穫時期（生育ステージ）の違いによる栄養成分の比較を行う計画とした<sup>57</sup>。

図表 3-22: 2019 年度試験栽培計画図



(作成) プロジェクトチーム

### ⑥ 2019 年度の栽培結果予想（生育評価と収量予想）

本事業の中で最も重要な目的は、畜産会社及び農家を顧客として、ソルガム栽培とサイレージ生産・販売を行う新しいビジネスの展開に道筋をつけることにある。主な課題としては、①顧客層の開拓、②バリューチェーンの構築、③事業主体の組織、④販売（価格・売上目標・想定利益）となる。収量は、このような課題の中で、基礎的な課題として、事業の成功に直結する大きな課題となる。

本事業のフィールドワークは、実質的に、2019年11月末日で終了した。従って、今年度

<sup>57</sup> 本追加試験は、JICA 事業予算外で実施された。

の栽培実績の確認は、事業期間中には行えない。そこで、播種後、8月及び10月の圃場調査を経て、生育評価を実施し、収量予想を行うことにした。当該収量予想は、後継の事業主体が事業計画を作る上で重要な収益性に係る情報となる。

#### ア) 生育評価及び収量予想の方法論

生育評価及び収量予想の具体的な方法論は、以下の通りである。

- 1) 全ての区画の欠損部（ソルガムが生えてない箇所）及び生育不良部の面積を調査（実測/目視）し、今後の生育と収穫が期待できる①生育面積を把握する。
- 2) ソルガム試験栽培区画において収量調査（坪刈り）を行い、収量予想の根拠となる②標準単収（トン/ヘクタール）と②標準草高（メートル）を算出する。
- 3) ③区画毎の予想は、①生育面積×②標準単収×補正值により算出する。
- 4) コーンの2019年度収量予想は、試験栽培区画B5-4及びB6区画で9月初めから2作目の栽培を始めることから、7月31日に実施した1作目の収穫実績値と同等と見做す。

#### イ) 結果及び考察

- 1) 生育面積評価は、8月24日現在、下記の図表-3-22が示す通りである。

図表 3-23: 生育面積

Area	Tortal (ha)	欠損 (ha)	生育 (ha)	欠損 (%)	備考
B1	1.60	0.66	0.95	40.9	ソルガム
B3	0.44	0.15	0.29	34.6	↓
B4	0.44	0.12	0.31	27.9	↓
B5-1	0.09	0.03	0.07	30.0	↓
B5-2	0.09	0.04	0.06	40.0	↓
B5-3	0.09	0.04	0.06	40.0	ソルガム
B5-4	0.09	-	-	-	コーン
B5-5	0.09	0.03	0.07	30.0	ソルガム
B6	0.35	-	-	-	コーン
X1	1.69	0.01	1.68	0.8	ソルガム
X2	1.69	0.08	1.61	4.5	↓
C1	1.43	0.42	1.00	27.1	↓
C2	1.43	0.71	0.71	50.0	↓
D1	1.96	0.53	1.43	27.1	↓
D2	1.96	0.20	1.77	9.9	↓
Y1	1.47	0.22	1.25	15.0	↓
Y2	0.99	0.15	0.84	15.0	ソルガム

(作成) プロジェクトチーム

- 2) ソルガム試験栽培区画 B5-1、B5-2、B5-3、B5-5 で実施した収量調査（坪刈り 3 反復）結果を元にして標準単収（図表 3-23）を算出した。

図表 3-24: 標準単収

標準単収 (t/ha)	標準草高 (m)
8.40	1.5

3) 2019年度のソルガムの単収予想結果（第一回収量予想）は、次の通りである。

図表 3-25: 2019 年度ソルガムの単収予想（第一回予想）

Area	1番草		2番草		年間	
	収穫量 (t)	ロール個数	収穫量 (t)	ロール個数	収穫量 (t)	ロール個数
B1	4.71	20	12.77	56		
B3	2.44	11	3.90	17		
B4	2.60	11	4.17	18		
B5-1	0.59	3	0.94	4		
B5-2	0.50	2	0.81	4		
B5-3	0.50	2	0.81	4		
B5-5	0.59	3	0.94	4		
小計	11.93	52	24.33	106	36.26	158
X1	28.22	123	22.58	98		
X2	27.05	118	21.64	94		
小計	55.27	240	44.22	192	99.49	432
C1	16.80	73	-	-		
C2	11.93	52	-	-		
小計	28.73	125	-	-	28.73	125
D1	24.02	104	-	-		
D2	29.74	129	-	-		
小計	53.76	234	-	-	53.76	234
Y1	21.00	91	-	-		
Y2	14.11	61	-	-		
小計	35.11	153	-	-	35.11	153
計	184.80	1607	137.09	597	253.35	1,102

(作成) プロジェクトチーム

✓ 第一回収量予想では、2番草を含め 253 トン、ロール数 1,102 個 (230kg/個) となった。ソルガムの栽培面積 15.46 ヘクタールとすると、単収は 16.4 トン/ヘクタールと 2018 年度よりも「幾分良い」程度の結果となった。計算上の前提条件は、以下の通りである。

前提条件 1: B1 は再播種をおこなう。2 作目の収量は標準単収の 2 倍とした。

前提条件 2: B3~B5 のコーン栽培を除く区画の 2 番草の収穫予想は標準単収の 2 倍に再生率 0.8 を乗じた。

前提条件 3: X 区画の草高は 8 月 22 日調査時点で標準草高 1.5 メートルを超えていたため、標準単収の 2 倍に、2 番草は標準単収の 2 倍に再生率 0.8 を乗じた。

前提条件 4: C, D, Y 区画は 8 月 22 日調査時点でバラツキがあるものの、平均草高は 1 メートル程度、生育期間を引っ張り、1 回収穫とする。収穫時の平均草高を 3 メートルと予想し、標準草高の 2 倍とした。

✓ コーンの単収予想は、下記の通りである。2019 年度のコーンの収量はこれから始まる 2 作を含め 2.6t、ロール数 10 個 (257 キログラム/個) と予想される。コーンの栽培面積 0.44ha とすると、単収は 5.9 トン/ヘクタールとなる。

図表 3-26: 2019 年度コーンの単収予想

Area	1番草		2番草		年間	
	収穫量 (t)	ロール個数	収穫量 (t)	ロール個数	収穫量 (t)	ロール個数
B5-4	0.26	1	0.26	1	0.52	2
B 6	1.03	4	1.03	4	2.06	8
計	1.29	5	1.29	5	2.58	10

(作成) プロジェクトチーム

- 4) 第一回の収量調査以降、9月に入り適度の降雨が続き、ソルガムの生育状態は格段に改善され、ソルガム丈は急速に伸びた。第一回の収量調査に基づく収量予想では現状が反映されていないと判断して、10月11日、第二回の収量調査を実施した。各試験区で実施した収量調査(坪刈り<sup>58</sup>反復)の結果、第二回収量予想値は、下記の通りである。

《第二回収量予想：ベースシナリオ》

- ✓ ベースシナリオでは、ヘクタール当たり年間収量は27.6トンである。(次頁)

図表 3-27: 2019 年度ソルガムの単収予想 (第二回予想：ベースシナリオ)

Area	first generation		second generation		annual	
	yield (t)	number of rolls	yield (t)	number of rolls	yield (t)	number of rolls
B1	4.71	20	6.88	30		
B3	2.44	11	4.50	20		
B4	2.60	11	5.67	25		
B5-1	0.59	3	0.93	4		
B5-2	0.50	2	0.77	3		
B5-3	0.50	2	1.39	6		
B5-5	0.59	3	1.83	8		
Sub-total	11.93	52	21.97	96	33.90	148
X1	46.87	204	-	-		
X2	35.26	153	-	-		
Sub-total	82.13	357	-	-	82.13	357
C1	31.40	137	-	-		
C2	17.04	74	-	-		
Sub-total	48.44	211	-	-	48.44	211
D1	70.21	305	-	-		
D2	79.83	347	-	-		
Sub-total	150.04	652	-	-	150.04	652
Y1	59.25	258	-	-		
Y2	52.33	228	-	-		
Sub-total	111.58	486	-	-	111.58	486
Total	404.12	1,758		597	426.09	1,854

(作成) プロジェクトチーム

<sup>58</sup> 坪刈りとは、田畑1坪の作物を刈取り、それを基礎として全体の収量を算出することを指す。

《第二回収量予想：ワーストシナリオ》

- ✓ ワーストシナリオでは、ヘクタール当たり年間収量は 23 トンである。

図表 3-28: 2019 年度ソルガムの単収予想 (第二回予想: ワーストシナリオ)

Area	first generation		second generation		annual	
	yield (t)	number of rolls	yield (t)	number of rolls	yield (t)	number of rolls
B1	4.71	20	6.88	30		
B3	2.44	11	3.60	16		
B4	2.60	11	4.54	20		
B5-1	0.59	3	0.74	3		
B5-2	0.50	2	0.62	3		
B5-3	0.50	2	1.11	5		
B5-5	0.59	3	1.47	6		
Sub-total	11.93	52	18.96	83	30.89	135
X1	33.60	146	-	-		
X2	30.27	132	-	-		
Sub-total	63.87	278	-	-	63.87	278
C1	23.30	101	-	-		
C2	13.21	57	-	-		
Sub-total	36.51	158	-	-	36.51	158
D1	51.05	222	-	-		
D2	71.69	312	-	-		
Sub-total	122.74	534	-	-	122.74	534
Y1	52.13	227	-	-		
Y2	49.56	215	-	-		
Sub-total	101.69	442	-	-	101.69	442
Total	336.74	1,464		597	355.70	1,547

(作成) プロジェクトチーム

ウ) 考察

- ✓ 2018 年度の結果を踏まえ、2019 年度の栽培目標を達成するために、2 つの改善点に注目した。第一は、欠損部を無くすことと、生育不良対策である。欠損部対策であるが、低 pH の可能性については昨年 10 月に欠損部土壌を含んだ 11 箇所の土壌 pH を測定したところ、いずれもソルガムの正常な生育に必要な pH5 以上の値を示したため要因から取り除き、確実な播種 (確実に種子を落とすこと) に重点を置いた。具体的には、播種時の表土にゴロゴロした塊のないようプラウ作業を南北方向に 2 回、東西方向に 2 回、ハロー作業を 2 回とする作業標準を決め、細粒土化を図った。しかし、結果的に欠損部を無くすという課題を克服することが出来なかった。原因を特定すべく、ポット試験を行ったが結論には至ってない。欠損部対策の検討は続ける必要がある。
- ✓ 第二は、生育不良の主たる原因である水不足の改善である。灌水装置 (レインガン) を準備<sup>59</sup>したが、7 月末には圃場廻りにある水路の水が枯れ<sup>60</sup>灌水できず、深刻な生育不良を招

<sup>59</sup> レインガンは、JICA 事業の予算外で調達された。

<sup>60</sup> 実際、水路の水が枯れるような事態は想定していなかった。

いた。

✓ 2018年10月15日、気象観測装置及び土壌水分計を設置し、気象観測データ等に基づく生育環境分析を行った。当該渇水状況を気象観測データで見ると、例年にも増して渇水が深刻であったことが伺える。下記の図表3-28は、2019年2月から8月までの期間における風速、風向、気温、湿度、気圧、降水量を示している。

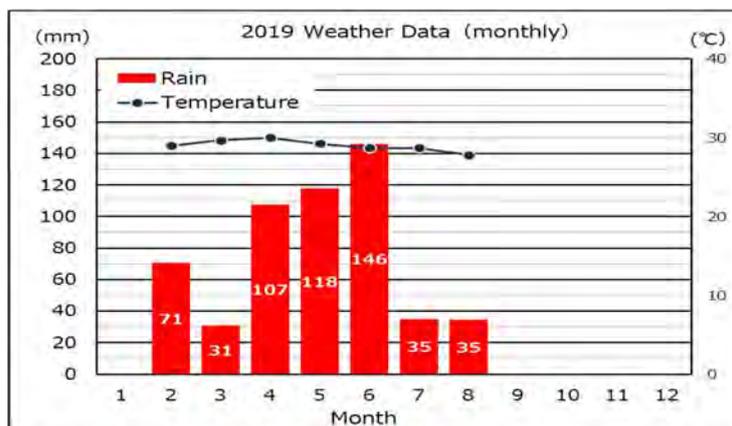
図表 3-29: CMAC-CDC 気象観測データ

Month	Wind speed (m/s)		Wind direction		Temperature (°C)					Humidity (%)	Pressure (hPa)	Rain (mm)					
	average	max	deg	way	average			Highest	Lowest	average	average	Total	Max				
					average	Highest	Lowest						Day	1 h	10 min		
January																	
February	1.9	7.4	199.7	SSW	29.0	30.4	28.0	38.0	21.0	62.8	1,006	71	24	24	10		
March	2.3	6.3	229.5	SW	29.7	31.5	26.4	39.7	22.1	63.1	1,004	31	14	9	4		
April	1.8	9.2	224.0	SW	30.0	31.9	26.3	38.9	23.0	67.0	1,003	107	52	43	13		
May	1.7	6.8	207.8	SSW	29.3	31.3	25.7	38.9	23.1	71.2	1,002	118	56	46	13		
June	2.3	7.8	231.3	SW	28.7	30.6	26.0	37.1	23.2	72.1	1,002	146	35	33	11		
July	3.1	7.5	255.7	WSW	28.7	30.4	25.4	35.1	23.2	68.0	1,002	35	13	11	17		
August	3.4	7.1	253.4	WSW	27.8	29.7	26.4	34.8	23.2	73.3	1,001	35	8	5	9		

(作成) プロジェクトチーム

(注) 測定期間：2019/2/6～2019/8/20

図表 3-30: CMAC-CDC 月別降水量と気温



(作成) プロジェクトチーム

✓ 今年の播種は5月25日B区画から始まり、順次X、C、D区画と進め、Y区画は新たな場所でもあり、7月末まで掛かった。播種後の気象データを見ると、まず、B、X区画では、ソルガム生育上、最も重要な時期である7月及び8月の各月の月間降水量が35ミリメートルと極めて少なく、加えて、7月には、10分間の最大降水量が17ミリメートルと月間降水量35ミリメートルの1/2が僅か10分間で降ったという異常な気象が読み取れた。

✓ 圃場の土壌は決して水捌けの良い土質ではない。一時的な水没により、根腐れなど根に相当なダメージを受けたと推測され、完全に枯れた箇所では早魃時、生きていくのに必要な水分を土中から取込むことができなかつたと推測される。

✓ その他、2018年、2019年の栽培を通じ農機の故障又は不具合が頻繁に発生した。特に圃場整備で使用するバーチカルハロー、播種機、収穫機の故障・不具合は際立っていた<sup>61</sup>。作業機の選定の問題<sup>62</sup>も否めないが、防げる故障があるのも事実であろう。一旦故障すると部品によっては調達に1~3週間かかることもあり、時間的なロスにより収穫時期を逃すことになる。使用する上で機械の故障は避けられないものはあるが、日々作業終了時の清掃や給油などの点検することにより、事前に部品を調達するなど準備はできる筈であり、機械農業には不可欠だと思われる。

## エ) 結論

商業生産に向けた栽培には、安定した収量の確保が不可欠となる。

未だ克服できてない欠損部の対策及び水不足については改善が必要である。土壌分析と土壌の物理性分析については、今後共、改善努力が要請される。今回の栽培においては、圃場が未耕作地だったというファクターはインパクトが大きかったのではないかと考えられる。農業ビジネスにおいては、圃場選定も重要なポイントであり、未耕作地という選択肢しかない場合、土壌改良を検討することは必須となろう。勿論、費用対効果が求められ、最小限の改良に留めなければならないのも事実であり、敢えてコストをかけての土壌改良を行わずに、比較的強い作物を栽培し続けて長期的に土壌改良を行ないつつ収量向上を目指すという方法等、広く検討することが大切である。

もう一方の水不足の問題であるが、天水に頼る限り、問題の解決は極めて困難と言わざるを得ない。この2年間は早魃だったが、来年は同じとは限らない。今回収集した気象データから見ると、4月中に播種を終え、7月~8月の小乾季に1回目の収穫を行うのも代替案として有効かもしれない。5月末からの播種では6月の雨天で機械が圃場に入れない日が多くなり播種が7月にずれ込むことや、生育期間の7月~8月の小乾季に水不足で生育が停滞するなど、2回収穫をする上で、十分な生育期間を確保できず、収量に影響がでる<sup>63</sup>。

最後に、農機の取り扱いについて、今一度、取り扱い方法の徹底を行う必要がある。日々の作業を終えた後、必ず、掃除、点検、給油を行うことを義務付け、点検記録と予備部品の

---

<sup>61</sup> 未耕作地での栽培や日本とは異なる土質、気温、湿度など使用環境によるものと取り扱いの未熟さなど人為的な要素によるものが推測される。特に、収穫機（ハーベスター）の不具合は数回に及んだ。

<sup>62</sup> 特に、日本とは作業環境（圃場の状況）が著しく異なることから、パワー不足現象が発生した。

<sup>63</sup> この点に関しては、現地パートナーは否定的見解を持ち、現状の栽培日程がベストと考える傾向にある。

管理など、記録する習慣を身に付けさせることが重要である。直接、修繕コストの低減につながるばかりか、故障による時間的なロスにより収穫時期を逃し、収量に影響を与えることを防ぐためでもある。

2019年度の栽培準備に関して、特徴的な準備作業等（写真）は、次頁の通りである。

<p>写真 34. 灌水試験状況</p>	<p>写真 35. 灌水ポンプ設置状況</p>
	
<p>写真 36. 灌水用水路枯渇状況</p>	<p>写真 37. 気象観測データ収集</p>
	
<p>写真 38 ポット試験（発芽・生育）</p>	<p>写真 39 ポット試験（発芽・生育）</p>



写真 40 土壌 pH・EC 測定



写真 41 土壌 pH・EC 測定



⑦ サイレージ生産実績 (2018/2019)

サイレージとは、高水分の原料を乳酸醗酵させた貯蔵飼料のことである。乳酸醗酵の過程で pH が低下し、腐敗に関与する微生物の活動を抑えるため、長期保存が可能となる。サイレージ生産は、1)原料草の収穫・細断、2)詰込・密封、3)貯蔵、の3つの工程に分けられ、各工程の中で以下のポイントを抑えることで、乳酸醗酵を促進し、良質なサイレージを生産することが可能となる。

- A) 適期収穫 (収量、栄養価と糖含量の高い時期での刈り取り)
- B) 水分調整 (60~75%程度)
- C) 糖の添加 (原料草の糖含量が低い場合)
- D) 密封による嫌気状態

2018年のサイレージ生産実績は、本書58頁の図表3-28が示の通り、生産ロール数は856個である。その内の一部(44個)は、サイレージの給餌試験のためUBBに供給された。サイレージ生産に係る具体的な活動内容は、次の通りである。

#### ア) 原料草の収穫・細断

収量と糖含量が高まる出穂期を目安として収穫する圃場の順番を決定し、2018年8月28日から細断型ハーベスタによる収穫を開始した。細断長は家畜の消化性に良いとされる1~2センチメートルとなるよう設定した。原料をダンプに積みこむ際にロスが生じるが、全体の数%にも満たないと推察される。

42 BI区画の収穫開始(1)と同一写真



#### イ) 詰込み・密封

詰込み・密封の工程は、細断型ロールベアラ(写真43)とラッピング・マシン(写真44)によって行われた。出穂期のソルガムは通常70~80パーセント程度と水分含量が高いため、酪酸菌の増殖を抑え乳酸醗酵を促進する目的で、乳酸菌・酵母を主成分とする微生物資材(BPS)<sup>64</sup>を添加した。BPSは、細断型ロールベアラ内で希釈液を噴霧した<sup>65</sup>。また、BPSの添加効果を検証するため、BPS無添加ロットを作成した。

ソルガムは、一般的に、熱帯地域における他の草類と比較して糖含量が高いため、糖の添加は必要ない。事前測定の結果では、Brix(糖度)が6.8~9.0度<sup>66</sup>であったことから、原料

<sup>64</sup> BPSとは、製造元である株式会社安藤通商が製造するバイオパワースーパーも略式名称である。

<sup>65</sup> BPSの噴霧器は、ロールベアラに標準装備されておらず、メーカーに装着を依頼した。

<sup>66</sup> Brixは、当初、10.0~12.0度を想定していた。

中には醗酵基質として十分量の糖が含有されていたと判断した。圧縮成形されたロールペールサイレージは、ラップフィルムで6層巻きにして、密封・梱包した。

43 30の調製中のロールと同一写真



44 31のラッピングマシンと同一写真



## ウ) 貯蔵

ロールベールサイレージは直径 85 センチメートル、高さ 85 センチメートル、平均重量は約 260 キログラム<sup>67</sup>と重く、人力では移動させることができないため、グラブを使って保管場所まで移動した(写真 45)。ロールベールサイレージには、収穫日、収穫した圃場、通し番号を記載し管理した(写真 46・47)。乳酸発酵が完了する 1 ヶ月後<sup>68</sup>、出荷の際には、サンプル検査の方法により、ロールベールサイレージの幾つかを開封し、官能検査(色、匂い、触感)による品質評価を実施し、受領測定を行った(写真 48)。また、当該検査を実施後、フィールド・マネジャー(CMAC)及び自然応用科学の担当者が署名した検査完了書を発行した。

45 ロールグラブで運搬と同一写真



<sup>67</sup> ロールベールサイレージの一つ当たりの重量は、当初、350 kgを想定していた。メーカーによると、重量は(ア)作物の種類、(イ)作物の含水率、(ウ)ロールベール内の原料満載度による変化する。

<sup>68</sup> 学術的には、発酵のためには、少なくとも、約 3-4 週間が必要とされている。



### ⑧ 試験販売実績

サイレージの試験販売は、容易ではない。販売するためには、潜在顧客に対する製品情報の提供と信頼関係の構築が不可欠となる。これは、当該製品がカンボジアにはこれまで存在しなかったことによる。新製品を販売するためには、ニーズ調査、需要予測の調査、適正価格調査などが必要になるが、上記に加えて、潜在的な顧客である畜産会社や農家を訪問し、製品及び有効性等を紹介する行為が重要な意味を持つ。

実際、本事業では、ソルガム栽培・サイレージ生産に係るワークショップ等を開催し、情報提供を行うと同時に、生産現場においてソルガム及びサイレージの生産現場視察を実施した。これらの活動をベースとして、プノンペン近郊あるいはバタンバンに所在する畜産会社や農家を訪問し、顧客開拓努力を行った。

サイレージの納品は、2018年10月よりプノンペンの酪農会社に対し開始された<sup>69</sup>。2018年度の納品実績は、59頁（図表3-30）の通りである。販売価格は、試験販売であることから低めに設定しトン当たり60米ドルとし、2018年12月以降はトン当たり80米ドルに値上げした。

<sup>69</sup> 開発途上国におけるロールベールサイレージ（ロール型発酵飼料）の販売は容易ではない。本事業が試験生産するサイレージは、カンボジアの畜産酪農家にとっては初めて見る製品であり、通常、畜産酪農家が当該飼料を薦められると保守的な態度を示すのが通常であった。この点において、買い手である上記酪農会社は経営者が米国人であることから、サイレージを熟知しており、コミュニケーション上、特段の問題はなかった。他方、当該会社の最終決定は、米国に持ち帰ったソルガム（サイレージ原料）の化学分析結果に基づくものであった。

本酪農会社は、現在、サイレージの品質を高く評価しており、サイレージの継続購入の意向を示している。乾期における飼料不足と飼料品質の悪さは、畜産酪農家の共通の悩みと云う。同社の飼養牛の頭数は、現在のところ約 130 頭であるが、今後 2 年間で 3 倍にする計画がある。カンボジアにおける生乳の需要は、好調な経済発展及び個人所得の増加を反映して、非常に強く、供給が需要に追いつかない状況にある。

また、2019 年度の試験販売に関しては、前記の酪農会社に加えて、バタンバン州の地元の畜産会社一社が顧客名簿に加わった<sup>70</sup>。輸送費が近隣諸国に比べて非常に高い<sup>71</sup>カンボジアでは、本事業を効率的に行うためには「地産地消」が欠かせない。この意味から、地元で需要家を見つけた意義は大きい。

#### 47 出荷前の品質チェック



<sup>70</sup> 酪農会社とは、2019 年 4 月 22 日に覚書を締結し、その後、注文書(1 年間) (2019 年 8 月 23 日付け)を受領し、価格・数量を確定した。また、バタンバンの畜産会社とは、2019 年 8 月 27 日にサイレージ購入契約(1 年間)を締結した。

<sup>71</sup> 本事業における輸送費の検討については、本書脚注 98 及び 99 を参照されたい。

48 出荷前の重量チェック



49 輸送トラックへの荷積み



図表 3-31: ソルガム栽培及びサイレージ生産実績 (2018 年)

(2019 年 7 月 3 日現在)

No of Delivery	Delivery			Silage		
	Date of Delivery	Date of Arrival	Date of QT	Number of delivered Rolls	Ave. Weight (kg)	Total Weight (t)
DEPOSIT						
No.1 (Y2018)	2018/10/17	2018/10/18	2018/10/16	153	258	39.474
No.2 (Y2018)	2018/11/6	2018/11/7	2018/11/3	136	258	35.088
No.3 (Y2018)	2018/11/20	2018/11/21	2018/11/20	59	258	15.222
No.4 (Y2018)	2018/12/6	2018/12/7	2018/12/3	139	259	36.001
No.5 (Y2019)	2019/1/6	2019/1/7	2019/1/6	160	260	41.6
No.6 (Y2019)	2019/2/5	2019/2/6	2019/2/5	165	218	36.0
Total	na	na	na	812	na	203.36

(注 1) 上記の試験販売個数 (812) には、給餌試験用に UBB に提供した個数 (44) は含まれない。

作成) プロジェクトチーム

### ⑨ 小袋サイレージ生産 (ファーマーズ・フィールド・スクール)

✓ ロールベール・サイレージ (1 ロールは、平均 260 キログラム) の生産及び畜産会社への販売に加え、一般の畜産農家へのサイレージの普及を念頭に置いて、小袋サイレージ (1 袋は約 20 キログラム) の試験生産を行った。小袋サイレージ生産は、本事業の事業計画の中で触れる「ファーマーズ・フィールド・スクール」(FFS)として実施された。FSS 概要は、以下の通りである。

- A) 日時 : 2018 年 9 月 1 日 (土)、09:00~17:30
- B) 場所 : CMAC CDC の圃場及び倉庫
- C) 内容 : ソルガム収穫の見学及び小袋サイレージの手作り生産
- D) 参加者 : 10 名 (近隣農家)
- E) 政府参加 : 地元バットアンバン州政府から 4 名

FFS の参加者名簿は、下記の通りである。(指導員を務めた CMAC スタッフを除く)

図表 3-32 : 参加者名簿

【PDA】		
	氏名	所属
1	Mr. In Savanmony	PDA/Deputy Director
2	Mr. Yoch Reh	PDA/Machinery Department
3	Mr.Chou Chanpheakdey	PDA/Agronomy Department
4	Mr. Sok Penhy	PDA/Department of Agri-office
【農家】		
	氏名	所属
6	Mr. Cho Sovong	Farmer
7	Mr. Long Song	Farmer
8	Mr. Yen Noeun	Farmer
9	Mr. Prach Sam An	Farmer
10	Mr. Chom Saroeun	Farmer
11	Mr. Mao Man	Farmer
12	Mr. Nguon Phat	Farmer
13	Mr. han San	Farmer
14	Mr. Moeun Rinda	Farmer

(作成) プロジェクトチーム

✓ 参加した農家は、概して、ソルガム及びサイレージに関心を持った。スクール終了後、意見交換を実施した。参加した農家の主な意見（質問）は、次の通りである。

- 1) サイレージには関心がある。サイレージはどの程度保管可能か。
- 2) 事業主体はどんな形で設立されるのか。
- 3) 農業組合は好きではない。
- 4) 収穫物は全て農業組合が買い取るという契約栽培の形は取れないのか。

✓ サイレージは、生産後約4週間経過して発酵熟成する。サイレージは、10月中旬に参加農家に配布された。FFSで実施された活動状況は、下記の写真の通りである。



50 ファーマーズ・フィールド・スクール

➤ 圃場及びソルガム収穫作業



51 糖度・水分量のチェック

- ソルガムの検査、
- ソルガムを手狩りで収穫。
- その後、倉庫に運ぶ。



52 裁断機へソルガムを投入

- ソルガムを裁断機に投入。ロールの場合には、ハーベスタで自動裁断されるが、小袋サイレージの場合には、手作業が多くなる。
- 参加者も体験した。



### 53 裁断されたソルガム

- 参加者は、裁断機からはき出される細断ソルガムを熱心に観察していた。ソルガムを裁断機で3センチ程度に裁断。



### 54 裁断され吐き出されるソルガムを注視

- 参加者は、裁断機から勢い良くはき出される細断ソルガムを注視した。



### 55 ソルガムの袋詰め

- 参加者は、CMAC 指導員の指示に従って、袋詰めを行った。



### 56 バキューム・クリーナー

- 参加者は、バキューム・クリーナーを使って、プラスチック袋内の空気を吸い出し、内部を真空にする。



#### 57 小袋サイレージの調製終了

- 約1トンの小袋サイレージが生産された。

### ⑩ 飼養牛飼料のサプライチェーン及びサイレージの販売経路（バリューチェーン）の調査

既存飼料の流通経路等に係る情報は、本事業の開始以降、随時、①側面調査（文献調査）、②MAFF およびその関連機関へのヒアリング、並びに、③主要な畜産会社へのヒアリングをじて収集した。本調査の結果判明したのは、カンボジアには確立した畜産飼料生産事業は存在しないこと及び粗飼料及び濃厚飼料の両方共、需要家が必要に応じた相対取引で農家から調達することが分かった。また、プノンペン近郊とバットアンバンにおける粗飼料及び濃厚飼料の価格には相当の価格差があることが分かった。更に、概して、雨季と乾季でも価格差が認識された。

### ⑪ サイレージ普及のための体制検討

本事業では、本事業の普及のために、説明会およびセミナーを複数回開催した。本事業に参加した地元農家を中心として、事業参加に関して参加意向を示す農家等を集めて、ソルガム栽培・サイレージの市場ニーズ及び農業組合設立に係る予備的な意見交換を行った。本事業の商業化及び農業組合の設立認可に関しては、カンボジア農業組合法に基づき MAFF の認可が必要となる。この意味において、事業期間中、本事業の関係者は、CMAC を中心として、MAFF（PDA を含む）の助言・協力を得て、本事業の性格、特徴、市場性、収益性等を勘案して、事業計画の原案となる意見の集約化を行ってきた。現在、CMAC は、農業組合の設立に向けて組合参加希望農家及びその他関係者との調整作業を行っている。

## （2）事業目的の達成状況

活動毎の達成状況は、下記の通りである。

### ➤ 活動結果1：栽培計画（栽培圃場の手当て及び栽培計画の作成）

2018年度は、計画通り、20ヘクタール（正味栽培面積は16ヘクタール）の土地を確保し、詳細計画を策定し栽培を実施した。2018年の栽培計画は、CMACとの協議を重ね、また、関連農機のスペックを勘案して慎重に作成された。しかし、作業開始前に短時間ではあるが

地域限定の集中豪雨が発生し、予定していた一部の圃場が水没又は使用不能の事態となった。そのために急遽、代替圃場を確保し土壌整備等の栽培前作業のやり直しが発生した。この不測の事態から発生する作業工程の変更が関係者で協議され栽培計画が修正された。

2019年度の栽培については、圃場所有者の意向により、2018年度に使用した圃場から1試験区を新たな圃場と入れ替えた。二年目の栽培計画には、一年目で認識された課題の克服が挿入された。

#### ➤ 活動結果2：栽培計画の実施

2018年度の栽培計画は、大枠、計画通り実施された。栽培作業の初期において、農機の操作等に関して実地指導が行われた。CMACが選定した約10名のオペレーターは過半数が農機又は土木建設重機の操作経験を有していたことから、指導は順調に行われた。OJT方式による下記の農機操作指導は、栽培計画に基づき、二回に分けて実施された。第一回は、土壌整備・土壌改良・播種に3日間（5月30日から6月1日）、第二回は、収穫及びサイレージ調製時に4日間（2018年8月28日から8月31日）である。第二回の指導内容は、時間的制約の中で実施するため、作業内容を下記の6つに分割して行った。

- ① 土壌改良・播種（5-6月）：トラクター＋プラウ・マニユアスプレダー
- ② 収穫（8月）：トラクター＋ハーベスタ・ダンプトラック
- ③ 圃場から倉庫（工場）までの輸送（8月）：ダンプトラック
- ④ ロールベアラへのソルガムの投入（8月）：トラクター＋ティンバケット
- ⑤ 形成・ネット掛け（8月）：ロールベアラ
- ⑥ フィルム巻き（8月）：ラッピングマシン
- ⑦ 格納場所へのロール移動（8月）：ロールグラブ

農機の操作指導は、実際の作業を指導員が見本を示し、その後、農機に同乗して実地指導を行った。また、特殊農機（ハーベスタ、ロールベアラ「、ラッピングマシン）の内部構造などの詳細説明が別途行われた。不具合が発生した場合の基本的な対応及び特定の部品交換等の要領も指導された。これらの指導により、農機の基本操作指導はほぼ終了した。唯一残る指導は、2019年の播種作業の前に予定されている「圃場の現状に応じた農機の調整（セットアップ）」である。これは、農機使用に係る指導の応用編であり、この調整が合理的に為されなければ農機に負荷がかかり、故障の原因となる。

#### ➤ 活動結果3：収穫計画の実施

2018年度の収穫作業はほぼ完遂され、機械化収穫体系はほぼ完成した。他方、2019年の収穫作業の課題も明らかになった。度重なるハーベスタ等の不具合である。圃場環境が日本とは著しく異なること、農機のパワー不足、農機の操作の不適切性等が指摘される。2019年

の課題は、ハーベスタへの負荷を如何に減らすか、そのための調整となった。

➤ 活動結果 4：ソルガム栽培収量

2018 年度の栽培収量実績は、計画を大きく下回った<sup>7273</sup>。計画収量（ヘクタール当たりの収量）が 50-60 トンに対して、実績は 14 トンである。2019 年度は、ある程度の天候不順（降水量が十分ではない）を前提として、また、初年度に認識された課題に対する方策を実施して、収量の倍増（30 トン/ヘクタール）を収量目標に掲げた。10 月に実施した収量調査・収量予想によると、2019 年度の収量目標（30 トン/ヘクタール）にはかなり近づく予想である。

➤ 活動結果 5：サイレージ生産収量

2018 年度の低収量により、サイレージの生産量もまた予想を大きく下回った。計画収量が 800 トン（50 トン×16 ヘクタール）（ロール数：約 3,000 個）に対して、実績値は 223 トン（818 個）であった。他方、生産工程は初年目で確立し、また、サイレージの品質には全く問題なかった。2019 年度は、本年 10 月に実施した収量予想によると、ベースシナリオでは収量 442 トン（27.6 トン×16 ヘクタール）（ロール数：1,700）、ワーストシナリオでは、収量 368 トン（23.0 トン×16 ヘクタール）（ロール数：1,415）である。

➤ 活動結果 6：試験販売

2018 年度、生産したサイレージの全量をプノンペンの酪農会社に試験販売した<sup>74</sup>。これにより、ソルガムサイレージの市場価値が確認され、法人向けマーケティングの基礎が出来た。今後の主たる課題としては、第一に、サイレージ生産販売事業の特性を考え、生産地であるバタンバンあるいはその近郊に第二のサイレージ購入者を見つけること（地産地消）<sup>75</sup>、第二に、商業活動を念頭に置いた品質管理、第三に、個別畜産農家向け販売推進（サイレージ普及活動）となる。

2019 年度の販売実績は、サイレージ販売先がプノンペンの酪農会社の一社であったが、2019 年度は、上記に加えてバタンバンの地元畜産会社が増え、合計 2 社となった。地元での販売可能性を確認出来たことは、今後の商業化に向けた活動の中で極めて大きな意義がある。

➤ 活動結果 7：小袋サイレージ生産（ファーマーズ・フィールド・スクール）<sup>76</sup>

2018 年度の収穫時において、地元農家を招いて、ファーマーズ・フィールド・スクール

<sup>72</sup> ソルガム栽培実績及びサイレージ生産実績については、本書 40 頁の図表 3-15 を参照。

<sup>73</sup> 主たる原因及び今後の対策については本書 41 頁の図表 3-16 を参照。

<sup>74</sup> 但し、UBB 向け（給餌試験用）の配給量は除く。

<sup>75</sup> 本書、81 頁、「顧客層と顧客開拓」を参照されたい。

<sup>76</sup> 詳細は、60-63 頁を参照されたい。

(FFS) を開催した。FFS の目的は、地元農家に対してソルガム栽培及びサイレージ生産に関する普及活動の実施であり、具体的には、小袋サイレージ生産（手作り）を行うことである。

➤ 活動結果 8: その他(製品・技術の有効性)

第一に、投入された堆肥の有効性に関して、本事業の全ての栽培関係者はその有効性を認めている。但し、短期間(事業期間)の間にその有効性を科学的に分析することはできない。

第二に、土壌改良技術に関しては、荒地を耕作地に改良するという観点から、リッパーの使用を含む基本的な施策は実施され、知識・ノウハウの基本はカウンターパートに伝授された。しかし、欠損部対策については、事業期間中に十分な原因分析及び対策検討が出来なかった。

第三に、機械化農業（ソルガム栽培及びサイレージ生産）に関しては、各農機メーカーの協力を得て、比較的スムーズに実践することができた。唯一の問題点は、想定外に、農機の不具合が発生し、その対応に時間を要したことから間接的に収量に影響を与えた点である。

第四に、サイレージ販売に係るバリューチェーンの構築に関して、日本国内における耕畜連携の経験を生かし、UBB の協力を得て、畜産業者と十分な意見交換及び買い手の発掘を行うことが出来た。販売に関しては、本事業の後継事業主体が留意すべき最も大きな問題のひとつになることが予想される。つまり、営業活動である<sup>77</sup>。

### (3) 開発課題解決の観点から見た貢献

➤ 本事業の開発課題は、カンボジアで不足している良質の飼料を畜産酪農向けに提供することにある。特に、本事業が生産するロールベールサイレージは、生産後、新鮮さを保持して1年以上の保管が可能である。従って、雨季に生産されたサイレージを飼料が絶対的に不足する乾期に使用することが可能となる。本事業では、生産されたサイレージは基本的に畜産酪農法人に販売される。また、ニーズが確認できれば、小袋サイレージを生産して、バットンバンの地元農家への販売も可能である。このようなサイレージ販売は、乾季における餌不足を大幅に改善と同時に、稲わらに比べ栄養価も高いことから飼養牛の健康な成長に資する。

➤ また、本事業では、スイートソルガムが飼料原料として優れていること、並びに、ソルガム栽培及びサイレージ生産等に関して、MAFF の関連部署及び地元の畜産農家等を招いて

---

<sup>77</sup> カンボジアでは、未だ、ビジネス上の「コンプライアンス」及び「契約順守」等の基本的な理解が希薄である。また、製品を「販売する」、「営業する」という認識が希薄である。時間の経過と共に、法令整備、契約概念の定着、商慣行の定着化、信用の重要性の認識等が進むと思われるが、現状では著しく欠けている。特に、農業セクターでは顕著と思われる。営業活動を行うとは、顧客の信用が大事である。売れば良い訳ではない。顧客から信用を得るためには何を為すべきか、身をもって理解する必要がある。

ファーマーズ・フィールド・スクール（FFS）あるいはワークショップを開催し普及に努めた。これらの活動は、サイレージの畜産会社への販売促進に加えて、地元農家が自前でソルガム栽培を行い、手作業でサイレージを生産することを念頭においた普及活動でもある。2018年の収穫期以降、上記の集まりに参加した幾つかの農家又は JICA 事業の圃場に自主的に見学に来た農家/農業法人がソルガム栽培を開始した事例、あるいは、畜産会社がソルガム栽培を実施しサイレージの生産を行い乾季のエサ問題を解決したいという理由から、ソルガム栽培及びサイレージ生産に関するより実践的な情報を求めてくる等の動きが見られた。後者の法人は、既に必要な農機を手当て済みであり、来年春からサイレージ生産活動を行う予定である。これらの動きは、現地のカウンターパートである CMAC 及び MAFF 等がソーシャルメディアを使って、頻繁に本事業の状況に関して情報発信したことも影響している模様である。

➤ 本事業において、サイレージの売り手は「農業」、サイレージの買い手は「畜産酪農」となる。この点から、サイレージの生産販売事業は、「耕畜連携事業」の側面を有する。耕畜連携の次なる事業可能性は、両者間の関係の緊密化に伴い議論可能となる畜産・農業廃棄物を原料とした堆肥生産事業であろう。堆肥は、化成肥料の代替として MAFF を含め多方面からの指摘が為されているが、カンボジアでは未だ組織的な商業活動は見受けられない<sup>78</sup>。サイレージ生産販売事業が確立した後の新たな事業展開は、堆肥生産事業を視野に入れるべきであろう。

➤ 飼料生産販売事業に関して、付言すると、一度カンボジアにおいてサイレージが畜産飼料として優れていることが認識されれば、一部の大規模な畜産酪農法人は自前で農機を調達して、サイレージ生産活動を行う可能性が高い。こうした動きは、将来的なカンボジアの畜産業の中心を構成し、それ以外の中小畜産農家をリードすることが予想される。

#### （４）日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

➤ 本事業の展開により、直接的に日本国内の地方経済あるいは地域活性化に役立つ可能性は見い出せない。他方、我が国には、産業廃棄物を有効活用して堆肥生産を行っている事業会社が沢山存在する。産業廃棄物を活用して堆肥生産を行う会社群を結び付ければ、多くの開発途上国において堆肥生産を通じ貢献できる可能性が高い。当社を含めて、産業廃棄物を取り扱う会社は、基本的に、中小企業である。一部の例外を除くと、基本的に海外での事業展開を独自で志向できる会社は殆どないといえる。但し、当社を含めて、堆肥生産機械の技術を有する会社あるいは土壌改良の分野において相当に学識レベルの高い会社も存在し

---

<sup>78</sup> 有機肥料の輸入販売を除く。日本のある会社は、堆肥の原料である畜産廃棄物を中間加工して、カンボジアに輸出し、現地で堆肥生産を行っている事例がある。

ている。今までは、横の繋がりは皆無であったが、今後は、これらの競合他社との連携により、海外において多くのビジネスチャンス을共同して議論できれば良いであろう<sup>79</sup>。

#### (5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

➤ 本事業のローカルパートナー（事業実施国政府機関）は、MAFF 及び CMAC であり、いずれも政府機関であることから、本件に係る商業活動への直接関与はできない。JICA 事業終了後の事業実施機関としては、現在のところ、CMAC CDC 内の農家（圃場所有者）及びその周辺に農地を有する農家が想定可能である。CMAC が企画してこれらの農家が集まり、農業組合が設立される可能性が高い<sup>80</sup>。

➤ 実際、CMAC は、本年第 1 四半期以降、MAFF とのとの協議を重ね、農業組合設立案を検討している。これまでの CMAC からの説明から判断すると、以下の内容が予想できる。

- 1) 設立時期：2019 年末又は 2020 年第 1 四半期
- 2) 組合員数：20-25 名
- 3) 事業地：CMAC CDC 内
- 4) 圃場面積：20-25 ヘクタール
- 5) 農機等：MAFF と協議して当該組合が利用可能にする。
- 6) 出資：組合員からの出資
- 7) MAFF の関与：組合設立に関して MAFF とは協議を重ねている。
- 8) 資金援助：CMAC 及び MAFF からの何らかの支援を検討している模様。
- 9) 人的・技術援助：CMAC 内で検討中。

➤ 自然応用科学は、これまで CMAC に対して多方面にわたる助言を行ってきた。①スプレッドシートの作成、②事業化の方法、③事業採算性、④販売活動、④ホールクロップサイレンジ、⑤バランスシート、⑥固定資産投資と減価償却、⑦農業組合の Cooperative Governance 等。当社は、本農業組合の事業計画作成に関連して、2019 年 10 月及び 11 月、二回に分けて集中的にレクチャーを行った。二回目のレクチャーには MAFF 関連部署の参加を得た。

#### (6) 今後の課題と対応策

➤ 今後の課題としては、以下のような組合設立関連問題に集約される。

<sup>79</sup> 実際、当社は、カンボジアで日本の同業他社とコンタクトして土壌分析を含む意見交換を行った。

<sup>80</sup> 2020 年 1 月 22 日現在の CMAC 情報は次の通りである：本年 1 月第二週、昨年 12 月に続き、CMAC CDC 内の圃場所有者約 20 名が集まり、農業組合設立に向けた準備会合を持った。

- 1) CMAC 及び MAFF との法的関係の明確化・契約化
- 2) CMAC からの支援内容の明確化・契約化
- 3) 事業計画の作成

① 第一回運営委員会

第一回運営委員会は、2018年1月27日、本事業関係機関（JICA Cambodia、MAFF、CMAC および自然応用科学）が出席して CMAC 本部において開催された。席上、自然応用科学（瀬越氏）により、“Business Plan on JICA Verification Project” と題する資料及び作業日程表が配布され、当該事業の詳細が説明された。

② 第二回運営委員会

第二回運営委員会は、2019年2月1日、CMAC 本部において開催された。主たる議題は、「2018年活動実績報告」及び「2019年の活動計画」である。出席者は、JICA Cambodia、自然応用科学、MAFF 及び CMAC の代表である。

ア) 質疑事項

- ✓ 自然応用科学より、上記の「2018年活動実績報告」及び「2019年の活動計画」に関する詳細な報告が行われた<sup>81</sup>。それに対して、JICA カンボジア事務所より、2019年の活動内容に関する質問があった。
- ✓ また、MAFF より、本事業の特徴に関する説明及び本事業終了後に設立が予定されている農業組合に関して基本的な指摘が行われた。更に、本件に関して、MAFF 所管部署および地元 PDA としっかり協議してほしい旨の指摘があった。
- ✓ 最後に、CMAC 長官より、本事業の意義、新規性、今後の展開に係る期待等が表明された。

---

<sup>81</sup> 次の資料が配布された。巻末の添付資料4を参照されたい：“Performance Report (First Year)and Operational Plan (Second Year)of JICA Verification Project dated February 1, 2019”

58 第二回運営委員会（場所：CMAC 本部）



③ 第三回（最終回）運営委員会

✓ 第三回運営委員会は、2019年10月10日、CMAC本部において開催された。本会合は、JICA事業として最後となることから、次の議題がアジェンダに挿入された。

- a) 2019年度の活動報告と収量予想；瀬越氏
- b) 本事業終了に伴う事業資産の譲渡手続等（資産確認を含む）；井手氏
- c) 後継事業主体の事業計画について；ラタナ氏

59 第三回運営委員会（場所：CMAC 本部）



1) 主な出席者は：JICA Cambodia、CMAC、MAFF、自然応用科学、ヤンマーの代表である。

✓ 主なスピーチ内容

1) Mr. Yuji SEGOSHI (自然応用科学)

JICA 事業二年目の実績と収量予想

2) Ms. Naoko IDE (JICA カンボジア駐在員事務所)

JICA 事業の終了手続き

3) H. E. Ratana (CMAC 長官)

JICA 事業の後継事業主体と事業計画

4) Mr. Mak Mony (MAFF 局長)

JICA 事業の評価

④ 今後の主要検討課題

✓ 2018年2月の事業開始以降、本事業は、多くの関心が寄せられてきた。特に、2018年末に初年度の総括が行われて以降、当該事業の全容が明確になり、当該傾向は顕著となった。その主な理由は、(1) JICA 事業自身による情報発信（圃場見学者の増加、JICA 事業による農家訪問及びFFS開催等）及び(2) CMAC 及び MAFF によるソーシャルメディアを通じた JICA 事業の現状に係る情報発信<sup>82</sup>に分かれる。

✓ 実際、周辺農家だけでなく、多方面から圃場の視察が行われ、また、官民を問わず、事業化に関する問い合わせが寄せられた。本事業が実施するサイレージ生産は、適度なレベルの機械化農業を前提としている。つまり、事業を始めるのは、初期投資（固定資産投資）が必要となる。この点から、平均的な農家が単独で当該事業を実施するのは難しい。事業（ビジネス）化が可能なのは、農業法人又は富裕農家ということになる。更に、カンボジアでは、上記に加えて、第三の категорияが存在している。公務員が私的に運営している農業法人である。これらの法人は、比較的、潤沢な資金を保有している。

✓ 現在、MAFF 及び CMAC をカウンターパート機関として本事業を実施している。実際には、MAFF の協力を得て、CMAC と共に事業展開が為されているというのが実情である。主な理由は、(1) CMAC は広大な土地を管理していること、(2) 農機等の操作ができる多くのスタッフがいること、(3) 農機の維持管理ができること、(4) CMAC は地雷処理後の土地を活用した

---

<sup>82</sup> CMAC 及び MAFF は、多くの写真を掲載して、JICA 事業一般、カンボジアで初めてのソルガム栽培やサイレージ生産を紹介していた。

農業開発に強い関心があることである。

✓ 本事業では、CMAC CDC 内の圃場を有する 20 名程度<sup>83</sup>の地元農家が農業組合を設立する事業展開計画を検討している。圃場は、これらの農家が所有し、本 JICA 事業で活用された土地が基本的に前提とされている。組合設立からしばらくの間は、周辺農家との関係は想定されておらず、将来的な参加可能性に言及するにとどまる。実際のところ、周辺農家は、農業組合に参加することを望んでおらず、自らが収穫した農作物の組合による買取可能性に関心を示している<sup>84</sup>。

✓ 農業組合と MAFF 及び CMAC との関係は、特に留意を要する。本農業組合は、その設立に際して、MAFF 及び CMAC から何らかの財政的支援を受ける可能性がある。加えて、CMAC は、組合の設立・運営に関して、様々な支援活動を想定している。逆に見ると、本農業組合は、CMAC の支援がないと運営が難しいと言える。この点に関して、組合ガバナンス (Cooperative Governance) の観点から、支援内容の明確、及び、この点に関するステークホルダーに対する適正開示と契約化が要請される<sup>85</sup>。また、本事業にて MAFF<sup>86</sup>に譲渡された農機及び倉庫の使用に関して、農業組合と MAFF・CMAC は、適切な契約を締結すべき点は言うまでもない。

## 4. 本事業実施後のビジネス展開計画

### (1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

#### ① マーケット分析(潜在市場規模)

本書では、サイレージの市場規模を次の方法で算出した。まず、カンボジアにおける畜産酪農に関する基礎資料(下記)及び基礎データを MAFF 等から入手し、これまでに数度実施した畜産農家等へのヒアリング結果に基づき、サイレージの潜在市場規模を算出した<sup>87</sup>。

- 畜産業の概要
- カンボジアにおける現在の飼料市場
- 飼養牛の売買
- 飼料の調達(種類/価格)

---

<sup>83</sup> CMAC の元スタッフとは、過去に地雷除去作業に従事していたスタッフが退職して CMAC CDC 内の土地を購入して定住している農家を指す。

<sup>84</sup> このような周辺農家の意見は、本事業が開催したファーマーズ・フィールド・スクール (FFS) でも、また、市場調査の一環で訪問した地元農家でも同様の意見が聞かれた。当該意見は、組織に対する不信感のようなイメージで理解された。

<sup>85</sup> この点に関しては、2019 年 11 月 19 日の CMAC/MAFF に対する第二回目レクチャーで詳述された。

<sup>86</sup> MAFF は、これらを譲受けた後、CMAC の農業開発事業に対して無償貸与する。

<sup>87</sup> 本調査は、2016 年-2017 年 (3 ヶ月) に王立農業大学が実施したサイレージ市場規模調査を指す。当社は更に、2018 年、約 3 ヶ月間、バタンバン大学農学部の協力を得て、第三回市場調査を実施した。最終報告書は、2018 年 12 月末日に受領した。

➤ 農業資材業界動向

サイレージの潜在市場規模の算出式は次の通りである。MP=N x P x Q

- MP=市場規模
- N=潜在購入者数
- P=平均販売価格
- Q=平均年消費量
- hh=畜産農家
- Nhh=サイレージ購入に関心を示した農家の割合×カンボジア国内の総畜産会社所有の飼養牛数
- TChh=飼養牛1頭当たりの年間飼料代
- cf=畜産会社
- Ncf=サイレージ購入に関心を示した畜産会社の割合×カンボジア国内の総飼養牛数
- TCcf=畜産会社が負担している飼養牛1頭当たりの年間飼料代

本調査の結果、明らかになったのは、次の通りである。サイレージの畜産会社向けの潜在市場規模は、2,613,651 米ドル。他方、一般畜産農家向けの潜在市場規模は、199,287,231 米ドル。両者を合わせると、カンボジアにおける潜在的国内市場は、201,900,882 米ドルとなる。しかし、現実的には、本事業が生産販売するサイレージは、比較的高価であることから、一般の小規模畜産農家が購入意向を示すとは考えにくい。サイレージの普及のためには、まず、事業主体が経済基盤を整えることが先決であり、そのためには、法人顧客向けの販売を優先的に検討することが重要となる。

下記は、政府の公表統計数値に基づき算出された畜産農家等の想定ニーズを示す。

ア) 一般農家の市場規模

一般畜産農家の 63.6 %は、サイレージ購入に関心を示した。

(1) Nhh: (63.6 %)	(2) TChh	(3) 一般畜産農家の潜在市場規模
2,160,044 頭	92.26 米ドル	199,287,231 米ドル

イ) 畜産会社の潜在市場規模

畜産会社の 80.0 %は、サイレージ購入に関心を示した。

(1) Ncf: (80.0 %)	(2) TCcf	(3) 畜産会社の潜在市場規模
10,631 頭	245.85 米ドル	2,613,651 米ドル

ウ) サイレージの潜在市場規模

上記の一般農家の潜在市場規模と畜産会社の潜在市場規模を合計すると、201,900,882 米ドルとなる。

(1) 一般農家の潜在市場規模	(2) 畜産会社の潜在市場規模	(3) カンボジアの潜在市場規模
199,287,231 米ドル	2,613,651 米ドル	201,900,882 米ドル

図表 4-1 : カンボジアの飼養牛頭数推移 (州別)

飼養牛頭数の推移 (プロヴィンス別)												
	Province	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Banteay Mean Chey	101,547	121,973	141,388	154,094	159,345	110,900	100,425	102,773	105,678	95,811	97,496
2	Battambang	183,389	256,628	273,822	214,479	222,256	188,191	188,695	188,974	193,538	182,140	181,452
3	Kampong Cham	481,315	451,390	161,445	507,490	497,699	447,406	443,608	442,143	442,634	227,959	229,268
4	Kampong Chhnang	228,786	239,664	246,913	254,888	262,285	254,685	261,703	266,271	261,993	216,663	218,985
5	Kampong Speu	339,572	354,072	362,285	403,310	422,818	410,976	382,559	387,735	387,639	377,797	334,336
6	Kampong Tom	257,267	376,145	277,241	296,818	297,362	300,617	294,884	278,209	281,924	249,232	199,664
7	Kampot	256,056	259,210	240,730	247,520	218,886	225,136	221,968	224,056	224,462	208,043	197,213
8	Kandal	178,024	189,228	27,774	205,129	200,189	155,489	130,340	119,077	124,603	110,306	110,722
9	Koh Kong	14,664	14,854	18,853	19,702	13,110	13,110	11,078	14,612	15,879	17,220	14,277
10	Kratie	130,959	141,496	148,273	149,853	158,751	138,077	134,551	127,449	126,432	93,332	92,045
11	Monduliri	20,933	28,725	20,710	26,756	27,864	25,076	48,509	29,702	30,324	27,881	28,434
12	Phnom Penh	22,775	22,720	13,453	11,506	13,892	13,020	27,841	27,814	32,829	22,807	22,791
13	Preah Vihear	146,683	171,056	75,785	82,762	133,340	106,218	110,771	106,410	102,545	85,029	76,027
14	Prey Veng	324,101	340,757	355,814	375,126	396,678	421,720	400,614	374,579	365,211	299,359	276,560
15	Pursat	154,015	113,897	283,170	204,244	185,540	208,603	190,040	170,400	167,787	145,547	138,420
16	Ratanak Kiri	41,873	43,638	45,207	45,335	45,977	48,341	49,930	50,609	51,800	45,108	46,873
17	Siem Reap	282,356	280,100	285,819	270,100	288,220	298,014	292,314	289,300	290,051	272,657	271,480
18	Preah Sihanouk	12,861	11,421	11,999	12,075	17,710	17,848	17,615	18,434	18,513	17,906	18,395
19	Steung Treng	48,611	49,605	51,234	53,564	56,359	61,392	60,791	61,947	59,991	60,298	61,571
20	Svay Reang	236,856	236,856	255,223	255,150	260,799	278,901	266,143	284,965	285,513	271,458	227,584
21	Takeo	313,191	311,062	335,049	347,766	356,359	374,291	371,767	373,800	379,101	361,724	362,185
22	Udon Meanchey	72,160	22,567	56,440	42,058	59,744	65,137	68,458	70,730	72,267	70,544	67,049
23	Kep	9,743	11,469	15,549	16,850	16,923	16,384	15,974	18,372	21,415	18,414	23,097
24	Pailin	3,062	5,744	6,512	7,422	7,422	7,143	6,223	5,419	7,880	6,094	5,982
25	Tboung Khmum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111,979	107,680
	合計	3,860,799	4,054,277	3,710,688	4,203,997	4,319,528	4,186,675	4,096,801	4,033,780	4,050,009	3,595,308	3,409,586

(データ出所) MAFF

図表 4-2：畜産会社の数と飼養牛の頭数（州別）

畜産会社の数（プロビンス別）				
	プロビンス	畜産会社数	飼養牛頭数	パファロー数
1	Banteay Mean Chey	16	899	
2	Battambang	7	1,217	
3	Kampong Cham	2	727	
4	Kampong Chhnang			
5	Kampong Speu			
6	Kampong Tom			
7	Kampot	2	467	
8	Kandal			
9	Koh Kong			
10	Kratie	1	394	
11	Monduliri			
12	Phnom Penh			
13	Preah Vihear			
14	Prey Veng	18	538	
15	Pursat	9	551	63
16	Ratanak Kiri	9	5,655	
17	Siem Reap			
18	Preah Sihanouk	8	372	
19	Steung Treng			
20	Svay Reang			
21	Takeo	4	1,972	
22	Udon Meanchey	8	357	
23	Kep			
24	Pailin			
25	Tboung Khmum	2	140	
	合計	86	13,289	63

（データ出所）MAFF

## ② マーケット分析（実需）

✓ 前頁のマーケット分析（潜在市場規模）によると、およそ、法人需要は約 2.6 百万米ドル（2.86 億円相当）<sup>88</sup>、一般農家需要は約 199 百万米ドル（218.90 億円相当）、カンボジア全体の市場規模は約 202 百万米ドル（222.20 億円相当）であった。本調査では、サイレージの新たな市場を開拓するという観点から、比較的価値認識レベルが高い法人需要を中心とした掘り起こし作業を行うのが重要とされた。本先行調査に基づいて実施されたのが、実需調査<sup>89</sup>である。

本実需調査では、政府統計資料に基づき、25 のプロビンスから 3 つの比較的畜産業の盛んなプロビンス<sup>90</sup>を抽出し、更にその中から、16 の大規模又は中規模の畜産会社/農家（訪問標本数）特定して、それらに対するアンケート調査を実施した。主な質問事項は、飼料調達の実際及び家畜糞尿処理等である。加えて、アンケート集計結果及び長距離輸送を要しない販売先<sup>91</sup>という点を念頭に置いて、6 つの畜産会社/農家を再度訪問して、サイレージ購入に関する実需を確認した。その結果、幾つかの畜産会社/農家より関心が表明された。

本事業終了後、何らかの経済主体を設立して商業活動を行う場合、事業地から需要家までの輸送費は事業採算上、非常に重要な検討課題となる。この意味から、事業地に近い場所に需要家を確保すること（地産地消）は重要なポイントになるであろう。

<sup>88</sup> 為替換算レート：1USD=110 円。4

<sup>89</sup> 本調査は、UBB に再委託し 2018 年 10 月～12 月の期間に実施された。

<sup>90</sup> 3 つのプロビンスとは：Battambang (6), Siem Reap (5), Pursat (5)。括弧内は、アンケート調査対象である畜産会社/農家（訪問標本数）を指す。

<sup>91</sup> JICA 事業の事業地である CMAC CDC から近い場所にある畜産会社/農家の意。

### ③ ビジネス展開の仕組み

#### ア) 事業展開に係る戦略

✓ 第一に、事業主体に関して、本事業終了後、カンボジア農業組合法に基づき、現地に農業組合を新規に設立し当該事業の継続実施を検討している<sup>92</sup>。本法では、農業組合の設立要件、組合員の資格・要件、設立手続、組織体制、業務報告義務等、多様な規定を有する。本事業では、これら多義にわたる資格要件を念頭に置いて、現在、CMAC、MAFF 所管部署及び現地 PDA と協議を重ねている。

✓ 第二に、事業地に関して、本事業では CMAC CDC<sup>93</sup>内の特定圃場（20 ヘクタール；正味耕作面積は 16 ヘクタール）を事業地として使用した。本事業終了後は、現在の圃場面積をベースとして徐々に組合圃場<sup>94</sup>を拡大し、且つ、CMAC CDC の周辺農家が所有する圃場も組み入れることを視野に入れている。その際には、（ア）農機の移動可能性の観点から、本事業の生産拠点である倉庫（サイレージ生産工場）からの距離及び（イ）農機の圃場への進入可能性等を勘案して決めることになる。更に、特定の周辺農家が組合員になることなしに、自らが栽培した作物（ソルガム又はトウモロコシ等）を農業組合に販売する契約を締結するという提携関係の可能性もある。現在、市場調査の一環として、この種の事業提携に係る関心を周辺農家に確認している。これまでの調査では、収穫物（トウモロコシ）は、事前の口頭合意に基づき、ミドルマンに販売しているが、条件が有利であれば検討可能というのが周辺農家の反応である。

✓ 第三に、当該事業は、単なる既存農作物の生産販売ではなく、付加価値を高めた農産物加工品（畜産酪農向け飼料）を既存の流通市場に頼ることなく、需要家にダイレクトに販売するというビジネスモデルである。従って、初期段階においては、継続的な市場調査を繰り返し、法人顧客のニーズ及び経営動向を良く把握すること、換言すると、個々の畜産酪農会社の事業計画等をヒアリングする等の地道な営業活動が重要となる。新たな市場を開拓し、あるいは、新たなバリューチェーンを構築するという意味において、売り手と買い手の距離を縮める「耕畜連携」が本事業のキーワードとなる。

✓ 第四に、生産したサイレージは、畜産酪農家の飼養牛の飼料となることから、品質管理が重要な点は云うまでもない。本 JICA 事業では、栽培段階における管理としては、栽培計画の中で検討される農業資材（化成肥料、堆肥、除草剤等）の品質・数量に関する管理・運用、また、サイレージ調製後の管理としては、出荷時の数量確認、圃場別数量確認、品質検

<sup>92</sup> 詳細については、本書、77-78 頁、E) 事業実施主体の設立・運営を参照。

<sup>93</sup> CMAC が地雷・不発弾等の処理を終了し、安全宣言を行い、且つ、政府の承認を受けた農業開発地域。CMAC CDC の総面積は、1,740 ヘクタール。ロット毎に販売されている。土地の所有者は、① CMAC を退職した職員、② CMAC のスタッフおよび③当該土地を購入した農家。

<sup>94</sup> 組合圃場とは、組合員が所有する圃場であり、当該組合員が組合活動のために提供する土地を指す。

査（サンプリング）、検査書の作成・保管等が含まれる。特に、購入者との関係において、納品時に提出される納品書（Delivery Note）及び請求書（Invoice）の中で「数量確認・品質検査の結果、問題がない旨が明記される。この種の手続は、これまでの伝統的な農産物の生産販売手続きから脱皮して、新たな商業活動固有な手続きの実践が求められる。

第五に、将来的な事業拡大の問題である。これは、固定資産投資（農機の追加調達）が大前提とする。すなわち、本 JICA 事業のために投入された農機は、小規模（20 ヘクタール）の機械化農業を想定したものであり、提供可能な耕作地の最大面積は 25 ヘクタール程度とされ推定される。従って、25 ヘクタールを超える栽培を行うには、新たに、トラクター、ハーベスタ、ロールベアラ等の追加調達が必要となろう。加えて、将来的に事業拡大を図る際には、作業効率の観点から、現在の機械体系を根本的に見直す（大型農機の調達等）ことに関する検討が必要かもしれない。経営者の重要な検討課題である。

✓ 第六に、事業主体の経営の問題がある。現在、JICA 事業に圃場を提供しているのは、基本的に CMAC を退職した元スタッフである。民間会社の経営ができる人材はいない。また、周辺農家が組合員として参加する場合においても、組合経営を行える人材を見つけるのは難しいであろう。法定の役職である理事長、副理事長、秘書役、出納係等は兎も角、ここで言う経営ができる人材とは、執行役マネジャー（Executive Manager）を指す。執行役マネジャーは、実務上、農業組合の全ての業務を実質的に統括する立場にあり、生産現場と組合組織の運営の両面に責任を負う立場となる。実際に、そのような人材は、行政機関や地元農業関係者には見当たらない。唯一の可能性は、民間部門から比較的高給で採用する方法であろう。

#### 【将来の組合組織等に係る CMAC アイデア】

- |   |                  |  |
|---|------------------|--|
| ① | <u>執行役マネジャー</u>  | : 未決   |
| ② | <u>圃場作業責任者</u>   | : CMAC スタッフ                                  |
| ③ | <u>農機のオペレーター</u> | : CMAC スタッフ及び組合員（元 CMAC のスタッフ） <sup>95</sup> |
| ④ | <u>圃場等の労働力</u>   | : 近郊の農家                                      |
| ⑤ | <u>追加農産物の購入先</u> | : 近郊の農家                                      |

✓ 第七に、提案企業（自然応用科学株式会社）の今後の事業展開に関して、提案企業は本事業に強い関心を持っているが、後継事業主体が農業組合のため本事業への直接参加は望めない<sup>9697</sup>。従って、現在のところ、提案企業はバツタンバンにおいて 100% 地元で調達可能

<sup>95</sup> 数名の組合員は、2018 年、JICA 事業が実施した農機操作に係る OJT に参加し研修を受けたオペレーターである。

<sup>96</sup> カンボジアの農業組合法は、外国人に対して組合員資格を認めていない。

<sup>97</sup> 後継事業主体（農業組合）と提案企業の関係は今後如何に発展するかに関して、現在のところ、明確な計画はない。他方、JICA 事業の現地作業は昨年 11 月をもって終了したが、その後も継続して CMAC 事業関係者から問い合わせ等、助言が求められている。提案企業としては、法的責任が発生するような事案には触れられないが、技術的又は実務上の質問に対しては従来通り助言等を行っている

な畜産・農業廃棄物を活用した堆肥生産・販売事業を検討している。

## イ) 事業地の拡大

先に言及した如く、事業地の拡大は、品質管理体制の整備及び固定資産投資のための原資の確保を勘案して決める必要がある。事業地の拡大は、未処分利益からなる内部留保金額の観点から、事業開始後3年目又は4年目が一つの目安となる。

## ウ) 顧客層と顧客開拓

✓ 本事業が生産するサイレージの大部分は、2018年度、プノンペン近郊の酪農会社に試験販売されている。当該会社は、早くから、本事業で生産を予定しているサイレージに強い関心を示し、継続的に情報提供を行ってきた。同社は、圃場視察、収穫視察及びサイレージ生産現場視察等を行い、更には、収穫後のソルガムの化学分析を米国で独自に行い、その結果に基づき、発注している。

✓ カンボジアにおいてサイレージは、未だ極めて馴染みが薄い畜産飼料である。顧客開拓には、二種類の販促活動が必要となる。第一は、畜産会社向けの販促活動、第二は、畜産農家向けの販促活動である。しかし、実際のところ、地元農家等で構成される農業組合には、当該行為を効率的に行い得る人材この点は、JICA 事業期間中に検討を要する。また、仮に、CMAC が販売活動にも支援を行うとしても、CMAC スタッフが当該業務を担えるとは思えない。今後の大きな検討課題であろう。他方、一般農家向けの販促活動は、地元 PDA 及び大学との連携が不可欠となろう。

✓ 更に、顧客の拡大に関連して、次のような指摘ができる。現在のサイレージの買い手は前記のようにプノンペンの酪農会社である。同社に対して、2018年、813個<sup>98</sup>（総重量：211トン）のロールを納品したが、このレベルは同社の需要の半分以下に過ぎない。同社の2019年の事業計画によれば、飼養牛の頭数は倍増され200頭を超える。この前提に立つと、現在の本事業におけるサイレージ提供能力は需要の1/4となる。農業組合が設立され商業活動を行う際には、経営の安定に資する販路の拡大、及び、輸送費削減の観点から第二、第三の買い手が必要となる。特に、後者（輸送費削減）の論点は、優先事項の一つであろう<sup>99</sup>。

---

る。提案企業としては、現在のCMACあるいは後継事業主体との関係は、弊社がカンボジアで事業を志向する限り財産と認識しており、今後共、CMAC及び後継事業主体との関係は維持されることが期待されている。また、将来的に、後継事業主体が発展して、当該農業組合の上部機関（農業組合連合、“Agricultural Cooperative Union”）が設立される場合には、組合員として出資できる可能性があると考えている。

<sup>98</sup> ロールの平均重量（一個）は、260kg。

<sup>99</sup> 2018年度中に、トラック輸送からのモーダルシフトを検討した。バタンバン～プノンペンまでの貨物輸送の可能性である。実際、路線開通間もない輸送会社を訪問し、貨物料金を確認したところ、都市間輸送費としてはトラック輸送と同じレベルだが、荷積み・荷下ろし費用、生産地から駅、駅から消費地までトラック輸送を全て勘案すると、トラック輸送の倍以上のコストがかかることが判明した。カンボジアの貨物輸送セクターの高価格体質は、畜産・農業セクターの発展阻害要因になっている。

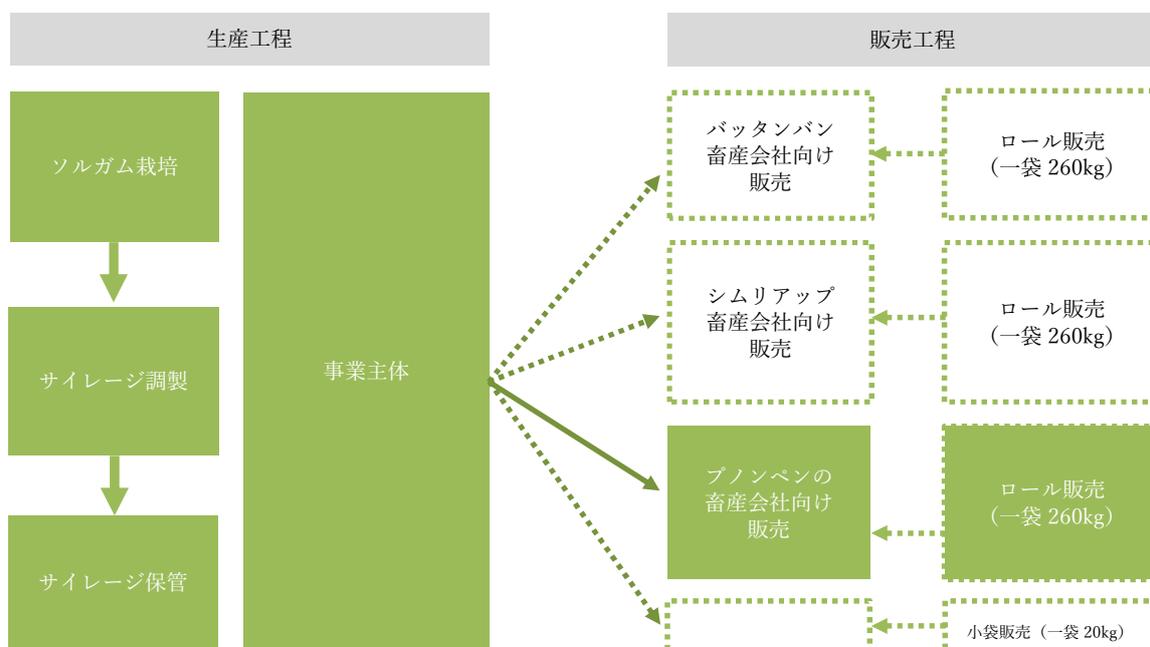
現在のところ、生産地であるバタンバンから買い手が所在するプノンペンまでの輸送費は、トン当たり 25 米ドル<sup>100</sup>である。もし、本事業（農業組合）の地元であるバタンバンで買い手が見つかり、大幅なコスト削減が可能となる。

## エ) バリューチェーン

本事業実施主体は、前述の通り、サイレージをプノンペン在住の酪農会社に対して試験販売を行っている。当該酪農会社は、サイレージの品質を高く評価しており、これに代替する飼料はカンボジアには見当たらないことから、JICA 事業二年目も購入契約を締結する可能性が高い。また、サイレージの販路は拡大される余地がある。サイレージの生産はカンボジアでは初めての経験であり、今後の販売促進およびソルガム普及活動を通じて、上記の酪農会社以外に、バタンバン又はシムリアップの畜産会社でも販売可能であろう。サイレージの販売は、初期段階では相対取引が原則である。しかし、将来的には、追加的試みとして、経済発展と共に整備されるエンドユーザー・マップを活用した (a) 地域に根ざすミドルマン、あるいは、(b) 農業・畜産資材を販売し販売ネットワークを有する会社との関係可能性を追求すべきであろう。

更に、地元農家向けの小袋サイレージの生産販売は、今後の継続検討課題である。特に、販売価格に関して、法人向け販売価格とは異なる価格を設定する必要があるだろう。

図表 4-3：サイレージのバリューチェーン



(作成) プロジェクトチーム

<sup>100</sup> 輸送コストは、2018 年度後半、運送会社との交渉の上、トン当たり 23 米ドルとなった。

#### オ) 事業実施主体の設立・運営

✓ 先述の通り、CMACは、後継事業実施主体として、農業組合を検討している。本JICA事業は、この点に関して、とりわけ法的又は手続き的側面に関して、早くから農林水産省(MAFF)の農業総局(“GDA”：General Directorate of Agriculture)・農業組合推進部(“DACP”：Department of Agricultural Cooperatives Promotion)及びPDA(バタンバン州)の助言を得て検討を進め、CMACと意見交換を続けてきた。農業組合法によれば、農業組合を新たに設立するには、次の3つの要件を満たさなければならない<sup>101</sup>。現在のCMAC案は、これらの条件を満たしている。

- (a) 構成員は15名以上が必要。構成員は、カンボジア国籍を有し、18歳以上であり、カンボジア国内の“Khan”，“District”，“Municipality”，“Sangkat”，“Commune”，“Village”内の特定住所に居住していなければならない。
- (b) 構成員は、組合の持分(株式)を引受けなければならない。構成員は、少なくとも、1株所有しなければならない。
- (c) 主な事業は、農業生産システム(Agricultural production systems)、アグロ・インダストリー(Agro-industry)、農業分野に関連したアグリ・ビジネス/サービス(Agri-business or services)のいずれかの事業類型に合致しなければならない。

✓ 他方、カンボジアにおける農民の組織化・グループ化に係る実体的側面には、留意を要する。先に言及した通り、同国では、未だ農民の間には組織に対する不信感が払拭されていない傾向が見受けられる<sup>102</sup>。このような現象は、ポルポト政権(1975-1979)下において、「農民は、男女や年齢別のグループごとに強制的な集団耕作に従事させられた…ことからグループが互いを監視・密告する機能を持ち合わせた。この経験が…グループ活動に対する恐怖感や不信感の根底にある」と先行研究は指摘する<sup>103</sup>。

✓ 近年、ドイツや日本等の先進国からの支援により、農業組合(agricultural cooperatives)等の農民の組織化・グループ化が進められている。他方、前述の先行研究<sup>104</sup>は、事業の当事者である農民が組織化の目的・メリット・利益等を十分に理解した上で主導権を持って進めない限り形だけのグループになる可能性が高いと指摘し、実効性のある組織にするには目的と利益が明確且つ確実であることがカンボジアの農村におけるグループ化の鍵であると指摘する。

✓ これらの点に十分な留意を払うとしても、実際において、事業実施主体の経営(運営)

---

<sup>101</sup> Law on Agricultural Cooperatives (2013), Article 16

<sup>102</sup> 本書、60頁参照。

<sup>103</sup> 伊藤香純、「カンボジアにおける農民の組織化に向けた課題—酒造グループ形成の事例から—」、国際農林業協力、Vol. 35 (2012) No. 1、11頁

<sup>104</sup> 前掲論文

を誰が行うかは、更なる課題であろう。JICA 事業期間中は、本事業全ての事項に係る計画、実行、評価は、ヤンマー（補強）の支援を受けて、自然応用科学が行っているが、本事業終了後は、CMAC の存在が大きくなる。農業組合法に基づく、組織体制は形式的に作れるが、実際の経営は誰がどのように行うのか。今後の重要課題のひとつであろう。更に、CMAC から色々な支援を受ける立場にある農業組合は、CMAC との間でどのような契約を結ぶべきかという問題は喫緊の課題である。

✓ 先述の先行研究では、事業の当事者である農民が主体的に経営することが指摘されているが、本事業の場合、農民が主体的に経営に携わったとしても経営能力不足の問題が起きることが容易に予想される。CMAC あるいは MAFF の関係者が経営に関与しても、商業活動の実践を前提とすると問題の解決にはなり得ないであろう。一案としては、プライベートセクターから経営経験及び実務経験のある者を農業組合法が規定する執行マネージャー（Executive Manager）に採用する案が現実的かもしれない。

#### ④ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

✓ CMAC による事業概要の説明

2019 年 10 月 10 日に開催された第三回運営委員会<sup>105</sup>において、ラタナ長官（CMAC）は、CMAC AC<sup>106</sup>の事業計画に関して次のように述べた。「CMAC AC は、人的資源、経営体制及び財政の観点から CMAC から独立した組織であることを確認したい。」 また、農業組合設立時期に関して、上記の運営委員会において、次のような説明があった。「本組合は 2019 年 12 月末に PDA から登録認可を受けて設立されることを期待している」。

✓ 後継事業に係る事業計画

詳細な事業計画は、2020 年 1 月 22 日現在、未だ完成していない。CMAC によると、CMAC CDC 内で本事業に関心を示している農家と協議を重ねており、2020 年の早い段階で農業組合設立申請を行う模様である。

✓ 提案企業による事業参加と将来の事業展開

先述の通り、カンボジア農業組合法の規定により外国会社等の農業組合への参加は認められていないことが本事業を通し判明したことから、本事業を通して実施したサイレージ生産は農業組合が継続し、少なくとも短期的には提案企業によるサイレージ生産は困難と結論づけざるを得ない<sup>107</sup>。

他方、提案企業は、本事業の実施を通じて、カンボジアにおいて農業、畜産業、流通業等

<sup>105</sup> 第三回運営委員会に関して、本書、69 頁～71 頁参照。

<sup>106</sup> CMAC AC とは、“CMAC Agricultural Cooperative”の略称であり、農業組合設立協議において通常 CMAC が使用している名称である。

<sup>107</sup> 本書、脚注 96 を参照されたい。

が抱えている諸問題について相当な知見を得ることができた。更に、本 JICA 事業を実施する上で、現地の行政及び多くの民間部門（農業・畜産・建設・流通等）において広範囲の人的ネットワークを構築することができた。

提案企業は、現在、これらの知見及び人的ネットワークを活用して新たな事業展開を模索している<sup>108</sup>。具体的には、現地で利用可能な畜産廃棄物あるいは農業廃棄物等<sup>109</sup>を活用した堆肥生産事業である。本事業の基本的性格は、今回の JICA 事業の実践を通じて知り合った現地法人と連携して行う六次産業事業化（農業・畜産・流通）と言える。提案企業が模索している堆肥生産事業の基本的な考えは、次頁（図表 4-4：堆肥生産事業に係る事業計画作成のための論点整理）の通りである。

本事業を実施する上での主な課題は、次の二点であろう。

第一の課題は、安定的な原料調達ができるかである。主原料である牛糞及び副資材である鶏糞・稲粃の調達は可能と思われるが、留意すべき点は原料調達に係る持続性が維持できるか否かである。特に、農村部においてはそうであるように、一旦契約を締結しても事業変更を理由に現物の調達が難しくなるため、カンボジアは未だ契約社会ではないと言える<sup>110</sup>。

第二の課題、市場ニーズを前提とした堆肥生産事業の推進を模索しているが、市場ニーズとは何かを特定する必要がある。つまり、現在のカンボジアにおいて、堆肥に関する基礎知識は農家に必ずしも浸透しているとは言えない。現地で製造した堆肥を販売し普及させるためには、農家などに対して堆肥等の基礎知識の提供が不可欠となる。知識の普及を実現するためには、主務官庁及び地元大学等と連携した官民連携の普及活動が必要となる。

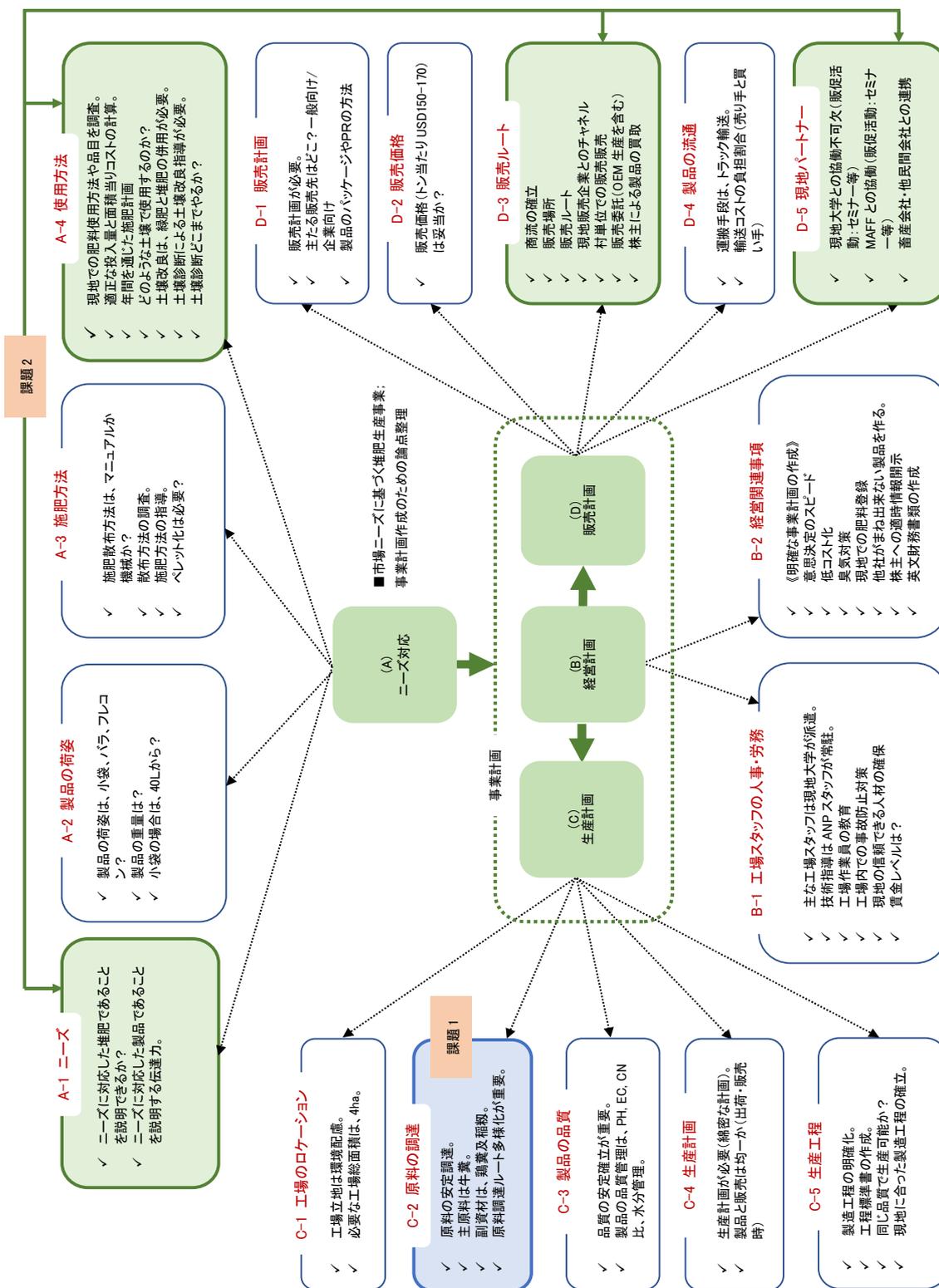
---

<sup>108</sup> 提案企業は、堆肥生産事業に係る包括的な検討を行っているが、未だ、当該事業に係る事業計画書は作成していない。

<sup>109</sup> ここで言及している畜産廃棄物あるいは農業廃棄物は所謂「廃棄物」ではなく、実際のところ有益で貴重な「資源」と見做すことができる。

<sup>110</sup> 具体的な事例としては、民間企業と地元農家が契約栽培を行う場合、契約農家は契約に基づき特定作物を事業者側に提供しない場合が発生する。主な理由としては、市況の変化により、第三者が高値を提示した場合、農家は契約相手先企業に契約通り特定作物を提供するよりも躊躇なく第三者に転売するという契約違反行為を行う状況を指す。

図表 4-4：堆肥生産事業に係る事業計画作成のための論点整理



## ⑤ ビジネス展開可能性の評価

✓ 先述の通り、当該ビジネスの事業性は一定の条件に基づき「ある」と判断できる。一定の条件とは、次の通りである。第一は、ソルガム栽培の年間収量目標として40-50トン/ヘクタールを達成すること、第二は、ソルガムの販売先をバタンバンで獲得すること、第三は、農業組合の経営に関して、農業組織の実質的経営ができる人材を外部で見つけること、第四に、CMACからの支援に関して、派遣されるシニアスタッフの人件費を当該組合の負担にしないことである。

### (2) 想定されるリスクと対応

✓ 理論的な事業リスクではなく、実際的で蓋然性の高いリスクに目を向けると、上記の⑤「ビジネス展開可能性の評価」で記載した「一定の条件」を構成する四つが満たされないうまま当該事業が開始された場合、これらの四つが最大のリスクファクターとなるであろう。第一の条件に関して、現在JICA事業で使用している圃場（元は未利用地が多い）に加えて、未利用地ではなくまともな耕作地を4-5ヘクタール追加すれば、JICAが利用した圃場が耕作履歴3年目となり、土壌改良もある程度進むことを勘案すると、収量目標の40-50t/haは可能であろう。第二の条件に関しては、地元購入者の発掘が不可欠である。第三の条件は、これも不可欠であろう。間違ってもCMACのスタッフが実質的経営を行うことはガバナンス上、無理がある。第四の条件に関しては、具体的にはJICA事業においてフィールド・マネジャーを務めたCMACのシニアスタッフの人件費を当該組合の負担にするのは控えてほしい。このようなCMACからの支援は、利益相反あるいはその他ガバナンス上の問題を惹起する可能性があることから、書面による契約を取り交わし支援内容を明確にし、事業実施主体である農業組合の組合員に対して事前に説明し同意を取り付けた上で実施してほしい。

### (3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果

本事業の目的は、カンボジアにおいて畜産酪農向けの発酵飼料（サイレージ）生産を行い、特に、乾季に飼料不足に陥り易い同国の畜産酪農業務に良質の飼料供給を行い畜産酪農振興に寄与することにある。また、上記の事業活動は、原料作物であるソルガムの機械化農業を前提としており、この意味において、カンボジア農業の機械化にも一定の寄与を想定した。

まず、本事業では、1年目からバタンバンの周辺農家等を招き、フィールドスクール又はセミナー等を開催してソルガム及びサイレージの普及に努めた。このような試みは、何回もソーシャルメディアで紹介され、上記のような集まり以外に、見学者が試験圃場等を訪

れるようになった。

イベントに参加者した近隣の一部農家あるいは畜産法人は、自主的にソルガム栽培を始め、又は、自らサイレージの生産をすべく特殊農機の調達を検討し始めている。本事業の後継事業主体（農業組合）だけでなく、周辺農家等においても明らかにソルガム及びサイレージへの関心が高まりつつある<sup>112</sup>。本来、本事業では、サイレージを生産し販売することで畜産酪農の資料不足解消を想定していたが、生産及び試験販売の実施に加えて、地元農家等が自主的な生産活動に関心を持ったのは想定外であった。先述の通り、本事業では、予定通りの普及活動を通じて、サイレージの畜産酪農飼料としての有効性を説いた。普及活動の基礎を提供し水先案内を務めたのは、地元のバタンバン大学（UBB）である。効果的な普及活動は、UBBの支援なくしては実現しなかったと思われる。この意味において、本事業の後継事業主体である農業組合には、資源循環事業（農業と畜産業の連携）の核として機能し得るUBBと良い連携を維持した事業展開が望まれる。

第二は、後継事業主体である農業組合の活動が拡大（圃場拡大・収量増加・生産量の増加）すると、周辺農家への波及効果が期待し得る。スタート段階における農業組合の組合員は元CMACのスタッフ（CMAC CDC内の農家）に限定されるが、将来的には、周辺農家との間で契約栽培等が検討されている。周辺農家に対する小袋サイレージの販売に加えて、栽培契約が結ばれることになる。本事業のビジネスモデルの根本は、輸送コストのかけない「地産地消」にあるので、この方向での動きはとりわけ重要となる。

第三は、畜産事業の産業化である。近年、カンボジアでは、経済発展に比例して畜産業の法人化が顕著である<sup>113</sup>。このような畜産業が盛んな地域において、地元大学及び地元PDAの協力を得て、本事業のサテライト化が図られれば、当該事業の地理的範囲は大幅に拡大する。

#### （４） 本事業から得られた教訓と提言

##### ① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

本事業は、実質的に11月末日をもって終了したが、留意点として、下記の三つが挙げられる。

第一は、本事業の当初目的はほぼ達成されたものの、事業期間中に後継事業主体に係る事業計画をカンターパート（CMAC及びMAFF）と十分な協議を経て作成することができなかった点である。CMAC及びMAFFの幹部関係者を集めて、事業計画書の作成及びガバナンス（特

---

<sup>112</sup> 自主的にソルガム栽培を開始した周辺農家は如何なる意図で栽培を開始したのか不明である。また、実際のところ、ソルガムは生育状態が良ければ背丈が5メートル程度になる長大作物である。専用農機であるハーベスタがなければ、収穫はおそらく困難であろう。

<sup>113</sup> 直近の年次報告書（2018-2019）は、畜産業における法人数の推移に関する統計資料を公表していないが、過去5年（2014-2018）の商業飼育牛及び畜産牛飼育会社に関して2019年10月、MAFFにヒアリングしたところ、法人化が進んでいる旨のコメントがあった。

に、Cooperative Governance) に関して二度レクチャー<sup>114</sup>を行ったが、とても十分とは言えない。本事業は、事業実施計画が作成され、それに基づき本事業は展開されたが、当該事業実施計画の作成段階において「後継事業主体の経営」には十分な注意が払われず、従って、当該計画の中で本主題が挿入されなかった。普及実証事業はあくまで事業終了後は商業活動を前提とした事業である限り、後継事業主体の経営に関するカンターパートとの協議時間を予め割り当てておくべきであろう。

第二は、普及実証事業の現地カンターパートは、通常、政府機関である。本案件の場合、当該事業の事業性が確保され、商業化を模索する場合、ビジネスパートナーは、やはり政府機関あるいは政府関係機関ということになる。相手が元公務員又は準公務員ということになると、「商い」に関する認識が異なる。商いを一言で表現すると、製品あるいはサービスを提供して対価を受領するということであるが、取引機会を獲得するため、又は、それを維持するために、営業努力が如何に必要か、また、営業努力とはどのような行為を指すのか、必ずしも認識が十分とは言えない。この点は、理解し合えているようでいて実際には理解されていない。民間部門事業に携わる者にとっての常識は、普及実証事業を共同して行うカウカンターパートにとっては決して常識ではない。この点の留意は重要であろう。

第三に、普及実証事業が終了した後、フォローアップ会合を持つことである。本案件においては、事前にフォローアップ会合の重要性を認識することが出来なかった。最終渡航において、現地カンターパートの事業関係者と面談し、事業のクロージングの手续・打合せ及び事業推進上の留意事項の整理を行ったが、実際に事業実務を取る現地関係者と話をすると、事業遂行に係る色々な不安感が感じ取れた。これまでは、あらゆる場面において日本側がリードしてきたことから、今まで不安視してこなかったことが一気に気になり始めた訳である。これは、本案件の期間中、日本側関係者の「指示」に従い忠実に業務を実行してきたが、これからは自主的に試行錯誤を行わなければならない不安感が生まれているようであった。この意味において、フォローアップ会合は予め計画に組み込まれ実施されるべきであろう。国によっては、フォローアップ会合が実施されている国もあると聞いているが、カンボジアの事業ではなさそうである。全ての国の普及実証事業において、フォローアップ会合は計画に組み入れられ実施されるべきであろう。

## ② JICA や政府関係機関に向けた提言

本事業を通じて、政策提言を行うとすれば、下記の3点が挙げられる<sup>115</sup>。

<sup>114</sup> レクチャーには、合計6時間程度を割いた。

<sup>115</sup> この二点は、カンボジア農林水産省(MAFF)大臣を表敬訪問し、本JICA事業の進捗状況を報告した際、大臣から「本ソルガム事業を普及するために必要なことはありますか」という質問を受け、この3点を挙げた。それを受けて、大臣は、次のように言及した：灌漑の重要性は認識している。また、鉄道貨物に係る問題も良く認識している。最近のADBの報告書にもカンボジアの輸送料金が近隣諸国に比べ著しく高い点が指摘されている。これが、産業発展の疎外要因になってはいけない。また、堆肥に関

第一は、カンボジア農業にとって大きな課題のひとつは、灌漑（インフラ）整備であろう。本事業では事業期間の2年間続けてひどい渇水に見舞われた。播種後の約1か月、最も生育に重要となる期間に降雨がなく、ソルガムの生育に大きな影響を与えることになった。栽培計画は過去の気象データを参照しつつ慎重に播種時期を検討したがこの事態を招いた。ソルガムは、他の植物（例えば、コーン等）に比べてはるかに渇水に強い植物であるが、圃場が元々荒地であったこととも関連して収量が想定より大幅に落ちることになった。当該試験圃場は、CMACが地雷除去して安全宣言を農業開発が計画されている区域内に位置しており、今後益々、新規移住者が増えることが見込まれている。農業の発展には「適切な」水路の整備<sup>116</sup>が不可欠である<sup>117</sup>。

第二は、輸送問題である。本事業では、ソルガムを原料としてロールサイレージを生産した。ロールの重量は、約260kgで比較的大きい。ロールサイレージ購入者の第一号は、プノンペン近郊にある酪農会社である。従って、生産地であるバタンバンから消費地であるプノンペンまでの輸送が必要となった。同社への輸送は、本事業を通じて、全てトラック輸送の方法を取ったが、輸送費の高さに悩まされた<sup>118</sup>。側面調査を実施して、近隣諸国のトラック輸送費と比較すると、格段に高いことが判明した。そこで、本事業では、初期段階において鉄道輸送へのモーダルシフトを検討した。しかし、検討の結果、鉄道輸送は物理的には可能であるが、生産地から最寄りの貨物駅（バタンバン）までのトラック輸送、最寄りの貨物駅（バタンバン）での積み替え作業、プノンペン駅での積み替え作業、プノンペン駅から需要家までのトラック輸送などの諸経費を総合すると、単純なトラック輸送の二倍以上のコストがかかることが分かった。カンボジアにおいて貨物輸送は始まったばかりである。主要都市を結ぶ鉄道路線はなんとか整備されたが、未だ、実用には程遠い。特に産業用の輸送手段を位置付けるためには、関連業務がほとんど整備されていない。換言すると、ソフト・インフラ欠如の問題と言えよう。生産地と消費地を結びつける輸送手段の多様化は、カンボジアの農業振興には不可欠であろう。カンボジア政府が、海外の国際協力機関の協力を得て、この点の整備を早急に実施することを期待したい<sup>119</sup>。

第三は、カンボジアには土壌改良のための堆肥がない点である。本事業では、ソルガム栽培を行いサイレージの原料とした。本事業では、試験圃場としてCMAC CDC内の圃場を約20ha使用したが、そのほとんどは荒地であった。耕作履歴のない荒地を農地に完了す

---

して、当方から「カンボジアには堆肥がない。市場にあるのは、非常に高価な輸入物だけである。その中には劣悪な製品もある。カンボジア製の安価な堆肥でなければ平均的な農家は買えない。堆肥による土壌改良は重要です」と指摘した。それに対して、大臣は担当部局の局長に対して「現状どうなっているのか」「製品の品質チェックは行っていないのか」という質問があった模様である。

<sup>116</sup> 本事業では、一年目に播種後渇水に見舞われた経験から、二年目にはウオーターガン（散水機）を投入し、降雨がない場合、傍の簡易水路から水を散水予定であったが、降雨量が約一か月ほぼゼロの状態が続き、水路の水は枯れ、ウオーターガンは使用できなかった。

<sup>117</sup> CMACによれば、CMAC CDC内に、近くの水源から水を引き込む水路整備が検討されているという。近い将来、当該水路が整備されれば、CMAC CDC内の農業は飛躍的に成長が期待させる。

<sup>118</sup> バタンバンからプノンペンまでの輸送料金は、輸送会社10社程度から見積もりを集め、最も安い会社に依頼したが、それでUSD25であった。二年目には、交渉の上、USD23となった。

るには少なくとも3年程度の土壌改良努力が必要とされる。本事業では、土壌改良を目的として、大量の日本製堆肥を持ち込み2年間使用した。堆肥には即効性はないが、今後数年間少しずつ効果が現れてくる。本事業終了後、土壌改良努力をどうするかは、一つの課題点として残った。事業期間中、プノンペン及びバタンバンにおいて、農業資材販売店を訪問しヒアリング調査を行った。その結果、店頭にあるのはほとんど全て輸入された高価な“organic fertilizer”であることが判明した。これは、化成肥料と有機堆肥の混合物である。決して、商品名のような有機肥料ではない。本事業では、事業終了後に設立が予定されている農業組合がこのような高価な製品を購入することはできないという認識に立ち、簡易堆肥を当該組合が自主的に生産できないかを検討するために、農家を訪問し基礎情報の収集を行った。その結果、堆肥の原料として、畜産廃棄物（例えば、牛糞、鶏糞、豚糞等）及び農業廃棄物（稲わら、稲籾等）が有償であるが、利用可能であることが分かった。カンボジアでは、化成肥料の多消費による農地の劣化が指摘されて久しい。カンボジア農業の持続可能性を高めるためにも、現地で堆肥生産が組織的に行われ、安価で良質の堆肥が平均的な農家に利用可能な状況となることが期待される。

## 参考文献

1. 株式会社国際協力銀行、カンボジアの投資環境、2013年4月
2. David Chandler, “A History of Cambodia” fourth edition, 2008
3. Astrid Noren-Nilsson, “Cambodia’s Second Kingdom”, Cornell University, 2016
4. 日本経済新聞、2018年7月30日付記事「カンボジア総選挙、人民党120議席、ほぼ一党独裁に」
5. Mizuho Country Focus、「投資環境への影響と日系企業動向について」、2018年8月6日
6. 一般社団法人自治体国際化協会、CLAIR REPORT (No.626)、カンボジアの地方行政
7. 三菱UFJコンサルティング、コンサルティング・レポート (2015)
8. Asian Development Bank, Asian Development Outlook (2018)
9. MAFF (Cambodia), Annual Report for MAFF 2016-2017 and Direction 2017-2018, April 30, 2018
10. MAFF (Cambodia), Annual Report for MAFF 2018-2019 and Direction 2019-2020, March 13, 2019
11. Cheu Ponleu and Heng Sola, Cambodian Agriculture and Value Chain Program, “Overview of the Cambodian Rice Market\_Challenges and the way forward”, 2018-07-03.
12. The Phnom Penh Post, July 23,2018, CMAC new activities
13. WEPA Website, water environment partnership in Asia, organizational arrangement: Cambodia
14. Luong Pham et al, “Cambodia beef cattle industry”, 2015
15. MAFF, Law on Agricultural Cooperatives 2013
16. MAFF (compiled by: Department of Agricultural Cooperative Promotion, General Directorate of Agriculture), Regulations for Agricultural Cooperatives, Union of Agricultural Cooperative, and Cambodia Agricultural Cooperative Alliance, 2016
17. Royal Government of Cambodia, Rectangular Strategy for Growth, Employment, Equity and Efficiency : Building the Foundation Toward Realizing the Cambodia Vision 2020Phase IV, September 2018
18. 伊藤香純、「カンボジアにおける農民の組織化に向けた課題—酒造グループ形成の事例から—」、国際農林業協力、Vol. 35 (2012) No. 1、10頁-20頁

Ministry of Agriculture,  
Forestry and Fisheries

Summary Report

Cambodia

Verification Survey with the Private Sector  
for Disseminating Japanese Technologies  
to Cambodian Nationals and Business  
Entities for Sorghum Cultivation,  
Silage Production, and Its Sale

January, 2020

Japan International Cooperation Agency (JICA)  
Applied Natural Products Co., Ltd. (ANP)

## CONTENTS

### 1. BACKGROUND OF PROJECT

#### (1) Background of Project

### 2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES

#### (1) Project Outline

#### (2) Purposes

#### (3) Activities

#### (4) Information of Product/ Technology to be Provided

#### (5) Counterpart Organization and Project Formation

#### (6) Target Areas and Beneficiaries

#### (7) Duration

#### (8) Project Schedule

#### (9) Manning Schedule

#### (10) Implementation System

### 3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

#### (1) Outputs and Outcomes of the Survey

##### 1) Training of Machine's Operators

##### 2) Sorghum Cultivation

##### 3) Silage Production

##### 4) Market Survey and Potential Silage Market

##### 5) Silage Sale

#### (2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization

### 4. FUTURE PROSPECTS

#### (1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

##### 1) Business Development and Future Prospects

##### 2) Impacts and Effects of the Project on Development Challenges of Cambodia

#### (2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

## ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY

## **1. BACKGROUND OF PROJECT**

### **(1) Background of Project**

This Project was started in February 2018 when the Basic Agreement was made among JICA, MAFF, CMAC and ANP. Major values of this project can be recognized as follows: firstly, mechanized sorghum cultivation might have the impact on the development of rural areas, which may pave the way to establish new agriculture and the related industry. Second is the effective use of cleaned lands in CMAC CDC after all demining operations have been finished. Thirdly, the possibility of challenging the matter of feed shortage for cattle especially in dry season in Cambodia.

## **2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES**

### **(1) Project Outline**

- 1) Principal Players and Supporting Institutions
  - a) JICA: Project Sponsor and Project Supervisor
  - b) MAFF: Local Counterparty
  - c) CMAC: Local Counterparty
  - d) ANP: Principal Player (Japanese Side)
  - e) YANMAR (Supporting Institution)
  - f) UBB (Supporting Institution)
- 2) Main Activities of the project
  - a) Sorghum Cultivation;
  - b) Silage Production; and
  - c) Silage Sale.

### **(2) Purposes**

The main purposes of the project are to testify scientifically and practically that by the trial of sorghum cultivation, silage production and its sale in Cambodia, sorghum silage is an excellent and valuable feed to cattle in livestock and dairy industries and secondly, to transfer agricultural and other technologies to Cambodian farmers as well as private sector companies through the exercise of the project.

### **(3) Activities**

Following basic activities are scheduled to undertake in the Survey period:

- 1-1 The sorghum cultivation plan is established
- 1-2 The inception workshop on sorghum cultivation to the land owners is held
- 1-3 The sorghum is cultivated in cooperation with MAFF Battambang

PDA.

- 1-4 The silage is produced.
- 1-5 The silage feeding examination to the cows is conducted.
- 1-6 The manual for sorghum cultivation and silage production is produced.
  
- 2-1 The present situation for sorghum cultivation is surveyed.
- 2-2 The survey on silage market needs and appropriate level of its selling price is conducted.
- 2-3 The seminar (farmer field school) is held in the CMAC-CDC land related to sorghum cultivation and silage production.
- 2-4 The survey of existing feed for livestock and the distribution channel from silage production to its consumption, and the appropriate distribution channel is examined.
- 2-5 The distribution promotion plan from sorghum cultivation, silage production to its consumption is described.
- 2-6 The appropriate business structure is analyzed with respect to the commercial entity to be set up after the expiration of the Survey, which includes the establishment of agricultural cooperative.
  
- 3-1 The current situation and governmental policies of livestock industry is grasped with the cooperation of MAFF
- 3-2 A policy is suggested to MAFF with respect to cattle feed production with a view to the rapid development of agriculture and livestock industries in Cambodia.

(4) Information of Product/ Technology to be Provided

The following are main fields that technical know-how and skills were provided in the project:

- a) Preparation of sorghum cultivation plan;
- b) Mechanized sorghum cultivation;
- c) Mechanized silage production;
- d) Silage sale; and
- e) Marketing activities including preparation of sales documents.

In addition, for mechanized agriculture, the following machineries were brought and used for the project. Among them, it should be noted that silage production and the related machineries were introduced for the first time in Cambodia, which are (A) Roll Baler, (B) Lapping Machine and

(C) Roll Grab. The following is the list of machineries introduced:

Cultivation

- a) Ripper (1)<sup>1</sup>
- b) Manure Spreader (attached to tractor) (1)
- c) Power Harrow (attached to tractor) (1)
- d) Disc Harrow (attached to tractor) (1)
- e) Sowing Machine (attached to tractor) (1)
- f) Boom Sprayer (attached to tractor) (1)
- g) Forage Harvester (attached to tractor) (1)
- h) Broadcaster (attached to tractor) (1)
- i) Tractor (4)

Silage Production

- a) Wheel Loader (1)
- b) Roll Baler (1)
- c) Lapping Machine (attached to tractor) (1)
- d) Roll Grab (attached to tractor) (1)
- e) Pallet Fork (attached to tractor) (1)
- f) Bucket (attached to tractor) (1)
- g) Tine Bucket (attached to tractor) (1)
- h) Counter Weight with Extension (attached to tractor)
- i) Rear Wheel Weight (attached to tractor)
- j) Warehouse (1)

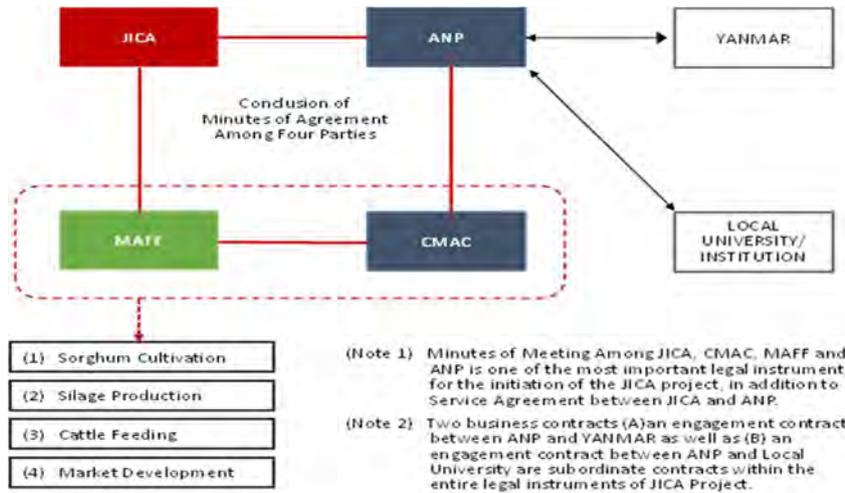
(5) Counterpart Organization and Project Formation

Main parties concerned of the project, all of which took major roles to play in the project are described below in the diagram of project formation:

---

<sup>1</sup> Number described within bracket shows the number of machines introduced.

Diagram1: Project Formation



(6) Target Areas and Beneficiaries

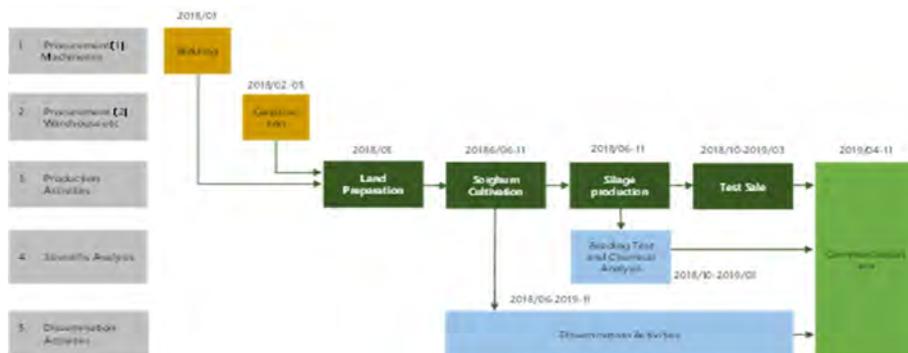
Target area of the project can be described as “Agriculture” and main beneficiaries of the project can be mentioned as local farmers as well as livestock farms which have gotten the opportunity of silage purchase.

(7) Duration

The life (duration) of the project is two years starting from February 2018.

(8) Project Schedule

Diagram2: Project Schedule (2018-2019)



1) Location of Cultivation Site and its Size

It was agreed with CMAC that cultivation land within CMAC CDC, which is located in Keas Kraor District of Battambang Province, was provided for the use of JICA project. The size of cultivation land is totally 20 ha and double cropping system was adopted for harvest both for Y2018 and Y2019. Rough cultivation schedule is described as follows:

- May 2018: soil improvement
- June 2018: land preparation
- June 2018: sowing
- August-September 2018: first harvest
- November-December 2018: second harvest

(9) Manning Schedule

Diagram3: Staffs' Working Schedule (January 2020)

Staffs' working schedule and result (January 2020)																																			
Name of Project : Verification survey of Sorghum Cultivation, Silage Production and its Sale company[Local Works]																																			
Name	Responsibility	Rank	Affiliation	Category	Items	Number of staff	Term of Contract																								Days Total	MM Total			
							2017												2018														2019		
Hotta	Commercialization	4	ANP	Z	Plan	1	[Gantt chart for Hotta Plan 1]																								4	0.13			
							For ad.	[Gantt chart for Hotta For ad.]																											
								Result	[Gantt chart for Hotta Result]																										
YONEKURA'	Chief	2	ANP	Z	Plan	6	[Gantt chart for YONEKURA' Plan 6]																								49	1.63			
							For ad.	[Gantt chart for YONEKURA' For ad.]																								12	0.46		
								Result	[Gantt chart for YONEKURA' Result]																								66	2.27	
Segoshi	Commercialization	3	ANP	Z	Plan	10	[Gantt chart for Segoshi Plan 10]																								71	2.37			
							For ad.	[Gantt chart for Segoshi For ad.]																								26	0.93		
								Result	[Gantt chart for Segoshi Result]																								11	3.70	
Okumura	Cultivation	4	ASEAN	Z	Plan	2	[Gantt chart for Okumura Plan 2]																								12	0.44			
							For ad.	[Gantt chart for Okumura For ad.]																											
								Result	[Gantt chart for Okumura Result]																										
Takada	Market Survey	4	YANMAR	Z	Plan	2	[Gantt chart for Takada Plan 2]																								12	0.44			
							For ad.	[Gantt chart for Takada For ad.]																											
								Result	[Gantt chart for Takada Result]																										
Itaya (replaced by Uenaka)	Cultivation and Commercialization	3	YANMAR	Z	Plan	3	[Gantt chart for Itaya Plan 3]																								26	0.87			
							For ad.	[Gantt chart for Itaya For ad.]																											
								Result	[Gantt chart for Itaya Result]																										
Imai	Cultivation and Silage Production	4	YANMAR	Z	Plan	4	[Gantt chart for Imai Plan 4]																								24	0.89			
							For ad.	[Gantt chart for Imai For ad.]																								3	0.11		
								Result	[Gantt chart for Imai Result]																								37	1.23	
Uenaka	Cultivation and Commercialization	3	YANMAR	Z	Plan	2	[Gantt chart for Uenaka Plan 2]																								26	0.92			
							For ad.	[Gantt chart for Uenaka For ad.]																											
								Result	[Gantt chart for Uenaka Result]																								37	1.23	
															MM Subtotal (Local)	Plan	186	6.20																	
																For Ad.	69	2.30																	
																Result	253	8.43																	
Company[Domestic Works]																																			
Name	Responsibility	Rank	Affiliation	Category	Items	Number of staff	Term of Contract																								Days Total	MM Total			
							2017												2018														2019		
Hotta	Commercialization	4	ANP	Z	Plan	1	[Gantt chart for Hotta Plan 1]																								12	0.60			
							For Ad.	[Gantt chart for Hotta For Ad.]																											
								Result	[Gantt chart for Hotta Result]																								26	1.30	
YONEKURA'	Chief	2	ANP	Z	Plan	6	[Gantt chart for YONEKURA' Plan 6]																								64	3.20			
							For Ad.	[Gantt chart for YONEKURA' For Ad.]																											
								Result	[Gantt chart for YONEKURA' Result]																								77	3.85	
Segoshi	Commercialization	3	ANP	Z	Plan	10	[Gantt chart for Segoshi Plan 10]																								150	7.50			
							For Ad.	[Gantt chart for Segoshi For Ad.]																								180	9.00		
								Result	[Gantt chart for Segoshi Result]																								12	0.60	
Okumura	Cultivation	4	ASEAN	Z	Plan	2	[Gantt chart for Okumura Plan 2]																								66	3.30			
							For Ad.	[Gantt chart for Okumura For Ad.]																											
								Result	[Gantt chart for Okumura Result]																								4	0.20	
Takada	Market Survey	4	YANMAR	Z	Plan	2	[Gantt chart for Takada Plan 2]																								44	2.20			
							For Ad.	[Gantt chart for Takada For Ad.]																											
								Result	[Gantt chart for Takada Result]																								4	0.20	
Itaya (replaced by Uenaka)	Cultivation and Commercialization	3	YANMAR	Z	Plan	3	[Gantt chart for Itaya Plan 3]																								48	2.40			
							For Ad.	[Gantt chart for Itaya For Ad.]																											
								Result	[Gantt chart for Itaya Result]																								60	3.00	
Imai	Cultivation and Silage Production	4	YANMAR	Z	Plan	4	[Gantt chart for Imai Plan 4]																								36	1.80			
							For Ad.	[Gantt chart for Imai For Ad.]																								57	2.85		
								Result	[Gantt chart for Imai Result]																								36	1.80	
Uenaka	Cultivation and Commercialization	3	YANMAR	Z	Plan	2	[Gantt chart for Uenaka Plan 2]																								36	1.80			
							For Ad.	[Gantt chart for Uenaka For Ad.]																								57	2.85		
								Result	[Gantt chart for Uenaka Result]																								36	1.80	
															MM Subtotal (Japan)	Plan	397	19.85																	
																For Ad.	36	1.80																	
																Result	412	20.60																	

(10) Implementation System

The following organizations are “Implementing Bodies” of the Survey representing each side of Japan and Cambodia, both of which are engaged in actual activities of the Survey in collaboration with MAFF:

- 1) ANP as Japanese Implementing Body; and
- 2) CMAC and CMAC-CDC as Cambodian Implementing Body.

### 3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

(1) Outputs and Outcomes of the Survey

1) Training of Machine’s Operators

As described earlier, this project aimed at the exercise of mechanized agriculture, taking into account “sustainable” agriculture, especially in terms of:

- a) Proper operations must be maintained with good operators;
- b) Proper maintenance of machineries needs to be made;
- c) Mechanized agriculture must be supported with adequate cashflow; and
- d) Mechanized agriculture needs to have spillover effects on local farmers.

In relation to (a) referred to above, operators’ training program was undertaken twice in June and September 2018. Most of training were made in the form of “on the job training” in September, at the time of harvesting and silage making. Instructors of machineries were mainly dispatched by YANMAR and TAKAKITA, Japanese machine manufacturers. On the other hand, CMAC assigned 13 staff as trainees of this program, half of whom had good experience in operating tractor and /or excavator (backhoe). After first and second five days training over which was kept watch by instructors, it was observed that most of trainees quickly learned how to operate them.

2) Sorghum Cultivation

A) Y2018’s Performance

Yield of first year’s cultivation (20ha but 16ha as “net”) was about 14t, which was much lower than our initial target, which was 50-60t/ha/yr for the first year. Main causes of this unsatisfactory result can be found in the following facts. These must be considered as basic issues to tackle for the second year of the project:

- a) No rainfall for a certain period after sowing, especially Plot-C was heavily hit by shortage of rainfall and no water in canal for irrigation.
- b) Leveling operation seems to be not enough for cultivation. It seems possible to say that when sowing was made with machine, proper sowing was not undertaken in some places in a number of plots because of irregularity of land, in other words, uneven land condition.

Sowing machine may not work properly in these areas.

- c) Creepers made it difficult to harvest in Plot-Y because creepers coiled around stems and leaves of sorghum. Indeed, our harvester deemed not to have enough power to harvest them under these circumstances, though yield of this plot was considered as good. This situation was only observed in Plot-Y.

#### B) Y2019's Performance

Yield estimate was required for Y2019 after sorghum cultivation, after field operations of the project ends in December 2019, in order to foresee the course of actions as well as preparatory works to be undertaken for future commercialization of the project. methodology of growth estimate and yield estimate was as follows;

- a) Identification and measurement of defective parts, which means the places where sorghum has not grown or it has not shown healthy growth.
- b) Crop yield was estimated by unit acreage sampling to identify and measure cultivation area which can be expected to harvest.
- c) In addition to b), referred to above, same unit acreage sampling method was applied to test areas to calculate "unit yield" (t/ha) and "standard height" of sorghum.
- d) Unit yield for Y2019 was calculated by the formula (Cultivation area × Unit Yield × Correction value)
- e) Corn yield estimate was calculated based on the assumption that yield of second crop which started in September 2019 in B5-4 and B-6 was assumed to be the same as actual yield in 2018.

As a result, it was estimated that total yield for Y2019 including second generation, is 253t and the number of silage rolls produced is 1,130 rolls (230kg/roll). Assuming that the size of cultivation land is 15.46ha and total yield is 253t, yield will come to 16.4t/ha/pa, which means slightly higher than yield in 2018. Second year's cultivation resulted in Y2019 goal unachieved due to another shortage of rainfall immediately after sowing, though the following countermeasures were undertaken.

- a) Taking into account the result of Y2018 cultivation, special attention was paid to the countermeasure of defective areas and poor growth areas. Soil pH test was conducted in 11 areas including defective parts in last October and it was found that soil pH shows normal level (over pH5). Therefore, this risk factor was excluded in the list of countermeasures.
- b) Next was the matter of defective area which sorghum germination cannot be clearly observed in the field. it was assumed that one cause can be considered as malfunction of sowing machine which is not able to drop seeds in the case that the surface of soil in some parts of the field is uneven. In order to remove this hypothetical cause, plowing and harrowing operations were made twice for decrease of clumps of earth. However, as far as it was observed one month after sowing, the problem of deficient area was found as unsolved.

- c) Furthermore, a rain-gun was introduced for a countermeasure of shortage of rainfall. However, the issue was not solved since reservoirs (a kind of water canal) was dried up a few weeks after sowing and thus, irrigation was not possible. As a result, again, water shortage caused severe damage to sorghum. According to our weather data system which was installed at the end of 2019, it was found that monthly average precipitation (rainfall) in July and August, which is called as early growing period of sorghum, was recorded at the level of 35mm respectively. This level of rainfall seems to be obviously much smaller than usual.
- d) Soil in CMAC CDC, generally speaking, cannot be considered as good soil for agriculture which is well drained. Because of the shortage of water, some parts of sorghum field seem to have gone below the surface of water and thus have caused serious damage to their roots. Furthermore, some seems to have had a difficulty of absorbing moisture from underground soil.
- e) Finally, it should be pointed out that machinery's trouble was frequently occurred both in 2018 and 2019. Especially, these troubles arise from: vertical harrow, sowing machine and harvester. Main causes seem to be divided into two different categories. First category will be in relation to an attribute of soil in CMAC CDC, most of which are called "unused or most unused" land and thus, heavy load was placed on these machineries. Second category will be different cultivation circumstances with respect to soil quality, weather, moisture and so forth, which are quite different from Japan. Third category will be in close relation to human error of operators. Apart from a mistake of machine selection, these may exist some troubles which would have avoided to occur if operators are careful enough to operate them. Once machine troubles arise, it normally takes one week or sometimes more than two weeks to get spare parts from manufacturers. "Loss of time" is critical and cannot be negligible for mechanized agriculture. More attention would be required to pay for machine operation, maintenance and prior procurement of spare parts.

### 3) Silage Production

Total number of produced silage rolls was 858 and Total weight of rolls was 223t ( $223t=858 \times 260kg$ ) for Y2018<sup>23</sup>. Most of the products were sold on a trial basis to a dairy farm located in Phnom Penh, except for 40 rolls that were delivered to UBB for test feeding. Silage production was made, either in a warehouse or in cultivation fields. When silage is made in the warehouse, all machineries such as roll baler, rapping machine and tractor with roll grab are placed in the warehouse, and silage material which is cut in piece is transported by dump trucks from cultivation field to the warehouse. After silage material is unloaded, this is invested in the input port of roll baler. Roll baler discharges a shaped roll with net within a few minutes and then, a shaped roll is wrapped by wrapping machine. All wrapped rolls are taken and placed by tractor with roll grab in the designated area, inside or outside warehouse for storage purposes for at least

---

<sup>2</sup> AS for the quality of silages produced and delivered to the client, it was reported that silages are much better than normal cattle feed (dried grass).

<sup>3</sup> According to our estimate, the estimate of Y2019's yield will be: Total number of produced silage rolls was 1,700 and total weight of rolls was 442t for Y2019.

3-4 weeks.

#### 4) Market Survey and Potential Silage Market

Market survey was conducted in the period of October-December 2018 by UBB (UBB survey) to estimate the potential market size of sorghum silage, which was indeed the second attempt on this project. First survey was made by RUA (RUA survey) in 2016. Major findings of two survey are summarized below and these two surveys are closely interrelated:

- a) Potential market of sorghum silage (commercial farms): USD 2,613,651
- b) Potential market of sorghum silage (household): USD 199,287,231
- c) Total size of potential market of sorghum silage: USD 201,900,882
- d) Estimated average cost of feed/head (commercial farms): USD 245.85
- e) Estimated average cost of feed/head (household): USD 92.26

Main aims of UBB survey were to confirm the result of RUA survey and the current status of livestock market in Cambodia, focusing on amongst others the issues of cattle feed. Main findings are as follows:

- a) Most of farms, with which UBB interviewed, have no experience of purchasing feed in the past. Only one of 16 farms have purchased rice straw and used as supplementary feeds when feed shortage comes out.
- b) Although the shortage of cattle feed happens more frequently in dry season and it depends on the location of a farm, cattle feed market has not yet been established in Cambodia.
- c) According to the interview, it was found that:
  - Retail price of corn (without stems and leaves): USD150/t
  - Retail price of soybeans: USD 550/t
  - Retail price of beer lees: USD 70/t
  - Retail price of rice bran: USD 300/t
  - Retail price of cattle manure (sun drying): USD 6-10/t
  - Based on the result of the interviews, it was found that there must exist the potential purchasers of silages in Battambang and /or neighboring provinces which is not distant from our silage production site.

#### 5) Silage Sale

It is not a common practice for JICA project to conduct a trial sale of the product in the past. However, this project was decided to make utmost efforts to make it, since one of main objects of the project includes paving the way for value-chain of the product (sorghum silages), in other words, finding out potential purchasers in the life of the project. one dairy farm was discovered as our client of silage. Purchase Agreement was made with this farm for Y2018 and it was renewed for Y2019. Further, the project has found another purchaser in Battambang for Y2019 and silage delivery is expected to be made during the period between December 2019-March 2020.

### (3) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization

CMAC has conducted its plan on the establishment of an agricultural cooperative (AC) since August 2019 to succeed this JICA verification survey project (sorghum cultivation, silage production and its sale), Although this AC has not yet been set up, repeated meetings have been held by CMAC with local farmers whom they possess their lands in CMAC CDC. It is currently expected that the AC would be established with 20-25 original members in a few months to come.

## 4. FUTURE PROSPECTS

### (1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

#### 1) Business Development and Future Prospects

JICA project started its trial business with 20ha cultivation land in CMAC CDC and a set of machineries was introduced in line with the size of the project to enable to achieve its goal prescribed in the business plan. CMAC is currently under consideration and negotiation with local farmers who shows their interest in the participation to the proposed AC which is going to become the successor of JICA project.

It will be no question that CMAC is obliged to be involved, whether directly or indirectly, in the management of the proposed AC. In this connection, it will be appropriate to touch upon the relationship between CMAC and the AC from the practical point of view. It would be most important to note that CMAC is required to pay attention to the basic difference relating to management between public administration and private sector company (the proposed AC). That is, it would be of value for CMAC to recognize it, knowing the exact meaning that somebody who are involved in the management of the AC, irrespective of their capacity, are required to think about the AC's business from the viewpoint of "merchants" or "supply and demand" rather than civil servants or traditional public sector management, based upon market needs or market demands.

#### 2) Impacts and Effects of the Project on Development Challenges of Cambodia

Currently, livestock industry in Cambodia accounts for 10 percent of Agriculture GDP and accounts for 3 percent of national GDP. Because of potential economic growth, it is expected that meat and milk consumption may continue to have a rapid increase in years to come. Further, the Government of Cambodia continues to place livestock industry in the priority list of national policies. On the other hands, having looked at the reality of the industry, there exist major obstacles which make it difficult to grow. Among them, the matter of cattle feed shortage in dry season has been pointed out by scholars and administrators. Taking into account this situation, this JICA project has successfully produced silages of good quality, even though it is of experimental, which gives one solution to the matter of cattle feed shortage in Cambodia with which all livestock farmers have faced for many years.

## (2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

It will be quite important for silage production business to note the following 3 issues and these are the points which we wish to make recommendation to Cambodian Government to improve business circumstances. First is, needless to say, importance of irrigation system for agriculture, which will be prime importance not only for the proposed AC in CMAC CDC but also for all Cambodian farmers. Second is the matter of high transportation cost for silage delivery to clients. Third is soil quality and the necessity of soil improvement. As mentioned before, most of cultivation lands which were used for JICA project were so called “unused” lands. These lands need a long-standing effort to improve soil condition and increase cultivation yield. Rather unsatisfactory result of sorghum cultivation is based upon heavy drought and poor soil quality. It will be obligated for the proposed AC to effectively tackle these issues. Among them, it may be easier for the proposed AC to consider and take actions with respect to soil improvement, though it is hard to find out reasonably cheap compost of good quality in Cambodia. Anyway, the proposed AC may be required to improve soil condition of cultivation land in CMAC CDC for the realization of sustainable agriculture. Finally, as for high transportation cost, it will be definitely required to seek the government’s power to intervene in transportation sector. In the case of Battambang-Phnom Penh transportation, charge of freight transportation was found to be much higher than cost by trucks, because of, amongst others, no loading and unloading services at the railway stations. It would not be so difficult for the government to solve this issue, getting assistance on ODA basis from overseas governments.

## ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY

Diagram4: Business Outline

Diagram of Business Outline: Verification Survey relating to Silage Production and Sale for Livestock Industry  
Applied Natural Products Co., LTD (AICHI Prefecture)

