

インドネシア国

インドネシア国

泥炭湿地地域土壌酸化等荒廃地・低生産性農地

製鋼スラグ土壌改良材販売事業

(BOP ビジネス連携促進) 報告書

平成 25 年 3 月

(2013 年)

独立行政法人 国際協力機構

委託先

新日鐵住金株式会社・住友林業株式会社

民連
JR(先)
13-030

## 目次

I. 総論	2
1. 酸性硫酸塩土壌と東南アジアの農業	2
2. 本プロジェクトの目標	2
3. 製鋼スラグについて	3
3-1. 鉄鋼スラグの分類	3
3-2. 鉄鋼スラグ製品の製造工程	4
4. 製鋼スラグの用途	5
4-1. 概要	5
4-2. 製鋼スラグ製品の安全性及び品質管理	5
4-3. 鹿島製鐵所スラグの肥料製品としての品質	6
4-4. 製鋼スラグ肥料の特徴	7
5. 製鋼スラグを利用したメタン削減水稻栽培方法の検討	7
5-1. 背景	7
5-2. ポテンシャル試算	7
II. 肥料販売ビジネスについて	9
Case.1 ベトナム	9
1. 経緯	9
2. ベトナムの情勢	9
2-1. 自然	9
2-2. 社会	10
2-3. 経済状況	10
2-4. 農業について	11
3. 製鋼スラグ関連事項	13
3-1. ベトナムの関連法規	13
3-2. 市場性調査・市場価格調査	17
3-3. メコンデルタの特徴と問題点	20
3-4. 農家の現状	21
4. ベトナムにおける活動概略及び調査経過	23
5. 本事業の事業性評価について	24
5-1. ビジネスモデルについて	24
5-2. 製造工程と必要設備について	26
6. 事業計画	29
6-1. 事業のゴール	29
6-2. 経営戦略	30
6-3. SWOT 解析をもとにした経営戦略	31
6-4. 事業体制	32

6-5. 本事業の開発効果 .....	37
6-6. 本事業を実施する上で想定される課題と対策 .....	38
6-7. スケジュール .....	38
6-8. 国際協力機構(JICA)との連携可能性 .....	38
Case.2 インドネシア .....	39
1. インドネシアの一般概況 .....	39
1-1. 自然 .....	39
1-2. 社会 .....	40
1-3. 経済状況 .....	40
1-4. 農業について .....	41
2. インドネシアの市場環境に関する調査 .....	42
2-1. インドネシアの関連法規 .....	42
2-2. 市場性調査・市場価格調査 .....	45
2-3. 製鋼スラグに関する聞き取り調査 .....	48
2-4. インドネシアのBOP層について .....	48
2-5. Jambi州の農家への聞き取り調査 .....	50
2-6. Jambi州とジャカルタ特別州の農産物価格の比較 .....	51
2-7. 実験対象地へのアクセス .....	54
2-8. 日本における予備試験 .....	57
2-9. インドネシアのメタン排出 .....	59
2-10. インドネシアにおける製鋼スラグ規制の協議経過(一部ベトナムを含む) .....	62
3. 本事業の事業性評価について .....	65
3-1. ビジネスモデルについて .....	65
3-2. 製造工程と必要設備について .....	65
4. 事業計画 .....	67
4-1. 事業のゴール .....	67
4-2. 経営戦略 .....	67
4-3. SWOT解析をもとにした経営戦略 .....	67
4-4. 全体経営戦略 .....	67
4-5. 本事業の開発効果 .....	70
4-6. JICAとの連携可能性について .....	70
III. 総括 .....	71
IV. 添付資料 .....	72
V. 参照・引用資料 .....	72

## I. 総論

### 1. 酸性硫酸塩土壌と東南アジアの農業

東南アジア地域の近年の経済の発展はめざましい。例えばインドネシアやベトナムの実質 GDP は年率 7% 前後の伸び率を記録しており人口の増加も著しい。その増加する人口を賄うために主食であるコメを中心に様々な農業政策も採られてきた。例えばインドネシアにおいて 1996 年から実施されたメガライスプロジェクトもその一つである。この政策の下、ジャワ島からカリマンタン島やスマトラ島への移民が実施され、その移民が泥炭湿地林を開墾し水田などの農地を切り開いていった。しかし残念ながら、この政策は十分な成果が上がったとはいえない。その主要因として挙げられるのは、これらの農地の多くが酸性硫酸塩土壌であるということだ。酸性硫酸塩土壌における pH は低いところでは 3.5 にもなり、水稻の適正栽培 pH とされる 6.0~6.5 には程遠い。この酸性硫酸塩土壌は東南アジアの各地に分布しており、インドネシア全土で数百万 ha、ベトナム・メコンデルタ地域にも約 130 万 ha という広大な酸性硫酸塩土壌が分布している。

この酸性硫酸塩土壌に起因する低生産性農地は開拓農民の貧困を招き、生活苦から放棄された農地も少なくない。同時に貧困であえぐ農民が収入を得るために木材の違法伐採が行われることもあり、貴重な森林の減少や劣化の遠因となっている。つまり酸性硫酸塩土壌の分布する地域で農業に従事する人々には社会的な課題（教育機会喪失、栄養失調、医療水準による感染症、伝染病等）、気候変動に対する脆弱性が存在する可能性が非常に高い。これらの課題は東南アジア諸国の発展に影響を落としており、課題解決は非常に重要である。

### 2. 本プロジェクトの目標

「1. 酸性硫酸塩土壌と東南アジアの農業」で述べた通り、東南アジアに分布する泥炭から転換された酸性硫酸塩農地（以下、酸性硫酸塩農地）においては、その高い酸性度による低生産性が解決すべき課題となっている。酸性硫酸塩農地の土壌改良には、石灰や炭酸カルシウムといったアルカリ資材によって中和することが一般的であるが我々は製鋼スラグと呼ばれる製鋼工程から産出する資材に着目した。この資材に含まれる石灰分 (CaO) が酸性硫酸塩農地における高い酸性度を中和し、更にリン酸などの微量元素を供給することにより、生産性を改善する可能性が示唆されたからである。更に鉄鋼副産物である製鋼スラグは、競合資材に比べ安価に供給できる可能性があり、農民にとって容易に入手できる値段で販売できる可能性が見込めた。

よって本プロジェクトでは酸性硫酸塩農地にて農業を営む低所得農民を対象に製鋼スラグ由来の肥料を販売する BOP ビジネスを興すことで、農民の生計向上に寄与することを目標とする。

本プロジェクトは土壌改良により対象地域の農民（または対象農民）の収入が増加することが、プロジェクト対象の BOP にもたらしうる開発効果であり、収入増加の指標については、対象地域の農民の反収（ベースライン調査時点と比較）や、対象地域の農民の生産量（ベースライン調査時点と比較）とすることで検証する。

また、対象地域の農民が製品を購入できるサプライチェーンが構築され、製鋼スラグが土壌改良材として農家に採用されるというシナリオを開発効果発現にいたるシナリオであるとし、このシナリオは、以下のそれぞれの項目を達成することが必要であると想定する。

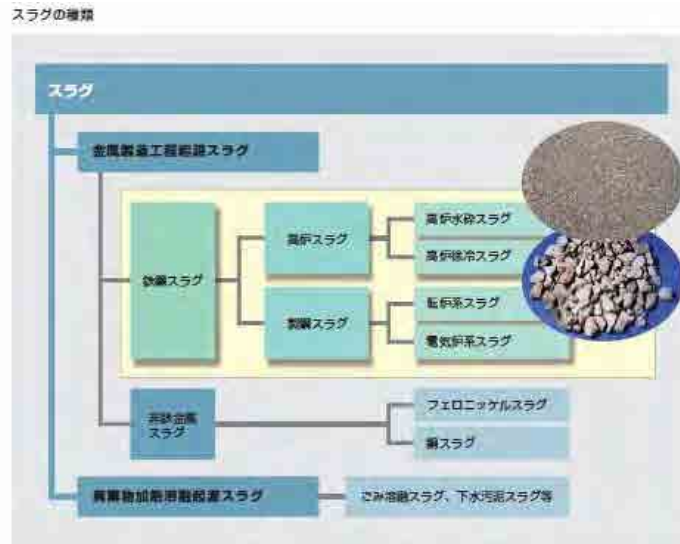
- ① 輸送手段の確立：日本からの輸出港、対象国の輸入港、対象国内の輸送港、港から消費地までの輸送手段（車、バラ積み船など）という物流を構築する。
- ② 販売ルートの確立：輸入する業者、小売業者の選定し商流を構築する。

- ③ BOP 層が購入しやすい仕組みの確立：BOP 層の収入・購買力に見合った価格体制を調査し、  
購買可能な価格や金融の仕組みを確立する。

### 3. 製鋼スラグについて




#### 3-1. 鉄鋼スラグの分類

鉄鋼スラグは高炉スラグと製鋼スラグに分類され、高炉スラグと製鋼スラグは其々2種類に分けられる。高炉製鋼法で発生する鉄鋼スラグはその内、高炉水砕スラグ、高炉徐冷スラグ、転炉系スラグの3種類でその発生量は合せて粗鋼生産量1t当たり約400kgである。



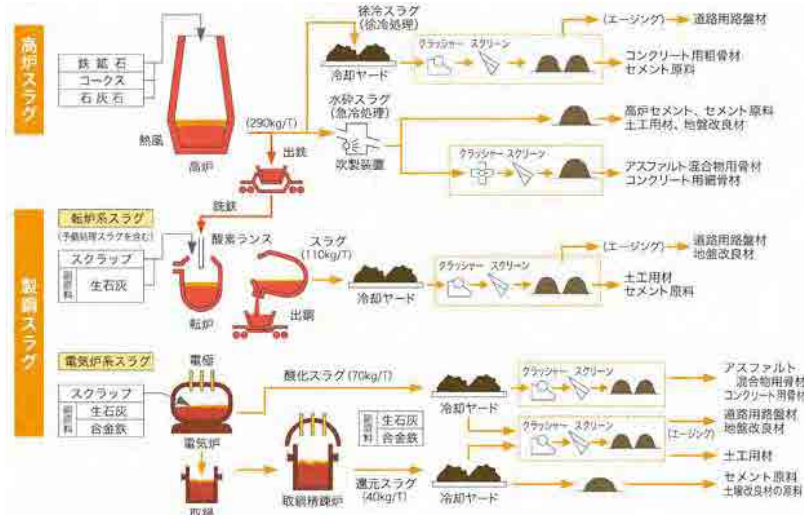
図ー1 鉄鋼スラグの種類（鉄鋼スラグ協会 HP より）

表－1 スラグの発生工程（鉄鋼スラグ協会 HP より）

スラグ名称	スラグの発生	外観
高炉徐冷スラグ	高炉から出た溶融状態のスラグを冷却ヤードに流し込み、自然放冷と適度の散水により徐冷処理することで、結晶質で岩石状の徐冷スラグになる。徐冷スラグと水砕スラグ合わせた発生量は銑鉄 1 t 当たり 290kg となる。	
高炉水砕スラグ	高炉から出た溶融状態のスラグに加圧水を噴射するなど急激に冷却処理する事により、ガラス質で粒状の水砕スラグとなる。徐冷スラグと水砕スラグ合わせた発生量は銑鉄 1 t 当たり約 290kg となる。	
転炉系スラグ	転炉から出た溶融状態のスラグを高炉徐冷スラグと同様に自然放冷と適度の散水により徐冷処理することで、結晶質で岩石状の転炉系スラグになる。発生量は粗鋼 1 t 当たり約 110kg となる。	

### 3-2. 鉄鋼スラグ製品の製造工程

各種鉄鋼スラグは、その特性を活かした用途に応じて加工（磁選、破碎、整粒、エージング処理など）され、鉄鋼スラグ製品となる。



図－2 鉄鋼スラグ製品の種類（鉄鋼スラグ協会 HP より）

#### 4. 製鋼スラグの用途

##### 4-1. 概要

鉄鋼スラグ製品はその特性を活かしてさまざまな用途に使用される。徐冷スラグは水硬性（水と反応して固まる性質）を活かして路盤材やセメント原料等に利用されている。水砕スラグは水硬性を活かして高炉セメントの原料として、含有成分（CaO、SiO<sub>2</sub>、MgO、FeO など）を活かして肥料等に利用される。製鋼スラグは水硬性を活かして路盤材として、含有成分（CaO、SiO<sub>2</sub>、MgO、FeO など）を活かして肥料等に利用される。

表-2 鉄鋼スラグの主な特徴と用途（鉄鋼スラグ協会 HP より）

鉄鋼スラグの主な特性と用途

		特性	用途
高炉スラグ	徐冷スラグ	水硬性 非アルカリ骨材反応 低 Na <sub>2</sub> O、低 K <sub>2</sub> O 繊維化すれば断熱・保温・吸音性 肥料成分 (CaO、SiO <sub>2</sub> )	路盤材 コンクリート用粗骨材 セメントクリンカ原料 (粘土代替) ロックウール原料 珪酸石灰肥料 (ケイカル)
	水砕スラグ	微粉砕による高い潜在水硬性 低 Na <sub>2</sub> O、低 K <sub>2</sub> O 潜在水硬性 軽量、せん断抵抗角大、透水性大 塩化物を含まない非アルカリ骨材反応 肥料成分 (CaO、SiO <sub>2</sub> )	高炉セメント原料 ポルトランドセメント混合材 コンクリート用混和材 セメントクリンカ原料 (粘土代替) 土工用材・地盤改良材 (裏込め材・覆土材・盛土材・路床改良材・グラウンドの排水層等) コンクリート用細骨材 珪酸石灰肥料 (ケイカル) 土壌改良材
製鋼スラグ	転炉系電炉系スラグ	硬質、耐摩耗性 水硬性 せん断抵抗角大 FeO分・CaO分・SiO <sub>2</sub> 分 塩化物を含まない非アルカリ骨材反応 肥料成分 (CaO、SiO <sub>2</sub> 、MgO、FeO)	アスファルトコンクリート用骨材 路盤材 土工用材・地盤改良材 セメントクリンカ原料 コンクリート用細骨材・粗骨材 (電気炉酸化スラグ骨材) 肥料用および土壌改良材

※アルカリ骨材反応：セメント中のアルカリにより骨材が膨張する反応。コンクリート構造物のひび割れや腐蝕を招く場合がある。

##### 4-2. 製鋼スラグ製品の安全性及び品質管理

鉄鋼スラグ中の石灰分 (CaO) を主とする含有物が水に反応する事により固まる。(水硬性) また、接触水は徐々にアルカリ性になる。一方でシリカ (SiO<sub>2</sub>)、マグネシア (MgO)、鉄 (Fe)、リン (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) を含有しているために、鉄鋼スラグを原料とした肥料が開発・販売されている。

表－3 鉄鋼スラグの組成例（鉄鋼スラグ協会 HP より）

鉄鋼スラグの組成例 (単位：%)

種類 成分	高炉スラグ	転炉系スラグ	電気炉系スラグ		安山岩	普通セメント
			酸化スラグ	還元スラグ		
CaO	41.7	45.8	22.8	55.1	5.8	64.2
SiO <sub>2</sub>	33.8	11.0	12.1	18.8	59.6	22.0
T-Fe	0.4	17.4	29.5	0.3	3.1	3.0
MgO	7.4	6.5	4.8	7.3	2.8	1.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.4	1.9	6.8	16.5	17.3	5.5
S	0.8	0.06	0.2	0.4	—	2.0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<0.1	1.7	0.3	0.1	—	—
MnO	0.3	5.3	7.9	1.0	0.2	—

#### 4－3. 鹿島製鐵所スラグの肥料製品としての品質

陸域での鉄鋼スラグ製品の安全性は土壤環境基準による溶出試験により評価している。この溶出試験の結果、含有重金属は非常に少なく、フッ素とボロン以外は不検出である。

表－4 土壤環境基準による鉄鋼スラグ製品の溶出試験結果例

土壤環境基準(環告46号)による鉄鋼スラグ製品の溶出試験結果例

(単位：mg/l)

項目	土壤溶出基準	高炉スラグ製品		製鋼スラグ製品
		徐冷スラグ	水砕スラグ	転炉系スラグ
Cd	0.01 以下	<0.005	<0.005	<0.005
Pb	0.01 以下	<0.001	<0.001	<0.001
Cr <sup>6+</sup>	0.05 以下	<0.01	<0.01	<0.01
As	0.01 以下	<0.001	<0.001	<0.001
T-Hg	0.0005 以下	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Se	0.01 以下	0.004	<0.002	<0.002
F	0.8 以下	0.26	0.16	0.62
B	1.0 以下	0.12	0.10	0.02

注：<は分析の定量限界以下を示し、不検出を意味する  
 出典：日本鉄鋼連盟



#### 4-4. 製鋼スラグ肥料の特徴

##### a. 製鋼スラグ肥料の特徴

製鋼スラグは、酸化カルシウム (CaO) を主成分とした石灰質肥料の原料となっている。その特徴は、pH 調整機能を有するだけでなく、植物に必要なシリカ、マグネシア、苦溶性リン、鉄、ホウ素、マンガン等を含み、微量元素の供給効果が期待される。また、シリカと微量元素の供給により地力が高まり、窒素、リン酸、カリの肥効を高める効果についても期待される。

##### b. 販売実績

2011 年度の肥料・土壌改良材としての販売量は 84kt である。国内では農業に有効利用された。

##### c. スラグのベトナムへの輸出

鉄鋼スラグが高炉スラグと製鋼スラグに分類されるという点は上記にて説明したが、高炉スラグの中でも特に高炉水砕スラグ輸出量はベトナムに対して 186,000kt (平成 23 年度実績: 鉄鋼スラグ協会より) の輸出実績がある。この高炉水砕スラグの使用用途はセメント原料であり、本事業で輸出を検討している製鋼スラグとは含有成分に違いがある。

##### d. その他

新日鐵住金・小倉製鉄所では関連会社の日鉄住金リコテックにおいて製鋼スラグを活用したケイ鉄肥料を製造・販売している。また、他にも鹿島製鉄所等の製鉄所の製鋼スラグを原料とした石灰質肥料について国内で製造・販売しており、肥料の製造販売については実績がある。

### 5. 製鋼スラグを利用したメタン削減水稲栽培方法の検討

#### 5-1. 背景

世界人口の 56%、13 億人の貧困層の 7 割に相当する人々がアジア環太平洋地域で生計を営んでいる (Cantrell & Hettel, 2004)。また全世界の米生産の 92% が当該地域で行われており、水田は本地域にとってライフラインとすることができる (村松・犬伏, 2009)。

水田は 1980 年代より、温室効果ガスのひとつであるメタンの主要な発生源の一つとして注目を集め、さらに水田起源のメタン放出のうち、南および東アジア起源が全世界の 82% と試算されている (IPCC, 2007)。アジア環太平洋地域、特に東南アジアは、年間を通じて高温多雨の環境条件により、長期に渡り水稲栽培が行われている。そのため東南アジアを中心とした開発途上国の水田土壌で適用できるメタンガス発生量の制御技術を開発することは、地球温暖化ガス抑制のためにも急務の課題となっている。

#### 5-2. ポテンシャル試算

##### a. 全世界のメタン放出量

メタンの発生源は、湿地、水田土壌、反芻動物のルーメン等嫌気的環境などがあげられる。その中で、水田土壌に関しては、1990 年以前の推計値は過大評価されている傾向もあり、最近の推計値では、53Tg CH<sub>4</sub>/year (Cao *et al.*, 1998), 25-54Tg CH<sub>4</sub>/year (Moisier *et al.*, 1998), 33-49Tg CH<sub>4</sub>/year (Neue & Sass, 1988) と報告され (表-5)、全世界のメタン放出量 (600Tg/year) の 4.2~9.0% の寄与と推定されている。

また、水田は、湿地など様々な発生源のうちでメタンの発生量を最も制御しやすいと期待され IPCC (2007) では、政策のひとつとして、経済的インセンティブによってメタン抑制栽培法を推進することが提言されている。

表-5 メタン放出量の見積もりの比較

(単位：100万トンCH<sub>4</sub>/year)

Reference	Fung 1991	Hein 1997	Lelieveld 1998	Hoeweling 1999	Mosier 1998	Olivier 1999
Base Year	1980	-	1992		1994	1990
<b>自然起源</b>						
湿地	115	237	225 <sup>b</sup>	145		
シロアリ	20		20	20		
海洋	10		15	15		
ハイドレート	5		10			
<b>人為起源</b>						
エネルギー	75	97	110	89		109
ごみ埋立地	40	35	40	73		36
反芻動物	80	90 <sup>a</sup>	115	93	80	93 <sup>a</sup>
汚泥処理		<sup>a</sup>	25		14	<sup>a</sup>
<b>水田</b>	<b>100</b>	<b>88</b>	<b>b</b>		<b>25-54</b>	<b>60</b>
バイオマス燃焼	55	40	40	40	34	23
その他				20	15	
<b>Total sources</b>	<b>500</b>	<b>587</b>	<b>600</b>			

出展：Minamikawa2006. Original Data from IPCC

-：データなし、空欄：対象外、a：廃棄物処理は反芻動物に含まれる、b：水田は湿地も含む

## II. 肥料販売ビジネスについて

### Case.1 ベトナム

#### 1. 経緯

本事業は従来インドネシアの BOP 層を対象とした事業性調査(以下、FS)としていたが、インドネシアにおける法規制により、商品サンプルを用いた実験許可も得られない状況ということが調査を通じて判明した。そのため FS の計画を変更し、サンプルの輸入を必要とする実地試験をインドネシアと同様の熱帯性の酸性硫酸塩土壌を持つベトナムにて実施することとした。

ベトナムとインドネシアとの比較、計画変更の意義は以下に記述する。

#### 2. ベトナムの情勢

##### 2-1. 自然

###### a. 自然

###### (a) 国土

ベトナム(ベトナム社会主義共和国:首都ハノイ)はインドシナ半島東辺に、

南北に細長く伸びた(北緯8.35~23.42)S字状の形で位置している。

南北に1650km以上、東西に600kmと非常に細長い国土である。

国土面積は32万9,297km<sup>2</sup>で九州を除いた日本の国土面積に相当する。

北部はトンキン湾、中・南部は南シナ海、シャム湾に面しており、国土の北側は中国、西側はラオス、カンボジアと国境を接している。

国土の4分の3は山岳、丘陵、高原地帯であり、

中国の雲南省から続くチュオンソン山脈が国の南北を貫いている。

国土は大きく次の3地域に分けることができる。

首都ハノイや最大の商都ホーチミン市など5直轄都市のほか、

58の省に分かれている。

北部: トンキン湾に注ぐ紅河が形成した紅河デルタ、約16,700km<sup>2</sup>

中部: 狭小な海岸平野地帯

南部: カンボジアから南部ベトナムに注ぐメコン河が形成する肥沃なメコンデルタ、約40,000km<sup>2</sup>



図-1 ベトナム全国  
の地域区分  
(白地図を用いて作成)

###### (b) 気候

ベトナム全土は南北に1千キロメートル以上もある細長い国であるため、北緯23° 23' から北緯8° 27' の範囲に国土を持つ。そのため気候は、温帯、亜熱帯、熱帯と非常に変化に富む国である。また、南西モンスーンの影響を受けやすい。さらに、7月から11月までの時期は特に中部高原地域で台風の影響を受けやすい。

## 2-2. 社会

### a. 人口・民族

2010 年度末の人口は8,700万人 (General Statistics Office of Vietnamより。以下、GSO) であり、2010年の自然人口増加率は10.3%である。また同年時点では、首都のハノイには約650 万人、ベトナム最大の都市であるホーチミン市には約740 万人がそれぞれ在住している。人口の約86%がいわゆるベトナム人と呼ばれているキン族（越人）で、その他に、タイ族2.0%、ターイ族1.8%、ムオン族1.5%、クメール系1.4%、華人1.1%などとなっており、山間部を中心に居住している少数民族を合わせると54 民族がベトナム国の民族として政府により認定されている。公用語はベトナム語であるが、第二言語として英語も使用される。また一部では、フランス語、中国語、クメール語、ロシア語なども通じる。その他、山間部には多種の少数民族語が存在する。

### b. 宗教

信仰の自由は政府によって保障されている。人口の約 80%が仏教、主に大乘仏教を信仰しており、カトリックがそれに続く。南部地域では、ベトナム特有のホアハオ教、カオダイ教なども信仰されている

### c. カントー市について

カントー市はベトナム南部に位置しており、人口約120万人 (GSO 2010年より) メコンデルタ最大の都市である。メコン川の支流であるHau 川を境に東側にDong Thap 省とVinh Long 省、西側はKien Giang 省、南側はHau Giang 省、北側はAn Giang 省によってそれぞれ囲まれている。2004 年にCan Tho 省がカントー市とHau Giang 省に分割されて成立した省級の5つの中央直轄市（その他はハノイ、ホーチミン、ダナン、ハイフォン）のひとつである。ベトナム最大の都市であるホーチミンからは南西に約170km、首都のハノイからは約1,877km の距離に位置している。今回のFSの一環としてインドネシアで実施予定であった実地試験を、カントー市にあるカントー大学 (Can Tho University) に研究を委託する。

メコンデルタ地帯の農業においては「2-4. 農業について」において詳しく記載するが、この地域では水稲 (=コメ) の生産が盛んである。一方で統計上は約40% (=約118万ha) が潜在的なものを含めた熱帯酸性硫酸塩土壌として分布し、同じく約33% (=約77万ha) の塩類土壌が分布しているとされており、コメを栽培する上で障害となりうる土壌が多く分布している。特に熱帯酸性硫酸塩土壌については従来FS対象地域としていたインドネシアJambi州のRantan Rasau地域と類似しており、販売予定の肥料の生産性改善効果を検証する対象地として適当である。

## 2-3. 経済状況

### a. マクロ経済動向

ベトナム経済は、1980 年代後半よりドイモイ（刷新）政策の成果が上がり始め、1995～1996 年には年率 9%台の高い実質経済成長を達成した。この頃からベトナム政府は外資の誘致に本腰を入れ始めたことで、経済発展が加速した。

1990 年代末のアジア経済危機の影響を受け外国直接投資が急減し一時成長率は鈍化したが、会社法施行による民間企業設立の増加に支えられ、2000 年代に入って年率 6～7%の堅調な回復を見せ、05～07 年には 8%台の成長を達成した。08 年には高インフレと世界経済危機の影響を受けて 6.3%と減速するものの、政府の景気刺激策及び金融緩和策により、民間消費や内国投資の回復が下支えし、09 年は ASEAN 中 2 位となる 5.3%の成長率を達成した。10 年通期では 6.78%を記録している。

一方で11年の成長目標は7~7.5%としている。

ベトナムは、現在一層の市場経済化と国際経済への統合を推し進めており、2007年1月にはWTOに正式加盟を果たした。ASEAN自由貿易地域(AFTA)で15年までに関税撤廃予定であり自国産業の競争力強化が急務となっている。

世界金融危機の影響は軽微なものにとどまり、09年及び10年にかけての経済成長は堅調に推移しているが、インフレ圧力、慢性的な貿易赤字、内需刺激策での財政赤字の拡大、未成熟な裾野産業、都市と地方及び貧富の格差の拡大、汚職の問題等の課題が少なくない。一方では近年、チャイナリスクの回避先の最有力候補として挙げられる。

#### b. 日本とベトナムの関係について

2006年10月、ズン首相が就任後初訪日、安倍総理との間で「アジアの平和と繁栄のための戦略的パートナーシップに向けて」と題する共同宣言を発表。同年11月、安倍総理が経済ミッションを随伴し訪越、日越協力委員会(議長は両国外相)の開催を合意した。その後2008年12月、日本・ベトナム経済連携協定(EPA)の締結(署名)。10年10月末、菅総理が訪越、「アジアにおける平和と繁栄のための戦略的パートナーシップを包括的に推進するための日越共同声明」に署名、原子力発電所建設と、レアアースの開発で協力することで合意。同年11月、チェット国家主席がAPEC参加のため訪日。

また、ベトナムにとって日本は世界第2位の貿易相手国であり、世界最大の投資国(累計ベース)、援助ドナー国である。対日輸出・対日輸入金額は、1990年以降上昇傾向にあり、ベトナム貿易において日本向けの輸出入金額は約1割を占める。主たる輸出品目は、縫製品、水産物、原油など。主たる輸入品目は、機械設備備品、鉄・鉄屑、コンピューター電子部品である。

日本の対越援助は1992年に本格的に再開され、1995年以降、一貫してトップドナーであり続けている。ベトナム支援国会合での2011年ODA約束額は、約17億6,000万ドルと、ベトナムのODA約束額合計の約2割を占める。

## 2-4. 農業について

### a. 農業概要

工業化に伴い農林水産物の輸出比率は下がりつつあるが、現在も農業は重要な産業に位置づけられている。ただ、経済活動人口の65%が農林水産業に従事しているにもかかわらず、GDPに占める農業の比率は約22%と低く、農村部を中心とした貧困が課題となっている。

### b. 農業生産

国土が南北に長いので各地域間で自然条件が異なり、栽培できる農産物も違っている。代表的な農業地帯として南部の「メコンデルタ」と北部の「紅河デルタ」とがあり、この二つで平地の農産物生産の約8割を占める。他にも「中央高原」「北部山間」「北中部沿岸」「南中部沿岸」「南東部」と分けられ、「紅河デルタ」と「メコンデルタ」もふくめて七つの農業生態区分に区切られている。しかし、ベトナムの農業を考える場合において、農地面積と農作物の品目等から大別し、「紅河デルタ」、「中央高原」、「メコンデルタ」の3地域に分類して農業全体を捉えることが一般的である。各地域の自然条件や生物資源の分布の多様性を生かし、様々な農産物が栽培されている。

メコンデルタにおいては、水稲作付面積が200万ヘクタールと大穀倉地帯で、ベトナムのコメ生産の50%を占める、メコン川と紅河の河口に位置する肥沃なメコンデルタを中心に、年間約600万tを輸出(出展: USDA「World Markets and Trade」)し、タイに次ぐ世界第2位の米輸出国となって

いる。また、熱帯の温暖な気候を利用した果樹栽培も盛んである。主要品目は柑橘類、バナナ、マンゴー、ドリアン、ドラゴンフルーツ、パイナップルなどである。野菜ではニンジンやサトイモをはじめ多品目が生産されている。水資源に恵まれたメコンデルタでは、水産業も盛んである。エビやナマズなどの水産物の扱いも多い。

中央高原においてはコーヒーの生産が盛んである。ベトナムのコーヒー生産量は110万t(GSO 2010より)である。ベトナムは政府の方針に基づいて生産量を飛躍的に伸ばしている。ASEAN諸国の中でベトナムと同様にコーヒーの生産量が世界的に多いインドネシアと共に、アジアの重要な生産地となっている。また、キャベツやホウレンソウ、ニンジン、馬鈴薯、タロイモなどの高原野菜の栽培も盛んに行なわれている。

紅河デルタにおいては、コメ生産が盛んでベトナムのコメ生産の20%を占める。紅川デルタの総面積は167万haであるが、コメ以外の農産物の生産も盛んであり、ベトナムにおける野菜の主要産地となってきた、紅河デルタは南部地域とは異なり、12月中旬から2月上旬にかけて最低気温15℃以下まで低下する。よって夏野菜以外に温野菜も含めた多様な畑作物の栽培が可能である。このエリアで栽培される野菜類の主要品目は、冬野菜ではキャベツやエンドウ、トマト、ニンジン、ネギ、カリフラワー、サラダ菜などであり、夏野菜ではキュウリ、カンコン、ダイコン、マスタードなどが挙げられる。また、紅河デルタではベトナムの伝統的な複合農業システム(VACシステム)が古くから行なわれてきた地域でもある。VACシステムとは、「野菜(Vuong=菜園)」「魚類養殖(Ao=池)」「畜産(Chuong=家畜小屋)」を組み合わせた高度土地利用システムのことをさす。畑、池、畜産の3つを有機的に組み合わせ、各生産過程で発生する残渣などを相互に活用したり、土地や太陽光などの資源を余すことなく利用したりすることで、農業経営を効率化しようという伝統的なシステムである。このシステムは、畜産とセットで行なう循環農業とも通じるシステムであるといえる。

その他国土面積の3分の1を占める「北部山間」では、茶や果樹、トウモロコシの作付け拡大が顕著になっている。「南東部」は天然ゴムやカシューナッツ、コショウなど、世界の生産輸出国ランキングの上位を占める作目の生産地に成長してきている。特にコショウについては世界最大の輸出国となっている。

### 3. 製鋼スラグ関連事項

#### 3-1. ベトナムの関連法規

##### a. 環境保護法における産業廃棄物の取り扱い

ベトナムにおける廃棄物の処理、リサイクルに関する法制度は環境保護法（1994年1月に制定され、2005年11月に改訂された）が基本法になっている。環境保護法の施行細則政令175が發布され、罰則規定、環境影響評価制度の導入が行われた。

廃棄物に関する法令としては決定(1555/1999/QD-TTg)にて廃棄物の定義、関係官庁の責務、排出者の責務即ち収集・運搬・処理・最終処分・対処等について規定している。2004年に発表されたベトナム版アジェンダ21では固形廃棄物、有害廃棄物について法制・経済・技術・意識啓蒙の4つの分野で優先的に取り組むべき点を挙げている。法制面では汚染管理に関する規定を發布し、固形廃棄物・有害廃棄物によって生じる環境汚染を防止する。経済面では都市部で衛生埋め立てを行い、リサイクル技術を向上させる。固形廃棄物、有害廃棄物を処理する民間企業を誘致する。技術面では環境負荷が低い生産技術を採用し、固形廃棄物の減量を促し、工場の省エネルギーを高め、廃棄物を肥料に変える技術を採用するとしている。

##### b. 製鋼スラグの輸出入に関する法律

###### (a) 肥料原料として輸入する場合

2005年の改正環境保護法内、第43条において、再生利用可能物の輸入に関する条件が示された。輸入が許可される再生利用可能物は資源環境省が規定すること、有害物質等が混入していないこと、再生利用を行う施設が残渣を処理する能力も持つこと等が規定されている。この条件下において輸入が許可される再生利用可能物については、資源環境省決定No. 12/2006/QD-BTNMTで規定された。鉄スクラップ、銅スクラップ、アルミニウムスクラップなどの金属スクラップ、廃ガラス、廃プラスチック、古紙、石膏（脱硫過程で生成された硫化カルシウムから製造されたもの）、冶金（鉄）から発生したスラグの輸入が認められている。ただし、ガラスについては、テレビやコンピュータモニター、蛍光灯やその他の活性ガラスを除くなど、それぞれの品目について条件が示されている。

製鋼スラグについては、(1)鉄または鉄鋼、銑鉄の製造時に溶鉱炉から発生したスラグ、(2)ベトナム基準に基づく、有害性の閾値をこえる有害物質（放射性物質、重金属、有害廃棄物等）を含まないこと、という2条件が輸入許可リストに明記されている（添付資料①参照）。

###### (b) 肥料製品として輸入する場合

許可取得業務については実験に協力を頂くカントー大学に委託したが、大まかな流れとしては、ベトナムの荷受人から農業地方開発省（以下、MARD）の肥料局に対して申請を行い、許可を得るという流れである。許可証は図-2の通りである。

前文ベトナム語による記載となっているが、許可内容の概略を記載すると以下に記載する。

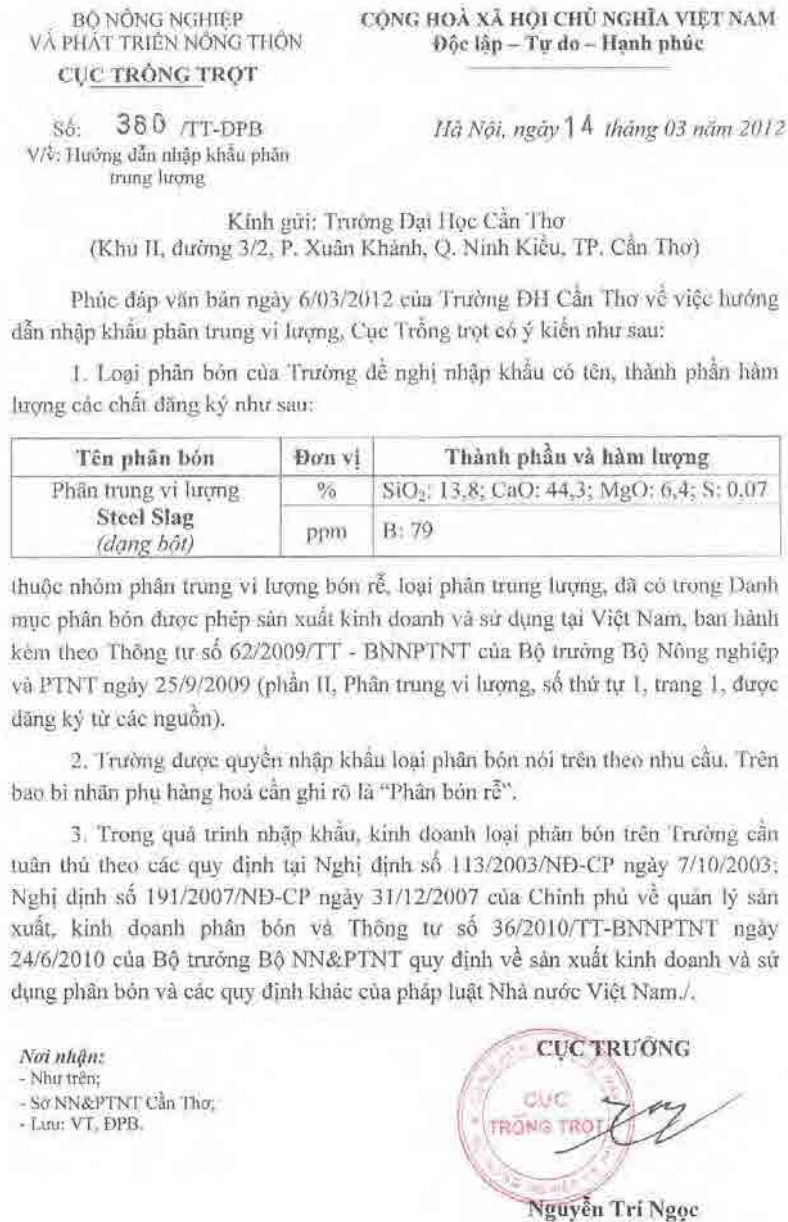
###### (1) 下記の肥料の輸入を許可する。

肥料の名前	単位	栄養素の比率と内容物
Medium and micro nutrient	%	SiO <sub>2</sub> :13.8、CaO : 44.3、MgO:6.4、S:0.07
製鋼スラグ(粉末)	ppm	B : 79

###### (2) パッケージに“根の肥料”と明示すること。

###### (3) 本資材は実験用に輸入することを許可するもので、販売に際しては所定の手続きに従い、登録をする必要がある。

これら許可証に記載のある通りの梱包等を行い、現地へ無事サンプルを輸出することができた。



図－2 製鋼スラグサンプル輸入許可証の写し

c. ベトナムにおける農業用肥料・土壌改良材に関する法規制及び官庁手続きについて  
ベトナムにおいては今後の重要産業のひとつとして農業をあげており、農業に対する支援も厚い。その中でも肥料については農業において必要な役割を担うことから、法整備がかなり進んでいる。2003年10月7日付政令113/2003/ND-CP（基本となる法令で肥料の製造・輸入・販売に付規定し、農業地方開発省・商工省の役割について定めている）2005年10月31日付通達05/2005/TT-BCN（政令113の施行細則で無機肥料の標準・品質・製造・加工・研究・検査を規定しており、国際協力を仰ぐとしている）2007年12月31日付政令191/2007/ND-CP（政令113の改訂版）2010年6月24日付通達36/2010/TT-BNNPTNT（政令191の施行細則）に基づき農業用肥料の製造・輸入の許認可が行われる。

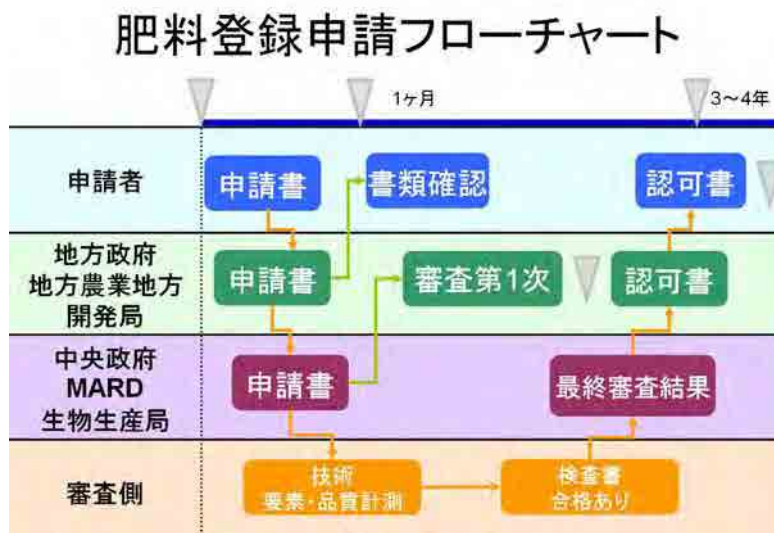


肥料品目については通達 36 以外通達 52、通達 17、通達 43、通達 62、通達 85、通達 49、通達 52、通達 65、通達 70、通達 29、通達 42、通達 59、通達 86 にて都度規定されており、通達（リスト）に記載されていない肥料と判定された場合はMARDの承認を得なければならない。政令 36 に申請書類が付表として細かく規定されている。

なお、必要な書類としては以下のものが挙げられる。

- (ア) 標準申請
- (イ) 肥料の養分・品質
- (ウ) 肥料を使用するに当たり許される成長物質
- (エ) 肥料の要素に対する計測
- (オ) 肥料リスト追加申請書（農業地方開発省作物生産局宛）
- (カ) 肥料リスト登録申請書（農業地方開発省作物生産局宛）
- (キ) 技術申告書（肥料の試験、輸入）
- (ク) 肥料の名称変更（農業地方開発省作物生産局宛）
- (ケ) 試験用肥料製造申請書（農業地方開発省作物生産局宛）
- (コ) 肥料輸入申請書（農業地方開発省作物生産局宛）
- (サ) 技術標準に適合した旨の通知（政府当局から申請者宛）

肥料登録申請に当たっては手数料を支払わなければならない。肥料登録申請から登録までのスキームのイメージ図－3を以下に示す。



図－3 肥料登録申請のフローチャート

表-1 肥料として通達されている商品の成分組成例

MP 7 (Roots Fe8)	%	P <sub>2</sub> O <sub>5(hh)</sub> -K <sub>2</sub> O: 5-8 Fe: 8
		pH: 9; 密度: 1.1
MP 8 (Root Lawn Plex )	%	N-P <sub>2</sub> O <sub>5(hh)</sub> -K <sub>2</sub> O: 4-4-5 S: 6 Fe: 6
		pH: 9; 密度: 1.1
Calcium Cyanamide	%	N: 20; CaO: 50; MgO: 1,5

現在製鋼スラグは通達（リスト）に記載されていない肥料であるため、上記の手順に従い、MARDの承認を得なければならない。現地にて協力を依頼しているカントー大学の Le Viet Dzung 副学長ら担当者のお話によると一概にいつまでに肥料登録が取れるとは断定できないとのことであった。実地試験を通して、製鋼スラグの施用効果のみならず、施用した農地の土壌物理性や化学性の解析、周辺環境への影響を調査した後、施用効果と環境影響のそれぞれの評価を以ってMARDが判断するとの説明であった。また、これらの一連の流れを実施するには、早くとも2年程度は申請に必要な情報を収集する必要があるとの点にも言及があった。

なお、肥料として登録するには、表-1のような形で成分保証を行う必要があるが、指定した成分のみ保証すればよいが、有効成分は全て保証する必要は必ずしもないと考えられる。

また有効成分と同時に、有害物質の基準として表-2が設定されている。

表-2 肥料に含まれる重金属の最大量基準

				製鋼スラグ成分
有機肥料、産 廃加工農業 資材、食品残 渣、家畜廃棄 物 など	As	mg/kg (lit) or ppm	2.0	<0.001mg/l 検出限界以下
	Cd	mg/kg (lit) or ppm	2.5	<0.001mg/l 検出限界以下
	Pb	mg/kg (lit) or ppm	250.0	<0.001mg/l 検出限界以下
	Hg	mg/kg (lit) or ppm	2.0	<0.0005mg/l 検出限界以下
	微生物 Coliform	CFU/25g (ml)	0	含有なし
	微生物 E. Coli	CFU/25g (ml)	0	含有なし
	サルモネラ菌	CFU/25g (ml)	0	含有なし

なお、「製鋼スラグ」については既に日本において肥料として承認されており、肥料製品としての輸入は可能である。

### 3-2. 市場性調査・市場価格調査

#### a. 化学肥料の生産量推移

ベトナムにおける肥料の使用量は年ごとに若干の変動があるものも概ね増加傾向にあり2015年には218kg/ha（現在の使用量の40%増）に達すると予測されている。この肥料使用量増加の流れに沿うように、2004年から肥料の生産量が増えている。一方で生産量と同時に輸入量も増加しつつある。これは越国国内における供給能力を超える需要が越国国内にあるためと推察される。

表-3 化成肥料生産量推移

年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
数量	1,270	1,158	1,294	1,714	2,190	2,183	2,499	2,459	2,396	2,574

千t

出典；MARD

表-4 化成肥料輸入量推移

年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
数量	3,242	3,650	3,978	4,041	2,908	3,119	3,792	3,035	4,519	3,513

千t

出典；MARD

肥料の中で最も使用されているのはNPK肥料である。NPK肥料は窒素、リン酸、カリウムという主要肥料成分がバランス良く含まれており、土壤に効率的に肥料成分を供給することができるため、農作業の効率的に行うことが可能となる。そのため使用量が多いと推察される。また、尿素、リン酸はNPK肥料の次に良く使用される肥料で年間1,600千トンから1,700千トン使われている。その他DAP(リン酸第二アンモン)、potassium(カリウム肥料)、SA(硫化アンモニウム)の使用量は年間700~800千トンになっている。

肥料生産メーカーは500社が存在しているが、その生産量は極めて寡占化された状態になっており、Petrolvietnam Fertilizer & Chemical Corporation社が国内生産量の80%を占めている。一方で肥料産業は農業生産にとって極めて重要なものであり、国からの支援が必要であり、製造会社は国営企業の資金・技術による支援を受けている。また肥料の輸入量は国内の生産体制が充実してきたこともあり漸減している。なお、主な肥料の輸入先は中国であり、輸入量はベトナムへの輸入量のうち53%を占める。

表－５ 肥料別生産・輸入量

千 t

	2007	2008	2009	2010	2011
窒素肥料	1,663	1,643	2,372	1,955	2,005
生産量	923	936	946	954	955
輸入量	740	707	1,426	1,001	1,050
DAP	651	434	1,040	948	960
生産量	0	0	65	156	240
輸入量	651	434	981	792	720
NPK	2,760	2,620	2,900	3,035	3,050
生産量	2,500	2,450	2,565	2,785	2,850
輸入量	260	170	335	250	200
カリウム肥料（輸入のみ）	1,157	1,001	612	900	920
SA（輸入のみ）	984	722	1,166	650	700
燐肥料（輸入のみ）	940	1,016	1,438	1,435	1,600
<b>Total</b>	<b>8,155</b>	<b>7,436</b>	<b>9,528</b>	<b>8,923</b>	<b>9,280</b>

出典；MARD

表－６ 2012年肥料生産・輸入計画

千 t

肥料種別	需要	生産	輸入
窒素肥料	2,000	1,750	250
SA	710	0	710
DAP	950	300	650
カリウム肥料	920	0	920
NPK	3,500	3,400	100
燐肥料	1,620	1,800	0
<b>Total</b>	<b>9,880</b>	<b>7,250</b>	<b>2,630</b>

出典；MARD

表-7 ベトナムにおける肥料需要推移

千 t

肥料種別	2005	2006	2007	2008	2009
窒素系	1,874	1,720	1,663	1,643	1,700
DAP	560	755	651	434	700
NPK	2,171	2,512	2,760	2,620	3,700
カリウム	552	753	1,157	1,001	850
SA	732	734	984	722	750
リン酸	1,322	1,198	940	1,017	1,600
<b>Total</b>	<b>7,211</b>	<b>7,673</b>	<b>8,155</b>	<b>7,438</b>	<b>9,300</b>

出典；MARD

表-8 ベトナム・ハイズン省 春季に施用される肥料の変遷

肥料種別	1998年施用*		2010年施用**	
	パーチ当たりの 使用量	換算値(kg/ha)	パーチ当たりの 使用量	標準(kg/ha)
Muck (堆肥)	0.3	(3:3:2)	-	-
窒素系	8	100	6	160
リン酸系	10	55	10	140
カリウム系	4	50	5	140
NPK (20:20:15)			15	(83:83:62)

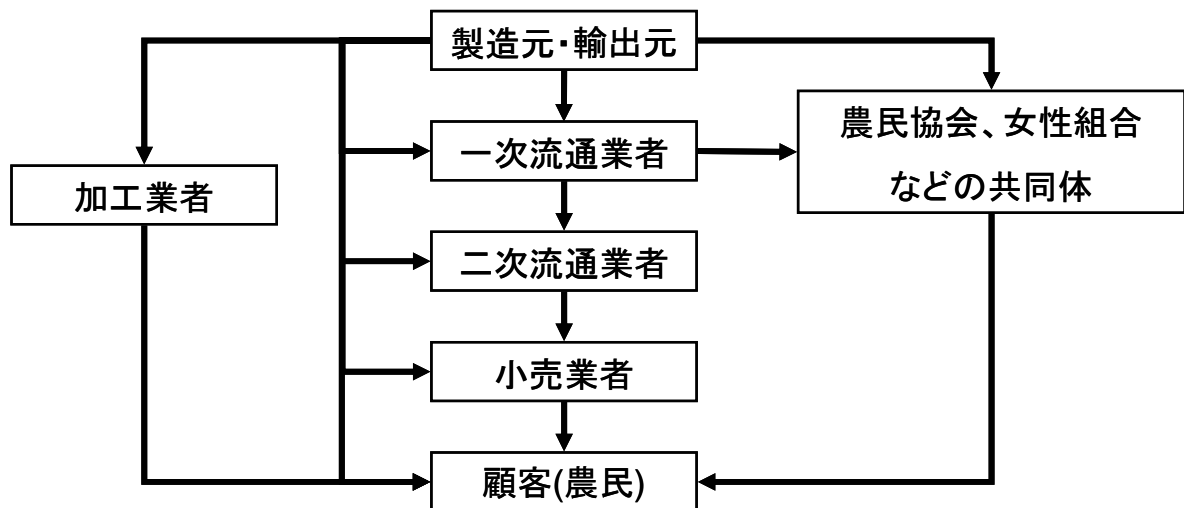
出典；MARD

※パーチは 25.3m<sup>2</sup>

上記の表内では英語訳分を用いたため、パーチという単位を用いた。1パーチ≒0.08haであることを考慮すると、例えば窒素系肥料は6×12.5=75kgを使用していることになり、標準施用量と比較すると半分程度ということになる。これは「d. 農家の現状」で述べる南部メコンデルタ地域の農家の聞き取り調査で取得した施用量の情報よりも非常に少ない。これが南部地域の農業と北部地域の農業の差なのか、聞き取り調査した農家のみの状況なのかはもう一段踏み込んだ調査が必要と考えられるが、本FSはまず南部に焦点を当てることとする。

b. 肥料業界の販売システムについて

ベトナムにおける肥料の流通は第一次流通業者、第二次流通業者という段階を経て全国で販売される。第一次流通業者としては先述の i) Petrolvietnam Fertilizer & Chemical Corporation 社、ii) Northern PVFCCo 社、iii) Central PVFCCo 社、iv) South West PVFCCo 社、v) South East PVFCCo 社の5社が主な流通業者として挙げられる。これら第一次流通業者は各地域に於いて肥料を保管する役割も担っている(図-4参照)。



図－４ ベトナムにおける肥料の商流・物流模式図

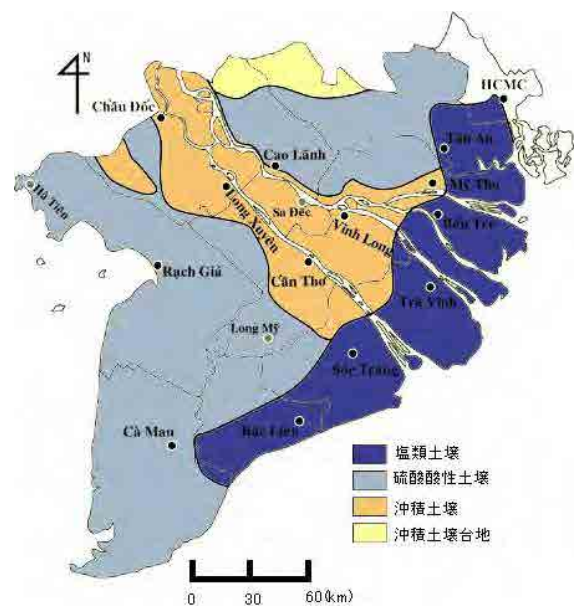
### ３－３．メコンデルタの特徴と問題点

図－５にメコンデルタの土壌の分布を示した図を記載する。様々な土壌が分布しているが、大きな面積を占める土壌が３種類あることが考察できる。

メコンデルタに分布する土壌の大部分は、酸性硫酸塩土壌、塩類土壌及び沖積土壌であり、その割合は実に約９割を占める(表－９参照)。

しかしながらその大部分を占める土壌の中でも酸性硫酸塩土壌と塩類土壌は農業を行う上で深刻な問題が存在する。その問題の解決策として製鋼スラグが適応できる可能性がある。

例えば防潮堤などの灌漑設備が十分に整備されていない地域で見られる塩類土壌については、高濃度のNaが植物の成長を阻害し、収量を下げるといった問題がある。これに対して製鋼スラグはその主成分である酸化カルシウム(CaO)の効果により、土壌コロイドにて吸着された交換性Na<sup>+</sup>をCa<sup>2+</sup>との間で陽イオン交換反応を起こさせ、交換性Na<sup>+</sup>を水溶性Na<sup>+</sup>に変換し、土壌中の過剰Na<sup>+</sup>を水と共に遊離させるという効果があり塩害土壌において、土壌の改善効果が見込める。詳細は表－９にまとめる。



図－５．メコンデルタ地域の土壌図

出展：Research Group on Sea Level Rising Problems  
より抜粋

表－9 メコンデルタ域の土壌分布面積、占有率、土地利用及び問題点

土壌	ha	%	主な土地利用	問題点
砂質土壌(Sandy soils)	43,318	1.10		
塩類土壌(Saline soils)	744,547	18.93	コメ	過剰 Na 害
潜在的酸性硫酸塩土壌 (Potential acid sulfate soils)	421,867	10.73		
顕在的酸性硫酸塩土壌 (Actual acid sulfate soils)	1,178,396	29.96	コメ、メラルー カ、パイナップル	極端に pH が低い
沖積土壌(Alluvial soils)	1,184,857	30.13	コメ、果樹、野菜	養分流亡土壌があ る
泥炭土壌(Peat)	24,027	0.61		
灰色土壌(Gray soils)	134,646	3.42		
赤黄色土(Yellowish red soils)	2,420	0.06		
侵食土壌(Eroded soils)	8,787	0.22		
河川、運河(River, canals)	190,257	4.84		
Total	3,933,132	100.00		

出展:National insutitute of Agriculture Planning and Projection (1990) Soil Map of Mekong Delta scale 1 : 250,000

これら製鋼スラグの施用で大きな改良の見込める土壌は、合計で 200 万 ha と統計の上ではなっている。これらの土壌に 10t/ha の量で施用すると仮定した場合、最大で 2 千万 t 程度の需要ポテンシャルが見込め、メコンデルタ地域における製鋼スラグの需要が大きいということがいえる。

#### 3-4. 農家の現状

実験対象となっている農地の持ち主の農民やメコンデルタ地域の農家へ聞き取り調査を行って得られた、収入と施肥など農業を行う際の諸経費などの数字を表-10 に示す。聞き取り調査によりはっきりとした数値が示されなかった場合には、他の地域の聞き取り調査結果などから推測した。

表-10 施肥料等に関するコメ農家への聞き取り調査結果

Long An 省 Moc Hoa のケース (所有農地面積 2.5ha) : 劣化土壌			
一期の肥料代	約 310USD/期		
春植えの収入 (6-8 t /ha)	約 700USD/期		
夏植え収入 (5.8-6t/ha)	約 460USD/期		
年間収支	約 540USD/年		
使用している肥料	Super phosphorus、KCl、リン鉱石、Lime、DAP、Urea、16-16-8		
養分換算	N	P	K
	121.11k g/ha	119.20k g/ha	38.27 kg/ha
Lang An 省 Thanh Hoa のケース (所有農地面積 0.4ha) : 硫酸酸性土壌			
一期の肥料代	約 40USD/期(総量)		
春植えの収入 (10 t /ha)	約 940USD/期		
夏植え・秋植えの収入 (8-9t/ha)	約 750USD/期		
年間収支	約 2,320USD/年		
使用している肥料	NPK、尿素		
養分換算	N	P	K
	31.15 kg/ha	8 kg/ha	4 kg/ha
An Giang 省 Chau Phu のケース (所有農地面積 1ha) : 沖積土壌			
一期の肥料代	約 50USD/期		
春植えの収入 (7-8t/ha)	約 1,600USD/期(予想)		
夏植えの収入 (7-8t/ha)	約 1,600USD/期(予想)		
年間収支	約 3,100USD/年		
使用している肥料	NPK、尿素		
養分換算	N	P	K
	情報なし	情報なし	情報なし

日本国内の有識者やカントー大学において問い合わせる中で、ベトナムの特にメコンデルタ地域において、過剰に施肥を施しているといった印象が否めないとの言及があった。実際農家への聞き取り調査をアテンドして頂いたカントー大学の担当者によると、農民は基本的に肥料を入れれば収量が上がると考えており、MARD や農業地方開発局 (DARD) などの指導通りに施肥量を調整する農民は皆無であるとのことである。農薬も同様に適正な量かどうかという検討はなされず、大量に散布すればよいという考えのもと散布している農民が多いようである。一方で地域によっては十分なインフラが整備されておらず、肥料を購入したくても 60~70km 程度離れた都市部まで購入に出かけなければならず、車や自動二輪を持たない住民からはとても購入できないとの意見も農民から聞かれた。仮に徒歩圏内に肥料販売店があればありがたいとの声もあった。

また、栽培する作物の選定において重要視されるものは市場価格であり、高く売れる作物を栽培



する傾向にあるとのことである。コメの市場取引価格の高騰を受けて、コメなどの栽培が一大ブームとなったこともあるとのことであった。

この点は供給作物に偏りが出る可能性があり重大な懸案事項である。本プロジェクトの対象作物であるコメも市場価格が暴落した場合、栽培されなくなる可能性があり、リスクとなりえる傾向である。

#### 4. ベトナムにおける活動概略及び調査経過

製鋼スラグの肥料効果の証明と同時に肥料登録を目指すため、製鋼スラグの施用効果の現地実証試験をカントー大学と協同で実施中である。

##### a. 対象作物

水稲、Mungbean(緑豆)、サトウキビなど

##### b. 分析項目

(a) 土壌化学性：pH、土壌養分量 Ca, Mg, Mn, Fe など

有害重金属など As, Cd, など

(b) 土壌物理性：透水係数、土壌堅密度、土壌保水量 など

(c) 植物体分析：植物体成長量（バイオマス、苗高、葉色、病虫害有無など）、収穫量

(d) 収穫物の品質 食味、重金属含有量

(e) 社会経済的調査 製鋼スラグの費用対効果

この実験を通して農家が慣行的に行っている施肥と製鋼スラグの施用効果を比較し、製鋼スラグを中心とした最適な施肥方法の確立を目指す。

今後は肥料登録を目指しながら実験を継続し、最適な施用方法を開発しながら施用のガイドラインを作成していく予定である。

なお、実験は4カ年計画であり、2013年1月現在まとまった成果は得られていない。

5. 本事業の事業性評価について

5-1. ビジネスモデルについて

a. 事業モデル

本事業は原料または製品を対象国へ輸出し、対象国の商流に沿った販売を想定している。そこで下記ケース1とケース2を想定し、事業性を検討した。

ーケース1 現地肥料会社と新規会社を作る場合

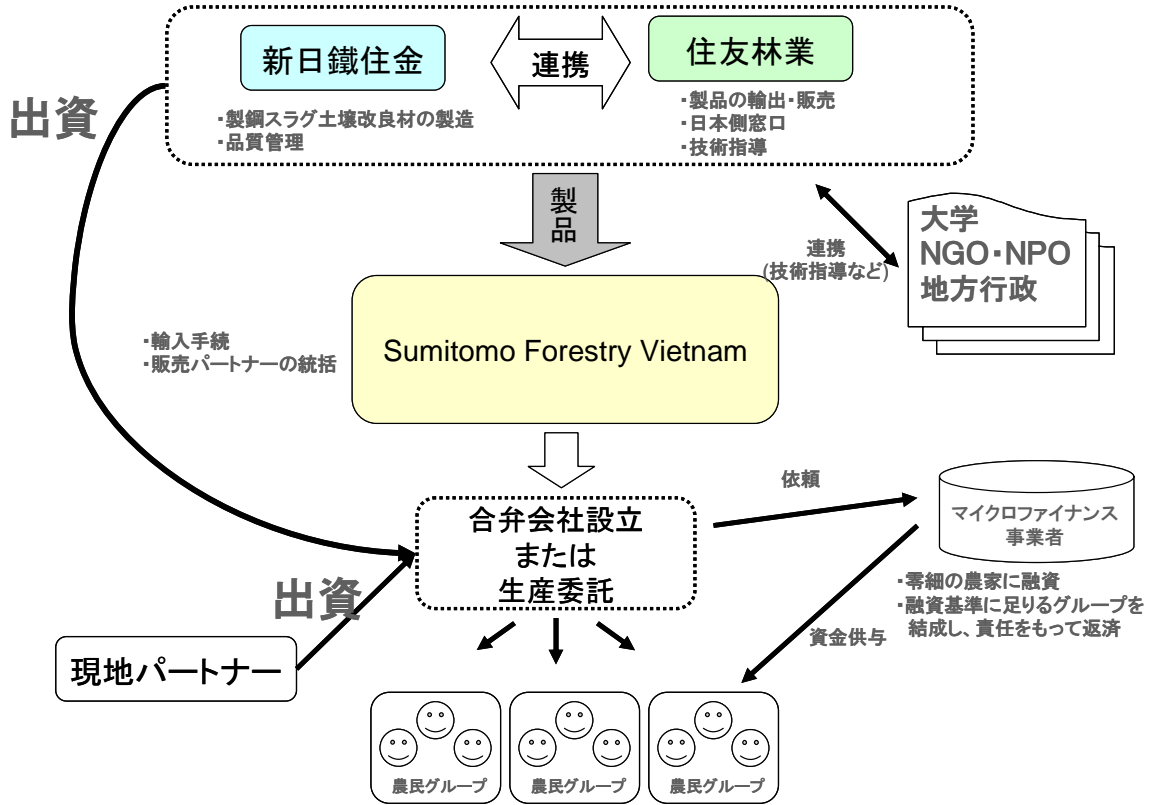


図-8 事業フローイメージ図①

このケースにおいては、人件費、電気等のインフラの安価なベトナム国内で加工度を高め、コストを低く抑える目的である。設備については外国製の機械を導入する必要がある場合は、コストアップ要因になるので、その際は十分検討する必要がある。また、製造工程、品質などの管理体制の整備も必要になる。

ーケース 2 現地肥料会社を代理店とする場合

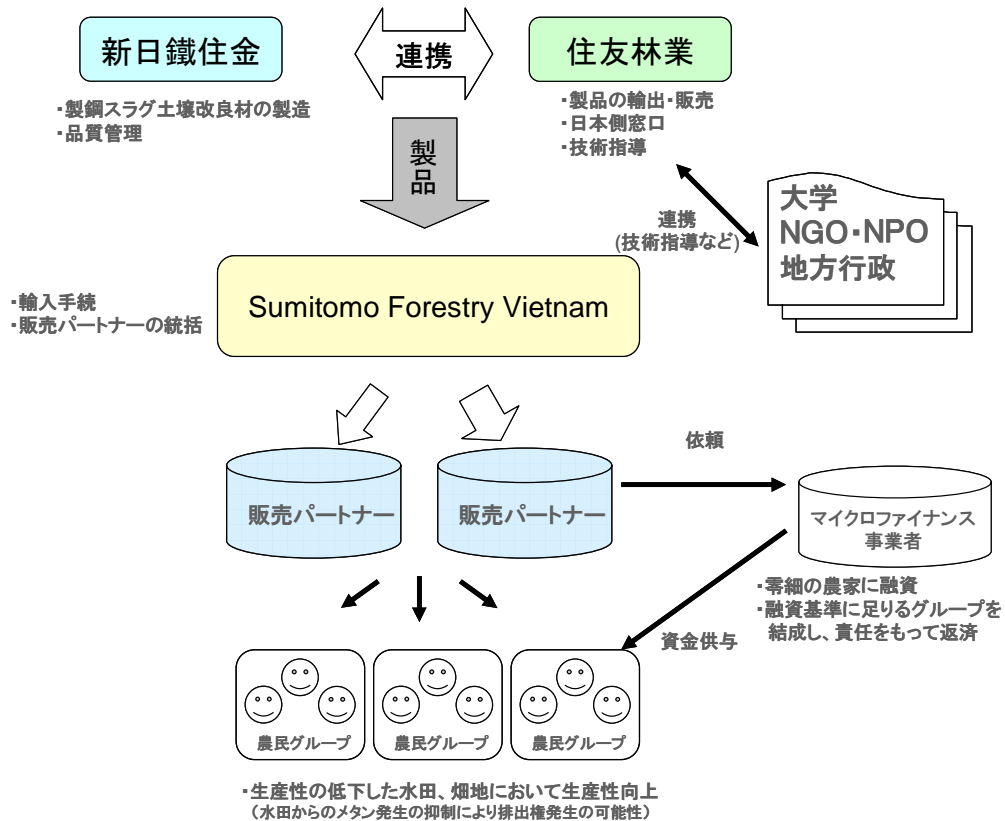


図-9 事業フローイメージ図②

このケースにおいては日本国内で製品加工し、現地で梱包するものである。品質面で安定した製品が供給可能であるが、日本国内での製造コストが課題である。価格設定においては競合資材である炭酸カルシウムよりも低い価格に設定できるかが重要なポイントになる。

ベトナムにおいて技術指導の提携相手はカントー大学であり、地方行政、NGO や NPO などの情報や人脈もあり、事業化に当たって重要な技術以外にも行政手続き上の支援を得られると期待される。

5-2. 製造工程と必要設備について

a. 品質検査体制

品質検査は、粒度、水分、含有成分、溶出成分が最低限必要となる。

(a) 粒度、水分は、ロット毎に実施する。

(b) 含有、溶出成分については重金属8元素の分析をロット毎に実施する。

測定頻度はロット毎に実施する。

その際のサンプリングは複数箇所からサンプルを採取し、それらを縮分して検査を行う。

これらの品質管理は鉄鋼メーカーが通常実施しているもので、出荷基準としては日本の土壤に関する政府が定めている基準となる。

表-12 品質管理項目と検査頻度

項目	検査工程	規格
粒度	仕上げ破碎後	5mmの篩を通過すること
水分	乾燥直後	水分<0.1%
含有成分	原料	土壤汚染対策法に基く指定区域の指定に係る基準
溶出成分	原料	土壤環境基準

b. 商品製造時のコスト試算(ベトナム)

<製造費の換算式>

現地製造費 = 日本の製造費 × 労務費率 × ベトナムの一人当たり GNI / 日本の一人当たり GNI + 日本の製造費 × (1 - 労務費率) / 100 × 日本とベトナムの機械価格比

<パラメータ>

労務費率：23% (財団法人労災保険情報センター 建設事業のその他建設事業の平成23年度の値を使用)

日本の一人当たりのGNI (国民総所得)：2,771,200円 (WHO発表2011年度の値を使用)

ベトナムの一人当たりのGNI (国民総所得)：245,600円 (WHO発表2011年度の値を使用)

日本とベトナムの機械価格比：0.68

為替レート：90¥/\$

<計算例>

磁選作業の場合

$2.20\text{USD}/\text{t}(\text{日本の製造費}) \times 0.23(\text{労務比率}) \times 245,600(\text{ベトナムの1人あたりのGNI}) \div 2,771,200(\text{日本の1人あたりのGNI}) + 2.20\text{USD}/\text{t}(\text{日本の製造費}) \times (1 - 0.23) \times 0.68(\text{日本とベトナムの機械価格比}) = 1.09\text{USD}/\text{t}$

この計算を磁選から袋詰めまでのそれぞれの工程において実施する。その結果を表-13にまとめる。

表-13 肥料製品製造費

工程	主な設備	国内製造		現地製造	
		能力	コスト	能力	コスト
1. 磁選	磁選機	20万t/年	2.20USD/t (破碎前処理)	←	1.09SD/t (破碎前処理)
2. 粗破碎	破碎機 磁選機 篩機 タイヤショベル	20万t/年	8.88USD/t (≦40mmに破碎)	←	4.83USD/t (≦40mmに破碎)
3. 仕上げ 破碎	破碎機 磁選機 篩機 タイヤショベル	5万t/年	20.00USD/t (≦5mmに破碎)	←	10.88USD/t (≦5mmに破碎)
4. 乾燥	乾燥機 タイヤショベル	2~3万t/年	14.44USD/t (乾燥機使用)	←	7.86USD/t (乾燥機使用)
5. 袋詰め (25kg詰め)	袋詰め機 タイヤショベル	2~3万t/年	54.44USD/t (25kg袋詰、輸出対応梱包)	←	29.61USD/t (25kg袋詰、輸出対応梱包)
合計			100.00USD/t		54.00USD/t

換算レート：90¥/\$

表-14-1 スラグ輸送費（横浜港→ホーチミン港（ベトナム））

船形式	コンテナ (日本で製品を製造した場合)	バラ (1tフレコン詰め) (日本で製品を製造した場合)	バルク (現地で製品を製造した場合)
5kt	150USD/t	70.00USD/t (7kt)	60.00USD/t
10kt		64.00USD/t (12kt)	54.00USD/t
20kt		-	50.00USD/t
30kt		-	45.00USD/t
40kt		-	40.00USD/t

鹿島製鐵所で発生した製鋼スラグを原料として、肥料製品を製造しベトナム ホーチミンに輸送する為に必要なコストを表-14にまとめた。概ねインドネシアに輸送する場合と同じと見られ、日本での製造と比較して製造費は現地で製造した場合40%程度安価に、海送費は70%安価になる。その結果、トータルコストは現地生産なら日本と比較して55%以上割安になる。よってインドネシアで事業を行う場合のコスト試算の結果と近く、肥料販売には現地ベトナムでの製品製造をすることが重要であると考えられる。

表-14-2 肥料製品の製造費（日本→ベトナム：ベトナムへの輸送コスト含む）

場合	単位	コスト	備考
日本で製品を製造	USD/t	262.5 =112.5(製造費)+150(輸送費)	
インドネシアで製品を製造	USD/t	108.0 =54.00(製造費)+54.00(輸送費)	・船型は 20kt を想定

換算レート：90¥/\$

c. 社会・環境影響について

(a) 社会側面

本事業は農民の現在の農業活動に製鋼スラグ資材という新しい肥料・土壌改良材を販売していく事業である。資材の購入に際し金銭的負担を強いることにはなるが、販売は既存の販売ルートを用いるため、農民のこれまでの生活を劇的に変化させることはなく、社会全体に与える影響は軽微であると考えられる。一方で収穫量の改善が見込め、農民の作物販売収入の向上に貢献できると思われる。また、製品の製造を対象国内で行う場合は工場の労働力として現地住民の雇用が促進されるため(具体例は表-18 人件費積算表を参照)、農民以外の所得水準も向上させ、産業の発展にもすくなくからず寄与できると考えられる。

更に本事業は日本の製鋼スラグを対象国に輸出し販売するというビジネスプランであるが、将来的に対象国内で高炉一貫製鉄所が操業した場合、日本産の製鋼スラグと同じ成分で安全基準を満たせば、対象国の製鋼スラグでも使用可能である。ここで、日本国産スラグとベトナム産のスラグの競争が考えられるが、想定される需要規模は膨大であり、原料の受け入れ余地が大きいからである。この観点から、決して今後の対象国の産業を圧迫する事業ではないと考えられる。

(b) 環境側面

製鋼スラグは製鉄業の副産物であり、製鋼スラグを有効利用することは鉱物資源の有効利用と同義であるといえる。また、鉄鋼の製造工程に CO2 排出量がカウントされるため、計算上は製造時に CO2 の排出がない。一方で競争資材となると考えられる炭酸カルシウムは、山地から採掘されることが多く、その採掘に CO2 を排出する上、採掘活動そのものが山地の環境破壊要因にもなっている。例えばベトナムにおいて炭酸カルシウムの一大生産地となっている AnGiang 省においては、炭酸カルシウムを山地から採取することにより土砂の流出など自然環境のみならず人間の生活環境にまで影響を及ぼしている場合も見られるようだ(現地住民聞き取り調査より)。このような観点からも、製鋼スラグは「エコフレンドリー資材」ということが出来る。

更に既往の研究より製鋼スラグを水田に施用することでメタンの削減効果も見込め、温室効果ガスの削減にも効果があると示唆されている。

これらを踏まえ、本事業は対象国の環境保全にも貢献できるものと考えられる。

## 6. 事業計画

### 6-1. 事業のゴール

本事業は対象国の生産性の低い農地で米作を営む農民に対して、製鋼スラグを使用した、対象国にとって新しいアルカリ資材(以下、本資材)を販売し、対象国の農地の生産性を改善し且つ収入を向上させ、更に鉄鋼業から得られる副産物の有効活用を目指す事業である。本事業の最終目標は本資材が農民の間で費用対効果認知され、炭酸カルシウム等の競合商品と適正な市場競争原理の下で商品として取り扱われることである。また、本資材の販売においてはマイクロファイナンス等、低所得者層でも受け入れられる販売スキームを構築することがゴールである。

本事業のコンセプトは事業のゴールで示した通り、「鉄鋼業の副産物を用いた本資材を生産性の低い農地で米作等を営む農民に販売することで、対象国の農地の生産性を改善し且つ収入を向上させ、更に鉄鋼業から得られる副産物の有効活用を目指す」ものである。

本事業のコンセプトキーワードは4つで、まず「副産物を用いた新しいアルカリ資材」、第2に「土壌改良材としての優位性」、第3に「生産性の低い農地の潜在ニーズ」、最後に「世界規模での食料需給状況」である。

#### a. 副産物を用いた新しいアルカリ資材

新しいアルカリ資材とあるが、「I 総論」で述べた通り、製鋼スラグを用いた肥料や土壌改良材は日本において長年に渡る使用実績があり、決して新しい技術を用いたものではない。しかし、対象国のように高炉一貫製鉄所のない国においては、「新しい」アルカリ資材となるということの理解から、本資材を「新しい」と呼んでいる。事実、農林水産消費安全技術センター吉富氏の話によると、肥料登録時に製鋼スラグそのものについては、生産工程や購入先を示すことができれば特段安全性を示すデータの提示は求められず、成分さえ規定値以上含有し、有害物質が基準以下であれば登録することはできるとのことであった。つまり広義では日本の技術の途上国に対する供与であると言える。

#### b. 土壌改良材としての優位性

本資材は炭酸カルシウムなど、競合すると考えられる他のアルカリ資材と比較した時に、含有している微量元素の種類と量が多様であることが特徴であると言える。特にリンについては、植物の生育に必須の元素であり且つ資源の枯渇が危ぶまれて久しい。このように含有成分の面から見て本資材は炭酸カルシウムなど他のアルカリ資材に対して優位性がある。また鉄鋼産業の副産物を原料としているため、新たに石灰石を採掘しなければならない炭酸カルシウムなどのアルカリ資材と比べるとはるかに環境負荷が小さい。このような観点からも製鋼スラグの優位性は高いと言える。

#### c. 生産性の低い農地の潜在ニーズ

現在本資材に対するニーズは非常に小さいと言っても過言ではない。なぜなら、酸性硫酸塩土壌などの生産性の低い農地で農業を営む農民には、アルカリ資材を導入することで生産性の改善が見込めることに対する理解や新しい資材に対する投資の余裕がないからである。しかしながら生産性の低い農地に対して現在取られている対策は過剰施肥である。この対策の費用対効果は非常に低いことが想定され、本資材を導入することで収量改善ができることに対する農民の理解を得ることができれば、潜在ニーズの開拓は可能である。

例えば、本事業の一環としてカントー大学の協力の下で行なわれた実地栽培試験の結果に、本資材の導入により10%の収量が改善されたという結果がある。この結果からベトナム・メコンデルタ地域の年間平均収穫量5.3t(ベトナム統計資料より)が約6tになるものと想定される。メコンデル

タ地域のコメは収穫の70%が販売されるとの文献もあり、収穫量が増えることで農家の収入は確実に増えるものと考えられる。単純にベトナム・メコンデルタ地域の面積だけで潜在ニーズを評価しても、100万ha以上の土地に潜在ニーズがあると考えられる。

d. 世界規模での食料需給状況

本資材そのものに対する評価は「副産物を用いた新しいアルカリ資材」、「土壌改良材としての優位性」、「生産性の低い農地の潜在ニーズ」それぞれにおいて行ったが、本資材を導入することで世界規模での影響も考えられる。それはフード・セキュリティに対する影響である。ベトナムは2011年度のコメの輸出量でタイ王国を上回っている。つまりベトナムのコメの生産量・生産能力が向上することはすなわちアジア地域で主食とされているコメの生産量を向上させることと同義と言える。これは世界規模での食糧需給状況に多大な影響を与えると言うことであり、ベトナムの国家としての世界への影響力を強めることにも繋がっていく。

6-2. 経営戦略

a. SWOT 解析

	好 影 響	悪 影 響
内部要因	<b>強み (Strengths)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・費用対効果の高い肥料の開発</li> <li>・現在ベトナムには生産拠点のない資材である</li> <li>・製鋼スラグの品質は安定している(工業製品であるため)</li> </ul>	<b>弱み (Weaknesses)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ベトナムにおける肥料販売の経験に乏しい</li> <li>・スラグ自体の成分の大幅な変更が容易でない(操業に依存する)</li> </ul>
外部要因	<b>機会 (Opportunities)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・酸性硫酸塩土壌対策としてアルカリ資材の導入が一般化される</li> <li>・リン鉱石の値上がりに伴うリン資材の価格高騰</li> <li>・コメの市場価格が上がる</li> </ul>	<b>脅威 (Threats)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・より安価で効果の高いアルカリ資材が開発される</li> <li>・アルカリ資材の価格が下落する</li> <li>・農民の酸性土壌矯正の必要性に対する理解の欠如</li> <li>・為替による価格変動</li> <li>・輸入関連法規制</li> </ul>

図-10 SWOT 解析図

大きな強みは高い費用対効果である。但し、よくも悪くも品質が変動しにくいことから、材料として汎用性に乏しいことは弱点である。よって今後は汎用性を高める施用方法や施用時期といったノウハウを継続的に開発し、適切に顧客へ周知させることが重要である。また、対象国に高炉一貫製鉄所ができた場合は政府から対象国内のスラグの使用を求められる可能性が高く、対象国内スラグの品質(形状や含有成分など)によってはリスクになりかねない。一方で、需要が大きいため、ブレンドして販売するなどの対応で原料の確保に繋げる等の対応も検討可能である。



さらに、製鋼スラグはリン成分を多く含み、世界的に枯渇が懸念されているリン資材の一部代替材料としての需要についても有望と考えられる。

b. ポジショニングマップ

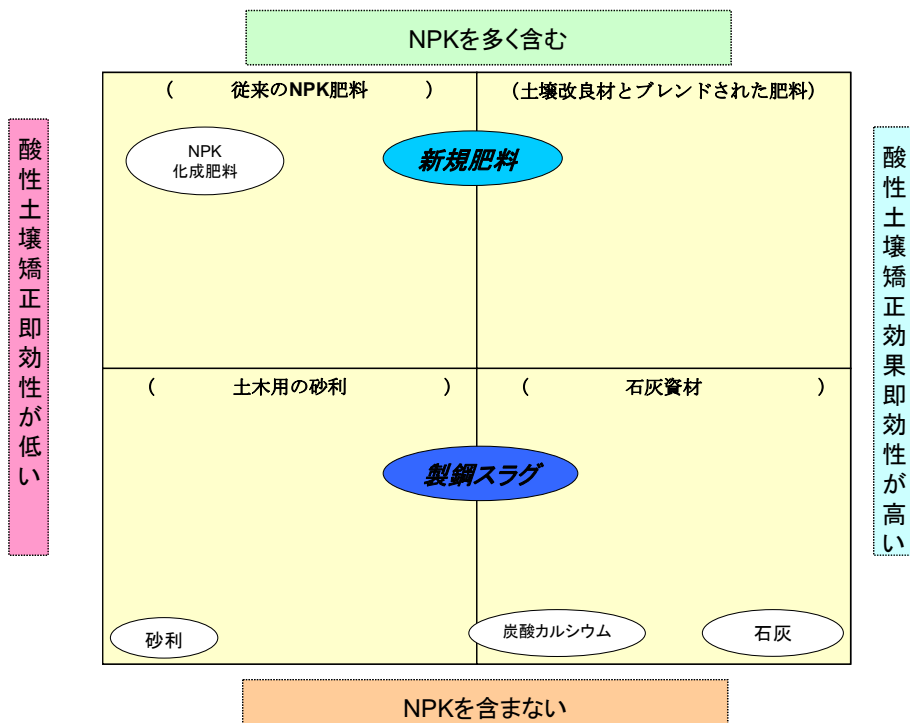


図-11 ポジショニングマップ

図-11にて他の類似商品と比較した場合、製鋼スラグは上記のように位置すると考えられる。この位置から判断すると本プロジェクトで販売を検討している商品は非常に中途半端な箇所に位置すると見て取れるが、ベトナムのメコンデルタ地域のように頻繁に洪水に見舞われるところでは、必ずしも即効性が高ければ良いとはいえない。なぜなら、「即効性の高さ」は「持続性のなさ」となり、洪水により絶えず表層の状況の変わる土地においては、製鋼スラグ資材の方が本質的な土壤改良効果が高いといえる。

また、石灰や炭酸カルシウムは肥料用途以外にも使用されるため、価格が決まっており複合肥料原料として配合する際、一定以上の価格になってしまう。そこで、仮に製鋼スラグの輸送費も含めた価格を石灰以下に設定できれば、複合肥料原料としても有望であり、新規肥料として基礎肥料成分を含む酸性土壌矯正資材が開発できる可能性もある。

6-3. SWOT 解析をもとにした経営戦略

図-10のSWOT解析から判断できることは、本プロジェクトで販売を計画している肥料は現在ベトナムでは存在していない新しいタイプの肥料であるといえる。

それは原材料が副産物であるということのみならず、製鋼スラグ単体であっても、酸性土壌を矯正しながらリン酸肥料としての効果も見込める複合肥料といえるからである。さらに、NPK肥料とブレンドすることで、酸性土壌矯正効果を持つNPK肥料となりえることなどからそのように言える。よって、新しい資材を以って既存の市場に参入していくことを前提とした事業計画作りを検討する

必要があると言える。

この観点から、SWOT 解析表内の脅威にカテゴライズされている、“農民の酸性土壌を矯正の必要性に対する理解の欠如”は、深刻な問題といえる。なぜなら、本プロジェクトで対象としている BOP 層に一時的な出費を強いることになるが、本資材の有効性や必要性について正確な理解を得ていない状況では、マイクロクレジットなどの金融商品をいくら提供したところで、購買活動に繋がっていかないためである。

よって、販売戦略の中に酸性土壌矯正の理解を深めることを含める必要がある。

そこで、肥料登録に向けた実験で協力体制を組んでいるカントー大学による農業技術指導や同大学を通じた MARD、DARD などの活動が通常の事業活動以外に必要であると考えられる。

さらに、成功例を農民に見せることも重要であり、販売初期は採算性度外視で販売することも検討する必要もあると考えられる。

#### 6-4. 事業体制

##### a. 製造・生産体制・品質管理

本事業において、原料管理は新日鐵住金、生産管理は現地協力肥料会社というシステムを構築する。但し、製品製造までの工程は、新日鐵住金による原料の粗破碎、仕上げ破碎という粒度の調整と乾燥による水分の調整を行った後、肥料原料として日本より輸出し、現地肥料販売会社の工場にて必要に応じた粒度調整と袋詰めを行うという流れである。日本側において粒度調整まで行う意図は、現地にて粗破碎から行うと仮定した場合、粒度が大きいと空隙率が高くなり、輸送費が上がってしまう。また、現地における設備投資を最小化し、BOP 層向けの商品に適した製品価格を設定するためである。

##### b. 販売促進(農民指導システム)

農民の指導については基本的にカントー大学との技術開発に基づきおこなうものと想定する。委託研究を通して製鋼スラグ肥料の施用ガイドラインを作成し、現地で生産・販売を行う肥料会社に対する施用ガイドラインについての指導や、必要があればカントー大学から販売員に対する技術指導を行うものとする。また、カントー大学を通して DARD に対して農民の指導協力を依頼し、農民へ直接指導をする機会を創出し、そこで農民に指導できるという仕組みにする。

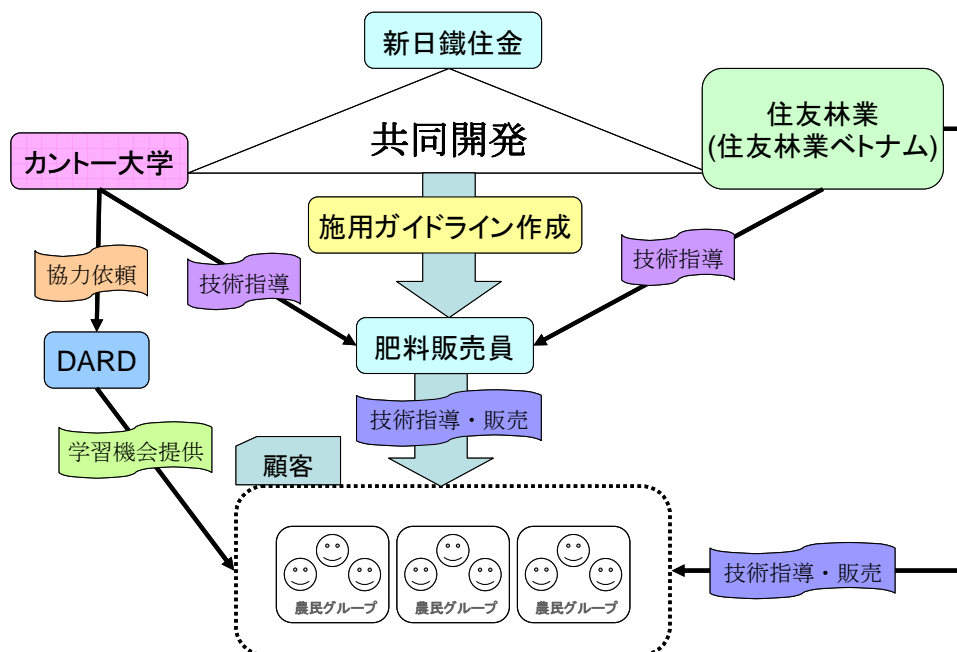


図-12 農民指導システムイメージ図

c. 現状の事業リスク解析

想定されるリスクは顧客の反応が鈍く売上が伸びない、資金繰りの悪化など一般ビジネスにおいて想定されるリスクは当然考えられる。売上については上記の農民指導などの市場環境整備などの企業努力、資金繰りの悪化などは周到な資金準備や契約によりある程度のリスク軽減は見込める。一方で本事業性調査ではベトナムの肥料登録制度との兼ね合いで、肥料登録をすることができず、効果の実証実験にとどまったため試験販売にまで至っていないが、現状のリスクについて以下にまとめる。

(a) 販売価格リスク

本事業における価格設定は輸送費を含めた製造原価に販売管理費と利益を最低限の価格で積み上げて設定した。しかしこの価格で農民が購買可能なのかといった検証は、試験販売ができなかったことにより不十分である。1人当たりのGDPである約1,200USDを基準に考えると、15,000円/t（約170USD/t）という販売価格はかなり高価であるため試験販売を通して利益を勘案した価格設定の許容範囲を決定する必要がある。但し、費用対効果が明確になり、コストアップに比べて収量が増加すれば、このコストアップ分は吸収可能と考えられる。なお、平均的な品質のコメは500USD/tで取引されているとのデータがあり、収量が想定どおりに向上すれば、十分コストは吸収できるものと考えられる。

(b) 販売量リスク

今回は価格設定と共に販売量については事業対象となる市場規模から想定した。市場規模から想定する限り現実離れた数値ではないが、a. 販売リスクの中でも触れたとおり、試験販売を行っていないため、正確にこのリスクの対策を立てることはできないが、農民から購入する価値があると評価されることが重要であるため、技術指導を含めた営業活動でカバーする必要がある。

(c) 輸送運賃リスク

近年バラ積み貨物の海上輸送の規制細分化及び強化の動向がある。本事業性調査において製鋼スラグはバラ積み貨物として輸出し、輸送費を抑えることを前提としているが、仮にバラ積み貨物の海上輸送時の条件付与などの制約が法規制によりなされた場合、輸送コストの上昇により資材価格が高騰するリスクがある。現在のところそのようなリスクは顕在化していないが今後そのような状況も想定した計画を立てる必要がある。

(d) 法規制リスク

「(c)輸送運賃リスク」と同様現在は顕在化していないが、輸入に関する法規制の強化がされるといふリスクは後述するインドネシアと同様にありうる。どのような規制がなされるかによって対応が変わってくるため、このリスクに対して有効な対策は現状では検討できないが、少なくとも製鋼スラグを用いた製品の有効性を明らかにしていくことが重要であると考えられる。

d. 事業採算性

(a) 予想売上計画

市場規模：ベトナムにおいて、主対象地と見込む顕在酸性硫酸塩土壌の面積(1,178,396ha)×標準施用量の最有力候補である10t/ha、調査内で得られた石灰の平均価格約16,000円/tを乗ずることにより算出した。また、資材効果が5年続くとし、5年に満たない施用地への販売はできないものとして増減を算出した。つまり1年目の想定販売量である24,000tが予定通りに販売された場合、 $24,000 \div 10 = 2,400$ haの対象地が減ったとみなし、その分市場規模は縮小するものとした。

予測シェア：メコンデルタ地域のコメ作付面積は3,858,900haである(ベトナム統計年鑑より)。一部を除いて概ね2期作がメインであるので、水田として利用されている面積は約160万haと推察できる(なお土壌分類図から、メコンデルタの総面積は、3,933,132haとされている)。よって、メコンデルタの面積の3分の1とされる硫酸酸性土壌の面積の推測値から導き出される数字、

約160万×30%=約48万haが対象である。

この硫酸酸性土壌の対象地のうち、1%のシェアが確保できると仮定し、 $480,000 \times 1\% = 4,800$ haの農地への年間販売・施用を目指す。

販売平均単価：競合商品との価格優位性を得るため、石灰の平均価格から一割程度安くしたものを単価として設定【約15,000円/t】

販売数量： $480,000 \text{ha} \times 0.5\% \times 10 \text{t/ha} = 24,000 \text{t}$  (=販売員1人1年当たり24人の顧客を確保と想定)から事業を開始し、5年後に販売量約50,000tを目指す。なお、一年目、二年目は顧客確保のために、それぞれ、価格を二割引、一割引に設定する。

これらの前提条件を踏まえ、予想売上計画を表-15の通りとする。

表-15 予想売上計画

(単位：百万円)

	第1期(2015年)		第2期(2016年)		第3期(2017年)		第4期(2018年)		第5期(2019年)		備考
	金額	増加率	金額	増加率	金額	増加率	金額	増加率	金額	増加率	
1. 市場規模	176,759	—	173,159	-2.04%	169,559	-2.08%	165,959	-2.12%	162,359	-2.17%	
2. 予測シェア	0.50%	—	0.60%	20.00%	0.72%	20.00%	0.86%	20.00%	1.04%	20.00%	
3. 販売平均単価	13,500	—	14,250	5.56%	15,000	5.26%	15,000	0.00%	15,000	0.00%	¥/t
4. 販売数量	24,000	—	28,800	20.00%	34,560	20.00%	41,472	20.00%	49,766	20.00%	t
5. 予想売上	324	—	410	26.67%	518	26.32%	622	20.00%	746	20.00%	

表-16 初期投資計画

単位：千円

	投資価格	償却方法・リース	毎年の償却額	明細・算定根拠
1. 設備投資額	242,400	—	—	運搬機器のみ。新日鐵住金ヒアリングに基づく
土地	18,900	年間レンタル	3,900	必要面積は新日鐵住金ヒアリングに基づく。費用はノンチャック3工業団地の数字を使用。
建物・店舗	40,000	5年	8,000	新日鐵住金ヒアリングに基づく
機械設備	180,000	5年	36,000	新日鐵住金ヒアリングに基づく
什器・備品	500	毎年	500	
車輛・運搬具・他	3,000	5年	600	新日鐵住金ヒアリングに基づく
2. 保証金	12,120	—	12,120	投資額の5%と想定
3. 運転資金	500	—	500	電気使用料より推測
4. その他	600	—	600	運転資金の1.2倍と想定。
合計	255,620		62,220	

機械設備は約18t/hrの処理能力を持ち、8時間稼働で340日とすると概ね50,000tの能力を有する。これ以上の能力を求めるためには機械設備の能力増強が必要となってくるが、本事業性調査においては50,000tを目標とするための機械設備について、この投資額で賄えるものと想定する。

表-17 人件費積算表

	単価(VND/月)	人数	合計【JPY】
工場作業員	2,000,000	20	1,920,000
工場責任者	17,500,000	1	840,000
ベトナム人責任者	50,000,000	1	2,400,000
施業指導員	15,000,000	3	2,160,000
販売スタッフ	3,000,000	100	14,400,000
事務スタッフ	2,500,000	5	600,000
合計			22,320,000

表-18 その他経費

販売費	
事務所費	2,000,000
広告宣伝費	2,000,000
オフィス賃料	10,000,000
営業活動費	2,000,000
管理費	
光熱費	360,000
弁護士費用	2,000,000
研究開発費	2,000,000
その他	600,000

※ JETRO 公開情報から想定

表-17及び表-18は事業開始初年度の費用想定である。インフレ率は10%とし、人件費は年10%ずつ上昇するものとして5年間の損益試算を実施し事業性の指標とした。販売スタッフについて、100名は少し多い感は否めないが、対象地域が散らばっていること、新規肥料であることを鑑みて多く設定をした。施行指導員については3人を設定したが、この部分は増員、積極的な販売スタッフへの技術移転、施用マニュアルの作成を実施し、全体の指導能力向上を図っていくことを前提としている。また税金についてはJETROホームページなどを参照し、商品販売に係る付加価値税は10%、利益に加算される法人税は25%と想定した。

## (b) 見積損益計算

表-19 損益試算結果

(単位：百万円)

	第1期 (2016年3月期)		第2期 (2017年3月期)		第3期 (2018年3月期)		第4期 (2019年3月期)		第5期 (2020年3月期)		
	金額	構成比	金額	構成比	金額	構成比	金額	構成比	金額	構成比	
1. 投資額	256	—	12	—	12	—	12	—	12	—	
2. 予想売上高	324	100.0%	410	100.0%	518	100.0%	622	100.0%	746	100.0%	
3. 製造・売上原価	378	116.8%	232	56.4%	423	81.5%	448	72.0%	476	63.8%	
4. 売上総利益	-54	-16.8%	179	43.6%	96	18.5%	174	28.0%	270	36.2%	
販売管理費	5. 人件費	22	6.8%	24	5.9%	27	5.2%	29	4.7%	32	4.3%
	6. 販売費	16	4.9%	18	4.3%	19	3.7%	21	3.4%	23	3.1%
	7. 管理費	5	1.5%	5	1.3%	6	1.2%	7	1.1%	7	1.0%
	8. その他	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
	合計	43	13.3%	47	11.5%	52	10.0%	57	9.2%	63	8.4%
9. 営業利益	-97	-30.1%	131	32.0%	44	8.4%	117	18.8%	207	27.8%	
10. 営業外収益他		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
11. 営業外費用他		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
12. 税引前利益	-97	-30.1%	131	32.0%	44	8.4%	117	18.8%	207	27.8%	
13. 税金等	29	9.1%	70	17.1%	58	11.2%	86	13.8%	120	16.0%	
14. 税引後利益	-127	-39.2%	61	14.9%	-14	-2.8%	31	5.0%	88	11.7%	
15. 減価償却費	62	—	62	—	62	—	62	—	62	—	
16. キャッシュフロー	-65	—	123	—	48	—	93	—	150	—	
17. キャッシュフロー累計	-65	—	59	—	107	—	200	—	350	—	
18. 投資額期末残	256	—	206	—	155	—	105	—	55	—	
投資利回り (ROCE)	-23%	—	33%	—	14%	—	51%	—	144%	—	

製造・売上原価が乱高下しているのは輸入の際に4万tの船を使用しコストを削減すること起因する。つまり、1年目及び2年目の販売量を1年目に輸入するため、製造費が大きくなっている。一方で3年目以降は1年で概ね5万t弱を販売する予定としたため、製造・売上原価は安定している。

上記試算において上記5年間の損益計画の内部収益率IRRは10%となり、全て想定どおりの状況となった場合、本事業の事業採算性はありと判断できる。なお、単年度収支で見ると概ね3.5万~3.8万tが損益分岐点であった。

6-5. 本事業の開発効果

本事業は新規の農業資材を販売するという事業であり、ビジネススキームとしては既存の商流に則ってビジネスを行うというきわめてシンプルな形式である。

コメの収穫量が10%前後の増加が見込めるという点は、農民にとっては収入のアップをもたらし、また、コメ輸出国であるベトナムでは、外貨獲得に繋がる。また、需要があれば製鋼過程の副産物である製鋼スラグを農業分野で肥料として有効利用する用途拡大・拡販が可能となる。メコンデルタ地域の農民は肥料及び農薬の必要性は認識しているが、過剰施用されているという実態を鑑み、その適正量については殆ど理解されていないという状況が示唆された。過剰な施肥による弊害と肥料に加え、土壌改良の重要性の認識を指導することにより、新たな農民の理解を構築できる可能性が高い。メコンデルタ地域の農民や自発的に開発を行うなどの行動は現在でも見受けられるが、本資材の導入により、費用対効果の高い農業が実践できる可能性がある。

表-20 プロジェクトデザインマトリックス(ベトナム)

プロジェクトの要約	指標	指標データの入手手段	外部条件				
上位目標: BOPビジネス実施により達成される開発インパクト(事業拡大後)							
<ul style="list-style-type: none"> <li>当該国の泥炭湿地に住む農民の生活水準が向上する。</li> <li>対象地域の農民の収入の増加に伴い、対象地域の違法伐採や違法焼畑が抑制される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>当該国の泥炭湿地に住む農民の世帯収入(ベースライン調査時点と比較)</li> <li>対象地域における違法伐採実施面積(ベースライン調査時点と比較)</li> <li>対象地域における(違法)焼畑実施面積(ベースライン調査時点と比較)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>政府(当該地区)の統計</li> <li>活動記録</li> <li>政府関係機関、地域住民へのヒアリング</li> </ul>	N/A				
プロジェクト目標: BOPビジネス実現により解決される社会的課題(事業目標達成時点)							
<ul style="list-style-type: none"> <li>土壌改良により対象地域の農民(または対象農民)の収入が増加する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象地域の農民の反収(ベースライン調査時点と比較)</li> <li>対象地域の農民の生産量(ベースライン調査時点と比較)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>政府(当該地区)の統計</li> <li>活動記録</li> <li>政府関係機関、地域住民へのヒアリング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>商品利用者が製鋼スラグを継続的に利用する</li> </ul>				
成果: 下記ビジネス活動により直接的に達成されるビジネス上の目標							
<p>以下の通り、対象地域の農民が製品を購入できるサプライチェーンが構築され、製鋼スラグが土壌改良剤として農家に採用される。</p> <p>①輸送手段の確立: 日本からの輸出港、インドネシアの輸入港、インドネシア国内の輸送港、港から消費地までの輸送手段(車、バラ積み船など)という物流構築する。</p> <p>②販売ルートの確立: 輸入する業者、小売業者の選定し商流を構築する。</p> <p>③マイクロファイナンスや信用売り等BOP層が購入しやすい仕組みの確立: BOP層の収入・購買力に見合った価格体制を調査し、購買可能な価格や金融の仕組みを確立する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製鋼スラグの販売量(トン)</li> <li>製鋼スラグ土壌改良材の購買者数</li> <li>うち金融サービスを活用した購入者数</li> <li>製品利用者の満足度(アンケート)</li> <li>販売拠点の数</li> <li>輸送拠点の数</li> <li>輸入拠点の数</li> </ul>	活動記録	<ul style="list-style-type: none"> <li>著しい異常気象、災害が発生しない。</li> <li>著しい社会的・経済的混乱が生じない。(為替市場の暴落等含む)</li> <li>安定した価格と品質の製鋼スラグが供給され続ける。</li> <li>農産物の価格が大きく下落しない。</li> <li>国際貨物運賃が急激に上昇しない。</li> <li>製鋼スラグが農業に用いられる。</li> </ul>				
活動: 事業化段階におけるビジネス活動							
製鋼スラグ土壌改良材を販売するため、以下の活動を実施する。							
<p>1. 輸送手段の確立のための活動:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>スラグ製品の梱包の仕方など、製品製造技術の開発と改良</li> <li>住友林業ベトナムと供に、輸送業者の選定</li> </ul> <p>2. 販売ルートの確立のための活動:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>住友林業ベトナムと供に、輸送業者の選定</li> <li>住友林業ベトナムと供に、小売店の選定</li> <li>実際に資材を輸入し、選定した業者と供に資材販売の実施</li> </ul> <p>3. BOP層の購入しやすい状況の整備のための活動:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ビジネスモデルの開発と改良(マイクロファイナンスを活用したモデルの検討含む)</li> <li>農業栽培技術の開発と改良</li> <li>スラグ製品品質管理技術の開発と改良</li> <li>啓発・プロモーション活動の実施</li> </ul> <p>4. 製品の改良(今回の事業に適した製品を製造するための活動):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>現地試験の実施の継続</li> <li>土壌改良材試験用サンプルの開発と改良の継続</li> </ul>	<p>投入</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>日本側(事業投入)</th> <th>現地側(現地事業パートナーの投入)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>下記項目に必要な資機材・人員の配置。</li> <li>ビジネスモデルの開発</li> <li>スラグ製品製造技術の開発</li> <li>スラグ製品品質管理技術の開発</li> <li>土壌学専門技術の開発</li> <li>農業栽培技術の開発</li> <li>土壌改良材試験用サンプルの開発</li> <li>現地試験の実施</li> <li>プロモーション資料の作成</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>住友林業ベトナム(ビジネスモデル開発、市場調査の一部、現地調査の一部等)</li> <li>カントー大学(農業栽培技術開発の一部、現地試験、肥料登録補助)</li> <li>農業関係コンサルタント(マイクロファイナンス活用モデル構築の一部、プロモーション活動の一部等)</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>		日本側(事業投入)	現地側(現地事業パートナーの投入)	<ul style="list-style-type: none"> <li>下記項目に必要な資機材・人員の配置。</li> <li>ビジネスモデルの開発</li> <li>スラグ製品製造技術の開発</li> <li>スラグ製品品質管理技術の開発</li> <li>土壌学専門技術の開発</li> <li>農業栽培技術の開発</li> <li>土壌改良材試験用サンプルの開発</li> <li>現地試験の実施</li> <li>プロモーション資料の作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住友林業ベトナム(ビジネスモデル開発、市場調査の一部、現地調査の一部等)</li> <li>カントー大学(農業栽培技術開発の一部、現地試験、肥料登録補助)</li> <li>農業関係コンサルタント(マイクロファイナンス活用モデル構築の一部、プロモーション活動の一部等)</li> </ul>	外部条件
	日本側(事業投入)	現地側(現地事業パートナーの投入)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>下記項目に必要な資機材・人員の配置。</li> <li>ビジネスモデルの開発</li> <li>スラグ製品製造技術の開発</li> <li>スラグ製品品質管理技術の開発</li> <li>土壌学専門技術の開発</li> <li>農業栽培技術の開発</li> <li>土壌改良材試験用サンプルの開発</li> <li>現地試験の実施</li> <li>プロモーション資料の作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住友林業ベトナム(ビジネスモデル開発、市場調査の一部、現地調査の一部等)</li> <li>カントー大学(農業栽培技術開発の一部、現地試験、肥料登録補助)</li> <li>農業関係コンサルタント(マイクロファイナンス活用モデル構築の一部、プロモーション活動の一部等)</li> </ul>						
		前提条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>製鋼スラグ輸入・販売の許認可</li> <li>調査実施を通して対象地域農民が製鋼スラグの有用性を理解することを確認すること。</li> <li>調査実施を通して競合する土壌改良剤との優位性が確保されることを確認すること。</li> <li>国内外の輸送体制が通常通り運営され、現地でインフラが計画通り整備される。</li> </ul>				



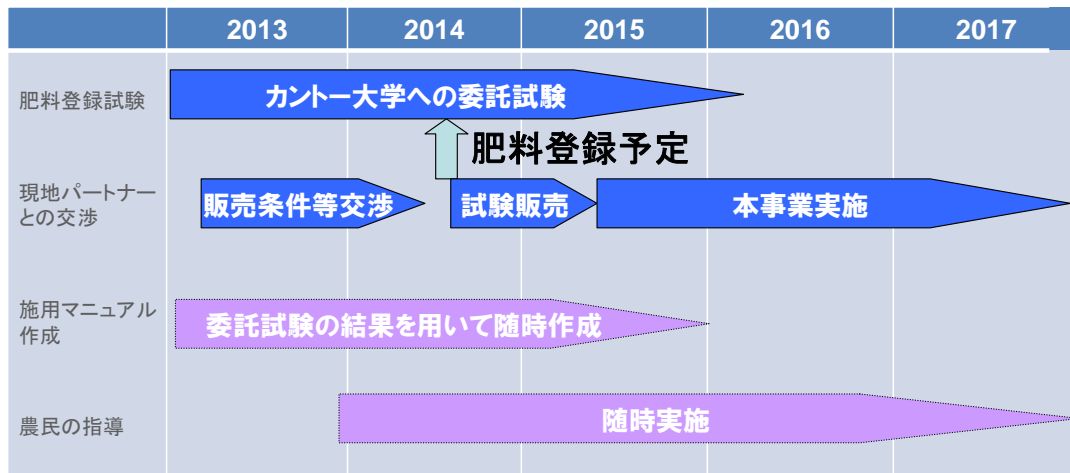
### 6-6 本事業を実施する上で想定される課題と対策

本事業を実施するにあたり、①農民が本資材の使用方法を十分理解していない、②低所得層の農民にとって新たな農業資材の購入による資金の支援といった課題が現状では考えられる。

これに対し、①農民にも使用可能なマニュアルを作成する、②ベトナムに存在する共同体による資材を一括購入し、収量増加分の何%かを作物で返却するなどの仕組みが考えられる。

### 6-7. スケジュール

想定されるスケジュールは以下の通りである。



まずカントー大学で実施している実証試験を用いて、肥料登録を優先して行う。同時に、現地パートナーの選定、販売技術マニュアルなどの整備等を行う。

### 6-8. 国際協力機構(JICA)との連携可能性

6-1から6-6までの中で記載してきた事項には民間企業単独では解決し得ない大きな課題が二つある。一つは物流の効率化、もう一つは農民の土壌改良の有効性に対する理解の醸成である。これらの活動に関しては民間企業単独では限界があり、国際協力機構殿に御助力頂けると地域住民の農業技術向上と生産性の向上の2つの目的を達成できる可能性がある。

いずれも直接的な本事業への投資ではないが、下記のような内容で連携の可能性が考えられる。

物流の効率化については、船舶のみしかアクセスできないような土地へ車でアクセスできるようなインフラを整備することが挙げられる。なぜならメコン川に沿って上流に向かうにつれ、航行できる船の大きさが小さくなり、物流の効率が低下するからである。コメの輸送に関してはメコンデルタの各地域からカントー市へ集まってくるという物流が構築されているようであるが、一方でカントー市からメコンデルタ各地への物品の流れは十分ではないと思われる。農民に聞き取り調査した際にも「自動車が無いため肥料を買いに出かけることができないが、徒歩圏内に肥料販売店があれば」といった意見も少なからず聞かれた。現状ではカントー市から AnGi ang 省の省都であるロンエンまでの道路道整備が本事業との連携のみを考えると有用である。

また、6-4 c (a) 及び (b) おいて触れたが、農民の酸性土壌や塩類土壌を改良することによる収量改善という概念は十分に浸透していない。よって、本資材の市場開拓が思うように行かない可能性が懸念され、リスクとして挙げたが、この部分については農業/農村開発の分野における無償資金協力において、一般農家に対する研修の支援などの可能性が考えられる。



## Case.2 インドネシア

### 1. インドネシアの一般概況

インドネシアはASEAN 加盟国の全国土面積の 40%強、人口(2 億 3 千万人)で 40%前後と、ASEAN 現加盟国 10 カ国の中で最大の面積と人口であり、ASEAN の政治経済に大きな影響力を持つ。

また、農水産物の一大生産国であるが、人口も非常に多いため消費量も多く自給できている主要農作物は少ない。更に、インドネシアの主食であり、最重要農産物であるコメの国内需給は、世界のコメ需給に与える影響が大きいといえる。

#### 1-1. 自然

##### a. 国土

インドネシアは北緯 6 度 8 分から南緯 11 度 15 分、東経 94 度 45 分から 141 度 5 分に位置し、東西 5,100km、南北 1,900km の世界最大の群島国家であり、面積は 1,922,570km<sup>2</sup>(日本の 5.1 倍)である。また、アジアとオーストラリアの 2 大陸間及びインド洋と太平洋の 2 大海洋に位置し、かつて「オランダ女王の首飾り」と称された。



図-1 インドネシアの地域区分

(Google Earth より引用)

国土面積は 186 万 km<sup>2</sup> で 33 の州からなり、主な島の面積は最大のカリマンタン(ボルネオ)島が 51 万 km<sup>2</sup>、スマトラ島 45 万 km<sup>2</sup>、スラウェシ島 19 万 km<sup>2</sup>、ジャワ島 13 万 km<sup>2</sup> となっている。

##### b. 気候

熱帯性気候で赤道付近に位置するため、季節の変化はなく、雨季と乾季の 2 つに区分される。12 月から翌年 3 月頃までが雨季の中心期間で、6 月から 9 月までが乾季の中心期間とされるが、近年はエルニーニョ現象やラニーニャ現象の影響を強く受け、雨季と乾季が明確に分かれない年もある。年平均気温は 27°C、湿度は 73.4%~87.6%、降雨量は地域によって幅があり、年間平均 105mm から 3,375mm となっている。

## 1-2. 社会

### a. 人口・民族

総人口は 237,600 千人であり、人口増加率は 1.18%(2009/2010)である(Statistical yearbook Indonesia 2010、以下、中央統計局 2010 より)。

人口の大部分はマレー系であるが、民族については 300 以上の民族からなるといわれており、主なものは、ジャワ族(中・東部ジャワ)、スンダ族(西部ジャワ)、ミナンカバウ族(西スマトラ)、バタック族(中・北スマトラ)、アチェ族などである。公用語はインドネシア語であるが、ジャワ語、スンダ語など地方、民族により多様な地方言語がある。

### b. 宗教

全人口の 88.6%がイスラム教徒であり、世界最大のイスラム教徒人口を抱える国であるといわれているが、インドネシアでは国教とはなっておらず、憲法により信教の自由が認められている。イスラム教に次いでキリスト教 8.9%、ヒンズー教 1.7%、仏教などその他 0.8%となっている(中央統計局 2010 年より)。

## 1-3. 経済状況

### a. マクロ経済動向

2010 年のインドネシア経済は、堅調な民間消費に加えて、過去最高を更新した貿易、投資が成長の原動力となり、実質国内総生産(GDP)成長率は前年比 6.1%に達した。

### b. 消費・貿易・投資の動向

#### (a) 消費

インドネシアの GDP の約 6 割は民間消費によるもので、民間消費が経済成長を支えている構図である。自動車、液晶テレビなどの販売が好調に推移しているが、中間層の増加がこれらの消費を牽引している。2010 年のジャカルタ特別州の 1 人当たりの GDP は 9,901.87 ドルである。

#### (b) 貿易

2010 年の輸出は、前年比 35.4%増の 1,577 億 3,300 万ドル、輸入は 40.1%増の 1,356 億 600 万ドルに達し、輸出入共に過去最高を記録した。商業大臣によれば、2011 年の非石油・ガス輸出は前年比 12~15%増に達する見通しである。この伸びを牽引するのは、自動車関連、履物、繊維・繊維製品、ヤシ製品、カカオ部門等への投資と見ている。輸出先としては、米国、欧州などの先進国向けは現在の水準を保ち、アジアを中心に成長地域への輸出を強化するとしている。

#### (c) 投資

投資調整庁(BKPM)の発表によると、2010 年の直接投資額は外国投資が前年比 52.0%増の約 162 億 1,480 万ドル、国内投資が 60%増の約 228 億 4,316 万ドルを記録している。外国投資の分野別では、運輸・倉庫・通信が 50 億 4,620 万ドルで全体の約 3 割を占めて最大となり、以下、鉱業(22 億 2,930 万ドル)、電気・ガス・水道(14 億 2,840 万ドル)、不動産・工業団地・商業ビル(10 億 5,020 万ドル)、食品(10 億 2,590 万ドル)と続いた。国別では、シンガポールが 50 億 570 万ドルで最も多く、英国(18 億 9,210 万ドル)、米国(9 億 3,080 万ドル)、日本(7 億 1,260 万ドル)、オランダ(6 億 830 万ドル)と続いた。

#### 1-4. 農業について

##### a. 農業概要

農林水産業就業人口は、2007年は4,121万人(中央統計局2010年より)で8年前の1999年の3,838万人に比べて増加している。

農園の経営構造について、大規模土地所有が認められなかったインドネシアの歴史を反映し、自営業や家族農業が主体の小規模農園が大半で、全体の80%超を占める。

インドネシアの農作について、水田における作付けは降雨量の変化に合わせて行なわれている。降雨を伴う西季節風となる10月中旬から4月までの雨季には全土で稲作が行なわれ、東季節風となる乾季には降雨量が少なくなるため、灌漑施設が整備されている地域を除いてはパラウイジャヤ作物と呼ばれる主食であるコメに準ずる食用作物の栽培が行なわれるケースが多い。

また、1990年代に行われたメガライスプロジェクトと呼ばれる農地開拓事業の中で、カリマンタン島やスマトラ島において多くの熱帯泥炭湿地林が開墾された。I-1で述べた通り熱帯泥炭湿地林の開墾は土地の硫酸酸性化を招くことが多い。硫酸酸性化した農地では作物の生育が著しく悪く、生産性の低い土地での農業を強いられる農民の貧困や、農業を放棄し違法伐採など地域の問題として顕在化している。このようなメガライスプロジェクトにより開墾された農地、または耕作放棄地に対して本資材を導入することにより、就農を促しプロジェクト実施地域の貧困問題などの解決につなげていくことを目指す。本プロジェクトは熱帯泥炭湿地林が開墾され、水田とされている土地が多く存在するスマトラ島を対象として調査をおこなう。

##### b. 農業生産

インドネシアでは食用作物としてコメと、上述のパラウイジャヤ作物と呼ばれるトウモロコシ、大豆、キャッサバ、サツマイモ、落花生、緑豆の7作物が主に栽培されている。

2010年のコメの作付面積は1,287万haと前年比では1万ha程度減少しているが、2006年比では100万ha以上拡大している。また2010年のインドネシア統計局の数字によると、ジャワ島の作付面積は全体の41%を占めている。2010年の1ha当たりの全国平均単位収量は50.62キントル(1キントル≒100kg)であり、前年比1.3%増となっている。

パラウイジャヤ作物については乾季の裏作用作物として栽培され、畑作地帯などで農家の食料源・収入源として重要な役割を果たしている。

インドネシアにおいては、食用作物以外にも園芸作物やエステート作物と呼ばれる換金性の高い作物が栽培されている。園芸作物は果物や野菜が、一方でエステート作物には、アブラヤシやサトウキビ、コーヒーなどがあたる。

エステート作物は、生産者にとって重要な換金作物として位置づけられていると併に、インドネシアにおける輸出作物として外貨獲得に大きな役割を果たしている。

主要製品の2010年生産量(中央統計局の推定)は、アブラヤシ(パームオイル原油=CPO)が1,980万トン、サトウキビ269万トン、コーヒー68万トン、茶15万トンなどとなっている。この数字を見ても分かるとおり、インドネシアにおいてアブラヤシ栽培、つまりオイルパーム産業は農民だけでなくインドネシア国家の政策課題としても非常に重要な産業となっていることが明らかである。

また、CPOについて、インドネシアは2007年にマレーシアを追い越し世界最大のCPO生産国となった。2007年におけるマレーシアのパーム農園面積は120万haでCPOは1,582万トン、それに対してインドネシアは、676万haで1,766万トン(2010年は約782万haで1980万トン)となっている。

2010年のデータにより、パーム農園面積を地域別で見ると、スマトラ島が一番多く545万ha、次いでカリマンタン島が180万haとなっている。

## 2. インドネシアの市場環境に関する調査

### 2-1. インドネシアの関連法規

製鋼スラグは肥料または土壌改良材としての販売を検討しているため、インドネシア国内における肥料・土壌改良材に関する法律についても調査を行なった。また、インドネシア国内で製鋼スラグは廃棄物、特に危険・有害廃棄物として取り扱われている。そこで、廃棄物やその取り扱いに関連する法制度を調査した。

#### a. インドネシアの肥料登録の成分基準について

肥料販売のためには肥料登録許可(Fertilizer entry permit)が必要である。登録に先立ち、下表に示すような産業省と貿易省が定めたインドネシア国家基準(National standard)の成分基準を満足する必要がある。

表-1 土壌改良材の基準

項目	単位	測定方法	
		固体	液体
効果成分	%	各自設定	各自設定
含水率	%	2-10	
陽イオン交換容量	cmol/kg		
塩基数(pH)		4-8	4-8
重金属類			
As(ヒ素)	ppm	≤10	≤2.50
Hg(水銀)	ppm	≤1	≤0.25
Pb(鉛)	ppm	≤50	≤12.5
Cd(カドミウム)	ppm	≤10	≤2.50

一般的な肥料登録のプロセスは2. 登録申請書類を農業省へ提出し、3. 農業省の管轄する土壌肥料研究所において、栽培試験を実施、4. 登録といったプロセスである。ただし、本事業において肥料登録を行なうには手順1として、環境省から製鋼スラグの輸入許可を得ることが必須となる。

上記の基準に加え、インドネシアにおいて肥料として登録する際に下記のような成分基準を満たすことで各肥料として分類、登録される。

表－２ インドネシア政府の定める肥料の含有成分基準

養分の種類	固形マクロ 養分肥料		液体マクロ 養分肥料		固形マイクロ 養分肥料		液体マイクロ 養分肥料		(参考) 製鋼ス ラグ
	単体	混合	単体	混合	単体	混合	単体	混合	
窒素(合計)	SNI 準 拠	N, P205 及び K20	Min20 %	N, P205 及び K20	-	-	-	-	-
リン酸(P205)	SNI 準 拠	合 計 Min30%	Min8%	合 計 Min30%	-	-	-	-	3.8%
カリウム(K20)	SNI 準 拠		Min15 %		-	-	-	-	-
亜鉛(Zn)	-	Max0.05%	-	Max0.25%	SNI 準 拠	Min0.5%	-	Min0.25%	未実施
ホウ素(B)	-	Max0.25%	-	Max0.125%	SNI 準 拠	Min0.25%	-	Min0.125%	未実施
銅(Cu)	-	Max0.50%	-	Max0.25%	SNI 準 拠		-	Min0.25%	未実施
マンガン(Mn)	-	Max0.50%	-	Max0.25%	SNI 準 拠	Min0.5%	-	Min0.25%	5.3%
モリブデン (Mo)	-	Max0.001%	-	Max0.001%	SNI 準 拠	Min0.001 %	-	Min0.001%	未実施
コバルト(Co)	-	Max0.002%	-	Max0.0005%	SNI 準 拠	Min0.002 %	-	Min0.0005%	未実施

また、無機肥料内の有害物質として下記の通りの重金属の最大含有量規定がある。

表－３ 肥料に含まれる重金属の最大量基準

		(参考) 製鋼スラグ溶出
砒素(As)	100 ppm	<0.001 mg/l (検出限界以下)
水銀(Hg)	10 ppm	<0.0005 mg/l (検出限界以下)
カドミウム(Cd)	100 ppm	<0.005 mg/l (検出限界以下)
鉛(Pb)	500 ppm	<0.001 mg/l (検出限界以下)

製鋼スラグの含有成分について前章にて触れたが、製鋼スラグの成分をこれらの基準と比した場合、製鋼スラグは有効成分については一部、有害物質については十分に基準を満たす成分組成である。有効成分については、検出検査を実施していない成分もあるため、今後順次進めることとする。

b. 廃棄物に関連する法律

インドネシアにおける廃棄物関連の法律は、特にバーゼル条約を批准した後に、危険・有害廃棄物(危険物と毒物/ Bahan Berbahaya dan Beracun をあらわすインドネシア語の頭文字を取り、B3 廃棄物と呼ばれている)を中心に、整備されてきている。1982年に制定され、1997年に抜本的に改

正された環境管理法 (Environment Management Act、No. 23, 1997) を頂点に、次の関連法令がある。

【政令】

- ・ 1999 年政令第 18 号 Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun
    - ◇ (危険・有毒廃棄物の管理)
- 以下、14 の政令

【大統領令】

- ・ 1993 年大統領令第 61 号 Pengesahan Basel Convention on the Control of Transboundary Movement of Hazardous Wastes and their Disposal
  - ◇ (バーゼル条約の批准)
- ・ 2005 年大統領令第 47 号 Pengesahan Amendment to the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal
  - ◇ (バーゼル条約改正案の批准)

これら有害廃棄物の管理についての基本的枠組みは、1994 年政令第 19 号ではじめて定められ、1995 年政令第 12 号で部分的に修正された。これらを抜本的に改正したのが、1999 年政令第 18 号であり、その一部を修正したのが、1999 年政令第 85 号である。

一方、有害廃棄物以外の廃棄物や、家庭から廃棄物の処理・処分を主たる対象としている法律は現在の所存在していない。また、リサイクルに関する法律も整備されていない。

2004 年から 2009 年までの国家中期開発計画によると、B3 廃棄物の管理システムとメカニズムを発展させるとともに、B3 の管理施設を一つ以上設置することがプログラムとして述べられている(第 14 号)。一方で一般廃棄ゴミについては、4R 原則と呼ばれる減量、再利用、回復、リサイクル (reduce, reuse, recover, recycle) へのパラダイム変換によって、2025 年に「廃棄物ゼロ」に近づける努力が行われるべきだと指摘されている。具体的には、①発生源においてごみを減量し、②有機物と非有機物のごみに分別し、③すべての有用な物質を取り出すことに努め、④非有機物をリサイクルして、新製品に利用し、⑤有機物を利用して、バイオガスなどのエネルギーに換え、⑥衛生理め立ての対象にするというものである。

c. 廃棄物・リサイクル関係の省庁

(a) 環境省 (Kementrian Lingkungan Hidup)

環境省では、家庭廃棄物については環境汚染評価局の家庭および中小企業汚染評価課、有害産業廃棄物については B3 管理規制局が担当している。B3 廃棄物に関しては、環境省に許可権が集中しており、地方政府(州、県)には、単に監督権限 (pengawasan) が認められているにすぎない。また、バーゼル条約の地域センターも環境省の中に置かれている。インドネシア国内のみならず、東南アジア地域での有害廃棄物の管理に関する能力向上に取り組むことが期待されている。現行法では製鋼スラグは B3 廃棄物として区分されており輸入を禁止されている。

(b) その他

工業省、公共事業省、技術評価応用庁などの工業廃棄物に関係があると考えられていた省庁については B3 廃棄物に対して特段の権限・対策を行っていないのが現状である。

#### d. 廃棄物・循環資源の輸出入実例

インドネシアは、1993年7月12日付の大統領決定第61号によって、バーゼル条約を批准し、1994年に有害廃棄物に関する政令を制定した。2005年7月には、先進国から発展途上国への有害廃棄物の輸出を禁止するバーゼル条約改正案を批准する大統領令が出されている。

一方で、有害廃棄物等の輸入に関する摘発も報告されている。2004年には、シンガポールから輸入・野積みされていた「肥料」が有害廃棄物ではないかと通報があり、検査を行ったところ、金属の含有量が高かった。そのためインドネシア政府は有害廃棄物とみなし、シンガポール政府に持ち帰るように求めた。シンガポール側は有害廃棄物とはみなせないと主張としたものの、バーゼル条約事務局の仲裁が行われ、各国の有害廃棄物の定義の違いにより生じた問題であることを確認したうえで、シンガポールへ送り返されることとなった。また、2005年には、イギリスから古紙という名目で、廃プラスチック、使用済み有害化学物質用容器等が混入したコンテナがインドネシアへ輸出され、2005年3月末にイギリスに送り返された。これらのような事件がインドネシア国内で起きていることもあり、インドネシア環境省は廃棄物の輸入に対して非常に慎重にならざるを得ないということが推察される。

以上のように、製鋼スラグの輸入に際し、製鋼スラグがB3リストの対象に指定されていることが大きな障害となっている。この指定が外れない限りは製鋼スラグを輸入・使用というスキームは組めない。一方で現在インドネシア国内の製鋼スラグをB3リストの対象から除外しようとする動きもあり、インドネシア国外の製鋼スラグをインドネシア国内で取り扱えるか否かは環境省の動き次第である。

ただし、現在インドネシアでスラグと呼ばれている物質は電炉スラグであり、本事業の対象としている製鋼スラグとは成分が異なること、有害物質が含まれる可能性が製鋼スラグより高いことには注意が必要である。

### 2-2. 市場性調査・市場価格調査

#### a. インドネシア肥料業界の現状

インドネシアの肥料メーカーは政府が所有しており、経営方針は政府の方針に依存している。政府の方針は、2015年までに食料自給を達成する目標という大きな目標の下、生産量の増大に直結する、肥料工場を強化する政策の実施を試みている。しかしながらインドネシアではガス不足により肥料業者が操業停止に追い込まれたケースがある。このようなガス不足により目標を達成できないリスクもある。

肥料の生産能力については、表-4の通りである。政府がNPK肥料の施用を推奨していることもあり、NPK肥料の生産能力は2003年から2007年にかけて3倍の生産能力となっている。一方で硫安(ZA)とリン酸肥料(TSP/SP-36)の生産能力は増えていない。

表－４ インドネシアの肥料生産能力の変遷(単位トン)

年	尿素	ZA	TSP/SP-36	NPK
2003	7,517,000	650,000	1,000,000	300,000
2004	7,517,000	650,000	1,000,000	360,000
2005	8,030,000	650,000	1,000,000	460,000
2006	8,030,000	650,000	1,000,000	460,000
2007	8,030,000	650,000	1,000,000	910,000

Source : PT PUSRI, PT PKG, PT PKC, PT PKT, PT PIM

ZA : Ammonium sulphate(硫安)、TSP/SP-36 : リン酸肥料

b. 肥料の需要について

表－５より、現状では肥料の需要はほぼ尿素であるといつて過言ではない。NPK 肥料は作物の生産量を向上させる著しい効果があるものの、高価であるため、需要は拡大していないようである。

業種別の尿素消費量を見ると、食用作物生産(コメ、トウモロコシ)が全消費量の 62%を消費しており、小規模生産農家が 21.1%を占めている。消費率に違いはあるものの、作物生産業の肥料消費量が多いのは、硫安や NPK でも同様である。

表－５ 各種業界の肥料の使用量(単位トン)

業界	Urea	TSP/SP 36	ZA	NPK
食料生産	2,795,000	461,367	297,870	445,585
園芸	396,326	39,173	121,475	62,809
小規模農家	948,745	240,925	278,993	191,605
畜産	12,699	1,079	1,661	0
魚の養殖	147,231	57,456	0	0
貯蔵	200,000	0	0	0
合計	4,500,000	800,000	700,000	700,000

c. インドネシアにおける肥料の価格について

インドネシアにおいて肥料は作物に重要であることから、政府によって生産量、生産品目、価格や流通がコントロールされている。肥料には補助金つきのものでないものがあり、補助金つきの肥料は政府が定めた最高小売価格(Highest retail price :HET)で調達、流通されている。

最高小売価格は尿素が 0.126USD/kg、SP-36(リン酸肥料)が 0.163USD/kg、ZA(硫安)が 0.111USD/kg、NPK が 0.126USD/kg である。この価格は 2005 年に農業大臣令 2005 年 No505 に基づいて見直された。小売業者と流通業者は手数料をそれぞれ得ており、その手数料は小売業者が 5%、流通業者が 3%である。HET の価格構造は表－６、７の通りである。



表－6 各肥料の最高小売価格 (HET) 単位 USD/kg

年	尿素	ZA	SP36	NPK
2004	0.126	0.111	0.163	0.184
2005	0.126	0.111	0.163	0.184
2006	0.126	0.111	0.163	0.184
2007	0.111	0.100	0.147	0.168
2008	0.126	0.111	0.163	0.184

1 USD=9500Rp で換算

表－7 各肥料の最高小売価格の構成 単位 USD/kg (出展：農業省)

肥料の種類	最高小売価格 HET	小売 手数料	卸価格	運賃	流通 手数料	流通 販売価格
尿素	0.126	0.006	0.120	0.008	0.004	0.107
SP-36	0.163	0.008	0.155	0.008	0.005	0.141
ZA	0.114	0.006	0.105	0.008	0.003	0.093
NPK	0.182	0.009	0.175	0.008	0.006	0.161

1USD=9500Rp にて換算

(注：小売手数料には倉庫への荷卸の手数料も含む)

運搬費の高騰により、最高小売価格では利鞘が確保できないため、HET 以上で販売されることが度々報告されている。本事業の対象地としている Jambi 州のジャンビ中央市場近くにある肥料小売店 2 軒において聞き取り調査を行ったところ、水田への施肥はドロマイトと酸化マグネシウムの二つを撒くという施用をすることであった。更に、尿素が 50kg で 8.421USD、ドロマイトが 50kg で 4.210-5.263USD、酸化マグネシウムが 20kg で 2.105-3.158USD という情報を得た。サンプル数が少ないため、これらがこの地域の一般的な肥料の価格と断定はできないが、HET と比して 1.2 から 1.3 倍の価格で販売されており、肥料価格を考える上で参考となる価格である。

また、農民からの支払形態も多様化しており、直接取引ではなく収穫の後に肥料代を支払うことも多いとのことであった。

### ジャンビ市場近くの肥料店の様子



肥料販売店の様子 1



肥料販売店の様子 2

### 2-3. 製鋼スラグに関する聞き取り調査

#### a. 農業省・林業省

農業省と林業省それぞれにおいて今回の事業性調査の内容を説明し、製鋼スラグの有用性の理解と、今後の事業展開していく際のアドバイスを求めた。農業省と林業省、いずれの省においても酸性硫酸塩土壌の有効利用については重要な課題の一つと認識しており、製鋼スラグという資材の有用性とその潜在需要については賛同を得られた。同時に利用には環境省からの製鋼スラグの輸入許可の取得が必要であるとのコメントを得た。製鋼スラグ使用にあたり、法律上の問題はあつたものの酸性硫酸塩の土壌において農作物の栽培や植林を可能にする、つまり酸性度を緩和する肥料や土壌改良材に対するニーズが想像以上に大きいことも同時に判明した。

#### b. ジャンビ州のステークホルダー

ジャンビ州のステークホルダーとしてジャンビ大学の Asmadi 教授に製鋼スラグ資材の説明と事業を行う上でのアドバイスを求めた。得られた意見としては、酸性硫酸塩土壌の土壌改良という効能については非常に興味深く、輸入できるものであれば是非使用してみたい。というものであつた。ジャンビ州は硫酸酸性土壌に起因する低生産性の水田が多く分布し、コメの需要を満たせず、他の州から買い付けているとのことであつた。さらに、概して低生産性の水田しか持たない農民の収入は低いという状況である。その収穫量は 0.5t/ha とのことなので、インドネシアの BOP の基準では、これら低生産性の水田しか保持しない農民は BOP 層に分類されるということが判明した。インドネシアの BOP 層についての考察は以下に詳細を示す。

### 2-4. インドネシアの BOP 層について

#### a. インドネシアの貧困ラインについて

インドネシアにおける貧困ラインは、1999 年までは「1 日 2,100kcal を満たす基礎的食料」の購買力を基準としていたが、1999 年に食料以外の生活必需品も基準に加えられた。貧困ラインは、国家及び州レベルで定められており、これを満たさない人が「所得貧困 (Income Poverty)」と定義される。2009 年の全国平均貧困ラインは、月当たり 1 人 200,282 ルピア (約 20US\$) である。

## b. 貧困率の推移

インドネシア経済は、日本を中心とする外国資本の製造業進出し、その発展に伴い多くの貧困層を労働力として吸収し、彼等の所得レベルを引き上げた。庶民の購買力が向上するに伴い、非貿易産業が隆盛し、国民の所得レベルが更に上昇する好循環が生じた。しかしながら図-2に示すように、タイバーツ暴落に端を発した1997年のアジア経済危機の影響を受け、貧困率はその後急上昇したが、2005年には16%とようやく危機直前の水準にまで下がっている。このように、貧困層の生活は依然脆弱である。

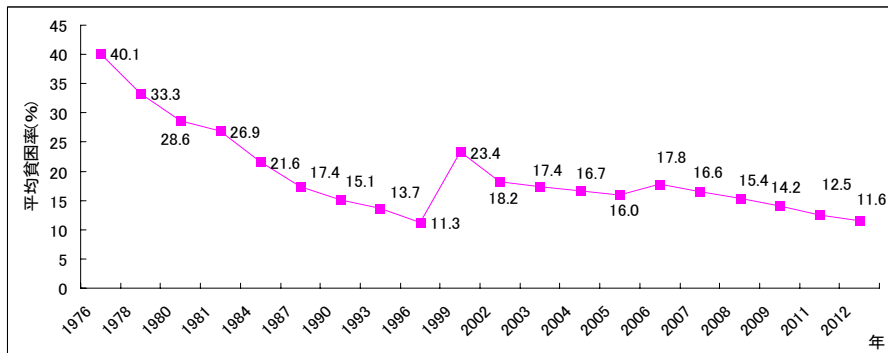


図-2 インドネシアにおける貧困率の推移

## c. インドネシアにおける貧困の特徴

### (a) 貧困ライン近辺に人口の40%が集中している

上記のように、インドネシアの貧困率は、15%近くに減少しており、貧困層対策の重要度は低下している印象を受ける。しかしながら、インドネシアにおける貧困の問題は、経済危機や災害、疾病などの突発的要因により、貧困ライン以下に落ち込む一時的貧困層が大きいことである。

表-8 非貧困世帯と貧困世帯の分布

		2004				
		非貧困世帯		貧困世帯		合計
		百万世帯	割合	百万世帯	割合	百万世帯
2003	非貧困世帯	156	92%	13	38%	170
	貧困世帯	14	8%	21	62%	35
	合計	170	100%	34	100%	205

※ 色づけ部分は一時的貧困層と考えられる世帯数とその割合

表-8に示すように、2003年に非貧困世帯とされた世帯のうち1,300万世帯もの世帯が翌年には貧困世帯となっている。逆に2003年には貧困世帯とされた世帯のうち、1,400万世帯が翌年には非貧困世帯となっている（表-8中で色づけされた数字）。つまり世帯数の46%に当たる世帯が貧困ライン（1日あたりの消費額が購買力平価で1.55US\$）をはさんだ1日あたり消費額が購買力平価で1US\$から2US\$（2006年の価格で月当たり97,218ルピアから194,439ルピア）の間に集中していると考察される。すなわち、インドネシアの貧困率は低下しているものの、一時的貧困層の割合が大きく、貧困から完全に脱却した中間層が増えているとはいいがたいといえる。

(b) 地域格差が大きい

1万7,000を超える島からなるインドネシアは、地域毎の社会的、経済的条件が大きく異なり、貧困率にも地域差がある。貧困率は開発が遅れているインドネシア東部のパプアや、テンガラ、マルク州において高く、開発が進むジャワ島や資源が豊富なカリマンタンの貧困率は低い。

しかし、貧困率の高いインドネシア東部の地域は人口密度が低いため、貧困層の絶対数では人口が多いジャワ、スマトラ、バリ島で約80%(約2,600万人)を占めている。他方、ジャワに比べ貧困率が2倍であるパプア、テンガラ、マルク州の貧困人口は合わせて370万人(10.1%)に過ぎない。

インドネシアにおける主要地域の貧困、衛生、栄養に関する指標を比較したものが下表である。貧困や衛生/栄養問題は東部において深刻だが、低所得者の絶対的多数は西部にいる。

表-9 各地域の貧困調査の結果

	単位	西部					東部	
		スマトラ	ジャワ/ バリ	カリマンタン	スラウェシ	テンガラ/ マルク	パプア	
人口	百万人	21.36	131.7	11.9	15.6	10.3	2.5	
人口密度	人/km <sup>2</sup>	109	980	21	80	62	6	
貧困率	%	23.9	15.7	11.0	16.7	26.1	38.7	
貧困人口	百万人	5.1	20.7	1.3	2.6	2.7	1.0	
総貧困人口比率	%	21.8	57.3	3.6	7.2	7.4	2.7	
平均寿命	才	69.3	71.7	69.3	69.4	66.7	68.4	
乳幼児死亡率	人/1,000人	31.7	25.0	31.8	31.2	41.9	34.9	
栄養不良児	%	28	23	34	28	35	18	
水へのアクセス	%	54	58	46	56	53	43	
衛生施設	%	45	55	44	49	34	31	

2-5. Jambi州の農家への聞き取り調査

上記ジャンビ大学教授の情報より、Jambi州の硫酸塩酸性土壌において農業を営む農民はBOPに分類されるという可能性が強く示唆された。

そこで市場性調査の一環として、インドネシアJambi州、Rantan Rasau地域の元村長へインタビューを実行し、需要調査を行なった。

このインタビューから、プロジェクト対象地域は他の地域と比べて生産性が低く、効果が高く安価な肥料が求められていることが判明した。コメの収穫は年1回0.263USD/kgで販売されるとの情報も得られた。収穫量は正確な数字を入手できなかったが、収穫量を0.5t/ha、所有水田面積2haであると仮定し、世帯人数は2人との情報をあわせると、 $0.5t/ha \times 2ha \times 1000 \times 0.263USD/kg \div 2$  人一人当たりの月収は約11USDとなり上記の基準を踏まえ、この地域の有力者についてもBOP層に分類されることが判明した。

一方で、肥料を購入する場合の基準は0.210USD/kgとなるとインタビュー中であつた。収入と比べて非常に大きな金額であると感じられたが、施肥の重要性を認識しているためであると推察される。

上記の通り収入に占める肥料の割合が高いという状況で、新規の肥料を導入することは非常にハードルが高いと考えられる。しかし一方で、製鋼スラグの施用効果により収量が増加すれば、結果として収入は増加すると考えることもできる。よって、どの程度の収入増加が予想されるかを特定し、その範囲で価格を設定することができれば、このハードルはそれ程高くないという可能性が示唆された。

#### 2-6. Jambi 州とジャカルタ特別州の農産物価格の比較

インドネシアにおいて、食料品はスーパーマーケットやパサールと呼ばれる公設市場、トコと呼ばれる個人商店、ワルンと呼ばれる移動商店や零細個人店で消費者の手に渡ることが一般的である。各取引形態別の取引量は公設市場や個人商店が圧倒的に多い。但し、この比率は近年の経済成長に伴う中間所得者層の拡大に伴い変化しつつあり、現在はスーパーマーケットを通じた取引量が増加する傾向にある。一般的に流通の構造上、大量購入し輸送コストを抑えるスーパーマーケットが最も小売価格が低く抑えられる。次いで生産者が直接持ち込むケースが多い市内中央部の市場の小売価格が安く、郊外の市場の価格が最も高くなると言われている。

今回の事業性調査はコメという農産物を対象として、低所得である農民を対象としているため、大量一括購入で輸送コストを低減させているスーパーマーケットではなく、公設市場を中心に農産物品の詳細な市場価格調査を行なった。ジャンビとジャカルタの中心部の市場の小売価格について聞き取り情報を基に表-10-1へまとめた。ジャンビの中央市場については、商品により差はあるが、2~3軒聞き込みを行いその平均値を価格とした。これを見る限り、唐辛子、赤玉葱、白玉葱やジャガイモは明らかにジャカルタの方が高い。それ以外の商品の価格に大きな差は見られないが、概ねジャンビの方が安価であるといえる。

表-10-1 ジャンビとジャカルタそれぞれの市場における価格の比較

1USD=9,500Rp とする

商品	ジャンビ中央市場		ジャカルタ(都心部の市場)	
	価格(USD)	単位	価格(USD)	単位
唐辛子	1.579<<	kg	3.435	Kg
赤玉葱	0.842<<	kg	1.684	Kg
白玉葱	0.632<<	kg	1.263	Kg
ジャガイモ	0.526<	kg	0.947	Kg
ココナッツ	0.316	pcs	データなし	
鶏肉	2.947	pcs	2.842	Pcs
トマト	1.000<	kg	1.053	Kg
鶏卵	1.737	kg	1.789	Kg
ニンジン	0.842	kg	0.737	Kg
コメ	0.789<	kg	0.842	Kg
牛肉	7.895	kg	8.421	Kg
魚(Mas)	1.579	kg	1.474	Kg
魚(Gurame)	3.158<	kg	3.368	Kg

(2012年1月27日ジャンビ、同年2月2日ジャカルタで実施した聞き取り調査による)

また、今回の調査では、市街地からはなれた地域の農民を購買層として想定するため、ジャンビの市内中心部から離れた市場(市内中心部から車で1時間程度)においても価格調査を実施した。その結果を表-10-2に示す。

表-10-2 ジャンビの中心部と郊外それぞれの市場における価格の比較

1USD=9,500Rp とする

商品	ジャンビ中央市場		ジャンビ郊外市場	
	価格 (USD)	単位	価格 (USD)	単位
唐辛子	1.579	kg	1.789	Kg
赤玉葱	0.842	kg	0.947	Kg
白玉葱	0.632	kg	0.421	Kg
ジャガイモ	0.526	kg	データなし	
ココナッツ	0.316	pcs	データなし	
鶏肉	2.947	pcs	データなし	
トマト	1.000	kg	0.842	Kg
鶏卵	1.737	kg	データなし	
ニンジン	0.842	kg	データなし	
コメ	0.789	kg	0.842	Kg
牛肉	7.895	kg	データなし	
魚(Mas)	1.579	kg	1.053	Kg
魚(Gurame)	3.158	kg	2.105	Kg

表-10-2 から、中央と郊外とでは販売している商品の種類が減少している。さらに作物によって価格の高低はあるが、同一の食品の価格が上がっていく作物(平均で1割弱の価格上昇)もあった。

この点に関しても聞き取り調査を行なったところ、以下のような回答が得られた。

- ・ 中央の市場へは地方から直接持ち込んで農民が直接売るケースが多く見られ、流通業者を介した販売ではないため、一部ではスーパーマーケットよりも安く小売されているケースもある。
- ・ 一方で郊外の市場では客が中央の市場より少ないため、農民が直接持ち込むケースが少なく、価格の高いものもある。
- ・ 郊外の市場の近隣で採れる作物以外は中心部の市場で購入し販売している。そのため、輸送の制限から販売量や種類は減少する。
- ・ 輸送コストも価格に反映されるため、中央の市場に比べると総じて価格が高くなる。
- ・ 中央の市場で販売されている作物も元々は地方都市から中央の市場に輸送されている場合があるため、物流が郊外の市場→中央の市場→郊外の市場となり、単純計算すると輸送コストが2倍になっているというケースもある。
- ・ 収穫から販売までの時間が長いため、品質が悪いというケースも散見された(調査協力者のコメント)。



コメの価格については前述の Rantan Rasau 地域の元村長の 0.263USD/kg で販売されているという話と開きがあるが、当該地域の中央の市場までのアクセスが非常に悪いため、輸送すれば 0.789USD/kg で販売できるが、輸送コストが利益以上にかかってしまうので、中央の市場まで出すことができないという可能性や、仲買人に買い叩かれているという可能性も考えられる(いずれも 9,500Rp=1USD で換算)。

この観点から、調査対象地域で生産量が大きく向上すれば、大量輸送でコストを抑えながら、これまで以上の現金収入を得ることができる可能性が示唆された。

ジャンビ市内の市場の様子	
	
ジャンビ中央市場の様子 1	ジャンビ中央市場の様子 2
	
ジャンビ郊外の市場の様子 1	ジャンビ郊外の市場の様子 2

また、肥料についても工場から直接市場規模の大きい都市部に販売されるという、食料品と同じ傾向があり、郊外に行くほど高く販売されるという傾向があるようだ

## 2-7. 実験対象地へのアクセス

### a. 事業対象地へのアクセスについて

ボゴール農科大学の Dr. Suwardi に、プロジェクトの実地試験対象地をご紹介頂いた。実地試験対象地は Rantan Rasau という地域で、Jambi 州の北東部に位置する。酸性硫酸塩土壌が拡がり、試験販売が可能であれば、実施する予定の地域である。

試験対象地までの移動時間は Jambi 市街地から 2 時間半車で移動、40~50 分ボートで移動しその後現地での調査はバイクをチャーターし移動。合計で片道 4 時間前後の道程である。Jambi 市街地からのアクセスはそれ程良くない。

### b. 港湾、道路等アクセスに関わる調査

#### (a) 港湾について

##### ア. Talang Tung タラントウング港

ストックヤードの余地もあり、港湾設備もしっかりしているので、荷揚げ港として最適の可能性はあるが、実地試験対象地から遠いところがネックである。

##### イ. Muara Sabak モラサバ港

実地試験対象地からは近いが、川幅と近くにある近くにあるオイルパーム業者と共同で使用しなければならない状況を考慮し、荷揚げの港としては不適當と考えられる。

##### ウ. Kuala Tungkal クアラトゥンカル港

一旦港に揚げ、小型船に詰め替える中継港としての機能を果たす港といった印象が強かった。ストックヤードがないことはマイナスだが、ここをクリアすれば本事業の物流拠点として適当な港だと思われる。



ジャンビ市街地と各港および聞き取り調査を実施した村との位置関係  
なお、図中の黒線は移動ルートを示している (GPS による測定)



### Talang Tung 港 概要



港の全景。実際に入港した船が荷揚げを行っていた。



ダンプに荷物を積み替えていた。  
左の奥部分に、コンテナが見える。  
このコンテナヤード面積は大きかった(詳細不明)。

### Mura Sabak 港 概要



外洋側はかなり川幅も広い



それ程大きくないが船も航行している。  
この当たりの川幅は既に狭い。

Kuala Tungkal 港 概要



この写真の右手側にクルーザーが係留している



係留所の全景



移動中に遭遇した砂利運搬船①  
製鋼スラグ肥料土壌改良材の運搬はこの形態が  
妥当と思われる。



移動中に遭遇した砂利運搬船②  
喫水線を見る限り過積載と思われる船が多いこ  
とは安全面の課題であると思われる。

## 2-8. 日本における予備試験

### a. 結果概要

インドネシア・スマトラ島・ジャンビ州の強酸性泥炭土壌 (pH3.2) を採取し、農林水産省植物防疫所の許可を受けた上で日本へ輸入し、日本において水稻栽培における製鋼スラグの肥料としての効果を検証する目的で、室内植物培養器内において水稻のポット栽培試験を行った。試験結果を以下に示す。



写真-1. 左製鋼スラグ 7.5 トン/ha 右コントロール (施用無し)

表-11 室内試験結果

条件	籾数	空籾	籾割合 (%)	籾重 (g)	空籾重 (g)
コントロール	727	393	64.88	18.52	4.59
2.5t/ha	1,378	188	87.98	31.60	1.60
5.0t/ha	1,479	291	83.56	35.32	1.97
7.5t/ha	1,890	225	89.36	45.40	1.63

ポット当りの籾重、植物重とも製鋼スラグ施用により、施用無しのコントロールより2倍以上高かった (写真-1)。同様の酸性中和効果のある炭酸カルシウムと比較すると、植物重は同程度であったが、籾重は製鋼スラグが高くなり、製鋼スラグ 7.5 トン/ha 施用区が最も高く、強酸性泥炭土壌での有効性が示唆された。

b. 土壌採取地の状況

土壌を採取した箇所はジャンビ州のアカシア植林が行なわれている土地の脇の泥炭地から採取した。採取を行なった2012年1月26日は季節としては雨季にあたるが、現地住民の聞き取り調査によると、1週間以上降雨がなかったとのことであり土壌の表面は非常に乾燥していた。また、採取した量は200kg程度になるが、上記の通り通常の泥炭土壌より乾燥していたため土壌の量としては300~400kgに当たる。

土壌採取地の状況	
	
アカシアの植林地の脇	表面は乾燥していたが、水路には滞留した水があった
	
乾燥し、表面がひび割れた箇所も見られた	植林地周囲の状況

## 2-9. インドネシアのメタン排出

### a. インドネシアのメタン排出量

1994年の温室効果ガスインベントリーでは、農業起源のメタンガス放出量（家畜も含む）は3,244千トンCH<sub>4</sub>とされている（表-12）。一方、World Resource Instituteによる1990年の推計では2,903千トンCH<sub>4</sub>とされ、そのうち2,039千トンが家畜以外の農業起源とされ、ほとんどが水田からの発生と考えられる（表-13）。

一方、圃場レベルでの報告では、0.6~34.6トンCO<sub>2</sub>eq/ha/seasonと幅広い値が報告されている。環境要因や測定法によって、メタン放出量が大きく異なっている（Hadi *et al.*, 2001）。インドネシアやその他東南アジアは、高温多雨の条件下で2期作以上行われている場所も多く、栽培期間も長いいため、メタン抑制栽培法の効果が高いことが予想される。

本プロジェクトの対象地となるスマトラ島では、平均8.6トンCO<sub>2</sub>eq/ha/seasonであり2期作が行われると仮定すると、17.2トンCO<sub>2</sub>eq/ha/yearの温暖化ガス放出があると試算される。

表-12. インドネシアの温室効果ガス発生インベントリー(1994)

Source and Sinks	CO <sub>2</sub> Uptake		Emission			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO	N <sub>2</sub> O	Nox	
Energy and transportation	170,016	2,396	8,422	6	818	
Industrial Process	19,120		1		0	
Agriculture		<b>3,244</b>	331	53	19	
Forestry and Land Use Change	403,846	559,471	367	3,214	3	
Waste (Landfill)			402			
Total Emission and Uptake	403,846	748,607	6,409	11,968	61	

出展：村松（2009） オリジナルデータは1st National Communication

表-13 インドネシアにおける人為起源のメタンガス発生インベントリー（1990）

Fossil Fuel Extraction	Fuel Combusion	Agriculture		Waste	Total Methane
		Livestock	Other		
527	316	864	<b>2,039</b>	-	3,746

出展：村松（2009）、オリジナルデータはWorld Resouces 1998-99: Environmental change and human health

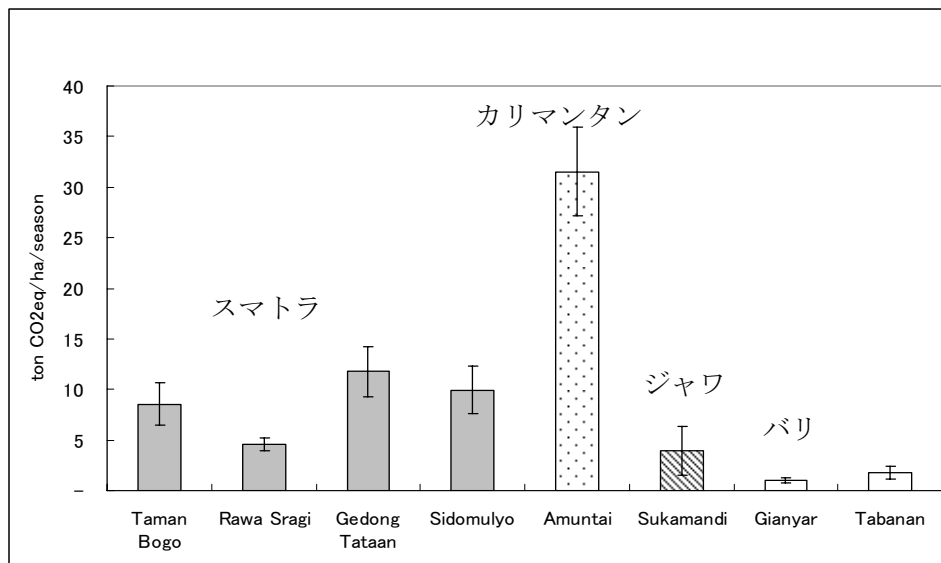


図-3 インドネシアのメタン放出量

b. メタン抑制水稻栽培

水田においてメタン放出抑制に関する様々な栽培法が行われている (IPCC, 2007)。

例えば、中干しや間断灌漑など水位コントロールによってメタン放出量が減少するという報告が多いが (Smith & Conen, 2004; Yagi *et al.*, 1997; Yan *et al.*, 2003)、一方で N<sub>2</sub>O の発生が増加するというデメリットも報告されている (Aulakh *et al.*, 2001)。

含鉄資材を水田に投入することによって、土壌中の有機物分解過程で、鉄が酸化剤として機能し、メタンガス生成量が抑制される。日本や韓国の水田において、製鋼スラグを水田に施用し、メタン抑制と水稻収量増加に効果があることが報告されているが (表-14、Ali *et al.*, 2009a, b; Furukawa & Inubushi, 2004)、熱帯地域での施用例は無い。

表-14. スラグ施用によるメタン削減と収穫増加率

		Ali 2009a	Ali 2009b	Furukawa 2004
メタン削減率	(%)	20~35	20~27	5~30
収穫増加率	(%)	13~18	15~23	-3~34
スラグ施用量	(ton/ha)	1~4	2~20	20

c. インドネシアでのメタン抑制水稻栽培のポテンシャル

本報告では、IPCC (2007) および US-EPA (2006) の報告から、東南アジアでのメタン削減ポテンシャルを推計する (表-15)。中干しと製鋼スラグを組み合わせることで、1億5千万トン CO<sub>2</sub>eq/year の削減ポテンシャルを持つ試算される。

表-15. 通常および抑制栽培を行った場合の温室効果ガスの削減量 (100 万トン CO<sub>2</sub>eq/year)

国	純放出量		削減量	
	ベースライン	中干し	有機物管理	スラグ施用
Bangladesh	47	24	15	9
India	113	53	34	23
Indonesia	237	98	44	47
Japan	29	14	7	6
Philippines	72	32	18	14
Thailand	91	12	26	18
Vietnam	84	13	33	17

出展：US-EPA (2006) を一部改変、スラグ削減率は表 28 の中間値 20%削減で試算

d. 考察

表-15 から有機物管理は 2 期作以上を行う東南アジアでは不適なことも予想されるが、中干しとスラグ施用によるメタン削減は可能であると予想される。スマトラ島の実測値とメタン削減法の減少率の報告から、メタン削減量とそこから得られる排出権を試算すると、110US\$/ha/year となった (表-16)。村松 (2009) は、インドネシアの水田において、経済的な試算により、10US\$/ha で経済的インセンティブが働くと試算している。また八木 (2007) は、30ha 規模、メタン削減量 9 トン CO<sub>2</sub>eq/ha/year の水田灌漑地で、中干しのために必要な水門が 0.88US\$/トン CO<sub>2</sub>eq で設置できると試算している。110US\$/ha/year の排出権による収入は、メタン抑制栽培法の経済的インセンティブになると推察される。

また、製鋼スラグはメタン削減と同時に、収量の増加につながると期待される (Ali *et al.*, 2009a)。排出権収入と収量増加が期待され、製鋼スラグの施用によるメタン抑制栽培法は、農家の収入増加と地球温暖化ガス抑制の相乗効果を持つと推察される。

表-16 スマトラ島水田でのメタン削減試算

メタン発生量		メタン削減量	排出権
トン	トン	トン	US\$/ha/year
CO <sub>2</sub> eq/ha/season	CO <sub>2</sub> eq/ha/year	CO <sub>2</sub> eq/ha/year	
8.6	17.2	10.5	110

中干しにより 41%、スラグ施用により 20%削減、炭素排出権取引価格 10.5US\$/トン CO<sub>2</sub>eq (村松 2009) として試算

以上の通りインドネシアの水田からのメタンの削減効果について記載したが、この水田からのメタン発生はインドネシアに限ったことではない。タイやベトナム、そして当然日本の水田からもメタンは発生している。よって、ここに記載したメタンの削減効果は、ベトナムにおいて製鋼スラグ原料肥料を導入した場合においても見込めるものである。



2-10. インドネシアにおける製鋼スラグ規制の協議経過（一部ベトナムを含む）

a. 活動概略

活動概略を記すと以下のようになる。

表-17 これまでの経緯整理

2009 年中頃～	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製鋼スラグという資材の性質、成分が熱帯の湿地に多くある酸性硫酸塩土壌に有効である可能性を知る。</li> <li>・ ボゴール農大教授より、製鋼スラグの販売事業に前向きな回答を得るが、製鋼スラグに限らず廃棄物と法律で規定される資材の輸入は難しいとの指摘を受ける。</li> <li>・ 対応策としてまず、製鋼スラグが無毒であり有効性が高いことを普及するためのセミナーの開催し、スラグに対する理解を進め、このセミナーの成果をもって、インドネシア政府（特に環境省、農業省、林業省）を巻き込んだ取り組みにすることが重要であるとの提案を受け、その提案に沿って事業を進めていくこととした。</li> </ul>
2010 年 8 月 23 日 セミナー開催	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ボゴール農大で製鋼スラグの利用に関するセミナーを開催</li> <li>・ インドネシア環境省の廃棄物規制の担当局長の Iman Hendargo 氏より“B3 規制は B3 有害廃棄物の利用を妨げるものではなく、データを収集するための実験は積極的に行なうべき”との発言があった。</li> </ul>
2010 年 9 月～ 事業化に向けた計画立案	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 室内レベル試験と圃場試験を計画。まずは実験の許可を得る必要が出てきた。</li> </ul>
2011 年 2 月 7 日 環境省 Ms. Wida と面談	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製鉄工程からのスラグは 2011 年中に Hazardous Waste から Specific Waste へ変更される。</li> <li>・ 研究目的の輸入は可能である。まずはボゴール農大から実験許可を求めるレターを提出すること との情報・指示を受ける。</li> </ul>
2011 年 4 月 11 日～	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ JICA より協力準備調査(BOP ビジネス連携促進) (平成 22 年度 8 月 6 日公示分) へのプロポーザルが採択を受け、BOP ビジネスとしての事業性調査を開始する。</li> </ul>
2011 年 5 月 29 日 インドネシア環境省 Amsor 氏と面談	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製鋼スラグが B3 リストを変更するとの回答あり。</li> <li>・ 有害廃棄物、特定廃棄物、非有害廃棄物の 3 区分に分類し、非有毒廃棄物であれば、無条件で利用可能との説明を受けた。</li> <li>・ 規制改訂の参考情報として当時 JICA の政策アドバイザーであった小川様を通して日本の基準についての情報提供を行なった。</li> <li>・ 試験計画と資料を添付したレターを提出すれば、サンプル輸入許可を検討する との指示を受ける。</li> </ul>
2011 年 5 月～6 月 インドネシア林業省・農業省と面談	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製鋼スラグの説明を行い、製鋼スラグの有効性について一定の理解を得る。</li> <li>・ 製鋼スラグを用いた事業に対する協力へ理解を得る。</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 肥料登録に関する法規制の説明を受け、基準値をクリアすることを確認した。</li> </ul>
2011年7月4日 インドネシア環境省に対して レター提出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ボゴール農大からレター(添付資料として JICA、住友金属(現新日鐵住金)、住友林業のレターを含む)を提出し、屋外試験許可とサンプル輸入許可を求めた。</li> </ul> <p>※詳細は添付資料②参照</p>
2011年8月8日 環境省 Nelly 局長からの回答 (文書受領は9月13日)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 回答は“B3 指定を受けている資材は、実験目的も含め、いかなる目的においても輸入できない”との内容</li> <li>・ インドネシア国内で産出される製鋼スラグの使用を推薦される。</li> </ul>
2011年9月26日 環境省 Nelly 局長と面談	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 政府の基準で有害廃棄物は High toxic、Moderate toxic、Low toxic に区分され、Steel Slag は Low toxic に分類される。</li> <li>・ “B3 指定を受けている資材は、実験目的も含め、いかなる目的においても輸入できない” や “インドネシア国内で産出される製鋼スラグであれば、使用可能である。” というレターの内容と同じ回答を得る。</li> <li>・ “仮にインドネシア国内の製鋼スラグを用いたとしても、食料生産を目的とした農業利用は認められない”との発言があった。</li> </ul>
2011年10月28日 環境省 Nelly 局長と面談	<p>平成 22 年度 BOP ビジネス連携促進協力準備調査 (BOP ビジネス連携促進) の委託元である JICA 村田氏、杉山氏が環境省を訪問し、以下の情報を取得。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 今年の B3 リスト見直しでは、製鋼スラグが B3 リストから外れることはなく、low toxic となる見込みである。この場合には、住友金属(現新日鐵住金)の製鋼スラグを輸入して実験及び事業化を行うことは認められない。</li> <li>・ ただし、インドネシア現地の製鋼スラグを使用する実験であれば、B3 リストの改正を待たずとも実験の許可が下りれば実験を開始することは問題ない。実験許可については、研究技術省からの許可のみでよく環境省の許可は必要ない との情報を取得された。</li> </ul>
2011年10月頃～	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ インドネシアの状況を受け、“製鋼スラグ輸入禁止”という規制のない、ベトナムにおいての試験の可否について検討を開始する。</li> </ul>
2011年11月頃～	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ベトナムカントー大学に対して製鋼スラグを紹介し、先方より興味があるとの旨の連絡を受け、肥料登録を視野に入れた製鋼スラグの効果実証実験の検討を開始する。</li> </ul>

2012年6月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製鋼スラグを用いた新規肥料の実験計画に大筋合意し、MoU を締結、実証及び登録に向けた実験を開始する。</li> <li>※実験期間は販促活動も含めて約4年計画</li> </ul>
---------	--

表-17の通り、本調査事業で販売する予定の肥料原料となるスラグについては有害廃棄物とされているため、環境省からの制約を強く受けている。本調査事業提案は、2010年8月23日にボゴール農大で開催された製鋼スラグの使用に関するセミナーにおける、当時の危険・毒性資材及び危険・毒性廃棄物管理局局長であった Iman Hendargo 氏の「B3 廃棄物として製鋼スラグが指定されているが、厳密に製鋼スラグの使用を禁止するものではなく、適切な管理の下での実験はするべきであり、実験許可は出す」との言葉を受けたものであった。

実際、この規制は2011年末までに改正され、少なくともインドネシア国内産のスラグについては、基準を設けることで高毒性廃棄物、中毒性廃棄物、低毒性廃棄物と分類し、利用できるスラグと現状のように利用できないスラグに場合分けされる見込みであるとの情報を、口頭ではあるが環境省の担当部局より得ている。

しかしながら、B3 廃棄物の利用や輸入についての許認可権を持つ環境省危険・毒性資材及び危険・毒性廃棄物管理局は、B3 廃棄物をインドネシア国内への輸入することに対して拒絶反応が強く、スラグの輸入販売許可が出る見込みが低い。これは販売に限らず実験についても同じ状況である。本調査事業の一環として環境省に対し、ボゴール農科大学から製鋼スラグの施用実験の許可を求めたレターを2011年7月4日付けで提出した。これに住友金属工業（現新日鐵住金）、住友林業、JICAもそれぞれこの実験に協力したいとの旨のレターを提出した。しかし、2011年8月8日付けでインドネシア環境省より製鋼スラグはB3 リストに記載されておりかつB3 リストに記載のあるものを国内へ持ち込むことまたそれを使用することは禁止されているため、日本から製鋼スラグを実験目的だとしても輸入することはできないとの旨の連絡を受けた。本件については許認可権を持つ危険・毒性資材及び危険・毒性廃棄物管理局局長へ、直接説明をする機会を得たが、このレターの内容を再確認する結果となった。懸念材料は法律で有害廃棄物に指定されていること、インドネシアは島国なので一旦輸入を許可すると輸入の管理を行うことが難しくなることなどを同局長は挙げていた。

これまでの調査を通じたインドネシアにおける製鋼スラグの市場性については、非常に大きいといえる。製鋼スラグによる土壌改良効果が見込める酸性硫酸塩土壌の面積が非常に大きく、農民が安価で効果の高い肥料の供給を望んでいることが要因である。製鋼スラグはコスト面の競争力や供給量の多さから、インドネシアではBOP ビジネスとして非常に有用な資材であると考えられる。

一方で本委託事業は事業性調査であり、製鋼スラグの施用効果は販売に欠かせない要素である。そこで、インドネシアで困難になった実証実験を、現在製鋼スラグの輸入が可能であるベトナムで行ない、成功事例を作ることで今後のインドネシアにおける事業化に繋げることを検討した。

その結果、ベトナム、カントー大学と共同で製鋼スラグ効果の実証及び肥料登録を目指した実験を行なうことを約半年に及ぶ内容検討の末、合意した。

#### b. 今後のインドネシアでの展開

現状では事業実施契約期間内にインドネシアにおいて屋外での施用試験の許可を得られる可能性が非常に低いため、日本や同様の硫酸酸性土壌が分布するベトナムにおいて実験を実施し、有効性を示す資料を作っていく。

これらを踏まえ、製鋼スラグの普及啓蒙活動を視野にインドネシア環境省に対し製鋼スラグの施用認可に向けて働きかけてゆきたい。

### 3. 本事業の事業性評価について

「2-8 インドネシアにおける製鋼スラグ規制に関する協議経過」にて記載したとおり、インドネシアにおいて2～3年以内にビジネスを開始することは非常に難しい。しかしながら本事業性調査の中で得られた知見にて可能な限りの事業性評価の結果を以下に示す。

#### 3-1. ビジネスモデルについて

「Case1 ベトナム4. 4-1 ビジネスモデルについて」と概ね同じ体制を検討したため、詳細は該当箇所を参照のこと。ただし、現地のカウンターパートの役割を住友林業ベトナムではなく、住友林業インドネシアが担うものとする。

#### 3-2. 製造工程と必要設備について

##### a. 品質検査体制

「Case1 ベトナム5. 5-2 a 品質検査体制」を参照のこと。

##### b. 商品製造時のコスト試算(インドネシア)

コストの検討範囲はスラグ肥料製品 (<5mm 乾燥品を 25kg 袋詰めした物) の製造費と日本からインドネシアまでの海送費とした。

製造費として、国内(鹿島製鐵所で出滓したスラグを原料とし、鹿島で製造)で最終製品を製造した場合のコストを試算し、その結果、9,000¥/t (100.0\$/t)となった。一方で現地における製造費を日本の試算をベースに下記の前提条件の下試算すると、製造費は5,100¥/t (56.66\$/t)となった。

##### <製造費の換算式>

現地製造費 = 日本の製造費 × 労務費率 × インドネシアの一人あたり GNI / 日本の一人あたり GNI + 日本の製造費 × (1 - 労務費率) / 100 × 日本とインドネシアの機械価格比

##### <パラメータ>

労務費率：23% (財団法人労災保険情報センター 建設事業のその他建設事業の平成23年度の値を使用)

日本の一人当たりのGNI (国民総所得)：2,771,200円 (WHO 発表 2011年度の値を使用)

インドネシアの一人当たりのGNI (国民総所得)：378,000円 (WHO 発表 2011年度の値を使用)

日本とインドネシアの機械価格比：0.7

為替レート：90¥/\$

##### <計算例>

磁選作業の場合

2.20USD/t(日本の製造費) × 0.23(労務比率) × 378,000(インドネシアの1人あたりのGNI) ÷ 2,771,200(日本の1人あたりのGNI) + 2.20USD/t(日本の製造費) × (1 - 0.23) × 0.70(日本とインドネシアの機械価格比) = 1.21USD/t

この計算を磁選から袋詰めまでのそれぞれの工程において実施する。その結果を表-18にまとめる。

表-18 肥料製品製造費

工程	主な設備	国内製造		現地製造	
		能力	コスト(人件費込)	能力	コスト(人件費込)
1. 磁選	磁選機	20万t/年	2.20USD/t (破碎前処理)	←	1.21SD/t (破碎前処理)
2. 粗破碎	破碎機 磁選機 篩機 タイヤショベル	20万t/年	8.88USD/t (≦40mmに破碎)	←	5.00USD/t (≦40mmに破碎)
3. 仕上げ 破碎	破碎機 磁選機 篩機 タイヤショベル	5万t/年	20.00USD/t (≦5mmに破碎)	←	11.33USD/t (≦5mmに破碎)
4. 乾燥	乾燥機 タイヤショベル	2~3万t/年	14.44USD/t (乾燥機使用)	←	8.22USD/t (乾燥機使用)
5. 袋詰め (25kg詰め)	袋詰め機 タイヤショベル	2~3万t/年	54.44USD/t (25kg袋詰、輸出対応梱包)	←	30.88USD/t (25kg袋詰、輸出対応梱包)
合計			100.00USD/t		56.66USD/t

換算レート：90¥/\$

〈スラグの輸送費〉

スラグ輸送費は、肥料製品を製造する場所、船形式に異なる。

日本で製品を製造した場合コンテナ船を使用することになり、船形式に関わらずFOBで150USD/t(13,500¥/t)となる。一方、現地で製品を最終製造した場合、バルク船の使用が可能となり、この場合より大型船を使用することによりスラグ輸送費の削減が可能である。

最大の船型は現地港事情に依存する。例えば20ktの船型なら47.50USD/t(4,275¥/t)と想定される。詳細は表-19参照。

表-19 スラグ輸送費(横浜港→ジャンビ港(インドネシア))

船形式	コンテナ (日本で製品を製造した場合)	バラ(1tフレコン詰め) (日本で製品を製造した場合)	バルク (現地で製品を製造した場合)
5kt	150USD/t	70.20USD/t(7kt)	61.25USD/t
10kt		64.73USD/t(12kt)	53.75USD/t
20kt		-	47.50USD/t
30kt		-	45.00USD/t
40kt		-	41.25USD/t

換算レート：90¥/\$

鹿島製鐵所で発生した製鋼スラグを原料として、肥料製品を製造しインドネシア・ジャンビに輸送する為に必要なコストを表-20 にまとめた。日本での製造と比較して製造費は現地で製造した場合 40%程度安価に、海送費は 70%安価になる。その結果、トータルコストは現地生産なら日本と比較して 55%以上割安になる。インドネシアでの肥料販売には現地インドネシアでの製品製造をすることが重要であると考えられる。

表-20 肥料製品の製造費（日本→ジャンビ：インドネシアへの輸送コスト含む）

場合	単位	コスト	備考
日本で製品を製造	USD/t	262.5 =112.5(製造費)+150(輸送費)	
インドネシアで製品を製造	USD/t	110.41 =56.66(製造費)+53.75(輸送費)	・船型は 20kt を想定

換算レート：90¥/\$

#### 4. 事業計画

##### 4-1. 事業のゴール

「Case1 ベトナム 5. 5-1. 事業のゴール」参照のこと。

##### 4-2. 経営戦略

「Case1 ベトナム 5. 5-2. 経営戦略」参照のこと。

##### 4-3. SWOT 解析をもとにした経営戦略

「Case1 ベトナム 6. 6-3. SWOT 解析をもとにした経営戦略」参照のこと。ただし、農業技術指導については、ボゴール農科大学を中心に行う。当方でコンタクをとっているボゴール農科大学のスワルディ教授は東京農業大学後藤教授の指導の下、製鋼スラグによる土壌改良の研究を実施しており、日本の製鋼スラグの硫酸酸性土壌に対する有効性やその可能性について熟知している。また、インドネシアの農業の現状についても精通しており、実験用のフィールドのアレンジについてもコネクションを持っており、施用技術やガイドラインの作成を行う場合のメイン現地パートナーとして適格である。また、ジャンビ州で実験を行う場合は、スワルディ教授より紹介のあった、ジャンビ大学に現場のコントロールを行うことを想定している。

##### 4-4. 全体経営戦略

インドネシアでは現在製鋼スラグを原材料として輸入することが法律によって規制されている。我々のような一民間企業の活動のみで法律の改正を望むことは現実的ではないため、現状は様子を見ざるを得ない。

よって、机上の計算のみではあるが現地での生産を前提とした場合、表-20 の通り約 110USD/t でジャンビにて製品化することができる。これを踏まえて仮の事業計画を立てると以下のような計画が考えられる。

##### a. 予想売上計画

市場規模：インドネシアにおいて、主対象地と見込む顕在酸性硫酸塩土壌の面積（約 1,300,000ha）×標準施用量の最有力候補である 10t/ha、調査内で得られた土壌改良材として用いら

れるドロマイトと酸化マグネシウムの価格の中間値の価格約 20,000 円/t を乗ずることにより算出した。また、資材効果が5年続くとし、5年に満たない施用地への販売はできないものとして増減を算出した。つまり1年目の想定販売量である24,000tが予定通りに販売された場合、 $24,000 \div 10 = 2,400$ haの対象地が減ったとみなし、その分市場規模は縮小するものとした。

予測シェア：スマトラ島の硫酸酸性土壌面積である約130万haの対象地のうち、0.4%のシェアが確保できると仮定し、 $1,300,000 \times 0.4\% = 約 5,200$ haの農地への年間販売・施用を目指す。

販売平均単価：競合商品との価格優位性を得るため、ドロマイトと酸化マグネシウムの価格の中間値の平均価格から一割程度安くしたものを単価として設定【約18,000円/t】した。

販売数量： $1,300,000 \text{ha} \times 0.18\% \times 10 \text{t/ha} = 23,400 \text{t}$ （=販売員1人1年当たり585tを販売する計算）から事業を開始し、5年後に販売量約50,000tを目指す。なお、一年目、二年目は顧客確保のために、それぞれ、価格を二割引、一割引に設定する。

これらの前提条件を踏まえ、予想売上計画を表-21の通りとする。

表-21 売上計画

(単位：百万円)

	第1期(2015年)		第2期(2016年)		第3期(2017年)		第4期(2018年)		第5期(2019年)		備考
	金額	増加率	金額	増加率	金額	増加率	金額	増加率	金額	増加率	
1. 市場規模	234,000	-	229,680	-1.85%	225,360	-1.88%	221,040	-1.92%	216,720	-1.95%	
2. 予測シェア	0.19%	-	0.23%	20.00%	0.27%	20.00%	0.33%	20.00%	0.39%	20.00%	
3. 販売平均単価	14,400	-	16,200	12.50%	18,000	11.11%	18,000	0.00%	18,000	0.00%	円/t
4. 販売数量	24,700	-	29,640	20.00%	35,568	20.00%	42,682	20.00%	51,218	20.00%	t
5. 予想売上(※1)	356	-	480	35.00%	640	33.33%	768	20.00%	922	20.00%	

表-22 人件費積算

	単価(IDR/月)	人数	合計(JPY)
工場作業員	1,779,846	20	17,614,971
工場責任者	3,536,103	1	1,749,824
インドネシア人責任者	12,350,946	1	6,111,808
施業指導員	3,536,103	3	5,249,472
販売スタッフ	2,000,000	40	39,587,629
事務スタッフ	3,492,191	3	5,184,284
合計			75,497,988

表-23 その他経費

販売費	
事務所費	2,000,000
広告宣伝費	2,000,000
オフィス賃料	10,000,000
営業活動費	2,000,000
管理費	
光熱費	360,000
弁護士費用	2,000,000
研究開発費	2,000,000
その他	600,000

※ JETRO 公開情報より想定

b. 見積損益計算

「(a) 予想売上計画」で想定したとおりの売上が確保できることを前提に損益計算を見積もると、下記の通りとなる。

表-24 損益見積計算

(単位：百万円)

	第1期 (2016年3月期)		第2期 (2017年3月期)		第3期 (2018年3月期)		第4期 (2019年3月期)		第5期 (2020年3月期)		
	金額	構成比	金額	構成比	金額	構成比	金額	構成比	金額	構成比	
1. 投資額	256	—	0	—	0	—	0	—	0	—	
2. 予想売上高	356	100.0%	480	100.0%	640	100.0%	768	100.0%	922	100.0%	
3. 製造・売上原価	395	111.0%	245	51.0%	441	68.9%	468	61.0%	498	54.0%	
4. 売上総利益	-39	-11.0%	235	49.0%	199	31.1%	300	39.0%	424	46.0%	
販売管理費	5. 人件費	75	21.2%	83	17.3%	91	14.3%	100	13.1%	111	12.0%
	6. 販売費	16	4.5%	18	3.7%	19	3.0%	21	2.8%	23	2.5%
	7. 管理費	5	1.4%	5	1.1%	6	0.9%	7	0.9%	7	0.8%
	8. その他	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
	合計	96	27.1%	106	22.1%	117	18.2%	128	16.7%	141	15.3%
9. 営業利益	-136	-38.1%	129	26.9%	82	12.8%	172	22.3%	283	30.7%	
10. 営業外収益他		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
11. 営業外費用他		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
12. 税引前利益	-136	-38.1%	129	26.9%	82	12.8%	172	22.3%	283	30.7%	
13. 税金等	32	9.1%	76	15.8%	79	12.3%	113	14.7%	155	16.8%	
14. 税引後利益	-168	-47.2%	53	11.1%	3	0.5%	59	7.7%	128	13.9%	
15. 減価償却費	62	—	62	—	62	—	62	—	62	—	
16. キャッシュフロー	-106	—	116	—	66	—	121	—	190	—	
17. キャッシュフロー累計	-106	—	10	—	76	—	197	—	387	—	
18. 投資額期末残	256	—	193	—	131	—	69	—	7	—	
投資利回り (ROCE)	-32%	—	35%	—	30%	—	103%	—	448%	—	

この見積から算出できる内部収益率 (IRR) は 13% であり、十分に事業として成り立つであろうという試算である。但し、インドネシアにおいてはそもそも製鋼スラグを輸入することができない。一方で肥料として日本国内で加工したものであれば輸入・販売は可能であるが FOB で約 23,600 円/t となり、この輸送費にインドネシア国内の輸送、販売店の利益等が上積みされることを踏まえると、BOP 向けの事業とは成立しえない。

よって、インドネシアにおいて本事業を実施するにはまず製鋼スラグの輸入が許可されるということが必須条件であるが、現状ではその可能性は乏しい。

4-5. 本事業の開発効果

「Case1. ベトナム 6-5 本事業の開発効果」参照のこと。表-25 にプロジェクトデザインマトリックスを示す。

表-25 プロジェクトデザインマトリックス(インドネシア)

プロジェクトの要約	指標	指標データの入手手段	外部条件				
上位目標: BOPビジネス実施により達成される開発インパクト(事業拡大後)							
<ul style="list-style-type: none"> <li>当該国の泥炭湿地に住む農民の生活水準が向上する。</li> <li>対象地域の農民の収入の増加に伴い、対象地域の違法伐採や違法焼畑が抑制される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>当該国の泥炭湿地に住む農民の世帯収入(ベースライン調査時点と比較)</li> <li>対象地域における違法伐採実施面積(ベースライン調査時点と比較)</li> <li>対象地域における(違法)焼畑実施面積(ベースライン調査時点と比較)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>政府(当該地区)の統計</li> <li>活動記録</li> <li>政府関係機関、地域住民へのヒアリング</li> </ul>	N/A				
プロジェクト目標: BOPビジネス実現により解決される社会的課題(事業目標達成時点)							
<ul style="list-style-type: none"> <li>土壌改良により対象地域の農民(または対象農民)の収入が増加する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象地域の農民の反収(ベースライン調査時点と比較)</li> <li>対象地域の農民の生産量(ベースライン調査時点と比較)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>政府(当該地区)の統計</li> <li>活動記録</li> <li>政府関係機関、地域住民へのヒアリング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>商品利用者が製鋼スラグを継続的に利用する</li> </ul>				
成果: 下記ビジネス活動により直接的に達成されるビジネス上の目標							
<p>以下の通り、対象地域の農民が製品を購入できるサプライチェーンが構築され、製鋼スラグが土壌改良剤として農家に採用される。</p> <p>①輸送手段の確立: 日本からの輸出港、インドネシアの輸入港、インドネシア国内の輸送港、港から消費地までの輸送手段(車、バラ積み船など)という物流構築する。</p> <p>②販売ルートの確立: 輸入する業者、小売業者の選定し商流を構築する。</p> <p>③マイクロファイナンスや信用売り等BOP層が購入しやすい仕組みの確立: BOP層の収入・購買力に見合った価格体制を調査し、購買可能な価格や金融の仕組みを確立する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製鋼スラグの販売量(トン)</li> <li>製鋼スラグ土壌改良材の購買者数</li> <li>うち金融サービスを活用した購入者数</li> <li>製品利用者の満足度(アンケート)</li> <li>販売拠点の数</li> <li>輸送拠点の数</li> <li>輸入拠点の数</li> </ul>	活動記録	<ul style="list-style-type: none"> <li>著しい異常気象、災害が発生しない。</li> <li>著しい社会的・経済的混乱が生じない。(為替市場の暴落等含む)</li> <li>安定した価格と品質の製鋼スラグが供給され続ける。</li> <li>農産物の価格が大きく下落しない。</li> <li>国際貨物運賃が急激に上昇しない。</li> <li>製鋼スラグが農業に用いられる。</li> </ul>				
活動: 事業化段階におけるビジネス活動							
<p>製鋼スラグ土壌改良材を販売するため、以下の活動を実施する。</p> <p>1. 輸送手段の確立のための活動:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>スラグ製品の梱包の仕方など、製品製造技術の開発と改良</li> <li>住友林業インドネシアと供に、輸送業者の選定</li> </ul> <p>2. 販売ルートの確立のための活動:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>住友林業インドネシアと供に、輸送業者の選定</li> <li>住友林業インドネシアと供に、小売店の選定</li> <li>実際に資材を輸入し、選定した業者と供に資材販売の実施</li> </ul> <p>3. BOP層の購入しやすい状況の整備のための活動:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ビジネスモデルの開発と改良(マイクロファイナンスを活用したモデルの検討含む)</li> <li>農業栽培技術の開発と改良</li> <li>スラグ製品品質管理技術の開発と改良</li> <li>啓発・プロモーション活動の実施</li> </ul> <p>4. 製品の改良(今回の事業に適した製品を製造するための活動):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>現地試験の実施の継続</li> <li>土壌改良材試験用サンプルの開発と改良の継続</li> </ul>	<p style="text-align: center;">投入</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">日本側(事業投入)</th> <th style="width: 50%;">現地側(現地事業パートナーの投入)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>下記項目に必要な資機材・人員の配置。</li> <li>ビジネスモデルの開発</li> <li>スラグ製品製造技術の開発</li> <li>スラグ製品品質管理技術の開発</li> <li>土壌学専門技術の開発</li> <li>農業栽培技術の開発</li> <li>土壌改良材試験用サンプルの開発</li> <li>現地試験の実施</li> <li>プロモーション資料の作成</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>住友林業インドネシア(ビジネスモデル開発、市場調査の一部、現地調査の一部等)</li> <li>ボゴール農科大学(土壌学専門技術開発の一部、農業栽培技術開発の一部、現地試験の一部等)</li> <li>農業関係コンサルタント(マイクロファイナンス活用モデル構築の一部、プロモーション活動の一部等)</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>		日本側(事業投入)	現地側(現地事業パートナーの投入)	<ul style="list-style-type: none"> <li>下記項目に必要な資機材・人員の配置。</li> <li>ビジネスモデルの開発</li> <li>スラグ製品製造技術の開発</li> <li>スラグ製品品質管理技術の開発</li> <li>土壌学専門技術の開発</li> <li>農業栽培技術の開発</li> <li>土壌改良材試験用サンプルの開発</li> <li>現地試験の実施</li> <li>プロモーション資料の作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住友林業インドネシア(ビジネスモデル開発、市場調査の一部、現地調査の一部等)</li> <li>ボゴール農科大学(土壌学専門技術開発の一部、農業栽培技術開発の一部、現地試験の一部等)</li> <li>農業関係コンサルタント(マイクロファイナンス活用モデル構築の一部、プロモーション活動の一部等)</li> </ul>	外部条件
日本側(事業投入)	現地側(現地事業パートナーの投入)						
<ul style="list-style-type: none"> <li>下記項目に必要な資機材・人員の配置。</li> <li>ビジネスモデルの開発</li> <li>スラグ製品製造技術の開発</li> <li>スラグ製品品質管理技術の開発</li> <li>土壌学専門技術の開発</li> <li>農業栽培技術の開発</li> <li>土壌改良材試験用サンプルの開発</li> <li>現地試験の実施</li> <li>プロモーション資料の作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住友林業インドネシア(ビジネスモデル開発、市場調査の一部、現地調査の一部等)</li> <li>ボゴール農科大学(土壌学専門技術開発の一部、農業栽培技術開発の一部、現地試験の一部等)</li> <li>農業関係コンサルタント(マイクロファイナンス活用モデル構築の一部、プロモーション活動の一部等)</li> </ul>						
			<p>前提条件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>製鋼スラグ輸入・販売の許認可</li> <li>調査実施を通して対象地域農民が製鋼スラグの有用性を理解することを確認すること。</li> <li>調査実施を通して競合する土壌改良剤との優位性が確保されることを確認すること。</li> <li>国内外の輸送体制が通常通り運営され、現地のインフラが計画通り整備される。</li> </ul>				

4-6. JICA との連携可能性について

本事業をインドネシアにて行うには、まず法規制の問題をクリアする必要がある。そのために本資材の有効性を継続的にインドネシア政府に紹介する予定である。この法規制の問題がクリアされた前提で JICA との連携を挙げるとすれば現地の灌漑設備の再整備である。一部は既に JICA により整備がなされているが、現地調査の際、雨季に冠水しコメの栽培ができなくなるという話があった。定期的に冠水する場所において製鋼スラグが有効か否かという点の検証は不十分であるが、単純にコメの作付け回数が増えれば本資材の購入機会が増えると考えられ、本事業に対しても現地の農民にとっても非常に有益な事業になることと考えられる。



### Ⅲ. 総括

インドネシア、ベトナムいずれの国においても広い範囲の酸性硫酸塩土壌が存在するため、製鋼スラグの適応可能性は高く、インドネシア・スマトラ島内で約 130 万 ha、ベトナム・メコンデルタ地域において約 160 万 ha と事業としての潜在需要は大きいと考えられる。但し、今回の調査の中でインドネシアには製鋼スラグの輸入について法律で禁止されており、製鋼スラグの輸入・販売の早期実施は法制度の転換を待つ必要が判明したため、ペンディングせざるを得ない。インドネシアは上記の通り非常に高いポテンシャルが見込めるため、引き続き情報収集と環境省への情報の提供など引き続き活動を続ける予定である。

他方ベトナムでは高炉スラグを日本から輸入したという実績があり、実験の許可・実施までは問題なく行うことができている。今後はこの実験結果を検証して製鋼スラグの施用効果の定量化とマニュアル作り、さらにベトナム国内において製鋼スラグ資材を肥料として登録する予定である。

また、今後の事業を実施するにあたって施用技術、普及の方法、農民の農業技術が事業実施への課題となってくると考えられる。この課題に対して、基本的な技術の開発についてはカントー大学と実施することに目処が立った。また、普及活動についてはカントー大学の農民指導の一部や、MARD や DARD を通して酸性硫酸塩土壌の改良の有効性を農民に理解してもらうという方法が最も実現性が高いと想定している。カントー大学の支援のもと、これらの指導活動を推し進める方針でいるが、JICA 殿の能力開発プログラムの一貫として協力が得られれば効果的と考えている。

物流については大量の資材を輸入した港から分配していくには基本的にはトラックなどによる陸上輸送や河川を通じた船舶による輸送が有効である。一方、毎年メコン川上流から土砂が流入するため、メコンデルタ地域において港湾設備を整備することは技術的にも環境的にも配慮が必要といわれている。よって、道路網の整備と拡大が物流の最適化に向けて最も効果的であると考えられる。この点に付いても JICA 殿の支援があればと思われる。また、注文のあった農家まで配達するということも考えられる。本事業性調査においてはこのような販売の形態は検討していないが、要望があれば検討もするべきであるが、物流・商流については基本的に現行の肥料販売網にのせると一番無理が生じないと考えており、最適な物流を今後検討していく。

以上

#### IV. 添付資料

資料番号	資料名	掲載箇所	掲載ページ
①	輸入許可リスト	Case1. ベトナム 3. 3—1. b. (b)	13
②	輸入許可申請時提出レター	Case2 インドネシア 2. 2—10. a	63

#### V. 参照・引用資料

- (1) BOP ビジネスに関する潜在ニーズ調査 インドネシア：衛生・栄養分野（2010年 JETRO）
- (2) インドネシアハンドブック 2008（ジャカルタジャパンクラブ）
- (3) Statistical yearbook of Indonesia 2010 (Statistik Indonesia / Badan Pusat Statistik)
- (4) 環境管理法 (Environment Management Act, No.23, 1997)
- (5) バーゼル条約
- (6) Perubahan Atas Peraturan Pemerintah NO.18/1999（1999年第18号の政令改正）
- (7) JETRO ホームページ
- (8) インドネシアの産業廃棄物・リサイクル政策（作本直行、小島道一 2007）
- (9) Ali, M., Lee, C. H., Kim, S. Y., Kim, P. J., 2009a. Effect of industrial by-products containing electron acceptors on mitigation methane emission during rice cultivation. *Waste Management* 29, 2759–2764.
- (10) Ali, M., Lee, C. H., Lee, Y. B., Kim, P. J., 2009b. Silicate fertilization in no-tillage rice farming for mitigation of methane emission and increasing rice productivity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 132, 16–22.
- (11) Aulakh, M. S., Wassmann, R., Bueno, C., Rennenberg, H., 2001. Impact of root exudates of different cultivars and plant development stages of rice (*Oryza sativa* L.) on methane production in a paddy soil. *Plant and Soil* 230, 77–86.
- (12) Cantrell, R. Hettel, G., 2004. New challenges and technological opportunities for rice-based production systems for food security and poverty alleviation in Asia and the Pacific, a paper submitted to FAO Rice Conference, Rice in Global Markets and Sustainable Production Systems, 12–13 February.
- (13) Gao, M., Gregson, K., Marchall, S., 1998. Global methane emission from wetlands and its sensitivity to climate change. *Atmosphere Environment* 32, 3293–3299.
- (14) Fung, I., Jhon, J., Lerner, J., Mathews, E., Prather, M., Steele, L. P., Fraser, P. J., 1991. Three dimension model synthesis of the global methane cycle. *J. Geophys. Res.* 96, 13033–13065.
- (15) Furukawa, Y., Inubushi, K., Ali, M., Itang, A. M. and Tsuruta, H., 2005. Effect of changing groundwater levels caused by land-use changes on greenhouse gas fluxes from tropical peat lands. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 71, 81–91.
- (16) Furukawa, Y., Inubushi, K., 2004. Evaluation of slag application to decrease methane emission from paddy soil and fate of iron. *Soil Sci. Plant Nutri.* 50, 1029–1036.
- (17) Furukawa, Y., Shiratori, Y., Inubushi, K. 2008. Depression of methane production potential in paddy soils by subsurface drainage systems, *Soil Sci. Plant Nutri.* 54.
- (18) Hadi, A., Haridi, M., Inubushi, K., Purnomo, E., Razie, F., Tsuruta, H. 2001. Effects of land-use change in tropical peat soil on the microbial population and demission of greenhouse gases. *Microbes Environ.* 16, 79–86.
- (19) Hadi, A., Inubushi, K., Furukawa, Y., Purnomo, E., Rasmadi, M., and Tsuruta, H., 2005.

- Greenhouse gas emissions from tropical peatlands of Kalimantan, Indonesia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 71, 73–80.
- (20) Hadi, A., Inubushi, K., and Yagi, K., 2010. Effect of water management of greenhouse gas emissions and microbial properties of paddy soils in Japan and Indonesia. *Paddy and Water Environment*, 2010. 319–324
- (21) Hein, R., Grutzen, P. J., Heinmann, M., 1997. An inverse modeling approach to investigate the global atmospheric methane cycle. *Global Biogeochem. Cycle* 11, 43–76.
- (22) Houweling S., Kaminski, T., Dentener, F., Lelieveld, J., Heinmann, M., 1999. Inverse modeling of methane sources and sinks using the adjoint of a global transport model. *J. Geophys. Res.* 104, 26137–26160.
- (23) Husin, Y. A., Murdiyarso, D., Khalil, M. A. K., Rasmussen, R. A., Shearer, M. J., Sabiham, S., Sunar, A., and Adijuwana, H., 1995. Methane flux from Indonesian wetland rice: The effects of water management and rice variety. *Chemosphere* 31, 3153–3180.
- (24) Inubushi, K., Furukawa, Y., Hadi, A., Purnomo, E., and Tsuruta, H., 2003. Seasonal changes of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes in relation to land-use changes in tropical peatlands located in coastal area of South Kalimantan. *Chemosphere* 52, 603–608.
- (25) Inubushi, K., Otake, S., Furukawa, Y., Shibasaki, N., Ali, M., Itang, A. M. and Tsuruta, H., 2005. Factors influencing methane emission from peat soils: Comparison of tropical and temperate wetlands. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 71, 93–99.
- (26) IPCC, 2007. *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, [Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., Meyer, L.A., (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. pp807.
- (27) Lelieveld, J., Crutzen, P., Dentener, F. J., 1998. Changing concentration, lifetime and climate forcing of atmospheric methane. *Tellus* 50B, 128–150.
- (28) Lumbanraja, J., Nugroho, S. G., Suprpto, H., Sunyoto, Ardjasa, W. S., and Kimura. M., 1997. Methane emission from an Indonesian rainfed paddy field. *Soil Science and Plant Nutrition* 43, 479–482.
- (29) Lumbanraja, J., Nugroho, S. G., Niswati, A., Ardjasa, W. S., Subadiyasa, N., Arya, N., Haraguchi, H., and Kimura. M., 1998. Methane emission from Indonesian rice fields with special references to the effects of yearly and seasonal variations, rice variety, soil type and water management. *Hydrological Processes* 12, 2057–2072.
- (30) Minamikawa, K., Naoki, S., Yagi, K. 2006. Methane emission from paddy field and its mitigation options on a field scale, *Microbes Environ.*, 21, 135–147.
- (31) Moisier, A. R., Duxbury, J. M., Freney, J. R., Heinemeyer, O., Minami, K., Johnson, D. E., 1998. Mitigation agricultural emissions of methane. *Climate Change*, 40, 39–80.
- (32) 村松 康彦, 2009. 水田土壌からのメタンガス放出制御技術の開発とインドネシアにおける普及のための基礎研究. 博士論文, pp121.
- (33) 村松 康彦・犬伏 和之, 2009. 水稻植栽下土壌の潜在的メタン生成・酸化能と栽培期間中のメタン収支の季節的変動. *食と緑の科学* 63, 27–33.
- (34) Muramatsu, Y., Inubushi, K., 2009. Financial viability and its analysis of CDM projects for mitigation of methane emissions from paddy fields in Indonesia: A cost-benefit simulation study. *HortResearch* 63, 35–43.
- (35) Neue, H. U., Sass, R. L., 1988. The budget of methane from rice fields. *IGACitivities Newsletter*, 12, 3–11.
- (36) Nugroho, S. G., Lumbanraja, J., Suprpto, H., Sunyoto, Ardjasa, W. S., Hraguchi, H., and Kimura. M., 1994. Methane emission from and Indonesian paddy field subjected to several fertilizer treatments. *Soil Science and Plant Nutrition* 40, 275–281.
- (37) Nugroho, S. G., Lumbanraja, J., Suprpto, H., Sunyoto, Ardjasa, W. S., Hraguchi, H., and

- Kimura, M., 1996. Three-year measurement of methane emission from an Indonesian paddy field. *Plant and Soil* 181, 287-293.
- (38) Nugroho, S. G., Sunyoto, Lumbanraja, J., Suprpto, H., Ardjasa, W. S., and Kimura, M., 1997. Effect of rice variety on methane emission from an Indonesian paddy field. *Soil Science and Plant Nutrition* 43, 799-809.
- (39) Olivier, J. G. J., Bouman, A. F., Berdoski, J. J. M., Bloos, J. P. J., Visschedijk, A. J. H., van der Maas, C. W. M., Zandveld, P. Y. J., 1999. Sectional emission basis as well as on 1X1. *Environ. Sci. Policy* 2, 241-263.
- (40) Setyanto, P., Makarim, A. K., Fagi, A. M., Wassmann, R. and Buendia, L. V., 2000. Crop management affecting methane emissions from irrigated and rainfed rice in Central Java (Indonesia). *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 58, 85-93.
- (41) Subadiyasa, N., Arya, N., and Kimura, M., 1997. Methane emissions from paddy fields in Bali island, Indonesia. *Soil Science and Plant Nutrition* 43, 387-394.
- (42) Sumith, K. A., Conen, F., 2004. Impacts of land management on fluxes of trace greenhouse gases. *Soil Use and Management*, 20, 255-263.
- (43) US-EPA, 2006. Global mitigation of Non-CO2 Greenhouse gases. United States Environmental Protection Agency, EPA 430-R-06-005, Washington, D.C.
- (44) Wassmann, R., Neue, H. U., Lantin, R. S., Makarim, K., Chareonsilp, N., Buendia, L. V. and Rennenberg, H., 2000. Characterization of methane emissions from rice fields in Asia. II. Differences among irrigated, rainfed, and deepwater rice. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 58, 13-22.
- (45) 八木 一行, 2007. 農業生態系における CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O ソース抑制技術の開発と評価、農林業生態系を対象とした温室効果ガス吸収排出制御技術の開発と評価、陸域生態系の活用・保全による温室効果ガスシンク・ソース制御技術の開発 —大気中温室効果ガス濃度の安定化に向けた中長期的方策—
- (46) Yagi, K., Tsuruta, H., Minami, K., 1997. Possible options for mitigating methane emission from rice cultivation. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 49, 213-220.
- (47) Yan, T., Ohara, T., Akimoto, H. 2003. Development of region-specific emission factors and estimation of methane emission from rice field in East, Southeast and South Asian countries. *Global Change Biology* 9, 237-25



No. 12/2006/QD-BTNMT

2006年9月8日 ハノイ

**決定**

**製造工程における再生資源としての輸入が許可されるスクラップのリストの発表  
天然資源環境省大臣**

2005年11月9日付 環境保護法に準拠し、  
2002年11月11日付 天然資源環境省の機能、責務、組織構造に関する政令（Decree No. 91/2002/ND-CP）に準拠し、  
2006年1月23日付 国際物品売買、外国との物品売買及び加工、中継に関する貿易法の施行ガイドラインに関する政令（Decree No. 12/2006/ND-CP）に準拠し、  
2006年8月9日付 環境保護法施行細則及び指針に関する政令（Decree No. 80/2006/ND-CP）に準拠し、  
ベトナム環境保護庁長官及び法務部長の提案として、

以下を決定する。

- 第1条 本決定とともに製造工程における再生資源として輸入が許可されるスクラップ類のリストを発表する。
- 第2条 スクラップの輸入は、環境保護法の第42条及び43条、及び関連規制における規定に従い実施される。
- 第3条 本決定は官報公示の15日後に発効し、2004年4月2日付 製造工程における原材料使用として輸入される廃棄資源に適用される環境保護規制に関する天然資源環境省決定（Decision 03/2004/QD-BTNMT）に置き換える。
- 第4条 全ての大臣及び各省庁の幹部、政府直轄機関の所長、各省及び中央直轄市の人民委員会議長、その他の関連する主体や組織は、本決定の実施に責任を有する。

大臣

Mai Ai Truc

天然資源環境省

ベトナム社会主義共和国

独立 自由 幸福

## 製造工程における再生資源としての輸入が許可されるスクラップのリスト

(2006年9月8日付 天然資源環境省大臣決定 (Decision No.12/2006/QD-BTNMT))

No	HS コード			スクラップ類の 名称	概要
1	7204			鉄	a. 生産工程から排出された鉄製または鉄鋼製の薄板、管、小管、棒、板、削りくず、繊維、及びその他の断片のスクラップ b. 使用済の鉄製のレール、枕木、板、薄板、棒、格子、管、小管、網等 c. 輸出国において破砕・解体された後の建築物、輸送手段、機械、機器、その他の製品から分別収集された鉄又は鉄鋼、銑鉄 d. 輸出国において油及びグリース、ゴム、アスベスト、その他の非鉄金属から分別・洗浄された後の使用済み船舶（荷船も含む）の船体及び船殻 e. スクラップはケーキ状又はブロック状に分解又は圧縮されていてもよい
2	7404	00	00	銅	a. 生産工程から排出された銅、銅合金、ニッケル、ニッケル合金、アルミニウム、アルミ合金、亜鉛又は亜鉛合金の薄板、管、小管、棒、板、削りくず、繊維、及びその他の断片のスクラップ b. 以下を含む循環資源
3	7503	00	00	ニッケル	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 輸出国において破砕・解体された後の建築物、輸送手段、機械、機器、その他の製品から分別収集された銅、銅合金、ニッケル、ニッケル合金、アルミニウム、アルミ合金、亜鉛又は亜鉛合金</li> <li>✓ プラスチック及びゴム、その他の絶縁体による被覆が除去されている銅またはアルミニウムの芯ワイヤー・ケーブル</li> </ul>
4	7602	00	00	アルミニウム	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 電磁気ワイヤー（塗料又はエナメル、コットン、紙で被覆された銅線）</li> </ul> c. スクラップはケーキ状又はブロック状に分解又は圧縮されていてもよい
5	7902	00	00	亜鉛	
6	7802	00	00	鉛	生産工程から排出された左欄に掲げる金属の薄板、管、小管、棒、板、削りくず、繊維、及びその他の断片のスクラップ
7	8002	00	00	すず	

No	HS コード			スクラップ類の 名称	概要
8	8101	97	00	タングステン	
9	8102	97	00	モリブデン	
10	8104	20	00	マグネシウム	
11	8108	30	00	チタン	
12	8109	30	00	ジルコニウム	
13	8110	20	00	アンチモン	
14	8111	00	10	マンガン	
15	8112	22		クロム	
16	7001	00	00	ガラス	
17	4707			古紙	a. 未使用の紙及びボール紙 b. 使用済製品又は未使用の廃製品から分別収集された紙及びボール紙
18	3915			廃プラスチック	a. 生産工程から排出された塊状、板状、管状、ケーキ状、繊維状、破片状の未使用プラスチック b. ミネラルウォーター及び蒸留水の使用済みプラスチック容器（ソフトドリンク用の使用済み容器は以下 c. が適用） c. PE、PET、PS、PC、PP で構成されている製品の破砕後の PE、PET、PS、PC、PP のスクラップ（いずれの辺も 5cm を超えてはいけない）であって、環境保護要件を満たしているもの
19	2520	10	00	石膏	a. 化石燃料燃焼の排ガス脱硫工程から生じる硫化カルシウムを精製して作られた合成石膏 b. ベトナム基準に基づく有害性の閾値を超える有害物質（放射性物質、重金属、有害廃棄物等）を含まないこと
20	2618	00	00	鉄鋼スラグ	a. 鉄又は鉄鋼、銑鉄の製造時に溶鉱炉から発生したスラグ b. ベトナム基準に基づく有害性の閾値を超える有害物質（放射性物質、重金属、有害廃棄物等）を含まないこと





DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR, FAKULTAS PERTANIAN  
**DEPARTEMEN ILMU TANAH DAN SUMBERDAYA LAHAN**

Departemen of Soil Science and Land Resource, Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University  
Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor. Telp. (0251) 629 360, 629 354 Pes. 1251, Fax. (0251) 629 358

---

Bogor, 4 Juli 2011

Kepada Yth.  
Ibu Dr. Masnellyarti Hilman  
Diputi Bidang Pengelolaan B3, Limbah B3, and Garbage  
Kementerian Lingkungan Hidup  
di Jakarta

Dengan hormat,

Seperti kita ketahui Fakultas Pertanian IPB telah mengadakan Lokakarya Nasional tentang Pemanfaatan Slag Untuk Pertanian di IPB Internasional Convention Center, Jalan Raya Pajajaran Bogor tanggal 23 Agustus 2010. Berdasarkan hasil lokakarya perlu melakukan penelitian sifat-sifat slag, pengaruhnya terhadap produksi pertanian, dan lingkungan.

Berdasarkan hasil lokakarya kami mengadakan penelitian di laboratorium dan rumah kaca tentang pengaruh terak baja terhadap tanaman padi, sayuran, dan tanaman akasia. Hasilnya terak baja dari Jepang dan Indonesia dapat memberikan pengaruh yang baik terhadap produksi tanaman padi, sayuran, dan tanaman akasia. Hasilnya terak baja mengandung unsur hara yang penting bagi tanaman dan tidak mengandung logam berat yang berefek negatif terhadap lingkungan (Laporan hasil penelitian terlampir).

Sebagai kelanjutan dari penelitian laboratorium dan rumah kaca tersebut, kami akan melanjutkan penelitian lapang (proposal terlampir). Penelitian akan dilakukan pada berbagai jenis tanah dan tanaman seperti tanah pegunungan dengan tanaman sayuran, tanah sawah, perkebunan kelapa sawit, dan tanaman hutan industri di Provinsi Jambi. Untuk keperluan penelitian tersebut kami membutuhkan terak baja dari Jepang sebanyak 30 ton. Oleh karena itu, kami mohon ijin untuk dapat mengimpor bahan terak baja dari Jepang sebanyak 30 ton. Bersama ini kami lampirkan juga surat dari Sumitomo Metal, Sumitomo Forestry, Co., Ltd., dan Jica sebagai partner kegiatan penelitian.

Demikian permohonan kami, atas bantuan dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan banyak terima kasih.

Hormat kami,

Dr. Suwardi  
Department Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian,  
Institut Pertanian Bogor  
Ph/Fax: (62)251-629357  
Mobile (62)8129674021 Email: suwardi\_bogor@yahoo.com



Japan International Cooperation Agency

June 10<sup>th</sup>, 2011

Dr. Masnellyarti Hilman,  
Deputy for Management of Hazardous and  
Toxic Material and Hazardous and Toxic Waste and Garb  
Ministry of Environment, Republic of Indonesia

**Request for support to JICA's study Team on steel slag utilization**

Dear Dr. Hilman,

We appreciate your continuous support to JICA. In April 2011, we contracted with Sumitomo Metals Industries (SMI) and Sumitomo Forestry Company (SFC) on a study "Preparatory Survey on BOP business on slag fertilizer in peat bog areas in Indonesia." It aims to investigate the business feasibility of the above project. Steel slag, which is produced as byproduct in the steel making process, has been proved by some researchers in Japan to improve the quality of soil, and thereby raise productivity of paddy field. The ultimate goal of the project is not only to raise profit from it but also to contribute to developmental goals, such as raising productivity, income-level, and as a consequence preventing illegal logging.

The study will be conducted from April 2011 to March 2013, including 4-6 months of pilot sales on the field to investigate the business feasibility. In its course, it is necessary for SMI and SFC to import steel slag from Japan, and smooth clearance at the customs is crucial for the success of the study. SMI and SFC will take the responsibility of usage of steel slag, in case any issue arises.

For your information, this study is not an ordinary ODA project under agreement between Indonesian and Japanese Government, and JICA is supporting private sector with our own initiatives to help materialize BoP (Base of the Pyramid) business to promote the pro-poor business and contribute to the developmental goals.

We would greatly appreciate it if you could extend your support to SMI and SFC on this matter. Thank you again for your cooperation and understanding.

Sincerely yours,

A handwritten signature in black ink, appearing to read '山田 哲也' (Yamada Tetsuya), written over a horizontal line.

Tetsuya Yamada  
Director  
Private Sector Partnership Division  
Office for Private Sector Partnership  
Japan International Cooperation Agency



1-8-11, HARUMI, CHUO-KU, TOKYO 104-6111, JAPAN

PHONE +81-3-4416-6180  
FAX +81-3-4416-67932

June, 2011

Dr. Masnellyarti Hilman, MSc.  
Deputy for Management of Hazardous and  
Toxic Material and Hazardous and Toxic Waste and Garbage  
Ministry of Environment, Republic of Indonesia

**Request of permission for experimental use of Japanese steel slag product**

Dear Masnellyarti Hilman,

Sumitomo Metal Ind., Ltd (SMI) is engaged in iron and steel products making business all over the world (<http://www.sumitomometals.co.jp/e/index.html>), and we contributes to the realization of globally environmental preservation and the building of a reduce-reuse-recycle society through the activities harmonizing with environmental preservation and socio-economic development. We believe our steel slag product, a by-product of the steel-refining process, could bring benefits to your country especially in agricultural area. Steel slag product is an alkaline material and contains high mineral elements such as Fe, Si, Mn, and Phosphate, which are essential for plant growth. We expect that steel slag product could improve crop production of peat acid soil in Indonesia.

In chemical content of steel slag product, the steel slag is produced under high temperature (1600°C), so organic compounds and low melting temperature hazardous heavy metal, such as Hg and Cd, could not exist in. And our steel slag products quality control is very strict and the content of toxic elements in our slag is lower than Japanese regulations. We sell steel slag products as civil engineering material, soil

amendment and fertilizer for over 50 years in Japan.

We are currently planning to conduct research activities in collaboration with IPB (Dr.Basuki and Dr. Suwardi). We seek to investigate the effect of this material at the field level scientifically and we would like to import our steel slag product samples for use in our experiments. We expect your support for our field experiments in Indonesia and request permission to import our steel slag product samples from Japan.

We greatly appreciate your kind cooperation.

Sincerely yours,

Hidemasa Nakajima

---

Managing Executive Officer  
General Manager of Technology and  
Quality Administration Department  
Sumitomo Metal Ind., Ltd.



SUMITOMO FORESTRY CO., LTD.

1-3-2, OTEMACHI, CHIYODA-KU, TOKYO 100-8270, JAPAN

FORESTRY&ENVIRONMENT DIVISION

ENVIRONMENTAL BUSINESS DEPARTMENT

PHONE +81-3-3214-3250

FAX +81-3-3214-3252

June, 10 2011

Dr. Masnellyarti Hilman, MSc.

Deputy for Management of Hazardous and

Toxic Material and Hazardous and Toxic Waste and Garbage

Ministry of Environment, Republic of Indonesia

**Request for permission for experimental use of Japanese steel slag product**

Dear Masnellyarti Hilman,

Sumitomo Forestry Co., Ltd (SFC) is engaged in forestry related business all over the world (<http://sfc.jp/english/>), and we are always looking for environmentally friendly business opportunities. We believe the Japanese steel slag product, a by-product of the steel-refining process, could bring benefits to both countries. Steel slag is an alkaline material and contains high mineral elements such as Fe, Si, Mn, and Phosphate, which are essential for plant growth. We expect that steel slag product could improve crop production of peat acid soil in Indonesia.

Quality control is very strict and the toxic element in our slag is lower than Japanese regulations. Steel slag product has been used as fertilizer and soil modification for many years in Japan.

We are currently researching activities in collaboration with IPB (Professor Dr. Ir Didy Sopandie MAgar). We have plans to scientifically investigate the effect of this material at the field level for the export samples of Japanese steel slag product in Indonesia. We would like you to permit to import the Japanese steel slag product sample for our field experiments.

We greatly appreciate your kind cooperation.

Sincerely yours,

Hidekazu Tanaka

---

General Manager,

Environment Management Division

Sumitomo Forestry Co., Ltd.