

平成 28 年度我が国循環産業海外展開事業化促進業務
インドネシア・マレーシアにおける
建築廃材リサイクル事業

報告書

平成 29 年 3 月

太平洋セメント株式会社

要旨

調査名称：平成 28 年度我が国循環産業海外展開事業化促進業務「インドネシア・マレーシアにおける建築廃材リサイクル事業」

■背景と目的

東南アジア諸国では、経済の発展に伴う建築需要が旺盛であり、建材需要も急速に伸びている。特に熱帯、亜熱帯地域に位置する東南アジア諸国では、効率の良い冷房設備や断熱性に優れた建材のニーズが大きく、熱伝導率の低い建築材料、例えば軽量コンクリート製品の需要が大きく伸びている。

軽量コンクリート製品工場では一定割合の端材が発生するが、東南アジア諸国では一部が粉砕されてまた軽量コンクリート製品生産プロセスに還元されるものの、粉砕の手間を嫌うなどして多くは埋め立て処分されている場合が多いとみられている。上述のように軽量コンクリート製品需要は急速に拡大していることから、こうした軽量コンクリート製品端材の発生も今後増大することが見込まれるが、現状では十分に再資源化されているとは言えない状況である。軽量コンクリート製品の中には、加熱養生を経ることでケイ酸やカルシウムが溶出しやすい素材へと変化するものがある。そのため、軽量コンクリート製品端材の中には水田向けのケイ酸質肥料とすることや、また魚介類養殖向けの水質浄化剤や珪藻等の植物プランクトン繁殖促進剤の原料とすることが可能である。

そこで当社では、当社がこれまでに培ってきた軽量コンクリート製品端材を原料とする農業資材、水産資材への再資源化技術を東南アジア諸国に展開することを想定し、現地における事業化可能性を検討した。人口規模や今後の経済発展可能性、また養殖業の集積度を考慮し、インドネシアを主な調査対象国とした。なお、東南アジア諸国のうち、タイにはすでに当社の事業拠点があることから、タイとインドネシアに隣接するマレーシアについても将来的な事業展開の可能性を参考として検討した。

■調査結果

調査対象地域であるインドネシア・マレーシアにおける軽量コンクリート製品端材の発生状況および処理状況を文献および現地ヒアリングより調査し、これら地域における端材の発生量の推計を行ったところ、インドネシアで 316,000 トン、マレーシアで 16,000 トンの発生ポテンシャルがあると推計された。インドネシアにおける端材の回収に際しては、軽量コンクリート製品の原料によっては有害廃棄物の取り扱いに関する許認可の取得が必要であることが明らかとなり、端材供給源となる建材メーカーの使用原料の実態を詳細に調査した上で端材を入手することが重要であることが分かった。

再生品の需要調査としては、再生品の需要家となる農家や養殖業者、および流通業者を訪問し、再生品に対するニーズを調査したところ、概ねポジティブな回答を得られたことから、設定する価格次第では十分現地で受け入れられる可能性があることも明らかとなった。特に、インドネシア環境森林省にて現地側関係者との合同ワークショップを開催した際は、インドネシア農業省からも非常に高い評価を頂くことができ、本製品の普及に向けて政府レベルの後押しも得られる可能性があることが示唆された。

インドネシアにおける再生品の販売にあたっては、農業省および海洋水産省における製品の登録を必要とすることから、その手続きの手順や手続きに要する時間についても実態情報を収集した。製品登録までのプロセスは約 1 年以上かかる場合が多いことが分かり、現地販売のためには早急に申請手続き等を進めていく必要があることが分かった。ただし、農業肥料用としては、現在再生品に合致するカテゴリーが存在していないことから、製品登録をするためには、作成中とされる新たな法令が発行されるまで待つ必要があることも明らかとなった。

現地で発生する端材の再生品原料としての利用適合性を調査するため、インドネシアの建材メーカー(6 社)から発生する端材の物理性、化学性、肥料特性を評価したところ、一部のメーカーの製品については、農業／養殖用資材の原料として非常に良好な結果を示した。当該メーカーは当社との連携に関しても特に関心を示し、また提供可能な端材の質・量ともに良好であったため、現地パートナーの最有力候補と定め、計 3 度に渡り協議を行った。さらに、現地環境における再生品の農業資材・養殖資材としての有効性を確認するため、インドネシア現地のボゴール農業大学と連携し試験を実施したところ、コメの生産やエビの養殖における生産性向上に資する結果が得られ、また収量向上のための適当な施用量についても有用なデータが得られた。

■実現可能性及び今後の海外展開

本事業の事業採算性について、ベースシナリオおよび低位シナリオを用意して試算を行ったところ、本事業は収益性の高い事業であることが見込まれた。今後、事業の実現可能性に影響を与える要因として、現地パートナー候補を通じた必要十分な量の端材の回収可否、現地での端材収集コスト、処理コストを加味した場合の事業採算性、および現地で再生された肥料及び養殖資材の販売可能性について十分に精査をしていくことで、事業実現の確度を高めていく予定である。

今後の展開は、初期段階では、現地の軽量コンクリート製品工場をパートナーとして端材供給の MOU を締結し、同社にて発生する一定量の端材を原料として生産を開始することを想定しており、並行して再生品の価格や流通・販売ルートを初めとした事業化のための検討を 2017 年中に行い、事業化に必要な準備を進める予定である。

その後の事業拡大に際しては、原料の収集量の増大に向け、有害廃棄物（B3 廃棄物）の利用に関する許認可取得により収集・再生の体制の強化、ならびに遊休軽量コンクリート製品プラントの活用可能性も検討する。その他、インドネシアで需要量の大きい作物向け（オイルパームなど）に新たな肥料を開発することや、インドネシアの土壌高付加価値肥料の開発も検討する。

事業の将来的な展開は、インドネシアを拠点としてその他の ASEAN 諸国に事業範囲を拡大していくことも想定しており、インドネシアで本リサイクル事業に関するノウハウを蓄積し、それを応用した上で更なる展開を進めていく予定である。

Summary

Survey title: 2016 project to commercialize overseas business development of the Japanese recycling industry: “Project to Recycle Construction Waste in Indonesia and Malaysia”

■ Background and purpose

Southeast Asian countries are seeing strong demand for construction in line with their economic development, and demand for building materials is also growing rapidly. In particular, Southeast Asian countries that are located in tropical and subtropical regions have a great need for efficient cooling equipment and building materials with excellent heat insulation. And in this regard, there is increasing demand for Lightweight Concrete Products which is cured with high-temperature and high-pressure steam.

A certain amount of offcuts is generated in an Lightweight Concrete Products factory, and in Southeast Asian countries some of these offcuts are crushed and put back in the ALC production process. But in many cases, they are put into a landfill because the operators do not want to go to the trouble of crushing them. Since demand for Lightweight Concrete Products is expanding rapidly, as stated above, it is thought that the amount of these ALC offcuts will increase in the future. And at present, it cannot be said that they are being fully recycled as a resource. When Lightweight Concrete Products undergoes steam curing it changes into a material which is rich in a calcium silicate hydrate mineral called tobermorite that easily dissolves in water. Therefore, it is possible to use Lightweight Concrete Products offcuts as a siliceous fertilizer for paddy fields, a water purification for fish and shellfish cultivation, or a raw material of an agent used to help phytoplanktons such as diatoms proliferate.

We examined the possibility of commercializing our operations in local areas, assuming that we would deploy in countries in Southeast Asia the technology we have nurtured so far to recycle Lightweight Concrete Products offcuts into agricultural materials and materials used in fisheries. Considering the population size, possibilities for future economic development, and degree to which the aquaculture industry has been developed, we decided to set Indonesia as the main country to conduct a survey on. Furthermore, since among the Southeast Asian countries we already have a business base in Thailand, as a reference we also considered the possibility of deploying our business in future in Malaysia, which is adjacent to Thailand and Indonesia.

■ Survey results

We investigated the status of Lightweight Concrete Products offcuts and their processing in Indonesia and Malaysia, which were the surveyed areas, by looking at the literature and carrying out on-site interviews, and estimated the amount of offcuts that would be generated in these areas. The result showed there was a potential for 316,000 tons to be generated in Indonesia and 16,000 tons in Malaysia. When recovering offcuts in Indonesia, it became clear that it may be necessary for the operator to acquire permission to handle hazardous waste depending on the raw material of Lightweight Concrete Products. And we realized that it is important to obtain offcuts after carrying out a detailed investigation on the actual condition of raw materials used by building material manufacturers as a source of supply of offcuts.

To survey the demand for recycled products, we visited farmers and cultivators who are the customers of recycled items and distributors, and investigated their needs for such recycled product. We generally received a positive answer, and so it also became clear that there is a possibility that recycled offcuts may be sufficiently accepted in the local areas, depending on the price. In particular,

when we held a joint workshop with local interested parties at the Ministry of Environment and Forestry in Indonesia, we were able to receive a very high evaluation from the Ministry of Agriculture of Indonesia. This suggested that we may be able to obtain government support for promoting the products.

When selling recycled products in Indonesia, it is necessary to register the products with the Ministry of Agriculture and the Ministry of Marine Affairs and Fisheries, so we also gathered actual information on the process and time required for that. It was found that the process to register a product often takes about 1 year or more, and that it is necessary to promptly carry out application procedures to sell products in the local areas. However, it also became clear that since there is presently no category that covers this recycled product as a material for use in agricultural fertilizer, we would have to wait until the issuance of new regulations that are being created in order to register the product.

In order to investigate the usability of offcuts as locally generated recycled raw materials, we evaluated the physical properties, chemical properties and fertilizer characteristics of the offcuts generated by manufacturers of building materials (six companies) in Indonesia. The products of some of the manufacturers showed very good results as raw materials for agriculture and aquaculture. Those manufacturers also showed a particular interest in collaborating with our company, and because both the quality and quantity of the offcuts that they can provide were good, we decided to make them the top candidates for our local partners and consulted with them a total of three times. Furthermore, in order to confirm the effectiveness of recycled products as agricultural materials and aquaculture materials in the local environment, we conducted a test in cooperation with Bogor Agricultural University in Indonesia. The results showed that the products can help to improve the productivity of rice production and shrimp farming, and we also obtained useful data on appropriate application rates for yield improvement.

■ Feasibility and future overseas development

We prepared a base scenario and a low-level scenario and tried to calculate the profitability of this project. The result showed it is expected to be a very profitable business. A factor influencing the feasibility of the project in the future is the business profitability, considering the ability to recover the necessary amount of offcuts through local partner candidates, the local cost of collecting the offcuts, and the processing cost. And we plan to get a more accurate picture of the project by thoroughly examining the possibility of selling fertilizer and aquaculture materials that have been recycled locally.

In our future developments, at the initial stage, we assume that we will conclude an MOU on the supply of offcuts with the local Lightweight Concrete Products factories as a partner and that production of recycled products will start by using as a raw material a certain amount of offcuts generated at those factories. Aiming for commercialization, we are also planning to start examining in 2017 factors such as the price of recycled products and distribution/sales routes, and carry out the necessary preparations for this commercialization.

When expanding business thereafter, so that we can increase the volume of raw material collected we will consider strengthening the system of collection and recycling by acquiring permission to use hazardous waste (B3 waste), and also look at the possibility of utilizing idle Lightweight Concrete Products factories. Additionally, we will consider developing new fertilizers for crops with large demand (such as oil palm) in Indonesia and also think about developing high-added-value fertilizer in Indonesia.

In deploying this project in future, we also assume that we will expand the scope of business to other ASEAN countries by using our base in Indonesia. And we are planning to further develop the

project by obtaining know-how in this recycling business in Indonesia, and applying it.

目次

1. 事業の目的・概要	1
1.1 背景と目的.....	1
1.2 実施概要.....	2
2. 海外展開計画案の策定	5
2.1 対象地域.....	5
2.2 処理対象廃棄物種類.....	5
2.3 利用技術.....	5
2.4 導入規模.....	5
2.5 事業実施体制.....	5
2.6 事業化スケジュール.....	6
3. 対象地域における現状調査	7
3.1 インドネシア.....	7
3.2 マレーシア.....	59
4. 廃棄物の組成・性状等調査	89
4.1 建築端材の成分分析結果.....	89
4.2 分析試験の詳細.....	90
5. 再生材試験結果	96
5.1 農業用再生資材.....	96
5.2 養殖用再生資材.....	98
6. 現地政府・企業等との連携構築	100
6.1 現地パートナー候補の選定.....	100
6.2 A社との協議状況.....	100
7. 現地関係者合同ワークショップ等の開催	102
7.1 実施概要.....	102
7.2 開催日時及びプログラム.....	102
7.3 今後の展開可能性.....	106
8. 実現可能性の評価	107
8.1 事業採算性.....	107
8.2 環境負荷削減効果.....	112
8.3 社会的受容性.....	116
8.4 実現可能性の評価.....	117

9. 今後の海外展開計画案	118
9.1 事業実現の方向性.....	118
9.2 事業化スケジュール	119

1. 事業の目的・概要

1.1 背景と目的

東南アジア諸国では、経済の発展に伴う建築需要が旺盛であり、建材需要も急速に伸びている。特に熱帯、亜熱帯地域に位置する東南アジア諸国では、効率の良い冷房設備や断熱性に優れた建材のニーズが大きく、加熱養生されたコンクリート製品の需要は大きく伸びている。従来は、レンガや石材を用いて建物が建設されていたところ、軽量コンクリート製品の登場によって大幅に建材が軽量化されたため、現場作業員の作業負荷軽減という観点でも需要が伸びているところである。

一方で軽量コンクリート製品工場では一定割合の端材が発生するが、東南アジア諸国では一部が粉砕されてまた軽量コンクリート製品生産プロセスに還元されるものの、粉砕の手間を嫌うなどして多くは埋め立て処分されている場合が多いとみられている。上述のように軽量コンクリート製品需要は急速に拡大していることから、こうした軽量コンクリート製品端材の発生も今後増大することが見込まれるが、現状では十分に再資源化されているとは言えない状況である。

軽量コンクリート製品の中には、可溶性ケイ酸やカルシウムに富む素材へと変化するものがある。そのため、軽量コンクリート製品端材の中には水田向けのケイ酸質肥料としたり(イネ科植物は一般的な窒素、リン酸、カリのほかにケイ酸も大いに消費する)、また魚介類養殖向けの水質浄化剤(微細間隙が有機物を吸着)や珪藻等の植物プランクトン繁茂促進剤(溶出ケイ酸分が珪藻の繁茂を助ける)の原料としたりすることが可能である。

そこで当社では、当社がこれまでに培ってきた軽量コンクリート製品を原料とする農業資材、水産資材への再資源化技術を東南アジア諸国に展開することを想定し、現地における事業化可能性を検討した。特に東南アジア諸国は、熱帯、亜熱帯地域に位置することから、我が国ではほとんど開発されていない熱帯作物向け農業資材の開発可能性や、現地で盛んな海老等養殖産業向けの水質浄化剤の開発可能性についても併せて検討を行った。人口規模や今後の経済発展可能性、また養殖業の集積度を考慮し、インドネシアを主な調査対象国とした。なお、東南アジア諸国のうち、タイにはすでに当社の事業拠点があることから、タイとインドネシアに隣接するマレーシアについても将来的な事業展開の可能性を参考として検討した。

1.2 実施概要

本事業では、以下項目について調査、検討を実施した。

(1) 海外展開計画案の策定

インドネシア・マレーシアにおいて、軽量コンクリート製品端材から肥料や養殖資材を再生するリサイクル事業について、事業計画案を作成した。また事業計画案には、事業規模、事業運営計画、事業展開スキーム、事業実施体制、事業化スケジュール案等を含めた。

(2) 対象地域における現状調査

事業の実現可能性を評価するために必要と考えられる以下の現状調査を実施した。

■軽量コンクリート製品端材の収集および再生品の登録等に係る現地法令・政策動向調査
インドネシア・マレーシアで施行されている廃棄物関連法令について精査を行った。特に軽量コンクリート製品端材の法制度上の分類について詳細に情報収集し、有害廃棄物として指定される場合の条件について整理した。

■軽量コンクリート製品端材の発生及び処理現状調査

調査対象地域であるインドネシア・マレーシアにおける軽量コンクリート製品端材の発生状況および処理状況を調査し、これら地域における端材の発生量の推計を行った。また、回収に際しての課題や処理に際して留意すべき事項を検討した。

■事業採算性の検討に必要な基礎調査

現地での光熱費、労務費、原料調達費、肥料販売価格等を文献、現地ヒアリングから調査した。

■再生品の市場動向調査

再生品の販売にあたっては、農業省および海洋水産省における製品の登録を必要とすることから、その手続きの手順および要する時間についても実態情報を収集した。また再生品の需要家となる農家や養殖業者、および流通業者を訪問し、再生品に対するニーズを調査した。

(3) 廃棄物の組成・性状等調査

再生肥料・養殖資材の原料ソースとして、インドネシアの対象建材メーカー(6社)から発生する端材の物理性、化学性、肥料特性を調査した。現行商品である日本の建材メーカー品2社分の端材とタイの建材メーカー1社分の端材の比較により、再生品原料としての利用適合性を評価した。

(4) 現地政府・企業等との連携構築

現地パートナー選定のため、端材の供給源となるインドネシアの軽量コンクリート製品メーカー6社を訪問し、連携のための検討を行った。その結果、西ジャワ州に所在するメーカーが連携に対して特に関心を示し、また提供可能な端材の質・量ともに良好であったため、現地パートナーの最有力候補と定め、計3度に渡り協議を行った。

(5) 現地関係者合同ワークショップ等の開催

インドネシア現地における本リサイクル材の認識向上に向けた議論、また現地の状況に応じたリサイクル材の販売・流通ルートの具体化を行うため、2017年1月にジャカルタ市内のインドネシア環境森林省会議室で現地側関係者との合同ワークショップを開催した。

(6) 実現可能性の評価評価

上記の調査結果に基づき、本事業について以下の通り、実現可能性を評価した。

■事業採算性

現状調査で得られた各種データのほか、現地で収集・処理を行う場合の仕様などを検討の上、事業採算性の試算を行った。まずは現地パートナー候補から入手可能な量での再生品生産を念頭に置きながら試算を行った。

■環境負荷低減効果

本事業で想定する軽量コンクリート製品端材からの資材生産プロセスと、天然資源を用いて資材を生産する従来プロセスを比較し、環境負荷低減効果を分析した。従来技術としては、再生品に類似した機能を持つゼオライトを採掘・破碎・乾燥などにより生産するプロセスを想定して比較をした。

■社会的受容性

本事業の目指す方向性が、インドネシア環境森林省によるインドネシアの環境政策（特に廃棄物分野）の方向性や、インドネシア農業省によるコメ生産に関連する計画・政策などとの方向性と合致しているか否かの検討を行った。検討にあたっては、必要に応じて政府関係者やボゴール大学の学識者などにヒアリングを実施した。

■実現可能性の評価

現地調査、合同ワークショップ、事業採算性の評価等を通じて得られた本事業の実現可能性について考察した。現地パートナー候補を通じた必要十分な量の端材の回収可否、現地での端材収集コスト、処理コストを加味した場合の事業採算性、現地で再生された肥料及び養殖資材の販売可能性から判断を行った。

(7) 結論と今後の展開方向性

本調査より、本事業の事業採算性や現地での社会的受容性は高いことが明らかとなり、事業の実現可能性は十分高いことが見込まれた。今後の課題として、製品登録の取得や販売ルート具体化、更に商品認知等が挙げられる。、本調査終了後、まずはインドネシアで現地総代理店の候補となる会社を選定し、肥料登録・養殖資材登録の取得の手続きを進める予定である。並行して再生品の価格や流通・販売ルート、更にデモンストレーション試験等、事業化のための検討を進め、可能な限り早期の事業化を目指す予定である。

2. 海外展開計画案の策定

2.1 対象地域

インドネシアを対象とする。マレーシアについては、インドネシア事業が安定飛行に入った後にタイの拠点もしくはインドネシアの拠点から展開することを想定した。

2.2 処理対象廃棄物種類

インドネシア国内に立地する軽量コンクリート製品工場より発生する軽量コンクリート製品端材を対象とした。ただし、一部飛灰や石炭灰を原料として用いている軽量コンクリート製品工場もあり、この軽量コンクリート製品端材の再資源化に際してはインドネシア国内で危険廃棄物（B3 廃棄物）の取り扱い許認可を得る必要があるため、初期段階では飛灰や石炭灰を用いない軽量コンクリート製品工場由来の端材と対象とし、順次、それ以外の軽量コンクリート製品端材も対象に含めていくようにした。

2.3 利用技術

軽量コンクリート製品端材の粉砕、分級が基本技術となるが、インドネシア現地では軽量コンクリート製品の過剰生産に伴って遊休設備が増加していることや生産原価が日本やタイと比べて低廉であることから、熱帯作物向けやエビ養殖池向けに特化した成分組成（例：特異の成分比を最大化したり、その他水質浄化やエビ養殖で必要とされる成分の添加を行う。また、一方で軽量コンクリート製品に要求される強度などにはこだわらない 等）での加熱養生技術を開発し、そこから得られる軽量コンクリートを粉砕、分級して供給することも視野に入れた。また、現地では石炭灰や高炉スラグが比較的安価に入手できることから、これらを原料として活用した成分組成での蒸気養生技術も併せて開発し、現地や我が国で発生する石炭灰などの利活用可能性も視野に入れた。

2.4 導入規模

20,000 トン／年ほどの規模を想定。※タイ事業と同等程度

2.5 事業実施体制

初期段階では、インドネシア現地に農業資材や養殖資材の販売に関する総代理店を確保し（現地で農業資材や養殖資材について十分な販売ネットワークを有するパートナー会社）、製品はタイ現地拠点から供給することを目指す。並行して現地駐在員事務所を設立し、現地における農業資材・養殖資材生産工場（現地法人）の立ち上げを想定した。この場合、現地の有力軽量コンクリート製品メーカーもしくは現地の農業資材・養殖資材販売会社との合弁による法人立ち上げを目指す（日本側（当社環境事業部）が51%以上の出資）。現地駐在員事務所及び工場の設置場所は、当社子会社のインドネシア現地法人敷地内を想定。

2.6 事業化スケジュール

本調査終了後、速やかにインドネシア現地で総代理店の候補となるパートナー会社を探して代理店契約を締結するほか、並行して当社社員の駐在員事務所設立を想定した。その間にタイ等からの製品輸出量が順調に推移すれば、一定基準をもって現地における製造法人立ち上げの準備を開始し、合弁相手の選定、また必要な許認可の取得手続きを開始し、この場合、最速で2020年からの現地生産開始を目指した。熱帯作物（サトウキビ、トウモロコシ、イネ等）やエビ養殖に特化した成分調整技術の開発を念頭に置いた。

3. 対象地域における現状調査

3.1 インドネシア

(1) 現地法令・政策動向調査

1) 軽量コンクリート製品端材の廃棄物法制度上の分類

現地ヒアリングによると、建材工場で発生する端材が B3 廃棄物（インドネシア法令で定義される危険廃棄物）として扱われるかどうかは、その原料に依存するとのことである。本事業で対象としている軽量コンクリート建材の場合、使用される可能性がある原料としては、特にフライアッシュ（石炭灰）が考えられる。すなわち、もし軽量コンクリート製品の製造業者が原料としてフライアッシュを使用していれば、端材は B3 廃棄物として扱われるとのことである。多くの場合、フライアッシュ中の水銀が原因で B3 廃棄物になってしまうと考えられる。

原料としてフライアッシュ（飛灰）などを使っていなければ、端材は基本的に非 B3 廃棄物となり、端材の回収に許認可は必要ないと考えられる。許認可申請の際、各種成分分析等を添付する必要があるが、そこで有害物質が検出されなければ、非 B3 廃棄物とみなされると思われる。

インドネシア環境森林省（KLH）へのヒアリングによると、フライアッシュを原料として使用している建材工場は 5 工場未満であるとのことだが、登録ベースの数字のため、実際にはより多くの工場がフライアッシュを使用している可能性がある。

2) 関連法令

廃棄物に関する法令は「廃棄物管理法」（2008 年第 18 号）があり、廃棄物を家庭系廃棄物、家庭系廃棄物に類似した廃棄物、有害廃棄物の 3 種類に分類し、各廃棄物について減量及び処理の方針、関係機関の役割等を定めている。

同法では、廃棄物を①家庭系廃棄物（household waste）②家庭系廃棄物に類似した廃棄物（household-like waste：事業系廃棄物、公共施設等からの廃棄物）③特別廃棄物（specific waste：有害廃棄物、災害廃棄物など）に分類し、それぞれの減量及び処理の方針を定めている。③特定廃棄物としては以下の 6 項目に分けられる。

- a) 有害もしくは有毒な物質を含む廃棄物
- b) 有害もしくは有毒なゴミを含む廃棄物
- c) 災害廃棄物
- d) 建設廃棄物
- e) 現行技術で処理できない廃棄物
- f) 不定期廃棄物

また同法は、廃棄物事業の許認可に関しては、第 17 条で「廃棄物管理の事業を行う者は地方政府の長から許可を得なければならない」と定めている。第 23 条より、③特定廃棄物

の管理に関する規定は、政府規制により細かく決定されることとなっている。

3) 有害廃棄物となる場合の許認可の取得手順

上述の通り、対象建築端材が非有害廃棄物に分類される場合、その処理には特別な許認可は必要ない。一方、建材メーカーが有害廃棄物（B3 廃棄物）に分類されているフライアッシュなどを原料に使用している場合は、その端材も有害廃棄物として取り扱う必要がある。

有害廃棄物の取り扱いに関連する許認可は、一時的な保管、収集、処理、蓄積、利用、輸送まで多岐にわたる。多くの許認可は、中央政府によって発行されるが、一時的な保管に関する許認可は地区／市政府から発行されているほか、収集に関する許認可も一定地域内での収集であれば地区／市政府もしくは州政府から発行されることとなる。以下に、それぞれの許認可申請の審査等手続きを担当する政府を整理する。

表 3-1 有害廃棄物の取り扱いに係る許認可の発行主体

Type of Licenses	Authority for Granting License		
	Central Government	Provincial Government	District/City Government
Temporary Storage			○
District/City Scale Collection			○
Provincial Scale Collection		○	
National Scale Collection	○		
Treatment	○		
Accumulation	○		
Utilization	○		
Transportation	○		

出所) PT. MU Research and Consulting Indonesia

①Temporary Storage License（一時的な保管の許認可）

一時保管は、1つの製造業者内部で発生した有害廃棄物を保管することと定義される。この一時保管を行う場合、以下の必要書類を提出し、許認可を取得する必要がある。

表 3-2 一時的な保管の許認可取得に必要な要件

申請要件	具体的内容
(1) 基本書類	(a) 申し込みフォーム (b) 申請者の身元 (c) 会社設立証明
(2) 事前必要書類	(a) 環境許認可（コピー） (b) 建築物建設許認可（コピー） (c) （地下水を利用する場合）地下水利用許可証（コピー）
(3) その他の必要書類	(a) MOU（有害廃棄物関連のライセンスを保有する第三者との覚書） (b) 第三者所有の有害廃棄物関連ライセンス（コピー） (c) 以下のような情報を含む書類： <ul style="list-style-type: none"> ➤ 危険な製造プロセスの説明 ➤ 有害廃棄物の発生源、種類、特性および平均発生量 ➤ 過去3ヶ月間の有害廃棄物の日誌 ➤ 有害廃棄物の保管場所を示す図 ➤ 一時保管場所の図 ➤ 有害廃棄物処理の手順 ➤ 有害廃棄物の一時保管に関する緊急時の対応手順 ➤ 有害廃棄物のマニフェスト ➤ 健康・安全に関する機器の写真 (d) 一時保管のための土地と建物を借りる場合： <ul style="list-style-type: none"> ➤ 土地および建物賃貸借契約書 ➤ 土地または建物を一時保管所として利用することについて、所有者の同意書 ➤ 所有者の身分証明書
(4) 申請場所	PTSP (Pelayanan Terpadu Satu Pintu)/One Stop Service Office Jalan Kebon Sirih No. 18 Blok H, Lantai 18 Jakarta Pusat (ジャカルタで一時保管の許認可を取得する場合)

出所) PT. MU Research and Consulting Indonesia

②District/City, Provincial and National Scale Collection License（地区／市・州・国レベルの廃棄物の収集許認可）

廃棄物の収集のための許認可発行の行政担当は、収集の範囲に応じて異なる。収集活動の範囲が地区／市内にある場合、その地区／市の自治体が収集の許認可の発行を担当する。収集の範囲が複数の地区／市にまたがり、一定の地域内におさまる場合、州政府が許認可の発行を担当する。収集範囲が複数の州にまたがる場合には、中央政府（環境森林省）が許認可発行を担当している。なお、全国規模の収集の許認可については、③を参照。

州単位での収集許認可を申請する場所は以下の通りである。

表 3-3 州単位での収集許認可取得に必要な要件

申請要件	具体的内容
(1) 基本書類	(a) 申し込みフォーム (b) 申請者の身元 (c) 会社設立証明
(2) 事前必要書類	(a) 騒音許認可（コピー） (b) 環境許認可（コピー） (c) 建築物建設許認可（コピー） (d) 第三者所有の有害廃棄物関連許認可 (e) 以前の州規模の収集許認可（更新の場合）
(3) その他の必要書類	(a) MOU（有害廃棄物関連のライセンスを保有する第三者との覚書） (b) 以下のような情報を含む書類： <ul style="list-style-type: none"> ➢ 危険な製造プロセスの説明 ➢ 有害廃棄物の発生源、種類、特性および平均発生量 ➢ 過去3ヶ月間の有害廃棄物の日誌 ➢ 有害廃棄物の保管場所を示す図 ➢ 一時保管場所の図 ➢ 有害廃棄物処理の手順 ➢ 有害廃棄物の一時保管に関する緊急時の対応手順 ➢ 有害廃棄物のマニフェスト ➢ 健康・安全に関する機器の写真 ➢ 回収プロセス及び廃棄物の移動に関する記述 ➢ 収集範囲の記述 ➢ 過去3ヶ月間の有害廃棄物の貸借対照表 ➢ 排水管のレイアウト ➢ 公害防止設備の写真 (c) 土地と建物を借りる場合： <ul style="list-style-type: none"> ➢ 土地および建物賃貸借契約書 ➢ 土地または建物を一時保管所として利用することについて、所有者の同意書 ➢ 所有者の身分証明書
(4) 申請場所	PTSP (Pelayanan Terpadu Satu Pintu)/One Stop Service Office Jalan Kebon Sirih No. 18 Blok H, Lantai 18 Jakarta Pusat (ジャカルタ州の収集許認可を取得する場合)

③Hazardous waste (B3) management related licenses (有害廃棄物管理に関する許認可)

環境森林省が規定する有害廃棄物管理の関連許認可の用語は、(1) 処理 (treatment)、(2) 利用 (utilization)、(3) 収集 (collection)、(4) 蓄積 (accumulation) 許認可に分けることができる。ここで「蓄積」の定義は、「一時保管」と区別される。「蓄積」とは、有害廃棄物を複数の発生源から生じた有害廃棄物を保管する活動として定義され、「一時保管」は、有害廃棄物が自社内で発生した場合もしくは、1つの発生源から生じたものを保管することを指す。

有害廃棄物管理に関連する許認可の申請書では、上記の処理、利用、収集、蓄積のいずれかを選択し、指定の環境森林省の窓口提出する。

表 3-4 有害廃棄物管理に関する許認可取得に必要な要件

申請要件	具体的内容
(1) 必要書類	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 環境文書 (AMDAL / UPL / UKL) ➤ 会社設立証明 ➤ トレーディングビジネスライセンス (SIUP) ➤ 環境保護保険のコピー ➤ 建築物建設許可 (IMB) ➤ ロケーションライセンス ➤ 騒音許認可 ➤ 位置関連情報 (地名 / 住所、土地面積、位置情報) ➤ 管理対象となる有害廃棄物の種類 ➤ 管理対象となる有害廃棄物の量 ➤ 管理対象となる各有害廃棄物の種類の特徴 ➤ 保管・回収場所の建設設計 ➤ 有害廃棄物管理プロセスのフロー ➤ 使用された処理方法及び設備の種類及び技術仕様の説明 ➤ 緊急時対応のための機器 ➤ 排水路 / パイプラインのレイアウト (液体有害廃棄物用)
(2) 申請場所	<p>The Ministry of Environment and Forestry Cq. General Director of Solid Waste, Wastewater and Hazardous Waste Management Jln D.I. Panjaitan Kav. 24 Kebon Nanas, Jakarta Timur 13410</p>

④Transportation License（輸送許認可）

有害廃棄物の輸送には、国土交通局長令（SK.725 / AJ.302 / DRJD / 2004）の規定に従い、輸送省からの輸送許可証を取得する必要がある、その取得には環境森林省の推薦状が必要となる。

表 3-5 輸送許可証取得に必要な要件

申請要件	具体的内容
(1) 必要書類	(a) 排出源の会社発行の輸送された有害物質（物質安全データシート）の名称、種類、および量に関する情報が記載された文書。 (b) 指定機関から発行された有害物質の輸送に関する推薦状 (c) 積載場所、輸送ルート、立寄場所、荷降ろし場所に関する情報 (d) 輸送に使用した車両のリストと写真、およびそれら車両の STNK（車両番号登録）と Buku Uji（車両検査/試験記録）のコピー (e) 輸送の時間とスケジュール (f) 運転手の身分証明書および資格証明書 (g) 公共交通機関の利用のための交通事業免許 (h) 緊急時の対応手順
(2) 申請場所	General Directorate of Land Transportation, Ministry of Transportation Jalan Merdeka Barat No. 8 Jakarta Pusat, 10110

出所) PT. MU Research and Consulting Indonesia

上記の推薦状を取得するためには、環境森林省に申請書のほか、以下書類を提出することが求められる。

表 3-6 環境森林省での推薦状取得に必要な要件

申請要件	具体的内容
(1) 提出書類	<ul style="list-style-type: none"> (a) 会社設立証明／変更証明のコピー（変更があった場合） (b) (a)の設立／変更の承認に関連する法律及び人権憲法の写し (c) 車両情報の添付 (d) 有害廃棄物情報の添付（危険廃棄物の種別および積載場所） (e) 車両所有権のコピー（STNK（車両番号登録）と Buku Uji（車両検査/試験記録）のコピー (f) 輸送される有害廃棄物の種類ごとの SDS / LDK（安全データシート）のコピー (g) 荷積み降ろし時の標準作業手順書（SOP）および緊急時対応の SOP のコピー (h) 全ての車両のカラー写真（車両に有害廃棄物のマーク、社名、緊急電話番号が車両の左右両側にはっきりと表示されていること） (i) 積載時と積み下ろし時の標準作業手順書（SOP）と緊急時対応の SOP の写真 (j) 有害廃棄物の積載と積み降ろしの様子の写真 (k) Alat Pelindung Diri（自己防備機器）のカラー写真と緊急対応システムの設置 (l) 運転手の危険廃棄物輸送訓練の証明書
(2) 申請場所	<p>The Ministry of Environment and Forestry Cq. General Director of Solid Waste, Wastewater and Hazardous Waste Management Jln D.I. Panjaitan Kav. 24 Kebon Nanas, Jakarta Timur 13410</p>

出所) PT. MU Research and Consulting Indonesia

(2) 建築端材の発生及び処理現状調査

1) 建築端材の発生の実態

インドネシアにおける軽量コンクリート製品工場での端材発生率は、平均すると約 4.4% 程度であった。ただし、各社によって幅があり、多いところでは 7% 程度の端材が発生している。

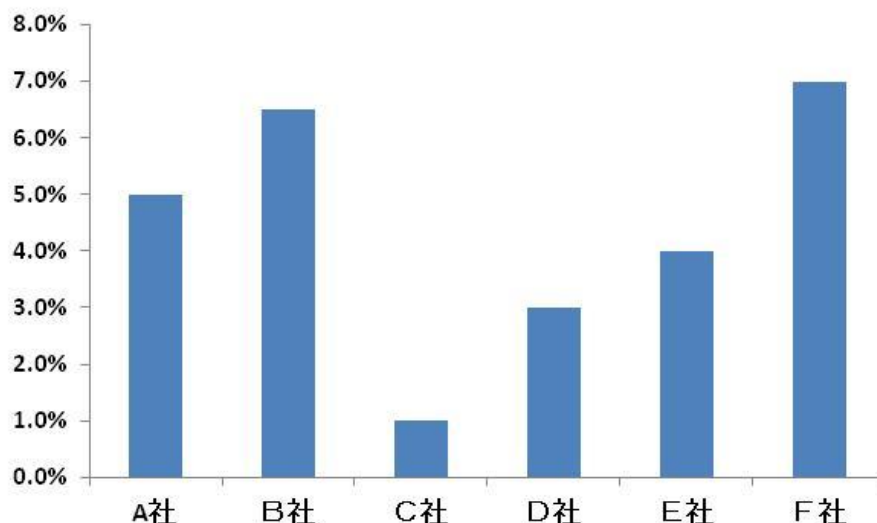


図 3-1 軽量コンクリート製品端材の発生率

出所) 現地ヒアリングより三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

以下に各軽量コンクリート製品工場の生産量を示す。平均すると一日あたり約 800m³ の軽量コンクリート製品が生産されており、これと上述の端材発生率を掛け合わせたものが、端材の発生量となる。

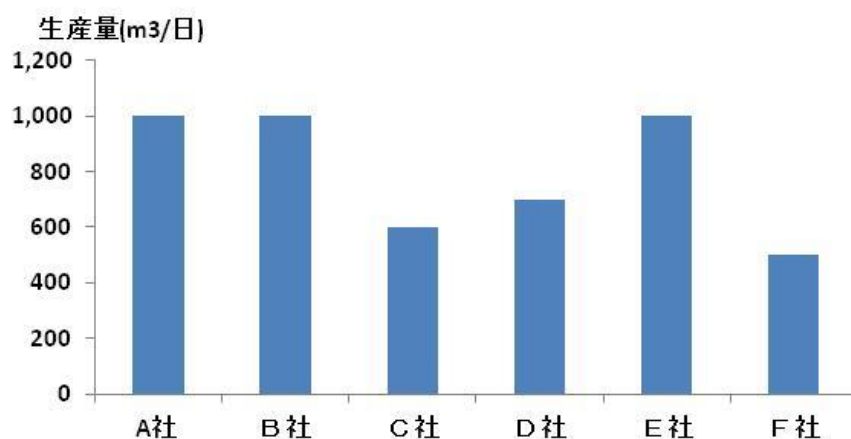


図 3-2 軽量コンクリート製品の生産量

出所) 現地ヒアリングより三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

表 3-7 インドネシアにおける軽量コンクリート製品生産の現状（現地ヒアリング調査訪問先）

	1	2	3	4	5	6	
Name of Company	A	B	C	D	E	F	
Production quantity of product (m3/day)	Unknown	1,000 m3/day	1,000m3/day at the factory in Serang (Estimation based on 20,000 m3/month) 600m3/day at the factory in Batam (Estimation based on 150,000 m3/year)	700 m3/day	1,000 m3/day	500 m3/day (maximum capacity is 1,000 m3/day)	
Percentage of scraps generated from production of product	5%	3-10%	1%	3%	3-5%	7%	
Way of Treatment of product scraps	Larger scraps are recycled as raw materials of product. Smaller scraps are sold to a collector and utilized in landfills	Recycled as raw materials of mortar after grinding to 5cm particle	Larger product scraps are sold to local constructor Smaller scraps are utilized in landfills	Most of the scraps are sold to outside. Some are recycled in this factory and used as a substitute for silica sand	product scraps are recycled as raw materials of product after grinding by hummer mill	Some product scraps are recycled as raw materials of product (substitution for silica sand). Some are provided for landfills outside	
Have intention to supply product scraps?	Positive	Positive	Positive	Positive	Positive. Interested in JV	Positive	
Price of product scraps (Rp/m3)	not including packaging and transportation cost	59,500Rp/t (100,000Rp/m3)	143,750Rp/t (250,000Rp/m3. purchasing price of silica sand)	14,000Rp/t (20,000Rp/m3 Estimation from the current selling price 200,000Rp/10m3)	102,000Rp/t (170,000Rp/m3)	66,000Rp/t (the same price as Thailand is assumed (3.5THB/20kg=66,000Rp/t=101,500Rp/m3) (the president said the price depends on conditions of scraps)	For free or 183,000Rp/t (purchasing price of silica sand)
	including packaging and transportation cost						
Density of product (t/m3)	0.595t/m3	0.575t/m3	0.700t/m3	0.550-0.650t/m3	-	0.650-0.700t/m3	
Content of product	Limestone: 20%, Cement: 30%, Silica sand: 40%	-	Limestone: 30%, Cement: 30%, Silica sand: 20%, Aluminium powder: 1kg/m3, gypsum: 15kg/m3	Silica sand: 20%-30%	-	Limestone: 25%, Silica sand: 55%, Aluminium powder: 1%	
Use fly ash as a raw material?	No	Unknown	No	Yes	No	No	
Technology	Germany and China	Germany	Denmark	China	-	China	

出所) インドネシア現地ヒアリングより三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

表 3-8 インドネシアにおける軽量コンクリート製品生産の現状（電話インタビュー実施先）

	7	8	9	10	11
Name of Company	G	H	I	J	K
Production quantity of product (m3/day)	500 m3/day	450 m3/day	1,600 m3/day	400 m3/day	600 m3/day
Percentage of scraps generated from production of product	1%	7%	4-5%	5%	5%
Way of Treatment of product scraps	Some product scraps are recycled as raw materials of product (substitution for silica sand).	Some product scraps are sold for construction which are still in good conditions and the remaining are for landfill.	Some product scraps are recycled and some are used for construction.	Some product scraps which are in good conditions, sold for constructions	Some product scraps which are in good conditions, sold for constructions. The remaining scraps are recycled internally and sold for not known purposes.
Have intention to supply product scraps?	Negative (All scraps are recycled internally)	Positive	Positive	Positive	Positive
Price of product scraps (Rp/m3)	not including packaging and transportation cost	Not sold to outside since all scraps are recycled.	Factory price 100,000Rp/7t (one truck)	Price 200,000Rp/m3 (roughly)	Price 180,000Rp/m3
	including packaging and transportation cost				Price 300,000Rp/m3
Density of product (t/m3)	-	0.650-0.700t/m3	0.550-0.700t/m3	0.550t/m3	0.525-0.600t/m3
Content of product	-	Limestone, Cement, Silica sand, Aluminium powder, gypsum (Percentage is confidential)	-	Limestone, Cement, Silica sand, Aluminium powder, gypsum (Percentage is confidential)	Limestone, Cement, Silica sand, Aluminium Paste, Gypsum (Percentage could not be disclosed.)
Use fly ash as a raw material?	No	No	Yes	Unknown	No
Technology	Germany	-	Germany	China	Germany

出所) インドネシア電話インタビューより PT. MU Research and Consulting Indonesia 作成

2) 建築端材の処理の実態

発生した軽量コンクリート製品端材の処理方法としては、大別して回収業者へ販売する場合と自社の製造ラインへ原料として戻す場合の2つのパターンに分かれる。

回収業者へ端材を販売する場合は、有価で取り引きされ、その後埋め立て処理される場合が多いようである。大きな端材は地元の建設業者へ販売され、小さな端材は埋め立て処理されるような、端材の大きさによって処理を分けている場合もある。

自社の製造ラインへ戻す場合は、軽量コンクリート製品の原料に用いられるが、一部の企業ではモルタルの原料として利用しているケースもあった。原料戻しの際は、そのままの形状では利用することが出来ないため、ジョークラッシャーやハンマーミル、ボールミルなどを用いて粉砕する工程が必要となる。このように、自社内での原料戻しによるリサイクルを行う場合には粉砕などの処理が必要となり手間がかかるため、外部へ販売してしまう場合もある。また、原料戻しとして利用できる端材の割合は決まっているため、それ以上の端材が発生した場合には外部へ販売している会社もあった。

端材の保管場所としては、屋内と屋外の場合が見られた。屋外で保管される場合、雨により軽量コンクリート製品中の有用成分が流れ出てしまうことが懸念されるため、再生品として利用することは難しいと考えられる。

以下に軽量コンクリート製品端材の供給可能価格の推計値を示す。各社の平均をとると、約 95,000 ルピア/トンであるが、価格に大きな幅があることから、端材の相場は定まっておらず、各社の方針や販売先のネットワークの有無等に依存して供給価格が決まっていると推察される。

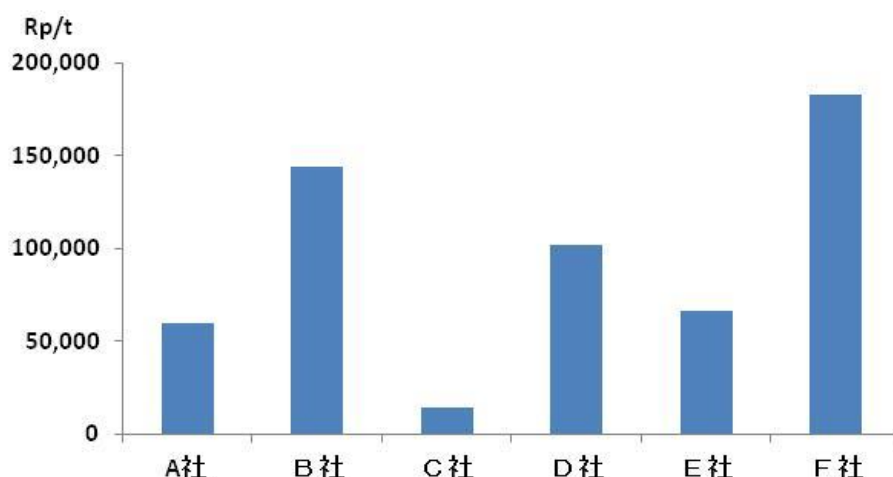


図 3-3 軽量コンクリート製品端材の供給可能価格の推計値

出所) 現地ヒアリングより三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) B社およびF社については、ケイ砂代替として原料戻しを行うため、同社のケイ砂調達価格を端材供給可能価格としている。

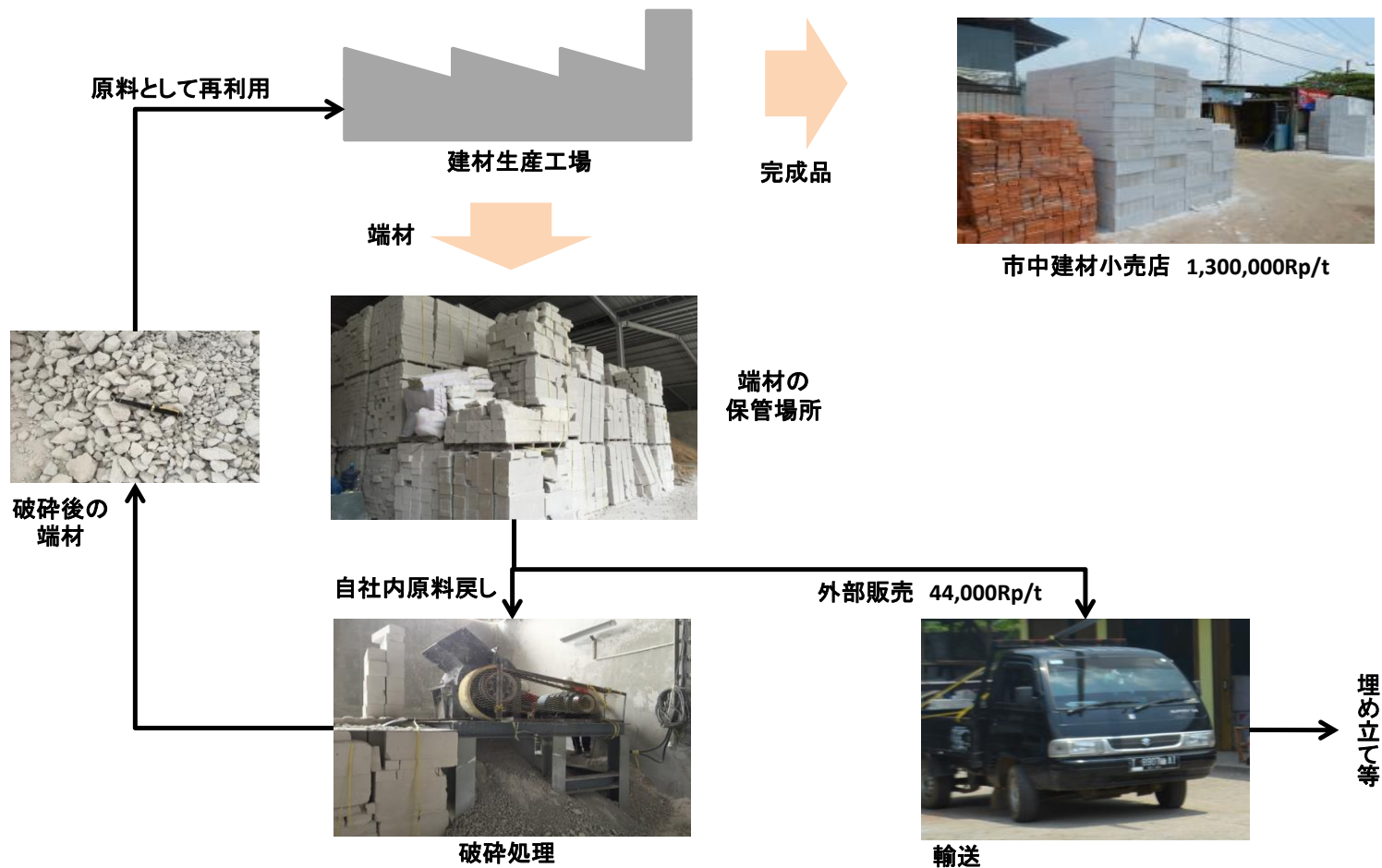


図 3-4 軽量コンクリート製品建材・端材のフロー

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注 1) 外部販売価格は、端材を外部販売している 4 社の平均値より算出

注 2) 市中建材小売価格は、650,000Rp/m³ とのヒアリング結果から比重を 0.5 として算出

3) 建材生産の実態について

元来インドネシアにおいては煉瓦が建材として主流であり、相対的に軽量コンクリート製品の使用量は少ない。しかし、市中の建造物の建設現場などを見ると、多くの軽量コンクリート製品が利用されており、軽量コンクリート製品のシェアは拡大していると考えられる。実際に、現地ヒアリングからは、インドネシアにおける軽量コンクリート製品の煉瓦に対するシェアは拡大しており、年間生産量は1,200万m³にも達するとのことである。これは日本における生産量の7倍ほどに相当する。軽量コンクリート製品の持つ高い断熱性能や、軽くて扱いやすい特徴から、軽量コンクリート製品に対する需要が拡大していることの一因であると思われる。

一方、2013年頃から軽量コンクリート製品市場の勢いは弱まり、現在需要は若干の減少傾向であるとの情報も得られている。これは国内経済の停滞による建設業の衰退に起因していると考えられる。実際に、以下の図に示すように、インドネシア国内の建築物の建設件数は2009年をピークに以降は減少傾向で推移している。

以上を整理すると、国内建設業の減退から建材需要そのものは減少傾向であるが、軽量コンクリート製品の建材としての性質は現地で好まれており、煉瓦に対するシェアは拡大している状況であると考えられる。

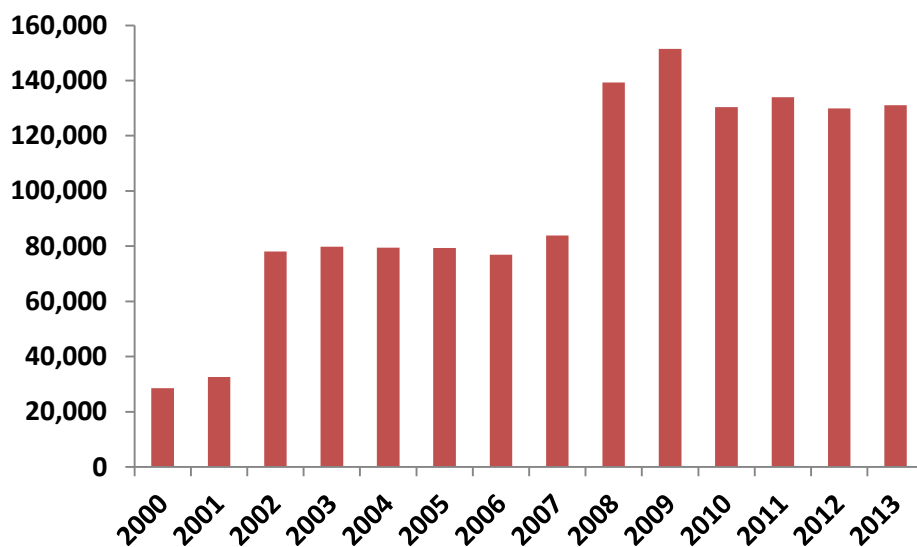


図 3-5 インドネシア国内の建設件数の推移

出所)インドネシア統計局「Number of Construction Establishment by Province and Type of Establishment Group, 2000-2013」より三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

建材メーカーへのヒアリングによると、軽量コンクリート製品の協会が2016年5月に設立されたとのことである。現時点では、実質的な活動はまだ行っていないが、過当競争による軽量コンクリート製品価格の低下を防止することや、新たな軽量コンクリート製品の品質基準を作ることを目的としている。現在、軽量コンクリート製品協会には、40の会社が会員として属しているとのことである。

また、ジャカルタ周辺に40の軽量コンクリート製品工場があり、スラバヤに3工場、ス

マトラ島とスラウェシ島に1工場ずつ軽量コンクリート製品工場が存在しているとの情報も得られており、これらを総合すると、インドネシアにおける軽量コンクリート製品工場の総数は40から50程度だと推測される。

4) 建材の規格

インドネシア国家標準化機構 (National Standardization Agency of Indonesia) から入手した情報によると、インドネシアの国家規格として軽量コンクリート製品の品質規格が存在し、2016年12月1日現在も有効である。

同規格では、軽量コンクリート製品の品質基準として以下が定められている。

表 3-9 SNI 03-2156-1991 で示される品質基準

Parameter	Conditions	SNI Quality Standard
Density	absolutely soaked (Max)	1,250 kg/m ³
	absolutely dry (Max)	800 kg/m ³
Expansion/Shrinkage	Length expansion/shrinkage (Max)	0.05%
Compressive Strength	Average Minimum	3.6 N/mm ²
	Individual Minimum	2.8 N/mm ²
Bending Strength	Average Minimum	0.65 N/mm ²
	Individual Minimum	0.55 N/mm ²
Heat Barrier Property	Surface Temperature	equal or less than 150°C

出所) PT. MU Research and Consulting Indonesia

以下に同規格に示されている個別項目の説明を記述する。

①密度

軽量コンクリート製品の密度は、完全乾燥状態および完全浸漬状態の2つの条件で測定される。完全乾燥状態では軽量コンクリート製品を 110°C±5°Cのヒーターで乾燥させ、重量条件が変化しないようにする。30分の時間間隔を置いて2度の重量測定を行い、重量の差が0.05g以下である場合、固定重量条件が得られる。完全浸漬した状態での密度計測の場合は、軽量コンクリート製品を24時間±30分間水に浸した上で測定を行う。

②伸縮

軽量コンクリート製品の長さの最大膨張率/収縮率は0.05%である。最初に、温度25°C

±2℃、湿度 50～30%RH の室内で軽量コンクリート製品を乾燥状態で測定する。乾燥状態は、110℃±5℃の温度の乾燥機に軽量コンクリート製品を入れ、一定の重量と一定の長さによって得られる。30分の時間間隔を置いて2度の重量測定を行い、重量の差が0.05g以下である場合、固定重量条件が得られる。30分の時間間隔を置いて2度の長さ測定を行い、長さの差が0.003mmを超えない場合、固定長条件が得られる。

2度目の測定は、軽量コンクリート製品を蒸留水中に48時間±30分間浸漬した後に行う。

③圧縮強度

厚さ10cm以上の軽量コンクリート製品について圧縮強度は測定される。試験材料のサイズは100×100×100mmである。材料を24時間±30分間水に浸し、その長さと同幅を測定した後、油圧機械で垂直に加圧する。圧縮強度の平均値の最低基準は、3.6N/mm²と決められており、また個々の圧縮強度の最低基準は2.8N/mm²以上でなければならない。

④曲げ強度

曲げ強さは、厚さが10cm未満の軽量コンクリート製品について測定され、軽量コンクリート製品は試験を行う前に24時間水に浸される。曲げ強度の平均値の最低基準は0.65N/mm²と定められているが、個々の曲げ強度については、その最低基準は0.55N/mm²でなければならない。

⑤熱伝導率

軽量コンクリート製品の片面を1000℃で4時間加熱した場合に、軽量コンクリート製品表面の反対側の面の温度は150℃を超えてはならない。

(3) 建築端材の発生量推計

1) 端材賦存量の推計の考え方

インドネシアを対象として、以下の推計方法により、軽量コンクリート製品端材の発生量の推計を実施した。

まず、現地ヒアリング調査の結果に基づき、現地における軽量コンクリート製品建材の年間生産量を推計した。現地ヒアリングより、軽量コンクリート製品の年間生産量は12,000,000m³/年であるとの情報が得られているが、数値の頑健性を確認するため、インドネシアにおける軽量コンクリート製品工場の数と、一つの工場あたりの生産量から、インドネシア国内における軽量コンクリート製品生産量の推計を行った。国内の軽量コンクリート製品工場の数は、現地ヒアリングによって得られた45社程度との情報を用い、一工場あたりの生産量は現地ヒアリングを行った軽量コンクリート製品工場（6工場）の平均である800m³/日を用いた。工場の年間稼働日数を300日と仮定した場合、軽量コンクリート製品の年間生産量は10,800,000m³/年と推計された。本推計では、上記のヒアリング結果である12,000,000m³/年と推計結果である10,800,000m³/年の平均である11,400,000 m³/年を推計値として使用することとした。

インドネシアにおける軽量コンクリート製品端材の発生量の推計は、軽量コンクリート製品生産量の推計値と、現地ヒアリングより得られた端材発生率より計算を行った。現地ヒアリングを行ったメーカー6社における端材の発生率は約4.4%であり、この数値を用いて推計を行った。

地域別の軽量コンクリート製品端材発生ポテンシャルは、地域別の建設業におけるGDPの割合を用いて按分することで推計を行った。

なお将来の発生量、回収ポテンシャルは、GDPの将来予測に基づいて行った。

表 3-10 軽量コンクリート製品端材発生量の推計で用いた項目

	値	情報源
工場の数	45 工場	現地ヒアリングより
工場年間稼働日数	300 日	仮定
一工場あたり生産量	800m ³	現地ヒアリングの平均値
端材発生率	4.4%	現地ヒアリングの平均値
製品密度	0.63 トン/m ³	現地ヒアリングの平均値

出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

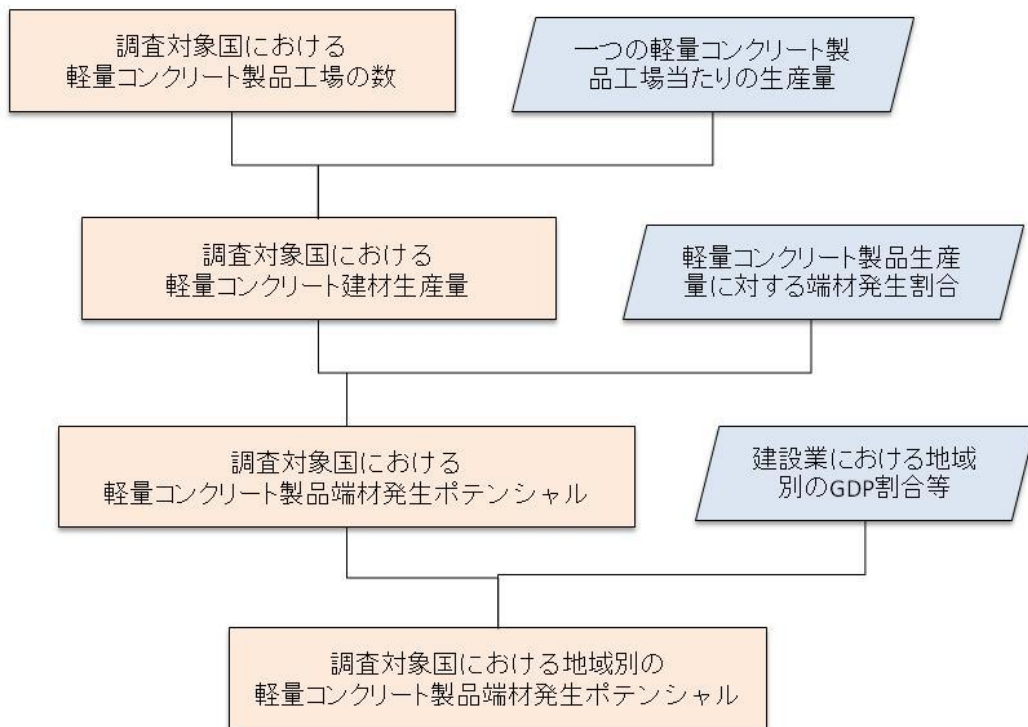


図 3-6 軽量コンクリート製品端材発生量推計のフロー

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

2) 賦存量の推計結果

現地ヒアリングによって得られた情報をもとに、インドネシアにおける軽量コンクリート製品建材の生産量を推計し、その結果をもとにインドネシアの軽量コンクリート製品端材発生量を推計した。インドネシア全体の軽量コンクリート製品端材の発生量は、2016年には約320,000トンで、2021年には約460,000トンまで増加すると推計された。

インドネシアの地域別軽量コンクリート製品端材発生量の推計結果を以下に示した。本事業の対象地域であるジャカルタが属するジャワ島の2016年の端材発生量は、約200,000トンと推計された。おける端材発生量が約290,000トンに達すると予測される。

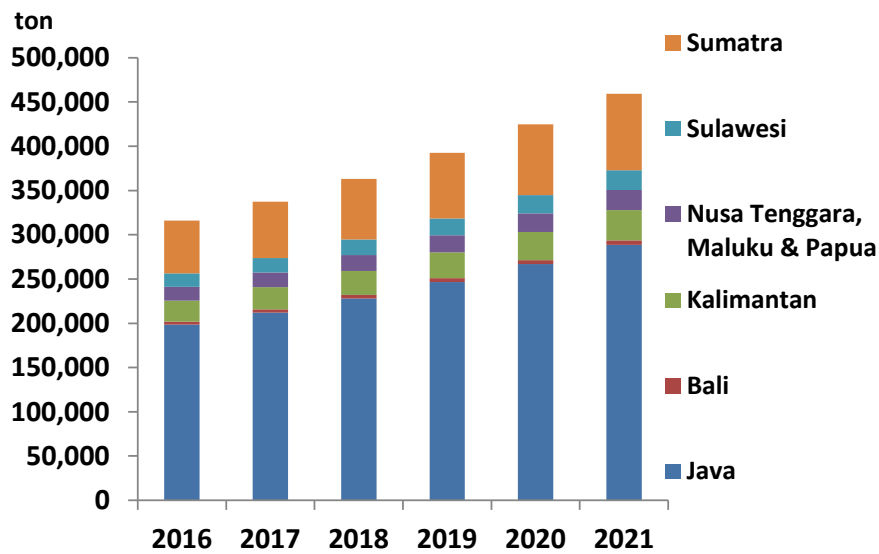
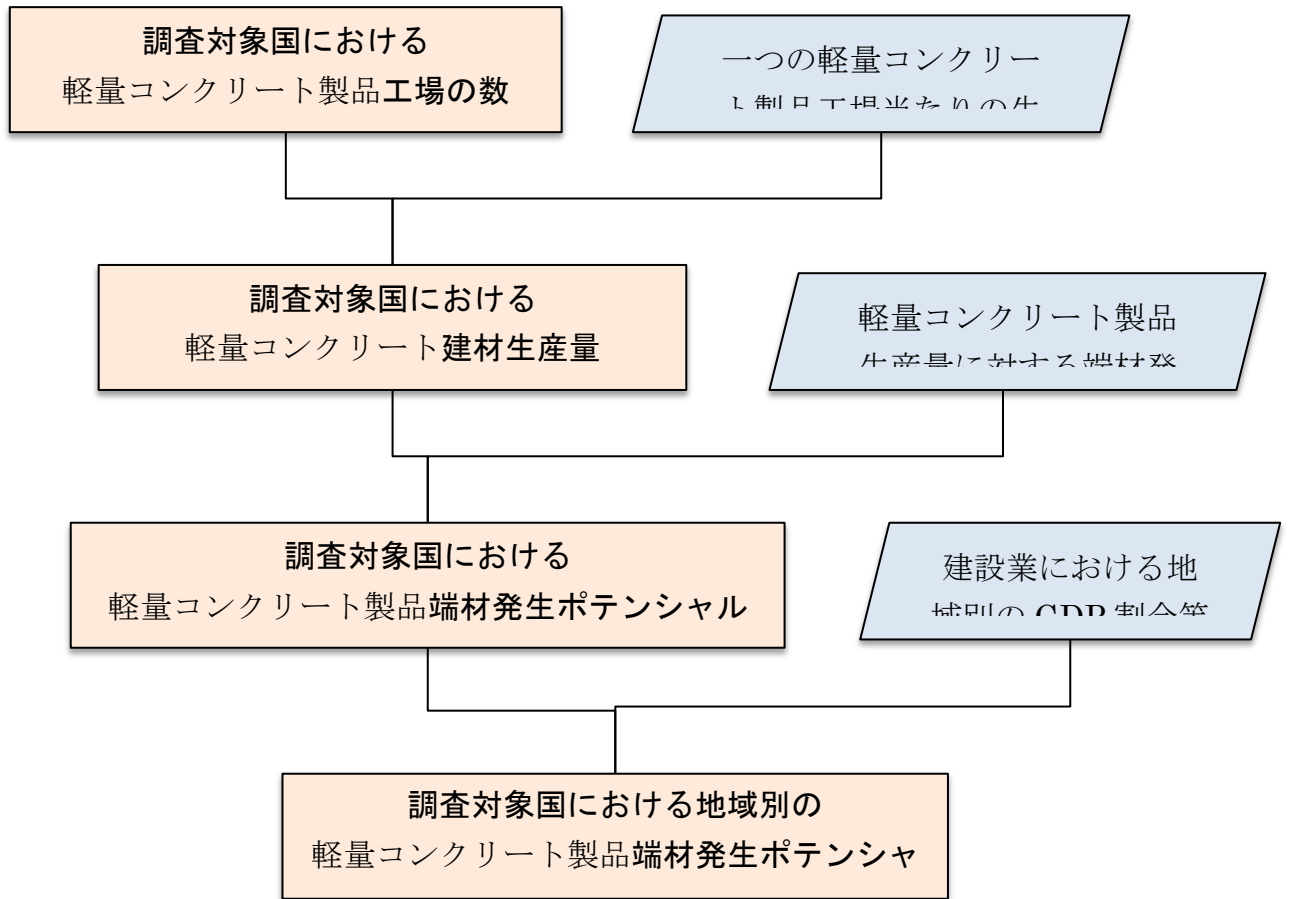


図 3-7 インドネシアにおける地域別



軽量コンクリート製品端材・発生量の将来見通し

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

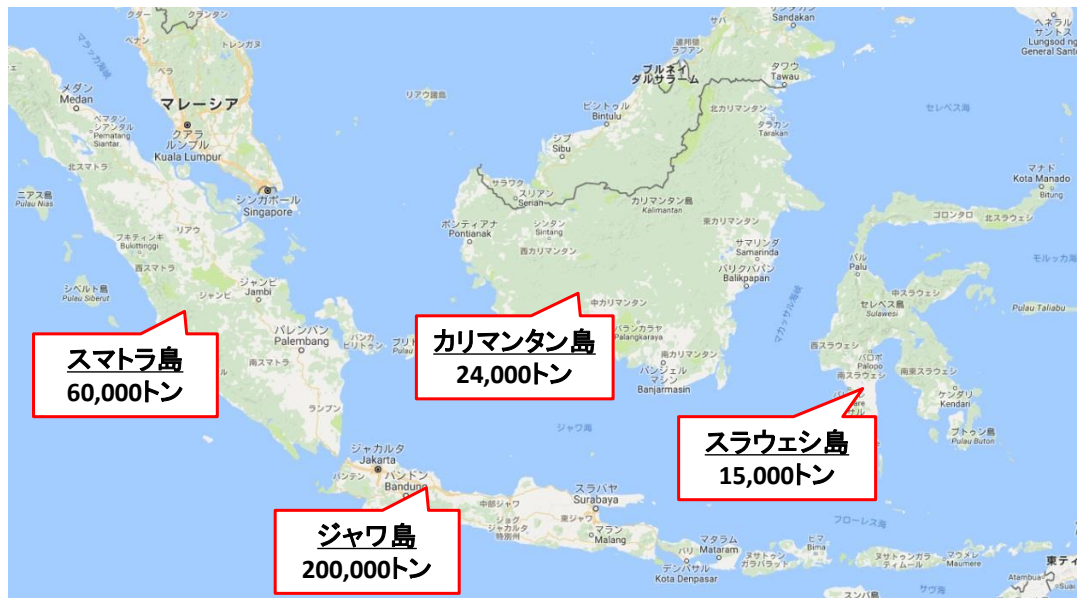


図 3-8 地域別の軽量コンクリート製品端材賦存量推計 (2016 年)

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成 (地図データ ©2016 Google, ZENRIN)

(4) 再生品の規格・登録調査

1) 肥料登録

①肥料登録方法

現地ヒアリングによると、農業資材の製品を販売するためには肥料か土壌改良材として政府の登録を受けなければならない。関連する農業省令として「Agricultural Ministry regulation No. 70, 2011」が存在する。

製品の登録について、インドネシア農業省およびボゴール大学へ行ったヒアリング調査より得られた情報を以下に記す。

農業資材の製品を輸入し販売する際は、まず貿易省に登録申請をし、その後農業省の試験を経て製品登録を行う必要がある。

農業省管轄のもと実施する試験は次の二つがある。一つ目は品質試験であり、製品の中身を試験するものである。農業省が試験の実施機関として研究所を指定し、その中にはボゴール大学なども含まれている。なお、試験されるのは化学組成であり、製造工程についての規定は設けられていない。結果を農業省に報告し、問題がなければ二つ目の試験へ進む。

二つ目の試験は現場での有効性を確認するためのフィールド試験である。攪乱要因の多い実際の圃場で製品が有効に働くかどうかを確かめるために行われる。フィールド試験についても品質試験と同様に農業省指定の研究機関で実施され、試験結果を農業省に報告し、問題がなければ製品が登録される。

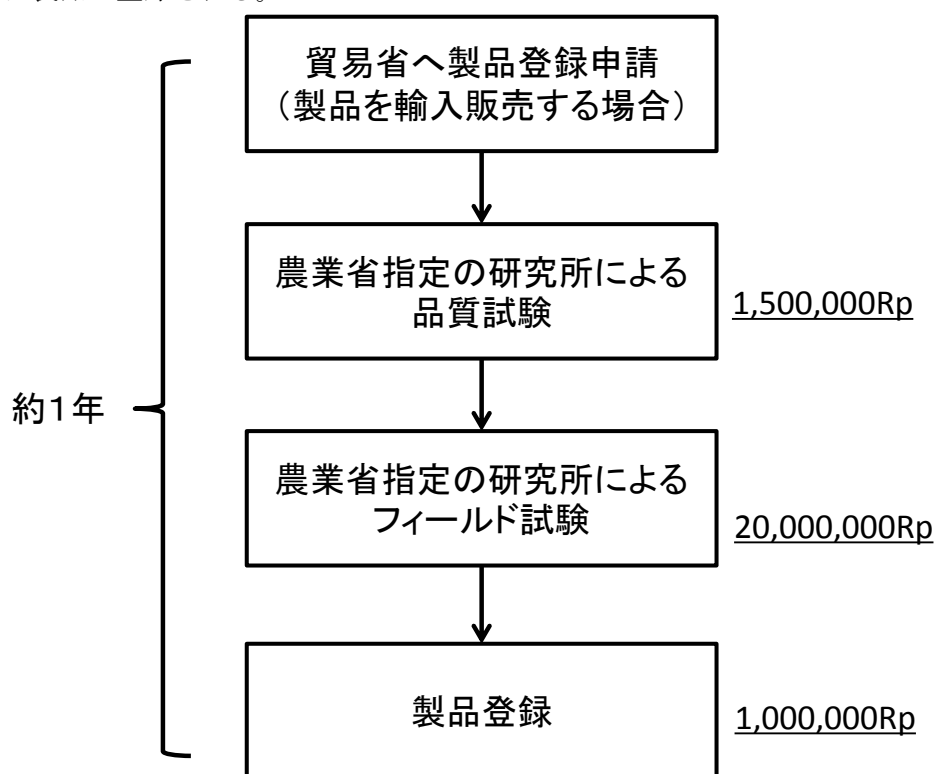


図 3-9 肥料登録までの流れ

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) 順調に試験がクリアされた場合に登録までにかかる期間が約 1 年であり、差し戻しなどがあった場合にはより長い期間を要する可能性がある。

登録する際に必要な費用としては、品質試験に 1,500,000 ルピア、現場テストに 20,000,000 ルピア、また登録の際に 1,000,000 ルピアが必要である。もし登録をコンサルティング会社に委託するのであれば、その費用も追加的に必要となる。登録のためのプロセスがすべて完了するまでには約 1 年かかるが、もし試験結果が良好でない場合や書類の差し戻しが行われた場合はそれ以上の期間を要する可能性がある。

販売登録はインドネシア国内の会社でないとできないため、製品を輸入する場合は、現地法人を設立して登録を取得させるか、輸入を行う流通業者が取得することになる。

今回の委託試験で実施する試験を製品登録の際に必要な試験として代替することはできない。

農業省令 No43, 2011 では、肥料は多量元素肥料 (N,P,K) と微量元素肥料 (Zn, B, Cu, Mn, Mo, Co) に分かれており、含有すべき量の最低基準値が記載されている。上述した政府登録は成分基準値を満たした製品に与えられるが、現行の制度ではケイ酸質資材は肥料・土壌改良材ともに想定されていないため、そもそも基準値が存在しない状況である。

そのため、現状インドネシアでケイ酸質肥料を販売するためには、他の成分を補給し、現行の省令にカテゴリーとして存在する肥料として登録しなければならない。

微量必須元素含有の肥料として販売する場合、一つの元素を補給する肥料として登録する方法と、二つ以上の元素を補給する肥料として登録する方法の 2 つがある。一つの元素を補給する肥料とする場合、含有量の最低基準値は SNI (インドネシア国家規格) に記載があるものと同一である。二つ以上の元素を補給する肥料の場合、以下の基準値を最低二つ以上の元素で満たす必要がある。

またその他、重金属などの含有量の限度値が設定されている。

表 3-11 微量元素肥料 (2 種混合の場合) の最低含有量基準値

Zn	B	Cu	Mn	Mo	Co
0.5%	0.25%	0.5%	0.5%	0.001%	0.002%

出所) 現地ヒアリングより三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

表 3-12 有害物質の含有量の限度値

As	Hg	Cd	Pb
100ppm	10ppm	100ppm	500ppm

出所) 現地ヒアリングより三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

現在上記省令について、ボゴール大学の Sugiyanta 教授等が中心となって改正案を作成中であり、改正後はケイ酸質肥料を含めた内容とする予定とのことである。もしこれが承認されればケイ酸質肥料としてインドネシアで肥料を販売することが可能となる。

ボゴール大学 Sugiyanta 教授によると、改正案で示す基準値は、総ケイ素が 30%、可溶性ケイ素が 15%とのことである。この可溶性ケイ素の基準値については、日本と同様である。

またその他にもアルカリ分の最低基準値、および有害物質 (As、Cd、Pb、Hg などの重金属) の限度値や水分含有量の限度値が指定されたものとする予定とのことである。

Types of Nutrient	Macro nutrients fertilizers Solid		Micro Nutrient Fertilizer Liquid		Micro Nutrient Fertilizer Solid		Micro Nutrient Liquid Fertilizer	
	Single	Compound	Single I	Compound	Single	Compound	Single	Compound
Nitrogen (total)	SNI	- Total NPK (SNI)	Min 30 %	Total N, P ₂ O ₅ and K ₂ O	-	-	-	-
Fosfor (P ₂ O ₅)	SNI	- Total NP, NK,	Min 8 %		-	-	-	-
Kalium (K ₂ O)	SNI	PK Min 24 %	Min 15 %	Min 10 %	-	-	-	-
Sulfur (SO ₂)	Min 90 %	Min 12 %	-	-	-	-	-	-
Kalsium (CaO)	Min 20 %	Min 16 %	Min 18 %	Min 5 %	-	-	-	-
Magnesium (MgO)	Min 35 %	Min 2 %	-	Min 9 %	-	-	-	-
Zinc (Zn)	-	0,5 - 3 %	-	Min 0,25%	SNI	Min 0,5 %	Min 1 %	Min 0,25%
Boron (B ₂ O ₃)	-	0,8 - 3 %	-	Min 0,40%	SNI	Min 0,81 %	Min 1,6 %	Min 0,40%
Copper (Cu)	-	0,5 - 3 %	-	Min 0,25%	SNI	Min 0,5 %	Min 1 %	Min 0,25%
Mangan (Mn)	-	0,5 - 5 %	-	Min 0,25 %	Min 24 %	Min 0,5 %	Min 1 %	Min 0,25 %
Molibden (Mo)	-	0,001 - 2 %	-	Min 0,001%	Min 39 %	Min 0,001 %	Min 0,004 %	Min 0,001%
Cobalt (Co)	-	0,002 - 2 %	-	Min 0,0005%	-	Min 0,002 %	Min 0,02 %	Min 0,0005%
Iron (Fe)	-	1 - 5 %	-	-	6 - 20 %	5 - 20%	1 - 5 %	1 - 5 %
Beneficial Element Silikat (SiO ₂)	Solid				Liquid			
	Min 15 %				Min 8 %			
Heavy metal*								
As	Max 100 ppm							
Hg	Max 10 ppm							
Cd	Max 100 ppm							
Pb	Max 500 ppm							

* applicable to all types of inorganic fertilizer.

図 3-10 肥料登録基準改正案

出所) ボゴール大学 Sugiyanta 教授提供資料

②肥料登録までのプロセスの詳細¹

登録申請手続き

- (1) 農業許認可・プランテーション品種保護のセンター長 (以下、センター長と呼ぶ) を通じて、農業設備・施設局長 (以下、局長と呼ぶ) に書面で登録を申請する。
- (2) センター長は、申請書を受領してから 3 営業日以内に、農業省令 No. 70, 2011 の第 9 条の要件に基づいて書類審査を完了していなければならない。センター長は、申請者に対して審査結果を通知する。
- (3) 申請者が要件を満たさない場合、申請は却下される。
- (4) 要件が満たされ、提出されたデータに問題がない場合、申請は受理される。
- (5) 申請が受理された場合、センター長は、申請書と提出書類を局長に引き渡す。

¹ 農業省令 No. 70, 2011 に基づき記載

申請に必要な書類

申請に必要な書類は次のとおりである。

- (1) 会社設立証明書およびその変更証明書
- (2) 貿易ビジネスライセンス (SIUP)、貿易事業登録 (TDUP)、投資承認証書 (Surat Persetujuan Penanaman Modal) のいずれか一点以上
- (3) 納税者登録番号 (NPWP)
- (4) 住所/ ID カード (KTP)
- (5) 登録と許認可の手続きを行う担当者について記載された書類
- (6) 包装ラベル (下記参照)
- (7) ブランドの登録を証明する指定機関からの文書または証明書
- (8) SNI 認証 (国家標準機関 (BSN) から既に SNI 認証を取得している肥料の場合)

包装ラベル

包装ラベルはインドネシア語で記載し、少なくとも以下の項目を含む必要がある。

- (1) 商号
- (2) 登録番号
- (3) 栄養成分 (省令に記載の基準値を満たしていること)
- (4) 純重量または容量
- (5) 使用可能期限
- (6) 生産者または輸入者の名前と住所
- (7) 製造年月日
- (8) 使用方法
- (9) 活性物質および使用目的 (土壌改良材の場合)

品質試験

肥料や土壌改良材の成分を測定するため、品質試験を行う必要がある。ただし、既に SNI 認証を受けている場合、品質試験は不要である。

品質試験を実施する手順を以下に示す。

- (1) 申請書を受領してから 3 営業日以内に局長は、申請者に品質試験を行うための通知を提出する。
- (2) 品質試験は、政府が指定した認定機関により実施される。
- (3) 品質試験を実施する機関は、規定されている標準的な方法に従って試験を行う。
- (4) 品質試験の結果は、局長に提出され、また申請者にもコピーが送付される。試験の評価は、SNI の基準または各種肥料の最低基準に従って行われる。
- (5) 上記の評価は、最大 3 営業日以内に局長により行われる。

- (6) 品質試験の結果が基準を満たしていない場合、局長はセンター長を通じて申請者に書面で通知する。
- (7) 品質試験の結果が基準を満たしている場合、有効性試験を実施する旨の申請者に手紙を発行する。

有効性試験（フィールド試験）

有効性試験は、土壌肥沃度の向上に対する影響を知るために行われる。有効性試験の一般的な手順は以下の通りである。

- (1) 有効性試験は、指定機関によって実施される。
- (2) 有効性試験を実施する機関は、規定に基づく標準的な方法に従う。
- (3) 有効性試験の結果報告書は、局長に提出される。
- (4) 有効性試験を実施する機関は、報告書の作成において、標準的な方法に従う。
- (5) 有効性試験を実施する機関は、有効性試験の結果として推薦状を作成する際、規定に基づいて行う。
- (6) 局長は、10 営業日以内に試験結果の評価を行う。

登録番号の通知

- (1) 有効性試験の結果が要件を満たしていない場合、局長はセンター長を介して理由を書面で申請者に通知する。
- (2) 有効性試験の結果が要件を満たしている場合、局長は大臣名義で 14 営業日以内に登録番号を発行する。
- (3) 登録番号は、センター長を通じて申請者に通知される。
- (4) 登録番号は 5 年間有効であり、5 年後に更新する必要がある。

2) 養殖資材登録

インドネシア海洋水産省（Ministry of Marine Affairs and Fisheries (KKP)）へ行ったヒアリングによると、水産資材²をインドネシア国内で販売するためには、インドネシア政府の登録を受けなくてはならないとのことである。

登録を受けるためには基本的に、成分試験とフィールド試験の両方を実施し、資材の効果と安全性が政府に認められる必要がある。この登録は、輸入であっても国内生産であっても同様に行わなくてはならないと考えられる。

製品登録のプロセスの詳細は以下の通りである。

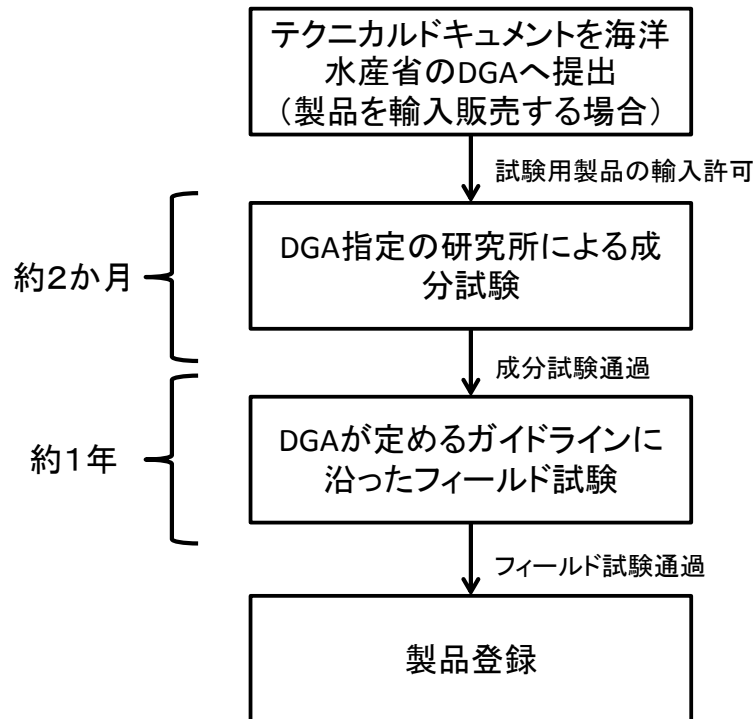


図 3-11 養殖資材登録までの流れ

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) 早い場合にはフィールド試験は3～4か月で完了することもある。

まず、基本的なデータを添え、本製品の通関上の分類を明確にした上で、登録のための一時申請をする必要がある。水産用資材（Fish drug）としては、サプリメントなど6種類に分類されており（Chemical, probiotic, supplement, nutrient herb etc.）、これらを管轄しているのは海洋水産省のうちのDGA（Directorate General of Aquaculture：水産養殖局）と呼ばれる部署である。この申請はオンラインで行うことが可能であり、申請後に登録のためにフィールド試験が必要かどうか判断される。もし対象資材がすでに登録されている製品と同じような一般的な資材とみなされれば、フィールド試験を行う必要はない。

輸入製品を登録する場合、試験用の製品を輸入するために、製品に関する情報が記載されたテクニカルドキュメントと呼ばれる書類をDGAに提出し、試験用製品の輸入許可を得なくてはならない。

² なお、ここで言及する養殖資材とは、養殖用の飼料は含まず、養殖業において水質浄化やプランクトンの増加などの役割を果たす薬品や餌物を指す。

成分試験は、セランに所在する DGA の試験場で実施され、試験完了までには約 2 か月程度要する。フィールド試験は、資材の現場での有効性を確かめる目的で行われ、同省が定めるガイドラインに従って実施する必要がある。フィールド試験には通常 1～2 年要するが、製品に依存して期間は増減し、早い場合は 3～4 か月で終わる場合もある。

成分試験とフィールド試験を通過すると、政府から推薦書類 (Recommendation letter) が得られる。推薦書類を得た後に改めて申請を行うことで、製品が登録され、実際の輸入・販売が認められる。提出資料に不備がなければ、政府の登録のための手続き自体は短期間で完了する。

なお、インドネシア国内に拠点を有するインドネシア法人格を有する企業にしか登録証は出ないため、日本やタイから輸出する場合、これを輸入する事業者はインドネシア政府に登録済みの商品でなければ通関処理できない。

最初に輸入販売で製品登録を行い、その後インドネシア現地で生産を開始・販売する場合には、成分が同じであれば再度試験を行う必要はない。

(5) 再生品の市場動向調査

1) 肥料

①水田稲作の現状

再生品の販売が見込まれる稲作について、近年の生産量の推移を以下の図に示す。インドネシアにおいてはコメの生産量が日本の5～7倍程度と非常に大きく、また近年生産量は大きく拡大している。一方、マレーシアでは稲作がそれほど盛んでなく、また生産量増大のトレンドもないことがうかがえる。

インドネシアでは、ジョコウィ政権となった2014年から、コメ生産量の増大を掲げている。2019年までの計画であり、この間は国が莫大な資金を出しているとのことから、今後も生産量増大のトレンドは続くと考えられる。

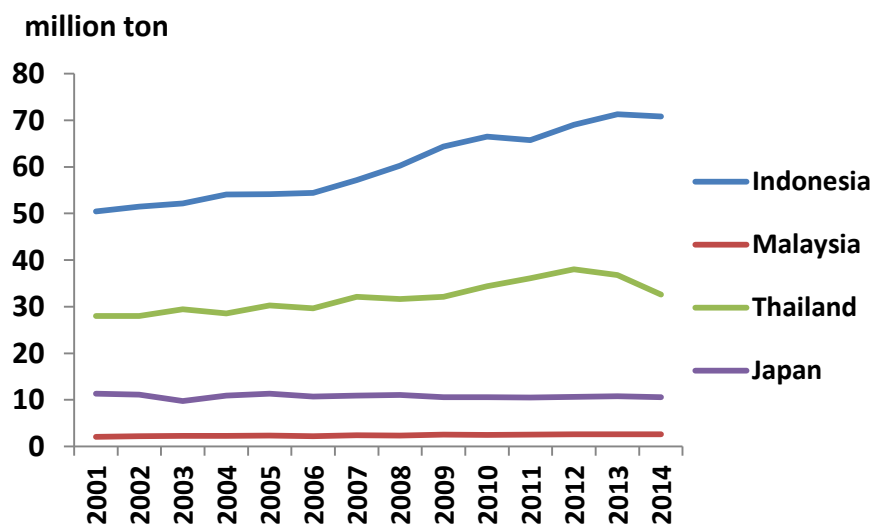


図 3-12 日本および東南アジア3国におけるコメの生産量の推移
出所) FAOSTAT (Rice, Paddy)

同様に稲作の面積について以下に示す。インドネシアにおける水田面積は増加し続けており、現在 1400 万トン ha ほどである。

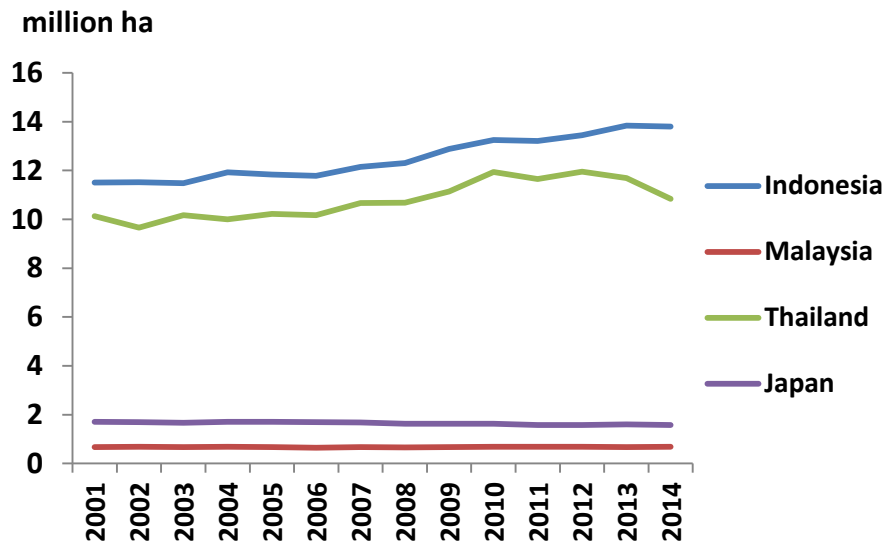


図 3-13 日本および東南アジア 3 国におけるコメの生産面積の推移
出所) FAOSTAT (Rice, Paddy)

同様に稲作の収量について以下に示す。インドネシアにおける稲作の生産性は日本に次いで高く、約 5 トン/ha 程度である。

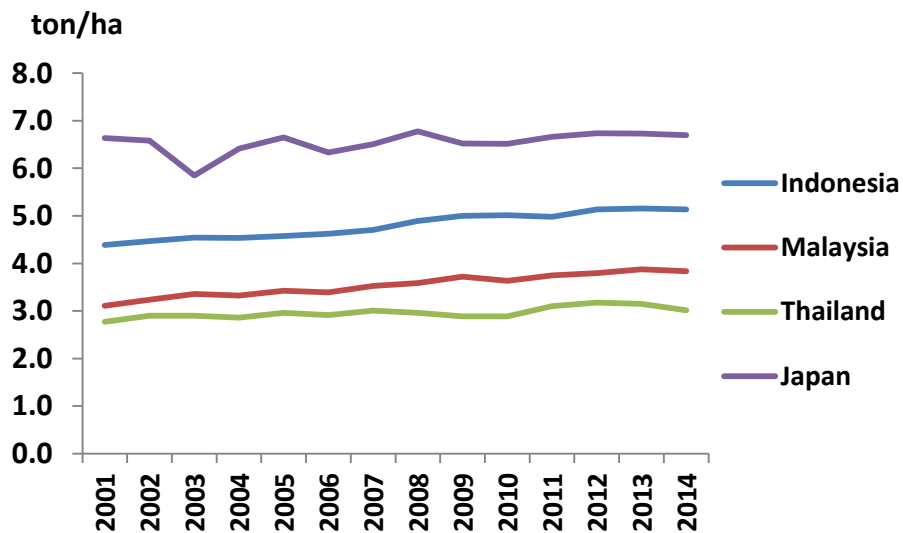


図 3-14 日本および東南アジア 3 国におけるコメの収量の推移
出所) FAOSTAT (Rice, Paddy)

インドネシアの水田稲作における地域別の収量および生産面積を以下の表に示す。最も生産面積が大きいのは東ジャワ州、中部ジャワ州、西ジャワ州であり、これら3州で600万ha以上の水田が存在している。

表 3-13 インドネシアにおける水田稲作の地域別収量および生産面積

州名(インドネシア語)	州名(日本語)	収量(ton/ha)	生産面積(ha)
ACEH	アチェ	5.1	461,060
SUMATERA UTARA	北スマトラ州	5.2	781,769
SUMATERA BARAT	西スマトラ	5.0	507,545
RIAU	リアウ州	3.7	107,546
JAMBI	ジャンビ	4.4	122,214
SUMATERA SELATAN	南スマトラ	4.9	872,737
BENGKULU	ベンクルー州	4.5	128,833
LAMPUNG	ランブン州	5.1	707,266
KEP. BANGKA BELITUNG	バンカ島ビリトン	2.3	11,848
KEP. RIAU	リアウ諸島州	3.6	263
DKI JAKARTA	ジャカルタ	5.6	1,137
JAWA BARAT	西ジャワ	6.1	1,857,612
JAWA TENGAH	中部ジャワ	6.0	1,875,793
DI YOGYAKARTA	ジョグジャカルタ	6.1	155,838
JAWA TIMUR	東ジャワ	6.1	2,152,070
BANTEN	バンテン	5.7	386,676
BALI	バリ	6.2	137,385
NUSA TENGGARA BARAT	西ヌサ・トゥンガラ	5.2	467,503
NUSA TENGGARA TIMUR	東ヌサ・トゥンガラ	3.6	266,242
KALIMANTAN BARAT	西カリマンタン	2.9	433,944
KALIMANTAN TENGAH	中央カリマンタン	3.5	254,670
KALIMANTAN SELATAN	南カリマンタン	4.2	511,213
KALIMANTAN TIMUR	東カリマンタン	4.1	99,209
KALIMANTAN UTARA	北カリマンタン州	2.7	41,115
SULAWESI UTARA	北スラウェシ	4.9	137,438
SULAWESI TENGAH	中部スラウェシ州	4.9	209,057
SULAWESI SELATAN	南スラウェシ	5.2	1,044,030
SULAWESI TENGGARA	東南スラウェシ	4.7	140,380
GORONTALO	ゴロンタロ	5.6	59,668
SULAWESI BARAT	西スラウェシ州	4.9	93,470
MALUKU	マルク州	5.6	21,141
MALUKU UTARA	北マルク州	3.5	21,438
PAPUA BARAT	西パプア	4.2	7,174
PAPUA	パプア	4.4	41,354
INDONESIA	インドネシア	5.3	14,116,638

出所) インドネシア統計局

注) 上位5地域をハイライトとしている。

インドネシアの水田稲作の生産面積および単位面積当たり収量の上位5州を以下に示す。いずれもジャワ島が上位を多く占めていることから、ジャワ島では、広大な生産面積が存在するだけでなく、高い単位面積当たり収量を達成していることが分かる。

現地ヒアリングによると、特に西ジャワ州のスバン、チカラン、カラワンなどがコメの主産地とのことである。

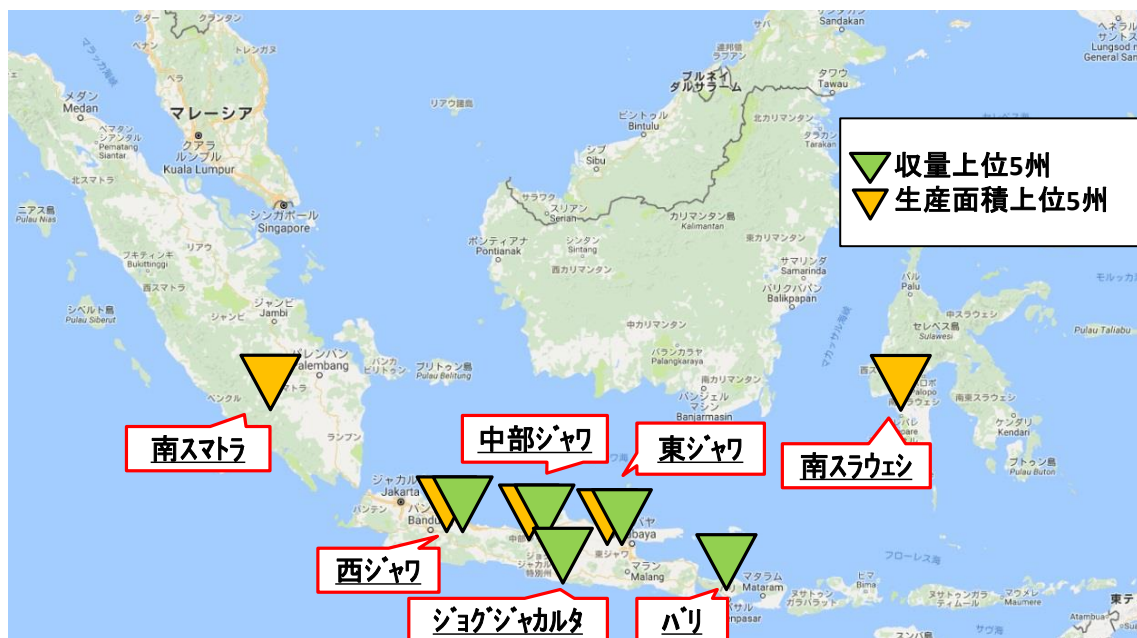


図 3-15 インドネシアにおける稲作の主な生産地

出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成 (地図データ ©2016 Google, ZENRIN)

インドネシアでは、大体11月から5月が雨季、6月から10月が乾季であり、灌漑が行われている地域においては二期作が主流となっている。栽培の時期は個別の農家によって異なるが、現地ヒアリングを行った一つの農家では、9月、2月に栽培を開始するとのことであった。栽培期間は約120日とのことから、以下にインドネシアにおける水田稲作の栽培時期の一例を示す。

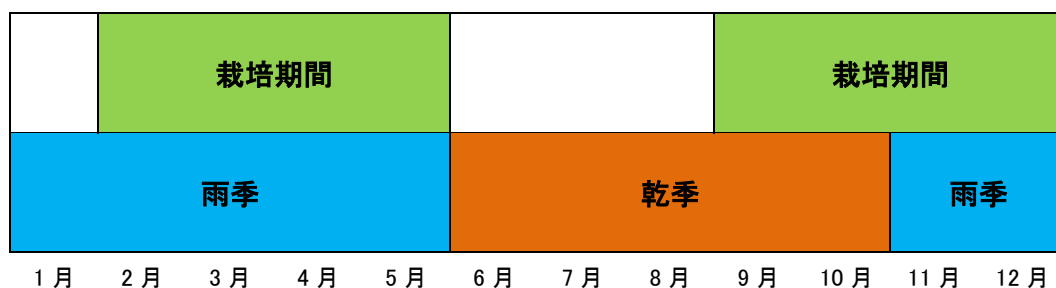


図 3-16 水田稲作の栽培時期と雨季および乾季の時期

出所) 稲作農家ヒアリングより三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

注) 灌漑設備がある二期作の場合。また栽培期間は個別の稲作農家によって異なる。

インドネシアにおける稲作では、一般的に家族経営で農業を行っている。多くの場合近所の農民から構成される農業グループを形成し、協力して稲作を行う場合が多い。あまり機械化は進んでおらず、田植え、稲刈りなどは手作業で行っている。これらは重労働のため、周辺の家族と協力しながら行うが、最近は賃金を払い労働者として雇うケースもあるとのことである。ヒアリングによると、賃金は1日あたり 50,000 ルピアとのことであった。

収穫された稲は集められ、まとめて機械を用いて脱穀されている。脱穀機はバイクに備え付けられており、移動が可能なものとなっていた。脱穀後の稲わらはまとめられ、燃やして処理し次回の稲作の際の養分に使っているとのことであった。

灌漑設備は農家グループで共有しており、穂が黄色く色づいたら、土嚢を用いて水路から田への水の供給を止めている。



図 3-17 脱穀機

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング



図 3-18 水田の様子（中央は脱穀後の稲わら）

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング

水田稲作における収量・コスト・売価について、現地ヒアリングより得られた情報を以下に示す。

ヒアリング先では、チヘランとカタン（モチ米）と呼ばれる品種が栽培されており、それぞれ収量と価格が異なっていた。稲作に要する費用の内訳は肥料費、トラクター等農機のレンタル料、労務費、その他農薬等のコストである。

表 3-14 コメ生産の収量・売価・生産費用

		稲作農家1(個人)	稲作農家2(小売店舗)
コメ売価	チヘラン	4600Rp/kg	4,500Rp/kg
	カタン	3,500Rp/kg	3,000~7,000Rp/kg
コメ収量	チヘラン	6~8トン/ha	6トン/ha
	カタン	7~9.5トン/ha	8トン/ha
コメ生産費用	全費用	700~900万Rp/ha	—
	肥料費	100~150万Rp/ha	—
	農機レンタル料	100~120万Rp/ha	—
	全労務費	400万Rp/ha	—

出所) 現地ヒアリングより三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

上記のヒアリングをもとに稲作の収益・コスト構造を算出したものを以下に示す。ヒアリングを行った農家は大規模水田を保有していることも影響してか、コメの販売収入が費用の4倍程度となっている。

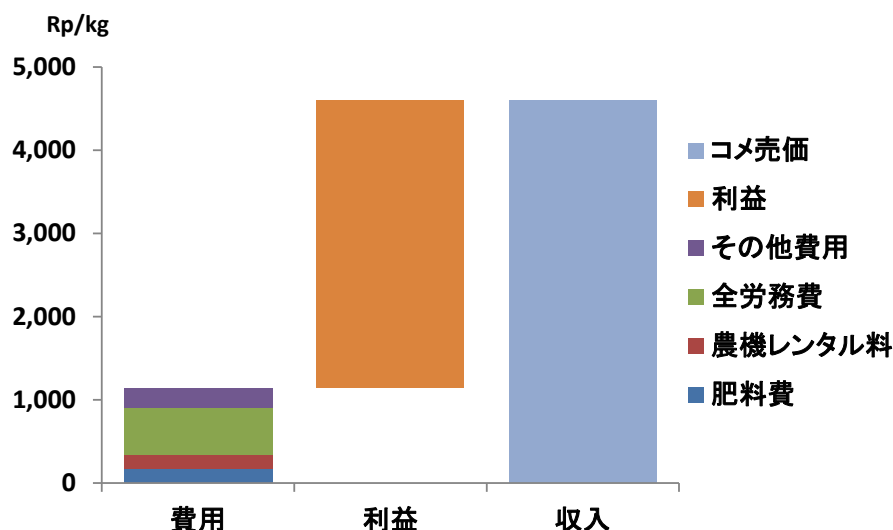


図 3-19 コメ生産の収益・費用構造

出所) 現地ヒアリングより三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

注) 上記の表の稲作農家1においてチヘランの生産を行うことを想定

現地ヒアリングによると、収穫後の稲は農場にて脱穀作業を行い、その後 Tankra と呼ばれる個人事業者によって買い取られる。Tankra は裕福な個人事業者である場合が多く、収穫されたもみ米を農場で集荷し、その場で農家に現金で買い取りの代金を支払っている。Tankra によって集荷されたもみ米はトラックに積まれ、設備を保有する集荷場兼自宅まで輸送されている。集荷場ではまず、もみ米を広げて天日乾燥させている。バイクと農具を活用してもみ米の返しを効率的に行っている。その後、機械により籾摺り、精米処理が行われ、市場へ出荷されている。

精米されたコメは、8,000～9,000 ルピア/kg でジャカルタやバンドンの市場に販売される。特にジャカルタにはコメ用の大規模な市場がある。

籾摺りで発生したもみ殻は燃やしてから肥料として販売しており、価格は 2,000 ルピア/20kg 程度である。また、精米の際に発生する米ぬかは、鴨や鶏など家畜用のエサとして販売しており、価格は 1,500 ルピア/kg 程度である。

Tankra はコメの買い取り事業に加えて、農家が必要とする肥料や農機を購入・レンタルするための金銭の融資も行っている場合がある。融資の際の金利は高く、返せない場合は土地を取り上げられる場合もあること、また、収穫物を買叩かれる場合があることなどから、農家からの心証はよくないことが多い。



図 3-20 Tankra によるもみ米の乾燥の様子

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング



図 3-21 精米処理後の米ぬか

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング



図 3-22 精米処理後の白米

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング

②肥料の生産・流通・使用の実態

インドネシアにおける肥料使用量は、窒素、リン酸、カリともに近年大きく拡大しており、肥料の使用増大が上述の稲作における収量増加の一因と考えられる。

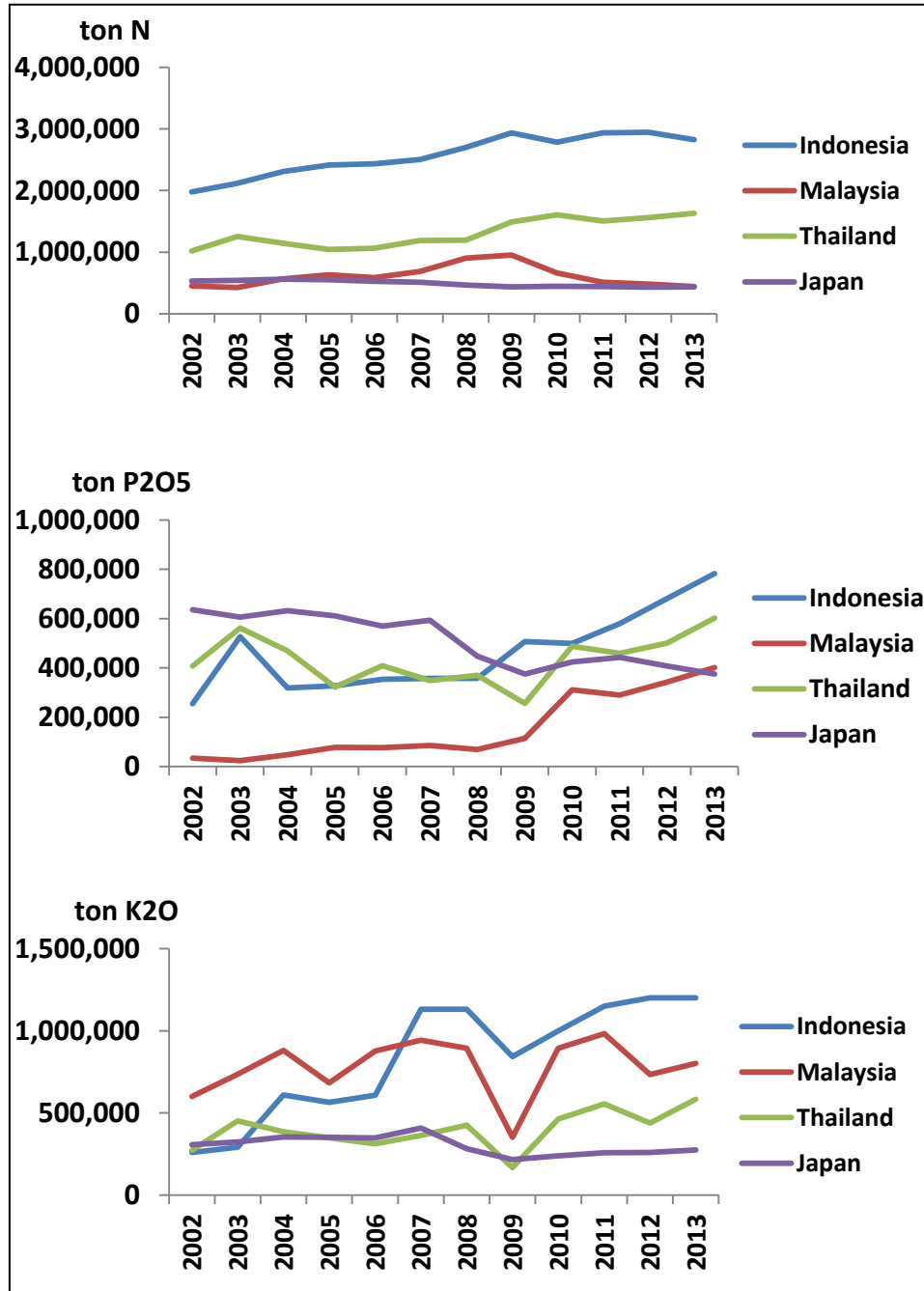


図 3-23 NPK 肥料使用量の推移

出所) FAOSTAT

一方、単位農地面積あたりの肥料使用量で考えると、窒素、リン酸、カリいずれもインドネシアでは使用量が最低となっており、今後の更なる需要拡大が見込まれる。

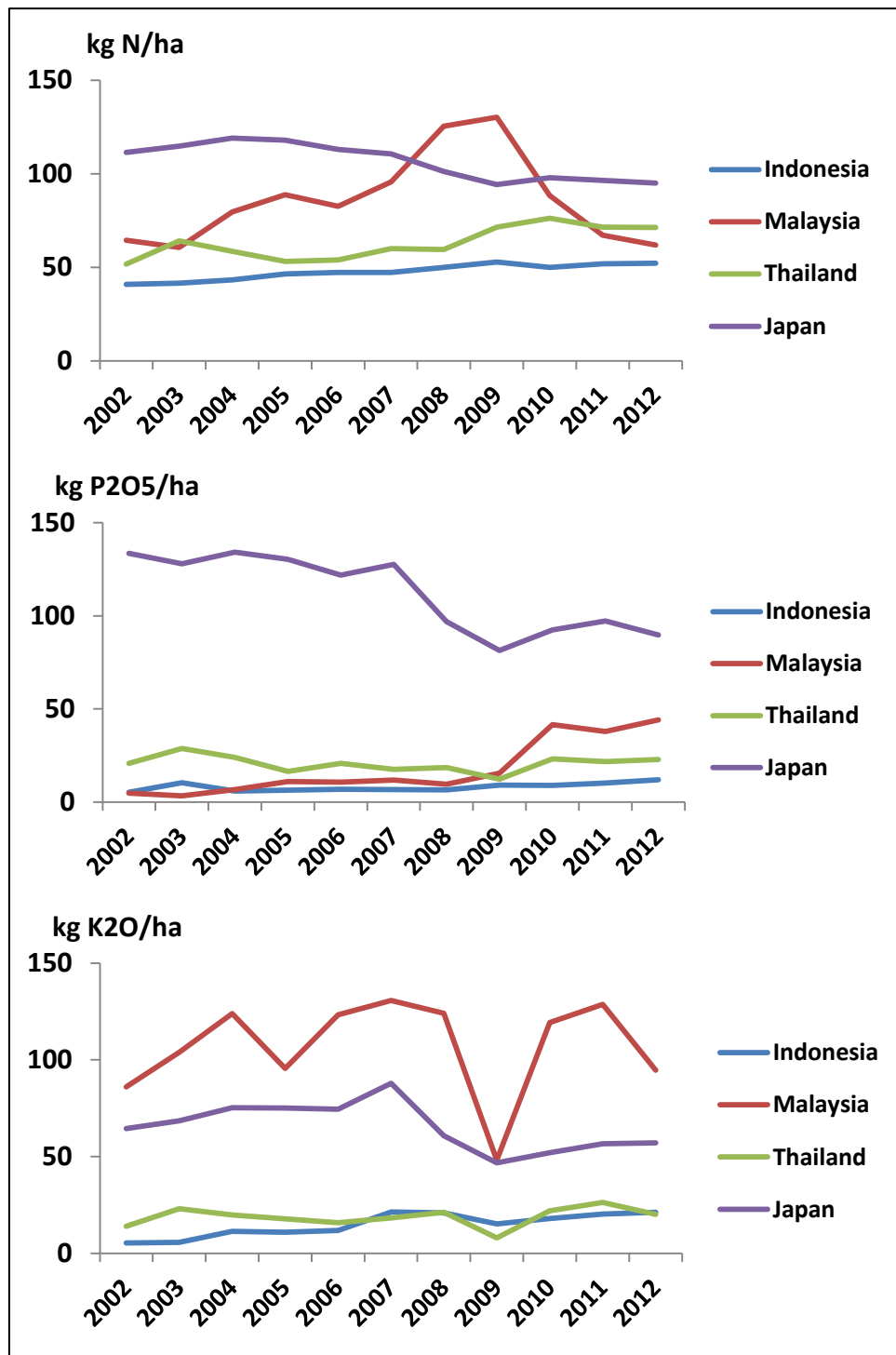


図 3-24 単位農地面積あたり NPK 肥料使用量の推移

出所) FAOSTAT より三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) 各種肥料使用量を各国農地面積で除して算出

水田稲作における施肥の実態および肥料流通の実態について、現地ヒアリングより得られた情報を以下に記す。

稲作に主に使用している肥料は Ponska、Urea、SP36 の 3 種類で、Ponska は茶色の粒状、Urea は白ピンク色の粉状、SP36 は灰色の粒状である。これらの肥料は地域の小売店舗で 50kg のパッケージで販売されているが、偽物も混ざっている場合があるとのことである。また、同じ店舗で種もみなども販売されている。

施肥の方法としては、基本的には 3 種類の肥料を田植えの 10 日後に水田に散布するが、40 日後に SP36 のみ追加する方法もある。一年中肥料は使用しており、特に雨季と乾季とで使用量に違いがあるわけではない。また、肥料の 1 作あたりの使用量は、灌漑による稲作と天水稲作いずれも同じである。したがって二期作を行う灌漑ありの地域の場合、天水稲作の倍の肥料を消費することになる。

稲作に使われる肥料として主流である Ponska、Urea、SP36 の 3 種類の肥料について、稲作農家、肥料メーカーから得られた農家購入価格および施肥量の情報を以下に示す。

表 3-15 肥料価格及び施肥量

		稲作農家1 (個人)	稲作農家2 (小売店舗)	肥料メーカ
肥料施肥量	Ponska	100~200kg/ha	200kg/ha	150kg/ha
	Urea	50~100 kg/ha	200kg/ha	200kg/ha
	SP36	100~150 kg/ha	200kg/ha	150kg/ha
肥料価格	Ponska	2,300Rp/kg	3,000Rp/kg	—
	Urea	1,800Rp/kg	2,500Rp/kg	—
	SP36	2,100Rp/kg	2,800Rp/kg	—

出所) 現地ヒアリングより三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

インドネシアでは政府の政策の一環として、農家が購入する一部の肥料に対して補助金が付けられており、農家は安価で肥料を購入できる。政府は最近 10 年以上にわたりこの補助金政策を続けている。

補助金対象となっている肥料は、Urea、硫安、有機肥料、SP36、Ponska（NPK15%ずつの配合）などである。上述したように、インドネシアにおいてはケイ酸質肥料のカテゴリーが存在しないことから、現行制度のもとでは、ケイ酸質肥料に補助金は出ないと考えられる。

また、補助対象となっている作物は限定されており、コメ用の肥料には補助金がでるが、プランテーション作物やサトウキビには出ない仕組みとなっている。これは恐らく、生産量増大の優先度が高い穀物類への肥料普及を念頭に置いた政策のためと考えられる。

以下に、各種肥料の補助金の有無による価格の違いを示す。例えば NPK 肥料の場合は、補助金なしの場合は 4,000 ルピア/kg 程度の価格であるところ、補助金がついたものについては 2,000 ルピア/kg 程度で購入できる。

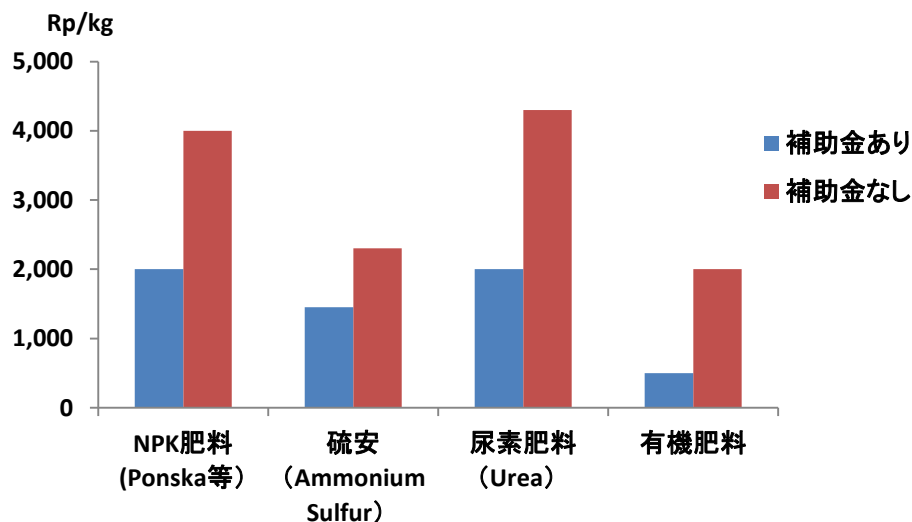


図 3-25 各種肥料の補助金の有無による価格の違い

出所) 現地ヒアリングより三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

補助金の交付は製品に対してではなく、肥料生産事業者を対象として実施している。各地域の地方自治体から毎年必要な肥料数量の申告があり、それに基づいて中央政府は補助金交付額を決定し、その情報を集約して肥料メーカーは各地域向けに値引き価格で肥料を卸すことになる。基本的に自治体からの申告に基づいて補助金付価格での生産・販売を行うため、不足することはあっても過剰生産・販売になることはない。

補助金付きの肥料の転売が行われないよう、補助金付きの肥料は色を分けて区別している。Urea の場合、補助金付きの肥料はピンクで、補助金なしの肥料は白色。

肥料の流通経路およびコメの流通経路について整理した図を以下に示す。

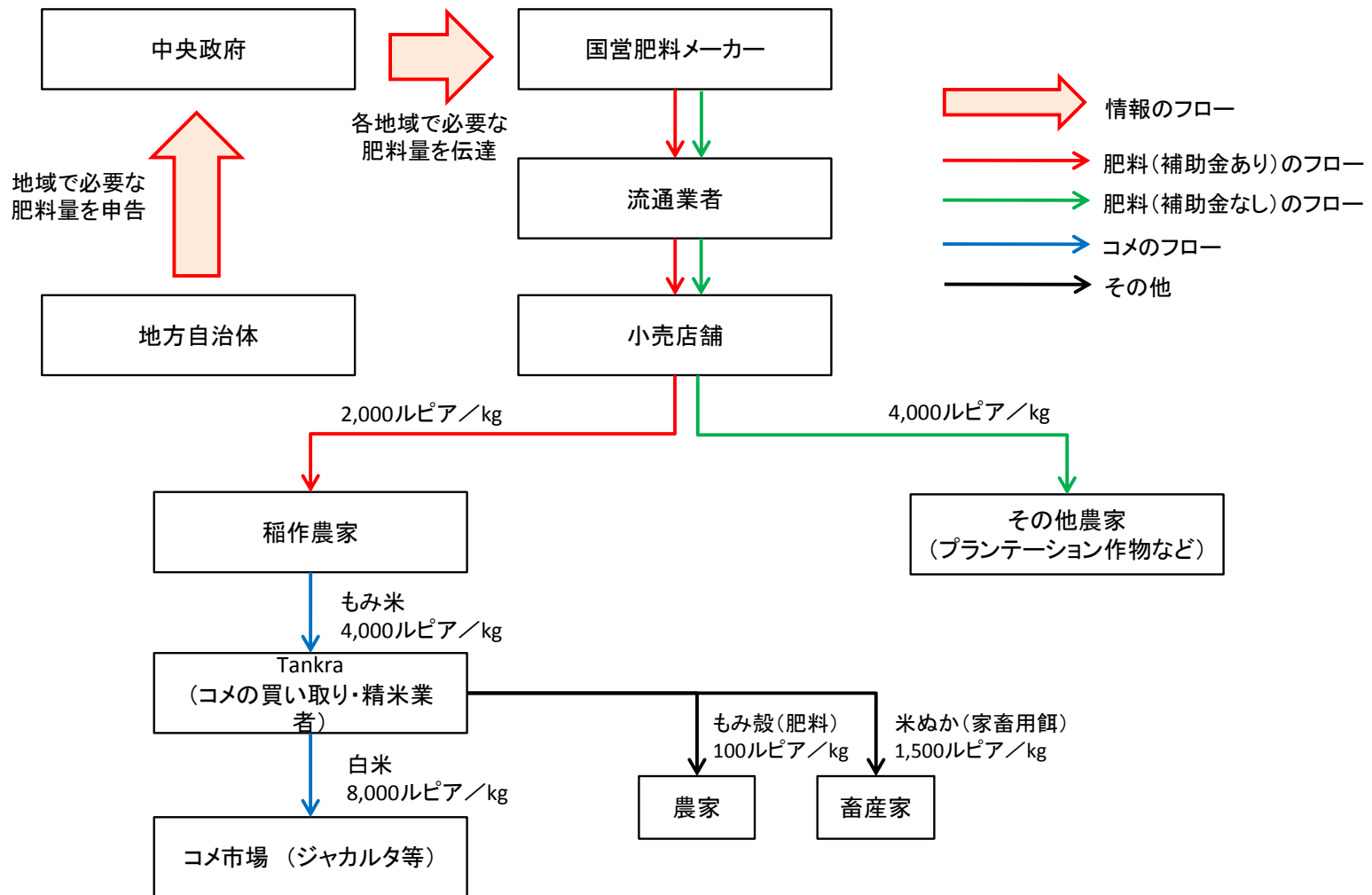


図 3-26 インドネシアにおけるコメと肥料の流通経路及び価格

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) 肥料価格としては、NPK 肥料を想定して記載

③インドネシアにおける土壌環境およびケイ酸質肥料に対する需要

過去の研究³によると、インドネシアにおける土壌中の可給態ケイ酸は、他の東南アジア諸国に比べ多いとされるが、継続的な水田稲作により近年減少してきているとの研究⁴もあり、潜在的な需要は存在すると考えられる。

実際に、最近の研究⁵からは、土壌中のケイ酸と葉中のケイ酸どちらも、基準とされる値よりも少ない地点がいくつか認められ、ケイ酸質資材の投入の潜在的需要があることが分かっている。

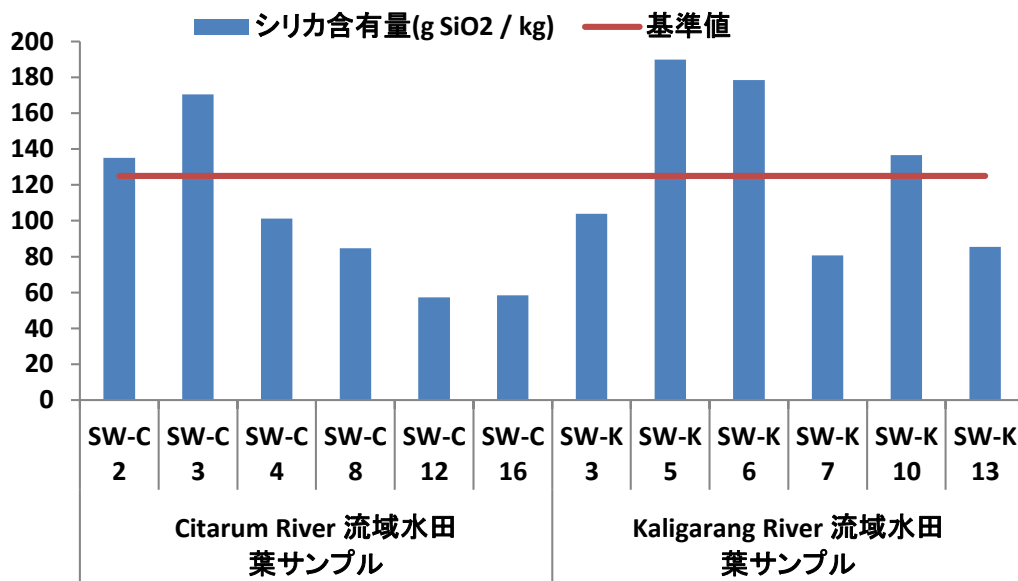


図 3-27 インドネシアにおける水稲の葉中のシリカ含有量

出所) Husnain et al. (2008) 5 より三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

また同研究によると、インドネシアでは化学肥料によるケイ酸供給はされておらず、稲わらと灌漑水からケイ酸は供給されるのみとのことである。ジャワ島における農民は、次のシーズンの栽培を早く開始する目的と、病気の蔓延を防ぐ目的から、稲わらを焼くことを好んでいると指摘されていることから、ケイ酸の供給源として稲わらも十分活用されていない可能性が示唆される。

³ Kawaguchi & Kyuma (1974) “Paddy Soils in Tropical Asia Part 1. Dexcription of Fertility Characteristics” *Southern Asian Studies*, Vol. 12, No.1, June 1974

⁴ Darmawan et al (2006) “Effect of long-term intensive rice cultivation on the available silica content of sawah soils: Java Island, Indonesia” *Soil Science and Plant Nutrition* (2006)52, 745-753

⁵ Husnain et al. (2008) “Silica availability in soils and river water in two watersheds on Java Island, Indonesia” *Soil Science and Plant Nutrition* (2008) 54, 916-927

現地ヒアリングによると、インドネシアの稲作では、一般的にケイ酸質肥料は使用していないとのことであり、ほとんどの農家が、稲作に対するケイ酸の有効性を知らない状態である。

しかし、近年ボゴール大学の Sugiyanta 教授などを中心に、農業におけるケイ酸の重要性が強調され始めている。以前、カラワン、中央ジャワなどで、いもち病が問題となっていたが、以前同教授が実施した実験では、ケイ酸の施与によりいもち病被害が軽減されたとの結果が得られたとのことである。インドネシアでは稲作におけるケイ素の研究が十分に進んでいないが、現在ボゴール大学が先端的に研究を行っている。

同教授によると、インドネシアの土壤は、総ケイ素分は多いが、過給体ケイ素 (Available Silica) は非常に少ないとのことであり、土壤の総ケイ素分は 40%、過給体ケイ素は 10% 以下である。これは、インドネシアの土壤が酸性であることが影響しているとのことである。実際に、現地のヒアリングからは、インドネシアの土壤は多くの場合 pH が 5～6 程度の酸性を示し、高地エリアでは、pH が 4.5 程度を示す場合もあるとの情報が得られている。

インドネシア農業省へのヒアリングによると、政府はケイ素の稲作土壤への有効性は認めており、歓迎しているとのことから、今後ケイ酸肥料の有効性に関する認識は広まっていくものと考えられる。政府は、鉄鋼スラグを原料としたケイ酸資材は、重金属の混在の可能性が高いため抵抗感があるとのことから、スラグ以外を原料としたケイ酸肥料が現地受容性は高いと考えられる。

2) 養殖資材

①エビ養殖業の現状

インドネシアにおけるエビ養殖では、バナメイとブラックタイガーが主に生産されており、これら二種で年間 500,000 トン以上の養殖エビが生産されている。特にバナメイの生産量が多く、年間 400,000 トン以上が生産されている。バナメイの特徴としては、生存率が高く、飼料をよく食べるため成長が速いことや、水中を激しく動き回ることなどが挙げられる。ブラックタイガーは、バナメイに比べて飼育初期の成長速度は遅いが、飼育の後期で急激に成長する品種である。なおインドネシア現地では、学名である **Monodon** の名で呼ばれることが多い。バナメイは一般に表層部に生息する一方、ブラックタイガーは砂のなかに潜る性質がある。そのため底泥環境を改善する資材の効果は大きいと思われる。

地域別に見てバナメイの生産量が多いのは、上位から順に、西ヌサ・トゥンガラ、東ジャワ、西ジャワ、ランブン、南スマトラである。現地ヒアリングによると、160,000ha の養殖池がランブンにあり、これは世界で最も大きい養殖地帯とのことである。

また、流通コスト削減の観点から、エビの加工工場およびエビ用の飼料工場は、エビの養殖地帯から近い位置にある場合が多いと考えられる。実際、近隣でエビ養殖が行われているスラバヤやジャカルタにはエビの加工工場や飼料会社が多いとの情報が現地ヒアリングより得られている。

表 3-16 インドネシアにおける地域別エビ養殖の生産量（トン）

Province	州	Tiger shrimp	Vanname
SUMATERA	スマトラ島	19,941	102,724
ACEH	アチェ	8,114	4,469
SUMATERA UTARA	北スマトラ州	2,876	7,839
SUMATERA BARAT	西スマトラ	-	3
RIAU	リアウ州	11	40
JAMBI	ジャンビ	27	-
SUMATERA SELATAN	南スマトラ	4,796	42,331
BENGKULU	ベンクルー州	2,325	4,103
LAMPUNG	ランプン州	1,788	42,883
BANGKA BELITUNG	バンカ島ビリトン	-	1,056
KEPULAUAN RIAU	リアウ諸島州	2	1
JAWA	ジャワ島	49,663	152,646
DKI JAKARTA	ジャカルタ	108	-
JAWA BARAT	西ジャワ	36,901	60,920
JAWA TENGAH	中部ジャワ	2,775	19,924
D.I. YOGYAKARTA	ジョグジャカルタ	-	3,364
JAWA TIMUR	東ジャワ	9,473	67,214
BANTEN	バンテン	405	1,223
BALI - NUSA TENGGARA	バリ島、ヌサ・トゥンガラ	958	93,153
BALI	バリ	-	3,243
NUSA TENGGARA BARAT	西ヌサ・トゥンガラ	958	89,884
NUSA TENGGARA TIMUR	東ヌサ・トゥンガラ	-	25
KALIMANTAN	カリマンタン島	20,841	1,548
KALIMANTAN BARAT	西カリマンタン	3,011	1,544
KALIMANTAN TENGAH	中央カリマンタン	103	4
KALIMANTAN SELATAN	南カリマンタン	7,214	-
KALIMANTAN TIMUR	東カリマンタン	9,466	-
KALIMANTAN UTARA	北カリマンタン州	1,047	-
SULAWESI	スラウェシ島	33,451	52,843
SULAWESI UTARA	北スラウェシ	74	64
SULAWESI TENGAH	中部スラウェシ州	8,832	1,237
SULAWESI SELATAN	南スラウェシ	14,850	12,827
SULAWESI TENGGARA	東南スラウェシ	6,610	25,769
GORONTALO	ゴロンタロ	11	3,239
SULAWESI BARAT	西スラウェシ州	3,075	9,707
MALUKU - PAPUA	マルク、パプア	14	10,166
MALUKU	マルク州	-	10,142
MALUKU UTARA	北マルク州	2	23
PAPUA BARAT	西パプア	4	-
PAPUA	パプア	9	-
Total	Total	124,869	413,079

出所) ボゴール大学提供資料

インドネシアにおいては、伝統的な養殖業も多く行われている。伝統的養殖では、5匹/m²程度の飼育密度である。これは、集約的なエビ養殖が100匹/m²程度の密度で行われることを考えると非常に粗な飼育環境である。飼育密度が低いと、エビの排泄物や食べ残しなどにより水質が劣化する速度も緩慢になるため、水質浄化剤へのニーズは小さいと考えられる。

ヒアリングによると、インドネシアは最近50年間著しく発展したため、伝統的な養殖を営んでいる事業者と先進的な養殖を営んでいる事業者で、生産のギャップが激しいとのことである。ギャップを埋めるため政府がインフラを作っているとのことであるが、養殖池の大きさから考えると、大半はまだ伝統的な養殖に従事していると思われる。エビ養殖農家のうち、近代的な養殖を行っているのは恐らく1割未満であるとの意見も得られている。

インドネシアのエビ用の飼料会社としては、タイ資本のCP社が最大のシェアを獲得しているとのことである。インドネシアにおけるエビ養殖用飼料の年間生産量は45万トンとされているが、この数字はエビの生産量から推計されたものである。伝統的なエビの養殖業は飼料をあまり使っていないため、実態は異なる可能性がある。

現地の養殖業者や飼料メーカ(A~D)のヒアリングによると、エビ養殖にかかる費用は40,000ルピア/kg前後、販売価格については大体70,000ルピア/kgである。費用の内訳としては、飼料コストが大体4割から6割程度を占め、その他光熱費(電力等)、輸送コスト、労務費、資材費などがかかっている。

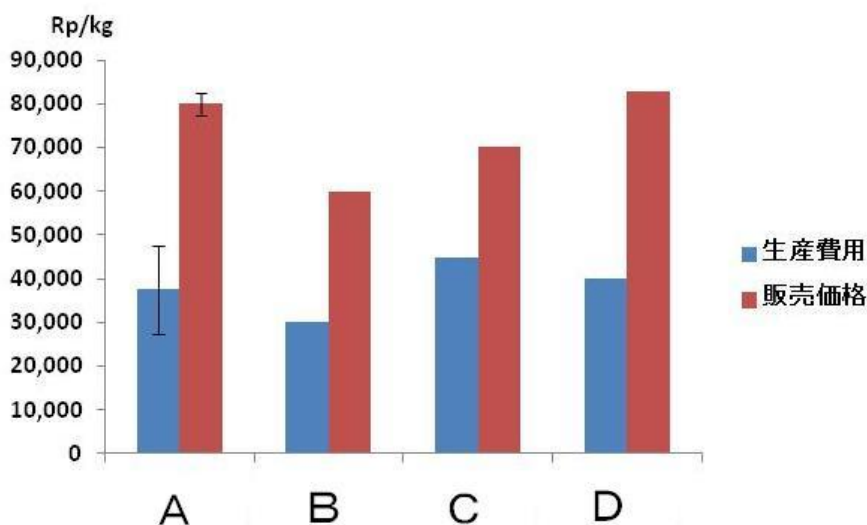


図 3-28 養殖エビの生産費用および販売価格

注) 棒グラフのエラーバーは現地ヒアリングより得られた変動の範囲

出所) 現地ヒアリングより三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

エビの生存率は、大体 70%から 80%程度であるが、白斑点病（White Spot Disease）などの病気が蔓延すると生存率は大きく低下する。飼料の変換効率（Feed Conversion Ratio）は約 1.5 程度である。

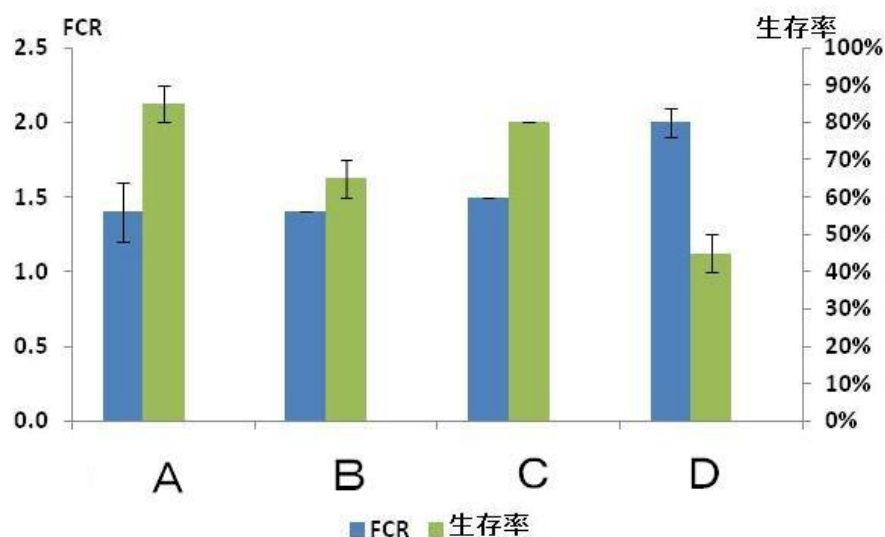


図 3-29 養殖エビの FCR および生存率

注) 棒グラフのエラーバーは現地ヒアリングより得られた変動の範囲

出所) 現地ヒアリングより三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

飼育密度は 90~160 匹/m³ であり、この範囲が集約的な養殖業を行う場合のレンジと考えられる。上述した生存率を掛け合わせると、約 100 匹/m³ 程度の収穫量になると考えられる。

エビ一匹あたりの重量は、一社のみ 55g~60g と非常に大きな値を示しているが、それ以外は 20g~25g の範囲に収まっており、20g~25g 程度が一般的な大きさと考えられる。

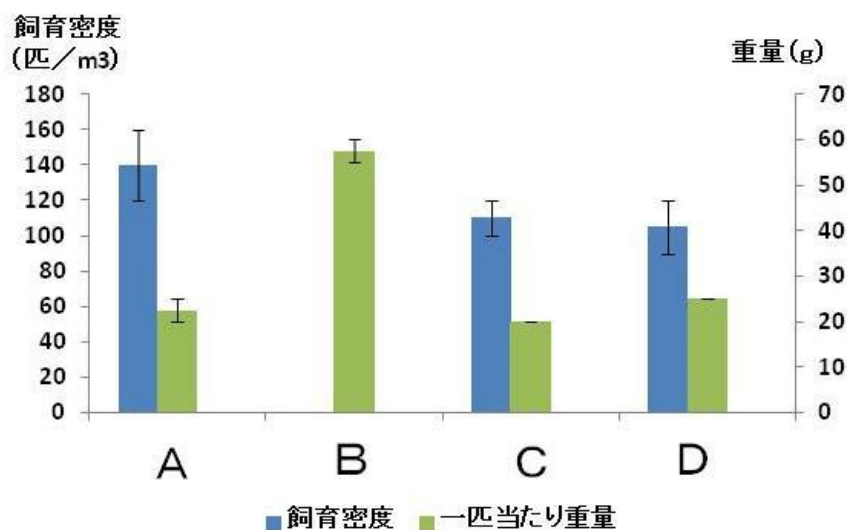


図 3-30 養殖エビの飼育密度および一匹あたり重量

注 1) エビ養殖池の一般的な深さが 1m 程度であることから立方メートルあたりの飼育密度に揃えて比較

注 2) 棒グラフのエラーバーは現地ヒアリングより得られた変動の範囲

出所) 現地ヒアリングより三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

表 3-17 エビ養殖業の収支にかかるデータ

会社名	A	B	C	D
生産費用	35,000～40,000Rp/kg	30,000Rp/kg	45,000Rp/kg	40,000Rp/kg (理想値)
販売価格	70,000～90,000Rp/kg	60,000Rp/kg	70,000Rp/kg	83,000Rp/kg
FCR (Feed Conversion Ratio)	1.2～1.6	1.4	1.5	1.9～2.1
生存率	80%～90%	60～70%	80% (良好な条件の場合)	40～50% (病気の蔓延のため)
飼育密度	120～160 匹/m3 (300～400 匹/m2 で、池の深さが 2.5m)	—	100～120 匹/m2	90～120/m2
一匹当たり重量	20～25g	55～60g	20g	25g
エビの種類	バナメイ	バナメイ	バナメイ	ブラックタイガー (モノドン)

出所) 現地ヒアリングより三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

②養殖資材の生産・流通・使用の実態

インドネシアにおいて、エビ養殖の資材に関する統計データは存在していないが、ボゴール大学でのヒアリングによると、インドネシアにおける一般的なエビの養殖業では、育成期間には資材は与えていないとの情報が得られた。

ただし、養殖池の準備段階として、さらし粉（次亜塩素酸カルシウム）などが使われているとのことであり、一定程度の需要は存在することが確認できた。また、その他にも、バクテリアや植物プランクトンが水質浄化剤、水質安定剤として使われる場合があるとのことであり、こうした資材が競合となる可能性があることが示唆された。

一方、養殖事業者へのヒアリングによると、エビ養殖用の資材として、ゼオライトや石灰石を水質浄化や pH 調整の目的で、また尿素肥料をプランクトンの増殖目的で用いているとの情報が得られた。本調査で検討している再生品は、水質浄化、pH 改善およびプランクトン増殖効果の双方の機能を併せ持つため、インドネシアのエビ養殖業において潜在的な需要は十分に存在すると考えられる。

実際に、現地エビ養殖事業者や飼料メーカーからは、エビ養殖事業者は、本製品のような水質浄化とエビの生産効率向上に資する資材を求めており、価格次第で需要はあると思われる意見も得られた。エビ用の水質浄化剤等の資材として、全費用のうちの 5%程度なら許容される可能性があるとの意見も得られているため、現地における生産費用に比して妥当なレベルの価格設定であれば受容可能性は高いと推察される。

また、インドネシアにはエビ養殖池の底部がコンクリート製ではなく、土のままになっているものも多いため、そうした養殖池などでは池の底質改良剤となる資材は歓迎される可能性がより高まると考えられる。

3) 競合事業者の動向

現地ヒアリングによると、近年、中国や韓国などの肥料会社がケイ酸肥料の宣伝の目的でインドネシアの肥料会社や流通業者を訪問しているようである。今後、再生材をケイ酸質肥料として販売する際には、これら企業が競合となる可能性がある。

①中国企業

2016年8月頃、中国の会社がインドネシアの肥料会社を訪問し、ケイ酸マグネシウム肥料の宣伝を行ったとのことである。本製品に関して、ヒアリングより得られた情報は以下の通りである。

- 宣伝を行った同社の肥料サンプルは2種類あり、一つは Silicon Magnesium Fertilizer で、もう一つは Silicon Calcium Magnesium Fertilizer と付記されていた。
- 製品の価格は提示されていない。
- 製品の pH は8程度。
- おそらくインドネシア政府の肥料登録はまだされていない状況である。
- 同社以外には、インドネシアでケイ酸肥料の販売を行う会社はない。

②韓国企業

以前、韓国の肥料メーカーがインドネシアの肥料会社を訪問し、ケイ酸肥料製品の宣伝を行ったとのことである。本製品に関して、現地ヒアリングより得られた情報は以下の通りである。

- 本製品は液体タイプのケイ酸肥料で、散布量は 1.5L/ha で済む。
- 本製品中のケイ酸の含有量は 16%~20%
- 製品の価格は提示されていない。
- 効果については不明。
- 使用方法としては、0.5 L/ha ずつ、3度に分けてスプレーで葉に直接散布する。

(6) 事業採算性の検討に必要な基礎調査

各種文献調査から得られた事業採算性の検討に必要な基礎情報を以下に示す。

表 3-18 事業採算性分析の基礎情報

	単位	金額	出典
【為替】			
為替相場(円/ルピア)	円/千 Rp	9.1	直近為替相場から概算設定
為替相場(円/ドル)	円/US\$	103	直近為替相場から概算設定
【変動費等】			
電力(工業用:従量料)	Rp/kWh	1,077.18	〃
ガス(工業用)	Rp/m3	770	〃
用水(工業用:基本料金)	Rp/月	69,215	〃
用水(工業用:従量料金)	Rp/m3	12,550	〃
埋立処分	円/t	1,200	スラバヤ付近における手数料の例 (ネットから)
【借地料】			
工業団地購入費	US\$/m2	195	JETRO「投資コスト比較」参照 ※ジャカルタ
工業団地借料	US\$/m2・月	8	〃
【その他】			
労務費(管理)	千 Rp/人・月	12,265	JETRO「投資コスト比較」参照 ※ジャカルタ
労務費(作業)	千 Rp/人・月	3,173	〃
名目賃金上昇率	%	11.0%	〃
法人税	%	25%	〃

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング

インドネシア現地調査から得られた事業採算性の検討に必要な基礎情報を以下に示す。

表 3-19 原料調達価格および再生品販売価格

【原料調達価格】			
製品端材	Rp/kg	2,200	現地ヒアリングにおける端材供給価格(原料戻しの場合は原料価格)の平均値をもとに設定
【再生品販売価格】			
養殖資材	Rp/kg	15,000	資材価格は資材利用による売上増分(10%)の3分の1として設定
ケイ酸質肥料	Rp/kg	600	代表的なNPK肥料であるPonskaの1ha当たり散布コストの現地ヒアリングをもとに設定

出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング

3.2 マレーシア

マレーシアの国土総面積は 33.0 万km²で日本の面積よりやや少なく、マレー半島側の半島マレーシア(Peninsula Malaysia)が国土の約 4 割、サバ州(Sabah)、サラワク州(Sarawak) のある、ボルネオ島 (Borneo) が約 6 割である。

国王は存在するが、政治には参加せず、首相及びその内閣が国家権力を持っている。連邦制度の国家で、13 州とクアラルンプール、プトラジャヤ (首都機能が移転した都市) などの直轄地から成る。

人口は 2014 年に 3,000 万人を突破し、人種構成比は、マレー系約 60%、中華系約 30%、インド系約 10%である。国の宗教はイスラム教であり、また、公式用語はマレー語であるが、中華系は中国南部の広東語・福建語などを話し、インド系はヒンズー語も日常使っている。そして、かつて英国の植民地であったことから、一般に英語が広く通用している。

食事は、ハラル (ムスリムの食材)、中華、インド系があり、レストランもきちんと分かれている。

(1) 現地法令・政策動向調査

1) マレーシアにおける産業廃棄物の規制について

1989年に制定された一連の規則・法令で、以下の通り指定産業廃棄物 (Scheduled Wastes) が定められている (2005年に改訂)。管轄機関はマレーシア資源環境省 (Ministry of Natural Resources and Environment) の下に位置付けられている環境庁 (Department of Environment) の廃棄物処理部 (Hazardous Substances Division) である。

- SW1 ; 金属廃棄物、10種 (SW101-SW110)
- SW2 ; 無機廃棄物、7種 (SW201-SW207)
- SW3 ; 有機廃棄物、27種 (SW301-SW307)
- SW4 ; 有機無機廃棄物、32種 (SW401-SW432)
- SW5 ; その他の廃棄物、1種 (SW501)

2) 指定産業廃棄物の判定について

指定廃棄物の分類は、廃棄物の発生過程とその製造原料についての情報から、廃棄物の危険性について認められた場合、指定産業廃棄物として判定される。

対象産業廃棄物の化学分析を行う場合、マレーシア標準局 (Department of Standards Malaysia) が公表する指定分析機関がサンプリングから分析まで行うこととなっている。

3) 軽量コンクリート製品端材の廃棄物法制上の分類について

マレーシア投資開発機構 (MIDA, Malaysia Investment Development Authority) の、建築技術・生活関連部門へのヒアリングによると、軽量コンクリート製品端材は産業廃棄物として扱われていないとのことであった。現在、軽量コンクリート製品端材は道路建築などへ流用されるか、埋め立て廃棄されている状況である。また、マレーシア資源環境省 (Ministry of Natural Resources and Environment) の環境庁廃棄物処理部 (Hazardous Substances Division, Department of Environment) へのヒアリングからも同様に、軽量コンクリート製品端材については、指定廃棄物のリストには入っていないとの情報が得られている。

コンクリート系ブロックの製造工場が発生する不良品は、指定廃棄物に分類されず、また、これらの不良品のみを原料にして製品を製造・販売する場合、特に許可申請を行う必要は無い。ただし、建設現場で発生する廃ブロックを使用する場合には、申請が必要である。

廃石膏は指定廃棄物に分類されており、許可証を取得している軽量コンクリート製品工場のみが廃石膏を使用できる。廃石膏を使用した軽量コンクリート製品を原料として使用する場合は、環境庁に届け出を行う必要があるが、届け出の義務は軽量コンクリート製品工場にあり、軽量コンクリート製品端材を回収・利用する会社が行う必要は無い。

なお、石膏 (Plaster, Gypsum) は、天然のものであれば指定廃棄物としては扱われないとのことである。

(2) 建築端材の発生及び処理現状調査

マレーシアの地方部では、古くからの伝統である木造の高床式住居が一般的な住居様式である。一方、都市部では、低層高層にかかわらず鉄筋コンクリートで柱を建て、壁はレンガを積む様式が一般的である。地震の発生しない国土であることから、マレーシアで最も高いビルであるペトロナスツインタワー（高さ 450m 超）は、鉄筋コンクリートを 1 階ずつ積み上げた建造物である。

現在も建設中の建築物を見ると、赤いレンガで壁が作られている風景を目にする。軽量コンクリート製品が用いられた壁も高層ビルでは普及していることと思われるが、色が白く目立たないことや、高層ビルでは施工安全のためのネットで覆われて見えない場合が多い。

現在、マレーシアにおける軽量コンクリート製品の国内需要は年間 80 万 m³ である。国内供給量に対して需要が超過している状況であり、軽量コンクリート製品の増産計画が進行してはいるが、現状では国内需要のうちの 10% はインドネシアからの輸入で賄っている。

現在マレーシア国内の主要軽量コンクリート製品メーカーは 3 社であり、そのうちの 2 社にヒアリング調査を行った。

1) A社

製造方法の特徴としては、1 ロットが少なく、オートクレーブが小さいことが挙げられる（2 × 2.6 m）。1 ロットあたりの量が少ない分、12 機のオートクレーブを設置している。

製造過程で発生する端材の割合は 3 % と低い。これは、1 ロットの量が少ないことにより製品中に欠けが少なくなっていることが原因として考えられる。発生する端材のうち、約 3 分の 2（生産量のうち 2 %）は B 級品として販売している。用途の詳細は不明だが、ブロック、或いは埋め立て材として使用していると考えられる。端材のうち、約 3 分の 1（生産量のうち 1 %）原料としてリサイクルしている。最大、珪石の 5 % までは端材を原料として混ぜることが可能とのことである。原料に戻す際、50mm 以下まで破碎していることから、破碎した状態で軽量コンクリート製品端材を販売することは可能とのことである。ただし、引き渡し価格に関する情報は入手できていない。

ボイラー燃料に重油や石炭などは使用せず、PKS と繊維の混じったもの (Palm Fruit Kenel) を使用している。燃え殻は有機肥料として販売しており、軽量コンクリート製品原料には使用していない。

石膏はサニタリー工場（便器等）から発生する型枠材を購入して使用しているが、元は天然石膏であることから廃棄物扱いにはならないため、廃棄物使用設備の認定は取得していない。この材料を購入、販売する場合も、許可証等の取得は必要ないとのことである。

2) B社

軽量コンクリート製品の年間生産量は約 10 万 m³ であるが、現在新しい製造ラインを建設中で、完成後の生産量は 4 倍になるとのことである。

1 ロットは、A 社に比べて大きく、オートクレーブのサイズは 3.4 × 3.5m 程度である。

原料の配合については、詳細は不明だが、スラリー（石膏 1 + 珪石 10 + 水？）550kg、水 60kg、セメント 400kg、生石灰 120kg、アルミ粉 1.41kg を使用しているとのことである。他

社と比較してカルシウムが多いことから、可用性シリカが多く含まれる可能性がある。

軽量コンクリート製品の生産過程で発生する端材の割合は 2～5%である。現状全て売却しており、リサイクルしてなく、そのため破砕機は保有していない。

以下に今回の現地ヒアリング調査から得られた情報を整理した表を示す。

表 3-20 マレーシアにおける軽量コンクリート製品会社・ヒアリングより得られた情報

	A	B
年間生産量	20 万 m ³ (来年度新たに 18 万 m ³ を建設)	10 万 m ³ (建設中の新しい製造ライン完成後は生産量は 4 倍になる)
1 ロットの大きさ	2×26m	3.4×35m
原料	セメント 15%、生石灰 15%、珪石 60%、石膏 3-5%、アルミ 0.1-0.3%	スラリー (石膏 1 + 珪石 10 + 水?) 550kg、水 60kg、セメント 400kg、生石灰 120kg、アルミ粉 1.41kg
ボイラー燃料と燃え殻の処理方法	燃料は PKS と繊維の混じったもの (Palm Fruit Kenel) を使用 燃え殻は有機肥料として販売	ボイラー燃料はバイオマスを使用 燃え殻は廃棄処分
端材発生率	3%	2～5%
端材処理方法	端材 3%のうち 2%は B 級品として販売。1%は原料戻しによるリサイクル (最大、珪石の 5%まで混ぜることが可能)。	端材は全て売却しておりリサイクルしていない

出所) 太平洋セメント

(3) 建築端材の発生量推計

1) 端材賦存量の推計の考え方

年間の軽量コンクリート製品の生産量については現地ヒアリングより得られた 80 万 m³とし、端材の発生率は現地ヒアリング情報の平均値として 3.25%を使用して推計を行った。なお、軽量コンクリート製品の密度については、インドネシアと同程度の値と仮定した。

表 3-21 マレーシアにおける軽量コンクリート製品端材発生量の推計で用いた項目

	値	情報源
年間生産量	800,000m ³	現地ヒアリングより
端材発生率	3.25%	現地ヒアリングの平均値
製品密度	0.63 トン/m ³	インドネシア現地ヒアリングの平均値

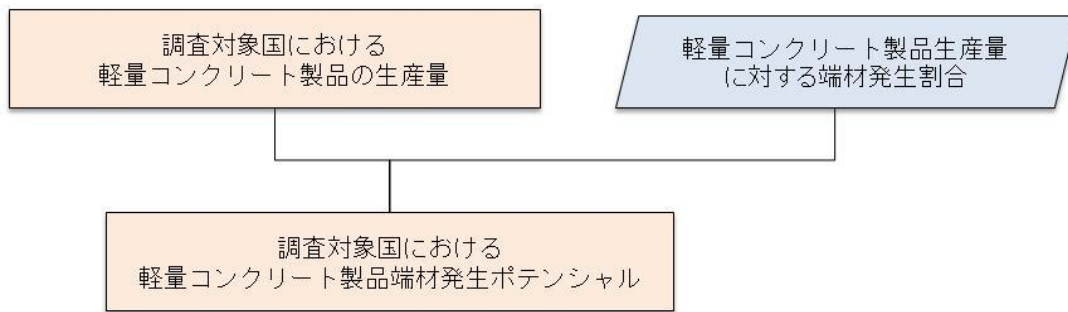


図 3-31 マレーシアにおける軽量コンクリート製品端材発生量推計のフロー

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

2) 賦存量の推計結果

推計の結果、マレーシアにおける軽量コンクリート製品端材の発生ポテンシャルは年間約 16,000 トンと試算された。インドネシアにおける端材の発生量として推計された 316,000 トンに比べると約 20 分の 1 程度と少ないが、これは、軽量コンクリート製品生産量に 10 倍以上の開きがあること、また端材の発生率もインドネシアに比べてマレーシアでは小さいことに起因している。

ただし、マレーシアにおける軽量コンクリート製品の需要量は供給量を上回っている状態であり、今後の増産が見込まれる。実際に、本調査にて現地訪問した軽量コンクリート製品メーカーは 2 社ともに現在増産計画が進行中とのことであり、今後生産量が急激に伸びる可能性もある。

現在マレーシア国内における主要な軽量コンクリート製品メーカーは 3 社とのことであり、そのうち本調査にて現地訪問した 2 社はクアラルンプール近郊およびジョホールに所在していることから、軽量コンクリート製品の多くは半島部で生産されていると考えられる。インドネシアにおいても、最大都市であるジャカルタの近郊に多数の軽量コンクリート製品メーカーが所在しているが、建材需要の大きい都市部の近郊での生産が流通面から適しているため、今後も半島部の都市部近郊での生産が増加していくと考えられる。

(4) 肥料の規則・登録制度調査

1) 肥料会社及びその他関係者からの調査

今回行った調査活動では、現地の肥料関係商社 (A) や、同じく肥料製造販売会社 (B)、更に、マレーシア政府の投資開発機構である MIDA(Malaysia Investment Development Authority)を訪問し、以下の情報を入手した。

日本における肥料登録に該当する制度は存在しないとのことであり、製造販売するための許認可等は必要ないとのことであった。ただし、肥料を輸入する場合は、輸入業者としての登録は必要である。

表 3-22 肥料関係現地ヒアリング情報

	A	マレーシア投資開発機構 (MIDA)	B
組織種別	民間企業 (肥料関係商社)	政府機関	民間企業 (肥料製造販売)
得られた情報	①肥料登録や肥料輸入許可は無い (輸出入商社としての登録は必要)。 ②肥料の分類は、単肥と複合肥料、そして特別な遅効肥料などである。	①具体的な投資計画を準備して MIDA に来れば、肥料制度や肥料登録などをすべて満たして事業が始められるように協力する。 ②具体的な肥料登録制度を扱う農業省の部署などを知らなくても、事業は始められる。	①肥料を製造販売することについて、許可制度は無い。 ②肥料の分類について、有機質肥料は分類が別になる。

出所) 現地ヒアリング

2) 農業省本省での調査

マレーシア農業省 (Ministry of Agriculture and Agro-based Industry Malaysia) を訪問し、肥料に関する制度の調査を行った。

肥料を担当している部署は、農業局 (Department of Agriculture, DOA) 内の、土壌資源保全管理部 (Soil Resource Management and Conservation Division) の、土壌肥沃部門 (Soil Fertility Section) であり、当該部門の対応者 : Ms. Asnita Abu Harirah (Principal Assistant Director) へヒアリングを行った。

肥料関係の制度に関して調査した結果、上記の肥料会社関係者からの回答と同じく、マレーシアでは、日本の農水省にあるような肥料制度は、明確に存在していないとの情報が得られた。

ただし現在、肥料制度の整備準備を進めている最中とのことであり、将来的に肥料登録が必要になる可能性がある。

表 3-23 肥料関係現地ヒアリング情報（農業省）

組織種別	政府機関
得られた情報	<p>①政府の肥料登録、肥料規則、肥料分類はまだ無いが、近々定めたい</p> <p>②無機肥料であれば、製造販売の規制は無い</p> <p>③有機肥料の場合、国内取引・協同組合・消費者省（Ministry of Domestic Trade, Co-operatives and Consumerism）にも問い合わせる必要あり</p>

出所) 現地ヒアリング（マレーシア農業省（Ministry of Agriculture and Agro-based Industry Malaysia）農業局（Department of Agriculture, DOA）土壌資源保全管理部（Soil Resource Management and Conservation Division）土壌肥沃部門（Soil Fertility Section））

(5) 稲作に関する調査

1) マレーシアの稲作とコメ自給率の推移

マレーシアにおける伝統的な稲作は、東南アジア諸国でよく見かける稲作と同じように、天水稲作を中心とし、雨期の初めに播種し、乾期に収穫する方式であった。

広い低湿地が広がる、半島マレーシアの北部、ケダ州(Kedah)、ペルリス州(Perlis)などのタイに近い北部の州において、1965年頃から1980年頃にかけて、ダム建設や水路など水田灌漑整備が徐々に行われ、大型農業機械の導入や、常時二期作など、稲作の近代化が進められた。その結果、マレーシアのコメ自給率は、1970年代に90%近くに達するようになった。

しかしながら、水田整備の進展や、栽培技術の向上の動きは鈍く、稲作生産量の伸びは、人口の増加に追いつかず、逆に整備した水田が、病虫害や労働力問題など様々の要因により未耕作になるなどの状況も一部発生した。

最も重要な食料と位置づけているコメの自給率向上のため、再度、食料安全保障の観点から政府は稲作振興を掲げ、2000年代に入って、コメ生産上は徐々に向上している。しかしながら、世界一のコメ輸出国で、隣国でもあるタイやベトナムからの輸入攻勢があり、マレーシアのコメ生産費を下回るような価格で輸入される状況が生じた事や、また、人口増加が著しいことなどにより、2012年のコメ自給率は73.5%に留まり、近年65%~80%で推移している。

表 3-24 マレーシアの稲作、2004 年～2013 年

	Main season、Off season 合計				Main season				Off season			
	栽培面積(ha)	平均収量(kg/ha)	籾生産量(t)	玄米生産量(t)	栽培面積(ha)	平均収量(kg/ha)	籾生産量(t)	玄米生産量(t)	栽培面積(ha)	平均収量(kg/ha)	籾生産量(t)	玄米生産量(t)
2004	667,310	3,434	2,291,352	1,467,052	415,657	3,079	1,279,751	819,360	251,653	3,966	997,989	647,692
2005	666,823	3,471	2,314,378	1,490,015	417,176	3,182	1,327,633	849,691	249,647	3,953	986,745	640,324
2006	676,034	3,236	2,187,519	1,407,221	419,468	2,799	1,174,229	749,270	256,566	3,949	1,013,290	657,951
2007	676,111	3,514	2,375,604	1,530,971	415,791	3,172	1,318,972	844,945	260,320	4,059	1,056,631	686,026
2008	656,602	3,584	2,353,036	1,516,474	399,614	3,250	1,298,817	832,167	256,988	4,102	1,054,219	684,307
2009	674,928	3,720	2,511,043	1,620,256	412,401	3,366	1,388,177	891,273	262,527	4,277	1,122,865	728,983
2010	677,884	3,636	2,464,831	1,588,456	416,881	3,381	1,409,661	903,633	261,003	4,043	1,055,170	684,823
2011	687,940	3,748	2,578,519	1,661,260	421,269	3,356	1,413,962	904,986	266,671	4,367	1,164,558	756,274
2012	684,545	3,797	2,599,382	1,674,981	430,182	3,386	1,456,520	932,802	254,363	4,493	1,142,862	742,179
2013	674,332	3,879	2,615,845	1,685,236	427,356	3,372	1,440,845	922,146	246,976	4,758	1,175,000	763,090

注 1) 籾収量から玄米収量への換算は、マレーシアの場合、64.0%～65.0%

注 2) Main season 雨期作、Off season 乾期作（灌漑整備水田）

注 3) Main season と Off season の比率は、面積で約 60%：40%、単位収量で 43%：57%

出所) JABATAN PERTANIAN SEMENANJUNG MALAYSIA (Department of Agriculture Peninsular Malaysia) 「PERANGKAAN PADI MALAYSIA (Paddy Statistics of Malaysia)

2013」 Table B1

表 3-25 半島マレーシアにおける州別の稲栽培面積（雨期、乾期、全体）

半島マレーシア の州	All Seasons		Main Season 2012/2013			Off Season 2013		
	水田 利用率	栽培面 積	水田面 積	栽培面積	栽培 率	水田面 積	栽培面積	栽培 率
	1/100%	(ha)	(ha)	(ha)	%	(ha)	(ha)	%
JOHOR	1.5	2,960	1,931	1,525	79.0	1,931	1,435	74.3
KEDAH	1.9	210,327	112,858	104,205	92.3	112,858	106,122	94.0
KELANTAN	1.2	56,280	47,837	40,746	85.2	47,837	15,534	32.5
MELAKA	0.7	2,783	3,800	1,424	37.5	3,800	1,359	35.8
N. SEMBILAN	1	1,986	2,062	1,062	51.5	2,062	924	44.8
PAHANG	1.2	10,357	8,675	5,955	68.6	8,675	4,402	50.7
PERAK	1.9	81,636	43,276	41,030	94.8	43,276	40,606	93.8
PERLIS	2	52,085	26,090	26,031	99.8	26,090	26,054	99.9
P. PINANG	2	25,564	12,782	12,782	100.0	12,782	12,782	100.0
SELANGOR	2	37,833	19,021	18,899	99.4	19,021	18,934	99.5
TERENGGANU	1.7	19,279	11,550	11,387	98.6	11,550	7,892	68.3
SEM. MALAYSIA	1.7	501,090	289,882	265,046.0	91.4	289,882	236,044.0	81.4

出所) JABATAN PERTANIAN SEMENANJUNG MALAYSIA (Department of Agriculture Peninsular Malaysia)
「PERANGKAAAN PADI MALAYSIA (Paddy Statistics of Malaysia) 2013」 Table A1

コメの自給率を改善するため、マレーシア政府の再度のコメの生産増強の取り組みにより、2000年代初めの、稲栽培面積約40万ヘクタールを、2015年見込み面積約70万ヘクタールと、年平均3%弱、拡大してきている。

これに従い、コメ生産量も年々増加しており、直近の2013年の籾生産量2,616千トンから、2014年2,645トンと、1.6%増加を示している。

なお、各種資料にコメの生産量や消費量が示されているが、その基となるコメの重量の測り方・表示は、日本と異なる点に注意が必要である。日本において生産量は、玄米流通のため、玄米の重量に統一されている。一方、マレーシアを含む海外のコメ生産量表示は、籾米で流通していることから、籾(Paddy)重量が一般的であり、玄米重量も併記されている場合がある。収穫した後に乾燥して、流通貯蔵できる水分15%以下の日本品種(ジャポニカ米)で日本産の籾は、平均的に籾100kg→玄米80kg→精米白米70kgとなるが、マレーシアの場合、統計上の籾収量と玄米収量から計算すると、100kgの籾(インディカ米)は、玄米64.0kg～65.0kgと、歩留まりが悪い。これは碎米が多いことが原因していると思われる。

2) 開発公社による灌漑施設整備と穀倉地帯の形成

マレーシア政府は米の自給率を向上するため、政府管轄下の農業公社により 1965 年頃から 1980 年頃にかけて、日本の ODA によるダム建設や水路など水田灌漑整備を行ない、機械化など近代的な農業技術を、援助を受けながら取り入れ、大規模稲作地帯の形成を進めた。

その典型的な地帯として、マレーシア政府は、4,000ha 以上の灌漑事業地域や、国家農業政策で稲作生産地域と認められた地帯を、穀倉地帯(Granary Areas)とし、農業統計にも別立てで表している。穀倉地帯は 8 地帯有り、以下にその名前を示す。

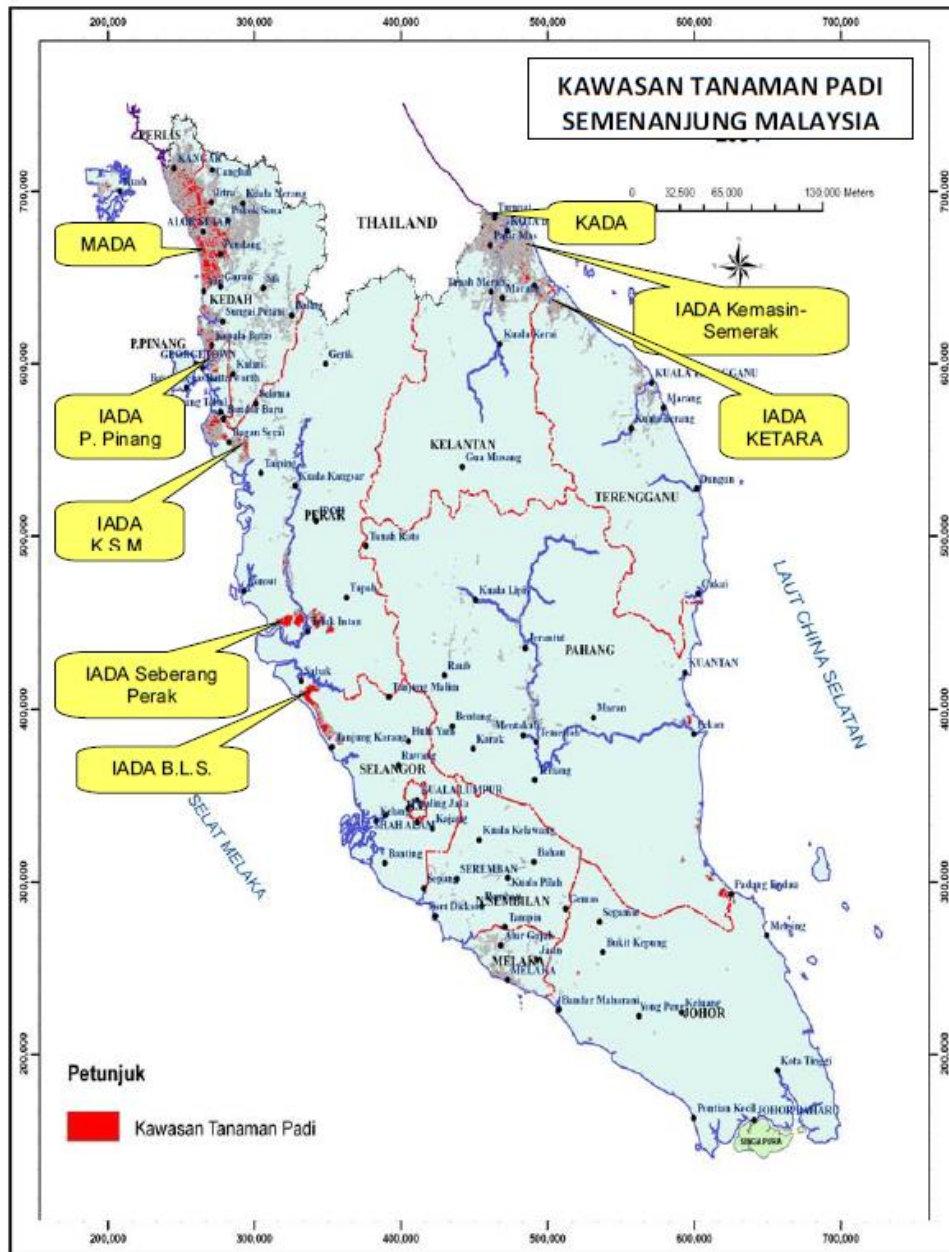
- MADA : Muda Agricultural Development Authority
- KADA : Kemubu Agricultural Development Authority
- KERIAN : Kerian Integrated Agricultural Development Area
- BLS : Barat Laut Selangor Integrated Agricultural Development Area
- P.Pinang : Pulau Pinang Integrated Agricultural Development Area
- Seberang Perak : Seberang Perak Integrated Agricultural Development Area
- KETARA : Northern Terengganu Integrated Agricultural Development Area
- Kemasin Semerak : Kemasin Semerak Integrated Agricultural Development Area
- (IADA : Integrated Agricultural Development Area)

表 3-26 穀倉地帯(Granary area)における稲作

州名	栽培面積 (ha)	全体 比率	収量 (kg/ha)	籾生産量(t)	玄米生産量(t)
MADA	187,413	50.8	5,026	941,889	612,228
KADA	38,641	10.5	4,136	159,800	103,870
IADA KERIAN	41,955	11.4	4,495	188,586	122,581
IADA BLS	37,833	10.2	6,280	237,594	154,436
IADA P. PINANG	20,610	5.6	9,841	120,383	78,249
IADA SEB. PERAK	27,686	7.5	4,552	126,027	81,918
IADA KETARA	9,752	2.6	5,549	54,114	35,175
IADA KEM. SEMERAK	5,383	1.5	3,495	18,815	12,229
合計	369,273	100.0	5,002	1,847,208	1,200,686

出所) JABATAN PERTANIAN SEMENANJUNG MALAYSIA (Department of Agriculture Peninsular Malaysia)
「PERANGKAAN PADI MALAYSIA (Paddy Statistics of Malaysia) 2013」 Table A6

PETA KAWASAN PADI
Map of Paddy Area



Punca : Bahagian Pengurusan Tanah
Jabatan Pertanian, Semenanjung Malaysia
Source : Soil Management Division
Department of Agriculture, Peninsular

図 3-32 マレーシア半島部の穀倉地帯
出所) JABATAN PERTANIAN SEMENANJUNG MALAYSIA (Department of Agriculture Peninsular Malaysia)
「PERANGKAAAN PADI MALAYSIA (Paddy Statistics of Malaysia) 2013」 piii

3) 稲作の栽培方法

①移植（田植え方式）と直播

1970年代にマレーシアの水田地帯の灌漑排水、圃場基盤整備や栽培技術改良に、日本のODA援助で協力したことは前に述べたが、その時導入された栽培方法は、田植えによる集約栽培技術であった。しかしながら、水田面積に比べ、農作業に従事する労働力が少なく、より省力的な栽培方法として、灌漑施設の整った地帯の稲作は、籾種子を直接、水田に播種する直播栽培が、80年代に入り普及しはじめた。そして90年代初めには、直播栽培がほぼ定着し、稲作地帯にいきわたった。

しかしながら、今回の調査で現地を訪れたクアラセランゴール地域の先進的な稲作地帯で行われていた栽培方法は、現在の日本で行われているような、大型の多条植えの田植機を利用した、田植え栽培方法が行われていたことから、今後、収量向上技術として田植え栽培が改めて普及する方向と推定される。

②栽培時期

天水田の場合は、雨期の初めに栽培が始まり、収穫に都合の良いように、雨期が終わって良い天候が始まる乾期に収穫する伝統的な栽培方法である。

一方、コメの栽培期間は90日～120日（日本はおよそ150日）であることから、一年を通じて気候が温暖で、灌漑により水が必要な栽培時期に利用できる場合、年間2回栽培が可能であり、マレーシアではこの2期作が行われている。2期作の作期は、半島北部のマレーシア最大の大規模稲作地帯では、雨期作（Main Season）が9月～2月であり、乾期作（Off Season）が4月～9月である。また、クアラルンプールに近い半島中部の稲作地帯の農業試験場では、1～2カ月早い、雨期作が8月～1月、乾期作が2月～7月であった。

③単位収量

単位面積あたり収量は、籾収量で2004年の雨期作で約3.08トン/haから、年を追うごとに増加し、2013年の乾期作では約4.76トン/haとなっている。土地による地力の違いや、栽培技術の差、更に、2期作水田と単作水田、未作付水田などの混在状態をまとめた数値である場合もある。灌漑が可能な穀倉8地帯の平均収量は、2013年において5トン（日本で言う10アールあたり500kg）を越し、5.002トン/ha、2014年には5.212トン/haとなっている。

④栽培面積

コメの自給率が、諸条件により低下ししている状態を改善するため、マレーシア政府の再度のコメの生産増強の取り組みにより、2014年679,315ha、2015年の見込み栽培面積約70万ヘクタールと毎年栽培面積拡大してきている。

これに従い、コメ生産量も年々増加しており、直近の2013年の籾生産量2,604千トンから、2014年2,645千トンと、1.6%増加を示している⁶。

⁶ 資料により数字が異なり、2014年の生産量が2,849千トンで2015年を3,322千トン、16.6%の伸びとし

なお、各種資料にコメの生産量や消費量が示されているが、その基礎となるコメの重量の測り方・表示に注意する必要がある。日本における生産量の表示は、玄米流通であるので、玄米の重量に統一されている。一方、マレーシアを含む海外のコメ生産量表示は、粳米で流通していることから、粳(Paddy)重量が一般的である（玄米重量が併記されている場合もある）。水田で実った稲は、穂の水分が20%~23%で収穫・脱穀された後に、その粳は、流通や貯蔵しても腐敗変質しない平衡水分15%程度に乾燥され、更に粳摺りされて玄米になり、店頭へは更に玄米を精米して白米で販売される。日本品種(ジャポニカ米)で日本産の粳は、平均的に粳100kg→玄米80kg→精米白米70kgと重量が減少する。マレーシアの場合、統計上の粳収量と玄米収量から計算すると、100kgの粳(インディカ米)は、玄米64.0kg~65.0kgと、歩留まりが悪い。碎米が多いことが原因していると思われる。この玄米を白米に精米すると、更に10%~15%重量が減ることから、収穫した重量のおよそ半分が消費者に届くことになる。

4) 稲作栽培の経営形態

マレーシアにおける稲作栽培の経営形態としては、小規模稲作農家、大規模集団稲作、その他自給的稲作の大きく3種類に分けられる。

①小規模稲作農家

水管理や除草など栽培管理は自ら行うが、収穫用コンバインや粳摺り貯蔵等の機械施設を所有する農家はなく（日本の農家は、規模の小さい兼業農家でも育苗施設から機械作業機一式、粳摺り精米までの機械を所有するが多い）、コントラクターと呼ばれる業者に、主要な作業を委託する 경우가一般的である。

②大規模な集団稲作

8穀倉地帯の1つMADA地帯にあるMuda地域は、マレーシア稲作のおよそ半分を占めるほどの生産量を誇る稲作地域で、そこでは大規模な集団稲作が展開されており、農家は労働力としての位置づけのようでもある。

③その他自給的稲作

水田に水を供給及び排水する灌漑施設が無く、稲の栽培に必要な水を、雨水のみに頼っている天水田が、マレーシアには多く、そのような水田で、主に自家消費用のコメ生産を行う零細稲作農家では、栽培作業の機械化は進んでおらず、ほとんどの仕事を人力作業で行っている。従って、肥培管理などの栽培技術の進歩も少なく、単位面積あたりの収量も少なくなっている。また、灌漑施設が無いので、雨の少ない乾期には栽培が出来ないことから、稲栽培の統計上では、この天水田栽培は、main シーズン栽培に分類されている。また、山間地帯では、そこに住む原住民が主食にする糯（もち）米が、陸稲として栽培されている。

ている資料もある。(DEPARTMENT OF STATISTICS MALAYSIA “PRESS RELEASE SELECTED AGRICULTURAL INDICATORS, MALAYSIA 2015” “PRESS RELEASE SELECTED AGRICULTURAL INDICATORS, MALAYSIA, 2016”)

5) コントラクター

1970年代末以降、大型機械による農作業の機械化が急速に進み、80年代半ばには、能率の高い乗用トラクターを持って、耕うん作業を請け負う作業専門業者が現れ、牛や歩行型の耕うん機で耕うんしていた農家が、耕耘作業をその業者に依頼する、賃耕方式が定着し、更に、大型のコンバイン・ハーベスターによる収穫作業も請負が一般化した。この作業請負業者を、マレーシアでは一般にコントラクターと呼んでいる。

コントラクターには、1組の機械を所有するだけの小規模業者から、5～6組みの作業グループを所有する規模の大きい業者もある。一般に、中華系のオーナーが資金を出して運営している場合が多い。

6) 米の価格

マレーシアにおける米の価格は、日本にはない、碎米の混入具合で、5%、10%、15%混入にグレード分けされており、碎米の少ない5%混入米が最も高価格である。

表 3-27 マレーシアにおけるコメの価格

グレード	現地価格	日本円価格
15%碎米混入米	RM 17/10kg	486 円/10kg
10%碎米混入米	RM 24/10kg	686 円/10kg
5%碎米混入米	RM26/10kg	743 円/10kg

注) 換算レートは 10,000 円=RM350

出所) Paddy and Rice Regulatory Section, Ministry of Agriculture and Agro-Based Industry, Malaysia

タイ米、ベトナム米の価格と比較すると、タイ米よりベトナム米が安価であり、その価格はマレーシア国内産のグレードが高い碎米率5%と同価格になっている。

7) 肥料等稲作資材の調達

マレーシア政府は米の自給率を向上する政策をとっており、その大きな施策として、小規模な稲作農家に対して、稲栽培で使用する肥料を、無償で供給している。その供給方法は、政府が肥料を業者から購入し、肥料現物を農家に供給する方式である。

したがって、再生品をマレーシアの稲作に普及するためには、肥料を購入する政府の稲作肥料供給部署に再生品の効果について理解を得る努力をし(公的機関による実証試験で示すなど)、政府の買い上げ肥料の1種に食い込むことが必須であろう。

肥料以外の農業機械などの農業資材は、大区画水田であることから大型機械が必須であり、肥料を供給されるような農家では導入不可能である。一方、既にコントラクター(作業請負業者)による請負作業が一般的なことから、日本のような個別農家が農業機械を所有するような農業機械の普及は難しいであろう。

8) 稲作へのシリカ肥料の利用

国立の稲作研究所 (Rice Research Center, MARDI) を訪問し、所長の Dr. Zainal Abidin Hassan に面談したところ、マレーシアの稲作では、まだシリカ肥料は普及していないとのことであった。

シリカ肥料の、マレーシアにおける稲作への効果を確認するため、当稲作研究所において共同による実証試験について打診したところ、協議すれば可能であるとのことであった。

(6) エビ養殖に関する調査

1) 世界の養殖漁業とマレーシアの養殖漁業の概況

世界の養殖漁業生産量を5大陸で比較すると、アジア大陸が全生産量の約9割を占めて圧倒的に多い。内訳としては、特に陸上養殖生産量が多く、アジアの陸上養殖生産量のみで、世界の全養殖生産量の約60%を占める。

世界の養殖生産量は10年前と比べて約2倍に増加しており、特に近年陸上養殖が急激増加している。

表 3-28 世界の5大陸における養殖漁業（陸上養殖・海上養殖）生産量（トン）

		2004	2006	2008	2010	2012	2013
Africa	Inland aquaculture	546,229	739,383	928,296	1,273,583	1,467,979	1,594,069
	Mariculture	12,659	15,096	14,632	12,858	17,408	21,539
	Subtotal	558,888	754,480	942,929	1,286,441	1,485,387	1,615,608
America	Inland aquaculture	732,546	752,019	828,429	977,186	959,599	986,017
	Mariculture	1,410,204	1,616,511	1,673,956	1,604,020	2,018,361	2,082,738
	Subtotal	2,142,750	2,368,530	2,502,386	2,581,206	2,977,959	3,068,755
Asia	Inland aquaculture	22,792,152	26,045,457	30,187,149	34,065,292	39,065,422	41,645,016
	Mariculture	14,102,439	15,734,314	16,813,938	18,375,080	19,890,348	20,901,648
	Subtotal	36,894,591	41,779,771	47,001,087	52,440,372	58,955,770	62,546,664
Europe	Inland aquaculture	468,204	442,954	478,623	466,615	461,480	455,722
	Mariculture	1,704,980	1,749,764	1,851,427	2,077,363	2,415,246	2,325,403
	Subtotal	2,173,184	2,192,718	2,330,050	2,543,978	2,876,726	2,781,125
Oceania	Inland aquaculture	1,546	2,392	2,217	3,691	4,231	4,042
	Mariculture	137,899	158,397	172,839	181,957	177,226	173,653
	Subtotal	139,445	160,789	175,056	185,648	181,458	177,695
World	Inland aquaculture	24,540,677	27,982,205	32,424,714	36,786,367	41,958,711	44,684,866
	Mariculture	17,368,181	19,274,082	20,526,792	22,251,278	24,518,589	25,504,981
	Subtotal	41,908,857	47,256,287	52,951,509	59,037,646	66,477,300	70,189,848

出所) FAO 「Global Aquaculture Production statistics database updated to 2013, Summary information」

次に、エビ、カニなど甲殻類の養殖生産量の上位 10 か国を下表に示す。米国、インド、南米など以外はアジアの国が多くを占めている。マレーシアは統計の分類が異なるためか、この表には出てないが、上位 10 か国に入る生産量と考えられる。

表 3-29 世界のエビ・カニ（甲殻類）養殖上位 10 か国

Inland Aquaculture (t)			Mariculture (t)		
China	2,429,437	94.0%	China	1,340,218	32.5%
Bangladesh	50,156	1.9%	Indonesia	636,167	15.4%
USA	48,567	1.9%	Viet Nam	553,701	13.4%
Thailand	18,500	0.7%	Thailand	329,135	8.0%
Taiwan	13,643	0.5%	Ecuador	304,000	7.4%
India	7,100	0.3%	India	290,200	7.0%
Egypt	5,856	0.2%	Mexico	120,585	2.9%
Viet Nam	4,759	0.2%	Bangladesh	90,105	2.2%
Indonesia	3,387	0.1%	Philippines	75,499	1.8%
Myanmar	872	0.0%	Brazil	64,669	1.6%
Others	1,691	0.1%	Others	323,432	7.8%
WORLD	2,583,968	100.0%	WORLD	4,127,710	100.0%

出所) FAO 「Global Aquaculture Production statistics database updated to 2013, Summary information」

マレーシアの養殖漁業生産量・生産額を以下の表に示す。生産量は、2012 年度に約 63 万トン、2013 年度に約 53 万トンである。エビ養殖は、汽水養殖（Brackish-water）の生産量に含まれている。

表 3-30 マレーシアにおける養殖漁業の生産量及び生産額

	2012 年		2013 年		
	生産量(t)	生産額(RM)	生産量(t)	生産額(RM)	生産額(円)
Freshwater	163,757	992,385,860	132,892	880,451,546	26,413,546,380
Brackish-water	139,130	1,566,776,160	127,881	1,538,831,510	46,164,945,300
Total Food	302,886	2,559,162,020	260,774	2,419,283,056	72,578,491,680
Aquaculture Seaweed	331,490.00	198,938,170	269,431.20	269,431,200	8,082,936,000
Grand Total	634,376.32	2,758,100,190	530,205.04	2,688,714,256	80,661,143,000

注 1) 海上養殖、陸上養殖の合計値

注 2) RM はマレーシアリングギット。為替は 1RM=30 円として換算。

出所) マレーシア水産局「PERANGKAAN, TAHUNAN PERIKANAN 2013(Annual Fisheries Statistics)」
Production and Value of Aquaculture Malaysia, 2013

2013年の淡水養殖と汽水養殖を比較すると、生産量はほぼ同程度であるが、その生産額は、汽水養殖の方が淡水養殖の2倍近く大きく、その大きな要因は、Marin prawn に分類される価格の高いバナメイの生産額に由来する。バナメイのkg当たり価格は、日本円で447円、ブラックタイガー(Giant Freshwater Prawn)は、約1,000円、二枚貝はわずか50円である。汽水養殖の内、魚を除いた生産量は約10万トンとなり、先の甲殻類の生産量上位10か国の表で、メキシコに次ぐ7位に位置する。

表 3-31 淡水養殖漁業の生産量及び生産額

	2012年		2013年		
	生産量(t)	生産額(RM)	生産量(t)	生産額(RM'000)	生産額(千円)
(Freshwater Catfish)	46,523	166,954	50,534	208,587	6,257,599
(Red Tilapia)	38,842	298,148	33,437	259,473	7,784,175
(River Catfish)	18,389	147,722	13,914	138,240	4,147,214
(Black Tilapia)	12,713	74,278	9,337	59,874	1,796,232
(Giant Freshwater Prawn)	413	10,665	457	13,934	418,023
(Others)	46,877	294,619	25,214	200,343	6,010,303
Grand Total	163,757	992,386	132,892	880,452	26,413,547

注1) 海上養殖、陸上養殖の合計値

注2) RMはマレーシアリンギット。為替は1RM=30円として換算。

出所) マレーシア水産局「PERANGKAAN, TAHUNAN PERIKANAN 2013(Annual Fisheries Statistics)」
Production and Value of Freshwater Aquaculture, Malaysia, 2013

表 3-32 汽水養殖漁業の生産量及び生産額

	2012年		2013年		
	生産量(t)	生産額(RM)	生産量(t)	生産額(RM'000)	生産額(千円)
(Marine Prawn)	55,575	756,200	49,963	828,666	24,859,965
(Cockles)	42,132	70,007	40,172	68,136	2,044,092
(Marine Fish)	37,592	726,700	35,272	629,053	18,871,601
(Mussels)	2,306	1,481	1,071	1,031	30,921
(Others Crustacean)	805	6,387	798	5,900	177,004
(Others)	719	6,001	605	6,045	181,363
Grand Total	139,130	1,566,776	127,881	1,538,832	46,164,945

注1) 海上養殖、陸上養殖の合計値

注2) RMはマレーシアリンギット。為替は1RM=30円として換算。

出所) マレーシア水産局「PERANGKAAN, TAHUNAN PERIKANAN 2013(Annual Fisheries Statistics)」
Production and Value of Brackishwater Aquaculture, Malaysia, 2013

以下にマレーシアにおける州別の養殖生産量を示す。養殖の盛んな地域は、半島マレーシアでは、マラッカ海峡に面した、Pulau Pinang、Perak、Selangorの3州が、そして東マレーシアで、Sarawak、Sabah州が盛んである。

MALAYSIA

Jadual(Table) 1.9

ANGGARAN PENGELUARAN AKUAKULTUR MENGIKUT NEGERI DAN SISTEM TERNAKAN, 2014

ESTIMATED AQUACULTURE PRODUCTION BY STATE AND CULTURE SYSTEM, 2014

(TAN METRIK/TONNES)

Negeri State	Air Tawar (Freshwater)							Air Payau (Brackishwater)								Jumlah Besar Grand Total	
	Kolam Ponds	Bekas Lombong Ex-Mining Pools	Sangkar Cages	Tangki Simen Cement Tanks	Tangki Kanvas Canvas Tanks	Kandang Ikan Pen Culture	Jumlah Kecil Sub- Total	Kolam Ponds	Sangkar Cages	Tangki Air Masin Brackish-water Tanks	Kandang Air Payau Brackishwater Pen Culture	Kerang Cockles	Siput Sudu Mussels	Tiram Oysters	Rumpai Laut Seaweeds (basah/wet)		Jumlah Kecil Sub- Total
Perlis	203.27	-	0.74	102.68	-	-	306.69	109.89	-	-	-	-	-	-	-	109.89	416.58
Kedah	4,245.21	-	74.56	52.31	-	-	4,372.08	2,888.28	1,145.88	-	-	192.50	-	0.24	-	4,226.90	8,598.97
Pulau Pinang	4,737.47	-	-	83.68	-	-	4,821.15	29,979.97	25,907.99	-	-	7,330.76	-	10.38	-	63,229.10	68,050.25
Perak	13,216.18	6,931.96	3,585.16	823.34	2.74	2.69	24,562.07	6,164.39	3,173.97	-	-	22,866.57	3.00	8.65	-	32,216.58	56,778.65
Selangor	13,187.42	399.71	45.62	2,266.72	-	-	15,899.47	6,694.88	1,673.14	-	-	10,035.15	-	-	-	18,403.18	34,302.65
Negeri Sembila	6,018.39	-	68.81	556.35	16.55	-	6,660.10	929.45	4.35	-	-	-	-	-	-	933.80	7,593.90
Melaka	7,451.54	-	3.17	269.51	79.55	-	7,803.77	191.42	45.00	-	-	-	-	-	-	236.42	8,040.19
Johor	9,131.13	-	41.97	22.40	-	-	9,195.50	5,519.79	6,490.01	-	-	29.40	1,405.48	-	-	13,444.68	22,640.18
Pahang	5,563.85	4.95	5,445.59	344.61	-	-	11,359.00	4,110.50	72.18	-	-	-	3.94	-	-	4,186.62	15,545.62
Terengganu	382.12	-	3,211.19	135.76	660.78	-	4,389.85	3,000.80	631.46	7.08	-	-	-	12.14	-	3,651.48	8,041.33
Kelantan	1,987.55	-	696.92	87.12	76.55	147.30	2,995.44	282.89	1,010.55	-	-	-	-	21.53	-	1,314.97	4,310.41
Sarawak	9,081.01	-	1,176.00	89.00	-	-	10,346.01	4,514.22	486.00	9.00	-	-	-	-	-	5,009.22	15,355.23
Sabah	3,907.69	-	26.53	81.16	-	-	4,015.38	19,050.10	1,510.00	20.89	172.31	-	2.48	727.42	245,332.80	266,816.00	270,831.38
W.P. Labuan	-	-	-	3.82	1.08	-	4.90	-	4.65	-	-	-	-	-	-	4.65	9.55
Jumlah/Total	79,112.83	7,336.62	14,376.25	4,918.46	837.25	149.99	106,731.41	83,436.57	42,155.18	36.97	172.31	40,454.38	1,414.90	780.36	245,332.80	413,783.48	520,514.88

圖 3-33 マレーシアにおける州別の生産量

出所) Perangkaan Tahunan Perikanan 2014 (Annual Fisheries Statistics) 12. Penulisan (<http://www.dof.gov.my/index.php/pages/view/2600>)

2) サラワク州エビ養殖実地調査

①サラワク州のエビ養殖事業の形態

一般的にマレーシアにおけるエビ養殖事業は、経営の形態に応じて以下の3種類に分類することができる。

- A) 養殖池を所有し、稚魚や餌を購入し、成魚を販売する独立事業型の個別業者。
- B) 養殖池は所有するが、稚魚や餌は、系列の業者が供給し、成魚もその関連業者が引き取り、養殖池所有者は、栽培管理の作業賃を得る管理賃型業者。
- C) 養殖池など養殖施設建設に投資し、自らの経営でエビ養殖を実施し、収穫したエビの販売も行う、大規模な企業養殖業者。養殖場の管理作業は雇用労働者で行う。

ただし、サラワク州におけるエビ養殖事業の場合は、若干状況が異なっている。サラワク州では、養殖漁業振興の目的から、政府系の開発公社及び水産開発公社が養殖施設を設置しており、民間企業がその養殖施設を借り受け、養殖による魚類の生産活動を請け負っている。サラワク州では、こうした政府が関与する形の独自の養殖事業形態が多くを占めている。請負業者としては、大手の「SEA HORSE (海馬有限公司)」や、「CCK (Central Coldstrage Kuching Sdn. Bhd. (CCK))」等がある。

なお、上記でAとして分類した戸別中小養殖業者も、割合は少ないが活動している。



図 3-34 サラワク州の養殖池

出所) ロータスワールドワイドジャパン

今回サラワク現地調査で訪問したエビ養殖業者は、上記のAに分類される戸別養殖業者で、調査した養殖池は、2年半前に稼動した比較的新しい養殖池であった。池のサイズは50m×60m、面積3,000m²が、4池あり、水を補給する汽水調整池と、排水の処理池とで

1 団地を形成している。

養殖するエビはバナメイで、稚魚を入れてから凡そ3ヶ月90日で収穫する。養殖中の池には新しい汽水を常に補給し、補給量は3ヶ月で200%入れ替わるようにしている。水中への酸素補給は通常の水車5-6基で、夕方から夜に稼動している。

収穫後の水抜き、池底の掃除、新しい汽水張りの期間は、凡そ1ヶ月で、年間の池稼動回数は、2-3回である。エサは自動給餌で、残滓が出ないように、調整している。

エサは、稚魚も同時に販売している業者より購入しているが、稚魚を購入するためには、同一業者のエサを購入する条件の、しぼりを受けている。

稚魚1匹あたりの価格はRM 0.017 (0.51 円)、エサの価格はRM 5/kg (150 円/kg)であった。

②養殖用エサの流通状況

サラワクのエビ養殖用のエサの生産業者は、「GOLD COIN SARAWAK SDN. BHD.」、「SEA PARTY INTERNATIONAL CO., LTD.」などローカル業者の他、海外の「CP」、「プレジデント」など数社がある。

一方、養殖用エサの直接の販売業者は、地域々々に数多く存在しており、稚魚の販売とひも付けてエサを販売する場合や、成魚の買い取り業者がエサを販売している場合がある。

③養殖漁業における規制

半島マレーシアにおける排水基準は、古い従来型処理施設については、BOD100ppm、新規の処理施設はBOD50ppmと、2種類の基準となっている。

一方、サバ・サラワク州の東マレーシアは規制が厳しく、一律BOD20ppmである。

抗生物質の使用は一切禁止であり、輸出の場合、受け入れ先の検査が厳しい事もあり、良く遵守されている。

④養殖池の浄化対策の実態

a) 養殖池の掃除方法

エビ養殖による養殖池の利用サイクルは、池底まで丁寧に掃除した状態の養殖池に、汽水または淡水を張り、稚えびを入れ(50匹/m²が推奨されている、しかし、150匹/m²もの過密養殖もあり)およそ90日間、給餌しながら育てる。

成エビに育つと、養殖池の水を抜きながらエビを収穫し、収穫後は、池の中央から(側方の場合有り)残餌やエビの死骸などのスラッジを集めながら、スラッジの入った水を処理池に排水することによって養殖池をきれいに掃除し、その後、しばらく干してから、次の栽培を始める。

スラッジが無いが、少なければ、掃除費用もなく、掃除期間も短くて済むことから、残餌を出さない給餌管理や、池の水の活性化対策を、各業者のノウハウで実施している。

b) 養殖中の池の水質浄化方法

養殖中の池は、少しずつ排水し、新しい水を補給して養殖中に発生する残餌や死骸を除去しつつ、水質を維持している。養殖期間中、例えば90日間に、池の水が2回入れ替わる場合、200%と表現される。養殖池から排水した水は、別に用意された処理池に入って、水質基準をクリアするよう、沈殿又は浄化材処理などをして排水する。従って、養殖池の他、この処理池にも水質浄化材が必要である。



図 3-35 養殖池の清掃の様子

出所) ロータスワールドワイドジャパン



図 3-36 池中のスラッジ

出所) ロータスワールドワイドジャパン

c) 水質浄化資材

水質浄化剤を使用した養殖試験の結果を以下に示す。この試験では多くの水質浄化剤が使用されたため、試験結果を示すと共に、仕様された水質浄化剤を示した。

表 3-33 サラワク州中部・サリケイ養殖における育成試験

池番号	B1	B2	B3	B4	B5	
飼育状況	FCR	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49
	収穫量(kg)	8686.55	11611.85	12198.45	11190.36	9896.65
	放流日	2009/11/18	2009/11/18	2009/11/18	2009/11/14	2009/11/14
	収穫日	2010/3/25	2010/4/7	2010/4/9	2010/4/8	2010/3/26
	養殖期間(日)	128	141	143	146	133
	平均サイズ(g)	18.59	20.74	21.66	19.08	19.18
	生存率	0.7963	0.919	0.8951	0.8077	0.629
売価(RM)	91659.73	127601.26	136682.97	118837.17	105968.32	
費用(RM)	稚海老	8215.41	8529.02	8808.14	10165.26	11485.32
	飼料	48425.2	64322.85	67955.82	62381.94	55170.98
	添加剤	1703.53	1810.63	1430.23	1664.03	1740.73
	Marble Powder	240	288		240	318
	Biolime					
	Bio-1D0/O2 powder					
	EDTA	58.75	58.75	58.75	58.75	58.75
	Tea Seed Cake	280	280	280	280	280
	Zymetime				28	
	Biotime	405	435	375	405	390
	Biochip	135	202.5	112.5	67.5	90
	Mirade Lime	201.6	163.2	220.8	201.6	220.8
	Aquazyme	383.18	383.18	383.18	383.18	383.18
粗利益(RM)	33315.59	52938.76	58488.78	44625.94	37571.29	

出所) ロータスワールドワイドジャパン

試験で使用された主な添加剤の特徴を下表に示す。

表 3-34 添加剤の種類および特徴

添加材名称	特徴
Bio-1D0/O2 powder	pH 調整材
Mirade Lime	
Tea Seed Cake	紛れ込んだ魚類を殺す。植物由来の粉剤。
Biolime	バクテリアを使ってスラッジを分解して減らし、水を浄化する微生物資材。
Zymetime	
Biochip	
Aquazyme	

出所) ロータスワールドワイドジャパン

3) バナメイ養殖池における資材使用実証実験（マレーシア・サラワク州・バコ地区 セラクリーン適用エビ養殖トライアル）

①試験方法

a) 実証試験の場所

違法森林伐採や流域開発による環境汚染が懸念されているサラワク州の河川・河口域のなかで、一切の車を排除して環境保全につとめているバコ国立公園の眼前にある今回のトライアル地域はその周辺を含め、比較的環境汚染の影響を受けず、再生品の総合的な視点からの効果を確認するテストには最適と思われる。

b) 試験の目的

- 溶存酸素（DO）、アルカリ性（pH）の測定による、養殖環境の状況を、エビの成長と共に高まってくる、排泄物や余剰餌による池の汚染をどの程度抑えることができるか。
- サラワク地域で2012年から猛威を振るっているEMS (Early Mortality Syndrome)、他の病気の発生予防に対する抑止効果があるのか。
- この地域でも、水産養殖産業の最大の懸案事項となっている養殖コストにおいて、その60%前後を占めるといわれている餌のコストを、有用餌となるプランクトンを生産することで、どのくらいのコストパフォーマンスができるのか。
- セラクリーン自体の適用コストが、当地域での養殖用添加剤として受け入れ可能な費用対効果を示すことができるか。

c) 試験条件及び方法

- 再生品適用池と同じ環境条件にあるコントロール池との比較テスト：
双方共に2エーカー（8,000m²）池、水深1～1.5m、セラクリーン以外の添加剤で池の環境保全のための当地産微生物資材とビブリオ菌を抑制する微生物資材も同様に適用する。
- 収集データ：テスト池水のDO、pH、温度、塩度、アンモニア
- 経営データ：当地区で現在普及している養殖密度である1平方メートルあたり50尾の稚エビを放流した条件における、収穫量・収入金額と再生品の適用経費等の総合的経営データを取得する。
- 再生品適用量：添付適用プランのように、出来るだけ適用量を少なくし、少ない適用経費とする（当初の適用を、稚エビ放流前40kg、放流後毎5日あたり10kg）但し、効果が認められないなどの場合には適宜増量する。

②中間経過報告（トライアルレポート1）（2016年10月8日現在）

(1) 準備：再生品を適用予定表通りに9月10日にセラクリーンをA5対象池に、当地の有機水浄化剤をA6コントロール池に散布し、隣接河川より貯水池に流入させた汽水（塩度15～20）を両池に給水開始した。以降の各添加剤適用量は予定表通りである。

(2) 稚エビ放流：9月25日に稚エビ（PL=Post Larvae 8 days）約800,000尾を対象池（A5）とコントロール池（A6）に各400,000尾放流した。（数量誤差有）

(3) 初期状態：対象池は9月25日の放流日には池色がグリーンから褐色に改善されたが、添付写真の海藻が池の四隅を中心に池の1～2%（100m²前後）に発生した。これは有害な緑藻のALGAEとは異なるもので、隣接河川の固有海藻と思われる。稚エビがこの海藻の周辺や内側にみられることから、餌としているようである。（サラワク州水産局も隣接する養殖池で水産養殖テストを行っており、この海藻の件など含め、今後、情報交換を密に行い、レポートに反映させて行く予定）ちなみにA6のコントロール池では写真のようにこの海藻の発生はほとんど見られなかった。

(4) 経過：対象池、コントロール池共に、給餌トレイ、目視で、順調な成育を確認

(5) 鳥害など：養殖池からの報告によると、毎朝シラサギのような鳥が来て、稚エビを捕食しているとのことで、早々に対策を練る必要がある模様。（次回報告）



図 3-37 試験池の様子

出所) ロータスワールドワイドジャパン

4) サラワク州におけるエビ養殖池への再生品施用実証試験

①試験目的

サラワク州において最も広く行われているエビ（バナメイ）の陸上養殖に、養殖池浄化成長促進剤として再生品を適用して、エビの成長具合から、その効果を実証する。

②試験方法

(1) 試験期間：2016年9月25日～2017年1月15日

(2) 試験地及び養殖池：東マレーシア、サラワク州、バコ（バコ国立公園から4km南）

試験池 番号 A5 面積約 8000m²（2 エーカ）、深さ 1.5m-1.8m

対照池 番号 A6 面積約 8000m²（2 エーカ）、深さ 1.5m-1.8m、A5,A6 隣接
汽水の塩度：15~20

水処理：再生品以外の添加剤で池の環境保全のための当地産微生物資材とビブリオ菌を抑制する微生物資材も同様に適用。添付資料 1-4、1-5 参照

(3) 再生品施用：稚エビ放流前 40kg、放流後、毎5日当たり 10kg、
（但し、効果が認められないなどの場合には適宜増量）

(4) 飼育密度：養殖池面積 1 平方メートル当たり約 50 尾（PL8 バナメイ）

試験池、対照池、それぞれ約 390,000~400,000 尾（面積 8000m²）

放流日：2016年9月25日

(5) 養殖池の水質データ：別添（省略）

(6) 調査項目：

池水の水質：溶存酸素（DO）、pH、温度、塩度、アンモニア

エビ生育計測：

途中生育経過 各池の 4 つの地点でキャストネットィングを用いてサンプリング

最終生育結果 全量収穫（今回はエビ販売先の都合で全量収穫計量はできなかった）

③試験結果

(1) 池の状態、水質

a) 放流直前の池の状態：稚エビ放流時点で、再生品施用池は、水の色が放流前の薄い緑色から褐色に変色した。また、再生品施用池の四隅に（池の 1~2%、100m² 前後）海藻が発生した。

稚エビ放流時点での対照池の水の色は、近隣養殖池と同じような薄い緑色で、上記の海藻の発生は見られなかった。

b) 放流後の池の状態：

再生品施用の養殖池 A5

通常時の池の色：薄い褐色～褐色

溶存酸素（DO）、pH、温度、塩度、アンモニアの経過：12月31日の緑藻の発生事変以外は、特に問題となる池の環境変化は認められなかった（別添資料 1-9A5 水質）。

異常時対応:12月31日～1月3日に、エビ養殖に好ましくない濃緑色の藻類発生(水変わり)が起り、再生品の応急対応により、5日間で通常の池の水環境に回復し、褐色に回復した。

対照養殖池 A6

通常時の池の色：薄い褐色から褐色

溶存酸素 (DO)、pH、温度、塩度、アンモニアの経過：1月10日～11日にかけて発生した緑藻の発生以外は特に問題になるような、池の環境変化は認められなかった(別添資料 1-10 対照池水質)。

異常時対応：1月10日に、池の色が濃い緑色に変化し(水変わり)、当地産の微生物調整剤の大量適用と水車(曝気装置)の増設で、1月12日、茶色に回復した。

(2) エビの生育

a) Ceraclean 施用の養殖池 A5 :

報告取りまとめ直前、平均 12.1cm

b) 対照養殖池 A6 :

報告取りまとめ直前、平均 11.5cm

表 3-35 エビのサイズ(cm)

	A5	A6
2016/9/25	稚エビ	稚エビ
2016/10/25	2.2	2.0
2016/11/23	5.3	4.7
2016/12/06	7.2	7.3
2016/12/20	9.8	8.8
2017/01/01	11.1	10.0
2017/01/15	12.1	11.5

出所) ロータスワールドワイドジャパン

④試験結果の考察

溶存酸素 (DO)、アルカリ性 (pH) の測定による、養殖環境の状況を、エビの成長と共に高まっていく、排泄物や余剰餌による池の汚染をどの程度抑えることができるかが、大きな課題であったが、今回のテストでの飼育条件ではおおむね良好に抑えることができたと思われる。

サラワク地域で2012年から猛威を振るっているEMS (Early Mortality Syndrome)他の病気の発生予防に対する抑止効果に関しては、今回はビブリオ菌抑制微生物使ったので、これを使わないセラクリーン施用のみの、何回かのテストが必要と思われる。

水産養殖産業で最大の関心事である養殖コストについて、その60%前後を占めるといわれている餌のコストを、有用餌となるプランクトンを生産することで、どのくらいのコストパフォーマンスができるのかを検討した。

両池共に、稚エビ放流後18日間、給餌しない条件下でのテストであったが、1か月目に当地での通常の成育速度と言われている放流1か月後の成育サイズである2.0cmに達していた。通常、放流初日から5～10kg 給餌する場合に比べて、RM450～900 (11,250～22,500 円)

の餌代の節約となっていることから、同時期の再生品施用コストを差し引いてもコスト減を確認することができた。今後の更なるテストで詳細なデータが得られれば、より良いコストパフォーマンスが確認されると考えられる。

⑤総合考察と再生品利用の方向性

(1) 再生品施用実証試験実施の背景

EMS エビの病気は世界中のエビ農業に大きな被害をもたらしており、サラワクでは、エビの総生産量は2011年の8,473トンから2013年には1,757トンに減少した。この試験を実施する養殖池区域も、タイ CPF 社の子会社 Asia Aquaculture が、病気その他の問題により養殖を放棄し、2015年まで約10年間放置されていた。2016年4月にその一部が回復しているので、今回のその池を使って、再生品施用実証試験を実施した。

サラワク州内陸部漁業部の共同で、2016年4月から DISEASE FREE SUSTAINABLE PRAWN CULTURE IN SARAWAK (サラワク持続型エビ健康養殖) モデルの確立を進めており、その実証研究の一環として、再生品施用エビ養殖実証試験を実施した。

(2) サラワクにおける持続的エビ養殖の展開

今回の再生品施用実証試験は、報告時点で継続中であるが、サラワク州内陸部漁業部は、昨年12月から他の養殖試験を実施しており、それに関連して、さらに本年2月～3月から再生品施用試験を、今回実施している同じ養殖区域の他の池で実施を計画している。

このような状況が進行する中で、再生品を利用し、環境に優しい持続的適正中小規模エビ養殖技術普及に向けて、以下のような提案が可能と考えられた。

表 3-36 General Scheme

1	Size of Pond (flexible to site condition)	4000m ² (1 acre)
2	Density of Stocking per 1 sq. meter	30
3	Aeration	Optional
4	Initial Feeding	Not required for initial 30 days
5	Feeding Material	Commercial Feed (even for Tilapia Fish) or preferably self made of fermented maize etc

表 3-37 Relative Operation Costing (In Malaysia Ringgit=RM)

No	Description	unit	unit cost	qty	amount
1	Fry 4000m ² x30pcs	pcs	0.017	120000	2040
2	Feed by FCR 1.2 for 1260kg harvest (survival rate 70%,harvest size 15g)	kg	3.5	1512	5292
3	Ceraclean(100kg for preparation, 20kg every 5days for 90days)	kg	2	500	1000
4	Per Pond staff wage etc 1250/mo	month	1250	4	5000
5	Pumping cost and other misc. expenses	month	750	4	3000
	Total cost/4000m ² pond/ cycle				16332

表 3-38 Revenue

1	Fresh Prawn Sales ex-pond	kg	20	1260	25200
---	---------------------------	----	----	------	-------

表 3-39 Income Simulation/pond/4months cycle

D	Profit/cycle (operation staff is out-sourcing, meaning the cost is inclusive of above pt 4 wage)	8868
E	Profit/cycle (self employed or family business, meaning operation cost excluding staff wage of above pt 4)	13868
F	Profit/cycle incl family staff wages on survival rate of 90%	19808

(Note: feed cost increased proportionally= $120000 \times ((0.9-0.7)) \times \text{RM}3.5$)

(3) サラワク州におけるエビ養殖地域モデル

サラワク州は、海岸線が約 1000km という広大な海岸線を持つことから、地域産業として汽水養殖が強く推奨されている。提案した養殖モデルは、電気を使う攪拌パドルを必要としないので、電気の来ていない地区でも容易に設置することが可能である。上記モデルは、70%の生存率としてシミュレートされているが、養殖密度を 30pcs / m² 未満にすれば、80-90%の生存率を達成すること可能と考えられる(当実証試験では、50pcs / m² で実施した)。

地方における零細農家などへの貧困撲滅と生活水準向上に向けて、ここに示したようなモデルのエビ養殖事業は、最も推奨される農村中小事業であり、また、その需要は常に高くなっている。

4. 廃棄物の組成・性状等調査

4.1 建築端材の成分分析結果

再生品の原料ソースとして、インドネシア・軽量コンクリート製品メーカー(6社)の軽量コンクリート製品端材の物理性、化学性、肥料特性を調査した。現行商品である日本製 A、日本製 B とタイ製軽量コンクリート製品の比較により再生品原料としての利用適合性を評価した。

結論としては、現時点の評価結果からは、E社品、B社品、D社品は再生品原料として利用可能であることが分析より明らかとなった。但し、一部、日本製と異なる性質があり、以下にそれを記す。

(1) B社品

- 微生物担体として有利な $1\ \mu\text{m}\sim 40\ \mu\text{m}$ の細孔径が多い。
- 肥料特性において、可溶性ケイ酸量は同程度であるがアルカリ分は高い。
- 鉍物組成で、炭酸カルシウムと石英のピークを確認した。一方、可溶性ケイ酸量や重金属の溶出において炭酸化の悪影響は見られない。

(2) D社品

- pH が 11.4 と日本製の 10.3 に対して高い。
- 肥料特性において、可溶性ケイ酸量は低いがアルカリ分は高い。但し、ケイ酸質肥料規格値(可溶性ケイ酸 15.0%以上、アルカリ分 15.0%以上)を満足している。
- 鉍物組成で、炭酸カルシウムと石英のピークを確認した。一方、重金属の溶出において炭酸化の悪影響は見られない。

(3) E社品

- 粒径 $<1\text{mm}$ 品が 76.3%、 $1\text{-}4\text{mm}$ 品が 23.7%を占め、必要に応じ篩い分け処理を検討する。
- 微生物担体として有利な $1\ \mu\text{m}\sim 40\ \mu\text{m}$ の細孔径が多い（日本製はほとんど無し）。
- 日本製とタイ製との化学組成の比較で SiO_2 が低く CaO も同程度であったが、肥料特性においては可溶性ケイ酸、可溶性石灰、アルカリ分は高い。これは、日本製とタイ製で適合することが不可能な台湾肥料管理法の基準(可溶性ケイ酸 20%以上、アルカリ分 25%)を満足できる可能性がある。
- 鉍物組成で、炭酸カルシウムと石英のピークが確認され、未反応の原料が炭酸化したと推察される。一方、可溶性ケイ酸量や重金属の溶出において炭酸化の悪影響は見られない。

(4) その他（A社品、F社品、C社品）

- pH が日本製 A の 10.3 に対し低く、中和資材としての効果は低下が見込まれる。

- ケイ酸質肥料規格値(可溶性ケイ酸 15.0%以上)を満足していない。
- 鉱物組成で、炭酸カルシウムと石英のピークを確認した。一方、重金属の溶出において炭酸化の悪影響は見られない。

4.2 分析試験の詳細

(1) 試験の目的

セラクリーンの原料ソースとして、インドネシア軽量コンクリート製品メーカー(6社)の軽量コンクリート製品端材の利用可能性を評価する。

(2) 試験方法

1) 試験方法

以下の表に各種試験方法を示す。

表 4-1 試験項目一覧評価項目		測定方法
物理性評価	かさ比重	ビーカー充填法
	pH	試料:水=1:5で測定
	EC	
	水分	肥料等試験法(3.1.1 加熱減量法)
	比表面積	水銀圧入法(ポロシメータ)
	細孔径分布	
	細孔率	
篩い分け	0.5mm, 1mm, 4mm のふるいを使用	
化学性評価	化学組成	XRF オーダー分析
	鉱物組成	XRD
	有害成分	環告 13 号法(重金属各種)の溶出試験法
	リン酸吸収係数	土壌分析法(2-10)試料:水=1:50で測定
ケイ酸質肥料特性	可溶性ケイ酸	肥料等試験法(2015)
	可溶性石灰	
	可溶性苦土	
	アルカリ分	
	チタン	肥料分析法(1992)

出所) 太平洋セメント

2) 使用資材

試験に用いた資材を以下の表に示す。インドネシア軽量コンクリートメーカー6社(A社~F社)の軽量コンクリート端材を使用した。比較として、日本製A社、日本製Bとタイの

軽量コンクリート製品を使用した。

(3) 試験結果

1) 物理性評価

以下の表に各種評価結果を示す。pH は日本製A、日本製B、タイ製と比較してB社、D社、E社は高い値となりA社、C社、F社は低い値であった。電気伝導度に関してはA社、C社、D社、E社、F社、は日本製Aと同程度であり、E社は11倍程度高い値となった。日本製Aと比較してすべての資材の水分は低く、かさ比重、比表面積、細孔率は同程度の値を示した。

表 4-2 各種物理性測定結果

資材	pH	電気伝導度 (mS/cm)	かさ比重 (g/mL)	水分 (%)	比表面積 (m ² /g)	細孔率 (%)
A社	8.3	2.5	0.31	24.9	17	65
B社	10.4	19.3	0.35	1.3	15	69
C社	8.8	3.3	0.34	1.8	18	70
D社	11.4	1.0	0.52	25.5	20	68
E社	10.9	1.5	0.65	17.6	28	76
F社	9.4	0.2	0.67	2.0	25	52
日本製A	10.3	1.7	0.41	30.6	17	67
日本製B	10.0	1.0	0.40	9.0	83	72
タイ製	10.3	1.0	0.56	15.9	39	71

出所) 太平洋セメント

以下の表に篩い分け試験の結果を示す。日本製Aと比較してE社は<1 mm 品が多い結果となった。

表 4-3 篩い分け試験結果

資材	篩い分けによる粒度構成(%)			
	<0.5 mm	0.5-1 mm	1-4 mm	>4 mm
E社	50.0	26.3	23.7	0.0
日本製A	0.7	3.5	94.6	1.2

出所) 太平洋セメント

以下の図に細孔径分布の測定結果を示す。日本製Aは孔径1 μm～40 μmの細孔がほとんど存在しないのに対し、B社、E社とC社は孔径1 μm～40 μmの細孔が多く存在した。これは主成分である軽量コンクリート製品の製法の違いによるものと推察される。

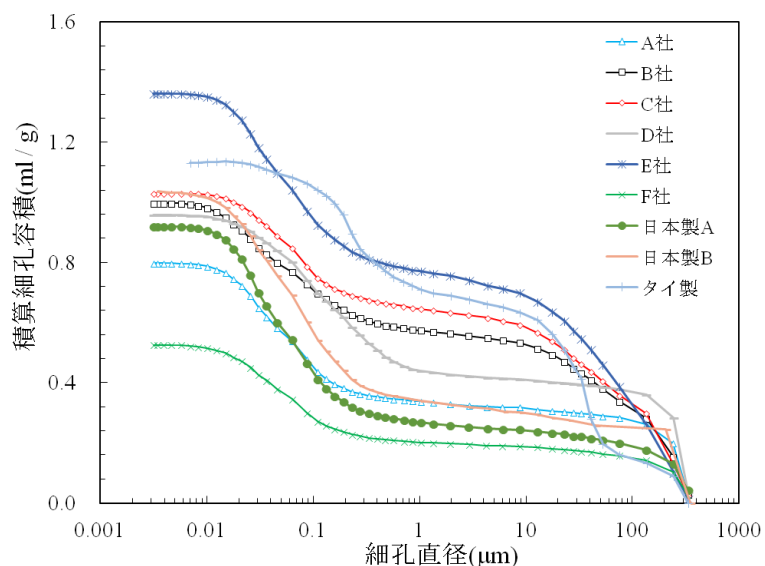


図 4-1 細孔容積分布図
出所) 太平洋セメント

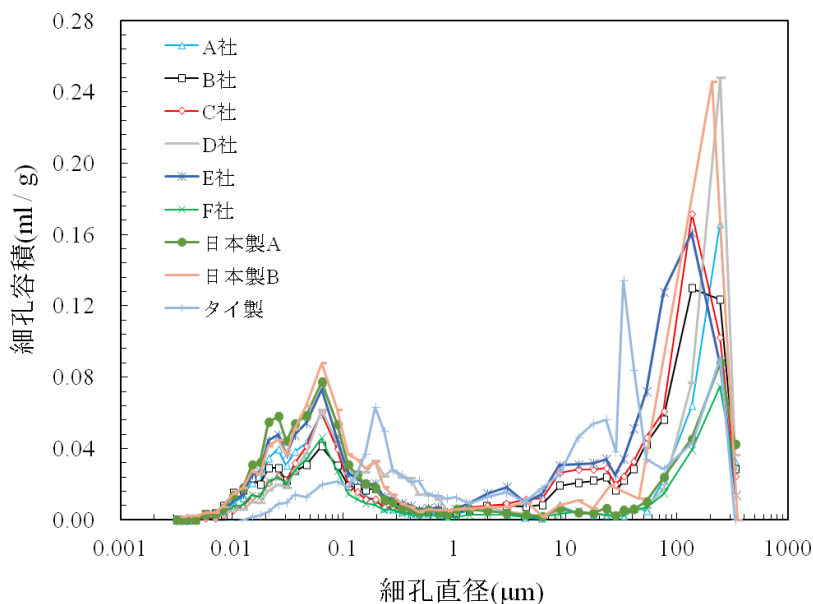


図 4-2 積算細孔容積分布
出所) 太平洋セメント

2) 化学性評価

以下の表に化学組成測定結果を示す。A社とE社は日本製Aと比較して強熱減量とCaOが増加し、SiO₂の減少が確認された。B社は日本製Aと同様の化学組成を示した。C社とF社は日本製A、日本製B、タイ製と比較して強熱減量とSiO₂が増加し、CaOの減少が確認された。D社は日本製A、日本製Bと比較してCaOが増加し、強熱減量とSiO₂の減少が確認された。

表 4-4 各種資材の化学組成

資材	化学組成(%)									
	ig.loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	SO ₃	TiO ₂	その他
A社	16.7	42.5	1.9	1.1	32.8	0.7	0.1	2.7	0.1	1.4
B社	9.3	54.1	2.8	1.3	27.6	0.6	0.2	3.0	0.1	1.1
C社	12.3	54.8	2.7	1.3	25.2	0.9	0.2	2.0	0.2	0.4
D社	9.4	48.8	3.2	1.4	32.1	0.5	0.2	3.7	0.2	0.6
E社	27.2	36.6	2.2	1.1	29.8	0.6	0.1	1.8	0.1	0.4
F社	11.6	59.2	2.1	0.7	24.4	0.4	0.2	0.3	0.1	1.0
日本製A	10.6	52.7	3.0	1.2	27.8	0.7	0.6	2.8	0.2	0.5
日本製B	10.7	49.7	3.2	2.1	30.0	0.7	0.6	2.2	0.2	0.7
タイ製	10.4	46.5	4.1	1.7	31.1	0.6	1.3	4.0	0.2	0.1

出所) 太平洋セメント

以下の図に各種資材のXRDパターンを示す。A社、B社、C社、D社、E社、F社、すべての資材からトバモライト、石英と炭酸カルシウムのピークを確認した。

A社、B社、C社、D社、E社、F社、の化学組成および鉱物組成が日本製Aと異なる理由は、軽量コンクリート製品の原料に消石灰(Ca(OH)₂)が多く含まれており未反応のものが炭酸化し、炭酸カルシウムに分解したと考えられる。また、主成分である軽量コンクリート製品の製法の違いによるものと推察される。

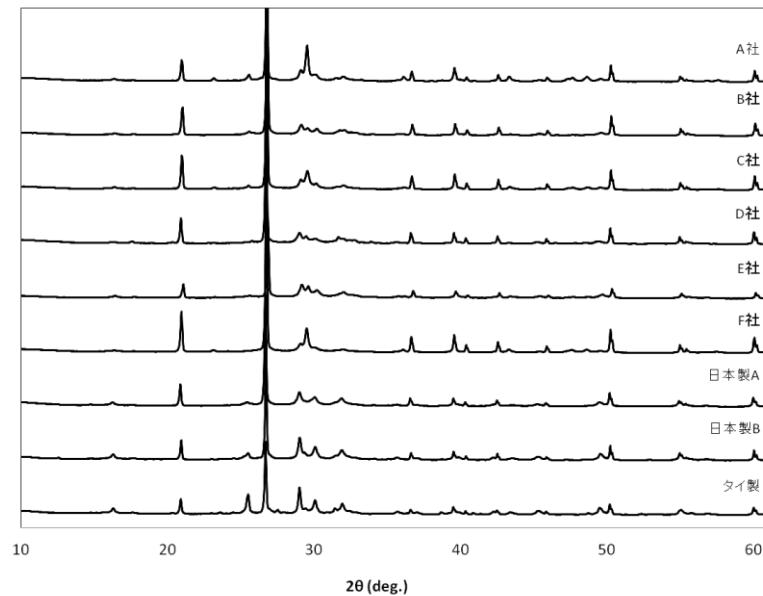


図 4-3 各種資材の XRD パターン
出所) 太平洋セメント

以下の表に、有害物質溶出量およびリン酸吸収係数測定結果を示す。日本製A、E社から環境基準以下のわずかな六価クロムの溶出を確認した。また、E社に関し環境基準以下の微量のホウ素、A社とB社に関し環境基準以下の微量のフッ素の溶出も確認した。リン酸吸収係数はA社、B社、E社、D社において日本製A、タイ製と比較し高い値であった。

表 4-5 有害物質溶出量およびリン酸吸収係数測定結果 資材	環告 13 号溶出試験結果(単位:mg/L)									リン酸吸収係数 (mg/100g)
	Cd	Pb	As	Se	Hg	Cr ⁶⁺	B	F	CN	
検出限界	0.001	0.01	0.01	0.01	0.0005	0.005	0.1	0.1	0.1	
環境基準	0.003	0.01	0.01	0.01	0.0005	0.05	1.0	0.8	ND	
A 社	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.3	N.D.	23,500
B 社	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.1	N.D.	21,900
C 社	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	19,900
D 社	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.1	0.1	N.D.	28,400
E 社	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.01	0.1	N.D.	N.D.	37,700
F 社	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	17,100
日本製 A	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.01	N.D.	N.D.	N.D.	21,000
日本製 B	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	22,100
タイ製	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	12,200

出所) 太平洋セメント

3) ケイ酸質肥料特性

以下の表にケイ酸質肥料としての有姿の各種評価結果を示す。日本製Aと比較して可溶性

ケイ酸とアルカリ分の値が高いものを◎、可溶性ケイ酸の値は低いケイ酸質肥料規格値を満足しているものを○、ケイ酸質肥料規格値を満足していないものを×と記載した。

E社はケイ酸質肥料規格値を満足し、日本製A、タイ製と比較して可溶性石灰、アルカリ分が高い値となった。B社、D社はケイ酸質肥料規格値を満足したものの、可溶性ケイ酸は日本製Aと比較して同程度、又は低い値となった。A社、C社、F社はケイ酸質肥料規格値を満足しなかった。

アルカリ分が高い理由として、炭酸化によって生成した炭酸カルシウムの影響であることが推察される。

表 4-6 ケイ酸質肥料 分析結果資材	可溶性 ケイ酸(%)	可溶性 石灰(%)	可溶性 苦土(%)	アルカリ分 (%)	チタン(%)	日本製A との比較
ケイ酸質肥料規格値	>15.0	—	—	>15.0	<1.0	
当社の保証値	>17.0			>17.0		
A社	14.2	26.4	0.5	27.1	0.1	×
B社	19.7	23.7	0.4	24.3	0.1	○
C社	11.8	19.3	0.6	20.1	0.1	×
D社	16.1	23.0	0.4	23.5	0.1	△
E社	22.2	26.3	0.6	27.1	0.1	○
F社	8.7	16.8	0.2	17.1	0.1	×
日本製A	20.0	18.6	0.4	19.2	0.1	—
日本製B	24.3	23.5	0.6	24.3	0.1	○
タイ製	21.5	21.5	0.4	22.1	0.1	○

注) いずれも有姿ベース

出所) 太平洋セメント

(4) まとめ

再生材の原料ソースとして、インドネシア軽量コンクリート製品メーカー(6社)の軽量コンクリート製品端材の利用可能性評価を実施した。その結果、B社、E社については一部炭酸化が推察されるが、日本製A、タイ製と同様の性能である。D社は現時点の評価結果から、基本性能に関してはタイ製、日本製Aと比較して可溶性ケイ酸量は低い、それ以外は同様である。A社、C社、F社、についてはケイ酸質肥料規格値を満足していない。また、pHが日本製Aの10.3に対し低く、中和資材としての効果は低下が見込まれる。

5. 再生材試験結果

5.1 農業用再生資材

インドネシアに所在するボゴール農業大学に試験を委託し、E社再生材の効果の検証のための実験を行った。

(1) 試験目的・方法

再生材の施用がコメの生育と収量に与える効果を測定する目的で、5m四方の圃場試験を行った。

実験は、IPB 3S種（インディカ米）を用いて行い、ケイ酸肥料の他の肥料としては、尿素肥料、SP-36（36%の P_2O_5 含有）、塩化カリウム（60%の K_2O 含有）を用いた。

試験に用いたケイ酸肥料は、インドネシアのカラワン地区で発生した軽量コンクリート製品端材を試験的に加工して生産した再生材のほか、タイの軽量コンクリート製品工場で発生した端材を原料に生産された再生材を用いて、それらの比較を行った。さらに、シリカナイトの施肥量および施肥のタイミングについて異なる条件とした6つの区画を用意して実験を行った。

表 5-1 試験条件

条件	再生材の施肥量	
	ベース施肥（定植前）(kg/a)	追肥（定植後）(kg/a)
施用なし区画 (P0)	-	-
低施用区画 (P1)	10	-
中施用区画 (P2)	20	-
多施用区画 (P3)	30	-
追肥区画 (P4)	20	10
段階的施用区画 (P5)	10	10

出所) ボゴール農業大学

(2) 試験結果⁷

試験の結果、定植後4週目、5週目の時点ではタイで生産した再生材を用いた区画でよりイネの草丈が高くなる結果となったが、定植後6週目ではその差は見られなかった。また、施用量・施用のタイミングの違いがイネの草丈に及ぼす影響については、有意な差は見られなかった。

表 5-2 試験結果（イネの草丈）

条件	イネの草丈 (cm)			
	3 週間後	4 週間後	5 週間後	6 週間後
シリカナイト原料の生産地 (S)				
タイ	48.67	63.90a	76.57a	90.55
インドネシア・E社	48.05	61.43b	73.26b	90.55
シリカナイトの施用条件				
施用なし区画 (P0)	48.46	62.53	75.13	89.53
低施用区画 (P1)	47.53	63.40	75.40	93.40
中施用区画 (P2)	47.10	62.18	74.81	89.40
多施用区画 (P3)	50.26	61.36	75.40	89.33
追肥区画 (P4)	48.46	62.25	72.68	91.73
段階的施用区画 (P5)	48.36	64.30	76.10	89.93

出所) ボゴール農業大学

定植6週間後の分けつ数⁸については、再生材の施用区画と対照区画（施用なし）で有意な差が見られた。なお、再生材の生産地による分けつ数の違いは見られなかった。

表 5-3 試験結果（分けつ数）

条件	分けつ数			
	3 週間後	4 週間後	5 週間後	6 週間後
シリカナイト原料の生産地 (S)				
タイ	6.90	8.81	11.50	11.83
インドネシア・E社	6.56	8.25	11.41	11.04
再生材の施用条件				
施用なし区画 (P0)	6.50	7.93	9.17b	9.40b
低施用区画 (P1)	6.90	8.87	12.13a	11.97a
中施用区画 (P2)	6.23	8.27	11.87a	11.37a
多施用区画 (P3)	7.43	8.43	11.67a	11.73a
追肥区画 (P4)	6.33	8.10	11.10ab	11.57a
段階的施用区画 (P5)	7.00	9.60	12.80a	12.60a

出所) ボゴール農業大学

⁷ 試験は現在も進行中であり、ここでは途中経過として結果を示す。

⁸ 分けつ数とは、イネ科などの植物の根元付近から新芽が株分かれる数を指す。

5.2 養殖用再生資材

インドネシアに所在するボゴール農業大学に試験を委託し、再生品（タイ産）効果の検証のための実験を行った。

(1) 実験 1：再生材施用が水槽中の珪藻量に与える効果の検証

1) 試験目的・方法

珪藻のケイ酸源としての再生材の施用効果の測定を目的とし、複数条件下において珪藻（Chaetoceros）の濃度の推移を観測する実験を行った。実験は、30mg/Lの再生材施用、60mg/Lの再生材施用、30mg/Lのケイ酸ナトリウム施用、施用なし（対照群）の4つの条件下で行った。

2) 試験結果

試験の結果、30mg/Lの再生材施用がもっとも珪藻の増殖に対して効果的であるとの結果が得られた。

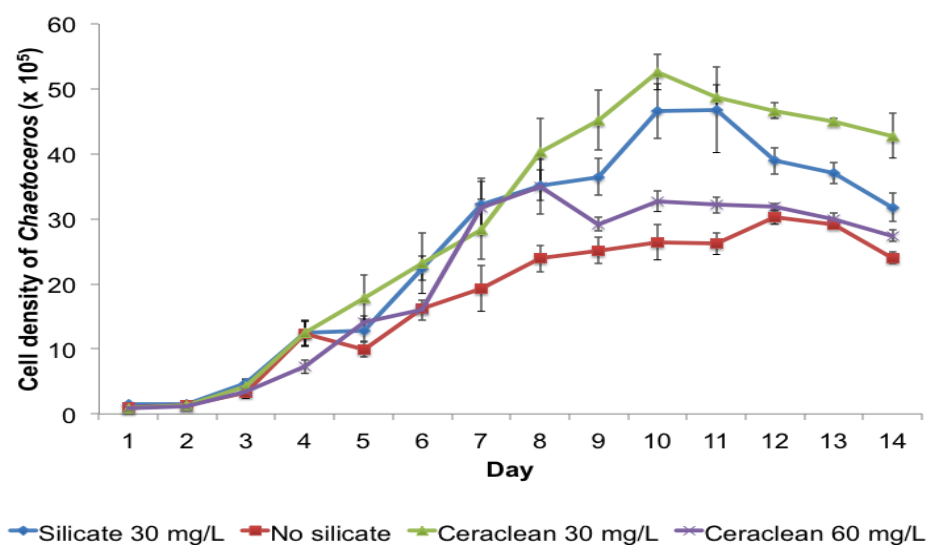


図 5-1 再生材施用が珪藻量に与える効果

出所) ボゴール農業大学

(2) 実験 2 : 再生材の施用がエビの成長に与える効果の検証

1) 試験目的・方法

再生材の施用がエビの成長に与える効果の測定を目的とし、実験室内で複数の条件のもとエビの育成試験を行った。実験は、30mg/Lの再生材施用、60mg/Lの再生材施用、120mg/Lの再生材施用、施用なし（対照群）の4つの条件下で行った。

効果検証のため、最終的な生存率、成長率、FCR（飼料要求率）を測定するほか、エビの外骨格の厚みや、水質に関する各種パラメータの測定も行った。

2) 試験結果

試験の結果、最終的な生存率、成長率、FCR（飼料要求率）はいずれも30mg/Lの再生材施用の条件下で最も良好な結果となった。

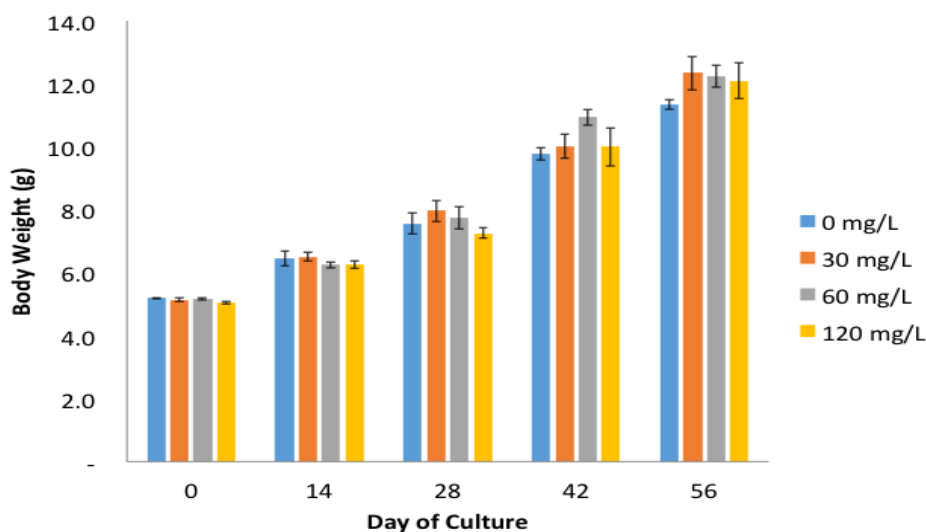


図 5-2 再生材施用がエビの体重に与える効果

出所) ボゴール農業大学

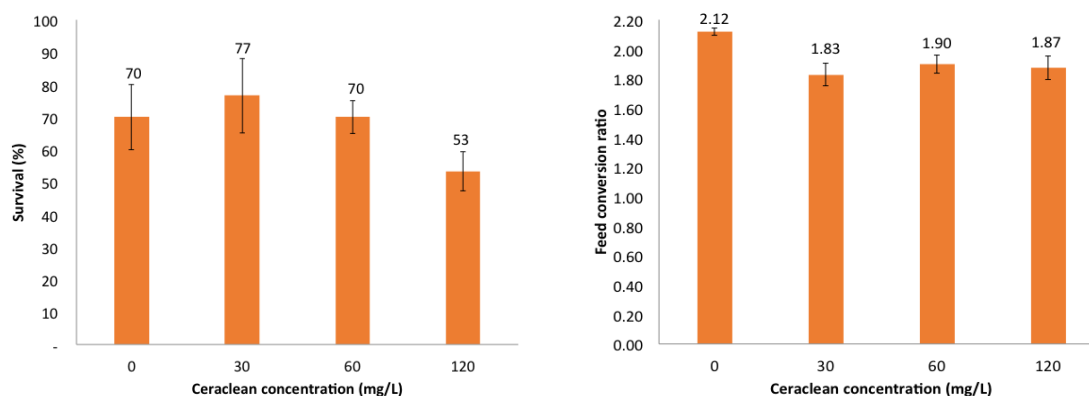


図 5-3 再生材施用がエビの生存率（左図）と FCR（右図）に与える効果

出所) ボゴール農業大学

6. 現地政府・企業等との連携構築

6.1 現地パートナー候補の選定

現地パートナー選定のため、端材の供給源となる以下の軽量コンクリート製品メーカー6社を訪問し、連携のための検討を行った。

その結果、西ジャワ州に所在するE社 Lightweight Concrete 社が連携に対して特に関心を示し、また提供可能な端材の質・量ともに良好であったため、現地パートナーの最有力候補と定め、計3度に渡り協議を行った。

表 6-1 軽量コンクリート製品メーカー比較

会社名	A	B	C	D	E	F
生産量 (m ³ /日)	1,000	1,000	1,000	500	1,000(セラム) 600(パタム)	700
端材割合 (%)	3-5	3-10	5	7	1	3
石炭灰の 使用有無	無	無	無	無	無	有
可溶性成 分(SiO ₂)	22.2	19.7	14.2	8.7	11.8	16.1

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング

6.2 A社との協議状況

以下に連携パートナーとして最有力候補であるA社の概要および連携に関する協議内容を記す。

(1) 会社概要

同社はインドネシアに最近設立されたとされる軽量コンクリート製品協会のメンバーの一員であり、また同社製品は ASTM 規格を遵守していることから製品の品質には信頼が置ける。軽量コンクリート製品の原料に有害廃棄物として指定されているフライアッシュは使用していないことから、同社製品の端材を取り扱う際に特別な許認可は必要ない。

(2) 端材処理の現状

同社の年間の軽量コンクリート製品生産量のキャパシティは 300,000m³ である。そのうち端材の発生率は5%程度で、年間 5,000 トン程度の端材が発生している。

現状、発生した端材は、ハンマーミルで端材を粉砕した上で、軽量コンクリート製品生産における原料であるケイ砂の代替として活用している。

同社では、振動振るい機を保有しており、端材を 2mm 以下まで分級した上で供給することが可能である。パッケージ機は保有していないため、端材を出荷する場合には、人力で袋詰めを行うこととなる。なお、端材は室内に保管されているので、水分含有量は一定に維持できている。

(3) 連携に関する協議内容

同社は本事業に関する連携に対して強い関心を持っており、基本的には前向きに協力を検討する姿勢を示している。現在、本事業に関する情報についての秘密保持契約の締結を終え、内容については合意が得られている。

連携の第一段階として、端材を供給することは可能との意見を得られた。ただし、端材の発生量は変動するため、供給量に関して MOU を締結する場合、一定量を安定して供給できるかという点が懸念として挙げられた。

また、端材はあくまで副産物であるため、品質管理の点で懸念があるとの意見が得られた。品質については、端材サンプルの分析試験を行ったところ、極めて良好な結果が得られたが、サンプルの成分のばらつきを確認するため、今後もサンプル提供をお願いすることで合意した。

連携の第二段階として、同社工場の稼働率が 100%でないことから、遊休設備を用いて肥料・浄化剤用の軽量コンクリート製品を生産することについても、協力する意思はあるとの回答を得られた。ただし、第一段階から第二段階へ移行する時期や、ビジネスモデルをより明確にする必要があるとの指摘も得られた。

今後は、同社からは引き続きサンプルを提供いただき、その後、品質や供給量について詳細に議論した上で、端材の提供価格についても決定することで合意した。なお、端材の供給量は、同社における発生量である約 5,000 トンを想定するが、初年度は 2,000 トン程度の供給から始めることも視野に入れることで合意した。

7. 現地関係者合同ワークショップ等の開催

7.1 実施概要

インドネシア現地における本リサイクル材の認識向上に向けた議論、また現地の状況に応じたリサイクル材の販売・流通ルートの実現化を行うため、2017年1月17日にジャカルタ市内のインドネシア環境森林省会議室で現地側関係者との合同ワークショップを開催した。

日本側からは環境副大臣の伊藤忠彦氏にご出席賜り、開会のご挨拶において、「太平洋セメント社のリサイクル事業はインドネシアの環境負荷の低減と3Rの構築に向け、大きな可能性がある事業」であるとして、本事業の後押しを頂いた。

インドネシア国政府からは環境森林省、農業省を招聘し、開会のご挨拶としてインドネシアにおける廃棄物行政の現状や、農業行政の現状についてご説明をいただいた。

大学側からは、東京海洋大学の廣野教授からエビの養殖業の意義に関する発表を頂いたほか、共同試験を実施しているボゴール大学の Sugiyanta 教授、Dedi 教授から試験の経過報告を頂き、本リサイクル材の効果について説明いただいた。

ワークショップの終わりにはオープンディスカッションの時間が設けられ、京都大学の浅利准教授を座長として、インドネシアにおける環境問題や農業・養殖の現状、また本リサイクル材の意義について議論が交わされた。

7.2 開催日時及びプログラム

題目	Workshop “Building Material Recycling”
開催日時	2017年1月17日（火） 13：30～17：00
開催場所	Conference room of Ministry of Environment and Forestry Republic of Indonesia（インドネシア環境森林省会議室） Kalpataru room Building B, 2nd State Ministry of Environment and Forestry Jl. DI Panjaitan, Kav 21 Kebon Nanas East Jakarta
主催	太平洋セメント株式会社
出席者	日本国環境省、京都大学・浅利美鈴准教授、東京海洋大学・廣野育生教授、日本大使館、JICA インドネシア事務所、インドネシア環境森林省、インドネシア農業省、ボゴール農業大学、再生品流通業者

- 13:30 開会挨拶
 伊藤副大臣 (日本国環境省)
 Tuti 局長 (インドネシア環境森林省)
 Sri Mulyani 氏 (インドネシア農業省)
- 14:00 太平洋セメントによる会社説明
- 14:15 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティングによる事業説明 (中間報告)
- 14:30 東京海洋大学 廣野教授による記念講演
- 14:45 太平洋セメントによる製品紹介及びプロモーションビデオ放映
- 15:00 休憩
- 15:30 ボゴール農業大学 Dedi 教授による共同研究内容報告
- 15:45 ボゴール農業大学 Sugiyanta 教授による共同研究内容報告
- 16:00 オープンディスカッション
- 17:00 閉会挨拶



図 7-1 来賓の顔ぶれ

(左から、ボゴール大学 Dedi 教授、インドネシア農業省 SriMulyani 氏、ボゴール大学 Julie 教授、インドネシア環境森林省 Muhadhar 氏、ボゴール大学 Sugiyanta 教授、インドネシア環境森林省 Tuti 局長、日本国環境省伊藤副大臣、東京海洋大学廣野教授、日本国環境省小野課長、京都大学浅利准教授、JICA (インドネシア環境森林省) 塚田氏、太平洋セメント生田氏)



図 7-2 開会挨拶

(右：日本国環境副大臣 伊藤忠彦氏)



図 7-3 会場の様子



図 7-4 会社紹介の様子
(発表者：太平洋セメント株式会社環境事業部 野村幸治氏)



図 7-5 製品紹介の様子
(発表者：太平洋セメント株式会社環境事業部 阿部信彦氏)

7.3 今後の展開可能性

インドネシアでは、建築端材がリサイクル品として有効活用されていない背景があるが、農業・養殖業では生産性について課題を抱えており、本リサイクル事業はこれらの問題を同時に解決できるポテンシャルがあることが本ワークショップでも改めて確認された。

インドネシア農業省の担当者からは、本事業を大変高く評価しているとのコメントがあり、インドネシアにおける米の生産性はまだ低く、増産に貢献できる技術として注目していると期待を寄せられた。

インドネシア環境森林省の担当者からは、きわめて有用な技術であり、今後、現地実証のデータがさらに得られると良いといったコメントが得られ、事業の実現に向けて現地での実証試験の蓄積が必要であることが確認された。

なお、インドネシア現地側からの意見として、本リサイクル品はインドネシア現地に存在しない種類の肥料であり、大いに関心があるとの意見も得られた。また、ケイ酸質肥料に対する認知度は近年高まってきているとの情報も得られ、今後、需要が拡大していく可能性があることが示唆された。

以上より、本事業はインドネシア現地の環境・社会問題の解決に資すると同時に、ビジネスとしても有望であることが示唆されたが、一方で競合となる事業者も現れ始めていることから、事業化のための登録・許可取得等が急がれることが明らかとなった。今後は、リサイクル品の販売の際に必要な製品登録の取得を進めると同時に、原料の供給側となるパートナーとの連携を進め、現地で事業を開始するための体制を整える必要がある。

8. 実現可能性の評価

8.1 事業採算性

事業採算性を試算するにあたり、本事業で想定している事業概要を以下に再掲する。

○対象地域
・ 処理設備設置場所：インドネシア国ジャワ島ジャカルタ近郊
・ 廃棄物の収集場所：タイ、インドネシア、マレーシアの対象建材の生産工場
○処理対象廃棄物種類
・ 珪酸質農業資材の原料となる一部建築廃材（建材生産工場から排出される端材）
○導入規模
・ 建築廃材処理量 2,000 t/年

現地ヒアリング調査に基づき、原料となる建築廃材（軽量コンクリート製品廃材）及び再生品であるエビ養殖資材、珪酸質肥料の単価、回収（販売）量を以下の通り設定した。

表 8-1 の中位の設定が、現地ヒアリング調査等を基に設定した基本シナリオになる。原料である軽量コンクリート製品廃材の調達料は現地ヒアリング調査で得られた軽量コンクリート製品端材・供給価格の平均値をもとに単価を設定した（梱包材、成分調整材費用 3 円/kg 含む）。エビ養殖資材の販売単価は、養殖資材を使用による売上増分（エビの増産）の 1/3 まで資材購入コストとできるとして単価を設定した。珪酸質肥料の販売単価は、代表的な NPK 肥料である「Ponska」の内 1ha 当たり散布コストから単価を設定した。低位シナリオでは原料調達価格が高騰し、農業・水産資材価格が下落した状況を想定して、原料調達価格をベースシナリオの 150%、製品販売価格をベースシナリオの 70%と設定した。

また、再生品の販売量は、高値での販売が見込めるエビ養殖資材向けを 8 割とし、残りの 2 割をサトウキビ等の政府補助金のない農作物向けとしている。

表 8-1 原料および製品の単価設定

		単価		回収／販売量
		ベースシナリオ	低位シナリオ	
原料	製品端材	5,000 円/t	6,000 円/t	2,000 t/年
製品	エビ養殖資材	96 円/kg	67 円/t	1,600 t/年
	珪酸質肥料	5 円/kg	4 円/t	400 t/年

（出所）現地ヒアリング調査

その他、事業採算性分析に必要となるユーティリティコストや労務費、設備投資額等の設定値を以下に示す。処理設備の設備投資規模は約 4,500 万円、全額を借り入れで調達し金利は 7.5%、設備の減価償却は定率法 12.5%と設定した。

表 8-2 事業採算性分析の前提

項目	値	出所	
設備投資	粉碎機	2,500 万円/台	メーカーの販売価格から設定
	分級機	1,000 万円/台	〃
	袋詰め機	1,000 万円/台	〃
ユーティリティ費	電力	8 円/kWh	JETRO「投資コスト比較」より
	ガス	6 円/Nm ³	〃
	用水（基本料金）	540 円/月	〃
	用水（従量料金）	9 円/m ³	〃
労務費	管理者（日本人）	667 千円/(人・月)	〃
	作業員（現地人）	24,749 円/(人・月)	〃
為替	為替相場	7.8 円/千 Rp	直近為替相場から概算設定

事業採算性分析における、コスト（イニシャルコスト、ランニングコスト）及び収入の費目内訳を以下に示す。

表 8-3 コスト及び収入の費目内訳

	対応する費目
イニシャルコスト	施設整備費（破碎機、粉碎機、袋詰め機）
ランニングコスト	材料費（軽量コンクリート製品廃材）
	労務費（プラント運転員人件費）
	ユーティリティ費用（電気、ガス、水）
	減価償却費
	修繕費（破碎機、粉碎機、袋詰め機）
収入	再生品販売（エビ養殖資材、珪酸質肥料）

上述の前提の下での事業採算性の試算結果を表 8-4 に示す。ベースシナリオでは事業初年度の税引き前経常利益は約 53,000 千円となり、5 年後における内部利益率は約 103%、NPV（正味現在価値、割引率 5%）は 5 年後で約 153,000 千円、10 年後で約 305,000 千円、回収期間は約 1 年となる。利益が確保でき、短期での投資回収が行える見通しであり、本事業は収益性の高い事業であると見られる。

厳しい事業条件を設定した低位シナリオでは、事業初年度の税引き前経常利益は約 4,000 千円となり、5 年後における内部利益率は 8%、NPV（正味現在価値、割引率 5%）は 5 年後で約 3,000 千円、10 年後で約 37,000 千円、回収期間は約 4 年となる。原料調達がベースシナリオ（現状）の 1.5 倍、製品の売価が 7 割に下がった状況においても収益が確保できる見通しである。

表 8-4 事業採算性の試算結果まとめ

	ベースシナリオ	低位シナリオ
事業初年度税引き前経常利益 [千円]	52,972	4,453
IRR (5年) [%]	103	8
NPV (5年) [千円] ^(注)	153,369	3,324
NPV (10年) [千円]	305,370	37,762
回収期間 [年]	1	4

(百万円)

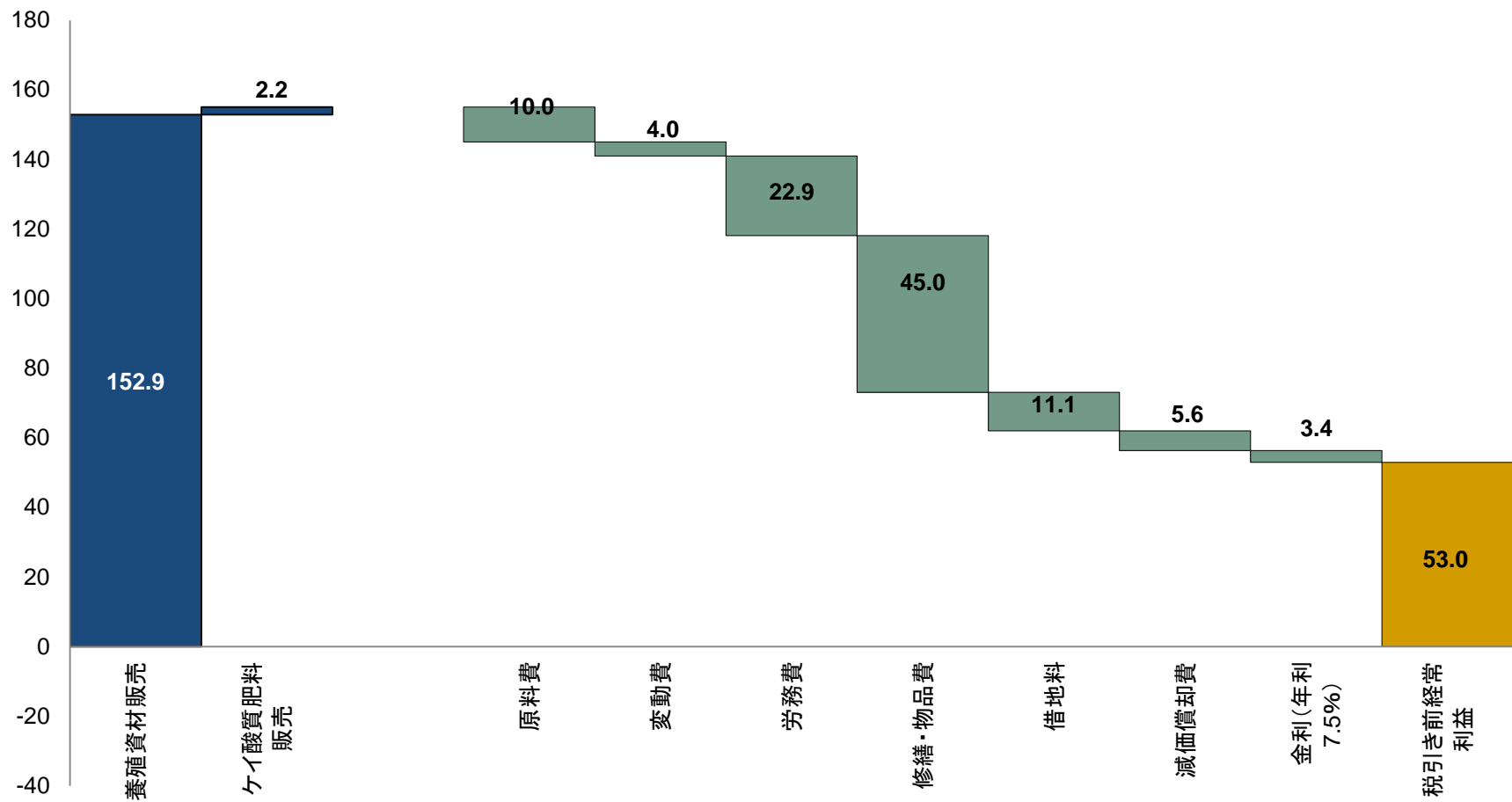


図 8-1 事業初年度の事業採算性の試算結果 (ベースシナリオ)

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング

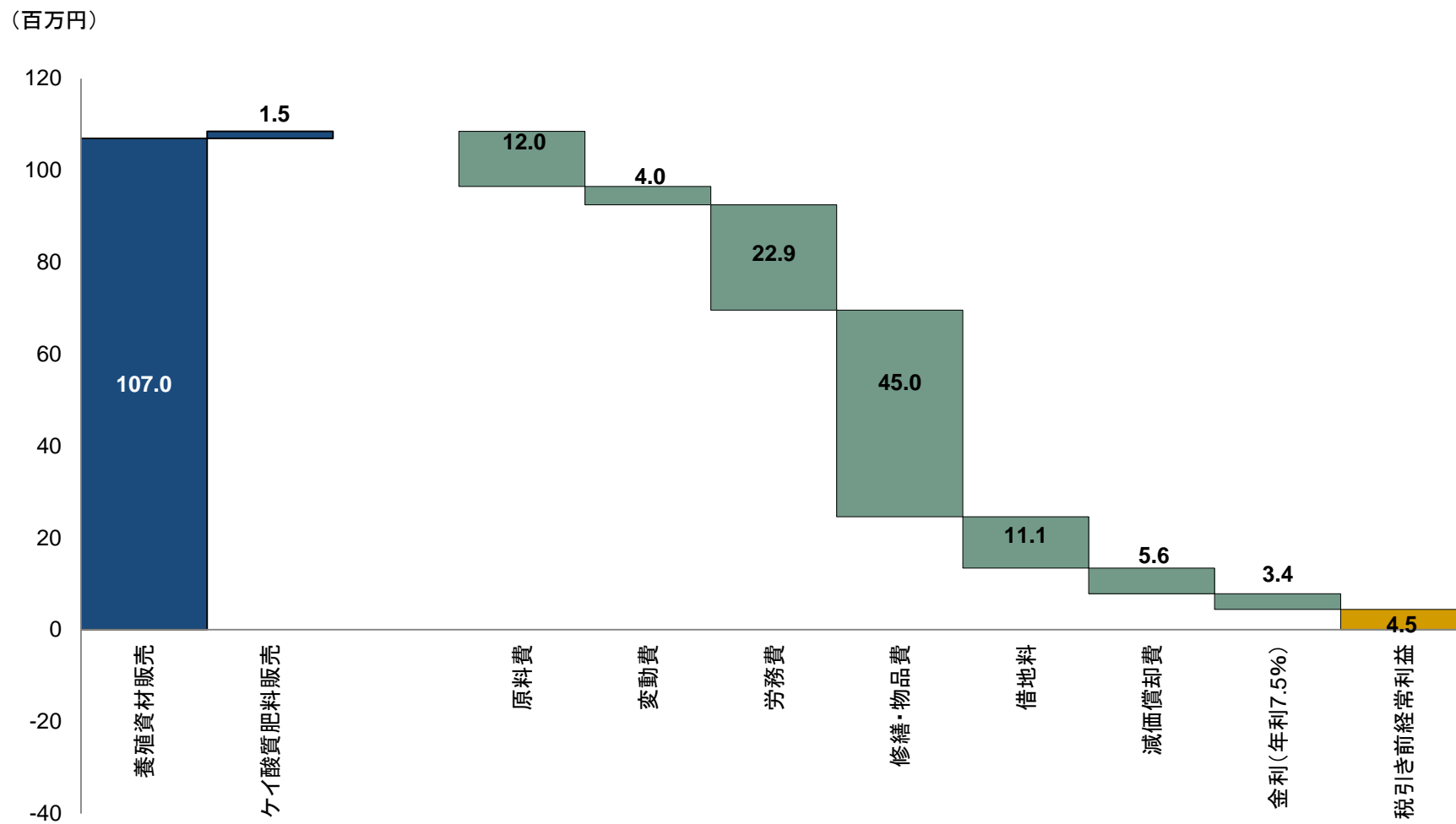


図 8-2 事業初年度の事業採算性の試算結果 (低位シナリオ)

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング

8.2 環境負荷削減効果

対象国（インドネシア、マレーシア）における資源回収ポテンシャルをもとに、環境改善効果を試算した。

考え方としては、本事業で再生される資材が、鉱物由来の資源を置き換えると考え、採掘段階や乾燥処理段階等で消費されるエネルギー及びこれに伴う温室効果ガスの排出量を計算し、環境改善効果とした。

(1) 機能単位

水質浄化剤（農業資材）の生産1 tとした。

(2) バウンダリ（分析境界）

軽量コンクリート製品端材を原料とした農業・養殖業資材と同様の効果を得ようとするれば、高級なケイ酸肥料および水質浄化剤の原料を鉱山の採掘により獲得し、加工処理を施さなければならない。本提案事業で回収される軽量コンクリート製品端材は、天然由来の資材を代替し、採掘段階と製造段階におけるエネルギー及びこれに伴う温室効果ガスの排出を抑制できると考えられる。

比較対象とする従来のプロセスとしては、ゼオライト鉱物を採掘後、それを輸送・粉碎・乾燥処理を施しゼオライト製品を得るまでをバウンダリとした。

リサイクルプロセスでは、軽量コンクリート製品端材が発生してから、再生品が作られるまでをバウンダリとした。

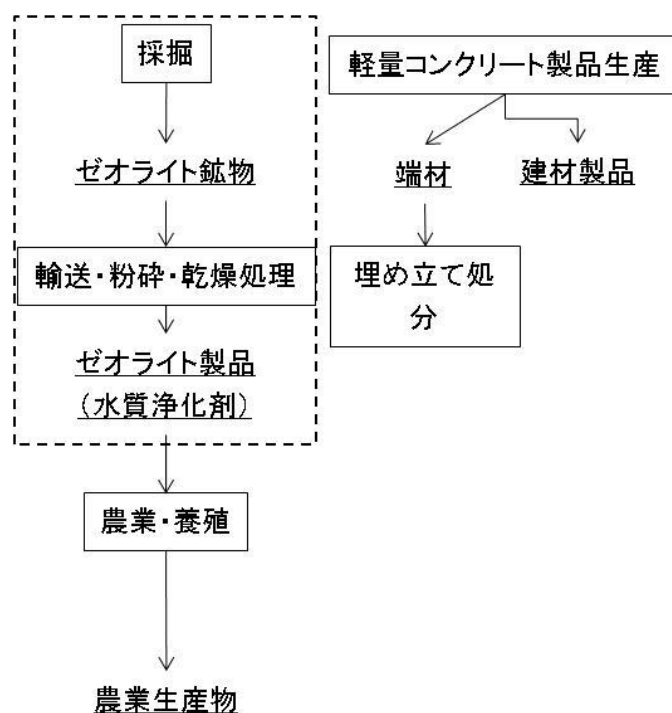


図 8-3 バウンダリ（比較プロセス）

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

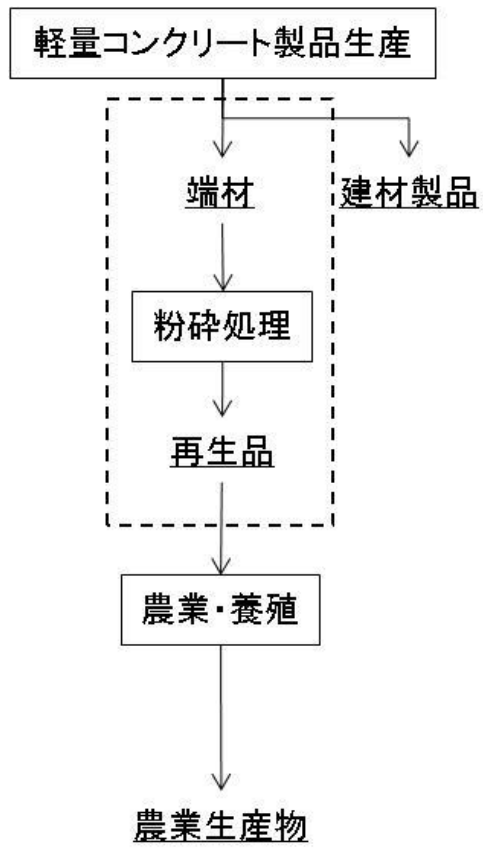


図 8-4 バウンダリ（リサイクルプロセス）

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

(3) インベントリデータ算定の考え方

比較プロセスのインベントリデータを以下に示す。

表 8-5 比較プロセスのインベントリデータ (インドネシア)

	投入 (Input)	排出・生産 (Output)
採掘	<ul style="list-style-type: none"> ● 電力：2.67 (kWh) ● 軽油：0.50 (L) ※ (参考：文献 a) ※石灰石の採掘と同様と想定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 二酸化炭素排出量：0.0032 (t) (※マレーシアの場合、0.0030 (t))
破碎	<ul style="list-style-type: none"> ● 電力：1.67 (kWh) ※ (参考：文献 b, d) ※文献 b よりゼオライトの破碎機としてインペラブレーカを使うことを想定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 二酸化炭素排出量：0.0012 (t) (※マレーシアの場合、0.0011 (t))
乾燥	<ul style="list-style-type: none"> ● 電力：3.35 (kWh) ● C重油：29.8 (L) ※ (参考：文献 b, c) ※比重は 0.65 とした ※文献 b よりゼオライトの乾燥にロータリーキルンを用いることを想定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 二酸化炭素排出量：0.0918 (t) (※マレーシアの場合、0.0916 (t)) ● 天然ゼオライト：1 (t)

出所)

- a) LCA データベース 2015 年 4 版 「石灰石採掘」
- b) ゼオライト工業会 ウェブサイト 「天然ゼオライトの製造工程」
- c) (独) 物質・材料研究機構 エコマテリアル研究センター 「金属元素の製錬・生成段階における環境負荷算定に関する調査」
- d) 株式会社アーステクニカ ウェブサイト 「インペラブレーカ SAP4-100K」 中破碎

本事業で想定するリサイクルプロセスのインベントリデータを以下に示す。

表 8-6 リサイクルプロセスのインベントリデータ

	投入 (Input)	排出・生産 (Output)
破碎	<ul style="list-style-type: none"> ● 電力：3.39 (kWh) ※ (参考：文献 a) ※破碎機としてハンマーミルを使うことを想定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 二酸化炭素排出量：0.0024 (t) (※マレーシアの場合、0.0022 (t)) ● 再生資材：1 (t)

出所)

- a) 株式会社アーステクニカ ウェブサイト 「ハンマークラッシャー KHC1005」

(4) 環境改善効果の試算結果

インドネシア、マレーシアにおける軽量コンクリート製品端材・発生量の推計結果のうち、10%を回収・再生資材へのリサイクルを行うと想定して、本事業による両国の環境改善効果を算出した。その結果、インドネシアにおける二酸化炭素排出量削減効果は約3,000t-CO₂、マレーシアにおける二酸化炭素排出量削減効果は150t-CO₂と試算された。

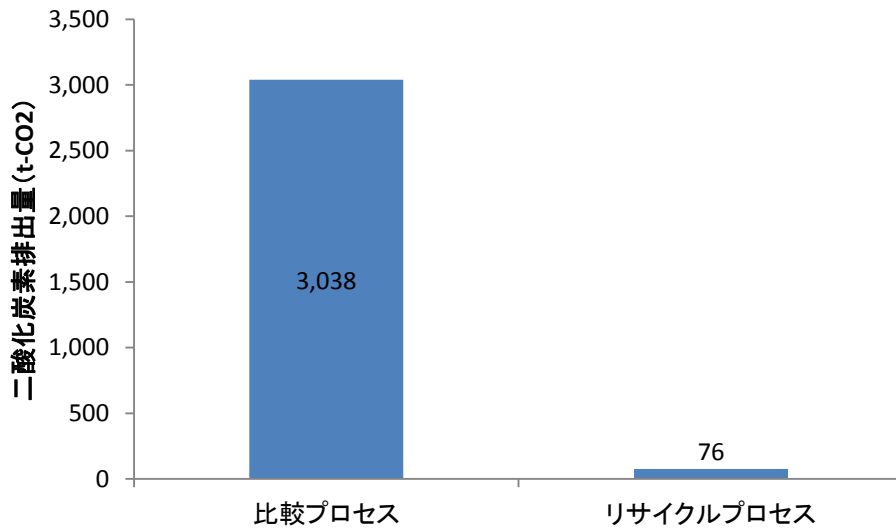


図 8-5 インドネシアにおける二酸化炭素排出量削減効果
出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

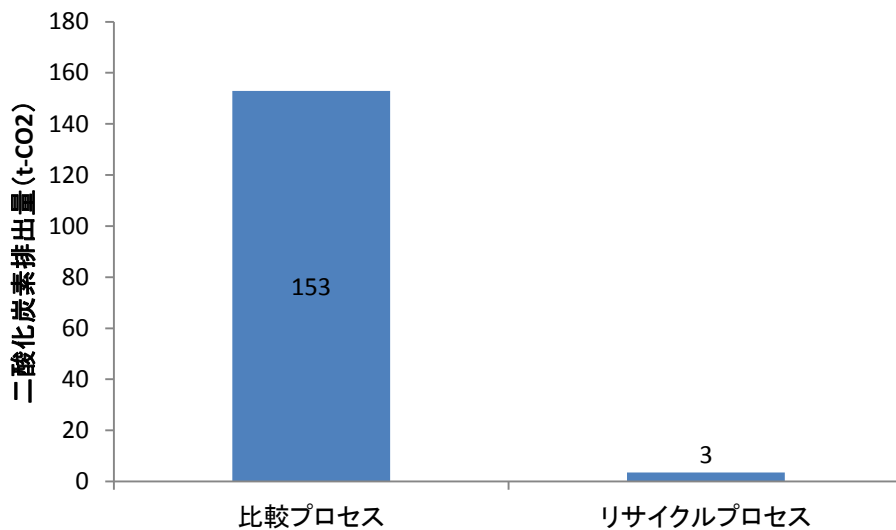


図 8-6 マレーシアにおける二酸化炭素排出量削減効果
出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

8.3 社会的受容性

■ 建材生産の拡大に伴う端材処理需要の高まり

近年インドネシア・マレーシアでは、高い断熱性能を持つ軽量コンクリート製品への需要が高まってきており、特にインドネシアでは年間約 1,000 万 m³ もの需要がある。その一方で、その生産工程で発生する端材については現在、住宅建設時の下地などに使用されており、有効な利活用がされていない状況である。

特に、フライアッシュを含み有害廃棄物として指定される端材についても同様に処理されている可能性があると考えられ、こうした端材の適正処理およびより高い資源効率を実現する有効な利活用が社会的に望まれている。インドネシア環境森林省は特に、有害廃棄物の適正な処理に対して強い関心を抱いており、関係者合同ワークショップでは当社の技術についてもきわめて有用な技術として評価していた。

■ 農業・養殖用資材への需要の高まり

インドネシア・マレーシアなどの東南アジア諸国では、大量の人口を抱えており、また現在も人口が増大し続けている状況がある。このような状況の中、第一次産業における生産量の増大が社会課題となっており、インドネシア政府もコメの生産増大、エビの生産増大などを掲げている。農地・養殖池面積が限られていることを考慮すると、単位面積あたりの収量の増大が求められていると言える。

実際に、インドネシア農業省の担当者からは、本事業を大変高く評価しているとのコメントがあり、インドネシアにおける米の生産性はまだ低く、増産に貢献できる技術として注目していると期待を寄せられた。

また、インドネシアではエビの国内需要が近年急増しており、エビ養殖量の増大は、外貨獲得源の増大としての性格のみならず、増加する国内需要に対応するためにも強く求められていると考えられる。インドネシアでは、一人当たり GDP の増加に伴い、効率的なタンパク質の取得源となるエビへの需要が増加しているものと見られ、今後ますますこの傾向は強まることが予測される。こうした増産の必要性に迫られている一方で、インドネシアではエビ養殖による過剰なマングローブ林の破壊などが問題とされており、新たに養殖池を開発することなくエビの生産量を増加させることが求められている。単位面積あたりの収量を増加させる軽量コンクリート製品端材・再生品は、これら双方の問題を解決できることから、社会的に広く受容されるだけのポテンシャルがあると言える。

以上より、本事業はインドネシア・マレーシア現地の環境・社会・経済の問題のいずれの解決にも資すると言え、現地で受け入れられることが期待される。

8.4 実現可能性の評価

本事業の再生品は、エビ養殖資材、珪酸質肥料としての販売を想定している。現在、インドネシアにおいてはイネ向け肥料には政府から多額の補助金が交付されていることから、イネ向けケイ酸質肥料の販売では競争劣後するため、初期段階ではエビ養殖資材や政府補助金がないサトウキビ向けの販売を先行させる。

現状、現地における軽量コンクリートブロックの販売価格が 13 円/kg、軽量コンクリート製品端材の調達コストは 2 円/kg 程度である。イネ向けケイ酸質肥料は 20 円/kg 程度で勝負しなければいけないので競争が難しいと思われるが、エビ養殖向けには 150 円/kg 程度で販売できる余地があることから、エビ養殖資材としてお販売を中心として事業を行うことで十分な競争力、また収益を確保できるものと考えられる。現状の原料価格、再生品販売価格で事業採算性を分析した結果、事業初年度から収益が得られる試算結果となっている。また、原料調達価格が高騰し（現状の 1.5 倍）、エビ養殖資材、肥料価格が下落した（現状の 70%）状況を想定した事業採算性分析においても収益が確保できる試算結果となっている。

本事業の事業採算性の試算結果は良好であり、社会的受容性で整理した様にインドネシアにおいては建材生産の拡大に伴う端材処理需要、農業・養殖用資材への需要の高まりが期待されていることから、本事業の実現可能性は高いと評価される。

9. 今後の海外展開計画案

9.1 事業実現の方向性

初期段階では、現地の軽量コンクリート製品工場をパートナーとして端材供給の MOU を締結し、同社にて発生する一定量の端材を原料として生産を開始する。

並行して現地駐在員事務所を設立し、現地における農業資材・養殖資材生産工場（現地法人）を立ち上げる手続きも進める。この場合、上記の有力軽量コンクリート製品メーカーもしくは現地の農業資材・養殖資材販売会社との合弁による法人立ち上げを目指す（日本側（当社環境事業部）が 51%以上の出資）。現地駐在員事務所及び工場の設置場所は、当社子会社のインドネシア現地法人敷地内を想定する。

再生材の販売にあたっては、インドネシア現地に農業資材や養殖資材の販売に関して十分な販売ネットワークを有する総代理店を確保し、販売の拠点とする。

再生材の供給先としては、インドネシアのコメ生産農家、エビ養殖事業者のほかにサトウキビの生産農家ととうもろこしの生産農家を対象として考える。これらの潜在需要家について再生材の潜在的な需要量について試算を行い、市場規模を推計したところ、約 688 億円の市場が存在すると推計された。

事業の将来的な展開は、インドネシアを拠点としてその他の ASEAN 諸国に展開していくことも想定する。インドネシアで本リサイクル事業に関するノウハウを蓄積し、それを応用した上で更なる展開を進めていく予定である。

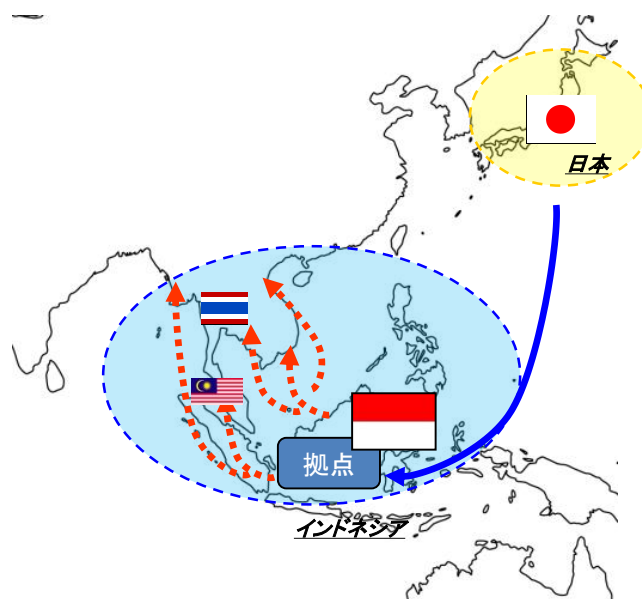


図 9-1 将来的な事業展開の想定

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

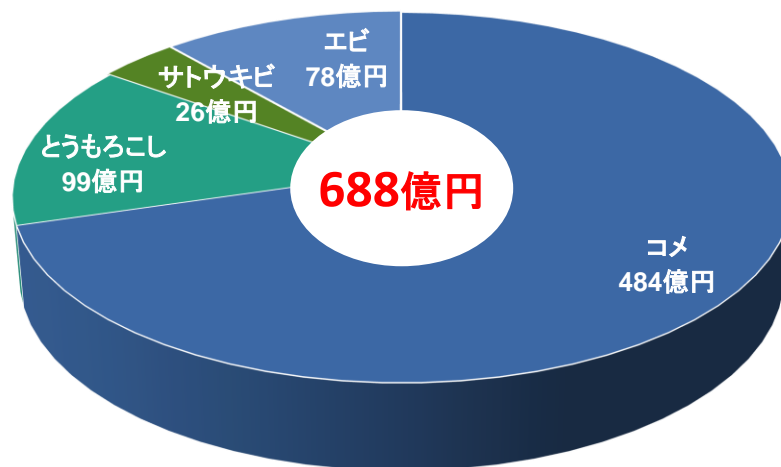


図 9-2 再生材の潜在市場規模

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

注) 農地面積×想定散布量を推計のベースとし、日尼の NPK 肥料の単位農地面積当たり使用量の比較から、潜在的な需要を算出した（尼は日本の肥料使用量の 39%）。販売可能単価の推計は、再生材の使用により、収量が 10%増加すると想定し、収益の増加分の 3分の1 の価格であれば販売可能と想定して設定した。（なおエビ養殖用の再生材は、同想定では高価すぎ現実的でないため、タイで採用している販売価格 400 円/20kg を用いた。）

9.2 事業化スケジュール

本調査終了後、速やかにインドネシア現地で総代理店の候補となる会社を選定し、肥料登録・養殖資材登録の取得の手続きを 2017 年中に進める。並行して再生品の価格や流通・販売ルートを始めとした事業化のための検討を 2017 年中に行い、事業化に必要な準備を進める。

最速で 2018 年より、パートナーとして選定した軽量コンクリート製品メーカーより 5,000 トン程度の端材供給を受け事業を開始する。並行して当社社員の駐在員事務所設立を進め、事業の体制を整えながら、端材提供に関する MOU の拡大・収集体制の強化を進めていく（販売量の推移を見ながら十分な需要が見込まれた場合）。

事業拡大に際しては、原料の収集量の増大に向け、有害廃棄物（B3 廃棄物）の利用に関する許認可取得によりフライアッシュを含有する軽量コンクリート製品端材の収集・再生の体制の構築、ならびに遊休軽量コンクリート製品プラントの活用可能性も検討する。

その他、インドネシアで需要量の大きい作物向け（オイルパームなど）に新たな肥料を開発することや、インドネシアの土壌高付加価値肥料の開発も検討していく。特にインドネシアでは火力発電所由来の石炭灰フライアッシュが必ずしも十分に活用されていない状況であり、また現地政府でもその利活用について問題意識を有していることから、中長期的には現地で発生するフライアッシュも活用した事業展開を視野に入れる（この場合、

原料が B3 廃棄物として取り扱われる可能性が高いため、それに対応した許認可も取得する必要がある)。

将来的にはインドネシアのみにとどまらず、本事業の ASEAN 全体への拡大も視野に入れる。

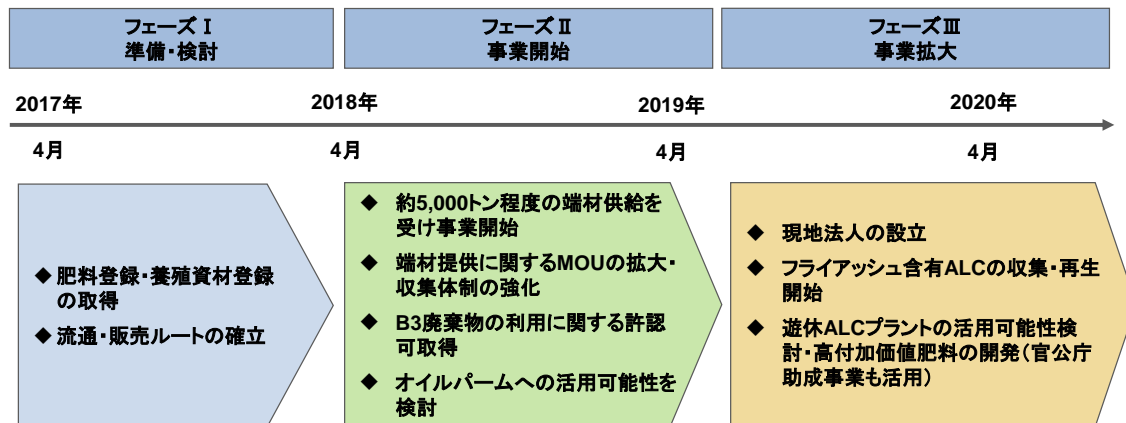


図 9-3 今後の事業スケジュール

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

