

ミャンマーにおける水産物のコールドチェーン構築に向けた
戦略可能性研究

～ラカイン州西海岸における事例研究にフォーカスして～

大田 住吉（摂南大学）・佐々木 公之（中国学園大学）

A Strategic Possibility Study for Fisheries Cold Chain Construction
in Myanmar

Sumiyoshi OHTA, Kimiyuki SASAKI

2019.2

「経営情報研究」Vol. 26, No. 1, 2 別刷

摂南大学経営学部

研究ノート

ミャンマーにおける水産物のコールドチェーン構築に向けた 戦略可能性研究

～ラカイン州西海岸における事例研究にフォーカスして～

大田 住吉(摂南大学)・佐々木 公之(中国学園大学)

A Strategic Possibility Study for Fisheries Cold Chain Construction in Myanmar

Sumiyoshi OHTA, Kimiyuki SASAKI

【要約】 ミャンマーは、東南アジアにおける親日国のひとつであるが、永らく軍事政権下にあったこともあり、経済発展が遅れ、国民1人当たりのGDPは周辺諸国の中でも最下位である。例えば、水産物においては、ベンガル湾に面するラカイン州西海岸は豊富な水産資源を有するが、十分なコールドチェーン(鮮度維持流通)が整備されていないため、大量の魚介類が天日干しのまま飼料になっている。また、こうした課題に対し、現時点では世界各国のどの政府・企業も解決に着手しておらず、放置されたままとなっており、さらに先行研究においても課題の指摘はあるものの、その具体的解決策を論じた研究は見当たらない。

本研究では、これまで明らかにされてこなかったミャンマーの水産コールドチェーン構築に向けた課題解決のための具体的手法にフォーカスした。事例として、ラカイン州西海岸の水産関連ビジネスを取り上げ、亜熱帯地域であるミャンマーにおいても低コストかつ持続安定的な戦略可能性について、一定の方向性を示した。具体的には、従来の氷詰め輸送に代わる新しい低温・鮮度維持輸送として(公社)氷温協会が保有する氷温技術などが国の先進技術の活用、現地進出日系物流企業等との連携・協力による水産物の輸送ルートモデルの検討などである。また、その実現可能性を検証するため、現地の政府関係機関、日系進出企業、国内試験研究機関など関連先計9先に対するヒアリング調査、製品実験データおよび先進技術データ確認等の技術的検証を行い、その上で市場ルート別に「上流」から「下流」までの水産コールドチェーン輸送モデルを示した。

現時点において、本研究は道半ばである。大切なのは、発展途上国ミャンマーのコールドチェーン構築について、単に課題を指摘・整理するだけでなく、その具体的解決手法を明らかにすることである。これらを踏まえ、次回以降、現地における比較実証実験等の科学的検証を重ね、さらなる研究の深化に努めたい。

キーワード

・ミャンマー、ラカイン州、コールドチェーン、氷温技術

第1章 本研究の目的と背景

1.1 本研究の目的

本研究の目的は、(独法)国際協力機構(以下、「JICA」)の支援事業申請[注1]へ向けたミャンマー連邦共和国(以下、「ミャンマー」)における水産物のコールドチェーン(鮮度保持輸送)構築に関する戦略可能性について、現地の事例研究を通じ、その課題と解決手法を明らかにすることである。

筆者らは、本研究に関連し、2010年以降、現地実態調査および政府関連機関、実在企業へのヒアリング基礎調査等を行ってきた経緯がある。今回は、とくに同国ラカイン州西海岸の水産関連産業にフォーカスし、水産物のコールドチェーン構築に向けた課題解決手法について、さらなる考察・検証を試みる。

なお、本研究では、以下の関係先に対し、ヒアリング調査等を実施するとともに、必要に応じ、事例研究プロジェクトチームを結成し、課題解決に向けた検証・考察を行っている。

- (1) 日本国内…A社(鳥取県、水産加工業)、(公社)氷温協会(鳥取県米子市)、B社(広島県、物流業)、C社(岡山県、交通・運輸業)、D社(東京都、JICA申請支援企業)
- (2) ミャンマー国内…ラカイン州GWA郡区政府、同漁業連合、現地貿易商社M社(ヤンゴン市内)、B社現地法人(ヤンゴン市内)、C社現地法人(ティラワ経済特区)
- (3) 支援機関…JICA、(独)日本貿易振興機構(以下「JETRO」)など政府関連機関の国内事務所およびヤンゴン事務所[注2]

1.2 ミャンマーの現状と課題

ミャンマー(人口約5,500万人)は、インドシナ半島の西部に位置し、中国、タイ、インドなど周辺5カ国と国境を接する(図1参照)。また、ラカイン州は同国最西端に位置し、ベンガル湾に面しており、漁業が盛んな地域である。

ミャンマーは、これまで約半世紀にわたり軍事政権下にあったこともあり、近隣の東南アジア諸国に比べ経済発展が遅れ、「東アジア最後のフロンティア」と呼ばれてきた。国連統計によれば、国民1人あたりのGDPは1,264USドル(2017年)であり、世界ランキングでは159位、東アジア主要国の中では最下位となっている(表1参照)。

こうした状況下、2015年にアウンサンスーチー氏率いる国民民主連盟(NLD)が悲願の政権交代を果たし、翌2016年3月には約半世紀ぶりに民主政権が誕生した。すると、かねてより親日派が多かった同国に対し、日本政府から民主政権誕生と前後して様々な支援策が講じられた。例えば、2015年7月には経済産業省が「ミャンマー産業発展ビジョン」をまとめ、電力不足の早期解消、エネルギーインフラの整備、物流インフラの整備、ティラワ経済特区(ヤンゴン市郊外)の整備、農林水産業の潜在力の具現化(フードバリューチェーンの構築ほか)等を謳ったレコメンデーションリストを策定するなど、両国の共通認識化が図られている(表2参照)。



図1 ミャンマー国ラカイン州の位置
(出典) 白地図専門店 [1] に一部加筆。

表1 国民1人あたりのGDP
世界ランキング (2017年)

(単位: USドル)

順位	国名	金額
9	シンガポール	57,713
16	香港	46,109
25	日本	38,440
30	韓国	29,891
36	台湾	24,577
70	マレーシア	9,813
75	中国	8,643
87	タイ	6,591
115	スリランカ	4,085
118	インドネシア	3,876
129	フィリピン	2,976
134	ラオス	2,542
136	ベトナム	2,354
143	インド	1,983
150	バングラデシュ	1,602
157	カンボジア	1,390
159	ミャンマー	1,264

(注) IMF 推定値。
(出典) GLOBAL NOTE [2]。

表2 ミャンマー政府が早期に講じるべき施策リスト (レコメンデーションリスト、抜粋)

大項目	小項目
(1) インフラと連結性をテコにした産業振興	
電力不足の早期解消	高効率火力発電・環境対策技術の導入
	送配電網の強化・改修
	電力マスタープランのフォロー
エネルギーインフラの整備 (電力を除く)	天然ガス開発に関する投資環境の整備(手続の迅速化、制度の透明化等)
	ガス供給インフラの整備
	ガソリン等の輸入に必要なオイルターミナルの増強
	油槽所、ガソリンスタンド等、燃料の安定供給に必要な国内供給網の整備
物流インフラ整備 (道路・鉄道・港湾・空港等)	エネルギーセキュリティ強化のための上記流通網を活用した石油備蓄計画の整備
	国内主要経済回廊の整備
	高速道路における貨物輸送規制緩和
	新バナー橋の建設
	ヤンゴン・マンダレー鉄道の整備
	ヤンゴン環状鉄道の改修
	内陸水運の整備(内水港の施設整備含む)
	深海港の整備
	ティラワ港の建設
	効率的な港湾物流情報システムの導入(港湾 EDI 等の導入)
人材育成等を通じた港湾の建設・運営に関する技術・ノウハウの導入	
マンダレー国際空港、ハンタワディー新国際空港整備	
ティラワ SEZ 開発	
ダウアー SEZ 開発準備	
住宅開発	住宅供給マスタープランの策定
産業用水の確保	SEZ 等への供給確保
国際水準の環境法制と 環境行政	環境関連法制及び執行体制の整備
(5) 農林水産業の潜在力の具現化	
フードバリューチェーンの 構築	産業発展ビジョンに沿ったフードバリューチェーン構築のための工程表(対象期間:今後5カ年)の作成
水産業の振興	水産資源の管理と沖合漁業資源利用の指導管理 養殖技術の向上指導

(出典) 経済産業省 (2015) [3]。

しかしながら、こうした日本政府による同国への経済支援が拡大傾向を見せる一方で、現時点における経済支援は経済特区など大型開発プロジェクトの整備が中心となっており、実在企業（とくに中小企業など）による具体的かつ実践的なビジネス支援の成功例は、未だほとんど見られないのが実態である。

1.3 ミャンマーにおける水産業の現状

水産業は、ミャンマーにおいて今後最も成長が期待される産業分野の代表例である。国連食糧農業機関（FAO）の統計によると、ミャンマーの水産物の漁獲量・生産量（2016年）は漁獲量2,072千トン、養殖生産量1,018千トン、合計3,090千トンであり、世界ランキングでは第13位となっている（表3参照）。

なお、内訳ではミャンマーやタイは漁獲量の比率が高いが、インドネシア、ベトナム、フィリピンなどは養殖生産量の比率が高く、同じ東南アジア諸国の中でも違いが見られる。

また、近年、ミャンマーの水産物の漁獲量・養殖生産量は順調に増加している（図2参照）。同国の漁獲量・生産量の約1/3は養殖生産である。とくに、近年は養殖生産量が増加しており、2016年では全体の約1/3を占める。

さらに、魚種別の内訳では、淡水魚、エビ、カニ、サワラ、スズキなどが多い。なお、ミャンマーの水産物のうち、淡水魚の比率は漁獲量で44.2%、養殖生産量で94.2%、全体では61.1%を占める（表4参照）。

1.4 ミャンマー水産業におけるラカイン州の位置付け

本研究において、なぜラカイン州にフォーカスしたかと言えば、同州が現在のミャンマー水産業における様々な諸問題を考察する上で最も象徴的な地域であるからである。つまり、水

表3 水産物の漁獲量・養殖生産量 国際比較（2016年）

順位	国名	漁獲量		養殖生産量		合計 千トン
		千トン	構成比	千トン	構成比	
1	中国	17,807	21.8%	63,722	78.2%	81,529
2	インドネシア	6,584	28.4%	16,616	71.6%	23,200
3	インド	5,082	47.1%	5,703	52.9%	10,785
4	ベトナム	2,786	43.4%	3,635	56.6%	6,420
5	米国	4,931	91.7%	444	8.3%	5,375
6	ロシア	4,773	96.5%	174	3.5%	4,947
7	日本	3,275	75.4%	1,068	24.6%	4,343
8	フィリピン	2,028	48.0%	2,201	52.0%	4,229
9	ペルー	3,811	97.4%	100	2.6%	3,912
10	バングラデシュ	1,675	43.2%	2,204	56.8%	3,878
11	ノルウェー	2,203	62.4%	1,326	37.6%	3,530
12	韓国	1,396	42.9%	1,859	57.1%	3,255
13	ミャンマー	2,072	67.1%	1,018	32.9%	3,090
14	チリ	1,829	63.5%	1,050	36.5%	2,879
15	タイ	1,531	61.4%	963	38.6%	2,493

（出典）GLOBAL NOTE [4]。原典は、国連食糧農業機関（FAO）。

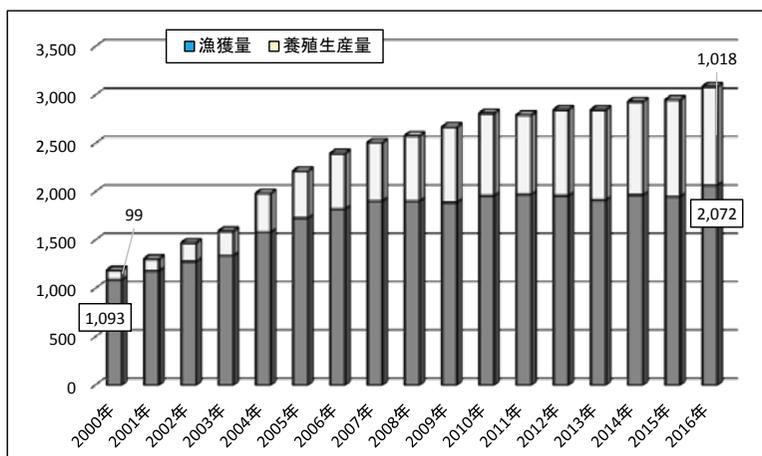


図2 ミャンマーの水産物の漁獲量・生産量の推移 (単位：千トン)

(出典) GLOBAL NOTE [5]。原典は、国連食糧農業機関 (FAO)。

表4 ミャンマーの水産物の魚種別漁獲量・生産量および漁船隻数の推移 (単位：トン、隻)

年	水産物の 漁獲量	水産物の漁獲量					養殖 生産量			漁船 隻数	
		淡水魚	エビ	サワラ	スズキ	ハタ類	淡水魚	エビ	カニ		
2000	1,093,200	196,060	23,000	—	—	—	98,912	93,948	4,964	—	12,846
2001	1,187,880	238,210	22,500	—	—	—	121,266	115,793	5,473	—	13,591
2002	1,284,340	254,880	22,000	—	—	—	190,120	183,550	6,570	—	15,607
2003	1,343,860	290,140	21,500	—	—	—	252,010	232,789	19,221	—	13,664
2004	1,586,600	454,260	21,000	—	—	—	400,360	370,310	30,050	—	14,176
2005	1,732,250	503,540	20,404	—	—	—	485,220	435,580	49,640	—	15,996
2006	1,823,450	631,120	28,300	—	—	—	574,990	524,387	50,603	—	—
2007	1,907,750	718,190	28,240	—	—	—	604,660	554,857	49,803	—	—
2008	1,907,010	739,140	27,688	7,283	72	135	675,064	618,690	51,184	4,584	16,098
2009	1,892,600	757,810	27,526	12,894	60	45	779,296	697,206	48,985	4,360	15,783
2010	1,961,150	785,550	27,874	14,126	80	145	852,791	772,637	48,986	1,500	15,865
2011	1,975,920	798,130	27,890	12,000	80	140	819,156	758,222	55,440	1,500	15,325
2012	1,962,230	830,730	27,040	11,600	80	140	888,369	824,237	57,048	1,933	14,886
2013	1,919,000	838,090	26,264	11,176	85	140	930,780	871,128	52,872	1,950	14,881
2014	1,970,550	852,530	27,000	11,200	95	150	964,256	903,506	40,800	2,000	15,226
2015	1,953,510	863,450	26,280	11,200	461	13	999,630	941,777	52,220	2,835	—

(出典) GLOBAL NOTE [5] より筆者作成。原典は、国連食糧農業機関 (FAO)。

産業振興において高い潜在力を持ちながらも、現時点においてはその能力を十分に活かしきれしていない。

ラカイン州は、ミャンマーの最西端に位置する州であり、ベンガル湾に面し、州南部のGWA (グワ) 地区をはじめ海洋漁業が盛んな地域であるが (図3参照)、ミャンマー水産業全体に占める漁獲量の割合は概ね13～14%程度にとどまる (表5参照)。

また、ラカイン州においては、造船技術が未熟な面がある。2018年2月実施の現地調査においては、漁港には数トンクラスの小型漁船しか見当たらなかった(写真1～2)。現地漁業関係者によれば、「大型船や港を建設する費用と技術が無いため、現在の漁業は沿岸から5マイル以内の近海操業が中心」とのことである。

なお、現地漁業関係者によれば、「ラカイン州では、養殖漁業に関する技術がなく、現在、養殖はほとんど行われていない」とのことである。

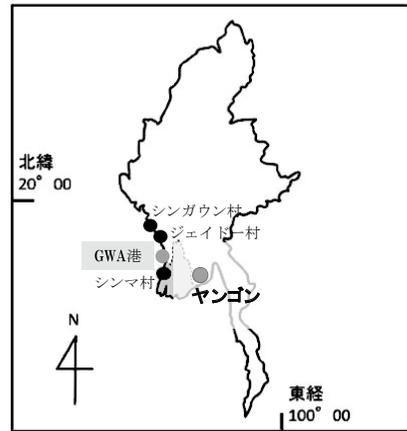


図3 ラカイン州 GWA 港の位置
(出典) 高木ら (2014) [6] に一部加筆。

表5 ミャンマー水産業におけるラカイン州の位置付け (単位: トン)

	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
ミャンマー全体	1,961,150	1,975,920	1,962,230	1,919,000	1,970,550	1,953,510	2,072,390
うちラカイン州	233,836	268,743	261,393	267,016	274,400	276,403	272,101
ラカイン州シェア	11.9%	13.6%	13.3%	13.9%	13.9%	14.1%	13.1%

(出典) ラカイン州政府資料。ミャンマー全体のデータは、国連食糧農業機関 (FAO)。



写真1～2 GWA 漁港の漁船

1.5 コールドチェーン構築に向けた課題

現在、ミャンマーおよび同国ラカイン州の水産関連産業において、最大の課題と言えるのがコールドチェーン構築に関する諸課題である。コールドチェーンとは、収穫から加工、物流、販売、消費といった一連の流通プロセスにおいて、食品等の鮮度が維持されることを意味する。コールドチェーンは、水産業、農業など第一次産業ビジネスにとって基本的な必要条件であり、わが国では当然ながら徹底して品質管理されている。山根 (2015) は、コールドチェーンについて「生鮮食品など変質や腐敗しやすいものを対象に、まず生産地で予冷など低温処理し、冷蔵トラック、貨車により運搬し、冷蔵ショーケース、家庭の冷蔵庫と一貫して低温流通させる

ことによって、鮮度の維持、価格の安定、衛生状態の確保に大きく寄与する」[7]と述べる。

しかし、ミャンマーにおけるコールドチェーンは、とくに大都市圏を除く地方においては、残念ながら日本よりも30～40年以上遅れていると言わざるを得ない。こうした地域では、冷凍・冷蔵設備が圧倒的に不足しており、最悪のケースでは電力設備など初歩的な社会インフラすら整備されていない地区もある。

筆者らが2018年2月に現地調査したラカイン州西海岸の主要漁港であるGWA港周辺施設においても、現地のコールドチェーンの水準は以下のようなレベルであった。

- (1) GWA漁港周辺では、「ここ1～2年でようやく電気が通じた」（現地水産業者）というインフラレベルである。漁業組合の施設倉庫には製氷機が1台設置されているが、停電や日中の電力変動等も日常茶飯事であり、あまり活用されていない。
- (2) GWA港沿岸海域は、エビ類、ハタ類、太刀魚など様々な魚類が安定的に漁獲されている。しかし、冷凍・保冷施設が圧倒的に不足しているため、中国などに高値で販売できるアカハタ、マグロ、サワラ等以外は生の状態で天日干しされ、その多くが飼料になっている（写真3）。これでは、せっかくの水産資源が十分活かされているとは言えない状況である。



写真3 魚の天日干し



写真4 魚の一次加工作業

- (3) 水揚げした魚の切り落とし、内臓の取り出しといった基本的な一次作業も、地元漁業組合の婦人たちが炎天下の粗末な加工施設で、全て手作業で行っている（写真4）。
- (4) 天日干しまたは一次加工された魚類は、トラックまたはオートバイでヤンゴンなど大都市圏に運搬される。しかし、GWA→ヤンゴン間は山越えて片道約6時間を要し、亜熱帯地域である同国内では、例え氷詰めしても、目的地到着までにほとんどが融けてしまう。

また、道路は舗装されているが、高低差のある山間部を通り（写真5）、さらに途中の民族集落では何度も検問停止を受ける。ミャンマー国内で高速道路が整備されているの



写真5 GWA～ヤンゴン間の道路状況

は、大都市間を結ぶ幹線道路のみであり、地方はほとんど手つかずの状況である。

- (5) さらに、こうした現状に対する課題解決に向けた取り組みは、現時点においては世界各国のどの政府・企業等も着手しておらず、放置されたままとまっている。

1.6 大都市圏の消費市場における水産物の販売実態

ミャンマーにおいては、週1度の頻度で魚を消費する文化があると言われる。農林水産省(2015)は、「ミャンマーでは、水産物は肉よりも50%以上多く消費される。水産物は、動物性タンパク質の主な源であり、平均的な家庭の毎月の支出の約12%を占めている」[8]と指摘する。

また、ヤンゴンなど大都市圏の消費市場においては、外国人向け食品スーパー等で、エビ、タコ、川魚などの水産物が1,000～2,000チャット/100kg(参考:2018年2月JICAレート:1チャット=0.0824円)で販売されている(写真6～7)。これは、ミャンマーの公務員給与(月額10～20万チャット)と比較すると、概ねリーズナブルな価格水準といえる。

なお、JETRO(2017)は「日本からの出張者・長期滞在邦人、欧米等の長期滞在者、現地の富裕層など、ミャンマー国内の外国人は約2,400名、また日本食レストランも約100店が出店している」[9]と述べる。

以上から、ビジネスの「出口」である水産物の消費市場は、大都市圏を見る限りは一定程度は整備されているといえる。なお、ミャンマーで漁獲・養殖生産された水産物は、こうした大都市圏での消費のほか、一部は中国・タイなど周辺諸国にも輸出されている。

以上、本章では以下のように総括できる。

- (1) ミャンマーは、東南アジアにおける親日国のひとつであるが、永らく軍事政権下にあったこともあり、経済発展が遅れ、国民1人当たりのGDPは周辺国の中でも最下位である。したがって、同国の産業振興のためには、基本的な社会インフラの整備とともに、日本など先進国のビジネスノウハウ支援が不可欠である。
- (2) 同国ラカイン州の西海岸地区は、漁業の盛んな地域であるが、電力や道路事情などインフラ面はまだ不十分である。漁獲された魚の多くが、天日干し等で飼料となっている状況であり、せっかくの水産資源が有効に活かされていない。
- (3) ミャンマー水産関連産業にとって、最大の課題はコールドチェーンの未整備である。逆に言えば、もし今後一定水準以上の鮮度保持輸送技術が確保され、課題解決の手法が見出せ



写真6～7
ヤンゴン市内の外国人向け食品スーパー内

れば、ヤンゴンなど大都市圏では一定程度の消費市場（「出口」）が構築されていることから、ラカイン州など地方の沿岸地域にとっては大きな産業振興の契機となる。

第2章 先行研究の課題

本章では、本研究に関連した6編の先行研究を、以下の3つのテーマに分けて紹介する。

2.1 ラカイン州グワ郡における漁業の現状に関する先行研究

大西(2005)は、ラカイン州グワ郡の漁業発展の経緯について、以下のように述べている[10]。

- (1) ラカイン州グワ郡が漁村として大きく発展したのは、1970年代以降、ヤンゴンとの流通経路が整備された後の出来事のような。流通経路の整備に伴い、ヤンゴン経由での国内出荷ならびに、海外向けの漁獲物が流通可能になった。
- (2) 国内出荷として重要なのは、古くから漁獲対象となってきたカタクチイワシの類(Nga nitu, Nga sitsali (Stolephorus spp.))の干物であった。現在は、この他にニシン類(Nga konenyo (Sardinella spp.))、Nga thalauk (Tenulosa toli)、サワラ類(Nga kuinsha, Nga nyo (Scomberomorus commerson))などが、塩乾魚、塩漬けとして生産されている。Nga thalauk, Nga kuinshaについては、氷詰めで出荷される事も多い。
- (3) 海外出荷として重要なのは、主に中国向けに出荷されるハタ科魚類であった。これら磯魚(Kyau Nga)は、1992年に製氷工場が造られるとともに、アイスボックスに氷詰めした出荷が始まり、活魚の出荷は1995年頃から始まった。これらは、1970～80年代までは、綿で作られた網で取られていたが、1992年以降、タイなどから輸入されたナイロン製の網へと変わっていった。この他にも、はえ縄がよく利用されている。

一方、高木ら(2014)は、グワ郡に隣接するグエンサン地区の漁業の現状について、「エヤワディ管区グエサウン周辺海域では、エビ類が多く漁獲されている。グエサウン周辺の漁村の1つであるシンマ村(図3参照)には約1,000世帯、約6,000人が暮らしている。このうち、200人くらいが主たる漁業としてエビ漁を営んでいる」と述べている[11]。

さらに、岡本(2009)は、当地区のカタクチイワシ漁について、以下のように指摘する[12]。

- (1) 巻き網によるカタクチイワシ漁が広く行われるようになったのは1990年代後半だとみられる。そのころに沿岸で小型トロール船によるエビ漁が始まり、従来巻き網漁がターゲットとしていた小エビの漁獲量が著しく減り始めた。そこで、小エビに代わってカタクチイワシが巻き網漁の漁獲対象となったのである。
- (2) カタクチイワシ巻き網漁は、乾期となる10月から雨期直前の5月の間に、夜間に行われる漁である。大概の船は夕方5時～6時頃に出漁し、早朝帰ってくる。漁は2艘で1統となって行われるが、1艘は漁り火を照らし、もう1艘がそこに集まってくる魚を囲み、水揚げをする。その水揚げの際に多くの労働力を要し、全体で25～30人程度の男子が船子として雇われる。水揚げされたカタクチイワシは、浜辺に敷かれたネットに広げられて天日で乾燥される。これは女性の仕事であり、村内の女性とともに出稼ぎ船子の妻・娘など

が雇われている。

- (3) この漁では、通常船主は共に出漁しない。船主は早朝の帰漁を待ち、水揚げされたばかりのカタクチイワシを計量・記録すると同時に、カタクチイワシ以外の小魚をその日の食事用として船子に平等に分配する。船子の日当額は、平均2,000チャット、半年間で約35万チャットであり、これは平均的世帯の1年間のコメ代相当の額ということになる。

2.2 ラカイン州の水産物の流通経路に関する先行研究

ラカイン州周辺で水揚げされた水産物（とくにエビ）の流通経路について、高木ら（2014）は以下のように述べる [13]。

- (1) エビの輸送経路は、シンマ村→グエサウン中心部までがバイク輸送、そこでトラックに積み替えられ、中継地チャウンター、さらにトラックでエヤワディ管区の州パティーンの加工工場へ運ばれる（図4参照）。加工工場では、用途ごとに殻をむいたり、冷凍食品用に加工されたりする。この加工工場からトラックでヤンゴン向けに出荷され、その後、日本やマレーシア、タイなどに陸路や空路で運ばれていく。

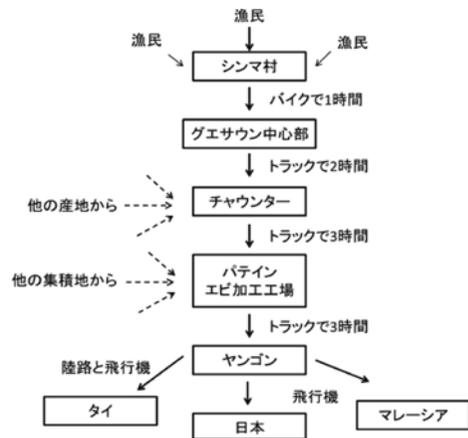


図4 ラカイン州水産物の流通経路
(出典)高木ら(2014) [13]。

- (2) 日本ではブラックタイガーとして流通しているウシエビや近縁種の *Penaeus* 属が多く水揚げされている。取引が成立したエビは氷詰めにされ輸送されるが、氷はグエサウンには製氷会社がないため、近隣のチャウンターという町から購入している。氷の値段は500リットル程度のコンテナ1箱で15,000チャットと、公務員給与（月額10～20万チャット）と比較すると、なかなか高額である。なお、ヤンゴンでは1kgあたり平均10,000チャット程度価格を上乗せして別の仲買業者に販売される。
- (3) 取り扱っているイセエビ類は三種類あり、“セイン”（ミャンマー語で緑色）と呼ばれるやや小型なもの、中型のゴシキエビ *Panulirus versicolor*、大型ニシキエビ *Panulirus ornatus* である。値段は大型のエビほど高くなり、セインは1kg 辺り25,000チャット（約2,500円）、ゴシキエビは30,000チャット（約3,000円）、大型のニシキエビに至っては50,000チャット（約5,000円）もの高値で取引されている。
- (4) また、この仲買業者は主にイセエビ類の活魚輸送をしているが、ハタ類の活魚輸送も取り扱っており、種類によって異なるが平均して1kg 辺り20,000～30,000チャット（2,000円～3,000円）で販売している。これらのイセエビ類を中継地点であるグエサウンで販売するには1kg 辺り5,000チャット（約500円）ぐらい上乗せして販売している（表6参照）。

表6 ラカイン州産エビ類の取引価格

		ウシエビ (ブラックタイガー) Penaeus monodon	ホワイト Penaeus spp.	フラワー Penaeus spp.
A社	価格1kg	24,000チャット	24,000チャット	24,000チャット
	1日あたり平均取引量	70kg	30kg	150kg
B社	価格1kg	24,000チャット		24,000チャット
	1日あたり平均取引量		総取引量200～300kg	

(出典) 高木ら (2014) [13]。

2.3 ミャンマーにおけるコールドチェーンの現状に関する先行研究

ミャンマーにおけるコールドチェーンの現状について、農林水産省 (2015) は「多くの地域でコールドチェーン設備の質が悪く、平均で 15～20% が損失する」[14] と指摘する。また、(株)大和総研 (2013) は、以下のように述べている [15]。

- (1) ミャンマーではコールドチェーンがほとんど整備されていないため、食品を冷蔵・冷凍状態に保ったまま流通させることは非常に難しい。
- (2) 例えば輸送面では、国内には大型の 40 フィート冷凍・冷蔵コンテナ (リーファーコンテナ) を直接輸送できるトラックが存在しないため、輸入された大型コンテナは、小規模な保冷機能付きトラックに積み替えて輸送する必要がある。しかし、保冷車を有しているのは一部の大手小売企業や倉庫会社 (20 社程度) に限られている上、保冷車の数も少ない。

また、コールドチェーン構築に不可欠な電力事情については、JETRO (2017) によれば、以下のように述べられている [16]。

- (1) ミャンマーでは水力による発電が主流である。2016 年の発電量は 16 ギガワット時で、うち 4～5 割程度がヤンゴンで消費されている。2014 年 4 月、ミャンマー政府は電気料金を平均 40% 値上げしたが、依然として近隣諸国より低い水準である。
- (2) ミャンマー政府は 2030 年までに国内の 100% 電化率を目指している。電化率は 2006 年は 16% であったが、11 年 26%、15 年 34% と向上している。主要都市では、ヤンゴン市内の電化率は 78% と最も高く、カヤー 46%、マンダレー 40%、ネピドー 39% と続く。地方の電化率は 20% に満たない。

2.4 先行研究の課題

以上、本研究に関連する 6 編の先行研究について、3 つのテーマに分けて紹介したが、そこから浮かび上がる課題は、以下のとおりである。

- (1) 先行研究では、ラカイン州グワ郡および周辺地域の漁業の現状および一次加工に携わる作業者の実態が具体的に紹介されている。しかしながら、その一次加工の作業レベルをどうすれば向上させ、付加価値の高いビジネスへと導き、さらには水産関連従業者の所得水準

を向上させるかについて、具体的な戦略の方向性が示されている訳ではない。

- (2) 先行研究では、ラカイン州の水産物の流通経路について、エビ類の流通経路および取引価格等が詳細に述べられている。しかしながら、その水産物の鮮度を維持したまま迅速に消費地へ届けることによる取引価格の向上、つまり付加価値の高い水産ビジネスにどう結び付けるかという戦略については、その方向性が示されている訳ではない。
- (3) 先行研究では、ミャンマーにおけるコールドチェーンおよび電力インフラ等の現状が紹介されている。しかしながら、同国においてコールドチェーンを今後どのように構築し、チェーン全体をどのようにマネジメントしていくべきか、その戦略の方向性が述べられている訳ではない。

つまり、総じて現状の実態については、ある程度具体的に述べられているものの、それらの課題を解決するための具体的な解決策、戦略の方向性が示されている訳ではない。

第3章 本研究における仮説

前章までの現地調査および先行研究等を踏まえ、筆者らは現地水産事情に詳しいA社（鳥取県）社長、D社（東京都、JICA申請支援企業）マネージャーU氏、現地貿易商社M社（ヤンゴン市）社長ら研究チームメンバーとともに、課題解決に向けた実践的な戦略の方向性として、一定の仮説について考察した。その概要は、以下のとおりである。

- (1) ヤンゴンなど大都市圏の標的消費市場に対し、高品質の水産物である点を訴求できる様にするため、まず漁港での水揚げした水産物をそのまま低温輸送するのか、内臓の取り出し等の簡単な一次加工を施してから低温輸送するのかなど、販売先の個別ニーズに合わせた判断が求められる。この点に関しては、必要な機器の導入のほか、日本のA社（鳥取県）での技術研修を終えた現地スタッフなどが指導役となり、加工作業レベル向上に貢献できるか、検証する。
- (2) 輸送方法については、従来の氷詰め輸送に代わる新しい低温・鮮度維持輸送方法を創出する必要がある。具体的には、(公社)氷温協会（鳥取県米子市）が保有する氷温技術（詳細は、第4章参照）が、本研究の課題解決に活用できないか、検証する。
- (3) また、この新しい輸送方法を定着させるためには、この技術をラカイン州の水産関連事業者にとって低コストかつ容易に（先進国のノウハウ支援がなくても）作業メンテナンスが可能なレベルとして普及させることが不可欠となる。具体的には、上記の氷温設備機器を現地へ設置後、導入時のイニシャル段階では日本から技術指導するものの、それ以降は現地作業員のみでオペレーションおよびメンテナンスできる体制を構築できるかどうか、検証する。
- (4) ラカイン州西海岸の漁港から大都市ヤンゴンへ、さらにはヤンゴン経由で国内外の主要地域への迅速な輸送ルート（高速道路等の利用を含む）を確保する必要がある。具体的には、現地進出物流企業B社の輸送ルートが本研究の目的にどの程度マッチングするか、検証する。

- (5) 一般に、物流は片側通行でなく、双方向の貨物が流通して初めて成立することから、帰り荷を安定的に確保する必要がある。そのためには、ヤンゴンなどの物流拠点において生鮮食品や日用品等を一定期間プール可能な保冷機能付き倉庫設備等が確保されるのが望ましいといえる。具体的には、現地進出企業C社がヤンゴン郊外のティラワ経済特区で建設を進めている大型保冷倉庫が、本研究の目的とどの程度マッチングするか、検証する。

以上、本研究では次章以降、各々の関係企業等へのヒアリング調査および科学的検証を行い、上記仮説が実現可能か否か検証するとともに、具体的な課題解決策、戦略の方向性等について考察する。

第4章 コールドチェーン構築に向けた戦略可能性の検証

4.1 関係企業等へのヒアリング調査による検証

本章では、前章で述べた仮説の実現可能性を検証するため、まず筆者らが2010年以降に経営支援およびヒアリング調査等に関わってきた企業など主要関係先に対し、ヒアリング調査による検証を試みた。対象先は、以下の6先である（表7参照）。なお、重要なヒアリングテーマは、「ミャンマーにおいて、どうすれば良質な水産物のコールドチェーンを構築・維持できるか」という点である。

表7 ヒアリング調査による検証対象先

No.	対象先	所在地	業種	調査実施日	備考
1	A社	鳥取県	水産加工業	2017.5.13	左記以降、複数回訪問
2	(公社)水温協会	鳥取県米子市	技術研究機関	2018.6.18	
3	現地進出B社	ヤンゴン市郊外	物流業	2018.2.6	本社・広島県
4	現地進出C社	ヤンゴン市ティラワ経済特区	交通・運輸業	2018.2.7	本社・岡山県
5	ラカイン州GWA郡区政府 同郡区漁業組合	ラカイン州GWA郡区 同上	行政機関 漁業組合	2018.2.4	
6	JICAヤンゴン事務所	ヤンゴン市		2018.2.6	

4.1.1 A社（鳥取県、水産加工業）

鳥取県内で水揚げされるスワイガニ等のボイル加工および関連加工食品を製造するメーカーである。従業員20名の中小企業であるが、2012年3月には自社開発ヒット商品「かにおこわ」が「優良ふるさと食品中央コンクール新製品開発部門」の農林水産大臣賞を受賞するなど、優れた業績を誇る（写真8～9）。

また、魚のウロコやイカの軟骨から海洋性コラーゲンを抽出する技術等の固有の水産加工技術を有し、付加価値の高い海洋性健康食品原料の技術開発を行っている。

当社では、7～8年前からミャンマーから技術研修生の受け入れ事業を実施中であり、現在も数名が当社の工場内で勤務している。当社社長の悩みは、せっかく当社で水産加工技術を磨いたミャンマー人研修生が、母国へ帰っても身につけた技能を十分に活かせるだけのビジネス

環境が整っていない点である。なお、当社社長はこれまで何度も現地を訪問しており、現地政府関係者等との人脈も深い。

当社社長は、ミャンマーにおける水産物のコールドチェーン構築について、以下のとおり指摘する。

- (1) ラカイン州沿岸地域は、エビ、カニ、太刀魚、ハタ類、イカ、サワラ、貝類など多くの水産資源に恵まれている。しかし、コールドチェーンが未整備なために、せっかくの良質な水産資源が有効なビジネスに結びついていない。とくに、GWA 漁港では太刀魚が大量に漁獲されており、良質な鮮度維持流通があれば商品価値は高い。
- (2) 最大の問題は、ラカイン州西海岸から大都市ヤンゴンまでの片道約6時間を「どう運ぶか」である。高速道路が整備されていない現状では、現地進出の日系物流企業や(公社)氷温協会と連携したコールドチェーン輸送を検討せざるを得ない。
- (3) 本プロジェクトが、現地の産業振興、雇用促進、所得向上につながるということを現地政府当局、漁業関係者に訴え、官民を挙げて組織的かつ戦略的に取り組む必要がある。



写真8～9 農林水産大臣賞を受賞
(出典) 当社ホームページ[17]。

4.1.2 (公社)氷温協会 (鳥取県米子市)

当協会は、氷温技術の普及啓発および調査研究等を目的に1985年に設立された団体である。

氷温技術とは、「氷温域」を利用して食品の貯蔵や加工を行う技術を意味する。氷温技術は、1970年に当協会の初代理事長である山根昭美氏(農学博士。当時、鳥取県食品加工研究所長)が二十世紀梨を用いてCAガス低温貯蔵試験中に、0℃以下でも食品が凍らずに、生き続けることのできる未凍結温度領域を発見したことに始まる。水は0℃で凍るが、魚、肉、野菜や果物などは0℃では凍らず、マズナス3～4℃程度まで生き続けるのである(図5参照)。山根氏は、0℃からそれぞれの食品が凍り始める温度(氷結点)を「氷温域」と名付け、従来の食品貯蔵学の概念をくつがえしたのである[18]。

なぜ、氷温域で食品を保存することが、他の保冷方法と比較して

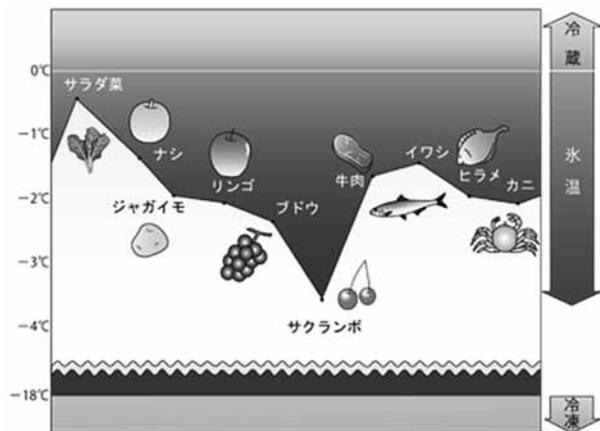


図5 食品の氷温域
(出典) (公社)氷温協会ホームページ[19]。

優位性があるのか、山根（2015）は冷蔵、冷凍、氷温の3つの保存方法を比較し、表8のとおりまとめている。

氷温関連技術は、これまでに計689件の関連知財が出願されており〔注3〕、最近では2016年に大手コンビニチェーンのセブンイレブンがギフトカタログに氷温食品を採用するなど、全国の多くの企業等で使用されるようになってきている。当協会も数十件の特許を取得済みであり（表9参照、注4）、現在の会員数は全国248の企業・団体、氷温食品として認定されている食品は累計771品目（2018年10月末現在）にのぼる〔20〕。

本研究では、ミャンマーのコールドチェーン構築のため、当協会が開発した「氷温ジェル

表8 冷蔵、冷凍、氷温の保存方法の比較

	冷蔵保存	冷凍保冷	氷温保冷
温度域	・0℃～+5℃前後の温度領域	・0℃からマイナスの温度領域（具体的には-18℃以下）	・0℃からものが凍るまでのマイナスの温度領域
貯蔵期間	・生鮮食品の一時保管や短期間の貯蔵は可能であるが、長期保続は困難。	・条件にもよるが、冷蔵、氷温よりも長期貯蔵が可能。	・冷凍より貯蔵期間は短いですが、冷蔵と比較して3～4倍の長期貯蔵が可能。
品質特性	・生の状態を保ったまま保存可能だが、風味・味覚の低下を抑制するのみ。風味・味覚の向上効果等は期待できない。 ・温度が比較的高い分、細胞の働きは活発で鮮度落ちが早く、貯蔵期間は短期間に限られてしまう。	・安全・衛生面で優れるが、細胞内の水分が凍って大きな氷結晶を形成し、細胞を破壊するため、解凍時に栄養分や旨味成分が流出してしまう。	・氷結による細胞破壊がない。また、雑菌が繁殖せず、新鮮な味覚・風味を保持したまま保存可能。 ・氷温熟成、乾燥処理技術等を施すことにより、うま味、甘みが向上し、旬の味を持つ各種氷温食品の開発が可能。
設備費	仕様、容積(大きさ)、使用温度範囲等で異なるが、コスト的には概して、冷凍>氷温≧冷蔵である。		
電気料金	冷蔵庫、冷凍庫、氷温庫の年間電気料金（1坪、3坪、5坪、10坪、15坪の平均値）で比較すると、概して、冷蔵1に対し、冷凍2.46、氷温1.19である。		

（出典）山根（2015）〔21〕に一部加筆し、筆者作成。

表9 当協会の氷温技術に関する主な特許取得（水産関連、出願中を含む）

登録日	出願番号	発明の名称
出願中	特願2016-074218	生鮮食材の抗酸化能増強方法及びその高鮮度流通方法
〃	特願平11-240640	食品の高鮮度及び高品質保持方法及びその装置
2010.8.20	特願2002-020790	加熱加工食品の高品質化方法
2006.3.31	特願平07-083253	氷結点以下の温度帯における食品等の未凍結保存方法
2005.3.11	特願平08-303863	氷温加工食品の製造方法
2001.4.6	特願平04-329948	活魚類等の無水加圧保存方法及びその容器
1996.8.22	特願平01-063487	魚介類を生きたまま貯蔵する方法
1996.8.2	特願平05-002662	活魚類の輸送用・保存容器及び該活魚類用容器の収納用箱
1996.5.31	特願平04-148040	魚介類の生体乾燥保存法
1996.5.17	特願平02-165527	食品用コンテナ容器
1996.4.30	特願平01-180499	生鮮食品の低温貯蔵法
1996.3.19	特願平01-210770	魚介類の貯蔵庫
1995.11.22	特願平01-263858	魚介類を生きたまま無水状態で保存する方法
1995.9.18	特願平04-235125	減圧処理下による低温化での活魚類の保存方法

（出典）（独）工業所有権情報・研修館「特許情報プラットフォーム J-Plat Pat」〔22〕より筆者作成。

アイス」(写真10) および「氷温クールカーゴ」(写真11) を活用できないかと考えた。

「氷温ジェルアイス」とは、山根(2015)によれば「直径0.1～0.5mm程度の細かい球状の水粒で、温度は-1℃～-2℃に保たれる。海水をろ過殺菌した後、円錐製氷装置にて連続的に製造される。従来の角氷や削氷等と比較して、製氷コストは低く、鮮魚など生鮮物に対する冷却効果は非常に高い」[23]とされる。

当協会のホームページには、「サバが6日間も刺身で食べられる」ほか、ブリ、牡蠣など、複数の水産会社の事例が紹介されている[25]。ジェルアイス製造機器は、A社にも1台設置済み(400kgタイプ)であり、現在も使用中。価格は400～500万円であり、導入時は日本人技術者の現地派遣が必要であるが、それ以降は現地スタッフで操作可能である。

一方、「氷温クールカーゴ」は、当協会と機器メーカーE社(本社・大阪市)の共同開発製品である。E社のホームページによれば、「クールカーゴは、ヘリウムの圧縮・膨張を繰り返して冷却するFPSC(フリー・ピストン・スターリング・クーラー)方式を採用しており、畜冷材、ドライアイス等は不要である。また、氷温製造機器に比べて低価格であり、振動に強く、車掲シガーソケットプラグ、12Vリチウム電池、家庭用100V等から電源供給が可能である[26]。

筆者らは、この「氷温ジェルアイス」および「氷温クールカーゴ」のミャンマーでの活用可能性を検証するため、2018年6月、当協会の会員企業であるA社社長同行のもと、(株)氷温研究所のF統括部長およびF研究開発部長(博士(農学))に対し、ヒアリングを行った。その主な内容は以下のとおりである。

(1) ラカイン州GWA港で水揚げされた魚介類を、鮮度を保ったままトラックで大都市ヤンゴンへ輸送するには、以下の3通りの方法が考えられる(図6参照)。

<方法①>氷詰めしたポリ容器で運搬する(従来方法、写真12)。

<方法②>氷温ジェルアイス製造機器(写真13)をGWAへ輸送(海運+陸運)・設置し、氷の代わりにジェルアイスを用いて輸送する。

<方法③>氷温クールカーゴ(写真14)をGWAへ輸送し、この中に魚介類を詰め、輸送する。

(2) ベストな選択は、現地にて上記3つの方法の比較実証実験を行うことだが、<方法②><方法③>ともに現地への運搬コストが必要であり、さらに<方法②>については機器メーカースタッフの現地派遣が必要と考えられる。



写真10 氷温ジェルアイス
(出典)(公社)氷温協会ホームページ[24]。



写真11 氷温クールカーゴ
(注)(公社)氷温協会にて筆者撮影。

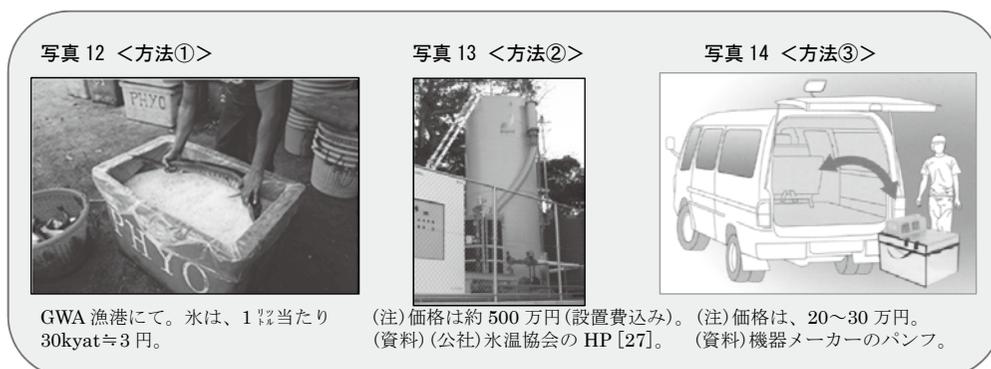


図 6、写真 12～14 氷温技術を使った 3 つの輸送方法

- (3) また、実験結果の検証には各魚片サンプルを持ち帰り or 日本へ空輸し、科学的分析を行うのがベストだが、コスト面等からヤンゴン市内の日本料理店などに持ち込み、料理人による視覚・食感のヒアリングを行った上で、「売り物」としてどの程度の商品価値があるか否かを検証するという選択肢もある。
- (4) なお、海外での氷温技術活用による水産物の利用実績という点では、2014 年度に韓国ソウル市内にジェルアイス装置が設置され、鮮魚や貝類の鮮度管理が行われた実績がある。このほか、水産物に氷温技術を活用した事例として、クロマグロ、ヒメダイ、マサバ、マダコなど、多くの先行研究がある。

4. 1. 3 現地進出 B 社（本社・広島県、物流業）

B 社は、広島県に本社を置き、倉庫業・貨物運送業を運営する物流企業である。従業員約 200 名、貨物車両台数 110 台を保有する。今回は、広島本社で社長の M 氏、ヤンゴン市郊外で当社のミャンマー現地法人の F 執行役員に対し、それぞれ個別にヒアリングを行った。その概要を以下に示す。



写真 15 B 社ミャンマー現地法人

- (1) 当社では、創業 20 年を機に海外進出を計画した。ちょうどその頃、M 社長は大手日系物流企業のミャンマー支店長と知り合い、物流未開拓地であるミャンマーに興味を持った。
- (2) M 社長が初めてミャンマーを訪問したのは 2013 年 5 月。同年 11 月に 2 度目の訪問で中北部の大都市マンダレーを視察し、2015 年 2 月にミャンマー支店開設、同年 12 月に現地法人を設立した（写真 15）。さらに、2016 年 1 月には 5 名のミャンマー人をデジタルピッキング業務習得のため、技能実習生として 1 年間受け入れた。

- (3) 現在、ミャンマーには日系の物流会社は39社あるが、チルド輸送車を保有するところはほとんどない。また、何よりも日系物流会社の多くは、ヤンゴン⇄ティラワ経済特区（ヤンゴン市郊外）までの市内南部エリアで事業展開している。
- (4) 我々の合弁相手の現地企業は、マンダレーに本社があり、マンダレー⇄ヤンゴン間の南北縦断ベルト地帯、中国雲南省との国境貿易などを広く手掛けている。マンダレー⇄ヤンゴンの国内2大都市間で一定の帰り荷を確保できているのは当社だけである（図7参照）。
- (5) ミャンマーでは、2016年12月の法律改正により、一般道において5トン以上のトラックは6～21時まで通行禁止である。また、マンダレー⇄ヤンゴン間には高速道路が開通しているが、3トンを超える貨物車両は原則通行禁止である。
- (6) しかし、当社は現在国内で2社のみしか与えられていないマンダレー⇄ヤンゴン間の高速道路通行の特別ライセンスを保有している。これが当社の最大の強みである。このライセンスを活用し、高速道路を走行することで、マンダレー⇄ヤンゴン間を9～10時間で走行可能である。一般道では20時間かかるので、大幅な時間短縮、定時性確保、荷痛み軽減、運転手の疲労防止など、大きな物流メリットがある。
- (7) 当社は、4～6-wheeler (5トンクラス) の中型保冷車4台を保有しているが、正直なところ、現時点ではラカイン州GWA地区⇄ヤンゴン間の保冷トラック輸送の優先度は低い。その理由は、帰り荷の確保が難しいこと、道路事情の良くない中での片道約6時間の走行では保冷ドアのロックが振動で壊れる懸念がある点である。
- (8) ただし、中長期を見据え、試行的に実施するのであれば可能性はある。いずれ、ミャンマー国内の経済発展に伴い、そういう時代が到来すると思われる。もし、試行的に実証実験をするなら、GWA→ヤンゴンはドライアイス等を使用した保冷状態とし、帰路は保冷電源OFFの通常輸送とすることも考えられる。なぜなら、保冷輸送は通常の1.8倍のコストがかかるからである。ドライアイスは、約4,000Ks (≒400円)/kgで購入可能である。
- (9) なお、当社は現在33トン大型トレーラー車×12台をはじめ、13トン大型トラックから3トンクラスの軽トラまで5種計38台の車両を保有している（うち、保冷車は4台）。ただし、倉庫は所有しているが、保冷倉庫はない。なぜなら、採算が合わないからである。

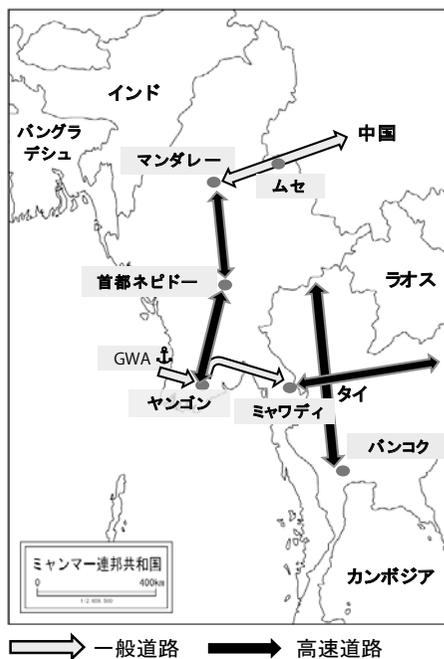


図7 B社の主要物流ルート
(出典) 白地図専門店[1]に加筆。

4.1.4 現地進出C社（本社・岡山県、交通・運輸業）

C社は、岡山県に本社があり、人流（公共交通、観光など）、物流（貨物陸運、海運など）、不動産ほか多くの事業を手掛ける企業グループである。1910年創業、100年以上の歴史を持ち、グループ52社、従業員数約9,400名、グループ総売上高1,443億円（2017年度実績）を誇る大企業である。



図8 C社冷凍・冷蔵倉庫物流倉庫
（出典）C社ホームページ[29]。

当社は、2018年6月、ヤンゴン市南部のティラワ経済特区内の約5万㎡の敷地に同国内最大級の大型物流倉庫を建設した（図8、表9参照）。総投資額は約30億円で、2016年5月に現地法人を設立、翌年2月から工事着工していた。報道資料によれば、営業開始時の従業員数は約100人を予定、事業開始3年後の2021年に売上高3億円を目指す[28]とのことである。

筆者らは、2018年2月に建設途中の工事現場を訪れ、C社現地法人General ManagerのM氏、同ManagerのI氏と面談した。本研究テーマに関する両氏へのヒアリング内容は、以下のとおりである。

- 当社では、数年前から東南アジアへの進出を積極的に進めており、2016年にはベトナム・ホーチミン市にも大型物流倉庫を稼働させている。今後も、アジアでのコールドチェーンをさらに強化することが最終到達目標である。

表10 C社大型倉庫の概要

所在地	Lot No. B-9, Zone A, Thilawa Special Economic Zone, Yangon	
倉庫概要	鉄筋コンクリート一部鉄骨造2階建、ランプウェイ式	
主要設備	・ SEZ内における保税倉庫機能	
	・ 防塵・防虫・防鼠のためのドックシェルター完備	
	・ 保管商品に適合した温度帯管理（冷凍、冷蔵、定温、常温）	
	・ 外気温に左右されにくい安定した湿度・温度の常温倉庫	
	・ 環境（CO ₂ 排出）に適合した最新型冷凍設備（NH ₃ +CO ₂ 冷媒）	
	・ 荷役効率を最適化する設備 （スロープによる2階部分車両直接乗り入れ、ドックレベラー22基設置）	
	・ 文書保管機能	
敷地面積	50,106m ²	
延床面積	36,695m ²	
4温度帯 9温度管理 による 保管・管理	常温倉庫	14,098m ² ×1室
	定温倉庫(18～25℃)	1,160m ² ×2室
	冷蔵倉庫	1,523m ² ×3室
	冷凍倉庫	1,901m ² ×3室
文書保管	534m ²	
チャンパー他	853m ²	
事務所	1,485m ² （8室、共用部含む）	
車両バース	40か所（1階20か所、2階20か所）	

（出典）C社ホームページ[30]より作成。

- (2) ミャンマーには、大手物流企業7社が当社よりも先に進出しており、当社としては国内最大級の大型倉庫を建設し、差別化を図る狙いがあった。
- (3) 当倉庫は、4温度帯9温度管理の保管・管理が可能で、保税機能を併せ持つ。また、2階建てとすることで、1階部分による断熱効果がある。ティラワ経済特区には、倉庫を建設・保有している進出企業も多いが、2階建ては極めて珍しい。
- (4) ミャンマーでは、安全品質基準を満たす基本的な建設資材が不足している。鉄、鉄鋼など、ほとんどの建設資材を輸入し、建設せざるを得ない。このため、ベトナム・ホーチミンで建設した当社倉庫に比べ、1.5～2倍の建設コストが必要となる点が悩みの種である。
- (5) また、電力供給が安定しないミャンマーで安全・安心な保管サービスを提供するため、48時間停電してもバックアップできる補助電源設備を完備している。保冷トラック(2トン級)は、5台所有する。
- (6) さらに、事務所のほか、食堂、休憩室、機械室などを設ける。この地区への進出企業には、荷主の常駐に対応する6室を併設しており、荷主の業務効率化をサポートしていく。当然ながら、これだけの大型設備を埋めるための営業努力は必至である。この地区には、味の素、エースコックなどの食品系企業も進出しているが、これらの企業は自社倉庫を保有している。こうした状況の中で、生鮮農産物、精密機械類など幅広い荷主を確保するよう、今後努力したい。
- (7) なお、ミャンマーは箱モノの建設に関しては外資に比較的オープンである。ただし、オペレーションは国内企業を優遇し、外資に対する規制が厳しい。

4.1.5 ラカイン州 GWA 郡区政府、同郡区漁業連合

ラカイン州 GWA 郡区長の L 氏、同漁業部門長の H 氏、同郡区漁業連合事務局長の T 氏らに対し、ヒアリングを行った(写真16)。その概要は、以下のとおりである。

- (1) ラカイン州の水産業の課題は多いが、そのひとつに製氷工場の生産が追いついていないことが挙げられる。この地区においては、電力インフラの整備は現在 GWA 地区まで。今後、2020年までに隣接する SATTWA 地区など郡区全体へ行き届く予定である。
- (2) 大型船や港を建設する費用と技術が無いため、現在の漁業は沿岸から5マイル以内の近海での操業が中心である。また、養殖も技術が無いため、うまくできない。
- (3) JICA など日本の資金と技術スキームによるプロジェクト支援は大変ありがたいし、できるかぎりの協力もする。まずは、当該プロジェクトの概要を州政府当局(北部の州都シットウエ市)へ提出することが必要となる。



写真16 ラカイン州 GWA 郡区でのヒアリング

4. 1. 6 JICA ヤンゴン事務所

JICA ヤンゴン事務所の Y 次長、S 企画調査員（民間連携担当）にヒアリングしたところ、以下のとおりの回答であった（写真 17）。



写真 17 JICA ヤンゴン事務所にて

- (1) ミャンマーにおけるフードバリューチェーンの構築は、農水省が推奨しており、日本政府の政策に合致している。民間企業を巻き込みながら、流通から消費の部分までカバーできれば、コールドチェーン構築の支援について特段懸念は無い。
- (2) JICA 資金を活用する場合、現地政府機関がカウンターパート（対応窓口機関、以下「C/P」）となる必要があるが、中央政府であれば農業畜産灌漑省水産局または工業省のどちらかが C/P になると考えられる。
- (3) この国の水産業と言えば、養殖や内面漁業が中心であるため、海洋漁業による魚類の「加工」だとすると、水産局ではない可能性があり、確認が必要である。
- (4) 地元の漁業関係者の雇用創出や所得向上を検討するのは良いが、乱獲による資源管理がよろそかになってはいけない。ただし、養殖であればこの点をカバーできると思われる。例えば、ラカイン州における水産資源管理の観点から、GWA 地域における養殖で一般的なハタ類の加工を検討するのも一案と考えられる。

4. 2 ミャンマー水産コールドチェーン構築に向けた技術的検証

前節の国内外の企業等へのヒアリング調査において顕在化した課題を踏まえ、本研究のテーマであるミャンマー水産コールドチェーン構築のプロジェクト成功へ向け、以下の 3 点について技術的検証を行った。それぞれの検証ポイントは、以下のとおりである。

- (1) 水産コールドチェーンの輸送実証実験において中核技術となる氷温輸送技術（とくに、氷温クールカーゴ輸送）の製品性能が、亜熱帯地域のミャンマーにおいても実用に耐えるものか？
- (2) 現地ラカイン州政府および JICA ヤンゴン事務所等からニーズの強い水産資源管理（とくに水産養殖技術）について、先方のニーズに応え得る低コストの先進技術があるか？
- (3) 電力インフラが未だ万全とは言えないミャンマーにおいて、低コスト発電を行う具体的手法があるか？

4. 2. 1 氷温輸送技術の製品データ検証

本研究の水産コールドチェーンの輸送実証実験において、中核技術となる氷温輸送技術（とくに、氷温クールカーゴ輸送）の製品性能を検証するため、2018 年 11 月に氷温クールカーゴ（写真 11 参照）の機器メーカーである E 社（本社・大阪市）において、製品性能実験データを確認した（図 9、写真 18 参照）。これによれば、ワンボックスカー輸送において、外気温

35℃の環境下、スイッチ ON 後約 1.5 時間で水温帯域に到達することが判明し、亜熱帯地域のミャンマーにおいても充分実用に耐えうることが明らかになった。

氷温クールカーゴに使用されている FPSC (フリー・ピストン・スターリング・クーラー) 方式は、従来のコンプレッサー方式と異なり、小型リニアモーターで 2 基のピストンを動かし、充填されたヘリウムの圧縮・膨張を繰り返して冷却するシステムを採用している [31]。

なお、E 社担当課長によれば、2007 年にミャンマーとほぼ同緯度のアフリカ・スーダンの医療機関において、クールカーゴによる血清輸送が行われた実績があるとのことである。

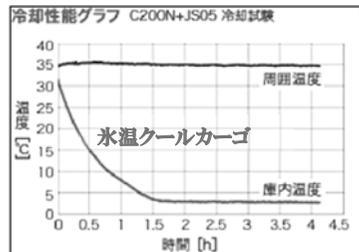


図 9、写真 18
氷温クールカーゴの実験データ

4. 2. 2 先進的な水産養殖技術の検証

本年 2 月の現地調査において、ラカイン州 GWA 地区郡区政府および JICA ヤンゴン事務所から強く要請された事項のひとつに、日本の先進的技術を活用した低コストの水産養殖技術のノウハウ移転が挙げられる。この点に関し、岡山理科大学 (岡山市) の山本俊政准教授 (工学部バイオ・応用化学科。専門分野: 水産工学、水産養殖) の「好適環境水」を使用した養殖技術の実験データを確認した (図 10 参照)。

「好適環境水」とは、魚の生育に必要な最適分量の Ca、K、Na の塩化物の 3 種類を水道水や淡水などに加えた水であり、人工海水を使わずに低コストで養殖できることから、内陸地、丘陵地等でも水産養殖が可能となる画期的な技術として、2012 年 7 月発刊の「水産白書」(水

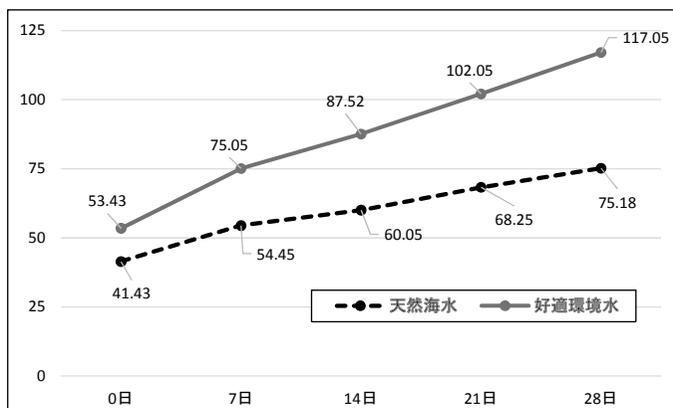


図 10 好適環境水と天然海水によるマダイの成長比較実験 (単位: g)

(資料) (独)工業所有権情報・研修館「特許情報プラットフォーム J-Plat Pat」特許公開文献[32]より作成。

産庁)にも掲載されている。また、山本准教授は、既に7件の特許(国際特許含む)を取得済みであり、タイ、カンボジア、ラオス等の東南アジア諸国でJICAプロジェクトを手掛けた実績がある。

筆者らは、2018年11月に山本准教授に対し、本研究への支援を要請したところ、快諾を得た。山本准教授によれば、「エビ、カニ等の甲殻類の中でもオニテナガエビ(英名/Giant river prawn)などが成長も早く、ミャンマーでの淡水養殖に適していると考えられる」とのことである(写真19)。



写真19 岡山理科大の山本研究室にて

4.2.3 低コストによる電力インフラ整備の技術検証

電力インフラは、ミャンマーにおいて水産コールドチェーン構築のために不可欠であるが、同国の電化率は大都市圏で40～80%程度、地方では20%に満たない。ラカイン州GWA地区では、昨年ようやく電力インフラが整備されたが、地域によってはバラツキがあり、早急に安定的な発電設備を確保する必要がある。

本研究では、低コストかつ現地事情に適した発電技術として、F社(広島県)が開発した潮流発電および小水力発電に着眼し、その実験データを確認した。これらの発電方式は、いずれも海水や河川の流れの運動エネルギーを利用しており、

- ① 1.5m/secの水流、水深30～40cmがあれば、発電可能
- ② CO₂を排出しない自然エネルギー
- ③ 太陽光発電、風力発電と比較しても発電効率が良く、雨季の多いミャンマーに適している等の優位性がある。

F社は、現在、ミャンマー工業省との連携協力により、現地において水車式ロータリータービンによる発電プロジェクトを実施中であり、その詳細は現地の新聞にも掲載されている(写真20～21)。本研究の目的達成に向けても、その技術的効果およびミャンマー中央政府との連携に期待が持てる。

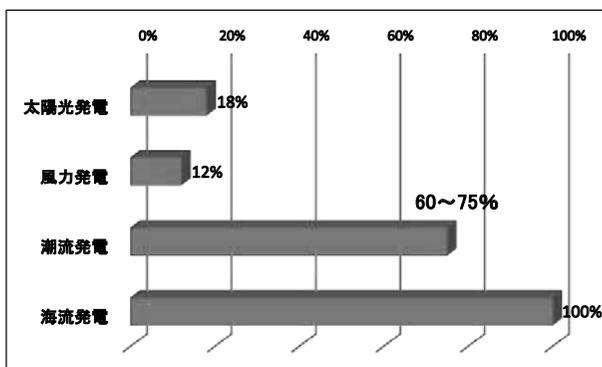


図11 主な自然エネルギーの変換効率
(資料) F社ホームページ[33]。

4.3 コールドチェーン輸送モデルの構築

本研究では、以上のヒアリング調査および技術検証結果等を踏まえ、ミャンマーにおける水産物のコールドチェーン構築に向けた戦略の方向性について、チェーンの「上流」「中流」「下流」に分けた輸送モデルを以下に示した(図12参照)。

4.3.1 水産コールドチェーン「上流」における戦略可能性

(1) 現地政府・漁業関係者と連携した水産資源の持続的確保 (養殖を含む)

ラカイン州西海岸の沿岸は、豊富な水産資源に恵まれている(写真22)。しかし、これを持続的な高付加価値ビジネスにつなげるためには、コールドチェーンの「上流」からマネジメントを行う継続的な取り組みが求められる。

例えば、海洋漁獲に加え、天候等による漁獲量変動の影響を極力最小化できる養殖等の技術向上が求められる。現地政府当局・漁業組合関係者等と十分な連携のもと、現地政府の水産振興政策に則した水産資源管理を実施することが重要といえる。

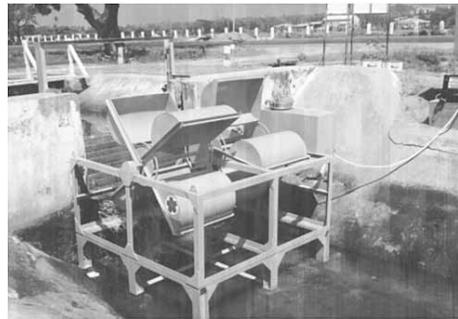


写真 20 ~ 21
水車式タービンによる発電プロジェクトと
現地新聞掲載記事

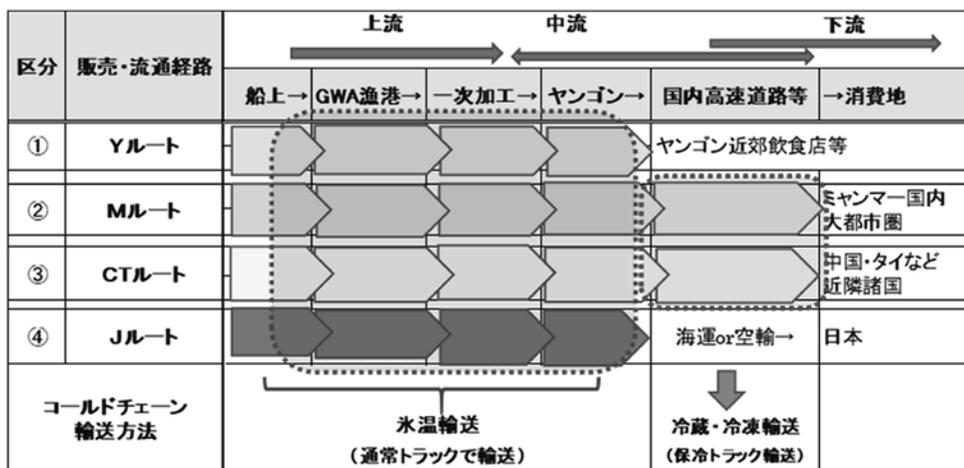


図 12 水産物のコールドチェーン輸送モデル

本研究との関連では、「好適環境水」を用いた水産養殖技術ノウハウの供与およびA社をはじめとする鳥取県内の漁業協同組合や水産試験場関係者によるラカイン州への漁獲・養殖等の技術供与が考えられる。現在、東南アジアをはじめ発展途上国に対する水産技術指導等の事例の多くは、日本の地方レベルの水産関係者による国際貢献である。A社は、7～8年前からラカイン州から技術研修生を受け入れており、現地政府関係者との人脈も深い。地方の中小企業、水産関係者による継続的な取り組みが期待される。



写真 22 GWA 漁港の水産物

(2) 水産物の一次加工技能の向上および雇用確保

漁獲した水産物のコールドチェーン輸送を行う場合、漁獲したそのままの状態か、それとも内臓取り出しなど簡単な一次加工処理後に運ぶのか(写真 23)、魚種や販売先の品質要求ニーズに応じた判断が求められる。



写真 23 水産物の一次加工

ラカイン州GWA漁港には粗末な水産加工場しかなく、その多くは人手による作業である。A社で技術研修を終えたスタッフが指導役となり、加工技術レベルを向上させる教育訓練の仕組みづくりや設備機器の導入が必要である。

4.3.2 水産コールドチェーン「中流」における戦略可能性

(1) ラカイン州からヤンゴンまでの氷温技術によるコールドチェーン輸送による実証実験

ラカイン州西海岸GWA漁港から大都市ヤンゴンまでの片道約6時間の輸送について、氷温技術を活用した同国初の輸送実証実験を行うべきである。

具体的には、

＜方法①＞氷詰め輸送（従来方法）、

＜方法②＞氷温ジェルアイスによる輸送、

＜方法③＞氷温カーゴによる輸送

の3つの方法の比較実験を行う。＜方法②＞の氷温ジェルアイス製造機器については、導入時は日本人技術者の現地派遣が必要であるが、その後はオペレーションおよび機器メンテナンス等を含め、現地スタッフで行えるよう技術指導を徹底し、コールドチェーン輸送技術の持続的定着を図る。

なお、＜方法③＞の氷温クールカーゴは、漁船への積載・稼働も可能であると考えられることから、洋上の漁獲段階からの氷温技術の利用可能性についても実証実験を行う。

(2) B社輸送ルート活用による近隣地域へのコールドチェーン輸送

ヤンゴン到着以降は、販路別に以下の4つのルートに分け、B社の保冷トラックによる

輸送の可能性を探る (図13参照)。

- ①ヤンゴン近郊のホテル、飲食店等 (以下、「Yルート」)
- ②ヤンゴン→首都ネピドー→大都市マンダレーなど、ミャンマー国内の大都市圏 (以下、「Mルート」)
- ③ヤンゴン→マンダレー→国境都市ムセ→中国 (雲南省) のほか、ヤンゴン→国境都市ミャワディ→タイなど近隣諸国向けの輸出 (以下、「CTルート」)
- ④日本市場向けの海運または空輸による輸出 (以下、「Jルート」)

上記④のJルートについては、日本の厳しい品質基準をクリアする必要があるため、やや中長期的な取り組みが予想されるが、それ以外のルートはB社の現在の国内輸送網を活用可能であり、水産物のコールドチェーン輸送として実現が期待できる。

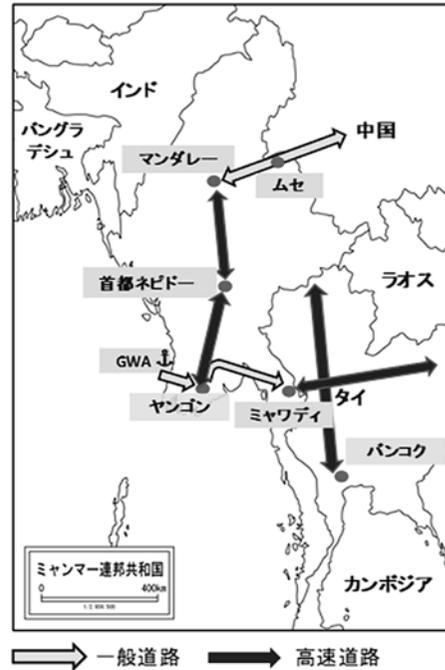


図13 B社の主要輸送ルート (前掲)

(3) 中長期展望を見据えた保冷施設の確保

中長期的展望の観点からミャンマーにおける生鮮品のコールドチェーンビジネスの展開を考えると、出荷調整、一時保管、帰り荷の安定確保、近隣諸国との輸出入取引、通関手続きなど一定の保冷保管施設が必要と考えられる。

C社がティラワ経済特区 (ヤンゴン市郊外) に建設した大型物流倉庫は、4温度帯9温度管理の保管・管理機能のほか、保税機能を併せ持つ万能型施設である。今後、ミャンマー国内の経済成長に伴い、日本を含めた近隣アジア諸国との貿易取引も活発化すると予想されることから、中長期展望を見据えた保冷施設としての可能性が広がる。

4.3.3 水産コールドチェーン「下流」における戦略可能性

(1) コールドチェーン「出口」としての消費地における販売先確保

一般に、商品流通においては、いかに「出口」に良質な販売先を確保できるかが、その持続的成否を決定する大きな要因となる。本研究におけるラカイン州西海岸の水産物においても、例えばヤンゴン市内のホテル、レストラン、日本食料理店、あるいは近隣の中国雲南省やタイの良質な取引先等の販路をどれだけ確保できるかが大きなポイントとなる。

こうした課題を解決するには、例えばわが国であれば官民挙げての物産見本市開催など、販路拡大のための様々な取り組みが実施されるのが通例である。ラカイン州にとっても、今後、現地の漁業関係者等による個別の販売先開拓はもちろん、現地政府、先進国政府 (日

本であれば JICA、JETRO など) および物流企業等を巻き込んだ販路拡大の取り組みが期待される。

(2) 将来的なサプライチェーンマネジメント構築に向けて

本研究における水産物のコールドチェーンは、本来はサプライチェーンマネジメント (SCM) のひとつの類型である。したがって、チェーンの「上流」から「下流」まで、物流トレーサビリティ等を含むトータルなビジネスマネジメントを徹底し、全体最適化を図ることが最終的な到達目標となる。

しかしながら、とくに「上流」のラカイン州西海岸においては、現時点では IT 技術をはじめとするビジネスレベルが未発達であり、今後、現地政府等と連携した先進国のノウハウ支援が必要と言える。

第5章 おわりに

本研究は、JICA 支援事業申請へ向け、ミャンマーにおける水産物のコールドチェーン構築に向けた戦略可能性について、現地（とくに、ラカイン州西海岸）の事例研究を通じ、その課題と解決手法を明らかにすることがテーマであった。

第1章では、本研究の目的を述べるとともに、ミャンマーの水産業、ラカイン州におけるコールドチェーンの現状および課題等について概観した。

第2章では、本研究に関連し、①ラカイン州 GWA 郡区の漁業の現状、②ラカイン州の水産物の流通経路、③ミャンマーにおけるコールドチェーンの現状、の3つのテーマに関する計6編の先行研究を紹介し、その課題について考察した。

第3章では、上記の先行研究およびこれまでの現地調査等を踏まえ、コールドチェーンに関する課題解決に向けた実践的な戦略の方向性として、氷温技術を利用した輸送方法、ミャンマー国内および近隣諸国への輸送ルート等について、一定の仮説を示した。

第4章では、上記仮説の実現可能性を検証するため、A社、(公社)氷温協会、現地進出B社およびC社、ラカイン州 GWA 郡区政府当局・同漁業組合、JICA ヤンゴン事務所へのヒアリング調査を行い、コールドチェーン構築に向けた具体的な戦略の方向性について検証・考察した。また、このヒアリング調査結果を踏まえ、現地での氷温輸送を想定した製品技術データ、好適環境水を用いた水産養殖技術実験データ、潮流発電や小水力発電のエネルギー変換効率データなど、水産コールドチェーン構築へ向けたそれぞれの実験データ等を確認した。さらに、それらの検証結果等を踏まえ、チェーンの「上流」「中流」「下流」に分け、B社輸送ルート活用等によるコールドチェーン輸送モデルを示した。

ミャンマー（とくに大都市圏を除く地方）において、コールドチェーンが未整備であることは、以前から多くの政府・企業関係者および先行研究等によって指摘されてきた。しかし、その課題を解決する具体的な事例にもとづく実践的な戦略は、これまでほとんど明確にされなかった。発展途上国に対し、先進国のノウハウ支援を謳うのは容易であるが、実際の途上国のビジネス現場においては、日本の多くの中小企業等が実践的かつ機動的な「小さな改善」を一

つひとつ積み重ねていくケースが多いのが実態である。

本研究は、実在企業や現地関係者へのヒアリング調査をもとに、一定の戦略の方向性と水産コールドチェーン輸送モデルを示した。今後、少しでも関連研究の参考になれば幸いである。

なお、現時点において、本研究は道半ばである。第4章で示した氷温技術を活用した輸送の比較実証実験等は、次回以降の現地調査に委ねられる。本研究の目的実現へ向け、今後も引き続き課題解決に向けた考察・検証を深めていきたい。

謝辞

本研究は、平成29年度科学研究費助成事業（基盤研究（C）、研究課題「中小企業のPBL実例およびデルファイ手法にもとづくビジネスケースメソッド教材開発」課題番号:17K04894）による助成を受けた研究の一部である。

また、本研究の事例として取り上げたA社、B社、C社、D社、E社、F社の関係者をはじめ現地関係者、（公社）氷温協会関係者、岡山理科大学 山本准教授など多くの関係者には、ヒアリング調査等に係る事前準備を含めた対応、資料・データの提供、図表・写真の掲載許諾、論文原稿のチェックなど、本研究の円滑な遂行に対し、多大なるご理解・ご協力を頂いた。心より感謝申し上げたい。

[注1] 日本の中小企業が利用するJICA支援事業は、①基礎調査、②案件化調査、③普及・実証事業の3つに大別される。いずれも中小企業が持つ優れた技術、製品、事業アイデア等を途上国の社会経済開発に活用することを目的としたODA活用による民間企業への海外展開支援事業である。現地調査の成熟度や実現可能性に応じて、上記3つの段階レベルがあり、調査・事業経費（支援金額）も異なる。

[注2] ミャンマーは、1989年に国名がビルマ連邦からミャンマー連邦共和国に、2006年に首都がヤンゴンからネピドーに、それぞれ変更になった。なお、旧首都ヤンゴンは、1989年に旧名ラングーンから改称されたが、現在もミャンマー国内最大の都市であることから、JICA、JETROなど日本政府の主要関係機関のほとんどはヤンゴン市内に事務所を置いている。

[注3]（独）工業所有権情報・研修館「特許情報プラットフォーム J-Plat Pat」において、「氷温」でキーワード検索した結果の件数。

[注4]（公社）氷温協会は、多くの特許を保有しているが、企業等に対し、その特許の通常実施権を与えることにより、多くの氷温食品が生まれている。また、（株）氷温研究所は、（公社）氷温協会の関連企業として、氷温技術の研究開発、特許技術の提供、特許ライセンス契約の管理等を行っている。

引用文献

- [1] 白地図専門店「世界の白地図」(著作権フリーソフト)
http://www.freemap.jp/item/asia/kouiki_eastsouth.html, 2018.6.17 取得。
- [2] GLOBAL NOTE「世界の1人当たり名目GDP 国別ランキング・推移 (IMF)」
<https://www.globalnote.jp/post-1339.html>, 2018.6.17 取得。
- [3] 経済産業省「ミャンマー産業発展ビジョン」2015年7月、pp.66-68.
- [4] GLOBAL NOTE「世界の水産物の漁獲量・生産量 国別ランキング・推移」
<https://www.globalnote.jp/post-6999.html>, 2018.6.17 取得。
- [5] GLOBAL NOTE「ミャンマー 水産物の漁獲量・生産量」
https://www.globalnote.jp/p-cotime/?dno=5160&c_code=104&post_no=6999, 2018.6.17 取得。
- [6] 高木映、緒方悠香「ミャンマー連邦共和国ゲサウン沿岸部における漁村の実態調査ーエビ流通と観光漁業活動を中心にー」『農業国際協力』13、2014年3月、pp.23-28.
- [7] 山根昭彦「水温食品入門」日本食糧新聞社、2015年5月、p.5.
- [8] 農林水産省「水産物の生産量、輸入量、輸出量、用途及びコールドチェーンに関する調査報告書」2015年1月、p.8.
- [9] (独)日本貿易振興機構(JETRO)「農林水産物・食品 国別マーケティング基礎情報」2017年6月。
- [10] 大西信弘「ミャンマー、ラカイン州グワ郡における水産資源利用と漁労形態」『Japanese journal of tropical agriculture 49 (Extra_issue_1)』,2005年3月、pp.89-90.
- [11] 高木ら(2014)、再掲、pp.23-28.
- [12] 岡本郁子「研究ノート ミャンマーの農村間労働移動ーヤカイン州漁業労働者の事例ー」『アジア経済』、(独)日本貿易振興機構(ジェトロ)アジア経済研究所、50巻3号、2009年3月、pp.48-69.
- [13] 高木ら(2014)、再掲、pp.23-28.
- [14] 農林水産省(2015)、前掲、p.9.
- [15] 榎大和総研「タイ・ベトナム・ミャンマーにおける食品市場環境調査報告書」2013年3月、p.77.
- [16] (独)日本貿易振興機構(ジェトロ)ヤンゴン事務所「ミャンマーのエネルギー分野に関する調査」、2017年5月、pp.12-13.
- [17] A社ホームページ。<http://kanisho-m.com/>, 2018.7.21 取得。
- [18] (公社)水温協会ホームページ。「公益社団法人水温協会の沿革」
<http://www.hyo-on.or.jp/index.php?view=8903>, 2018.7.21 取得。
- [19] (公社)水温協会ホームページ。「水温の原点」
<http://www.hyo-on.or.jp/index.php?view=8905>, 2018.7.21 取得。
- [20] (公社)水温協会ホームページ。「平成29年度事業計画」
<http://www.hyo-on.or.jp/index.php?view=9067>, 2018.7.21 取得。
- [21] 山根昭彦(2015)、前掲書、pp.30-31.
- [22] (独)工業所有権情報・研修館「特許情報プラットフォーム J-Plat Pat」
<https://www.j-platpat.inpit.go.jp/web/all/top/BTmTopPage>. 2018.7.21 取得。
- [23] 山根昭彦(2015)、前掲書、pp.89-91.
- [24] (公社)水温協会ホームページ。「水温ジェルアイス」
<http://www.hyo-on.or.jp/index.php?view=8930>, 2018.7.21 取得。
- [25] (公社)水温協会ホームページ。「水温機器」
<http://www.hyo-on.or.jp/index.php?view=8987>, 2018.7.21 取得。

- [26] E社ホームページ。 <https://www2.taiyokogyo.co.jp/fct/coolcargo.html>, 2018.7.21 取得。
- [27] (公社)水温協会ホームページ。「水温機器」, <http://www.hyo-on.or.jp/index.php?view=8987> 2018.7.21 取得。
- [28] 日本経済新聞、2016.4.11 付記事。
- [29] C社ホームページ。「代表メッセージ」 <https://www.ryobi.gr.jp/message/4904/>, 2018.7.21 取得。
- [30] C社ホームページ。「News」 <https://www.ryobi.gr.jp/news/4910/>, 2018.7.21 取得。
- [31] E社製品カタログ「クールカーゴ」。
- [32] (独)工業所有権情報・研修館「特許情報プラットフォーム J-Plat Pat」特許公開文献
https://www7.j-platpat.inpit.go.jp/tjk/tokujitsu/tjkt/TJKT_GM301_Detailed.action, 2018.11.5 取得。
- [33] F社ホームページ。「潮流発電」 <http://www.naikai-power.co.jp/tidal/nova-energy.html>, 2011.11.2 取得。