

水産基盤整備等によるCO₂排出削減シナリオと その効果に関する研究

THE STUDY OF MAKING AND CARRYING OUT THE SCENARIOS WHICH
WOULD REDUCE CO₂ EMISSIONS IN FISHING VILLAGE, AND THE
PRESENTATION OF THE EVALUATION OF THOSE SCENARIOS

浅川典敬¹・古屋温美²・黒澤馨³・上川浩幸⁴・隅江純也⁵・長野章⁶

Noritaka ASAKAWA, Atsumi FURUYA, Kaoru KUROSAWA, Hiroyuki KAMIKAWA,
Junya SUMIE and Akira NAGANO

¹正会員 財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 (〒101-0047 東京都千代田区内神田1-14-10内神田ビル)

²正会員 工博 北海道大学大学院水産科学研究院 (〒041-8611 函館市港町3-1-1)

³正会員 水産庁 漁港漁場整備部 (〒100-8950 東京都千代田区霞が関1-2-1)

⁴国土交通省北海道開発局札幌開発建設部 (〒060-8506 札幌市中央区北2西19)

⁵財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 (〒101-0047 東京都千代田区内神田1-14-10内神田ビル)

⁶正会員 工博 公立はこだて未来大学教授 情報アーキテクチャ学科 (〒041-8655 函館市亀田中野町116-2)

The CO₂ emissions from the activities in fishing village are caused by the consumption of fossil fuels and waste emissions. The reduction of CO₂ emissions will be possible by saving energy, innovation of new energy and new technology and effective use of waste emissions.

Sampling Minamikayabe area in Hakodate City, We present the following scenarios that reduce CO₂ emissions by fishery infrastructures and calculate the amount of CO₂ reductions due to the above scenarios.

In the end, the effects of this reductions are evaluated using the WIO(waste input-output table).

Key Words : CO₂ emissions in fishing village, saving energy, innovation of new energy, new technology, effective use of waste emissions

1. はじめに

漁業のCO₂排出量は主に化石燃料消費や廃棄物排出に由来し、漁業作業の効率化、省エネ推進、新エネや新技術導入、廃棄物有効活用等によりCO₂排出量削減が可能である。

本研究の目的は北海道函館市の漁村を対象として、水産基盤整備等によるCO₂排出量の削減対策を提案し、この漁村全体のCO₂削減効果をCO₂のライフサイクルを考慮した環境分析用産業連関表(以下WIO)を用いて分析・評価することである。更に漁業や漁村が排出権取引など環境価値流通へ今後参画する可能性も視野に入れている。本論文では図-1 に示す4. 水産基盤整備等によるCO₂削減の研究成果を報告する。

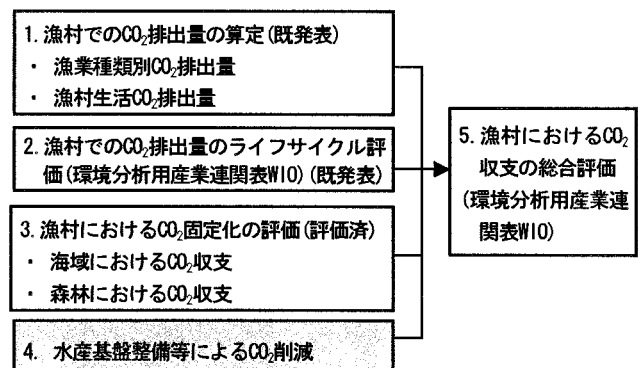


図-1 漁村におけるCO₂収支の総合評価研究フロー

2. 研究の内容

(1) 漁村のCO₂排出の実態

本研究で対象地域とした北海道函館市南茅部地域(旧南茅部町)は、人口6,754人(平成17年)の漁村である。平成16年の漁業生産量と生産額は38,117トン、87億円であり、函館市の漁業生産のうち生産量で5割、生産額で4割を占めている。

漁業は生産活動の中で化石燃料の使用量が多いことからエネルギー起源のCO₂排出量が多く、これまでの研究では1990年の海面漁業のCO₂排出強度は全産業中10位という朝倉ら¹⁾の報告がある。

表-1 南茅部地域のCO₂排出量

	部門	CO ₂ 排出量(t-CO ₂)
産業部門	農林業	900
	昆布漁業	21,347
	定置網漁業	2,413
	刺網漁業	3,415
	延縄	0
	イカ漁業	3,053
	その他の漁業	3,541
	水産加工業	2,358
	リサイクルセンター	54
	製造業	380
	機械製品	423
	教育研究	139
	医療社会福祉	234
	サービス	619
	飲食サービス	18
	旅館宿泊(温泉)	1,499
廃棄物処理部門	INC(焼却)	208
	LND(埋立)	281
	SHR(破砕)	6
	FLD(最終需要)	2,445
	合計	43,332

表-2 人口1人当たりCO₂排出量の比較

	旧南茅部町	札幌市
人口(人)	6,754(H17)	1,851,125(H15)
地域のCO ₂ 排出量 (万t-CO ₂ /年)	4.3	1,115
市(町)民一人あたり CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /人)	6.4	6.0

※札幌市のデータは札幌市温暖化対策推進計画(改訂素案)平成19年2月より算出

筆者等はこれまで南茅部地域におけるCO₂排出量を表-1²⁾の通り試算している。表-1によると南茅部地域のCO₂排出量は年間43,332t-CO₂/年であり、この中で漁業の排出量は合計33,769t-CO₂/年と地域の排出量の約8割に相当する。また表-2のように南茅部地域のCO₂排出量を札幌市のそれと比較したところ、人口一人当たりのCO₂排出量は南茅部地域が6.4t-CO₂/年、札幌市が6.0t-CO₂/年となり、オフィスビルや自動車、人口等の少ない南茅部地域が札幌市を上回っている。

このような漁村におけるCO₂排出の現実を踏まえ、本研究では対象とした南茅部地域において、主要な排出源となっている漁業を対象としたCO₂排出量削減対策(CO₂排出量削減シナリオ)を提案し、その定量化を行なう。

(2) CO₂排出量削減シナリオの設定

漁村におけるCO₂排出量削減シナリオは表-3に示す通り設定する。

これら5つのシナリオは、イカ釣り漁業の操業状況、コンブ漁業の乾燥作業状況、東部地区コンブ種苗生産施設の作業内容、漁業関連施設でのエネルギー使用量、水産廃棄物の処理量及び処理過程など実態を現地調査とヒアリングにより把握した上で、CO₂排出量削減に向けた具体的方法を提案する。

表-3 CO₂排出量削減シナリオの設定

	CO ₂ 排出量削減シナリオの考え方	シナリオの内容
1. イカ釣り漁船の省エネルギー化	イカ釣り漁船1隻当り一日の平均A重油使用量は約600リットルであり、その約7割は集魚灯(メタルハイドライド灯)による消費である。1隻1日当りの集魚灯及び漁船の重油消費量、CO ₂ 排出量を削減する。	消費電力が現行のメタルハイドライド灯の1/30である光ファイバー灯へ転換する。これによって漁船全体の燃料消費量を削減する。他に青色LEDを利用するものもあるが、光ファイバーは初期費用が安価で加工性に優れているので本研究では光ファイバーを選択する。
2. コンブ乾燥場の効率化	養殖コンブ漁期(7~8月)に漁家が一日1トンの生コンブ乾燥に使用するA重油は120リットル/日(モデルとした1漁家の1施設)である。乾燥場における熱利用を効率化し重油消費量、CO ₂ 排出量を削減する。	放熱や排出空気で失う熱ロスに対し、熱交換による熱利用システムを新たに考案し省エネを実現する。既存設備を改造して極力設備費用を低くできるようなシステム作りを考える。システム概要図は図-4に示す。
3. 漁村の新エネルギー導入	漁村に立地する漁業関連施設に新エネルギーを導入し、電力消費量、CO ₂ 排出量を削減する。	水産基盤整備事業の補助事業で導入が可能な3施設(養殖コンブ種苗生産施設、漁協事務所、製氷貯水庫)を対象施設として、使用電力の一部に太陽光発電を導入する場合の発電規模を想定する。
4. 種苗生産施設の省エネルギー化	東部地区コンブ種苗生産施設で使用する海水の加温減菌処理工程の熱利用を効率化し、重油消費量、CO ₂ 排出量を削減する。	前浜から取水する種苗育成用の海水(15℃)を滅菌処理用に80℃に加温後、種苗育成タンクへ送り10℃に冷却する。加温後海水と加温前の取水海水との熱交換により、加温前の海水温度を上げ、加温に必要な熱量を少なくする。システム概要図は図-5に示す。
5. 水産廃棄物リサイクル	南茅部地域に立地するリサイクルセンターではコンブ根株やホタテ貝殻等の水産廃棄物と、牛糞、パルク材などバイオマス資源を発酵処理し堆肥化している。発酵処理の際に空中に放出されるガスを熱エネルギーに変換し重油等の代替に使用しCO ₂ 排出量を削減する。	リサイクルセンターで処理される水産廃棄物は約2,600トン/年、うちコンブ残渣が1,600トン/年である。これに牛糞とパルク材を各25%混ぜて発酵処理した場合に発生するバイオガスを熱エネルギーに変換する。この熱エネルギーがガスに由来する場合と重油の燃焼に由来する場合のCO ₂ 排出量削減量を求める。

3. CO₂排出量削減シナリオの具体化

(1) イカ釣り漁船の省エネルギー化

光ファイバーを活用したイカ集魚灯の利用によって、集魚灯点灯時のエネルギー消費量とCO₂排出削減量を試算する。試算方法は図-2 に示すとおりであり、各計算式は以下のとおりである。この式に従い試算した結果を表-4に示す。

$$\begin{aligned} & \text{イカ釣り漁業のCO}_2\text{排出量 (kgCO}_2\text{/年)} \\ &= \text{漁船隻数 (隻)} \times \text{操業日数 (日/年)} \\ & \quad \times \text{消費燃料 (L/日)} \times \text{CO}_2\text{排出係数 (kgCO}_2\text{/L)} \quad (1) \\ & \text{漁船隻数: 14隻} \\ & \text{操業日数: 90日} \\ & \text{CO}_2\text{排出係数: 2.71kgCO}_2\text{/L (環境省の排出係数一覧表より)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{消費燃料 (L/日)} \\ &= \text{航走消費燃料} + \text{操業消費燃料 (集魚灯 +} \\ & \quad \text{(イカ釣り機 + 作業灯))} \quad (2) \\ & \text{消費燃料の比率} = \text{航走消費燃料} : \text{操業消費燃料} \\ &= 3 : 7^3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{集魚灯消費燃料(L/日)} \\ &= \text{集魚灯出力 (kw)} / \text{発電機出力 (kw)} \times \text{発電効率} \\ & \quad \times \text{発電機消費燃料 (L/h)} \times \text{操業時間 (h)} \quad (3) \\ & \text{ヒアリング、発電機仕様より以下の条件を設定} \\ & \text{集魚灯出力 (kw): 現行集魚灯150, 光ファイバー 3^4)} \\ & \text{発電機出力: 250kW (電気業者ヒアリング)} \\ & \text{発電効率: 0.6 (")} \\ & \text{発電機消費燃料: 67.4L/h (")} \\ & \text{操業時間: 10h (漁協ヒアリング)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{イカ釣り機及び作業灯消費燃料 (L/日)} \\ &= \text{操業消費燃料 (L/日)} \\ & \quad - \text{イカ集魚灯消費燃料 (L/日)} \quad (4) \end{aligned}$$

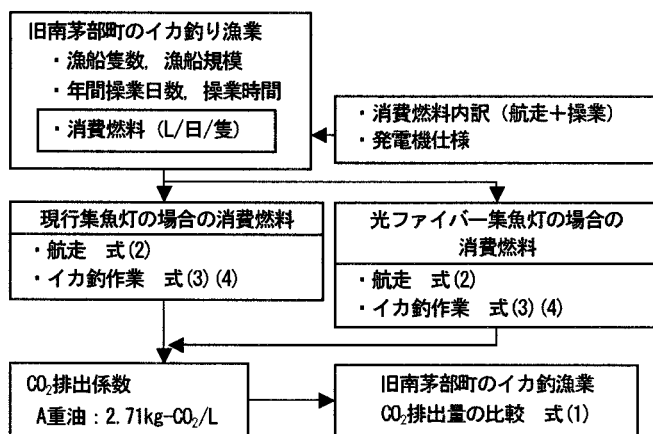


図-2 イカ釣り漁船の省エネルギー化によるCO₂排出削減量試算のフロー図

表-4 CO₂排出削減量の試算結果

イカ釣り漁業	単位	現行集魚灯	光ファイバー集魚灯
集魚灯出力	kW	150	3
消費燃料	L/日	600	362
航走		180	180
発電機(250kVA:67.4L/h)		420	182
内訳 イカ集魚灯		243	5
イカ釣り機+作業灯		177	177
CO ₂ 排出係数(A重油)	kgCO ₂ /L	2.71	2.71
CO ₂ 排出量	kg-CO ₂ /日/隻 t-CO ₂ /年	1,626 2,049	982 1,237
CO ₂ 排出削減量	t-CO ₂ /年	-	-812

光ファイバー集魚灯を利用した場合、集魚灯消費燃料の削減によって消費燃料が削減され、その結果、CO₂排出量が削減される。この結果を表-4 に示す。

現行集魚灯は、1日1隻あたり1,626kg-CO₂のCO₂を排出しており、南茅部町全体では1年間に2,049t-CO₂を排出する。一方、光ファイバー集魚灯の場合、1日1隻あたり982kg-CO₂のCO₂を排出し、年間で1,237t-CO₂排出する。この結果、現行に比べ排出削減量は812t-CO₂となる。

(2) コンブ乾燥場の効率化

一日1トンの生昆布乾燥に使用するA重油は120リットル/日(モデルとした1漁家1施設)である。昆布の乾燥場では、乾燥機により熱した空気で昆布の水分を蒸発させ、水分の多く含んだ空気を外に排出し、外の乾燥した空気を取り入れることにより昆布の除湿を行っている。乾燥機により発生した熱は、蒸発潜熱の他に、暖かい空気を外に排出することによる換気熱ロスと建屋の屋根や壁から放熱される建屋放熱ロスがある。乾燥場1施設のシステムイメージ図を図-3 に示す。

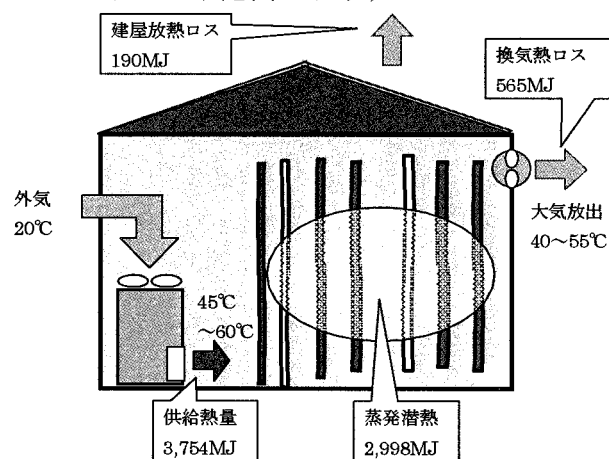


図-3 現状の昆布乾燥システムイメージ図

昆布の乾燥効率化として、換気により大気放散している高温の空気を集約し、熱交換きによって外気から取り入れる空気の予熱に利用する。その試算結果とシステムイメージ図を表-5、図-4 に示す。

これより、1漁家当りのCO₂排出量は34.3kg-CO₂、南茅部地区での年間CO₂排出量は679t-CO₂削減される。

表-5 排熱回収によるCO₂排出削減量の試算結果

項目	単位	記号・計算式	数値
設計用外気温度	℃	A	20
室内温度(前半 5h)	℃	B	40
(後半 6h)			55
熱交換率	%	C	70
加温量(前半 5h)	K	D=(B-A)×C	14
(後半 6h)			24.5
乾燥時間(前半)	h/日	E	5
(後半)			6
換気風量	m ³ /h	F	1506
比熱	kJ/kg	G	1.006
比重	kg/m ³	H	1.204
回収熱量	MJ/日	I=D×E×F×G×H	396
ボイラー効率	%	J	80
稼働日数	日	K	50
コンプ漁家数	戸	L	396
A 重油発熱量	MJ/L	M	39.1
A 重油削減量(日)	L/日/漁家	N=I÷J÷M	12.7
A 重油削減量(年間)	kL/年/地区	O=N×K×L	251
CO ₂ 排出係数(A 重油)	Kg-CO ₂ /L	P	2.71
CO ₂ 排出削減量(日)	Kg-CO ₂ /日	Q=N×P	34.3
CO ₂ 排出削減量(年間)	t-CO ₂ /年/地区	R=O×P	679

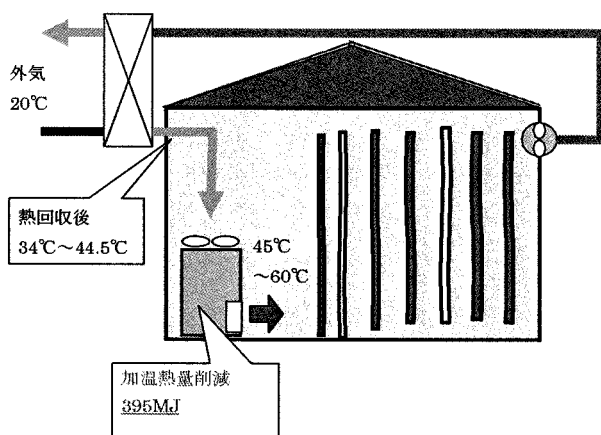


図-4 昆布乾燥効率化システムイメージ図

(3) 漁村の新エネルギー導入

漁村地区において新エネルギーの導入を検討する検討対象となる新エネルギーとしては、風力発電や太陽光発電が想定できるが、南茅部地域の風速は、事業採算性を確保する目安の年平均風速6m/s(地上30m)を満足しない。一方、日射量は太陽光発電の導入事例のある札幌と同程度であることから、本研究では太陽光発電を導入するモデルを考えた。

対象施設は表-6 に示す電気消費量の大きい4施設とした。これを見ると、①、③、④施設の年間使用電力量は、契約電力の規模に比べると稼働率が15.7～22.8%と低い値となっている。②施設は、本部事務所を含めての電力契約となっており、事務所が一定レベルで電力を使用するため稼働率は48.6%になっている。

月別の使用電力量は、製氷庫は月によって2、3倍の格差があった。これは漁獲量に応じて製氷量が変化するためと考えられる。また、種苗センターは使用時期が決まっており、4～9月の電力使用量が契約電力の3%程度と低くなっている。

北電との契約電力規模を勘案しつつ、太陽光発電の導

入を検討した。その試算結果を表-7 に示す。

表-6 新エネルギー導入対象施設

項目	単位	①	②	③	④
		海水製氷庫	真水製氷庫 + 漁協事務所	東部種苗 センター	西部種苗 センター
契約電力	kW	164	61	107	83
需要量	MWh/年	265	259	214	114
年間稼働率	%	18.4	48.6	22.8	15.7

契約電力は設備機器の容量や使用時間帯に応じて最大規模で(日時間帯のピーク容量)契約しているものと想定される。設備稼働率が低いため、太陽光発電設備の導入規模は投資額を抑制するため契約電力の50%相当とした(②施設は稼働率が高いため、70%)。ただし現在道内で導入されている太陽光発電は5～50kWであるため、50kWを最大規模としている。

なお、季節、曜日や時間帯における余剰電力(発電電力量ー消費電力量)は電力会社に売電することを想定する。発電量は「パネル面積×日射量×補正係数」により試算した。NEDO 新エネルギーガイドブックより、kW当りのパネル面積を9m²/kW、補正係数を0.065とした。また、日射量はNEDOの日射量算定ツール“MESH-METPV”より、月毎の値を使用した(積雪を考慮し、傾斜角40℃)。この結果4施設の合計CO₂削減量は71.4t-CO₂/年となる。

表-7 計算結果

項目	単位	①	②	③	④
		海水製氷庫	真水製氷庫 + 漁協事務所	東部種苗 センター	西部種苗 センター
導入出力	kW	50	43	50	42
発電量	MWh/年	40	35	40	34
CO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年	19	17	19	16
太陽パネル 設置面積	m ²	450	387	450	378

(4) 種苗生産施設の省エネルギー化

東部種苗センターでは、海水を用いて昆布種苗を育てており、一日15トンの海水を汲み上げ定期的に交換している。

滅菌のため15℃で汲み上げた海水をボイラーで80℃まで加温した後、井水で冷却を行い10℃にする(冷却後の水は排水)。その後、冷凍機を用いて冷水を循環させ温度を一定に保っている。この滅菌のため、1日当たり220Lの重油を使用している。

そこで、ボイラーに入る前と出た後の海水を熱交換させることにより、ボイラーに入る前の海水の予熱、出た後の冷却が同時に行われる。これにより、加温のための重油使用量の削減及び冷却するための井水使用量の削減が可能となる。

システムイメージ図を図-5 に示す。ボイラーで加温後の滅菌された海水は一度全て種苗タンクに送られ、その後ボイラーに海水が再び送られて加温を開始する。そのため、ボイラーから出る水量とボイラーへ供給される水量は時間的に差があるため、ボイラーで加温された海水が種苗タンクへ行くまでの間に熱交換機を設置し、加

温前の貯水タンクと熱交換するシステムを提案した。

この提案による省エネ効果を表-8 に示す。なお、熱交換しているタンク内温度が上昇すると熱交換率が低下してくるため、熱交換率は50%とした。

これより、1日当たりのCO₂削減量は180kg-CO₂、年間CO₂削減量は22t-CO₂となる。

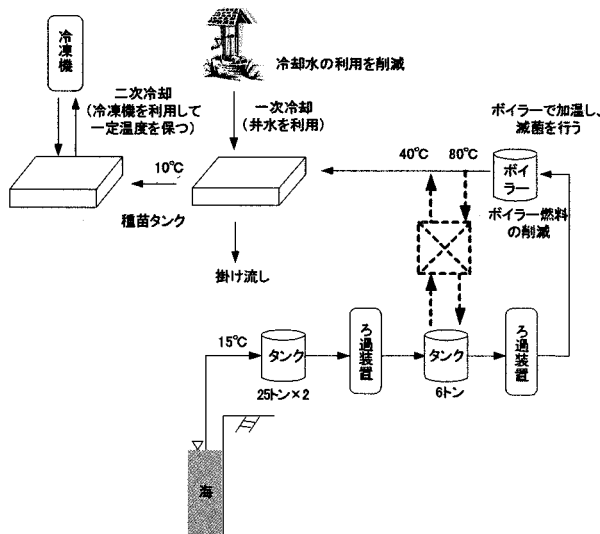


図-5 種苗生産施設システムイメージ図(点線部分：新規施設)

表-8 排熱回収によるCO₂排出削減量の試算結果

項目	単位	記号・計算式	数値
海水汲み上げ量	トン/日	A	15
換算係数(cal→J)	J/cal	B	4.186
熱交換機容量(ΔT)	K	C	40
熱交換率	%	D	50
ボイラー効率	%	E	47.4
削減熱量	MJ/日	F=A×B×C×D	1256
稼働日数	日	G	120
A 重油発熱量	MJ/L	H	39.1
A 重油削減量(日)	L/日	I=F÷E÷H	67.7
A 重油削減量(年間)	kL/年	J=I×G	8.1
CO ₂ 排出係数(A 重油)	Kg-CO ₂ /L	K	2.71
CO ₂ 排出削減量(日)	Kg-CO ₂ /日	L=I×K	183
CO ₂ 排出削減量(年間)	t-CO ₂ /年	M=J×K	22.0

(5) 水産廃棄物リサイクル

南茅部地域のBリサイクルセンターは道内に14の事業所を持ち、各地で農林水産系の製造や加工等の事業活動から排出される未利用有機物(昆布漁業や水産加工業から出る動植物残渣、樹木の皮であるバーク、牛糞等)を用いて発酵処理して堆肥化し販売する事業を行っている。

そのうちのひとつであるBリサイクルセンターは表-9 に示すように、年間約2,600トン(平成14年~16年の平均)の水産廃棄物を処理している。最も多く占めるのはコンブ根株である。これに牛糞とバークを1/2~1/3の比率で混合して発酵し堆肥化している。図-6 はBリサイクルセンターの堆積発酵の様子である。

表-9 水産廃棄物リサイクル施設処理量
(平成14年~16年度 南かやべりサイクルセンター)

単位：トン

種 類	平成14年	平成15年	平成16年	3年平均
ホタテ	953	863	369	728
イカゴロ	91	75	50	72
根株	1,431	1,663	1,410	1,501
雑海藻	41	29	12	27
ヒトデ	0	0	0	0
付着物	48	36	0	28
魚類残渣	209	166	190	188
野菜	0	12	146	53
合 計	2,779	2,844	2,177	2,600



図-6 リサイクルセンター(堆積発酵中のバイオマス)

表-10 バイオガス利用によるCO₂排出削減量

		単位	水産系 廃棄物	牛糞	バーク	合計	備考
熱エネルギー の計算	a. 資源量	t/年	2,600	650	650	3,900	
	b. メタン発生原単位	m ³ /t	22	18	0	-	
	c. バイオガス発生量	m ³ /年	57,200	11,700	26	68,926	a×b
	d. 熱エネルギー	MJ/年	1,871,584	382,824	851	2,255,259	c×ボイラー効率(0.8)× 天然ガス発熱量
	e. 重油代替量	L/年	59,833	12,239	27	72,099	d/ボイラー効率(0.8)/A 重 油発熱量
CO ₂ 削減 量の計 算	f. バイオガス燃焼によるCO ₂ 発生量	kgCO ₂ /年	92,643	18,950	42	111,635	d×天然ガスCO ₂ 換算
	g. 重油燃焼によるCO ₂ 発生量	kgCO ₂ /年	129,701	26,530	59	156,289	d×A 重油CO ₂ 換算
	h. CO ₂ 削減量	kgCO ₂ /年	37,057	7,580	17	44,654	g-f
発熱量	天然ガス	MJ/m ³	40.9				
	A 重油	MJ/L	39.1				
CO ₂ 換算 係数	天然ガス	kgCO ₂ /MJ	0.0495				
	A 重油	kgCO ₂ /MJ	0.0693				

現在、この処理の過程で発生している可能性のあるバイオガス（発生ガスの実態は未計測）を熱エネルギーに変換して重油ボイラー等の代替に用いたと想定し、削減可能なCO₂排出量を試算した結果を表-10に示す。この発酵過程におけるバイオガス発生量は68,926m³であり、これを熱エネルギーに変換すると2,255,259 MJ/年、更にこのエネルギーを重油量に換算すると72,099 L/年となりこれを重油代替量とする。

CO₂排出削減量の計算は、バイオガス燃焼によるCO₂発生量と重油燃焼によるCO₂発生量を計算し、その差をCO₂排出削減量とする。その結果、44,654 kgCO₂/年(45t-CO₂/年)の削減量となる。

4. CO₂排出量削減量とその評価

南茅部地域におけるシナリオによるCO₂排出削減量は表-11に示すように、あわせて1,630t-CO₂/年となった。南茅部地域全体のCO₂排出量43,332t-CO₂/年の約4%である。

また、CO₂排出削減量を仮に金額換算したのが表-12である。本研究では二酸化炭素排出権取引市場におけるCO₂の1トン当たりの金額(22US\$ (約2500円、2006年の取引量と額から算出した平均値))を用い、CO₂削減量1,630トンに乗じると、約4百万円に相当する。

表-11 南茅部地域のシナリオによる排出削減量

CO ₂ 排出削減量	t-CO ₂ /年
イカ釣り漁業の省エネルギー	812
コンブ乾燥の効率化	679
漁業関連施設への新エネルギー導入	72
種苗センターの省エネルギー	22
水産バイオマスの活用	45
合計	1,630
南茅部地域全体の排出量	43,332
シナリオによる削減効果	-3.8%

表-12 CO₂固定量の金額換算 (試算)

	数値	備考
二酸化炭素排出削減量合計 (t-CO ₂ /年)	1,630	
排出権取引市場におけるCO ₂ の1トン当たりの金額 (US\$)	22	約2,500円/トンで計算
CO ₂ 排出量削減の金額換算 (百万円)	4	

5. 主な結論と今後の課題

(1) 主な結論

a) イカ釣り漁業の集魚灯を現行のメタルハライド灯から消費電力が1/30の光ファイバー灯へ転換することで漁船1隻1日当りの集魚灯燃料消費量を1/50に、漁船全

体の燃料消費量は約6割に削減できる。この結果CO₂排出量は812 t-CO₂/年削減できる。

- b) 函館の約400件のコンブ漁家が所有する乾燥場に新たな熱利用システムを導入すると、13%の省エネ実現と679 t-CO₂/年のCO₂が削減できる。
- c) 養殖コンブ種苗生産施設や漁協事務所、製氷貯氷庫の漁業関連施設で利用する電力の一部を太陽光発電に転換した場合、72 t-CO₂/年のCO₂が削減できる。
- d) 養殖コンブ種苗生産施設に熱交換システムを導入することで22 t-CO₂/年のCO₂が削減できる。
- e) 現在稼働している水産廃棄物リサイクルセンターの発酵処理過程で排出されるバイオガスを熱エネルギーに変換し重油の代替エネルギーとして利用することでCO₂の排出量を45t-CO₂/年削減できる。
- f) シナリオによるCO₂排出削減量は1,630t-CO₂/年、これは南茅部地域全体の約4%にあたる。また、CO₂排出削減量を金額換算すると、約4百万円に相当する。

(2) 今後の課題

- a) CO₂排出量削減シナリオで試算したCO₂排出削減量と、本論文では記載していないが既に評価済みの「海域におけるCO₂収支」「森林におけるCO₂収支」をWIOに反映して漁村におけるCO₂収支の総合評価を行う。
- b) 製氷施設、種苗センターの新エネルギー導入や種苗センターの省エネルギー対策は、利用者負担は伴うが国の補助事業で実施できるので本研究で取り上げた。今後、このような漁村のCO₂排出量削減を支援する水産基盤整備等の提案を引き続き行う。また水産バイオマスの活用は、本研究では南茅部地域を対象に試算したが、函館市では加工場から出るイカゴロ処理や排水、廃棄物の問題などがあり、マリンバイオマス事業として広域的に検討すべき課題である。
- c) 陸域と海域に囲まれた漁村はCO₂固定・吸収源として重要な機能を果たしている。このような環境の中で持続的な漁業と生活を実現するため住民一人一人の環境保全意識の向上が不可欠である。

参考文献

- 1) 朝倉等：環境分析用産業連関表，慶応義塾大学出版会
- 2) 浅川典敬，長野章，古屋温美，上川浩幸，中泉昌光：漁村のCO₂排出量LCA分析と削減対策案の評価について，産業連関第15巻3号，pp. 33-43，2008.
- 3) 渡邊一仁，田原聖隆，藤森康澄，清水晋，三浦汀介：イカ漁業のLCIと環境負荷，環境科学会誌，Vol. 19, pp. 15-24, 2006.
- 4) 黄金崎清人，浅川典敬，清野克徳，本松敬一郎，越智正友，鳴海日出人，長野章，梨本勝昭：光ファイバーを利用した集魚灯の開発—光ファイバー照射に対するスルメイカの行動特性—，日本水産工学会学術講演会講演論文集，Vol. 18, pp. 261-264，2006.