

新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業

「小型底びき網漁業における省力・省エネ化技術の開発と普及」

高揚力オッターボードを用いた小型底びき網の実証試験

吉見圭一郎・上田幸男

本事業の目的は、我が国周辺水域の小型機船底びき網漁業（以下、「小底漁業」という）を存続させるための一助として、省力と低燃費を実現する軽量かつ低コストのオッターボードの開発と、実証試験を通しての漁業現場への普及である。

国立大学法人 東京海洋大学を代表機関に、独立行政法人 水産総合研究センター水産工学研究所、独立行政法人 水産大学校、国立大学法人 鹿児島大学、徳島県立農林水産総合技術支援センター、福岡県水産海洋技術センター、ニチモウ株式会社が共同で事業を実施し、このうち徳島県は漁具性能試験を通じた「漁獲効率の実証試験」を担当したので、ここにはその概要を示す。なお、本事業の詳細については、『平成24年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「小型底びき網漁業における省力・省エネ化技術の開発と普及」報告書』を参照されたい。

1. 方法

高揚力オッターボード（HLTD: Hyper Lift Trawl Door）の接地安定性、特に旋回曳網時の姿勢安定性を高めた縦横比0.8の改良型のHLTDを徳島県徳島市、鳴門市、千葉県銚子市の3地区に持ち込み、従来のトロール網と漁具構成（ワープ、ハンドロープなどの索具及び連結に必要な金具類）を組み合わせ、現地の漁船による漁具性能試験と漁獲効率の実証試験を実施した。鹿児島県枕崎沖では、鹿児島大学所属の練習船「南星丸」による漁具性能試験を行った（表1）。

（1）漁具性能試験

徳島県では紀伊水道において、2級船（総トン数：12トン、馬力：77 kw）に改良型HLTD（空中重量：154.5 kg/枚、水中重量：120.9 kg/枚）と立ち網（全長65.3 m、HR：52.3 m、袖最大目合：1,500 mm、身網目合：50.5 mm、コッド目合：25.3 mm、材料：袖部にポリサラン、網口周辺にポリテトロン、ダイニーマ、身網にポリエチレンほか）を組み合わせ、ワープ長300～360 m（水深の約6倍）、船速2.1～2.6ノットの条件で試験を行った。播磨灘では、2級船（総トン数：6.3トン、馬力：48 kw）に改良型HLTD（空中重量：97.9 kg/枚、水中重量：78.0 kg/枚）とミニ立ち網（全長：45.7 m、HR：

36.6 m、袖最大目合：2,100 mm、身網目合：50.5 mm、コッド目合：25.3 mm、材料：袖部にポリサラン、網口周辺にポリテトロン、ダイニーマ、身網にポリエチレンほか）を組み合わせ、ワープ長200～270 m（水深の約5倍）、船速1.9～2.6ノットの条件で試験を行った。

千葉県では銚子沖において、2級船（総トン数：9.85トン、馬力：301 kw）に改良型HLTD（木鉄製、空中重量：183.8 kg/枚、水中重量：143.1 kg/枚）と現用のトロール網（全長37.0 m、HR：26.4 m、袖最大目合：120 mm、身網目合：50.5 mm、コッド目合：33.7 mm、材料：主としてポリエチレン、部分的にナイロンほか）を組み合わせ、ワープ長75～100 m（水深の約2倍）、船速2.3～3.4ノットの条件で試験を行った。鹿児島県では枕崎沖において、南星丸に各種の網とオッターボードを組み合わせ、ワープ長300～350 m（水深の約3倍）、船速1.8～3.6ノットの条件で試験を行った。

（2）漁獲効率の実証試験

徳島県紀伊水道では、HLTDと立ち網、複葉型と立ち網を組み合わせた漁具を用いて実際の操業を行った。操業時間帯は4:00～16:00、1回当たりの曳網時間は1.5時間、1日当たりの曳網回数は5回とし、6日間（10月8、12、16、21日、11月19、20日）で水揚げされた漁獲物の種類と重量の平均値を比較した。播磨灘では、HLTDと立ち網を組み合わせた漁具に、重要魚種のイボダイが入網するかを確かめた。千葉県銚子沖では、HLTDと従来から使っているトロール網を組み合わせた漁具に、重要魚種のヒラメが入網するか確かめた。

2. 結果

（1）漁具性能試験

漁具性能の試験結果を表2に示す。徳島県紀伊水道の試験では、HLTDは直進曳網中のオッターボード間隔の変化が小さかった。直進曳網後に舵角30°の旋回試験を行ったところ、旋回とともにオッターボード間隔は次第に狭くなるが、転倒はせず、360°の旋回終了後には直進時の値に回復した。一方、曳網回毎に投網してから網が着底し、安定した曳網状態における各計測データの平均値をみると、複葉型及び横平板型に比べてHLTDのオッターボード間隔は

複葉型とほぼ同等、横平板型の約1.4倍であった。ワープ張力は複葉型または横平板型を用いた場合とほぼ同等であった。

徳島県播磨灘での試験は、曳網速度とワープ長が異なるので単純な比較はできないが、オッターボード間隔は2.1ノットの低速曳網時でも横平板型を用いた場合とほぼ同等であった。

千葉県銚子沖の試験では、面積1.6 m²のHLTDを用いた場合、横平板型に比べてオッターボード間隔は約1.5倍広く、ワープ張力は約1割小さかった。面積1.26 m²のHLTDを用いた場合、直進曳網中はほぼ直立な姿勢を示し振動も少なかった。途中で舵角15°程度の旋回曳網で左右のオッターボードとも内側に倒れたが、舵を真っ直ぐに戻すと両方とも復元し、オッターボード間隔も次第に回復した。ただ、舵角30°以上の旋回では、HLTDの横転が多発した。一方、曳網回毎に投網してから網が着底し、安定した状態における各計測データの平均値をみると、ワープ長

と曳網速度が同じの横平板型と木鉄製HLTDを用いた場合では、オッターボード間隔はほぼ同じであった。ワープ張力はHLTDの使用時は15%前後小さい傾向にあった。面積が1.26 m²のHLTDを用いた場合では、横平板型に比べてオッターボード間隔は約1.5倍広がった。ワープ張力は約1割小さかった。

(2) 漁獲効率の実証試験

徳島県紀伊水道では、HLTDと複葉型の漁獲物の組成はほぼ同一で、漁獲量はHLTDが多い結果となった(表3)。鹿児島大学によるHLTDの網口開きの計測が複葉型に近い値を記録していることから、HLTDの漁獲効率は複葉型と同等程度の能力を有すると判断される。今回の試験ではHLTDを用いた漁船にタチウオとマナガツオ、複葉型を用いた標本漁船にはクマエビの入網が多くみられた。現行の立ち網を用いた場合には、網口高さの開口能力はHLTDよりも複葉型が高いので、海底から数メートル浮上して生息するタチウオとマナガツオを狙った場合、HLTD

表1. HLTDを用いた小型底びき網の実証試験の条件

実施海域	調査日	漁船 (トン数)	使用網	オッターボードの種類	船速 (ノット)	ワープ長 (m)	水深との比率
徳島県 紀伊水道	9月27日	蛭子丸 (12.0トン)	立ち網 全長: 65.3 m	HLTD 木鉄製 0.73 m×0.91 m 0.67 m ²	2.1 ~ 2.5	300	1:6
		蛭子丸 (12.0トン)	立ち網 全長: 57.5 m	横平板型 FRP製 0.80 m×1.50 m 1.2 m ²			
	10月21日	権現丸 (12.0トン)	立ち網 全長: 65.3 m	HLTD 木鉄製 0.73 m×0.91 m 0.67 m ²	2.1 ~ 2.6	300 ~ 360	1:6
徳島県 播磨灘	10月11日	金比羅丸 (6.3トン)	中目網 全長: 21.6 m	HLTD 木鉄製 0.59 m×0.73 m 0.43 m ²	1.9 ~ 2.6	200 ~ 270	1:5
千葉県 銚子沖	8月22日	双葉丸 (9.85トン)	小型底びき網 全長: 37.0 m	HLTD 鉄製 0.80 m×1.00 m	2.7 ~ 3.4	75 ~ 100	1:2
		加瀬丸 (9.85トン)		HLTD 木鉄製 0.80 m ²			
	8月23日	双葉丸 (9.85トン)	小型底びき網 全長: 37.0 m	HLTD 木鉄製 0.80 m×1.00 m	2.3 ~ 3.3	100	1:2
		加瀬丸 (9.85トン)		HLTD 鉄製 0.80 m ²			
	8月26日	双葉丸 (9.85トン)	小型底びき網 全長: 37.0 m	HLTD 鉄製 0.80 m×1.00 m	2.3 ~ 3.1	100	1:2
	加瀬丸 (9.85トン)		HLTD 木鉄製 0.80 m ²				
	8月28日	双葉丸 (9.85トン)		横平板型 ステンレス製 1.05 m×1.52 m 1.6 m ²	2.4 ~ 3.1	75 ~ 100	1:2
	11月3日	加瀬丸 (9.85トン)		HLTD 0.90 m×1.40 m 1.26 m ²	2.4 ~ 2.7	75 ~ 100	1:2
鹿児島県 枕崎沖	9月1日		小型底びき網 全長: 21.0 m	HLTD 鉄製 0.80 m×0.80 m 6.40 m ²	2.0 ~ 3.0	350	1:2
	9月3日		立ち網 全長: 65.3 m		2.4 ~ 3.6	300 ~ 350	
	12月12日	南星丸 (175トン)	小型底びき網 全長: 21.0 m	HLTD 鉄製 0.80 m×0.80 m 6.40 m ² HLTD 木鉄製 0.73 m×0.91 m 0.67 m ²	2.4 ~ 3.3	300 ~ 350	1:2
	12月13日		小型底びき網 全長: 21.0 m	縦湾曲V型 ステンレス製 1.30 m×0.85 m 1.11 m ²	1.8 ~ 3.3	300 ~ 350	1:2

が有利になるとは考えられない。その理由として、今夏はクマエビを狙って操業する小型底びき網漁船が多かったので、複葉型を用いた標本漁船は沿岸寄りの泥場でクマエビを、HLTDを用いた試験漁船は沖合でタチウオやマナガツオを狙って操業した結果が反映された可能性がある。

徳島県播磨灘では、漁獲効率の指標としたイボダイは獲れなかったが、タチウオ、シリヤケイカ、小型イカ類（ヒイカ、ベイカ、ジンドウイカなど）の入網が多くみられた。イボダイがほとんど漁獲されなかった理由は漁期が外

れていたためと考えられた。従来の横平板型と中目網を組み合わせた漁具では漁獲されにくい魚種が獲れたことから、HLTDと立ち網の組み合わせの有用性が認められた。

千葉県銚子沖では、小底漁船の禁漁期にヒラメ漁場から外れた場所で曳網したので、従来の横平板型との比較はできなかった。しかし、漁獲効率の指標としたヒラメのほか、ヒラツメガニやエイ類が漁獲できたほか、スナヒトデの大量入網がみられたので、適切な次期と場所で操業すれば、従来の横平板型と遜色のない程度にヒラメを漁獲でき

表2. 各地の試験結果

実施海域	オッターボードの種類		船速 (ノット)	ワープ長 (m)	ワープ 張力 (kg・f)	オッターボード			袖先 間隔 (m)	網口 高さ (m)
						間隔 (m)	右舷内外 傾斜角 (°)	左舷内外 傾斜角 (°)		
徳島県 紀伊水道	HLTD型 木鉄製	0.73 m×0.91 m 0.67 m ²	2.2	270 ~ 300	646.5	-	20.9	10.1	-	7.2
			2.2	270 ~ 300	675.8	-	27.2	23.9	-	7.1
			2.4	330	-	-	-6.8	-14.0	-	7.2
			2.3	330	-	40.5	-6.3	-15.5	-	7.1
			2.5	330	-	39.2	-7.3	-	-	6.9
	横平板型 FRP製	0.85 m×1.50 m 1.2 m ²	2.2	270 ~ 300	568.1	29.1	-	-	-	8.1
複葉型 ステンレス	1.00 m×0.55 m×2枚 1.1 m ²	2.2	330	693.1	39.0	13.7	16.1	-	9.5	
	2.2	330	610.7	39.5	36.7	19.2	-	8.3		
徳島県 播磨灘	HLTD 0.73 m×0.59 m 0.67 m ²	2.1	200	319.5	35.7	18.0	21.7	8.7	5.4	
		2.8	270	328.1	41.3	-	-	9.6	-	
横平板 0.75 m ²	3.1	270	356.9	41.2	-	-	9.7	-		
	2.9	100	910.0	25.5	2.1	0.9	8.9	2.0		
千葉県 銚子沖	HLTD型 鉄製	0.8 m×1.00 m 0.80 m ²	2.8	100	932.9	23.5	1.6	6.9	8.1	1.9
			2.8	100	683.4	25.3	-	-	-	2.1
	HLTD 木鉄製	0.8 m×1.00 m 0.80 m ²	2.9	100	742.2	26.9	-	-	-	2.1
			2.8	100	904.0	-	-2.1	-6.0	-	2.6
	HLTD 鉄製	0.9 m×1.40 m 1.26 m ²	2.8	100	882.2	33.1	16.2	12.5	10.6	1.5
			2.5	75	821.3	30.5	-28.0	-12.9	13.4	2.4
	横平板 ステンレス製	1.05 m×1.52 m 1.6 m ²	2.6	100	824.3	38.1	-5.2	-31.3	13.2	2.2
			2.6	100	864.4	35.7	-10.2	-6.4	14.0	2.2
	縦湾曲V型 ステンレス製	1.30 m×0.85 m 1.11 m ²	2.1	300 ~ 330	547.9	44.4	-14.5	-20.8	10.5	-
			2.4		592.0	45.5	-14.2	-20.3	10.5	-
2.7			677.8		37.4	-14.1	-20.1	90.5	-	
3.0			791.7		37.3	-14.0	-20.2	9.4	-	
3.3			900.3		37.3	-13.8	-20.1	9.5	-	
HLTD 鉄製	0.80 m×0.80 m 6.40 m ²	2.4	300 ~ 330	383.4	36.2	22.0	20.1	9.6	-	
		2.7		498.8	37.5	7.0	5.7	9.8	-	
		3.0		586.7	34.9	9.0	4.4	10.2	-	
HLTD 木鉄製	0.73 m×0.91 m 0.67 m ² 0.73 m×0.59 m 0.67 m ² 0.60 m×1.20 m 0.75 m ²	2.4	300 ~ 330	357.9	28.9	30.0	54.3	8.5	-	
		2.7		459.6	33.3	3.9	1.0	9.1	-	
		3.0		607.9	33.6	-2.0	-3.8	9.4	-	
		3.3		767.9	29.0	-7.4	-9.0	8.8	-	
		2.4		243.3	32.0	43.2	46.9	8.5	-	
HLTD 鉄製	0.80 m×0.80 m 6.40 m ²	2.8	300 ~ 350	327.4	35.0	30.2	29.2	8.8	-	
		3.0		343.0	38.8	22.2	24.3	9.4	-	
		3.2		421.0	34.8	7.5	5.6	8.6	-	
3.6	486.9	38.9	11.7	10.4	9.4	-				

ると考えられる。

3. 成果の活用面

(1) 徳島県の紀伊水道では、海底から数メートル浮上して生息するタチウオ、マナガツオ、シリヤケイカの入網が確認されたことから、現地でよく使われるトロール網「立ち網」を活かすとして、現在、HLTDの導入が検討されている。とくに平板型を使用している漁業者が興味を示しており、県内の業者で組織する「底びき網協会」への成果報告とマニュアルの配布を要望する声が届いている。

(2) 播磨灘では、HLTDと立ち網に興味を示す漁業者が多数いる。ただ、HLTDの性能を活かす立ち網と組み合わせる必要がある。コストの問題や新漁具の扱いに不安があるとの意見が寄せられているので、普及にはなお

時間がかかると思われる。

(3) 千葉県銚子市では、HLTDの有用性が銚子市漁協の小底漁業者に認められ、今回の試験が呼び水的な効果となって、現場へ新漁具を導入する話が進んでいる。

4. 留意点

小型底びき網漁業の操業形態は、地域毎に船、漁具、対象魚種ともに多種多様である。そのため、実際の導入に際しては、漁業者の要望を十分に取り入れて一層の改良を施す必要がある。今回のHLTDについても、例えばステンレスやFRPを使った軽量実用モデルを作成する必要がある。また、購入費用、ランニングコスト、カスタマイズの要否、トロール網との適正化の検証も不可欠である。

表3. 紀伊水道における漁獲効率試験の結果

魚種	10月8日		10月12日		10月16日		10月21日		11月19日		11月20日		6日間平均	
	HLTD (kg)	複葉型 (kg)												
ウマエビ	36.5	19.5	17.9	47.3	20.1	46.7	36.2	45.4	35.5	39.3	26.3	41.2	28.8	39.9
イボダイ	39.1	19.6	15.4	36.9	21.6	19.8	13.9	5.7	6.5	10.5	4.6	7.9	16.9	16.7
アカカマス		2.4	0.2	1.0	5.3	4.2	22.3	27.8	9.7	49.7	4.5	6.4	7.0	15.3
ヤマトカマス	3.5		44.2	58.8		0.2				0.2			8.0	9.9
ハモ	2.0		1.5	2.0	7.7	1.2	0.7	0.3	6.4	13.3	12.5	23.6	5.1	6.7
タチウオ	50.1	25.1	25.9		74.6	0.7	13.8		66.3	9.0	28.3	3.4	43.2	6.4
モンゴイカ	3.2	2.5	3.0		4.4	3.7	6.6	2.1	6.2	11.6	4.1	10.1	4.6	5.0
コウイカ	6.0	3.0	5.6	2.7	8.0	4.1	7.7	7.5	4.6	5.5	3.8	0.4	6.0	3.9
カワハギ			0.4		0.4		0.3	0.2	18.8	15.4	6.1	4.6	4.3	3.4
エソ		7.0	3.7	0.7	2.6			6.3		3.7		1.4	1.1	3.2
シログチ	3.2	4.4	3.6	5.6	0.9	1.7	0.5	0.9	2.7	4.6	0.2	1.5	1.9	3.1
マナガツオ	2.9	2.1			12.8		75.5	10.2	97.2	4.0	35.7		37.4	2.7
ガンゾウビラメ	0.0	0.0	0.0	1.4	0.1	1.2	0.1	0.3	0.0	5.2	0.0	2.1	0.0	1.7
シロサバフグ	10.2	8.6	14.0	0.2	34.1	0.7	2.8	0.7	5.1	1.1	2.3	2.1	11.4	2.2
シラサエビ	1.1	0.6	2.1	3.2	0.9	3.4	1.1	2.3	0.7	2.0	0.8	1.2	1.1	2.1
シリヤケイカ			4.2		10.0		6.0		19.0	4.5	20.0	8.0	9.9	2.1
アオリイカ	3.4	4.5	1.0		1.9		0.9	1.3	11.3	2.1	1.6		3.4	1.3
ガザミ	1.0		1.1	5.3	0.8	2.5	1.5						0.7	1.3
ヒイカ	6.8	1.8	2.7	0.6	2.7	0.8	1.6	1.5	0.2		15.7		5.0	0.8
コロダイ									0.6	3.4	0.9	0.9	0.3	0.7
小エビ類	3.5		2.0	2.5	1.5	0.7	1.5			0.6		0.3	1.4	0.7
マアジ	0.1	0.1		0.7		1.2	2.1	0.2	0.2	1.1	0.1	0.4	0.4	0.6
ヒメジ		3.6											0.0	0.6
キチヌ			0.6			2.6		0.5			0.8		0.2	0.5
クルマエビ	0.1		0.2	1.1	0.1	0.5	0.4	0.2	0.1	0.8	0.3	0.3	0.2	0.5
イトヨリダイ		1.5			0.1		0.2		0.6	0.5		0.4	0.2	0.4
ケンサキイカ	1.3	0.7	0.9		1.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.4	0.2		0.8	0.3
チダイ					0.1		0.1			1.0		0.2	0.0	0.2
シャコ	0.0	0.0	0.0	1.4	0.1	1.2	0.1	0.3	0.0	3.6	0.0	0.6	0.0	1.2
マルアジ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ダイコク						0.6							0.0	0.1
マダイ							1.1			0.6	3.7		0.8	0.1
クロダイ	0.3				0.7	0.4							0.2	0.1
メイタガレイ					0.3	0.4							0.1	0.1
イサキ						0.2							0.0	0.0
アカシタビラメ					0.3	0.1							0.1	0.0
イセエビ						0.1							0.0	0.0
アカエビ					2.1								0.4	0.0
サワラ	1.1												0.2	0.0
シマフグ					0.5								0.1	0.0
シロギス					0.1								0.0	0.0
計	175.4	107.0	150.2	171.4	216.1	99.2	197.4	114.2	292.2	193.7	172.5	117.0	200.6	133.8