

주낙 漁具의 自動化

—電磁式 낚시 分離裝置에 관한 研究- I —

李 春 雨·高 冠 瑞

釜山水產大學 漁業學科
(1986년 2월 5일 수리)

Automation of Longline

—Magnetic Splitting Machine for Hooks- I —

Chun-Woo LEE and Kwan-Soh Ko

Department of Fisheries Technology, National Fisheries University of Pusan,
Nam-gu, Pusan 608, Korea
(Received February 5, 1986)

A longline is made of many snoods with baited hooks which are connected to mainline at constant intervals. Hauling the mainline, removing the unused baits and the hooked fish, and the arrangement of hooks are dependent on mainly manual labour as compared with mechanized other fishing gear in fishing operation.

The mechanization for longline operation is needed in order to eliminate the manual handling and to shorten the labour time. The magnetic hook splitting apparatus which consists of the hook separator and the guide leading to storage magazine rail was devised for the mechanization of hauling operation.

The experiments were carried out in order to measure the splitting rate of hooks in accordance with the hauling speed of mainline and magnetic flux density of splitting apparatus from February to November, 1985.

The splitting rate was 94% for the Alaska pollack (*Theragra chalcogramma*) hook and 96% for the halibut (*Paralichthys olivaceus*) hook at the hauling speed 24 m/min and magnetic flux density 482 gauss. The unsplitting of hooks was caused by entangling snood in the mainline and low magnetic flux density. The rate is greater the faster hauling speed and the lower magnetic flux density, with an average of about 6%.

The magnetic flux density needed to hook splitting becomes increased with the increasing of hauling speed. When the practical hauling speed is from 20 to 35 m/min, the magnetic flux density is needed from 400 to 850 gauss.

緒 論

주낙은 긴 모릿줄에 일정한 간격으로 많은 數의 아릿줄을 달고 그 끝에 낚시를 매단 漁具로서 漁場

의 地形이나 水深에 관계없이 操業이 가능하며 資源을 枯渴시키지 않으면서 高級魚種을 選擇의 由로 漁獲할 수 있고 魚群이 分散되어 있는 魚種에 對해서 是 適한 漁具로 알려지고 있다.

그러나 漁具가 많은 아릿줄과 낚시로 構成되어 있어 매우 복잡하고, 주로 手動式 操業에 의존하고 있어서 漁具의 規模에 비하여 많은 人力을 必要로 하고 漁業生産性도 낮은 실정이다. 이를 타개하기 위해서는 漁撈作業의 機械化가 시급하다.

한편 주낙 漁具는 일정한 規格으로 연속되어 있고 漁撈作業도 동일한 과정을 반복하고 있는 점으로 보아 自動化의 가능성이 충분히 있음을 알 수 있다.

國內에서는 주낙 漁具의 自動化에 관해서 관심을 거의 기울이지 않았으며, 日本에서는 주낙 漁業의 釣獲性能^{1,2,3}에 관해서 비교적 많은 研究가 행해졌으나, 操業의 自動化에 관한 研究는 商業的 側面에서 個別的으로 이루어지고 있는 실정이다. 한편 西歐 先進 水産國에서는 70년대부터 주낙 漁具의 自動化에 着手하여 現在는 노르웨이, 미국, 캐나다 등지에서 몇가지 自動시스템^{4,5,6}이 開發되어 實用化를 위한 검토가 이루어지고 있으나, 그 規模가 우리 나라의 주낙 漁業에 비추어 지나치게 크고 價格도 너무 비싸므로 그것을 우리 나라에 그대로 적용하기에는 많은 문제점이 있을 것으로 판단된다.

本 研究는 우리 나라에서 操業하는 주낙 漁具에 가장 적합한 自動 延繩시스템을 開發할 것을 전제로 우선 漁撈過程上 勞動力과 時間의 消耗가 많은 揚繩過程의 自動化를 위한 基礎實驗으로서 電磁式 낚시 分離 裝置를 考案하고 製作하여 揚繩速度와 磁束密度에 따른 낚시의 分離性能을 實驗하였다.

材料 및 方法

本 實驗에서 製作한 自動 揚繩시스템은 미끼 除去 裝置(hook cleaner), 낚시 分離 裝置(hook separator), 揚繩機(line hauler) 및 낚시 정리대(magazine rail)로 構成되며 그 모식도는 Fig.1과 같다.

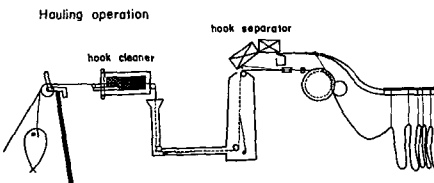


Fig. 1. Schematic representation of automatic hauling system.

1. 미끼 除去 裝置

미끼 除去裝置는 揚繩時 낚시에 물린 고기와 殘餘

미끼를 메어내는 裝置로서 가로 50 cm, 세로 20 cm, 두께 1.4 mm 인 2장의 鐵板을, 폭 15 cm의 간격을 두고 結合 및 分離가 可能하게 組立하여 그 사이로 모릿줄이 통과하도록 하였다. 그 入口에는 낚시에 물린 고기가 떨어질 수 있도록 길이 20 cm, 직경 3.4 cm 인 2개의 수직 로울러를 2 cm 간격으로 裝置하며, 그 위에 殘餘 미끼를 메어내는 나일론 솔(필라멘트 길이 6 cm)을 맞 붙였다. 그 構造는 Fig. 2와 같다.

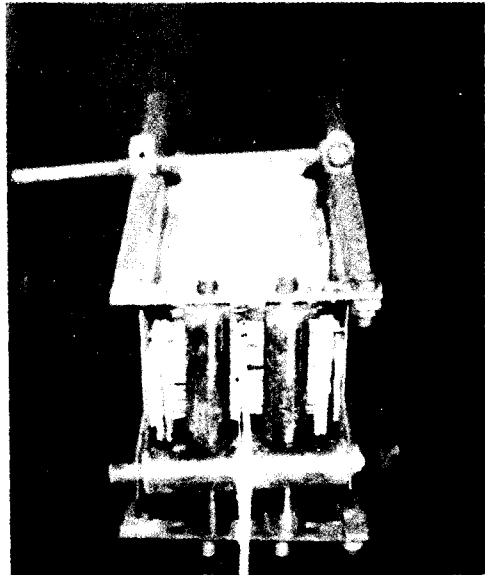


Fig. 2. Hook cleaner for removing the unused bait and the hooked fish.

2. 電磁式 낚시 分離 裝置

낚시 分離 裝置는 揚繩時 모릿줄에 딸려 올라오는 아릿줄 끝의 낚시를 電磁石으로 分離시켜 낚시 정리대에 걸어주는 裝置로서 그 構造는 Fig. 3과 같다.

本 實驗에서는 모릿줄로부터 낚시를 메어내는 1차 分離와, 1차 分離한 낚시를 낚시 정리대로 인도하는 誘導棒의 홈에 걸어주는 2차 分離로 나누었다.

낚시 分離에 使用된 電磁石은 각각 2개씩의 1차 分離 電磁石과 2차 分離 電磁石으로 構成되며, 1차 分離 電磁石은 L 22×B15×D 0.018 cm의 규소 鐵心을 17장 疊層하고 그 위에 직경 0.8 mm의 코일을 415회 감았다. 2차 分離 電磁石은 L 33×B10×D 0.05 cm의 鐵板에 직경 0.8 mm의 코일을 1450회 감아서 직사각형 모양으로 구부리고 약 2 cm 정도의 空隙이

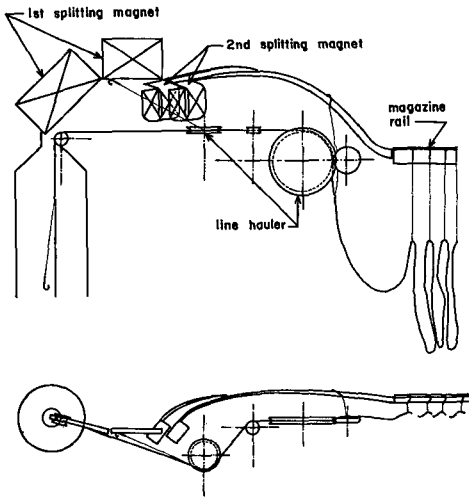


Fig. 3. Schematic configuration of hook separator and guiding method to magazine rail.

모서리에 위치하여 낚시가 磁極의 가장자리로 吸引되도록 하였다. 낚시 分離 裝置의 回路圖는 Fig. 4와 같다. 1차 分離磁石은 교류를 사용하였고, 2차 分離磁石은 직류를 사용하였다. 電磁石의 磁力는 한 磁極의 양 끝부분과 가운데 부분의 세 곳을 Gauss-meter(Yokogawa Electric Works, type 3251)로 10회씩 測定하여 그 平均을 취하였다. Fig. 5는 낚시 分離 裝置를 나타내고 있다.

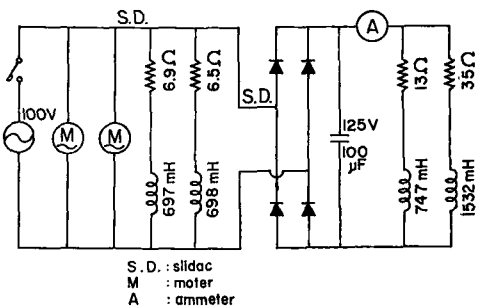


Fig. 4. Circuit diagram of hook separator.

3. 낚시 정리대

낚시 정리대는 낚시 分離 裝置에서 分離된 낚시를 揚繩 順序에 따라 홈이 있는 가로대에 걸어서 저장하는 裝置이다. 規格은 Fig. 6과 같이 L 60×H 9×B 2 cm의 構造이고 낚시가 끼이는 홈의 간격은 2.5 mm로 하였다.

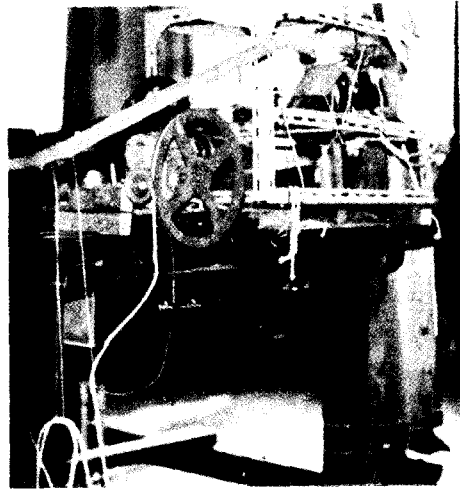


Fig. 5. Arrangement of hook splitting machine and guide rail.



Fig. 6. Stored hooks on the magazine rail.

4. 주낙 漁具

實驗에 使用한 주낙 漁具는 Fig. 7과 같이 現在 使用되고 있는 명태 주낙 漁具를 표본으로 하여 構成하였다. 이때 모릿줄은 나일론 鬚은줄 210 Td/320, 아릿줄은 나일론 꼬은줄 210 Td/18이며 낚시는 명태 낚시(LAp-TB)⁸⁾와, 이와 비교를 위해서 채(shank)가 약간 더 긴 광어 낚시(LAp-ESk)의 2 가지로서 漁具를 構成하였다.

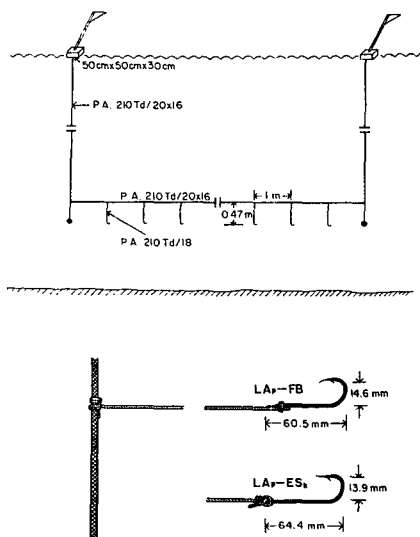


Fig. 7. Schematic diagram of modified Alaska pollack longline.

5. 實驗方法

實驗에 사용된 揚繩 풀리는 鑄鐵製의 V-홈 풀리로 직경이 24 cm, 홈의 內角은 34° 이다. 實驗에서는 揚繩速度를 5, 9, 11, 15, 20, 24 m/min의 6段階로 하고 각 速度段階에서 1차 分離 電磁石의 磁力을 電原 電壓 10 V 단위로 調節하여 變化시키고, 그 때의 낚시 分離率을 구하였다. 그리고 脫落率은 原因에 따라 磁力의 不足에 의한 脫落과 모릿줄과 아릿줄의 영침에 의한 脫落으로 나누어 分析하였다.

結果 및 考察

1. 電磁石의 磁力과 分離性能

電磁石의 磁束密度는 鐵心과 코일의 種類 및 電原에 따라 달라지게 되며,^{9,10} 1차 分離 電磁石의 磁束密度를 電壓에 따라서 測定한 結果를 Fig. 8에서 나타내었다. 이 그림에서 磁束密度는 電壓이 增加됨에 따라 일정하게 增加하여 130 V 일때 482 gauss 까지 되었다.

한편 電壓이 일정한 경우 磁極面으로부터의 거리에 따른 磁束密度는 透磁率을 μ_0 , 電流를 I , 거리를 r 이라 할 때 $B = K \frac{\mu_0 I}{2r^3}$ 의 關係에 있고, 本 實驗에서도 비슷한 傾向을 나타내었다.

2차 分離 電磁石은 1차 分離 電磁石과는 달리 直류 電原 磁石으로서 Fig. 9에서 나타낸 바와 같이 電

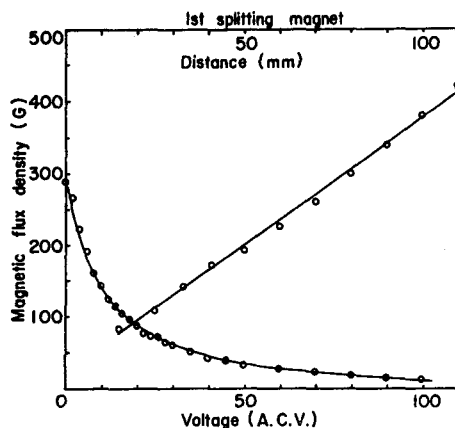


Fig. 8. The characteristics of the first splitting electric magnet.

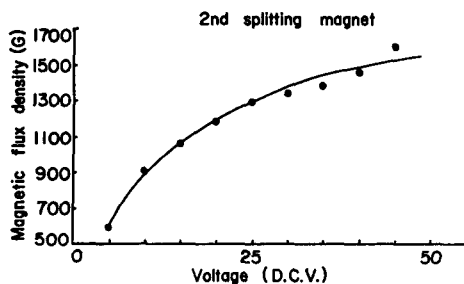


Fig. 9. The characteristics of the second splitting electric magnet.

壓의 增加에 따라 磁束密度도 增加하나, 電壓 25 V 이상에서는 增加率이 둔화되어 磁氣飽和가 나타나는 것으로 보였다.

電磁石으로 낚시를 分離시키기 위해서는 우선 電磁石의 磁力으로 낚시를 吸引하여야 한다. 磁束密度 B 와 吸引力 F 와의 關係는 낚시의 단면적을 $A(m^2)$ 透磁率을 $\mu_0(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ newton/amp}^2)$ 라고 하면 $F = \frac{AB^2}{2\mu_0} (N/m^2)$ 으로 나타내어진다.

이 式에 따르면 무게가 약 1g 되는 명태낚시와 광어낚시를 吸引하기 위한 磁束密度는 70 gauss 정도가 된다. 그러나 이 磁束密度는 停止狀態에 있는 낚시만을 磁石에 붙이는데 必要한 最小의 磁束密度이다.

실제의 分離 實驗에서는 낚시의 무게에 아릿줄의 무게가 더하여지고, 낚시 자체도 運動을 하게 되며, 또한 낚시가 吸引되는 1차 分離 磁石의 첫 부분은 分離 裝置의 構造上 磁石과 낚시와의 거리가 낚시 폭의 1.5배 정도 떨어져야 되므로, 낚시가 제대로 分離되려면 훨씬 더 큰 磁束密度가 必要하다.

주낙 漁具의 自動化

Table 1. The splitting and unsplitting ratio at 3 steps hauling speed

(%)

Code of hook	M. F. D. of magnet (gauss)	No. of hook	Hauling speed								
			11 m/min			15 m/min			24 m/min		
			S. R.	Uns. R.		S. R.	Uns. R.		S. R.	Uns. R.	
			Low M. F. D.	E. S.		Low M. F. D.	E. S.		Low M. F. D.	E. S.	
LAP-FB	168	30	20.0	73.3	6.7						
	200	120	64.9	29.8	5.3	3.3	86.7	10.0			
	236	120	93.3	2.2	4.5	6.7	80.0	13.3			
	270	240	96.7	0.7	2.6	51.7	41.7	6.6	10.0	83.3	6.7
	307	240	97.5	0	2.5	81.7	13.3	5.0	38.3	58.3	3.4
	341	150				87.8	5.6	6.6	55.0	38.3	6.7
	376	210				94.2	0	5.8	70.0	24.4	5.6
	412	210				95.0	0	5.0	82.2	8.9	8.9
	448	120							90.0	5.0	5.0
482	120							94.2	1.7	4.1	
LAP-ESK	168	52	26.6	63.5	9.6						
	200	130	44.9	48.7	6.4	28.8	63.5	7.7			
	236	130	75.0	17.3	7.7	59.0	33.3	7.7			
	270	208	96.1	0.8	3.1	83.3	7.7	9.0			
	307	286	96.9	0	3.1	93.3	1.9	4.8	34.6	57.7	7.7
	341	182				96.2	0	3.8	56.4	37.2	6.4
	376	130							67.3	26.9	5.8
	412	104							80.8	10.6	8.6
	448	104							94.2	1.0	4.8
482	156							96.2	0	3.8	

M. F. D. : magnetic flux density S. R. : splitting rate
 Uns. R. : unsplitting rate E. S. : entangling snood in mainline

1차 分離 電磁石의 磁束密度와 揚繩速度에 따른 낚시의 分離率과 脫落率을 原因別로 나타내어 보면 Table 1과 같다. 여기서 나타내는 낚시의 脫落 현상은 揚繩 도중 모릿줄에 아릿줄이 엉켜서 낚시가 1차 分離 磁石에 붙지 않는 경우와, 이러한 줄의 엉킴이 없이 단지 磁力의 不足으로 낚시가 1차 分離 磁石에 붙지 못하거나 또는 1차 分離 磁石에는 붙었던 것이 2차 分離 磁石으로 가는 도중에 떨어지는 경우의 2가지로 나누어 볼 수 있다.

Table 1에서 보던 磁力不足에 의한 낚시의 脫落率은 磁力의 增加로 점차 減少하여 全體的인 낚시 分離率도 增加하게 되나, 줄의 엉킴에 의한 脫落率은 磁束密度의 增加에 따라서 어느 정도 減少하기도 하나 일정치 이하로 줄지는 않고 있다. 한편 同一한 磁束密度에 있어서의 脫落率은 揚繩速度가 빨라질수록 현저하게 커지고 있다.

이것은 揚繩速度가 느린 때에는 磁力이 커지면 磁石의 強한 吸引力으로 낚시가 磁石에 잘 붙게 되고, 또한 줄의 약한 엉킴도 쉽게 풀어져서 낚시가 分離되므로 分離率이 增加되나, 揚繩速度가 빠른 때에는

모릿줄의 移動 速度가 增加하므로 아릿줄과 낚시에 전달되는 不規則한 振動의 影響이 크게 작용되고 또한 줄 간의 엉킴이 풀어질 수 있는 시간적인 여유도 적어지기 때문에 낚시의 脫落率이 增加되는 것으로 볼 수 있다.

本 實驗에서의 觀察 結果에 의하면 낚시가 分離될 수 있는 엉킴의 한계는 모릿줄에 아릿줄이 한바퀴 엉키는 정도였고 그 이상 엉키는 경우는 대부분 脫落되었다. 이 엉킴에 의한 脫落率은 6% 정도로 대체로 일정한 값을 보이고 있다. 따라서 分離 裝置의 性能을 높이기 위해서는 엉킴에 의한 脫落率을 줄이는 것도 중요한 문제이다.

이것은 아릿줄의 材料를 硬度가 커서 비교적 적게 엉키는 모노필라멘트를 使用하거나, 分離 裝置에 들어오기 이전에 위에서 強한 물줄기를 噴射시켜 아릿줄의 엉킴을 풀어주는 裝置 등의 開發에 의해 해결이 가능할 것이다.

2. 揚繩速度와 分離 性能

낚시의 分離에 適當한 磁束密度의 크기를 알아 보

기 위하여 엉킴에 의한 脫落을 除外하고, 나머지의 分離率과 脫落率을 100으로 하여, 낚시의 分離率을 磁束密度의 크기에 따라 揚繩速度 별로 나타내어 보면 Fig. 10과 같다. 이 그림에서 두 種類의 낚시는 모두 磁束密度가 增加됨에 따라 分離率도 增加되고 있으나, 磁束密度의 增加에 따라 낚시 分離率이 直線的으로 增加하는 區間과 曲線的으로 增加하는 區間으로 나타나고 있다.

여기서 명태 낚시는 揚繩速度가 빨라짐에 따라 曲線的으로 增加하는 區間이 점점 커지고 있으나, 광어 낚시는 揚繩速度에는 關係없이 分離率 80% 이상에서 曲線的인 增加를 나타내고 있다.

이것은 두 種類의 낚시에 있어서 分離의 難易度를

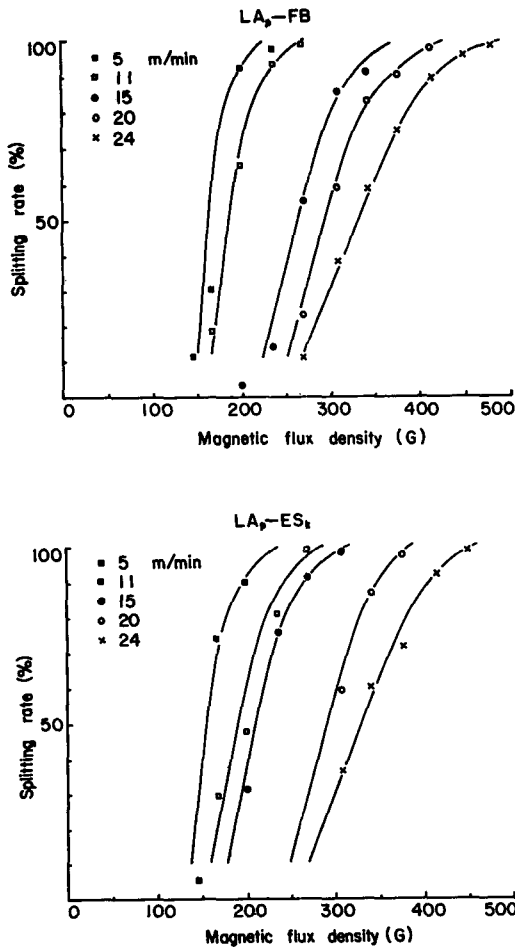


Fig. 10. Relationship between splitting rate and magnetic flux density at 5 step hauling speed.

나타내고 있는 것으로 볼 수 있는데, 直線的으로 增加하는 區間이 큰 광어 낚시가 명태 낚시 보다 낮은 磁力으로도 쉽게 分離될 수 있음을 말해 준다.

分離 裝置의 性能上 實用性이 있는 分離率을 80% 이상으로 가정하면, Fig. 10의 그래프상에서 이 區間에 있는 각 揚繩速度에 따른 曲線의 增加 傾向으로부터 分離率 100%가 되는 磁束密度를 구할 수가 있다. 여기서 구해진 값은 각 揚繩速度에 있어서 1차 分離 磁石의 최적 磁束密度로 보아도 좋을 것이다.

주낙 漁具의 自動化는 省力化 뿐만 아니라 操業時間의 短縮이라는 觀點에서도 대단히 중요하다. 주낙 漁業의 漁撈時間을 줄이기 위해서는 全體 漁撈時間의 大部分을 차지하는 揚繩時間을 短縮시켜야 할 것이다. 揚繩의 高速化를 위한 基礎資料로서 揚繩速度 별로 앞의 Fig. 10에서 추정된 최적 磁束密度를 그림으로 나타내면 Fig. 11과 같다.

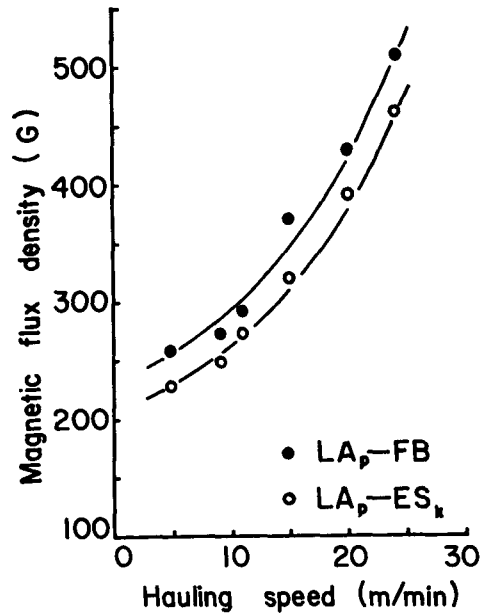


Fig. 11. Relationship between hauling speed and magnetic flux density.

Fig. 11에서 揚繩速度 V 와 낚시 分離에 必要한 磁束密度 M. F. D와의 關係는

$$M. F. D. = \alpha V^\beta + \gamma$$

로 표시될 수 있다. 이때 α 와 β 는 係數이고, γ 는 揚繩速度 0일 때 1차 分離 磁石의 첫부분에서 1.7 cm 정도 떨어진 낚시를 吸引하는 磁力이 된다. 이 式의 α 와 β 는 각각 0.5, 2 정도였고, γ 는 명태 낚시에

주낙 漁具의 自動化

서 225 gauss, 광어 낚시에서 210 gauss 정도였다.

낚시벌로 비교해 보면 광어 낚시가 명태 낚시보다 약간 낮은 磁束密度로도 分離되는 것을 알 수 있다. 이러한 分離性能에 차이가 생기는 原因을 分析해 보면, 광어 낚시는 명태 낚시보다 4 mm 정도 길어서 分離의 첫 段階에서 1차 分離 磁石에 명태 낚시보다 가깝게 놓이기 쉽고, 낚시의 무게도 광어 낚시가 0.1 g 정도 가볍기 때문에 적은 磁力으로 分離된 것으로 생각되나, 낚시 材料의 磁氣의 性質도 차이가 있을 것이다.

이상에서 論한 사항들은 揚繩시스템에 電磁石을 利用한 낚시의 分離裝置를 導入하므로써 揚繩作業의 自動化를 可能케 하고, 이때 낚시의 分離性能을 電磁石의 磁力과 揚繩速度와의 關係에서 考察한 것으로서, 장차 주낙의 全漁撈過程을 自動化시키기 위하여 가장 基本的으로 요구되는 사항들이다. 여기서 論하지 않은 낚시에 물린 고기 및 殘餘 미끼의 分離 문제, 揚繩機의 性能에 관한 사항들은 本 研究에서 제시하는 裝置와 既存의 揚繩機를 使用하므로써 어느 정도 해결이 될 수 있으며, 그 具體的인 사항들은 海上操業의 조건을 고려하여 검토되어야 할 것이다.

한편 投繩時 自動으로 미끼를 제어하여 投繩시키는 自動投繩시스템의 開發과 電磁式 낚시 分離 裝置의 效率的인 이용을 위해서 줄의 영킴에 의한 낚시脫落을 줄이는 문제에 대해서는 더 많은 研究가 必要하다.

要 約

현재 주낙 漁業은 주로 手動式 操業에 依存하고 있어서 많은 人力과 時間을 消費하고, 漁業生産性이 낮은 실정으로 漁具의 自動化가 절실히 要望된다.

本 實驗에서는 揚繩 過程을 自動化시키기 위해서 電磁石을 사용한 낚시 分離 裝置(hook separator)를 製作하고, 명태 낚시와 광어 낚시로 構成한 주낙 漁具에 대하여 낚시 分離性能을 實驗하여 양호한 結果를 얻었으며, 아울러 揚繩速度에 따른 磁束密度와 分離率의 關係를 考察하였다. 그 結果는 다음과 같다.

1. 낚시 分離 裝置의 分離率은 揚繩速度가 24 m/

min 일 때 482 gauss 의 磁束密度에서 명태 낚시가 94.2%, 광어 낚시가 96.2% 였다.

2. 모릿줄과 아릿줄의 영킴에 의한 낚시의 脫落은 平均 6% 정도였고, 揚繩速度가 增加될수록 磁束密度가 낮을수록 增加되었다.

3. 揚繩速度가 增加됨에 따라 낚시 分離에 必要한 磁束密度도 增加하였다. 영킴에 의한 脫落을 除外할 때 揚繩速度(V)와 磁束密度(M. F. D)와의 關係는

$$M. F. D = \alpha V^\beta + \gamma$$

로 표현되었다. 여기서 $\alpha = 0.5$, $\beta = 2$, $\gamma = 225$ (명태 낚시), 210(광어 낚시)였다.

文 獻

1. 盛田友弋. 1966. 小型延繩漁具における魚類の釣針別攝餌反應に關する實驗的研究-II (構造の異なる漁具による實驗結果について). 鹿兒島大學 水産學部紀要. 15, 83-90.
2. 盛田友弋. 1969. マグロ延繩漁具に關する研究. 同誌. 18, 145-215.
3. 平山信夫. 1969. マグロ延繩漁具に關する研究-I. 日水誌. 36(6), 546-549.
4. Bjordal, Å. 1982. Mekanisert Linedrift I Kystfiskeflaten Del 1. Eksisterende egne-Og Line behand lingssystemer. Fiskeriteknologisk Forskningsinstitutt, Norway. pp. 1-32.
5. Bjordal, Å. 1981. Engineering and fish reaction aspect of longlining-A review. Institute of fishery technology research, Norway, pp. 1-22.
6. Sheldon, C. 1981. Mechanized longline fishing -a technique with a future. National Fisherman. 62(7), 106-109.
7. 國立水産振興院. 1970. 韓國漁具圖鑑(3號). 亞成出版社, 釜山, pp. 191-194.
8. 高冠瑞·金龍海. 1981. 引張試驗에 의한 낚시의 變形과 破斷荷重. 韓水誌. 14(4), 269-275.
9. 茂木晃. 1959. 磁氣回路. 共立出版社, 東京, pp. 167-189.
10. 磯部文夫. 1982. ソレノイド. 自動化技術. 14(4), 114-119.