

장어 통발어업의 自動機械化에 관한 研究

1. 통발 漁具 및 작업시간의 改善

河晶植 · 金龍海 · 張忠植

統營水產專門大學

(1990년 1월 20일 접수)

Mechanization of Fishing Operation on the Sea Eel Pots

1. Improvements on the Pots and its Operating Time

Jeong-Sik HA, Yong-Hae KIM and Choong Sik JANG

Tong-Yeong Fisheries Junior College

(Received January 20, 1990)

The basic investigation of the sea eel pots fisheries by questionarie observation and dimension of the pots by fishing operation were carried out in order to develop for mechanical hauling system with 20~50 gross tonnage fishing boats from June to December, 1988.

Number and weight of fish per pot between smaller diameter 11cm and larger 13cm of the pot have no significance so that the drag of the smaller pots can be decreased about 20% than the larger pots. The operating time by two men from opening to closing with screwing lock entrance was slightly faster than that by three men with knotting entrance even though the losses with two kinds of entrances while fishing operation were about the same. It was very reasonable that stone and lead sinker on the main line were substituted for two or three lead core P.P rope to make it smooth surface of the main line for mechanization of the continuous fishing operation.

緒 論

장어 통발어업은 수천개의 플라스틱 통발을 모릿줄에 일정한 간격으로 매달아 투승하고, 양승할 때는 통발을 떼어 내어 정리해야 하는 여러 단계의 작업을 주로 手作業에 의존하고 있는 가장 노동 집약적인 어업이다. 농림어업통계연보(농림수산부, 1989)에 의하면 20~50톤급의 근해 통발어선은 약 500여척이 있는데 그 중 대부분을 차지하는 장어 통발어선에서 원만한 操業을 수행

하려면 숙련된 선원이 9명이상 乘船하여야만 한다.

장어 통발어업에 관한 연구는 플라스틱 통발 등에 대한 漁獲性能을 서 등(1977)이 조사하였고, 漁獲機構 및 튜브형 통발 등에 대한 漁獲性能을 金·高(1987)와 高·權(1987)이 실험한 바 있으며, 金·河(1987)는 통발의 流體力學的인 特性을 연구하였으나 어로작업의 省力化와 自動機械化에 관한 고찰은 거의 이루어진 적이 없었다.

본 연구는 투승작업에 비하여 많은 인원이 소요되는 양승작업을 自動機械化하기 위한 기초연

* 이 논문은 1988년도 문교부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구 되었음.

구로서, 현재의 手作業에 의한 어로작업시간과 통발어구의 구성 등을 조사한 다음, 自動機械化에 적당한 통발과 모릿줄 등의 규격과 구조로 개선하기 위하여, 육상에서 단순작업을 측정하고 해상에서의 試驗操業을 병행하여 비교·분석하였다.

材料 및 方法

장어 통발어업에 관한 설문조사는 1988년 8월 統營水産專門大學에서 실시한 선원안전교육에 참가한 船長들을 대상으로, 총 206척의 근해 장어 통발어선의 총톤수, 기관마력, 사용 통발수 및 보충 통발수, 모릿줄의 규격과 구성, 투승과 양승 소요시간, 어로기계 등에 관하여 조사하고, 그 중 유압식 양승기가 있는 20톤 이상의 통발어선 193척에 대하여 실질적인 분석을 하였다.

통발어업의 어로작업시간은, 1988년 7월 충무선적의 천무호에 乘船하여 동지나해 어장에서 操業하는 중에 양승할 때의 통발 분리시간, 미끼 삽입 및 閉口時間, 출사리는 시간 등을 통발 10개 단위로 10회이상 측정하였다. 이때 통발 입구는 본체에 매어진 고리를 끈으로 묶어서 고정하는 방법을 사용하였다. 다른 關閉方法으로는 Fig.1과 같이 H회사의 제품인 본체의 내측돌기에 의한 關閉式과 본 실험에서 직접 手製作한 입구의 외측돌기에 의한 螺旋關閉式(특허청, 1989)의 2가지 통발을 가지고 開口에서 閉口까지의 작업 소요시간을 아울러 측정하고 비교하였다.

현재 사용중인 장어통발의 종류와 크기는 다양하나, 自動化的 조건으로 규격의 통일(藤森, 1982)을 들고 있으므로, 통발의 직경과 길이가 각각 13×60cm인 대형통발과 11×55cm인 소형통발을 선택하여 漁獲性能을 조사하였다. 海上 漁獲試驗은 1988. 10. 17~26일 사이 실습선 부산 402호와 403호에서 1회에 대·소형 통발을 각각 40개씩 투승하였다. 試驗操業은 수심 30~60m인 지문도, 소리도, 육지도, 근해에서 각각 3회, 추도 근해에서 2회로 총 11회의 操業 結果를 분석하였다.

장어통발의 부설 중 關閉方法에 따른 입구의 손실을 파악하기 위하여 끈으로 고정시키는 대형

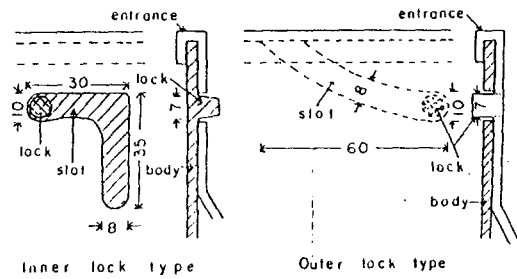


Fig.1. Lock type fixing method of the pot entrance.

통발은 위의 漁獲試驗과 병행하여 1회 40개씩 7회, 입구의 외측돌기에 의하여 고정시키는 D사 제품인 소형통발은 漁獲試驗과 병행하여 1회에 130여개씩으로 13회의 操業을 행하였고, 별도로 올림픽 24호에서 1988년 11월 수심 40m의 근해도 근해에서 1회에 80개씩으로 5회의 操業을 행하였다.

모릿줄의 고달이 부분의 굵기 등을 측정하는데는 버니어캘리퍼를 사용하였고, 모릿줄과 침자, 돌 등의 沈降力은 직시 화학천평과 용수철저울로 공기중 중량을 측정하여 계산하였다.

結果 및 考察

장어 통발어업의 투승과 양승작업에는 유압식 양승기가 있는 어선의 경우 Fig.2와 같이 투승시는 6명, 양승시는 미끼 삽입 및 閉口에 2명 등으로 총 8명의 선원이 작업하게 된다.(竹內, 1981) 장어 통발어업의 양승작업을 우선 自動機械化하기 위한 기본조사로서 각 단계별 어로작업 시간을 분석하고, 통발어구의 구조에 따른 漁獲性能과 실용성 등을 試驗操業한 結果는 다음과 같다.

1. 어로작업시간의 분석

근해 장어 통발어선 193척에 대한 설문조사 結果, 총톤수, 기관마력, 사용 통발수, 보충 통발수, 통발간격, 투승시간, 양승시간, 투양승시 모릿줄의 속도 등의 평균, 표준편차, 최소값 및 최대값은 Table 1과 같다.

척당 사용 통발수(NP)는 총톤수(G.T)보다는 기관마력(P.S)에 직선적인 相關關係가 약간 더 높게 Fig.3과 같이 나타났으며, 회귀직선식은 다

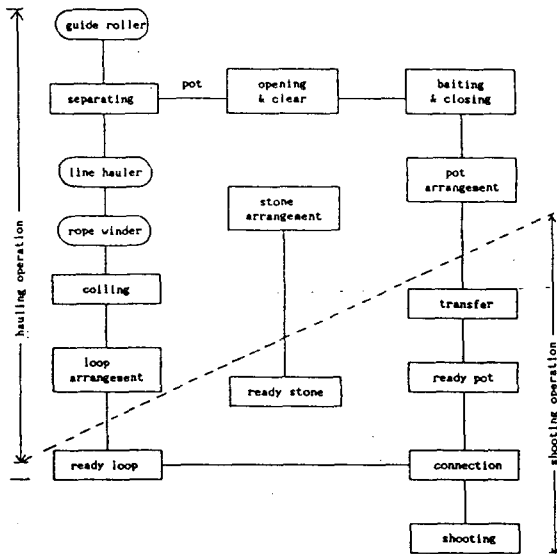


Fig.2. Operating process of the sea eel pots. Ellipse means operation by machinery and tetragon means operation by man.

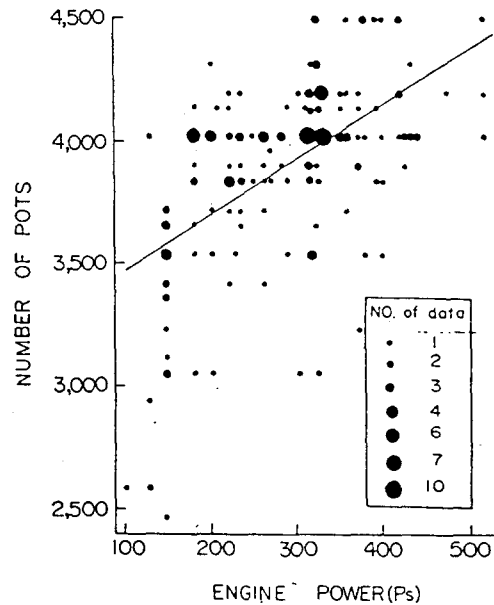


Fig.3. Relationship between the engine power and the number of pots.

Table 1. Results from questionnaire observation for 193 fishing boats of the sea eel pots

Item	Mean	S.D*	Min.	Max.
Gross tonnage (ton)	37.3	8.3	20	63
Engine power (P.S)	287	88	100	510
Number of pots	3888	369	2400	4500
Number of spare pots	634	176	250	1100
Percent of spare pots (%)	16.3	4.2	7.5	28.6
Interval of pots (m)	9.7	0.6	8.3	12.0
Shooting time/pot (sec)	2.6	0.4	1.8	4.0
Shooting speed (m/sec)	4.0	0.6	2.5	5.5
Hauling time/pot (sec)	4.2	0.6	3.0	7.2
Hauling speed (m/sec)	2.4	0.3	1.2	3.6

* SD : standard deviation

음과 같다.

$$Np = 19.62 G.T + 3155.6 \quad (r = 0.44)$$

$$Np = 2.33Ps + 3215.7 \quad (r = 0.55)$$

1항차 약 15일간의 操業에서 보충 통발수는 사용 통발수의 16±4% 정도이므로 1회의 어로작업에서 분실되는 통발의 비율은 0.5~0.7% 정도로 추산되며, 통발 입구의 손실은 분실되는 통발의 약 2배인 1~1.4% 정도로 볼 수 있다. 양승시간은 4.5~5시간, 투승시간은 2.5~3시간 정도이

고, 3시간 정도 대기한 후 다시 투승하는 연속작업으로 조업이 이루어지고 있다.

장어통발 어로작업의 각 단계별 소요시간을 現場 操業하는 어선에 乘船하여 실측하고, 돌기물에 의한 回轉閉閉式 통발을 사용하여 開口에서 閉口까지의 소요시간을 陸上에서 측정한 結果는 Table 2와 같다.

모릿줄에서 통발을 분리하는 시간과 끈으로 고정된 입구를 풀어내고 고기를 털어내는 시간은 거의 같아서 통발이 밀리지 않으나, 미끼 삼입 및 閉口時間은 그보다 2배의 시간이 소모되며, 2인이 작업을 해도 漁獲이 많은 때는 처리하지 못하는 경우가 많았다. 한편 回轉閉閉式 통발을 사용하여 開口에서 미끼 삼입 및 閉口까지의 작업 소요시간은 6~8초 정도로, 끈으로 고정하는 방법의 11초보다 3~5초 단축되었다. 따라서 작업 방식을 약간만 개선하면, 종래 3인이 하던 통발 입구의 閉閉作業을 2인으로도 가능해진다. 현재 여러가지 편리한 閉閉方法이 제작되고 있으나 궁극적으로는 볼트, 너트의 회전식 자동체결기를 응용하여 自動閉閉의 방법으로 실용화 되어야 할 것으로 생각된다.

Table 2. Measured times and speeds for each fishing operation of the sea eel pots

Item	No. of data*	Mean	S.D	Remarks
Separating time/pot	(sec) 15	3.21	0.60	at the sea
Hauling speed	(m/sec) 15	3.27	0.20	"
Coiling speed	(m/sec) 21	3.04	0.64	"
Baiting & closing time /pot(sec)	10	7.76	0.69	"
Opening, baiting & closing time/pot (sec)	(outer lock) 23 (inner lock) 16	8.08 5.86	1.03 0.80	on the land "

* One datum was measured for 10 pots at a time.

양승기로 현측에 올려진 모릿줄을 船尾의 줄칸에 사람이 사러넣는 속도는 줄이 양승되는 평균 속도보다 약간 느리고, 개인차가 크며 매우 힘든 작업으로 최근에는 보조양승기를 사용하는 어선이 많았다.

2. 통발어구의 構造 및 漁獲性能

어로작업을 自動化하기 위한 전제조건(藤森, 1982)으로 사용어구의 규격화와 라인화가 가능하도록 통발의 流水抵抗의 감소, 모릿줄의 요철제거, 통발입구의 回轉閉閉式 고정법 등을 선택하고 試驗操業으로 漁獲性能과 부설 중 통발 입구의 분실정도 등을 조사해 보았다.

현재 통발어선에서 사용하고 있는 통발의 종류 중 대형(13×60cm)과 소형(11×55cm)으로 海上에서 11회의 漁獲試驗을 한 結果는 Table 3과 같다.

통발당 平均 漁獲尾數나 平均 漁獲量은 대형과 소형통발간의 약간에 차이를 나타내고 있으나 T 검정 결과 유의성을 인정할 수 없었다. Table 4는 각 통발에 漁獲된 漁獲尾數의 분포를 나타낸 것으로, 통발수나 漁獲尾數의 분포비율이 대형과 소형간에 차이가 거의 없는 것으로 나타났다(井上, 1981). 봉장어 통발의 수조실험에서 高·權(1987)은 통발의 직경이 12~13cm가 적당하다고 하였다. 따라서 漁獲性能의 차이가 없는 범위 내에서 직경 11~12cm의 되도록 작은 통발을 사용할 경우, 통발의 流水抵抗(金·河, 1987)이 20% 정도 감소되어 양승기 시스템의 負荷를 줄일 수

Table 3. Results of fishing operation in accordance with the pot size

Item	Larger pots*	Smaller pots**	T-value***
	mean±S.D	mean±S.D	
No. of pots /hauling	35.6±8.8	35.9±7.4	-0.25
No. of fish /pot	1.38±1.15	1.15±1.19	1.51
Weight of fish /pot(g)	109.5±124.7	95.4±120.3	1.92
Weight /fish(g)	73.5±24.7	76.0±25.4	-0.51

* $\phi 13 \times L60cm$

** $\phi 11 \times L55cm$

*** Paired T-test with || fishing operations

Table 4. Number of fish caught by each pot in accordance with the pot size

No. of fish/pot	Larger Pots		Smaller Pots	
	No. of pot (%)	No. of fish (%)	No. of pot (%)	No. of fish (%)
0	185(47)	0(0)	197(50)	0(0)
1	95(24)	95(18)	115(29)	115(26)
2	53(14)	106(20)	40(10)	80(18)
3	23(6)	69(13)	11(3)	33(7)
4	36(9)	271(49)	32(8)	223(49)
Total	392(100)	541(100)	395(100)	451(100)

Table 5. Loss of the pot entrance in accordance with fixing method during the fishing operation

Item	Knotting	Outer lock from body
No. of fishing operation	7	18
No. of pots	total mean/hauling	279 39.3
No. of loss	total %	24 1.4
		113.6 1.2

있음은 물론 통발의 적재부피도 감소될 것이다.

漁獲試驗과 아울러 통발입구의 본체에 대한 고정방법은 끈으로 묶는 경우와 외측돌기물에 끼워 회전시켜 고정시키는 경우에 대하여 부설 중 입구의 분실율을 비교한 結果는 Table 5와 같다.

입구의 분실률은 각각 1.2~1.4% 정도로 설문 조사의 結果와 비슷하게 나타났다. 분실율을 낮

추면서 기계적인 방법으로 쉽게 열 수 있고 확실히 고정될 수 있는 통발입구 부분의 재료와 구조 및 제작상의 정밀도 등에 관해서는 좀더 고찰하여야 할 것이다.

모릿줄을 구성할 때 납침자는 고달이 부분마다 공기중 중량 110g되는 것을 1개씩 달고, 2.3 ± 0.5 kg되는 돌은 고달이 10개마다 1개씩 달때, 모릿줄인 P·P 연심로프 1m당의 平均 沈降力은 Table 6과 같다.

Table 6. Sinking force on the main line per 1m of the sea eel pots

Materials	Weight in air (g/m)	sinking force (g/m)
Stone	24	15
Lead sinker	11	10
Rope a lead core	15	14
P.P strand	53	-6
Total	103	33
Rope 3 lead core	45	42
P.P strand	53	-6
Total	98	36

현재 사용하고 있는 납줄이 1가닥인 연심로프에서 돌과 납침자를 모두 제거할 경우에는 납줄이 3가닥인 연심로프로 대체하면 沈降力이 비슷해지며, 납침자를 사용하지 않는 모릿줄에서는 납줄이 2가닥인 연심로프를 사용하면 될 것이다. 직경 10mm 모릿줄에 직경 6mm인 줄로 고달이를 맨 부분의 최대 직경을 측정한 결과, 납이 있는 경우에는 37 ± 4 mm, 납이 없는 경우는 30 ± 3 mm로 7mm정도 가늘어졌으며, 설문조사한 어선의 절반이상이 납을 달지 않은 것으로 나타났다.

모릿줄의 고달이 부분에 다는 돌은 양망작업시 고속으로 올라오므로 안전사고의 위험이 크고, 돌의 연결과 분리에 시간이 많이 소요되는 등의 결점이 있으므로 납침자와 돌을 제거하면 양승기 등의 機械化에 보다 원활하게 적용되면서 連續의 인 작업(金·趙, 1988)이 가능하게 될 것이다.

要 約

장어 통발어업의 어로작업을 自動機械化하기

위한 기초조사로서, 통발어선과 어구 및 어로작업시간 등을 설문조사한 다음 각 단계별 어로작업시간을 측정·분석하였으며, 自動機械化에 적당한 통발어구의 구조와 규격 등을 파악하기 위한 海上 試驗操業으로 漁獲性能과 실용성 등을 비교 검토한 結果는 다음과 같다.

1. 플라스틱 장어통발의 직경이 13cm인 대형 통발과 11cm인 소형통발의 漁獲試驗 結果 통발당 漁獲尾數나 漁獲量은 차이가 거의 없었으며, 소형통발을 사용할 경우 流水抵抗을 20%이상 감소시킬 수 있었다.

2. 외측돌기물에 의한 回轉開閉式 입구의 경우 부설 중의 분실률은 끈으로 고정시키는 입구의 경우와 거의 같아 1% 정도이나, 回轉開閉式의 작업시간은 훨씬 짧아서 3인이 하던 작업을 2인으로도 충분하였다.

3. 통발의 모릿줄에 다는 납침자와 돌을 제거하고, P·P연심로프를 沈降力이 동일하도록 납줄이 2~3가닥 들어 있는 연심로프로 대체하면 고달이 부분의 직경이 감소되면서 요철이 원만하게 되어 自動機械化에 의한 連續作業이 가능해진다.

謝 辭

漁獲試驗에 적극 협조하여 주신 최 종화, 김종화 선생님과 박 병수 선생님, 통발어선의 승선을 알선하여 주신 세일물산 관계자와 로프를 특수제작하여 주신 동양제강 관계자 여러분께 깊은 감사사를 드립니다.

文 獻

- 농림수산부(1989) : 농림어업 통계연보, 260-321.
 井上實(1981) : かご漁業, 恒星社厚生閣, 37-50.
 金大安·高冠瑞(1987) : 통발 漁具의 漁獲機構 및 改良에 관한 研究, 韓水誌 20(4), 341-347.
 金炫得·趙慶宇(1988) : 自動設計便覽, 大光書林, 9-26.
 金龍海·河晶植(1987) : 장어통발의 갈때기 彈性和 流體力學의 特性, 漁業技術 23(2), 157-162.
 高冠瑞·權炳國(1987) : 봉장어 통발의 改良, 韓

- 水誌 20(2), 95-105.
- 특허청(1989) : 공개실용 신안공보(298). 50.
- 서영태·김광홍·이주희(1977) : 장어통발 漁具의 漁獲性能 比較. 漁業技術 13(2), 15-20.
- 竹內正一(1981) : かが漁業. 恒星社厚生閣, 22-36.
- 藤森洋三(1982) : 핸들링의 自動化圖集(自動化機構研究會 譯). 機電研究社, 171.