

다랑어 延繩 實驗操業의 釣獲物組成에 依한
漁業生態學的研究

朴 丞 源
(釜山水產大學)

AN ECOLOGICAL STUDY OF TUNA LONG LINE
CATCH DISTRIBUTION OBTAINED
BY EXPERIMENTAL FISHING OPERATIONS

by

Sing Won PARK
(Pusan Fisheries College)

Ten experimental tuna long line fishing operations were performed with the long lines A and B, in combination casting orders of BA and AB.

The long line B differs from A in its additional main line length per basket and its greater depth of submersion (Table 1).

The BA casting order results in an AB hauling order, so that the long line B is casted at an earlier time of a day and fishes for a longer period than A line (Fig. 2).

The number of fish caught was divided into subclasses in order to be subjected to χ^2 -tests (Table 2).

The first series of χ^2 -tests were calculated using the hooking rates of two subclasses with other factors pooled (Table 3).

The second series of χ^2 -tests were calculated to obtain the interactions between two subclasses when other factors differed (Table 4). Attention was paid to the extremely small interactions as well as to the large interactions in order to find out whether a factor functions in the same way or in a contradictory way when the other factors involved differ.

The test result is summarized in Table 5.

The relationship between the hook casting time (relative to the sunrise time) and the hooking rates reveals the feeding behavior of particular species (Fig. 3).

A high hooking rate for yellowfin tuna shown in the period from one hour before sunrise to the moment of sunrise suggests that they feed actively in that period. Their poor hooking rate on earlier casted hooks suggests that they do not feed well under conditions of darkness and that they feed best while the hooks are sinking. Furthermore it is likely that yellowfin tuna

maintain a shallow depth in the daytime, for the x^2 interaction between the line casting order BA and AB shows their persistent preference of the long line A regardless of line casting order.

Bigeye tuna show their feeding behavior under conditions of darkness, and show a preference for the sea's deeper layer.

Alepisaurus borealis (Gill) show their feeding behavior under conditions of darkness more significantly than the bigeye tuna and their preference for deep layers is also more significant.

Marlins (mainly *Makaria mazara*) show a feeding behavior which is similar to the yellowfin tuna.

The author emphasizes that certain variations of the hooking rates in relation to the line casting time were caused by an inadequate fishing depth as well as by the fish preference for a particular feeding time. When the part of the line casted in pre-dawn hours and hauled in the pre-sunset hours show a significantly lower hooking rate than other parts of the line, then it is concluded that the hooks settled in a sea layer too deep for feeding.

1. 緒 言

다랭이延繩 釣獲率의 水平分布는 낚시의 浸漬時間과 關係없이, 魚種에 따라 獨特한 分布型이 있다. 한번에 낚는 延繩에서, 먼저 投繩되어 마지막에 揚繩된 部分의 낚시는, 海中에 浸漬된 時間이 가장 長時間이므로 釣獲率이 가장 높아야 할 것이나, 實際로는, 황다랭이 *Thunnus albacares*에서는 매우 낮은 釣獲率이 나타나고, 눈다랭이 *Thunnus obesus*에서는 매우 높은 釣獲率이 나타나는 수가 많다. 이와 같이 魚種에 따라 釣獲率의 分布型이 서로 다른 原因은, 아직 잘 밝혀지지 않은채로 남아 있다.

Yashihara (1951)는 한 投繩分延繩의 兩端에 낚는 다랭이 *Thunnus alalunga*의 釣獲率이 높게 나타남을 發表했다. Sivasbramaniam (1961)은 다랭이延繩이 投繩되어 揚繩되기까지의 낚시海中浸漬時間에 對한 釣獲率의 水平分布에서 魚種別攝餌習性を 推測하였다. Sivasbramaniam은 황다랭이 *Thunnus albacares*는 낚시가 沈下하는 途中에서 釣獲되고, 눈다랭이 *Thunnus obesus*는 그렇지 않다고 하였다. 또 Hirayama (1911)는 揚繩後期の 낚시 釣獲率이 揚繩前期의 낚시 釣獲率보다 높은 傾向이 있다고 하였다.

著者は 1回投繩分 延繩의 앞 혹은 뒤에 낚시沈下水層이 若干 깊은 延繩漁具를 連結하여 投繩하는 實驗을 하여 그 釣獲魚의 水平分布를 檢定하여 好漁의 要因을 2肢選式方法으로 檢出하고, 또 日出時刻을 基準時로 한 投繩時刻에 따르는 釣獲率의 變化狀態를 比較하여 서로 符合하는 範圍內에서 判斷한 結果 攝餌適時刻과 攝餌時의 游泳水層을 推測할 수 있었다. 또 魚種에 따라 釣獲率의 水平分布型이 다르게 나타나는 原因도 說明된다.

2. 資 料

釜山水產大學 實習船 백경호 (389噸)로서 1968年 9월에 南支那海에서 다랭이延繩 實驗操業을 施行한 操業記簿을 整理하였다(Fig. 1).

實驗에 使用한 漁具는 延繩A와 B의 2種이다. 두 漁具 중 B漁具는, A漁具보다 낚시의 沈下水層이 平均 10 m 더 깊었다(Table 1).

投繩할 때 B漁具를 A漁具의 앞 혹은 뒤에 連結하여 하나의 延繩을 만들어 投繩하고, 揚繩은 마지막에 投繩이 끝난 곳에서 시작하여, 投繩과는 逆의 方向으로 揚繩해 나간다(Fig. 2).

釣獲魚가 釣獲된 낚시의 位置를 나타내기 爲하여, 낚시 하나하나에 揚繩順으로 광주리(Basket) 一連番號와 광주리內의 낚시 番號를 붙이고, 낚시마다 揚繩時의 釣獲魚 혹은 미끼 狀態等을 記錄했다. 釣獲魚에는 揚繩作業중 낚시에서 떨어져 놓친 魚體와 상어에 被食된 魚體도 包含시켰다(Table 2).

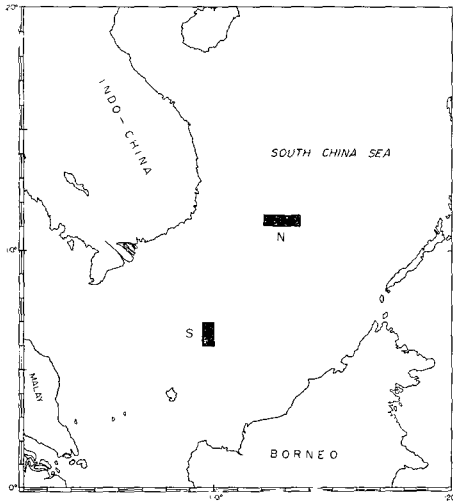


Fig. 1. Location of the tuna long line fishing.
 S: Location 6.0-7.0°N, 109.5-110.0°E,
 Time Sept. 10-14, 1968,
 Operation Nos. 1-5.
 N: Location 11.0-11.5°N, 112.0-113.5°E,
 Time Sept. 16-20, 1968,
 Operation Nos. 6-10.

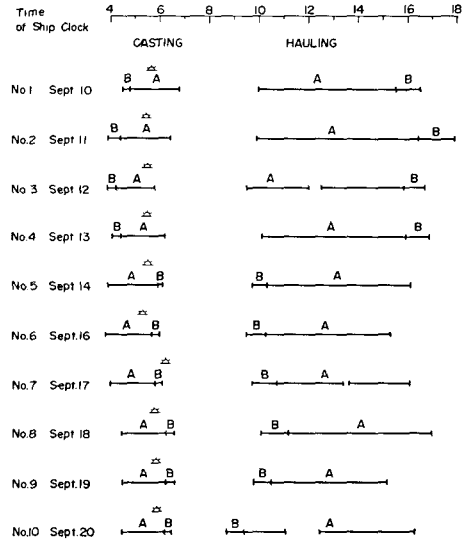


Fig. 2. Time periods of the long line fishing operations.

1. Sunrise is symbolized with a rising sun symbol.
2. The time of sunrise varies with a change in the location of the ship. The ship clock was advanced mistakenly to one hour instead of one half hour on Sep. 7. It was corrected the following day.
3. The hauling order of the long lines was done in the reverse of the casting order of the lines.
4. The discontinuation of the time period line indicates the time lapse between casting and hauling as well as the time lapse due to tangled lines.

Table 1. Description of Tuna Long Lines A and B

Name of parts	A		B	
	Length	Number	Length	Number
Main line per basket	285m	1	332.5m	1
Float line	30m	1	30m	1
Complete branch line assembly	32m	5	32m	6

Note: The materials of both long lines A and B are identical.

Main line, float line, and the upper part of the branch line : Vinylon chord, 20S/48 x 3 x 3.

Material used for the middle part of the branch line (Sekiyama) : Steel wire, No. 29/3 x 3 with cotton cord seizing.

Material used for the leader of a branch line : Steel wire, No. 29/3x3

Hook material : Steel, 10cm in stretched length.

Weighted swivel material : Brass and lead, 35g in a whole.

Condition of coal tar applied to the fabric materials : A long line; stiff due to seasoning.

B long line; fresh due to new dressing.

Table 2. Catch composition of Tuna Long Line

Line casting order	Opera- tion No.	Long line A					Long line B					Long line A and B Total																
		Total	YF	BE	Ma-Sha-Mi- rls sc.	Ray ep.	Al- ep.	Hook	Total	YF	BE	Ma-Sha-Mi- rls sc.	Ray ep.	Al- ep.	hook	Total	YF	BE	Ma-Sha-Mi- rls sc.	Ray ep.	Al- ep.							
	1	650	24	0	8	1	3	1	5	6	120	7	0	1	1	1	0	1	3	770	31	0	9	2	4	1	6	9
	2	715	22	1	3	2	0	0	6	10	186	7	0	1	1	0	0	5	901	29	1	4	3	0	0	6	15	
BA	3	685	14	0	3	0	2	1	0	8	132	7	0	1	0	1	0	5	817	21	0	4	0	3	1	0	13	
	4	695	21	5	0	2	1	0	9	4	126	17	0	4	0	0	1	4	8	821	38	5	4	2	1	1	13	12
	Total	(2,745)	(81)	(6)	(14)	(5)	(6)	(2)	(20)	(28)	(564)	(38)	(0)	(7)	(2)	(2)	(1)	(5)	(21)	(3,309)	(119)	(6)	(21)	(7)	(8)	(3)	(25)	(49)
	5	740	33	0	2	0	2	0	9	20	72	1	0	0	0	0	1	0	0	812	34	0	2	0	2	1	9	20
	6	705	19	7	1	0	1	0	1	9	120	1	0	0	0	0	0	1	825	20	7	1	0	1	0	1	10	
AB	7	685	13	2	2	1	0	2	1	5	132	3	0	1	0	0	2	0	817	16	2	3	1	0	2	3	5	
	8	650	25	15	4	0	0	0	6	0	126	3	2	0	0	1	0	0	776	28	17	4	0	0	1	6	0	
	9	705	19	13	0	1	1	1	2	1	114	2	1	0	0	1	0	0	819	21	14	0	1	1	2	2	1	
	10	685	9	2	0	1	1	2	1	2	126	2	1	0	0	0	1	0	811	11	3	0	1	1	2	2	2	
	Total	(4,170)	(118)	(39)	(9)	(3)	(5)	(5)	(20)	(37)	(690)	(12)	(4)	(1)	(0)	(3)	(3)	(1)	(4,680)	(130)	(43)	(10)	(3)	(5)	(8)	(23)	(38)	
	Total	6,915	199	45	23	8	11	7	40	65	1,254	50	4	8	2	2	4	8	22	8,169	249	49	31	10	13	11	48	87

YF: Yellowfin tuna *Thunnus albacares*. BE: Bigeye tuna *Thunnus obesus*.

Marl: Marlins, mainly *Makaira mazara* (Jordan et Snyder)

Sharks: Mainly *Isurus glaucus*.

Rays: Mainly *Gymnura japonica*.

Alep: *Alepisaurus borealis* (Gill)

Misc: All other fish species

1. Catches include both the hooked fish and those missed due to failures during landing procedure etc.

2. Fishing operations Nos. 1-5 were carried out in the area S, and Nos. 6-10 were in the area N shown in Fig. 2.

Table 3. Chi-Square of Pooled Hooking Rates

Species	Factor			χ^2	Level of significance
	(A, B)	(AB, BA)	(S, N)		
	Long line	Casting order of lines	Location of fishing ground		
Tunas and Marine pooled	A vs B	Pooled	Pooled	0.003	0.95
	Pooled	Pooled	S vs N	3.535	0.06
	Pooled	AB vs BA	Pooled	3.541	0.06
Yellowfin tuna <i>Thunnus albacares</i>	A vs B	Pooled	Pooled	1.960	0.20
	Pooled	Pooled	S vs N	28.780	0.001
	Pooled	AB vs BA	Pooled	16.338	0.001
Bigeye tuna <i>Tunnus obesus</i> .	A vs B	Pooled	Pooled	2.618	0.15
	Pooled	Pooled	S vs N	7.020	0.01
	Pooled	AB vs BA	Pooled	9.578	0.005
Sharks (mainly <i>Isurus glaucus</i>)	A vs B	Pooled	Pooled	0.000	1.00
	Pooled	Pooled	S vs N	3.651	0.06
	Pooled	AB vs BA	Pooled	2.433	0.15
Rays (mainly <i>Gymnura japonica</i>)	A vs B	Pooled	Pooled	0.064	0.80
	Pooled	Pooled	S vs N	8.027	0.005
	Pooled	AB vs BA	Pooled	2.685	0.15
<i>Alepisurus borealis</i> (Gill)	A vs B	Pooled	Pooled	6.682	0.01
	Pooled	Pooled	S vs N	13.020	0.001
	Pooled	AB vs BA	Pooled	11.490	0.001

1. The tests were carried out on the basis that two of the three factors are pooled in each test.
2. A complete set of longlines consisted of about 85% of longline A and 15% of long line B, hence when the casting order of the long line is reversed from the BA order to the AB order, the position of the B long line is shifted from the first 15% of the complete long line set to the last 15% of the set. Meanwhile the position of the A long line is shifted from the last 85% of the long line set to the first 85% of the set. Therefore the effect of the reversed long line casting order from the BA to the AB is more significant in B longline than in A (Refer to the Fig. 2).

魚 種

有意差가 나타나는 要因

황다랭이

漁場, 投繩順序

눈다랭이

投繩順序, 漁場

상어類

漁場

가오리類

漁場

Alepisaurus borealis

漁場, 投繩順序, 漁具

3. 方法과 結果

(A) 釣獲率差의 檢定

1. 漁具, 漁場, 投繩順序에 關한 釣獲率 差의 檢定

漁具 A와 B, 漁場 S와 N, 投繩順序 BA와 AB의 釣獲率差를 獨立의 으로 χ^2 檢定을 하여, χ^2 가 3.84 以上으로 나타나는 要因을 간추리면 Table 3과 같다.

이와 같이, 漁場差와 投繩順序差가 함께 有意差를 나타내는 것이 많은 理由는 第5回操業을 빼고는 前半操業은

Table 4. Tests on Long Lines and Line Casting Orders by Subclass

Species	Long line (A vs B)		Line casting order (AB vs BA)	
	Subclass by line casting order	χ^2	Subclass by long line	χ^2
Yellowfin tuna, <i>Thunnus albacares</i>	BA	1.230	A	13.151 (p=0.001)
	AB	1.014	B	3.280
	Total	2.244	Total	16.431
	Pooled	1.960	Pooled	16.338
	Interaction	0.284 (p=0.65)	Interaction	0.093 (p=0.75)
Bigeye tuna, <i>Thunnus obesus</i>	BA	3.966 (p=0.05)	A	4.322 (p=0.05)
	AB	0.145	B	5.883 (p=0.02)
	Total	4.111	Total	10.205
	Pooled	2.618	Pooled	9.578
	Interaction	1.493 (p=0.25)	Interaction	0.627 (p=0.45)
Sharas (mainly <i>Isurus glaucus</i>)	BA	0.359	A	1.015
	AB	0.828	B	2.450
	Total	1.187	Total	3.465
	Pooled	0.000	Pooled	2.433
	Interaction	1.187 (p=0.30)	Interaction	1.032 (p=0.30)
Rays (mainly <i>Gymnura japonica</i>)	BA	0.156	A	1.784
	AB	0.227	B	0.999
	Total	0.383	Total	2.783
	Pooled	0.064	Pooled	2.685
	Interaction	0.319 (p=0.60)	Interaction	0.098 (p=0.75)
<i>Alepisaurus borealis</i> (Gill)	BA	14.788 (p=0.001)	A	0.313
	AB	4.205	B	23.056 (p=0.001)
	Total	18.993	Total	23.369
	Pooled	6.682	Pooled	11.490
	Interaction	12.311 (p=0.001)	Interaction	11.879 (p=0.001)

S 漁場에서 BA 順으로 投繩하고, 後半操業은 N 漁場에서 AB 順으로 投繩했기 때문이다. 第5回 操業에서는, S 漁場에서 AB 順으로 投繩했다.

2. 投繩順序 AB인 때와 BA인 때의 漁具間釣獲率差의 一致度

AB 順으로 投繩한 操業區間에 나타나는 兩漁具間의 釣獲率差와, BA 順으로 投繩한 區間에 나타난 兩漁具間의 釣獲率差의 一致度를 χ^2 檢定하면, Table 4의 左便과 같다.

3. 漁具 A의 釣獲率에서 投繩順에 依한 操業區間差와, 漁具 B의 操業區間差의 一致度

漁具 A와 B에 나타난, 操業區間差의 一致度를 χ^2 檢定하면, Table 4의 右便과 같다.

4. 高釣獲率을 보인 要因別 因子 (Table 5)

Table 3에서 釣獲率差가 큰 要因과, Table 4의 區間內釣獲率差가 큰 要因을 간추려 낸 다음, 各要因의 2因子 중 高釣獲率을 보이는 因子를 索出한다. 高釣獲率因子의 索出은, Table 2의 周邊度數의 釣獲率과 區間別度數의

Table 5. Test Results

Species	Conclusion from the pooled x^2 test (Table 3 and Table 2).		Conclusion from the subclassed test (Table 4 and Table 2).		Conditions attributed to favourable hooking rates
	Factors showing significant x^2	Conditions under which higher hooking rates were observed in Table 3.	Long line and B discrepancies between the casting orders	A Line casting or der AB and BA discrepancies between the lines	
Yellowfin tuna, <i>Thunnus albacares</i>	Fishing ground Line casting order	N AB	Nil	Long line A shows higher hooking rate regardless line casting order	1. Fishing ground N ($x^2=28.78$, $p=0.001$) 2. Long line A ($x^2=1.96$, $p=0.20$)
Bigeye tuna, <i>Thunnus obesus</i>	Fishing ground Line casting order	S BA	Slightly significant	Nil	1. Fishing ground S ($x^2=7.02$, $p=0.01$) 2. Fishing gear B ($x^2=2.61$, $p=0.15$) 3. The line casted first a higher hooking rate ($x^2=1.49$, $p=0.25$)
Sharks (mainly <i>Isurus glaucus</i>)	None		Negligible	Nil	Fishing ground S ($x^2=3.65$, $p=0.06$)
Rays (mainly <i>Gymnura japonica</i>)	Fishing ground	S	Nil	Nil	Fishing ground S ($x^2=8.02$, $p=0.005$)
<i>Alepisaurus borealis</i> (Gill)	Fishing ground Line casting order Long line	S BA B	Highly significant	Highly significant	1. Fishing S ($x^2=13.02$, $p=0.001$) 2. The line casted first a higher hooking rate ($x^2=11.87$, $p=0.001$) 3. Long Line B ($x^2=6.68$, $p=0.01$)

釣獲率을 比較하여 두 區間중 釣獲率이 높은 區間의 因子를 擇하는 것이다.

好 漁條件으로 檢出된 因子의 x^2 값과 그 生起確率을 간추려 보면, 다음과 같다.

황 다 랭 이 漁場 $N(x^2=27.28, p=0.001)$ 漁具A ($x^2=1.96, p=0.20$)

눈 다 랭 이 漁場 $S(x^2=7.02, p=0.01)$ 漁具B ($x^2=2.61, p=0.15$)

投繩順 먼저 投繩된 漁具 ($x^2=1.49, p=0.25$)

상어類 (主로 청상아리) 漁場 $S(x^2=3.65, p=0.06)$

가오리類 (主로 나비가오리) 漁場 $S(x^2=8.02, p=0.005)$

Alepisaurus borealis (Gill) 漁場 $S(x^2=13.02, p=0.001)$ 漁具 B ($x^2=6.68, p=0.01$)

投繩順 먼저 投繩된 漁具 ($x^2=11.87, p=0.001$)

(B) 釣獲率의 時間의 分布

1. 投繩時刻과 釣獲率과의 關係

檢定の 結果, 投繩順의 前後移動이 釣獲率과 깊은 關係가 있음이 드러났으므로, 投繩時刻別로 釣獲率의 變 動 情 況을 보기 위하여 投繩時刻을 日出時刻基準으로 고쳐 日出時刻을 0時, 日出後 1時間을 (+)1時, 日出前 1時 (-)1時로 잡아, 0.5時間區間마다 投繩된 漁具의 釣獲率을 圖示하면, 다음과 같은 漁種差를 보인다 (Fig. 3)

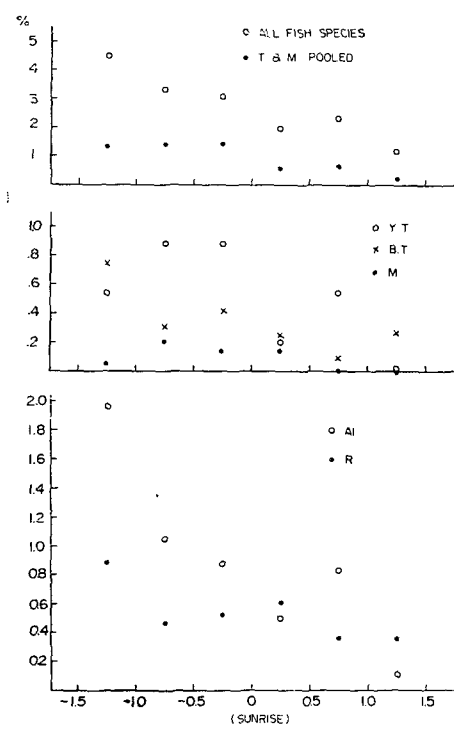


Fig. 3. Relationship between the number of hooked fish per 100 hooks and the time at which the hooks were casted. The time scale zero represents the exact time of sunrise. T: Yellowfin tuna and Bigeye tuna pooled. M: All marlins pooled (mainly *Mekaira mazara*). YT: Yellowfin tuna, *Thunnus albacares*. BT: Bigeye tuna, *Thunnus obesus*. AI: *Alepisaurus borealis* (Gill). R: Rays (mainly *Gymnura japonica*).

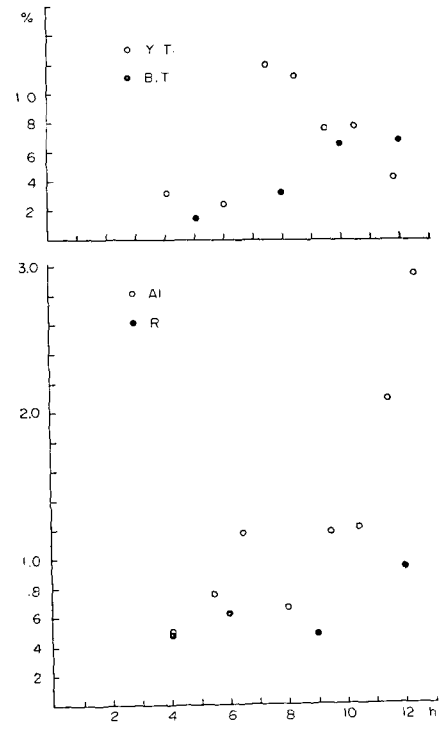


Fig. 4. Relationship between the number of hooked fish per 100 hooks and the time duration of the long line hooks while submerged. YT: Yellowfin tuna, *Thunnus albacares*. BT: Bigeye tuna, *Thunnus obesus*. AI: *Alepisaurus borealis* (Gill). R: Rays (mainly *Gymnura japonica*).

魚 種	Fig. 3의 魚種記號	釣獲率이 높은 投繩時刻	釣獲率이 낮은 投繩時刻
황다랭이	YT	日出時刻 以前 1時間동안.	日出時刻 以後와 日出時刻 보다 1時間 以上 알
눈다랭이	BT	日出時刻 보다 이물수록 좋다	日出時間 以後
새 치 類	M	日出時刻 以前 1時間동안	日出時刻 以後
가오리類	R	日出時刻 보다 이물수록 좋다	日出時刻 以後
<i>Alepisaurus borealis</i> (Gill)	AI	日出時刻 보다 이물수록 좋다	日出時刻 以後

2. 낚시의 海中浸漬時間과 釣獲率

投繩된 낚시가 揚繩되기까지의 낚시의 海中浸漬時間을 1時間單位로 區間을 잡아, 各區間的 釣獲尾數를 整理하여 區間的 尾數가 5未滿인 區間은 隣接區間과 合併하여 2時間區間을 만들고, 2時間區間的 平均浸漬時間은 낚시數를 加重한 平均値를 取하여, 各區間的 釣獲率을 圖示하면 (Fig. 4), 다음과 같은 魚種差를 보인다 (Fig. 4).

魚 種	Fig. 4의 魚種記號	浸漬時間에 따르는 釣獲率의 變化
황다랭이	YT	8時間까지는 增加하고 8時間以上에서는 低下한다
눈다랭이	BT	10時間까지는 增加하고 10時間以上에서는 增加가 緩慢하다
가오리類	R	浸漬時間과 釣獲率은 正相關의 傾向을 보인다
<i>Alepisaurus borealis</i> (Gill)	A1	浸漬時間과 釣獲率은 正比例하는 傾向을 보인다

3. 釣獲要因으로서의 投繩時刻과 낚시 浸漬時間

操業마다 漁具使用量에 큰 變動이 없고, 또 投繩과 揚繩을 시작하는 時刻이 거의 一定한 操業船에서는 投繩時刻과 낚시 浸漬時間 사이에 密接한 關係가 있으므로 두 要因중 한 要因만 알면 남은 要因을 推算할 수 있다. 本實驗操業에서 投繩時刻과 낚시 浸漬時間은 Table 6과 같다.

Table 6. time hooks casted and the time duration while hooks submerged

Time hooks casted	The time duration while hooks submerged
1 hour before sunrise	10.7 hours
0.5 hour before sunrise	8.4 hours
The moment of sunrise	5.4 hours
0.5 hour after sunrise	4.6 hours

投繩時刻과 낚시 浸漬時間중 어느 것이 釣獲率에 미치는 影響이 큰가는 魚種에 따라 다를 것이나, 황다랭이의 好釣獲率과 關係가 있는 投繩時刻은 日出時刻로부터 日出前 1時間 사이에 投繩된 낚시로 浸漬時間 5.5-11.0時間이다. 그런데, 浸漬時間이 11時間 以上인 區間의 釣獲率에는 累積效果가 나타나지 않고, 浸漬時間이 11時間 未滿인 區間보다 釣獲率이 낮다. 그러므로 황다랭이의 釣獲率과 密接한 關係가 있는 要因은 投繩時刻을 짐작할 수 있다.

4. 낚시 浸漬時間에 따르는 主漁獲物의 漁獲率 및 낚시의 漁獲效率의 變化

다랭이類와 새치類를 合한 主漁獲物의 釣獲率變化傾向을 보면, 6時間 浸漬時間 時間까지는 增加하고, 6-11時間 사이는 變化가 없고, 11時間을 넘으면 減少한다. 本實驗操業에서는 황다랭이, 눈다랭이, 녹색새치의 釣獲組別이 5:3:1 이었고, 그중 황다랭이와 새치類의 釣獲率分布型이 비슷하므로, 눈다랭이의 釣獲率分布型은 잘 反映되지 않음은 볼 수 있다.

延繩漁具의 漁獲效率의 低下는, 낚시의 浸漬時間에 따라 미끼의 鮮度가 低下하는 것과 미끼의 形態가 完全히 有效미끼의 減少를 들 수 있으나, 그중 有效미끼數의 減少는 總釣獲魚(漁獲物과 雜魚를 包含한 數)에 比例할 것이다. 總釣獲魚의 數는 낚시 浸漬時間과 比例하여 增加하는 傾向을 보인다.

Table 7. Efficiency-reducing Factors Observed upon Hauling the Tuna Long Line

Items	Number	%
Total hooks	2,411	100
Total catch	87	3.6
Hooks stripped of bait	218	9.1
Hooks with damaged bait	136	5.6
Hooks on the entangled branch line	445	18.4
Hooks having the normal bait and in normal condition	1,521	32.3

Note: Number of fishing operations observed : 3

Duration of submerged hooks : 2.2-12.4 hours; Average duration 7.4 hours.

낚시에 裝着된 미끼중, 그 形態가 損傷되지 않은 有效미끼의 減少率은, 本實驗操業中 部分的으로 測定한 結果 (Table 7) 에서, 1時間當 減少率을 推定하면 3—6%가 된다.

(가) Branch line이 엇글러서 釣獲의 可望이 없는 낚시는 投繩直後에만 생기고, 時間이 經過해도 그 以上 增加하지 않는 경우,

$$\begin{aligned} \text{投繩直後의 有效낚시} & 1-0.184=0.816 \\ \text{7.4數時間사이에 미끼效果를 잃은 낚시 數} & 0.036+0.091+0.056=0.183 \\ \text{1時間平均 有效미끼의 減少 速度는} & 0.183 \div 7.4=0.0247 \\ \text{1時間平均 有效낚시數의 減少率은} & \frac{0.0247}{0.816}=0.0303 \end{aligned}$$

(나) Branch line이 엇글러는 數가 浸漬時間과 比例하여 增加하는 경우,

$$\text{有效낚시數의 減少率은} \quad 0.0303 + \frac{0.184}{7.4} = 0.0552$$

4. 考 察

1. 檢定方法

本實驗에서는 兩漁具間의 釣獲率差를 同一條件下에서 比較할 意圖였으나, 實驗途中 漁場을 變更하게 되어, 同一漁場內에서의 釣獲率比較가 不可能하게 되었다. 부득이 條件別漁具差의 一致度를 檢定하고, 또 漁具別 條件反應의 一致度를 檢定하였다. 그 順序는 다음과 같다.

1. 漁具, 漁場, 投繩順別의 3要因의 釣獲率差를 獨立的으로 x^2 檢定을 하고,
2. 各要因別로, 1區間이라도 x^2 값이 3.84을 넘는 것이 있으면, 그 要因에 關한 誤差(Interaction)의 生起確率을 본다. 確率이 0.5以上이면 兩區間에서 同質的이었고, 確率이 0.5 以下이면 兩區間에서 異質的으로 作用했다고 認다.
3. 두 因子중 好漁條件이 되는 因子의 判定은 Table 2 分割表의 周邊度數보다 높은 釣獲率을 보이는 區間의 因子를 檢出하여 好漁條件으로 認다.

2. 使用한 漁具의 差異點

漁具A와 B의 差異點은 다음과 같다.

- a. 漁具 B는 A보다 釣獲水層이 깊다.
- b. 漁具 B는 Coal tar染으로 處理한 後 처음으로 使用하였으므로 Coal tar가 진득진득한 狀態였다. 이와 같은 狀態를 實驗中 維持하기 爲하여 漁具 B만은 3—4回投繩한 다음에는 未使用 B漁具로 交換하여, 항상 Coal tar染이 充分히 洗滌되지 않은 狀態를 維持하였다.

그러므로, 釣獲率에 나타난 漁具差의 原因으로서는 위의 a와 b를 考慮할 必要가 있다. 그러나 황다랭이의 눈다랭이의 好適漁具는 各各 A와 B로서 서로 一致하지 않고, 또 황다랭이의 釣獲率이 投繩時刻과 密接한 關係가 있으므로, 漁具別釣獲率差는, 魚種別 攝餌習性·攝餌水層·漁具의 釣獲水層과의 關係에 있고, Coal tar染의 新舊 狀態와는 큰 關係가 없는 것으로 推測된다. 따라서 漁具의 釣獲水層만 因子로 考慮하면 된다.

漁具의 釣獲水層의 水深을 Yoshihara (1951)에 따라 計算하면, 10回의 操業을 通하여 다음의 水深範圍에 있다.

漁具 A			
낚시番號	1, 5	2, 4	3
낚시가 沈下한 水深(m)	107—109	142—149	159—171
漁具 B			
낚시番號	1, 6	2, 5	3—4
낚시가 沈下한 水深(m)	110—112	150—158	175—192
漁具 A와 B의 差			
釣獲水深의 差(m)	3	8—9	16—21

3. 일찍 投繩된 낚시는 浸漬時間이 가장 長時間이면서 황다랭이의 漁獲率이 낮은 原因

황다랭이에 있어서 그 攝餌時刻(日出時刻과 日出前 約 1時間 사이)보다 일찍 投繩된 낚시의 釣獲率이 顯著히 낮은 原因을 Sivasbramaniam(1961)는 미끼 效果의 減少, 釣獲魚의 脫落과 상어 등에 依한 釣獲魚被食, 황다랭이 以外魚가 낚시에 釣獲됨으로 因한 有效낚시의 減少 등 셋을 들었다.

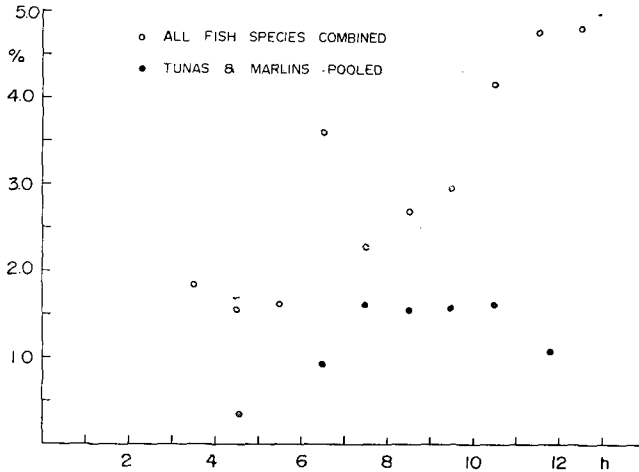


Fig. 5. Relationship between the number of catch and the number of hooks displaced by hooked fishes.

Sivasbramaniam이 든 原因들의 檢討.

- a. 釣獲된 낚시數는 Fig.5 와 같이 낚시 浸漬時間에 比例하여 增加하는 傾向을 보인다.
- b. 미끼 效果의 減少는 미끼의 鮮度低下와 有效미끼 數의 減少로 區別하여 考慮할 때 미끼 鮮度は 낚시 浸漬時間의 經過에 따라 조금씩 減少할 것이고 無効 미끼數는 釣獲낚시數(Fig. 5)와 比例하여 增加할 것이다. 즉 浸漬時間에 正比例하는 傾向으로 增加할 것이다.
- a와 b를 合하여도, 1時間當 6%를 넘지는 않을 것으로 짐작된다. (Table 7).
- c. 釣獲된 漁獲物이 낚시에서 떨어져 漁獲物이 들어가는 速度도 역시 낚시 浸漬時間과 比例할 것이다.
- d. 상어 등의 害魚에 依하여 釣獲魚가 被食되는 數는, 本試驗操業中 2件이 있었으나 모두 釣獲魚數에 包含시켰다. 以上에서 알 수 있는 것은, 이들 原因에 依하여 釣獲率이 影響을 받는다고 하더라도, 황다랭이의 경우와 같이 斷層的인 低率이 나타날 수는 없다는 것이다.

눈다랭이의 釣獲率에서는 낚시 浸漬時間이 길수록 釣獲率이 높고 황다랭이의 釣獲率에서는 攝餌時刻 以前 繩分에서의 浸漬時間이 길수록 釣獲率이 낮은 原因은, 다음의 두가지 可能性을 생각할 수 있다.

- a. 미리 投繩되어 낚시가 沈下水深에 達하여 靜止狀態인 낚시의 미끼를 눈다랭이는 攝食해도 황다랭이는 攝食하지 않는다.
- b. 미리 投繩되어 낚시가 沈下水深에 達한 낚시의 水層이, 눈다랭이의 攝餌水層에 가깝고 황다랭이의 攝餌水層을 버서났다. 즉 황다랭이의 攝餌水層은 낚시의 沈下水層보다 얇다.
 - a의 可能性: 두 魚種이 먹이를 選擇함에 있어서, 好不好의 嗜好가 이처럼 뚜렷하게 다를 것 같지 않다.
 - b의 可能性: 漁具差檢定에서 눈다랭이는 漁具가 B適漁具로 나타나고 황다랭이는 A漁具가 B漁具 보다 適漁具로 나타난 것 (Table 5)과 符合한다. 즉 황다랭이의 攝餌水層은 눈다랭이의 攝餌水層보다 얇은 水層이고, 황다랭이에 對하여 使用漁具의 낚시 浸下水層이 너무 깊음을 나타낸 것이다. 이에 比하여 漁具 A와 B는 눈다랭이의 攝餌水層에서 크게 벗어나지 않으므로 눈다랭이의 釣獲率은 낚시 浸漬時間이 길면 길수록 增加하는 連續的 變化를 보인다.

4. 日沒時刻以後의 攝餌適時刻

日出前 攝餌適時刻의 海水中 照度와 같은 狀態는 日沒後에도 이루어 질 것이므로, 아마 日沒後에도 또한 攝餌適時刻이 있을 것이다. Sivasbramianiam은 投繩時에 延繩의 特定部分의 釣獲率이 높은 現象을 指摘하였는데, 揚繩過程에서 높은 釣獲率을 나타내는 延繩部分은 攝餌適時刻에 引揚된 部分임을 推測할 수 있다. 또 이 現象은 낚시의 沈下水層이 攝餌水層보다 깊은 漁具에서만 볼 수 있을 것이다. 本實驗操業에서는 日沒時刻後의 揚繩이 없었으므로 이 現象은 나타나지 않았다

5. 釣獲率의 水平分布型과 使用漁具의 釣獲水層과의 關係.

위에서 考察한 바와 같이 攝餌適時刻以前에 미리 投繩된 낚시의 釣獲率이, 그 以後의 投繩된 낚시의 釣獲率보다 顯著하게 낮은 現象은, 使用延繩의 낚시沈下水層이 그 魚種의 攝餌水層보다 깊다는 證左가 된다. 本實驗操業에서 使用한 漁具는 모두 황다랭이의 攝餌水層보다는 너무 깊었다고 할 수 있다. 漁具의 沈下水層이 황다랭이의 攝餌水層과 合致하면, 미리 投繩하여 마지막에 揚繩된 部分의 釣獲率이 斷層的으로 낮을 수는 없다.

5. 結 論

1. 낚시의 沈下水層이 다른 種의 延繩漁具를 同時에 使用하고, 그 投繩順序를 前後로 바꾸어 操業한 釣獲率의 水平分布를 分析하여, 魚種別 攝餌適時刻과 攝餌水層을 2肢選式으로 判定하는 實驗方法은 有効하다.

2. 황다랭이 *Thunnus albacares*의 攝餌習性.

攝餌適時刻은 日出前 1時間부터 日出時刻까지의 사이이고, 攝餌適時刻의 游泳層은 本實驗操業에 使用한 두 漁具의 낚시 沈下水層보다 얇다.

3. 눈다랭이 *Thunnus obesus*의 攝餌習性.

攝餌適時刻은 日出前 1時間보다 이른 時刻부터 活潑히 攝餌한다. 攝餌할 때의 游泳水層은 황다랭이 *Thunnus albacares* 보다는 깊고, 漁具 B의 낚시 沈下水層은 攝餌할 때의 游泳水層보다 깊지는 않다. 漁具 A보다 漁具 B의 낚시 沈下水層이 攝餌水層에 가깝다.

4. *Alepisaurmus borealis*의 攝餌習性.

攝餌適時刻은 눈다랭이 *Thunnus obesus*보다 더욱 夜行性傾向이 強함을 보인다. 攝餌時의 游泳層도 눈다랭이보다 더욱 깊은 水層이다.

5. 投繩時刻別釣獲率分布型에서 使用延繩의 낚시 沈下水層의 適不適을 判斷할 수 있다.

使用延繩의 낚시沈下水層이, 그 魚種의 攝餌時刻중의 游泳層보다 너무 깊으면, 일찍 投繩하여 낚시 浸漬時間이 가장 長時間인 延繩部分의 釣獲率이 斷層的으로 낮게 나타난다.

以上 이 論文作成에 있어 圖面製圖에는 林斗柄氏가 手酷해 주셨고, 英文의 文章 修正은 Driscoll 氏가 手酷해 주셨다. 깊이 感謝한다.

文 獻

- Hirayama, N. (1961): Horizontal distribution of catch by the long line. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 27(11), 987-989.
- Sivasbramianiam, K. (1961): Relation between soaking time and catch of tunas in longline fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 27(9), 835-845.
- Yoshihara, T. (1951): Distribution of fishes caught by the long line. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 16(8), 367-374.