

## 다랑어 胃内に 들어있는 꽁치 머리의 頻度 解析

朴 丞 源

釜山水産大學 漁業學科

An Analysis of the Frequencies of the Saury Heads(bait)  
Retained in the Tuna Stomachs

Sing Won PARK

Department of Fishing Technology, National Fisheries  
University of Pusan, Namgu, Pusan, 608 Korea

With an object to obtain an indication on the efficiency of the saury baits for tuna longline, frequencies of the saury heads found in the tuna stomachs were analysed by the equations developed from the binomial distribution.

Four factors were introduced into the equations : The hooking rate,  $p$ ; rate of not being hooked  $q$ ; rate of the effective baits retained in the stomachs of the captured tuna  $r$ ; and the rate of the previously taken baits retained in the tuna stomachs,  $t$ .

The best estimates of  $\frac{p}{p+qt}$  and  $r$  are empirically obtained as follows.

$$\text{Yellowfin tuna : } \frac{p}{p+qt} = 0.789, r = 0.598$$

$$\text{Bigeye tuna : } \frac{p}{p+qt} = 0.810, r = 0.608$$

$$\text{Albacore tun : } \frac{p}{p+qt} = 0.838, r = 0.621.$$

## 序 論

다랑어 주낙의 미끼로는 꽁치를 통채로 사용하고 꽁치의 머리에 낚시를 케어서 미끼를 단다. 그러므로 꽁치 머리를 삼킨 다랑어는 그 낚시에 낚여야 할 것이나 漁獲된 다랑어의 胃속에는 꽁치 머리가 여러 개 들어있는 것도 있다(山口, 1974. 朴, 1982). 즉 미끼 꽁치의 머리를 삼켜도 그 낚시에 낚이지 아니 하는 것이 있음을 알 수 있다.

朴(1979)은 다랑어 胃内に 들어있는 꽁치 머리의 頻度를 解析함에 있어서 漁獲된 다랑어가 낚시에 낚이기 전에 다른 낚시에서 데어 먹은 꽁치 머리는 모두 胃内に 지니고 있다는 假定下에 2項分布式을 適

用한 바 있다. 그러나 다랑어가 水深이 깊은 水層에서 水面까지 引揚되면 胃内容物을 吐出하는 수도 있으므로(山口, 1969) 여기서는 다랑어가 낚이기 전에 삼킨 꽁치 머리를 胃内に 지니고 있을 確率도 要因으로 導入한 模型式을 使用하기로 한다.

## 資 料

國際聯合(UN) 開發事業으로 設立된 한국어업 훈련소의 實習船 제2진단배호(320.6톤)가 1977年 7月부터 10月 사이에 太平洋 赤道海域에 주낙으로 漁獲한 다랑어중 船上에 引揚될 때 살아있는 것의 胃를 標本으로 하였다. 胃標本속에 들어있는 꽁치 머

Table 1. Frequencies of the tuna stomach by the number of the saury heads retained in each stomach

Number of the saury heads	Yellowfin tuna ( <i>Tunnus albacares</i> )	Bigeye tuna ( <i>Tunnus obesus</i> )	Albacore tuna ( <i>Tunnus alalunga</i> )
0	86	54	46
1	146	94	83
2	37	14	14
3	1	7	2
4	1	1	0
Total	271	170	145

리 頻度分布는 Table 1과 같다.

方法 및 結果

1. 記號 및 數式

$p$ : 콩치 머리를 삼킨 다랑어가 그 낚시에 낚이는 確率

$q$ : 콩치 머리를 삼킨 다랑어가 그 낚시에 낚이지 아니하는 確率

$$p + q = 1 \dots \dots \dots (1)$$

$r$ : 낚시에 낚인 다랑어가 그 낚시의 미끼를 胃内に 지니고 있을 確率

$t$ : 낚시에 낚인 다랑어가 낚이기 전에 다른 낚시에서 떼어서 삼킨 콩치 머리를 胃内に 지니고 있을

Table 2. Notations

$p$ : probability of a tuna hooked
$q$ : $1-p$
$r$ : probability of a captured tuna to retain the bait in the stomach
$t$ : probability of an uncaptured tuna to retain the bait in the stomach
$Q$ : $qt$
$c$ : Total number of the tuna stomachs
$c_i (i=0, 1, 2, \dots)$ : Number of the tuna stomachs retaining $i$ (number) of the saury heads in each stomach

確率

이라고 하자.

콩치 머리 1개리 삼키고 그 낚시에 낚인 다랑어중 胃内に 콩치 머리를 지니고 있지 아니할 確率은  $p(1-r)$ 이고 胃内に 1개의 콩치 머리를 지닐 確率은  $pr$ 이다. 콩치 머리 2개를 삼키고 2개째의 낚시에 낚일 確率은  $pq$ 이며 낚인 다랑어의 胃内に 콩치 머리를 1개도 지니지 아니할 確率은  $p(1-r)q(1-t)$ , 1개의 콩치 머리를 지닐 確率은  $p(1-r)qt + prq(1-t)$ , 2개의 콩치 머리를 지닐 確率은  $prqt$ 이다. 이와 같이 (Table 3)하여 콩치 머리를 지니지 아니할 모든 確率, 콩치 머리 1개를 지닐 모든 確率등을 合算할 수 있다.

$c$ : 漁獲된 다랑어 尾數

$c_i (i=0, 1, 2, \dots)$ : 다랑어 胃속에 콩치 머리를  $i$

Table 2. Probabilities of a tuna to be hooked on the N-th bait and the probabilities of the stomach to retain a certain number of the baits in the stomach

Number of baits	Probability to be hooked	Number of the baits retained in the stomach	Probability
1	$p$	0	$p(1-r)$
		1	$pr$
2	$pq$	0	$p(1-r)q(1-t)$
		1	$p(1-r)qt + prq(1-t)$
		2	$prqt$
3	$pq^2$	0	$p(1-r)q^2(1-t)^2$
		1	$p(1-r)\binom{2}{1}q^2t(1-t) + prq^2(1-t)^2$
		2	$p(1-r)q^2t^2 + pr\binom{2}{1}q^2t(1-t)$
		3	$prq^2t^2$
$n+1$	$pq^n$	0	$p(1-r)q^n(1-t)^n$
		1	$p(1-r)\binom{n}{1}q^n t(1-t)^{n-1} + prq^n(1-t)^n$
		...	...

( $i$ 는 0, 1, 2, ...)개 갖는 것의 尾數  
라고 하면 다랑어 漁獲物중 그 胃內에 들어있는 鰾  
치 머리數에 따라 漁獲尾數의 出現率  $\frac{c_0}{c}$ ,  $\frac{c_1}{c}$ ,

$\frac{c_2}{c}$ , ...은 Table 4와 같다. 즉

$$qt = Q \dots\dots\dots(2)$$

라고 하면

$$\frac{c_0}{c} = \frac{p(1-r)}{1-q(1-t)} = \frac{p(1-r)}{p+Q} = \frac{86}{271} \dots\dots\dots(3)$$

$$\begin{aligned} \frac{c_1}{c} &= pr + prq(1-t) + p(1-r)qt \\ &\quad + prq^2(1-t)^2 + 2p(1-r)q^2t(1-t) \\ &\quad + prq(1-t)^3 + 3p(1-r)q^3t(1-t)^2 + \dots \\ &= \frac{pr}{1-q(1-t)} + \frac{p(1-r)qt}{\{1-q(1-t)\}^2} \\ &= \frac{pr}{p+Q} + \frac{p(1-r)Q}{(p+Q)^2} = \frac{146}{271} \dots\dots\dots(4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{c_2}{c} &= \frac{prQ}{(p+Q)^2} + \frac{p(1-r)Q^2}{(p+Q)^3} \\ &= \left(\frac{Q}{p+Q}\right) \frac{c_1}{c} = \frac{37}{271} \dots\dots\dots(5) \end{aligned}$$

$$\frac{c_3}{c} = \left(\frac{Q}{p+Q}\right)^2 \frac{c_1}{c} = \frac{1}{271} \dots\dots\dots(6)$$

$$\frac{c_4}{c} = \left(\frac{Q}{p+Q}\right)^3 \frac{c_1}{c} = \frac{1}{271} \dots\dots\dots(7)$$

이다. 式 (4), (5), (6), (7)을 보면  $c_1, c_2, c_3, \dots$ 는  
幾何級數이고 그 公比는  $\frac{Q}{p+Q}$  임으로  $c_1, c_2, c_3, \dots$   
의 觀測值에서  $\frac{Q}{p+Q}$  值를 推定할 수 있다.

(2)  $\frac{Q}{p+Q}$ 의 最適推定值

標本誤差 (Sample error)를 包含하는 觀測值  
 $c_1, c_2, c_3, \dots$ 에서 公比의 最適推定值를 求하는 式으

로는 여러가지가 있으나 (Ricker, 1975; Rodney,  
1976) 여기서는 Robson과 Chapman(1961)의 式과  
Heincke(1913)의 式을 適用하여 얻은 2개의 一次的

Table 4. Mathematical model

$$p+q=1 \dots\dots\dots(1)$$

$$qt=Q \dots\dots\dots(2)$$

$$\frac{c_0}{c} = \frac{p(1-r)}{1-q(1-t)} = \frac{p(1-r)}{p+Q} = \frac{86}{271} \dots\dots\dots(3)$$

$$\begin{aligned} \frac{c_1}{c} &= pr + prq(1-t) + p(1-r)qt \\ &\quad + prq(1-t)^2 + 2p(1-r)q^2t(1-t) \\ &\quad + prq(1-t)^3 + 3p(1-r)q^3t(1-t)^2 + \dots \\ &= \frac{pr}{1-q(1-t)} + \frac{p(1-r)qt}{\{1-q(1-t)\}^2} \\ &= \frac{pr}{p+Q} + \frac{p(1-r)Q}{(p+Q)^2} = \frac{146}{271} \dots\dots\dots(4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{c_2}{c} &= \frac{prQ}{(p+Q)^2} + \frac{p(1-r)Q^2}{(p+Q)^3} \\ &= \left(\frac{Q}{p+Q}\right) \frac{c_1}{c} = \frac{37}{271} \dots\dots\dots(5) \end{aligned}$$

$$\frac{c_3}{c} = \left(\frac{Q}{p+Q}\right)^2 \frac{c_1}{c} = \frac{1}{271} \dots\dots\dots(6)$$

$$\frac{c_4}{c} = \left(\frac{Q}{p+Q}\right)^3 \frac{c_1}{c} = \frac{1}{271} \dots\dots\dots(7)$$

$\frac{Q}{p+Q}$  推定值를 각각 式(3)과 式(4)에 代入하여 각  
推定值의 適合度를 試驗한다. 즉  $\frac{Q}{p+Q}$  값을 式(3)  
에 代入하여 얻은  $r$ 값과 式(4)에 代入하여 얻은  $r$ 값  
이 서로 一致하면 그 推定值는 最適推定值(best  
estimate)이다. 2개의  $\frac{Q}{p+Q}$  推定值가 모두 不適合

Table 5. Estimates of  $\frac{Q}{p+Q}$  by different model applied to the yellowfin tuna stomach sample

Item	Robson and Chapman(1961)	Heincke(1913)
Model	$\frac{T}{n+T-1}$	$\frac{c_2+c_3+\dots}{c_1+c_2+c_3+\dots}$
Applied data	$n=c_1+c_2+c_3+c_4+\dots=185$ $T=c_2+2c_3+3c_4+\dots=42$	$c_1+c_2+c_3+\dots=185$ $c_2+c_3+\dots=39$
Estimate of $\frac{Q}{p+Q}$	$\frac{42}{185+42-1}=0.186$	$\frac{39}{185}=0.211$
Standard error	0.026	0.029
Test of estimate		
Equation(3)	$r=0.610$	$r=0.598$
Equation(4)	$r=0.589$	$r=0.598$

하면 그  $\frac{Q}{p+q}$  값보다 若干 큰 값 혹은 若干 작은 값을 式(3)과 式(4)에 代入하여 試驗하기를 反復하여 두개의  $r$  값이 가장 잘 一致하는 값을 經驗的方法 (empirical method)으로 찾아내어 그 값을  $\frac{Q}{p+Q}$ 의 最適推定値로 한다.

하나의 보기로서 황다랑어의 胃標本 濃度에서 얻은  $\frac{Q}{p+Q}$ 의 一次的 推定値를 式(3)과 式(4)로서 試驗하면  $\frac{Q}{p+Q} = 0.211$ 가 最適推定値이고 이에 對應하는  $r$  最適推定値는  $r = 0.598$  이다(Table 5).

$\frac{qt}{p+qt}$ ,  $\frac{p}{p+qt}$ ,  $p$ 에 대한  $qt$ 의 相對値 및  $r$  값은 Table 6과 같다.

Table 6. The best estimates of  $\frac{qt}{p+qt}$ ,  $\frac{p}{p+qt}$ , and  $r$

Item	Yellowfin tuna	Bigeye tuna	Albacore tuna
$\frac{qt}{p+qt}$	0.211	0.190	0.162
$\frac{p}{p+qt}$	0.789	0.810	0.838
$qt$	0.267p	0.235p	0.193p
$r$	0.598	0.608	0.621

考 察

1. 胃内容物중의 미끼 콩치의 判別

胃内容物중에서 미끼 콩치와 天然미끼인 他魚種과를 判別하자면 미끼 콩치는 外觀으로 쉽게 알아볼 수 있어야 함으로(堀田, 狩谷, 小川, 1959) 本研究에서는 胃標本은 漁獲物중 船上에 引揚된 후에도 퍼뜨려 거리는 個體의 胃만을 使用하였다. 주낙 낚시에 낚인 狀態로 다랑어가 水中에서 살아있는 時間의 推定値는 몇 著者에 의하면 4時間을 超過하지 아니하므로(平山, 1970; 朴, 1974; 山口, 小林, 1974) 胃内の 콩치와 天然미끼인 他魚種과 混同할 危險은 없다.

2. 콩치 머리를 갖지 아니하는 胃가 나타나는 原因

漁獲된 다랑어는 미끼 콩치의 머리와 함께 그 머리에 쉰 낚시를 입안에 넣고 물었음으로 그 낚시에 낚인 것이다. 그럼에도 不拘하고 그 낚시에 쉰 낚시 머리가 다랑어 胃内に 들어있지 아니하는 것이

있는 理由로는 두 가지가 있다. 그 중의 하나는 다랑어가 静止狀態의 미끼를 물 때는 胃막 덮여서 미끼를 한번에 삼키는 것이 아니라 미끼를 조금씩 빨아 들이듯이 몇번의 動作으로 삼키는 것이고 그러므로 낚시는 다랑어의 입 언저리에 많이 걸리고 그 낚시에 쉰 낚시 미끼는 삼키지 못하는 것이 나타난다고 한다(山口, 1969). 또 하나의 理由로는 水深이 깊은 水層에서 釣獲된 다랑어를 水面까지 引揚하면 胃가 압박으로 튀어 나오거나 胃内容物を 吐하는 것을 볼 수 있으므로 이와 같이 하여 콩치 머리도 吐하는 것이 있을 것이다. 그러나 이와 같은 예는 水深이 매우 깊은 水層에서 漁獲되는 눈다랑어에서는 볼 수 있어도 漁獲水深이 比較的 얕은 황다랑어에서는 거의 볼 수 없다고 한다(山口, 1969). 따라서 황다랑어에 있어서는  $t=1$ 로 看做하여도 무방할 것이고 눈다랑어, 날개다랑어에 있어서는  $t$ 는 1에 매우 가깝고 1보다는 작은 값일 것이다.

要 約

주낙으로 漁獲된 다랑어의 胃内に 들어있는 콩치 머리의 頻度分布를 解析하여 미끼를 삼킨 다랑어가 그 낚시에 낚이는 漁獲率을 推定하기 위하여 2項分布式에서 誘導한 數式을 適用하였다.

콩치 머리를 삼킨 다랑어가 그 낚시에 낚이는 確率을  $p$ , 낚이지 아니하는 確率을  $q$ , 낚시에 낚인 다랑어가 그 낚시에 쉰 미끼 콩치 머리를 胃속에 保有하는 確率을  $r$ , 낚이기 前에 삼킨 콩치 머리를 保有하는 確率을  $t$ 로하는 數式에 콩치 머리頻度の 觀測値를 適合 시켜서 다음과 같은  $\frac{p}{p+qt}$  값과  $r$ 의 最適推定値를 얻었다.

황다랑어;  $\frac{p}{p+qt} = 0.789, r = 0.598$

눈다랑어;  $\frac{p}{p+qt} = 0.810, r = 0.608$

날개다랑어;  $\frac{p}{p+qt} = 0.838, r = 0.621$

文 獻

平山信夫. 1970. マグロ延繩の漁獲機構に関する研究, pp.83. 東京水産大學  
堀田秀之, 狩谷貞二, 小川遼. 1959. カツオの餌付に

- 關する研究 第1報. 東北海區のカツオの餌付と消化管との關係. 東北海區水研報(13), 60—78.
- 朴丞源. 1974. 다랭이 주낙의 漁獲能力과 그 漁獲性能의 日變化. 釜山水大臨海研報(7), 51—76.
- \_\_\_\_\_. 1979. 다랭이 주낙 어획물의 胃内에서 발견된 미끼에 관한 연구. 釜山水大研報 19(1) 1—7.
- \_\_\_\_\_. 1982. 낚시의 미끼에 대한 다랑어의 攝餌習性. 韓水誌 15(4), 317—322.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. 191, Dept. Environment Fish. and Marine Service, Canada. pp. 382.
- Robson, D.S. and D.G. Chapman. 1961. Catch curves and mortality rates. Trans. Amer. Fish. Soc. 90(2), 181—189.
- Rodney J. 1976. The use of marking data in fish population analysis. FAO Fish. Tech. Paper No. 153, 43p.
- 山口裕一郎. 1969. マグロ類の食性について. 三重大學水産學部紀要 8(1), 1—15.
- \_\_\_\_\_. 1974. マグロ延縄漁法の釣獲機序に関する研究. 三重大學水産學部紀要. 9(3), 511—605.
- 山口裕一郎・小林裕. 1968. 遠洋マグロ延縄漁業の漁獲傾向とその考察. 三重大學水産學部紀要 7(3), 235—254.
- \_\_\_\_\_. 1974. 空鈎出現の検討—Ⅳ. 釣獲魚の胃中に殘る餌料サンマの數とその消化進行狀況について. 日本誌 40(2), 129—134.