

## 海鳥混獲回避のためのトリラインに関する調査活動

南 浩史・横田耕介・清田雅史

(独) 水産総合研究センター遠洋水産研究所

### **Research on effectiveness of two different kinds of tori lines to reduce incidental take of seabirds in longline fishery**

Hiroshi Minami, Kosuke Yokota and Masashi Kiyota

National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Research Agency, Japan

#### **Abstract**

Following analyses were conducted in this document to evaluate effectiveness of two different kinds of tori lines for various sized and shaped longline vessels. Firstly, observer data collected in the Southern Ocean were analyzed to examine factors affecting effectiveness of tori lines. Among the factors examined in the GLM analysis, number of albatrosses sighted during line setting and lengths of tori line had significant effects, and conventional tori line (Type-A) and light streamer tori-line (Type-B) showed similar effectiveness in terms of reducing incidental take of seabirds. Secondly, controlled experiments with a chartered commercial fishing vessel (75GRT) and a research vessel (196GRT) were conducted in the North Pacific to compare the effectiveness of the conventional and light streamer tori-lines, and the results showed that the light streamer tori-line had larger aerial coverage, smaller bait-taken rate by Laysan albatross and smaller incidental taking rate of Laysan albatross. Finally, on-site trial tests with about 30 small and middle-sized longline vessels were conducted to obtain feedback from fishers on effectiveness and practicality of these two types of tori lines. These results indicated that both types of tori lines had satisfactory effectiveness of seabird avoidance and that the light streamer tori-line was more user-friendly in these small-sized longline vessels.

#### **摘要**

様々な大きさや形をもつ延縄漁船に最適なトリラインを開発、改良を試みた。はじめに、ミナミマグロ漁業における科学オブザーバデータを用いて、漁業者が利用しているトリラインの特徴を明らかにし、また、混獲回避効果に影響を与える要因の特定を試みた。その結果、従来から使用されオドシの長いトリライン (A タイプ) に加え、多くの短いオドシをもつ軽量なトリライン (B タイプ) の 2 種類が主に存在することが明らかとなった。また、投縄時に飛来するアホウドリ類の数、トリラインの長さが混獲回避の効果に影響を与えることが明らかとなり、オドシのタイプによっては回避効果に違いがないことが明らかとなった。次に、北太平洋において商業船、調査船の 2 隻 (75 トン、196 トン) を用いて、従来型トリライン (A タイプ) と軽量型トリライン (B タイプ) における回避効果の比較実験を行った。軽量型トリラインは、重量が軽いこともあり空中カバー率が高く、アホウドリによる餌取り行動頻度、混獲数を削減させる効果が高いことが明らかとなった。最後に、漁業者に両トリラインを使用してもらい、効果や実用性について意見を聞くフィージビリティ試験を行った。その結果、両トリラインともに十分な混獲回避効果をもつことが明らかとなった。

## はじめに

漁業における海鳥混獲回避措置は、それが実際に漁業で広く使われ効果を発揮するためには、高い回避効果だけでなく実行可能性と経済性を兼ね備えていなければならない。このため、回避措置の開発においては漁業業界と研究者の協力が重要である。トリラインは、元々日本の漁業者が発明し、遠洋はえ縄船で広く使われてきた。本レビューでは、1) 漁業者による自発的改良の発掘；2) オブザーバデータの解析によるトリラインの効果に影響を及ぼす要因の解析；3) 従来のトリラインと改良型トリラインの効果を比較するためのコントロールされた実験；4) 回避効果と実用性について漁業者の感想を聞くためのフイービリティ試験、といったステップをたどることで開発、改良してきたトリラインに関する日本の調査活動を紹介する。

### 1. 漁業者による自発的改良の発掘

Yokota et al. (2007a) は、2002年から2005年のミナミマグロ漁船で収集された科学オブザーバデータを用いて、まぐろ延縄漁業で使われているトリラインの特徴に関して情報収集を行った。解析に使用されたデータ数は727個（操業）である。延縄漁船が使用しているトリラインの仕様に関して、主ラインの材質、鳥オドシの材質、主ラインの長さ、ポールの高さを調べた結果、次のようなカテゴリーに区分することができた。

#### i) Bird line material

- Type I : multifilament ropes (e.g. polyester, polyvinyl alcohol)
- Type II : nylon code
- Type III : nylon-monofilament (including multi-monofilament)

#### ii) Streamer material

- Type A : nylon code, urethane cube, or nylon code and urethane cube (according as a type of bird curtain developed by Japan Tuna.)
- Type B : polypropylene (PP) band
- Type C : combination of Type A and B in a streamer line

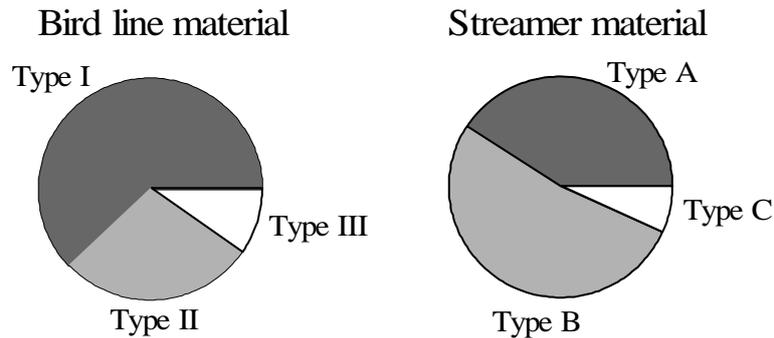
#### iii) Bird line length

Approx. 50m, 100m, 150m, 200 m

#### iv) Pole height above sea surface

5-10m, 10-15m

主ラインに関しては様々な材質のものが使用されているが、鳥オドシに関しては長いナイロンコードやウレタンチューブを用いたものと、長さが短く多数のPPバンドを用いたものなど、主に2種類存在することが明らかとなった (Fig. 1)。前者のタイプはCCAMLRやCCSBT-ERSで推奨されているトリラインの仕様で、従来から用いられていると考えられ、後者のものはその派生型、改良型と考えられた。本来、トリラインは日本の漁業者が開発したものであるが、さらに、漁業者は状況に応じて海鳥の混獲を効果的、効率的に回避するべく、自主的に改良を加えていることが伺える。



**Fig.1.** Proportions of bird line and streamer materials from observer data collected in the Southern Ocean.

## 2. トリラインの効果に影響を及ぼす要因の解析

Yokota et al. (2007a; 2007b) は、上記のミナママグロ漁船のオブザーバデータを用いて、トリポールの仕様とアホウドリ類の混獲回避効果の関係を検討した。解析には、合計 727 個の観察データを使用した。解析において、投縄時のアホウドリ類、及びその他の海鳥の観察数を用いるために、夜間投縄におけるデータは、解析に使用しなかった。トリポールの仕様を次のようなカテゴリーに分類した：i) トリポールの主ラインの材質（Type I：マルチフィラメントロープ、Type II：ナイロンコード、Type III：ナイロンモノフィラメント）、ii) 鳥オドシの材質（Type A：ナイロンコードとウレタンチューブ、Type B：ポリプロピレン (PP) バンド、Type C：Type A と Type B を組み合わせたもの）、iii) 主ラインの長さ（約 50 m, 100 m, 150 m, 200 m）、iv) 水面からのポールの高さ（5 - 10 m, 10 - 15 m）。釣獲されるアホウドリ類の数を応答変数とし、誤差分布を負の二項分布と仮定した Catch モデルを作成し、説明変数として組み込んだ潜在的影響要因の効果を赤池の情報量基準 (AIC) を用いたモデル選択によって評価した。AIC を用いたモデル選択において、主ラインの長さの説明変数は選択されたが、主ラインの材質、鳥オドシの材質、ポールの高さの変数は選択されなかった (Table 1)。また、投縄時のアホウドリ類の観察数は、説明変数として選択された。当然考えられることではあるが、アホウドリ類の出現数が多いほど、その釣獲が増える傾向にあることがモデルにおいて示された (Table 2)。モデル解析の結果から、現在ミナママグロ漁船が使用しているトリポールのバリエーションの中では、アホウドリ類の混獲回避効果は、1) 主ラインが長いほど高くなること、2) 主ラインの材質の違い (Type I, II, III 間) や鳥オドシの材質の違い (Type A, B, C 間) では大きく変わらないこと、3) 海面からのポールの高さが 5 - 10 m と 10 - 15 m の間では大きく変わらないことが示唆された。

**Table 1.** Likelihood ratio statistics in the GLM with a negative binomial error structure distribution.

Factor	LR Chisq	d.f.	P
<i>Bird Line Length</i>	9.8604	3	0.0198
<i>No. of Observed Albatross</i>	24.0355	6	0.0005
<i>Year</i>	6.9317	3	0.0741
<i>Area</i>	5.2700	2	0.0717

**Table 2.** The coefficient estimates and standard errors in the GLM with a negative binomial error structure distribution, selected by AIC.

Factor	Coefficient	S.E.	Z value	P
<i>Intercept</i>	-10.1328	1.1126	-9.107	$<2 \times 10^{-16}$
<i>Bird Line Length</i> (Approx. 100m)	-0.3619	0.3573	-1.013	0.3111
<i>Bird Line Length</i> (Approx. 150m)	-0.9397	0.4036	-2.328	0.0199
<i>Bird Line Length</i> (Approx. 200m)	-1.4108	0.599	-2.355	0.0185
<i>No. of Observed Albatross</i> (1-5)	1.2387	1.0481	1.182	0.2373
<i>No. of Observed Albatross</i> (6-10)	2.0159	1.0298	1.958	0.0503
<i>No. of Observed Albatross</i> (11-15)	1.8294	1.0516	1.74	0.0819
<i>No. of Observed Albatross</i> (16-20)	2.6443	1.0713	2.468	0.0136
<i>No. of Observed Albatross</i> (21-30)	2.847	1.0921	2.607	0.0091
<i>No. of Observed Albatross</i> (30<)	2.2818	1.1323	2.015	0.0439
<i>Year</i> (2003)	-0.4739	0.3604	-1.315	0.1886
<i>Year</i> (2004)	-0.5466	0.3052	-1.791	0.0733
<i>Year</i> (2005)	-1.0931	0.4277	-2.555	0.0106
<i>Area</i> (Tasman)	-0.4453	0.2791	-1.595	0.1107
<i>Area</i> (South Indian)	-0.5768	0.2978	-1.937	0.0528

*Bird Line Length* (Approx. 50m), *No. of Observed Albatross* (0), *Year* (2002), and *Area* (Cape) were the reference categories.

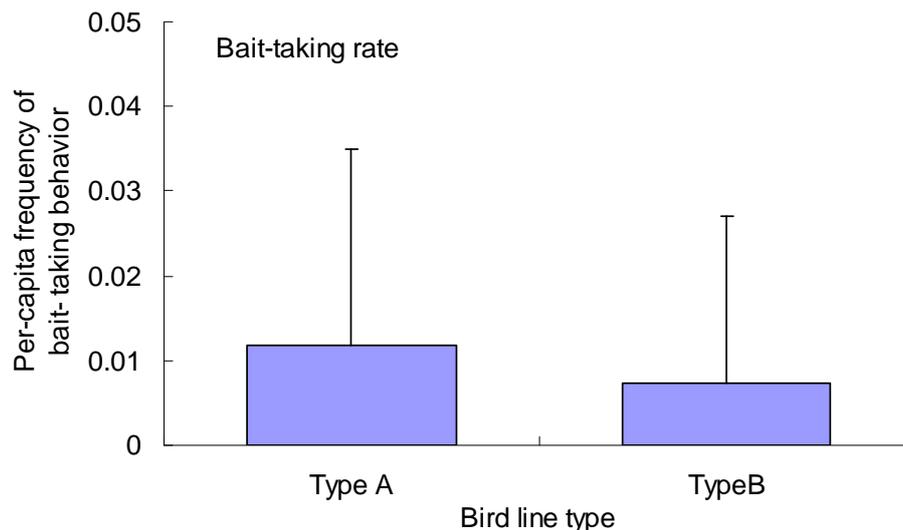
### 3. 従来型トリラインと軽量型トリラインによる回避効果の比較実験

Yokota et al. (2008) は、従来型トリライン (タイプ A) と軽量型トリライン (タイプ B) における海鳥の混獲回避効果を比較する実験を行った。2008 年に北太平洋において商業船第 68 大豊丸 (24.5 m, 75 トン; 18 操業) および調査船第二大慶丸 (42.4 m, 196 トン; 27 操業) を用いて投縄中に 2 つの区画を設けて 2 つのトリラインを曳航した。それぞれの区画においてどちらか一方のトリラインを曳航し、曳航する順番は操業毎に切り替えた。両トリラインの曳航中に海鳥の飛来数、各海鳥種の餌取り行動の頻度、揚縄時に混獲数を調べた。実験に使用したトリラインの仕様を Table 3 に示す。

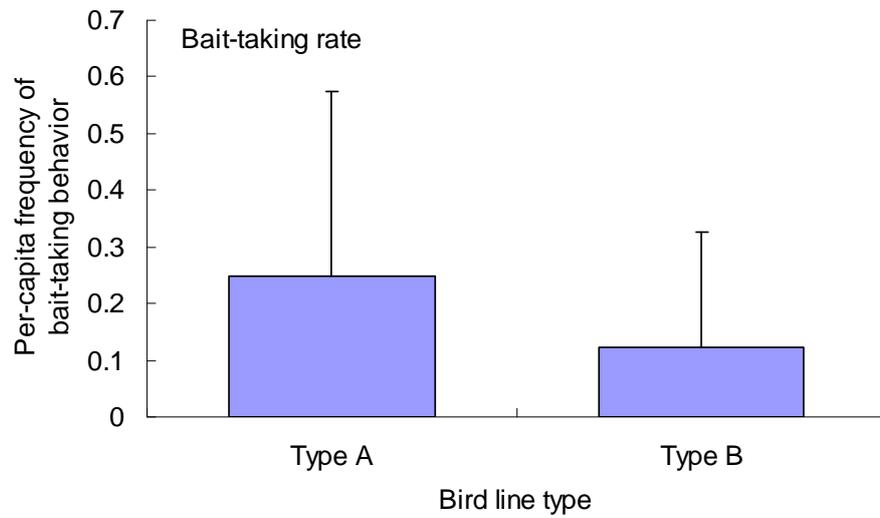
**Table 3.** Types of tori lines used in the experiments.

i) Type A	
Line length:	150 m
Line material:	Nylon code (3.0 mm in diameter)
Streamer length × the number:	7 m × 4, 5 m × 4, and 3 m × 4 (a total of 12 streamers)
Streamer interval	5 m apart
Streamer material and form:	Nylon code (3.0 mm in diameter), two-forked
Total weight:	2500 g (in dry condition)
ii) Type B	
Line length:	150 m
Line material:	polyester multifilament with nylon monofilament core (3.8 mm in diameter)
Streamer length × the number:	0.5 m × 60
Streamer interval	1.0 m apart
Streamer material and form:	Polypropylene (PP) band (15.0 mm in width), two-forked
Total weight:	1780 g (in dry condition)

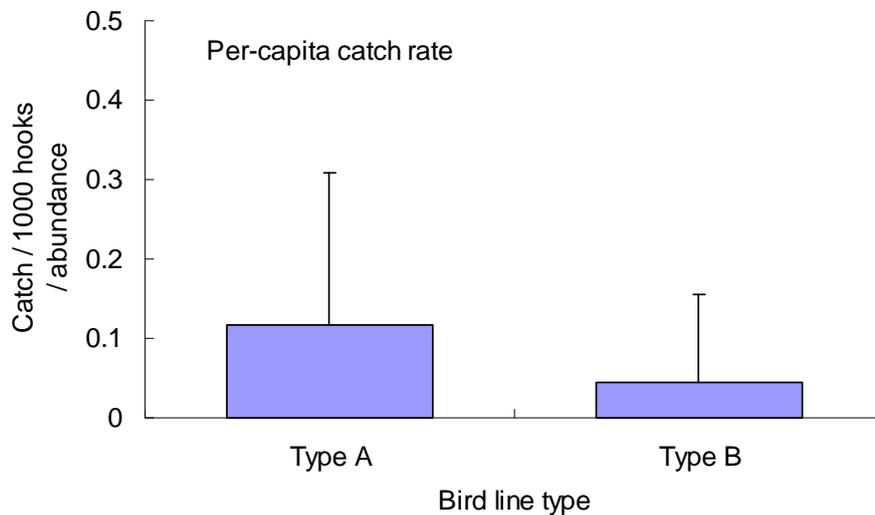
実験中に比較的多く飛来したコアホウドリを対象として、本種の餌取り行動頻度および混獲数について一般化線形混合モデル(GLMM)を用いて両トリポールの効果を比較した。その結果、軽量型トリライン（タイプ B）は、従来型トリライン（タイプ A）と比較して、コアホウドリの餌取り行動頻度および混獲数において高い削減効果をもつことが明らかとなった(Figs.2-4)。このことから、軽量型トリラインも従来型トリラインに比べても削減効果に遜色はなく、また、軽量のため空中カバー率が高く、漁具にも絡まりにくいという特徴をもち、海鳥の混獲回避において有望な措置の1つと考えられた。



**Fig.2.** Mean observed per-capita frequency of bait-taking behavior of Laysan albatross in 18 operations in the experiment I (Taiho-maru No. 68). Vertical bars indicate standard deviations.



**Fig.3.** Mean observed per-capita frequency of bait-taking behavior of Laysan albatross in 27 operations in the experiment II (Taikei-maru No. 2). Vertical bars indicate standard deviations.

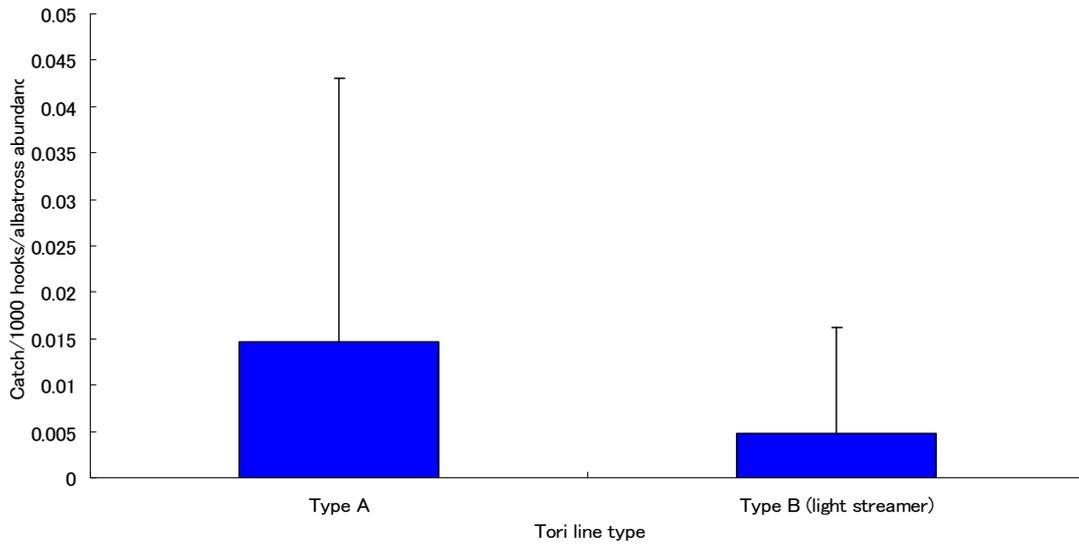


**Fig.4.** Mean observed per-capita catch rate of Laysan albatross in 27 operations in the experiment II (Taikei-maru No. 2). Vertical bars indicate standard deviations.

#### 4. 漁業現場におけるフィージビリティ試験

実際の漁業現場においてトリラインの回避効果と実用性について情報を収集するために、気仙沼近海はえ縄船団の 29 隻を対象に、従来型トリラインあるいは軽量型トリラインを用

いて、海鳥の混獲回避効果を比較検討した。調査では、操業情報、投縄時に飛来したアホウドリ類およびミズナギドリ等のその他海鳥類の数、揚縄時に混獲された海鳥類（クロアシアホウドリ、コアホウドリ、その他海鳥類）の数を記録した。暫定的な結果ではあるが、従来型トリラインと軽量型トリラインにおいて、アホウドリ類の混獲率に違いは認められなかった(Fig.5)。このことから、一般の商業船においても、どちらのトリラインを使用しても海鳥の混獲回避の効果に差はないことが明らかとなった。



**Fig.5.** Mean catch rates of albatrosses in feasibility study (260 fishing operations) conducted by commercial vessels (Kesen-numa fleet consists of 29 vessels). Vertical bars indicate standard deviations.

## 最後に

世界の大洋において様々な大きさや形状の漁船が操業していることから、海鳥の混獲回避効果が高いことと同時に、取り扱い易さなど操作性や経済性でも優れた措置が求められている(Minami et al. 2007)。従来型のトリラインの仕様は、ミナミマグロを対象とした浮延縄漁業やCCAMLRでの底延縄漁業など300トンを超える大型遠洋延縄船を想定したものであった。これは、大時化など風が強い日の操業では鳥おどしが重いため安定して使うことができるが、小型船では大きく重すぎて使いづらい時もある。日本の漁業者が常日頃、自主的にトリラインの改良を重ねており、今まで様々な仕様のトリラインが現場で使われてきた。その結果、上記のように重い重量型トリラインに対して、荷物紐のppバンドのような短い鳥おどしを無数に付けた軽量型トリラインが開発され使用されるようになった。特に小型船にとっては、取り回しが良く、漁具にも絡みにくく、鳥よけ効果もある軽量型を使っていることが多いようである。これら2種類のトリラインについて海鳥の混獲回避効果にも差はなく、むしろ軽量型の方が高い場合もあった。現在、様々な保存管理措置が存在しているが、日本の漁業者が自主的にトリラインを開発、改良しているように、数々

の規制によって漁業者の意欲や向上心が妨げられるようなことがあってはならないと考える。そのためにも、行政、水産業界、まぐろ漁業者、研究者間で情報を共有し協力しながら、持続的に漁業ができるような環境づくりが必要となる。

#### 文献

- Minami, H., Yokota, K., Kiyota, M. 2007. Examination of tori-pole configuration in middle-sized longline vessels. WCPFC-SC3-2007/EB-IP-14. pp.7.
- Yokota, K., Minami, H., Kiyota, M. 2007a. Effective factors of tori-poles in reducing incidental catch of seabirds in the Japanese longline fishery. CCSBT-ERS/0707/16. pp. 11.
- Yokota, K., Minami, H., Kiyota, M. 2007b. Seabirds avoidance effect of tori-lines in the Japanese longline fishery: Comparison of tori-line streamers. WCPFC-TCC3-2007/DP3. pp. 5.
- Yokota, K., Minami, H., Kiyota, M. 2008. Direct comparison of seabird avoidance effect between two types of tori lines in longline fishing experiments. WCPFC-SC4-2008/EB-WP-7. pp. 10.