HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	船体運動と漁具との力学的関係について(Ⅰ):トロール船における船体動揺とワープ張力の統計的特性
Author(s)	天下井, 清
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 22(1), 67-72
Issue Date	1971-05
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24220
Type	departmental bulletin paper
File Information	22(1)_P67-72.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

船体運動と漁具との力学的関係について(I)*

トロール船における船体動揺とワープ張力の統計的特性

天下井　　清**

Study on the Dynamical Response between Ships's Motions and Fishing Gear (I)
On the Statistical Properties of Ship's Motions and Warp Tension in Trawl Fishing

Kiyoshi AMAGAI

Abstract

This is an experimental study in the full scale ship on the dynamical properties between ship's motions and towing warp tension in trawl fishing. In the experiment, the ship's motions and warp tension were measured and recorded simultaneously by the measuring and data recording system which was described in former paper (2). In this study, it is considered that the ship's motions are the input forces for the trawl fishing gear system and that the towing warp tension is the output forces of this system. In the analysis of the recorded data, the statistical analysis is applied. The following results were obtained and discussed:

1) The distribution of the amplitude of warp tension and ship's motions was shown to be Gaussian.

2) Concerning the power spectrum calculated for the above data, it was found that the correlation between ship's motions and warp tension exists and the variation of warp tension is mainly affected by the heaving motion of the ship.

3) When the ship was towing the trawl net, it was found that the amplitude of motions extremely increased, especially, in the head sea on the pitching motion.

緒　　言

漁業における船と漁具との問題については，これまで多くの研究者によって研究されてきたが，そのほとんどは船と漁具とを別個に取り扱ったもので，わずかに小山らによる報告[1)]がなされているにすぎない。近年の漁船の大型化とともに荒天時における操業も常時行なわれるようになってきた現在，船体運動と漁具との動力学的相互関係を明らかにし，それらの動特性を求めることは漁具材料学的にもまたより安全な操船と操業を確保するうえからも必要なことと思われる。本報告ではトロール操業中の船体の運動とワープにかかる張力とを同時に計測し，それらの統計的諸特性について明らかにした。本論に先だち，終始御指導を賜わった北大水産学部川島利兵衛教授，実験の便宜を与えられかつ有益な助言をいただいた同学部藤井武治助教授ならびに実験に御協力いただいた松島寛治技官，おしよろ丸の乗組員諸氏に深く感謝する。なお資料の計算処理は北大大型計算機センター，水産学部計算センターによった。

---

* 1968年10月日本水産学会秋季大会（福岡）で発表

** 北海道大学水産学部漁船運用学講座
(*Laboratory of Fishing Boat Seamanship, Fisheries, Hokkaido University*)

実験方法および計測法

実験には北大練習船おしよろ丸（1180 トン）を使用し，左右のワープ張力の計測には引張型ロードセルを用いた。Rolling, Pitching は角度，Heaving, Swaying, Surging は加速度，Yawing は角加速度としてとりだし，これらの同時計測を行ない1計測は15分間連続してデーターレコーダーに記録した。船体運動計測装置については多少の変更はあるが文献[3]に詳述したとおりである。

結果および考察

計測された6自由度の船体動揺とワープ張力の連続記録を1秒ごとに 600 個読みとり，時系列解析を行ないコレログラムとパワースペクトルを計算した。各船体運動の振幅の統計的性質については川島[2][3]・山内[4]によって正規分布をすることがわかっているが，ワープ張力の振幅の分布も Fig. 1 に示すように平均2.4トン，分散 0.2006 の正規分布であった。左舷側および右舷側のワープ張力のコレログラムは Fig. 2-a, b. に示されるように，2-a は両ワープに均一に荷重がかかっている場合であり

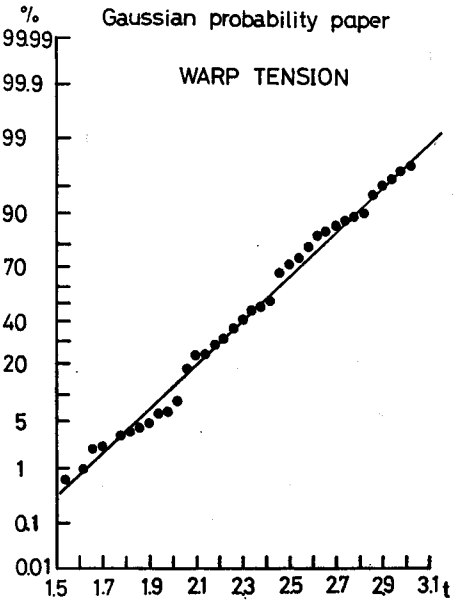
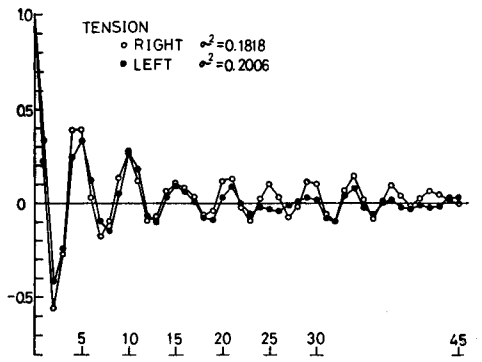


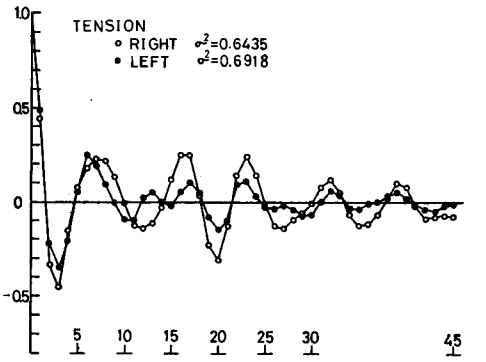
Fig. 1. Warp tension

2-b は不均一の場合で左舷側に比べて右舷側の方がやや単一の同期性を示しているが，両者はほとんど同一周期をもって変動していることがわかる。ワープ張力の変動と船体運動の変動との関係について Fig. 3-a, b. から，主にワープ張力に影響をおよぼしていると思われる運動は Heaving であることがわかる。従来経験的に張力の変動は Heaving, Pitching, および Rolling 等によって影響されていると言われていたが，本実験からことに Heaving による影響が大であり，その変動の周期成分はワープ張力のそれと全く一致していることは明らかである。以上のコレログラムからパワースペクトラムを Fig. 4 に示す。オートスペクトルからは張力と船体運動の位相の関係ははっきりしないが，スペクトラムに示されるパワーの周波数成分とそれぞれのもつ周期成分が類似しており，特に Heaving との



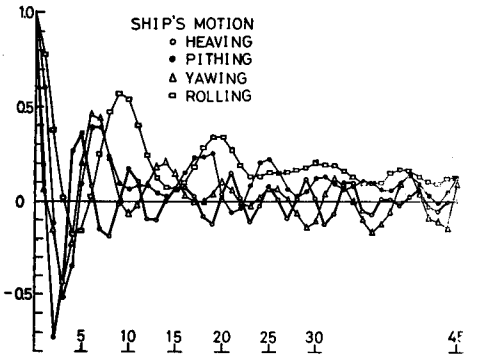
a

Fig. 2-a. Auto-correlogram of warp tension in wind scale 3



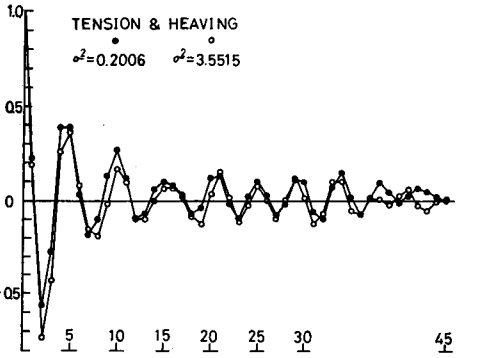
b

Fig. 2-b. Auto-correlogram of warp tension in wind scale 6



a

Fig. 3-a. Auto-correlogram of ship's motions in wind scale 3



b

Fig. 3-b. Auto-correlogram of warp tension of right side and heaving motion in wind scale 3

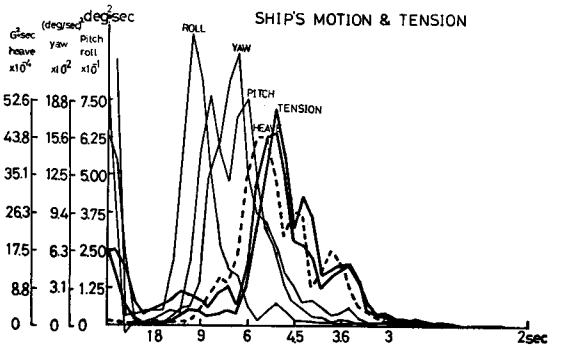


Fig. 4. Power spectra of ship's motions and warp tensions in wind scale 3

相互関係は明らかである。これらのスペクトラム，コレログラムによれば少くともワープ張力の変動に対して船体運動が影響をおよぼしていることは充分認められる。しかし，どの運動がどの程度関与しているかは，さらに位相の関係をも含んだ周波数応答特性を求めてみる必要があり今後の課題として研究をして行く予定である。次に今までは，船体運動のワープ張力に対する影響について論じてきたが，逆にトロール網を曳網することによつて生じる船体運動についてみてみると各運動のパワースペクトラは Fig. 5-a, b, c, d. および Fig. 6-a, b. に示すとおりであった。これらは揚網直後同一条件にて航走した時のパワースペクトラの比較である。

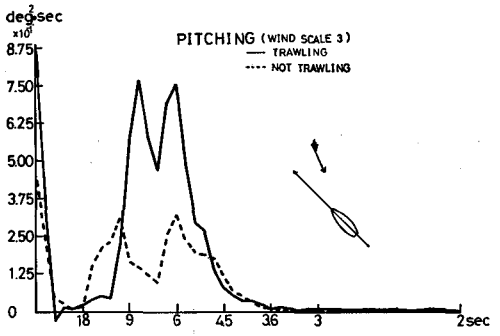


Fig. 5-a. Power spectra of pitching motion in trawling and not trawling in the head sea

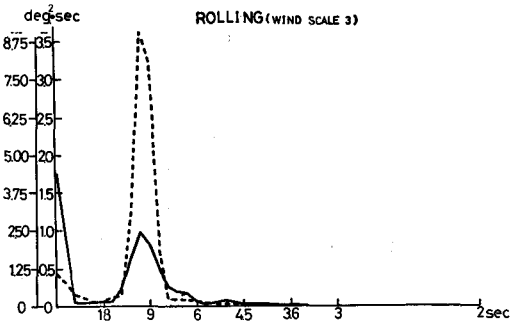


Fig. 5-b. Power spectra of rolling motion in trawling and not trawling in the head sea

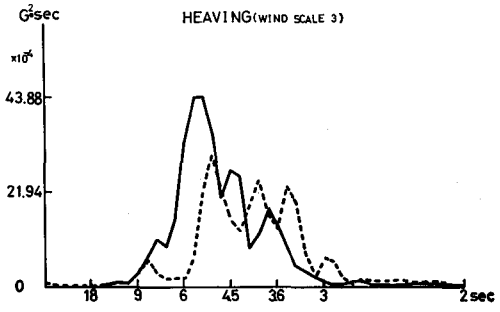


Fig. 5-c. Power spectra of heaving motion in trawling and not trawling in the head sea

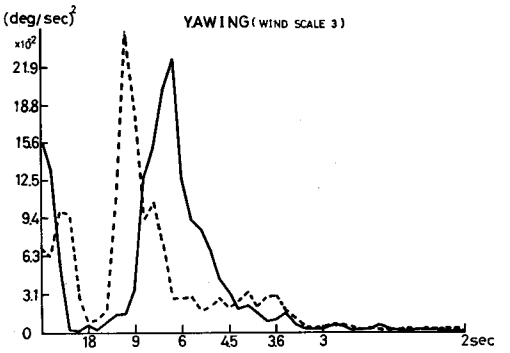


Fig. 5-d. Power spectra of yawing motion in trawling and not trawling in the head sea

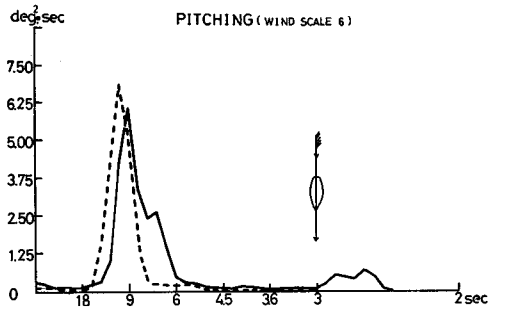


Fig. 6-a. Power spectra of pitching motion in trawling and not trawling in the following sea

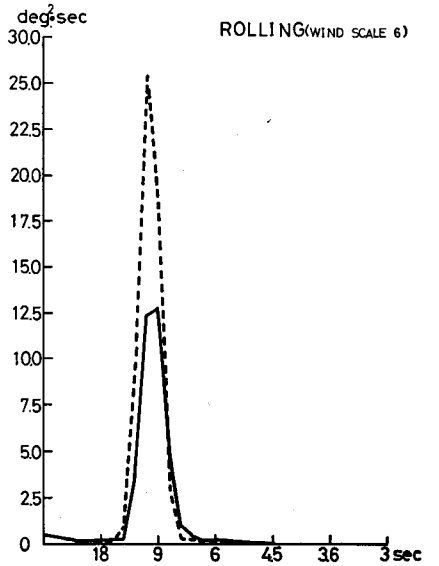


Fig. 6-b. Power spectra of rolling motion in trawling and not trawling in the following sea

1) 風浪を船首方向に受けて曳網する場合
曳網時の Pitching, Heaving はともに曳網しない時よりもパワーが増大している。Yawing については各パワーの周期成分の違いがみられるがその大きさは変わらない。
2) 風浪を船尾方向に受けて曳網する場合
Pitching はやや小さくなるがほとんど変わらない。Rolling は 1), 2) の場合ともに著しくパワーの減少を示しており，特に 1) の時においてはなはだしい。以上を総合すると船体運動とワープ張力との間には明らかな相互関係が存在し，それは相互に影響をおよぼしあっている。そしてコレログラム，パワースペクトルの解析が船の運動やワープ張力の不規則現象の解明に有効な方法であることが明らかである。本稿では風力，海況等についてはふれなかったが，船体と漁具に生じる不規則運動はそれらの種々の階級において，また船の状態の相異によってどう影響されているのかなどさらに船体運動と漁具との相互関係を応答系として解析していく予定である。

要 約

トロール操業中の船体動揺とワープ張力とを同時に連続記録し，その統計的性質を調べた。ワープ張力の振幅の分布は船体動揺の振幅の分布と同じ正規分布であり，ワープ張力と船体動揺の間には相互関係が存在し，ワープ張力の変動に直接作用しているのは Heaving であることを示した。また船体動揺も曳網することによって Rolling の振幅の変動は著しく減少し，船首方向に風浪を受ける時の Pitching の振巾の変動は極端に増大し，船尾方向に受ける時は変わらない。以上からワープ張力と船体運動との関係はさらに動揺を入力とし，張力その他を出力とする漁具の応答系とみなして計測資料を解析することが適当であると考えられる。

文 献

1) 小山武夫・桜井五郎・隅川芳雄 (1968). 船尾トロールの投揚網時におけるワープ張力の測定結果. 日水誌 **34**, 903–908.
2) 川島利兵衛・天下井清・増田紀義 (1968). 漁船の耐航性について (その 1). 北大水産彙報 **18** (4), 345–356.
3) ——— (1968). On the statistical distribution of measurements made at equal interval of ship motion at sea. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* **18** (4), 329–344.
4) 山内保文(1969). 耐航性に関するシンポジウムテキスト. 53–97. 日本造船学会.