リップ付きハードルアーのボディ形状と潜行運動

三木 智宏,^{1,a} 臺田 望,¹ 稲田 博史,^{1*} 酒井 拓宏,¹ 兼廣 春之¹

(2000 年 4 月 11 日受付, 2000 年 8 月 22 日受理)

¹東京水産大学海洋生産学科Diving Behavior of Lipped Hard-lure Changed
by the Body Shape in the Retrieving ProcessTomohiro Miki,^{1,a} Nozomu Daida,¹ Hiroshi Inada,^{1*}
Takuhiko Sakai,¹ Haruyuki Kanehiro¹¹Department of Marine Science and Technology, Tokyo University of Fisheries, Tokyo 108-8477, Japan

The flume tank and the field experiments were conducted to clarify the relationship between the body shape of floating hard-lure and the diving behavior in the retrieving process. Experimental lure-bodies were made up of the same rectangular shape ($Lb=65$ mm, $Lw=15$ mm) in the plane view and of different heights (13 mm $\leq Lh \leq 65$ mm) of elliptic shape in the side view. Trial lures with the same lip were used in both the experiments at velocities of 40, 60 and 80 cm/s in the flow or in the retrieve. Diving depth, attack angle and tension on a towing line of the lure were measured in the tank test. The lure behavior was also recorded by video camera from the top and the side of flume tank. Diving pattern of the lures was investigated with 4 transducers of fish finder within 20 m retrieving course in the field experiment. As increasing the ratio of axial length $\kappa=Lh/Lb$ as a parameter for the elliptic lateral shape of the body, the horizontal vibrating angle β of the lure was enlarged and the diving depth was shallower. It was indicated from these results that the diving behavior of the lure could be controlled by the value of body shape κ .

キーワード：ルアー, ボディ形状, 潜行運動, 深度, 振動, 迎角

ルアーフィッシングに使われるリップ付きハードルアーには様々なボディ形状のものがあ、これらの特徴はリトリブ、すなわちラインの巻き取りにより振動しながら潜行することである。特にリップ付きハードルアーでは、ボディ形状およびリップ形状の違いによって潜行時のルアーの振動特性が異なることが知られている。市販ルアー数種の潜行中の振動特性については三浦ら^{1,2)}の報告がある。また、臺田ら³⁾はタイダイの位置とルアーの潜行深度との関係を調べている。しかし、リップ付きハードルアーのボディ形状と潜行中の振動との関係、あるいはボディ形状によってハードルアーの潜行運動を制御する方法に関する研究は見当たらない。そこ

で、本研究ではリップ付きハードルアーのボディ形状と潜行運動との関係を明らかにすることを目的に回流水槽実験およびフィールド実験を行った。

実験方法

本研究ではリップ形状が等しくボディ形状の異なるルアー模型を製作し、実験に使用した。また、本論では特にことわりのない場合、リップ付きハードルアーをルアーと略称した。

供試ルアー 製作したルアー模型を Fig. 1 に示した。この供試ルアーは、市販の代表的な 45 種のルアー（クランクベイト：15 種、シャッド：15 種、ミノー：15 種）についてルアーの全長、ボデ

* Tel : +81-3-5463-0476, Fax : +81-3-5463-0692, E-mail : inadah@tokyo-u-fish.ac.jp

^a 現所属：株式会社東和電機製作所 (Present Address: Towa Denki Seisakusyo Co., LTD., Hakodate, Hokkaido 040-0077, Japan)

Fig. 1. The hard-lure used in the experiments. Figures showed the length in mm.

の全長, ボディ各部の高さ・幅の測長結果³⁾に基づいて各部の寸法を決定した。

ルアーボディの平面形状は, 平面投影面積の等しい長方形とした。この長方形の縦横比は形状計測を行ったシャッドタイプ 15 種のボディ全長とボディの最大幅との比に基づいて設定した。また, Fig. 1 に示したように, ボディの側面形状は長軸長を一定とする楕円を基本形とした。その楕円の長軸 (Lb) に対する短軸 (Lh) の比をボディの体高を表すパラメータとし, 長短軸比 (κ) として以下の式で定義した。本論では, この楕円の短軸 (Lh) をルアーボディの体高とした。

$$\kappa = Lh / Lb \quad (1)$$

本実験では実用上のボディの体高を考慮して,³⁾ 長短軸比 (κ) を 0.20, 0.25, 0.28, 0.33, 0.41, 0.50, 0.62, 0.75, 0.82, 1.00 の 10 段階に設定した。したがって, 長短軸比 (κ) の値が大きくなるとルアーの体高が大きくなり, $\kappa = 1.00$ の時, ボディの側面形状は真円となる。Fig. 1 のようにこのボディの後方下部を κ の値が等しい同形楕円の 1/4 周形で削取した形状を供試ルアーのボディに適用した。ボディ

Table 1. Specifications of lures used in the experiments

Ratio of axial length in the lateral side of body $\kappa = Lh / Lb$	Body length Lb (mm)	Body height Lh (mm)	Weight in the air (g)	Specific gravity
0.20	65	13.0	8.2	0.76
0.25	65	16.3	9.4	0.78
0.28	65	18.2	11.4	0.75
0.33	65	21.5	12.0	0.79
0.41	65	26.7	16.9	0.78
0.50	65	32.5	18.7	0.77
0.62	65	40.3	23.8	0.77
0.75	65	48.8	25.1	0.74
0.82	65	53.3	27.5	0.73
1.00	65	65.0	30.5	0.73

の長短軸比 (κ), ボディの全長と体高および供試ルアーの空中重量と比重を Table 1 に示した。ルアーボディはバルサ材を削りだし, 表面は吸水を防ぐためにセルロースセメントで 5 回塗装した。さらに, ボディ表面を滑らかにするために耐水ペーパー (#1200) で研磨した。

リップは市販ルアーの形状計測結果³⁾に基づき, 厚さ 1 mm のアルミ板を利用して長方形と半円を組み合わせた形状に製作した (Fig. 1)。また, リップの平面投影面積はボディの同面積と等しくし, 取り付け角度は, ボディ側面の前後端を結んだ基線に対して 0° とした。

ボディ中央の長軸 (Lb) 上で前方から $0.3 Lb$ の位置に比重調整用の鉛錘を内蔵した。ボディの中央下部およびボディ後端にはフック (釣針) を付けるためのフックアイを取り付けた。ルアーの比重は市販ルアーの値を参考に 0.73~0.79 とし, この場合の空中重量は 8.2~30.5 g となった。ルアーボディの平面図上の横幅を代表長さとして, 実験流速 40~80 cm/s に対応するレイノルズ数は $2.9 \times 10^3 \sim 5.3 \times 10^3$ の範囲であった。

また, ルアーとラインとを接続するタイドアイの位置 (Ct) は, ルアー全長 (Lo) に対するリップ先端からタイドアイの位置までの距離 (d) の比として次式で表した (Fig. 1)。

$$Ct = d / Lo \quad (2)$$

本実験におけるタイドアイの位置は臺田らの報告³⁾をもとに $Ct = 0.25$ に固定した。

回流水槽実験 使用した回流水槽,⁴⁾ 実験装置お

Fig. 2. Schematic diagram showing the flume tank and the data sampling method. Figures showed the length in cm.

よびルアーの潜行運動の測定方法を Fig. 2 に示した。実験流速は実用上のリトリート速度を計測し、40, 60, 80 cm/s に設定した。ここで、ルアーの流体抵抗の指標として用いるラインにかかる張力をライン張力と呼称し、鉛直面における流れに対するルアーの迎角をルアーの潜行姿勢の指標として、本文中では迎角 (α) と称した。また、水平面においてルアーの前後端を結んだ基線が流れに対してなす角度をルアーの振れ角 (β) とした。

ボディの側面形状が長短軸比 $\kappa = 0.20 \sim 1.00$ の範囲で異なるルアーについて、ルアーの潜行深度、迎角 (α)、ライン張力、およびその変動周波数、ルアーの振れ角 (β) を計測した。ルアーはスWORD下端から伸出したライン（高性能ポリエチレン〈HPPE〉、長さ 600 mm、直径 0.35 mm）に接続した。

ルアーの潜行深度の測定には水槽側面の観測窓上を座標面として移動する測位スコープを利用し、水面からルアーボディの先端までの距離を潜行深度として計測した。また、回流水槽観測部の側方および上方からルアーの潜行挙動をデジタルビデオカメラ（ソニー社製 CCD-TR3）で撮影し、その画像をビ

デオキャプチャーボード（Canopus 社製 Power Capture/V SE）を介して 1/30 秒毎の静止画像としてパソコンに取り込んだ。この静止画を基に製図ソフト（Via Grafix 社製 Deign CAD）を利用して、側方観測面に平行な状態のルアーのリップ先端とボディ後端とを結ぶ基線と水流とのなす角度を流れに対するルアーの迎角 (α) として計測した。さらに、上方から撮影した画像を基に、ルアーの前後端を結んだ基線の流れに対する振れ角 (β) を同様の方法で計測した。この振れ角 (β) は、流れに対して水平面で左右に振れるルアーについて、左右それぞれの振れ角が最大値を示す 10 画像の平均値とした。ラインにかかる張力は、スWORD中の計測用ワイヤー（直径 0.4 mm）にかかる張力をストレインゲージ（シンコー社製：U-GAGE, TYPE. UT-1KG）、アンプ（ミネベア社製：DSA-619B）、AD 変換モジュール（キーエンス社製：データリンクシステム XL-200）を経由してパソコンに取り込む方法で行った。張力データのサンプリング間隔は 20 ms とし、2 秒単位で、100 個のデータをサンプリングして解析に供した。さらに、ライン張力の変動を FFT アナライザ（小野測器社製 CF-5220）に取り込み、このパワースペクトルのピーク周波数とビデオ撮影で得たルアーの振動との対応を調べ、潜行中のルアーの振動特性を検討した。

フィールド実験 山梨県西湖において魚群探知機の送受波器（光電製作所製：SRL-7、周波数 120 kHz、半減全角 15° ）を 20 m 区間に 4 m 間隔で 4 つ配置した計測コースを敷設し、ルアーの潜行過程を測定した（Fig. 3）。4 箇所の計測ポイントの潜行深度は水深 0.1 m 毎の読み取り線を入れた液晶画面で計測した。実験に使用した魚探の送受波器の半減全角が 15° であることから、計算上、水深 5 m 以浅における計測誤差は ± 2 cm 以内となる。この 20 m の計測区間におけるルアーの潜行過程を 40, 60, 80 cm/s のリトリート速度毎に計測し、各計測点における潜行深度は 4 回のリトリートによる平均値とした。このリトリート速度は、リトリート開始時点のラインの長さ、リールのライン巻取り用のハンドルを 1 回転させた場合の糸巻き量からハンドル 1 回転の所要時間を求め、このハンドルの 1 回転をメトロノームに同調させる方法でリトリート速度を一定とした。実験に使用した釣竿（リョービ社製 IX α -1155）はルアーの潜行に伴って竿がしなる影響を除去するために Fig. 3 のように竿先を常に計測

Fig. 3. Measuring method of the lure depth during retrieving in the field experiment. Figures showed the length in m.

コースのリトリープの終点に保持して、竿とリールの位置が変動しないように設定した。また、リトリープによるラインの長さや流体抵抗の変化がルアーの潜行深度に及ぼす影響を極力小さくすることを考慮して、リトリープラインには高性能ポリエチレン（直径=0.35 mm）を使用した。

結果および考察

ボディの長短軸比 (κ) と迎角 (α) との関係
ボディの長短軸比 (κ) と流れに対するルアーの迎角 (α) との関係を流速別に Fig. 4 に示した。流速別に比較すると、ボディの長短軸比 (κ) に関わらず流速の増大に伴って流れに対するルアーの迎角 (α) は小さくなった。これは、流速の増大に伴いタイドアイより後方の流体抵抗が相対的に増し、タイドアイの位置を支点として流れに対するルアーの迎角 (α) が小さくなるためと考えられた。

流速 40 cm/s では、流速 60, 80 cm/s と比較して長短軸比 (κ) の変化に伴う迎角 (α) の変化は小

Fig. 4. Relationship between the ratio of axial length (κ) and the attack angle (α) of the lures for three specific current velocities (40, 60, 80 cm/s) in the flume tank.

さい。しかし、流速 60, 80 cm/s では長短軸比 $\kappa \approx 0.28$ で流れに対するルアーの迎角 (α) は最大値を示し、 $\kappa < 0.28$ でルアーの迎角 (α) は減少する傾向にあった。これは水槽での観測から、流速 60, 80 cm/s では、長短軸比 κ が 0.28 付近より小さいルアーは定常振動を伴わない左右への蛇行を示し、 κ が 0.28 より大きいルアーとは振動の形態が異なることによる結果と考えられた。そのため、 $\kappa < 0.28$ のルアーは、定常振動をする $\kappa \geq 0.28$ のボディ形状のルアーと迎角 (α) の値を単純に比較することは妥当ではない。これらのことから、この実験条件下では、ボディの長短軸比 (κ) の変化よりもむしろ流速の増減によってルアーの迎角は変化するものと考えられた。

また、 $\kappa = 0.82, 1.00$ のルアーについては回流水槽実験において左右への蛇行等の不安定な挙動があり、安定したデータをサンプリングできなかった場合は図中にデータをプロットしなかった。

ボディの長短軸比 (κ) とラインにかかる平均張力との関係
ボディの長短軸比 (κ) とライン張力の平均値（以下、本論文ではラインの平均張力とする）との関係を流速別に Fig. 5 に示した。流速条件別に比較すると、流速の増大に伴ってルアーの流体抵抗が増大し、ラインの平均張力は増大した。しかし、いずれの流速においても、長短軸比 (κ)

Fig. 5. Relationship between the ratio of axial length (κ) and the average tensions of towing line on tested lures for specific current velocities (40, 60, 80 cm/s) in the flume tank.

の変化に伴うラインの平均張力の変動は小さい。これは同一流速条件下 (Fig. 4) で迎角が大きく変化しない場合でも、体高の増大に伴って平均張力が増大しないのはルアーの潜行運動の違いによるものと考えられた。また、流れの中に固定された物体とは異なり、ルアーはタイドアイ一点でラインと接続されているため、ルアーの振動に伴いラインにかかる張力も経時的に変化する。そこで、ボディ形状とライン張力の変動との関係について検討した。

ライン張力の経時変化 流速 80 cm/s の条件下で、長短軸比 (κ) の異なるルアーのラインにかかる張力の経時変化を Fig. 6(A) に示した。また、それに対応するライン張力の変動周期を FFT アナライザで処理したグラフとして Fig. 6(B) に、水槽上面からビデオ撮影したルアーの振れ角を示す静止画を Fig. 6(C) に示した。ボディの長短軸比 (κ) が増大するに従って、ライン張力の変動幅は大きくなった。一方、長短軸比 (κ) が大きくなるにつれて、ライン張力の変動周波数は小さくなる傾向が確認できた。これは、ボディの長短軸比 (κ) の増大に伴って、流れに対するルアーの左右への振れ角 (β) が大きくなることに対応する現象であることが Fig. 6(C) の写真からも判定できる。そこで次にボディの長短軸比 (κ) と流れに対するルアーの振れ角 (β) との関係調べた。

Fig. 6. Periodic fluctuation in the line tension and the horizontal vibration of experimental lures with different ratio of axial length κ ($=0.25, 0.33, 0.41, 0.62, 0.75$) and the specific current velocity (80 cm/s) in the flume tank. Left graphs (A) show the fluctuation of line tension for two seconds. Middle graphs (B) show the power spectrum in vibrational frequency of the lures. Right photos (C) show the vibration phase of the lures with the specific ratios of axial length.

ボディの長短軸比 (κ) と振れ角 (β) との関係 流速 80 cm/s における、ボディの長短軸比 (κ) と流れに対するルアーの振れ角 (β) との関係を Fig. 7 に示した。本実験の範囲では、長短軸比 (κ) の増大に伴って流れに対するルアーの振れ角 (β) は大きくなる傾向があった。

ここで、ルアーの左右への振動がリップの前縁およびボディ前縁から剥離したカルマン渦の変動揚力により起こるものと仮定する。⁵⁾ 角柱を流れの中に固定した場合、下流側に角柱が短い場合には角柱の背面に渦が形成される。下流側に角柱が長くなると角柱側面で渦が形成され、更に角柱が長くなるとせ

Fig. 7. Relationship between the ratio of axial length (κ) and the horizontal vibration angle of experimental lures for specific current velocity (80 cm/s) in the flume tank.

ん断層は角柱側面に再付着することが知られている。^{6,7)} 本実験のルアーの場合、流れに対して迎角をもって潜行運動しているために、長短軸比 (κ) が大きいルアーは下流方向にボディ形状が長くなる。このことから、ボディの長短軸比 (κ) が大きい時に、左右へのルアーの振れ角 (β) が大きくなるメカニズムは次のように推察できる。ボディの長短軸比 (κ) が大きく、体高が大きい場合、ボディ前縁から剥離したカルマン渦はボディ側方付近で形成され、その変動揚力によって、⁵⁾ Fig. 8 のようにルアーは流れに対して鉛直軸周りの左右への振動⁸⁾ (以下、ヨーイング振動) を起こすものと考えられる。これに対して、長短軸比 (κ) の小さいルアーの場合、ボディの前後端を結んだ基線を軸とした振動の成分 (以下、ローリング振動 (Fig. 8)) が強くなることが観測された。流れの中に固定された角柱とは異なり、ルアーはタイダイの一点でラインと接続されているために、ボディとカルマン渦の形成位置に相対的な変化を伴い3次元方向に振動する。これらのことから、ボディの長短軸比 (κ) の大きいルアーは左右への振れ角が大きく、 κ の小さいルアーは左右への振れ角が小さくなるものと考えられた。

このようにボディの長短軸比 (κ) の違いによって流れに対するルアーの振れ角 (β) および振動の

Fig. 8. Schematic figures show that the yawing component is larger than the rolling one with increasing κ in the experiment.

形態が変動することが確認された。しかしながら、これらの振動形態は長短軸比 (κ) によって独立したものではなく、 κ の増大に伴い連続的に変化していた。したがって、振動の形態を区別して観測することはできなかったが、ボディの長短軸比 (κ) によってローリングからヨーイングへ振動が変化する様相は観測できた。そこで、これらをまとめてルアーの振動として取り扱い、ボディの長短軸比 (κ) とルアーの振動周波数との関係について述べると共に、振れ角 (β) とルアーの振動周波数との関係を検討した。

ボディの長短軸比 (κ) とルアーの振動周波数との関係 ボディの長短軸比 (κ) と振動周波数との関係を流速別に Fig. 9 に示した。ボディの長短軸比 $\kappa = 0.25 \sim 0.28$ 付近で振動周波数は最大となり、 κ の増大に伴って振動周波数は小さくなった。 κ の値が小さいルアーの場合、前述のようにローリング成分の顕著な振動を示し、ヨーイング振動による左右への振れ角 (β) が相対的に小さくなった。そのため、 κ の値が小さいルアーの振動周波数は大きくなるものと考えられた。一方、Fig. 6 の画像データにも示したように、 κ の値が大きいルアーはヨーイング振動が相対的に大きくなり、流れに対するルアーの振れ角 (β) が増大するため振動周波数は小

Fig. 9. Relationship between the ratio of axial length (κ) and the vibrating frequency of experimental lures for specific current velocities (40, 60, 80 cm/s) in the flume tank.

さくなるものと考えられた。

ボディの長短軸比 $\kappa = 0.28$ 付近で振動周波数が最大となり $\kappa < 0.28$ では振動周波数が小さくなった。これは、ボディの長短軸比 $\kappa = 0.20 \sim 0.25$ の範囲では、左右への蛇行を含む振動が見られ、ルアーは $\kappa \geq 0.28$ の場合のようなほぼ定位置における振動を示さないことが観測されている。この現象は Fig. 4 に示した $\kappa < 0.28$ のルアーの迎角が小さくなる傾向に対応していた。

流速別にルアーの振動周波数を比較すると、流速の増大に伴ってルアーの振動周波数は大きくなる傾向があった。これは、流速の増大に伴い、カルマン渦の発生周波数が高くなるためと考えられた。⁸⁾

ボディの長短軸比 (κ) と回流水槽におけるルアーの潜行深度との関係 ボディの長短軸比 (κ) と水槽実験におけるルアーの潜行深度との関係を流速別に Fig. 10 に示した。いずれの長短軸比 (κ) のルアーにおいても、流速の増大に伴って潜行深度は深くなった。

ボディの長短軸比 (κ) とルアーの潜行深度との関係を見ると、 κ が増大し、ボディの体高が大きくなるに従ってルアーの潜行深度は浅くなる傾向を示した。当初、ルアーの潜行深度は流れに対するルアーの迎角 (α) の変化による揚抗比の変化に依存

Fig. 10. Relationship between the ratio of axial length (κ) and the diving depth of the lures for the specific current velocities (40, 60, 80 cm/s) in the flume tank.

するものと推測した。³⁾ しかし、ボディの長短軸比 (κ) に関わらず流れに対するルアーの迎角 (α) が大きく変化しない Fig. 4 のような状況においても、長短軸比 (κ) の増大と共にルアーの潜行深度が浅くなる傾向が見られた (Fig. 10)。このことから、ルアーの潜行深度は流れに対するルアーの迎角 (α) だけでなく、ボディ側面の長短軸比 (κ) の変化によるルアーの振れ角 (β) の変動によっても制御されるものと考えられた。そこで、流れに対するルアーの振れ角 (β) と潜行深度との関係を検討した。

ルアーの振れ角 (β) と潜行深度との関係 流速 80 cm/s の流れに対するルアーの振れ角 (β) とルアーの潜行深度との関係を Fig. 11 に示した。振れ角 (β) の増大に伴ってルアーの潜行深度は浅くなる傾向を示した。このことから、流れに対するルアーの迎角 (α) が大きく変化しない場合でも (Fig. 4), ルアーの振れ角 (β) の変化によって、ルアーの潜行深度は変化することが確認された。

フィールド実験におけるルアーの潜行深度 ボディの長短軸比 (κ) の異なるルアーの 20 m コース (Fig. 3) における潜行過程をリトリブ速度 80 cm/s について Fig. 12 に示した。 κ の値が大きいルアーの潜行過程は相対的に浅くなる傾向があっ

Fig. 11. Relationship between the vibration angle (β) and the depth of the lures for the specific current velocity (80 cm/s) in the flume tank.

た。これは、 κ の増大に伴ってルアーの振れ角 (β)が増大し、そのため κ の大きいルアーは相対的に潜行力が小さくなった水槽実験の結果と対応するものと考えられた。また、リトリープによるラインの長さや流体抵抗の変化がルアーの潜行深度に及ぼす影響の詳細については別途検討の必要がある。

各計測ポイントにおけるルアーの潜行深度から、ルアーの潜行過程を推定したが、供試ルアーは κ の値に関わらず 12 m の計測ポイントにおいて潜行深度が最大となる傾向があった。そこで、次にリトリープ速度別に長短軸比 (κ) と 12 m の計測ポイントにおけるルアーの潜行深度との関係を Fig. 13 に示した。供試ルアーはリトリープ速度の増大によって潜行深度が大きくなった。また、 κ が増大しボディの体高が大きくなるとルアーの潜行深度は浅くなる傾向にあり、これらは水槽実験の結果と一致した。

これらのことから、ボディの側面形状を変化させることによって、ルアーの潜行深度を制御できることが示唆された。

以上の結果は次のようにまとめることができる。

1. ボディの長短軸比 (κ) に関わらず、40~80 cm/s の流速の増大に伴って流れに対するルアーの迎角 (α) は 35~40° となり、この迎角の範囲で潜行深度は最大となった。

Fig. 12. Relationship between the ratio of axial length ($\kappa=0.25, 0.50, 0.75, 1.00$) and the diving depth of lures for the three specific retrieving velocities (40, 60, 80 cm/s) in the field experiment. The dashed lines are to guide the reader's eye.

2. 同一流速において、ボディの長短軸比 (κ) の変化に伴うルアーの迎角 (α) の変化は小さく、ラインの平均張力の変化も小さい。
3. ボディの長短軸比 (κ) の増大とともに流れに対するルアーの振れ角 (β) が大きくなり、これによってライン張力の変動幅は大きくなり、ルアーの振動周波数は小さくなった。
4. 流れに対するルアーの迎角 (α) が大きく変化しない状況でも、ボディの長短軸比 (κ) の増大に伴う振れ角 (β) の増大によって、ルアーの潜行深度は小さくなった。

一般に円柱などの物体に流れがあたりと物体後方で流れが剥離し、その両側からカルマン渦が発生することによって物体周りの圧力分布が周期的に変動して変動揚力が働くことが知られている。⁵⁾ ルアーも流体中にある場合、リップおよびボディに流れがあたり後方へと剥離することによってカルマン渦が発生するものと考えられ、それに伴ってルアー周りの圧力分布は周期的に変動し、変動揚力が働くために流水中に固定されていないルアーは振動を起こす。また、流水中の物体の振動周波数がカルマン渦の発生周波数に関係している⁸⁾ものと考え、流速の増大に伴うルアーの振動周波数の増大が説明できる。

流れの中で3次元方向に運動するルアーは、迎

Fig. 13. Relationship between the ratio of axial length ($\kappa=0.25, 0.41, 0.50, 0.62, 0.75, 0.82, 1.00$) and the diving depth of lures for the three specific current velocities (40, 60, 80 cm/s) at the 12 m measuring point (Fig. 12) in the field experiment.

角 (α) および振れ角 (β) によりストローハル数, 抵抗係数が常時変化する。これらを求めるためには拡大固定模型を使用し迎角と振れ角を変化させて流体力の成分を計測すると共に, 模型を曳行した場合と固定した場合とでルアーの周りの流体特性を比較する必要がある。

プラグ型ルアーはボディのフックアイにフックを取付けて使用するのが一般的であり, このフックによって, ルアーの重心・浮心の位置や潜行姿勢およ

び振動などの潜行運動にも影響があるものと考えられる。そのため, このフックがルアーの潜行運動に与える影響についても検討する必要がある。また, 本稿ではルアーの比重が潜行運動に与える影響を考慮して供試ルアーの比重を 0.73~0.79 の範囲に設定したが, ルアーの比重および重心・浮心の位置の違いが潜行深度および潜行運動に与える影響についても検討する必要がある。

謝 辞

フィールド実験にご協力頂き, 機材の提供や有益なご指導を下された, リョービ株式会社の坪井 均氏, 今井貴也氏, 株式会社光電製作所の松瀬隆哉氏に感謝致します。また, 西湖漁業協同組合理事の三浦喜保氏には西湖での実験に際して湖面の使用に御理解と御協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

文 献

- 1) 三浦汀介. FFT 法による擬餌針の振動解析. 日本誌 1980; 46: 925-928.
- 2) 三浦汀介, 清水 晋, 西山作蔵. ルアー (擬餌針) の振動解析. 日本誌 1985; 51: 699-706.
- 3) 臺田 望, 稲田博史, 三木智宏, 兼廣春之. クランクベイトのタイドアイの位置による潜行深度の変化. 日本誌 1999; 65: 839-846.
- 4) 本多勝司, 鈴木 誠, 松田 皎, 宮崎芳夫, 小池孝知, 井上 清, 磯打 勉. 新設漁具模型実験用回流水槽の特性. 東京水産大学研究報告, 1978; 65: 15-22.
- 5) 土方邦夫. 物体の抵抗. 「流体力学ハンドブック」(日本流体力学会編) 丸善株式会社, 東京, 1987; 232.
- 6) 中口 博, 橋本貴久裕, 武藤真理. 短形断面の柱の抗力に関する一実験. 日本航空宇宙学会誌 1968; 16: 1-5.
- 7) 五十嵐保. 長方形柱断面柱まわりの流れの特性 (迎角 0° の場合). 日本機械学会論文集 B 1984; 50: 3185-3192.
- 8) 日野幹雄. 「流体力学第一版」朝倉書店, 東京, 1992; 124-169.