

佐渡海域におけるバイオテレメトリー・計量魚探を用いた

人工魚礁に蛸集するマアジの行動解析

伊藤 靖・三浦 浩（財団法人 漁港漁場漁村技術研究所）

吉田 司・中村憲司（株式会社 シャトー海洋調査）

1. はじめに

マアジ *Trachurus japonicus* は東アジアの暖海域に広く分布し、サバやイワシと並んで漁獲量の多い重要魚種である。近年、我が国の年間漁獲量は 20～30 万トンであり、その約 2/3 が対馬暖流域の日本海西部や東シナ海で漁獲される¹⁾。また、本種は本州、四国、九州の沿岸域に沈設した人工魚礁に蛸集する代表的な魚類である。これまでの調査研究で、人工魚礁に放流したマアジは、当日は魚礁に留まるが、翌日には放流した魚礁にはおらず、魚群が夜間のうちに交代している可能性がある²⁾。また、人工魚礁におけるマアジの蛸集状況を長期間連続観察した結果では、日中は人工魚礁へ蛸集するのに対し、夜間は人工魚礁を離れて分散し、同一個体が翌日再び人工魚礁に戻るかは明らかでない³⁾。このように、マアジ成魚の行動生態の詳細については未だ不明な点が多い。

近年、バイオテレメトリーシステムを利用し、成魚を中心とした行動解析を行った事例が集積されている。これまで国内の海産魚では、サクラマス、スズキ、ブリ、カンパチ、マダイ、イシダイ、カツオ、マグロ類、メバル、クロソイ、ヒラメ、トラフグ等で実施されており⁴⁻⁷⁾、発信器の小型化に伴い、小型魚への適用事例がみられるようになった。しかし、マアジについてはほとんど実施されておらず、筆者の知る限り、大分県で 3 日間の連続記録があるのみである（大分県農林水産研究センター水産試験場、未発表資料）。

本調査では人工魚礁におけるマアジ成魚の行動解析を行うことを目的に、佐渡海域においてバイオテレメトリー調査及び計量魚探調査を行った結果、知見が得られたので報告する。

2. 調査方法

1) 調査対象

調査対象は新潟県佐渡市羽茂町地先の水深 45m に沈設された礁高 21m の鋼製魚礁（以下、対象魚礁）とした（図 1）。

2) 予備調査

平成 20 年 4 月 15 日～23 日に神奈川県水産技術センタ

一の野外水槽（5m×2m×1m）において水深を 0.6m に設定し、遮光ネットを水槽上面に展張して、マアジ 100 尾を収容した。このうち全長 21～24cm のマアジ 9 尾に対し、実物と同様のサイズ・水中重量を模して製作したダミー発信機を体内装着法（腹腔内装着法⁸⁾：3 尾）と体外装着法（曳航式⁹⁾：6 尾）の 2 種類の方法で装着させ、海水かけ流しの自然水温下、無給餌で 1 週間飼育した。その結果、腹腔内装着法では 2 尾で遊泳異常がみられたのに対し、曳航式の装着法では全数の生残と、遊泳異常がみられないことから、曳航式の装着法を採用することとした。

さらに、5 月 8 日～9 日には佐渡海域において供試魚の採取・放流・追跡に関する予備調査を日中から翌朝まで実施し、超音波発信機の装着および放流後の追跡に関して、調査方法に問題がないことを確認した。

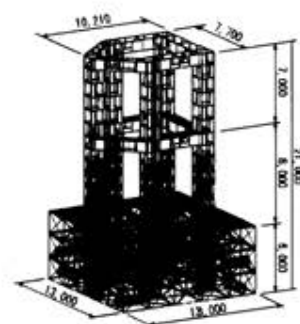
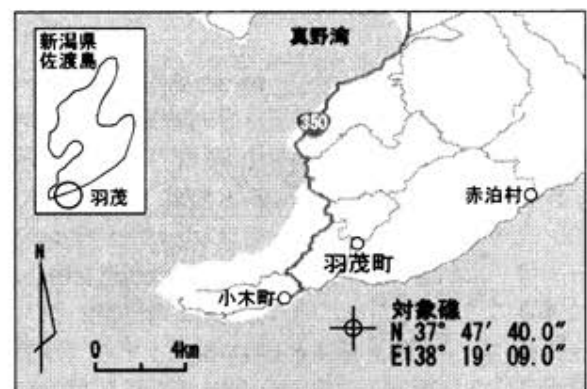


図 1 調査海域と対象魚礁

3) バイオテレメトリー調査

平成 20 年 6 月 5 日～7 月 9 日に計 10 回実施した。水圧センサー付き超音波発信機 (V9P-1H: VEMCO 社製, 直径 9mm, 全長 40mm, 水中重量 2.7g, 発信間隔 1 秒もしくは 2 秒) には, あらかじめ装着用の紐を取り付け, その紐を手術用針で尻鰭基部に装着した (図 2)。魚体の取り扱い, 極力, 海水から取り上げることを避け, 装着専用の V 字型のトレイおよびビニル付きタモ網等を用いて行った。その後, 30 分～1 時間程度, 船上の水槽で遊泳異常がみられないことを確認して, 発信機装着個体 1 尾と無標識のマアジ約 10～20 尾とともに, 対象魚礁の直上の水面に放流した。発信機を装着したマアジの追跡は, 2 タイプの受信機 (VR28, VR100: VEMCO 社製) を用いて行った。受信機はそれぞれ, 船底以深 (水深約 1m) に下げて調査船の右舷に固定した (図 3)。放流開始から調査終了まで, 荒天等のトラブルを除き, 昼夜連続で追跡を続けた。

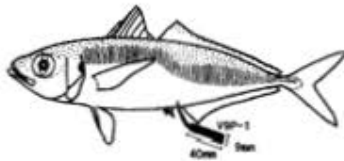


図 2 超音波発信機の装着部位

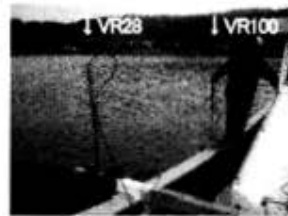


図 3 受信機

4) 計量魚探調査

人工魚礁に蟻集するマアジ魚群の日周行動を把握するため, 平成 20 年 7 月 8 日～7 月 9 日の期間, 日没前～日没後 (夜間を含む), 日出前～日出後および日中の 3 ケース, 計量魚群探知機 (EY-500: SIMRAD 社製, 周波数 70kHz) を用いた魚探航走を行いエコーグラムをパーソナルコンピュータに記録した。航走測線は, 対象魚礁を中心とした東西方向, 南北方向にそれぞれ 80m の範囲について 20m 間隔の計 10 測線を基本とした (図 4)。また, 同時に対象魚礁から南西方向に約 20m 離れた海底上に設置したドップラー流速計 (ワークホース ADCP; Teledyne RD Instruments 社製) により流況を記録した。エコーグラムは市販の解析ソフト (Echoview3.50: Sonardata 社製) を用いてデータ解析を行った。7 月 8 日, 9 日に刺網で漁獲されたマアジの平均値 (BL=24.0cm, BW=203.8g) が, 計量魚探に記録された魚群を構成していると仮定して, 解析区間における魚群の出現領域の平均 Sv 値と sa を算出し, マアジの TS と体長の関係式⁹⁾ (TS=20logBL-66) から求められた TS 値 (-38.38dB) から各メッシュ毎のマアジの個体数と蟻集量を推定した。

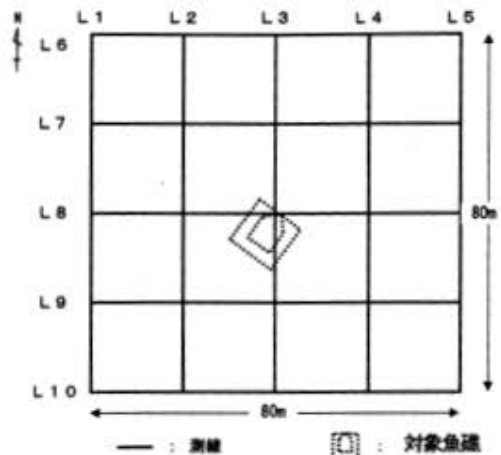


図 4 計量魚探調査の測線配置

3. 調査結果

1) バイオテレメトリー調査

バイオテレメトリー調査の実施状況を表 1 に, 全調査回における日中の遊泳場所を表 2 に示す。

表 1 バイオテレメトリー調査の実施状況

追跡調査 調査回	追跡期間	供試魚の 全長 (cm)	供試魚の 入手方法	放流までの 蓄用期間
第 1 回	6/5	34.6	定置網	2 日以上
第 2 回	6/6-6/8	33.2	"	"
第 3 回	6/10-6/11	34.0	釣り	"
第 4 回	6/11-6/15	34.5	"	当日
第 5 回	6/16-6/22	33.9	"	"
第 6 回	6/24-6/26	36.0	"	"
第 7 回	6/26-6/28	34.0	"	"
第 8 回	6/30-7/2	35.6	"	"
第 9 回	7/2-7/3	31.2	"	"
第 10 回	7/5-7/7	29.0	"	"

表 2 日中の各個体の遊泳場所

調査回	追跡期間						
	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目
第 1 回	●	△	-	-	-	-	-
第 2 回	●	-	-	-	-	-	-
第 3 回	●	△	□	-	-	-	-
第 4 回	●	□	-	-	-	-	-
第 5 回	●	●	●	●	●	●	●
第 6 回	●	△	□	-	-	-	-
第 7 回	●	□	●	(●)	-	-	-
第 8 回	●	□	□	-	-	-	-
第 9 回	◎	□	-	-	-	-	-
第 10 回	◎	□	□	(●)	-	-	-

●: 対象魚礁, ◎: 対象魚礁から 500m 以内の海域
 △: 対象魚礁から 500m 以上離れた沖側
 □: 対象魚礁から 500m 以上離れた岸側
 (): 荒天等により追跡記録が一時的に途切れた場合
 -: 調査終了

合計 10 回のうち 9 回は, 供試魚は放流当日, 対象魚礁に滞留した。また, 第 9 回については対象魚礁から約 100 m 離れた岩礁に日没後まで留まった。また, 日没から 30

分～120 分後の 19:45～21:15 の間に対象魚礁または、天然礁から離脱した。夜間は一定場所に留まらずに移動するが、その方向は、日によって異なった。日出の 1～2 時間前の 1:45～3:30 の間に対象魚礁や天然礁に再び定位し、日中は、定位した場所に滞留する行動が観察された。放流翌日以降に再び対象魚礁に戻った個体は第 5, 7, 10 回の計 3 個体であり、第 5 回は 7 日間連続して人工魚礁に日中滞留した。対象魚礁に到達してから離脱するまでの滞在時間は 16 時間 45 分～18 時間 15 分の範囲で、平均 17 時間 15 分であった。

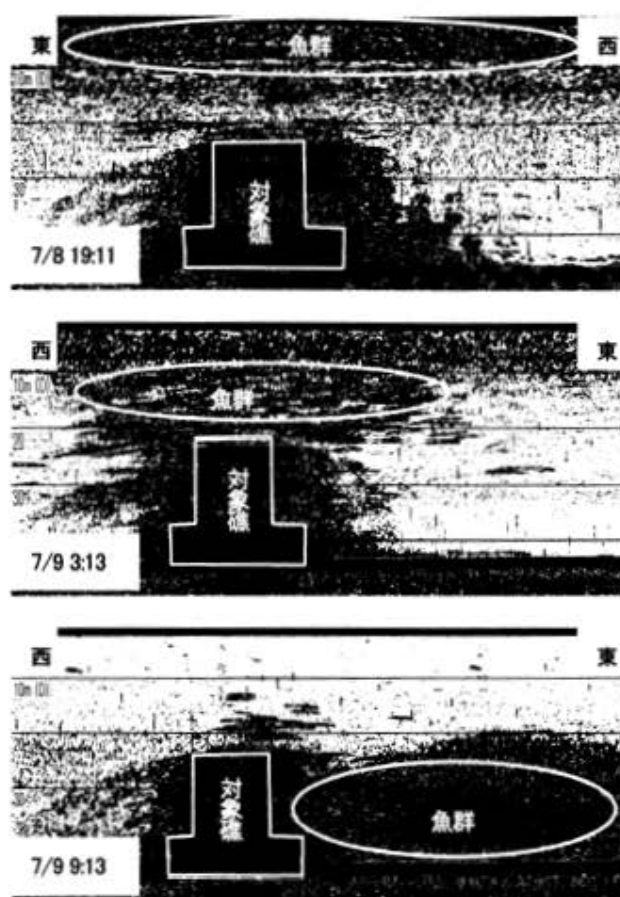
追跡個体の遊泳水深を以下の 3 タイプに分けて整理した。①日中に対象魚礁に留まった場合、②日中に天然岩礁に留まった場合、および③夜間。日中は対象魚礁では、礁内部よりも礁直上の水深帯の滞在頻度が高く、礁の天端付近（海底上 21m）から遊泳水深までの比高は 0～10 m であった。一方、天然礁では、海底から 10m までの滞在頻度が高かった。対象魚礁と天然魚礁では、遊泳水深帯は異なるものの、礁の天端部から比高 10m 以内の水深帯での滞在頻度が高いことは共通していた。また、夜間では、海面下 5～10m 層での滞在頻度が高く、日中に比べると浅い水深を遊泳している傾向がみられた。

2) 計量魚探調査

対象魚礁における夜間(20 時～21 時)、日出前(2 時～3 時)、日中(9 時～10 時)の時間帯のマアジ魚群の集積状況を図 5 に示す。夜間は、対象魚礁周辺で魚群がみられなくなり、一部は水面から水深約 10m 付近に浮上した。日出前になると、水深約 10～20m に集合し始める小さな魚群がみられた。日中はそれらの小さな魚群が集まり、魚礁周囲の水深約 20m～海底付近で大きな魚群を形成していた。

次に、対象魚礁周囲に大きな魚群が形成された日中および対象魚礁周囲に大きな魚群がみられなかった夜間の集積尾数と流況を図 6 に示す。マアジの魚群は、対象魚礁の周囲 21～89m、平均で 65m の範囲の主に潮上側に集積していた。また、マアジの集積量を推定した結果、日中は 7,800 尾、1,590kg が、夜間が約 1,100 尾、約 220kg であり、日中が夜間の 7 倍となった。

計量魚探調査による群れの形成状況は、対象魚礁におけるバイオテレメトリーによる個体の行動と概ね符合していた。マアジは日中群れを形成して、礁（人工礁または天然礁）に定位しているが、夜間には礁を離脱し、表層付近を遊泳し、日の出前に再び礁に集合する日周期行動を繰り返していることが示唆された。



(上：夜間，中：日出前，下：日中)

図 5 計量魚探のエコーグラム

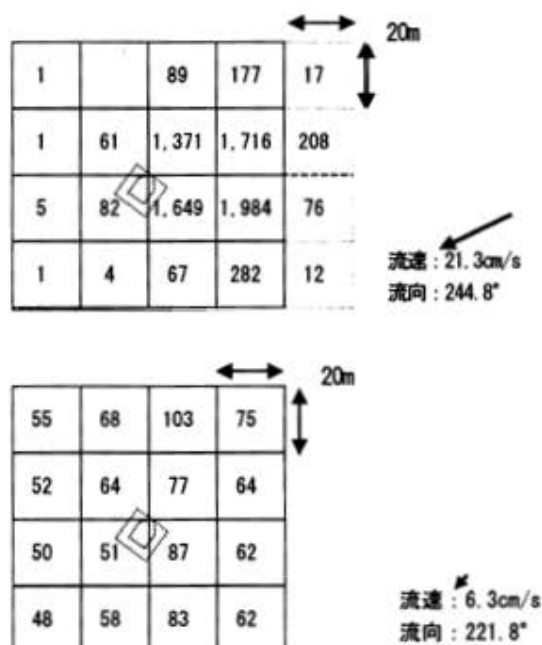


図 6 マアジの集積尾数と流況（上：日中，下：夜間）

4. まとめ

バイオテレメトリー調査の結果、マアジ個体は、滞留期間中、対象魚礁や調査海域に点在する起伏や傾斜などの海底地形に変化のある天然礁を利用するなどして、本調査海域にとどまった。また、マアジの日周期行動については、水平方向では、日中、対象魚礁付近等に定位し、日没後に定位場所から離脱。その後、周辺海域を移動し、日出前から再び対象魚礁付近等に集合して、定位するものと推察された。鉛直方向では、日中、対象魚礁天端や天然礁からの比高 0~10m 層を遊泳し、日没前後から徐々に浅い水深に移動し、夜間は表層付近を遊泳するものと推察された。

計量魚探調査の結果、マアジ魚群の日中における蛸集効果範囲は対象魚礁から 65m 程度の範囲とみられ、主に潮流の潮上側に蛸集する傾向がみられた。

謝辞

本調査は水産庁水産基盤整備調査委託事業「人工魚礁におけるアジ類の蛸集・増殖に関する調査」の一部をとりまとめた。調査の実施にあたっては佐渡市農林水産課をはじめ佐渡地域振興局農林水産振興部、佐渡市内の漁業協同組合の職員各位には調査全般にわたり協力を頂いた。また、予備試験では神奈川県水産総合研究センターの協力を得て実施した。ここに記して深謝申し上げる。

参考文献

- 1) 農林水産省統計部：平成 16 年漁業・養殖業生産統計年報。東京。2006。
- 2) 魚礁総合研究会：人工魚礁の理論と実際（I）基礎編。日本水産資源保護協会、東京、pp. 9-45, 1976
- 3) 伊藤靖・中野喜央・高橋秀行・横山禎人・井上清和：人工魚礁におけるアジ類の蛸集状況。平成 19 年度日本水産工学会学術講演会講演論文集、pp. 191-194, 2007。
- 4) (社) 水産電子協会：昭和 61 年度超音波標識による魚群行動観測システムに関する調査研究補助事業報告書、1987。
- 5) 平岡修宣・荒井修亮・中村憲司・坂元亘・三田村啓理・光永靖・米田佳弘：超音波バイオテレメトリーを用いたスズキの移動と回遊の記録。日本水産学会 69 (6), pp. 910-916, 2003。
- 6) 安井港・森訓由・福世傳左エ門：沿岸域におけるトラフグの移動。静岡水試研報 (32), pp. 31-33, 1997。
- 7) H. Mitamura, N. Arai, W. Sakamoto, Y. Mitunaga, T. Maruo, Y. Mukai, K. Nakamura, M. Sasaki and Y. Yoneda: Evidence of homing of black rockfish *Sebastes inermis* using biotelemetry. Fisheries Science, 68, pp. 1189-1196, 2002。

- 8) M. E. Jellas, J. M. Haynes: Swimming performance and behavior of rainbow trout *Salmo gairdneri* and white perch *Marone Americana*: Effects of Attaching Telemetry Transmitter. Can. J. Fish. Aquat. Sci, 42, pp. 488-493, 1985.
- 9) 古澤昌彦：水産資源推定のための超音波による魚群探知に関する研究。水工研報告, 11, pp. 173-249. 1990。