水深 30 m の人工魚礁におけるマダカアワビ *Haliotis madaka* の行動

岡 本 峰 雄

(1990 年 5 月 19 日受付)

Behavior of Giant Abalone *Haliotis madaka* at 30 m depth of an Artificial Fish Reef.

Mineo Okamoto*

The behavioral character of the abalone *Haliotis madaka* was examined around the artificial fish reef settled at 30 m depths. Fourteen abalone, 11.0-18.3 cm in shell length, were pursued their stuck places and shell length individually for 4 times during 16 months. Ten of 14 abalone were observed within 1 m during 16 months. Two abalone, 18.3 and 17.4 cm in shell length, were photographed for a few days by an automatic underwater camera. In the daytime, two abalone firmly stuck at the same position. In the night time, they lift their shell slightly and occasionally changed their body-axis to catch drifted algae. One abalone left its stuck place and returned to the same position in one night during three observed nights.

アワビ類は増養殖の歴史が古く、種苗生産から成貝の養殖まで一貫した管理が可能となっている。自然環境下でのアワビ類の行動生態は、磯に放流した稚貝の追跡¹⁻⁵⁾ アワビ礁に放流した稚貝の追跡^{6,7)} 磯に標識放流しての追跡⁸⁻¹⁰⁾ アワビ蓄養場や魚場での生息環境調査^{11,12)} 天然アワビの昼夜観察¹³⁻¹⁵⁾等でかなり把握されているが、主として水深 10 m までの浅所を対象にしたものである。より深い場所での研究は少なく、水深 16-36 m の沖合礁で採集されたマダカアワビの報告¹⁶⁾においても、現場での行動生態に関する記述はない。

著者は静岡県西伊豆田子港沖の水深 29~34 m 海域の人工魚礁¹⁷⁾に生息していたマダカアワビ (以下マダカ) *Haliotis madaka* の行動追跡を行った結果、その生態について若干の知見が得られたので報告する。

潜水調査に際しては海洋科学技術センター潜水技術部諸氏の協力を頂いた。特にマダカの計測は技術主任小黒至氏の技量によるところが大きいが。また調査にあたっては田子漁業協同組合の関係者各位のご協力を賜った。本文に入るに先立ち、これらの方々にお礼申し上げる。

方 法

田子港沖に、磯魚類の生息場造成を主目的にした並型魚礁が、1973 年から 1978 年にかけて水深 29~34 m の海域に造成された (Fig. 1, 2)。魚礁単体は中空立方体の

Fig. 1. Location of the artificial fish reef.
(138°45'00"E, 34°48'20"N)

コンクリート製ブロック (一辺 1.5 m, 枠の太さ 20 cm) で、616 個が東西約 90 m、南北約 100 m の範囲に分布しており、配置は潜水測量で正確に把握されている。¹⁷⁾ 魚礁は田子島周辺の岩場の縁辺部から続く砂地の海底に位置し、北~西~南側は岩場に接近し、東側は砂質の深みに続いている。

マダカの行動を追跡したのは魚礁北端に位置する孤立した小さなブロック群 (以下、北魚礁と呼ぶ) で、水深は 30 m であった。直径約 15 m の範囲に Fig. 3, 4 に示したように 33 個のブロックからなり、そのうち 4 個は 2 段積みで、着底していたのは 29 個であった。北魚礁

* 海洋科学技術センター (Japan Marine Science and Technology Center, Natsushima-cho, Yokosuka 237, Japan).

Fig. 2. Bottom profile around the artificial fish reef, obtained by diving survey and echo sounding (an echo sounder and a side scan sonar). Observation was conducted around the small artificial reef at the northern end.

Fig. 3. Artificial fish reef where the behavior of the giant abalone was observed. The reef consists of $1.5 \times 1.5 \times 1.5$ m hollow concrete cube.

周辺の底質は砂であったが、比較的広い範囲にコブシ大の礫が分布していた。また北西側に約 3 m 離れた所から北西向きに転石帯が始まり、その延長は徐々に浅くなって田子島に続いていた。

調査は 1983 年 7 月から 1990 年 1 月の間に 5 回行った。第 1 回調査 (1983 年 7 月 9~13 日, 底層水温 $21.4 \sim 24.1^{\circ}\text{C}$) でマダカの生息場所調査とノギスによる殻長計測を行った。5 個体については着生状態のまま金属ブラシで殻の付着生物を除去し, Fig. 5 に示したように, 水中接着剤を用いて魚類用標識を取りつけた。第 2 回調査 (1983 年 11 月 27~29 日, $17.8 \sim 19.9^{\circ}\text{C}$) 以降マダカの生息場所と殻長を追跡し, 第 3 回 (1984 年 7 月 12~16 日, $16.1 \sim 23.1^{\circ}\text{C}$) および第 4 回調査 (1984 年 11 月 3~6 日) では各 1 個体を対象に, 250 枚撮影用 21 ミリレンズ付き自動カメラによる 30 分ごとの昼夜連続撮影を

Fig. 4. Setting configuration of artificial fish reef where the behavior of the giant abalone was observed. Solid lined cubes are bottomed, and dotted lined cubes are uppered. Abalone were observed at alphabetized cubes A to N. Dotted area shows gravel ground.

Fig. 5. An abalone, marked by a diver using underwater cement and tag, stuck downward on the lower frame of a concrete cube.

各 1 回行った。第 5 回調査 (1990 年 1 月 9~10 日) は第 4 回調査の 5 年後の状況を知るために行った。

マダカの計測は全て同一ダイバーが行った。計測は潜水時間の関係で 1 日に 1 回しかできなかったが, 各回の調査で同様の計測を数日にわたって行った。日によって多少移動している個体もあったが, 調査結果としては, 最も計測精度が高いと思われた日のものを用いた。第 1 回から第 3 回調査時には海底上 5 m に流向流速水温計を設置し, 5 分ごとの計測を行った。前述の底層水温はその結果を示した。

結 果

魚礁の状況 田子魚礁での魚類の追跡調査は 1978 年

Table 1. List of the abalone *Haliotis madaka* pursued around the artificial fish reef

No. of Abalone	July '83			Nov. '83			July '84			Nov. '84		
1	F	Dw	11.0	F	Sw	11.5	—			—		
2	D	Sw	12.7	E	Sw	11.8	D	Sw	13.2	—		
3	G	Dw	13.0	G	Dw	13.0	G	Dw	13.6	G	Dw	14.1
4	D	Sw	13.2	D	Dw	13.3	D	Dw	13.6	D	Sw	13.8
5	C	Sw	13.7	C	Sw	13.4	C	Sw	13.7	C	Sw	13.6
6	E	Sw	14.0	E	Sw	13.7	D	Sw	13.7	D	Dw	13.9
7	A	Sw	14.0	A	Sw	14.2	A	Sw	13.8	A	Sw	14.5
8*1	K	Sw	14.0*2	K	Sw	16.8	J	Sw	17.2	I	Dw	16.8
9	B	Dw	15.7	B	Dw	15.7	B	Dw	16.5	C	Sw	16.2
10*1	M	Dw	16.6	M	Dw	16.7	L	Dw	17.4	L	Dw	17.4
11*1	D	Dw	17.0	D	Dw	16.7	—			H	Dw	17.2
12*1	N	Sw	17.2	N	Dw	16.7	N	Dw	17.3	N	Dw	17.5
13	J	Ut	18.2	J	Ut	18.8	J	Ut	19.4	J	Ut	19.1
14*1	I	Sw	18.3	I	Dw	18.5	I	Dw	18.3	I	Dw	18.5

Stuck places (A-N; shown in Fig. 2), stuck direction (Dw: downward, Sw: sideways, Ut: upturned) and shell length (cm). *1: marked by underwater cement. *2: estimated as an error.

Fig. 6. Movement of an abalone (No. 14, cube I) which stuck on the lower frame of a concrete cube, taken by an automatic underwater camera at every 30 minutes. 11:00 14th—10:30 16th, July 1984. Sunrise 04:40, Sunset 19:02.

から始まり、マダカ計測開始前の 1982 年 10 月までに合計 9 回が行われた。北魚礁に大型のマダカが多数生息していることは調査当初から確認されており、時々少数が間引きされ、特に 1982 年 10 月には 10~12 個体が採集された。従って北魚礁には当初から少なくとも 30 個体以上が分布していたと判断された。

第 1 回マダカ調査での生息数は 14 個体であったが、それから第 4 回調査の間には間引きは行われていない。また北魚礁は水深が大きいことから漁業の対象とはなっていない。しかし 1989 年 7~8 月に田子島周辺一帯で漁協委託によりフーカ-潜水海士によるアワビ漁が行われ、その時に島からの岩場の延長域にある北魚礁が偶然発見されて漁獲対象となってしまった。このため、第 5 回調査では 1 個体が確認されたにとどまった。

個体の移動 第 1 回から第 4 回の調査で確認されたマダカは 14 個体で、標識、殻長、生息場所等のデータから各個体の移動状況が把握できた。潜水作業のため殻長計測に多少の誤差が認められたが、Table 1 に結果をまとめて示した。

第 1 回調査ではマダカ 14 個体 (No. 1~14, 殻長 11.0~18.3 cm) が確認された。第 2 回調査でも個体数は変わらず、着生位置が多少変化していたものもあったが、異なるブロックに移動していたのは 1 個 (No. 2) のみであった。第 3 回調査では 2 個 (No. 1, 11) が行方不明となり 4 個 (No. 2, 6, 8, 10) が隣接したブロックに移動していた。第 4 回調査では 1 個 (No. 2) が不明となったが、第 3 回調査で不明だった 2 個のうち 1 個 (No. 11) が約 4 m 離れた位置で発見され、2 個 (No. 8, 9) が隣接ブロックに移動していた。4 回の調査を通じ、マダカが着生していたのは、Fig. 4 に示したように、着底していたブロック 29 個のうち A~N の 14 個であった。第 5 回調査では大型の 1 個体 (殻長 19.3 cm) のみがブロック G で確認された。

マダカの移動距離をまとめると、4 回の調査を通じて同一ブロックで見られたのは 14 個体のうち 7 個 (No. 3, 4, 5, 7, 12, 13, 14: 第 1 回調査時の殻長 13.0~18.3 cm, 以下同) であったが、生息場所は同一でなく多少移動していることが多かった。調査ごとの移動距離は最大

Fig. 7. Movement of an abalone (No. 10, cube L) which stuck on the lower frame of a concrete cube, taken by an automatic underwater camera by every 30 minutes. 10:30 3rd-10:00 6th, November 1984. Sunrise 06:07, Sunset 16:52.

の個体で約 50 cm, 4 回の総移動距離は最大のもので約 1 m であった。

2 個のブロック間を移動した 3 個 (No. 6, 9, 10: 14.0~16.6 cm) はブロックがほぼ接した所を動いたものであり, 移動距離は同一ブロックにいたものとはほぼ同様であった。

並んだ 3 個のブロック間を移動した個体 (No. 8: 14.0 cm) の総移動距離は約 3 m であった。

このほか, 4 m 以上移動したのが 1 個 (No. 11: 17.0 cm), 途中で行方不明となったのが 2 個 (No. 1, 2: 11.0, 12.7 cm) であった。

魚礁ブロックに対するマダカの着生位置は海底にごく近い部分であり, 着生の向きについては, ブロックが太さ 20 cm の枠からなる単純な形状のため, 下, 横, 上の 3 方向であった。上向きなのは 1 個体のみであり, ブロックの下側の枠と海底との間の隙間に生息していた。着生向きが常に同一であったのは移動しなかった 7 個体中の 5 個体と隣接ブロック間を移動していた 4 個体中の 1 個体であった。

日周行動 第 3 回調査と第 4 回調査でそれぞれ 1 個体を対象に, 自動カメラで 30 分ごとの昼夜連続撮影を行った。両個体とも Fig. 5 に示したものと同様にブロックの下枠上に下向きに着生していた。写真から求めたマダカの位置の経時変化を Fig. 6, 7 に, また Fig. 7 のうちマダカが着生位置を離れたときの様子を Fig. 8 に示した。

第 3 回調査時には殻長 18.3 cm の個体 (No. 14, ブロック I) を Fig. 6 のように 2 昼夜にわたって追跡できた。日出・日没時刻はそれぞれ 4 時 40 分, 19 時 2 分頃であった。4 回の調査を通じて同一ブロックから動かずまた着生向きが一度だけ変化した個体である。この個体は 2 昼夜の間, ほぼ同一位置にとどまっていた。昼間はブロックにしっかりと着生し, 殻とブロックの間の隙間があまり見られなかった。時として向きを変えることはあったがほとんど活動していないものと判断された。夜間は常に殻を少し浮かせた状態となっており, 30 分ごとの記録からわかるように, 同一位置で向きを変化させていた。この間の海底上 5 m 層の流れは南北方向の潮流が卓越していたが, 流速は最大で毎秒 10 cm 以下と弱かった。

第 4 回調査時には殻長 17.4 cm の個体 (No. 10, ブロック L) の行動を Fig. 7 のように 3 昼夜にわたって追跡できた。日出・日没時刻はそれぞれ 6 時 7 分, 16 時 52 分頃であった。4 回の調査を通じて隣のブロック間との移動が確認された個体である。昼間は同一場所にとどまって向きも変えなかったが, 夜間の動きはかなり活発であった。4 日の 20 時には海藻を殻の下に挟み込み, 翌

Fig. 8. The locations of an abalone (No. 10, cube L) which left its stuck position and returned same position in the nighttime. This data was obtained by the same photograph shown in Fig. 7. 02:30—04:30 5th November, 1984.

Fig. 9. Drifted algae around the artificial reef.

朝の 5 時まで同一姿勢で摂餌していた。5 日の夜には一時小さな海藻片を挟んでいたが, なくなると向きを変え始め, 3 時から 4 時にかけて Fig. 8 のように着生場所を離れ, 4 時 30 分には再び元の位置に戻った。離れていた間, 元の着生場所の表面が観察されたが, 付着生物が剥がれて弱いナシロ状になっていた。6 日の夜間には向きは変えたが着生場所からは離れなかった。

植物相 北魚礁ブロックや海底の転石には小型の海藻類が疎らに成育していた。種類は紅藻のタマイタダギ *Delisea fimbriata*, マクサ *Gelidium amansii* が主で, 褐藻のシマオオギ 1 種 *Zonaria* sp. も比較的多かった。量が少なく分布が疎らなため定量的な採集はできなかったが, 海藻付きの礫を採取して測定した結果, 10×10 cm の範囲で 10 グラム程であった。北魚礁には, Fig. 9 のように, 漂着海藻の滞留がしばしば見られた。それらは主として褐藻のアントクメ *Eckloniopsis radicata*, 紅藻のテングサ類 *Golidiaceae* であった。

考 察

アワビ類のうち産業的に重要なものはマダカアワビ *Haliotis madaka*, メガイアワビ *Haliotis gigantea*, クロ

アワビ *Haliotis discus discus*, エゾアワビ *Haliotis discus hannai* の4種である。一般にアワビ類は種類と成長段階によって生息場所、深度を変えることが想定されており,¹⁸⁾ このうちマダカは最も深い深度まで産すると言われ、水深 16~36 m の天然礁¹⁰⁾で多数の採取が報告されている。

アワビ類が夜行性であることは良く知られているが、自然の海域で夜間の行動を正確に追跡した例は少ない。メガイアワビについては、浅い岩場でナシロを形成していた個体の昼夜観察¹⁰⁾によれば、夜間活動型であり、夜間は触角を伸ばし、殻を岩面からわずかに持ち上げる行動を示していたが、ナシロを離れて行動することはないと報告されている。また水深 6~7 m の岩穴に住む3個体の観察¹⁴⁾でも、夜間移動はしないが回転運動をしていたことが報告されている。クロアワビについては、水深 2~3 m の岩に着生していた2個体の観察¹⁴⁾により、夜間に移動したこと、そのうち1個は夜間 2.5 m 離れた場所にいたが、翌日の昼間の観察で元の場所に戻っていたことが報告されている。

北魚礁のマダカの16カ月間ののべ移動距離は、14個体中10個が約1 m 以内、1個が3 m 以内であり、かなり定着性の強いことが確認された。

第5回調査時にブロックGで殻長19.3 cmの個体が確認された。三浦半島の禁漁区に放流されたマダカは平均殻長13.9 cmのものが1年間で16.6 cm、3年間で20.2 cmまで成長したことが報告されている。¹⁸⁾ 当魚礁での成長はTable 1に示したように、1年間で1 cmほど成長したのは1個体(No. 3)でしかなく、三浦半島のものに比較して非常に遅い。この原因は、深度が大きいこと、浅所に比較してやや水温が低いこと、餌が少ないこと等種々考えられるが、餌量海藻が坪刈り調査もできないほど少量しか生育していないことが主因と推定される。前述のように北魚礁でのマダカの定着性が極めて高いことと成長が遅めであることから、第5回調査時の殻長19.3 cmのマダカは、5年前の第4回調査時に生息していた12個体中の1個であろうと推測された。この1個体については今後も追跡してゆきたい。

日周行動については2個のマダカで得られた結果から明確になった。マダカは夜行性であり、昼間は着生場所から動かず向きもほとんど変えない。夜間は殻を少し浮かせて向きを変え続け、漂着した海藻を捕食した。夜間には着生場所を離れることもあり、その場合、日出前に元の場所に戻った。各調査毎の個体の移動距離が極めて小さいことから考えても、マダカは定着性が強いと判断された。そして調査毎の小移動は、夜間の間に元の場所

に戻れなかったり新しい場所がより好ましかった等の時に生息場所を変えたものと推定される。

ここに生息するマダカの餌料については、魚礁ブロックや転石表面に小型海藻が生育していたこと、漂着する海藻が比較的多いこと、マダカが夜間体の向きを変えて漂着海藻を捕食したこと、時として着生場所を離れていた等のことから、漂着海藻と成育海藻の両者に依存していると判断された。

以上の結果から、水深30 mで周囲が砂地の人工魚礁に生息していたマダカ成貝の活動について得られた知見をまとめると次のようである。マダカは一般的に極めて定着性が強く、着生場所は付着生物が剥がれて弱いナシロ状となっている。昼間は同一場所に着生して活動しないが、時として向きを変えることがある。夜間は殻を少し浮かせて向きを変え、漂着海藻を捕えた場合は殻の下にとりこんでゆっくりと摂餌する。時として着生場所を離れることもあるが、日出前にはもとの場所に戻ることができる。ただし、必ずしも同一場所に戻らずに着生位置を変えることがある。

文 献

- 1) 井上正昭: 水産増殖, **20**, 147-160 (1972).
- 2) 田内 大: 神奈川水試研報, **6**, 17-21 (1981).
- 3) 田内 大, 金杉佐一, 近山通正: 神奈川水試研報, **6**, 51-55 (1984).
- 4) 小島 博: 日水誌, **47**, 151-159 (1981).
- 5) 武市正明: 栽培技研, **17**, 27-36 (1988).
- 6) 門間春博, 坂本富蔵, 小林 清, 加藤 剛, 佐々木善則, 村田 駿: 水産増殖, **28**, 59-65 (1980).
- 7) 田内 大: 神奈川水試研報, **3**, 51-56 (1981).
- 8) 井上正昭: 水産増殖, 臨 **5**, 23-31 (1965).
- 9) 角田信孝, 寺尾百合正, 中村達夫: 山口県外海水試研報, **12**, 19-27 (1971).
- 10) 宇野 寛, 小池康之, 門間春博: うみ, **10**, 43-49 (1972).
- 11) 宇野 寛, 井上 泰, 中村達夫, 山川 紘: 水産増殖, **15**, 39-45 (1967).
- 12) 井上正昭: 水産増殖, **15**, 47-55 (1967).
- 13) 野中 忠, 翠川忠康, 佐々木 正: 静岡水試研報, **2**, 31-36 (1969).
- 14) H. Momma and R. Sato: *Tohoku Journal of Agricultural Research*, **20**, 150-157 (1969).
- 15) 小池康之, 宇野 寛, 山川 紘, 辻ヶ堂謙: うみ, **8**, 229-234 (1970).
- 16) 藤井泰司, 中原民雄, 小川嘉彦, 角田信孝: 水産増殖, **18**, 69-80 (1970).
- 17) 岡本峰雄: 日水誌, **47**, 1567-1573 (1981).
- 18) 井上正昭, 大場忠道: 神奈川水試研報, **1**, 107-113 (1980).