

有彩色および無彩色メタアクリル板に対する アワビ稚貝の付着反応

堀口吉重・野田宏行・天野秀臣

三重大学水産学部

Settlement Behavior of Young Abalone to Chromatic and Achromatic Plates Made of Methacrylate Resin

Yoshishige HORIGUCHI, Hiroyuki NODA and Hideomi AMANO

Faculty of Fisheries, Mie University

The present studies were undertaken to elucidate the effects of color on the settlement behavior of abalone, *Haliotis (Nordotis) discus* REEVE. Ten young abalone, 12-20mm in shell length, were placed in the bottom of a blue cage with a single-color or a two-color plate made of methacrylate resin. The cage was suspended in an aquarium. The number of shells which settled on the plates was counted at 12 or 24 hour intervals for 5 to 10 consecutive days.

The settlement rate of abalone in the 11 single-color plates tested varied from 0 to 94 %, and decreased in the following order: deep purplish red, orange, yellowish red, gray, yellow, green, black, opaque white, light purple, blue, and colorless. The difference in distribution of abalone between the two colors on the two-color plate was also tested by using 56 two-color plates, which were made by various combinations of the 14 chromatic and the 5 achromatic plates. The difference between the two colors on the 16 two-color plates was significant at the 1-percent level.

The results showed that the young abalone tend to settle on the chromatic plates with a maximum spectral reflectance at 550-700 nm and on the achromatic ones with low reflectance and transmittance.

Key words: abalone, chromatic plate, settlement rate

アワビは一般に主飼料となる海藻の繁茂する岩礁に生息する定着性生物であるが、同時に小範囲を移動する習性を持っている。定着および移動に関係する要因として産卵(猪野 1952)、種類(猪野 1966)、海底地形(井上 1973)、分布密度(井上 1973)、大きさ(井上 1973)、飼料(HARADA and KAWASAKI 1982)等が報告されているが、自然環境においては更に幾つかの未知要因の存在が推測される。主に夜間活動し昼間は岩陰等に潜む習性より明暗は移動と付着に密接に関与する

と考えられるが、岩盤の色調の影響については明らかにされていないようである。

著者等は水槽中のアワビの行動を観察し、岩盤への付着は岩面の粗密のほか色調に影響されることを知ったので、分光特性の異なる14種類の有彩色および5種類の無彩色メタクリル樹脂板から作った単独色および2色配色付着板を用い、付着板の色調とクロアワビ稚貝の付着率の関係を調べた。実験条件下において、付着率は付着板の色調により相違し、付着板の分光特性との間に相関関係を見出したのでここに報告する。

実験方法

供試貝および飼育装置 栽培漁業センターから提供された殻長12-20 mmのクロアワビ *Haliotis (Nordotis) discus* REEVE 200 個を乾燥ワカメ飼料で約1月間水槽飼育したのち実験に供した。飼育装置は循環用ポンプ、ガラスウールとゼオライトを充てんしたろ過槽付50l容ガラス槽(縦30 cm, 横60 cm, 高さ36 cm)10個, ガラス水槽を収容する大型水槽(縦110 cm, 横220 cm, 高さ50 cm)および循環式低温恒温機で構成され、太陽光線の直射を防ぐための暗幕を備えた北側の部屋に設置した。

メタクリル樹脂板の分光特性 色調の異なる19種類の市販メタクリル樹脂板についてCMS-1000型分光光度計で測定した可視域の分光反射率および透過率をFig. 1に示す。

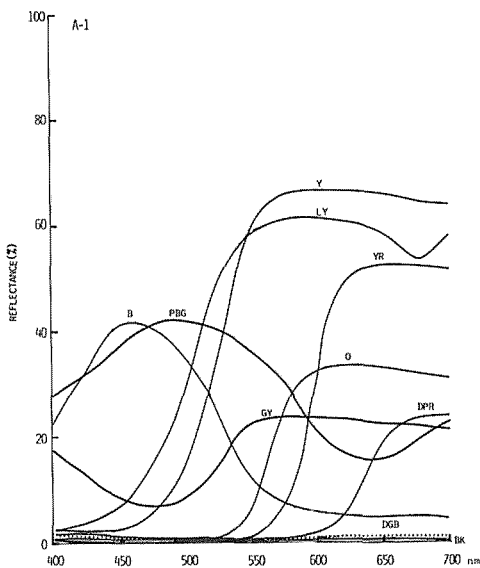


Fig. 1-A-1

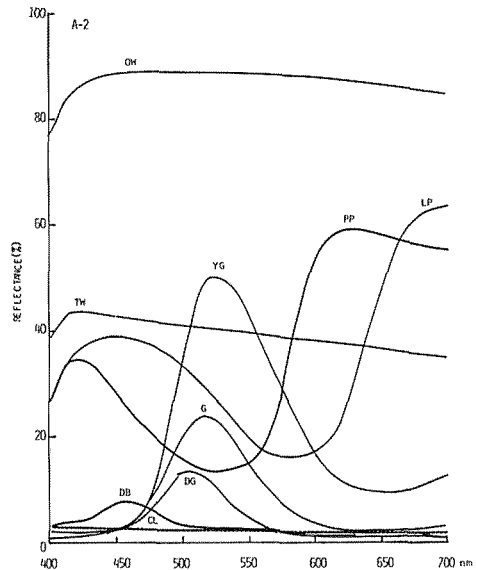


Fig. 1-A-2

Fig. 1. Spectral distribution curves of the color plates made of methacrylate resin.

A-1 and A-2: reflection curves, B-1 and B-2: transmission curves.

Y, yellow; LY, light yellow; YR, yellowish red; O, orange; DPR, deep purplish red; GY, gray; PBG, pale blue green; B, blue; DGB, dark grayish brown; BK, black; OW, opaque white; LP, light purple; PP, purplish pink; YG, yellow green; TW, translucent white; G, green; DG, deep green; DB, deep blue; CL, colorless.

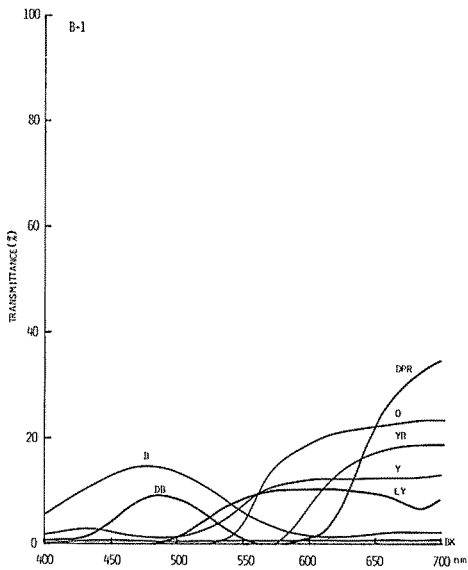


Fig. 1-B-1

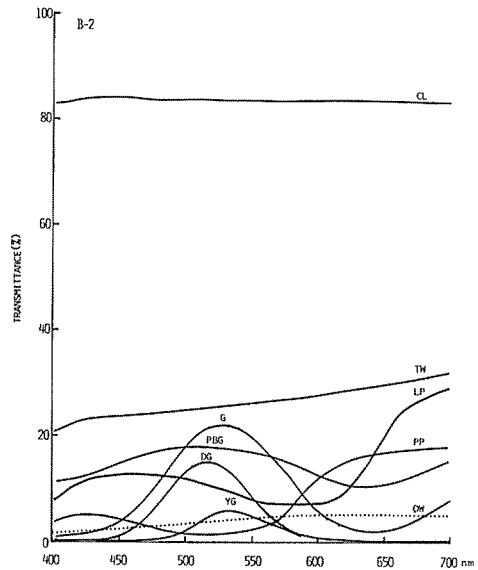


Fig. 1-B-2

単独色メタアクリル樹脂板へのアワビ付着数の測定 Fig. 2 に示すごとく、直径19、高さ8 cmの円形青色ポリエチレンかごの底部に10個の稚貝を並べ、その上に切妻屋根形付着板を置き、かごの開口部は魚網で覆い、綿糸で縛ったのち水槽中に垂下した。毎日9時、または9時と17時に板上の個体数を計り、測定後貝はかごの底に分散させた。海水は比重1.025—1.026、水温18—22℃に保ち、約3.5 l/minの割合で循環させた。餌の取替は日曜日を除き1日1回、ろ過槽の清掃

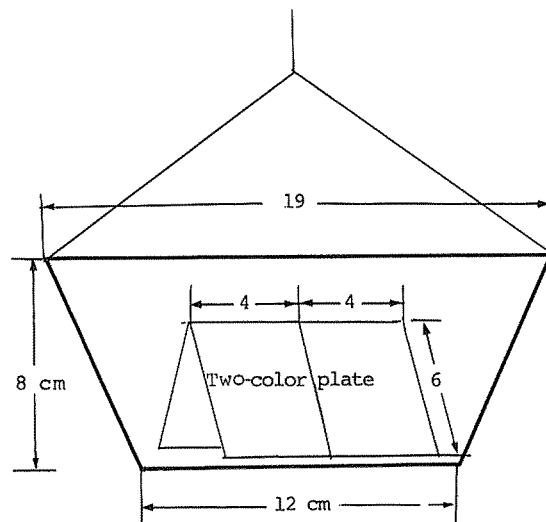


Fig. 2. Apparatus of experiment.

は1週間に1回、海水交換と水槽清掃は2週間に1回の割合で行った。付着板は厚さ0.2 cmのメタクリル樹脂板を幅6、長さ12 cmの長方形に切断し、中央部を直角に折り曲げたのちアセトンに15—20分間浸して表面の可溶成分を除き、さらに水洗してから使用した。

2色配色メタクリル樹脂板へのアワビ付着数の測定 幅4、長さ12 cmの色彩の異なる2個の切妻屋根形メタクリル樹脂板を並列し、上面を防水接着テープで接続した2色配色付着板1組と稚貝10個を青色かごに入れ、水槽中に垂下した。毎日9時と17時に2色配色板の各色板上に付着した個体数を計り、ついで貝はかごの底に分散させた。

結 果

単独色付着板へのアワビ付着 4群のアワビを用い、色調の異なる10種類のメタクリル樹脂板への付着数を9時から17時の間は1時間間隔で、その後は翌朝9時に測定した。また付着板内面に稚貝10個を付着させたのち水槽に入れ、残留数の経時変化を調べ、Fig. 3の結果を得た。

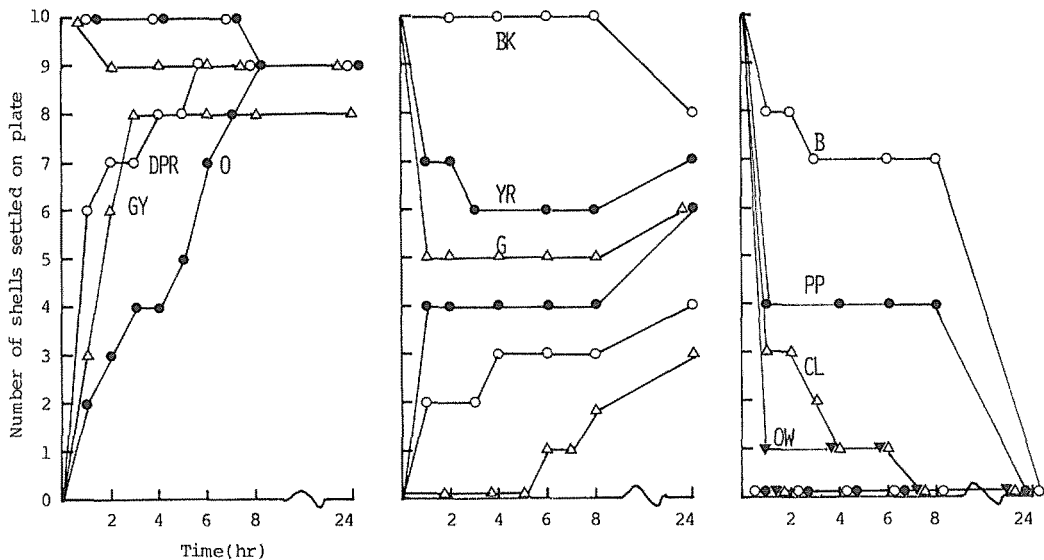


Fig. 3. Time-course of the number of young abalone respondent to single-color plates with various colors.

Ten shells are placed in the bottom of a blue cage with a single-color plate or on the inner surface of the plate. The number of shells settled on the plate are counted every hour. Abbreviations are the same as legends in Fig. 1.

10種類の各色付着板の付着率は0—90%で、色調によって著しく相違し、80—90%の高率色(えんじ, 橙, 灰), 30—80%の中率色(朱, 黒, 緑)および0%の低率色(青, 紫味びんく, 白, 無色)の3群に大別された。付着率がほぼ一定の水準に達し、且つ集合, 分散両実験の結果が一致するに要する時間は高率色板では8時間以内, 低率色板では8—24時間であったが, 中率色板では24時間を経ても両実験の結果は一致しなかった。

橙および青色板各4個ずつと8群のアワビを用い、付着数を1日1回ずつ5日間測定し、ついで

で両色板群を入れ替えてから5日間、更に両色板群を最初の組合せに戻して5日間、合計15日間測定した結果をFig. 4に示す。

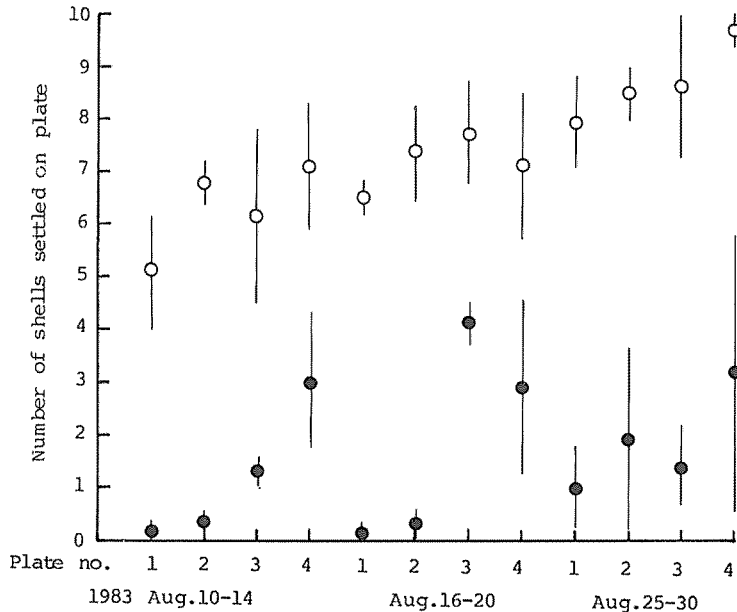


Fig. 4. Comparison of the number of young abalone respondent to the single-color plate with orange or blue color.

Ten shells are placed in the bottom of a blue cage with an orange or a blue plate. The number of shells settled on the plate are counted once a day for 15 consecutive days. Symbols and bars indicate the means and the standard deviations, respectively.

橙色板群の1日平均附着率は52—98%で、青色板群の0—41%にくらべ明らかに高かったが、両色板群ともに4個の間で可成りのバラツキが見られた。附着率は特定色調の附着板間で明らかに相違するほか、貝の飼育前歴、その他要因によっても可成り影響されることが分った。

附着率と附着板の分光特性の関係を明らかにするために8群のアワビを用い、分光特性の異なる11種類のメタクリル樹脂板への附着数を毎日9時と17時の2回ずつ、10日間測定し、Fig. 5の結果を得た。

各色板の平均附着率はえんじ(昼間94, 夜間93%), 橙(81, 87%), 朱(64, 77%), 灰(50, 68%), 黄(52, 45%), 緑(26, 39%), 黒(21, 32%)の順で昼間(9—17時)より夜間(17—9時)に多く附着する傾向が見られたが、不透明白、紫味びんく、青、透明無色板には殆んど附着しなかった。各色板の附着率と分光特性を対比させると、7種類の有彩色板の附着率は550—700 nmの長波長域に比較的低い反射率ピークを示すえんじ、橙、朱色板で高く、500 nm以下の短波長域に反射率ピークを示す青、紫味びんく板で低い傾向を認めた。使用した有彩色板の光透過率は10—35%の比較的低い範囲内にあり、附着率との間に特定の関係は見出せなかった。反射および透過率が全波長域にわたりほぼ水平な曲線を示す4種類の無彩色板の附着率はほぼ反射率に反

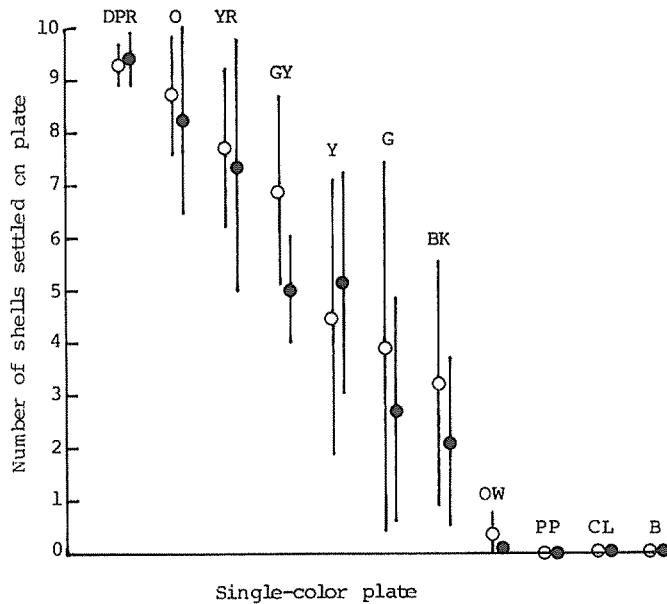


Fig. 5. Comparison of the number of young abalone respondent to the single-color plates with various colors.

Ten shells are placed in the bottom of a blue cage with a single-color plate. The number of shells which settled on the plate are counted at 9:00 (○) and 17:00 (●) a day for 10 consecutive days. Symbols and bars indicate the means and the standard deviations, respectively. Abbreviations are the same as legends in Fig. 1.

比例し、灰、黒色板で高く不透明白色板で低かった。但し反射率は低いが高い透過率を示す無色透明板の付着率は例外的に低かった。

2色配色付着板へのアワビ付着 14種類の有彩色および5種類の無彩色メタアクリル樹脂板を組合せた55組の2色配色板と10群のアワビを用い、それぞれの2色板間の分布を1日2回ずつ4日間測定し、Fig. 6の結果を得た。

14種類の有彩色板を組合せた29組の2色配色板における2色板間の分布は99%の信頼度で8組 (No.1, 2, 3, 7, 8, 9, 11, 13) にそれぞれ有意差が認められた。有意差は分光特性が互に近似する色板間では認め難いが、反射率ピークを示す波長域が離れるに従って増大し、特に550—700 nmに反射率ピークを示すえんじ、橙、朱、黄色板と400—550 nmにピークを示す青、淡青緑、黄緑、淡紫色板を組合せた時顕著であり、前者の色板群に多く付着した。長短両波長域に2個の反射率ピークを持つ紫味びんく、淡紫色板の付着率は一般に低く、また550—700 nm波長域に反射率ピークを持つ色板群では反射率が低いと付着率は高くなる傾向が見られた。

5種類の無彩色板を組合せた5組の2色配色板では99%の信頼度で2組 (No.4, 14) に有意差が見られ、反射および透過率の低い灰、黒色板を反射率の高い白または透過率の高い無色板と組合せた場合有意差は顕著であった。

有彩色板と無彩色板を組合せた21組の2色配色板では99%の信頼度で6組 (No.5, 6, 10, 12,

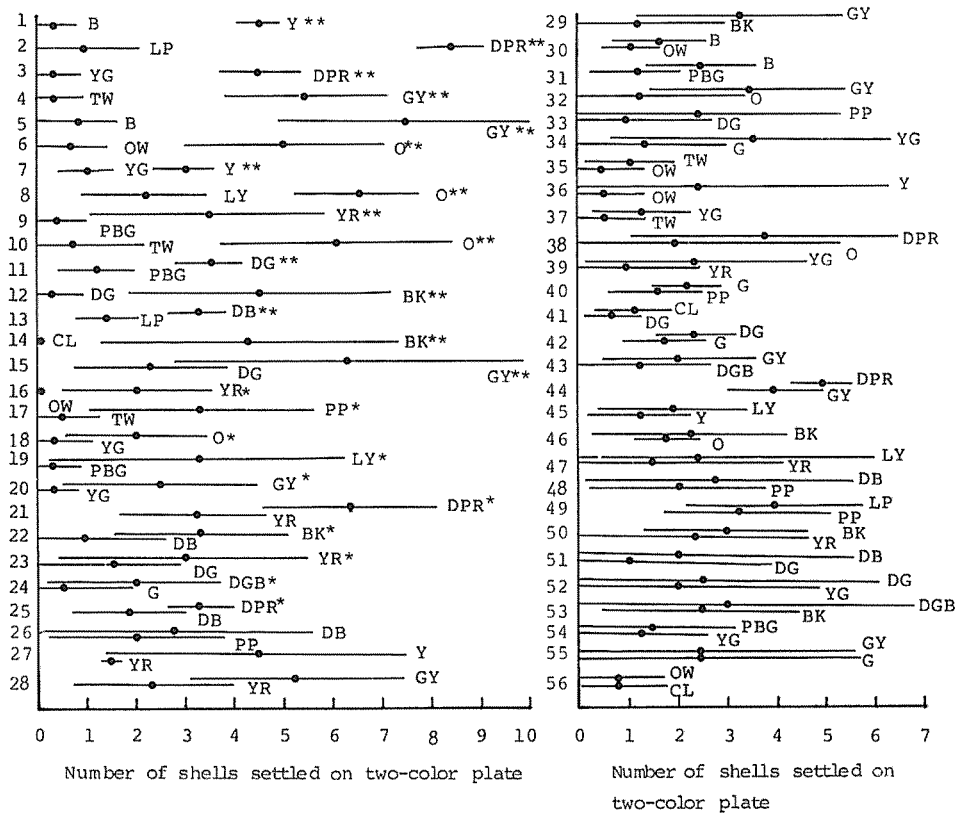


Fig. 6. The difference in distribution of young abalone between the two colors on the two-color plates with various colors.

Ten shells and the two-color plate are placed in the bottom of a blue cage. The number of shells settled on each color plate with different colors are counted at 9:00 and 17:00 each day for 4 consecutive days. Symbols and bars indicate the means and the standard deviations, respectively. Stars show the difference between the two colors at 5-percent level(*) and the 1-percent level(**) of significance. Abbreviations are the same as legends in Fig. 1.

15, 16) に有意差が認められ、低透過率の灰、黒色板を 400—500 nm に反射率ピークを有する青、深緑色板と組合せた時、また 600 nm 以上に反射率ピークを示す橙、朱色板を高反射率の不透明および半透明白色板と組合せた時有意差を生じ、それぞれ前者に多く分布した。

考 察

アワビの行動に関係する要因として若干の知見が報告されているが、自然界では更に未知の要因が複雑に関与していると思われる。例えば昼間岩陰等に潜み、夜間活動する習性から明暗は移動および付着に関係し、水槽中の貝の行動より付着率は付着板の色調、表面の粗密のほか貝の飼育前歴等によって変化すると推定された。したがって、付着率と色調の関係を明らかにするには色調以外の関係要因の影響を出来るだけ消去または一定に保持して測定する必要がある。

単独色板による付着率測定法は貝群または測定日時のいずれかを異にするので、その影響を受け、測定結果の変動幅は可成り大きい。したがって、本法により各色板の付着順位を決めるには、貝群その他の測定条件を出来る限り一定にし、数回測定した結果を比較する必要がある。2色配色付着板法は同一の貝群と水槽を用い、同日時に2色板間の分布を測定するため色調以外の関係要因の影響を一定に保ち易く、測定結果はおもに両色板の色調の差を反映すると考えられる。したがって本法による測定結果は2色板間の色の相違を反映すると解釈されるが、2色板の片方の色板の付着率は他方の色板を変えらるることにより変化するので、配色の異なる2組以上の2色板間の付着結果を比較することはできない。また、両測定法を通じ各色付着板の付着率がそれぞれの色調に対するアワビの好嫌の強さを表わすと仮定すると、好嫌の強い色板群に対しては速やかに反応し、集合と離散結果は半日ないし1日ではほぼ一定値に達するが、好嫌の弱い色板群、特に黄、緑色系色板に対しては遅く、且つ付着率は可成りの幅で変動した。2測定法に関する上述の長所と短所を考慮の上、得られた測定値より各色板の色調と付着率の関係を検討した結果、クロアワビ稚貝は長波長域に比較的低い反射率ピークを持つ有彩色板と低反射率および低透過率の無彩色板に好んで付着する性質を持つことが推定された。白色または無色透明板にくらべ、灰色板に多く付着する傾向はアワビが適度の暗さを持つ岩陰等に好んで生息する習性と一致するが、えんじ等の赤色系色調を好み青緑色系色調を忌避する傾向とアワビの生態との関連性については今後の検討に待たねばならない。アワビが無彩色板とともに有彩色板に対しても好嫌の反応を示し、特定色調の付着板に多く集合し、また忌避して離散する性質は人工魚礁への住み付き、放養稚貝の離散防止等アワビ生育場の管理に利用される可能性を持つと思われる。

付着率が付着板の色調によって相違する事実はアワビが何等かの方法でそれらの色調を識別する能力を持つ可能性を示唆するが、貝類の色覚に関する研究は硬骨魚類、こん虫類に比べて乏しく、その存在は一般に承認されていないようである(藤本 1982)。仮にアワビが或程度の色別能力を持っていても、特定の色調に対する好嫌が弱いため明瞭な付着反応を示さず、また色以外の諸要因の影響を受けて行動する場合もあるので、色覚の存在については更に精密な実験条件のもとに色に対するアワビの行動を観察するとともに視物質の分光測定等の客観的方法を併用して検討する必要があると思われる。

本研究の一部は日本鋼管株式会社の受託研究費により行われた。アワビ稚貝の入手については三重県ならびに愛知県栽培漁業センター、徳島県水産振興公害対策基金加島事業場、メタクリル樹脂板の分光特性の測定には村上色彩株式会社にそれぞれ御協力をいただいた。ここに記して深く謝意を表します。

文 献

- 猪野 峻, 1952, 邦産アワビ属の増殖に関する生物学的研究, 東海区水研報告, 5 : 1-102.
 ———, 1966, 水産増殖業書, 11, アワビとその増養殖, 日本水産資源保護協会, 東京 : 6-10.
 井上正昭, 1973, アワビのすみつきと海底地形, 水産増殖, 20(3) : 147-160.
 ———, 1973, アワビのすみつきと場の選択について, 水産増殖, 20(3) : 173-180.
 ———, 1973, アワビの大きさによるすみ場の差異, 水産増殖, 20(3) : 181-189.
 HARADA, K. and O. KAWASAKI, 1982, The attractive effect of seaweeds bases on the behavioral responses of young herbivorous abalone *Haliotis discus*, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 48(5) : 617-621.
 藤本克己, 1982, 新編色彩科学ハンドブック(日本色彩学会編), 4, 東京大学出版会, 東京 : 458-468.