

五島西沖マンタ曾根における湧昇現象について

日 高 幸 生

Up-welling Phenomenon at Mantasone Bank Located off
Goto Islands, Western Kyushu

Yukio Hidaka

Mantasone Bank is a steep submarine rise having 200m height from 300m depth of ocean bottom located west of Osesaki cape, Fukue Island, Goto Islands.

At several points along the currents over the Bank, water temperature, direction and speed of currents were observed by depths during the spring tide in August and September 1996 to clear up-welling phenomenon that is thought to have relation with fish gathering.

When the currents encountered the Bank, low temperature water thought to be bottom origin appeared along the slope of the front side, and at the other side extension of isothermal interval, reversion of high and low water temperature zone and decrease of currents speed were recognized above the water level at the top of the Bank. These phenomena suggest up-welling occurred at the other side of the Bank where water turbulence were observed when currents encountered the Bank.

天然礁等の地形の変化の大きな海域では魚群が蟻集し、好漁場となることが経験的に知られている。このような地形の周辺では一般的に湧昇流が発生し、このことが漁場形成の一因と考えられている。¹⁻²⁾そこで、筆者は、この湧昇現象の簡易な把握方法を検討するため、マンタ曾根において水温、流向、流速を調べて解析したところ、比較的容易に湧昇現象を把握することができたので概要を報告する。

方 法

マンタ曾根は五島の福江島大瀬崎の西約18kmに位置しており、南西方向に張り出し、水深300mの海底から水深110mまで急激に立ち上がる地形で、曾根の北西部と南東部では傾斜(約1/20)がほぼ等しい。観測点は斜面に挟まれた尾根の中央部分から流軸に沿って北北西330°と南南東150°の方向に11点設けた。

測点間の間隔は曾根上のNo.2～No.6で約450m、その両側のNo.1～No.2およびNo.6～No.11で約900mである(図1)。調査は1996年8月と9月の大潮の上げ潮時と下げ潮時に、調査船鶴丸(108トン)で水温の鉛直分布と流向、流速を測定した。第1次調査は、曾根直上部の変化を把握するために、8月27日と29日(旧暦14,16日)に上げ潮時から転流を経て下げ潮時の初期段階まで、観測点No.1からNo.7に至る間を各々上げ潮時2回、下げ潮時1回の計3回行った。第2次調査は、9月11日(旧暦29日)に潮下側後方域における変化を把握するために、No.4～No.11で上げ潮時に1回行った。水温の鉛直分布は水中投入式のクロロテック ACL208-DK(アレック電子製)を用い、表層から海底上5mまで(最大で150m)観測した。流向、流速は、超音波潮流計 CI-30(古野電気製)で測得した。この潮流計は水深の75%までの間の3層につい

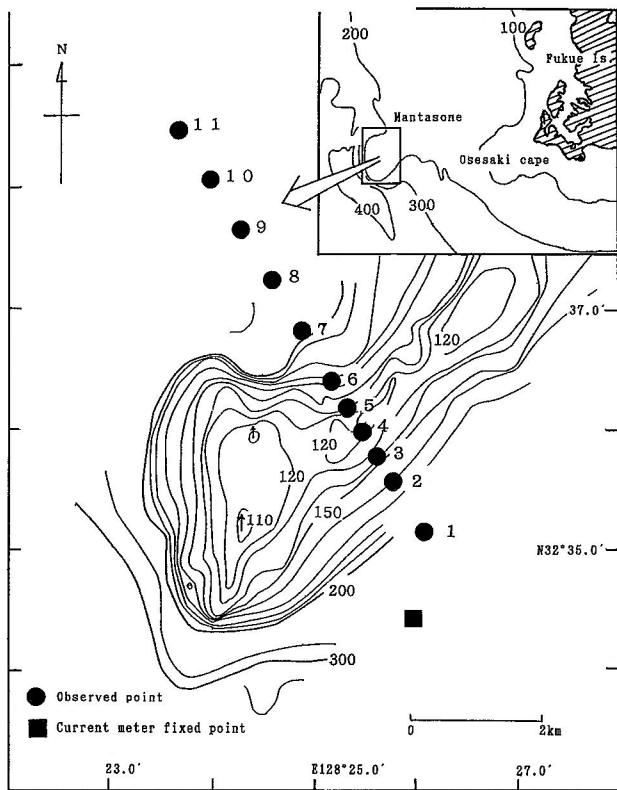


図1 マンタ曾根の観測点位置図
Fig.1. Location of Mantasone Bank and observed points.

て測得できるため、70m層は全観測点で、この他は観測点の水深に合わせて、30, 50, 100, 120m層から2層を選択し、停船時に1分間平均で約10分間測得した。また、上げ潮時における曾根頂上付近の流れの変化に対応する曾根前面の流れを測得するため、船上の超音波潮流計の対照として、曾根頂上部から南東約2,800mの地点（水深約270m）において、8月27～29日ならびに9月11～13日に、メモリー電磁流速計 ACM4M（アレック電子製）を、水深約100mに位置するよう、海底から浮上させて設置した（以下、これを対照として設置した流速計という）。流速計には深度計 MDS-D（アレック電子製）を装着した。

結 果

対照として設置した流速計の調査期間中の設置水深は、8月の調査では77～97m、9月の調査では97

～105mで、前者は80mを、後者は100mを中心に変動したが、流速50cm/secを境界に、それ以下では浅く、それ以上では深くなる傾向を示した。流速計の測得結果から、上げ潮時の流向は8月、9月ともに北西～北北西流、流速は福江島玉之浦港の満潮時の約2時間前から満潮時までの間に最大値を記録した。調査期間中の最大流速は8月で77.8cm/sec、9月で73.4cm/secであった。

曾根直上部における水温、流向、流速の変化

調査は、8月27日では05:53から11:46まで（玉之浦港の満潮07:00、干潮13:34）、8月29日では06:22から12:02まで（満潮08:38、干潮15:03）行った。27日、29日調査ともに第1回と第2回目は上げ潮時、第3回目は下げ潮時にあたり、開始時が玉之浦港の満潮時の約1～2時間前であったことから、上げ潮流の流速が最大に近い時間帯から始めたことになる。この2日間における曾根頂上の潮上側、潮下側の水温、流向、流速の変化は、ほぼ同様の傾向を示したが、対照の流速が比較的大きかった29日調査がより顕著であったことから、29日調査を主に述べる。
上げ潮時：8月29日第1回調査の水温、流向、流速の変化を図2に示す。水温分布を見ると、曾根頂上のNo.4よりも潮上側（図右側）では、斜面に沿って底層付近の15°C台の低温水が曾根頂上付近まで上昇した。曾根頂上を越えた潮下側ではNo.5の30～60m付近で、25, 26°Cの等温線の間隔が広がり、また、No.6とNo.7の約50～100m付近で18～21°Cの等温線が曾根斜面に沿って下降するとともに、その間隔が広がり、一部では水温の逆転も認められた。各観測点の70m層の流向は、曾根の潮上側から頂上付近にかけて北北西であったが、潮下側のNo.6ならびにNo.7では北～北東となった。他層の流向は、図上には示していないが、70m層とほぼ同様の傾向を示した。流速は潮上側から頂上に近づくに従って増す傾向を示し、曾根頂上のNo.4では最大93cm/secに達したが、

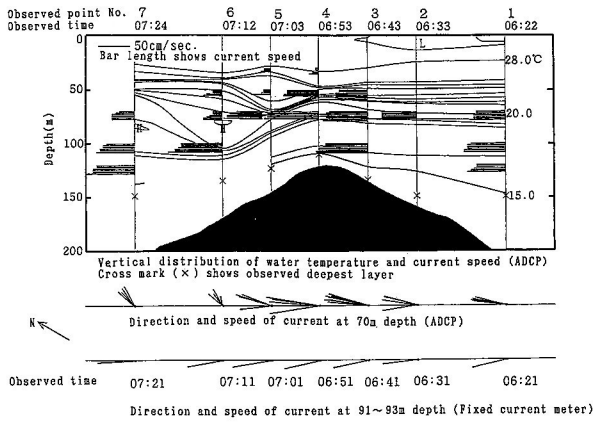


図2 上げ潮時における水温，流向，流速の変化 (1996/08/29 第1回調査)

Fig. 2. Change in water temperature, direction and speed of current on Mantasone Bank in Flood tide (first observation on Aug. 29, 1996). ADCP: Acoustic doppler current profiler

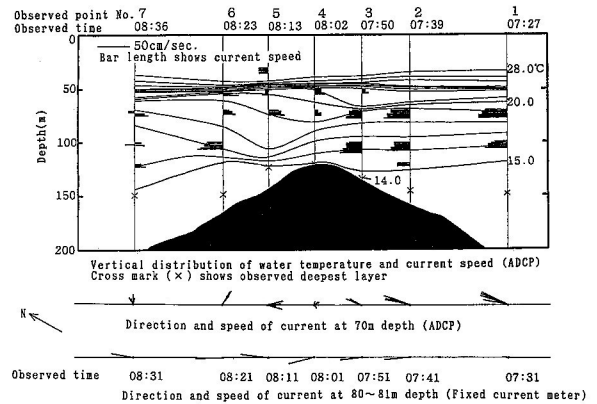


図4 上げ潮時における水温，流向，流速の変化 (1996/08/27 第2回調査)

Fig. 4. Change in water temperature, direction and speed of current on Mantasone Bank in Flood tide (second observation on Aug. 27, 1996). ADCP: Acoustic doppler current profiler

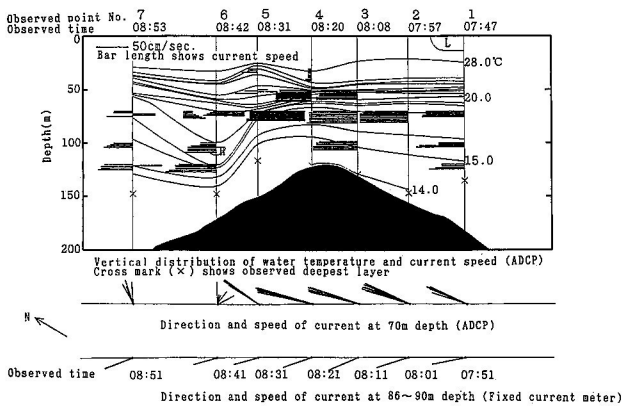


図3 上げ潮時における水温，流向，流速の変化 (1996/08/29 第2回調査)

Fig. 3. Change in water temperature, direction and speed of current on Mantasone Bank in Flood tide (second observation on Aug. 29, 1996). ADCP: Acoustic doppler current profiler

潮下側のNo. 5～No. 7では低下し，特に50, 70m層では10～30cm/secと低くなった。この間，対照として設置した流速計（設置水深91～93m）の流向は，北西～北北西，流速は58～62cm/secであった。

第2回調査の水温，流向，流速の変化を図3に示す。水温分布を見ると，潮上側から曾根頂上にかけて，底層付近の14～16°C台の低温水の上昇が，斜面に沿って認められた。潮下側では，No. 5の25～60m付近で22～25°Cの等温線の間隔が，No. 6とNo. 7の約60～

130m付近で，16～20°Cの等温線の間隔がともに広がり，一部では水温の逆転も認められた。各観測点の70m層の流向は，曾根の潮上側から頂上付近にかけては北北西であったが，潮下側に行くに従って徐々に東寄りとなり，潮下側のNo. 6ならびにNo. 7では北北東～東北東流となった。他層の流向は，図上には示していないが，70m層とほぼ同様の傾向を示した。流速は潮上側から頂上に近づくに従って増す傾向を示し，頂上部では最大93cm/secに達したが，潮下側では流速が低下し，50, 70m層では15～50cm/secとなった。対照として設置した流速計（設置水深86～90m）の流向は北西，流速は調査前半は50cm/sec前後，後半は40cm/sec前後で，全体として37～54cm/secの範囲にあった。第1回，第2回調査ともに等温線の間隔の広がりや流速の低下が見られた位置関係は類似していた。

8月27日の第2回調査の水温，流向，流速の変化を図4に示す。第1回調査は図示していないが，29日調査と比較すると，温等線の広がりや，やや深い50mから底層付近にかけて見られた。各観測点の流速は，潮上側で36～51cm/sec，潮下側で10～30cm/secとなり，全体としてやや低かった。第2回調査では等温

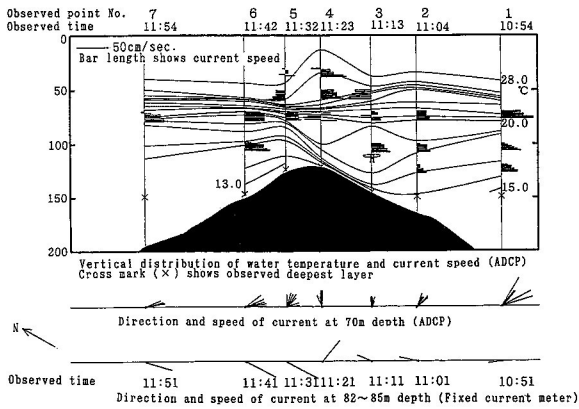


図5 下げ潮時における水温，流向，流速の変化 (1996/08/29 第3回調査)

Fig. 5. Change in water temperature, direction and speed of current on Mantasone Bank in Ebb tide (third observation on Aug. 29, 1996).
ADCP: Acoustic doppler current profiler

線の広がり，曾根頂上のやや潮上側No.3付近から潮下側において，50mから底層付近にかけて見られ，第1回調査よりも広がりが緩やかとなった。各観測点の流速は，潮上側で25～46cm/sec，潮下側で5～25cm/secとなり，さらに低かった。

下げ潮時：8月29日第3回調査の水温，流向，流速の変化を図5に示す。水温分布を見ると，潮上側（図左側）の底層付近では，海底の斜面に沿って13～16°Cの低温水の上昇が認められた。曾根頂上のやや潮上側No.5からNo.3付近の10～50m付近で，27，28°Cの等温線の間隔が広がった。また，No.5付近から潮下側にかけて，16～19°Cの等温線が頂上付近で下降後，海底の斜面上で上昇する傾向を示し，60m以深では等温線の間隔が広がり，一部では水温の逆転も認められた。各観測点の70m層の流向は，No.5よりも潮上側では南東であったが，頂上付近のNo.5，4，3では北東寄りの流れが見られ，No.3より潮下側では南東に復帰した。他層の流向は，図上には示していないが，70m層とほぼ同様の傾向を示した。流速は，潮上側で25～41cm/secの範囲にあったが，潮下側のNo.3ならびにNo.2の70，100，120m層では5～30cm/secに低下した。これら等温線の間隔の広がり

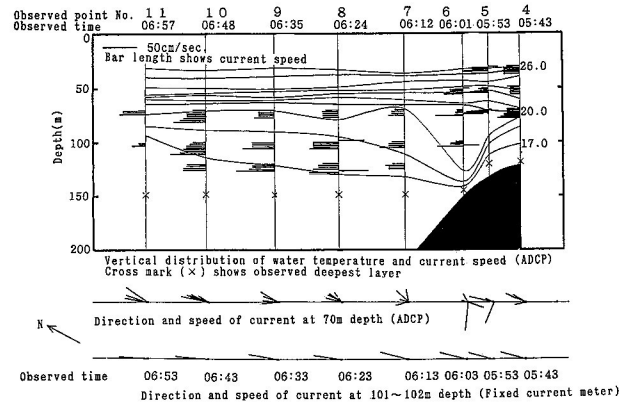


図6 潮下側後方域の上げ潮時における水温，流向，流速の変化 (1996/09/11)

Fig. 6. Change in water temperature, direction and speed of current at the rear area of Mantasone Bank in Flood tide (Sept. 11, 1996).
ADCP: Acoustic doppler current profiler

速の低下が見られた位置関係は類似していた。

8月27日の第3回調査は図示していないが，29日調査と比較すると，等温線の広がりは，さらに潮上側のやや深い位置から始まり，No.6から潮下側の，40mから底層付近にかけて認められた。

潮下側後方域における水温，流向，流速の変化

調査は，9月11日の05：43から07：05まで（玉之浦港の満潮07：34）行った。水温，流向，流速の変化を図6に示す。水温分布を見ると，等温線の間隔の広がりは，曾根頂上No.4から潮下側No.6の水深70～140mで顕著に認められ，これより潮下側では広がりが緩やかとなった。曾根頂上から潮下側No.7までの70m層の流向は西北西～北東で，流向が一定方向に定まらず不規則となったが，No.7よりも潮下側では，潮上側と同様の北～北北西となった。他層の流向は，図上には示していないが，70m層とほぼ同様の傾向を示した。流速は，No.4からNo.7までは5～41cm/secの範囲にあったが，No.7よりも潮下側では，20～57cm/secと増加傾向を示した。対照として設置した流速計（設置水深101～102m）の流向は北北西，流速は約41～51cm/secであった。これら等温線の広がり

考 察

以上得られた結果から、マンタ曾根では、上げ潮時、下げ潮時とも潮上側における低温水の上昇、曾根の頂上付近から潮下側に至る等温線の広がり、流速の低下、流向の変化等が共通して観察された。低温水の上昇は、流れが曾根の斜面によって遮られ、底層水が上層に押し上げられた結果生じたものと思われる。³⁻⁴⁾次に、曾根の頂上付近から潮下側にかけて認められた水温、流向、流速の変化は、1) 等温線の間隔の広がり、流速の低下が起こった位置関係が、いずれの調査においてもよく類似したこと、2) 潮下側では水温の逆転が見られたこと、3) 潮下側の流向、流速の変化が潮上側の変化に比べて大きかったこと等から、曾根の影響による流れの擾乱が潮下側で発生し、水の混合が生じたものと推測される。このような変化が認められた範囲は、鉛直的には上げ潮時で水深25mから、下げ潮時で水深10mから底層付近までであった。水平的には曾根頂上から潮下側に約1,800m離れたNo.7付近までで、これより潮下側では顕著な変化はなかった。これらより、曾根の影響と思われる変化は、曾根頂上よりも浅い位置から底層付近まで認められ、これは地形性湧昇流の発生を示唆するものと考えられる。しかしながら、このような変化が起きた原因については、地形に沿った上昇流や流れの剝離等が考えられるが、^{2,5-7)}今回の調査では特定するには至らなかった。また、等温線の広がり、起点が、曾根頂上よりやや潮上側と潮下側から生じる場合が認められた。頂上よりも潮上側から生じたのは、上げ潮時の流速が比較的小さかった時(8月27日第2回調査)と下げ潮時であった。潮下側で生じたのは、上げ潮時の流速が比較的大きい時であった。この原因については、潮流あるいは地形の影響によるものなのか、明らかにすることはできなかった。これらの点を明らかにするた

めには、観測点をメッシュに設けた調査を行い、流れの立体的な構造とその変化の把握が必要と思われる。

おわりに、本研究を進めるにあたり調査にご協力頂いた、調査船「鶴丸」永野一秀船長他乗員の方々ならびに本論文の取りまとめにあたり、種々のご指導を賜るとともに校閲の労をとられた、国際情報専門学校緒方源信博士に深謝の意を表する。

文 献

- 1) 上北征男, 中村充, 秀島好昭: 海底礁による地形性湧昇流に関する研究 I. 水工研報, 5, 33-66(1984).
- 2) 鈴木達雄: 生物生産に係る礁による湧昇の研究. 間組特定研究報告, 18, 50-166(1995).
- 3) 永田豊, 深沢理郎: 浅瀬付近の微細海況と漁場. 水産土木, 16(2), 1-6 (1980).
- 4) 宮沢公雄: 鴨川海底谷周辺の沿岸湧昇. 千葉水試研報, 40, 59-65(1982).
- 5) 緒方源信, 馬場栄一, 平井隆弘, 長井利彰: 地形性湧昇流の研究. 西部造船会会報, 81, 363-374(1991).
- 6) 加田芳男, 緒方源信: 没水体後流のカルマン渦列発生機構に関する研究. 西部造船会会報, 81, 375-383(1991).
- 7) 緒方源信, 長井利彰, 山田賢司, 梶田剛: 人工湧昇流発生装置に関する研究. 西部造船会会報, 82, 141-154(1991).