

# 湧昇域における魚類集積に関する海洋環境

南西海区水産研究所海外調査研究部

玉井一壽・斎藤 勉・坂本久雄

調査実施年度：平成6～8年度

## 緒 言

湧昇海域は、下層にある豊富な栄養塩を上層に供給することで植物プランクトン等の餌料生物及び魚類の生産性を高め、潮境等の形成とあいまって好漁場となることが知られている<sup>1)</sup>。土佐湾の陸棚上の底層では、従来から黒潮の中・深層に起源をもつ海水の湧昇現象が観測されている<sup>2)-4)</sup>。本研究の目的は、これまでの知見<sup>5)-10)</sup>を参考にしつつ、土佐湾とその周辺域における人工魚礁の形状とその周辺域及び天然の湧昇ないしは潮境域における海洋環境・魚群分布等の実態を把握するとともに、湧昇等により形成されそうな漁場及び人工湧昇礁の選定のための基礎的な知見を得ることにある。調査は、主として春期から秋期における天然の湧昇ないしは潮境域及び人工礁とその周辺域の海洋環境・魚群分布等の実態を把握することを目的とした。

## 調査方法

環境調査は、図1に示す土佐湾内外の各調査点において平成6年(1994年)9月18-22日及び10月6-9日、平成7年(1995年)5月15-18日、5月29日-6月5日、及び7月9-11日、平成8年(1996年)6月11-15日、7月2-6日、9月1-5日、11日及び10月4-9日に、“しらふじ丸”及び“こたか丸”により実施した。調査内容は、水温・塩分はCTDや自記式水温・塩分計、流れは船底式ADCP(5, 50, 100m)、魚礁の形状及び魚群分布状況は科学魚探等を用いて行った。また、平成7年度には7月11日～14日にかけて足摺岬及び室戸岬寄りの中央付近で水中テレビロボによる人工礁及び天然礁近くの観察を実施し、その周辺域の海洋調査も並行して行った。平成8年度には、足摺岬沖においては水温観測はXBT、流れの測定は曳航式及び船底式ADCPを用いて行った。なお、土佐湾内外の水温データは、高知県及び徳島県水産試験場による沿岸定線調査結果を参考に用いた。

## 調査結果

### 1. 海況の推移

水温分布：水温分布は図2～3-2に示す。

水温は、平成6年度には9月には表面で26～27°C台、50m層で22～26°C台、100m層で17～23°C台、200m以深で13°C以下であった。10月には50m以浅で25°C台を示し、前月より1～2°C降温、100m層で19～20°C台で前月より湾中央部以東で昇温、200m以深では16°C以下と前月より湾奥側で2～3°C昇温していた。100m以浅の水温示度は、平年に比べて1～2°C高めであった。そして、11月7日の人工礁周辺域における海洋観測結果では、水温は鉛直混合により定常状態となっており、表面水温は22～23°C台を示して前月より2°C降温していた。平成7年度には、図2～3-2に示すように、50m以浅では5-6月は18～22°C台、7月は19～26°C台で、平年に比べ5-6月に湾中央部、7月に足摺岬東方でそれぞれ1°C低めであった。100m層では15～18°C台で、5月に湾中央～室戸岬寄りで1°C、6月には湾中央より東側及び足摺岬寄りで0.5°C、7月には湾中央で1～1.5°C、足摺岬及び室戸岬寄りで2°Cそれぞれ低めであった。200m層以深では12～15°C台で、5月に陸棚縁辺沿いで1°C低めであった。なお、7月11日、14日の水中テレビロボ観察海域での海洋調査結果

は、事前に実施した湾内全域の結果に比べて大きな変化は認められなかった。平成8年度には、水温は、50m以浅では6月は18~24°C台、9月は21~28°C台で、平年に比べ6月に湾奥部で1°C前後低く、湾口部では1°C高く、9月に湾北東部で2°C低めのほかは、1~2°C高めであった。100m層では16~20°C台で、6月には湾口部で1°C前後、9月には1~2°Cそれぞれ高めであった。200m層以深では12~16°C台で、6月に湾口寄りに1°C前後低め、9月には足摺岬寄りて1~2°C高めであった。

塩分分布：平成6年度の塩分分布は、9月、10月ともごく沿岸寄りの20m以浅での34.2以下を除くと、34.3~34.7の範囲にあり、10月の50~100m層で前月よりやや低い示度であった。そして、11月7日の人工礁周辺域の塩分は、高知港南方において34.1~34.2台であるほかは、34.3~34.4台を示し、前月に比べやや高くなっていた。平成7年度には、塩分は30m以浅で34.5以下、それ以深では34.4~34.6を示し、6月に350m以浅で0.5~2.5、それ以深で0.1前後それぞれ高かった。

流況：平成6年11月の5m層の流れは海岸線にほぼ平行で、流速は0.5ノット以下であった。平成8年度の流れは、沖合の黒潮は全般的に接岸傾向で推移しているが、10月には足摺岬南方でやや離れていた。湾内の流れは、室戸岬側及び湾口中央部からの黒潮系水の波及が目立った。最強流速は、足摺岬南方の黒潮流域で2ノット前後、湾内では全般的に1ノット強程度であった。

湾内外における湧昇及び黒潮系水の這い上がり現象：湾内外における湧昇及び黒潮系水の這い上がり現象の出現場所は、水温の鉛直分布や水平分布等から判断すると図4~5のように描ける。平成6年度には湧昇現象は、図4に示すように水温鉛直分布からみると200~500m間に顕著であり、9月、10月とも陸棚上主体に各8ヶ所に出現し、なかでも、足摺岬南東沖7~15湊付近及び室戸岬南西沖22~28湊付近に認められた。また、沖合中・下層水の差込み（或いは、這い上がり）現象は、9、10月とも各4ヶ所に現われ、主に土佐湾中央部から室戸岬西方18湊付近よりに観測された。そして、その付近では微小生物の分布が、魚探記録によると340~650m間及び海底付近に認められた。平成7年度には、図4の右のように、湧昇現象は、水温鉛直分布からみると、5月は湾中央~やや東部と足摺岬東方、6月は湾中央付近の陸棚縁辺寄り、7月には陸棚縁辺寄りと足摺岬北東~東方20湊付近に出現していた。6年度秋期の状況（図4左）に比べると、やや集中した範囲に認められた。また、黒潮系水（沖合中・下層水）の這い上がり現象は、5月は足摺岬南東~東方10~20湊と室戸岬西方15海里付近、6月は足摺岬東方20湊付近、7月は足摺岬南東~東方15湊と室戸岬西方20湊付近にみられた。そして、その付近では微小生物の分布が、魚探記録によると340m~650m間及び海底付近に認められた。平成8年度には、図5に示すように、湧昇現象は、水温鉛直分布からみると、6月は湾北東部と足摺岬東方、7月は湾中央付近の陸棚縁辺寄りと足摺岬南東方、9月には陸棚縁辺寄りと湾北東部、10月には足摺岬北東付近に出現していた。7年度秋期の状況に比べると、ほぼ同範囲に認められた。また、黒潮系水（沖合中・下層水）の這い上がり現象は、6月は足摺岬東方と湾口中央付近、7月は室戸岬西方付近と湾口中央付近、9月は足摺岬東方と湾口中央付近にみられた。そして、その付近では微小生物の分布が、魚探記録によると280m~650m間及び陸棚の海底付近に認められた。

## 2. 魚群分布

平成6年度の魚群反応は、海深150~200m付近に例年分布するのに対して分散傾向であり、9月には湾中央より東側に、10月には湾全体に認められ、主として湧昇や這い上がり現象出現場所の西側や北側の中層及び底層に目立った。魚種は、主に浮魚類（いわし類、小さば・あじ）と推定される。また、11月の人工礁付近における魚群は、底層（25m以深）付近に認められたが、10月よりまばらな反応であった。平成7年度の魚群反応は、例年海深150~200m付近に分布するのに対して湾全体に分散傾向であり、5月には足摺岬~高知港沖の湾西方寄りの中層~下層に、7月には湾西部中央付近の中層~下層に認められ、湾口~湾外の中層~下層では18cm以下の反応が目立った。魚種は、主に浮魚類（いわし類、小さば・あじ）と推定される。一方、水中テレビロボによる観察を、足摺岬側の中央部、興津崎南方の天然礁で7月11日の夕方から夜間及び室戸岬側の中央部、大山崎西方の天然礁で7月14日の昼間に実施したが、興津崎南方で

は魚探反応に顕著な魚群分布が認められたものの、懸濁物による視界不良のため魚種確認は殆ど出来なかった。大山崎西方の場合は、日中のために魚群の分布は極めて少なかった。平成8年度の魚群分布は、海深150~200m付近主体に、足摺岬と室戸岬両岬寄りに分布する傾向がみられ、魚種は、高知県水産試験場発行の漁海況週報によれば主に、さば・するめいか・かつお類・まぐろなどと推察された。

## 考 察

1. 水温の水平・鉛直分布や流況などから判断すると、図4~5のように湧昇（小渦動形成域）は、土佐湾とその周辺域では春期には土佐湾中央付近から東方及び足摺岬東方、夏期には湾中央部の陸棚縁辺寄りや足摺岬南東~北東、そして、秋期には陸棚縁辺寄り、足摺岬南東~北東及び室戸岬南西方に発生することが多かった。一方、沖合の中・下層水起源の黒潮系水の湾内への差込みによる這い上がり現象は、春期には湾口中央付近と足摺岬南東~東方10~20浬、夏期には湾口中央付近、足摺岬南東~東方浬及び室戸岬西~西方20浬、そして、秋期には湾口中央付近~室戸岬西方及び足摺岬東方にそれぞれ認められた。これらの現象が見られた場所では魚探反応から微小生物の分布が、280m~650m間に顕著に認められた。これらの反応は、動物プラクトン類と推定される。

2. これらの現象は、四国沖の黒潮の離・接岸変動に伴う土佐湾への黒潮分枝流の波及と密接に関連していると考えられる（図4）。そして、その出現場所は高知県水産試験場発行の漁海況週報によるかつお、まぐろ、するめいか等の漁場及びその周辺域に該当している。また、これまでの釣獲試験等でいわし、さば、あじ等が多獲される場所にも当たる。

3. 以上のことから、土佐湾とその周辺、ひいては、沿岸域における湧昇礁を設置する場所の条件としては、黒潮の変動に伴う黒潮分枝流が波及する所、流れ等による小渦動の形成され易い所、すなはち、動・植物プランクトンなどの餌料生物が集積・分布する所などが挙げられる。

今後は、魚群分布に対応した場所の周年にわたる流況を人工衛星データからモニターするとともに、特に、中層以深の海洋構造、および餌生物の分布特性などを調査船調査等により調べる必要がある。

## 摘 要

これまでの調査結果、水温の水平・鉛直的な分布や流れの状況からみて黒潮系水の這い上がり現象の出現場所が、土佐湾の両側に目立ったこと、湾内では小規模の渦動が形成されることなどが明らかとなった。

### 1) 湧昇、黒潮系水の這い上がり形成場所及び餌料分布の条件として

ア. 小渦動の発生し易い場所、黒潮系水の波及頻度が高い場所など。

土佐湾では湾中央付近、足摺岬周辺及び室戸岬西方などの陸棚縁辺部であった。

イ. 餌生物である植物・動物プランクトンなどの分布状況

魚探反応からは、調査時に土佐湾陸棚上の120~130m深から沖側の黒潮中層部に、濃密な生物分布が、ほぼ周年認められた。

ウ. 海底及び陸岸地形の影響

沖合水の湾内への這い上がりは、土佐湾では足摺岬や室戸岬よりの海谷沿いに顕著であった。

などがあり、黒潮内側域においてこれらの条件を満足する場所に湧昇礁を設置すれば、有用水産生物の生育や魚種の増集の効果が期待できよう。

### 2) 問題点

天然礁と人工礁との海況的な相違は、3ヶ年間の調査からは明らかにしえなかった。

ア. 湧昇（小渦動）域における人工礁と天然魚礁との海洋環境や増集魚の分布状況を把握する方法が

不十分であった。

- イ. 底層付近の流動調査が、満足にできなかった。そのためには、調査手法や調査機器の開発・選択が必要となろう。
- ウ. 冬季における諸調査が、時化などの悪条件で十分実施できなかったために季節的な海洋環境の変動を捉えられなかった。

### 引用文献

- 1) 中川倫寿 1985: 本州南方海域の栄養塩の分布と黒潮内側域の上層水中のクロロフィル・栄養塩の経時変化. 黒潮の開発利用の調査研究成果報告書(その8), 280-291.
- 2) 宮田和夫 1979: 土佐湾の海潮流. 高知県沿岸・沖合域の海況と主要魚種の産卵場. 水産業改良普及事業; (漁業後継者対策事業)資料, 22-25.
- 3) 坂本久雄 1990: 土佐湾大陸棚縁辺域における底層水温の挙動. 水海研, 54(4), 446-450.
- 4) 藤本 實・坂本久雄・中川倫寿・百田方子 1985: 本州南方海域の海洋構造と内側沿岸水の挙動. 黒潮の開発利用の調査研究成果報告書(その8), 267-279.
- 5) 見元孝一, 1990: 土佐湾における人工魚礁周辺の魚影の分布. 南西海区ブロック会議第8回魚礁研究会報告, 39-42.
- 6) 見元孝一・通山正弘・堀川博史・坂本久雄, 1991a: 高知市沖人工魚礁漁場における水中テレビロボによる観察結果. 南西海ブロック第9回魚礁研究会報告, 51-57.
- 7) 見元孝一・坂本久雄・通山正弘・堀川博史, 1991b: 無人探査装置による魚礁集魚の生態解析. 平成2年度沿岸漁場整備開発に関する水産庁研究所研究報告書, 水産庁振興部開発課, 9-23.
- 8) 坂本久雄・藤本 實・中川倫寿, 1987: 土佐湾における人工魚礁周辺の海水流動について. 南西海区ブロック会議第6回魚礁研究会報, 53-56.
- 9) 坂本久雄・藤本 實・中川倫寿, 1989: 人工魚礁周辺の海水流動に関する研究. 昭和62年度沿整事業水研研究報告書, 水産庁振興部開発課, 3-16.
- 10) 坂本久雄・藤本 實・中川倫寿, 1992: 人工魚礁周辺の海水流動に関する研究. 沿整研究の成果情報沿整事業に関する水産庁水産研究所研究報告書概要集(昭和60-平成2年度), 30-31.

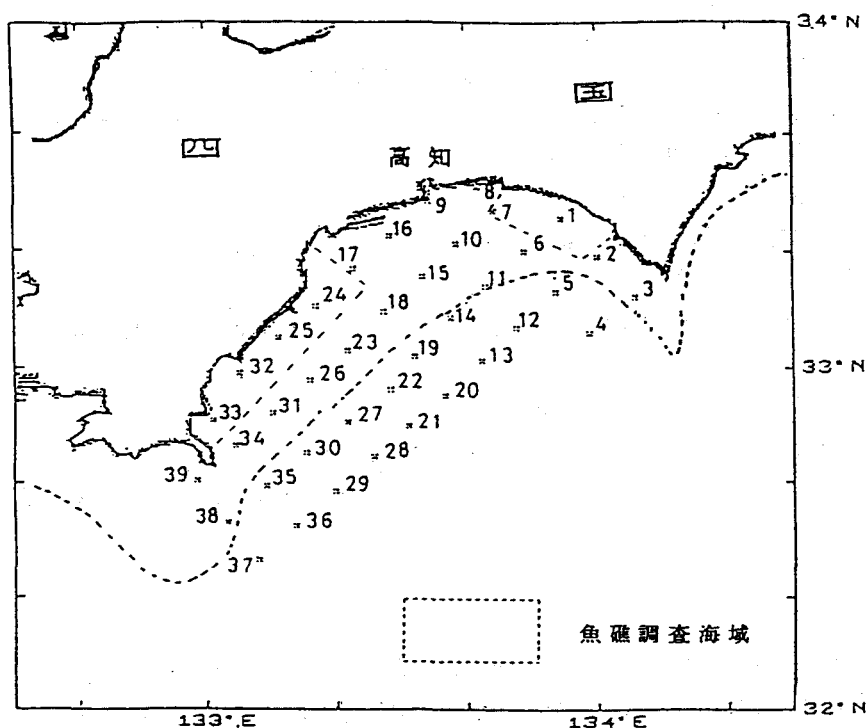


図1 土佐湾・魚礁海洋環境調査海域

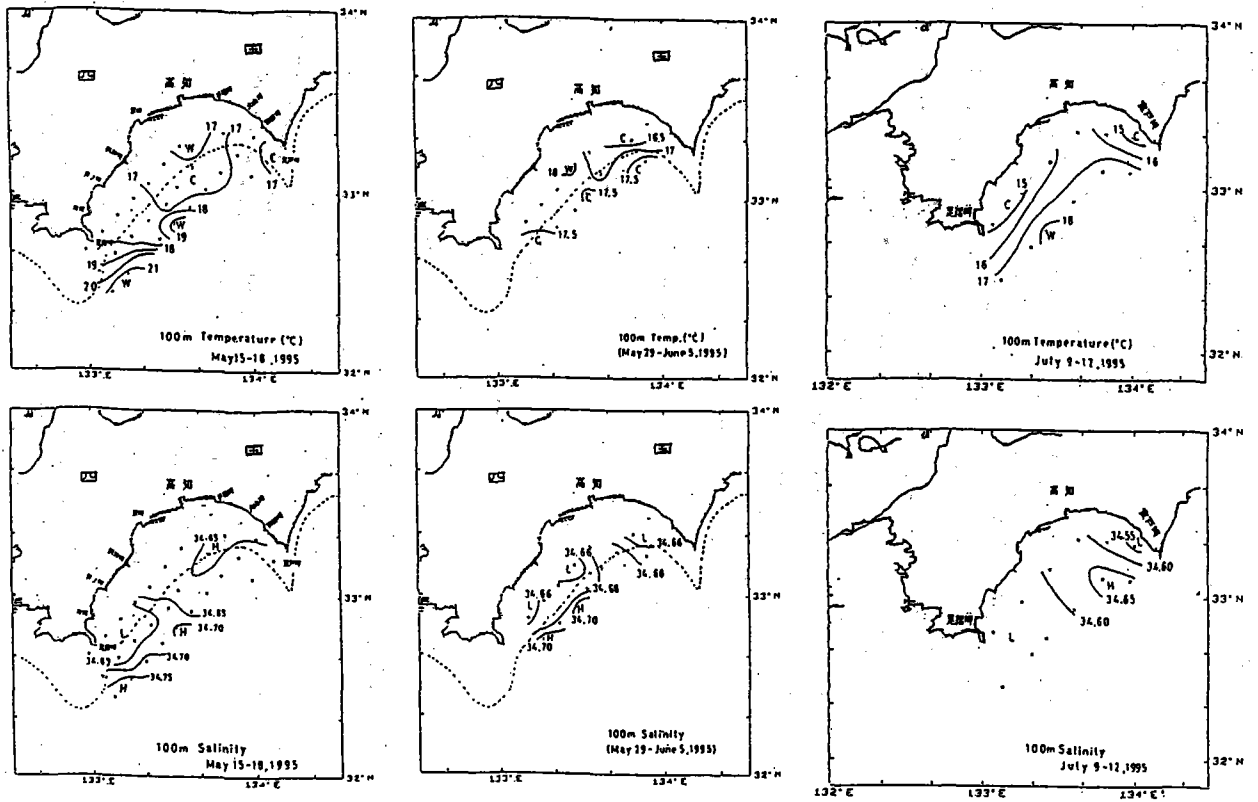


図2 100m層の水溫・塩分水平分布図  
 (左: 5月、中: 6月、右: 7月)

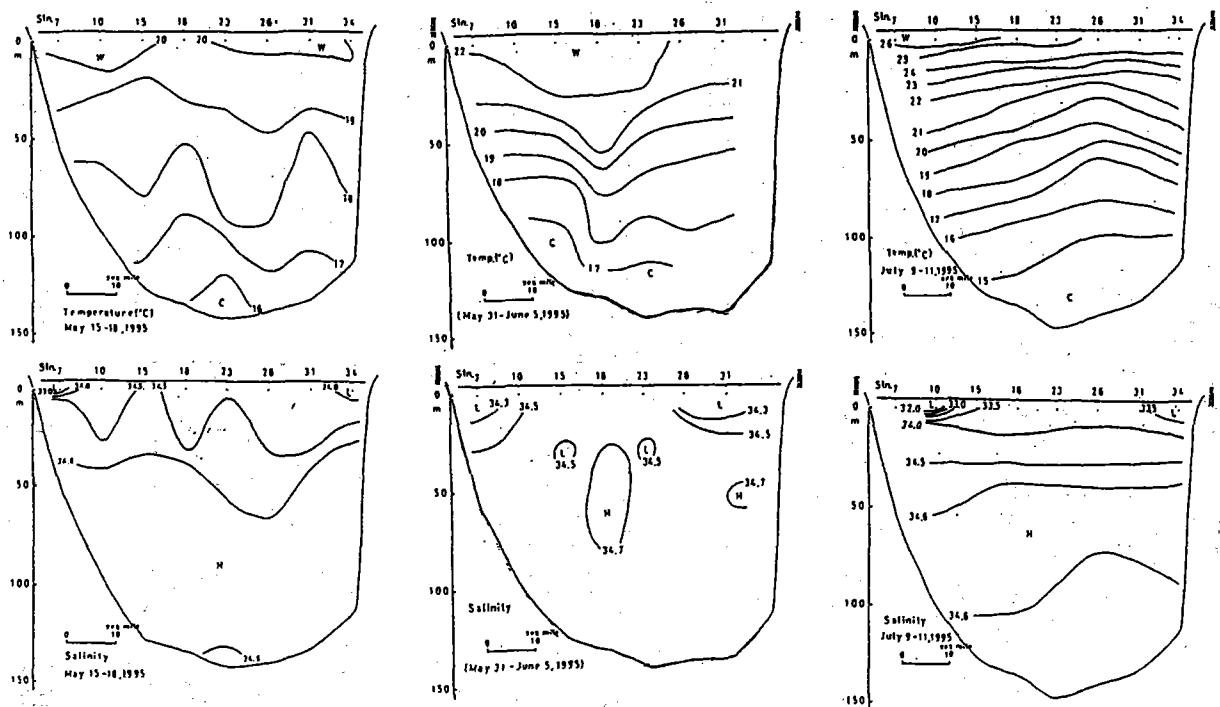


図3-1 室戸岬-足摺岬間の水溫・塩分鉛直分布図  
 (左: 5月、中: 6月、右: 7月)

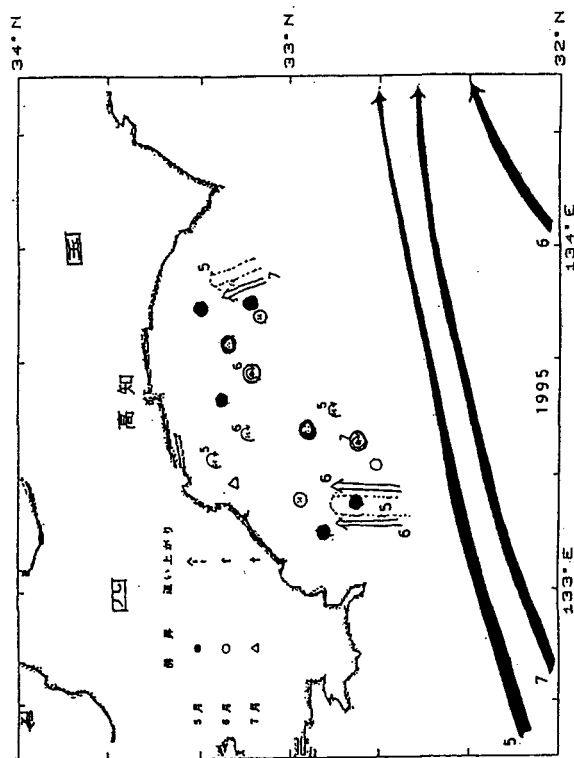
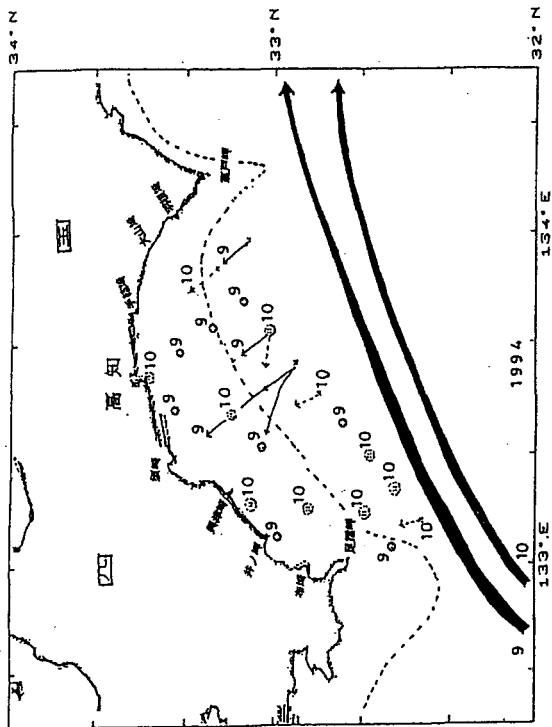


図4 湧昇及び這い上がり現象出現場所  
 \* 調査時における黒潮流路  
 図中の添数字は、月を表わす

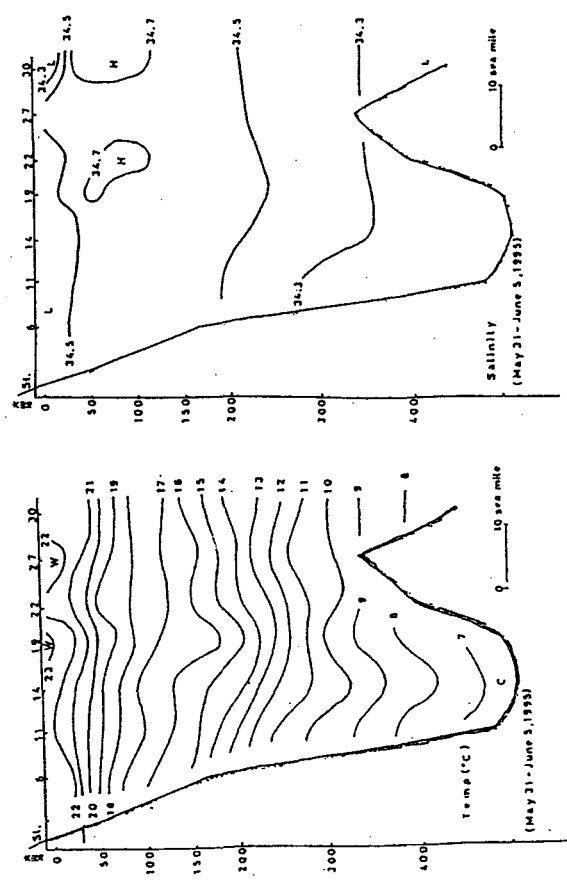
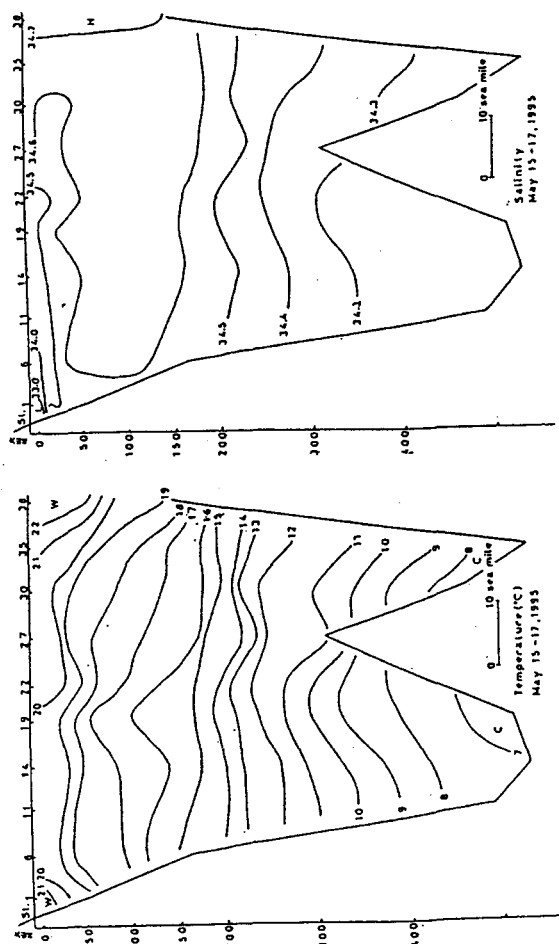


図3-2 室戸岬一足摺岬間の水温・塩分鉛直分布図  
 (上: 5月、下: 6月)

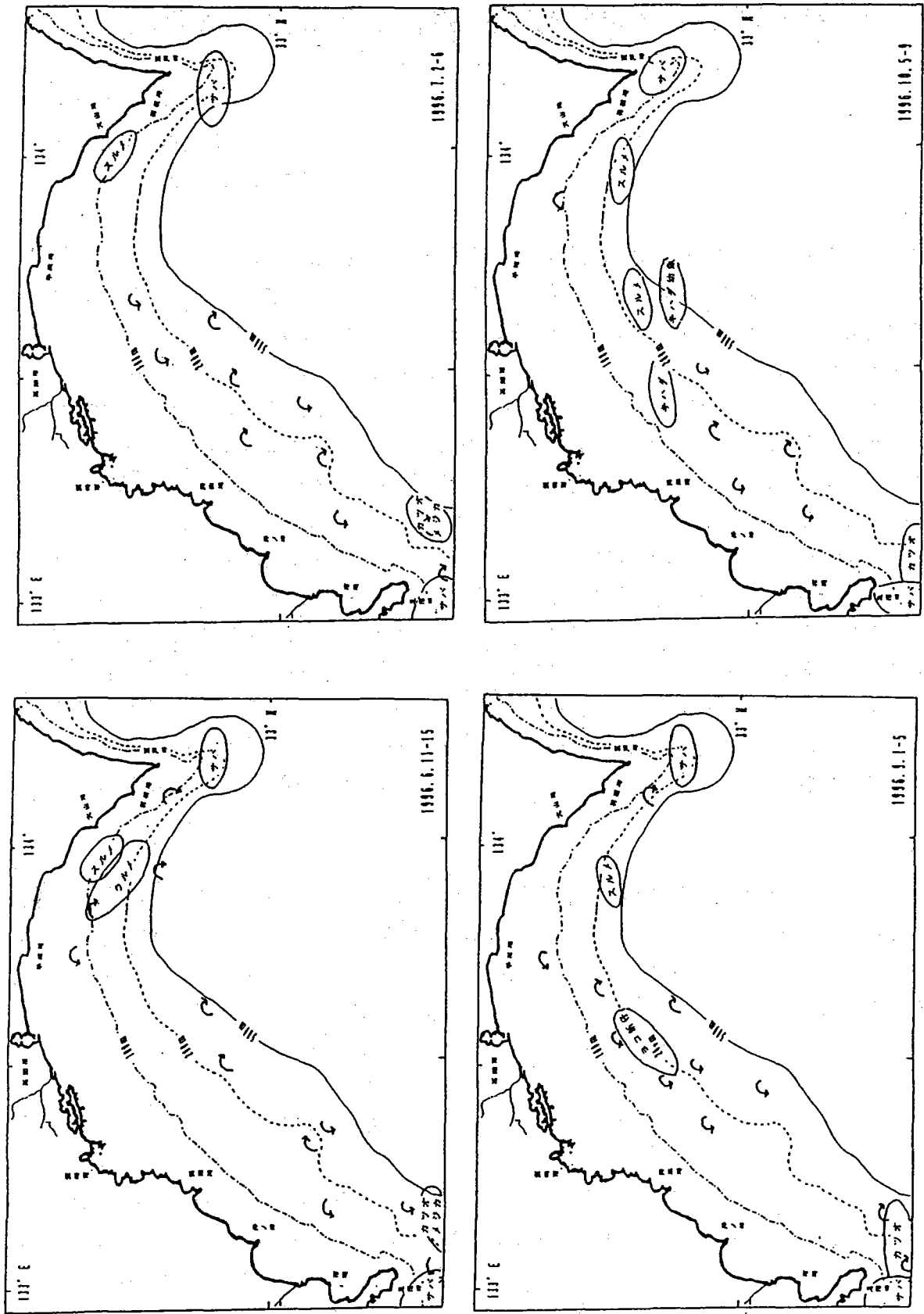


図5 小渦動及び這い上がり現象出現場所と主要魚種の漁場分布