

## 東京湾における低酸素水域の分布と

### 小型底びき網の漁獲量の関係

小林 良 則

Relationship between distribution of the anoxia water mass in Tokyo Bay and catch by Small Beam Trawlers

Yoshinori KOBAYASHI \*

#### はしがき

神奈川県農林水産統計年報(1992)によると、神奈川県で東京内湾を漁場とする小型底びき網漁業は、横浜地区で78経営体、横須賀地区で17経営体あり、両地区あわせて生産額は約18億円で、沿岸漁業17業種中第1位で沿岸漁業の総生産額99億円の18%を占めている。

小型底びき網漁業では、主としてマコガレイ及びシャコを対象とした周年操業が行われており、漁業者の長年の経験によると、春～夏季にかけてこれら対象種の漁場が南下し、秋～冬季にかけては再び北上することが知られている。

この南下現象が何に起因しているかを解明することは、効率的な漁業の推進、ひいては資源管理型漁業の推進に役立つものと考えられる。

南下現象の一要因として、漁場環境の変化、中でも漁場底層域の溶存酸素量の変化があげられる。

東京湾などの閉鎖的な内湾では、春～夏季の成層形成期に底層水が貧酸素化することが知られており(城久, 1989)、これが底生性のマコガレイやシャコの移動に大きく関与しているものと推察される。

そこで、両者の間にどのような関係がみられるか、水質調査により東京湾底層域における溶存酸素量の分布状態を、標本船調査によりマコガレイ、シャコの漁獲状況をそれぞれ把握し、解析を試みた。

本報では、溶存酸素量が2ml/l以上と以下の水域で漁獲に差がみられたことから2ml/l以下を低酸素水域として記述する。

報告にさきだち、本調査に多大な御協力をいただいた

標本漁家の方々及び資料のデータベース化、集計プログラムの作成に御尽力いただいた指導普及部杉浦暁裕氏に厚く御礼申し上げる。

#### 方 法

##### 1 溶存酸素量調査

###### (1) 試料採取

東京湾内に図1に示す25観測点を設け、調査船「うしお」によりナンセン採水器を用い、各観測点における海

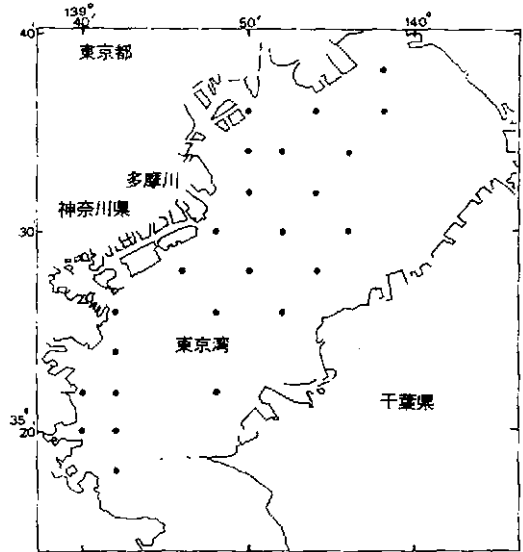


図1 水質調査位置

表1 採水年月日

1989年度	1990年度
1989.4.11 ~ 12	1990.4.17 ~ 18
5.16 ~ 17	5.15 ~ 16
6.12 ~ 13	6.12 ~ 13
7.11 ~ 12	7.9 ~ 10
8.17 ~ 18	8.14 ~ 15
9.11 ~ 12	9 (欠測)
10.13 ~	10.15, 17
11.21 ~ 22	11.19 ~ 20
12.18 ~ 19	12.13 ~ 14
1990.1.17 ~ 18	1991.1.24
2.8	2 (欠測)
3.13 ~ 14	3.19

表2 標本船の内訳

所属組合	隻数
横浜市漁業協同組合柴支所	4
横須賀市東部漁業協同組合横須賀支所	2
計	6

表3 低酸素水域の出現時期における漁獲状況(1989)

		月	6	7	8	9	10
漁場部分における低酸素水域の有無			×		×		
漁獲集中の有無	マコガレイ		×		×	×	×
	シャコ		×		×		

:有 ×:無

表4 低酸素水域の出現時期における漁獲状況(1990)

		月	6	7	8	9	10
漁場部分における低酸素水域の有無				×		欠	
漁獲集中の有無	マコガレイ		×	ND	-	×	
	シャコ		×	ND	-		

:有 ×:無 欠:欠測

ND: データなし - : 判定できず

底直上約2mの水を表1のとおり毎月1回2日間かけて採水した。

## (2) 分析方法

採取した試料は、ウインクラー・窒化ナトリウム変法により分析定量した。

## 2 標本船漁獲量調査

図2に示す標本船漁獲調査日誌表を作成し、表2に示す横浜市漁業協同組合柴支所及び横須賀市東部漁業協同組合横須賀支所に所属する小型底びき網漁船6隻に出漁日ごとの記帳を依頼した。

記帳結果から、マコガレイ及びシャコの日別漁区別漁獲状況を把握した。

なお、マコガレイについては標本船6隻分の漁獲量(kg)を用いたが、シャコについては横須賀市東部漁業協同組合横須賀支所では生出荷(kg)、横浜市漁業協同組合柴支所においては加工出荷(枚)しており、単位の統一が不可能なため、漁獲量の多い横浜市漁業協同組合柴支所の標本船4隻分のデータを用いた。

調査期間は、1989年4月から1991年3月までの2年間である。

## 結 果

## 1 底層域における溶存酸素量の分布状況

1989年4月~1991年3月の各月における湾内底層域の溶存酸素量分布を図3~4に示す。

1989年は6~10月に、1990年は6~11月に溶存酸素量が2ml/l以下の低酸素水域が観測された。特に、小型底びき網の漁場域(扇島沖~観音崎沖にかけての神奈川県寄りの海域)に広範囲に低酸素水域が現れたのは、89年は7月、90年は6月であった。

## 2 マコガレイ及びシャコの漁区別漁獲状況

標本船によるマコガレイ及びシャコの月別漁区別漁獲状況を図5~8に示す。

小型底びき網の利用漁場は主として扇島沖~観音崎沖にかけての神奈川県寄りの海域である。ただし、12~1月期にはシャコの漁場が千葉県側にできるため、この時期に限って漁場は千葉県側に寄る。

マコガレイは5~9月に漁獲量が多く、盛漁期は6~8月の夏季である。シャコは周年漁獲されている。

湾内に低酸素水域が出現した時期と出現しなかった時期の漁区別漁獲状況を見ると以下のとおりである。

マコガレイは、低酸素水域が出現した6~10月期のうち特に6~8月において特定の漁区に漁獲の集中が見られ、かつ、漁場が北から南に移動しているのが認められる。なお、低酸素水域が出現しなかった4~5月及び11

～3月のうち、11～2月には、特定の漁区に漁獲が集中せず、いずれの漁区も同程度の漁獲が認められる。

シャコも低酸素水域が出現した6～8月期において特定の漁区に漁獲の集中が見られ、漁場が北から南に移動しているのが認められる。しかし、シャコの場合は、低酸素水域が出現しなかった4～5月及び1～3月期においても特定の漁区に漁獲の集中が認められた。

### 3 低酸素水域の出現時期における漁獲状況

低酸素水域が出現した6～10月期について、溶存酸素量の分布状況と漁獲状況の関係を詳細に対比するため、溶存酸素量の分布状況に、観測日2日間及びその前後各3日間合計8日間（観測日が1日の場合は7日間）の漁獲状況をかさね図9～10に示す。

89年は、7、9、10月に漁場部分に低酸素水域が出現した。

7月は低酸素水域での漁獲はなく、2～3ml/lの漁区でマコガレイ、シャコの漁獲集中が見られる。9月は低酸素水域での漁獲は殆どなく、3ml/l前後の漁区でシャコの漁獲集中が見られるが、マコガレイでは見られない。10月は低酸素水域での漁獲はなく、2～3ml/lの漁区でシャコの漁獲集中が見られるが、マコガレイでは見られない。

一方、6、8月は漁場部分に低酸素水域はなく、マコガレイについては漁獲の集中するところは見られないがシャコでは見られる。

90年は、6、10月に漁場部分に低酸素水域が出現した。

6月は低酸素水域での漁獲は少なく、2～3ml/lの漁区でマコガレイ、シャコの漁獲集中が見られる。10月は低酸素水域での漁獲はなく、3ml/l前後の漁区でシャコの漁獲集中が見られるが、マコガレイでは見られない。

一方、7月は漁場部分に低酸素水域はなく、漁場で漁獲の集中するところは顕著でない。

なお、8月及び9月については、漁獲データが得られなかったり、水質調査が欠測であったため、両者の関係が把握できなかった。

以上の結果をまとめると表3～4のとおりとなる。

## 考 察

### 1 低酸素水域の発生、消滅時期

1989～90年度の2ヶ年間の調査結果から、東京湾内の底層域に低酸素水域が出現したのは89年が6～10月で、90年が6～11月であった。

89年及び90年とも5月中旬の観測時には観測されず、6月中旬の観測時には観測されていることから、低酸素水域の発生は、5月下旬～6月上旬頃と推察される。

両年の6月中旬における低酸素水域の分布をみると、89年は湾奥に小範囲に、90年は湾内漁場域に広範囲に出

現しており、分布域、大きさに差異が認められる。

また、低酸素水域の消滅時期についても、89年と90年では時間的なズレが見られた。

月1回の観測のため、低酸素水域の連続した動きはとらえられていないが、5月下旬～6月上旬頃に湾奥で発生した低酸素水域が6～8月の夏季にかけて南下あるいは拡大し、9～11月の秋季に縮小、消滅していく様子が推察される。

鬼塚(1989)は、例年、貧酸素水塊の発達は、赤潮発生と関係があり、気温、降雨とも深い関係があるとしている。

横浜地方気象台(1990, 1991)によれば、89年の5～7月の月平均気温は平年値(過去30年間の平均気温)よりも1～2度低く、逆に90年の5～7月の月平均気温は平年値よりも1度前後高かった。降水量については、89年の5～7月は平年値よりも多く、逆に90年の5～7月は平年値よりも少なかった。

両年の気象状況は平年値と比べ逆方向に較差がみられ、この気象状況の差異が低酸素水域の発生時期や消滅時期にズレを生じた原因かと思われる。

### 2 低酸素水域の動きと漁場形成

標本船漁獲量調査の結果から、マコガレイ、シャコの月別漁区別漁獲量をみると、5～8月にかけて漁場の南下が認められ、この時期における低酸素水域の発生、南下拡大状況とその動きはほぼ一致する。

したがって、低酸素水域の発生、南下拡大の動きが、この時期漁場北部に生息するマコガレイやシャコに何らかの影響を与えていることが推察される。

ただし、溶存酸素量調査は月1回の観測によるものであるから低酸素水域の連続した動きはとらえられていないため、詳細な動きを把握することはできない。

低酸素水域の経日変化あるいは経時変化をとらえるには設置型の観測機器を用いた調査が必要で、これが可能となれば、水質環境と生物の関係がより詳細に把握できるようになる。

### 3 低酸素水域の出現と漁獲状況

漁場に低酸素水域が出現した時期においては、

低酸素水域での漁獲は、マコガレイ及びシャコとも皆無に近かった。

シャコは、2～3ml/lあるいは3ml/l前後の海域で漁獲の集中がみられた。

マコガレイは、2～3ml/lあるいは3ml/l前後の海域で漁獲の集中がみられる場合とみられない場合があった。漁獲の集中がみられなかったのは9月又は10月で、すでにマコガレイの漁期でない

ため顕著な差が現れなかったものと考えられる。

これらの結果から、マコガレイ及びシャコは生息海域の溶存酸素量が2 ml/l程度に下がってくると生息場所から逃避するものと推察される。

しかし、2 ml/l以上の海域であれば生息はそれほど困難でないと思われる。

矢沢ら(1988)は、シャコの溶存酸素量耐性試験から酸素飽和度が20~30%(水温14.0~14.2, 溶存酸素量1.20~1.77ml/l)でシャコの横転が見られ、10%(水温16.5, 溶存酸素量0.56ml/l)程度になるとへい死するものが出てくると報告している。

マコガレイについては、山森ら(1978)は酸素飽和度が20%以下になると、呼吸数、心拍数いずれも急速に減少することを明らかにしている。東京湾内で溶存酸素量がどれくらいの時に酸素飽和度20%の状態が現れるのかを今回の調査結果から、89年7月11日の場合で2例示すと、酸素飽和度19.0%で溶存酸素量1.07ml/l(水温17.4, 塩分33.4‰)、酸素飽和度22.4%で溶存酸素量1.27ml/l(水温17.1, 塩分33.5‰)があげられる。

したがって、マコガレイの生息に支障をきたす溶存酸素量は1.07~1.27ml/l位と推察されるが、自然界ではこれほど低下する以前に逃避を始めると考えられる。

柳(1989)は、溶存酸素量と生物の関係について、生簀の溶存酸素濃度が3ml/l以下になるとハマチは危険になり、また、海底の正常なベントス分布を保証するためには2.5ml/l以上の溶存酸素濃度が必要であり、1.5ml/l以下になると底棲の貝類が危険になる、とまとめている。

これらの知見と今回の調査結果から、マコガレイ及びシャコが生息域から逃避する溶存酸素量の限界値は、おおよそ2ml/l位と考えられる。

### 要 約

- 1 東京湾内の底層域に溶存酸素量が2ml/l以下の低酸素水域が出現したのは、89年が6~10月、90年が6~11月であった。特に、小型底びき網の漁場域まで広範囲に出現したのは、89年が7月、90年が6月であった。

- 2 湾内に低酸素水域が発生するのは5月下旬~6月上旬頃で、消滅時期は10~11月頃と推察される。
- 3 低酸素水域の発生及び消滅時期にズレが生じるのは、その年(時期)の気象状況(気温、降水量など)の差異によると考えられる。
- 4 標本船による月別漁区別漁獲状況から、マコガレイ及びシャコが5~8月に漁場を南下、移動することが認められた。
- 5 低酸素水域の発生あるいは南下拡大状況とマコガレイ、シャコの南下、移動の動きが一致することから、低酸素水域がマコガレイ、シャコに何らかの影響を与えていることが推察される。
- 6 2ml/l以下の低酸素水域が漁場域まで出現した時の漁獲状況をみると、低酸素水域内での漁獲は皆無に近く、2~3ml/l又は3ml/l前後の水域での漁獲集中が見られる。これはシャコの場合に顕著であった。  
マコガレイ、シャコは、生息海域の溶存酸素量が2ml/l程度に下がってくると逃避すると考えられる。

### 文 献

- 関東農政局神奈川統計情報事務所(1992):神奈川農林水産統計年報(水産業編)
- 城久(1989):大阪湾の貧酸素水塊,沿岸海洋研究ノート,26(2),87~98
- 鬼塚正光(1989):東京湾の貧酸素水塊,沿岸海洋研究ノート,26(2),99~100
- 矢沢敬三・池田文雄(1988):東京湾における低酸素水の分布およびシャコと溶存酸素量との関係,神奈川県水産試験場研究報告,第9号,95~100
- 山森邦夫(1978):アイナメ・マコガレイの呼吸・心拍活動に及ぼす環境条件の影響,昭和53年度日本水産学会春期大会講演要旨集
- 柳哲雄(1989):シンポジウム「貧酸素水塊」のまとめ,沿岸海洋研究ノート,26(2),141~145
- 横浜地方気象台(1990,1991):神奈川県気象年報

## 漁獲位置図

平成 年 月 日 曜日・曇り・雨

**操業状況**

No	操業位置	水深 m・尋	投網回数	操業時間	漁獲割合 多	
					マコガレイ	シッコ
1				時 分～ 時 分		
2				時 分～ 時 分		
3				時 分～ 時 分		
4				時 分～ 時 分		
5				時 分～ 時 分		
6				時 分～ 時 分		

**記入例**

1	45	20	2	6時00分～ 7時30分	60	10
2	65	20	3	7時40分～ 8時30分	30	30
3	75	23	1	8時40分～ 9時40分	10	60

**漁獲量** : 記入魚種名 マコガレイ・インガレイ・シッコ・タコ できるだけ総網別に記入してください。

マコガレイ 重量 (kg)	インガレイ 重量 (kg)	シッコ ※kg・枚	タコ	電鰯 (kg)

※ ○で囲んでください

その他、而況・漁況等でお気付きの点がありましたら、ご記入ください

休漁理由 (番号を○で囲んでください)

1 しけ、2 修理、3 規則、4 市場休み、5 その他

図2 標本船漁獲調査日誌表

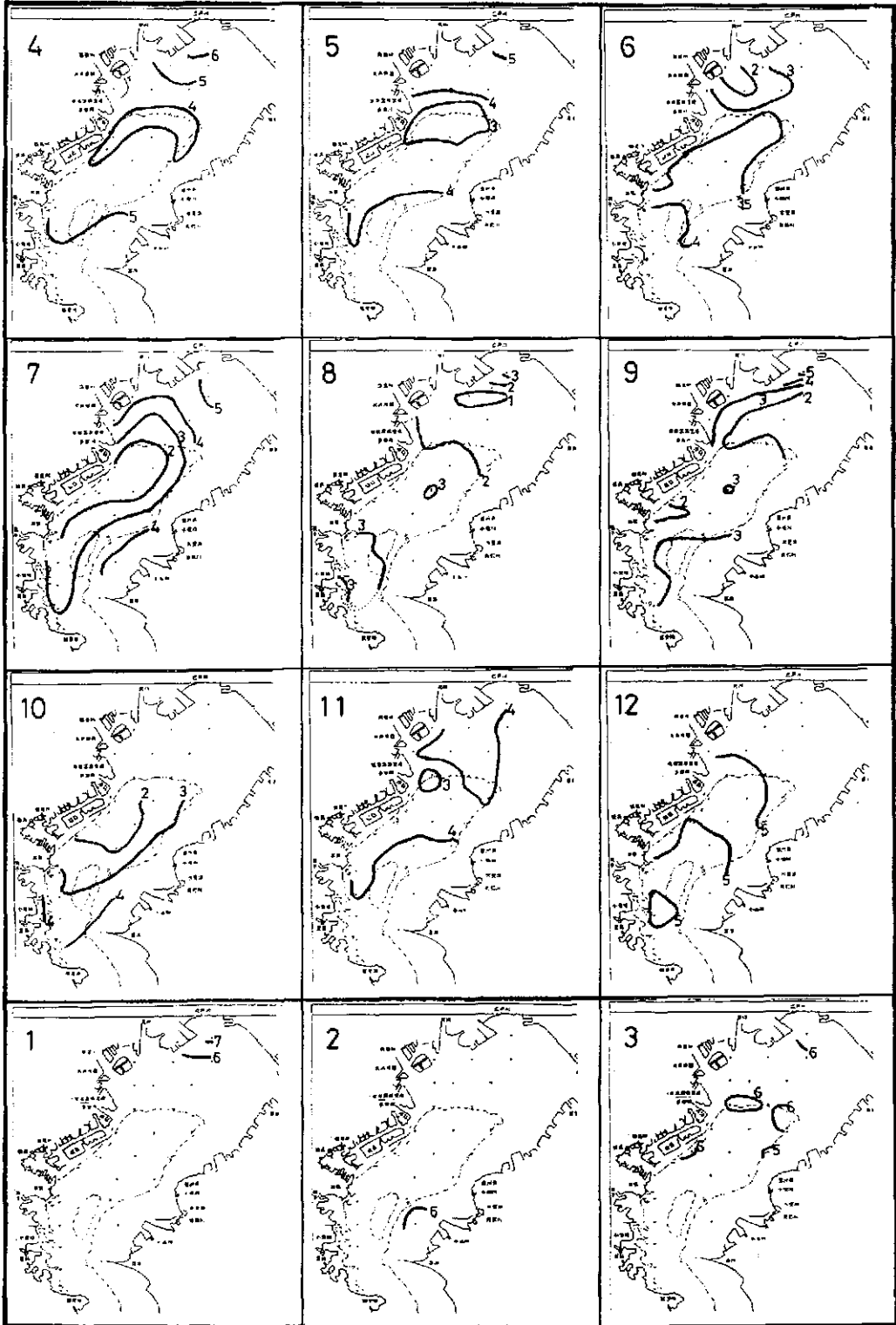


図3 底層における溶存酸素量の分布 (1989年度, ml/l)

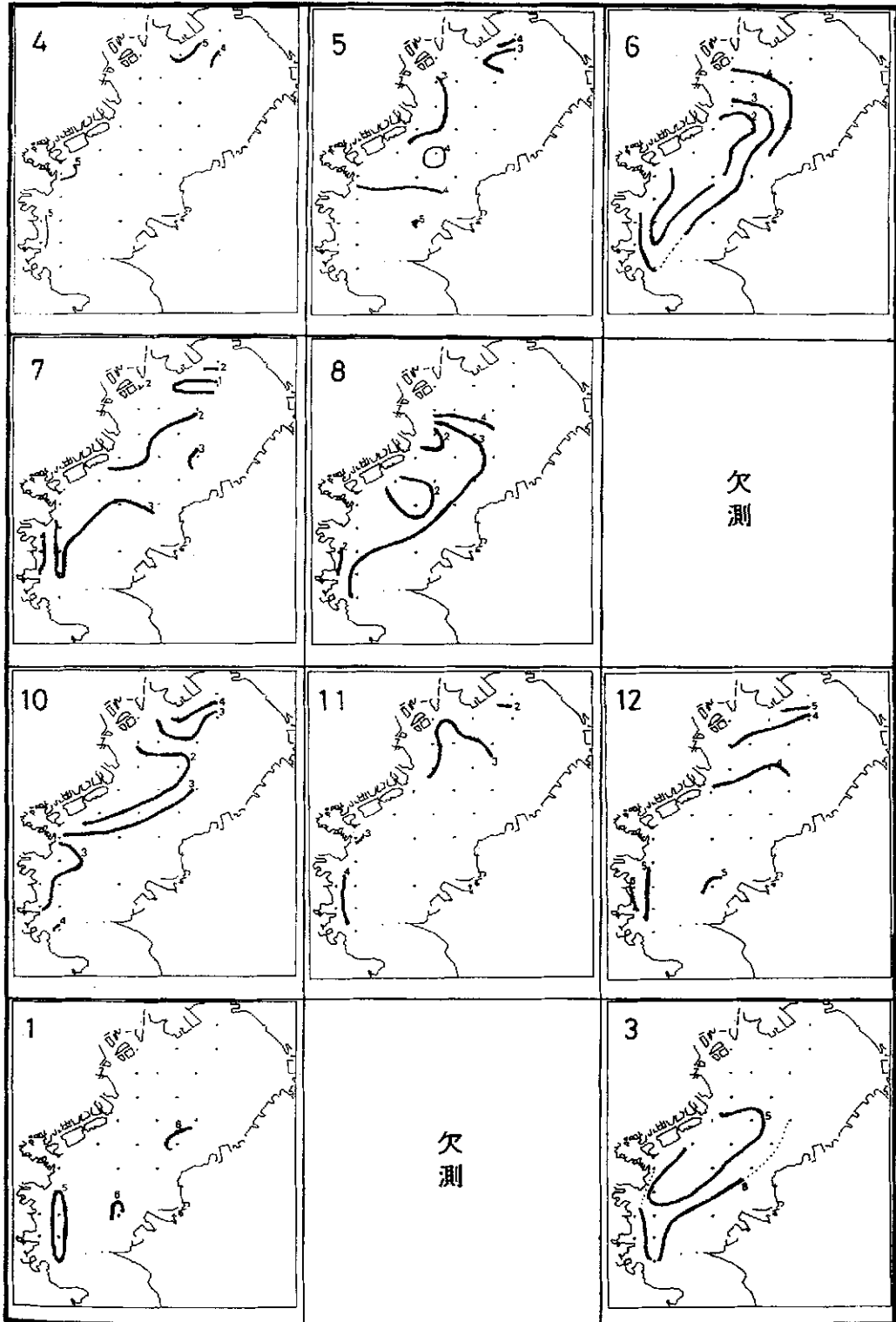


図4 底層における溶存酸素量の分布 (1990年度, ml/l)

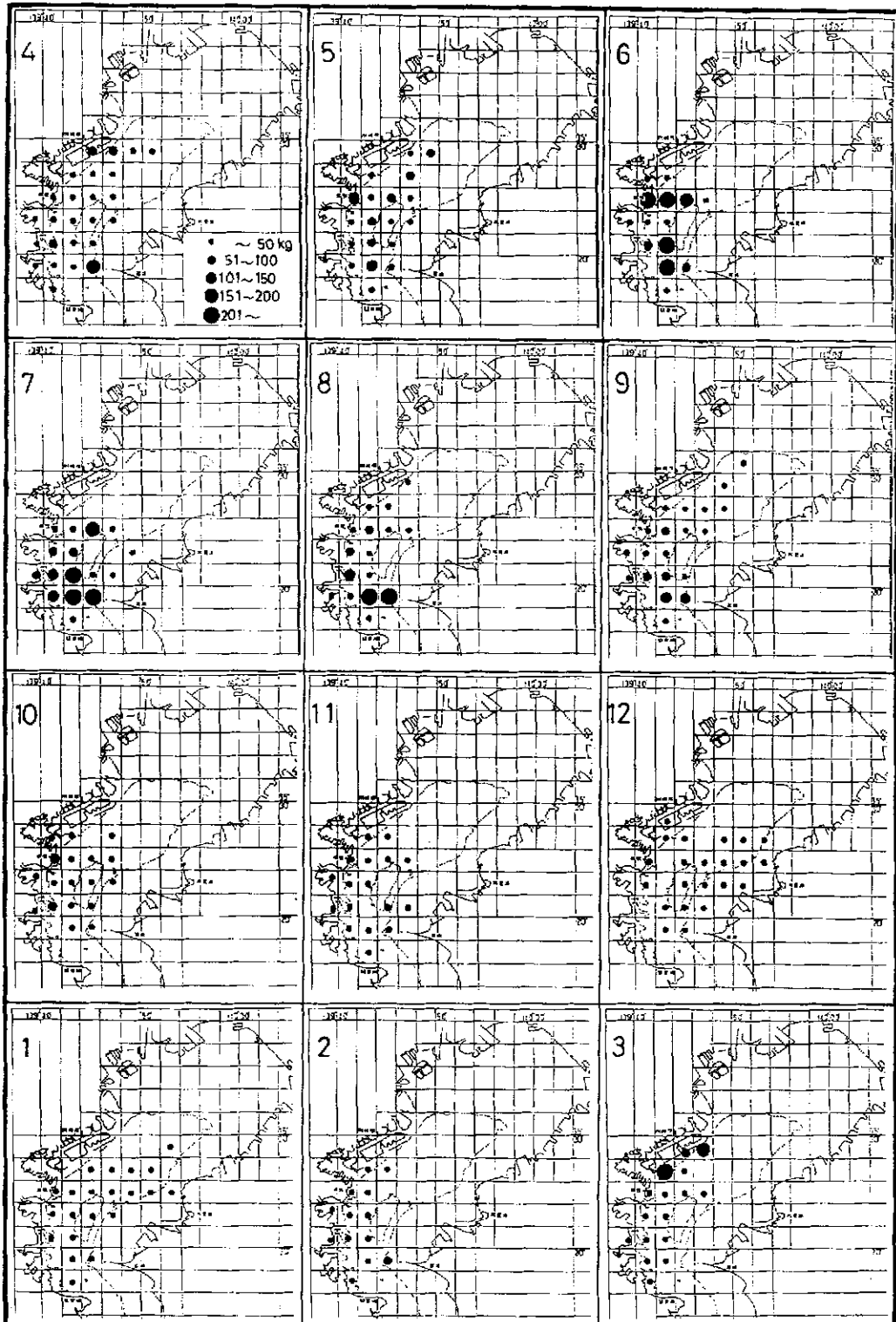


図5 標本船によるマコガレイの月別漁区別漁獲状況(1989年度)



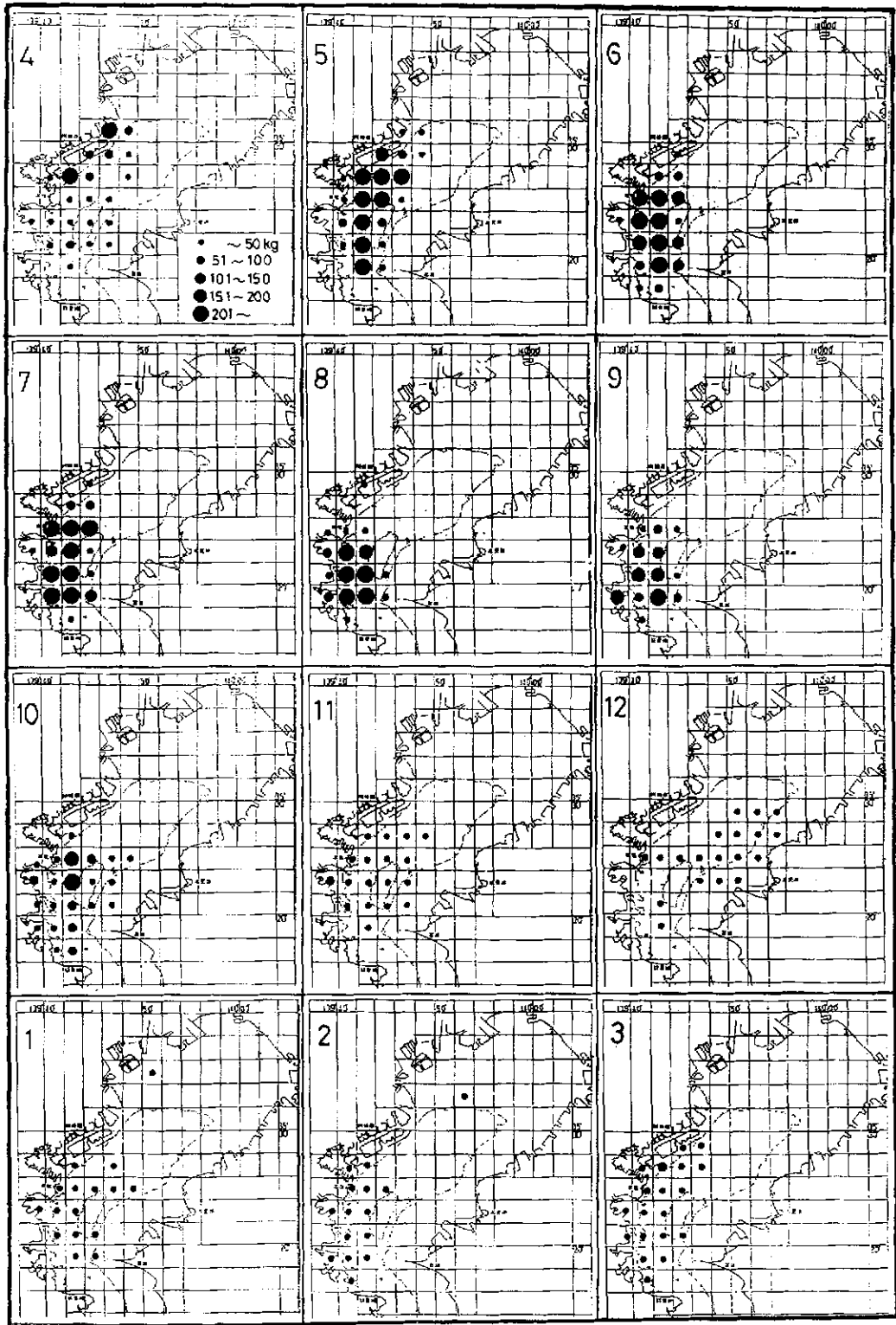


図6 標本船によるマコガレイの月別漁区別漁獲状況(1990年度)

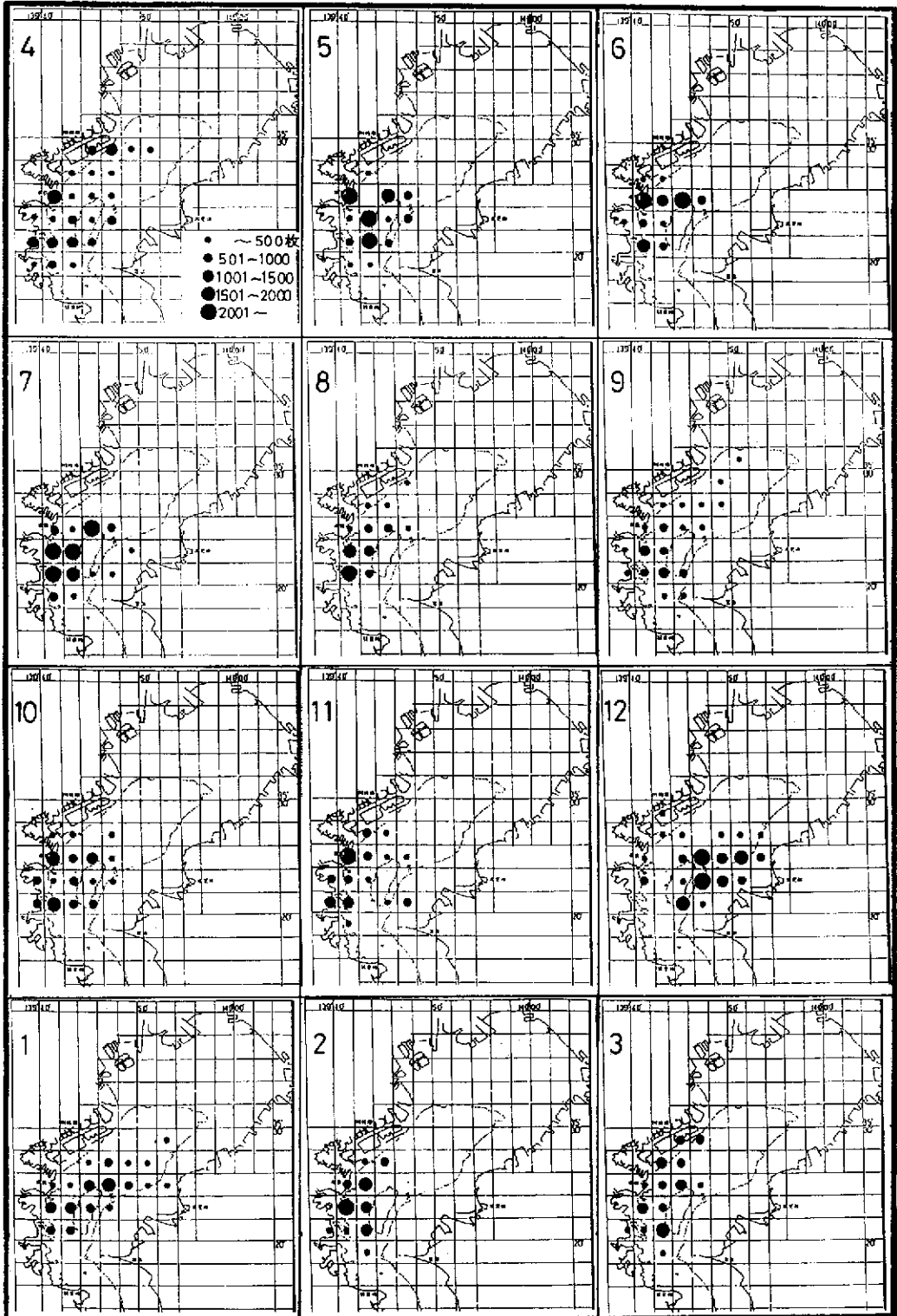


図7 標本船によるシャコの月別漁区別漁獲状況(1989年度)

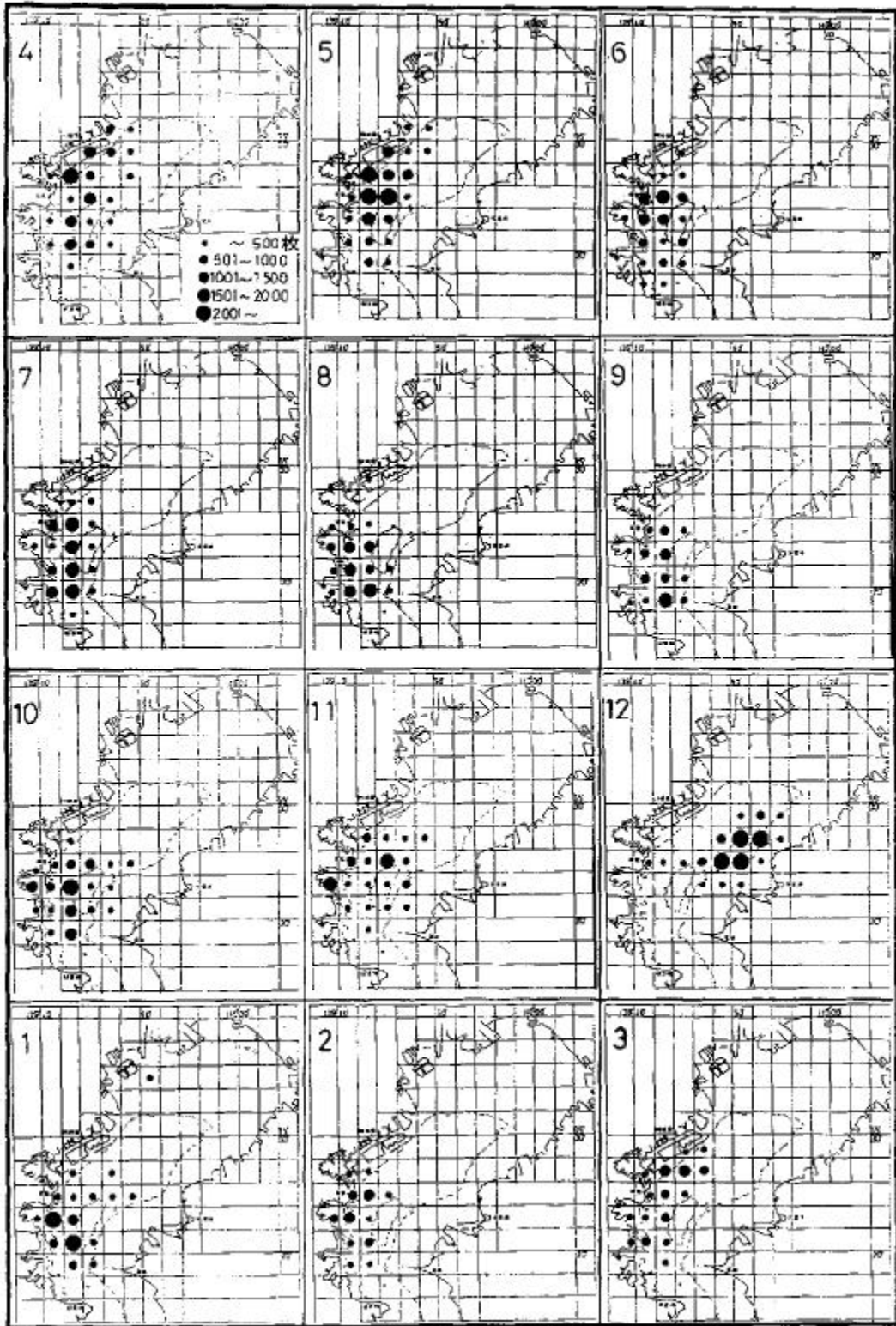


図8 標本船によるシャコの月別漁区別漁獲状況(1990年度)

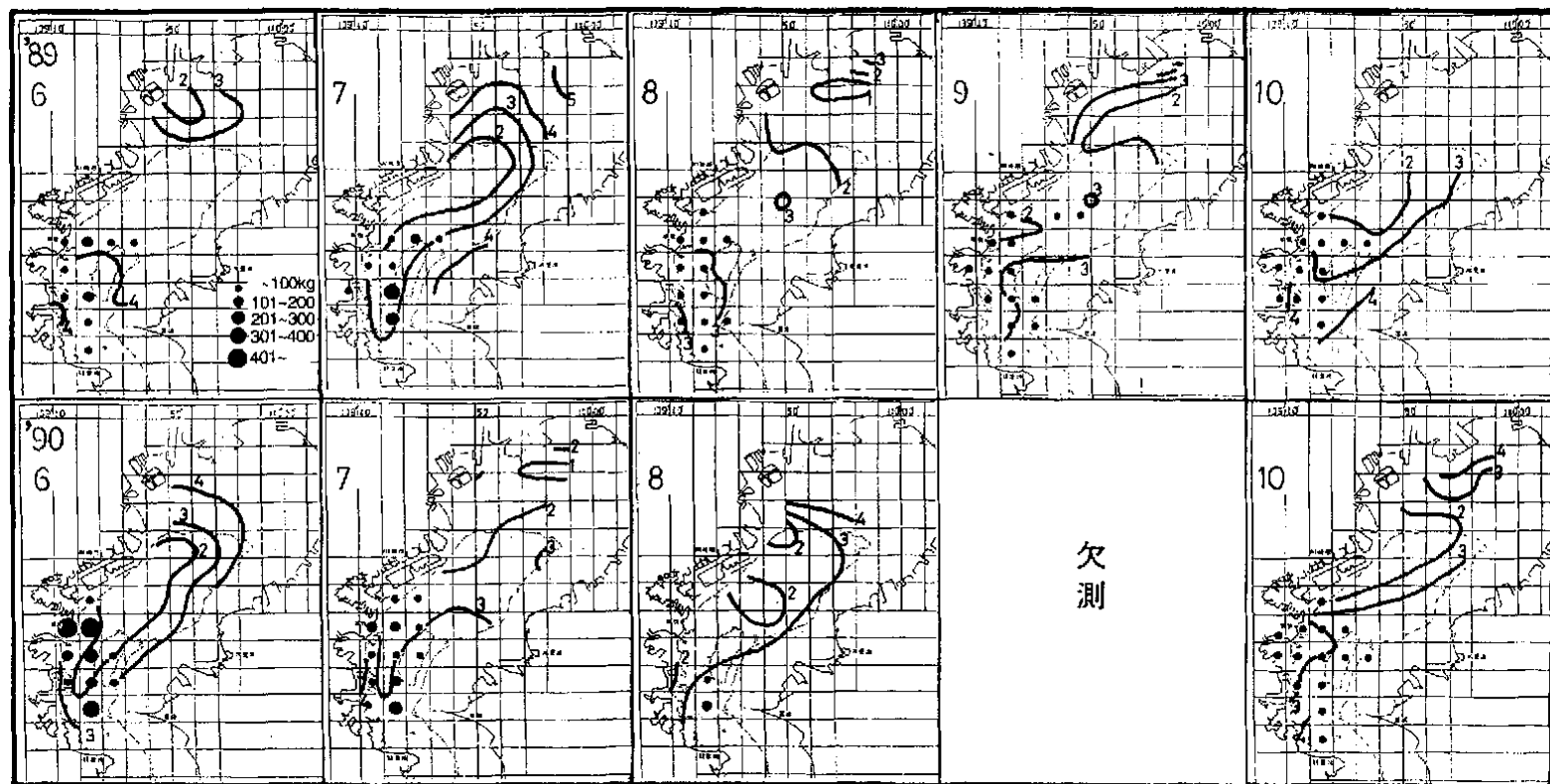


図9 溶存酸素量の分布と観測日前後3日間の漁獲状況(マコガレイ)

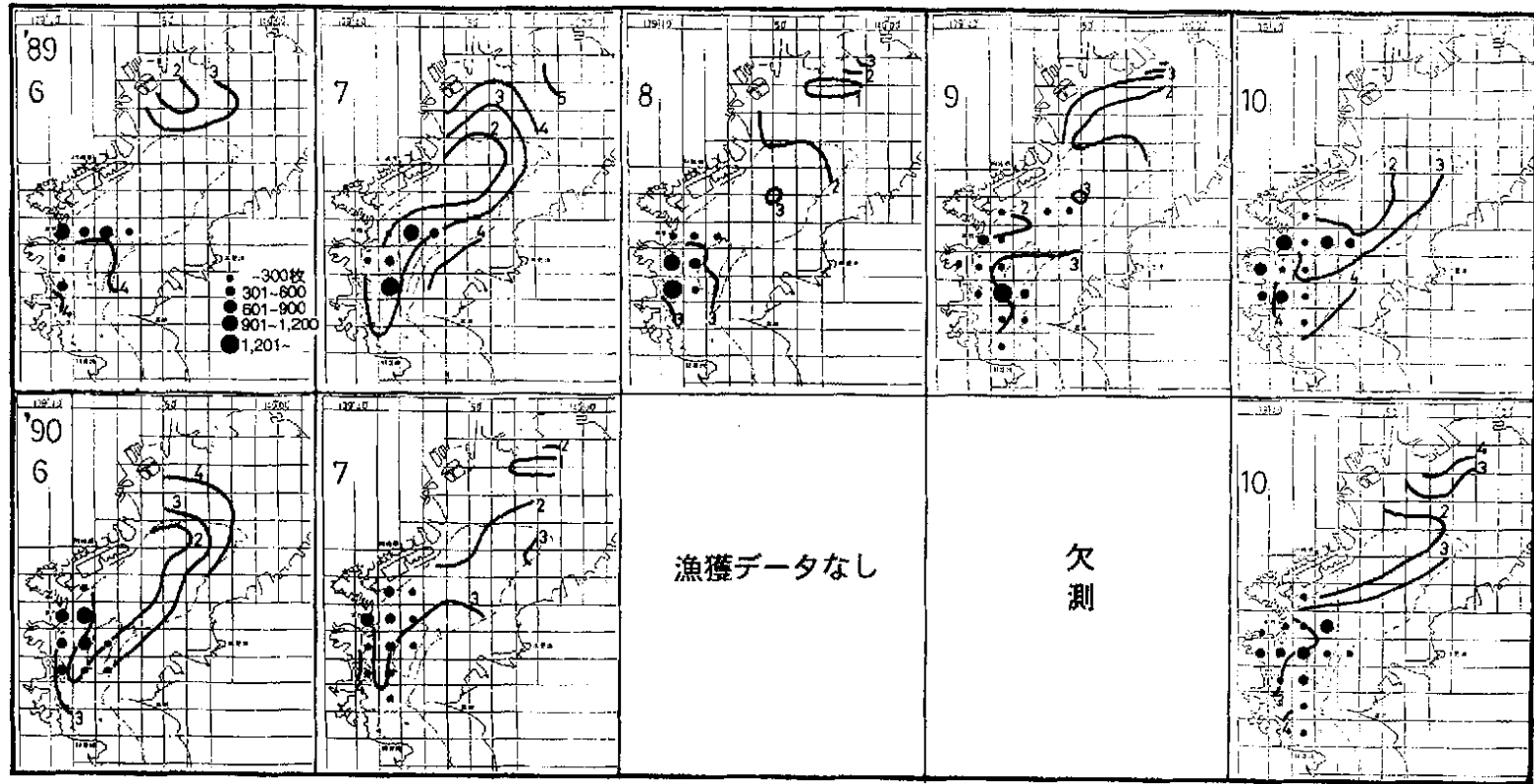


図10 溶存酸素量の分布と観測日前後3日間の漁獲状況(シャコ)