

東京湾の貧酸素水塊分布と底びき網漁船によるスズキ漁獲位置の関係

誌名	千葉県水産研究センター研究報告
ISSN	13472534
著者名	石井,光廣 加藤,正人
発行元	千葉県水産研究センター
巻/号	4号
掲載ページ	p. 7-15
発行年月	2005年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



東京湾の貧酸素水塊分布と底びき網漁船によるスズキ漁獲位置の関係

石井光廣・加藤正人

Relationship between Oxygen-Deficient Water Mass and Catching point of Sea Bass *Lateolabrax japonicus* of small scale trawl in Tokyo Bay

Mitsuhiro ISHII and Masato KATO

キーワード：東京湾，貧酸素水塊，スズキ，漁場分布

はじめに

東京湾では近年マコガレイの漁獲が減少し、それに替わってスズキの漁獲が増加した。そのためスズキが底びき網漁業の最重要魚種となってきた(図1)。底びき網漁業者は貧酸素水塊の発生によりスズキが移動しその縁で多獲されることがあることを経験的に知っており、千葉県水産研究センターなどで発行する「貧酸素水塊速報」を漁場選択に活用するとともに、自ら水質調査をおこない貧酸素水塊の分布に関する情報収集の充実を図っている。本報では、上記の漁業者の経験則が実際のスズキ漁獲位置や貧酸素水塊の分布から裏付けられるか検討した。

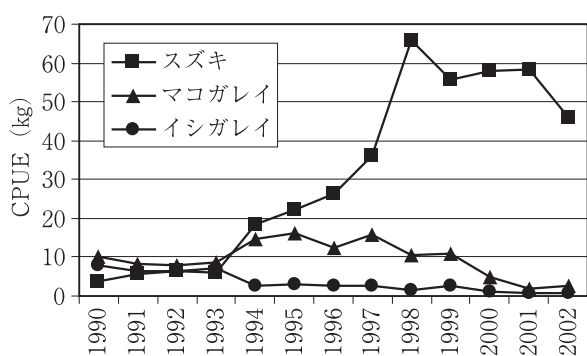


図1 東京湾底びき網漁船による主要3種の年間CPUE (kg/曳網)の経年変化
(東京湾標本漁船の操業記録の集計値)

資料と方法

資料は、2001年4月から2003年3月までの2年分の溶存酸素量と底びき網漁船の操業記録である。

東京湾全域について底層の溶存酸素量(以下DOとする、単位は ml/l)分布図は、千葉県水産研究センター、

内湾底びき網連絡協議会、東京都環境局、神奈川県水産総合研究所、千葉県環境研究センターの観測結果を用いてスプライン補間法により $0.5m/l$ 間隔で作成した。

底びき網漁船の操業記録は、東京湾で操業する標本船6隻による操業日誌であり、地図に記入した曳網位置、曳網回数、魚種別漁獲量を用いた。底びき網では緯度で3分程度の長い距離を曳網するが、便宜上その中心を曳網位置とした。底層のDO分布図がある日とその前後1日、あわせて3日分の操業記録を緯度経度1分間隔に集計し、スズキの漁獲量と網数から1曳網あたりのスズキ漁獲量(kg/曳網、以下CPUEという)を求めた。DO分布は短期間で変化するため、本来であれば同日のCPUEと比較することが望ましいが、漁獲データが非常に少なくなるため3日分とした。スズキのCPUE分布図とDO分布図を重ね合わせて、漁獲位置ごとのDOを読み取った。漁獲位置がDOの等値線上にある場合はその値とし、間に位置する場合はその中央値とした。

次に貧酸素水塊の縁でスズキが多く獲れることがあるのかどうか検討するために、貧酸素水塊が発生していた時の操業について、貧酸素水塊内・外、境界各海域での操業回数および各操業時のCPUE集計・整理した。柳¹⁾は $DO2.5m/l$ 以下を貧酸素水塊と定義している。そこで $2.5m/l$ を中心に上下 $0.75m/l$ の範囲、すなわち $DO1.75 \sim 3.25m/l$ を貧酸素水塊の境界、 $1.75m/l$ 未満を貧酸素水塊内、 $DO3.50m/l$ 以上を貧酸素水塊外として、貧酸素水塊発生時期におけるCPUEを拾い出して比較した。

また実際漁業者が貧酸素水塊の境界付近を漁場として利用しているのかを検証するため、貧酸素水塊内、境界、貧酸素水塊外に区分した面積割合とそれぞれの海域での曳網数を比較した。

そして東京湾における貧酸素水塊の大きさとスズキのCPUEを比較した。貧酸素水塊の大きさは石井²⁾の方法にしたがい鉛直縦断面の貧酸素水割合とした。

結果

調査期間中に底層のDO分布図とスズキのCPUE分

布図がそろったのは計58回であった。そのうちDO 2.5ml/l以下の貧酸素水塊が分布していた事例が48回、一方分布していなかった事例が2001年12月から2002年4月までの間に4回、2002年12月から2003年3月までの間に6回の計10回あった(図2-1~2-5,表1)。毎回のDOとスズキの漁獲位置, CPUEの関係につ



図2-1 底層の溶存酸素量分布と前後1日間の底びき網標本船によるスズキのCPUE

いて概要は次のとおりである。2001年4月10日は北西部の千葉～市原沖のごくせまい範囲でのみ貧酸素水塊は限られており、操業範囲は広くまんべんなくおこなわれていた。CPUEはほとんどが10～20kgであったが、DO2.5m//lの海域で最大値24kgであった。以降、貧酸素水塊が徐々に拡大し、4月23日にはDO2.5m//lの海

域でCPUE74kg、5月8日にはDO3.0m//lの海域で32kg、5月22日にはDO2.0m//lの海域で27kgと目立って多く獲れる海域がみられた。その後貧酸素水塊が広範囲に広がり、操業も少なくCPUEも低い値となった。

再び高いCPUEがみられたのは、貧酸素水塊が縮小した9月25日で、内湾南部のDO2.75m//lの海域で36

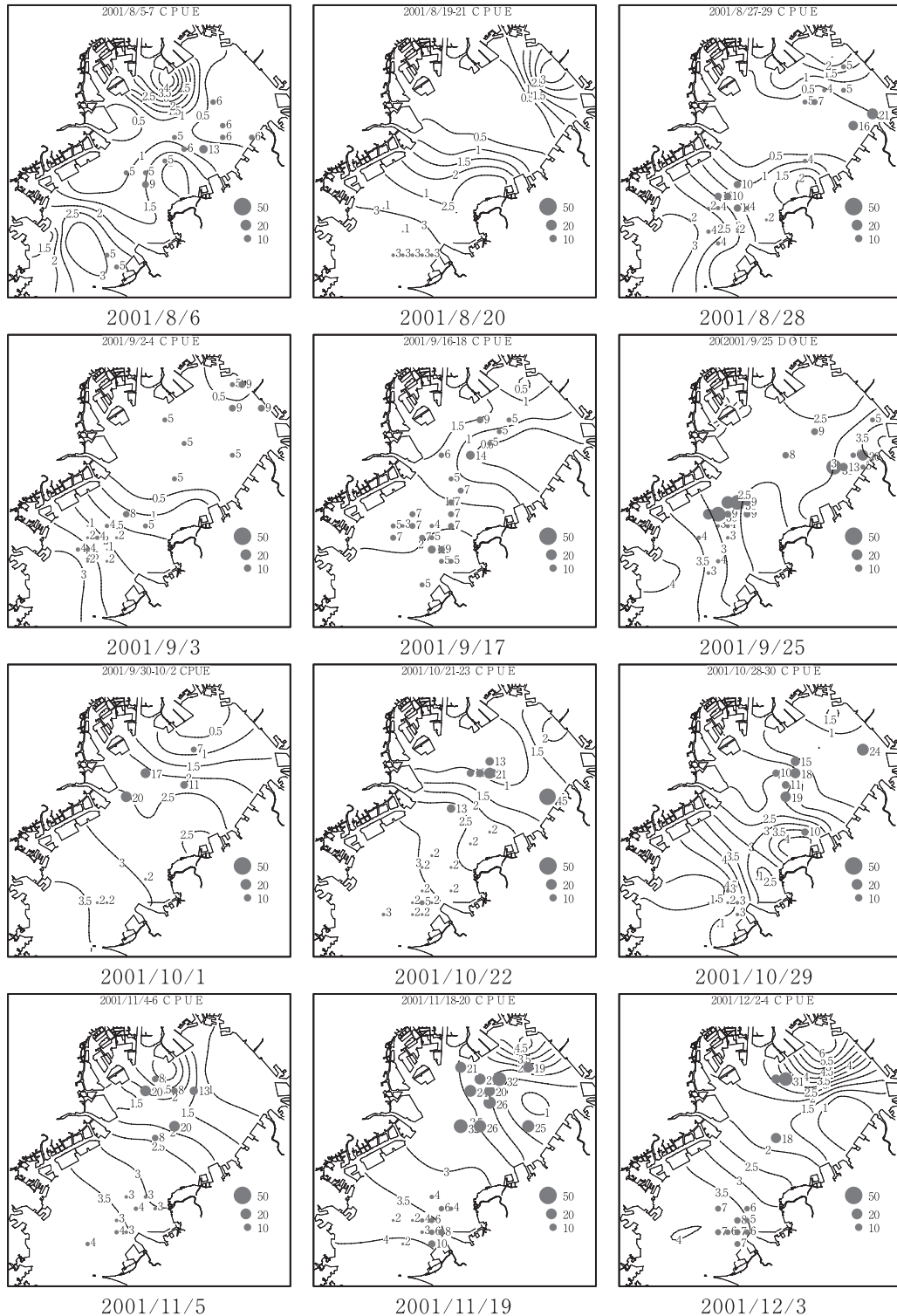


図2-2 底層の溶存酸素量分布と前後1日間の底びき網標本船によるスズキのCPUE

漁獲は低調になった。

そのなかで7月23日は湾奥と盤洲周辺で一部貧酸素水塊が解消していたが、ごく沿岸のDO1.50m//の海域で34kgの高いCPUEがみられた。

貧酸素水塊が解消し始めた10月8日には貧酸素水塊の北側のDO3.75m//の海域で21~22kg、10月15日に

は貧酸素水塊の境界域にあたるDO2.50m//の海域で25kgの漁獲がみられた。10月29日にも貧酸素水塊の東側で20kg弱の海域が広く分布しており、その最大は41kgであった。

12月以降貧酸素水塊は全域で解消しており、広い範囲で操業がおこなわれた。

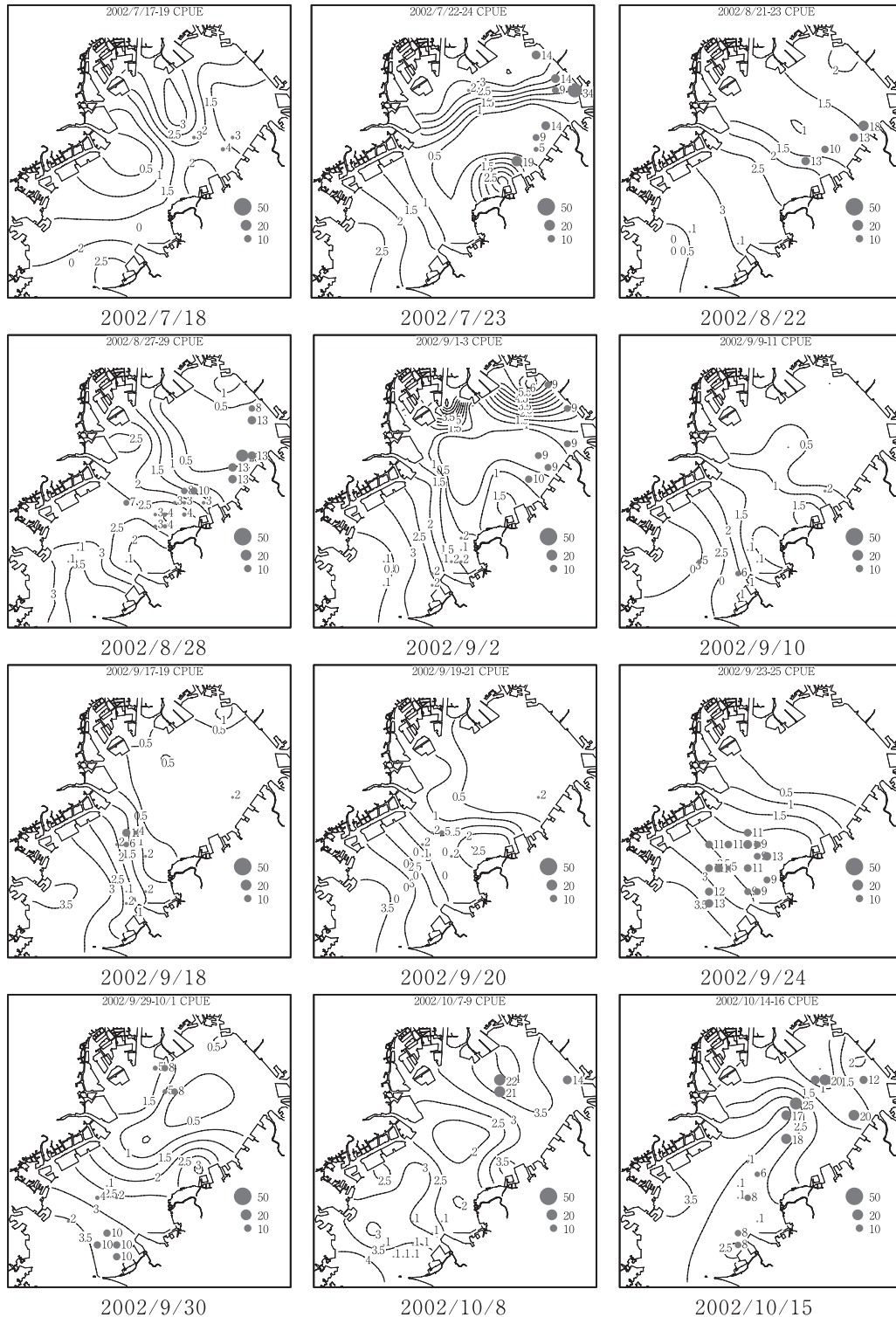


図2-4 底層の溶存酸素量分布と前後1日間の底びき網標本船によるスズキのCPUE

貧酸素水塊発生時期におけるCPUEの階級別の貧酸素水塊内・外、境界各海域における操業回数の割合を図3に示す。貧酸素水塊内の出現回数は134回、境界のそれは399回、貧酸素水塊外は194回であり、境界での回数が最も多い。階級別の出現割合をみると、境界が全般的に多く、0~20kgでは40~60%であったが、

20~25kgで22%と低下し、25~40kgでは80~100%の高い割合を示した。しかしCPUE25kg以上と未満に分けてそれぞれの海域における操業回数を検定した結果、有意差は認められなかった(p=0.05)。

また同様に貧酸素水塊発生時における貧酸素水塊内・外、境界の面積割合とそれぞれの曳網数を図4に示す。

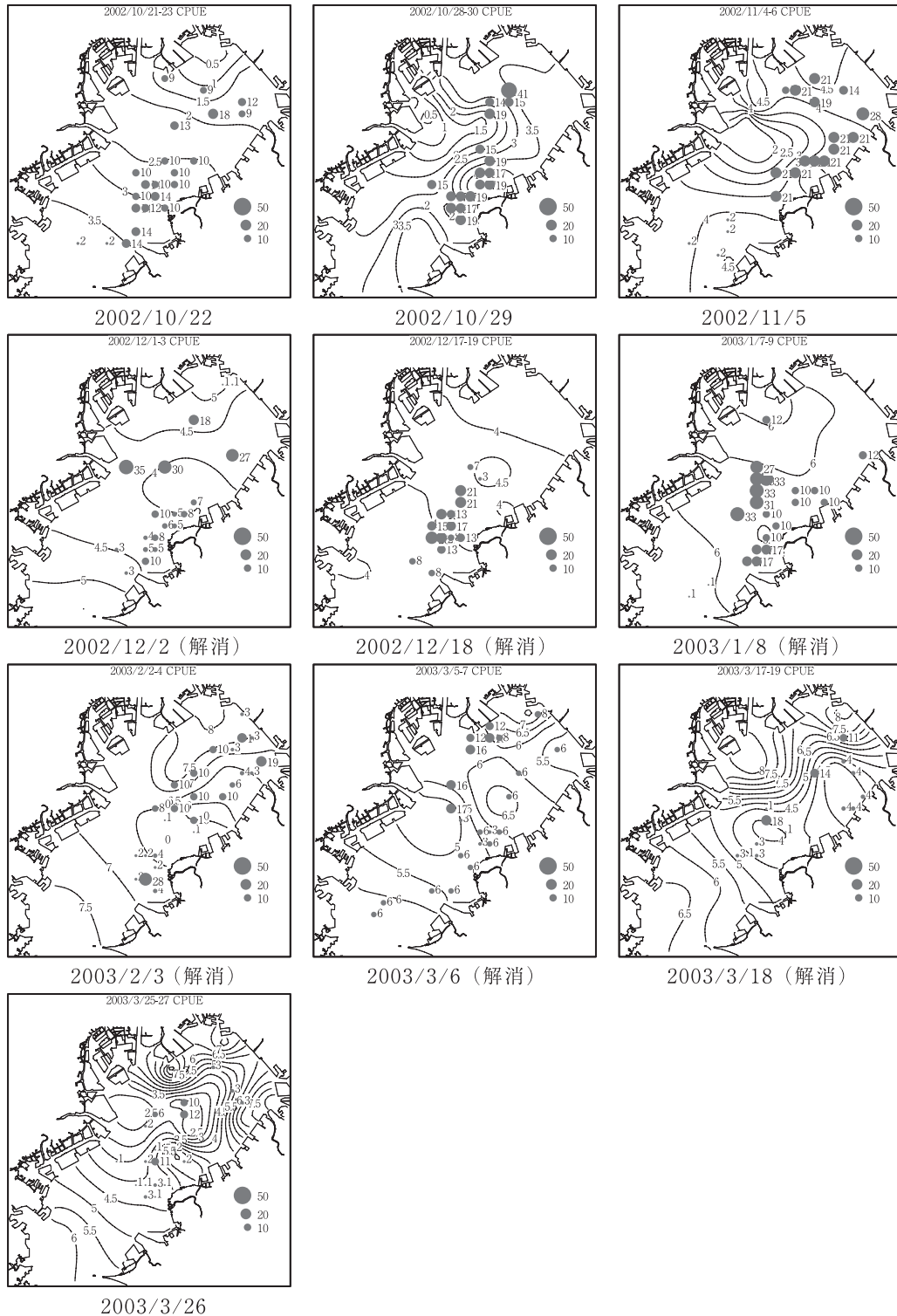


図2-5 底層の溶存酸素量分布と前後1日間の底びき網標本船によるズキのCPUE

表1 各DO調査時ごとのDO, 漁獲データ

	DO調査日	網数	漁獲量	平均 CPUE	CPUEの 最大値	CPUE最大時 のDO	DOの 最低値	貧酸素水割合	貧酸素水塊の 強さ
1	2001/4/10	102	1,244	12.2	24	2.50	2.00	0.00	0.00
2	2001/4/23	110	1,371	12.5	74	2.50	1.50	0.05	0.08
3	2001/5/8	59	939	15.9	32	3.50	2.50	0.01	0.01
4	2001/5/22	65	604	9.3	27	2.00	1.50	0.08	0.13
5	2001/6/4	88	956	10.9	20	2.5~3.25	1.00	0.04	0.08
6	2001/6/12	129	1,081	8.4	17	4.00	0.50		
7	2001/6/21	129	1,348	10.5	27	3.25	2.00	0.09	0.12
8	2001/6/26	112	590	5.3	12	1.75	1.00		
9	2001/7/2	87	304	3.5	9	0.25	0.50	0.39	0.68
10	2001/7/10	87	304	3.5	7	1.00	0.50		
11	2001/7/17	37	57	1.6	15	3.50	0.50	0.16	0.36
12	2001/7/24	60	610	10.2	22	0.75	0.50		
13	2001/8/6	76	526	6.9	13	0.75	0.50	0.54	1.16
14	2001/8/20	23	41	1.8	3	3.25	0.50	0.20	0.44
15	2001/8/28	112	861	7.7	21	0.50	0.50		
16	2001/9/3	105	476	4.5	9	0.25,0.75	0.50	0.38	0.89
17	2001/9/17	149	987	6.6	14	0.75	0.50	0.59	1.00
18	2001/9/25	118	1,550	13.1	38	3.00	2.50		
19	2001/10/1	58	623	10.7	20	2.75	2.50	0.24	0.46
20	2001/10/22	104	1,600	15.4	45	1.25	1.00	0.11	0.21
21	2001/10/29	109	1,277	11.7	24	0.75	1.00	0.18	0.28
22	2001/11/5	81	837	10.3	20	1.75,2.00	1.00	0.17	0.30
23	2001/11/19	180	2,949	16.4	32	2.75	1.00	0.05	0.06
24	2001/12/3	90	1,046	11.6	31	3.00	1.00	0.08	0.12
25	2001/12/18	102	1,524	14.9	35	4.75	4.50	0.00	0.00
26	2002/2/4	107	1,445	13.5	22	4.25	4.50	0.00	0.00
27	2002/3/4	107	1,033	9.7	22	2.25	2.50	0.00	0.00
28	2002/3/25	135	1,154	8.5	16	4.25	4.00	0.00	0.00
29	2002/4/18	94	1,019	10.8	26	5.25	4.00	0.00	0.00
30	2002/5/7	141	1,181	8.4	20	4.75	1.50	0.02	0.03
31	2002/5/21	110	552	5.0	17	2.00	1.50	0.04	0.07
32	2002/6/3	81	582	7.2	22	1.25	0.50	0.14	0.23
33	2002/6/17	88	246	2.8	6	1.25	0.50	0.27	0.45
34	2002/6/25	75	321	4.3	8	0.25	0.50		
35	2002/7/1	71	223	3.1	6	0.25,2.00	0.50	0.15	0.32
36	2002/7/9	36	180	5.0	17	4.25	1.00		
37	2002/7/18	28	66	2.3	4	1.75	0.50	0.17	0.31
38	2002/7/23	56	812	14.5	34	1.50	0.50		
39	2002/8/22	62	401	6.5	18	1.75	1.00	0.17	0.27
40	2002/8/28	111	850	7.7	25	0.25	0.50	0.22	0.40
41	2002/9/2	90	367	4.1	10	0.75	0.50	0.28	0.62
42	2002/9/10	45	74	1.6	6	2.25	0.50		
43	2002/9/18	82	426	5.2	12	1.75	0.50	0.42	0.89
44	2002/9/20	51	112	2.2	5	1.25	0.50	0.51	1.29
45	2002/9/24	57	600	10.5	14	2.25	0.50	0.38	0.83
46	2002/9/30	76	385	5.1	10	3.25	0.50	0.34	0.69
47	2002/10/8	85	667	7.8	22	3.75	2.00	0.09	0.12
48	2002/10/15	109	1,526	14.0	25	2.50	1.00		
49	2002/10/22	83	868	10.5	18	1.75	0.50	0.22	0.41
50	2002/10/29	71	1,334	18.8	41	3.50	0.50		
51	2002/11/5	95	1,473	15.5	28	4.25	2.00	0.05	0.08
52	2002/12/2	102	1,609	15.8	35	4.25	4.00	0.00	0.00
53	2002/12/18	55	603	11.0	26	4.75	4.00	0.00	0.00
54	2003/1/8	93	1,923	20.7	33	5.75	5.50	0.00	0.00
55	2003/2/3	105	680	6.5	28	6.75	6.00	0.00	0.00
56	2003/3/6	95	955	10.1	17	4.75	5.00	0.00	0.00
57	2003/3/18	66	510	7.7	18	4.00	4.00	0.00	0.00
58	2003/3/26	84	451	5.4	12	2.50	2.50	0.00	0.00

漁獲量の単位はkg, CPUEの単位はkg/曳網, DOの単位はm//

境界域は面積では37%と貧酸素水塊内（30%）や貧酸素水塊外（33%）より広く、曳網数でも50%と多かった。境界域とそれ以外の海域に分けて、それぞれの操業面積割合（漁場面積に対する操業面積の割合）検定した結果、有意差が認められた（ $p=0.05$ ）。

そして東京湾における鉛直縦断面の貧酸素水割合とスズキのCPUE（平均値，最大値）との関係を図5に示した。2001年の貧酸素水塊は4月23日に発生し、6月21日までは貧酸素水割合が0.10未満で経過、7月2

日に急激に増加し0.39となった。その後11月5日まで0.11~0.54の範囲で増減し、12月3日まで続いた。2002年は5月7日に発生し、6月3日~10月22日まで0.10以上で経過、9月20日に最大値0.51であった。CPUEは2001年4月~6月21日まで平均値が8.4~15.9kg，最大値が12~74kgと高い値であったが、6月26日以降減少し、平均値が1.6~6.9kg，最大値も低い状況が9月17日まで続いた。その後9月25日~2002年4月18日までは平均値8.5~16.4kg，最大値16~45kgの高い値となった。

考 察

東京湾における底びき網のスズキCPUEは、貧酸素水塊が発生していない冬季では広範囲に漁場が形成され、平均および最大値ともに高い。貧酸素水塊が発生し拡大していく春季には漁場範囲がせまくなり、平均は低下するが、最大値が高い場合がみられる。貧酸素水塊が大規模になる夏季にはほとんど漁場が形成されず、平均、最大とも低調となる。貧酸素水塊が解消していく秋季には再び漁場が広がり、平均、最大とも上昇し、最大値の高い値もみられる。加藤ら³⁾によると、東京湾の底びき網によるスズキ漁場は春季に北部海域に移動し、夏場に一旦縮小、秋季にふたたび北部海域に形成され、冬季に向けて南下するという。このうち夏季に漁場が縮小するのは貧酸素水塊の発生・拡大により、富津岬以南の南部海域に移動するためであることが今回明らかになった。

貧酸素水塊発生時における底層のDO分布とスズキのCPUE分布の関係では、酸素が豊富な貧酸素水塊外で平均CPUEが高く、境界、貧酸素水塊内で低くなっていた。それに比べCPUEの高い事例は境界域で多くみられたことから、漁業者の言う「貧酸素水塊の縁で魚が多く獲れることがある」という傾向は確認された。ただし統計的に有意な差は確認できなかった。

また境界では面積に比べて曳網回数が多いことから、境界域は底びき網には重要な海域であることが再認識された。

東京湾のマコガレイの分布については、著者は東京湾のマコガレイが夏季に南下するのは湾奥に発生する貧酸素水塊に影響されること⁴⁾を示し、小林⁵⁾によりマコガレイの底びき網による漁獲位置と貧酸素水塊の関係が示されており、スズキも同様の動きを考えると考えられる。

なお酸素がほとんどない海域でもスズキの漁獲がみられたことに対しては以下のようなことが考えられた。漁業者によると、スズキ網の開口部の高さは2m程度

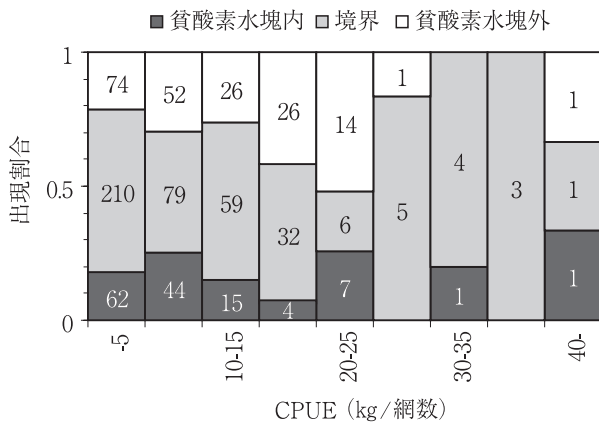


図3 貧酸素水塊発生時における貧酸素水塊内・外、境界の階級別CPUEの出現割合
(グラフ内の数値はCPUEの出現回数を示す)

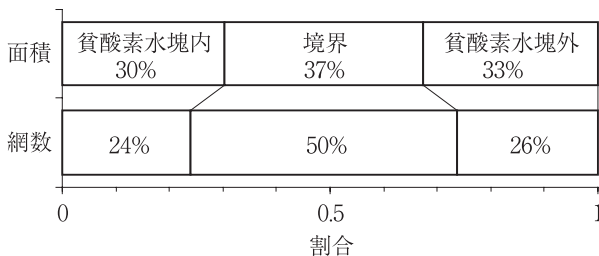


図4 貧酸素水塊発生時における貧酸素水塊・非貧酸素水塊・その境界付近の面積および標本船の曳網割合

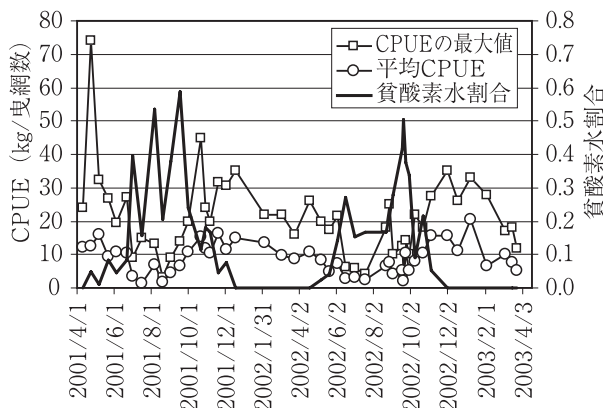


図5 東京湾底びき網漁船によるスズキCPUE（3日間ごと）と東京湾の貧酸素水塊の大きさ（鉛直縦断面の貧酸素水割合）の時系列変化

でほぼ海底に接するように網を曳くと入網し、網が海底から離れるような曳き方をするとスズキは獲れないという。このことからスズキはほぼ海底付近に生息しているものと考えられる。しかし実際酸素が少ない海域にスズキなどの生物が分布することは考えにくいことから、DOを測定している海底上1mよりやや上層に分布しているか、底層のDO分布図の不正確さが考えられる。分布図は東京湾の範囲にほぼ均等に配置した調査点15点程度の観測結果をもとにスプライン補間法により数学的に案分し、また海深などを考慮していない。実際には夏季の躍層より浅い水深7~8mの海域やごく沿岸よりでは貧酸素水塊の影響が少ないことが考えられる。

今回の解析では、底びき網の漁獲情報のみを用いており、底びき網と同程度の漁獲のあるまき網による解析をおこなっていないので、東京湾のスズキ資源全体の分布を把握しているとはいえない。また曳網距離が3分程度と長いのに1分メッシュで漁獲情報を集計したり、短期間で変動するDO分布と照らしあわせる漁獲情報を3日分とした点で、解析精度が低下していることも考えられる。

よって今後は海底地形を考慮するなど貧酸素水塊の分布図の精度を高めることで、より生物との関係が明らかになると考えられた。

DO分布の作成のために調査データを提供していただいた内湾底びき網連絡協議会、東京都環境局、神奈川県水産総合研究所、千葉県環境研究センター各位にお礼を申し上げます。

要 約

- 1) 東京湾に発生する貧酸素水塊の分布（底層の溶存酸素量分布）と底びき網によるスズキの漁獲位置について水塊分布とスズキ漁獲位置との対応関係について検討した。
- 2) 春季～秋季に発生する貧酸素水塊の規模にともないスズキは東京湾の富津岬以南に移動すると考えた。
- 3) 夏季湾内に残っていたスズキは、貧酸素水塊を避けるように分布し、とくに貧酸素水塊と貧酸素水塊外の境界付近で多く分布することがある。

文 献

- 1) 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
- 2) 石井光廣 (2003): 東京湾に発生する貧酸素水塊の規模の評価方法について. 千葉水研研報, 2, 29 - 37
- 3) 加藤正人・池上直也 (2004): 東京湾の小型底曳網漁業おけるスズキ漁場について. 千葉水研研報, 3, 17 - 30
- 4) 石井光廣 (1992): 東京湾におけるマコガレイの分布・移動. 千葉水試研報, 50, 31 - 36
- 5) 小林良則 (1993): 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. 神水試研報, 14, 27 - 39