

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

矢沢敬三・池田文雄

Distribution of the anoxic water mass in Tokyo Bay and effect of dissolved oxygen on Mantis Shrimp (*Oratosquilla oratoria* DE HAAN)

Keizo YAZAWA*, Fumio IKEDA*

はじめに

本県の東京湾地域の約14%の漁業者は東京湾で盛んに小型底びき網漁業を営んでおり、主に底層に生息しているマコガレイ・シャコを漁獲している。これらの漁場は夏季になると南下し、本牧以北の海域では操業頻度が極端に減少する。この漁場の移動の要因の一つとして貧酸素水の影響が考えられている。

溶存酸素量と生物のとのかわりについて、INGHAM et al (1977) はカツオの分布が溶存酸素量の分布と関係が深いこと、今林 (1983) は溶存酸素量の低下に伴い底生動物の種類および生息密度が指数関数的に減少すること、柿野 (1986) は東京湾における貧酸素水による貝類のへい死事例を報告している。

また、佐藤 (1979) は海底泥の有機汚染の進行している海域では、貧酸素水塊の発生の危険が常にあることを推定している。

貧酸素水の消長が漁場形成にとって重要と考えられることから、東京内湾のうち本県沿岸海域を中心として、溶存酸素量の分布状況を把握するため、水質調査を実施した。

ここでは周年の底層の溶存酸素量の分布状況について報告する。なおシャコについて溶存酸素量に対する耐性の概略をつかむため生物試験を試みたのでその結果、及びこれと溶存酸素量分布との関係についてもふれる。

材料と方法

東京内湾に45観測点を設定し(図1), 目的に応じてその中から観測点を選択して, 1983年から1985年にかけて, 表1に示す月日に水温・塩分・溶存酸素量・磷酸・磷の観測を行った。

また, 観測層は表層, 底層(海底から1m上, 以下同じ)については必ず観測することとし, 鉛直分布をみる場合は5m間隔で行った。

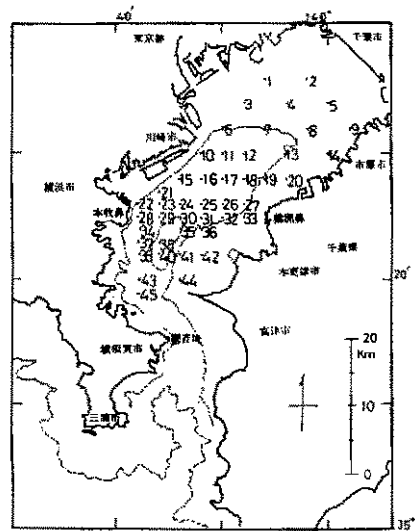


図1 観測点

採水はナンセン転倒採水器を、水温の測定はDBT (KKS製 MODEL MOX BT2F) を用いた。水質の分析は次の方法を用いた。

塩分 AUTLAB MODEL 601MK111, DO Winkler-窒化ナトリウム変法, COD アルカリ・高温法(100, 20分), 燐酸塩 Strickland and Parsons法

表1 調査月日

1983年	1984年	1985年
		4月18日
5月24~25日	5月29~30日	5月17日
7月11~12日		7月24~25日
	8月30~31日	8月21日
9月20~21日	9月20~21日	9月17日
		10月30日
	11月15日	
	12月25~26日	12月20日

シャコの静穏時における酸素消費の生物試験について

室内で15日間飼育した体重30gのシャコ8尾を、縦37cm, 横29cm, 高さ27cmのプラスチック製の容器に入れ、ポリエチレンのシートを水面に密着させ、酸素が溶け込むのを防止した。

溶存酸素量の測定はWinkler-窒化ナトリウム変法を用い各観測時2回測定し、その経過をYSI MODEL 57 DOメータで観察した。

実験水の条件

用水量 初期 6λ, 終了時 3λ
塩分 34.49‰

水温 13.9~18.3

NH4-N 初期1.6μg-at/λ, 終了時 109μg-at/λ

観測時間 1988年2月9日 13:00時~10日17:00時

結果および考察

1-1. 底層の溶存酸素量の水平分布

図2 1~2 3に溶存酸素量の分布を示した。

'83年湾奥の溶存酸素量は5月25日には既に50%以下に減少しており、7月12日には更に低下して20%以下になり、5%以下の海域も出現する。9月21日にはこの5%以下の海域は更に拡大している。

'84年5月30日、川崎市から市原市を結ぶ以南の海域では、東高西低となっており、千葉県側は70%以上となっているが、神奈川県側は70%以下で、60%以下の海域が認められる。8月30・31日は神奈川県側を観測した。湾奥では20%以下で、南に下がるに従い高くなっている。9月20・21日には扇島地先で0%の海域が出現している。11月15日には貧酸素域は認められず、12月26日には80%前後までに回復している。

'85年 4月18日には低い酸素域は出現していないが、5月17日になると、湾奥で50%以下の海域が出現し、その兆しがみられる。7月24・25日には扇島から盤洲鼻以北で、30%以下の海域が分布するようになり、8月21日には更に溶存酸素量は減少し、多摩川河口から市原市以北の海域は5%以下となり貧酸素化している。9月17日は8月に比較し、やや高めになっているが、湾奥は依然として貧酸素化している。10月30日にはかなり回復しているが、扇島地先には40%以下の分布がみられる。12月20日には4月のレベルまでに回復している。

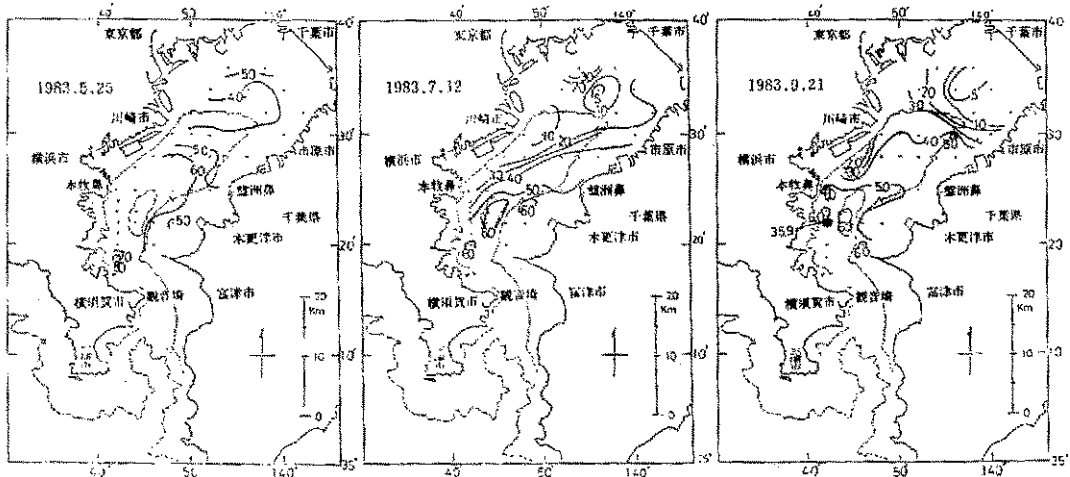


図 2-1 '83年底層の酸素飽和度分布 (単位 %)

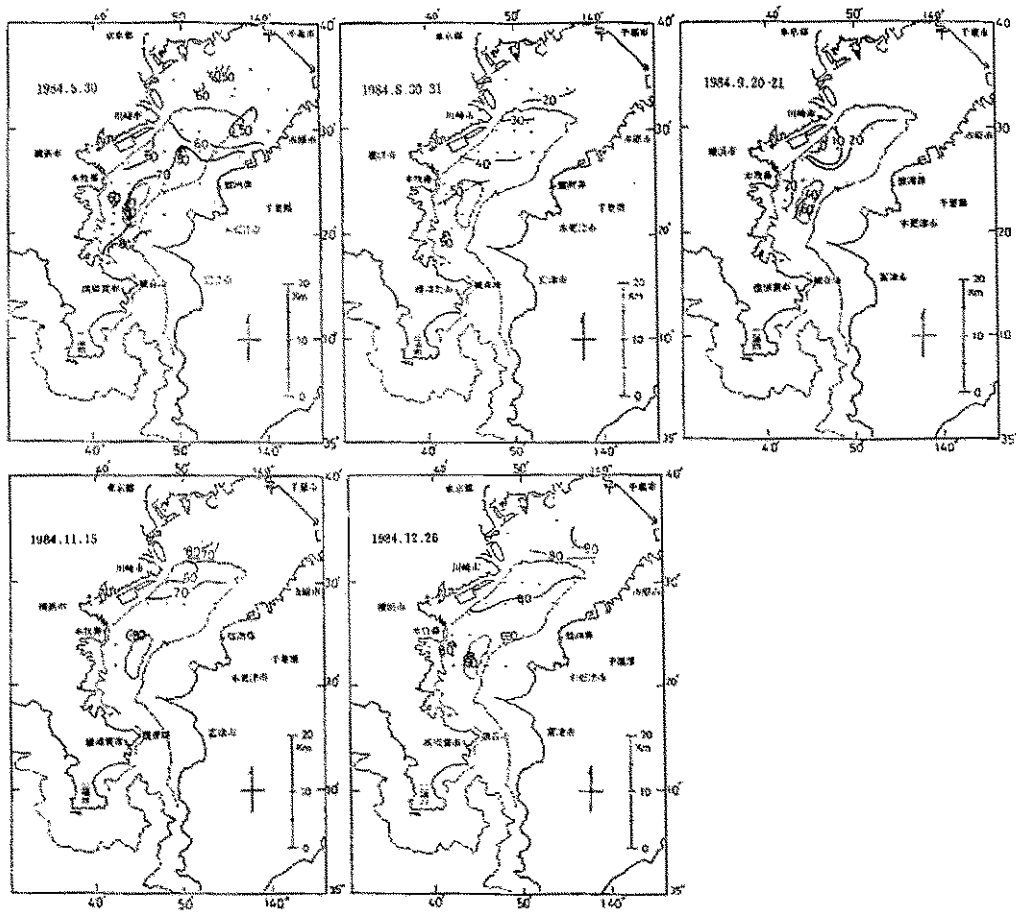


図 2-2 '84年底層の酸素飽和度分布 (単位 %)

これらの結果から底層の溶存酸素量の変化を通年してみると、5月頃から低酸素化し始め、8～9月扇島及び湾奥に10%以下の貧酸素水が出現し、11月に回復している。

1-2. 夏季における鉛直分布

図3に5m間隔で観測した本県沿岸域における水温、COD、磷酸 磷、塩分、溶存酸素量の鉛直分布を示した。

水温躍層は水深10m付近にある。表層の水温はほぼ29、底層は16～19でその差は10～13であった。湾奥の表層のCODは赤潮の影響を受け高く、4ppm以上を示し、下層になるに従い低下している。磷酸 磷は底層で高い。この理由は堆積物からの溶出によると理解されている。堆積物中の磷酸・鉄水酸化物は還元的环境下では溶解して磷酸は間隙水中に移行する(才野 1985)。

塩分躍層はSt 6～15間では水深7.8mのところであり、St 21からSt 43にかけてはだいに深くなっている。表層は多摩川の影響を受け低く25‰の分布がみられ、底層は鉛直混合が弱いから33‰以上の分布がみられる。溶存酸素量の躍層は水深7.8mのところのみられ、表層は赤潮の影響を受け過飽和になっているが底層では5%以下の貧酸素水の分布がみられる。

2. 底層水の溶存酸素量と表層水と底層水の水温差

貧酸素水の発生は海底堆積物の分解に伴う酸素消費に起因する。東京湾の湾奥の海底にはCOD 30mg/ Dry · g以上の易分解性の有機成分が広く堆積している(矢沢・土屋・池田 1986)ことから貧酸素水の発生頻度は高いと推定される。従って、その発達は上下水の鉛直混合の強弱にかかわっており、成層状態が発達すれば、それだけ鉛直混合は弱まり貧酸素水は発達する。

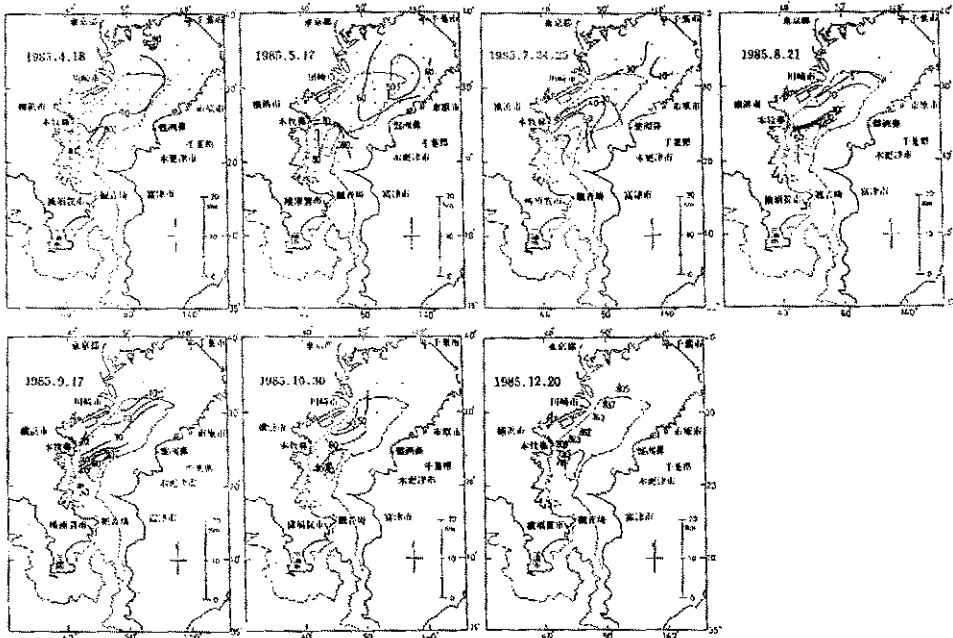


図 2-3 '85年底層の酸素飽和度分布 (単位 %)

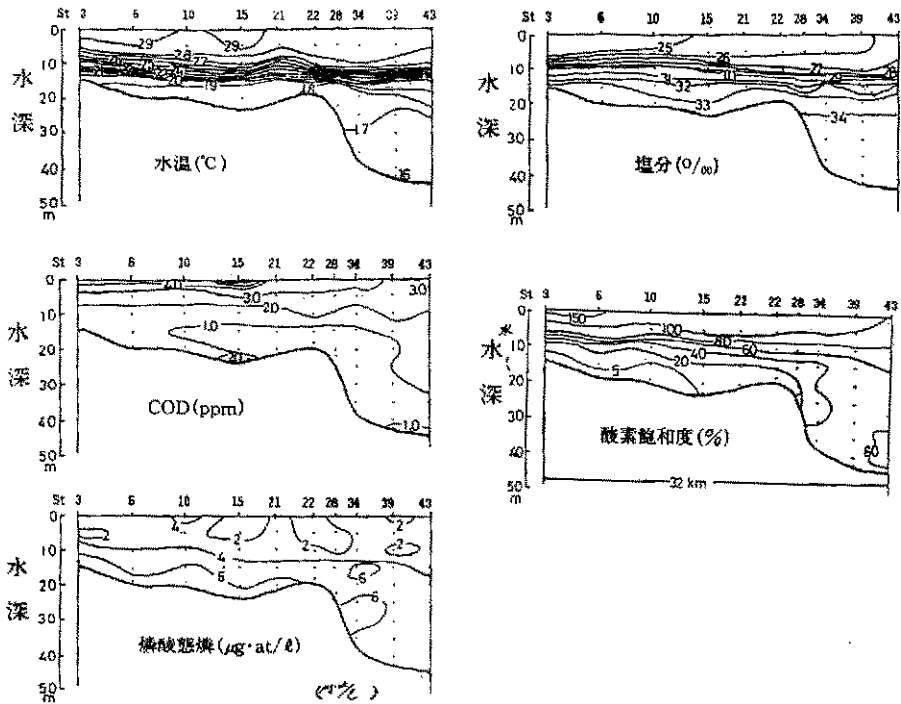


図 3 '85年8月21日の各成分の鉛直分布

東京湾では夏期に成層状態が発達する。底層水の溶存酸素量と表層水と底層水の水温差の関係を図4に示した。同図は成層が発達する期間において、1985年4月18日、5月17日、7月24～25日、8月21日に観測した資料から、貧酸素水が形成される水深30m以浅の資料(St4, 6, 7, 10, 12, 15, 17, 22, 28, 38)を用い作成したものである。

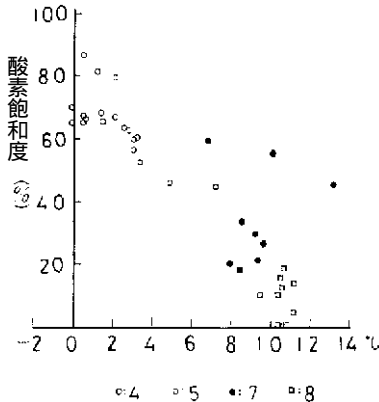


図4 上・底層の水温差と酸素飽和度の関係
: 4月 : 5月 : 7月 : 8月

同図から、両者間に負の相関 (N = 38, r = -0.87) があることがわかる。このことは、垂直混合が弱い時ほど、また弱い場所ほど、底層水溶存酸素量が少なくなることを意味しており、城(1986)が大阪湾において、強い成層の形成は上層からの酸素供給を遮断し底層水を貧酸素化させていると報告していることと一致している。

3. 溶存酸素量がシャコ・マコガレイにおよぼす影響と東京湾の底層の溶存酸素量分布との関係

表2から明らかなようにシャコのへい死は溶存酸素量がほぼ50%, 20%, 10%の時に出現している。

この結果溶存酸素量が少なくとも10%程度までに低下すると動きがにぶくなり、へい死するものが発生することが明らかになった。なお、50%時のへい死は別の実験(未発表)から溶存酸素以外の要因と考えられた。

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。

従って、前述した溶存酸素量の分布と考えあわせると、湾奥は8月・9月の期間シャコおよびマコガレイの生息にとって、不適な環境になるといえる。

本報告をとりまとめるにあたり、有益な助言をいただいた中込淳資源研究部長に御礼申し上げます。

表2 シャコの溶存酸素量耐性試験

観測時	水温	DO ml/λ	DO%	観察記事
13	16.0	4.88	84.9	
"	"	4.94	85.9	
15		3.96		
"		4.02		
17	18.3	3.34	60.5	
"	"	3.34	60.5	
19		2.77		1尾屈曲
"		2.81		
21		2.87		1尾へい死
"		2.89		
23	15.2	2.73	46.9	遊泳脚をしきりにあおる。
"	"	2.68	46.0	
01	15.0	2.38	40.7	遊泳脚をしきりにあおる。
"	"	2.35	40.1	
03	14.5	2.00	3.39	遊泳脚をしきりにあおる。
"	"	1.98	33.6	
05	14.2	1.77	29.9	2尾横転。
"	"	1.76	29.7	
07	13.9	1.54	25.9	横転直る。
"	"	1.52	25.5	
09		1.48		
"		1.43		
11	14.0	1.20	20.2	1尾横転、遊泳脚をしきりにあおる。
13	15.0	1.23	21.1	1尾へい死、あおぎが緩慢になる。
"	"	1.07	18.2	
15	15.8	0.82	14.2	
"	"	0.82	14.2	
17	16.5	0.56	9.8	更に1尾へい死。
"	"	0.56	9.8	計3尾へい死。

要 約

- 1 東京湾では5月頃から溶存酸素量は低下し始め、8～9月扇島及び湾奥に10%以下の貧酸素水が出現し、11月に回復する。
- 2 シャコは溶存酸素量が10%程度になると、活性が失われ、へい死にいたるものも出現しよう。
- 3 底層の溶存酸素量は表層と底層の水温差との間に負の相関がみられる。

引用文献

INGHAM, M. C., S. K. COOK, K. A. HAUSKNECHT (1977): Oxycline characteristics and skipjack tuna distribution in the Southeastern Tropical

- Atlantic. , Fish. Bu11. 5 : 857-865.
- 今林博道 (1983) : 日水誌, 49(1), 7-15.
- 柿野 純 (1986) : 東京湾奥部における貝類への死事例特に貧酸素水の影響について, 水産土木, 23(1) (通巻45 : 別冊).
- 佐藤善徳 (1979) : 海底泥による溶存酸素消費の室内実験について, 東海区水産研究所研究報告, 第98号, (別冊).
- 城 久 (1986) : 大阪湾における富栄養化の構造と富栄養化が漁業生産におよぼす影響について, 大阪府水産試験場研究報告, 第7号, 12-13.
- 矢沢敬三, 土屋久男, 池田文雄 (1986) : 東京湾及び相模湾の底質について, 神奈川県水産試験場研究報告, 第7号, 5-16.
- 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 日本水産学会春季大会講演要旨集.