

東京湾の長期的水質変化について— I

水温・塩分・底層の溶存酸素量の変化

田辺 伸・山口 利夫

はじめに

千葉県水産試験場の東京湾水質調査は、1947年9月からイワシ資源調査の一環として沿岸部の調査を実施したことに始まる。1948年からは浅海漁業の指導指標とするために、沖合部5点を加え、さらに1952年からは沖合部15点、沿岸部10点とし奇数月1回、年5回とした。1956年からは水質項目が増加するとともに、年6回観測体制となった。ついで1966年8月から月1回、年12回体制となるとともに、神奈川県水産試験場金沢分場と共同調査体制をとった。1974年度には、公共用水域の水質調査との兼ね合いから、沖合部調査点に1年間欠測が生じた。その後1990年、1991年に調査点の整理統合を行い沖合部23点、沿岸部17点とし、現在に至っている。

東京湾の水質調査は、現在様々な自治体・試験研究機関が行っているが、50年近くのデータが蓄積している例は他にはない。

一方、これらのデータは1968年に関らが1956、1957年と1965、1966年について水質の比較と海域区分を試みるとともに1956～1965年までの調査結果を資料として掲載している。¹⁾ 1972年には海老原が1956～1970年までの水質変化を、²⁾ また1973年に海老原が1960～1972年までの調査結果から漁業とアンモニア態窒素の関係を明らかにしている。³⁾ さらに最近では、木所らが1982～1991年の水質変動について報告している。⁴⁾ しかしいずれの報告も比較的短期間の変動を捕らえたものであり、また取り扱った水質項目も限られている。

また東京湾の水質は、気象に伴う変動とともに、1950年代から始まった臨海工業用地の造成と都市化による人口増等経済的・社会的な要因で変化していると考えられる。しかしこれら以前の時期から、現在に至る変化を比較した報告がない。

そこで第1報として、1947年から1994年までの東京湾の水温、塩分および底層の溶存酸素量の調査結果を取りまとめ、この間の変動を現象面からとらえるとともに若干の解析を行った。

資料と方法

調査点は先に述べたように、調査開始から現在まで様々な要請に応じた増設、または埋立によって消失したもの等の増減がある。その中でも比較的早くから設定され、現在も引き続き調査している7点を選んだ。さらにこれらを、のり・貝類漁場に近い船橋、地理的・海況的な面から湾北部(St. 2, St. 3, St. 15)および湾南部(St. 6, St. 8, St. 9)の3つの海域に分けた(図1)。なおそれぞれの水深は船橋が5m、湾北部はSt. 2が14m、St. 3が18m、St. 15が11m、湾南部はSt. 6が28m、St. 8が20m、St. 9が17mである。

ついでそれぞれの調査点の水温、塩分および底層の溶存酸素量の測定値から各調査回毎に、海域別の平均値および年間平均値を求め、グラフ化した。なお、底層の溶存酸素量の年間平均は、夏季に生物への影響が大きい水準まで低下するため、5～10月までに限ってあらわした。

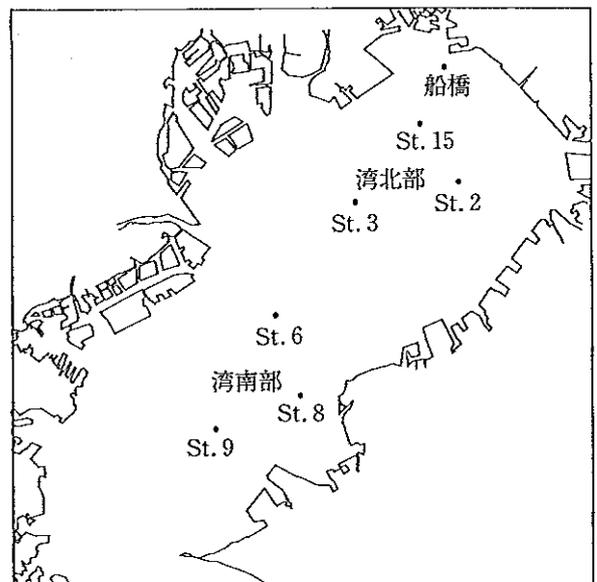


図1 調査点と海域区分

湾北部: St. 2, St. 3, St. 15

湾南部: St. 6, St. 8, St. 9

一方各海域の長期的な変動の傾向を把握するためには、奇数月に行われた1966年までのデータと毎月行われたその後のものを、同じレベルで評価する必要がある。このため水温と塩分については、1947年から1994年までの各海域の月別平均値を求めた。ついで月別平均値と測定値の偏差を求め、さらに変動傾向を明確にするため、これを13か月移動平均しグラフ化した。し

かし溶存酸素量に限っては、水産動物への影響を考慮した場合、相対値より絶対値であらわすほうが実態に即しているため、上記の処理を行わなかった。

なお、グラフ作成にあたっては、市販グラフソフト Lotus R24Jを用いた。

各水質項目の測定・分析法は、表1に示した。

表1 東京湾水質観測における調査・分析方法

項目	調査年	調査・分析方法
採水	昭和22~63年	北原式B号採水器, バケツ
	平成元年~	ナンセン式転倒採水器, バケツ
水温	昭和22~63年	棒状水温計
	平成元年~	転倒式水温計, 棒状水温計
塩分	昭和22~48年	海洋観測指針改良法 硝酸銀滴定 試水5
	昭和52年2月~	サリノメーター
溶存酸素量	昭和22年~	ウインクラー・窒化ナトリウム変法

結果と考察

1. 水温

表2に各海域の通算最高・最低・平均水温, 図2, 3, 4に各海域の調査回毎の表層平均水温の推移を示す。

1947~1994年の全体の平均水温は17.3℃で、館山および千倉の南房総海域定地観測値に比べ約1℃低い。また最高・最低水温の振幅が大きく、半閉鎖性海域の特徴をあらわしている。

海域間では船橋の変動が大きく、湾南部のそれが小さい。湾北部は両者の中間である。これは湾奥ほど、また水深が浅いほど気象の影響を受けやすいことや、

表2 水温(℃)の各海域における通算最高・最低・平均値

		1947~1994年		
		最高	最低	平均
全	域	32.4	4.7	17.3
船	橋	30.4	4.7	17.1
湾	北 部	30.9	6.0	17.6
湾	南 部	29.5	6.4	17.3

*: 全域は、7調査点の数値。

** : 各海域の数値は、調査回毎の平均値

一方南部は湾口部に比較的近いことから、変動幅の小さい外洋系水の影響を受けやすいことが影響していると考えられる。

夏季の最高水温は7月または8月に出現している。1966年までは夏季の観測が7月であるが、3海域のいずれかの最高水温がおおむね30℃前後の高い年は、1962年、1966~1969年、1971年、1974年、1975年、1978年、1981年、1987年、1994年である。なお1962年7月には、St. 15で東京湾観測史上最高の32.4℃が記録されている。

1966年までは夏季の観測が7月に限られるため除外するが、最高水温がおおむね25℃より低い年は、1991~1993年である。

最低水温は2月に出現している。1966年までは冬季の観測が1月に限られるため除外するが、9℃前後の比較的高い年は、1969年、1972年、1973年、1979年、1983年、1992年である。一方、2月の水温が1月のそれより低いことから、1947~1966年も含めて最低水温が6~7℃の比較的低い年は、1948年、1951年、1957年、1961年、1963年、1966年、1967年、1984年、1986年、1994年である。なお1948年1月には、船橋で東京湾観測史上最低の4.7℃が記録されている。

図5, 6, 7に各海域の表層水温偏差の13か月移動平均を示す。

各海域の月別平均水温との偏差の移動平均は、同位相で推移しているが、単一の海域で異なる場合もある。偏差の13か月移動平均水温が $+0.5^{\circ}\text{C}$ 以上を高い、 -0.5°C 以下を低いと評価すると、平均より高いのは、船橋では、1953年、1959～1962年、1965～1967年、1972年、1973年、1978～1980年、1983年、1990年、1991年、1994年、湾北部では、1959年、1960年、1961～1963年、1966年、1973年、1975年、1978年、1979年、1983年、1987年、1990年、1994年、湾南部では、1954年、1955年、1959年、1960年、1962年、1963年、1975年、1978～1980年、1983年、1987年、1990年、1994年である。

平均より低いのは、船橋では、1948～1950年、1956年、1957年、1970年、1971年、1982～1987年、1989年、1992年、1993年、湾北部では、1953年、1954年、1956～1958年、1964年、1970年、1971年、1976年、1977年、1985年、1986年、1989年、1993年、湾南部では、1952年、1953年、1956～1958年、1964年、1970年、1976年、1977年、1984年～1986年、1993年である。

海域ごとには、船橋と湾北部の偏差の変動が大きく、湾南部は小さい。

図8に各海域の表層の年間平均水温の推移を示す。

表2の通算平均水温を基準にして、年間平均水温が高めで推移したのは、船橋のみでは、1953年、1954年、1964年、1977年、湾北部のみでは、1952年、湾南部のみでは、1988年、1992年、船橋と湾北部では、1972年、船橋と湾南部では、1991年、湾北部と湾南部では、1955年、1987年、全域に共通している年では、1959～1962年、1965～1967年、1973年、1978年、1979年、1983年、1990年および1994年である。

一方、年間平均水温が低めで推移したのは、船橋のみでは、1948年、1949年、1987年、湾北部のみでは、1954年、湾南部のみでは、1972年、船橋と湾北部では、1989年、1992年、船橋と湾南部では、1952年、湾北部と湾南部では、1953年、1954年、1964年、1969年、1977年、1980年、全域に共通している年では、1956～1958年、1963年、1968年、1970年、1971年、1976年、1982年、1984年、1985年、1986年、1993年である。

隣接している海域は共通する年が多い。また全域で共通して同じ傾向を示しているのは、広域的に影響を与える気象的要因が作用し、一方、単独で傾向が異なる場合は、局部的なもの、例えば外洋系水の波及、底層水の湧昇、河川水の流入等海況的な要因が作用していると推察される。今後順次検討していく必要がある。

2. 塩分

表3に各海域の通算最高・最低・平均塩分、図9、10、

11に各海域の調査回毎の表層平均塩分の推移を示す。

1947～1994年の全体の平均表層塩分は30.03で、初夏～秋に塩分が低く、冬季を中心に塩分が高い。塩分が低くなるのは、5～10月で、7～9月に現れる例が多い。一方、塩分が高くなるのは12～3月で、1～3月に現れる例が多い。夏季を中心に塩分が低くなるのは、梅雨、秋雨時期の降雨が河川水を通して東京湾に流入すること、さらに成層が形成され上下混合の起こりにくい海況になるためである。逆に冬季に塩分が高くなるのは、降水量が少ないことと上下混合が盛んになり、底層の高塩分水と混じるためであると考えられる。最高・最低塩分の振幅が大きい、最高塩分の経年変動は小さく、最低塩分の経年変動が大きい。水温と同様半閉鎖性海域の特徴をあらわしている。

海域間では船橋の変動が大きく、湾南部のそれが小さい。湾北部は両者の中間である。これは湾奥ほど流入河川が近いことや、一方、湾南部は湾口部に比較的近いことから、変動幅の小さい外洋系水の影響を受けやすいことが影響していると考えられる。

湾南部は、先に示したように外洋系水の影響を受けやすいため、最高塩分がほぼ32.00を超えている。船橋および湾北部では、31.00～32.00の間にあることが多い。また1950年代後半までの船橋の最高塩分は、湾北部のそれに比べ高めで推移しているが、これ以降は逆転し、湾北部のほうが高めになっている。

1966年までは1か月おきの観測であるため除外するが、船橋および湾北部の最低塩分が25.00以上の高い年は、1972年、1976年、1978～1980年、1984年、1987年、1988年、1992年、1994年である。なお1965年9月には、St. 2、St. 3およびSt. 15で東京湾観測史上最高の34.04が記録されている。

一方、1947～1966年も含めて、船橋および湾北部の最低塩分が25.00以下の低い年は、1950年、1953年、1958年、1959年、1966年、1968年、1969年、1977年、

表3 塩分の各海域における通算最高・最低・平均値

		1947～1994年		
		最高	最低	平均
全	域	34.04	5.89	30.03
船	橋	32.70	7.73	29.43
湾	北 部	34.04	11.95	29.47
湾	南 部	32.92	19.96	30.76

*: 全域は、7調査点の数値。

** : 各海域の数値は、調査回毎の平均値

1982年, 1983年, 1985年, 1986年, 1989年, 1991年, 1993年である。このうち1950年, 1953年, 1968年, 1985年, 1986年, 1989年, 1991年は, 湾南部でも塩分が低くなっている。なお1969年8月には, St. 3で東京湾観測史上最低の5.89が記録されている。

図12, 13, 14に各海域の表層塩分偏差の13か月移動平均を示す。

各海域の月別平均塩分との偏差の移動平均は, 同位相で推移しているが, 単一の海域で異なる場合もある。この値が+0.5以上を高い, -0.5以下を低いと評価すると, 平均より高いのは, 船橋では, 1948年, 1952年, 1954~1957年, 1961~1964年, 1967年, 1970年, 1975~1980年, 1982年, 1984年, 1987年, 1994年, 湾北部では, 1955年, 1962~1965年, 1972年, 1978~1980年, 1982年, 1984年, 1987年, 1992年, 1994年, 湾南部では, 1952年, 1955年, 1956年, 1962~1964年, 1967年, 1978年, 1979年, 1984年, 1987年, 1994年である。

平均より低いのは, 船橋では, 1949年, 1950年, 1953年, 1958年, 1959年, 1965年, 1966年, 1971年, 1983年, 1984年, 1986年, 1989年, 1990年, 1992年, 1993年, 湾北部のみでは, 1953年, 1957~1959年, 1961年, 1966年, 1968年, 1969年, 1989~1991年, 湾南部では, 1954年, 1959年, 1961年, 1968年, 1975年, 1983年, 1989年, 1991年である。

海域ごとには, 船橋と湾北部の偏差の変動が大きく, 湾南部は小さい。

図15に各海域の表層の年間平均塩分の推移を示す。

表3の通算平均塩分を基準にして, 年間平均塩分が高めで推移したのは, 船橋のみでは, 1948年, 1954年, 1957年, 1961年, 1971年, 湾北部のみでは, 1960年, 1965年, 1992年, 湾南部のみでは, 1973年, 1977年, 1993年, 船橋と湾北部では, 1956年, 1972年, 1976年, 船橋と湾南部では, 1952年, 1969年, 湾北部と湾南部では, 1988年, 1990年, 全域に共通している年では, 1955年, 1962~1964年, 1967年, 1970年, 1978~1980年, 1982年, 1984年, 1987年, 1994年である。

一方, 年間平均塩分が低めで推移したのは, 船橋のみでは, 1949年, 1988年, 1990年, 1992年, 湾北部のみでは, 1952年, 1969年, 1973年, 湾南部のみでは, 1976年, 船橋と湾北部では, 1983年, 船橋と湾南部では, 1960年, 1965年, 湾北部と湾南部では, 1954年, 1957年, 1961年, 全域に共通している年では, 1950年, 1953年, 1958年, 1959年, 1966年, 1968年, 1971年, 1977年, 1985年, 1986年, 1989年, 1991年, 1993年である。

水温と同様, 全域で共通して同じ傾向を示しているのは, 広域的に影響を与える気象的要因が作用し, 一方, 単独で傾向が異なる場合は, 局部的なもの, 例えば外洋系水の波及, 底層水の湧昇, 河川水の流入等海況的な要因が作用していると推察される。

年間平均塩分の推移から, 変動の大きい時期は, 1984年を除いて概して低塩分時であり, 変動の小さい時期は比較的高塩分で各海域間の差が小さい。

1963年までは, 船橋の塩分が, 1958年を除いて湾北部より高く推移していたが, 1964年から逆転しそれ以降概して湾北部が高く推移している。この一つの原因は, 埋立による地形変化によると考えられる。1950年代のSt. 船橋は埋立が進んでいなかったため, 相対的に沖側に位置していた。一方, この時以後の埋立に伴い, St. 船橋は沿岸に位置するようになっていく。沿岸低塩分水によって船橋の塩分が低くなったことが, 湾北部との順序の入れ替えに結びついたものと推察される。

また1994年は異常に降水量が少なく, 塩分が上昇しているが, 近年は湾北部と船橋に低塩分化の傾向が見られる。単に降水量が増加した訳ではなく, 流域下水道の流入量の増加が影響しているとの推察がある。

3. 底層の溶存酸素

表4に各海域の通算最高・最低・平均溶存酸素量, 図16, 17, 18に各海域の調査回毎の底層の平均溶存酸素量の推移を示す。

1947~1994年の全体の平均溶存酸素量は4.1ml/lで, 単一の調査点での底層の溶存酸素量は, 最高が10.2ml/l, 最低が0 ml/lである。海域ごとの平均は, 船橋が4.8 ml/l, 湾北部が3.6ml/l, 湾南部が4.0ml/lである。

底層の溶存酸素量は, 成層が形成され上下混合が起こりにくい夏季を中心に低下し, 上下混合が盛んになる冬季を中心に上昇する。成層の形成される5~10月に限れば, それぞれ平均3.9, 2.2, 2.9ml/lである。

表4 溶存酸素量(ml/l)の各海域における通算最高・最低・平均値

		1947~1994年		
		最高	最低	平均
全	域	12.7	0	4.1
船	橋	12.7	0	4.8
湾	北 部	8.1	0.1	3.6
湾	南 部	7.4	0.7	4.0

*: 全域は, 7調査点の数値。

** : 各海域の数値は, 調査回毎の平均値

St. 船橋は水深が5 mで、通常夏季の水深10~15 mに形成される躍層よりも浅い。船橋が高いのは、躍層から上層の溶存酸素の高い水が覆いやすいためと考えられる。湾北部の平均水深は14.3 m、湾南部のそれは21.7 mで、湾南部のほうが深く、それだけ低酸素化しやすい要素がある。それでも湾北部の溶存酸素量が低いのは、この海域に有機物の流入が多く、底層の溶存酸素が消費されやすい。一方、湾南部が高いのは、地理的に有機物の流入が少なく、また内房域からの溶存酸素の高い水の波及があるためと考えられる。

平均溶存酸素量の推移から、船橋の変動が最も大きい。次いで湾北部の変動が大きく、湾南部の順に変動が小さい。船橋の変動が大きいのは、先に述べたように水深が浅く高溶存酸素の水に覆われやすい一方、低酸素の底層水の波及もあるためと考えられる。また赤潮の原因である植物プランクトンの光合成によって、溶存酸素量が異常に高くなることもある。湾南部の変動が中でも小さいのは、先に述べたと同様の要因によると思われる。

水産動物に影響がでると考えられる溶存酸素量は、一般的に3 ml/l以下であるといわれている。1947年以前にも、これを下回る溶存酸素量が出現した可能性はあるが、船橋で観測されたのが1955年からである。その後3~4年毎に3 ml/l以下に低下したが、1967年以降、夏季に慢性的な低下がみられる。湾北部は、1957年から3 ml/lを下回り、1959年以降慢性的に低下している。また湾北部はグラフの谷幅が広い。これは低下が長期間におよんでいることを示している。さらに溶存酸素量が1 ml/l以下の年が、3海域の中でもっとも多い。湾南部では、1958年から3 ml/lを下回り、以後慢性的に低下している。しかし1 ml/l以下の年数が3海域の中でもっとも少ない。

図19に各海域の底層の年間平均溶存酸素量の推移を示す。

夏季に限った底層の溶存酸素量の年間平均は、通算年間平均と同様、船橋が高く、湾北部が低い。湾南部は両者の中間である。また変動幅は船橋が大きい。

船橋は変動が激しいが、1959年から低下傾向がみられ、1968年から3 ml/lを下回る年数が多い。湾北部は、1989年、1993年に3 ml/lを超えているが、1959年から3 ml/lを下回り、以後1994年までこの水準で推移している。湾南部は、1959年から3 ml/lを下回り、以後1994年まで3 ml/l前後で推移している。また3つの海域の溶存酸素のレベルが、1968年以降同様に低いことが、これは、底層の低酸素水の広がりが大きいことをあらわし

ている。青潮によるアサリ等貝類のへい死記録は、1955年からあり、1978年、1985年、1986年、1988年に顕著である。低酸素水の広がりが、規模の大きな青潮を引き起こし、貝類のへい死を招いたと推察される。なお、1994年には9月に発生した大規模青潮により、千葉北部漁場のアサリが約2,700トンへい死している。

おわりに

水温は、気象の影響を受けることが広く知られている。半閉鎖水域である東京湾はその影響を顕著に受けるが、本報では気象と水温の相関等については触れていない。東京湾の水温変動は、のり養殖業にとって非常に重要である。また貝類漁業、さらに漁船漁業にとっても、夏季の成層化と低酸素水の生成が、水温に依存することから、非常に重要である。今後これらのデータをもとに、気象との関係を明らかにするとともに、水温予測ができるよう整備することが必要であろう。

塩分は降水量、外洋水の波及のほか河川水によって変化する。近年は降水量が減少しているものの、低塩分化傾向がある。流域人口の増加が、河川水量の増加につながっていると推察されている。自然科学的な面ばかりでなく社会的・経済的な面からも研究が必要と考える。

溶存酸素は、水産動物にとって不可欠なものである。しかし夏季の湾奥底層の溶存酸素はしばしば無酸素状態となり、水産生物の生息を許さない。さらに北東風の連吹によって青潮が発生し、浅海漁場の生物さえもへい死する。

今回は、溶存酸素の推移についてのみ報告したが、本来は水温・塩分の鉛直構造から解析すべきものである。報告書作成の間、この点の若干の解析を行ったが、残念ながら本報に掲載するには至らなかった。次報以降で取扱いたい。

また上記の項目の他、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、リン酸態リンおよびCODの調査も実施している。これらも次報以降の課題とするとともに、水産生物との関連性等も研究していきたい。

最後に、1947年から蓄積されたデータは、調査に携わった調査担当者、分析担当者、調査船舶職員、千葉北部地区の漁業協同組合の関係者およびその他の職員の長年の労苦の賜物である。先輩諸兄に深く感謝の意をあらわすとともに、ご努力に報いるよう今後の解析を行っていきたい。

要 約

- 1) 1947年から1994年までの千葉県水産試験場の東京湾水質調査結果をもとに、内湾の継続して観測している7つの調査点を、船橋、湾北部、湾南部の3つの海域に分け、水温、塩分および底層の溶存酸素量の動向を取りまとめるとともに、若干の解析を行った。
- 2) 各海域の調査回毎の表層平均水温の推移から、東京内湾は周年変動の振幅が大きく、半閉鎖的な海域の特徴をあらわしていた。また海域ごとには、船橋と湾北部の水温変動が大きく、湾南部は小さかった。
- 3) 3海域のいずれかの夏季の最高水温および冬季の最低水温が、高い年と低い年を明らかにした。
- 4) 各海域の表層水温の月別平均値との偏差の13か月移動平均から、水温の変動傾向を明らかにした。3海域はおおむね同位相で推移したが、単一の海域で異なる場合もあった。また海域毎には、船橋と湾北部の偏差の変動が大きく、湾南部は小さかった。
- 5) 各海域の表層の年間平均水温の推移から、長期的な傾向を明らかにした。
- 6) 各海域の調査回毎の表層平均塩分の推移から、水温と同様周年変動の振幅が大きく、半閉鎖的な海域の特徴をあらわしていた。また海域ごとには、船橋の変動が大きく、湾南部が小さかった。湾北部は領海域の中間であった。
- 7) 3海域の表層最高塩分および最低塩分が、高い年と低い年を明らかにした。
- 8) 各海域の表層塩分の月別平均値との偏差の13か月移動平均から、塩分の変動傾向を明らかにした。3海域はおおむね同位相で推移したが、単一の海域で異なる場合もあった。また海域毎には、船橋と湾北部の偏差の変動が大きく、湾南部は小さかった。
- 9) 各海域の年間平均表層塩分の推移から、長期的な傾向を明らかにした。

- 10) 各海域の調査回毎の底層の平均溶存酸素量の推移から、水温および塩分と同様周年変動の振幅が大きかった。また海域ごとには、船橋の変動が最も大きく、次いで湾北部、湾南部の順で小さかった。
- 11) 底層の溶存酸素量は船橋が最も高く、ついで湾南部、湾北部の順に低かった。
- 12) 各海域の底層の年間平均溶存酸素量の推移から、夏季(5~10月)の底層の溶存酸素は、1959年頃から低下傾向が認められた。同時に、湾北部と湾南部で生物に影響を及ぼすと考えられる3 ml/l前後に達し、船橋では1968年から3 ml/lを下回る年が多くなった。

文 献

- 1) 関達哉・青木邦昭・宮沢公雄(1968):最近の東京内湾千葉県沿岸部における水質について、東京内湾の海洋調査資料・その1,千葉県内湾水産試験場,年報別冊-1.
- 2) 海老原天生(1972):最近の東京内湾千葉県沿岸部における水質について、水産海洋研究会報,20,20~38.
- 3) 海老原天生(1973):東京内湾の漁業と環境変化について、千葉県内湾水産試験場調査研究報告,14,40~48.
- 4) 木所英昭(1993):最近の東京湾千葉県沿岸部における水質変動,千水試研報,51,49~54.
- 5) 野村英明(1994):東京湾の流動,環境,生態系の動態研究に関するアプローチ,口頭発表.
- 6) 柿野純・松村皐月・佐藤善徳・加瀬信明(1987):風による流れと青潮の関係,日水会誌,53,8,1475~1481.
- 7) 田村静夫(1970):東京内湾海域の水質変動と漁業生産,海洋科学,2,751~759.
- 8) 柿野純(1992):アサリ漁業をとりまく近年の動向,水産工学,29,1,31~39.

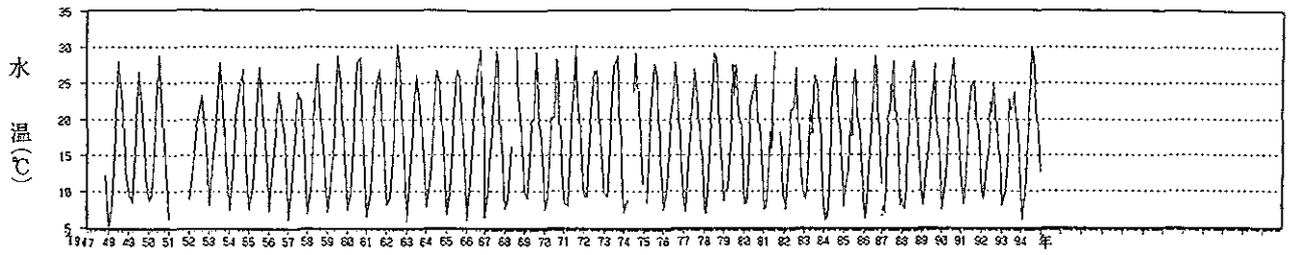


図2 船橋の調査回毎の表層水温の推移

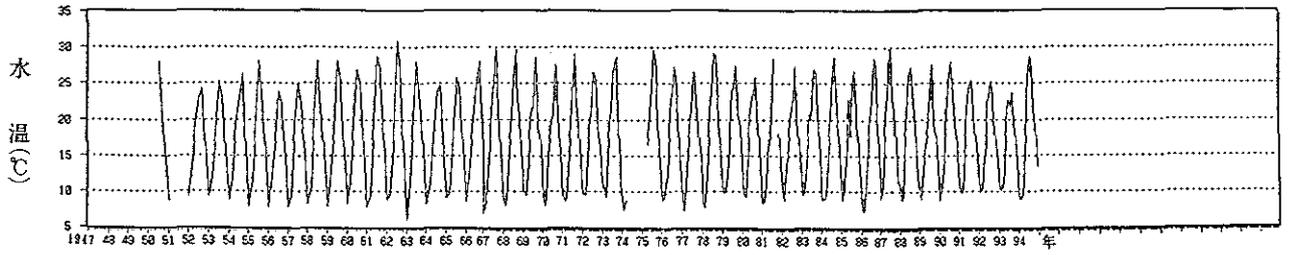


図3 湾北部の調査回毎の表層平均水温の推移

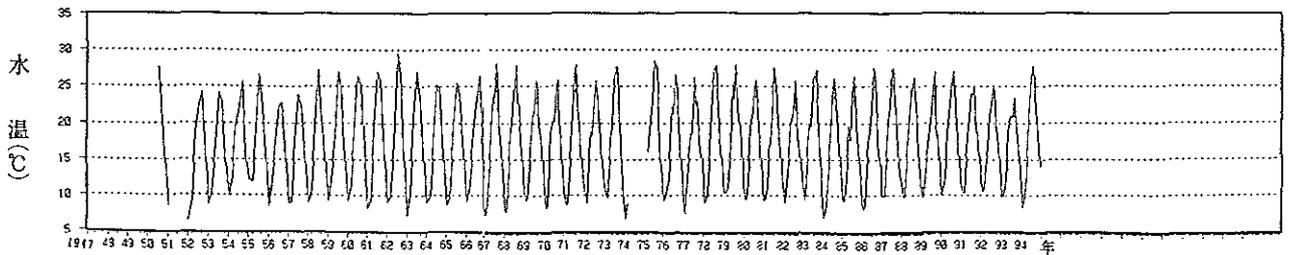


図4 湾南部の調査回毎の表層平均水温の推移

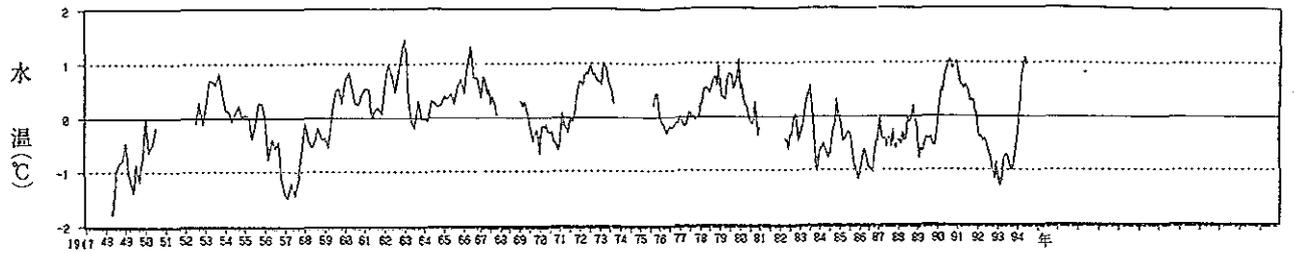


図5 船橋の表層水温偏差の13カ月移動平均

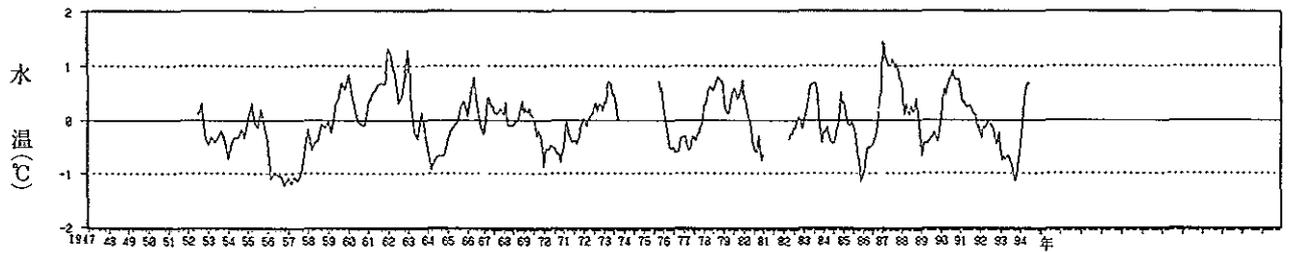


図6 湾北部の表層水温偏差の13カ月移動平均

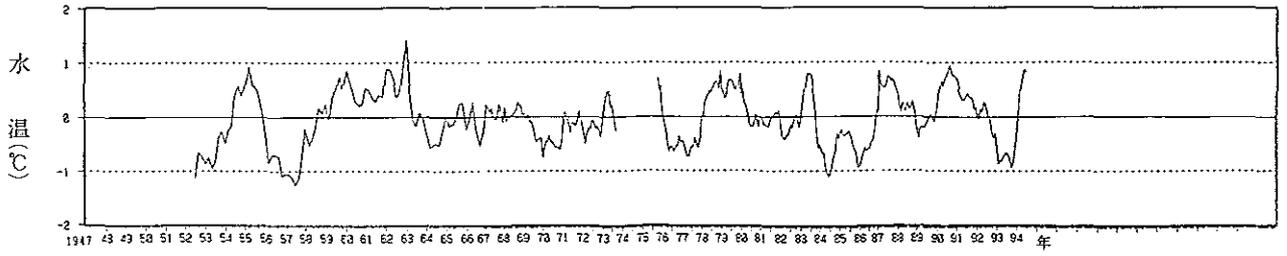


図7 湾南部の表層水温偏差の13カ月移動平均

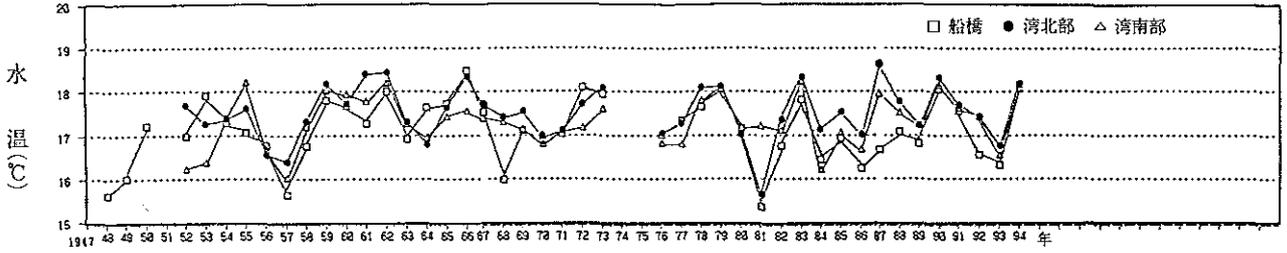


図8 各海域の表層の年間平均水温の推移

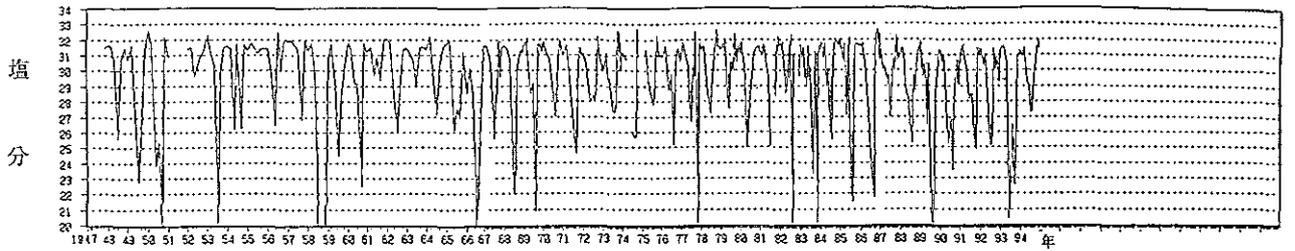


図9 船橋の調査回毎の表層塩分の推移

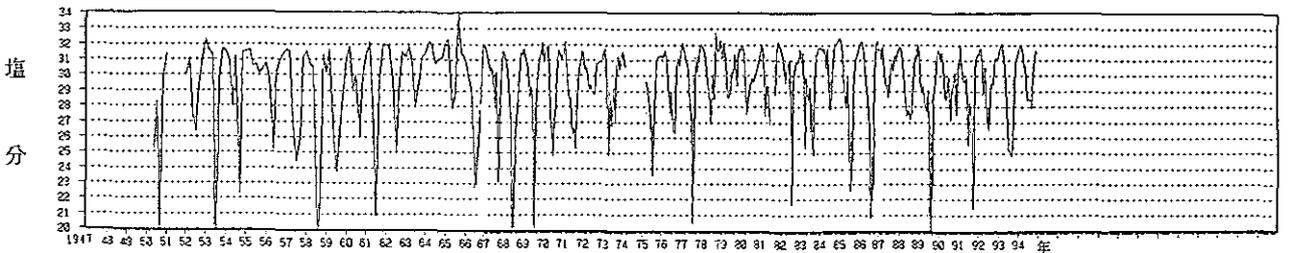


図10 湾北部の調査回毎の表層平均塩分の推移

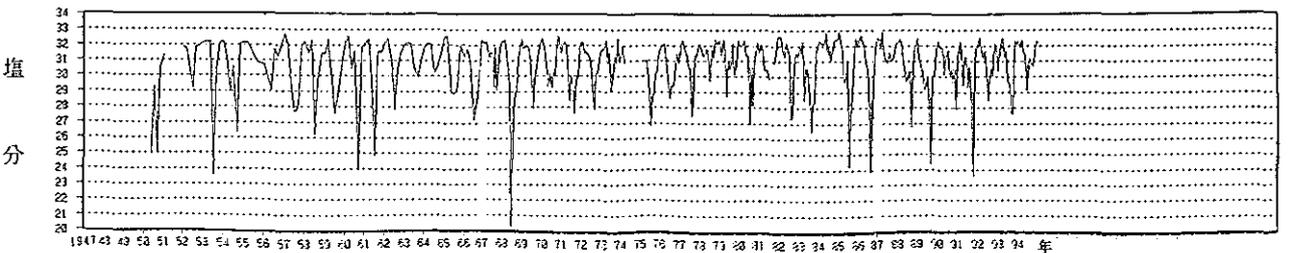


図11 湾南部の調査回毎の表層平均塩分の推移

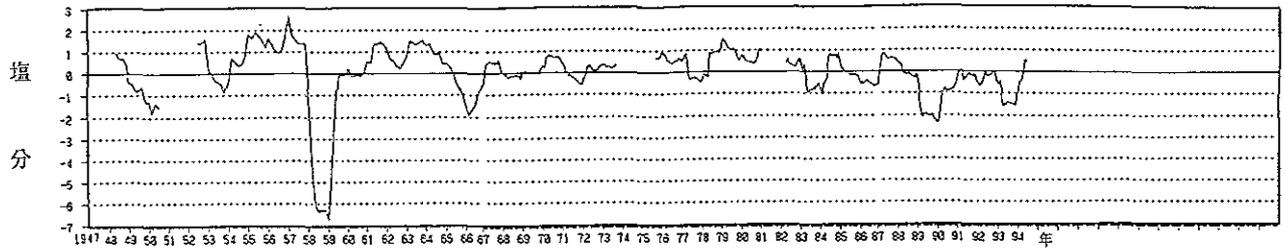


図12 船橋の表層塩分偏差の13カ月移動平均

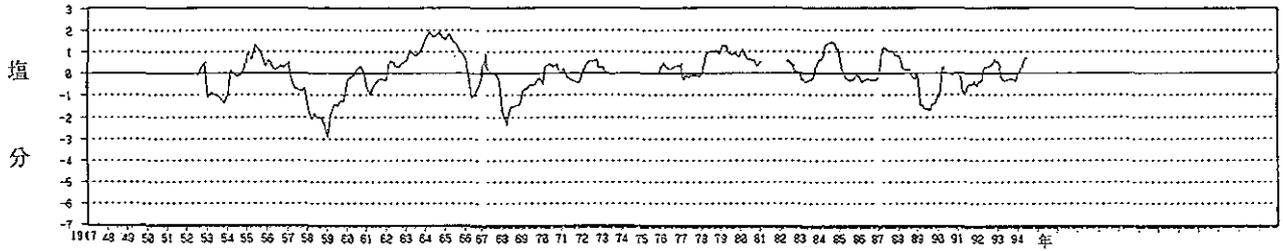


図13 湾北部の表層塩分偏差の13カ月移動平均

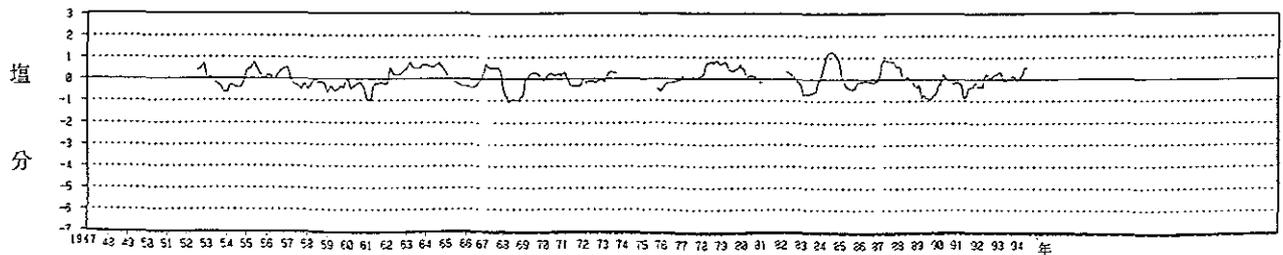


図14 湾南部の表層塩分偏差の13カ月移動平均

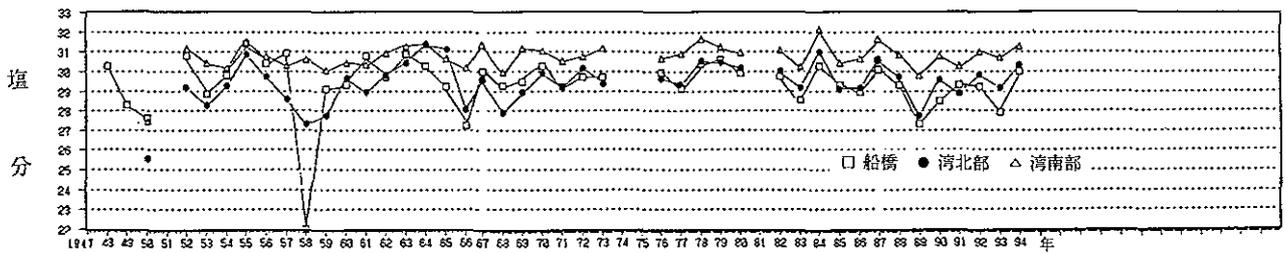


図15 各海域の表層の年間平均塩分の推移

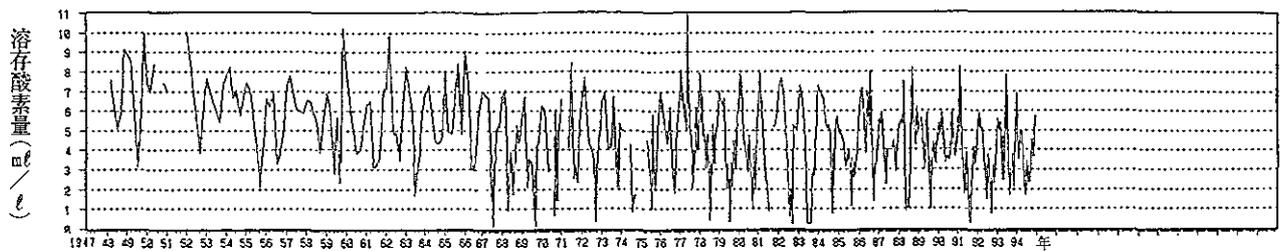


図16 船橋の調査回毎の底層の溶存酸素量の推移

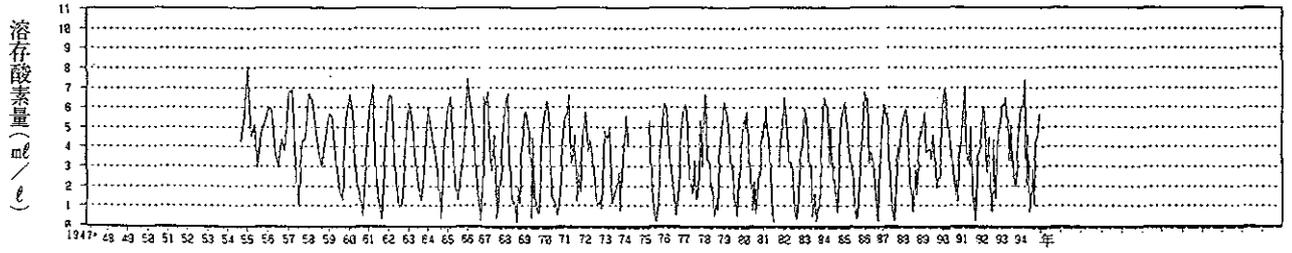


図17 湾北部の調査回毎の底層の平均溶存酸素量の推移

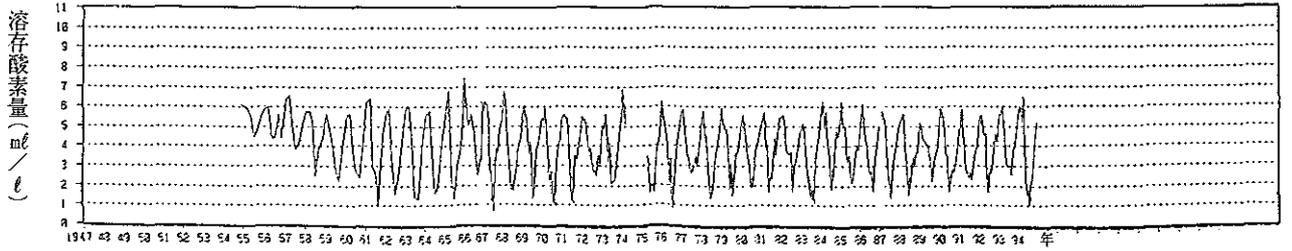


図18 湾南部の調査回毎の底層の平均溶存酸素量の推移

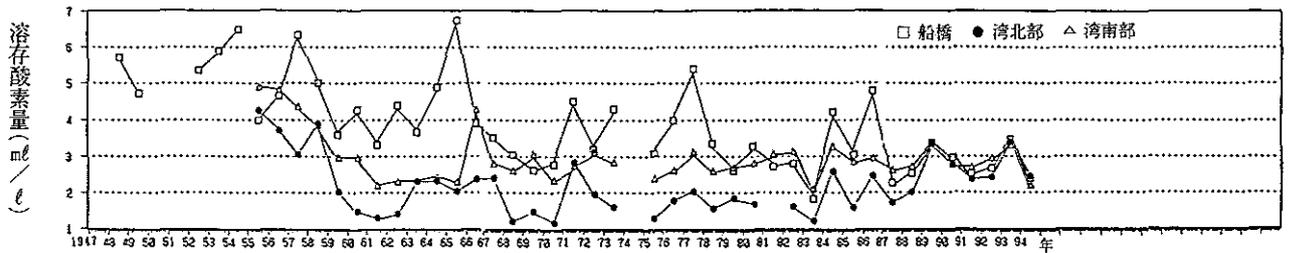


図19 各海域の底層の年間平均溶存酸素量の推移