

呉港における海況諸要素の季節変動とその変動要因

松田 治・岸本 幸典・濱崎 聡*

広島大学生物生産学部, 東広島市 724

1990年9月26日 受付

要 旨 呉港の広島大学練習船基地における海況を1989年4月より1年間継続観測しその季節変動に関し次の知見を得た。

- 1) 海水の鉛直密度構造は5~9月が成層期, 10~12月が鉛直混合期で, 1~4月には表層のみに弱い密度成層が認められた。
- 2) 水温は気温の変動に従うが成層期の水温は深度層を増すにつれて位相を遅らせて変動した。塩分の変動は表層ほど大きく, 梅雨および台風の影響を受けて7, 9月に低く, 12月に最高となった。
- 3) クロロフィル *a* は春から秋にかけて高く, 冬には低かった。一般に塩分と負の相関関係を示すが8月の表層では“夏枯れ”現象を引き起こした。
- 4) 透明度の季節変動も明瞭でクロロフィルと負の, また塩分と正の相関関係を示した。月別平均値は7月に最低, 1月に最高となった。
- 5) 呉港の海況は二河川からの淡水流入の影響を受け, これが塩分と栄養塩の供給を変動させ, 日射量の季節変動とともに植物プランクトン量と透明度の季節変動をもたらすと判断された。

緒 言

広島大学付属練習船基地の施設が広島県呉市宝町に完成し, 1988年11月よりその供用が開始された(広島大学生物生産学部, 1989)。同基地は練習船「豊潮丸」の定繋母港としての機能の他に呉港を中心とした調査・研究の拠点としての性格を兼ね備えている。従って基地を中心とした調査や観測, 研究用試料の採取の機会が今後増大する状況にある。このような調査・研究の立案実施に当っては, 同基地周辺における海況とその季節の変動様式に関する情報が基本的に必要である。以上のような観点から同基地において1989年4月から1990年4月までの1年間周年にわたる海況観測を実施した。また同基地は二河川の河口に近いので, この河川水の流入が基地の海況におよぼす影響を把握する目的で, 二河川河口地点における観測も合わせて行った。両地点における観測結果から, 二点間の海況要素の変動関係とともに呉港における海況の変動が, 主として, どのような要因によっているかを考察し, さらに呉港周辺および広島湾の海況との異同について検討した。

従って, 本稿はあくまで練習船基地の開設にともなって必要となった呉港の海況とその季節変動に関するごく基本的な情報を提供するものであり, それらの変動機構を深く追求したものではない。対象海域の海況変動特性を理解する上で湯浅ら(1984, 1985)の研究を, 河口・沿岸域における栄養塩の動態を理解する上で才野(1985), 服部(1986)らの研究を参照した。

観 測 方 法

観測地点と調査日時 海況諸要素の観測は呉港の広島大学練習船基地(Kure Marine Station, Hiroshima University) 桟橋の定点と, 二河川河口付近のかもめ橋直下の2定点において実施した(Fig. 1)。

観測は1989年4月20日から1990年4月11日の間59回実施した。観測の頻度は4月から9月にかけては週2

* 現勤務先, エヒメ水産, 愛媛県越智郡伯方町, 794-23

回を原則とし、10月から3月には週1回程度実施した。観測は通常午後2時から3時の間に行い、天候と合わせて観測時の潮候を満潮、干潮、上げ潮、下げ潮に分けて記録した。二河川河口の定点は感潮部に位置するためこの点での観測は前述の観測機会のうち潮位の高い時のみ22回実施した。

海況諸要素の測定 採水は北原式採水器を用いて行い、基地の定点（北緯 $35^{\circ}14.3'$ 、東経 $132^{\circ}33.2'$ ）では表層（0 m）、5 m 層、底層（海底上 1 m；B-1 m と表記）の3層から、また二河川河口の定点では表層水を採取した。水温の測定は、棒状温度計により行い、その際同時に気温の測定も行った。透明度は直径 30 cm の Secchi 板を用いて、また塩分は誘導型サリノメーター（YEO-KAL 601MK-V 型）を用いて測定した。植物プランクトン現存量の指標となるクロロフィル *a* (chl. *a*) の定量は、STRICKLAND and PARSONS (1972) の測定方法に従った。海水中に存在する有機物等の還元性物質の量を知る尺度として COD（化学的酸素要素量；Chemical Oxygen Demand）の測定を行った。ただし今回測定したのは濾過海水中の COD であり溶存性物質の COD に相当する。即ち、試水を孔径 $0.45 \mu\text{m}$ のメンブランフィルターで吸引濾過したのち濾液を凍結保存し、測定の際に解凍して使用した。測定はアルカリ性過マンガン酸カリウム法により行った（日本海洋学会，1979）。

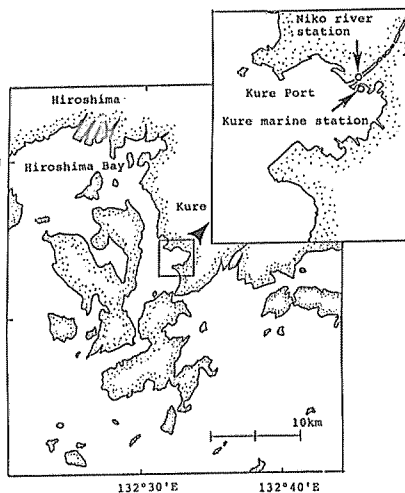


Fig. 1. Location of stations at Kure Port (Kure Marine Station, Hiroshima University) and at Niko River, Hiroshima prefecture, Japan.

結 果

気温・水温の季節変動 呉港定点における気温と水温の季節変動の観測結果を Fig. 2 に示した。気温と表層の水温は、ともに4月下旬から7月下旬にかけて上昇し、7月25日の気温 33.2°C 、水温 28.4°C をピークとして8月下旬から下降をはじめた。水深 5 m 層の水温は9月11日に 25.7°C のピークを、底層の水温はさらに遅れて9月29日に 24.8°C のピークを示し、いずれもその後ゆるやかに下降した。

次に気温と水温の月別平均値の変動を Fig. 3 に示した。この図では短期変動が表現されない代わりに、

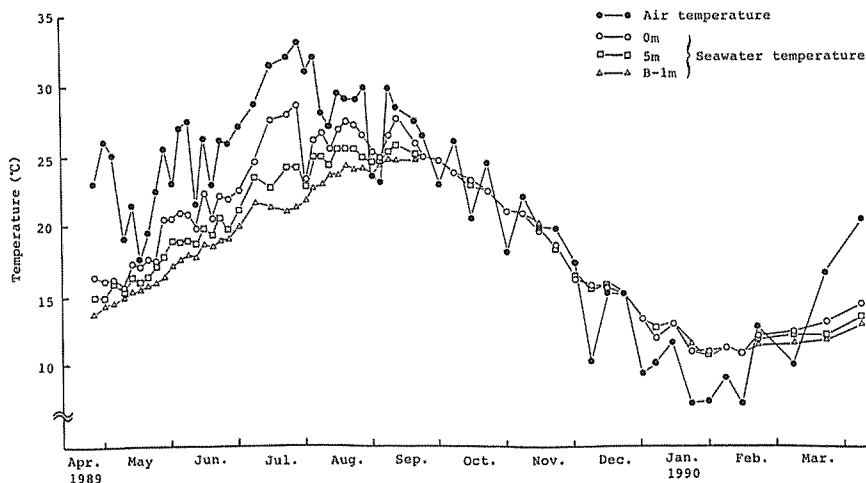


Fig. 2. Seasonal variation in seawater temperature and air temperature observed at Kure Marine Station.

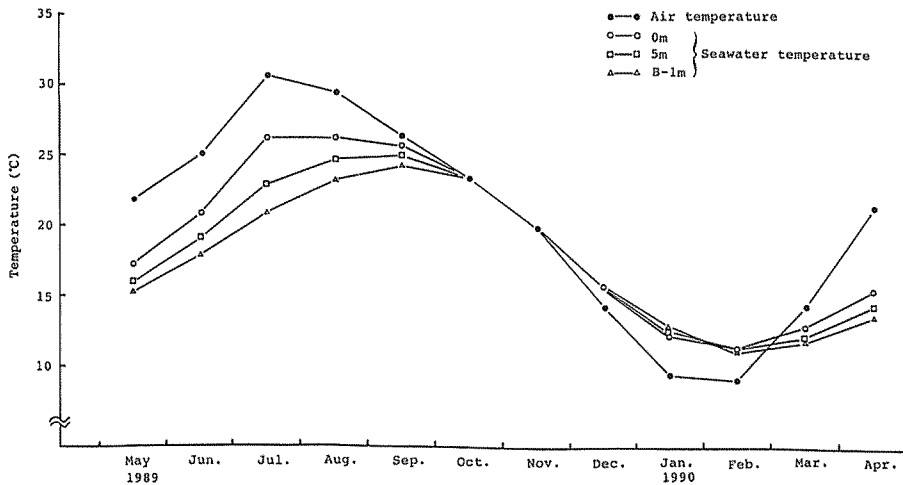


Fig. 3. Seasonal variation in monthly mean seawater temperature and monthly mean air temperature at Kure Marine Station.

より大きな変動傾向が見てとれる。月単位でみると気温は7月に最高を、2月に最低を示した。水温は表層で8月に、5 m 層と B-1 m 層では9月に最高となり、全層とも2月に最低となった。この図から水温は気温の変化に従って変動していることと、春から夏にかけて水温は深度層を増すにつれて変動の位相を少しずつ遅らせてゆく傾向が明らかである。また9月下旬になると気温・水温間にほとんど差が無くなり、11月以降には逆に気温の方が水温よりも低くなった。10月から2月にかけては各層間で水温の差がほとんどみられなくなった。なお、月別平均値の作図に当たり、4月の観測値については1989年と1990年の観測値を一括して平均し、その値を4月の平均値として便宜上1990年4月位置に記入した。塩分以下の項目についても同様である。

二河川河口定点における表層水の水温は概ね春から夏に呉港定点表層の水温より高く、秋から冬にかけてはそれよりも低かった。この観測結果の解釈に当たっては潮時を考慮する必要があるが、全体的に呉港定点の水温よりも気温の変化の影響をより強く受けており、年変動の範囲も呉港定点の水温より大きく、最高水温 29.8°C、最低水温 9.4°C であった。

塩分の季節変動 呉港定点における塩分の季節変動を Fig. 4 に示した。表層の塩分は採水日によって大きく変化した。塩分の最大値は1月5日に記録された32.36‰であり、最低値は、5月19日の21.54‰であった。この低い塩分が観測された日の天候は雨であったので、降水により表層の塩分が低下したと考えられる。また他にも表層では28‰以下の低い塩分が4回観測されたが、これは基地定点のすぐ近くに二河川が流入するため、降雨中でなくとも観測日以前の降雨のために増大した流入河川水の影響を強く受けたものと考え

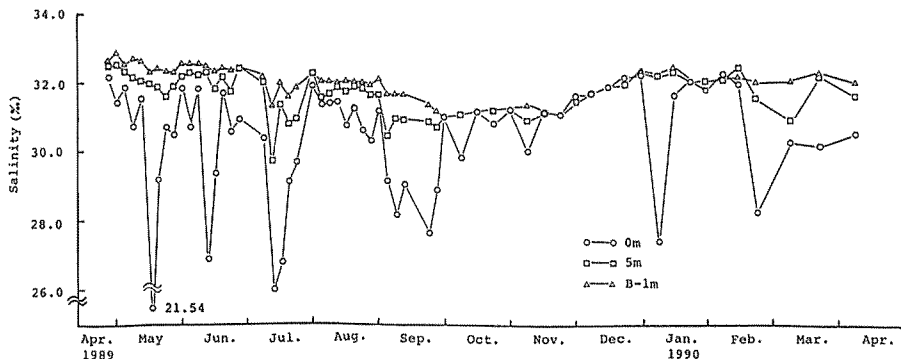


Fig. 4. Seasonal variation in salinity observed at Kure Marine Station.

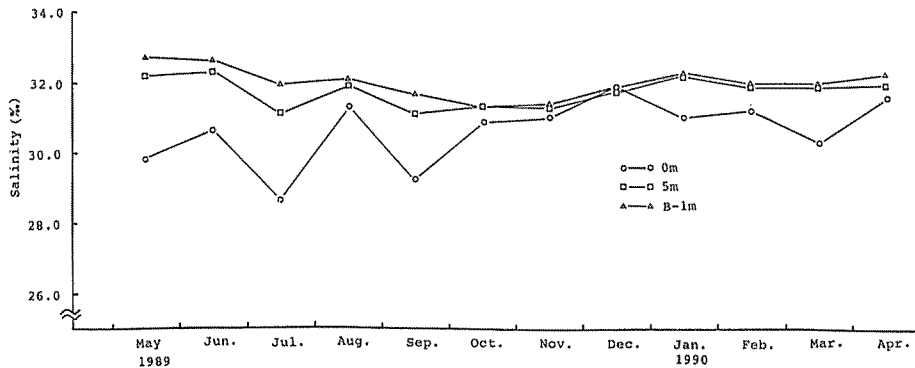


Fig. 5. Seasonal variation in monthly mean salinity at Kure Marine Station.

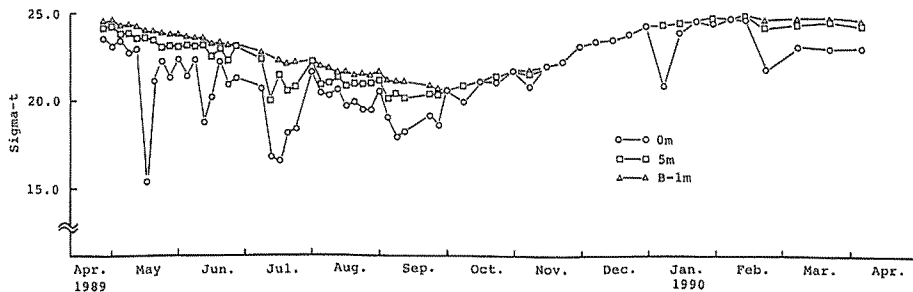


Fig. 6. Seasonal variation in density factor sigma-t observed at Kure Marine Station.

られる。この点については後に二河川定点の観測結果と合わせて検討する。

5 m 層、底層の塩分は表層のそれに比べて変動幅が小さくそれぞれ概ね31‰から32.5‰、31‰～33‰の間で変動した。3層の中では底層の塩分が、最もゆるやかな変動を示した。

塩分の月別平均値の変動を Fig. 5 に示した。月単位でみると表層の塩分は梅雨の影響を受けて7月に最も低い値を示したが、8月になると回復した。9月に台風等の影響で再び低下したがその後上昇し、12月に最高値となった。5 m 層、底層の塩分も月単位ではほぼ同様の変動傾向を示したが、表層に比べて変動幅ははるかに小さかった。10月から12月にかけては3層間に塩分の差が小さくなってゆく傾向が認められた。以上より、呉港定点の塩分は梅雨期と秋に低下するが秋から冬にかけては徐々に高くなる傾向を示したといえる。この傾向は底層よりも表層において顕著であった。二河川河口定点における塩分は感潮域の特性を反映して観測時により大きく変動し、最高32.27‰、最低0.27‰を記録した。

シグマ t の季節変動 次に、水温と塩分から海水の密度を表す指標であるシグマ t を算出し、その季節変動を Fig. 6 に、月平均値の変動を Fig. 7 に示した。これらの図により5月から9月までは3層間の密度差が大きく、密度成層が形成されていることが明らかとなった。また前述の水温・塩分の観測結果より、この密度成層期には水温成層と塩分成層が同時に維持されていることが特徴的であるといえる。10月に入ると3層間の密度差は小さくなり、気温の変化から見て水塊構造はこの時期に表面冷却により成層状態から鉛直循環状態に転換したと考えられる。1月から4月にかけては5 m 層と底層でシグマ t の値がほぼ等しいが、表層のシグマ t はやや小さかった。これは水温、塩分の観測結果からみると主として表層の低い塩分によるものである。従ってシグマ t の分布から水塊の鉛直構造を季節的に分類してみると5～9月が成層期、10～12月が鉛直混合期、1～4月は表層に低密度層が存在する部分成層期ということができる。

二河川河口定点のシグマ t は低塩分を反映して基本的に低く、特に夏の高温期には温度効果によりさらに低下した。このような低密度の海水が港内に流入した場合、極めて強い密度成層を形成しやすと考えられる。

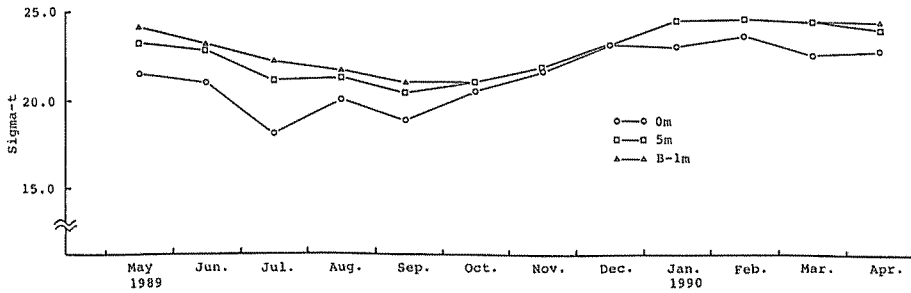


Fig. 7. Seasonal variation in monthly mean of density factor sigma-t at Kure Marine Station.

透明度の季節変動 透明度の季節変動を Fig. 8 に示した。透明度は5, 6月には、6月12日に4.5 mの値が観測された以外は、3.0 m から 3.5 m の範囲にあった。7月中・下旬には透明度は2.0 m から 2.5 m の低い値を示したが、8月から9月上旬にはやや高くなりほぼ3.5 m から 4.5 m の間で変動した。また9月下旬には2.8 m から 3.0 m と一旦低下したが、10月以降は徐々に高くなる傾向を示した。なお、10月13日には1.2 m と極めて小さな値を記録したが、これは当日呉基地付近で下水道管理設工事が行われており、濁水の分布から工事に伴う土砂の流入が原因であると判断された。

次に透明度の月別平均値の変動を Fig. 9 に示した。この図から透明度は4月から低下して7月に最低を示し、8月に増大するが9月に再びやや低下したのち10月以降増大し1月に最大に達する明瞭な季節変動傾向を示したことが見てとれる。ただし、10月13日の値は先に述べた理由から月別平均値の計算から除外した。

クロロフィル a の季節変動 呉港定点におけるクロロフィル a の季節変動を Fig. 10 に示した。表層におけるクロロフィル a は、4月20日から5月30日までは、5月2日に2.84 $\mu\text{g/l}$ と低い値を示したほかは、5.0 $\mu\text{g/l}$ から 10.5 $\mu\text{g/l}$ の間の高いレベルで変動した。6月2日から6月16日までは2.0 $\mu\text{g/l}$ から 5.5 $\mu\text{g/l}$ と値がやや低下したもののその後は6月23日と7月11日にそれぞれ6.21 $\mu\text{g/l}$, 7.34 $\mu\text{g/l}$ を示したほかは11 $\mu\text{g/l}$ 以上の本観測期間中で最も高いレベルの値を示し、7月18日に記録された51.83 $\mu\text{g/l}$ のピークに向かって増加する傾向を示した。8月にはクロロフィル a は一旦減少して5.0 $\mu\text{g/l}$ から 12.5 $\mu\text{g/l}$ の間で変動したが、9月5日には16.29 $\mu\text{g/l}$ ともう一度ピークを迎えた。その後9月下旬からは徐々に減少する傾向を示し、10月27日から1月26日までは1.0 $\mu\text{g/l}$ から 4.2 $\mu\text{g/l}$ の低い値で変動した。特に、1月19日には0.66 $\mu\text{g/l}$ と年間を通じての最低値が観測された。

5 m 層のクロロフィル a は表層とほぼ類似の変動を示した。やや異なる点は8月には5 m 層のクロロフ

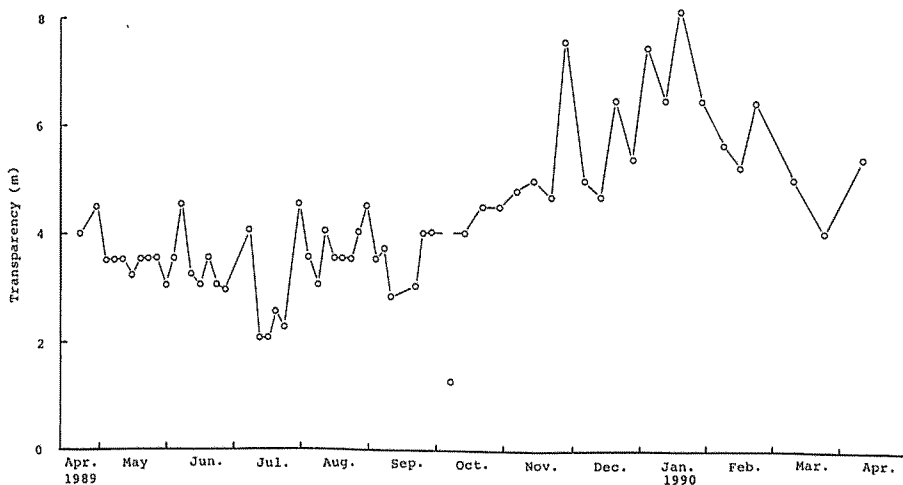


Fig. 8. Seasonal variation in transparency observed at Kure Marine Station.

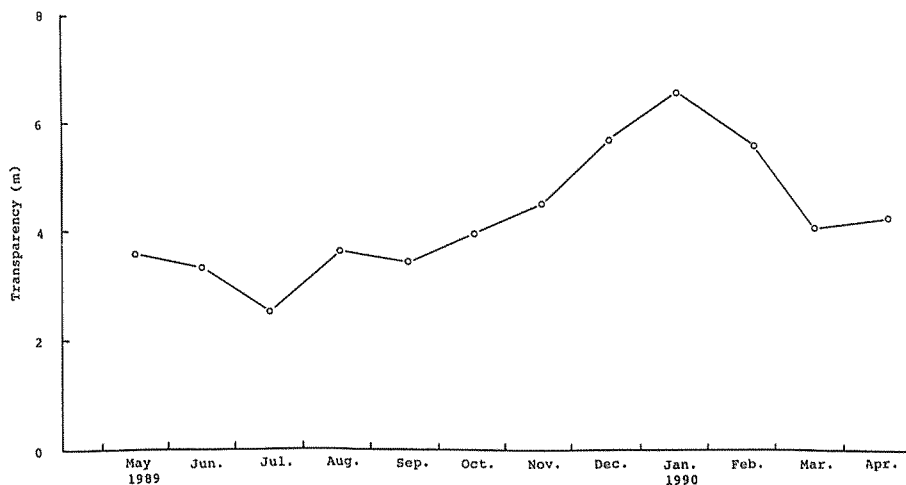


Fig. 9. Seasonal variation in monthly mean of transparency at Kure Marine Station.

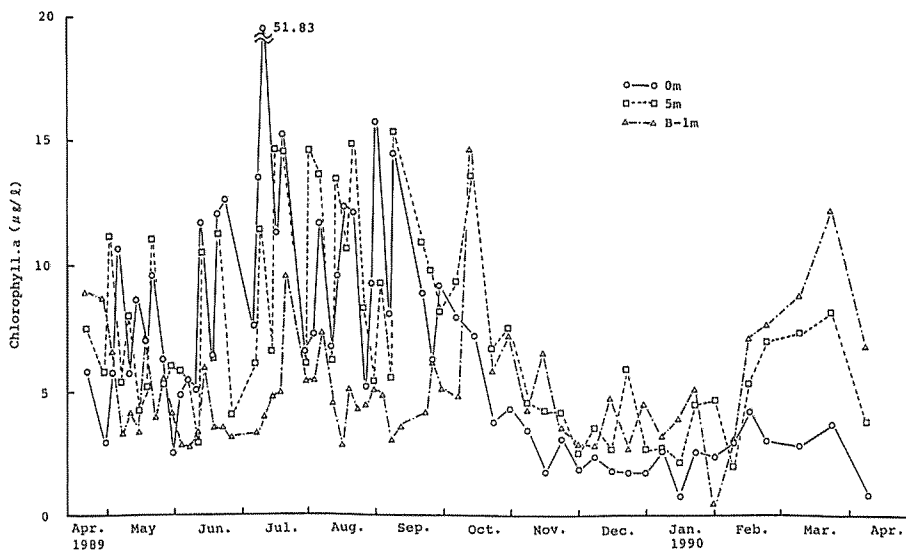


Fig. 10. Seasonal variation in chlorophyll *a* observed at Kure Marine Station.

イル *a* が表層よりもむしろ高かった点である。その後9月15日には $15.11 \mu\text{g/l}$ の最大値を示した。9月下旬からは10月17日に観測された $13.43 \mu\text{g/l}$ を除いて、次第に減少し11月10日には $3.98 \mu\text{g/l}$ となった。11月17日以降は $2.0 \mu\text{g/l}$ から $5.8 \mu\text{g/l}$ の間で変動したが、これらの値はいずれも表層の値より大きいものであった。

底層海中におけるクロロフィル *a* の変動は、表層、5 m 層と比べて小さかった。底層のクロロフィル *a* は全観測期間を通じてほぼ $2.5 \mu\text{g/l}$ から $7.1 \mu\text{g/l}$ の間で変動し、これ以上に大きな値を示したのは全観測例のうち4月20日の $8.84 \mu\text{g/l}$ 、5月2日の $8.61 \mu\text{g/l}$ 、7月25日の $9.34 \mu\text{g/l}$ 、10月14日の $14.48 \mu\text{g/l}$ とわずか4例のみであった。

次にクロロフィル *a* の月別平均値の変動を Fig. 11 に示した。この図から表層のクロロフィル *a* は、7月と9月に高く8月にはやや減少したといえる。5 m 層では8月に最大となった。9月以降表層と5 m 層のクロロフィル *a* は1月に向かって低下していった。底層ではクロロフィル *a* が6月、9月にやや低かったが、3、4月を除いて $5.0 \mu\text{g/l}$ 前後で安定していた。クロロフィル *a* の鉛直変化は一般に深度が増すに

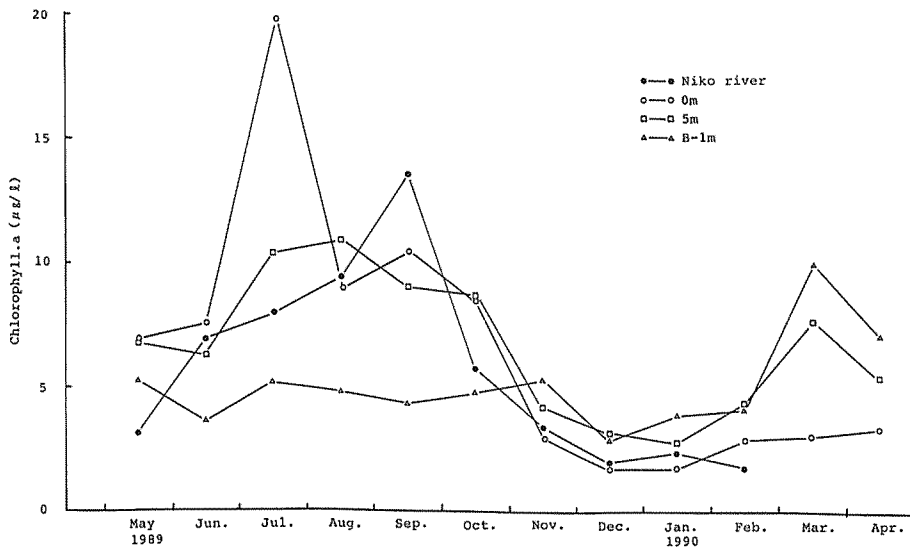


Fig. 11. Seasonal variation in monthly mean of chlorophyll a at Kure Marine Station.

従って値が小さくなる変化を示したが、8月と10月にはクロロフィル a は表層より 5m 層で大きい値を示した。11月以降4月まではクロロフィル a は表層で最も小さい値を示した。

以上より呉港定点におけるクロロフィル a の季節変動は、春から夏に向けて増加傾向を示し、表層においては7月と9月、5m 層においては8月、底層においては10月にピークを迎えたといえる。10月以降クロロフィル a の値は各層でともに減少傾向を示し、変動の幅も小さくなった。全期間を通じて表層、5m 層では底層に比較して変動が著しかったといえる。鉛直的には春から秋にかけては底層にゆくほど値が小さくなる傾向がみられたが、11月以降はこれとは逆の傾向が観測された。

二河川河口定点のクロロフィル a は最高 16.05 µg/l (9月5日)、最低 1.67 µg/l (12月15日) で6~10月に高く他の時期に低かった。呉港の定点に比べて観測回数が少なく、しかも観測時の塩分変化が大きかったにもかかわらず、この点のクロロフィル a の月別変動は呉港の表層に準じた季節変動を示した (Fig. 11)。海水中溶存性 COD の季節変動 呉港定点における表層海水中の COD は4月から7月末までは 0.3 O₂ mg/l から 1.46 O₂ mg/l の間を大きく変動した。8月下旬から10月にかけては減少する傾向が見られたが10月下旬からは再び増加をはじめ、11月17日には 1.03 O₂ mg/l に達した。12月と1月は、1月9日の 0.83 O₂ mg/l を除いて全体的に値が低く、その後4月に向かって次第に増大した。

5m 層における COD は概ね 0.4 O₂ mg/l から 1.0 O₂ mg/l の間で変動した。8月下旬から9月中旬にかけては比較的安定した値を示し、10月、11月には増減を繰り返しながらも徐々に増加する傾向が認められた。12月、1月は 0.27 O₂ mg/l から 0.65 O₂ mg/l の間の低い値で変動した。

底層における COD の季節変動は、0m 層、5m 層と比べて小さく、0.2 O₂ mg/l から 0.9 O₂ mg/l の間で変動した。底層水中の COD が 1.0 O₂ mg/l を越えたのは8月18日と10月27日の2例のみで、しかも表層、5m 層と比べて値が小さかった。

海水中 COD の月別平均値は5月から11月までの間呉港定点における全層で約 0.5 O₂ mg/l~1.0 O₂ mg/l の範囲にあり、12月には 5m 層を除いて 0.3 O₂ mg/l 前後と他の月と比較して最も小さい値となった。

以上をまとめると、呉港における溶存性の COD は概ね 1.0 O₂ mg/l 以下で変動し、この値を越えることは少なかったといえる。全般的季節変動傾向は、5月から12月に向かって少しずつ減少し、その後やや増大するものといえる。3層の COD の変化を比較すると表層から 5m 層、底層と深度が増すにつれて変動の幅が小さくなったといえる。二河川河口定点における COD は呉港定点の COD よりも一般に値が高く、22回の観測のうち7例で 1.0 O₂ mg/l を越えていた。

考 察

前述の個々の測定項目の季節変動が互いにどのように関係しているかを定量的に検討するため、測定項目間の相関マトリックスを作成し、この結果をもとにして測定項目間の変動関係を考察した。

気温と水温の関係 気温と各層水温の相関係数は表層、5 m 層、底層でそれぞれ0.852, 0.783, 0.691であり表層ほど水温が気温の直接的影響を受けていることが裏付けられた。

クロロフィル *a* と水温との関係 呉港定点表層におけるクロロフィル *a* と水温の相関係数は0.502, また5 m 層における両者の相関係数は0.604であり、99%の信頼限界において正の相関が見られた。しかし底層における両者の相関係数は0.087と小さく、明瞭な相関関係は見られなかった。従って現象的には5 m より上層の植物プランクトン現存量は水温に依存しており、即ち高水温期に大きく低水温期に小さいといえる。

これは、水温は日射量を反映するので植物プランクトンの増殖に密接に関連するが、光の到達量の少ない底層においては、直接関与しないことを示すものである。また、5 m 層の相関係数の方が表層のそれよりも大きい、すなわちクロロフィル *a* と水温の関係は表層より5 m 層で明確に表されていることが明かとなった。これは表層では流入淡水や気温の短期変動の影響を直接受けやすいことや、8月には栄養塩不足に基づくとみられる“夏枯れ”現象が起きて高水温期にもかかわらずクロロフィル *a* が減少することによるものと考えられる。

クロロフィル *a* と塩分との関係 全観測期間中のクロロフィル *a* と塩分との相関係数は、表層と5 m 層においてそれぞれ-0.392と-0.395であり、99%の信頼限界において負の相関が見られた。しかし底層での相関係数は-0.163であり両者間に明瞭な相関関係は見られなかった。このように上層のクロロフィル *a* と塩分との間に負の相関が見られた原因について考察する。塩分はすでに述べたように、6月から7月にかけて梅雨の影響で減少し、また8月から9月にかけては台風や秋雨等の影響で減少した。このように塩分の低い時期には降水量が多く、従って河川水などの陸水の流入量も多かったと考えられる。その結果陸からの栄養塩の供給が増大し、植物プランクトンが増加したと考えられる。栄養塩に対する植物プランクトンの反応は当然季節によって異なるので、本来クロロフィル *a* と塩分の相関関係は季節あるいは水温期別に検討すべきであるがここでは概括的傾向を知るために便宜上全期間を一括してとり扱った。

なお、8月に表層で見られた植物プランクトンの“夏枯れ”現象の理由としては、一般に成層形成による表層での栄養塩の欠乏、強光阻害、動物プランクトンによる摂食が考えられているが、呉港においては8月に塩分が高くなることから、陸水からの栄養塩の流入量が減少したために表層水中の栄養塩が枯渇することが主要な原因の1つであると考えられる。

クロロフィル *a* と透明度との関係 透明度と表層、5 m 層のクロロフィル *a* 間における相関係数は、それぞれ-0.522, -0.539であり99%の信頼限界において負の相関関係が見られた。したがって植物プランクトンが多い場合には透明度が低下していたことがわかる。8月にはクロロフィル *a* が7, 9月よりも低かったがこれに対応して8月には、7, 9月よりも高い透明度が観測された。以上の結果から類推されるように、水温と透明度の間にも有意な負の相関関係が見出された(表層: $r = -0.652$, 5 m 層: $r = -0.574$)。このことから透明度は概して高水温期に低く、低水温期に高いことがわかる。

また、表層、5 m 層における塩分と透明度の間にも正の相関関係が見られた。塩分は降水量の影響を強く受けるので、呉港での透明度の変動は河川水流入量の影響を強く受けていたと推定される。即ち河川水流入量の増減により植物プランクトン量が変動し、同時に透明度も変動したものと考えられる。また河川水流入による陸起源の懸濁物の流入も透明度を低下させる一つの要因であったと思われる。

海水中 COD と海況要素との関係 COD と他の海況要素との関係を見ると、表層において COD とクロロフィル *a* との間に弱い正の相関が見られたほかは、明瞭な関係は見出されなかった。一般に内湾では海水中 COD とクロロフィル *a* の間には高い正の相関関係があり、COD の季節変化は植物プランクトンの現存量の変化と密接な関係を持っている場合が多い。しかし今回の観測データからはそのような結果は得られなかった。その主な原因は COD の測定試水に濾過海水を用いたことにあると考えられる。また、二河川の COD の方が呉港定点の COD よりも全般的に高いことから、溶存性の有機物量は、植物プランクトンの現存量とともに流入河川水の影響を直接受けていたと考えられる。

二河川河口と呉港定点における海況の変動関係 呉港におけるクロロフィル a の変動が塩分の変動と密接に関連しており、さらにクロロフィルの変動が透明度の変化をもたらしていると考えられることを既に述べた。このような観点から、二河川河口定点と呉港表層においてクロロフィル a の変動を検討したところ両者の相関係数は0.835で、高い正の相関関係が見出された。これは呉港定点における植物プランクトン現存量の季節変動様式が基本的に二河川河口域と同じであることを示唆するものである。以上により、呉港の海況は二河川を通じての陸水の流入の影響を強く受けており、陸水の流入が主要な要因となって塩分と栄養塩の供給を変動させ、これに日射量の季節の変動があいまって植物プランクトン量と透明度を季節的に変動させると結論づけられた。

呉港周辺および広島湾の海況との比較 次に呉港定点において観測された海況が周辺海域や広島湾の海況とどのような関係にあるかを検討するため、本観測結果を同時期に広島湾全域にわたって観測された広島湾沿岸海況調査結果（第六管区海上保安本部、1989、1990）と比較した。検討を行った項目は透明度ならびに表層および5m層の水温と塩分である。

広島湾の水温は一般に湾北部（湾奥）で湾南部よりも季節変動の幅が大きい、すなわち湾北部の水温は夏期により高く冬期により低いが、呉港定点の水温とその変動は概ね広島湾北部に準ずるものであった。広島湾の塩分は周年湾北部で湾南部よりも低いが、呉港定点の塩分は広島湾北部に類似の変動を示した。ただし9月、11月など降雨の影響が現われた場合には呉港定点よりも広島湾北部でより低い塩分が観測された。これは太田川水系の淡水流入量が二河川のそれよりもはるかに大きいことによるものと考えられる。呉港定点の塩分は呉港沖の2定点（北緯 $34^{\circ}12.5'$ 、東経 $132^{\circ}30.9'$ および北緯 $34^{\circ}10.3'$ 、東経 $132^{\circ}29.6'$ ）よりも特に表層で低かった。

呉港定点の透明度は広島湾南部よりも低く、広島湾北部と同等かやや低い値を示した。前記の呉港沖の2定点の透明度は呉港定点よりもやや高かった。

以上の比較結果から、呉港定点の海況の季節変動は同時期の広島湾北部海域のそれと基本的に同じで河口に近い淡水流入の影響を受けやすいが、ただしその影響の受けやすさは太田川河口に近い広島湾奥ほどではない、と概括することができる。

引用文献

- 第六管区海上保安本部、1989、海洋概報（沿岸海況調査、広島湾方面）第4号～12号。同上、1990、第1号～第3号。
- 服部明彦、1986、沿岸水域における窒素、リンの挙動。用水と廃水、28：20-28。
- 広島大学生物生産学部、1989、練習船豊潮丸とその基地。16pp、広島大学生物生産学部付属練習船基地、呉。
- 日本海洋学会、1979、海洋環境調査法。666pp。恒星社厚生閣、東京。
- 才野敏郎、1985、河口・沿岸海域における栄養塩の動態。沿岸海洋研究ノート、12：88-103。
- STRICKLAND, J. D. H. and PARSONS, T. R., 1972, In "A practical handbook of seawater analysis" 2nd ed., *Bull. Fish. Res. Board Can.*, 167:49-52.
- 湯浅一郎・上嶋英機・宝田盛康・橋本英資、1984、広島湾・呉港における水質変動特性。中国工業技術試験所報告、22：47-66。
- 湯浅一郎・上嶋英機・宝田盛康・橋本英資、1985、太田川河口周辺域における流入栄養塩の挙動—I。空と海、61：13-24。

Factors Affecting Seasonal Variation of Oceanographic Conditions at Kure Port

Osamu MATSUDA, Yukinori KISHIMOTO and Satoshi HAMASAKI

*Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University,
Higashi-Hiroshima 724, Japan*

Successive observation of oceanographic conditions was carried out at Kure Marine Station, Hiroshima University from April, 1989 to April, 1990. Results of the observations are summarized below.

1) Vertical distribution of density factor σ_t indicated that seawater was stratified from May to September but it was vertically well mixed from October to December. During the period from January to April, weak density gradient was observed only in the upper part of the sea.

2) Seasonal variation of seawater temperature was clear. It varied with air temperature showing some delay of the phase according to depth. Salinity decreased both in July and in September especially in the surface water affected by heavy rainfall but increased toward winter maximum.

3) Phytoplankton was generally abundant during spring through autumn and then decreased toward winter. However it decreased also in August in the surface water because of nutrient deficiency.

4) Seasonal variation of transparency was distinct showing summer minimum in July and winter maximum in January. Transparency also varied with salinity and inversely with chlorophyll *a*.

5) It is concluded from the results that oceanographic conditions of the station were strongly affected by the discharge of Niko River which primarily influenced salinity and nutrient supply. This then affects phytoplankton growth which was also affected by solar radiation and consequently transparency was influenced by the phytoplankton abundance.