

# 浦戸湾に於ける海洋化学的研究 (10)

— 海況の日週変化について —

山本 広志・今井 嘉彦

(高知大学教育学部化学教室)

## 緒 言

著者等は浦戸湾に於ける discontinuous layer の成生機構について報告した<sup>(1)</sup>が、これら層の発達過程を知ることは浦戸湾の如き稀水性内湾の特長を考へてゆく上に極めて重要なことであり、栄養塩類の消長と共に湾の生産力を支配する要因として取上げなければならない。

著者等は 1954 年及び 1955 年の夏季に於て定点に於ける径時観測を試み discontinuous layer の発達過程からみた稀水性内湾の特質について考察したのでここに報告する。

## 研 究 方 法

第 1 図に示す如く、定点は湾内固有の循環流の影響を直接受ける位置 (St. 1) と主として外洋水の潜入すると予想される位置 (St. 2) とを選定した。定点に於ける水深は St. 1 では 4 m, St. 2 では 5.2 m となっている。定点附近ではまた真珠及び牡蠣の養殖が行われており直接航路の影響を受けることはない。定点では夏季の停滞期に於て海況の悪変による養殖物の斃死等の被害が生じている。

観測は定点に船を固定し移動による影響を全く除外した。潮汐水温は St. 1 では 2 時間毎に St. 2 では毎時観測を行い同時に採水し他の分析資料とし溶存酸素については一部現地に設けられた実験所に陸上して測定を行った。磷酸塩定量用試水については toluol を添加してその変化をできるだけ少なくし観測終了後直ちに定量した。

潮汐は定点に立てた棒に目盛を付けて測定した。外洋の潮位に比して幾分おくれるため他の成分の変化は常にこの任意標準の潮汐をもととして考察した。

分析の方法については、珪酸並に磷酸塩はモリブデン酸アンモニウムによる比色法により島津 Q-B 型光電分光光度計により測定した。塩素量は海洋観測常法によった。

尚観測時の気象状況は、1 点にあっては雨後 1 週間を経過し 2 点は 1956 年 8 月で記録の高温と 1 ヶ月以上降水がみられなかった。

## 結 果

### a) 水温について

水温について調和分析を行った結果、各層に於ける日較差は表層に於て最も大きく底層に従って

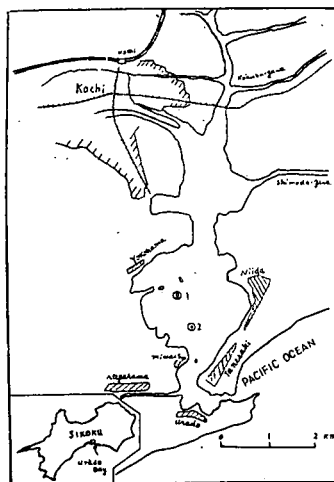


Fig. 1 Station of observation in Urado Bay.

減少している。

Table 1

St. No.	Depth	Mean water Temperature	Range °C	Time of	
				Max.	MIN.
2	0	30.46	2.4°C	16 h 15 <sup>m</sup>	5 h 48 <sup>m</sup>
	1	30.28	2.0	16 0	8 0
	2	29.65	1.7		
	3	29.45	0.8		
	4	28.15	0.2		

	Time of				Time of			
	sun rise		sunset		high tide		low tide	
	h	m	h	m	h	m	h	m
Aug. 25   26 1955	5	35	18	42	{ 11 05 23 05		4 45 15 45	
	5	35	18	40	{ 13 20 0 50		6 0 17 05	
Aug. 6   7 1956	5	21	19	02	{ 5 20 18 25		— 12 05	
	5	22	01	01	{ 6 05 19 05		0 25 12 45	

第2定点の測定では、16時が最高値を示しこの時刻から次第に減少し午前5時21分の日出と共に回復する。この場合の discontinuous layer は2m~3mの間に顕著に現れる。最高の起時を過ると各層の温度差が大きく均分化される傾向にある。このことは各層に於ける較差をみても明らかのように輻射熱移動のおくれを物語る。3m層及び4m層では顕著な変動はみられないが20~24時、11~15時に於ける増加の傾向は位相のおくれの為であり2~8時にかけての変動は複雑な水塊の移動に伴うものであると考えられる。

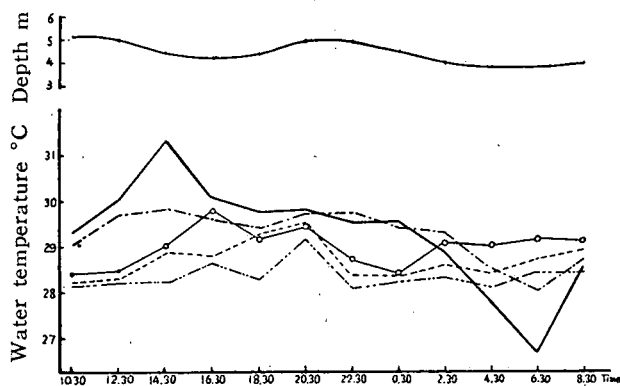


Fig. 2 Diurnal variation of water temperature and depth at station 1.

- surface layer
- - - - 1m layer
- 2m layer
- ..... 3m layer
- 4m layer

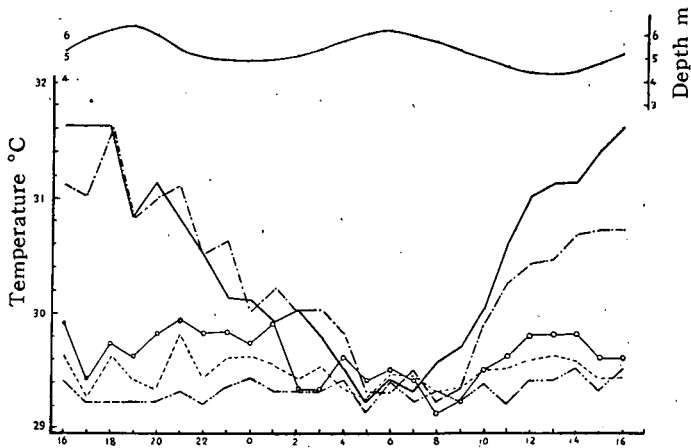


Fig 3. Diurnal variation of temperature and depth at St. 2.

In this figure, all symbols are same as fig. 2.

第1及2定点でも同様の傾向がみられる。この場合の較差が非常に大きいことは、増水後の回復が十分でないという条件にもとづくものであろう。特に2 m層の変動がみられ20時30分の増加は恐らく水塊の移動による影響であろう。

b) Chlorinity について

定点1及び2は表面で14.71%，底層で17~18%を示し比較的大きな差を生じているが、これ

Table 2 Mean value of chlorinity at St. 1 and 2.

Depth	Station 1 (%)	Station 2 (%)	Depth	Station 1 (%)	Station 2 (%)
0	15.91	16.33	4	17.64	18.38
1	14.91	16.79	5		18.43
2	16.42	16.79	6		18.47
3	17.11	18.18			

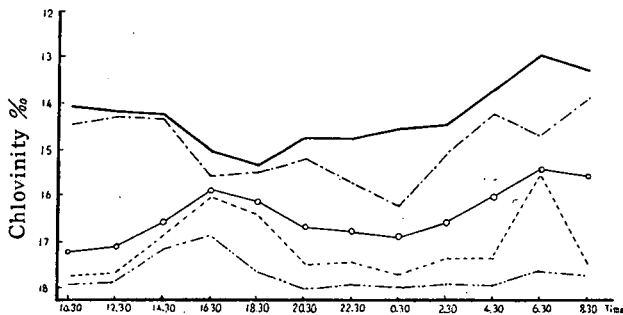


Fig. 4 Diurnal variation of chlorinity at st. 1.

In this figure, all symbols are same as fig. 2.

は増水後の海況とゆう特殊な条件によるもので、更に低濃度を示す場合があり河川水の影響が極めて大きいことを物語っている。  
chlorinityは潮汐の影響を受けることが大きい。即ち Fig. 4 及び 5でも明らかなように張潮時は1~2 m間に顕著な Discontinuous layerが現れるが、落潮に従って2~3 mに移動する傾向がみられる。この満潮から落潮にかけて Discontinuous layerの下降することは表層と底層では混合速度に大きな差のあることを示している。満潮時の表層に於ては混合による塩素量の減少を示している状態に於ても底層では高い濃度の水団が移動し、このため2~3 mの塩分傾度が増大して Discontinuous layre となる。然しながら、2 m層も次第に底層の影響を受けて塩素量は

増加するが、表層では依然として減少の傾向にあるので1~2 mに Discontinuous layer が顕著になってくる。

これらの関係を模式的に図示すると Fig. 6 の如くなる。

表層では全く潮汐の変化と同様の周期を示し干潮時に塩素量は最小値を示す。これは、潮汐に基く表層の流動速度に支配されるものであることが考えられよう。

1 m層では2週期型を示し満潮時に減少し干潮時に増加する傾向を示す。これは、表層からの減少傾向と2 m層からの増加の傾向が明らかにあらわれている。

2 m層は1 m層と全く逆の関係を示しており塩素量減少の頂点が干潮時よりも約2時間ずれている。このことは比較的低濃度から高濃度に変化する場合に比して高濃度の水団は低濃度のものに影響され易いことを表はしていると思われる。

3 m層及び4 m層では略々満潮干潮時を共に頂点とする4週期型をなしている。これは温度及び塩素量などから外洋水の潜入によることは明らかで満潮から約3時間のおくれを示していることから稀釈による濃度の減少と外洋水の潜入による増加の週期的変化であると考えられる。

これら各層に於ける週期変化の合成された結果垂直傾度を異にする A, B, C, D 及び E の各不連続層を形成し、2週期型を示す1 m層及び2 m層の状態により不連続層が1~2 m層に或は2~3 mにあらわれると考えられ B' は2 m層の変化に支配されるもので1 m層の変動が大きな原因となる。

このような傾向は St. 1 に於てもみられる、然しながら雨後の低鹹な表層水のために1 m層の低下が大きくこのため2 m層に於ける塩分引下げが十分でなく、このために2 m~3 m層での Discontinuous layer の形成が明らかでない結果となっている。

### c) 栄養塩について

生産力を支配する要因としての各種成分が Discontinuous layer とどのような関係にあるかは極めて重要なことである。今回は主として珪酸及び磷酸塩について変化の様相を究明した。

珪酸塩は一般に表層に於て高い値を示し底層になるに従い減少する。底層附近では底土の影響を受けて再び増加の傾向を示す。

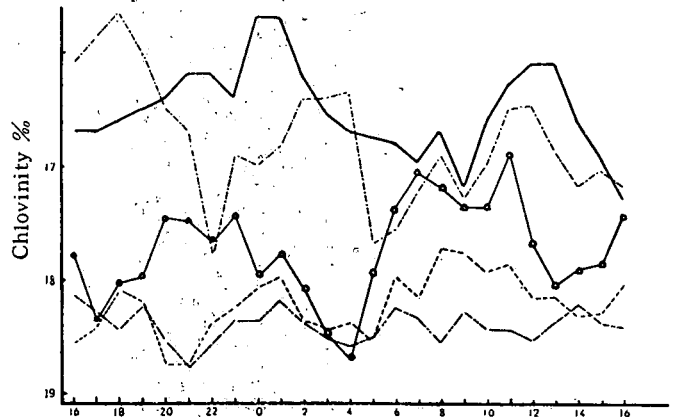


Fig. 5 Diurnal variation of chlorinity at St. 2.

In this figure, all symbols are same as fig. 2.

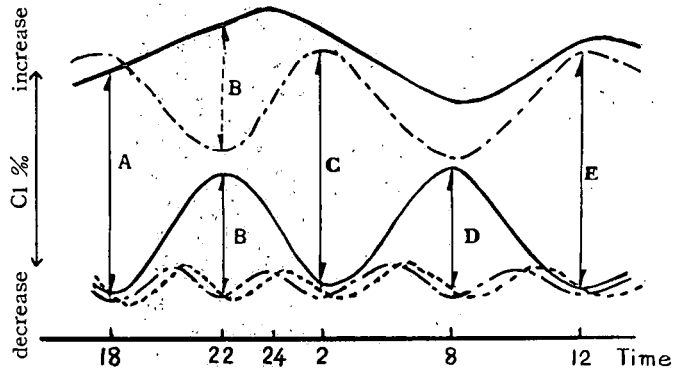


Fig. 6 Formative mechanism of Discontinuous layer due to the periodic variation of chlorinity.

In this figure, all symbols are same as fig. 2.

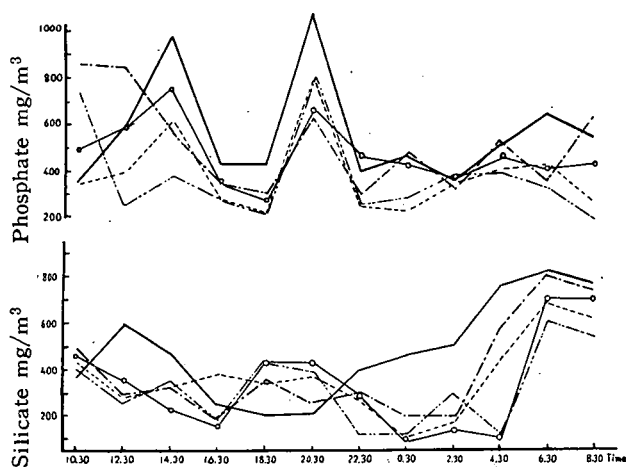


Fig. 7 Diurnal variation of phosphate and silicate at station 1.

In this figure, all symbols are same as fig. 2.

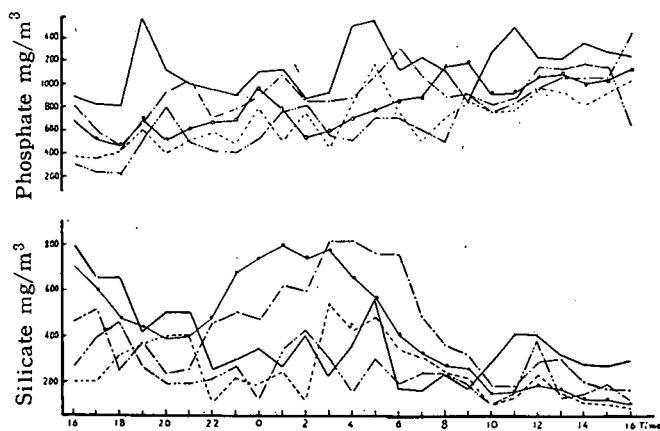


Fig. 8 Diurnal variation of phosphate and silicate at station 2.

In this figure, all symbols are same as fig. 2.

から Discontinuous layer と何等かの関係をもつものではないかと思はれる。St. 2 に於ける磷酸塩量の山も Discontinuous layer の発達と共に増加するような傾向がみられた。

#### d) 溶存酸素について

溶存酸素については St. 2 について行った。高極及び底極はそれぞれ 20 時と 10 時に現れる。週期的な傾向は 1 m 層まででそれ以下の層では明らかな傾向性がみられない。

杉浦<sup>(2)</sup> は理論的に高極及底極の現れる時刻をそれぞれ 6 時及び 17 時とする型と、それ以外の時刻に極値を生ずる型に分け、前者は安定な成層期に於ける均一水塊の場合、後者は濃度勾配が大きく異水塊の混合の行われる場合に生ずることを指摘している。

浦戸湾では約 3~4 時間のおくれが認められ濃度勾配の大きい本湾では当然後者の場合に属し、表層に於て飽和度の小さいことも懸濁有機物質による酸素消費が関与していると考えられる。

日週変化に於ても chlorinity と逆の関係を示す。22 時から 9 時にかけて顕著な Discontinuous layer が存在するとき珪酸塩に於ては表層よりも 1 m 層が大きな値を示す。このことは Discontinuous layer 附近の珪酸の挙動として興味ある問題であるがこの原因については尚検討を要する。

Discontinuous layer の発達と共に何等かの原因による界面吸着などがあるかもしれない。珪酸の量は  $800 \text{ mg/m}^3$  から  $100 \text{ mg/m}^3$  で平均  $400 \text{ mg/m}^3$  である。

磷酸塩に就ては平均  $100 \text{ mg/m}^3$  程度であり、珪酸塩のように明らかな傾向性はみられないが一般に表面と底層が高い値を示し、中層附近が小さい値を示していることは珪酸塩の変化と似ている。

然し磷酸塩では Bottom layer を除いては 1 日 4 回測定値が大きくなる山がみられる。この傾向は各 Depth に於てずれがあるために磷酸塩の径時的な垂直変化を一層複雑なものにしている。St. 1 でもこの傾向はみられるが、14 時 30 分及び 20 時 30 分に顕著な山がみられ、他は明らかでない。この顕著な山の原因については明らかにされないが chlorinity の変化

## 摘 要

浦戸湾の海況について週変化を観測し次のような結果を得た。

① Discontinuous layer 垂直的移動と発達の様子は主として混合速度と流動に伴う各層の位相のずれによるもので、1m層及び2m層の状態に於て決定されること。

(2) Discontinuous layer と若干の栄養塩類との関係について考察し、珪酸塩に特異的な変化を認めた。

(3) 溶存酸素の極値についておくれが認められること。などを明らかにした。

本研究に当り御指導賜った京都大学理学部石橋教授に厚く御礼申上げる。

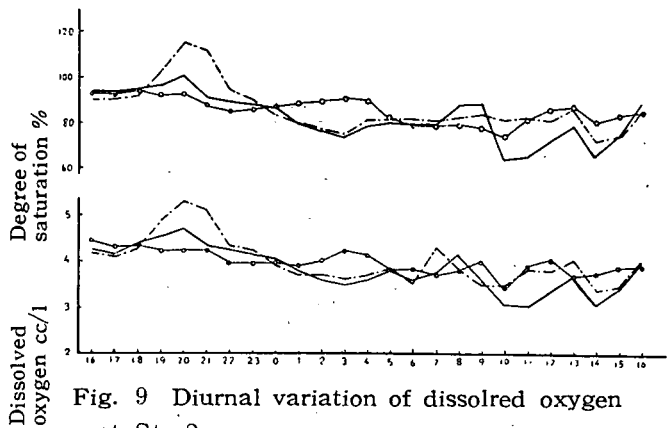


Fig. 9 Diurnal variation of dissolved oxygen at St. 2.

In this figure, all symbols are same as fig. 2.

## 文 献

- (1) 山本広志, 今井嘉彦, 1954, 浦戸湾に於ける海洋化学的研究 (5) 高知大学学術研究報告 3巻 38号
- (2) 杉浦吉雄, 1954, 溶存酸素量の日変化 (第1報) 日本海洋学会誌 第10巻 第1号

(昭和31年9月30日受理)

## Studies of Oceanographical Chemistry in Urado Bay (10) On the diurnal variation of the hydrographical condition

By

Hiroshi YAMAMOTO and Yoshihiko IMAI

(Chemical Institute, Faculty of Education, Kochi University)

## Abstract:

Inlets may be divided into three types according to their environments; *i.e.*, those whose water is remarkably diluted with river water, those which because of their invasion far into the land, hold fresh water almost unaffected by sea water, and those water is salty and can hardly be distinguished from that of the sea.

In order to determine what products can be obtained from these different types of inlets, we first took up Urado Bay as a sample of the first type to study its diurnal variation.

The following is what we have so far discovered.

- 1). It was discovered that the vertical movement and its development of the dis-

continuous layer are mainly caused by phase difference of each layer due to the mixing velocity, and they are determined by periodic variations of one- and two-meter layers.

2). As the result of the investigation into relation between the discontinuous layer and chemical compositions, some peculiar change was found in silicate.

3). The minimum and maximum of the diurnal variation of oxygen content appeared later than they have been known to do.

(Received September 30, 1956)

