

# 香川県海域における水質について

## Study on Water Quality in Waters of Kagawa Prefecture

古川 恵美  
Emi FURUKAWA

久保 正弘  
Masahiro KUBO

### はじめに

香川県では、公共用水域における基準点として東讃、備讃、燧灘海域において各々12、8、5地点を定め水質監視を行っている。また、環境庁委託調査の瀬戸内海広域総合水質調査として香川県沿岸10地点において水質調査を行っている。これらのデータをもとに香川県海域における過去10年間の水質変動を検討するために統計解析を行ったので、その結果について報告する。

### 解 析

#### 1. 解析用データ

##### ● 公共用水域測定データ

香川県海域の図1に示す環境基準点における昭和55年

度～平成元年度（月1回調査，10年間）の測定データを用いた。

対象地点数は図1に示すとおりであり，東讃海域12地点，備讃瀬戸海域8地点，燧灘海域5地点である。

対象項目は上層（採取水深0.5m）の水温，透明度，pH，DO，COD，濁度，塩素イオンの7項目である。

##### ● 瀬戸内海広域総合水質調査データ

香川県海域の図1に示す10地点における昭和56年度～平成元年度（年4回調査，9年間）の測定データを用いた。

対象項目は表層水，下層（採取水深底上2～5m）におけるDIN（ $\text{NH}_4\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N}$ ），T-N， $\text{PO}_4\text{-P}$ ，T-Pの4項目である。

#### 2. 解析方法

公共用水域データは地点別，項目別の経月変化（平均，最大，最小値）及び経年変化（平均，最大，最小値）を

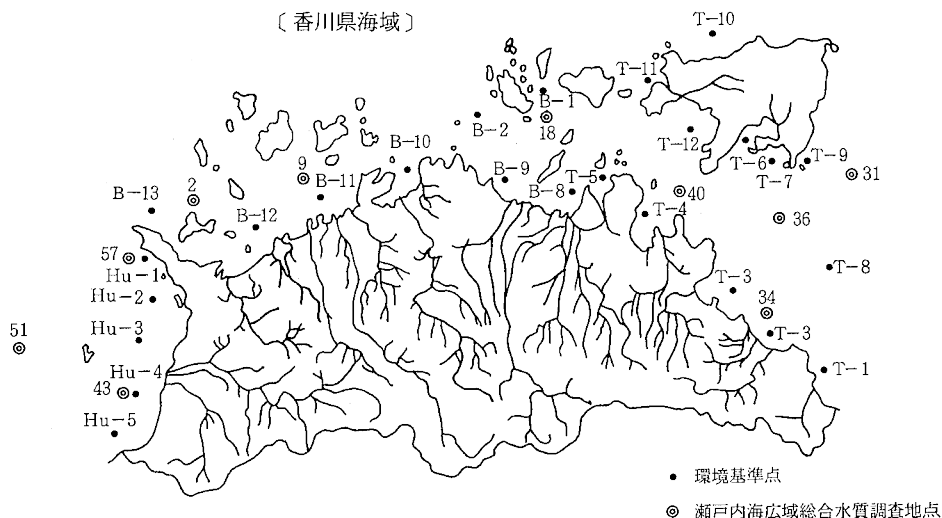


図1 測定地点図

グラフ化し、変動を検討した。また、広域総合調査データは地点別、項目別の経年変化(平均、最大、最小値)及び平均値をグラフ化し、変動を検討した。

## 結果及び考察

### 1. 基本統計量

#### 1-1 経月変化

公共用水域測定データの地点別、項目別の経月変化を図2に示す。なお、図中の番号と地点名との対応は表1のとおりである。

#### ●水温について

燧灘海域は8月、その他の地点は9月が最も高く、2月に最も低い値を示す。

#### ●透明度について

燧灘海域は冬場に、その他の地点は9~10月に低い値を示す。東讃海域の東部(T-8, 9)及び燧灘海域においては比較的良好な透明度を示しており、これらの地域では8月に高い値を示す傾向がある。

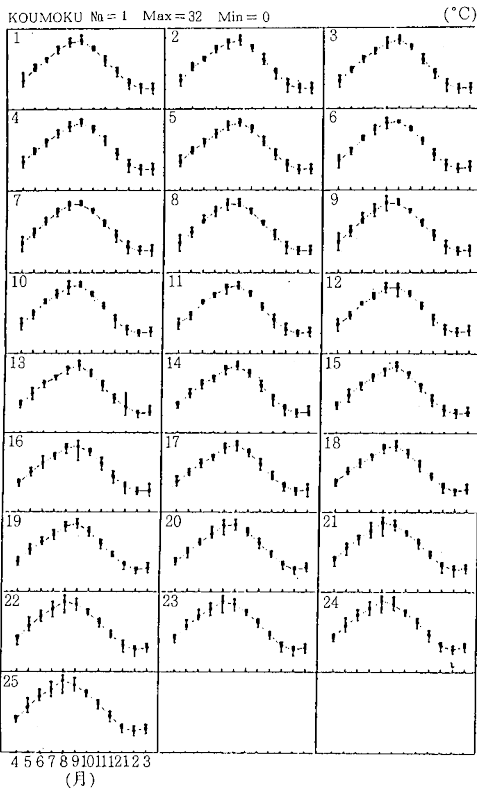
#### ●pHについて

T-8で56年2月に6.8, 元年10月に6.7という低い値を示したが、それを除けばいずれの地点も変動はほとんど認められない。

表1 グラフあるいはデンドログラムでの番号と地点名との対応表

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
地点名	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12
番号	13	14	15	16	17	18	19	20				
地点名	B-1	B-2	B-8	B-9	B-10	B-11	B-12	B-13				
番号	21	22	23	24	25							
地点名	Hu-1	Hu-2	Hu-3	Hu-4	Hu-5							

#### 水温



#### 透明度

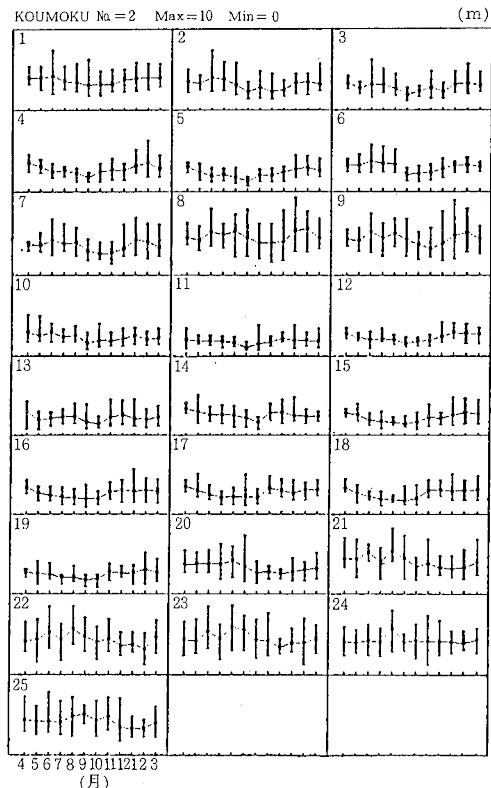
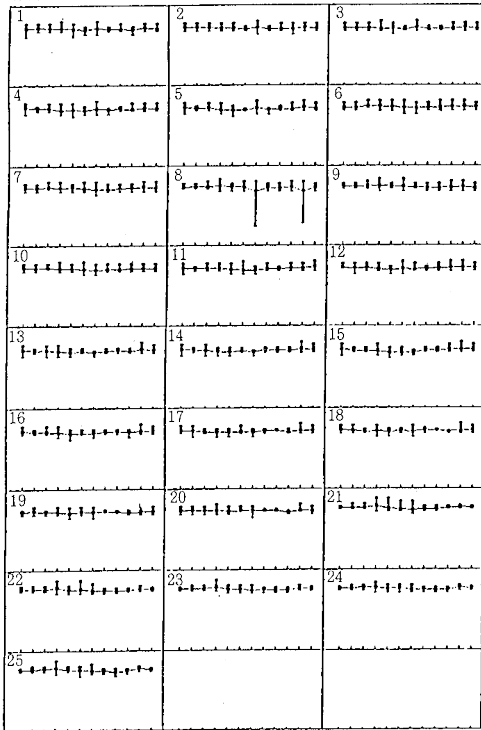


図2 地点別、項目別の経月変化図(その1)

pH

KOUMOKU №=3 Max=9 Min=6

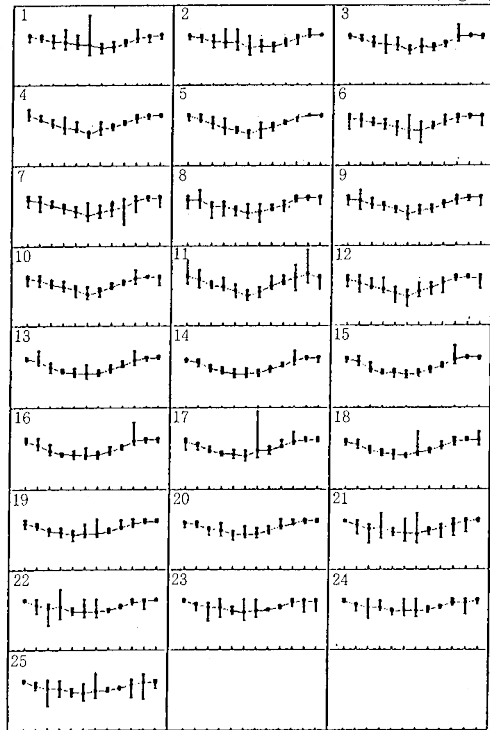


4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3  
(月)

DO

KOUMOKU №=4 Max=16 Min=0

(mg/l)

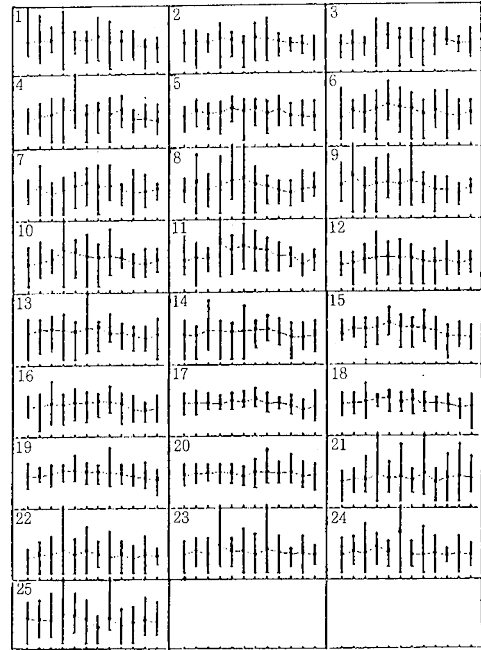


4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3  
(月)

COD

KOUMOKU №=5 Max=3 Min=0

(mg/l)

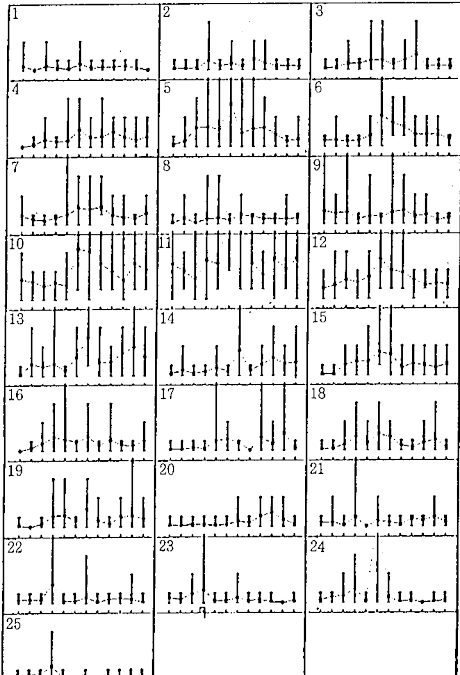


4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3  
(月)

濁度

KOUMOKU №=6 Max=4 Min=0

(mg/l)



4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3  
(月)

図2 地点別、項目別の経月変化図(その2)

塩素イオン

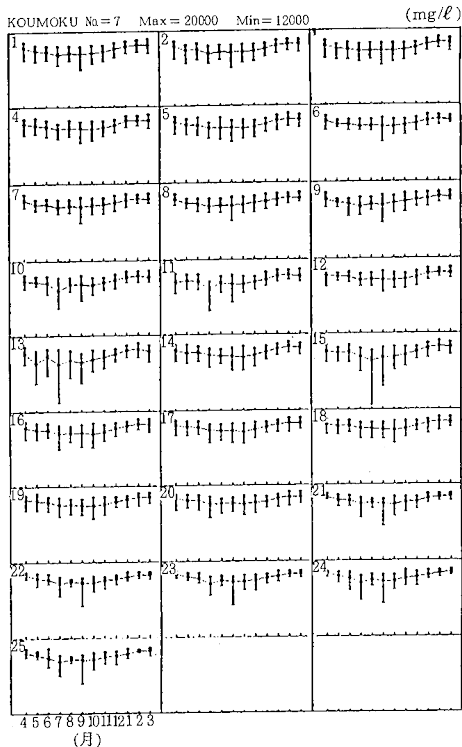


図2 地点別、項目別の経月変化図(その3)

●DOについて

水温と対象的な動きをみせ、9月頃に最も低く、2月頃に最も高い値を示す。

●CODについて

夏から秋にかけてやや高めの傾向があるが、年間通じてあまり変化はない。Hu-4で9月に高い値を示しているが、これは61年の高い値(8.6 mg/l)に起因しており、特に、9月に高くなるという傾向は認められない。

●濁度について

透明度とはほぼ対象的な動きをみせ、9~10月に高くなる傾向がある。燧灘海域に関しては7月にピークがある。また、透明度と同様に、東讃海域東部(T-1, 8, 9)及び燧灘海域においては低く、比較的良好な水質を示している。Hu-4で9月に非常に高い値を示しているが、これは61年度の45mg/lという高値によるものであり、この時、COD: 8.6 mg/l, T-N: 0.67mg/l, T-P: 0.12mg/l と他の項目も高い値を示している。これは、この時期赤潮の発生が報告されている<sup>6)</sup>ことから、赤潮の影響が一つの大きな要因と思われる。T-11は年間を通じて他の地点より高い濃度レベルにあるが、特に毎年9~10月に高くなる傾向がある。また、この時CODも、高くなっている。この地点は港湾に近く、河川からの流入もあることから、これらの影響を受けているものと思われる。

●塩素イオンについて

夏場(7~8月)に低い値を示している。特に、小豆島北西部沖から直島東部沖にかけては7月に低値を示しているが、これは岡山県側からの河川水の影響を受けている<sup>7,8)</sup>のではないかとと思われる。

1-2 経年変化

公共用水域測定データの地点別、項目別の経年変化を図3に示す。

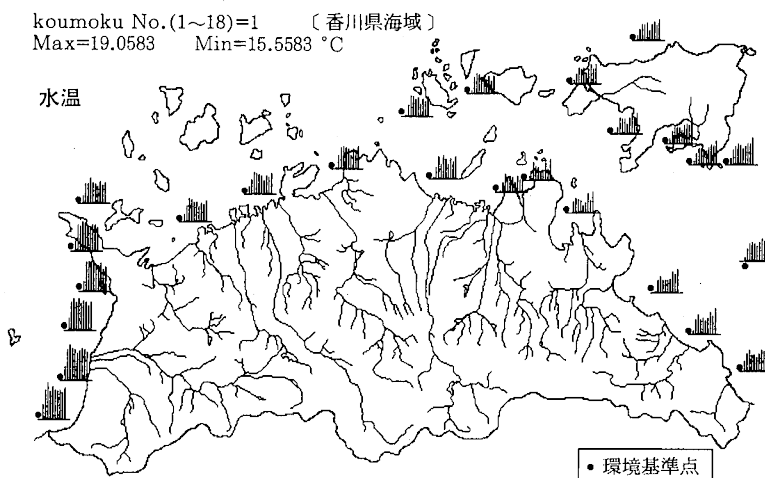
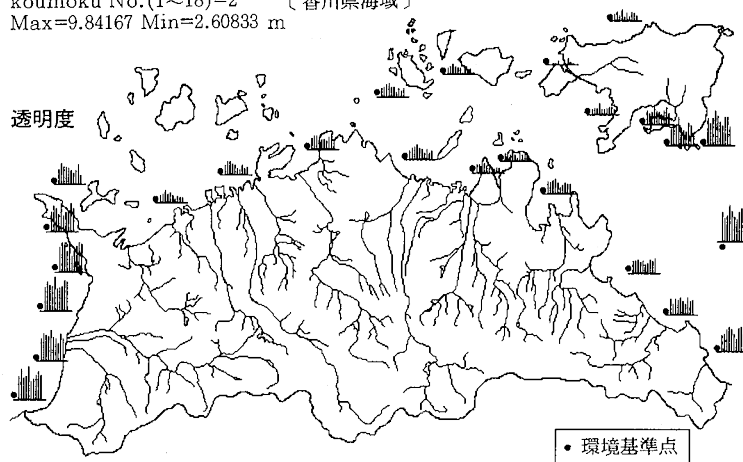
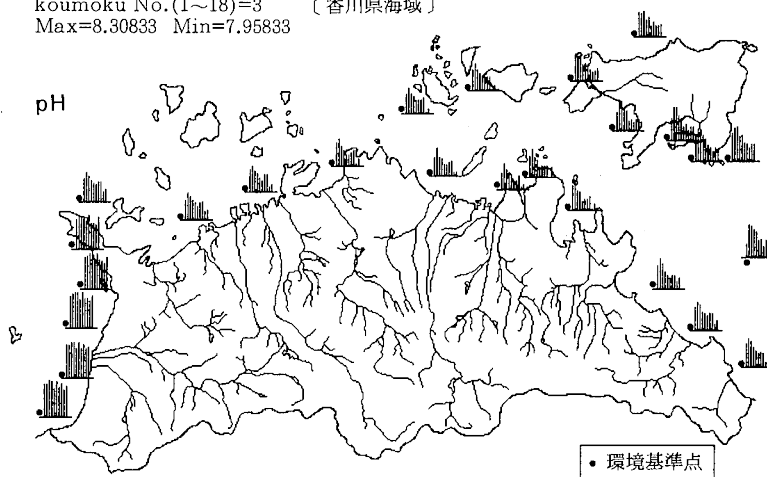


図3 地点別、項目別の経年変化(その1)

koumoku No.(1~18)=2 (香川県海域)  
Max=9.84167 Min=2.60833 m



koumoku No.(1~18)=3 (香川県海域)  
Max=8.30833 Min=7.95833



koumoku No.(1~18)=4 (香川県海域)  
Max=9.4 Min=6.83333 mg/l

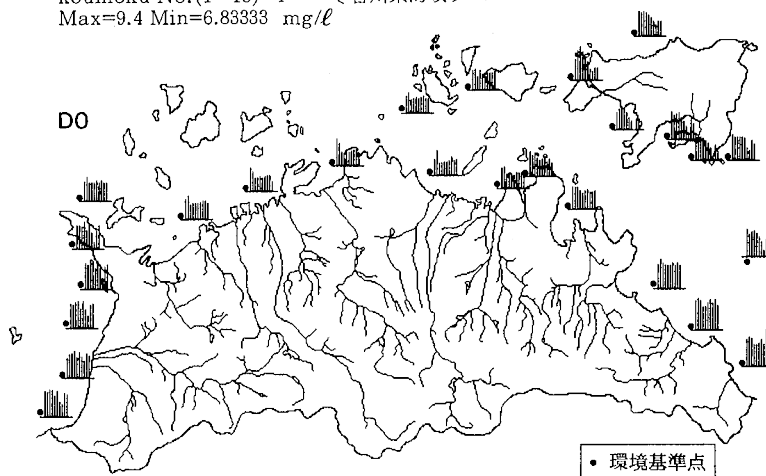
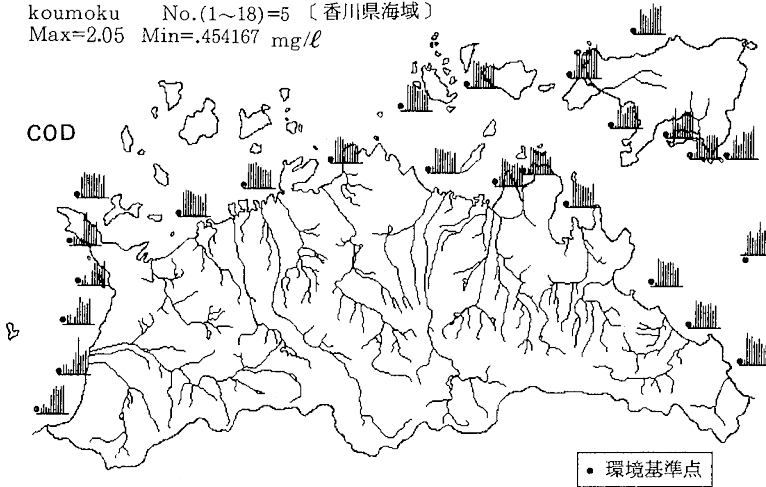


図3 地点別、項目別の経年変化(その2)

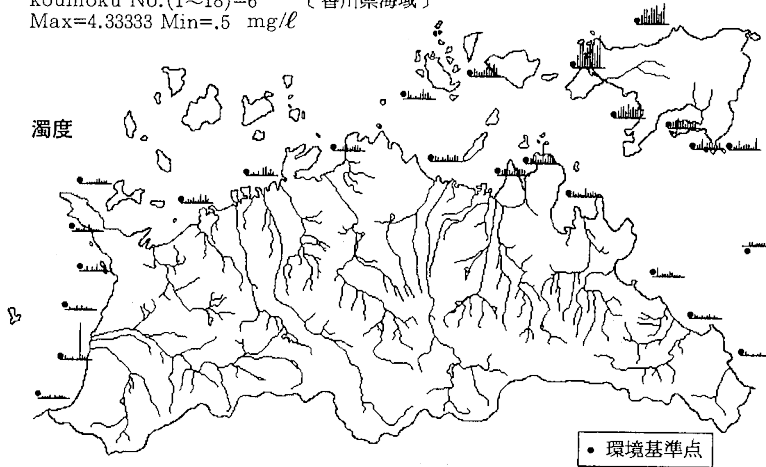
koumoku No.(1~18)=5 (香川県海域)  
 Max=2.05 Min=.454167 mg/l

COD



koumoku No.(1~18)=6 (香川県海域)  
 Max=4.33333 Min=.5 mg/l

濁度



koumoku No.(1~18)=9 (香川県海域)  
 Max=18850 Min=16541.7 mg/l

塩素イオン

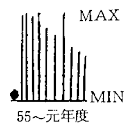
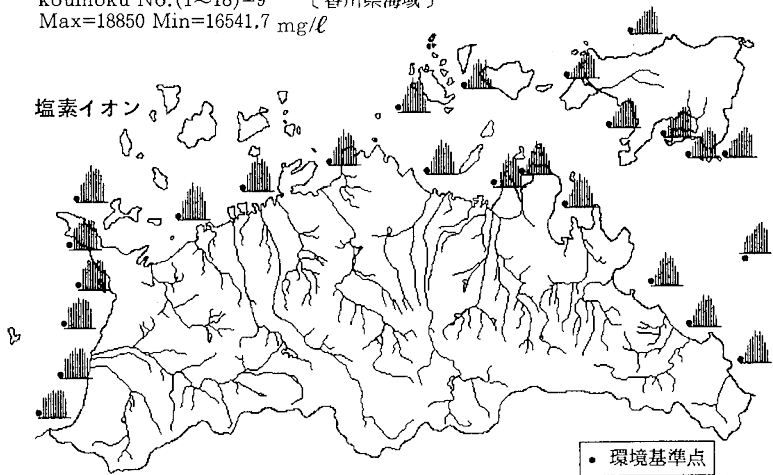


図3 地点別、項目別の経年変化(その3)

●水温について

東讃海域はやや上昇傾向にあるが、その他の地点は横ばいである。

●透明度について

全体的にみて横ばいである。東讃海域東部及び燧灘海域においては経月変化の結果をみてわかるように比較的良好な透明度を示している。それとは逆に、T-11においては他の地点に比べかなり低い値を示している。

●pHについて

燧灘海域は横ばいであるが、その他の地点は低下傾向にある。

●DOについて

小豆島沿岸は低下傾向にあるが、その他の地点は横ばいである。備讃海域は他の海域よりもやや低い値を示す傾向にある。62年度に小豆島沿岸および燧灘海域において低い値を示しているのは赤潮の影響と思われる。この年、特に東讃海域においては養殖ハマチの大量へい死など大規模な被害が報告されている<sup>9)</sup>。

●CODについて

小豆島沿岸においてはやや上昇傾向にある。また、燧灘海域では59年度でかなり高くなっており、その後は、横ばいまたは低下傾向にある。その他の地点ではやや低下傾向にある。Hu-4で61年度に高い値を示しているが、これは9月の8.6mg/ℓという高い値によるものである。

●濁度について

全体的にみて横ばい傾向にある。高い値を示している地点は、T-11 ≫ T-10 > T-12である。Hu-4で61年度に非常に高い値を示しているが、これは9月の45mg/ℓという値に起因しており、経月変化の項で述べたように赤潮の影響と思われる。

●塩素イオンについて

小豆島沿岸においては62年度、その他の地点においては59年度を境に、それまで上昇傾向にあったのが、以後低下傾向にある。

1-3 窒素・りんの変動

瀬戸内海広域総合水質調査における過去9年間のデータをもとに、年度別及び地点別に解析を行った。その結果を図4、5に示す。図から明かなように、窒素、りんいずれについても、地点43を除くその他の地点では差はあまり認められない。地点43(公共用水域のHu-4に、相当)においては、他の地点と比較して高い値を示す傾向があり、時折群を抜いて高くなることがある。T-Nについて例をあげると、57年度に(年平均, 最大値) = (0.526, 1.10), 61年度に(年平均, 最大値) = (0.595, 0.8111), 63年度に(年平均, 最大値) = (0.882, 2.50), 単位はmg/ℓ, という非常に高い値を示す。

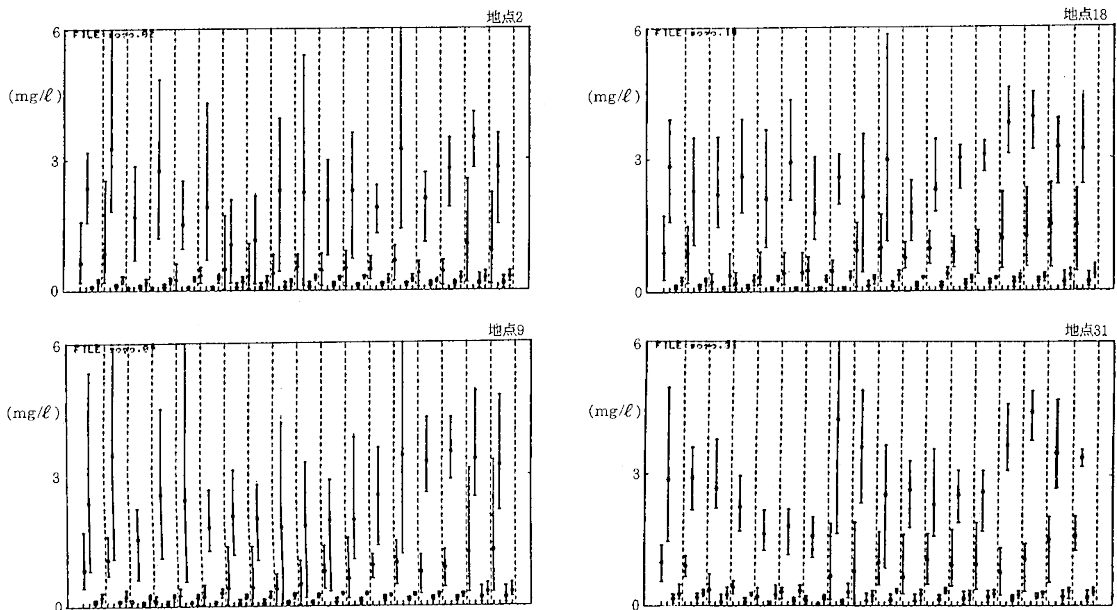


図4 地点別経年変化図(その1)

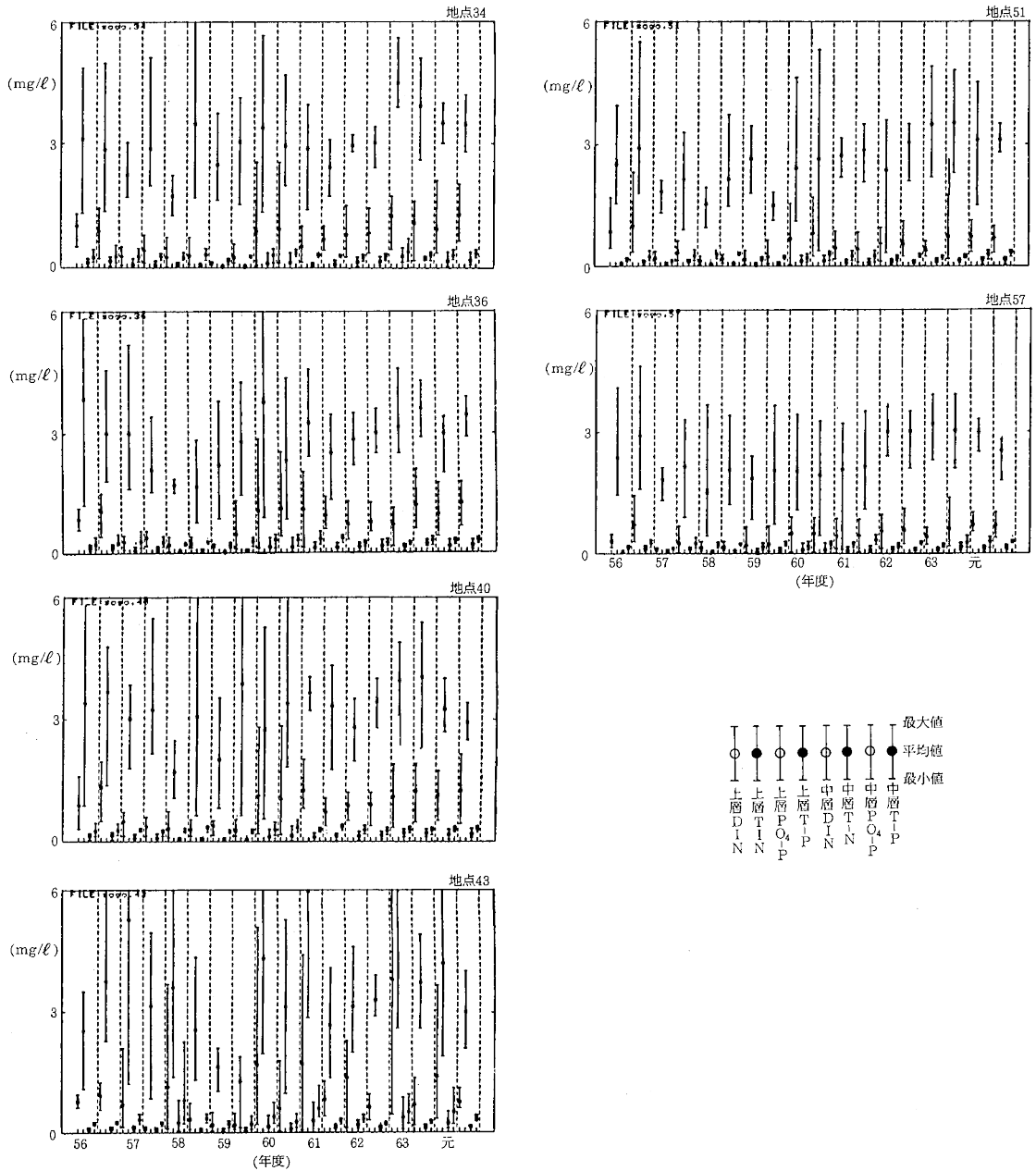


図4 地点別経年変化図(その2)

## 2. クラスタ分析及び主成分分析

クラスタ分析及び主成分分析により、それぞれの項目についてグループ分けを行った。結果を図6、表2及び表3に示す。表2は図6をもとに、各項目について3～5のグループに分類したものであり、二重線で区切っているものは明確に分類できることを示している。また、表3は主成分分析による第1、第2主成分を用いてグル

ープ化を行ったものであるが、第1、第2主成分までの累積寄与率が高いものほど、クラスタ分析によるグループ化とはほぼ同様な結果を得ている。寄与率の低い透明度、COD、濁度ではクラスタ分析でのグループと多少異なったものとなっている。

全体的にみて、小豆島沿岸海域を除く東讃海域(T-1～5)、小豆島沿岸海域(T-6～12)、備讃海域、



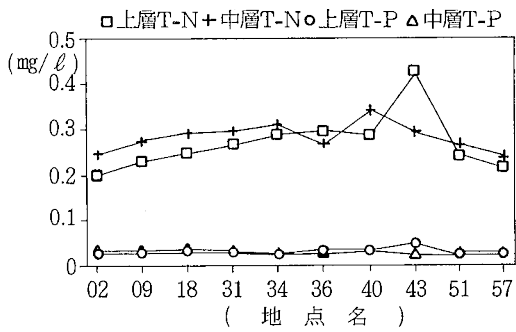


図5 地点別平均値図

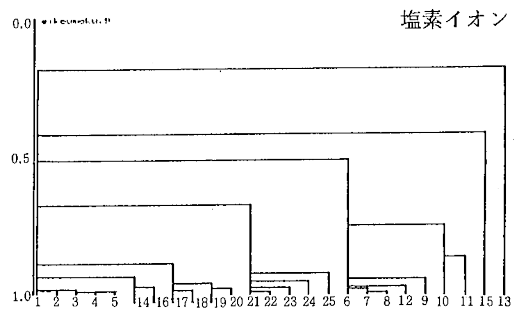
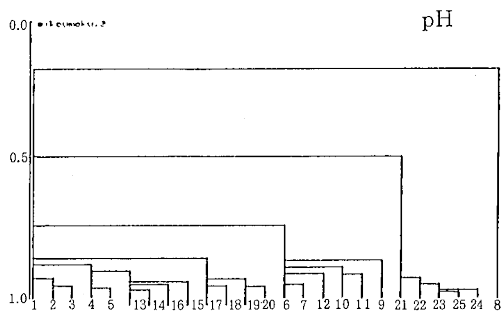
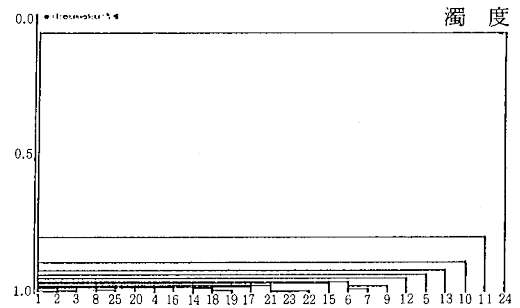
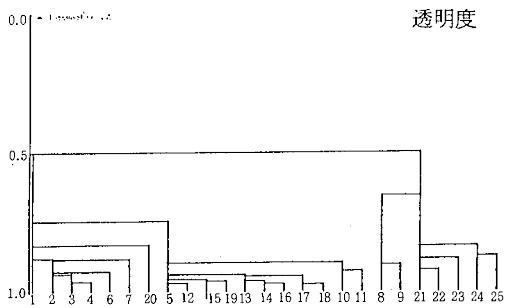
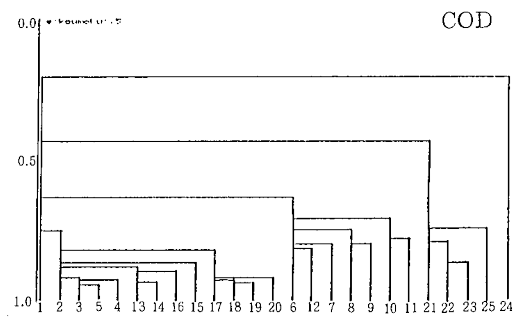
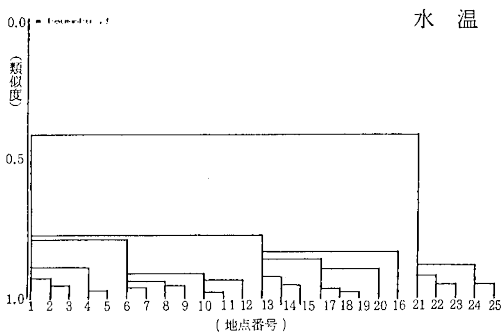
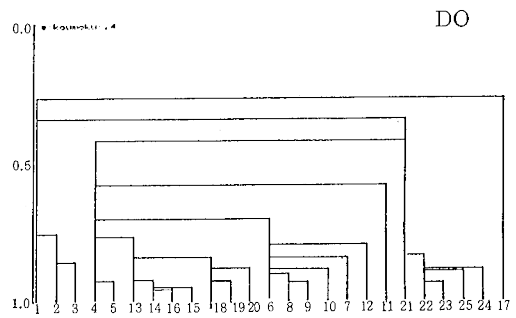


図6 クラスター分析デンドログラム

表2 クラスタ分析による結果表

項目	分類						備考
水温	T-1~5	T-6~12	B-ALL	Hu-ALL			
透明度	T-1~4, 6, 7	B-13	T-5, 10~12	B-1, 2, 8~12	T-8, 9	Hu-ALL	
pH	T-1~5	B-ALL	T-6, 7, 9~12	Hu-ALL	T-8		注1
DO	T-1~3	T-4~12	B-1, 2, 8, 9, 11~13	Hu-ALL	B-10		注2
COD	T-1~5	B-ALL	T-6~12	Hu-1~3, 5	Hu-4		注3
濁度	T-1~10, 12	B-ALL	Hu-1~3.5	T-11	Hu-4		注4
塩素イオン	T-1~5	B-2, 9~13	Hu-ALL	T-6~12	B-8	B-1	注5

ALL: 各海域における全地点を示す。

注1) pHにおいてはT-8が単独のグループに分類されるが、これは56年2月及び元年10月の低値によるものと思われる。

注2) DOにおいてはB-10が単独のグループに分類されるが、これは55年10月の15mg/lという高値によるものと思われる。

注3) CODにおいてはHu-4が単独のグループに分類されるが、これは61年9月の8.6 mg/lという高値によるものと思われる。

注4) 濁度においてはHu-4が単独のグループに分類されるが、これは61年9月の高値によるものと思われる。

注5) 塩素イオンにおいてはB-1とB-8が単独のグループに分類されるが、B-1については61年7月の13000 mg/l、B-8については55年8月の12500 mg/lという低値によるものと思われる。

表3 主成分分析による結果表

項目	分類						第1, 2主成分の寄与率(%)
水温	T-ALL	B-ALL	Hu-ALL				99.1
透明度	T-1~3, T-6~10	B-13	T-4, 5, 11, 12	B-1~12	Hu-ALL		47.9
pH	T-1~5	B-ALL	T-6, 7, 9~12	Hu-ALL	T-8		61.7
DO	T-1, 2	T-3~12	B-1, 2, 8, 9, 11~13	Hu-ALL	B-10		81.7
COD	T-1~5	B-1, 2, 8, 9	T-6~12	B-10~13	Hu-ALL		54.4
濁度	T-1~5, 8, 11	B-ALL	T-6, 7, 10	T-9	Hu-1~3.5	Hu-4	34.8
塩素イオン	T-1~5	B-2, 9~13	Hu-ALL	T-6~12	B-8	B-1	84.2

燧灘海域の4つに分類することができる。特に燧灘海域は他とは異なる変動を示すが、これは地形的影響で、この海域が紀伊・豊後両水道からの潮流が、合流・離反する場所である<sup>8)</sup>ことなどが理由の1つに挙げられると思

われる。

透明度などは経月、経年変化からわかるように、東讃海域東部(T-8, 9)及び燧灘海域において良好であるため、クラスタ分析では他の地点とははっきり区別

されている。

塩素イオンでは、クラスター分析、主成分分析いずれにおいても同様に分類される。燧灘海域 (Hu-1~5), 小豆島沿岸海域 (T-6~12), 備讃瀬戸海域のB-8, 同海域のB-1などは潮流<sup>7,8)</sup>や河川からの流入水の影響を受け易く, 異なった変動パターンを示している。

## ま と め

クラスター分析及び主成分分析の結果は, 分類されたグループ内では, 濃度変動がよく似ており, さらに, 濃度差が小さいことを示しているが, 香川県海域の場合は4つに分類される。東讃海域の中でも小豆島沿岸の海域とそれ以外の海域, それと備讃海域, 燧灘海域の4つである。その中でも燧灘海域は特異な変動を示す。

地点について言えば, T-11とHu-4は大きな変動を示すことがあり, 他の地点とは異なっている。これは, 赤潮あるいは河川水等の影響によるものと思われる。

## 文 献

- 1) 河口至商: 多変量解析入門II, 26 (1978).
- 2) 渡 正堯, 岸 学: 多変量解析プログラム集 (増補改訂版) 7-1 (1982).
- 3) 河口至商: 多変量解析入門I, 35 (1973).
- 4) 渡 正堯, 岸 学: 多変量解析プログラム集 (増補改訂版) 9-1 (1982).
- 5) 久保正弘, 瀬戸義久, 中野 智: 香川県公害研究センター所報, 6, 71 (1981).
- 6) 小野知足, 吉松定昭, 藤沢節茂, 他: 香川県赤潮研究所年報, 3 (1987).
- 7) 環境庁: 瀬戸内海の環境 (瀬戸内海環境情報基本図), 6 (1988).
- 8) 肥後竹彦, 高杉由夫, 田辺弘道: 中国工業技術試験報告書, 12, 81 (1980).
- 9) 小野知足, 吉松定昭, 香川 哲: 香川県赤潮研究所年報, 3 (1988).