

沿岸生物の分析による海域化学汚染の指標化への試み

(そのⅠ、貝類における有害物質蓄積状況の実態調査)

公害室 下地邦輝 大山峰吉
大城善昇 池間修宏
吉永安信 知花義光
佐久川春範

1. はじめに

四方を碧く澄みきった海とサンゴ礁に囲まれた沖縄県は日本の内でも環境汚染の少ない島と言えよう。しかしながら、1972年の本土復帰を契機として海洋博関連工事、山地開発、宅地造成、公有水面埋立等の活発化と大型石油基地の設置等もあって、海域の赤土汚染、生活排水や米軍基地排水の流入などによって一部地域では、沿岸の生物にも影響が出はじめて来ている。

そこで、比較的汚染の少ない時期に沖縄県沿岸域を対象に、生物中に蓄積され、あるいは含有されている有害化学物質の状況を把握し、今後の海域化学汚染の動向をいち早く察知するのに役立つ基礎資料の収集と汚染の指標化を試みるべく年次計画で調査を開始した。

今回は1976年6月から11月の間に、県下9地点でサンプリングした貝類と底質について、PCB、残留農薬、鉛、カドミウム、総水銀の分析を行った。尚、1977年に採集した他の15地点における貝類の分析結果が出た時点で県下のバックグラウンド値の推定、汚染の実態等を総括的に考察することにし、今回はデータの紹介と大まかな傾向の考察に留めたい。

2. 調査方法

1. サンプリング方法

サンプリングは図1に示す9地点を、公害室職員自ら行い、陸地からほぼ1km以内のリーフの内側に生息している貝類を採集した。サンゴ礁内に固着しているヒメシャコについては、貝の固着する岩をハンマーで割り、貝殻や身に傷をつけないように留意しながら、ドライバー等で岩礁から剝離させて採集した。また、その他の巻貝類については、海底や岩礁に付着しているものを手で採集した。採集された貝類は直ちにポリエチレン袋に詰めて、サンプルの調整までフリーザーで冷凍保存した。底質は、貝類の採集の行われたリーフ内の約20m方形区内で、底砂を手づかみで数10回入れ、混ぜ合わせて均質にし、風乾した。

2. サンプルの分類と調整

貝類のサイズ差(年齢差?)による蓄積度の差を見るために、各種類について殻長、殻高、殻径等で4~5段階に分類し、さらに、通常食用にされる部分を可食部とし、その他の部分を非可食部に分けてサンプルとした(図2)。

ヒメシャコについては個体差をなくすために、複数個体のサンプルをステンレス包丁で細切りにして混ぜ合わせて調整した。マガキガイ、ニシキウズ、オニツノガイ等の巻貝については、殻を壊さずに身を取り出すことが困難なため、金床上で殻を割り、腹足を可食部、その他を非可食部としそれぞれを水道水で洗って殻の破片等を除いた

後軽くしぼって水を切り、ヒメシャコと同様に調整した。

3. 分析方法

試薬類については、PCB、残留農薬の分析には全て関東化学及び和光純薬の残留農薬用を用い、有害金属の分析には、精密分析用（SSG）もしくは原子吸光用試薬を使用した。

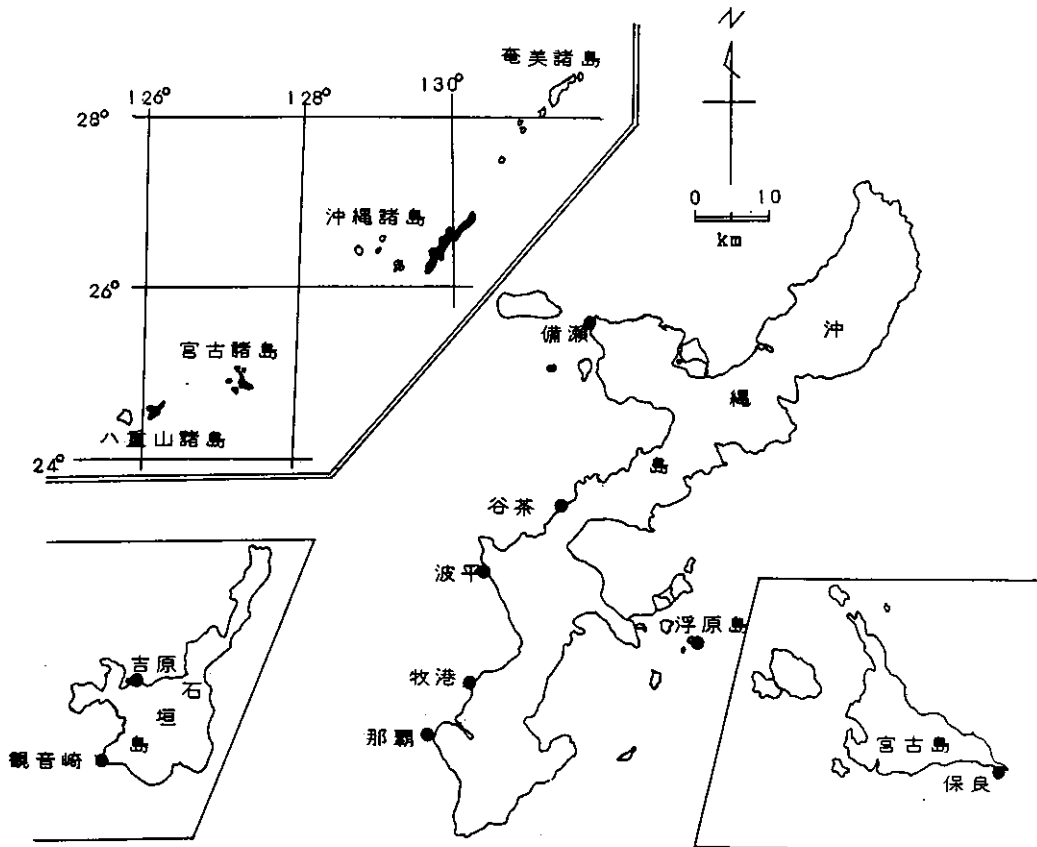
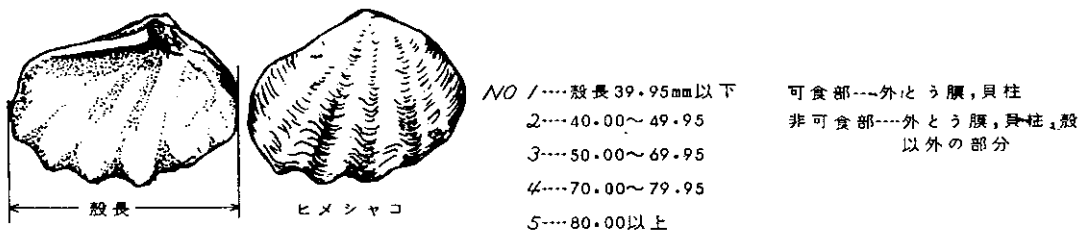


図1. 貝類のサンプリング地点 (1976)

それぞれの項目について、分析は図3のフローチャートのとおり行った。また、分析下限値は表1のとおりで、それ以下をN. D (不検出) とした。

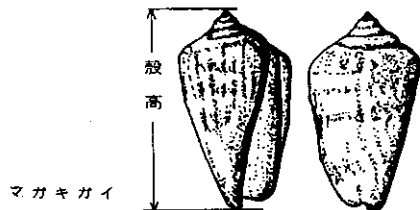
表1 各項目の定量下限値

項目	Pb ppm	Cd ppm	Hg ppm	T-DDT ppb	ダイルドリン ppb	PCB ppb
定量下限値	0.05	0.01	0.001	0.3	0.4	0.3



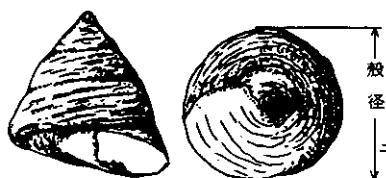
NO 1---殻長39.95mm以下
 2---40.00~49.95
 3---50.00~69.95
 4---70.00~79.95
 5---80.00以上

可食部---外とう膜, 貝柱
 非可食部---外とう膜, 貝柱, 殻以外の部分



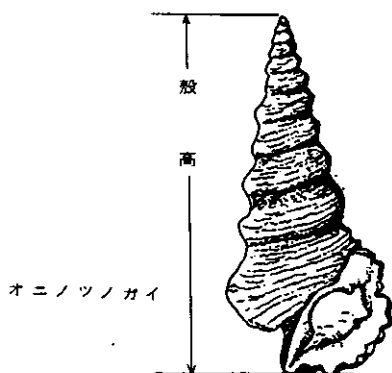
NO 1---殻高39.95mm以下
 2---40.00~44.95
 3---45.00~49.95
 4---50.00~54.95
 5---55.00以上

可食部---腹足
 非可食部---腹足, ふた, 殻以外の部分



NO 1---殻径29.95mm以下
 2---30.00~34.95
 3---35.00~39.95
 4---40.00以上

可食部---腹足
 非可食部---腹足, ふた, 殻以外の部分



NO 1---殻高79.95mm以下
 2---80.00~89.95
 3---90.00~99.95
 4---100.00以上

可食部---腹足
 非可食部---腹足, ふた, 殻以外の部分

図2. 貝の分け方

3. 結果及び考察

1. 貝類中の有害金属蓄積について

県内の9地点でサンプリングした貝類はサイズ

毎の可食部、非可食部に分けて、鉛、カドミウムについては、貝類114サンプルと底質8サンプル、総水銀については貝類115サンプルと底質8サンプルを分析した。

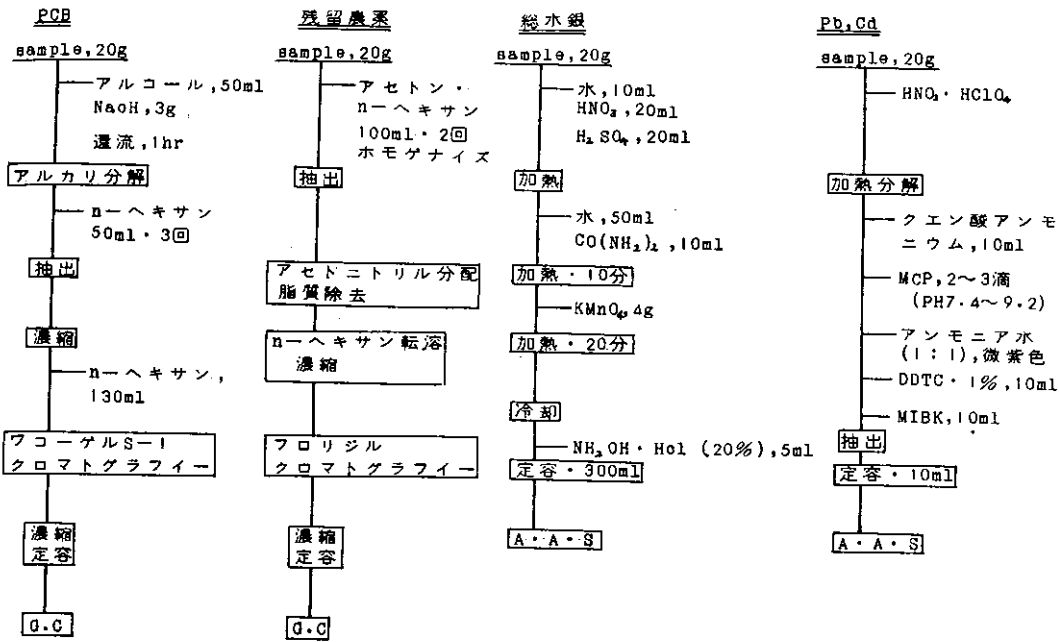


図3. 分析手順のフローチャート

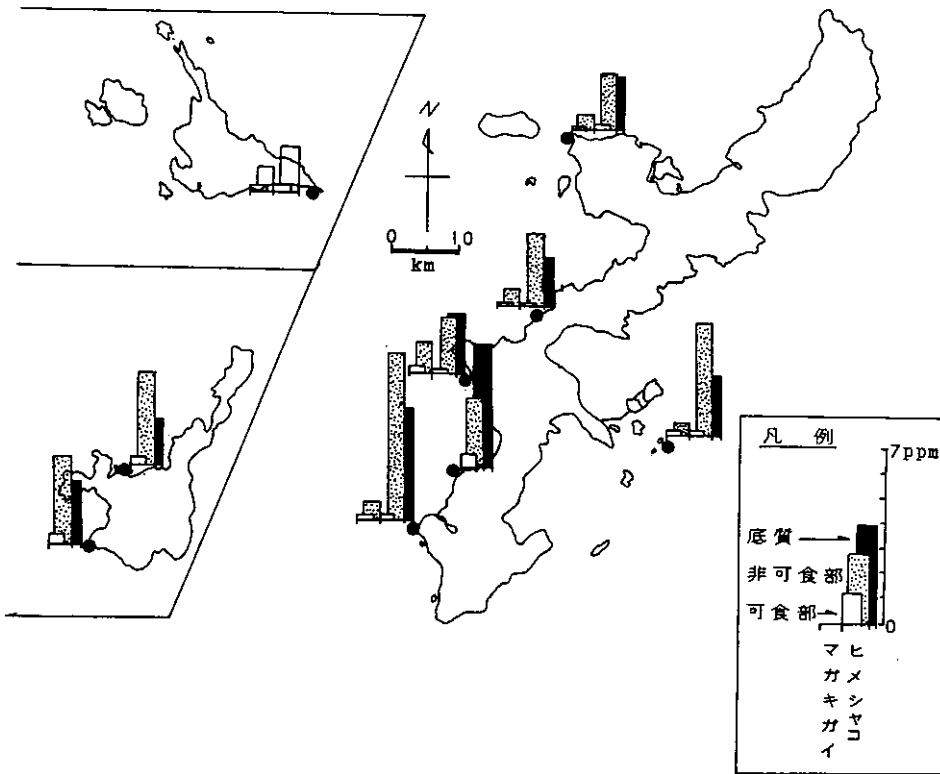


図4. 各地における貝類の鉛蓄積量の比較 (平均値)

(1) 鉛の蓄積

ヒメシヤコとマガキガイの可食部、非可食部について、各サイズの分析値で平均値を求め、各地点の代表値としてヒストグラムで示してみた(図4)。どの地点でも鉛の蓄積は見られ、ヒメシヤコの非可食部でみると特に、沖縄本島南部の那覇、牧港で高くなっており、底質についても同じような傾向が見られる。しかしながら、人為的な鉛汚染の考えにくい石垣島の観音崎、

吉原などでも、ほぼ4 ppmの値を示している。

ヒメシヤコについて、サイズ毎に可食部、非可食部の各々の値を図5にプロットしてみた。非可食部が可食部に比べて、どのサイズについても高い鉛蓄積値を示している。しかし、これらの値は必ずしもサイズが大きくなるにつれての増加がみられず、貝の年齢と蓄積量の相関ははっきりしない。

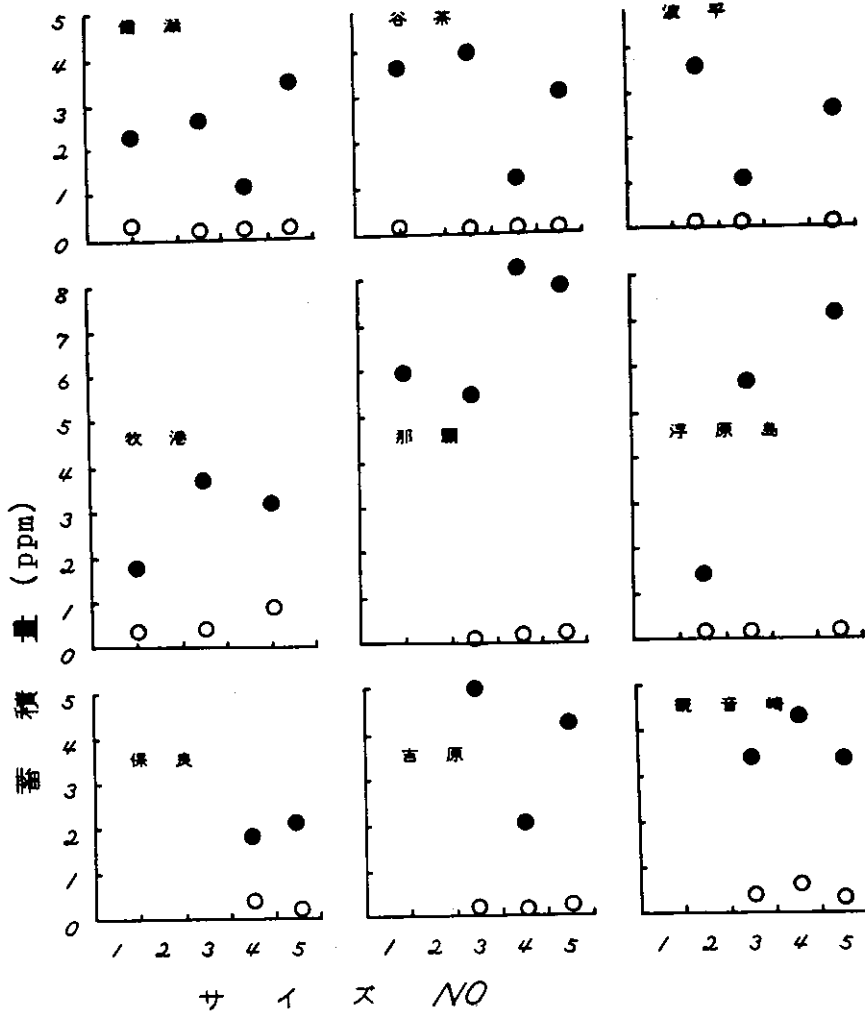


図5. サイズ毎に見た鉛蓄積量(ヒメシヤコ)

No. 1殻長39.95mm以下 No. 470.00~79.95 ○.....可食部
 240.00~49.95 580.00以上 ●.....非可食部
 350.00~69.95

以上の傾向は他のマガキガイ、ニシキウズガイ、オニツノガイなどについてもみられた。

カドミウムについても鉛同様、平均値をサンプリング地点上にヒストグラムで示した(図6)。

(2) カドミウムの蓄積

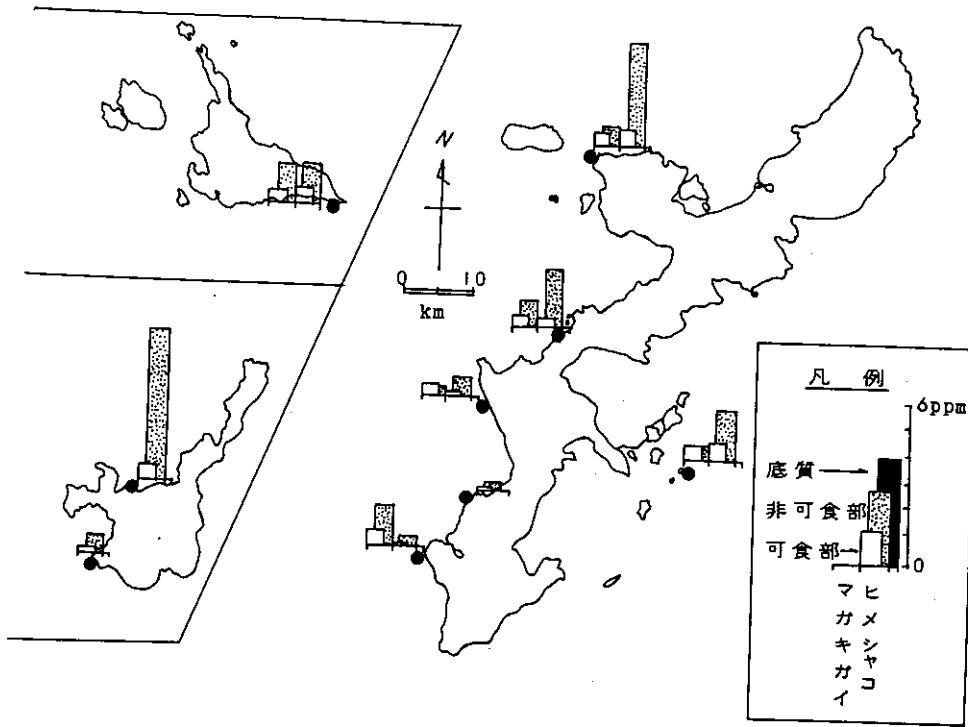


図6. 各地点における貝類のカドミウム蓄積量の比較 (平均値)

ヒメシヤコの可食部、マガキガイの可食部、非可食部値は1.0 ppm以下で、地点毎に特に差は見られないが、ヒメシヤコ非可食部で、人為的な汚染の考えにくい備瀬、吉原において、4.0~6.0 ppmと高い値を示すのは特異的である。ちなみに、底質のカドミウム含有値はすべて0.05 ppm以下 (N. D) であった。

各地点におけるヒメシヤコについて、サイズ毎の値をプロットしたのが図7である。非可食部の値が、どの地点においても、可食部の値に比べて高い。しかし、これらの値はサイズに対して相関が見られず、貝の年齢とカドミウム蓄積値の関係は、明確ではない。また、同じような傾向は、今回分析した他の貝類でもみられた。

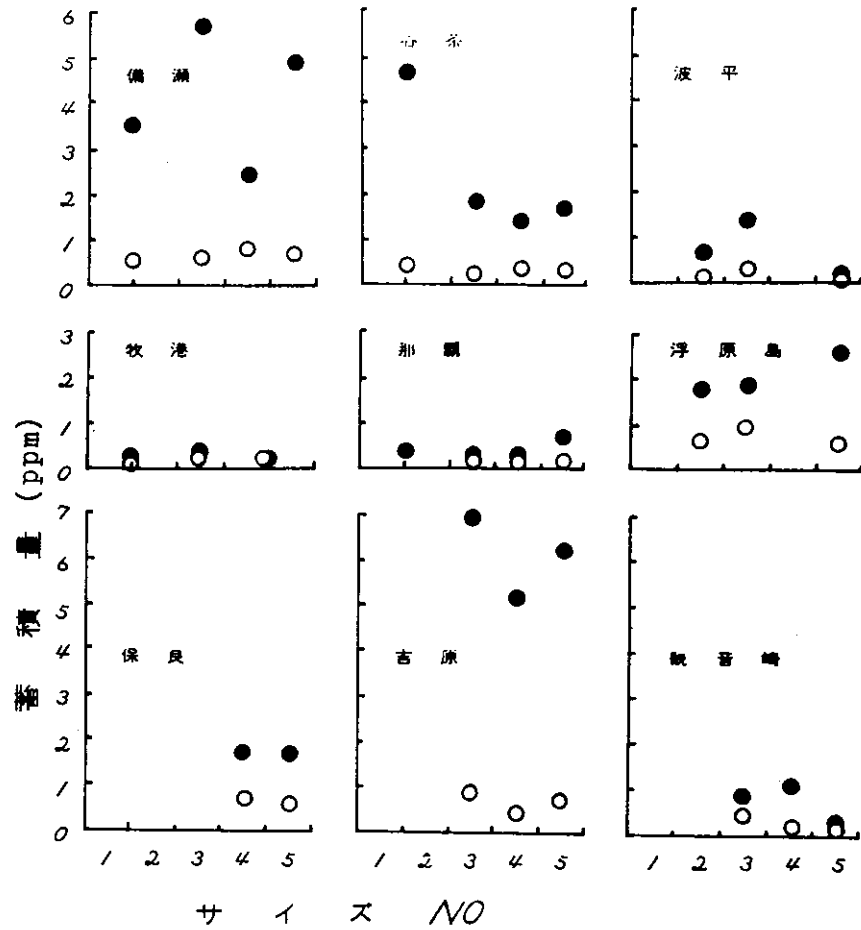


図7. サイズ毎に見たカドミウム蓄積量 (ヒメシャコ)

No. 1殻長39.95mm以下 No. 470.00~79.95 ○.....可食部
 240.00~49.95 580.00以上 ●.....非可食部
 350.00~69.95

(3) 水銀の蓄積

前述の項目と同じように、各地点におけるヒメシャコとマガキガイの可食部、非可食部の平均値をヒストグラムで示してある(図8)。これら2種

類の貝では可食部、非可食部とも那覇が高く、また底質も同様である。しかしながら、非可食部の値は、人為的水銀汚染の考えにくい浮原島、保良、吉原、観音崎でも0.1ppm内外の値を示している。

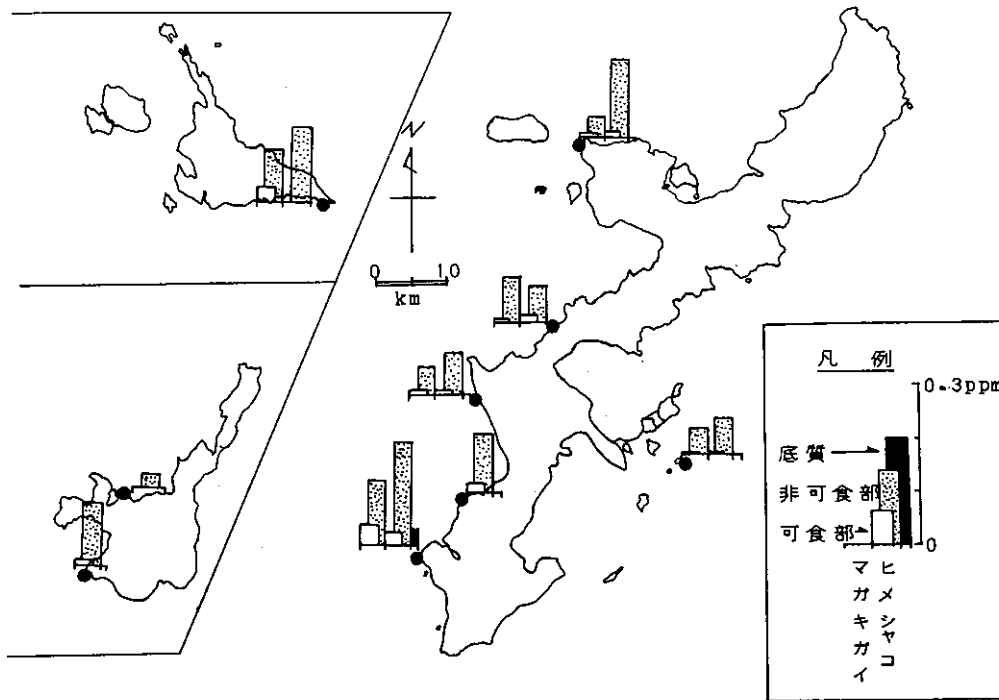


図8. 各地点における総水銀蓄積量の比較 (平均値)

ヒメシヤコについて、サイズ毎に水銀蓄積量を比較してみた(図9)。鉛、カドミウムと同様、水銀についても、全てのサイズにおいて、非可食部値が可食部値に比べて高い。そして、今回分析した他の貝類も同じく、これらの値はサイズ間に、明確な相関が見られない。

(4) 考察及び今後の課題

今回分析された貝類の可食部、非可食部では、

鉛、カドミウム、総水銀ともに、人為的汚染の考えにくい地点でも、ある程度の蓄積がみられ、環境庁企画調整局公害保健課(1974)の報告でも、ある種の沿岸動物などでは、種の特性として、自然の状態で、多少の蓄積があると言われている。ところが、鉛と総水銀については、底質とヒメシヤコの非可食部値で、都市排水、工場排水、基地排水等の影響が考えられる沖縄島南部の那覇、牧

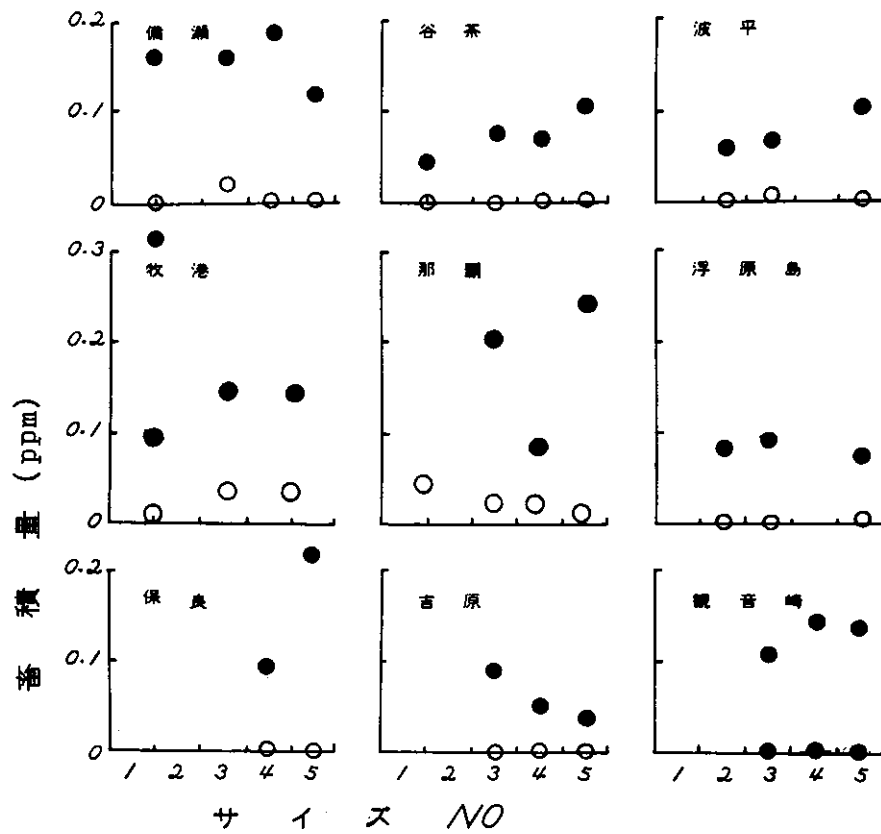


図9. サイズ毎に見た総水銀蓄積量 (ヒメシヤコ)

No. 1殻長39.95mm以下 No. 470.00~79.95 ○.....可食部
 240.00~49.95 580.00以上 ●.....非可食部
 350.00~69.95

港において高い傾向を示し、沖縄県環境保健部公害対策課（1975）の調査結果でも同じような傾向がみられた。これらの平均値の差は、人為的汚染に由来するものか今後検討を要する。

一方、カドミウムは鉛、総水銀とは、むしろ逆に、人為的汚染の考えにくい備瀬、吉原で高い値を示しており、原因については今後の調査に託したい。尚、知花ら（1975）も同様な結果を示している。

今後、人為的汚染のない地点と汚染のみられる地点で底質、海水、ヒメシヤコも含めた沿岸動物などの比較分析が必要とされる。

どのサイズにおいても非可食部が可食部に比べて高い値を示しており、貝の器官（部位）毎に、重金属の蓄積量が異なることが推定できる。従って今後は、特にヒメシヤコについて、蓄積量の個

体差、個体内での器官（部位）差等も明らかにしなければならない。

また、貝の年齢を想定したサイズ毎の蓄積量の比較では、現在、また年齢の推定ができないけれども、サイズの大きいものほど年齢が高いと仮定して、今回のデータは、明確な相関をしめしていない。この点については、鉛、カドミウム、総水銀の体内への取り込みと排せつの関係（濃縮係数）蓄積量の個体差、器官（部位）差等の問題が明らかになった後に、再度検討してみたい。

2. 貝類の有機化学物質の蓄積

農業については貝類102と底質8サンプル、PCBについては貝類95と底質8サンプルを分析した。

(1) 残留農業について

有機リン系農薬は検出されず、残留性の強い有

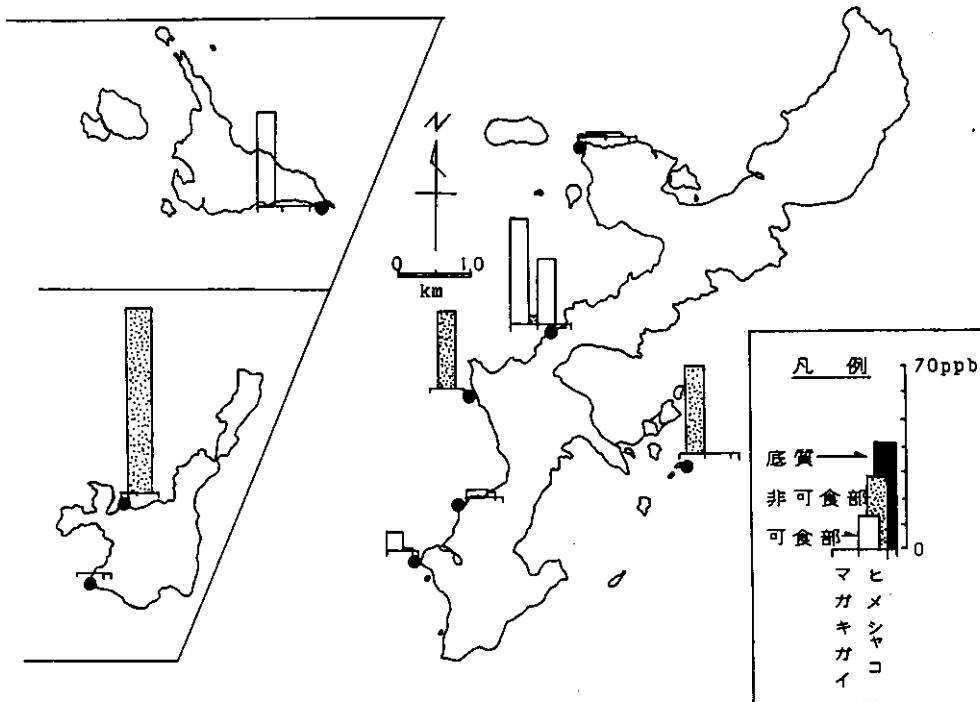


図10. 各地点における貝類のデイルドリン残留量の比較（最大値）

機塩素系のデイルドリンは全地点で、PP'-DDEが一部の地点で検出された。ヒメシャコとマガキガイについて非可食部、可食部それぞれにおけるデイルドリン最大値を、サンプリング地点上にヒストグラムで示したのが図10である。低いレベルであるが石垣島の吉原で70.9 ppbの値を示し、底質はほぼ全地点ともに0.1 ppb以下で、特に地点毎

に差はない。

ヒメシャコ中のデイルドリン残留量について、可食部、非可食部でサイズ毎にプロットしてみた(図11)。同一地点においても、個々の値は関連性がなく、突飛な値を示し、必ずしも非可食部が可食部より高い値を示していない。また、これらの値はサイズとの間に相関を示していない。

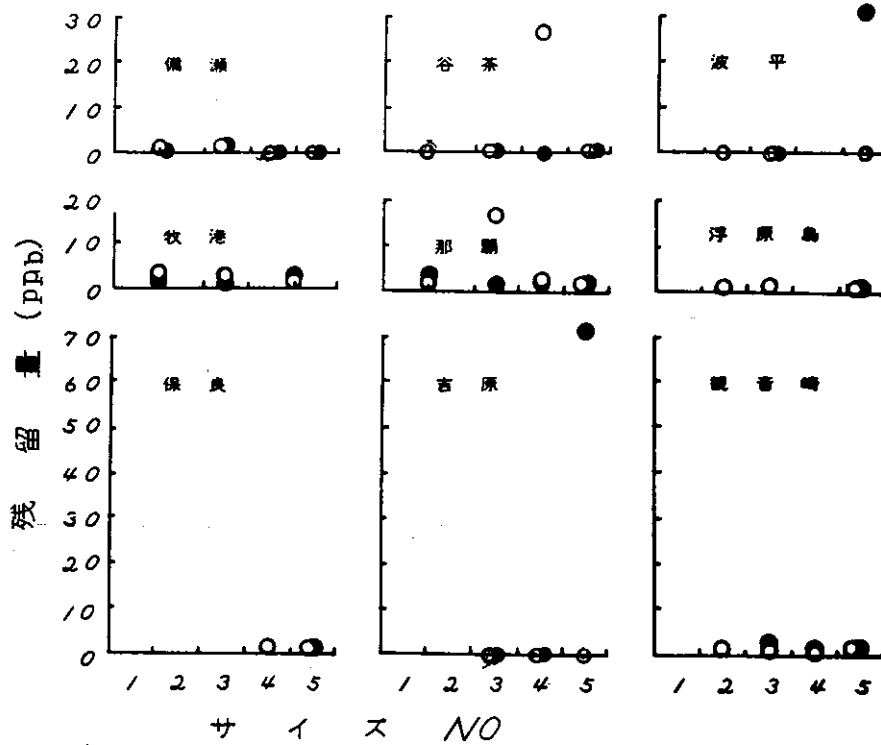


図11. サイズ毎に見たデイルドリン残留量 (ヒメシャコ)

No. 1殻長39.95mm以下 No. 470.00~79.95 ○.....可食部
 240.00~49.95 580.00以上 ●.....非可食部
 350.00~69.95

(2) PCBについて

ヒメシャコとマガキガイの可食部について、各サイズのPCB蓄積値で平均値を求め、各地点にヒストグラムで示した(図12)。沖縄の那覇、牧港で高い値を示し、人為的汚染の考えられない遠隔

地の宮古、石垣島では検出されていない。底質でも同じ傾向を示している。この傾向をヒメシャコの値で、沖縄島内の那覇、牧港に対して他地点と比較してみると、明確な差がある(表2)。

表2. 沖縄本島のヒメジャコ中のPCB含量の比較 (ppb)

A群	可食部		非可食部		備考
	A群	B群	A群	B群	
備瀬	0.4	6.9	0.7	9.6	※1 $\bar{x} \pm t(\phi, 0.05) \sqrt{\frac{v}{n}}$ ※2 A群の平均値を本島のバックグラウンド値と仮定して μ_0 とし、B群の母平均を μ とした場合の有意性 $ t_0 > t(\phi, 0.01)$ $t_0 = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sqrt{v/n}}$
谷茶	0.4	6.0	0.6	20.0	
波平	0.6	5.0	0.6	27.0	
B群	0.3	4.3	0.6	8.6	
那覇	2.3	6.0	1.2	11.0	
牧港	1.3	4.1	1.0	24.0	
	1.4	2.0	1.3	8.4	
	1.0		1.2		
	1.4		1.7		
	1.5		1.3		
平均値 ※1	1.0	4.9	1.0	15.5	
95%信頼幅 ※2	1.0 ± 0.4	4.9 ± 1.4	1.0 ± 0.2	15.5 ± 7.3	
有意性		有		有	

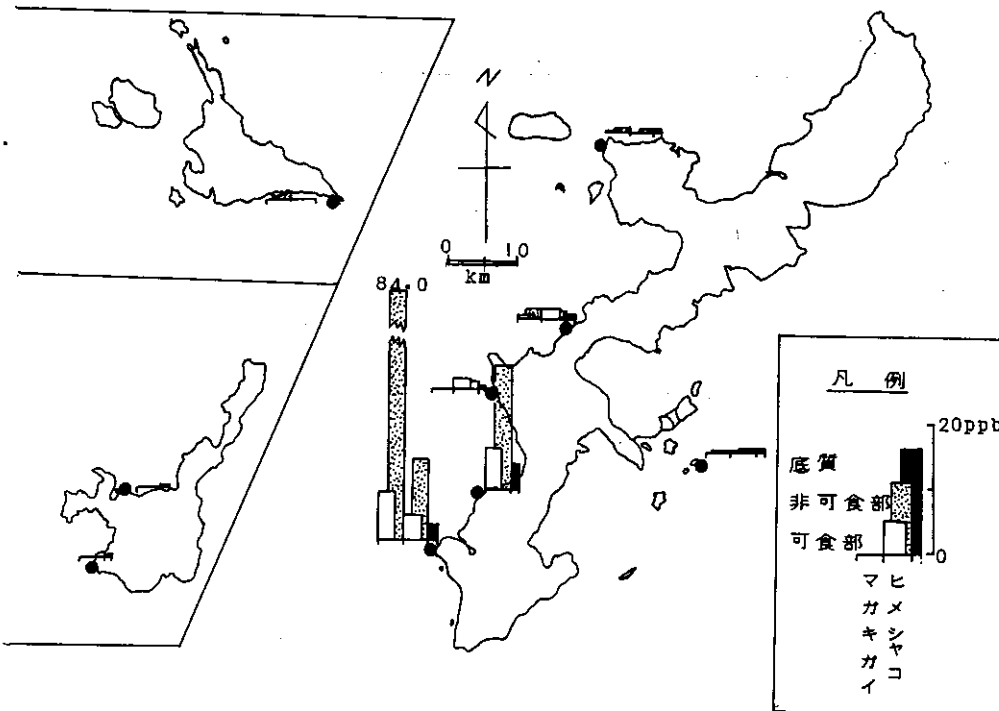


図12. 各地点における貝類のPCB蓄積量の比較 (平均値)

ヒメシャコについてサイズ毎に可食部、非可食部の値をプロットしてみた(図13) 重金属と同様に非可食部が可食部に比べて高い。

サイズと蓄積量においては、蓄積度の高い地点で若干の相関がみられるが、サンプル数が少ないため言及できない。

(3) 考察及び今後の課題

残留農薬については、これまでの農薬の使用が沖縄県全域にまたがっているとわれ、貝類の分析結果でも全域にディエルドリンの検出が見られる。しかしながら、その値は同一地点でも貝の種類間、あるいは同一種でもサイズ間及び可食部、非可食部などによっても、各々に関連性がなく突飛である。従って同一地点でも生物の種類毎、同

一種類でも個体毎、同一個体内でも器官(部位)毎に大きな差があることが考えられ、これらの点について検討が必要とされる。また、池間ら(1975)でも明らかのように、内湾性のドロクイ、ミナミクロダイなどの魚が高い残留性を示すといわれ、貝類以外の底生動物、内湾性魚類等の比較分析も必要である。

PCBについては、今度の貝類を用いた分析でも、人口、工場、軍基地等の集中する那覇、牧港を頂点として高い値を示す傾向が得られる。この傾向は内湾性のドロクイを用いた沖縄県環境保健部公害対策課(1977)の調査でも明らかにされている。従って、今後はヒメシャコによる汚染地点のスクリーニングを行なう一方で、現在高い値を

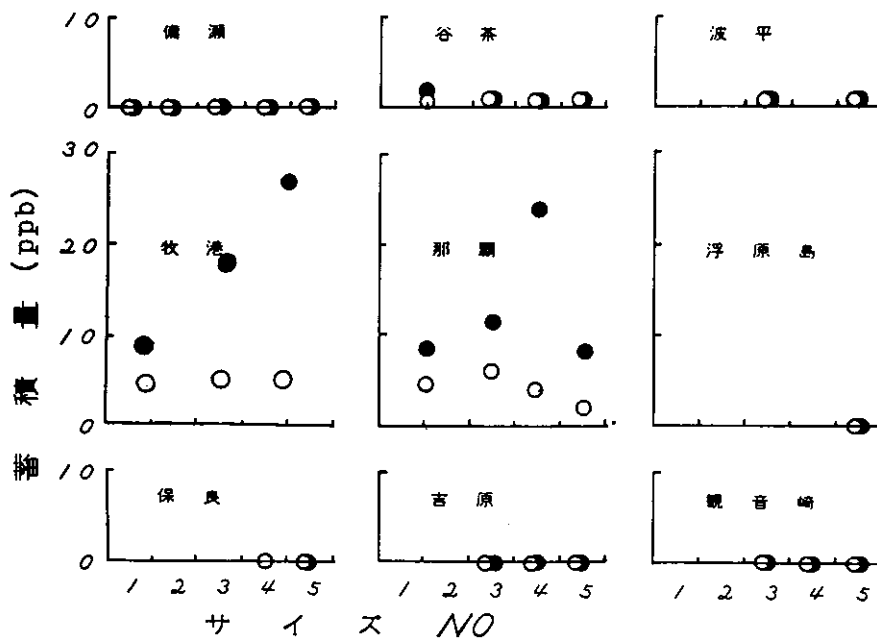


図13. サイズ毎に見たPCB蓄積量(ヒメシャコ)

No. 1殻長39.95mm以下
 240.00~49.95
 350.00~69.95
 No. 470.00~79.95
 580.00以上
 ○.....可食部
 ●.....非可食部

示す那覇、牧港海域において底質、水の詳しい調査及び、ヒメシャコと貝類以外の底生動物や内湾性魚などの比較分析を行ないたい。

生物の年齢毎の比較は、ヒメシャコのPCB蓄積量の個体差、器官(部位)差が明らかになった後にヒメシャコ以外の底生動物、内湾性魚類なども含めて検討してみたい。

3. 分析指標種としての貝類の検討

海で陸に最も近い部分にある潮間帯、亜潮間帯には貝類以外にも多くの生物が生息している。これらの種々の生物の中で分析指標種としては、どの地点にでも生息し、分析必要量のサンプリングが容易であり、しかも移動が小さく、ある程度の汚染物質の蓄積があることなどが必要と考えられる。

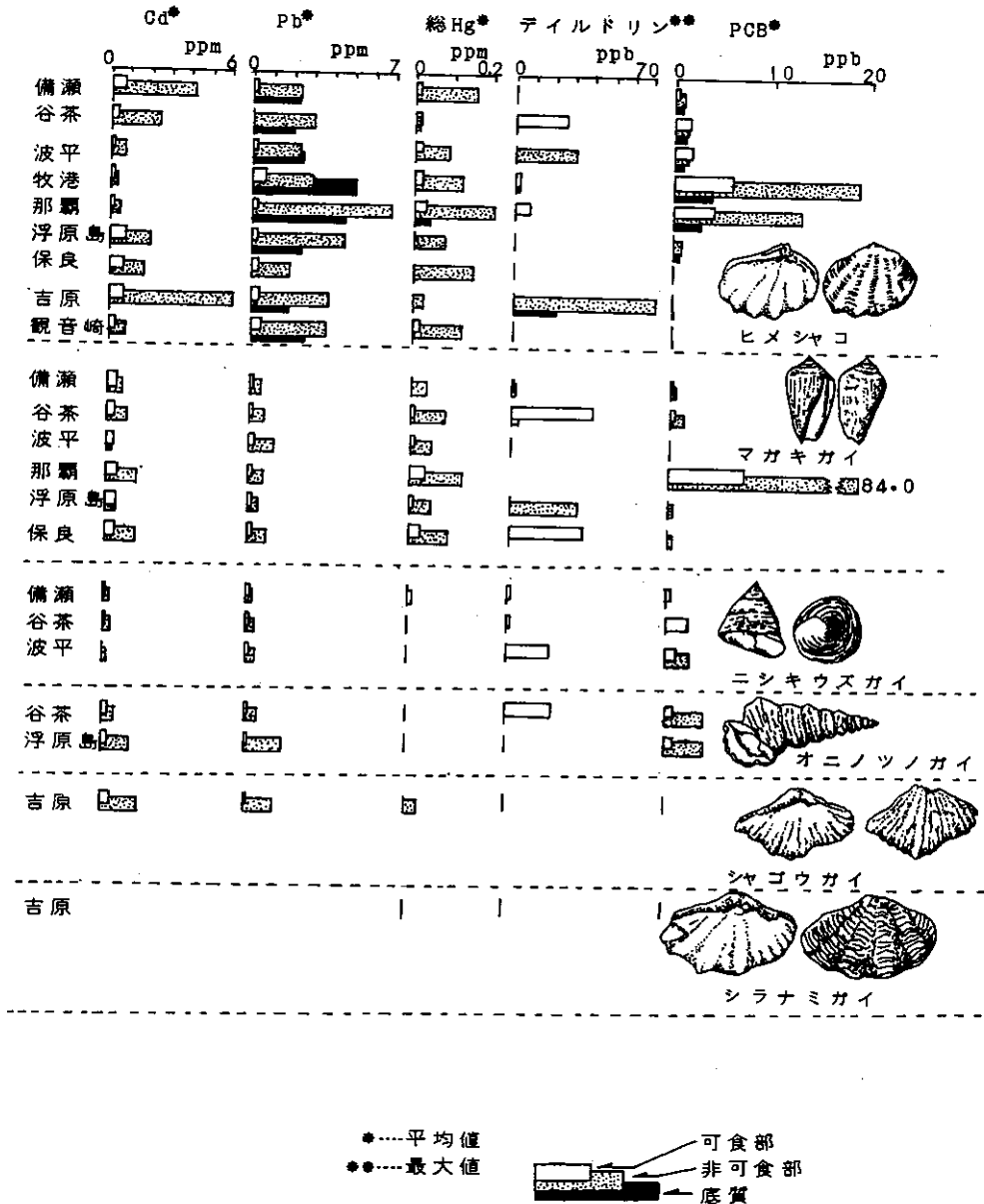


図14. 貝の種類毎に見たcd、pb、総Hg、ディルドリン蓄積量

今度の調査では沖縄で最も多く食べられ、しかも固着性、あるいは移動が少なく、分析必要量の確保が容易な貝としてヒメシャコやマガキガイを選んだ。

貝の種類毎に、それぞれの項目について蓄積量を比較してみた(図14)。マガキガイ、オニツノガイ、シラナミガイなどは個体数が少なく、全地点で必要量の採集ができないことなどから、指標種として好ましくないと考えられる。固着性の二枚貝であるヒメシャコは、ほぼ全地点で分析必要量の採集ができ、しかも各項目について、ある程度の蓄積がみられた。またヒメシャコは移殖が可能で、いろいろな実験に使用できる点でもすぐれている。しかしながら、脂肪分の少ない貝類は、有機化学物質の蓄積が、他の底性動物、内湾性魚に比べて低いといわれ、今後PCB、残留農薬については、貝類以外の沿岸動物を検討してみる必要がある。

4. まとめとこれからの仕事

① 1976年6～11月の間に、県内9地点でヒメシャコとマガキガイを主に、他に4種の貝類と底質をサンプリングし、鉛、カドミウム、総水銀、残留農薬、PCBについて分析を行った。

② 各地点でサンプリングした貝類は種類毎、サイズ毎の可食部と非可食部に分けられ、鉛とカドミウムについて貝類115と底質8、総水銀について貝類が115と底質が8、残留農薬について貝類が102と底質が8、PCBについては貝類が95と底質が8サンプルを、それぞれ分析した。

③ 鉛については、全ての地点において蓄積がみられ、沖縄島的那覇、牧港で若干高い値を示し、底質でも同様な傾向がみられた。どのサイズにおいても可食部に比べて非可食部が高いが、これらの値とサイズ間には明確な相関は見られなかった。

④ カドミウムについても全ての地点である程度の蓄積がみられるが、他の重金属と逆に、人為

的な汚染の考えにくい備瀬、石垣島の吉原で高い値を示した。どのサイズでも、非可食部値が高いが、これらの値とサイズ間には相関がみられなかった。

⑤ 総水銀については、各地点とも蓄積がみられ那覇で若干高い値を示し、底質でも同じ傾向が出た。どのサイズでも可食部に比べて、非可食部が高いが、これらの値とサイズとの間には明確な相関が見られなかった。

⑥ 残留農薬については、ディルドリンが全地点で、PP'-DDEが一部で検出された。低い濃度レベルではあるが、同一地点内の種類間、あるいは同一種内のサイズ間、同サイズ内の可食部と非可食部間で、それぞれに関連性のない突飛な値を示し、従って、これらの値とサイズ間には相関がなかった。

⑦ PCBについては、明らかに那覇、牧港を頂点として高い値を示し、底質でも同じ傾向がみられた。どのサイズにおいても、非可食部が可食部より高い値を示し、これらの値はサイズが大きくなるにつれて若干高くなる傾向がみられた。

⑧ ヒメシャコは固着性の二枚貝で、ほとんどの地点において分析必要量の採集が容易で、しかも移殖が可能であり、いろいろな実験に使用できる点ですぐれており、PCB汚染地点のスクリーニングにも有効であると考えられる。

今度の分析結果では、それぞれの地点の海域環境を評価するには完全ではないが、今後、調査を進める上での地域の選定、貝類の蓄積の傾向等はある程度つかめたと思う。

今後の課題として次のことがあげられる。

(1) 主にヒメシャコと底質について、1977年に新たに15地点のサンプリングが終っており、今後沖縄県全域をカバーする形で、更に調査地点を増やしていきたい。

(2) 有機化学物質については、貝類以外の動物を用いた各地点の比較を検討したい。

(3) 今回の結果で汚染の傾向が明らかになった地点については、それぞれ項目で、底質、水などの環境濃度の詳しい調査、及び貝類以外の底生動物や魚類について比較分析等も必要とされる。

(4) ヒメシヤコについては、それぞれの項目で蓄積量の個体差、個体内での器官（部位）差等も明らかにしておく必要がある。

(5) ヒメシヤコ、あるいは今後分析指標種となり得る動物については、汚染物質のとり込みと排泄との関係（濃縮係数）についても明らかにしておくかねばならない。

(6) これまで示された分析値は、ほとんどが1サンプルについて1回の分析によるものであり、微量値の比較であることから、分析値の精度（再現性）についても検討を要する。

以上について、今後調査を進めて行きたい。

尚、今回の分析結果の総表を今後の参考資料としてのせた。

最後に今回の調査のサンプリングに際し、御協力をいただいた県環境保健部公害対策課の諸氏、八重山保健所衛生課の諸氏及び宮古保健所衛生課の諸氏に謝意を表します。

5. 参考文献

- 池間修宏, 他. 1975. M S A (牧港補給基地) 沿岸魚類の残留農薬について. 沖縄県公害衛生研究所報 (第9号, 昭和50年度), 22—23.
- 沖縄県環境保健部公害対策課. 1975. 公共用水域の有害物質調査(底質について). 沖縄県における公共用水域の水質測定結果 (昭和50年度), 167—185.
- 沖縄県環境保健部公害対策課. 1977. 昭和51年度環境白書, 463 p.
- 環境庁企画調整局公害保健課. 1974. 改訂公害健読本, 742 p.
- 知花義光, 他. 1975. M S A沿岸における貝の重金属分析. 沖縄県公害衛生研究所報, (第9号, 昭和50年度), 24—28.
- (第3回九州公害化学技術協議会で発表した)

表3. 貝類と底質の分析結果

ヒメシヤコ

採取地	サイズ別	処理個体数	可食部					非可食部						
			Pb ppm	Cd ppm	Hg ppm	残留農薬		PCB ppb	Pb ppm	Cd ppm	Hg ppm	残留農薬		PCB ppb
						T-DDT ppb	ディルドリン ppb					T-DDT ppb	ディルドリン ppb	
備瀬	1,2	53	0.38	0.67	N. D	N. D	0.6	0.4	2.30	3.51	0.162	N. D	N. D	0.7
	3	42	0.18	0.61	0.024	〃	0.8	0.4	2.70	5.79	0.160	〃	〃	0.6
	4	6	0.21	0.84	0.003	〃	N. D	0.6	1.20	2.43	0.188	〃	〃	0.6
	5	6	0.23	0.79	0.001	〃	〃	0.3	3.56	4.96	0.120	〃	〃	0.6
	平均		0.25	0.73	0.009			0.4	2.44	4.62	0.158			0.6
谷茶	1,2	32	0.14	0.38	0.001	N. D	N. D	2.3	3.78	4.62	0.048	N. D	N. D	1.2
	3	37	0.11	0.27	N. D	〃	〃	1.3	4.00	1.72	0.076	〃	〃	1.0
	4	14	0.13	0.39	0.001	〃	26.7	1.4	1.18	1.34	0.070	〃	〃	1.3
	5	17	0.12	0.32	0.001	〃	N. D	1.0	3.10	1.67	0.108	〃	〃	1.2
	平均		0.13	0.34	0.001			1.5	3.02	2.34	0.076			1.2
波平	2	17	0.12	0.10	N. D	N. D	N. D	—	3.60	0.72	0.064	N. D	N. D	—
	3	26	0.17	0.35	0.001	〃	〃	1.4	1.08	1.36	0.074	〃	〃	1.7
	5	7	0.11	0.12	0.003	〃	〃	1.5	2.64	0.20	0.106	0.6	31.2	1.3
	平均		0.13	0.19	0.002			1.5	2.44	0.76	0.081			1.5
牧港	1,2	54	0.42	0.18	0.012	N. D	1.9	6.9	1.80	0.34	0.092	0.6	1.3	9.6
	3	25	0.49	0.21	0.029	〃	2.3	6.0	3.76	0.38	0.136	N. D	1.7	20.0
	4,5	10	0.96	0.24	0.040	〃	1.2	5.0	3.24	0.28	0.138	N. D	1.5	27.0
	平均		0.62	0.21	0.027			6.0	2.93	0.33	0.122			18.9
那覇	1,2	61	—	—	0.046	N. D	0.8	4.3	6.00	0.36	0.316	N. D	0.4	8.6
	3	52	0.12	0.16	0.033	〃	8.3	6.0	5.50	0.35	0.204	〃	0.4	11.0
	4	8	0.14	0.13	0.031	〃	0.5	4.1	8.30	0.36	0.084	〃	N. D	24.0
	5	3	0.30	0.10	0.013	〃	N. D	2.0	7.96	0.64	0.240	—	—	8.4
	平均		0.19	0.13	0.031			4.1	6.94	0.43	0.211			13.0
浮原島	2	15	0.15	0.71	0.001	N. D	N. D	—	1.40	1.72	0.080	N. D	N. D	—
	3	10	0.18	0.98	0.002	〃	〃	—	5.71	1.81	0.090	〃	〃	—
	5	7	0.20	0.58	0.001	〃	〃	0.3	7.18	2.51	0.074	〃	〃	0.6
	平均		0.18	0.76	0.001			0.3	4.76	2.01	0.081			0.6
保良	4	7	0.39	0.71	0.003	N. D	N. D	N. D	1.86	1.71	0.098	N. D	N. D	—
	5	4	0.19	0.56	N. D	〃	〃	N. D	2.11	1.69	0.216	〃	〃	N. D
	平均		0.29	0.64	0.003			1.99	1.70	0.157				
吉原	3	43	0.25	0.89	N. D	N. D	N. D	N. D	5.08	6.84	0.088	N. D	N. D	N. D
	4	13	0.18	0.40	0.002	〃	〃	〃	2.00	5.12	0.050	〃	〃	〃
	5	6	0.29	0.79	N. D	〃	〃	〃	4.28	6.24	0.036	〃	70.9	〃
	平均		0.24	0.69	0.002				3.79	6.07	0.058			
観音崎	3	57	0.31	0.42	0.001	N. D	0.9	N. D	3.40	0.86	0.110	N. D	1.3	N. D
	4	10	0.69	0.18	0.067	〃	N. D	〃	4.30	1.11	0.146	〃	0.4	〃
	5	5	0.36	0.25	N. D	〃	0.7	〃	3.40	0.40	0.138	〃	0.7	〃
	平均		0.45	0.28	0.034				3.70	0.79	0.131			
総平均値			0.28	0.44	0.011				2.5	3.52	2.07	0.113		6.6

マガキガイ

採取地	サイズ別	処理個体数	可食部						非可食部					
			Pb ppm	Cd ppm	Hg ppm	残留農薬		PCB ppb	Pb ppm	Cd ppm	Hg ppm	残留農薬		PCB ppb
						T-DDT ppb	ディルドリン ppb					T-DDT ppb	ディルドリン ppb	
備瀬	2	87	0.13	0.51	0.005	0.4	N. D	0.3	0.29	0.20	0.034	0.6	1.3	0.8
	3	115	0.18	0.55	0.003	N. D	〃	0.3	0.39	0.27	0.026	N. D	N. D	0.4
	4	102	0.15	0.59	0.005	〃	0.5	0.4	0.99	1.15	0.048	0.4	1.3	0.5
	5	30	0.12	0.53	0.002	〃	N. D	0.6	1.02	1.55	0.054	N. D	N. D	—
	平均		0.15	0.55	0.004			0.4	0.67	0.79	0.041			0.6
谷茶	3	43	0.06	0.40	0.003	0.6	41.2	—	1.22	0.98	0.062	—	N. D	0.9
	4	112	0.07	0.48	0.005	0.3	N. D	0.6	0.73	1.58	0.078	N. D	〃	1.8
	5	94	0.19	0.58	0.012	N. D	0.4	0.8	0.34	0.78	0.128	〃	3.9	2.0
	平均		0.11	0.49	0.007			0.7	0.76	1.11	0.089			1.6
那覇	3,4,5		0.11	0.69	0.041			7.2	0.84	1.61	0.132	—	—	84.0
波平	4	43	0.06	0.33	0.011	N. D	N. D	—	1.14	0.40	0.070	N. D	N. D	3.3
	5	16	0.53	0.61	0.002			—	1.56	0.42	0.031	〃	〃	—
	平均		0.29	0.47	0.007				1.35	0.41	0.051			3.3
浮原島	1	474	0.13	0.54	—	N. D	N. D	N. D	0.26	0.53	0.032	N. D	35.0	0.5
	2	171	0.16	0.59	0.001	〃	〃	N. D	1.06	0.83	0.055	〃	N. D	0.7
	3,4	37	—	—	0.007	〃	〃	0.3	0.11	0.44	0.086	〃	〃	—
	5	29	0.16	0.71	0.011	〃	〃	—	0.59	0.64	0.054	〃	〃	—
	平均		0.15	0.61	0.009			0.3	0.51	0.61	0.070			0.6
保良	2	43	0.27	0.58	0.012	N. D	N. D	—	0.87	1.50	0.110	N. D	N. D	—
	3	130	0.26	0.55	0.009	〃	38.2	N. D	1.33	1.65	0.068	〃	〃	0.6
	4	66	0.37	0.64	0.016	〃	N. D	N. D	1.11	1.75	0.142	〃	〃	0.6
	平均		0.30	0.60	0.012				1.10	1.63	0.107			0.6
総平均値 \bar{x}			0.19	0.60	0.005			1.3	0.84	1.02	0.067			8.0

ニシキウス

採取地	サイズ別	処理個体数	可食部						非可食部					
			Pb ppm	Cd ppm	Hg ppm	残留農薬		PCB ppb	Pb ppm	Cd ppm	Hg ppm	残留農薬		PCB ppb
						T-DDT ppb	ダイルドリン ppb					T-DDT ppb	ダイルドリン ppb	
備瀬	1,2	66	0.15	0.11	N. D	N. D	2.0	0.5	0.20	0.28	0.002	—	—	—
	3,4	24	0.16	0.08	N. D	◇	0.5	0.5	0.27	0.32	0.020	—	—	—
谷茶	1,2	40	0.23	0.09	0.002	◇	2.2	2.4	0.34	0.47	0.006	N. D	0.5	—
波平	1,2	113	0.42	0.08	N. D	◇	1.1	1.0	0.48	0.17	N. D	◇	0.8	2.8
	3	93	0.11	0.03	0.001	◇	N. D	1.1	0.52	0.18	N. D	◇	N. D	2.3
	4	17	0.13	0.04	N. D	◇	22.7	1.6	0.51	0.29	0.012	◇	0.6	—

オニツノガイ

谷茶	3,4	27	0.11	0.43	N. D	◇	23.9	0.9	0.73	0.61	N. D	◇	N. D	4.0
浮原島	2,3	28	0.13	0.30	◇	◇	0.6	1.0	2.07	1.76	◇	◇	0.6	4.0
	4	14	0.14	0.41	◇	◇	0.6	—	1.66	1.03	◇	◇	0.6	—

底質

採取地	Pb ppm	Cd ppm	Hg ppm	ダイルドリン ppb	PCB ppb
備瀬	2.30	<0.05	0.001	<1.0	0.6
谷茶	2.01	◇	0.005	◇	0.7
波平	2.50	◇	N. D	◇	0.6
牧港	5.03	◇	0.005	◇	3.8
那覇	4.55	◇	0.038	◇	2.7
浮原島	2.41	◇	N. D	◇	0.7
吉原	1.87	◇	0.001	<2.0	0.3
観音崎	2.70	◇	N. D	<1.0	0.3
平均	2.92	<0.05	0.010		1.2