

光、下松沿岸海域における環境評価のための生物環境の統計解析

山口大学工学部 正員 中西 弘  
山口大学工学部 正員 関根 雅彦  
山口大学工学部 学生員○齊藤 俊弘  
類設計室 森山 善之

1. はじめに

近年、人間生活の活発化に伴う閉鎖性水域の富栄養化あるいは水質汚濁等の環境汚染が深刻な社会問題となっている。これらのインパクトが生物環境に与える影響を予測しうるモデルを作成するために、水質、水深、栄養塩量等の、環境を特徴づける項目から海域条件を表現しうる必要にして十分な項目を明らかにする必要がある。そのため、当研究室では種々の研究機関によりなされた環境データ、魚データを統合し統計解析によってより少ない因子で漁業環境を評価し、魚類等の大型生物環境要素との関連を定量的に表現することを試みたものである。

2. 解析方法

1) 環境項目のメッシュ化 水産庁南西海区水産研究所、山口県内海水産試験場、広島大学の遠藤らが、昭和60年8月から昭和61年11月までに調査した光、下松沿岸地域の環境項目データを使用した。これらの3つの機関が調査した測点は各々異なっており通常の解析方法では別々のデータとして扱わなければならない。しかしここではデータの値そのものでなくデータのある面上での分布傾向を比較することで測定項目間の相関を導きだせるのではないかという考えに基づき、各機関での測定値を同一座標系のメッシュ上の値に変換し、そのメッシュ値を用いて統計解析を試みた。光、下松海域をx、y平面としてx、y座標に平行な直線でメッシュ状に分割し、測定位置をx、y座標で表しその位置での各環境項目の値をz座標で示すこととした。尚、メッシュ上の環境項目の値は平面最小自乗法を用いて求めるものであり、メッシュ分割数は観測点の数と比較して粗密のできぬよう留意した。作成されたメッシュデータは観測点で囲まれた部分とその近傍を目視により各調査機関毎に選定し、メッシュ使用可能範囲を定めることでその信頼性を保つものである。また調査項目毎の欠測値や異常値が見られる測点は個別に使用不可能範囲とした。以上の作業により、一調査機関の各調査日の一環境項目について約100個のメッシュデータ値を算出した。(図-1)(表-1)

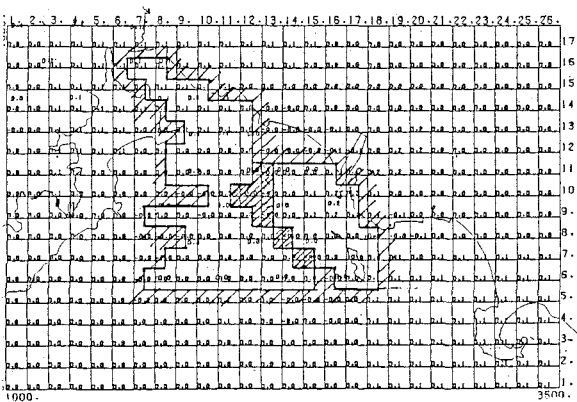


図-1 メッシュデータと使用可能範囲例

表-1 調査された環境項目表 (内容欄のH/Bは表層/底層の略)

| 項目<br>番号 | 項目<br>名 | 内容                       | 項目<br>番号 | 項目<br>名 | 内容      |
|----------|---------|--------------------------|----------|---------|---------|
| 43       | AQU     | AQU                      | 15       | NH-B    | NH4-B   |
| 28       | BNH     | 泥分率                      | 14       | NH-H    | NH4-H   |
| 29       | BSW     | 泥硫化率                     | 34       | NTH     | 緑虫類(数)  |
| 50       | BW      | 泥含水率                     | 9        | PH-B    | ph-B    |
| 27       | DAB     | chl-a-B                  | 3        | PH-H    | ph-H    |
| 26       | DAH     | chl-a-H                  | 52       | POB     | PO4-B   |
| 32       | CDW     | 泥の炭素含有量                  | 51       | POH     | PO4-H   |
| 33       | CNW     | C/N比                     | 35       | POW     | 多毛類(数)  |
| 25       | CDB     | cod-B                    | 47       | RYUA    | 流速の平均   |
| 24       | COH     | cod-H                    | 48       | RYUD    | 流速の分散   |
| 36       | COH     | かい脚類(数)                  | 46       | RYUH    | 流速の最大   |
| 49       | DOB     | do-B                     | 6        | SOB     | sal-B   |
| 7        | DOH     | do-H                     | 5        | SOH     | sal-H   |
| 39       | EH      | EH                       | 13       | SSB     | ss-B    |
| 40       | GC      | 粗砂分 >500μm               | 12       | SSH     | ss-H    |
| 42       | GM      | 泥分 <63μm                 | 44       | SUL     | Sulfide |
| 41       | GS      | 砂分 500-63μm              | 23       | TNB     | T-N-B   |
| 37       | BSW     | メタンガス(g/m <sup>2</sup> ) | 22       | TNH     | T-N-H   |
| 30       | TLW     | 底泥1.L                    | 21       | TPB     | T-P-B   |
| 38       | MSW     | メタンガス(g/m <sup>2</sup> ) | 20       | TPH     | T-P-H   |
| 31       | MTW     | 泥温                       | 2        | TRH     | 透明度-H   |
| 17       | N2B     | NO2-B                    | 11       | TUB     | 濁度-B    |
| 16       | N2H     | NO2-H                    | 10       | TUH     | 濁度-H    |
| 19       | N3B     | NO3-B                    | 1        | WH      | 水深      |
| 18       | N3H     | NO3-H                    | 4        | WTB     | 水温-B    |
| 45       | NOW     | 泥の窒素含有量                  | 3        | WTH     | 水温-H    |

2) 魚のデータのメッシュ化 南西水研、九州大学の松井、広島大学の今林らが調査した各々のステーションにお

ける種別の漁獲重量を用いその生息条件により8グループに分類した。(表-2)  
メッシュ化方法は環境項目と同様であるがこれらの測点数が少ないことから、メッシュ化データの使用可能範囲は個々の測点の近傍を目視により判断し決定することとした。

3) データの季節分類 各研究機関の水温の生データの平均値より、4～6月は成層が出来始めた季節、7～9月は成層が出来ている季節、10～12月は成層はないが水温が高い季節、1～3月は成層がなく水温が低い季節というように分類することが出来る。これより一年のデータを4

表-2 生物の分類

|    |             |
|----|-------------|
| A種 | 回遊を行う、浮魚、海水 |
| B種 | 回遊しない、底魚、海水 |
| C種 | A、B以外で海水    |
| D種 | 底魚、汽水       |
| E種 | 淡水          |
| F種 | イカ類         |
| G種 | エビ、カニ類      |
| H種 | 上記以外のもの     |

つの季節に分け、同じ項目について各季節毎に平均して用いることとした。また研究機関毎に漁獲方法が異なり、魚種が同じでも平均する訳にはいかないため広島大学の今林のデータと南西水研のデータは個別に算出することとした。

4) ASPによる統計解析 ASP(Advanced Statistical Package)を利用して環境項目について因子分析を行い、本海域の環境を表現する因子を抽出した。次いで各々の因子に対応する環境項目の魚類データに関する重回帰係数を求めることにより魚類に影響の深い環境項目を抽出した。

表-3 季節毎の因子の変化

| 因子 | 冬期    | 春期    | 夏期    | 秋期    | 通年     |
|----|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1  | 海水 淡水 | 海水 淡水 | 底生生物  | 流速    | 温度     |
| 2  | 泥硫化物  | 底層の濁り | 表層の濁り | 底生生物  | 底生生物   |
| 3  | 流速    | 泥硫化物  | 流速    | 泥の粒度  | 表層のリン  |
| 4  | pH    | 泥の粒度  | 泥の粒度  | 泥硫化物  | 海水 淡水  |
| 5  | 底生生物  | 泥の有機物 | 底層の濁り | 底層の窒素 | 表層のCOD |
| 6  | 泥の有機物 | 底層の窒素 | 泥の有機物 | 底層の濁り | 泥の有機物  |
| 7  |       | 底生生物  |       | 海水 淡水 | 泥の粒度   |
| 8  |       |       |       |       |        |
| 9  |       |       |       |       | 表層の濁り  |

### 3. 結果

1) 環境項目の因子分析 季節毎に抽出された因子を(表-3)に示す。これより通年では温度が重要な要素となることが分かる。これは各季節では温度が一定であるため出てこなかったものと思われる。また底泥に関わる項目が因子として多数抽出されている点が注目される。

2) 環境項目と魚類の重回帰分析 1)で抽出された因子と関係の深い環境項目を因子毎に1～2個選定し魚類毎に重回帰分析を行った結果の一例を(表-4)に示す。魚B種(回遊しない、底魚、海水)に注目してみると、底層の濁りや泥分率と強い負の相関を示している事がわかる。その他、これまであまり定量的に論じられることのなかった環境項目と魚類の興味深い関係が読み取れる。

表-4 魚に対する環境項目の重回帰係数  
春(南西水研データ) 冬(南西水研データ)

| 魚A種        | 魚B種        | 魚A種         | 魚B種        |
|------------|------------|-------------|------------|
| NEW -0.389 | ILW -0.310 | TUB -0.990  | SAE -0.551 |
| SAH -0.216 | GM -0.652  | SSB -0.966  | BSW -0.252 |
| POW -0.191 | SAB -0.630 | RYUA -0.958 | CAB -0.197 |
| SAE -0.167 | BSW -0.625 | RYUD -0.818 | SSB 0.238  |
| BSW 0.037  | N2B -0.380 | RYUM -0.803 | TUB 0.275  |
| TUH 0.158  | SAH -0.333 | CAB -0.791  | TUH 0.668  |
| GM 0.287   | TNB -0.207 | TUH -0.774  | SAH 0.818  |
| ILW 0.332  | MBW 0.139  | NEW -0.745  | RYUA 0.838 |
| N2B 0.348  | POW 0.315  | BSW -0.739  | RYUD 0.877 |
| TNB 0.653  | TUH 0.374  | POW -0.242  | RYUM 0.392 |
|            |            | SAH 0.097   | MBW 0.907  |
|            |            | SAE 0.945   | POW 0.900  |

夏(南西水研データ)

| 魚A種        | 魚B種        | 魚C種        | 魚F種        | 魚G種        |
|------------|------------|------------|------------|------------|
| TUH -0.549 | GM -0.390  | TUB -0.519 | CAB -0.416 | SSH -0.798 |
| SUL -0.536 | SSB -0.737 | TRH -0.199 | SUL -0.195 | SUL -0.747 |
| CAB -0.473 | TUB -0.721 | POW -0.135 | SSH -0.150 | CAB -0.700 |
| SSH -0.456 | TRH -0.562 | SSB -0.087 | TUH -0.067 | TUH -0.643 |
| MBW -0.410 | POW -0.557 | TUH -0.082 | TRH -0.006 | NEW -0.581 |
| POW -0.405 | ILW -0.344 | GM 0.152   | TUB 0.246  | ILW -0.403 |
| ILW -0.299 | MBW -0.166 | CAB 0.206  | MBW 0.391  | POW -0.122 |
| SSB -0.050 | SUL 0.346  | ILW 0.409  | GM 0.453   | SSB 0.059  |
| TUB 0.328  | SSH 0.434  | NEW 0.601  | ILW 0.481  | GM 0.584   |
| GM 0.534   | TUH 0.644  | SUL 0.666  | POW 0.505  | TUB 0.699  |
| TRH 0.904  | CAB 0.380  | SSH 0.794  | SSB 0.951  | TRH 0.985  |

### 4. おわりに

データのメッシュ化により出所の異なるデータを同列に論じる手法を開発した。これにより多量の海域データに対して統計解析を行い、魚類と底質の関係等これまであまり明らかになっていない関係を定量的に論じることが可能になった。

今後、本データの統計解析結果に解釈を加えていくことにより海域に於ける生物と環境の問題を定量化出来ると考えている。