

漁場環境からみたノリ養殖漁場の類型化

池浦 繁・藤井 直幹・白石 日出人
(有明海研究所)

福岡県有明海区のノリ養殖漁場については、統一的な漁場区分が確立されていないため、担当者や研究内容によって区分や呼び方が異なっている。そこで、漁場調査結果等を使用し、主成分分析とクラスタ分析を用いて漁場の類型化を試みた。その結果、19の漁場調査点は5つのグループに分類することが出来た。

キーワード：有明海，漁場，類型化

福岡県有明海区のノリ養殖漁場については、統一的な漁場区分が確立されておらず、担当者や研究内容によって区分や呼び方が異なっているのが現状である。慣例的に筑後川河口から柳川市沖を北部、みやま市沖を中部、大牟田市沖を南部と呼ぶことが多いが、これらの区分を更に沿岸と沖合に分けることもあり漁場区分は不明瞭である。そのため、現状は報告書の記載や漁業者に対する指導においても好ましい状況とはいえない。そこで、漁場調査結果等を使用し、主成分分析とクラスタ分析を用いて漁場の類型化を試みた。

なお、変数値の単位の違いによる影響を避けるため、各変数は標準化して分析を行った。

2. クラスタ分析

クラスタ分析では、主成分分析の結果得られた各漁場調査点の主成分得点を変数として用い、漁場の分類を行った。クラスタ形成に ward 法、距離の測定にユークリッド距離を使用した。

方 法

1. 主成分分析

水質環境の変数として、9～3月のノリ漁期中、平均週2回の頻度で実施している漁場調査のうち、2001～2008年漁期の結果から、漁場調査点毎のDIN(溶存性無機態窒素)、 $PO_4\text{-P}$ (リン酸態リン)、塩分、プランクトン沈殿量、色彩色差計測定によるノリ葉体のL値(ノリ葉体の明るさ、ノリ色落ちの指標)の平均値を使用した。なお、プランクトン沈殿量の測定は全調査点の半数であるため、未測定の調査点については、コンタ図から値を読み取って使用した。

物理環境の変数として、2003年～2007年に有明海ノリ養殖研究連合会が実施した夏期潮流調査結果から得た漁場調査点毎の流速の平均値を使用した。なお、漁場調査点と潮流調査点が一致しない場所は、コンタ図から漁場調査点の値を読み取って使用した。

養殖環境の変数として、漁場調査点が位置する区画漁場の面積に対するノリ網面積の割合を漁場行使率として使用した。

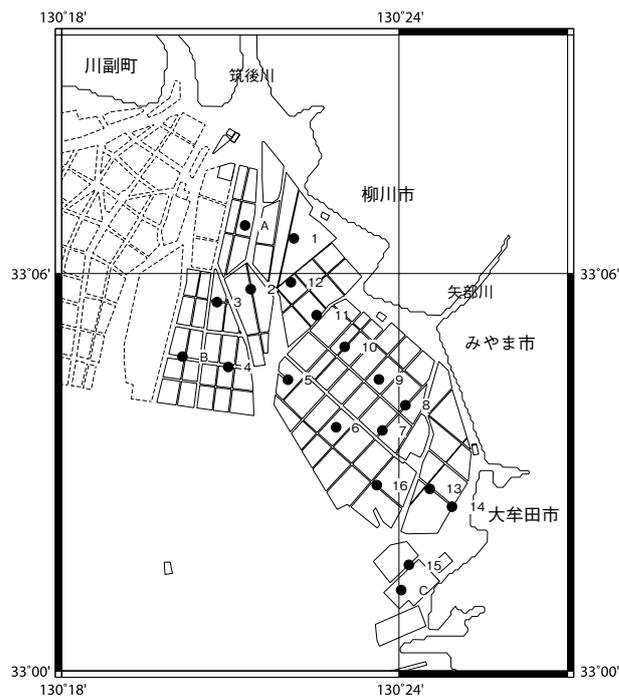


図1 漁場調査点とノリ養殖区画
(実線の区画が福岡県漁場)

表1 使用データ (括弧内はコンタ読み取り値)

漁場調査点	平均DIN ($\mu\text{g} \cdot \text{at/L}$)	平均 $\text{PO}_4\text{-P}$ ($\mu\text{g} \cdot \text{at/L}$)	平均塩分	平均プランクトン沈殿量 ($\text{cc}/100\text{L}$)	平均L値	平均流速 (m/s)	漁場行使率
1	18.59	1.24	27.36	0.72	58.21	0.19	0.170
2	11.93	1.01	29.37	(0.67)	57.33	0.44	0.176
3	12.18	1.09	29.07	0.69	59.85	0.33	0.189
4	8.88	0.90	30.04	(0.67)	59.82	0.44	0.184
5	7.43	0.82	30.59	0.94	62.06	0.25	0.149
6	6.69	0.76	30.92	(0.67)	63.24	0.38	0.183
7	7.25	0.77	30.77	0.84	62.75	0.54	0.186
8	10.05	0.94	30.02	(0.73)	61.62	0.39	0.187
9	9.76	0.96	29.86	0.58	60.74	0.48	0.178
10	10.66	0.99	29.47	(0.75)	60.19	0.20	0.178
11	8.91	0.87	30.01	0.85	59.72	0.14	0.174
12	8.71	0.84	30.21	(0.80)	59.27	0.22	0.180
13	7.80	0.76	30.84	0.74	62.04	0.13	0.159
14	12.84	0.89	30.33	(0.80)	58.50	0.22	0.159
15	8.02	0.73	31.25	0.75	60.66	0.29	0.154
16	6.42	0.72	31.31	(0.82)	62.61	0.22	0.152
A	20.41	1.44	26.89	0.20	57.05	(0.43)	0.171
B	9.23	0.93	29.96	0.80	60.79	(0.43)	0.189
C	7.36	0.73	31.52	(0.76)	59.85	(0.19)	0.122

表2 主成分分析結果

	主成分1	主成分2	主成分3	主成分4	主成分5	主成分6	主成分7
固有値	4.2034	1.5520	0.6492	0.3500	0.1983	0.0382	0.0089
寄与率	0.6005	0.2217	0.0927	0.0500	0.0283	0.0055	0.0013
累積寄与率	0.6005	0.8222	0.9149	0.9649	0.9933	0.9987	1.0000
固有ベクトル							
平均DIN	0.4623	-0.1863	-0.0664	-0.0892	-0.2952	0.8070	-0.0270
平均 $\text{PO}_4\text{-P}$	0.4780	-0.0306	-0.0948	-0.1780	-0.2268	-0.4151	-0.7115
平均塩分	-0.4694	0.0395	0.2378	0.2006	0.2308	0.3810	-0.6948
平均プランクトン沈殿量	-0.3831	-0.0982	-0.6377	0.3472	-0.5585	-0.0237	-0.0632
平均L値	-0.3746	0.3254	0.0183	-0.8017	-0.3216	0.0844	-0.0142
平均流速	0.1379	0.6809	0.4070	0.3959	-0.4385	-0.0032	0.0518
漁場行使率	0.1771	0.6194	-0.5979	-0.0074	0.4478	0.1534	-0.0583
因子負荷量							
平均DIN	0.9478	-0.2321	-0.0535	-0.0528	-0.1315	0.1577	-0.0025
平均 $\text{PO}_4\text{-P}$	0.9800	-0.0381	-0.0764	-0.1053	-0.1010	-0.0811	-0.0672
平均塩分	-0.9625	0.0492	0.1916	0.1187	0.1028	0.0745	-0.0656
平均プランクトン沈殿量	-0.7855	-0.1223	-0.5138	0.2054	-0.2487	-0.0046	-0.0060
平均L値	-0.7679	0.4054	0.0147	-0.4743	-0.1432	0.0165	-0.0013
平均流速	0.2827	0.8482	0.3279	0.2342	-0.1953	-0.0006	0.0049
漁場行使率	0.3631	0.7716	-0.4817	-0.0044	0.1994	0.0300	-0.0055

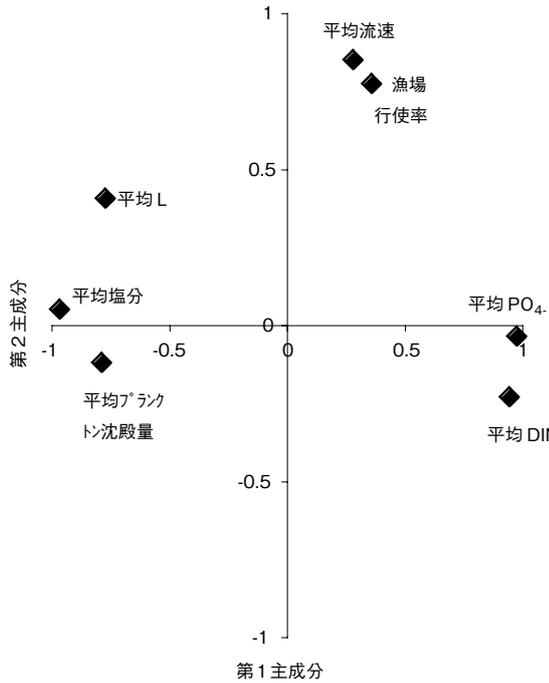


図2 因子負荷量プロット

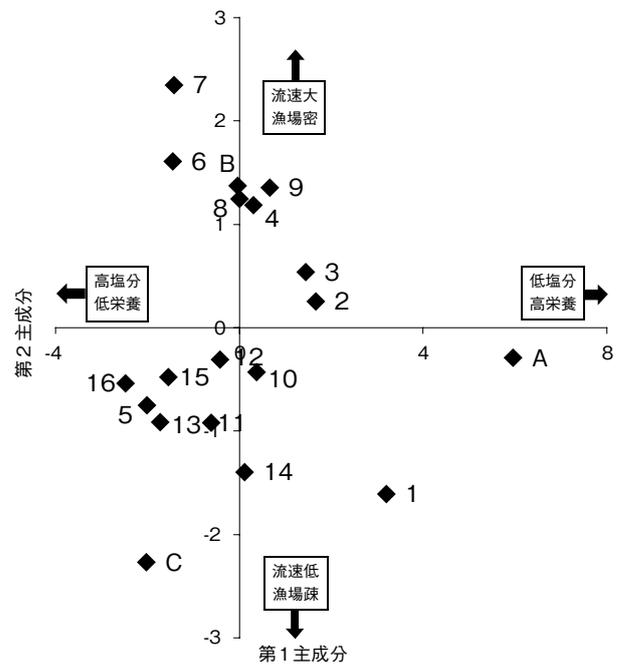


図3 漁場調査点の主成分得点プロット

結果

1. 主成分分析

主成分分析結果を表2に示した。主成分分析から得た主成分のうち、第1主成分、第2主成分の固有値はそれぞれ4.20, 1.55, 寄与率はそれぞれ0.60, 0.22であった。第1主成分と第2主成分の累積寄与率は0.82であり、第3主成分以降は固有値が1に満たないため、2つの主成分に要約できると考えられた。

第1主成分、第2主成分と因子負荷量のプロットを図2に示した。平均DINと平均PO₄Pが正、平均塩分と平均プランクトン沈殿量、平均L値が負で第1主成分軸近傍に位置していることから、第1主成分は低塩分で栄養塩が多く、生産されるノリの色調が良い漁場の性質を示していると考えられる。平均流速と漁場行使率は、正の値で第2主成分軸近くに位置していることから、第2主成分は漁場の流速の早さと漁場のノリ網の密度を表していると考えられる。また、平均L値が正の値を示しており、第2主成分は生産されるノリの色調が悪い傾向も示していると考えられた。

各調査点の第1主成分、第2主成分の主成分得点のプロットを図3に示した。Stn. 1とStn. Aは、低塩分で栄養塩が多く、生産されるノリの色調は良好な漁場であるといえる、Stn. 4, 8, 9, Bは塩分は標準的であるが、流れが早めでノリの色調はやや明るめな漁場、Stn. 6,

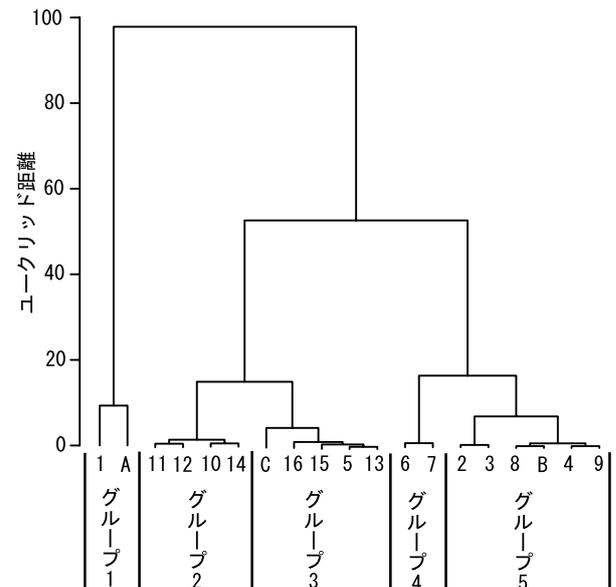


図4 クラスタ分析によるデンドログラムとグループ分け

7は流速は速いが、塩分が高めで栄養塩が少なめでノリの色調が悪い漁場、Stn. 5, 12 ~ 16, Cは、塩分が標準から高め、栄養塩標準から少なめであるが、ノリの色調は比較的良好な漁場であると考えられた。

2. クラスタ分析

各調査点の第1主成分、第2主成分の主成分得点を用いたクラスタ分析結果のデンドログラムを図4に示し

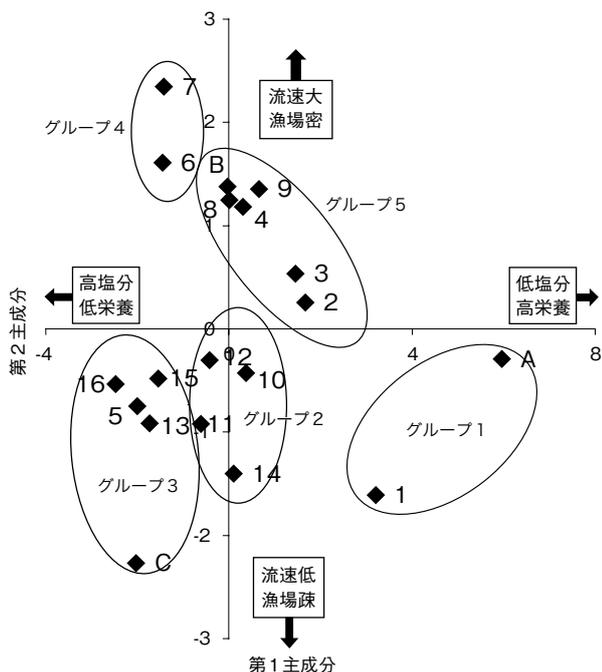


図5 漁場調査点の主成分得点プロットとクラスタ分析のグループ

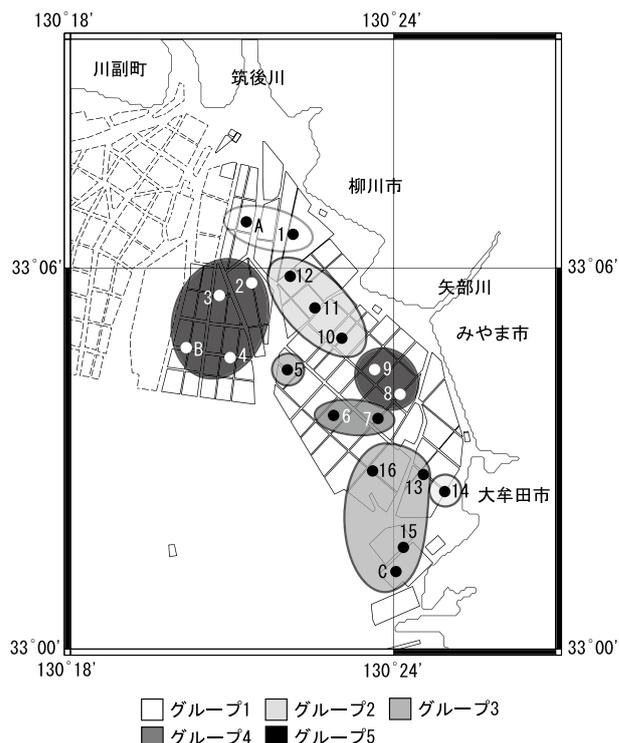


図6 クラスタ分析によるグループの漁場における分布

た。

筑後川河口に近く、塩分や栄養塩量という視点から養殖管理上同じ性格の漁場である Stn. 1 と Stn. A が同一のグループとなる、ユークリッド距離が13以上で分類することにより、19の漁場調査点は5つのグループに分類することが出来た。この分類による調査点の区分を図5、図6に示した。グループ1は筑後川河口に近い Stn. 1 と Stn. A、グループ2は北部東側の Stn.10～12及び南部沿岸の Stn.14、グループ3は中部沖合の Stn. 5 及び南部 Stn. 15, 16, C、グループ4は中部沖合の Stn. 6 及び Stn. 7、グループ5は北部西側の Stn. 2～4、Stn. B 及び中部沿岸の Stn. 8～9であった。

考 察

主成分分析で、L値が第1主成分、第2主成分両方の影響を受けるのは、ノリの色調は栄養塩量だけではなく、漁場の流速の影響も受けるためであると考えられる。

グループ2で、Stn.10～12と離れた場所に位置する Stn.14 が含まれるのは、Stn.14 付近には小規模な河川があり、周辺の調査点と違い栄養塩量が多いためであると考えられる。

今回の漁場区分の結果は、筑後川の沖合に位置する漁場と矢部川沖合に位置する漁場がグループ5として同一グループを形成したり、グループ2やグループ3のように、離れた漁場が同じグループになっている。また同じ

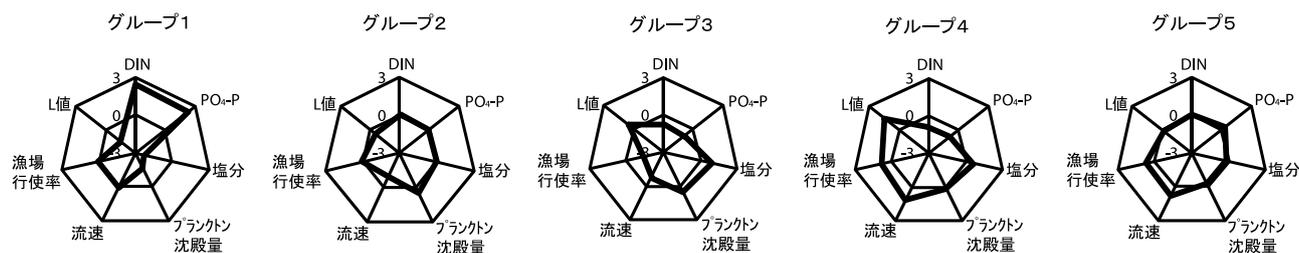


図7 クラスタ分析によるグループ毎の標準化済み変数の平均値 (標準化済みのため、0が平均を示す)

表3 各グループの特徴と評価

グループ	調査点	特徴	評価	色落ちしやすさ	病害発生
1	A,1	低塩分・高栄養 プランクトンは少なく、生産されるノリの色調良い	筑後川河川水の影響が強い 色落ちしにくいですが、低塩分であるため、病害や低比重障害の影響を受けやすい	5	1
2	10,11,12,14	塩分・栄養塩標準、流速は遅め プランクトン多めだが、生産されるノリの色調は良い	安定した生産が見込める漁場	3	3
3	5,13,15,16,C	高塩分、栄養塩やや少なめ、ノリの色調良い、流速遅め、漁場疎	高塩分で良質のノリが生産されるが、栄養塩低下の影響をやや受けやすい	2	4
4	6,7	塩分高く栄養塩少なめ、L値高め、流速速い、漁場密	栄養塩低下の影響を受けやすく、色落ちしやすい	1	5
5	2,3,4,8,9,B	塩分標準からやや低め、 栄養塩やや多め、プランクトン少なめ、流速やや速め	比較的安定した漁場 比較的色落ちしにくいですが、病害の発生に注意	4	2

グループ内でも、グループ5のStn. 8とStn. B, Stn. 4とStn. 9やグループ3のStn. 5とStn.13のように、隣接した調査点よりも離れた調査点の方が類似度が高い結果となっているなど、これまで慣例的に使用されてきた北部、中部、南部や中部沖合等といった漁場区分とはかなり異なる分類となっている。これはこれまでの漁場区分が地理的な配置を中心として区分されてきたものであり、漁場特性の考慮が少なかったためであると考えられる。

5つのグループの標準化済み変数の平均値を図7に示した。これから各グループの特徴を考察すると、グループ1は、筑後川河口に近く、河川水の影響を強く受けるため、栄養塩は多く色落ちの心配は少ないものの、低塩分であり病害や低比重障害の影響を受けやすい漁場であるといえる。グループ2は、プランクトンは多いものの塩分と栄養塩は漁場内で標準的であり、安定した生産が見込める漁場であるといえる。グループ3は、塩分が高めで栄養塩がやや少ない傾向であるが、生産されるノリの色調は良く、比較的安定した生産が見込める漁場であるといえる。グループ4は、沖合に位置し、河川水の影響が少ない高塩分の漁場であり、低塩分による影響は受けにくいですが、赤潮発生等による栄養塩低下時には色落ち被害が発生しやすい漁場であるといえる。グループ5は、グループ1ほどではないが、河川水の影響を受け、塩分がやや低めで栄養塩やや多めの漁場である。比較的安定した生産が見込まれるが病害等の影響をやや受けやすい漁場であるといえる(表3)。

潮流に関しては、冬期の全域的なデータが無いため、夏期実施調査のデータを使用している。このため、流速

はノリ漁期中の養殖施設が設置されている時期と比べ大きな値となっている可能性がある。

馬場ら¹⁾による佐賀県有明海区ノリ養殖漁場の主成分分析結果との比較では、第1主成分では漁場行使比率、流速、プランクトン沈殿量、第2主成分では塩分、DIN、PO₄-Pが大きく関与しており、第1主成分に塩分、DIN、プランクトン沈殿量、L値が関与する本研究の結果と異なっている。本研究では使用変数を標準化して使用しており、福岡県有明海区内での相対的な評価であるのに対し、馬場らは測定値を指標化した変数を用いた分析であるため、直接的な比較は行いにくいですが、佐賀県よりも海面面積が狭い福岡県有明海区では、塩分、DIN、プランクトン沈殿量、L値が漁場の分類に大きく影響していると考えられる。

使用変数の違いについては、馬場らはノリ品質要素として価格及びノリの病害状況、物理環境要素として地盤高と離岸距離を用いている。本研究では、ノリの品質を示す変数としては、ノリの価格を左右する大きな要素である色調を表すL値を用いた。馬場らの結果ではプランクトン沈殿量が多いと価格が低い傾向、本研究ではプランクトン沈殿量が多いとL値が高い傾向であり、価格とL値は同様の傾向であると考えられる。病害については、馬場らの結果では第3主成分で最も関与しているが、第3主成分は寄与率が低いため評価から除外されている。本研究では、病害発生状況は生産者の養殖管理技術に左右される部分が大きいと考えられることから使用しなかった。漁場の地盤高については、地盤高も第3主成分に関与し、寄与率が低いことから評価から除外されている。また離岸距離は主成分を特徴付ける変数とは

なっていない。本研究でも地盤高や離岸距離を変数に含めることを検討したが、有明海は干潟が発達し沖合まで水深が浅い海域であることから、ノリ養殖は表層の水質に大きく左右されることから、地盤高や離岸距離を含めた場合、ノリ養殖に直接の関係がない要素の影響が出てくるため使用しなかった。

漁場の評価について、馬場らは本研究の Stn.A に隣接する佐賀県側 Stn. 1 は低塩分で栄養塩豊富な河口漁場としており、本研究での評価と一致する。Stn. 3 及び Stn. B に隣接する佐賀県側 Stn. 2 及び Stn. 3 は高塩分であり栄養塩が不足することもあるが流れが速く、プランクトンの発生が少なく品質的に安定した漁場としており、本研究における Stn. 3, Stn. B が属するグループ

5 の塩分、栄養塩の評価と違っている。これは本研究では変数を標準化して使用しており、福岡県有明海区漁場内の相対的な評価であるためと考えられる。

今後、ノリ養殖漁場としての類型化の精度を向上させるためには、生産性の変数として漁場毎のノリ生産量や、病害の発生状況、漁期中の流速等のデータをそろえて行くことが重要であろう。

文 献

- 1) 馬場裕文, 川村嘉応, 山下康夫: ノリ漁場環境とノリ品質からみた漁場の類型化. 佐賀県有明水産振興センター研究報告, 第12号, 75-81 (1990).