

問題の構造と対策の分析手法について (漁業後継者問題を中心にして)

LACK OF FISHERY SUCCESSORS: ANALYTICAL METHODS FOR IDENTIFYING
THE PROBLEM STRUCTURE AND FOR EVALUATING COUNTERMEASURES

古屋温美¹・関いずみ²・松本卓也³・長野章⁴

Atsumi FURUYA, Izumi SEKI, Takuya MATSUMOTO, Akira NAGANO

¹ 正会員 (有)マリンプランニング (〒062-0053 札幌市豊平区月寒東 3-15-6-21)

² 正会員 工博 (財) 漁港漁村建設技術研究所 (〒101-0047 東京都千代田区内神田1-14-10)

³ (財) 漁港漁村建設技術研究所 (〒101-0047 東京都千代田区内神田1-14-10)

⁴ 正会員 工博 水産庁漁港漁場整備部 (〒100-0014 東京都千代田区霞ヶ関 1-2-1)

Toward clarifying structural factors in the lack of fishery successors and devising countermeasures to such lack, this paper analyzes the applicability of AHP (Analytic Hierarchy Process). The DEMATEL (DEcision MAKing Trial and Evaluation Laboratory) method, based on a pair comparison questionnaire survey, was used to clarify the factors constituting the structure of the problem. The ISM (Interpretive Structural Modeling) method examined the relationship between the causes and effects of the factors identified by DEMATEL by setting the boundaries of 1 ("yes") and 0 ("no") for the data obtained by DEMATEL.

AHP was then used to weight three evaluation criteria (industrial, cultural, regional maintenance), and then to rank them. The resulting weighting was used to rank the effectiveness of each remedial measure in terms of each of the evaluation criteria.

Key Words : *the shortage of fishery successors, DEMATEL method, ISM method, AHP*

1. はじめに

本研究は、漁業後継者確保の問題における後継者不足の要因とその対策を取り上げ、DEMATEL (DEcision MAKing Trial and Evaluation Laboratory) 法及びISM (Interpretive Structural Modeling) 法により要因の構造を明らかにし、AHP (Analytic Hierarchy Process) により対策の重要性評価の有効性を検証するものである。それらDEMATEL法による分析結果、ISM法による起因結果関係及びAHPによる問題要因への対策の重要度評価の相互関係を分析し、これら手法の妥当性を検討した。

後継者確保問題に対する要因の評価と要因間の相互関係をDEMATEL法により分析した。次にDEMATEL法で使用した一対比較アンケート調査のデータを利用し、要因間の起因結果の関係を分析するISM法により、問題要因間の階層化を行った。これら漁業後継者確保の問題への対策を産業、生活文化及び地域維持の評価基準を設定

して、後継者確保問題への各対策の重要度評価と総合評価をAHPを用いて行った。

2. 漁業後継者確保問題の要因と対策

漁業後継者確保の問題調査は北海道檜山支庁の大成町において行った。大成町における漁業後継者確保の問題に関するアンケート調査及びヒヤリングから後継者確保問題の要因を抽出した。これら要因は、ハードとソフト施策という2分類とその施策の対象に注目し「産業基盤」、「生活基盤」、「文化・教育・福祉施設」、「産業振興(ソフト)」、「文化・教育・福祉対策」の5つの部門から要因項目に分類しその内容を整理した。整理した具体的内容から16の漁業後継者確保の問題要因を設定し、漁業関係者を中心とする5人を被験者として、個々の要因間の影響、非影響を知る一対比較調査を行った。

後継者確保対策項目についても、5つの部門から問題要因と対応させながら12の対策項目を選定した。12の対策項目の重要度評価を行うため、「後継者の確保」を目的とし、施策の重要度評価基準に「漁業をはじめとする産業振興」、「町の生活と文化の振興」及び「地域の

維持と存続」という3項目を設定した。それぞれの評価基準から後継者確保への対策項目をAHPで解析するため、同じ5人の被験者を対象に対策項目間の一対比較調査をおこなった。

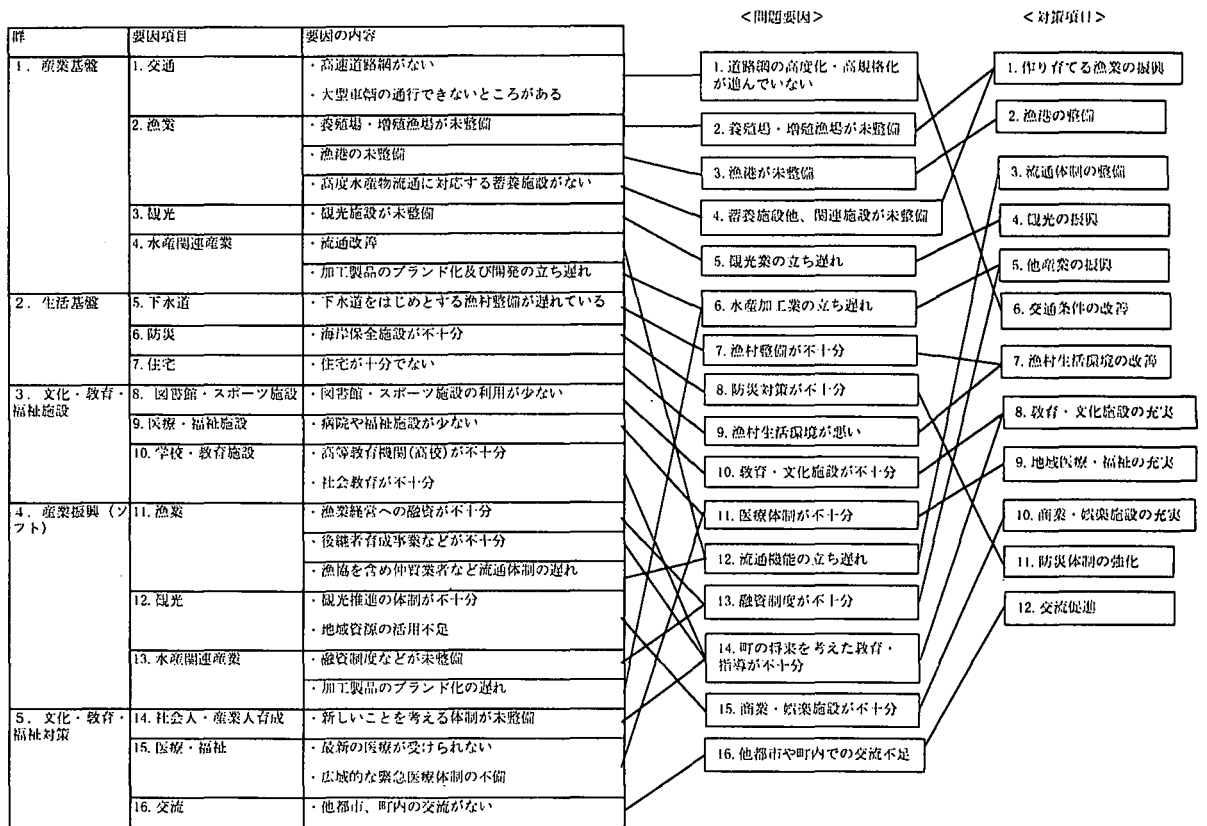


図-1 大成町における漁業後継者確保問題の問題要因と対策項目

3. 分析手法と結果

(1) 問題要因間の相互関係及び要因の指標^{1), 4)}

DEMATEL法は問題要因間の影響、非影響の一対比較調査から要因間の直接影響行列を求め、その逆行列を計算して、要因間の間接影響も含めた総合影響行列を求めたものである。

$$T = X(I - X)^{-1} \quad (1)$$

T: 総合影響行列 X: 直接影響行列 I: 単位行列

総合影響行列の行和は要因間の相互関係におけるその行要因の影響の強さを表し、影響度と言う。また列和はその列要因の被影響の強さを表し、被影響度と言う。影響度と被影響度の和は総合影響行列の中でその要因の中心的な位置づけの度合いを表し中心度と言う。影響度と被影響度の差は総合影響行列の中でその要因の原因的な位置づけの度合いを示し原因度と言う。

影響度、被影響度、原因度及び中心度を表-1に示す。

この表においてどの問題要因が大きな影響を持っているか、原因要因であるか、中心的要因であるかがわかる。中心度では、「医療体制が不十分」、「養殖場・増

殖漁場が未整備」、「防災対策が不十分」が、原因度では「水産加工業の立ち遅れ」、「教育・文化施設が不十分」、「他都市や町内での交流不足」等どちらも産業や生活文化全般にわたる問題要因が大きい値を示している。

総合影響行列において、全行列要素の中で数値の大きいものを上位から16要素を選び、その要素の影響要因と被影響要因間を影響する方向の矢印で結んだものを図-2に示す。この図において要因間における影響と被影響の関係が分かる。当然であるが、中心度の大きい問題要因に矢印の出入りが集まる。また、中心度の大きい問題要因間相互において関係が強いことがわかる。

図-3は中心度の一番大きい「医療体制が不十分」という問題要因を軸として他のすべての問題要因との相互の影響、非影響の関係を見たものである。これは他の問題要因を軸としてもよく、特定の要因を選定して他要因との影響と被影響の相互関係の大きさを見ることができる。間接的な影響を入れると「医療体制が不十分」という問題要因と関係のなさそうな「養殖場・増殖漁場が未整備」、「防災対策が不十分」、「蓄養施設・種苗生産施設等の漁業関連施設が未整備」の問題要因との関連が大きく表れる。

表-1 総合影響の特性値

後継者不足の問題要因	影響度 (行和)	被影響度 (列和)	原因度	中心度	中心度の大きい順位の
1. 道路網の高度化、高規格が進んでいない	8.42	9.13	-0.71	17.55	⑩
2. 養殖場・増殖漁場が未整備	10.06	9.68	0.38	19.74	②
3. 漁港が未整備	9.50	9.18	0.32	18.68	⑥
4. 育苗施設、種苗生産施設等の漁業関連施設が未整備	9.63	9.25	0.38	18.88	④
5. 観光業の立ち遅れ	8.81	8.64	-0.17	17.45	⑫
6. 水産加工業の立ち遅れ	9.47	9.03	0.43	18.50	③
7. 漁村整備が不十分	8.56	8.81	-0.25	17.38	⑬
8. 防災対策が不十分	9.94	9.78	0.16	19.72	③
9. 漁村生活環境が悪い	8.89	8.60	0.29	17.49	⑪
10. 教育・文化施設が不十分	9.57	9.16	0.41	18.72	⑤
11. 医療体制が不十分	10.05	9.94	0.11	19.99	①
12. 流通機能の立ち遅れ	8.25	8.56	-0.32	16.81	⑭
13. 融資制度が不十分	8.63	9.91	-1.29	18.54	⑦
14. 町の将来を考えた教育・指導が不十分	8.70	9.23	-0.53	17.93	⑨
15. 商業・娯楽機能の立ち遅れ	8.65	8.61	0.04	17.25	⑮
16. 他都市や町内での交流不足	8.88	8.47	0.40	17.35	⑬

- 影響度：その要因が他のすべての要因に与える直接・間接の影響の強さの総和
- 被影響度：その要因が他のすべての要因から受ける直接・間接の影響の強さの総和
- 影響度、被影響度、中心度の値上位5を枠囲み
- 原因度の値上位3、下位3を枠囲み

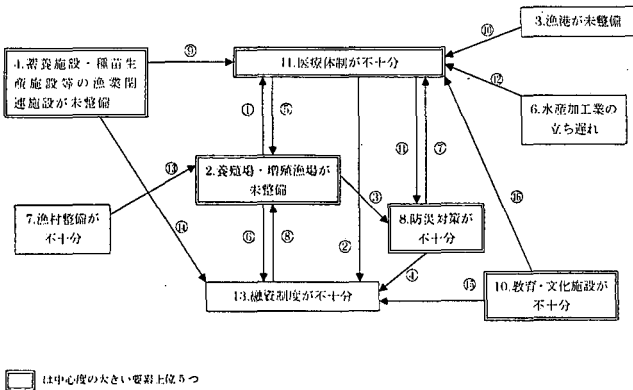


図-2 相互関連図

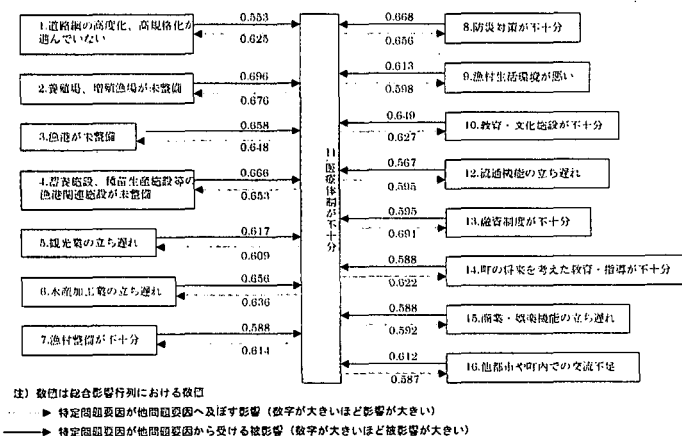


図-3 特定問題要因と他問題要因との相互関連図

(2) 問題要因の起因から結果への階層化^{1), 4)}

a) 要因階層化の原則

ISM法は多数の要因から構成される問題を要因間の階層構造モデルとして表示するものである。ここではISM

法の解析を行うに際して DEMATEL 法において各要因間の一対比較調査から求めた直接影響行列を利用する。この直接影響行列の要素のある値以上を行の要因が列の要因へ影響があるととして1と置換し、ある値未満を行の要因が列の要因に影響がないとして0と置換し、1, 0の直接影響行列(隣接行列:A)を作成する。

この隣接行列(A)に単位行列Iを加えた行列が(2)式を満足するまで、行列代数演算規則に従って計算を繰り返して到達可能行列(T_A)を求める。

$$(A+I)^{-1} \cdot (A+I)^r = (A+I)^{r-1} = T_A \quad (2)$$

T_A: 到達可能行列 A: 隣接行列 I: 単位行列

得られた到達可能行列において、要因ごとに当該要因から到達可能な要因の集合と、当該要因へ到達可能な要因の集合の積集合を求め、この積集合と当該要因から到達可能な要因の集合が一致する要因を抽出する。その抽出された要因が要因階層の最上位に配置される。次に抽出された要因を隣接行列から削除して、同じ作業を繰り返し2番目に位置する要因を抽出する。以下同じ作業を繰り返すことによって問題要因を階層化する。

b) 要因の分割による階層化 (図-4)

前述に従い要因階層化を行っても、現実の事例では多く場合、複数の要因からなる2から3階層と独立した要因に分化される。このような少ない要因階層化構造では、要因間の起因から結果の構造が明確にならない。従って、あらたに2から3階層に別れた複数の要因による隣接行列を作成し、その分割した隣接行列から到達可能行列を求め、分割された要因間内での要因階層化を行った。直接影響行列及び隣接行列は各要因間における一対比較調査により得られるものであるから、特定の要因を行列から削除しても他の要因へは影響を与えない。このことからこのような処理が可能である。

以上の計算を適用して、大成町の要因階層化の結果と2階層構造が5階層まで構造化出来た(図-5)。さらに6つある要因を分割構造化出来ると考えられるが細分化する事の意味を検討する必要がある。図-5では、「他都市や町内での交流不足」、「商業・娯楽機能の立ち遅れ」、「町の将来を考えた教育・指導不足」などソフト施策的なものが階層の上位に位置しており、結果的なものとして位置づけられている。道路、漁港、他の漁業基盤は中から下位の階層に位置し、さらに観光業や水産加工業の立ち遅れなど産業の遅れが最下層に位置している。また、中心度の大きい「医療体制が不十分」、「防災対策が不十分」は基盤整備とともに中下層に位置している。

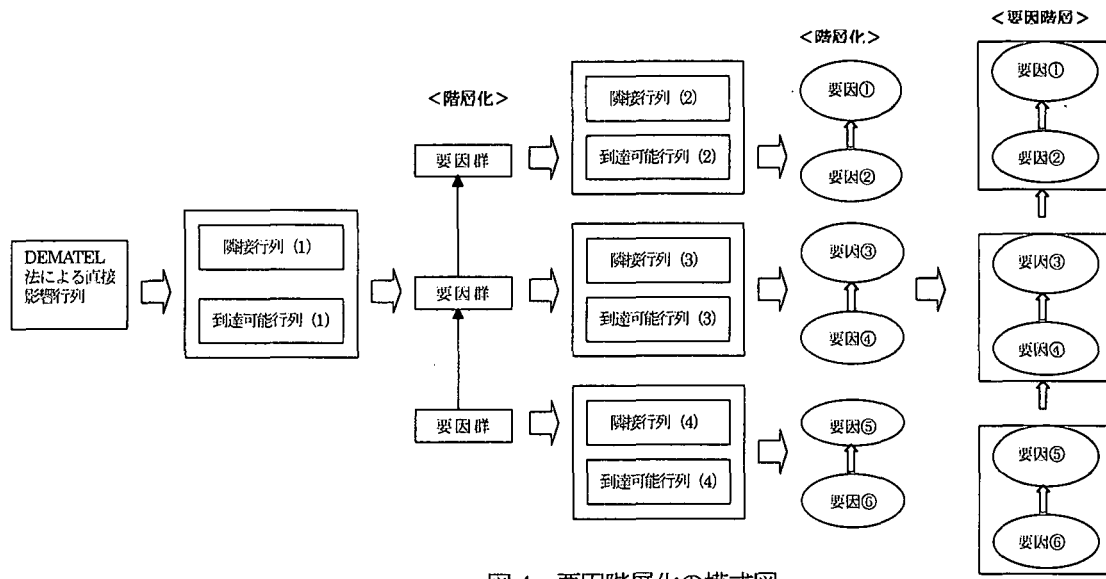


図-4 要因階層化の模式図

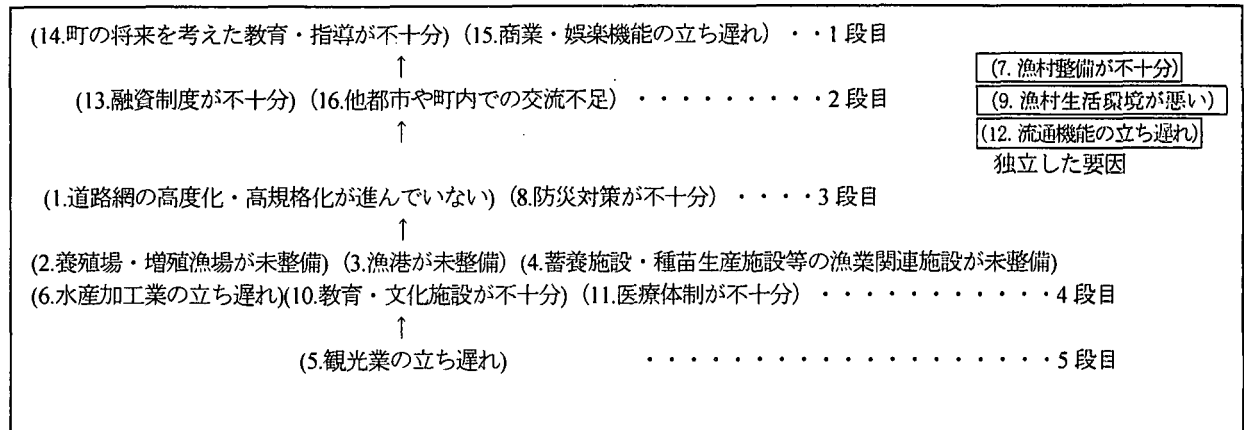


図-5 大成町の要因階層図

(3) 後継者確保対策の重要度評価(AHP) ^{2),3)}

漁業後継者は漁業地域においては単に漁業を継続するためばかりでなく、地域の生活及び文化の振興や地域(コミュニティ)の存続という視点からも必要である。ここでは、「漁業振興」、「生活・文化の振興」、「地域の維持存続」という3つの視点を設定した。3つの視点(評価基準)からみて漁業後継者確保の12の対策項目の重要度を評価する。さらに漁業後継者確保に対し3つの視点の重要度も評価し、評価基準の重み付けを行った。3つの評価基準の重みベクトルと3つの評価基準から見た12対策項目の重要度ベクトルを乗じ、12対策項目の総合的な重要度評価を行った(AHP)。

3評価基準の一対比較調査による行列(E)と3評価基準から見た12対策項目の一対比較調査による行列(W_i : i=1~3)が3個で計4つの行列が得られる。3評価基準の一対比較行列(E)と3評価基準から見た12対策項目の一対比較行列(W_i : i=1~3)のそれぞれのウエイト(重み)ベクトル(W_e, W_w : i=1~3)を求める。それぞれのウエイトベクトル(w)は(3)式に従って一対比較行列(X)の固有ベクトルとして求める。なおここでは一対

比較行列の要素の行の幾何平均をとるウエイト計算の簡便法によっている。また、一対比較行列の回答はアンケートによっているので、その整合性の判定を(4)式で行う。整合度(CI)は0.15以下であれば回答に整合性あり、0.15以上であれば回答に整合性のない判断があると見る。

$$(X-n)w = 0 \quad (3)$$

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \quad (4)$$

X : 一対比較行列 w : ウエイトベクトル 1 : 単位行列
CI : 整合度 λ_{max} : Xの最大固有値 n : 要素の項目数

以上の計算を適用して、3つの評価基準の重み、各評価基準から見た12対策項目重み、2段階の評価を合成した12対策項目の重み及び4つの一対比較行列の整合度(CI)を表-2に示す。

評価基準の重みは漁業振興(0.478)、地域の維持(0.309)、生活文化の振興(0.213)の順に重みがある。どの評価基準から見ても「作り育てる漁業の振興」、「漁港の整備」、「流通体制の整備」、「他産業の振興」および「観光の振興」の重みが大きい。従って総合的な重みもそれらが大きくなっている。「交流の促進」、「防災体制の強化」、

「商業娯楽施設の充実」, 「地域医療・福祉の充実」など生活文化関係の対策項目の評価が低い。すべて地域の維持存続や生活文化の振興といえどもまずは産業振興それも漁業の振興が第一であるという意識がある。

4つの一対比較行列の整合度(CI)において, 生活と文化の振興の観点から見た12施策項目の整合度が0.301と大きな値を示しており回答に整合性がないと判断される。最終目標の後継者の確保に対して評価基準が生活と文化の振興の観点から12の施策項目を比較することは被験者にとって直接的な理解が難しくアンケートの設問文を検討する必要があると考えられる。一対比較の判断を再検討する必要があるが, ここでは3評価基準の中での重みも小さいことから, そのまま総合的な重みを計算した。

表-2 施策の重要度評価

項目	漁業をはじめとする産業振興	町の生活と文化の振興	地域の維持と存続	総合的な重み
評価基準の重み	①0.478	③0.213	②0.309	CI=0.012
1. 作り育てる漁業の振興	0.155	0.119	0.155	①0.147
2. 漁港の整備	0.128	0.088	0.116	②0.116
3. 流通体制の整備	0.120	0.113	0.096	③0.111
4. 観光の振興	0.088	0.101	0.093	⑤0.092
5. 他産業の振興	0.098	0.116	0.109	④0.105
6. 交通条件の改善	0.080	0.081	0.076	⑥0.079
7. 漁村生活環境の改善	0.072	0.068	0.070	⑧0.071
8. 教育・文化施設の充実	0.062	0.090	0.071	⑦0.071
9. 地域医療・福祉の充実	0.061	0.074	0.072	⑨0.067
10. 商業・娯楽施設の充実	0.049	0.056	0.054	⑩0.052
11. 防災体制の強化	0.046	0.047	0.048	⑪0.047
12. 交流促進	0.042	0.047	0.041	⑫0.043
CI	0.071	0.301	0.045	

注) 表中①, ②, ... は評価基準の重み及び総合的な重みの各順位(大きいほうから)である。

4. 問題要因の相互関係指標, 要因階層化及び対策の重要度間の関係と考察

(1) 問題要因の相互関係指標と起因階層化の関係

DEMATEL法による問題要因の相互関係及び中心度, 原因度などの指標とISM法による起因階層化の間には, 同じ直接行列を基に計算をしているので関係があることが予測される。DEMATEL法による問題構造分析とISM法による起因階層化における関連づけができれば漁業後継者確保問題の構造をよりの確に把握できる。

DEMATEL法による問題要因の原因度および中心度をプロットし, さらにISM法による階層を図-6に示した。図中に中心度の平均値を表示しており, この平均値より右に問題要因がある場合は, その問題要因は中心的な位置を占める度合いが強い。第1象限は原因度, 中心度とも大きく漁業後継者確保問題の中心でかつ原因的な要素の強い問題要因がプロットされる。図中にISM法による階層数を表示している。階層数の大きい起因問題要因とされる下位階層および階層数の小さい結果問題要因とされる上位階層は, 秩序だったプロットになっていない。しかし, 第4段目階層の中心度と原因度の大きい問題要因はかたまて配置されている。第4段目階層が後継者問題の中心的な問題要因であることがわかる。

図-6を見ても各問題要因が問題構造の中でISM法の階

層数と原因度に明確な関係はない。これは, 一対比較調査において行要因が列要因に影響を与えているという回答を意識するより, 行要因が列要因と大きな関係があると意識して回答しているものが多くあることによるものと思われる。原因度が大きくてもISM法による起因階層で下位の階層ではない。ISM法による分析においても, 図-2にみるDEMATEL法による問題要因間の相互関連図でも中心度の大きい問題要因間の相互結びつきが強い。従って漁業後継者確保問題は各問題要因の間で起因は結果であり, 結果は起因であるという循環系に陥っていると思われる。また問題要因は「産業基盤」から「生活・文化・福祉対策」まで多岐にわたり複数でかつ交錯する循環系になっていると考えられる。

問題の構造を見るためには問題要因の原因度, 中心度, 要因階層を合わせて検討することが必要である。そして, 原因度と要因階層から起因と結果の関係を明らかにするためには, この分析を元に問題要因に関するデータやヒヤリングにより, 交錯する循環系を整理していく必要がある。

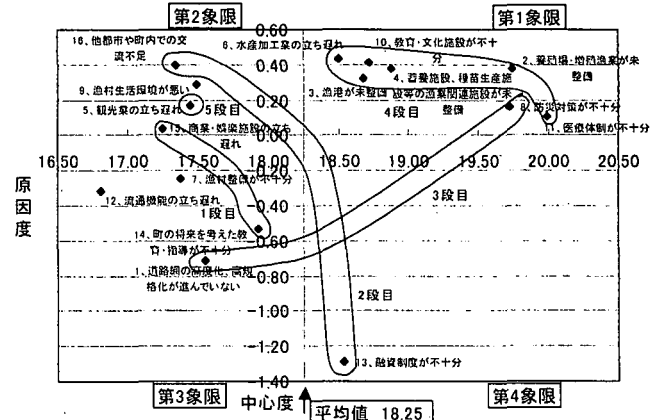


図-6 DEMATEL法による原因度, 中心度とISM法による階層

(2) 問題要因と対策の重要度の関係

図-1の通り問題要因と対策項目は対応させている。この対応関係において, DEMATEL法による各問題要因の原因度, 中心度とISM法による要因階層及びAHPによる対策項目の重み評価の関係を見てみる。

図-7, 図-8は, それぞれDEMATEL法による問題要因の原因度と中心度に対してAHPによる対策項目の総合の重みをプロットしたものである。それぞれ図中にはISM法による要因階層を示している。問題要因は16項目で対策項目は12項目であるので, 対策項目の重みに対して原因度と中心度を複数対応させている。

図-7では問題要因の原因度と対策項目の重みは関連がないようであるが, 図-8の中心度と対策項目の重みは正の相関があるようである。また, 図中にISM法による階層の段階数を示しているが下位の階層である4段目5段目の問題要因は中心度及び原因度が大きく, 対策項目の重みも大きい位置にある。

問題要因の中心度と原因度が大きければ対策項目の重みは大きくなると予測される。また、問題要因の原因度、中心度及び対策項目の重みが大きければISM法における要因階層は下位となり階層の段階数は大きくなると予測される。図-7, 8に見るようにそのような傾向にあるものもあるが、傾向からはずれている問題要因も多くある。この傾向からはずれている問題要因への考察が重要であると考える。予測される傾向からはずれる現象は2つで、対策項目の重みが大きいのに中心度が小さい、対策項目の重みが小さいのに中心度が大きい。問題の構造の分析にはこれらに対する考察が重要で、現実には状況に応じて問題要因の説明及び対策項目の重要性を判断する必要がある。ここでは、問題要因の「医療体制が不十分」及び「防災体制が不十分」は、対策項目の重みは低いが問題要因の中心度が大きい。逆に「流通機能の立ち後れ」や「観光業の立ち後れ」については対策項目の重み付けほど問題要因では中心的な位置を占めていない。後継者確保問題で問題要因への施策として対策を立案する場合これらを考慮して判断をする必要がある。

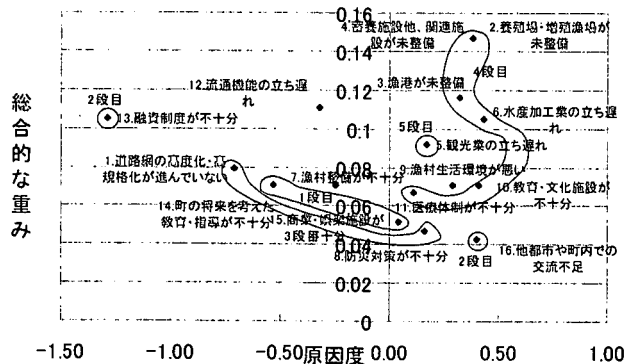


図-7 DEMATEL 法による問題要因の原因度と施策の総合的な重み

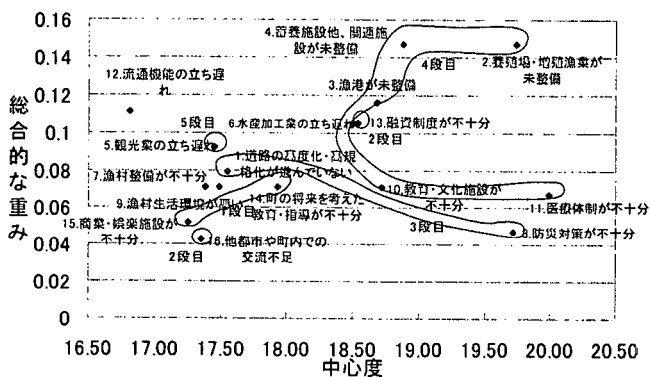


図-8 DEMATEL 法による問題要因の中心度と施策の総合的な重み

5. 主要な結論と今後の課題

- ①問題要因間の相互関係を分析する DEMATEL 法の直接影響行列から 0,1 の隣接行列に置き換え問題要因の階層化が可能である。
- ②単数あるいは2層の少ない要因階層図において、その並列する階層内で再度隣接行列を作成し、到達行列を計算して、多段階の問題要因階層化が可能である。
- ③DEMATEL 法による原因度、中心度と ISM 法による楊要因階層には明確な関係は把握できなかった。しかし、中心的な問題要因がどの階層にあるかがわかり、それらは相互に関係が強いので問題構造の中で要因は結果、結果は要因として循環していると考えられる。
- ④DEMATEL 法による問題要因の中心度と AHP における対策項目の重みの間には、正の相関がある。この関係からはずれた要因項目の考察が問題構造の分析には重要である。
- ⑤DEMATEL 法、ISM 法及び AHP はアンケートによる一対比較行列をもとに計算をしていくものである。従ってアンケートの方法、設問文及び被験者は解析結果の解釈に対して決定的な要素となってくることから、これらへの調査前の検討が重要である。特に AHP においては最終目標と評価基準と施策項目の関係を被験者に対して分かりやすくする必要があり。

参考文献

- 1) 門間敏幸：TN 法—むらづくり支援システム—実践事例集，農林統計協会,pp28-pp32
- 2) 利根薫，真鍋龍太郎：AHP 事例集—階層化意志決定法—，日科技連出版社
- 3) 古屋温美，関いずみ，松本卓也，長野章：AHP 法による漁業後継者対策の構造分析手法について，環境システム研究 Vol.28,土木学会,pp391-pp398, (2000)
- 4) 古屋温美，関いずみ，松本卓也，長野章：漁業後継者問題の要因と対策の構造分析について（北海道奥尻町・大成町を事例として），環境システム研究 Vol.29,土木学会,pp299-pp310, (2001)