

DEMATEL 法による漁村の環境社会システムの構造分析について

Structural analysis of the socio-environmental system of fishery villages by the DEMATEL method

児玉いずみ*・村上智子**・松本卓也*・菅原勝利***・菅原慎也***・長野 章****

Izumi Kodama, Tomoko Murakami, Takuya Matsumoto, Katsutoshi Sugawara, Shinya Sugawara, Akira Nagano

In this research, the DEMATEL method was used to analyze the structure of the socio-environmental system at fishery villages. A questionnaire survey was made in Rausu, Hokkaido, which was chosen as the sample region. In the survey, 25 elements related to industry, life and culture, and the environment were selected and paired comparison tests were made for all the elements. From the survey results, we obtained a comprehensive impact matrix to understand the relationships among the elements quantitatively. From the matrix three fields could be grouped and were quantitatively clarified the interrelations among these three fields: industry, live and culture, and environment. The well-known life of Rausu was focused on to show the socio-environmental system in relation to other 24 elements.

Keywords : DEMATEL method, socio-environmental system, fishery villages

1. はじめに

漁業は生態系の中では漁獲という形で食物連鎖の各段階に参加している。また、沿岸漁業を考えると解るように、漁業は森林や河川等の陸域を含む、沿岸域の生態系の一部でもある。漁業の生産基盤は漁港であり、漁村は漁業の収穫を糧として生活が営まれている場であるから、漁港漁村整備は沖合や沿岸域の生態系の物質循環を阻害するものではなく、その循環を担うという生態系保全に積極的な位置付けをするものでなければならない。したがって、漁村において生態系を考える場合は、人間社会を含めた範囲で捉える必要がある。このような人間社会と環境との関わりを、本研究では環境社会システムと定義している。

本研究では、漁村における産業と生活が環境とどのような関連を持っているかを明らかにし、その結果から産業と生活の基盤整備である漁港漁村整備の検討を行うことを目的としている。

そこで、北海道の羅臼町をモデルとして、羅臼の産業と生活と環境との相互関連の構造を DEMATEL 法を用いて数量的に解明し、この環境社会システムの構造の中での漁港漁村整備のあり方について検討した。

2. DEMATEL 法の概要

2-1. DEMATEL 法の概要

本研究では、羅臼の環境社会システムを構成する要素間の相互関連を相対数値化するために、一対比較調査によって要素間の関連を評価する DEMATEL 法（参考文献 (1) 参照）を用いて分析を行った。DEMATEL 法では、アンケート調査によって得られた直接影響行列（ X^0 ）を基準化する正規化直接行列（ X ）を求め、(1) 式によって、直接及び間接的影響を含めた総合影響行列（ T ）を求める。

$$T = X (I - X)^{-1} \quad (I: \text{単位行列}) \cdots (1)$$

総合影響行列より、各要素が他の要素に与える影響度、他の要素から与えられる被影響度が求められる。また、影響度と被影響度の和は、全体の構造の中でその要素がどの程度中心的な役割を果たしているかを判断する指標となるためこれを中心度と呼び、影響度と被影響度の差は、ある要素が果たしている役割の内容を判断する指標となることからこれを原因度と呼ぶ。影響度と被影響度の差がプラスの時は、他の要素へ及ぼす影響が大きく、その要素は全体の中では原因要素として作用していると判断でき、その差がマイナスの時は結果要素として作用していると判断できる。

2-2. 羅臼の環境社会システムの構成要素

羅臼の環境社会システムを構成する要素項目を抽出するために、羅臼においてはどのような産業や生活や環境が存在し、これらの要素間の利用や規制の関連がどのように行われているかということを調査した。羅臼の産業や野生生物に関するデータの収集、分析、現地調査による棲息生物の状況調査、地域住民へのヒアリング及び、

* 正会員 (財) 漁港漁村建設技術研究所 (101-0047 千代田区内神田 1-14-10)

** 非会員 (株) エコニクス

*** 非会員 北海道開発局釧路開発建設部

**** 正会員 水産庁漁港部

アンケートによる生活や野生生物に関する意識の調査等により抽出した、羅臼を構成する要素は表 2－1 の通りである。ここでは抽出された要素を、環境社会システムを構成する 3 つの柱である産業・生活・環境に分類して整理し、DEMATEL 調査のために 25 要素を設定した。

表 2－1 羅臼の環境社会システム構成要素

羅臼町の環境社会システム	
環境社会システム構成要素	DEMATEL法で活用する25要素
『データ』 ・産業別生産額(H7) 漁業 35.0%/卸・小売り 34.0%/製造 29.2%(水産加工 26.8%)/繊維 1.1%/農業 0.6% ・漁業種類別経営対数(H7) 1位 採藻・採介 246 2位 刺し網(その他) 222 3位 大型定置 33 ・オジロワシの洋上観察会の実施(年1回・定員45名) ・コンプ加工生産高は全体の約16%(S62) ・コンプの年間水揚げは町全体の約1割(H6) 『ヒアリング』 ・オジロワシ・材ワシは重要な観光資源 ・水産加工品としてコンプ醤油やコンプエキスがある ・定置網の薬品使用に関する指導 ・浜掃除 ・ゴミ投棄の規制 ・水産加工の垂れ流し防止協定 ・産廃処理 ・海底清掃 『平成8年実施アンケート』 ・利益がある コンブ 76.4%/スカサダウ 66.9%/イハ 62.2%/ササ 59.8%/オジロワシ・材ワシ 31.5% ・害がある イソシ 73.2%/ヒゲマ 55.9%/海獣類 52.8% ・観光資源 オジロワシ・材ワシ 85.0%/コンブ 48.8% ・資源保護(51%) ・コンブは羅臼の水産加工業の重要な原料となっている(40%) ・漁場の清掃(37%) ・「羅臼」が水産加工品の「ブランド」となっている(67%) ・ゴミ投棄の禁止(35%) ・羅臼が有名になり「羅臼産」のものがよく売れる(51%) ・汚水を出さない(45%)	1 羅臼のコンプ漁 2 羅臼のスケソ漁 3 羅臼のサケ定置漁 4 羅臼のウニ漁 5 羅臼の漁業における獲る量・期間・漁具等の規制 6 羅臼の漁業における漁種毎の操業許可制度 7 羅臼の水産加工業 8 羅臼の水産加工業のゴミ処理や排水の規制 9 羅臼に観光客が来ること 10 羅臼についてマスコミで紹介されること 11 羅臼での魚や物産の販売
『ヒアリング』 ・バラエティに富んだコンプ料理がある ・ゴミの分別 ・合併浄化槽 ・薬としてコンプのエキスを利用 ・河川の清掃 ・合成洗剤の使用規制 『平成8年実施アンケート』 ・羅臼の誇りである オジロワシ・材ワシ 73.2%/コンブ 62.2%/スカサダウ 46.5%/シマツク 34.6% ・自然のシンボル オジロワシ・材ワシ 67.7%/シマツク 55.1%/ヒゲマ 39.4%/イソシ 30.7% ・17 羅臼の人達の自然環境や動植物を大切にしている(41%) ・コンプ漁は重労働を生み出している(31%) ・コンプは羅臼の文化(食文化等)になっている(39%) ・町や漁港の清掃(32%) ・オジロワシを通して羅臼の自然への興味が湧く(39%) ・排水処理(37%) ・よその人からオジロワシについて聞かれる(31%) ・ゴミを流さない(35%)	12 羅臼の言葉、風習、生活様式 13 羅臼の食べ物 14 羅臼の祭やイベント 15 羅臼での自然の移り変わりに関する日常会話 16 羅臼の人達が抱えている郷土愛 17 羅臼の人達の自然環境や動植物を大切にしている心 18 羅臼での家族や地域の人達のつながり 19 羅臼の家庭でのゴミ処理や排水処理のルール 20 羅臼における川や海岸の清掃活動
『データ』 ・スケソウダラの漁獲とワシの飛来数の間には相関関係がある ・スケソウダラの漁獲の現象とともにワシの飛来数や棲息位置に変化が起こっている 『ヒアリング』 ・植樹活動 ・海獣類の体内重金属残留量調査 ・ワシの観察会 ・ワシの数の調査 『平成8年実施アンケート』 ・自然が守られているという目安になる オジロワシ・材ワシ 74.8%/シマツク 48.8%/イソシ 39.4% ・異常に増えている イソシ 85.0% ・増加している イソシ 45.7%/イハ 40.2%/ササ 32.3% ・昔と変わらない コンブ 30.7% ・減少している スカサダウ 85.0%/オジロワシ・材ワシ 41.7%/コンブ 38.6%/シマツク 35.4% ・全く見かけなくなった シマツク 44.9% ・海浜や漁港の清掃(55%) ・コンプは自然等の汚染を知らせる信号になっている(43%) ・コンプは沿岸の資源を増やしている(73%) 『生態系調査-沿岸生態系食物連鎖(1例)』 オニコンブ(海藻類)→エゾバフンウニ(植食動物)→ホッケ(大型肉食魚類)→オジロワシ(大型肉食鳥類)	21 羅臼の海や海岸の自然環境 22 羅臼の川や森林の自然環境 23 羅臼でのオジロワシの棲息 24 羅臼でのコンプの生育 25 羅臼での人と野生生物との共生

2－3. 羅臼における DEMATEL 調査の実施

DEMATEL 法では信頼性の低いデータが多数含まれることによって、項目間の影響関係が攪乱されてしまうため、項目に対して十分な認識を有する回答者を選定する必要がある。そこで羅臼では、地域との関わり方に重点を置き、行政関係、生活関係(主婦)、基幹産業である漁業関係(漁協関係者等)、自然環境関係(ビジターセンター職員等)の 13 名を選定し調査を行った。アンケート設問項目は表 2－2 の通りである。

特徴度とは 25 要素の各々が羅臼を特徴付けている度合いを示す。また、25 要素間の影響関係を訊ねるアンケート様式は、表 2－3 の通りである。

3. DEMATEL 法からの環境社会システムの構造分析
3－1. 構成要素間の相互関連

羅臼における DEMATEL 調査の結果から、総合影響の影響度、被影響度、中心度を求めた結果は表 3－1 の通りである。

表 2－2 アンケート設問項目

項目	質問内容
○属性	・性別 ・年齢 ・職業
○羅臼の環境社会システムに関する設問	・25要素の特徴度(5段階評価:0～4) ・25要素間の影響関係(5段階評価:0～4)

表 2－3 羅臼におけるDEMATEL調査票

影響を与えられている項目 → → →	1 羅臼の コンプ 漁	2 羅臼の スケソ 漁	3 羅臼の サケ定 置漁	...	25
影響を与えている項目 ↓ ↓ ↓					
1 羅臼のコンプ漁					
2 羅臼のスケソ漁					
3 羅臼のサケ定置漁					
...					
25					

羅臼では、影響度が大きい要素は陸域や海域の自然環境で、被影響度が大きい要素はコンブ漁や観光業等の産業となっている。また、原因度が大きい要素は環境を守るための規制や、環境を思う心、羅臼の自然環境等、環境の保全やその状態についての要素であり、結果要素としては、観光や漁業等の産業が上位に挙げられている。

以上の結果から解るように、羅臼では環境と人間社会が非常に大きな影響を及ぼし合っている。環境は、特に羅臼の経済基盤である漁業や観光業等の産業に深く関わっており、羅臼の人々は、規制活動や自然を重視する心理によって環境の保全を行うことが、結局は自分たちの生活に反映されてくるということを確認している。

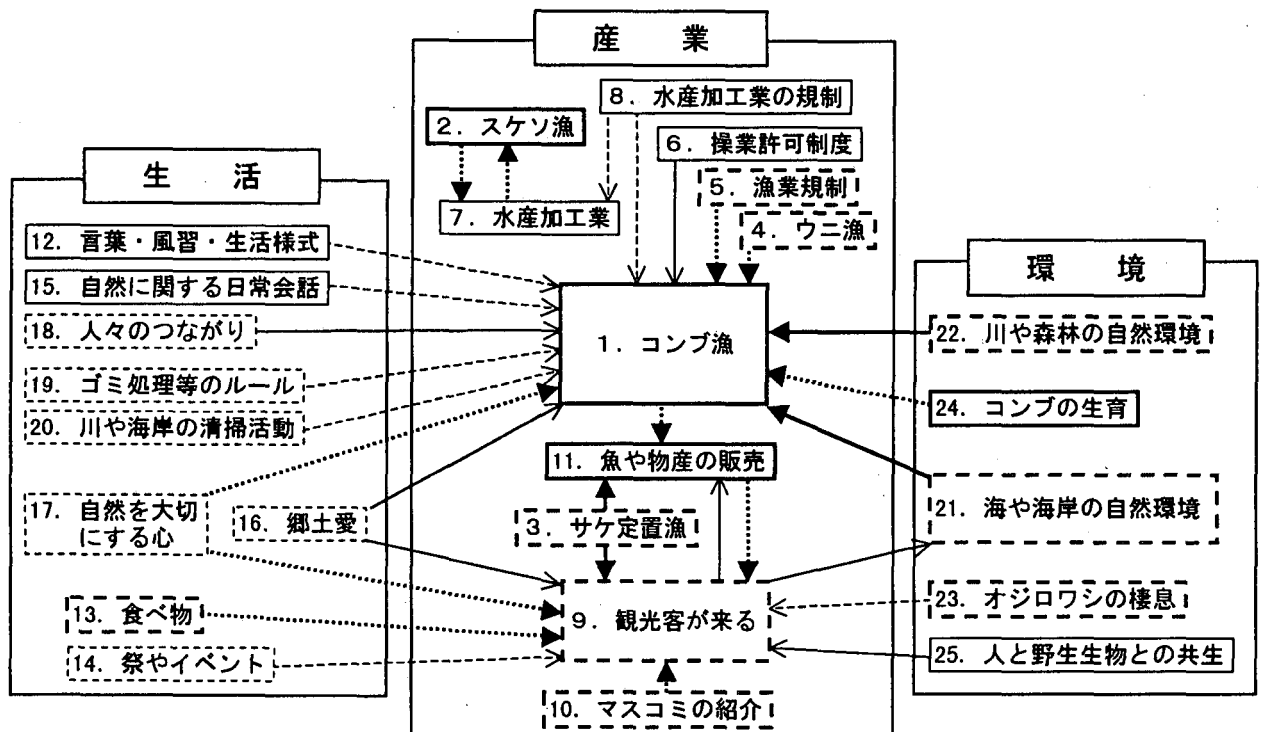
また、環境と産業や生活がどのように関わっているのかを具体的に見るために、要素間の影響関連を構造図として示すと図3-1のようになる。ここでは、各要素が他に与える最も強い影響を抽出し、その影響関係を示している。各要素を囲む枠の線種は、それぞれの要素の特徴度を4段階で表し、要素間を結ぶ線種は影響度を4段階で表している。

表3-1 総合影響の影響度と被影響度

羅臼の環境社会システム要素		特徴度	影響度	被影響度	原因度	中心度
産業	1 コンブ漁	3.69	5,494	5,769	-275	11,264
	2 スケソ漁	3.85	5,685	5,643	42	11,328
	3 サケ定置漁	2.92	5,786	5,542	244	11,329
	4 ウニ漁	2.92	5,097	5,494	-397	10,590
	5 漁業規制	2.54	5,418	4,666	752	10,083
	6 操業許可制度	2.38	4,714	4,327	387	9,042
	7 水産加工業	2.46	5,378	5,506	-128	10,884
	8 水産加工業の規制	2.15	4,720	4,859	-139	9,578
	9 観光客が来る	2.85	5,198	5,725	-527	10,923
	10 マスコミの紹介	2.77	5,170	5,525	-356	10,695
	11 魚や物産の販売	3.23	5,345	5,574	-229	10,919
生活	12 言葉、風習、生活様式	2.15	4,835	4,702	-67	9,337
	13 食べ物	2.69	5,414	5,577	-163	10,992
	14 祭やイベント	1.54	4,445	5,430	-985	9,874
	15 自然に関する日常会話	2.00	4,358	4,489	-131	8,846
	16 郷土愛	1.85	5,160	4,843	317	10,003
	17 自然を大切にすること	1.54	5,321	4,745	577	10,066
	18 人々のつながり	1.69	4,836	4,843	-7	9,679
	19 ゴミ処理等のルール	1.00	4,586	4,706	-120	9,291
	20 川や海岸の清掃活動	1.31	4,679	5,007	-328	9,686
	環境	21 海や海岸の自然環境	2.92	6,094	5,848	446
22 川や森林の自然環境		2.69	5,791	5,371	420	11,162
23 オジロワシの棲息		2.85	4,337	4,241	96	8,578
24 コンブの生育		3.31	5,090	4,927	163	10,017
25 人と野生生物との共生		2.23	5,032	4,625	407	9,656

注) 1. 特徴度、影響度、被影響度、中心度の値上位10を枠囲み

2. 原因度の値上位5、下位5を枠囲み



注) 1. 各要素が最も影響を与える要素について影響関係を示した。

2. 要素の特徴度: 3.0~ 2.5~3.0 2.0~2.5 ~2.0

3. 要素間の総合影響: 260~ 240~260 220~240 ~220

図3-1 羅臼の環境社会システムの構造図

羅臼の産業はコンブ漁やサケ定置、スケソ漁等の漁業が中心となっており、これらの漁業と関わり合いながら、水産加工や販売、観光等の産業が成立している。また、羅臼の基幹産業である漁業は家族単位で営まれており、

産業が日常生活の一部として組み込まれる構造になっている。したがって羅臼の産業は、人々の郷土愛や自然への心遣い等の心理的な面や生活様式、生活上の規制に関わる活動等によって支えられている。さらに、漁業は陸域や海域の自然環境から強い影響を受けている。これは一次産業全般にいえることであるが、漁業は自然環境の存在がなくては成立しない産業であり、これを認識する人々の意識が、影響の強さに表れている。

環境要素は観光業に対しても影響を与えており、羅臼の観光はオジロワシや様々な野生生物の棲息やこれを実現する環境によって成立していることを示している。また、羅臼の人々の心理や文化は、環境を基盤として成立する産業を通して、環境と結びついている。例えば、コンブ漁に影響を与えている生活面での規制活動であるゴミ処理や清掃は、結局はコンブの生育する環境の保全を目的としているのであり、環境保全が結局はコンブ漁の継続に繋がっている。

また、調査対象者の直感的な重み付けである特徴度と、総合影響から見た各要素の中心的な役割の度合いを示す中心度との関係は図3-2の通りである。

特徴度は、産業要素や環境要素で高くなっており、直感的な重み付けである特徴度が高いほど、総合影響の中心度も高くなる傾向があることが分かる。しかし、郷土愛、人々のつながり、祭りやイベント、自然を大切にする心のように、特徴度は低いが中心度は高い要素がある。これらの要素は羅臼という地域の環境や生活の中で培われてきた心であり、可視的な要素は直感的に捉えやすいために直接的特特徴度としては高くなるが、DEMATEL 調査で全ての関係を通した総合影響を見ることによって得られる中心度では、構造の深層を捉えた結果が反映されていると考えられる。また、清掃活動やゴミ処理という規制項目も特徴度は低いが中心度が高い。このような規制は羅臼に限らず一般的に行われる行為、かつ手段であることから、特徴としては捉えにくい。羅臼のように環境を核とした地域では、これを保全する要素は環境社会システムの深層的な構造の中で中心的な意味を有する。

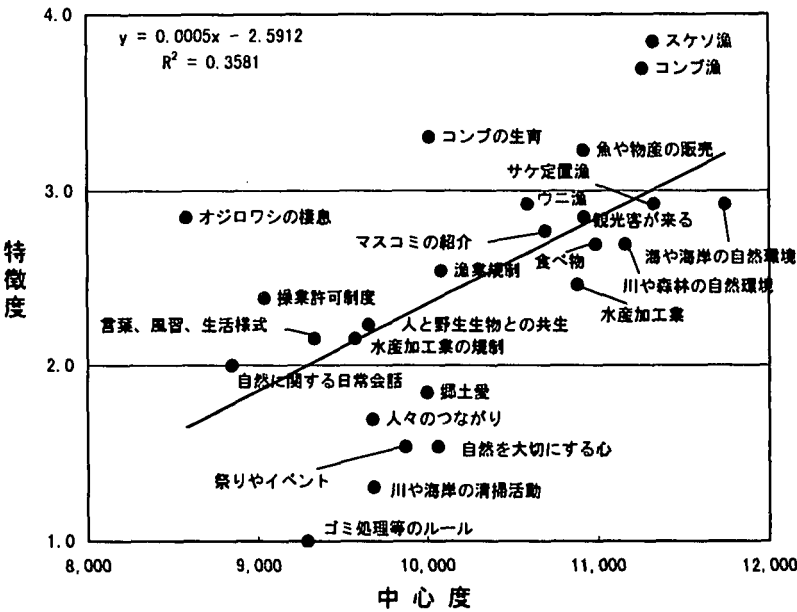


図3-2 各要素の特徴度と中心度

3-2. 表徴生物を軸とした環境社会システムの構造

これまで、全体の構成要素間の相互関連から環境社会システムの構造を見てきたが、ある特定の要素を抽出し、これを軸とした構造を分析することで、軸として選定した要素と環境社会システムとの関わり方を見ることがができる。

事例として、羅臼の社会や自然を象徴する生物を「表徴生物」として設定し、その表徴生物を軸としたときの産業・生活・環境の関連を明らかにすることで、表徴生物が羅臼の環境社会システムの構造の中にどのように組み込まれているかということを見してみる。

表徴生物としては、観光パンフレットへの記載やマスコミでの紹介等、羅臼町のシンボルとして認識が高く、生態系ピラミッドにおいては上位に位置しているオジロワシや、羅臼の基幹産業である漁業の中でも特に重要な漁業資源の一つであり、生態系ピラミッドにおいては下位に位置し、海域の貴重な生産生物となっているコンブが考えられる。これらはいずれも羅臼の社会及び環境の中で重要な位置付けにあり、羅臼を代表する生物として適している。本研究では、表徴生物のオジロワシについて考察を行う。

表3-2はオジロワシを軸とした時の、直接影響、総合影響の影響度と被影響度を表にしたものである。オジロワシの棲息が他の要素に及ぼしている影響を見ると、上位には観光や漁業の産業要素が挙げられている。総合影響では直接影響に比べ、産業とりわけ漁業への影響力の強さが示されている。これは、直接的には見えにくかったオジロワシと漁業との関連が、総合影響を分析することで深層的な構造が明らかにされた結果である。また、オジロワシの棲息が影響を及ぼされる要素としては、総合影響では環境要素の順位が高くなっており、オジロワシの存在が環境の一部であるという認識が強くなっている。

総合影響から、オジロワシを軸とした環境社会システムの構造は、図3-3の通りである。この図では、オジ

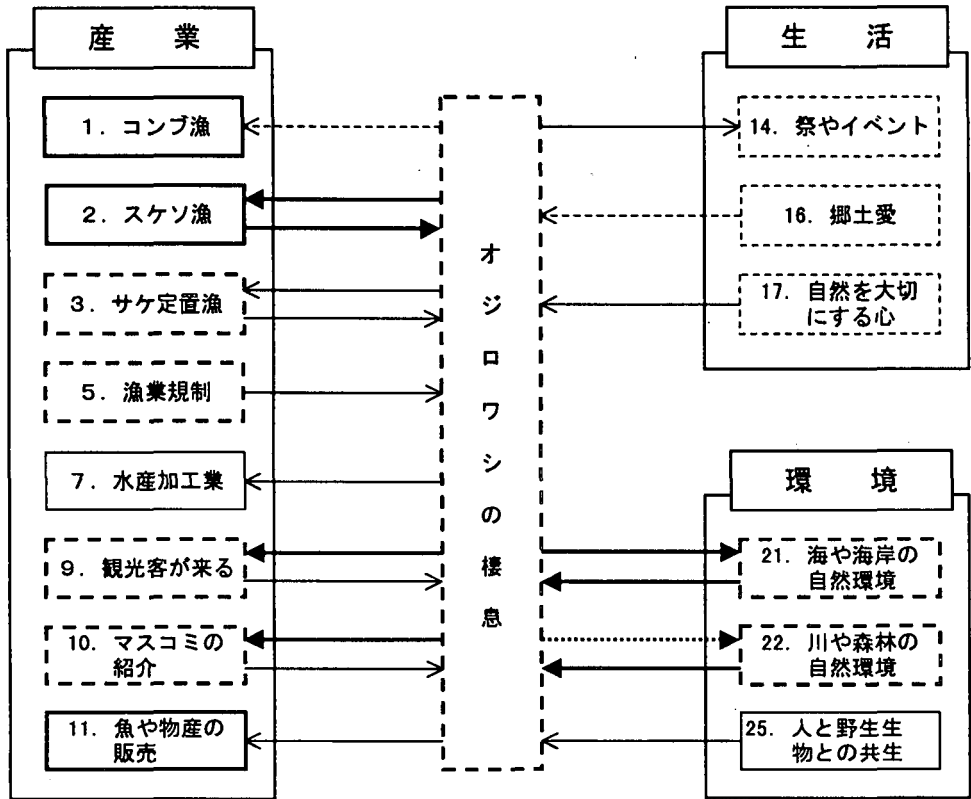
ロワシの棲息が影響を受ける要素と与える要素の上位 10 位についての影響関係を示している。各要素の特徴度と要素間の総合影響の強さは、線種によって分類している。

ワシの棲息は、陸域、海域の自然環境や、餌の確保に繋がる漁業によって支えられている一方で、ワシの存在は自然の状態やスケソ漁等の操業状態を示す信号の役割を果たしている。また、羅臼の観光業を振興させている重要な要素としてワシの棲息があり、ワシは環境だけでなく羅臼の産業の中でも重要な位置付けにある。そのため羅臼の人々は、漁業規制等の規制活動や、自然を大切にする心によってオジロワシの棲息を支え、このことが結局は羅臼の環境全体を保全するということに繋がっている。

表 3-2 オジロワシを軸とした環境社会システムの構造表

羅臼の環境社会システム要素		直接影響		総合影響	
		影響度	被影響度	影響度	被影響度
産業	1 コンブ漁	13	14	178	168
	2 スケソ漁	45	44	209	206
	3 サケ定置漁	22	23	182	186
	4 ウニ漁	14	13	172	156
	5 漁業規制	25	28	159	181
	6 操業許可制度	20	23	145	156
	7 水産加工業	27	17	186	169
	8 水産加工業の規制	28	26	169	159
	9 観光客が来る	47	40	214	188
	10 マスコミの紹介	44	39	205	186
	11 魚や物産の販売	20	22	181	173
生活	12 言葉、風習、生活様式	18	21	154	152
	13 食べ物	12	14	173	166
	14 祭やイベント	26	23	183	149
	15 自然に関する日常会話	23	30	153	154
	16 郷土愛	29	31	170	177
	17 自然を大切にする心	37	35	175	186
	18 人々のつながり	17	19	157	155
	19 ゴミ処理等のルール	21	21	157	150
	20 川や海岸の清掃活動	25	20	170	152
環境	21 海や海岸の自然環境	36	39	200	212
	22 川や森林の自然環境	38	36	194	200
	23 オジロワシの棲息	—	—	124	124
	24 コンブの生育	13	10	155	153
	25 人と野生生物との共生	37	39	173	183

注) 1. 影響度、被影響度の値上位10を枠囲み



注) 1. 「オジロワシの棲息」が影響を与える（受ける）要素上位10について影響関係を示した。
2. 要素の特徴度： 3.0～ 1.5～3.0 2.0～2.5 ～2.0
3. 要素間の総合影響： 200～ 190～200 180～190 ～180

図 3-3 オジロワシを軸とした羅臼の環境社会システム構造図

3-3. 産業群・生活群・環境群間における構造

環境社会システムの構造は、産業・生活・環境の3項目に分類できる。それぞれの項目で総合影響行列を分割し、産業・生活・環境の3つの項目別に行列要素を平均すると（表 3-3）、この平均値は各項目間相互の影響

及び被影響を表すことになる。

ここでは産業要素・生活要素・環境要素をまとめて扱ったものを、それぞれ産業群・生活群・環境群と呼ぶ。群の間の関係の構造を見ることによって、構成要素の異なる複数地域の環境社会システムを比較検討することができるようになる。

表3-3より、3群間の相互関連を構造図として示すと図3-4のようになる。

この図からは、産業・生活・環境の相互関連によって地域が形成されている構造が明らかになっている。羅臼の中心的な産業である漁業は生活に組み込まれて営まれるため、産業と生活は同程度の影響力を及ぼし合っている。また、環境群は産業群や生活群に対して、それぞれから受けるより大きな影響を与えており、原因の方向は環境から産業、生活へ向けて大きな力が作用していることから、羅臼は、産業や生活という人間の社会活動が環境に大きく支えられて成り立っている、環境に対する依存度の高い社会と見ることができる。

3-4. 羅臼の環境社会システムの姿

以上の結果から、羅臼の環境社会システムの姿をまとめると以下の通りになる。

- ①羅臼では、産業や生活の人間社会が、環境を基盤として成り立っている。
- ②羅臼の人々は、生活や産業を通して自然と関わり合い、これを利用する一方で、その利用を継続させるために、心理面や規制活動から環境を保全している。
- ③羅臼では、地域の基盤となる環境の保全に関わる活動や心理的要素が、環境社会システムの中心的な要素となっている。
- ④羅臼の表徴生物の一つであるオジロワシの棲息は、自然のシンボルであると同時に観光等の産業を支える要因となっており、ワシの保全が人間の生活に反映するという構造を創り出している。
- ⑤羅臼は環境群が他の群に与える影響力が強く、環境に大きく依存する社会である。

4. おわりに

羅臼という地域は産業と生活と環境とが相互に関わり合って構成されている。したがって、漁港漁村整備と云うことを考えたとき、それは産業という人間の社会活動を支える基盤整備ではあるが、単に産業の効率化や合理化といったことのみを考慮するだけでは充分ではない。産業は生活や環境と相互に影響を及ぼし合い、その関係の中でのみ成立する。整備を行う際には、現在の環境社会システムが整備によってどう変化するのか、つまり、生活はどう変わるのか、環境はどう変わるのか、産業はどうかという変化の状況を評価し、整備の可否及び方式を考えていく必要がある。

参考文献

(1) TN法-むらづくり支援システム-実践事例集：門間敏幸、1996、農林統計協会
(2) 漁港周辺における生態系保全の状況と漁港漁村整備方式について：児玉いずみ他
海洋開発論文集 VOL.12(1996)
(3) 漁村における生態系保全と環境社会システムの構造について-北海道羅臼町を事例として-：児玉いずみ他
海洋開発論文集 VOL.13(1997)

表3-3 3群間分割総合影響行列

	産業	生活	環境	特徴度
産業		204	206	2.89
生活	202		188	1.75
環境	221	204		2.80

全体平均：204

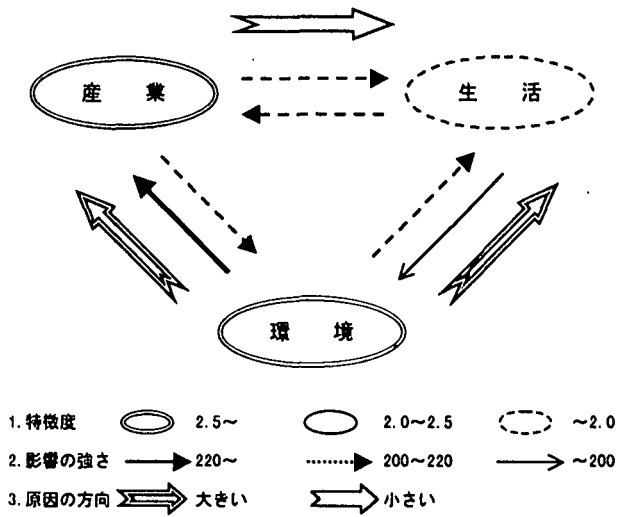


図3-4 3群間の環境社会システム構造図