

漁港形状の構成要素の美観について

Aesthetic Measure for Constituent in a Fishery Harbour

竹沢三雄*・前野賀彦**・武田 力**・滝沢幸一郎***・土川孝雄****

Mitsuo Takezawa, Yoshihiko Maeno, Tsutomu Takeda,
Koichiro Takizawa and Takao Tsuchikawa

This paper proposed the constituent model for the arrangement of coastal structures in a fishery harbour. The model consists of the arcs of circle and ellipse and the line segment. In order to determine the aesthetic measure for the whole fishery harbour, the popularity of the constituent for coastal structures was evaluated by a questionnaire survey. The symmetrical elements impress us favorably. The curved shape is favorable. The rectangular structures, which are mainly shaped by means of right angles and line segments without symmetry, are common in Japan but artificially impressed.

Keywords: (aesthetic measure, coastal structure, a fishery harbour, a questionnaire survey)

1. はじめに

高度経済成長に伴う人々の余暇の多様化に対応して、近年マリーナや人工海浜などの海洋性リクリエーション施設が計画され盛んに建設されている。特に漁村集落では過疎化対策や周辺地域を含めた地域計画の効率化という観点から、海洋性リクリエーションを取り入れた漁港整備は重要なものとなっている。これらの地域では、水産業や農業の生産活動が営まれており、漁港・漁村整備に伴う海岸構造物の設置に際しては、その機能性だけでなく自然環境（特に生態系）との調和についても考慮される必要がある。また、漁村地区の多くが、周辺の住民の生活の場と漁港施設等とが近接した空間であるので、周辺環境との調和を考慮した海岸計画・構造物設計手法が提案されるべきである。そこで、本研究では計画・設計に際して考慮すべき関数の1つとして漁港の景観を取り上げ、設計論の立場から漁港を構成する海岸構造物の形状を検討した。

2. 従来の美度の評価に関する試みについて

武田ら(1992)は、既存の漁港に対して人々が主観的に美しいと感じる「美観度」を調査し、(1)式に示されるバーコフの美しさの式(Birkhoff, 1933)により定量化された「美度」を求め両者を比較している。

$$M(\text{美度}) = O(\text{秩序}) / C(\text{複雑さ}) \quad (1)$$

ここで、秩序 O は、以下の5つの要素の線形結合で表される。

$$O = V + E + HV + R + F \quad (2)$$

V : 垂直的対称性

E : 平衡性

HV : 水平垂直網との関連性

R : 回転対称性

F : 不満足な形

武田ら(1992)は、海岸構造物の形状の幾何学的図形との相違から、海岸構造物を構成する直線要素について、(2)式中の水平垂直網との関連性 HV のみを用いて秩序を評価し、最終的に構成要素の長さ L_n を掛け合わせて、(3)式を得ている。

$$O = \sum (HV_n \times L_n) \quad (3)$$

他方、複雑さ C は、バーコフによれば要素を構成する直線の本数で表されるが、武田ら(1992)は要素を構成する直線の総延長 $\sum L_n$ で表している。

最終的に、彼らは美度 M を次式のように表した。

$$M = \sum (HV_n \times L_n) / \sum L_n \quad (4)$$

彼らの結果によれば、(4)式により与えられる美度とアンケート調査に基づく好感度(美観)とが逆相関を示しているとしている。逆相関を示す原因としては、武田ら(1992)らがバーコフの式に基づいて秩序を算定するに

* 正会員 日本大学理工学部土木工学科
(〒101 東京都千代田区神田駿河台1-8-14)

** 正会員 日本大学短期大学部建設学科

*** 東京都中央区役所

**** 東京都庁

際して、直線要素を対象とし水平垂直網との関連性HVにのみ着目していることが考えられる。そのため、自然の海岸形状の曲線部や防波堤の屈曲部を評価していないこと、あるいは防波堤等の斜めに突き出した直線部に対する評価が低かったことなどが考えられる。これらのことから、漁港を構成する海岸構造物や自然の海岸線の曲線部の評価が可能であり、水平垂直網だけでは不十分な海岸構造物の形状特性を評価する手法が求められる。

3. 漁港を構成する要素の抽出

武田ら(1992)は、漁港形状の評価に際して、バーコフによる幾何学的図形に関する美度の評価法を用いているため、十分に漁港を構成する海岸構造物の形状の特性が評価されているとはいえず不十分なものになっている。そこで、漁港形状の美度の評価に際しては、海岸構造物の形状を構成する要素を抽出し整理することが求められる。また、それらの構成要素について適した美度の評価法を導く必要が指摘される。

武田ら(1992)によりアンケート調査に基づき美観度が高いと評価された漁港は、複雑な形状をしたものが多いことが認められる。つまり、複数の曲線と水平垂直網から構成されていることが多い。このような複雑な形状特性を有する漁港の美度の評価に当たって、曲線部については、その曲率・要素数・その組み合わせ個数と比率、直線部については、要素数・隣合う直線要素間の夾角および線分比を考慮することにより、より現実的な美度を求めることが可能と考えられる。そこで、直線要素と曲線要素について様々なパターンの図形を作成し、広範な職種・階層の人にアンケートをとり、漁港や海岸形状を構成する要素の美しさを考えてみることにした。

その具体的方法としては、まず、漁港を構成する要素を直線、円弧、楕円弧よりなるものとし、人々がどのような図形を美しいと感じるのかを明らかにすべく、海岸構造物の美度に関する本格的なアンケート調査を行う前に構成要素モデルの好感度(美観)に関する調査を行った。これらの調査においては、選択肢中のどのような図形が最も好まれるのかを定量的に捉えた。調査に用いた各構成要素モデルのパターンは以下に述べる通りである。

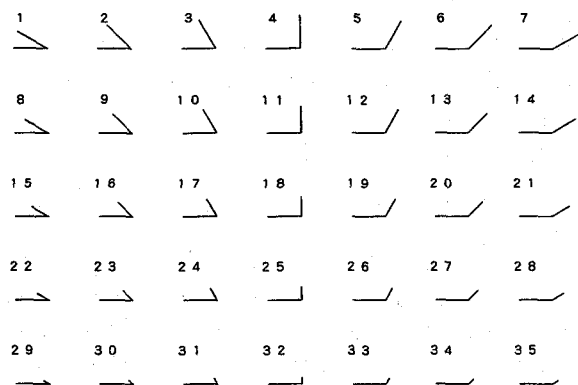


図-1 直線構成要素のパターン図

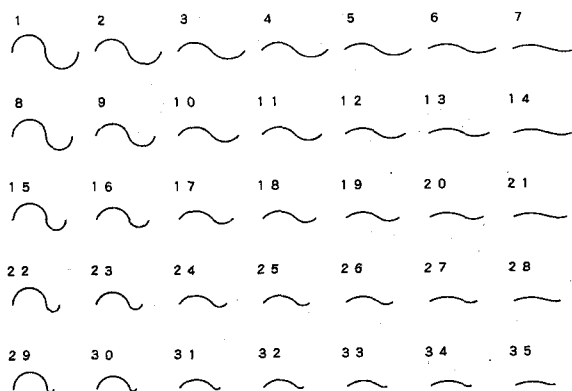


図-2 円弧構成要素のパターン図

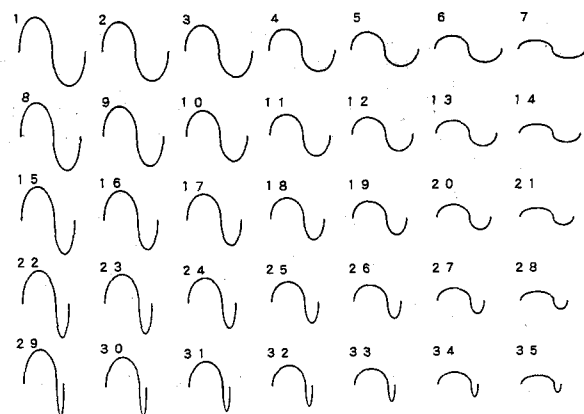


図-3 楕円構成要素のパターン図

まず、直線要素については、図-1に示す通り隣合う2直線を1組の要素と考え、それらの直線要素の線分比を5:5、5:4、5:3、5:2、5:1の5パターンと、2直線間の夾角を30度、45度、60度、90度、120度、135度、150度の7パターンの合計35個の図形を選択肢として用いることにした。

次に、円要素については、図-2に示す通り2つの円弧を組み合わせて、それら2つの円弧の弦の比を5:5、5:4、5:3、5:2、5:1の5パターンと、円弧の中心角を 1.0π 、 0.8π 、 0.6π 、 0.5π 、 0.4π 、 0.3π 、 0.2π の7パターンの合計35個の図形を選択肢として用いることにした。

最後に、楕円要素については、図-3に示す通り楕円を長径で半分にしたものを2つ組み合わせて、半楕円の長径の長さの比を5:5、5:4、5:3、5:2、5:1の5パターンと楕円の長短径比を4:8、4:7、4:6、4:5、4:4、4:3、4:2の7パターンの合計35個の図形を選択肢として用いることにした。

これらの直線・円弧・楕円弧からなる要素について、直線要素については縦軸に線分比を変化させて横軸に夾角を変化させて、円要素については縦軸に弦の線分比を変化させて横軸に円弧の中心角を変化させて、楕円要素については縦軸に2つの楕円の長径比を変化させて横軸に長短径比を変化させて、それぞれ35パターンの図形を

一枚の図面上に作成し、縦の列から1つずつ、横の列から1つずつをアンケート回答者を選択させた。

アンケート回答者の総数は71名で、その男女の内訳は男性38名(54%)、女性33名(46%)であった。また、その年齢構成は図-4に示す通りである。

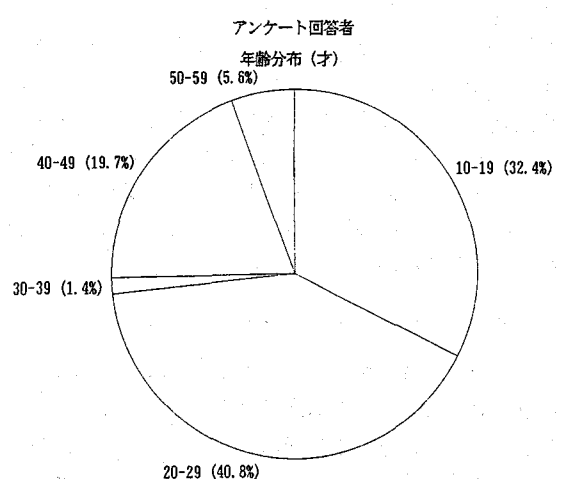


図-4 アンケート回答者の年齢構成

直線、円弧および楕円弧よりなる漁港を形作る海岸構造物の構成要素の好感度(美観度)をアンケート調査に基づき表-1~表-3に示す通り求めた。

表-1 直線要素の各図形パターンの好感度

線分比	夾角(度)							合計
	30	45	60	90	120	135	150	
5:5	33	31	40	56	31	26	22	239
5:4	20	21	40	41	40	34	33	229
5:3	13	19	27	43	25	20	16	163
5:2	14	14	10	31	21	16	9	115
5:1	10	12	11	30	14	11	8	96
合 計	90	97	128	201	131	107	88	842

表-2 円要素の各図形パターンの好感度

線分比	中心角(°)							合計
	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	
5:5	44	39	43	32	31	30	37	256
5:4	32	21	34	48	38	26	27	226
5:3	17	27	17	29	28	22	14	154
5:2	23	17	10	18	14	9	17	108
5:1	25	11	14	20	6	8	16	100
合 計	141	115	118	147	117	95	111	844

表-3 楕円要素の各図形パターンの好感度

線分比	長短径比							合計
	4:8	4:7	4:6	4:5	4:4	4:3	4:2	
5:5	45	36	42	49	35	23	30	260
5:4	27	34	33	40	36	34	26	230
5:3	17	15	23	31	25	14	19	144
5:2	7	7	27	27	25	17	12	122
5:1	10	12	13	22	17	9	9	92
合 計	106	104	138	169	138	97	96	848

まず、表-1に示した直線要素の図形パターンに関するアンケート調査で最も票を得たものは、線分比が5:5で角度が90度のものであった。線分比の異なるグループ

の中で最も票を得たものは5:5のグループである。これは完全に対称なものであるため従来から対称性の有するものを美しいとするという経験則に合致する結果が得られた。また、夾角の異なるグループの中では90度が最も多かった。この理由としては、90度という角度が、われわれの日常生活の中で最も目にしてしている長方形を構成する直角であり、見慣れているためであると考えられる。また、線分比が5:1の図形パターンがあまり票を得ていないのは、対称でないためと考えられ、やはり、「対称性」という要素が重要であることが確認できた。また、夾角が30度、150度という鋭角や鈍角は図形が偏平になり好感がもたれないことも確認された。

次に、表-2に示した円要素からなる図形パターンについては、票が全体に分散してしており、はっきりとした傾向を得ることができなかった。その理由としては、円は大変滑らかな図形であるため、それぞれの形に大きな違いがないために票が均等になってしまったと考えられる。また、このように選びづらいアンケートの回答を求めると、両端と中央のものを選択するという人間の心理が加わる可能性があり、図形の並べ方の影響が指摘されアンケートの実施に当たっての今後の課題といえる。

また、2つの円弧の弦の比の相違による好感度の違いについては、5:5のものが最も多く票を得ていることから、直線の場合と同様に対称性を有するものが好まれることによるものと考えられる。

最後に、表-3に示した楕円弧からなる図形パターンの好感度については、2つの楕円弧の弦の比の相違による好感度の違いは、4:6から4:4の範囲に多くの票が集まっており、4:5を境として票が減っていく傾向が認められた。確かに、4:8や4:2のような弦の比が大きいものについては、2つの楕円の継ぎ目で若干不連続性が認められることから選択されなかったものと考えられる。隣合う2つの楕円の長径の線分比については、直線要素・円要素と同様に5:5のものが最も好感度が高く、やはり対称性を有するものが好まれることが明らかとなった。

以上示した各種図形パターンの好感度に関するアンケート調査結果について、全体を通して言えることは、対称性を有する図形は必ず多くの票を得ているということである。つまり、美しいと評価されるためには対称性を有することが重要な要素であることがアンケート調査により確認できた。

4. 漁港の好感度(美観)の調査について

武田ら(1992)は、日本における代表的な15の漁港の中から美しいと思われる漁港を3つ選択させることにより、好感度(美観)の優れた漁港を選び出している。しかしながら、彼らの調査においては回答者数が少ないことから、その信頼性が問題となる。そこで、再度本研究においても、より多くの回答者の協力を得て、彼らと同様に漁港の美観に関する調査を行った。その調査方法は武田ら(1992)に詳しいが、一枚の紙に貼られた15の漁港の白

黒の航空写真をアンケート回答者に見せて、その中から美しいと思われる漁港を3つ選択させ、回答用紙に記入させるというものである。

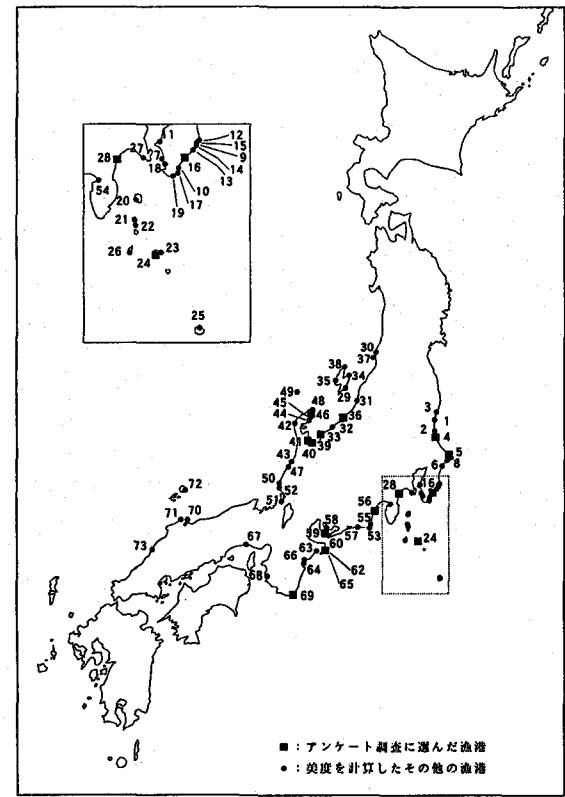


図-5 調査対象漁港の位置

図-5に示した日本における代表的な15の漁港の美観のアンケート調査結果は表-4に示すとおりである。

表-4 漁港の美観についてのアンケート調査結果

順位	漁港名	票数
1	安乗漁港	38
2	鴨川漁港	35
3	日間賀漁港	23
4	那珂湊漁港	19
5	能生漁港	19
6	波崎漁港	12
7	阿古漁港	11
8	蛸島漁港	11
9	波切漁港	11
10	用宗漁港	8
11	黒部漁港	6
12	串本漁港	5
13	水見漁港	5
14	新湊漁港	5
15	小田原漁港	2

それによれば、票数が多く好感が持たれた漁港、つまり

美しいと認識された漁港は、全体的に調和がとれていると考えられる。具体的には、単純な四角形ではなく、多角形に構成されている漁港である。また、曲線部も認められる。美しいと認識されなかった漁港は直線要素間の夾角に直角が多く使用されており、人工的な造形とみなされ好感がもたれなかったものと考えられる。

また、白黒写真を用いるなど調査に際して工夫を施してはいるものの、アンケート回答者が航空写真を見て、漁港の美しさを評価するのではなく、写真の美しさを評価していることも考えられるので、写真の撮影アングルやコントラスト等についても注意を払う必要があると考えられる。一つの解決法としては、露出の一定した航空写真を用いることが考えられる。

5. 漁港の構成要素に関する調査について

3の漁港の構成要素の調査結果によれば、対称性を有する構成要素は美しいと認識されることが裏付けられている。そこで、調査対象の15漁港について、その形状を調べ構成要素を抽出する。さらに、4で実施した漁港の美観に関するアンケート調査結果により美しいとされた漁港はどのような構成要素からなるのかを検討し、構成要素に関する好感度（美観）と漁港全体の好感度（美観）との関連を検討する。その詳細を以下に述べる。

まず、調査対象の15漁港について、それぞれ直線・円弧・楕円弧よりなる構成要素に分解する。具体的には漁港の平面図を用いて、漁港を構成する各要素について直線要素は各線分の長さで隣合う2直線の線分比とその夾角を、円要素は円弧の弦の比および中心角、楕円要素は2楕円間の弦の比と長短径比を求める。なお、線分比を求めるに際しては、構成要素についてのアンケート調査結果と比較可能となるように、全て5:〇（〇は5以下の正の整数）と表示する。夾角の取り方については、構成要素を比較検討する上で構造物の機能が発揮され则认为される側の角度をとることにする。しかしながら、夾角については、構成要素に関するアンケート調査において、180度よりも小さい角度を対象としているため、本研究では、アンケート調査結果と比較する場合には、180度よりも大きい角度については360度からその角度を引いたものを用いた。

以上の要領により調査対象の15漁港について漁港形状の構成要素を抽出し整理した結果を、アンケート調査により好感度が高いとされた順に表-5に示す。ここでは、調査対象漁港で用いられている曲線要素は数個以下であるので、曲線要素については要素数を示すのみに止め、直線要素について線分比および夾角の好感度分析結果を示した。

表-5を概観することにより以下の点が認められる。

- (1) 漁港を構成している直線要素の夾角は90度が最も多く、鋭角はほとんど使用されていない。
- (2) 好感度が高く美しいと認識された漁港では、直線構成要素の夾角の角度分布が分散しており、逆に好感度が

(4) 曲線要素数を各漁港で比較してみると、美しいと認識される漁港では曲線要素が用いられている。逆に美しいと認識されなかった漁港では全く曲線要素は用いられていない。しかしながら、国内の漁港では用いられている曲線要素が少ないので、漁港全体の好感度への影響は少ないものと考える。

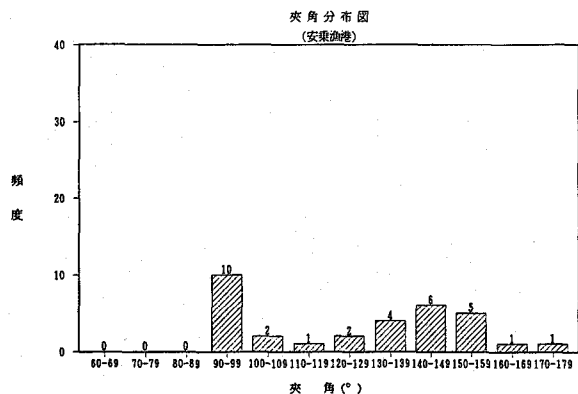


図-6 安乗漁港の直線要素の夾角の角度分布

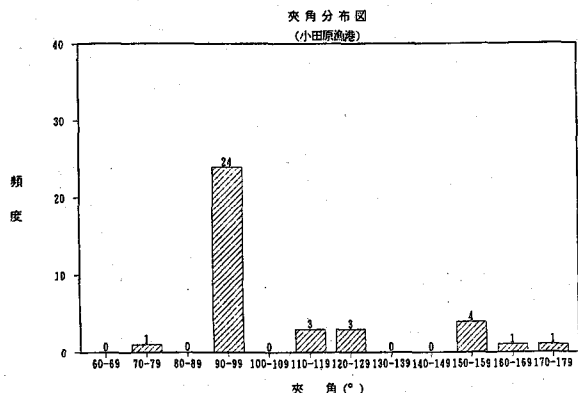


図-7 小田原漁港の直線要素の夾角の角度分布

調査対象漁港の構成要素数を表-6に示したが、各漁港であまり要素数に差異が認められなかった。そこで、漁港規模に対する構成要素数の多少を比較するために、漁港の長軸を直径とし漁港全体が内接する円の面積と定義される漁港面積で除した構成要素数を要素率とした。なお、漁港面積の単位は km^2 とし、要素率を1平方キロメートル当たりの要素数とした。

表-6によれば、15漁港の好感度（美観）と要素率の間には顕著な相関は認められなかった。その理由としては、漁港の面積の定義による問題が考えられる。構造物が全て納まるような円を描いているが、偏平な漁港とそうでない場合とで要素率を同列に扱うのには問題がある。また、漁港の好感度の調査に際して、同じ大きさの写真を用いていることから、漁港の規模に対する要素数が漁港の好感度に反映していない可能性があることが指摘できる。

さらに、漁港形状の複雑さの好感度への影響を検討するために、屈曲度を導入した。この屈曲度は、要素率と同様に漁港全体が内接する円の直径に対する漁港を構成する海岸構造物および海岸線の水際線の総延長の比として定義される。表-6に示した屈曲度についても、要素率と同様に漁港の好感度（美観）と明白な相関が認められない。それは、屈曲度が低い場合には漁港形状が単純すぎ好感度が低くなると考えられ、逆に屈曲度が高い場合には複雑すぎ雑然とした印象を与えることから好感度が低くなると考えられる。したがって、この屈曲度の評

価に際しては慎重を要する。

表-6 要素率と屈曲度

順位	漁港名	票数	要素数	要素率	屈曲度
1	安乗	38	33	194.4	3.11
2	鴨川	35	34	66.7	3.63
3	日間賀	23	39	51.1	3.06
4	那珂湊	19	38	20.0	2.80
5	能生	19	26	83.3	3.91
6	波崎	12	29	12.4	2.13
7	阿古	11	33	195.6	3.75
8	蛸島	11	29	34.4	2.88
9	波切	11	33	56.9	2.80
10	用宗	8	37	100.0	5.03
11	黒部	6	24	135.6	3.85
12	串本	5	23	20.0	2.05
13	氷見	5	34	53.6	2.57
14	新湊	5	17	20.4	2.60
15	小田原	2	38	110.0	3.35

6. おわりに

漁港形状の美観を定量化するためには、まず、漁港を構成する要素を抽出し、それらについて好感度（美観）を求め、それらの集合体である漁港の好感度とどのように対応するのか検討する必要がある。本研究では、漁港の構成要素を直線・円弧・楕円弧から成るものとして要素モデルを提案し、それらの好感度を求めた。その結果によれば、各要素モデルについては、対称性を有するものが好感を持たれることが判明した。また、直線要素間の夾角は直角が最も好まれる傾向が認められた。現存する漁港形状を分析した結果は、日本国内の漁港にはほとんど曲線要素が用いられておらず、直線要素により構成されており、直線要素間の夾角は直角が最も多いことを示している。つまり、漁港を構成する海岸構造物は四角形のものが多いとの経験的事実を裏付けている。また、隣合う要素の線分比は5:1のものが多く対称性は維持されておらず、細長い構造物が多いことを示している。さらに、好感度が高いとされた漁港は、直線要素間の角度（夾角）が広範に分布するものが多く、直角に集中したものは好感度が低くなっている。線分比についても、傾向はあまり顕著ではないが、広く分布している方が好まれているようである。

以上の結果から、提案した要素モデルを用いて漁港形状を分析し、漁港の美観を定量化することが可能となる。

参考文献

- 武田力・前野賀彦・竹沢三雄(1992): 港湾の美度に関する研究、テクノオーシャン'92、Vol. 2、pp.520-525.
- Birkhoff G.D.(1933): Aesthetic Measure, Harvard University Press.