沿岸域の景観評価に関する研究

A study on techniques for aesthetic evaluation of coastal landscapes

永瀬恭一*・松原雄平**・野田英明***

Kyoichi NAGASE, Yuhei MATSUBARA and Hideaki NODA

Abstract

The coastal landscape evaluation is very essential when we design the coastal zone environments or manage the urban water-front area. A heuristic landscape evaluation system is proposed by using stochastic analysis and artificial neural network. Through the multivariate method, four dominant factors of scenic preferences are categorized. Results of the analysis are input to relate the landscape elements items with scenic beauty scores. Finally the coastal landscape evaluation system is developed by the verification of estimation of the neural network.

Key Words: *principal component analysis, landscape, S-D index*

1．はじめに

市民の自然環境への関心が高まり，沿岸域に関しても景観に配慮した設計法[1]が注目されている．しかし，市民が景観に求めている要求は，沿岸域を利用する個人の目的や，年齢，性別，職業などによって多様なだけでなく，その要求イメージも「○○のような」というように曖昧で感覚的な表現が用いられ，定量的に評価することは非常に困難である．同様に，現在の景観に対する客観的な評価も難しい．沿岸域の景観設計とは，この両者を明らかにして市民が求めている景観を構築するための，具体的な方法を検討することであるが，現状では人工リーフのような目立たない構造物を建設するとか，周囲の景観と調和するような配色にするなどの手法を用いているに過ぎない場合が多い．

竹林[2]は，地域づくりの手法として，地域の地形的，歴史的ならびに文化，生活的な要因を取り込んだ，風土工学を提案している．そのうち，景観評価や景観設計の手法として，感性工学[3]と言う商品開発分野において顧客のニーズを反映させる，新しい設計手法を利用している．感性工学とは，人間の感性やイメージを物理的なデザイン要素に翻訳し，感性にあった商品を設計する手法である．人間がもつ「○○のようなモノが欲しい」という曖昧な要求イメージを再現するために，○○とはどういう色か，どのような機能なのかを分析して設計に取込む手法である．著者ら[4),5)]は，この感性工学とニューラルネットワークを用いた景観評価手法を提案して，河川や海岸の景観を客観的に評価できるシステムを構築してその適用性を検証してきた．

このシステムを構築する際には，景観を評価する基本データを得るために被験者を集めて，SD法（Semantic Differential 法）によるアンケート調査が重要となる．すなわち，評価システムの精度を確保するには，調査データの十分な蓄積と被験者の感性を引き出すSD法の確立が不可欠であるが，その手法は確立されたものとは言い難い．そこで，本研究では，景観に関するSD法を用いたアンケート調査を行う際の写真の掲示方法とSD指標の数に関して，いくつかの試みを行なって，アンケート調査の方法を確立することを目的とする．

景観の評価に関するアンケート調査では，被験者がその空間に擬似的に居ることをイメージできるような大きな映像を見てアンケートを行なう方法の方が，正確な得点が得られると予測できる．村上ら[6]は，CGを利用した河川の景観評価に関するアンケートを行い，橋上から流路方向のスライド映像だけを呈示した場合と，それに合わせてその両岸側 30° のスライド映像を同時に呈示した場合について，被験者の河川景観へ対する評価結果を比較している．その結果，呈示方法の相違による景観の評価結果には，大きな違いが出ないことを明らかにした．しかしながら，スライド映写による方法は上映場所の状況や，個々の被験者の座席位置とスクリーンの関係などによって評価に影響が出るものと考えられる．また，同時に多数の被験者を集めてアンケート行なうには，場所や時間の制約上難しい場合もあると考えられる．

そこで，本研究ではスライド上映とA4版に印画した海岸景観の写真の呈示という異なる二つの方法によるアンケート結果の比較を試みる．両者の得点の変化から景観評価に関するアンケート調査の方法を検討した．また，

*　正会員　(株)フジタ　技術研究所　土木研究部　（〒224-0027 横浜市都筑区大棚町 74）

**　正会員　鳥取大学助教授　工学部土木工学科

***　正会員　鳥取大学教授　工学部土木工学科

数十枚の写真に関して数十個の評価指標を用いたアンケートを行なう場合には,被験者の疲労による精度の低下が問題になる.そこで評価指標の数や順番を変えてアンケートを行なって,その場合の影響についても確認した.

表-1 アンケート方法

	1	2	3[4)]
写真の枚数	28	28	28
写真の掲示	スライド	写真	写真
被験者	28名	14名	12名
制限時間	90秒/写真	無	無
SD尺度	28対	25対	78対

2. SD法を用いたアンケート調査

(1) SD尺度

景観に対する評価など,人々の曖昧な感覚を評価するために,SD法(意味差分法)がしばしば用いられる.SD法の尺度には,相反する意味をもつ形容詞対を用いて行うが,本研究ではあらかじめ多くの形容詞群の中から,沿岸域の景観を表現する為に用いられるであろうと思われるものを200個ほどを選び,「明るい⇔暗い」のように相反する形容詞対を作った.そのうち,重複するものや意味が不明確なものを取り除き,アンケート方法にあわせて尺度の数を絞り込んでおこなった.また,アンケートを行なう際には順番などをその都度変化させた.

(2) アンケート調査

表-1にアンケート調査の詳細を整理する.被験者は,全て鳥取大学工学部土木工学科の学生とした.アンケート1では,会場に被験者を集めてスライドを1枚づつ上映して,被験者は席に座ったまま回答させた.この時,スライド上映の都合上,1枚の写真あたり90秒で次の写真を上映するようにして,写真毎の制限時間を設けた.アンケート2,3では,A4版に印画した写真を机上において,被験者が移動しながら景観に対するイメージを回答した.この時には,写真毎の制限時間や順序を決めないで自由に回答させ,既に回答を行なった写真に戻ることなども自由とした.

アンケート調査に使用された写真は,書籍[7),8)]や著者らが撮影したものからできる限り多く集め,自然海岸,人工海岸および港湾域などの典型的な沿岸域の景観を含むように28枚を選んで作成した.この写真に対してアンケート毎に選択した感性形容詞を5段階のSD指標として回答させた.アンケート結果は統計的に整理して,ばらつきなどを確かめるとともに,全員が5段階の最も最高点を記録した時に1.0,最低点を記録した場合に0となるように,

$$P = 0.25 \times (4N_5 + 3N_4 + 2N_3 + N_2 + 0N_1) / \sum_{i=1}^{5} N_i$$

として集計した.ここにN_i:5段階のiと評価した被験者の数である.

(3) アンケート方法による得点の違い

全てのアンケートで「自然な」で最も得点が高かった岩美海岸(鳥取県)と,「都会的な」で得点の高かった釧路フィシャーマンズワーフの景観を写真-1,2に示し,それぞれのアンケート得点を比較して図-1,2に示す.3種類のアンケートに使ったSD指標の内容とその数は個々に違うが,ここでは全てのアンケートに共通して用いたものだけを抜き出して示した.この二つの写真に関するアンケート得点からアンケート方法による得点の差異について検討を行なう.「自然な」「都会的な」で最高点を得た景観を選んだのは,人工物の割合が少ない景観と開発などによって人為的に構築されたものが多い景観が,色々な面で相反すると考えたからである.また,アンケートは同一の被験者に対して行なったものではないが,全て鳥取大学の土木工学科の学生に対して行なったもので,年代・専門性・居住地域など被験者の違いによる影響はほとんどなく,アンケート得点の違いはアンケート手法の違いから現れたものと考えられる.

図-1によると,「安らぎのある」「安全な」「快適な」などの得点で差が大きいものの,全体を通してみるとアンケート方法による得点の違いは余り大きくない.同様に図-2でも「すっきりした」「上品な」「広々した」などでの得点の差が大きいものの,全体的にはアンケート方法による得点の違いは顕著ではない.また,図-3は,アンケートを行なった全28枚の写真の得点を,SD指標毎に平均して示したものである.写真の掲示方法による影響が現れるとすれば,映像の大きさから「広々した」や「明るい」などの項目に大きな変化があらわれそうであるが,この指標に関する差は大きくない.この図からアンケートごとの平均点に差が現れているのは,「上品な」「自然な」「安らぎのある」などの指標で,どのような理由でこのような結果になったのかは,今のところわからない.また,アンケートに用いたSD指標の数や回答順序などは,この図を見る限り,余り大きな影響はないものと判断できる.

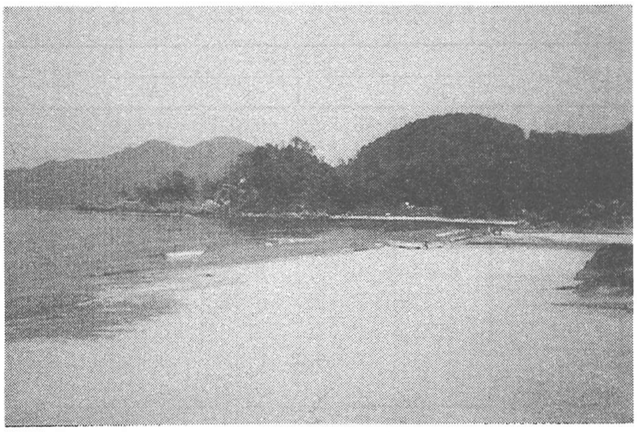

写真 - 1　岩美海岸（鳥取県，筆者撮影）

写真 - 2　釧路フィッシャーマンズワーフ[6)]

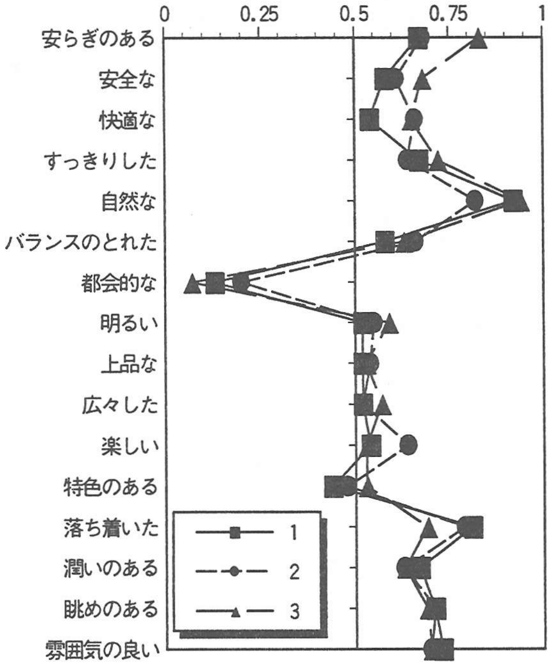

図 - 1　アンケート得点の比較（岩美海岸）

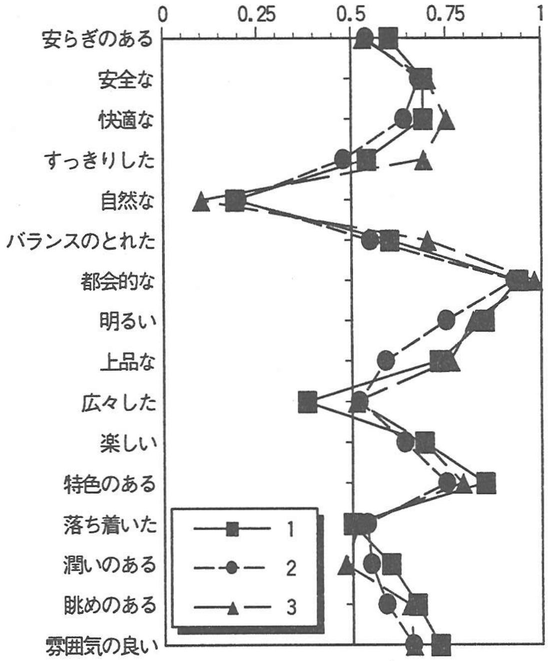

図 - 2　アンケート得点の比較（釧路）

3．主成分分析

ここでは，アンケート結果を各アンケート毎に主成分分析して，その結果からアンケート方法の違いによる評価の変化について調べる．

(1)アンケート1

アンケート結果を分析した結果，固有値などから4つの因子に整理できることがわかった．表 - 2 に主成分ベクトルを示す．各因子ごとに主成分ベクトルの絶対値が高い SD 指標を整理して，各因子が示している主成分に関して以下のように推定した．すなわち，

1）全ての主成分ベクトルが正で，「雰囲気」や「バランス」などの全体的な印象を表現する指標が多く総合的な評価を表す<u>調和性</u>．

2）「都会的な」が正，「自然な」「懐かしい」などが負を示す<u>都会（自然）性</u>．

3）「動きのある」「圧迫感のある」が正，「安全な」「やさしい」が負を示す<u>優美性</u>

4）「暖かい」「楽しい」が正，「すっきりした」「広々した」が負となる空間の利用度などを表す<u>閉鎖（開放）性</u>などである．

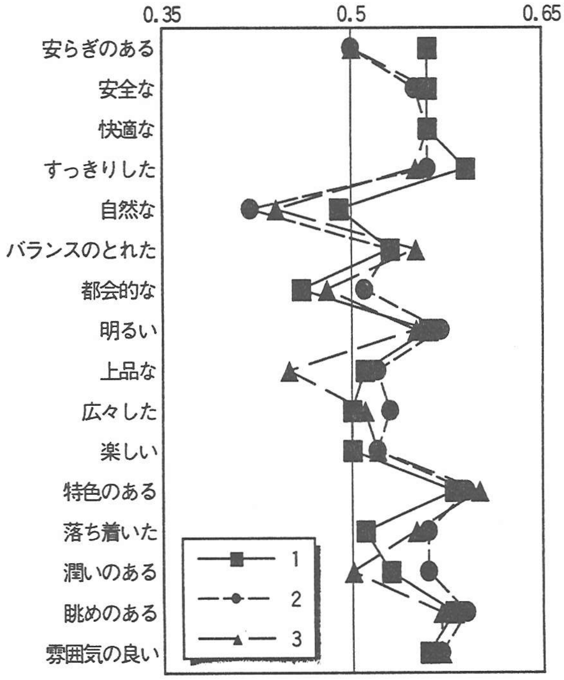

図 - 3　アンケート値の比較（平均）

(2)アンケート3

78対のSD指標で行なったアンケート結果を統計的に整理すると，相互に相関が高い指標が多数存在することが分かった．主成分に分析によって多くの因子を抽出ためには，多くの指標に関して分析することが望ましいが，従属性の高い指標は多く存在しても解析を難しくするだけで，あまり意味が無いと考えて，相互の相関係数が 0.8 以上のものをグループ分けしたのち取捨選択して，54対を残して主成分分析を行なった．固有値などから 7 つの因子があるとして計算を行い，得られた主成分ベクトルを表-3に示す．表-2と同じように主成分ベクトルの絶対値から，各主成分が表しているものを推定した．その結果，アンケート1の時と同じような 4 因子と，それ以外に3因子が存在することが明らかになった．新たに明らかになった3因子を整理すると，

5) 「シンプルな」が正，「個性的な」が負を示す<u>単調性</u>

6) 「明るい」が正，「無機質奈な」が負を示す<u>明美性</u>

7) 「地域性を含んだ」「味わい深い」が正を示す<u>独自性</u>

を表していると考えられる．以上のように，多くのSD指標を用いて行なったアンケート結果を主成分分析で整理すれば，得られた主成分ベクトルから景観が持っている因子をより正確に整理することができる．確認のため，アンケートを行なった全78対のSD指標を用いて主成分分析を行なったが，7主成分以上の因子は確認できなかった．したがって，SD指標の数が50程度あれば，沿岸域の景観に関する因子を調べることが可能であることがわかった．今後は，ここで明らかになった因子ごとに数個の因子だけを用いたアンケートなどを行なって，結果を比較することも可能であると考えられる．

表-2　主成分分析結果（アンケート1）

SD指標	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4	因子
雰囲気の良い	0.270	-0.022	0.042	-0.049	雰囲気がよい ↑ 調和性 ↓ 雰囲気が悪い
バランスのよい	0.263	0.014	0.075	-0.058	
快適な	0.256	0.130	0.067	-0.105	
親しみのある	0.255	-0.048	-0.120	0.033	
落ち着いた	0.252	-0.034	-0.166	-0.169	
綺麗な	0.246	0.035	0.208	-0.099	
眺めのある	0.239	-0.131	0.180	-0.097	
安らぎのある	0.235	-0.085	-0.215	-0.078	
上品な	0.234	0.150	0.166	-0.122	
潤いのある	0.226	-0.206	-0.045	0.111	
都会的な	-0.061	0.427	0.111	-0.048	都会的な ↑ 都会性 ↓ 自然な
自然な	0.110	-0.397	-0.008	0.001	
懐かしい	0.035	-0.390	-0.240	0.069	
潮騒が聞える	0.060	-0.363	0.152	-0.187	
安全な	0.109	0.320	-0.242	-0.150	
明るい	0.190	0.276	0.064	0.201	
動きのある	-0.051	-0.184	0.416	0.135	圧迫感 ↑ 優美性 ↓ 優しい
圧迫感のある	-0.157	-0.060	0.412	-0.009	
特色のある	0.168	0.056	0.317	0.313	
優しい	0.240	0.045	-0.241	0.133	
暖かい	0.175	-0.027	-0.233	0.474	狭い ↑ 閉鎖性 ↓ 広々した
すっきりした	0.220	0.078	0.130	-0.379	
地域性のある	0.192	-0.056	0.237	0.347	
広々した	0.203	-0.075	0.078	-0.309	
楽しい	0.215	0.168	0.066	0.279	
固有値	12.938	4.778	3.408	1.386	
累積寄与率	0.518	0.709	0.845	0.900	

(3)意味空間

図-4,5にアンケート1および3の主成分分析で得られた，主成分得点のうち「都会性」と「優美性」に関してプロットして各写真の意味空間を示す．このように，各写真の主成分得点を図示すると，それぞれの景観が持っている因子を整理することができる．図中には写真-1,2（P1及びP2）と，優美性で最高，最低の得点を得た2枚の写真（P3およびP4）の合わせて4点について，2枚の図中での変化を見た．図-4では「都会性」は-2.0～2.0の範囲で，ならびに「優美性」-1.6～3.0の範囲で分布している．一方，図-5では「都会性」および「優美性」は，それぞれ-0.8～1.0，-0.9～1.2に分布している．ここで特徴的な点は，P3の都会性に関する分布位置が違う以外は，他の3点の相対的な分布位置は大きく変わらないことである．まずP3は，図-4では最低点を得ており最も「非都会的」と評価されているのに，図-5ではほとんど0付近であり評価が違う．このことは，表-2,3で各因子について整理した時に，双方とも第三主成分を「優美性」と判断したが，主成分分析を行なったSD指標の数や種類が違うため，同じ「優美性」を表しているとしても，その意味が異なることによるものと考えられる．また，表-2で4主成分のうち，第三主成分の主成分ベクトルが最も高かった「安全な」「明るい」は，表-3では第五,第六主成分の主成分ベクトルの絶対値が大きく，それぞれ「開放性」「明美性」を説明する指標として分類されている．

以上のように，多くの主成分分析によって景観にはどのような主成分があるのかを調べる場合には，50種類程度のSD指標を用いて分析をしておく必要があることがわかった．また，写真の掲示方法やSD指標の数や順番などによってアンケート得点は大きく変わることはないが，主成分分析などの手法を用いて，景観の持つ因子などを整理する場合には，SD指標の組み合わせによって若干の影響を与えることがわかった．

表 - 3 主成分分析結果（アンケート3）

変数名	主成分 1	2	3	4	5	6	7	因子
雰囲気の良い	0.209	-0.026	0.048	-0.030	-0.047	0.000	-0.041	雰囲気がよい ↑ 調和性 ↓ 雰囲気が悪い
快適な	0.206	0.049	0.020	-0.017	-0.081	0.025	-0.010	
潤いのある	0.198	-0.088	-0.054	-0.043	-0.017	0.083	-0.058	
安らぎを感じる	0.192	-0.016	-0.097	0.029	-0.091	-0.050	0.051	
美しい	0.190	-0.022	0.115	-0.069	-0.009	-0.001	-0.058	
親しみやすい	0.187	-0.149	-0.025	0.014	-0.043	0.038	0.042	
優れた	0.184	0.086	0.024	-0.072	-0.074	-0.127	-0.113	
バランスのとれた	0.181	-0.010	0.119	0.116	-0.113	-0.014	-0.068	
楽しめる	0.179	0.113	-0.035	-0.110	-0.012	0.013	0.063	
軽快な	0.176	0.154	-0.053	0.008	0.087	-0.013	0.036	
調和のとれた	0.173	-0.123	0.061	-0.011	-0.092	0.030	-0.062	
一体感のある	0.168	-0.118	0.055	0.038	-0.136	0.047	0.049	
都会的な	0.009	0.307	0.023	0.039	-0.047	0.084	0.028	都会的 ↑ 都会性 ↓ 自然な
派手な	0.067	0.250	0.097	-0.118	0.045	0.186	-0.131	
斬新な	0.120	0.213	0.038	-0.170	0.065	-0.054	0.092	
周囲に溶け込んだ	0.128	-0.196	-0.004	-0.131	-0.126	0.066	-0.100	
自然に調和した	0.095	-0.272	0.033	-0.080	-0.050	0.004	-0.110	
自然な	0.046	-0.279	0.091	-0.078	0.095	-0.017	-0.198	
素朴な	0.020	-0.295	-0.026	0.106	0.007	-0.004	0.105	
力強い	-0.006	-0.065	0.318	-0.091	-0.085	0.115	-0.025	力強い ↑ 優美性 ↓ 優しい
ダイナミックな	0.063	-0.013	0.312	-0.115	0.057	0.041	-0.090	
引き締まった	0.035	0.032	0.295	-0.025	-0.216	-0.125	0.068	
雄大な	0.108	-0.138	0.242	-0.016	0.144	0.023	-0.106	
支配的な	-0.067	0.171	0.214	-0.058	0.111	-0.137	0.093	
親水性のある	0.156	0.006	-0.168	0.007	0.049	0.107	-0.075	
優しい	0.141	0.057	-0.241	0.062	-0.045	-0.053	0.100	
柔らかい	0.125	-0.076	-0.242	-0.010	0.178	-0.009	-0.064	
女性的な	0.116	0.126	-0.251	-0.002	0.072	-0.088	-0.052	
シンプルな	0.044	-0.014	0.047	0.342	-0.152	0.054	-0.030	単調な ↑ 単調性 ↓ 個性的な
単調な	-0.079	0.023	0.047	0.330	0.070	-0.063	0.172	
殺風景な	-0.160	-0.067	0.073	0.210	0.037	-0.152	0.027	
スムーズな	0.165	0.060	-0.081	0.170	0.009	0.130	-0.097	
連続性のある	0.105	0.143	0.114	0.160	0.123	-0.044	0.111	
個性的な	0.100	0.133	0.027	-0.278	0.040	0.014	0.238	
広い	0.130	-0.043	0.131	0.157	0.302	0.012	0.029	広い ↑ 開放性 ↓ 閉鎖的な
広々とした	0.139	-0.063	0.130	0.146	0.299	-0.030	0.090	
開放感のある	0.172	0.026	0.011	0.086	0.289	0.150	0.035	
のびやかな	0.183	-0.057	0.029	0.118	0.193	0.055	0.105	
閉鎖的な	-0.163	-0.052	-0.038	-0.132	-0.187	-0.101	0.147	
上品な	0.186	0.053	-0.018	-0.055	-0.194	-0.078	-0.016	
安全な	0.086	0.104	-0.122	0.187	-0.194	0.136	0.028	
安定感のある	0.088	0.168	0.097	0.169	-0.222	0.163	-0.124	
丈夫な	-0.030	0.117	0.250	0.029	-0.252	0.043	-0.170	
落ち着いた	0.109	-0.134	-0.088	0.163	-0.280	-0.163	0.139	
明るい	0.109	0.170	0.017	0.018	-0.038	0.429	-0.083	明るい ↑ 明美性 ↓ 繊細な
乱雑な	-0.169	-0.026	-0.001	-0.172	0.059	0.229	-0.047	
すっきりした	0.155	-0.013	0.106	0.165	-0.108	-0.244	-0.107	
繊細な	0.182	0.053	-0.077	0.023	-0.037	-0.271	0.012	
リズム感のある	0.120	0.126	-0.030	-0.161	0.086	-0.288	-0.258	
無機質な	-0.039	0.110	0.206	0.074	-0.025	-0.363	-0.028	
直線的な	-0.064	0.091	0.106	0.195	-0.143	0.250	0.347	地域性のある ↑ 独自性 ↓ 地域性の無い
地域性を含んだ	0.094	-0.219	-0.033	-0.124	-0.062	0.109	0.307	
味わい深い	0.098	-0.167	-0.007	-0.210	-0.149	0.006	0.298	
奥行き感のある	0.122	-0.062	0.204	0.076	0.195	-0.041	0.268	
工夫された	0.083	0.229	-0.110	-0.119	-0.017	-0.146	0.257	
存在感のある	0.094	0.035	0.196	-0.239	-0.004	0.028	0.242	
固有値	20.714	9.518	7.867	6.048	2.513	1.981	1.141	
累積寄与率	0.370	0.540	0.680	0.788	0.833	0.869	0.906	

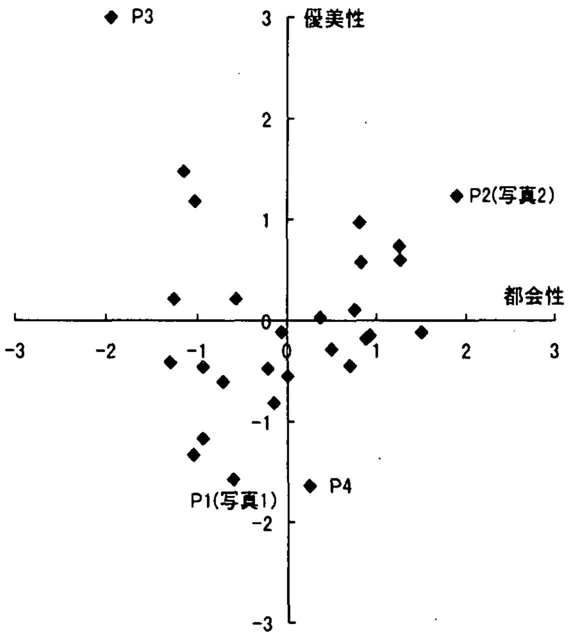

図-4　意味空間（アンケート1）

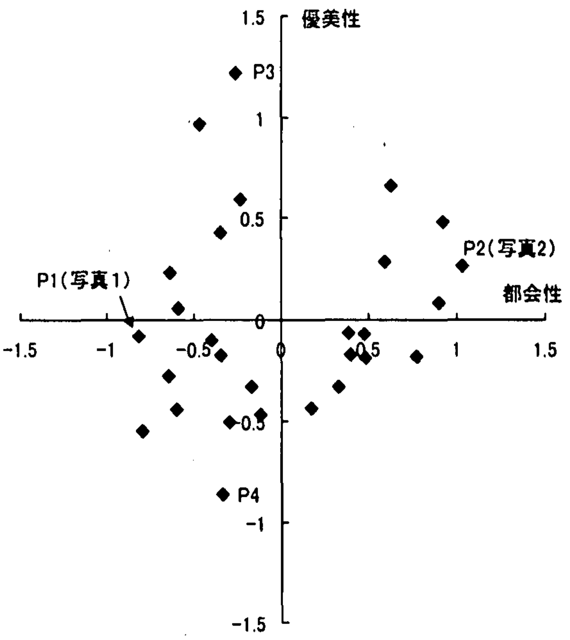

図-5　意味空間（アンケート3）

4. おわりに

スライドと写真を用いた3種類のSD法によるアンケート調査から，沿岸域の景観評価に関する調査方法について検討を行った．その結果，以下のことが明らかになった．

(1) スライド上映とA4版へ印画した写真によるアンケート結果を比較したが，得点には明確な違いが見られなかった．

(2) 主成分分析の結果，SD指標28対について行った結果からは4因子が分類できたが，78対について行ったアンケート結果では7因子を明らかにすることができた．そのうち，28対で得られた4因子は，78対で得られた各主成分と共通してはいるが，その意味しているものは若干違うことがわかった．したがって，アンケートを行うSD指標は多いほうが望ましいが，多くの写真に対してアンケート行なう場合には被験者の疲労などによる影響も問題となるであろう．

(3) 印画写真による提示と50対程度のSD評価が望ましいことがわかった．

以上の結果を参考にして，沿岸域の景観評価システム開発をすすめて行きたい．システムの汎用性と信頼性を高める為にはアンケートデータの蓄積が必須であり，広範囲の被験者から多くのデータを集積するために，本研究の結果を利用して，近年急速な発達をしているインターネットによるアンケートなどを行なう予定である．

参考文献

1) 海岸研究会：ふるさとの海岸づくりアイデア集，p143，技報堂，1991.
2) 長町三生：感性工学，p138，海文堂，1989.
3) 竹林征三：風土工学序説，技報堂出版，pp.294～299，1997.
4) 永瀬恭一，松原雄平，野田英明：感性工学に基づく沿岸域の景観評価手法，第5回システム最適化に関するシンポジウム講演論文集，pp.63～68，1997
5) 永瀬恭一，松原雄平，野田英明：ニューラルネットワークを用いた河川景観の評価手法，水工学論文集第42巻，pp.295～300，1998.
6) 村上三郎，西名大作，村上浩之：河川画像の呈示方法による被験者評価結果の比較，日本建築学会計画系論文報告集，第426号，pp.45～55，1991.
7) 土木学会海岸工学委員会：日本の海岸と港，第2集，p.218，土木学会，1994.
8) 日本海洋開発建設協会海洋工事技術委員会：これからの海洋環境づくり，p.213，山海堂，1995.