

空間データを活用した河川と都市の景観分析

中山稔也¹・吉川 眞²・田中一成³

¹正会員 修士（工学） （社）近畿建設協会（〒540-0037 大阪府大阪市中央区
内平野町2-1-9 シグナスビル4F, E-mail:nakayama-toshiya@kyokai-kinki.or.jp）

²正会員 工博 大阪工業大学工学部都市デザイン工学科
（〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮5-16-1, E-mail:yoshikawa@civil.oit.ac.jp）

³正会員 博士（デザイン） 大阪工業大学工学部都市デザイン工学科
（〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮5-16-1, E-mail:issey@civil.oit.ac.jp）

近年、アメニティという言葉に表される快適な住居空間が求められている。本研究では、紀の川流域を対象とし、都市を支える流域というマクロな視点から地域特性を把握するとともに、視覚的観点から水と緑を活かした都市景観を工学的に捉える手法を構築することを目的としている。GISを用いた人口、土地利用と景観を定量的に捉え、これを視覚的に表現しさらに今後に向けた手法の課題を明らかにすることができた。

キーワード: 河川景観, GIS, 可視・不可視分析

1. はじめに

1997年の河川法改正により、河川管理の目的である治水、利水にくわえ、「河川環境の整備と保全」が位置づけられ、河川計画においては豊かな都市景観の創造を検討することが求められている。一方、2003年には国土交通省により「美しい国づくり政策大綱」が取りまとめられ、GIS（Geographic Information System）の利用も盛り込まれている。具体的には、GISを活用した景観の対比・変遷を分析する技術や河川・湖沼における自然環境の復元技術など環境の保全・再生・創出のための技術の開発を行う必要があるとしている。翌年の2004年12月には具体的政策の一つとして景観法が施行されるなど、自然環境保護や景観保全意識が高まってきている。

さらに近年、「水と緑の健康都市：大阪府箕面市」や「水と緑と文化の都市：和歌山県打田町」など、水と緑・都市の3つの要素を積極的に採り入れて豊かで潤いのある空間を創造していこうという試みが注目を浴びている。とくに、水・緑は都市の美しさに大きく関係するものであり、河川の水辺空間を活用して水辺空間だけでなく周辺の環境も含めて改善していくことが求められている。

2. 研究の目的と方法

これからの街づくりは、全国画一に行われてきた従来型の街づくりではなく、その地域特性を活かしたデザイン手法を取り入れていく必要があると考える。しかしながら、近年の自治体の財政状況をみても広範囲で整備を行うことは困難な状況にある。そこで、流域というマクロな視点から地域特性を把握するとともに、視覚的観点から河川流域を定量的に把握し、水と緑を活かした都市景観を工学的に捉える手法を構築することを目的としている。

研究の具体的な方法としては、GISを用いて近年整備が進んでいる空間データを活用することにより、流域環境の分析を行っている。さらに、河川景観を視覚的な観点から評価するために、視覚構造の最も基本となる可視・不可視分析¹⁾を行い、良好な景観となりうる箇所の抽出を行っている。くわえて、スカイライン分析を行いスカイラインとしての重要性についても検討している。さらに、水と緑が見える良好な視点場となる箇所に対してはDSM（Digital Surface Model）を構築することで詳細な分析を行っている。

3. 対象地

本研究では水、緑、都市の3要素を活かした都市デザインをめざしている。この3要素を活かした研究の対象地域として、現時点で豊かな自然が残っており、かつ都市としてある程度発達した地域が望ましいと考える。そこで、近畿地方の1級水系の中でも、紀の川流域を選定した。この流域には、吉野杉や吉野の桜で有名な吉野地方、古くは、「木の国」とも言われた和歌山県北部が含まれている。そのため、現在でも流域の約70%が山地であるのに加えて、約1300年にわたって自然が守られている「紀伊山地の霊場と参詣道」として世界遺産に登録されている高野山や参詣道の一部が含まれるなど自然環境に恵まれた流域である(図-1)。

さらに、大阪のベットタウンとして発展した五條市、橋本市、和歌山市などの衛星都市がある。したがって、本研究で得られる知見に今後普遍性を付与するにあたり、紀の川流域をケーススタディエリアとすることは最適であると判断した。



図-1 対象流域(紀の川流域)

4. 流域環境の分析

(1) 流域の人口分布

わが国は、古くから流域を単位として発達してきた。そのため、流域において人口の広がり把握することは流域環境を捉える上で、第一歩となると考える。そこで、総務省統計局の統計GISプラザから配信されている2000年度の人口データを用いて分析を行うことを試みた。このデータは町丁目単位で人口や世帯人員等を持つデータである。この町丁目の人口データを単にGIS上で表示させるだけでも、ある程度の人口の広がりを把握することが可能である。しかしながら、面積の違いなどから単にどの地域の人口が多いと特定することが

できない。特に今回のように分析対象が広い場合には、面積が小さい町丁目は結果として表現されない場合がありうる。

そこで、流域をメッシュ状に分割し、面積按分法により人口を求めることにした。面積按分法とは、面積に比例してデータを配分することである。つまり今回の場合、人口が各町丁目の中に等しく分布しているものという仮定のもとに、エリアの面積に対して何%を占めるかを計算し、その比率に応じて人口を抽出する方法である。

まず、紀の川本川から1km、経線方向に1kmのメッシュポリゴンを作成し、面積按分することで紀の川本川からの人口密度の広がりを分析した(図-2)。その結果、紀の川本川に近い地域ほど人口密度が高くなっていることが把握できた。また、本川より北側では本川より離れた地域でも人口密度が高いのに対し、南側では本川より1km離れると急激に人口密度が低くなっていることが読み取れる。

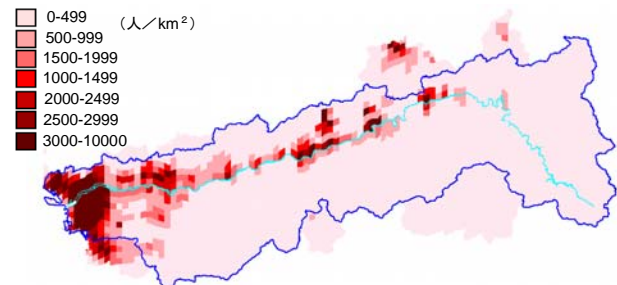


図-2 流域における人口分布

(2) 土地利用分析

土地利用は、人口および産業の動向、社会資本の整備状況などと密接な関係をもっている。つまり、土地利用はその土地の社会動向を明確に捉えており、土地利用の変遷を把握することは、その地域の風土・文化を把握することにも繋がると考える。そこで、国土数値情報の1976年、1987年、1991年、1997年の4期の土地利用メッシュ(1/10細分区画メッシュ)を用いて、土地利用の変遷把握をおこなった(図-3)。なお、土地利用データは整備年度によってデータ項目が異なっているため、1997年度の項目と一致するように、データ項目の統一化を行っている(表-1)。

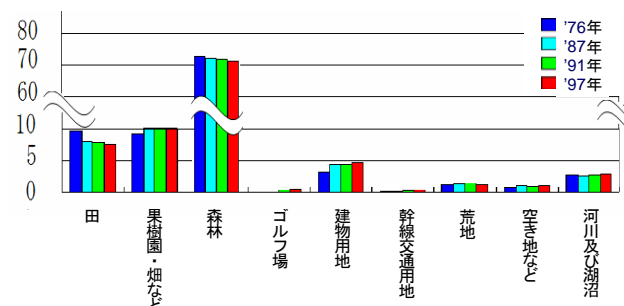


図-3 流域における土地利用変遷

表-1 土地利用データ項目

CODE	1987・1976年	1981・1997年
1	田	田
2	畑	畑・その他の農業地
3	果樹園	
4	その他の樹木畑	
5	森林	森林
6	荒地	荒地
7	建物用地A	建物用地
8	建物用地B	
9	幹線交通用地	幹線交通用地
A	その他の用地	その他の用地
F	湖沼	河川及び湖沼
C	河川地A	
D	河川地B	
E	海浜	海浜
F	海水域	海水域
G	—	ゴルフ場

さらに、1976年、1997年の2期のデータを図4に示すように、土地利用を水、緑、都市の3要素に再分類し、緑系が都市系に変化したメッシュ、および、都市系が緑系に変化したメッシュの抽出を行った(図-5)。その結果、人口密度の高かった本川より北側で都市化が進行していることが把握できた。

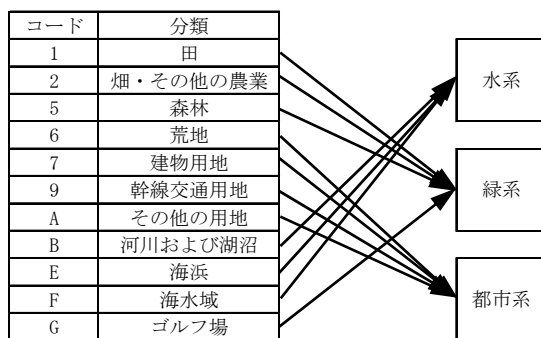


図-4 土地利用データ項目の再分類

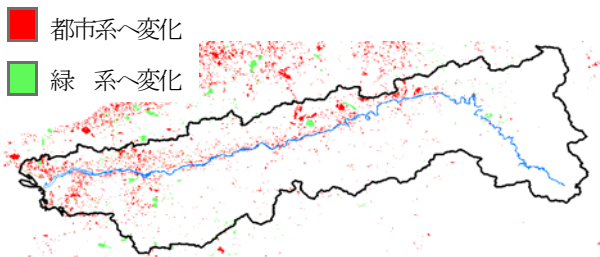


図-5 土地利用の変化

(3) 地形解析

これまでの分析で、紀の川本川に沿って都市化が進んでおり、中でも紀の川本川より北側で人口密度が大きく、反対に、南側では逆の傾向が見受けられた。これら関係には、何らかの地形的要因があると考えられる。そこで、地形解析(標高、傾斜分析)をおこなった(図-6、7)。分析データには流域という広い範囲ではあるが、次の景観分析にも活用するため、数値地図50mメッシュ(標高)を用いてスプライン補間を行った後、100mのグリッドに変換しDTM(Digital Terrain Model)を作成している。

標高分析の結果をしてみると、紀の川流域は北を和泉山脈系、南に紀伊山脈系に囲まれており、特に紀の川本川より南側は標高500m以上であることが読み取れる。一方、傾斜角分析の結果からは、紀の川本川より北側は比較的緩やかな地形が広がっており、人口密度が高く、都市化が進行しているのは地形による影響が大きいと考えられる。

以上の土地利用と地形に関する分析結果から、紀の川本川の南北のどちら側を見るかによって視覚的な景観が大きく異なる流域であると考えられる。

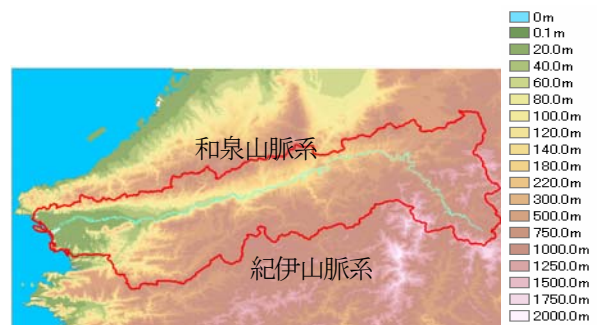


図-6 標高分析

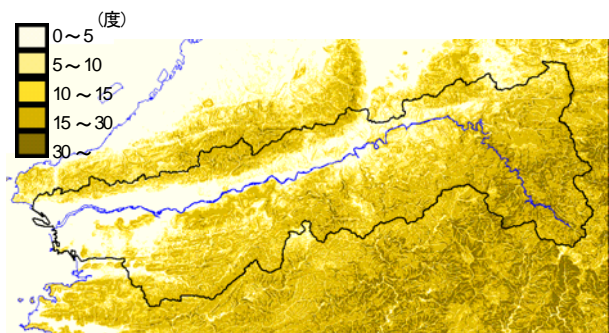


図-7 傾斜角分析

5 流域における景観分析

流域環境分析で得られた結果をもとに、視覚的観点から遠景分析することにより、紀の川流域の視覚的構造の把握をおこなう。

(1) 可視・不可視分析（流域全体）

景観には、地形や風土による地域性が現れるものである。河川や大きな通りは、都市を印象づける水の軸や街路樹による緑の軸となって連続する景観を創出する。とくに河川から対岸をみた場合の景観は視界が広がる場所となり、まちやその背景となる山を眺めることができる。こうした場所を捉え、それらを活かしていくことが地域性のある景観をつくっていくことに繋がると考える。

そこで、より広い範囲を見ることができる対岸景を対象としてVisual Basicで作成したプログラムを用いて可視・不可視を行うことにした²⁾。対岸景といっても現実には多くの視点場が存在し、全ての視点から分析を行うには膨大な時間と動力が必要である。そこで、従来よりいくつかの代表点から分析を行う方法が採られている。それに従い本研究では、河川の距離標を利用し、河口から200m毎に国交省が管理している区間内で、代表点を作成した（右岸・左岸ともに307点）。視線方向としては、対岸の同距離標を注視点とし、人間の視野角である60°コーンを考慮した分析を行った。

つぎに、可視・不可視分析から得られた代表点からの可視となる領域のグリッド数をカウントし、可視頻度を算出した（図-8、9）。

なお、可視・不可視分析を行うにあたって、地形データは地形解析で作成したDTMを利用している。また、流域という広範囲にわたるため、地球の球面を考慮した分析や、2004年の和歌山気象台の気象視程データを用いることで空気遠近法の影響を考慮した分析も行っている。

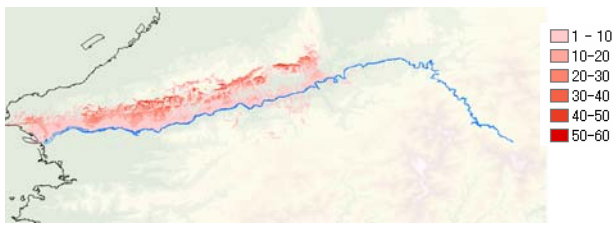


図-8 左岸からの可視頻度



図-9 右岸からの可視頻度

(2) 可視領域に占める土地利用（代表点全体）

代表点からの可視領域に占める流域の土地利用を把握するために、国土数値情報の土地利用メッシュの1976年と1997年の2期のデータを可視・不可視分析から得られた可視領域にオーバーレイすることで、可視領域における土地利用の変化を分析した。その結果、流域全体から見ると森林が左岸（紀の川本川より南側）に多く分布しているが、可視領域に占める森林の量は右岸・左岸で大きな差は見られなかった。また、流域環境の分析では右岸（紀の川本川より北側）がとくに人口密度が高く都市化が進行している傾向にあるという結果が得られていたが、建物用地に関しても右岸・左岸ともに大きな違いがないことが把握できた。

一方、変遷を見てみると田が両岸で大きく減少している。しかし、これらの分析は建物や樹木などの影響を考慮していないため、実際にはさらに減少しているものと考えられる。また、地形に変動があれば可視・不可視分析の結果が異なってくるが、ここでは地形に大きな変動がなかったものと仮定して分析を行っている。

表-2 可視領域に占める土地利用の変遷

項目	メッシュ					
	左岸から右岸			右岸から左岸		
	1976年	1997年	差	1976年	1997年	差
田	4263	3202	-1061	2695	1947	-748
その他の農業地	3292	3665	373	4066	4597	531
森林	10605	10042	-563	10303	9616	-687
荒地	333	459	126	302	395	93
建物用地	1462	2315	853	1445	2161	716
その他	343	487	144	470	331	-139
河川	570	524	-46	1110	1134	24

(3) 可視領域に占める土地利用（土地利用系分類毎）

1997年について土地利用分析で分類したのと同様に土地利用を緑系、都市系、水系の3要素に再分類し、(2)と同様の分析を行い水の見えの割合を分析した。その結果のTop10が表-3である。この結果を見てみると、左岸から右岸ではNo. 6.0~7.6に集中、右岸から左岸ではNo. 8.8~10.0に集中している。

この位置を地図上で確認してみると、川幅が広く水面の広がりも大きい下流側ではなく、少し上流のほうであることが確認できた。そこで、可視・不可視分析の結果を各地点からそれぞれ表示した結果、図-10に示すように可視領域の広がりが水系の見える割合に大きな影響を及ぼしている。つまり、水系の見える割合が高くて都市と緑の見える割合が大きくなると相対的に水の見える割合が小さくなり、水面の広がりが大きい場合に必ずしも水がよく見えているとはいえないといえる。

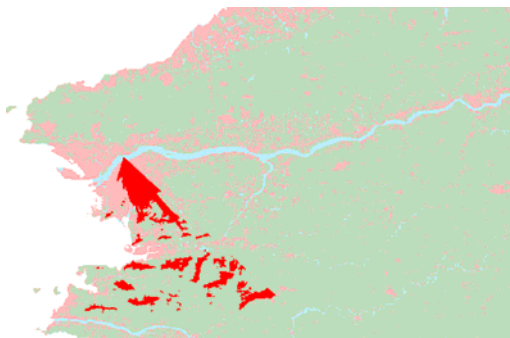
表-3 距離標からの水の見えの割合 Top10

No.	左岸から右岸 (%)			右岸から左岸 (%)			
	水系	緑系	都市系	No.	水系	緑系	都市系
6.4	5.34	62.98	31.68	10.0	14.23	68.16	17.6
6.8	5.33	66.54	28.13	9.0	11.43	50.71	37.86
6.6	5.18	66.36	28.47	9.4	7.76	76.17	16.06
7.2	5.14	70.72	24.14	24.0	7.69	92.31	0
6.2	5.13	62.17	32.7	4.8	6.69	15.06	78.24
7.0	4.9	69	26.09	19.0	5.49	89.93	4.58
6.0	4.72	62.25	33.03	8.8	5.47	35.92	58.61
4.0	4.56	62.31	33.13	9.8	5.05	81.01	13.94
7.6	4.55	76.65	18.81	9.6	5.04	80.79	14.17
7.4	4.54	74.39	21.07	26.0	4.67	85.28	10.05

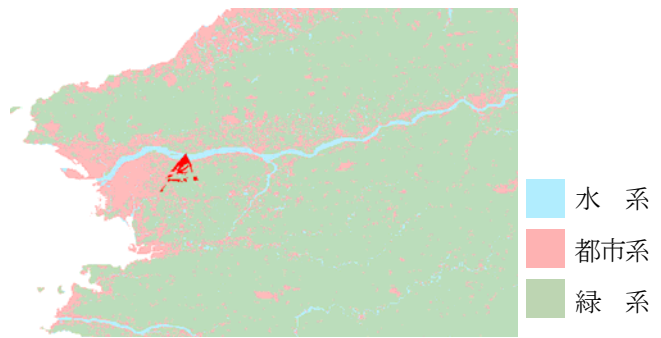
(4) スカイライン分析

流域は、南北に山脈が連なっているため、いずれの代表点からも山（森林）をみる事ができた。山は、単に都市景観の背景となるだけでなく、重要な景観構成要素となりうる。なかでも視点から周囲を見渡した際に、空と山との境界に形成されるスカイラインは景観に対して非常に強い影響を与えるものである。とくに河川敷からの対岸景は奥行きに乏しいため、全体的に平板な印象になりやすく、山の存在が大きく感じられる。また近年、土木構造物や建築物を建設する際に背景となる山などのスカイラインを乱さないよう工夫する動きがあり、重要な指標となりえる。

そこで、スカイライン分析を行い、その出現回数からスカイラインとして認識されやすい山並みを特定している（図-11）。スカイライン頻度が高い地域ほど景観的エッジとなっており、視線を障害し、また目立ちやすい対象である。



No. 4.0からの可視領域



No. 10.0からの可視領域

図-10 地点による可視領域の相違



左岸から右岸



右岸から左岸

図-11 スカイライン分析結果

6. DSMを考慮した分析

(1) DSMの作成

先の分析には、DEMである数値地図50mメッシュ（標高）を用いて分析を行った。しかし、現実空間は建物や樹木などさまざまな地物が存在する。とくに可視・不可視分析を行う際、近傍に建物などの建造物が存在するか否かによって結果がかなり異なってくる。

われわれの研究室には研究用として、和歌山県の依頼で株式会社パスコが測量した航空オルソ画像から得られたグリッドに正規化されたDTM（10m間隔）が整備されている。

芦原³⁾による建築物を対象として考えた都市景観の識別距離の見解を用いると、水の見えの割合が大きかった距離標の-1.0~15.0まで（河川堤防から対岸の堤防まで）はいずれも400m以上であるため、建築として印象に残る範囲には入らない。さらに、表-4に示すように、400m離れた場所から10mの建物を見た場合には視野（横方向）に占める割合は2.2%と影響が小さい。くわえて、建物の一方向が10m以下の建物は高さ的にも低い建物である可能性が高い。以上のことより、幅が10m未満の建物は視覚的影響が小さいものとし、航空オルソ画像から得られたDTMデータを用いてDSMを作成することにした。

表 - 4 視点から Lm 離れた際の 10m の建物の影響

視点からの距離 (L : m)	L離れた場合の60°コーン内の距離(S:m)	Sの場合の10mの構造物が占める割合(%)
10	11.55	86.6
50	57.74	17.3
100	115.47	8.7
200	230.94	4.3
300	346.41	2.9
400	461.88	2.2
500	577.35	1.7
600	692.82	1.4

DSMの作成手順としては、航空オルソ画像をGIS上に取り込み、建築群の認識距離である1200mまでの建物ポリゴンを作成し、建物ポリゴンに含まれるDTMに建物階数に3mを乗じた値を標高値にくわえることで構築している。ここで、10mのメッシュ間隔では樹木の表現が困難であるため、樹木の高さは考慮せずに建物のみを考慮したDSMを作成している。

(2) ASTERデータからの水域と緑被地の抽出

河川における陸と水の境界つまり水涯線は、水量や流向により常に変化するものである。そこで、地上分解能が15mのASTER (2003年9月) データを用いて水域の抽出を試みた。近赤外域の電磁は水によってほぼ完全に吸収されるという性質をもっており、一般的にその濃度値は、低レベルに分布し陸域の物体が示す濃度値(電磁波反射特性)とは大きな違いを示すことが知られている。そのため、ASTERデータの近赤外域バンド (Band 3) を活用することにより、水域の抽出を行った。

さらに、Band 1, 2を用いてバンド間演算により緑被地の抽出を行い、堤内地における緑被地を堤内緑、堤外地における緑を堤外緑と定義した。

(3) DSMを考慮した水・緑の見える割合

作成したDSMを用いて、5章の(3)で行った分析結果で水系の見える割合が大きかったNo.8.8 ~10.0の間について5章と同様の分析を行った(表-5)。その結果、どの視点場も堤外緑と堤内緑をあわせると90%以上を占め、緑に関してはどの視点場をとりあげても変わらないといえる。問題となるのは、視点近傍に広がる水の見える割合である。このことから、No. 10.0~9.8の景観が水と緑と都市を活かした良好な視点場である可能性が高いと考える。

表-5 DSMを考慮した各要素の見える割合

No.	水	堤外緑	都市(建物)	堤内緑	%
10.0	4.44	9.11	0.48	85.97	
9.8	2.50	10.77	0.72	86.02	
9.6	1.09	12.99	1.15	84.77	
9.4	0.81	13.01	1.26	84.91	
8.8	0.63	1.14	0.78	97.44	
9.0	0.40	0.70	0.88	98.02	

一方、建物を考慮した場合としない場合では各要素の見える割合がどのように変化するかを分析した結果、堤内緑の見える割合が大きく減少していることが把握できた(図-12)。

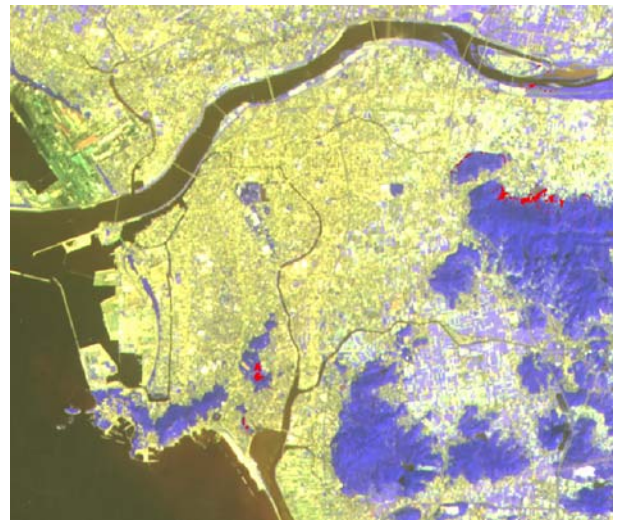


図-12 建物を考慮した際の緑の見える減少地

9. おわりに

空間データを活用することで、流域環境の現状と変遷の一端を把握できたと考える。また、人間の視野角である60°コーンを考慮した可視・不可視分析を行うことで対岸景を定量的にとらえることができた。今回は、対岸景を見るという設定であるうえ、背景となる山も景観対象としているため、データ量の観点からも10mという粗いメッシュ間隔で分析を行った。しかしながら、10mのメッシュ間隔では反映されていない建物が存在することになる。このためより細かいDSMを作成し樹木も考慮した分析する必要がある。

また、CGを活用することにより景観分析結果の検証を行う必要があると考える。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、国土交通省和歌山河川工事事務所より河川距離標のデータを提供していただいた。また、和歌山県および株式会社パスコからは航空オルソデータやDTMデータを提供していただいた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 樋口忠彦：景観の構造- ランドスケープとしての日本の空間-，技法堂出版，1975。
- 2) 安藤友浩・吉川眞：GISとCAD/CGによる流域環境の把握，「地理情報システム学会講演論文集」，9，355-360，2000。
- 3) 芦原義信：外部空間の設計，彰国社，1979。