

土木施設の景観予測に関する研究

○ 北海道大学（研究生） 正員 佐藤 修
 佐藤 譲一
 五十嵐 日出夫

1 まえがき

土木施設が計画者の中に描かれ、現実の背景の中にその姿を現わす時、周辺施設・地形等との間に相互関係を創り出し、新しい空間を提供することとなる。その建設過程及び完成において創出される空間は自然地形の改変と人工美的創造という2つの側面をあわせ持つてあり、近時すぐれて主観的な景観の問題も「環境」の中に重要な位置を占めるに至っている。景観といつても土木施設の場合には「構造物それ自体の美しさのみによって美的評価がなされるのではなく、環境との全体において評価されるのが普通であるから、〈技術美〉として〈芸術美〉と〈自然美〉との中間にあるとはいっても、どちらかといふと〈自然美〉のほうに近いとも考えられ」自然との相互交流の間に位置づけられる。土木施設がその機能を發揮し、社会生活の向上に貢献するには、何らかの現況環境の変化を伴わずには不可能であり、建設による環境への影響を事前に予測・評価し建設の是非・代替案の提出をおこなうのが環境影響評価の真に目指すところであろう。ここで研究対象とする景観は、主観的なのみではなく対象の視知覚的な把握による景観の構造的側面であり、土木施設の建設による景観の変化を科学的に予測・分析・評価することを通じ、周辺景観にマッチした施設の完成を目指したいと考えている。

2 景観予測に対する基本的考え方及びアプローチ

景観予測に関する研究はここ数年非常に盛んになり、手法の研究・開発も進み、研究事例も積み重ねられつつあるが、当研究では実際的な景観予測のアプローチの一方法と考え方を扱っており以下に図解する。

1) 基本的考え方

景観予測は地形改変の状態を評価するための科学的で偏らない予測情報を評価者の前に提示(presentation)するという義務を負っている。予測にあたっては①景観評価の目的・内容に沿って進める必要があり、予測の方法も評価との関連において選択されるべきである。ここでは評価のための具体的なベースを提示するという目的から、①視覚に訴える図形情報としての景観予測図、②景観予測図を補完する視知覚構造に関する主要指標の検討及び数値化、の2つの側面から対象となる土木施設の景観上の位置を明らかにしている。

2) 景観予測アプローチ

景観予測の全体アプローチを図-1のように設定した。それぞれのステップにおいては次のような内容をもつ

i) 問題の発生

土木施設が計画地点に構築され、周辺環境・景観との関わりをもつと想定された時東であり、土木施設の各計画レベルに合致した対応が必要となる。問題の発生の仕方は事業の進行度によって異なり、理想的には発生時において対応策を考えることにより以降の計画がスムーズに進むことを期すべきであるが、実際的にはある区切りをもたせて問題となる事項を抽出し、予測・評価していくこととなる。予測の意味は事業遂行にあたり、将来的姿を事前に把握することによりflexibilityのある計画とすることができますというところにあるので、可能な限り早い時期に適正な方法で行なわれる必要がある。

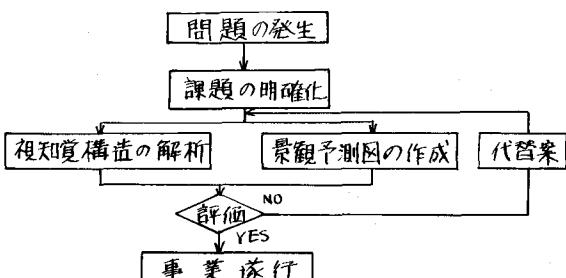


図-1 景観予測のアプローチ

ii) 課題の明確化

対象となる土木施設が自然環境の中に挿入された時に生ずる景観上の問題点を、どのように科学的な姿で評価者の前に提示するかということを明確に認識することが基本的条件であり、基本計画・概略設計・実施設計と進む実施プロセスの中で各時点において取り組み、解決すべき事項を予測の精粗も考慮に入れ取り出す必要がある。

又ここで明らかにしておかなければならないことは、景観評価の立場とも関連してくるが、土木施設の建設により引きおこされる地形変更を“人間の眼にどううつるかという視知覚的側面”からとらえることで、“絶対量としての環境変化を問題とする立場（たとえば生態学的立場）”とは異なるということである。

iii) 視知覚構造の解析

対象となる土木施設による地形変更が、人間の視知覚構造上どのように把握されるのかを、評価のためのチェックリストとして考えた各項目に即して解析していく。

iv) 景観予測図の作成

地形変更が実際人間の眼にどのように見えるのか三次元地形モデルによって地形透視図の作成を行ない、評価者の視覚に訴えらための資料とする。予測図の作成は第1次、第2次、第3次と3段階を踏むことにより全体から対象施設へと問題を具体的に抽出していく作業と見合うこととなる。

v) 評価

地形変更の状態が視知覚構造、景観予測図の乙側面からとらえられたら、専門家・一般市民・計画者等により評価され、許容できないと評価された場合、規模の縮少・形状の変更・植生等による修景を考慮した代替案が提出されることとなり、それによっても許容できないとされた場合は、計画全体の練り直しというフィードバックが行なわれることとなる。（図-1参照）このフィードバックループが存在するところに景観予測さらに環境アセスメントの真の意義が見い出されるわけである。評価者によって許容されて事業は遂行への一步が踏み出されることとなる。

3. 景観の視知覚構造の解析

対象物の景観の視知覚構造を明らかにするために現在までに提出された指標から目的に沿って必要なものを取りあげ、解析の一例を載せる。

1) 従来の視覚構造に関する指標

従来提出された景観の視知覚構造に関する指標には以下のようなものがある²⁾。

- i) メルテンス　　・距離と視角　　・仰角
- ii) 芦原義信　　・仰角　　・水平角　　・距離とテクスチャー
- iii) 東京大学都市工学研究所　　・可視・不可視
- iv) 東京大学八十島研究室　　・見られ難度
- v) 植口忠彦　　・可視・不可視　　・距離　　・視線入射角　　・不可視深度　　・俯角　　・仰角　　・奥行き　　・日照による陰影度

2) 当研究において採用した指標

当研究においては土木施設の地形変更の状態を評価する指標をチェックリストとしてとり出し、その中から図-2の5つの指標により解析を行なった。ここでは景観の視知覚構造を単に明らかにするということが目的ではなく、地形変更の状態を評価するため“視覚面積”という概念を導入した。このプロセス表示したのが図-2である。

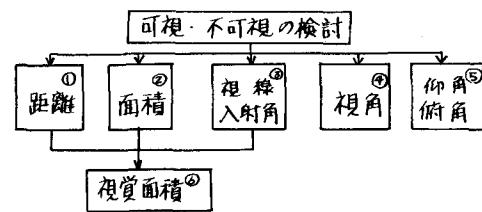


図-2 景観の視知覚構造の解析プロセス

3) 解析の一例

図-2に示したアロセスに従って作業を行なったか

解析結果の一例を示すと以下のようになる。

- ・視点 地点A
- ・視点の高さ $H_1 = 770\text{m}$
- ・対象物の高さ $H_2 = 390 \sim 500\text{m}$
- ・視点と対象物の距離 $D = 1300\text{m}$
- ・対象物の面積 $A = 15000\text{m}^2$
- ・仰角・俯角 $\theta_1 = 11^\circ 40'$ $\theta_2 = 16^\circ 20'$
- ・視角 $\alpha = 4^\circ 40'$
- ・視線入射角 $B = 85^\circ 00'$
- ・視覚面積 $A_V = 8.8 \times 10^{-3}\text{m}^2$

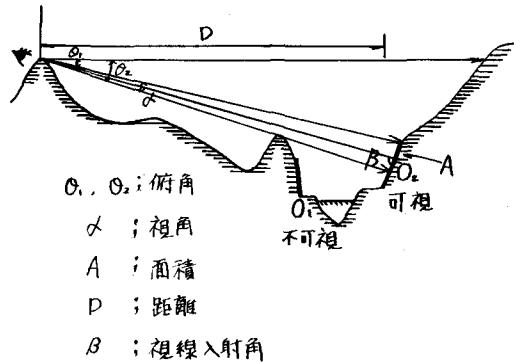
注) “視覚面積”：単位距離($D=1\text{m}$)に視軸と直角な面を想定し、その面を投影面とした対象物の面積

$$A_V = \frac{1}{D^2} A \sin \beta$$

ここに A_V : 視覚面積(m^2) D : 視点から対象物までの距離(m) A : 対象物の面積(m^2)

β : 視線入射角

上記指標のうち距離については近距離：中距離：遠距離と距離系によって、視角(仰角、俯角)については各角度によって対象の見え方が異なることが報告されているので表-1に概要を説明する。(2)



距離	近距離景	一本一本の樹木の葉、幹あるいは枝などとの特徴が視覚的に意味をもつ領域	区分の目安	 視角1°の熟視角 (対象の大きさの約60倍) 広葉樹(h=6m)で約360m 鈍葉樹(h=3~4m)で約180~240m
	中距離景	一本一本の樹木のアウトラインすなわち樹冠は看取できるが、樹木のディテールはどうえられない。テクスチャーの単位は樹木群があやをなす。空気遮蔽法の影響あり。		
	遠距離景	一本一本の樹木のアウトラインはどうえることができない。大きな植生分布の変化や沢や谷などにより認知される範囲。空気遮蔽法の影響でテクスチャーは単調となり、色の変化は明度差の変化となる。		
視角	仰角	①仰角5°以下の山…眺望として生きるには 低仰角をひきたてる工夫が必要 ②仰角9°近傍の山…視点の適切な立地位置 ③仰角20°近傍の山…山容はどうえられるか山腹斜面の方が眺望の主題になる。		①樹冠の大きさを最小分離閾としてこの 視角1°でどうえられる距離(メルテンス) ②3°…樅山・高橋(広葉樹 6.6km) (鈍葉樹 3.3~4.4km) 假説的対象の大きさの1100倍
	俯角			

表-1 視知覚構造に関する基礎データ

4. 景観予測図の作成

景観予測図の作成は図-4のように4段階に分けて行うことにより全体から部分へと問題点の把握が容易になるよう正在している。又景観評価におけるチェックリストとの関連を示すことにより各景観予測図の位置づけが明確になるであろう。以下に視点の選定、メッシュ間隔、各景観予測図について述べる。

i) 視点の選定

検討対象とする景観を、ある対象に対する人の視知覚現象の産物として把握する立場に立った場合、人間の視野から外れた自然及び人工景観は、考慮の場から外されることはなく、人間の視野の中におさまって初めて、土木施設の造り出す自然と人工との相剋から生まれる景観が問題となる。各景観予測図により視点の位置は異ってくるが、ダム建設現場を一例として考えるならば視点場としては

- ・建設中 現況道路、集落、林道、登山道、山頂等
 - ・建設後 付替道路、ダム堤体周辺、林道、登山道、山頂、湖水面等
- が想定されよう。

ii) メッシュ間隔

三次元地形モデルで自然地形を表現する場合、近似図法として三角形、四角形によるものが開発されており、メッシュ間隔については $1/1000$ の地図で $10\sim20''$ 、 $1/6000$ の地図で $20\sim25''$ 、 $1/10000$ の地図で $50\sim100''$ が適切であるとしている。メッシュはいたずらに細かくすればよいというものではないが景観予測図として対象物の輪郭を表現されないと意味がないので距離系・施設系によりメッシュ間隔を調整した方がよい。ここでは精粗2通りのメッシュ間隔を採用することにより対象物の形状、背景としての自然地形を十分に表現できたと考えられる。又いたずらにメッシュ間隔を細かくすることはコスト面からも無理が多いが、メッシュ情報により中間点の座標をコンピュータ内で計算していくスライス等の採用が期待される。

iii) 第1次景観予測図

対象となる周辺地域を鳥瞰図的に表現した全体景観図を作成することは、現地を自分の眼で確認することとあわせて、問題の抽出を行なう上で必要なことである。これにより人間の視点（視点場）からの対象土木施設（対象場）の可視・不可視、およその眺望の想定が可能となり、第2次景観予測図へとひきつがれていくこととなる。第1次景観予測図の例を図-5に示したが、メッシュ間隔 $100''$ の採用でほぼ全容を表現している。

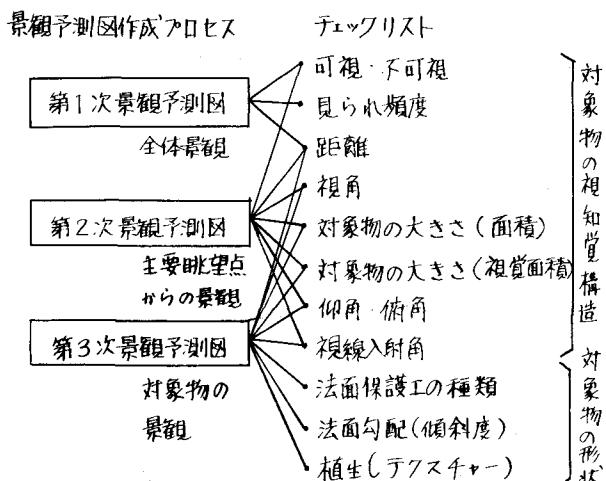


図-4 景観予測図とチェックリストの関連

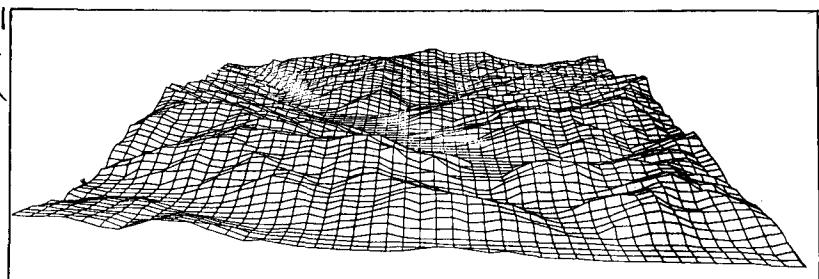


図-5 第1次景観予測図 (全体景観)

IV) 第2次景観予測図

対象となる土木施設が周辺地形のどの位置にどのように見えるのかを把握するために、人間の集まる箇所（現況及び将来において可能性のある地点）からの景観図を作成する。地形図からメッシュデータ（X, Y, Z）を得ておけば任意の視点からの地形透視図が容易に描かれる。・第2次景観予測図の例を図-6に載せたが、視知覚構造の解析の項で算出した数値データと当景観予測図により、主要眺望点からの対象物の見え方が図-4のチェックリストの中の視知覚構造の部分が明らかにされたであろう。

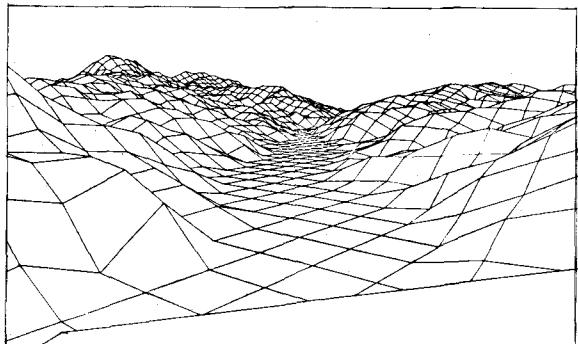


図-6 第2次景観予測図（主要眺望点からの景観）

V) 第3次景観予測図

景観上問題となる対象を詳細に検討するためにはメッシュの間隔を小さくし地形改変の状況がはつきりとわかるようにしている。図-7, 図-8では対象地点周辺を5mメッシュで作成しているが、切土法面の形状は十分表現されている。また背景に100mメッシュの地形データより作成した地形透視図を合成することによりスカイライン

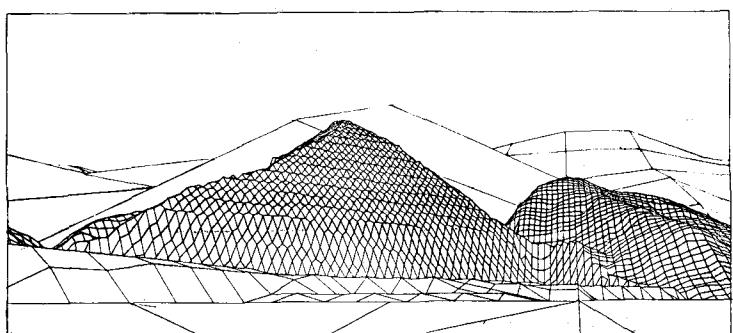


図-7 第3次景観予測図（対象物の景観）-例1

・全体の自然地形も表現され、立体感・現実感のある地形透視図が描かれている。第3次景観予測図によって対象となる土木施設の地形改変が許容されるか否かを判断するわけであり、当景観図も判断資料として十分な客觀性、科学性を備えていなければならぬが

・メッシュ間隔が小さいため処理情報が多くなり、コスト面からの対応が必要となる。

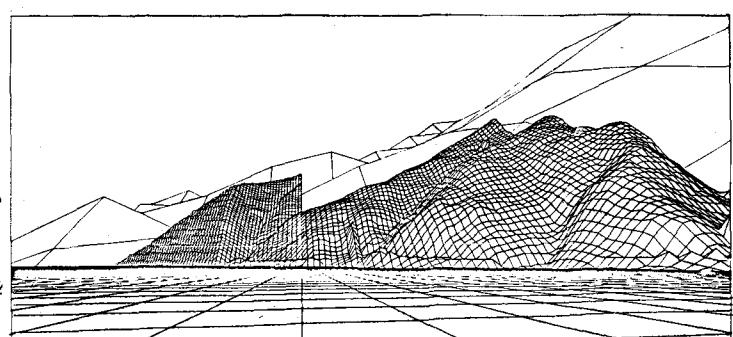


図-8 第3次景観予測図（対象物の景観）-例2

地形透視図の客觀性を大きくするために、植生を距離景ごとにパターン化して表現したもの⁽⁴⁾、陰影をつけたもの⁽⁵⁾、等コンピュータによる処理の研究も見られるが現時点では人間の手による地形透視図への着色の方が、より客觀性に勝ると思われる。ここでは第3次景観予測図に樹木・切土法面、背景としての自然地形等を着色することにより、現実感あふれる景観予測図を提示することができた。第3次景観予測図においては切土法面の植生による色彩・テスクチャー等の違いが問題となることも多いと考えられ、法面の修景等の検討への着色された景観予測図の活用が望まれる。

5. あとがき

以上土木施設の景観予測に関して、人間の眼にとらえられる地形改变を主題として、評価者への具体的な評価資料の提出ということに目的を統一して論じてきた。従来、多方面から景観問題に関する研究も蓄積されてきておりが社会・自然と人間の活動の接点で挙げられる現象の一つである景観は現実のあるべき姿への具体的なアプローチとフィードバックが成されなければ意味がないものであり、その意味でこのような形での調査・研究もまた社会の要請として蓄積されていくことだろう。ここで述べてきた方法は

①視知覚構造の解析

②景観予測図の作成

以上2つの側面から地形改变の状況を明らかにしてきたものであるか、評価資料としては、ほぼ満足いくものであると思われる。

ふわりに当研究を進めるにあたり北海道大学・山形助教授に種々御教示をいただきました。ここに深く感謝致します。

参考文献

- 1) 永井：岩松・吉川・五十嵐；土木計画学の領域と構成 土木学会編 技報堂
- 2) 穂日：景観の構造 技報堂
- 3) 島田：久保田・高松；SPLINによる図形処理 土木学会第32回年次学術講演会概要集
- 4) 小柳：篠原・田村・中村・穂日；景観論 土木工学大系13 彰国社
- 5) 村井：建石・小宮山；陰影のついた地形景観図の作成 土木学会第32回年次学術講演会概要集