

樹木成長による借景喪失のモデル分析

- 借楽園からの千波湖俯瞰景を対象に -

任伊哈*・小林隆史**・石井儀光***・大澤義明****

Analytical model on loss of borrowed scenery due to tree growth - A case study for Senba Lake in Kairakuen Park -

Yihan REN*, Takafumi KOBAYASHI**, Norimitsu ISHII***, Yoshiaki OHSAWA****

Abstract: Borrowed scenery is often used in the landscape of Japanese gardens. However, with the rapid growth of the economy and technological innovation, buildings and other structures are getting taller and taller, and the original intention of the garden design may be lost. Kairakuen Park has been using Lake Senba as a focus for borrowed scenery since the Edo period. In recent years, there has been a high level of social interest in the management of the park. At the same time, because of the continuous growth of trees, some of the overlooking views from Kairakuen Park have been obscured. Therefore, Ibaraki Ken has carried out active green space management such as tree cutting. In this study, we built a model of the overlooked landscape to analyze the effect of tree growth on the borrowed scenery by calculating the solid angle of the visible lake surface. Also, we compared and evaluated the effect of tree cutting by combining solid angle with pedestrian flow data and photography data of sightseers.

Keywords: 借景 (borrowed scenery), 緑地管理 (green space management), ランドスケープ (landscape), 立体角 (solid angle), 借楽園 (Kairakuen Park)

1. はじめに

1.1. 研究の背景

円通寺（京都府）や足立美術館（山口県）などでは、造園技法の一つである借景が取り入れられている。「借景」という言葉が初めて登場したのは、中国の明朝末期の庭園デザイナー計成の著書「園冶」である。最終章では、「借景」をタイトルとして、庭師の視点から、庭を巡り庭の連続空間の中で変化する景観を描写している（Kuitert, W., 2015）。図1は中国揚州市の何園で一隅の借景である。石窟を通して庭の景観を鑑賞者の側に持つことで、絵画のような効果を得ている。

中国の古典文学から、主に「借景亭型」と「尺幅窓型」の2つの構造が存在する。「借景亭型」と呼ばれる借景では、俯瞰のため視点場は高い場所にあり、必ずしも庭園の中とは限らない。そして、視対象は

隣の他人の庭園とすることに特徴がある。「尺幅窓型」では、視点場は部屋の窓の内側であり、視対象として眺望景も存在するが、窓の外側の敷地内にある植栽や築山が主である（周宏俊・小野良平・下村彰男, 2011）。現在保存されている中国の個人庭園では、後者の借景が多い。

日本の借景は中国の借景の流れを汲むが、中国の借景とは異なる。その違いを表1に示す。視点場と視対象が庭の中に閉じる中国庭園よりも、日本の借景庭園ではスケールが大きく、視対象は遠景の山や湖沼など庭外の自然景観である。そのため、日本の借景庭園では、視対象の見せ方をコントロールする壁や植栽などの見切りが重要な役割を果たす。見切りにより、遠景の遠近感を喪失させ遠景を庭園内に取り組むことができる。しかし、見切りの高さを高くすれば、借景は小さくなる。一方で、見切りを低

* 学生会員 筑波大学システム情報工学研究群 (University of Tsukuba)
〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 E-mail : s2120523@s.tsukuba.ac.jp

** 正会員 立正大学経済学部 (Rissho University)

*** 正会員 国土技術政策総合研究所 (National Institute for Land and Infrastructure Management)

**** 正会員 筑波大学社会工学域 (University of Tsukuba)

くすれば庭外にある電柱や建物が視野に入り込む。このように、遠景を借景とする日本庭園では、庭外の影響を受けるため、そのコントロールがより難しい。



図1：中国何園での借景（2018.7.4 第一著者撮影）

表1：日本と中国の借景の比較

	中国	日本
視対象	庭外：山，湖，建物，他人庭園 庭内：植栽，築山	庭外：山，湖
視距離	近景，遠景	遠景
視点場	楼（亭），屋内	楼，屋内，庭内
見切り	窓，扉	壁，樹木
規模	小，中	大
目的	外部の景色を組み込むことで，室内空間を広くしアクセントを加えることで豊かにする。	見切りにより遠景引き寄せ内外空間の連続性を実現し，景観を一体化させる。



図2：好文亭三階から見た千波湖（2022.5.25 第一著者撮影）

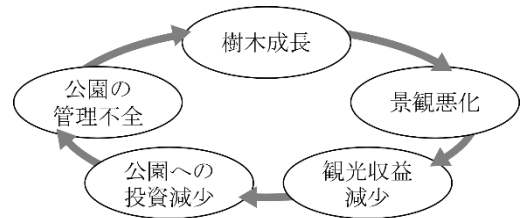


図3：樹木成長による借景悪化の負のスパイラル

中国から伝わった借景であるが、日本の借景は、周辺の自然景観を組み込みながら独自の進化を遂げ、地域ならではの文化を体現してきた。しかし、高度成長や技術革新に伴い高層建築物が建設され、さらに維持管理負担コストから樹木が生長しつづけ、江戸時代や明治時代に造られた借景の意図が失われつつある。そのため、これら都市化や樹木成長により借景がどの程度保持されているのかを数値で検証する意義は大きい。

1.2. 研究の対象地

好文亭は徳川斉昭の思想や世界観が最も具現化された場所である。一階も三階も三方向への視界を共通で意識し、解放的空間となっており借景などパノラマ景色を重視している。図2に、偕楽園の好文亭三階から見た千波湖の様子を示す。この写真から分かるように、千波湖はわずかししか見えない。

江戸時代の千波湖は堰止湖と堀として水戸城の防衛上重要な役割を担ぎ、現在の3倍ほどの大きさがあった。その美しさから偕楽園の開設地を決定する要素の一つとなった。しかし、JR常磐線開通などにより干拓事業が進み、千波湖の形を大きく変えた。最近では偕楽園や千波湖周辺の樹木が成長し管理不全の問題も顕在化している。長い年月で樹木が成長し、好文亭からの眺望が妨げられている。

そこで、本研究では、偕楽園の俯瞰借景を対象とし、樹木成長と借景との関係を分析する。偕楽園を対象とする理由は次の三点である。第一に、偕楽園は日本三名園の一つであり、千波湖への借景が作庭のポイントとなっている。第二に、2019年より偕楽園入園の有料化が始まった。そのため、偕楽園へ市民や県民の関心が高い。第三に、偕楽園を茨城県、千波湖周辺を水戸市が管理しており管理区分が複雑である。そのため、借景景観では両行政の連携を必

要とする難しい課題を抱えている。

樹木成長と景観との関係に着眼する理由として、第一に、全国各地において、成長した街路樹など樹木伐採に対し、地元住民からの抵抗が強い。その理由の一つに、高層建築物建設だと景観は非連続で変化するが、樹木成長による景観変化は連続的であり知らず知らずに進行し、その影響について地元住民との共有は難しい。第二に、樹木成長に伴い、千波湖が見えないなどの景観悪化が続いている。その結果、図3に示すように、観光収益が減少し、公園が受け取る投資額も減少する可能性がある。資金不足による公園の管理不全で樹木成長という負のスパイラルが発生する。そして、樹木伐採は先延ばしするほど、利用の難しい大径木化が進む。特に、茨城県が2022年3月に偕楽園景観ガイドラインを作成し、千波湖への眺望景観確保のため、眺望確保のために植栽の間引きや剪定が強調され、樹木伐採を積極的に行う姿勢を示している。

1.3. 研究の目的

本研究の目的は、千波湖が映り込む立体角を指標として用い、樹木成長がどの程度、千波湖借景の意味を喪失させたのか、計量的に考察することにある。具体的には、水面などの俯瞰景観を対象とする。そして、第一に、樹木成長の影響を組み込んだ、水面への立体角に関する単純なモデルを構築した。視点場の位置や高さとの関係を解析する。第二に、偕楽園好文亭から千波湖への眺望が、干拓事業や樹木成長でどの程度阻害されているのかを数値化することで、当初の偕楽園の作庭思想が150年弱経た現在でどの程度継承されてきたかを数値で解釈する。樹木成長と借景喪失との関係に明示的に着目し、解析した点が本研究の新規性である。

現代では公園管理への社会関心は高い。例えば、明治神宮外苑再開発では、イチョウ並木の保全を通して、スポーツ拠点建設かそれとも環境保全かで論争が展開されている。また、茨城県つくば市にある洞峰公園でもPark-PFIや指定管理者制度など民間資金を活用することで、公園整備管理負担の軽減が図られようとしており、公園を管理する茨城県と地域住民との間で調整が行われている。

2. 偕楽園好文亭からの千波湖借景

2.1. 水戸都市計画と千波湖

明治維新時期、千波湖を管理していた藩政がなくなり、千波湖は周辺の村々によって管理されるようになった。村の維持管理が困難で当時から千波湖はさまざまな問題が生じており、これら課題解決費用を捻出するため、また高度経済成長期に、千波湖で何度も埋め立てと改修が行われた(大槻功, 2001)。

1889年(明治22年)、水戸鉄道の開通に伴い、千波湖の北側に水戸駅が建設され、一部埋め立てによる市街地化が形成された。1945年の空襲で水戸の市街地の大半を焼失したが、その後の戦災復興都市計画により水戸駅前周辺は大きく発展し、建物の高層化や大型店舗の進出が進んだ。千波湖の干拓地に水戸駅南口が開設され水戸市役所が立地するなど、干拓地は水戸市は水戸市の主要な市街地となっている。

最初の作庭思想を守り続けるために茨城県は好文亭周りの緑地整備をかなり行ってきた。しかし、斜面での作業は機械化ができず人力に依存する。そのため、斜面での伐採は道路沿いの伐採より高額となり、植栽管理の費用は膨大となる。偕楽園では2019年11月から有料化は導入され、サービス改善など公園の魅力向上を図っている。

2.2. 人流変化

NTT モバイル空間統計の人口人流データを用いコロナ前に限定し平日(2019年4月2日)と週末(2019年4月7日)の2日間のデータを選んで比較する。

図4は人流分布の結果であり、次の二点が読み取れる。第一に、偕楽園は高密度人口地域に近接している。この場所は千波湖の埋め立て地であり、埋め立てにより、千波湖借景が失われたが、一方で千波湖景観を享受できる人々が増えたとも解釈できよう。第二に、休日の来場者が多く、主要な観光スポットである。弘道館や水戸芸術館、茨城県立歴史館、徳川ミュージアムなどの周辺の観光スポットとの回遊行動の拠点であることを確認できた。以上から、偕楽園や千波湖周辺には、水戸市中心地の界限性に歴史や水辺など潤いなど個性ある景観を提供し、水戸市を訪れる人の目を楽しませている。そのため、偕楽園や千波湖を考察対象とする意義は高い。

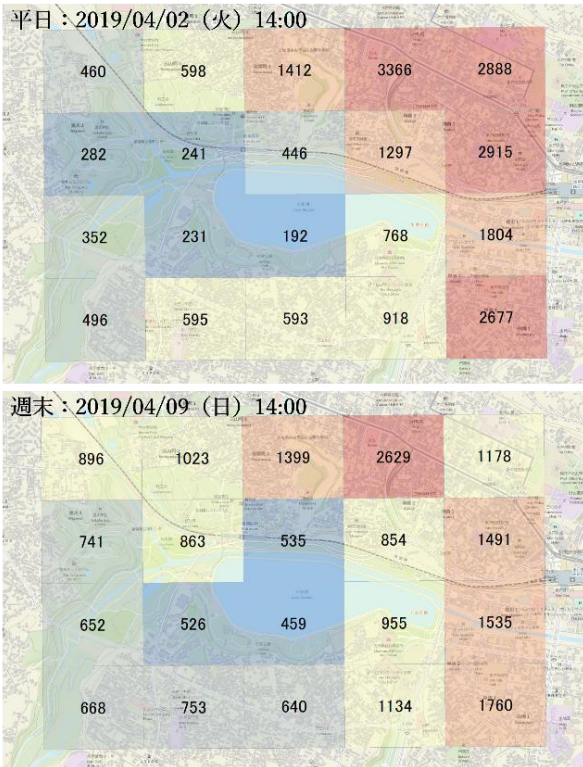


図4：偕楽園周辺の人流と撮影位置の比較

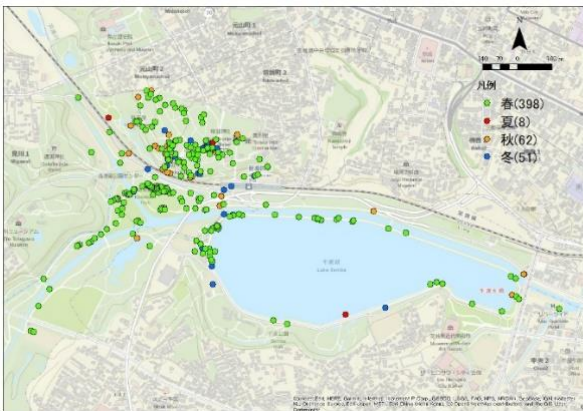


図5：撮影位置分布（季節別）

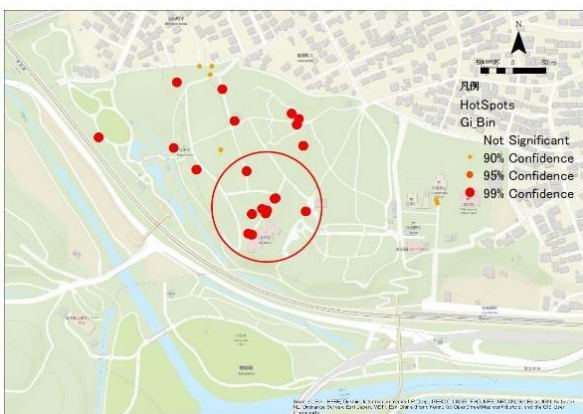


図6：ホットスポット分析

2.3. 写真撮影場所

来園者に人気のある視点場を調べるため、写真情報を活用する。FlickrのWebAPIを活用した。2010年から2022年3月までの12年間のデータで、「偕楽園」と「千波湖」をキーワードとしてFlickrにアップロードした写真情報を取得してデータベースの構築した。(大野陽一・吉川眞・大崎雄治, 2017) 精査した結果、合計519枚の写真データを収集して分析した。

図5に季節別の撮影位置分布を示す。また、人気な視点場を把握するため、ArcGISに搭載されているホットスポット分析(Geotis-Ord Gi*)機能を用いてホットスポットの空間分布を算出した。図6にホットスポット分析の結果を示す。

写真提供者の偏りという問題もあるが、図5と図6から次の二点に分かる。第一に、季節別に見ると、春に圧倒的に集中している。観光や交通などのインフラ稼働率を考えると、通年型観光地が理想的である。千波湖の豊かな四季を感じ取れるような景観整備が不可欠であることが理解できる。第二に、図6の赤サークルで示したように、好文亭周辺でカメラ撮影が頻繁に行われていることが読み取れる。インスタ映えでは、自然条件を端的に反映する水面や空などの役割が大きく、そのためにも樹木整備が必要であることが理解できよう。以上から、好文亭を主たる視点場として分析を進める意味は小さくない。

2.4. 樹木成長 CG パース

埋立による千波湖の面積が小さくなり、樹木の成長による湖の可視面積も減少した。図7は、江戸時代と現代において樹木成長による影響をCGパースでのシミュレーション比較である。地盤高さデータを活用し五段階の樹木高(1m,3m,6m,9m,15m)を設定した。視点場高さは22mで、好文亭三階での目線の高さに対応している。図から樹木成長により千波湖への視線が大きく限定されることが理解できる。

図8はドローンからの俯瞰を想定したCGパースであり、高さは200mに設定している。現在と江戸時代のどちらでも、千波湖の全貌を捉えられるが、ドローン撮影でも、千波湖手前側において、樹木成長の影響が多少ある。

樹木高さ	現在	江戸時代
1m		
3m		
6m		
9m		
15m		

図7：樹木成長 CG パース(視点場高さ 22m)

樹木高さ	現在	江戸時代
1m		
3m		
6m		
9m		
15m		

図8：樹木成長 CG パース(視点場高さ 200m)

3. 俯瞰借景モデル

3.1. モデルの意義

2022年に茨城県が公表した偕楽園景観ガイドラインで眺望景観を保全するための樹木の剪定の必要性が強調されているが、剪定基準は示されていない。適切な樹木の高さを追求するために、本研究では、俯瞰借景モデルを通して、湖面形態変化や樹木成長が俯瞰水面景観に与える影響を分析する。樹木が成長して視線を遮ったり、視点場の高さが変わったりすると、水面の可視面積や歪みが変化する。視点場奥側が残り見える水面は、面積が狭くなり、かつ形状が細長くなる。このような景観の状況を数値化する。

CG パース描画では、三次元空間から二次元空間への次元縮約のため何らかの投影法が用いられる。そのため、描画結果が投影法に依存する。その課題を克服するために、立体角を用いる。立体角は、夜景景観（渋谷敬一・小林隆史・大澤義明，2004）や天空率や天空比計算（蓮香文絵・大澤義明・切田元・小林隆史，2006）、（切田元・大澤義明・蓮香文絵・中川享規，2007）など景観の計量化で用いられてきた。平面角は視点場を中心とする単位円に視対象が映り込む弧の長さで定義される。一方で、立体角は、視点場を中心とする単位球の球面に視対象が映り込んだ部分の表面積である。そのため、立体角は平面角の一般化となることが理解できる。平面角ではラジアンを単位で大きさを表すが、立体角ではステラジアン(sr)という単位を用いる。立体角は三次元情報を直接用いるため投影法とは無関係に定まる数値である。

立体角を水面への俯瞰景で解釈すると、図9のようになる。立体角は水面が視点場を中心とする単位球に映り込む部分の表面積で定義される。立体角を用いることで、水面量が数値化され、樹木伐採などの効果検証が可能となる。また、異なる時点や異なる場所での水面俯瞰景の量と比較可能であり、時系列変化の把握や他地域との比較が可能となる。このため、公園整備評価や合意形成のための材料として、効果的な指標となる。

3.2. 立体角

図 10 の平面図と断面図が示すように、三次元空間において視点場 V から凸多角形で近似される水面への俯瞰景を考える。なお、本研究では、湖面が凸図形で表現されている場合のみ考える。湖面形状が非凸の場合には、湖面を複数の凸な湖面に分割することで同様な議論が展開できる。

n 個の凸多角形頂点の位置を座標は $Q_i(x_i, y_i, -z)$ とする。視点場 V を原点とし、視点場の高さを 0 と基準化して Z 軸を定める。ここでは、水面から視点場の高さを z とする。また、湖岸に一定高さ t の樹木が連続的に壁上であるとする。樹木が無ければ湖面がすべて見える。しかし、湖岸樹木が生長するにつれて、見える水面の形態は変化し、その大きさは減少していく。この変化の様子を数値化する。ここで、座標 $Q'_i(x'_i, y'_i, -z)$ を視点場 V から見て座標 $Q_i(x_i, y_i, -z)$ 上の樹木先端が水面に投影される場所とする。

図 10 の平面図に示すように、頂点集合は視点場に近い頂点集合を $V_f = \{Q_2, Q_3\}$ 、視点場に遠い頂点集合を $V_b = \{Q_5, Q_6, Q_7\}$ 、視点場から両端となる二つの要素からなる頂点集合を $V_e = \{Q_1, Q_4\}$ に分割する。樹木が高くなるにつれて、これら集合は変化していく。 $(V_e \cup V_f)$ から構成される緑ラインが遠ざかり、多角形の可視水面が徐々に小さくなり、最終的に完全に見えなくなる。

湖面を定める n 個の頂点に対し、隣接する 3 頂点と視点場 V とが生成する二つの平面の二面角を計算する。これらは n 組あり、3 頂点 Q_{i-1}, Q_i, Q_{i+1} の二面角を θ_i と表現する。 θ_i を用いて、次の式から立体角 Ω を算出する：Frankl, P.・前原潤 (1991) 参照。

$$\Omega = 2\pi - \sum_{\lambda=1}^n \theta_i. \quad (1)$$

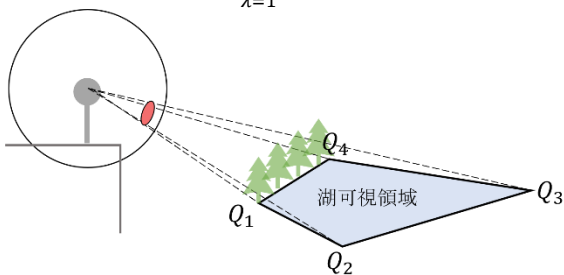


図 9：立体角の説明

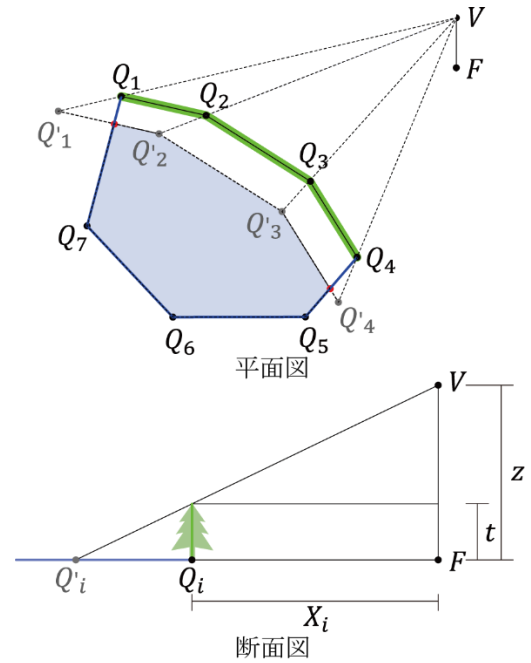


図 10：立体モデル

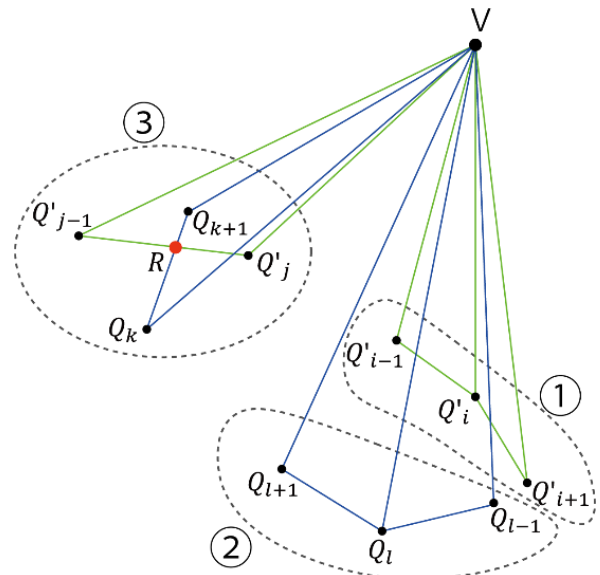


図 11：二面角計算の場合分け

図 11 に示すように、三種類の頂点集合を用いることで、二面角 θ_i が計算できる。視点場に近い頂点 ($V_e \cup V_f$) に対して樹木成長による遠くに移動し、移動点は Q'_i や Q'_j で示されている。樹木は視点場に遠い頂点 (V_b) に影響を与えないので、 Q_i は移動しない。同時に、図 11 の種類②に示すように、移動点 (Q'_j, Q'_{j-1}) と元の湖の頂点 (Q_k, Q_{k+1}) が形成する緑ラインと青ラインが交差して点 R に示されている。その結果、式(1)から立体角が定まる。それぞれの

場合ごとに、式(2)および式(3)を通して計算できる。なお、これらの式の分母はベクトルの二個の外積の内積であり、分母はこれらの外積の長さで表現されている。次の3種類の場合わけを通して二面角を二つの法線単位ベクトルの角度から算出する。

①緑ラインに所属する3頂点による二面角は、

$$\cos\theta_i = \frac{(Q_{i-1} \times Q_i, Q_i \times Q_{i+1})}{\|Q_{i-1} \times Q_i\| \|Q_i \times Q_{i+1}\|} \quad (2)$$

②青ラインに所属する3頂点による二面角 θ_i は樹木高 t の変化に対し不変であり、式(2)で計算される。

③緑ラインの1頂点と青ラインの1頂点、及び緑ラインと青ラインの交点がなす二面角 θ_i は

$$\cos\theta_i = \frac{(Q_k \times Q_{k+1}, Q_{j-1} \times Q_j)}{\|Q_k \times Q_{k+1}\| \|Q_{j-1} \times Q_j\|} \quad (3)$$

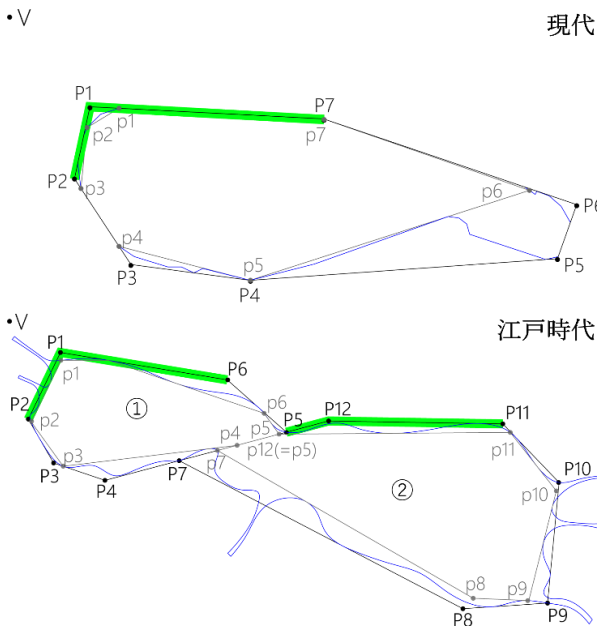


図 12 : 千波湖の多角形近似

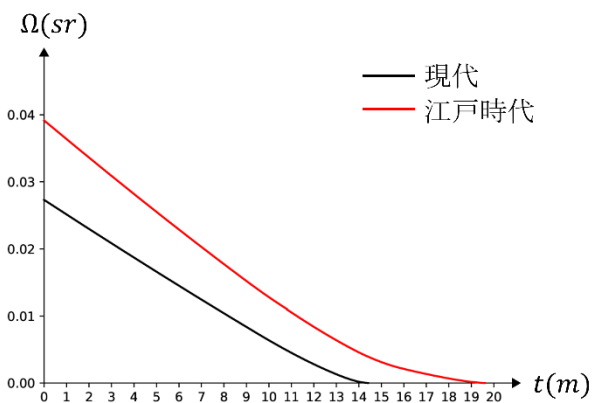


図 13 : 樹高と立体角

本研究では、偕楽園好文亭三階から千波湖を望む状況を想定する。江戸時代と現代の千波湖を凸多角形で近似し、好文亭三階を原点 $V(0,0,0)$ とする座標系を設定している。図 12 に示すように、現代の千波湖を2個の七角形に近似した。千波湖の内側の近似は立体角の下限値を、外側の近似は上限値をそれぞれ与える。江戸時代の千波湖も同様に、内側と外側にそれぞれ2つの凸多角形がある凹の多角形に近似されている。視点場 V の実際の高さを踏まえ、座標系における湖の頂点の Z 座標は $-22(\text{m})$ とした。

上記の計算により、まずは樹木の影響を考慮せずに ($t=0$) とし、現代と江戸時代の千波湖俯瞰景の立体角を算出した。現代千波湖の立体角は下限値 $0.024(\text{sr})$ から上限値 $0.027(\text{sr})$ までの範囲をとった。一方で、江戸時代千波湖の立体角は $0.029(\text{sr})$ から $0.039(\text{sr})$ までの範囲に収まることが分かった。

次に、樹木高 t を増加させて樹木成長の影響を分析する。樹木高 t により変化する集合分割 V_e, V_b, V_f に注意しながら、式(2)及び(3)を計算し、それらを式(1)に代入して立体角を求めていく。集合分割 V_b, V_f は樹高 t が大きくなるにつれて減少していく。

現代の千波湖では、辺 $\overline{P1P2}, \overline{P1P7}$ にある樹木だけが、5つ段階に分かれた計算に影響を及ぼす。5段階は樹高 t で定義され、 $[0, 9.44), [9.44, 10.04), [10.04, 13.1), [13.1, 14.4), [14.4, 14.2)$ で、湖の形が七角形から三角形に変化する。

江戸時代の千波湖の計算は現代より複雑である。辺 $\overline{P1P2}, \overline{P1P6}$ と $\overline{P5P12}, \overline{P11P12}$ にある二つの場所の樹木が影響を与える。樹高 t により12段階あり、 $[0, 6.07), [6.07, 6.61), [6.61, 6.69), [6.69, 7.86), [7.86, 9.87), [9.87, 10.42), [10.42, 11.54), [11.54, 12.12), [12.12, 13.16), [13.16, 14.11), [14.11, 14.22), [14.22, 14.26)$ である。最初は2カ所の樹木がそれぞれゾーン①、ゾーン②に影響を及ぼす。樹高 t が 7.86m に達すると、ゾーン②の上部は辺 $\overline{P5P12}, \overline{P11P12}$ にある樹木による視点場 V から完全に見えなくなる。樹高 t が 10.42m に成長する時から、辺 $\overline{P1P2}, \overline{P1P6}$ にある樹木はゾーン②に影響が始まる。

3.3. 解釈

横軸に湖岸樹木の高さ t を、縦軸に水面への立体角 $\Omega(t)$ をとると、図13のようになる。この図から次の二点が読み取れる。第一に、江戸時代から150年の年月で千波湖への立体角は減少した。立体角の減少を指標とし、CGパースで変化を視覚化することで、当初の偕楽園の作庭思想が少しずつ希薄になってきていると解釈できる。第二に、好文亭から水面が最もよく見える状況（江戸時代、樹木無し）を基準とすると、干拓により立体角は江戸時代千波湖の立体角(0.039(sr))の69%まで大幅に減少し、さらに樹木($t=5(m)$)により江戸時代の値の44%まで減少していることが読み取れる。干拓のみならず樹木成長の影響も大きい。

偕楽園と千波湖の間にはJR常磐線や県道などの道路、駐車場や跨線橋などの人工物もあり、植栽にはそれらのマスキング効果としての役割も担っている。これらへの配慮を行いながら、千波湖への俯瞰景観を確保という観点で、偕楽園周辺の植栽の間引きや剪定の効果が大きいに期待できると言える。

4. おわりに

高層建築物建設による景観変化は非連続であるが、樹木成長による景観変化は連続的であり、知らず知らずのうちに進行する影響の把握は難しい。そのため、江戸時代や明治時代に設計された借景は大きく変貌しているはずであるが、どの程度変貌してきたのかが不明である。

本研究では、人流データや写真データから、偕楽園の借景保全と緑地管理の必要性を確認した。そして、樹木の成長がもたらす影響をCGパースで視覚的に確認した。そして、立体角測定モデルを構築し、偕楽園好文亭から千波湖への眺望が干拓や樹木成長でどの程度喪失したのかを数値で表現した。

謝辞

本研究をまとめるにあたり、茨城県都市局都市整備課と水戸市景観室にご指導ご鞭撻を賜りました。なお、本研究はJSPS科研費JP21H01559の一環で実施しました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 大槻功(2001)都市の中の湖-千波湖と水戸の歴史-。文真堂。
- 大野陽一・吉川眞・大崎雄治(2017)ソーシャルメディアを用いた大名庭園におけるシークエンス景観の分析。「情報(電算)シンポ」, 40, 129-134。
- 大野陽一・吉川眞(2016)空間情報を用いた緑景観のモデル化。「第39回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集」, 39, 55-60。
- 切田元・大澤義明・蓮香文絵・中川享規(2007)天空率規制が建物平面配置・形状に及ぼす影響に関する解析的研究。「建築学会計画系論文集」, 617, 71-78。
- 進士五十八(1986)借景に関する研究-景観構造並びに借景思想にみる自然への態度の日本の特質について-。「造園雑誌」, 50(2), 77-88。
- 周宏俊(2013)日本における借景庭園の空間構成に関する研究。「日本建築学会計画系論文集」, 689, 1659-1666。
- 周宏俊・小野良平・下村彰男(2011)中国造園における借景という用語の展開と変遷。「平成23年度日本造園学会全国大会研究論文集(29)」, 5, 389-394。
- 渋谷敬一・小林隆史・大澤義明(2004)都市夜景の俯瞰景に関する計量分析-函館市を対象として-。「都市計画論文集」, 39, 187-192。
- 篠部裕(2012)庭園の周辺景観の保全施策に関する一考察:5日本庭園を事例として。「都市計画論文集」, 47(3), 625-630。
- 任伊晗・小林隆史・大澤義明(2022)山容借景の作庭条件の理論化と実証。「OR学会2022年春季研究発表会」, 188-189。
- 蓮香文絵・大澤義明・切田元・小林隆史(2006)天空率と天空比との関係に関する考察。「建築学会計画系論文集」, 600, 121-127。
- Frankl, P.・前原潤(1991)『幾何学の散歩道-離散・組合せ幾何入門-』, 共立出版株式会社。
- Kuitert, W. (2015) Borrowing scenery and the landscape that lends-the final chapter of Yuanye. *Journal of Landscape Architecture*, 10(2), 32-43。