

土木施設等の色彩設計に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：平 29～令 2

担当チーム：地域景観チーム

研究担当者：松田泰明、笠間聡、榎本碧、
増澤諭香

【要旨】

河川や農業空間などの開けた空間においては土木施設が景観に与える影響は大きく、その色彩は構造物の特性や機能だけでなく、季節により変化する設置場所周辺の環境に合わせて景観に調和する色彩を検討する必要があるが、景観や色彩に関する専門性をもつ技術者や技術資料等の不足もあり実施できていない現状にある。

本研究は、現地調査、文献調査および屋外における色彩の評価実験を実施し、その結果の分析から夏期、冬期含めた積雪寒冷地の景観に融和する色彩の範囲を明らかにした。これにより、現場管理者が景観色等の設定がなくとも積雪寒冷地の景観に融和する具体の色彩選定が可能となる。また、これら成果を技術資料に取りまとめ、土木施設ごとの機能や立地、積雪寒冷地の景観変化を考慮した色彩設計技術を提案した。

キーワード：土木施設、色彩設計、積雪寒冷地、河川空間、塗装

1. 研究の背景と目的

1. 1 研究の背景と目的

建造物が少ない河川や農業空間などの開けた空間においては、構造物が広い範囲から視認され、また、直線的で広い面を持つ水門や頭首工、規模は小さくとも河川敷に連続して複数存在する樋門など、土木施設が地域の景観に与える影響は大きい。こうした土木施設の色は、設置場所の周辺環境や構造物の特性、機能等に合わせて景観に調和する色彩を検討する必要がある。特に北海道などの積雪寒冷地では積雪期と非積雪期など、季節により土木施設周辺の色（以下、周辺環境色、もしくは環境色とする）が大きく変わるため、こうした変化を考慮した色彩設計が必要になる（写真-1）。

しかし、積雪寒冷地の土木施設の色彩設計に関する技術資料等をみると、道路付属物の色彩設計を対象とした寒地土木研究所発行の色彩ポイントブック¹⁾を除くと、現場技術者が色彩設計を行う上で参考となる積雪寒冷地の具体の検討方法を示したものは限られる。また、一部の土木施設を除くと、特に色彩の規定はない。例えば、河川構造物の中で樋門をみると、その上屋や管理橋、門扉、操作施設等の塗装色は、施設の管理主体や設置されている水系や地域によって異なる色が使用されている現状にある（写真-2）。

そこで本研究では、河川および農業土木施設を対象とし、積雪寒冷地の環境に調和する色彩の範囲を現地測色調査や色彩サンプルを用いた評価実験により解明



写真-1 積雪寒冷地の河川の積雪期と夏期の周辺環境色の比較（上：1月、下：9月）

した。さらに、これらの調査結果に基づいて、現場管理者等に慣例的に使用されている塗装色や道路附属物ガイドラインで示される景観4色¹⁾等の推奨色以外にも、積雪寒冷地の景観に配慮した具体の色彩選定が可能となる土木施設の色彩設計の手法を提案した。

1. 2 本研究の構成

本研究は、以下の3つの達成目標について調査研究を実施した。本研究の構成と実施内容を図-1に示す。

- 1) 既存の土木施設等の色彩に関する現状と課題および色彩事例の整理・体系化
- 2) 土木施設の色彩と機能および環境との関係に関する評価・分析
- 3) 土木施設等の色彩設計方法に関する提案

本稿では、これらの3つの達成目標ごとに調査内容と成果について、次章以降に述べる。

2. 既存の土木施設等の色彩に関する現状と課題および色彩事例の整理・体系化

2. 1 既存の土木施設の色彩の規定等の整理

各土木施設の設置目的と機能を整理するとともに色彩検討を行うにあたり、留意すべき事項を確認するため、文献をもとに既存の設計基準、要領等の色彩に関する記載事項について調査した。なお、この節の大部は既発表の論文²⁾を引用した。

2. 1. 1 設計基準

表-1に各設計基準等における色彩に関する記載事項について抽出、整理した。

国土交通省や公的機関が発行する道路に関する基準書類(表-1:A1~A13)は、施設物の設置目的と機能についての記述が主であり、色彩に関する記述は少ない。A1「道路標識設置基準・同解説」には“支柱の色を白色又は灰色を原則とする”、A13「北海道の地域特性を考慮した雪崩対策の技術資料」に、“矢羽根の色彩は赤白を標準とする”など原則となる色彩の記述が見られるのみであった。また、A3「防護柵の設置基準・同解説」では、表-2に記すC1「景観に配慮した防護柵整備ガイドライン」を参考として防護柵の色彩を検討している。

河川施設に関する基準(表-1:B1~B11)について、B1「ダム・堰施設技術基準(案)」では、“その形状や色彩が景観を損なわないように配慮しなければならない”と、色彩の概念的記述がある。B7「河川砂防技術基準同解説」、B8「改訂解説・河川管理施設構造令」には、色彩に関する原則的記述はない。B9「北海道開発局河川設計施工要領」には、樋門のゲート操作台およ

び上屋等の色彩については、B5「柔構造樋門設計の手引き」B11「機械工事塗装要領(案)・同解説」を参考として示されており、B1「ダム・堰施設技術基準(案)」の開閉操作室に準じること、また、B11「機械工事塗装要領(案)・同解説」において、“地域要求度、色彩、表面光沢、デザイン、生物への影響等への考慮”“変退色や色彩効果の考慮”という概念的記述があるが、上塗りの色名やマンセル値などの記載はみられない。

2. 1. 2 国および関係機関等の景観ガイドライン

表-2に国および関係機関等が発行するガイドラインから、土木施設の色彩に関する記述を抽出し、分類整理した。



写真-2 管理者や河川・地域等により塗装色が異なる土木施設

1) 既存の土木施設等の色彩に関する現状と課題および色彩事例の整理・体系化

2章 既存土木施設の色彩事例に関する分析
 ・既存施設の色彩の規定に関する文献調査
 ・色彩ガイドラインに関する事例調査
 ・既存施設の色測調査

2) 土木施設の色彩と機能および環境との関係に関する評価・分析

3章 色彩評価実験
 ・屋外環境下の実験
 ・WEBアンケート

3) 土木施設等の色彩設計方法に関する提案

4章 色彩設計の留意事項
 ・積雪寒冷地の景観に融和する色彩の範囲
 ・色彩設計の留意事項
 ・色彩シミュレーションの留意事項
 ・現地での色彩サンプルの確認方法

図-1 本研究の構成

表-1 設計基準等における色彩に関する記載事項の有無

	色彩に関する記述	番号	資料名	著者編者	発行年
道路施設の設定等に関する基準	○	A1	道路標識設置基準・同解説	公益社団法人日本道路協会	1987
		A2	道路構造令の解説と運用	公益社団法人日本道路協会	2015
	●	A3	防護柵設置基準・同解説	公益社団法人日本道路協会	2008
	●	A4	道路照明施設設置基準・同解説	公益社団法人日本道路協会	2007
	○	A5	安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン	国土交通省	2016
		A6	視線誘導標設置基準・同解説	公益社団法人日本道路協会	1987
		A7	視覚障害者誘導用ブロック設置指針・同解説	公益社団法人日本道路協会	1986
		A8	車両用防護柵標準仕様・同解説	公益社団法人日本道路協会	2004
		A9	道路トンネル技術基準（構造編）・同解説	公益社団法人日本道路協会	2003
		A10	鋼道路橋塗装・防食便覧資料集	公益社団法人日本道路協会	2011
		A11	北海道開発局道路設計要領	北海道開発局	2015
		A12	北海道吹雪対策マニュアル	寒地土木研究所	2011
		○	A13	北海道の地域特性を考慮した雪崩対策の技術資料	寒地土木研究所
河川施設に関する基準		B1	ダム・堰施設技術基準(案) (基準解説編・整備計画マニュアル編)	一般社団法人ダム・堰施設技術協会	2016
		B2	土木構造物設計ガイドライン土木構造物設計マニュアル(案)[樋門編]	国土交通省大臣官房技術調査課 国土交通省国土技術政策総合研究所	2002
	○	B3	水門・樋門ゲート設計要領(案)	一般社団法人ダム・堰施設技術協会	2012
	●	B4	鋼製起伏ゲート設計要領(案)	一般社団法人ダム・堰施設技術協会	2008
	●	B5	柔構造樋門設計の手引き	一般財団法人国土技術研究センター	1998
		B6	国土交通省河川砂防技術基準同解説 計画編	国土交通省	2003
		B7	改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案) 同解説 調査編	一般財団法人国土技術研究センター	1997
		B8	改訂 解説・河川管理施設等構造令	一般財団法人国土技術研究センター	2000
		B9	河川設計施工要領	北海道開発局	2017
	◎	B10	北海道建設部土木工事共通仕様書	北海道	2018
	○	B11	機械工事塗装要領(案)・同解説	国土交通省	2020

表-2 国および関係機関等による景観ガイドライン等における色彩に関する記載事項の有無

	色彩に関する記述	番号	資料名	著者編者	発行年
土木施設等の色彩に特化したガイドライン等	◎	C1	景観に配慮した防護柵の整備ガイドライン	景観に配慮した防護柵推進検討委員会 大成出版社	2005
		C2	色彩に関する資料	阪神高速株式会社	-
	●	C3	公共事業における色彩検討の手引き	中部地方整備局景観アドバイザー	2009
		C4	高架橋路線配色設計要領	首都高速道路株式会社	2012
	●	C5	河川景観デザイン「河川景観の形成と保全の考え方」の解説と実践	「河川景観の形成と保全の考え方」検討委員会 財団法人リバーフロント整備センター	2009
	◎	C6	漁川ダム管理施設色彩ガイドライン	北海道開発局 石狩川開発建設部 漁川ダム管理所	2008
	◎	C7	十勝川水系景観ガイドライン色彩編	北海道開発局帯広開発建設部 北海道十勝総合振興局帯広建設管理部	2012
	◎	C8	千歳川遊水地管理施設色彩ガイドライン	北海道開発局札幌開発建設部千歳川河川事務所	2013
	◎	C9	支笏洞爺国立公園及び周辺道路における道路付属物の色彩ガイドライン	国土交通省 北海道開発局 札幌開発建設部	2006
	◎	C10	景観に配慮した道路付属物等ガイドライン	道路のデザインに関する検討委員会	2017
	◎	C11	北海道の色彩ポイントブック -北海道および積雪寒冷地の道路施設の色彩検討の手引き-	道路のデザインに関する検討委員会	2018
土木施設の景観デザインに関するガイドライン等	●	C12	道路のデザイン-道路デザイン指針(案)とその解説	財団法人 道路環境研究所/大成出版社	2006
		C13	景観に関する資料	NEXCO東日本	-
		C14	景観に関する資料	NEXCO中日本	-
		C15	景観に関する資料	名古屋高速道路公社	-
		C16	景観に関する資料	阪神高速株式会社	1988
		C17	景観に関する資料	阪神高速株式会社	1998

●色彩に関して概念的な記述がある。

○色彩に関して概念的な記述と色名称が示されている。

◎色彩に関して概念的な記述とマンセル値・日塗工番号が示されている。

これらのガイドラインは、道路に関しては、高架橋や橋梁などの道路全般を対象とした景観対策のプロセスやデザイン留意点の記述が主で、具体的に色彩に関して記述するものは少ない。C1「景観に配慮した防護柵整備ガイドライン」は防護柵の色彩に関するガイドラインであり、具体的な色彩（マンセル値）の記述が見られた。C9「支笏湖国立公園および周辺道路における道路付属物の色彩ガイドライン」は、C1「防護柵ガイドライン」の策定を機に国立公園内の色彩規定の見直しが行われ、防護柵、照明柱、雪崩防止柵等の道路構造物についてモノトーンの使用を基本方針とし、指定エリアは推奨色としてダークグレー、一般区間は亜鉛メッキ、橋梁用防護柵については美笛グリーン（5G 4/0.5）、美笛グレー（DIC F93（3G 2/0.5近似色））等の色を用いることが示されている。C11「北海道の色彩ポイントブック」は、北海道における測色調査の結果や色彩サンプルを用いた被験者実験の結果等をもとに、北海道独自の色彩ルールの制定に向けた現状の課題、色彩設計の道路環境を想定した際に望ましいと考えられる色彩を試案し、マンセル値により候補色を提案している。

他方、河川構造物については、C5「河川景観デザイン」において、人工構造物を設置するにあたっては、色彩と周辺の自然物との調和に留意することが必要であることが原則として示されているが、具体の色彩に関する記述はない。北海道では、C6「漁川ダム管理施設色彩ガイドライン」を契機に、C7「十勝川水系景観ガイドライン」、C8「千歳川遊水地管理施設色彩ガイ

ドライン」が策定され、ここではそれぞれの水系に合わせた推奨色が具体的に示されている。

2. 1. 3 道路デザインに関する文献

道路のデザインに関する文献・専門雑誌等から、道路施設の色彩に関する記述を抽出するために収集を行った。Eは道路全体に関する文献、Fは橋や標識など道路構造物に特化した文献として表-3に分類・整理した。

これらの文献は、道路デザイン全般を対象としているため、照明柱、標識柱、防護柵などの道路施設に対する色彩的配慮事項が述べられているものの、具体的な色名までの記述には至っていないものがほとんどであった。

2. 1. 4 既存の土木施設の色の選定方法

2. 1. 1～2. 1. 3をもとに、河川および農業土木施設の施設毎の色彩の規定や色彩設計の考え方について、主な施設や関係機関ごとにガイドラインや文献等による記述を整理し、表-4にまとめた。

このうち、国土交通省北海道開発局（以下、北海道開発局とする）では、設計要領やB5「ダム・堰施設技術基準」などの基準には、設計の参考となる参照資料が示されており、塗装や防食に関してはB11「機械工事塗装要領(案)・同解説」が主たる資料となる。しかし、この要領では色を選定する上での景観や環境配慮など、概念的な記述にとどまり、具体の基準色や色の選定方法に関する記述、参照資料等の提示はみられない。そのため、千歳川や十勝川のように施設や管理事務所ごとにガイドラインをとりまとめている例もみられる。

表-3 道路デザインに関する文献等における色彩に関する記載事項の有無

	色彩に関する記述	番号	資料名	著者編者	出版年
道路の色彩に関する文献	○	E1	道路景観整備マニュアル	建設省道路局企画課道路環境対策室 (財)道路環境研究所・道路景観研究会/大成出版社	1988
	●	E2	北海道の道路デザインブック(案)	寒地土木研究所	2010
	●	E3	高速道路の景観-美しく快適な道路の建設のために	財団法人高速道路調査会	1986
	●	E4	日本のグッドロードガイド	社団法人道路緑化保全協会	2002
	●	E5	シビックデザイン	建設省中部地方建設局シビックデザイン検討委員会編/大成出版社	2000
		E6	景観デザインと色彩	熊沢傳三/技報堂出版	1996
	○	E7	景観からの道づくり	財団法人道路環境研究所/大成出版社	2008
		E8	道路構造物景観設計ハンドブック	建設省関東地方建設局道路部	2000
道路構造物の色彩に関する文献		F1	景観舗装ハンドブック	土木研究センター-景観舗装研究会/大成出版社	1995
		F2	カラー歩道舗装の手引き	社団法人日本道路建設業協会/社団法人日本道路建設業協会	1988
		F3	換気塔のデザイン	国土技術政策総合研究所資料	2010
		F4	橋梁塗装のカラーデザインの30年(鋼橋塗装, Vol.24, No.2)	跡部礼子	1998
		F5	都市高速道路橋の色彩の移り変わり(鋼橋塗装, Vol.24, No.2)	(社)日本鋼橋塗装専門会	1998
		F6	観光活性化標識ガイドライン	観光活性化標識ガイドライン検討会/国土交通省	2006
		F7	道路用遮音壁に関する景観評価の現状と事例	国土技術政策総合研究所資料	2014
		F8	路面のカラー化について事例集	全国道路標識標示業協会東京都協会	-

●色彩に関して概念的な記述がある。

○色彩に関して概念的な記述と色名称が示されている。

◎色彩に関して概念的な記述とマンセル値・日塗工番号が示されている。

自治体によっては、B10「北海道建設部土木工事共通仕様書」のように、仕様に一般社団法人日本塗料工業会の塗料用標準色番号が指定されているものや、札幌市下水道局のように基準・ガイドライン等で明文化はされていないものの、慣例的に色の指定がされていることがヒアリングから確認された。

次に管理者へのヒアリングから明らかになった既存の土木施設の色の選定の流れを分類したものを図-2に示す。ほとんどの土木施設では塗装色等に関する規定がなく、色の選定方法にも必ずしも決まった流れはない。ここでは、ヒアリングにより明らかになった選定の流れを類型化した。

色彩の選定の流れで河川事業と農業事業で異なるのは、農業部門では樋門等の施設の管理を建設後に自治体や地域の土地改良区などに移管することも多く、建設時に地域の意向を確認した上で、検討した色とする場合がある。河川事業では新設工事等の際に住民利用の多い区間などでは地域住民の意見を確認するため、WS等の合意形成の機会を設ける場合もある。

樋門の上屋や操作部、樋門・水門の門扉やダム等の鋼製ゲート部などは、メーカーの標準色、推奨色を選定する場合も多いとみられる。これは、色の選定に規定がない場合に、その選定の判断基準としては、コストが最も安い標準色やメーカー推奨色を選択する場合が多いためである。

また、再塗装の場合など、元色から色を変えようとした場合に、色を変更する理由の検討や色選定の作業が改めて必要になる。このことも、慣例色やメーカー標準色、推奨色を使用する要因と考えられる。

このほか、現在は維持管理コスト削減の目的からステンレスや亜鉛メッキの利用、さらに労務コストの削減のため転落防止柵等に2次製品を利用し、金属素地仕上げの土木施設も増加している。

2.2 北海道内の色彩設計の事例

本節では、北海道内で公共施設の色彩ガイドラインを策定し、実際に構造物の設計を実施している事例として、北海道開発局の千歳川遊水地管理施設色彩ガイドライン³⁾および長沼町の公共施設の景観づくり指針⁴⁾について事例調査を実施し、その現状と課題について述べる。

それぞれの色彩ガイドラインの概要を表-5に示す。

2.2.1 北海道開発局：千歳川遊水池管理施設色彩ガイドライン

千歳川遊水池管理施設色彩ガイドラインは、北海道

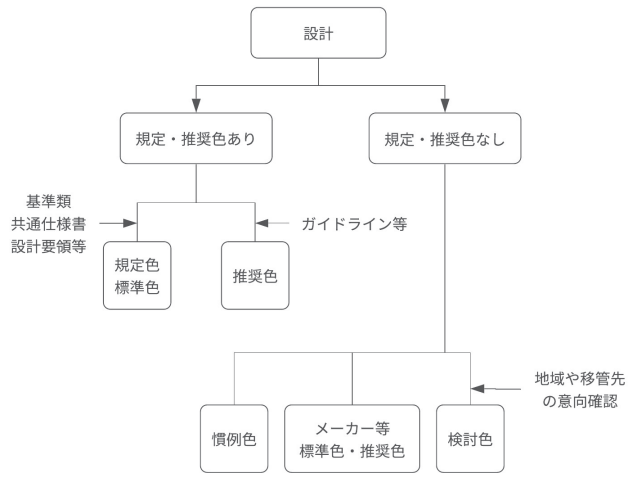


図-2 既存の土木施設の色の選定の流れの分類

表-4 北海道における主な土木施設の色彩設計に関する規定・技術資料の例（管理主体別）

事業部門	管理主体	施設種類	色彩設計に関する規定・技術資料等	標準色／推奨色
河川	国土交通省 北海道開発局	樋門	機械工事塗装要領（案）・同解説	-
		操作部・上屋		-
		水門		-
	ゲート等	-		
	北海道	樋門	北海道建設部土木工事共通仕様書	塗装用標準色F09-50X （発注者仕様に基づき、個別に工場製作を行う樋門・樋管の金物関係には適用外）
農業	北海道	樋門 ポンプ等	土地改良事業計画設計基準 農業農村整備事業における景観配慮の手引き 農業農村整備事業における景観配慮の技術指針	-
道路	国土交通省 北海道開発局	橋	鋼道路橋塗装・防食便覧	●（色は監督員の指示）
		道路附属物	景観に配慮した防護柵の整備ガイドライン 北海道の色彩の手引き	ダークブラウン（10YR 2/1） ダークグレー（10YR 3/0.5） グレーベージュ（10YR 6/1） オフグレー（5Y 7/0.5） 地域の特性に応じた適切な色彩を選定
	北海道	橋梁 支柱類	鋼道路橋塗装・防食便覧 北海道建設部土木工事共通仕様書	●（色は監督員の指示） 白もしくは類する色
（参考）	長沼町	公共施設	公共施設の景観づくり指針	ダークグリーン（10G 2/2） ダークグレー（10YR 3/0.2）

開発局千歳川河川事務所が2013（平成25）年に作成した。先進事例である同じ水系の漁川ダムで所内の技術者向けのマニュアル「漁川ダム管理施設色彩ガイドライン」（2008年策定）を参考に作成されており、その目的は「施設の色彩を統一し、流域として一貫した千歳川らしい河川景観の形成を図ること」を目的としている。また、ガイドラインに沿って施設の管理を行うことで、「既存の構造物についても数年ごとに必要な塗装工事を契機に新たなコストをかけることなく、景観の改善を実現する」ことを期待して、作成された³⁾。

推奨色としては、漁川ダム管理施設色彩ガイドラインと共通のいざりレッド（7.5R 2/4）、いざりイエロー（10YR 7/6）、ダークグレー（10YR 3/1）、グレーベージュ（10YR 6/1）が規定されており、全て日本塗料工業会標準色とし市場性のあるものを規定している³⁾。図-3に示すように、排水樋門などの施設ごとの色彩設計例が示されている。写真-3に示す東の里排水門は、ガイドラインに沿って設計された事例である。水に触れる門扉や管理階段はステンレス部材で素材色を活かした設計となっている。

一方、遊水地に関連する施設はガイドラインにより統一した色彩設計が行われているが、千歳川沿いの隣接する土木施設は、慣例色として朱色系および従来の景観色としてこげ茶系の色などが使用されている（写真-4）。色彩ガイドラインの運用の課題として、今後はこうした隣接する土木施設についても関係機関と連携しながら、補修時等に統一した色彩を採用することが河川景観の質を向上するうえで期待される。

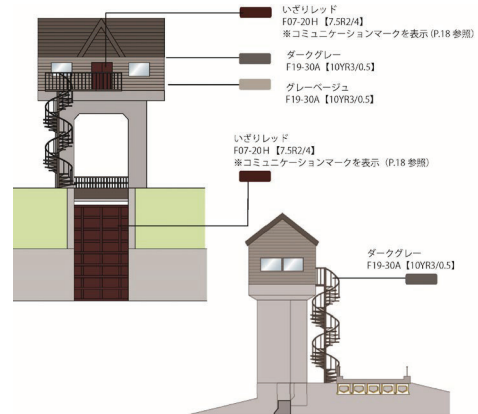


図-3 千歳川遊水池管理施設色彩ガイドラインに記載された樋門の色彩設計例³⁾



写真-3 ガイドラインに沿って建設された東の里排水門



写真-4 東の里排水門に隣接する排水機場管理橋（右側／写真左奥が東の里排水門）管理者が異なる既設の施設で、色彩ガイドラインの方針とは異なる色（10R 5/14）を使用

表-5 色彩ガイドラインの事例とその概要^{3),4)}

	千歳川遊水池管理施設色彩ガイドライン	長沼町 公共施設の景観づくり指針
主体	国土交通省北海道開発局	長沼町
対象施設	①千歳川遊水池の管理施設、および施設区域内に設置される関係機関の施設・工作物等 ②千歳川水系にある同様の施設に適用されることを想定	構造物・附属物（道路・河川・土地改良施設）、公共建築物
方針	河川景観を形成する多くの人工系構造物のデザインを河川景観に馴染ませよう努める。樋門などの構造物の形態や素材・色彩等のデザインは、不必要に目立たせることを避け、周辺の河川景観に馴染ませる。 多くの人が利用する施設系のデザインは、誰もが利用できるユニバーサルデザインの考え方にもとづくバリアフリー化に努め、周辺景観に配慮したデザインコード等を定める	長沼を象徴する丘陵や田園の美しい景観を活かすため、目立つ必要のない構造物や付属物は色彩で個性を演出することを避け、存在感を軽減するなどにより、景観との調和を目指します。
推奨色	①いざりレッド 7.5R 2/4 (F07-20H)：新緑から夏の緑と補色の関係になり、紅葉と同調する赤系の塗装色から、高緯度・低湿度の環境下で映えるものを選定 ②いざりイエロー 10YR 7/6 (F19-70L)：差し色 ③国立公園のこげ茶と同系色のダークグレー 10YR 3/0.5 (F19-30A)、グレーベージュ 10YR 6/1 (F19-60B) ④亜鉛メッキまたは金属素地 ※①から③の塗装色は日本塗料工業会標準色で市場性があるもの	①素材色：経年変化により周囲と馴染んでいく石材や木材などの自然材質については、素材色を活かす ②スチール製の材質を塗装しない場合は、退色・塗り替えのメンテナンスを考慮した「リン酸亜鉛処理」や「亜鉛めっき」仕様を基本 ③スチール製の材質を塗装する場合は、「ダークグリーン（10G 2/2）」、「ダークグレー（10YR 3/0.2）」の2色を対象地域の特性に応じて使用

2. 2. 2 長沼町の美しい景観づくり—公共施設の景観づくり指針

長沼町は、景観法に基づき 2008（平成 20）年に景観に影響を及ぼすおそれのある建築・開発行為に対して届出の義務を課す「長沼町美しい景観づくり条例」および「長沼町美しい景観づくり計画」を策定した。また、公共施設の整備において、より調和した景観づくりに努めるため、公共施設の景観づくり指針を作成した⁴⁾。この指針では、構造物や道路・河川・土地改良施設の附属物、公共建築物を対象とした色彩の指針が示され、また推奨色として素材色を活かすこと、ダークグリーン(10G 2/2)とダークグレー(10YR 3/0.2)の2色を対象地域の特性に応じて使用することが示されている。

現地調査にてこれらの運用状況をみると、**写真-5**および**写真-6**に示すように橋梁高欄部にダークグリーン、排水機場の施設ではダークグレーが使用されている例が見られた。しかし、同じ路線でも橋毎に色味が異なり、指針で示したマンセル値と異なる色が使われている橋梁がある。また、既存部と異なる色の塗料で補修されている橋も見られ、運用面では課題がある。この要因として、指針の推奨色であるダークグリーン(10G 2/2)は現在の日本塗料工業会の色票⁵⁾に掲載されていないため、類似色で塗装されたと推測される(**写真-5**)。また、部分補修時の色の選定方法は、具体のルールや実施方法も示されていないことから、都度、管理者や事業者の現場判断に左右される側面がある。

日本塗料工業会色見本帳は数年に1度の改訂時に見本から除かれる色があるため、特に彩度2以上の色を推奨色として色見本帳から選定する場合には注意が必要である。

また、指針の策定以前に整備された土木施設や管理者の異なる土木施設など、隣接する土木施設の色の統一を、どのように図っていくかが課題と考えられる(**写真-6**)。

2. 3 既存の土木施設の色彩調査

2. 3. 1 調査方法

調査概要を表-6に示す。調査は文献調査および空中写真を用いた調査を実施した上で、現地測色が可能な土木施設を対象を絞り込んだ。

次に現地測色は、**写真-7**および**写真-8**に示すように、直接測色可能な場合は日本塗料工業会発行の色票⁵⁾もしくは褪色により元の色の判定が難しい場合はカラーリーダーを用い、対象部分の測色を直接行った。直接計測が不可能な場合は、離れた場所から色票を用い



写真-5 指針の推奨色ダークグリーン(5G 2/2)と異なる類似色(5GY 3/4程度)で塗装された高欄。さらに端部の補修部分は色が異なっている



写真-6 長沼町の管理する橋梁(写真奥)に隣接する管理者が異なる土木施設。指針の目的である存在感を軽減する色選定とは異なる方針で塗装色の選定が行われている

表-6 測色調査の概要

調査地	①豊平川	②篠津運河用水	③石狩川上流域
	南19条橋から下流	石狩川頭首工から篠津水門	天塩川上流域
調査対象施設	樋門・樋管	水門・頭首工 揚水機場 タンク等 大型土木施設	頭首工 (利水現況図をもとに航空写真で隣接道路から視認できる施設を抽出)
色の調査方法	日本塗料工業会発行の色見本帳 ⁵⁾ を使用した現地での視感測色 ・基本は塗装部に直接色票をあて測色 ・土木施設に接近できない場合は離れた場所から測色 ・頭首工は空中写真による確認を行い、不明なものは現地測色を実施 ・経年で元の塗装色がわからない場合はカラーリーダーによる測色		

た視感測色を行った(**写真-7**)。

2. 3. 2 調査対象地および対象施設

調査は表-6に示す①豊平川、②篠津中央篠津運河用水(以下、篠津運河とする)、③石狩川および天塩川上流域の対象土木施設について実施した。

①豊平川は、札幌市を流れる石狩川水系石狩川支流の河川であり、真駒内川下流は北海道開発局、上流は北海道が管理する区間となっている。豊平川では、近接する主要な道路から視認可能な樋門を対象に調査を実施した。

②篠津運河は、石狩川を石狩川頭首工より分水し、月形町、新篠津村、当別町、江別市の4市町村を流れる用水路で、江別市の篠津運河水門から篠津川に合流する。石狩川頭首工から篠津運河の通水路の管理は北

海道開発局札幌北農業事務所篠津地域農業施設管理支所が所管し、出口となる篠津運河水門およびその下流の篠津川は北海道開発局江別河川事務所が所管する。篠津運河では、水門や農業利水用の配水タンクなど大型の土木施設および、その附属施設の調査を実施した。

③石狩川上流域および天塩川上流域は、利水現況図および主要水系調査書⁶⁾から農業利水施設である頭首工を抽出し、このうち隣接する道路から視認できる施設について、Google Earth もしくは現地測色により塗装に使用されている色の調査を行った。

2. 3. 3 調査結果

(a)豊平川

豊平川の調査対象施設の位置を図-4 に、調査結果を表-7 に示す。

調査の結果、北海道開発局が管理する樋門は上屋付きのものであり、上屋はダークブラウン系の色相で統一されているが、マンセル値はそれぞれ異なる。また管理柵は転落防止柵を含めて塗装の場合は、主に 10R 5/14 (JIS 09-50X/あざやかな黄赤) で塗装されている(写真-9)。一方、札幌市が管理する排水樋門(樋管も含む)は下水道局が管理するもので、上屋がないものは、主に 2.5Y 8/14 (JIS 22-80X/あざやかな黄) により塗装されていた(写真-10)。上屋があるものは、管理橋の転落防止柵に軽量アルミなど金属素地色のものも見られた(写真-11)。札幌市下水道局へのヒアリングでは、色の選定理由は共通仕様書などに特に定めはないが、上屋なしの樋門の色については、慣例的に使用している色を統一して使用しているという回答であった。

(b)篠津運河

篠津運河の調査対象施設の位置を図-5 に、調査結果を表-8 に示す。

篠津運河に設置されている揚水機場は開発局で整備が行われ、その管理は篠津地域農業施設管理支所および篠津中央土地改良区の管理となっている。表-8 に示すように、それぞれ施設の形状や使用されている色は各施設で異なる。揚水を一時貯留するタンクには彩度の高い色が使用され、各揚水機場で色彩の統一は図られていない。

(c)頭首工

頭首工の調査結果を表-9 に示す。

調査の結果、写真-12 に示すように、北海道共通仕様書(表-1, B10)等の標準色など土木施設の塗装色として慣例的にとして使用されている色 10R 5/14 (JIS 09-50X/あざやかな黄赤) もしくはその類似色で塗装



写真-7 色見本帳による測色の状況
(左：直接、右：離れた場所からの視感測色)



写真-8 カラーリーダーによる測色

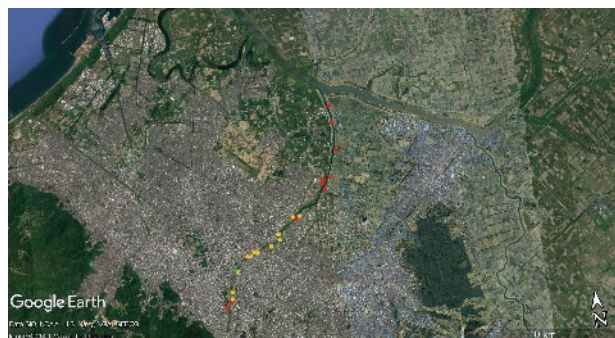


図-4 調査地の位置図(豊平川)



写真-9 厚別排水機場樋門。管理橋は 10R 5/14 で塗装されている



写真-10 札幌市管理の東橋公園樋門

された施設が調査した 35 件中 26 件 (74.2%) であった。

標準色以外を使用している施設では、土別川頭首工 (表-8, C4) のように同一施設でも可動堰部分と階段や操作施設等の附属物で異なる塗装色を使用している例など、色彩は統一されていなかった。一方、天塩川の東土別頭首工 (表-9, C5) では附属物を含め同色 (5.3G 6/2.8/灰みの緑) で塗装された施設もみられた (写真-13)。

また、写真-14 に示す近文頭首工 (表-9, C34, 4.5R 3.6/7.9/くすんだ赤) をはじめ、彩度 3 以上の色で塗

装している施設は経年により褪色している例も多くみられた。なお、以上、これらの各施設の色の選定理由については未調査である。

2. 4 積雪寒冷地の樹木の色測調査結果

2. 4. 1 調査方法

本研究の主な対象地は自然域や山間域である。北海道内のこれらの景域の環境色の特性は、吉田らにより調査、分析⁸⁾が実施されている。これは写真を用いたみかけの色の調査である。一方、文献⁹⁾では武蔵丘陵森林公園や北海道内の植生の色相やトーンの調査について記述されており、葉の色変化が述べられている。

表-7 現地測色調査の結果 (豊平川)

	名称	管理者	上屋	管理橋の桁色
A1	上福移樋門	開発局	○	10R 5/14
A2	篠路樋門	開発局	○	10R 5/14
A3	農場樋門	開発局	○	10R 5/14
A4	西角山樋門	開発局	○	10R 5/14
A5	雁来新川幹線樋門	開発局	○	10R 5/14
A6	雁来排水機場樋門	開発局	○	10R 5/14
A7	厚別排水機場樋門	開発局	○	10R 5/14
A8	米里中継ポンプ場樋門	札幌市	×	2.5Y8/14
A9	逆川樋門	開発局	○	10R 5/14
A10	小沼川樋門	開発局	○	10R 5/14
A11	雁来1号樋門	札幌市	×	2.5Y8/14
A12	雁来2号樋門	札幌市	×	2.5Y8/14
A13	東橋下流左岸樋門	札幌市	×	2.5Y8/14
A14	菊水北町樋門	札幌市	×	2.5Y8/14
A15	東橋公園樋門	札幌市	×	2.5Y8/14
A16	河岸公園樋管	札幌市	×	2.5Y8/14
A17	南3条樋門	札幌市	×	ステンレス
A18	菊水北町樋門	札幌市	×	2.5Y8/14
A19	南大橋上流右岸樋門	札幌市	○	桁 N7 転落防止柵 N8 (軽量アルミ)
A20	平岸一条樋管	札幌市	×	2.5Y8/14
A21	精進川樋門	開発局	○	10R 5/14
A22	創成川樋門	開発局	○	10R 5/14



写真-11 管理桁の防止柵に2次製品を使用した樋門

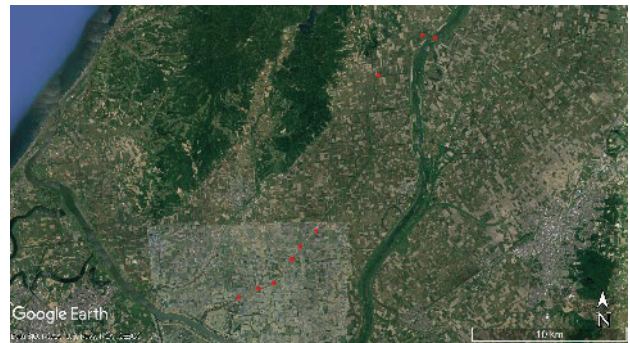


図-5 調査地の位置図 (篠津運河)

表-8 現地測色調査の結果 (篠津運河)

番号	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
名称	篠津運河水門	美原揚水機場	川南揚水機場	篠津揚水機場	中小屋揚水機場	月形揚水機場	石狩川頭首工
タンク 門扉 橋桁	10R 5/14	10B 7/6	5B 5/10 10YR 5/12 10R 5/14 10G 6/8	5R 4/14 2.5BG 5/8	7.5YR 7/14	7.5GY 8/6	ダークブラウン

しかし、屋外環境下でのみかけの色の測定は、天候に左右される太陽の分光、大気の状態などの影響があり、絶対的な評価や比較が困難である。加えて、人間が実際に物体を見る時は錯覚の影響もあり、脳が判断している色を再現するのは難しい。

そこで本研究では、既往研究を参考に環境色を把握する上で、太陽光や錯覚等の影響を受けない基本となる樹木の物体色の調査を行い、みかけの色の推定を行うことで、北海道における季節ごとの環境色の変化の特性について明らかにすることとした。

調査概要を表-10に示す。調査対象は、積雪寒冷地の河畔に繁茂している樹木、山林や道路緑化樹木として利用されている樹木とした。調査方法はカラーリー

ダー(写真-8)を用いた物理測色とし、葉、若葉、幹、冬枝を樹木1本から3本(3枚)以上採取し(幹は直接測定)、場所を変えて10回計測し、平均値を算出した。計測した葉の一例を写真-15に示す。なお、写真-16に示すプラタナスやヨーロッパアカマツのように同じ幹でも色彩が異なる場合は、それぞれ分けて計測を行った。

2.4.2 調査結果

調査結果を図-6および図-7に示す。

表-9 天塩川上流域および石狩川中上流域の頭首工の塗装色に関する調査結果

番号	頭首工名	河川名	管理者	道路からの眺望	色
C1	天塩川第2頭首工	天塩川	天塩川土地改良区	×	標準色
C2	下士別頭首工	天塩川	士別土地改良区	○	C5と同色
C3	剣和頭首工	天塩川	農林水産大臣	×	C4と同色
C4	士別川頭首工	天塩川	士別川土地改良区	×	階段/柵 3.4G 4.2/5.3 門扉 8.6R 3.3/2.7 5.3G 6/2.8
C5	東士別頭首工	天塩川	上士別土地改良区	○	標準色
C6	真敷別頭首工	名寄川	名寄土地改良区	○	標準色
C7	上名寄頭首工	名寄川	名寄土地改良区	○	7.5R 3/3
C8	名寄川頭首工	名寄川	下川土地改良区	○	標準色
C9	日進頭首工	風連別川	風連土地改良区	○	標準色
C10	第4頭首工	忠烈布川	名寄土地改良区	○	標準色
C11	名寄幹線頭首工	タヨロマ川	天塩川土地改良区	○	標準色
C12	温根別頭首工	犬牛別川	温根別土地改良区	○	標準色
C13	南士別頭首工	イバノマップ川	士別西南土地改良区	○	標準色
C14	北線頭首工	温根別川	温根別土地改良区	○	標準色
C15	三笠頭首工	ワッカウエンナイ川	和寒土地改良区	○	標準色
C16	館野頭首工	金川	上士別土地改良区	○	標準色
C17	川南第3頭首工	金川	上士別土地改良区	○	標準色
C18	吉野頭首工	金川	上士別土地改良区	○	標準色
C19	成美第3頭首工	パンケスカナブ川	上士別土地改良区	○	標準色
C20	成美頭首工	パンケスカナブ川	上士別土地改良区	○	標準色
C21	北空知頭首工	石狩川	空知土地改良区	○	10GY 8/4
C22	栗沢頭首工	夕張川	北海道土地改良区	○	標準色
C23	長沼頭首工	夕張川	長沼土地改良区	○	未調査
C24	金子頭首工	幌向川	金子土地改良区	○	標準色
C25	川向頭首工	幾春別川	岩見沢土地改良区	○	標準色
C26	市未知頭首工	幾春別川	北海道土地改良区	○	2.5PB 4/10
C27	北海頭首工	空知川	北海道土地改良区	○	標準色
C28	八丁目頭首工	雨竜川	秩父別土地改良区	○	標準色
C29	滝の上頭首工	雨竜川	秩父別土地改良区	○	標準色
C30	雨煙別頭首工	雨竜川	幌加内土地改良区	○	標準色 5B 7/6
C31	渭の津頭首工	小豆川	北竜土地改良区	○	標準色
C32	幌加内頭首工	幌加内川	幌加内土地改良区	○	標準色
C33	幌加内第2還元頭首工	雨煙内川	幌加内土地改良区	○	標準色
C34	近文頭首工	石狩川	近文土地改良区 共栄土地改良区	○	桁 4.5R 3.6/7.9 柵 10B 5/10
C35	原野頭首工	幌新太刀別川	沼田町土地改良区	○	2.5YR 5/12



写真-12 原野頭首工 (2.5YR 5/12) 北海道共通仕様書標準色 (10R 5/14) の類似色



写真-13 東士別頭首工 (5.3G 6/2.8) 附属物も含めて色の統一が図られている



写真-14 近文頭首工 (4.5R 3.6/7.9) 褪色しており当初の塗装色は異なると推測される

年間で最も葉の彩度の高い春期の葉の物体色は、色相 7.5Y~2.5GY、明度 3~6、彩度 3~6 であった。今回の調査では色相や明度、彩度の範囲は、既往研究⁹⁾の道内の植生の色相・トーンの調査結果のうち、明度、彩度の最も高い範囲とおおむね一致する。本研究では針葉樹を1種類しか調査していないため、葉の明度、彩度の低い植生については未検証である。

一方、幹は色相が 5YR~5Y、明度はヨーロッパアカマツの幹の暗い部分のように最も低いもので 2、シラカバやプラタナス、シダレヤナギの灰白色の最も明るい部分で 5~6 であった(写真-16)。彩度についてみると、プラタナスの幹の明るい部分が最大値の 3、ヨーロッパアカマツが 2.4 で、残りのほとんどの樹種は彩度 1~2 だった。なお、樹木のみかけの色については、春から秋にかけて、葉などにより日中は影が落ちることで、明度、彩度は実際の色より低く見えると推測さ

れる(写真-17)。また、写真-18に示すように、光を受けた葉の色は今回調査した物体色よりも明るく鮮やかに見えると考えられる⁹⁾。

2. 5 既存の土木施設の色彩に関する現状と課題

2.1 節の基準等の文献調査の結果および 2.2 から 2.3 節の土木施設の色彩調査の結果、既存の土木施設の色彩に関する課題については、以下の点が挙げられる。

- 現在の土木施設的设计基準等では、色について規定されているものはほとんどなく、各自治体等においても公共施設の色を規定したガイドライン等の作成は十分でない。
- また色の規定がある場合も、管理主体により規定される色や慣例的に使用される色が異なる。そのため、管理者が異なる場合など、隣接する施設の色が異なる場合も多い。
- 千歳川や長沼町のように流域や地域景観として統一した色彩のルールを策定し、運用を目指す主体もあるが、現在のところ運用段階の実例はみられない。
- 揚水機場内などの同じ施設内や、頭首工や水門な

表-10 樹木の色彩調査に関する調査概要

調査方法	カラーリーダーによる物理測色 幹：1本から10か所計測し平均を算出 葉：1本樹木から葉を3枚以上採取し10か所計測し平均を算出
調査対象	若葉、成葉、幹 参考：当年枝(イチウ・カツラ) 花(ニセアカシア、ニホンタンポポ、ハルニレ)
調査対象樹木	プラタナス、ヤナギ、ニセアカシア、ハルニレ、シダレヤナギ、イチウ、シラカバ、ナナカマド、カツラ、トチノキ、イタヤカエデ、シダレヤナギ、ブンゲンストウヒ、アカエゾマツ、ヨーロッパアカマツ



写真-15 調査対象の葉 (ナナカマド)



写真-16 プラタナス(左)とヨーロッパアカマツ(右)の幹

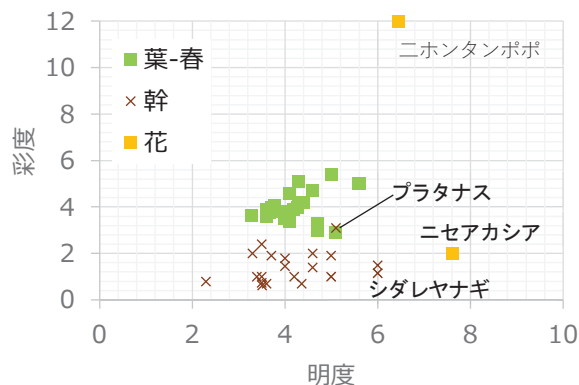


図-6 樹木の測色結果 (明度-彩度比較)

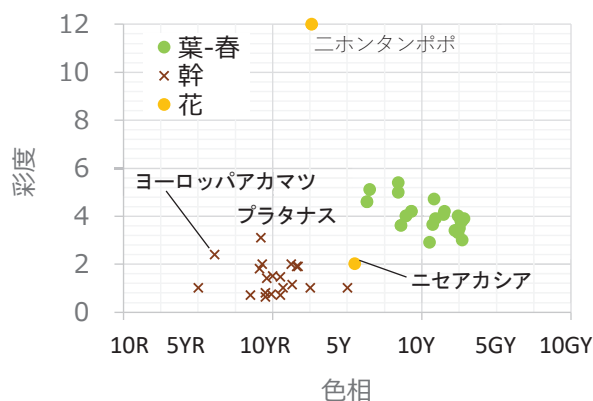


図-7 樹木の測色結果 (色相-彩度比較)

どの一つの構造物でも柵や門扉、階段等の付属物の色彩の統一や、調和を考慮した配色にはなっていない。

- ・ 慣例的に使用されている色（10R 5/14 など）は、周辺の植生等の色彩と比較して彩度の高い色が多く、また、経年した構造物では褪色が目立つ。

3. 土木施設の色彩と機能および環境との関係に関する評価・分析

本章では、2 章までの文献調査および現在の土木施設の色彩調査の結果から、積雪寒冷地の景観に調和する色彩の考え方について整理する。

また、その整理した結果を踏まえ、北海道の景観に調和する色について、実際に土木施設に使用される塗料サンプルによる屋外での色彩評価実験およびフォトモンタージュを用いた評価実験により明らかにする。

3. 1 積雪寒冷地の景観に調和する色彩の考え方

3. 1. 1 景観調和と色彩調和の考え方の関係性

この節では、後述の実験における評価要素を検討するため、既往研究や文献等から土木施設の色彩に関する考え方を調査し、積雪寒冷地の景観に調和する色彩の考え方について考察した。

色彩の組み合わせに関する調和論については様々な考え方があるが、図-8 に示すように、これらをまとめた Judd の理論では、①類似性、②馴染み、③秩序、④明瞭性に分類される¹⁰⁾。一方、景観調和の考え方には、「強調」、「融和」、「消去」がある¹¹⁾。

これらを土木施設の色彩との関係で考えると、例えば、山並みや空、海と対比調和する赤系（Judd¹⁰⁾の③秩序）や白等の明度の差が大きい色（④明瞭性）、樹木など環境色の緑に囲まれた場所で花の色を連想させる黄色などの鮮やかな色（②馴染み）を用いる場合が景観調和論における「強調」に該当する。同様に「消去」は、構造物があることがわからない状態を指し、例えば雪の中で真っ白な色を用いた時（①類似）や色が判別できないほど構造物が小さい場合、遠くから眺める場合などがこれにあたる。「融和」はその中間の状態を指し、色彩調和の考え方では、類似性のある色（Judd の①）や自然の中にみられる配色の組み合わせ（②馴染み）などが考えられる¹¹⁾。

3. 1. 2 強調色および対比調和色の課題

一方で、土木施設を強調する色、特に周辺環境色に対比調和する色に関する以下の課題が挙げられる。

(1)対比調和する色に関する課題

一般的に土木施設を強調する色は彩度の高い鮮やかな色が多いが、維持管理面からみると、こうした彩度の高い色や緑の補色である赤や黄色は紫外線の劣化を受けやすく、褪色しやすいため、彩度の低い色等に比べて再塗装の必要性が増加するなどの課題がある¹²⁾。

また、景観面からみると、時間および季節ごとに複雑に光環境や周辺環境色に変化していく屋外において、対比調和するよう色を選定するには入念かつ慎重な検討が必要となる。また、塗料は紫外線等の劣化により白化や色味が失われていくが、上記に示したとおり、彩度の高い色は特に色味が変化しやすく、塗装直後は最も鮮やかだが、褪色等により経年により景観評価が



写真-17 光のあたり方による幹の色の見え方の違い (イチヨウ)

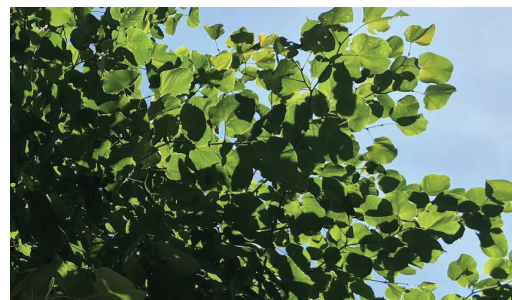


写真-18 光のあたり方による葉の色の見え方の違い (シナノキ)

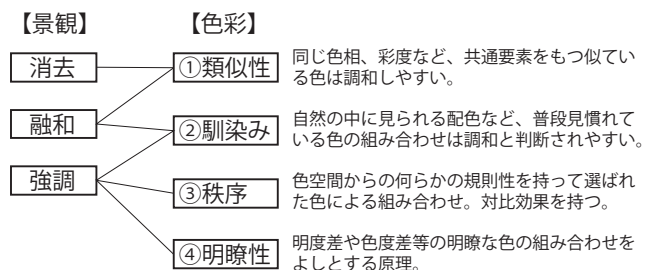


図-8 景観調和と Judd の色彩調和論の関係性の整理^{10), 11)}

著しく下がる可能性が高い¹²⁾。

一方、機能の面からみると、管理者をはじめとした施設利用者が土木施設の位置を特定できるよう、その存在を認知できるように配慮する必要がある。色の見やすさに関係する要因として、明視性と誘目性があるが、色の誘目性は注意のひきやすさを示す¹³⁾。誘目性と彩度には高い相関関係があり、彩度が高いほど注意をひきやすいといえる¹³⁾。明度では黒より白の誘目性が高い。また色相では、青や緑よりも赤や黄色の誘目性が高い¹³⁾。つまり、2章で調査した土木施設の塗装に使用されている10R5/14などは、危険や警戒を示す道路標識に使われる彩度の高い赤や黄色と同様に、色の中で最も誘目性の高い色の一つといえる。

ドライバーの沿道環境の情報認知の負荷や、過度な注視の発生などを考慮すると、沿道から視認できる土木施設に、運転に必要な道路情報を阻害するような不必要に誘目性の高い色を使用することは、安全面から避けた方がよいと考えられる。

また、霧や雨天、吹雪時等の視界不良の場合の誘目性を確保する上で、彩度の高い赤色や黄色は他の色に比べて相対的に誘目性が高いものの、褪色などによる色の変化も起こり得る¹³⁾。近年はGPSや空中写真などで土木施設の詳細な位置情報を確認することも比較的容易になったため、過度に誘目性を高める必要性は低く、別途、部分的に再帰反射型シートや自発光型ライトを用いるなど、安全性の面から、より確実に輝度を確保する方法を検討することも可能である。

(2)土木施設の明視性の考え方

土木施設の形状や位置などを把握する上で、対象をはっきり認知できるかという明視性を検討する必要がある。明視性は、一般的には色の明度差が最も関係があり、次に色相差とされる¹³⁾。図-8中の④明瞭性の原理を考慮すると、色の明視性が極端に低いと土木施設の景観調和の評価も低くなる可能性が考えられる。

しかし一方で、明視性は、明度差や色相差が大きすぎるとかえって見えにくくなる場合もある。例えば、視覚障害者誘導用ブロックは、バリアフリーガイドラインにおいて輝度比（明度差）を晴眼者の違和感のない範囲として輝度比1.5～2.5の範囲で確保することが定められている¹⁴⁾。これを明度差に置き換えると、例えばN9とN8（明度差1）の場合に輝度比は1.3、N9とN6（明度差3）で輝度比が2.4、N3とN4では2.0という調査結果があり、比較する色相や明度によって異なるものの、明度差1～3の範囲に当てはまると考えられる¹⁵⁾。

この土木施設の明視性に関して、色相差や彩度差については検証が必要である。

3. 1. 3 土木施設の色彩に関する基本的な方針

上記を踏まえると、機能的に必要な場合や、長大橋などのランドマークとなる土木施設で、専門家による検討を行う場合を除けば、土木施設の多くは周辺環境と融和する色を選択するのが望ましい。

3. 2 屋外における色彩評価実験結果

3. 2. 1 実験概要

本節では、3.1節をふまえて、景観に融和する色と北海道の土木施設に慣例的に使用されている彩度の高い色やガイドライン等の推奨色について、景観との調和や明視性に違いがみられるか検証するため、実際に土木施設に使用される塗料サンプルによる屋外での色彩評価実験およびフォトモンタージュを用いた評価実験を行った。

実験概要を表-11に示す。評価実験は、図-9および写真-19に示す札幌市近郊の田畑の広がる平野部の一級河川において実施し、橋梁や樋門管理橋をイメージした色彩サンプルを用いて評価を行った。実験は、積雪期および非積雪期の1回ずつ計2回実施した。実験の被験者は積雪期が一般市民11名、土木技術者11名で年齢は20代～60代までの計22名、非積雪期が一般市民22名、土木技術者12名で年齢は20代～60代までの計34名である。

3. 2. 2 評価実験の方法

評価実験は、道路等から利用者が実際に風景の中に存在する土木施設を見ることを想定し、被験者には樋門管理橋および高水敷に並べて設置した色彩サンプルを50m離れた堤防上から評価を行ってもらった（写真-19）。

(1)色彩サンプル

色彩サンプルの色は、『景観に配慮した道路附属物等ガイドライン¹⁶⁾』で推奨される景観4色のほか、一般的に土木施設の塗装に用いられる日本塗料工業会発行『塗料用標準色（2017年J版）¹⁷⁾』に掲載されている色から、積雪期は11色、非積雪期は18色を用いて評価を

表-11 実験概要

	非積雪期	積雪期
実験日	平成31年1月16日	2019年9月20日
被験者数	土木技術者 11名 一般市民 11名	土木技術者 12名 一般市民 22名
実験サンプル数	15色/4グループ (景観4色、彩度、明度、色相)	21色/6グループ (景観4色、彩度、明度、色相)
評価因子	美しい/美しくない 馴染む/馴染まない 判別できる/判別できない	美しい/美しくない 馴染む/馴染まない 判別できる/判別できない

行った(表-12)。色彩サンプルのサイズは横1m×縦0.7mとした。また、サンプルの塗装は土木施設の塗装に用いられる合成塗料を使用し、仕上げは5分ツヤとした。

(2)色彩サンプルのグループ分け

実験は、各色彩サンプルについて、景観4色、明度、彩度、色相などの評価グループ(表-12の実験グループ)を設定し、それぞれの評価グループ毎に3~7枚の色彩サンプルを並べ、SD法に比較順位要素を加えた手法¹⁷⁾を用いて評価を行った。

(3)評価要素

土木施設の環境との調和については、消去、融和、強調の考え方があるが、一般的な土木施設においては融和(風景に馴染ませること)が重要であり、本実験の評価項目についてもこれに基づき、「(風景に)馴染む/馴染まない」(融和感)、「(風景全体を見たときに)美しい/美しい」(総合評価)の2つの形容詞対について6段階評価を求めた。また、雪の中でも維持管理者が構造物を視認できるかという機能の検証として「判別できる/できない」についても評価を求めた(表-13)。

3. 2. 3 印象評価実験の結果

実験結果は一般市民と土木技術者の被験者グループ毎に、中央値および四分値(25%および75%値)をグラフにプロットし、色彩サンプル間、被験者グループ間について有意差を分析した。

積雪期・非積雪期の実験1~4までの「馴染む/馴染まない」の実験結果を図-10~図-13に示す。グラフの凡例を図-14に示す。

(1)実験1：景観4色の比較

文献⁹⁾に示されるダークブラウン、ダークグレー、グレーベージュ、オフグレーの4色の比較を行った。

実験結果を図-10に示す。

積雪期をみると、土木技術者、一般市民の両グループともに「馴染む/馴染まない」という点では、オフグレー、グレーベージュ、ダークグレーの評価が高く、ダークブラウンの評価は低かった。一方、表-14に示すように積雪期の「判別できる/できない」という点では、ダークブラウン、ダークグレーの順に評価が高く、オフグレー、グレーベージュの評価は両グループともに低かった。

非積雪期をみると、「馴染む/馴染まない」という点で、土木技術者グループはダークブラウン、ダークグレーの評価が高く、逆に一般市民グループはダークブラウンの評価が低い。

(2)実験2：明度の比較

実験に使用したサンプルは、いずれも無彩色に近いグレーの色彩で統一し、明度3~7のサンプルの評価を行った。実験結果を図-11に示す。

積雪期では、土木技術者グループは、「馴染む/馴染まない」という点で、すべてのサンプルの評価が高く、特に明度5の評価が高かった。一般市民グループは、明度5および明度7の評価が高く、明度3の評価は二



図-9 評価実験の実施地



写真-19 評価実験の様子
(写真上：非積雪期、写真下：積雪期)

つに比べて低めであった。「判別できる／できない」という点は、明度 7 は判別できないという評価だった。

非積雪期をみると、「馴染む／馴染まない」という点で、技術者グループは明度 3、明度 5 の評価が高く、明度 6、明度 7 の評価が低かった。市民グループは、明度 3 および明度 6、7 の評価が低く、明度 5 の評価が低かった。

(3)実験3：彩度の比較

積雪期では、ダークグレーおよびグレーベージュ、北海道内で使用されているガイドライン色(表-12、実験3のサンプル色3~4)、上屋なし樋門などで慣例的に使用されている塗装色(表-12、実験3のサンプル色5~7)の比較を行った。非積雪期は、10YR、5G、5Bの明度4の色について彩度1~3の比較をそれぞれの色相ごとに行った。実験結果を図-12に示す。

積雪期では、技術者、一般市民グループともに「馴染む／馴染まない」という点では、彩度0.5~3のサンプルの評価が高く、彩度が小さいほど、評価が高くなる傾向が見られた。一方で、現在の上屋無し樋門の金属部や門扉等に多用されている彩度10以上の高彩度色は評価が低かった。

非積雪期では、技術者グループは、「馴染む／馴染まない」という点で、3種類の色相ともに彩度1の評価が高く、彩度2および彩度3の評価は低かった。市民グループは評価に差がなかった。

(4)実験4：色相の比較

明度4彩度1(中明度低彩度)の色相違いのサンプル(5枚または7枚)について比較を行った。実験結果を図-13に示す。

積雪期では、「馴染む／馴染まない」という点では、土木技術者グループは、黄赤、黄、黄緑、緑系の評価が高く、青緑系の評価にはばらつきがあった。一般市民のグループは、全てのサンプルで評価が高いが、特に黄系、黄赤系のサンプルの評価が高かった。

非積雪期では、「馴染む／馴染まない」という点で技

表-12 評価色リスト

■積雪期						
実験グループ	色彩	マンセル値	日本塗料工業会色番号	備考		
実験1	景観4色	1	10YR2/1	19-20B	ダークブラウン※	
		2	10YR3/0.5	19-30A	ダークグレー※	
		3	10YR6/1	19-60B	グレーベージュ※	
		4	5Y7/0.5	25-70A	オフグレー※	
実験2	明度比較	1	10YR3/0.5	19-30A	ダークグレー※	
		2	10YR5/0.5	19-50A	実験3-1と同色	
		3	5Y7/0.5	25-70A	オフグレー※	
実験3	彩度比較	1	10YR5/0.5	19-50A	ダークグレー※	
		2	10YR6/1	19-60B	グレーベージュ※	
		3	7.5R3/3	07-30F	-	
		4	7.5R3/6	07-30L	-	
		5	10R5/14	09-50X	-	
		6	2.5Y8/14	22-80X	-	
		7	10B5/10	69-50T	慣例色	
実験4	色相比較	1	黄赤	10YR4/1	19-40B	-
		2	黄	5Y4/1	25-40B	-
		3	黄緑	5GY4/1	35-40B	-
		4	緑	5G4/1	45-40B	-
		5	青緑	5BG4/1	55-40B	-

■非積雪期						
実験グループ	色彩	マンセル値	日本塗料工業会色番号	備考		
実験1	景観4色	1	10YR 2/1	19-20B	ダークブラウン※	
		2	10YR 3/0.5	19-30A	ダークグレー※	
		3	10YR 6/1	19-60B	グレーベージュ※	
		4	5Y 7/0.5	25-70A	オフグレー※	
実験2	明度比較	1	10YR 3/0.5	19-30A	ダークグレー※	
		2	10YR 5/0.5	19-50A		
		3	10YR 6/0.5	19-60A	追加※2	
		4	10YR 7/0.5	19-70A	追加	
実験3A	彩度比較	1	10YR 4/1	19-40B	-	
		2	10YR 4/2	19-40D	追加	
		3	10YR 4/3	19-40F	追加	
実験4B	実験5	1	5G 4/1	45-40B	-	
		2	5G 4/2	45-40D	追加	
実験6C	色相比較	1	赤	5R 4/1	05-40B	追加
		2	黄赤	10YR 4/1	19-40B	実験3-1と同色
		3	黄	5Y 4/1	25-40B	-
		4	黄緑	5GY 4/1	35-40B	-
		5	緑	5G 4/1	45-40B	実験4-1と同色
		6	青緑	5BG 4/1	55-40B	-
		7	青	5B 4/1	65-40B	実験5-1と同色

※ 文献9)のガイドラインに示される推奨色の色名

※2：追加 1回目の実験(積雪期)を受けて追加した色

表-13 評価因子

評価項目／3項目
美しい／美しくない
馴染む／馴染まない
判別できる／判別できない
評価方法／6段階評価
1 左の言葉があてはまる
2 やや左の言葉があてはまる
3 どちらかといえば左の言葉があてはまる
4 どちらかといえば右の言葉があてはまる
5 やや右の言葉があてはまる
6 右の言葉があてはまる

術者、市民グループともに赤系 5R の評価が低かった。技術者グループでは黄緑 5GY の評価が最も高かった。他の色相については評価の差がなかった。

(5)実験結果：評価要素間の相関

評価結果について「馴染む／馴染まない」と「美しい／美しくない」の評価要素の相関について確認した。それぞれの色サンプルの技術者グループの評価平均値の相関グラフを図-15 に示す。

この結果、二つの要素には高い正の相関がみられた (R=0.95)。

(6)実験結果：明視性「判別できる／できない」

各サンプル「判別できる／できない」に関する回答結果と対象となるマンセル値との比較表を表-14 に示す。

この結果、評価が低かったのは、積雪期のグレーベージュ (10YR 6/1)、オフグレー (5Y 7/0.5) であった。周辺環境色の色彩は、樋門管理桁の転落防止柵が 5YR 3/2、柵が 5R 4/2、河畔林のシダレヤナギの幹は 5YR 3/3 程度、積雪が 5B 9/0.5 程度であるが、特に周辺環境色

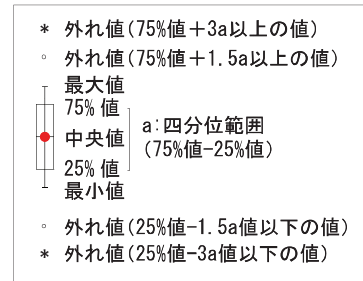


図-14 実験結果の凡例

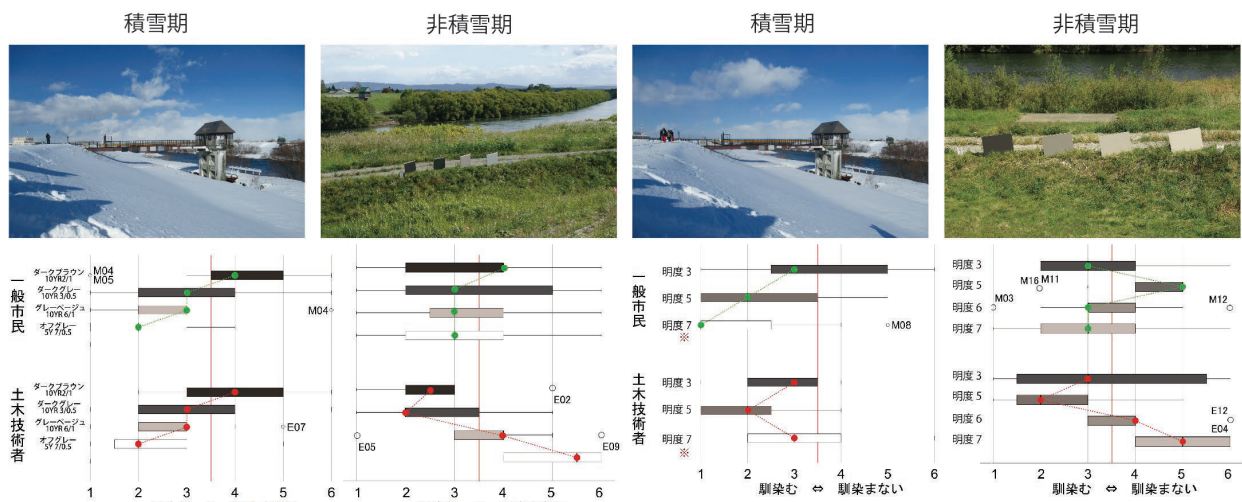
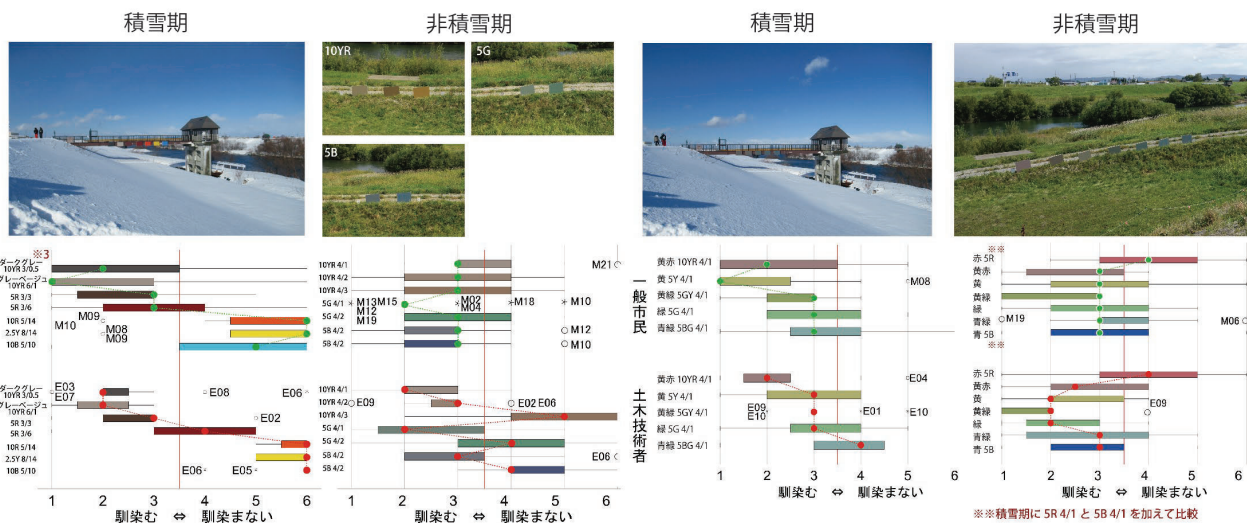


図-10 実験結果 (景観 4 色の比較)

図-11 実験結果 (明度比較)



※3 景観 4 色、北海道内のガイドラインで示された色の近似色、慣例的に使用されている色と比較

図-12 実験結果 (彩度比較)

図-13 実験結果 (色相比較)

の大部分を占める積雪との明度差が小さかったことがこれらの色の評価の低かった要因と考えられる。また、5YR 4/1 および 5Y 4/1 のサンプルの評価も次いで低く、これに関しては転落防止柵や河畔林との色相差が小さかったことが要因と考えられる。

明度と評価値の相関をみると、彩度の高い 10R 5/14、2.5Y 8/14、10B 5/10 の3色を除いたサンプルについては、強い正の相関があった ($R=0.94$)。このことから積雪期では、積雪や空など周辺環境色の明度が高いため、サンプル色の明度が高いほど判別できないという傾向になる。

3.2.4 屋外評価実験のまとめ

(1)設置位置と環境色の関係

実験の結果、季節による「馴染む／馴染まない」の評価の差が最も小さかった色はダークグレー (10YR 3/0.5) と 5R、5B を除く中明度低彩度 (明度4彩度1) の色であった。一方で、最も評価の差が大きかった色はダークブラウン (10YR 2/1) と オフグレー (5Y 7/0.5) であった。

例えば、上屋なし樋門に慣例的に使用される彩度の高い色を除くと、積雪期は、ダークブラウンの評価が最も低い、これは雪や空等の明度の高い周辺環境色が広い面積を占めており、ダークブラウン (明度2) は他の色と比べて明度が低く、明度差が大きかったことが評価の低くなった要因と考えられる。非積雪期では河川空間内の草本類の明度も4~5程度であり、これらの環境色と色彩サンプルとの明度差が大きいくほど評価が低くなる傾向にあったといえる。

色相についてみると、積雪期ではダークブラウンの評価が低い。非積雪期では、環境色の大半を占める黄系、黄緑系、緑系と同色相以外の5R、5BG、5B等の色相の評価が低く、ダークグレー等の無彩色や、特にYRやY系の色は河畔林やコンクリート、桁色との調和が取れており評価が高かったと考えられる。また、同じ色相の中でも、周辺の環境色と同程度の中明度低彩度色の評価が高い傾向にある。例えば同じ黄赤系でも低明度のダークブラウンは評価が低く、明度4の10YR4/1のサンプル色の評価は高かった。

彩度については、草本類は彩度が4~6程度であり、色彩サンプルの彩度が高くなるほど、不明瞭な不調和の状態にあったと考えられる^{1),2)}。

このように、土木施設の色彩を決める上で、周辺の環境色や特に接する色との関係から色を絞り込んでいくことが可能である。

河川空間において、構造物の立地を考慮すると、堤

防ラインより下に設置される構造物は、河川堤防や河原の草本類、河畔林との関係で色彩を検討する必要がある、本実験結果から環境色との明度の差が大きい色、彩度2以上の色や赤系 (5R)、青系 (5B) などの色は避けた方がよいと考えられる。

一方で、堤防ラインより上に設置される構造物は河川空間内外の周辺景観の影響を受ける。今回の実験地のような平野部では空、山間部では山並み、都市部や住宅部では空や建築物との関係が重要となる。

なお、道路橋の高欄や照明柱等の部材については、北海道の色彩ポイントブック¹⁾や地域景観チームでの過去の研究成果¹⁸⁾²²⁾が適用可能である。

(2)明視性に関する留意点

技術者グループではグレーベージュ、オフグレーな

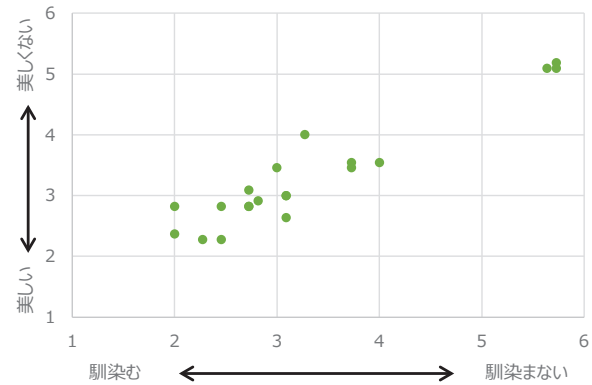


図-15 評価因子間の相関 (「馴染む／馴染まない」および「美しい／美しくない」, $R=0.95$)

表-14 「判別できる／できない」の実験結果 (積雪期／土木技術者)

マンセル値		平均	判別できる ↑
10YR2.0/1.0		1.18	
10R5.0/14.0		1.27	
2.5Y8.0/14.0		1.45	
10YR3.0/0.5		1.64	
10YR3.0/0.5		1.64	
10B5.0/10.0		2.00	
7.5R3.0/6.0		2.36	
7.5R3.0/3.0		2.64	
5G4.0/1.0		2.64	
10YR3.0/0.5		2.64	
5GY4.0/1.0		2.73	
5BG4.0/1.0		2.82	
10YR5.0/0.5		2.91	
10YR4.0/1.0		3.18	
5Y4.0/1.0		3.18	
景観4色の比較 10YR6.0/1.0	グレーベージュ	3.91	判別できない
明度比較 10YR6.0/1.0	グレーベージュ	4.18	
明度比較 5Y7.0/0.5	オフグレー	4.45	
景観4色の比較 5Y7.0/0.5	オフグレー	5.00	

ど YR 系統明度 6、7 の色の評価が相対的に低かったが、これは「判別できる／できない」の評価が低く、明瞭性の原理から「馴染む／馴染まない」「美しい／美しくない」の評価も低くなったとみられる。

このことから、実際の土木施設の色彩検討に、(1)に述べた設置位置の環境色を考慮し、迷彩色のようにまったく同じ色(「消失」)を目指すのではなく、「強調」しないまでも土木施設の位置や形状などをある程度はつきり示すように、明度差などを考慮した色の選定が必要と考えられる。

(3)評価者の留意点

被験者グループ間の印象評価実験の結果の違いをみると、技術者グループではグレーベージュ、オフグレーなど 10YR 明度 6、7 の色の評価が低いのに比べ、一般市民グループは明度の高い色、彩度 2 以上の色を評価している。これは、「馴染む／馴染まない」という評価要素に対し、技術者グループは実験で意図した類似調和のみを評価する一方で、一般市民グループは類似調和する色に加えて対比調和(色相は類似しているが明度の差が対照的な色)についても高く評価する傾向にあったとみられる。そのため、色彩の決定には、土木施設を風景に融和させるのか、強調するのかといった色彩設計の方針や原則を確認した上で、適切な評価者が判断する必要がある。

3. 3 CG フォトモンタージュによる色彩評価実験

3. 2 節の屋外環境下における色彩評価の結果を踏まえて、実構造物の形状等も加味した上で土木施設と色

との関係性を評価するため、フォトモンタージュを用いた評価実験を実施した。

3. 3. 1 実験概要

実験の概要について表-15 に示す。

実験はフォトモンタージュを用いた WEB 形式により、2020 年 12 月中に実施した。被験者は調査会社を通じて公募した 100 名で、色彩の専門家や色彩に関する指導等を受けた経験のあるグループ(以下、専門グループとする)と色彩知識のない一般市民グループ(以下、市民グループとする)各 50 名ずつ実施した。どちらのグループも土木関係者でない被験者とした。また、その他の属性として年齢は 20 代から 60 代がそれぞれ各 20 名(男性 10 名、女性 10 名)とした。

表-15 実験概要

実験日	2020年12月
実験方法	WEBアンケート調査
被験者数	色彩知識のある被験者 50名 ない被験者 50名 (両グループとも土木技術者を除く)
実験サンプル数	65枚(画像13種類/各5色)
評価色	表-16のとおり
評価構造物	小規模橋梁 上屋なし樋門(山間部、都市部、平野部) 上屋あり樋門(都市部、平野部) 水門 分土工 頭首工 排水機場(揚水機場) 貯水タンク
評価因子	風景に馴染む／馴染まない 美しい／美しくない

表-17 評価対象の構造物






	市街地景域	山間景域	自然景域	
小規模橋梁				
樋門 水門				
				
揚水機場等				

3. 3. 2 評価画像

評価に用いたフォトモンタージュ画像の例を表-16に示す。評価色は既往研究²²⁾および日本塗料工業会発行の塗料用標準色 2019 年 L 版⁹⁾を参考に、10R 5/14、7.5R 3/3、10YR 3/0.5、10YR 5/0.5、5GY 4/1 の 5 色を想定し、フォトモンタージュ上で再現した色とした。これらの評価色は、以下の観点により選定した。

- 10R 5/14 は河川や農業土木施設で慣例的に使用されている色、7.5R 3/3 は焦茶やレンガ色といったように環境色として使用される傾向にある色で彩度の高い色として選定
- 10YR 3/0.5 は防護柵ガイドラインで推奨色の一つであるダークグレー、10YR 5/0.5 は亜鉛メッキを想定した色で、先行研究で風景に融和する色として評価が高かった低彩度色として選定
- 5GY 4/1 は先行研究で風景に融和する色として評価が高かった中明度低彩度色の 1 色として選定
評価の対象とする構造物は、表-17 に示す 8 種類と

表-16 評価用フォトモンタージュの例
(上屋なし樋門)

	色サンプル	想定マンセル値
A		10R 5/14 朱
B		7.5R 3/3 こげ茶
C		10YR 3/0.5 ダークグレー
D		10YR 5/0.5 亜鉛メッキ
E		5GY 4/1 ダークグリーン

し、このうち上屋無し樋門、上屋あり樋門、水門については立地条件および視点場条件により複数の画像を作成した。

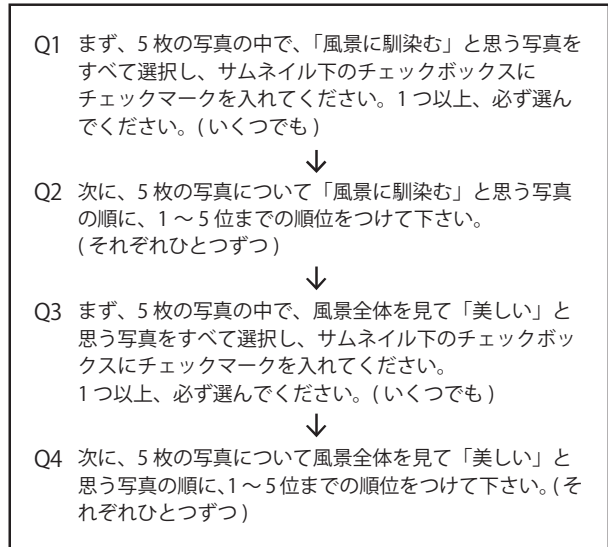


図-16 設問内容と設問のフロー

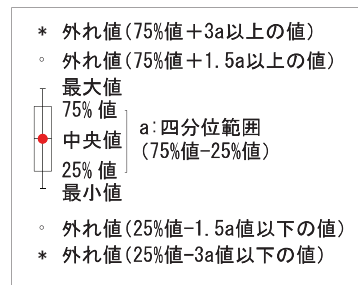


図-19 Q2 のグラフの凡例



写真-20 設問 Q1 において亜鉛メッキの評価が高い構図
(左:ケース 9 水門、右: ケース 13 タンク)
Ke-su

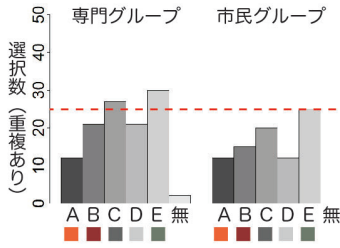


写真-21 設問 Q3 において朱色の評価が高い構図
(左:ケース 1 小規模橋梁、右:ケース 5 樋門)

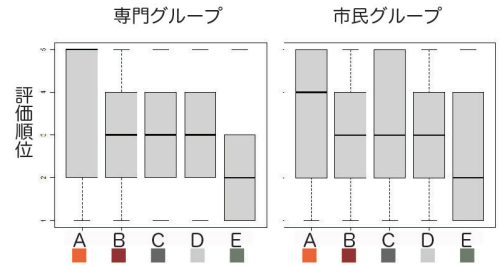
ケース1



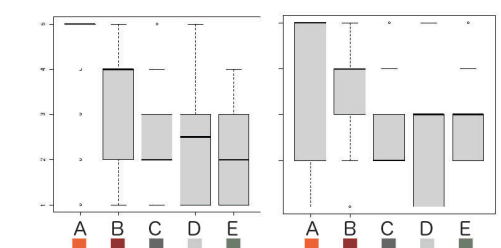
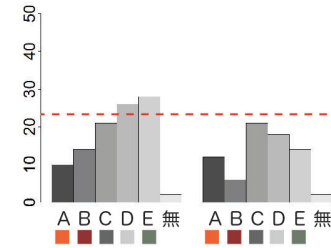
Q1 「風景に馴染む」と思う色（複数回答可）



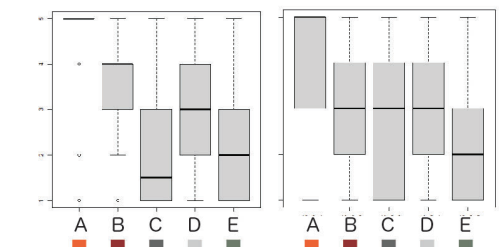
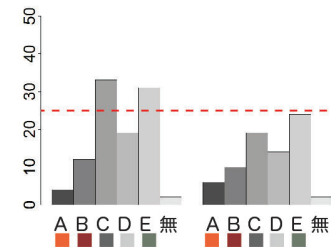
Q2 「風景に馴染む」と思う色の順位（1～5位の順位づけ/同順位不可）



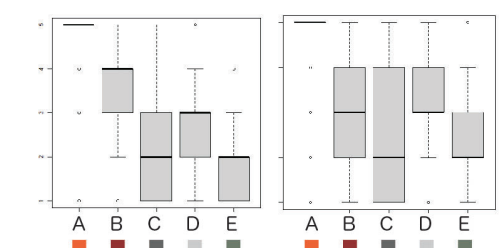
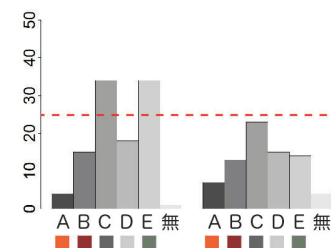
ケース2



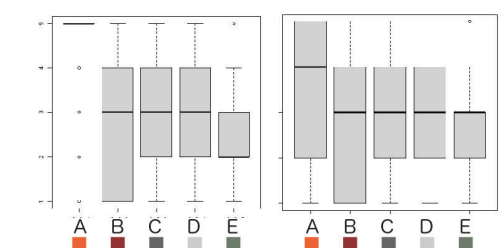
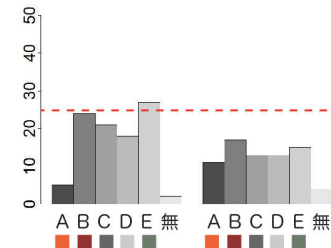
ケース3



ケース4



ケース5



ケース6

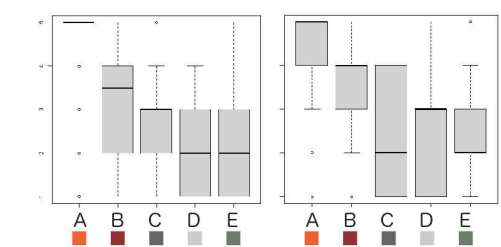
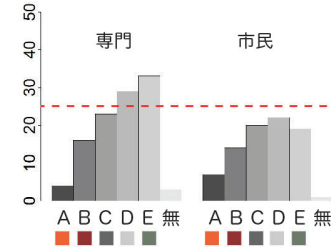
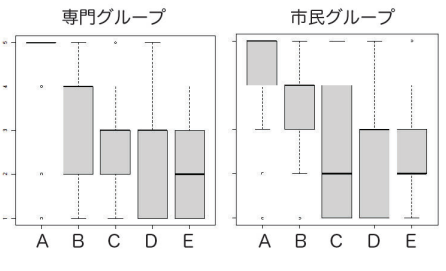
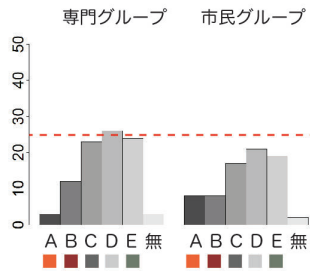
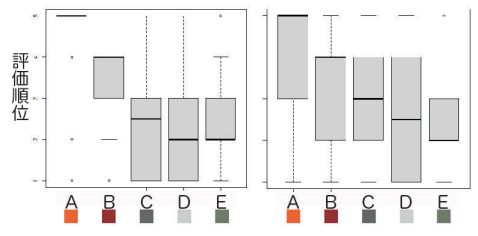
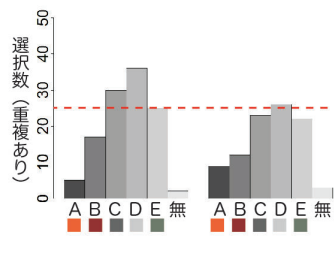


図-17 色彩評価結果その1

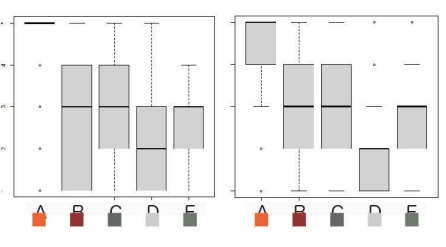
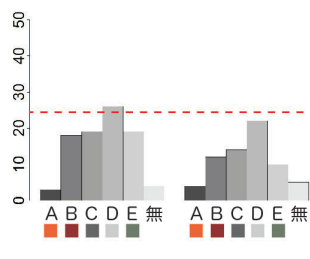
ケース7



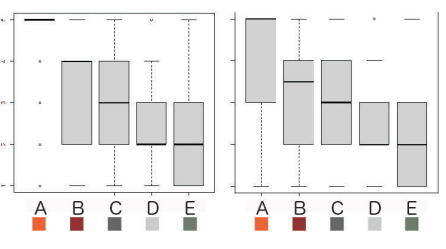
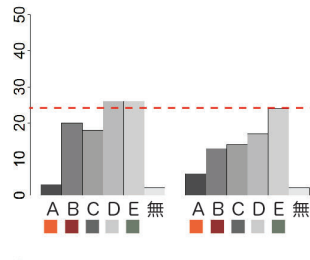
ケース8



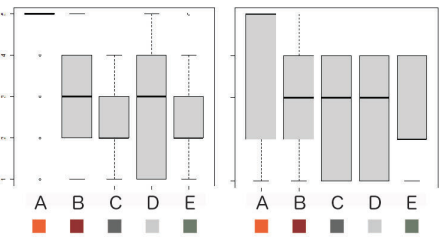
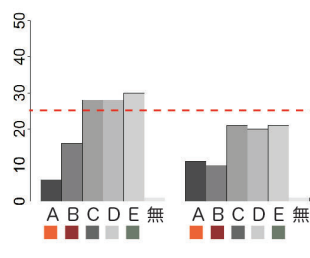
ケース9



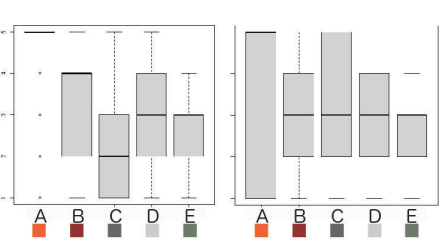
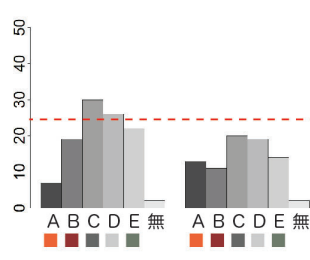
ケース10



ケース11



ケース12



ケース13

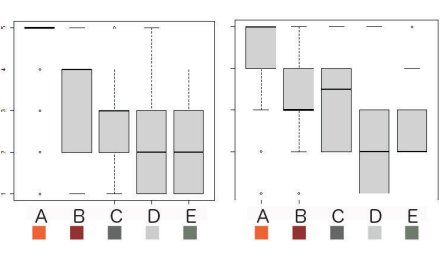
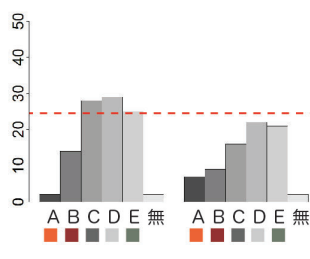


図-18 色彩評価結果その2

3. 3. 3 評価および分析方法

評価要素は、「風景に馴染む／馴染まない」「美しい／美しくない」の二つの要素について評価してもらった。設問内容および設問フローを図-16 に示す。実験方法は順位法を用い、構造物の色のみを変えた5枚のフォトモンタージュを比較してもらいながら、まず始めに「風景に馴染む」もしくは「美しい」と思う画像を全て選択してもらい（Q1 および Q3） 閾値を確認した上で、各画像について「風景に馴染む」もしくは「美しい」と思う順番に順位をつける（Q2 および Q4）形で回答する方式とした。順位に同順は設けなかった。

実験結果は、Q1 から Q4 まで被験者グループ毎にそれぞれグラフにプロットし、評価の傾向を整理した上で、被験者グループ間（Q1 はカイニ乗検定、Q2 は Wilcoxon 符号順位検定）、構造物の色サンプル間（Q2 のみ Friedman 検定を実施）の評価の違いについて有効水準 5% で有意差を分析した。

3. 3. 4 実験結果専門グループと市民グループの評価結果の比較

本稿では調査結果のうち、図-16 に示す Q1 および Q2 の結果について図-17 および図-18 に示す。

図-17 および図-18 のグラフは一番左が評価画像を示し、中央の棒グラフが Q1 の結果、右側の箱ひげ図は Q2 の結果を示している。箱ひげ図は、専門グループと市民グループ毎に、中央値および四分値（25%および 75%値）をプロットした結果を示す。箱ひげ図の凡例を図-19 に示す。

図-17 および図-18 のグラフをみると、Q1 については、専門グループと市民グループの回答の分布に有意な差はみられなかった。また、Q2 の「風景に馴染む」と思う順に順位づけを行ってもらった結果についても、2 つグループの中央値に有意な差はみられなかった。

3. 3. 5 実験結果：サンプル色の違いによる比較

(1)の分析の結果、Q1 の結果の分布や Q2 の中央値による比較では2つのグループの評価に有意な差はみられなかったが、Q2 の結果のグラフや標準偏差をみると、2 つのグループの結果にはバラつきに違いがみられる。そこで、専門グループと市民グループそれぞれについて、構造物毎にサンプル色間の評価の差があるか分析を行った。

(1) 専門グループ

図-17 および図-18 の箱ひげ図左側の専門グループの結果のグラフをみると、全ての構造物で A：朱色の評価順位が最も低かった。

次に評価の低かった色は B：こげ茶で、例えばケー

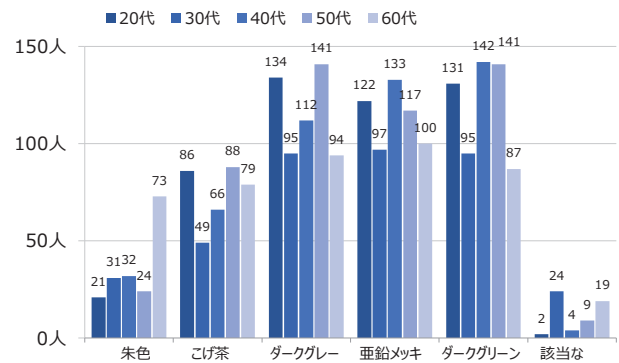


図-20 年代別の全ケースの合計の評価結果 (Q1「風景に馴染む」と思う色)

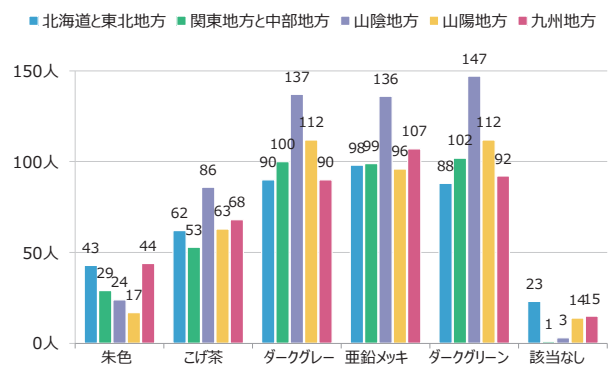


図-21 地域別の全ケースの合計の評価結果 (Q1「風景に馴染む」と思う色)

ス 2 ではサンプル E：低彩度中明度のダークグリーンのサンプルと比べて評価が低く、有意に差がみられた。ケース 3、4、7、13 についても同様の結果であった。

色 C～E の無彩色、低彩度色のフォトモンタージュについては、どのケースでも他の 2 色に比べ有意に評価が高い傾向にあった。C：ダークグレーに関しては、特にケース 3、4、10、11 の評価が高かった。

亜鉛メッキを想定した色 D については、ケース 9、10、13 の評価が高く、反対にケース 1、3、4、5、12 については相対的に評価が低かった。色 D については、写真-19 に示すようなコンクリートや明度の高い環境色と接している場合、大規模で塗装面の面積が広い場合に評価が高くなると考えられる。

色 E は、全体的に最も評価が高いが、ケース 9 およびケース 12 の評価が比較的 low かった。これらはどちらも塗装面の割合が他の画像に対して大きい土木施設であったためと考えられる。

(2) 市民グループ

一方、市民グループについてみると、全体的に色 A の評価が最も低い傾向にあるのは専門グループの結果

と変わらないが、ケース1では中央値が4となるなど、専門グループより評価のバラつきがみられた。また、色AとBを比較するとケース1、4、9、13を除き、有意な差はみられなかった。また、色Bと色C～Eとの間にもケース2、7、9、10、13以外は有意差がみられなかった。このように、市民グループは構造物の種類や周辺環境、視点場等によって土木施設が「強調」されるような色を評価する傾向があると考えられ、これは3.2.4(3)の傾向と同じである。色C、D、Eについては、専門グループと同様に全体的に評価の高い傾向がみられた。

3.3.6 年代別の評価の比較

図-20に年代別の設問Q1の全ケース合計の結果を示す。

これをみると、特に朱色に関しては、60代では評価が高く、それ以外の年代では評価が低いという差がみられた。朱色以外をみると、60代および30代は他の年代に比べて全体的に評価が低く、該当なしを選択する被験者も多かった。

朱色の60代の評価が高いのは、年齢による色の識別力が低下しつつあるため、周辺環境と彩度差や明度差の大きい朱色の評価をしやすかったためと考えられる。特に、写真-21に示す対比調和となる緑に囲まれたケースで朱色の評価が高い。また、朱色は、古くから橋などの土木施設の塗装色として使用されてきた経緯があり、年代が高いほど土木施設の色として認識されている可能性がある。さらに、色相でみると、60代になると、青系、緑系の色の識別力も低下するため、「ダークグリーン」の評価が他の色より低くなったと考えられる。

3.3.7 回答者の居住地別の評価の比較

図-21に回答者の居住地別に、設問Q1の全ケース合計の結果を示す。

この結果、北海道と東北地方、九州地方は、他地方に比べて「朱色」の評価が高かった。また、山陰地方では、他地方に比べて「ダークグレー」、「亜鉛メッキ」、「ダークグリーン」「こげ茶」の評価が高いのに対し、「朱色」の評価が低い。また山陽地方でも朱色の評価が低かった。

地域で評価の傾向が分かれるのは既往研究²⁴⁾より、気候区分や地域ごとに土木施設等によく使用される色の違いなどが影響していると考えられる。既往研究では、山陰・山陽地方で「朱色」の評価が低いのは、景観計画の彩度制限の平均値が他地域に比べ低い傾向があり、高彩度が好まれにくいと推測される。一方、北

海道と東北地方で「朱色」の評価が高いのは、景観計画の彩度制限の平均値が他地域に比べ高い傾向があり、高彩度にさほど嫌悪感を持たれにくい可能性がある。また北海道では、土木構造物に「朱色」を使われるものが多くみられるため、実験結果からみても、他地方に比べて、「朱色」に違和感を覚えにくいと考えられる。

3.3.8 WEBアンケート調査の結果のまとめ

WEBアンケート調査の結果、以下のことが明らかになった。

- ・ 専門および市民グループとも彩度3以上の鮮やかな色は評価が低く、無彩色および中明度低彩度色の評価が高い。
- ・ ただし、市民グループは「風景に馴染む」かの評価で、土木施設を「強調」する色(対比調和する色)の評価が高くなる傾向がみられた。
- ・ 年代別でみると、60代は土木施設を「強調」する色(対比調和する色)の評価が高くなる傾向がみられた。
- ・ 周辺環境条件でみると、おおむね、どの条件でもダークグリーンの評価は高かった。
- ・ 緑に囲まれる山間部や植栽の繁茂する法面等では、亜鉛メッキを想定した無彩色は評価が低くなる傾向にあった。一方、塗装面が大きい場合や明度の高い空、コンクリートと接する場合などはダークグリーンより明度の高い亜鉛メッキの評価が高い傾向にあった。
- ・ ただし、本調査はWEB上で実施しており、塗装や金属のテクスチャなどの評価は出来ないため、近接もしくは接触する土木施設については、現物と同じ素材の色サンプルなどを用いた評価が必要と考えられる。

4. 土木施設等の色彩設計方法に関する提案

4.1 積雪寒冷地の環境に融和する色彩の範囲

2章の調査および3章の実験結果から北海道の環境に融和する色彩の範囲について考察を行った。

2章の樹木等の測色結果に、3章の評価実験の結果を加えたものを図-22に示す。2章の樹木の測色調査の結果、周辺環境色としては大きく3つのグループに分けられる。

(a) 周辺環境色

① 樹木の葉の部分

明度・彩度：春が最も明度・彩度が高い

(明度6・彩度6程度)

夏に向け明度・彩度が下がる

色相：落葉樹：GY系～針葉樹：G系

②樹木の幹

成木：色相 5YR～5Y 明度/彩度 4/3 程度

当年枝：色相 R～YR 系統

明度および彩度が成木より高い

③空および積雪、遠景の山並み

色相：BG～B 系統

明度：高明度（明度 8～9）

彩度：低彩度

(b) 評価実験で風景に馴染むと評価された色の範囲

3章の評価実験の結果、風景に馴染むという評価の高かった色の範囲は、以下の通りである。

① 明度 2～6（背景となる色に対し明度差が 1～3 程度）

② 彩度 1 以下（周辺環境色より低彩度）

③ 色相 YR 系～BG 系の範囲（周辺環境色の範囲）

このことから、積雪寒冷地の景観に融和する色の選定については、季節変化による周辺環境色の大幅な変化（春夏の①～冬の③）を考慮した色の範囲とする。また、低明度や高明度の色および周辺環境色（特に冬の②および③）よりも彩度の高い色は避ける。

4.2 一般的な色彩設計の流れ

ここでは、土木施設等の種類ごとに機能、積雪等による景観変化、コストなど考慮した色彩設計方法について検討して、とりまとめる。

なお、本研究で対象とする土木施設は、図-23 に示すように、専門家による色彩検討が行われない一般的な土木施設を対象としている。景観検討委員会等により専門家による検討が行われる地域のシンボルやランドマーク、観光拠点など、目立たせる（強調）施設や標識のように色彩により認知機能や安全性を担保しなければならない施設は対象としていない。

3章で述べたように、周辺景観との調和には、「強調・融和・消去」の考え方があがるが、今回対象とする一般的な土木施設は、積雪寒冷地の自然の広がる開けた空間や季節変化の大きい環境において、景観の一部として風景に馴染ませること（融和）が重要である。

これらの色彩設計においては、整備する土木施設毎に候補色の検討を行い、色の決定においてはシミュレーションや色彩サンプルを使用した現地確認を実施することが望ましい。

次節では、本研究の成果をもとに、土木施設毎の色彩選定の留意事項を整理した。

4.3 土木施設ごとの色彩設計時の留意事項

この節では、3章の色彩評価実験の結果をもとに、

樋門等の小規模施設（5m 以下の規模の施設）、水門・頭首工等の大型施設（大規模な面的要素を含む高さ 5m～数 10m の施設）、揚水機場等の複数の構造物で構成される施設に分けて、施設ごとの色彩設計時の留意事項を整理した。

4.3.1 小規模施設：樋門・分土工等

対象とする小規模施設を写真-22 および写真-23 に示す。また、色彩設計の留意事項を以下に示す。

- ・ 近景、中景含めて数カ所の視点場を確認することが必要である。これについては、遠景・中遠景では、樋門・水門の周辺の環境色が補色となる緑地に囲まれた場合は、対比調和により緑の補色の朱

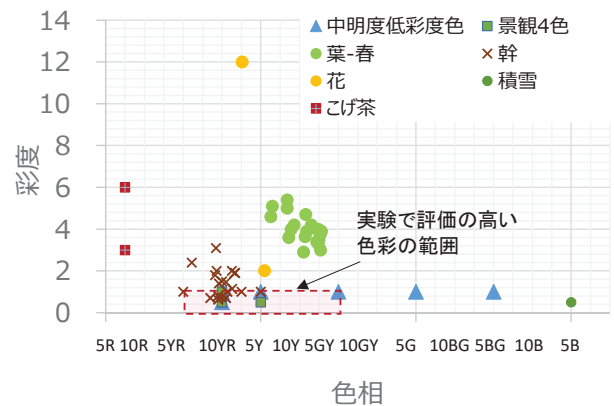


図-22 景観に融和する色彩の範囲と環境色の関係

土木施設の色彩設計フロー

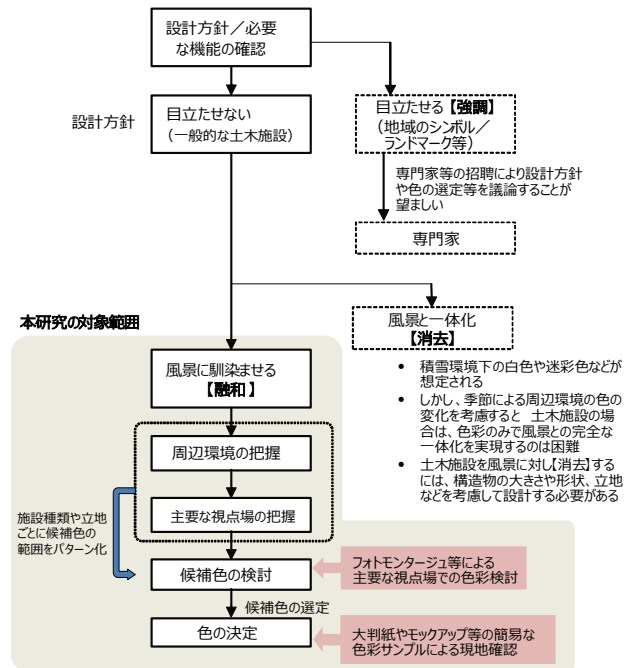


図-23 一般的な土木施設の色彩設計検討フロー

色の評価が高くなる傾向があるが、視点場が変わり、空が背景になる場合や樋門の門扉等は塗装面積が大きくなるため、朱色の評価が低くなるためである。

- ・ 特に沿道に近接して設置されている場合、走行安全性に影響する道路構造物の附帯施設や附属物などの沿道施設と比較して、過度に目立つ色にならないよう留意する。
- ・ 亜鉛メッキ等の明度の高い無彩色の使用は、立地環境に注意する。写真-22 に示すような、周辺が緑に囲まれた空間は、評価実験では「亜鉛メッキ」は評価が低い傾向にあり、無彩色より彩度 1 程度の色の評価が高い。これは、亜鉛メッキが青系のグレーとなるため、周辺環境色との色相差等の影響や、色味がなく、風景が地味すぎて「美しい」とは評価されにくいことに留意する。一方、写真-23 のように開けた空間では、空やコンクリートとの明度差が近く、構造物としての一体感をもたせることができる。
- ・ また、特に山間部など周囲にある背景の緑に対して明度差がある場合は、構造物として目立つため、遠景の山並みのスカイラインを横切る場合など影響が大きくなる。
- ・ 反対に平野のように開けた空間で空が背景となる場合、空との明度差が大きくなりすぎないように、ダークブラウン（明度 2）等の低明度色や積雪期の色相を考慮し、R 系の色を避けるなど注意が必要である。

4. 3. 2 大型施設：水門・頭首工

対象とする大型施設を写真-24 に示す。また、その色彩設計の留意事項を以下に示す。

- ・ 大型水門や頭首工のように塗装面積の大きい構造物では、彩度の高い色の評価は低く、避けた方が良い。実験では、亜鉛メッキを想定した明度 5 程度の無彩色の色の評価が高く、特に明度差に留意する。これは、明度差によりコンクリートの躯体と門扉、背景となる空や河畔の色が完全に分かれ、水門等の施設が構造物として一体的に捉えにくくなるためと考えられる。
- ・ 特に水門の門扉では、周囲の色との色相の差が、全体の景観の評価への影響が大きくなる。そのため、水門や頭首工のように建屋がコンクリートの場合には、コンクリートの色（Y 系の高明度・低彩度色）と馴染む色がよい。

4. 3. 3 複数の構造物で構成される施設：揚水機

場・頭首工

複数の構造物で構成される施設の色彩設計の留意事項を示す。写真-25 に対象となる複数の構造物で構成される施設の例を示す。

- ・ 開けた平地において、スカイラインを横切る揚水機場の建屋やタンクなどは、空との明度差を小さくする必要がある。したがって、このような場合には空との明度差の大きいダークグレーなどの明度の低い色は、構造物として目立つため避ける。
- ・ 大型の水門と同様に、塗装面積の大きい施設は、コンクリートとの色彩の調和が重要である。ダークグリーンのように明度差や彩度差は同程度であっても、コンクリートや周辺の環境色と色味差があり、合いにくいと感じるため、評価が低くなることに留意する。

4. 4 色彩設計の考え方

4. 4. 1 候補色の絞り込み

4.2 および 4.3 節を通して、対象となる土木施設と設置する景域による色彩の留意事項を述べた。これらの情報をもとに、候補色の絞り込みの方法について示す。



写真-22 小規模施設の例



写真-23 小規模施設の例

- ① 基本的な色彩設計の方針を決める。ここでは、周辺環境に融和する色とする。
- ② 土木施設の設置位置に対して、近景および中景で、見え方の異なる 2~3 ケ所程度の周辺道路から視点場を決める。
- ③ それぞれの視点場から背景および前景となる環境色を整理する。塗装部が空と接するののか、草本や樹木に接するののか、塗装面積が設定した視点からの画角に対してどれくらいの割合になるかなどを整理する。
- ④ これらの情報をもとに色彩の候補色を 3.4 節の図-22 に示す景観に融和する色彩の範囲を参考に、色相を変えて 2~3 色程度の候補色を抽出する。
- ⑤ 候補色は、彩度は 1 以下、土木施設の周辺環境色に対して明度差が 1~2 程度の範囲に抑える。
- ⑥ 色相は、周辺環境色に合わせて YR~BG 系の間で検討するとよい。積雪寒冷地の場合は、落葉後の河畔林等の樹木の枝などを除くと周辺環境色に赤系色が少なく、青系が多く面積を占め、色対比で赤系色は彩度が高く（色が鮮やかに）見える。そのため、景観 4 色のうちダークブラウン（10YR 2/1）など、赤系統（R 系）の色相は立地によっては馴染まない。
- ⑦ 隣接する構造物がある場合に、その色が景観に融和する色であった場合、同系色を検討する。
- ⑧ 候補色を抽出するにあたり、一つの色相だけでなく、異なる色相からも候補を抽出し、最終的には、みかけの色を確認するため現地確認により、どの色相が合っているか、色彩サンプルなどにより確認することが望ましい。

4. 4. 2 色選定における住民参加の留意事項

色の選定において近隣住民等の評価を受ける場合は、風景に対して土木施設が「強調」されるような色や見慣れた色を高く評価する可能性や、評価がバラつき適切な色が選定できないことが考えられるため、色の選定は現場の立地環境をよく理解している技術者や色彩専門家により実施することが望ましい。

なお、色彩検討に住民等の意見を取り入れる場合は、設計方針と異なる評価結果となる可能性のある色は事前に候補色から除いておく必要がある。例えば、土木施設を風景に「融和」させたい場合に、対比調和するような鮮やかな色は事前に除いておく。また、評価がバラつくことを想定し、多数決で色を決定する場合は評価人数を多く設定する、もしくは住民の評価は色を絞り込むための参考意見に留め、最終的な色の決定

は技術者や専門家などの判断による必要があると考える。

5. まとめ

本研究では、積雪寒冷地の景観に融和する色彩を明らかにし、構造物を対象として積雪寒冷地の景観に融和する具体の色彩選定が可能となる色彩設計手法について検討を行った。

研究の結果、以下のことを明らかにした。

- ・ 事例調査および既存の土木施設の色彩調査から、色彩に関する規定はほとんどなく、ガイドラインが策定されている地域や管理主体も限定的であることがわかった。
- ・ 既存の土木施設に使用されている色彩は、慣例的に使用されている色、景観色として使用されてきたこげ茶、景観 4 色に代表される色彩ガイドライン等の推奨色、金属やメッキ、コンクリート等の素材色に主に分類できることがわかった。



写真-24 大型施設の例



写真-25 複数の構造物で構成される施設の例

- ・ 屋外環境下での塗装サンプルを使用した色彩評価実験および CG フォトモンタージュによる色彩評価実験の結果から、積雪寒冷地の景観に融和する色彩の範囲（明度 2～6、彩度 1 以下、色相 YR 系～BG 系）を明らかにした。
- ・ これをもとに色彩の検討フロー（図-23）、候補色の選定方法（4 章）などについて提案した。
- ・ これらの結果を技術資料として取りまとめ、寒地土木研究所地域景観チームの HP（<https://scenic.ceri.go.jp/manual.htm>）に公開した。

参考文献

- 1) 寒地土木研究所地域景観チーム：北海道の色彩ポイントブック、2019
- 2) 榎本碧、松田泰明、笠間聡：土木施設の色彩設計に関する既往研究の整理 -北海道の環境に適合した色彩設計に向けて-、第 62 回北海道開発技術研究発表会、2019
https://thesis.ceri.go.jp/db/documents/public_detail/64206/（アクセス日 2021/6/24）
- 3) 北海道開発局札幌開発建設部千歳川河川事務所：千歳川遊水地管理施設色彩ガイドライン第 2 版、2013
- 4) 長沼町：公共施設の景観づくり指針、2008
https://www.maoinet.jp/shokai/machizukuri/keikan/jorei_keikaku.html（アクセス日 2021/6/24）
- 5) 日本塗料工業会：塗料用標準色 2019K 版、2019
- 6) 国土交通省：石狩川上流主要水系調査書、1988
https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/water/w_national_map_p.html（アクセス日 2021/6/24）
- 7) 国土交通省：天塩川上流主要水系調査書、1992
https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/water/w_national_map_p.html（アクセス日 2021/6/24）
- 8) 吉田智、小栗ひとみ、佐藤昌哉：雪寒冷地における道路施設の色彩について、寒地土木研究所月報、第 763 号、pp.30-36、2016
<https://thesis.ceri.go.jp/db/files/107636635584e3299f086a.pdf>（アクセス日 2021/6/24）
- 9) 日本カラーデザイン研究所：地域イメージを生かす景観色彩計画、学芸出版社、pp.26-27、2008
- 10) 日本色彩学会編：色彩用語事典、pp.226-227、2003
- 11) 佐々木葉、内山久雄：ゼロから学ぶ土木の基本 景観とデザイン、オーム社、p.180、2015
- 12) 土木研究所化学研究室：海上長大橋用着色塗料の色調選定試験、土研資料、1236、1976
- 13) 相馬一郎：色彩の心理効果、色材、58 号、pp.548-557、1985
- 14) 国土技術研究センター：道路の移動円滑化整備ガイドライン-道路のユニバーサルデザインを目指して、2011
- 15) 岩田三千子、北本裕之：弱視者の明視に関わる照度と輝度比の関係、日本建築学会環境系論文集、82 巻、732 号、pp.121-128、2017
- 16) 国土交通省：景観に配慮した道路附属物等ガイドライン、p.29、2017
https://www.mlit.go.jp/road/ir-ir-council/road_design/pdf/guidelines.pdf（アクセス日 2021/6/24）
- 17) 日本塗料工業会：塗料用標準色 2017 年 J 版、2017
- 18) 吉田智、小栗ひとみ、佐藤昌哉：積雪寒冷地における道路施設の色彩について、寒地土木研究所月報第 763 号、pp.30-36、2016
- 19) 地域景観ユニット：道路附属物や土木構造物の色彩について、寒地土木研究所月報、第 781 号、pp.43-48、2018
- 20) 笠間聡、松田泰明：北海道における道路附属物の色彩のあり方に関する論点整理 ～主に柱もの附属物について、土木学会 景観・デザイン研究講演集、No.13、2017
- 21) 笠間聡、高橋哲生、松田泰明：北海道の環境および景観に適合した道路附属物等の色彩のあり方について－国土交通省「景観に配慮した道路附属物等ガイドライン」の策定を受けて－、第 61 回北海道開発技術研究発表会、2018
- 22) 榎本碧、笠間聡、松田泰明：積雪寒冷地の河川空間における土木施設の色彩の印象評価、第 63 回北海道開発技術研究発表会、2020
- 23) ムーンスペンサーの色彩調和論において、同一ではない色相で、中途半端に彩度差のある 2 色は調和しない状態をいう
- 24) 加藤美子：景観計画における色彩制限と気候に関する研究、日本色彩学会誌、Vol.43、No.3、pp.51-54、2019

COLOR DESIGN OF CIVIL ENGINEERING STRUCTURES FOR COLD REGION

Research Period : FY2017-2020

Research Team : Director for Special Research
(Scenic Landscape)

Author : MATSUDA Yasuaki

KASAMA Satoshi

ENOMOTO Midori

MASUZAWA Satoka

Abstract : In wide, open spaces along rivers and on agricultural land, civil engineering facilities have a great impact on the landscape, and it is necessary that the design of such structures should not only take their characteristics and functions into consideration, but that the colors used shall be in harmony with the landscape of the surrounding environment, which changes with the seasons. However, engineering-related landscape and color coordinators and suitable technical materials are in short supply, and landscape-friendly design is seldom realized in practice.

With this study, we surveyed and analyzed the colors of existing civil engineering facilities, searched the available literature, and conducted outdoor color evaluation experiments and web questionnaires. Based on the analysis of these results, we identified a range of colors that harmonize with the landscape of cold and snowy regions. This allowed resident engineers to also select colors of civil engineering facilities that harmonize with the landscape of cold snowy regions besides the recommended colors. Based on this research, a color design method for civil engineering facilities in snowy and cold regions was investigated and a summarized technical report is provided.

Key words : civil engineering structures, color design, cold region, painting, landscape harmony